

JULY 18-21, 2018 BAO DING, CHINA

2018年7月18-21日 中国•保定

PROCEEDINGS OF 2018 CHINA INTERNATIONAL CONFERENCE ON INSURANCE AND RISK MANAGEMENT

2018 中国保险与风险管理国际年会论文集

主编：陈秉正
迈克尔·鲍尔斯

EDITOR-IN-CHIEF: CHEN Bingzheng
Michael R.POWERS

主　办：
清华大学经济管理学院中国保险与风险管理研究中心
伦敦城市大学卡斯商学院

ORGANIZERS:
CHINA CENTER FOR INSURANCE AND RISK MANAGEMENT OF TSINGHUA UNIVERSITY SEM
CASS BUSINESS SCHOOL, CITY UNIVERSITY LONDON

共同主办：
河北大学经济学院

CO-ORGANIZER:
SCHOOL OF ECONOMICS HEBEI UNIVERSITY OF CHINA

CD-ROM

清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

EDITORIAL PREFACE TO THE PROCEEDINGS OF THE CHINA INTERNATIONAL CONFERENCE ON INSURANCE AND RISK MANAGEMENT

This special Conference Proceedings contains papers presented at the 9th China International Conference on Insurance and Risk Management (CICIRM 2018), which was held on July 18-21 in Baoding, China. The conference was jointly organized by Tsinghua University's China Center for Insurance and Risk Management (CCIRM) and the Cass Business School of City University, London, and hosted by School of Economics Hebei University of China. This event follows upon the successful meetings held in Xining (July 2010), Beijing (July 2011), Qingdao (July 2012), Kunming (July 2013), Shenzhen (July 2014), Hangzhou (July 2015), Xi'an (July 2016) and Guilin (July 2017), which launched an annual forum in China for international communication and cooperation in the studies of insurance, risk management, and actuarial science. The CICIRM is the unique international conference in the fields of insurance and risk management in China.

Credit for the quality of the Conference Proceedings goes first and foremost to the authors, most of whom hold appointments at key universities and institutes in China. These authors contributed a great deal of effort and creativity to the Conference Proceedings, and we are very grateful that they chose CICIRM as the venue for presenting their work.

The Conference Program Committee is comprised of 23 members from both Chinese and international universities. The members of the program committee have given their time to provide excellent reviews for over 165 papers submitted to the conference. We are sincerely grateful to them.

We are pleased to present 53 papers in this Conference Proceedings, covering topics of current importance in insurance, risk management, and actuarial science, and coming from 11 different countries and/or regions.

Our thanks go to many others as well for their help in making the conference highly successful. In particular, we would like to thank Professor Prof. David Blake (City University London), Professor Shaun Shuxun Wang (Nanyang Technological University) who served as keynote speakers at the conference.

It is our sincere hope that the Conference Proceedings will provide fresh intellectual stimulus to readers in different countries and regions with a variety of cultural and socio-economic backgrounds, thereby generating enhanced motivation for the study of insurance and risk management.





Bingzheng Chen
Co-Chair
Program Committee of CICIRM 2018

Michael R. Powers
Co-Chair
Program Committee of CICIRM 2018

Conference Program Committee

Michael R.POWERS (Co-Chairman), Tsinghua University, China

CHEN Bingzheng (Co-Chairman), Tsinghua University, China

AI Jing, University of Hawaii at Manoa, US

CHAN Waisum, Chinese University of Hong Kong, China

Kevin DOWD, Nottingham University Business School, UK

GUO Jinlong, Chinese Academy of Social Sciences, China

Gene C. LAI, Washington State University, US

HE Wenjiong, Zhejiang University, China

LI Xiaolin, Central University of Finance and Economics, China

LIU Dongjiao, Zhongnan University of Economics and Law, China

TUO Guozhu, Capital University of Economics and Business, China

Larry Y. TZENG, Taiwan University, China

Jennifer L.WANG, Taiwan Chengchi University, China

WANG Jinyin, Hebei University, China

WANG Wen, China Export and Credit Insurance Corporation, China

WANG Xiaojun, Renmin University of China, China

WANG Xujin, Beijing Technology and Business University, China

WEI Hualin,Wuhan University, China

XU Wenhu, Fudan University, China

YANG Hailiang, University of Hong Kong, China

ZHENG Wei, Beijing University, China

ZHU Minglai, Nankai University, China

ZHUO Zhi, Southwestern University of Finance and Economics, China

Table of Contents

Preface……i
Conference Program Committee……ii
Table of Contents……iii

Chapter 1. Development and Regulation of Insurance Market

1. Economic Impact of Export Credit Insurance..... ENKHBAT Rentsen, TUNGALAG Natsagdorj 2
2. Life Insurance in Saudi Arabia and Islamic Law: Shari'ah Harmonisation with Comparison to UK Insurance Law.....Khalaf Albalawi 9
3. Implementing of Employer - Employee Insurance Scheme in Mongolia .....OYUNTSESTEG Luvsandash, ANKHBAYAR Chuluunbaatar 21
4. The Research of the Investment-type Insurance Products Impact on Insurance Companies' Solvency-Taking Ampang Insurance as an Example.....CHEN Tianjiao 28
5. Potential Applications of Blockchain in Chinese Medicare.....GU Ye, WANG Haiyan, ZHOU Xinyu 42
6. Insurance Development, Space Overflow Effect and Urbanization..... HE Xiaoxia, AN Chaofan 54
7. Analysis on the Influence of C-ROSS on the Profitability of China's Property Insurance Companies ..... LIU Lu, FENG Li-na 64
8. A Comparative Study on the Contributions of Insurance and Financial industry to China's Economic Development.....QI Ming, ZHENG Haitao 82
9. Evaluation on Solvency of Property Insurance Companies Based on Principle Component Analysis and Copula Function..... .....SUN Shulei, MENG Xiuli 96
10. Research on the Impact of Small Loan Guarantee Insurance in Ningbo on Economic Development.....WANG Chong 104
11. An Analysis of the Impact of Catastrophe Insurance on the Insurance Industry: A Case Study of Top-Ten Property Insurance Companies. .....WANG Songhan 152
12. Comprehensive Evaluation on the Sustainable Development of "Belt and Road Initiative" under the Insurance Industry in Shaanxi.....YAN Weizhong, SHI Yifei, MAO Jili, YANG Rui 164
13. Discussion on the Policy Personnel Insurance System and Mechanism Construction of High Technology Innovation Talents.....ZHANG Daijun 179

Chapter 2. Risk Management

14. On Risk Management of China's P2P Online Loan Platform Based on Stress Test Analysis: A Case Study of Jimu Platform.....HAN Jinmian, CHEN Zhiying 186

15. Research on the Current Local Fiscal Debt Risk Management in China: Taking S Province as an Example ..... HAN Jinmian, LIU Yingchen 201

16. Study on Real Estate Industry and Its Contagion to Credit Risk of Commercial Banks .....LIU Xiangyu, ZHENG Sujin 215

17. Some Actions on Seismic Risk Management after the Wenchuan Earthquake.....TAO Zhengru, WANG Liyuan 233

18. Research on Operational Risk Management of Insurance Company.....WANG Xujin 247

19. Can Diversification Reduce Insurers' Risk? ——Evidence from China Property-liability Insurance Industry ....WU Shuang 254

20. Assessment of Extreme Risk for Egg Price Fluctuation in Henan Province Based on BMM Model .....XU Lei,WANG Bingbing 267

Chapter 3. Property and Liability Insurance

21. Patent Risk Characteristics and Patent Insurance: A Literature Review .....CHEN Wanying, YE Xiaoling 276

22. Financial Early Warning of China’s Property Insurance Companies ....XU Minmin, WANG Ziyue 289

Chapter 4. Life and Health Insurance

23. Dilemma and Outlets of Tax-Deductible Health Insurance in China..... .....CHEN Shanhe 306

24. China's Life Insurance Industry is Open: Reasons and Influence----Based on the Theoretical Perspective of Policy Change Process .....LI Jia 325

25. The Role and Realization Path of Commercial Health Insurance in Tackling Poverty Alleviation .....SONG Zhanjun, WEN Xinxing 335

26. The Impact of IFRS17 on the Profitability and Operation of Life Insurers in China .....ZHAO Lei, GUO Zhenhua, LIU Jiahao 343

Chapter 5. Pension and Social Security

27. The Effectiveness Assessment of Natural Hedging With Mortality Immunization Theory.....HU Shiqiang 360

28. Demand Status and Influencing Factors of Mutual Insurance Long-term Care Insurance in Zhejiang Province .....SHI Qingyuan, YE Xiaoling 373

29. Japan Long-term Care Insurance: Experience and Reference .....XU Minmin, DUAN Na 391

30. Universal Two-Child Policy, Postponed Retirement and Development of Enterprise Annuity .....YU Dianjiang, WANG Shuai 399

31. The pension insurance Fund Investment Performance in The Stock Market of China .....ZHAO Fang, LU Shan, LI Xiaoyan 418

32. The Effect of Delaying Retirement on Redistributive Effect of Basic Pension Insurance Incomen .....ZHOU Haizhen, CAO Hangwei 435

33. The Impact of New Rural Social Endowment Insurance on Rural Residents' Consumption: Based on the Data of CHARLS .....ZHOU Haizhen, WU Meiqin 447

34. Research on the Demand Relationship between Social Pension Insurance and Commercial Pension Insurance ----Based on the Analysis of CGSS Data.....ZHOU Haizhen, ZHANG Dan 459

35. Household Human Capital Investment and the Effect of Commercial Insurance ..... ZHU Minglai, QIAO Lili 470

Chapter 6. Actuarial Science

36. Forecasting the Mortality of Chinese Population Based on Boosting.....HAO Li, CHEN Ning 488

37. Study on the Relationship between Rural Households' Consumption Structure and Rural Credit in Hebei Province ----An Empirical Analysis Based on VAR Model.....JI Xingyu 498

38. Constant Dividend Barrier in Erland(2) Risk Model with Dependence ..... JIN Boyi, DU Juan, PAN Rongrong 511

39. Life Insurance Fund Portfolio Selection Based on Expected Utility-Entropy Decision Model .....LIU Chao, YAO Qinghua 523

40. The Data Quality Assessment of Population Mortality in China Based on Lexis Diagram .....LIU Leping, TANG Shuang 534

41. Quantitative Management in Bond Investment of Insurance Funds—Identification of Market Conditions and Screening of Factors On the Basis of Hidden Markov Model
.....SONG Baizhi, DU Shanglong 549

42. Estimation, Prediction and Application of CBD Model under Irregular Data
.....WU Xiaokun, SU Wen, LI Xin 567

43. The Study on Group Self -Pooling Annuitization and optimization about Lee-Carter Model
.....XIAO Hongmin,YANG Xiaodan, MA Zhi'e 581

44. Claim Frequency Modeling and Prediction via Machine Learning
.....ZENG Yuzhe, WU Aibo, ZHENG Hongyuan, LUO Laijuan 594

45. Research on Customer Lifetime Value—Based on the Adjustment of "Beta Factor" about Compensate Risk
.....ZHANG Lin, ZHENG Jingjing 617

46. Tobit Model and Two-part Model: Comparation and Application to Insurance Demand Study
.....ZHOU Hualin, WANG Xiangnan 629

Chapter 7. Insurance Economics

47. Alleviating Moral Hazard by Peer-to-Peer Insurance..... CHEN Bingzheng, FAN Chen 640

48. The Reason of Insurance Fraud and Legal Countermeasures----an Analysis Method of Law and Economics
.....LIU Yi 653

49. Insurance Contract Design of Deductible and Claim Times under Moral Hazard
.....MA Benjiang, YANG Xuan, QIU Chunguang 677

50. The Effect of Retrospective Premium Model on Controlling Moral Hazard...QI Hengxin, WEN Zhonghui 687

51. A Study on Assets and Liabilities Management of Insurance Company Based on the Technology of Scenario-Generation of Ensemble Learning -- Take X Company as an Example.....WANG Ruijie 701

Chapter 8. Behavioral Insurance

52. Study on the Pricing of Commercial Vehicle Insurance Based on UBI Driving Behavior Score
..... BIAN Luohan 720

53. Evaluation of Insurance Corporate Culture based on AHP and FCE Methods. ..... FAN Yi, ZHANG Ning 733

Chapter 1. Development and Regulation of Insurance Market

Economic Impact of Export Credit Insurance

ENKHBAT Rentsen, TUNGALAGNatsagdorj

ENKHBAT Rentsen
Professor
Business School
National University of Mongolia
Ulaanbaatar 14201, Mongolia
Email: renkhbat46@yahoo.com

TUNGALAGNatsagdorj
Professor
Business School
National University of Mongolia
Ulaanbaatar 14201, Mongolia
Email: n.tungalag@num.edu.mn

Abstract. The aim of this paper is to study theoretical aspects of export credit insurance in the framework of microeconomicsand analyze the economic impacts of an export credit program on trade flows within a framework of a partial equilibrium. A multi-country partial equilibrium trade model has been developed. Import product demand and export product supply functions have been derived for various parameters in the model.

Key words. Export, Import, Demand and Supply function, Export credit insurance program

1. Introduction

It is important for a creating a multi-pillar economy to increase an export of final products absorbed with science, technology, innovation and knowledge.[1]

There are both financial and non-financial instruments to diversify and support exports and one of the non-financial methods is to develop an export credit insurance.

The study found that 80-90 percent of the world's trade was based on loans and insurance guarantees.[2] From here, export credit insurance is an important instrument for managing risks, and the company has an opportunity to expand its foreign trade.

The "export credit insurance" is the guaranteeof repayment of trade receivablesin the form of insurance when exporter sells its goods on short-term loans.

The primary purpose of export credit insurance is to make commerce more accessible, mutually beneficial and less risky for businesses.

For our theoretical analysis, we consider a multi-country trade model where one of countries exports its good to other countries. We assume that there is one tradable good, namely good 1. Regarding good 2, we assume that each country produces it for domestic consumption.It is also assumed to be substitutable in consumption with good 1. Following standard partial equilibrium approach we derive demand and supply functions with respect to the price. The import demand and export supply functions are derived under the main assumption that there is no production in the importing country and no consumption in the exporting countries with regarding to the tradable good.

2.Import demand and Export supply functions

Assume that the utility function of the importing countries is represented by Cobb-Douglas functions:

$$U(x_1, x_2) = A x_1^{\alpha_1^i} x_2^{\alpha_2^i},$$

where, $\alpha_1^i \geq 0,\ \alpha_2^i \geq 0,\ \alpha_1^i + \alpha_2^i \leq 1, \quad i = 1,2,\dots,n.$

Consider the utility maximization problem subject to budget constraint.

$$max U_i\left(x_1^i, x_2^i\right),$$

$$p_1 x_1^i + p_2^i x_2^i = I_i,$$

$x_1^i -$ quantity of good 1,

$x_2^i -$ quantity of good 2,

p_1 - price per unit good 1,

$p_2^i -$ price per unit good 1,

$I_i -$ budget, $i = 1,2,\dots.,\mathrm{n}$

Solving this problem by the Lagrange method, we obtain the Marshallian demand functions for goods 1 and 2 which are

$$x_1^i = \frac{\alpha_1^i I_i}{p_1\left(\alpha_1^i + \alpha_2^i\right)},$$

$$x_2^i = \frac{\alpha_2^i I_i}{p_2^i\left(\alpha_1^i + \alpha_2^i\right)}, \mathrm{i}=1,2,..,\mathrm{n},$$

3.Export supply function

In order to obtain the supply function of the exporting country, we need to solve the profit maximization problem.

Assume that the firm of exporting country produces a single output, namely good y using several inputs. Suppose that its short-run variable cost is defined as a cubic function of the form.

$$C(y) = ay^3 + by^2 + cy$$

Let FC be a short run fixed cost of the firm.

Then profit maximization problem of the firm is formulated as

$$max_y\{\pi(y) = p_1 y - C(y) - FC\} \quad (1)$$

p_1-price per unit of good y.

We write downoptimality conditions for problem (1).

$$\pi'(y) = p_1 - 3ay^2 - 2by - c = 0$$

Solving this equation, we get the short run supply function of the firm:

$$\mathrm{y}(p_1)=\frac{-b+\sqrt{b^2-3a(c-p_1)}}{3a}$$

We can easily see that under the previous assumptions the partial equilibrium pricep_1 is defined from the following nonlinear equations:

$$\sum_{i=0}^{n} \frac{\alpha_1^i I_i}{p_1(\alpha_2^i+\alpha_2^i)} - \frac{\sqrt{b^2-3a(c-p_1)}}{3a} + \frac{b}{3a} = 0 \quad (2)$$

4.Impact of an Export Credit Program(ECP)

There are many works devoted to subsidy values ECPs. The present approach was developed in Baricell and Vercarmen (1994), Baron (1983), Hybery et.al.[3]

A cost-benefit analysis was conducted by Fleid and Hill(1984). The option-pricing method was used by Dahl, Wilson, and Gustafson(1999), Dierson and Scherrick(1999), and Schich(1997).[3]

These research papers consider subsidy values provided by government-supported export credit programs. In these works, subsidy is considered as a cost savings to an importer which is a price discount on imports. Therefore, an importing country has benefits from an export credit program due to a cost savings. As a result, his decision how much to import is influenced by the cost savings. On the other hand, the cost saving may be considered as an additional income to the consumer.

It is assumed that the indirect benefits of an ECP, received by the consumer, can be considered as a fixed discount "d" on his important payment.[3 The parameter "d" is a measure to capture the indirect benefits arising from of the potential policy parameters of export credit programs. Iit is shown that "d" is the difference of two present value streams.[3] The first present value stream (PV_1) is calculated under the scenario that there is no subsidy offered to the consumer. The second present value stream (PV_2) deals with a subsidy offered to the consumer through an export credit program. Thus, the fixed discount rate "d" is defined as:

$$d = \frac{PV_1 - PV_2}{PV_1} 100 \tag{3}$$

It is clear that it the consumer receives benefits from an EPC, his budget constraint is affected by the cost saving on the import payment. Thus, budget constraint of i-th country (consumer) has the following form:

$$p_1 x_1^i - d\left(p_1 x_1^i\right) + p_2^i x_2^i = \mathrm{I_i}, \qquad i = 1,2, \dots n.$$

The discount rate d is assumed to be

$$0 \leq d < 1.$$

If $d = 0$, it means that there is no discount on the import payment.

If $d = 1$, then there is a full discount which means that variable $x_1$does not playany role in the utility maximization problem. That is why it is important to consider the case for$0 \leq d < 1$.

We formulate the utility maximization problem for countries (consumers) under ECP.

$$max\ U_i\left(x_1^i, x_2^i\right)$$

$$(p_1 - d)x_1^i + p_2^i x_2^i = I_i, \qquad i = 1,2,.,n$$

The Marshallian demand functions for consumers are:

$$x_1^i = \frac{\alpha_1^i I_i}{p_1(1-d)\,(\alpha_1^i + \alpha_2^i)}, \qquad i = 1,2,..,n \tag{4}$$

$$x_2^i = \frac{\alpha_2^i I_i}{p_2^i(\alpha_1^i + \alpha_2^i)}.$$

Then a new equilibrium price $p_1$is defined by solving the nonlinear equation:

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{\alpha_1^i I_i}{p_1(1-d)\left(\alpha_1^i + \alpha_2^i\right)} - \frac{\sqrt{b^2 - 3a(c-p_1)}}{3a} + \frac{b}{3a} = 0. \tag{5}$$

It is clear that for $d < 1$, we have

$$\frac{\alpha_1^i I_i}{p_1\left(\alpha_1^i + \alpha_2^i\right)} < \frac{\alpha_1^i I_i}{p_1(1-d)\left(\alpha_1^i + \alpha_2^i\right)}.$$

5.Export supply and Non-Payment risk under ECP

We claim that the country's export supply is influenced by the country's export credit programs. We assume that the risk of not getting paid depends on the price $(p_1)$of the exporting good y. The price (p_1) of getting paid is assumed to be a random variable. If p_1 is a negotiated price then p_1 is not a random variable. Introduce the following variables and notations

: credit score that explains non-payment of the export sales,

$F()$: cumulative probability distribution function of getting paid,

z: coverage level from an export insurance or guarantee policy such that $0 \leq z \leq 1$,

σ: loading factor that reflects the administrate cost of providing the public guarantee or insurance scheme,

E: expected value,

W: guarantee fee (or insurance premium rate) per unit of the exporting good y.

$$W = W(z, \bar{F}, p_1)$$

Compute the following statistics parameters.

$$E(p_1 F(\theta)) = p_1 E[F(\theta)] = p_1 \bar{F},$$

$$Var[p_1 F(\theta)] = E[\{p_1 F(\theta) - E(p_1 F(\theta))\}^2] = p_1^2 \sigma_\theta^2$$

Stochastic profit function of the exporting country is:

$$\pi = p_1 F(\theta) y + z y p_1 (1 - F(\theta)) - \sigma W(z, \bar{F}, p_1) y - a y^3 - b y^2 - c y - FC,$$

The expected value and variance of the stochastic profit is:

$$E(\pi) = p_1 \bar{F} y + z p_1 (1 - \bar{F}) y - \sigma W - a y^3 - b y^2 - c y - FC,$$

$$Var(\pi) = \sigma_\pi^2 = (1 - z)^2 \sigma_\theta^2 y^2 p_1^2,$$

Assume that the firm is constant absolute risk aversion so its profit function[3] is

$$\max_y \left\{ \pi_r = E(\pi) - \frac{\lambda}{2} \sigma_\pi^2 \right\}, \quad (6)$$

where $\lambda$is a constant factor that measures the risk attitude of the representative firm. Write down problem (6) in the form:

$$\max_y \left\{ \pi_r = p_1 \bar{F} y + z p_1 (1 - \bar{F}) y - \sigma W y - a y^3 - b y^2 - c y - FC - \frac{\lambda}{2} (1 - z)^2 \sigma_\theta^2 y^2 p_1^2 \right\}, \quad (7)$$

The optimality condition for problem (7) is

$$\frac{d\pi_r}{dy} = 0 \quad (8)$$

or equivalently,

$$p_1 \bar{F} y + z p_1 (1 - \bar{F}) - \sigma W - 3 a y^2 - 2 b y - c - \lambda (1 - z)^2 \sigma_\theta^2 y p_1^2 = 0,$$

$$3 a \lambda^2 + \left(2b + \lambda (1 - z)^2 \sigma_\theta^2 p_1^2\right) y + [c - p \bar{F} - z p_1 (1 - \bar{F}) + \sigma W] = 0,$$

Solving this quadratic equation, we find

$$y = \frac{-\left(2b + \lambda (1 - z)^2 \sigma_\theta^2 y p_1^2\right) + \sqrt{\left(2b + \lambda (1 - z)^2 \sigma_\theta^2 p_1^2\right)^2 - 12 a (c - p_1 \bar{F} - z p_1 (1 - \bar{F}) + \sigma W)}}{6a} \quad (9)$$

y is an optimal export quantity of exporting country under risk of non-payment.

Then a new equilibrium price of export good y under ECP will be find from the equation

$$\frac{-\left(2b+\lambda(1-z)^2\sigma_\theta^2 p_1^2\right)+\sqrt{\left(2b+\lambda(1-z)^2\sigma_\theta^2 p_1^2\right)^2+12a(p\bar{F}+zp_1(1-\bar{F})-c-\sigma W)}}{6a} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\alpha_1^i I_i}{p_1\left((1-d)\,(\alpha_1^i+\alpha_2^i\right)} \tag{10}$$

We consider the following cases for formula (9).

Case 1. $z = 0$ and $\sigma = 0$.

It means that self-insurer can be obtained by settingboth coverage level and loading factor cost equal to zero. In this case formula (9) has a form

$$y_1 = \frac{-\left(2b + \lambda\sigma_\theta^2 p_1^2\right) + \sqrt{\left(2b + \lambda\sigma_\theta^2 p_1^2\right)^2 + 12a(p_1\bar{F} - c)}}{6a}$$

Case 2. $\bar{F} = 1$ and $\sigma_\theta^2 = 0$. It means that there is the full guarantee (insurance)coverage of assuring a certainly payment. Then formula (9) has the form:

$$y_2 = \frac{-2b + \sqrt{4b^2 + 12a(p_1 - c - \sigma W)}}{6a}$$

In general, $\bar{F} \neq 1$ and $\sigma_\theta^2 \neq 0$ since a default of the export payment is arisen from the importing country and the government agency of the exporting country can not control the default.

Case 3: If there is no risk of export payment then we can set $z = 1$. The optimal export quantity will be:

$$y_3 = \frac{-(2b + \sqrt{4b^2 + 12a(p_1 - c - \sigma W)}}{6a}$$

Case4: If there is a full guarantee (insurance)and no premium or loading cost then we have $\sigma = 0$. Then formula (9) has the form:

$$y = \frac{-\left(2b + \lambda_1(1 - z)^2\sigma_\theta^2 p_1^2\right) + \sqrt{\left(2b + \lambda(1 - z)^2\sigma_\theta^2 p_1^2\right) \quad - 12a(c - p_1\bar{F} - zp_1(1 - \bar{F}))}}{6a}$$

Conclusion

We considered economic impact of export credit insurance for multi countries with one exporter extending the paper[3] by Paul Pienstra-Munnicha, Calum Turkey and Wan W.Koo. Consumer's utility functions were Cobb-Douglas type and exporter's cost was a cubic function. A multi-counties partial trade models were developed to analyze the economic impact of the export credit insurance on trade flows. We derived also a formula for a partial equilibrium price on an export good. The export credit program helps to increase the exported quantity under certain assumptions. We have also shown that under stochastic factors a equilibrium price of export good can be computed. In general, the paper aims to analyze economicimpacts of ECP for multi-countries from a view of point microeconomic analysis.

References

[1] UNDRAMC, Developing of Export credit insurance program in Mongolia, Business and Innovation [J], 2017/03(07)

[2] AUBOINM, Boosting Trade Finance in Developing Countries: What Link with the WTO?World Trade Organization, Staff Working Paper ERSD-2007-04

[3] PAUL RM, CALUM T, WON WK, A Theoretical Analysis of Economic Impacts of Export Credit Insurance and Guarantees [J], AAEA, Long Beach, California, 2006.

[4]ENKHBAT R, UNDRAMC, TUNGALAG N, The export credit insurance theoretical research, Business and Innovation[J], 2018/03(07)

[5] National export promotion program (2016-2020),http://www.legalinfo.mn

[6] MISHAN EJ, FUSTON Q, Cost-Benefit analysis[M], London,2007, p.336.

[7] KOEN JM, VAN D V, The private export credit insurance effect on trade [J], the Journal of Risk and Insurance, 2015, 82(3), pp.601-624.

[8] ABRAHAMF, DEWIT G, Export promotion via official export insurance [J]. Open Economics Review, 2000, 11, 5-26.

[9]FITZGERALD B, MONSON T, Export credit and insurance for export promotion [J], Finance and Development, 1988, 25(4), 53-55.

Life Insurance in Saudi Arabia and Islamic Law: Shari'ah Harmonisation with Comparison to UK Insurance Law

Khalaf Albalawi
(LLB Imam Muhammad University, Riyadh;
LLM Kent Law School, PhD Kent Law School, University of Kent),
Assistant Professor of Commercial Law, Tabuk University
Tabuk 71491, Saudi Arabia
Emile: km.Albalawi@ut.edu.sa

Keywords: SAMA, NCCI, *Maysir, Riba, Shariah, Takaful, 'Ulama,*

Abstract. This paper is a comparative assessment of life insurance in the UK and Saudi Arabia. The main objectives of this study are to investigate the views of Islamic scholars towards life insurance, analyse the variables of Islamic jurists in regards to an insurance contract and life insurance more specifically and conduct a survey of insurance within Saudi Arabia. The paper will suggest that Saudi insurance policy makers should incorporate certain terms in order to make life insurance Sharia-compliant and not in breach of core Islamic ethics, but that there should also not be rigid adherence to legal definitions.

1. Introduction

In exploring the Saudi insurance sector, Saudi being a market leader in the Gulf region, this paper provides an examination of the Saudi insurance legal framework in particular, and also assesses Islamic insurance Takaful applications within the KSA. The paper is particularly concerned with how life insurance has been harmonised in light of Shariah prohibitions and any crossovers with British law.

The paper will also evaluate insurance products available in Saudi Arabia to assess if the facilities offered by the insurance companies operating in the KSA face impediments which may hinder the efficacy of governmental regulations aswell as the formulation of a legislative framework. This impacts the amount to which the grounds for the insurance market are secured in Saudi Arabia. The aim of this paper is also present vital suggestions and recommendations for future practice in the country.

2. Insurance in Modern Saudi Arabia

The National Company for Cooperative Insurance (NCCI) was established in 1986 and this marked a serious official recognition of the concern for the Saudi authorities to encourage and take into consideration the growing relevance of insurance-based activities for the Saudi

economy. The articles of NCCI were strongly rooted in Islamic principles and legal precepts. Importantly, the NCCI contained mutual insurance rules and applied them to a company structure designed to carry out commercial insurance. However, the NCCI was not a truly mutual insurance body in that it was neither established as a genuine co-operative company nor was it emphasised that the customer is a shareholder in the company.

Lately, the insurance sector in the KSA has experienced a strong rate of growth and a set of structural and regulatory reforms implemented in 2005 have largely been the cause of such recent developments in the KSA. Yet while the insurance industry's gross written premium (GWP) grew from US$2.9 billion in 2008 to US$9.7 billion in 2015, insurance in the KSA is low, accounting for just 1.4% of GDP. Compulsory health and motor insurance regulations in the KSA resulted in a high demand for insurance products in the kingdom and will largely be the main drivers for growth of the insurance sector in the country.

The KSA currently has 35 licensed insurance and reinsurance companies yet some of these companies have accrued losses over the last few years with 17 of the 35 insurance companies reporting losses in 2015, while two companies closed down their operations in April 2017. The slowdown in the insurance market in Saudi Arabia over the last few years may have been caused by lower investment returns as a result of the decline in oil prices along with intense competition between rival insurers. Health insurance and motor insurance continue to dominate the direct insurance sector with motor insurance steadily growing in terms of market premiums. While visitors to Saudi Arabia must now take out compulsory medical cover from one of the seven insurance companies licensed to provide healthcare in the Kingdom.

3. Regulatory Framework for Insurance in the Kingdom of Saudi Arabia

In past decades, what was seen as a lack of legislation coupled with a laissez-faire approach contributed to Saudi Arabia being effectively placed on a black list, or a "watch list", of countries among international reinsurance companies. The main regulator of the insurance and reinsurance sector in Saudi Arabia is SAMA while health insurers are also supervised by the CCHI. Locally registered insurers, which have to be publicly listed joint stock companies, are also regulated by the Capital Market Authority (CMA) and must comply with the laws and regulations of the regulator for commercial companies, the Ministry of Commerce and Investment (MOCI). If an insurance company has foreign shareholders they will be acquired to also obtain a foreign investment license from the Saudi Arabia General Investment Authority (SAGIA) and also adhere to the Foreign Investment Act.

Royal Decree No. (M/32) in 2/6/1424 H, corresponding to 31/7/2003 states that insurance companies should be instituted as cooperatives in accordance with the rules of Shariah. The Law on Supervision of Cooperative Insurance Companies, as per Royal Decree (M/32) dated 02/06/1426 entrusted the Saudi Arabia Monetary Authority [1] with the regulation and supervision of the insurance market in Saudi Arabia. To achieve this, SAMA established a dedicated department called the Insurance Supervision Department. The insurance law is supplemented by the Implementing Regulations 2003 published by the SAMA on 23 April 2004 and other regulations issued by SAMA up to 2016.

All insurance companies must be publicly listed joint stock companies and as a result of that insurers are also subject to the laws and regulations of the Capital Market Authority (CMA) and its Listing Rules – issued in 2004. In 2017 SAMA banned 3 insurance companies and 4 insurance agencies from issuing, renewing or selling compulsory vehicle insurance policies.

[1] http://www.sama.gov.sa/en-US/Insurance/Pages/FAQs.aspx

These companies were Arabian Shield Cooperative Insurance Company, the Saudi-Indian Company for Cooperative Insurance. Malath Cooperative Insurance Reinsurance Company, Ajyad Al-Khaleej Insurance Company, First Insurance Company, Al-Takaful Saudi Company Insurance Agents and Wattad Insurance Company.

SAMA said that it had recorded serious violations committed by these companies in procedures related to selling compulsory vehicle insurance. These violations led to disruptions in fair pricing and market competition, and irregular practices from unauthorised parties. While in January 2018, after instruction from SAMA and its drive to tighten insurance compliance in the sector in the Kingdom, Saudi Arabia's central bank barred Mediterranean and Gulf Cooperative Insurance and Reinsurance Company (MedGulf) from issuing new insurance contracts until it increases it capital.

4. Gambling and Insurance

In sixteenth and seventeenth century England and Europe life insurance was still considered gambling and against religion and as a result was initially outlawed in many European countries. In the eighteenth and nineteenth century America also, life insurance was considered sacrilegious and payouts were considered "dirty money". Sebok (2011: 465) highlights that a lesson from the nineteenth century experience with insurance in America is that the distinction between insurance and gambling, like the distinction between financial speculation and gambling, cannot be established by *a priori* definitions, and as a result there are times when there is a clear and evident overlap between insurance contracts and the definitions of wagering and gambling as "money is paid on the occurrence of an uncertain event".

In terms of the Christian responses to life insurance in the nineteenth century, then the American context reveals a very interesting debate which raged at the time regarding the legitimacy of insurance. Life insurance was deemed as being "repugnant to the law of God and man" as it turned life and death into mere commodities. Elizur Wright, prominent in the history of life insurance, even justified life insurance for the poor as "gambling made useful". Life insurance became a new speculative fund-raising device to substitute lotteries and the "lottery" nature of it was challenged. In eighteenth century England insurance and wagering were inseparable and the rapid rush to insure all and sundry led to speculation with lives.

Even within the last fifty years an article in the *Journal of Risk and Insurance* in 1964 asked: "are insurance and gambling the same?" One of the ways in which the distinctions between gambling and life insurance became clear was via the concept of insurable interest which developed to guarantee the legitimate contractual motivation of life insurance. It was first introduced in England in 1774 as a legal weapon against the widespread wagering in lives.

In the first half of the nineteenth century, religion was a major factor in opposing life insurance in the United States and it was regarded as a sin and an abomination against God punishable as a sin, as it was seen as rivalling God's Will and Decree. Rottma-Zlizer (1979: 97) relays that Elias Heiner in his *An Examination and Defense of Life Insurance* stated that: "...the principles of life insurance are sanctioned by the spirit of Christianity." Heiner challenged religious objections to life insurance which led to insurance companies gaining Christian kudos. Life insurance corporations described their work as being none other than "pious charity" and implementation of the "sacred oracles of God" to help widows and orphans. Secular terms were avoided on purpose in order to highlight the religious legitimacy of life insurance in exchange for "God's work" etc. Life insurance companies and religious agents therefore in mid-nineteenth century America therefore made a kind of Faustian Pact wherein religious actors would compose propaganda tracts for sceptic would-be Christian customers, these would then be published by life insurance companies immediately.

5. The Development of Insurance in Saudi Arabia

Saudi Arabia is the third largest insurance market in the Muslim world, after Iran and Morocco. In KSA, as is the case in other Muslim countries, large industrial and commercial enterprises protect their operations by purchasing insurance coverage from non-Islamic companies yet this leaves smaller businesses and individuals uninsured. Conventional insurance companies are allowed to operate in Muslim countries and some of this can be traced to the differences among Islamic scholars on the matter of commercial insurance contracts. Some jurists hold the view that if insurance is taken as a co-operative venture among groups of people to reduce the negative impact of unforeseen events which the group may be exposed to on a regular basis. Janahi (1993: 6) noted: "The Islamic legal status of insurance has preoccupied many fuqahāa [jurists] and intellectuals. Several fiqh conferences have resolved that insurance in its collective (ta'awan) form is permissible and everything else is impermissible."

Each country deals with insurance legislation and regulations according to its needs for insurance, its colonial experience of insurance, the degree of importance attached to Shariah-compliant financial instruments as relevant in modern legislation. Dongula (2017: 108) states that Saudi Arabia stands out in this regard as not only was it less exposed to a harsh colonial experience but also strives to adhere to Shariah-compliant dealings in terms of the social, political and financial spheres. Religious scholars are still influential when it comes to modern legislation in KSA whereas other Muslim countries have developed insurance legislation in conjunction with their civil codes with no reference whatsoever to either Shariah-compatibility or Islamic ethical considerations of such legislation.

6. Commercial Contracts in Shariah and Conventional Law

Ibn 'Abideen was the first jurist to discuss marine insurance in detail due to the introduction of it in the Islamic realm as a result of the growing and expanding marine trade between the Islamic and Christian worlds (Billah, 1998: 387). This also coincided with Europe's industrial revolution and non-Muslim traders from Europe requiring insurance to guarantee their import deals within the Islamic mercantile world. Ibn 'Abideen's conclusion on the prohibition of insurance was based on attempting to guarantee and uncontrollable and unknown future event, and as a result it is not permitted for a Muslim to enter into such an insurance contract.

There are three persuasions in regards to insurance which are prevalent among the Islamic jurists within the debate on insurance in the Shariah (Aljallal, 2014: 30-32). The first posits that all insurance is prohibited outright whether it is cooperative or commercial due to it including *Riba* [interest], *Maysir* [gambling and speculation] and *Gharar* [uncertain risk] which are all impermissible in an Islamic contract. This view does not recognise any substantive difference between cooperative or commercial insurance and as a result applies this to all forms of insurance. Moreover, the proponents of this view note that the Islamic institutions of *Zakat, Waqf* [endowments] and *'Aqilah* suffice from indulgence into a doubtful arena such as insurance.

The second view holds that there is to be some distinction made between types of insurance and that although some may be prohibited, some are permitted. As in the case of life insurance for instance, some scholars deemed it as prohibited, via analogy with *Riba* and *Maysir*, though they allowed other forms of insurance. More on the life insurance aspect will be discussed shortly.

The third stance suggests that all types of insurance are entirely permitted be it cooperative or commercial subject to certain conditions, and it does not view that there is any substantial difference between cooperative or commercial insurance. It is based on the concept of free

interest and that as the original case of all matters is permissibility, there is no harm in new contracts. Moreover, this view overlooks the claims of *Riba*, *Maysir* and *Gharar* being contained within insurance contracts on account of the public good.

A British life insurance company asked Shaykh Muhammad Abdu asking if it is valid for a person to entrust a sum of money paid in instalments to a company that would trade with those monies and then repay the capital entrusted with the profits made on it to the person who provided the funds or to his legal heirs if his death occurred before the lapse of the agreed period of time. Muhammad Abdu answered by saying that such a transaction is valid and permissible and akin to a Mudaraba Contract.[2]

Rashid Rida dealt with the issue of insurance in further depth in various opinions given in answer to questions posed to him within the journal *al-Manar*. Rashid Rida concluded insurance to be prohibited and invalid unless conducted outside of Islamic lands with a non-Muslim and as long as no fraud or deception is involved in the contract.[3] A problem however for the modern jurists, which would be an issue to permeate the discussion for many years to come, was whether the insurance transaction could be considered as one of the nominate contracts which Islamic law regulates.

Contemporary contract law accepts any commercial agreement as long as it is not illegal while in Islam, there are rules for various kinds of contracts rather than the parties' deliberations being primary. A permitted and sound contract as the Shariah should be devoid of *Riba*, *Maysir* and *Gharar*, a slight element of which some jurists have noted is permitted. Conventional insurance contracts however fall foul in terms of *Riba* and *Gharar* as most insurance companies have interest-bearing investments within their assets.

7. The Notion of Insurable Interest in English and Saudi Law

Early English insurance schemes did involve gambling as people insured against the deaths of famous public figures to whom they had no relation or connection to whatsoever. Life insurance that underwrote "natural" hazards were considered gambling and thus outlawed. To restrict the nature of gambling within insurance contracts, only those contracts which contained no "insurable interest" were considered wagers.

By the nineteenth century insurance advocates sought to draw distinct lines between gambling and insurance. The *Maysir* [speculative] aspect, prohibited in Shariah, in modern insurance was resolved in the early history of insurance via reference to the notion of insurable interest. A more "moralised" definition of insurance within conventional insurance distinguished insurance from gambling focusing on the intents of the insurer and the gambler: the insurance contract dealing with an existing risk while the gambler creates a risk.

The reason insurers emphasis the notion of "insurable interest" is based on the above and insurance being connected to protecting an already used or enjoyed interest. There is however a further debate regarding the notion of "insurable interest" being *ad hoc* and inconsistent. Nevertheless, insurable interest is not always easily measureable or identifiable. Therefore, any insurance contract that can result in a financial gain to the insured would immediately be contrary to the prohibition of *maysir*. Dongula (2017: 19) notes that in order to avoid gambling in insurance and stay within the realm of indemnity, the insured has to prove that s/he has suffered a financial loss to recover, so if an insured had no insurable interest in the subject matter insured the contract would be regarded as gambling and thus rendered void. Insurable interest therefore means that the insured must lose financially if a loss occurs or must incur some form of harm if the loss takes place. In English law, in order for an

[2] Relayed by Rashid Rida in his *Fatawa*. See Salahuddeen al-Munajjid and Yusuf Khuri, *Fatawa al-Imam Muhammad Rashid Rida*, vol.5, p.1857.

[3] Rashid Rida "Uqūd ud-Daman al-Hayat wa'l-Māl min at-Talaf", *al-Manar*, vol.24, part 2, p.94

individual to benefit from the policy, one must have an insurable interest and must be nominated by the policy holder otherwise s/he may be disqualified from receiving any benefits because he is not considered as a legal beneficiary.

The notion of "insurable interest" and its connection to life insurance contracts are related and the notion of insurable interest developed in England in 1774 in response to some excesses of early insurance companies coupled with the religious aversion to the concept of gambling on other people's lives (Sebok, 2011: 465). The Life Assurance Act of 1774 therefore highlighted that any insurance contract with no insurable interest will not generally be enforceable as it will be akin to wagering. After the Gambling Act 2005, insurance contracts without insurable interest became enforceable and many commentators noted that this made the law contradictory. The Law Commissions published a paper in which the need for insurable interest in contract law was questioned.[4]

It has been argued by Al-Ghamdi (2006: 111) that English courts have been more conscious about describing insurance rather than defining it as in the case of the Saudi courts, as some English legalists have posited that definitions tend to obscure and exclude more than anything. The Saudi Commercial Court Law 1931 does not clearly define insurable interest but it does set out items that could be insured and those which could be not. Article 327 provides the insurable items such as "(1) vessels which sail individually or in convoys, whether loaded or empty and whether fitted out or not; (2) machinery and equipment of vessels; (3) hulls and superstructures; (4) provisions; (5) money borrowed under the marine procedure; (6) kind and nature of cargo; (7) anything having value which may be the subject of marine hazards."[5]

Furthermore, although Saudi law highlights that the insurable interest must be taken into account when completing the insurance application it does not provide a succinct definition of insurable interest in the regulations and legislation. SAMA however note that insurable interest is the legal right of a natural or juristic person to insure an object and that to insure an object, like a car for instance, there must be a verifiable legal relationship between the person and the subject of insurance. This "legal relationship" can apply to ownership for instance, and if one owns an item then one has the right to insure it, one could not however insure another person's property due to the absence of insurable interest. The insurable interest *definition* within Saudi law however has been regarded as being somewhat wanting and that the English common law descriptive approach is more flexible without a rigid and fixed exclusionary emphasis on specific wordings.

The notion of insurable interest requires that the person taking out insurance must show that they will either benefit from the continuation of the subject matter of the insurance or will suffer difficulty if the insured subject is squandered. However, the concept of insurable interest in conventional legal theory is not something which can be adequately applied to the Shariah. This is because in family takaful for instance the participant in the takaful certificate is not insured *per se* and is rather only participating in a contract of mutual cooperation, this is in total contrast to life insurance. Therefore, under family takaful, justification for insurable interest should be based on *al-mirath* [inheritance], *al-wasiyyah* [bequest] and debt as the takaful benefits are considered as part of the participant's estate after his death. As a result, in order for an individual to gain any benefit from the takaful contributions there must be a valid excuse recognized by the Shariah that allows someone to benefit from a deceased's property after death. In this way, the notion of insurable interest within a family Takaful framework

[4] The Law Commission and Scottish Law Commission, *Insurance Contract Law: Insurable Interest.* Issue Paper 4, 2008.

[5] Trans. Nicola H. Karam, *Business Laws of Saudi Arabia* vol.1. London: Graham and Trotman, 1979, pp.13

needs to be considered in this manner. Life insurance within the Shariah framework remains troubling.

8. The Life Insurance Problem in the Shariah

In life insurance, when the insurance contract terminates, the assured will be given the amount contracted upon which was paid in instalments along with an additional amount – this is Riba as it is given without something in return. Furthermore, if the assured paid one premium and insured risk occurred, the descendants will be given the insurance amount agreed in the contract regardless of the amount is also considered Riba. On the other hand, the insurer may get all the premiums and not pay anything in return due to the end of the insurance contract without the occurrence of risk.

Moreover, in life insurance the compensation from the insurer generally far exceeds that which the assured has paid in premiums. This gain within insurance however is the bone of contention in the Shariah as it resembles gambling due to it being based on uncertain occurrences and events which have been yet to manifest. Indeed, based on coincidence and chance and not at all linked to the will of the parties involved.

Also in life insurance, interest is taken on top of the premiums paid is a condition of the contract. All of this is problematic for Saudi legislature as per the Law on Supervision of Cooperative Insurance Companies (LSCIC) 2003 as it does not accord fully with *Shariah* law as applied in Saudi Arabia. The Saudi *Hay'at Kibaar ul-'Ulama* [Council of Senior Scholars], a body of Shariah jurists in the country issued a fatwa on the illegality of life insurance and that only cooperative models of insurance are acceptable. At this juncture a clarification of cooperative and mutual insurance is pertinent.

9. Takaful as a Modern Islamic Harmonisation of Insurance

Islamic insurance is concurrent with the notion of mutual help and assistance the purpose of which is to help those facing difficulties through the cooperation of a group of individuals. Takaful is a form of cooperative insurance which involves the allocation and spread of risk and due to its growth in Malaysia, Pakistan and the Gulf States global insurance markets in the US, UK and Australia have positioned themselves as leading conventional and Islamic financial centres. Takaful is offered on a large scale in Muslim-majority countries such as Malaysia, Brunei, Bahrain, Pakistan, Saudi Arabia, Sudan, the UAE, Egypt and Iran.

In Takaful each participant contributes to a fund and the money in the fund is used to support other participants. This is deemed as Shariah-compliant due to its emphasis on unity and cooperation among participants and as it is based on *tabarru'* [donation] it means that it is free from risk and gambling. The main parties in Takaful are: the participants in the pool who contribute to the mutual fund; a Takaful operator, which is a registered or licensed body or corporation which manages the fund according to Shariah principles and provides financial stability; insured individuals who are participants in the pool who face risk and are helped by the fund; beneficiaries, those who are helped by the fund.

The funds from the participants are first to help those in need and then to earn profits, contributions are divided into two funds: one being an investment fund and the other is a charitable fund based on the principles of *tabarru'* [donation]. Takaful operations have four models: *ta'awwun*, here the policyholder and the Takaful operator only share direct investment income while the policyholder receives 100% of profits from the cooperative insurance; *mudārabah*, in which policyholders and the Takaful operator share the profits to a ratio upon which they mutually agree, 50:50 or 60:40 for example; *wakālah*, wherein the Takaful operator does not share in the profits from investments but instead charges a fee for services such as a fund management fee or a performance incentive fee and non-profit which

is largely used by governmental and not-for-profit programmes.[6] Modern Shariah compliant Takaful insurance schemes are based on the following:

I. Riba is to be avoided. Interest is neither taken nor given and investments are not made in interest bonds or other non-halal investments.
II. No business participation is to be made in any commodity or activity prohibited by the Shariah.
III. The Takaful contract aims to determine the terms of the contract as clearly as possible in order to minimise uncertainty.
IV. Business is conducted on the basis of mudārabah partnership.
V. There is no forfeiture or premiums if the policy lapses or is surrendered.
VI. A nominee cannot retain the benefit of the policy for his own use but receives it as an agent on behalf of his heirs.
VII. A Shariah advisory council oversees the operation of the scheme and advises on Shariah-compatibility.
VIII. The company pays zakat (obligatory payment to the poor and needy) on its profits.

Venardos (2006 :63-64) notes that the world has defined takaful insurance as a competitive product and that Takaful companies take the aspects of insurance which are not considered halal in Shariah and amend them so that they can fulfil the conventional role of insurance.

10. Shariah in Saudi Insurance Law

Article 27 of the 1992 Basic System of Governance affirms that it is the responsibility of the state to maintain social insurance legislation emphasising that this is an Islamic social ideal.[7]
In 2003 when new regulations were introduced which stipulated that all insurance companies operating within the KSA must do so in a cooperative manner or in conjunction with the Shariah. Saudi law already allowed for the provisions for the establishment of mutual insurance companies. Thanasegaran (2016: 149) notes that the Cooperative insurance model is the only model which is permitted within the KSA as per a directive issued by the SAMA in 2012.
In article 3, the National Company for Cooperative Insurance (NCCI) establishes that the company's purpose is to carry out cooperative insurance operations must all conform to *Shariah.* As for the LSCIC2003, then while it had benefits for the Saudi insurance sector it came under intense criticism from Saudi religious authorities. As not only did it not adequately define exactly what is meant by cooperative insurance, and what is not. rulings issued by Saudi Islamic jurists have emphasised that a true cooperative insurance model helps those in need without returns going to the members. Alhumoudi (2012: 198-199) in his research offers that there is a level of deceit even and questions the role of any associated 'Shariah board' associated with the company. Resolutions to this therefore are needed to clarify the charitable nature of the model and remove any doubt or misinterpretations.
Other criticisms of the LSCIC2003 which concern contradictions with the cooperative notion included the distribution of surplus wherein 10% of the net surplus of an insurer must be distributed directly to policyholders or be applied towards a reduction in premiums for the next year. SAMA published its Surplus Distribution Policy in 2015 which provides further direction and guidelines on how exactly to calculate and apply the surplus. A genuine

[6] Bhala, K.T., Yeh, W. & Bhala, R. (2016). *International Investment Management: Theory, Ethics and Practice*. Abingdon and New York: Routledge. 102-103.

[7] The Basic Law of Governance, issued in 1412 AH, Royal Order No. A/90: http://www.boe.gov.sa

cooperative insurance model must be for the sole benefit for the assureds and not a profit that is merely to be shared among shareholders of the cooperative insurance company, which occurs currently in KSA. Although Takaful also includes the concept of distribution of surplus to policyholders, the key differences between both the Takaful and the co-operative insurance model are that: a co-operative insurance company is not required to appoint a Sharia board; and a co-operative insurance company is not required to invest in accordance with Shariah principles.

In 1986, the first government-owned Saudi Arabian insurance company, at-Tawuniyah, was established with the objective of developing the Saudi insurance industry and setting standards for insurance practice. However, though it refers to Takaful in name in practice some observers have noted that it is far from the Shariah, a reason for this maybe on account of the growing financial institutions merely utilising the 'Shariah' brand to increase their business rather than adhere fully to Shariah stipulations in reality (Alhumoudi, 2012: 198; El-Gamal, 2007). The Al-Rajhi Company for Cooperative Insurance (Takaful Al-Rajhi) is far more promising however in that not only does it have an elite board of specialists on its Shariah Board but also ensures Shariah-compliance via removing any deceit or ambiguity within its contracts.

The institution of insurance companies within Saudi Arabia has also been seen as a contradiction in that it highlights the difficulties regarding the validity of life insurance in particular and the majority of the Ulama's aversion to it, and the tolerance of forms of insurance within the Kingdom. Under Saudi law, a claimant has to establish that it is insured under the policy and that it has suffered an insured loss that falls within the terms of the policy. In the Shariah, from which Saudi law is partially derived, there is recognition of the freedom of the parties to contract and this has resulted in many instances for late notification provisions to be upheld. Fairness here is key and is always taken into consideration when interpreting Saudi law due to the Shariah emphasis on equity, fairness and justice. Late notification clauses which are regarded as time-consuming and laborious may not be upheld in Saudi courts.

11. English Law of Insurance

In English contract law all parties have a duty to not make any positive misrepresentation however they do not have a duty to disclose all relevant information. In the class of contracts referred to as 'utmost good faith', or uberrimae fidei and herein the insurance contact is of particular significance. In the insurance contract the duty of refraining from any positive misrepresentation is extended to include full disclosure of all material information, this was introduced initially by Lord Mansfield in the 18thcentury in *Carter v Boehm* and was later codified in the MIA1906.[8] Lord Mansfield then tried to make the principle of good faith more universal in its scope to apply to a plethora of other commercial contracts. There are risks in insurance and the notion of 'duty of good faith' obliges the assured to disclose these risks along with any material information.

Nevertheless, the duty of good faith principle in English insurance law was not introduced based on any moral concerns or adherence to magnanimous principles of honesty or fairness, rather it has been regarded as a purely pragmatic economic initiative for the efficient conclusion, and cheapest option, of the insurance process (Aljallal, 2014: 274).

Notions of the 'duty of good faith' are presently found within specific principles in general contract law in Saudi Arabia as per the Hanbali jurists' interpretations of Shariah. Moreover, in contrast to English insurance law the Shariah emphasises the preservation of fair dealings,

[8] See MIA1906, ss 17-20.

equity and avoidance of oppression, mere concerns with economic efficiency are secondary in light of safeguarding justice in the contract as emphasised in the Qur'aan and Sunnah. The principles of good faith are implied in Shariah and hence the obligation to disclose material facts applicable between insured and insurer are generally held to be applicable. Therefore, though not necessarily stipulated, it is already part of Saudi insurance law due to the Shariah emphasis on key moral concepts of justice, equity and fairness.

12. Conclusion

The Kingdom of Saudi Arabia did not possess a general law of insurance and insurance companies initially could not be set up or registered. The insurance market was not officially recognised by the Saudi state yet it composed similar aspects similar to those constituting the insurance market of other GCC state. As a result of this, insurance companies which had interests in Saudi Arabia had to register outside of Saudi Arabia although most of their operations were within the Saudi kingdom.[9] More recent legislations and regulations for insurance in the KSA emphasise adherence to a Shariah legal framework, exacerbated by the global financial market interest in more Shariah-complaint financial instruments and products.

This paper finds that although the Saudi Arabian experience with insurance got off to a rather bumpy start the Saudi Arabian Monetary Authority has made substantial changes, particularly over the last few years to ensure that insurance companies operating within the KSA are in compliance with the law. These recent legal developments can be a promising initiative for better future of the insurance sector within the Kingdom. However, many of the cooperative insurance schemes, as in the case of the taʿawuni insurance model, despite claiming to be compatible with Islamic transactional rules, in fact violates the prohibition of *gharar* [uncertain risk] through its commercial structure which is based on a stock model which the Saudi Council of Senior Scholars have not condoned. In light of this flaw in the current Saudi Ta'awuniyyah insurance model, the best resolution which will also be devoid of *gharar*, is to decommercialize it by adopting the mutual insurance model, which is capable of satisfying the requirements of sharia relating to the prohibition of trading in gharar.

As for the LSCIC2003 and the cooperative practice of the NCCI as a model for prospective insurance companies was quite ineffective as the practice of the NCCI was not genuinely cooperative.

Life insurance however remains an enigma within the Kingdom and this is largely due to the contravention such insurance has with the Divine Legislation [Shariah] in much the same way as the life insurance industry, was seen as being against religion among Christian circles in the nineteenth century. As noted earlier insurance was not fully adequately understood by the Muslim jurists, classically only Ibn 'Abideen in the late nineteenth century CE. This was the time in which Rispler-Chaim (1991: 142-143) suggests was the point at which insurance became manifest within the Islamic world.

Insurance has become widespread in the modern world and is exceedingly pertinent in commerce and personal finance. Though this may seem to be a very minor issue for adherent Muslims however conventional insurance is antithetical to Islam. I opine that if marketed effectively a genuine Shariah-compliant insurance model can be facilitated within the Kingdom of Saudi Arabia which not only has huge potential due to the large demographic of

[9] Aly Abdul Rahim Khorshid, *Islamic Insurance: A modern approach with particular reference to Western and Islamic Banking* (University of Leeds, Unpublished Phd thesis, April 2001), p.174

young and increasingly financial strong citizens, but also does not fall foul to some of the pitfalls which have plagued it over the decades within the country.

References

[1] ABUBAKAR Y S, ZAHID M A, MARKOM R. Insurable Interest Under Life Insurance and Family Takaful[J]. Shariah Journal, 23(2), pp.343-364, 2015. Accessed May 2018:

https://propertibazar.com/article/insurable-interest-under-life-insurance-and-family-takaful_5a16e93dd64ab2f67844e2df.html

[2] AHMED A S A. Critical Study of Takaful [Islamic Insurance] and its Modern Application [D].University of Birmingham, Dept. Of Theology, Unpublished Phd Thesis, 2006.

[3] AL-GHAMDI E S. Insurable Interest in Property Insurance: A Comparative Study Amongst English, Canadian and Saudi Arabian Laws. Faculty of Law, University College London. Unpublished Phd thesis, 2006.

Accessed May 2018:http://discovery.ucl.ac.uk/1445431/1/U592751.pdf

[4] ALGHAMDI S. The Saudi T'awuni Insurance Model: Concerns About Compatibility with Islamic Law in Accommodating Risk, 2013.

[5] ALHUMOUDI Y A. Islamic Insurance Takaful and its Applications in Saudi Arabia [D]. Unpublished Phd thesis. Brunel University, Law School, 2012. Accessed May 2018:

https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/7449/1/FulltextThesis.pdf

[6] Aljallal A I A. The Duty of Good Faith in Insurance Law: a Study of Saudi Law Compared to English Law [D]. University of Southampton, Faculty of Business and Law, 2014. Unpublished Phd thesis. Accessed May 2018:

https://eprints.soton.ac.uk/370749/1/Aljallal%252C%2520Arwa%2520combined%2520document.pdf

[7] AYUB M. Understanding Islamic Finance. Singapore: John Wiley and Sons, 2009.

[8] BILLAH M M. Islamic Insurance: Its origins and Development [J]. Arab Law Quarterly, 1998, vol.13, no. 4. Accessed Online: https://jstor.org/stable/3382093

[9] DONGULA M A. Role of Islamic Religious Beliefs in Insurance Development and the Case of UAE [M]. Ishpeming, MI: BookVenture Publishing, 2017.

[10] EL-GAMAL M. Mutuality as an Antidote to Rent-Seeking Shari'a Arbitrage [J]. Islamic Finance 49(2) Thunderbird International Business Review, 2007.

[11] HABERBECK A. "Insurance Under Saudi Arabian Laws." LMCLQ, 246, 1986.

[12] HACHEM W, WAKERLY S, NEIGHBOUR T. Insurance and Reinsurance in Saudi Arabia: An Overview [M], 2017. Accessed May 2018:

https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/3-577-5486?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&firstPage=true&bhcp=1

[13] NU NU HTAY S, ARIF M, SOUAHI Y, et,al. Accounting, Auditing and Governance for Takaful Operators [M]. Singapore: John Wiley and Sons, 2012.

[14] JANAHI A. Life Insurance and Islamic Takaful [J]. American Journal of Islamic Finance, 1993, 6(2), 3-5.

[15] KASSIM Z A M. Takaful: The Islamic Way of Insurance [J]. Contingencies. 2005, January-February, 33-38.

[16] KHORSHID A A R, Islamic Insurance: A modern approach with particular reference to Western and Islamic Banking [D]. University of Leeds, Unpublished Phd thesis, April 2001.

[17] MAHFOUZ M. A Research to Develop English Insurance Law to Accommodate Islamic Principles [D]. University of Manchester. Unpublished Phd thesis, 2012.

[18] PARID N M. Insurable Interest in Takaful Practices: An Analysis. ISRA Research Paper, 2009, no.3.

[19] RIDA R. Uqūd ud-Daman al-Hayat wa'l-Maal min at-Talaf. Al-Manar, vol.24, part 2.

[20] Rispler-Chaim V. 'Insurance and Semi-Insurance Transactions in Islamic History Until the 19th Century [J]. Journal of the Economic and Social History of the Orient, 1991, 34(3), pp. 142-143.

[21] ROTMAN-ZELIZER V A. Morals and Markets: The Development of Life Insurance in the United States [M]. New York: Colombia University Press, 1979.

[22] SEBOK A J. Betting on the Tort Suits after the Event: from champerty to insurance, in 60 DePaul Law Review, 2011, no.453.

[23] THANASEGARAN H. Good Faith in Insurance and Takaful Contracts in Malaysia: A Comparative Perspective [M]. Singapore: Springer, 2016.

[24] THANASEGARAN H, SHAIBAN M. Harmonisation of Takaful (Islamic insurance) Regulation: a realistic goal or improbable ideal? [J]. Singapore Journal of Legal Studies. December 2014, 328-354.

[25] TOLEFAT A K. An Analysis of the Investment Portfolio Composition of Takaful Undertakings in the GCC and Malaysia [D]. Unpublished Phd thesis. Durham University, 2008. Accessed May 2018: http://etheses.dur.ac.uk/2254/1/2254_264.pdf

[27] VARSHNEY G. Insurance Law under Common Legal System Vis-à-vis Islamic Legal System. Department of Law, Aligarh Muslim University, India, 2012. Accessed May 2018: http://ir.amu.ac.in/9754/1/T%208791.pdf

[28] VENARDOS A M. Islamic Banking and Finance in South-East Asia: Its Development and Future [M]. Singapore: World Scientific, 2006.

Newspaper Articles

"SAMA bans 7 companies, agencies from issuing auto insurance policies." Arab News, August 22 2017. Accessed May 2018: http://www.arabnews.com/node/1148726/saudi-arabia

Implementing of Employer - Employee Insurance Scheme in Mongolia

OYUNTSESTEG Luvsandash, ANKHBAYAR Chuluunbaatar

OYUNTSESTEG Luvsandash
Associate Professor
Business School
National University of Mongolia
Email: oyuntsetseg_l@yahoo.com

ANKHBAYAR Chuluunbaatar
Ph.D. Candidate
Business School
National University of Mongolia
Email: Ankhaa.2020@gmail.com

Key words: Employer - Employee insurance, Actuarial mathematics, Life expectancy, Pension fund and Pension expenditure, minimum and average wages.

Abstract. The paper is devoted to a comprehensive research aimed at introducing anew national pension scheme called Employer - Employee Pension Insurance in relation with pension reform in Mongolia. Results of research consisted ofbasic survey and estimation justifying the Employer - Employee Pension Insurance such as determination of life-expectancy of Mongolian people at retirement, forecasting of minimum living standard, minimum and average wages ofMongolia.
We constructed a mathematical model for estimating pension fund, pension expenditure and monthly contribution which ensure a positive pension fund balance.

Introduction

In this paper we evaluate Mongolian current Employer - EmployeePension Insurance system and propose a pension reform option.
It is well known that there are four basic types of pension systems:

1) defined benefit (DB) systems that are financed on a pay-as-you-go (PAYG) basis
2) DB systems that are financed on a capitalized basis
3) defined contribution systems that are financed on a PAYG basis
4) defined contribution systems that are financed on a capitalized basis.[3]

Current formal sector scheme of Mongolia was reformed in 1999[1]. This is aDefined Contribution (DC) System in which each participant's contributions are deposited into an individual investment account. When the individual retires, the assets in the account are used to finance a stream of retirement income. A DC system is, by definition, a fully funded system.

Under this system an average individual has been receiving a pension of 306.2 thousand MNT, but minimum living standard of citizen is 185.3 thousand MNT [3]. It shows that current system cannot insure minimum living standard for citizen, on the other hand it much burdens Government budget.

1.Introducing anEmployer - Employee InsuranceScheme.

Any organization is able to implement this insurance scheme in order to resolve social problems of its employers. We implement this insurance scheme on an example of an educational organization of Mongolia. For this purpose, we divided workers positions into 4 classes and considered statistical data such as a salary, average life time.

Table 1. An example of an educational organization of Mongolia

№	Position	Number of employer	Average wage / thousand MNT/	Working years			Average life time
				1-10	11-20	More 21	
1	Administrative position	23	2003.9	-	6	17	51.8
2	Teachers, professors	811	1707.2	254	326	231	49.2
3	Implementing personal	233	979.4	106	71	56	38.0
4	Service workers	111	773.7	24	67	20	46.1

Source: Statistical dataof 2017-2018

1.1 **Forecastingeconomic indicators**

Using the exponential and logistic models, we introduce so-called ExLog Weighted Sum Model given by the following formula:

$$y_t = \lambda_1 y_0 e^{rt} + \lambda_2 \frac{M y_0}{y_0 + (M - y_0)e^{-Mkt}} \tag{1}$$

where,

y_t:economic indicator,

y_0:initial value of y at the moment $t = 0$,

$M, r, \lambda_1, \lambda_2$are parameters of the model, and $\lambda_1 + \lambda_2 = 1,\ \lambda_1 \geq 0,\ \lambda_2 \geq 0$.

Consider the following data

t	0	1	2	…	m
y	y_1	y_2	y_3	…	y_m

Using the above data, we can estimate the parameters of the model by solving the following constrained minimization problem:

$$F(M,k,r,\lambda_1,\lambda_2)=\sum_{t=1}^{m}\left[\lambda_1 y_0 e^{rt}+\lambda_2\frac{My_0}{y_0+(M-y_0)e^{-Mkt}}-y_t\right]^2\to min \tag{2}$$

$$\begin{gathered}\lambda_1+\lambda_2=1,\\ \lambda_1\geq 0,\ \ \lambda_2\geq 0,\\ M>0,\ r>0,\ k>0.\end{gathered} \tag{3}$$

For simplicity, we assume that we have constructed the following models

$$y_t^{ex}=y_0e^{rt},$$

$$y_t^{log}=\frac{My_0}{y_0+(M-y_0)e^{-Mkt}}.$$

using the statistical data for each of them.In other words, we are given the following data:

t	y_t^{ex}	y_t^{log}	y_t
0	y_0^{ex}	y_0^{log}	y_0
1	y_1^{ex}	y_1^{log}	y_1
2	y_2^{ex}	y_2^{log}	y_2
...			
m	y_m^{ex}	y_m^{log}	y_m

Here, values of y_t^{ex} and y_t^{log} have been estimated by exponential and logistic functions. Then finding parameters of the ExLog Weighted Sum Model reduces to a constrained minimizations problem (2) and (3).

$$\begin{gathered}F(\lambda_1,\lambda_2)=\sum_{t=1}^{m}\left[\lambda_1 y_t^{ex}+\lambda_2 y_t^{log}-y_t\right]^2\to min\\ \lambda_1+\lambda_2=1,\\ \lambda_1\geq 0,\ \ \lambda_2\geq 0.\end{gathered} \tag{4}$$

Since the problem is convex, then we apply Lagrange method. The Lagrangianfunction is

$$L(\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3)=\sum_{t=1}^{m}\left[\lambda_1 y_t^{ex}+\lambda_2 y_t^{log}-y_t\right]^2+\lambda_3(1-\lambda_1-\lambda_2),$$

$\lambda_3$is a Lagrange multiplier. If we take derivatives of Lagrangian function with respect to variables and equal to zero, we can find the values of parameters λ_1 and λ_2 as follows:

$$\begin{cases} \lambda_1 = \dfrac{\sum_{t=1}^{m}\left[y_t y_t^{ex} - y_t^{log} y_t^{ex} - y_t y_t^{log} + \left(y_t^{log}\right)^2\right]}{\sum_{t=1}^{m}\left(y_t^{ex} - y_t^{log}\right)^2} \\ \lambda_2 = 1 - \lambda_1 \end{cases} \tag{5}$$

1.2 Individual model estimation

The exponential model of $y_t^{ex} = y_0 e^{rt}$ can be written by the following regression equation:

$$log(y_t^{ex}) = log(y_0) + rt = a_0 + a_1 t + u_{1t},$$

where

$a_0 = log(y_0)$and $a_1 = r$.

The results of this model have shown in table below.

Table 1. Estimation of the exponential model

Parameters	Administrative position	Teachers, professors	Executive officer	Service workers	Living standard
y_0	94.5 (60.0)	80.3 (54.3)	46.8 (47.5)	37.8 (48.4)	19.5 (31.4)
r	0.183 (25.4)	0.182 (23.9)	0.180 (24.7)	0.181 (25.4)	0.147 (16.4)
R^2	0.974	0.971	0.970	0.973	0.940

Indeed, the logistic model of $y_t^{log} = \frac{My_0}{y_0+(M-y_0)e^{-Mkt}}$ can be changed by the following regression equation:

$$log\left(\frac{M}{y_t^{log}} - 1\right) = b_0 + b_1 t + u_{2t},$$

where

$b_0 = log\left(\frac{M}{y_0} - 1\right)andb_1 = -Mk.$

The results of this model have shown in table below.

Table 2. Estimation of the logistic model

Parameters	Administrative position	Teachers, professors	Executive officer	Service workers	Living standard
M	6000	5000	3000	2250	218
y_0	87.7 (52.3)	74.4 (48.8)	43.5 (51.3)	40.0 (52.5)	13.3 (23.7)
k	-0.00003 (-26.9)	-0.00004 (-25.3)	-0.00007 (-26.1)	-0.00009 (-27.4)	-0.00125 (-24.9)
R^2	0.977	0.974	0.976	0.978	0.973

Based on tables above, we obtain λ_1, λ_2 of (5).

Parameters	Administrative position	Teachers, professors	Executive officer	Service workers	Living standard
λ_1	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04
λ_2	0.98	0.97	0.98	0.97	0.96

2. Prediction results

Formula (5) can be used in predicting some economic indicators.
Assumptions used for our model are:

1. New scheme starting year 2019
2. Insurable age 50
3. Unisex retirement age 65
4. First retirement 2034
5. Unisex life time at retirement age 10
6. Bank deposit interest rate is 15%, annually.

Consider to some notation according to these assumptions.

d:dues of employer and employee insurance
A^S:average salary of 2034
L^S:living standard of 2034
n_1:difference between 65 and 50
n_2:unisex life time at retirement age 10
r:bank deposit interest

If monthly insurance contribution dues were paid, then it could be used the following formula

$$A^S \cdot d \cdot \frac{\left(1+\frac{r}{12}\right)^{12n_1}-1}{\frac{r}{12}} = 12 \cdot n_2 \cdot L^S \qquad (6)$$

According to formula (6), the results are showed as follows.

Year	Administrative position	Teachers, professors	Executive officer	Service workers	Living standard
2018	2204	1878	1077	851	198
2020	2872	2440	1405	1109	212
2025	4402	3748	2168	1693	237
2030	5610	4855	2778	2185	273
2034	6484	5791	3212	2600	325

Using this data, we have $n_2 = 10,\ n_1 = 15,\ r = 0.15,\ L^S = 325$ and

$$d = \frac{r n_2 L^S}{A^S\left[\left(1+\frac{r}{12}\right)^{12n_1} - 1\right]} \Rightarrow$$

$$d = \begin{cases} 0.8\%, & if\ A^S = 6484 \\ 0.9\%, & if\ A^S = 5791 \\ 1.6\%, & if\ A^S = 3212 \\ 2.0\%, & if\ A^S = 2600 \end{cases}.$$

3. Conclusion

In our country, a few number of organizations have been trying for implementing the employer and employee insurance scheme. The purpose of this research was to develop a new model for the insurance scheme.
Dues of employer and employee insurance in 2034 obtained by proposed model "ExLog Weighted Sum" would be 0.8%, 0.9%, 1.6% and 2%, respectively. Nowadays, these dues are only 2% of employer and employee insurance.

References

[1] Mongolian Law on the Individual Pension Insurance Contribution Account, 1999.www.legalinfo.mn

[2] Statistics of Social Insurance data, Ulaanbaatar, 2014.

[3] Options on renovation of Pension Policy, World Bank, Research Report-68526-MN, 2012.

[4]ENKHBATR, TUNGALAGN, OYUNTSETSEGL.Expansion of Pension Insurance Coverage & Reform Of Insurance System, Study Report, Ulaanbaatar, 2006.

[5]DAGVADORJ, C.Some Makroeconomic Indicator on Pension System in Mongolia Proceeding of the Mongolian Academy of Sciences, 152 №2, p38-52, 1999 (In Mongolia)

[6] HOLZMANN R, PALMER E.Pension Reform, the World Bank, Washington, 2010.

[7] NSO, Yearbook 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010, 2008, 2004, 2003.

[8]ENKHBATR, BAYNJARGAL D. A Model of Economic Growth, Scientific Journal of the School of Economic Studies, National University of Mongolia, 2002, No.6, pp. 90-96.

[9] Richard A. Ippolito,The Economics of Pension Insurance, Richard D. Irwin, Inc.ISBN 0-256-07474-7, 1989

[10]BROWN J R,ELLIOTT D J, GORDONT, et, al.A Review of the Pension Benefit Guaranty Corporation Pension Insurance Modeling System, http://www.brookings.edu/~/media/research/files/papers.

The Research of the Investment-type Insurance Products Impact on Insurance Companies' Solvency-Taking Ampang Insurance as an Example

CHEN Tianjiao

School of Insurance
The Central University of Finance and Economics
Beijing 102206, China
Phone: 18811580016
Email: 1304413854@qq.com

Keywords: Investment-Oriented Insurance Product, Solvency, Solvency adequacy ratio, Ampang Insurance

Abstract. On February 23, 2018, Ampang Insurance Group was taken over by CIRC (China Insurance Regulatory Commission) due to the insufficient solvency problems and so on. In order to promote the safety of Ampang Insurance Group risk management, to ensure its solvency sufficient and maintain its smooth operation, the CIRC agreed to use the insurance guaranty fund to add 60.804 billion yuan to Ampang Insurance Group which sparked heated debates on March 28, 2018. And the investment-oriented insurance products, such as universal coverage, have played a huge role in the incident. In the past two years, in order to standardize the development of universal insurance business and implement the "insurance" policy concept, the CIRC has introduced a number of related provisions. And on the scale of the universal insurance, account management, the level of protection and so on have been perfected and standardized.

Based on the above background, this paper takes the Ampang Insurance Group as an example, to explore the inherent relationship between the investment insurance products and the solvency of insurance companies. First, this paper makes a brief introduction about the solvency and the universal insurance and other investment-type products. And then, this paper theoretically analyzes the relationship between the investment-type insurance products and the insurer's solvency. Following the 2013-2017 financial data of the Ampang Insurance Group and the sales data of investment insurance products as a sample, the solvency status of the Ampang Insurance Group in 2013-2017 is calculated. And the regression analysis of the universal insurance premium income ratio, the traditional insurance premium income ratio and the solvency status of the Ampang Insurance Group is respectively performed for the Ampang Insurance Group in this decade. For the Ampang Insurance Group, the study concludes: the universal insurance and the share of unit-linked insurance products has a negative correlation with its solvency, and expanding its size is not good for solvency; the effect of ordinary insurance products on the solvency of insurance companies is not significant.

Finally, on the basis of the above research results, this paper puts forward some substantive suggestions from the two aspects of investment insurance products and insurance companies ' solvency optimization, hoping to enhance the insurance level of investment-type insurance products, prevent related risks，protect the interests of policy holders，and promote the orderly and healthy development of the insurance industry.

1．引言

2018年2月23日，安邦保险集团因偿付能力不足等问题被保监会接管，为推进安邦保险集团风险处置工作，确保其偿付能力充足，维护其平稳运营，2018年3月28日，保监会批复同意动用保险保障基金，向安邦保险集团增资608.04亿元，这一举动引发热议。多篇报导指出，红极一时的万能险等多种投资型保险产品在此次事件中起到了巨大作用，实际上，早在2016年，万能险等投资型保险产品对于资本市场和保险行业的影响就已经表露出来。当时，包括安邦保险在内的多家保险公司曾多次举牌上市公司，耗资巨大，而纵观市场保险资金举牌之路，手段主要是通过万能险进行杠杆举牌。

国内关于万能险等投资型保险产品的研究主要集中在发展现状，及其对保险公司经营方面的影响。至于对保险公司偿付能力的影响，大多集中于研究影响保险公司偿付能力的因素，涉及宏观、微观多种因素。对于保险投资和保险公司偿付能力关系的研究，文献所得结论也是各不相同。

席友、龙云飞（2011）指出，由于我国资本市场发展不成熟，快速发展投资型寿险产品很可能给寿险公司带来投资风险，进而影响保险公司的偿付能力。尚颖、贾士彬（2012）认为，尽管投资寿险产品的投资功能满足消费者需求，深受消费者喜爱，但是保险的本质属性依旧是保障功能，因此调整寿险产品结构势在必行。章恒盛（2014）提到，万能险、投连险等投资型保险产品的壮大，不利于保险公司的偿付能力，随即指出发展传统寿险产品来改善寿险产品结构失衡，才是真正对寿险公司经营绩效有利的明智举措。

甄晓微（2013）提出，保险资金对于保险公司的偿付能力而言是一把＂双刃剑＂，之后又指出保险投资有提升保险公司偿付能力的作用，并据此建议在偿付能力充足率计算公式中加入保险资金投资这一风险因素。隋学深、奚冬梅（2013）指出，由于我国保险资金应用渠道的逐步扩展和总资产规模的迅速增加，促使了保险资产的风险随之剧增，需要进一步加强我国对保险公司偿付能力和保险资产风险之间的联动监管机制。他们认为应进一步细化保险资产认可分类，降低保险资金投资风险，来提高保险公司偿付能力充足率。肖欣（2014）运用寿险公司的面板数据，通过对投资收益率与偿付能力充足率之间相关性的研究，得出两者的相关系数在各家寿险公司中不完全相同，正负方向也不尽一致。从上述文献中可以发现，国内并未将保险资金投资具体化到投资性保险产品来研究其对保险公司偿付能力的影响。　　基于保监会公布的数据，2013年到2016年这四年来，我国寿险公司万能险的保费规模由3212亿增长为11860亿，增幅达到了269%，投连险的保费规模从83亿上升为938亿，增幅约为10倍。从另一个角度来看，万能险和投连险的保费收入占原保费收入的比例从30.68%扩大到了59%。由此可见，投资型保险产品在这四年迅猛发展，保费规模如此庞大致使其成为保险公司进军资本市场的首要武器。

2016年，保监会为规范万能险业务发展，落实“保险姓保”的政策理念，密集出台了多项相关规定，对万能险的规模、账户管理、保障水平等进行了完善和规范，并建立

和实施第二代偿付能力监管体系。在政策打压下，万能险、投连险每月新增保费明显下降，直至2017年，我国寿险公司原保险保费收入虽呈增长态势，但万能险的保费规模下降至5892亿元，投连险的保费规模下降至470亿元，万能险和投连险的保费收入占原保费收入的比例缩小至47%。

由于过度发展的投资型保险产品可能带来严重的偿付性风险，影响保险公司甚至整个保险行业的健康运转。本文以近期因偿付能力不足而被保监会监管的安邦保险集团为例，运用因子分析法和OLS回归分析相结合的实证方法，旨在有针对性的对投资型寿险产品和偿付能力之间的关系展开分析，争取为我国投资型投资产品的发展及偿付能力建设提出有价值的可供参考的意见建议。

2．研究方法介绍

“偿二代”于2016年年初正式开始实施，其评价保险公司偿付能力状况的指标将从单一的资本和业务规模升级为三大指标：核心偿付能力充足率、综合偿付能力充足率和风险综合评级。其中，前两个指标反映公司量化风险的资本充足状况，风险综合评级反映公司与偿付能力相关的全部风险的状况。

2018年3月1日，中国保监会发布了资产负债管理监管规则，目的是为了防范保险业资产负债错配风险，提升保险公司资产负债管理能力，在试运行期间，各保险公司需要按照监管规则的要求，开展资产负债管理量化评估与能力自评估。ALM（Asset and Liability Management）的多目标体系如图2-1。

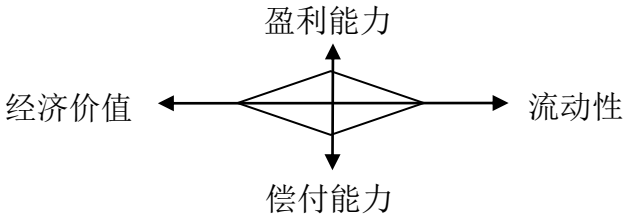


图2-1　ALM多目标体系

本文以安邦保险集团为案例，对偿付能力充足率指标进行分析解读，整合分析数据，然后运用OLS回归分析方法构建模型来进一步详细探究投资性保险产品对保险公司偿付能力的影响。

2.1　偿付能力充足率指标选取

2.1.1 偿付能力监管指标

偿付能力是保险公司偿还债务的能力。保险公司应当具有与其风险和业务规模相适应的资本，确保实际偿付能力充足率不低于100%或核心偿付能力不低于50%。2008年，保监会一号文件对人寿保险公司偿付能力监管指标进行规定，本文选取了其中九个保险公司监管指标，见下表1。

表1　人寿保险公司的偿付能力监管指标

监管指标	含义及计算公式
长期险保费收入增长率	(本年长期险保费收入－上年长期险保费收入)÷上年长期险保费收入×100%
短期险自留保费增长率	(本年短期险自留保费－上年短期险自留保费) ÷上年短期险自留保费×100%

实际偿付能力额度变化率	（本年实际偿付能力额度－上年实际偿付能力额度）÷上年实际偿付能力额度
险种组合变化率	各类险种保费收入的占比变动的绝对值之和÷险种类别数×100%
投资收益充足率	资金运用净收益÷有效寿险和长期健康险业务准备金要求的投资收益×100%
盈余缓解率	（摊回分保费用－分保费用支出）÷（认可资产－认可负债）×100%
退保率	退保金÷（上年末长期险责任准备金＋本年长期险保费收入）×100%
认可资产负债率	认可负债÷认可资产
资产认可率	资产净认可价值÷资产账面价值

偿付能力额度（SM）是资产（A）和负债（L）的差额，即SM=A－L。所以，保险公司的偿付能力是指，即使在非正常情况，保险公司依然可以向保户赔偿，该公司资产足以抵付负债，使得偿付能为额度SM>0。

下面对偿付能力额度做简要介绍：

（1）最低偿付能力额度

最低偿付能力额度是指保险公司根据以往的经营情况和风险管理状况总结出来的能够满足客户赔偿和给付要求的预期的应该保持的偿付能力额度。

人寿保险公司最低偿付能力额度为长期人身险业务最低偿付能力额度和短期人身险业务最低偿付能力额度之和。

（2）法定偿付能力额度

法定偿付能力额度是指保险监管机构为了保障保险公司的可持续经营以及防范整个保险行业的系统性风险，所要求的保险公司必须保持的最低偿付能力。

（3）实际偿付能力额度

实际偿付能力额度是指保险公司根据其市场份额、业务规模以及公司内部经营财务状况等因素量化出来的结果，也就是“实际资本”。

2.1.2 偿付能力充足率主要指标

保监会将偿付能力充足率列为衡量保险公司财务风险的指标。偿付能力充足率要求公司在持续经营的基础上能应付各种支付的最低资本充足率要求，从而保护保单持有人的利益。根据安邦人寿保险股份有限公司偿付能力报告中显示，其偿付能力充足率的主要指标见表2。

表2　安邦人寿偿付能力充足率主要指标

<table>
<tr><td colspan="2">认可资产</td><td rowspan="6">实际资本=认可资产－认可负债</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">认可负债</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">实际资本</td><td>核心一级资本</td><td></td></tr>
<tr><td>核心二级资本</td><td></td></tr>
<tr><td>附属一级资本</td><td></td></tr>
<tr><td>附属二级资本</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">最低资本</td><td rowspan="3">量化风险最低资本</td><td>寿险业务保险风险最低资本</td><td rowspan="3">根据监管机构的要求，保险公司为吸收资产风险、承保风险等有关风险对偿付能力的不</td></tr>
<tr><td>非寿险业务保险风险最低资本</td></tr>
<tr><td>市场风险最低资本</td></tr>
</table>

		信用风险最低资本	利影响而应当具有的资本数额。
		量化风险分散效应	
		特定类别保险合同损失吸收效应	
	控制风险最低资本		
	附加资本		
核心偿付能力溢额			
核心偿付能力充足率			
综合偿付能力溢额			
综合偿付能力充足率			

根据上述指标所得数据，可以初步对安邦保险集团的偿付能力进行分析判断，得出大致的影响关系。

2.2 OLS回归分析

最小二乘法（OLS）是一种数学优化技术，它通过最小化误差的平方和寻找数据的最佳函数匹配。利用最小二乘法可以简便地求得未知的数据，并使得这些求得的数据与实际数据之间误差的平方和为最小。

OLS回归分析具体步骤如下：

考虑超定方程组（超定指未知数小于方程个数）：

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij}\beta_j = y_i (i = 1,2,3\ldots m) \tag{1}$$

其中m代表有m个等式，n代表有n个未知数β ，其中m>n；将其进行向量化后为：

$$X\beta = y \tag{2}$$

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & \cdots & X_{mn} \end{pmatrix} \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \end{pmatrix}, y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \tag{3}$$

显然该方程组一般而言没有解，所以为了选取最合适的β 让该等式"尽量成立"，引入残差平方和函数S表示为：

$$S(\beta) = \|X\beta - Y\|^2 \tag{4}$$

（在统计学中，残差平方和函数可以看成n倍的均方误差MSE）

当$\beta=\hat{\beta}$时，S(β)取最小值，记作：

$$\hat{\beta} = \arg\min(S(\beta)) \tag{5}$$

通过对S(β)进行微分求最值，可以得到：

$$X^T X\hat{\beta} = X^T y \tag{6}$$

如果矩阵 $X^T X$ 非奇异则β 有唯一解：

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y \tag{7}$$

最后，运用SPSS Statistics软件进一步求解，并对所得结果进行综合分析，找到投资型保险产品与保险公司偿付能力之间的关系，判断是否产生影响。

3. 具体分析与结果阐述

3.1 数据分析

3.1.1 保险业万能险与投连险的占比数据分析

对于现阶段有着“追求稳定保障又追求投资收益”保险理念的消费者来说，万能险等投资型保险产品无疑是极佳的选择，而以保障为主的传统型寿险产品自然就会受到冷落。为了迎合消费者的消费偏好以及寿险公司股权发展战略的考虑，寿险公司大规模发行万能险及投连险等投资型保险产品，使得新型投资型寿险产品迅速发展。由原中国保监会网站披露数据，我们得到表3-1，并根据表3-1数据得到图3-1。

由图3-1可以清晰的得到，2014至2016年人身保险公司保户投资款新增交费的增长态势快于原保险保费收入，所占比例已达到50%以上。随着原保障型保险增加量日益减少，投资型保险产品份额扩大的趋势越来越明显，万能险等投资型保险产品可谓红极一时。

表3-1　保险业保费收入数据

年份	原保险保费收入（亿元）	人身保险公司保户投资款新增交费（亿元）	人身保险公司投连险独立账户新增交费（亿元）
2017 年	26039.55	5892.36	470.42
2016 年	21692.81	11860.16	938.97
2015 年	15859.13	7646.56	677.88
2014 年	12690.28	3916.75	289.5
2013 年	10740.93	3212.32	83.18

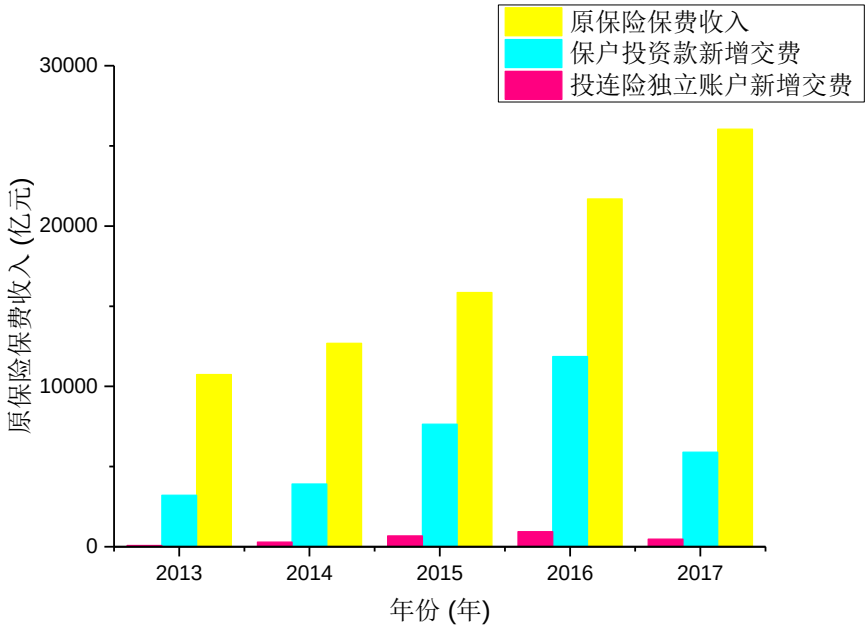


图3-2 安邦人寿投资型保险产品规模变化趋势

3.1.2 安邦保险集团投资型保险产品规模数据分析

据数据采集发现，安邦人寿保险公司在2013年到2017年五年间，总保费收入由136亿增至1895亿，而万能险和投连险的保费规模在由2013年的82亿增长至2016年的2162亿后，由于2016年“偿二代”政策正式实施，保监会于2017年下发了多条严格管制万能险等投资型保险产品的条例，大量万能型人寿保险产品下架禁售，导致安邦保险集团万能险和投连险的保费规模于2017年骤降至534亿元，且万能险保费收入占原保费收入的比例也缩小到了28%，如表3-2。

表3-2　安邦人寿保险公司保费收入数据

年份	原保险保费收入（亿元）	保户投资款新增交费（亿元）	投资款新增交费占比
2017 年	1895.78	534.52	21.98%
2016 年	1141.97	2162.89	65.46%
2015 年	545.27	405.26	42.63%
2014 年	528.88	90.16	14.56%
2013 年	13.68	82.07	86.31%

根据表3-2绘制图3-2及3-3，由图可知，2013年2016年，安邦人寿保险股份有限公司的万能险等投资型保险产品规模呈迅猛增长态势，直至2017年保监会对万能险开始监管，才使其产品规模下降，但仍然高于2015年产品规模。万能险保费收入占比于2014年至2016年持续上涨，以至于2016年保户投资款新增交费近乎为原保险保费收入的两倍，过度发展某一项创新型保险产品可能带来严重的偿付性风险，从而影响保险公司甚至是整个保险行业的健康运转。

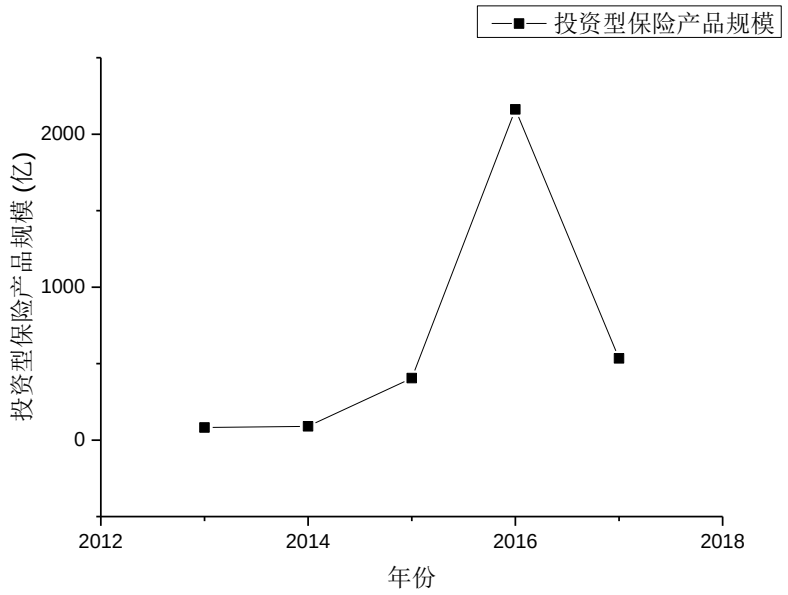


图3-2　安邦人寿投资型保险产品规模变化趋势

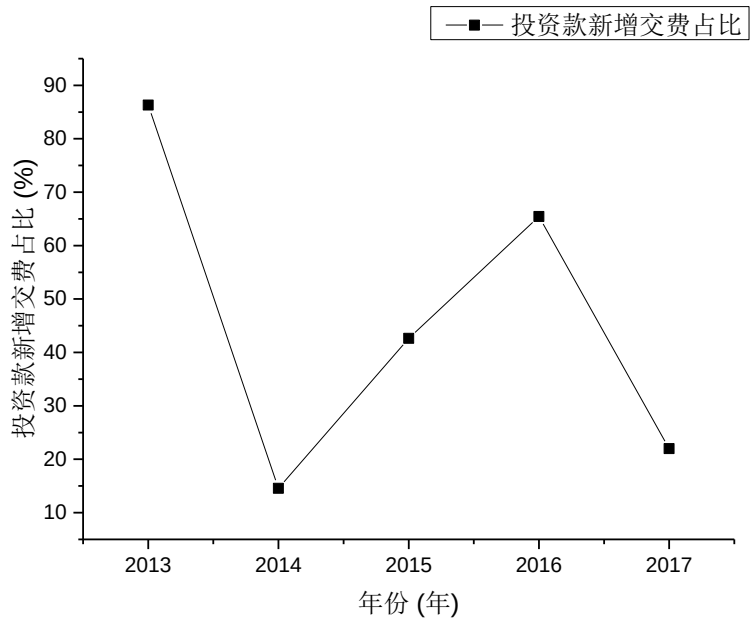


图3-2　安邦人寿投资款新增交费占比变化趋势

3.1.3 安邦保险集团偿付能力数据分析

由于万能险等投资型保险产品主要是以寿险性质为主，于是本文主要针对安邦养老与安邦人寿的偿付能力数据进行具体分析。

根据安邦养老保险股份有限公司与安邦人寿保险股份有限公司官网，现今，多款万能型的团体养老年金保险以及分红型的团体养老年金保险已经停售，而万能型两全保险与个人年金保险多款在售。为研究安邦保险偿付充足率与投资型保险产品之间的关系，针对安邦人寿保险公司与安邦养老保险公司的偿付能力充足率进行了数据收集，整理两家公司自成立以来可用的偿付能力数据并得到表3-3与表3-4。

表3-3　安邦人寿保险偿付能力数据

安邦人寿保险股份有限公司	
年份	偿付能力充足率
2017 年 第 1 季度	129.20%
2016 年 第 4 季度	165%
2016 年 第 3 季度	199%
2016 年 第 2 季度	228%
2016 年 第 1 季度	290%
2015 年	987%
2014 年	678%
2013 年	800.97%
2012 年	3322.41%

表3-4　安邦养老保险公司偿付能力数据

安邦养老保险股份有限公司	
年份	偿付能力充足率
2017 年 第 1 季度	157.80%
2016 年 第 4 季度	163.70%
2016 年 第 3 季度	176.98%
2016 年 第 2 季度	194.12%
2016 年 第 1 季度	242%
2016 年	175%
2015 年（“偿一代”）	1056.35%

根据表3-3与表3-4中数据绘制图3-4与图3-5，图3-4和图3-5向我们展示了两家保险公司自成立以来，偿付能力充足率的变化情况。可以看出安邦人寿股份有限公司的偿付能力充足率在2012年到2017年均呈明显下降趋势，安邦养老股份有限公司的偿付能力充足率在2015年至2017年第一季度也呈明显下降趋势，其中，因为安邦人寿在2015年有大量的实际资本增加，对其偿付能力充足率数据有一定的影响。

由图还可以看出，安邦人寿和安邦养老在2016年四个季度中偿付能力充足率均在100%~200%之间。然而对于保险公司而言，其应当具有与其风险和业务规模相适应的资本，以确保偿付能力充足率不低于100%。由此可见，安邦保险集团旗下的两大公司均面临着偿付能力不足的严重风险。

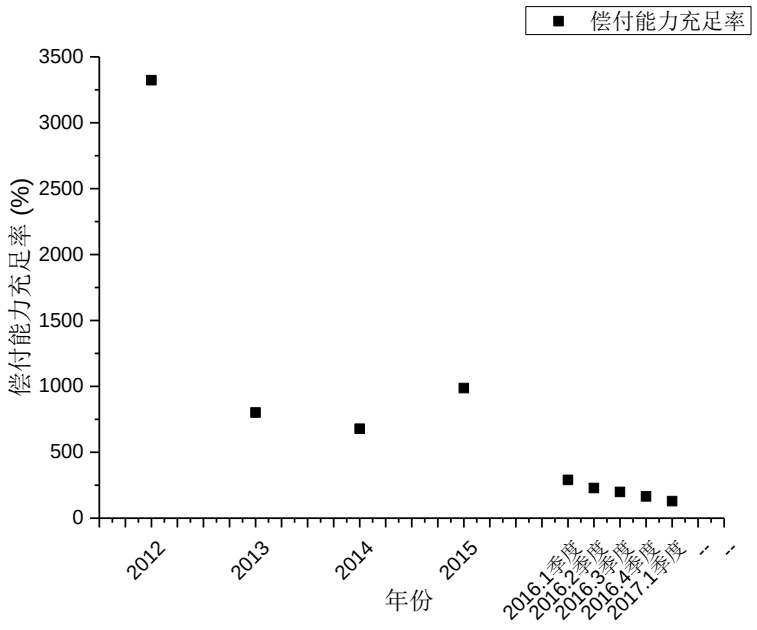


图3-4　安邦人寿偿付能力充足率变化趋势

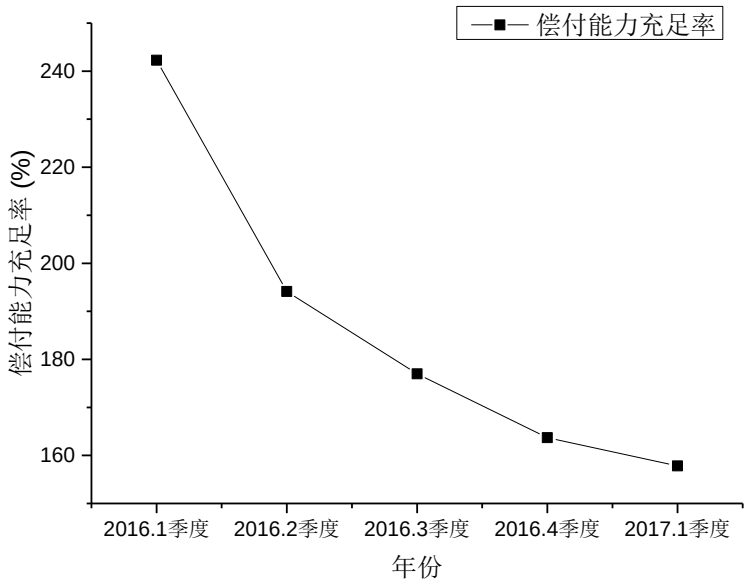


图3-5　安邦养老偿付能力充足率变化趋势

将图3-2、图3-3与图3-4、图3-5相联系可以发现，在2012年到2016年这五年间，随着投资型保险产品规模的迅速扩大，投资型保费收入不断增加，而保险公司的偿付能力充足率却由明显下降，且两者的图像变化趋势近乎一致，于是我们有理由认为，保险公司的投资型保险产品规模会对其偿付能力充足率产生的影响。

3.2　OLS回归分析

根据安邦保险公司提供的2013年到2017年第一季度数据，对安邦人寿股份有限公司偿付能力充足率、安邦人寿原保险保费收入、安邦人寿投资款新增交费情况及其占比通过SPSS软件进行OLS回归分析。得出以下结果并据此分析结论。

模型的拟合情况如表3-5显示。从表中可以看出，模型的复相关系数（R）为0.902，判定系数（R Square）为0.813，DW为2.121，约等于2，则说明残差独立

表3-5　模型汇总[b]

模型	R	R 方	调整 R 方	标准估计的误差	Durbin-Watson
1	.902[a]	.813	.673	1.9140767E2%	2.121

a. 预测变量: (常量), 安邦保险原保险保费收入, 安邦人寿投资款新增交费, 安邦人寿占比。

b. 因变量: 安邦人寿偿付能力充足率

表3-6显示模型的方差分析结果。从表中可以看出，概率p值为0.061，未达到但接近0.05的显著性水平规定，这可能是由于样本容量太小造成的，但我们仍可以认为安邦人寿的偿付能力充足率与原保险保费收入、投资款新增交费以及投资款新增加费占比之间有线性关系。

表3-6 Anova[b]

模型		平方和	df	均方	F	Sig.
1	回归	637122.100	3	212374.033	5.797	.061[a]
	残差	146547.580	4	36636.895		
	总计	783669.680	7			

表3-7为多元线性回归系数列表，其中安邦人寿投资款新增交费以及安邦保险原保险保费收入的概率p值分别为0.059和0.040，按照给定的显著性水平0.10的情形下，有显著性意义。说明该模型拟合性较好，可以看出安邦保险原保险保费收入与偿付能力充足率成正相关关系，安邦人寿投资款新增交费与偿付能力充足率呈负相关关系，且均较为显著。

表3-7 系数[a]

模型1	非标准化系数		标准系数		
	B	标准误差		t	Sig.
(常量)	-84.444	268.837		-.314	.769
安邦人寿投资款新增交费占比	6.898	4.307	.755	1.602	.185
安邦人寿投资款新增交费	-3.618E-5	.000	-.995	-2.624	.059
安邦保险原保险保费收入	.002	.001	.959	2.987	.040

a. 因变量: 安邦人寿偿付能力充足率

表3-8是多重共线性检验的特征值以及条件指数。可以看出，最大特征值为3.154，其余依次快速减小，从第三列的各个条件指数可以看出有最大值在10左右，可能存在多重共线性，但可能性较小，主要是由于数据容量较小导致，因此可忽略此问题。

表3-8 共线性诊断[a]

模型	维数			方差比例			
		特征值	条件索引	(常量)	安邦人寿占比	安邦人寿投资款新增交费	安邦保险原保险保费收入
1	1	3.154	1.000	.01	.01	.01	.01
	2	.675	2.162	.01	.05	.03	.05
	3	.142	4.706	.10	.16	.54	.03
	4	.029	10.505	.89	.78	.42	.91

a. 因变量: 安邦人寿偿付能力充足率

分析结果表明：投资型保险产品对保险公司偿付能力的影响是反向的。在我国，保险公司的投资风险管理机制不够完善，再加上资本市场发展的不成熟，对于投资型保险产品而言，投资收益的波动会很大，一旦投资失败，就会严重影响到保险公司的偿付能

力。如果投资收益很低或者达不到市场平均水平，甚至是投资失败，保户就会退保来防止损失继续发生。这样就会影响到保险公司的正常运营。如果此类情况发生频率较高，则会严重伤害公司的偿付能为水平。

4．结束语

根据上述结论，本文提出以下建议。首先，从投资型保险产品的投资属性来看我国险资资金投资渠道在不断拓宽，既可以投资到较低收益率的低风险领域，也可以投资到能够获得高收益率的较高风险的领域。这就需要保险公司通过合理的资产配置以及风险管理，达到投资组合的风险和收益的最佳平衡点。对于保险公司来说，建立一支成熟的投资队伍是极其迫切的需要。随着投资在保险公司日常经营活动中发挥的作用越来越大，保险公司更应该吸收优秀的投资人才，培育自己的投资团队，在熟悉保险资金的操作流程和投资规范下，在合理的资产配置后对外进行投资，获取风险分散后的投资收益率。投资型保险产品要加强保障功能，使得保险依然是保险而不是理财产品。保险产品的本质是要为风险提供相应的保险，这对于投资属性较为重要的投资型保险产品而言，也是同样的。保险公司在设计投资型寿险产品时，要增加其保险保障的功能。

其次，从保障寿险公司的偿付能力来看，坚定＂保险姓保＂这一理念不动摇。对于监管部门来说，坚持推进实施＂偿二代＂，要求各家保险公司每季度都要披露当期的偿付能力充足率，对于偿付能力充足率没有达到要求水平的保险公司，密切关法，严格监督。监管部门的监管理念主要是通过保费收入的多少、市场份额的占比来评判的。以保费收入规模为主要的考核保险公司资产经营状况的指标，势必会推动保险公司在争夺市场份额上做文章、下功夫，使他们的关注点从产品创新、保障为主转变为扩大保费收入。监管部门可以建立一套更加全面合理的评价保险公司经营的体系，将如退保率、风险准备金、偿付能力充足率等指标添加到考核保险公司偿付能力的指标体系中去。监管部门要加强对传统寿险的宣传，让广大消费者意识到传统寿险的强大的保障功能，促使其理性选择。

最后，当监管机构严查偿付能力，保险公司坚守道德底线，那么，保险行业将会持久平稳健康发展。

References

[1] 王绪瑾,席友,龙云飞.中国寿险市场的特征、矛盾和对策研究[J].保险研究,2011(12):60-69.

WANG X, XI Y, LONG Y. Characteristics, contradictions and Countermeasures of China's life insurance market [J]. insurance research, 2011 (12): 60-69

[2] 尚颖,贾士彬.中国寿险产品结构调整的影响因素分析——基于公司微观层面的实证分析[J].保险研究,2012(02):13-20.

SHANG Y, JIA S B. An analysis of the influencing factors on the structural adjustment of China's life insurance products -- Based on the empirical analysis of the company's micro level, [J]. insurance research, 2012 (02): 13-20.

[3] 章恒盛. 寿险公司产品结构对公司经营绩效影响研究[D].中国海洋大学,2014.

ZHANG H S. The influence of product structure on the company's business performance [D]. Ocean University of China, 2014.

[4] 甄晓微.偿付能力与保险投资关系浅析[J].时代金融,2013(32):59+61.

ZHEN X W. Relationship between solvency and insurance investment [J]. Era Finance, 2013 (32): 59+61.

[5] 隋学深,奚冬梅.保险公司偿付能力和保险资产风险联动监管机制研究[J].上海金融,2013(01):63-67+118.

SUI X S, XI D M. Research on the linkage supervision mechanism of insurance company solvency and insurance asset risk [J]. Shanghai finance, 2013 (01): 63-67+118.

[6] 肖欣. 保险投资对我国寿险公司偿付能力影响的实证研究[D].吉林大学,2014.

XIAO X. Empirical Study on the impact of insurance investment on the solvency of life insurance companies in China [D]. Jilin University, 2014.

[7] 江生忠,刘玉焕.产品结构失衡对寿险公司资本结构、盈利能力和偿付能力的影响——以上市保险公司为例[J].保险研究,2012(03):45-53.

JIANG S Z, LIU Y H. The influence of the unbalance of product structure on the capital structure, profitability and solvency of the life insurance company with listed insurance companies as an example [J]. Insurance Research, 2012 (03): 45-53.

[8] 檀雪君. 投资型寿险产品对寿险公司偿付能力的影响研究[D].山东大学,2017.

TAN X J. The impact of investment life insurance products on the solvency of life insurance companies [D]. Shandong University, 2017.

[9] 行瑞.寿险公司偿付能力的综合评价[J].统计与信息论坛,2007(04):64-69.

XING R, comprehensive evaluation of solvency of life insurance company [J]. Statistics and Information Forum, 2007 (04): 64-69.

[10]沙伶娜. 我国寿险公司偿付能力的实证研究[D].复旦大学,2011.

SHA L N. Empirical Study on solvency of life insurance companies in China [D]. Fudan University, 2011.

投资型保险产品对保险公司偿付能力影响的研究
——以安邦保险为例

陈天姣

中央财经大学保险学院
北京102206，中国
电话: 18811580016
Email: 1304413854@qq.com

关键词: 投资型保险产品；偿付能力；偿付能力充足率；安邦保险集团

中文摘要. 2018年2月23日，安邦保险集团因偿付能力不足等问题被保监会接管，为推进安邦保险集团风险处置工作，确保其偿付能力充足，维护其平稳运营，2018年3月28日，保监会批复同意动用保险保障基金，向安邦保险集团增资608.04亿元，这一举动引发热议。红极一时的万能险等投资型保险产品在此次事件中起到了巨大作用，近两年来，保监会为规范万能险业务发展，落实“保险姓保”的政策理念，密集出台了多项相关规定，对万能险的规模、账户管理、保障水平等进行了完善和规范。

基于上述背景，本文以安邦保险集团为例，目的是为了探究投资型保险产品与保险公司偿付能力的内在关系。首先，本文对偿付能力及万能险等投资型保险产品做了简单介绍。然后从理论上分析了投资型保险产品与保险公司偿付能力之间的关系。紧接着以安邦保险集团2013—2017年的五年财务数据以及投资类保险产品销售数据为研究样本，计算得出了安邦保险集团2013—2017这五年的偿付能力状况，并且分别对安邦保险集团这五年的万能险等投资型保险保费收入占比、传统型保险保费收入占比与安邦保险集团的偿付能力状况进行了回归分析。得出了以下结论：安邦保险集团万能险以及投资联结险份额与其偿付能力呈负相关的关系，扩大其规模不利于偿付能力的提高；相比之下，普通型保险产品对保险公司偿付能力的影响并不显著。

最后，在上述研究结果的基础上，本文从投资型保险产品和保险公司偿付能力的优化这两个方面提出了一些实质性建议，以期提升投资型保险产品的保险保障水平，防范相关风险隐患，维护保单持有者利益，推动保险行业规范有序健康发展。

Potential Applications of Blockchain in Chinese Medicare

GU Ye, WANG Haiyan, ZHOU Xinyu

GU Ye
School of Economics and Management
Tongji University
Shanghai 200092, China
Email: gymira@tongji.edu.cn

WANG Haiyan *
Ph.D. Associate Professor in Finance
School of Economics and Management
Tongji University
Room816, No.1500, Siping Road, Yangpu District,
Shanghai 200092,China
Email: wanghaiyan@tongji.edu.cn

ZHOU Xinyu
School of Economics and Management
Tongji University
Shanghai 200092, China
Email:383203364@qq.com

Keywords: Medicare, Blockchain technology, Game Theory, 'Medi-score'.

Abstract. At present, in China, the government plays a significant role in running the medicare system, while the commercial insurance acts as a supplement to it. With the aggravating trend of aging population, rising medical demands released from increasing health consciousness, and more occurrence of chronic diseases coming from the lifestyle change, as well as the medical technology progress, all these contribute the rapid rise of health care expense and the Medicare is under great pressure. As a result, the problem of inadequate and overly expensive medical services has become a hot topic.

There is also unbalance in resource allocation in the social healthcare system, which can be attributed to the nature of insurance or healthcare, namely Moral Hazard and Adverse Selection. Still they are two unsolved questions. For example, it is common to see residents buy articles for daily use, cosmetics or heath products from designated pharmacies using their Medicare account. While many other people are unable to get timely and efficient treatment because they cannot afford it. What's more, such abuse of Medicare also increases the operation cost of national healthcare system. Apart from Medicare, citizens could

alternatively choose commercial insurance. Unfortunately, it is not a proper choice for the low-incomes. Therefore, it is important to find a way to solve this unbalance.

According to the development of technology, Blockchain may well bring about a revolution in today's social medical insurance system. Blockchain is a distributed ledger technology based on the principles of peer-to-peer network and cryptographic primitives (such as hash, asymmetric encryption and digital signature). Due to its immutability, transparency, and trustworthiness for all transactions executed in a blockchain network, this innovative technology has many potential applications.

Individuals, families, medical institutions and the government all play a part in the Medicare. To make the most of the healthcare system, we have to put individual demand and feelings at first place. Having access to a ledger-shared, immutable, and transparent history of all the actions performed by participants of the network (such as a patient modifying permissions, a doctor accessing or uploading new data like prescriptions) overcome the issues presented above. In other words, blockchain technology could solve the problem of Moral Hazard and Adverse Selection, which is aroused from asymmetric information. At the same time, based on a peer-to-peer medical insurance network, Medicare could allocate resources more efficiently. This paper tends to analyze problems of the current social medical system and discuss the potential applications of blockchain technology in this field. By innovatively putting forth an idea of 'Medi-score', taking theories of insurance economics into account and discussing cases in other countries, we try to figure out a framework of our topic.

1. 引言

出于追求自身利益最大化的考量，在社会医疗保险中往往容易出现过度消费的现象（Arrow，1963），在保险领域这种现象可以被称为“道德风险”。社会医疗保险机构作为保费支付的第三方，与医疗服务的直接参与方之间存在严重的信息不对称。而医疗机构和消费者为了获取更多的赔付，最大化两者的剩余，必然会医患共谋，向社会医疗保险机构（以下简称为“医保机构”）谎报病情（李玮等，2004），导致了医疗费用的不合理增长，最终造成低效的资源配置（李连友等，2011）。为了减少这种现象通常有两种提议：强化立法和审查，但是目前二者都存在较高的操作成本，所以学者和政

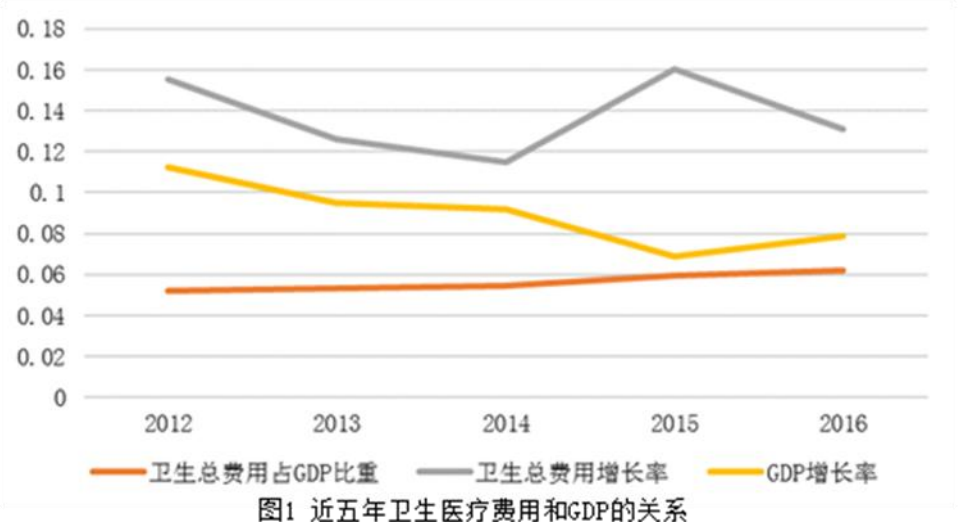


图1 近五年卫生医疗费用和GDP的关系

府将目光转向金融科技，尤其是其中的区块链技术。运用区块链技术可以对每一笔医疗交易进行记录（Rachel Robinson，2017），这种可以追溯且无法篡改的记录方式，为降低“道德风险”提供了一个潜在渠道。本文将试图从保险经济学理论层面，在已有研究的基础上，对区块链是否可以以及如何降低社会医疗保险体系中的道德风险进行探讨。

在我国社会医疗保险体系中，医疗服务的消费者和医疗机构为了达到收益最大化，会利用自身的信息优势合谋向医保机构申请不合理的赔付，造成医疗费用不合理上涨，资源配置
低效。如图1所示，近五年全国卫生医疗费用增长率超过GDP增长率，且卫生医疗总费用占GDP比重一直呈缓慢上升趋势。李玮等（2004）通过对赔付双方的博弈分析，发现欺诈的概率是与审核成本呈正相关关系，而设立专门审核医疗保险欺诈的社会组织可以减少欺诈，提高整体的社会效用。吴传检（2006）基于KMRW模型对社会医疗保险中的道德风险进行分析，认为通过加大审核力度，严惩欺诈，及时公布惩罚信息可以降低道德风险。

而加大审核力度，严惩欺诈，从理论上可以降低道德风险的现象，但是却无法从根本上降低信息不对称。区块链技术可以以算法作为信任背书，进行全网分布记账，实现数据共享，加强透明性，降低信用风险（欧洲清算银行报告，2016）。而且区块链的时间戳功能保证了信息记录的不可逆和可追溯（Kurt Fanning等，2016）；另外，如果要对链上的信息进行修改，必须要控制全网记账51%以上的算力，高昂的作假成本，足以使得欺诈者望而却步（长铗等, 2016）。

如果政府要求社会医疗保险的所有参与者都接入同一个区块链网络，使得信息不对称的情况改善，欺诈的概率就会随之降低。一方面，如果想通过信息篡改进行欺诈，必须对全网51%的节点的数据都进行修改，节点数量和数据加密带来了高昂的欺诈成本；另一方面，对一笔新产生的医疗赔付，社保机构可以根据链上的信息对其真伪进行判别，对欺诈行为进行严厉惩罚，同样可以起到提高欺诈成本的效果（Rachel Robinson，2017）。区块链在社会保障本身的系统以及社会保障的资金投资、管理当中有着极有价值的应用（王忠民，2016）。

目前国内外已经有许多机构在做“区块链+医疗”或者“区块链+保险”的尝试，比如上海“保交链”——将区块链技术应用在保险底层架构（保交链底层架构技术白皮书，2017），阿里健康则联合常州医联体正在尝试建立电子病历，解决“信息孤岛”的问题。同时，国外的一些科技巨头如IBM、Google等都在积极推进相关的研究。据IBM在2016年末发布的《医疗领域的区块链集结》（Healthcare Rallies for Blockchain：Keeping Patients At The Center）中的报告显示，在对200家医疗机构的调研中，有16%目标在2017年实现区块链技术商用，有9/10有意向在2018年投资区块链应用。

综上所述，在社会医疗保险领域，国内外目前基于博弈模型给出的降低道德风险的策略主要为加大审核力度、加强立法以及对欺诈进行严惩。但在实现过程中遇到的最大问题就是执行成本太高，且与收益不成正比，而对于如何消除信息不对称带来的影响，人们并未从源头上加以深入研究分析。对于区块链技术的讨论，目前主要集中在分析其技术优势，和一些研发性项目上。就本文文献所及，尚未发现有学者从保险经济学的角度考察过区块链技术在社会医疗保险领域的应用。本文将基于上述研究，将社保机构视为委托人，将消费者和医疗机构共同视为代理人建立博弈模型，进而对区块链技术是否可以以及如何减少欺诈的问题，进行理论分析。

2. 社保体系中欺诈现象的博弈分析

2.1 完全信息动态博弈

首先，假设委托人（社保机构）是风险中性的，而代理人（消费者和医疗机构的联合体）是风险规避的，具有递增且严格凹的效用函数U，其中U’>0，U”<0；委托人的行动空间是在社会医疗保险体系中运用区块链技术或者不运用；而代理人的行动空间是合理提出偿付要求或者在不合理条件下提出偿付要求，简称为不欺诈与欺诈。首先，假设在没有欺诈的情况下的社保机构支付给代理人的医保费用为L，政府主导建立和维护区块链底层架构的成本为C，运用区块链技术后，对欺诈行为的惩罚为R（欺诈成本）。同时，我们假设在没有运用区块链技术的前提下，代理人提出的偿付请求总是能够得到满足（欺诈成本为0），当构成欺诈时造成资源浪费，对整个社会产生负面的溢出效应W由委托人承担，同时代理人可以获得的收益包括正常医疗保险所得和一个额外的欺诈获利，将两者之和统称为I且I>L。

在运用了区块链技术的社会医疗保险体系中博弈参与者行动的顺序为：第一阶段，社保机构主导选择建立基于区块链技术的网络架构或者不建立；第二阶段，消费者和医疗机构在知道社会保险机构的行为基础上选择欺诈或者不欺诈。这一博弈过程可以用图2所示的博弈树来表示。

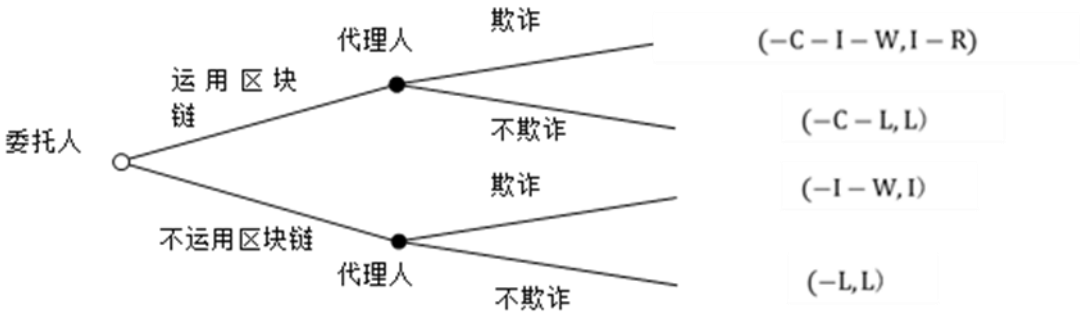


图2 完全信息动态博弈树

图2所示的博弈中所有可能出现的策略组合为：（运用区块链，欺诈），（运用区块链，不欺诈），（不运用区块链，欺诈），（不运用区块链，不欺诈）。这一博弈过程的子博弈精炼纳什均衡的求解过程如下：

第一步对代理人行为进行分析：当代理人的决策点位于委托人选择运用区块链技术的节点时，代理人在进行欺诈时要付出高昂的成本R，当R>I-L时，代理人会选择不欺诈；当欺诈所能获得的超额收益高于R，即R<I-L时，代理人会选择进行欺诈。当代理人的决策点位于委托人选择不运用区块链技术的节点时，代理人在进行欺诈时获得收益I，高于没有进行欺诈时获得额外的收益L，所以代理人果断选择进行欺诈。

第二步分析委托人的行为，分两种情况，首先分析当R<I-L时，代理人在区块链网络中依然进行欺诈（如图3实线部分所示）。此时，无论委托人如何选择，代理人均选

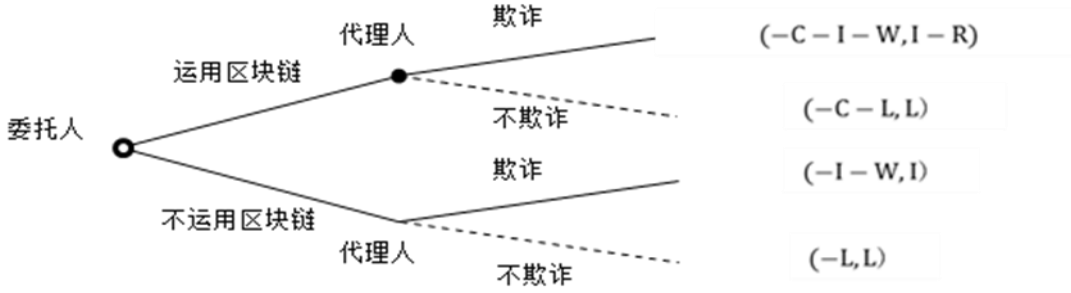


图3 R<I-L的情况

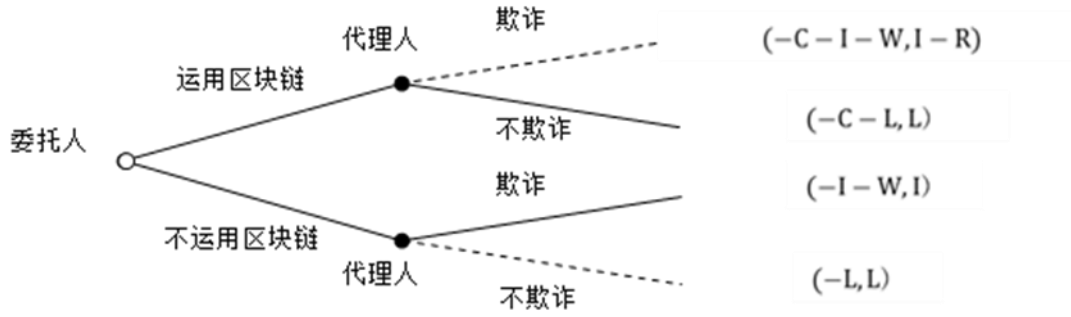


图4 R>I-L的情况

择欺诈，因
为区块链网络需要运营成本所以在这种情况下委托人会选择维持现状。此时得到的子精炼纳什均衡解为（不运用区块链技术，{欺诈，不欺诈}）。

其次分析另一种情况，当R>I-L时，代理人在区块链网络中选择不欺诈。委托人现在的收益为-I-W，如果运用区块链技术获得的收益为-C-L（如图4中的实线部分）。当满足条件：-C-L〉-I-W时，委托人会选择运用区块链技术。因为I〉L，所以若满足C〈W，必有-C-L〉-I-W成立。也就是说，如果构造和维护一个区块链网络的成本，低于现在的社会医疗保险欺诈给社会带来的损失，委托人就会选择运用区块链技术来支持社会医疗保险的运作；相反，在构造和维护区块链网络运行的成本过高的情况下，委托人就会选择维持现状，或者寻求其他的解决路径。这种情况下得到的子博弈精炼纳什均衡解为：（运用区块链技术，{欺诈，不欺诈}）。

通过上述分析我们可以得到的结论是：影响社保机构采用区块链技术的因素有两个，分别为在区块链的网络中代理人的欺诈成本，以及社保机构建立和维护这样一个网络架构需要承担的成本。首先，从区块链技术的设计和现有的比较成熟的应用来看，在区块链网络不存在由于数据篡改而引发的欺诈，因为在这种条件下欺诈需要付出的时间成本和物质成本太高，超出了欺诈可以带来的收益。其次，目前区块链技术在全球都得到广泛的关注，各国政府纷纷制定政策来给予支持，鼓励将包括区块链在内的新兴技术运用在各个领域。而一项技术的运营成本必然会随着这项技术发展的成熟，市场的扩大而降低。目前在雄厚的资金和技术实力的支持下，BAT正在积极尝试将区块链技术用于医疗行业、金融行业、食品行业等等，区块链技术的发展正如火如荼，相信在未来，使用成本的因素不会成为大范围推广区块链技术的障碍。

2.2 混合策略博弈

在上一个模型中，我们假设在运用区块链技术的条件下，同样存在欺诈行为，只是欺诈的成本很高，并且当这个成本高于欺诈所能带来的超额收益时，代理人才会选择不欺诈，现在我们对高额的欺诈成本的影响因素进行分解分析。

目前，区块链技术在数字货币领域的应用最为成熟，其中数比特币最为典型，比特币是一个封闭的网络环境中运行的，所谓比特币的“发行”是指，通过哈希算法等密码学的方法来激活早已存在在系统中的比特币。从目前的研究情况来看，在一个开放的网络中，区块链技术可以对新信息进行真实记录，但是仅凭区块链技术却无法对新信息的真伪进行甄别的，这部分工作还是要依靠人工完成。人工进行信息审核成本的高低，会影响医保机构和医疗服务直接参与者的行为，所以，本文将对区块链架构中两者之间的博弈再次进行分析。

假设医保机构另外对信息进行审核需要成本C’，对欺诈行为的处罚为D，代理人

可以通过成功欺诈得到高于正常赔付的收益为I，对整个社会保险系统带来负面溢价W且W>I。所有参数均为正值，审核是指对区块链网络架构上的信息进行比对审核。

根据上述的假设建立如图5所示的博弈模型：

		代理人	
		欺诈(q)	不欺诈(1-q)
委托人	审核(p)	-C’+D， -D	-C’，0
	不审核(1-p)	-W，I	0，0

图5 混合策略博弈矩阵

该博弈为委托人与代理人之间的不完全信息静态博弈，委托人有两种策略：审核和不审核；代理人也有两种策略：欺诈或者不欺诈，委托人审核的概率为p，代理人选择欺诈的概率为q。根据博弈矩阵可以得出委托人在两种策略中可以获得的收益：

$$E(\textit{审核}) = q(-C'+D) - (1-q)C' \tag{1}$$

$$E(\textit{不审核}) = -qW \tag{2}$$

令（1）=（2），可得：

$$q = C'/(W+D) \tag{3}$$

也就是说当代理人选择欺诈的概率q为C’/(W+D)时，委托人审核和不审核可以得到的期望收益是相同的，如果q> C’/(W+D)，委托人进行审核可以获得的收益高于不进行审核可以获得的收益，此时社会保险机构会对新信息进行审核，相反，当q< C’/(W+D)时，委托人不会进行审核。

代理人两种策略的期望收益分别为：

$$E(\textit{欺诈}) = -pD + (1-p)I \tag{4}$$

$$E(\textit{不欺诈}) = 0 \tag{5}$$

令（4）=（5），可得：

$$p = I/(I+D) \tag{6}$$

当委托人选择审核的概率p为I/(I+D)时，代理人欺诈不能获得高于正常赔付的超额收益，当p<I/(I+D)时，代理人会通过欺诈最大化自己的利益，相反，当p>I/(I+D)时，委托人不会选择欺诈。

根据上述分别对委托人和代理人混合策略的分析，可以得出该博弈的混合策略纳什均衡为：q=C’/(W+D)，p = I/(I+D)。由此可见，代理人选择欺诈的概率是随着委托人审核成本的降低、对欺诈惩罚力度的上升而减小。代理人欺诈获利越高、委托人对欺诈处罚力度越小，委托人选择审核的概率越高。

从上述均衡结果可以看出，为了降低系统中出现欺诈的概率，一方面需要降低审核的成本，另一方面可以提高对欺诈的惩罚力度。在区块链技术的支持下，所有社会医疗保险的参与者的行为都被精确的记录下来，只需要对链上新出现的每笔交易进行审核，精确的记录使得审核成本相较现在已经大大降低，并且可以通过现代科技对数据库中的数据进行初步的比对筛查，剩下比较可疑的部分再由人工进行审核。在未来，随着大数据、人工智能这些技术发展的成熟，可以完全替代人工对新信息的真伪进行甄别，审核成本将会随之进一步降低。

3. 推出“医保积分”的初步设想

根据上文分析，本文提出可以替代传统医保偿付方式的“医保积分”的一些设想。

3.1 基础模式

首先，每个接入社会医疗保险区块链网络的用户都将获得一个医保积分账户，用于医保积分的存储、收支。与现在的社会医疗保险运行模式一致，每年社保机构根据每个人所缴纳的医保费用，向其账户发放相应积分，用于各种医疗服务的消费，同时这些积分的等值资金价值也用区块链进行记录。而“医保积分”的使用范围、交易规则等可以由社会医疗保险的参与方共同商定，通过所谓的“智能合约”在区块链网络中自动实现。每个账户的运行可随户主的意愿随时终止，或者随户主的离世而终止，并且进行结算。在终止结算时，区块链上所记录账户中结余的医保积分的价值总值，将自动授予原户主指定被授予人或者由其后代继承。

3.2 进阶功能

相比于传统的社会医疗保险体系的运作，基于区块链技术构建的网络体系的优势在于，它将所有的信息都公开透明地记录在同一网络中，构成一个庞大的数据库。这样一个数据库可以为奖惩机制的高效运作提供依据，同时区块链技术又可以提供技术支持。在社会医疗保险体系中，通过奖惩机制可以对医疗资源进行再分配，从而提高资源配置效率。

一方面，医保积分的数量除了可以根据所缴纳的医保金额来发放，还可以作为奖励发放给那些满足特定条件的人作为奖励。比如，到医疗机构做志愿者、进行志愿献血、无偿捐献器官等的社会公众及家属，每次可以获得一些“医保积分”。再比如，参与社会公共事业的人，比如说参与抗争救灾的军人、义务参军的社会公众、疾病预防的医务工作者等，在使用医保积分时可以获得更多的优惠。

另一方面，对于前文所提到的欺诈现象，欺诈方会被扣除医保积分作为惩罚，这种惩罚机制可以通过两种方式来实现。一种是以医保机构作为中心，由医保机构来负责监管，一旦在数据对比中发现欺诈行为，马上从欺诈方账户中扣除积分，同时这一消息会记录在区块链网络中，广播到每个节点处。另外一种方式可以称为“去中心”，也就是说每个医保积分账户的用户都可以获得数据库中的数据，如果在自行进行数据比对的过程中发现欺诈行为，最先发现的一方可以触发某种机制，使得欺诈者付出“医保积分”作为代价，同时发现这可以为自己赢得一些“医保积分”作为奖励，如此形成体系中的自发监管。这两种模式分别是对两种极端情况的描述，考虑到现实的复杂性，如果二者共存便可以衍生出第三种模式，称之为“半中心化”模式，这种模式或许更加普遍，并且对机制的运行更加有利。具体来说，在“半中心化”模式中，每个社会医疗服务的参与方都可以对其他人进行监督，一旦发现疑似欺诈的现象可以向医保机构举报，而医保机构作为中心机构负责对信息进行最终核实，并且保留医保积分的回收和发放的权利。其次，惩罚的形式可以是一次性地扣除部分医保积分，也可以是持续性的。比如有欺诈历史的账户，在使用医保积分的时候会受到限制，这种限制可以是使用范围的改变，也可以是医疗费用报销额度的减少等。

同时，借助这一体系可以实现点对点的捐助。可以跳过第三方平台，如红十字会、水滴筹等，捐助方可以直接将自己的医保积分发送给受捐助方的医保积分账户，实现资源的再配置。

4. 结论

社会保险体系中道德风险频发的根源在于，社保机构和社会医疗服务参与方之间存在信息不对称，而根据前文的分析可得，区块链技术在解决信息不对称的问题上是可以有所作为的。

首先根据第一个动态博弈模型，本文认为当区块链技术的运用成本较低，并且存在一个高昂的欺诈成本时，作为社会整体利益代表的社保机构，选择运用区块链技术将会是一个优化的选择。其次，从第二个混和策略博弈模型分析可以得出结论：通过区块链技术可以对系统中所有交易信息记录保存，基于这些数据构成的数据库，就给比对审核提供了依据；另外，人工智能、大数据等技术的发展又为审核提供了技术支持，审核成本就从两方面得到了降低。审核机制的完善提高了欺诈被发现的概率，从而欺诈的成本在无形中上升了。最后“医保积分”的设置，除了可以方便“精准捐助”，也为社会保险机构实施欺诈惩罚提供了便利。社会医疗保险体系作为受众广泛的区块链技术应用场景之一，如何提升它的运行效率，定会受到极大的关注。

Reference

[1] 张景智.“监管沙盒”的国际模式和中国内地的发展路径[J].金融监管研究,2017(05):22-35.

ZHANG J Z. The International Model of "Supervisory Sandbox" and the Development Path in Mainland China[J].Financial Regulation Research, 2017(05):22-35.

[2] 许闲.保险科技的框架与趋势[J].中国金融,2017(10):88-90.

XU X. Insurance Technology Framework and Trends[J]. China Finance, 2017(10):88-90.

[3] 许闲.区块链与保险创新:机制、前景与挑战[J].保险研究,2017(05):43-52.

XU X. Blockchain and Insurance Innovation: Mechanism, Prospects and Challenges[J]. Insurance Studies, 2017(05):43-52.

[4] 陈劲.金融科技让保险更有温度[J].中国金融,2017(14):54-55.

CHEN J. Financial Technology Makes Insurance More Temperatureable[J].China Finance,2017(14):54-55.

[5] 王和.保险责任与保险实践[J].中国金融,2017(23):41-42.

WANG H.Insurance Liability and Insurance Practices[J].China Finance,2017(23):41-42.

[6] 王海巍,周霖.区块链技术视角下的保险运营模式研究[J].保险研究,2017(11):92-102.

WANG H W, ZHOU L. Research on Insurance Operation Mode from the Perspective of Blockchain Technology[J].Insurance Research,2017(11):92-102.

[7] 王和,周运涛.区块链技术与互联网保险[J].中国金融,2016(10):74-76.

WANG H, ZHOU Y T. Blockchain Technology and Internet Insurance[J].China Finance,2016(10):74-76.

[8] 王焯,汪川.区块链技术:内涵、应用及其对金融业的重塑[J].新金融,2016(10):57-62.

WANG H, WANG C. Blockchain Technology: Connotation, Application and Reshaping of Financial Industry [J]. New Finance, 2016(10):57-62.

[9] 李翔.城镇居民医疗保险中道德风险的防范与控制[J].中国卫生事业管理,2011,28(03):186-189.

LI X. Prevention and control of moral hazard in urban residents' medical insurance[J].Chinese Health Service Management,2011,28(03):186-189.

[10] 李翔.城镇居民医疗保险制度运行中道德风险的控制与防范[J].经济问题探索,2011(04):55-58.

LI X. The Control and Prevention of Moral Hazards in the Operation of Urban Residents Medical Insurance System[J].Economic Problems Exploration,2011(04):55-58.

[11] 史文璧,黄丞.道德风险与医疗保险风险控制[J].经济问题探索,2005(02):60-63.

SHI W B, HUANG C. Moral risk and medical insurance risk control[J].Economic Issues Exploration,2005(02):60-63.

[12] 王嘉懿.对大学生医疗保险的道德风险研究[J].山西财经大学学报,2012,34(S2):179.

WANG J Y. Research on the Moral Hazard of Medical Insurance for College Students[J].Journal of Shanxi University of Finance and Economics,2012,34(S2):179.

[13] 赵曼,吕国营.关于社会医疗保险承保范围的分析[J].财政研究,2002(03):14-18.

ZHAO M, LV G Y. An Analysis of the Coverage of Social Medical Insurance [J].Financial Research, 2002(03):14-18.

[14]赵曼,吕国营.关于中国医疗保障制度改革的基本建议[J].中国行政管理,2007(07):17-20.

ZHAO M, LV G Y. Basic Suggestions on the Reform of China's Medical Security System [J]. China Administration, 2007(07):17-20.

[15] 李连友,李亮.基于成本—收益理论的社会医疗保险欺诈问题研究[J].财经理论与实践,2010,31(01):32-36.

LI LY, LI L. Research on Social Medical Insurance Fraud Based on Cost-Return Theory[J].Theory and Practice in Finance and Economics,2010,31(01):32-36.

[16] 林源.国内外医疗保险欺诈研究现状分析[J].保险研究,2010(12):115-122.

LIN Y. Analysis on Current Status of Domestic and Foreign Medical Insurance Fraud Research [J].Insurance Research,2010(12):115-122.

[17] 吴洪.后医改时代商业医疗保险的定位与出路[J].深圳大学学报(人文社会科学版),2009,26(03): 57-63.

WU H. The Orientation and Outlet of Commercial Medical Insurance in the Post-medical Reform Era[J].Journal of Shenzhen University(Humanities & Social Sciences),2009,26(03):57-63.

[18] 黄丞,刘欣.基本医疗保险适度水平相关研究综述和启示[J].系统工程理论方法应用,2004(02):131-137.

HUANG C, LIU X.A review and inspiration of research on the appropriate level of basic medical insurance[J].System Engineering—Theory & Methods Application,2004(02):131-137.

[19] 李亮. 基于成本—收益理论的社会医疗保险欺诈问题研究[D].湖南大学,2011.

LI L. Research on social medical insurance fraud based on cost-benefit theory [D]. Hunan University, 2011.

[20] 李玮,黄丞,蒋馥. 社会医疗保险中欺诈问题的博弈分析[J].上海交通大学学报,2004(03):470-473.

Li W, HUANG W, JIANG Y. Game Analysis of Fraud Issues in Social Medical Insurance[J].Journal of Shanghai Jiaotong University,2004(03):470-473.

[21] 博弈论与信息经济学[M]. 格致出版社 ，张维迎, 2012

Game Theory and Information Economics [M]. Gezhi Publishing House, Zhang Weiying, 2012

[22] FLORIAN H, BENEDIKT N, TIMM T. The Limits of Trust-Free Systems: A Literature Review on Blockchain Technology and Trust in the Sharing Economy [J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2018, 29.

[23] JOHAN P, ANDRÉ DE K, JOOST F, et al. Laws for Creating Trust in the Blockchain Age [J]. European Property Law Journal, 2017, 6(3).

[24] KOHN L T, CORRIGAN J M, DONALDSON M S. Toerrishuman: Buildingasafer -health system. 2000; Washington, D. C.: National Academy Press.

[25] Institute of Medicine Crossing the quality chasm: a new healthsystem for the 21st century. Washington DC: National Acade-my Press, 2001.

[26] Australian Securities and Investment Commission. Testing Fintech Products and Services without Holding an AFS or Credit Licence[EC/OL]. http://asic.gov.au, 2017-8-14

[27] Eggleston K. Risk selection and optimal health insurance-provider payment systems[J]. The Journal of Risk and Insurance. 2000

探究区块链技术在社会医疗保险中的应用

顾叶 王海艳 周欣钰

顾叶
硕士研究生
同济大学
经济与管理学院
中国，上海200092
邮箱: gymira@tongji.edu.cn

王海艳*
金融学副教授
同济大学
经济与管理学院
中国，上海200092
杨浦区，四平路1500号，816室
邮箱: wanghaiyan@tongji.edu.cn

周欣钰
硕士研究生
同济大学
经济与管理学院
中国，上海200092
邮箱: 383203364@qq.com

关键词: 社会医疗保险；区块链技术；博弈论；“医保积分”

当前我国的医疗保险制度是以政府为主，商业保险为辅的结构。医疗服务费用的快速上涨、老龄化带来的高昂医疗费用、居民健康意识增加带来的医疗需求的释放、生活习惯改变所导致的慢性病发病率的增加、医学技术进步导致的昂贵治疗措施等等，都给当前社会医疗保险带来不小的压力，而“看病难，看病贵”也一直是社会关注的热点话题。

社会医疗保险中存在的资源配置不平衡的问题，可以归咎于当前保险自身存在的不可避免的逆向选择和道德风险。在医保领域该问题的具体表现有很多，比如：居民在医保定点的药店购买的生活用品、保健品可以通过医保报销。这类医保滥用的现象一方面增加了社会医疗保险的运作成本，另一方面一些需要医保的病患却无法得到有效的治

疗，造成了一种失衡的局面，背离了最初全民医保的初衷。除了社保，人们还有一种选择是商业医疗保险，但是商业保险由于保费高昂，受众范围比较狭窄，依然无法解决低收入阶层的就医问题。

从当前技术发展的情况看，区块链技术可能会带来医疗保险领域的变革。区块链是一种按照时间顺序将数据区块（block）以链条（chain）的方式组合成特定数据结构，并以密码学方式保证的不可篡改和不可伪造的分布式共享总账。由于区块链可以通过利用共识算法来验证数据、利用分布式账本技术来存储数据、利用密码学的方式保证数据传输和访问的安全性、利用智能合约来自动执行业务流程等，因而成为众多应用场景中的重点探索领域。

社会医疗保险涉及的主体包括个人、家庭、医疗机构和国家等。只有着眼于受益者个体的真实需求和感受，对资源进行合理有效的配置，才能充分实现社保体系建立的意义。运用区块链技术得到的大数据是交互生成的，系统内所有经济主体参与，是对系统中的所有行为（比如病人修改了权限，或者医生新增了数据、药方等等）的精准记录。也就是说，区块链技术的运用能够很大程度上降低信息不对称造成的道德风险和逆向选择问题，解决社会医疗保险中资源分配不合理和资源滥用的问题，使之朝着更精细化的方向发展。本文试图通过分析社会医疗保险体系的现状和存在的问题，从区块链技术的特征出发，提出一个“医保积分”的概念，运用保险经济学中的一些理论，同时结合其他国家的案例分析，给出解决问题的方案框架，从而推动区块链技术应用于我国社会医疗保险领域。

Insurance Development, Space Overflow Effect and Urbanization

HE Xiaoxia, AN Chaofan

HE Xiaoxia
Professor
School of Economics and Finance
Yunnan University of Finance and Economics
Yunnan Kunming 650221
Email: 13700661555@163.com

AN Chaofan
School of Economics and Finance
Yunnan University of Finance and Economics
Yunnan Kunming 650221
Email: 810883621@qq.com

Keywords: Urbanization; Insurance development; Spatial spillover effect; PCA

Abstract: The panel data of 31 provinces in China from 2005 to 2014 were selected as samples, the comprehensive evaluation index for the development of insurance industry is an empirical analysis of the explanatory variables and the use of population urbanization rate for spatial measurement of the explanatory variables. Through empirical test discovery: Firstly, Urbanization has a significant spatial autocorrelation, therefore, space econometric analysis should be adopted; secondly, The insurance development has a significant positive correlation and positive spatial spillover effect on the urbanization process. Through research and analysis, it provides the basis and relevant Suggestions for insurance development to facilitate urbanization.

1. 引言

近年来，我国城镇化进程取得了一定的成果，城镇化率自 1990 年的 26.44%上升至 2016 年的 57.35%，但与世界先进国家城镇化水平相比，依旧处于落后状态。为加速我国顺利实现城镇化，2014 年，国务院出台的《国家新型城镇化规划（2014-2020）》中提出保险业应积极响应号召，发挥保险业的保障功能，服务于新型城镇化的建设；而且在十九大召开后，再次强调保险业应助力于棚户区改造等城镇化建设项目。保险业助力于城镇化发展有其独特的优势：首先，保险资金的长期性为城镇化进程提供有效的资金支持；其次，保险业可以补充我国城镇化进程中的社保缺口，缓解城镇化进程中的社会问题；最后，为城镇化提供保障并转移风险。在金融保险业支持实体的鼓励下，保险业与城镇化具有较强的联动性，许闲，丁墨海，王丹阳（2016）构建联立方程模型研究保险业发展与城镇化的相互影响关系，表明二者相互促进；李宏涛（2017）通过研究发现我国金融业发展对城镇化具有正的空间溢出效应，并建议在制定政策时应考虑对本省和相邻省份的影响。现有文献的研究表明，我国金融保险业发展会加速城镇化的进程，而关于保险业对城镇化发展是否存在空间溢出效应？国内尚未有相关的研究，因此本文以此为出发点研究保险业发展是否对城镇化发展存在空间溢出效应及空间溢出效应的度量。

文章选取我国 31 个省份 1990-2016 的数据为样本，主要研究分析以下问题：①我国城镇化发展是否存在空间依赖性；②我国保险业发展是否对城镇化存在空间溢出效应；③空间溢出效应的量化。通过研究发现我国城镇化发展存在空间自相关性，并且保险业发展对我国城镇化进程具有正的空间溢出效应。本文的贡献与创新之处在于：指标选取时，运用主成分分析法构建保险业发展综合指标，更全面体现保险业的发展情况；在方法上从空间溢出效应视角研究我国保险业与城镇化的关系，为相关产业政策的制定与城镇化进程提供理论建议。

2. 文献综述

关于保险与城镇化的作用，国内外学者均做了较多的研究。国外学者大多数是从金融角度研究其与城镇化的关系。Stopher（1993）通过研究指出交通等城市基础设施得益于金融的支持；Cho，Wu；Boggess（2002）从土地资源利用角度研究金融对城镇化的支持作用；国内学者吴昊，杨济时（2015）在文章中从农业现代化、社会治理等多个方面用理论论述保险业所发挥的作用，并建立时间序列实证分析了保险业对城镇化的正向促进作用；徐志峰，温剑波（2013）则主要以商业保险参与构建城镇化过程中必须的社保体系为出发点进行理论研究；与二者持有类似研究方法的有鲁全（2016）通过研究就业、养老保险制度与城镇化的关系指出，随着城镇化进程的不断推进，就业质量不断提高，城乡居民主要依靠企业提供的职工基本养老保险作为保障；王丽（2015）在研究中指出城镇化可以加速实现我国养老保险体系的全国统一，持有相同观点的有汪伟，刘玉飞（2016）；王干，鲁全（2013）；戴稳胜（2015）在文章中分析现行经济状态下的农村养老现状，并提出通过加快农村城镇化的步伐以缓解农村居民养老缺口。上述文献是从构建全国统筹的养老保险的视角对城镇化与社保关系的研究。杨汇潮，江生忠（2014）通过协整检验和面板数据检验得出：城镇化与保险发展的协整关系存在，且城镇化对保险发展具有促进作用；臧志谊，景鹏等（2015）；许闲，丁墨海等（2016）均以保险发展与城镇化的互动作用为出发点，臧志谊，景鹏等通过研究发现东部地区的耦合度较高，中西部地区较低，而且一定程度上二者存在相互作用关系；许闲，丁墨海等从三个方面分别度量城镇化，运用联立方程模型得出我国保险业发展与城镇化的双向影响关系且通

过选取寿险密度进行回归发现结果更加明显。

由已有文献可知，关于金融保险与城镇化的研究很少有从空间特征角度进行分析研究。随着新地理经济学的发展，其研究表明大部分经济、贸易等数据均呈现一定的空间特征。关兴良，魏后凯（2016）选取人口城镇化率作为城镇化的代理变量，研究结果显示我国城镇化具有空间集聚性；李宏涛（2017）研究中也得出相同结论：我国省域城镇化发展存在空间自相关性；因此选用空间计量的研究方法研究城镇化是合理的。基于以上文献的分析可知，国内尚未有学者从空间溢出效应角度研究保险发展与城镇化的关系，本文则在已有文献的基础上采用空间计量的实证分析方法，分析我国保险发展对城镇化的作用及保险发展对我国城镇化进程是否存在空间溢出效应。

3. 变量选取及模型设立

3.1 变量的选取及定义

文章中被解释变量城镇化的选取参照已有文献的做法，选取人口城镇化率（UN1）、空间城镇化率（UN2）建立模型。由于现有的保费收入、保险密度及深度等指标分别从单一方面衡量保险的发展状况，不能全面反映保险业发展的整体情况，因此本文再解释变量的选取方面，借鉴朱航（2013）的做法构建保险业综合评价指标衡量保险发展水平（INSD），其中保险业综合评价指数的构建从规模、结构及效率等多个维度进行描述，进而用主成分分析法合成解释变量保险发展水平，在进行主成分分析法合成变量前进行 KMO 检验，2005-2014 年的 KMO 值均大于 0.5，即可进行主成分分析。在本文中关于控制变量的选择则主要从经济、政府及要素三个方面考虑。在当下的经济发展阶段，城镇化的主要目的是为经济发展提供新动力，喻开志，黄楚蘅等（2014）在研究中指出城镇化的发展会促进经济快速健康发展，于是文章在研究中需控制经济方面的影响，而关于经济方面的控制变量本文选取人均国内生产总值（GDP）、城乡收入差距（GAP）及出口依存度（EXPORT）。在城镇化的进程中，政府发挥着巨大的推动作用，我国目前推进城镇化进程的项目 PPP、BOT 等均由政府主导，民间资本入驻建设，因此本文将政府的财政支出水平（FISCAL）作为控制变量之一。据理论及实际经验来看，要素投入水平也是决定城镇化进程的主要因素之一，于是本文借鉴马孝先（2014）的做法，选取要素投入的两个主要方面：教育水平（EDUL）及资本投入（CAPITAL）作为控制变量，其中人力资本投入选取人均受教育年限进行度量，资本投入则选取固定资产作为代理变量。具体的变量定义及符号如下表 1 所示。

表 1 变量的设计与定义

变量类型	变量名称	表达式	符号
被解释变量	人口城镇化率	城镇人口/总人口	UN1
	空间城镇化率	城市建设用地/总面积	UN2
解释变量	保险发展水平	保险业发展综合评价指标	INSD
	人均国内生产总值	GDP/总人口	GDP
	城乡收入差距	城乡居民人均可支配收入之比	GAP
	出口依存度	出口额/GDP	EXPORT

控制变量	资本投入	固定资产投入量	CAPITAL
	财政支出水平	财政支出水平/GDP	FISCAL
	教育水平	人均受教育年限	EDUL
	存款余额	城乡居民人民币储蓄存款余额	INCOME

3.2 理论分析及模型设立

3.2.1 空间权重矩阵

区域间空间距离的度量是空间溢出效应的的前提，空间权重矩阵的选择有邻接矩阵、经济距离矩阵等多种方法，由于本文研究的重点是空间溢出效应，因此本文选择邻接矩阵（W）作为空间权重矩阵。

3.2.2 空间自相关检验

进行空间计量模型回归前的主要步骤是检验被解释变量城镇化水平的空间自相关性，空间自相关的检验方法有莫兰指数、吉尔里相邻比率等检验方法，本文选择莫兰指数检验进行空间依赖性的检验。莫兰指数检验的公式如下所示：

$$\text{Moran'I}=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{s^2\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}} \quad (1)$$

公式（1）中 S^2 为样本方差，W_{ij} 为空间权重矩阵（i,j）元素，莫兰指数的取值范围为（-1,1），其中当莫兰指数接近于 0 时，被解释变量不存在空间依赖性，不能选择空间计量模型；当莫兰指数大于 0 且接近于 1 时，其具有显著的正的空间自相关性，即呈现 H-H 或 L-L 集聚状态；当莫兰指数小于 0 时，显示具有负的空间依赖性，即呈现 H-L 或 L-H 的分布状态。

3.2.3 空间杜宾模型

空间杜宾模型中即包含了被解释变量的空间滞后项 WY 也包含了解释变量的空间权重项。空间杜宾模型可以用来检验不同地区之间被解释变量之间的相互作用和不同省份的解释变量对本省份被解释变量 Y_i 的影响程度。其表达式如下，其中 W 为邻接空间权重矩阵。

$$Y = \theta WY + X\beta + WX\delta + \varepsilon \quad (2)$$

3.2.4 模型的设立

本文的被解释变量城镇化水平由人口城镇化率（UN1）、空间城镇化率（UN2）两个指标进行度量，于是本文基于以上的分析分别构建模型如下，其中模型 4 用于稳健性检验。

$$UN1_i = \beta_{i0} + \beta_{i1} INSD + \sum_{k=2}^{n} \beta_{ik} VARIABLE_{ik} + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$UN2_i = \theta_{i0} + \theta_{i1} INSD + \sum_{k=2}^{n} \theta_{ik} VARIABLE_{ik} + \tau_i \quad (4)$$

3.3 样本选取及数据说明

基于数据的可获得性整理后本文选取我国31个省份2005-2014年的数据为样本进行研究，数据来源于《中国保险年鉴》、《中国统计年鉴》、中经网统计数据库及 EPS 等。文章所用的分析软件有 Stata14.0、Geoda，通过软件进行数据分析、回归来展开本文的实证研究。

4. 实证分析

4.1 我国城镇化水平的空间自相关分析

文章在进行回归分析前首先对被解释变量城镇化进行莫兰指数检验，选取城镇化的衡量指标人口城镇化率（UN1）进行空间自相关检验，检验结果如下表 2 所示。通过表 2 中的检验数据可知，全局莫兰指数值均大于 0，则表明城镇化水平存在正的空间自相关性，且由其 Z 值的大小可知 2005-2014 年的城镇化发展水平呈现空间自相关性，拒绝不存在空间自相关性的原假设。因此本文的研究应采用空间计量的实证分析方法，使估计的结果更加稳健。

表 2　城镇化水平的全局自相关检验

年份	2005	2006	2007	2008	2009
Moran's I	0.294***(3.09)	0.295***(3.1)	0.299***(3.14)	0.302***(3.167)	0.310***(3.24)
年份	2010	2011	2012	2013	2014
Moran's I	0.304***(3.17)	0.297***(3.097)	0.289***(3.025)	0.291***(3.049)	0.291***(3.046)

注：（括号内为 Z 值）

4.2 回归分析

在以上自相关分析的基础上，文章对所选择的变量及数据建立空间面板模型回归如下表 3 所示。通过回归分析可知，固定效应回归和随机效应回归中，保险发展综合评价指标（INSD）对城镇化存在显著的影响，分别在 1%和 5%的显著性水平上表明保险发展对城镇化有正向促进作用，且空间权重项 W（INSD）也均在 5%的显著性水平上表明保险发展存在正的空间溢出效应，即保险发展水平不仅会促进本省份的城镇化进展而且会带动相邻省份的城镇化进程，因此为打破城乡二元分割加快城镇化的步伐，保险可以发挥显著的促进作用。而且由表 3 的回归结果可知，国民经济发展水平（GDP）及财政支出水平（FISCAL）对本省的城镇化进程具有显著的促进作用；而且随机效应和固

定效应的结果均表明城镇化进程具有显著的空间自相关性，即本省的城镇化进程会受到相邻省份的影响。在固定效应和随机效应回归的基础上进行豪斯曼检验，豪斯曼检验结果小于 0，故固定效应优于随机效应。在回归分析的基础上对变量进行直接效应和间接效应的分解如表 4 所示；直接效应代表本省的保险发展水平对该省份的城镇化的作用程度，间接效应表示本省的城镇化水平对邻接省份城镇化水平的影响。表 4 的结果保险发展的直接效应为 0.0079，间接效应为 0.0296 与空间面板回归的结果一致，即保险发展会促进城镇化的进程。

表 3 空间面板模型回归结果

	RE	FE
INSD	0.0077***(2.75)	0.00597**(2.3)
GDP	0.1027***(4.40)	0.1124***(3.78)
GAP	-0.0041(-0.7)	-0.0038(-0.62)
EXPORT	0.00004(0.83)	0.00005(0.84)
CAPITAL	-0.0014（-0.21）	-0.0008(-0.11)
FISCAL	0.38**（2.26）	0.4484**(2.48)
EDUL	-0.1798（-0.55）	-0.0148(-0.46)
INCOME	-0.0254(-1.12)	-0.03697(-1.35)
W（INSD）	0.0204**(2.23)	0.019**(2.06)
W（GDP）	-0.0677***(-3.38)	-0.0889***(-3.43)
W（INCOME）	0.0877***(3.38)	0.0958***(3.21)
W（CAPITAL）	-0.0394**(-2.31)	-0.0315*(-1.75)
SPATIAL	0.3034***(3.27)	0.3158***(3.77)
截距	-0.1039(-0.54)	
R^2	0.9251	0.9256
LogL	876.5278	1000.3363

注:（括号内为 Z 值）

表 4 直接效应与间接效应

变量	INSD	GDP	GAP	EXPORT	CAPITAL	FISCAL	EDUL	INCOME
直接	0.0079***	0.1074***	-0.0033	-0.00005	-0.004	0.4645**	-0.0153	-0.028
效应	（2.8）	（3.83）	（-0.54）	（0.86）	（-0.54）	（2.52）	（-0.46）	（-1.05）

间接效应	0.0296** （2.22）	-0.0710** （-2.38）	-0.0011 （-0.44）	0.00002 （0.78）	-0.0447* (-1.72)	0.1970* （1.85）	-0.0066 (-0.43)	0.1143*** （3.01）
总效应	0.0374*** (2.59)	0.0364 (1.18)	-0.0044 (-0.52)	0.00007 (0.85)	-0.0487 (-1.61)	0.6615** (2.42)	-0.0219 (-0.46)	0.0858* (1.85)

注：（括号内为 Z 值）

4.3 稳健性检验

进行稳健性检验时，通过变换被解释变量的衡量方法，选择空间城镇化率进行回归分析以验证文章已进行实证分析的合理性，其模型如公式（4）所示。通过回归分析发现，（UN2）作为城镇化的代理变量的回归结果与人口城镇化率（UN2）的结果一致，即保险发展对城镇化具有显著的促进作用且有明显的空间溢出效应，本省的保险发展不仅促进城镇化的发展而且会带动邻接省份的城镇化进程。

5. 结论及建议

文章通过实证分析及检验得出以下结论：首先，我国城镇化水平存在显著的空间自相关性，因此在文章的实证分析中选取空间计量模型更加合理；其次，通过检验选取空间杜宾模型进行回归，由回归结果可知，保险发展对本省和邻接省份的城镇化进程均有显著的影响，表 4 中保险发展（INSD）的直接效应为 0.0079 且其通过 1%的显著性水平的检验，间接效应为 0.0296 且 Z 值为 2.22，即保险发展对城镇化进程有促进作用且存在空间溢出效应。经过整体的分析及结合实践文章给出下列建议：

（一）发挥保险资金的优势，助力于城镇化进程

保险公司具有不同于商业银行资产负债的特点，其资产具有长期性、规模大等优势，尤其是寿险资金长期性优势更加明显。而在城镇化进程中其基础设施建设、投资及改造等项目需要大量的资金支持且其建设工期较长，政府应出台相关政策鼓励保险资金投资于城镇化建设项目。且保险公司等主体也要在资金使用中提高资金的运用效率，有效支持城镇化的推进。

（二）充分利用商业保险的功能，为城镇化进程提供保障

在城镇化进程中，随着城镇居民的增多，现有的社会保险不足以应对日益增多的城市人口，商业保险作为社会保障体系的组成部分，应发挥其保障功能为不断增加的城乡居民提供养老、医疗等保险服务，缓解现有社保体系的压力，并实现真正意义上的城镇化；而且随着人口的转移，大量居民集聚于城镇，其风险随着转移集聚，商业保险可以为城镇化中面临的风险提供分散转移途径。因此保险公司应不断发展及提高其业务水平，服务于实体建设，发挥其稳定保障作用。

（三）提高保险创新能力，服务于国家治理体系建设

保险公司应不断创新其产品服务及完善其经营机制。随着社会经济的发展对责任保险的潜在需求越来高，保险公司可以加强责任保险产品的设计来协助政府进行职能管理；而且保险公司也要不断完善其经营机制，比如在巨灾保险制度的建立完善等方面，加强于政府的协调，构建完备的减灾防灾体系。

Reference

[1] 李宏涛.金融发展对中国城镇化发展的空间溢出效应检验[J].深圳大学学报(人文社会科学版),2017,34(06):133-139.

[2] 唐未兵,唐谭岭.中部地区新型城镇化和金融支持的耦合作用研究[J].中国软科学,2017(03):140-151.

[3] 顾海峰.新型城镇化、保障房制度与最优信贷环境——基于需求引致与供给助推的双重视角[J].中国软科学,2017(01):70-81.

[4] 咬亮,程凯.经济增长、城镇化与财险需求的非线性关系研究——基于面板平滑转换回归模型 PSTR 的检验[J].保险研究,2016(10):48-62.

[5] 李猛.人口城市化的财政代价及其形成机理——1960 年以来的大国经验[J].中国工业经济,2016(10):40-56.

[6] 许闲,丁墨海,王丹阳.城镇化进程和保险业发展的互动机制研究[J].保险研究,2016(03):18-31.

[7] 薛宝贵,何炼成.市场竞争、金融排斥与城乡收入差距[J].财贸研究,2016,27(01):1-8.

[8] 严成樑,李涛,兰伟.金融发展、创新与二氧化碳排放[J].金融研究,2016(01):14-30.

[9] 王弓,叶蜀君.金融集聚对新型城镇化影响的理论与实证研究[J].管理世界,2016(01):174-175.

[10] 吴钰,蒋新慧.保险业服务农业现代化有效路径分析[J].保险研究,2013(12):23-28.

[11] 石晓军,郭金龙.城镇化视野下我国农业保险发展的若干思考[J].保险研究,2013(08):13-18.

[12] 中国金融 40 人论坛课题组,周诚君.加快推进新型城镇化:对若干重大体制改革问题的认识与政策建议[J].中国社会科学,2013(07):59-76.

[13]徐志峰,温剑波.保险业参与城镇化发展的思考[J].保险研究,2013(06):68-75.

[14]胡振华,陈恒智.农村金融发展、城镇化与城乡居民收入差距实证分析[J].经济问题探索,2013(06):63-68.

[15] 中国金融 40 人论坛课题组,蔡洪滨,李波,林赞,伍戈,徐林,席钰,袁力,周诚君.土地制度改革与新型城镇化[J].金融研究,2013(05):114-125.

[16] 吴超,钟辉.金融支持我国城镇化建设的重点在哪里[J].财经科学,2013(02):1-10.

[17] 孙永强.金融发展、城市化与城乡居民收入差距研究[J].金融研究,2012(04):98-109.

[18] 陈元.开发性金融与中国城市化发展[J].经济研究,2010,45(07):4-14.

[19] 刘芬华.农村城镇化、异质性金融需求与金融产业结构调整——以广东省中山市农村城镇化为案例[J].财经科学,2010(06):25-32.

[20] 阳立高,廖进中.城镇化、工业化与农业产业化经济拉动作用分析[J].经济问题探索,2009(03):163-168.

[21] 杨胜刚,朱红.中部塌陷、金融弱化与中部崛起的金融支持[J].经济研究,2007(05):55-67.

[22] BLEAKLEY H, CHIN A. Age at Arrival, English Proficiency and Social Assimilation among U.S. Immigrants, Applied Economics,2010, Vol.2, No.1,pp.165~176.

[23] MELLY B. Public-Private Sector Wage Differentials in Germany：Evidence from Quantile Regression, Empirical Economics, 2005,Vol.30, No.2,pp.505~520.

[24] Swiss Re. Urbanisation in emerging markets: boon and bane for insurers [R].SIGMA,2013(5) .

保险发展、空间溢出效应与城镇化

何晓夏，安超帆

何晓夏
教授
云南财经大学金融学院
云南昆明 650221，中国
Email: 13700661555@163.com

安超帆*
云南财经大学金融学院
Email: 810883621@qq.com

关键词：城镇化；保险发展；空间溢出效应；主成分分析法

摘要：文章选取 2005-2014 年度的全国 31 个省份的面板数据为样本，构建保险业发展的综合评价指标为解释变量并选用人口城镇化率为被解释变量进行空间计量的实证分析。通过实证检验发现：首先，城镇化具有较显著的空间自相关性，因此应采用空间计量分析方法；其次，保险发展对城镇化进程呈现显著的正相关关系和正的空间外溢效应。经过研究分析为保险发展助力于城镇化提供依据和相关建议。

作者简介：何晓夏，云南财经大学金融学院教授（直聘），经济学博士，主要研究方向：宏观金融理论与政策、保险产业经济学；安超帆，云南财经大学金融学院研究生，主要研究方向：保险产业经济学。
项目来源：国家自然科学基金项目：中国农村资金互助组织发展与风险控制研究：来自西部的证据项目(项目编号：71363057)。云南农村普惠金融发展研究创新团队建设项目资助。

Analysis on the Influence of C-ROSS on the Profitability of China's Property Insurance Companies

LIU Lu, FENG Li na

LIU Lu
Associate Professor
School of Economics and Finance
Dongbei University of Finance and Economics
Dalian 116023, China
Email: Liulu_76@126.com

FENG Li na*
Department of Insurance
Dongbei University of Finance and Economics
Room352, Gakumon Floor, DUFE,
Jianshan street, Shahekou district, DA LIAN
Email: 18340871912@163.com

Keywords: Property insurance company, Profitability, C-ROSS, DuPont analysis system

Abstract. In recent years, China's insurance industry has developed rapidly but the profits have been fluctuating. Especially China Risk Oriented Solvency System(C-ROSS) was formally implemented in 2016, industry profits fell by 30% and the net profits of property insurers declined significantly with the slow growth of premium income. How C-ROSS affects the profitability of property insurers has become the focus of this study. Through analyze the profitability status of the whole property insurance market and combined with the DuPont analysis system to analyze the profitability of different-scale property insurers. And I build models with dummy variables and C-ROSS related indicators, using the "YEARBOOK OF CHINA'S INSURANCE" and the companies' annual reports to fully explore the impact of C-ROSS on the profitability of China's property insurers.

The article has five chapters. The first chapter describes the background and significance of the topic selection, and analyzes the status quo by combining domestic The second chapter analyzes the profitability status of the whole property insurance market and selects 30 sample companies' data as research object. The sample companies are classified and analyzed separately from the cost and profit structure according to the scale of premium income. The third chapter introduces the DuPont analysis method and combines the characteristics of the property insurers to decompose and replace some indicators, and analyze the indicators in the light of different types of property insurance companies. The fourth chapter is the empirical

part of this article. I select 30 sample companies' panel data from 2012 to 2016 to conduct empirical analysis and use Eviews software to test the stability of the sample data and the Hausman test, building a model that includes dummy variables and C-ROSS related indicators and analyze them separately. Through the regression results, the correlations between various financial indicators, dummy variables and the profitability of the property insurance companies are analyzed. Finally, the fifth part has conclusions. The impact of C-ROSS on the profitability of different insurance companies is related to their own profit structures. The underwriting profit rate and net investment rate are the two most important factors. The fixed income investment ratio has significant influence on all sample companies.

The innovation is mainly reflected on the analysis of the profitability of the entire property insurance market and the subdivision of sample companies according to the scale of premium income. Firstly, we use the DuPont analysis system to construct a profitability evaluation system based on the analysis of financial indicators. Then further introduce dummy variables and three indicators related to the quantitative risk of C-ROSS with the background of C-ROSS. So we can build panel data models with different scales that includes financial indicators, dummy variables and C-ROSS related indicators to fully investigate the impact of C-ROSS on the profitability of property insurance companies, which will make the regression model more perfect and the article more realistic.

1. 引言

1.1 研究背景及意义

从1979年恢复至今，我国保险业发展迅速，保监会最新数据显示，2017年全行业原保险保费收入达36581.01亿元，同比增长18.16%，其中产险公司和寿险公司分别增长13.76%和20.04%；净利润实现2567亿元，同比增长29.7%。保险业快速成长的同时也存在一些问题，如利润总额波动一直较大。尤其2016年偿二代正式实施后，保险业全行业利润和投资收益明显下滑，投资收益同比下降1.9%，行业利润下降达三成。其中寿险业务仍实现高速增长，而产险公司利润降幅较大且保费收入增速缓慢，产险公司盈利问题引人关注。

偿二代以偿付能力充足率为核心，对最低资本的计量进行更详细的划分，其中有关量化风险最低资本的计量标准如何影响我国产险公司盈利能力成为本文研究的重点。在新的监管体系下，产险公司需要建立一个比较系统的盈利能力评价体系，帮助其尽快适应新的监管框架，注重风险控制后的盈利水平的稳步提升。

本文分析了整个财产保险市场盈利现状，并根据保费收入规模加以区分，结合杜邦分析法构建适合产险公司的盈利能力评价体系，同时引入虚拟变量及偿二代相关指标使体系更加完善。本文还选取了30家样本公司数据进行实证分析，以期为我国财产保险公司在满足偿二代要求的前提下实现盈利最大化作出贡献。

1.2 文献综述

1.2.1 关于偿二代的研究现状

偿付能力监管一直是各国监管改革的重点，其中欧盟偿付能力II（Solvency II）和美国RBC监管体系进展较好，对我国具有一定借鉴意义。

Solvency II于2001年启动，2007年推出草案，2016年终于正式生效。国内学者赵桂芹、梁庆庆（2009）一直对此项目保持追踪，阐述了 Solvency II 计划实施的背景和进程，总结 Solvency II 的主要变动及其内容，并结合我国保险业与欧洲保险业形势进行借鉴分析；黄海森（2013）从框架体系、计量方法和资产负债评估等角度对Solvency I和Solvency II做了对比，并指出新体制存在的不足。美国风险资本标准（RBC）发展于20世纪末，提出了以风险资本要求为核心的监管制度，2008年推行了美国偿付能力现代化工程（SMI），并对美国RBC制度做了进一步完善。江炳辉（2016）比较了偿二代与欧美偿付能力监管体系，认为从监管理念、监管框架和监管标准而言，偿二代与国际主流偿付能力监管模式完全可比，同时更具现实意义。

2015年12月，中国第二代偿付能力体系17项监管规则以及过渡期内试运行方案颁布，偿二代进入实施过渡期。2016年1月，“双轨并行”状态结束，偿二代正式实施。关于偿二代对保险业的影响，国内学者纷纷进行探究。金鹏（2014）分析了偿二代对保险公司资本、业务结构、资金运用等六个领域产生的影响，表示应对不同资本风险和险种的相关性加以考量；张兰（2015）认为偿二代的实施将推进财产保险公司进行转型，优化产品结构，并结合不同资产风险因子更新资产配置；余龙华、陶羽琪（2016）认为偿二代将对保险公司产品策略、融资策略、投资策略、风险管理等多个方面产生影响，并示例了战术资产配置方法。

1.2.2 关于产险公司盈利能力的研究现状

盈利能力作为公司发展的核心指标，一直以来都是我国保险业关注的重点，对于产险公司盈利能力研究主要体现在分析方法和分析内容两个方面。

杜邦分析体系最早由美国皮埃尔·杜邦和唐纳森·布朗于1919年提出，是较为系统的经营绩效分析体系，1999年，美国学者Barry D. Smith将该体系应用于保险业，并对体系内各指标进行调整，赋予了保险业的特殊含义。赵桂芹（2013）根据保险业新会计准则将“已赚保费”指标引入杜邦分析体系，以求更精确地衡量企业的承保和投资能力。

保险公司盈利来源一直存在两种观点：承保利润和投资收益。美国麦肯锡管理咨询公司曾跟踪分析全球15家产险公司经营指标并认为承保利润是其主要盈利来源，同时业绩和成本的增速存在正相关；陆晓军（2008）分析了产险公司风险情况，认为提升业务能力、产品结构和风险管理水平是改善盈利现状的关键；江生忠（2009）认为要实现公司盈利，需理清保费收入和利润、投资之间的关系，中小产险公司应加强专业化经营，进而降低成本；祝向军、刘玲玲（2010）选取了ROA、ROE、总利润、承保利润率及投资收益率等角度，客观分析了7家产险公司1999-2008年的盈利状况，发现承保利润和投资利润存在反周期变化趋势，并认为投资利润对产险公司盈利水平有重要影响。

综上所述，关于偿二代及产险公司盈利能力研究，国内外已有一定成果，但仍存在以下不足。首先，关于偿二代的研究大多偏向制度对比和难以量化的指标分析方面，仅停留在政策建议层面，数据分析较少。其次，产险公司盈利能力研究大多仅关注承保利润和投资收益两个指标，未能形成系统的评价体系。最后，我国目前关于偿二代对产险公司盈利能力影响的分析较少，尚需进一步深化研究。

2. 我国财产保险公司盈利状况描述

2.1 我国产险市场整体性描述

2000年-2017年我国产险业成长迅速，产险公司数量从17家增长到85家，整整翻了五倍；原保险保费收入由598亿元增长到10541.38亿元，近似高达十八倍。截至2017年年底，我国财产保险市场共包括中资产险公司63家，外资产险公司22家，2017年各产险公司市场份额情况如图1所示。

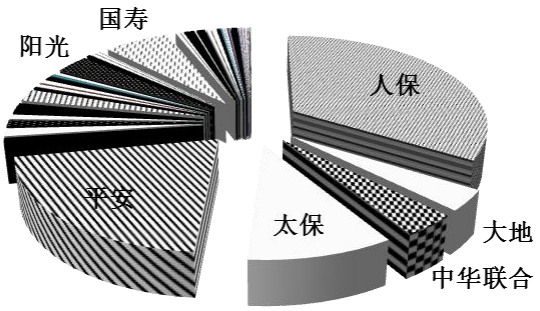


图1　2017年我国财产保险公司原保险保费收入市场份额分布图

如图1所示，我国产险市场原保险保费收入并不均衡，发展较为成熟的产险公司市场份额较高，其中原保险保费收入最高为人保产险，达到3492.9亿元，市场占有率33.14%；平安产险和太平洋产险位列第二和第三名，市场份额分别为20.49%和9.87%；华安等成立相对较久运营稳定的公司以及泰山等新成立的产险公司，市场份额均在3%以下，承保业务仍处于并将长期处于发展阶段。

本文将资产规模划分为100亿以下、100亿-500亿和500亿以上三个层次，将成立时间划分为2000年前、2000年-2005年和2005年-2011年三个时间段同时结合不同主营业务特点如责任险、农险等多方面因素综合选取了30家较具代表性的中资财产保险公司作为研究对象，2017年它们的原保险保费收入之和占整个产险市场的91.38%，基本能够代替整个财产保险行业。另外，安邦由于过度扩张目前正处于保监会接管之中，相关分析指标均与其他产险公司存在较大差距，因此不在此次30家样本公司之列。

本文数据取自2012年-2016年《中国保险年鉴》、30家财产保险公司2012年-2016年所有的公开信息披露报告以及2017年中国保监会统计数据。为深入分析偿二代对不同规模产险公司盈利能力影响的特殊性，本文根据各产险公司2012年-2016年五年内平均保费收入规模将30家样本公司进行分类。其中，五年内平均保费收入达到300亿元的公司设为

大型财产保险公司，符合条件的共有5家；少于300亿元的公司设为中小型财产保险公司，共有25家。

2.2 不同规模产险公司成本情况

财产保险公司成本直接反映在承保利润指标上，综合成本率包括综合赔付率和综合费用率。综合赔付主要与赔付支出和保险责任准备金提转差有关，赔付之后的追偿款收入还可以作为赔付支出的补偿；业务及管理费用、手续费及佣金、营业税金及附加以及分保费用是综合费用的主要成分，不同规模产险公司成本情况差异显著。

2.2.1 我国大型财产保险公司成本情况

表1 2012-2016年大型产险公司承保指标统计表[1]

年份 / 承保指标	2012	2013	2014	2015	2016	近五年平均
综合成本率	95.38%	98.91%	98.64%	98.34%	99.47%	98.14%
综合赔付率	59.88%	64.14%	62.76%	61.69%	61.50%	61.99%
综合费用率	35.50%	34.77%	35.88%	36.65%	37.97%	36.15%

数据显示，我国大型财产保险公司成本控制较好，2012年-2016年平均综合成本率为98.14%，承保业务整体处于盈利状态。综合赔付率呈现下降趋势，主要是由于成熟的产险公司保单质量及业务结构较为规范，核保和理赔环节监管严格；综合费用率近两年内有所上升，较高的佣金及手续费支出、新兴产险公司带来的市场压力以及由此产生的新渠道开拓费用等都对综合费用率提高产生影响。

在5家大型财产保险公司样本中，平安、人保以及中华联合综合成本率在平均水平之下，分别为95.76%、96.81%和97.93%；其中，人保的赔付率最高，为64.15%，但同时费用率水平最低，仅为32.66%，业务的不足通过有效的费用管制得到改善。另外，五年内只有人保和平安两家大型财产保险公司持续保持盈利。

2.2.2 我国中小型财产保险公司成本情况

表2 2012-2016年中小型产险公司承保指标统计表[2]

年份 / 承保指标	2012	2013	2014	2015	2016	近五年平均
综合成本率	125.66%	109.39%	105.99%	109.23%	108.95%	111.84%
综合赔付率	63.88%	61.16%	59.90%	61.64%	60.44%	61.41%
综合费用率	61.77%	48.23%	46.09%	47.59%	48.51%	50.44%

相比之下，我国中小型财产保险公司成本情况更接近于行业平均线但整体偏高。表2显示，中小型产险公司综合成本率近两年有所下降，综合赔付率一直处于61%上下波动，综合费用率与大型产险公司变动相同均为上升趋势。在25家中小型财产保险公司样本中，只有阳光、鼎和、安信农业和国元农业4家公司综合成本率小于1；其中安信农业和国元农业的赔付率偏高，但费用率仅为33.84%和19.39%，专业经营优势明显。长江和泰山两家成立时间最短的公司承保业务仍存在很多问题，承保亏损位居市场前两位。

2.3 不同规模产险公司利润情况

相对寿险公司而言，产险公司以短期业务为主，“三差益”并不稳定，资金流动较快，因此投资收益也成为目前我国财产保险公司营业利润的主要组成部分。由于不同规模财产保险公司的利润结构特征也存在差异，本文将以2016年为例，分别对大型和中小型产险公司的营业利润、投资收益及承保利润情况进行统计。

2.3.1 我国大型财产保险公司利润情况

① 数据来源于 2012 年-2016 年《中国保险年鉴》及 5 家样本公司 2016 年年报
② 数据来源于 2012 年-2016 年《中国保险年鉴》及 25 家样本公司 2016 年年报

表3　2016年大型产险公司利润统计表[3]　　价值单位：百万元

公司名称（成立年份）	营业利润	投资收益	承保利润
人保产险（1950）	22643.47	18870.08	4755.22
平安产险（2002）	14768.6	8946.49	6809.86
太平洋产险（1991）	6020.98	5616.06	499.13
国寿产险（2006）	2135.62	2635.83	-263.25
中华联合产险（2006）	749.53	1848.69	-892.34

表3显示，2016年人保、平安两家大型产险公司承保利润占比略高，基本实现承保和投资同步发展，利润贡献较为均衡。在产险公司承保业务普遍亏损的情况下，这一利润结构特征表明，大公司在承保效率上存在绝对的规模优势，而投资收益方面的规模效应相对来讲并不明显。当然除人保、平安和太保三大巨头外，国寿和中华联合承保业务同样发生亏损，营业利润很大一部分依赖于投资收益。

2.3.2　我国中小型财产保险公司利润情况

表4　2016年中小型产险公司利润统计表[4]　　价值单位：百万元

公司名称（成立年份）	营业利润	投资收益	承保利润
大地产险（2003）	1626.83	1371.65	-113.39
阳光产险（2005）	1150.58	1169.64	788.08
永安产险（1996）	837.37	788.63	152.07
太平产险（2001）	746.41	833.49	98.47
英大产险（2008）	510.92	654.36	-157.89
安诚产险（2006）	472.05	377.62	-828.6
华泰产险（1996）	430.32	421.2	-5.91
华安产险（1996）	387.83	321.78	-375.19
中银保险（2005）	251.31	365.93	-710.01
天安产险（1994）	245.29	17910.21	-477.35
鼎和产险（2008）	243.95	136.93	146.01
国元农业（2008）	206.61	155.89	-283.73
安信农业（2004）	122.01	76.46	86.13
紫金产险（2009）	36.54	347.08	-294.91
泰山产险（2011）	17.51	186.38	-160.6
都邦产险（2005）	11.62	178.95	-201.95
永诚产险（2004）	5	30.78	-137.07
华农产险（2006）	4.28	56.15	-56.94
安华农业（2004）	0.44	89.66	-321.59
渤海产险（2005）	-4.38	168.04	-1078.41
长安责任（2007）	-36.42	192.35	-224.05
长江产险（2011）	-78.38	58.02	-158.3
中煤产险（2008）	-139.87	31.15	-166.02
亚太产险（2005）	-453.98	164.54	-595.53
浙商产险（2009）	-655.21	75.64	-710.8

如表4所示，2016年25家中小型产险公司中承保业务盈利的只有5家（阳光、永安、太平、鼎和、安信农业），投资收益比例较高，说明当前我国中小型产险公司还偏向投

③　数据来源于 5 家样本公司 2016 年年报
④　数据来源于 25 家样本公司 2016 年年报

资依赖模式，承保的不足靠投资收益弥补。另外，车险业务规模占产险公司60%以上，大多数以车险为主的产险公司都遭受到不同程度的利润冲击。

综合而言，市场占有率、业务成熟度以及经营渠道的差距使得各产险公司盈利能力发展较不平衡。大型产险公司中人保、平安和太平洋整体业绩优良，专业保险公司盈利水平也处于前列，而大部分普通中小型产险公司由于规模、经验等方面的不足经营惨淡，说明规模效应和专业优势对产险公司的盈利能力具有重要意义。

另外，资金运用也是产险公司发展的关键，由于产险公司业务特殊，投资领域与寿险不同，净投资收益率是反映投资能力的指标。净投资收益率通常以“平均总资产”为基数，得到简单的“投资收益率”，但本文考虑到企业在实际中用于投资的资产要少于总资产，容易使得计算结果偏小，因此在接下来的分析中将对“平均总资产”用“平均投资资产”加以替换，以求更准确地反映产险公司投资业务的盈利能力和潜在投资规模的大小。

3. 产险公司盈利能力评价体系构建及主要财务指标分析

3.1 杜邦分析法

杜邦分析法以净资产收益类（ROE）为核心指标，从财务角度分析企业经营水平，反映影响财务状况的各因素及其影响程度。计算公式为：

$$\mathrm{ROE}=\frac{\text{净利润}}{\text{所有者权益}} \tag{1}$$

对ROE进一步分解得到总资产收益率（ROA）和权益乘数，ROA反映企业整体盈利能力，权益乘数反映资产、负债和所有者权益之间的关系，继续向下分解得到公式（2），

$$\mathrm{ROE}=\frac{\text{净利润}}{\text{销售收入}}\times\frac{\text{销售收入}}{\text{总资产}}\times\frac{\text{总资产}}{\text{所有者权益}} \tag{2}$$

公式（2）包括销售利润率、资产周转率和财务杠杆系数，分析这三个比率可考察企业盈利的结构性变化，发现制约利润增长的因素，为政策的制定提出相应建议。

3.2 产险公司杜邦分析体系构建

3.2.1 杜邦分析体系扩展

1999年，美国著名学者Barry D. Smith进行了调整，使之可以用于保险行业，如公式（3）所示，

$$\mathrm{ROE}=\frac{(\text{承保利润}+\text{投资收益})}{\text{保费收入}}\times\frac{\text{保费收入}}{\text{总资产}}\times\frac{\text{总资产}}{\text{所有者权益}} \tag{3}$$

将公式（3）的四个比率重新定义得到公式（4），

$$ROE = \left(\frac{承保利润}{保费收入} + \frac{投资收益}{总资产} \times \frac{总资产}{保费收入}\right) \times \frac{保费收入}{所有者权益}$$

$$ROE = (承保利润率 + 投资收益率 \times 投资收益系数) \times 肯尼系数 \quad (4)$$

结合Smith改进思路，本文对“保费收入”和“总资产”两个指标加以修整。“保费收入”指标关注保险公司市场占有率，难以真实反映承保业务能力，使用“已赚保费”指标分析价值较高。另外，考虑到企业能够实际用于投资的资产少于总资产进而导致计算的投资收益率少于实际的净投资收益率，因此决定使用“平均投资资产”指标替换“平均总资产”指标，得到的最终杜邦分析体系如公式（5）所示：

$$ROE = \left(\frac{承保利润}{已赚保费} + \frac{投资收益}{平均投资资产} \times \frac{平均投资资产}{已赚保费}\right) \times \frac{已赚保费}{所有者权益}$$

$$= (承保利润率 + 净投资收益率 \times 投资收益系数) \times 肯尼系数 \quad (5)$$

3.2.2 主要财务指标说明

（1）净资产收益率

净资产收益率即ROE，充分体现公司盈利能力，属于核心指标。净资产收益率越高，盈利能力越强。

（2）承保利润率

承保利润率，是承保利润与已赚保费的比值，体现保险公司承保盈利能力，与保险公司的赔付成本和费用支出有关，过高的成本和费用支出将导致承保利润为负值。计算公式如下，

$$承保利润率 = 1 - 综合成本率 = 1 - （综合赔付率 + 综合费用率） \quad (6)$$

$$综合赔付率 = \frac{赔付支出 - 摊回赔付支出 + 保险责任准备金提转差}{已赚保费} \quad (7)$$

$$综合费用率 = \frac{\begin{array}{c}业务及管理费用 + 手续费及佣金支出 + 分保费用 \\ + 营业税金及附加 - 摊回分保费用\end{array}}{已赚保费} \quad (8)$$

（3）净投资收益率

净投资收益率，是投资收益与平均投资资产的比值，体现保险公司投资盈利能力，投资利润是保险公司主要利润来源，计算公式如下，

$$净投资收益率=\frac{投资收益}{(期初投资资产+期末投资资产)/2} \tag{9}$$

投资资产=货币资金+以公允价值计量且其变动计入当期损益的金融资产
+买入返售金融资产+贷款+定期存款+可供出售金融资产
+持有至到期投资+存出资本保证金+投资性房地产 (10)

（4）投资收益系数

投资收益系数，是投资资产与已赚保费的比值，体现潜在投资规模大小，从而影响潜在投资收益。投资收益系数越大，表明保险公司累积的可以用于投资的规模也越大，投资业务对公司整体的盈利能力影响相应增加。计算公式：

$$投资收益系数=\frac{平均投资资产}{已赚保费} \tag{11}$$

（5）肯尼系数

肯尼系数，是已赚保费与所有者权益的比值，反映承保能力和承保风险，对保险公司的经营成果具有放大效应。计算公式：

$$肯尼系数=\frac{已赚保费}{所有者权益} \tag{12}$$

3.3 产险公司杜邦分析体系主要财务指标分析

根据杜邦分析体系共总结出五个财务指标，分别为净资产收益率、承保利润率、净投资收益率、投资收益系数和肯尼系数。首先针对大型产险公司和中小型产险公司分别进行说明，统计结果如表5、表6所示，反映了2012年-2016年我国不同规模产险公司的盈利情况，表中数据均为各年度平均值。

3.3.1 我国大型财产保险公司主要财务指标分析

表5 2012-2016年大型产险公司盈利统计表[5]

财务指标 / 年份	净资产收益率	承保利润率	净投资收益率	投资收益系数	肯尼系数
2012	17.64%	4.05%	3.77%	1.18	2.86
2013	13.78%	1.03%	5.04%	1.08	3.04
2014	13.36%	1.44%	6.12%	1.02	2.48
2015	17.40%	1.61%	7.63%	1.11	2.39
2016	12.00%	0.75%	4.82%	1.23	2.48

⑤ 数据来源于 25 家样本公司 2016 年年报

表5可知，对大型产险公司来说，盈利情况整体较为稳定，净资产收益率在10%以上，高于行业平均水平，2012年和2015年盈利情况最好，2016年下降明显。由于规模优势，大型产险公司承保利润率均为正值，2016年产险业务增速趋缓，部分险种出现负增长，如船舶险、互联网车险等，保持盈利的只有人保和平安。净投资收益率水平一般在6%左右，波动幅度较小，2016年同样受到资本市场影响有所下滑。综合而言，盈利最好的两年分别对应较高的承保利润率和净投资收益率，大型产险公司的利润结构使其能够灵活弥补另一主要业务的不足。投资收益系数略高于1，表明还没有过大的可用于投资的资产规模，另一方面也说明我国大型产险公司平均投资资产与已赚保费收入增长幅度几乎保持一致，符合稳步扩张的战略要求。肯尼系数能够保持在2以上，体现了我国大型产险公司较高的承保能力和业务水平。

3.3.2 我国中小型财产保险公司主要财务指标分析

表 6　2012-2016 年中小型产险公司盈利统计表[6]

财务指标 / 年份	净资产收益率	承保利润率	净投资收益率	投资收益系数	肯尼系数
2012	4.85%	-25.69%	4.63%	4.32	1.54
2013	1.50%	-9.41%	5.85%	1.79	1.72
2014	5.05%	-5.95%	6.98%	1.44	1.62
2015	5.92%	-9.20%	9.58%	1.60	1.57
2016	-2.65%	-9.08%	6.35%	1.65	1.78

相较之下，我国中小型产险公司盈利水平仅能达到大型产险公司一半左右，尽管保费收入持续增长但净资产收益率并不乐观，2016年降至负值，从表6可以看出，中小型产险公司净资产收益率的变动与净投资收益率变动近似一致，说明2016年净资产收益率下降主要与投资收益有关。承保利润率与行业整体情况接近且一直为负，未表现出较大波动，中小型产险公司要提高承保利润，还应加强费用监控、注重保单质量和业务水平。

净投资收益率明显高于大型产险公司，特别在2015年实现大幅提升。2015年上半年，股票市场大幅上涨，浮盈显著增加，同时资金运用进一步完善，不局限于银行存款、债券等传统领域，另类投资也成为其重点。然而自第三季度起，资本市场情况低迷，在2015年第一、二季度中，保险行业投资收益丰厚，并及时采取措施，因此2015年净投资收益率仍保持较高水平。但2016年大幅下降，主要是由于低利率环境导致固定收益类产品收益下降，而我国该投资占比50%以上，导致整个行业资金运用收益受到显著影响。另外，偿二代2016年正式实施，其中市场风险最低资本的计量对资金运用提出了更高要求，为保证偿付能力充足率，过于依赖投资收益的中小型产险公司受到限制较大。

投资收益系数稳定在1.5以上，较高于大型产险公司；肯尼系数偏低，承保能力不足。对中小型产险公司来说，如何稳步增加肯尼系数、扩大承保规模、提升承保质量、挖掘潜在承保能力将成为未来的研究重点。

4. 偿二代对我国产险公司盈利能力影响实证分析

为深入分析偿二代的影响，在前文构建的基本框架体系基础上，接下来的实证部分将以2015年偿二代试运行为时间节点，进行财务指标对比分析；同时还将引入与偿二代量化

⑥　数据来源于 25 家样本公司 2016 年年报

风险有关的三个指标做进一步分析。

4.1 数据平稳性检验

偿二代指出，保险公司量化风险包括保险风险、市场风险和信用风险，根据不同风险最低资本计量要求，本文选取了各个风险中最具代表性的指标作为分析对象，因此除五个主要财务指标外，还分别对应引入了车险业务比率、固定收益类投资比率和分保业务比率三个指标对偿二代的影响进行分析。

为方便进行平稳性检验和回归分析，本文利用如下几个英文字母简写代替各分析指标：ROE（净资产收益率）、UPR（承保利润率）、NIR（净投资收益率）、IP（投资收益系数）、KC（肯尼系数）、AIR（车险业务比率）、FIR（固定收益类投资比率）、RR（分保业务比率）。

本文选取LLC检验及IPS检验对面板数据进行单位根检验方法，通过任何检验，即可说明，该变量时间序列是平稳的。结果如下：

表 7　单位根检验统计表[7]

变量	LLC 检验	IPS 检验
ROE（净资产收益率）	-6.05770*** (0.0000)	-1.79911** (0.0360)
UPR（承保利润率）	-116.784*** (0.0000)	-24.4562*** (0.0000)
NIR（净投资收益率）	-10.2040*** (0.0000)	-3.10122*** (0.0010)
IP（投资收益系数）	-842.418*** (0.0000)	-90.3019*** (0.0000)
KC（肯尼系数）	-8.76122*** (0.0000)	-1.24357 (0.1068)
AIR（车险业务比率）	-12.0632*** (0.0000)	-1.85044** (0.0321)
FIR（固定收益类投资比率）	-7.02741*** (0.0000)	-0.00644 (0.4974)
RR（分保业务比率）	-49.9649*** (0.0000)	-7.25447*** (0.0000)

注：括号中为 p 值，***,**,*分别表示在 1%，5%，10%水平上显著

表7数据可知，八个变量均通过LLC检验，且显著水平为1%。而IPS检验中，NIR、UPR 、IP和RR在1%水平上显著，ROE和AIR在5%水平上显著，而KC和FIR的P值达到0.1以上没有通过检验，但其LLC检验通过，因此也认为该变量是平稳的。 综上，此面板数据通过单位根检验，各变量均是平稳序列。

⑦　数据来源于 25 家样本公司 2016 年年报

4.2 构建模型

本文数据集完整包含了30家公司5年内的所有数据，属于平衡面板数据。简单线性面板模型为：

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_i X_{it} + \delta_{it} \tag{13}$$

其中，Y_{it}为被解释变量，X_{it}为解释变量，α_i为截距项，β_i为变量系数，δ_{it}为误差项，i=1,2,3,...,N，表示第i个截面；t=1,2,…T，表示第t个时段。简单线性面板模型有三种估计方法，分别为共同常数项方法、固定效应方法和随机效应方法。一般而言，平衡面板数据更适用于固定效应模型，但还是应通过数据做进一步判断。通过Hausman检验可判断选择何种模型，若统计量大于临界值，则拒绝原假设，选择固定效应模型，否则选用随机效应模型。

为分析偿二代的实施对不同规模产险公司盈利能力如何产生影响，分别针对不同规模产险公司构建财务指标、虚拟变量及偿二代相关指标与核心指标ROE（净资产收益率）的回归模型。本文将ROE（净资产收益率）设为被解释变量，UPR（承保利润率），NIR（净投资收益率），IP（投资收益系数）、KC（肯尼系数）等财务指标及AIR（车险业务比率），FIR（固定收益类投资比率）、RR（分保业务比率）等偿二代相关指标设为解释变量，用i表示个体，t表示时间，同时引入虚拟变量D（以2015年为节点，$t < 2015, D = 0; t \geq 2015, D = 1$）建立模型如下：（大型产险公司和中小型产险公司均适用此模型）：

$$ROE_{it} = \alpha_i + \beta_1 UPR_{it} + \beta_2 NIR_{it} + \beta_3 IP_{it} + \beta_4 KC_{it} + \beta_5 D + \gamma_1 AIR_{it} + \gamma_2 FIR_{it} + \gamma_3 RR_{it} + \delta_{it} \tag{14}$$

其中，it为第t个时期第i个个体，共有5个时期30个个体，α_i为截距项，β_1为UPR即承保利润率对ROE的影响程度，β_2为NIR即净投资收益率的影响程度，β_3为IP即投资收益系数的影响程度，β_4为KC即肯尼系数的影响程度，β_5为D即虚拟变量的影响程度，γ_1为AIR即车险业务比率的影响程度，γ_2为FIR即固定收益类投资比率的影响程度，γ_3为RR即分保业务比率的影响程度，δ_{it}为随机误差项。

4.3 各指标回归分析

首先，对模型进行Hausman检验，利用Eviews8.0软件对面板数据分别进行固定效应估计和随机效应估计，得到检验结果，

表 8　Hausman 检验结果[8]

卡方统计值	卡方统计量的自由度	P 值
44.065221	7	0.0000

我们看到chi-squared的值为44.065221，P值为0.0000，统计量明显大于临界值，拒绝原假设，因此选用固定效应模型。

4.3.1　我国大型财产保险公司回归分析

⑧　数据来源于 eviews8.0 软件分析结果.

表9　回归结果统计表[9]

变量	符号	回归系数	P值
UPR（承保利润率）	+	2.109161***	0.0000
NIR（净投资收益率）	+	1.374626**	0.0194
IP（投资收益系数）	+	0.091750	0.2542
KC（肯尼系数）	+	0.043258***	0.0018
D（虚拟变量）	-	0.024215	0.1085
AIR（车险业务比率）	+	0.047415	0.5481
FIR（固定收益类投资比率）	+	0.110526**	0.0418
RR（分保业务比率）	-	29.19118***	0.0056

注：***,**,*分别表示在1%，5%，10%水平上显著

回归结果中R2=0.980689，Prob>F=0.0000，说明总体是显著的，模型中的解释变量与被解释变量存在显著相关关系，回归结果具有解释效力，对大型产险公司而言，各指标的变化能够较好地反映ROE的变动情况。

显著程度方面，承保利润率、肯尼系数和分保业务比率显著水平最高均为1%，净投资收益率和固定收益类投资比率均在5%水平显著，而投资收益系数、虚拟变量和车险业务比率回归结果并不理想，其中虚拟变量显著水平偏低，一方面，偿二代是偿一代基础上的改进与完善，最低资本计量标准有一定提高但不至于对产险公司盈利能力造成大幅影响；另

一方面，也与偿二代实施时间过短、研究数据不充分有关，说明短期内偿二代还未对盈利能力带来明显冲击，但仍具有较高研究价值，在接下来几年内将持续关注。

相关关系方面，承保利润率、净投资收益率、肯尼系数及固定收益类投资比率与净资产收益率均为正相关关系，分保业务比率与净资产收益率存在相反变动趋势。在偿二代相关的三个指标中，车险业务比率对ROE没有显著影响，主要是由于大型财产保险公司承保规模占据整个产险市场70%以上，保单质量较高，业务较为稳定，偿二代中有关保险风险各险种最低资本的计量要求对其盈利能力影响不大；与中小型产险公司相比，大型产险公司固定收益类投资占比较高，作为基础因子最低的投资品种，固定收益类投资应作为投资重点，这与大型产险公司投资结构相契合；大型产险公司承保能力强，分保业务越多越容易对公司盈利水平造成不利影响。另外，大型产险公司交易对手一般信用额度较高，信用风险较低。

系数数值方面，正相关关系中承保利润率系数最大，为2.109161，表明对大型产险公司而言承保利润率的变化对盈利能力影响最大；其次为净投资收益率，肯尼系数最低，回归系数表明，我国大型产险公司盈利能力主要与承保利润和投资收益有关，与理论相符。

4.3.2 我国中小型财产保险公司回归分析

⑨　数据来源于 eviews8.0 软件分析结果.

回归结果中R2=0.673754，Prob>F=0.0000，总体回归效果小于大型产险公司但仍显著，说明模型中的解释变量与被解释变量存在显著相关关系，具有解释效力。统计结果如表10所示：

表 10　回归结果统计表[10]

变量	符号	回归系数	P 值
UPR（承保利润率）	+	0.306156***	0.0082
NIR（净投资收益率）	+	0.938412***	0.0040
IP（投资收益系数）	+	0.02701**	0.0111
KC（肯尼系数）	-	0.109512***	0.0000
D（虚拟变量）	-	0.006816	0.6970
AIR（车险业务比率）	+	0.090241	0.5019
FIR（固定收益类投资比率）	+	0.149533***	0.0001
RR（分保业务比率）	+	0.145006	0.4577

注：括号中为 p 值，***,**,*分别表示在 1%，5%，10%水平上显著

由表10可知，我国中小型产险公司回归结果与大型公司存在一定差别。首先，在显著程度方面，中小型产险公司投资收益系数在5%水平显著，但分保业务比率显著水平较低。其次，在相关关系方面，中小型产险公司肯尼系数表现为负相关关系，这与其利润结构有关。肯尼系数反映的是财产保险公司的承保能力与承保风险，一方面，中小型产险公司承保利润一直较低，2012年-2016年承保利润率一直为负，肯尼系数越大说明产险公司在承保方面投入越高，一定程度上对盈利能力造成影响；另一方面，肯尼系数与产险公司偿付能力有关，肯尼系数越大越要求产险公司有更高的偿付能力，尤其在偿二代监管体系下，肯尼系数的增加将限制中小型产险公司保险资金运用能力。最后，在系数数值方面，中小型产险公司净投资收益率系数最大，为0.938412，表明投资收益的变化对中小型产险公司盈利能力影响最大，其次为承保利润率，投资收益系数影响程度最低。

另外，在偿二代相关的三个指标中，与大型产险公司不同，中小型产险公司只有固定收益类投资比率与ROE具有显著相关关系。中小型产险公司承保与投资业务不均衡，对于股票、境外资产-权益投资等风险较高的投资产品偿二代设定了更高的基础因子，一般为0.3以上，为保证适合的偿付能力充足率，我国中小型产险公司在未来的投资组合中将更多地倾向于投资收益稳定、风险较低且分散作用较强的资产，如银行存款、国债及企业债、房地产等。

综合来看，无论是大型还是中小型产险公司，承保利润率和净投资收益率都是对盈利能力影响程度最高的两个因素；虚拟变量尚未表现出显著影响，但仍值得持续关注；与偿二代量化风险相关的三个指标中，市场风险最低资本计量要求对各财产保险公司盈利能力影响最大，风险较低的固定收益类投资将成为投资重点；信用风险和保险风险影响相对较低，车险业务比率对所有产险公司盈利能力影响均不显著，作为财产保险业第

⑩　数据来源于 eviews8.0 软件分析结果.

一大险种，车险承保虽经常出现亏损，但由于其基础因子最低，占用资本最少，加之日益扩大的消费者市场，都将使这一业务结构不会出现较大波动。

5. 结论

本文介绍了偿二代的研究现状及财产保险公司的盈利现状，结合杜邦分析法，分别对不同规模产险公司盈利能力加以分析，同时引入了虚拟变量以及与偿二代量化风险有关的

三个指标做进一步分析。从《中国保险年鉴》中选取了30家中资产险公司2012年-2016年数据为样本，根据五年平均保费收入规模将样本公司分为大型财产保险公司和中小型财产保险公司，并分别构建模型以及对各项指标进行回归分析，以求能够得到偿二代对我国产险公司盈利能力的影响。

研究发现，我国产险业的ROE较为稳定但水平不高，不同公司的盈利能力差异较大，大型产险公司业绩优良，成本费用控制较好，承保与投资均衡发展；多数中小型产险公司

经营惨淡，费用水平较高，承保业务亏损成为常态，导致公司经营对投资业务过于依赖，盈利波动较大。

样本数据均通过单位根检验，不同规模产险公司回归结果存在相同之处和一定差异。相同点在于无论是大型还是中小型产险公司，净投资收益率、承保利润率及固定收益类投资比率与ROE均为正相关关系，虚拟变量及车险业务比率均没有显著影响；各指标中对盈利能力影响程度最高的两项均为承保利润率和净投资收益率。差异较为明显，首先，大型产险公司投资收益系数并不显著，肯尼系数相关关系为正，而中小型产险公司投资收益系数为正相关关系，肯尼系数为负；其次，在偿二代有关的三个指标中，大型产险公司固定收益类投资比率和分保业务比率与ROE具有显著相关关系，其中固定收益类投资比率为正，分保业务比率是负值；对中小型产险公司而言，只有固定收益类投资比率与ROE有明显的正相关关系。

偿二代表现出一种动态监管的理念，任何一种资产配置的变更或经营策略的改变都将导致偿付能力充足率的变动，为适应新的监管制度需要，我国不同规模的产险公司应结合自身情况，建立一个较为系统的盈利能力评价体系，在满足偿二代要求的前提下实现公司盈利最大化。

References

[1] SMITH BARRY D. Using a Modified DuPont System of Analysis for Understanding Property-Liability Insurance Financial Performance[J]. Risk Management and Insurance Review, 1999,2 (3): 141-151.

[2] SMITH BARRY D. A Financial Analysis of the Property and Casualty Insurance Industry 1970-1999 [J]. CPCU Journal, 2001, 54 (3):134-145.

[3] Profitability in the Property and Liability Insurance Industry [J]. Journal of Risk & Insurance, 4 (1970):579-587.

[4] 赵桂芹, 梁庆庆. 欧盟保险业 Solvency II 项目最新进展及对我国的启示[J]. 云南财经大学学报, 2009 , 25 (2) :147-153.

ZHAO G Q, LIANG Q Q. The Latest Development of Solvency II Project of Insurance Industry in European Union and Its Enlightenment to China [J]. Journal of Yunnan Finance and Trade Institute，2009 , 25 (2) :147-153.

[5] 黄海森, 高琳. 欧盟 Solvency II 框架综述及相关问题思考[J]. 金融发展研究, 2013 (2) :75-79.

HUANG H L,GAO L. The frame of Solvency II in European Union and Its related issues[J]. Jinan Finance, 2013 (2) :75-79.

[6] 江炳辉. 国际偿付能力监管的主要模式比较及对我国的建议[J]. 现代经济信息, 2016 (13) :57-58.

JIANG B H. Comparison of Main Modes of International Solvency Supervision and Suggestions for China[J], Modern Economic Information, 2016 (13) :57-58.

[7] 余龙华, 陶羽琪. ‘偿二代’对保险公司经营管理的影响[J]. 中国保险, 2016 (4) :31-36.

YU L H, TAO Y Q. The Influence of C-ROSS on the Management of Insurance Companies[J], China Insurance, 2016 (4) :31-36.

[8] 金鹏, 偿二代对财产保险公司经营影响浅析[J]. 上海保险, 2014 (7) :9-11.

JIN P. Analysis on the Influence of C-ROSS to the Property Insurance Company[J], Shanghai Insurance, 2014 (7) :9-11.

[9] 张兰.‘偿二代’大步走来加速推进险企转型 [N]. 金融时报, 2015-07-29 (010).

ZHANG L. C-ROSS stepped forward to accelerate the transformation of Insurance companies[N], Financial Times, 2015-07-29 (010).

[10] 中国大地财产保险股份有限公司课题组, 市场转型格局下的财产保险公司可持续盈利能力探究[J]. 保险研究, 2010 (3) :18-27.

Task Force of China Continent Insurance, Study on Property Profitability of Property Insurance Companies in Market Transformation[J], Insurance Studies, 2010 (3) :18-27.

[11] 祝向军, 刘玲玲. 我国财险公司盈利能力分析 [J]. 中国保险, 2010 (5):5-10.

ZHU X J,LIU L L. Analysis of China's Property Insurance Companies' Profitability[J], China Insurance, 2010 (5):5-10.

[12] 祝向军. 我国保险公司盈利模式的发展演化与未来选择[J]. 保险研究, 2010 (2):53-57.

ZHU X J. The Evolution and Future Choice of the Profit Model of China's Insurance Companies[J], Insurance Studies, 2010 (2):53-57.

[13]张勇，杜同超. 基于 DFA 方法的中国财险业盈利能力分析[J]. 保险研究, 2011 (8):46-51.

ZHANG Y, DU T C. Analysis of profitability of China's property insurance industry based on DFA method[J], Insurance Studies, 2011 (8):46-51.

[14]赵桂芹，高奉玉，胡皓南. 我国财产保险公司盈利模式的实证研究——基于杜邦分析方法”[J]，上海金融, 2013 (9):33-38.

ZHAO G Q,GAO F Y,HU H N. An Empirical Study of the Profit Model for Property Insurance Company in China—based on DuPont Analysis Method[J]. Shanghai Finance, 2013 (9):33-38.

[15]张继超. 我国财产保险公司盈利能力及其影响因素分析[D]. 山东大学, 2015.

ZHANG J C. Property Insurance Company’s Profitability and its Impact Factor Analysis.

偿二代对我国产险公司盈利能力影响分析

刘璐 冯丽娜

刘璐
副教授
东北财经大学金融学院
大连116023，中国
电话: (0411) 8471 3330
Email:liulu_76@126.com

冯丽娜*
东北财经大学保险学
东北财经大学劝学楼352室
大连市沙河口区尖山街
Email: 18340871912@163.com

关键词: 产险公司; 盈利能力; 偿二代; 杜邦分析体系

中文摘要. 近年来，我国保险业发展迅速，但行业利润波动较大，尤其2016年中国第二代偿付能力监管制度体系（以下简称偿二代）正式实施后，保险行业利润下降达三成，产险公司净利润降幅明显且保费收入增速放缓，偿二代如何影响我国产险公司盈利能力成为本文研究的重点。本文分析了整个财产保险市场盈利现状，并结合杜邦分析法分别对不同规模产险公司盈利能力进行分析，同时引入虚拟变量及偿二代相关指标构建模型，利用《中国保险年鉴》及各公司年报中的数据进行实证分析，进而充分探求偿二代对我国产险公司盈利能力的影响。

本文共包括五个部分。第一部分引言，阐述了研究背景及意义，并结合国内外文献对偿二代及产险公司盈利能力研究现状进行分析。第二部分描述了我国产险公司盈利现状并选取30家中资财产保险公司作为研究对象，根据保费收入规模将样本公司分类同时从成本费用和利润结构两方面分别进行分析。第三部分介绍了杜邦分析法并对部分指标进行分解和替换，构建以净资产收益率为核心的产险公司盈利能力评价体系，同时结合不同规模公司情况对各指标进行说明。第四部分是本文的实证部分，对30家样本公司2012年-2016年的面板数据进行实证分析，利用Eviews软件对样本数据进行平稳性检验和Hausman检验，构建包含虚拟变量及偿二代相关指标的分规模模型并分别进行回归，通过回归结果分析各财务指标、虚拟变量及偿二代相关指标与不同规模产险公司盈利能力的相关性及其影响程度。最后，第五部分得出结论，偿二代对不同规模产险公司盈利能力影响与自身利润结构有关，承保利润率和净投资收益率为最主要两个因素，固定收益类投资比率对所有样本公司均具有显著影响。

本文创新点主要体现在以分析整个财产保险市场盈利现状为基础并根据保费收入规模对样本公司进行细分，利用杜邦分析法首先构建以分析财务指标为主的盈利能力评价体系，结合偿二代背景进一步引入虚拟变量和偿二代量化风险相关三个指标，从而构建包含财务指标、虚拟变量及偿二代相关指标的分规模面板数据模型，充分研究偿二代对财产保险公司盈利能力的影响，使回归模型更加完善，文章更具现实意义。

A Comparative Study on the Contributions of Insurance and Financial industry to China's Economic Development

QI Ming, ZHENG Haitao

QI Ming
School of Economics and Management
Beihang University
Beijing 100083, China
Email:qiming8_8@sina.com

ZHENG Haitao *
Associate Professor
School of Economics and Management
Beihang University
Beijing 100083, China
Phone: (8610)82339112
Email: zhenghaitao@buaa.edu.cn

Keywords: Input - output table (I-O table); MTT method; influence coefficient; response coefficient

Abstract. I-O analysis method is to study the I-O relationships between various parts of the economic system by compiling the I-O table or establishing the corresponding mathematical model. We compile 43-industry tables based on I-O tables of 29 years from 1992 to 2020. We also calculate the response coefficient and influence coefficient, etc., to compare the insurance industry and financial industry's differences of the contributions to China's economic development. Finally, the introduction of social network analysis, from the overall point of view, explores the financial industry, the insurance industry and their relationships with other industries, observing and summarizing China's industrial structure problems more intuitively.

1. Introduction

Insurance, banking and securities are the three pillars of the modern financial industry. As one of the most important industries of the modern economy, insurance industry plays an important role in the overall operation of the country's economic development. For China in the transitional period, the economic development should strive to be healthy, rapid and sustainable. We must correctly obtain the interrelationship between China's insurance industry and economic growth.

Domestic and foreign analyses of the contributions of the insurance industry and financial industry to economic development have yielded a lot of achievements, and have obtained many

powerful conclusions. The methods used are different. In the study of the contribution of the insurance industry to economic development, Eric C. Wang (2000) used the two-sector model to study and prove how the development of the insurance industry was related to the overall development of the economy. Many researchers have analyzed the correlation between the insurance industry and economic growth at the international level. Ibrahim M. et al. (2016) examine the impact of the development of the insurance industry on economic growth using Islam as an example. They used the differential GMM estimation technique, established a dynamic panel data model for data in 22 countries from 2004 to 2012, and found the strong evidence that the insurance activities had a positive and significant impact on economic growth. Han H. et al. (2012) studied the impact of financial institutions on economic growth based on panel data from 12 euro countries. Rudra P. et al. (2015) examined the development of the insurance markets in 34 OECD countries from 1988 to 2012 and explored the causal relationships among financial and insurance industry development and economic growth using panel vector autoregressive models. In terms of empirical tests, domestic and foreign scholars mostly use unit root test, Granger causality test, parallel data model and other methods to empirically analyze the relationship between insurance industry development and economic growth.

In summary, scholars rarely used the I-O method to study the contribution of the insurance industry to economic development. Therefore, we will draw on the use of I-O tables by other scholars, and revise the I-O tables to solve the issue better. I-O table refines various industries into the form of a matrix and uses the input and output amount of the national economy's production activities within a certain period (usually one year). It shows the flow of resources among different economic sectors and reflects the mutual influence among various industries. It is an important part of the national economic accounting system. Using the I-O analysis method to understand the contributions of China's insurance industry and financial industry to economic development is to open up a new avenue for studying economic development.

Based on the existing I-O tables of 42 industries, we compile I-O tables of 43 industries for 29 years from 2009 to 2020. Then, by calculating the influence coefficient, the response coefficient, etc., we analyze and compare their respective contributions to China's economic development. We also introduce social network analysis in the last part to explore the status of insurance industry in China's overall economic structure.

The paper proceeds as follows: Section 2 is the MTT method. Section 3 briefly introduces the specific process of compiling 43-industry I-O tables. Section 4 is empirical analysis.

2. MTT method

The idea of MTT is to forecast the elements in the I-O matrix one by one. Considering that there are several constraints in the I-O matrix which must always be satisfied in the forecasted I-O matrix, the progress of MTT can be described in the following steps:

（1）Transforming the I-O matrix into an unconstrained matrix.

The n-industry I-O table can be written in the form of a matrix, as shown in formula (1).

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} & X_{1(n+1)} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & X_{nn} & X_{n(n+1)} \\ X_{(n+1)1} & \cdots & X_{(n+1)n} & X_{(n+1)(n+1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} XI_{n\times n} & X_{\bullet(n+1)} \\ X_{(n+1)\bullet} & X_{(n+1)(n+1)} \end{bmatrix} \quad (1)$$

The element $x_{ij}(i = 1, 2, \ldots, n; j = 1, 2, \ldots, n)$ in $XI_{n\times n}$ represents the industrial intermediate input and output in Quadrant I; $X_{\bullet(n+1)} = (x_{1(n+1)}, \ldots, x_{n(n+1)})'$ is the industrial total final demand in Quadrant II; and $X_{(n+1)\bullet} = (x_{(n+1)1}, \ldots, x_{(n+1)n})$ denotes the industrial total value added in Quadrant III. We set a constant in Quadrant IV to facilitate the subsequent derivation. It is denoted as:

$$x_{(n+1)(n+1)} = \sum_{i=1}^{n} x_{i(n+1)} = \sum_{j=1}^{n} x_{(n+1)j} \tag{2}$$

According to the characteristics of the I-O table, the I-O matrix must satisfy the following constraints:

$$\sum_{i=1}^{n+1} x_{ik} = \sum_{j=1}^{n+1} x_{kj}, k = 1, 2, \ldots, n \tag{3}$$

Thus, the process of removing the constraints is as follows:

Use the following formula to convert X to Y:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{i(n+1)}}, i, j = 1, 2, \ldots, n+1 \tag{4}$$

In this way, matrix Y can be written as:

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ y_{n1} & \cdots & y_{nn} & 1 \\ y_{(n+1)1} & \cdots & y_{(n+1)n} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} YI_{n\times n} & I \\ Y_{(n+1)\bullet} & 1 \end{bmatrix} \tag{5}$$

Here, the y_{ij} in YI is unconstrained, but the last row of the matrix Y, $Y_{(n+1)\bullet} = (y_{(n+1)1}, \ldots, y_{(n+1)n})$ is still constrained. The sum of the elements in $Y_{(n+1)\bullet}$ is always equal to 1. Therefore, before forecasting, we need to convert $Y_{(n+1)\bullet}$:

$$z_j = \frac{y_{(n+1)j}}{y_{(n+1)n}}, j = 1, 2, \ldots, n \tag{6}$$

In this way, $Y_{(n+1)\bullet}$ is converted into $Z = (z_1, z_2, \ldots, z_{n-1}, 1)$, and the elements in Z can be forecasted arbitrarily.

（2）Establishing a time series forecasting model

Establish a time series forecasting model for each element in the unconstrained matrix, therefore $\hat{\mathbf{YI}}^{T+1}, \hat{\mathbf{YI}}^{T+2}, \cdots, \hat{\mathbf{YI}}^{T+l}$ and $\hat{\mathbf{Z}}^{T+1}, \hat{\mathbf{Z}}^{T+2}, \cdots, \hat{\mathbf{Z}}^{T+l}$ can be forecasted.

（3）Inverse-transformation

The inverse computation is used to inverse-transform the forecasted unconstrained matrix into the I-O matrix of the target year. The inverse-transformation process is mainly as the following 3 steps:

1) Turn $\hat{\mathbf{Z}}^{T+l}$ into $\hat{\mathbf{Y}}_{(n+1)\bullet}^{T+l}$:

$$\begin{cases} y_{(n+1)j} = \dfrac{z_j}{1+\sum_{j=1}^{n-1} z_j}, j = 1, 2, \ldots, n-1 \\ y_{(n+1)n} = \dfrac{1}{1+\sum_{j=1}^{n-1} z_j} \end{cases} \tag{7}$$

2) Use the formula to convert $\hat{\mathbf{Y}}_{(n+1)\bullet}^{T+l}$ into $\hat{\mathbf{X}}_{(n+1)\bullet}^{T+l}$:

$$\mathbf{X}_{(n+1)\bullet} = x_{(n+1)(n+1)} \cdot \mathbf{Y}_{(n+1)\bullet}. \tag{8}$$

$x_{(n+1)(n+1)}$ can be seen as an exogenous variable and establish the model:

$$x_{(n+1)(n+1)}^{t} = f_{(n+1)(n+1)}(t) + \varepsilon_{(n+1)(n+1)}. \tag{9}$$

3) Turn $\hat{\mathbf{X}}_{(n+1)\bullet}^{T+l}$ into $\hat{\mathbf{X}}_{\bullet(n+1)}^{T+l}$:

$$\mathbf{X}_{\bullet(n+1)} = \mathbf{B}^{-1}\mathbf{X}_{(n+1)\bullet} \tag{10}$$

B can be given by the following formula:

$$\mathbf{B}=Diag\left(1+\sum_{j=1}^{n} y_{1j}, 1+\sum_{j=1}^{n} y_{2j}, \cdots, 1+\sum_{j=1}^{n} y_{nj}\right) - \mathbf{YI}' \tag{11}$$

Finally, turn $\hat{\mathbf{YI}}^{T+l}$ into $\hat{\mathbf{XI}}^{T+l}$:

$$x_{ij} = y_{ij} \cdot x_{i(n+1)}, i, j = 1, 2, \cdots, n. \tag{12}$$

In this way, the element $x_{ij}(i, j = 1, 2, \ldots, n+1)$ in matrix X can be calculated, so that we can successfully obtain the I-O table for the target year.

3. Construction of 43-industry I-O tables

Using MTT method introduced in Section 2, based on the benchmark I-O tables of 1992, 1997, 2002, 2007 and 2012, we can get I-O tables of target years excluding the interaction relationships within financial industry. The specific process is as follows:

(1) Transform the benchmark I-O matrix into an unconstrained matrix in which the elements can be freely forecasted. We divide the I-O matrix into four quadrants. The first quadrant is the intermediate input and output part, the second quadrant is the final demand part, the third quadrant is the value added part and the fourth quadrant is GDP. Then the unconstrained matrix also can be divided into four quadrants. This unconstrained matrix is actually a coefficient matrix. The elements in the first quadrant of this matrix represent the proportion of the monetary value of the transactions between a pair of sectors to the total final demand. Moreover, the elements in the third quadrant represent the ratio of each sector's value added to the last sector's value added;

(2) Establish the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model for each element (the coefficient) in the unconstrained matrix to forecast the corresponding element in the target years' unconstrained matrix;

(3) Back-transform the unconstrained matrix into the I-O matrix of target years by inverse computation. The back-transformation process involves three steps. First, since the sum of all sectors' value added is equal to GDP, the first step is to use the target year's GDP data and the third quadrant of unconstrained matrix to compute each sector's value added. Second, use the value added data of each sector and unconstrained matrix to calculate the final demand of each sector. Third, use the final demand data and unconstrained matrix to calculate every element in the I-O matrix.

Then, for the intersecting part within the financial industry, we use the GRAS method, in which we iterate constantly until each element satisfies the constraints. At this point, we can obtain China's I-O tables of 43 industries from 1992 to 2020 including the insurance industry and financial industry.

4. Empirical analysis

4.1 Influence coefficient and response coefficient

The process of calculating influence coefficients and response coefficients is as follows:

First, we can obtain direct consumption coefficient matrix A by this formula:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \tag{13}$$

Then we can get Leontief inverse matrix (i.e. complete consumption coefficient matrix) B:

$$B = (I - A)^{-1} \tag{14}$$

I is the identity matrix. Elements in B can be written as b_{ij}. The influence coefficient is:

$$\delta_j = \sum_i b_{ij} / \frac{1}{n} \sum_j \sum_i b_{ij} \left(j = 1, 2, \mathrm{L}\ , \mathrm{n} \right) \tag{15}$$

The response coefficient is:

$$\theta_i = \sum_j b_{ij} / \frac{1}{n} \sum_i \sum_j b_{ij} \left(i = 1, 2, \mathrm{L}\ , \mathrm{n} \right) \tag{16}$$

We calculate, rank and compare the influence coefficients and response coefficients of the insurance industry and financial industry to the other 41 industries from 1992 to 2020.

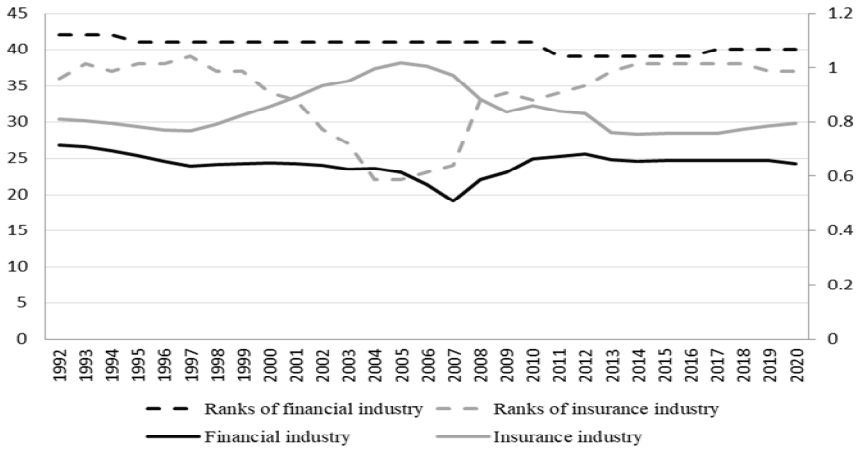


Fig. 1 Influence coefficients of insurance industry and financial industry

As shown in the figure, it can be easily observed that the influence coefficients of the insurance industry are generally higher than those of financial industry, which indicates that the insurance industry's ability to influence other industries is stronger than financial industry, but it is still in a low level of all industries, located in the latter half of the entire 43 industries and floats after 30. In addition, the influence coefficients of the two industries are all less than 1, indicating that the entire financial industry's influence on other industries is relatively weak, lower than the average social influence level. During the period of strong volatility from 2005 to 2007, the performances of the two industries' influence coefficients were diametrically opposite. The influence coefficients of the insurance industry rose first and then fell, while the influence coefficients of financial industry first fell and then rose.

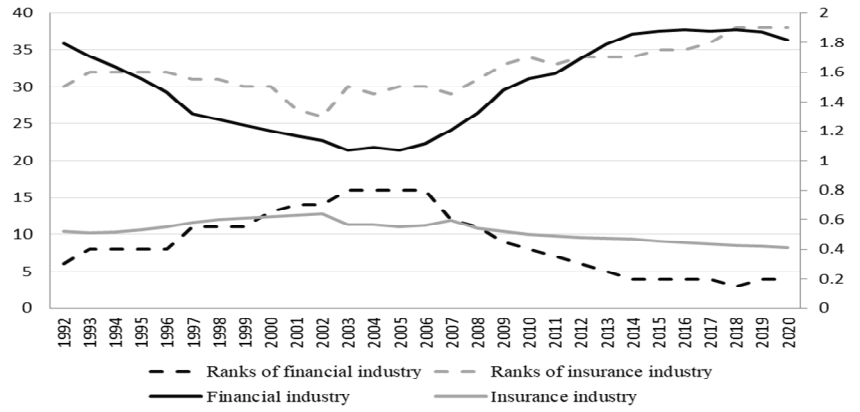


Fig. 2 Response coefficients of insurance industry and financial industry

As shown in the figure, it can be easily observed that the response coefficients of financial industry are much higher than those of insurance industry. In addition, the response coefficients of financial industry are always larger than 1, relatively high among the 43 industries, fluctuating around 10, indicating that financial industry has a stronger sense of demand for economic development, higher than the average social response level, and the insurance industry is relatively low, floating stably after 30. During the period of fluctuations from 2003 to 2005, the performances of the two industries' response coefficients are not all the same. The response coefficients of the insurance industry rose first and then fell, while the financial industry's response coefficients first fell and then rose.

4.2 Social Network Analysis (SNA method)

We use network analysis to explore the characteristics of China's industrial structure, and summarize the differences between the insurance industry and financial industry's contributions to China's economic development. We also draw on the definitions of the centrality degree and the cause degree in the DEMATEL method in order to illustrate the problem clearly. We first use two indicators, industrial network density and industrial network centralization to introduce the overall characteristics of China's industrial structure.

4.2.1 Industrial network density and industrial network centralization

The calculation method of the correlation matrix Z element Z_{ij} is as follows:

$$Z_{ij} = \begin{cases} 1(X_{ij} \neq 0) \\ 0(X_{ij} = 0) \end{cases} \tag{17}$$

Then, the industrial network density can be obtained from the correlation matrix. The formula is as follows:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{43}\sum_{j=1}^{43} Z_{ij}}{43 \times 43} \times A_{ij} \qquad (0 \leq M \leq 1) \tag{18}$$

A is the direct consumption coefficient matrix introduced previously. Industry network density refers to the closeness degree between different industries in the whole industrial structure network. The greater the density, the closer are the links between industries.

The overall centrality degree of the industries is as follows:

$$C = \sum_{j=1}^{43} A_{ij} \tag{19}$$

The formula for calculating the industrial network centralization is:

$$C_n = \frac{\sum_{i=1}^{43}(C_{MAX} - C_i)}{MAX\sum_{i=1}^{43}(C_{MAX} - C_i)} \tag{20}$$

C_i indicates the overall centrality degree of industry i. C_{MAX} represents the maximum centrality degree. If all elements of the network are related around a center and have nothing to do with other elements, the industrial network centralization is the highest, which equals to 0. For a complete network structure, the industrial network centralization equals to 1.

In describing the "centrality " of social networks, we generally use two indicators: centrality degree and centralization. The centrality degree refers to the degree to which an element is at the core of the network, and the centralization is the quantitative analysis of the overall network of the economy. The centralization measures the degree of centralization of the entire economic network and measures the overall degree of integration or consistency of the economic network.

Calculate the industrial network density and centralization for each year from 1992 to 2020:

Table 1 Industrial network density and industrial network centralization from 1992 to 2020

Year	Density	Centralization	Year	Density	Centralization	Year	Density	Centralization
1992	0.932347	0.0005	2002	0.885307	0.0016	2012	0.930233	0.002

1993	0.937632	0.0002	2003	0.936047	0.0013	2013	0.919662	0.0023
1994	0.937632	0.0002	2004	0.934461	0.0014	2014	0.919662	0.0023
1995	0.937632	0.0002	2005	0.937632	0.0013	2015	0.919662	0.0023
1996	0.937632	0.0002	2006	0.937632	0.0013	2016	0.919662	0.0023
1997	0.879493	0.0018	2007	0.932875	0.0014	2017	0.919662	0.0023
1998	0.886364	0.0016	2008	0.941332	0.0009	2018	0.919662	0.0023
1999	0.886364	0.0016	2009	0.941332	0.0009	2019	0.919662	0.0023
2000	0.886364	0.0016	2010	0.941332	0.0009	2020	0.919133	0.0023
2001	0.886364	0.0016	2011	0.94186	0.0009			

As shown in the table, we can see that the densities are always above 0.9, so we can conclude that the links between industries are relatively close.

Changes in the closeness degree between the industries can be obtained from changes in the industrial network density. At the same time, in the high-speed development period of China's economy, the industrial network density has not been significantly improved, indicating that despite the rapid economic growth, the closeness degree between various industries has not been significantly improved. Observing the value of the network centralization, we can see that China's industrial network centralizations are close to 0. It has been basically at a relatively high level of centralization, indicating that China's industrial structure has long maintained its reliance on key industries and central industries. We can draw a general conclusion that the evolution of China's industrial structure falls into the decentralization of industrial centers, and the central industries are more diverse.

Therefore, in China, where industries are closely related, and at the same time, the dependence on the central industries is relatively large, how to improve the central statuses of the insurance industry, financial industry, and the entire financial industry is worthy of further exploration.

4.2.2 Centrality and cause degree

Based on the direct influence matrix D, we can get the full influence matrix T:

$$T = \sum_{i=1}^{\infty} D^i = D(I - D)^{-1} = (t_{ij}) \tag{21}$$

Note the sum of rows $T_r(i) = \sum_{j=1}^{N} t_{ij}$, and sum of columns $T_r(i) = \sum_{i=1}^{N} t_{ij}$.

Then, the degree of centrality:

$$M_i = T_r(i) + T_c(i) \tag{22}$$

The larger centrality degree indicates that the industry has relatively higher power in the overall economic network, a relatively larger influence, and a comparatively more important status.

The cause degree is defined as:

$$R_i = T_r(i) - T_c(i) \tag{23}$$

$R_i > 0$ indicates that the element has a great influence on other elements and is called the cause factor; $R_i < 0$ indicates that the element is heavily influenced by other factors and is called the result factor. Calculate the centrality degree and cause degree of each industry from 1992 to 2020, and rank them from large to small. The results are shown in the following table:

Table 2 Centralities and cause degrees of financial industry and insurance industry

Year	Financial industry				Insurance industry			
	Centrality degree	Rank	Cause degree	Rank	Centrality degree	Rank	Cause degree	Rank
1992	0.786216	10	0.412242	5	0.28873	38	-0.14138	23
1993	0.846398	14	0.435202	6	0.314895	40	-0.16323	23
1994	0.815985	15	0.415385	6	0.315858	39	-0.15749	23
1995	0.773336	15	0.398326	6	0.315834	40	-0.14332	24
1996	0.727412	17	0.383584	6	0.322324	39	-0.12586	24
1997	0.734715	17	0.418024	6	0.364482	36	-0.10712	24
1998	0.68281	18	0.371892	6	0.384178	34	-0.10235	24
1999	0.665281	19	0.348676	6	0.41571	32	-0.11032	24
2000	0.647402	21	0.327123	6	0.445144	31	-0.12335	25
2001	0.633908	22	0.312746	7	0.477788	31	-0.13979	25
2002	0.613829	25	0.300968	7	0.509387	28	-0.15676	25
2003	0.60619	25	0.280323	7	0.50046	29	-0.21123	30
2004	0.596357	24	0.286849	8	0.500469	28	-0.23264	30
2005	0.58599	24	0.28489	8	0.50963	27	-0.25248	34
2006	0.593768	24	0.335936	7	0.517395	27	-0.23545	32
2007	0.619012	23	0.420908	5	0.535375	26	-0.19363	30
2008	0.73008	16	0.44954	4	0.459325	28	-0.17372	29
2009	0.831408	14	0.523464	3	0.426921	31	-0.1652	29
2010	0.792753	13	0.469182	3	0.36106	34	-0.19937	33
2011	0.93644	8	0.56673	3	0.403627	33	-0.18698	29
2012	0.966675	5	0.594079	3	0.384958	34	-0.18628	30
2013	1.013968	5	0.664398	2	0.350781	35	-0.16306	27
2014	1.085727	5	0.724329	2	0.355486	34	-0.17592	28
2015	1.118473	4	0.743421	2	0.357186	34	-0.18994	30
2016	1.147647	4	0.758833	2	0.361718	35	-0.20406	30
2017	1.167126	4	0.764049	2	0.366082	35	-0.21319	30
2018	1.209722	4	0.787798	2	0.384213	35	-0.23771	31
2019	1.254393	4	0.808806	2	0.406658	35	-0.26141	33
2020	1.290908	5	0.830371	2	0.435927	37	-0.29113	34

We can conclude that financial industry are the cause factors that affect the development of other industries, and the insurance industry is the result factor which is more affected by other industries.

In terms of centrality degree, we combine I-O network diagrams of 43 industries, which can more intuitively illustrate the importance of various industries. Take the I-O network diagrams of five benchmark years as an example:

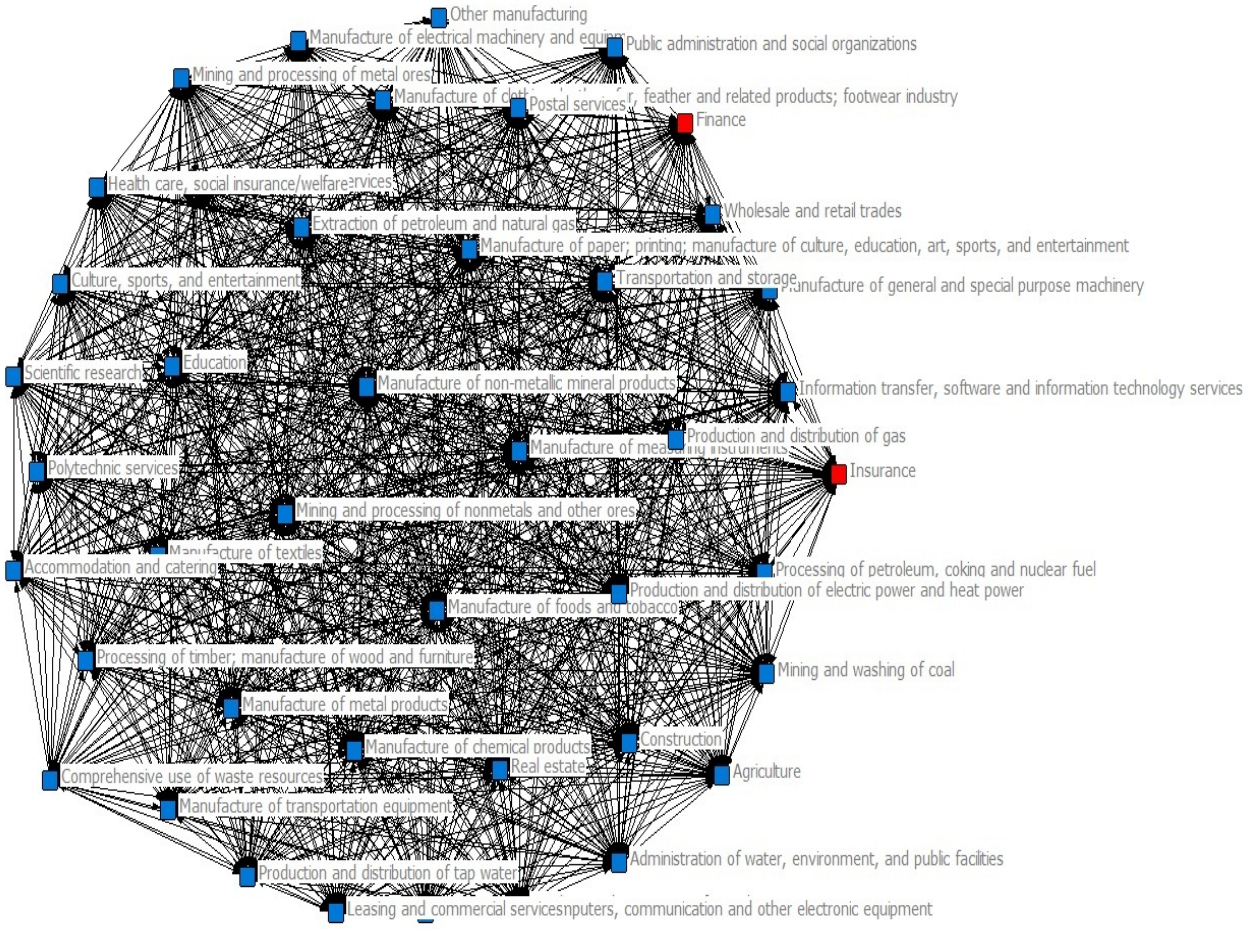


Fig. 10 I-O network diagrams of 43 industries in 1992

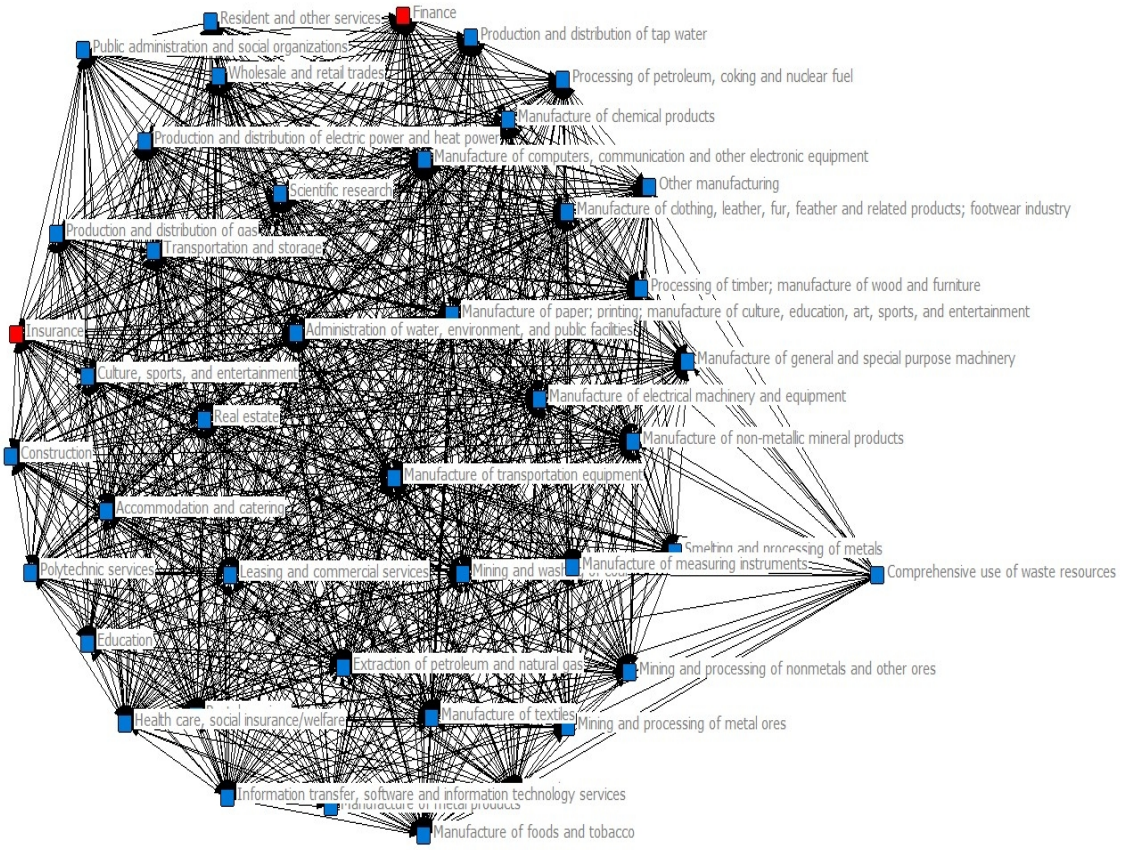


Fig. 11 I-O network diagrams of 43 industries in 1997

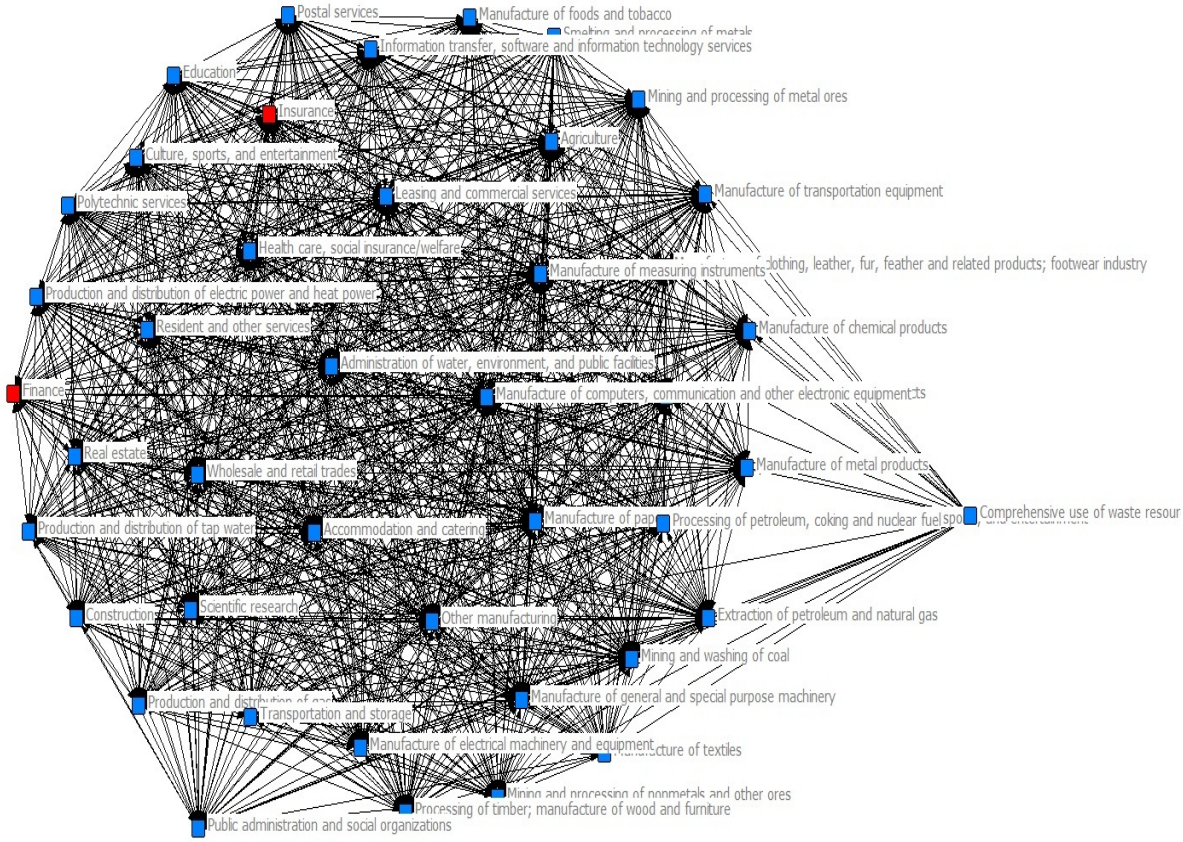


Fig. 12 I-O network diagrams of 43 industries in 2002

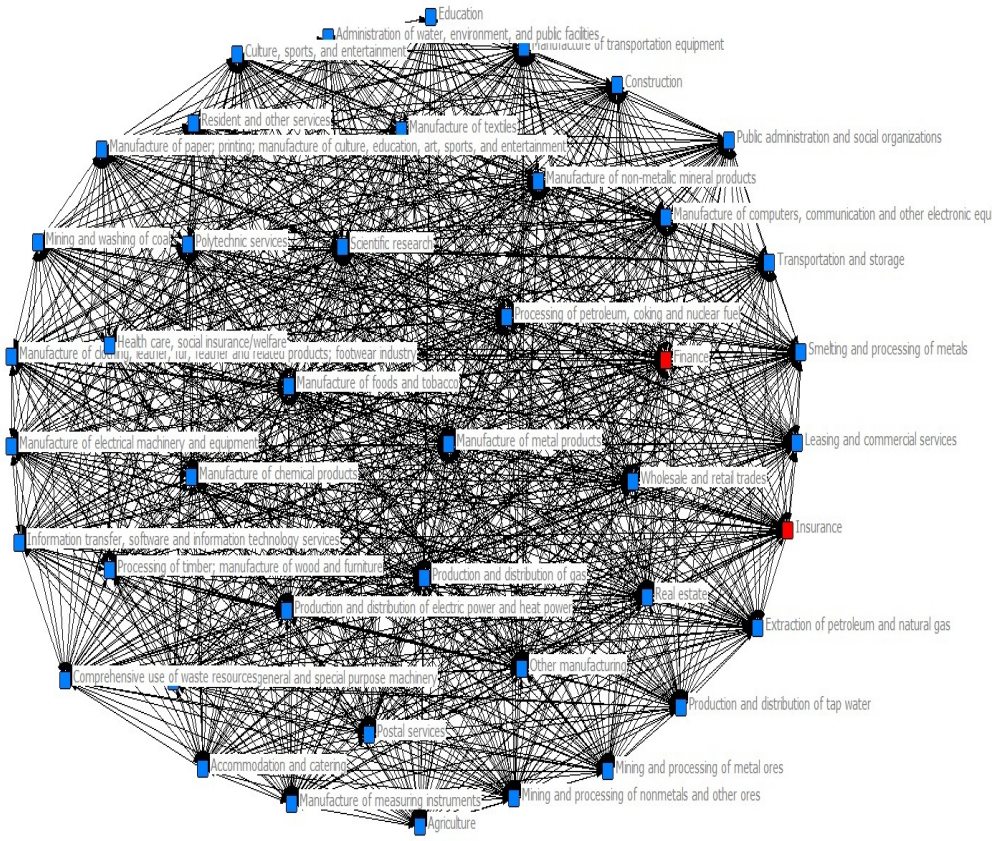


Fig. 13 I-O network diagrams of 43 industries in 2007

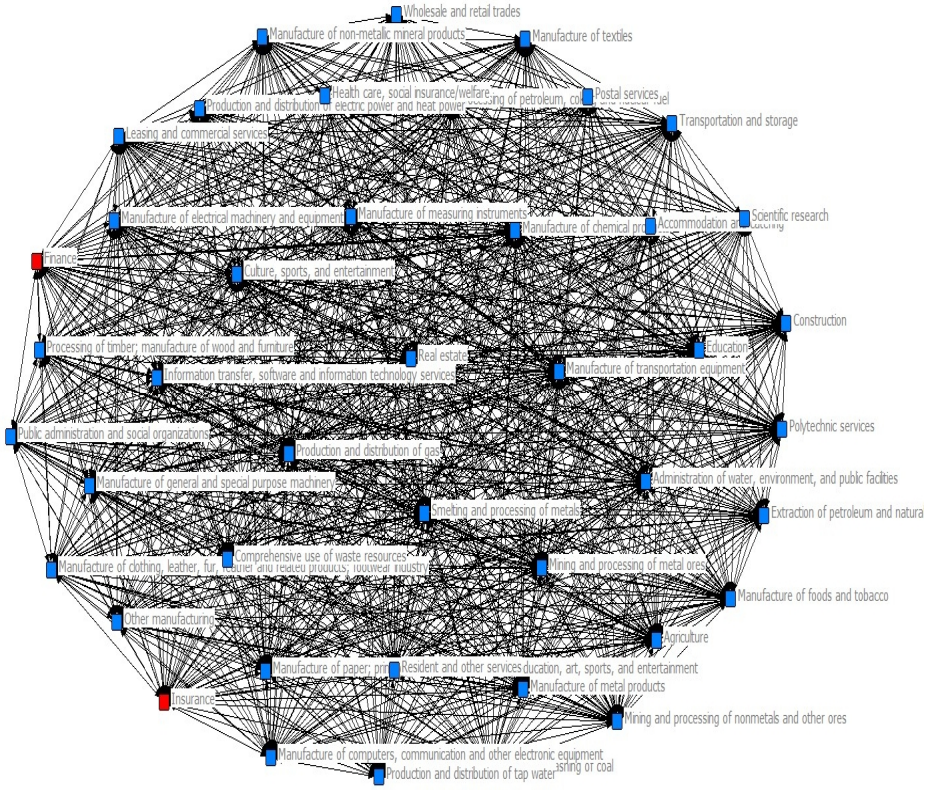


Fig. 14 I-O network diagrams of 43 industries in 2012

According to the data and network diagrams, we can clearly see that before 2011, the centralities of financial industry and the insurance industry are in the middle or lower-middle positions of the 43 industries, and they are also in a peripheral position in the I-O network diagrams. It shows that the overall status of the financial industry is not very important and has little impact on other industries. After 2011, the centrality degree of financial industry is in the leading position among 43 industries , indicating that financial industry have a significant impact on other industries. Although the insurance industry's centrality degree has improved, it has not changed significantly and is still in the lower-middle position. Hence it is still necessary to continue to improve the development of the financial industry.

5. Conclusions

We first compile 43-industry I-O tables from 1992 to 2020. Then, we compare the influence coefficients and the response coefficients of various industries and yield the following conclusions:

First of all, the entire financial industry in China has weak influence on other industrial sectors. Second, China's financial industry has a greater degree of demand for economic development, leading in 43 sectors and higher than the average level of social response ability. While the insurance industry’s response capability is in the lower-middle level, lower than the social average. Finally, in the time period when the volatility is relatively obvious and dramatic, financial industry and the insurance industry show completely opposite performances.

In addition, we also use social network analysis method to draw 43-industry I-O relationship network diagrams, and draw conclusions as follows:

The changes in the network density of China's industrial structure show that the links between various industries are relatively close, but the changes in the density of industrial structure networks are not consistent with the pace of economic development in China. In addition, the evolution of China's industrial structure more often falls into the decentralization of industrial centers, and the central industries are gradually more diverse. Among them, the overall influence of China's financial industry is relatively weak, and it is at a peripheral position in the 43-industry I-O relationship diagrams. In recent years, the status of financial industry has been somewhat improved, but the insurance industry's influence is still weak. .

Therefore, we still need to increase investment and formulate corresponding regulations to ensure that the financial and insurance industry can not only develop steadily and sustainably, but can adapt to other industries and promote the overall economic development of our country jointly as well.

References

[1] WANG E C. A dynamic two-sector model for analyzing the interrelation between financial development and industrial growth [J]. International Review of Economics & Finance, 2000, 9(3):223-241.

[2] WANG H W, WANG C, ZHENG H T, et al. Updating Input–Output Tables with Benchmark Table Series, Economic Systems Research, June 2015 , 27(3):1-19

[3] CELLI A, MORABITO F, ROVESCALLIA. Finance-growth nexus in China revisited: New evidence from principal components and ARDL bounds tests [J]. International Review of Economics & Finance, 2010, 19(2):189-195.

[4] CRISTEA. The relationship between insurance and economic growth in Romania compared to the main results in Europe. A Theoretical and Empirical Analysis.

[5] HOU. Life insurance and Euro Zone's economic growth. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2012.

[6] LEE C C, CHANG C H, AROURI M, et al. Economic growth and insurance development: The role of institutional environments[J]. Economic Modeling, 2016, 59.

[7] LIU G C, LEE C C. The nexus between insurance activity and economic growth: A bootstrap rolling window approach [J]. International Review of Economics and Finance, 2016, 43.

[8] MUYE I M, HASSAN A F. Does Islamic Insurance Development Promote Economic Growth? A Panel Data Analysis [J]. Procedia Economics and Finance, 2016, 35.

[9] RUDRA P. PRADHAN, MAK B, et al. Norman. Insurance development and the finance-growth nexus: Evidence from 34 OECD countries [J]. Journal of Multinational Financial Management, 2015, 31.

[10] RUDRA P. PRADHAN, MAK B, et al. Insurance penetration and economic growth nexus: Cross-country evidence from ASEAN [J]. Research in International Business and Finance, 2016, 36.

[11] KASSIM S. Islamic finance and economic growth: The Malaysian experience [J]. Global Finance Journal, 2016, 30.

[12] LAW S H, SINGH N. Does too much finance harm economic growth [J]. Journal of Banking and Finance, 2014, 41.

Evaluation on Solvency of Property Insurance Companies Based on Principle Component Analysis and Copula Function

SUN Shulei, MENG Xiuli

SUN Shulei*
Associate Professor
School of Management Science and Engineering
Nanjing University of Finance and Economics
Nanjing 210023, China
Email: sun.shu.lei@163.com

MENG Xiuli
Professor
School of Management Science and Engineering
Nanjing University of Finance and Economics
Nanjing 210023, China
Email: mengxiuli2008@yahoo.com.cn

Keywords: Principle Component Analysis, Copula, Solvency, Property Insurance Company.

Abstract. Solvency plays a major role in insurance regulation. This paper focuses on a case study of China's property insurance company. An evaluation index system for solvency of property insurance company is constructed firstly based on the domestic and foreign solvency regulatory practices. Then, principal component factors are extracted by principal component analysis (PCA). Finally, independent copulas function is applied to implement the comprehensive evaluation on solvency of property insurance companies. The evaluation results are of great significance for the rational allocation of regulatory resources and enhancement of the regulation efficiency.

1．引言

偿付能力是保险公司履行赔偿与给付责任的能力。保险公司的偿付能力不足不仅会危及保户的利益，影响到保险业的健康发展，而且会对整个金融体系的稳定造成破坏，

National Natural Science Foundation of China (71401070), Humanities and Social Science Project of Ministry of Education of China (14YJA630052).

进而会威胁到国民经济的健康发展和社会保障体系的完善。因此，偿付能力监管逐渐成为各国保险监管的核心内容。

影响和决定保险公司偿付能力的因素多种多样，为了便于监管，许多国家都制定了保证倘能力的监管指标及其要求。由于偿付能力监管指标较多，如何从多个监管指标中获取更深层次的信息，从多个监管指标得出有关偿付能力的综合评价，对于更有效地配置监管资源，更准确地实现监管，无疑具有重要的现实意义和实践价值。

保险公司偿付能力评价的相关研究较多，韩俊霞，高俊山（2007）使用因子分析法实现了对寿险公司偿付能力状况的评价[1]，谢利人（2008）使用BP神经网络模型对单家保险公司的偿付能力进行评价分析[2]，行瑞（2007）[3]使用主成分分析法（PCA）对保险公司的偿付能力进行综合评价。现有研究使用的方法中，BP神经网络模型属于黑箱式研究，内部评价过程不够清晰；模糊综合评判法、熵值法、因子法及主成分分析法等，都需要主观法或客观法赋权，权重的设置有时会存在一定争议。新近出现的PCA-Copula法，将主成分分析法与Copula函数理论相结合实现综合评价，评价过程清晰，逻辑合理，无需权重，已经在农业灌溉用水[4]、干旱影响评估[12]等领域得到有效应用，本文借鉴这一方法，尝试将其应用于保险公司偿付能力评价问题。

本文以财产保险公司为研究对象，基于偿付能力监管实践，建立财产保险公司偿付能力评价指标体系，以主成分分析法提取主成分，拟合各个主成分的边缘分布，应用独立Copula方法，得出我国财产保险公司偿付能力的综合评价。

2．财产保险公司偿付能力评价指标体系

美国NAIC有自己的偿付能力分析工具和数据库，即保险监管信息系统（Insurance Regulatory Information System，IRIS），基于该系统，监管机构可以迅速地对保险公司进行评价。我国2003年颁布了《保险公司偿付能力额度及监管要求》，该规定中对偿付能力评估体系做了详细说明和规定，偿付能力评估体系的内容由“偿付能力充足率”和“偿付能力评价指标”两部分构成，其中偿付能力评价指标借鉴了美国的IRIS[5]；2008年保监会以《保险公司偿付能力管理规定》取代了《保险公司偿付能力额度及监管要求》；2012年保监会启动了“中国风险导向偿付能力体系”（简称偿二代）建设工作，并于2016年开始实施《保险公司偿付能力监管规则》，由此，结合我国保险业的特点，形成了新的偿付能力监管体系。本文借鉴国内的有关偿付能力评价的相关理论与政策规定，选取8个指标（如表1所示）对财产保险公司的偿付能力进行评价。

表1 财产保险公司偿付能力评价指标

序号	指标名称	计算方法
1	毛保费规模率	保险业务收入/所有者权益
2	自留保费增长率	[本年保险业务收入-分出保费-(上年保险业务收入-分出保费)]/(去年保险业务收入-分出保费)
3	偿付能力额度变化率	[本年所有者权益-(本年上实收资本-上年实收资本)-上年所有者权益] /上年所有者权益
4	总体经营率	损失率+费用率-投资收益率
5	资金运用率	投资收益/(货币资金+交易性、可供出售及买入返售型金融资产+持有至到期和长期股权投资+投资性房地产+定期存款)
6	资产负债率	负债/资产
7	融资风险率	卖出回购金融资产数/(所有者权益-未分配利润)
8	应收保费率	应收保费/保险业务收入

除了表1中的8个指标，还有一些指标可以衡量与评价财产保险公司偿付能力，如准备金充足率、速动比率、资产认可率等，由于无法获取公开的指标数据而未选取。表中8个指标可分成两类，一类是正向型指标，包括指标1、2、3和5；一类是逆向型指标，包括指标4、6、7和8。正向型指标并非越大越好，负向型指标也并非越小越好，过高或过低的取值都会给公司偿付能力带来负面影响，因此，所有指标都有一个合理的区间范围。这些指标既包括在我国2003年的《保险公司偿付能力额度及监管要求》中，也包含在美国NAIC2017版的IRIS中，并且都给出的指标的计算方法与正常值范围，IRIS还对指标含义作了详细解释，此处不再赘述。需要说明的是，根据能够获取的《2016中国保险年鉴》中的保险公司财务数据对指标计算方法作了一定修改，具体使用的计算方法见表1。

3．PCA-Copula评价方法

PCA-Copula方法是采用主成分分析法将评价指标体系中复杂的多变量组合成一组新的相互无关的综合变量，使新变量尽可能多的保留原始变量信息；再基于独立Copula函数构建评价模型，对财产保险公司偿付能力进行综合评价。

（1）数据处理

首先对数据进行方向一致化处理，所有指标数据要么都转换为正向型指标数据，要么都转换为逆向型指标数据，转换方法常用倒数法或相反数法。本文统一转换为正向型指标数据，

$$x_{i4} = 1 - x'_{i4} \tag{1}$$

$$x_{i6} = 1/x'_{i6} \tag{2}$$

$$x_{i7} = 1 - x'_{i7} \tag{3}$$

$$x_{i8} = 1 - x'_{i8} \tag{4}$$

其他指标取值为 $x_{ij} = x'_{ij}$（$j = 1,\cdots 8, j \neq 3,5$）。其中，$x'_{ij}$ 表示财产保险公司 i 指标 j 的数据初始值，x_{ij} 表示经过方向一致化处理后财产保险公司 i 指标 j 的数据值。指标3处理方法中选取0.3，是因为在我国《保险公司偿付能力额度及监管要求》中实际偿付能力额度的正常值范围的上限是30%；指标5处理方法中选取0.03，是因为在IRIS和《保险公司偿付能力额度及监管要求》中资金运用收益率正常值范围的下限是3%。当然，这两个参数的选取是任意的，不影响最终计算结果。

然后，对数据进行标准化处理，

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j} \tag{5}$$

其中，x_{ij} 表示财产保险公司 i 指标 j 的数据值；$\bar{x}_j$ 表示所有财产保险公司指标 j 的平均值；σ_j 表示所有财产保险公司指标 j 的样本标准差；y_{ij} 表示经过标准化处理后的数据。

（2）主成分分析

对数据处理后的指标值进行主成分分析，根据计算得出的矩阵特征值 λ_i（$i = 1,\cdots,8$）和相应的方差贡献率 s_i（$i = 1,\cdots,8$）确定主成分的个数 m，即

$$s_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^{8} \lambda_i} \tag{6}$$

主成分的贡献率越大，对应的主成分反映的信息就越多，如果前 m 个主成分的累计贡献率大于70%，则可以选取 m 个因子作为主成分。

利用主成分相应计算法则得到主成分线性表达式为：

$$z_{ij} = \sum_{j=1}^{8} a_{ij} y_{ij} \tag{7}$$

其中，a_{ij} 为因子载荷，z_{ij} 为财产保险公司 i 第 j 个主成分的取值。

（3）Copula函数

根据Sklar定理，对于随机变量 $X_1, X_2, \mathbf{L}, X_n$ 的联合分布函数 $F_{X_1,\mathbf{L},X_n}(x_1, \mathbf{L}, x_n)$ 与边缘分布函数 $u_1 = F_{X_1}(x_1), \mathbf{L}, u_n = F_{X_n}(x_n)$，存在一个Copula函数，使得

$$F_{X_1,\mathbf{L},X_n}(x_1, \mathbf{L}, x_n) = C(F_{X_1}(x_1), \mathbf{L}, F_{X_n}(x_n)) = C(u_1, \mathbf{L}, u_n) \tag{8}$$

如果 $X_1, X_2, \mathbf{L}, X_n$ 是连续随机变量，那么Copula函数 $C(.)$ 是唯一的。Copula函数被称为连结函数是由于它在联合分布函数与边缘分布函数之间建立起了连结关系。

采用PCA 方法构建评价主成分因子，各因子之间无相关性。如果每个主成分因子分别服从正态分布时，那么不相关即为相互独立，即主成分因子所构成的新变量之间相互独立，则相应的Copula 函数成为独立Copula函数[6,7]，

$$C(F_{X_1}(x_1), \mathbf{L}, F_{X_n}(x_n)) = F_{X_1,\mathbf{L},X_n}(x_1, \mathbf{L}, x_n) = F_{X_1}(x_1) \times F_{X_2}(x_2) \mathbf{L} \times F_{X_n}(x_n) \tag{9}$$

在此前提下，可使用Copula函数的取值作为所有主成分因子取值的综合评价值。保险监管应该关注那些综合评价值过高和过低的公司。

4．结果分析

依据选取的8个财产保险公司偿付能力评价指标，统计计算2015年我国财产保险公司的指标取值，数据来源于《2016中国保险年鉴》。劳合社更像是一个市场交易组织而非保险公司，由于其特殊性，劳合社中国分公司没有选取；另外，由于合众财险和华海财险两家公司在年鉴中是刚刚成立的财产保险公司，因数据不全也未选取；最终，研究对象为57家财产保险公司。

在对数据进行方向一致化和标准化处理后，进行主成分分析，根据方差贡献率达到70%的原则选取前4个主成分作为新的不相关的变量，四个变量的核密度图如图1所示。

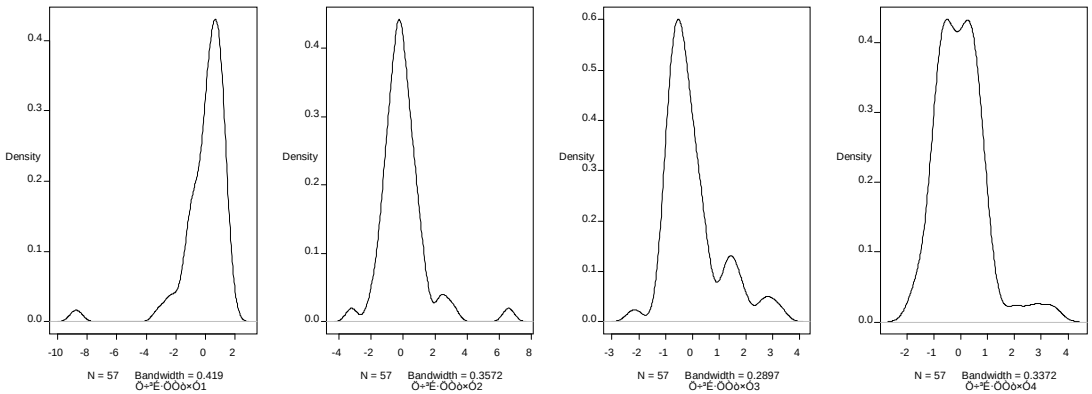


图1 主成分因子核密度图

由图1不难看出，四个主成分因子具有较明显的单峰和一定对称性，因此考虑使用正态分布进行拟合，Kolmogorov-Smirnov（K-S）检验显示拟合效果，如表2所示。从表2中可以看出，主成分因子1和3在显著性水平0.05 上服从正态分布，主成分因子2和4在显著性水平0.01上服从正态分布，即没有理由认为四个主成分因子不服从正态分布。再由极大似然估计法得出四个正态分布的参数，即均值与标准差，结果如表2所示。

表2 主成分因子的正态性检验与拟合

主成分因子	K-S检验	均值	标准差
1	D=0.115,P= 0.408	0	1.3968
2	D=0.178,P= 0.048	0	1.2519
3	D=0.161,P= 0.094	0	1.0649
4	D=0.180,P= 0.043	0	0.9595

最后由独立Copula函数 $C(u_1,u_2,u_3,u_4)=u_1u_2u_3u_4$ 计算各财产保险公司的偿付能力综合评价值，57家财产保险公司综合偿付能力综合评价值的直方图如表3所示。由于评价时使用的是逆向型指标，图中综合评价值越大意味着偿付能力越差。因此，从图中可以判断有1-2家财产保险公司的偿付能力需要监管部门予以关注。假设需要对10%左右的财产保险公司进行监督检查，那么这些公司就应是排名后五位的财产保险公司，如图3所示。

据《2016中国保险年鉴》考察排名最后的两家保险公司富德财险和爱和谊，两家公司存在的相似问题：一是公司保费增长过快，保险业务收入较2014年分别增长98.4%和204.93%，直接影响到评价指标1和2，两家公司是进取型保险公司的缩影；二是两家公司经营不够稳健，富德财险在2014亏损1.1亿元，但2015年扭亏为盈，实现净利润2.4亿元，爱和谊则连续两年亏损，总之两家公司的总体经营比率偏高，给指标4带来负面影响；三是两家公司都在2015年进行了增资，富德财险在5亿元股本基础上增资30亿元，爱和谊2.6亿元股本基础上增资3.55亿元，增资直接带来了所有者权益的剧烈波动。由于无法获得准确数据，文中偿付能力指标使用年鉴中近似的数据，导致评价结果的准确性会存在一定争议。然而，就方法而言，使用PCA-Copula法对保险公司偿付能力进行综合评价，可以识别出那些偿付能力相对较弱或者可能存在问题的保险公司，对于合理配置监管资源实现更为有效的监管具有重要意义。

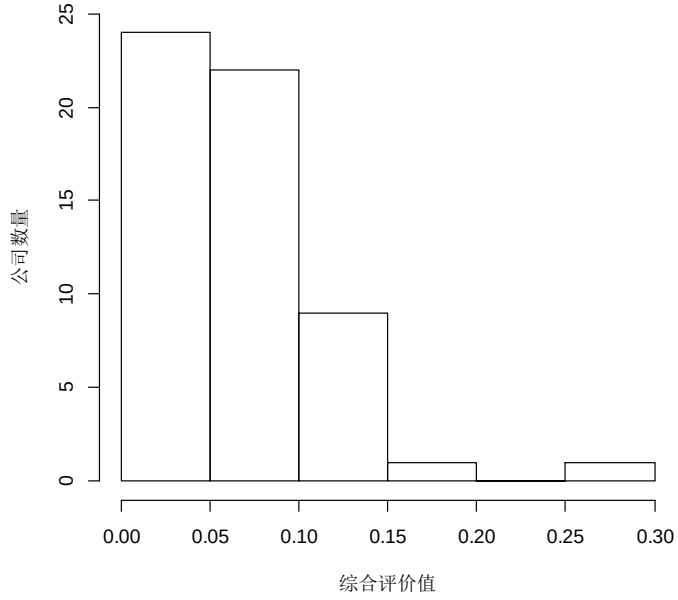


图2 财产保险公司偿付能力综合评价值频率图

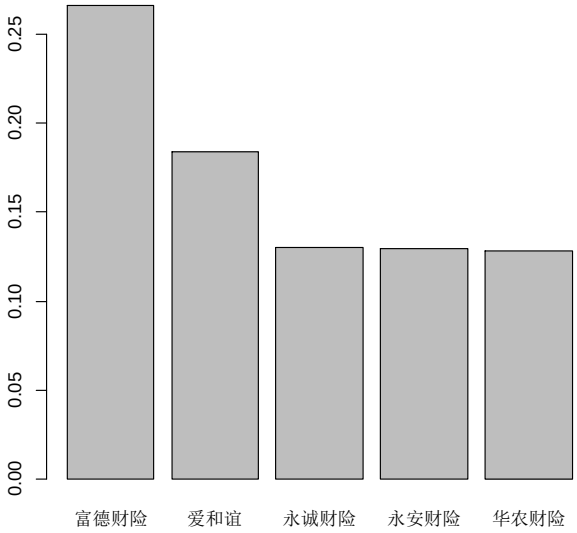


图3 排名后五位的财产保险公司

4．结束语

本文通过建立财产保险公司偿付能力评价指标体系，应用PCA-Copula方法实现对财产保险公司偿付能力的综合评价，对于发现偿付能力存在问题的保险公司，合理配置监管资源具有重要意义。本文也存在不足之处，指标数据受限了有些数据是非公开的，因此影响到评价结果的准确性，这是有待改进之处。

致谢

本文为国家自然科学基金项目(71401070)和教育部人文社科项目(14YJA630052)的阶段性成果之一。

References

[1] 韩俊霞,高俊山.中国寿险公司偿付能力状况的评价[D].商业研究,2007,(1):186-190.

HAN J X, GAO J S. The Evaluation on Paying Ability of China's Life Insurance Companies[J]. Commercial Research, 2007,(1):186-190.

[2] 谢利人.基于 BP 神经网络的国寿公司偿付能力评价[J].财经理论与实践,2008,29 (152): 37- 41.

XIE L R. The Evaluation of China Life Insurance Corporation's Solvency Based on BP Neural Networks [J]. The Theory and Practice of Finance and Economics, 2008,29(152):37-41.

[3] 行瑞.寿险公司偿付能力的综合评价[J].保险职业学院学报,2007,21(3):19-23.

XING R. Evaluation on Solvency of Life Insurance Companies[J]. Journal of Insurance Professional College, 2007,21(3):19-23.

[4] 王鹏新,冯明悦,孙辉涛等.基于主成分分析和 Copula 函数的干旱影响评估研究[J].农业机械学报,2016,47(9):334-340.

WANG P X, FENG X Y, SUN H T, etc. Drought Impact Assessment Based on Principal Component Analysis and Copula Function [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 47(9):334-340

[5] 胡颖,叶羽钢,候心强.美国保险业偿付能力研究的评价及借鉴[J].现代管理科学,2007,(2):105-108.

HU Y, YE Y G, HOU X Q. Review and reference of the research on the solvency of the U.S. insurance industry[J]. Modern Management Science, 2007,(2):105-108.

[6] HARRY J. Dependence Modeling with Copulas[M]. London: Chapman and Hall/CRC press, 2014.

[7] ROGER B N. An Introduction to Copulas (2nd Edition)[M].Berlin: Axel Springer,2010.

基于PCA-Copula的财产保险公司偿付能力评价

孙树垒 孟秀丽

孙树垒*
副教授
南京财经大学管理科学与工程学院
南京210023，中国
电话：(8610) 13770682003
Email: sun.shu.lei@163.com

孟秀丽
教授
南京财经大学管理科学与工程学院
南京210023，中国
电话：(8610) 13951926892
Email: mengxiuli2008@yahoo.com.cn

关键词：主成分分析; Copula; 偿付能力; 财产保险公司

中文摘要. 偿付能力是保险监管的核心内容。本文以我国财产保险公司为例，基于国内外偿付能力监管实践，建立财产保险公司偿付能力评价指标体系，以主成分分析法提取主成分因子，应用独立Copula实现对财产保险公司偿付能力的综合评价，评价结果对于合理配置监管资源，有效提升监管效率具有重要意义。

Research on the Impact of Small Loan Guarantee Insurance in Ningbo on Economic Development

WANG Chong

School of economics
Hebei University
No. 2666 Qiyi East Road Baoding City Beishi District Hebei Province
Hebei 071000, China
E-mail: 497302725@qq.com

Key words:small and micro businesses; issues of agriculture, farmer and rural area; Ningbo micro-loan guarantee insurance; economic development;empirical analysis.

Abstract:
In recent years, small and micro businesses have developed rapidly and become an important part of China's regional economy. However, because of the shortage of mortgage and the imperfect credit evaluation, it is difficult for China's small and micro enterprises to obtain loans with favorable interest rate from Banks. At the same time, under the background of building a well-off society in an all-round way and narrowing the gap between urban and rural areas, the financing of agriculture, rural areas and farmers has always been the focus of attention of the government and the common people. Whether it is finance or insurance industry, we attach great importance to solving the financing problems of small and medium-sized enterprises, "agriculture, rural areas and farmers" and promoting the development of real economy.
As a result, Ningbo first launched an innovative financing method combining finance and insurance - "unsecured and unsecured urban and rural micro-loan guarantee insurance" business, which is used to alleviate the financing problems of entrepreneurs, "three farmers" and other small loan borrowers.
However, whether or not Ningbo micro-loan guarantee insurance has played a certain role in promoting regional economic development, What is the influence mechanism of Ningbo micro-loan guarantee insurance on regional economic development and how to better develop Ningbo micro-loan guarantee insurance business to serve the real economy needs further study.
Therefore, this paper takes small loan guarantee insurance of Ningbo as the research object, introduces the origin background, the development course and the present situation of the micro-loan guarantee insurance in Ningbo, and applies Granger causality test, impulse response function, Variance decomposition analysis, Dummy variable regression and other methods，respectively from the overall level, the industrial object level and the operational

mode level，makes empirical analysis on the impact of Ningbo micro-credit guarantee insurance on the economic development of Ningbo. This paper studies the influence mechanism of Ningbo micro-loan guarantee insurance on Ningbo region's economy, and explains that Ningbo micro-loan guarantee insurance can promote the economic development of Ningbo area from both theoretical and empirical aspects. Finally, according to the conclusions of empirical analysis, this paper puts forward the corresponding solutions and policy recommendations, hoping to further develop the micro-loan guarantee insurance business in Ningbo.

1. 引言

近年来，李克强总理“双创”理念的提出，鼓励了许多小微企业的创立，但是他们往往没有雄厚的资金积累，也缺乏足值的抵押物，因此在银行很难获得贷款。同时，在2020年全面建设小康社会，缩小城乡收入差距、加快城镇化建设的大背景下，“三农”融资问题一直是政府和百姓关心的焦点。

2014年《国务院关于加快发展现代保险服务业的若干意见》中就提到要拓展保险服务功能，促进经济提质增效升级。其中包括服务“三农”和小微企业，促进经济结构调整[1]。

2017年，银监会主席郭树清代表对习近平总书记在十九大报告中提出的“要深化金融体制改革，增强金融服务实体经济能力”表示，金融服务好实体经济，定位已经非常明确。未来银行业要继续做好服务实体经济工作，重点支持普惠金融、小微企业融资、“三农”融资、脱贫攻坚方面的融资[1]。

可见，无论是金融业还是保险业，对解决中小企业、“三农”融资问题，促进实体经济发展都有着高度的重视。

宁波小额贷款保证保险作为小额贷款借款人从银行获得短期流动资金的一种创新型融资方式随之应运而生。它冲破了传统贷款抵押担保形式的禁锢，为那些无法提供足值抵押物或担保但是信用状况良好、创业项目具有良好发展潜力的创业者获取较低利率的小额贷款提供了可能。同时，它也是一项缓解“三农”等融资问题、促进政银保合作、建立健全小额贷款借款人征信系统的普惠金融政策。

国外专家学者在小额贷款保证保险的理论以及制度方面，已经有了比较深刻的研究。且不同国家有着自己的贷款保证保险发展模式。但是宁波小额贷款保证保险目前在我国仍处于探索阶段，政府也未将其纳入正式的法律法规中，成功的试点地区和参与此业务的金融保险机构也相对较少，可借鉴的经验和可供研究分析的数据十分有限。

那么宁波小额贷款保证保险到底是否对地区经济发展起到了一定的促进作用、宁波小额贷款保证保险对地区经济发展的影响机制又是怎样的以及如何更好地发展宁波小额贷款保证保险业务为实体经济服务仍需进一步研究和探讨。

1. 宁波小额贷款保证保险概述

[1] 资料来源：刘铮，齐中熙，王希.新华每日电讯，现代金融归入产业体系意味着什么[EB/OL]，http://www.xinhuanet.com/mrdx/2017-10/23/c_136699215.htm，2017-10-23

鉴于小额贷款保证保险业务是一项金融与保险融合的创新型业务，我国目前还未对其作出权威性的法律定义，因此本章先对其基本概念及特点作简要的阐述，使读者对其有一个基本的认识，便于后文更进一步的了解与研究。

1.1 小额贷款保证保险的涵义

1.1.1 小额贷款保证保险的定义

保证保险是投保人以自身信用作为保险标的一种财产保险，投保人与保险人约定当保险合同所列信用风险事故发生时，由保险人承担其偿还责任[2]。

小额贷款保证保险是一种针对小额贷款借款人的信用风险提供保障的保证保险。小额贷款者一般为中小微企业、农户、初创者等无抵押无担保的贷款人群。它不仅仅是一种保险产品，更是一项以政府主导推动、银保深度合作、市场化运作为基础的地方性创新型金融产品。它利用保险分散风险原理，在银行和小贷借款者之间架起“桥梁”，切实帮助小微企业、农户等小额贷款借款人解决融资难题，使那些真正有需求、信誉良好良好且具有发展潜力的小额贷款借款人在获得相应保险保障后，能从银行获得一定数目的优惠贷款[2]。

它起源于十八世纪末十九世纪初，首先由美国开办，随后经英国推广至西欧、日本、韩国等国。它迅速发展，目前美国、日本、韩国等国家都有着较为成熟的贷款保证保险体系。1908 年，美国就建立了保证保险业务的国际组织——信用保证保险协会（SAA）[3]。同时，在《保险法》中也对财产保证保险等做了明确规定。

多国的实践证明，贷款保证保险在解决中小企业融资问题上起到了非常重要的作用。

1.1.2 小额贷款保证保险的特点

小额贷款保证保险业务与一般的银行贷款相比，除了有保证保险的特点之外，还有许多其自身的特点：

1）小额贷款保证保险的贷款金额较小，贷款期限短

小额贷款保证保险刚试行时，《关于开展城乡小额贷款保证保险试点工作的实施意见》中规定，小额贷款保证保险的贷款限额为：初创期小企业100万；农业种植养殖户30万；城乡创业者10万[4]。另外，小额贷款保证保险的贷款期限一般在半年至一年以内，属于短期贷款。操作较为灵活，根据生产经营需要随借随还。

2）小额贷款保证保险贷款的用途固定

通过小额贷款保证保险业务所获得的贷款应用于日常的资金周转，不可用于其他无关用途，更好地保证了小额贷款保证保险业务发挥其应有的作用。

3）小额贷款保证保险涉及多个参与主体

一般的贷款涉及到两个或三个主体，包括借款人、金融机构、担保人（贷款为担保贷款时需要）。而小额贷款保证保险业务所涉及的主体有：小额贷款借款人、金融机构、保险公司以及地方政府。小额贷款借款人同时又是投保人，保险公司为保险人。而地方政府为该业务的顺利实行提供政策和财政支持。

4）小额贷款保证保险融资成本小，财政杠杆率高

小额贷款保证保险的贷款利率是银行利率加上保险费率，总的融资成本低于10%[5]，相较于同等条件下的普通银行贷款或其他融资方式，融资成本较小。同时，小额贷款保证保险业务由于有政府的支持，为小微企业和“三农”等小额贷款借款人提供了不少潜

[2] 资料来源：宁波保险行业协会网站，太平洋产险宁波分公司积极推动小额贷款保证保险取得良好成效[EB/OL]，www.nia.net.cn，2012-03-16

在的征信，截至2016年底，宁波市政府就用5000多万元财政资金撬动了140亿元的融资额，财政杠杆扩大了244倍[6]。

5）小额贷款保证保险“无抵押无担保”

“无抵押、无担保”可谓是小额贷款保证保险最大的特点兼亮点了。申请一般的贷款特别是银行的贷款，都要求有足值的抵押物或信誉良好的担保人，就像以“服务小微、服务大众”为企业宗旨的浙江泰隆商业银行这类中小型商业银行也不例外。这使得一部分信誉良好的或有发展前途的小微企业无法获得利率较小贷公司更低的银行利率。而小额贷款保证保险大胆“冒险”，大胆创新，突破传统贷款固有的抵押和担保形式，开创了政银保合作的新型模式。

1.1.3　小额贷款保证保险的作用

从理论上来说，小额贷款保证保险不仅有利于解决小微企业和“三农”融资问题，也有利于金融、保险机构的业务发展，更有利于化解新常态下实体经济增长动力不足的潜在危机：第一，小额贷款保证保险增加了低利率贷款的供给，缓解了小微企业的短期融资问题，促进了小微企业的发展，鼓励了大众创新创业的积极性。同时，小额贷款保证保险也是一项惠农政策，关注“三农”问题，提高农户收入，有利于缩小城乡收入差距，加快城镇化建设。第二，小额贷款保证保险开创了银保合作融资新模式，对银行等金融机构来说，分散了风险，增强了贷款的安全性，减少了不良贷款的发生，也降低了银行的管理和交易的成本；对保险机构来说，拓宽了业务范围，增强了保险公司的风险管控能力，有利于促进保险业的健康发展。第三，小额贷款保证保险是一项政策性业务，也有着较大的财政杠杆，有利于政府在必要时进行宏观调控，活跃市场经济，促进经济增长。

因此，小贷险的发展有利于实现小额贷款借款人、金融机构、保险机构、政府等多方共赢的局面。

1.2　宁波小额贷款保证保险运行情况

宁波作为首批小额贷款保证保险试点，有着较为丰富的数据资料与运行经验，对我国小额贷款保证保险的推广与发展具有重要的研究意义，因此，本文将宁波小额贷款保证保险业务作为研究的样本，对其进行理论和实证分析。

1.2.1　宁波小额贷款保证保险的起源

改革开放以来，宁波作为第一批开放的沿海城市，中小民营企业数量众多。近年来，随着经济的飞速发展，它们更是成为了宁波经济不可或缺的一部分。据统计，宁波市地区生产总值的80%均来自宁波中小民营企业[7]，它还带来了大量的就业岗位。随着中小民营企业的不断发展，长期固存的融资问题日益凸显。同时，在原本资金供求就失衡的背景下，2008年金融危机的冲击进一步加剧了失衡。大量受挫的中小微企业都急需一笔流动资金进行暂时的资金周转及危机后企业经济规模的恢复。然而申请银行一般贷款，流程繁琐、要求严格、期限较长，往往无法解决企业的燃眉之急。且很多中小民营企业处于初创时期，固定资产积累有限，信用评级不完善，因此无法申请银行贷款。而小贷公司虽然贷款门槛较低，但是其贷款利率较高，会大大增加融资成本，从而导致受挫企业在短时间内无法盈利，使中小民营企业逐渐丧失其应有的活力。传统贷款模式的创新迫在眉睫，一款满足大量中小民营企业、个体工商户、农户等小额贷款借款人需求的低利率无抵押无担保的创新型贷款产品呼之欲出。

于是，在宁波金融办、保监局、市政府的共同努力下，“低利率无抵押无担保”的宁波城乡小额贷款保证保险即“金贝壳”业务于2009年9月正式登上了创新融资的舞台，

展开了试点工作。其业务主要针对初创期小企业、城乡创业者（含个体工商户）和农业种植养殖大户三类小额贷款借款人[3]。

1.2.2 宁波小额贷款保证保险总体运行情况

自2009年9月正式启动试点工作开始，宁波小额贷款保证保险就拉开了其辉煌发展的帷幕。截止2017年底，宁波市小额贷款保证保险共成交16376笔，累计保费收入达3.63亿元，总计发放贷款147.71亿元。目前，宁波小额贷款保证保险的违约率保持在3%以下，业务违约率相对较低，较好地控制了违约风险[4]。

为了更加直观地了解2009年以来宁波小额贷款保证保险业务的发展情况，分别将2009年以来每年开展小额贷款保证保险业务的笔数、保费收入和贷款额做成如下折线图（图1-1、1-2、1-3），便于观察其发展趋势。

观察图1-1、1-2、1-3这三个趋势图，我们发现2009年以来，宁波小额贷款保证保险业务发生的笔数、保费收入、贷款金额总体都呈上升趋势，且呈现业务开展初期（2009年-2010年）发展迅速，中期（2011年-2014年）发展较为平稳，后期（2015年-2017年）发展也较为快速。其中，中期发展较缓可能是因为正处于针对初期业务开展遇到的问题进行调整的阶段。2015年开始，业务发展突飞猛进，可能是因为从2015年下半年开始，宁波小额贷款保证保险从初期的“共保”模式调整为“商业化”运作模式，引入了小额贷款公司及金融租赁公司等非银行金融机构所致。从后期的发展趋势看，在商业化运行模式下，宁波小额贷款保证保险发展良好。

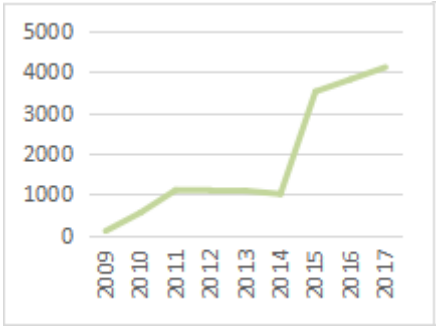


图1-1 2009-2017“金贝壳”业务笔数（笔）趋势图

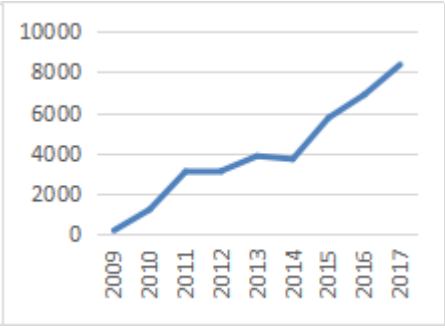


图1-2 2009-2017“金贝壳”业务保费收入（万元）趋势图

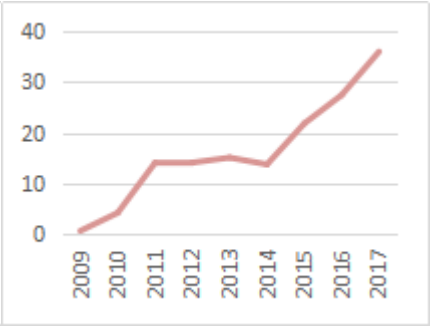


图1-3 2009-2017“金贝壳”业务贷款额（亿元）趋势图

1.2.3 宁波小额贷款保证保险针对三类承保对象的运行情况

宁波小额贷款保证保险业务有三类承保对象，分别为初创小企业、城乡创业者和农业种植养殖户。下面分别介绍这三类承保对象的运行情况：截至2107年底，承保对象为初创小企业的共有9527笔，累计保费收入2827.44万元，发放贷款116.06亿元；承保对象为农业种植养殖户的有2572笔，累计保费收入2678.94万元，发放贷款10.83亿元；承保对象为城乡创业者的有4254笔，累计保费收入5350.62万元，发放贷款20.83亿元[5]。

同样地，我们将这三类承保对象2009年以来的业务发展情况（保费收入：万元）作成如下折线图：

根据图1-4我们可以看出，三类承保对象的业务发展总体均呈上升趋势。其中，初创小企业发展最为迅速，所占业务量比重也最大；而城乡创业者和农业种植养殖户发展速度较缓，所占比例较低。

[3] 资料来源：中国保险报，宁波小贷险模式[N/OL]，http://www.sinoins.com/zt/2014-04/23/content_106925.htm，2014-04-23

[4] 资料来源：宁波保监局、宁波保险行业协会、宁波金融办统计所得。

[5] 资料来源：宁波保监局、宁波保险行业协会、宁波金融办统计所得。

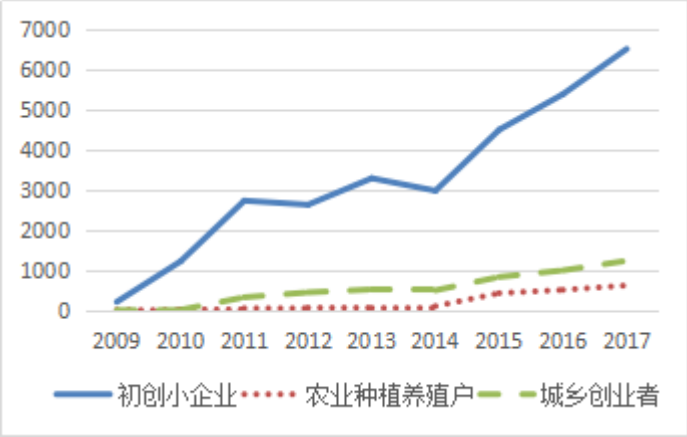


图1-4　2009-2017三类承保对象业务发展情况趋势图

为了更加直观地表现三类承保对象的业务占比情况，将2009年至2017年三类承保对象的承保笔数和保费收入的占比情况进行取均值，并作成如下饼图（图1-5、1-6）。

从图1-5三类承保对象承保笔数的平均占比情况，我们可以看出：初创小企业承保笔数达到了约70%，城乡创业者和农业种植养殖户承保笔数合计只占到了30%。

从图1-6三类承保对象保费收入的平均占比情况，我们可以看出：初创小企业保费收入超过了80%，而城乡创业者和农业种植养殖户的保费收入合计占比不足20%。其中农业种植养殖户保费收入占比还不到5%。

从图1-5和图1-6我们可知，在宁波小额贷款保证保险业务中，初创小企业占到了绝对的优势，是这三类承保对象中最大的受益者。另外，从三者占比的动态变化来看，初创小企业业务占比有所减少，城乡创业者业务的比例有所增加，而农业种植养殖户所占比例变动较小。针对农业种植养殖户保费收入占比较低的情况，可能一方面是由于政府给予农业种植养殖户借款人政策优惠如优惠费率所致，另一方面也是由于农业种植养殖户贷款金额较少。

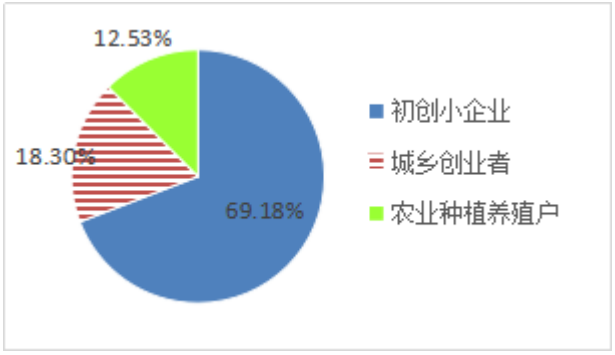


图1-5　2009-2017三类对象承保笔数平均占比趋势图

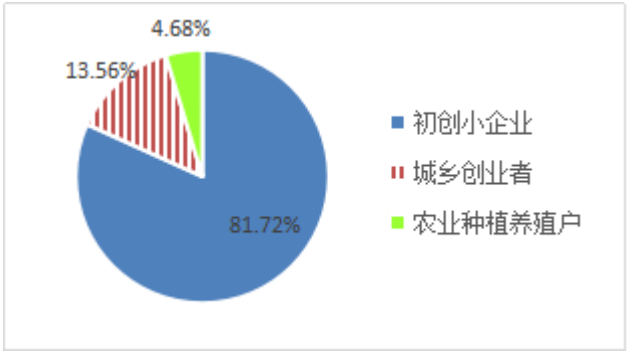


图1-6　2009-2017三类承保对象保费收入趋势图

1.2.4　参与机构的发展情况

自“金贝壳”业务开展以来，宁波的金融机构和保险机构积极响应。保险机构参与数量从最开始政策规定的两家——人保财险和太平洋保险宁波分公司，到2015年6月，新增国寿财险宁波分公司、大地财险宁波分公司、平安财险宁波分公司3家，发展到现

在共有9家，包括平安财险、国寿财险、大地财险、浙商财险等财险公司的宁波分公司[6]；参与的金融机构从刚开始的省联社宁波办、工商银行宁波市分行等5家经过两年多的发展，增加至15家，新增建设银行、浦发银行、中信银行、农信社等银行。如今，开办此项业务的金融机构共有41家，其中包括大型国有银行、中小商业银行、小贷公司、金融租赁公司等[7]。

1.2.5 政府的支持情况

为了确保小额贷款保证保险的顺利实施，政府在此期间颁布了不少政策文件和通知公告，如2009年7月27日，为了使试点工作顺利展开，宁波市政府出台了《关于开展城乡小额贷款保证保险试点工作的实施意见》；2011年1月4日，宁波小额贷款保证保险业务经过一年多的发展，政府总结了业务开展中遇到的问题并提出了《宁波市政府办公厅关于进一步完善和推进城乡小额贷款保证保险试点工作的通知》；2013年5月14日，为了进一步加强对小企业及“三农”的金融支持，宁波市政府发布了《关于深入推进小额贷款公司改革发展的若干意见》，鼓励小贷公司等金融机构积极参与到小额贷款保证保险中[8]；2015年初，五部委又联合发布《关于大力发展信用保证保险服务和支持小微企业的指导意见》，“鼓励地方政府建立小微企业信用保证保险基金，用于对小微企业信用保证保险的保费补贴和贷款本金损失补贴[9]。”

随着试点的深入，政府的财政支持力度也不断加大。从最初的建立超赔基金，对保险机构赔付率超过150%后的部分进行补偿，到15年出台《宁波市城乡小额贷款保证保险试点工作财政补助专项资金管理办法》，成立1000万的小额贷款保证保险专项资金[8]。据统计，从2009年试点以来，宁波市政府对宁波小额贷款保证保险累计补助10329万元[9]。

1.3 小结

第一，宁波小额贷款保证保险发展可以分为三个阶段：初期、中期和后期。初期发展迅速；中期处于调整时期，发展平稳；后期又呈快速发展。

第二，宁波小额贷款保证保险三类承保对象业务发展不均衡。其中初创小企业业务占比最大，城乡创业者和农业种植养殖户业务占比过低。

第三，宁波小额贷款保证保险作为小额贷款保证保险首个试点地区，发展较为成功，已形成了一套自己的发展经验，可以作为今后其他试点借鉴的范例。但同时它自身仍需进一步发展和完善。

2 小额贷款保证保险促进经济发展的理论框架

由于前人大都从小额贷款保证保险的运行机制、风险管理机制、定价等理论方面研究小额贷款保证保险，从实证角度分析小额贷款保证保险对经济发展的促进作用的资料较少，因此，本文根据前人的理论、观点以及宁波地区小额贷款保证保险运行的实际情况得出相应的假说，并在后文针对假说进行实证检验和分析。

2.1 小额贷款保证保险的开展对实体经济的影响

自小额贷款保证保险问世以来，各界对其作为一项金融产品创新，对解决中小企业融资问题，服务实体经济、促进地方经济的发展给予了高度的肯定。首先，国外如美国、日本、韩国等多个国家的实践证明，贷款保证保险在解决中小企业融资问题上起到了非

[6] 资料来源：宁波保监局和宁波保险行业协会统计所得。
[7] 资料来源：宁波金融办统计所得。
[8] 资料来源：杨芮，谈宁.第一财经日报，宁波小贷险试点：保险银行合作降低融资成本[N/OL]，http://business.sohu.com/20140918/n404422067.shtml，2014-09-18
[9] 资料来源：宁波金融办统计所得。

常重要的作用。其次，国内也有不少学者、媒体、地方政府将其作为促进实体经济发展的一项重要举措。安徽保监局副局长张雪峰（2013）指出，发展保险融资业务，可以提高社会生产力、优化信贷资源配置、促进产业结构调整[10]。梁龄（2012）在金融业三措施“吸金”助实体经济发展中强调推小额贷款保证保险试点能在融资方面给实体经济“输血”[11]。浙江省人民政府（2014）、高海松（2015）、张程（2015）等主要从保险机制支持地方经济发展方面指出小额贷款保证保险业务为实体经济提供保险支持，让诸多小微企业受益[12]。戚斌（2015）说，支持地方经济，加快小企业金融发展、实现业务转型升级的重要任务和努力方向之一就是推动小额贷款保证保险试点工作[10]。吴亚东（2016）认为小微企业小额贷款保证保险有利于释放小微企业的生产潜能，缓解小微企业严重资金不足的情况，活跃地区金融市场，促进地区经济发展[13]。吕璐（2016）表示，小额贷款保证保险的推广，不仅有利于解决中小微企业的融资问题也有利于我国保险行业多元化的发展[14]。洪粮钢（2017）说道，宁波小额贷款保证保险具有巨大的财政杠杆，用极少的政府资金就能实现超过200倍的融资，大大提高了资金配置的效率。

目前，宁波小额贷款保证保险业务已累计承保超过1.6万笔，持续发放贷款额超过150亿。为宁波地区经济发展投入了大量的流动资金，给小微企业和“三农”提供了有力的支持，活跃了市场。且宁波小额贷款保证保险模式已在上海、广州、北京、深圳等超过30个地区推广试行[11]。

综合以上观点和宁波小额贷款保证保险实际发展情况，可以得出假说1：宁波小额贷款保证保险业务的开展有利于缓解中小微企业融资问题，对服务宁波地区实体经济发展具有一定的促进作用。

2.2 三类承保对象业务对不同产业的影响

在宁波小额贷款保证保险业务开展过程中，其支持的三类服务对象对宁波地区经济发挥着各自不同的作用。其中农业种植养殖户业务主要针对第一产业即农业，初创小企业和城乡创业者业务主要针对第二、三产业。

2.2.1 农业种植养殖户业务对第一产业的影响

由于农业相比第二、三产业发展较为缓慢且产值落后，“三农”融资问题也更加严峻，而小额贷款保证保险的出现在很大程度上为农户开辟了一条新的融资渠道，因此小额贷款保证保险对地区农业经济的发展应该具有非常大的推动作用。经研究，许多学者对小额贷款保证保险在农业上的作用都给予了很高的评价。

杨兆廷（2009）在农村金融供给创新促进农村经济发展问题的理论基础上进行了实证分析，得出金融发展与经济增长存在正相关关系，并提出小额信贷模式适应中国农村经济发展特点，是未来的发展方向[15]。林瑞全（2011）指出农村小额贷款保证保险突破了传统的农村金融贷款担保机制，未来对推动“三农”经济的发展必定产生深远的影响[16]。周强（2011）认为，农户小额贷款保证保险一方面可以保障贷款人的利益，一方面可以降低借款人的成本，真正发挥扶危济困的功能[17]。夏丽（2012）表示，开展小额信贷保证保险对支持和服务“三农”发展，保险公司开拓农村市场和改善农村信贷环境三方面都有重要的作用[18]。孙伟伟（2015）认为，农业小额贷款保证保险有利于缓解当前农村地区的金融抑制状态，活跃农村金融市场，同时，又能够促进农村各金融机构间相互合作，推动农村经济发展，具有极大的社会效益[19]。袁媛（2015）表示小额农贷保证

[10] 资料来源：新华网，钦州市积极推进金融改革促进稳增长[EB/OL]，http://qinfang.house.qq.com/a/20151026/016497.htm，2015-10-26

[11] 资料来源：百度网，洪粮钢：宁波保险创新服务实体经济的实践及展望[EB/OL]，http://baijiahao.baidu.com/s?id=1571289969564220&wfr=spider&for=pc，2017-06-27

保险能有效地促进银行向农户放贷的积极性、扩大放贷的范围，同时研究发现小额农贷保证保险业务的开展，促进了农村GDP的增长，对农村经济的发展起着不可忽视的作用[20]。倪闻阳（2016）认为完善的农村金融体系能够提高资源配置的效率，从而促进经济的发展。同时，小额贷款保证保险业务的开展有助于规范民间非正式金融、撬动民间资本，为我国农业和农村经济发展及农民的生产生活营造健康稳定的社会环境[21]。

目前，宁波农业种植养殖户业务已累计承保超过3000笔，累计保费收入超过2800万元，持续发放贷款额超过10亿元[12]。为宁波地区农村经济发展投入了大量的流动资金，给 “三农”提供了有力的支持，活跃了第一产业市场。

综合以上观点和宁波小额贷款保证保险实际发展情况，可以得到假说2：宁波小额贷款保证保险可能会通过增加银行贷款供给、增强各金融机构的交互，促进宁波地区农业经济的发展。

2.2.2 初创小企业和城乡创业者业务对第二、三产业的影响

在宁波小额贷款保证保险业务中，初创小企业和城乡创业者业务几乎占到了90%的份额。而初创小企业和城乡创业者大都以非农产业为主，因此，通过初创小企业和城乡创业者业务所发放的贷款额主要投向第二、三产业。第二产业又以大型的工业、建筑业为主；第三产业以中小型金融保险等服务业为主。所以初创小企业和城乡创业者业务对金融、保险领域有着积极的影响。

义乌市人民政府（2017）表示，小额贷款保证保险作为一项创新型金融业务，可以促进金融创新与合作，是金融专项改革一项重要的内容[22]。且义乌市人民政府（2017）和湖北省人民政府办公厅（2014）都认为，小额贷款保证保险工作的全面开展，有利于充分发挥银保的联合优势，加强金融机构提升自身的创新能力和风险管理水平，拓宽金融服务领域，促进地方小微企业和金融业的发展[24]。重庆市金融工作办公室（2014）指出，小额贷款保证保险实现了三个“开启了”——银保合作的新路径、金融领域发展改革的新路径、新的保险种类[23]。许嬰（2016）认为，小额贷款保证保险有利于提高银行放贷积极性、保护创业者创业热情、促进保险业快速发展[25]。

目前，宁波初创小企业和城乡创业者业务已累计承保超过1.5万笔，累计保费收入超过8500万元，持续发放贷款超过140亿元[13]。为宁波地区第二、三产业发展投入了大量的流动资金，给中小微企业和高新科技创业者提供了有力的支持，活跃了金融保险市场。

综合以上观点和宁波小额贷款保证保险实际发展情况，可以得到假说3：宁波小额贷款保证保险可能会通过加强银保合作、促进金融改革、拓宽保险市场，从而促进宁波地区二、三产业的发展。

2.3 商业化运作模式对小额贷款保证保险及经济发展的影响

2015年6月以后，宁波小额贷款保证保险从原来的“共保”模式转变为“商业化”运作模式。虽然历史上各专家学者对商业化所持的态度一直褒贬不一，比如尤努斯（2014）就特别抵触商业化的小额信贷，他认为那是一个完全不对的方向[14]。但是近年来，成功推行商业化的尝试越来越多，如中国政策性银行商业化运作模式、我国养老保险金的商业化、农业保险商业化、科技专利商业化等等。其实这里所说的商业化并不是传统意义上的商业化，而是商业化运作。许良（2010）指出商业化运作不同于商业化，它并不是完全地追求利润最大化，而是遵循市场经济规则和要求，从事生产和经营活动的一种手段或方法。同时他还通过分析日本开发银行半个世纪的成长历程，提出日本开

[12] 资料来源：宁波保监局、宁波保险行业协会、宁波金融办统计所得。
[13] 资料来源：宁波保监局、宁波保险行业协会、宁波金融办统计所得。
[14] 资料来源：新华网，尤努斯:抵制小贷过度商业化[EB/OL]，http://www.xinhuanet.com/fortune/2015-01/16/c_127391286.htm，2015-01-16

发银行在日本经济快速发展下起到了至关重要的作用。其中，最关键的点在于在充分的法律保障之下，推行政策性金融业务的商业化运作方式[26]。Reinhard H. Schmidt（2010）认为，商业化运作的方式是小额信贷要产生任何社会和经济发展影响唯一可行的办法[27]。他从多个角度强调了小额信贷商业运作模式的必要性和合理性。杨童舒（2011）认为，商业化改革提高了微观金融的运行效率，使金融资源得到更为合理的配置，从而极大地推动了国民经济健康持续的发展[28]。王茹（2012）提到，用商业化的运作模式，可以提高政府的管理能力[29]。何士宏（2013）在中国养老保障商业化研究中提到商业化运作的三个优势：商业化运作有助于层次的构建、效率的提升、政府职能的转变[30]。诸暨市人民政府（2012）、谭谟晓（2015）、 龙海市政府（2017）都先后提出要积极稳妥地推进小额贷款保证保险业务，最终实现小额贷款保证保险的商业化和可持续发展[31]。吴亚东（2016）总结了曾鸣（2002、2006）、钱红（2003）、张黎华、张文国（2003）等学者的观点，提出商业化模式是小额贷款保证保险发展的重要方向，但是小额贷款保证保险的开展应当循序渐进，初期应以政府牵头开展为主，当试点地区具备成熟条件以后再采用商业化的模式，逐渐实现盈利目标[32]。

宁波小额贷款保证保险自2015年6月实行商业化运作模式以来，其保费收入增速大大提高，承保笔数和贷款金额也有大幅拉升，目前正处于快速发展时期。

综合以上观点和宁波小额贷款保证保险实际发展情况，可以得出假说4：商业化的运作模式可以提高宁波小额贷款保证保险的运行效率、优化资源配置、增强政府管理能力，从而进一步促进宁波地区经济的发展。

2.4 小额贷款保证保险促进经济发展传导机制

综合以上三个部分的理论分析，可以大致了解小额贷款保证保险对经济影响的传导机制。为了更加直观地表现，现将三个理论部分的传导机制作成如下传导机制图（图2-1、2-2、2-3）。

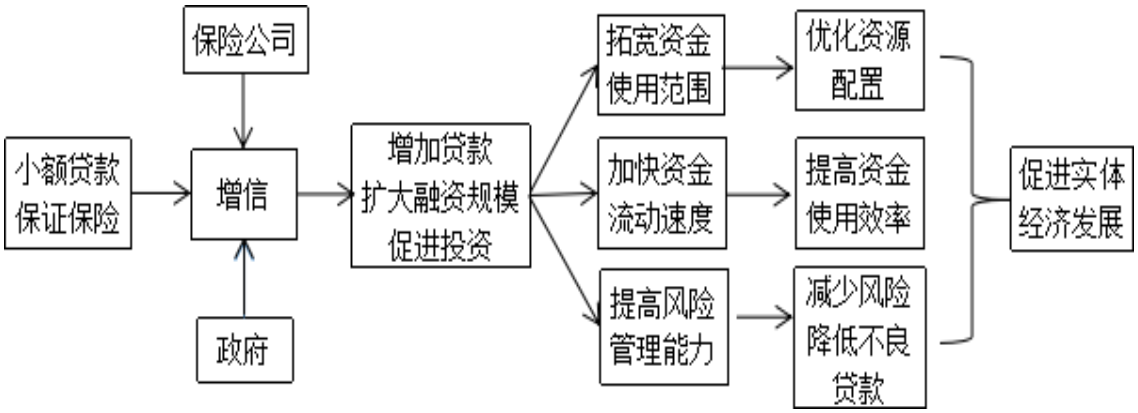


图2-1 小额贷款保证保险促进实体经济发展传导机制图

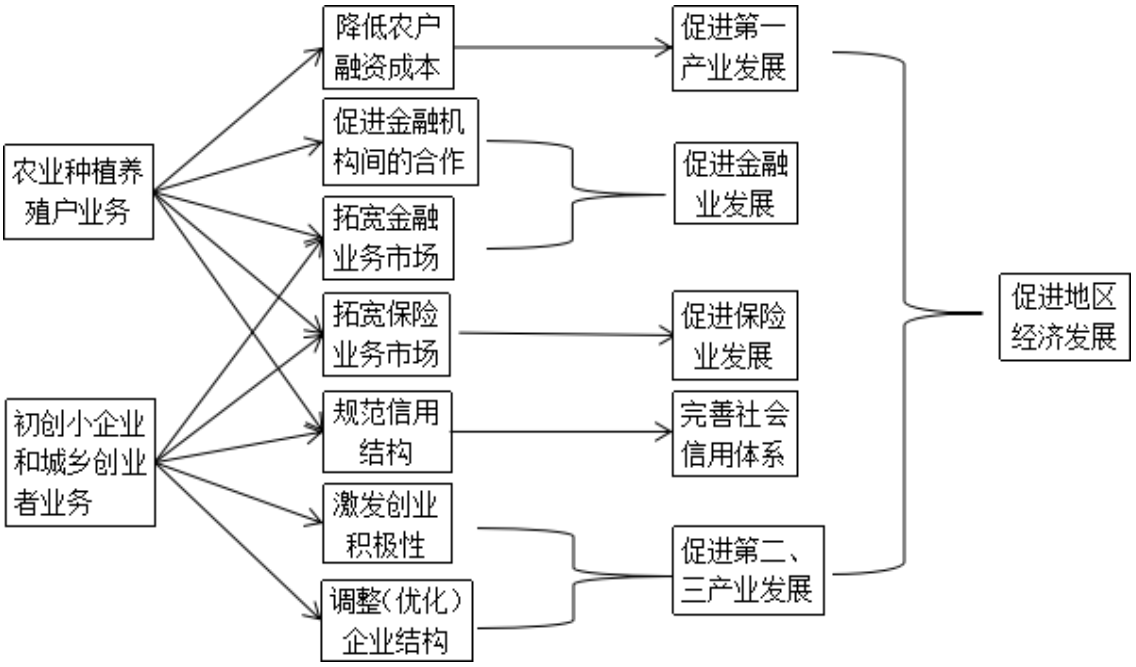


图2-2 小额贷款保证保险三类承保对象促进实体经济发展传导机制图

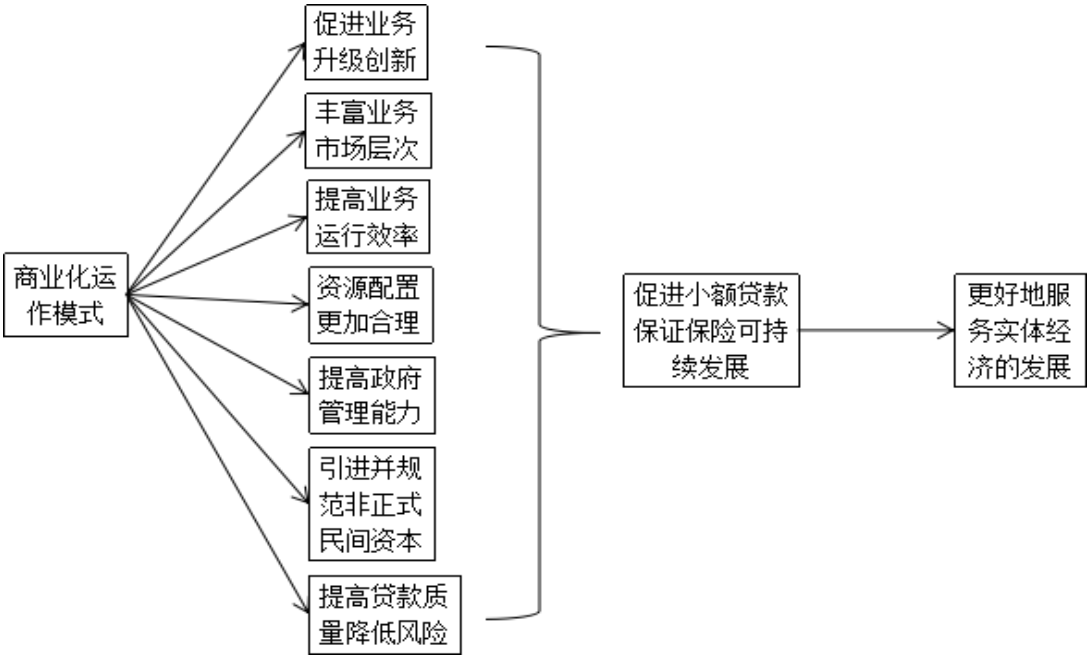


图2-3 小额贷款保证保险商业化运作模式促进实体经济发展传导机制图

3 宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济影响的实证分析

前文从理论性方面介绍了小额贷款保证保险对地区经济发展的作用，为了进一步研究小额贷款保证保险业务的开展对地区经济增长的作用，本章将从定量角度进行分析。

3.1 模型方法介绍

本文实证分析部分的模型主要运用了向量自回归模型（VAR模型），同时用到了X-12-ARIMA季节调整法、ADF单位根检验、协整检验、格兰杰因果检验法、脉冲响应函数分析法和方差分解分析法。下面，先对理论模型及基本方法进行简单的阐述。

向量自回归模型（VAR模型）：是克里斯托弗·西姆斯（Christopher Sims）于1980年提出的处理多个相关经济指标的分析与预测的一种常用的计量经济模型。它将系统内每个变量均视为内生变量，并通过将模型中所有当期变量对所有变量的若干滞后变量进行回归得到，主要用于估计联合内生变量的动态关系，而不带有任何事先约束条件[33]。

季节调整法（X-12-ARIMA）：季节调整是将一个时间序列剔除季节影响的过程，目的是更好地揭示季度或月度序列的特征或基本趋势。但是它也可能会造成削弱短期波动趋势的后果。目前普遍使用的有X-11-ARIMA、X-12-ARIMA和TRAMO/SEATS三种比较成熟的方法。其中，本文采用的是X-12-ARIMA方法。该方法是美国劳工统计局在90年代推出的，它在X-11-ARIMA的基础上，改进了在建模和诊断能力方面的缺陷，增加了几种模型和季节调整诊断方法[15]。

单位根检验（ADF）：单位根检验是Dickey-Fuller于1979年提出的，用于检验序列是否平稳。若含有单位根，则表明序列不平稳，在作回归分析时有可能存在“伪回归”现象。ADF单位根检验是DF检验的修正方法，适用于多阶自回归问题[16]。

协整检验：协整检验法由Granger于1987年提出，其作用在于检验变量之间是否存在稳定的长期均衡关系。一般步骤为先得出回归方程的残差，然后对残差项进行单位根检验，若残差通过单位根检验，则表明变量之间存在长期均衡关系[17]。

格兰杰因果检验：是克莱夫·格兰杰（Clive W. J. Granger）于2003年所开创，用于分析经济变量之间的格兰杰因果关系。其原理为当用变量a、b的过去值对变量b的预测效果要优于只单独由b的过去值对b进行的预测效果时，则认为变量a是引起变量b的格兰杰原因[18]。但它并不是说实际意义上的因果关系。

脉冲响应函数分析：是估计线性系统脉冲响应函数的一种非参数模型辨识方法[19]。主要研究一个变量对另一个变量给予的一个标准差扰动的反应情况。本文主要用于研究宁波地区相关经济变量对宁波小额贷款保证保险相关变量给予的标准差扰动所呈现的反应情况。

方差分解分析：根据不同需要把某变量方差分解为不同的部分，比较它们之间作用的大小的一种方法[20]。它主要研究与研究对象有关的各个因素之间相互作用对该对象的影响。本文用于研究宁波小额贷款保证保险相关变量对宁波地区相关经济变量的贡献率变化情况。

邹氏检验法：是1960年由计量经济学大师邹至庄提出的，用于判断在事先给定的时间节点上是否发生了结构性变化的一种方法[21]。

虚拟变量回归模型：指在回归模型中引入虚拟变量的模型。其中，虚拟变量又叫虚设变量、名义变量或哑变量，是人为设定的一个变量，用来反映某变量的某种属性，一般设定其取值为0或1[34]。

3.2 总体层面分析

[15] 资料来源：百度百科，https://baike.baidu.com/item/季节调整/4737938.
[16] 资料来源：百度百科，https://baike.baidu.com/item/单位根检验/5574482?fr=aladdin.
[17] 资料来源：百度百科，https://baike.baidu.com/item/协整检验.
[18] 资料来源：百度百科，https://baike.baidu.com/item/格兰杰因果关系检验?fromtitle=格兰杰因果检验&fromid=16244809.
[19] 资料来源：百度百科，https://baike.baidu.com/item/脉冲响应函数方法/12612320.
[20] 资料来源：豆丁网，http://www.docin.com/p-786436461.html.
[21] 资料来源：百度百科，https://baike.baidu.com/item/邹至庄/7248125.

3.2.1 数据来源和变量分析

为了研究小额贷款保证保险对经济发展的促进作用，本文选取小额贷款保证保险保费收入X（作为衡量小额贷款保证保险的指标），选择宁波地区生产总值额Y（作为衡量宁波地区经济发展的指标）。由于宁波小额贷款保证保险业务正式试行自2009年9月以后，因此本文选取2009年第四季度至2017年第四季度的宁波地区生产总值额、小额贷款保证保险保费收入的季度数据，宁波地区生产总值数据来自宁波市统计局。小额贷款保证保险数据根据宁波市保监局、宁波市保险行业协会统计而得。由于所取数据为季度数据，存在较大的季节性，可能会干扰序列的总体趋势，为了消除序列的季节性，首先对数据进行去季节性处理X-12，得到X_SA和Y_SA。同时，一般在对时间序列的经济变量进行实证分析时，通常对变量序列取对数，这样不但不改变原序列的关系，而且通过取自然对数还可以使序列的趋势线性化，能够消除时间序列的异方差性，使序列趋于平稳。因此，本文在进行研究时，基本上都是采取了对原序列取自然对数的变换方法。将X_SA和Y_SA取自然对数得到LNX_SA和LNY_SA，作为实证的变量序列。

3.2.2 ADF单位根检验

在具体运用协整理论进行时间序列分析时，如果变量为非平稳序列，则得出的自回归分析方法可能存在虚假回归现象，因此，在对序列进行回归分析时必须检验变量的平稳性。可以通过绘制序列的趋势图来初步判断序列是否存在单位根。若序列趋势图呈上升或下降趋势，则序列不平稳；若趋势图围绕零轴上下波动，则序列可能为平稳序列。再利用Eviews软件中的Unit root test对序列进行更加精确的检验[35]。

首先，绘制LNX_SA和LNY_SA序列的趋势图（如图3-1）。从图3-1可见二者原始数据均存在上升的趋势，因此可知LNX_SA和LNY_SA的原始序列均是不平稳的；对这两个序列的值进行一阶差分后，即DLNX_SA、和DLNY_SA，绘制趋势图（如图3-2），可见两者差分序列均呈现出上下波动的趋势，属于平稳序列，故可以初步推断LNX_SA和LNY_SA序列均是一阶平稳的。

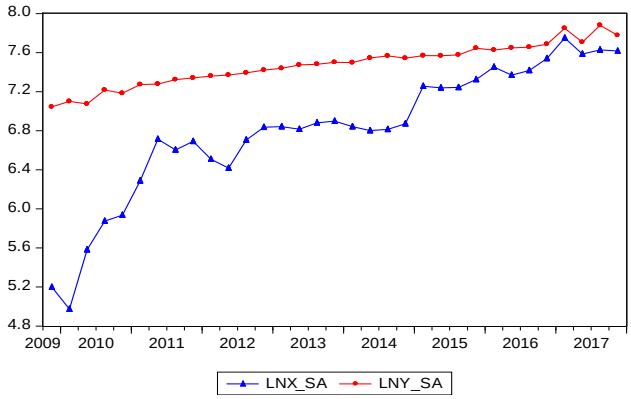


图3-1 LNX_SA和LNY_SA趋势图

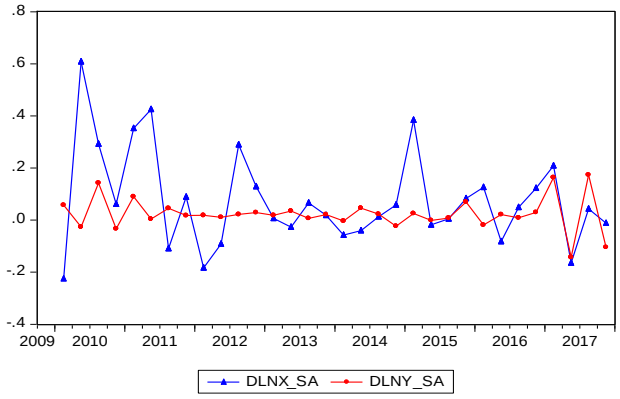


图3-2 LNX_SA和LNY_SA趋势图

接着，利用Eviews软件对LNX_SA和LNY_SA两个序列进行ADF单位根检验，检验结果见表3-1。首先对这两个序列的原始序列进行检验，发现在5%的显著水平上，两个序列的t检验值均大于临界值，即都属于非平稳序列；然后对两个序列进行一阶差分，得到序列DLNX_SA和DLNY_SA，对这两个序列进行检验，可以发现，在5%的显著水平上，两个序列的t检验值均小于临界值，即都属于平稳序列。

由此可以推出，LNX_SA和LNY_SA序列都是一阶单整的时间序列。

表3-1　LNX_SA和LNY_SA的单位根检验结果

	ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
LNX_SA	2.039022	-1.951687	0.9883	不平稳
LNY_SA	5.734237	-1.952066	1.0000	不平稳
DLNX_SA	-4.373397	-3.67017	0.0017	平稳
DLNY_SA	-15.41746	-2.960411	0.0000	平稳

3.2.3　协整分析

为了进一步探究两者是否存在稳定的长期均衡关系，对LNX_SA和LNY_SA序列进行协整检验。

首先，通过最小二乘法对LNY_SA和LNX_SA两个变量进行回归，得到回归方程：

$LNY_SA=5.474227+0.293805LNX_SA+\varepsilon_t$　　—（3-1）

(0.123909)　(0.018124)

$R^2=0.894487$　　D.W.=1.134573

经检验，方程（3-1）的D.W.值偏小，说明方程（3-1）中残差项具有自相关性，因此在方程中引入AR(1)，得到新的回归方程（3-2）：

$LNY_SA=5.622033+0.272418LNX_SA+[AR(1)=0.47329]+\varepsilon_t$　　—（3-2）

(0.149664)　(0.021631)　（0.183461）

$R^2=0.914866$　　D.W.=2.287994

其次，对该回归方程（3-2）的残差项ε_t运用ADF方法进行单位根检验，检验结果见表3-2。从表3-2可以看出在5%的显著性水平下，残差项ε_t的t统计量值小于临界值，是显著的，可以证明两个变量回归结果的残差项ε_t是平稳序列。因此，可以判断LNX_SA和LNY_SA之间存在协整关系，即宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区生产总值之间存在长期均衡关系，并且从回归系数可以看到，宁波小额贷款保证保险保费收入的增加对宁波地区生产总值具有正向促进作用。

表3-2　残差项ε_t的ADF检验结果

ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
-6.43806	-1.95169	0.0000	平稳

3.2.4　格兰杰因果检验

从上述协整检验结果可以看到，宁波小额贷款保证保险保费收入额与宁波地区生产总值之间存在长期的均衡关系。但是这种均衡关系能否构成联系更加紧密的格兰杰因果关系，即是宁波小额贷款保证保险的发展对宁波地区经济发展的促进作用更显著，还是宁波地区经济增长更大地带动了小额贷款保证保险的发展还需要更进一步的检验。

分别对LNY_SA和LNX_SA进行格兰杰因果检验，检验结果见表3-3。从表3-3可见，在2阶滞后期和5%的显著性水平下，拒绝“LNY_SA不是LNX_SA的格兰杰原因”的假设，而不拒绝“LNX_SA不是LNY_SA的格兰杰原因”的假设，即宁波小额贷款保证保险保费收入增长不是宁波地区生产总值增长的格兰杰原因，而宁波地区生产总值增长是宁波小额贷款保证保险保费收入增长的格兰杰原因。

表3-3 LNY_SA和LNX_SA的格兰杰因果检验结果

原假设H0	滞后期	F统计量	P值	结论
LNY_SA不是LNX_SA的格兰杰原因	2	3.58452	0.0422	拒绝
LNX_SA不是LNY_SA的格兰杰原因	2	1.18953	0.3204	接受

注：其中，最佳滞后期数的选择采用了SC准则。滞后期数为2。

3.2.5 向量自回归模型分析

在建模型时，首先应该确定滞后阶数；然后检验模型的稳定性，只有通过稳定性检验，模型的估计结果才会有效。

1）确定滞后阶数

在对序列LNX_SA和LNY_SA建立自回归模型之前，应先确定模型的滞后阶数。表3-4给出了0-3阶模型在5个检验指标下的结果，*表示指标所选择的最优滞后期。从表3-4中可见，5个准则均选择二阶为最优滞后阶数。因此我们选择模型的滞后期为2期，得到相应的VAR模型。

表3-4 LNX_SA与LNY_SA模型滞后期参数

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	22.084	NA	0.000899	-1.33893	-1.24552	-1.30905
1	65.0306	77.30388	6.71E-05	-3.93537	-3.65513	-3.84572
2	79.26561	23.72501*	3.41e-05*	-4.617708*	-4.150642*	-4.468289*
3	80.24208	1.497255	4.21E-05	-4.41614	-3.76225	-4.20695

2）稳定性进行检验

确定模型的滞后阶数之后，应检验模型是否稳定。若模型不具有稳定性，则在后文进行脉冲响应函数分析和方差分解分析时失效[35]。因此，本文利用AR根对模型的稳定性进行检验，若估计的 VAR模型所有根的倒数值均位于单位圆内，说明模型具有稳定性。若不然，这说明模型不具有稳定性。如图3-3可见，所有的单位根均在单位圆内，说明LNX_SA、LNY_SA所建立的VAR模型具有稳定性，可以进行下一步的研究和分析。

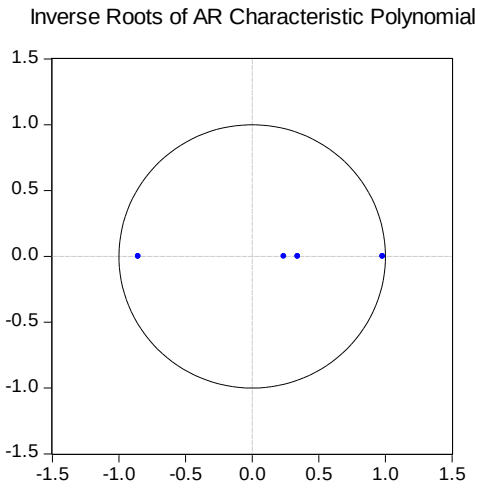


图3-3 LNX_SA和LNY_SA模型AR根图

3）模型估计结果

将LNX_SA、LNY_SA同时作为内生变量，采用最小二乘法估计的VAR（2）模型结果如表3-5所示。

表3-5　VAR(2)模型回归结果

	LNX_SA	LNY_SA
LNX_SA(-1)	0.6173	0.063516
	-0.15576	-0.04337
	[3.96315]	[1.46438]
LNX_SA(-2)	-0.138955	-0.055942
	-0.1573	-0.0438
	[-0.88336]	[-1.27711]
LNY_SA(-1)	0.284673	0.088371
	-0.47204	-0.13145
	[0.60306]	[0.67228]
LNY_SA(-2)	0.915626	0.859096
	-0.5076	-0.14135
	[1.80384]	[6.07778]
C	-5.313424	0.38164
	-2.52298	-0.70257
	[-2.10601]	[0.54320]
R-squared	0.943251	0.965342
Adj. R-squared	0.934521	0.96001
Sum sq. resids	0.493152	0.038241
S.E. equation	0.137722	0.038351
F-statistic	108.04	181.0479
Log likelihood	20.19724	59.82916
Akaike AIC	-0.980467	-3.537365
Schwarz SC	-0.749179	-3.306077
Mean dependent	6.914326	7.49899
S.D. dependent	0.53821	0.191781
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.44E-05
Determinant resid covariance		1.71E-05
Log likelihood		82.11959
Akaike information criterion		-4.652877
Schwarz criterion		-4.1903

注：每个变量第一个值是模型的参数估计结果，即系数估计值；第二个数值是估计系数的标准差，位于系数下面的圆括号内；第三个数值是检验统计量，位于系数下面的方括号内。

根据估计结果得出LNY_SA、LNX_SA两者之间的模型：

LNY_SA=0.063516LNX_SA(-1)-0.138955LNX_SA(-2)+0.088371LNY_SA(-1)+

0.859096LNY_SA(-2)+0.38164 —VAR（2）

[1]

R^2= 0.965342 F=181.0479 AIC=-3.537365 SC=-3.306077

LNX_SA=0.6173LNX_SA(-1)-0.055942LNX_SA(-2)+0.284673LNY_SA(-1)+

0.915626LNY_SA(-2)-5.313424 —VAR（2）

[2]

R^2= 0.943251 F=108.04 AIC=-0.980467 SC=-0.749179

从模型检验结果可看出，方程VAR（2）$_1$中，宁波地区生产总值当期受到小额贷款保证保险滞后一期正的影响，但是主要受到自身滞后两期的影响；方程VAR（2）$_2$中，当期的LNX_SA值主要受LNY_SA滞后二期和自身滞后一期正的影响，表明前两期的地区生产总值对宁波小额贷款保证保险的增长具有较大作用。

总体上而言，宁波小额贷款保证保险与宁波地区生产总值之间存在显著的相关关系，并且通过模型已经得到证实。但是，两者之间的关联机制是如何表现的，需要借助脉冲响应函数和方差分解技术做进一步的分析。

3.2.6 脉冲响应函数

为了进一步研究宁波地区生产总值与宁波小额贷款保证保险保费收入之间的相互影响机制情况，下面对宁波地区生产总值及宁波小额贷款保证保险保费收入进行脉冲响应函数法分析。宁波地区生产总值与宁波小额贷款保证保险保费收入之间的脉冲响应函数如图 3-4、3-5 所示。

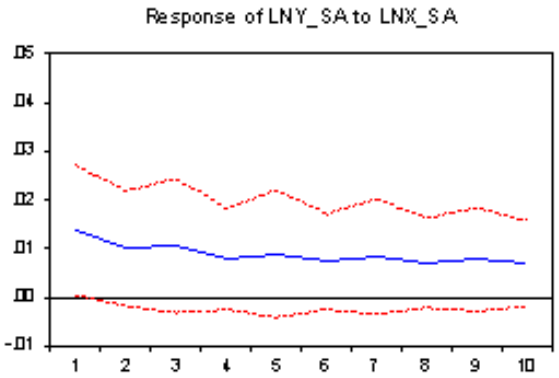


图3-4 宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值脉冲反应函数

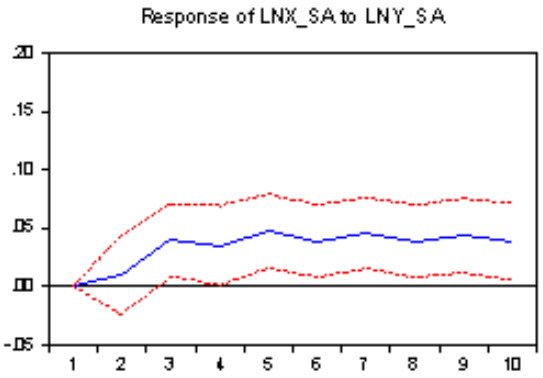


图3-5 宁波地区生产总值对宁波小额贷款保证保险脉冲反应函数

在图3-4中，横轴表示宁波小额贷款保证保险保费收入冲击作用的滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示宁波地区生产总值增长率的变化情况(单位:%)。实线表示脉冲响应函数，代表了宁波地区生产总值对冲击的反应，虚线表示正负二倍标准差偏离带。

从图3-4可以看出，LNY_SA对LNX_SA的一个标准差扰动的响应总体上是正向的。在前5期有轻微波动，且在第1期影响值最大；在第6期以后，LNY_SA呈现稳定的收敛迹象。这表明不仅在极短期内宁波小额贷款保证保险保费收入增加对宁波地区生产总值起到了明显的促进作用，还表明这一冲击具有长久的持续促进效果，且从长期来看，这一冲击呈现平稳收敛的趋势。

在图3-5中，横轴表示宁波地区生产总值冲击作用的滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示宁波小额贷款保证保险保费收入增长率的变化情况(单位:%)。实线表示脉冲响应函数，代表了宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值冲击的反应，虚线表示正负二倍标准差偏离带。

从图3-5可以看出，LNX_SA对LNY_SA的一个标准差扰动的响应也是正向的。在前5期有轻微波动，且在第5期达到最大；在第6期以后，LNY_SA呈现稳定的收敛迹象。这表明宁波地区生产总值的增加对宁波小额贷款保证保险保费收入也起到了明显的拉动作用。

3.2.7　方差分解分析

为了更加清晰地分析2009年第四季度至2017年第四季度宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值促进作用的贡献率情况，下面利用方差分解法进行分析。宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值贡献率的方差分解情况如表3-6和图3-6所示。

表3-6　宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值方差分解结果

Period	S.E.	LNX_SA	LNY_SA
1	0.038351	12.63236	87.36764
2	0.039748	18.02927	81.97073
3	0.051935	14.67269	85.32731
4	0.053043	16.20127	83.79873
5	0.060591	14.55550	85.44450
6	0.061825	15.34420	84.65580
7	0.067077	14.52433	85.47567
8	0.068409	15.01783	84.98217
9	0.072316	14.57867	85.42133
10	0.073687	14.90454	85.09546

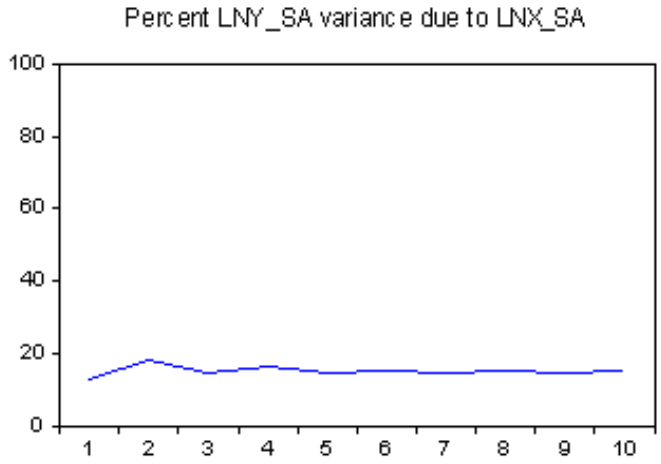


图3-6　宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值方差分解

在表3-6中，第一列表示期数，第二列表示方差，第三列表示LNX_SA对LNY_SA的贡献份额，第四列表示LNY_SA对自身的贡献份额。

从表3-6中，可以看出宁波地区生产总值自身的影响占主导地位，第1期自身作用占到了87%以上，第5期后基本稳定在85%左右，但是仍起主要作用；来自小额贷款保证保险的扰动逐渐上升，第5期后基本稳定在15%左右，这表明宁波地区生产总值增长率的15%得益于小额贷款保证保险的拉动作用。

在图3-6中，横轴代表滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值的贡献率(单位:%)。

从图3-6可看出，当期的宁波小额贷款保证保险的冲击对宁波地区生产总值的影响大约在10%左右水平，而随着时间的推进，宁波小额贷款保证保险的冲击对宁波地区生产总值的影响逐步变大，在第二期时达到顶峰，约为20%，随后又有所下降，最终趋于平稳。从长期来看，宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值的影响贡献维持在15%左右。

3.2.8 小结

通过上述实证分析，可以获得以下结论：

第一，从长期来看，宁波小额贷款保证保险能对宁波地区生产总值产生一定的正向作用。通过宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区生产总值的协整方程可以看出，宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区生产总值存在稳定的协整关系，具体关系可以用以下协整方程表示：

LNY_SA=0.063516LNX_SA(-1)-0.138955LNX_SA(-2)+0.088371LNY_SA(-1)+
0.859096LNY_SA(-2)+0.38164

而且保费收入每增加一个单位，能带动宁波地区生产总值相应的增加0.29个单位，正向效应非常显著。

第二，虽然宁波小额贷款保证保险与宁波地区生产总值具有协整关系，但是格兰杰因果检验却得到宁波地区生产总值额增长是宁波小额贷款保证保险增长的格兰杰原因，而小额贷款保证保险保费收入增长不是宁波地区生产总值总额增长的格兰杰原因的结论。这与预期的不符，可能有以下几个原因：①由于宁波小额贷款保证保险发展时间较短，选取的数据较少。②可能季节性调整弱化了原始数据的某些趋势特征。③宁波小额贷款保证保险保费收入数值相对于宁波地区生产总值较小，对宁波地区生产总值的影响有限。

第三，通过脉冲响应函数和方差分解分析，可以得到宁波小额贷款保证保险增加对宁波地区生产总值起到了一定的拉动作用，而且这一冲击具有长期的正向的持续效应，长期呈现平稳收敛的现象。从长期来看，宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值影响的贡献率维持在15%左右。

3.3 产业对象层面分析

通过上一章宁波小额贷款保证保险与宁波地区生产总值的实证分析，我们可以看到宁波小额贷款保证保险与宁波地区生产总值之间存在协整关系。且宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值具有一定正向促进作用。为了更加具体地了解宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展影响的作用机制，本节将从产业对象层面出发，分别研究宁波小额贷款保证保险对宁波地区第一产业和第二、三产业产出的影响。

3.3.1 农业种植养殖户业务对宁波地区第一产业的影响

1)数据来源和变量分析

由于宁波小额贷款保证保险有三类服务对象，分别为初创小企业、城乡创业者、农业种植养殖户，其中，农业种植养殖户业务主要针对宁波地区第一产业。因此，选取2009年第四季度至2017年第四季度承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入（X3）作为宁波小额贷款保证保险相关指标；选取宁波地区第一产业产值(Y1)作为宁波地区第一产业的相关指标。同时参考总体层面的处理，对变量进行季节调整和取自然对数处理，得到序列LNX3_SA和LNY1_SA。其中，宁波地区第一产业产值根据宁波市统计局统计而得；承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入根据宁波市保监局及保险行业协会统计而得。

2)ADF单位根检验

首先，绘制LNX3_SA和LNY1_SA序列的趋势图（如图3-7）。从图3-7可见二者原始数据均存在上升的趋势，因此可知LNX3_SA和LNY1_SA的原始序列均是不平稳的；对这两个序列的值进行一阶差分后，即DLNX3_SA、和DLNY1_SA，绘制趋势图（如图3-8），可见两者差分序列均呈现出上下波动的趋势，属于平稳序列，故可以初步推断LNX3_SA和LNY1_SA序列均是一阶平稳的。

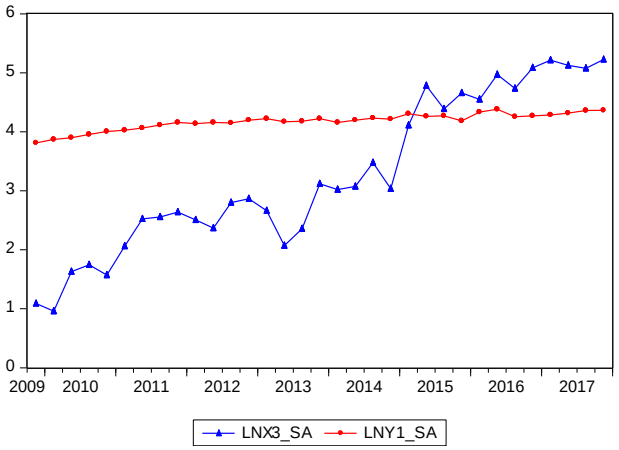


图3-7　LNY1_SA、LNX3_SA趋势图

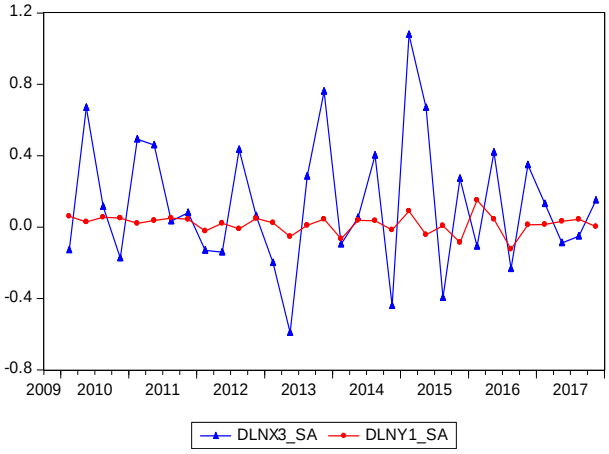


图3-8　DLNY1_SA、DLNX3_SA趋势图

接着，利用Eviews软件对LNX3_SA和LNY3_SA两个序列进行ADF单位根检验，检验结果见表3-7。首先对这两个序列的原始序列进行检验，发现在5%的显著水平上，它们的t检验值均大于临界值，即都属于非平稳序列；然后对这两个序列进行差分，即DLNY1_SA、DLNX3_SA，对这两个序列进行检验，可以发现，在5%的显著水平上，两个序列的t检验值均小于临界值，即都属于平稳序列。由此可以推出，序列LNY1_SA和LNX3_SA都是一阶单整的时间序列。

表3-7　LNY1_SA、LNX3_SA的单位根检验结果

	ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
LNY1_SA	1.414272	-1.951687	0.9577	不平稳
LNX3_SA	2.665748	-1.952473	0.9973	不平稳
DLNY1_SA	-6.6593	-2.960411	0.0000	平稳
DLNX3_SA	-6.58075	-2.963972	0.0000	平稳

3)协整分析

为了进一步探究LNX3_SA和LNY1_SA序列之间是否存在稳定的长期均衡关系，下面对LNX3_SA和LNY1_SA序列进行协整检验。

首先，通过最小二乘法分别对LNX3_SA和LNY1_SA进行回归，得出结论：

$LNY1_SA=3.864938+0.094121LNX3_SA+\varepsilon_{t1}$　　—（3-2）

(0.032449)　(0.009209)

R^2=0.771136 D.W.=0.678914

经检验，方程（3-2）的D.W.值偏小，说明方程（3-2）中残差项具有自相关性，因此在方程中引入AR(1)，得到新的回归方程（3-3）：

LNY1_SA=3.888208+0.084053LNX3_SA+[AR（1）=0.707604]+ε_{t2} —（3-3）

(0.06273) (0.016425) (0.165584)

R^2=0.864983 D.W.=2.224849

其次，对该回归方程（3-3）的残差项ε_{t2}运用ADF方法进行单位根检验，检验结果见表3-8。从表3-8可以看出在5%的显著性水平下，残差项ε_{t2}的t统计量值小于临界值，是显著的，可以证明两个变量回归结果的残差项ε_{t2}是平稳序列。因此，可以判断LNX3_SA和LNY1_SA之间存在协整关系，即农业种植养殖户业务保费收入额与宁波地区第一产业产值之间存在长期均衡关系，并且从回归系数可以看到，农业种植养殖户业务保费收入的增加对宁波地区第一产业产值具有正向促进作用。

表3-8 残差项ε_{t2}的ADF检验结果

ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
-7.38515	-1.95169	0.0000	平稳

4)格兰杰因果检验

从上述协整检验结果可以看到，承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入额与宁波地区第一产业产值之间存在长期的均衡关系，但是这种均衡关系能否构成联系更加紧密的格兰杰因果关系，即是承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入增长对宁波地区第一产业产值的促进作用更显著，还是宁波地区第一产业产值增长更大地带动了承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入的发展还需要更进一步的检验。

于是，对LNX3_SA、LNY1_SA进行格兰杰因果检验，检验结果见表3-9。从表3-9可见，在1阶滞后期5%的显著性水平下，接受“LNY1_SA不是LNX3_SA的格兰杰原因”的假设，而拒绝“LNX3_SA不是LNY1_SA的格兰杰原因”的假设，即说明宁波地区第一产业产值的增长不是承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入增长的格兰杰原因，但承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入增长是宁波地区第一产业产值的增长的格兰杰原因。表明宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波第一产业发展起到了重要的推动作用。

表3-9 LNY1_SA和LNX3_SA的格兰杰因果检验结果

原假设H0	滞后期	F统计量	P值	结论
LNY1_SA不是LNX3_SA的格兰杰原因	1	0.24907	0.6215	接受
LNX3_SA不是LNY1_SA的格兰杰原因	1	4.23093	0.0488	拒绝

注：其中，最佳滞后期数的选择采用了SC准则。滞后期数为1。

5)向量自回归模型分析

1、确定滞后阶数

在对序列LNX3_SA和LNY1_SA建立自回归模型之前，应先确定模型的滞后阶数。表3-10给出了0-3阶模型在5个检验指标下的结果，*表示指标所选择的最优滞后期。从表

3-10中可见，5个准则均选择一阶为最优滞后阶数。因此我们选择模型的滞后期为1期，得到相应的VAR模型。

表3-10　LNX3_SA与LNY1_SA模型滞后期参数

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-1.7529	NA	0.0044030	0.250192	0.343605	0.280076
1	40.6634	76.34929	0.000340*	-2.329593*	-2.030653*	-2.221242*
2	41.2586	0.991966	0.0004290	-2.083905	-1.616839	-1.934486
3	48.9439	11.78417*	0.0003401	-2.310893	-1.675701	-2.120408

2、稳定性进行检验

确定模型的滞后阶数之后，利用AR根对模型的稳定性进行检验，如图3-9可见，所有的单位根均在单位圆内，说明LNX3_SA、LNY1_SA所建立的VAR模型具有稳定性，可以进行下一步的研究和分析。

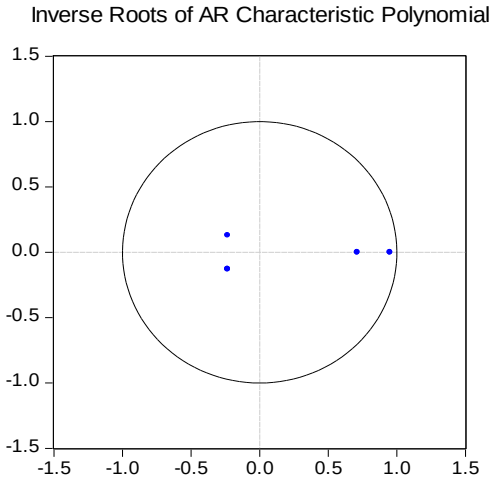


图3-9　LNX3_SA与LNY1_SA模型AR根

3、模型估计结果

将LNY1_SA和LNX3_SA同时作为内生变量，采用最小二乘法估计VAR（2）$_3$模型。结果如下表（表3-11）所示。

表3-11　VAR(2)$_3$模型回归结果

	LNX3_SA	LNY1_SA
LNX3_SA(-1)	0.764352	0.023717
	-0.19887	-0.02494
	[3.84342]	[0.95108]
LNX3_SA(-2)	0.197489	0.004731
	-0.20328	-0.02549
	[0.97153]	[0.18562]
LNY1_SA(-1)	-0.006002	0.457874
	-1.59233	-0.19966

	[-0.00377]	[2.29324]
LNY1_SA(-2)	-0.247784	0.133099
	-1.40332	-0.17596
	[-0.17657]	[0.75641]
C	1.344313	1.634548
	-4.62717	-0.5802
	[0.29053]	[2.81721]
R-squared	0.913744	0.850061
Adj. R-squared	0.900474	0.826993
Sum sq. resids	3.899636	0.061313
S.E. equation	0.38728	0.048561
F-statistic	68.85731	36.85089
Log likelihood	-11.85398	52.51211
Akaike AIC	1.087354	-3.065297
Schwarz SC	1.318642	-2.834009
Mean dependent	3.418954	4.194407
S.D. dependent	1.227602	0.11675
Determinant resid covariance (dof adj.)		0.000327
Determinant resid covariance		0.00023
Log likelihood		41.85215
Akaike information criterion		-2.054978
Schwarz criterion		-1.592401

注：每个变量第一个值是模型的参数估计结果，即系数估计值；第二个数值是估计系数的标准差，位于系数下面的圆括号内；第三个数值是检验统计量，位于系数下面的方括号内。

根据估计结果得出LNX3_SA与LNY1_SA之间的模型为：

LNY1_SA=0.023717LNX3_SA(-1)+0.004731LNX3_SA(-2)+0.457874LNY1_SA(-1)+
0.133099LNY1_SA(-2)+1.634548 —— $VAR(2)_3$

R^2= 0.850061 F=36.85089 AIC=-3.065297 SC=-2.834009

LNX3_SA=0.764352LNX3_SA(-1)+0.197489LNX3_SA(-2)-0.006002LNY1_SA(-1)-
0.247784LNY1_SA(-2)+1.344313 —— $VAR(2)_4$

R^2=0.913744 F=68.85731 AIC=1.087354 SC=1.318642

从模型检验结果可看出，方程$VAR(2)_3$中，宁波地区第一产业产值当期值受到承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入滞后一期正的和滞后二期正的影响，受到其自身滞后一期和二期正的影响，表明承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第一产业产值具有正向作用，但促进作用相对于第一产业自身作用还不显著。

方程$VAR(2)_4$中，承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入当期值受自身滞后一期和滞后二期正的影响，同时受到宁波地区第一产业产值滞后一期和二

期负的影响，说明宁波地区第一产业产值的增加对承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入的增长有一定反向影响。

总体上而言，承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区生产总值之间存在正相关关系。但是，宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第一产业产值的具体影响机制是如何表现的，还需要做更进一步的研究和分析。

6)脉冲响应函数

为了进一步研究宁波地区第一产业产值与宁波农业种植养殖户业务保费收入之间的相互影响机制情况，下面对宁波地区第一产业产值及宁波农业种植养殖户业务保费收入进行脉冲响应函数法分析。宁波地区第一产业产值与宁波农业种植养殖户业务保费收入之间的脉冲响应函数如图 3-10、3-11 所示。

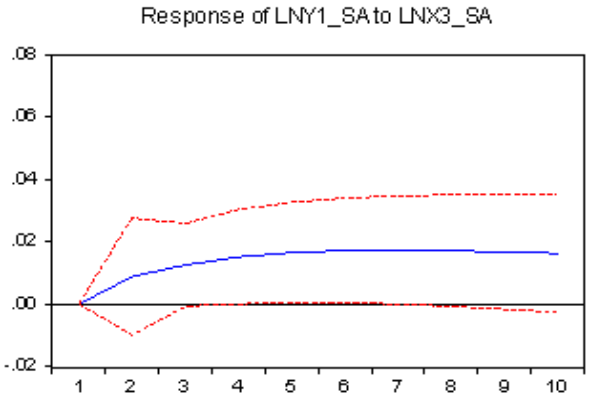


图3-10　宁波农业种植养殖户业务对第一产业脉冲反应函数图

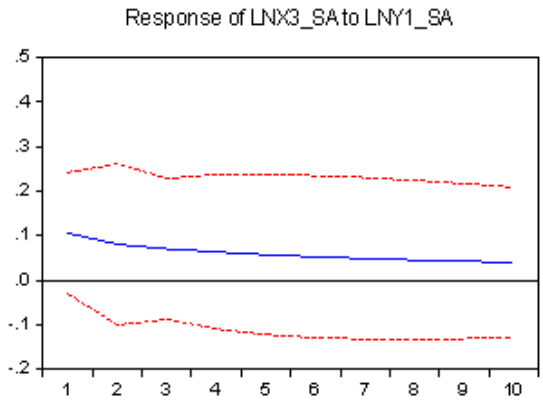


图3-11　第一产业对宁波农业种植养殖户业务脉冲反应函数图

在图3-10中横轴表示宁波农业种植养殖户业务保费收入冲击作用的滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示宁波地区第一产业产值增长率的变化(单位:%)。实线表示脉冲响应函数，代表了宁波地区第一产业产值对冲击的反应，虚线表示正负二倍标准差偏离带。

在图3-11中横轴表示宁波地区第一产业产值冲击作用的滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示宁波农业种植养殖户业务保费收入增长率的变化(单位:%)。实线表示脉冲响应函数，代表了宁波农业种植养殖户业务保费收入对冲击的反应，虚线表示正负二倍标准差偏离带。

从图3-10可以看出，LNY1_SA对LNX3_SA的一个标准差扰动的响应逐渐增大，后逐渐趋于平稳水平。在第1期为零，从第1期开始逐渐递增；第5期以后，略有增长，但逐渐趋平，呈现稳定的收敛迹象。这表明承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入的增加对宁波地区第一产业产值的影响逐渐递增，且从长期来看，这一冲击具有长期的正向的持续效应，长期呈现平稳收敛的现象。

从图3-11可以看出，LNX3_SA对LNY1_SA的一个标准差扰动的响应呈逐渐减小，后期逐渐趋平。第1期作用最大，从第2期开始，逐渐下降；在第8期以后，响应函数呈现稳定的收敛迹象。这表明宁波地区第一产业产值的增加对承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入的影响前期较大增大，后期逐渐减小，长期呈现平稳收敛的现象，且冲击具有正向效应。

7)方差分解分析

为了更加清晰地分析承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险的保费收入对宁波地区生产第一产业产值促进作用的贡献率情况，下面利用方差分解法进行分

析。承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第一产业产值贡献率的方差分解情况如表3-12和图3-12所示。

表3-12 宁波小额贷款保证保险对第一产业产值方差分解结果

Period	S.E.	LNX3_SA	LNY1_SA
1	0.048561	7.414154	92.58585
2	0.055210	13.35492	86.64508
3	0.060115	19.82521	80.17479
4	0.063694	26.16983	73.83017
5	0.066757	31.91094	68.08906
6	0.069490	36.87810	63.12190
7	0.071968	41.07214	58.92786
8	0.074216	44.57534	55.42466
9	0.076251	47.49402	52.50598
10	0.078087	49.93089	50.06911

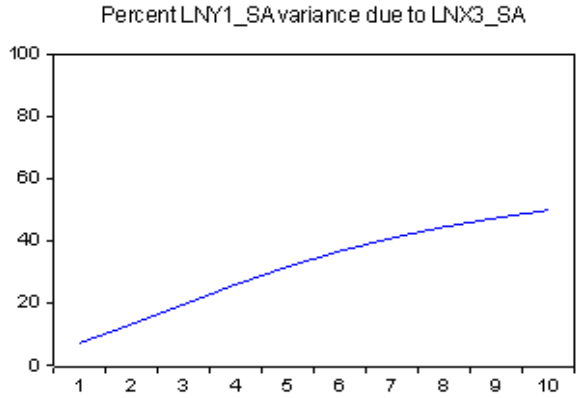


图3-12 宁波小额贷款保证保险对第一产业产值方差分解

在表3-12中，第一列表示期数，第二列表示方差，第三列表示LNX3_SA对LNY1_SA的贡献份额，第四列表示LNY1对自身的贡献份额。

在图3-12中，横轴代表滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第一产业产值的贡献率(单位:%)。

从表3-12可以看出，宁波地区第一产业产值自身的影响一直占主导地位，第1期自身作用占到了92%以上，但是逐渐递减，目前在50%左右，但是仍起主要作用。来自小额贷款保证保险的扰动在第1期以后逐渐上升，目前达到50%左右水平。这表明宁波地区第一产业产值增长率的50%得益于承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入的拉动作用。

从图3-12可以看出，宁波小额贷款保证保险承保对象保费收入对宁波地区第一产业产值的贡献率一直上升，目前达到50%左右。说明目前承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第一产业和产值的贡献率较大，且促进作用在逐渐增大。

8) 小结

通过上述实证分析，可以获得以下结论：

第一，承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区第一产业产值之间存在长期均衡关系。且承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证

保险保费收入的发展对宁波地区第一产业发展有一定正向促进作用。而宁波地区第一产业产值对承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入的发展却出现了一定反向作用。可能与数据的选取有关，也说明了宁波地区第一产业产值发展较为落后，在一定程度上制约了宁波小额贷款保证保险的发展。

第二，承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入增长是宁波地区第一产业产值增长的格兰杰原因。而宁波地区第一产业产值增长不是承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入增长的格兰杰原因。这可能一方面与季节调整有关；一方面与选取的数据有关；另一方面也说明了宁波农业种植养殖户业务保费收入增长对宁波地区第一产业产值的促进作用较为明显，而宁波地区第一产业产值增长对承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入的影响较小。

第三，根据脉冲响应函数分析和方差分解分析结果，可以知道承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区第一产业产值之间有相互促进的作用。但宁波地区第一产业产值增长对承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入的发展的影响较小。目前宁波地区第一产业产值的增长仍是以自身的作用占主导地位。但是承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第一产业产值的影响作用逐渐增大。目前，承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第一产业产值的贡献率已达50%左右。

3.3.2　初创小企业和城乡创业者业务对宁波地区第二、三产业的影响

1)数据来源和变量分析

由于宁波小额贷款保证保险的三类服务对象中，初创小企业和城乡创业者业务主要针对宁波地区第二、三产业。因此，选取2009年第四季度至2017年第四季度承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入（X12）作为宁波小额贷款保证保险相关指标；选取宁波地区第二、三产业产值(Y23)作为宁波地区第二、三产业的相关指标。同时参考总体层面的处理，对变量进行季节调整和取自然对数处理，得到序列LNX12_SA和LNY23_SA。其中，宁波地区第二、三产业产值根据宁波市统计局统计数据计算而得；宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入根据宁波市保监局及保险行业协会统计数据计算而得。

2)ADF单位根检验

首先，绘制LNX12_SA和LNY23_SA序列的趋势图（如图3-13）。从图3-13可见二者原始数据均存在上升的趋势，因此可知LNX12_SA和LNY23_SA的原始序列均是不平稳的；对这两个序列的值进行一阶差分后，即DLNX12_SA、和DLNY23_SA，绘制趋势图（如图3-14），可见两者差分序列均呈现出上下波动的趋势，属于平稳序列，故可以初步推断LNX12_SA和LNY23_SA序列均是一阶平稳的。

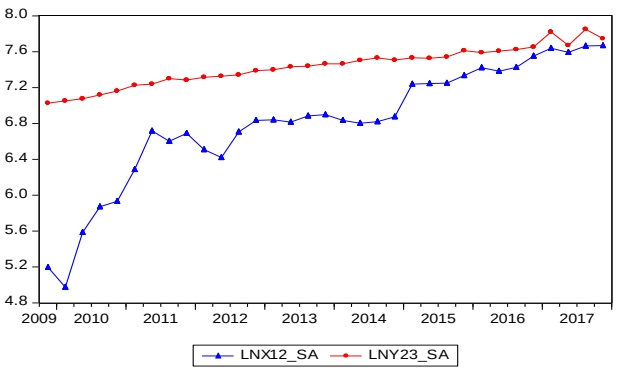


图3-13　LNX12_SA、LNY23_SA趋势图

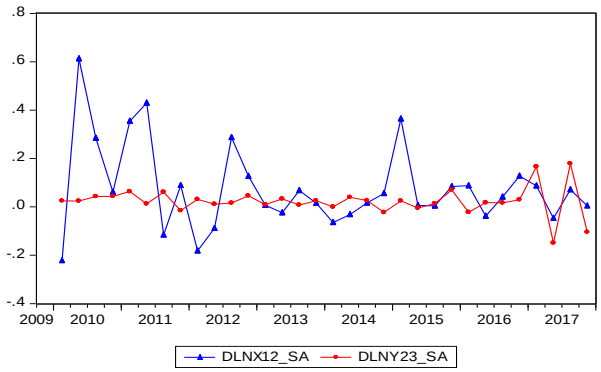


图3-14　DLNX12_SA、DLNY23_SA趋势图

接着，利用Eviews软件对LNX12_SA和LNY23_SA两个序列进行ADF单位根检验，检验结果见表3-13。首先对这两个序列的原始序列进行检验，发现在5%的显著水平上，两个序列的t检验值均大于临界值，即都属于非平稳序列；然后对这两个序列进行差分，即DLNX12_SA、DLNY23_SA，对差分序列进行检验，可以发现，在5%的显著水平上，两个序列的t检验值均小于临界值，即都属于平稳序列。由此可以推出，序列LNX12_SA和LNY23_SA都是一阶单整的时间序列。

表3-13 LNX12_SA、LNY23_SA的单位根检验结果

	ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
LNX12_SA	1.918726	-1.951687	0.9848	不平稳
LNY23_SA	5.729914	-1.952066	1.0000	不平稳
DLNX12_SA	-5.74497	-2.960411	0.0000	平稳
DLNY23_SA	-14.2355	-2.960411	0.0000	平稳

3)协整分析

为了进一步探究LNX12_SA和LNY23_SA之间是否存在稳定的长期均衡关系，下面对LNX12_SA和LNY23_SA序列进行协整检验。

首先，通过最小二乘法分别对LNX12_SA和LNY23_SA进行回归，得出结论：

LNY23_SA=5.389312+0.302862LNX12_SA+ε_{t3} —（3-4）

(0.139055) (0.020478)

R^2=0.875866 D.W.=0.831459

经检验，方程（3-4）的D.W.值偏小，说明方程（3-4）中残差项具有自相关性，因此在方程中引入AR(1)、AR(2)，得到新的回归方程（3-5）：

LNY23_SA=6.61502+0.12538LNX12_SA+[AR（1）=0.36639+AR（2）=0.61839]+ε_{t4} —（3-5）

(0.307354) (0.039529) (0.180902) （0.157064）

R^2=0.95391 D.W.=1.783358

其次，对该回归方程（3-5）的残差项ε_{t4}运用ADF方法进行单位根检验，检验结果见表3-14。从表3-14可以看出在5%的显著性水平下，残差项ε_{t4}的t统计量值小于临界值，是显著的，可以证明两个变量回归结果的残差项ε_{t4}是平稳序列。因此，可以判断LNX12_SA和LNY23_SA之间存在协整关系，即宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入与宁波地区第二、三产业之间存在长期均衡关系，并且从回归系数可以看到，宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入的增加对宁波地区第二、三产业具有正向促进作用。

表3-14 残差项ε_{t4}的ADF检验结果

ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
-2.41525	-1.95207	0.0174	平稳

4)格兰杰因果检验

从上述协整检验结果，可以看到宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入额与宁波地区第二、三产业产值之间存在长期的均衡关系。但是这种均衡关系能否构成联系更加紧密的格兰杰因果关系，即是宁波初创小企业和城乡创业者业务的发展对宁波地区经

济发展的促进作用更显著，还是宁波地区经济增长更大地带动了宁波初创小企业和城乡创业者业务的发展还需要更进一步的检验。

于是，对LNX12_SA、LNY23_SA进行格兰杰因果检验，检验结果见表3-15。从表3-15可见，在2阶滞后期5%的显著性水平下，接受“LNY23_SA不是LNX12_SA的格兰杰原因”和“LNX3_SA不是LNY1_SA的格兰杰原因”的假设，即说明宁波地区第二、三产业产值的增长不是承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入增长的格兰杰原因，承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入增长也不是宁波地区第二、三产业产值的增长的格兰杰原因。但是在10%的显著性水平下，检验结果又显示拒绝“LNY23_SA不是LNX12_SA的格兰杰原因”的假设，即表明宁波地区第二、三产业产值的增长是承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入增长的格兰杰原因。说明宁波地区第二、三产业产值增长对承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入具有较为显著的促进作用，而宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入增长对宁波地区第二、三产业产值的影响不太显著。

表3-15　LNY23_SA和LNX12_SA的格兰杰因果检验结果

原假设H0	滞后期	F统计量	P值	结论
LNY23_SA不是LNX12_SA的格兰杰原因	2	3.3318	0.0515	接受
LNX12_SA不是LNY23_SA的格兰杰原因	2	0.0703	0.9323	接受

注：其中，最佳滞后期数的选择采用了SC准则。滞后期数为2。

5）向量自回归模型分析

1、确定滞后阶数

在对序列LNX12_SA和LNY23_SA建立自回归模型之前，应先确定模型的滞后阶数。表3-16给出了0-3阶模型在5个检验指标下的结果，*表示指标所选择的最优滞后期。从表3-16中可见，5个准则均选择二阶为最优滞后阶数。因此我们选择模型的滞后期为2期，得到相应的VAR模型。

表3-16　LNX12_SA与LNY23_SA模型滞后期参数

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	21.56285	NA	0.00093	-1.30419	-1.210777	-1.274307
1	64.82882	77.87874	6.80E-05	-3.921921	-3.641682	-3.83227
2	77.61394	21.30854*	3.80e-05*	-4.507596*	-4.040531*	-4.358178*
3	77.88269	0.4120800	4.93E-05	-4.258846	-3.604954	-4.04966

2、稳定性进行检验

确定模型的滞后阶数之后，利用AR根对模型的稳定性进行检验，如图3-15可见，所有的单位根均在单位圆内，说明LNX12_SA和LNY23_SA所建立的VAR模型具有稳定性，可以进行下一步的研究和分析。

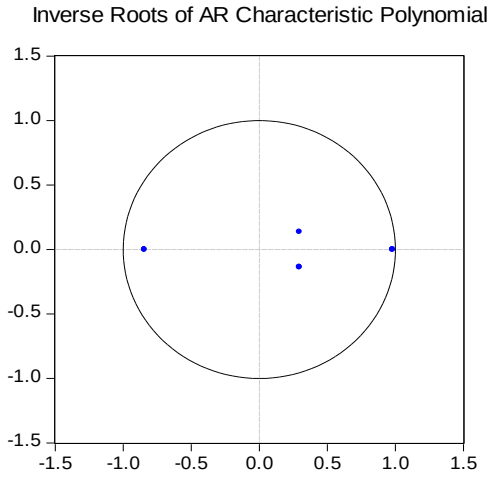


图3-15 LNX12_SA与LNY23_SA模型AR根

3、模型估计结果

将LNY23_SA和LNX12_SA同时作为内生变量，采用最小二乘法估计VAR（2）$_5$模型。结果如下表（表3-17）所示。

表3-17 VAR(2)$_5$模型回归结果

	LNX12_SA	LNY23_SA
LNX12_SA(-1)	0.608101	0.016648
	-0.15965	-0.0444
	[3.80887]	[0.37497]
LNX12_SA(-2)	-0.110149	
	-0.15694	-0.04364
	[-0.70187]	[-0.24763]
LNY23_SA(-1)	0.268698	0.127763
	-0.52073	-0.14481
	[0.51600]	[0.88228]
LNY23_SA(-2)	0.784855	0.821513
	-0.56324	-0.15663
	[1.39346]	[5.24484]
C	-4.336195	0.381064
	-2.23264	-0.62088
	[-1.94219]	[0.61375]
R-squared	0.933724	0.964087
Adj. R-squared	0.923527	0.958562
Sum sq. resids	0.528076	0.040839
S.E. equation	0.142515	0.039632
F-statistic	91.5743	174.4928
Log likelihood	19.1367	58.81066
Akaike AIC	-0.912045	-3.471655
Schwarz SC	-0.680757	-3.240367
Mean dependent	6.867867	7.46194
S.D. dependent	0.515357	0.194692
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.61E-05
Determinant resid covariance		1.84E-05

Log likelihood	81.05969
Akaike information criterion	-4.584496
Schwarz criterion	-4.121920

注：每个变量第一个值是模型的参数估计结果，即系数估计值；第二个数值是估计系数的标准差，位于系数下面的圆括号内；第三个数值是检验统计量，位于系数下面的方括号内。

根据估计结果得出LNX12_SA与LNY23_SA之间的模型为：

LNY23_SA=0.016648LNX12_SA(-1)+0.004731LNX12_SA(-2)+0.457874LNY23_SA(-1) + 0.133099LNY23_SA(-2)+0.381064 —— $VAR(2)_5$

R^2= 0.964087 F=174.4928 AIC=-3.471655 SC=-3.240367

LNX12_SA=-0.608101LNX12_SA(-1)-0.110149LNX12_SA(-2)+0.268698LNY23_SA(-1)+0.821513LNY23_SA(-2)-4.336195 —— $VAR(2)_6$

R^2=0.933724 F=91.5743 AIC=-0.912045 SC=-0.680757

从模型检验结果可看出，方程$VAR(2)_5$中，宁波地区第二、三产业产值当期值受到承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入滞后一期正的和滞后二期正的影响，受到其自身滞后一期和二期正的影响，表明承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第二、三产业产值具有正向作用，但促进作用相对于第二、三产业自身作用还不显著。

方程$VAR(2)_5$中，承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入当期值受自身滞后一期正的影响和滞后二期负的影响，同时受到宁波地区第二、三产业产值滞后一期和二期正的影响，说明宁波地区第二、三产业产值的增加对宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入的增长具有正向促进作用。

总体上而言，宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入与宁波地区第二、三产业产值之间存在显著的正相关关系。但是，宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入对宁波地区第二、三产业产值的具体影响机制是如何表现的，还需要做更进一步的研究和分析。

6)脉冲响应函数

为了进一步研究宁波地区生产总值与宁波小额贷款保证保险保费收入之间的相互影响机制情况，下面对宁波地区第二、三产业产值及承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入进行脉冲响应函数法分析。宁波地区第二、三产业产值与承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入之间的脉冲响应函数如图 3-16、3-17 所示。

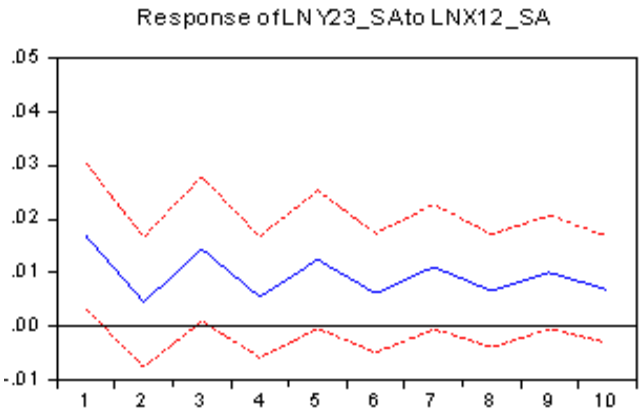


图3-16 宁波小额贷款保证保险对宁波地区第二、三产业脉冲反应函数图

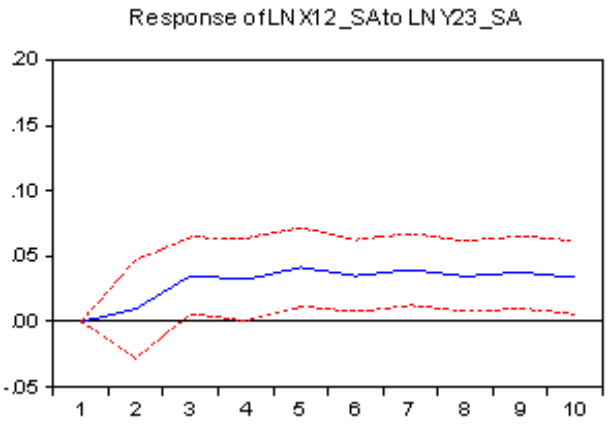


图3-17 宁波地区第二、三产业对宁波小额贷款保证保险脉冲反应函数图

在图3-16中横轴表示宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入冲击作用的滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示宁波地区第二、三产业产值增长率的变化情况(单位:%)。实线表示脉冲响应函数，代表了宁波地区第二、三产业产值对冲击的反应，虚线表示正负二倍标准差偏离带。

在图3-17中横轴表示宁波地区第二、三产业产值冲击作用的滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入增长率的变化情况(单位:%)。实线表示脉冲响应函数，代表了宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入对冲击的反应，虚线表示正负二倍标准差偏离带。

从图3-16可以看出，LNY23_SA对LNX12_SA的一个标准差扰动的响应波动剧烈。在前4期呈波动式微降；在第4期以后，响应函数仍有波动趋势，但呈现平稳的收敛迹象。这表明承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入增加对宁波地区第二、三产业产值的影响先是波动式微降，后保持稳定水平波动，且这一冲击具有长久的持续促进效果，且从长期来看，这一冲击呈现平稳收敛的趋势。

从图3-17可以看出，LNX12_SA对LNY23_SA的一个标准差扰动的响应先增后趋平。在第1期没有反应，从第2期至第3期，逐渐增大；第2期以后，响应函数呈波动状，最后趋于平稳水平。这表明宁波地区第二、三产业产值增加对承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入的影响先增后维持在平稳水平（带有一定波动趋势）。

7)方差分解分析

为了更加清晰地分析宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入对宁波地区生产第二、三产业产值促进作用的贡献率情况，下面利用方差分解法进行分析。宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入对宁波地区第二、三产业产值贡献率的方差分解情况如表3-18和图3-18所示。

表3-18 宁波小额贷款保证保险对宁波地区第二、三产业产值方差分解结果

Period	S.E.	LNX12_SA	LNY23_SA
1	0.039632	18.19201	81.80799
2	0.040153	18.99766	81.00234
3	0.052274	18.84399	81.15601
4	0.053182	19.27025	80.72975
5	0.060497	19.15194	80.84806

6	0.061683	19.43129	80.56871
7	0.066695	19.39220	80.60780
8	0.068034	19.58839	80.41161
9	0.071727	19.58675	80.41325
10	0.073123	19.72718	80.27282

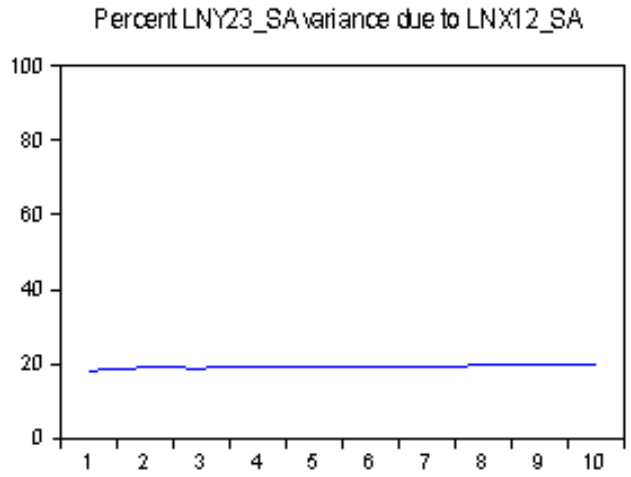


图3-18　宁波小额贷款保证保险对宁波地区第二、三产业产值方差分解

在表3-18中，第一列表示期数，第二列表示方差，第三列表示LNX12_SA对LNY23_SA的贡献份额，第四列表示LNY23对自身的贡献份额。

在图3-18中，横轴代表滞后期间数(单位:季度)，纵轴表示承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第二、三产业产值的贡献率(单位:%)。

从表3-18可以看出，宁波地区第二、三产业自身的影响占主导地位。在第1期自身作用占到了81%以上，但是逐渐缓慢递减，目前在80%左右，但是仍起主要作用。来自小额贷款保证保险的扰动在第1期开始逐渐上升，但上升非常缓慢，有轻微波动。目前，达到20%左右水平。这表明宁波地区第二、三产业产值增长率的20%得益于承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入的拉动作用。

从图3-18可以看到，宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入对宁波地区第二、三产业产值的贡献率基本维持在20%左右水平。说明宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入对宁波地区第二、三产业产值的贡献率较为平稳。

8)小结

通过上述实证分析，可以获得以下结论：

第一，宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入与宁波地区第二、三产业产值之间存在长期均衡关系。且宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入的发展对宁波地区第二、三产业发展有一定正向促进作用。

第二，承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入增长不是宁波地区第二、三产业产值增长的格兰杰原因。而宁波地区第二、三产业产值增长在5%显著性水平下不是承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入增长的格兰杰原因，但在10%显著性水平下是承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入增长的格兰杰原因。这可能一方面与季节调整有关；一方面与选取的数据有关；另一方面也说明了宁波地区第二、三产业产值的增长对承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入的促进作用较

为明显，而承保对象为农业种植养殖户的宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第二、三产业产值增长的影响较小。

第三，根据脉冲响应函数分析和方差分解分析结果，可以知道宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入与宁波地区第二、三产业产值之间有相互促进的作用。但宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入增长对宁波地区第二、三产业发展的影响较小。目前宁波地区第二、三产业产值的增长仍是以自身的作用占主导地位。目前，宁波初创小企业和城乡创业者业务保费收入对宁波地区第二、三产业产值的贡献率约为20%左右。

3.4 运作模式层面分析

由于自2015年6月以后，宁波小额贷款保证保险试行商业化运作模式，为了更好地了解宁波小额贷款保证保险商业化模式对经济发展的影响，本节将对实行商业化运作模式前后宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济影响机制进行分析研究。

3.4.1 数据来源和变量分析

为了与总体层面形成对比，本节选取的基础变量指标与总体层面的相一致，即宁波小额贷款保证保险保费收入和宁波地区生产总值。且选取的实证数据与总体层面的也一致，即2009年第四季度至2017年第四季度宁波小额贷款保证保险保费收入（X）和宁波地区生产总值（Y），并对变量进行季节调整和取自然对数处理，得到序列LNX_SA和LNY_SA。其中，2009年第四季度至2017年第四季度宁波地区生产总值和宁波小额贷款保证保险保费收入分别根据宁波市统计局和宁波市保监局及保险行业协会统计而得。在此基础上，引入虚拟变量Di（是否实行商业化运作模式），定义当i<=2015q2时，Di=0；当i>2015q2时，Di=1。其中，2015q2表示2015年第二季度。即 $Di=\begin{cases}0(i<=2015q2)\\1(i>2015q2)\end{cases}$

3.4.2 邹氏检验

由于自2015年6月以后，宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式，因此，将这一时点作为转折点，利用邹氏检验法检验该时点前后是否发生了具有影响性的改变。邹氏检验结果如下表（表3-19）。从表3-19中可以看到，在5%的显著性水平下，F值大于临界值，拒绝检验点不存在结构性突变的原假设，说明该时点前后发生了显著的结构性突变，即宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式对对宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展的作用机制产生了较为显著的影响。

表3-19 邹氏检验结果表

F-statistic	5.816904	Prob. F(2,29)	0.007500
Log likelihood ratio	11.13105	Prob. Chi-Square(2)	0.003800
Wald Statistic	11.63381	Prob. Chi-Square(2)	0.003000

但是邹氏检验只能简单地判断检验点是否真的为转折点，而无法了解转折点的具体作用机制。为了更加具体地分析宁波小额贷款保证保险商业化运作模式对宁波小额贷款保证保险及宁波地区经济发展的影响，本节将引入虚拟变量，构建虚拟变量回归模型对商业化运作模式的影响进行更进一步的分析。

3.4.3 构建虚拟变量回归模型

由于前节（3.2）中已经对序列LNX_SA和LNY_SA进行过ADF单位根检验，得到序列LNX_SA和LNY_SA均为一阶单整时间序列，因此，在本节就不再对其进行ADF单位根检验。

其中，引入虚拟变量的方式有：加法方式、乘法方式和加法乘法方式。为了了解这三种方式下商业化运作模式对宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展分别的影响，本节先后运用这三种方式构造回归模型，并对回归结果进行了具体的分析。

1、加法方式引入虚拟变量

在进行回归之前，要先对时间序列变量进行协整检验，判断其是否存在协整关系。这里采用E-G两步法进行协整检验。

第一步，构建虚拟变量回归方程：$LNY_SA=a1+a2LNX_SA+a3Di+\varepsilon_{t5}$

$$LNY_SA=5.692118+0.258342LNX_SA+0.077155Di \quad —（3-6）$$

（5.692118）（0.258342）（0.077155）

$R^2=0.910132$　D.W.=1.248921

经检验，方程（3-6）的D.W.值偏小，说明方程（3-6）中残差项具有自相关性，因此在方程中引入AR(1)，得到新的回归方程（3-7）：

$$LNY_SA=5.775206+0.246033LNX_SA+0.081506Di+[AR(1)=0.385586] \quad —（3-7）$$

（0.168138）（0.026226）（0.048503）（0.194533）

$R^2=0.923096$　D.W.=2.272731

第二步，对回归方程残差进行ADF单位根检验。检验结果如下表（表3-20）。从表3-20中可以看出，在5%的显著性水平下，残差项ε_{t5}的t统计量值小于临界值，是显著的，可以证明方程（3-7）回归结果的残差项ε_{t5}是平稳序列。因此，可以判断方程（3-7）中，LNX_SA和LNY_SA之间存在协整关系，即引入加法虚拟变量后，宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区生产总值之间仍存在长期均衡关系。

表3-20　残差项ε_{t5}的ADF检验结果

ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
-2.19988	-1.952066	0.0289	平稳

接着，对上述方程（3-7）进行具体的回归分析，回归分析结果如下表（表3-21）。从表3-19可以看出，回归方程的可决系数为0.923096，修正的可决系数为0.912109，说明拟合度良好；F检验值为84.02208>$F_{(2,30)}$=3.316，即P值小于显著性水平0.05，拒绝原假设，说明LNY_SA与LNX_SA、Di之间的线性关系显著。观察各变量t值，它们的绝对值也都明显大于$t_{0.025}$=2.042，说明每个变量与LNY_SA的线性关系较显著。且D.W.值介于du和4-du之间，不存在自相关性。

由此，可以得到如下协整的虚拟变量回归方程：

$$LNY_SA=5.775206+0.246033LNX_SA+0.081506Di+[AR(1)=0.385586] \quad —（3-7）$$

（0.168138）（0.026226）　（0.048503）　（0.194533）

$R^2=0.923096$　D.W.=2.272731

$$\begin{cases} LNY_SA=5.775206+0.246033LNX_SA+[AR(1)=0.385586]（i<=2015q2） & —（3-8） \\ LNY_SA=5.775206+0.246033LNX_SA+0.081506+[AR(1)=0.385586]（i>2015q2） & —（3-9） \end{cases}$$

首先，从回归方程（3-7）可以看到，虚拟变量Di的回归系数为正，说明虚拟变量Di对因变量LNY_SA的影响为正向作用。即宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式对宁波地区生产总值的增长起促进作用。其次，从方程(3-8)和(3-9)可以看到，当i>2015q2时，相同大小的LNX_SA所得因变量LNY_SA的值比i<=2015q2时大0.081506个单位。表明

宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式以后，每季度同等宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值额的促进作用多增加了0.081506个单位。

表3-21 方程（3-7）回归分析结果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.775206	0.168138	34.348	0.0000
LNX_SA	0.246033	0.026226	9.381191	0.0000
D1	0.081506	0.048503	2.680439	0.0104
AR(1)	0.385586	0.194533	1.982112	0.0574
SIGMASQ	0.003372	0.000879	3.836974	0.0006
R-squared	0.923096	Mean dependent var		7.473143
Adjusted R-squared	0.912109	S.D. dependent var		0.212631
S.E. of regression	0.063037	Akaike info criterion		-2.546571
Sum squared resid	0.111264	Schwarz criterion		-2.319827
Log likelihood	47.01842	Hannan-Quinn criter.		-2.470278
F-statistic	84.02208	Durbin-Watson stat		2.272731
Prob(F-statistic)	0.0000			

2、乘法方式引入虚拟变量

与加法方式引入虚拟变量步骤相同，在进行回归之前，先用E-G两步法进行对时间序列变量进行协整检验，判断其是否存在协整关系。

第一步，构建虚拟变量回归方程：$LNY_SA=a1+a2LNX_SA+a3LNX_SA*Di+\varepsilon_{t6}$

$LNY_SA=5.70047+0.257000LNX_SA+0.010641LNX_SA*Di$ —（3-10）

（0.150012）（0.022973）（0.004496）

$R^2=0.911092$ D.W.=1.251432

经检验，方程（3-10）的D.W.值偏小，说明方程（3-10）中残差项具有自相关性，因此在方程中引入AR(1)，得到新的回归方程（3-11）：

$LNY_SA=5.78721+0.244069LNX_SA+0.011438LNX_SA*Di+[AR（1）=0.385109]$

（0.169507）（0.02649）（0.006473） （0.192921） —（3-11）

$R^2=0.923879$ D.W.=2.276199

第二步，对回归方程残差进行ADF单位根检验。检验结果如下表（表3-22）。从表3-22中可以看出，在5%的显著性水平下，残差项ε_{t6}的t统计量值小于临界值，是显著的，可以证明方程（3-11）回归结果的残差项ε_{t6}是平稳序列。因此，可以判断在方程（3-11）中，LNX_SA和LNY_SA之间存在协整关系，即引入乘法虚拟变量后，宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区生产总值之间仍存在长期均衡关系。

表3-22 残差项ε_{t6}的ADF检验结果

ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
-2.188731	-1.952066	0.0296	平稳

接着，对上述方程（3-11）进行具体的回归分析，回归分析结果如下表（表3-23）。从表3-19可以看出，回归方程的可决系数为0.923879，修正的可决系数为0.913004，说明拟合度良好； F检验值为84.95838>$F_{(2,30)}$=3.316，即P值小于显著性水平0.05，拒绝

原假设，说明LNY_SA与LNX_SA、LNX_SA*Di之间的线性关系显著。观察各变量t值，它们的绝对值也都明显大于$t_{0.025}$=2.042，说明每个变量与LNY_SA的线性关系较显著。且D.W.值介于du和4-du之间，不存在自相关性。

因此，可以得到如下协整的虚拟变量回归方程：

LNY_SA=5.78721+0.244069LNX_SA+0.011438LNX_SA*Di+[AR（1）=0.385109]

（0.169507）（0.02649）（0.006473）（0.192921） —（3-11）

R^2=0.923879 D.W.=2.276199

$$\begin{cases} LNY_SA=5.78721+0.244069LNX_SA+[AR(1)=0.385109] \quad (i<=2015q2) & —(3\text{-}12) \\ LNY_SA=5.78721+0.255507LNX_SA+[AR(1)=0.385109] \quad (i>2015q2) & —(3\text{-}13) \end{cases}$$

首先，从回归方程（3-11）可以看到，交互项LNX_SA*Di的回归系数为正，说明虚拟变量Di对自变量LNX_SA具有正的的交互作用，且交互项对因变量LNY_SA的影响为正向作用。即宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式对宁波小额贷款保证保险发展和宁波地区生产总值的增长均有促进作用。其次，从方程（3-12）和（3-13）可以看到，当i>2015q2时，LNX_SA的系数要大于i<=2015q2时的系数。表明宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式以后，每季度同等宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值额的促进作用多增加了0.011438个单位。

表3-23 方程（3-11）回归分析结果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.78721	0.169507	34.14148	0.0000
LNX_SA	0.244069	0.02649	9.213744	0.0000
LNX_SA*D1	0.011438	0.006473	2.767207	0.0088
AR(1)	0.385109	0.192921	1.996203	0.0557
SIGMASQ	0.003337	0.00088	3.791088	0.0007
R-squared	0.923879	Mean dependent var		7.473143
Adjusted R-squared	0.913004	S.D. dependent var		0.212631
S.E. of regression	0.062716	Akaike info criterion		-2.556818
Sum squared resid	0.110131	Schwarz criterion		-2.330074
Log likelihood	47.18749	Hannan-Quinn criter.		-2.480525
F-statistic	84.95838	Durbin-Watson stat		2.276199
Prob(F-statistic)	0. 0000			

3、加法和乘法方式引入虚拟变量

与加法方式和乘法方式引入虚拟变量步骤相同，在进行回归之前，先用E-G两步法进行对时间序列变量进行协整检验，判断其是否存在协整关系。

第一步，构建虚拟变量回归方程：

$LNY_SA=a1+a2LNX_SA+a3Di+a4LNX_SA*Di+\varepsilon_{t7}$

LNY_SA=5.747148+0.249881LNX_SA-2.243572Di+0.310851LNX_SA*Di —（3-14）

（0.141997）（0.021744）（0.984443）（0.131794）

R^2=0.924597 D.W.=1.278393

经检验，方程（3-14）的D.W.值偏小，说明方程（3-14）中残差项具有自相关性，因此在方程中引入AR(1)，得到新的回归方程（3-15）：

LNY_SA=5.925292+0.222414LNX_SA-2.640907Di+0.36734LNX_SA*Di+

[AR（1）=0.432952] —（3-15）

（0.172054）（0.027247）（2.22745）（0.295158） (0.164973)

R^2=0.935943 D.W.=2.319322

第二步，对回归方程残差进行ADF单位根检验。检验结果如下表（表3-24）。从表3-24中可以看出，在5%的显著性水平下，残差项ε_{t7}的t统计量值小于临界值，是显著的，可以证明方程（3-15）回归结果的残差项ε_{t7}是平稳序列。因此，可以判断在方程（3-15）中，LNX_SA和LNY_SA之间存在协整关系，即引入加法乘法虚拟变量后，宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区生产总值之间存在长期均衡关系。

表3-24 残差项ε_{t7}的ADF检验结果

ADF检验值	5%水平临界值	Proh.	结论
-6.649302	-1.951687	0.0000	平稳

接着，对上述方程进行具体的回归分析，回归分析结果如下表（表3-25）。从表3-25可以看出，回归方程的可决系数为0.924597，修正的可决系数为0.924080，说明拟合度良好；F检验值为78.8996>$F_{(3,29)}$=2.934，即P值小于显著性水平0.05，拒绝原假设，说明LNY_SA与LNX_SA、LNX_SA*Di、Di之间的线性关系显著。观察各变量t值，它们的绝对值也都明显大于$t_{0.025}$=2.045，说明每个变量与LNY_SA的线性关系较显著。且D.W.值介于du和4-du之间，不存在自相关性。

因此，可以得到如下协整的虚拟变量回归方程：

LNY_SA=5.925292+0.222414LNX_SA-2.640907Di+0.36734LNX_SA*Di+

[AR(1)=0.432952] —（3-15）

（0.172054）（0.027247）（2.22745）（0.295158） (0.164973)

R^2=0.935943 D.W.=2.319322

$$\begin{cases} LNY_SA=5.925292+0.222414LNX_SA+[AR(1)=0.432952] \quad (i<=2015q2) & —(3\text{-}16) \\ LNY_SA=3.284385+0.589754LNX_SA+[AR(1)=0.432952] \quad (i>2015q2) & —(3\text{-}17) \end{cases}$$

首先，从回归方程（3-15）可以看到，交互项LNX_SA*Di的回归系数为正，说明虚拟变量Di对自变量LNX_SA具有正的的交互作用，且交互项对因变量LNY_SA的影响为正向作用。即宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式对宁波小额贷款保证保险发展和宁波地区生产总值的增长均有促进作用。其次，从方程（3-16）和（3-17）可以看到，2015年第二季度开始，由于宁波小额贷款保证保险运行模式调整，回归方程的斜率与截距均发生较大变化，尤其是斜率的变化体现出商业化运作模式影响的显著性。从回归结果可以看出，宁波小额贷款保证保险商业化运作模式对宁波地区经济增长有比较强的推动作用，并且以2015年第二季度为界，宁波小额贷款保证保险保费收入和宁波地区生产总值之间的关系发生了结构性变化。2015年第二季度以前，宁波小额贷款保证保险保费收入每增加1个百分点，将带动宁波地区生产总值增长0.222414个百分点。2015年第二季度以后，宁波小额贷款保证保险保费收入每增加1个百分点，宁波地区生产总值增长0.589754个百分点。2015年第二季度以后，宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值的推动作用是之前的2.65倍，表明商业化运作模式下，宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值的促进作用明显增强。

表3-25　方程（3-15）回归分析结果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.925292	0.172054	34.43862	0.0000
LNX_SA	0.222414	0.027247	8.162977	0.0000
D1	-2.640907	2.22745	-2.185619	0.0246
LNX_SA*D1	0.36734	0.295158	2.244553	0.0224
AR(1)	0.432952	0.164973	2.624377	0.0141
SIGMASQ	0.002808	0.000794	3.539155	0.0015
R-squared	0.935943	Mean dependent var		7.473143
Adjusted R-squared	0.92408	S.D. dependent var		0.212631
S.E. of regression	0.058587	Akaike info criterion		-2.667338
Sum squared resid	0.092677	Schwarz criterion		-2.395246
Log likelihood	50.01108	Hannan-Quinn criter.		-2.575788
F-statistic	78.8996	Durbin-Watson stat		2.319322
Prob(F-statistic)	0.0000			

3.4.4　小结

通过上述实证分析，可以获得以下结论：

第一，通过邹氏检验可知，宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式的时点：2015年6月确为转折点，该时点前后模型发生了显著的结构性突变，即商业化运作模式对宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展的作用机制产生了较为显著的影响。

第二，通过协整检验可知，引入虚拟变量后，宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区生产总值之间仍存在协整关系，即稳定的长期均衡关系。且从回归方程系数可以看出，加入虚拟变量后，宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值发展仍起正向促进作用。

对通过三种不同方式引入虚拟变量所得回归结果进行分析可知，宁波小额贷款保证保险商业化运作模式的实行对宁波地区经济发展均起到正向促进作用。其中，从用乘法方式和加法乘法方式引入虚拟变量所得交互项的系数进行分析可知，商业化运作模式对宁波小额贷款保证保险发展具有正向促进作用，且宁波小额贷款保证保险与商业化运作模式的交互作用对宁波地区经济发展也具有正向促进作用。

4　实证分析结论

4.1　宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展具有促进作用

根据3.2部分宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值的影响研究来看，宁波小额贷款保证保险与宁波地区生产总值之间存在协整关系，即长期均衡关系。且宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值具有一定正向促进作用。但宁波小额贷款保证保险并不是宁波地区生产总值增长的格兰杰原因，这与预期的结论不符。者一方面可能是因为宁波地区小额贷款保证保险保费收入额相较于宁波地区生产总值数值较小；另一方面可能是因为宁波小额贷款保证保险发展仅8年半，时间较短，在数据选取上对结果有所影响。通过脉冲响应函数和方差分解分析方法，我们可以看到宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值的促进作用先增后减，最后基本维持在15%的贡献率水平。

虽然格兰杰检验结果与预期不符，但是两者之间存在长期均衡的协整关系对未来宁波小额贷款保证保险促进经济增长具有重要的意义。然而从15%的总体贡献率我们也可以看到，宁波小额贷款保证保险的业务覆盖率仍然较低，对经济增长的贡献仍然较低，未来还有巨大的发展空间。

4.2 宁波小额贷款保证保险对第一产业作用明显

根据3.3.1部分宁波小额贷款保证保险分别对宁波地区第一产业的影响研究来看，宁波小额贷款保证保险与第一产业的发展存在协整关系，即长期均衡关系。且宁波小额贷款保证保险对宁波地区第一产业的发展具有一定的正向作用。从格兰杰因果检验来看，宁波小额贷款保证保险保费收入的增长是宁波地区第一产业发展的格兰杰原因。而宁波地区第一产业产值增加不是宁波小额贷款保证保险业务发展的格兰杰原因。说明宁波小额贷款保证保险对第一产业的促进作用较为显著，而宁波地区第一产业产值对第宁波小额贷款保证保险的促进作用稍弱。从脉冲响应函数和方差分解方法分析，我们可以看到宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区第一产业产值之间有相互促进的作用。宁波小额贷款保证保险业务对第一产业的贡献率逐渐增大，目前约为50%。

第一产业主要为农林牧渔业，从宁波小额贷款保证保险对宁波地区第一产业的实证分析结果可以看到宁波地区农业相对较弱，农业种植养殖户业务对农业经济增长的贡献率初期较小，但随着该业务的不断发展，其贡献率逐渐增大，甚至超过了占比比较大的初创小企业和城乡创业者对经济的贡献率。说明农业种植养殖户业务发展迅猛，对解决“三农”融资问题，促进实体经济发展具有较大作用。

4.3 宁波小额贷款保证保险对第二、三产业作用不明显

根据3.3.2部分宁波小额贷款保证保险对宁波地区第二、三产业的影响研究来看，宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区第二、三产业产值之间存在协整关系，即长期均衡关系。且宁波小额贷款保证保险的发展对宁波地区第二、三产业的发展均具有一定的正向作用。从格兰杰因果检验来看，承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入的增长不是宁波地区第二、三产业产值增长的格兰杰原因。而宁波地区第二、三产业产值在10%显著性水平上是承保对象为初创小企业和城乡创业者的宁波小额贷款保证保险保费收入的增长的格兰杰原因。说明宁波地区第二、三产业对初创小企业和城乡创业者业务发展作用较显著，而初创小企业和城乡创业者业务对宁波地区经济的促进作用稍弱。从脉冲响应函数和方差分解方法分析，宁波小额贷款保证保险保费收入与宁波地区第二、三产业产值之间有相互促进的作用。但宁波小额贷款保证保险保费收入增长对宁波地区第二、三产业发展的影响较小。目前，宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区第二、三产业产值的贡献率约为20%左右。

第二、三产业主要为工业、建筑业以及服务业，包括金融、保险业等，从宁波小额贷款保证保险对宁波地区第二、三产业的实证分析结果可以看到宁波地区工业、建筑业金融保险业较为发达、成熟，尤其第二产业以大中型企业为主，因此宁波小额贷款保证保险对二、三产业的促进作用不明显，但是相互作用较为平稳。

4.4 宁波小额贷款保证保险商业化模式有利于促进经济发展

根据3.4部分引入虚拟变量对宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式对宁波地区生产总值的影响研究来看，在引入虚拟变量后，宁波小额贷款保证保险与宁波地区生产总值之间仍存在协整关系，即稳定的长期均衡关系。且宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值具有一定正向促进作用。通过邹氏检验可知，宁波小额贷款保证保险实行商业化运作模式的时点：2015年6月确为转折点，该时点前后模型发生了显著的结构性

突变，即商业化运作模式对宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展的作用机制产生了较为显著的影响。对通过三种不同方式引入虚拟变量所得回归结果进行分析可知，宁波小额贷款保证保险商业化运作模式的实行对宁波地区经济发展均起到正向促进作用。其中，从用乘法方式和加法乘法方式引入虚拟变量所得交互项的系数进行分析可知，商业化运作模式对宁波小额贷款保证保险发展具有正向促进作用，且宁波小额贷款保证保险与商业化运作模式的交互作用对宁波地区经济发展也具有正向促进作用。

2015年6月以后，宁波小额贷款保证保险从最初的共保模式逐渐转变为商业化模式。对比2015年第二季度前后宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值回归方程可以看到，宁波小额贷款保证保险实行商业化模式以后，宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值的推动作用是之前的2.65倍，表明商业化运作模式下，宁波小额贷款保证保险保费收入对宁波地区生产总值的促进作用明显增强。但是截距项有所减小，可能是因为自2015年6月以来，实行商业化的时间较短，模式还不成熟，处于摸索阶段。但是小额贷款保证保险逐渐走向商业化模式确实值得进一步的探索和尝试。

5 宁波小额贷款保证保险发展的政策建议

5.1 加大政府支持力度，紧密银保合作

宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济增长具有一定的促进作用。因此，针对宁波小额贷款保证保险业务渗透率不高、覆盖面不够广的问题，政府应多方面加大对小额贷款保证保险的支持力度，同时促进银保更加紧密的合作。

具体来说，加大政府支持力度可以从以下三个方面考虑：

第一，完善小额贷款保证保险相关法律法规。法律法规的建立健全是政策顺利推行的保障。具有成熟贷款保证保险市场的美国、日本等国均建立了相对完善的《保险法》[37]，为保证保险的实施提供了有力的法律依据。因此，我们政府也应尽快将小额贷款保证保险纳入到相关法律法规中，给出官方的定义和阐释，使小额贷款保证保险业务合法化。同时，制定相关配套的辅助性政策条例，将小额贷款保证保险业务中可能遇到的争议问题给予明确的规定，使参与主体有法可依，有法必依。

第二，加大对小额贷款保证保险业务的宣传力度。“酒香还怕巷子深”，一项好的政策或项目，如果不被大众所认识和接受，那它也无法发挥其应有的作用。因此，政府应该重视对全体市民的宣传，带头做好小额贷款保证保险的宣传工作。比如，政府可以将其写入政府工作报告中，在作报告时强调小额贷款保证保险对小微企业、“三农”等发展的重要作用。同时，地方政府也应带领相关部门如金融办、保监会、保险学会等带头宣传，让更多的金融、保险机构参与进来。鼓励金融、保险机构主动向符合条件的小额贷款借款人介绍该项业务，亲自走访小微企业、农户等，给他们耐心讲解小额贷款保证保险业务，鼓励更多的需求群体参与到该项业务，使更多的人能享受到政策上的优惠，将金融、保险惠民落到实处。

第三，加大财政对小额贷款保证保险的扶持力度。财政的支持是政策业务实施的后备力量。可以从建立专项资金和政策优惠两方面考虑。一方面，政府可以设立小额贷款保证保险专项资金，该项资金不仅用于小额贷款保证保险业务开展过程中对金融、保险等参与机构损失的补贴，还用于对参与各方业务开展情况的奖惩。另一方面，政府可以根据实际情况对参与该业务的小额贷款借款人、金融保险机构实行优惠政策，如利率优惠、税收优惠等，从多角度多方面地增加财政对小额贷款保证保险业务的扶持力度。

促进银保更加紧密的合作可以从以下几个方面考虑：

第一，科学调整风险利益分配比[38]。根据经济学理论，风险与收益往往成正比，承担的风险越大，所获得的风险补偿或收益也应越大[39]。保险公司与银行所承担风险的分配比例为7:3，因此小额贷款保证保险业务的利益分配也应适应风险分配比。适当增加保险公司的利益分配，减少银行的利益分配。或者政府也可以根据当地银行和保险公司的经济实力重新调整风险分担的比例，使风险和利益分配更加合理和科学。激发保险公司的积极性，减少银行发生的道德风险可能。

第二，强调银保双方各自在小额贷款保证保险业务中的职能。审查职能：金融和保险机构都要做好贷前信息收集、信用审查，贷后资金落实、经营情况跟踪等工作。告知职能：在审查过程中，一旦出现小额贷款借款人资金异常情况，双方应及时告知对方。或者建立金融与保险公司信息互通平台，保险公司可以及时了解到小额贷款借款人的资金状况，有效控制风险。追偿职能：小额贷款借款人出现逾期等违约情况时，银行首先要向借款人进行追偿，当一定时间内确实无法向借款人追偿时，再向保险公司索赔。在保险公司赔偿之后，银行应仍继续对违约的小额贷款借款人进行借款的追偿。为监督及金融保险机构自觉行使其审查、告知、追偿等职能，政府相关部门可以制定定期审查制度以及相应的奖惩措施。要求金融保险机构定期上交小额贷款保证保险业务运行情况报告，其中包括新增业务情况、贷款余额情况、业务逾期情况等，并根据业务开展情况及风险控制情况给予相应的奖励或惩罚[40]。

第三，促进银保双方人才的相互交流与学习。由于小额贷款保证保险业务同时涉及到金融贷款和保险风险规避专业版块，银行和保险公司双方都拥有自身专业领域的优秀人才，但是它们也同时缺乏精通两个专业领域的人才。但是重新培养两个专业都精通的人才费时费力，还增大了业务成本，因此双方可以派出各自领域的人才到对方进行交流学习。这样不仅提升了原有人才的业务能力，也节约了很大的成本。

5.2 充分利用发达的二、三产业背景为小贷险发展提供动力

宁波地区有着发达的第二、三产业市场，虽然宁波小额贷款保证保险对第二产业作用不显著，但是宁波小额贷款保证保险可以充分利用成熟的第二、三产业市场来带动与第二、三产业相关的小额贷款保证保险业务的发展。

具体来看，充分利用发达的第二、三产业市场可以从以下几个方面考虑：

第一，政府鼓励投资，吸收第二产业资金。政府除了投入一部分财政收入作为小额贷款保证保险扶持资金外，还可以向第二、三产业招投标，吸引第二、三产业丰厚的闲散资金进行投资，共同组建小额贷款保证保险相关的扶持基金。这样，不仅实现了资源的优化配置，更加大了财政撬动融资的杠杆效应。

第二，保险机构发起众筹，吸收民间资本。保险机构除了利用保费和政府的财政补贴作为小额贷款保证保险业务的理赔额，还可以将一些良好的、具有发展前途的小额贷款保证保险业务做成众筹项目，与正规的第三方平台合作，吸收更多的民间资本为小额贷款保证保险保驾护航。

第三，金融机构开创特色理财产品。金融机构除了有保险机构为小额贷款保证保险业务提供保障外，自身还可以开创一些与小额贷款保证保险业务相关的理财产品，进一步分散银行的风险。

第四，加大对二、三产业辅助性小微企业的业务投入。政府可以鼓励金融保险机构扩大针对二、三产业相关的辅助性小微企业的小额贷款保证保险业务，使成熟的二、三产业市场带动辅助性的初创小微企业的发展，从而促进宁波小额贷款保证保险业务的发展。

5.3 加快结构调整，提高资金运用效率

宁波小额贷款保证保险业务发展结构不均衡，初创小企业业务占绝对优势，城乡创业者和农户业务占比过低。而农户业务对经济的贡献率最高，故而加快宁波小额贷款保证保险业务的结构调整、提高资金利用效率对促进宁波小额贷款保证保险发展以及宁波地区经济发展具有重要意义。

具体来看，加快结构调整可以从以下几个方面考虑：

第一，加大承保对象为城乡创业者和农业种植养殖户的业务份额。宁波小额贷款保证保险自实行以来，初创小企业业务所占比例一直超过80%，城乡创业者和农业种植养殖户业务所占比例微乎其微。这极大地限制了小额贷款保证保险业务在扶持城乡创业者和农业领域的作用。因此，加大城乡创业者和农业种植养殖户的业务份额有利于平衡三类服务对象的发展。首先，政府应把“加大承保对象为城乡创业者和农业种植养殖户的业务份额，平衡小额贷款保证保险业务发展结构”作为下一步发展小额贷款保证保险的重点方向之一。其次，政府要鼓励金融保险机构积极开发城乡创业者和农业种植养殖户业务市场。对积极响应政策的机构可以给予一定的财政奖励。最后，政府要鼓励城乡创业者和农业种植养殖户主动参与的积极性。对参与的城乡创业者和农业种植养殖户给予政策上的优待。

第二，大力发展农业种植养殖户业务。农业种植养殖户业务对宁波地区经济增长具有较大的贡献率，但是农业种植养殖业务在整个小额贷款保证保险业务市场中作战的份额却是最低的。这说明农业种植养殖户业务在小额贷款保证保险业务市场中存在巨大的发展空间，因此要大力发展农业种植养殖户业务。首先，适当提高贷款限额。从政策文件对三类承保对象贷款限额的规定中可以看到，农业种植养殖户的贷款限额最低，目前也只有50万。这还远远无法满足宁波地区当前农业种植养殖户的发展需求，因此，政府可以针对农业种植养殖户的贷款需求适当再提升贷款上限。其次，加大宣传力度。很多农户由于文化、通讯等原因，无法得知小额贷款保证保险项目，政府可以组织相关部门或金融保险机构下乡进行宣传。再次，制定相关的优惠和鼓励政策。政府可以通过制定优惠的利率政策，减少农户的贷款压力，鼓励农户积极参与小额贷款保证保险业务。最后，拓宽农业领域服务对象。目前针对农业领域的小额贷款保证保险业务的服务对象主要是农业种植养殖大户，这对“三农”问题来说，仅仅只是一部分，金融、保险机构可以针对农业领域挖掘潜在的客户需求，拓宽服务的对象。

第三，治理初创小企业和城乡创业者业务市场，提高资金使用效率。初创小企业和城乡创业者业务虽然占比较大，但未能很好地促进经济发展。因此，政府应重点整顿小额贷款保证保险中初创小企业和城乡创业者业务，提高小额贷款保证保险资金利用效率。

首先，针对目前正在进行的初创小企业和城乡创业者业务，相关部门应通知金融、保险机构做好自查工作，暂停有问题的业务，同时监管部门也要定期对业务进行抽查。其次，针对新增的初创小企业和城乡创业者业务申请，金融和保险机构要做好严格的审查工作，全面了解借款人的财务状况及信用评级。再次，金融、保险机构要做好贷后资金运用情况的跟踪。一方面确保借款人将资金用于创业过程中的生产经营；另一方面及时发现资金运转过程中出现的问题，从而及时防控风险。最后，政府可以鼓励初创小企业和城乡创业者完善财务信息及征信信息。设立奖惩机制，对于主动完善和提供财务、征信等相关信息的城乡创业者，政策上给予一定的优惠或奖励；对于故意隐瞒财务及信用信息的初创小企业和城乡创业者借款人给予相应的惩罚措施，包括物质上的惩罚以及贷款资格的限制。

5.4 优化商业化模式，鼓励产品创新

目前，宁波小额贷款保证保险刚进入商业化运作模式不久，其经济效应还未凸显，政府相关部门可以联合金融、保险机构共同探讨商业化发展模式，制定相关具体发展方案，同时鼓励金融、保险机构做好创新工作，进行适当的差异性竞争。

具体来看，优化商业化发展模式可以从以下几个方面考虑：

第一，宁波小额贷款保证保险初期商业化模式仍需政府的管控。若贸然放开政府管控及准入门槛，势必会导致大量参差不齐的金融、保险机构的涌入，造成小额贷款保证保险市场的混乱。因此，在实行商业化模式初期，政府应首先制定好商业化模式下相关的规章制度。包括原有金融保险机构商业化模式下运营制度的改变以及新增机构的准入条例等，如初期商业化模式下准入的非银行业金融保险机构的资产、经营规模等标准。

第二，宁波小额贷款保证保险的商业化运作仍需财政的支持。纯商业化的运作模式意味着取消了政府在背后的政策资金扶持，这短期内可能会造成某些金融、保险机构的大面积亏损，严重打击参与主体的积极性。因此，目前阶段的商业化仍需有政府的专项资金进行补贴。但可以随着商业化的逐渐成熟而调节财政支持的力度。

第三，宁波小额贷款保证保险业务商业化模式运作应循序渐进地进行。政府应在原有的银行和保险公司的基础上逐渐引入实力足够的小贷公司、金融租赁公司等非银行业金融机构，适当提高小额贷款保证保险市场的竞争，活跃小额贷款保证保险市场。

宁波小额贷款保证保险想要在商业化的模式中发展，差异化是必然的，即针对不同需求群体、针对时代的发展，最初单一的小额贷款保证保险需要不断地创新，并与时代的潮流结合起来。宁波小额贷款保证保险的创新可以从以下几个方面考虑：

第一，适应原有客户发展，促进产品升级。随着原先划分好的三类小额贷款借款人的发展，政府要根据不同借款人的实际贷款需求调整贷款上限。比如，2011年，在《宁波市政府办公厅关于进一步完善和推进城乡小额贷款保证保险试点工作的通知》中，规定将初创期小企业、城乡创业者（个体工商户）、农业种植养殖户的贷款限额分别从100万元、10万元、30万元提高至300万元、100万元、50万元[41]。

第二，满足新增客户群体，开发细分产品。针对新增的非政府划分的小额贷款借款人，保险公司和银行要抓住机遇，加快设计符合他们需求的新型小额贷款保证保险产品。目前，宁波试点已在“金贝壳”业务下开发出了助农贷、外贸贷、押余融、助优贷、银联商户贷等一系列产品，满足了新增客户群体的不同需求[22]。

第三，跟上时代潮流，创新延伸衍生产品。产品只有不断地创新才能在市场上保有持久的生命力和活力。小额贷款保证保险的创新要紧随时代、科技发展的脚步。比如近年的热词：“互联网＋”、大数据、共享经济等。它们与小额贷款保证保险的碰撞将会产生出更大的经济效益。

5.5 完善小额贷款保证保险体系，加强监管力度

在搜集本文研究所需要的数据以及相关材料时，发现政府在相关数据管理方面还存在一定问题，因此为了更好地发展宁波小额贷款保证保险业务，建议政府应逐步实行系统化的操作，建立健全一个完整的小额贷款保证保险管理体系。

具体来看，完善小额贷款保证保险管理体系可以从以下几个方面考虑：

第一，建立小额贷款保证保险信息管理平台。其中包括小额贷款借款人信用系统化、金融保险机构系统化、政府补贴系统化、办理流程系统化等，便于数据的共享、分析和管理。

[22] 资料来源：新浪财经网，管益君：宁波“小贷险”累计支持超过7000家企业[EB/OL]，http://finance.sina.com.cn/hy/20151001/174723397131.shtml，2015-10-01

小额贷款借款人信用系统化：将小额贷款借款人的基本信息、财务信息、信用评级情况等信息收集整理，建立专门的小额贷款借款人信用数据库。

金融保险机构系统化：将参与的金融机构和保险机构都纳入到小额贷款保证保险管理平台，建立小额贷款保证保险业务数据库。

政府补贴系统化：将政府对小额贷款保证保险业务的财政补贴情况以及对金融保险机构的奖惩情况也纳入到管理平台，使政策支持与政府监管透明化、公开化。

办理流程系统化：规范小额贷款保证保险业务的办理流程，提高业务办理的质量和效率。

小额贷款保证保险管理平台的建立不仅有利于系统性控制风险，还有利于信息数据的收集，便于管理和研究。

第三，建立政府相关部门的监管机制。首先，银保局针对已有的金融、保险机构要定期进行资格的复核以及业务质量的抽查；针对新增的金融保险机构，要严格审核标准。其次，金融保险机构针对参与业务的小额贷款借款人，要完善小额贷款借款人征信系统，并及时更新。最后，针对监管部门自身，也要不定期开展自查，一步步淘汰不合格的业务，发展良好业务。

6. 总结

论文介绍了宁波小额贷款保证保险的起源背景、发展历程及现状，并运用格兰杰因果检验、脉冲响应函数、方差分解分析、邹氏检验、虚拟变量回归等方法分别从总体层面、产业对象层面和运作模式层面对宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展的影响进行了实证分析，研究了宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济的影响机制，从理论和实证两方面说明了宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展具有一定促进作用。最后，本文根据实证分析所得结论提出了相应的解决措施和政策建议，希望能进一步发展宁波小额贷款保证保险业务。现将本文的研究结果总结如下：

第一，通过对宁波小额贷款保证保险的起源、发展历程以及现状进行分析，可以看出宁波小额贷款保证保险业务发展比较成功，已经形成了各界普遍认可的“宁波样本”。宁波小额贷款保证保险的运行模式及发展经验可以作为其他地区发展小额贷款保证保险值得借鉴的经验。

第二，从宁波小额贷款保证保险业务的发展情况来看，宁波小额贷款保证保险的发展主要分为三个阶段：初期、中期和后期。初期发展迅速，对经济起到了较大的正向作用；中期处于调整阶段，保费增速下降，保持平稳发展；后期，由于调整的结束以及发展模式的更新，又迅速发展。但是宁波小额贷款保证保险三类承保对象业务发展比例不均衡，城乡创业者和农业种植养殖户业务占比过低。

第三，通过对宁波小额贷款保证保险与宁波地区生产总值的实证分析，我们可以知道宁波小额贷款保证保险对宁波地区生产总值具有一定的促进作用。其中，宁波小额贷款保证保险对宁波地区第一产业的促进作用最大。

第四，通过引入虚拟变量对2015年第二季度前后宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展影响对比分析，可以知道宁波小额贷款保证保险商业化有利于促进宁波小额贷款保证保险及地区经济发展，但是由于实行商业化时间较短，对经济的促进作用还有很大的提升空间。

第五，为促进宁波小额贷款保证保险发展，政府应加大支持力度、紧密银保合作。加大政府支持力度可以从完善法律法规、加大宣传力度、加大财政扶持力度等角度入手；

紧密银保合作可以从科学调整风险利益分配比、强调银保双方各自在小额贷款保证保险业务中的职能、促进双方人才的相互交流学习等方面入手。

第六，宁波小额贷款保证保险对第二、三产业的促进作用不明显，可能是因为宁波地区第二、三产业较为发达和成熟，宁波小额贷款保证保险对其影响力有限。但是宁波小额贷款保证保险的发展可以充分借助这两个发达产业市场，一方面吸引投资；一方面扩大针对性业务。

第七，宁波小额贷款保证保险业务发展比例不协调的现象，可能是由于金融保险机构对农业种养殖户和城乡创业者的宣传力度以及积极性不足造成的，政府应加快结构调整，提高资金运用效率。主要可以从加大承保对象为城乡创业者和农业种植养殖户的业务份额、大力发展农业种植养殖户业务和治理初创小企业后人城乡创业者业务市场，提高资金使用效率三方面考虑。

第八，在优化宁波小额贷款保证保险商业化运作模式中，应循序渐进地进行，初期仍需政府地监管和财政的支持，在此基础上逐渐加入合格的非银行业金融机构或其他保险机构，活跃小额贷款保证保险市场；同时鼓励金融保险机构做好产品的创新，可以从产品调整、产品细分和产品延伸三个方面入手，使其保有持久的生命力。

第九，宁波小额贷款保证保险相关数据资料不全，导致业务的风险管控和相关分析研究工作都受到了极大的阻碍，因此建立健全小额贷款保证保险管理平台具有十分重要的意义。其中包括各参与主体参与小额贷款保证保险业务的信息。同时，加强监管部门对各方及自身的监督和管理，逐渐实现业务的优胜劣汰，形成良好的发展氛围。

Reference

[1] 国务院.《国务院关于加快发展现代保险服务业的若干意见》[Z].2014-08-10

[2] 王海艳.保险学[M].上海：立信会计出版社，2007：316-318

[3] 高琦.小额贷款保证保险发展制约因素及对策研究——基于四川的比较分析[J].西南金

融，2015，10：61-65

[4] 宁波市政府.《关于开展城乡小额贷款保证保险试点工作的实施意见》
[Z].2009-07-27

[5] 冷翠华.“银行+保险”模式助小微企业贷款：融资成本低10%[J].证券日报，

2014-11-13(B02)

[6] 洪粮钢.宁波保险创新服务实体经济的实践及展望[J].清华金融评论，2017，5：44-47

[7] 郭心义，赵乐，郝博雯.关于赴宁波考察小额贷款保证保险情况的报告[J].北京农业职业

学院学报，2013，27(1)：55-60

[8] 宁波市政府.发布了《关于深入推进小额贷款公司改革发展的若干意见》
[Z].2013-05-14

[9] 五部委.《关于大力发展信用保证保险服务和支持小微企业的指导意见》[Z].2015-01-08

[10] 张雪峰.保险融资推动经济调整转型[N].中国保险报，2013-10-08(8)

[11] 梁龄.金融业三措施“吸金”助实体经济发展[N].重庆商报，2012-08-11(A03)

[12] 张程.支持小微企业 提振实体经济[N].深圳特区报，2015-09-12(A01)

[13] 吴亚东.中关村小微企业小额贷款保证保险发展问题研究[D].首都经济贸易大学，2016

[14] 吕璐.我国小额贷款保证保险定价研究[D].山东大学，2016

[15] 杨兆廷.中国农村金融供给创新的路径选择[D].天津财经大学，2009

[16] 林瑞全，沈华峰，黄茂海.农村小额贷款保证保险业务发展中问题及其对策[J].就业与保障，2011，10：22-23

[17] 周强.农户小额贷款保证保险问题探析[J].中国保险，2011，6：16-19

[18] 夏丽.我国小额信贷保证保险的定价研究[D].安徽财经大学，2012

[19] 孙伟伟.农业小额贷款保证保险研究[D].辽宁大学，2015

[20] 袁媛.农业小额贷款保证保险承保风险控制研究[D].安徽财经大学，2015

[21] 倪闻阳.我国农业保险与农业信贷间协同关系研究[D].东北农业大学，2016

[22] 义乌市人民政府.义乌市人民政府办公室关于印发小额贷款保证保险工作实施意见的通知[EB/OL].2017-03-06

[23] 重庆市金融工作办公室.小额贷款保证保险试点[EB/OL].2014-03-21

[24] 湖北省人民政府.省人民政府办公厅关于印发湖北省小额贷款保证保险试点工作实施方案的通知[EB/OL].2014-12-25

[25] 许曌.小额贷款保证保险问题探析[J].财经界•学术版，2016-12-24(22)

[26] 许良.对我国政策性银行商业化运作问题的探析与展望[J].经济学动态，2010，9:71-74

[27] Reinhard H. Schmidt. Microfinance.commercialization and Ethics[J].2010 Policy studies organization,2010,6:99-137

[28] 杨童舒.中国政策性银行业务模式改革研究[D].辽宁大学，2011

[29] 王茹.浅谈新型农村合作医疗的商业化运作[J].保险职业学院学报，2012，2：56-58

[30] 何士宏.中国养老保障商业化运作研究[D].武汉大学，2013

[31] 诸暨市人民政府.《诸暨市人民政府关于开展小额贷款保证保险试点工作的实施意见》

[Z]. 2012-08-08

[32] 吴亚东.中关村小微企业小额贷款保证保险发展问题研究[D].首都经济贸易大学，2016

[33] 王智慧.出口信用保险对我国出口贸易影响的实证分析[D].北京工商大学，2010

[34] Mellissa A.Hardy.虚拟变量回归[M].上海：格致出版社，2016：28-70

[35] 刘祥祥.我国出口信用保险与出口贸易关系的实证分析[J].对外经贸，2012，8：14-16

[36] 赵智慧.我国出口信用保险促进出口贸易的实证研究[D].中国海洋大学，2013

[37] 王田田.中小企业贷款保证保险的运行机制研究[D].东北财经大学，2014

[38] 李文中.小额贷款保证保险在缓解小微企业融资难中的作用——基于银、企、保三方的博弈分析[J].保险研究，2014，2：75-84

[39] James Tobin.Liquidity Preference as Behavior Towards Risk[J].The Review of Economic Studies, 1958,2:65-86

[40] 代梦莹.小额贷款保证保险研究[D].安徽财经大学，2014

[41] 宁波市政府.《宁波市政府办公厅关于进一步完善和推进城乡小额贷款保证保险试点工作的通知》[Z].2011-01-04

宁波小额贷款保证保险对经济发展的影响研究

王翀

河北大学经济学院
河北省保定市莲池区七一东路2666号
河北 071000，中国
Email: 497302725@qq.com

关键词：小微企业；三农；宁波小额贷款保证保险；经济发展；实证分析

中文摘要:近年来，初创小微企业发展迅速，逐渐成为我国区域经济的重要组成部分。但是由于初创小微企业抵押物不足、信用评价不健全等问题，我国小微企业难以从银行获得利率较优惠的贷款。同时，全面建设小康社会、缩小城乡差距背景下，“三农”融资问题也一直是政府和百姓关注的焦点。无论是金融业还是保险业，对解决中小企业、“三农”融资问题，促进实体经济发展都有着高度的重视。

于是，宁波地区首先推出了金融和保险相结合的创新型融资方式——“无担保无抵押的城乡小额贷款保证保险”业务，用以缓解创业者、“三农”等小额贷款借款人的融资问题。

但是宁波小额贷款保证保险到底是否对地区经济发展起到了一定的促进作用、宁波小额贷款保证保险对地区经济发展的影响机制又是怎样的以及如何更好地发展宁波小额贷款保证保险业务为实体经济服务都需要进一步的研究。

因此，本文以宁波小额贷款保证保险为研究对象，介绍了宁波小额贷款保证保险的起源背景、发展历程以及现状，并运用格兰杰因果检验、脉冲响应函数、方差分解分析、虚拟变量回归等方法分别从总体层面、产业对象层面和运作模式层面对宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济发展的影响进行了实证分析，研究了宁波小额贷款保证保险对宁波地区经济的影响机制，从理论和实证两方面说明了宁波小额贷款保证保险业务的开展对宁波地区经济发展具有一定促进作用。最后，本文根据实证分析所得结论提出了相应的解决措施和政策建议，希望能进一步发展宁波小额贷款保证保险业务。

An Analysis of the Impact of Catastrophe Insurance on the Insurance Industry: A Case Study of Top-Ten Property Insurance Companies

WANG Songhan

School of Insurance /China Institute for Actuarial Science
Central University of Finance and Economics
Beijing 102206, China
Email: 18801272655@163.com

Keywords: Catastrophe insurance, Insurance industry, Comparative Financial Statements, Sensibility inspection

Abstract. This article compares each property insurance company over the different periods that underwrite catastrophic insurance to cover catastrophic insurance annual statements before and after, and uses comparative analysis to find that underwriting catastrophe insurance has improved the company's profits, but once it goes out, it will also result in greater losses. Therefore, there is also an increase in reserves. By comparing the profit statements of several large-scale property insurers over the same period, it is found that the insurance companies that underwrite catastrophe insurance have a higher year-on-year net profit growth rate, indicating that underwriting catastrophe insurance can make insurance companies improve their competitiveness, but after risk analysis, the risk of exposure increases. After sensitivity inspection, underwriting catastrophe insurance is a high-risk and high-return option for insurance companies. To a certain extent, the development of catastrophe insurance business will affect the existing pattern of the insurance industry.

1. 引言

巨灾保险是指对因发生地震、飓风、海啸、洪水等自然灾害，可能造成巨大财产损失和严重人员伤亡的风险，通过巨灾保险制度，分散风险。巨灾的一个显著性特点是发生的频率很低，但是一旦发生造成的损失程度会非常大。财产保险当中，可保风险一般具备以下条件：风险必须具有不确定性；风险必须是纯粹的风险；风险必须使大量标的均有遭受损失的可能；风险必须有导致重大损失的可能；风险不能使大多数的保险对象同时遭受损失；风险必须具有现实的可测性。由此观之，巨灾风险并非可保风险，因为巨灾一旦发生大多数保险对象将同时发生损失，且巨灾风险不具有现实的可测性，因此理论上巨灾风险并不可保。但实务中，很多保险公司选择承保巨灾保险，作出这一选择也是基于公司利益考虑。本文将结合中国规模前十的保险公司年度数据及中国人寿财产保险股份有限公司承保巨灾保险前后年度数据，从多个方面分析承保巨灾保险对保险公司经营及整个保险行业的影响。

2. 文献综述

2.1 国内相关研究成果综述

关于中国保险公司经营商业性巨灾保险的可行性探究很早就开始了，李炳圭、薛万里（1996）便探讨了我国商业保险公司经营地震巨灾保险的可行性探讨；李鑫（2006）、任蔚然（2008）分别探讨了我国保险公司经营商业性巨灾保险的可行性探讨；张雪梅（2008）探讨了国外巨灾保险发展模式及其借鉴，以上探讨结果表明我国商业保险公司无法独立经营巨灾保险，且以政府财政之力也无法全部承担巨灾风险所引起的损失，因此构建中国特色社会主义巨灾保险制度很有必要。结合时代因素来看，2008年前后还并未出险成规模的商业性巨灾保险产品，政府也并未引入保险对巨灾风险加以防范，保险公司在农业方面开创的商业性巨灾保险试点也效果不佳，但截至2017年商业性巨灾保险以产生新的突破，结合上述研究成果可以发现在政府主导的前提下，现有试点中巨灾保险的承保为保险公司带来的不仅仅是风险，还有一定的收益。

对于中国保险公司承保巨灾风险的优势及其博弈路径的探讨也在近几年有所突破，孙武军、孙涵（2016）对巨灾保险市场均衡影响因素进行了分析，首次引入巨灾保险品牌植入效应的概念，指出保险公司可由经营巨灾保险而引起其他保险销售的连带收益，即保险公司可通过承保巨灾保险树立一个更为可靠的公众形象，从而推动其他保险销售并获利；卓志、段胜（2016）研究了中国巨灾保险制度构建的博弈路径，即开展初期政府需要进行更多的投入，并且对承保巨灾保险的保险公司给予一定优惠条件和强有力的保障，这样才能使动态博弈向着巨灾保险市场长期均衡发展，从这里也可以看出，政府的介入使原本可能遭受利润损失的承保公司减小损失幅度，减小其面对的风险，并且使保险公司对巨灾保险的承保呈现双赢态势。

2.2 国外巨灾保险模式及对承保公司影响综述

2.2.1 美国模式

美国模式是由政府主导推出的巨灾保险制度，以洪水保险为例，在政府认定的洪水风险区域所在社区必须参与保险计划，而政府委托保险公司销售该保险，出险时保险公司只需办理赔偿手续和垫付赔偿金，不需要真正承担相应风险，且保险公司在该项目中可以享受免税政策，因此保险公司不但不会有负担，反而可以在其中获利而不承担相应

风险。总结来说商业保险公司充当了政府的代理人，在中间取得政府委托其经办业务所给予的收益并享受优惠政策，并履行销售保险及办理相应赔偿手续的义务，提高保险效率和服务质量的同时完善保险的覆盖率。

美国的模式是基于美国资本主义强国的国情而设立的，随着我国经济发展，这种模式可以作为借鉴，但现阶段我国财政还不具备单独承担巨灾损失的能力。

2.2.2 英国模式

英国模式主体是商业保险公司，采取完全非强制形式，由商业保险公司推出相应产品并且自主经营，依靠市场力量对产品进行约束。各商业保险公司对于经营巨灾保险分别推出相应产品，形成有效的竞争，依靠庞大的市场及客户形成保险业务并获得利润，即使近些年出险次数增加，保险费率上升，各个公司产品在市场上依然具有活力。

英国作为保险业最发达的国家之一，公众对保险认可度高，且保险市场完善，商业保险公司之间能够形成有效竞争。即使政府放任其自由发展，保险覆盖率依然极高，并且市场因为有效竞争也可以很好地发挥其作用。英国保险业强大的功底以及公民对于保险的高度了解与认可使得其模式很难在我国有所应用。

2.2.3 日本模式

日本是一个地震频发的国家，其巨灾风险较大，但可用数据较多。日本采用的模式是保险公司作为第一层风险由商业保险公司分担，而由政府和民间再保险公司组成二级再保险模式分担风险，层层递进使风险得以有效分散，每一环都可取得其相应的收益（政府收益为减少巨灾发生时的部分赔付）。

日本模式是结合日本国情设计的，其国情与我国不甚相同，因此我国更多可以借鉴其风险分担方式，结合我国国情进行新一轮探究。

2.3 我国巨灾保险试点模式及保险公司承保情况简介

我国深圳市、宁波市多种巨灾保险试点于2014年启动，由政府民政局与商业保险公司签订合同开展保险，其中深圳市保费3600万元、宁波市保费3800万元，由人保财险承保。2016年起，深圳引入共保体承保模式，向社会公开招标，由国寿产险深圳分公司（首席承保）、太平洋产险深圳分公司和华泰财险深圳分公司组成的共保体中标，且保费有所下降；宁波市提升保费至5700万元以增加保险金额并扩大保障范围。

我国云南省大理白族自治州的地震保险试点于2015年8月启动，保费由政府承担。2016年由人保财险等45家保险公司组成的共保体承保销售“城乡居民住宅保险”落地云南，全省城乡居民住宅地震保险保费规模占到了全国的27%，提供了风险保障7.69亿元。

我国广东省巨灾指数保险试点于2016年启动，人保财险、平安产险、太平洋产险3家公司承保资格后，试点地市通过竞争性谈判等方式自行选择一家或多家组成的共保体作为承保公司，保费数额巨大。

我国还有其它地区开展了相应试点，这里不再一一赘述。从上述内容中可以看出，人保财险在巨灾保险领域进行了较多的尝试，本文后续内容将主要对比人保财险及规模相似的其他保险公司数据进行分析，探究承保巨灾保险对保险公司及保险行业格局的影响。

3. 保险公司经营数据分析

3.1 相关假设

因保险公司信息披露中，并无与巨灾保险承保直接相关的数据，故以公司整体利润表数据及资产负债表数据作为分析。现假定所选定保险公司其他业务在无明显信息表明其有巨大变动情况下，保持一定的函数关系增长；不同保险公司之间在同一年度的数据所受影响因素相同，且同样的因素对保险公司影响与其规模成比例。后续分析及检验中将基于这两点假设进行。

3.2 人保财险年度经营数据分析

表1　中国人民财产保险股份有限公司部分年度数据

年度	保费收入	赔付支出	未到期责任准备金	净利润
2010	154, 307, 142, 000	76, 389, 351, 000	60, 214, 497, 000	5, 288, 234, 000
2011	173, 962, 463, 000	88, 583, 870, 000	69, 618, 143, 000	8, 027, 127, 000
2012	193, 486, 744, 000	109, 169, 716, 000	75, 634, 533, 000	10, 405, 249, 000
2013	223, 524, 895, 000	133, 197, 131, 000	86, 594, 870, 000	10, 558, 413, 000
2014	253, 037, 005, 000	144, 685, 220, 000	94, 831, 541, 000	14, 578, 100, 000
2015	281, 697, 916, 000	160, 981, 566, 000	102, 532, 799, 000	21, 294, 821, 000
2016	311, 160, 427, 000	180, 480, 792, 000	113, 998, 867, 000	18, 086, 448, 000
2017	350, 313, 571, 000	199, 753, 428, 000	125, 155, 639, 000	19, 712, 026, 000

3.2.1 保费收入

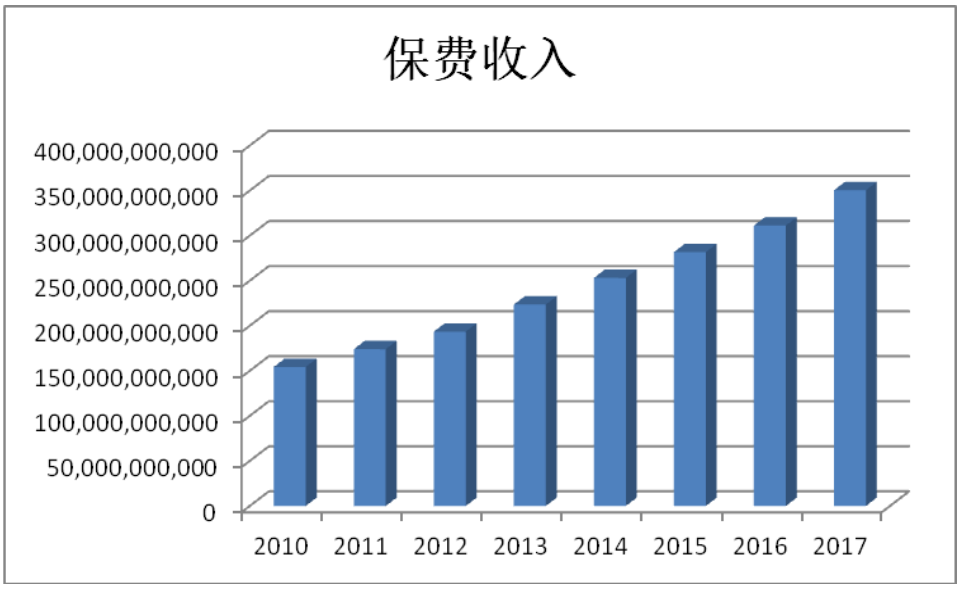


图1　2010-2017年度人保财险保费收入变化图

由图1可以看出，保费收入逐年增加且增加幅度比较稳定，但是值得一提的是，自从2014年承保深圳市巨灾保险以来，2015-2017年保费收入增加幅度逐年增大，2017年保费收入增幅达391亿更是前所未有增长，尽管通过承保巨灾风险所获得的保费收入仅达到几个亿，但其影响远不止几个亿。

3.2.2 赔付支出



图2 2010-2017年度人保财险赔付支出变化图

由图2可以看出，赔付支出也在逐年增加，特别是2013-2017段体现比较明显，巨灾保险通常保额巨大，一旦出险保险公司需要支出巨额赔付，在保险公司赔付支出中也体现比较明显。人保财险从2014年开始承保各类巨灾保险，赔付支出业逐年增加且增加幅度越来越大，可见承保巨灾保险也会给保险公司带来更大的损失风险。

在保费收入提升幅度较稳定的情况下，赔付支出的变化体现公司承保了一些出险可能性更高的保险，根据保险公司年报中信息披露及其他媒体披露，这种出险可能性更高的保险最有可能就是巨灾保险。

3.2.3 未到期责任准备金



图3　2010-2017年度人保财险未到期责任准备金变化图

由图3可以看出，未到期责任准备金在2015年后也呈现加快增长的态势，未到期责任准备金最直接反映保险公司所面临的风险大小，可见在2015年后保险公司面临着更大的风险，造成这种风险增大的主要原因之一就是承包了部分地区的巨灾保险，其保额巨大以及出现的不稳定因素过多促使保险公司增加保险责任准备金。

3.2.4 净利润

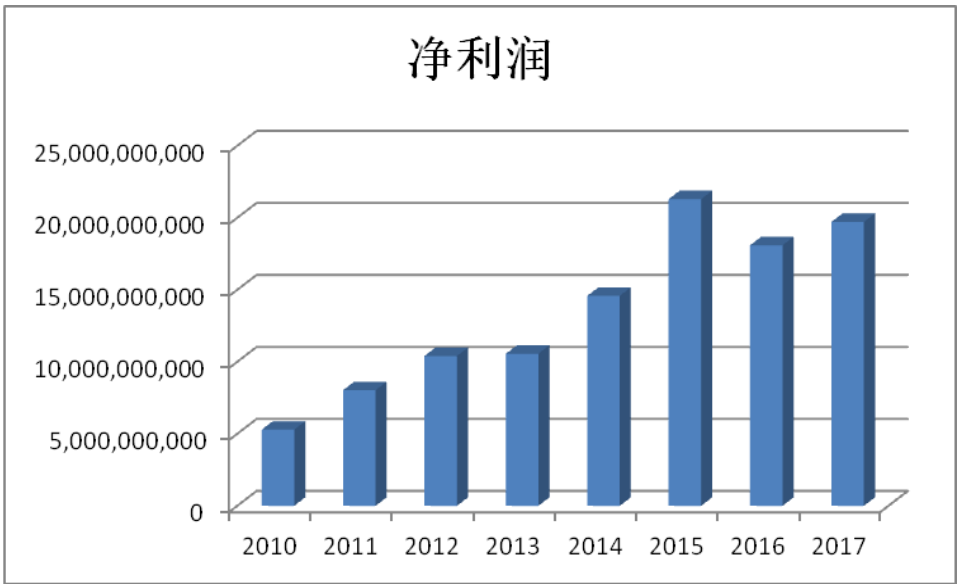


图4　2010-2017年度人保财险净利润变化图

从整体上看，2014年公司开始承保深圳市巨灾保险以来，公司利润有了明显的提升，公司报表直接显示，2015年部分利润来源于承保巨灾保险，但显然并非所有利润来源于承保巨灾保险。然而，承保巨灾保险是其利润来源的重要因子，其他业务额的提升也与其承保巨灾保险从而树立品牌有着不可分割的关系。

3.2.5 总结

从未到期责任准备金和赔付支出可以看出，承保巨灾保险也显著地增大了保险公司所面临的风险。因此，保险公司须提取充足准备金并且有可能面对更高的赔付支出。但是，由净利润变化可以看出，承保巨灾保险也的确给保险公司带来了巨大的利润增加。为了排除外来因素对整个保险行业的影响，下面将规模相似的保险公司数据进行对比，以排除其他因素的影响。

3.3 其他规模前十的财产保险公司年度数据对比分析

表2 其他规模前十的财产保险公司2013-2017年保费收入

年度	大地财产	国寿财产保险	太平洋财产	阳光财产	中华联合
2013	19,909,199,750	31,853,538,000	81,743,503,000	16,606,337,532	29,744,566,000
2014	22,458,973,216	40,414,124,000	93,025,778,000	21,185,277,521	34,887,016,000
2015	26,684,574,862	50,383,443,000	94,615,455,000	25,869,765,041	39,457,891,000
2016	32,071,090,646	59,783,387,000	96,195,421,000	28,468,698,108	38,693,142,000
2017	37,268,416,611	66,250,482,000	105,738,937,000	33,651,200,145	38,944,363,000

表3 其他规模前十的财产保险公司2013-2017年赔付支出

年度	大地财产	国寿财产保险	太平洋财产	阳光财产	中华联合
2013	10,918,286,306	15,383,061,000	48,020,851,000	9,103,998,922	17,347,470,000
2014	12,681,328,820	19,712,279,000	54,434,791,000	9,945,089,385	19,478,895,000
2015	13,943,184,738	24,620,445,000	56,334,985,000	12,123,999,643	22,427,787,000
2016	17,768,008,673	31,285,610,000	58,783,223,000	13,503,748,799	24,377,826,000
2017	18,392,351,860	35,755,963,000	58,864,026,000	14,858,031,014	23,727,861,000

表4 其他规模前十的财产保险公司2013-2017年未到期责任准备金

年度	大地财产	国寿财产保险	太平洋财产	阳光财产	中华联合
2013	8,162,719,381	13,284,038,000	33,394,574,000	7,474,319,981	11,496,373,000
2014	9,261,018,519	16,595,151,000	37,296,958,000	10,011,152,091	14,060,357,000
2015	10,869,016,136	20,021,626,000	37,606,203,000	12,614,177,979	14,984,021,000
2016	12,512,934,947	22,597,862,000	38,605,952,000	15,126,120,095	14,559,429,000
2017	14,768,607,942	25,540,901,000	41,160,839,000	18,727,607,471	14,285,129,000

表5 其他规模前十的财产保险公司2013-2017年净利润

年度	大地财产	国寿财产保险	太平洋财产	阳光财产	中华联合
2013	238,338,483	535,470,000	2,621,629,000	292,888,914	1,138,700,000
2014	873,235,136	1,407,216,000	1,036,611,000	1,160,734,031	1,854,639,000
2015	1,351,576,629	2,258,044,000	5,331,295,000	2,137,638,181	2,455,873,000
2016	1,243,614,803	1,156,626,000	4,540,074,000	1,089,759,013	881,020,000
2017	1,169,899,181	807,783,000	3,844,978,000	1,411,889,309	1,292,620,000

3.3.1 保费收入

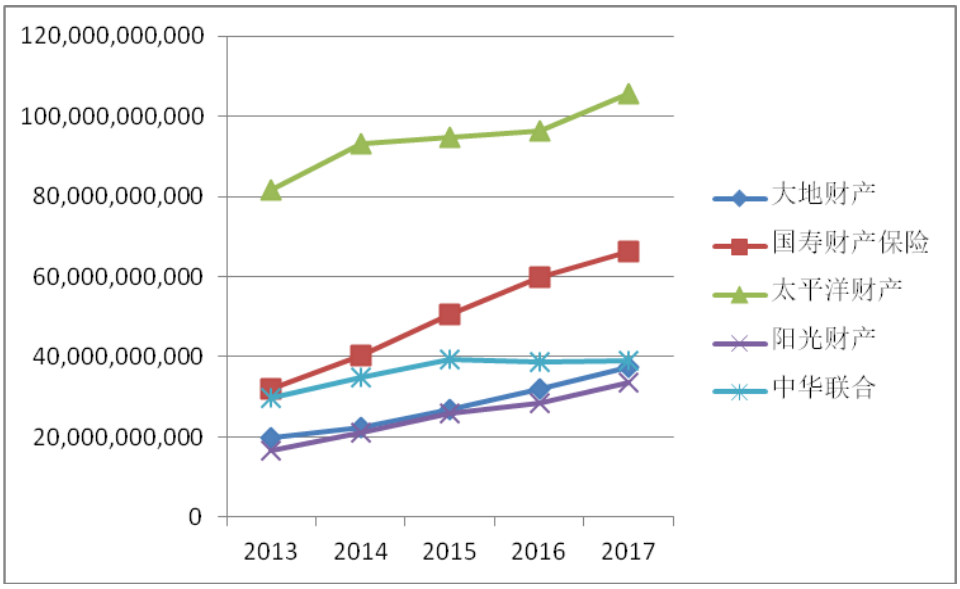


图5　2013-2017年度其他保险公司保费收入变化图

如图5所示，除国寿财产保险公司以外，其他保险公司在2014-2016年未显示出如人保财险一样的保费加快增长趋势，一方面源于2015年起国寿财产保险公司开始承保巨灾保险，另一方面源于整个保险行业的形势。结合3.2.1中的分析可以得出结论，承保了巨灾保险的保险公司保费收入在承保后明显增加，而整个保险业的大环境并没有这种影响因素导致财产保险公司保费收入整体加速提升，因此承保巨灾保险一定程度会增加保险公司的保费收入。

3.3.2 赔付支出

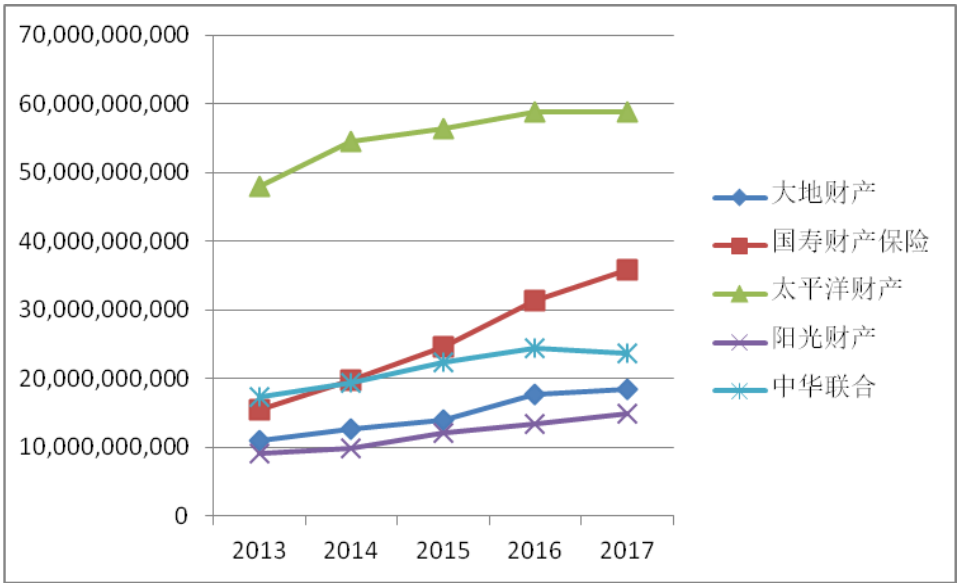


图6　2013-2017年度其他保险公司赔付支出变化图

从图6中可以看出，国寿财产保险公司在2015年承保巨灾保险后赔付支出有明显增加，而其他保险公司相比之下无明显增加趋势。结合3.3.2可以得出结论，承保了巨灾保

险的保险公司赔付支出在承保后明显增加，而整个保险业的大环境并没有这种影响因素导致财产保险公司赔付支出整体提升，因此承保巨灾保险一定程度会增加保险公司的赔付支出。

3.3.3 未到期责任准备金

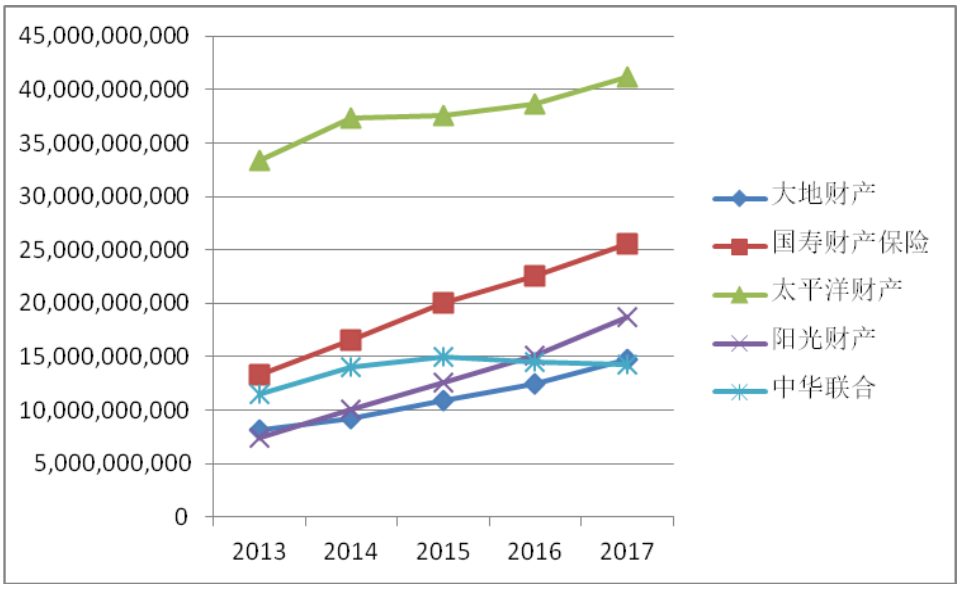


图7 2013-2017年度其他保险公司未到期责任准备金变化图

图7显示，阳光财产保险公司和国寿财产保险公司的未到期责任准备金均有显著提升，国寿财产保险公司承保了相应巨灾保险，因此计提准备金数量较大；阳光财产保险公司因其业务迅速扩大也需要提取更多的准备金。单从结果分析，我们无法得出直接结论证明承保巨灾保险会使未到期责任准备金大量增加。

3.3.4 净利润

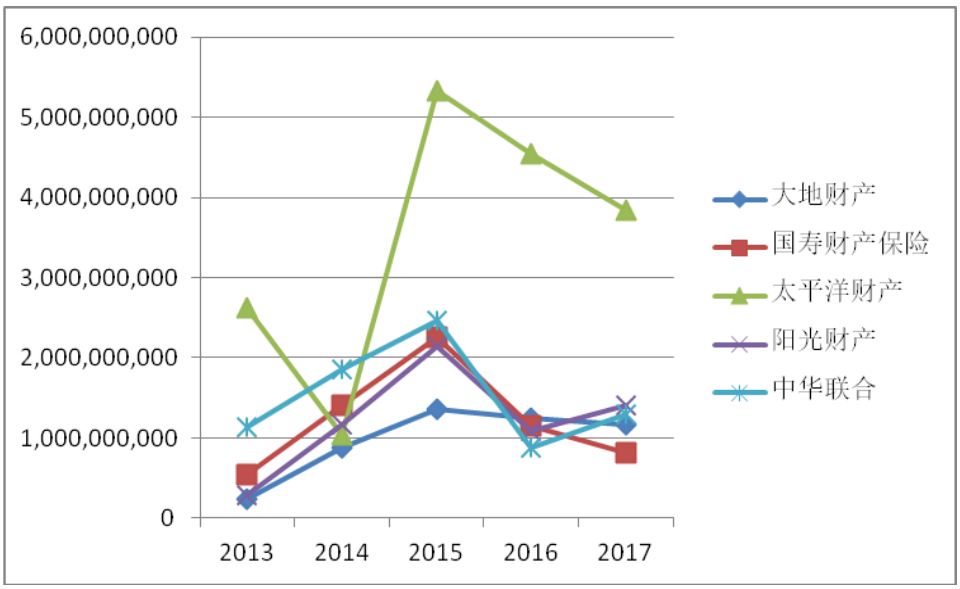


图8 2013-2017年度其他保险公司净利润变化图

结合3.2.4的结论分析，2015-2016年财产保险公司净利润下滑是行业内大趋势，即使是人保财险这样的大规模企业也无法避免；国寿财产保险公司和太平洋财产保险公司在2016年也推出一些巨灾保险产品，但其在2017年未能挽回净利润下降趋势，反而净利润进一步下降。反观之，2017年中华联合、阳光财产等公司净利润反而呈现上升趋势。结合人保财险的利润上升可以得出初步结论：承保巨灾保险是一把双刃剑，即可能为公司带来收益，也可能使公司遭受相应的损失，即高风险、高回报。

4. 结论

财产保险公司承保巨灾保险是一项新的挑战，承保巨灾保险会明显增加保费收入，但同时也会增加赔付支出和保险责任准备金，这样的结果就是承保巨灾保险可能会增加净利润，也可能会减少净利润，这也是我们常说的高风险对应高收益。对于人保财险这样规模庞大的保险公司而言，这无疑是一个树立品牌信任的又一次机会，承保巨灾保险使人保财险在保费收入和净利润上获得了超过承保巨灾保险本身所获得的收益，特别是在行业整体低迷的情况下还能维持较高利润增长更属不易。对于其他规模相对较小的保险公司而言，承保巨灾保险可能要面对一定的损失，特别是巨灾保险保额巨大，一旦出险会对保险公司造成沉重打击，因此对于这些保险公司而言，应慎重对待巨灾保险，量力而行，不可盲目承保，以保证公司利润稳步增长。

对整个保险行业而言，承保巨灾保险会造成保险行业格局的三级分化，一部分规模较大的保险公司借着巨灾保险的东风同政府进行合作，推广自身知名度，建立品牌信任，展现其强大的保障能力，扩大客户群体进而获得更快速的利润增长与业务扩大；一部分规模较小的保险公司因承保巨灾保险而面临超过自身承受能力的风险，盲目跟从潮流一旦出险会导致公司利益受损，公司经营指标恶化进而导致其他领域客户流失，形成恶性循环，对公司造成沉重打击；还有一部分保险公司不承包大规模巨灾保险，选择稳中求进，虽然失去了获得巨额收益的机会，同时也有效地规避了可能产生的巨大风险，这样的公司步步为营求发展，虽没有利润快速增长，却也没有遭受巨大损失的可能性。对保险业的发展而言，巨灾保险也许并不是一个好事，需要保险公司结合自身实际，合理利用资源，量力而行进行承保，方能化风险为动力，扭亏损为盈利。

References

[1] PRIEST G L, The Government, the Market, and the Problem of Catastrophic Loss, Journal of Risk and Uncertainty;1996,12: 219-237.

[2] ZANJANI C, Pricing and capital allocation in Catastrophe Insurance [J]. Journal of Financial Economics; 2002, 65: 283-305.

[3] JAFFEE D M, RUSSELL T. Catastrophe Insurance, Capital Markets and Uninsurable Risks, The Journal of Risk and Insurance; 1997, 64(2): 205-230.

[4] 周志刚. 发展中国家与发达国家巨灾风险管理比较[J]. 世界经济情况，2005.

ZHOU Z G . Comparison of catastrophe risk management between developing and developed countries [J] . World Economic Studies, 2005(17).

[5] 任蔚然. 我国商业保险公司经营巨灾保险的可行性分析[J]. 金融视线，2008.

REN W R. Feasibility analysis of China's commercial insurance companies operating catastrophe

insurance [J]. Financial View, 2008.

[6] 李鑫. 中国商业保险公司经营巨灾保险的可行性分析[J]. 金融经济，2006.

LI X. Feasibility analysis of China's commercial insurance company operating catastrophe

insurance [J]. Journal of Financial Economics, 2006.

[7] 卓志，段胜. 中国巨灾保险制度：政府抑或市场主导？——基于动态博弈的路径演化分析

[J]. 金融研究，2016（8）.

ZHUO Z, DUAN S. Who Can Dominant Chinese Catastrophe Insurance Construction and

Development: Government or Market? Based on Dynamic Path Dependence Evolutionary Analysis

[J]. Journal of Financial Research, 2016(8).

[8] 张雪梅. 国外巨灾保险发展模式的比较及其借鉴[J]. 财经科学，2008（7）.

ZHANG X M. The comparison of foreign catastrophe insurance patterns and experiences for

China[J].Finance Science , 2008(7) .

[9] 张洪涛，郑功成. 保险学[M].北京:人民大学出版社，2003.

ZHANG H T, ZHENG G C. Insurance Scince [M]. Beijing：Renmin University Press , 2003.

[10] 刘新立. 风险管理[M].（第二版）. 北京：北京大学出版社，2014.

LIU X L. Risk Management[M]. 2nd Edition. Beijing：Peking University Press, 2014.

[11] 李炳圭，薛万里. 我国商业保险公司经营地震巨灾保险的可行性探讨[J].保险研究，1997（1).

LI B G, XUE W L. Discussion on the feasibility of China's commercial insurance companies operating earthquake catastrophe insurance [J]. Insurances Studies, 1997(1)

[12] 孙武军，孙涵. 巨灾保险市场的均衡影响因素分析——基于演化博弈模型的研究[J]. 中国

经济问题[J].中国经济问题 2016（2）.

SUN W J, SUN H. Analyzing the Factors Effecting Catastrophe Insurance Market Equilibrium:

Based on Evolutionary Game Model [J]. China Economic Studies, 2016(2).

[13]丁玉龙. 我国巨灾保险各地试点情况综述[N] .中国保险报 2017-11-16.

DING Y L. A summary of the pilot projects of catastrophe insurance in China [N]. China Insurance

news , [2017-11-16]

巨灾保险对保险行业的影响
——基于规模前十的保险公司经营数据的研究

王崧涵
中央财经大学保险学院
北京102206，中国
Email: 18801272655@163.com

关键词: 巨灾保险；保险业；对比分析法；敏感性分析

中文摘要. 本文通过对比承保巨灾保险的几所保险公司承保巨灾保险前后年度报表，运用对比分析法，发现承保巨灾保险使本公司利润有所提高，但一旦出险，也会导致公司损失较大，因此准备金方面也要有所增加；通过比较几所规模较大的财产保险公司同一时期的年度利润表发现，承保了巨灾保险的保险公司同比利润率增长更高，表明承保巨灾保险能够使保险公司提升其竞争力，但经过风险分析后，其暴露的风险也随之增大。经过敏感性检验，承保巨灾保险对保险公司而言是一个高风险高收益的选择，一定程度上，巨灾保险业务的开发会影响保险业现有格局。

Comprehensive Evaluation on the Sustainable Development of "Belt and Road Initiative" under the Insurance Industry in Shaanxi

YAN Weizhong, SHI Yifei, MAO Jili, YANG Rui

YAN Weizhong
Professor
School of statistics, Xi'an University of
Finance and Economics
Xi'an 710100, China
Email: 1535233369@qq.com

SHI Yifei *
Graduate student
Department of applied statistics, School of statistics,
Xi'an University of Finance and Economics
Five apartment of Changan campus , XUFE
No. 2, southern Wei Chang Road, Changan District, Xi'an
Email: 2991584700@qq.com

MAO Jili
Graduate student
Department of applied statistics, School of statistics,
Xi'an University of Finance and Economics
Five apartment of Changan campus , XUFE
No. 2, southern Wei Chang Road, Changan District, Xi'an
Email: 1715431808@qq.com

YANG Rui
Graduate student
Department of applied statistics, School of statistics,
Xi'an University of Finance and Economics
Five apartment of Changan campus, XUFE
No. 2, southern Wei Chang Road, Changan District, Xi'an
Email: 178364627@qq.com

Keywords: the Belt and Road, The insurance industry, Sustainable development, Analytic hierarchy.

Abstract. The proposal of "One Belt And One Road" strategy provides a rare historical opportunity for the sustainable development of shaanxi insurance industry. The sustainable system of shaanxi insurance industry is divided into internal development ability and external development ability. In this paper, the weight of two restricting factors influencing the sustainable development of insurance industry in shaanxi province is calculated by using the method of hierarchical analysis, so as to obtain the index of sustainable development of insurance industry in shaanxi province. The calculation results show that since 2013, the sustainable development level of shaanxi insurance industry has increased year by year, among which, the internal development ability has a higher weight than the external development ability. Therefore, relevant units should combine relevant policies and theories to stimulate the internal development of shaanxi insurance industry, so as to ensure the sustainable development of shaanxi insurance industry.

1. Introduction

1.1 Research Background

The "One Belt And One Road" strategy is the national development strategy proposed by general secretary xi jinping during his visit to the Middle East and asean，The aim is to promote common development through the development of regional cooperation economy with neighboring countries. As the starting point of the ancient silk road and an important hub of the Eurasian land bridge, shaanxi has the foundation to become the starting point of the silk road economic belt and has the responsibility to shoulder the historical mission entrusted by The Times.

In 2016, the insurance premium income of shaanxi insurance industry reached 714.74 billion yuan, up by 24.85% year on year. Among them, the insurance business implementation of the premium income of 19.138 billion yuan, up 8.27% from a year earlier, the life insurance business premium income of 44.002 billion yuan, up 33.55% from a year earlier, the health insurance business implementation of the premium income of 6.808 billion yuan, up 29.08% from a year earlier, the personal insurance business implementation of the premium income of 52.335 billion yuan, up 32.26% from a year earlier. With the continuous improvement of people insurance consciousness and the participation of insurance industry in China's economic increasing role on the stage, its functions are also changing, nowadays, the inner motive power of shaanxi economic growth remains strong, the economy is still have the strong requirement of achieve steady and rapid growth, the for the sustainable development of the insurance industry in shaanxi have laid a solid foundation.

1.2 The significance of research

1.2.1 Theoretical significance

At present, there is not much research on the sustainable development of insurance industry in the academic circle, especially the research on the level or ability of the sustainable development of the insurance industry. The research of this topic can further enrich and develop the theory and method of insurance theory.

Shaanxi Province is an important “One Belt and One Road” node. The study of the sustainable development of the insurance industry in Shaanxi Province is of great theoretical significance to the realization of the "One Belt and One Road" development strategy, and at the same time it can provide a new path for accelerating Shaanxi's economic and social development.

1.2.2 Practical significance

The comprehensive evaluation study on the sustainable development of insurance aims at seeking an operable and quantifiable method to measure and evaluate the level and capacity of sustainable development of regional insurance. Through the review of the development course of the insurance industry in Shaanxi province and the analysis of the current international and domestic economic development trend, it is of great practical significance to realize the sustainable economic development of Shaanxi Province, improve the living standard and the quality of life of the residents of Shaanxi Province, and enhance the core competitiveness of the insurance industry in Shaanxi and the ability of sustainable development. Quantitative evaluation of the overall level of the sustainable development of regional insurance, monitoring and reveal the level and ability of sustainable development, to management department to take scientific countermeasures, realize the sustainable development of the insurance industry.

1.3 Research objectives

Insurance industry is a sunrise industry, the demand growth is fast, the potential is huge. However, with the entry of foreign insurance companies into shaanxi and the intensification of industry competition, it is more important to maintain the sustainable development of shaanxi insurance industry. This topic by constructing the index system of the sustainable development of the insurance industry in shaanxi province, the measures for the sustainable development of insurance industry in shaanxi province level, in the final analysis influence factors for the sustainable development of the insurance industry in shaanxi province and put forward the corresponding countermeasures and Suggestions.

1.4 Research Status at Home and Abroad

1.4.1 Foreign Literature Review

Foreign scholars for the study of sustainable development has a long history, and according to the meaning of sustainable development, effective to apply the theory of industrial enterprises, especially for those who bring the environmental pollution of industrial enterprises carry out a series of management measures and regulatory standards, formed a system of industrial enterprise sustainable development theory. This part mainly reviews the two aspects of sustainable development and regional economic development.

In terms of sustainable development, since 1992, various countries and international organizations and scholars from different angles, different scales and different situation, study on the index system of sustainable development, put forward the index of various types. In the aspect of regional economic development, the theory of regional economic growth has not yet formed a unified view due to the differences of analysis Angle and sample selection. Since the 1980 s, the regional economic research started from the theory gradually to the quantitative, foreign scholars began to try to use new methods to carry out empirical research on the regional problem, mainly includes: empirical study to evaluate the growth of local government policy, at the same time the enterprise investment orientation; Analyze the composition of regional differences and decompose them.

1.4.2 Domestic Literature Review

In terms of sustainable development, the national bureau of statistics statistical science research institute, China's agenda 21 management center team considered the connotation of the sustainable development of Chinese economy, resources, environment, society and coordinated development of population, science and education, Of economic development is the basis and premise, save resources, protect the environment, population control is the key to the advancement of science and education is the power, so the index system of sustainable development should be divided into economic, resources, environment, society, population, science and education six seed systems.

In the area of insurance industry development research, China xinfei, zhu junsheng, zheng wei and liu yongdong and other scholars have done a lot of research work. Xin combustion (2000), selected the premium income, insurance density and depth, supply subject of insurance, and concepts with the insurance consciousness four indexes comparison and analysis of the curren index, three divisions of per capita GDP, the national insurance area is divided into four categories of regional insurance development level has carried on the comparative study. Zheng wei and liu yongdong (2008) selected a new measure - "insurance benchmark depth ratio".t situation of the development of the east and west of China insurance industry, the conclusion for the eastern and western insurance market in the rapid development of insurance industry also gradually expand the gap. Jun-sheng zhu (2005), such as selection of the premium income total size, growth rate and the insurance relative strength

1.5 Research ideas and methods

1.5.1 Research Ideas

This topic the research idea is from theory to empirical analysis, combining with the results of shaanxi insurance industry sustainable development theory, based on the actual status of the insurance industry in shaanxi province, the related factors influencing the sustainable development of the insurance industry, in particular, for ideas, ways and countermeasures for the sustainable development of the insurance industry in shaanxi province to study and explore. And using the method of hierarchical analysis, for the sustainable development of the insurance industry in shaanxi province level respectively from the aspects such as economic, social and insurance industry development ability of measure and evaluation, and on this basis for sustainable development of insurance industry in shaanxi province to provide the corresponding countermeasures and Suggestions.

1.5.2 Research Methods

1. Literature analysis. To overall grasp the connotation of the theory and for the sustainable development of the insurance industry in shaanxi province, this article through reading related books and literature, clearly know the factors affecting the sustainable development of insurance industry in shaanxi province.

2. The combination of qualitative analysis and quantitative analysis. Through the theoretical analysis of the status quo and existing problems of the sustainable development of the insurance industry in shaanxi province, all data processing steps are completed by using the data processing system software Matlab.

3. Analytic hierarchy process. The decision total elements are decomposed into multiple levels, and qualitative analysis and quantitative analysis are carried out on this basis. The insurance index is evaluated by the analytic hierarchy process, and the theoretical framework of the index system of

insurance sustainable development is constructed.

1.5.3 Innovation

This project intends to innovate in the following aspects:

1.Research perspective: this research has a unique perspective and integrates the national "One Belt And One Road" strategy and shaanxi development strategy. In the context of the national strategy of the insurance industry development of shaanxi, national strategy to guide the local strategy transformation and upgrading, and local policy and can push forward the further implement of national strategy.

2. Research methods: using ahp to evaluate the sustainable development of shaanxi insurance industry.

2 An Overview of the Sustainable Development of the Insurance Industry in Shaanxi

2.1 Theory of Sustainable Development

The concept of sustainable development is proposed by international commission on environment and development, which is from report called “tomorrow we have in common”in 1987, there are two meanings: on the one hand, the development not only meets the needs of modern people but also does not damage the ability of future generations to meet demand, keep their interests from infringement of modern people.

On the other hand, development should be carried out to ensure the sustainable development and realizes the economic and social development under the premise of sustainable utilization of resources.

"Sustainable development" in the “development”is the premise and foundation , that in the “sustainable” is the limiting factor of restricting development.

2.2 Connotation of Insurance Sustainable Development

The sustainable development of insurance includes two aspects, namely, the restriction and influence of the internal and external development ability of the insurance system of the sustainable development.

The former is the insurance development capability determined by the structure and function of the insurance development system.The latter refers to the development of insurance system of external environment and resources for the sustainable development of insurance.

Its contents are very broad and can be summarized as political, economic, social and cultural aspects.

2.3 Definition of Sustainable Development of Regional Insurance Industry

Area refers to use one or several particular combination of indicators in the earth's surface, divided into a certain range of continuous space unit without separation.

It can be roughly divided into:

1.The interior has homogeneous regions.

2. Regions with certain appeal radiation range.

3. The internal plays a common functional area .

4. The management area of anthropic decision.

The concept of regional insurance is mentioned in this paper mainly on the basis of2,4 of these two areas define, which is based on the division of economic zones, administrative zones.

Due to the regional sustainable development of the insurance industry has obvious regional features, its research objects and research methods are also different and restricted from that of the whole domestic insurance industry.

The research object of the sustainable development of regional industry mainly include: 1, the main body of regional insurance, including the national insurance company's regional branch, the local insurance company, insurance agents and local regulators.2. Relevant interest groups, including local insurance consumers and local governments.3. Local cultural customs and socio-economic environment.4. The local influence of national factors.

In the research methods, insist the combination of qualitative research and quantitative research, theoretical research and empirical research .Adopt the research path from overall analysis to local analysis to the overall analysis.In addition, for the convenience of research, the interaction between Banks, securities, trust industry and insurance industry in the regional financial system will also be excluded from the study in this paper.

3. Empirical Analysis on the Sustainable Development of Shaanxi Insurance Industry

3.1 Design of Sustainable Development Index System of Shaanxi Insurance Industry

3.1.1 The establishment principle of the insurance sustainable development index system

1. Scientific and systematic principles. The sustainable development index system of insurance industry should be based on science and can fully reflect the internal mechanism of insurance sustainable development.

2. Dynamic and stability principles. All things are in the development and change, the evaluation target value or threshold of the relevant indicators of development level must be both dynamic and stable.

3. Comparable to the feasible principle. Comparability requires that the evaluation result be comparable in time. Quantitativeness requires not only quantitative indicators to be quantified directly,but also qualitative indicators can be quantified indirectly. On one hand, the feasibility principle requires that the indicator system should be based on realistic statistics; on the other hand, the system constructed should be able to evaluate the overall plan of the insurance industry, and evaluate its effect.

4. The principle of integrity and hierarchy. As a whole, the index system should comprehensively and systematically reflect the development characteristics,it is necessary to have indicators reflecting the main characteristics and status, and to reflect the dynamic change and development trend of each subsystem.

5. Operability principle. Build the evaluation index system, as far as possible choose some easy to calculate, easy to obtain and can at the required level well reflect the actual situation of regional insurance system indicators, that the construction of evaluation index system has the characteristics of strong operability.

3.1.2 To construct the sustainable development index system of shaanxi insurance industry

According to the connotation of sustainable development of the insurance industry, the sustainable development of the insurance industry includes the restriction and influence of the internal development ability and external development ability of the system. The internal development capability determined by the structure and function of the insurance development system is mainly composed of the personnel of the insurance development system, the materialized labor, the science and technology and the cooperation in the system, The external environment resources of the

insurance development system can be summarized as political, economic, social and cultural aspects.

This topic adopts the analytic hierarchy process to determine the index system. According to the index system proposed by hao xiaohui in the ***preliminary exploration of sustainable development index system*** and the reference of previous literature. Combing the connotation of the sustainable development index system of insurance industry and the setting principle of the index system listed in the last section, the index system is set as table 1.

Table 1 Evaluation Index System of the Insurance Industry in Shaanxi Province

The external development capacity of the insurance industry sustainable development system	economic	Gross domestic product
		Total retail sales of consumer goods
		Total import and export
		Total fixed assets investment
	social	The population of permanent residents
		Per capita disposable income
		Per capita net income of farmers
Internal development capacity of the insurance industry sustainable development system	basic capacity	The density of insurance
		Depth of insurance
		Insurance amount number (provincial branch)
	profitability	Insurance amount
	solvency	Pay for spending

3.2 Evaluation of Sustainable Development of Shaanxi Insurance Industry

3.2.1Selection of evaluation methods

Insurance industry in shaanxi province sustainable development index system is a series of complex formed by organic combination of various measures, main aspects involved in the development of insurance in shaanxi province and the main level measurement of all, it is decided to the evaluation of the sustainable development of regional economy, must adopt the method of multi-index comprehensive evaluation.

The multi-index comprehensive evaluation method is to comprehensively reflect the status of the evaluation object from different aspects. On the basis of this idea, the comprehensive evaluation of sustainable development should solve the construction of evaluation index system, the determination of index weight of index system and the selection of comprehensive evaluation method.

Insurance of sustainable development is a complicated object of study, the establishment of the index system is equal to the description of the complex object did hierarchical processing, all levels of index data, just make sure its relative to the sustainable development of the overall goal of the weight, and can get the result of comprehensive evaluation, obviously, the analytic hierarchy process (ahp) are suitable for such train of thought, therefore, this article selects ahp as the index system of regional sustainable development

comprehensive evaluation method.

Analytic hierarchy process (ahp) is a famous American operations research, university of Pittsburgh Satty, professor in the 70 s of the 20th century put forward a practical solution, or multi-objective system analysis method, this method can get a decompose step by step a complex problem according to the subordinate relations, form a hierarchical structure to analyze, in order to simplify the analysis of the difficulty of the problem, and on the basis of decompose step by step to comprehensive, present a complex problem solving results.

3.2.2 The data source

This survey hopes to study the sustainable development of shaanxi insurance industry from the perspective of time. Therefore, the data of the insurance industry in shaanxi province from 2010 to 2016 was selected for the study. The data is mainly from the ***insurance yearbook***(2010-2016), ***Shaanxi statistical yearbook***(2010-2016). The specific data is shown in table 2.

Table 2 2010-2016, the index data of sustainable development of Shaanxi's insurance industry

year / index	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Premium income (ten thousand yuan)	25586.4	29698.98	34372.08	36532.76	41711.66	47684.72	57223.37
Insurance density (yuan)	678.32	795.64	925.82	984.02	1123.51	1270.55	1508.75
Insurance depth （%）	3.13	2.96	2.75	2.53	2.6	2.69	3.19
Total imports and exports (Billions of dollars)	36127.02	46251.09	65449.2	54693.04	78705.42	93673.44	112767
Number of institutions (set)	36	37	44	48	48	51	53
Reimbursement expenditure （100million yuan ）	610.62	696.09	869.16	1044.04	1477.6	1797.45	1939.62
Gross production （100million yua ）	8219.32	10021.53	12391.3	1445.18	16045.21	17689.94	18171.86
Total retail sales of consumer goods （ Million yuan ）	2699.67	3147.67	3733.09	4330.75	4938.54	5572.84	6578.11
Total imports and exports (Billions of dollars)	84.01	120.81	146.23	147.99	201.27	274.98	291.93
Total investment in fixed assets （ Million yuan ）	6553.39	8562.04	10033.05	12840.13	15934.2	18709.69	20177.98
Permanent population (tens of thousands)	3772.05	3732.74	3742.6	3753.09	3763.7	3775.12	3792.87
Per capita disposable income of urban residents （yuan）	14129	15695	18245	20734	22858	24366	26420
Per capita net income of farmers （yuan）	3438	4105	5028	5763	6503	7932	8689

3.2.3 Dimensionless processing of data.

In the selection of indicators, due to different angles of selection, different indicators have different meanings, and the calculation methods of indicators are different. Therefore, direct comparisons cannot be made between indicators. So, must first to dimensionless processing of raw data, the various indicators of the

original data to calculate the score according to certain calculation method, known as indicators of standard values, thereby eliminating the influence of the amount of original index, forming a unified consistency index system.(as shown in table 3)

Table 3 the standard value of the sustainable development index of shaanxi province from 2010 to 2016

year / index	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Premium income (ten thousand yuan)	1.5846	1.4556	1.1916	1.5127	1.1830	1.1410	1.1608
Insurance density (yuan)	-0.6397	-0.6223	-0.5837	-0.5891	-0.6059	-0.5927	-0.5682
Insurance depth （%）	-0.6970	-0.6768	-0.6305	-0.6444	-0.6533	-0.6383	-0.6133
Total imports and exports (Billions of dollars)	-0.6999	-0.6793	-0.6326	-0.6471	-0.6553	-0.6401	-0.6149
Number of institutions (set)	2.5259	2.6456	2.8412	2.5864	2.8134	2.8589	2.8845
Reimbursement expenditure （100million yuan ）	-0.6457	-0.6294	-0.5867	-0.5855	-0.5903	-0.5731	-0.5548
Gross production （100million yua ）	0.0338	0.0410	0.0249	-0.5618	0.0518	0.0206	-0.0510
Total retail sales of consumer goods （ Million yuan ）	-0.4591	-0.4532	-0.4346	-0.3912	-0.4377	-0.4320	-0.4108
Total imports and exports (Billions of dollars)	-0.6927	-0.6708	-0.6250	-0.6385	-0.6465	-0.6299	-0.6059
Total investment in fixed assets （ Million yuan ）	-0.1150	-0.0639	-0.1003	0.1119	0.0469	0.0587	0.0112
Permanent population (tens of thousands)	-0.3634	-0.4111	-0.4341	-0.4254	-0.4895	-0.4992	-0.4973
Per capita disposable income of urban residents （yuan）	0.5615	0.4489	0.3356	0.5786	0.3520	0.2700	0.2049
Per capita net income of farmers （yuan）	-0.39321	-0.38435	-0.36591	-0.30653	-0.36876	-0.3439	-0.34532

3.2.4 Determination of index weight.

According to the index system of sustainable development has put forward the measure of insurance, this report has chosen the premium income, insurance density, the number of agencies, insurance depth and insurance amount, compensate pays expenses, the total GDP, total retail sales of social consumer goods, import and export, total investment in fixed assets, the population of permanent residents, urban residents per capita disposable income, per capita net income of farmers, 13 indicators, using the AHP (analytic hierarchy process) method, through the establishment of hierarchical structure, using Matlab software to calculate weight of each layer, it is concluded that the importance of each index relative to the target layer, finally calculate the insurance industry in shaanxi province sustainable development level index.The basic process is shown in figure 1.

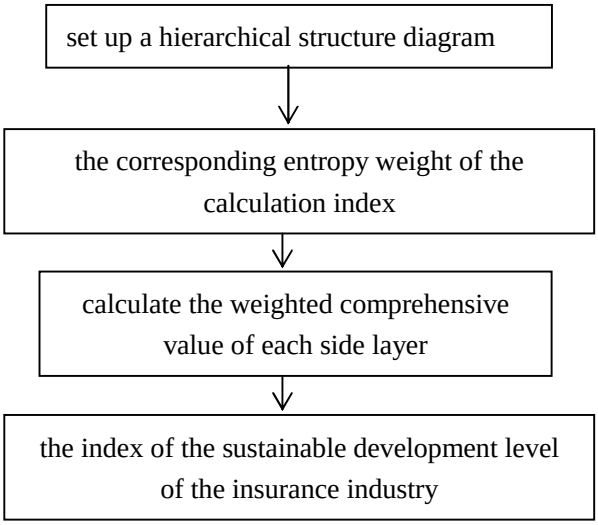


Figure 1 basic process diagram

(1) Construction of hierarchical structure diagrams.

According to the construction of the index system mentioned in the previous article, we can construct the hierarchical structure diagram of the insurance sustainable development index system, as shown in figure 2.

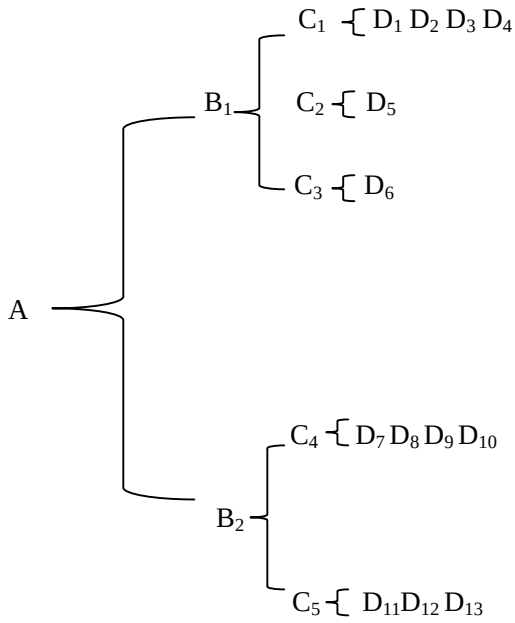


Figure 2 hierarchy diagram

(2) Calculate index entropy weight

Entropy is a measure of uncertainty. The more information, the less uncertainty, the less entropy; The smaller the information, the greater the uncertainty, and the greater the entropy. According to the characteristics of entropy, an event can be judged by calculating the entropy value of the random and disorder, can also use entropy to determine the discrete degree of a index, index, the greater the degree of discrete and the index of comprehensive evaluation (weight), the greater the influence of the smaller the entropy value. The specific

steps are as follows:

The raw data P_{ij} is normalized and the proportion of each index is calculated:

$$p_{ij} = \frac{xij}{\sum_{i=1}^{n} xij}$$

Calculate the entropy of the JTH index S_{ij}:

$$Sj = -\sum_{i=1}^{n} p_{ij} \ln p_{ij}$$

Calculate the equilibrium value(E_j), assuming that $k = \frac{1}{\ln m}$, so,

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{n} p_{ij} \ln p_{ij}, \quad E_j \in [0,1]$$

The standard deviation value of the j item in the calculation（G_j）:

$$G_j = 1 - E_j$$

Calculation of entropy: $W_j = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^{n} G_j}$

Table 4 Evaluation Index Weight of the Insurance Industry in Shaanxi Province

The target layer	first grade indexes	secondary indicators	third grade indicators	The weight
Total indicator	Internal indicators	basic capacity	Premium income (ten thousand yuan)	0.2301
			Insurance density (yuan)	0.0069
			Number of institutions (set)	0.0011
			Insurance depth （%）	0.0008
		Profitability	Insurance amount (100million yuan)	0.3980
		Solvency	Reimbursement expenditure （100million yuan ）	0.0076
	External indicators	economic development	Gross production （100million yua ）	0.0689
			Total retail sales of consumer goods （ Million yuan ）	0.0266
			Total imports and exports (Billions of dollars)	0.0018
			Total investment in fixed assets （ Million yuan ）	0.0765
		social development	Permanent population (tens of thousands)	0.0245
			Per capita disposable income of urban residents （yuan）	0.1222
			Per capita net income of farmers （yuan）	0.0352

Through the original data to calculate the weight of each index value, as shown in table 4, premium income, insurance amount, and urban per capita disposable income of the three index weighting is bigger, is 0.2301, 0.3980 and 0.1222, respectively, The proportion of insurance depth is the smallest, at 0.0008.

(3) Calculate the sustainability index.

According to the weight coefficient of table 4 and the standard value after the dimensionless treatment of the indexes in table 3, the weighted composite value of the secondary indexes was calculated by using Matlab software. Formula for:

$$S_i = \sum_{i=1}^{n} W_i T_i$$

Table 5 the Weighted Composite Index of the Secondary Index of the Insurance IndustryIn Shaanxi Province

The secondary indicators	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
S_1	0.3589	0.3294	0.269	0.3428	0.2668	0.2572	0.2620
S_2	1.0053	1.0529	1.1308	1.0294	1.1197	1.1378	1.1480
S_3	-0.0049	-0.0048	-0.0045	-0.0044	-0.0045	-0.0044	-0.0042
S_4	-0.1298	-0.0153	-0.0186	-0.0417	-0.0056	-0.0067	-0.0115
S_5	0.0459	0.0313	0.0307	0.0495	0.0196	0.0087	0.0007

The calculation results are shown in table 5, where T_i is the normalized value of the three-level index, W_i is the weight coefficient corresponding to each index, and the formula calculates the weighted composite value of each secondary index. As can be seen, S_2 is the second-level index of profitability, which has the largest weight, and has been increasing year by year since 2010. S_4 is the least weight of the secondary indicators of economic development. Since 2010, the weighted comprehensive value of the index has always been negative.

According to the weighted value of the secondary index layer S in the primary index layer, and the corresponding weight of S, the weighted comprehensive value of the primary index of shaanxi insurance industry's sustainable development indicators was calculated using Matlab.

Formula for:

$$F_i = \sum_{i=1}^{n} W_i S_i$$

Table 6 the weighted composite index of the first level index of the insurance industry in shaanxi province

first grade indexes	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
F_1	0.9761	0.8878	0.8993	0.8815	0.8907	0.8962	0.9060
F_2	-0.0298	0.0057	0.0043	0.0028	0.005	0.0007	-0.0038

The calculation results are shown in table 6, where the S_i is the normalized value of the second-level index, W_i is the weight coefficient corresponding to each index, and the formula calculates the weighted comprehensive value of each index. The calculated F_i is the weighted value of the primary index, which respectively represents the internal development index and the external development index of the insurance industry in shaanxi province. Among them, the internal indicators for the sustainable development of insurance in 2010-2012, a small amplitude fluctuation, in 2013-2016 is on the rise, but the overall rise, shows that sustainable development of the insurance industry in recent years in good condition. The external

indicators of the sustainable development of insurance have been in an unstable state for nearly seven years, and the probable cause of the fluctuation is the adjustment of macroeconomic policies before 2013. Through calculating the primary index weighted comprehensive value at the same time, can be concluded that the internal index weighted comprehensive value is greater than the external index, so the insurance industry in shaanxi province sustainable development should pay attention to the development of insurance industry internal factors in the first place. According to the calculation of Matlab software, the sustainable development level index of shaanxi insurance industry from 2010 to 2016 was obtained. Formula for:

$$L_i = \sum_{1=1}^{n} W_i F_i$$

Table 7 index of sustainable development of shaanxi insurance industry

year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
L	0.9465	0.8937	0.9038	0.8845	0.8959	0.8971	0.9024

Calculation results as shown in table 7, which W_i is the weight of each index corresponding coefficient, F_j said comprehensive weighted value of each level indicators L for the insurance industry sustainable development level index, its value between 0 and 1, you can see, 2010-2012, shaanxi insurance sustainable development level index has small fluctuations, increase year by year from 2013 to 2016, on the whole shaanxi insurance sustainable development level index is on the rise, shaanxi insurance sustainable development ability in good condition, has a strong momentum of development.

4. Suggestions on sustainable development of shaanxi insurance industry

4.1To transform the mode of economic growth, improve the quality of economic development and promote the sustainable and healthy development of the shaanxi insurance industry

At present, the development mode of insurance industry in China is still relatively extensive, and extensive operation is a high cost, high consumption and low benefit growth mode So, in order to improve the overall strength of insurance industry, promote the sustainable development of the industry and need to speed up the transformation of the mode of the development of the industry in vulgar, promote the adjustment of industry structure, improving the quality of development, promoting the healthy development of insurance industry in shaanxi province.

4.2 promote innovation in green insurance products vigorously

Promote green products to achieve three increases, namely, the increase of coverage, the increase of product category and the increase of insurance services. accelerating the development and innovation of green insurance products, increasing the effective supply of green insurance, and expanding the service sector to better meet the various needs of social and corporate green development.

4.3 Promoting the insurance industry to participate in the risk management

Give full play to the advantage of the risk management of insurance company, to strengthen insurance brokerage companies, third-party assessment agency cooperation, constantly improve the risk assessment, risk prevention, damage identification, disaster prevention, security and so on the specialized ability, deeply involved in covering the whole process of enterprise risk management, improve enterprise management level of risk.

4.4 Stabilize the insurance talents market and strengthen the construction of insurance talents

In the period of accelerated development of insurance industry, in view of the lack of insurance professionals, talent competition is intense, present situation of mobility of staff disorderly, establish the supervision and management of the insurance industry personnel flow mechanism, making overall planning for the construction of the insurance industry talents. First of all, the supervision department should take corresponding restrictive measures, promulgate relevant rules and regulations, regulate the orderly flow of insurance talents. Secondly, we should fully mobilize education institutions, such as universities, to train the insurance talents needed for the job, Finally, the insurance company is encouraged to strengthen the training of employees to solve the problem of unbalanced supply and demand of insurance talents from the source.

Reference

[1] CHEN C L, SHI L. AHP based evaluation index system for sustainable development of green ecological small towns in Xiangxi Autonomous Prefecture[J]. Journal of Central South University of Forestry and Technology (SOCIAL SCIENCE),2017,11(05):8-13.
[2] Xie H L. Commentary on the index system of sustainable development (three) -- brief introduction of China's sustainable development index system [J]. Statistical study,1999(02):61-64.
[3] ZHANG M N. Construction and application of evaluation index system for sustainable development of Shaanxi's tourism industry [D]. Shaanxi Normal University,2007.
[4] CAO B, LIN J Y, Cui Shenghui. Summary of sustainable development evaluation index system [J]. Environmental Science and technology, 2010,33(03):99-105+122.
[5] LIU Q S, SHEN H. Index system and evaluation method of regional sustainable development [J]. Resources and environment,1997,7(4):60-64.
[6] SHI W Q. Research on the sustainable development of China's Insurance [J]. Contemporary economic science,2000(06):60-66.
[7] TENG Y X. Research on the index system of regional sustainable development based on AHP[D]. Tianjin University,2009.
[8] ZHANG H T. The sustainable development of China's Insurance Industry [N]. Financial Times,2001-12-15(009).
[9] LIAO X R. On the sustainable development of China's Insurance Industry [J]. Economic system reform,2005(03):102-104.
[10] SAATY TL. Analytic hierarchy process//Encyclopedia ofOperations Research and Management Science[M]. New York: Springer US, 2013: 52-64.
[11] SHANNON C E. A mathematical theory of communication[J]. Bell System Technical Journal, 1948(27): 379-423.
[12] MEADOWS D H, RANDERS J, BEHRENS W W. The Limit to Growth[M]. Washington DC: Potomac, 1972.
[13] BRUNDTLAND G H. Our Common Future[M]. Oxford University Press, 1992.
[14] SAATY L T. The Analytic Hierarchy Process[M]. New York: Mc Gnaw Hill, 1980.

“一带一路”下陕西保险业的可持续发展的综合评价研究

颜卫忠 师艺菲 毛吉丽 杨锐

颜卫忠
教授
西安财经学院统计学院
西安710100，中国
Email：1535233369@qq.com

师艺菲*
硕士生
西安财经学院统计学院应用统计学系
西安财经学院长安校区五号公寓
西安市长安区韦常路南段2号
Email：2991584700@qq.com

毛吉丽
硕士生
西安财经学院统计学院应用统计学系
西安财经学院长安校区五号公寓
西安市长安区韦常路南段2号
Email：1715431808@qq.com

杨锐
硕士生
西安财经学院统计学院应用统计学系
西安财经学院长安校区五号公寓
西安市长安区韦常路南段2号
Email：178364627@qq.com

关键词：一带一路；保险业；可持续发展；层次分析

中文摘要. “一带一路”战略的提出，为陕西保险业可持续发展提供了难得的历史机遇。陕西保险业可持续系统分为内部发展能力和外部发展能力两个制约因素。本文运用了层次分析的方法，计算出影响陕西保险业可持续发展的两个制约因素的权重，从而得出陕西保险业可持续发展指数。计算结果表明，从2013年开始，陕西保险业可持续发展水平逐年增加，其中，内部发展能力较外部发展能力的权重更高。因此，有关单位应结合相关政策与理论，加大对陕西保险业内部发展刺激，从而保证陕西保险业的可持续发展。

Discussion on the Policy Personnel Insurance System and Mechanism Construction of High Technology Innovation Talents

ZHANG Daijun

Professor
Zhejiang University of Finance & Economic
Hangzhou 310018, China
Email:zdj0303@126.com

Key words: scientific and technological innovation talents; policy personal insurance; policy recommendations.

Abstract: according to the existing research results and the special status of scientific and technological innovation talents in the contemporary economy and society, the new concept of policy supplemental insurance is put forward in view of the problem of personal risk protection for high end scientific and technological innovation personnel. On this basis, some suggestions on the establishment of the basic framework of the system construction are expounded on this basis.

1．引言与相关文献

人才是科技创新的核心要素，科学探索与技术发明是经济社会健康发展第一推动力和财富倍增效应的核心驱动力。新时期科技人才战略在中央和浙江省等国内诸多省份的“十三五”发展规划中均被列为优先发展战略。

目前的国内人才引进激励，更多的是通过薪酬、福利、税收、奖励等具体方式，直接“推动”高层次人才的流动，基于制度经济学的视角看，这是一种针对个体的经济激励。而当代国外对高层次人才的激励已经由个体经济激励转向社会制度建设，并由此激励人才创新力的发挥（吴帅，2013）。在国际竞争和高技术产业发展中，人才资源的争夺远比物质资源争夺更为复杂。对高层次科技人才的引进和激励不仅要依靠提供好的薪酬待遇，应进一步优化相关政策机制来吸引人才、留住人才（冯梅，2013）。高层次人才的创造性劳动总能创造出远远超过投入的价值（孙海法、王凯、徐福林等，2016）。企业科技人员的技术水平和对企业贡献大小进行分类的基础上，应按不同标准向社会保险局为其办理增额保险（徐卫东，徐虹，1995）。科技创新人才，由于工作性质，客观上要长期承受相对紧张的工作压力，导致他们所面临的意外风险和健康风险相对较高，此类风险若有所保障可以让企业具有更大的凝聚力和发展空间（张娟，郭剑峰等，2017）。

科技保险作为一个相对明确的概念是由国内学者谢科范等人首先提出的。目前有关科技保险的研究主要集中在科技研发、项目融资与科技成果转化、首台套等设施设备、

科研责任等方面的探讨。保险本身是基于人身或人所拥有的财产的风险保障，其最终也是对人的风险保障。然而,科技保险在人身保险方面的研究，虽然现有研究成果在理论层面上有所触及，但仍不够深入、系统。总的来说，将科技创新人才资源与现代保险服务资源深度融合的研究文献较为鲜见，甚至何谓科技创新人才这一基本概念的理解尚未形成比较一致性的认知标准。

值得肯定的是，就现有的研究成果而言，借助保险治理方式优化高端科技人才保障政策方面的研究已基本形成了较为坚实的基础或平台。同时，国务院以国发〔2014〕29号印发《关于加快发展现代保险服务业的若干意见》中明确将高新技术列为重点服务对象，并要求创新保险品种，扩大承保范围，同时提出促进商业保险与社会保障有效衔接、保险服务与社会治理相互融合、商业机制与政府管理密切结合的发展策略。浙江在弥补十三五创新发展六大短板的战略部署方面，也明确鼓励借助保险资源保障本省未来的科技创新发展。科技创新人才总体可以界定为科研探索和技术创新的一类人才。如何将保险机制融入科技创新人才政策的制定，并针对不同类型与不同生存或发展阶段的科技创新人才政策性补充保险机制优化问题的相关理论研究和运作模式的探讨值得关注。

2．问题提出

探索与遵循事物生存发展规律是人类社会文明进步的主旋律。科技创新人才是专门从事科研探索与技术发明创造的专业人才。科技创新是经济社会发展第一推动力和所具有的财富创造倍增效应是其核心驱动力的基本功能。回顾历史，在当今世界，争夺人才高地是国家富强的必由之路。

现代保险服务在集中和分散风险方面在经济社会运行中发挥着不可替代的作用，其风险管理方式与特殊功效得到政府、企业及社会各界的重视。在呐喊“保险不忘初衷”的声浪中，不应忘怀现代保险机制在经济治理优化中的特殊地位与作用。

科技资源与保险资源的融合有助于风险、损失或受益的有效分散、分担或分享。将保险机制引入科技创新人才制度建设中，无疑是有助于科技创新人才人力资源在社会创新体系中的合理配置。

八十年代江苏南通等国内地区在吸引人才中将引导本地方外来人才纳入当地社保体系，目前国家保险综合改革试验区宁波北仑等地也在尝试为高端创新人才提供较高端的商业健康保险和意外伤害保险。然而，在借助保险机制建立创新人才人身风险管理服务模式中，基本是呈现一种碎片化状况，归其原因主要包括以下几个主要方面：一是，各地争抢创新人才的过程中注重满足创新人才短期利益，无视或忽视保险长效机制的选择；二是，对保险机制引入创新人才制度建设的认识不足，对相对保险服务功效不够了解；三是，政策引导力度不够，保险公司介入积极性不高；四是，拔尖人才所得到的特殊照顾，对冲了相应的保险需求等。以浙江为例，从浙江省科学技术厅 中共浙江省委人才工作领导小组办公室关于组织开展2017年浙江省“万人计划”杰出人才、科技创新领军人才和科技创业领军人才遴选工作的通知中华获悉，2017年从全省企事业单位和其他社会经济组织中，遴选出的10名杰出人才、60名科技创新领军人才、25名科技创业领军人才，由省财政给予杰出人才每人100万元的特殊支持，给予科技创新领军人才、科技创业领军人才每人80万元的特殊支持。特殊支持经费分三年拨付，并明确了特殊支持资金的支出范围，即主要用于支持各类人才开展科研活动、人才培养、团队建设、合作交流等，支持科技创业领军人才开展自主创业。并要求各地各单位可结合实际给予杰出人才、科技创新领军人才、科技创业领军人才适当配套经费支持，与此同时会有相应特殊岗位或职务津贴、奖励等激励方式可直接或间接的应对人身风险保障需求，但其借助

保险机制防范化解科技创新人才人身风险问题尚未形成系统性的制度安排，其人身风险保障碎片化的现象显而易见。

在科研探索与创新活动中，尤其是尖端科技创新领域，一项重大发现或发明需要坚持不懈的努力，甚至需要十几年、几十年或几代人的辛勤付出，其结果或需成功或许失败，但科技创新的外部效应是一个不争的实施，其成效对社会的文明与进步所具有的贡献是巨大的，往往也是不可估量的。全身心投入科技创新的科技人才应当也必须赢得全社会的尊重，在科技创新人才，尤其是从事基础科学研究的高端科技人才的人身风险保障应当引起政府的重视，在政策设计中应当考虑借助保险机制应对科技创新人才的人身风险。

3．构建科技创新人才政策性人身保险服务模式基本框架的设想

政策性补充保险是相对于社会保险和商业补充保险而言的一个新概念，它是介于社会保险和高端人身商业保险之间的一种政策性保险，是根据科技创新人才的类型、层次等因素所设计的健康、意外和养老风险保障的保险服务模式。

科技创新人才政策性补充保险是服务于专门从事科技工作的层次较高的科技创新人员，对层次相对较低的科技工作者和企事业单位行政管理人员和人文社科领域一般工作者不在此列。其主要服务对象是硬科技领域的高端科技创新人才，专门从事基础研究的高层次科研工作者是其重点服务对象。

政府、保险公司、科技创新人才及其所在单位是科技创新人才政策性补充保险的主体。政府或其授权单位明确科技创新人才政策性补充保险的服务对象、准入标准的制定、保障范围、保障项目及其保险金额、组织建立引导基金或其他激励方式及其监督实施、评估等。在服务对象和准入标准的确认，应坚科技创新领域的前沿性、开创新和主导性，以及对经济建设与社会文明发展高度相关性和科技创新人才高端性的基本原则。在保障范围方面要将科技创新人才父母、配偶及子女列入其中， 并结合科技人才特征和家庭财富状况等因素确认其家庭成员的政策性补充保险的保障项目与保障水平。

保险公司在政策引导下参与科技创新人才人身风险管理，识别不同类型科技创新人才人身风险特征，并根据自身资源、能力与水平，提出相应的保险方案，并通过同政府、用人单位和参保对象协商或竞标方式确定其参与科技创新人才政策性补充保险服务主体地位。

科技创新人才所在企业要根据科技创新人才政策性补充保险的政策要求做好参保人员申报信息采集与汇报工作，履行政策性补充保险要求用人单位缴纳部分保费的义务，并鼓励有条件的用人单位为高端科技创新人才投保高端商业补充保险。

科技创新人才要履行政策性补充保险要求投保人或被保险人应尽的诚信义务，如实告知本人及家庭成员的健康情况，并在出险时履行其应尽的义务。

在科技创新人才政策性补充保险保费来源的设计方面可借鉴社会保险的缴费方式，即由政府、用人单位和个人共同承担。具体缴费比例方面可根据不同层次、类型科技创新人才的情况设计不同档次。在同一档次的，适当设计一定的弹性空间，在此区间内可由参保人员自主选择。

4．科技创新人才政策性人身保险机制建设的几点建议

4.1 做好科技创新人才政策性补充保险契合性的动态调整工作

科技创新人才的形成并非一蹴而就，高端科技创新人才的人力资源有其自身的形成规律，其不同阶段的人身风险保障会形成不同个体效应和社会效应。对领军式创新人才

或战略科学家顶格提供政策性补充保险的同时，要注重优秀中青年科技创新人才的保险呵护，他们对解除人身风险而专心从事科技创新工作的政策性补充保险需求会更为渴望。因此，在政策制定时，不能一味的强调现实中的高层次人才的保险保障，同时也要关照具有成为未来高端科技创新人才潜质的优秀中青年科技创新人才政策性补充保险的人身风险保障，并根据其成长的不同阶段调整对其服务范围、服务项目和保障程度。

4.2 建立智库或专家委员会，把好政策性补充保险主体准入关

不同领域科技创新人才类型、类别及层次的具体标准是有一定要求的。类似的参与政策性补充保险公司的准入资质要有一定的准入门槛。如提供健康保险的保险公司，外行人对其识别往往是感性的而非理性的，而同行评价或行业权威专家对开办健康保险业务公司评估主要基于专业的视角和科学依据对其进行评价，其评估过程较为理性。为确保科技创新人才政策性补充保险主体准入机制的严谨性、权威性和可持续性，可建立相应的纠错机制和黑名单制。科技创新人员、用人单位和保险公司的主体的准入的审核工作出现疏漏或差错，要及时纠正，对保险公司、用人单位或个人出具虚假信息骗取政策性补充保险制度红利的寻租行为，造成不良影响的列入黑名单，除给予其他相应的行政、经济或刑事追责外，并限制其在一定年限内或永久性取消其政策性补充保险的主体资格。

4.3 建立科技创新人才政策性补充保险引导基金及其相配套的政策激励服务体系

科技创新人才政策性补充保险可以通过建立专业的政策保险机构实现科技创新人才人身保险服务职能，但鉴于其作为一个创新模式的提出，其建设基础相对薄弱，其发展模式仍需实践检验。但科技创新服务体系的创新与完善的发展方向是毋庸置疑的。科技创新人才政策性补充保险属于科技保险范畴，其政策属性是固有的，在其发展过程中，政府建立引导基金应对保险超额理赔是政府应尽的职责。引导保险公司等社会资本共同服务好科技创新人才的人身风险保障是引导基金的基本职能，在基金设计上需明确政府职责，处理好政府与市场的关系，政府既不能挤压市场越俎代庖，也不能存在政府应尽职责的缺位。总的来说引导基金是由政府资金和其他社会资金所构成，根据不同层次科技人才保险模式确认劣后资金的触发条件和相应金额，并根据对应的权责大小分享政策性补充保险所形成的经济效益。同时,应将为科技创新人才提供人身保险服务相应指标列入政府对保险公司、用人单位税收减免、贴息或奖励考核重要依据。有项目经费的，可按一定比例或一定额度内列支个人应承担的保费支出。

4.4 严格遵守政策性补充保险服务对象的高端性

科技创新人才政策性补充保险制度不是针对一般科技工作者设立的，二是针对国家、地方、高新企业拔尖科技创新人才设立的。在参保科技创新人员确认方面 ，首先将政府认定的国家级人才和省级人才列入其中，即包括两院院士、国家万人、国家千人、国家青年千人、长江学者、国家杰青基金、新世纪百千万人才、教育部新世纪人才、国家教学名师、外国高端专家、中宣部“四个一批”人才等国家级人才和省级人才。所谓省级人才以浙江为例，这些人才主要包括省特级专家、省千人、高校钱江学者特聘教授、“151”人才重点资助和第一层次、省级突出贡献中青年专家等；其次，名义上没有列入国际级和省级的并非同行高度认可的专门从事基础研究的优秀科研工作者；再次，高新企业科技创新团队领军人员或重大科技创新项目负责人，这些人员的确认需要用人单位根据政府核定标准进行推荐和担保。谨防科技科技创新政策性补充保险参保人员范围存下泛化倾向。

4.5 建立政策性补充保险退出机制

落实政策性补充保险不应和市场配置资源功能形成对立，不应也没有必要对科技创新人才高端商业补充保险产生挤出效应。该保险的基本动机是借助政府和社会的力量解除专心从科技创新高端人才人身风险的后顾之忧 。当高端科技创新人才家庭、个人或所在单位有能力应对个人人身风险或可以拥有独立购买高端商业补充保险时，可以自动推出政策性补充保险。当然，参保人员转行不在专门从事科技创新工作时，也应自动推出政策性补充保险。因此，需要根据科技创新人员用人单位、个人及家庭的经济情况以及个人工作属性设定政策性补充保险参保主体退出的触发条件，建立行之有效的退出机制。

5．结语

科技创新人才是科技创新的核心要素，科技创新的人力资源是全社会的宝贵财富。引入保险机制治理科技创新人才人身风险是现代保险资源与科技创新人力资源有效对接，是一项完善服务科技创新人才的体制机制创新，也是营造一条科技创新人才群星荟萃的“红毯”和配备与之相适应的“经济保镖”。总之，政策性补充保险模式的形成与发展将会有助于引进与培养科技创新人才工作的开展更为人性化、阳光化、合理化和系统化，使每一位专门从事科技创新人才更加专心工作，让高端科技创新人才的工作与生活更有尊严。

References

[1] 徐卫东、徐虹. 企业科技人员养老保险待遇研究[J]. 法学杂志, 1995,（5）: 25.
[2] 吴帅. 苏州工业园区海外归国人才的现状分析[J]. 重庆科技学院学报（社会科学版）2013,（2）: 116-120.
[3] 冯梅. 海外科技人才引进与中国高技术产业发展政策转型研究[J]. 上海商学院学报，2013，（8）: 58-61.
[4] 谢科范，刘嘉，闻天棋. 武汉市科技人才政策效果仿真分析[J]. 科技进步与对策，2015，（14）：92-97.
[5] 孙海法. 政府人才政策与企业人才需求契合关系研究[J]. 吉林大学社会科学学报，2016，（5）：91-99.
[6] 李燕萍，郑安琪等. 国家自主创新示范区人才政策评价—以中关村与东湖高新区为例（2009-2013 ）[J]. 武汉大学学报（社会科学版），2016，（3）：86-89.
[7] 张娟，郭剑峰等. 承德市医养结合养老机构现状调查探讨[J]. 河北医学，2017，（7）：1227-1231.

刍议高端科技创新人才政策性人身保险体制机制建设

张代军
教授
浙江财经大学金融学院
杭州30018，中国
电话: (0571) 87557108
Email: zdj0303@126.com.

关键词：科技创新人才； 政策性人身保险 ；政策建议
摘要：根据已有研究结果和科技创新人才在当代经济社会中的特殊地位，针对高端科技创新人才人身风险保障问题，提出政策性补充保险这一新概念，并在此基础上阐述其制度建设基本框架的设想与机制建设的几点建议。

Chapter 2. Risk Management

On Risk Management of China's P2P Online Loan Platform Based on Stress Test Analysis: A Case Study of Jimu Platform

HAN Jinmian, CHEN Zhiying

HAN Jinmian*
Associate Professor
School of Economics and Management
Northwest University
Xi'an 710127, China
Email: jinmianh@nwu.edu.cn

CHEN Zhiying
School of Economics and Management
Northwest University
Xi'an 710127, China
Email: 810899962@qq.com

Keywords: P2P online loan platform, risk measurement, risk management, Jimu P2P platform

Abstract: With the development of Fintech, P2P online loan platforms have been growing rapidly since 2008. This type of peer-to-peer online lending has greatly improved the efficiency of capital operations and has been gradually replacing the traditional private lending methods. Under the background of macroeconomic instability, China's P2P online loan platform mainly suffers from credit risk, as well as liquidity risk, operational risk, policy risk, and technical risk due to weak loan review, poor credit management, and other reasons. According to the statistics of a P2P data website called " Wandai tianyan", by the end of March 2018, 3996 online loan platforms had exited the market due to unsound risk management, which caused huge losses to investors. This paper does a case study of a P2P online loan platform in China called "Jimu". It identifies the risks it faced. Then, by using its overdue ratio data from January 2014 to March 2018 as indicators, it selects the main variables which impact the overdue ratio and conducts a multiple regressions. Thirdly, according to the regression results, it uses stress-testing model to test the credit risk, the main risk of Jimu platform, under the different scenarios. Based on the test results, it helps to make an assessment of such risks. Finally, this paper puts forward the risk management strategies for Ji Mu P2P platform, which mainly include: enhancing its risk awareness, improving the credit review system, strengthening information disclosure and data sharing between platforms.

* Corresponding author

1. 引言

随着FINTECH的应用,一个拥有便捷的可访问性和强大的协作特性的网络市场孕育而生——P2P借贷平台。借款者和投资者只需要同时具备网络和移动设备就能够实现对自己资金的配置。一方面，借款者可以在借款无场景依托的情况下获得资金，另一方面,投资者可以获取比其他借贷方式更高的利息,比如,货币基金,银行存款等，这是其他借款方式所不能提供的。近年来P2P以其方便和喜人的投资回报而颇受欢迎。同时，P2P平台对我国发展普惠金融有着重要意义，也能在一定程度上解决中小企业融资难的问题。从2013年我国发展普惠金融开始，短短的几年间，P2P网络借贷在我国迅速发展，但监管的缺失使得行业整体风险积累。但是目前行业的监管缺失和风险积累已成为P2P发展的主要障碍。

据波士顿咨询统计，在中国市场，没有信用卡的中产及大众人群达7.4亿，占成年人口的78%。而他们，正是P2P平台最易拓展的理想客户。2013年由于国内各大银行开始收紧信贷，很多不能从银行贷款的企业或者在民间有高额高利贷借款的投机者开始涌入P2P 行业，通过网络融资后偿还银行贷款、民间高利贷或者投资自营项目。由于对于借款人的资质审核不全面增加了平台本身的风险，再加上缺少必要的监管和法规约束，一些网络借贷平台集中爆发了提现危机，严重的甚至面临倒闭，给正常的金融秩序带来不利影响。

国内外许多学者都进行了P2P平台风险管理研究，刘子才等(2017)指出P2P网络借贷平台存在信用风险、流通性风险、技术风险以及市场风险等风险。张日金（2015）认为P2P行业主要面临借款人信用风险，因此应该加强对借款人的信用评级体系构建。在P2P平台信用风险管理研究方面，董梁等（2016）认为借款人年龄、性别、岗位职位、收入、借款用途、工作认证和实地认证指标能够评价个人信用风险。Sonenshein (2010)等人将社会资本这一角色引入P2P借贷平台，观测社会资本账户对投资人投资决策的影响，建议P2P平台构建更为多元的借款人风险测评体系，将借款人自身以及周围的社会资本都纳入都评价体系中，以此降低平台面临的信用风险。但就目前国内外对P2P平台信用风险的研究，大多是从现有模式下对内部借款人的风险进行静态评估，对于外部因素的影响的研究成果并不是十分丰富，本文将压力测试理论引入P2P网贷平台风险管理架构，完善P2P风险管理理论。

本文接下来的内容是：第二部分介绍了积木盒子平台的发展现状以及对平台风险的识别，第三部分利用压力测试的模型对平台最大、最核心的信用风险进行度量，第四部分对积木盒子平台的风险管理措施提出了建议。

2. 积木盒子平台发展现状和风险因素分析

2.1 积木盒子平台发展现状

（1）积木盒子平台概述

积木盒子平台，系积木拼图集团旗下线上网络借贷信息中介平台。积木盒子专注于运用互联网和技术手段打通金融服务中存在的痛点，在提高金融服务质量和效率的同时，降低服务成本，为个人、微型企业提供简单、规范、高效的金融解决方案，践行普惠金融。积木盒子一方面服务于广大微型企业及个人消费者，解决他们最迫切的融资需求；另一方面通过互联网技术，提供长短期限、分散地域、多种场景的可投项，为广大投资者提供稳健、高效、轻松的出借撮合服务。

积木盒子于2013年8月上线，2014-2015年开始相继完成了3轮风险投资，小米、顺为、经纬、Ventech、英国天达集团、淡马锡祥峰、海通证券等著名机构成为股东。其注册资本达到了2亿元。

（2）积木盒子平台的发展状况

积木盒子作为P2P行业的标杆之一，行业的发展状况揭示了平台的发展动向。本文结合P2P行业的发展现状从成交额、利率和投资期限三个方面分析积木盒子平台目前的发展状况。

第一，成交额

根据网贷天眼数据库的资料显示，自2014年以来，P2P行业的成交额出现了井喷式增长。积木盒子平台的成交额如图1所示，从近一年的数据来看，平台成交额在2018年1月达到了历史最高成交额249227万元，但由于行业整体缺乏有效监管，风险积聚，资本市场对行业持怀疑和观望态度，因此成交额呈下降趋势。随着行业备案政策的不断完善，在2016年10月形成低点之后，在2018年，市场资金和关注度再次回归，平台成交额出现上涨趋势，随着监管政策的不断落地，行业内各平台进行业务调整，市场整体出现了一定的波动，带动平台成交额的下降。

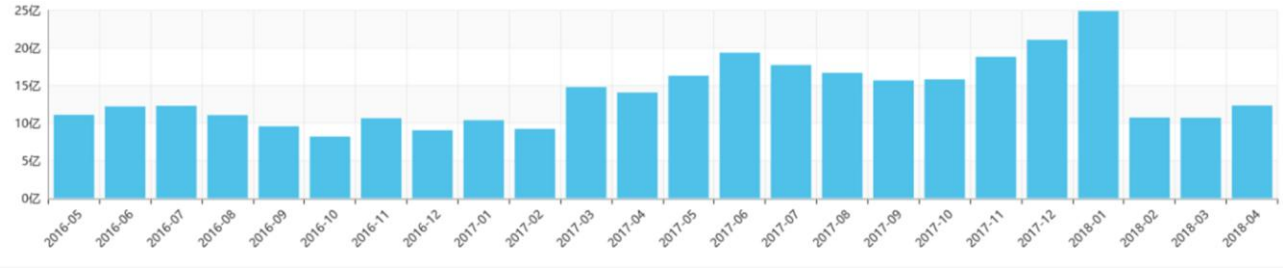


图1　积木盒子平台成交额（2016年5月——2018年4月）

第二，行业利率

积木盒子平台的项目综合利率目前维持在10%左右。结合图4不难看出，P2P行业的利率处于不断下降的状态。在行业发展之初，由于缺乏明确的规定，行业利率无上限的规定，加上各平台获客成本较高，利润率较低，逾期项目不断增多导致很多平台肆意妄为的设置借款利率，利率的畸高吸引了众多金融知识不够丰富的投资者，但随着高利率带来的逾期情况攀升以及平台跑路的情况，投资者蒙受了巨大的损失。在此之后，国家规定了网贷平台的利率不能超过同期银行利率的四倍，此项规定的出台规范了p2p行业的利率，平台不得投放高出监管红线的项目，这时，利率水平也到达了正常的水平，行业的综合利率逐步稳定在10%左右。

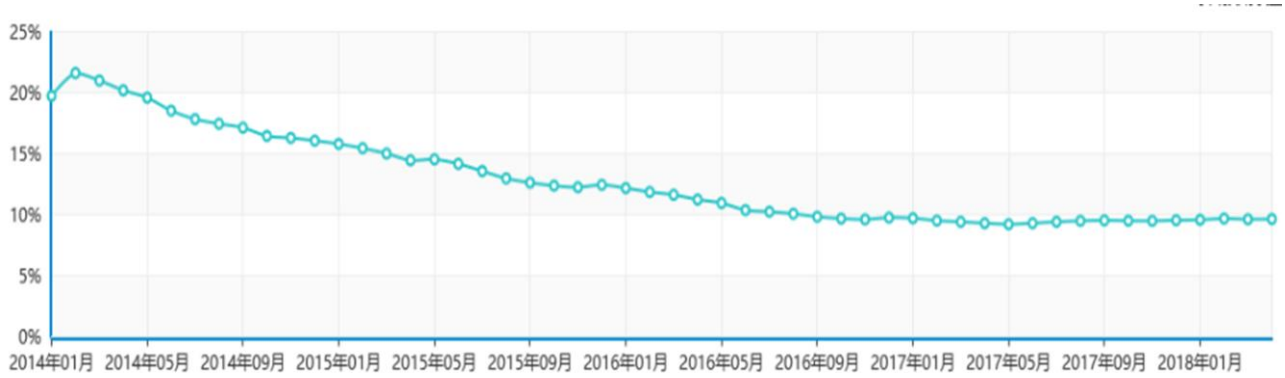


图2 P2P平台利率走势

第三，项目投资期限

根据积木盒子官网的数据来看，如图3所示，从2013年以来该平台的项目投资期限逐步走高，结合行业整体发展趋势，主要原因有二，首先，网贷行业严格政策的实施，P2P平台整改的步伐加快，投资人对网贷行业更加看好，选择长期项目的投资者日益增多。第二，行业利率下降促期限增长。由于行业利率的不选下降有利于吸引更多借款期限较长的资产进入平台，借款企业找到合适的利率之后加大了在P2P行业的长期资金需求，平台推出更多长期理财产品，因此平台项目的平均借款周期拉长是大势所趋。

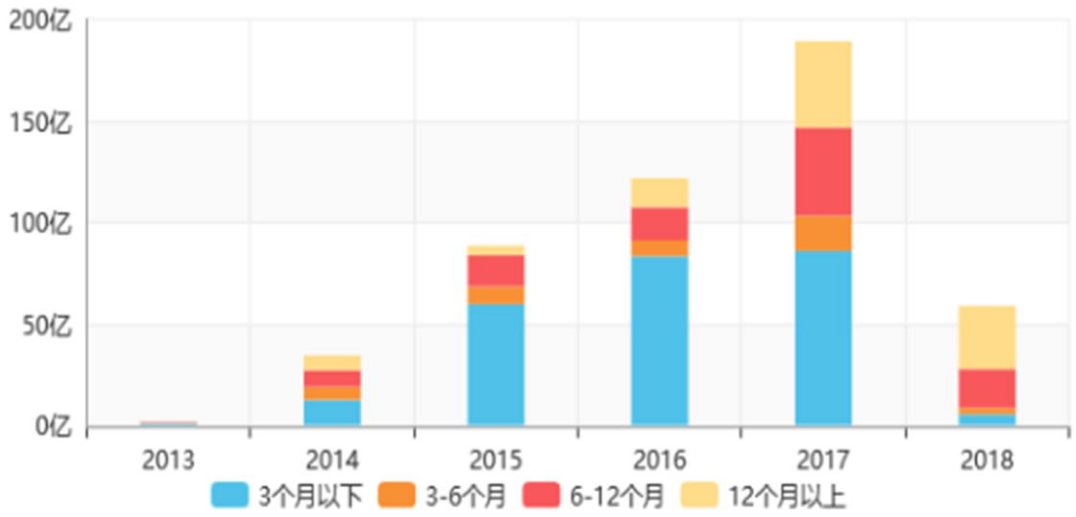


图3 积木盒子平台项目期限

（3）积木盒子的项目类型及面向的人群

积木盒子平台的项目主要有轻松投和自选投两种，其中轻松投是积木盒子新推出的一款高效简便的自动投标工具。通过系统为用户完成自动投资，不仅提供给用户方便快捷的投资体验，还能实现投资和收益的稳定回款。自选投是指投资者自主选择投资项目的一种投资方式，自选投有三种分类，分别是：穹顶计划、自担风险、和债权转让。不同的投资项目的产品收益率也有不同。 其中轻松投的收益率在5.8%-9.5%之间，自选投-穹顶计划在7.5%-10.5%之间，自选投-自担风险的收益率在17.5%-19.5%之间，轻松投可选择项目期限种类丰富，1-12月均可选择。自选投-穹顶计划的主要期限类型为3、6、12、18、24个月和36个月。自选投-自担风险的主要期限为6、12和13个月。轻松投和自选投-穹顶计划为期12个月的目标收益为9.5%，略低于网贷之家于2018年3月底发布的行业平均综合收益率9.62%。

项目按照面对的人群又可分为两类：

第一类是盒子借款。这类借款面向无特定人群分类、完全通过线上申请、借款额度最高为5万元，期限不得超过24个月。

第二类是面向特定人群如小微企业主以及个体工商户、申请和审核需要借助线下、借款额度最高为50万，期限最长为36个月。

第一类属于无场景贷款即在借款时无需说明资金的具体用途，可以用于日常消费等。因此企业在运营方面可能会面临共债的风险，也就是说借款人实际没有能力还款，只能拆东墙补西墙。

2.2 积木盒子平台风险识别

从积木盒子平台的产品结构和业务本质以及运营状况方面来看，该平台存在信用风险、政策风险、操作风险、流动性风险。

2.2.1 信用风险

积木盒子平台最新的运营报告显示，该平台逾期30天以上的未还本金为573304989元，过去12个月逾期90天以上的未还本金为270386399元。根据平台披露口径计算，其30天逾期金额比例占到2.83%、90天逾期金额比例达到1.33%。其信用风险整体是可控的，但仍需加强对信用风险的管理。

积木盒子平台面临的信用风险可以从四个方面进行分析：借款人、平台风险管理、行业整体情况以及宏观经济情况。

第一，借款人主观或者客观的违约。主观上的违约是指借款人虽有能力支付借款，但不愿意偿还的情况，如“老赖”的存在。客观违约是指借款人确实没有资金去偿还所借款项或者借款人死亡造成的。不论是哪种情况，都会造成投资者的损失。其次，由于网络借贷是依附于互联网的，借款者和投资者不会真实的见面，这时会存在借贷双方信息不对称导致信用风险。Jin G. Z(2008)认为，融资人到网贷平台上进行信用审核时，会依据平台的评估体系来提供对自己有利的信息，并且可以隐瞒甚至虚报对自己借款不利的因素，信息不对称更加严重，违约风险会大大增加。

第二，平台的风险管理不全面。对借款人进行贷前审查是平台防范信用风险的手段，积木盒子平台利用信用评级的方法来识别借款人的潜在信用风险，但是信用级别无法说明同一信用级别的借款人之间的差异。许多借款人处于同一信用等级，但他们的交易行为和信用并不完全相同。对借款者的审核不到位以及对质押物没有进行严格的审核会加大平台的信用风险。贷后管理不到位加大信用风险。在积木盒子平台借款成功后，平台对于抵押物和借款的去向没有进行跟踪调查，对于资金的真实用途无法取证，在借款人故意隐瞒真实信息，借款用途不纯的情况下，平台很难进行贷后管理，从而加大平台的信用风险。

第三，P2P行业的征信体系和信息披露体系不健全。目前我国P2P行业的数据无法共享，借款者的信息也无法在平台之间分享，也就意味着资质不佳的借款人只需要在新的平台注册新的账户就可以再次借款，这些资质不佳的借款人加重行业的逾期情况，加大平台的信用风险。

第四，互联网金融目前还处于快速发展的阶段，发展过程中还有很多不确定因素，这些因素有可能会加大平台的信用风险，给平台的运营带来诸多问题，加大行业的不稳定性和可信度。

2.2.2 政策风险

近十年间，P2P行业的快速发展，而相关的法律政策法规却跟不上P2P行业发展的脚步。2015年之前，P2P行业缺乏监管，完全靠自律，但随着借贷利率畸高，网贷平台的跑路，投资者的权益受到了极大的危害。目前积木盒子不存在合规问题，但是政策的变化可能会给平台造成一定的政策风险，比如平台内部目前采用的第三方担保属于刚性兑付，若国家出台相关政策，对平台来说不免是一个挑战。表1展示了自2015年来P2P行业的监管政策的变化。

表1 P2P行业的监管政策发展

政策发布时间	发布机构	政策名称	政策内容
2015年7月18日	央行	《关于促进互联网金融健康发展指导意见》	明确了P2P网络借贷由银监会进行监管。
2016年4月13日	银监会	《P2P网络借贷风险专项整治工作实施方案》	P2P行业进行了全面的排查，对不不符合规定的企业进行分类处置。
2016年8月24日	中国银监会、工业和信息化部、公安部、国家互联网信息办公室	《网络借贷信息中介机构业务活动管理暂行办法》	对p2p行业从备案管理、业务规则与风险管理、出借人与借款人保护、信息披露、监督管理和法律责任六个方面进行了具体项目的定责。
2017年2月22日	银监办	《网络借贷资金存管业务指引》	规定了p2p网络借贷平台须与资金存管机构合作，防范网络借贷资金的挪用。
2017年8月24日	银监会	《网络借贷信息中介机构业务活动信息披露指引》	明确了网贷行业的发展方向，为网络借贷行业的持续发展提供了制度保障。
2018年	广东、北京、上海、浙江、重庆、江苏、福建、广西	地方政策	进一步明确了P2P行业规则

2.2.3 操作风险

积木盒子平台的操作风险主要来源于系统和从业人员两方面。一方面积木盒子平台的系统需要不断维护，由于积木盒子平台是基于互联网技术web2.0展开的，因此平台的运营需要较强的IT技术作为支撑，平台可能由于缺乏完善，先进的IT技术导致操作风险，平台的安全漏洞一旦被黑客利用，将会给平台到来不可挽回的损失。另一方面，从业人员在实际操作过程中，操作风险存在于借款人资料的审核环节、资金的运用等环节。例如，在P2P行业发展时间较长，且监管较为严格的美国，由于操作风险引发的损失还是实打实的发生了。Leading Club由于内部员工的违规操作涉及金额2000万美元，虽然金额不大，但依然引起了该平台股价暴跌，对平台的运营造成了很大的不良影响。

2.2.4 流动性风险

流动性风险是资金融通的金融机构所必须面对的风险，积木盒子平台也不例外。严重情况下，由于风险是具有传染性的，在引起大量投资者的恐慌时会引发挤兑风潮。而流动性风险的直接后果是平台出现提现困难。据网贷天眼数据库统计的数据来看，截止2018年三月累计有844家平台出现提现困难的情况，占到全部问题平台的19.79%。这些情况的产生主要是由于平台内部对于标的资产的不合理分配造成的，如果一笔借款金额过大期限较长，一旦这类项目逾期，破坏性极大。2014年八月红岭创投出现了“一亿元借款逾期事件”，4家纸张贸易公司在红岭创投平台申请了一亿元借款，这四家公司通过欺诈的手段骗取贷款，并且贷款收回的可能性几乎为零，这给平台和投资者造成了巨大的损失。

3. 积木盒子平台的信用风险度量

由以上分析可知，积木盒子平台主要风险为信用风险，因此本文针对积木盒子平台的信用风险进行压力测试。

3.1 压力测试模型概述

压力测试（Stress Testing）能够用于模拟潜在的极端经济情况如金融危机等对于金融机构信用风险影响的大小，进而估计出事件发生时可能产生的损失。这项方法在世界上被广泛运用于商业银行的日常信用风险度量。压力测试方法的起源是商业银行用于风险管理的一个工具，该方法能够分析假定的、极端但可能发生的极端情况对银行整体或者其资产组合的冲击程度，进而评估其对银行资产质量、盈利能力、资本水平和流动性的负面影响。经过近几年的调查研究，压力测试被逐渐运用到其他金融机构的风险管理方法中，张学陶 易义军（2017）将压力测试方法运用到信托行业，并验证了某信托公司在面对压力情景时的风险承受能力，使得压力测试在信托行业的运用起到了促进作用。本文将压力测试模型运用到P2P行业中，测量积木盒子平台的信用风险大小。

3.2 模型设定

在借鉴Wilson (1997)、Boss (2002)和Virolainen (2004)研究框架中关于宏观经济因素和贷款违约率之间的非线性关系设定的基础上，首先利用logit函数将逾期率（OD_t）转化为中介指标Y_t，经转化之后的指标的取值范围可以取到全集（-□<Y_t<+□）。且从式一中可以看出两个指标之间是正相关的，即逾期率越高，中介指标的值越大，信用风险的状况也就越差。之后，第二个式子建立起了中介指标和宏观经济变量联系。方程建立起了各宏观经济变量$X_t \cdots X_{t-m}$与中介指标Y_t以及中介指标的滞后变量$Y_{t-1} \ldots Y_{t-q}$之间的线性关系。因此在之后的压力情景测试时，能够通过本式进行宏观指标的回带从而测试出逾期率的大小变化情况。

压力测试模型的数学表达式如下：

$$\boldsymbol{Y_t = ln(\frac{1-OD_t}{OD_t})} \tag{1}$$

$$\mathbf{Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \cdots \alpha_{t+m} X_{t-m} + \beta_1 Y_{t-1} + \cdots \beta_n Y_{t-n} + \mu_1} \tag{2}$$

该模型能够建立起平台的逾期率和宏观变量之间联系，能够检测出宏观经济变量发生极端情况时对积木盒子平台的信用风险影响情况，压力测试方法能够有效的检测出当平台面临极端压力情景时的风险承受能力。

3.3 风险度量

3.3.1 解释变量和被解释变量的选取

本文研究采用积木盒子在互联网金融协会中披露的逾期率数据作为被解释变量和几个宏观经济数据作为被解释标量变量来评估积木盒子平台的信用风险大小。

数据的来源是国家统计局、CECI、网贷天眼数据库、中国互联网金融协会、积木盒子平台财务报表。

解释变量的选取：本文在解释变量的选取上，结合国内外学者在进行信用风险压力测试时所选取的指标和积木盒子平台的业务模式进行综合衡量，最终从四个角度选择了以下指标作为解释变量。

本文选取的解释变量有：1.经济发展因素方面，选取月度工业增加值(RIAV)、 M2增长速度（M2）2.在利率因素方面，本文将同业拆借利率增速（SHIBOR）、个人消费贷款利率（PCCL）、一年贷款利率(LIR1)，一到五年贷款利率(LIR2)作为代理指标，选取消费者物价指数增速（CPI）作为通货膨胀因素的指标，3.积木盒子平台的业务因素方

面，该平台项目主要集中在抵押贷款和无抵押贷款两个项目，抵押贷款的抵押品多为房地产，因此将国内房地产景气指数（CERCI）最为衡量指标。4.心理因素方面投资者信心指数(IS)、消费者信心指数(CS)。将这十个指标运用逐步最小二乘法对其进行回归。

首先在经济发展因素方面，大多数学者采用季度GDP的数据进行衡量，但由于本文选取的数据都是月度数据，本文采用方意、郑子文、颜茹(2017)将月度工业增加值(RIAV)替代季度GDP数据的方法，由于国内生产总值和工业增加值有显著的线性关系，因此可以采用转化后工业增加值作为代替季度GDP数据的方法。

在利率方面，贷款基准利率有不同形式，本文结合积木盒子的资产项目的期限为1-36个月不等，因此本文在选择存贷基准利率时选择一年贷款利率(LIR1)，一到五年贷款利率(LIR2)这两项。由于国家会对贷款利率进行调控，利率的变化情况无规律可循，几年变化一次和一月变化多次的情况都有出现，因此本文对利率进行了加权平均处理。对于在月内调整的情况，则用天数进行加权平均计算得出利率，对月初进行调整的情况，则当月利率取当前值。

3.3.2 数据的处理和风险的度量

由于网贷平台的数据披露时间较短，因此为了扩大样本容量，本文选取月度数据。因此要先将数据进行X-12季节调整消除季节因素的影响。再对各数据进行单位根检验，如表3所示，ADF检验结果说明解释变量和被解释变量都是非平稳序列，但都符合I（1）单整，故判断逾期率和自变量可能存在长期均衡关系，因此直接对原始序列进行回归分析。

表3 ADF检验结果汇总

变量名	ADF test statistic	滞后阶数	序列是否平稳
IS	-2.892274	1	平稳
CERCI	-5.202879	1	平稳
CPI	-10.49008	1	平稳
CS	-8.560470	1	平稳
M2	-8.307301	1	平稳
PCCL	-9.104051	1	平稳
RIAV	-6.178317	1	平稳
SHIBOR	-9.124811	1	平稳
Yt	-7.819411	1	平稳
LIR1	-11.08355	1	平稳
LIR2	-8.386840	1	平稳

之后是滞后阶数的确定，用eviews9.0进行参数估计，根据宏观经济冲击的滞后阶数往往为一阶，因此，本文使用中介指标Y的一阶滞后变量。本文采用逐步最小二乘法对解释变量和被解释变量进行回归分析，逐步剔除不相关变量，最终得到如下结果：

表4 回归结果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.188390	0.470329	-6.779057	0.0000
YT(-1)	0.624231	0.136382	4.577060	0.0001

CERCI	-0.042310	0.014167	-2.368405	0.0025
CERCI(-1)	0.036126	0.015000	2.408313	0.0229
CPI	-0.003218	0.028404	-0.113303	0.9106
CPI(-1)	0.043844	0.025483	1.720526	0.0964
CS	-0.008991	0.004641	-1.937403	0.0328
CS(-1)	0.003033	0.004692	0.646477	0.5232
IS	-0.006143	0.000678	2.023816	0.0026
IS(-1)	-2.92E-05	0.000767	-0.038093	0.9699
M2	-0.061087	0.016958	0.637381	0.0091
M2(-1)	-0.003508	0.017610	-0.199182	0.8436
LIR1	-0.125197	0.220273	-0.568374	0.5743
LIR1(-1)	0.154359	0.261835	0.589529	0.5602
LIR2	-0.639378	1.202198	-0.531841	0.5990
LIR2(-1)	0.241203	1.151404	0.209486	0.8356
PCCL	-0.016489	0.027763	-0.593920	0.5573
PCCL(-1)	0.007575	0.022284	0.339911	0.7365
RIAV	-0.070715	0.007825	-9.036846	0.0000
RIAV(-1)	0.049284	0.011620	4.241179	0.0602
SHIBOR	-0.010972	0.019911	-0.551051	0.5860
SHIBOR(-1)	0.016918	0.022616	0.748085	0.4606

由回归结果可以看到许多变量都不能通过t检验，对这些变量进行剔除之后再次进行回归得到的回归结果如表5所示。

表5 剔除相关变量后的回归结果

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.537436	0.475368	-3.234201	0.0023
YT(-1)	0.595690	0.118970	5.007075	0.0000
CERCI	-0.051950	0.003040	0.641445	0.0046
IS	-0.006285	0.001926	-3.263953	0.0022
M2	-0.061238	0.000492	2.516260	0.0057
RIAV	-0.074877	0.006413	-11.67573	0.0000

R-squared	0.860680	Adjusted R-squared	0.841240
F-statistic	44.27380	Durbin-Watson stat	1.784210
Prob(F-statistic)	0.000000		

从回归结果来看，最终逐步剔除解释变量之后所得到的结果，解释变量只有Y_{t-1}、CERCI、IS、RIAV和M2，这些变量P<0.05,都可以通过t检验。R^2为0.86，说明方程的解释性较强。DW的值接近于2，说明了模型不存在自相关。因此可以说积木盒子平台逾期率与上述解释变量线性关系显著。

由上述实证分析过程和结果，我们可以得到积木盒子平台信用风险的压力测试模型公式（3）：

$$Y_t = -1.537436 - 0.074877RIAV - 0.061238M2 - 0.006285IS - 0.051950CERCI + 0.595690Y_{t-1} \quad (3)$$

3.3.3回归结果分析

由回归结果可以看出，M2、CERCI、RIAV、IS与中介指标Y_t呈反向变动趋势，Y_{t-1}与中介指标Y_t呈同向变动。经分析我们可以得到：

①.工业增长率增加，平台信用风险下降。由于本文采用的是将季度GDP转化为月度工业增长率，因此，我们也可以说GDP增长率上升，平台的信用风险减小。主要原因是GDP衡量了我国的宏观经济运行情况，

②.广义货币增长率上升，平台信用风险下降。货币增长率的上升，表明了我国经济的增长，货币政策较为宽松。这时，企业发展状况向好，企业可以获得较高收益，作为平台的投资者和借款者能够及时将贷款还清，因此平台逾期率下降，信用风险减小。

③.国房景气指数上升，平台信用风险下降。国房景气指数的上升代表着我国房地产开发前景向好。结合我国P2P平台的业务模式来进行分析，平台内部的消费类型贷款项目多以房产作为抵押品，也有很多借款人将借款用于还房贷。国房景气指数的上升，表明了人民生活水平的上升，同时由于投资者对于房价的乐观预期会使得投资心理更加乐观，以房产最为抵押贷款的项目将会得到投资者的喜欢。并且房地产也是我国经济发展的支柱性产业，因此，在经济发展前景向好的情况下，整个行业的逾期率自然会下降。

④.投资者信心指数上升，平台信用风险下降。投资者信心指数能够反映出投资者对未来投资的信心和投资的态度，进而影响投资者的行为。陈玮光，赖明勇（2014）通过Diamond和Vcrrccchia的信息传递模型研究，投资者信息指数的发布可以减少股市的波动。因此，当投资者的信心指数上升，此时代表我国经济形势向好向优发展，投资者有信心在平台投资之后得到良好的收益，促进平台的良性发展，减少平台的信用风险。

3.4 压力测试情景的选择

根据情景设置的相关理论，本文采取情景分析的方法进行压力测试，通过设定宏观经济变量工业增长率（RIAV）、国房景气指数(NERCI)、M2增速(M2)三个指标进行情景假设，分析当宏观经济指标处于极端情况下，对积木盒子平台逾期率的影响。结合国内外的极端经济数据和《中国金融稳定报告2017》中对经济中度冲击和重度冲击的描述，本文采取假设情景法建立的假设情况如表6所示。

根据资料对GDP的中度冲击，重度冲击的描述，本文将其转化为工业增长率的月度指标。以2018年3月作为压力测试情景的起点，对其进行宏观经济指标的季度情景设置，以便观测在之后一个季度内当宏观经济状况恶化时对平台逾期率的影响，从而测出平台信用风险的大小。

表6 情景假设汇总

受压项目	压力情景		
	轻度	中度	重度
工业增长率	下降3%	下降7%	下降15%
国房景气指数	下降5%	下降10%	下20%
M2增速	下降10%	下降20%	下降30%

将各种压力情景所对应的宏观经济指标的值带入式二进行回归分析，得出中介指标Y_t的情况，再将Y_t通过logit转换便可得到平台在不同压力情景下的逾期率数据。压力测试结果如表7：

表7 压力测试结果

压力情境	轻度压力	中度压力	重度压力
Y_t	3.97	3.57	3.27
OD_t	1.85	2.73	3.64
OD_t增幅	42%	110%	180%

由表7可知，当我国经济出现下行趋势时，经过对轻度压力、中度压力和重度压力情景的测试，积木盒子平台的逾期率有较大的波动状况，在重度压力测试情况下，逾期率几乎达到起始值的两倍之多，是平台从未面临过的数字，因此在目前情况下，及时对宏观经济情况进行预期是十分重要的。

3.5 度量风险结果分析

随着互联网金融的快速发展，缺乏完善监管的我国P2P网贷平台所面临的风险更为巨大，因此作为P2P行业一员的积木盒子平台要尽快完善自身的风险管理体系，在考虑微观主体的行为同时，也要结合宏观经济的发展状况，建立符合中国实际情况的P2P平台风险防范体系。在本文的压力测试中，各种宏观经济指标的恶化对会对积木盒子平台信用风险产生很大的影响。虽然积木盒子平台的风险管控措施处于行业较高水平，信用风险在整体行业中处于可控的水平。但目前P2P行业整体信用风险较大，因此每个平台都应该结合对未来经济的预期，提前建立起风险预警系统，防患于未然，提神自身意识，降低信用风险。

通过以上分析说明，当我国宏观经济出现下滑时会给积木盒子平台造成信用风险的增加。因此，平台在运营的过程中要注意进行全面的风险管理，积木盒子平台也必须对这些小概率事件做好十足的准备，避免当极端情况来临时，平台由于没有进行宏观经济因子压力测试，而对平台带来不利的影响。

4. 积木盒子平台的风险管控措施建议

积木盒子平台目前的风险管理措施主要是以对项目的严格监控展开的。在项目实际投放之前平台会进行大数据风控甄别风险，项目约定还款日之前通过短信电话等方式提醒客户及时还款。遇到项目逾期的情况，在早期，积极配合合作渠道进行电话、短信、信函等催收，并做好相应的逾期管理。在后期，准备逾期项目证明、资金流向等资料，协助相关方面进行法律诉讼追偿逾期款项或委托第三方专业机构进行实地外访与属地催收。但互联网金融目前还处于快速发展的阶段，发展过程中还有很多不确定因素，这些因素有可能会加大平台的信用风险，给平台的运营带来诸多问题，加大行业的不稳定性和可信度，因此本文结合实证结果对积木盒子平台的风险管理提出以下建议：

1）结合自身的业务模式进行压力测试

目前P2P行业的发展正在趋于强烈的竞争阶段，行业的优胜劣汰，一直处于更迭变化，平台应该对自身的发展方向有一个明确的定位，实行精准化的发展模式。并结合自身的主要业务，把各种不确定性因素考虑进去，识别出对平台信用风险的影响因素，从微观角度：借款者的信用状况、投资者的微观主体行为，例如陈涛，林杰（2013）运用百度指数在关注度的时间和空间维度的变化验证了搜索引擎关注度指标比较有效地反映突发事件网络舆情的变化情况。从而发映出投资者对平台的预期情。利用大数据对宏

观经济的走势判断后，结合这两个方面进行压力测试，观测平台的承压能力如何，是否能够在行业发展不及预期，宏观经济急速衰退的情况下维持自身的发展，保障投资者的合法权益。

2）增加行业信息披露程度和行业数据共享

在网贷行业的不断深化过程中，信披工作应该从把控量的阶段转化到对质的把控。未来，网贷平台应该向公众进行信息及时披露，将有意义的、真实的指标进行披露，使投资者能够在投资之初就能了解平台和的风险情况，做到全方位衡量，减少信息不对称来降低行业的信用风险。

3）平台运营，从源头把控风险

平台在进行风险控制时，要注意筛选源头，将资金借贷给没有能力还款的人，平台的可持续性运营就得不到保障。因此平台应该对那些有合理的借款需求，有合理的还款来源，以及有合理的借款用途，借款最好依托场景，同时对借款人提供的资产状况进行实地验证，防止欺诈风险。

4）加强平台的适度监管。

监管政策应该结合实际情况，在度的把握上应该适当，不能够将行业一棒子打死，监管政策应该为平台的发展留出空间，在发展中监控，在监控中发展。对于平台而言，面对政策的层层加码和互联网金融的整治风潮来临，平台应该积极调整自身的业务，对于风险极大的业务进行妥善处置，达到限额合规、银行存管、利率合理，备案是平台走向成熟的必经之路。

5）平台应该进行合理的利率定价

由于P2P行业进行的资金的借贷业务，因此平台要同时满足持续性运营和盈利性的需求，就必须要进行合理的利率定价。目前平台运营过程中会出现投资者无标可投的情况，这种情况的产生大多是由于对借款人设置了较为严苛的利率条件，这种较高的利率可能在初始就筛选掉了一些无力还款的人，但是同时也加大了平台的信用风险，因为借款人在成功借贷之后可能由于逾期利率太高而选择赖账不还。借钱容易要钱难，因此找准合理的利率设置是每个平台获取价值的法宝。

References

[1] HERRERO-LOPEZ S. Social interactions in P2P lending. Proceedings of the 3rd Workshop on Social Network Miningand Analysis.ACM, 2009.

[2] EMEKTER R, TU Y, JIRASAKULDECH B, LU M. Evaluating credit risk and loan performance in online Peer-to-Peer (P2P) lending [J]. Applied Economics, 2015 47(1), 54-70. doi:10.1080/00036846.2014.962222

[3] GUO Y, ZHOU W, LUO C, LIU C, XIONG H. Instance-based credit risk assessment for investment decisions in P2P lending. European Journal Of Operational Research, 2016, 249(2), 417-426. doi:10.1016/j.ejor.2015.05.050

[4] LIN MPRABHALA N R, VISWANATHAN S. friendship Science networks and information asymmetry , Judging borrowers by the company they keep:in online peer-to-peer lending [J]. Management, 2013,59(1) : 17-35.

[5] MARVIN M. Interest Exportation and Preemption: Madden's Impact on National Banks, the Secondary Credit Market, and P2p Lending [J]. Columbia Law Review, 2016, 116 (7) : 1807 - 1848.

[6] China to Implement Internet Financial Risk Regulations by March 2017. China Telecom, 2016,23(10): 3-4.

[7] MILD A, WAITZ M, WÖCKL J. How low can you go? ---- Overcoming the inability of lenders to set proper interest rates on unsecured peer-to-peer lending markets [J]. Journal Of Business Research, 2015, 68(6) :1291-1305. doi:10.1016/j.jbusres.2014.11.021

[8] WANG Z, JIANG C, DING Y, LYU X, LIU Y. A Novel behavioral scoring model for estimating probability of default over time in peer-to-peer lending [J]. Electronic Commerce Research & Applications,2018, 2774-82. doi:10.1016/j.elerap.2017.12.006

[9] BERGER S C, GLEISNER F. Emergence of Financial Intermediaries in Electronic Markets: The Case of Online P2P Lending [J]. Business Research, 2009, 2(1) : 39-65.

[10] JIANJUN L, SARA H, ZHANG C, YANG C. Risks of P2P Lending Platforms in China: Modeling Failure Using a Cox Hazard Model [J]. Chinese Economy, 2016,49(3) :161-172. doi:10.1080/10971475.2016.1159904

[11] CHEN X, HUANG B, YE D. The role of punctuation in P2P lending: Evidence from China [J]. Economic Modelling, 2018, 68634-643. doi:10.1016/j.econmod.2017.05.007

[12] JIANG L, DIMITROV S, MANTIN B. P2P Marketplaces and Retailing in the Presence of Consumers' Valuation Uncertainty [J]. Production & Operations Management, 2017, 26(3) : 509-524. doi:10.1111/poms.12653

[13] JIANG L, DIMITROV S, MANTIN B. P2P Marketplaces and Retailing in the Presence of Consumers' Valuation Uncertainty [J]. Production & Operations Management, 2017,26(3) :509-524. doi:10.1111/poms.12653

[14] CHEN S G, LAI M Y, FAN H G, HAN L T. The Impact of Investor Confidence Index Release on the Stock Market----An Analysis Framework of Information Transfer Theory [J].System Engineering, 2014, 32(10):17-23.

[15]陈涛,林杰.基于搜索引擎关注度的网络舆情时空演化比较分析——以谷歌趋势和百度指数比较为例[J].情报杂志,2013,32(03):7-10+16.

CHEN T, LIN J.Comparative Analysis of the Temporal and Spatial Evolution of Internet Public Opinion Based on Attention Degree of Search Engine——Taking Google Trends and Baidu Index as Examples[J].Journal of Information,2013,32(03):7-10+16.

[16]方意,郑子文,颜茹云.中国银行业风险形成机理及压力测试研究:基于行业信贷视角[J].当代经济科学,2017,39(05):1-15+124.

FANG Y, ZHENG Z W, YAN R Y. Research on Risk Formation Mechanism and Stress Test of China's Banking Industry: Based on Industry Credit Perspective [J]. Contemporary Economic Science, 2017, 39(05):1-15+124.

[17]互联网金融国家社科基金重大项目课题组，张兵，孙武军.互联网金融的发展、风险与监管—互联网金融发展高层论坛综述[J].经济研究, 2015,(11):183-186.

Major Project Team of the Internet Finance National Social Science Fund, ZHANG B, SUN W J. The Development, Risk, and Supervision of Internet Finance: A Summary of the High-level Forum on Internet Finance Development. Economic Research [J], 2015,(11):183-186..

[18]王琪. 基于Wilson模型的我国商业银行信用风险压力测试实证研究[D].山东大学,2017.

WANG Q. An Empirical Study on Credit Risk Measurement of Commercial Banks in China Based on Wilson Model[D]. Shandong University, 2017.

[19]李钧，柏亮等.中国P2P借贷服务行业白皮书[M].北京:中国经济出版社，2013.

LI W, BAI L, etc. White paper on China's P2P lending service industry [M]. Beijing: China Economic Publishing House, 2013.

[20]李晓圆,我国P2P网络小额借贷的现状研究[J].时代金融, 2014.

LI X Y, The current situation of microfinance in P2P networks in China[J]. Times Finance, 2014.

[21]李媛.国内外P2P融资模式的发展比较研究[J].货币时论,2013.

LI Y. Comparative Research on the Development of P2P Financing Models at Home and Abroad[J].Monetary Time Theory,2013.

[22]谬莲英，陈金龙.P2P网络借贷中社会资本对借款者违约风险的影响一一以Prosper为例[J].金融论坛, 2014

YAN L L, JIN L C. The Impact of Social Capital on Default Risk of Borrowers in P2P Internet Lending - Taking Prosper as an Example[J].Finance Forum,2014.

[23]张学陶,易义军.基于外部信息的信托公司信用风险压力测试案例分析[J].当代金融研究,2017(02):69-80.

ZHANG X T,YI Y J.Analysis of Trust Company's Credit Risk Stress Test Case Based on External Information[J].Contemporary Finance Research,2017,(02):69-80.

[24]积木盒子官方网站，http://www.JIMU.com.

The website of JIMU company, http://www.JIMU.com.

基于压力测试的我国 P2P 网贷平台风险管理研究
—以积木盒子为例

韩锦绵 陈智颖

韩锦绵*
副教授
西北大学经济管理学院
西安710127，中国
Email: jinmianh@nwu.edu.cn

陈智颖
研究生
西北大学经济管理学院
西安710127，中国
Email: 810899962@qq.com

关键词：P2P网贷平台， 风险测度， 风险管理，积木盒子

摘要：随着Fintech的不断发展，自2008年以来P2P网络借贷平台层见叠出，这种点对点的网络借贷方式极大提高了资金的运转效率，正逐步替代传统的民间借贷方式。在宏观经济和实体经济的不稳定的大背景下，我国P2P网贷平台主要存在着贷款审核不力，贷后管理差等原因造成的信用风险，以及流动性风险、操作风险、政策风险、技术风险等。据网贷天眼统计，截止2018年3月已有3996家网贷平台由于风险管理与防控不健全而退出市场，使投资者遭受巨大损失。本文以积木盒子为案例识别这一P2P借贷平台的所面临的风险，并以其2014年1月-2018年3月的逾期率数据作为指标，选取对逾期率构成冲击的主要变量进行多元回归，进而根据回归结果在假设情境下对其最突出的信用风险进行压力测试，基于测试结果，帮助其对自身风险做出合理评估。最后本文提出了积木盒子这一P2P平台具体的风险管理措施，主要包括：提升自身风险意识，完善信用审核体系，加强平台间的信息披露和数据共享等，从而促进P2P网络借贷的可持续发展。

Research on the Current Local Fiscal Debt Risk Management in China: Taking S Province as an Example

HAN Jinmian, LIU Yingchen

HAN Jinmian*
Associate Professor
School of Economics and Management
Northwest University
Xi'an 710127, China
Email: jinmianh@nwu.edu.cn

Liu Yingchen
Graduate student
School of Economics and Management
Northwest University
Xi'an 710127, China
Email: lyclovelife@126.com

Keywords: current local fiscal debt risk, risk exposure, risk management, S province

Abstract: The local fiscal debt risk is currently a hidden danger affecting China's financial security and economic stability. The newly revised Budget Law of 2013 in China emphasized to liquidate local fiscal debts gradually and promote a variety of ways to replace local debt. However, at present, the local governments have not yet established a sound debt risk early warning and settlement mechanism and a debt repayment system. In order to prevent and control the debt risk of local governments, it is necessary to make a reasonable assessment of the current status of the fiscal debt risk. Due to the dependence of local government on the central government in China, it is very likely that the central government will liquidate the debt of local governments eventually. Therefore, this paper analyzes the reasons for the local fiscal debt exposure and the relationship between central and local governments from the perspective of game theory. Then it selects the time series data from 1986 to 2017 in S province, constructs VAR model to forecast the fiscal revenue and the residents' savings surplus in S province in 2018 and 2019, and uses the improved KMV model to evaluate the local fiscal debt risk. Finally, based on the risk analysis and assessment results, the paper puts forward suggestions on how to prevent and control the debt risks of local governments and alleviate the local fiscal debt crisis in China.

1. 引言

中国政府为应对2008年以来的金融危机，解决面临的产能过剩，需求疲软，失业率高涨等问题，扭转国内经济增长明显偏下行的形势，推出了扩大内需、促进经济平稳较快增长的十项措施，并实施积极的财政政策与宽松的货币政策。中央通过发行国债并转贷地方政府、代地方发行政府债券，促进地方经济社会发展；地方政府也响应中央的经济刺激政策，通过举债融资为抗击自然灾害、基础设施建设、生态环境保护提供资金支持。但与此同时，地方政府债务风险也随之出现，成为影响我国经济稳定、金融安全的重大隐患，成为各级政府不得不面对和解决的问题。

“4万亿”刺激政策实施初期，由于各项制度落实的速度和力度不到位，地方政府对部分“表外债务”即隐性负债并未统一口径，甚至违法违规提供担保，通过转贷国债资金、PPP、发行平台债、政府购买服务等多种隐蔽的方式变相举债，大量地方政府隐性债务没有被纳入地方政府债务管理，地方政府债务的规模不断扩大，风险也随之加大。审计数据显示，截止2016年末，中央和地方政府债务余额约27.33万亿元，其中地方政府一般债券余额、专项债券余额和非政府债券形式存量政府债务余额合计153164.01亿元。2018年1月财政部发布《2017年12月地方政府债券发行和债务余额情况》显示，截至2017年12月末，全国地方政府债务余额164706亿元。其中，一般债务103322亿元，专项债务61384亿元；政府债券147448亿元，非政府债券形式存量政府债务17258亿元。

考虑到地方债务形式多样，目前地方政府的债务实际规模可能远大于可得数据，地方债务的规模和增长速度带来的风险引起了社会各界的关注与担忧。中央政府为规范政府债务，化解风险，通过一系列的文件细化和完善地方政府举债机制。2014年修订的《预算法》和《国务院关于加强地方政府性债务管理的意见》（国〔2014〕43号）的实施，明确了严禁地方政府违规举债的基本思路，从控制规模、限制主体、限制方式、限制用途、控制风险五方面做出限制性规定。但这些措施更多属于事后风险管控，仅在一定程度上缓解了部分债务问题，地方债务风险的事前与事中管控仍然有待加强。

地方政府债务的风险到底有多大？是否已超过了合理范围水平？影响债务规模的因素有哪些？债务风险会产生哪些危害与后果？如何确定适度的举债规模，根据风险程度有效地采取措施?本文基于现实背景，就以上问题利用改进的KMV模型进行进一步的探讨与研究。本文接下来的内容如下：第二部分是文献述评；第三部分是S省的地方政府债务现状及危害；第四部分是S省地方政府债务的测度及分析；第五部分是结论和政策性建议。

2. 文献述评

2.1 地方政府债务的成因

与欧美国家相比，我国地方政府在相对局限的权力下，仍出现了大规模的地方政府债务危机，关于我国地方政府债务的成因，不能完全照搬国际理论和经验。庆幸的是，已有大量开创性的研究从不同角度分析了我国地方政府债务的成因。

一部分学者认为分税制改革后央地财权与事权的不对等是造成地方政府债务的根源（龚强等，2011）。我国分税制改革将地方政府一大部分财权上收至中央政府，但同时却将一大批事权下放，例如养老、教育、基础设施建设和公共服务（贾康和白景明，2002），这就使得地方政府在履行基层治理的义务和责任时，所能用的政策手段十分有限（周业安，2002）。同时过多的政府层级使得分税制后的政府收入不能得到合理划分，再加之

政府间转移支付的制度并不完善，就无法对财政缺口起到补偿作用（周绍鹏、郭全中，2005）。在此基础上，另外一些学者认识到，地方政府会对中央政府的援助产生一个预期，而这种预期心理会使得地方政府在进行自有财政收入的使用时，往往仅仅造福于本地居民，而又外溢效应的公共服务和基础设施建设则留给中央政府。因此，一部分学者认识到，当地方政府有中央援助的预期时，便会产生软预算约束，这是地方政府往往有激励进行过度借款和支出，便会催生地方政府债务风险。除此之外，还有一些学者从央地博弈（苏忠林，2006；冯静和石才良，2006）、官员晋升激励（周雪光，2005；陈本凤，2006）等多个角度对其进行了多方位的阐述。

2.2 地方政府债务的测度与预警

面对日益增长的地方政府债务，地方政府债务危机逐渐成为摆在各地方政府面前不可避免的话题。因此，面对严峻的债务危机，如何对地方政府债务危机进行测量并建立合适的风险预警机制，便成为了学术界的一个热门话题。

近年来，越来越多的学者选择利用KMV模型来对地方政府债务进行测度和评估，所谓的KMV模型，最先是由KMV公司开发出来用于企业债务违约率的测算，但是学者们将其改进之后发现企业可以用于地方政府债务风险的测度和评价，并且取得了显著的成效。

蒋忠元（2011）利用KMV模型对江苏省地方政府债务的发行规模和信用风险进行了研究，他发现2009年财政福袋江苏省发行的债券几乎没有风险。张锋欣、史占中（2014）将全国的政府债务当做一个整体，同时认为各地方政府用于偿还债务的财政收入占全部财政收入的比重不同会影响政府债务违约的风险，同时他认为我国地方政府债务风险已经远超国际警戒线。马德功、马敏捷（2015）利用KMV模型对四川省的政府债务风险进行了测算，他认为四川省的地方政府债务目前还不存在违约的风险，同时他还判断当三年期债券占财政收入比重小于20%时，五年期债券占财政收入比重小于45%时，都不会出现政府债务违约的风险。

不少学者在使用KMV模型研究地方政府债务问题时，纷纷对KMV模型进行了改进。李江波（2010）认为市政债券存在一定的不确定性，因此在评估市政债券的违约风险时要考虑这种不确定性，于是他将Knight不确定因子γ 加入传统的KMV模型，得到了加入Knight不确定性的KMV模型，并使用这一模型平谷了北京市的市政债券，他发现违约率与γ 呈现显著的正相关关系。李腊生等（2013）指出在我国独特的体制下，中央与地方的关系不仅仅是简单的上下级的关系，其中还存在着多重依赖的关系，例如当地方政府债务无法偿还时，为了保护地方政府不至于破产，维持地方社会的稳定，中央政府往往会对其进行兜底，由中央政府承担地方政府的债务风险。所以在评估地方政府的债务风险时，一定要考虑中央政府对地方政府的“父爱主义”，因此李腊生等（2013）将转移系数q加入到传统的KMV模型中，他发现我国地方政府债务的客观违约率要远低于主观违约率。徐占东和王雪标（2014）认为财政收入=税收收入+土地出让收入+其他收入，并据此对KMV模型进行了改进之后对全国30个省的地方政府债务进行了测算发现，税收收入和其他收入对地方债务风险的影响较大，土地财政收入的影响则相对较小。

在地方政府债务风险的评价与预警机制的构建上，已有学者大多利用主成分分析、因子分析、模糊评价等方法建立我国政府债务危机的评价体系和预警体系。这些研究从指标体系的构建上，陈琪（2014）将其分为以下三类：第一类是以刘谊等（2004）的研究为代表，从地方政府债务结构出发，通过对去静态和动态偿付能力的分析构建评价指标；第二类是以裴育、欧阳华生（2007）为代表的，从地方政府短期和长期偿债能力的方面构建评价指标；第三类是以谢虹（2007）的研究为代表，直接按照Hana Polackova（2003）的分类方法，从直接间接、显性隐性的角度划分地方政府债务。

3. S省的地方政府债务现状及危害

从债务的绝对规模来看，S省地方政府债务整体规模呈现快速增长的趋势。2015年，陕西省共发行地方政府债券1260亿元，其中，新增债务220亿元，置换原有政府债务1040亿元。2016年陕西省共发行地方政府债券2031.02亿元，同比长61.19%，其中，新增债341亿元、同比增长55%，置换债1690.02亿元，同比增长62.5%。从债务的相对规模来看，2016年陕西省GDP 为19165.39亿元，财政收入为1833.93亿元，债务余额为4906.4亿元，负债率为25.6%，债务率为267.53%，值得一提的是，S省GDP排名全国15位，财政收入排名全国19位，而负债率却排行全国31个省中的第9位。本文从财政部官方网站以及S省财政厅债务发布通知统计了2009年-2016年财政部代发地方政府债务情况明细，如下表所示：

表1. 2009-2016年财政部代S省发行的地方政府债券

年份	债券期限	实际发行面值（亿元）	票面利率	合计（亿元）
2009年	3年期	36	1.8%	63
	3年期	27	2.24%	
2010年	3年期	44	2.47%	63
	5年期	19	2.67%	
2011年	3年期	34	3.84%	68
	5年期	34	3.93%	
2012年	3年期	42	2.76%	85
	5年期	43	3.07%	
2013年	3年期	60	4.29%	120
	5年期	60	4.43%	
2014年	3年期	55	4.01%	137
	5年期	55	4.12%	
	7年期	27	4.50%	
2015年	3年期	18	2.87%	518.7063
		35.3412	3.03%	
		49.6	3.16%	
	5年期	53	3.2%	
		52.8	3.36%	
		49.6	3.39%	
	7年期	53	3.53%	
		52.8	3.62%	
		49.6	3.57%	
	10年期	53	3.6%	
		35.3	3.6%	
		16.6651	3.55%	
2016年	3年期	92.9	2.72%	764.1
		90.6	2.72%	
		32.6	2.72%	
		18	2.72%	
	5年期	92.9	2.97%	
		90.6	2.97%	
		32.6	2.97%	
		18	2.97%	
	7年期	92.9	3.29%	
		90.6	3.29%	
		32.6	3.29%	

		18	3.29%	
	10年期	18	3.32%	
		18	3.32%	
		18	3.32%	
		7.8	3.32%	
2017年	3年期	50	4%	602.1346
		100	3.7%	
		29.1	3.68%	
	5年期	70	4.08%	
		75	4.05%	
	7年期	70	4.23%	
		75	4.1%	
	10年期	50	4.1%	
		54.7	3.9%	
		28.3346	4.07%	

数据来源：国家统计局和S省财政厅统计公告

由上表也可看出，S省地方政府债务规模2009年以来迅速扩张，已经对S省地方财政呈现出相当多的还债压力，具体风险主要体现在以下两点：

第一，区域性财政风险。当地方政府积累的债务风险超过地方财政承受额能力时，政府信用链条极可能会断裂，由地方政府债务违约造成的信用风险会逐步蔓延至商业银行、基金信托公司等金融机构，由于债务违约和兑付危机最终都会形成银行等金融机构的不良资产，区域性财政风险与系统性金融风险互为因果、交织关联、循环影响、叠加蔓延，有可能会最终爆发全国性的财政金融风险。

第二，经济和社会政治风险。目前，地方政府债务风险已经逐渐成为威胁我国国民经济健康发展的重要阻碍。如果按照市场化的要求，地方政府破产之后，政府信用随之崩塌，最终导致企事业单位将最终偿付责任转嫁给政府、下级政府转移至上级政府、地方政府转移给中央政府、当届政府转移给下届政府，最终无限恶性循环下去。最后，政府只有廉价变卖国有资产或者由中央政府进行财政兜底，由全国人民进行买单。更为重要的是，地方政府债务风险最终损害的是政府公信力、恶化社会信用环境、诱发经济社会危机，最终甚至威胁国家政治安全、影响社会稳定。

4.S省地方政府债务的测度及分析

4.1 改进的KMV模型：考虑可转移支付的KMV模型

$$\boldsymbol{DD} = \frac{ln\frac{M_T}{B_T} + gT - \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}} \tag{1}$$

上述公式中，DD表示违约距离，Δ t表示债务期限（Δ t=T-1，t=0），M_T为财政收入的偿债部分，B_T表示地方政府到期所需偿债数额，g表示地区政府财政收入的增长率，σ_m表示地方政府财政收入的波动率，即标准差。

对于地方政府的债务风险测度，国际上已有很多通用方法，但是我们在对我国某一省市地方债务风险进行测度时，不能照搬国际方法。因为目前国际通用方法中，几乎所有方法的前提是被测度主体必须完全经济独立。对于作为主权国家的一个省或一个市，是整体经济的一部分，虽然财政分权之后给予了地方政府较大的自主权利，但是地方政府的经济运行并非完全独立，仍然在各个方面收到中央政府的约束和管理。在这种情况下，当地方政府无力偿还债务时，中央政府势必会施以援手，通过转移支付等手段对其

进行兜底，避免地方政府出现破产的局面。当考虑到这些因素之后，传统的KMV模型便显得不再适用，因此必须对其进行修正，具体就是将偿债主体的变动纳入模型之中，才能实现对我国地方债务违约风险的合理评价。

本文借鉴李腊生（2013）的修正的KMV模型来对我国S省的地方债务风险，修正过后的KMV模型与传统的KMV模型最大的区别在于将中央政府可能负担地方政府债务的情况考虑了进去，使之更符合我国地方政府债务的现状。即：

$$DD = \frac{ln\frac{M_T+q\Delta S}{B_T}+\left(g-\frac{\sigma_m^2}{2}\right)\Delta t+(g_s-\frac{\sigma_S^2}{2})\Delta t}{(\sigma_m+\sigma_s)\sqrt{T}} \quad (2)$$

在上述模型中，ΔS为中央政府可以负担的地方政府债务的限度。由于中央政府可以通过中央银行发行货币，即以“铸币税”的形式将债务转嫁至居民的身上，本文假设居民有能力负担的最高程度的铸币税，相应的财富增加值此时为0，也就是说此时ΔS衡量的是居民储蓄的增加值，q为转移系数，表示中央政府负担的地方政府债务占其偿还能力的比重，g_s为新增居民储蓄的增长率，σ_m为g_s的标准差，相关方程如下：

$$g = \frac{1}{n-1}\sum_1^{n-1} ln\frac{M_{t+1}}{M_t} + \frac{1}{2}\sigma_m^2 \quad (3)$$

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n-2}\sum_{t=1}^{n-1}(ln\frac{M_{t+1}}{M_t} - \frac{1}{n-1}\sum_1^{n-1} ln\frac{M_{t+1}}{M_t})^2} \quad (4)$$

$$g_s = \frac{1}{n-1}\sum_1^{n-1} ln\frac{S_{t+1}}{S_t} + \frac{1}{2}\sigma_S^2 \quad (5)$$

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{1}{n-2}\sum_{t=1}^{n-1}(ln\frac{S_{t+1}}{S_t} - \frac{1}{n-1}\sum_1^{n-1} ln\frac{S_{t+1}}{S_t})^2} \quad (6)$$

一般认为，地方政府财政收入服从对数正态分布，我们一直违约距离DD的求法，据此计算违约概率P：

$$P = N(-DD) = N[\frac{\ln\frac{M_T+q\Delta S}{B_T}+\left(g-\frac{\sigma_m^2}{2}\right)\Delta t+(g_s-\frac{\sigma_S^2}{2})\Delta t}{(\sigma_m+\sigma_s)\sqrt{T}}] \quad (7)$$

4.2 计量检验

本文选取了S省1986-2017年地区国民生产总值（GDP）和财政收入（GR）的时间序列数据，由于二者之间存在较为严重的内生型，我们选择构造VAR模型来预测2018年和2019年的财政收入（GR）。同时选取S省1986-2017年的居民年末储蓄余额（ursye），通过构造单序列VAR模型，来预测2018年及2019年的居民年末储蓄余额（ursye），并根据$B_T = r_{t-1}\sum MV + (1+r_t)\sum MV_t$，来推算出2018年及2019年的$B_T$，最后运用修正的KMV方法，利用模型测度S省的地方债风险。本文数据来源于S省统计年鉴及S省统计局年度统计公报。

由于本文选取的S省的地区国民生产总值（GDP）和财政收入（GR）数据均为时间序列数据，必须满足平稳序列或协整，才可以初步建立VAR模型。所以本文需要首先对其进行协整检验，具体做法是将两个变量取对数进行平滑化之后，使用E-G两步法对器械整形进行检验。因此，我们首先对lnGDP与lnGR分别进行单位根检验（ADF检验），从而考察其是否满足同阶单整，结果如表2：

表2 单位根检验

变量	Test Statstic	1%临界值	5%临界值	10%临界值	结论
lnGDP	6.636	-3.709	-2.983	-2.623	非平稳
lnGR	1.684	-3.709	-2.983	-2.623	非平稳
D(lnGDP)	-3.088	-3.716	-2.986	-2.624	平稳
D(lnGR)	-4.671	-3.716	-2.986	-2.624	平稳

Test Statstic 为检验统计量，利用stata15.0软件，结果同时给出了3个不同显著性水平下的临界值，由于ADF检验为左侧检验，所以越小越显著，从结果来看lnGDP的统计值大于10%的显著性水平，所以不能拒绝原假设，即认为序列非平稳；同理lnGR的统计值也大于10%的显著性水平，所以同样不能拒绝原假设，即序列仍为非平稳；lnGDP的一阶差分序列D(lnGDP)和lnGR的一阶差分序列D(lnGR)分别在5%和1%的显著性水平上拒绝原假设，说明不存在单位根，这两个一阶差分序列为平稳序列。因此，S省的地区国民生产总值和财政收入为一阶单整，我们继续对二者进行回归，并提取残差项e_t，并对残差项e_t进行无截距项无趋势项的ADF检验，结果如表3：

表3 残差项单位根检验

变量	Test Statstic	1%临界值	5%临界值	10%临界值	结论
e_t	-2.671	-3.709	-2.983	-2.023	平稳

由表3可知，残差项e_t的ADF检验值-2.671＞-2.023，即在10%的显著性水平上拒绝原假设，不存在单位根，此序列满足平稳序列，同时两个变量满足协整关系，由此我们可以建立VAR模型。

此外，我们还需要确定lnGDP和lnGR的滞后阶数，在此需考察期自相关偏相关图，相关结果如图1和图2所示：

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1 0 1 [Autocorrelation]	-1 0 1 [Partial Autocor]
1	0.9108	0.9896	29.112	0.0000		
2	0.8210	-0.4581	53.56	0.0000		
3	0.7324	0.0435	73.684	0.0000		
4	0.6392	0.0189	89.562	0.0000		
5	0.5439	0.2867	101.48	0.0000		
6	0.4488	0.0911	109.91	0.0000		
7	0.3548	-0.0558	115.39	0.0000		
8	0.2676	0.0981	118.64	0.0000		
9	0.1875	0.4022	120.3	0.0000		
10	0.1113	0.2478	120.91	0.0000		
11	0.0426	0.3241	121.01	0.0000		
12	-0.0223	0.3350	121.03	0.0000		
13	-0.0850	0.2705	121.45	0.0000		
14	-0.1441	0.1476	122.7	0.0000		

图1. lnGDP的自相关偏相关图

LAG	AC	PAC	Q	Prob>Q	-1 0 1 [Autocorrelation]	-1 0 1 [Partial Autocor]
1	0.9215	1.0011	29.801	0.0000		
2	0.8408	-0.1217	55.441	0.0000		
3	0.7528	-0.0139	76.705	0.0000		
4	0.6627	-0.0548	93.772	0.0000		
5	0.5665	-0.2640	106.7	0.0000		
6	0.4681	0.1104	115.87	0.0000		
7	0.3676	0.0201	121.75	0.0000		
8	0.2816	0.2428	125.35	0.0000		
9	0.1844	-0.2009	126.96	0.0000		
10	0.0932	-0.0090	127.39	0.0000		
11	0.0112	-0.0353	127.39	0.0000		
12	-0.0602	0.1562	127.59	0.0000		
13	-0.1242	0.4160	128.47	0.0000		
14	-0.1805	0.4517	130.44	0.0000		

图2. lnGR的自相关偏相关图

由图1和图2所知，lnGDP与lnGR均满足自相关拖尾，偏相关一阶截尾，因此建立AR（1）模型，同时对其进行一阶自回归，基于AIC信息准则和施瓦兹准则（SC准则），判定AR（1）模型为最优模型，因此分别建立lnGDP与lnGR的一阶滞后的VAR模型，结果见表4和表5：

表4 lnGDP的AR(1)模型回归结果

变量	系数	标准误	Test Statstic	P值
C	7.660256	2.225626	3.44	0.001
AR(1)	0.996551	0.026353	37.81	0.000
R^2		0.992548		

表5 lnGR的AR(1)模型回归结果

变量	系数	标准误	Test Statstic	P值
C	5.391862	2.049946	2.63	0.009
AR(1)	0.993557	0.042934	23.14	0.000
R^2		0.996126		

在表4和5的回归结果中，lnGDP和lnGR的AR(1)检验均在1%的显著性水平上检验，并且残差平方和（R^2）高达99%，这说明模型的解释程度很高。因此我们可以利用模型进行样本外预测出2018年和2019年的lnGR，然后再逆向计算出2018年和2019年的S省的财政收入（GR）。此外，仍有一个严重的问题没有解决，我们还需要知道偿债基金与财政收入的占比关系，在查阅文献后本文借鉴了文献中的通常取值，即S省的地方财政收入中用于偿还债务部分所占的比重为当年财政收入的8%（茹涛，2009；蒋中元，2011；李腊生，2013），换句话说即M_T是GR的8%。在此将M_T代入公式（3）中，可以计算出σ_m，并结合上文中公式（2）计算出g，相关计算结果如表6所示：

表6 相关参数预测结果

年份	lnGR	GR	M_T	g	σ_m
2018	7.647205	2094.782	167.5826	0.103562	0.047362
2019	7.732676	2281.7	182.536	0.104495	0.048269

接下来，本文将S省1986-2017年年末储蓄额的时间序列数据按照同样的方法，首先将其平滑处理之后进行平稳性检验，如果检验结果平稳，则通过模型进行动态预测，但是如果不平稳，则利用差分序列确立平稳序列之后进行预测。表7展示的是lnURSYE的平稳性检验：

表7 lnURSYE单位根检验

变量	Test Statstic	1%临界值	5%临界值	10%临界值	结论
lnURSYE	5.457	-3.709	-2.983	-2.623	非平稳

由表7可发现lnURSYE为非平稳序列，存在单位根，因此，我们继续对其一阶差分序列进行ADF检验，结果见表8：

表8 lnURSYE的一阶差分序列的单位根检验

变量	Test Statstic	1%临界值	5%临界值	10%临界值	结论
lnURSYE	-3.191	-3.716	-2.986	-2.624	非平稳

由上表可知，lnURSYE的一阶差分序列再5%的显著性水平上拒绝原假设，即lnURSYE的一阶差分序列不存在单位根，是平稳序列。同样的，为了确定lnURSYE的一阶差分序列的滞后阶数，本文继续考察期自相关片相关图，见图3：

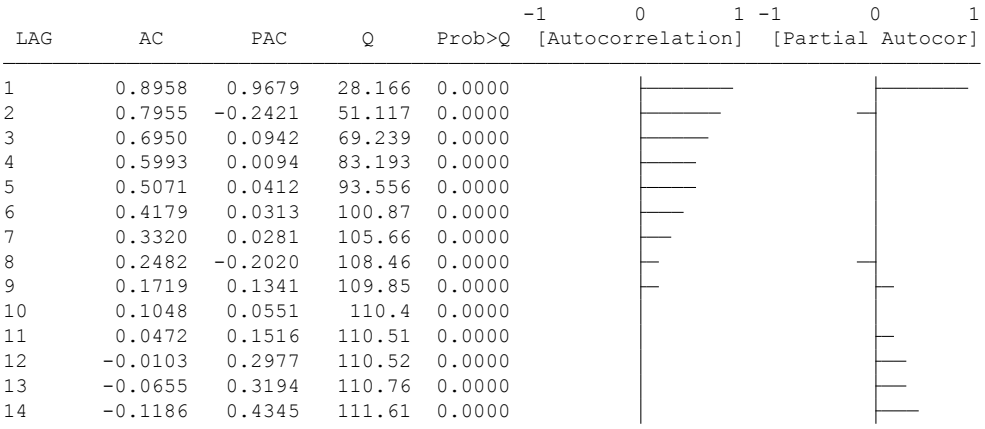


图3. lnURSYE的自相关偏相关图

由上图可知，自相关和偏相关均为1阶截尾，基于AIC信息准则和施瓦兹准则（SC准则），本文建立AR(1)模型，结果见表9：

表9 lnURSYE的AR(1)模型回归结果

变量	系数	标准误	Test Statstic	P值
C	6.953443	3.254845	2.14	0.033
AR(1)	0.996888	0.0372	26.8	0.000
R^2		0.983756		

即：$\ln S = 6.956 + 0.997AR(1)$

根据上表可知，AR(1)再1%的显著性水平上通过检验，残差平方和(R^2)同样高达98%，说明模型拟合的较好。因此，进一步预测出2018和2019年的lnURSYE，并推导相关系数，见表10：

表10 相关参数预测结果

年份	lnURSYE	URSYE	ΔS	g	σ_m
2018	9.999388	22012.99	1874.55	0.326341	0.643853
2019	10.09009	24102.96	2089.972	0.322952	0.635512

根据公式$B_T = r_{t-1}\sum MV + (1+r_t)\sum MV_t$，其中$\sum MV$表示未到期债务总额，$r_{t-1}$表示未到期债务的票面利率，$MV_t$表示到期的债务额，$r_t$为到期债务的票面利率。S省2009年-2017年发行的地方债务以此为63亿、63亿、68亿、85亿、120亿、137亿、518.7063亿、764.1亿、602.1346亿。

因此我们可以根据公式得到2018年2019年的B_T值，具体结果见表11。

表11 B_T值推算结果

年份	2018	2019
B_T值	231.5547	354.1667

4.3 结果分析

（1）根据本文预测的结果，发行的地方债一般为3年期、5年期、7年期和10年期，因此本文假设Δ t为3、5、7、10，并且假设q=1，这意味着本文假设地方政府债务可以实现完全转移。因本文在中央政府兜底的情况下，借助修正的KMV模型，从而计算出S省2018-2019年的违约距离（DD）以及违约概率（P），具体结果见表12：

表12 地方政府债务违约距离和违约概率

年份	2018				2019			
Δt	3	5	7	10	3	5	7	10
违约距离	3.32494	3.19365	2.93784	2.79743	3.31787	3.04841	2.89528	2.67401
违约概率	0.0034	0.0037	0.0044	0.0046	0.0036	0.0039	0.0045	0.0048

在计算地方债务发行的违约概率区间时，一般情况下仍要借鉴评估工资债券所参照的信用等级。一般来讲，地方债券的风险要普遍大于公司债券，标普BBB和穆迪Baa3评定公司债券的预期违约概率应在0.5%之内波动，绝大多数情况下在0.2%-0.3%之间。因此，我国地方政府债券的违约概率也不应超过0.5%这一警戒线。

由表12可知，在q=1的情况下，即中央政府全盘承接S省地方债的情况下，违约概率均小于0.5%，在相对安全的区间，因此违约的可能性较低。

（2）当违约概率P=0.5%时，根据公式（6）得到DD=0.7153，再将Δ t=3、5、7、10依次带入公式（1），通过逆运算推到q值，结果如表13所示：

表13 0.5%违约概率下转移系数值

年份	2018				2019			
Δt	3	5	7	10	3	5	7	10
违约概率	-0.1283	-0.1395	-0.1528	-0.1654	-0.1147	-0.1219	-0.1375	-0.1493

由表13可知，当P=0.5%时，转移系数q均小于零。这意味着S省可以在不接受地方政府资助的情况下偿还债务，因此S省未来两年的地方债务违约风险较低。

5. S省债务风险管理的政策建议

本文利用改进的KMV模型对中国西部S省的地方政府债务风险进行了测算，发现目前S省的地方政府债务规模上在可控范围内。然而，这并不等于S省的地方政府债务问题不严重，相反，S省的地方政府债务问题风险可能远高于本文的测量结果。其中的关键在于，由于数据可得性的原因，本文在测算过程中仅仅使用的是财政部代理发行的地方政府债务，在实际情况中，这仅仅占地方政府债务总额的一小部分。由于新出台的《预算法》严格控制了地方政府的发债规模，因此地方政府往往通过成立各式各样的投融资平台进行举债，也就是所说的“城投债”，这一类债券规模庞大、体量惊人，是目前我国地方政府债务的主要组成部分。然而，由于这一部分数据在目前条件下不可得，所以无法将其纳入本文的分析，但是我们仍然要对其高度警惕，防止“城投债”的迅速扩张，从而缓解目前地方政府面临的债务风险。

基于此，本文结合已有研究提出以下几点政策建议：

首先，完善政府债务管理体制。一是严格按照《预算法》、“国发43号文件”和相关法律规定，防范和化解存量债务风险，禁止借新债还旧债，提高地方经济运行质量;二是实行举债归口管理，加大对政府融资集中统管力度，指定专门机构对政府举债进行论证、许可和统管，严令制止政府违规担保，严格审批BT、垫资施工、信托融资、融资租赁等融资申请，严把举债融资审批关口，抓好债务管理头寸;三是对赤字和发债实行硬约束，将举债融资纳入党政领导干部问责范围，把政府负债作为评价领导干部任期履职和考核的重要依据，并追究相关人员的责任;四是提高地方政府的守法意识和守信意识，禁止和避免违规举债、变相担保、违法融资等行为的发生，切实提高政府公信力。

其次，要大力推进地方政府债务的信息公开制度，以提高社会监督力度。必须严格按照财预（2017）87号的要求，一方面是将地方政府的年度预算中的政府购买服务总金额和政府购买服务的相关预算信息及时向社会公众公开，提高预算的透明度；另一方则是要将政府购买服务内容、承接主体购买方式、合同期限和金额及绩效评价等政府购买相关信息及时在政府采购网系统公开，以提高社会监督的力度。

最后，要拓宽政府债务融资渠道。一是转变政府融资模式，改变以政府融资平台举债为主的传统模式，逐步转向以发行融资债券为主的融资渠道上来。引导地方政府在一定约束条件下发行基础设施融资债券，并将债务纳入公共监督系统，实行阳光举债融资，保障政府具备稳定的偿债来源;二是清除民间资本进入基础设施和公益性等领域的体制机制障碍，充分利用民间资本资源，通过特许经营权制度建设等吸引民间资本直接参与基础设施建设，采用PPP、BOT、TOT等多种先进的项目融资模式，减轻地方政府举债偿债压力;三是借鉴西方发达国家经验，推行市场化购买试点，吸引私人资本直接参与基础设施建设，按照市场经济等价交换规则，对私人承建的公益项目和基础设施工程进行一次性政府购买，放开民间资本准入限制。

References

[1] Hana Polackova. 财政风险管理:新理念与国际经验，中国财政经济出版社.

HANA POLACKOVA. Financial Risk Management: New Concepts and International

Experiences[M],China Financial and Economic Press.

[2] 陈本凤. 乡镇债务的制度成因及其化解[J]. 农村经济, 2006(01):122-124

CHEN B F. Institutional Causes and Solutions of Rural Debt [J]. Rural Economy, 2006(01):122-124.

[3] 冯静, 石才良. 地方政府债务违约的博弈理论分析[J]. 中央财经大学学报, 2006(03):6-10.

FENG J, SHI C L. Analysis on the Game Theory about Local Government Debt Default [J]. Journal of Central University of Finance and Economics, 2006(03):6-10.

[4] 韩立岩, 郑承利, 罗雯, 杨哲彬. 中国市政债券信用风险与发债规模研究[J]. 金融研究, 2003(02):85-9.

HAN L Y, ZHENG C L, LUO W, YANG Z B. Study on the Municipal Government Bonds Credit Risk and Scale of Issuing Bonds[J]. Financial Research, 2003(02): 85-9.

[5] 贾康, 白景明. 县乡财政解困与财政体制创新[J]. 经济研究, 2002(02):3-9.

JIA K, BAI J M. County and Township Finance Solution and Financial System Innovation [J]. Economic Research, 2002 (02): 3-9.

[6] 蒋忠元. 地方政府债券发行过程中的信用风险度量和发债规模研究——基于 KMV 模型分析江苏省地方政府债券[J]. 经济研究导刊, 2011(19):61-62.

JIANG Z Y. Credit Risk Measurement and Debt Issuance Size in the Process of Local Government Bond Issuance----Analysis of Local Government Bonds in Jiangsu Province Based on KMV Model[J].Economic Research Journal,2011(19):61-62.

[7] 李江波. Knight 不确定性下的市政债券信用风险度量[D]. 首都经济贸易大学, 2010.

LI J B. Measurement of Municipal Bond Credit Risk under Knight's Uncertainty [D].Capital University of Economics and Business,2010.

[8] 李腊生, 耿晓媛, 郑杰. 我国地方政府债务风险评价[J]. 统计研究, 2013, 30(10):30-39.

LI L S, LOU X Y, Z J. Evaluation of Local Government Debt Risk in China [J]. Statistical Research, 2013, 30(10):30-39.

[9] 刘谊, 刘星, 马千真, 陈元春. 地方财政风险监控体系的建立及实证分析[J]. 中央财经大学学报, 2004(07):1-5.

LIU Y, LIU X, MA Q Z, CHEN Y C. Establishment and Empirical Analysis of Local Fiscal Risk Monitoring System[J]. Journal of Central University of Finance and Economics, 2004(07):1-5.

[10] 马德功, 马敏捷. 地方政府债务风险防控机制实证分析——基于 KMV 模型对四川省地方债风险评估[J]. 西南民族大学学报(人文社会科学版), 2015, 36(02):139-144.

MA D G, MA M J. Empirical Analysis on the Prevention and Control Mechanism of Local Government Debt Risk----Based on the KMV Model's Risk Assessment of Sichuan Provincial Local Debt[J]. Journal of Southwest University (Humanities and Social Sciences), 2015,36(02) :139-144.

[11] 裴育, 欧阳华生. 我国地方政府债务风险预警理论分析[J]. 中国软科学, 2007(03):110-114+119.

YAN Y, Ouyang Huasheng. Analysis of China's Local Government Debt Risk Early Warning Teory [J]. China Soft Science, 2007 (03): 110-114.

[12] 苏忠林. 中国地方政府债务管理研究[J]. 武汉金融, 2006(04):48-49.

SU Z L. Research on Chinese Local Government Debt Management[J].Wuhan Finance,2006(04):48-49.

[13] 谢虹. 地方政府债务风险构成及预警评价模型构建初探[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2007(07):63-65.

XIE H. A Preliminary Study on the Formation of Local Government Debt Risk and the Construction of Early Warning Assessment Model[J]. Modern Finance and Economics, 2007(07):63-65.

[14] 徐占东, 王雪标. 中国省级政府债务风险测度与分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2014, 31(12):38-54.

XU Z D, WANG X B. Measurement and Analysis of Debt Risk of Provincial Governments in China[J]. The Journal of Quantitative & Technology Economics, 2014, 31(12):38-54.

[15] 张锋欣, 史占中. 我国地方政府债务安全边界探讨及风险测度[J]. 经济数学, 2014, 31(01):8-12.

ZHANG F X, SHI Z Z. Discussion and Risk Measurement of Local Government Debt Security in China[J].Economic Mathematics,2014,31(01):8-12.

[16] 周绍朋, 郭全中. 地方财政风险何以积重难返[J]. 经济研究参考, 2005(23):21-22.

ZHOU S P, GUO Q Z. Why is Local Fiscal Risk Hard to Return? [J]. Economic Research Reference, 2005(23): 21-22.

[17] 周雪光. “逆向软预算约束”:一个政府行为的组织分析[J]. 中国社会科学, 2005(02):132-143+207.

ZHOU X G. Reverse Soft Budget Constraint: An Organizational Analysis of Government Behavior [J]. Chinese Social Sciences, 2005 (02):132-143.

[18] 周业安, 赵晓男. 地方政府竞争模式研究——构建地方政府间良性竞争秩序的理论和政策分析[J]. 管理世界, 2002(12):52-61.

ZHOU Y, ZHAO X N. Study on the Competition Model of Local Governments: A Theoretical and Policy Analysis of Establishing a Benign Competitive Order among Local Governments [J]. Management World, 2002(12):52-61.

中国当前的地方财政债务风险管理研究
——以S省为例

韩锦绵 刘映辰

韩锦绵*
副教授
西北大学经济管理学院
西安710127，中国
Email: jinmianh@nwu.edu.cn

刘映辰
研究生
西北大学经济管理学院
西安710127，中国
Email: lyclovelife@126.com

关键词：地方财政债务风险，风险暴露，风险管理，S省

摘要：地方财政债务风险已经是影响我国经济稳定、金融安全的重大隐患，2013年新修订的《预算法》强调逐步清理地方财政债务，推动多种方式的地方债置换。然而，目前各地还未建立完善的债务风险预警与化解机制及债务偿还制度。要想实现对地方政府债务风险的管理与控制，必须要对地方政府债务风险现状进行合理的评估，进而将债务风险管理规范化。由于我国地方对中央存在依存关系，中央政府极有可能最终为地方政府债务兜底，因此本文从博弈论的角度分析我国地方政府债务出现的原因以及地方债务危机与央地关系的具体逻辑关系，并选取S省1986-2017年的时间序列数据，构造VAR模型预测S省2018年和2019年的财政收入及居民储蓄余额，最后采用改进的KMV模型对其地方债务风险进行评估。根据评估结果，在S省地方政府债务风险分析和测度的基础上，就如何缓解地方政府债务危机、防控及管理债务风险提出相关政策建议。

Study on Real Estate Industry and Its Contagion to Credit Risk of Commercial Banks

LIU Xiangyu, ZHENG Sujin

LIU Xiangyu
Department of Insurance
Central University of Finance and Economics
Beijing 102206, China
Email: 1090594934@qq.com

ZHENG Sujin
Professor
Department of Insurance
Central University of Finance and Economics
Beijing 102206, China
Email: zhengsj2000@hotmail.com

Keywords: Real Estate Industry, Banking Industry, Contagion Effects of Credit Risks, KMV, Associate Rules

Abstract. The United States subprime mortgage crisis in 2008 ever destructed the financial system, leading to a large number of terrible aftermaths such as the large-scale bank runs, the extreme shortage of money and the bankruptcies of many financial institutions. There exists a strong relationship between the real estate industry and the banking industry, in which the commercial banks provide mortgages to the real estate buyers. And China has seen a rapid development in the real estate business over the last a few years, with the incremental housing loan accounting for more than 50% of the total incremental loans of the banks. Therefore, it's of vital importance to investigate the contagion effects between the two industries in China. This passage, according to the industry classification benchmark set by Shenyin Wanguo, selects 13 real estate companies and 13 commercial banks respectively from Shanghai and Shenzhen stock markets. And it collects the stock prices and some necessary financial data of these companies. After that, based on the data such as equity value E, the stock volatility σ_E, the point of default DP and the risk-free yield r, this passage uses KMV model and Matlab to calculate the asset value V_A and the vitality of asset value σ_A, which help to calculate the distances of default, measures of credit risks, from year 2015 to year 2017 of these companies. Finally, setting the minimum support and the minimum confidence, this passage uses Association Rules to do data mining in terms of the figures for distances of default. And I just find that some real estate companies do be strongly relevant to some commercial banks in terms of credit risks. Besides, the contagion effects are stronger within the banking industry than those within the real estate industry.

2007-2009 环球金融危机开始于房屋信贷危机的爆发，也就是房屋次级贷款。房屋次贷危机使投资者对按揭证券失去信心，进而引发大规模流动性风险。这场危机在 2008 年 9 月开始失控，引发包括银行在内的大量金融机构的倒闭。房地产始终是金融周期中的重要一环，房地产泡沫的破灭会引发一系列金融风险的爆发。在中国，房地产业和银行业都是体量巨大的行业，涉及范围广阔，任何一个行业的崩溃都会给中国金融市场和中国经济带来沉重的打击。房地产与银行业信用风险之间的传染关系的研究可以使每个行业及时识别潜在的信用危机，做出风险预防措施，减少潜在的信用风险发生可能性。

本文以沪深股市房地产和银行两个行业各 12 家上市公司为研究样本，搜集其股票数据以及相关财务数据，并根据现代信用风险量化模型——KMV 模型和 Matlab 计算其违约距离 DD。最后，本文将样本公司违约距离数据转换为布尔型数据，借助 SPSS Clementine 数据挖掘工具的 Apriori 算法进行关联性分析。

1. 文献综述

1.1 信用风险度量

信用风险量化问题一直为很多学者和机构研究。信用风险评估有很多传统方法也有一些现代化方法。

传统方法主要有评级机构评级、专家打分、多元判别分析、Logistic 回归模型以及人工神经网络模型。国际三大评级机构标准普尔(Standard & Poor's)、穆迪(Moody)、惠誉(Fitch)会对上市企业进行评级，并给出每个级别对应的违约概率。Altman(1986)运用多元判别分析，根据财务数据分析分析公司财务危机和违约风险，根据 Z 得分，判定公司违约风险的大小。Altman(1995)曾将人工神经网络模型与多元判别分析的 Z-Score 模型结果进行比较，发现神经网络模型结果不比多元判别分析模型更优。

信用风险管理的现代化方法主要有:JP 摩根的信用度量术模型(Credit Metrics)、KMV 公司的 KMV 模型、瑞士银行金融产品开发部的信用风险附加模型（Credit Risk+）和麦肯锡公司的信用组合观点模型(Credit Portfolio View)。信用度量术模型(Credit Metrics）是由 JP 摩根于 1997 年推出的，该模型旨在提供一个风险价值框架内估计信用风险的方法，模型的核心思想是组合价值的变化不仅受到债务人违约的影响，而且也会受到债务人信用等级转移的影响。KMV 模型是有 KMV 信用风险管理公司开发的一种违约预测模型。该模型基于 Black-Scholes-Merton 期权定价理论，将公司股权价值看作以公司资产价值为对象、以负债水平为行权价格的欧式看涨期权，把信用风险与违约联系在一起，通过违约概率（或者违约距离）来估计信用风险的大小。信用风险附加模型（Credit Risk+）是瑞士银行金融产品开 发部于 1996 年开发的信用风险管理系统，它应用保险经济学中的保险精算方法来计算债券或贷款组合的损失分布。信用组合观点模型（Credit Portfolio View）是由麦肯锡公司应用计量经济学理论和蒙特卡罗模拟法，于 1998 年开发出的一个多因素信用风险量化模型，它主要用于信贷组合风险的分析。

1.2 传染性研究

信用风险的传染对于潜在信用风险预警极为重要。所谓信用风险传染，是指些个体发生信用风险状况变动时，由于和其他某些个体存在联系，导致其他个体信用风险状况也出现同方向变动。郭超（2016）利用违约强度过程和图聚类方法对发债企业之间的信用风险关系进行刻画，当债券市场出现信用事件时，通过信用风险传染模型能较为准确出需

要重点关注的对象。冷梅（2009）利用关联规则对信用风险量化值进行关联分析，分析其所选行业信用风险传染关系。

2. 研究思路

本文研究的是我国房地产业与银行业信用风险的传染关系，因此如何去度量信用风险和如何研究信用风险的传染是两个最关键的问题。本文研究主要分为以下几个步骤：

2.1 样本选取与数据搜集

本文根据申银万国行业分类从房地产和银行两个行业各选取沪深股市 20 家上市公司，再剔除财务数据不完整和停牌日较多的公司，最终两个行业各保留 12 家公司。

然后本文从 Wind 数据库导出样本公司的 2014-2017 年股票收盘价、流通股数量、限售股数量、每股净资产、流动负债、长期负债以及总负债等数据。

2.2 信用风险度量

本文选取 KMV 模型作为信用风险度量手段，因为 KMV 模型的算法所要求的数据容易获取，且经实证研究 KMV 模型在中国具有适用性。利用 KMV 模型，本文根据上述数据以及 Matlab 迭代方法，计算得到样本公司 2015 年 1 月 1 日-2017 年 12 月 31 日所有股票交易日的违约距离DD大小。

2.3 信用风险传染性分析

本文利用关联规则研究不同个体信用风险变动的关系。首先将上述违约距离DD值转换为 True-False 的布尔型数据。然后利用 SPSS Clementine 数据挖掘软件中的 Apriori 算法，得到预设支持度和置信度下的强关联规则。

3. 信用风险量化

3.1 模型介绍

3.1.1 模型背景

在现代金融理论不断完善的今天，金融工程技术的发展和新巴塞尔协议促进了信用管理方法和信用风险度量方法的不断进步。美国 KMV 信用评估公司提出了较为实用和先进的 KMV 信用风险量化模型。KMV 模型以 Black-Scholes-Merton（以下称 B-S-M 公式）期权定价理论为基础，以此构建信用风险量化方法。

在 B-S-M 期权定价理论中，将证券价值C看成证券价格S的欧式看涨期权:

$$C = \begin{cases} S - X, & S > X \\ 0, & S \leq X \end{cases} \quad (1)$$

根据 B-S-M 的一系列推导和假设，得到证券价值C（即该欧式期权价值）的价值表达式：

$$C(S,t) = SN(d1) - Xe^{-r(T-t)}N(d2) \quad (2)$$

C(S,t)：欧式看涨期权价值

X：合同履约价

T：合同到期日； t：当前日期

2、计算资产价值与资产价值波动率

在 KMV 模型中，将公司股权价值视为欧式看涨期权，以公司资产为标的，以负债水平为行权价格，因此同样应用 B-S-M 理论，得到如下两个等式：

$$V_E = V_A N(d1) - De^{-rT}N(d2) \quad (3)$$

$$\sigma_E = \frac{V_A N(d1)}{V_E}\sigma_V \quad (4)$$

其中：

$$d_1 = \frac{ln\left(\frac{V}{D}\right) + (r + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma_A T} \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_A\sqrt{T} \quad (5)$$

联立公式（3）和（4）可以，若已知股权价值价值V_E、股权价值波动率σ_E、无风险收益率r以及T,则可以计算资产价值V_A和资产价值波动率σ_A。

3、根据V_A和σ_A求违约距离 DD

违约距离 DD 的定义为资产价值V_A与违约点 DP 之间的距离与资产价值V_A和资产价值波动率σ_A乘积之间的比值，它与公司的规模无关。

$$DD = \frac{V_A - DP}{V_A\sigma_A} \quad (6)$$

违约点DP定义为流动负债与总负债之间的一个点，在设定DP后，由求得的V_A和σ_A可以得到违约距离 DD,以此作为信用风险大小的量化值。

3.2 样本及数据选取

本文股票数据以及财务数据均来自于 Wind 数据库，搜集了样本公司的股票收盘价、流通股数量、限售股数量、每股净资产、流动负债、长期负债、总负债等数据。

3.2.1 样本选择

本文研究房地产业与银行业之间信用风险的传染性，因此需要从房地产和银行业两个行业选取一部分公司作为样本进行研究。本文根据申万宏源行业分类，从沪深股市房地产和银行两个行业各选取 20 家公司，剔除有大量停牌日或者其他财务数据不完整的公司，在两个行业中各保留 12 家作为样本，公司如下：

表 1. 两个行业中 12 家样本公司

行业	房地产	银行
样本公司	深物业 A	平安银行
	沙河股份	宁波银行
	中国国贸	华夏银行
	保利地产	民生银行
	浙江广厦	招商银行
	冠城大通	农业银行
	宋都股份	交通银行
	华联控股	工商银行
	大龙地产	光大银行
	金融街	建设银行
	新湖中宝	中国银行
	鲁商置业	中信银行

3.2.2 时间选取

首先 T 选取为 1 年，也就是以过去一年的数据来计算现在的违约距离。时间区间选择为 2015 年 1 月 1 日到 2017 年 12 月 31 日，计算该区间各公司在每个交易日的违约距离DD。

3.2.3 股权价值V_A和股权价值波动率σ_A

（1）股权价值V_A

上市公司的股票分为流通股和非流通股（限售股），因此上市公司股权价值也就喂流通股价值和非流通股价值的和。流通股价值为流通股数与股票收盘价的乘积，而限售股由于没有公开价格，因此认为其价值为限售股数量与每股净资产的乘积。

（2）股权价值波动率σ_A

股权价值波动率为股票价格的波动率，股票价格波动率定义为股票价格收益率的波动率，这里股票收益率用对数收益率表示：

$$u_t = ln\frac{S_{t+1}}{S_t} \quad (7)$$

其中S_t表示t交易日的股票收盘价

每日股票价格波动率为：

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{n}(u_t - \bar{u})^2} \quad (8)$$

n 为 T 时间内交易日数量，ū为收益率的样本均值

由此我们可以得到时间 T 内股权价值波动率：

$$\sigma_E = \sqrt{n}\,\sigma_0 \quad (8)$$

3.3 信用风险险量化结果

本文利用 KMV 模型计算违约距离DD的方法和上述搜集的样本数据，借助 Matlab 迭代技术（代码见附件），计算得到申万房地产业和银行业共 24 家公司 2015 年-2017 年股票交易日的违约距离，每个公司违约距离数据样本容量为 732。房地产和银行业部分公司 2015 年 1-2 月违约距离如下表 2 和表 3 所示：

表 2 房地产业部分公司 2015 年 1-2 月违约距离

日期	深物业 A	沙河股份	中国国贸	保利地产	浙江广厦	冠城大通	宋都股份
2015/1/5	2.875982	2.533759	2.877099	2.305297	2.155341	2.408678	2.479086
2015/1/6	2.866149	2.536351	2.868354	2.285444	2.156427	2.394146	2.478346
2015/1/7	2.882712	2.55169	2.877977	2.312209	2.170795	2.410251	2.486003
2015/1/8	2.873134	2.550332	2.86958	2.286467	2.170751	2.382158	2.483712
2015/1/9	2.873717	2.549296	2.868404	2.28158	2.175053	2.38448	2.479143
2015/1/12	2.853275	2.545084	2.848531	2.270501	2.177751	2.371337	2.479889
2015/1/13	2.867489	2.558528	2.847909	2.268097	2.178613	2.382852	2.481587
2015/1/14	2.860738	2.567293	2.853304	2.2729	2.178629	2.384028	2.469391
2015/1/15	2.862736	2.576366	2.851925	2.249205	2.179127	2.391623	2.469881
2015/1/16	2.862671	2.57624	2.851894	2.245419	2.179127	2.385403	2.477966
2015/1/19	2.787238	2.558727	2.797399	2.153293	2.179127	2.317832	2.443329
2015/1/20	2.785507	2.557439	2.781562	2.154577	2.16385	2.317042	2.439648
2015/1/21	2.782015	2.556162	2.763042	2.142387	2.165456	2.310382	2.427418
2015/1/22	2.783883	2.561215	2.762676	2.144322	2.170395	2.311886	2.427028
2015/1/23	2.81034	2.567011	2.796744	2.172339	2.170432	2.367242	2.433413
2015/1/26	2.785418	2.551861	2.800423	2.170956	2.172386	2.367995	2.435184

2015/1/27	2.784472	2.552615	2.800068	2.152676	2.174533	2.370806	2.435348
2015/1/28	2.7847	2.555343	2.790279	2.137809	2.176974	2.374574	2.427145
2015/1/29	2.785741	2.555415	2.788525	2.137179	2.177319	2.374906	2.423015
2015/1/30	2.782622	2.558311	2.787743	2.140205	2.171311	2.368616	2.423603
2015/2/2	2.781896	2.548497	2.777974	2.133462	2.168819	2.366093	2.405059
2015/2/3	2.780468	2.54816	2.777546	2.13274	2.169717	2.366555	2.40583
2015/2/4	2.785945	2.551984	2.782823	2.131309	2.170025	2.373753	2.406468
2015/2/5	2.775769	2.553088	2.782818	2.130909	2.169962	2.374522	2.405991
2015/2/6	2.762066	2.545691	2.780651	2.103034	2.153638	2.368668	2.402423
2015/2/9	2.768085	2.543762	2.778706	2.104368	2.156749	2.368745	2.399645
2015/2/10	2.769649	2.5511	2.777865	2.105731	2.156078	2.370082	2.400175
2015/2/11	2.767958	2.551956	2.778096	2.108493	2.156251	2.369379	2.401734
2015/2/12	2.768684	2.552047	2.785472	2.109611	2.158061	2.371584	2.401101
2015/2/13	2.76581	2.550822	2.789082	2.110002	2.158807	2.37096	2.40281
2015/2/16	2.766268	2.552971	2.796088	2.106493	2.173674	2.376261	2.406316
2015/2/17	2.772831	2.555568	2.796949	2.111141	2.187389	2.383785	2.405772
2015/2/25	2.790022	2.560165	2.796401	2.145712	2.1981	2.404841	2.442384
2015/2/26	2.791071	2.570715	2.809467	2.143834	2.200445	2.403935	2.387569
2015/2/27	2.791145	2.571094	2.810286	2.143263	2.201759	2.407726	2.377195

表 3 银行业部分公司 2015 年 1-2 月违约距离

日期	平安银行	宁波银行	华夏银行	民生银行	招商银行	农业银行	交通银行
2015/1/5	1.576952	1.602609	1.20594	2.037058	2.53554	2.240722	2.035858
2015/1/6	1.560453	1.571867	1.186103	1.992947	2.518146	2.261165	2.007043
2015/1/7	1.535949	1.557906	1.172994	2.010782	2.490906	2.235424	1.980328
2015/1/8	1.480491	1.490839	1.113501	1.971345	2.410945	2.142988	1.926878
2015/1/9	1.491682	1.50883	1.134441	1.978425	2.424023	2.15519	1.921353
2015/1/12	1.459853	1.462487	1.114277	1.951676	2.413083	2.108595	1.917737
2015/1/13	1.451054	1.440562	1.106971	1.932683	2.395605	2.10414	1.919515
2015/1/14	1.465775	1.451571	1.129614	1.943574	2.417028	2.129025	1.9405
2015/1/15	1.506318	1.495932	1.187045	1.967725	2.447606	2.164908	1.969042
2015/1/16	1.50833	1.498069	1.190259	1.966259	2.457727	2.191236	2.001574

2015/1/19	1.293083	1.273828	0.997262	1.759234	2.139114	1.8964	1.785376
2015/1/20	1.29525	1.301505	0.998698	1.792209	2.140062	1.905626	1.784993
2015/1/21	1.343496	1.365763	1.058617	1.829827	2.177458	1.952019	1.820491
2015/1/22	1.331989	1.355064	1.045756	1.847513	2.160598	1.935652	1.826356
2015/1/23	1.348327	1.367227	1.06817	1.867051	2.16683	1.939743	1.824039
2015/1/26	1.343127	1.374782	1.057848	1.878809	2.15745	1.929886	1.807996
2015/1/27	1.306369	1.342309	1.023198	1.843041	2.122485	1.887915	1.76115
2015/1/28	1.31657	1.318084	1.00555	1.812927	2.104605	1.870784	1.733691
2015/1/29	1.300579	1.305686	0.974826	1.774479	2.088108	1.832101	1.721415
2015/1/30	1.303543	1.305664	0.975155	1.758656	2.085341	1.814682	1.703836
2015/2/2	1.272299	1.275154	0.95048	1.716504	2.058962	1.742995	1.639805
2015/2/3	1.301175	1.305816	0.976121	1.737449	2.093327	1.770848	1.667453
2015/2/4	1.277007	1.280167	0.939492	1.708889	2.063022	1.751559	1.642656
2015/2/5	1.291674	1.323058	0.942346	1.710077	2.066712	1.73301	1.640573
2015/2/6	1.261195	1.259602	0.919137	1.709204	2.059985	1.676865	1.61942
2015/2/9	1.264866	1.26705	0.927075	1.737383	2.07442	1.681613	1.641387
2015/2/10	1.289238	1.300459	0.951021	1.748264	2.095085	1.699393	1.661097
2015/2/11	1.28578	1.295709	0.944759	1.753187	2.093195	1.694803	1.655606
2015/2/12	1.302595	1.317728	0.956822	1.748833	2.091094	1.690851	1.655913
2015/2/13	1.315543	1.337499	0.997891	1.75598	2.100157	1.717071	1.658993
2015/2/16	1.315266	1.36152	0.9823	1.751046	2.085446	1.709243	1.653629
2015/2/17	1.323386	1.388981	0.987631	1.755868	2.091358	1.718224	1.6583
2015/2/25	1.312847	1.34235	0.94827	1.750144	2.074487	1.710427	1.645053
2015/2/26	1.338785	1.393521	0.982228	1.768003	2.105876	1.735371	1.661885
2015/2/27	1.330917	1.378306	0.960576	1.763029	2.109163	1.730713	1.654339

4. 关联规则研究传染性

4.1 信用风险传染

同一行业或者不同行业的公司，由于相互之间存在种种关联，往往存在很强的关联性。某个公司或者某个行业因为一些偶然事件的发生，往往会导致与之存在较强关联性的公司收到影响。公司或者行业的运营状况或者偶然事件的发生，往往表现在信用风险的变动上，因此信用风险理应在相互联系紧密的公司和行业间存在传导效应。信用风险

的传染，即某些个体的信用风险发生变动的情况下，另外一些个体也会发生同方向的信用风险变动。

4.2 关联规则

关联规则最初是根据购物篮分析（Market Basket Analysis）提出的，超市想了解顾客的购物习惯，即在顾客购买某件商品时，是否会大概率购买另一商品此类分析可以有助于超市合理摆放商品，将购买关联性强的商品放在一起，以扩大销量。

根据韩家炜等观点，关联规则定义如下：

$I=\{I_1,I_2,\ldots,I_m\}$为项的集合，I_i表示不同的项。给定一个交易数据库 D，这个交易数据库包含多个事物（即多次交易），其中每个事物t是I非空子集，每个交易（事物）与与一个唯一的标识符 TID（Transaction ID）对应。

其中支持度定义为 D 中同时包含 X 和 Y 的事物数占总事物数 D 的百分比，支持度反应的是频率是否达到要求，$support(X\rightarrow Y)=P(X\cup Y)$；

置信度定义为 D 中事物已包含 X 的情况下，包含 Y 的概率，即条件概率，表示X发生的情况下，有多大概率Y也发生，$confidence(X\rightarrow Y)=P(Y|X)$。

进行关联分析时，需要认为确定支持度和置信度的阈值,即最低支持度min _sup和最低置信度min _conf。满足最低支持度和最低置信度的关联规则将被筛选出来，被认为是在该支持度和置信度下的强关联规则。

4.3 数据处理

为了进行关联分析，本文将连续的违约距离数据做相应处理，转换为布尔型数据。将前后两个股票交易日的违约做差（DD_i-DD_{i-1}），若差值小于 0，则定义为 Ture；若差值大于 0，则定义为 False。因此，True 表示违约距离的减小，即信用违约风险的增大；False 表示违约距离的增加，即信用违约风险的减小。

表 4 前后两个股票交易日的违约差

日期	深物业 A	沙河股份	中国国贸	保利地产	浙江广厦	冠城大通
2015/1/5	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE
2015/1/6	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
2015/1/7	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE
2015/1/8	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
2015/1/9	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE
2015/1/12	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
2015/1/13	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE

2015/1/14	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
2015/1/15	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE
2015/1/16	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE
2015/1/19	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE
2015/1/20	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE
2015/1/21	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE
2015/1/22	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
2015/1/23	TRUE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
2015/1/26	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
2015/1/27	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
2015/1/28	FALSE	FALSE	TRUE	TRUE	FALSE	FALSE
2015/1/29	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	TRUE
2015/1/30	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE	TRUE

4.4 传染性分析

4.4.1 算法实现

在做好上述数据准备工作后，本文需要针对违约距离转换得到的布尔型数据进行关联分析。进行关联分析有多种算法，其中最典型也是最广泛应用的算法即 Apriori 算法。实现 Apriori 算法的工具有很多，这里选择数据挖掘软件 SPSS Clementine 实现 Apriori 算法进行关联分析。SPSS Clementine 是一款数据挖掘软件，它包含多种数据挖掘算法，Apriori 算法也是其包含的算法之一。因此可以利用 SPSS Clementine 较为方便快捷地进行关联分析。

SPSS Clementine 关联分析步骤如下：

（1）将前面 True-False 的 Excel 数据转换为 txt 文本文件；

（2）在 Favorites 中选择 var.file，并拖入到工作区。编辑 var.file，选取前面的 txt 文件，导入数据；

（3）再从 Field Ops 中选择 type，拖入到工作区，并建立 var.file 和 type 的连接，在 type 中对数据相关属性进行恰当的设定；

（4）最后从 Modeling 中选择 Apriori 算法，拖入工作区，建立和 type 之间的连接，同时选取前项和后项，设定支持度和置信度阈值。

（5）最后运行 Apriori 算法，即可筛选出强关联规则对象。

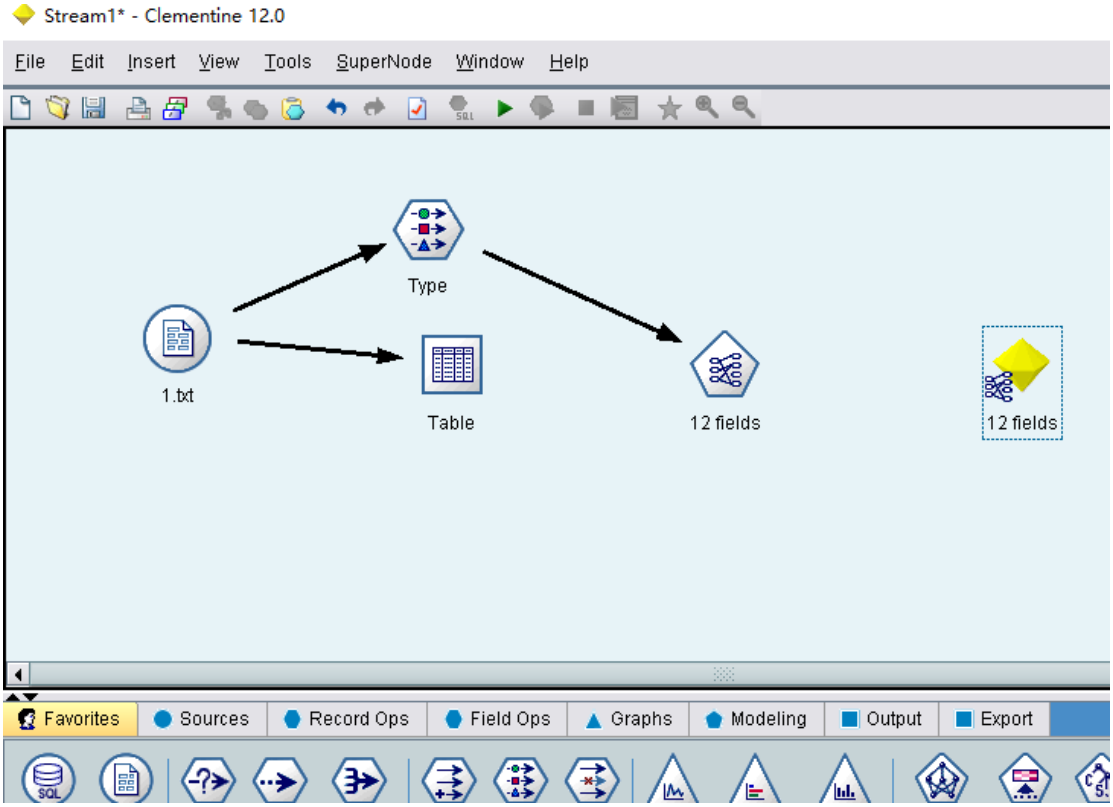


图 1. Apriori 算法的关联分析

4.4.2 行业间分析

（1）房地产-银行

这里主要研究房地产信用风险的变动是否会对银行业信用风险造成一定影响，因此设置前项（Antecedents）为 12 家房地产公司，设置后项（Consequents）为 12 家银行。设置$min\ _sup = 20\%$，$min\ _conf = 65\%$，最大前项数为 5，得到结果如下：

表 5. 房地产信用风险与银行业信用风险关联性分析

序号	规则	支持度%	置信度%
1	保利地产 ∧ 深物业 A → 宁波银行	22.13	72.22
2	保利地产 ∧ 中国国贸 → 宁波银行	20.36	69.80
3	金融街 ∧ 深物业 A → 宁波银行	20.63	69.54
4	金融街 ∧ 保利地产 → 宁波银行	23.63	68.79
5	保利地产 ∧ 深物业 A → 建设银行	22.13	68.59
6	保利地产 ∧ 深物业 A → 华夏银行	22.13	68.52
7	金融街 ∧ 宋都股份 → 宁波银行	20.22	68.24
8	保利地产 ∧ 深物业 A → 平安银行	22.13	67.90
9	保利地产 ∧ 深物业 A → 光大银行	22.13	67.90

10	保利地产 ∧ 中国国贸 → 平安银行	20.36	67.79
11	鲁商置业 ∧ 新湖中宝 → 平安银行	20.77	67.76
12	鲁商置业 ∧ 冠城大通 → 平安银行	22.00	67.70
13	金融街 ∧ 保利地产 → 建设银行	22.63	67.63
14	金融街 ∧ 深物业 A → 平安银行	20.63	67.55
15	保利地产 ∧ 冠城大通 → 宁波银行	21.86	67.50
16	保利地产 ∧ 深物业 A → 中信银行	22.13	67.28
17	金融街 ∧ 宋都股份 → 平安银行	20.22	66.90
18	金融街 ∧ 中国国贸 → 平安银行	20.22	66.90
19	金融街 ∧ 中国国贸 → 宁波银行	20.22	66.90
20	金融街 ∧ 深物业 A → 建设银行	20.63	66.89
21	保利地产 ∧ 冠城大通 → 中信银行	21.86	66.88
22	保利地产 ∧ 华联控股 → 宁波银行	23.50	66.86
23	金融街 ∧ 华联控股 → 宁波银行	22.54	66.67
24	保利地产 ∧ 深物业 A → 招商银行	22.13	66.67
25	保利地产 ∧ 深物业 A → 中国银行	22.13	66.67
26	金融街 ∧ 保利地产 → 平安银行	23.63	66.47
27	鲁商置业 ∧ 冠城大通 → 宁波银行	22.00	66.46
28	保利地产 ∧ 华联控股 → 招商银行	23.50	66.28
29	保利地产 ∧ 大龙地产 → 宁波银行	22.13	66.05
30	金融街 ∧ 保利地产 → 华夏银行	23.63	65.90
31	金融街 ∧ 新湖中宝 → 平安银行	21.18	65.81
32	保利地产 ∧ 中国国贸 → 华夏银行	20.36	65.77
33	保利地产 ∧ 新湖中宝 → 平安银行	22.68	65.66
34	保利地产 ∧ 冠城大通 → 平安银行	21.86	65.63
35	金融街 ∧ 保利地产 → 农业银行	23.63	65.32
36	金融街 ∧ 保利地产 → 中信银行	23.63	65.32
37	保利地产 ∧ 华联控股 → 平安银行	23.50	65.12
38	保利地产 ∧ 中国国贸 → 建设银行	20.36	65.10
39	保利地产 ∧ 冠城大通 → 招商银行	21.86	65.00

由上述关联规则分析结果可以看到，在设定$min\ _sup = 20\%$，$min\ _conf = 65\%$的条件下，共生成 39 条强关联规则。强关联性主要集中在房地产业的保利地产、深物业

A、金融街、中国国贸和银行业的平安银行、宁波银行、华夏银行、建设银行中。其中“保利地产 ∧ 深物业 A → 宁波银行”的关联规则中，置信度为 72.22%，即当保利地产和深物业 A 同时出现违约距离下降时，宁波银行的违约距离有 72.22%的概率也出现违约距离的下降。“保利地产 ∧ 中国国贸 → 宁波银行”和“金融街 ∧ 深物业 A → 宁波银行”置信度分别达到 69.80%和 69.54%，故在保利地产与中国国贸同时出现违约距离下降时，宁波银行有 69.9%的概率也会出现违约距离下降，在金融街与深物业 A 同时出现违约距离下降时，宁波银行有 69.54%的概率也会出现违约距离的下降。

由关联分析可知，房地产业与银行业在 20%的支持度和 65%的置信度下，存在一定的信用风险的传染性，信用风险传染性在同一行业不同公司之间强度大小不同，涉及范围大小也不同，有的房地产公司与多家银行存在强关联性，有的房地产公司仅与少数银行存在强关联性，还有少数房地产公司（沙河股份和浙江广厦）在此支持度和置信度下不与任何银行存在强关联性，同时不同房地产公司与不同银行存在的关联性强度也存在一定差异。

但从总体上来看，12 家房地产公司中有 10 家在 20%支持度和 65%置信度下都与部分银行建立了强关联性，因此在 20%的支持度和 65%的置信度下，房地产业和银行业信用风险存在一定的传染性。

（2）银行-房地产

另一方面，本文考察银行到房地产的信用风险传染效应，同样设置$min\ _sup = 20\%$，$min\ _conf = 65\%$，进行关联分析，结果发现，保利地产与多家银行在上述支持度和置信度下存在强关联性，关联性大多在 70%以上，其中“民生银行 ∧ 工商银行 ∧ 宁波银行 → 保利地产”的关联规则置信度最高，达到 75.51%，即民生银行、工商银行和宁波银行同时出现违约距离变小时，保利地产在 75.51%的概率下也会发生违约距离变小的情况。

经过对比发现，银行业到房地产业生成的强关联规则比房地产业到银行业生成的强关联规则多，且整体置信度高。且银行业到房地产业生成的强关联规则中前项数量明显偏多，而房地产到银行业的强关联规则中前项数量都为 2，这说明银行业内部关联性相对紧密，才有可能出现 4 个前项达到 20%以上的支持度（即 4 个前项同时出现 True 的事物数占总事物数的 20%以上）

4.4.3 行业内部

为了全面了解银行业与房地产业信用风险的传染关系，本文还继续深入研究了房地产业和银行业内部的信用风险传染性，因为内部信用风险传染性的大小一定程度上外化为行业间的传染性，传染是一个连锁反应的过程。

（1）房地产业内部信用风险传染

这里重新设置支持度和置信度阈值：$\min\ _\sup = 25\%$，$\min\ _\mathrm{conf} = 70\%$。结果共生成关联规则 32 条，最高支持度 40.85%，最高置信度 82.01%，部分结果如下：

Consequent	Antecedent	Support %	Confidence %
华联控股	沙河股份 大龙地产	25.82	82.011
华联控股	冠城大通 大龙地产	27.459	79.104
深物业A	沙河股份 大龙地产	25.82	77.249
华联控股	沙河股份 深物业A	28.415	76.923
深物业A	沙河股份 华联控股	28.415	76.923
华联控股	冠城大通 深物业A	25.956	76.842
华联控股	深物业A 大龙地产	29.372	76.744
大龙地产	深物业A 华联控股	29.781	75.688
大龙地产	冠城大通 华联控股	28.825	75.355
大龙地产	冠城大通 深物业A	25.956	74.737
大龙地产	中国国贸 华联控股	25.82	74.603
大龙地产	沙河股份 华联控股	28.415	74.519
大龙地产	新湖中宝 华联控股	26.093	74.346
大龙地产	宋都股份	26.913	73.604

图 2 房地产业内部信用风险传染

（2）银行业内部信用风险传染

同样设置支持度和置信度阈值：$min_sup = 25\%$，$min_conf = 70\%$。结果共生成关联规则 1454 条，最高支持度 44.13%，最高置信度 95.68%，部分结果如下：

Consequent	Antecedent	Support %	Confidence %
华夏银行	宁波银行 交通银行 光大银行	25.273	95.676
华夏银行	宁波银行 建设银行 光大银行	25.546	95.187
华夏银行	宁波银行 中国银行 光大银行	25.41	94.624
华夏银行	平安银行 建设银行 光大银行	25.0	94.536
华夏银行	工商银行 中国银行 光大银行	25.683	94.149
华夏银行	宁波银行 中信银行 光大银行	25.41	94.086
华夏银行	工商银行 建设银行 光大银行	26.093	93.717
建设银行	工商银行 农业银行 光大银行	25.41	93.548
华夏银行	工商银行 农业银行 光大银行	25.41	93.548

图 3 银行业内部信用风险传染

对比房地产业与银行业内部信用风险关联分析结果可以看到，同样支持度和置信度下，银行业生成 1454 条关联规则，而房地产业仅 32 条。同时，银行业最高置信度达到 95.68%，而房地产业仅 82.01%。因此银行业内部信用风险传染性明显高于房地产业。

5. 结论

经过上述关联分析，得到如下结论：

1）在 20%的支持度和 65%的置信度下，房地产业-银行业生成 593 条关联规则，银行业-房地产业生成 8408 条关联规则，因此房地产业和银行业相互之间信用风险都存在一定的关联性，且银行业往房地产业方向的信用风险传染性表现更为明显。

2）房地产业和银行业之间的强关联性主要集中在房地产业的保利地产、深物业 A、金融街、中国国贸和银行业的平安银行、宁波银行、华夏银行、建设银行中，同时有极个别公司没有出现在任何一条关联规则中，因此信用风险的传染并非绝对的全行业传染，而是发生在两行业部分相互关联紧密的公司之间。

3）从行业内部信用风险传染性分析可知，在 25%支持度和 70%置信度下，银行业生成 1454 条关联规则，房地产业生成 32 条。银行业最高置信度达到 95.68%，而房地产业仅 82.01%。因此银行业内部信用风险传染性明显强于房地产业内部信用风险传染性。

Reference

[1] JIANG Y, GAO Y. Study on the credit risks of listed companies based KMV model [J]. Journal of Central University of Finance & Economics, 2015(09):38-45.

[2] ZHANG ZJ, CHEN XH, WANG FQ. Study on the credit risks of small and medium-sized listed companies based KMV model [J]. Journal of Finance and Economics, 2007(11):31-40+52.

[3] WU J, ZHANG JB. Comparative analysis of the models of measuring credit risks [J]. Studies of International Finance, 2004(08):50-54.

[4] SUN YD, SHI YM. European option pricing based on the modified Black-Scholes model [J]. Applied Mathematics Journal of Chinese Universities, 2012,27(01):23-32.

[5] WEI ZHY. Extension of Black-Scholes option pricing theory [J]. Mathematics in Practice and Theory, 2005(06):35-40.

[6] CATALINA S, RADU T, STUART T. The credit rating process and estimation of transition probabilities: a Bayesian approach[J].Journal of Empirical Finance,2009,16(2):216.

[7]LANG, STULZ. Contagion and competitive intra-industry effects of bankruptcy announcements [J]. Journal of Financial Economics. 1992, (32): 45-60.

[8] XIE C, XU G. Study on internal credit risk measurement models for commercial banks in China [J]. Journal of Hu-nan University: Natural Sciences, 2006, 33(2): 135-137.

[9] CUI Y, BAO ZHQ. Summary of association rules [J]. Application Research of Computers, 2016,33(02):330-334.

[10] LI J, XU Y, WANG YF, ZHU SX. Data mining of strong association rules in terms of personalized recommendation [J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2009, 29(08):144-152.

附件

KMV 模型的 Matlab 实现代码：

创建 3 个 m 包，录入相关数据（附件仅含 3 个样本），最后运行 KMVcompute.m，具体代码如下：

KMVcompute.m

```
r=[123];
T=1;
DP=[57850.53,57851.53,57852.53];
D=[58254.28,58253.28,58252.28];
EquityTheta=[0.8352,0.8452,0.8552];
E=[155221.03,155222.03,155223.03];

for i=1 : 3
[Va(i),AssetTheta(i)]=KMVOptSearch(E(i),D(i),r(i),T,EquityTheta(i))
DD(i)=(Va(i)-DP(i))/(Va(i)*AssetTheta(i))
end;
```

KMVOptSearch.m

```
function [Va,AssetTheta]=KMVOptSearch(E,D,r,T,EquityTheta)
EtoD=E/D;
x0=[1,1];
VaThetaX=fsolve(@(x)KMVfun(EtoD,r,T,EquityTheta,x),x0);
Va=VaThetaX(1)*E;
AssetTheta=VaThetaX(2);
```

KMVfun.m

```
function F=KMVfun(EtoD,r,T,EquityTheta,x)
d1=(log(x(1)*EtoD)+(r+0.5*x(2)^2)*T)/(x(2)*sqrt(T));
d2=d1-x(2)*sqrt(T);
F=[x(1)*normcdf(d1)-exp(-r*T)*normcdf(d2)/EtoD-1;
    normcdf(d1)*x(1)*x(2)-EquityTheta];
```

房地产业与银行业信用风险传染性研究

刘翔宇　　郑苏晋

刘翔宇
中央财经大学保险学院
北京102206，中国
Email: 1090594934@qq.com

郑苏晋
教授
中央财经大学保险学院
北京102206，中国
Email: zhengsj2000@hotmail.com

关键词：房地产　银行　信用风险传染　KMV 模型　关联规则

内容摘要：美国次贷危机曾导致金融体系遭受严重破坏，正常银行信用关系遭到破坏，银行挤兑、银根奇缺以及金融机构大量倒闭等现象大面积出现。房地产业与银行业存在紧密的信贷关系，2017 年我国新增银行贷款中新增房贷占比已超过 50%，因此研究房地产业与银行业信用风险传染关系对于房地产业高速发展的的中国尤为重要。本文根据申银万国行业分类，从沪深股市房地产和银行两个行业各选取 12 家公司 2014 年-2017 年股票收盘价以及所需财务数据，此后再利用 KMV 信用风险量化模型和 Matlab，根据股权价值V_E、股价波动率σ_E、违约点DP以及无风险收益率r计算资产价值V_A和资产价值波动率σ_A，由此得到房地产业和银行业样本公司 2015 年-2017 年股票交易日的违约距离DD。经数据处理，将违约距离转换为布尔型数据，最终利用关联规则，设置支持度和置信度阈值，分行业间和行业内部两种情况对房地产业和银行业样本公司违约距离变动关联性进行数据挖掘，发现在 20%支持度和 65%置信度下房地产与银行业信用风险存在相互关联性，集中在部分公司之间；银行业内部信用风险传染性明显强于房地产内部信用风险传染性之间存在强关联性，同时银行业到房地产业的信用风险传染性强于房地产到银行业的信用风险传染性。

Some Actions on Seismic Risk Management after the Wenchuan Earthquake

TAO Zhengru, WANG Liyuan

TAO Zhengru *
Professor
Key Laboratory of Earthquake Engineering and Engineering Vibration
Institute of Engineering Mechanics
China Earthquake Administration
Harbin 150080, China
Phone: (86451) 8665 2623
Email: taozr@foxmail.com

WANG Liyuan
Lecturer
Heilongjiang University of Science and Technology
Harbin 150027, China
Email: wangliyuan@163.com

Keywords: Wenchuan Earthquake, Restoration and reconstruction, Poverty, Seismic design, Disaster financing.

Abstract. The Wenchuan Earthquake in 2008 is the largest and the most serious one after the 1976 Tangshan Earthquake in China. It changed and improved the works on earthquake disaster prevention and reduction, not only in China, but also in other counties, during the last decade. We reviewed some actions in 3-years restoration and reconstruction. Some lessons were learned, especially those for poverty people, for example, those on increased building cost, financial pressure, employment, cooperation and communication. During the last decade, numerous actions were taken; we mentioned several of them in this paper. Some laws and regulations were revised after the event, based on the knowledge and experience from it. On engineering measurements, seismic design codes were revised, PGAs for 31 counties were increased and the characteristic periods of acceleration response spectra were adjusted for 39 counties in the 2008 partial revision of "Code for seismic design of buildings (GB 50011-2001)"; special requirements were added for the seismic design of buildings in mountainous regions; structural systems were improved based on seismic concept design; the seismic capacity of stairwells were strengthened; requirements on the material properties and construction of seismic buildings were adjusted; the earthquake-resistant details of rural houses were required; 7 mandatory provisions were added. On non-engineering measurements, financing instruments were diversified, the procedure of launching earthquake insurance or catastrophe insurance with earthquake risk was reviewed, and the catastrophe bond (Cat bond)

This work was funded by National Nature Science Foundation of China (51478443, 51678540 and 51178435).

sponsored by Chinese state-owned reinsurer China Property and Casualty Reinsurance Company (China Re) was introduced.

1. Introduction

At 14:28 (Beijing time) on May 12, 2008, an earthquake with magnitude 8.0 occurred in Wenchuan County, China. The epicenter is located at 31°00'N and 103°24'E, and the focal depth is 14 km. It is the largest destructive earthquake striking China after the 1976 Tangshan Earthquake. The official report released by the State Council Information Office of China indicates that, 69227 people are confirmed dead, 17923 are listed as missing and 374643 are injured, up to Sep. 25, 2008. The direct economic loss is estimated as RMB 845.14 billion, in which 91.3% is from Sichuan Province, 5.8% is from Gansu Province and 2.9% is from Shanxi Province (Huang and Thomas, 2010).

After the earthquake, lots of geologists, geophysicists and engineers from China Earthquake Administration (CEA) investigated 500000 km^2 in the provinces of Sichuan, Gansu, Shanxi, Chongqing, Yunnan and Ningxia. Three months later, "Intensity Diagram of the Wenchuan Earthquake" was released by CEA, as shown in Figure 1. The area of intensity XI is 2419 km^2, intensity X is 3144 km^2, intensity IX is 7738 km^2, intensity VIII is 27786 km^2, intensity VII is 84449 km^2, and intensity VI is 314906 km^2.

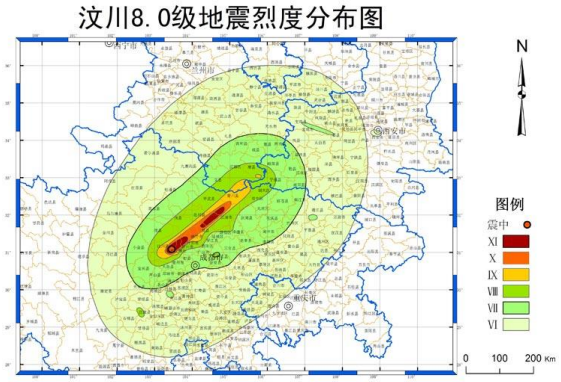


Figure 1. Intensity Diagram of the Wenchuan Earthquake (CEA)

The affected area is a rural and mountainous region in Western China, which is an underdeveloped area. According to "Evaluation of the affected area in the Wenchuan Earthquake", the affected area is divided into worst-hit area (10 counties/cities), worse-hit area (41 counties/cities/districts) and hit area (186 counties/cities/districts). Before the earthquake, among the 51 counties in the worst-hit area and the worse-hit area, 43 were poverty-alleviation and development counties, which involved 4834 poverty villages. No highway passed through 1056 villages, no electricity in 187 villages, no tap water in 3647 villages, no phone services in 371 villages, no broadcast in 2686 village and no TV in 1311 villages (Huang and Thomas, 2010). This paper focuses on the restoration process combined with poverty reduction, and lessons we learned. In the furtherance of earthquake disaster prevention and reduction, several actions are introduced.

2. 3-years restoration and reconstruction

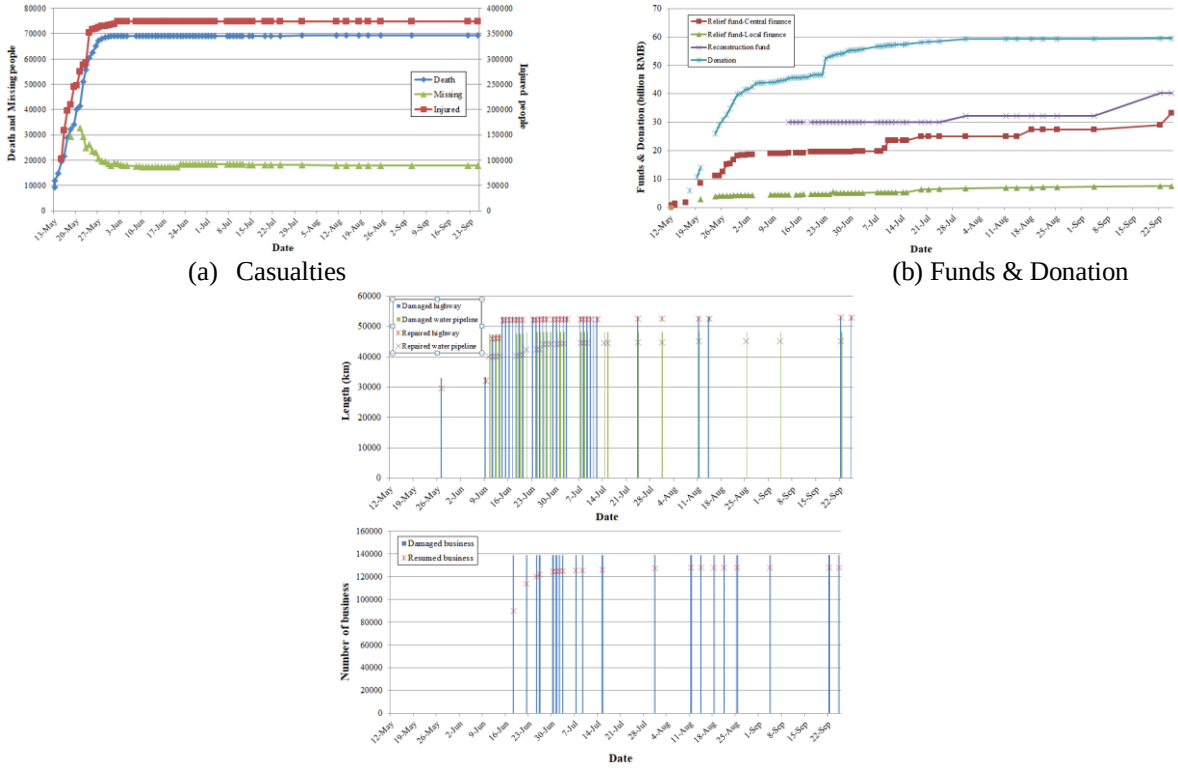
2.1 Actions in emergency rescue

The governments at different levels take almost all responsibilities from resistance, rescue to reconstruction. It contributes to unified operation and resources allocation in emergency rescue. Quick response is benefited from the unified decision of the central

government, although the rescue is obstructed by broken lifeline systems and secondary geological disasters.

According to the report on the Wenchuan Earthquake rescue (National Disaster Reduction Center of the Ministry of Civil Affairs and United Nations Development Program, 2009), rescue and relief forces achieved the worse-hit area in four hours after the earthquake, all hit counties were covered by the forces till the noon of May 14, all worse-hit counties were covered till 24:00 of May 15, and all villages in the affected area were covered till 14:28 of May 19. The forces included 137000 military men, 20000 paramilitary polices, 18000 firemen and earthquake-rescuer men and 4000 mine-rescuer men. Totally, more than 87000 people were rescued, in which around 70000 were from self-aid and mutual aid, 10000 were from military force and 7439 were from professional rescue teams.

Since lifeline systems and communication systems were damaged seriously in the worse-hit area and the worst-hit area, information on casualties and losses was not reported timely during the first several days. According to the official data from press conferences (www.chinanews.com), time series on rescuer, financing, transportation, lifeline and business are shown in Figure 2, in which actions can be observed to some extent.



(a) Casualties (b) Funds & Donation

(c) Highway & Water pipeline (d) Business

Figure 2. Actions in the following four months

2.2 Actions in restoration and reconstruction

"Regulations on Post-Wenchuan Earthquake Restoration and Reconstruction" was taken effect as of June 8. Six principles are regulated: a) combining self-reliance and self-saving production in affected areas with national support and partner assistance; b) combining government domination with social participation; c) combining located restoration and reconstruction with relocated new construction; d) combining quality guarantee with efficiency enhancement; e) combining short-term considerations with long-term considerations; and f) combining economic and social development with ecological environment and resources protection. And, a week later, "Partner Assistance Planning for Post-Wenchuan Earthquake Restoration and Reconstruction" was implemented. This is an

innovative instrument in seismic risk management. 19 assisting provinces/cities in Central and Eastern China are required to spend at least 1% of their fiscal revenue in last year on their assisted partners in the worse-hit area and the worst-hit area for three years. On July 3, "Guiding Opinions of the State Council on Post-Wenchuan Earthquake Restoration and Reconstruction" was published. It is clarified that the restoration and reconstruction is a 3-years program, by which the basic production and living conditions in the affected area will meet or exceed the pre-earthquake level and the groundwork of sustainable development needs to be laid.

On September 19, "Overall Planning for Post-Wenchuan Earthquake Restoration and Reconstruction" was distributed. This is the overall guideline for all stakeholders in the 3-years restoration and reconstruction, which covers the 51 counties, total area of 132596 km^2. General principles and instructions on spatial distribution, urban and rural housing, urban construction, rural construction, public service, infrastructure, industrial reconstruction, disaster prevention and mitigation, ecological environment, spiritual homeland, policies and measures, reconstruction funds, and planning implementation are included. Till November, 10 special plans, on the reconstruction of urban system, rural construction, urban and rural housing construction, infrastructure construction, the construction of public service facilities, distribution of productive forces and industrial adjustment, market service system, disaster prevention and mitigation, ecological restoration and land-use planning, had been implemented
(http://www.cnr.cn/2008zt/sxcs/zhcj/xmxx/200811/t20081123_505157534.html).

The progresses on restoration and reconstruction were reported by National Development and Reform Commission in June of 2009 (http://www.npc.gov.cn/wxzl/gongbao/2009-10/28/content_1543778.htm) and May of 2011 (http://www.china.com.cn/zhibo/zhuanti/ch-xinwen/2010-08/31/ content_22531942.htm) respectively, and some data are listed in Table 1.

Table 1. The progresses on restoration and reconstruction

	Till April 30, 2009	Till April 30, 2011
Completed projects	9400	38803
Investment (billion RMB)	360	885.153
Reinforced rural houses	2775000	2921400
New-built rural houses	1349000	1908500
Reinforced urban suites	737400	1456800
New-built urban suites	31500	288300
Schools	287	3839
Medical agencies	325	2169

It was estimated that around RMB 1 trillion, which approximated to the GDP of Sichuan Province in 2007, was needed to rebuild the affected area. Up to the March of 2011, 220.3 billion was from the central government, 78.0 billion was from 19 partner assistance provinces/cities, 13.0 billion was from Hongkong and Macao, 8.0 billion was from special party dues, 20.1 billion was from accepted social donation, 8.0 billion was from foreign preferential emergency loans offered by the Ministry of Finance, more than 40.0 billion was from the local governments, more than 390.0 billion was from recovery loans provided by financial organizations (http://www.chinanews.com/g n/2011/05-09/3025977.shtml). It was announced on the State Council press conference on February 24, 2012 that the recovery was finished and the total investment was around RMB 1.7 trillion. By this support, the regional GDP, the general budget revenue of regional finance, the per capita disposable income of urban residents and the per capita net income of rural residents of six worst-hit areas were 195%, 239%, 170% and 175% of those in 2007. As shown in Figure 3 , the year-on-year

growth rate of industrial added value went back to the pre-earthquake level , even higher than that during the recovery period (data from http://finance.sina.com.cn).

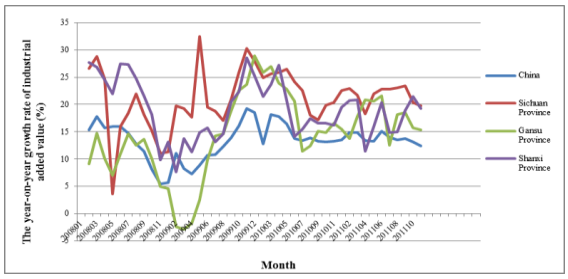


Figure 3. The year-on-year growth rate of industrial added value (%) (2008~2011)

So, in this case, according to the income of urban and rural residents, the local GDP, the general budget revenue of regional finance and the year-on-year growth rate of industrial added value, the Schumpeterian "creative destruction" process is validated. Data from Sichuan Provincial Bureau of Statistics shows that, from 2009 to 2012, the average annual economic growth of 39 worse-hit and worst-hit counties in Sichuan Province is 15%, that of 10 worst-hit counties is 16.6%; in 2012, the regional GDP of 39 counties is 433.19 billion RMB, local public revenue is 19.86 billion, the per capita disposable income of urban residents is 20116 RMB, the rural net income per capita is 7933 RMB (http://society.people.com.cn/n/2013/0513/c1008-21454967.html).

2.3 Development-oriented poverty reduction

By the end of 2007, in the 51 counties, the population was 19.867 million, in which the poverty population was 2.183 million; the regional GDP was 206.65 billion RMB, 10000 RMB per capita, which was 53% of the national level; general budget revenue of local finance was 5.33 billion RMB, 262 RMB per capita, which was 7% of the national level; the rural net income per capita was 2086 RMB, which was 50% of the national level (Huang and Zhang et al., 2012).

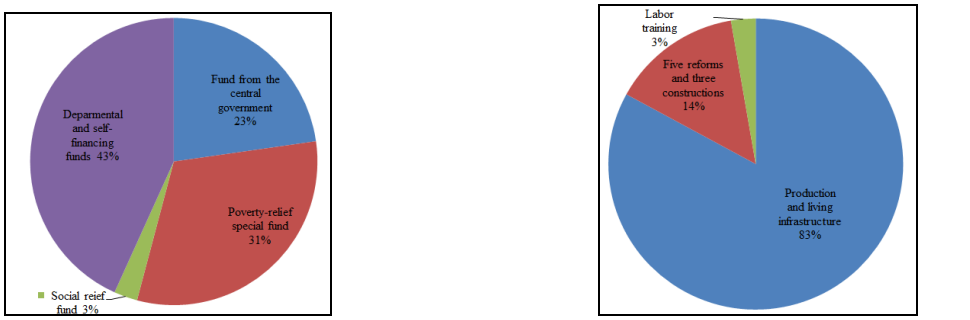
From the survey of four teams arranged by the State Council Leading Group Office of Poverty Alleviation and Development in June of 2008 (2013), the influence on poverty villages in the three provinces can be recognized. In Sichuan Province, 2117 poverty villages are stricken, which is 84.14% of the affected villages, and other 399 villages return to poverty, the scope of poverty is widened; low-income rural households increase from 150000 to 253000, the annual net income per capita is less than 1067 RMB; the poverty headcount ratio increases from 11.68% to 34.88%. In Gansu Province, 10946 poverty villages are affected, the loss is 25.27 billion RMB, which is 49.8% of direct economic loss; 2.3 million people return to poverty, which is 40% of the affected people. In Shanxi Province, 4323 poverty villages are affected, which is 46.2% of the affected villages; 579000 people return to poverty.

To reduce the poverty caused by the earthquake, some rules on the poverty households in the overall planning are required for development-oriented poverty reduction. (1) In Chapter II "General Requirements", one of the basic principles is to increase the support for poverty areas. (2) In Chapter VI "Rural Construction", combine the restoration and reconstruction of rural production and living facilities with the work of poverty alleviation and development; in the overall arrangement on the restoration and reconstruction of facilities, the special cases of poverty villages should be considered. (3) In Chapter XIII "Policies and Measures", adjust the arrangement of specific construction planning and capital, and incline to the poverty areas particularly; expand the scale of interest subsidy loans for poverty alleviation; increase the financial aid to poverty students; strengthen the assistance for poverty alleviation (increase the investment in rural subsistence allowances, involve the poverty people caused by the earthquake into the subsistence allowances system, arrange a certain amount of the restoration

and reconstruction fund to restore and reconstruct poverty villages, and for the restoration and reconstruction projects in poverty areas, local governments under the provincial level are not required to provide supporting funds). (4) In Chapter XV "Planning implementation", for other affected areas out of the planning area, the state further efforts to support the poverty alleviation and development.

In the planning, the total fund demand for restoration and reconstruction is calculated approximately as 1 trillion RMB. According to the fund arrangement, for restoration and reconstruction, the percentage of the fund of poverty villages to the total one is 2.67%; for housing, that is 5.22%; for public service facilities, that is 1.68%. In the fund of restoration and reconstruction for the poverty villages, 57.4% is for Sichuan Province, 33.4% for Gansu Province and 9.2% for Shanxi Province(Huang and Thomas, 2010).

From 2008 to 2010, 0.324 billion RMB of the Central Financial Fund for Poverty Alleviation was arranged on restoration and reconstruction of poverty villages in the three provinces, and 6.3 million dollars and 0.13 billion RMB from United Nations Development Program, Canadian Development Agency and Oxfam Hong Kong were arranged on the restoration and reconstruction pilots of 106 poverty villages in three branches (The State Council Leading Group Office of Poverty Alleviation and Development, 2013). Till the end of 2010, 5.325 billion RMB was invested on restoration and reconstruction of 2229 poverty villages by poverty-alleviation departments. The component and the purpose are shown in Figure 4.



(a) Component of the investment (b) Investment on different purposes

Figure 4. Investment on restoration and reconstruction of poverty villages

The poverty situation is changed by this earthquake, which is changed by poverty-alleviation actions as well. This is proved by a sample survey in the 51 counties and shown as Figure 5 (data from Huang and Thomas, 2010).

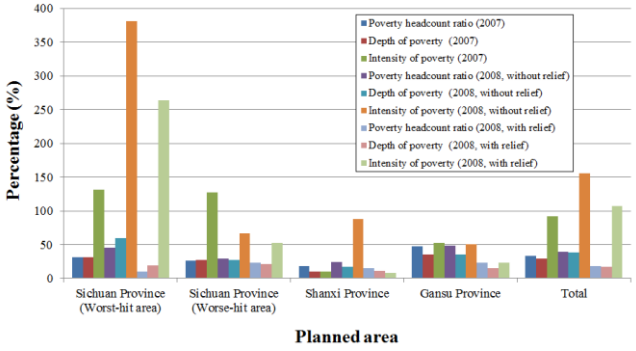


Figure 5. Changes of poverty situation in the planned area

As shown in this figure, if there is no alleviation supplies, poverty indices will increase; if there is alleviation supplies, headcount ratio and depth will decrease, the intensity in the worst-hit area will increase because of the serious damage, which causes the increase in total.

Till the end of 2010, in the 4834 poverty villages, 469500 people participated rural technical training, 36200 people participated labor transfer training, 216000 labors exported; the annual net income per capita increased from 1871 RMB (after the earthquake) to 3691 RMB; the grain per person increased from 298 kg (after the earthquake) to 349 kg; low-income households reduced from 554600 (after the earthquake) to 437100, the poverty headcount ratio fell 11.01%; the production and living infrastructures returned to the pre-earthquake level basically (The State Council Leading Group Office of Poverty Alleviation and Development, 2013).

2.4 Lessons from 3-years actions

As mentioned above, many actions have been carried on, the goal of restoration and reconstruction has been achieved and the basic production and living conditions in the affected area have returned back to or exceeded the pre-earthquake level. However, there are still some lessons.

(1) Cost increases quickly with the accelerated progress of reconstruction.

In the overall planning, the period of restoration and reconstruction is 3 years. Then, in the Government work report of the State Council in 2009, it was required to step up the pace and to complete the target task of three years within two years basically. However, to achieve the goal, the schedule is arranged reversely, the pressure is passed to the local people. The obtained relief funds transfer to the markets of construction materials and labors, the average unit prices before and after the earthquake are shown in Figure 6 (data from Xu et al., 2011).



Figure 6. Comparison on the average unit prices

The increased price reduces the wealth of the affected people, especially the poverty ones, although the goal of the accelerated reconstruction is to make the affected people live a happier and better life as soon as possible. According to the data from the State Council Leading Group Office of Poverty Alleviation and Development of China one year after the earthquake (http://www.cpad.gov.cn/art/2009/5/27/art_50_10604.html), in poverty villages, the population, who returned to poverty due to the earthquake, expended; the poverty headcount ratio increased from 30% to 60%; the rural per capita net income reduced to less than 1000 RMB (subsidy not included).

On June 24, 2009, the progress on restoration and reconstruction was reported at the 9th meetings of the standing Committee of the 11th National people's Congress (Zhang, 2009). Till the April of 2009, 99.5% of the reinforcement plan of rural housing has been completed, 95.7% and 76.6% of the new housing plans in operation and completion have been achieved. Due to the accelerated reconstruction, the cost of a rural house in 2008 is 20000~50000 RMB higher than that in 2009, according to the survey result in three counties of Sichuan Province (Huang and Thomas, 2010).

(2) Financial pressure of householders on repaying the loan increases after the period of soft loans.

The financial pressure is mainly from housing reconstruction (Xu et al., 2011). According to a survey in four cities of Sichuan Province (Qiu, 2017), the construction expense of 70.37% of the interviewees before the earthquake is more than 40000 RMB. If it is 20000~50000 RMB higher, then the cost is 60000~90000 RMB. It is supported by another survey (Huang and Thomas, 2010), the average cost of five poverty villages is 86800 RMB. For reconstructing rural houses, the subsidies from the central government is 10000 RMB, those from local governments are different, in Sichuan Province, the subsidies for common rural households is 16000~22000 RMB, that for poverty ones is 20000~26000 RMB. In the survey (Qiu, 2017), the self-financing of 90.85% of the interviewees is less than 10000 RMB. This means, for one rural household, that 14000~54000 RMB is from other sources, mainly from loans.

According to the survey for the 2516 poverty villages in 39 worse-hit and worst-hit counties (Huang and Thomas, 2010), among 726300 rural households, the number of reconstructed households is 150000 and that of reinforced households is 110000, the average indebtedness is 30000 RMB per household, 9000 RMB per capita. For each reconstructed household, the indebtedness is around 40000 RMB and 12000 RMB per capita; for each reinforced household, the indebtedness is around 5000 RMB and 1500 RMB per capita.

However, the annual net income of per capita is 2086 RMB in 2007, for poverty people, that is less than 1000 RMB (subsidy not included) in 2009 and 3691 RMB at the end of 2010.

(3) Labors who participate the reconstruction face the problem of employment after the three years, and vocational training might not solve this problem.

Because the demand of reconstruction is strong and the labor price rises, the labors, who work away from hometown generally, flow back to work on construction mainly. A survey in two villages shows that the percentages of back-flow labors are 7% and 38.24%, respectively (Huang and Thomas, 2010). It is noticed that the employment problem needs to be solved after reconstruction, for sustainable development, so various types of training are conducted. In the "Overall planning of post-disaster restoration and reconstruction for the poverty villages in the Wenchuan Earthquake", the investment for capacity-building projects is 500.08 million RMB, which is 3.1% of the total investment of 32.32486 billion RMB. The average investment for the 4834 poverty villages is 3.2453 million RMB, 3776 RMB for each person (Huang and Zhang, 2012). However, in some seriously damaged villages, the reconstruction of houses and infrastructures is in the first place and the funds are limited, so capacity-building is not the emphasis; there are some problems in some training courses, like the period is short, the level is limited or the content is not practical (Huang and Thomas, 2010; Huang and Zhang, 2012). If the capacity is not built practically, the back-flow labors will face the employment problem.

(4) Strong coordination and communication are necessary, especially when multi-channel funds flow together.

After the earthquake, funds from different channels flow into different administrations and organizations, maximizing the efficiency should be the focus. However, some tensions, even problems, arise because of lacking the coordination and communication among all stakeholders. For example, it is implied by local people in a survey (Xu et al., 2011) that funds gush into the exposure villages, either medias reported or leaders visited and so on; the sources of funds and distribution progresses are different, some villagers get compensation information from people in other villages or medias, then misunderstand and complain their cadres; relief supplies and compensation are village-based distributed, the compensation is the same although the housing damaged situation is different in the same village, or, the compensation is different although the damaged situation is similar in two neighbor villages, which makes some villagers feel unfair; villagers do not participate in the standard-setting

procedures of restoration, reconstruction, compensation and so on, actual situations are not reflected, group contradiction appears.

3. Improvements on earthquake disaster prevention and reduction

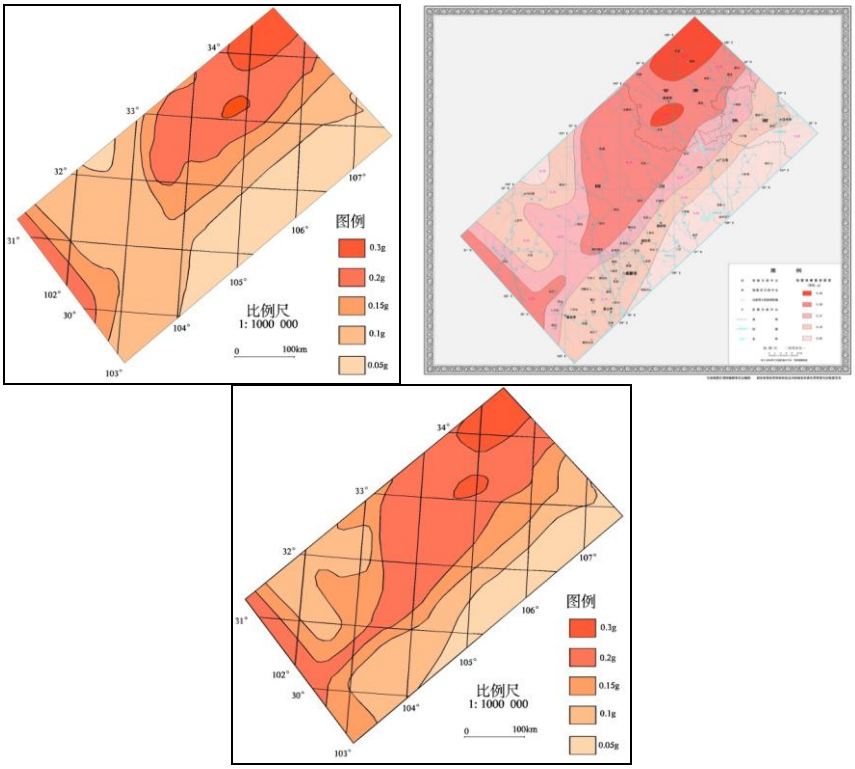
After this earthquake, experience and lessons are summarized from different angles, like early warning system, command system, response system, communication and coordination system, supporting system, and so on. Thus, some related law and regulations are revised or built up.

"Law of the People's Republic of China on Protecting Against and Mitigating Earthquake Disasters" was revised and adopted at the 6th meeting of the Standing Committee of the 11th National People's Congress on December 27, 2008, in which 48 articles of 7 chapters expanded to 93 articles of 9 chapters; 11 systems and mechanisms were built up; 16 systems and mechanisms were improved. The State Council passed "Regulations on natural disaster relief" on July 8, 2010, and "Emergency plan for national natural disaster relief" was revised on October 16, 2011 to regulate and improve the relief work and reduce losses. "National Earthquake Emergency Plan" was issued on August 28, 2012, in which the composition and responsibility of earthquake relief command agency of the State Council was revised; 10 working groups were set up, under the agency; 4-levels earthquake emergency response system was defined and the responsibility and relations of governments at different levels were clarified; specific provisions of 11 earthquake emergency measurements were regulated (Department of Earthquake Disaster Emergency Response and Relief, China Earthquake Administration, 2012).

Certainly, there are numerous improvements on engineering and non-engineering measurements for earthquake disaster prevention and reduction, and we cannot mentioned all in one paper. We introduce two of them in the following.

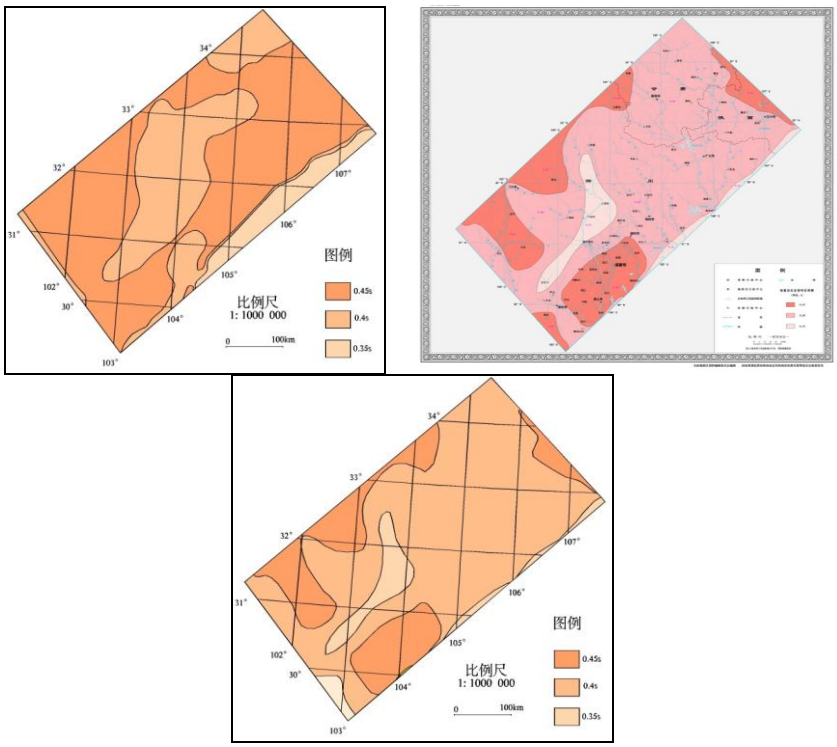
3.1 Seismic design

After the earthquake, lots of researchers, like geologists, geophysicists and engineers, investigated on the field; characteristics of source and near-fault strong ground motion records, structural response, the effect of site conditions and seismic damages of different engineering structures were analyzed. Based on these, the seismic zonation map of the Wenchuan Earthquake-stricken area (N31°14′57.2″, E101°0′41.6″; N29°13′41.8″, E103°8′8.8″; N32°52′24.3″, E107°40′44.4″ and N34°43′15.5″, E105°22′59.7″) was revised as a part of the "Seismic Ground Motion Parameters Zonation Map of China (GB 18306-2001)" and implemented on June 11, 2008. In the process of compiling the "Seismic Ground Motion Parameters Zonation Map of China (GB 18306-2015)", investigation materials, new knowledge on active faults and seismic activity, strong ground motion records from the Wenchuan Earthquake, and so on, are taken into account. The changes of seismic ground motion parameters in the Wenchuan Earthquake-stricken area are shown in Figure 7 and Figure 8, in which Figure 7(a), 8(a) and Figure 7(c), 8(c) are cut from "Seismic Ground Motion Parameters Zonation Map of China (GB 18306-2001)" and "Seismic Ground Motion Parameters Zonation Map of China (GB 18306-2015)", respectively, and Figure 7(b) and 8(b) are from http://www.cea.gov.cn, directly.



(a) GB 18306-2001 (b) Partial revision of GB 18306-2001 (c) GB 18306-2015

Figure 7. Changes of seismic peak ground acceleration (PGA)



(a) GB 18306-2001 (b) Partial revision of GB 18306-2001 (c) GB 18306-2015

Figure 8. Changes of characteristic period of the acceleration response spectrum

In the partial revised version, PGAs for 7 counties increase from 0.15g or 0.10g to 0.20g, those for 9 counties increase from 0.10g or 0.05g to 0.15g, those for 15 counties increase from 0.05g to 0.10g; for 39 counties, the characteristic periods of the acceleration response spectra

are adjusted. Thus, seismic design codes are supplied and revised. For example, "Code for seismic design of buildings (GB 50011-2001)" is revised partially and implemented as of August 1, 2008. In this vision, special requirements are added for the seismic design of buildings in mountainous regions; structural systems are improved based on seismic concept design; the seismic capacity of stairwells are strengthened; requirements on the material properties and construction of seismic buildings are adjusted; the earthquake-resistant details of rural houses are required; 7 mandatory provisions are added. In "Seismic Ground Motion Parameters Zonation Map of China (GB 18306-2015)", very rare ground motion is provided as the seismic level of annual exceeding probability 0.01%; for 166 counties in the three provinces, the characteristic periods are adjusted.

3.2 Diversified financing instruments

In relief and reconstruction, the funds are mainly from different levels of governments, social donation and loans, which from markets are few. Before the earthquake, earthquake insurance was not issued nationwide. Facing such a catastrophe, insurers claimed the losses generously. For example, the excluded liability of earthquake risk in the clauses of some life insurances was ignored. A piece of total losses was insured, the exposure of the insurance industry to this event was still small. Both the proportion of property loss to direct economic loss and that of insured injuries to total one are both less than 1% (Tao et al., 2010).

Insurance is one of the most effective instruments to disperse risk. However, it has been a long way for the earthquake insurance to develop in China. This is a harsh reminder of enforcing earthquake insurance as a financing instrument in earthquake disaster prevention and reduction.

On November 12, 2013, "Decision of the Central Committee of the Communist Party of China on Some Major Issues Concerning Comprehensively Deepening the Reform" were adopted at the Third Plenary Session of the 18th Central Committee of the Communist Party of China, in which it was required to improve the compensation mechanism for the insurance industry and establish catastrophe insurance system. To implement further, the State Council gave some opinions on speeding up the development of modern insurance service industry on August 13, 2014. More details on establishing the catastrophe insurance system are given in this document: the system is based on institutional construction, on the platform of commercial insurance and guaranteed by multi-level risk decentralization; establish catastrophe insurance funds and catastrophe reinsurance systems, form the multilevel catastrophic risk decentralized system under financial supports; explore effective protection modes for typhoon, earthquake, landslide, debris flow, flood, forest fire and so on, according to the characteristics of risks; formulate laws and regulations for catastrophe insurance; establish the database for catastrophic risk management; enhance the ability of reinsurance industry to disperse the risk of natural disasters.

In May of 2014, the first pilot of catastrophe insurance was launched in Shenzhen, which covered 14 types of natural disasters, including earthquake disaster. On August 20, 2015, the first pilot of earthquake insurance for rural housing was launched in Dali of Yunnan Province. Till the end of 2017, losses from three earthquakes were claimed, total compensation was more than 63.53 million RMB. This covered 15049 households, in which the number of reconstruction households was 2073, the fund for each household increases 14000~25000 RMB; that of reinforce households was 12973, the fund for each one increases 1000~2000 RMB (http://www.yn.xinhuanet.com/finance/2017-12/20/c_136840392.htm). In November of 2015, the pilot of earthquake insurance for urban and rural housing was launched in four cities of Sichuan Province. In 2016, the first pilot of catastrophic index insurance was launched in ten cities of Guangdong Province, including earthquake disaster, the pilot of earthquake insurance for urban and rural housing was launched in Zhangjiakou of Hebei Province. In November of 2017, the pilot of catastrophe insurance was launched in two cities of Hainan Province.

On May 11, 2016, 40 direct insurance companies and 5 reinsurance companies constituted the China Urban and Rural Residential Building Earthquakes Catastrophe Insurance Pool (CECIP), and on July 1, the first earthquake insurance policy was launched. Homeowners can buy insurance policies nationwide, with a maximum payout of 1 million RMB to cover loss and damage to residential property caused by an earthquake with magnitude 4.7 or above, policyholders in rural areas will get a minimum compensation of 20000 RMB while urban policyholders will receive 50000 RMB. By the end of 2016, the total amount of sold insurance policies reached 180000, and the premiums hit 17.76 billion RMB (www.ecns.cn; english.gov.cn).

Beside earthquake insurance, in July of 2015, Panda Re Ltd., sponsored by Chinese state-owned reinsurer China Property and Casualty Reinsurance Company (China Re), issued the Panda Re 2015-1 catastrophe bond. For this transaction, China Re is seeking between 50 million dollars and 70 million dollars of protection with an attachment probability of 2.61%, an expected loss of 2.12% and risk spread pricing of 4.1%. Losses suffered from earthquakes across all of the People's Republic of China, but excluding Hong Kong and Macau are covered.

4. Conclusion

The Wenchuan Earthquake is a chance to examine and improve the system of earthquake disaster prevention and reduction in China. The system developed from the planned economy system, the governments took almost all responsibilities from preparedness, rescue to reconstruction at that time. It contributed to the quick response and reconstruction. We reviewed some actions in the processes of emergency rescue and reconstruction, the production and living infrastructures in the 51 counties returned to the pre-earthquake level

basically, till the end of 2010. It was observed that the poverty people were vulnerable, thus, the development-oriented poverty reduction was integrated into the processes. However, their resilience capability was weak, both poverty population and poverty headcount ratio increased in poverty villages one year later, although they were reduced in the whole planned area. It takes more time for them in recovery and needs more attention. Four lessons are learned and practiced in Lushan Earthquake, occurred in 2013 in Sichuan Province. Three points are represented as improvements on earthquake disaster prevention and reduction, including revising the related laws and regulations, improving seismic design standards and expending financing channels.

References

[1] DEPARTMENT OF EARTHQUAKE DISASTER EMERGENCY RESPONSE AND RELIEF, CHINA EARTHQUAKE ADMINISTRATION. Interpretation on the revised "National Earthquake Emergency Plan" [J]. China Emergency Rescue, 2012, 6: 7-9.

[2] HUANG C, THOMAS B. An evaluation of the social impact of the implementation of the overall plan for post-Wenchuan Earthquake restoration and reconstruction [M]. Social Science Academic Press, Beijing, China, 2010.

[3] HUANG C, ZHANG Q, LU H, LIU Y, XU W, WANG H, ZHAO Q. A study of the mechanism model combining disaster prevention and reduction/post-disaster restoration with development-oriented poverty reduction: a case study of the Wenchuan Earthquake [M]. China Financial & Economic Publishing House, Beijing, China, 2012.

[4] NATIONAL DISASTER REDUCTION CENTER OF THE MINISTRY OF CIVIL AFFAIRS AND UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. Report on the Wenchuan Earthquake rescue[R]. 2009.

[5] QIU B. Typical investigation and analysis for post-disaster villages and towns [M]. China Architecture & Building Press, Beijing, China, 2017.

[6] TAO Z, WU D D, ZHENG Z, TAO X. Earthquake insurance and earthquake risk management [J]. Human and Ecological Risk Assessment, 2010, 16(3): 524-535.

[7] THE STATE COUNCIL LEADING GROUP OFFICE OF POVERTY ALLEVIATION AND DEVELOPMENT. Record on the Wenchuan Earthquake relief work of the State Council Leading Group Office of Poverty Alleviation and Development [M]. China Workers Publishing House, Beijing, China, 2013.

[8] XU X. The distributing and floating of post-disaster wealth-a case study of the Wenchuan Earthquake [M]. Central China Normal University Press, Beijing, China, 2011.

[9] ZHANG P. Report of the State Council on the restoration and reconstruction of the Wenchuan Earthquake [EB/OL]. [2018 -05 -07].

http://www.npc.gov.cn/ wxzl/gongbao/2009-10/28/content_1543778.htm.

Research on Operational Risk Management of Insurance Company

WANG Xujin
Professor
Department of Risk Management and Insurance
Beijing Technology and Bussiness University
No.11,Fucheng Road, Haidian District,Beijing 100048, China
Email: wangxujin@foxmail.com

Keywords: operational risk, risk management, insurance company

Abstract: With the rapid development of the insurance company in China, how to effectively prevent its operational risks is an important issue for insurance companies. This article has carried on the research from three respects: Expounded the current situation of the Chinese insurance company's operational risk; Analyzed the reason that Chinese insurance company had the risk; Put forward the way to perfect the insurance company's risk management.

随着我国保险公司业务的快速发展，如何有效防范其经营风险，不仅是为了满足有效保护被保险人合法权益的要求，也是保险公司稳健发展、提高其偿付能力、承保能力，从而提高其竞争力的要求。本文拟就保险公司经营风险的现状、原因分析的基础上，提出加强保险公司经营风险管理的路径做如下探究。

1. 保险公司经营风险状况

保险公司经营是保险公司从事展业、承保、理赔、分保、防灾防损和资金运用的过程。从公司利润来源而言，分成承保利润和投资利润。承保利润是承保过程带来的利润。承保过程包括展业、承保、防灾防损、分保和理赔，因此，承保风险也就是包括在这一系列活动中的风险；相对于承保风险的是投资风险，现代保险业发展往往是承保亏损、投资盈利，通过投资盈利弥补承保亏损达到综合盈利。保险经营的核心是做好承保服务，保险公司利润的主要来源是投资利润，而投资盈利是为了更好地做好承保服务，承保服务做到位了，保费会大幅度增加，从而，又为投资盈利增加资金来源，如此反复，以致无穷。因此，控制投资风险在保险经营中处于十分重要的地位，投资风险则是在投资活动过程中由于决策人员和管理人员在经营管理中出现失误而导致公司盈利水平下降的风险。

1.1 承保风险

从承保风险方面，目前主要体现在展业、承保、分保、防灾防损和理赔各环节的风险。其中：

在展业方面，告知不到位，表现为：第一，未告知或者误告；第二，已经告知，但没有告知的确认签字，在发生理赔纠纷时无法举证已经告知，最终保险公司处于被动地位；第三，在展业中将寿险产品销售给不合适的客户，如某寿险公司销售人员将一份 35 年后给付保险金的现金价值的寿险产品卖给一位 55 岁的老人，其保费为年交 5 万元，其受益人是被保险人，而该被保险人既无子女亦无配偶，那么，该被保险人是否能活到 90 岁？或者活到 90 岁了，他所得的保险金还能用多久。显然，这本身就是一种不适当的销售，保险销售人员有适当性消费的明确提示义务，至于提示后投保人是否购买，完全由投保人决定。这些告知不到位的现象要么带来退保，要么在理赔时带来争议。

在承保方面，主要体现在核保与出单。核保的关键在于控制风险，包括事先控制和事后控制。事先控制主要在于控制保险责任、保险金额，防止将不合适的被保险人承保；事后控制则主要在于做好分保，选择合适的共保人。出单是非常重要的环节，合同中保险责任开始的时间，涉及到保险双方当事人的权利与义务。如某寿险公司，在向投保人收取保费后，并未及时出立保险单，也没有特别约定，后来在出单前发生保险事故，因责任开始时间发生争议，最终诉之法院，无论结果如何，对保险公司都会带来损失，也影响了保险功能的发挥。

在防灾防损方面，防灾防损本身就是保险的派生职能，做好防灾防损工作，既可减少保险事故，减少理赔支出，减少被保险人的损失，也能提高保险业的公信力。但目前有些保险公司开展防灾防损工作较少，有些公司甚至没有防灾防损部门，这样会增加保险事故发生，从而增加理赔的风险，也减少了被保险人的保险服务获得感。

在理赔方面，理赔体现保险职能的中心环节。理赔方面的风险在于：承保质量不到位带来的理赔争议风险；甚至有个别保险公司，该赔的不赔，不该赔的也不赔，但是讲不出道理赖着不赔，最后法院判决，无论该保险公司该赔还是不该赔，均赔偿保险金吧，因为自己讲不清。这样既增加了理赔成本，也严重影响了保险业的形象。这种情况，发生在单个员工身上，影响的是个案，发生在高管身上，则影响整个公司。在分保方面，分保是保险公司分散风险、稳健经营的重要手段，有效运用分保工具能有效分散风险，实现保险保障的功能。如 2013 年 9 月 4 日在江苏无锡发生的亚洲第一大火灾保险案：SK 海力士半导体财产保险案，该案保险理赔 8.6 亿美元保险金，但五家共保的公司合计自留额只有 2.36%，既有效达到了保险的经济补偿功能，又有利于保险公司的经营稳定；与此相反，在分保方面，有关公司没有协调好分保工作，带来分保方面的争议，给理赔带来争议，从而增加了理赔的成本。

1.2 投资风险

保险投资在保险经营中处于非常重要的地位，是保险公司盈利的主要来源，但投资损失或者达不到预期利润，也会为保险公司带来投资风险，轻则没有盈利，重则亏损，连本金也无法收回。此处以我国保险投资与公司盈利的关系如表 1 所示。

表 1　2006-2017 年保险业投资收益与综合利润分析表　　单位：亿元

年份	2006	2007	2008	2009	2010	2013	2014	2015	2016	2017
投资收益	955.3	2791.73	583.56	2141.7	2041.98	3658.2	5358.8	7803	7071.12	8352
综合利润	54	678	50	530.6	607	991.4	2047	2823.62	1978.99	2567

从表 1 可知：就整个保险业而言，保险业承保亏损，通过投资盈利来弥补承保亏损，最后实现综合盈利。尽管除 2016 年外，保险投资收益规模自 2010 年以来在不断增加的，但仔细分析，投资收益率却不同。如表 2 所示，如图 1 所示。

表 2　1999-2017 年保险投资收益率表　　单位：%

年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
投资收益率	4.46	3.89	4.3	3.14	2.68	2.87	3.6	5.81	12.17	1.91
年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	–
投资收益率	6.41	4.84	3.6	3.39	5.04	6.3	7.56	5.66	5.77	–

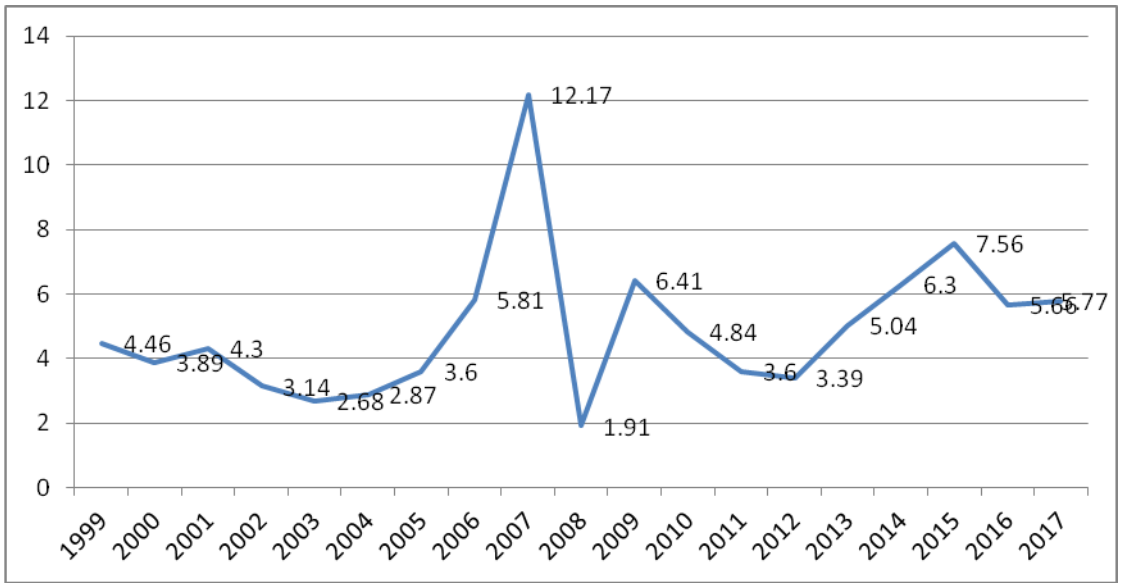


图 1　1999-2017 年我国保险业投资收益率情况(%)

从图 1 可知：自 2007 年以来保险投资收益率很不稳定，高到投资收益率 2007 年的 12.17%，低到 2008 年的 1.91%。究其原因，主要源于资本市场的不稳定，2007 年我国上证指数从 6124 点跌到了 2008 年的 1664 点；在 2016 年，在全球股市处于大牛市的背景下，中国的上证指数却下跌了 12%，而美国道琼斯指数上涨 13%，上证指数与道琼斯指数相差 25%，我国保险投资收益率也从 2015 年的 7.56%降到 2016 年的 5.66%。因此，资本市场的投资风险是保险投资重点应该防范的风险。

2. 保险公司产生经营风险的原因

保险公司产生经营风险的原因有很多，概括起来主要为：

2.1 在经营理念上保险功能意识不到位。保险公司实现盈利是无可厚非的事，但要注意基于本行业的特点，以实现本行业的职能而达到保险人与被保险人双赢的长期盈利。保险的基本职能是经济补偿、保险金给付，派生职能是防灾防损、投融资，保险行业是风险管理行业，基本职能与防灾防损体现了保险的风险管理功能。而有些保险公司只注意公司自身的盈利，展业时告知不到位、理赔时惜赔，注重短期利益来达到盈利，

最终会带来退保或影响消费者对保险的信任。

2.2 强调保费规模，忽视保险服务。出现展业风险的原因很多，从公司层面而言，强调保费规模是硬道理，却忽视了发生保险事故时理赔是硬义务；强调承保，忽略防灾防损；强调售前服务，忽视售后服务，从而影响续保率或继续率，也在一定程度上增加了新单佣金费用，影响了承保质量。此处以表 3 我国财产保险行业综合成本率分析表为例。

表 3　　2006-2016 年我国财产保险行业综合成本率分析表　　单位：%

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
综合成本率	102.7	114.2	106.7	104.5	97.3	95.26	97.23	99.5	99.31	98.6	99.52
赔付率	52.75	51.81	60.7	54.79	45.08	61.22	61.25	64.15	62.56	60.35	59.94
综合费用率	49.55	62.39	46	49.71	52.22	34.04	35.98	35.35	36.75	38.25	39.85

从表 3 可知：自 2006 年以来，保险综合成本率在不断降低，从承保亏损转变为承保微利，主要原因在于赔付率上升，而综合费用率下降，说明消费者得到更多实惠、改善管理改善。但也不得不说，就国际比较，其综合费用率仍然偏高。

2.3 有些公司人员技术不到位，先进技术没有注意采用。技术没有到位在于展业讲不清，理赔道不明，这与近年取消保险从业人员资格考试也有一定关系，同时也与保险业发展所需高管人才紧缺有较大关系，保险从业分级资格考试也不够完善，由此带来展业、承保中技术不到位，理念也就跟不上。同时，也导致先进的承保、理赔技术难于推广，如在企财险、家财险、工程险中利用无人驾驶机定损较少，主要靠人工定损，带来估损的争议，最终带来即便可能多赔了被保险人也不领情的现象。

2.4 公司出于保费规模，忽视保险有关制度。如有些公司对有保险销售误导的营销人员，即使已上“黑名单”，为了获得保费规模，也继续聘用，从而潜藏着销售误导风险。

2.5 保险投资风险的原因有保险公司经营技术和公司管理层面的，但主要源于资本市场的不稳定。资本市场投资的风险，即资本市场不稳定主要源于监管制度不够完善、监管技术有限和监管理念不够到位。强调融资，重视投资的程度不够；运动式监管偏多，制度建设性监管亟待加强，如资本市场监管者应该代表投资者利益，而不是融资者利益，因为监管者的监管费来机构自投资者，对于新股发行务必考虑到有利于投资者利益，而新股上市“变脸”，新股发行审批者及其相关应该承担责任；对于有些上市公司盈利长期不分红，几乎没有制度约束；对于一些长期的“僵尸”股不退市，同时，违法成本太低，资本市场几乎变成了纯粹的融资市场而非投资市场。在此情况下，将严重影响着保险资金的增值，从而限制了保险服务功能的发挥。

3. 完善保险公司经营风险管理的建议

3.1 完善资本市场。要依法治理资本市场，尤其要完善资本市场的法律法规和规章，立章建制，经营者要依法经营，监管者要依法监管，要以事实为依据，以法律为准绳，避免监管乱象，经营者违反要承担法律责任，监管者违法同样受到法律制裁。从制度层面，使违法者的违法成本高于违法收益的几倍甚至几十倍，以保证资本市场的规范性和稳定性，保证金融秩序的稳定，从而为避免保险投资风险、稳定保险经营创造宏观条件。

3.2 进一步完善保险监管。我国保险监管自保险业恢复以来，已经基本建立了具有

自身特色的保险监管体系，形成了以偿付能力为核心、市场行为与公司治理相结合的三支柱体系，尤其是偿二代监管的实施，不仅大大提升了我国保险监管水平，也增加了我国保险监管在国际上的保险监管话语权。偿付能力监管是核心，市场行为与公司治理监管则是为了实现保证偿付能力的重要手段，因此，为了保护被保险人利益，必要的市场行为监管也是不可少的，如“黑名单”制度的实施、适当性消费的提示等。

3.3 进一步完善行业自律。我国保险行业自律制度已相当完善，但还有待进一步完善，如保险从业人员资质分级考试制度，“黑名单”的实施制度，适当性消费的提示制度等等，以进一步完善自律公约，从行业层面防范经营风险。

3.4 完善公司治理结构。完善公司治理结构的基础是首先实现经济基础市场化，充分提高保险公司对市场的反应能力。只有解决了所有者缺位的问题，才有可能自我负责，只有让保险公司成为市场的真正主体，才有可能面对市场，发挥保险公司在应对重大事件及时调整保险条款的能力，才可能根据市场需要完善保险条款和费率，提供优质的保险服务；其次是要完善各项公司治理制度；再次是有效发挥股东大会、董事会和监事会在公司治理结构中的职能作用。

3.5 完善人才机制，推进保险人才专业化。保险人才是保险业的重要生产要素，是保险业的第一生产力，一个行业的兴衰，最关键的取决于人才。因此，保险行业要培养人才、用好人才、留住人才。从培养人才角度方面，要把住入口关，同时定期培训与技术资质相结合。用好人才在于人尽其用，以吸纳各类保险专业人才。留住人才的措施则在于股权激励、企业年金、司龄工资、优先晋升，股权激励在于无论高管还是普通员工，绩效优秀的就给予一定的股权激励，一段时间内不得带走，超过一段时间可以带走，因为人们有路径依赖的习惯；企业年金在于为公司员工购买一定的年金，一段时间内不得带走，超过一定时间，则可以带走；司龄工资则与员工在公司长短有关，无法带走；优先提升在于公司员工晋升时在同等条件下，对本公司员工优先晋升，避免“外来和尚会念经”的现象，促使员工爱岗敬业。

3.6 推进保险服务化。保险行业是服务行业，保险服务水平直接关系到保险产品的质量，关系到保险风险管理功能的实现，也关系保险投资能力的提高，关系到保险公司的管控风险水平。保险服务是围绕着保险展业、承保、理赔、防灾防损、分保、投资及其附加服务活动的总称；保险服务化则是在保险经营各环节以客户服务为中心的现象。从环节上来说，它包括售前、售中和售后等一系列保险服务；从内容上，不仅包括基本服务，也包括附加服务；不仅包括初级服务，也包括了高级服务。如健康险的附加体检服务和延伸优惠健身或保健服务；车险附加安检服务和延伸优惠汽车保养服务等，延伸服务是有偿服务，仅仅有优惠而已，但这些均使保险消费者得到实惠、感觉到购买保险的附加价值。在基本服务方面，防灾防损是核心，理赔服务也要尽可能建设性地增加服务式理赔，以便于被保险人感受到保险服务。保险服务化的紧迫性在于：保险需求综合化化；综合费用逐低化；保险功能全面化保险市场细分化；保险销售网络化。保险服务化不仅可以赢得客户信赖，提高保单继续率，降低综合费用率，还有利于挖掘市场潜力。实现保险服务化的路径在于保证基本服务；鼓励附加服务；创新延伸服务。

3.7 实现保险意识整体化。整体化的保险意识包括消费者的投保意识、保险公司的保险功能意识和政府的保险认知意识。保险人的保险功能意识要通过开展合理有效的承保、及时公平的理赔和积极有效的防灾防损等工作来体现；投保人的投保意识在于让投保人感知风险和认知保险。

3.8 建立有效的保险经营风险管控机制。要在公司内部立章建制，做到事前预警，使减少经营风险发生；事中应急，使损失降低到最低状态；事后追责，以警示有关责任人，防止类似风险的发生，从而，形成保险公司经营风险管控的有效机制，实现保险公

司稳健经营。

References

[1] 王绪瑾. 保险学（第六版）[M]. 北京：高等教育出版社，2017：111-125
WANG X J. Insurance (Sixth Edition) [M]. 6th ed. Beijing：Higher Education Press, 2017：111-125

[2]王绪瑾，把握中国保险业发展的黄金机遇期[J]. 中国金融，2015（9）
WANG X J. Grasp the golden opportunity period for the development of China's Insurance Industry [J]. China Finance, 2015（9）

[3] 王绪瑾，王浩帆. 论保险服务化[J]. 中国保险，2016（3）
WANG X J, WANG H F. The Theory of Insurance Service [J]. China Insurance, 2016,vol.3.

保险公司经营风险管理研究

王绪瑾

教授
北京工商大学风险管理与保险学系
北京海淀区阜成路33号, 100048
Email: wangxujin@foxmail.com

关键词：经营风险, 风险管理，保险公司

摘要：随着我国保险公司业务的快速发展，如何有效防范其经营风险，是保险公司面临的重要课题。本文从三方面进行了研究：阐述了中国保险公司经营风险的现状；分析了中国保险公司存在风险的原因；提出了完善保险公司经营风险管理的路径。

Can Diversification Reduce Insurers' Risk? ——Evidence from China Property-liability Insurance Industry

WU Shuang
School of Finance
Zhongnan University of Economics and Law
Wuhan 430073, China
Email:2877540261@qq.com

Keywords: product diversification, geographical diversification, property-liability insurance company, risk.

Abstract: Specialized and diversified management are the important modes of internal allocation of enterprise resources. The choose of whether "put all eggs into a basket and concentrate on it" or "put the eggs into different baskets"is a problem that corporate managers and academic researchers have to think about. Most of the existing literature is about the effect of diversification on corporate performance. Literature concerning with the effect of diversification on risk is mostly based on the perspective of listed companies or banks. This paper adopts the GMM dynamic panel model to study the effects of diversification of product and geographic on the risk of property-liability insurers in China based on the unbalanced panel data of the property-liability insurance companies from 2007 to 2015. First, we construct the variables of diversification and risk. The product diversification and geographical diversification can be measured by Herfindahl Index. As for the risk, we account for both solvency risk and bankruptcy risk. In the descriptive statistics part, we find that the diversification of Chinese and foreign property-liability insurance companies is different. Accounting for the difference, we carry on a classified empirical study to find out the heterogeneous effect of diversification on risk between the Chinese and foreign property-liability insurance company. This research shows that product diversification of Chinese property-liability insurance companies may reduce their solvency, but its impact on bankruptcy risk is not significant. The product diversification of foreign property-liability insurance companies may increase their solvency and reduce their probability of bankruptcy. The geographical diversification of Chinese property-liability insurance companies will significantly reduce their solvency, but the geographical diversification of foreign property-liability insurance companies may take no significant effect on their solvency and bankruptcy probability.

1. Introduction

Diversification is the mainstream trend in the development of today's insurance industry. With continuous expansion of product lines and business regions, insurance companies make full use of their internal resources to seek the optimal combination with the market resources so as to gradually increase their market power. The two main motives of insurance companies'

diversification behavior theoretically are as follows: First, it reduces the average cost and improves the company's revenue. Insurance companies can share their resource such as sales channels, customer resources, and information systems through the diversification strategy in the products and business area, so as to obtain the corresponding "economies of scope" and "economy of scale" to improve the operating efficiency[1]. Secondly, it helps to reduce the insurer's risk. According to the theory of asset portfolio, a company's multiple business lines can be regarded as assets. A diversified company is equivalent to establishing an asset pool. As long as the cash flow of each business line is not completely positive, companies can reduce their financial risk by reducing the volatility of the overall cash flow through diversification [2]. Besides, the effect of diversification on insurance companies is not only risk dispersion. The specialty of the insurance company's business is that the insurance company underwrite various kinds of risk. An insurance company can realize risk hedge by underwriting two kinds of insurance products with opposite loss directions .For example, pension products and life insurance products can hedge each other's mortality risk. However, diversification does not necessarily reduce risks. It may also carries additional risks such as associated transaction risks [3] , system transfer risks [4] and so on. At the same time, the difficulties of supervision caused by diversification may lead to the insurer's rent-seeking activities and thus may increase the insurers' risks. The diversification of insurance companies may also result in diversification of their risk types, risk carriers and risk. The existing large amount of literature is about the first aspect of the study, which is concentrated on discussing the effect of diversification on companies' performance. The relevant studies on whether diversification can reduce insurers' companies is limited. Recently, the Chinese government has attached great importance to the prevention of financial risks and prudential supervision. In April 2017, the China Insurance Regulatory Commission (CIRC) issued the notice on "Further Strengthening the Risk Prevention and Risk Control of the Insurance Industry", and put forward the top ten measures to prevent the nine risks of the insurers, which is closely related to the risk prevention of the insurance industry. At the end of 2017, the Central Economic Working Conference emphasized the issue of financial risks, proposing that we must put more emphasis on preventing and controlling financial risks and resolve to dispose of a number of risk points. At the end of March 2018, Central Committee for Comprehensive Deepening of Reform held its first meeting and proposed that the prevention and controlling of financial risks should follow the principle that our financial industry must serve the real economy. Besides, we should combine the macro-prudential supervision with micro-prudential supervision, and combine the institutional supervision with functional supervision. In the post-financial crisis era, we have to reflect on whether diversification can reduce the risk of insurance companies, or vice versa. This article studies the effect of product and geographical diversification on insurance companies' risk .We take the property-liability insurance companies as a sample, and measure the insurance companies' business risk from two aspects of solvency and bankruptcy probability. In addition, based on the comparison of Chinese and foreign property-liability insurance companies' diversification strategy, this article will examine the heterogeneity of its effect on risk between the two types of companies.

The remainder of the paper is organized as follows. Section 2 presents the related theoretical basis and literature, Section 3 describes the data and model specification, Section 4 provides the empirical results, Section 5 conclusions and implications, and Section 6 lists the literature referred to in this article.

2. Theoretical Basis and Literature Review

The insurance companies have some similarities with the business models of general

enterprises, but they also have certain specialties. Therefore, based on the research about the effect of diversification on general corporate risk relations, this paper considers the specificity of the insurance company's operation and management to give theoretical supplements, which lays a theoretical foundation for subsequent research.

2.1 Coinsurance Effect Theory

The theory of coinsurance effect was first proposed by Lewellen (1971). Different business units of diversified companies can generate incompletely related cash flow, which will reduce the bankruptcy risk and the financial constraints of the company[5]. Chiorazzo, et al（2008）has found that non-interest income of a bank is negatively correlated with interest income, so the risk of a bank can be reduced by adopting a combination of diversified business[6]. Of course, the premise of coinsurance effect is that the cash flow of each business is not completely positively correlated. However, the "centralization-stability" hypothesis denies this hypothesis. Lubatkin, et al (1994) believes that a company with a positive management strategy can change the cash flow of the business and thus affect its asset income and risk by adjusting the direction of asset fluctuations according to its own business objectives[7]. Berry-Stollzle et al. (2012) classified US property insurers' diversification into two groups: risk-related business diversification and irrelevant business diversification. By group study , they found that diversification does reduce risks for businesses where risk is not related[3]. Ding Zhong and Deng Kebing has found that the coinsurance effect of diversification is weak by using the data of Chinese listed companies from 2000 to 2006 to conduct empirical research[8]. Wu Guoding and Zhang Huili (2015) has adopted the modified Altman Z value as a measure of corporate financial risk and found that business diversification has increased its financial volatility instead of reducing the company's financial risk. The traditional theory of modern asset portfolio theory did not apply to the listed companies in China[9].
H1 (coinsurance effect theory): Product diversification can reduce insurers' risk.

2.2 The Principal-Agency Theory

The principal-agent theory is based on the theory of asymmetric information game theory, which is used to analyze and explain the conflict of interests and incentives between enterprise owners and managers. Amihud and Lev (1981) analyzed from the perspective of reducing the risk of managers themselves and found that diversification will motivate managers to engage in business activities with low added value, resulting in principal-agent issues[10]. Jensen (1986) believed that managers can obtain private benefits from controlling more cash resources due to diversification, which may cause serious agency conflicts. The existence of agency problems may further affect the investment decisions of companies and the designation and selection of relevant diversification strategies[11]. Brickley (2003) found that the farther the branch office is from the headquarters, the greater the supervisory barriers of senior management personnel to the branch manager is. Therefore, geographical diversity may cause the whole bank to lose value and increase risk[12]. The researches of Lu Zhengfei and Zhang Huili (2010) found that the rent-seeking behavior of the subsidiaries of listed companies in China is rather common, which seriously undermines the efficiency of the allocation of corporate resources[13]. Sun Qixiang et al. (2015) has studied the relationship between business concentration and risk of life insurance companies and found that geographic expansion will increase information asymmetry in headquarters and branches, therefore increase the agency costs of the company, which cannot significantly reduce the life insurance company's operations risk[14]. However, domestic scholars have not conducted a study on the effect of the diversification of property-liability insurance companies on their business risks, and the measurement of risk is only related to the risk of surrender.

H2 (the principal-agency theory): Diversification may increase insurers' risk.

2.3 the Law of Large Numbers

The law of large numbers means that when the number of samples is large, the average of random variables will approach a stable value, which can be a probability or a mean. The law of large numbers is one of the most basic principles for the operation of insurance companies. The law of large numbers in property insurance requires property insurance companies to accumulate a large number of homogenous risk subjects within the scope of their solvency, which will make insurance companies more stable in their operations and more accurately in calculating the premiums[15]. Therefore, we can explain that the diversification can reduce the risk of property-liability insurance companies from the perspective of the law of large numbers. Che, X and Liebenberg, AP (2017) [16]believe that the geographical diversification of property insurance companies enable insurers to reduce the insurance company's underwriting risk through cross-regional risk distribution.
H3 (Law of Large Numbers): Geographical diversification can reduce insurers' risk.

3. Sample and Methodology

3.1 Data and Sample

China's implementation of the "New Accounting System Guidelines" in 2007 has made the identification of insurance accounts in the insurance industry different from the past. For the sake of uniformity, this paper selects the data of China's property insurance company from 2007 to 2015. The data comes from the following aspects: First, the micro-data of the insurance industry are obtained from the CSMAR; Second, we get the missing and unclear micro-data of individual insurance companies, from the annual "China Insurance Statistical Yearbook" and the annual reports of insurance companies. This article eliminates the companies with imperfect information and those companies with negative owners' equity in the current year. Finally, they collected 292 valid samples, including 42 Chinese insurance companies and 22 foreign insurance companies. In this paper, some variables(such as solvency adequacy ratio) are winsorized by 5% because their extreme values will significant influence the result.

3.2 Variable Construction

Risk. This paper uses solvency and bankruptcy probability to measure the risk of property-liability insurance company. As to the solvency, it is the ratio of the "actual capital" to the "minimum capital" of the insurance company, which reflects the ability of the insurance company to fulfill its policy responsibilities. This indicator focuses on measuring the insurance company's business risk from the perspective of risk capital. Solvency is crucial to the soundness of the insurance company's operations. Once a solvency crisis occurs, not only can the insurance company fail to maintain normal operations, but the interests of the insured will be threatened or harmed. Solvency supervision is the core of the supervision of insurance industry. The greater the solvency ratio is , the lower the solvency risk is. As to the probability of bankruptcy (Z-score). it is a reverse index used to measure the probability of bankruptcy of insurance companies by referring to Shim (2011) [17], Laeven & Levine (2009) [18]and Cummins JD, et al. (2016) [19]. According to bankruptcy risk theory, the bankruptcy risk of insurance companies is the probability that net assets cannot cover losses.

$$Z-\text{score}=\ [\text{ROA}_{i,t}+\left(\frac{E}{A}\right)_{i,t}]/\sigma(\text{ROA})_{i,t} \quad (1)$$

where $ROA_{i,t}$ is the return on assets of the insurance company i during t period, $\delta ROA_{i,t}$ is the rolling standard deviation of the ROA in the past three years for the insurance company i during t period, E/A is the ratio of equity to total assets. Compared with solvency, Z-score takes into account the level of corporate earnings and its volatility. The larger the Z-score is, the smaller the insurance company's bankruptcy risk is and the stronger the company's operating stability. This paper considers the skewness of the sample company's Z-values and draws on the research methods of Shim (2011) [17], Laeven & Levine (2009) [18] and Cummins JD, et al. (2016) [19], using the logarithm of Z-score to measure the insurance company's bankruptcy probability.

Product Diversification. The index commonly used in measuring diversification include the Herfindahl Index, the Entropy Index, and Rumelt's method. This article uses the Herfindahl index to measure the degree of products diversification of the property-liability insurance company. At the same time , we using the entropy index as an alternative variable to the Herfindahl index as robustness test. The measurement of the property-insurance company's product diversity by the Herfindahl Index in year t is:

$$H - LINES_{i,t} = 1 - \sum_{j=1}^{n} S_{i,j,t}{}^{2}, \quad (2)$$

where $S_{i,j,t}$ denotes the proportion of the income of the insurer i in the insurance product i in the year t to the total premium income of the insurer i in the year t . The measure of the Entropy Index is:

$$E - LINES_{i,t} = \sum_{j=1}^{n} S_{i,j,t} \ln (1/S_{i,j,t}). \quad (3)$$

Compared with the Herfindahl Index, the Entropy Index has a wider range of values. The larger the Herfindahl Index and the Entropy Index is, the higher the degree of product diversification is.

Property-liability insurance companies mainly underwrite the risk of economic losses and liabilities caused by natural disasters or accidents in the property and related interests of the insured. The insurance subjects referred to in property insurance includes not only tangible property such as houses and transportation vehicles but also intangible property and interests such as expected profits, credits, and liabilities. The management of property-liability insurance is complicated due to the differences in the insurance subject, the strong technical of the underwriting process, and the difficulty in risk management. Product diversification has both a positive and negative effect on the risk of property-liability insurance companies: On one hand, the product diversification can meet the diversified needs of consumers. Those insurance companies which run diversified products can also reduce cost and increase brand value by making use of the existing sales channels. On the other hand, the newly added product line means a new type of risk for a insurance company. Product diversification will increase the burden on property-liability insurance companies' each management link such as product design, actuarial, underwriting, claims, investment and risk management. In addition, different products have different requirements on the management. If property-liability insurance companies cannot improve their management capabilities to meet the requirements of the new product line, the new product line will bring impact to the soundness of the insurance company. Figure 1 shows the degree of product diversification of Chinese and foreign property-liability insurance companies in China. Although the gap of product diversification between two types of companies has narrowed, product diversification of foreign insurers remains relatively high. This may be explained by the fact that China's accession to the WTO limits the foreign companies in the business of compulsory

traffic insurance, resulting in the inability of foreign insurers to develop the auto insurance business. Whereas, the auto insurance business has always been an important source of business for Chinese companies. Therefore, foreign insurance has to implement an active product strategy and turn to comparative advantage in other products, including liability insurance, cargo insurance, enterprise property insurance, etc., and launch numerous innovative products to guarantee the source of income.

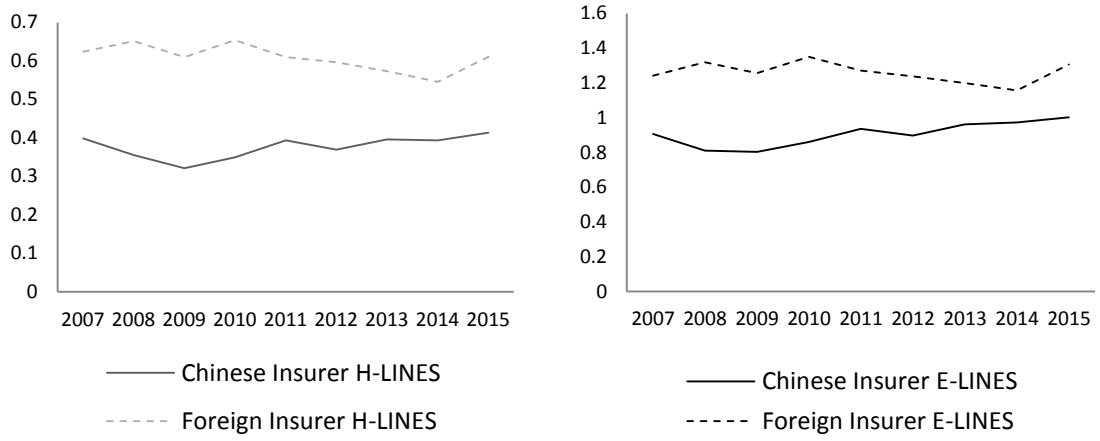


Figure 1 Comparison of Product Diversification of Chinese and Foreign Property-liability Insurance Companies from 2007 to 2015

Geographical Diversification. The degree of geographical diversification of property-liability companies is likewise measured by the Herfindahl Index as:

$$H - GEO_{i,t} = 1 - \sum_{i=1}^{n} D_{i,k,t}{}^{2}, \quad (4)$$

where $D_{i,k,t}$ denotes the proportion of the income of the insurer i in the district k to the total premium income of the insurer i during the year t. The measure of Entropy Index is:

$$E - GEO_{i,t} = \sum_{i=1}^{n} D_{i,k,t} \ln (1/D_{i,k,t}). \quad (5)$$

The larger the Herfindahl Index and the Entropy Index is, the higher the degree of geographical diversification is.

Each region in China has its own characteristics in terms of resources, cultures and economic development. China's property-liability insurance companies have set up more than 300 branches in various regions. Geographical diversification also has positive and negative effects on the risks of property-liability insurers: On the one hand, according to the law of large numbers, insurers can achieve cross-regional risk distribution through cross-regional business. On the other hand, the expansion of branches has increased the information asymmetry between the headquarters and the branches, and it is prone to principal-agent problems. Due to geographical restrictions, geographical diversification has increased the difficulty of supervision and control of the branches at the headquarters, thus increasing the insurers' risk. Figure 2 reports a comparison of the development trends of geographical diversification of Chinese and foreign insurance companies in China from 2007 to 2015. The level of geographical diversification of Chinese insurers has been relatively high. Although the geographical diversification level of foreign insurers was initially at a relative disadvantage, it also showed an rising trend year by year. This is related to the geographical

restrictions on the business area of foreign insurance in the first three years after China's accession to the WTO. In May 2004, with the promulgation of the "Notice Concerning the Restructuring of a Foreign Property-liability Insurance Company Subsidiary into a Sole Proprietorship Insurance Company", the foreign insurance branches that had been established in China was allowed to be rebuilt as a sole proprietorship under certain conditions. In China, the foreign property-liability insurer is no longer restricted by the establishment of branches. They have submitted applications in succession and hope to be approved as a subsidiary with a legal personality, that is, "sub rotor". Since then, the cost of setting up branches of foreign property insurance companies has been greatly reduced, and it is easy to accelerate the pace of geographical expansion[20].

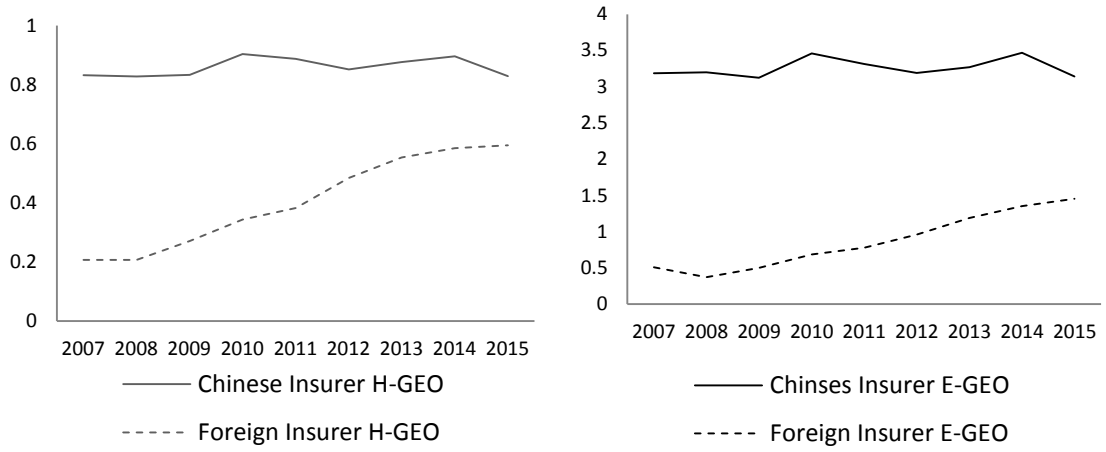


Figure 2 Comparison of geographical diversification of Chinese and foreign insurance companies from 2007 to 2015

Control Variables

Size. Larger companies have more specialized investment skills and knowledge to better control their risk（Pottier, S W,2007[21]）. However, studies in recent years have found that due to the emergence of service outsourcing, many smaller insurance companies can also obtain professional asset management services from the outside to reduce risks. Therefore, the impact of company size on the risk of insurance companies is uncertain. In this paper, the company's total assets are taken as logarithms to represent the company.

Rein. Reinsurance is an important way for insurance companies to transfer risks. There is a negative correlation between the solvency risk of insurers and their risk assets (Lee, SJ, Mayers, D and Jr, CW S, 1997[22]). Insurers transfer part of their risk to reinsurer to strengthen their soundness. Therefore, we expect that there is a negative correlation between reinsurance and the risks of insurance companies. The value of reinsurance equals the ratio of the ceded-out premium to total premiums.

Level. The higher the company's debt level is, the greater the possibility of its financial crisis is, that is to say, the company's debt level is positively related to the risk of the insurance company. The level of debt equals the ratio of debt to total assets.

Growth. Companies with better growth tend to have higher profitability, and the possibility of financial difficulties is relatively low[9]. Therefore, growth is negatively related to the risk of insurance companies. We use premium growth rates to measure the growth of insurance

companies.

GDP. On the macro level, with the continuous development of the national economy, different macroeconomic fluctuations will bring different risks to company[23]. Therefore, the impact of macroeconomic fluctuations on the risk of insurance companies should be put into the model. Therefore, the GDP is considered as a control variable in the model . And we take the logarithm of the GDP.

3.3 The Model

Based on the above analysis, we constructed the following GMM dynamic panel model to study the impact of diversification on the risk of property –liability insurance companies.

$$\begin{aligned} Z-\text{score}_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Z-\text{score}_{i,t-1} + \alpha_2 \text{DIV}_{i,t} + \\ \alpha_3 \text{SIZE}_{i,t} + \alpha_4 \text{REIN}_{i,t} + \alpha_5 \text{LEVEL}_{i,t} + \alpha_6 \text{GROWTH}_{i,t} + \alpha_7 \text{GDP}_{i,t} + \mu_{i,t} \end{aligned} \quad (6)$$

Among them, $\text{DIV}_{i,t}$ denotes product diversification H-LINES and geographical diversification H-GEO respectively; $Z-\text{score}_{i,t-1}$ represents the Z-score value of the lag one phase, taking into account the lag of risk effect; $\mu_{i,t}$ is the Perturbed Term .

3.4 Description Statistics

Table 1 shows the descriptive statistics of the relevant variables. The average value of solvency for the property-liability insurance company is 848%, and the standard deviation of it is 10.39, which is quite volatile. The logarithm of the Z-score is 2.77, with a standard deviation of 1.25. The average solvency of foreign insurers is higher than that of Chinese insurers, and their volatility is also higher. The soundness defined in the Z-score of Chinese companies is slightly higher than that of foreign companies.

Table 1. Sample Descriptive statistics

Variables	The full sample		Chinese Insurer		Foreign Insurer	
	mean	Std.dev	mean	Std.dev	mean	Std.dev
SOLVENCY	8.48	10.39	5.45	7.38	14.1	12.74
LNZ-score	2.77	1.25	2.87	1.22	2.58	1.30
H-LINES	0.46	0.22	0.38	0.19	0.61	0.19
H-GEO	0.71	0.34	0.86	0.20	0.43	0.34
LNSIZE	7.97	1.64	8.72	1.53	6.67	0.82
REIN	0.24	0.24	0.13	0.10	0.44	0.27
LEVEL	0.60	0.22	0.64	0.21	0.54	0.22
GROWTH	1.02	4.80	0.97	3.89	0.80	3.61
LNGDP	13.08	0.30	13.1	0.30	13.1	0.31

4. Empirical Results

Based on the differences in the diversification of Chinese property-liability insurers and foreign property-liability insurers, this paper carries on a classified research about the effect of diversification on the risk of insurance companies. The model estimates the dynamic panel

model using the system GMM and uses the lag one phase of Z-score as an explanatory variable to solve the endogeneity problem of the model. The AR(2) and Sargan tests show that there is no sequence correlation and excessive identification of tool variables. Thus, the model is set to be reasonable.

4.1 Production Diversification and Risk

Table 2 reports the regression results of product diversification and risk. In the whole sample, product diversification had no significant effect on the risk of property-liability insurance companies. In the classified sample regression, the product diversification of Chinese insurers is significantly negatively correlated with the solvency, i.e. product diversification will increase their solvency risk. Chinese property-liability insurance company has formed a product structure with auto insurance as its main business. The auto insurance premium income accounts for more than 60% of the total premium income. The various departments of Chinese property-liability have also formed a management model related to sales, claims settlement, customer service and other business activities with the auto insurance as its core business. Chinese property-liability insurers have no experience in the research and development of non-auto insurance products. Therefore, the newly added product line will bring a lot of impact on the business activities of Chinese insurers. However, the product diversification of foreign insurers is positively related to the solvency and Z-score. That is, product diversification will reduce its solvency risk and bankruptcy risk. As mentioned above, foreign insurers have accumulated rich experience in product diversification due to historical factors. They have advantages in product research and development, actuarial pricing and customer service management. Therefore, they can effectively respond to the challenges brought by product diversification. The foreign insurers can better apply the asset portfolio theory to its product diversification strategy and obtain the coinsurance effect of reducing risk through an unrelated product diversification portfolio.

Table 2. Production Diversification and Risk

Variables	SOLVENCY			Z-score		
	The full sample	Chinese Insurer	Foreign Insurer	The whole samples	Chinese Insurer	Foreign Insurer
L.RISK	0.111***	0.087***	-0.007	0.484***	0.683***	0.122**
	(3.181)	(6.276)	(-0.194)	(9.285)	(8.846)	(2.061)
H-LINES	-0.927	-12.170***	6.733***	0.493	-0.425	2.347***
	(-0.261)	(-7.800)	(3.768)	(0.891)	(-0.346)	(2.925)
SIZE	1.147***	1.422***	5.840***	0.190	0.627***	0.214
	(3.871)	(4.231)	(8.842)	(0.945)	(2.976)	(0.530)
REIN	19.043***	11.566***	18.100***	-0.023	-0.738	-1.713*
	(8.884)	(4.712)	(7.675)	(-0.030)	(-0.712)	(-1.799)
LEVEL	-25.738***	-26.404***	-34.701***	-5.776***	-3.522***	-6.925***
	(-14.339)	(-16.038)	(-16.855)	(-8.482)	(-4.004)	(-10.709)
GROWTH	-0.190	-0.048	-0.013	0.139	-0.335	0.316***
	(-1.594)	(-0.886)	(-0.060)	(1.495)	(-1.029)	(5.830)
LNGDP	-4.002***	-3.218***	-12.064***	1.337***	-1.063**	1.810*

	(-4.198)	(-5.513)	(-5.542)	(3.398)	(-2.362)	(1.658)
Constant	61.776***	54.916***	140.290***	-14.277***	12.122**	-19.867
	(4.955)	(7.645)	(5.464)	(-3.310)	(2.406)	(-1.604)
AR（2）Test	[0.540]	[0.277]	[0.442]	[0.199]	[0.779]	[0.244]
Sargan Test	[0.307]	[0.270]	[0.769]	[0.126]	[0.487]	[0.365]

*** denotes significance at 1%, ** denotes significance at 5%, * denotes significance at 10%

4.2 Geographical Diversification and Risk

Table 3 shows the regression results of geographical diversification and risk. Among the full-sample and Chinese sample, geographical diversification is negatively correlated with the solvency, that is to say, the increase in geographical diversification will increase the solvency risk of property-liability insurers. It can be explained by the fact that the geographical expansion has increased the difficulty of monitoring the branches, and the negative impact of the principal-agency problems on insurers is more significant than the risk dispersion effect of cross-regional coverage. This effect is even more pronounced in Chinese insurance company. As it is discussed above, Chinese insurance company are highly diversified geographically, but one-sided emphasis on gaining market leadership through geographical expansion while ignoring risk-control business models will seriously threaten their solvency. However, the geographical diversification of foreign insurance companies have no significant effect on their solvency and bankruptcy risk. On one hand, because of the low levelof the geographical diversification of foreign insurance companies. On the other hand, foreign insurance companies are relatively concentrated in China's regional layout. The entry degree of foreign property-liability insurers to China's eastern region is much higher than that of the central and western regions, which is reflected by the spatial aggregation effect of multinational corporations' location selection in developed provinces or regions[24]. As a result, the cross-regional supervision difficulties faced by foreign insurers are relatively small compared to those of Chinese insurers, thus the negative impact of geographical diversification on their risks is not significant.

Table 3. Geographical Diversification and Risk

Variables	SOLVENCY			Z-score		
	The full sample	Chinese Insurer	Foreign Insurer	The whole samples	Chinese Insurer	Foreign Insurer
L.RISK	0.071**	0.049***	0.168***	0.442***	0.702***	0.091
	(2.485)	(3.857)	(4.024)	(6.103)	(7.447)	(1.552)
H-GEO	-8.935***	-15.637***	-4.283	1.022	0.538	-0.106
	(-4.314)	(-6.227)	(-1.579)	(0.889)	(0.244)	(-0.079)
SIZE	1.878***	1.510***	3.823***	0.210**	0.824***	0.366*
	(4.471)	(5.199)	(6.024)	(2.456)	(3.123)	(1.760)
REIN	17.746***	9.885***	20.627***	1.113	-1.694*	1.042
	(6.436)	(3.872)	(7.813)	(1.619)	(-1.784)	(0.581)
LEVEL	-25.678***	-22.150***	-34.202***	-3.566***	-3.331***	-7.695***
	(-14.175)	(-13.247)	(-19.901)	(-8.612)	(-3.622)	(-11.990)

GROWTH	-0.146	-0.088**	-0.785***	-0.138	0.010	0.081
	(-1.095)	(-2.490)	(-3.210)	(-1.613)	(0.053)	(1.007)
LNGDP	-3.711***	-3.623***	-0.528	0.360	-1.061**	1.604**
	(-3.421)	(-4.731)	(-0.235)	(1.597)	(-2.289)	(2.053)
Constant	59.434***	66.144***	4.945	-3.560	9.479**	-17.258*
	(4.636)	(6.200)	(0.201)	(-1.276)	(2.035)	(-1.754)
AR（2）Test	[0.713]	[0.409]	[0.988]	[0.206]	[0.725]	[0.182]
Sargan Test	[0.528]	[0.219]	[0.604]	[0.108]	[0.449]	[0.695]

*** denotes significance at 1%, ** denotes significance at 5%, * denotes significance at 10%

4.3 Robustness Checks

In order to test the robustness of the conclusions, this paper uses the Entropy Index as the proxy variable to measure the insurance company's product diversification and geographical diversification. And we keep the other variables unchanged. After robustness checks, it is found that the conclusion of this paper still keeps valid. The product diversification of Chinese property-liability insurers will increase its solvency risk. The diversification of foreign property-liability insurers will reduce its solvency risk and bankruptcy risk. Geographic diversification increases the risk of insurance companies, and this effect is more pronounced in Chinese property-liability insurers, but the impact on foreign property-liability insurers is not significant.

5. Conclusions and Implications

Through the construction and statistics of the property-liability insurance company's diversified indicators on products and business regions, it has been found that foreign property-liability insurers have more advantages in product diversification than Chinese property-liability insurers, but Chinese insurers are more geographically diversified. By constructing a GMM dynamic panel model and using the Herfindahl index to measure different dimensions of diversified behaviors, and empirically analyzed the effects of diversification on the risk of insurance companies, we found that: product and geographical diversification affects the insurer' risk differently, and the affect is also heterogeneous between the Chinese and foreign property-liability insurance company. Specifically, for Chinese insurers, product diversification has a significant negative effect on their solvency, and geographical diversification has a significant negative effect on their solvency. For foreign insurers, product diversification can enhance their solvency, reduce the probability of bankruptcy. That is to say, it creates a coinsurance effect. Foreign insurers can benefit from diversification of their products.

Based on the above conclusions, the implications of this paper is follows:

The first point is about the management of property-liability insurance companies. Due to lack of enough experience and capability in product diversification, the Chinese property-liability insurance companies should not be too hasty in its product diversification

strategy. It is imperative that efforts should be made to improve their own asset management, product actuarial technology, and organizational management capabilities, so as to respond stably to the impact of new products on company solvency. In addition, Chinese insurers should increase supervision and control of their branches, instead of blindly pursuing geographical diversification and expansion, and avoid falling into the "big but not strong" dilemma. In view of the trend of foreign asset insurance companies catching up with Chinese insurers in regional diversification in recent years, the research in this paper suggests that the foreign insurers should carry on their geographical expansion step by step. Risk control should be strengthened to prevent subordinate subsidiaries or business divisions refusing to cooperate with the company's overall diversification strategy for its own interests.

The second point is about the regulatory of insurance market. The application of insurers to the establishment of branches should be strictly examined in accordance with the provisions of the law of insurance. The capital, performance and internal management system of the applicants should be audited, and the continuous supervision of its solvency should be strengthened. The financial status and manager of the diversified insurers should be supervised and risk should be controlled from the source by market access regulation to enhance the soundness of the insurance industry and promote the efficiency of the resource allocation in insurance industry (Liu Dongjiao, Wu Shuang, 2017[25]).

References

[1] FIEGENBAUM A, THOMAS H. Strategic Groups and Performance: The U.S. Insurance Industry, 1970-84[J]. Strategic Management Journal. 1990, 11(3): 197-215.

[2] AMIT R, LIVNAT J. Diversification and the Risk-Return Trade-Off[J]. Academy of Management Journal. 1988, 31(1): 154-166.

[3] BERRY-STÖLZLE T R, Liebenberg A P, Ruhland J S, et al. Determinants of Corporate Diversification: Evidence From the Property–Liability Insurance Industry[J]. Journal of Risk & Insurance. 2012, 79(2): 381-413.

[4] ELANGO B, MA Y L, POPE N. An Investigation Into the Diversification – Performance Relationship in the U.S. Property–Liability Insurance Industry[J]. Journal of Risk & Insurance. 2008, 75(3): 567-591.

[5] LEWELLEN W G. A Pure Financial Rational for the Conglomerate Merger[J]. The Journal of Finance. 1971, 26(2): 521-537.

[6] CHIORAZZO V, MILANI C, SALVINI F. Income Diversification and Bank Performance: Evidence from Italian Banks[J]. Journal of Financial Services Research. 2008, 33(3): 181-203.

[7] LUBATKIN M, CHATTERJEE S. Extending Modern Portfolio Theory into the Domain of Corporate Diversification: Does It Apply?[J]. Academy of Management Journal. 1994, 37(1): 109-136.

[8] 丁重，邓可斌. 多元化能否产生共同保险效应——中国的经验证据[J]. 当代财经. 2008, 2008(10): 53-58.

[9] 吴国鼎，张会丽. 多元化经营是否降低了企业的财务风险?——来自中国上市公司的经验证据[J]. 中央财经大学学报. 2015(8): 94.

[10] AMIHUD Y, LEV B. Risk Reduction as a Managerial Motive for Conglomerate Mergers[J]. Bell Journal of Economics. 1981, 12(2): 605-617.

[11] JENSEN M C. Agency Cost of Free Cash Flow, Corporate Finance[J]. American Economic Review. 1986, 76(2): 323-329.

[12] BRICKLEY J A, LINCK J S, JR C W S. Boundaries of the firm: evidence from the banking industry [J]. Journal of Financial Economics. 2003, 70(3): 351-383.

[13] 陆正飞，张会丽. 所有权安排、寻租空间与现金分布——来自中国A股市场的经验证据[J]. 管理世界. 2010(5): 150-158.

[14] 孙祁祥，边文龙，王向楠. 业务集中度对寿险公司利润和风险的作用研究[J]. 当代经济科学. 2015, 37(3): 27-38.

[15] 孟良. 财产险中的大数法则[J]. 上海保险. 2003(12): 28-29.

[16] CHE X, LIEBENBERG A P. Effects of Business Diversification on Asset Risk-Taking: Evidence from the U.S. Property-Liability Insurance Industry[J]. Journal of Banking & Finance. 2017, 77: 122-136.

[17] SHIM J. Mergers & Acquisitions, Diversification and Performance in the U.S. Property-Liability Insurance Industry[J]. Journal of Financial Services Research. 2011, 39(3): 119-144.

[18] LAEVEN L, LEVINE R. Bank governance, regulation and risk taking ☆[J]. Journal of Financial Economics. 2009, 93(2): 259-275.

[19] CUMMINS J D, RUBIO-MISAS M, VENCAPPA D. Competition, Efficiency and Soundness in European Life Insurance Markets [J]. Journal of Financial Stability. 2016, 28.

[20] 孙祁祥，何小伟，郑伟. “入世”十年外资保险公司的经营战略及评价[J]. 国际商务: 对外经济贸易大学学报. 2012(5): 32-44.

[21] POTTIER S W. The Determinants of Private Debt Holdings: Evidence From the Life Insurance Industry[J]. Journal of Risk & Insurance. 2007, 74(3): 591-612.

[22] LEE S J, MAYERS D, JR C W S. Guaranty funds and risk-taking evidence from the insurance industry [J]. Journal of Financial Economics. 1997, 44(1): 3-24.

Assessment of Extreme Risk for Egg Price Fluctuation in Henan Province Based on BMM Model

XU Lei, WANG Bingbing

XU Lei*
Professor
Agricultural Information Institute
Chinese Academy of Agricultural Sciences
Beijing 100081, China
Phone: (8610) 8210 9929
Email: xulei02@caas.cn

WANG Bingbing
Assistant Professor
Agricultural Information Institute
Chinese Academy of Agricultural Sciences
Beijing 100081, China
Phone: (8610) 8210 9929
Email: bingwhite@163.com

Keywords: Egg price, Extreme risk assessment, H-P filter method, Block maxima method, Henan province

Abstract. This paper has constructed the methodology of extreme risk assessment of egg price fluctuation based on modern risk analysis and evaluation theory. First of all, the Census-X12 and H-P filter methods are used to periodically decompose the price time series to obtain cyclic and fluctuating components. Block maxima method (BMM) based on the extreme value theory is for modeling the generalized extreme value distribution (GEV) of extreme risk for price fluctuation, and then the problem in what probability distribution of extreme risk for price fluctuation is resolved. The empirical analysis of egg market price in Henan Province, the main egg producing areas in China, show that the egg price fluctuation ratios in Henan province falling into the interval no more than 30 percent from the average which represented a high probability of occurrence whether up or down. The extreme risk of egg price falling in Henan province is generally higher than the extreme risk of rising while the probability of fluctuation ratios falling into extreme interval (40%-50%) is 4.58%, and extreme interval (exceeding 50% from the average) has a relatively small probability of 0.97%.

1．引言

我国是全世界鸡蛋生产、消费第一大国，目前鸡蛋产业每年拥有3000多亿元的产业规模，全球占比40%，位居世界第一。伴随着市场化改革的不断深入和国际化进程的不断加快，农业各种传统和非传统风险不断叠加凸显，我国鸡蛋市场价格频现“过山车”式大幅周期性波动（“巨灾”），对鸡蛋产业和居民消费均造成较大影响。调查显示，2014年9月份，我国鸡蛋价格创下历史高位接近6元/斤，之后出现大幅下跌，2017年上半年，鸡蛋市场遭受十年来最冷“寒冬”，价格一度跌至2元/斤左右。因此，精准度量鸡蛋市场价格波动极端风险的大小，有效把握鸡蛋市场价格波动极端风险的规律，有利于政府部门科学地制定应对鸡蛋市场价格异动的调控措施，对鸡蛋市场稳定健康发展具有重要意义。

目前国内学者对鸡蛋价格波动极端风险度量的研究较少，多数文献主要集中对鸡蛋价格的波动规律（Giot P，2003；宋淑婷，2012；周红，李华，2012；黄体冉等，2015）和波动影响因素的分析（Guo X H, GE D Q，2009；郭世娟等，2016；周荣柱，2017；唐江桥，2017；武玉环，秦富，2017；杨玉影等，2018）。不可否认，这些成果为本研究提供了很好的理论和方法借鉴，但国内外既有的研究并没有从鸡蛋价格波动风险的内涵出发，自然无法实现鸡蛋价格波动极端风险的度量。此外，起源于20世纪90年代，用于度量金融市场风险的VaR方法被尝试引入农产品市场价格波动风险研究中，得出了一些有意义的结论（张峭等，2010；熊巍，祁春节，2013；刘伟等，2017），但既有的研究同时指出，传统的VaR并不适合极端风险的情形，结果会出现偏差（JP Morgan，1996）。

基于此，本文基于传统的VaR方法，引入现代极值统计理论（EVT）中的区组极大值（BMM，Block Maxima Method）方法以期实现对价格波动尾部分布的有效拟合，从而获得价格波动极端风险广义极值分布（Generalized Extreme Value，GEV）模型；基于此，以我国鸡蛋主产区河南省鸡蛋市场价格为例，开展鸡蛋价格波动极端风险度量实证研究。

2．方法模型

2.1分解鸡蛋价格波动周期

本文采用月度居民消费价格指数（CPI）对鸡蛋价格进行修正，剔除货币、通胀等因素对价格波动的影响。数据转换公式为：

$$p_t' = p_t / cpi_t \quad (1)$$

上式中，p_t表示鸡蛋市场第t期的价格，cpi_t表示地区第t期的居民消费价格指数，p_t'表示剔除CPI后的第t期实际价格。

由于季节的变动会使时间序列产生规律性的变化，这种规律性变化称之为季节变动。为更准确地反映鸡蛋价格波动，应对价格序列进行季节调整，常用的一个方法是Census-X12方法。把原始时间序列分解为趋势循环项TC_t、季节项S_t、和不规则要素I_t。本文采用乘法模型，乘法模型在于以相对数表示季节要素，因而可以避开计量单位的影响，增强了不同经济变量之间的可比性。一般形式为：

$$R_t = TC_t * S_t * I_t \quad (2)$$

通过季节调整得到的趋势和循环要素视为一体不能分开，需要一定方法将趋势和循环要素进行分解，本文选择H-P（Hodrick-Prescott）滤波法。

$$TC_t = R_t^T + R_t^C \quad (3)$$

H-P滤波就是从$\{TC_t\}$中将趋势项R_t^T和循环项R_t^C分离开，说明鸡蛋价格波动趋势和循环规律。根据H-P滤波法分解结果确定鸡蛋价格波动周期长度，提取各个波动周期中鸡蛋价格的极大值、极小值和计算鸡蛋价格的均值。

2.2 拟合鸡蛋价格波动极端风险分布函数

本文引入现代极值统计理论（EVT）中的BMM模型以拟合鸡蛋价格波动极端风险分布函数。BMM模型是极值理论的经典模型，将观测数据按时间顺序或其他标准等分为时段区间（波动周期），然后选取每个区间的极值（极大值或极小值），再以这些极大值或极小值构成的极值样本数据序列进行分布拟合，从而得到广义极值分布（Generalized Extreme Value，GEV）。

据此，本文根据H-P滤波法分解结果所确定的鸡蛋价格波动周期长度，将各个周期中鸡蛋价格最高值和最低值较各个周期均值所偏离的程度组成新的序列，其公式如下：

$$F(x_i) = (p'_{max} - p'_{mean})/p'_{mean} \quad (4)$$

$$F(x'_i) = (p'_{min} - p'_{mean})/p'_{mean} \quad (5)$$

式中，p'_{max}是第i个（$i = 1,2,\dots,n$）波动周期中鸡蛋价格极大值，p'_{min}是第i个（$i = 1,2,\dots,n$）波动周期中鸡蛋价格极小值，p'_{mean}是第i个波动周期中鸡蛋价格的均值；$F(x_i)$（$i = 1,2,\dots,n$）为n个波动周期中鸡蛋价格最高值较n个周期均值偏离程度所组成的序列，可视为鸡蛋价格上涨极端风险；$F(x'_i)$（$i = 1,2,\dots,n$）为n个波动周期中鸡蛋价格最低值较n个周期均值偏离程度所组成的序列，可视为鸡蛋价格下跌极端风险。

根据BMM模型的内涵定义，$F(x_i)$和$F(x'_i)$均服从广义极值分布（GEV）：

$$H[x;\mu,\sigma,\xi] = \begin{cases} exp\left[-\left(1+\xi\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^{-1/\xi}\right], & \xi \neq 0 \\ exp\left[-exp\left(-\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right], & \xi = 0 \end{cases} \quad (6)$$

式中，ξ为形状参数，μ为位置参数，σ为尺度参数。在此基础上，通过极大似然估计法（MLE）来估计广义极值分布（GEV）的参数，从而获得鸡蛋价格波动极端风险分布函数

2.3度量鸡蛋价格波动极端风险

基于鸡蛋价格波动极端风险分布函数，给定不同的极大值或极小值偏离均值的程度（x_1，x_2），使用以下基本统计公式计算不同偏离均值的风险概率：

$$\begin{cases} P(X \le x_1) = H(x_1;\mu,\sigma,\xi) \\ P(x_1 < X \le x_2) = H(x_2;\mu,\sigma,\xi) - H(x_1;\mu,\sigma,\xi) \\ P(X > x_2) = 1 - H(x_2;\mu,\sigma,\xi) \end{cases} \quad (7)$$

3．实证分析

3.1河南鸡蛋价格波动周期分析

本文以河南省鸡蛋市场价格的月度数据为研究对象，跨度为2000年1月至2017年7月。原始数据来源于中国畜牧业信息网以及中国国家统计局。

为了剔除货币、通胀等因素对价格的影响，采用月度CPI对鸡蛋价格进行修正，得到河南省鸡蛋实际价格走势，如图1所示。

根据图1，从河南省鸡蛋价格波动的长期来看，价格总体上呈现出先升后降趋势。在整个区间内，呈现出“波浪理论”的变动趋势。从2000年1月到2017年7月，河南省鸡蛋价格最高为11元/kg，最低3.78元/kg，每千克价格差为7.22元，可见价格变动的相对幅度较大。从2014下半年以来，鸡蛋价格在波动中逐渐走低，更是在2017年5月，跌到近年来最低点4.55元/kg。

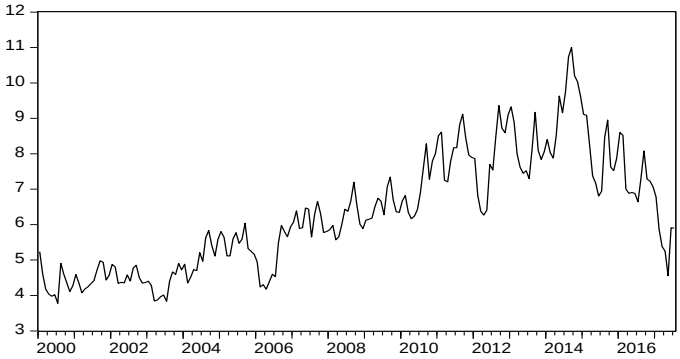


图1 河南省鸡蛋实际价格走势图

在月度价格时间序列中，存在季节性因素对波动的影响，为了更加合理的分析鸡蛋价格波动，要对序列进行季节调整。利用Census-X12法进行季节调整得到周期趋势序列，在此基础上，采用H-P滤波法将周期趋势序列进行分解，得到趋势项以及周期波动两部分，见图2。

从图2趋势图看出，总体而言，河南鸡蛋价格从2000年到2014上半年保持上升趋势，2014年9月达到最高点，自此之后价格呈下降趋势。根据图中循环波动来看，可将样本鸡蛋价格波动分为6个周期：第1个周期是2000年7月到2003年7月，周期长度37个月；第2个周期是2003年8月到2006年4月，长度33个月；第3个周期是2006年5月到2009年12月，长度44个月；第4个周期是2010年1月到2012年4月，长度28个月；第5个周期是2012年5月到2015年7月，长度39个月；第6个周期是2015年8月到2017年3月，长度32个月。

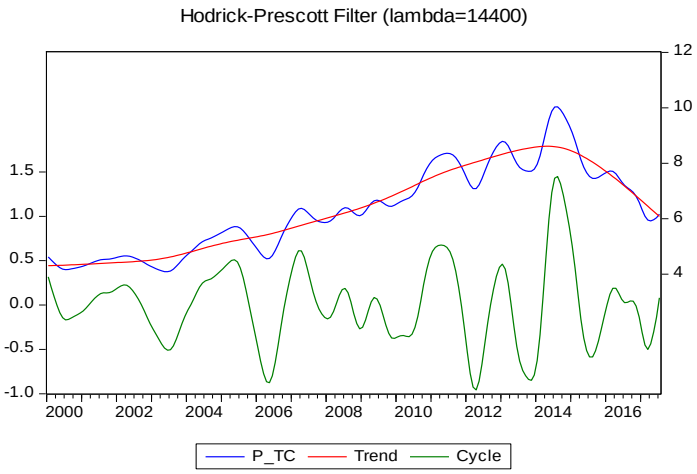


图2河南省鸡蛋价格H-P滤波法结果

3.2 河南鸡蛋价格GEV分布拟合

根据上述描述，每个周期长度约为36个月，结合BMM模型的区间长度选取原则，选取区间长度为36，为了充分利用有限数据，相关的河南省鸡蛋波动周期数据，见表1。

根据周期波动率的定义，在河南省鸡蛋价格完整的周期内，价格上涨波动最大值是30.43%，而最大下跌波动36.77%，高于上涨波动幅度。

表1河南省鸡蛋价格波动周期

周期	最小值	最大值	平均值	上涨波动	下跌波动
2000.1-2002.12	3.78	5.24	4.46	17.47%	-15.22%
2003.1-2005.12	3.84	6.04	4.95	21.93%	-22.56%
2006.1-2008.12	4.18	7.20	5.77	24.65%	-27.65%
2009.1-2011.12	6.13	9.11	7.25	25.75%	-15.47%
2012.1-2014.12	6.27	11.00	8.43	30.43%	-25.65%
2015.1-2017.7	4.55	9.11	7.20	26.51%	-36.77%

本文采用极大似然法对河南省鸡蛋价格的GEV分布进行参数估计，结果见表2。

表2河南省鸡蛋价格波动GEV分布参数估计值

	μ	σ	ξ
上涨	0.23377	0.05168	-0.53694
下跌	-0.25605	0.09695	-0.60056

3.3 河南鸡蛋价格波动极端风险度量

根据表2的参数估计结果，设定合理的波动值代入公式，计算河南省鸡蛋价格波动发生极端风险时的概率值（表3）。

不难发现，无论是上涨还是下跌，河南省鸡蛋价格周期内价格波动偏离均值的幅度基本集中在30%以下。就河南省鸡蛋价格上涨波动而言，发生上涨偏离均值30%-40%的概率是10.79%，而上涨40%以上的可能性为零；同时，从下跌情况来看，河南省鸡蛋价格下跌偏离周期均值30%-40%的可能性是16.91%，需要特别指出的是，若发生特别极端风险，下跌落入40%-50%区间的概率为4.58%，更有0.97%的可能性出现偏离周期均值50%以上的跌幅。河南省鸡蛋价格下跌极端风险要高于上涨极端风险。

表3河南省鸡蛋价格波动发生的概率

波动区间	<30%	30%-40%	40%-50%	>50%
上涨	89.21%	10.79%	0.00%	0.00%
下跌	77.54%	16.91%	4.58%	0.97%

4．简要结论和政策建议

本文运用Census-X12和H-P滤波法在对河南省鸡蛋价格波动周期分解的基础上，引入现代极值统计理论（EVT）中的BMM模型，构建了河南省鸡蛋价格极端风险度量模型，获得了河南省鸡蛋价格上涨和下跌极端风险的广义极值分布函数（GEV），以解决河南省鸡蛋市场价格波动极端风险究竟服从什么概率分布规律的问题。研究表明：无论是上涨还是下跌，河南省鸡蛋价格周期内价格波动偏离均值的幅度基本集中在30%以下，但河南省鸡蛋价格下跌极端风险要高于上涨极端风险，下跌波动在40%-50%区间内发生的概率是4.58%，更有0.97%的可能性出现50%以上的下跌波动，需要格外加以重视。

为有效管控鸡蛋价格波动极端风险，拟提出以下政策建议：第一，加快蛋鸡养殖规模化发展进程，国内蛋鸡养殖产业“小规模、大群体”的特点，对鸡蛋价格波动影响较大，不利于实现鸡蛋市场的平稳发展；第二，加强鸡蛋市场价格监测，完善市场价格风险预警机制；第三，创新农产品市场风险管理工具，充分利用好现有的农产品相关期货和保险等管理工具，利用市场化工具来提高风险管理的效率和效能。

致谢

本文为北京市自然科学基金面上项目《农产品市场价格波动极端风险度量与分散机制研究——以北京市猪肉价格为例》（编号9172022）的阶段性成果之一。

References

[1] Giot P. The information content of implied volatility in agricultural commodity markets [J]. Journal of Futures Markets, 2003, 23(5): 441-451.

[2] 宋淑婷.鸡蛋价格波动规律与原因探析[J].农业展望，2012，8（09）：21-23.

SONG S T. Analysis on the regularity and reason of egg price fluctuation [J]. Agricultural Outlook, 2012, 8(09): 21-23.

[3] 周红，李华.21 世纪以来中国鸡蛋价格波动特征分析[J].北京农学院学报，2012，27（04）：49-52.

ZHOU H, LI H. Fluctuation analysis of the prices of eggs in the 21st century [J]. Journal of Beijing Agricultural College, 2012, 27(04): 49-52.

[4] 黄体冉，王大山，肖金科等.北京市鸡蛋及其相关行业市场分析及展望[J].中国农学通报，2015，31（02）：13-21.

HUANG TR, WANG DS, XIAO JK, et al. The market analysis and outlook of eggs and its related industries in Beijing [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2015, 31(02): 13-21.

[5] Guo X H, GE D Q. Characteristics of Price Fluctuation of AgriculturalProducts in China [J]. Asian Agricultural Research, 2009, 1(3): 45-48, 52.

[6] 郭世娟，曹暕，牛芗洁等.北京地区鸡蛋价格波动特征及影响因素分析[J].经济师，2016（09）：215-217.

GUO SJ, CAO Y, NIU YJ,et al. Analysis of egg price fluctuation characteristics and influencing factors in Beijing [J]. China Economist, 2016(09): 215-217.

[7] 周荣柱.我国鸡蛋市场风险预警研究[D].中国农业科学院，2017.

ZHOU RZ. Research on early warning of egg market risk in China [D]. Chinese Academy of Agricultural Sciences Dissertation, 2017.

[8] 唐江桥.中国鸡蛋价格波动周期识别与短期预测[J].中国畜牧杂志，2017，53（05）：142-148.

TANG JQ. China egg price fluctuation cycle identification and short-term prediction [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2017, 53(05): 142-148.

[9] 武玉环，秦富.当前我国鸡蛋价格趋势的分析及预测[J].价格理论与实践，2017（10）：108-111.

WU YH, QIN F. Analysis and forecast of current egg price trend in China [J]. Price: Theory & Practice, 2017(10): 108-111.

[10]杨玉影，郝小瑶，刘安轩等.我国鸡蛋价格波动特点及影响因素研究[J].黑龙江畜牧兽医，2018（02）：14-19，23.

YANG YY, HAO XY, LIU AX, et al. Study on the characteristics and influencing factors of egg prices in China [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2018(02): 14-19，23.

[11]张峭，王川，王克. 我国畜产品市场价格风险度量与分析[J].经济问题，2010，（03）：90-94.

ZHANG Q, WANG C, WANG K. Measurement and analysis of market price risk of livestock products in China [J]. On Economic Problems, 2010, (3): 90-94.

[12]熊巍，祁春节.基于 VaR 的果蔬农产品价格的风险度量[J].统计与决策，2013(21):126-130.

XIONG W, QI C J. Risk Evaluation of Fruits and Vegetables Market Price based on VaR [J].STATISTICS&DECISION,2013,(21):126-130.

[13]刘伟，朱新颜，张爱华等. 基于 POT 模型的鸡蛋价格风险的 VaR 与 ES 度量[J].江苏农业科学，2017，45（08）：330-333.

LIU W, ZHU X Y, ZHANG A H, et al. VaR and ES measurement of egg price risk based on POT Model [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017, 45(08): 330-333.

[14]JP Morgan. Risk Metrics-Technical Document (4th edition) [M].New York: JP Morgan, 1996.

[15]史道济. 实用极值统计方法[M]. 天津：天津科学技术出版社，2006.

SHI D J. Practical methods of extreme value statistics [M]. Tianjin: Tianjin Science and Technology Press, 2006.

[16]高铁梅. 计量经济分析方法与建模：Eviews 应用及实例[M]. 北京：清华大学出版社，2009.

GAO T M. Econometric analysis and modeling: eviews applications and examples [M]. Beijing: Tsinghua University Publishing, 2009.

基于BMM模型河南省鸡蛋价格波动极端风险度量研究

徐磊　王兵兵

徐磊*
研究员
中国农业科学院农业信息研究所
北京市海淀区中关村南大街12号
北京100081，中国
电话：（8610）8210 9929
Email：xulei02@caas.cn

王兵兵
助理研究员
中国农业科学院农业信息研究所
北京市海淀区中关村南大街12号
北京100081，中国
电话:(8610）8210 9929
Email：bingwhite@163.com

关键词:鸡蛋价格；极端风险度量；H-P滤波法；区组最大值模型；河南省

中文摘要.本文依据现代风险分析和评估理论的基本框架，探索构建了鸡蛋价格波动极端风险度量模型：运用X12季节调整和H-P滤波法对鸡蛋价格时间序列进行分解以确定波动周期，在此基础上运用极值BMM模型实现对鸡蛋价格波动周期（区间）极大值和极小值序列的有效拟合，以获得鸡蛋市场价格上涨和下跌极端风险的广义极值分布模型（GEV），从而解决了鸡蛋市场价格波动极端风险究竟服从什么概率分布规律的问题。基于我国鸡蛋主产区河南省鸡蛋市场价格的实证研究表明：鸡蛋波动周期为36个月，无论是上涨还是下跌，河南省鸡蛋价格周期内价格波动偏离均值的幅度基本集中在30%以下，但河南省鸡蛋价格下跌极端风险总体上要高于上涨极端风险，价格下跌极端风险落入40%-50%区间发生的概率是4.58%，更有0.97%的可能性（相对小概率）出现偏离均值50%以上的下跌波动。

Chapter 3. Property and Liability Insurance

Patent Risk Characteristics and Patent Insurance: A Literature Review

CHEN Wanying, YE Xiaoling

CHEN Wanying*
Master of Insurance
School of Finance
Zhejiang University of Finance & Economics
Hangzhou 310018, China
Phone: 150 8867 6014
Email: chen5590430@sina.com

YE Xiaoling
Associate Professor
School of Finance
Zhejiang University of Finance & Economics
Hangzhou 310018, China
Phone: 138 6742 9926
Email: hzyxl@126.com

Keywords: Patent risk characteristics, Patent insurance, the competitiveness of enterprises.

Abstract. The characteristics of patent risk and the study of patent insurance products are highly concerned by insurance companies and technology enterprises. As an important intangible asset of intellectual property, patent right has become a key factor affecting the competitiveness of the state and enterprises, especially high-tech enterprises. The Western developed countries have patent insurance since 1980s. They constantly explores and discovers researches on patent and patent insurance during the course of operation which accumulates a lot of experience. However, patent insurance in China is just heating and it is a long way to establish and improve patent insurance system. By combing and summarizing the dynamic related literature of patent, patent risk, patent intellectual property protection and patent insurance at home and abroad, this paper tries to bring some inspiration to the research of patent insurance in China.

1. Introduction

With the advent of knowledge economic era, intellectual property rights, their spiritual wealth creation in the field of science, technology, literature legally entitled to the exclusive right of individuals or collectives, have great commercial value and are an important mean to enhance the competitiveness of enterprises. At present, intellectual property rights of developed countries or

regions mainly include patent, trademark and copyright. Judging from the financial market with different standards, there occurs significant differences in the types of patent insurance from the perspective of insurance risk characteristics. The domestic insurance field has not paid much attention to patent insurance and relevant theoretical research preparation is not sufficient. Therefore, summarizing patent research trend, patent insurance risks and patent insurance's current development at home and abroad is certainly an inspiration for the development of patent insurance in China.

2. Patent and patent risk

2.1 Foreign research status

Patents are intangible intellectual assets protected by law. Updating production or improving technical process is an effective way to establish core competitiveness of enterprises which will reduce the cost of products or improve the value of enterprises. The current era is an era of fierce competition in the knowledge-based economy, the mastery and innovation of technology and advanced ideas are vital to the survival and development of enterprises. Therefore, the development and application of patents is an important strategic approach to enterprises' development. At the same time, how to develop and operate companies' own patent, discover risks in patent and carry out effective patent risk evaluation and control, and guarantee the enterprise's patent economic achievement become issues that must be concerned about the future of enterprises.

Reitzig（2004）holds the view that the senior managers of modern enterprises should raise patent to a strategic level for management and thinking, analyzes the formation level and vertical differentiation of patent strategy, and explains how the patent strategy affects the industrial structure and competitiveness. Holger & Wayne (2010) chooses a specific company to carry out an empirical analysis of the patent value and comes up with the main decisive factors affecting the value of patents. Gilardoni (2007) uses literature analysis and multiple case studies to analyze the dynamic methods and influencing factors of patent strategy and identifies five basic patent strategy methods.

Patent strategy, whose value is influenced by many risks, has become an important mean of business competition in current enterprises, but the development and utilization of patent is still a complex system project. Risk is defind as an objective manifestation of uncertainty of the expected occurrence of risk by Willett (1901). Merton (1974) thinks that risk is a specific uncertainty that can only result in loss rather than return. Renn (1992) considers that the uncertainty of risk means many aspects, such as loss result, occurrence scope, occurrence time and process, which can be intuitively reflected only through the effective measurement of risk managers. Bontis (1999) points out that the risk evaluation and management of patents are more difficult than tangible assets because of its uncertainty of potential return and uncertainty of the consequences of scientific and technological innovation results. Cieri & Graff & Liberman et al. (2000) studies the prevention of patent loss in patent licensing transactions. The potential patent risk exists in a patent from the formation process to the end, including patent research and development, patent authorization, patent infringement and so on. As long as the enterprise carries out technological innovation, product research and development, patent transfer and so on, there will be patent risk which will bring huge loss to a company. On this basis, Lochner (2002) expands the research on the risk of patent licensing transaction and proposes a corresponding evasion strategy. Lemley (2004) argues that uncertainty is an inherent attribute of the patent itself. The scope of patent protection and the patent itself are indefinite until they are effectively maintained by law.

Regardless of the definition of patent risk, the real threat to patent risk has brought many theoretical and applied achievements in the field of enterprise risk evaluation. Haupt (2007) develops index of sudden factors for patent development on the basis of technology life cycle theory. Tseng (2007) identifies potential patent infringement risk through text mining technology. Bergmann (2008) determines the level of enterprise patent infringement risk by using document semantic analysis method. Jay (2010) believes that the best way to avoid or prevent patent infringement and patent validity disputes is to set up a patent pool. The evaluation of patent risk is finally implemented by effective patent early warning control. The foreign scholars combine the early warning system with the characteristics of patents, then divide the early warning system into three subsystems according to their process: the evaluation system, the warning system and the response control system (Zschau& Kuppers, 2003).

2.2 Domestic research status

At present, domestic scholars are more active in the study of factors affecting patent risk, hoping to identify ways to reduce the possibility of patent risk's occurrence. In order to understand patent risk in essence, this paper systematically analyzes patent risk connotation and patent risk characteristics.

Xu Jinliang (2000) describes non-predisposing events as the separation between the actual and expected results, and he thinks the uncertainties of non-predisposing events can be counted and measured. The cause of the uncertainty in the gap between actual and expected result comes from the uncertainty of the objective world and people's recognition of this uncertainty.

Zhou Jizhong and other scholars (2002) point out that risk management focuses on risk identification and they divide technology innovation risk into decision risk, technology risk, market risk, organizational risk, capital risk, information management risk, corporate culture risk and external environmental risk, hoping to help enterprises to identify the risk of technological innovation effectively. By analyzing risk in the process of technological innovation in high-tech enterprises, Liu Jihai and the other two scholars (2006) think that the risk of technological innovation includes technology risk, market risk, financial risk, production risk, management risk and policy risk. Jin Yongfeng and Yu Xiang (2008) believe that the main influencing factors of patent risk are patent internal system, such as patent acquisition, patent validity and scope of patent protection, which may finally lead to patent risk. He Ying and Huang Ruihua (2005) hold the view that the externality of intellectual property is due to the boundary of knowledge itself, which leads to the risk of knowledge spillover, hidden knowledge loss and infringement of intellectual property rights in enterprises. Dong Li, etal (2012) believe that the patent risk factors mainly come from three aspects: the uncertainty of the patent itself, the internal and external sides of the enterprise, then they identify patent risk that enterprises faces in different stages of independent innovation.

As a kind of intangible assets, patent risk has its own particularity apart from its generality. Guo Yu(2016) writes that patent risk mainly has the following characteristics. Firstly, with the advancement of new technology or new product, the patent risk also changes. The types of risks in different stages are not always the same, and because of the change of technology or environment, the patent risk is changing all the time. That is to say, patent risk is dynamic and persistent. Secondly, after the occurrence of patent risk, on the one hand, the enterprise may obtain a new opportunity for development and gain more market share; on the other hand, it may cause huge economic loss because of the disclosure of technical secrets and thus lead to the reduction of market share, so it is duplicity. Finally, the symbiosis of patent risk is due to the fact that patent risk depends on patent system and it cannot be eliminated in essence.

With the continuous development of China's economy, the role of pre-warning system in patent development has attracted more and more attention from domestic scholars. Nowadays,

domestic scholars are increasingly sophisticated in their research on risk early warning. Zhao Pingsheng (2007) analyzes the purpose of patent pre-warning concept and the establishment of patent pre-warning mechanism, then he summarizes the importance of patent analysis on patent pre-warning. Besides, from the aspects of patent pre-warning information detection and collection, patent information data analysis, pre-warning argumentation, patent pre-warning information release, patent pre-warning information feedback, etc., the main work of patent pre-warning is systematically introduced. Yang Chao (2010) first proposes enterprise technology innovation risk pre-warning system model from four aspects: data layer, logic layer, functional layer, and interface layer based on the analysis of the risk pre-warning system's requirements. Li Jing and Guo Ji'an (2009) use BSC method to process the indicator weights through non-dimensionalization and normalization to obtain comprehensive evaluation value of indicators, and select 22 indicators from four dimensions: patent, law, manpower and market to design the patent pre-warning index system for enterprises. He Defang (2013) shows the current situation and deficiencies of our country's pre-warning mechanism construction from 3 aspects, and finally gives some policy suggestions.

3. Patent intellectual property protection

3.1 Foreign research status

After the emergence of patent insurance in the United States, intellectual property insurance system is gradually developing and progressing. In June 2001, the Danish Trademark Patent Office published a report entitled "Economic Consequences of Patent Litigation Expense Insurance", which advocated the construction of a European project on patent insurance. In order to solve the problem that minor enterprises cannot fully defend their rights, the European Union, after studying American patent insurance legal system, called on CJA Consultants to to do a research on the feasibility of a mandatory, EU-wide patent insurance scheme in early 2003. At the same year, the agency put forward the "Emergency Report of the European Community on Infringement Litigation Risk Insurance Plan". In 2004, CJA also put forward another report:"Economy Feasibility Study Report on Patent Infringement Risk Insurance Plan", and concluded that such a scheme was feasible. The protection of intellectual property rights is particularly important in the process of technology licensing, and the improvement of the level of intellectual property protection can effectively control the violation of contractual rights in technology trade, and reduce the cost of technology infringement for authorized parties. Therefore, strengthening the level of knowledge protection is conducive to the occurrence of technology licensing.

Petr Hanel (2006) pushes a survey on practice management of intellectual property business, the consequence of which contains a section that summarizes the practice of intellectual property insurance: Since 1974, intellectual property litigation insurance has been carried out in the UK, which is mainly used to protect legal expenses. Among European countries, patent insurance legal system is well develope in Britain, and the patent insurance legal system in Britain is also widely used. Jayant.Kumar (2008) analyzes the necessity of constructing intellectual property insurance from the aspects of high cost of intellectual property litigation, attorney's fee, damages or settlement in patent infringement litigation, and intellectual property protection, and introduces four types of intellectual property insurance: IP (Intellectual Property) specific insurance, comprehensive general liability insurance, directors and officers insurance and Error and Omission(E&O) policies. At the same time, the writer introduces the current situation and development trend of patent insurance in India, and finally concludes that insurance is the most effective way of intellectual property risk management. Companies have difficultly in planning and budgeting for patent litigation, which varies annually in frequency and cost. Volatility Risk

Coverage helps with the costs when a company faces a year with increased litigation activity or unexpected jumps in associated costs.

In the study of intellectual property protection, Martin A. Bader (2008) believes that legal protection strategy is still relatively new in emerging business sector. In particular, innovation in patent protection services is even more novel, especially for knowledge-intensive industry sectors. By conducting an empirical analysis of the Swiss reinsurance company, the author finds that its contribution is mainly focused on the management of intellectual property opportunities and risks in the financial services sector. Swiss reinsurance company is a world-class insurance institution, creating a patent department and implementing an effective intellectual property protection strategy. Through the case study, the paper draws a successful factor model for the management of intellectual property protection services in the financial services industry. Osterberg (2003) systematically classifies intellectual property risks into five categories: execution risk, tort risk, ownership risk, investment development risk, and operational risk. Taking the effective management of intellectual property risk as the starting point, Limberly & Cauthorn (2004) evaluates the risk in the process of IPR(intellectual property rights) enforcement, and proposes a pre-warning mechanism and provides some management recommendations for intellectual property risk.

Rahul Sinha (2014) makes a very detailed analysis of what is patent insurance, the classification of patent insurance and the legal essence of patent insurance. By comparing the compulsory insurance model with the voluntary insurance model, considering the past and present situation of patent insurance in France, China, America, India and Germany, the writer analyzes the success or failure factors of patent insurance, and offers 8 possibilities for future patent insurance legal system. Finally, Rahul Sinha concludes that the compulsory insurance mode should be applied in patent insurance, and the minimum protection standard should be set up, but the right of insurance company to design products freely should also be granted.

Anne Duchene (2015) argues that high litigation costs tend to deter minor firms from investing in research and development because they worry that their patents will be violated while they will not have enough fees to pay for litigation. Although the purchase of patent insurance will pay for their trial activities, but as the purchase of insurance may transmit their patent and strength information to the competitors, the patent holder may not like to buy insurance, suggesting that the compulsory insurance or the insurer should be provided with a certain control right to solve the problem.

3.2 Domestic research status

In 2008, the State Intellectual Property Office put the "Research on Intellectual Property Insurance System Issues" into the annual guideline for key research projects in Soft Science as the first item in the application project, China began to attach importance to intellectual property insurance issues as foreign countries. China's economy is in the period of transition. This period is an inevitable stage for the constant economic development. The history of the development of past developed countries tells us that the transition period is not only the bottleneck of national economic development in a country, but also a critical period and a breakthrough period. The lack of independent innovation ability and the poor protection of intellectual property rights will make the two major sources of technological progress dry up, which will seriously affect the further development of our economy.

Most of the researches before the implementation of patent insurance pilot in China are about the construction of patent insurance legal system. For example, Han Xiaoxing (2008) analyzes the legal position of patent insurance and summarizes the feasibility of introducing the infringement of insurance in China according to the article's discussion. He puts forward some suggestions on improving the legal norms of SME(small and medium enterprises), perfecting the legal norms of

patent protection, perfecting the legal system of intangible assets evaluation, establishing the system of intangible assets appraiser, and raising the importance of SME's awareness of patent protection. Wei Long and Li Huawei (2004) constructs an output-income model of science and technology. Through their analysis, it is pointed out that raising the level of intellectual property protection can motivate creators and enable them to keep constant innovation enthusiasm so as to promote scientific and technological progress.

Yi Xianzhong and Zhang Yabin (2007) holds the view that for developing countries, intellectual property protection can encourage technological innovation while it also restricts the study and imitation of foreign technology. Therefore, it is necessary to make a choice in encouraging technological innovation and imitating foreign technology. Li Peilin (2010) draws similar conclusions through his study, that is, intellectual property protection has the function of promoting technological progress and balancing or regulating potential patent risks.

Song Laishi (2010) has expounded the necessity, obstacle, solution and types of insurance for the construction of the patent insurance legal system, and finally suggests that patent insurance should be carried out in the form of compulsory insurance in China. From the perspective of risk management of patent right, a detailed analysis of the essence of the patent rights system and risks that may be faced by patent rights system is conducted. It is recommended that China should learn from the practical experience of patent insurance legal system in Europe and the United States, and promote the construction of patent insurance legal system in China in a joint form of government, insurers and insurance enterprises. Patent protection not only has profound theoretical significance, but also has great practical significance. As an effective risk management tool, patent protection can help to manage the risk of patent disputes, maintains a fair competitive market environment, and allocate insurance product resources more rationally (Li Jie, 2013). Luo Xiaoqi (2006) believes that China's introduction of litigation insurance system needs to create favorable environment condition to clarify the lawyers' charging standard; establish and improve the mechanism to curb litigants' abuse of lawsuits; and set up different insurances in light of actual situation. Yu Xiang and other scholars (2004) draw on the experience of the United States and Japan in the protection of national intellectual property and put forward the national intellectual property risk early warning and control mechanism.

Wang Fangfei (2015) gives a brief introduction to patent insurance legal system, and detailedly explains the current situation of patent insurance legal system in our country and the process of patent insurance pilot. After the explanation, the writer analyzes that the pilot model of patent insurance in China shows some problems, such as narrow patent guarantee scope, low guarantee level, weak risk consciousness of enterprises, lack of government and industry organization guidance, and lack of experience of patent insurer, then she puts forward corresponding countermeasures for the above problems to provide more perfect protection for patent rights and gradually enhance China's intellectual property competitiveness. .

4. Development of patent insurance

4.1 Foreign research status

Patent insurance originated earlier in the United States and later developed rapidly in some developed countries such as Japan and Europe. After years of development and improvement, patent insurance products such as patent application insurance, patent enforcement liability insurance, patent infringement liability insurance, patent investment insurance and other patent insurance products have been launched, which meet different needs of enterprises and individuals of patent insurance products and stimulate the development of patent insurance market.

Jason A. Reyes (1995) studies the historical origin of the United States's patent insurance, and points out that early scholars' researches on patent infringement are not meticulous enough, and

the cognition is not deep enough. In practice, patent insurance is only treated as a general liability insurance. With time goes by, as the United States continues to attach importance to the implementation and application of intellectual property rights, the role of patent insurance system is gradually highlighted and eventually emerged in the US financial market.

In 1994, American International Group launched the first comprehensive patent infringement liability insurance. Since then, with the constant improvement of patent insurance system, coupled with the fact that the complex judicial proceeding, the long litigation period and expensive cost in the United States patent litigation, the US insurance market has spawned patent enforcement insurance and patent infringement insurance to reduce patent litigation risk. Lanjouw & Lener (1997) has defined the defensive patent insurance and the offensive patent insurance: the former which is also known as "The third-person insurance" is the insurance that requires patentee as a potential infringer to infringe the third person's patent right and needs to bear the costs of litigation, while the latter which is also called "The first-person insurance" is mainly used to protect the small and medium-sized enterprises or individuals with weak economic strength who may bear the heavy burden of patent infringement litigation in the process of carrying out patent from patent risk. The biggest difference between the two kinds of patent insurance lies in the different insurance objects. In addition to the U.S. patent litigation insurance, the United Kingdom carries out patent application insurance and Japan has created patent license insurance.

The CJA Consultants Ltd (2003), a private enterprise consulting agency, issues a report on the Emergency Research Report on the Infringement Litigation Risk Insurance Plan of the European Community after examining the feasibility of the European Patent Litigation Insurance. The report shows that the EU has discussed the feasibility of patent litigation insurance which is slightly different from that of the United States. In terms of content, the report recommends to establish a unified patent insurance system, including compulsory patent insurance and patent infringement insurance system; in terms of feasibility, the report tells that people should focus on how to reduce premiums so that insurers are willing to implement patent insurance; in term of the mode of patent insurance, the report suggests that the government should forcibly intervene in patent insurance operation and adopt a compulsory insurance mode as compulsory insurance model can effectively prevent market failure. In the case of incomplete discrimination, some low-risk targets are forced to join the insurance scheme, which can reduce the adverse selection and thus reduce the patent insurance's premiums (Luigi Buzzacchi and Giuseppe scellato,2008). On the basis of patent litigation report, Lanjouw & Schankerman (2007) holds the view that in the patent litigation judgment, SME and individuals are in a disadvantageous position. Therefore, patent litigation insurance will benefit the interests of both sides in the judgment and solve the lawsuit problem effectively. Rahul Sinha (2014) combines the current development of patent insurance in multiple countries, analyzes the factors that may make patent insurance successful or failure by contrasting compulsory insurance and voluntary insurance model in different countries, and offers eight possibilities for future patent insurance from the legal system point of view.

Richard Milone & Mahmood Ahmad (2012) points out that the scope of the CGL(Commercial General Liability) insurance policy has not been able to meet the needs of decentralized patent risk and reaffirms the value of patent insurance as a new financial insurance derivative.

4.2 Domestic research status

In recent years, patent insurance pilots have been launched in some areas of China. However, relative domestic researches are late both in theoretical and practical circles, and so far there is no relevant monograph in this field as well. Current domestic patent insurance research mainly involves its concept, type, function, mode, premium setting, patent insurance system,

development course in Europe and the United States, and enlightenment to China's patent insurance development and so on. Detailed introduction will be given in the following.

Judging from the insurance law, patent insurance takes the liability of patent property right and related patent infringement liability as the subject matter of insurance, and it is an insurance that transfers risks from right holders to insurers. (Li Hua, 2010). Yang Deqi (2009), according to the relevant provisions of China's Insurance Law, recognizes patent right as a type of property and believes that patent insurance should belong to property insurance category.

Most scholars in China today are affected by developed countries such as Europe and the United States and just divide patent insurance into patent enforcement insurance and patent infringement liability insurance like the early US. Only a few scholars put forward new types of patent insurance like patent pledge loan insurance, patent license insurance and so on. Zhang Su (2011) believes that the lack of market-oriented operation of patent pledge loan is due to the lack of effective risk control mechanism and proposes the combination of patent pledge loan and insurance. Song Hefa and Liao Yuchi (2018) points out that the lack of risk diversification mechanism of IP(Intellectual Property) pledge financing which leads to the high market risk of patent pledge loan should be solved by establishing the government-insurance-guarantee mode of the patent pledge financing which will effectively disperse the risk and reduce the transaction cost.

It can be seen from China's Intellectual Property Protection in 2017 and National Patent Status Report in 2017 issued by the State Intellectual Property Office that the number of patent applications in China has increased rapidly, reflecting the continuous improvement of our country's invention and creative capabilities. However, the problem of duplicate application of similar patents still exists. At the same time, with the increase of patent application volume, the amount of patent disputes has also increased rapidly which has become an urgent problem. Patent insurance is an important tool of patent protection, and carrying out the work of patent insurance plays an important role in implementing the "Outline of the National Intellectual Property" (Huang Yu, 2013). Xiao Xiaofeng (2007) holds the view that because of the risk diversification function of insurance, it can help right holders to respond positively when facing patent disputes. In addition, Xu Helian and Qi Jiangyi (2010) emphasizes the importance of patent insurance from the perspective of international trade. The active development of patent insurance business can bring new profit growth point for the highly competitive insurance industry and further promote the development of the insurance industry. Although the advantages of patenting insurance products are quite clear, insurers may conclude that the products can be safeguarded by copyrighting the policies on which they are described. However, unlike patents, which protect the processes, systems or methods of operation expressed in the policies, copyrights protect only the documents or portions of them from being copied. Ideally, insurers will obtain copyrights for policy forms, trademarks for product names and patents for program systems and processes. With relative ease and limited expense, insurers can feel secure that their new programs will not be stolen. They should consider applying for a patent, particularly when they are about to launch a new product. Companies can ill afford the potential hazards of not protecting themselves.

China's patent insurance business began in 2010. Afterwards, in 2011, the State Intellectual Property Office initiated patent insurance work and cooperated with PICC(The People's Insurance Company of China) and local intellectual property bureau to carry out three batches of patent insurance pilot projects in twenty-seven regions including Beijing, Zhenjiang, Guangzhou and Chengdu. In August 2016, the State Intellectual Property Office launched the patent insurance demonstration pilot project, focusing on promoting pilot patent insurance in nine regions including Nanjing and Jinan. With the gradual advancement of patent insurance pilot, scholars have turned their research direction to patent insurance mode. Chen Zhiguo and Yang

Tianwei (2013) respectively introduces three kinds of patent insurance operation modes: voluntary, compulsory and alliance mutual assistance. In contrast to the advantages, disadvantages, and adaptability of different modes, it will be a good choice to push compulsory mode and mutual assistance model in our country at present.

With the continuous advancement of patent insurance, the complex issue of patent premiums setting also needs to be solved urgently. For this, many scholars have also share their own ideas. Lin Xiaoai (2009) points out that when setting premiums, the size and intensity of patent portfolios, the state of manufacture and sale of products, the geographical range of the claims, the proportion of compensation, patent validity analysis reports, experts' opinions, the level of litigation cost, the risk of the industry category, the duration of the patent and so on should all be paid attention to. It is also a

reminder that policyholders need to carefully review both the legaland factual bases for claims asserted against them to determine whether a policy exclusion bars coverage. Zhou Meihua and some other scholars (2007) believe that patent insurance premiums should not be set too high at the beginning, and the premium may be reduced by expanding the scope of claims, introducing more policyholders and diversifying risk funds. Later, with the extension of the duration of the patent, the premium can be gradually increased. In addition, Liu Shiyao (2014) points out that the insurance coverage and underwriting risk should be determined according to the types of insurant, then different premiums are adopted.

Most of the researches on the countermeasures of patent insurance in China pay more attention to the legal system of patent insurance. Song Laishi (2010) introduces patent insurance in developed countries or regions, and analyzes the necessity, obstacles, solutions, and types of insurance coverage of the patent insurance legal system. China's patent insurance products can not meet the demand of the market at present, the insurer lacks professional talent and strength. The keynote of the future patent insurance development should be shifted from the reliance on patent insurance policy to the improvement of the service capabilities of insurance companies and intermediary service providers and new product development(Pan Canjun, Yu Shizhong, 2015).

5. Comments on literature at home and abroad

The current researches on patent risk and control at home and abroad have produced a lot of valuable achievements for the information collection, analysis identification and early warning index of patent risk, which has a very important reference value for scholars to study patent insurance. In summary, at present, there are many studies on the classification and definition of patent risk, but researches on evaluation and control of patent risk are few. Besides, most of the researches focus on the construction of patent risk assessment framework, while it is difficult to combine patent risk assessment with the actual operation in enterprises. That is to say, the study of patent risk often separates the relationship between patent risk and patent revenue and patent cost, and it does not integrate the impact of patent risk into the evaluation of patent value, which often bring about the disconnection of methods and purposes in practical.

At home and abroad, researches on risk management mainly focus on the connotation of risk management, risk process, risk classification and risk management model construction and so on. In the field of risk early warning, researches mainly involve the concept of risk early warning, the analysis of risk early warning information, the construction of risk early warning model and the construction of risk early warning system. Most foreign scholars put their efforts on patent analysis and patent strategy, while domestic scholars discuss the concept, connotation, influencing factors, early warning process, early warning model, and early warning mechanism, and have formed some positive research achievements, which lays an important theoretical foundation for the further study of patent risk early warning mechanism of high-tech enterprises.

However, there still exists the design problem of patent risk early warning mechanism, and the problems of lacking a perfect patent risk early warning system, lacking the scientific evaluation mechanism of patent risk early warning and reasonable design of early warning scheme for patent risk.

Just like the early United States, patent insurance has been controversial at the beginning in our country. When it comes to the reasons, it can be briefly summed up with the fact that participants are wrestling with each other based on different interest demands. For a long time, with the rapid development of patent insurance, foreign researches on patent insurance have been more mature and achieved great success. However, on the one hand, compared with the developed countries, China's patent insurance system starts late, develops slowly, covers a narrow range, and has a small scope of participants, on the other hand, current patent insurance relies on the subsidy of the policy to promote. At the same time, the existing patent insurance has been promoted and supported deeply by the subsidy of the policy. It has not created and formed a special patent insurance operation institution, patent insurance company and market model. At the same time, the patent insurance in our country is just stepping into the pilot process and shows a lot of problems: the imperfect mechanism of patent risk assessment, the lack of relevant laws and regulations, and the lack of confidence in the quality of the market entities. Therefore, how to improve the patent infringement legislation, improve the enthusiasm of enterprises to maintain patent rights; optimize patent insurance products, enhance the attractiveness of patent insurance products; improve the quality of patents, etc., need to be further explored in practice. In any case, the writer believes that research enthusiasm of domestic scholars will certainly open up a rich theoretical and practical field for the future of patent insurance.

References

[1] BERGMANN ISUMO. Evaluating the Risk of Patent Infringement by means of Semantic Patent Analysis: The Case of DNA Chips [J]. R&D Management, 2008, 38(5): 550-562.

[2] BUZZACCHI L, SCELLATO G. Patent Litigation Insurance and R&D Incentives [J]. International Review of Law and Economics, 2008(28): 272-278.

[3] CHRISTOPER CIERI, David Graff, Mark LIBERMAN, NII MARTEY and STEPHANIE STRASSEL LARGE, Multilingual, Broadcast News Corpora For Cooperative Research in Topic Detection And Tracking: The TDT-2 and TDT-3 Corpus Efforts [C]. In: Proceedings of Language Resources and Evaluation Conference, 2000.

[4] CJA. CONSULTANTS Ltd. Patent Litigation Insurance: A Study for the European Commission on Possible Insurance Schemes against Patent Litigation Risks [R]. Britain and Brussels, 2003.

[5] DUCHENE A, DEBAPRIYA S, KONSTANTINOS S. Patent licensing and entry deterrence: The role of low royalties [J]. Economic, 2015, 82:1324-1348.

[6] GILARDONI E. Basic Approaches to Patent Strategy [J]. International Journal of Innovation Management, 2007, 11(3): 417-440.

[7] HAUPT R, KLOYER M, LANGE M. Patent indicators for the technology life cycle development [J]. Research Policy, 2007, 36(3): 387-398.

[8] HOLGER ERNST, WAYNE D. HOYER, CARSTEN RUBSAAMEN. Sales, Marketing, and Research-and-Development Cooperation Across New Product Development Stages: Implications for Success [J]. Journal of Marketing, 2010, 74(5): 80-92.

[9] JAY P C. Patent Pools and Cross-Licensing in the Shadow of Patent Litigation [J]. International Economic Review, 2010, 2(51): 441-460.

[10] J. RODRIGO FUENTES. Patent insurance: towards a more affordable, mandatory scheme [J]. Science and Technology Law Review, 2009(4): 268-280.

[11] KIMEBERLY K. CAUTHORN. Managing Intellectual Property Risk: Because Knowledge is a Company's Greatest Asset [J]. Intellectual Asset Management Practice, 2004: 1-20.

[12] KUMAR, JAYANT. Insurance Coverage in Intellectual Property Litigation [J]. Journal of Intellectual Property Rights, 2008, 33(3): 234-238.

[13] LANJOURW J, LENER J. The Enforcement of Intellectual Property Rights: A Survey of the Empirical Literature [C]. 10th International Conference of the Army-Data-Retrieval-Engineering-System, 1997.

[14] LANJOURW J, SCHANKERMAN M. Characteristics of Patent Litigation: A Window on Competition [J]. Economics of Intellectual Property Law. 2007(1):224-246.

[15] LOCHNER S J. Risk-minimization strategies in licensing intellectual property from entities that are, or might become, financially troubled [J]. Intellectual property & technology law journal, 2002, 14(6): 7-11.

[16] MARTIN A. BADER. Managing intellectual property in the financial services industry sector: Learning from Swiss Re[J]. Technovation, 2008, 28(4): 196-207.

[17] MILONE R, MAHMOOD A. Insurance Coverage for False Advertis in Claims [J]. Intellectual Property and Technology Law Journal, 2012(24):25-35.

[18] NICK BONTIS, NICOLA C DRAGONETTI, KRISTINE JACOBSEN, GORAN ROOS. The knowledge toolbox: A review of the tools available to measure and manage intangible resources [J]. European Management Journal, 1999, 17(4): 391-402.

[19] OBSTERBERG E C. A Primer on IP Risk Magament and Insurance [J]. The Licensing Journal, 2003: 120.

[20] PETR HANEL. Intellectual property rights business management practices: A survey of the literature [J]. Technovation, 2006,26(6): 895-931.

[21] REITZIG M. Improving Patent Valuations for Management Purposes-validating New Indicators by Analyzing Application Rationales [J]. Research Policy, 2004, 33(6): 939-957.

[22] REYES J A. Patents and Insurance: Who Will Pay for Infringement [J]. Boston University Journal of Science & Technology Law, 1995.

[23] ROBERT C. MERTON. The Journal of Finance [J]. Papers and Proceedings of the Thirty-Second Annual Meeting of the American Finance Association, 1974, 29(2): 449-470.

[24] RENN O. Risk communication: Towards a rational discourse with the public [J]. Journal of hazardous materials, 1992, 29(3): 465-519.

[25] SINHA, RAHUL. Patent Insurance: A Roadmap [J]. Journal of Intellectual Property Right, 2014(19): 387-394.

[26] TSENG Y H, Lin C J, Lin Y I. Text Mining Techniques for Patent Analysis [J]. Information Processing & Management, 2007, 43(5): 387-394.

[27] WILLETT, A. H. The Economic Theory of Risk and Insurance [M]. Columbia University Press, New York, 1901.

[28] ZACHAU JOCHEN, KUPPERS ANDREAS M. Early Warning Systems for National Disaster Reduction [M]. Berlin: Springer, 2003.

[29] CHEN Z G, YANG T J. Development Model Innovation of Patent Insurance amid the Innovation-driven Strategy Background[J]. Insurance Studies, 2013 (8):35-44.

[30] DONG L, HUANG T K, YUAN H M. Analysis of Patent Risk Factors of Chinese Pharmaceutical Enterprises [J]. China Pharmaceuticals, 2012 (24):12-13.

[31] GAO Z L. American Intellectual Property Rights System's Inspiration to China[J]. Special Zone Economy, 2006, 5 (2):297-300.

[32] HANG X X. A Study on Indraught of Patent Infringement Enforcement Insurance [D]. Tianjin：Tianjin University, 2008.

[33] HE D F. An Exploratory Practice Study on the Patent Alert Mechanism in China [J]. Forum on Science and Technology in China, 2013(5): 118-124.

[34] HE Y, HUANG R H. Study of the intellectual property risk caused by the externality of the knowledge [J]. STUDIES IN SCIENCE OF SCIENCE, 2006(5): 742-746.

[35] HUANG Y. Reflections on the Construction of Patent Insurance Work[J]. KEJI YU QIYE, 2013 (16):263.

[36] JIN Y F, YU X. Research on Character and Influence of Patent Risk[J]. Intellectual Property, 2008, 18 (6):84-88.

[37] LI H. System Construction of Intellectual Property Insurance in China [J]. Nanjing Daxue Falv Pinglun, 2010(2):179-187.

[38] LI J. Research on the Intellectual Property Protection of Insurance Products [D]. Qingdao：Ocean University of China, 2013.

[39] LI J, GUO J A. Research of Enterprise Patent Early Warning Indexes System [J]. LIBRARY AND INFORMATION SERVICE, 2009, 53(4): 70-74.

[40] LI P L. Research on enterprises' technology innovation and intellectual property protection [J]. SCIENCE AND TECHNOLOGY MANAGEMENT RESEARCH, 2010(6): 187-189.

[41] LIN X A. Study on Intellectual Property Insurance [D]. Wuhan：Huazhong University of Science and Technology, 2009.

[42] LIU H J, SONG J. Reflections on Establishment of Patent Insurance System [J].Intellectual Property, 2014(12): 50-54.

[43] LIU J H, CHEN X G, LIU T Z. The risk management strategy based on different period of technology innovation in hi-tech enterprise [J]. SCIENCE AND TECHNOLOGY MANAGEMENT RESEARCH, 2006(7): 178-181.

[44] LIU S Y. The Study of Patent Insurance System [D]. Beijing：Beijing Jiaotong University, 2014.

[45] LUO X Q. Reconsideration of Legal Expense Insurance [J]. MODERN LAW SCIENCE, 2006(4): 95-99.

[46] PANG C J, YU S Z. Problems and Thinking of Promoting China Patent Insurance [J]. Public Administration & Law, 2015 (5):106-113.

[47] SONG L S. Research on the Construction of Intellectual Property Insurance System in China [D]. Shanghai：East China University of Political Science and Law, 2010.

[48] WEI L, LI H W. Demonstrated Analysis on Promoting Impact of Intellectual Property Protection on the Advantage of S&T [J]. FORUM ON SCIENCE AND TECHNOLOGY IN CHINA, 2004(2): 97-101.

[49] XU J L. Enterprise Risk Management [M]. Shanghai: Shanghai University of Finance and Economics Press, 2000.

[50] WANG H Q, GUO Y, WU J L. Study on the Patent Risks Evaluation of the Strategic Emerging Enterprise [J]. Science and Technology Management Research, 2016(1): 56-60.

[51] WANG F F. The Development Status and Countermeasures of China's Patent Insurance System [J]. China Invention & Patent, 2015(7): 97-100.

[52] XIAO X F. Reflections on the Intellectual Property Insurance-A Case Study of"337 Survey" [J]. Legal System and Society, 2007 (8):218-219.

[53] XU H L, QI J Y. Internationalization Actions and Corporate Intellectual Property Rights Protection [J]. Nankai Economic Studies, 2010 (3):116-134

[54] YANG C. Construction of Risk Early-warning System for Enterprises Technology Innovation [J]. SCIENCE & TECHNOLOGY PROGRESS AND POLICY, 2010, 27(17): 113-115.

[55] YANG D Q. The Construction of Intellectual Property Insurance System in China [J]. Reform& Opening, 2009(4):15-18.

[56] YI X Z, ZHANG Y B, LIU Z Y. Self-innovation, Imitation, and Intellectual Property Right Protection in Lagging Countries [J]. THE JOURNAL OF WORLD ECONOMY, 2007(3): 31-40.

[57] ZHAO P S, ZHAO S X, WANG B. Patent Pre-warning- The firewall of enterprise risk [J]. China Invention & Patent, 2007(8): 44-45.

[58] ZHANG S. Studies on Risk Issues of Patent Pledge Loan [D]. Hefei：University of Science and Technology of China, 2011

[59].ZHOU J Z, XUE G. The classification and identification of the risk management for technology innovation [J]. STUDIES IN SCIENCE OF SCIENCE, 2002, 20(2): 221-224.

[60] ZHOU M H. Research on Intellectual Property Insurance system [J]. Science & Technology Association Forum, 2007 (1):161-162.

[61] State Intellectual Property Office. China's Intellectual Property Protection in 2017 [EB/OL]. [2018-04-25]. http://www.sipo.gov.cn/zscqgz/1123516.htm.

[62] State Intellectual Property Office. National Patent Status Report in 2017 [EB/OL]. [2018-04-27]. http://www.sipo.gov.cn/zscqgz/1123808.htm.

Financial Early Warning of China's Property Insurance Companies

XU Minmin, WANG Ziyue

XU Minmin*
Associate Professor
School of Economics
Beijing Technology and Business University
Beijing 100048, China
Mobile: (86)15718857336
Email: minmin11@126.com

WANG Ziyue
MSc. Graduate
Department of Business, Law and Art
University of Southampton
No.34, Fuwai Street,
Xicheng District, Beijing
Phone: (86)13439603337
Email: wangziyue161128@163.com

Keywords: Financial early warning, Z-Score Model, Property insurance company.

Abstracts. In recent years, China insurance industry of China grew rapidly but unsteadily. While the premiums are running at record highs, the deficits of property insurance company are aggravating sharply. The overlook of the financial early warning perhaps is one of the significant reasons that cause such phenomenon. But the timely and accurate financial prediction of property insurance company is probably indispensable, because it not only acts as the security to achieve a company's long-range goals, but also may help companies adjust their business strategies so that being more healthy and steadily. Thus, objective and accurate financial early warning is crucial

and necessary. Accordingly, this thesis will examine and analyze the situation of some selected local property insurance companies based on the statistical data and the Z-score model from a financial perspective. Then calculating and comparing the Z-score of these selected companies. Moreover, the thesis will find the problems and disadvantages hidden in the cooperation of such companies according to the calculations, explore the courses of such shortages, and put forward the countermeasures in improving such companies' situation.

1. **Background**

In recent years, China's property insurance industry developes quickly. It's premium increased from 299.22 billion yuan in 2009 to 754.44 billion yuan in 2014 with an average annual growth rate of 20.5%. Meanwhile, property insurers' operation losses are more and more serious. Even Pacific Property Insurance Company,who is among top 3 in China, suffered its first loss in 2014 in nearly 6 years. However, a regular financial early warning may contribute to help insurers turn its losses to profit. Since an accurate assessment and prediction is able to detect the problems of financial structure and financial management in time, which can help managers to make approprimate strategic adjustments so that decreasing or avoiding the risk of operation failure. Therefore, Objective and accurate financial warning is critical and necessary for property insurance companies.

This article will draw a brief introduction on the research status of financial early warning of property insurance companies through literature review first. Then, an empirical study of financial early warning though Z-score Model will be done based on the data of China's property insurance companies' financial information in 2011, 2012 and 2013. According to the results of such study, the business performances of selected insurance companies will be compared and assessed. Finally, suggestions will be put out to help improve the financial situation of property insurance companies.

2. Introduction

2.1 The Definition of Financial Early Warning

Financial early warning provides the judgment of whether a company has the ability to meet its maturing debts. Such judgement is calculated with ratio analysis, comparative analysis, factor analysis, mathematical modelling etc. based on insurance company's financial information and theories of accounting, statistic, finance, business management and marketing. According to the judgement, insurance company may take appropriate measurements in order to avoiding risk, minimizing loss and insure the development of its own. In other words, as the subsystem of business cooperation warning, it is possible for financial early warning to checking the health of a company's finance, preventing the occurrence of financial crisis or keeping financial risk in a controllable range so that insurance companies may achieve their long-term goals.

Therefore, financial early warning plays an important role in guaranteeing the normal operation of insurance companies, even the length of an insurance company's life.

2.2 Introduction and Selection of Financial Early Warning Model

2.2.1 Introduction of Financial Early Warning Model

Conducting financial early warning with mathematical Model is a method broadly adopted. The existed financial warning Models can roughly be classified in to four types which are Univariate Model, Multivariate Model, Multivariate Logic Regression Model and Artificial Neural Network Model.

1) Univariate Model

Judging whether a company is bankrupt depending on a single financial index is the main thought of Univariate Model. The earliest study of such method can be traced back to 1932 in which Fitzpatrick researched 19 companies and published an article named A Comparison of Ratios of Successful Industrial Enterprises with Those of Failed Firms. The article indicates that the rates of 'Net Margin/ Stockholder's Equity' and 'Stockholder's Equity/ Debt' are the two having the highest capability of judging the bankrupt situation of a company. In 1966, William Beaver presented univariate Model and demonstrated 'Cash Flow dividing Debt' was the best factor in judging company's financial situation. Such statement was reached by his study of 33 companies during 1954 and 1964.

2) Multivariate Model

Multivariate Model refers to the model revealing and predicting an enterprise's financial situation with multiple financial or cash flow indicators. Z-score Model which built by the famous financial expert, Edward Altman, is the one being applied most broadly. Because this paper will use such Model as the basis for financial early warning, the introduction of Z-score Model will be discussed in details in section .

3) Multivariate Logic Regression Model

Multivariate Logic Regression Model mainly includes two types, Logic Model and Probit Model.

Logic Model which firstly derived by Luce in 1959 is a kind of discrete selection Model. $P(Y=1 \mid X=x)=\exp(x'\beta)/(1+\exp(x'\beta))$ (Beta commonly used maximum likelihood estimation) is the discriminant of such model. The theory of Logic Model can be briefly concluded as the comparison between the conditional probability of encountering a financial crisis at certain period and cut point. If the probability is greater than cut point, then company may face financial difficulties during this time. Otherwise, the result is reverse. Probit Model is a linear model obeying normal distribution. It predicts the probability of a company's bankruptcy probability by calculating maximum likelihood number.

Although Logic Model can achieve a high prediction accuracy without strict hypothetical conditions, the calculation process of such method is relatively complex and involves many approximations to be treated.

4) Artificial Neural Network Model

Artificial Neural Network Model is a simplified model abstracting human brain neural network from the perspectives of mathematical method, physical method and information processing. Such model forms a set of rules and predictions throng studying previous data. Artificial Neural Network has a strong ability in adaption and fusing information, its accuracy needs to be improved however.

2.2.2 Selection of Financial Early Warning Model

Multivariate Logic Regression Model is mostly used in studying financial early warning of property insurance companies by Chinese scholars while Z-score Model is rarely adopted in analyzing such problem. However, compared with Univariate Model and Artificial Neural Network Model, the difficulty degree of Z-score Model is relatively moderate, which is understandable to most people. Besides, the results of Z-score Model are comparatively accurate since the data needed by this model are obtained from the financial reports of property insurance companies. Moreover, most Chinese property insurance companies are unlisted private corporations, which is suitable for the application scope of Z-score Model. Therefore, Z-score Model is adopted by this paper to study financial early warning of property insurance companies.

3. The Empirical and Analysis of the Financial Early-Warning Model——Z-Score Model

3.1 The Structure of Z-score Model

Z-score Model is speculated by Edward Altman, a financial economist and a professor at New York University's Stern Business School, based on a research sample of 66 manufacturing companies. Professor Altman divides these sample companies into two groups, the bankruptcy group and the non bankruptcy group.

The bankruptcy group consists of 33 companies which filed for bankruptcy between 1946 and 1956. The other group is composed of 33 companies operating normally during the same period. Besides, small firms whose total assets are under 1 million dollars and super corporations having minimum probability of being bankrupted are not contained in the sample companies, which may improve the universality of Z-score Model. Altman examined 22 financial ratios successively and divided these financial ratios into five categories——liquidity, profitability, financial leverage, solvency and activity. In 1968, the original five-variable Z-score model was established. The discriminant function is as follows:

$Z = 1.2\ X1 + 1.4\ X2 + 3.3\ X3 + 0.6\ X4 + 0.999\ X5$

X1= Working Capital/Total Assets, which reflects company's liquidity of assets;

X2= Retained Earning/Total Assets, which reflects company's accumulative profitability;

X3= Pre-tax Interest/Total Assets, which reflects company's profitability;

X4= Market Value of Equity/Total Liabilities, which reflects company's financial structure;

X5= Sales Income/Total Liabilities, which reflects company's capacity of assets turnover;

From Altman's perspective, the smaller the z-score is, the larger probability of business failure will be. Conversely, the bigger the z-score is, the better the financial situation of a company will be. 1.81 and 2.675 are finally defined as the critical values of judging company's financial situation according to a further calculation. If z-score is smaller than 1.81, company will face a bankruptcy crisis. If z-score is between 1.81 and 2.675, company is in the grey area, which means the operation of company is not optimistic. If z-score is bigger than 2.675, the financial and management situation of company is well, and there is a tiny possibility of being bankrupt.

The original Z-score Model is designed for those listed manufacturing companies. In order to make the model applicable to listed private manufacturing companies, Altman modified the weight and critical values of the original model. The modified Z-score Model's formula is as below,

$Z = 0.717X1 + 0.847 X2 + 3.107 X3 + 0.420 X4 + 0.998 X5$

X1、X2、X3、X4、X5 have the same meaning as the original model.

The critical values of this model are 1.23 and 2.90. If z-score is less than 1.23, bankruptcy crisis will trouble company. If z-score is among 1.81 and 2.90, which represents company's operating situation is not positive. If z-score is greater than 2.90, it is can be inferred that company has a good the financial and management situation and a tiny possibility of being bankrupt.

In order to make Z-score Model be used by private general companies, Altman updated the model again and constructed following formula.

$Z = 6.56 X1 + 3.26 X2 + 6.72 X3 + 1.05 X4$

In the updated formula, X1、X2、X3 have the same meanings as the original Z-score Model. The meaning of X4 was changed into book value total liabilities divided by book value of equity, which may more suitable for private general companies.

1.10 and 2.60 are the critical values of this model. If z-score is less than 1.10, there is a large probability for company to meet bankruptcy. If z-score is between 1.10 and 2.60, company is in the grey area, which means the operation of company is not optimistic. If z-score is greater than 2.60, the financial and management situation of company is well, which minimizes possibility of being bankrupt for company.

This paper will choose $Z = 6.56 X1 + 3.26 X2 + 6.72 X3 + 1.05 X4$ to take substitution calculation. According to the characters of insurance company's financial statements, the five variables of the model will be refined as follow,

X1= Working Capital/Total Assets= (Circulating Assets-Current Liabilities)/ Total Assets

Circulating Assets= Monetary Resources+ Transactional Financial Assets+ Buying Back the Sale of Financial Assets+ Interest Receivable+ Premium Receivable+ Reinsurance Accounts Receivable+ Receivable Deposit for Undue Duty of Reinsurance+ Reserve for Outstanding Losses of Reinsurance Receivable+ Fixed Deposit

Current Liabilities= Financial Assets Sold for Repurchase+ Premiums Received in Advance+ Commission and Fee Payable+ Accounts Payable Reinsurance+ Salaries Payable+ Taxes Payable+ Claims Payable+ Unearned Premium Reserve+ Reserve for Outstanding Losses

X2= Retained Earning/Total Assets= (Surplus Public Accumulation+ Undistributed Profit)/ Total Assets

X3= Pre-tax Interest/Total Assets= (Net Margin+ Income Tax+ Financial Expenses)/ Total Assets

X4= Book Value of Equity/ Book Value Total Liabilities= Total Equity/ Total Liabilities.

3.2 Selection of Research Objects and Data Sources

According to property insurance company's original insurance premium income information in 2014 published by the China Insurance Regulatory Commission, the proportion of Chinese and foreign insurance companies, and the market share of each insurance company, the followed

17 companies which includes 6 Chinese insurance companies and 6 foreign insurance companies are chosen by this paper as study objects:
PICC (PICC Property and Casualty Company Limited)
PING AN (Ping An Property & Casualty Insurance Company of China，Ltd)
CPIC (China Pacific Insurance (Group) CO, LTD)
CHINA LIFE-P (China Life Property and Casualty Company Limited)
CIC (China United Property Insurance Company Limited)
TIANAN (Tianan Property Insurance Company Limited of China)
YINGDA (Yingda Taihe Property Insurance CO., LTD)
DUBON (Dubon Property & Casualty Insurance Co., LTD)
MINAN (Minan Property & Casualty Company Limited)
BOHAI (Bohai Property Insurance CO., LTD)
JINTAI (Jintai Insurance Company)
SAMSUNG (Samsung Property Insurance (China) Co., Ltd)
CATHAY (Cathay Property Insurance Co., Ltd)
TMNCH (The TOKIO Marine & Nichido Fire Insurance Company (China) Limited)
GENERALI (Generali China Insurance Co., Ltd)
LIG (LIG Property Insurance (China) Co., Ltd)
LLOYD'S (Lloyd's Insurance Company (China) Limited)

3.3 Detailed Table of Z-score

The solvency margin ratios are quoted from property insurance companies' financial statements published on the website of China Insurance Association. The value of X1、X2、X3、X4 are all calculated according to the Z-score Model and data from insurance companies' financial statements.

Table 1 Ratios of selected insuers

Name of property insurance company	Year	X_1	X_2	X_3	X_4	Z-score	Solvency Margin Ratio
PICC（1）	2011	-0.3519	0.0566	0.0387	0.1528	-1.70	184%
	2012	-0.3460	0.0753	0.0461	0.1859	-1.52	175%
	2013	-0.3049	0.0877	0.0420	0.2198	-1.20	180%
PING AN（2）	2011	-0.1685	0.0463	0.0648	0.2542	-0.25	166%
	2012	-0.1222	0.0606	0.0508	0.2483	0.00	178%
	2013	-0.1580	0.0717	0.0523	0.2376	-0.20	167%
CPIC（3）	2011	-0.3243	0.0635	0.0594	0.3849	-1.12	233%
	2012	-0.2929	0.0450	0.0412	0.3719	-1.11	188%
	2013	-0.3247	0.0475	0.0359	0.3304	-1.39	162%
CHINA LIFE-P（4）	2011	-0.1687	-0.0337	0.0264	0.4075	-0.61	238%
	2012	-0.1536	-0.0126	0.0144	0.3225	-0.61	231%
	2013	-0.1783	0.0037	0.0190	0.2798	-0.74	168%
CIC（5）	2011	-0.8434	-0.5620	0.1317	-0.3224	-6.82	-346%
	2012	-0.1357	-0.2334	0.0851	0.2711	-0.79	167%
	2013	-0.1394	-0.1717	0.0361	0.2653	-0.95	167%
TIANAN（10）	2011	-0.3685	-0.4024	-0.0430	0.0856	-3.93	52%
	2012	-0.1539	-0.2878	0.0387	0.3523	-1.32	245%
	2013	-0.3420	-0.2197	0.0255	0.3200	-2.45	164%
YINGDA（14）	2011	-0.3342	0.0314	0.0594	0.8082	-0.82	483%
	2012	-0.4383	0.0527	0.0442	0.5288	-1.85	288%
	2013	-0.4702	0.0713	0.0441	0.4723	-2.06	233%
DUBON（19）	2011	-0.6370	-0.5265	0.0130	0.0624	-5.74	-37%
	2012	-0.3583	-0.3991	0.0496	0.3768	-2.92	162%

	2013	-0.3123	-0.3393	0.0412	0.4282	-2.43	165%
MINAN （25）	2011	-0.0510	-0.2780	-0.0922	0.1326	-1.72	103%
	2012	0.1693	-0.1899	-0.0054	0.5574	1.04	441%
	2013	0.1098	-0.1899	-0.0008	0.5471	0.67	293%
BOHAI （30）	2011	-0.2492	-0.2436	-0.1007	0.2372	-2.86	269%
	2012	0.0356	-0.2070	-0.0236	0.5325	-0.04	525%
	2013	-0.1461	-0.2222	-0.0366	0.4249	-1.48	370%
JINTAI （36）	2011	0.6401	-0.0506	-0.0506	5.3469	9.31	5036%
	2012	0.1058	-0.0921	-0.0514	1.6680	1.80	1268%
	2013	0.0039	-0.1086	-0.0275	1.0584	0.60	659%
* SAMSUNG （42）	2011	0.4263	0.2205	0.0777	1.0977	5.19	2494%
	2012	0.3803	0.2052	0.0451	0.8791	4.39	2660%
	2013	0.2390	0.1199	0.0109	0.3603	2.41	1318%
* CATHAY （45）	2011	0.1119	-0.3048	-0.1125	1.5219	0.58	1527%
	2012	-0.2177	-0.6055	-0.3097	0.4043	-5.06	362%
	2013	-0.2338	-0.6357	-0.2589	0.2459	-5.09	151%
* TMNCH （48）	2011	0.4289	0.2416	0.1110	1.2779	5.69	699%
	2012	0.3645	0.0775	0.0459	0.8157	3.81	610%
	2013	0.3146	0.1046	0.0774	0.9667	3.94	687%
* GENERALI （55）	2011	0.0309	-0.4010	-0.1783	0.2127	-2.08	289%
	2012	0.0236	-0.3501	0.0134	0.2084	-0.68	287%
	2013	0.3001	-0.2271	0.0088	0.1428	1.44	3871%
* LIG （60）	2011	0.5374	-0.0226	-0.0108	1.3193	4.76	4976%
	2012	0.2553	0.0080	0.0365	1.5485	3.57	4011%
	2013	0.2123	0.0059	0.0028	0.3650	1.81	3859%
* LLOYD'S （65）	2011	-0.1844	-0.0661	-0.0058	0.2043	-1.25	30700%
	2012	0.1243	-0.0619	0.0164	0.2773	1.01	397300%
	2013	0.1170	-0.0485	0.0046	0.2403	0.89	Infinity

(Note: The number in parenthesis represents company's ranking among China's property insurance industry in 2014. The rankings are ordered according to the original insurance premium income of each property company. Also, those companies whose name are decorated with asterisk are foreign companies, the rest are Chinese companies. Besides, due to the insurance business of Lloyd's is all reinsured which causes the minimum capital for the calculation of the premium is zero, the solvency margin ratio of Lloyd's is infinity in 2013.

3.4 Analysis of Data and Z-score Value

3.4.1 General Situation

Table 2 Z-scores of selected insuers

Year	The number of companies conforming Z-score value's standard			The number of companies whose solvency margin ratio are higher than 100%
	Z≤1.10	1.10＜Z＜2.60	Z≥2.60	
2011	13	0	4	13
2012	13	1	3	17
2013	12	4	1	17

From the perspective of model variable factors, negative values occupy a large percent among the data sets of X1、 X2 、X3 , which indicates that the liquidity of assets of selected companies are poor. Compared with these three data sets, the data of X4 are relatively ideal. Nearly all the value of X4 are larger than zero and the average value of X4 is about 0.45 (eliminate the value of JINTAI), which illustrates the financial structure of these companies are comparatively stable.

According to the calculated value of 2011, 2012 and 2013, the most Z-score of the 17 selected property insurance companies are less than critical value 1.10 and negative values. SAMSUN, TMNCH and LIG are the only companies whose Z-score value are between 1.10 and 2.60 or bigger than 2.60. The data show that most property insurance companies are facing the risk of being bankrupted and have an undesirable financial operation.

Furthermore, it is can be concluded from table 2 that certain correlation exists between Z-score and solvency margin ratio for most property insurance companies. The correlation is presented as the increases of Z-score and solvency margin ratio bonded to develop together. Meanwhile, When Z-score decreases, the solvency margin ratio will also decrease. Although the worrying operation of property insurance companies is reflected by Z-score, the solvency margin ratios of these companies in 2011, 2012 and 2013 basically meet China's related requirements.

3.4.2 Single Item Analysis

The Comparison between Chinese and Foreign Companies

Table 3 The Comparison between Chinese and Foreign Companies' ratios

Nature of Company	Mean of X_1	Mean of X_2	Mean of X_3	Mean of X_4
Chinese companies	-0.2063	-0.1229	0.0190	0.5318
Foreign companies	0.1650	-0.1153	-0.0296	0.6465

Table 4 The Comparison between Chinese and Foreign Companies' Z-scores

Nature of Company	The number and proportion of companies whose Z-score is less than 1.10			Three years' mean of solvency margin ratio
	2011	2012	2013	
Chinese companies（11 companies）	10（91%）	10（91%）	10（91%）	200%
Foreign companies（6 companies）	3（50%）	3（50%）	2（33%）	1853%

Note: In order to insure the broad representativeness of data, the data of JINTAI and LLOYD'S are rejected while calculating the three years' solvency margin ratio since they are too prominent. The proportion refers to the scale of companies whose Z-score is less than 1.10 occupies the total number of companies with same nature.

From the perspective of model variable factors, Chinese property insurance companies' mean values of X1、 X2 、X4 are all smaller than that of foreign property insurance companies, which indicates that there is still a gap between Chinese funded enterprises and foreign-funded enterprises in terms of liquidity of assets, accumulative profitability and financial structure. However, the mean value of X3 shows that Chinese property insurance companies have a better performance in the aspect of profitability.

Besides, nearly 91% Chinese property insurance companies have a Z-score smaller than 1.10. That is to say most Chinese property insurance companies are in the danger of being bankrupted. The situation of foreign property insurance companies is comparably optimistic. There are about 50% foreign property insurance companies' Z-score less than 1.10 in the first two years of this study scope, and the proportion decreases to 33% in 2013. Thus, the financial

operation situation of foreign property insurance companies is better than that of Chinese property insurance companies in this study.

The differences between Chinese and foreign property companies are mainly represented on operation philosophy and operation mode. In addition, foreign companies have much more experience in insurance business than local companies. The above shows that the operation results of foreign companies are affirmative and can be referenced when Chinese property insurance companies facing the same market atmosphere and customer groups.

Comparison of Market Share

In the 17 selected property insurance companies, the top three companies (PICC, PINGAN, CPIC) that share the most proportion of original premium income, the three Chinese property insurance companies (YINGDA, BOHAI, MINAN) with less market share and three foreign property insurance companies (TMNCH, GENERALI, LIG) occupying less percentage of market share are selected to be compared. The summary data is showed as table 5.

Table 5 Comparison of Market Share

Subsection	Market share	Mean value of X_1	Mean value of X_2	Mean value of X_3	Mean value of X_4	Mean value of Z-score	Mean value of solvency margin ratio
Top three companies	64.70%	-0.2659	0.0616	0.0479	0.2651	-0.94	181%
Three Chinese companies	2.91%	-0.1527	-0.1306	-0.0124	0.4712	-1.01	334%
Three foreign companies	0.11%	0.2742	-0.0626	0.0119	0.7619	2.47	2143%

From the perspective of model variable factor, the three companies with the most market share have the highest means of X2、X3, which shows that they performance well in accumulative profitability and profitability. The behavior of the three Chinese property insurance companies accounting for a lower percentage is in sharp contrast. The accumulative profitability and profitability of these three companies are barely satisfactory. The comprehensive strength of the rest three foreign companies with less market share is strong. These foreign companies' means of X1、X4 is bigger than Chinese property insurance companies, especially the lead of the X1 mean is particularly prominent, which shows that foreign property insurance companies achieve a stronger capability in liquidity of assets.

Table 5 shows that the Z-score of those companies occupying a large market share is slightly bigger than that of the rest selected Chinese companies with small market share, and there is

still a disparity between Chinese property insurance companies and foreign enterprises. On the one hand, such fact indicates that the market share has a certain impact on the company's financial operation, which can be concluded as the higher proportion of market share the company has, the more attractive the company will be. The attraction will bring more cash inflow for insurance companies, which means more fund can be used in improving company's financial condition. On the other hand, the fact also shows that market share is not the determining factor influencing insurance company's operation. The Z-score of the three selected foreign property insurance companies is much greater than the Z-score of all Chinese property insurance companies. Therefore, improving all the aspects of a company's operation mechanism perhaps is the key factor of achieving the goal of maximizing profits.

It is worth noting that although the Z-score of foreign property insurance companies is highest among all the study objects, such value is still in the grey area of Z-score Model, which reminds us the financial situation of Chinese property insurance industry is still needed to be worried about and improved.

Comparison between Listed Companies and Non-listed Company

Table 6 Comparison between Listed Companies and Non-listed Company

Nature of company	Mean value of X_1	Mean value of X_2	Mean value of X_3	Mean value of X_4	Mean value of Z-score	Mean value of solvency margin ratio
Listed companies	-0.2412	0.0426	0.0409	0.2830	-0.87	189%
Non-listed companies	-0.2364	-0.2233	0.0089	0.3911	-1.86	250%

Note: the data of CIC and JINTAI which have great impact are rejected.

It is can be seen from table 6 that the means of X2、X3 of listed Chinese property insurance companies are all bigger than that of non-listed ones, which illustrates that the accumulative profitability and profitability of listed companies is better than non-listed companies. Besides, the means of there is a slightly different between these two groups for the means of X1、X4, which shows that listed and non-listed companies have similar situations in liquidity of assets and financial structure.

Z-score reflects nearly the same facts presented by the four factors of the model, which indicates that the financial operation situation of listed property insurance companies is better than that of non-listed ones. Strong assets, good operating conditions, continuous profit are the typical features of most listed enterprises so that listed companies take the lead in property insurance industry is reasonable and practical. However, the negative values existing among Z-score still cannot be ignored. Z-score is under the lower limit of Z-score Model also illustrates that there are some great problems in financial management of Chinese property

insurance companies and the premium income level cannot fully reflect the company's operation situations, which deserves more attention.

Although the financial situation of non-listed Chinese property insurance companies is not better than that of listed group, non-listed companies achieve a higher solvency margin ratio. That means these two groups have different strengths in operating business and they can complement one another.

3.5 Verification of Z-score

In recent years, the original premium income of China's property insurance industry has been increasing year by year. The broadly report of such phenomenon also forms an illusion of prosperity. However, the fact behind this delightful phenomenon may make public worried about.

There were 23 of 53 unlisted property insurance companies found losses in 2011. The total loss of these 23 companies is 2.05 billion yuan. In 2011, the net profit of TIANAN was -0.43 billion yuan, which trouble this company for a while. Besides, only 5 of 20 foreign property insurance companies achieved profitability in the same year. Compared with 2011, the whole situation of property insurance industry even got worth. Insurance losses were found in nearly 60% property insurance companies which included 20 Chinese businesses and 17 foreign businesses. The overall underwriting profit of Chinese property insurance companies decreased about 28.51%.

In 2013, while the profit of insurance companies increased substantially, the comprehensive cost rate of property insurance companies increased sharply, which made the entire property insurance industry on the brink of loss. Especially in the field of automobile insurance, which occupies 70% share of the entire property insurance industry, operating losses were broadly existed.

It can be seen from above that the existence of operating losses in most companies reflected by Z-score is basically in line with the actual situation of China's insurance industry in 2011, 2012 and 2013. Therefore, Z-score Model can reflect the situation of private companies reasonably and practically.

3.6 Limitation of Z-score Model

In the first place, the design of Z-score Model was made decades ago. The economic development level of the period in which Z-score Model was born is probably lower than that of today. In addition, the character of economic environment may vary in different periods. These objective factors may cause the selection of financial indicators and the setting of financial ratio weights cannot be entirely applied by present companies.

Secondly, only 5 financial ratios are adopted by Z-score Model, which may not fully reflect the influence of other financial indicators on financial operation. Thus, it is possible for Z-score to make a financial early warning different from the actual situation.

Thirdly, the build of Z-score Model based on the study of American companies. There are many differences such as enterprise operation mechanism, corporate culture, and operation philosophy between Chinese companies and American companies. As a result of these

differences, the weights of variables or even the selection of financial indicators in Z-score Model may not be suitable for Chinese property insurance companies.

Furthermore, insurance industry has its own unique features of operation and finance, but Z-score Model is designed for common private companies. For property insurance companies in Chinese market, the accuracy of the financial early warning of Z-score Model will probably be improve after adopting some appropriate adjustments on the weights of this model.

Lastly, the nature of some property insurance companies with large market share selected by this study is listed, but Z-score model is designed for those unlisted companies. Therefore, there may be a deviation between the financial early warning and actual situation of these listed companies.

4. Conclusion and Suggestion of Financial Early Warning Model

4.1 Conclusions

In general, the financial operations of China's property insurance companies in 2011, 2012 and 2013 are unsatisfied, and most property insurance companies are on the edge of being bankrupted. On the aspect of comparing financial operation among China's property insurance industry, the financial situation of foreign companies is obviously superior to Chinese companies, the financial standing of companies with large market share is better than that of companies with less market share, and the financial performance of unlisted companies cannot equal to that of listed companies.

The variables of Z-score Model, which are financial ratios, indicate that there are many places need to be improved in the accumulative profitability of property insurance companies in China's market. Among 17 selected study objects, the accumulated returns of 9 property insurance companies are all negative in 2011, 2012 and 2013. Besides, only 3 companies' accumulative profits keep positive in the three years. Therefore, the accumulative profitability of our property insurance companies is not ideal. From the perspective of comparing accumulative profitability between companies in the same industry, such capability of foreign property insurance companies, listed property insurance companies and companies sharing large market is better than that of Chinese, unlisted and low-market share property insurance companies, which is consistent with the situation of financial operation comparison.

In addition, the assets liquidity and profitability of property insurance companies in China's market are also concerns. In each year chosen by this study, the mean number of property insurance companies whose financial ratios reflecting these two aspects are negative is 13. There are 4 companies whose assets liquidity and profitability ratios are negative for three years are found in this study. Besides, some similar results are found in the comparison of these two financial capabilities among China's property insurance industry, which can be concluded as the assets liquidity and profitability of foreign, listed and property insurance companies achieving a better performance. For the assets liquidity and profitability, Chinese property insurance companies behave better than foreign ones.

The financial structure of our property insurance companies is relatively ideal than accumulative profitability, assets liquidity and profitability of our property insurance companies. Only once the corresponding financial ratio of CIC is found negative in 2011. On

the aspect of comparing financial operation among China's property insurance industry, the financial structure of foreign and listed property companies is also better than that of Chinese and unlisted companies. Differently, property insurance companies with less market share defeat those with large market share in the competition of financial structure. However, the financial structure of most property insurance companies still needed to be enhanced.

4.2 Suggestions

4.2.1 Improving Liquidity of Assets

Since working capital is one of the decisive factors of assets liquidity and there is a positive correlation between working capital and liquidity of assets, it is possible to improve liquidity of assets by increasing working capital. Furthermore, working capital is also the net value of current assets and current liabilities so that increasing current assets while decreasing current liabilities is adoptable for property insurance companies to enhance their liquidity of assets. In particular, increasing current assets may be achieved by improving the management of accounts receivable and the rational distribution of financing property proportion. With regard to decreasing current liabilities, strengthening the capability of financial budget and reducing short-term borrowing perhaps is reasonable and practical.

4.2.2 Improving Accumulative Profitability

Accumulative profitability is mainly determined by earnings retained, the sum of surplus reserve and undistributed profit. Thus, increasing property insurance companies' surplus reserve and undistributed profit in order to improving accumulative profitability is reasonable. However, these two factors are extracted from the company's past annual profits. Therefore, it is sensible for property insurance companies to reduce operating costs and improving capability of profitability while pursuing the increase of premium income. Such decision making may enable insurance companies a better financial situation and healthy development.

4.2.3 Improving Capability of Profitability

Capability of Profitability is one of the key elements ensuring the health of financial operating. The importance of improving profitability cannot be ignored. On the one hand, developing marketable products, reducing operation costs and strengthening the settlement of claims may be the options for property insurance companies to improve capability of profitability. On the other hand, enhancing employees' concept of company's profit supreme, which may expand the source of profit from basic level and encourage employees' enthusiasm in return, perhaps can also make effort to improving insurance company's profitability.

4.4.4 Improving Financial Structure

The ratio calculated from market value of equity divide by total liabilities usually acts as the standard of judging a company's financial structure. The higher the ratio is, the better the financial structure will be. It is can be seen from the formula that increasing equity's market value in each business link while limiting the aggravating of related liabilities probably will improve property insurance company's financial structure. In fact, financial structure is not a simple addition and subtraction of the relevant business activities of a company, but a result of the overall coordination of whole operation system. Therefore, adjusting financial operation mechanism, financial allocation or other related links according to company's current

operating situation and characters in time perhaps is a useful way of continuously optimizing company's financial structure.

Acknowledgement

This study were supported by "Study of Urban and Rural Residents' Health Care Demand and Medical Insurance" project (Number: SZ201510011005, which is one project of Beijing Municipal Education Commission in 2015) and supported by Beijing Philosophy and Social Sciences Capital Business and Market Base(Number: PXM2018_014213_000033-037).

References

[1] QIN J P, ZHANG X. Research on Listed Companies' Early Finance Warning, Communication of Finance and Accounting, vol.36, 2011.

[2]JIANG S H. Research on Early Warning System of Enterprises' Finance Risk, Research of Financial and Accounting, vol.1, 2005.

Chapter 4. Life and Health Insurance

Dilemma and Outlets of Tax-Deductible Health Insurance in China

CHEN Shanhe

Department of Insurance
Central University of Finance and Economics
Beijing 102206, China
Department of Insurance, Central University of Finance and Economics,
Shahe University Park, Changping District, Beijing
Email: cshac94@163.com

Key words: tax-deductible health insurance, tax environment, universal insurance, insurance sales.

Abstract. The tax policies on health insurance of different nations make a crucial contribution to the development of health insurance. However, the tax-deductible health insurance in China is not going well. To promote the development of tax-deductible health insurance in China, qualitative analysis, actuarial tools, comprehensive telephone survey were used to do research in the environment of tax-deductible health insurance, product design, related cmpanies. After comprehensive analysis, probelms were found in the operating environment, product design and supply side of the tax-deductible health insurance.

1. 引言

个人税收优惠型健康保险（下称“税优健康险”），作为一种在多个国家带动保险业增长的保险产品，一直备受各国青睐。党的十八大以来，我国出台了一系列支持商业健康保险发展的文件，并明确提出要完善税优健康险相关政策。2015年5月8日，财政部、国家税务总局和保监会联合印发了《关于开展商业健康保险个人所得税政策试点工作的通知》（下称“《通知》”），标志着我国税优健康险相关业务正式提上日程。同年11月，三部委联合确定了试点城市。2016年1月1日，税优健康险在31个城市正式开始试点。然而，截至2017年6月30日，我国税优健康险在31个试点城市中共售出7.5万单，有5.8万人投保，约为试点城市符合投保条件总人数的1%。保费共计1.44亿元，和预估的67.2亿元相去甚远。2017年7月1日起，税优健康险的试点范围推广至全国，仍面临“叫好不叫座”的尴尬局面。 若税优健康险业务顺利开展，可有力助推我国健康险发展。因此，发现制约税优健康险的问题并针对性解决就成为重中之重。

2. 文献综述

外国税优健康险历经数十年发展，已形成较为成熟的体系。Long和Scott（1982），Vroman和Anderson（1984）为探究20世纪80年代美国健康险保费规模下降的原因，通过实证分析研究健康险保费和税率的关系，得出了个人边际税率对消费者是否购买健康险有着决定性作用的结论。Thomason（1997）着眼于1954年美国税务法案修订，通过研究修订前后团体健康险的需求变化，指出税后价格降低会增加雇员对团体健康险的购买，并相应促使雇主扩大所提供的团体健康险的规模。Mark（2001）以加拿大的税优政策为研究对象，分析这些政策对补充医疗保险需求的影响，并证明了免税等税优政策能有效拉动保险需求。Melissa（2003）则从个人健康险和团体健康险的角度入手，表示税优政策能增加家庭成员之间保障计划的互补性，推动其保险计划从个人健康险向以家庭为单位的团体健康险发展。

对于税收优惠政策存在的问题，Pauly（1974）和Manning（1987）认为，为被保险人提供税费补贴会扩大逆选择风险，导致民众过度购买保险，使家庭健康费用支出持续增加。Joseph（2006）通过调查美国税优政策，认为该制度会导致贫富差距增加，产品设计缺乏针对性，相关医疗服务滥用等问题，并给出 了针对性建议。

在我国开展税优健康险试点工作前，有关我国健康险税收优惠政策的文章中，王颖（2002）、张青枝（2005）分别从经济学和制度角度建议，我国应对商业健康险提供税收优惠。魏华林、李琼（2006）从美国商业健康险发展现况出发，在对比中美商业健康险税优政策后，指出应从税率和税基的角度区分健康险和其他险种，并对消费者和中小保险公司给予税收优惠。鉴于当时我国没有健康险配套的税收优惠政策，故这一阶段的文章多指向我国应建立税优制度。还有部分文章架构了具体的税优政策，但和我国现行税优政策有所差异，故不展开叙述。

由于试点时间较短，试点开始后相关研究数量较为有限，主要集中在对我国税优健康险问题的分析和建议。孙东雅（2015）在归纳分析世界各国不同税优模式的基础上，重点强调了我国税优健康险政策应具有实效性和可操作性。李称心、李嘉浩和王国军（2017）认为税优健康险具有可减免个税，保障程度高，保障范围广的特点，并分别指出了保险公司、消费者和政府存在的问题。朱铭来、万禹（2017）表示，为完善税优健康险政策，应加大宣传推广力度，整合基本医保和税优健康险，完善税优健康险的监管政策。朱俊生（2017）撰文称，应通过放宽产品约束，提高税优幅度和打破行政壁垒来解决税优健康险现存问题。

与以往研究相比，本文创新之处主要表现在以下方面：一是以我国税务环境为切入点，分析该环境可能对税优健康险需求产生的影响，结合我国税务环境分析税优健康险的文章数量较少。二是对税优健康险的风险保费和个人账户缴费及收益均进行了测算，三是通过电话调查了解了税优健康险的营销流程，由于试点开展时间较短，这两方面研究处于空白阶段。

3. 税优健康险环境分析

3.1 税务环境

3.3.1 税优政策适用人群

在税优健康险试点的大部分时间内，相关产品只面向企业进行销售，没有将个体工商户等群体囊括进来，因此全部受众只有按工资缴纳个人所得税的人群。根据国家统计局、国民财经研究中心和《中国家庭发展报告2016》中公布的数据估算，我国按工资缴纳个人所得税的人群数量约为2800万人。在试点后期，虽然开放了对个体工商户的销售

渠道，但超过七成保险公司的税优健康险产品只面向团体销售，大幅增加了个人购买难度。加之我国目前的收入结构处于金字塔形和倒丁字形之间，这就意味着税优政策最大的目标人群—中等收入群体，在我国相对数量较少。税优健康险实际受众数量并不乐观。

3.3.2 居民税务意识

（1）申报方式

我国个人所得税采取在流通中扣除的形式，在个人获得收入前，该笔收入由所在单位等相关机构对应纳税款进行了代扣代缴，纳税人拿到的钱已经是税后数额，意味着整个纳税过程完全无需纳税人进行任何操作，虽然方便了纳税人，但也直接导致民众缺乏对于“纳税是公民应尽的义务”概念的认知，不利于提高我国居民的自主纳税意识。

（2）税款用途反馈

虽然在政府相关的工作报告和披露的数据中，会载明部分公共开销的金额，但并没有将这些开销和税款的关系明确地向纳税人进行说明。加之这些报告和数据发布渠道通常只有政府相关部门网站，鲜有人问津，更不利于我国公民增加对税款用途的认识。时至今日，许多民众心中还抱有税款是“苛捐杂税”的错误认知。

（3）政策支持

至今为止，我国仍没有一部系统的税收法典，除《税收征管法》、《个人所得税法》和《企业所得税法》外，其他税务相关制度多为有关部门制定的法规和条例，不能为税务工作提供足够的法律支持。具体到鼓励个人纳税的层面，更是只停留在口号上，并无具有实质激励作用的政策支撑。对于偷税漏税等行为，无论是查处力度还是惩治水平，都不能起到以儆效尤的作用。应纳税者在对纳税支出和逃税成本进行比较后，选择逃税的情况并不罕见。

（4）宣传力度

我国目前税务宣传工作力度不足。在日常生活中，鲜能看到税务相关宣传。当居民出现困惑时，与其直接接触的基层税务人员囿于自身职业素养，有时不能很好地答疑解惑，导致居民税务素养停滞不前。

综上所述，由于申报方式、税款用途反馈、政策支持和宣传力度等多方面因素作用，我国居民整体税务意识较为淡薄，没有对税收的重要性和作用形成清晰的认识。没有足够的税务意识作为支撑，税优健康险等税优政策产生的吸引力自然大打折扣。

3.3.3 税优健康险适用税基

税基，即课税的基础，和税率共同决定税额。税基越高者，所需缴纳税款也更高，其通过税优政策能享受到的税费减免幅度也更大，对于税优政策的需求自然水涨船高。

税优健康险开展较好的国家，目前普遍采用综合计征法，即对于个人的全部所得，不区分其来源和性质，都纳入课税范围。在综合计征法下，税优健康险适用税基是个人全部收入。我国现在采用分类计征法，根据纳税人的收入来源将税收分为十一类，相应规定了不同的税前扣除金额，并实行不同的税率进行计算。在《通知》中，明确规定了适用商业健康保险税收优惠政策的纳税人收入来源，对应的税基为工资薪金所得，劳务报酬所得，个体工商户的生产经营所得和对企事业单位的承包经营、承租经营所得这四项。和其他开展税优健康险的国家相比税基规模差距明显，无论是所提供的税收优惠幅度，还是潜在客户对于税优健康险的需求都显著减小。

3.2 健康险环境

据国家统计局数据，我国2016年卫生总费用支出为46344.9亿元，其中商业健康险赔付支出占比仅为2.2%。据保监会披露的数据，2017年，我国健康险业务原保险保费收入

4389.46亿元，同比增长8.58%。同期寿险保费增速为23.01%，意外险增速为20.19%，均远高于健康险。健康险保费在总保费收入中占比为12%，在人身险保费中占比为16.9%，人均保费仅317.45元。而美国2014年健康险保费就已达到8500亿美元，占总保费收入的40%；人均保费16800元；卫生费用总支出中，商业健康险赔付占比高达37%，均远高于我国水平。相较而言，我国商业健康险覆盖程度较低，保障形式不足，距离满足人民群众的医疗保障需求还存在一定差距。

4. 产品设计

4.1 万能险

4.1.1 万能险属性

十三届全国人大一次会议上，李克强总理在政府工作报告中强调，要拓宽保险市场的风险保障功能，与业内近年来呼吁的“保险业姓保”不谋而合。税优健康险本质上是一年期医疗险+万能险个人账户，因此保费由风险保费和个人账户缴费两部分组成。风险保费部分对应的是保险公司实际承担的风险，是保险风险保障功能的具体体现，通过各保险公司精算人员测算而出，有其合理性。而个人账户部分则用来为被保险人提供理财服务，对于风险保障而言无必要性。

4.1.2 个人账户保费测算

在各公司现行的税优健康险缴费机制下，风险保费不足2400元的被保险人，每年应缴保费2400元，风险保费以外的部分存入个人账户产生收益；风险保费超过2400元的被保险人，每年应缴保费为其当年对应的风险保费。若去除税优健康险的理财属性，将其设计为一年期的纯保障型产品，则被保险人应缴保费为其当年对应的风险保费。为比较现行税优健康险和去除个人账户后税优健康险的保费差异，综合对比各税优健康险产品后，本文选取风险保费最高的工银安盛人寿，风险保费最低的利安人寿，前期试点中销售情况最好的东吴人寿，寿险保费规模最大的中国人寿和平安人寿五家公司的税优健康险作为主要研究对象，并做出以下假设：

假设1：保险公司经营税优健康险的费用为0。

假设2：每年的通货膨胀率为8%，且保持不变。

假设3：被保险人为25岁健康男性，且续保直至保险公司规定的最大年龄。

假设4：保费缴纳方式为按年期首交。

均衡保费测算公式为：

$$LP=\frac{\sum_{n=1}^{t}c_n v^{n-1}p_n}{\sum_{n=1}^{t}v^{n-1}p_n} \tag{1}$$

其中 LP 为均衡保费，c_n 为第 n 年缴纳的保费，v 为贴现因子，p_n 为第 n 年年内的生存概率，t 为总缴纳保费年限。计算结果如下：

表1　部分保险公司税优健康险均衡保费

	东吴人寿	工银安盛	国寿	利安人寿	平安
现税优健康险均衡保费（元）	2634.38	3546.63	2511.45	2455.83	2543.05
去除个人账户后税优健康险均衡保费（元）	1555.14	3138.07	1066.17	929.55	1105.54

比例	1.694	1.13	2.356	2.642	2.3
设立个人账户后保费增长额（元）	1078.76	408.56	1445.28	1526.28	1437.51
设立个人账户后保费涨幅	69.4%	13.0%	135.6%	164.2%	130.0%

由表可知，由于设立了个人账户，各公司税优健康险的均衡保费均出现了不同幅度的上涨。除工银安盛人寿的产品涨幅较小外，其余公司产品均衡保费上涨均超过千元，涨幅分别高达69%，136%，164%，130%。对于工资层级为3500-12500的工薪阶层，每年为个人账户的缴费占其全年总收入的0.79%-3.63%。再将风险保费纳入考量，则每年应缴税优健康险保费占其全年总收入比例达到1.64%-8.44%。这种相对高昂的价格自然减少了消费者需求。

4.1.3 个人账户收益测算

目前市场上全部税优健康险产品中，对个人账户设定的最低保证利率最低为1.75%，最高为3%。为衡量其收益情况，假设个人账户的收益率为低、中、高三档，分别为2.5%，4%，6%，并沿用相关前述假设，公式如下：

$$C=\sum_{n=1}^{T}C_n \tag{2}$$

$$V=\sum_{n=1}^{T}C_n(1+x)^T \tag{3}$$

$$Y=\left(\frac{V-C}{C}\right)^{\frac{1}{T}} \tag{4}$$

其中 C 为个人账户总缴费额，C_n 为第 n 年个人账户缴费，T 为可获得收益的总年限，x 为个人账户实际收益率，V 为期满后个人账户总额，Y 为年化收益率。计算结果如下：

表2　部分保险公司税优健康险个人账户收益情况（单位：元）

		东吴人寿	工银安盛	国寿	利安人寿	平安
	总缴费	22879	6685	34656	37842	35036
低收益率（2.5%）	满期后总额	52807.88	16967.26	76249.68	82153.06	87096.54
	总收益	29928.88	10282.26	41593.68	44311.06	52060.54
	年化收益率	2.06%	2.30%	1.94%	1.91%	2.00%
中收益率（4%）	满期后总额	87056.60	29415.91	122692.23	131319.56	150628.50
	总收益	64177.60	22730.91	88036.23	93477.56	115592.50
	年化收益率	3.31%	3.68%	3.13%	3.08%	3.22%
高收益率（6%）	满期后总额	169045.88	60666.95	231724.59	246191.95	312787.54
	总收益	146166.88	53981.95	197068.59	208349.95	277751.54
	年化收益率	5.00%	5.53%	4.74%	4.67%	4.87%

由上述结果可知，受通货膨胀和各公司风险保费差异的影响，税优健康险个人账户的实际收益率低于设定的收益率，低、中、高三档实际收益率分别为1.91%-2.30%，

3.08%-3.68%，4.67-5.53%。目前银行两年期定期存款利率为2.25%左右，三年期定期存款利率为3%左右，货币基金整体收益率在4%-5%之间。税优健康险的个人账户收益率在低收益率水平下，和两年期定期存款利率相仿；在高收益水平下，比货币基金收益率略高。据央行估计，我国2017年通货膨胀率约为7.5%，远高于税优健康险的收益率。换言之，在税优健康险个人账户中的投资收益率水平较低，从长期来看是贬值的。

由表3-表7（见附录）可见，由于本金逐渐增加，年收益随被保险人年龄增长而增加。工银安盛人寿的税优健康险产品由于风险保费较高，故个人账户价值和年收益显著低于其余四款产品。就另四款产品而言，个人账户前期年收益相对较低，在低、中、高收益率下，分别要在44岁左右、35岁左右、32岁左右才能超过1000元。在被保险人年龄超过60岁，即年收益最高的时间段时，低、中收益率下最高年收益分别为2000元左右、5000元左右。而此时被保险人风险保费也大幅上涨，在低收益率下，个人账户收益往往不能补偿需要额外缴纳的保费；在中收益率下，只能维持基本的收支平衡。高收益率下，受风险保费定价对个人账户储蓄的影响，各公司年收益差距较大，最高年收益从不足一万元到近两万元不等。

4.1.4 个人账户用途限制严格

在税优健康险的个人账户用途相关规定中，约定个人账户只能用于被保险人退休后支付医疗费用或购买商业健康保险，不得用作他用。我国目前的法定退休年龄为男性干部60岁，女性干部55岁，男性工人60岁，女性工人50岁。2017年，我国延迟退休方案出台，并计划于2022年正式开始实施，直至2045年全部完成。在延退的大趋势下，当税优健康险的被保险人年龄达到了退休年龄时，也往往达到或超出了大部分商业健康保险的投保年龄限制。即使未达到年龄限制，高龄人群需缴纳的健康险保费也较为昂贵，对其而言，商业健康险并不是一个较经济的选择。因此税优健康险中个人账户的主要用途基本局限于支付医疗费用。若居民不选择税优健康险，而是将这部分资金进行储蓄、债券、货币基金等投资活动，整体收益率和税优健康险个人账户收益率大体相仿，且资金用途可自由选取。从投资角度比较的话，是较税优健康险个人账户更为合理的选择。

4.2 税收优惠幅度低，吸引力小

我国现行健康险税收优惠政策中，规定每人每年税前扣除限额为2400元。个人所得税最高减少额度为2400x其工资水平对应的税率，具体如表8所示：

表8　不同工资层级税收优惠金额及保费额外支付额

级数	扣除五险一金后的月收入（元）	税率	年度最高个税减少额（元）	保费最低额外支付额（元）	个税减少额占年度收入比例
1	3500-5000	3%	72	2328	0.12%-0.17%
2	5000-8000	10%	240	2160	0.25%-0.4%
3	8000-12500	20%	480	1920	0.32%-0.5%
4	12500-38500	25%	600	1800	0.13%-0.4%
5	38500-58500	30%	720	1680	0.1%-0.16%
6	58500-83500	35%	840	1560	0.08%-0.12%
7	83500以上	45%	1080	1320	<0.1%

对于各工资层级的居民而言，个税减少额度在其总收入中均占比极低，税优政策对居民产生的吸引力较小，不能有效激励居民购买税优健康险。若购买税优健康险的被保险人将其享受的税优额度全部用于支付税优健康险的保费，仍需额外支付部分保费。这

部分额外支付的保费对于工资层级处于3500-12500元的居民而言，占其全年总收入的1.28%-5.54%，对其而言是一笔不小的支出，且当其增长至一定年龄时，保费占比还会进一步提高。对于高收入人群而言，税优健康险的保费支出对其不成为负担，但高收入人群整体风险意识较强，税优健康险提供的保障远不能满足其需求，高端医疗险是其更为青睐的选择。

4.3 风险保障不足

4.3.1 基本医疗保险外补充保障不足

税优健康险要求被保险人投保时必须参加公费医疗或基本医疗保险。换言之，税优健康险的定位是基本医疗保险基础上的补充医疗保险。各公司税优健康险中保障的基本医疗保险基金支付范围外的医疗费用，在诊疗项目和一次性医疗费用上基本一致，主要包括应用正电子发射断层扫描装置、多肿瘤标志物蛋白芯片检测、氦氖激光血管内照射进行的检查和治疗项目以及血管支架和人工晶体的费用。项目相对较少，涉及人群数量较小。

在基本医保外药品目录方面，各款产品因公司主体不同有所差异，在获得保监会批复的全部23款税优健康险产品中，有17款使用了正面清单，5款使用了负面清单，只有民生人寿对基本医保外用药不设限制。正面清单是指对所列举的药品费用予以支付，负面清单是指对所列举的药品费用不予支付。随着医疗技术的发展，将生产出大量疗效更佳的药品，若追求最佳治疗效果，必将选择疗效更好的新药，旧药逐渐被淘汰出局。在这一趋势下，正面清单所列药品的实用性将日渐降低，而负面清单不受此影响。而逾7成税优健康险采用的是正面清单，进一步限制了其风险保障功能。

4.3.2 和其他补充医疗保险相比无优势

目前市面上医疗保险种类繁多，在此将税优健康险与目前的爆款产品，也是税优健康险的主要竞争者—“百万医疗险”进行对比：

表9　部分税优健康险与“百万医疗险”对比

保险公司		阳光	国寿	平安	众安
产品名		岁康保A款	中国人寿个人税收优惠型健康保险A款	平安e生保	尊享e生
产品类别		税优健康险	税优健康险	百万医疗险	百万医疗险
保险期间		最高75岁	最高65岁	最高99岁	最高80岁
报销范围		住院医疗（180天）	住院医疗 （180天）	住院医疗（180天）	住院医疗（180天）
		特定门急诊	特定门急诊	特定门急诊	特定门急诊
		慢性病门急诊	慢性病门急诊		
赔付比例	社保内	100%	100%	100%	100%
	社保外	80%	80%	100%	100%

社保外药品规定		负面清单	正面清单	负面清单	负面清单
年度保额	健康人群	25万元	20万元	300万元	300万元
	既往症人群	4万元	4万元	/	/
终身保额	健康人群	80万元	80万元	300万元	300万元
	既往症人群	15万元	15万元	/	/
年度免赔额		0	0	1万元	1万元
保费（30岁）		2400元（含个人账户缴费）	2400元（含个人账户缴费）	335元	286元
是否保证续保		√	√	×	×
可否带病投保		√	√	×	×

（1）保险期间

23款税优健康险中，保险期间最高到75岁，其中16款产品保险期间封顶年龄为65岁。“百万医疗险”的保险期间差异较大，普遍集中在最高80岁到99岁之间，显著优于税优健康险。据社保部门统计，65%以上的医疗费用支出用在了25%的退休参保人员身上，凸显了长保险期间的重要性。

（2）报销范围

税优健康险和“百万医疗险”报销范围均包括180天的住院医疗和特定门急诊，税优健康险还额外包括了慢性病门急诊。但对于健康体，慢性病门急诊给付限额只有3000元，对于有既往病史者，给付限额只有1000元。若被保险人因慢性病产生了医疗费用，通过税优健康险可获得的给付较为有限。

（3）赔付比例

对于社保内项目，税优健康险和“百万医疗险”均提供100%报销；对于社保外项目，“百万医疗险”的100%报销优于税优健康险的80%报销。

（4）社保外药品规定

超过7成税优健康险在社保外药品规定方面采用正面清单的形式，“百万医疗险”对于社保外药品规定多采用负面清单。如上文所述，随着医疗技术的进步，负面清单比正面清单具有更大的优越性。

（5）保额及免赔额

税优健康险的年给付限额在20万-30万元，终身给付限额在80万-120万元不等，且不设免赔额。“百万医疗险”的给付限额大多为300万元，并设有1万元的年免赔额。即对于医疗费用较高者，“百万医疗险”更满足其需求；对于医疗费用较低者，税优健康险能提供更切实的保障。

（6）保费

由于“百万医疗险”有1万元年度免赔额限制，故风险保费远低于税优健康险。加之税优健康险被保险人还需进行个人账户缴费，进一步扩大了两者间保费差异。

（7）保证续保

根据《健康险管理办法》中的规定，“保证续保条款是指，在前一保险期间届满后，投保人提出续保申请，保险公司必须按照约定费率和原条款继续承保的合同约定”。税优健康险中明确约定了可保证续保，“百万医疗险”虽在合同中承诺了保证续保，但会根据实际情况调整产品费率，不是严格意义上的保证续保。不过这种费率调整通常是群体性的，不会因为单个被保险人的情况拒保。

（8）带病投保

“百万医疗险”等市面上大多数健康险都不支持带病投保，税优健康险是少有的可带病投保的险种。不过带病投保者享受的保额会大幅下降至年度限额4万元，终身限额15万元。且合同中明确规定，被保险人“应有一年以上的纳税证明”。对于病症较重者，往往较难提供符合条件的纳税证明。只有部分轻症患者享有带病投保的权利。

综合上述比较，对于有既往病史者，若有意愿投保，虽然保额较低，但税优健康险可能是其唯一的选择。对于健康者而言，在保险期间、保额、社保外用药等方面，税优健康险则与“百万医疗险”存在全方位差距。虽然税优健康险能对年医疗费用较低者提供更好的保障，但其相对高昂的保费削弱了其保障部分的价值。

5. 供给侧

为了解各公司税优健康险的营销情况，本文选取经保监会批复税优健康险产品的23家保险公司为调查对象，以有意购买健康险产品的消费者身份进行了电话调查，共咨询客户服务人员、销售人员、客户经理等共69人。调查结果如下：

5.1 保险公司无推广动力

税优健康险的初衷在于通过该产品的税收优惠政策吸引居民，进而增加其对于商业健康险的整体购买。因此，为吸引消费者，在产品设计中赋予了其多项吸引消费者的属性，如可带病投保、保证续保、无免赔额限制等。这些约定无一不压缩了保险公司的盈利空间。为增加消费者购买，在《个人税收优惠型健康保险业务管理暂行办法》中，保监会将税优健康险定位成一款“保障为主，微利经营”的产品，明确规定“简单赔付率不得低于80%，低于80%的，差额部分返还到所有被保险人的个人账户”，且“被保险人符合保险合同约定的医疗费用的自付比例不得高于10%”，直接将保险公司的利润率压缩在20%以内。并要求保险公司对税优健康险业务进行单独核算，单独出具相关财务报表。为满足被保险人抵扣税费需求，保险公司还应开具个人税优健康险专用单证，致使保险公司开展税优健康险业务费用增加。在低利润率和额外费用的作用小，保险公司开展税优健康险业务动力自然减小。

保监会先后公示了六批具有税优健康险经营资格的公司，共30家，但其中合众人寿、农银人寿、昆仑健康保险等6家公司至今未开展业务。从其他公司获批经营资格时间和其税优健康险获批时间来看，全部在1-6个月内可完成全部流程。而上述6家中，除信诚人寿已获批经营资格7个月外，其余5家获批经营时间均已超过1年，仍未开展业务。其不准备开展税优健康险业务可能性较大。

保险公司的业务经营以利润为主导，相应的，会将宣传推广重心放在能为公司带来较大利润的产品。在所有开设税优健康险业务的公司中，只有太平洋保险在首页头条位置滚动推送了税优健康险，上海人寿和中意人寿可在其官网产品板块的相应门类下找到税优健康险产品，其余公司的官网和App上均没有税优健康险的产品介绍和购买渠道。

在和销售人员的交流中发现，当被要求推荐医疗险产品时，各公司销售人员首推的均为该公司“明星产品”、“爆款产品”。在被追问到推荐三至四款产品的情况下，也没有任何一位销售人员提及税优健康险。

5.2 销售人员专业素养欠缺

一款保险产品的销量高低除产品本身因素外，与销售人员的业务能力有直接联系。税优健康险作为唯一具有税收优惠功能的保险产品，销售人员需要掌握相应的税务和保险方面的专业知识，才能胜任其销售工作。

在和销售人员的交流中，笔者从多方面咨询了税优健康险的产品属性和实务中可能遇到的问题。整体而言，在有关产品基本信息的问题上，回答情况令人满意。在税优健康险的保障范围、保费、是否保证续保、能否带病投保等问题上，超过九成的销售人员给出了准确的答复。

随着问题进一步深入，回答的满意情况逐渐下降，公司之间的差异开始显现。逾七成的销售人员在对话过程中需要长时间中断通话以查询资料进行回复。一位平安的客服专员面对不到15个问题，总通话时长达到27分钟，其中大部分时间用来临时查阅相关信息。对于税优健康险保障的基本医疗保险外的范围，只有约三分之一的销售人员给出了相对完整的答复。在个人账户运作机制及其用途相关问题上，不足三成的销售人员做出了清晰易懂的回应。在被要求解释简单赔付率时，只有太平洋保险、东吴人寿、民生人寿等公司的部分员工能进行解释，其余销售人员均表示无法解答。80%以上的销售人员将退税流程的解释工作抛给了被保险人所在公司的人事部门或当地税务局。对于带病投保者，只有东吴人寿一名客服提及了有既往病史者投保需要提供一年以上的纳税证明，其他人均未就此进行告知。部分销售人员出现了无法区分保费和风险保费，不知道万能险机制，混淆团体保险和个人保险等低级错误。

此外，个别公司对税优健康险归类管理混乱，对消费者造成了极大的误导。以拨打平安保险热线为例，在跟随智能语音提示选择健康险咨询后，人工客服表示未开展税优健康险业务；重新选择寿险咨询后，在提出咨询“税优健康险”后，电话被转接回健康险部门，却被告知该项业务归类在寿险咨询下。重新接通寿险咨询后，多名客服对税优健康险这一概念毫无反应，必须明确告知咨询“税优保”（平安人寿税优健康险产品名称），才能开始就产品进行交流。

5.3 保险公司附加规定影响

由于税优健康险条款中规定了可带病投保、保证续保，大幅增加了保险公司面临的逆选择风险。为了降低这一风险，在税优健康险的第一年试点工作中，保险公司只向企业开放了购买渠道，直到后期才逐渐放开了对个人的销售。目前有税优健康险产品在售的21家保险公司中，只有6家开放了个人投保渠道，其余公司必须以团体为单位进行投保。这一限制无疑增加了个体工商户等群体的购买门槛。

税优健康险作为一款万能险，其个人账户是被保险人一种理财手段，本应可根据个人意愿对个人账户内资金进行调动。但目前全部税优健康险产品都规定，即使被保险人对应的风险保费不足2400元，也必须按2400元缴费，风险保费以外的部分放入个人账户，且个人账户内资金不得主动增减或提前取出，这一规定大幅提升保费的同时锁死了被保险人的部分资金流。

6. 结论

税优健康险的政策目的是通过税收优惠政策，增强国民对健康险关注，增加其对健康险购买，推动健康险及至寿险的发展。这一政策实质上是将国家一部分税收收入通过健康险转移给保险业，从国家层面助力保险业。这一转移机制能够有效运行的前提是，现有制度环境对税优健康险提供足够的支撑，且产品本身设计无瑕疵。经分析，本文得出如下结论：

目前税务环境下，税优健康险适用人群较少，从基数上限制了税优健康险扩大规模。在我国居民整体税务意识有待提高的背景下，税收优惠政策对居民产生的激励作用不足。加之税优健康险适用税基有限，进一步降低了居民对税优健康险需求。我国现阶段健康险发展水平也是税优健康险发展的制约因素之一。

从产品设计层面分析，由于将税优健康险定位为万能险，其保费大幅增加。与此同时，个人账户收益率和市场上其他理财产品相比无优势，且个人账户用途受限严格，这均对税优健康险的销量产生了负面影响。和其他国家相比，我国税优健康险的税收优惠幅度较小，未对消费者产生足够刺激。而就风险保障部分而言，税优健康险和基本医疗保险的保障范围大幅重叠，在基本医保外提供的保障不足。和其他商业医疗险相比，税优健康险在保险责任、保额、保费等方面均存在不足。

从税优健康险供给侧来看，监管部门为利民而设定的部分规定反而成为限制保险公司利润空间的枷锁，导致各公司无动力推广税优健康险。和其他医疗保险相比，税优健康险涉及到更多的保险和税务知识，相关销售人员专业素养的缺失使其不能较好地为消费者答疑解惑，增加了消费者了解税优健康险的难度，不利于税优健康险的销售。部分公司在保监会给出的示范条款基础上，增设了部分规定，拔高了居民购买税优健康险的门槛。

7. 建议

7.1 改善税务环境

针对我国目前尚显单薄的税务环境，在此提出如下建议：

1) 拓宽税优健康险适用税基

税优健康险所对应的税基规模已成为我国税优健康险发展的重要制约因素，为扩大税基，一方面，应考虑调整税制，经由混合税制，逐渐过渡到综合所得税制。我国现下实行的分类所得税制既不利于调节收入分配差距，又不能兼顾税收的公平性，已经不能适应我国现阶段的经济水平。纵观世界各国，综合所得税制才是个人所得税的最终归宿。但囿于我国目前税收技术和居民税务意识，直接跳跃到综合所得税制并不现实。十八届三中全会通过的《决定》中明确提出，逐步建立综合与分类相结合的个人所得税制。我国应先将部分项目纳入综合所得税制征收范围，并逐步减少分类征收项目，最终实现全部收入完全以综合所得税制进行计征。通过完成税制转变，扩大税优健康险适用税基，激发居民购买欲望。

另一方面，应进一步放宽对税优健康险适用人群的要求。税优健康险早期只向企业职工销售，虽然后来将人群逐渐扩大到个体工商户等，但受众仍然有限。应通过逐步解除对适用对象的限制，将可购买税优健康险的消费者所对应的收入来源从目前的四项逐渐扩大到全部十一项，从而增加税优健康险适用税基。在此基础上，开放对非劳动者销售税优健康险，推动税优健康险规模进一步扩大。

2) 培养居民税务意识

针对我国现阶段居民税务意识薄弱的问题，首先，各级税务部门应大力开展税务教育工作，从了解纳税人需求入手，定期进行针对性的税务科普教育，帮助纳税人理解和

履行纳税义务。如美国，税务部门会联合各类社会团体，向不同社会阶层进行更具针对性的税法知识讲座。其次，通过改进税收服务，让纳税人的税务问题能够得到及时准确的解答。此外，应优化纳税流程，使纳税人的纳税过程更加方便快捷。伴随着居民税务意识的提升，税优政策自然会得到更多关注，为税优健康险吸引更多客户。

3) 加强保监会与税务局合作

为确实保障投保人应享受的税收优惠，应当建立完善的管理机制。保险公司应全面准确地向保监会上报税优健康险参保名单。保监会和税务局之间应建立数核对系统，通过定期审查，协助税务局发现报税环节问题的同时，完善自身工作流程，使投保人能够及时、足额享有税收优惠，推动税优健康险发扬光大。

7.2 调整产品设计

7.2.1 去除税优健康险万能险属性

税优健康险从风险保障的角度分析，实质上是一年期医疗险。设置万能险使保费大幅上涨，且其收益率并不具有优势。与此同时，个人账户资金用途受限严重。综合来看，将税优健康险设置为万能险并无必要。应去除万能险属性，将税优健康险调整为纯保障型保险，则保费会相应下调40%-60%，使税优健康险价格基本和其他医疗保险回到同一起跑线。

7.2.2 增加税收优惠幅度

税优政策对居民的吸引力和税收优惠幅度直接相关。我国现行税收优惠政策中，规定税前列支限额为2400元/年，约占人均工资收入的3.6%。而发达国家同类政策税前列支限额约为人均工资收入的10%左右（见表10）。按国家统计局公布的2016年全国平均工资数据，全国城镇单位就业人员平均工资为67569元。若以发达国家同类政策为模板，则我国税前列支限额应调整至6800元/年左右，以提升纳税人对税优健康险的兴趣。

表10 部分发达国家商业健康险个人所得税税收支出政策

国家	税前列支限额（本币）	税前列支限额（美元）	人均工资收入（美元）	税前列支限额/人均工资收入（%）
意大利	3615.2(欧元)	4988.61	29340	17
德国	2800(欧元)	3863.72	32640	11.84
奥地利	2920(欧元)	4029.31	41244	9.77
美国	3250(美元)	3250	39156	8.3
希腊	1200(欧元)	1650.48	22313	7.4

7.2.3 调整产品保障范围

现税优健康险保额为年度限额20万元，终身限额80万元，且所提供社保外保障范围较小。应适当扩大产品保障范围，如规定采用负面清单形式列示社保外药品目录，增加补充医疗项目等。提升保额，增强和市面上其他医疗保险的竞争力。设立奖励条款，如参保前三年无保险事故发生，则可将年度和终身保额上调50%等。通过增强产品本身的风险保障功能，吸引居民参保。

7.2.4 将税优健康险作为可选附加险

囿于自身保障范围，税优健康险对高收入人群基本无吸引力。在保留现有作为独立主险投保可能的同时，可将税优健康险设立为高端医疗险、重疾险等其他保险产品的可选附加险。若选择投保附加险形态的税优健康险，则相应增加保费，且主险和附加险保费均可在税前列支限额内享受税收优惠。借此将税优健康险置入更多人的视野，加强居民对税优健康险的了解。

7.3 供给侧改革

7.3.1 放宽产品管制

保监会可放开税优健康险中有关简单赔付率的规定，适当增加保险公司利润空间，以增强其营销动力。放开规定后，若有保险公司出现不合理拒赔等现象，可通过公示、罚款、禁止经营业务等惩罚性措施规范其理赔行为。若部分保险公司为追求利润提升保费，则其产品和其他未提价公司的税优健康险产品相比无竞争力，在市场优胜劣汰的竞争机制下，会被自然淘汰出局，将相对更优质的税优健康险产品留给消费者选择。

7.3.2 加强销售人员专业培训

各保险公司应选取部分销售人员，专门从事税优健康险销售工作。开展市场调研，了解消费者对于税优健康险的主要疑惑。根据调研结果，编写常见问题解答，并对销售人员就税优健康险涉及的保险和税务知识进行专业培训。在其日后的销售工作中，能更全面完整地介绍产品特性的同时，更快速、准确地解答客户的问题。

7.3.3 对保险公司进行补贴

税优健康险本身带有一定的政策性，可效仿对农险等政策性保险的补贴机制，对于开展税优健康险业务的保险公司根据业务量提供一定补贴。或将经营税优健康险的保险公司定位成代理机构，将税优健康险的财务情况、业务经营状况等统一收归监管部门管理，并向保险公司支付代理费用。

References

[1] COGAN J F, HUBBARD R G, KESSLER D P. Healthy, Wealthy, and Wise: Five Steps to a Better Health Care System [M]. Washington, D.C. and Stanford, CA: The AEI Press and the Hoover Institution, 2005, 562-586.

[2] GLIED S. Revising the Tax Treatment of Employer-Provided Health Insurance [M]. Washington, D.C.: The AEI Press, 1994, 363-381.

[3] LONG J E, SCOTT F A. The Income Tax and Nonwage Compensation[J]. Review of Economics and Statistics, LXIV, 1982, 211-219.

[4] ANTOS J R. Is There a Right Way to Promote Health Insurance Through the Tax System? [J]. National Tax Journal (September, 2006). 2006, 59, 3,477-490.

[5] MANNING W G, NEWHOUSE J P, DUAN N H, et al. Health Insurance and the Demand for Medical Care: Evidence from a Randomized Experiment [J]. American Economic Review, 1987, 77(3), pp. 251-77.

[6] MARK S. Private Insurance Subsidies and Public Health Care Markets: Evidence from Canada", The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economique, 2001, Vol. 34, No. 4. (Nov., 2001), pp. 921-942.

[7] MELISSA A T, The Importance of Group Coverage: How Tax Policy Shaped U.S. Health Insurance [J]. The American Economic Review, 2003, Vol.93, No.4. (Nov., 2003), pp. 1373 - 1384.

[8] PAULY M. Overinsurance and Public Provision of Insurance: The Roles of Moral Hazard and Adverse Selection [J]. Quarterly Journal of Economics, 1974, 88(1), pp. 44-62.

[9] VRONMAN S, GERARD A. The Effect of Income Taxation on the Demand for Employer-Provided Health Insurance, Applied Economics,1984, XVI, 33-43.

[10]王颖. 论保险税收政策与家庭财务筹划[J]. 成人高教学刊，2002（6）：21-24.

WANG Y. Insurance tax policy and family financial planning [J] Adult Educaiton, 2002（6）：21-24.

[11]张青. 我国商业健康保险市场发展建议[J]. 商业文化，2005（3）：62-63.

ZHANG Q. China's commercial health insurance market development proposals [J]. Business Culture, 2005（3）：62-63.

[12]魏华林，李琼. 中美商业健康保险税收政策比较[J]. 保险研究，2006（8）：12-14.

WEI H L, LI Q. Comparison of the Tax Policies of China-US Commercial Health Insurance [J]. Insurance Research, 2006（8）：12-14.

[13]朱铭来，丁继红. 健康保险税收优惠政策的国际比较研究[J]. 经济社会体制比较（双月刊），2008（2）：77-83.

ZHU M L, DING J H. An International Comparative Study of Health Insurance Tax Preferential Policies [J]. Comparison of economic and social systems (bimonthly)，2008（2）：77-83.

[14]王朔阳. 税收优惠新健康保险产品开发研究[D]. 东北财经大学, 2015.

WANG S Y. New Tax Benefit Health Insurance Product Development Research [D]. Dongbei University of Finance and Economics, 2015.

[15]孙东雅. 国际商业健康险税优政策[J]. 中国金融, 2015（11）：73-75.

SUN D Y. International Business Health Insurance Tax Policy [J]. Chinese Finance, 2015（11）：73-75.

[16]李称心，李嘉浩，王国军. 个人税优健康险走向全国[J]. 中国卫生，2017（06）：46-47.

LI C X, LI J H, WANG G J. Personal tax-deductible health insurance goes nationwide [J]. Chinese Health，2017（06）：46-47.

[17]朱俊生. 夯实税优健康险发展的制度基础[J]. 金融时报，2017.8.

ZHU J S. Strengthening the Institutional Basis of the Development of Tax-deductible Health Insurance [J]. Financial Times，2017.8.

[18]吕鍠芹. 我国商业健康保险税收优惠政策研究[D]. 西南财经大学, 2008.

LV H Q. Study on the Preferential Tax Policy for Commercial Health Insurance in China [D]. Southwestern University of Finance and Economics, 2008.

[19]张小雅. 中美个人所得税制度比较及其启示[J]. 改革与开放，2015（19）：45-49.

ZHANG X Y. The Comparison of Chinese and American Personal Income Tax System and Its Enlightenment [J]. Reform and Openness，2015（19）：45-49.

[20]查政. 中美个人所得税制比较研究[J]. 山东广播电视大学学报，2015（03）：64-66.

ZHA Z. A Comparative Study of Chinese and American Personal Income Tax System [J]. Journal of Shandong Radio and TV University，2015（03）：64-66.

[21]孙雪云. 中美个人所得税制的比较与启示—以调节收入分配为视角[J]. 牡丹江大学学报，2015（03）：21-23.

SUN X Y. The Comparison and Enlightenment of the Individual Income Tax System between China and the United States: From the Perspective of Adjusting Income Distribution [J]. Journal of Mudanjiang University，2015（03）：21-23.

[22]朱铭来，万禹. 完善健康保险税收优惠政策的若干思考[J]. 中国医疗保险，2017（08）：65-68.

ZHU M L, WAN Y. Thoughts on Perfecting the Preferential Policies of Health Insurance Tax [J]. China Medical Insurance，2017（08）：65-68.

附录

表3：东吴人寿税优健康险个人账户年收益（单位：元）

年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)	年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)
25	46.22	73.96	110.94	46	805.68	1589.26	3162.56
26	86.86	140.08	212.34	47	825.82	1652.83	3352.31
27	128.50	208.84	319.82	48	846.47	1718.94	3553.45
28	171.19	280.36	433.75	49	867.63	1787.70	3766.66
29	214.94	354.73	554.51	50	889.32	1859.21	3992.66
30	259.79	432.08	682.52	51	911.55	1933.58	4232.22
31	299.71	502.84	803.69	52	934.34	2010.92	4486.15
32	340.63	576.44	932.13	53	957.70	2091.36	4755.32
33	382.57	652.97	1068.28	54	981.64	2175.01	5040.64
34	425.56	732.57	1212.60	55	1006.18	2262.01	5343.08
35	469.62	815.35	1365.57	56	1031.34	2352.49	5663.66
36	503.59	883.53	1500.85	57	1057.12	2446.59	6003.48
37	538.40	954.43	1644.24	58	1083.55	2544.46	6363.69
38	574.09	1028.17	1796.23	59	1110.64	2646.23	6745.51
39	610.67	1104.85	1957.35	60	1138.40	2752.08	7150.24
40	648.16	1184.61	2128.13	61	1166.86	2862.17	7579.26
41	674.39	1248.03	2279.88	62	1196.03	2976.65	8034.01
42	701.27	1313.99	2440.73	63	1225.93	3095.72	8516.05
43	728.83	1382.59	2611.23	64	1256.58	3219.55	9027.01
44	757.08	1453.94	2791.97	65	1288.00	3348.33	9568.63
45	786.03	1528.13	2983.55				

表4：工银安盛税优健康险个人账户年收益（单位：元）

年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)	年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)
25	33.87	54.20	81.30	46	258.87	537.00	1134.97
26	54.77	88.45	134.30	47	265.34	558.48	1203.07
27	76.19	124.07	190.48	48	271.97	580.82	1275.26
28	98.15	161.11	250.02	49	278.77	604.05	1351.77
29	120.65	199.63	313.15	50	285.74	628.22	1432.88
30	143.72	239.70	380.05	51	292.88	653.34	1518.85
31	153.91	259.85	418.70	52	300.20	679.48	1609.98
32	164.36	280.80	459.66	53	307.71	706.66	1706.58
33	175.07	302.59	503.08	54	315.40	734.92	1808.98
34	186.04	325.26	549.10	55	323.29	764.32	1917.52
35	197.29	348.83	597.89	56	331.37	794.89	2032.57
36	202.23	362.78	633.76	57	339.65	826.69	2154.52
37	207.28	377.29	671.79	58	348.15	859.76	2283.79
38	212.46	392.38	712.10	59	356.85	894.15	2420.82
39	217.77	408.08	754.82	60	365.77	929.91	2566.07
40	223.22	424.40	800.11	61	374.91	967.11	2720.03
41	228.80	441.38	848.12	62	384.29	1005.79	2883.23
42	234.52	459.03	899.01	63	393.89	1046.03	3056.23
43	240.38	477.39	952.95	64	403.74	1087.87	3239.60
44	246.39	496.49	1010.12	65	413.84	1131.38	3433.98
45	252.55	516.35	1070.73				

表5：中国人寿税优健康险个人账户年收益（单位：元）

年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)	年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)
25	51.77	82.84	124.26	46	1122.13	2176.21	4244.11
26	100.64	162.27	245.90	47	1161.13	2280.78	4525.03
27	150.74	244.88	374.83	48	1201.11	2389.53	4822.81
28	202.08	330.80	511.50	49	1242.09	2502.63	5138.46
29	254.71	420.15	656.37	50	1284.09	2620.26	5473.05
30	308.65	513.08	809.93	51	1316.19	2725.07	5801.43
31	359.29	602.28	961.55	52	1349.10	2834.07	6149.52
32	411.20	695.05	1122.26	53	1382.83	2947.43	6518.49
33	464.40	791.53	1292.62	54	1417.40	3065.33	6909.60
34	518.94	891.88	1473.19	55	1452.83	3187.94	7324.18
35	574.84	996.23	1664.60	56	1489.15	3315.46	7763.63
36	625.56	1094.24	1851.72	57	1526.38	3448.08	8229.45
37	677.55	1196.17	2050.06	58	1564.54	3586.00	8723.21
38	730.83	1302.18	2260.31	59	1603.66	3729.44	9246.61
39	785.45	1412.42	2483.17	60	1643.75	3878.62	9801.40
40	841.44	1527.08	2719.40	61	1684.84	4033.76	10389.49

41	887.60	1628.36	2942.86	62	1726.96	4195.11	11012.85
42	934.92	1733.70	3179.73	63	1770.14	4362.92	11673.63
43	983.41	1843.25	3430.81	64	1814.39	4537.43	12374.04
44	1033.13	1957.18	3696.96	65	1859.75	4718.93	13116.49
45	1084.08	2075.66	3979.08				

表6：利安人寿税优健康险个人账户年收益（单位：元）

年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)	年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)
25	52.67	84.28	126.42	46	1187.44	2295.68	4460.65
26	103.07	166.17	251.79	47	1234.12	2414.70	4769.09
27	154.72	251.34	384.67	48	1281.98	2538.49	5096.03
28	207.66	339.91	525.53	49	1331.03	2667.23	5442.59
29	261.93	432.03	674.84	50	1381.30	2801.12	5809.95
30	317.55	527.83	833.12	51	1416.31	2913.92	6159.69
31	370.47	620.90	991.04	52	1452.19	3031.24	6530.41
32	424.70	717.70	1158.44	53	1488.97	3153.25	6923.37
33	480.29	818.37	1335.89	54	1526.67	3280.14	7339.92
34	537.28	923.06	1523.98	55	1565.31	3412.11	7781.45
35	595.68	1031.94	1723.36	56	1604.45	3548.59	8248.34
36	648.80	1134.38	1918.51	57	1644.56	3690.54	8743.24
37	703.25	1240.92	2125.36	58	1685.67	3838.16	9267.83
38	759.05	1351.71	2344.62	59	1727.81	3991.68	9823.90
39	816.25	1466.94	2577.03	60	1771.01	4151.35	10413.34
40	874.88	1586.78	2823.40	61	1815.28	4317.40	11038.14
41	925.68	1696.53	3062.22	62	1860.67	4490.10	11700.42
42	977.75	1810.67	3315.37	63	1907.18	4669.70	12402.45
43	1031.12	1929.38	3583.72	64	1954.86	4856.49	13146.60
44	1085.82	2052.83	3868.16	65	2003.73	5050.75	13935.39
45	1141.89	2181.23	4169.67				

表7：平安人寿税优健康险个人账户年收益

年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)	年龄	低收益率(2.5%)	中收益率(4%)	高收益率(6%)
25	52.15	83.44	125.16	48	1209.55	2406.38	4857.55
26	101.58	163.78	248.17	49	1252.44	2522.88	5179.37
27	152.24	247.33	378.56	50	1296.40	2644.03	5520.49
28	204.17	334.22	516.77	51	1328.81	2749.80	5851.72
29	257.40	424.59	663.28	52	1362.03	2859.79	6202.82
30	311.96	518.57	818.58	53	1396.08	2974.18	6574.99
31	363.26	608.92	972.09	54	1430.99	3093.15	6969.49
32	415.84	702.87	1134.82	55	1466.76	3216.87	7387.66
33	469.74	800.59	1307.31	56	1503.43	3345.55	7830.92

34	524.98	902.21	1490.14	57	1541.01	3479.37	8300.77
35	581.61	1007.90	1683.95	58	1579.54	3618.54	8798.82
36	631.87	1105.38	1870.73	59	1619.03	3763.28	9326.75
37	683.40	1206.75	2068.71	60	1659.50	3913.82	9886.35
38	736.21	1312.18	2278.58	61	1700.99	4070.37	10479.54
39	790.34	1421.83	2501.03	62	1743.52	4233.18	11108.31
40	845.82	1535.86	2736.83	63	1787.10	4402.51	11774.81
41	891.71	1636.90	2960.44	64	1831.78	4578.61	12481.29
42	938.76	1741.97	3197.47	65	1877.58	4761.76	13230.17
43	986.98	1851.25	3448.72	66	1924.52	4952.23	14023.98
44	1036.40	1964.90	3715.04	67	1972.63	5150.31	14865.42
45	1087.06	2083.10	3997.34	68	2021.94	5356.33	15757.35
46	1126.89	2186.66	4267.54	69	2072.49	5570.58	16702.79
47	1167.71	2294.37	4553.96	70	2124.31	5793.40	17704.96

中国税优健康险的困境与出路

陈山河
中央财经大学保险学院
北京102206，中国
北京市昌平区沙河高教园中央财经大学保险学院
Email: cshac94@163.com

关键词: 税优健康险 税务环境 万能险 保险销售

中文摘要. 税优健康险带动了多国寿险业发展，但在我国却陷入“叫好不叫座”的尴尬境地。为推动税优健康险业务在我国顺利开展，本文通过定性分析、精算测算、电话调查等方法，对税优健康险所处环境、产品设计、经营税优健康险的保险公司等方面开展研究。经过综合分析，发现现阶段税优健康险在经营环境、产品设计和供给侧存在诸多问题。

China's Life Insurance Industry is Open: Reasons and Influence ----Based on the Theoretical Perspective of Policy Change Process

LI Jia

Department of Risk Management and Insurance,
School of economics，
Beijing Technology and Business University
GanJiaKou Street，HaiDian District, Beijing
Email: leejia93@163.com

Key words : Policy changes;Life Insurance;Open to the outside world

Abstract: At the Boao Forum for Asia in 2018, China proposed that the upper limit of foreign ownership of life insurance companies will be increased to 51%, and no more favorable policies will be imposed after three years. This article will discuss the opportunities and challenges brought by the above policy to the life insurance industry in China by combing the policy trajectory and dynamic mechanism of the openness of the life insurance industry and the theoretical model of the policy change process, and then make policy recommendations based on the challenges faced.

This article is divided into six parts. The first part mainly elaborates on the process theory of fair policy changes. That is, the process of policy changes includes: the logic of policy failure—policy innovation—policy balance—policy failure, and the clear theory used in this paper. The second part divides the trajectory of China's life insurance industry's opening up policy into three phases, and concludes that China's life insurance industry's opening to the outside world has the following four characteristics: "from exploration to innovation", "from pilot to universal", and from "Partially to the whole", "from the introduction" to "going out""; the third part discusses the reasons for the full opening of China's life insurance industry using the policy failure theory; the fourth part analyzes the opening of the life insurance industry from the perspective of policy innovation. The opportunities presented include: improving the organizational structure of China's life insurance companies, improving China's insurance market, improving China's financial market, and assisting the Chinese life insurance industry to better "go global"; the fifth part analyzes the external life insurance industry in China from the perspective of policy equilibrium. Challenges brought about by openness: The effect of the "landing" policy on opening up is facing uncertainty and It is difficult for life insurance to enter the Chinese market, the level of financial security prevention and supervision technology needs to be improved, and the external environment is uncertain. The sixth part proposes four policy recommendations based on the challenges faced by China's life insurance industry in opening up to the outside world: to improve the implementation rules of the policy ， broaden foreign investment Life insurance "introduced" channels ， regulatory rules are tailored to local conditions and use their own advantages to prevent risks.

1. 引言

改革开放40年来，我国保险业高速发展。根据中保协数据显示：目前，我国共有28家外资寿险公司，在2017年保费收入累计1933.6亿元，占全国寿险业保费收入的7.42%。回顾近些年外资寿险业的发展历程，外资寿险公司市场份额从“入世”之初的84.33亿元增长到 2017年末的 1933.6亿元，保费收入增加了22倍。虽然目前外资寿险市场份额并不高，但是也取得了较大的发展成果。我国渐次推行的开放政策在外资寿险公司发展进程中起到了关键作用。当前，在各国积极参与构建世界金融体系的大背景下，我国进一步推进金融业对外开放步伐。在2018年博鳌亚洲论坛上，我国提出了人身险公司的外资持股比例上限将放宽到51%，三年以后不再设限的利好政策。本文将通过梳理寿险业开放的政策变迁轨迹和动力机制，结合政策变迁过程理论模型，探讨上述政策对我国寿险行业带来的机遇和挑战，进而从政策供给和政策需求角度提出建议。

2. 政策变迁过程理论概述

现代经济学认为，制度的力量异常强大，若制度短缺、滞后或是不符合经济发展的需求,经济的稳定发展无形中会受到极大的制约1。现代经济学的观点给公共政策研究予以极大的启示。政策变迁是一种对现行政策所从事的某种程度上的变革活动，包括政策的修正、终止与创新。政策变迁过程表现为政策失效、政策创新、政策均衡三个阶段性逻辑2，如图1。任何一项政策的变迁都可能无法回避均衡一失效一创新一均衡这种方程式循环3。因此，对我国寿险业开放政策变迁的机理进行分析可以帮助我们把握其历史发展走向，为将来的政策实施和制定提供参考。



图1 政策变迁机制

3. 我国寿险业对外开放政策变迁轨迹

我国保险业起步较晚，在对外开放方面亦保持一种谨慎而渐进的节奏。对外开放既是“引进来”，也是为了更好的“走出去”。对我国保险业开放政策中针对外资险企“引进来”的规定和中资险企“走出去”成效进行阶段性的梳理，根据政策演变脉络来理解保险市场对外开放的轨迹具有重要意义。

[1] 蒋满元.激进还是渐进:不同国家制度变迁道路与方式的比较分析——以市场取向改革中制度变迁的分析为背景[J].求实,2005(09):43-46.
[2] 陈潭.公共政策变迁的理论命题及其阐释[J].中国软科学,2004(12):10-17.
[3] 杨志军. 当代中国环境抗争背景下的政策变迁研究[D].上海交通大学,2014.

第一阶段，寿险业对外开放试点阶段 （1978－2001）

此阶段我国保险业开放主要是在特定地域和部分业务领域以试点的方式进行，开放的程度有限。1979年起国务院在沿海省市相继设立经济特区，在经济特区筹建完备过程中，1982年香港民安保险公司在深圳设立分公司，之后外国保险公司纷纷在华设立代表处。1992年上海成为对外开放保险业务的首个试点城市，美国友邦保险公司作为第一家外资寿险公司在上海设立分公司，1996年中国第一家合资寿险公司中宏人寿保险有限公司在也上海注册成立。此后试点城市逐步扩大至广州、深圳等。

第二阶段，寿险业对外开放实行阶段 （2001－2018）

此阶段我国保险业坚持“引进来”和“走出去”相结合，主要表现在融入全球化进程加快，并以新兴市场名义在国际上拥有更多话语权。

2001年中国加入WTO，在承诺期内履行保险业的全面开放承诺，在业务领域和地域范围方面逐步扩大。在入世协议中规定取消合资寿险公司的经营业务范围限制，外国寿险公司的持股比例不超过50%。2004年完成三年过渡期后即按照入世协议具体细则放开了经营的地域限制和业务（法定保险除外）限制，基本实现了全面开放。比如：扩大合资人身险公司外方股东持股比例，允许外资人身险公司经营全面的寿险业务，以及取消外资保险公司就非寿险、个人意外和健康保险有关业务向指定再保险公司分保的要求等。目前，我国共有外资保险业营业性机构71家，外资保险公司总资产1.03万亿元，同比增长13.33%；2017年全年外资保险公司保费收入2140.06亿元，同比增长35.7%。

与此同时，我国寿险业积极“走出去”。目前，我国有6家保险公司位列世界五百强，其中平安保险公司作为新兴市场唯一代表进入全球九家系统重要性保险机构之列，其它的八家都在欧美。此外，2018年2月，我国代表首次当选国际保险监督官协会执委会副主席，而此前国际保险监督官协会主席一直是欧洲人占着，副主席则一直是美国人、日本人。如今我们以新兴市场的名义要求专门设立相关机构负责整个新兴市场保险监管的一些规则制定的协调等事务。

第三阶段，寿险业对外开放全面化阶段 （2018－ ）

2018年习近平在博鳌亚洲论坛提出人身险公司外资持股比例上限放宽到51%，三年以后不再设限。进而我国因保监会发布关于这标志着我国寿险业开启全面开放进程，我国保险业发展进入新阶段。

综上，我国寿险业对外开放历程呈现如下四个特点：

（1）从探索到创新

建国以来我国保险业发展较为缓慢，与发达国家相比，差距较大。从改革开放到1992年引进第一家外资独资寿险公司，这是一段“摸着石头过河”的历史。2001年我国加入WTO，在入世协议中有关寿险业对外开放方面做了具体的细致规定，主要以限制股权的方式来引进外资保险公司，“以开放换技术”，这是入世阶段的创新。在博鳌亚洲论坛中全面放开外资寿险公司持股比例，这一次的创新点主要体现在以一种积极开放的姿态拥抱全球金融市场，为中资保险公司更好的“走出去”提供条件。

（2）从试点到普及

1992年引进友邦是入世前的一次大胆的尝试，这次试点为我国入世后如何应对外资寿险的进入提前做了相关经验积累。入世后，我国依然施行试点先行的方式，在三年过渡期后才允许外资寿险大规模进入我国保险市场。而博鳌亚洲论坛提出在2018-2021年先行试点，外资比例放宽到51%，三年后不再设限的开放政策。可见，从小范围试点到大范围普及，先试点再推开，是我国的理论和制度优势。相关改革措施谋定而后动，一旦时机成熟就坚决推行，增强了我国应对能力。

（3）从部分到整体

寿险业对外开放是保险业对外开放的重要内容。直到2018年，以寿险业全面对外开放为标志，我国保险业完成全面开放。纵观我国寿险业对外开放历程，既是保险行业从部分开放到整体开放，也是整个金融行业积极主动对外开放的表现。

（4）从“引进来”到“走出去”

在入世谈判过程中，保险业对外开放是我国顺利入世的关键性因素。如果说，当年入世协议中有关保险业对外开放的规定更多考量是为了引进外资寿险，那么此次提出全面开放寿险业则是为了“引进来”的同时更好的“走出去”。目前我国保险业发展态势良好，在积极参与全球化资源配置进程中，我国保险业开放的新布局是支持中资保险公司走出去，积极参与到国际保险市场的竞争中。

4. 我国寿险业全面开放的原因探讨

政策变迁过程理论认为政策失效是政策变迁的诱因，一项政策失效有多方面的原因。我国寿险业对外开放过程中，外资寿险以合资方式进入我国保险市场，一方面来说促进了我国寿险业发展，带来了一定的积极影响；另一方面来说，经过多年的发展也出现了一些问题，而这些问题是原有政策失效所引起的。

4.1 寿险业对外开放政策失效的表现

4.1.1 公司组织机构矛盾凸显，政策功能式微

寿险外资公司的股权比例限制是入世协议中比较重要的内容，外资股份不能超过合资公司的50%一直是不可突破的限制。从目前外资寿险的股东背景可以看出，外资在进入中国保险市场多以选择大型国企作为合资伙伴。这种做法在一开始有利于外资进入中国保险市场，但随时间推移也出现了很多不和谐的现象，包括但不限于如下几点：一是中外管理理念的差异，导致合作过程中决策的博弈时间较长，双方争夺话语权，造成巨大内耗；二是中方股东对于寿险的长期经营理念的认识不足，部分中方股东在短期内就期望看到经济效益而忽略长期稳健经营和整个市场的布局，一方面为公司平稳发展埋下了隐患，另一方面也使外资寿险短期内发展较为粗放。

4.1.2 外资寿险公司发展滞缓，政策负效应明显

入世谈判时，保险业既是最艰难的部分也是在谈判后期我国能顺利入世的关键一步。在制定保险业对外开放政策时，我国政府的主要目的是在保护本土保险公司的情况下“以市场换技术”。股权比例限制背后更深层次的东西是限制外资独资寿险公司的商业存在[4]。但是经过近20年的发展，行业逐渐出现以下问题：一是效率降低，尤其是中外方股东矛盾较大的公司在双方文化差异背景下内耗成本进一步增加。二是公平问题，目前外资独资寿险公司只有友邦，对其他外资寿险公司来说缺少公平发展的机会。况且目前整个寿险市场任由中资保险公司把控，缺少“鲶鱼”效应。当矛盾到达一定极限时，总有一方要退出，但根据我国之前的政策，后果只能是外资寿险公司继而转变为中资寿险公司，这不符合当时政策制定的初衷。

4.1.3 相关利益群体的诉求表达

目前中国经济迅速发展，2017年中国的原保费收入超过日本跃居世界第二 。中国的保险市场规模逐渐扩大，居民投保意识显著提升也使得外资险企希望更深入中国市场。比如普华永道2010年发布的关于中国大陆外资保险公司的一份研究报告显示，2009年全体合资寿险公司一致赞成废除合资公司的比例限制[5]。因此，这次博鳌论坛中的开放政策也是对外资险企多年来呼声的回应。

[4] 孙祁祥,王国军,郑伟.中国保险市场对外开放的重大议题与政策选择:2012～2020[J].保险研究,2012(02):3-12.

[5] Pricewaterhouse Coopers,Foreign Insurance Companies in China,2009~2010

4.1.4 中资寿险业“走出去”受阻

纵观国外发达经济体对外资金融机构的准入制度，很少设有数量化的准入限制。我国寿险业“走出去”参与国际保险市场竞争时，部分国家因其机构在华受到限制而对中资机构准入采取严格对等措施，使中资机构海外发展受到影响。这一现象不利于我国资本“走出去”，也与目前全球化进程中各国积极参与全球资源配置的大背景相违背。

4.2 寿险业对外开放政策失效的原因分析

4.2.1 政策供给与政策需求矛盾

我国寿险业对外开放政策出现了政策供给与政策需求的矛盾。前期的政策创新（供给）中，我国引入了外资寿险公司，但由于股权限制的原因，无法满足其发展需求，也没有达到政策供给的初衷，政策供给端与需求端失衡。一方面，对于中外方矛盾较大的公司，唯一结果只能中资化，此时50%的股权限制意义不大，除非外资公司在斗争中妥协。另一方面，对于中外方关系融洽的公司，股权比例限制似乎也无意义。比如以中国邮政集团公司和法国国家人寿保险公司合资设立的中法人寿为例，由于中外股东之间的不和谐，由于中国邮政为了筹备中邮人寿，陆续清空其在中法人寿的股权，而这些股权大多数被民营企业收购，之后法国国际人寿股权占比25%，中资占比75%。受一些列股权变动影响，如今该公司保费收入垫底，常年向股东借款度日，2017年保费收入只有18万。而中粮集团与英杰华合资的中英人寿情况则相反，中粮集团对寿险经营既不感兴趣也不擅长，因此没有将股权占比提高到50%以上的动机；而英杰华擅长保险经营管理，它只用借助中粮集团优势，立足本土开展业务即可。

4.2.2 现行政策与发展现状不匹配

目前世界金融体系正搭建完善，中国理应面向国际积极开放，不能故步自封。保险业做为金融行业的重要组成部分，也应积极与国际接轨。同时，我国引进外资进入我国保险市场的目的是为了借鉴发达国家保险市场经验，助力我国保险业的发展。目前我国保险业发展已经取得一定成效，主动地“走出去”参与国际市场竞争应该作为中资保险公司重要的战略目标。我国之前关于保险业对外开放政策已经不适应当前的发展现状，政策的红利已然消耗殆尽，急需制度创新。保险业供给侧结构性改革需要纯粹外资寿险公司推动。并且，纵观国际经验，合资公司股权比例的限制在发达国家并不多见。比如英国对外资股权可占的最大比例没有限制，韩国则早在1998年即允许外资可按照自己意愿进行参股6。

5. 寿险业全面开放的机遇分析

在政策变迁的过程中，政策失效是政策创新的诱因，而政策创新居于重要地位，是政策均衡的决定性因素。按照约瑟夫·熊彼特的经典定义，创新就是“实施新的组合方式”(新的商品、新的生产方法、新的市场以及新的组织)7。 政策创新的目的就是追求、实现、维持和保障公共利益，从而最大限度地发挥政策收益。一项好的政策必定会带来收益，我国积极推动寿险业对外开放，也给我国保险业和整个金融市场带来了新的发展机遇。

5.1 完善我国寿险公司组织结构

此次开放寿险业乃至整个金融行业是当前世界金融体系重构背景下，新兴国家和发展中国家解决经济快速增长过程中积累的矛盾的必然选择。一方面，中外方矛盾较大的

[6] 孙祁祥.加入世贸组织五周年:成就、经验与问题[J].中国金融,2006(23):43-45.
[7] 沃尔夫冈·查普夫.现代化与社会转型[M].北京：社会科学文献出版社，2000：36.

合资寿险公司股东间会谋求新的出路，促使优胜劣汰，提高经济效益，维护消费者权益。另一方面，外方股东在没有股权限制的情况下，会有更大的自由度，进而以探求合适的合资模式。这种模式将更加完善双方的股权结构和公司经营管理，促使企业将重点放在产品、服务等保险本身上来，推进整个保险业良性发展。

5.2 完善我国保险市场

随着全面放开外资股权限制的改革不断深化，外资险企将会有更大更自由的施展空间，进而将对我国当前保险市场的结构和规模产生影响。部分外资险企在中国已经有多年的经验积累，对中国市场、文化和国情有了更加直观和深刻的理解。因此，在完全放开股比限制后，外资寿险公司在过往积累的经验的基础上会快速发展壮大，也会引进更加成熟的市场经验、先进的管理理念和保险技术，以上要素正是是国内本土保险公司所缺乏的。此外，大数据时代背景下，国内本土保险公司也可以在数据搜集、使用甚至部分数据的共享上与外资寿险交流合作，以进一步实现扬长避短。外资险企在产品创新方面的确有其优势，这也使得保险消费者在投保过程中有了更多的选择，从这个层面上讲，当市场经营主体多样化时，消费者获益的可能性更大。以对外开放的排头兵上海市为例：截至2017年，上海市共有20家外资寿险公司获批经营寿险业务，全年保费收入196.36亿元，占全市寿险市场份额的17.7%。在全面放开寿险股权限制比例后，若各省地区的发展状况能向目前上海的水平看齐，那么对于外资寿险公司来说也将会是巨大的进步。

5.3 健全我国金融市场

当前世界金融体系的重构将有利于发达国家的经济发展，而新兴经济体正处于经济转型期间，改革进入深水区。我国金融行业对外开放一直秉持谨慎而渐进的步伐，从开放政策的细则上来看，保险业相较于银行、证券业更谨慎，这与我国保险业发展现状和行业特性有关。如今再次开放保险业，从内部来看有利于国内金融市场结构更加完善，同时积极吸纳国际上好的经验，提升本土企业的“造血”能力。以一个完善的国内金融市场积极拥抱国际金融市场，在世界金融体系构建过程中积极参与，构建命运共同体。

5.4 助力我国寿险业更好的“走出去”

第三次全球化的特征，就是全球配置资源，是技术、资本在全球的配置。而在全球配置资源的条件下，中国在保险业以寿险业全面开放为标志完成全方位开放，这一做法是顺应历史发展潮流的。中国经济全球化发展和中资机构“走出去”要求实施内外一致的金融制度，建立公平、开放、透明的市场规则。通过主动推动我国保险业对外开放，进一步提升境内金融市场的公平、公正和透明度，有利于为我国保险机构境外发展创造更加有利的政策环境。我国过去开放主要倾向于扩大出口和吸引外资，这种开放实际是搭别人便车，而全方位开放，就是既搭别人便车，也让别人搭我们便车。

5.5 我国寿险业全面开放带来的挑战

从一定程度上来讲，政策均衡是政策变迁的最终目的，政策创新的完成是以政策均衡为标志的，创新促使政策均衡。目前我国积极主动开放寿险市场，在新政策施行过程中还有诸多挑战需要克服，比如：政策如何均衡，政策系统如何完善，政策需求与政策供给如何平衡，怎样维护政策平稳推行等。只有当社会各个方面对新政策完全接受，且将其逐渐转化为社会一般性基础规则之后，政策才会进入均衡阶段，政策变迁才会顺利完成。

5.5.1 对外开放政策“落地”效果面临不确定性

任何一项政策安排和政策选择都不是随意决定的，而是根据人们的需求状况由公共权力机构所供给的[8]。寿险业对外开放政策的顺利推行对相配套的政策细则的制定能力提出了较高的要求。比如说博鳌亚洲论坛提出三年内将外资寿险股权占比提高到51%，三年后不再设限。那么，在三年内，政府监督管理部门应该怎样做到准确把握市场状况，适时制定政策，达成政策目标。以及三年后股权限制取消时，又会产生哪些风险，应该如何规避？

5.5.2 外资寿险进入中国市场较难

外资寿险公司进入中国市场的动力和方式在此次保险业全面开放过程中起重要作用。一方面，外资寿险公司的进入需要动力，这主要表现在进入中国市场后能否达到其盈利需求或者是否符合其发展战略。另一方面是其如何进入中国市场，2016年以来，我国保险实行强监管，保险回归保障，在此大背景下，监管机构对保险牌照的审批越来越严格和谨慎。因此，虽然当前政策放开，但是外资寿险是否愿意进入中国市场以及怎样进入都是现存的问题。

5.5.3 金融安全防范水平与监管技术亟待提升

在积极参与构建世界金融体系的过程中，守住不发生区域性系统性风险，提高对外金融安全防范能力和对内金融市场的监管能力尤为关键。对内来说，主要是如何保持外资保险公司合理进入中国市场，以及进入国内市场后怎样监管的问题。譬如：目前我国老龄化现象不可逆，从长远来看也是巨大的市场，那么政府监管部门在制定政策时能否充分考虑老龄数据保护和共享等问题也是对其防范能力和监管技术的考验。对外来说，中资险企在积极“走出去”的过程中，应该加强监管，避免由于监管不足而引发和传染国际金融市场风险。

5.5.4 外部环境的不确定性

我国保险业积极对外开放的本质目的是为了更好地走出去，在未来中资保险公司“走出去”的过程中也会面临一些外部风险。在国际局势上，一方面，目前以美国为首发达国家多将我国作为第三次全球化进程中最大的竞争对手，在国际贸易和全球资源配置过程中对中国有较多遏制，这既增加了中资寿险“走出去”的风险，也增加了其海外市场的业务风险。另一方面，“一带一路”连通中西亚，中资企业大量走出去，进而对保险的需求量也增长较快，这对我国保险业既是机遇也是挑战，“一带一路”沿线国家风险对我国寿险业“走出去”也有一定冲击。

5.6 我国寿险业全面开放的应对之策

5.6.1 完善政策实施细则

政策颁布施行后，国内各部门应做好准备迎接挑战。政府在制定政策细则可以有如下两点做法：其一宏观层面做到循序渐进，根据市场反应，适时推出政策实施细则。在整体布局上应该及时对股权限制进行修改，从根源上解决此前存在的问题，在此基础上，当外资寿险进入中国市场或者进行股本调整后，再根据具体情况制定监管政策，比如在操作层面比如如何审批，如何监管，监管机构如何介入以及偿付能力监管等。其二是在微观层面，在三年过渡期内监管机构应该为三年后政策的制定做好前期准备，包括做好数据收集，典型案例分析以及监管经验的积累等。

5.6.2 拓宽外资寿险“引进来”渠道

针对外资寿险进入中国市场的状况，目前来看有如下方式。首先，对于合资寿险公司来说，外资股东可以通过购买中资股东的股权来提高股权占比，进而进入中国市场。其次，对于新进入中国市场的外资寿险公司来说，其可以通过购买中资寿险公司的股份，

[8] 陈潭.公共政策变迁的过程理论及其阐释[J].理论探讨,2006(06):128-131.

逐步变成合资寿险公司，进而根据业务需要变为独资寿险公司。最后，通过向银保监会申请新的保险牌照也是方式之一。

5.6.3 构建完善的监管体系，提高监管针对性有效性

我国近些年在保险领域取得的成就也充分的证明了监管政策的制定和监管技术的提升对一国经济发展至关重要。首先，政府监管机构应该积极配合，在制定监管政策和实施监管行为时要合理合法公平公正。其次，在监管政策的制定上要有完善的监管逻辑，从多角度切入，多层面制定政策，在宏观上构建完善的监管体系。最后，我国寿险业在积极“走出去”的过程中，在保险监管政策的制定上，一方面要尽快做好国际监管经验对接工作，另一方面也要和国家经济安全制度做好衔接，在扩大开放的同时做好配套制度建设。

5.6.4 利用自身优势，做好风险防范

未来我国中资保险公司应该持以谨慎的态度提前做好风险防范措施。首先，在当前国际贸易局势不稳定的情况下，作为寿险业“走出去”要紧跟国家政策，做到和国家战略布局相一致。其次，针对具体的风险，保险业应该发挥自身风险管理的优势，在主观方面可以提前进行风险测算，规避风险，客观方面可以充分运用再保险等方式进行风险分散。最后，可以通过入股或其他方式和本土险企进行合作，进而开拓业务，比如：安邦投资 1.1 万亿韩元收购韩国东洋人寿 57%的股权，进而进入韩国寿险市场。

References

[1] Pricewaterhouse Coopers, Foreign Insurance Companies in China,2009-2010

[2] JIANG M Y. Radicalism or Progressiveness: A Comparative Analysis of the Paths and Methods of Institutional Change in Different Countries----Analysis Based on the Analysis of Institutional Changes in Market Orientation Reform[J].Journal of Practical University,2005(09):43-46.

蒋满元.激进还是渐进:不同国家制度变迁道路与方式的比较分析——以市场取向改革中制度变迁的分析为背景[J].求实,2005(09):43-46.

[3] CHEN T. Theoretical Propositions and Interpretation of Public Policy Changes [J].China Soft Science,2004(12):10-17.

陈潭.公共政策变迁的理论命题及其阐释[J].中国软科学,2004(12):10-17.

[4] SUN Q X, WANG G J, ZHENG W. Major issues and policy options for China's insurance market opening to the outside world: 2012~2020[J].Insurance Research, 2012(02):3-12.

孙祁祥,王国军,郑伟.中国保险市场对外开放的重大议题与政策选择:2012～2020[J].保险研究,2012(02):3-12.

[5] SUN Q X. The Fifth Anniversary of China’s Accession to WTO: Achievements, Experiences and Problems[J].China Finance,2006(23):43-45.

孙祁祥.加入世贸组织五周年:成就、经验与问题[J].中国金融,2006(23):43-45.

[6] CHEN T. Theory and Interpretation of the Process of Public Policy Changes [J].Theoretical Discussion,2006(06):128-131.

陈潭.公共政策变迁的过程理论及其阐释[J].理论探讨,2006(06):128-131.

[7] SUN R, YANG Y. Thirty Years of Reform and Opening-up: Changes and Developments of China's Insurance Industry[J].Insurance Research,2008(12):7-15.

孙蓉,杨馥.改革开放三十年:中国保险业的变迁与发展[J].保险研究,2008(12):7-15.

[8] WOLFGANG C. Modernization and Social Transformation [M]. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2000:36.

沃尔夫冈·查普夫.现代化与社会转型[M].北京：社会科学文献出版社，2000：36.

[9] YANG Z J. Research on policy changes in the context of contemporary China's environmental resistance[D]. Shanghai Jiaotong University, 2014.

杨志军. 当代中国环境抗争背景下的政策变迁研究[D].上海交通大学,2014

我国寿险业开放：原因及影响
——基于政策变迁过程理论视角

李佳

风险管理与保险学系
北京工商大学经济学院
北京工商大学东区四号楼
北京市海淀区阜成路甘家口街道
Email: leejia93@163.com

关键词：政策变迁；寿险业；对外开放

中文摘要：在 2018 年博鳌亚洲论坛上，我国提出了寿险公司的外资持股比例上限将放宽到 51%，三年以后不再设限的利好政策。本文将通过梳理寿险业开放的政策变迁轨迹和动力机制，结合政策变迁过程理论模型，探讨上述政策对我国寿险行业带来的机遇和挑战，进而根据所面临的挑战提出政策建议。

本文一共分为六个部分：第一部分主要是对公正政策变迁的过程理论进行阐述，即政策变迁的过程包括：政策失效—政策创新—政策均衡—政策失效这样的变化逻辑，明确本文运用的理论基础；第二部分将我国寿险业对外开放政策变迁轨迹划分为三个阶段，并且归纳出我国寿险业对外开放有如下四个特点：“从探索到创新”、“从试点到普及”、“从部分到整体”、“从‘引进来’到‘走出去’”；第三部分运用政策失效的理论探讨此次我国寿险业全面开放的原因；第四部分从政策创新角度分析了寿险业对外开放带来的机遇包括：完善我国寿险公司组织结构、完善我国保险市场、健全我国金融市场、助力中资寿险业更好“走出去”；第五部分从政策均衡角度分析了此次我国寿险业对外开放带来的挑战：对外开放政策“落地”效果面临不确定性、外资寿险进入中国市场较难、金融安全防范水平与监管技术亟待提升、外部环境的不确定性；第六部分根据我国寿险业对外开放所面临的挑战提出四点政策建议：一是完善政策实施细则；二是拓宽外资寿险“引进来”渠道；三是完善监管体系，提高监管针对性有效性；四是利用自身优势，做好风险防范。

The Role and Realization Path of Commercial Health Insurance in Tackling Poverty Alleviation

SONG Zhanjun, WEN Xinxing

SONG Zhanjun
Lecturer
School of Economics
Beijing Technology and Business University
Beijing 100048, China
Email: songzhanjun2008@126.com

WEN Xinxing *
School of Economics
Beijing Technology and Business University
Email: 1043756266@qq.com

Keywords: Commercial health insurance, Poverty caused by illness, Targeted poverty alleviation.

Abstract. In our country, the poor population dropped from 98 million 990 thousand in 2012 to about 30 million in 2017. The proportion of poor people in poverty caused by disease increased from 42% in 2015 to 44% in 2016, reflecting the tough issue of the campaign of poverty alleviation and hard work in our country. In practice, Henan, Jiangxi, Hubei and other provinces and cities actively implement the supplementary medical insurance of the poor population, and create a multi-level medical security system of "basic medical insurance + critical illness insurance + medical assistance + supplementary insurance", which has realized participatory poverty population medical expenses fallback mechanism. However, poverty caused by disease has a long-term and large-scale risk impact. In the short term, commercial supplement medical insurance for the poor people could play a positive role, but the poor people may fall back into poverty with the end of the poverty alleviation. In targeted poverty alleviation, construction of poverty risk prevention mechanism needs the role of commercial health insurance. Based on the theory of family economic vulnerability, this paper proposes that the supplementary medical insurance of the poor and the midrange commercial health insurance are the effective means to prevent the risk of poverty. On the basis of sorting out the experience of some provinces and cities and the characteristics of commercial health insurance products and services, it is suggested that the commercial supplementary medical insurance of low income personnel should be carried out in all regions of the country, and the coverage of the midrange commercial health insurance coverage will be expanded through preferential tax and personal account payment.

1. 引言

消除贫困一直是各国发展领域的重要问题，也是我们党和国家的历史使命和不懈追求。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央把脱贫攻坚作为全面建成小康社会的底线任务和标志性指标，提出“精准扶贫”的重要思想，将扶贫开发摆在更加重要的位置。2015年《中共中央 国务院关于打赢脱贫攻坚战的决定》对“十三五”时期脱贫攻坚作出全面部署，要求到2020年我国现行标准下农村贫困人口全部脱贫，实施精准扶贫、精准脱贫的基本方略。党的十九大报告再次强调，让贫困人口和贫困地区同全国一道进入全面小康社会是我们党的庄严承诺，要求坚决打赢脱贫攻坚战。

当前，脱贫攻坚取得阶段性胜利，但仍然面临“因病致贫”的艰巨挑战。据国务院扶贫办统计，在现行标准下，2012年底我国贫困人口是9899万人，到2017年底已下降到3000万左右。综合研判，我国脱贫攻坚取得显著成绩，但深度贫困地区脱贫任务依然十分艰巨，因病致贫问题尤为突出。尽管2016年、2017年卫计委联合多家中央部委发布《关于实施健康扶贫工程的指导意见》、《健康扶贫工程“三个一批”行动计划》等政策文件，2016年贫困人口住院实际补偿比也已达到67.6%。然而，贫困人口中因病致贫比例从2015年的42%上升到2016年的44%，反映了我国现行医保制度在助推脱贫攻坚方面仍存在制度性缺陷和操作性不足等问题。因病致贫、因病返贫是脱贫攻坚的“硬骨头”。筑牢医疗保障体系的底线，发挥多层次医保制度精准扶贫的作用，是我国如期打赢脱贫攻坚战的重要举措。

在我国推进因病致贫返贫攻坚战的过程中，在城乡居民大病保险的基础上，商业健康保险通过贫困人口补充医疗保险、中端商业医疗保险等产品进一步化解了中低收入大病患者的高额医疗费用风险。在我国脱贫攻坚的决定阶段，梳理和分析商业健康保险在我国脱贫攻坚中的作用，能够为各地区更好发挥商业保险机制、推进精准扶贫发挥更大作用。本文将梳理我国商业健康保险在脱贫攻坚中的主要探索，在分析取得的作用、存在的问题和理论基础的基础上，为商业健康保险服务脱贫攻坚提出政策建议。

2. 商业健康保险在脱贫攻坚中的主要探索

2.1 贫困人口补充医疗保险

贫困人口补充医疗保险指的是通过整合涉农资金或地方政府、扶贫办等机构出资为农村贫困人口购买健康扶贫补充保险，在基本医保、大病保险和医疗救助等各项医保制度报销的基础上，对贫困患者个人自付费用进行再补偿。贫困人口补充医疗保险为家庭经济脆弱的农村人口特别是农村贫困人口筑起“第四道防线”，对减少因病致贫返贫现象发挥了至关重要的作用。

据不完全统计，如表1所示，青海、河南、山东等地区均建立贫困人口补充医疗保险。在资金来源方面，一部分地区是以政府补助全额代缴的形式，一部分是政府补贴和贫困户个人自筹相结合。在筹资标准方面，各地区根据实际情况每人每年45元至200元波动。在保障水平方面，经基本医保、大病保险、医疗救助报销后，贫困人口补充医疗保险对个人自付部分给予保障，目录内外按照不同的比例在商业保险和个人负担上分摊。

比较而言，江西和河南两个地区在商业补充保险助力脱贫的实践中表现较为典型。江西对建档立卡贫困户进行了精准鉴别，明确了疾病特别是重大疾病是贫困群众脱贫最大的“拦路虎”。早在2015年，江西就在脱贫攻坚任务最重的赣州市选择9个贫困县试点，2016年在该市18个县市区全面推开。基于致贫原因的精准分析和基层试点的实践经验，2016年11月江西省扶贫办、卫生计生委、人社厅等六部门印发了《关于建立农村贫

困人口重大疾病医疗补充保险制度的工作方案》，做到了五个明确：明确筹资标准、明确承办主体、明确保障水平、明确风险分担和明确结算方式。

同样，河南因病致贫、因病返贫贫困户占建档立卡贫困户总数的比例也超过全国平均水平，是脱贫攻坚中最难啃的硬骨头之一。2017年，河南建立实施困难群众大病补充医疗保险制度，对于建档立卡贫困人口在基本医保、大病保险按规定报销后，对困难群众个人承担的合规医疗费用再次予以报销。不仅如此，各市县还积极创新团体健康险，比如，河南光山县与中原农险合作，用财政资金为所有村民购买了团体健康险“普惠保”，对城乡居民医疗、大病保险、大病补充医疗保险报销后的余额再次报销；针对贫困人口，中原农险还专门开发了“兜底保”，对无法覆盖的合规医疗费用及因病治疗支出的非合规医疗费用予以兜底补偿。

作为商业保险公司，中原农业保险股份有限公司承担了社会责任，为困难患者“私人定制”健康保险产品，大幅减轻贫困人口医疗费用负担，切实阻断因病致贫返贫。同样，中国人民健康保险股份有限公司也在健康扶贫领域发光发热，通过与地方政府合作，将业务领域延伸到困难群众大病补充保险领域，形成了“基本+大病（补充医疗）+医疗救助+长期护理+健康管理”的“人保模式”。早在2014年，人保健康就协助河南省焦作市政府开展探索大病补充医疗保险试点，2017年河南省正式启动的困难群众大病补充医疗保险就是在焦作市基础上进行的全省推广。

表1　2017年部分省市贫困人口补充医疗保险政策

地区	资金来源	筹资标准	保障水平
青海	县政府	人均不超过100元的标准确定保费，财政补贴和贫困户自筹相结合	经基本医保、大病保险、民政医疗救助报销后，对个人自付部分给予兜底保障
河南	省财政建立困难群众大病补充保险财政专账	人均筹资60元的标准。省、省辖市、县（市、区）财政按30%、30%、40%的比例分级承担；对省直管县（市）和财政直管县（市），省财政负担60%，县（市）财政负担40%。	2017年全省困难群众大病补充保险起付线为3000元，3000—5000元（含5000元）部分按30%的比例报销，5000—10000元（含10000元）部分按40%的比例报销，10000—15000元（含15000元）部分按50%的比例报销，15000—50000元（含50000元）部分按80%的比例报销，50000元以上按90%的比例报销，不设封顶线。
山东	省财政	人均筹资不低于100元的标准	经居民基本医疗保险、居民大病保险等报销后，再给予补偿。一个医疗年度内的医疗商业补充保险封顶线不低于30万元，原则上个人累计负担费用低于医疗总费用的10%。
山西	省财政专项扶贫资金	人均筹资为每人每年100元的标准	目录外控制比例范围内的费用，由补充医疗保险按85%的比例给予报销，其余由个人承担。
湖北	县市级政府	人均筹资每人每年不低于200元的标准	确保建档立卡贫困人口住院及门诊慢性病医疗费用报销比例达90%以上，个人年度自负医疗费用控制在5000元内。
江西	政府	人均筹资每人每年不低于90元	个人支付的目录内医疗费用由商业补充保险报销90%，个人负担10%； 个人支付的目录外医疗费用，商业补充保险报销75%，个人负担25%。
宁夏	政府补助和贫困户个人自筹相结合	原则上政府补助承担保费金额的80%，贫困户个人承担保费金额的20%。	目录内报销70%；目录外报销50%，年度限额2万元/人
陕西	政府补贴和贫困户个	大病补充医疗保险保险费每人	参保人员住院发生的医疗费用在基本医

	人自筹相结合	一年45元；政府补贴保费金额的80%，贫困户个人承担保费金额的20%	保、大病保险等其他保险机构报销后不为零的个人自付费用，在扣除大病补充医疗保险不合规费用和免赔额后的金额按照一定比例给予再次赔付，累计最高赔付限额8万元。
西藏	财政全额出资	人均10元的标准投保	全区农牧民可在农牧区基本医疗报销封顶线的基础上，以100%的报销比例享有每年7万元的补充医疗费用报销保障，农牧民群众每年的医疗费用报销封顶线达到12万元

资料来源：各省省政府官网、卫生和计划生育委员会官网。

2.2 中端商业医疗保险

中端商业医疗保险，是区别于以海外就医、年保费超万元的高端医疗保险和保障范围参照基本医疗保险、保障额度在万元左右的普通医疗保险，以消费型、不限三个目录、保障额度达到百万为特征的商业医疗保险。中端商业医疗保险以“百万医疗保险”为典型特色，在中低收入人群医疗风险防范方面发挥了兜底作用，有力避免了部分中低收入家庭因病致贫。

中端商业医疗保险发展的背景，是近年来医疗水平的提升、医疗通胀的增加和国民保险意识的上升。随着中产阶级的崛起，获得更好的医疗保障体验成为一种现实的需求。据国内首家互联网保险公司众安保险预估，2018年我国中端医疗保险总规模或将达200亿元，市场发展潜力巨大。

市面上在售的中端商业医疗保险约有30多款，其特点是：价格比较适中，保费在几百元到千元左右不等，保额都在百万以上。其最大的特点是放开了社保用药的限制，可以报销进口药品、自费药等等，非常适合用作对基本医疗保险的补充。

在使用中端商业医疗保险助力健康扶贫的过程中，保费低廉的万元免赔额系列产品更适合城乡中产阶级人群以及刚刚脱离贫困又非常脆弱容易返贫的人群。虽然部分产品设置了一万的免赔额，但是经过社会保险和公费医疗保险等报销后，自付万元以内是可以承受的，不至于重返贫困；而对于重疾产生的巨额医疗费用，万元免赔额系列产品又能够有效地阻断因病致贫返贫。

同时，对于中产阶级而言，中端商业医疗保险不仅能够有效地阻断因病致贫返贫，更多的是构建医疗服务的闭环，为其提供健康管理的功能。中端医疗保险连接医院、体检中心、可穿戴设备、康复机构、预防接种机构、药品批发零售、护理机构、基因检测、医疗平台等医疗生态合作伙伴，构筑医疗服务闭环，通过科技驱动创新不断提升投保人在享受医疗服务时的体验和品质。商业医疗保险机构和医疗服务供给方拥有更加紧密的联系，通过连接，当用户需要接受医疗服务时，医疗服务供给方可以根据以往健康医疗数据，为用户订制最优服务方案，并实现更合理医疗费用支出；而保险公司则向医疗服务供给方提供相关数据及支付医疗费用，并根据用户医疗服务结果，优化理赔模型和体验，从而建立保险公司、医疗服务供给方和用户三赢的局面。“健康保险+健康管理”既能帮助投保者控制疾病，又可降低赔付率，高效益驱使更多价格合理的健康险产品进入市场，形成良性的促进机制。

3．商业健康保险服务脱贫攻坚的理论基础

世界银行在2001年将脆弱性纳入贫困的范畴，指出脆弱性不仅是指个人或家庭面临收入或健康波动风险的可能性，同时还包括个人或家庭面临的暴力、犯罪、自然灾害和退学等风险。后来的研究多从家庭经济的层面分析脆弱性，即由于遭受风险冲击导致财

富受损或者生活质量下降到某一社会公认标准线以下的可能性被称为“家庭经济脆弱性”。

因病致贫或健康风险，一直是家庭经济脆弱性的重要来源。据测算，我国2008年因病致贫发生率高达7.5%（Li et al., 2012）、2011年家庭灾难性医疗支出发生率高达12.9%（Meng et al., 2012）。其原因正如Arrow（1963）曾指出，疾病冲击是不规则、不可预测甚至是灾难性的，可能导致家庭因病致贫。由于健康风险的不可预测性以及直接或间接的巨大成本，现有研究一般认为健康因素是影响家庭经济脆弱性最大的异质性因素，对于农村家庭、老年家庭、低收入家庭、既往病史多的家庭影响更为强烈（Asfaw and Braun, 2004）。基于这一背景，世界卫生组织（2000）提出，一个公平的卫生系统应该能够确保对所有人医疗支出风险的保护。第五十八次世界卫生大会决议（2005）提出，很多国家需要进一步完善医疗融资体系以保障医疗服务的可及性和提供财务保护，各成员国应建立疾病风险分散的预付制度，避免人民群众因为接受医疗服务而发生灾难性医疗支出和陷入贫困。医保制度有助于缓解低收入家庭的因病致贫风险，并通过增加医疗服务的利用改善参保人员的健康水平，进而带来收入的“增强效应”和“稳定效应”（黄薇，2017）。然而，现行医保制度对高额医疗费用分担作用的不足，不仅造成当期参保人员陷入因病致贫，更有可能因为严重的疾病冲击损害参保人员长期的创收能力，导致参保人员因病致贫程度不断加深（高梦滔、姚洋，2005），形成贫病相加的恶性循环。完善多层次医疗保障体系，化解因病致贫风险，改善家庭经济脆弱性，在我国财政收入增速放缓的背景下，亟需发挥商业保险的力量，实现国家、社会和个人医疗责任的合理分担。

4．商业健康保险服务脱贫攻坚的路径分析

4.1　中端商业医疗保险在贫困地区普遍实施贫困人口商业补充医疗保险

虽然全国各省市地区已经从认识和政策中表现了对贫困人口商业补充医疗保险的重视，但重视程度上参差不齐，政策上也详简不一。很多省市相关政策都停留在鼓励的层面，比如云南省“鼓励地方政府安排资金积极探索开展大病补充商业保险”，福建省“鼓励发展补充医疗保险和商业健康保险”，内蒙古“鼓励各地通过政府购买服务的方式为低保对象、特困人员、建档立卡贫困人口购买商业补充医疗保险”等等。已经具体实施贫困人口商业补充医疗保险的省份，也未必将全省所有贫困地区纳入保障的范围内，至此，仅有陕西、山东、河南、安徽和江西为全省的建档立卡贫困人口购买商业补充医疗保险。

首先，各地应当学习江西、河南等针对贫困人口商业补充医疗保险出台具体的政策。2017年，安徽省《农村贫困人口慢性病门诊补充医疗保障资金管理暂行办法》对全省农村建档立卡贫困人口的慢性病门诊医药费用进行补偿；同年，河南省印发《困难群众大病补充医疗保险实施细则（试行）》对困难群众患病发生的住院医疗费用进行报销。其次，各地应统筹利用财政、专项扶贫资金和个人合理缴费等筹资来源，合理测算补充医疗保险的缴费和保障水平，确保贫困人口补充医疗保险可持续发展。

4.2　通过税收优惠、个人账户支付等方式扩大中端商业医疗保险的覆盖面，优化产品和服务

中端商业医疗保险当前主力购买人群是有一定保险保障意识和收入的80后中产阶级用户，主要为互联网投保的投保方式也对投保人的教育水平提出了要求，一方面随着我国中产阶级消费升级需求持续扩大，医疗险市场迈入高速发展阶段，另一方面价格高、找不到合适的产品等原因也阻碍了中端商业医疗保险的发展。

扩大中端商业医疗保险的覆盖面，可以从两个方面入手。首先，保险公司可以将自己的百万医疗产品逐步转为个人税优健康保险产品，在享有国家税收优惠红利的同时，为投保人提供更多、更长期的保障。2015年中国保监会发布的《个人税收优惠型健康保险业务管理暂行办法》规定“个人税优健康保险产品采取万能险方式，包含医疗保险和个人账户积累两项责任”，其中医疗保险不得设置免赔额，且保险金额不得低于20万元人民币。以新华人寿的太平个人税收优惠型健康保险A款（万能型）产品为例，（未参加企业医疗保险的）31-35岁投保人保费为676元，保额每年最高可达20万元，保障水平和0元免赔产品相当，但保费仅与万元免赔产品相当。不同于市面上的“百万医疗”的是“保证续保至法定退休年龄”以及“在根据年龄等因素扣除掉风险保费后，其余保费皆进入个人账户投资累积”。通过成为个人税优健康保险产品，享受了税收优惠，降低了被保险人购买健康保险的经济支出；优化保障方式，个人账户积累起到了资金的保值增值作用，用于被保险人退休后继续购买健康保险和个人自负的医疗费用支出；延长保障期间，可保证续保至法定退休年龄。

另一方面，保险公司应当进行产品创新，开发具有特色健康管理服务的保险产品。尽管目前百万医疗保险产品已经超过30个，但这些产品在保障范围和水平并无实质差别，因此，保险公司可以在健康管理服务上实现差异化。以健康管理为切入点，介入健康资讯、就医绿色通道、慢病管理、健康档案、移动医疗服务等来整合系列的大健康服务，构建涵盖健康保障、健康管理、医疗护理等覆盖生命周期的健康服务体系，逐步实现产品的服务化与流程化。从简单的费用报销和经济补偿，向病前、病中、病后的综合性健康保障管理方向发展，提高参保人健康水平，减少发病率。例如，中国平安2018年推出首款健康管理型产品“平安i动保”，通过“步数换保额”的创新方式，鼓励大家多运动，换取重疾险保额。一方面鼓励了用户养成坚持运动的习惯，另一方面也根据用户的实际运动步数来确定重疾保额。用户不仅可以改善身体健康，还获得重疾保额，同时保险公司也降低了赔付风险，从而实现双赢。通过设备收集客户的健康数据只是健康管理其中的一小步，保险公司下一步应当是建立健全线下、线上服务平台，线下健康管理服务中心为客户提供健康筛查、健康咨询、慢病管理、中医保健、就医服务等内容，线上服务平台保存客户健康档案，提供在线实时咨询专家服务和健康课程等。对于贫困人口，在提供贫困人口补充保险服务的基础上，公司进一步整合优势资源，延伸健康保险服务链条，为城乡困难群众提供健康教育、健康咨询、慢病管理等健康管理服务，实现“健康保险+健康管理”的结合，不断提升困难群众的健康意识，从源头上防止或减少因病加剧贫困的情况发生，努力让他们少得病、不得病，只有这样才能彻底帮助他们摆脱因贫致病、因病返贫、贫病交加、恶性循环的困境。

致谢

本文为2017年首都流通业研究基地课题（JD-YB-2017-007）的阶段性研究成果。

References

[1] MENG Q, XU L, ZHANG Y G et al. Trends in Access to Health Services and Financial Protection in China between 2003 and 2011: A Cross-sectional Study. The Lancet, 2012, 379: 805-814.

[2] World Health Organization. The World Health Report 2000. Health Systems: Improving Performance. Geneva, World Health Organization,2000, 36-36.

[3] LI Y, WU Q H, XU L, et al. Factors Affecting Catastrophic Health Expenditure and Impoverishment from Medical Expenses in China: Policy Implications of Universal Health Insurance. Bulletin of the World Health Organization, 2012, 90:664-671.

[4] ARROW K J. Uncertainty and the Welfare Economics of Medical Care. The American Economic Review. 1963, 53(5): 941-973.

[5] ASFAW A, BRAUN JV. Is Consumption Insured against Illness? Evidence on Vulnerability of Households to Health Shocks in Rural Ethiopia. Economic Development & Cultural Change. 2004, 53(1): 115-129.

[6] 高梦滔，姚洋.健康风险冲击对农户收入的影响[J].经济研究，2005，（12）：15-25.

[7] 黄薇.医保政策精准扶贫效果研究——基于 URBMI 试点评估入户调查数据[J].经济研究，2017，（9）：117-132.

[8] 冯鹏程.我国个人税优健康险试点实施及完善政策的探讨[J]. 中国医疗保险，2017，（69）：62-67.

[9] 朱俊生，庹国柱.商业健康保险和农村健康保障[J]. 人口与发展，2004，10（4）：35-44.

[10]唐明梅. 南方头条.焦困难群众健康保障 发挥商业保险专业优势 [J/OL]http://www.danfeiyan.cn/jiankang/250861.html, 2018-06-10

[11]黄蕾. 中国证券网.运动就获重疾保额 平安健康险推健康管理新玩法 [EB/OL]http://news.cnstock.com/news,jg-201801-4183309.htm, 2018-01-31

商业健康保险在脱贫攻坚中的作用和路径分析

宋占军 文心星

宋占军
讲师
北京工商大学经济学院
北京100048，中国
Email: songzhanjun2008@126.com

文心星*
硕士研究生
北京工商大学经济学院
北京100048，中国
Email: 1043756266@qq.com

关键词: 商业健康保险；因病致贫；精准扶贫

中文摘要. 在我国贫困人口从2012年的9899万人下降到2017年的3000万左右的显著成绩背后，贫困人口中因病致贫比例从2015年的42%上升到2016年的44%，反映了因病致贫、因病返贫是我国脱贫攻坚战役的“硬骨头”。实践中河南、江西、湖北等省市积极实施贫困人口补充医疗保险，打造了“基本医保+大病保险+医疗救助+补充保险”多层次医疗保障体系，实现了建档立卡贫困人口医疗费用兜底机制。然而，因病致贫是一个长期性、大范围的疾病风险冲击，短期内针对建档立卡贫困人口的商业补充医疗保险能够发挥积极效果，却可能会随着脱贫攻坚的结束而陷入返贫。在精准扶贫中构建因病致贫风险防范的长效机制，需要积极发挥商业健康保险的作用。本文从家庭经济脆弱性的理论出发，提出贫困人口补充医疗保险和中端商业健康保险是防范因病致贫风险的有效手段，在梳理部分省市探索经验和中端商业健康保险产品和服务特征的基础上，建议在全国各地区普遍实施低收入人员商业补充医疗保险，并通过税优优惠、个人账户支付等方式，扩大中端商业健康保险的覆盖面。

The Impact of IFRS17 on the Profitability and Operation of Life Insurers in China

ZHAO Lei, GUO Zhenhua, LIU Jiahao

ZHAO Lei
Associate Professor
Shanghai University of International Business and Economics
Shanghai 201620, China
Email: zhaoleiswm@163.com

GUO Zhenhua
Professor
Shanghai University of International Business and Economics
Shanghai 201620, China
Email: 13918418470@ 163.com

LIU Jiahao*
M Ec. Candidate
Shanghai University of International Business and Economics
Shanghai 201620, China
Email: 18217577790@163.com

Keywords: IFRS17 Insurance Contract, Insurance accounting standard, Insurance contract liability, Measurement of insurance profit

Abstract.
On May 18, 2017, the International Accounting Standards Board (IASB) issued the IFRS 17 Insurance Contracts (IFRS17). Because of allowing insurers to use different accounting standards on the measurement of the insurance contract by IFRS 4 also issued by IASB in 2004, there are large differences in the financial information of insurance contracts reflected in different countries, which makes it very difficult for the statement users to compare insurance companies. In order to solve these problems, a plan was carried out by IASB and it will help statement users to understand profitability, source of profits and risk exposure of insurers better. IFRS17 will replace the IFRS4, a temporary guideline. Finally, after being constantly revised and lasted for 20 years, IFRS17 was issued.
The development of insurance accounting standards in China is based on IFRS 4 and its discussion draft. Compared with the IFRS4 and China's standards, IFRS17 has made significant changes in accounting for insurance contracts, including confirmation,

measurement and reporting of insurance contracts; separation of insurance contracts; adding more details to the elements of the liability measurement models as well as a series of statement principles for balance sheet and income statement. IFRS17 will take effect on January 1, 2021, and the working process of insurers will be unavailable any longer because of its high complexity, which will bring great challenges for them to implement of IFRS17. In addition, the implementation of the IFRS17 will make the insurer's liabilities and profit results having great changes and may even lead to insurer's business structure adjustment. Therefore, it is necessary to carry out in-depth researches on IFRS17 and compare the measurement model and results between IFRS17 and China's standards, to ensure that Chinese insurers can fully respond to IFRS17.

This paper analyzes and compares the differences between IFRS17 and China's standards in liability measurement and profit recognition. Based on the criterion research discussed before, the paper simulates a 10-year term life insurance contract under different criteria and amount of variation in the measurement results of different criteria when the expected change occurs. In this way, the impact of IFRS17 on life insurance companies will be analyzed, and corresponding suggestions as well as countermeasures will be put forward. This article helps Chinese life insurers to implement IFRS17 more actively and effectively.

1．研究背景及意义

2017 年 5 月 18 日，国际会计准则理事会（IASB）发布了《国际财务报告准则第 17 号：保险合同》（IFRS 17）。作为针对保险合同会计计量的全球性会计准则，它将有助于报表使用者更好地了解保险公司的实际盈利能力、利润来源及风险敞口等。

相比之前的 IFRS14 和我国现行的保险会计准则，IFRS17 在保险合同的会计处理提出了重大的变化，其中包括：保险合同的确认、计量和列报；保险合同分拆的规定；披露上针对会计模型的各个要素，增加许多细节要求，以及规定了一系列的资产负债表和利润表的列报原则等。

IFRS17 将于 2021 年 1 月 1 日起开始在全球范围内生效，其高度复杂性使得现行保险公司的工作流程不再适用，将给 IFRS17 的执行带来巨大挑战。此外，IFRS17 的实施，将使得保险公司的保险合同负债计量及利润的确认结果发生巨大变化，甚至可能导致保险公司的业务结构发生调整，因此有必要对 IFRS17 进行深入的研究并与我国准则的计量模式及结果进行比较分析，从而使我国保险公司对 IFRS17 做好充分的应对措施。

2．IFRS17 与我国保险会计计量的比较分析

2.1 合同分拆与分组的比较分析

根据我国现行企业会计准则报告规定，不同部分能够单独计量和区分时必须分拆非保险部分。因此，在实际操作中，保险公司与投保人签订的合同，如保险公司承担了保险风险，则属于保险合同；如果既承担保险风险又承担其他风险的，应按情况对保险混合合同进行分拆处理，如万能险和投连产品通常被分拆为投资、保险和服务部分。 而 IFRS17 对于直接相关的投资部分不需要拆分，只是在计算保费收入与保险服务费用时需要扣除，这与我国的准则存在一定差异。换言之，在 IFRS17 下如分红险等通过重大风险测试，带有与保险部分相关投资部分的保险合同，在计量保险合同负债时不必拆分。

IFRS17 在确定保险合同组时的汇总程度与现行准则不同。 我国准则要求保险人在确定保险合同准备金时，应当将单项保险合同作为一个计量单元，也可以将具有同质保险风险的保险合同组合作为一个计量单元，计量单元的确定标准应当在各个会计期间保

持一致，不得随意变更。IFRS17 对合同分组的要求更加的细化，对单个合同进行分组时，保险人不止需要考虑合同的保险风险特征，还需要评估合同的盈利能力，其目的在于限制保险人用盈利合同来抵销亏损合同。

表 1 保险合同的分拆与分组的比较

	我国准则	IFRS17
分拆	不同部分能够单独计量和区分时必须分拆非保险部分	需要考虑合同组中的投资部分是否与保险部分直接相关
分组	将同质保险风险归为一组	除将同质保险风险归为一组，还需要按盈利状况分组，且同组内签发间隔不得超过一年

2.2 保险合同计量的比较分析

我国的准备金负债计量与 IASB 对计量方法的要求一致，同样基于要素法，包括：对未来现金流采用明确的当前估计（Explicit and Current Estimate）、反映现金流量的时间价值(Time Value)、包括显性的边际(Explicit Margins)。下面从这三方面对 IFRS17 与我国准则进行比较。

2.2.1 对未来现金流采用明确的当前估计

“对未来现金流采用明确的当前估计”即未考虑货币时间价值的未来现金流的估计，下面对 IFRS 与我国准则关于合理估计的假设进行比较。

两者对现金流估计的特征都要求是无偏、当前且与市场一致的估计，并且都提出以概率加权平均值进行估计。此外 IFRS17 还进一步强调了进行估计的现金流应是合同边界内的现金流，其他现金流不包括在内，如：被单独确认、计量和列报的投资收益；为履行合同义务而导致的非正常费用支出；不能直接归属于保险合同组的现金流支出等。

通过对未来现金流估计的考虑因素的比较可以发现，两者大体上考虑因素一致，但 IFRS17 对保险合同范围内的现金流应考虑的因素的规定更加具体、明确，并且规定了该合同组的获取成本的分配以及通过系统且合理的方法分配给合同组的固定和可变费用也需要加入至对未来现金流的估计中。

保险人在签订新的保险合同时，会发生大量获取现金流的支出，即获取成本。我国目前将获取成本计入手续费及佣金科目，直接计入当期损益。而 IASB 认为保险人应以一种基于时间推移的系统方式，分配每一报告期间与获取成本相关的保费收入，同时确定相同数额的保险服务费用。即这一方法构成了未来现金流的一部分，但是不增加保险合同负债，而是通过分配保险合同的获取成本，计入承保期间每一报告期的保费收入和保险服务费用中，以反映合同项下保险服务的转移，而非反映这些费用是何时发生的。

固定和可变费用是指会计、人力资源、信息技术支持、建筑物折旧、租金、维修和公用事业费用等，按照是否直接归属于履行保险合同进行分配，而我国险企目前直接将其作为管理费用计入当期损益。IASB 强调未来现金流的估计应考虑所有与保险合同直接相关的现金流，其中也包括与保险合同直接相关的固定或可变的管理费用。同保单管理和维护费用的估计一样，该费用是保险人为履行保险责任将来必要的费用，目前我国将保单管理和维护费用计入对未来现金流的估计中，将固定或可变的管理费用也计入，会进一步增加未来费用在当期的提前估计，可能会产生一系列问题，如：相同保单负债不同、不能客观反映管理效率、降低会计信息有用性等。

2.2.2 反映现金流量的时间价值

对于贴现率的基本要求我国准则与 IFRS17 相同，两者都要求贴现率应当是基于（资产负债表日）当前的、与市场一致的信息。

贴现率的选择方面，我国准则与 IFRS17 在贴现率对的选择方面存在不一致。

对于不基于基础项目收益的保险合同现金流贴现率，虽然两者都是基于无风险曲线（IFRS17 规定的“以高流动性、高质量的债券为基础，调整基准利率资产与保险合同的现金流的数量、时间和不确定性方面的差异），但是我国目前采用三年移动平均的国债到期收益率确定，而 IFRS17 要求需要按照评估日曲线，准则中提到可以允许保险人基于业务的权重在报告日考虑一定的加权平均收益率，但最长不得超过一年。即使这样，也会使得保险人的负债变动剧烈。

对于基于基础项目收益的保险合同现金流贴现率的规定，我国目前实行的是将对应资产投资组合的预期收益率扣除投资费用作为贴现率，即相当于将分红险账户的收益率作为贴现率；而 IFRS17 规定需要从参照资产组预期收益利率中扣除如市场和信贷风险等与保险合同负债无关的因素。这一方法更能客观准确反映直接分红保险合同现金流的经济实质，但是另一方面，需要估计出参照资产组的市场和信贷风险等与保险合同无关的因素，这对于精算工作的要求也将更高。

2.2.3 包括显性的边际

我国保险会计准则目前倾向于包括显性的边际，即边际=风险边际+剩余边际。这与 IFRS 在结构上一致，只是 IFRS17 将风险边际称为非财务风险的风险调整（以下简称风险调整），将剩余边际称为合同服务边际，下面分别对二者进行比较分析。

对于风险调整的部分，二者没有明显的区别。我国准则与国际会计准则都明确表示了要将非财务风险调整的计提与货币时间价值及财务风险调整的计提相分离。

此外，IFRS17 还要求保险人在财务报告中需要披露非财务风险调整相对应的置信水平。风险调整提取的大小依赖于保险人自身对于风险的厌恶程度，而非市场参与者对风险的厌恶程度，因此可能使得不同保险人对类似保险合同作出不同的风险调整。为了让财务报告使用者理解不同保险人对风险的厌恶程度，IFRS17 需要保险人披露对风险调整的置信水平。但是如何选取并披露与评估技术相对应的置信水平将成为一项难点。

表 2 合同服务边际的比较

	IFRS17	我国现行准则
初始确认	初始确认时的合同服务边际是保险人期望从保险合同中产生的未获得利润，以消除当时产生的任何收益，而亏损因直接计入当期损益。	保险人在保险合同初始确认日不应当确认首日利得，发生首日损失的，应当予以确认并计入当期损益。
后续计量	IFRS17 要求调整合同服务边际的账面价值： (a)对未来未获利润的估计数的变化； (b)保险财务收入或费用； (c)汇率差异	保险人应该在保险期间内，采用系统、合理的方法，随着确认保险合同收入和提供服务而逐步实现，将边际的摊销计入当期损益。

在对合同服务边际的初始计量方面，我国准则与 IFRS17 的规定一致，都要求合同服务边际的设置在于使利润的平滑化，在获取盈利合同的当日不产生首日利得，而发生亏损合同则亏损额直接计入当期损益。

但是在后续计量方面，二者存在一定的区别，尤其是摊销方模式，经济假设和非经济假设方面：

摊销模式方面。虽然我国准则与国际会计准则都是要求基于承保单元的履行为依据进行未获取利润的摊销，但是 IFRS117 对保单的分组更为细化，这就造成了二者合同服务边际的摊销基础不同。

经济假设方面，即在利息增值方面两者存在差别。我国准则不赞成剩余边际或综合边际计提利息，即不对服务边际计提利息，而 IFRS17 要求保险人需要因财务影响而调整合同服务边际。IASB 认为合同服务边际是保险合同整体计量的一部分，其中包括财务影响与其他现金流部分的计量相一致，需要根据资金时间价值和财务风险的影响进行调

整，而调整合同服务边际的财务影响与 IFRS 15 是一致的。对于非直接分红保险的合同服务边际利息增值率，反映名义现金流，且应在最初计量时被锁定，而不是随日后与财务风险相关的假设变化而进行调整。对于直接分红保险合同，IFRS17 要求保险人要因在基础项目公允价值份额的变动而重新计量合同服务边际，该重新计量反映了当前费率和所能得到报酬价值的变化，即需要考虑现行折现率。

非经济假设方面，即对未来未获取利润估计发生变化时的调整存在差异。我国准则目前没有有关对未来未获取利润的估计发生变化的调整的规定，而大部分险企对于未获取利润估计的调整直接计入当期损益，而非调整剩余边际。IFRS17 规定对未来未获取利润估计的调整应计入合同服务边际，在以后承保期间内摊销，这进一步体现了合同服务边际对保险合同利润确认的吸收与平滑化。尤其体现在亏损合同的后续计量方面，亏损合同是指未来履约现金流的增加超过了合同服务边际的账面价值，使得保险合同成为亏损合同。例如签发首日亏损的保险合同，我国准则与 IFRS17 均要求合同服务边际为零、损失计入当期，我国准则下大部分险企无论发生任何变化都对剩余边际不再进行后续的计量，而 IFRS17 则要求保险人应建立对剩余承保期间保险负债的损失部分，并将履约现金流的后续变动按一定的方式分配至该损失部分，若日后发生重大有利变化使得亏损合同转为盈利合同，还需要重新确认合同服务边际。IFRS17 对合同服务边际的规定，更能体现平滑利润的目的，对于未获取利润的估计变化的反映也更清晰明确，但是为了达成这一目的，意味着保险公司需要保留所有保险合同的历史数据，这也使得精算工作业务工作量大大增加。

2.3 利润表列报方式的比较分析

IFRS17 下保费收入和保险服务费用的组成部分发生重大变动，不再列示准备金的提转差，而是更透明地列报保费收入的组成部分，使得保险行业的收入列示与其他行业可比性增加。

不考虑再保险的因素，我国现行保险企业的利润表（为方便比较，仅列示营业利润部分），与 IFRS17 下险企利润表列报结构如下表所示：

表 3 我国险企利润表列报结构

一、 营业收入	
	已赚保费
	投资收益
	公允价值变动收益/(损失)
	汇兑损益
	其他业务收入
二、 营业支出	
	退保金
	赔付支出
	提取保险责任准备金
	保单红利支出
	税金及附加
	手续费及佣金支出
	业务及管理费
	利息支出
	其他业务成本
	计提资产减值准备
三、 营业利润	

表 4 IFRS17 下险企利润表列报结构

保险承保利润	
	加：保费收入
	预期理赔支出（剔除投资部分）
	合同服务边际摊销
	风险调整释放
	获取成本摊销
	(-)当期分摊的剩余责任的损失
	减：保险服务费用
	实际赔付支出（剔除投资部分）
	获取成本摊销
	剩余承保责任的损失
	(-)当期分摊的剩余责任的损失
	退保金
	业务及管理费
	税金及附加
净投资收益	
	投资收益
	利息支出汇兑损益
	公允价值变动损益
	计提资产减值准备
营业利润	

可见，目前我国的保险企业在利润表的披露并不明确和客观。尤其是，将当期的保费收入全部视为收入项进行确认，不符合保险合同长期性的经济实质，也不符合权责发生制的会计计量原则。在营业支出中仅列报保险合同准备金的提转差的数值，而不披露其计量的组成部分，使得保险企业的财务报表披上了一层面纱，而准备金犹如一个黑匣子，难以被报表使用者所理解。

在 IFRS17 利润表体系中，来自保险承保部分的利润和投资的利润将得以清晰区分。收入按照主体预期在该期间提供的保险责任及其他服务所占比例在各期间进行分配，包括合同服务边际的释放、风险调整的变化和预期净现金流出的合计数。赔付则于实际发生时列示。投资部分都需要从收入和赔付中剔除。

3．实施 IFRS17 对寿险公司的影响

3.1 对利润计量的影响

3.1.1 利润计量方式的变化

IFRS17 对保险公司利润的计量方式发生了根本性的变化。我国准则的利润确认模式为保费收入、保险支出与准备金提转差的计量模式，而新准则中不再存在“提取寿险责任准备金”（提取保险责任准备金、提取未到期责任准备金）这一报表项目，并对保费收入进行了重新的定义。

目前，无论是保险公司的管理层还是市场的投资者，都将保费收入作为衡量保险公司业绩的最重要的指标之一，也将保费收入作为体现企业规模的指标，而保费收入的大幅下降会直接影响到寿险企业的世界 500 强的评级，因为营业收入是这一评级的主要参考依据。而在新准则 IFRS17 下保费收入，不再是当期收到或应当收到的合同收入，而是被拆分成了一系列成分，与保险合同负债的各模块相对应，包括期初预期的当期赔付支出与费用（扣除投资部分）、直接归属于保险合同获取成本的当期摊销、风险调整的当期释放、合同服务边际的当期摊销等（若保险合同为亏损合同时，还需要考虑亏损因素）。相对应地，保险支出的计量也发生了调整，不仅包括当期的实际赔付支出和费用（扣除投资部分），还要将直接归属于保险合同获取成本的当期摊销考虑在内（若保险合同为亏损合同时，还需要考虑亏损因素）。

这一变化使得保险企业报表的披露更加透明，表现在以下两个方面。

一方面是利润表与资产负债表的联动关系更加明晰，新准则下保费收入的各项来自于负债准备金的各个模块，而我国准则的准备金提转差的模式，通过将保险精算的计量结果打包，一并反映在准备金的提转差中，犹如一个黑匣子难以被报表使用者理解，更不能很好地反映保险业务的当期盈利情况。

另一方面，IFRS17 要求以利源的方式展现利润，即新准则下保险服务结果与投资结果得以分开披露。由于在准备金负债的计量中包括了全部当期应当计提的财务费用，因此我国通过准备金提转差的模式计量保险业务，导致提转差不足以弥补当期的保险理赔支出和费用，这一情况是很不合理的。新准则下这一情况得到了改善，对未来现金流最优估计的利息增值部分反映在了投资部分的财务费用中，保费收入中现金流最优估计部分只包含期初预期的当期赔付支出与费用。

3.1.2 利润计量结果的变化

对保险合同的利润计量最显而易见的结果就是，IFRS17 突出了保险会计对保险业务利润计量的平滑性更加明显以及不同合同组的盈利状况能够被更明晰地反映。

突出保险业务利润的平滑性特征。IFRS17 下对未来预期的变化通过调整合同服务边际的方法实现（亏损合同除外），而我国准则的剩余边际对保险合同的经济假设与非经济假设的变化不作调整，导致未来预期的调整计入到当期的利润中，这一处理方式显然

是不准确的，由于保险合同是一个具有长期特征的合同，因而对未来预期的变化应当反映在未来的未获取利润的计量上，而不应该直接确认为当期损益。

不同的保险合同组盈利状况披露更加清晰。由于 IFRS17 对保险合同的分组更加细化，导致即使是同种承保风险的保险合同中，亏损合同的亏损部分也不能由盈利合同的盈利部分所弥补。我国准则与 IFRS17 准则对于亏损合同的亏损部分都要求在当期进行确认，这样就导致亏损业务占比多的保险公司的利润波动幅度会更大，但也在另一方面说明了 IFRS17 可以更加清晰地反映保险公司的保险业务的盈利水平，这就能够迫使保险公司的负债管理更加优化，产品的推出更加谨慎合理，以避免签发出亏损或可能会发生亏损的保险合同。

3.2 对经营模式的影响

对保险公司管理系统的影响。由于 IFRS17 下利润表与资产负债表的联动效应更加明确，财务的利润表中更多的数据直接来自于精算系统数据，建立财务系统与精算系统的联动及衔接就成为了保险公司面临的难题之一，若没有形成两个系统的联结和整合，就需要众多的精算数据的快速、有效收集与准确传送，这无疑对保险公司的经营带来巨大挑战。

对保险公司负债端的影响。对于普通寿险业务，我国目前采用三年移动平均的国债到期收益率确定，贴现率导致的负债端波动并不明显；而 IFRS17 要求按照评估日曲线，但准则中又提到可以允许保险人基于业务的权重在报告日考虑一定的加权平均收益率（但最长不得超过一年），即便是如此，也会使得保险人的负债变动剧烈。因此如何把控负债端的波动幅度，以及保险负债所对应的投资资产的期限是否做到足够的匹配，使得净资产的波动得以有效的控制就成了保险公司面临的另一个问题。

对保险公司业务结构的影响。IFRS17 的实施将倒逼寿险企业的业务往保障型保险方向发展，推动企业回归保险姓保的本质。IFRS17 通过保险合同的分拆，将与保险部分非直接相关的部分提出，又通过在保费收入与保险支出的计量时将与保险部分直接相关又未被剔除的投资部分剔除，进一步将利润表的承保利润计量锁定为保险服务部分的结果，即便于报表使用者更好地了解保险业务的盈利状况，又有助于保险企业，尤其是寿险企业，回归保险姓保的本质，因为主营业务收入这一报表项目是衡量企业规模大小、业务稳健的重要因素之一。

4. 模拟研究

根据不同的保险利益、给付方式、承保期限等要素，寿险企业推出了多种多样的产品，比如重疾险、意外险、定期寿险、养老理财类保险等。但是，其中最传统也最具有代表性的寿险产品就是定期寿险产品。因此，本文通过构造一款十年期的趸交定期寿险产品来模拟 IFRS17 与我国准则在不同情况的利润计量情况，其保单的基本信息如下表所示。

表 5 保单基本信息

	定期寿险产品
保险责任	死亡年度末给付 100000 元； 退保年度末给付现金价值； 以期初有效保单为基数，每年年末给付 200 元（投资部分）； 年度内发生的死亡和退保，年末支付死亡给付和退保费。
保险期限	10 年期

缴费方式	趸交
样本	1000 名投保年龄为 30 岁的男性

4.1 主要精算假设的选择

寿险责任准备金的主要计量假设包括保险事故发生率、折现率、退保率、保单红利假设等。

死亡率假设，即保险事故发生率假设。死亡率假设受国民生活方式改变、社会进步和医疗技术水平的提高等因素影响，存在不确定性并且计量方法复杂。本文利用保监会最新于 2016 年 12 月公布对的《中国人身保险业经验生命表（2010－2013）》（以下简称 CL（2010－2013））作为保险事故发生率假设。

折现率假设。折现率及投资收益率假设受未来宏观经济、资本市场、保险资金投资渠道、投资策略等因素影响，存在不确定性。由于本文的研究目的是比较不同准则对利润的计量情况，而非负债的计量差异，因此为便于本文的比较及读者的理解，本文忽略折现率的差异对利润的影响，假定折现率统一为 6%不变。

保单失效和退保率假设。投保人的退保因素是保险人在自身经营的过程中不可避免的问题，也是精算人员研究的一大方向。退保率假设需要根据企业实际经验和预期未来的发展变化趋势，确定合理估计值。对此，本文借鉴了寿险行业某代表性企业对于退保率的经验分析表，选择了定价利率为 2.5%、趸交传统个险产品的退保率经验作为本文退保率的最优假设，即前 4 个保单年度的退保率分别为 5.25%、5.35%、7.88%、7.88%，以后年度均为 4.2%。

手续费及佣金假设。直接和间接佣金率假设以及手续费假设基于各企业目前实际发放水平而设定，本文参照齐晶（2012）对 43 家样本公司财务报表的相关数据进行整理分析，认为手续费及佣金支出率基本符合均匀分布 10%。

投资回报率假设。本文参照了我国寿险行业中某代表性企业所采用的各账户投资回报的假设，传统非分红险投资回报率分别为 2018（4.50%）、2019（4.60%）、2020（4.80%）、2021 及以后年度为 5.00%。

费用率与附加费用率假设。由于法定准则下的准备金的计提不考虑费用的因素，并且新旧准则对于费用的计量差异对利润的影响不明显，因此本文沿用了法定准则下对于费用的假设。为了贴近寿险企业经营的实际，并且与退保率的估计相一致，因此选择附加费用率为退保率所对应的定价利率 2.5%。

4.2 模型的建立

4.2.1 我国现行准则下寿险公司利润模型

根据传统的利源分析模式，寿险企业的利润主要来源于两部分，承保利润和投资利润。承保利润由已赚保费、退保金、赔付支出、提取保险责任准备金、保单红利支出、税金及附加、手续费及佣金支出等构成；投资利润由投资收益、公允价值变动收益/(损失)、汇兑损益、利息支出、其他业务成本、计提资产减值准备等构成。

为方便比较，这里仅考虑两个准则计量模式下差异明显及会对利润影响重大的因素。包括：已赚保费（M）、实际赔付支出（C）、提取保险责任准备金（E）、手续费及佣金支出（F）、实际退保率（S）、当期该组保险合同的现金价值（D）、投资收益（I）。根据保监会关于寿险资金投资渠道的相关规定和我国寿险公司投资业务的具体情况，寿险公司主要投资于银行存款、国债、基金和股权四种资产,其中既有所得税不征部分，也有需要征收所得税部分，这里统一作为不征税处理。则我国准则下寿险公司的第 i 年利润（A）可表示为：

$$A_i = M_i - C_i - E_i - F_i - S_i \times D_i + I_i. \quad (1)$$

4.2.2 新准则下寿险公司利润模型

新准则下险企利润按照承保利润与投资利润分开列报，承保利润由保费收入和保险服务费用构成，投资利润由投资收益、财务费用等构成。新准则的改进使得保险企业的利润来源披露更加透明，但是所涉及的科目以及计量方式也发生重大变化，计量的复杂性也远远超出我国目前的利润计量模式（为简化起见，不考虑其他综合收益部分），并且本文重点比较新准则实施对保险合同利润的影响，不考虑非保险资产带来的投资收益等因素。

保费收入（PI）由剔除投资部分的预期理赔支出（EC）、合同服务边际的摊销（CA）、风险调整释放（FA）、获取成本的摊销（AR）、预期退保率（S）、当期该组保险合同的现金价值（D）、当期分摊的剩余保险责任的损失部分（LR）、预期退保率（S）；保险服务费用（IC）、包括剔除投资部分的当期实际赔付支出（AC）、获取成本的摊销（AR）、剩余承保责任的损失（L）、当期分摊的剩余保险责任的损失部分（LR）、实际退保率（S^*）。投资利润包括财务费用（利息增值）（P）、投资收益（I）。

则 IFRS17 下寿险公司的第 i 年利润（A）可表示为：

$$A_i = (PI_i - IC_i) + (I_i - P_i). \tag{2}$$

其中：$$PI_i = EC_i + CA_i + FA_i + AR_i + S_i \times D_i - LR_i. \tag{3}$$

$$IC_i = AC_i + AR_i + L_i - S_i^* \times D_i - LR_i. \tag{4}$$

4.2.1 模型各变量的估计

基于模型中所涉及的变量项目，涉及应收保费以及保险准备金下的二级科目（新准则要求披露）等，因此需要对上述因素进行估计。但是由于本文专注于两个准则对于保险合同利润计量结果的差异研究，而非保险合同负债的计量，因此尽管不同准则下对保险合同负债的计量存在区别，但这里为了方便展现本文的比较，对两个准则下的精算假设及负债精算模型不予区分，除非关系到保险利润计量差异明显的情况除外，如对未来现金流的预期发生变化的情形等。

保险合同负债需要综合考虑死亡率和退保率。通过以三十岁的男性作为保险对象，利用 CL（2010－2013）中的非养老类业务一表男表（CL1）来得到死亡率等数据。如下表所示：

表 6 CL1 中年龄为三十岁的男性死亡情况表

	非养老类业务一表男（CL1）			
年龄	qx	Ix	dx	px
30	0.000797	986359.3	786.1284	0.999203
31	0.000847	985573.2	834.7805	0.999153
32	0.000903	984738.4	889.2188	0.999097
33	0.000966	983849.2	950.3983	0.999034
34	0.001035	982898.8	1017.3	0.998965
35	0.001111	981881.5	1090.87	0.998889
36	0.001196	980790.6	1173.026	0.998804
37	0.00129	979617.6	1263.707	0.99871
38	0.001395	978353.9	1364.804	0.998605
39	0.001515	976989.1	1480.138	0.998485

其中：q 为死亡率，I 为每百万人中的生存人数，d 为每百万人中的死亡人数，p 为生存概率

保单衰减公式如下：

$$\text{期初生存数}\quad L_{x+t}(begin)=\begin{cases}1 & t=0\\ L_{x+t-1}(end) & t>0\end{cases} \tag{5}$$

$$\text{保单年度内死亡数}\quad Death_{x+t}=L_{x+t}(begin)\times q_{x+t} \tag{6}$$

$$\text{保单年度内退保数}\quad Laspes_{x+t}=(L_{x+t}(begin)-Death_{x+t})\times S_{x+t} \tag{7}$$

$$\text{期末生存数}\quad L_{x+t}(end)=L_{x+t}(begin)-Death_{x+t}-Laspes_{x+t} \tag{8}$$

其中，q_{x+t} 为年龄为 x 岁的男性在 t 年内死亡的概率，Sx+t 为在保险年度 t 时退保的概率。根据上述公式，计算该组合同的保单衰减情况，同时不利情形下的死亡率与退保率估计分别为预期估计的基础上增加 5%。由此得到预期情形下和不利情形下该组合同的保单衰减值，如下表所示：

表 7 预期情形与不利情形下保单衰减表

年龄	期间	最优估计假设				不利情形假设			
		L(begin)	Death	Laspes	L(end)	L(begin)	Death	Laspes	L(end)
30	1	1.00000	0.00080	0.05246	0.94674	1.00000	0.00084	0.05508	0.94408
31	2	0.94674	0.0080	0.05061	0.89534	0.94408	0.00084	0.05299	0.89026
32	3	0.89534	0.00081	0.07049	0.82404	0.89026	0.00084	0.07359	0.81582
33	4	0.82404	0.00080	0.06487	0.75837	0.81582	0.00083	0.06743	0.74756
34	5	0.75837	0.00078	0.03182	0.72577	0.74756	0.00081	0.03293	0.71382
35	6	0.72577	0.00081	0.03045	0.69451	0.71382	0.00083	0.03144	0.68154
36	7	0.69451	0.00083	0.02913	0.66455	0.68154	0.00086	0.03002	0.65067
37	8	0.66455	0.00086	0.02787	0.63581	0.65067	0.00088	0.02866	0.62113
38	9	0.63581	0.00089	0.02667	0.60826	0.62113	0.00091	0.02735	0.59287
39	10	0.60826	0.00092	0.02551	0.58183	0.59287	0.00094	0.02610	0.56582

寿险产品的定价方法到现在为止已经经历了两个阶段：毛保费公式为代表的净保费加成法以及资产份额定价法。净保费加成法的主要优点是仅需通过有限的计算将毛保费的费率计算出来，只需给定保费的基本假设，包括：死亡率、利率、费用率、附加费用率等。对于简单的寿险产品，净保费加成法是极其有效且可行的。

根据保险合同的承保责任，得到毛保费的计算公式:

$$GP=\sum_{i=1}^{10}\frac{SA\times A^{1}_{30\overline{10}]}+CV_t\times S_t}{(1-2.5\%)^i}\times\frac{1}{1-10\%} \tag{9}$$

$$CV_t=SA\times\left[A^{1}_{30\overline{10}]}-\sum_{k=0}^{t}({}_kp_{30}\times q_{30+k}\times\prod_{i=1}^{k+1}v_i\right]\times\prod_{k=0}^{t}(1+i_k) \tag{10}$$

$$A^{1}_{30\overline{10}]}=\sum_{t=1}^{10}({}_tp_{30}\times q_{30+t}\times\frac{1}{(1+i)^t}) \tag{11}$$

其中，GP 为毛保费，SA 为死亡给付，CV_t 为有效保单的期初现金价值，i 为贴现率。同时假定附加费率为 2.5%，手续费及佣金支出为 10%。

因此，在初始确认时针对该组 1000 份十年定期寿险的趸交毛保费为 956030 元；手续费及佣金支出 95603，风险调整为最优估计假设下未来现金流现值与不利情形假设下未来现金流现值的差额，最终计算结果为 33960 元；合同服务边际（剩余边际）为趸交毛保费扣除手续费及佣金支出、最优估计假设下未来现金流现值、风险调整，最终计算结果为 64790 元。

4.3 预期情形的利润比较

死亡率和退保率如预期情形的精算假设，该十年定期寿险产品在初始确认时的单笔保单，分别在我国现行准则和 IFRS17 下的利润确认情况如下表所示。

表 8 初始确认时现行准则的各期利润确认

	保费收入	保险支出	提取寿险责任准备金	手续费及佣金支出	投资收益	利润
Y1	956.0307	119.0122	775.21	95.60307	65.39250	31.60
Y2	0	114.0567	-84.20	0	37.91997	8.06
Y3	0	122.321	-98.97	0	36.53355	13.1835
Y4	0	112.6061	-93.30	0	32.88903	13.58565
Y5	0	92.18193	-73.74	0	28.82345	10.38083
Y6	0	91.27859	-76.58	0	25.5921	10.8953
Y7	0	90.83019	-80.09	0	22.24216	11.5055
Y8	0	90.76767	-84.24	0	18.74417	12.21571
Y9	0	91.15354	-89.12	0	15.07098	13.04
Y10	0	92.15150	-94.96	0	11.19076	13.99514

表 9 初始确认时 IFRS17 下各期利润确认

	保险服务结果			投资结果			利润
	保险收入	保险支出	合计	投资收益	财务费用	合计	
Y1	140.94	128.5726	12.37	65.39251	45.70094	19.69157	32.05779
Y2	135.961	123.6171	12.34	37.91997	45.18967	-7.26969	5.074257
Y3	146.9585	131.8821	15.08	36.53356	40.57513	-4.04157	11.03491
Y4	136.5612	122.1665	14.39	32.88903	35.18016	-2.29113	12.10354
Y5	112.2535	101.7422	10.51	28.82346	29.97737	-1.15391	9.357361
Y6	111.6308	100.8389	10.79	25.59218	25.70135	-0.10917	10.68272
Y7	111.53	100.3905	11.14	22.24217	21.29488	0.947287	12.08674
Y8	111.8833	100.328	11.56	18.74418	16.62752	2.116658	13.67202
Y9	112.7684	100.7139	12.05	15.07098	11.65673	3.414246	15.46882
Y10	114.3781	101.7118	12.67	11.19077	6.333588	4.857182	17.52344

通过对比我国现行准则的计量结果，可以发现 IFRS17 的各期利润计量结果与现行准则下结果存在一定的差异，我国准则的计量结果在 Y6 之前一直高于 IFRS17 的计量结果，而在这之后则低于 IFRS17 的计量，主要原因是准备金的计量包括了利息增值，因而准备金提转差也包含了该部分，而 IFRS17 下需要扣除的财务费用是当期计提的全部费用，这就造成了财务费用的时间分配及计量次序的不同，影响各期利润的确认结果。

另外需要注意的是，将财务费用包含在准备金的计量中在利润表中反映的做法是很不合理的，这使得我国准则下准备金的提转差远小于当期的支出，不能反映保险合同的各期实际盈利能力。相反，IFRS17 下将利息增值计入利润表的投资结果，与保险结果相分离，能更清晰地反映保险服务的盈利能力。

4.4 发生未预期变化的利润比较

在第三年年末，实际发生的赔付支出与预期不同（实际死亡率与实际退保率高于预期假设 20%），该保险公司因此重新计算并修正了以后年度的精算假设，即实际死亡率与实际退保率较初始确认时的精算假设提高 20%。

在第四年末，由于该期间的赔付支出恢复为初始确认时的精算假设，因此修正以后各期间的精算假设，由 Y3 期末时的死亡率与退保率（初始确认时的 120%）恢复为初始确认时的假设水平。

因此，由于未来现金流估计发生了变化，保险人需要分别在 Y3 期末、Y4 期对未来现金流最优估计现值进行重新的预测和计算。在 Y3 期末，发生了重大不利情形使得保险合同转为亏损合同，我国准则将这一变化反映在准备金的计量结果增大，全部反映在了利润表中，而 IFRS17 通过调整合同服务边际至 0，保险收入反映当期期初的预期支出，亏损额在以后承保期间进行分摊。在 Y4 期末，重大不利情形消失，合同转为盈利合同，我国准则同样将这一变化全部反映在当期的利润中，而 IFRS17 通过调整合同服务边际，并且保险收入为期初的预期支出，大于当期的实际支出。下图反映了 Y3 期末（盈利合同转为亏损合同）与 Y4 期末（亏损合同转为盈利合同）情况下不同准则的预期各期利润情况。

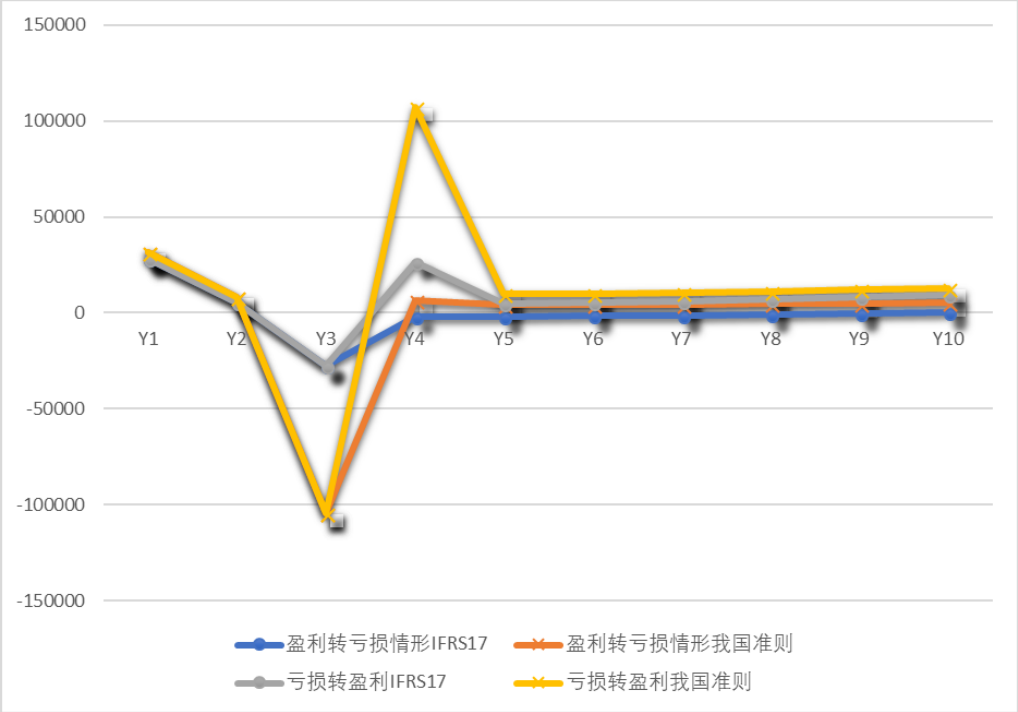


图 1 不同准则下各情形的利润确认结果

从上图中可以看出，IFRS17 对于非经济假设变化的波动程度远小于我国准则的计量结果。一方面由于利润计量模式的变化使得期初预期的当期支出作为保费收入的重要组成部分，而通过准备金提转差的方式会使得对未来预期估计的变化集中反映在当期。另一方面，IFRS17 充分发挥了合同服务边际的平滑利润的特征，对于未来预期盈利的变化

反映在合同服务边际而非当期利润中，能更好地反映保险合同的经济实质。

5. 小结

综上所述，IFRS17 的实施对我国保险企业，尤其是寿险企业的利润及经营产生巨大影响，一方面会使利润更趋平滑化、披露更加明晰，另一方面倒逼寿险公司的业务结构趋向保障型保险、管理系统的互动联结作用也必须加强。

为了能够更好的应对 IFRS17 的实施，我国保险企业必须提前做好准备工作。包括完善财务系统与精算系统的对接过程，便于财报数据准确及时的传递；引进相关专业人才，便于全方位把握新准则的细节；加强投资资产与负债的匹配度，避免净资产的大幅波动；优化产品结构使保障型保险产品占比增加，确保新准则实施时的报表追溯期间数据可平稳过渡等。

References

[1]曹纳.保险会计准则改革对我国保险负债会计计量影响研究[J].财会通讯，2017(19)

[2]常欢.中国会计准则国际趋同研究文献综述[J].重庆科技学院学报(社会科学版)，2017(6)

[3]丁雯.实施 IFRS17 对保险业及公司的影响分析[J].精算通讯. 2017(11)

[4]郭欣.随机利率下的完全离散型寿险精算模型[J].统计与决策.2013 (6)

[5]郭菁.揭开保险合同准备金计量的面纱——对 IASB 保险合同会计准则征求意见稿的述评[J].会计研究. 2010(9)

[6]何文晶.IASB 和我国保险会计准则的比较分析——基于保险合同计量部分[J].上海金融，2011(6)

[7]黄向阳.责任准备金评估方法对寿险公司报告利润的影响[J].统计与决策.2004(2)

[8]刘玉焕.保险会计新准则对寿险业的影响及应对策略分析[J].保险研究，2010(7)

[9]陆建桥，杨海松.保险合同会计：国际动态与对策研究[J].会计研究，2009(7)

[10]罗雨.按利润目标制定寿险营业保险费的方法[J].保险研究.1995(6)

[11]倪红霞,谢志刚. 论我国保险公司责任准备金贴现率的确定[J].上海金融，2012(2)

[12]王石秋，申曙光.中国寿险业盈利增长动力研究[J].统计与决策.2011(12)

[13]王艳.非寿险业实施<企业会计准则解释第 2 号>的预期经济后果分析[J].保险研究，2011(4)

[14]王耀华.对寿险公司经营中几个问题的探讨[J].保险研究.1999(1)

[15]许闲.论保险合同会计计量模式的选择与国际趋同[J].保险研究，2010(3)

[16]杨苏舒.保险合同收入确认最新进展[J].财会通讯，2015 (22)

[17]中华人民共和国财政部会计司.《企业会计准则第 25 号--原保险合同》[S].2006.

[18]中华人民共和国财政部会计司.《保险合同相关会计处理规定》[S].2009.

[19] Swiss Re. The Impact of IFRS4 on the insurance industry[J].SIGMA.2004(6)

[20] Swiss Re. Insurance accounting reform: a glass half empty or half full [J].SIGMA.2012(6)

[21]Hymans Robertson .Building up to IFRS 17——Understanding the new reporting standard for insurance contracts [OL].

https://www.hymans.co.uk/news-and-insights/research-and-publications/publication/white-paper/.2017-8

[22]Swiss Re. GLOBAL INSURANCE REVIEW 2017 AND OUTLOOK[OL].

http://institute.swissre.com/research/library/Global_insurance_review_2017.html#topics .2017-11

[23] IASB.IFRS 17 Insurance Contracts[S].2017

实施IFRS17对我国寿险企业盈利及经营的影响研究

赵蕾 郭振华 刘嘉豪

赵蕾
副教授
上海对外经贸大学金融管理学院
上海201620，中国
Email: zhaoleiswm@163.com

郭振华
教授
上海对外经贸大学金融管理学院
上海201620，中国
Email: 13918418470@163.com

刘嘉豪*
上海对外经贸大学金融管理学院
上海201620，中国
Email: 18217577790@163.com

关键词: IFRS17保险合同、保险会计准则、保险合同负债、保险利润计量

中文摘要. 2017年5月18日，国际会计准则理事会（IASB）发布了《国际财务报告准则第17号：保险合同》（IFRS 17），将取代2004年作为临时准则发布的《国际财务报告准则第4号：保险合同》（IFRS 4）。由于IFRS 4允许保险公司按照各自的国家会计准则对保险合同的计量进行会计处理，而各国使用的保险会计准则不同，因此不同国家反映的保险会计信息存在很大的差异，使得报表使用者按照现行准则在不同国家间保险公司的比较十分困难。为了解决这些问题，IASB进行了一项计划，历时20年对保险合同的会计处理进行多轮的征求意见和讨论修订，最终IFRS17颁布出台。它将有助于报表使用者更好地了解保险公司的实际盈利能力，同时解决利润来源及风险敞口等问题。

我国的保险会计准则的制定是建立在 IFRS 4 及其讨论稿的基础上逐步完善的，相比之前的 IFRS4 和我国现行的保险会计准则，IFRS17 在保险合同的会计处理提出了重大的变化，其中包括：保险合同的确认、计量和列报；保险合同分拆的规定；披露上针对负债计量模型的各个要素增加许多细节要求，以及规定了一系列的资产负债表和利润表的列报原则等。IFRS17 将于 2021 年 1 月 1 日起开始在全球范围内生效，其高度复杂性使得现行保险公司的工作流程不再适用，将给 IFRS17 的执行带来巨大挑战。此外，IFRS17

的实施，将使得保险公司的保险合同负债计量及利润的确认发生巨大变化，甚至可能导致保险公司的经营结构发生调整，因此有必要对 IFRS17 进行深入的研究并与我国准则的计量模式及结果进行比较分析，从而使我国保险公司对 IFRS17 做好充分的应对措施。

本文较全面地分析并比较了我国现行保险会计准则与 IFRS17 在负债计量及利润确认方面的差异。并且，在准则研究的基础上，通过模拟一个十年期定期寿险产品在不同准则下的计量结果，以及当发生预期假设变化的情形下不同准则计量结果的变动情况，分析实施 IFRS17 对寿险企业盈利及经营带来的影响，并根据新准则带来的影响提出相应对策及建议。本文帮助我国寿险企业更加积极有效地应对 IFRS17 的实施。

Chapter 5. Pension and Social Security

The Effectiveness Assessment of Natural Hedging With Mortality Immunization Theory

HU Shiqiang
Associate Professor
Finance School
Zhejiang University of Finance and Economics
Hangzhou 310018, China
Email: crazyrobert3478@126.com

Keywords: longevity risk; mortality immunization; segmented hedging; Bayes MCMC method

Abstract. To respond to the longevity risk of annuities caused by larger-than-expected mortality improvement, this article dedicates itself to the effectiveness of segmented hedging strategy with the theory of mortality immunization and mortality duration. In order to avoid the accumulation and transformation of parameter errors, we complete the mortality projection, mortality duration calculation and numerical simulation in the uniform framework of Bayes MCMC method using WinBUGS software. As measures, the tree-dimensional diagram,variance reduction ratio and VaR of the four segmented combination reserve funds have been computed and compared , and the results show that the combination including low age life policy and older age annuity insurance policy turns out to be the best performer in terms of the the three indicator and excels by revealing best longevity risk hedging effectiveness.

1. 引言

利率免疫技术是传统金融中广泛使用的一种风险管理方法，它通过对资产和负债久期的匹配来稳定未来的现金流，使其免受利率波动的影响。同样地，在保险业中寿险和年金产品的保费和准备金也会受到利率波动的冲击，因此其利率免疫问题也同样受到学者们的关注。Redington（1952）在利息力常数变化的假设下推导出净现金流现值不受利率影响的一阶和二阶条件，之后Fisher and Weil（1971）放松了Redington（1952）的常数利息力假设，研究了目标期的利率免疫问题；而Shiu（1990）则在Fisher 的基础上进一步研究了多期免疫问题。久期和凸性理论在寿险负债中的较新应用有Tsai（2009）等。

我们知道寿险和年金保单除了受利率风险的影响外，还会受到死亡率恶化或改善的巨大冲击。特别是死亡率改善趋势对年金产品的影响。在过去的几十年里，死亡率的持续改善使年金提供者和社会保障系统的偿付能力遭受到严重的冲击。对此，学术界主要从三方面来探求对策：首先是死亡率建模方法，该方法试图建立更有效的死亡率预测模型以便给寿险和年金产品的定价提供更准确的死亡率预测数据。相关文献有Lee and Carter（1992）、Brouhns et al(2002)、Cairns(2009)、Cox et al.(2010)和Li(2014)

等；其次是证券化方法，该方法以长寿债券和生存互换等死亡率连接型证券来对冲死亡率和长寿风险，其基本原理是让证券的收益和将来实际实现的死亡率挂钩，从而将风险转移到资本市场，相关文献有Lin and Cox(2005)、Man et al (2015)和Bravo et al(2018)等，然而与蓬勃的理论研究相比，长寿衍生品市场所需要的制度环境和法规建设却进展缓慢，与实际需要尚有较大距离；另一种近年来广受学者们关注的是自然对冲方法，该方法的内在逻辑是利用年金保单和寿险保单对死亡率变化的相反的风险暴露（敞口）来对冲风险。一般来说，死亡率的改善将使年金的成本增加，因为年金持有者的平均生存年龄将提高，对其支付的值也将增加；相反地，死亡率的改善将会使得寿险保单成本降低，相应地对保单持有者的支付也将减少，因为保单合同期内死亡率人数和死亡率概率都会减少。如果以相似与利率免疫的原理，构建两种产品的某种组合，以死亡率久期和死亡率凸性的概念来度量组合的死亡率敏感性，就可以导出使组合免受死亡率变化冲击的各保单间的数量条件。久期凸性匹配策略是学者们的最常用的策略，该方向的研究沿着麦考勒久期（Cox and Lin，2007）、有效久期（Plat，2011）和关键死亡率久期（Li and Luo,2012;Tsai and Chung，2013等）的演进脉络进行久期匹配策略的优化拓展，以提高自然对冲的有效性，最近文献有Lin and Tsai(2014)和Luciano,E et al（2012，2017）等。然而此类文献的一个共同缺陷就是其久期凸性计算所依赖的生存概率是来自以Lee-Carter模型为代表的经典死亡率统计模型，此类模拟多采用典型的时间序列方法，其死亡率预测都是分参数估计和预测两个阶段来进行的，参数估计阶段的误差将会被直接带入预测阶段，预测误差将会在此过程中累积和传导，抬高预测值对实际的偏离，从而实质性地影响死亡率久期计算及自然对冲有效性的量化评估。

本文与现有自然对冲类文献相比主要有如下改进。首先，本文将以贝叶斯Markov Chain Monte Carlo方法（即贝叶斯MCMC方法）为统一的框架，一次性地完成死亡率、死亡率久期凸性及VaR等风险评估指标的计算，能有效避免死亡率预测误差及其对死亡率久期及VaR计算的传导，可有效提高自然对冲的效率；其次，本文根据死亡率久期特征和自然对冲原理，提出并检验了以保单被保险人年龄为划分的分段对冲策略，是对自然对冲机理的进一步挖掘及创新。

2. 死亡率免疫理论

众所周知，久期是现代金融中利率免疫策略的理论基石，是用来度量资产价格对利率变动的敏感性的重要指标，而凸性则用来测度资产价格对利率变动的二阶导数的曲率。如果我们用 $P(\delta)=\sum_{k=1}^{n}c_k e^{-\delta k}$ 表示金融资产在t=0时的价格，c_k 是资产在k时的现金流，，$\delta=In(1+i)$ 利息力,i是利率，则修正久期被用来测度该资产对利息力变化的敏感性，即有公式：

$$MD_{\delta}[P(\delta)]=-\frac{\partial P(\delta)}{\partial \delta}\times\frac{1}{P(\delta)}=\frac{1}{P(\delta)}\sum_{k=1}^{n}k\times c_k\times e^{-\delta k} \quad (1)$$

进一步地，我们用凸性来度量久期如何随着利息力的变化而变化，即有：

$$MC_{\delta}[P(\delta)]=\frac{\partial^2 P(\delta)}{\partial \delta^2}\times\frac{1}{P(\delta)}=\frac{1}{P(\delta)}\sum_{k=1}^{n}k^2\times c_k\times e^{-\delta k} \quad (2)$$

显然，资产价格 $P(\delta)$ 里 $e^{-\delta k}$ 项中常数因子 δ 使我们很方便地得到关于 δ 的一阶和二阶导数，并进而得到目标期，多期和净资产免疫的条件。然而当我们考察年金保单时，我们有：

$$\ddot{a}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1} {}_k p_x \times e^{-\delta k} = \sum_{k=0}^{n-1} e^{-\int_0^k \mu_x(t)dt} \times e^{-\delta k} \quad (3)$$

上式中 $\ddot{a}_{x:\overline{n}|}$ 是x岁的被保险人投保n年期期初付生存年金的年金系数，其中 $\mu_x(t)$ 表示t时x岁人的死力，而 ${}_t p_x$ 表示x岁的人活到x+t岁的概率，有 ${}_t p_x = \exp(-\int_0^k \mu_x(t)dt)$ 。我们无法对上式进行死亡率的微分，因为在上式的 ${}_k p_x$ 和 $\int_0^k \mu_x(t)dt$ 中并不存在一个共同的因子。对此，跟传统久期概念中收益率曲线平行移动假设相类似，精算文献中也通常假设死亡力 $\mu_x(t)$ 会进行常数的变化，即 $\mu_x^{\bullet}(t) = \mu_x(t) + \lambda$，见Lin and Tsai（2013, 2014），这样 ${}_k p_x$ 将变成：

$${}_k p_x^{\bullet} = e^{-\int_0^k [\mu_x(t)+\lambda]dt} = {}_k p_x \times f(k,\lambda) \quad (4)$$

其中 $f(k,\lambda)$ 称为调整函数，取决于x岁人的生存年k和 $\mu_x(t)$ 的常数变动 λ，有：

$$f(k,\lambda) = e^{-\lambda k} = 1 - k\lambda + k^2 \frac{\lambda^2}{2} + ... + O(\lambda^2) \quad (5)$$

如果令 $$d(k) = -\frac{\partial f(k,\lambda)}{\partial \lambda}\Big|_{\lambda=0} = k, \qquad c(k) = \frac{\partial^2 f(k,\lambda)}{\partial \lambda^2}\Big|_{\lambda=0} = k^2 \quad (6)$$

则年金保单的死亡率久期和凸性分别可以表示成：

$$D[\ddot{a}_{x:\overline{n}|}(\mu_X)] = \sum_{k=0}^{n-1} d(k) \times {}_k p_x \times e^{-\delta k} \quad (7)$$

$$C[\ddot{a}_{x:\overline{n}|}(\mu_X)] = \sum_{k=0}^{n-1} c(k) \times {}_k p_x \times e^{-\delta k} \quad (8)$$

为方便起见，我们分别用 p_1 和 p_2 表示n年期定期寿险和n年期生存年金的均衡保费，缴费期都是m年，即有 $p_1 = A^1_{x:\overline{n}|} / \ddot{a}_{x:\overline{m}|}$ 和 $p_2 = \ddot{a}_{x:\overline{n}|} / \ddot{a}_{x:\overline{m}|}$，其中n>m. 如果我们用 ${}_0V$ 表示保单或保单组合在签订时的准备金，P_1 和 P_2 表示寿险和年金保单，则有：

$${}_0V[P_1(\mu_X)] = A^1_{x:\overline{n}|}(\mu_x) - p_1 \times \ddot{a}_{x:\overline{m}|}(\mu_X) = 0 \quad (9)$$

$${}_0V[P_2(\mu_X)] = \ddot{a}_{x:\overline{n}|}(\mu_x) - p_2 \times \ddot{a}_{x:\overline{m}|}(\mu_X) = 0 \quad (10)$$

上式分别表示n年定期寿险和n年生存年金的准备金，显然它们都会受到死力的影响，且影响方向相反。注意到 $A^1_{x:\overline{n}|} = 1 - d \times \ddot{a}_{x:\overline{n}|} - {}_n E_x$，$d$ 是贴现率，有 $d = i/(1+i)$，${}_n E_x$ 是精算贴现因子，有 ${}_n E_x = v^n \times {}_n p_x$，则（9）式变成：

$${}_0V[P_1(\mu_X)] = (1 - d \times \ddot{a}_{x:\overline{n}|}(\mu_x) - {}_n E_x(\mu_x)) - p_1 \times \ddot{a}_{x:\overline{m}|}(\mu_X) = 0 \quad (11)$$

作为对冲我们将这两种产品按照一定的比例搭配成产品组合，即 $P = \omega P_1 + (1-\omega)P_2$，找到一定比例 ω，使其对死亡率改善免疫。显然组合的准备金在0时刻有

$${}_0V[P(\mu_x)] = \omega \times {}_0V[P_1(\mu_x)] + (1-\omega) {}_0V[P_2(\mu_x)] = 0 \quad (12)$$

把方程（10）和方程（11）带入上式，有：

$${}_0V[P(\mu_x)] = \omega(1 - {}_n E_x) + (1 - \omega - \omega d)\ddot{a}_{x:\overline{n}|} - [\omega p_1 + (1-\omega)p_2] \times \ddot{a}_{x:\overline{m}|} = 0 \quad (13)$$

为方便起见，我们可以将上式整理成 $\sum_{k=0}^{n-1} n_k^P = 0$， n_k^P 是 N_k^P 的精算现值，即有 $n_k^P = N_k^P \cdot {}_k p_x \cdot e^{-\delta k}$，而 N_k^P 则是该保单组合在k时的净现金流，具体如下表。

表1　　保单组合净现金流

符号	保单组合净现金流	时间k
N_0^P	$1-\omega\cdot d-[\omega\cdot p_1+(1-\omega)\cdot p_2]$；	$k=0$
N_k^P	$1-\omega-\omega\cdot d-[\omega\cdot p_1+(1-\omega)\cdot p_2]=N_0^P-\omega$；	$k=1,2,...,m-1.m\geq 2$
N_k^P	$1-\omega-\omega\cdot d$；	$k=m,m+1,...,n-1.m<n$
N_n^P	$1-2\omega-\omega d$；	$k=n$

则当死力由 μ_x 变成 $\mu_x+\lambda$ 时，该组合准备金的变化可表达为下式

$$\Delta_0 V[P(\mu_x)] = {}_0V[P(\mu_x+\lambda)] - {}_0V[P(\mu_x)] \tag{14}$$

即原准备金中每一项都从 ${}_k p_x$ 变成 ${}_k p_x \cdot f(k,\lambda)$，因此，我们又可以把（14）式写成 $\Delta_0 V[P(\mu_x)] = \sum_{k=0}^{n-1} n_k^P \cdot [f(k,\lambda)-1]$，而 $f(k,\lambda)$ 展开会得到

$$f(k,\lambda) = f(k,0) + \lambda \cdot \frac{\partial f(k,\lambda)}{\partial \lambda}|_{\lambda=0} + \frac{\lambda^2}{2}\cdot\frac{\partial^2 f(k,\lambda)}{\partial \lambda^2}|_{\lambda=0} + O(\lambda^2) \tag{15}$$

其中 $f(k,0)=1$，这样（14）式变形得到：

$$\Delta_0 V[P(\mu_x)] = \lambda\cdot\sum_{k=0}^{n-1} d(k)\cdot n_k^P + \frac{\lambda^2}{2}\cdot\sum_{k=0}^{\infty} c(k)\cdot n_k^P + O(\lambda^2) \tag{16}$$

因为死亡率的改善是一个渐进漫长的过程，这也就意味着 λ 的值较小，而 $\lambda^2/2$ 项将更小，对整体变动的影响也将更小，忽略此项及更高阶项，则上式对死力免疫的条件是 $\sum_{k=0}^{n-1} d(k)\cdot n_k^P = 0$，结合（16）式我们知道，$\sum_{k=0}^{n-1} d(k)\cdot n_k^P = 0$ 等价于

$$\frac{\partial[\Delta_0 V(P(\mu_x))]}{\partial\lambda}|_{\lambda=0} = 0 \text{ 或 } D\{{}_0V[P(\mu_X)]\} = 0$$

即

$$D[\omega\,{}_0V(P_1) + (1-\omega)\,{}_0V(P_2)] = 0$$

解得：

$$\omega = \frac{D\{{}_0V[P_2(\mu_X)]\}}{D\{{}_0V[P_2(\mu_X)]\} - D\{{}_0V[P_1(\mu_X)]\}} \tag{17}$$

显然，在寿险保单和年金保单的组合中，寿险保单所占比例满足（17）时，该组合就能实现对死亡率变化的免疫。

3．死亡率预测与久期计算

3.1 Lee-Carter模型参数估计的传统方法与贝叶斯改进

Lee-Carter模型是Lee and Carter(1992)中提出的一种死亡率预测模型。近20年来学者们虽然又不断提出种种新的死亡率预测模型，但在理论和实务界应用最广的依然还

是Lee-Carter模型。Lee-Carter模型用三个参数序列：a_x，b_x和k_t来描述x岁的人在t时观察的中心死亡率$m_{x,t}$的自然对数，公式为：

$$Inm_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t} \tag{18}$$

这里k_t是一个随时间而变化的参数，表示对所有年龄段都相同的时间效应，另一个年龄相关的参数b_x给出了各个不同年龄对参数k_t的敏感性，参数a_x给出了对每个年龄x来说独立于参数k_t的年龄效应，可以看作各年龄别对数死亡率的平均水平。$\varepsilon_{x,t}$是残差项，并且有$\varepsilon_{x,t} \sim N(0,\sigma_\varepsilon^2)$。对数据在$m_{x,t}$和${}_t p_x$之间的转换，通常设死力$\mu_x(t)$在同一日历年的每一个时间点上是常数，这样就有$m_{x,t} = \mu_x(t) = -In_t p_x$。

因为方程（18）是关于b_x和k_t的双线性模型，为了模型的可识别性，Lee-Carter模型通常有两个约束条件，即：$\sum_{x=0}^{\infty} b_x = 1$和$\sum_{t=0}^{T} k_t = 0$。这里$T$是时间序列死亡数据的期数。

简单来说，传统的Lee-Carter模型中的死率预测是分两个阶段来进行的。第一阶段我们用历史数据来估计参数a_x，b_x和k_t，第二阶段用传统的时间序列方法对参数k_t的拟合值建模，利用趋势外推得到k_t的预测值并进而得到对数死亡率的预测值

由于传统时间序列方法的参数估计和预测的不连贯问题，参数估计阶段的误差会不加处理地带入到预测阶段，从而导致对实际预测的偏差。Czado(2005)、Pedroza(2006)和Cairns(2011)等放弃频率学派的方法，转而采用贝叶斯方法，将传统Lee-Carter模型参数估计与预测相互独立的两个阶段放在一个统一的框架下，以系统性的方式来进行处理。

以贝叶斯方法对Lee-Carter模型进行重构，可以将原模型归纳为观察方程（18）和状态方程（19），即

$$k_t = \rho + k_{t-1} + e_t \tag{19}$$

这里ρ是漂移项，e_t是随机误差项。观察方程$Inm_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$的相关参数的先验分布设定如下：

$$a_x \sim N(0,\sigma_a^2) \tag{20}$$

$$b_x \sim N(1/n_a,\sigma_b^2) \tag{21}$$

σ_a^2和σ_b^2分别是先验分布的方差，而n_a是年龄组的数目。且b_x要满足$\sum_{x=0}^{\omega} b_x = 0$的约束。对$\varepsilon_{x,t_n}$项，有：

$$\varepsilon_{x,t_n} \sim N(0,\sigma_\varepsilon^2) \quad , \quad \sigma_\varepsilon^{-2} \sim Gamma(\alpha_\varepsilon, \beta_\varepsilon) \tag{22}$$

对状态方程，相关参数的先验分布设定如下：

$$\rho \sim N(\rho_0,\sigma_\mu^2) \tag{23}$$

$$e_t \sim N(0,\sigma_k^2) \tag{24}$$

$$\sigma_k^{-2} \sim Gamma(\alpha_k,\beta_k) \tag{25}$$

对于上述先验分布中的参数，即超参数设定如下：

表2　　贝叶斯模型超参数设定

	超参数	设定方法
观察方程	α（α_ε和α_k）	2.01
	β（β_ε和β_k）	$(\alpha-1)\sigma_\varepsilon^2$
	σ_a^2	$\hat{a}_x$的样本方差
	σ_b^2	$\hat{b}_x$的样本方差
	σ_ε^2	残差项$\hat{\varepsilon}_{x,t}=In\left(m_{x,t}\right)-\hat{a}_x+\hat{b}_x\hat{k}_t$的样本方差
状态方程	ρ	$(\hat{k}_t-\hat{k}_{t-1})$的样本均值
	σ_k^2	$(\hat{k}_t-\hat{k}_{t-1})/T$的样本方差
	σ_ρ^2	$(\hat{k}_t-\hat{k}_{t-1})$的样本方差

2.2 死亡率预测与久期计算

本文中，我们通过WinBUGS软件来进行Gibbs抽样和超大规模的MCMC模拟运算，从而完成对模型的贝叶斯分析。WinBUGS 是进行贝叶斯推断的专用软件包，而MCMC方法是最近几年发展起来的一种高效的Bayes计算方法，其核心思想就是通过建立一个平稳分布的Markov链，对其进行抽样，然后基于这些样本做各种统计推断。该方法极大地便利了贝叶斯方法的使用。

本文使用WinBUGS软件编程，进行了11000次的抽样，舍弃前1000次，以后10000次样本计算参数估计值。共给出a_x（91个）、b_x（91个）、k_t（30个）和未来死亡率$p[x,j]$（91×20=1820个）共2032个监测参数的估计值，每个参数给出了均值、方差、MC误差、2.5%分位点、中值和97.5%分位点等相应的计算结果。下表给出了其中五个参数的计算结果示例，其中 a[60]和b[60]分别60岁时的a_x和b_x，k[26]表示在16年观察数据基础上得到的预测第10年的年龄效应值，即2019年的年龄效应值，p[60,10]和p[60,20]表示2019年和2029年新生儿活到60岁的概率。

表3　　死亡率模型贝叶斯估计结果示例

node	mean	sd	MC error	2.50%	median	97.50%	start	sample
a[60]	-4.365	0.06772	6.38E-04	-4.497	-4.365	-4.229	1001	10000
b[60]	0.01199	0.003906	5.48E-05	0.00427	0.01203	0.01957	1001	10000
k[26]	-56.34	21.19	0.2496	-97.59	-56.31	-14.57	1001	10000
p[60,10]	0.9325	0.01033	1.29E-04	0.9104	0.9332	0.9507	1001	10000
p[60,20]	0.942	0.0149	1.85E-04	0.9069	0.944	0.9652	1001	10000

按照Ioannis Ntzoufras(2009)的观点，参数估计的MC误差小于其标准差的3%就表示已经收敛了，经检测本文检测的2032个参数都已收敛。以此为基础本文将进一步在贝叶斯MCMC框架下计算寿险保单和年金保单的久期，以及它们准备金的久期。（本文使用的久期概念都是美元久期，即dollar duration）

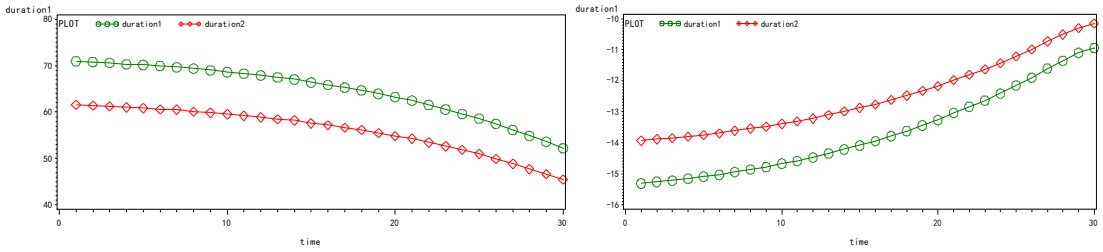


图1　　年金保单与寿险保单的久期变化图

图1中的左右两图分别是年金和寿险保单的久期变化趋势图，保险期限20年，被保险人年龄从40-70岁，跨度30年，菱形标记的红色线是在i=0.03时计算的久期，而圆形标记绿色线是在i=0.02时计算的久期。从图中可以看出，年金保单的死亡率久期与被保险人年龄（也即死亡率）和利率成反比，而寿险保单的死亡率久期则刚好相反；此外计算还容易得到两种保单的久期都与期限成正比。年金死亡率久期的正值意味着当死亡率改善时，年金价值增加；同理，寿险保单死亡率久期为负值意味着死亡率改善时，寿险保单价值减少。

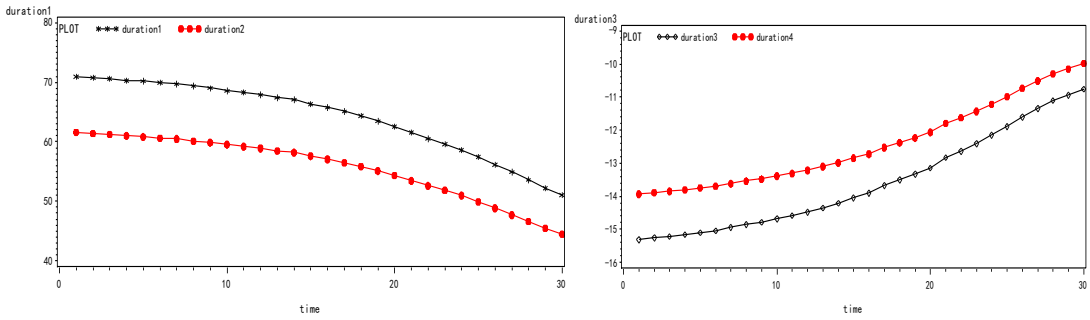


图2　　年金与寿险保单准备金久期变化图

为了探讨死亡率变化时两种保险产品准备金的变化，我们用 $D[{}_0V(P_1)]$ 和 $D[{}_0V(P_2)]$ 表示20年定期寿险和年金保单的准备金久期，在图2中左右两图分别给出利率等于0.02和0.03的情况下年金和寿险保单准备金久期的变化趋势。横轴表示时间，指被保险人年龄从40-70岁的30年时间跨度。$D[{}_0V(P_1)]$ 为负意味着 λ 降低，生存概率改善时P_1的准备金减少，相似地，$D[{}_0V(P_2)]$ 为正意味着当 λ 降低，生存概率改善时P_2的准备金增加。观察发现，在X=40-50岁时，两种久期变化都较为平缓，即对死力 λ 变化的敏感性较弱；而50岁之后，两种准备金久期图形的曲率增加，对死力变化的敏感性增强，鉴于此，本文将考虑依年龄划分4种组合进行分段对冲，即40-40组，50-50组，40-50组和50-40组（下文将称之为组合1-组合4），其中40-40组表示在40-60岁间，以20年期寿险保单和相应年龄20年期年金保单进行组合，而40-50组则表示以40-60岁间20年期寿险保单与年长10岁的50-70岁间年金保单进行组合，以此类推。

此外，在本文死亡率曲线平行移动的假设下，利率的增加在效果上将等同于死亡率的恶化，会降低年金的准备金而提升寿险的准备金水平；相反利率的减少将等同于死亡率的改善，即长寿风险，会导致两类产品准备金反向的变化。

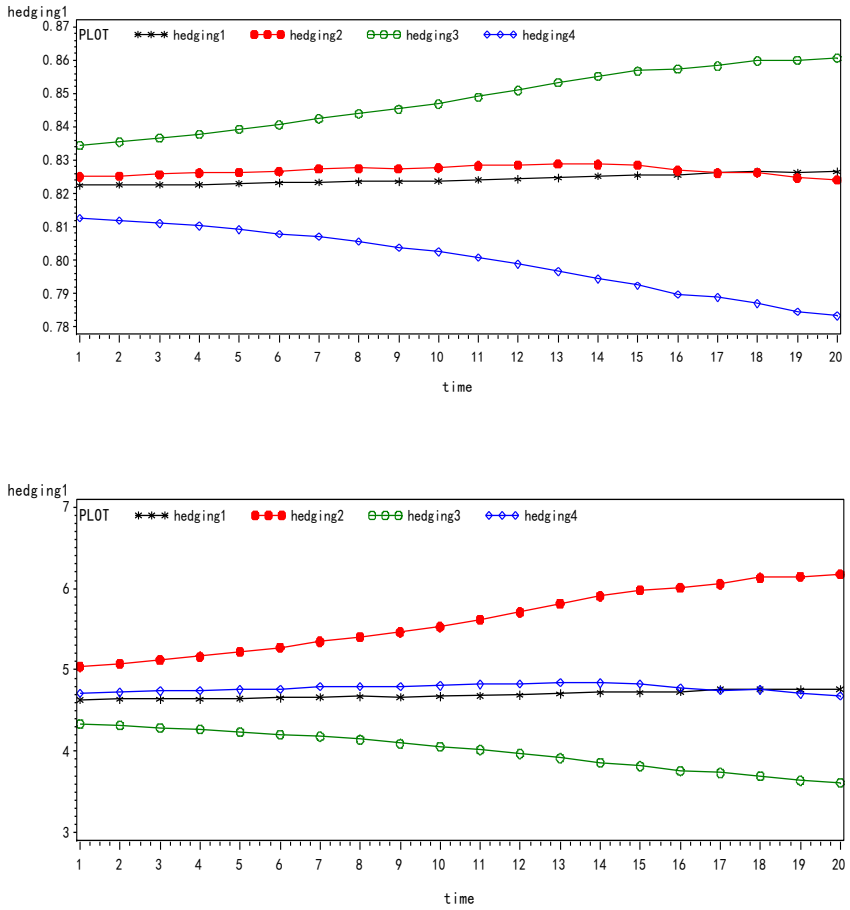


图3　　4种分段对冲组合比例变化图

图3中上图给出了4种保单组合在20年时间跨度上的对冲比例，也即组合中寿险保单的价值权重比例，按此比例，几种组合的准备金将在死力 λ 变化的情况下实现现金流的稳定，不会出现因死亡率改善而出现而使准备金变得过高或不足的情况。从图3上图中可以看出50-40组所需比例最高，并随着年龄增加而增加，50-50组合比例略高于40-40组比例，随着年龄的变化并不明显，40-50组所需比例最低，且随着年龄增加以较大幅度降低。注意到图3上图中的权重是寿险保单在该保单组合中的价值权重，为便于理解，我们将其转换成每种组合中年金保单价值为1时，为达到准备金现金流稳定需要的寿险保单价值，即图3下图，由此可以更加清晰的发现为对冲单位年金准备金所受长寿风险的影响，40-50组合最为有效，所需寿险保单价值最低，而50-40组合对冲效率最低。

图3的理论解释也是显而易见的。在长寿风险冲击下（即生存概率曲线平行上移），寿险和生存年金准备金的变动方向相反，且有 $\Delta_0 V(P_1)<0$ 和 $\Delta_0 V(P_2)>0$，结合图3我们知道当年金保单被保险人年龄大于寿险保单被保险人年龄时，对冲1单位年金所需的寿险保单额度就越小，对冲效果也就越好。其逻辑是：因为 $\omega\bullet\Delta_0 V(P_1)+(1-\omega)\bullet\Delta_0 V(P_2)=0$ 所以有 $\omega=1/(1-\Delta_0 V(P_1)/\Delta_0 V(P_2)$，即 $\omega=1/\{1-D[V(P_1)]/D[V(P_2)]\}$，也就是公式（17），如果被对冲的年金保单确定，则 $D[_0V(P_2)]$ 项已知，则 $-D[_0V(P_1)]$ 越大，ω 就越小，对冲效果就越小，这一点结合图2准备金久期曲线就一目了然了。

4．数值模拟与对冲有效性评估

为了验证图3中的直观结果，独立于原先的生存概率抽样，我们再产生N条MCMC抽样路径，即：$\{p_x^{(j)}=({}_1p_x^{(j)},{}_2p_x^{(j)},...,{}_Tp_x^{(j)}), j=1,2,...,N)$，这里N=10000，也就是生成10000种生存概率的将来情形，再依下式来计算各种组合的准备值，即 ：

$$ {}_0V[P(\mu_x)]=\omega\times{}_0V[P_1(\mu_x)]+(1-\omega){}_0V[P_2(\mu_x)]=0 \quad (12)$$

以4种组合中不同参数计算每种组合的准备金，即在Gibbs Sampling产生的Markov链收敛后，以第1001到11000次共10000次抽样值分别给出它们的时间序列图和自相关图如图4。可见4个准备金计算的抽样值都围绕均值随机波动，没有周期性和趋势性变化；其自相关图也显示它们能够快速收敛。这些良好的稳健特性使我们可以放心地以此大量样本做各种统计推断。

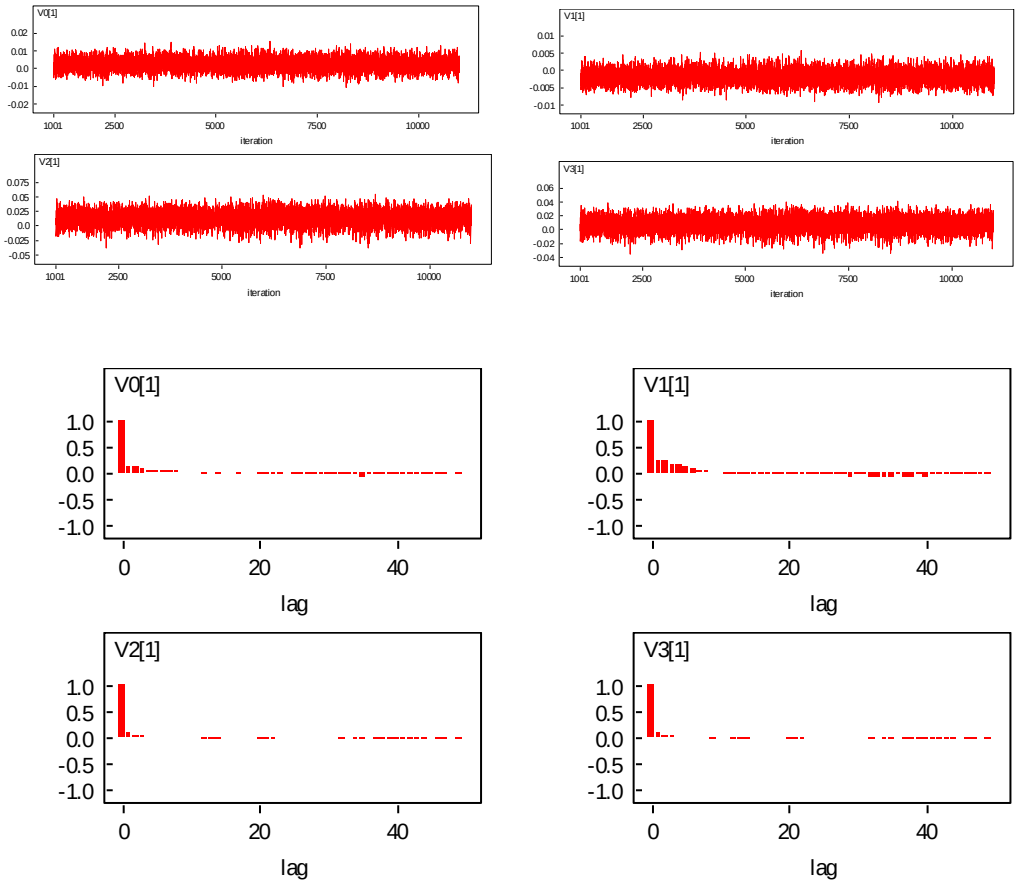
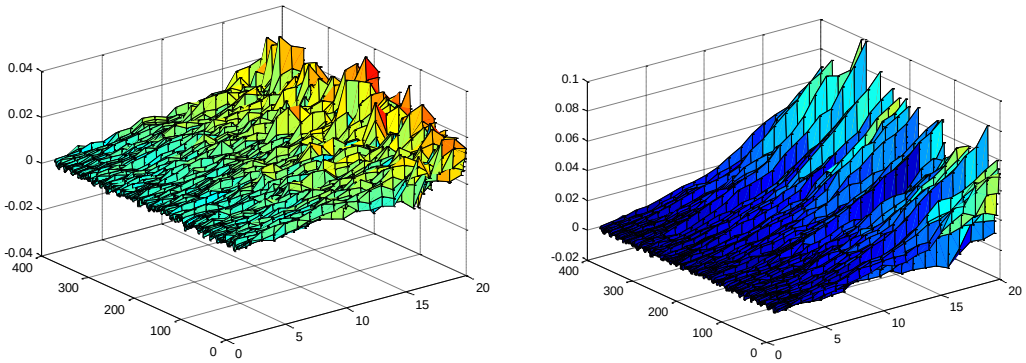


图4　4种组合准备金的时间序列自相关图



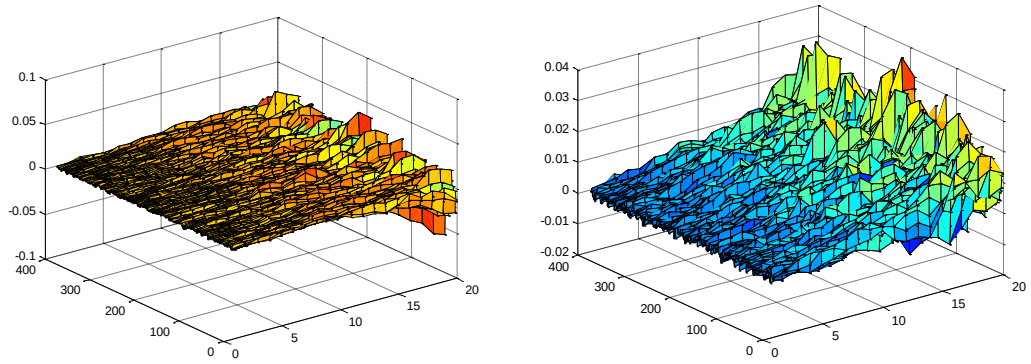


图5　　4种组合准备金数据的三维图

图5中按照上下左右的顺序分别给出了组合1-组合4共4种分段对冲组合的准备金三维图。由图5可见，在起始的10年里，几种组合的准备金变化并不大，但随着年龄的提高，差异逐渐明显。其中40-40组合略优于50-50组合，50-40组合的三维图变化得最为陡峭，稳健性效果最差，而40-50组合的三维图最为平滑，对冲效果最理想，准备金一直接近于0，并且不随年龄的增加而显著变化，显示了令人满意的对冲效果。

文献中学者们经常用所谓的方差缩减比（variance reduction ratio）来度量死亡率或长寿风险的对冲有效性。相关文献有Li and Hardy(2011)、Li and Luo(2012)和Lin and Tsai(2013)等。如果单个产品（即年金保单）的方差大于组合的方差，则认为对冲是有效的，且方差缩减比越小，对冲有效性越高。如果我们用V和V^*来表示单个产品和组合的拟合准备金，则方差缩减比可以表示为；

$$VRR=\frac{\sigma^2(V)-\sigma^2(V^*)}{\sigma^2(V)}=1-\frac{\sigma^2(V^*)}{\sigma^2(V)} \tag{25}$$

我们分别用年金产品和四种组合准备金在每一年的10000个数据计算20年间的方差缩减比，并作图如下，从图中可以看出，组合1和组合4相差不大，组合2除后几年外都有最大的VRR，而组合3即40-50组有最小的VRR,显示了最佳的对冲效果，相似与图5。

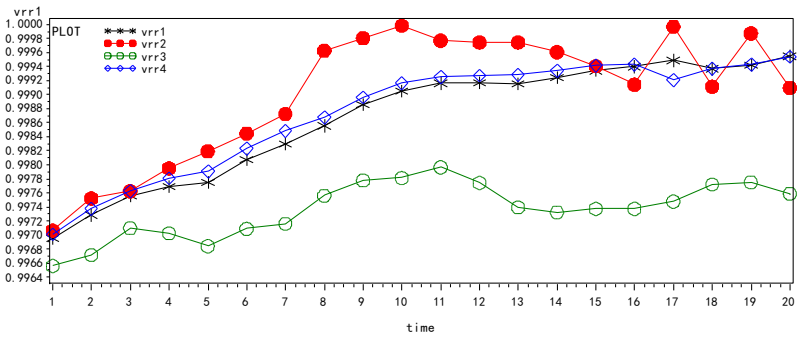


图6　　4种分段对冲组合方差缩减比变化图

我们知道VaR是现代金融中重要的风险度量指标，其在精算领域又被称为分位点风险度量。广义来说$\alpha-VaR(L)$表示L将以α的概率不超过它的值。显然VaR的值越小，意外损失就越小，因此这里我们用VaR来评估4种组合的对冲效率。本文在贝叶斯框架下以MCMC模拟方法计算每种组合随着被保险人年龄增加而变化的VaR值，该方法能减小传统

Monte Carlo方法静态处理产生的偏差，其抽样分布将随着模拟的进行而不断改变，从而实现动态模拟的目的。以模拟计算结果画出图7，从图7我们可以看出，40-50组在95%置信水平和20年跨度下的VaR值均为最小，50-40组合值最大，而40-40组合在寿险被保险人57岁以前其对冲效率是略优于50-50组合中被保险人67岁之前的对冲效果的，这和图5的直观发现是一致的，也和方差缩减比度量的结果相吻合。综合上述几种评估方法我们可以得出结论，在自然对冲的分段组合中，低年龄寿险保单和高年龄年金保单的40-50组对冲长寿风险的效果最好

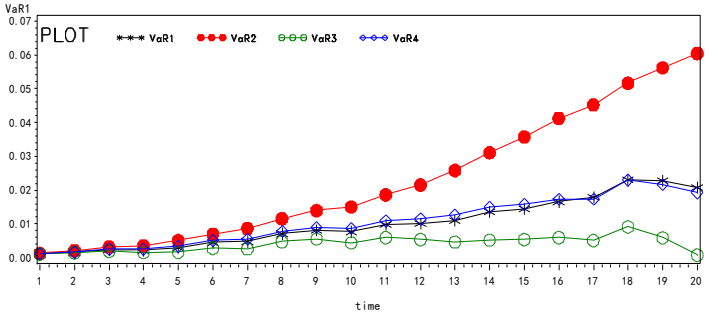


图7　4种分段对冲组合的VaR变化图

5．结论与展望

本文利用生存年金和寿险产品对死亡率改善具有不同风险敞口的特征，构建了以死亡率久期为主要风险度量指标的死亡率免疫理论，并提出以分段对冲的思想来探讨长寿风险的自然对冲有效性问题。具体实证方法上我们在统一的贝叶斯MCMC框架下计算死亡率预测值，死亡率久期，方差缩减比（VRR）和VaR值，以大量的数值模拟来量化评估分段对冲的有效性问题。得出了一些有用的结论如下：

（1）生存年金产品及其准备金的死亡率久期与年龄（死亡率）和利率成反比，与保险期限成正比；而寿险产品及其准备金的死亡率久期与年龄（死亡率）、利率和保险期限都成正比。

（2）死亡率曲线形状与死亡率久期特征相结合可有效提高自然对冲的效率。

本文4种分段对冲组合的理论分析及数量分析结果表明，低年龄寿险保单和高年龄年金保单组合对冲长寿风险的效果最好。这正是结论（1）中年金和寿险产品准备金久期规则，结合生存概率曲线平行上移的规律（长寿风险）优化组合的必然策略。这种分段对冲策略思想，如进一步地推而广之，将具有更普遍的理论和现实意义。比如，这种对冲如果发生在代际之间效果可能会更显著；又或者不同地域之间的对冲组合也是一条可行的途径，这包括不同地域的老年化程度不同带来的机会以及不同地域利率水平差异带来的操作空间等等（图3展示了不同利率水平下准备金死亡率的久期特征），这些都是值得将来深入研究的有意义的课题。

References

[1] BRAVO J M, NEMD FREITAS. Value of Longevity-linked Life Annuities [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2018, 78: 212-229.

[2] BROUHNS N, DENUIT M, VERMUNT J.K. A Poisson Log-bilinear Regression Approach to the Construction of Projected Life Tables [J].Insurance: Mathematics and Economics, 2002, 31(3): 373-393.

[3] CAIRNS A J G, BLAKE D, DOWD K, etc. Bayesian stochastic mortality modelling for two populations [J]. ASTIN Bulletin, 2011, 41 (1):29–59.

[4] COX S H, LIN Y. Natural hedging of life and annuity mortality risks [J]. North American Actuarial Journal, 2007, 11 (3), 1–15.

[5] COX S H, LIN Y, PEDERSEN H. Mortality risk modeling: applications to insurance securitization [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2010, 46, 242–253.

[6] CZADO C, DELWARDE A, DENUIT M. Bayesian Poisson Log-bilinear Mortality Projections [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2005,36(3):260-284

[7] FISHER L, WEIL R L. Coping with the risk of interest-rate fluctuations: returns to bondholders from naive and optimal strategies [J]. Journal of Business, 1971, 44,408–431.

[8] LEE R D, Carter LR. Modeling and forecasting US mortality [J]. Journal of the American Statistical Association, 1992, 87, 659–671.

[9] LI J. An application of MCMC simulation in mortality projection for populations with limited data[J].Demographic Research, 2014,30:1-48

[10] LIN Y, COX S H. Securitization of mortality risks in life annuities [J]. Journal of Risk and Insurance, 2005, 72, 227–252.

[11] LIN T, TSAI C C L. Application of Mortality Durations and Convexities in Natural Hedges, North American Actuarial Journal, 2014,18(3),417-442

[12] LUCIANO E, L REGIS, E VIGNA. Delta-Gamma Hedging of Mortality and Interest Rate Risk [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2012,50(3):402-412

[13] LUCIANO E, L REGIS, E VIGNA. Single- and Cross-Generation Natural Hedging of Longevity and Financial Risk. 2017.

[14] MAN C F, GARETH W P, PAVEL V S. A State-Space Estimation of the Lee-Carter Mortality Model and Implications for Annuity Pricing [J]. Quantitative Finance, 2015, 5 (5) :705-724

[15] PEDROZA C. A Bayesian forecasting model: Predicting U.S. male mortality [J]. Biostatistics, 2006,7(4): 530-550.

[16] PLAT R. One-year value-at-risk for longevity and mortality [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2011, 49, 462–470.

[17] REDINGTON F M. Review of the principles of life-office valuations [J]. Journal of the Institute of Actuaries, 1952,78, 286–315.

[18] SHIU E S W. On Redington's theory of immunization [J]. Insurance: Mathematics and Economics ,1990,9, 171–175

[19] TSAI C C L, CHUNG S L, Actuarial applications of the linear hazard transform in mortality immunization [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2013, 53, 48–63.

[20] TSAIC C L, LIN T. on the mortality risk hedging with mortality immunization [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2013, 53:580-596.

[21] TSAI C L, LIN T. Application of Mortality Durations and Convexities in Natural Hedging [J]. North American Actuarial Journal, 2014, 18(3), 417-442.

基于死亡率免疫理论的自然对冲有效性评估

胡仕强
副教授
浙江财经大学金融学院
杭州310018，中国
Email: crazyrobert3478@126.com

关键词:长寿风险；死亡率免疫；分段对冲；贝叶斯MCMC方法

中文摘要.为应对长寿风险对年金产品的影响，本文以死亡率免疫和死亡率久期规则为理论基础探讨长寿风险的分段对冲策略的有效性问题。为避免传统久期匹配方法中参数估计误差的累积和传导，本文借助WinBUGS软件和贝叶斯Markov Chain Monte Carlo方法，在统一的计算框架下完成了死亡率预测、死亡率久期计算和对冲效果的数值模拟；并以4种分段组合准备金数据的三维图，方差缩减比(VRR)和VaR值为指标来进行长寿风险对冲有效性的对比，结果表明低年龄寿险保单和高年龄年金保单组合具有最平滑的三维图，最小的VRR和VaR值，具有最佳的长寿风险对冲效果。

Demand Status and Influencing Factors of Mutual Insurance Long-term Care Insurance in Zhejiang Province

SHI Qingyuan，YE Xiaoling

SHI Qingyuan*
M.Ec. Candidate
Department of Insurance
Zhejiang University of Finance and Economics
Email:496634496@qq.com

YE Xiaoling
Associate Professor
Institute of Finance
Zhejiang University of Finance and Economics
Hangzhou310018, China
Phone: (8610) 6277 7777
Email: hzyxl@126.com

Keywords: Mutual insurance, Long-term care insurance, Mutual long-term careinsurance system,Logistics regression analysis

Abstract. Mutual insurance organizations, as a long-established and representative form of insurance organization in the insurance industry, have a history of more than 100 years in developed countries. The most important feature of mutual insurance relative to joint-stock insurance is that insurance applicants and insurers have a unified nature, highlighting protection functions, and better protecting the interests of policyholders. Mutual insurance companies have lower operating costs, premiums are lower than commercial insurance companies, and they are effective. Solve information asymmetry and moral hazard. Long-term care insurance refers to the insurance products that provide insured persons with care protection and financial compensation when they lose their ability to work in daily life, become ill or die. In the 1970s, long-risk insurance first appeared in the United States. In the 1980s, it appeared in Germany and France. In April 2000, Japan officially began to implement the plan of protecting people's lives. China has not yet established a systematic long-term insurance system. At present, China's pilot long-term care insurance mainly has two modes: one is a long-term insurance with a commercial nature. Its advantage is that the insured participants are voluntary and are more easily accessible to the general public. Acceptance will not result in a greater burden on the government and enterprises. The

disadvantage is that China's commercial insurance has a short history of development, high premium costs, low domestic identification and penetration, and is not suitable for low-income groups, and it is unable to properly resolve adverse selections. problem. The other is the long-term insurance of a social nature. The advantage is that the insurance premium is low, and the coverage is broader in the future. However, it needs a lot of financial support, which increases the burden on the government and the enterprise, and the ability to pay and the willingness to pay for the responsible entity. In fact, the degree of difficulty in building a social insurance model is quite high. In view of this, it is necessary to broaden and innovate the existing long-term care insurance model. Therefore, it has certain practical value for the feasibility study of interim long-term care insurance in China.

In June 2016, the China Insurance Regulatory Commission formally approved the preparation of the three mutual insurance companies, marking the mutual insurance of this international tradition and the mainstream form of insurance organization will soon open a new round of practical exploration in our country. In September 2011, the first village-level insurance mutual aid agency was established in Ximenwai Village, Cixi, and in July 2013, the Longshan Associated Press was expanded and upgraded to provide insurance cooperatives in 8 administrative villages in Longshan Town. The insurance coverage covered accidental injuries. Insurance, family property insurance, supplementary medical insurance, and other three agriculture-related insurance products have been basically stable since their establishment, and their economic and social benefits are good. In January 2015, the Xingmin Rural Insurance Mutual Cooperative, Ruian City, Zhejiang Province, was established to provide property insurance for agricultural production. On July 13, 2017, Wuhou District of Chengdu City was awarded the pilot unit of the "Mutual Long-term Care Insurance Lab", marking that China officially began to explore the development model of mutual insurance insurance. Therefore, it can be seen that mutual insurance insurance is very feasible in China. It is possible to explore sustainable development mutual insurance insurance model by drawing on the experience of mutual aid agencies in Cixi and Wenzhou.

This paper first proposes the concept of mutual-care long-term care insurance, analyzes the advantages and disadvantages of the mutual-preparation insurance system, and then analyzes the operating model of the foreign mutual insurance organization that has been formed, and draws on its practical experience. Third, research on the need for mutual insurance insurance in Zhejiang Province was conducted to study the factors that influence residents to choose their own self-care insurance and conduct empirical analysis. Finally, it puts forward countermeasures and suggestions for the implementation of mutual insurance insurance.

1. 引言

1.1 研究背景与意义

国际上通常把 60 岁及以上的人口占总人口比重达到 10%，或 65 岁及老年以上人口占总人口的比重达到 7%作为一个国家或地区进入老龄化社会的标准。2010 年以来，浙江省人口老龄化进程明显加快。1%人口抽样调查显示，2015 年全省常住人口中，60 岁及以上老年人口为 935.3 万人，占比达 16.9%，高出 2010 年 3.0 个百分点，高出全国平均水平 0.7 个百分点；65 岁及以上老年人口占比达 11.2%，高出全国平均水平 0.7 个百分点。同时浙江省人口老龄化呈现出三大特点：第一、老年人口增长快，规模大。"十

二五”期间，浙江省老年人口净增 195 万人，年均增长率近 4.6%。第二、高龄、失能老人增长快。“十二五”以来，80 岁及以上的高龄老人净增 34.74 万人，到 2015 年底达到 155.83 万人，年均增长率达 5.19%，人口高龄化发展明显快于老龄化发展速度。全省现有失能、半失能老年人口 69.55 万人，占老年人口总数的 7.07%。随着人口高龄化，未来失能半失能老年人数量将进一步增加。第三、老年人家庭空巢率持续保持高位状态。“十二五”以来，纯老家庭人口增加 33.95 万人，但所占老年人比例相对稳定，近五年平均为 24.37%。2015 年底，全省纯老家庭人口数为 234.16 万人，占老年人口总数的 23.80%。

当前中国在人口老龄化背景下对于老年人的养老、医疗等问题关注较多，但是对于老年人长期护理问题还没有引起足够的重视，给予的关注度也比较低。这突出表现为目前中国还未将长期护理保险问题上升到国家政策法律层面，社会保险体系只覆盖了基本养老保险、基本医疗保险、工伤保险、失业保险、生育保险等五类法定险种，长期护理保险并未被纳入社会保险体系，即便是在商业保险领域，长期护理保险的发展也尚处于探索阶段，缺乏政府配套政策支持。

在这样的背景下本文提出一种全新的长护险的运行模式——相互制长期护理保险，在商业保险模式和社会保险模式都无法很好地适应国内需求时，本文对相互制长期护理保险的可行性研究具有极大的现实意义。

近年来，相互保险政策渐暖，2014 年 8 月，保险业“新国十条”明确提出，“鼓励开展多种形式的互助合作保险”，正式将互助保险的发展提上议程。2015 年初，保监会出台《相互保险组织监管试行办法》，使相互制保险公司在中国第一次成为可选的法定保险组织形式，市场运行的相互制保险公司也第一次收到来此法规的支持。 目前我国相互保险的市场份额只有 0.3%左右，远低于全球 27%左右的水平。与亚洲和大洋洲其它国家相比，也远低于澳大利亚、日本、韩国等国家，甚至低于印度的市场份额水平，未来的市场发展潜力巨大。

2016 年 6 月 22 日，中国保监会公布，已正式批准三家相互制保险机构——众惠财产相互保险社、汇友建工财产相互保险社和信美人寿相互保险社筹建。此举标志着，相互保险这一国际传统、主流的保险组织形式即将在我国开启新一轮实践探索，我国多层次保险市场体系建设迈出了新步伐。这对相互制长期护理保险的推行提供了成长的土壤，说明国家开始探索相互制保险在我国的可行性。2011 年，7 月 18 日，中国保监会批复了宁波保监局在宁波市龙山镇西门外村进行农村保险互助社试点的申请，这意味着全国首家农村保险互助社获得了监管部门的批准,并在 2013 年 7 月扩容升级成立龙山联社，下辖龙山镇 8 个行政村的保险互助社，险种覆盖了意外伤害险、家庭财产险和补充医疗险等三个涉农保险产品，成立后至今运行状况基本平稳，经济、社会效益良好。2017 年 7 月 5 日，中国保险学会与中国社会保险学会签署了战略合作协议，并举办了社会保险与商业保险联合创新实验室、相互制长期护理保险实验室启动仪式。河南开封市、四川成都市武侯区成为社会保险与商业保险联合创新实验室、相互制长期护理保险实验室首批试点单位，这是相互制长期护理保险在我国探索标志性的一步。

种种迹象表明政府现在对相互保险的发展鼓励态度明显，随着政策的逐步落实，在我国压抑许久的相互保险将迎来爆发式发展。所以从政策上面来讲，在长期护理保险还没有一种成熟确定的制度的情况下，推行相互制长护险也是大势所趋，能够得到政府的支持，为今后的发展铺平了道路。

本文首先提出相互制长期护理保险的概念，分析相互制长护险制度的优缺点，其次分析国外已成型的相互制保险组织的运行模式，借鉴其实践经验。第三，在浙江省进行相互制长护险需求的调研，研究影响居民选择相互自长护险的因素，进行实证分析。最后，对我国推行相互制长护险提出对策和建议。通过本文对浙江省相互制长护险的需求

及影响因素分析，对相互制长护险在全国的推行具有一定的借鉴意义。

1.2 文献综述

查阅国内外的文献发现，我国学术界对长期护理保险的研究还处于起步阶段，大多数文献还是集中在讨论建立长期护理保险的制度方面。但国外在这一领域的研究，已经进入到具体书屋操作和定量实证研究的阶段。要研究长期护理保险，就一定会涉及到制度定性和模式选择的问题。长期以来，长期护理保险的制度选择一直是学者们讨论的焦点，目前主流观点分为三派，分别是支持采用商业保险的模式、采用社会保险的模式以及采用商业保险和社会保险共同合办的模式，具体介绍如下：

1.2.1 社会长期护理保险论

主张建立长皮护理保险社会保险制度是国内目前的主流观点。支持这个观点的学者认为，商业保险在我国起步晚、发展不成熟、保费过高、国内认同度和渗透率低，不适合低收入人群（戴卫东，2011），通过建立社会保险道路可以解决长期护理保险市场中商业保险无法解决的逆向选择问题（吕国营、韩丽，2014）。胡晓义（2015）也表示目前的“五险”制度难以满足老年人的长期护理徐诶去，为了打破传统医疗、养老的界限，建议设立“长期护理保险”独立险种，屹立于社会保险体系之林。从长期护理保险的未来覆盖面来说，以社会化长期护理保险为主的模式也似乎更符合我国的实际状况。此外，张笑天、吕海清、张亚林和蒋安庆(1995)、郭士征(1997)、王东进(2015)等也明确了长期护理保险的属性应该为社会保险。

1.2.2 商业长期护理保险论

支持商业化长期护理保险制度的学者也占据半壁江山。这种模式实质是“自由主义”福利体制下的长期护理模式，主张将长期护理的家庭照料责任推向市场，而政府仅承担补缺型责任(张立龙，2015)。这些学者认为，如果推行社会化的长期护理保险，需要建立一个拥有大量资金的基金去支持长期护理保险的支出，这样只能通过责任主体多缴费或者国家财政增加补贴来实现，目前我国社保的收费已是比较高了，同时国家财政压力也比较大，所以建成社会保险模式的难度系数颇高。而商业化长期护理保险的参保具有自愿性质，更易于被参保人接受，也不会造成政府和企业的更大负担，因而，在当前大环境下，构建商业长期护理保险更加可行(贾清显，2010)。我国只有引入商业化长期护理模式，直接或间接助力老年人的长期护理服务，才能实现长期护理制度的可持续发展(陈红，2012;陈晓安，2010)。

1.2.3 混合模式论

也有不少学者主张通过“社会化+商业化”的混合模式来建立长期护理保险，这个模式是通过社会长期护理保险与商业长期护理保险的相结合来实现。此观点可归纳为：“分步走”和“具体问题、具体分析”两种策略。“分步走”即为第一步，采取商业长期护理保险的模式;第二步，社会基本长期护理保险为主，商业长期护理保险为补充模式;第三步，实行政府强制的全民长期护理保险模式（荆涛，2005）。刘鑫(2005)则提出从时间上和空间上的“分步走”策略，主张要分地区、分阶段，逐步推动长期护理保险制度发展。这是综合考虑了社会化和商业化的各自优缺点后，提出的一种方便长期护理保险制度尽快落地的一种模式，符合目前的国情。具体问题、具体分析”策略认为，单一的商业保险模式只能满足部分高收入人群的需要，为了弥补这一缺陷，韩俊江、张友(2011)提出了“按人群 + 按行业 + 按地区”方案:对高收入和发达地区人群实行商业模式;中等收入和中部地区人群实行政府、企业、个人筹资的长期护理保险模式;低收入和西部人群实行政府负担的长期护理保险模式。

2.相互制长期护理保险的制度优劣势分析

2.1 相互制长期护理保险的定义

相互制长期护理保险是指，具有同质风险保障需求的单位或个人，通过订立合同成为会员，并缴纳保费形成互助基金，由该基金对合同约定的被保险人在丧失日常生活能力、年老患病或身故时，提供护理保障和经济补偿的制度安排。

2.2 相互制长期护理保险的制度优势

2.2.1 充分保障投保人的利益

在相互保险组织中，投保人也是组织的所有人，这种合一性能够促使组织以投保人利益最大化为前提经营活动，组织的所有盈余也必须只能用于对投保人有益的地方，其次，投保人可以通过会员大会直接参与或者通过会员代表大会、董事会间接参与管理，真正的参与到组织生活和战略决策中。

2.2.2 有效降低投保人的逆向选择和道德风险

相互保险组织与投保人利益的统一性使得会员之间互相监督、互惠互利，使得投保人会为了自身利益而进行自我约束，会员之间也有较强的道德约束力，统一组织中的投保人很多情况下互相熟悉，无形中增加了道德风险的成本，可以降低事故发生的概率。此外，相互保险组织不需要致力于实现短期利益，管理层可以关注更广泛的方面——如道德、民主治理、更广泛的社会责任，以及会员需求和期望等。

2.2.3 保费比商业保险更低

相互保险组织的主要面向同类人群，由于具有同质风险，所以这一类人群具有较强的聚集性和传播性，有助于产品的销售和宣传，减少了销售成本。其次，相互保险组织不以盈利为目的，其投资收益都会返还给投保人，没有股东抽取收益，管理成本更低。第三，相互保险组织面对的逆选择和道德风险更少，有效地减少了发生意外风险的开支。综上所述，相互保险产品能以较低的保费来销售给有需求的人群。

2.2.4 经营更稳健

相互制保险公司没有盈利的目标，在资本投资上一般不选择风险较大的投资方式，不易出现投资风险。其次，相互制组织成员受到集体主义激励，他们有强烈的共同体意识，保单持有人个体具有的集体主义精神、共同体意识和共同追逐的目标，是保单持有人个体增进集体利益行动的基础。在这样的组织文化下，有助于公司的可持续性发展。

2.2.5 更好地彰显保险的保障功能，回归保险本源，优化保险形象

相互制保险组织不会过分追求盈利，而是切实地推出合适特定人群的保险产品，没有利润压力使得相互保险公司更为重视那些对被保险人有利的长期保险项目，以低保费、高分红的形式来保障了投保人的利益。投保人与组织成员的合一性有效消除了信息不对称的问题，有效减少出现保险欺诈的情况。凸显出保险产品的保障功能，极大地保护了投保人的利益，长此以往，能有效提升保险行业的形象。

2.3 相互制长期护理保险的劣势

2.3.1 融资能力受限

相互保险公司不能以发行股票的形式向社会募集资金，主要依靠留存盈余来扩大承保能力，不能充分的利用资本市场使它的发展速度受到一定的限制。为了向社会募集资金、提升公司核心竞争力和偿付能力，从 1998 年开始，寿险领域部分相互保险公司出现了转制为股份制公司的趋势，这也是公司经营达到一定规模，在一定的市场条件下内在扩张冲动的自然反应。

2.3.2 保障能力有限

相互保险公司保障程度以基金总额为限，由于筹资能力弱，又没有外部融资渠道，因此保障能力弱于股份制公司。

3.法国相互制长期护理保险的实践经验

3.1 法国相互保险组织简介

法国互助保险发达，从补充医疗保险建立之初就处于市场领导者地位，甚至在“去相互化”的浪潮中仍然为中坚力量。其中，MGEN(即法国教育系统相互保险联盟，Mutuelle Générale de l′ Education Nationale)是法国最大的健康保险互助机构，与法国基本医疗保险几乎同时诞生，后发展成为国家级互助保险公司，为教育系统和其他行业提供医疗保险、长期照护等补充险项目。截至 2015 年，MGEN 汇集了 280 万会员，340 万担保人，并在当年为成员支出 12.3 亿欧元健康和生育津贴。MGEN 规模大、会员众多，而且以认同感高、团结性强著称，在维持成员良好的互信关系上成果颇丰。在社会保险“碎片化”严重的大背景下，法国互助保险实现了行业内部的普惠性，使得补充保险市场呈现出“大碎片下的行业团结”。

3.2 组织特点

3.2.1 准入门槛低

MGEN 不设定参保的年龄和健康标准，保费也低于商业保险，只要符合特定身份，即可付出较低的经济成本参加 MGEN 的相互健康保险。这可能提高 MGEN 的赔付率，但也促进了不同年龄层次、不同健康状况会员的归属感与认同感，强化了团结性。

3.2.2 积极开发个性化险种

MGEN 除了经营日常医疗保险、重大疾病保险、失能服务等项目以外，还开发了长期护理保险，且突破健康领域，涉足人寿保险和财产保险，如收入保险、身故保险、住房抵押养老、借贷保险和养老保险等。多元化保险项目代表更多个体能在 MGEN 中找到归属感，也意味着 MGEN 在会员中更容易发掘并培育共同点，开拓出利益相容、增进团结的途径，最终使 MGEN 凝结为会员间的利益共同体。

3.2.3 以传统治理方式为本的同时也借鉴现代管理模式

MGEN 从建立之初，就遵循自治原则，保障会员能高度参与到组织的决策中来。通过公平选举出来的最高决策机构会员代表大会和执行机关总部董事会制定政策规章及中长期战略规划，负责筹备董事会及会员代表大会，并开展日常管理。

与此同时，MGEN 适时引入质量管理、风险管理、大数据等现代方式与技术，推行疾病预防和健康管理。提高了工作效率、增强了风险防控能力。

3.2.4 通过高赔付率实现再分配

MGEN 的保费主要用于会员间的再分配，其保费再分配比例远远高于商业保险。会员缴纳的近 95%的保险费用来报销参保人员当年度的健康医疗费用，资金分配比是全法所有相互健康保险机构中最高的。高比例的赔付率使会员对 MGEN 非常满意，互相之间信任度高，整个组织具有很强的凝聚力。

3.2.5 用投资收益增大对会员利益的保障

MGEN 突破了相互保险公司不追求商业利益，不涉足资本市场的传统观念，成立了专门的金融投资部门，将经济发展较好时积累的结余资金建立成储备基金，投资于资本市场，并取得良好收益。投资行为并未改变 MGEN 的互助保险初衷，反而以丰富的储备基金保障了成员的切身利益，增强了会员的归属感。

3.2.6 通过健康教育提升会员的风险防范意识

与事后理赔相比，MGEN 更加重视教育成员如何抵御疾病。通过参与各种健康教育宣传的社会活动、助力健康医疗科学研究项目的开展、组织承办社会体育类活动，丰富了会员的服务内容，增强了全社会的参与率与影响力，塑造健康生活的普世价值，提升了组织的公众形象和社会认同感。

3.2.7 受到专门立法的监督与保护

法律的定位、授权与约束既是 MGEN 行业团结的护航者，又是限定者。法国相互保险公司的创建、运营受《互助保险法》的制约，专门立法更有针对性，更符合相互保险去商业化、去营利化的特性，对于约束相互保险公司行为、保护其合法利益、增益行业团结的作用不可替代。

4.浙江省相互制长期护理保险需求调查及影响因素实证分析

4.1 资料及方法

4.1.1 问卷调查表

通过专家咨询以及参考相关的文献，制作了“浙江省相互制长期护理保险需求调查表”。问卷由四部分组成：（1）人口统计学因素。包括年龄、性别、文化程度、职业。（2）健康因素。包健康自评和目前身体状况调查。（3）经济因素。主要调查了月收入。（4）认知因素。包括对社保的了解、对相互保险组织的了解、对长期护理保险的了解以及对保险公司的满意程度。（5）保险意识。包括住处附近是否有养老护理机构和除车险外购买过的保险产品情况。（详见表 1）

表 1 浙江省相互制长期护理保险需求调查问卷主要内容

一级指标	二级指标
人口统计学因素	年龄
	性别
	文化程度
	职业
健康因素	自身健康满意度
	目前健康状况
经济因素	收入
认知因素	对目前社保的了解状况
	对相互保险组织的了解状况
	对长期护理保险的了解状况
	对保险公司的满意程度
保险意识	住处附近是否有养老机构
	除车险外是否购买过别的保险产品

4.1.2 调查对象

本研究调查对象为杭州市的居民。运用抽样的方法进行研究，在杭州各个区随机发放调查问卷。本次调研共发放 230 份问卷，其中有效问卷 207 份。问卷回收率为 90%。

4.1.3 数据录入

数据处理方面，所有资料经过严格复审后，采用 excel 和 SPSS 软件分别进行数据录入和分析，使用到的统计学分析方法主要有频率描述、相关性分析、卡法检验、logistic 回归分析等。

4.2 杭州市相互制长期护理保险需求调查

4.2.1 问卷调查结果

此次调查有效问卷 207 份。其中年龄 18-30 岁的 108 人，31-40 岁 55 人，41-50 岁

27 人，51-60 岁 16 人，60 岁以上 1 人；男性 86 人，女性 121 人；文化程度本科以下 73 人，本科 110 人，硕士及以上 24 人；职业调查中，政府机关 5 人，事业单位 58 人，国有企业 24 人，外资及“三资”公司 16 人，股份制企业 47 人，私营个体企业 26 人，自由职业 2 人，农村家庭生产经营 15 人，在校学生 12 人，其它 2 人。（详见表 2）

表 2 浙江省相互制长期护理保险需求调查结果

项目	人数（N）	比 例（%）
年龄	18-30 岁	52.2
	31-40 岁	26.6
	41-50 岁	13.0
	51-60 岁	7.7
	60 岁以上	0.5
性别	男	41.5
	女	58.5
文化程度	本科以下	35.3
	本科	53.1
	硕士及以上	11.6
职业	政府机关	2.4
	事业单位	28.0
	国有企业	11.6
	外资及“三资”	7.7
	公司	22.7
	股份制企业	12.6
	私营个体企业	1.0
	自由职业	7.2
	农村家庭生产经	5.8
	营	1.0
月收入	在校学生	44.9
	其它	34.3
	5000 元以下	14.0
	5000~10000 元	6.8
对自己身体的满意程度	10000~15000 元	35.7
	15000 元以上	58.5
	满意	5.8
目前是否收到疾病困扰	一般	32.4
	不满意	67.6
是否了解我国社保中不包括个人的护理费用	是	58.9
	否	31.9
	了解	9.2
对相互保险组织的了解程度	一般	8.2
	不了解	43.5
	了解	48.3
对长期护理保险的了解程度	一般	7.7
	不了解	45.4
	了解	46.9

对目前商业保险公司的满意程度	一般	16.4
	不了解	66.2
	了解	17.4
住处附近是否有养老机构	一般	51.2
	不了解	48.8
出车险外，是否购买过其它保险产品	有	71.5
	无	28.5
	是	
	否	

4.2.2 杭州市居民长期护理保险需求状况

在 207 份总体样本中，176 人愿意购买相互制长期护理保险，占总人数的 85%；31 人不愿意购买相互制长期护理保险，占总人数的 115%。（详见图 1）

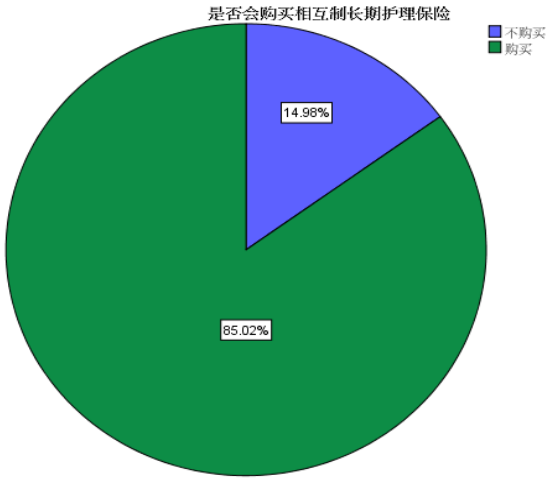


图 1 调查对象选择购买相互制长期护理保险的比例

4.3 浙江省相互制长期护理保险需求影响因素实证分析

4.3.1 变量选取

在 logistic 回归模型中，因变量为保险需求，服从二项分布。Y=1 时表示有相互制长期护理保险的需求，Y=0 时表示没有需求。自变量有：年龄、性别、文化程度、职业、月收入、自身健康满意程度、目前健康状况、对社保的了解程度、对相互保险组织的了解程度、对长期护理保险的了解程度、对目前商业保险公司的满意程度、住处附近是否有养老护理机构、除车险外是否购买过其它保险产品。变量分类及编码见表 3。

表 3logistic 模型自变量设定表

	指标	分类	编码
X1	年龄	18-30 岁	1
		31-40 岁	2
		41-50 岁	3
		51-60 岁	4
		60 岁以上	5
X2	性别	男	1
		女	2

X3	文化程度	本科以下	1
		本科	2
		硕士及以上	3
X4	职业	政府机关	1
		事业单位	2
		国有企业	3
		外资及“三资”公司	4
		股份制企业	5
		私营个体企业	6
		自由职业	7
		农村家庭生产经营	8
		在校学生	9
		其它	10
X5	月收入	5000 元以下	1
		5000~10000 元	2
		10000~15000 元	3
		15000 元以上	4
X6	对自己身体的满意程度	满意	1
		一般	2
		不满意	3
X7	目前是否收到疾病困扰	是	1
		否	2
X8	是否了解我国社保中不包括个人的护理费用	了解	1
		一般	2
		不了解	3
X9	对相互保险组织的了解程度	了解	1
		一般	2
		不了解	3
X10	对长期护理保险的了解程度	了解	1
		一般	2
		不了解	3
X11	对目前商业保险公司的满意程度	满意	1
		一般	2
		不满意	3
X12	住处附近是否有养老机构	有	1
		无	2
X13	除车险外，是否购买过其它保险产品	是	1
		否	2

4.3.2 二元 logistic 回归分析

根据前述的相互制长期护理保险需求变量的设定，结合数据，得到 logistic 回归结果如表 4 所示。其中，变量 X4、X10、X11、X13 显著性相对较好，其它变量显著性较差，把显著性差的变量剔除模型，再进行一次 logistic 回归分析得到结果如表 5 所示。

表4 logistics回归分析结果

						EXP(B) 的 95% C.I.		
	B	S.E,	Wals	df	Sig.	Exp (B)	下限	上限
X1	-.287	.239	1.440	1	.230	.751	.470	1.199
X2	.087	.462	.035	1	.851	1.091	.441	2.697
X3	.281	.375	.561	1	.454	1.324	.635	2.762
X4	-.202	.099	4.195	1	.041	.817	.673	.991
X5	.078	.223	.122	1	.727	1.081	.699	1.672
X6	.178	.438	.165	1	.684	1.195	.507	2.818
X7	-.023	.559	.002	1	.968	.978	.327	2.922
X8	-.300	.325	.854	1	.355	.741	.392	1.400
X9	-.056	.446	.016	1	.899	.945	.394	2.267
X10	-.898	.474	3.587	1	.058	.407	.161	1.032
X11	.801	.417	3.686	1	.055	2.228	.983	5.048
X12	-.069	.460	.023	1	.880	.933	.379	2.297
X13	-.931	.465	4.015	1	.045	.394	.159	.980
常量	5.023	1.981	6.428	1	.011	151.806		

表5 剔除不显著自变量后的logistics回归分析结果

						EXP(B) 的 95% C.I.		
	B	S.E,	Wals	df	Sig.	Exp (B)	下限	上限
X4	-.178	.088	4.088	1	.043	.837	.704	.995
X10	-1.122	.419	7.183	1	.007	.326	.143	.740
X11	.786	.386	4.148	1	.042	2.196	1.030	4.680
X13	-1.180	.429	7.550	1	.006	.307	.132	.713

从设定的模型整体检验可知(详见表6),卡方值为27.122,且所有的P值几乎为“0”，因此，设定的解释变量和因变量之间现行关系显著，说明该模型是合理的。同理，根据模型Hosmer-Lemeshow检验结果可知（详见表7），其P值为0.119>0.05，说明模型拟合情况较好，从模型的分类表a可知（详见表8），模型的预测正确率达到了83.6%。这意味着模型拟合度总体较好。

表6 模型系数的综合检验

	卡方	df	Sig.
步骤	27.122	4	.000
块	27.122	4	.000
模型	27.122	4	.000

表7 Hosmer和Lemeshow检验

步骤	卡方	df	Sig.
1	12.799	8	.119

表8 分类表a

已观测	已预测		
	是否会购买相互制长期护理保险		百分比校正
	0	1	
是否会购买相互制长期护理保险	2	29	6.5
	5	171	97.2
总计百分比			83.6

4.4 logistic 回归分析结果

根据logistic回归结果显示X4、X10、X11、X13的P值均<0.05，具有统计学意义，其余变量显著性较差。也就是说调查对象的工作越稳定、对长护险的了解程度越高、对目前商业保险公司的满意程度越高、除车险之外购买过的保险产品越多，则对相互制长护险的购买意愿越强。其中除车险外是否购买过其它保险产品对调查对象对相互制长护险的需求影响最大，其次是对长护险的了解程度、对目前商业保险公司的满意程度，职业因素对调查对象是否会选择相互制长护险的影响在四个因素中最小。但是调查对象的年龄、性别、文化程度、月收入、对自己身体的满意程度、目前的身体状况、对我国社保保障的了解程度、对相互保险组织的了解程度以及住处附近是否有养老机构这几个因素对其是否会选择购买相互制长护险影响不显著。

5.结论与建议

5.1 结论

5.1.1 问卷调查结果得出的结论

(1)居民对社保的了解程度不高

通过问卷调查发现，浙江省内居民的对社保的了解程度不高，调查显示，只有58.9%的调查对象表示了解社保中并不包括个人的护理费用，若居民都能了解到社保中的具体保障项目，知道其中并不包括个人的护理费用的话，可能会引发对自己老年后自身护理问题的思考，增加相互制长期护理保险的购买需求。

(2)居民对相互保险组合和长期护理保险了解程度不高

仅有8.2%和7.7%的调查对象了解相互保险组织和长期护理保险，说明浙江省居民对这两个新型的保险概念了解程度还不是很高，这点可能会对相互制保险组织的推行产生阻碍，所以政府和保险公司应该加强对公众保险知识的宣传，提升公众的保险意识，有利于相互制长护险的推行；

(3)居民对相互制长期护理保险的接受程度较高

通过问卷调查，发现浙江省内居民对相互制长期护理保险的接受程度比较高，有85%的调查对象表示愿意购买相互制长期护理保险，说明居民虽然对这类保险的了解程度不

是很高，但是已经形成一种用保险保障来解决自己可能遇到的风险的意识。由此可见，加大保险知识的宣传，能够极大地激发保险的潜在购买力，扩大保险需求，推动保险行业的发展。

5.1.2 logistic 回归分析结果得出的结论

Logistic回归分析结果显示，职业、对长期护理保险的了解程度、对目前商业保险公司的满意程度以及除车险外是否购买过其它保险产品对调查对象是否会购买相互制长期护理保险影响显著。

(1)工作越稳定的人群购买相互制长护险的意愿越强

选择工作更稳定的人往往是风险厌恶者，这一类人群希望生活是一种长期稳定的状况，所以其购买保险的意愿往往更强。

(2)对长期护理保险更了解的人购买相互制长护险的意愿越强。

长期护理保险这一险种在我国还没有一个完整的制度，这一概念对很多人来讲还很陌生，长护险这一险种本身来讲，能够极大地提高人们的晚年生活或失能够的生活。所以，就不难理解为何对这一险种更了解的人，会有更强的购买意愿。

(3)对商业保险公司的满意程度会影响到居民对相互制长护险的需求

对目前商业保险公司满意程度越低，则对相互制长护险的购买意愿更强。商业保险公司与相互制保险组织从某种程度上来讲，互相之间由一定的替代性，对商业保险公司满意程度较低的人群，可能会丧失对商业保险公司的信任，从而选择相互制保险组织这一对投保人权益保障程度更高的组织机构来购买保险。

(4)体验过更多保险产品的居民对相互制长护险需求更大

除车险外，购买过其它保险产品的调查对象，对相互制长护险的购买意愿更强。首先调查问卷的题目中排除车险，是由于在日常生活中，一般有车便会购买一份车险，这已经渐渐成为人们的常识，所以购买车险可能不一定能体现某一个人的保险意识。所以，除车险外，购买过其它保险产品的人群，对自身的风险有更清楚的认识，其保险意识更强，所以对相互制长护险的接受程度更高，购买意愿更强。

5.2 相互制长期护理保险在我国推行的建议

5.2.1 加大保险知识的宣传

加大相互制长护险的宣传，提升该保险的在社会公众当中的知名度。根据前文的实证分析结果显示，公众对长期护理保险了解程度更高则购买相互制长护险的意愿越强，所以加大保险知识的宣传，能有效激发相互制长护险的需求。建议政府和学界适时组织保险宣传公益活动(类似浙江省保险学会的保险进万家公益活动)、投放保险公益广告、承办一些社会活动（借鉴法国MGEN的参与承办体育赛事的经验），来提升保险业界的形象，激发公众的保险需求。

5.2.2 建成多层次、多形式的互助保险服务体系

互助保险组织应该从一个地区的试点尽快发展到多层次的互助保险服务体系，这样保险组织才能通过承保大量的风险单位，发挥大数法则的作用，更精确的预测危险，合理的厘定保险费率，使在保险期限内收取的保险费和损失赔偿及其它费用开支相平衡。同时，一个互助保险组织的有它的局限性，还需通过再保险来扩大风险单位及风险分散面，制定完善的风险应对机制，从而实现更稳健的经营。

5.2.3 完善相互保险管理的相关法律法规

虽然我国在2015年发布《相互保险组织监管试行办法》，保险监督管理机构是相互保险的批准、业务指导及监管部门，这依然将相互保险等同于商业保险。实际上相互保险组织更需要一部更细化的专门的法律法规来约束相互保险公司，在法国相互保险公司受《互助保险法》的制约，民间互济会由《社会保障法》约束，而商业保险公司的法律

准则是《保险法》。浙江省可以专门推出一部专门立法更有针对性，更符合相互保险去商业化、去营利化的特性。相互保险由利益下关群体自发形成，如果没有严格的监管体系，则管理者发生道德风险的可能比商业保险公司更大。同时，相互保险组织秉着不盈利的原则，保险资金收益率不如商业保险公司高，相互保险组织不能利用发行股票来筹资，需要一个完善的法律来监督其偿付能力，以防发生偿付能力风险。

5.2.4 对相互保险组织给予一定的税收政策优惠

相互保险的发展，有利于丰富我国保险市场的保险组织形态，促进保险业的发展，维护我国的金融稳定，更有利于保障投保人的利益，维护社会稳定。相互保险在我国刚刚起步，需要政府的大力支持，例如在投保人投保长期护理保险时给予一定保费补贴，对公司的经营给予补贴，适当减免公司所得税等。这样有利于相互保险组织的起步，对保险业和公众都是有利的。

5.2.5 加深对相互保险的研究和人才的培养

国泰君安预测到2020年，我国相互保险市场规模为1600亿元，占总体保费的3.3%，中金公司预测到2024年，我国相互保险市场规模为7600亿元，占总体保费的10%，可以说相互保险在我国的市场潜力非常大。但是相互保险这一概念在我国是个比较陌生的概念，熟悉相互保险组织内部具体运作和管理的人才也比较稀缺，在这样的大背景下，学界和业界应该加大对相互保险的研究，大力培养保险专业相关的复合型人才。

致谢

感谢我的导师叶晓凌老师对我完成这次论文的大力帮助，由于缺乏写论文的经验，从一开始的构思、选题、构建论文结构到最后的大功告成，叶老师都不惜余力地对我进行细心地辅导，开拓了我的思维和视野，为我之后的学习生涯积攒了丰富的经验。

参考文献

[1] 张立龙. 福利国家长期照护制度及对中国的启示[J]. 社会保障研究, 2015(06) : 100-108.

[2] 让-路易 达维,杨晓燕. 法国教育系统相互健康保险特点与启示[J]. 中国医疗保险, 2016 (05): 65-67.

[3] 宋占军,宋蒙蒙. 中国相互保险市场份额预测分析[J]. 保险职业学院学报, 2016, 30 (02): 15-20.

[4] 鲁於,杨翠迎. 我国长期护理保险制度构建研究回顾与评述[J]. 社会保障研究, 2016 (04) : 98-105.

[5] 姚庆海,宋占军. 相互保险的历史与借鉴[J]. 中国金融,2016(24):47-49.

[6] 方国春. 我国相互制保险公司治理主体权利与配置研究[J]. 保险研究,2016(08):69-80.

[7] 葛向孜. 相互保险公司转制的美国经验[J]. 保险职业学院学报,2017,31(01):66-72.

[8] 陈梦笑. 农村保险互助社试点优化路径探析——基于慈溪市试点的SWOT分析[J].

农村经济与科技,2017,28(03):145-148.

[9] 沈澈. 法国相互健康保险:行业团结的实现路径及启示——以MGEN为例[J]. 社会保障研究,2017(05):96-102.

[10] 王凯,谢志刚. 历史视角下相互保险发展路径研究[J]. 保险研究,2017(07):53-63.

[11] 沈澈. 从MGEN看法国的补充医疗保险[J]. 中国人力资源社会保障,2017(08):52-53.

[12] 胡晓义. 加快建成覆盖城乡居民的社会保障体系[J]. 中国人口科学,2014(01):2-6.

[13] 鲍雯,徐洪水,黄健,傅晓燕. 全国首家保险互助社试点情况调查报告[J]. 金融发展评论,2014(09):99-102.

[14] 王东进. 从完善社会保障体系的战略高度考量构建长期照护保险制度[J]. 中国医疗保险,2015(06):5-8.

[15] 赵婉竹. 相互保险公司在我国发展潜力的SWOT分析[J]. 经营与管理,2015(07):100-102.

[16] 方国春. 相互制保险公司治理的逻辑与价值[J]. 保险研究,2015(07):15-28.

[17] 陈冬梅,袁艺豪. 人口老龄化背景下我国长期护理保险需求的分析:以上海市为例[J]. 上海大学学报(社会科学版),2015,32(06):13-22.

[18] 孙正成. 我国发展相互保险的制度环境分析——基于全球发展历程和实践的考察[J]. 西部论坛,2017,27(06):65-74.

[19] 荆涛,谢远涛. 我国长期护理保险制度运行模式的微观分析[J]. 保险研究,2014(05):60-66.

[20] 曹信邦,陈强. 中国长期护理保险需求影响因素分析[J]. 中国人口科学,2014(04):102-109+128.

[21] 吕国营,韩丽. 中国长期护理保险的制度选择[J]. 财政研究,2014(08):69-71.

[22] 王朋良,龙文军,杜正茂. 相互制保险公司在中国的实践与启示——基于黑龙江阳光农业相互保险公司的调查[J]. 中国农垦,2010(05):59-62.

[23] 陈晓安. 公私合作构建我国的长期护理保险制度:国外的借鉴[J]. 保险研究,2010(11):55-60.

[24] 张旭. 论相互制保险公司在我国的适用性[J]. 技术与市场,2007(09):47.

[25] 魏华林,何玉东. 中国长期护理保险市场潜力研究[J]. 保险研究,2012(07):7-15.

[26] 陈红. 北京发展商业长期护理保险的必要性及途径[J]. 人口与经济,2012(06):82-87.

[27] ANTTI TALONEN. Systematic literature review of research on mutual insurance companies[J]. Journal of Co-operative Organization and Management, 2016, 4(2).

[28] PETER A, MARKUS H. The fundamental theorem of mutual insurance[J]. Insurance Mathematics and Economics, 2017,75.

[29] BLAND S E,CROWLEY J S,GOSTIN L O. Strategies for Health System Innovation After Gobeille v Liberty Mutual Insurance Company.[J]. JAMA, 2016, 316(6).

[30] 韩俊江,张友. 老年社会需要长期护理保险[J]. 中国人力资源社会保障,2011(05):42-43.

[31] 戴卫东. 长期护理保险制度理论与模式构建[J]. 人民论坛,2011(29):31-34.

[32] 张笑天,吕海清,张亚林,蒋安庆. 城市老年人长期照护保障体制探讨[J]. 中国卫生事业管理,1995(09):483-485.

[33] 郭士征. 国外老年护理服务制度的发展现状与经验教训[J]. 外国经济与管理,1997(04):46-48.

浙江省相互制长期护理保险的需求现状及影响因素分析

施清远　叶晓凌

施清远
硕士生
浙江财经大学保险系
Email:496634496@qq.com

叶晓凌
副教授
浙江财经大学金融学院
杭州310018，中国
Email:hzyxl@126.com

关键词:相互保险;长期护理保险;相互制长护险;logistics回归分析

中文摘要.相互保险组织作为保险业中一种历史悠久且具有代表性的保险组织形态，在发达国家有着 100 多年的历史。相互保险相对于股份制保险的最大特点在于投保人和保险人具有合一性，突出保障功能，更好地保障投保人的利益，相互保险公司经营成本低，保费较商业保险公司更低，能有效解决信息不对称和道德风险。长期护理保险（Long-term care insurance）是指为被保险人在丧失日常生活能力、年老患病或身故时，提供护理保障和经济补偿的保险产品。20 世纪 70 年代长护险首先在美国出现,80 年代在德国和法国相继出现，2000 年 4 月日本正式开始实施全民长护险计划。我国目前尚未建立系统的长护险制度，国内目前在试点的长期护理保险主要有两种模式：一种是商业性质的长护险，其优点是投保人参保具有自愿性质，更易于被大众接受，也不会造成政府和企业的更大负担，缺点在于我国商业保险的发展历史短、保费成本高、国内认同度和渗透度低、不适宜低收入群体，且无法很好地解决逆选择问题。另一种是社会性质的长护险，其优点是保费低，从未来看来覆盖面更广，但需要大量的资金支撑，加大了政府和企业的负担，就责任主体的缴费能力和缴费意愿来说，建成社会保险模式的难度系数颇高。有鉴于此，需要对现有长期护理保险模式进行拓宽和创新，因此对我国开展相互制长期护理保险可行性研究具有一定的现实价值。

2016 年 6 月，我国保监会正式批准三家相互保险社筹建，标志着相互保险这一国际传统、主流的保险组织形式即将在我国开启新一轮实践探索。2011 年 9 月慈溪西门外村成立了全国首个村级保险互助社，并在 2013 年 7 月扩容升级成立龙山联社，下辖龙山

镇 8 个行政村的保险互助社，险种覆盖了意外伤害险、家庭财产险和补充医疗险等三个涉农保险产品，成立后至今运行状况基本平稳，经济、社会效益良好。2015 年 1 月，浙江省瑞安市兴民农村保险互助社成立，从事服务农业生产的财产险。2017 年 7 月 13 日，成都市武侯区被授予“相互制长期护理保险实验室”试点单位，标志着我国正式开始探索相互制长护险的发展模式。由此可见相互制长护险在我国是非常具有可行性的，可以通过借鉴慈溪、温州的互助社经验，探索可持续发展的相互制长护险模式。

本文首先提出相互制长期护理保险的概念，分析相互制长护险制度的优缺点，其次分析国外已成型的相互制保险组织的运行模式，借鉴其实践经验。第三，在浙江省进行相互制长护险需求的调研，研究影响居民选择相互自长护险的因素，进行实证分析。最后，对我国推行相互制长护险提出对策和建议。

Japan Long-term Care Insurance: Experience and Reference

XU Minmin　DUAN Na

XU Minmin
Associate Professor
School of Economics
Beijing Technology and Business University
Beijing 100048, China
Email: minmin11@126.com

DUAN Na*
School of Economics
Beijing Technology and Business University
Room9356, Liangxiang Campus, BTBU,
Sunshine South Street, Beijing Fangshan District
Email: dn15726603745@163.com

Keywords: Population aging, Japan, Long-term care insurance, Intelligent care robot.

Abstract. The aging of China's population has become increasingly serious and the "4-2-1" family structure under the long-term family planning policy has made it difficult to obtain basic guarantees for the quality of life of disabled elderly in their later years. Efficient long-term care insurance system is of great significance for building a sound social security system. The cultural tradition and family structure of China and Japan are similar, and Japan's long-term care insurance system has been very mature after years of development, reform, and improvement. This article through the study of Japan's long-term care insurance system, summed up the experience and advantages of Japan's long-term care insurance system to provide the following recommendations for the development of long-term care insurance system in China: First, subdivided long-term care insurance service level to meet the multi-level elderly care Requirements; Second, build a nursing model that focuses on home care services and social service support; Third, pay attention to the development, investment, and research and development of smart care robots .

1. 引言

依最新的国家统计局数据可知，我国 60 周岁及以上人口在 2017 年为 24090 万人，占比 17.3%，其中 65 周岁及以上人口 15831 万人,占比 11.4%。根据国际标准，目前我国已经进入严重老龄化，因此需要护理的老年人数量庞大。我国家庭规模因为长期计划

生育政策的实施逐步小型化，据 2016 家庭发展报告中国家庭平均规模不满 3 人，近九成家庭有不同程度的照料需求，其中近四成家庭有双重照料需求，“4-2-1”核心家庭结构面临“上有老、下有小”的照料现实。2017 年 10 月 18 日，习近平同志在十九大报告中指出，实施健康中国战略，积极应对人口老龄化，构建养老、孝老、敬老政策体系和社会环境，推进医养结合，加快老龄事业和产业发展。我国与日本同属于东亚经济文化圈，文化传统和家庭结构类似。日本社会保障制度的框架于 20 世纪 20 年代已经基本形成，在二战后长期护理保险制度发展飞速并取得了成效。日本长期护理保险制度成效显著，截至 2014 年日本人口总数为 1.27 亿人，被保险者累计为 7522 万人，占总人口数的 59.23%，获得护理认定的人数为 606 万人。日本发展、改革和完善长期护理保险制度多年，现在该制度已经十分成熟。因此，研究日本长期护理保险制度，学习其优点和借鉴其经验，结合我国国情能为我国发展长期护理保险制度提供相应的建议。

2. 日本长期护理保险制度基本情况

2.1 日本建立长期护理保险制度的背景

根据联合国《人口老龄化及其社会经济后果》确定的划分标准，日本在 1970 年 65 岁以上人口比率超过 7%，意味日本进入老龄化。至此以后，日本人口老龄化现象以高速快速发展。在这一背景下，日本就引入长期护理保险制度。长期护理保险是日本的社会保障体系构成的五个部分之一，其他部分是养老保险、医疗保险、雇佣保险和职工灾害补偿保险。日本长期护理保险具有社会保险性质，政府作为管理主体强制实施长期护理保险制度。

表1 日本65岁以上人口比率的变化（单位：%）

年份	1950	1970	1990	2000	2015	2030	2050
日本	4.9	7.1	12.1	17.4	26.8	31.6	38.8

资料来源：United Nations, World Population Prospects :The 2006 Revision

日本长期护理保险制度经历了两个个阶段。第一阶段，长期护理保险制度的准备阶段。1997 年 12 月，为了满足日益增长的失能老年人的需求，日本议会通过《护理保险法》，并规定该法案从 2000 年 4 月 1 日起开始实施。该法案要求，由日本中央政府强制执行，并由市町村地方政府负责具体事项的运行，符合条件的被保险人不管身体健康与否均要参加保险。第二阶段，长期护理保险制度的实施及修订阶段。2000 年，日本人口老龄化高达 17.4%，通过法律的形式，将长期护理保险制度正式纳入社会保障体系中，此时长期护理保险制度开始实施。根据日本总务省人口调查数据显示，从 2011 到 2017 年，日本人口连续 7 年出现下降趋势，日本社会已经步入“超级老龄化”时代。因此，日本政府为了推进以前的护理预防、增强居家护理意识，在此次制度的修订中加入了“地方全面型护理”，确保护理保险财政来源，进一步改进护理保险制度实施连贯性。

2.2 日本长期护理保险制度框架

日本长期护理保险制度框架由保险人、协作方、护理人员、申请及认定过程、保险对象和筹资六个方面构成。日本长期护理保险制度保险人，亦即护理保险事业的营运负责人，是市町村地方政府，需要贯彻与实施相关的制度。中央政府及各都道府县是日本长期护理保险制度的政府协作方，为市町村地方政府顺利开展工作提供有力的财政及事务方面的支持。日本长期护理保险的护理人员必须具备相应的护理人员资格，护理资格

分为“护理福利员”和“访问护理员”两大类。这两种护理资格都需要通过日本政府规定的相关资质认证。

得到日本长期护理保险的服务需要先后通过两次认定，一是先填写关于本人的身体和认知功能的七个部位的 85 项问卷调查，把调查情况录入到计算机中，使用厚生劳动省统一的系统指定软件由计算机进行第一次认定，并提交其主治医生的诊断书；二是在通过第一次认定后，将调查情况报告及主治医生诊断书一并提交给由保健、医疗、福祉方面的专家组成的审查委员会，进行第二次认定判断其需要护理的等级。为了使护理等级与被保险人身体情况得到有效匹配，原则上规定每隔半年就要重新接受一次专家组的审查与认定。年龄达到 40 岁及以上的日本国民需要作为参保对象加入长期护理保险行列，按照日本政府的要求他们需要提前地定期缴纳保险费用。其中，长期护理保险对象由第 1 号被保险人和第 2 号被保险人组成。

表2 日本长期护理保险参保对象

	第1号被保险人	第2号被保险人
加入对象	65岁及以上老年人	40~64岁医疗保险加入人

日本长期护理保险的费用是由政府和个人共同筹资构成的，其中 10%的护理费用由被保险人自己承担，剩下的 90%由缴纳的保险费和政府共同负担，被保险人的经济压力得到很大程度地减轻。另外，在被保险人缴纳保费中，第 1 号被保险人占比 42%，第 2 号保险人占比 58%。日本长期护理保险制度的具体保险费用构成如下图所示：

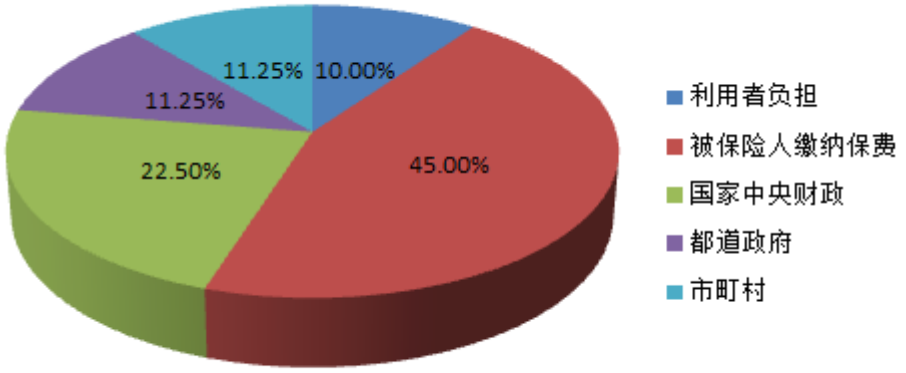


图1 2012～2014 年日本长期护理保险制度的保险费用构成

资料来源：日本厚生劳动省《厚生劳动白皮书》（2012 年版）

3. 日本长期护理保险制度优势

3.1 细化的日本长期护理保险服务等级

日本的长期护理保险制度根据被保险人身体机能和心理状态的不同将护理等级类别化，并相应设定了不同的护理时间和护理内容。护理保险服务被分成要支援和要护理两大类。其中，要支援分为要支援 1 和要支援 2 两个等级；要护理分为要护理 1～要护理 5 五个等级。日本长期护理服务等级分类如表 3 所示。

表3 日本长期护理服务等级分类

类别	要支援		要护理				
	支援1	支援2	护理1	护理2	护理3	护理4	护理5
时间(分钟)	25~32	32~50	32~50	50~70	70~90	90~110	110
身心状态	快进支援状态，生活能够自理	快进入护理1级	无法独立完成穿衣、站立需要帮助	独自不能如厕、吃饭	理解力下降，无法单腿站立	无法走，理解力完全下降	生活完全不能自理
护理状态	自理	微护理	部分护理	轻度护理	中度护理	重度护理	特重护理
服务内容	家务帮助	护理预防	衣食援助	排泄、吃饭帮助	认知上进行帮助	行动认知上进行帮助	生活护理

资源来源：厚生劳动省.护理保险制度认定结构[EB/OL].

http：//www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/kentou/15kourei/sankou3.html.

3.2 丰富的日本长期护理保险服务内容

日本的长期护理保险服务内容丰富，能满足不同身体、心理状态的被保险人需求。在日本《护理保险法》中，护理服务根据护理保险的内容分为护理服务和护理预防服务。护理服务主要针对要护理 1～要护理 5 等级对象；护理预防服务主要针对要支援 1 和要支援 2 等级对象。

3.2.1 护理服务

护理服务具体包括居家护理服务、专业机构护理服务、地区密集型护理服务以及福利资源及住宅改造的服务内容。居家护理服务指需要护理的被保险人在家里就能得到相关的护理服务，而不需要去专业护理服务机构。居家护理服务形式多样，包括访问护理、访问入浴护理、访问康复训练、访问疗养、日托护理、日托康复训练、短期入住生活护理、短期入住疗养护理和入住特定设施的生活护理。专业机构护理服务指需要护理的老年人在专业机构内接受各种护理服务，主要分成三类，即：护理老人保健设施、护理老人福利设施和护理疗养型医疗设施。地区密集型护理服务是在 2006 年以市町村地方政府为单位创建的一种服务体系，主要包括定期巡查、随时接待处理型的访问看护护理、住宅护理、老年痴呆症患者共同生活护理等。福利资源及住宅改造服务主要包括福利用具的借出与购置以及住宅改造两个方面的服务。

3.2.2 护理预防服务

对于护理服务等级较低、只需轻微程度护理服务的老年人而言，日本政府还设立了护理预防服务体系。日本长期护理保险的护理预防服务主要内容分为地区密集型护理预防服务和护理预防服务。其中，地区密集型护理预防服务分为老年痴呆症患者护理预防日托服务、小规模多功能型居家护理预防服务和护理预防支援；护理预防服务分为访问型服务和日托型服务。访问型服务主要包括访问康复预防、访问预防照顾、护理预防的访问服务、入住特定设施生活护理预防服务和出售特定的护理预防福利用具。日托型服务分为日托预防护理、日托康复预防、短期入住型服务、短期入住生活预防护理、短期入住预防疗养护理和借贷护理预防福利用具。

3.2.3 地方全面型护理服务

随着日本社会的老龄化程度加深、人口结构横向增长和经济水平等不均衡现象的出现，2012 年日本政府又提出了构建将居住、医疗、护理、预防、生活支援服务一体化的新型护理服务“地方全面型护理服务体系”的发展策略。地方全面型护理服务包括生活支援服务、定期巡查、地区密集型特别养护服务、保健设施服务及老年人住宅、随时接待处理型的访问看护护理服务等综合性的护理服务。地方全面型护理服务体系主要由

居住环境、生活支援·福利服务、护理·医疗·预防和本人及家人的选择四个要素构成。地方全面型支援中心的主要任务有护理预防管理业务、综合咨询支援业务和权利拥护业务。

3.3 居家护理服务为主，社会化服务为辅

虽然日本的长期护理保险服务种类多种多样，但考虑到很多老年人不愿意去专业机构养老更想在熟悉的家里环境安享晚年等因素，居家护理服务依然是日本长期护理保险服务的发展重点。日本的居家护理服务是有各种社会服务因素的支撑，不是孤立存在的。这些社会服务因素有护理老人保健设施、老年人之家、护理中心、老年人住宅、地方全面型支援中心等护理机构，还有护理支援专业人员协议会、居民组织·自治会、地区振兴协议会、护理预防志愿者协会等多种民间组织。其中，社会服务机构能够提供像日托护理、访问护理、康复训练、送餐服务等多样化的护理服务。这些服务机构既可以向独居老人提供居家护理服务，还可以降低护理老年人的家庭成员的压力。

3.4 护理机器人的研发与应用

2050 年，日本 65 岁以上的老年人将达到总人口的 38.8%。老年人的护理需求与日本护理师供给不匹配，预计到 2025 年日本将会缺少 100 万名护理师。护理机器人已成为替代护理师部分功能的好帮手，是解决养老问题的重要手段之一。护理机器人的引进不仅能减轻护理人员的护理负担，也能帮助运动能力不佳的老年人参与社会活动和活动身体。日本政府非常重视护理机器人的研发。日本经济产业省负责管理护理机器人的研发工作。在经济产业省发布的预测报告中，在 2025 年护理机器人将有 7.2 万亿日元的市场规模。日本众多大公司积极参与护理机器人的研发。截至 2014 年 9 月，已有 100 多家公司成为经济产业省和新能源和工业技术综合开发机构资助的机器人护理设备开发合作伙伴。除了公司加大对护理机器人的开发外，大学等研究机构也加入了护理机器人的研究开发工作，比如：早稻田大学和东京理科大学。新能源和工业技术综合开发机构于 2009 年至 2013 年启动了生活辅助机器人实用化项目，与各开发机构密切合作，测试安全与功能，积累和分析与安全性相关的数据，研究如何确认护理机器人安全性的方法等。为应对人口老龄化这个巨大难题，日本在智能化养老辅助器具的研制上投入巨大。经过对护理机器人多年的发展、投入和研发，日本在护理机器人这一领域已经处于世界强国行列。日本研发的机器人种类繁多，如：多功能马桶、洗发机器人、洗澡机器人、喂饭机器人和托举机器人等。

4. 日本长期护理保险制度建设对我国的启示

4.1 细分长期护理保险服务等级，满足多层次的老年护理需求

2017 年，我国 60 周岁及以上人口 24090 万人，其中 65 周岁及以上人口 15831 万人，由此可见我国老年护理需求大并且老年护理需求层次理应会出现差别；我国地区经济发展不平衡，不同地区居民收入差别大，步入老年生活之前的生活水平和质量差异化，因此他们对于护理需求要求也会不一致。综上两方面原因，我们结合日本长期护理保险制度细化的服务等级和丰富的服务内容可以得出以下解决我国多层次的老年护理需求问题的发展方向：第一，对我国各地区老年人护理需求进行相应的统计调查，以此为依据初步建立适合我国国情的细化的服务等级，并在后续结合各地区的经济发展水平进行相应的调整；第二，逐步建立丰富的服务内容，我们可以先建立成本相对低廉的护理预防服务，因为需轻微程度护理服务的老年人占绝大多数，再后续建立种类多样的护理服务去解决需要非轻微程度护理服务的老年人的需求，最后随着老年人开始追求高质量的护理需求，我们可以构建将居住、医疗、护理、预防、生活支援服务一体化的有中国特色

的新型护理服务“地方全面型护理服务体系”。

4.2 构建以居家护理服务为重点，社会化服务为支援的护理模式

日本长期护理保险居家护理服务形式多样，得到居家护理服务的老年人居住在自己熟悉的家里，然后护理人员采取访问的形式对老年人进行全方位的护理服务。与此同时，不仅有老年人之家和地方全面型支援中心等护理机构，还有护理支援专业人员协议会和护理预防志愿者协会等多种民间组织作为日本老年人居家护理的支援。由此一来，不仅照顾到老年人居家养老的意愿还节约了护理成本。我国和日本同处于赡养经济盛行的亚洲，根深蒂固养儿防老思想下老年人更愿意居家养老，很多老年人对于在疗养院等专业护理机构养老有排斥情绪。我国可以结合我国居民以社区为居住单位的特点建立社区综合护理系统，这样可以有效解决老年人愿意在家接受长期护理服务的需求，同时解决子女的后顾之忧。我国在建立社区护理系统时应注意提高社区护理服务质量，并应充分发挥社区护理系统便捷和经济的特点，以求为居民提供优质便捷的长期护理服务。

4.3 重视对智能护理机器人的发展、投入和研发

随着日本人口老龄化程度不断加深，老年人护理需求加大，日本护理师需求缺口将会不断加大。为解决上述问题，日本政府、大企业和大学研究机构对智能机器护理人领域进行深耕多年，期望通过研发各式各样的智能护理机器人来解决护理人员缺少的问题，日本在智能护理机器人上的成果是喜人的。在我国老龄化程度日益加深和劳动人口不断下降的情况下，我国长期经济高速增长动力“人口红利”预计到 2020 年将变成“人口负债”。虽然目前我国劳动年龄人口占总人口比重大，但随着我国老龄化程度加深，在未来将会出现劳动力不足的情况。为解决未来护理人员供不应求的情况，我国应该从现在开始重视对智能护理机器人的发展、投入和研发。

5. 结语

为应对我国日益严重的人口老龄化问题，我国应向同属于东亚经济文化圈的日本学习其发展成熟的长期护理保险制度。本文通过对日本长期护理保险制度的研究，在总结日本长期护理保险制度的经验和优势上，结合我国经济发展情况和人口结构认为我国应向护理服务内容多层次化和护理形式多样化方向发展我国长期护理保险制度。与此同时，我国在建立长期护理保险制度的道路上应重视智能护理机器人的研发和投入。

致谢:

本文得到北京市教育委员会2015年度社科计划重点项目《城乡居民医疗服务需求与医疗保险研究——以北京为例》（项目编号：SZ201510011005）和首都流通业研究基地(项目编号：PXM2018_014213_000033-036) 资助。

References

[1] United Nations, World Population Prospects :The 2006 Revision.

[2] 张晏玮，栾娜娜.日本长期护理保险制度发展方向及对我国的启示[J].社会保障研究，2017（2）:106-112.

ZHANG Y W, LUAN N N. Research on The Long-Term Care Insurance System in Japan and Its Enlightenment to China [J]. Social Security Research, 2017(2):106-112.

[3] 张昀.日本长期护理保险制度及其借鉴研究 [D].吉林大学博士学位论文，2016.

ZHANG Y. Long-Term Care Insurance System of Japan and Its Reference Study[D]. Jilin University Doctoral Dissertation, 2016.

[4] 许琳. 中国多元化长期护理保险制度体系构建研究，苏州大学硕士学位论文，2016.

XU L. The Study about the Construction of Diversified Long-Term Care Insurance in China. Master thesis of Soochow University, 2016.

[5] 童玉林，石人炳. 日本长期护理保险中的护理管理者角色研究［J］. 社会保障研究，2016，（9）：138-148.

TONG Y L, SHI R B. The Role of Nursing Managers in Japan's Long-Term Care Insurance [J]. Social Security Research, 2016, (9): 138-148.

[6] 李俐燕，王磊. 日本长期照护保险制度改革及启示［J］. 党政干部，2016，（11）：46-50.

LI L Y, WANG L. The Reform of Japan's Long-Term Care Insurance System and Its Inspiration [J]. Party and Government Cadres, 2016, (11):46-50.

[7] 戴卫东. 长期护理保险：中国养老保障的理性选择[J]. 人口学刊，2016，（2）：72-81.

DAI W D. Long-Term Care Insurance: Rational Choice of Old-age Security in China [J]. Journal of Population Sciences, 2016, (2): 72-81.

[8] 戴卫东.OECD 国家长期护理保险制度研究［M］.北京：中国社会科学出版社，2015：79-82.

DAI W D. Research on OECD National Long-Term Care Insurance System[M]. Beijing: China Social Science Press, 2015:79-82.

[9] 朱秋莲，谭 睿.日本护理保险制度的发展趋势、问题及启示———基于保险支出状况的分析［J］.老龄科学研究，2015（2）：72-79.

ZHU Q L, TAN R. Development Trend, Problems and Enlightenment of Japanese Nursing Insurance System——Based on the Analysis of Insurance Expenditure [J].Academic Research,2015(2):72-79.

[10]李长远. 制度变迁视角下我国长期护理保险制度发展瓶颈及破解之道［J］. 生产力研究，2015，（3）：18-21.

LI C Y. The Bottleneck of The Development of Long-Term Care Insurance System in China from The Perspective of Institutional Change and Its Solution[J]. Productivity Research, 2015, (3): 18-21.

[11]方 旸，方苏春.浅析日本的介护（护理）保险制度［J］.经济视角（下），2011（1）：84-85.

FANG Y, FANG S C. An Analysis of Japan's Nursing Care Insurance System[J]. Economic Perspectives, 2011(1): 84-85.

[12]厚生劳动省.护理保险制度认定结构 [EB/OL].http//www.mhlw.gojp/topics/kaigo/kentou/15kourei/sankou3.html.

Ministry of Health, Labour and Welfare. Nursing insurance System Certification Structure [EB/OL].http//www.mhlw.goJp/topics/kaigo/kentou/15kourei/sankou3.html.

[13]日本厚生劳动省:《厚生劳动白皮书》,2012.

Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan: White Paper on Health and Welfare, 2012.

日本长期护理保险：经验与借鉴

许敏敏　段娜

许敏敏
副教授
北京工商大学经济学院
北京100048，中国
Email: minmin11@126.com

段娜*
本科生
北京工商大学经济学院保险系
北京工商大学良乡校区9356室
北京市房山区阳光南大街
Email: dn15726603745@163.com

关键词：人口老龄化；日本；长期护理保险；智能护理机器人

中文摘要. 我国人口老龄化日益严重，长期计划生育政策下的“4-2-1”家庭结构让失能老年人晚年生活质量难以得到基本保障。高效的长期护理保险制度对建设完善的社会保障体系意义重大。我国与日本的文化传统和家庭结构类似，且日本的长期护理保险制度经过多年的发展、改革和完善已经十分成熟。本文通过对日本长期护理保险制度的研究，总结了日本长期护理保险制度的经验和优势，为我国发展长期护理保险制度提供以下建议：一、细分长期护理保险服务等级，满足多层次的老年护理需求；二、构建以居家护理服务为重点，社会化服务为支援的护理模式；三、重视对智能护理机器人的发展、投入和研发。

Universal Two-Child Policy, Postponed Retirement and Development of Enterprise Annuity

YU Dianjiang, WANG Shuai

YU Dianjiang*
Associate Professor
School of Economics
Shandong University
Jinan, 250100 China
Email: yudianjiang@sdu.edu.cn

WANG Shuai
Master Graduate Student
School of Economics
Shandong University
Jinan, 250100 China
Email: wangshuai931110@outlook.com

Keywords: Enterprise Annuity , Optical Payment Rate , Social Welfare Maximization , Economic Growth

Abstract: "Enterprise annuity scheme" has begun to implement in February 1st, 2018, however for the share proportion between the enterprise and individual, the scheme only stipulates that *the whole contributions of enterprises and employees do not exceed 12% of the total salary of the employees* , in addition, there is no further detailed regulation. By constructing the OLG model including the delayed retirement and the overall two child policy, this paper calculates the optimal rate of 11.21% for the enterprise annuity based on the perspective of the maximization of social welfare , and examines the influence of the change of the birth rate on the optimal enterprise annuity after the delay of retirement and the overall release of the two child policy, and the retirement age. Raising the birth rate of work force will reduce the rate of payment of the most enterprise annuity. In the framework of neoclassical economic growth analysis, delaying retirement will promote the growth of total output by increasing the birth rate.

1．前言与文献综述

时隔近两年，于2016年末审议通过的《企业年金办法》于2018年2月1日起开始施行，该《办法》明确提出:“完善企业年金制度，建立多层次的养老保险制度，”可以肯定的是，该文件的出台，对于企业年金制度的进一步发展将会起到巨大的推动作用。2017

This paper is a phased research achievement of Shandong Social Science Planning Research Project (16BJRJ08).

年65周岁及以上人口共计15831万人，占到人口总数的11.4%，[1]结合我国未富先老的实际情况，养老问题在我国的情形尤为严峻。虽然2016年国家放开了二胎政策，但是人口出生率不增反降，由2016年的12.95‰降至2017年的12.43‰，[2]人均寿命的不断提高，伴随着出生率不断下降的趋势，会造成城乡企业在职人员数量的减少，由此造成企业年金征缴不足，从而导致本就发展严重不足的企业年金制度更加边缘化。

近年来，基本养老保险收支不平衡的压力日益凸显，面对基本养老保险实际上大规模空账运行的现实，人民群众对于基本养老保险制度的可持续性的疑问与日俱增。按照世界银行的建议，退休后收入至少达到工作时收入的70%，才可以保证退休生活水平不至于大幅度下降，国际劳工组织的《社会保障最低标准公约》规定养老金替代率最低标准为55%，我国基本养老保险替代率从1997年的70.79%连续下降到2014年的45%，[3]虽然客观上为了企业年金与个人储蓄性养老预留了极大的发展空间，但是由于企业年金制度发展的不完善，以及基本养老制度对于财政的过度依赖，其内生的“隐性债务”（王燕等，2001；彭浩然，2009；袁诚等，2016）极有可能成为对未来政府财政支出的巨大不稳定因素。但是，由于福利刚性的客观存在，政府不得不努力维持原有的保障水平，这就意味着政府依旧不得不依靠财政去填平缺口，这不仅意味着并没有实现原有的改革目标，也说明在国家整体制度层面上缺乏补足目标替代率的制度设计。

企业年金是我国城镇企业职工应对老龄化的一个运行成本较低的长期社会稳定机制，但是自该项制度提出与运行18年的实际经验来看，其发展并不尽如人意，尤其是近些年来基本老养老保险给付压力陡增的前提下，“第二支柱”缺失的弊端逐渐显现出来。就衡量指标而言，国际上通行的做法是将对应的养老资产规模占本国的GDP的比重进行衡量，至2016年底，我国企业年金基金规模仅占GDP的1.49%，[4]图一显示了OECD各国私营养老金资产占GDP比重，平均来看，OECD各国私营养老金资产占GDP的比重达到50%。此外，我国企业年金覆盖率较低，参加企业年金的企业数仅占所有企业总数的0.52%，[5]与西方发达国家平均40%以上的参与水平差距较大。其次从达到的效果来看，[6]我国企业年金替代率不足1%，几乎可以忽略不计（郑秉文，2010）。

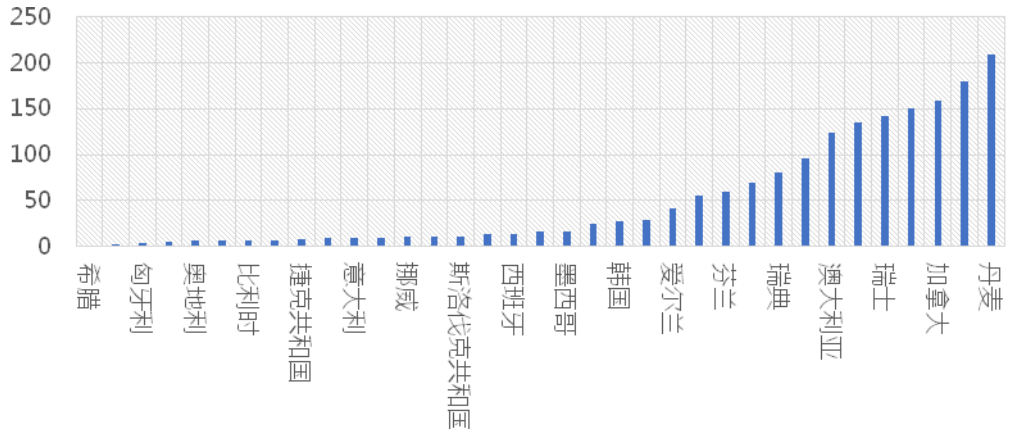


图 1　OECD 国家私营养老金资产占 GDP 比重(2016 年，%)[7]

[1] 国际上普遍认可的人口老龄化阈值为65岁以上人口占总人口的7%。
[2] 见中华人民共和国国家统计局官网。
[3] 见中国社科院世界社保研究中心《中国养老金发展报告2016》。
[4] 见人社部《2016年度人力资源和社会保障事业发展统计公报》。
[5] 根据《人力资源和社会保障事业发展统计公告》，《中国统计年鉴》整理所得，其中企业数选取指标为按地区和登记注册类型分企业法人单位数。
[6] 用企业年金替代率来衡量。
[7] 数据来自于《Pension at a Glance 2017:OECD and G20 Indicators》。

本文旨在于研究最优的企业年金缴费水平，以及衡量企业年金的发展对经济增长的影响，该问题的提出是基于以下两点的考虑：第一，应该如何确定最优的企业年金缴纳水平？就外部政策因素来看，延迟退休是为了应对劳动力供给的减少，但是这也会造成企业年金的给付年限的减少，从个人平滑终生收入的角度去考虑，会导致工作期间减少缴纳。就全面放开二孩的实际政策效果来看，生育率不增反降，预期人口减少可能会导致劳均资本下降，未来工资水平因而存在一个下降的趋势，这就会驱使在职员工提高缴费，以保证退休后生活水平。综合两方面因素，尤其是在内生化出生率的模型框架下，进一步考察外部因素对于最优企业年金缴费的影响是有理论意义的。第二，国家正在经历新旧动能转换的新时期，经济下行压力较大，迫切地需要创造新的经济增长点。以往的经济增长模式已经难以为继，经济增长新旧动能转换的任务依旧严峻，企业年金的建立对于经济增长的影响到底如何评价？企业年金虽然可以在理论上能够提高居民养老金替代率，但是，因为该制度的框架为个人积累制，当期消费的减少，是否可能对于经济的增长造成不利影响？虽然现在来看，企业年金的发展水平较低，但是在国家的积极推动下，在延迟退休和全面放开二孩的政策背景下，这些问题都有待于进一步的研究。

在相当长的一段时期内，社会基本养老保险都是保证企业职工退休后生活水平的一个重要保障，但是由于转轨时期的隐性债务的存在，因此，政府补贴、空账运行的状况一直存在（彭浩然等，2008；李珍等，2009；董克用等，2011；汪伟，2012；曾益等，2013；郑秉文，2016；王振军，2017），这不仅削弱了制度的持久性，更由于降低了广大企业职工对自身退休的生活水平的预期而酝酿着社会不稳定因素，基于上述考虑，如何保证企业职工的根本利益就是一个值得考虑的问题。虽然延迟退休对于就业有正向的促进作用（张熠、汪伟、刘玉飞，2017），而且于新亮等（2017）通过对于2010-2013年上市企业的年报数据的实证研究表明，对于我国上市企业“生产率效应”而言，企业年金确实具有显著的积极作用。所以，企业年金制度的建立势在必行，但是考虑到我国目前较高的社会保障税负水平[8]，不能为了避免出现养老危机而盲目提高缴费率。

为了分析延迟退休对于人口出生率变化的影响，应该建立内生人口出生率模型。这是由于，随着政策的实施，人们的心理预期会有所改变，这就会对现实人口统计指标产生一定的影响。无论是延迟退休还是二孩政策，都会影响人们的工资水平，而收入水平的变化又会驱使着人们改变自己的时间分配， 如果养育后代的成本相对变小，人们会更愿意生育更多的后代。Petrucci（2015）在内生人口增长率的跨时期最优化模型框架下发现，改变外部政策变量不仅会影响代表性个体工作以及养育后代之间的时间分配，从而影响家庭的时间规划，从而对资本积累有所影响，而且，福利最大化往往意味着经济收敛于稳态。

国外对于完全基金积累制养老金缴费率的研究较国内更早开始，其中就最优缴费的研究而言，现有的研究主要是通过最大化效用以求得最优的缴费率。Samuelon（1975）对于最优社会保障税的求解建立在稳态经济的基础上，在一个完全自由竞争的经济中，令其边际物质资本产出水平与黄金率水平的人口增长率相等，从而求得最优社会保障税率。Sheshinski和Weiss (1981)关于政府福利计划中年金最优缴费率的研究中，提供了一个求解最优年金缴费率的办法，通过构建了一个*生命周期长度不确定的*代际交叠*模型，将之与效用函数联立，求解预期效用最大化时的完全基金制的缴费率即是最优年金缴费率。Yang（2008）对*Samuelon的模型进行了拓展，并将其用于研究中国城镇职工基本养老制度，在一般均衡的OLG模型框架内，通过控制政策变量以调整劳均资本与黄金率水平上的劳均资本水平相等，而求解出最优个人账户替代率，而且发现提高个人账户

[8] 此处将其定义为“四险一金”，根据2016年12月19日通过全国人大常委会审议通过的相关决定草案，将生育保险并入职工基本医疗保险基金，分别为养老保险、医疗保险、工伤保险、失业保险、住房公积金，占工资的比重分别为28%，12%，0.5%～2%，3%，10%～24%，则“四险一金”占工资比重为53.5%～69%。

缴费率水平并不影响劳均资本水平。Yew和Zhang（2011）建立了一个人力资本外部性、内生化人口增长率的Dynastic模型，其研究结果表明物质资本产出弹性、贴现率的提高对最优社会保障税有着正向的促进作用，且在参数合理设定的前提条件下，存在与现实情况较为接近的最优社会保障税。

国内对于企业年金的研究多集中于有关企业年金税惠政策的研究上，对于企业年金缴费率的研究较少。刘云龙等（2002）通过对非税收优惠的经济政策以及现行政策的低效率进行了分析，认为我国在依照“三支柱”模式建立社会养老保障体系的过程中，税收优惠政策作为一种成本相对较少的促进企业年金发展的政策选择，其对于企业年金发展而言是必要的，并强调不仅需要政府出台相关政策，还应该注意我国强资本弱劳工的格局。刘昌平（2005）的研究表明，虽然提高企业年金缴费水平、延迟退休都有利于企业年金替代率的提高，但是，也应考虑我国社会保障制度的合计缴费已经占工资很大一部分的比例，因此，即使是为了促进企业年金的发展，也不应该过度依赖提高企业年金缴费率以提高起替代率。边恕和穆怀中（2009）基于辽宁省人口特征的研究结果表明，从个人效用与社会福利最大化的视角去分析，养老保险制度存在最优社会保险缴费率，并且缴费率的取值取决于参数的取值，个人账户的最优缴费率在21%～23%之间，现行个人账户缴费率还具有较大的提升空间。王亚柯等（2012）认为，企业年金的发展应该首先努力扩大其覆盖面，为了达成这一目标，可以在财政的润许范围内适当提高的企业年金的税收优惠比例，同时也不应忽视我们企业年金制度建立时间短、投资收益率低、缴费水平低。张思锋等（2007）构建了企业年金替代率的预测模型，其研究成果认为增加缴费率、延迟退休年龄对于企业年金替代率的提高具有显著的正向激励作用。朱铭来等（2014）通过对OECD国家的实证研究发现，企业年金缴费的个人税收减免政策对于OECD国家企业年金缴费率的提升具有非常积极的作用，但是也同时指出由于我国企业年金的建立多是由企业主导，而现行税收优惠政策的着眼点在于个人，对于企业的激励作用有限，从而也应提高企业层面的企业年金税前扣除比例。廖朴、倪妮、陈尔默（2016）建立了一个含有个人账户制度的个体生命周期模型，从平滑个体终生财富余额的角度，对最优个人账户缴费率进行了探讨，得出最优个人账户缴费为7.76%，研究结果也同时表明，延迟退休可以降低最优缴费率水平。王晓军等（2017）以双随机Lee-Carter模型度量长寿风险，在对于长寿风险对于企业年金缴费率的研究中得出结论，为了应对寿命延长，最优企业年金缴费率为11.41%，此外，为了保证预期政策目标的实现，对于企业年金资产采取更加激进的投资策略。但是，并没有考虑生育率变化对于缴费率的影响。

通过对相关文献进行回顾，发现最优养老金缴费率的一个常用的求解方法在OLG模型框架内，基于求解社会福利最大化时的缴费率所求得的，这是由于，OLG模型的优点在于不仅可以减少异质性人口特征所带来的影响，还能用于分析代际财富转移，所以选择OLG作为本文的分析框架。除此之外，一些文献在运用OLG模型分析养老金缴费率时，会强调所积累的养老金的投资收益对于替代率的影响，而在实际研究中往往使用企业的边际产出作为利率，这往往会低估实际投资收益水平。杨再贵（2018）的研究表明，我国个人账户记账利率低于市场实际利率，如果能采取较高的个人账户记账利率，就能大幅度减少个人账户缴费率。就目前的研究领域来看，本文是首先在OLG模型框架下探讨最优企业年金缴费利率的文献，并且参照企业年金基金历年投资收益率数据而非市场利率设定投资收益率，从而使得研究更具有实际意义。

本文结构安排如下：第二部分是理论框架；第三部分是最优企业年金缴纳水平的分析；第四部分是模型参数校准设定；第五部分是数值模拟和结果分析；第六部分是结论。

2. 理论框架

本文在Diamond（1965）OLG模型的基础上进行了改进，设定经济体无限期延续，并包括同质的个体和企业以及一个政府。代表性个体通过选择企业年金缴费率、退休时间和后代的数量实现经济学福利最大化。企业通过平衡资本与劳动的选择最大化其利润。
政府致力于实现个人企业年金账户的收支平衡。

2.1 代表性个体

设定代表性个体存续两期：工作期与退休期，且两期时间相等，赋值其时长为1。本文沿用Yasuoka & Miyake(2014)的研究方法，个体的效用决定于退休之前的消费$c_{w,t}$，退休之后的消费$c_{r,t+1}$，除此还有t期后代的个数n_t。以α表示年老时期效用的贴现因子，可用于计算未来的时期效用的贴现值，β为对于年轻个体而言，表示对子女的个数的偏好程度，因为效用不可能为负，所以α、β和均大于0，φ表示退休后生存时间。将效用函数设定为指数的形式，可得到个体终身效用函数为：

$$U = \max\left\{\ln c_{w,t} + \alpha\varphi \ln\frac{c_{r,t+1}}{\varphi} + \beta \ln n_t\right\} \#(1)$$

以v代表生育一个子女所需要花费的时间，则在工作时期需要投入的养育后代的时间为vn_t，w_t表示年轻个体在第t期参加工作后所得到的工资，P_{t+1}为代表性个体在$t+1$时期退休时得到的企业年金收入，来自于以及自身工作时期缴纳的企业年金，占工资比率为p，t表示因为企业税收优惠政策而获得的企业年金缴纳个税优惠，而在领取时需要缴纳的个税。[9]r_{t+1}代表$t+1$时期的利率水平，由于退休时间是外甥给定的，在原有退休时间延长后，新增加的工作时间用x表示，则在年老时期，享受退休时期的时间缩短为$\varphi - x$。由上述分析分析，则代表性个人年轻时期与年老时期的消费约束方程为：

$$c_{w,t} = (1 - vn_t)w_t(1 - p + t) - s_t \#(2)$$

$$c_{r,t+1} = (1 + r_{t+1})s_t + (1 - p + t)xw_{t+1} + (\varphi - x)P_{t+1} \#(3)$$

公式(2)表示个体参加工作，获得收入以及企业年金的税收优惠并用于消费、缴纳企业年金以及养育子女。公式(3)表示在年老时期，老年的消费来自于年轻时期工作时的储蓄及其利息，因为延迟退休而获得的工资收入，以及企业年金。则个体终身效用函数可以改写为：

$$\max\left\{\begin{matrix}\ln[(1 - vn_t)w_t(1 - p + t) - s_t] + \\ \alpha\varphi\ln[(1 + r_{t+1})s_t + (1 - p + t)xw_{t+1} + (\varphi - x)P_{t+1}] - \alpha\varphi\ln\varphi + \beta\ln n_t\end{matrix}\right\} \#(4)$$

上述(4)式关于储蓄s_t和n_t最大化一阶导数条件为：

$$\frac{1}{(1 - vn_t)w_t(1 - p + t) - s_t} = \frac{\alpha\varphi(1 + r_{t+1})}{(1 + r_{t+1})s_t + (1 - p + t)xw_{t+1} + (\varphi - x)P_{t+1}} \#(5)$$

$$\frac{-vw_t(1 - p + t)}{(1 - vn_t)w_t(1 - p + t) - s_t} + \frac{\beta}{n_t} = 0 \#(6)$$

上述(5)式衡量的是每增加一单位的储蓄所增加的效用之间的关系，可以得到s_t和n_t的方程：

$$s_t = \frac{\alpha\varphi}{1 + \alpha\varphi}(1 - vn_t)w_t(1 - p + t) - \frac{(1 - p + t)xw_{t+1} + (\varphi - x)P_{t+1}}{(1 + \alpha\varphi)(1 + r_{t+1})} \#(7)$$

$$n_t = \frac{\beta}{1 + \beta}\frac{w_t(1 - p + t) - s_t}{vw_t(1 - p + t)} \#(8)$$

上述(4)式关于企业年金缴费率p的最大化一阶导数条件为：

$$\frac{(vn_t - 1)w_t}{(1 - vn_t)w_t(1 - p + t) - s_t} = \frac{\alpha\rho xw_{t+1}}{(1 + r_{t+1})s_t + (1 - p + t)xw_{t+1} + (\varphi - x)P_{t+1}} \#(9)$$

上述(5)式衡量的是每增加一单位的企业年金缴费所增加的效用之间的关系，可以得到p的影响方程：

[9] 由于企业年金采用EET税制，在一定限额内不缴纳个人所得税，为了更清晰的核算企业年金的经济效应，我们采取无税收优惠的TTE税制为基准税制。见财政部、人力资源社会保障部、国家税务总局《关于企业年金职业年金个人所得税有关问题的通知》。

$$p = 1 + t - \frac{(vn_t - 1)w_t((1 + r_{t+1})s_t + (\varphi - x)P_{t+1}) + \alpha\varphi x w_{t+1}s_t}{(1 + \alpha\varphi)x(1 - vn_t)w_t w_{t+1}} \#(10)$$

2.2 企业

关于生产者，沿用古典经济学一贯的研究思路，设定所有的企业都是同质的，在生产要素市场获得生产要素，包括劳动力还有资本，然后生产产品或者提供服务，并将其销售给物品与服务市场，获得收益，在这个过程中追求收益的最大化。沿用以上思路，综合考虑延迟退休政策的影响，我们设定该分析框架内规模报酬不变的$C-D$生产函数形式为：

$$F(K_t, L_t) = AK_t^{\lambda}((1 - vn_t)L_t + xL_{t-1})^{1-\lambda} \#(11)$$

生产函数的劳均形式为：

$$f(k_t) = Ak_t^{\lambda} \#(12)$$

$F(K_t, L_t)$表示第t期的总产出，K_t表示投入的资本，A表示外生的技术进步水平，$(1 - vn_c)L_t + xL_{t-1}$表示企业所雇佣的劳动力。当企业达到平衡状态时，此时也是利润最大化的状态，设定资本折旧率为δ，则企业最优化问题可以表示为：

$$\max\{AK_t^{\lambda}((1 - vn_t)L_t + xL_{t-1})^{1-\lambda} - (\delta + r_t)K_t - w_t((1 - vn_t)L_t + xL_{t-1})\} \#(13)$$

求解(12)式可得，企业的利润最大化问题，此时，其边际K_t和L_t得到边际回报：

$$r_t = \lambda Ak_t^{\lambda-1} - \delta \#(14)$$

$$w_t = (1 - \lambda)Ak_t^{\lambda} \#(15)$$

2.3 政府

在该模型框架中，政府的主要行政目标是社会福利最大化，以及维持年金账户收支平衡。在该模型框架内，代表性个体在退休后得到该个体年轻时缴纳的企业年金。L_t表示t时期参加工作的劳动力数量，则总的养老保险金可以表示为：

$$(\varphi - x)P_{t+1}L_t = xpw_{t+1}L_t + p(1 - vn_t)w_t\ (1 + i)L_t \#(16)$$

将(14)式两端同除以人L_t，可得：

$$(\varphi - x)P_{t+1} = xpw_{t+1} + (1 - vn_t)w_t p(1 + i) \#(17)$$

虽然从制度层面来讲，我国的基本养老保险是“统账结合”的运行模式，但是，由于我国老年人口众多，而且“未富先老”情况较为严重，养老金统筹层次较低，况且事实上，对于基本养老保险的财政补贴有逐年增加的趋势，沿用国内一些学者的思路，设定基本养老保险账户为现收现付制（林山君、孙祁祥，2015）。在本文的分析框架内，企业年金作为一种完全积累制的养老制度，代表性个体生存至退休，工作时期的缴费在退休后全额给付。当然，随着退休时间的延迟，基本养老保险的缴费增多，这就会引起替代率的上升，从而对年仅的缴纳存在一定的影响，这就导致需要考虑更多的因素，这无疑会增加变量的增多，而变量的增多虽然在一定程度上能够增强模型的解释能力，但是也会增大其误差。本文重在分析延迟退休以及二孩政策对企业年金发展的影响，为了突出研究重点，借鉴已有的研究思路，在本文只分析企业年金账户对政策变化的影响。

2.4 市场

在现收现付制基本养老保险与企业年金相结合的养老制度框架下，资本的积累来源于个人的储蓄以及个人缴纳的企业年金账户，这两者都用于投资，假定资本市场出清，则经济中资本的动态积累方程为：

$$K_{t+1} = (s_t + (1 - vn_t)w_t p)L_t \#(18)$$

将上式除以第$t+1$期工作总人口$(1 - vn_{t+1})L_{t+1} + xL_t$，可以得到劳均资本动态方程：

$$k_{t+1} = \frac{K_{t+1}}{(1 - vn_{t+1})L_{t+1} + xL_t} = \frac{(s_t + (1 - vn_t)w_t p)L_t}{(1 - vn_{t+1})L_{t+1} + xL_t} = \frac{s_t + (1 - vn_t)w_t p}{(1 - vn_{t+1})n_t + x} \#(19)$$

将经济增长率定义为劳均产出与当期劳动人口之和，则总产出可以表示为：

$$F(K_t, L_t) = Ak_t^{\lambda}[(1 - vn_t)L_t + xL_{t-1}] = Ak_t^{\lambda}\left[(1 - vn_t) + \frac{x}{n_{t-1}}\right]L_t \#(20)$$

则总产出增长率（经济增长率）可以用下时表示：

$$\frac{F(K_{t+1},L_{t+1})}{F(K_t,L_t)}=\frac{Ak_{t+1}^{\lambda}\left[(1-vn_{t+1})+\frac{x}{n_t}\right]L_{t+1}}{Ak_t^{\lambda}\left[(1-vn_t)+\frac{x}{n_{t-1}}\right]L_t}=\frac{Ak_{t+1}^{\lambda}\left[(1-vn_{t+1})+\frac{x}{n_t}\right]}{Ak_t^{\lambda}\left[(1-vn_t)+\frac{x}{n_{t-1}}\right]}n_t=n^*\#(21)$$

可知，当经济达到均衡状态时，在不考虑外生技术进步率的前提下，经济增长率也就是稳态时的人口增长率。

在这个分析框架下，如果实现市场出清，则其应当满足在给定初始资本K_0的、企业年金缴费率p的前提下，在这个无限期存续的经济体内，个体选择配置$\{c_t^w,\ c_{t+1}^r,\ s_t,\ p\}$，企业调整$\{K_t,\ (1-vn_t)L_t+xL_{t-1}\}$，$K_t$和$L_t$的边际回报$\{r_t,\ w_t\}$，使之满足下列条件：

（1）在边际回报$\{r_t,\ w_t\}$，以及企业年金缴费率p给定的前提下，个人通过合理安排自己的消费、储蓄以及企业年金的缴纳数额实现自身终身效用的最大化。

（2）边际回报$\{r_t,\ w_t\}$给定的前提下，企业分配$\{K_t,\ (1-vn_t)L_t+xL_{t-1}\}$，使之实现自身的利润最大化。

（3）政府通过宏观调控，实现企业年金保值增值，以及市场出清。

将代表性个体，企业，政府的宏观调控结合起来，我们在模型框架内着重分析企业年金缴费水平对经济的影响，设定企业年金的个人账户积累额全部被用来投资，将(7)式，(14)式，(15)式，(17)式，带入(19)式，在(14)式折旧率的设定中，沿用Fanti & Gori(2009,2012)的方法，为了求得劳均资本的表达式，设定在一个周期折旧率为1，可以得到在该情况下劳均资本的动态积累表达式：

$$\begin{aligned}&[(1+t)\alpha\varphi+p](1-vn_t)(1-\lambda)Ak_t^{\lambda}\ \lambda k_t^{\lambda-1}-(1-vn_t)p(1+i)(1-\lambda)k_t^{\lambda}\#(22)\\&=\{(1+t)x(1-\lambda)+[(1-vn_{t+1})n_t+x](1+\alpha\varphi)\lambda\}k_{t+1}^{\lambda}\end{aligned}$$

当经济发展沿路径收敛至均衡状态时，则$k_{t+1}=k_t=k^*,n_{t+1}=n_t=n^*$带入上式整理可得均衡状态下劳均资本的表达式：

$$(k^*)^{\lambda-1}=\frac{(1-vn^*)p(1+i)(1-\lambda)+(1+t)x(1-\lambda)+[(1-vn^*)n^*+x](1+\alpha\varphi)\lambda}{[(1+t)\alpha\varphi+p](1-vn^*)(1-\lambda)A\ \lambda}\#(23)$$

3. 最优企业年金缴纳水平的分析

文章的上一部分，我们已经得到了均衡状态下的劳均积累方程，该部分我们讨论均衡状态下的代表性个体选取合适的企业年金缴费率，从而使得社会福利最大化。为了达成该目标，我们需要使用社会福利函数，这样就隐含着一个前提条件，也就是政府的目标就是基于社会福利最大化的视角来制定社会政策并执行。沿用Fischer(1989)、Groezen(2003)、康传坤等（2014）和杨再贵（2018）的思路，首先，需要知道社会福利最大化的劳均资本水平，其次，让竞争性经济条件下的劳均资本水平与社会福利最大化的劳均资本水平相等，在最终得到的方程里，只需联立求解两种劳均资本相等时的方程式便可得到企业年金最优缴费率水平。

社会U_t为社会叠代总效用的贴现值，社会效用贴现因子为ε，结合前文(4)式所给出的代表性个体终身效用函数，个人消费函数中的下角标第二个字母m表示在无限期存续的中的经济体中的第m期，社会福利函数可以表示为：

$$\max_{c_{w,m}\geq 0,c_{r,m}\gg 0}V=\varepsilon\ln c_{r,o}+\sum_{m=1}^{\infty}\varepsilon^{m-1}\left(\ln c_{w,m}+\alpha\varphi\ln\frac{c_{r,m+1}}{\varphi}+\beta\ln n_t\right)\#(24)$$

在一定是的时期内，社会的总产出是一定限度的，这就意味着，代表性个体并不可以无限消费，需要根据社会的产出以及自身的收入情况进行分配和调整，沿用前文的分析，社会资源约束以及劳均资源约束可以表示为：

$$F(K_t,L_t)=L_tc_{w,t}+L_{t-1}c_{r,t}+K_{t+1}-(1-\delta)K_t\#(25)$$

$$f(k_t)=Ak_t^{\lambda}=c_{w,t}+\frac{c_{r,t}}{n_{t-1}}+n_tk_{t+1}-(1-\delta)k_t\#(26)$$

在该模型框架中，社会计划者的受到上式所表示的资源约束。这个方程表明，总资源受以下部分约束：该期所有年轻劳动者以及退休后老年人口的消费，还有新增资本投入和资本折旧量的总和。

有关社会规划者的问题，在资源约束，初始条件k_0给定的情况下实现社会福利的最大化，构造Lagrange函数：

$$L=\left\{\begin{array}{c}\cdots+\\ \varepsilon^{t-1}\left(\ln c_{w,t-1}+\alpha\varphi\ln\frac{c_{r,t}}{\varphi}+\beta\ln n_{t-1}\right)+\\ \lambda_{t-1}\left(Ak_{t-1}^{\lambda}+(1-\delta)k_{t-1}-(1+n_{t-1})k_t-c_{w,t-1}-\frac{c_{r,t-1}}{1+n_{t-1}}\right)\\ +\varepsilon^{t}\left(\ln c_{w,t}+\alpha\varphi\ln\frac{c_{r,t+1}}{\varphi}+\beta\ln n_t\right)+\\ \lambda_t\left(Ak_t^{\lambda}+(1-\delta)k_t-(1+n_t)k_{t+1}-c_{w,t}-\frac{c_{r,t}}{1+n_t}\right)\\ +\varepsilon^{t+1}\left(\ln c_{w,t+1}+\alpha\varphi\ln\frac{c_{r,t+2}}{\varphi}+\beta\ln n_{t+1}\right)+\\ \lambda_{t+1}\left(Ak_{t+1}^{\lambda}+(1-\delta)k_{t+1}-(1+n_{t+1})k_{t+2}-c_{w,t+1}-\frac{c_{r,t+1}}{1+n_{t+1}}\right)\\ +\cdots\end{array}\right\}\#(27)$$

上式$\lambda_t(t\geq 0)$是第x期受资源约束的拉格朗日算子，当经济达到稳态时$c_{w,t}$、$c_{r,t}$、k_t和n_t达到c_w^*、c_r^*、n^*、k^*，令(27)式对$c_{w,t}$，$c_{r,t}$，$k_{t+1},(t\geq 0)$的偏导数为零，带入上式整理可得：

$$\varepsilon c_r^*=\alpha\varphi n^* c_w^*\#(28)$$

根据求导结果整理可得社会福利最大化的劳均资本水平：

$$k^*=\left(\frac{n^*-\varepsilon(1-\delta)}{A\lambda\varepsilon}\right)^{\frac{1}{\lambda-1}}\#(29)$$

将上式所求得的劳均资本，即为稳态劳均资本，并且处于黄金律水平，令该劳均资本与竞争性经济的劳均资本联立：

$$\left[\left(\frac{n^*-\varepsilon(1-\delta)}{A\lambda\varepsilon}\right)^{\frac{1}{\lambda-1}}\right]^{\lambda-1}=\frac{\left\{\begin{array}{c}(1-vn^*)p(1+i)(1-\lambda)+(1+t)x(1-\lambda)\\ +[(1-vn^*)n^*+x](1+\alpha\varphi)\lambda\end{array}\right\}}{[(1+t)\alpha\varphi+p](1-vn^*)(1-\lambda)A\,\lambda}\#(30)$$

整理可得社会福利最大化情况下的企业年金缴费率p的表达式：

$$p=\frac{\left\{\begin{array}{c}[n^*-\varepsilon(1-\delta)](1-vn^*)(1-\lambda)(1+t)\alpha\varphi-\varepsilon x(1+t)(1-\lambda)\\ -\lambda\varepsilon(1+\alpha\varphi)[(1-vn^*)n^*+x]\end{array}\right\}}{[\varepsilon(1+i)-n^*+\varepsilon(1-\delta)](1-vn^*)(1-\lambda)}\#(31)$$

通过上式可以看出，企业年金最优缴费率p与人口增长率n^*、社会效用贴现因子ε、资本折旧率δ、个人效用贴现率α、企业年缴纳税优水平t、养育子女所花费的时间v以及退休后延长工作的时间x等参数有关。通过该式，我们不仅可以得出最优企业年金缴费率水平，我们还可以在该模型框架内分析人口增长率n^*、企业年缴纳税优水平t、退休后延长工作的时间x的变动对最优企业年金缴纳水平的影响。

通过联立（23）和（29）两个式子，技术进步率A被消去，说明最优企业年金缴纳水平的变动不依赖于A的变动，这是因为在经济达到稳态时，劳均资本、人口增长率收敛于为常数，这种情况下，经济增长来自于人口的增长，与技术的进步无关。

在本文的分析框架内，企业年金的税收优惠政策的作用机制是在其缴费之后，在一定额度内不缴纳个人所得税。与本文所选取的基准税率（TTE）相比，实行企业年金的税收优惠政策所造成的影响是，间接造成当期收入的增加，税延政策的实行对于企业年金的发展必定具有正向的指引作用，但是由于两期消费约束的存在，工作期间缴费的增多，虽然会导致退休后企业年金替代率的提高，但是代表性个体为了平滑终生消费，保证工作期间的生活水平，会选择在缴纳一定额度的企业年金，这也就意味着即使税收优惠政策只是在一定限度内存在激励作用，但是存在一个最优的企业年金缴纳水平，在此缴纳水平上，可以最大化社会福利水平。

人口增长率的n*的变动对企业年金的变动有两方面的影响，人口增长率的上升会造成当期用于抚养后代的支出增多，从而导致当期消费与储蓄减少，为了维持退休后时期的生活水平不变，理性个体应该多缴纳企业年金。另一方面，人口增长率的上升会促使下一时期工作人口数量的增多，而在经济的均衡状态下，其增长来源于人口的增多，这就会引起下一时期，现收现付制的基本养老保险的缴费基数增加，引起基本养老保险的缴费增多，在一定程度上可以提高的退休后的收入水平，从而促使代表性个体减少工作时期的企业年金缴纳水平。

在其他变量不变的前提下，可以看出退休年龄的变化会导致（30）式中分子改变而分母不变，但就最终影响而言，缴费率的变动趋势依赖于参数的取值。延迟退休对于缴费率的影响可以从两个方面去分析，相应的作用机制是，一方面，延迟退休导致企业年金缴费时间的延长，退休后收入的增加，为了合理分配终生消费，理性个体选择工作期间少缴纳企业年金，结果就是企业年金缴费率p与延迟退休年限反方向变动；另一方面，在预期寿命不变的前提下，延迟退休就意味着退休后生存时期的减少，这就会使得个人有动机减少年轻时的储蓄，此外，根据严成樑（2016）的研究成果，延迟退休会导致个体投入更多的时间去养育自己的子女，这就导致资本存量减少。储蓄的减少、资本存量的减少会引起工资水平的下降，在原有缴费水平下，可能导致退休后的企业年金给付收入不足以满足当时的消费，从而，随着退休年龄的增加，企业年金的缴费水平逐渐升高。最终的结果是，在该分析框架，延迟退休通过资本积累渠道对企业年金缴纳水平的正向影响大于其通过平滑终生收入对企业年金收缴纳水平的负向影响。

4. 模型参数校准与设定

近些年来，国家所出台的只是建立企业年金制度的整体框架性文件，并鼓励各地区根据自身特点做出调整，因而各地区建立自身的企业年金制度都根据本身的实际情况做出了一些变动，但有一点可以肯定的是，在宏观层面上国家会出台统筹层次较高的制度安排，所以，本文分析的是全国层面上的企业年金最优缴费率，则参数的选取都是基于宏观层面上的数据。

1.企业年金缴纳税优水平t，《关于企业年金职业年金个人所得税有关问题的通知》从制度层面上确定了我国企业年金税收优惠政策，缴纳时的税收优惠来自于企业的缴费以及个人的缴费，企业缴纳企业年金至个人账户时，个人不缴纳个人所得税；个人缴纳部分，在低于个人工资缴费工资计税额度内4%的部分，可以从当前应纳税收入中扣除。参照汪丽萍（2015）的思路，将年平均工资均摊到每个月，并参照递进税率计算个税，设定个人缴纳企业年金超过当期工资的4%。$w(t)$表示t年的工资，tr表示应纳税税率，则个人所得税优惠可以表示为：

$$T = \frac{w(t)}{12} * tr * 12 * 4\% \#(31)$$

表 1　2010-2016 年企业年金个税优惠水平[10]

年份	年城镇职工平均工资（元）	年企业年金税收优惠（元）	年个人所得税（元）	个税优惠占工资的比率
2016	67569	156.55	3913.8	0.23%
2015	62029	112.23	2805.78	0.18%
2014	56360	66.88	1671.99	0.11%
2013	51483	37.92	948	0.07%
2012	46769	19.08	476.90	0.04%
2011	41799	8.8995	222.45	0.02%

[10] 根据《中国统计年鉴》计算整理所得。

2010	36539	6.27	156.736	0.017%

由上图的趋势可知[11]，个税优惠占工资的比例呈现出不断增长的态势，但是其增长速率已经由2012年的75%下降至2016年的27.8%，增长速度呈现下降的趋势，税式支出[12]不可能无限增大。根据最近十年工资的变动趋势，用EXCEL预测2046年的月平均工资在95%的置信度水平上为18379.74元，此时计算的个税优惠占工资的比率为0.7%，本文01G模型设定一期时间长度为30年，综合考虑所以设定每一期的个税优惠占工资的比率为0.4%。

2.资本折旧率δ，在林忠晶和龚六唐（2007）对于社会保障的研究中，将资本年度折旧率设定为0.1，由于本文的分析框架跨度为30年，故折旧率为0.9576，在前文第四部分求解动态劳均资本的表达式时，为了求得劳均资本的表达式，已经设定资本折旧率为1，由于两者差别小于5%，可以认为对最终结果的影响较小。

3.人口增长率n^*，在以往的研究中，对于未来人口增长率趋势的估计，多采用过去一段时期内的人口增长率来套用，在经济社会的发展的过程中，主客观环境都是在不停地发展变化中，以往特殊的历史环境下的数据在对将来的估计中可能只是具备一定的参考价值。在翟振武、陈佳鞠、李龙（2017）的研究中，在2015年1%人口抽样调查数据，结合全面放开二胎的政策背景，预测我国总人口于2045年15～64岁适龄工作人口将下降至8.63亿人，根据《中国统计年鉴》的数据，我国15～64岁适龄工作人口在2015年为10.03亿人，故设定在模型框架内，一期的人口增长率为0.8604。根据2018年度联合国经济和社会事务部关于中国人口的预测，我国人口在2030年将上升至14.4118亿人，则以2015年为基数测算，每年的预期人口增长率为1.002799，转化为模型中每期30年的人口增长率为1.0875。

4.沿用Zhang&Zhang(2009)的研究，养育每个后代所花费的时间v为0.1。

5.退休后生存时间φ，根据2016年《中国劳动统计年鉴》的统计数据显示，我国目前16-19岁参加工作的人口数量占总就业人员人口数量的1.2%，而20-24岁参加工作的人口数量占总就业人员人口数量的8.6%，根据这一统计数据的实际情况，设定代表性个体25岁参加工作，则在第一期末人口年龄为55岁，我国现行实际退休年龄不到55周岁，[13]此处设定为55岁退休。根据2010年第六次全国人口普查的结果，我国人口平均预期寿命达到74.83岁，[14]设定退休年龄为75岁，则退休后代表性个体生存20年，则φ取值为0.6667。

6.社会效用折现因子ε表示政府对不同代际间的重视程度，其取值越小，则表示政府相比较而言更重视年轻一带，Song等（2015）在OLG模型框架内研究跨代养老金分配问题时，将社会贴现率设定为真实市场利率，在我国现行利率市场化改革并未完全达成的条件下，选择银行存款利率作为真是市场利率会带来较大的误差，基于此，本文选定近十年内一年期国债收益率为我国真实市场利率，近十年平均一年期国债利率0.0271，[15]可以得出社会效用折现因子ε为0.4484。

7.企业年金投资收益率i根据人社部官网《企业年金业务数据摘要》已经公开的数据，自2012-2016年，企业年金加权平均收益率分别达到了5.68%、3.67%、9.30%、9.88%、3.03%，则近五年来平均加权平均收益率达到了6.31%，则在一期30年时间内，企业年金投资收益为6.2694。

[11] 于2011年调高个人所得税起征点，故从2011年开始税基改变。
[12] 西方有关国家对税式支出项目界定办法一般是先确定基准税制，然后根据政策要求制定背离基准税制且符合税式支出限定标准的税收特殊条款。
[13] 2015年两会期间，人设部部长尹蔚民表示我国平均退休年龄接近55周岁。
[14] 见人社部官网《人口普查公报》。
[15] 数据来源：Wind数据库

8.子女的个数的偏好程度β，沿用Fanti & Gori(2012)的研究成果，其子女的个数的偏好程度β的赋值为0.2，因为β的取值不改变经济系统中各变量的变化趋势，只改变代表性个体效用的变动水平，所以该取值对于缴费率无影响。

9.个人效用贴现率α，参照康传坤和楚天舒（2014），景鹏和胡秋名（2016）的取值方法，将个人效用贴现率表示为$\alpha = 1/\left((1+\gamma)\varphi\right)$，1981～2010年中国平均年度实际利率为0.0155，由于年度时间偏好率要小于利率，选取年度时间偏好率为0.015，故γ为0.5400，结合预期寿命的取值为0.6667，则个人效用贴现率α为0.9740。

10.资本产出弹性λ 的选取，一般而言，西方发达国家资本产出弹性设定为0.3。不同的学者根据不同的计算方法，从而导致结果有较大差异。我国劳动力价格相比较于过去已经有了较大的提高，但是仍普遍低于西方发达国家，张建华等（2012）的计算结果指出，我国1979年至2010年资本产出弹性的平均值为0.3444。杨汝岱（2015）对不同行业分别计算，得出29个行业中各自的资本弹性，对其求和平均，得到取值为0.3334。考虑到全要素生产率的不断上升以及劳动产出弹性不断增长的趋势，将资本产出弹性λ设定为0.34。基准值设定如下。

表 2　模型基准参数

t	δ	n^*	v	A	φ	ε	i	β	λ
0.004	0.9576	0.8604	0.1	0.9740	0.6667	0.4484	6.2694	0.2	0.34

5. 数值模拟与结果分析

5.1 最优企业年金缴费率

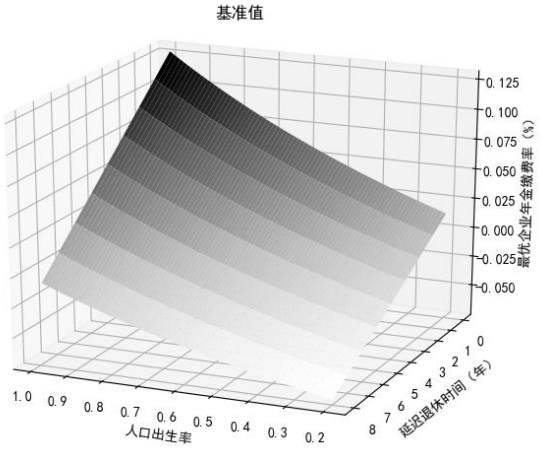


图 2　基准状态下最优企业年金缴费率水平的变化趋势

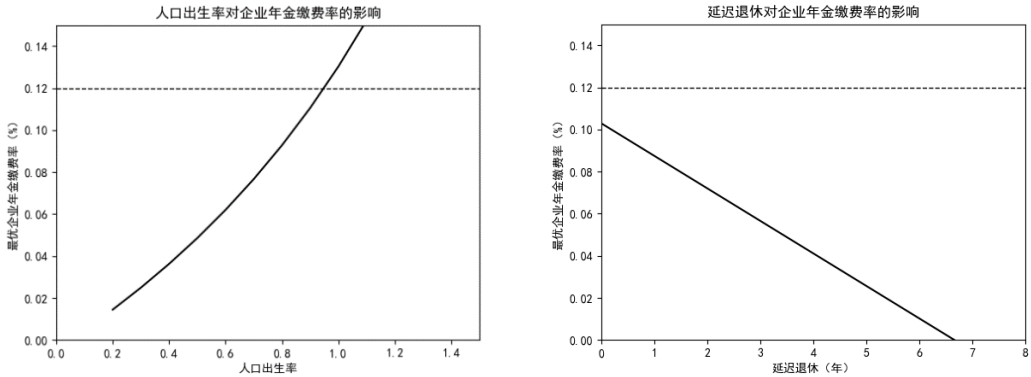


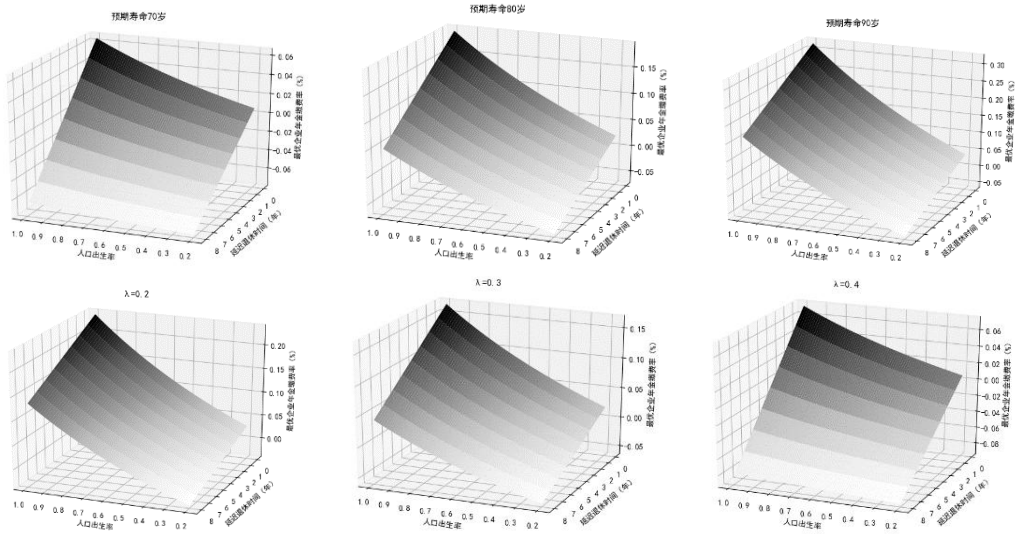
图 3　延迟退休与生育率变化对企业年金缴费率影响

通过数值模拟，得出企业年金最优缴费率水平在参数选取基准值的情况下为11.21%，接近于人社部所设定的阈值[16]，结合我国目前较高的社会保障税负的实际情况，说明还有一定下调的空间。图2和图3为取基准值情况下，延迟退休以及人口出生率变化对缴费率的影响。从图中可以看出，缴费水平随着人口出生率的上升而上升，随着退休年龄的增长而下降。人口出生率对缴费水平相应的传导机制为，一方面，人口出生率的增长使得劳均资本呈现出下降的趋势，从而引起工资水平的下降，而工资水平的下降也会引发缴费的减少，此外，出生率的上升会引起代表性个体工作时期的收入中更多的部分用于养育自己的后代，这会引起个人账户缴费减少，代表性行为人会选择增加缴费以保证退休后生活水平；另一方面，后代数量的增多意味着现收现付制（pay-as-you-go）的基本养老保险缴费增多，这就意味着退休后所能领取的基本养老金增多，这对企业年金缴费存在一个挤出效应，从而使得企业年金缴费率水平下降。从测算的结果来看，人口增长率上升引起缴费率的下降的作用小于使其上升的作用。为了保证退休后生活水平，必须通过增加工作时期缴费以弥补缴费水平的下降。

关于延迟退休对于缴费率的影响，其对劳均资本的影响与人口出生率水平相类似。从平滑终生收入的角度考虑，在预期寿命不变的前提下，延迟退休引起企业年金的给付期缩短，从而使得代表性个体有动机减少工作时间的缴费，因而引起资本存量的下降，这又会引起工资水平的下降；另一方面，为了保证在年老后获得足够的养老金，代表性个体有提高缴费水平的动机，但是延迟退休将导致缴费期的延长，在预期寿命不变的情况下，缴费期的延长必将引起领取期的缩短，也就意味着即使减少缴费也有可能保证生活水平并不至于下降。从最终的综合影响来看，延迟退休对于缴费率水平的负向的影响大于其正向的影响，相对较小的缴费率就能保证老年人退休之后生活的消费水平。

虽然已经全面放开二孩政策，但是由于现在较高的养孩成本，相当一部分的家庭并没有选择生育二胎，反而出生率呈现出下降的趋势，尤其是在考虑延迟退休的情况下，最优企业年金缴费率略低于政府所设定的12%的阈值，从社会福利最大化的角度去厘定企业年金缴费率，代表性个体合理分配自身在整个生命周期的消费，单纯为了提高替代率而提高工作期间缴费率的做法是不可取的。

从最优企业年金缴费率的表达式来看，除了全面二孩政策还有延迟退休还会受到别的因素的影响，其余参数的变动是否会改变最优企业年金缴费率的变动趋势还无法确定。现就考察养育子女所花费的时间v，预期寿命φ，资本产出弹性λ，个人效用贴现率α，社会效用贴现率ε对最优企业年金缴费率的影响。结果见图4。



[16] 人社部2018年2月出台《企业年金办法》规定：“企业和职工个人缴费合计不超过本企业职工工资总额的12%。”

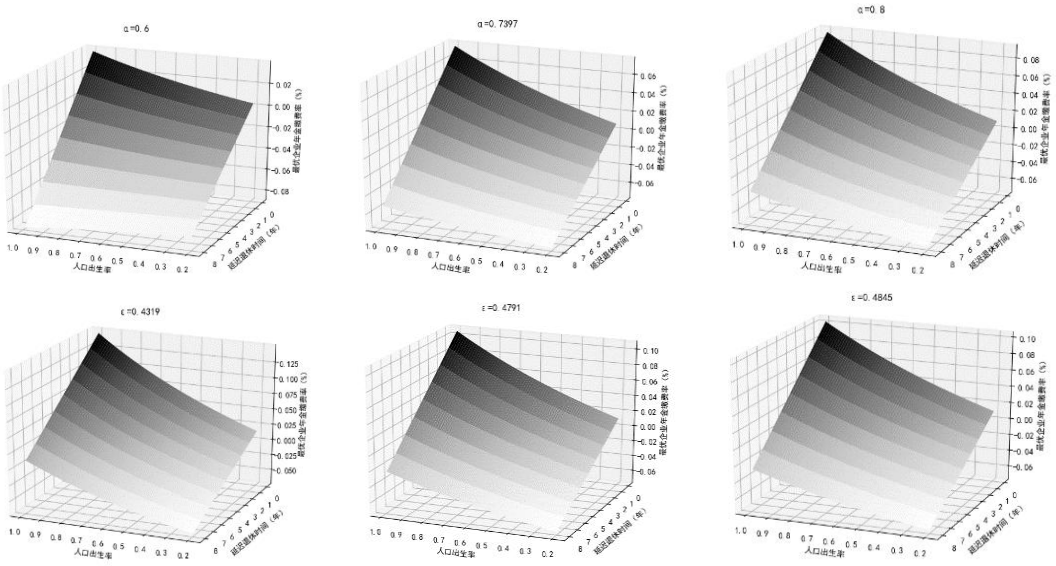


图 4　不同参数取值对于最优企业年金变化率趋势的影响

将图2设定为基准模型，图4中模型1～5是在基准模型的基础上改变不同的参数所得到的结果。预期寿命与最优企业年金缴费率呈同方向变动，这符合人们的一般想法，预期寿命的延长会导致领取期的延长，为了在退休有足够的年金收入，在工作时期应该增加缴费以应对寿命的延长。资本产出弹性λ 与完全基金制的养老金计划缴费率负相关，这与彭浩然和陈斌开（2012），康传坤和楚天舒（2014）的结论一致。企业年金的投资收益率较高，较高的资本产出弹性会使得退休后老年人所得到的回报较高，这就使得年轻时期不用缴纳太多的企业年金就可以保障退休后一定的生活水平。随着社会效用贴现率ε的增长，最优缴费率呈现出一个下降的趋势，因为社会效用贴现率反映的是政府对于代际间不同的重视程度，该参数取值愈小，政府愈加重视退休一代人，于是会降低缴费率。从上述敏感性分析结果来看，最优企业年金缴费率受到多个因素的影响，但是总的变动趋势是与人口出生率负相关，与延长退休负相关，因此，究竟如何设定最优缴费率水平，还应该考注意根据各个地方人口统计指标的特征以及合理地设定参数。

表 3　税优水平对于最优企业年金缴费率的影响

t	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012
p	11.21%	11.23%	11.26%	11.29%	11.32%	11.35%	11.37%	11.40%	11.43%

由表3可知，随着企业年金税优水平的提高，虽然最优企业年金缴费呈现出逐渐上升的趋势，但是增长幅度较小，其作用机制也是由两方面的因素造成的：一方面，税收优惠使得在缴纳企业年金时，可以减少税基，从而可以在原有收入水平上减少纳税，从而刺激企业年金最优缴费率水平的提高；另一方面，企业年金的缴纳虽然可以获得更多的养老金收入，但是较高的缴纳水平也会减少工作时期可供支配的收入，从而会对最优企业年金缴费率的提高有一个抑制作用。从总体的效果来看，两方面的影响大致相等，税收优惠对于企业年金缴费的刺激作用略大于代表性个体平滑终身消费而产生的对企业年金缴费的抑制作用。但是即使是税优水平提高了两倍，企业年金最优缴费率水平的上升的幅度也只有1.96%。缴费率水平提高的幅度几乎可以忽略不计，则在预期生命周期中总的工作时长不变的前提下，企业年金制度作为一种完全积累制的社会保障制度，其资产会呈现出一个较慢的增长水平。

5.2 延迟退休对经济系统各变量的影响

将（14）式、（15）式、（17）式和（19）式带入（8）式整理可得在该模型框架内，由出生率传导计值所影响的均衡状态下劳均资本的表达式：

$$k^{1-\lambda}=\frac{\left\{(1+\alpha\varphi)\left[n^{*}\left(1+\frac{1}{\beta}\right)v-1\right]+\alpha\varphi(1-vn^{*})\right\}(1-p+t)A\,\lambda}{(1+t)x+(1-vn^{*})p(1+i)}\#(32)$$

从（23）式和（32）式可以看出，参数之间存在着一定的函数关系，在假定除了劳均资本，出生率与退休年龄之外的其他变量不变的前提下，我们可以通过做图来判定延迟退休对均衡状态下的劳均资本与退休年龄的作用。我们将（23）式分子分母同除以$(1-vn^{*})$，可以发现其分子不随出生率的变化而变化，而其分母的变动方向与出生率变动方向相同，所以该式所表示的均衡状态下劳均资本随着出生率的提高而下降。对于（32）式所对应的劳均资本而言，分子随着出生率的提高而上升，而分母的变动趋势与之相反，则该式所表示的均衡状态下劳均资本随着出生率的提高而上升。如图二所示，既然（23）式和（32）式都是均衡状态下劳均资本的影响方程，但是由于存在出生率对其正反两个方面的影响，所以存在一个唯一的均衡状态，且劳均资本与出生率不再改变，其关系如图5所示。

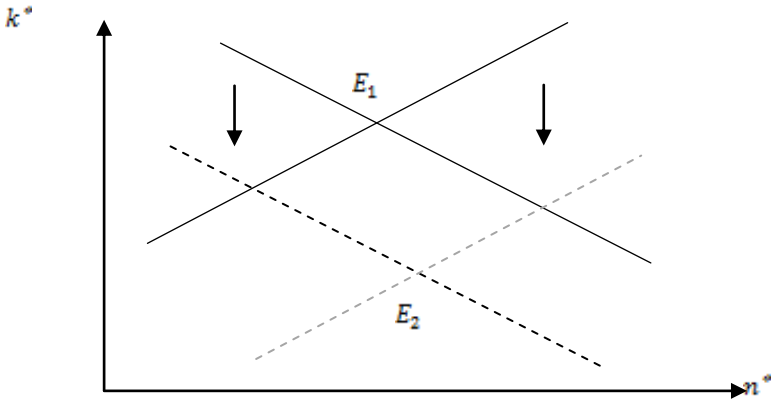


图 5　延迟退休对人口出生率和劳均资本的影响

无论是（23）式还是（32）式，关于延迟退休年龄的变量只在分母中，所以随着退休年龄的提高，两式所确定的劳均资本都存在一个减少的趋势，则随着延迟退休年龄的增多，两条线都有一个下降的趋势，所以两条线所共同决定的均衡状态下的人口出生率也会变化，至于其变动的趋势却无法通过图形来判断，这是因为人口出生率的变动取决于两条线所表示的劳均资本的变动幅度。通过图形可以判断，如果（23）式所决定的曲线下降的幅度相对更大，则均衡状态下的人口出生率下降；如果（32）式所决定的曲线下降的幅度相对更大，则均衡状态下的人口出生率上升；还有一种比较特殊的情况，如果两式所决定的曲线下降的幅度相同，则均衡状态下的人口出生率不变。参照严成樑（2016）所采用的证明延迟退休对于均衡状态出生率的影响的方法，现给出如下严格证明。

将（23）式的右端定义为$f(n^{*},x)$，将（32）式的右端定义为$g(n^{*},x)$，那么，由于劳均资本唯一确定，所以$f(n^{*},x)=g(n^{*},x)$，则可以认定在均衡状态下$h(n^{*},x)=f(n^{*},x)-g(n^{*},x)=0$，根据隐函数定理可以求得：

$$\frac{dn^{*}}{dx}=-\frac{d_{x}(n^{*},x)}{d_{n^{*}}(n^{*},x)}=-\frac{f_{x}(n^{*},x)-g_{x}(n^{*},x)}{f_{n^{*}}(n^{*},x)-g_{n^{*}}(n^{*},x)}\#(33)$$

根据前文的分析已知(23)式所确定均衡状态下劳均资本随着出生率的上升而下降，所以$f_{n^{*}}(n^{*},x)<0$，而（32）式所确定均衡状态下劳均资本随着出生率的上升而上升，则$g_{n^{*}}(n^{*},x)>0$，因此：

$$sign\left(\frac{dn^{*}}{dx}\right)=sign[f_{x}(n^{*},x)-g_{x}(n^{*},x)]\#(34)$$

将（23）式、（32）式分别对x求导可得：

$$f_x(n^*,x)=-\frac{[(1+t)\alpha\varphi+p](1-vn^*)(1-\lambda)A\lambda[(1+t)(1-\lambda)+(1+\alpha\varphi)\lambda]}{\{(1-vn^*)p(1+i)(1-\lambda)+(1+t)x(1-\lambda)+[(1-vn^*)n^*+x](1+\alpha\varphi)\lambda\}^2}\#(35)$$

$$g_x(n^*,x)=-\frac{\left\{(1+\alpha\varphi)\left[n_t\left(1+\frac{1}{\beta}\right)v-1\right]+\alpha\varphi(1-vn^*)\right\}(1-p+t)A\lambda(1+t)}{[(1+t)x+(1-vn^*)p(1+i)]^2}\#(36)$$

将（35）式、（36）式带入（34）式,将所设定的参数代入可得：

$$sign\left(\frac{dn^*}{dx}\right)=sign\{(1-vn^*)[n^*(1+t)-p(1+i)]\}>0\#(37)$$

通过以上严格的数学证明，可以看出，在本文的分析框架内，均衡状态下的人口出生率随着退休年龄的增长而增长，劳均资本随着退休年龄的增长而下降。结合（37）式，可以推知，既然在本文的分析框架内，延迟退休对于人口增长有着一个正向的推动作用，则延迟退休同样的可以通过增加社会总产出从而促进经济增长。毋庸置疑的一点是，退休年龄的提高会使得年老后收入增加，此时在一定程度上会提高企业职工养老金的替代率，这就使得个人储蓄的动机下降。根据邵宜航等（2010）的研究成果，完全积累的社保基金与储蓄是完全替代的关系，企业年金作为一种完全积累制的社会保障制度安排，对储蓄也会有一个抑制作用。这两方合力就会导致均衡状态下的劳均资本下降。在完全积累制的企业年金制度框架下，延迟退休对于人口出生率的影响机制如下：一方面，延迟退休使得工作时间延长，从而使得年老时期工作收入增加，基于平滑个人终生收入的考虑，个人会在年轻时期减少储蓄，以及减少企业年金缴费，这就使得在一定程度上，代表性个体在其年轻时期减少工作时间，从而使其有更多的时间用于养育自己的子女，使得人口出生率上升；另一方面，延迟退休使得均衡状态下的劳均资本下降，这就会使得年轻时期工资收入下降，为了补偿因为工资下降而减少的收入，个人会增加工作时间以增加收入，这会导致可用于养育后代的时间减少，从而造成人口出生率的下降。从总体的效果来看，个人为了平滑收入而对出出生率的影响大于个人增加工作时间而对出生率的影响，随着退休年龄的提高，出生率呈现出上升的态势。

根据（21）式可以看出，在忽略外部技术进步的条件下，经济体处于稳态时，人口增长率与劳均资本收敛至稳态时，经济增长率是由均衡状态下的人口增长率所决定的。结合前文的分析，延迟退休对于企业年金政策的影响，使得人口出生率上升，而这对经济的增长会有一个正向的促进作用。设定$A=12$，这可以使得储蓄为正，且总效用不为负。

表 4　延迟退休对经济系统各变量的影响

变量	正常退休	延迟退休									
	55岁	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
k^*	1.670	1.620	1.573	1.530	1.490	1.452	1.417	1.383	1.352	1.322	1.294
s^*	1.782	1.752	1.671	1.618	1.568	1.520	1.474	1.430	1.387	1.345	1.305
$U_{c_{wt}}$	1.776	1.772	1.768	1.765	1.762	1.759	1.757	1.754	1.752	1.750	1.748
$U_{c_{rt+1}}$	1.839	1.904	1.962	2.014	2.062	2.105	2.146	2.183	2.218	2.250	2.281
U_{Total}	3.584	3.646	3.700	3.749	3.794	3.835	3.872	3.907	3.940	3.970	3.999

由表4可知，与耿志祥、孙祁祥（2017）的研究结果一致，延迟退休使得均衡状态下的劳均资本、年轻时期的储蓄以及消费所得到的效用减少，虽然年轻时期消费所得到的效用减少，但是由于退休后消费所得到效用增多大于年轻时消费所得到的效用减少量，因而代表性个体整个生命周期所得到的总效用增加。年轻时期的消费随着退休年龄的提高逐渐减少，其传导机制是由两个方面的因素造成的：其一，延迟退休使得退休后生活时间相对减少，这会通过减少储蓄而造成均衡状态下的劳均资本减少，这又会使得

工作时期的工资收入减少，并最终导致年轻时期的消费减少；其二，退休后生存时间的相对减少，会促使代表性个体减少原来计划用于退休后消费的储蓄，并将之用于年轻时期的消费，从而使得年轻时期的消费增加。从最终的结果来分析，由于工资水平的下降对于工作时期的消费的影响更大。与之相对应的是，在企业年金缴费率不变的前提下，退休后消费随着退休年龄的提高而提高，这是由两方面所共同决定的：一方面，由于延迟退休所造成的退休后生活时间减少，这使得代表性个人倾向于减少储蓄，从而减少其退休后消费；另一方面，延迟退休使得个体工作时间延长，从而增加其老年时期的工资收入。从总的结果来分析，延迟退休对代表性个体工资收入的增加对退休后消费的促进作用更为突出。

对于上述定性结论，表5对其进行了敏感性分析，说明各个参数取值在合理范围内变动时，均衡状态下劳均资本、储蓄、年轻时期消费所得到的效用、退休后消费所得到的效用、生命周期总体效用随着退休年龄提高而随之变化的变动趋势与基准取值不变。由表5的数值模拟结果可以看出，随着退休年龄的提高，均衡状态下的劳均资本、储蓄以及工作时期消费显现出下降的态势，而退休后消费、代表性个体生命周期内的总体效用呈现出上升的趋势。

表 5　延迟退休对经济系统各变量的影响的敏感性分析

case 1: $\lambda = 0.3$						case 2: $\lambda = 0.4$					
变量	正常退休	延迟退休				变量	正常退休	延迟退休			
	55岁	1年	3年	6年	9年		55岁	1年	3年	6年	9年
k^*	1.680	1.626	1.530	1.409	1.309	k^*	1.616	1.572	1.494	1.394	1.310
s^*	1.649	1.590	1.481	1.333	1.200	s^*	1.867	1.814	1.716	1.582	1.462
$U_{c_{wt}}$	1.849	1.846	1.840	1.834	1.828	$U_{c_{wt}}$	1.657	1.652	1.644	1.633	1.624
$U_{c_{rt+1}}$	1.790	1.864	1.987	2.130	2.243	$U_{c_{rt+1}}$	1.898	1.952	2.046	2.160	2.253
U_{Total}	3.609	3.679	3.797	3.934	4.042	U_{Total}	3.525	3.575	3.660	3.763	3.848
case 3: $\varphi = 0.5$						case 4: $\varphi = 0.8333$					
变量	正常退休	延迟退休				变量	正常退休	延迟退休			
	55岁	1年	3年	6年	9年		55岁	1年	3年	6年	9年
k^*	1.474	1.430	1.351	1.250	1.166	k^*	1.837	1.782	1.684	1.559	1.456
s^*	1.193	1.143	1.049	0.922	0.808	s^*	2.312	2.250	2.133	1.975	1.834
$U_{c_{wt}}$	1.820	1.816	1.809	1.799	1.791	$U_{c_{wt}}$	1.728	1.724	1.718	1.711	1.705
$U_{c_{rt+1}}$	1.440	1.494	1.584	1.689	1.772	$U_{c_{rt+1}}$	2.209	2.285	2.416	2.573	2.699
U_{Total}	3.230	3.280	3.362	3.458	3.533	U_{Total}	3.906	3.979	4.104	4.254	4.374
case 5: n = 0.8						case 6: n = 0.9					
变量	正常退休	延迟退休				变量	正常退休	延迟退休			
	55岁	1年	3年	6年	9年		55岁	1年	3年	6年	9年
k^*	1.710	1.658	1.563	1.445	1.346	k^*	1.644	1.596	1.509	1.399	1.307
s^*	1.789	1.731	1.623	1.478	1.348	s^*	1.777	1.721	1.615	1.471	1.343
$U_{c_{wt}}$	1.794	1.789	1.782	1.773	1.765	$U_{c_{wt}}$	1.764	1.760	1.754	1.746	1.740
$U_{c_{rt+1}}$	1.840	1.906	2.017	2.148	2.253	$U_{c_{rt+1}}$	1.838	1.902	2.013	2.144	2.248
U_{Total}	3.589	3.651	3.754	3.877	3.974	U_{Total}	3.580	3.642	3.746	3.869	3.967

6. 结论

本文在一个OLG模型框架内测算了社会福利最大化条件下的最优企业年金缴费率，此外，还分析了延迟退休政策以及放开二孩政策后人口出生率变化对于最优企业年金缴费率的影响，在此基础上还探讨上述两个政策对于宏观经济的影响。在本文的分析框架内，最优缴费率随着退休年龄的提高而提高，随着人口出生率的上升而下降。在基准参

数取值的情况下，最优企业年金缴费率为11.21%，略低于国家设定的12%的阈值。当然，企业年金最优缴费率的取值除了受到人口出生率以及延迟退休时间的影响外，还会受到社会效用贴现因子ε、资本折旧率δ、个人效用贴现率α、企业年缴纳税优水平t、养育子女所花费的时间v等因素有关。所以，在确定企业年金缴费额度的时候，并不应单纯照搬其他地方的现有制度模式，而应该结合本地区人口统计指标来确定。现行税收优惠政策对于企业年金缴费率的影响较小，即使提高税收优惠额度，缴费率的提高对企业年金资产的增长的促进作用依然有限。

虽然已经得出延迟退休和放开二孩政策会对最优企业年金缴费率会有影响，但在经济下行压力逐渐增大的前提下，很有必要考察企业年金制度的发展对于宏观经济的影响，根据数值模拟的结果，得到如下结论：第一，在新古典增长框架内，当经济收敛于均衡状态时，虽然劳均资本与储蓄随着延迟退休年龄的提高而减少，但是由于积累的企业年金与储蓄是完全替代的关系，延迟退休可以通过减少代表性个体退休前工作时长，从而提高人口出生率，进而促进总产出增长从而促进经济增长；第二，延迟退休以及放开二孩政策都有利于人口出生率的提高，从而减少人口老龄化对于我国经济发展的负面冲击，但是延迟退休以及人口老龄化对于经济运行的影响方式不同，延迟退休更加着眼于提高提高终生消费水平从而促进经济的增长，而二孩政策的实施应该缓解我国人口结构不均衡的发展趋势，以应对人口红利消失对经济的负面影响；第三，延迟退休虽然会提高终生效用，但是年轻一代消费是随着退休年龄的提高而下降，年老一代的消费是随着退休年龄的提高而上升，为了不至于引发代际矛盾，可以采取适当的代际收入分配机制以缓和矛盾。

最优企业年金缴费率对于企业建立自身的企业年金制度具有一定的指导作用，企业也可以根据各自实际情况确定符合自身条件的企业年金缴费率水平，我国老龄化问题较为严重，尤其是在现阶段人口红利逐渐消失的情况下，企业年金制度的完善对于缓解养老金给付危机，提高企业职工养老金替代率具有非常积极的政策意义，但是现阶段企业年金发展并不尽如人意，只有一部分符合条件的公司建立公司内部的企业年金制度作为一个激励机制而非与社会基本养老制度相配套的补充养老手段，一直以来所提倡的税收优惠政策的实际效果也并不尽如人意。为了完善养老体系“第二支柱”的发展，可以参照美国401（K）、英国2008年出台的养老金法案所规定的自动加入制度，从而提高缴费基数，进而用以应对基本养老金替代率不断下降的不利局面，提高企业职工退休后生活水平。

本文考察了人口出生率的变动对于最优企业年金最优缴费的影响，但是也由于本文所选取的是一般均衡OLG模型，虽然考察了模型框架里内生出生率的影响，但是并没有定量分析政策的实行过程中出生率的变化，也就不能很好地说明企业年金政策对于出生率的动态作用。在客观世界中，人口的预期的寿命也会逐步提高，而预期寿命的变化对于个人消费以及储蓄也会有一定的影响。不容忽视的是，所得到的结论依赖于参数设立的合理性，但是通过数值模拟，研究结果依旧说明了各个变量的变动对于最优企业年金变动趋势的影响。至于人口出生率以及预期寿命的动态变化所造成的影响，在未来进一步的研究中可以基于上述两点进行进一步的拓展。

致谢

本论文是山东省社会科学规划研究项目（16BJRJ08）阶段性研究成果之一。

References

[1] PETRUCCI, A., Optimal income taxation in models with endogenous fertility [J]. Journal of Macroeconomics, 2015. 43(4): p. 216-225.

[2] SAMUELSON, P.A., Optimum Social Security in a Life-Cycle Growth Model [J].International Economic Review, 1975. 16(3): p. 539-544.

[3] SHESHINSKI, E. and Y. WEISS, Uncertainty and Optimal Social Security Systems [J]. Quarterly Journal of Economics, 1981. 96(2): p. 189-206.

[4] YANG, Z., Urban public pension, replacement rates and population growth rate in China [J]. Mpra Paper, 2009. 45(2): p. 230-235.

[5] YEW S L, ZHANG J. Optimal social security in a dynastic model with human capital externalities, fertility and endogenous growth [J]. Journal of Public Economics, 2009. 93(3): p. 605-619.

[6] DIAMOND P A. National Debt in a Neoclassical Growth Model [J]. American Economic Review, 1965. 55(5): p. 1126-1150.

[7] YASUOKA M, MIYAKE A. Fertility rate and child care policies in a pension system [J]. Economic Analysis & Policy, 2014. 44(1): p. 122-127.

[8] VAN GROEZEN, B.J.A.M., The Wealth of Generations: Pensions and Welfare from a Macroeconomic Perspective [J]. Open Access Publications from Tilburg University, 2003.

[9] ZHANG J, J. ZHANG, Longevity, Retirement, Capital Accumulation in a Recursive Model with an Application to Mandatory Retirement [J]. Macroeconomic Dynamics, 2009. 13(3): p. 327-348.

[10] SONG Z, et al., Sharing High Growth across Generations: Pensions and Demographic Transition in China. UBSCENTER - Working Papers, 2012. 7.

[11] FANTI L, GORI L. A note on endogenous fertility, child allowances and poverty traps [J]. Economics Letters, 2012. 117(3): p. 722-726.

[12] 王燕等, 中国养老金隐性债务、转轨成本、改革方式及其影响——可计算一般均衡分析[J]. 经济研究, 2001(5): 3-12.

[13] 彭浩然, 申曙光与宋世斌, 中国养老保险隐性债务问题研究——基于封闭与开放系统的测算[J]. 统计研究, 2009. 26(3): 44-50.

[14] 汪伟, 人口老龄化、养老保险制度变革与中国经济增长——理论分析与数值模拟[J]. 金融研究, 2012(10): 29-45.

[15] 郑秉文, 中国养老金发展报告. 2011: 经济管理出版社.

[16] 张熠, 汪伟,刘玉飞. 延迟退休年龄、就业率与劳动力流动:岗位占用还是创造? [J]. 经济学:季刊, 2017(3): 897-920.

[17] 康传坤,楚天舒. 人口老龄化与最优养老金缴费率[J]. 世界经济, 2014(4): 139-160.

[18] 耿志祥,孙祁祥. 人口老龄化、延迟退休与二次人口红利[J]. 金融研究, 2017(1): 52-68.

[19] 杨再贵, 公共养老金的 OLG 模型分析: 原理和应用. 2010: 光明日报出版社.

全面二孩政策、延迟退休与企业年金发展

于殿江 王帅

于殿江*
副教授
山东大学经济学院
山东省济南市山大南路27号 250100，中国
电话：(86)13708925811
Email：yudianjiang@sdu.edu.cn

王帅
硕士生
山东大学经济学院
山东省济南市山大南路27号 250100，中国
电话：(86)15953142360
Email：wangshuai931110@outlook.com

关键词：企业年金；最优缴费率；最优企业年金缴费率；经济增长

中文摘要：《企业年金办法》已于2018年2月1日起开始实施，但是对于企业与个人的缴费责任分摊，只是规定“企业和职工个人缴费合计不超过本企业职工工资总额的12%”，此外没有进一步详细规定。本文通过构建包含延迟退休以及全面二孩政策的OLG模型，基于社会福利最大化的视角，测算了企业年金最优缴费率为11.21%，并考察了延迟退休以及全面放开二孩政策后出生率的变化对于最优企业年金缴费率的影响，退休年龄的提高以及劳动人口出生率的下降会降低最有企业年金缴费率。在新古典经济增长分析框架内，延迟退休会通过提高人口出生率而促进总产出的增长。

The pension insurance Fund Investment Performance in The Stock Market of China

ZHAO Fang*, LU Shan, LI Xiaoyan

ZHAO Fang*
Ph.D. Candidate
School of Finance
Zhongnan University of Economics and Law
Wuhan 400073, Hubei
Email: 1738963527@qq.com

LI Xiaoyan
Master. Candidate
School of Finance
Zhongnan University of Economics and Law
Wuhan 400073, Hubei
Email: 1021403555@qq.com

Key words: pension insurance fund, CNCSSF, Carhart 4 - factor Model, Investment Performance.

Abstract. The investment performance of pension insurance fund issues have caused widespread concern in social and academic circles. Considering that the social security fund has the largest scale in the pension insurance fund, the longest investment in the stock market and the most experienced experience, this paper selected a sample of the portfolio held by the Chinese National Council for Social Security Fund (CNCSSF) from 2004 to 2015. Used the Carhart four-factor model for assessing fund performance, we analyzed whether the CNCSSF invested in the stock market to obtain excess returns, and why CNCSSF received excess returns. Comparative analysis of the different benefits of direct investment and entrusted investment, we evaluated the fund styles of 16 fund management companies. This paper mainly had these research results: The overall return on the stock market of the CNCSSF is relatively low, and only 0.35% of the excess market return can be obtained，the entrusted investment yield is higher than direct investment, but only 40% of the entrusted investments received excess returns, and 60% of the entrusted investment fund companies did not show strong ability to invest in the stock market; some entrusted investment fund companies adopting more aggressive investment strategies, which had higher investment risks. We propose the CNCSSF should be carefully selected to entrust investment funds, establish a comprehensive evaluation mechanism and balance the safety and profitability, to prevent investment risks.

1. Introduction

As the population ages, China's public pension system is facing a serious problem that there will be a big gap between 2018 and 2022 in the total annual balance of the current period after deducting government financial subsidies. According to “The Forecast of the China Pension Actuarial Report 2018-2022 ”, the total annual balance of the basic pension insurance for enterprise workers in the whole country will rise first and then decrease, and will maintain an increasing trend from 2018 to 2020, from 277.66 billion yuan to 329.12 billion yuan. Then it will decline to 280.36 billion yuan in 2022. While the cumulative balance will continue to grow steadily during this period, its growth rate will show a marked decreasing trend, from 6.9 percent in 2018 to 5.3 percent in 2022. From 2018 to 2022, the gap between pension income and payment after deducting the current balance of financial subsidies will increase further: the current balance of the pension will drop rapidly from-256.15 billion yuan to-533.58 billion yuan during that period. Therefore, pension funds in China are facing greater pressure to pay, and the demand for maintaining and increasing the value of funds is becoming increasingly urgent.

The pension insurance fund is the national "life-keeping money", and how to carry out prudent and effective management measures which have great significance. However, the current operation of pension in our country is to entrust a certain proportion of the fund to the professional fund management company, which leads to the problem of "principal-agent". How to ensure the security and profitability of the pension is worth studying.

This paper mainly discusses the performance of the pension fund investment in the stock market. The National Social Security Fund included in the pension fund has been invested in the stock market for 16 years, with the most experience, the most sound investment management system and the largest investment scale. Based on the shareholding data of the Chinese National Council Social Security Fund (abbreviated as "CNCSSF"), this paper analyzes whether the pension fund can achieve excess earnings in the stock market, compares the different benefits of direct investment and entrusted investment, and further analyzes the differences of the investment performance of each entrusted fund, which have great practical importance to improve the ability of the pension fund to maintain and increase the value, to enhance the risk control ability of the social security fund board of directors' investment operation, to raise the investment return rate of the pension insurance fund, and to alleviate the huge pension payment crisis under the pressure of aging population.

The possible innovation of this paper is as follows. First, the research perspective is relatively rare. This paper studies that how to maintain and increase the value of pension by the social security fund investment performance in the stock market. Second, the viewpoint has been advanced. From the empirical point of view, this paper studies whether the excess earnings can be obtained when the pension funds are invested in the stock market, the differences between direct investment and entrusted investment, to further research about the reasons for these differences, which is not the same as the pension investment status researched by other domestic scholars.

2. Literature Review

2.1 Researches on Pension Investment Return

2.1.1 Investment Performance of Pension in the Stock Market

Scholars argue about the return on investment of pension funds. Some of them think that the return on investment of pension funds is lower than the market interest rate. For example, Beebower and Bergstrom (1977) studied 148 pension fund portfolios in the United States from 1966 to 1975. Using the CAPM model to calculate the sample's Jason α, the authors found that pension funds' returns were lower than the S & P 500 by 1.44 percentage points. Brinson, Hood and Beebower (1986) also analyzed 91 pension funds in the United States and found that their returns were lower than S & P 500 by 1.1 percentage points. Ippolito and

Turner (1987) found that sample selection may have a direct impact on the calculation results. If the size of pension funds sample is small, the statistical test will be affected. In order to solve this problem, Ippolito and Turner (1987) selected 156 American pension funds as the sample and found that their returns were lower than the S & P 500 by 0.44 percentage points. Lakonishokhok Shleifer and Vishney (1992) studied 769 pension funds in the United States since the 1980s and found that the return of the samples was lower than the S & P 500 by 1.3 percentage points. Thomas and Tonks (2001) chose 2175 pension funds from 1984 to 1997, and found that pension funds did not reach the excess returns. Gregory and Tonks (2004) showed that UK pension funds were still unable to reach the additional market returns. Zhu Bo et al (2010) used the Carhart four-factor model, taking the investment behavior of stock open-end fund managers in China as a sample, and found that the timing behavior of the market trend was helpful to the improvement of fund performance, but only a little more than 60% of the fund managers performed remarkably. Although most fund managers have done a lot of research on stock selection, it is not helpful for the increase of fund performance. Xu Xian and Sheng Yu (2013) found that the investment return rate of CNCSSF is relatively low, the return rate of direct investment is lower than that of entrusted investment, and the reason is that more private information can be obtained by entrusted investment managers. Qi Yue (2016) took the funds of the top 10 fund companies in China as a sample, using the investment strategy of replicating funds to create a new investment portfolio and measuring the performance of the funds. The study found that investment return of that investment portfolio was relatively low, and the investment strategy and investment target declared by the fund was not realized.

2.1.2 The Reason for the Bad Investment Performance

In order to determine the reasons for the low investment income of pension funds, scholars analyze from mainly two aspects: investment ability and asset allocation. For example, Cogginn Fabozzi and Rahman (1993) analyzed 71 pension fund samples in the United States. They found that pension funds had a positive stock selection ability, but their timing ability was poor, which reduced the return on investment. The Lehmann and Timmermann (1999) also showed that fund managers' ability to pick up stocks and timing ability reduced returns on 364 pension fund samples selected between 1986 and 1994. That the pension fund didn't obtain additional market returns supported the "efficient markets hypothesis" and suggested that timely information could affect the price and that investors could not always achieve excess returns (Fama, 1970).

2.1.3 Pension Investment can Obtain the Excess Returns

However, in recent years, many scholars have found that pension funds can obtain excess returns. Elton, Gruber and Blake, etc(2006) found The 401K Plan operated by mutual funds in the United States had an average annual return of 0.31% higher than the stock index. Bauer, etc (2010) selected 463 pension funds from 1990 to 2006 in the United States, and found that measurable large pension funds did not get excess returns while some individual and small pension funds achieved excess income of 3%. Wang Wei (2010) selected 29 combinations which come from CNCSSF from 2005 to 2010, and proved that it has perfect stock selection ability by using CAPM model. Liu Yongze and Tang Dapeng (2011) studied the quarterly data of the CNCSSF from 2009 to 2010, and pointed out that the capital market had a strong reaction to CNCSSF invested in the stock market and that CNCSSF invested in the stock market had a positive effect on the stock returns of listed companies.

2.1.4 The Reason for the Excess Returns

According to the previous studies, three reasons for the excess return of pension fund investment can be summarized: concentrated investment, active investment and arbitrage of private information. First of all, as professional institutional investors, funds have obvious advantages in investment skills and are good at gathering information, so they can get higher returns through centralized investments (Levy and Livingston, 1995). Nieuwerburgh and

Veldkamp (2010) found that the ability of investment has the effect of increasing return to scale. Therefore, fund managers should choose centralized investment strategy. Diversification, on the other hand, can reduce risk, but may not achieve the same return. The second reason is active investment. Wermers (2000) pointed out that pension funds could obtain the excess return of 1.3%. Cremers and Petajisto (2009) established a positive investment index by the deviation between fund portfolios and index funds and concluded that active investment could lead to the excess returns. The bigger the deviation of index fund portfolios are, the higher the returns will be. Brands (2006), Cremers and Petajisto (2009) calculated the positive investment index of the funds by Euclidean Distance Method, and pointed out that the higher the index was, the faster the growth of fund performance would be. The third reason for excess income is the arbitrage of private information. In the imperfect markets, the distribution of asset information is uneven. In other words, some financiers have more information about asset than others. Informed traders can use the private information to get higher returns (Merton,1987). Amihud and Geyonko (2013) found by empirical evidence that if more private information was available, funds could earn an annual excess return of 2.5 percent.

2.2 Researches on Fund Performance Evaluation Based on Stock Selection Ability and Timing Ability

Treynor and Mazuy (1966) put forward T-M model based on CAPM Model to test the market timing ability of mutual funds, and empirically studied the performance of mutual funds in the United States from 1953 to 1962.They did not found that the fund had market timing ability[1]. Bollen and Busse (2004) used the Carhart Four-Factor Model to test the stock selection ability and timing ability of the fund managers through the daily and quarterly data of fund returns. The results showed that better fund performance meant significant sustainability of timing ability and stock selection ability. Cai Qingfeng and Song Youyong (2010) studied the influence of the leapfrog development of Chinese funds on the market volatility from 1998 to 2008, and found that the extraordinary development of Chinese funds aggravated the market volatility. Luo Ronghua et al (2015) took the data of open-end funds from 2005 to 2009 as samples and used the compound initiative index in the aspect of fund initiative measurement. It was concluded that the initiative of the fund manager was the significant factor of fund performance improvement. Yi Li, Hu Zhenhua (2016) studied the influence of fund managers' style timing ability on fund performance with the samples of 519 open-end funds. It was concluded that there was a correlation between fund managers' style timing ability and fund performance, and the market timing ability of growing fund managers was the most significant one.

Through out the above studies, the investment performance of pension funds in China is still worthy of further study: Is there any difference between direct stock investment and entrusted investment of the CNCSSF in the stock market? Is there a significant difference among entrusted investment funds? These questions have not yet reached a unanimous affirmative answer. From the perspective of the investment management of the pension insurance, this paper takes the investment performance of the CNCSSF which accounts for the highest proportion of the pension fund as a sample, and uses the Carhart four-factor model to compare and analyze the differences of the investment return between the direct investment and the entrusted investment. At the same time, the paper further analyzes the difference of investment performance of each fund invested by entrusted companies and the causes of the difference, which provides more abundant empirical evidence for the investment management and supervision policy of pension insurance funds.

[1] Zhao Hongyan. Performance Evaluation System of Securities Investment Funds and Its Empirical Study [D]. Wuhan University, 2005.

3. Investment and Operation Status of Basic Pension Fund in China

3.1 Definition of the Scope of the Pension Fund Investment in China

The pension insurance fund of our country mainly includes three parts: the basic pension insurance fund, the supplementary pension insurance fund and the national social security fund. The basic pension insurance fund is composed of the social pooling fund and the individual account fund, and the supplementary pension insurance fund is composed of the enterprise annuity or the public annuity. What we often say about the pension investment only includes basic pension fund under individual accounts, the enterprise annuity, and the national social security fund.

3.2 Investment and Operation Status of Basic Pension Fund in China

In recent years, the overall scale of basic pension insurance funds in China is increasing year by year. In some pilot provinces and cities, the pension of some personal accounts has been entrusted to government institutions for investment management. For example, in 2012, Guangdong province government entrusted the basic pension fund to the national social security fund institution for management. The fund was mainly invested in fixed income financial products. Table 1 shows the income and expenditure situation of pension insurance funds since 2005. It can be seen that the balance of the basic pension fund was relatively stable, showing a trend of growth, but it declined for the first time in 2014 and picked up significantly in 2017. The huge fund balance scale has increased requirements for value preservation and appreciation.

Table1 Income and Expenditure Situation of Pension Insurance Funds From 2005 to 2017

Year	Income of Pension Insurance Funds (billion yuan)	Expenditure of Pension Insurance Funds (billion yuan)	Balance of Pension Insurance Funds (billion yuan)
2005	509.33	404.03	105.3
2006	630.98	489.67	141.31
2007	783.42	596.49	186.93
2008	974.02	738.96	235.06
2009	1149.08	889.44	259.64
2010	1341.95	1055.49	286.46
2011	1689.47	1276.49	412.98
2012	2000.1	1556.18	443.92
2013	2268.04	1847.04	421.0
2014	2530.97	2175.47	355.5
2015	2934.09	2581.27	352.82
2016	3453.2	3156.7	295.6
2017	4279.4	3792.4	487.0

Source: Website of State Statistics Bureau, 2018

The pension fund was launched into the market in 2016, and hundreds of billions of money have entered the market and are entrusted to the national social security fund for management. The overall investment situation remains to be observed. Until 2016, most of the basic pension funds in China can only be invested in national debts, bank deposits and some other assets. The investment instruments are few, investment channels are narrow, and the investment yield is extremely low. The funds are unable to resist the inflation, and it is difficult to maintain and increase its value. In 2017, the pension has reached 4279.4 billion yuan in China. The demand for maintaining and increasing the value of the funds has become increasingly urgent. The performance of CNCSSF entrusted to institutions has attracted the attention of the market.

3.3 Investment and Operation Status of Enterprise Annuity in China

Enterprise annuity, once called enterprise supplementary pension insurance, is a pension security plan with preferential tax policies enjoyed by enterprise workers on the basis of basic pension insurance. It is the second pillar of old-age security system in China. The enterprise annuity investment in stock market in our country started in 2006. The enterprise annuity in our country is managed jointly by government and private organizations, and more often by trust institutions. In 2015, a new Regulation on the Management of Enterprise Annuity was issued, which further specified the types and proportions of funds invested in various assets. According to the data from the Ministry of Human Resources and Social Services, Table 2 shows that enterprise annuity grew rapidly from 2007 to 2017, and accumulated funds reached 1178.548 billion yuan at the end of 2017. The number of investment portfolios also increased rapidly, with an average annual rate of 1964 and an annual return of 4.48%.

Table2 Enterprise Annuity Fund Investment Situation From 2007 to 2017

Year	Number of Investment Portfolios	Amount of Assets (billion yuan)	Weighted Rate of Return (%)
2007	212	15.463	4.1
2008	588	97.49	-1.83
2009	1049	159.102	7.78
2010	1504	245.298	3.41
2011	1882	332.548	-0.78
2012	2210	445.162	5.68
2013	2519	578.36	3.67
2014	2740	740.286	9.3
2015	2993	926.03	9.88
2016	2883	1023.289	3.03
2017	3027	1178.548	5.00
Mean	1964	521.961	4.48

Source: Website of Ministry of Human Resources and Social Services

3.4 CNCSSF Investment Status

The CNCSSF was established in 2000 and began to invest the fund in the stock market in 2003. At present, there has been a mature investment management system and a sound organizational structure of the CNCSSF. Fund assets and financial affairs are independent. The committee has long adhered to the principles of value investment and responsible investment. The investment methods are divided into two ways: direct investment by the pension administration established by the board of directors and entrusted investment. The relevant laws and regulation has been established to strictly limit the investment scope and proportion. From Figure 1, the proportion of entrusted investment has been increasing since 2004, and it exceeded that of direct investment in 2015. In 2016 entrusted investment accounted for 54.01%.

Since entering the market for more than 10 years, the CNCSSF has been invested and operated in good condition. Table 3 shows the changes in the total equity of the CNCSSF account between 2004 and 2015, with a 10-time increase in the size of it in the past 10 years and the faster increase in the past two years. By the end of 2016, the total assets of the fund had reached 1948.807 billion yuan, and the equity of the CNCSSF 1604.258 billion yuan, of which the accumulated financial net income was 795.961 billion yuan and the accumulated increase in investment value was 808.297 billion yuan. Individual account fund equity was 118.151 billion yuan, of which entrusted principal balance was 79.722 billion yuan, accumulated investment income balance was 38.429 billion yuan.[2] We can see that

[2] Annual Report of the National Council of CNCSSF _ Sectoral News _ News- http://www.gov.cn/xi

investment income increases steadily in recent years because of the fixed annual financial subsidy amount.

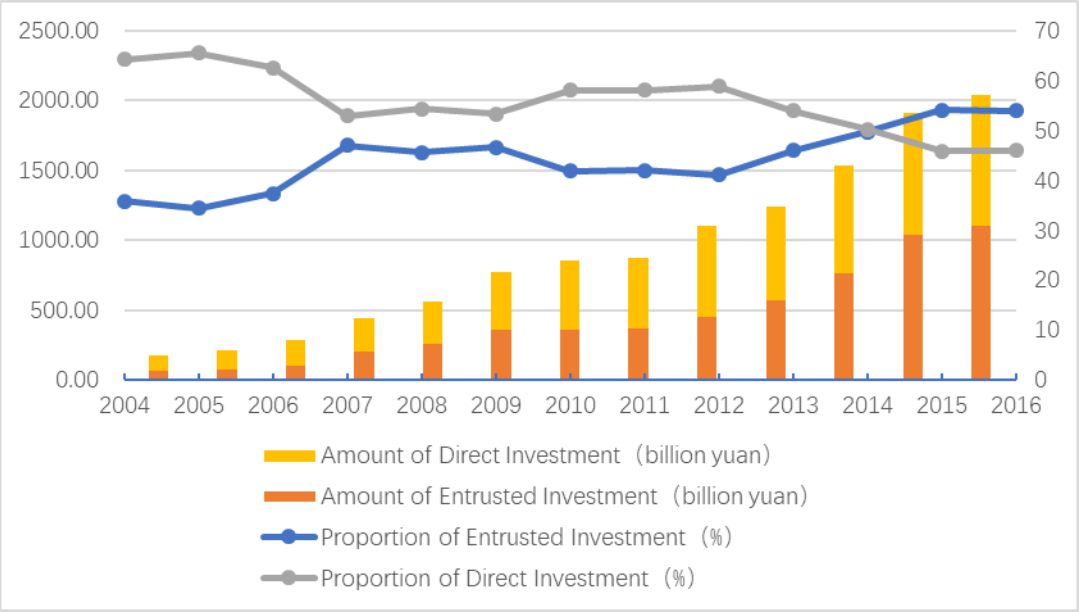


Figure 1 Proportion of Direct and Entrusted Investment of CNCSSF, 2004-2016

Table3 Changes in Total Equity of CNCSSF Accounts

Year	2004	2005	2006	2007	2008
Total Equity (billion yuan)	1659.86	1954.27	2769.83	4337.83	5130.89
Year	2009	2010	2011	2012	2013
Total Equity (billion yuan)	7367.32	8375.58	8385.58	10753.57	11927.45
Year	2014	2015	2016		
Total Equity (billion yuan)	14573.29	17966.51	19488.07		

Source: Annual Report of the National Council of CNCSSF, 2017

According to the data, we can calculate its average annual return on investment is 8.37% since the establishment of the Fund in 2001 with a cumulative investment income of 822.731 billion yuan. Figure 2 shows that the investment returns of the National Social Security Fund over the past 10 years have shown an increasing trend, with the fastest growth rate which has doubled in the past two years. In 2015, the stock market experienced a rare stock crash, while the CNCSSF equity investment income reached 229.461 billion yuan. The return was 15.19%, outperforming the annual returns of many institutional investors. But in 2016, the CNCSSF equity investment income was 31.94 billion yuan, and the return is just 1.73%, indicating that the CNCSSF returns fluctuate greatly.

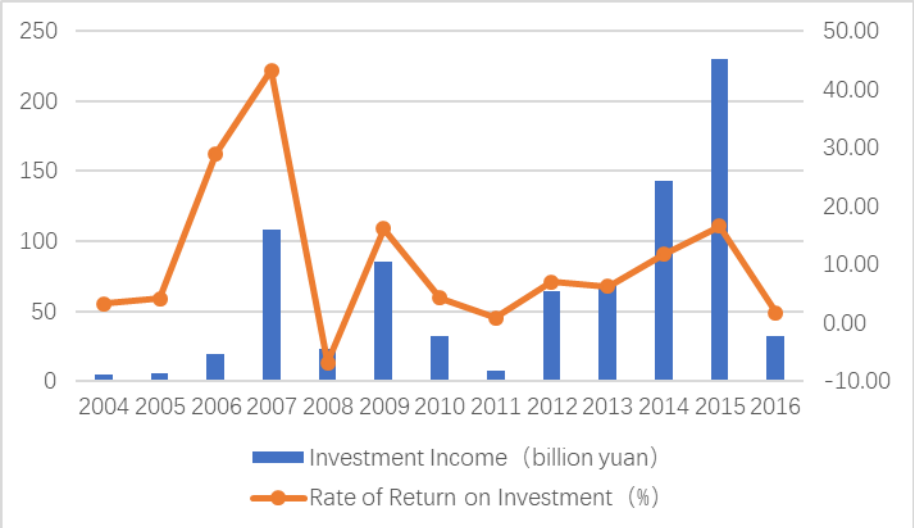


Figure 2 Changes of the Investment Income of CNCSSF, 2004-2016

Source: Annual Report of the National Council of CNCSSF, 2017

4. Selection and Process of Sample Data

4.1 Data Source

At present, only enterprise annuities, the CNCSSF and the basic pension fund funds of some provinces and cities have been invested in the stock market. The overall scale of enterprise annuities in the market is relatively small with only about 300 billion yuan in recent years. The basic pension fund only entrusts the Chinese National Council for Social Security Fund to invest a small amount of money into the market, and the investment history is the shortest. However, the CNCSSF has been invested for 16 years, with the most experience and the most sound investment management system. Therefore, we choose the investment situation of the CNCSSF as the sample to analyze the whole situation of the pension insurance fund in our country. The CNCSSF has been involved in stock market investment since 2003. The research span of this paper is from January 1, 2004 to December 31, 2015. During this period, the Chinese stock market experienced two rounds of bull and bear alternations, which can allow us to comprehensively analyze the performance of CNCSSF in the stock market.

Because the listed companies have the obligation to disclose information, we obtained the shareholding data and the situation of managers which about the CNCSSF,the data from Wind Database. By the end of 2015, the the CNCSSF held 721 stocks in Shanghai Stock Exchange and Shenzhen Stock Exchange. Its investment was divided into direct investment and entrusted investment. The number of entrusted fund management companies has reached 18, including 16 of which companies have managed stock- portfolios. These 16 fund companies are the research objects of this paper. These fund companies manage an average of 54 social security fund portfolios, a maximum of 103 and a minimum of 19. This empirical study takes 721 stocks and 16 fund managers as samples.

Table 4 Stock-Portfolios held by CNCSSF Managers

Fund Management Company	Portfolio Number	Portfolio Code
CNCSSF	2	002，006
Bosera Funds	6	102, 103, 108, 202, 402, 501
Dacheng Fund	2	113,411

Fund Management Company	Portfolio Number	Portfolio Code
ICBC Credit Suisse Fund	1	413
GF Fund Mangement	2	115，414
GUOTAI Fund	2	111, 409
HFT Fund	2	116，415
China AMC Fund	2	107, 403
China universal Fund	2	117，416
Harvest Fund	4	106，406，504，602
South Fund	2	101，401
Penghua Fund	3	104，404，503
E Fund	4	109, 407, 502, 601
Yinhua Fund	2	118，417
Changsheng Fund	2	105, 603
China Merchants Fund	3	110, 408, 604
CICC Fund	1	112

Source: Wind Database

4.2 Dependent Variables

The dependent variable of the four-factor model is the risk-adjusted return of the social security fund portfolio, which is equal to the return of asset i minus the risk-free return rate. This paper adopts the monthly rate of return as the stock returns, which is taken from the RESSET Database. The monthly rate of return of each stock is obtained according to the stock symbol, and the monthly rate of return of each fund portfolio is equal to the expected monthly rate of return of the stocks contained in the portfolio.

The risk-free return rate is the rate of return obtained by the asset invested in the market without any risk. Generally, we take the yield of the short-term government bond as the risk-free return rate. This paper adopts the deposit rate adjusted by 3 months as the risk-free return rate, which is:

$$R_f = \sqrt[3]{1+r} - 1$$

$R_{mt}-R_{ft}$, measuring the market risk in the four-factor model, is equal to the difference between the average return rate of the market portfolio and the risk-free return rate, and the average return rate of the market portfolio represents the weighted average return rate of assets such as stocks, bonds, cash deposits, etc. Because the social security funds selected in this paper are of stock type and there are no bonds and other assets in the portfolios, we calculate the monthly rate of return according to the closing price of the CSI 300 stock index as the return rate of the market portfolio.

The second factor is scale factor, SMB. It is equal to the yield of small scale companies minus the large scale companies. Generally, it is calculated as the small cap index of Shenwan minus the large cap index of Shenwan, We obtained it directly from RESSET in this paper.

The third factor is the value factor, HML. It is equal to the high book value divided by the stock yield minus the low book value yield divided by the stock, generally the monthly return rate of the Shenwan low price-to-book ratio index minus the Shenwan high price-to-book ratio index. We got the data from the RESSET Database.

The fourth factor is the momentum factor, MOM. We choose the momentum factor for 6 months to reflect the "trend effect" which can be understood as the inertial motion of the stocks, that is, the s prices rise or fall not because of the information. In this paper, the stock returns are ranked in a 6-month interval. The difference between the average return of the top 30 percent stocks and that of the last 30 percent stocks, which is calculated by monthly rolling, and the data are also taken from the RESSET Database.

5. Empirical Analysis

5.1 National Social Security Fund Investment in Stock Market Performance

This paper uses Carhart (1997) four-factor model to measure the investment performance of social security funds. This model can not only evaluate the performance of the fund, but also effectively measure the ability of fund companies to actively manage investment and obtain excess returns. The model expression is as follows:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_1(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_2 SMB_{it} + \beta_3 HML_{it} + \beta_4 MOM_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

The indicator for evaluating fund performance is α i , and its positive and negative can be used to judge whether the fund can obtain excess returns. The regression coefficientsβ1、β2、β3, and β4 of the four factors in the four-factor model can obtain a large amount of information in the empirical analysis. Their size reveals the source and attribution of the excess returns. Their positive and negative can reflect the investment style of the fund company. The meaning is whether the risk of the invested stock is high or low, value or growth, large-cap stocks or small-cap stocks. Momentum gain stocks or reversed earnings stocks.

The monthly rate of return for all sample stocks we selected is from January 30, 2004 to December 31, 2015. The total number of samples is 721. Because it is time series data, we first perform unit root test on it. Whether it is stable. It can be seen from the test results in Figure 3 that the number of valid test samples is 715, and the P value in each test unit root method is less than 0.05, rejecting the null hypothesis, indicating that the variable sequence is stable.

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-23.9387	0.0000	5	715
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-25.2251	0.0000	5	715
ADF - Fisher Chi-square	374.689	0.0000	5	715
PP - Fisher Chi-square	382.466	0.0000	5	715

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Fig.3. Eviews7.2 Social Security Fund All shareholding unit root test results

We have regressed the overall monthly rate of return. At the same time, we divided the sample into direct investment and entrusted investment, and made four-factor regression respectively. The software Eviews7.2 regression results were sorted out as follows:

Table 5 Four-Factor Model Risk Adjustment Income Result

	α	Rm-Rf	SMB	HML	MOM	Adjusted R^2
Overall	0.0035*	0.9529***	0.9856***	-0.2484***	0.0045	0.941
Investment	(1.747)	(41.997)	(18.589)	(-3.377)	(0.102)	

Direct Investment	0.0054 (0.746)	1.1344*** (15.33)	0.0066 (0.038)	0.0768 (0.32)	-0.1431 (-1.002)	0.631
Entrusted Investment	0.0039* (1.607)	0.9495*** (42.000)	0.9997*** (18.920)	-0.2435*** (-3.323)	0.0000*** (0.002)	0.942

Notes:This table reports the results of runnig Eq(1), White's robustness t values are reported in parentheses.*, **, *** represent significance at 10%, 5%, and 1%, respectively.

From the overall regression results of the model in Table 5, the fitness value R^2 of the model is above 0.6, and the adjusted R^2 of the overall investment and the entrusted investment reaches 0.94, and the P value of the above three regressions is also Both are less than 0.01, indicating that the four-factor model is very suitable for explaining the income of CNCSSF which investment in stocks. We also observed the DW value, the variance expansion factor VIF, and the residual plot. There are no autocorrelation, multicollinearity, and heteroscedasticity in this regression.

In general, stock investment returns can be explained by the first three factors and present a very significant correlation. As we have pointed out above, the α value is used to judge whether the investment can obtain a return that exceeds the market risk-free return, and the main indicator for evaluating the overall investment performance of the social security fund. We found that the three α values are greater than 0, that is, we can get an excess return on investment. The national social security fund investment stock market as a whole can only obtain an excess market return rate of 0.35%, and the entrusted investment can obtain an excess return rate of 0.39%. It shows that the social security fund investment stock market as a whole can only obtain a lower excess return rate, while the direct investment α coefficient is not significant, indicating that the direct operating rate of return is less than the entrusted investment.

In terms of the coefficient and significance of the four factors, the source of investment income of social security funds mainly lies in the first three factors: market risk factors, scale factors and value factors, indicating that scale factors have a significant impact on stock returns, and national social security. The fund prefers to invest in the stock of small-scale companies and adopts a low-market investment strategy; although the value factor HML is negative, the absolute value is less than 1, indicating that the stocks invested by the social security are value funds. For the 6-month momentum factor MOM, only the entrusted investment is significant. It can be seen that the momentum factor has a weaker interpretation ability for the social security fund, indicating that the social security fund strategy of investing in the stock market is different from the ordinary retail investors “buy rallies, bargain-sell” .It proves its investment style of pursuing stable value-added and value investment.

Comparing and analyzing direct investment and entrustment investment, the α value of direct operation is not significant. The return rate of direct investment is only significantly related to the market risk factor, and the market risk factor value is 1.13, which is higher than the risk level of overall investment and entrusted investment.， indicating that the A-share trend has a greater impact.

The market risk factor coefficient of entrusted investment is 0.95, and its four factors are all significant at the level of 1%. The results show that the entrusted investment can obtain excess returns, which has the ability of timing and stock selection, while the direct operating income is less than the entrustment investment, the value effect and momentum strategy are not obvious.

5.2 Empirical analysis of investment performance of fund companies

5.2.1 Analysis of overall investment performance

Further analysis of the four-factor model of Carhart can analyze whether the fund can obtain excess returns,and can explain the source and attribution of the excess returns, and then

analyze the investment style and strategy of each type of fund or fund company. applying the Carhart four-factor model, We further analyzed the portfolio of 16 fund management companies.,such as Bosch, Jiashi and Yifangda were analyzed separately.The results show that the sequence of variables is stable, and the other tests have passed the test. The following is compiled from the regression results of the various fund companies:

Table6 Risk Adjusted Results Of Four Factors Model For Each Fund Company

Fund name	α	Rm-Rf	SMB	HML	MOM	Adjusted R^2
Bosera Funds	0.006** (2.28)	0.9541*** (35.554)	0.6976*** (11.125)	-0.1562* (-1.796)	0.0265 (0.512)	0.911
Dacheng Fund	-0.0008 (-0.232)	0.9484*** (26.602)	1.3578*** (16.3)	-0.2* (-1.73)	0.0033 (0.0476)	0.885
ICBC Credit Suisse Fund	0.0069* (1.748)	0.9601*** (23.661)	1.0236*** (10.795)	-0.1932 (-1.469)	-0.0711 (-0.926)	0.839
GF Fund Mangement	0.005 (1.436)	0.9657*** (27.278)	1.0985*** (13.279)	-0.2691** (-2.345)	0.0566 (0.828)	0.876
GUOTAI Fund	0.0035 (0.99)	0.8796*** (24.335)	1.0283*** (12.174)	-0.3976*** (-3.394)	0.1162* (1.665)	0.853
HFT Fund	0.0053* (1.669)	0.9523*** (28.961)	1.2153*** (15.817)	-0.2248** (-2.11)	0.0555 (0.874)	0.894
China AMC Fund	-0.0003 (-1.136)	0.958*** (37.87)	1.0533*** (17.818)	-0.0856 (-1.045)	-0.0535 (-1.096)	0.931
China universal Fund	0.0041 (0.879)	0.8683*** (18.024)	1.2991*** (11.54)	-0.0843 (-0.54)	0.1024 (1.101)	0.78
Harvest Fund	0.0031 (0.951)	0.858*** (25.61)	1.1626*** (14.851)	-0.2542** (-2.34)	0.0377 (0.582)	0.874
South Fund	0.0103*** (3.004)	0.8756*** (24.913)	0.7122*** (8.672)	-0.3915*** (-3.437)	-0.0449 (-0.662)	0.842
Penghua Fund	0.0066** (2.017)	0.9285*** (27.815)	0.7939*** (10.177)	-0.3845*** (-3.553)	0.1076* (1.67)	0.868
E Fund	0.0028 (0.983)	0.9454*** (32.3)	1.2013*** (17.564)	-0.2923*** (-3.081)	-0.0829 (-1.467)	0.916
Yinhua Fund	0.0022 (0.809)	1.0424*** (37.644)	0.981*** (15.161)	0.1111 (1.2388)	-0.0656 (-1.227)	0.925
Changsheng Fund	0.0081* (1.731)	0.9594*** (19.933)	0.8342*** (7.417)	-0.6769*** (-4.339)	-0.0214 (-0.23)	0.783
China Merchants Fund	0.0015 (0.551)	0.9324*** (33.219)	1.0202*** (15.555)	-0.1328 (-1.46)	0.0091 (0.168)	0.911
CICC Fund	0.0101*** (2.674)	0.9966*** (25.722)	0.7861*** (8.682)	-0.3386*** (-2.966)	0.0951 (1.271)	0.845

Notes:This table reports the results of runnig Eq(1), White's robustness t values are reported in parentheses.*, **, *** represent significance at 10%, 5%, and 1%, respectively.

From Table 6, we can see that the adjusted R^2 of this model is almost 0.8.By observing the α value that we are most concerned about. It is found that only the α value of Huaxia Fund and Dacheng Fund are less than 0, the maximum value of α is 0.0103, and the minimum value is -0.0008，The α value of only 7 companies is significantly greater than 0, indicating that only 40% of the fund companies can obtain excess return.If you rank the performance of the seven fund companies that have obtained significant excess returns, they will find that the investment capacity of the Southern Fund and CICC is significantly better than the other five, and they can obtain excess returns exceeding the average market yield of 1% above the market average rate of return. It accounts for 12.5% of the total number of funds and its significant level is also high. so we can find that the two companies have superior investment strength and fund management capability in the sample fund companies.However, the α value for other funds that have obtained excess returns are less than 1%, which also proves that in the entrusted investment funds, the performance of each fund is quite different, while the α value of Huaxia Fund is negative, indicating that there are some risks in maintaining and increasing the value of social security fund.

5.2.2 Analysis of investment styles of fund managers

The above analysis of the excess returns of the entrusted funds, below we look at the ownership of the investment returns of the 16 fund companies, that is, the specific analysis of four factors, respectively, to study their respective investment characteristics. From Table 7, we can get a lot of information, their different coefficient values reflect their corresponding investment style. Below we classify their investment styles based on their four factor coefficients, as shown in the following table:

Table7 16 Fund Companies Coefficients Of Four Factors Model

Fund name	Rm-Rf	SMB	HML	MOM	Investment style
Bosera Funds	0.9541***	0.6976***	-0.1562*	0.0265	value fund
Dacheng Fund	0.9484***	1.3578***	-0.2*	0.0033	value fund
ICBC Credit Suisse Fund	0.9601***	1.0236***	-0.1932	-0.0711	value fund
GF Fund Mangement	0.9657***	1.0985***	-0.2691**	0.0566	growth fund
GUOTAI Fund	0.8796***	1.0283***	-0.3976***	0.1162*	growth fund
HFT Fund	0.9523***	1.2153***	-0.2248**	0.0555	value fund
China AMC Fund	0.958***	1.0533***	-0.0856	-0.0535	value fund
China universal Fund	0.8683***	1.2991***	-0.0843	0.1024	value fund
Harvest Fund	0.858***	1.1626***	-0.2542**	0.0377	value fund
South Fund	0.8756***	0.7122***	-0.3915***	-0.0449	growth fund
Penghua Fund	0.9285***	0.7939***	-0.3845***	0.1076*	growth fund
E Fund	0.9454***	1.2013***	-0.2923***	-0.0829	growth fund
Yinhua Fund	1.0424***	0.981***	0.1111	-0.0656	growth fund
Changsheng Fund	0.9594***	0.8342***	-0.6769***	-0.0214	growth fund
China Merchants Fund	0.9324***	1.0202***	-0.1328	0.0091	value fund

CICC Fund	0.9966***	0.7861***	-0.3386***	0.0951	growth fund

Notes:This table reports the results of runnig Eq(1), White's robustness t values are reported in parentheses.*, **, *** represent significance at 10%, 5%, and 1%, respectively.

Throughout the investment styles of the above 16 fund companies, the β coefficient of 100% is significant, the average is 0.9391, the median is 0.95035, the maximum is 1.0424, and the minimum is 0.8580, which means the system of entrusted investment, the systematic risk of is relatively low, and the investment style tends to be conservative overall. However, some companies such as Yinhua Fund are risky due to the high β coefficient .The significant proportion of the scale factor in the sample is 100%, and the regression coefficient is positive, indicating that they all tend to mine low-cap stocks, tend to allocate more assets to low-cap stocks for greater returns, and implement a value investment strategy. The regression coefficient of the value factor is 75% significant, except that Yinhua Fund, others are negative, indicating that most of its companies are affected by the trend of growth stocks. The significant ratio of the momentum factor is 12.5%, indicating that the momentum effect has little effect on the overall performance of the fund. From the individual point of view, only the momentum factors of Guotai Fund and Penghua are significantly positive, indicating that they have a "momentum effect", that is, they follow the investment style of "buy rallies, sell on dips". In general, the investment styles of the 16 fund managers entrusted by the CNCSSF are similar,and 50% of the fund companies adopt the value investment strategyfocusing on the long-term profitability and development potential of the listed companies. However, it is worth our attention that the β coefficient of individual companies such as Yinhua Fund is relatively high, which indicates that their investment style is more radical, and still have certain investment risks.

From the above empirical analysis, we can see that, in general, CNCSSF which investment stock market is effective, can obtain excess market returns, but the average rate of return above the market is not much, only 0.35% .60% of the fund companies have failed to demonstrate their ability to invest in the market and have failed to obtain excess returns. From the coefficient of four factors and its significance, the market risk factor is mostly lower than 1, and the social security fund portfolio adopts low risk strategy, but the regression coefficients of most of the fund value factors are negative, indicating that the concept of value investment needs to be further implemented. .

6. Research conclusions and enlightenment

In short, the empirical part of this paper mainly has three research results.At first, the national social security fund stock market investment can only obtain 0.35% of excess returns, and the yield is lower, which is lower than the yield level of open-end funds. It proves that although the government moderate open pension is feasible, the value-added requirements have yet to be met. Secondly, the direct investment of social security funds does not bring excess returns, and the direct investment yield is lower than the entrusted investment. At last, the investment risk of individual funds is higher, and the investment style is more radical. It indicates that pensions should strengthen risk management and ensure the safety of funds.

The main revelations of this paper are as follows: At first, The pension fund investment stock market can learn from the investment experience and investment model of CNCSSF, adopt the market-oriented investment mode, encourage the entrustment investment fund to carry on the competition, and set up the elimination mechanism.According to the results of our empirical study, the entrusted investment can obtain higher than the direct investment excess return, but the fund companies with more serious performance, some of the fund companies do not show strong return ability. The CNCSSF should evaluate the fund performance effectively, form the superior and the mediocre, and ensure the value added of

the pension. Scecondly,We should attach great importance to the systematic risk of pension investment, strengthen the supervision of systematic risk, and establish a set of scientific risk warning mechanism and systematic risk transfer mechanism. Adhering to the principle of safety first, in view of the more radical investment style of some entrusted investment funds and the existence of certain systemic risks, regulators should strengthen the disclosure of information of entrusted funds and draw a clear line of supervision and control. Guide fund pays attention to long-term investment and value investment. Finally,improve the investment and operation supervision system of pension insurance fund and establish a full-scale supervision system: 1.establish an internal reporting and information disclosure system.2.set restrictive terms. Personal account fund assets should be independent of the intrinsic assets of the regulatory agency and block the risk transmission between accounts.3.To establish a risk-dispersing mechanism, judging from the current situation in China,in the financial market, it is necessary for the provincial pension management committee to control the autonomy of individual account fund investment. The investment decision of the entrusted investment management institution should strictly follow the prescribed types of financial instruments and the proportion of investment, and the trusteeship institution should supervise the investment behavior of the investment management institution from the perspective of compliance and legitimacy according to the regulations.

References

[1] BUSSE J A, GOYAL A, WAHAL S. Performance and Persistence in Institutional Investment Management[J]. Journal of Finance, 2010, 65(2):765-790.

[2] CARHART M M. On Persistence in Mutual Fund Performance[J]. Journal of Finance, 1997, 52(1):57-82.

[3] CHEN J, HONG H, HUANG M, et al. Does Fund Size Erode Mutual Fund Performance? The Role of Liquidity and Organization[J]. American Economic Review, 2004, 94(5):1276-1302.

[4] LANG G, YU S, XU X. Chinese Pension Fund Investment Efficiency - Evidence from CNCSSF Stock Holdings[J]. Zew Discussion Papers, 2014.

[5] Davis J L. Mutual Fund Performance and Manager Style[J]. Financial Analysts Journal, 2001, 57(1):19-27.

[6] GUERCIO D D, TKAC P A. The Determinants of the Flow of Funds of Managed Portfolios: Mutual Funds vs. Pension Funds[J]. Journal of Financial & Quantitative Analysis, 2002, 37(4):523-557.

[7] ELTON E J, GRUBER M J, BLAKE C R. Participant reaction and the performance of funds offered by 401(k) plans[J]. Journal of Financial Intermediation, 2007, 16(2):249-271.

[8] FAMA E F, FRENCH K R. Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds[J].Journal of Financial Economics 1993,33 (1), 3-56.

[9] GREGORY A, TONKS I. Performance of Personal Pension Schemes in the UK[J]. Lse Research Online Documents on Economics, 2004.

[10] SHI Y, WANG J. Do Chinese Institutional Investors Really Stabilize the Market?[J]. Economic Research Journal, 2014.

[11] YAN H. Participation Costs and the Sensitivity of Fund Flows to Past Performance[J]. Journal of Finance, 2007, 62(3):1273-1311.

[12]IPPOLITO R A, TURNER J A. TURNOVER, Fees and Pension Plan Performance [J]. Financial Analysts Journal, 1987, 43(6):16-26.

[13]KACPERCZYK M, SIALM C, ZHENG L U. On the Industry Concentration of Actively Managed Equity Mutual Funds[J]. Journal of Finance, 2005, 60(4):1983-2011.

[14]LAKONISHOK J, SHLEIFER A, VISHNY R W, et al. The Structure and Performance of the Money Management Industry[J]. Brookings Papers on Economic Activity Microeconomics, 1992, 1992(2):339-391.

[15] 李绍光.养老金制度与资本市场[M].北京中国发展出版社，1998

LI S G. Pension System and Capital Market [M]. Beijing China Development Press, 1998

[16] 耿志民，养老保险基金与资本市场[M].北京经济管理出版社，2000

GENG Z M . Endowment Insurance Fund and Capital Market [M]. Beijing Economic Management Press, 2000

[17] 杨俊.社会保险经济学[M]，复旦大学出版社，2011

YANG J .Social Insurance Economics [M], Fudan University Press, 2011

[18] 林义，社会保险基金管理[M]，中国劳动社会保障出版社，2001

LIN Y. Social Insurance Fund Management [M], China Labor and Social Security Publishing House, 2001

[19] 郑功成.社会保障学[M]，北京，商务印书馆，2003

ZHENG G C. Social Security [M], Beijing, The Commercial Press, 2003

[20] 许闲、申宇. “求人”还是“靠己”：全国社保基金股市投资效率研究[J] 金融研究， 2013 （9）

YU X, SHEN Y. "Seeking people" or "depending on oneself": Research on investment efficiency of national social security fund stock market[J] Journal of Finance Research, 2013(9)

[21] 蔡庆丰、宋友勇，超常规发展的机构投资者能稳定市场吗?——对我国基金业跨越式发展的反思[J]，经济研究，2010（1）

CAI Q F, SONG Y Y. Can the Hyper-normal Development of Institutional Investors Stabilize the Market ? ———Leapfrog Development of China’s Fund Industry [J], Journal of Economic Research,

[22] 刘永泽,唐大鹏.社保基金持股信息的市场反应[J].审计与经济研究，2011（5）

LIU Y Z, TANG D P. The Market Reaction of Social Security Fund Investment I nformation:Based on the Data from China Capital Market[J].Journal of Audit＆ Economics

[23] 罗荣华、兰伟和杨云红.基金的主动性管理提升了业绩吗？[J].金融研究，2011（10）

LUO R H , LAN W ,YANG Y H .Has the fund’s proactive management improved its performance? [J]. Journal of Financial Research, 2011（10）

[24] 易力, 胡振华. 风格择时能力对基金绩效的影响研究[J]. 管理评论, 2016, 28(4):41-51.

YI L, HU Z H. the Influence of Style Timing Ability on Fund Performance[J]. Journal of Management Review, 2016, 28(4):

我国养老保险基金投资股市绩效研究

赵芳* 卢珊 李晓妍

赵芳*

博士生

中南财经政法大学金融学院

湖北 武汉 430073

邮箱 1738963527@qq.com.

关键词：养老保险基金 全国社保基金 Carhart 四因素模型 投资绩效

摘要：养老保险基金的投资绩效问题是社会和学术界的密切关注的热点问题，考虑到社保基金在养老保险基金中规模最大，投资股市时间最长，经验最为丰富等因素，因此本文选取了 2004 年至 2015 年的社保基金持有的投资组合为样本，使用 Carhart 四因素模型，分析全国社保基金投资股市是否能够获得超额收益、比较直接投资和委托投资效益情况，并对 16 家基金管理公司的投资风格进行了分类和评判。得出主要结论如下：全国社保基金股市投资整体收益较低，仅能获得 0.35%的超额市场收益率，委托投资收益率为高于直接投资；在委托投资中，只有 40%的基金获得了超额收益，60%的委托投资基金公司没有展现强大的投资盈利能力；个别基金管理采取了较为激进的投资策略，具有一定的投资风险。本文提出养老保险基金的运营应审慎的选择委托投资基金，建立优胜劣汰的竞争机制，满足资金保值增值需求，并加强监管，严防投资风险。

The Effect of Delaying Retirement on Redistributive Effect of Basic Pension Insurance Income

ZHOU Haizhen, CAO Hangwei

ZHOU Haizhen
Associate Professor
Zhejiang University of Finance & Economics
Hangzhou 310018, China
Email: zhouhaizhen@zufe.edu.cn

CAO Hangwei *
Postgraduate
Zhejiang University of Finance & Economics
Institute of Finance
Email: 1012842890@qq.com

Keywords: Basic retirement insurance, Redistribution of income, Delay retirement.

Abstract. It is generally believed that there is a clear redistribution of income in the overall pension system arrangement, and it has the effect of narrowing the income gap. Then, after the implementation of delayed retirement, with the extension of the payment period, what effect will happen on the redistribution effect of basic pension insurance income? Based on this, based on the data of the National Statistical Yearbook, this paper first uses numerical simulation and Lorenz curve to calculate the income redistribution effect of pension insurance under the current retirement age. Consider again the effects of income redistribution of pension insurance under different retirement ages and life expectancy under the delayed retirement scheme, and compare them.Finally, my simulation results show that delayed retirement has a positive impact on the redistribution effect of basic pension insurance income, that is, delayed retirement can strengthen the income redistribution effect of basic old-age insurance, and has the effect of further narrowing the income gap between rich and poor.

1.引言

改革开放以来，我国实行“先富与共富”政策，鼓励一部分人、一部分地区先富起来，先富带动后富，最终实现共同富裕。这一政策在改革开放初期对于打破中国经济发展的桎梏，让经济得以迅速发展，起到了巨大的作用。当前问题是，这一政策没有得到完整的落实。先富起来的人并没有去带动其他人实现共同富裕。从而拉大了相互之间的贫富差距。对此，我国也有相应的政策努力缓解贫富差距扩大的趋势。国家基本养老保险制度就有收入再分配的功能，在一定程度上缩小贫富差距。

与此同时，近年来我国人口老龄化现象日益严重，联合国认为，如果一个国家60岁以上的老年人口达到总人口数的1%或者65岁以上老年人口占人口总数的7%以上，那么这个国家就已经属于人口老龄化国家。而截止2017年底，我国60岁及以上老年人口已达2.41亿人，占总人口的17.3%。我国的经济发展水平相对比较落后，养老制度还并不完善，加之又出现了老龄化，这对我国养老制度是一次挑战，现在在资金上，我们已经处在寅吃卯粮的状态。面对这种情况，我国提出了养老金双轨制和延迟退休人口年龄的制度，并已在部分地区试行。目前来看，延迟退休已经是势在必行。延迟退休，意味着延迟领取养老金。延迟领取养老金，则意味着劳动者养老保险的缴费年限延长，在一定预期寿命下养老金的领取年限就会缩短。

那么延迟退休政策的实施对基本养老保险制度会有怎样的影响，是否促进基本养老保险的收入再分配效应，是否能够缩小贫富差距，是否利于社会公平发展，这些都是人们担心的问题。

2.研究综述

近年来，不少学者以不同视角对延迟退休和养老保险收入再分配效应进行了深入研究。在研究基本养老保险制度收入再分配效应方面：彭浩然、申曙光（2007）测算了中国2005年养老保险制度改革前后的收入再分配效应，指出新养老保险制度明显减弱了代内收入再分配。何立新（2007）利用国家统计局2002年的城市住户调查数据，根据一系列假设估计了城镇参保职工在1997年和2005年两个养老保险制度下的纯受益情况。王晓军、康博威（2009）基于中国现行的城镇职工基本养老保险，对不同就业类型人群、不同收入水平人群、不同性别人群、不同缴费年限人群以及不同寿命人群因养老保险制度安排产生的收人再分配进行了测算和分析。孙祁祥、林山君（2014）分析了中国养老保险制度的收入再分配效应，在一个生命周期模型里分析了现收现付制缴费率和制度回报率对其收入再分配效应和劳动供给的扭曲效应的影响，并针对中国的现行制度给出了一个调整方案。

在研究延迟退休对养老金分配、养老金财富变化、养老金替代率等方面：谢新伟（2012）研究了我国延迟退休实行需要什么条件。他认为延迟退休年龄涉及到就业、企业成本和社会公平等诸多问题，因此，必须在保证就业和社会公平目标下延迟退休年龄。建立以最低工作年限为法定退休条件的弹性退休制度，需要通过经济激励，引导民营企业参与。张熠（2011）通过连续时间养老金收支模型分析认为，延迟退休年龄对养老保险计划收支余额的影响来自缴费年限、领取年限、替代率和差异四个方面的效应。延迟退休年龄的政策效果和工资增长率、养老金增长率、改革速度以及未来参保人口结构有关。刘万（2013）借助养老金财富模型分析发现，延迟退休对职工利益的影响取决于养老金参数的不同水平组合，如工资增长率越高，越有利于延迟退休；养老金增长率越低、养老金贴现率越高，越不利于延迟退休。袁中美（2013）以养老金替代率为切入点，根据现有政策进一步细化养老金替代率模型，测算不同退休年龄和投资收益率下的养老金

替代率。其实证结果表明，“随着退休年龄的提高，统筹账户和个人账户养老金的替代率水平也相应提高，且提高的幅度也随之增加。林熙、林义（2015）用Option Value模型方法预测，得出在当前养老保险计发办法下，延迟退休可能对男性劳动者和低收入劳动者造成明显的经济损失。而延长女性劳动者的退休年龄，也可能在特定假设条件下使其遭受经济损失。

现有的文献研究方向要么在于基本养老保险的再分配效应，要么是延迟退休对养老金财富、养老金分配、替代率等方面，在研究延迟退休对基本养老保险的再分配会有怎样的影响上比较欠缺。本文将在学术界已有研究成果基础上，补充研究延迟退休政策下可能产生的收入再分配效果，提出自己的看法。本文用数值模拟以及洛伦茨曲线计算当前退休年龄下养老保险的收入再分配效应。再考虑延迟退休方案下不同退休年龄以及预期寿命情况下养老保险的收入再分配效应，并加以比较，得出相应的结论。

3.基本养老保险的收入再分配效应

3.1 测算模型

文章用净转移额的大小来衡量收入再分配程度 。将净转移额定义为测算时点某一人群的养老保险缴费现值与养老金待遇领取现值之差, 净转移额为正体现是再分配转出方 ,净转移额为负体现是再分配转入方 ,转移额的绝对值越大,则说明再分配的程度越高 。

我国现行的社会养老保险模式是社会统筹与个人账户[1]相结合,统筹缴费率为20%。缴费累计满15年的,退休后按月发放基础养老金和个人账户养老金。其中,基础养老金以当地上年度在岗职工月平均工资和本人指数化月平均缴费工资的平均值为基数, 缴费每满一年发给1%。

$$\text{基础账户养老金} = \frac{(1+\text{个人平均缴费指数})}{2} \times \text{退休前一年当地社会平均工资} \times \text{缴费年限} \times \%$$

（1）

劳动者工资越高，个人平均缴费指数就越高，基础账户部分养老金就越高。而个人指数化平均工资是劳动者工作时每年工资相对于平均工资比率的平均值，与退休前一年社会平均工资的乘积，见式（2）。

$$\text{个人指数化平均工资} = \text{退休前一年社会平均工资} \times \frac{\sum_{\text{a=开始工作年龄}}^{\text{退休年龄r-1}} \frac{\text{工资s}}{\text{当地平均工资}}}{\text{工作年限}}$$

（2）

设 m 为缴费年限 , n 为计发年数, r 为加入养老保险计划的年龄, e 为退休年龄 , ω为死亡年龄, i_x为第 x 年的投资收益率 , g 为工资增长率, C为统筹基金缴费率, $W_{x,y}$为第 x年y 岁职工的工资, $\overline{W_x}$为第x 年在职职工的平均工资，那么基础养老金B_t计算公式如下：

[1]由于我国实行职工个人账户养老保险的目的，在于扩大养老保险经费来源，多渠道筹集养老保险基金，减轻国家和企业的负担。同时我国养老保险个人账户上大规模的空账，所以文章测算中只考虑统筹账户的部分，舍弃了个人账户的测算。

$$B_t = \frac{m}{2}(\overline{W}_{t-1} + \overline{W}_{t-1} \times \frac{\sum_{k=t-r+e}^{t-1} W_{k,k+r-t}}{\sum_{k=t-r+e}^{t-1} \overline{W}_k}) \times 1\%$$

我们以开始领取养老金的年份为净转移额的测算时点，将测算时点缴费累计值FVC与待领取现值PVB的差额定义为测算时点的净转移额。净转移额=FVC-PVB，其中，

$$FVC = C \times \sum_{k=t-r+e}^{t-1} (W_{k,k+r-t} \times \prod_{j=k}^{t-1}(1+i_j))$$

$$PVB = \sum_{k=t}^{t+w-r} (B_k / \prod_{j=k}^{t+w-r}(1+i_j))$$

3.2 当前退休年龄下参加养老保险产生的再分配效应

3.2.1 参数选择

我们假设测算对象是从2010年开始20岁参加保险计划的新人,这些新人平均于60岁退休,为了便于比较,选取退休当年为测算时点进行折现，这样净转移的测算时点为2050年。平均缴费年限为40年。

依据2010年第五次人口普查数据得到的60岁男性人口和女性人口的预期寿命分别为12.4年和17.4年,同时考虑到人口预期寿命不断延长的可能性,假设这些对象人群养老金平均领取年限为16年。

另外,按照 2010 年劳动统计年鉴提供的数据, 全国城镇单位就业人员平均报酬为40655元。统筹基金缴费率统一按20%。

假设平均工资年增长率与全国GDP增长率相近，近五年GDP增长率约为7%，考虑到测算未来值时未来GDP的增长会有所放缓，所以取值为6%。同时假设不同收入人群的工资增长率相同。

假设无风险利率与我国一年期国债利率相近，综合考虑到近些年国债利率的变动，取值为4%。

根据《2011中国统计年鉴》，可以得出2010年我国城镇各收入水平家庭占全体调查户的比重、平均家庭人口、家庭平均就业人口和人均年收入等数据，列入表1。

这里假设参加养老保险人员的工资收入分布与城镇就业者收入分布相同, 参加养老保险的不同收入水平组人员的工资与城镇各收入水平家庭中就业者的人均收入对应相等, 从而可以计算出就业者人均年收入 ,参见表1的第6列。

表1 2010年城镇家庭居民收入[2]

收入分组	调查户比重/%	平均家庭人口（人）	平均就业人口（人）	人均年收入（元）	就业人均年收入（元）
最低收入户	10.01	3.29	1.32	6703.70	16708.46
低收入户	10.01	3.20	1.52	10247.04	21572.72
中等偏下户	20.03	3.02	1.52	13970.99	27758.15
中等收入户	19.97	2.82	1.48	18920.72	36051.64
中等偏上户	20.00	2.70	1.49	25479.81	46171.47
高收入户	9.99	2.61	1.51	34254.64	59208.35
最高收入户	9.98	2.51	1.54	56435.17	91982.00
全国	100	2.88	1.49	21033.42	40655.20

[2] 数据来源于《2011中国统计年鉴》按收入等级分居民家庭基本情况。

3.2.2 测算结果

依据给定的数据和公式，可以计算出不同收入阶层参加养老保险的年给付水平 ，人均缴费在退休时点的价值、人均在退休时点领取的价值、人均净转移等数据，即下表2不同收入组下的结果。

表2 不同人群分类下因参加养老保险产生的净转移

不同人群	人均缴费 现值（万元）	人均领取 现值（万元）	人均净转移 （万元）
不同收入组			
最低收入者	101	198.3	-97.3
低收入者	130.4	215.2	-84.8
中等偏下者	167.8	236.5	-68.7
中等收入者	218	265.2	-47.2
中等偏上者	279.2	300.0	-20.8
高收入者	358	345.3	12.7
最高收入者	556.2	458.6	97.6

对不同收入人群，我们可以观察到人均缴费现值与人均领取现值均随着收入水平的提高而提高，再分配转移额也由负值（代表净流入，或者说从保险中获益）逐渐变为正值（代表净流出，或者说从保险中受损）。在本文假定的前提条件下，最低收入到中等偏上收入群体均为净流入方，而高收入和最高收入群体属于净流出方。

可见,随着收入的增加,人均净转移逐步增大。最低收入者、低收入者、中等偏下收入者、中等收入者、中等偏上者的人均净转移均为负，是再分配的收入转入者，收入越低，再分配
转入越多。高收入者和最高收入者的净转移为正，是再分配的收入转出者，收入越高 ，再分
配转出越多。这符合养老保险实现财富从高收入阶层向低收入阶层转移的预期。从数据上看，以2050年为测算时点 ,最低收入者一生的收入净转入达到97.3万元 ,而最高收入者一生的净转出达到97.6万元。

这里我们可以将结果绘制在洛伦兹曲线上,能更直观反映养老保险制度安排在收入再分配上产生的影响。图1显示了养老保险制度安排对收入再分配的影响。

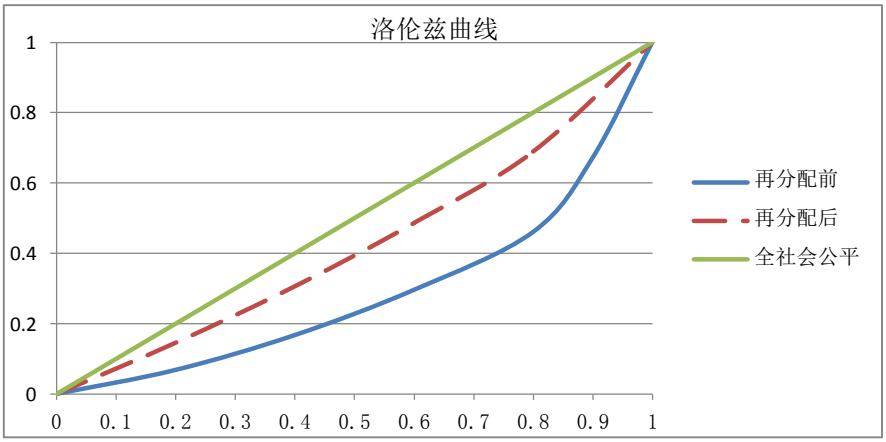


图1 基本养老保险对收入再分配的影响曲线

纵轴表示不同收入水平参保人数占总参保人数的累计百分比 ,横轴表示不同收入阶层人口数占社会总人口的累计百分比 ,再分配前后的数据分别是不同收入入阶层没有参加养老保险在退休前收入和测算年不同收入阶层的人均领取现值占所有阶层平均领取现值之和的累计百分比, 而通过原点的 45 度对角线表示收入分配完全平等。曲线的弯曲程度可以反映收入分配的不平等程度, 弯曲程度越大，收入分配越不平等。从图中可见, 采用养老金调整后的收入再分配曲线比没有养老保险的再分配曲线更靠近社会公平线。从而反映了养老保险在不同收入人群间实现了收入再分配并有缩小收入差距的作用。

补充说明的是，在测算中，由于各收入阶层的工资增长率与无风险利率不尽相同并且高收入阶层往往生活水平更高 ,寿命更长, 低收入阶层的生活水平更低 ,寿命更短 。本文的测算按平均工资增长率，平均无风险利率和平均寿命计算, 没有考虑不同收入阶层的寿命差异, 从而会高估低收入阶层的待遇支付,低估高收入阶层的待遇支付,进而高估财富从高收入阶层向低收入阶层的转移程度。但这一测算结果揭示了现行制度的收入分配趋势方向。

4.延迟退休对基本养老保险收入再分配效应的影响分析

4.1 延迟退休年龄下参加养老保险产生的再分配效应（不考虑预期寿命的延长）

同样的数据，如果在延迟退休政策下，人均缴费、人均领取和净转移额又会又怎么样的变化呢。我国当前退休年龄为60岁，那么我们假设延迟退休年龄为65岁，依据给定的数据和公式，可以计算出不同收入阶层参加养老保险的年给付水平，人均缴费在退休时点的价值、人均在退休时点领取的价值、人均净转移等数据，见表3。

表3 延迟退休年龄下不同收入人群的净转移额

不同人群	人均缴费 现值（万元）	人均领取 现值（万元）	人均净转移 （万元）
不同收入组			
最低收入者	120	160.6	-40.6
低收入者	154.9	174.2	-19.3
中等偏下者	199.3	191.5	7.8
中等收入者	258.8	214.7	44.1
中等偏上者	331.5	243.0	88.5
高收入者	425.1	279.5	145.6
最高收入者	660.4	353.85	306.55

对比表2，表3可以看出，再现行制度下，对2010年加入养老保险的一批人，以不同退休年龄为测算时点下，相同的是最低收入组和低收入组都是作为再分配的净流入方，而高收入者和最高收入者都是作为再分配的净流出方。不同的是，在当前60岁退休年龄下中等偏下组、中等收入组和中等偏上组是再分配额的流入方，但在以65岁为退休年龄的方案下，中等偏下组、中等收入组和中等偏上组则是再分配额的流出方。

同样的我们可以做洛伦兹曲线来反映延迟退休对养老保险再分配效应的影响。图2显示了延迟退休下的基本养老保险对收入再分配的影响曲线。

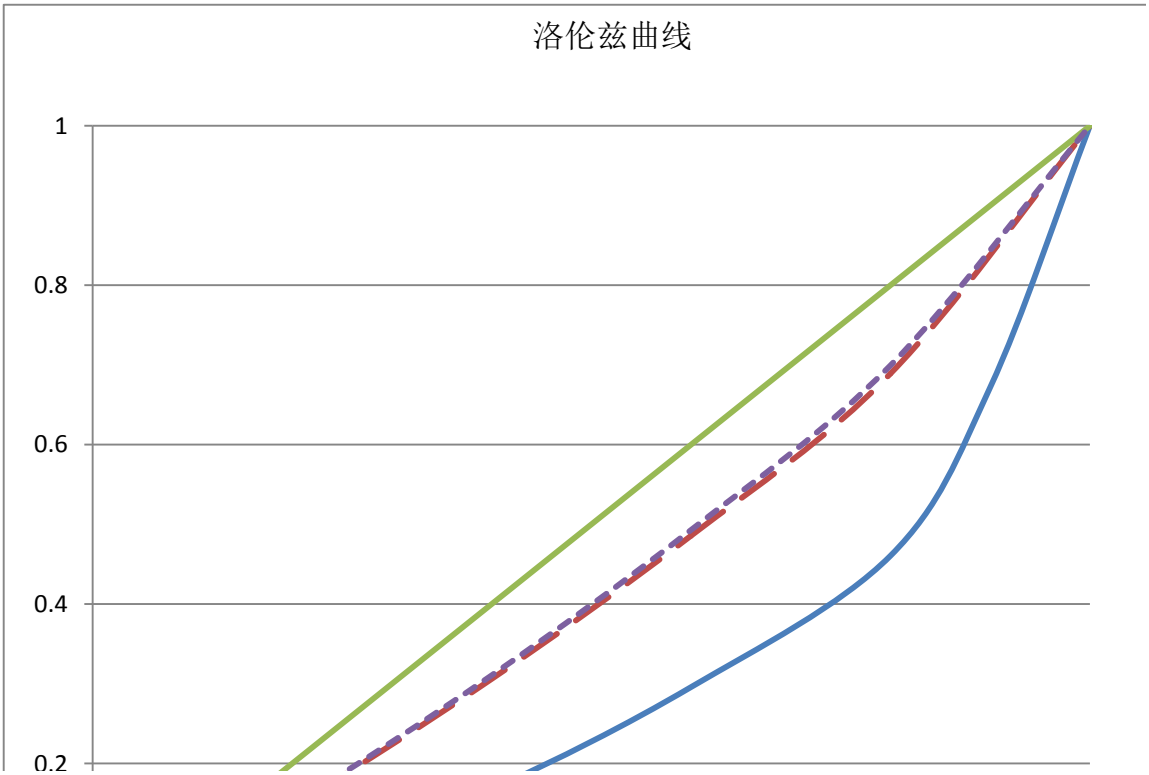


图2 延迟退休下的基本养老保险对收入再分配的影响曲线

纵轴表示不同收入水平参保人数占总参保人数的累计百分比，横轴表示不同收入阶层人口数占社会总人口的累计百分比，再分配前后的数据分别是不同收入入阶层没有参加养老保险在退休前收入和测算年不同收入阶层的人均领取现值占所有阶层平均领取现值之和的累计百分比，而通过原点的45度对角线表示收入分配完全平等。曲线的弯曲程度可以反映收入分配的不平等程度，弯曲程度越大，收入分配越不平等。

从图中可见，延迟退休后再分配效应的曲线与当前退休年龄政策下产生的再分配影响曲线很贴近。实际上两个洛伦兹曲线是有差别的，但由于在我们假设的延迟退休条件下，实施延迟退休政策前后不同收入阶层的人均领取现值占平均领取现值之和的累积百分比差别不大，图上显示不是很明显，但依旧可以看出延迟退休后再分配影响曲线略比当前退休年龄政策下的曲线更贴近全社会公平线。这也说明如果不考虑其他因素，延迟退休下的基本养老保险对收入再分配效应影响有但是不大，也就是说延迟退休政策没有显著增强基本养老保险的收入再分配效果。

4.2 延迟退休年龄下参加养老保险产生的再分配效应（考虑到预期寿命的延长）

人社部拟制定的是渐进式的延迟退休政策，大约每三年提高一岁。该方案的基本原则是：小步慢走，逐步延长退休年龄，同时在延长退休年龄之前建立缓冲的机制，尽量减少退休政策调整带来的影响。例如从2018年开始，女性退休年龄每3年延迟1岁，男性退休年龄每6年延迟1岁，直至2045年同时达到65岁。

同时，根据中共中央、国务院印发的《“健康中国2030”规划纲要》表明中国的人均预期寿命在2030年要达到79岁，平均每5年增长1岁。那么到2045年达到65岁退休年龄时，国家人口的预期寿命肯定会更高。那么我们还沿用前面的假设预期寿命为76岁进行测算就相当不合理。所以这里假设我国在以65岁为退休年龄时人口预期寿命为80岁，也就是在表3数据的缴费年限不变基础上延长了参加养老保险居民的领取年限。此时基本养老保险制度带来的收入净转移额如表4所示。

表4 延迟退休年龄下不同收入人群的净转移额(考虑预期寿命延长下)

不同人群	人均缴费 现值（万元）	人均领取 现值（万元）	人均净转移 （万元）
不同收入组			
最低收入者	120	241.5	-121.5
低收入者	154.9	262.0	-107.1
中等偏下者	199.3	288.0	-88.7
中等收入者	258.8	322.9	-64.1
中等偏上者	331.5	365.5	-34
高收入者	425.1	420.4	4.7
最高收入者	660.4	558.3	102.1

从表4的净转移额可以看出，考虑到预期寿命延长的情况下，最低收入组、低收入组、中等偏下组、中等收入组和高收入组是基本养老保险再分配效应的净流入方，高收入组和最高收入组是基本养老保险再分配效应的净流出方。对比表3和表4，最大的区别在于考虑到预期寿命延长的条件下，低收入组、中等偏下组、中等收入组以及中等偏上组由原来的再分配净流出方变为流入方。

同样的我们可以做洛伦兹曲线来反映延迟退休对养老保险再分配效应的影响。图3显示了延迟退休下的基本养老保险对收入再分配的影响曲线。纵轴表示不同收入水平参保人数占总参保人数的累计百分比，横轴表示不同收入阶层人口数占社会总人口的累计百分比，再分配前后的数据分别是不同收入入阶层没有考虑预期寿命延长和考虑预期寿命延长下测算年不同收入阶层的人均领取现值占所有阶层平均领取现值之和的累计百分比，而通过原点的45度对角线表示收入分配完全平等。曲线的弯曲程度可以反映收入分配的不平等程度，弯曲程度越大，收入分配越不平等。

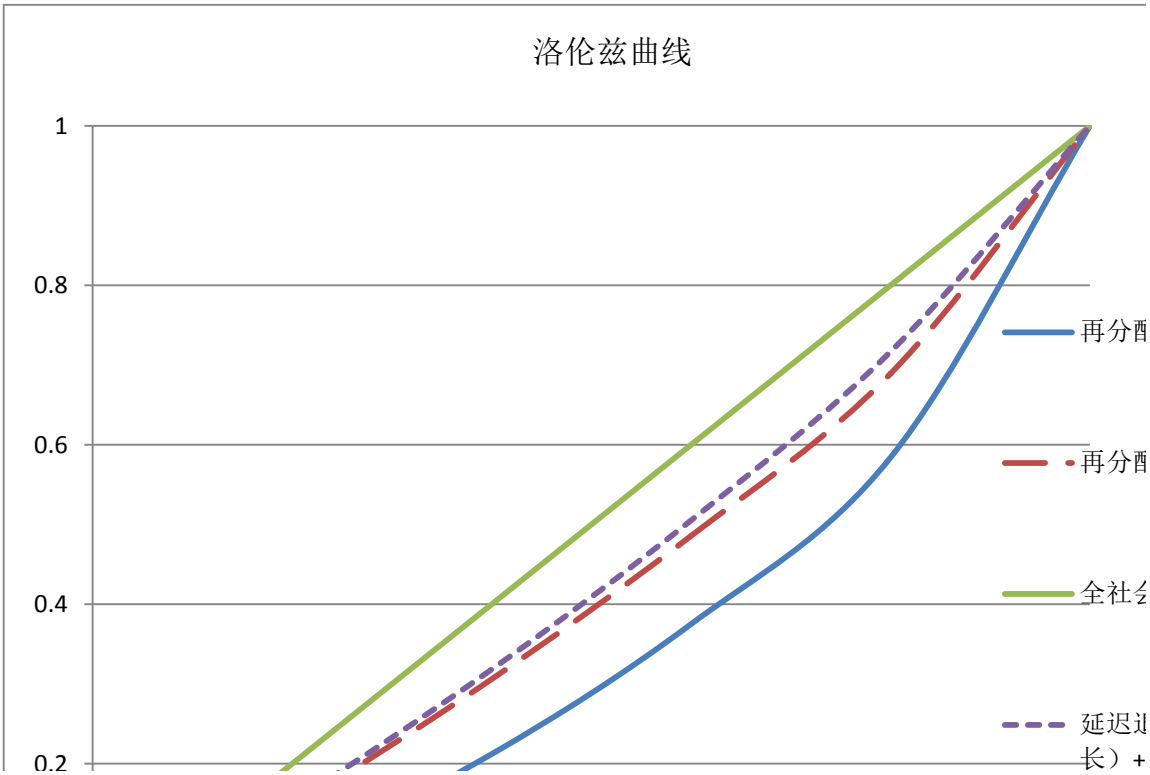


图3 延迟退休下的基本养老保险对收入再分配的影响曲线（考虑到预期寿命延长条件下）

从图中可见,考虑到预期寿命延长这一因素后，采用延迟退休政策下的收入再分配曲线比当前社会养老保险的再分配曲线更靠近社会公平线，反映了随着预期寿命的延长，渐进式的延迟退休政策对基本养老保险收入再分配效应存在正向影响，也就是延迟退休可以加强基本养老保险的收入再分配效应，并且有进一步缩小贫富收入差距的作用。

5.关键参数的模拟检验

为了验证测算过程中的关键假定对测算结果的影响，这里通过改变工资增长率、无风险收益率等关键假定，对测算结果进行检验。在操作过程中，如果对每一个单项的值进行检验的话，会产生多组对照试验，这样过于繁琐，而且难以反映真实世界的变化。因此这里只选取四组基本假定（加上原始假定1），分别模拟经济增长放缓、经济增长放缓且利率下行、经济增长加速和经济增长加速且利率上升四种情况。

（1）假设1：工资增长率6%，无风险折现利率4%。也就是文章的初始假定。

（2）假设2：工资增长率5%，无风险折现利率4%

假设2模拟的是未来中国经济增长放缓，工资增长率降低的情况。通过观察，工资增长率显著降低之后，不同收入分组人群的人均净转移增大，收入再分配效应减弱。其中，在本假设条件下，仅最低收入群体和低收入群体出现明显的收入净流入，且幅度大大减小。本假设的计算说明，基本养老保险制度的收入再分配效应随工资增长率的降低而减弱。

（3）假设3：工资增长率5%，无风险折现利率3%

假设3模拟的情形是在中国经济放缓，工资增长率降低的情况下，无风险利率随之下行的情况。通过假设2与假设3之间的对比，可以检验利率水平降低对收入再分配的影响程度。通过观察，可以发现在假设3的情况下，最低收入组、低收入组、中等偏下收入组和中等收入组出现明显的收入净流入，且幅度升高；其他收入组出现收入净流出，幅度相对于假设2显著减小。假设3的计算说明，在较低的工资增长率情况下，利率水平相应降低会改善基本养老保险的收入再分配水平。

（4）假设4：工资增长率7%，无风险折现率4%

假设4模拟的是经济增长率与无风险利率均保持在较高的水平。通过对比假设4与假设1，各收入分组人均净转移均出现大幅度的降低。出现这种情况的原因是人均缴费终值和领取现值均增加，而人均领取现值的增加幅度要更大。假设4的计算说明，基本养老保险制度的收入再分配效应随工资增长率的提高而增加。

（5）假设5：工资增长率7%，无风险折现率5%

假设5模拟的情形是中国经济增长加速，工资增长率提高的情况下，无风险利率随之上升的情况。通过假设4和假设5之间的对比，可以检验利率水平的升高对收入再分配的影响程度。通过观察可以发现，不同群体的净转移额比假设4均有提高。说明在较高工资增长率的情况下，利率水平相应提高会改善基本养老保险的收入再分配水平。

表5 不同人群分类下因参加养老保险产生的净转移

不同人群	人均净转移（万元）				
	假设1	假设2	假设3	假设4	假设5
不同收入组					
最低收入组	-121.5	-52.84	-72.96	-240.63	-192.94
低收入组	-107.1	-37.86	-59.69	-229.17	-177.44
中等偏下组	-88.7	-18.82	-42.82	-214.59	-157.72
中等收入组	-64.1	6.72	-20.19	-195.04	-131.27

中等偏上组	-34.0	37.88	7.42	-171.19	-99.01
高收入组	4.7	78.01	42.98	-140.45	-57.44
最高收入组	102.1	178.91	132.38	-63.21	47.05

6. 结论和启示

延迟退休年龄的政策从宏观上看可以增加劳动力供给、改善养老保险基金平衡，但对微观个体的影响则比较复杂。本文采用数值模拟和洛伦兹曲线方法，根据工资收入差异，将劳动者区分为最低收入户、低收入户、中等偏下户、中等收入户、中等偏上户、高收入户和最高收入户。选择再分配额这个指标测算了不同收入阶层受延迟退休的影响。我们首先运用数值结果比较了当前退休年龄下参加养老保险再分配后和再分配前，根据洛伦兹结果证明当前退休年龄下养老保险在不同收入人群间实现了收入再分配并有缩小收入差距的作用。在此基础上，本文测算了将退休年龄延迟到65的情况下（并考虑延迟退休是一个渐进式的过程，在此期间人口预期寿命会不断增长），进一步模拟了延迟退休年龄下反映养老保险再分配效应的洛伦兹曲线。

结果表明，延迟退休（未考虑预期寿命的延长）情况下，根据洛伦兹曲线显示基本养老保险对收入再分配效应的影响很小，也就是说延迟退休政策没有显著增强或削弱基本养老保险的收入再分配效果。但是在考虑到预期寿命延长的情况下，采用延迟退休政策下的收入再分配曲线比当前社会养老保险的再分配曲线更靠近社会公平线。反映了随着预期寿命的延长，渐进式的延迟退休政策明显加强了基本养老保险的收入再分配效应。

此外，通过对关键参数设定修改的模拟检验，发现在其他条件不变的情况下工资增长率和无风险利率在未来的变动方向和变动程度，会明显影响各类人群之间的再分配程度。工资增长率降低，会相应降低再分配程度；无风险利率的降低，也会降低再分配的程度。

总体而言，我国渐进式的延迟退休是合理的政策，对基本养老保险收入再分配效应会产生正向影响，可以加强基本养老保险的收入再分配效应，从高收入阶层向低收入阶层的收入再分配效果更明显。再从洛伦兹曲线可以看出，延迟退休政策之下，基本养老保险收入再分配曲线更贴近全社会公平线，说明我国延迟退休政策有进一步缩小贫富收入差距的作用。

致谢

本文为国家社科基金项目“老龄化社会中养老保险制度与经济发展的协同效应及政策研究”的研究成果之一，项目编号17BSH045。

References

[1] 张熠.延迟退休年龄与养老保险收支余额 ：作用机制及政策效应[J].财经研究.2011（7）

ZHANG Y. Delaying the Retirement Age and Endowment Insurance Income and Expenditure: Mechanism and Policy Effect [J]. Journal of Finance and Economics ，NO.7 2011：4-16.

[2] 刘万.延迟退休一定有损退休利益吗？——基于对城镇职工不同年龄退休养老金财富的考察. [J].经济评论.2013（4）
LIU W. Is delaying retirement sure to hurt retirement benefits? -Based on an examination of pension wealth of urban employees with different retirement ages [J]. ECONOMIC REVIEW No． 4 2013 ： 27-36.

[3] 袁中美.延迟退休与养老金替代率的探讨[J].人口与经济.2013（1）
YUAN Z M. Discussion on the replacement rate of delayed retirement and pension [J]. Population & Economics，NO.1 2013：101-106.

[4] 余立人.延长退休年龄能提高社会养老保险基金的支付能力吗? [J] 南方经济.2012(6)
YU L R. Does extending the retirement age increase the ability to pay for social pension insurance funds?， South China Journal of Economics ,NO.6 2012

[6] 彭浩然，申曙光. 2007. 改革前后我国养老保险制度的收入再分配效应比较研究[J]. 统计研究. 2007（2）
PENG H R, SHEN S G. 2007. Comparative Study of Income Redistribution Effects of China's Pension Insurance System Before and After the Reform [J]. Statistical Research .NO.2 2007.

[7] 何立新. 2007. 中国城镇养老保险制度改革的收入分配效应[J]. 经济研究. 2007（3）
HE L X. The Income Distribution Effect of China's Urban Endowment Insurance System Reform [J]. Economic Research Journal. NO.3 2007.

[8] 王晓军，康博威.我国社会养老保险制度的再分配效应分析[J].统计研究.2009（26）
WANG X J, KANG B W. Analysis of the Effect of Social Redistribution on the Social Endowment Insurance System in China [J]. Statistical Research. NO.26 2009.

[9] 孙祁祥，林山君.中国养老保险制度的收入再分配效应分析.财贸经济.2014(5)
SUN Q X, LIN S J. Analysis of Income Redistribution Effect of China's Pension Insurance System [J]. Finance & Trade Economics. NO.52014

[10] GUSTMAN A L． Pension and social security wealth in the health and retirement study ［R］． NEBR Working Paper，No． 5912，1997．

[11] BERKEL B, BORSH-SUPAN A. Pension reform in Germany: the impact on retirement decision ［R］. MEA Working Paper，No．3024，2004．

延迟退休对基本养老保险收入再分配效应的影响分析

周海珍 曹航玮

周海珍
副教授
浙江财经大学金融学院
杭州310018，中国
Email: zhouhaizhen@zufe.edu.cn

曹航玮
硕士生
浙江财经大学金融学院保险系
Email: 1012842890@qq.com

关键词: 基本养老保险；收入再分配；延迟退休

中文摘要. 一般认为统筹养老金制度安排存在明显的收入再分配，并有缩小收入差距的作用。那么，在实施延迟退休之后，随着缴费期的延长，对基本养老保险收入再分配效应会有怎么样的影响呢？基于此，本文以国家统计年鉴的数据为基础，首先运用数值模拟以及洛伦兹曲线计算当前退休年龄下养老保险的收入再分配效应。再考虑延迟退休方案下不同退休年龄以及预期寿命情况下养老保险的收入再分配效应，并加以比较。笔者模拟结果证明延迟退休对基本养老保险收入再分配效应存在正向影响，也就是延迟退休可以加强基本养老保险的收入再分配效应，并且有进一步缩小贫富收入差距的作用。

The Impact of New Rural Social Endowment Insurance On Rural Residents' Consumption: Based on the data of CHARLS

ZHOU Haizhen, WU Meiqin

ZHOU Haizhen
Associate Professor
Zhejiang University of Finance and Economics
Hangzhou 310018, China
Email: zhouhaizhen@zufe.edu.cn

WU Meiqin*
Master of Insurance
Zhejiang University of Finance and Economics
Hangzhou 310018, China
Email: wumeiqin1994@163.com

Key words: new rural social endowment insurance; consumption; difference in difference; hysteresis

Abstract. In recent years, the proportion of the elderly population in China has seriously exceeded the standard and the problem of aging has become an increasingly serious. In 2013, the new rural insurance policy was promoted throughout the country. The new rural insurance policy is of great significance for increasing the future income of rural households in China and reducing the pension pressure of rural residents. This paper will use the DID model based on the CHARLS data from 2011, 2013, and 2015 to estimate the impact of new rural insurance participation changes on rural residents' consumption. Considering the lagging influence on consumption, this paper uses the 2015 consumption data to represent 2013 data on changes in residents' insured behavior. The results show that: for rural residents under 60 years of age, participating in new rural insurance on health care consumption and education consumption is a positive lag promoting effect; for rural residents over 60 years of age, participating in the new rural insurance has a positive promotion effect on food consumption and health care consumption, and has a negative lag in promoting total consumption. Finally, this article proposes some constructive suggestions for the new agricultural insurance policy based on the analysis conclusions.

1. 引言

据国家统计局最新数据，2017年中国60周岁及以上人口达到2.41亿人，占总人口的17.3%，其中65周岁及以上人口为1.58亿人，占总人口的11.4%，相比老龄化标准（一个国家60岁以上老年人口占人口总数的10%，或65岁以上老年人口占人口总数的7%），我国老年人口比例严重超标。从图1可以看出，虽然2009年后60岁以上人口的增速有所下降，但仍然保持正增长。自2009年以来，我国60周岁以上的人口数量占比在不断增加。我国进入老龄化社会以来，呈现出老年人口基数大、增速快、高龄化、空巢化趋势显现的态势，再加上我国未富先老的国情和家庭小型化的结构叠加在一起，养老问题异常严峻。随着越来越多的农村年轻人进城务工，独居老人日渐增多，因此也带来了农村老年人的养老安置问题。我国农村老龄化问题日益凸显，农村“养老难”问题不仅困扰着广大农村家庭，也影响着我国社会的发展。

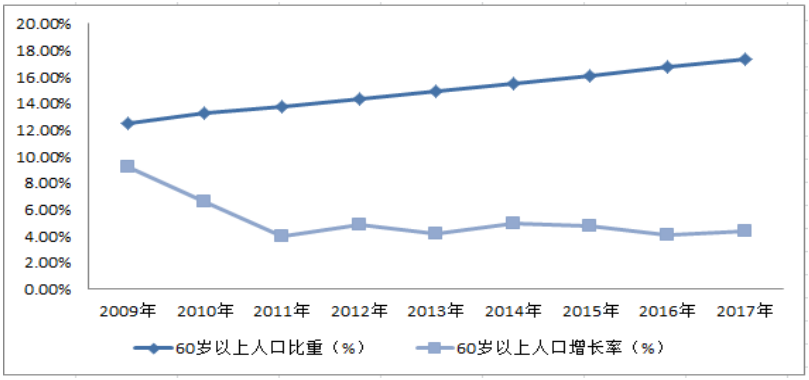


图 1：我国 60 岁以上人口比重及增长率图[1]

2009年9月新型农村社会养老保险（简称“新农保”）在全国开展试点，2013年已经在全国范围推广。新农保政策的推出旨在增加我国农民收入，降低城乡收入差距，同时提高农村居民的消费水平，扩大农村内需。2014 年，我国将新农保和城居保合并，但待遇和缴费管理并没有明显变化。根据我国历年《人力资源和社会保障事业发展统计公报》显示，2009年参保“新农保”人数为8691万人，到2014年制度整合时覆盖人数达到50107万人。截至2016年末，全国参加城乡居民基本养老保险人数达88777万人，覆盖面在不断扩大。新农保缴费分为多个档次，居民可以根据需要选择自己的缴费档次，年满60周岁的居民满足一定条件（如其符合条件的子女参保）就不需要缴纳保费即可直接领取保险金。

新农保作为一项对农村具有重大影响作用的养老保险，可以调节农村居民的资产配置情况，新农保会在居民年满60周岁或者满足一定条件时给予支付，提高居民在年老时的预期收入。但是在具体实施中，新农保政策的参保是否促进了农村居民的消费，则需进行进一步的分析。本文将利用 CHARLS 数据库中的数据，探讨新农保是否影响以及如何影响农村居民消费的相关问题。

2. 国内外文献综述

国外关于社会保障制度对居民消费影响的研究较多，但更多是借助于储蓄的中间变量考察社会保障制度对消费的影响。部分学者认为，社会保障制度会降低储蓄，从而促进居民消费。Feldstein（1974）利用美国 1927－1971 年总量时间序列数据，通过对消费函数的分析，估计出美国社会保障计划会导致私人储蓄降低 30%－50% ，从而对消费产生显著的促进作用。Glenn（1995）将预防性储蓄的不确定性因素扩展到收入的

[1] 数据来源：由国家统计局数据整理得到。

不确定性、生命长度及医疗支出的不确定性，发现社会保险、政府最低家庭消费保障等降低了未来收入及医疗支出的不确定性，有利于减少家庭储蓄，促进居民消费；Duflo（2003）发现南非社会保险项目有助于减少家庭贫困，很好的改善家庭成员的健康和提高家庭在营养上的消费。也有学者认为养老保障对不同人群的消费和储蓄决策影响存在异质性，Gale（1998）指出社会养老保险金对家庭储蓄及消费的影响会因不同的家庭资产特征和教育程度而存在差异。同时也有部分学者得到了一些不同的研究结论，Phillip Cagan（1965）发现参与养老金计划会增加储蓄，抑制消费。Leimer Lesnoy（1982）使用 1957－1977 年美国时间序列数据进行分析，发现社会保障对储蓄基本没有产生作用。

我国新农保政策推出的的时间较短，国内关于新农保对家庭消费的影响的研究还处于探索阶段，对于新农保是否会促进消费，学者们持有不同的意见。部分学者认为新农保会提高居民生活保障，增加消费。贺立龙（2015）利用 2011 的 CHARLS 数据进行回归分析，其认为新农保可以增强农民对未来生计安全的预期，提升其消费信心，具有激发农村消费潜力。陈池波、张攀峰（2012）做新农保对农村家庭消费影响的研究时进行了入户调查，结果显示有一半以上的受访者表示新农保让生活更有保障，更愿意消费。张川川等（2014）采用断点回归和双重差分识别策略对 CHARLS 数据进行分析得出新农保政策显著提高所在家庭收入，在一定程度上促进了家庭消费；对健康状况差的老年人影响更显著。沈毅、穆怀中 （2013）对 2011 年全国 31 个省（市）的截面数据进行实证分析，得出新农保支出对农村居民消费支出具有较大的乘数效应，农村养老保险基金支出平均每增加 1 亿元，可拉动农村居民生活消费支出 18 亿元。有的学者认为新农保对消费的影响不显著。刘远风（2012）选取了湖北省 50 个县域的 2009 年和 2010 年的经济数据，构建倍差法模型，采用固定效应估计，在控制 GDP 的情况下，通过比较试点地区和非试点地区之间的差异，发现新农保具有扩大内需的显著效果，但对全省整体消费的影响不具有显著性。陈华帅、曾毅（2013）使用 2008 年、2011 年两期面板数据，使用固定效应模型估计新农保对代际支持的影响，结果显示新农保政策对老年人的福利水平没有显著提高，反而降低了子女对老年人的经济支持，对老年人的消费并没有促进作用。还有学者认为新农保对不同的人群影响不同。马光荣等（2014）使用 CFPS 两期面板数据进行回归分析，得到新农保对 60 岁以下农村居民的储蓄没有显著影响，但对 60 岁以上居民的储蓄率有显著正向影响，即缴费期的农民消费不受新农保的影响，而领取养老金的农民则会显著提高消费。与马光荣的观点相反的是黄睿的观点。黄睿（2016）用 2011--2013 年的 CHARLS 数据进行 DID 分析，得到 45 --60 岁参保农民的家庭消费因交保受到一定程度挤占，家庭食物支出受负向影响最显著；60 岁以上领取养老金农民的家庭各项消费却并没有显著增加。

我国关于新农保是否真正促进了农村居民消费还存在分歧，目前大多数学者持肯定意见，部分学者认为影响不显著，但也有一些相反的结论。因此，本文将继续研究我国居民参保新农对农村家庭消费的影响情况，并具体分析主要影响到哪种消费类型。

3. 模型及变量

3.1 实证模型选择

本文将采用双重差分模型来估计新农保政策对农村居民消费的影响。双重差分模型（Difference In Difference）即 DID 模型，在经济学中常用来评估政策的实施效果。在分析中，我们希望实验组和对照组之间除外部变化外，其他特征相同。但是在实际效果评估时，如果简单地对比被解释变量在政策变化前后的变化，直接运用多元回归分析，会因短期趋势变动的影响而使回归结果有偏。DID 模型基于时间效应相同的假设，剔除

了地区间短期发展不同造成的差异；因此本文选择 DID 模型而非简单的回归。

运用 DID 模型首先需要确定实验组及对照组。本文的实验组为 2011 年没有投保新农保，2013 年及 2015 年均投保的农村居民群体即新农保参保情况在 2013 年发生变化的群体；对照组指的是 2011 年没有投保新农保，2013 年及 2015 年仍未投保的农村居民群体即新农保参保状况未发生变化的群体。

DID 公式如下：

$$dID = \Delta Ytreatment - \Delta Ycontrol$$

$$= (Ytreatment，t1 - Ytreatment，t0) - (Ycontrol，t1 - Ycontrol，t0)$$

其中，d 为双重差分估计量，Y 为被解释变量，treatment 和 control 分别表示实验组和对照组，t0 和 t1 分别指的政策投保变化前后（即 2011 年与 2013 年）。

表 1：双重差分的步骤说明

	2011 年	2013 年	差异	
实验组	Yt0	Yt1	ΔYt=Yt1-Yt0	一次差分
对照组	Yc0	Yc1	ΔYc=Yc1-Yc0	
差异			ΔΔY=ΔYt-ΔYc	二次差分

DID 分析过程如上表所示，对被解释变量进行了两次差分，排除了除政策变化外其他因素对居民消费的影响。本文在使用 DID 模型的基础上，选用了居民基本特征（性别、健康、教育水平），家庭特征（家庭人口数、家户收入等）作为控制变量，其保证了居民消费的差异是由其参保新农保引起的。

3.2 数据来源及处理

3.2.1 数据来源

本文使用的数据源自中国健康与养老追踪调查（China Health and Retirement Longitudinal Study，CHARLS）2011、2013、2015 年的问卷调查结果。CHARLS 基线调查覆盖了全国 150 个县、区的 450 个村、居，包括了 10257 户家庭的 17708 个个人，总体上代表中国中老年人群，其数据包括从广泛的社会经济状况到个人健康状况方面的信息，满足老龄研究的需要。并且 CHARLS 数据采用的是追踪调查，有利于持续跟踪个体在不同参保状况下的消费情况，满足本文研究需求。

3.2.2 样本处理

CHARLS 调查中 2011 年为全国范围内的基线调查，2013 年、2015 年主要为回访 2011 年访谈的个体。考虑到 CHARLS 是一个追踪调查数据，需要分析的是一个人的持续变化，结合本文需要，为了更好的估计政策影响，本文对样本进行了处理。具体处理如下：

（1）删掉样本中新加入或退出调查的个体

本文需要保留的是三年都存在的个体，以持续得到各个体在各年度的消费数据。因此剔除中途新加入或者因死亡、户口移至城镇等原因退出的个体可以保证调查数据的连续性，本文最后保留的是三年均接受访问调查的个体。

（2）删掉 2011 年已投保或者 2015 年新投保的个体

本文为了研究参保情况变化对农户消费情况的影响，若 2011 年已经投保或者 2015 年刚刚参加投保，则居民的投保情况未发生变化，即居民的消费不是由参保产生影响的。因此本文保留的样本是 2011 年未投保，2013 年、2015 年均投保及 2011 年未投保，2013 年、2015 年也未投保的个体。

（3）删除变异个体

在有的调查结果中，有的个体对问卷问题未给出回答。比如，在众多消费项中，会出现居民各项消费都为空白，因此这些问卷相当于有问题问卷，保留这些个体的数据会影响数据的有效性，影响分析结果。

3.3 变量选取

3.3.1被解释变量

本文选取的被解释变量为农村居民的消费支出，由于消费数据相对于其他变量数据较大且数据本身差异较大，本文在进行实证分析对消费支出取对数。而且由于居民的消费情况具有惯性，当年收支的变化并不一定对当年消费产生影响，因此参保行为变化对居民消费的影响存在滞后性，本文利用 2015 年的消费数据来代表居民在 2013 年参保状况发生变化时的消费数据。CHARLS 数据库中将消费数据分为最近一周、一月、一年的三种消费周期数据，在不同的消费周期下有不同的消费项。本文将选取食品、日用品、旅游、耐用品、保健、教育、医疗消费及总消费作为被解释变量。其中食品、日用品、医疗消费是基础性消费，属于家庭刚性支出；旅游、耐用品、保健和教育消费是发展性消费，属于家庭弹性支出[11]。总消费支出（总消费=周消费*52+月消费*12+年消费）用来代表居民在过去一年所有消费项下的支出总和。

3.3.2 自变量及控制变量

本文的自变量为是否参加新农保，通过组别与年份的交叉项来体现。

本文还包括一系列控制变量，具体变量及赋值如表 2 所示：

控制变量的选取应遵循外生的准则，本文选取了教育水平、性别、婚姻状况、健康状况、家庭人口数及家庭收入作为控制变量，排除这些变量对农户消费的影响。本文选取“是否有日常活动能力障碍”来代表健康状况，而不是采用自评健康这一更为常用的健康度量指标，是因为自评健康状况的主观性太强，容易产生内生性问题；健康状况分为健康（无日常活动能力障碍）与不健康（具有日常活动能力障碍）两类。一个家庭的婚姻状况会影响一个人的消费，因此本文将婚姻状况划分为未婚，已婚，离异（或配偶死亡）三类，虽然未婚和离异都是一个人生活，但是离异发生了婚姻状况的变化，未婚未发生变化，所以两者在消费上也会因婚姻状态的不同而产生区别，因此将其分开。CHARLS 数据访问的是 45 周岁以上的居民，居民的教育水平普遍不是很高，因此本文将教育水平分为中学以下，中学（初中、高中）及中学以上三类。

表 2 变量定义及赋值表

	变量	符号	赋值
解释变量	组别	Di	实验组 Di=1 对照组 Di=0
	年份	year	2011 年=0,2013 年=1
控制变量	性别	sex	男=1，女=2
	健康状况	hea	健康=1，不健康（一般、差）=0
	婚姻状况	mar	已婚=2，离异（配偶死亡）=1，未婚=0
	教育水平	edu	中学以下=1，中学（初、高中）=2，中学以上=3
	家庭人口数	fam	家庭人口数量
	家庭收入	lni	收入总和的对数
被解释变量	消费水平	lnsp,lnryp,lnly,lnyl,lnnyp,lnbj,lnjy,lntot	各消费项的对数

3.4 变量的描述性统计

为了更直观地观察各变量样本数据间的差异，本文对样本进行描述性统计分析，以

下为解释变量，控制变量及被解释变量的描述性统计结果。

表 3 解释变量的描述性统计结果

变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
组别	2678	0.613144	0.487076	0	1
年份	2678	0.5	0.500047	0	1
组别*年份	2678	0.306572	0.461113	0	1

组别区分为实验组与对照组。实验组为 2011 年没有投保新农保，2013 年及 2015 年均投保的农村居民群体（Di=1）；对照组是 2011 年没有投保新农保，2013 年及 2015 年仍未投保的农村居民群体（Di=0）。组别的均值表示在样本中所有 2011 年未投保的人群中，2013 年新参保的概率为 0.613144，这表明了 2013 年新农保政策的覆盖面在不断扩大。年份表示居民参保行为发生的时点，当 year=0 时，即各变量在 2011 年时的数据；当 year=1 时，表示在政策参保变化的当年即 2013 年；但本文中运用了 2015 年的数据来代表政策变化当年的数据。在模型中，解释变量是组别与年份的交叉项（即组别*年份），当组别为实验组且年份为 2013 年时，解释变量为 1。

表 4 控制变量的描述性统计结果

变量	样本数	2011 年		2015 年	
		均值	标准差	均值	标准差
性别	2678	0.5176	0.5307	0.5176	0.5307
教育状况	2678	1.3757	0.4998	1.3757	0.4998
健康状况	2678	0.7020	0.4575	0.4488	0.4975
婚姻状况	2678	1.7737	0.4553	1.1206	0.3768
家庭人口数	2678	2.5676	0.7036	1.8880	0.3178
家庭收入	2678	125047.7	432.0984	129931.09	470.6752

从表 4 控制变量的描述性结果可以得出以下结论。样本中性别一栏的均值为 0.5176，表示选取的样本中男女比例相差不大，选取的个体是家庭的主要受访者或者是主要财务管理者，表示在家庭中男女的地位还是比较均等的。教育的均值为 1.3757，表明样本中居民的教育水平还是集中在中学及以下偏多，教育水平较低。2011 年的健康状况为 0.7020，2015 年的健康状况为 0.4488，表示随着时间推移，调查样本中居民的健康状况有所下降。婚姻状况的均值有所下降，这有可能是因为部分老年人的配偶去世等引起。家庭人口数 2011 年的均值为 2.5676，2015 年为 1.8880；家庭人口数变动较大。家庭收入 2011 年的均值与 2015 年的均值相差不大；但是两年的标准差都较大，这表明农村家庭的收入差距较大；因此在将收入引入作控制变量时运用的是家庭收入的对数。总体来说，为了保证居民的消费变化是由居民参保新农保引起的，控制这些变量十分重要。

表 5 被解释变量的描述性统计结果

变量	样本数	2011 年		2015 年	
		均值	标准差	均值	标准差
食品消费	2678	138.0698	170.8209	176.4925	450.0806
日用品消费	2678	36.8794	321.0689	83.0261	556.1070
旅游消费	2678	244.1524	3192.2320	347.8820	2440.4020
耐用品消费	2678	509.1090	4744.4300	950.2345	7182.5830
保健消费	2678	1101.3880	3870.9340	929.7517	5090.0160
教育消费	2678	1101.388	3870.934	1579.84	13076.4300

医疗消费	2678	3109.8	8161.1190	668.3686	2988.008
总消费	2678	23925.12	71174.39	39287.62	249677.7

表 5 列出了各被解释变量在 2011 年与 2015 年的描述性统计结果，从均值来看，对比 2011 年与 2015 的各项消费，除了保健支出和医疗支出外，居民的消费水平均有明显的提高。且各变量的标准差都较大，2015 年的教育支出和总消费的标准差数据非常大，可以看出农村居民在各项消费支出上还存在着很大的差异。但是各消费支出的增长并不一定是由新农保的参保造成的，因此需要采用 DID 模型来排除经济增长、通货膨胀等因素导致的消费变化。

4. 实证模型及回归结果

4.1 样本整体的实证结果及分析

为了分析新农保对农村居民整体消费的影响，本文首先对样本整体进行 DID 分析，表 6 为对样本整体进行 DID 分析的结果，结果如下。

表 6 样本整体的实证结果

基础性消费	(log)	(1) 食品消费	(2) 日用品消费	(3) 医疗消费	(4) 总消费
		0.216**	-0.097	-0.045	-0.084
		(2.15)	(0.32)	(0.26)	(0.41)
发展性消费	(log)	(5) 旅游消费	(6) 耐用品消费	(7) 保健消费	(8) 教育消费
		-0.662	0.191	0.547***	0.282**
		(0.51)	(1.15)	(4.10)	(1.98)

注：括号中数值为t值，* p < 0.1， ** p < 0.05， *** p < 0.01。因变量为食品消费等8项消费的log值。

表 6 为对未区分年龄的样本整体做 DID 分析的结果。从分析结果中可以看出，新农保参保的变化对食品消费、保健消费、教育消费产生了正向的促进效应。新农保对食品消费的影响的交叉项系数为 0.216，在 5%的概率下显著。居民参加新农保，年老时可以领取保险金即预期收入会增加，因此居民会降低现期的储蓄，可支配资金增加，增加在食品上的支出。居民可支配收入的增加，为满足马斯洛最底端的需求，即食品消费支出明显增加。

新农保对保健消费的的影响的交叉项系数为 0.547，在 1%的概率下显著，即当居民的可支配收入增加时，居民会考虑到提高自身的身体状况，在现今提倡全民健身的时代，居民会增加健身及保健产品的开支，增加自身的身体素质。新农保对教育消费的的影响的交叉项系数为 0.282，在 5%的概率下显著。这表明当居民的可支配资金增加时，居民会考虑提高自身以及子女的教育水平，因此其教育消费出现了显著的正向效应。居民增加自身的培训支出，增加人力资源的支出，为就业以及持续的发展提供支持。居民可支配资金增加，会增加对子女培训的消费，尽力给子女提供更优的教育条件。

新农保政策参保对日用品消费、医疗消费、旅游消费的影响为负向的，对耐用品消费为正向的，但影响都不显著；这可能是因为日用品消费、医疗消费是刚性的家庭支出，无论将来是否有稳定的现金流收入，都不影响当期对基本医疗服务及日用品的需求；耐用品消费及旅游消费为家庭的发展性消费，有可能是因为预期的保险金收入金额不够高，居民还没有足够多的资金来提升这些高消费品的支出；因此这些新农保对这些变量的影响都不显著。

从上述结果可以看出，在有的消费项下，新农保的投保会提升居民的消费水平。但是，对于 60 周岁以上的居民来说，若满足一定条件（如其子女参保）就可以直接领取

保险金。而 60 周岁以下的居民，需要缴满 15 年才能领取保险金。预期新农保参保变化对 60 周岁以上及以下的居民会有不同的影响，因此，本文接下来将样本分为 60 周岁以上及以下分别分析政策变化对消费的影响。

4.2 60周岁以上样本的实证结果及分析

为了分析新农保对农村老年人消费的影响，本文对60周岁以上居民的数据进行DID分析，表7为对60周岁以上样本进行DID分析的结果，结果如下。

表 7　60 周岁以上样本的实证结果

		(1)	(2)	(3)	(4)
基础性消费	(log)	食品消费	日用品消费	医疗消费	总消费
		0.231*	-0.145	-0.197	-0.305**
		(1.66)	(1.70)	(0.87)	(2.16)
		(5)	(6)	(7)	(8)
发展性消费	(log)	旅游消费	耐用品消费	保健消费	教育消费
		-0.102	0.015	0.517***	0.069
		(0.60)	(0.07)	(2.98)	(0.45)

注：括号中数值为 t 值，* p < 0.1，　** p < 0.05, *** p < 0.01。因变量为食品消费等 8 项消费的 log 值。

对于参保时已年满 60 周岁的农村居民，如果其子女缴纳了养老保险，老年人可以直接按月领取养老金。对于该群体的农村居民来说，新农保参保会给其带来一笔收入，预期收入的增加会促进老年群体的消费。表 7 列出了对样本中 60 周岁以上居民的消费进行 DID 分析的实证结果。分析结果显示参保新农保对食品消费和保健消费的影响出现了显著的正向促进效应，而对老年人的总消费则是显著的负向促进效应；这表明实验组在食品、保健这两个消费项上的增长明显高于对照组，而实验组在总消费上的增长要低于对照组。

新农保对食品消费的的影响的交叉项系数为 0.231，在 10%的水平下显著。60 周岁以上参保的农村居民每个月可以固定的领取一笔养老金，对于老年人来说是一笔额外的收入，因此，老年人会增加一部分食品支出，食用一些更好的食品；但影响系数还是较小的，即新农保对老年人食品消费的促进作用有限。新农保对保健消费的的影响的交叉项系数为 0.517，在 1%的水平下显著。老年人随着年龄的增加，身体状况在日益下降；而且老年人活得时间越长，可以领取养老金的年份及总额都会增加。因此，老年人可能会购买更多的保健品来维持自己的身体健康，增加保健消费支出。

新农保对日用品消费、医疗消费、旅游消费、耐用品消费、教育消费的影响并不显著。但是，新农保对老年人总消费的的影响的交叉项系数为-0.305，在 5%的水平下显著。这有可能是老年人可以领取养老金后，子女会减少对老年人的代际支付，老年人的收入并没有明显增加；也有可能是因为制度间的养老金待遇差异扩大了城乡差距，造成农村领取养老金居民的相对收入下降。数据样本里，年满 60 周岁的参保居民领取的新农保保险金大多在 100 元每月及以下，而同期企业退休人员的养老金平均约 2000 元[12]，公务员退休金平均约 4000 元，分别是新农保养老金收入的 30 倍和 60 倍；养老金间的巨大差异导致了居民收入差距的扩大，从而导致农村老年人相对收入的下降，这也导致了居民消费支出的下降。

4.3　60周岁以下样本的实证结果及分析

为了分析新农保对农村 60 周岁以下居民消费的影响，本文对 60 周岁以下居民的数

据进行 DID 分析，表 8 为对 60 周岁以下样本进行 DID 分析的结果，结果如下。

表 8　60 周岁以下样本的实证结果

		(1)	(2)	(3)	(4)
基础性消费	(log)	食品消费	日用品消费	医疗消费	总消费
		0.199	-0.025	-0.17	-0.193
		(1.37)	(0.17)	(1.64)	(1.33)
		(5)	(6)	(7)	(8)
发展性消费	(log)	旅游消费	耐用品消费	保健消费	教育消费
		-0.001	0.415	0.612***	0.707***
		(0.01)	(1.59)	(2.95)	(2.81)

注：括号中数值为 t 值，* p < 0.1，　** p < 0.05, *** p < 0.01。因变量为食品消费等 8 项消费的 log 值。

从对 60 周岁以下的样本进行 DID 分析的实证结果中可以看出，保健消费和教育消费出现了显著的正向促进效应，即实验组在保健、教育这两个消费项上的的增长明显高于对照组。参加新农保的居民认为自己年老时能够领取的保险金金额较大，预期未来收入会增加，现期储蓄降低，居民有更多的资金用来消费。60 周岁以下的居民认为自身的预期寿命较大，未来年老时又有一笔稳定的养老金收入，居民更愿意花钱在提升自身的身体素质以及自身和子女的教育水平上。

新农保对保健消费的的影响的交叉项系数为 0.612，在 1%的水平下显著。在现今提倡全民健身的时代，不仅仅年轻一代把越来越多的时间和金钱花在健身上，中年人也开始注重自身的身体素质和锻炼。中年人投保对保健消费的影响要略大于老年人，虽然两个群体在保健消费支出的具体内容上有所差别，还是可以看出两个群体都对自身的身体素质十分重视。新农保对教育消费的的影响的交叉项系数为 0.707，在 1%的水平下显著。首先，现在的孩子们接受教育的期限越来越长，居民在子女的教育上的开支也在不断增加；其次，居民预期寿命增加，也增强了居民提高自身的教育水平和各项能力的意识；终身学习的观念越来越强，越来越多的居民也会参加成人大学进行学习。当居民的可支配资金增加时，居民增加自身的培训支出，增加人力资源的支出，为就业以及持续的发展提供支持。居民可支配资金增加，会增加对子女培训的消费，尽力给子女提供更优的教育条件。

新农保对 60 岁以下的居民的食品消费、日用品消费、医疗消费均不显著，这有可能是这些消费比较刚性，再加上居民本身拥有一定的收入，因此无论是否投保新农保对其影响不大。对于旅游消费、耐用品消费，则其支出的增加对收入的增长要求较高，预期保险金收入有限，因此参保对这些消费的影响也不显著。

5. 结论与建议

5.1 结论

我国新农保政策于 2009 年开始试行，覆盖面不断扩大，2013 年已经在全国推广，2014 年新农保与城居保合并，新农保的推行为我国农村居民提供了制度性养老，扩大了我国社会保障政策的覆盖面。上文通过对 CHARLS 数据的分析，得出以下结论：

1.居民投保新农保对食品消费、保健消费及教育消费存在正向的滞后促进效应。对于样本整体而言，新农保参保行为变化对后一期的消费具有一定的促进作用。

2.对于 60 周岁以下的农村居民，投保新农保对其保健消费及教育消费存在正向的滞后促进效应。但其对耐用品消费、旅游消费等较高需求的消费并未出现正向的促进作用；这与目前我国新农保保险金的给付额较低有关，居民没有形成较高的预期收入。

3. 对于 60 周岁以上的居民来说，投保新农保对食品消费及保健消费存在正向的滞后促进效应，但对总消费产生了负向的促进作用。老年人参保新农保促进了部分消费项的消费支出，但是对总消费没有产生预期中的正向影响。这有可能是因为我国新农保政策刚施行不久，没有个人账户积累的参保农民只能领取政府补贴的基础养老金，从而导致了老年人只能领取较低的新农保养老金。另一个原因可能是养老金在制度和地域间存在较大差异，造成相对收入差距进一步扩大所致。

5.2 政策建议

从上述分析可以看出，目前我国新农保的实施对消费已经产生了一定的促进作用。但是为了使新农保政策更好地发挥“增加我国农民收入，降低城乡收入差距，同时提高农村居民的消费水平，扩大农村内需”的宗旨，本文对政策的发展提出一些建议：

(1) 加强财政补贴力度，提高基础养老金水平

目前居民领取新农保养老金的基础养老金水平较低，这种低保障性的养老金给付不能够满足居民的消费支出需求。我国政府应该根据经济发展和物价状况，适当增加新农保的财政补贴力度，提高基础养老金水平。

(2) 加强养老金的增值及缩小制度间养老金差距

尽管我国实现了新农保制度在农村的全覆盖，且在 2014 年与城居保合并，但并没有实质性改变农村养老金保障能力低下的现状。我国可以创新全国社保基金的使用范围，把新农保与职工基本养老保险合并，在以中央财政预算拨款、基金投资收益等方式确保基金规模和实现保值增值的同时，探索可以缩小制度间养老保险待遇的途径和制度创新，从而达到既实现养老金的增值又实现了制度间养老金差距的缩小。

(3) 增加对老年人养老金的给付

对于目前 60 周岁以上的老年人来说，每个月领取的养老金金额较低，而且养老金的领取一定程度上会降低其子女对老年人赡养费用的支付。新农保政策可以考虑，当其子女投保新农保时，可增加部分子女的投保保费，从而增加对老年人的养老金给付。

致谢：

本文为国家社科基金项目“老龄化社会中养老保险制度与经济发展的协同效应及政策研究”的研究成果之一，项目编号 17BSH045。

References

[1] ESTHER D .Grandmothers and Granddaughters: Old-Age Pensions and Intra household Allocation in South Africa. the world bank economic review, vol. 17, no. 1 1–25

[2] LEIMER D R，LESNOY S D. Social security and private saving: new time-series evidence［J］. The Journal of Political Economy，1982,90(3) : 606－629

[3] FELDSTEIN M. Social Security, Induced Retirement, and Aggregate Capital Accumulation[J]. Journal of Political Economy, 1974, 82(5): 905-926

[4] GALE W G. The Effects of Pensions on Household Wealth: A Reevaluation of Theory and Evidence[J]. Journal of Political Economy, 1998, 106(4): 706-723.

[5] 陈池波，张攀峰. 新型社会保障、收入类型与农村居民消费———基于截面数据的经验分析[J]. 公共管理.2012(02):175-182

CHEN C B，ZHANG P F .Types of Income and the Consumption of Rural Residents—An Empirical Analysis Using Cross Section Data[J] . New Social Security，2012(02):175-182

[6] 张川川，John Giles，赵耀辉.新型农村社会养老保险政策效果评估——收入、贫困、消费、主观福利和劳动供给[J].经济学（季刊）, 2014(14):203-229

ZHANG C C, JOHN G, ZHAO Y H. Evaluation of the Effect of the New Rural Social Pension Insurance Policy - Income, Poverty, Consumption, Subjective Welfare and Labor Supply[J]. Economics (Quarterly), 2014(14):203-229

[7] 刘远风. 新农保扩大内需的实证分析[J]. 中国人口资源与环境, 2012, 22(2): 88-93.

LIU Y F .Empirical Analysis on New System of Rural Endowment Inducing Domestic Demand[J]. China Population, Resources and Environment;2012, 22(2): 88-93.

[8] 贺立龙，姜召花. 新农保的消费增进效应——基于 CHARLS 数据的分析[J]. 人口与经济, 2015 (1):116-125

HE L L，JIANG Z H. The Effect on Consumption Enhancement of the New Rural Social Pension Insurance: Evidence from CHARLS[J]. Population& Economics. 2015 (1):116-125

[9] 范辰辰，李 文. “新农保”如何影响农村居民消费 ——以山东省为例[J]. 江西财经大学学报,2015(1):55-65

FAN C C, LI W. How "new rural insurance" impact the consumption of rural residents ---in Shandong Province[J].Jiangxi University of Finance and Economics,2015(1):55-65

[10] 刘子兰 陈梦真. 养老保险与居民消费关系研究进展[J]. 经济学动态,2010(1):102-105

LIU Z L, CHEN M Z. Research Progress on the Relationship between Endowment Insurance and Residents Consumption[J]. Economics dynamics,2010(1):102-105

[11] 黄 睿.新型农村社会养老保险对高龄农民家庭消费的影响——基于 2011 -- 2013 年 CHARLS 数据的研究[J]. 经济体制改革,2016(6):84-92

HUANG R .The Effects of the New Rural Social Pension Insurance on Old Aging Farmers' Household Consumption: Evidence from 2011--2013 CHARLS [J]. Economic reform, 2016(6):84-92

[12] 李实：退休金差距加大企业养老金是农村的 30 倍[OL].网易财经.2012 http://money.163.com/12/1214/15/8IMO6SF500254SQH.html

新型农村社会养老保险对农村居民消费的影响
----基于CHARLS数据的分析

周海珍　　吴美芹

周海珍
副教授
浙江财经大学金融学院
杭州310018，中国
Email: zhouhaizhen@zufe.edu.cn

吴美芹
保险硕士
浙江财经大学金融学院
杭州310018，中国
Email:wumeiqin1994@163.com

关键词：新农保；消费；双重差分；滞后性

中文摘要. 近年来，我国老年人口比例严重超标，老龄化问题日益严重。2013年，新农保政策在全国推广，新农保政策对增加我国农户未来收入，降低农村居民的养老压力具有重要意义。本文将基于2011、2013、2015年的CHARLS数据，使用DID模型估计新农保参保变化对农村居民消费的影响。由于参保变化影响消费的滞后性，本文利用2015年消费数据来代表居民参保行为发生变化的2013年的数据，结果显示：对于60周岁以下的农村居民，参保新农保对保健消费及教育消费有正向的滞后促进效应；对于60周岁以上的农村居民，参保新农保对食品消费及保健消费有正向的促进效应，对总消费具有负向的滞后促进相应。最后，本文针对分析结论对新农保政策提出一些建设性的建议。

Research on the Demand Relationship between Social Pension Insurance and Commercial Pension Insurance ----Based on the Analysis of CGSS Data

ZHOU Haizhen, ZHANG Dan

ZHOU Haizhen
Associate Professor
Zhejiang University of Finance and Economics
Hangzhou 310018, China
Email: zhouhaizhen@zufe.edu.cn

ZHANG Dan
Master of insurance
Zhejiang University of Finance and Economics
Jianggan District of Hangzhou Xiasha Economic and Technological Development Zone
Email:zhangdan9507@126.com

Keywords：Social pension insurance, commercial pension insurance, demand, Probit model.

Abstract. In recent years, China's population aging problem has become increasingly serious, and it is extremely urgent to build a multi-level pension insurance system.Commercial pension insurance is one of the three pillars of the pension system. What are the factors affecting commercial pension insurance? What is the relationship between social pension insurance demand and commercial pension insurance demand? It is of great significance for building a multi-level pension system. This article will use the 2015 CGSS data to use the probit model to empirically analyze the relationship between social pension insurance and commercial pension insurance demand. The results show that there is a significant positive correlation between the participation of social pension insurance and the demand for commercial pension insurance. This result has certain reference value for the market development of commercial pension insurance.

1．引言

目前，人口老龄化成为我国人口结构的重要特征之一。据国家统计局资料显示，截至 2016 年底，中国 60 岁及以上老年人口超过 2.3 亿，占总人口的 16.7%；65 岁及以上老年人口超过 1.5 亿，占总人口的 10.8%。预计到 2050 年，中国老年人口将达到 4.8 亿，约占届时亚洲老年人口的五分之二、全球老年人口的四分之一，比现在美、英、德三个国家人口总和还要多。老龄化给中国经济的发展带来了巨大的压力，在此背景下，我国

致力于构建多层次的养老保险体系。

商业养老保险是养老保险体系中重要的一部分，2014 年《国务院关于加快发展现代保险服务业的若干意见》指出，要充分大会商业养老保险对基本养老保险的补充作用。2017 年《关于加快发展商业养老保险的若干意见》指出，要加快发展商业养老保险，健全多层次养老保障体系建设，进一步保障和改善民生，促进社会发展。从以上政策中可以看出，我国十分支持商业养老保险的发展，但我国居民购买商业养老保险的情况不容乐观, 2015 年我国企业年金占 33%, 基本养老保险占 65%,商业养老保险只占 2% 。

社会养老保险会对商业养老保险需求造成影响。从功能上看，社会养老保险和商业养老保险的功能存在重合，都可以在老年人退休时提供现金流，保障老年人生活，因此基本养老保险对商业养老保险有制约作用。两者也可能存在互补作用，原因在于社会养老保险的保障力度不够，从而人们加大商业养老保险的投保。同时人们对商业保险的了解程度加深，意识到购买商业养老保险的重要性，也会加大对商业养老保险的购买力度。制约和互补相互作用，使得基本养老保险对商业养老保险到底会起促进作用还是替代作用，要看这两种作用哪种更强。本文拟以商业养老保险作为研究对象，尝试考察社会养老保险需求与商业养老保险需求间的关系。

2. 文献综述

国外学者对商业养老保险的需求问题研究较少，主要集中在寿险需求方面的研究，商业养老保险是寿险的重要组成部分，其需求水平和寿险需求有很大的关系。在早期研究中，Lewis（1989）通过拓展生命周期模型在理论层面来分析寿险的需求问题。更多的研究则立足于使用家庭微观调查数据来考察商业人身、人寿险的需求决定因素，例如 Bumett and Palmer（1984）、Goldsmith（1983）、Gandolfi and Miners（1996）以及Kakar and Shukla（2010）等。Kotlikoff&Spivak (1981) 等考虑了替代性因素的影响，认为社会保障等已存年金化资产的挤出效应以及家庭成员风险分担等因素，都会对年金化程度产生影响。Zietz（2003）则进一步将过去近50年关于影响人寿险需求因素的文献进行了梳理，并将这些因素主要分为了两大类：（1）人口特征因素，如年龄、性别、婚姻状况、家庭规模等；（2）金融和经济因素，如收入水平、就业状况、社会保障覆盖情况等。因为年金是一种契约产品，购买后如果想将其变现需支付一定的违约费用，在这种流动性约束存在的情况下，个体在面临意外开支的预期下势必会减少对年金的需求 (Reichling&Smetters, 2012)。

我国直接对基本养老保险和商业养老保险内在关联的研究不多，很多文献都是从商业保险和社会保险的关系进行研究。 江帆（2011）认为养老保险有三大支柱, 即社会基本养老保险、 企业补充养老保险和个人储蓄性养老保险。三者之间可能存在两种关系, 一是互补性; 二是替代性。如果是替代性, 那么社会基本养老保险的发展将对商业养老保险产生“挤出效应”（crowding - out effect）（秦云、郑伟 2018），特别是功能类似的保险产品更容易发生“挤出效应”(秦雪征 2011) 。从微观角度看，基本养老保险提供的保障作用影响了商业养老保险的发展，造成社会养老保险对部分商业养老保险需求的替代（曹乾、张晓 2006），也即社会养老保险的建立健全将阻碍商业养老保险的健康发展。如果是互补性, 社会基本养老保险的发展将对商业养老保险的发展起到促进作用。理论分析显示, 社会养老保险和商业养老保险既有区别又有联系, 两者都是为了保障老年人的生活需求, 社会养老保险仅仅保障老年人的基本生活需求, 而商业保险可以满足人们更高层次的养老需求。因此社会养老保险与商业养老保险是一种 “相互补充, 相互促进”的关系(俞自由、陈正阳 1997) , 特别是在社会基本养老保险保障水平比较低时更是如此(马敏、韩世红 1998) 。

从以上文献中可以看出，目前对商业养老保险和基本养老保险需求之间的关系尚未

有明确的答案，缺少对商业养老保险与社会养老保险发展的系统研究，因此本文利用2015年CGSS微观数据探讨两者间的需求关系。本文首先是对数据和模型的介绍，对数据来源、变量设置进行讨论，并对模型进行分析；其次给出实证研究的结果；最后是结论和建议。

3.数据及变量描述

3.1 数据来源

本文使用数据源自中国综合社会调查（Chinese General Social Survey，CGSS）2015年的问卷。此次调查面对全国一共抽取了100个县（区），加上北京、上海、天津、广州、深圳5个大城市，在全国一共调查480个村/居委会，每个村/居委会调查25个家庭，每个家庭随机调查1人，总样本量约为12000。CGSS系统、全面地收集社会、社区、家庭、个人多个层次的数据，总结社会变迁的趋势，探讨具有重大科学和现实意义的议题，推动国内科学研究的开放与共享，为国际比较研究提供数据资料，充当多学科的经济与社会数据采集平台。

3.2 变量选取

1. 被解释变量

为了分析社会养老保险需求与商业养老保险需求间的关系，本文以调查对象是否购买商业养老保险为被解释变量。将购买商业养老保险的赋值为1，未购买的赋值为0。

2. 解释变量

本文主要分析社会养老保险对家庭商业养老保险保险需求的影响，因此选取的解释变量为受访家庭社会养老保险的持有情况。社会养老保险和商业养老保险之间既存在互补性又存在替代性，本文以居民是否购买社会养老保险来衡量基本养老保险的需求水平，因此本文假定社会养老保险水平与商业养老保险的需求是负相关的关系。设定变量social security为户主是否拥有城市/农村基本养老保险。将户主拥有城市/农村基本养老保险取值为1，将户主不拥有城市/农村基本养老保险取值为0。

3. 控制变量

控制变量为个人特征变量、社会医疗保险购买情况、少儿抚养比、收入水平、教育程度、户口状况、健康程度等。

（1）个人特征变量

个人特征变量中包含了年龄、婚姻状态、性别因素和健康程度。随着年龄的增加，一方面对事物的认知更加完善，对商业养老保险的认识也会更深刻，另一方面，随着年龄的增加，人的健康水平也会下降，对商业养老保险的需求可能会发生变化。在婚姻状况因素中，已婚有配偶的个体更加稳定，未婚、离异的个体安全感不够，更容易做出购买商业养老保险的决策。性别上，受中国传统观念的影响，男性在家庭中往往起主导地位，这种现象可能对购买商业养老保险产生影响。

（2）家庭是否购买社会医疗保险

居民在购买商业养老保险后，每个月会获得稳定收益，但回收速度很慢。在此期间如果发生重大疾病，这笔现金很难弥补空缺。购买社会医疗保险的情况下，自费费用将大大减少，投保人对现金流动性的要求降低，从而可能会促进商业养老保险的需求。另一方面，养老问题和医疗问题密不可分，购买医疗保险后在一定程度上缓解了养老压力，从而居民对养老保险的需求降低，社会医疗保险对商业养老保险起替代性作用。本文设定变量social medical insurance为户主是否拥有社会医疗保险。将户主拥有城市/农村基本医疗保险取值为1，将户主不拥有城市/农村基本医疗保险取值为0。

（3）家庭少儿抚养比

少儿抚养比为15岁以下少儿人口数与家庭总人口数的比值，我国比较重视子女，会借购买保险以减轻子女的负担。另一方面，受中国养儿防老的传统思想影响，依赖子女养老，从而降低对商业养老保险的需求。因此，少儿抚养比的变化会不同程度的影响商业养老保险的需求，设定变量家庭少儿抚养比为DR。本文根据受访者家庭相关成员的信息，找出15岁以下人数，再比上家庭总人数得到少儿抚养比。

（4）家庭收入水平

商业养老保险的购买归根结底是一种消费行为，个体的收入水平是个重要的影响因素。设定家庭财富状况为wealth，问卷中对受访者家庭2015年全年家庭收入进行提问，将实际回答值作为解释变量之一。

（5）受教育程度

我国保险发展尚未完善，很多人对保险仍然存在认识上的误区，一般情况下，文化程度越高的人对事物的认知更为客观、理性，风险意识也会更为强烈，更容易接受商业养老保险。这里设定教育程度education，将没有受过任何教育、私塾与小学、初中赋值为0，高中（普通高中与职业高中）、技校、中专赋值为1，专科（正规高等教育与成人高等教育）、本科（正规高等教育与成人高等教育）、研究生及以上赋值为2。

（6）受访者户口状况

非农村户口相比农村户口的个体有更高的文化水平和经济能力，购买商业养老保险的医院可能会更加强烈。

所有的变量及赋值如表3-1。

表3-1 变量定义及赋值表

变量名称	赋值方法
家庭是否购买商业养老保险CEI	是=1，否=0
家庭少儿抚养率DR	未年满15周岁人口数/家庭工作人数
家庭是否购买社会医疗保险social medical	是=1，否=0
家庭财富状况wealth	受访者家庭实际财富水平取对数
家庭是否购买社会养老保险social security	是=1，否=0
户口residence	农村户口=1，非农户口=0
受访者健康状况health	健康程度为一般及以上（即一般、比较健康和非常健康）=1，健康程度在一般以下（即比较不健康和非常不健康）=0
受教育程度edu	没有受过任何教育、私塾与小学、初中=0，高中（普通高中与职业高中）、技校、中专=1，专科（正规高等教育与成人高等教育）、本科（正规高等教育与成人高等教育）、研究生及以上=2
婚姻状况marriage	未婚、同居、离婚、丧偶=0， 初婚有配偶、再婚有配偶、分居未离婚=1
性别gender	男=1，女=0
年龄、年龄的平方age	连续变量

3.3 变量的描述性分析

变量基本数据的描述性统计结果如表 3-2。

表 3-2 解释变量及控制变量的描述性统计结果

描述统计量

	N	极小值	极大值	均值	标准差
商业养老保险	9528	.00	1.00	.0603	.23814
基本养老保险	9528	.00	1.00	.7072	.45508
年龄	9528	18.00	94.00	50.4308	16.54868
婚姻状况	9528	.00	1.00	.7911	.40651
健康程度	9528	.00	1.00	.8262	.37896
年龄的平方	9528	324.00	8836.00	2817.0994	1708.68504
性别	9528	.00	1.00	.4772	.49951
医疗保险	9528	.00	1.00	.9156	.27798
少儿抚养比	9528	.00	0.67	.0967	.16056
收入水平	9528	5.30	16.12	10.5123	1.14770
教育程度	9528	.00	2.00	.5034	.75634
户口	9528	.00	1.00	.4131	.49242
效的 N （列表状态）有	9528				

从表 3-2 中可以看出，居民参加商业养老保险的均值为 0.06，即 9528 个人中只有 570 个人参保了商业养老保险，参保率只有百分之六。社会养老保险的参保率很高，将近百分之七十一的人投保。财富最高值为 16.12 万元，最低值为 5.3 万元，两者相差较大。社会医疗保险的参保率达到了百分之九十。受访者的城乡分布、性别分布、教育程度等比较平均。

为充分了解我国商业养老保险的参与情况，本文选取参加者的数据进行分析，具体情况如下表：

表3-3 商业养老保险参与情况

	城乡		性别		教育程度			健康程度	
	城市	农村	男	女	初等	中等	高等	健康	不健康
受访人数	5592	3936	4547	4981	6266	1728	1534	7872	1656
参保人数	457	118	288	287	217	149	209	529	46
参与率	8.17	3.01	6.33	5.76	3.5	8.62	13.6	6.7	2.7

从表 3-3 中可以看到：第一，按城乡来分的话，受访对象中城市户口为 5592 人，农村户口为 3936 人。其中参与商业养老保险的人数分别为 457 人和 118 人，投保率分别是 8.17%和 3.01%。第二，按性别来分，男女人数分别为 4547 人和 4981 人，参保率分别为 6.33%和 5.76%。第三，按教育程度来分，受初等教育人数为 6266 人，中等教育人数为 1728 人，高等教育程度人数为 1534 人，参保率分别为 3.5%、8.62%和 13.6%。第四，按健康程度来划分，健康人数和不健康人数分别为 7872 人和 1656 人，参保率分别为 6.7%和 2.7%。总之，城市户口商业养老保险的参保率明显高于农村户口，可能的原因有：一是城市经济相对来说好于农村，城市居民有更多的现金流可以购买保险。二是保险公司更多的开在城市，城市居民可以更多地接触到保险，听到有关保险的宣传，

投保意识高于农村居民。身体健康的收房居民参保率比不健康的高出 4 个百分点，教育程度越高，商业养老保险的参保率越高。下文再做进一步分析。

4. 实证模型和回归结果

4.1 模型简介

利用以上数据和变量，我们使用 Probit 模型研究家庭少儿抚养比对家庭是否持有人身保险的影响,本文所采用的 Probit 模型形式为：

$$\Pr(CEI=1)=\alpha+\beta_1\times social\,\mathrm{security}+\beta_2\times DR+\beta_3\times gender+\beta_4\times edu+\beta_5\times health$$
$$+\beta_6\times social\mathrm{medical}+\beta_7\times wealth+\beta_8\times residence+\beta_9\times marriage+\beta_{10}\times age+\beta_{11}\times age\wedge 2+\varepsilon$$

4.2 实证结果和分析

4.2.1 总体样本回归

表 4-1 社会养老保险需求对商业养老保险需求的影响

系数 [a]

模型		非标准化系数		标准系数	t	Sig.
		B	标准 误差	试用版		
1	(常量)	-.350	.033		-10.696	.000
	基本养老保险	.023	.006	.044	3.935	.000
	医疗保险	-.020	.009	-.023	-2.188	.029
	收入	.026	.002	.124	11.138	.000
	教育程度	.039	.004	.125	10.705	.000
	年龄	.005	.001	.354	6.023	.000
	年龄的平方	-4.810E-5	.000	-.345	-6.003	.000

a. 因变量: 商业养老保险

变量回归后，将不显著变量删除重新做回归，得到新的表格 4-1。回归结果显示，基本养老保险持有情况与家庭商业养老保险参与呈现显著的互补性，但影响程度较低。这与设想的社会养老保险对商业养老保险有替代作用有偏差，一般认为两者功能存在重叠，基本养老保险可能会在一定程度上替代商业养老保险，但实证结果显示相反。可能的原因：居民在购买基本养老保险后，认识到购买保险对保障家庭的重要性，并且意识到社会养老保险的保障水平较低，需要购买商业养老保险作为补充。所以两者呈现出正相关的关系。但同时，虽然目前我国居民对商业养老保险的认识在逐步提高，意识到商业养老保险对基本养老保险的补充作用，但很多还处于观望阶段，所以两者之间的互补性相关性较小。

在社会医疗保险方面，社会医疗保障水平与商业养老保险之间的关系显著为负。原因可能在于支出的挤出效应。养老和医疗密切相关，当购买社会医疗保险时，生病得到保障，居民认为基本养老保险足以保障老年需求，相应的对商业养老保险的需求就会相应的减少，所以两者之间的关系是此消彼长。

此外，收入水平越高，家庭财富越多，居民参加商业养老保险越积极，但相关值不大。主要的原因有：按照马斯诺的消费层次理论，随着收入的增加，人们的需求不再局限于生存需求，更多的追寻安全保障，商业养老保险可以在老年时期提供保障功能，满

足居民安全需求，所以在财富增长的情况下，居民对养老保险的需求增加。但收入足够高时，居民可以依靠其他投资渠道来满足保障的需求，不再局限于商业养老保险，因此两者间的影响程度也不大。

在个人特征方面，年龄和商业养老保险持有情况呈现显著的正相关性，而年龄的平方和商业养老保险呈现显著的负相关性。这说明一方面随着年龄的增加，人们对商业养老保险的认知越来越高，购买商业养老保险的意愿更加强烈；另一方面，在年龄上升到一定程度时，受到投保条件的限制，或者在生活有基本保障后对商业养老保险的需求开始降低，年龄与商业养老保险的需求呈倒 U 型的关系。受访者健康状况对家庭对商业养老保险的需求有并不显著的正向影响，受访者性别、户口、婚姻状况对商业养老保险有并不显著的负向影响。而在教育程度方面，受教育程度越高，家庭对商业养老保险的需求越大，这是因为教育程度越高对风险和保险的认识程度相对来说越高，可以清楚地知道保险的带来的保障功能，深刻认识到参与商业养老保险的必要性，从而对商业养老保险的需求也会更多。

为了进一步分析受到不同教育程度的家庭中，社会养老保险保障程度对家庭商业养老保险需求的影响，我们将所有受访家庭分别受教育程度进行分类，分析社会养老保险需求与家庭商业养老保险需求之间的关系。

4.2.2 不同教育程度社会养老保险对家庭商业养老保险持有情况影响分析

考虑到不同教育程度对商业养老保险的认知程度不同，本文将受访家庭所处的区域按农业户口与非农业户口分为 2 类，分类后各变量的情况如表 4-2 所示。

表 4-2 按教育程度分类后的变量描述统计

	初等教育（样本数=6266）				中等教育（样本数：1728）				高等教育（样本数：1534）			
变量	最小值	最大值	平均值	标准差	最小值	最大值	平均值	标准差	最小值	最大值	平均值	标准差
商业养老保险持有情况	0.00	1.00	0.03	0.18	0.00	1.00	0.09	0.28	0.00	1.00	0.14	0.34
家庭少儿抚养率	0.00	0.67	0.10	0.16	0.00	0.67	0.09	0.15	0.00	0.71	0.10	0.19
婚姻状况	0.00	1.00	0.83	0.38	0.00	1.00	0.78	0.42	0.00	1.00	0.66	0.47
性别	0.00	1.00	0.45	0.50	0.00	1.00	0.47	0.50	0.00	1.00	0.52	0.50
户口	0.00	1.00	0.17	0.55	0.00	1.00	0.22	0.41	0.00	1.00	0.90	0.29
受访者健康状况	0.00	1.00	0.77	0.42	0.00	1.00	0.89	0.30	0.00	1.00	0.96	0.21
家庭是否购买社会养老保险	0.00	1.00	0.69	0.46	0.00	1.00	0.72	0.45	0.00	1.00	0.73	0.44
家庭收入状况	5.30	16.12	10.19	1.13	5.30	14.91	10.87	0.87	8.01	16.03	11.41	0.87
家庭是否购买社会医疗保险	0.00	1.00	0.91	0.28	0.00	1.00	0.91	0.29	0.00	1.00	0.93	0.26
年龄	18.00	94.00	54.39	15.30	18.00	93.00	46.54	15.86	18.00	91.00	38.63	15.53

年龄的平方	324.00	8836.00	3192.73	1676.81	324.00	8649.00	2417.09	1510.19	324.00	8281.00	1733.4	1466.9

从表 4-2 中可以看出，不同教育水平的家庭购买保险的情况有所不同。具体来讲，受教育程度越高的居民购买商业养老保险的意愿更强烈。不同教育程度下社会养老保险和社会医疗保险的需求相差不大，一方面是因为国家推广到位，另一方面两者的费用由国家和公司补贴，居民个人所需支出少，所以两者的购买率都很高。教育程度高的家庭收入高于教育程度低的家庭。

本文接下来运用 Probit 模型分析不同教育程度下社会养老保险与商业养老保险需求的影响，回归结果如表 4-3 所示

表 4-3 社会养老保险需求对商业养老保险需求的影响（按教育程度）

变量	初等教育	中等教育	高等教育
家庭是否购买社会养老保险	0.0088483*	0.0156429	0.08629***
家庭是否购买医疗保险	-0.027376***	0.001023	-0.00101
性别	0.00124	-0.006971	0.014659
户口	-0.01186**	-0.02041	0.055205*
受访者健康状况	0.008786	0.004597	0.061782
家庭少儿抚养率	-0.013531	-0.004766	0.023413
家庭财富状况	0.015433***	0.04052***	0.060499***
婚姻情况	-0.00538	-0.03463*	-0.008917
年龄	0.002680***	0.008347***	0.012156***
年龄的平方	-0.0001***	-0.0001***	-0.0001***

（注：*、**、***分别表示在 10%、5%和 1%的显著性水平下显著）

从回归结果可见，初等教育水平和高等教育水平下社会养老保险持有情况与家庭商业养老保险持有情况呈正相关，高等教育水平下显著性更明显。出现这种情况可能的原因是：受高等教育的居民对保险有更全面、客观的认知，清楚地知道商业养老保险是对基本养老保险的重要补充，所以对商业养老保险的需求更高。初等教育水平的居民则可能虽然希望通过购买商业养老保险来补充基本养老保险，但受限于经济条件，无法购买商业养老保险，所以影响程度不大。中等教育居民相比初等教育水平的居民，社会养老水平较高，但受到文化水平的限制，认识也不够深刻，所以商业养老保险和基本养老保险需求之间关系不显著。

在社会医疗保险方面，受初等教育居民购买商业养老保险的意愿和社会医疗保险有一个显著地负相关性，而中等教育和高等教育和商业养老保险之间无显著相关，可能的原因是：受初等教育的居民一方面收入较高教育水平的人低，在购买社会医疗保险后，没有充裕的资金再购买商业养老保险。另一方面，受初等教育的居民没有认识到参与商业养老保险的重要性，所以购买商业养老保险的意愿不强。

在城乡方面，初等教育水平的居民受文化的局限，风险意识不高，但城镇居民接触保险的途径更多，频率也更高，因此初等教育水平的城镇居民购买商业养老保险的意向

更为强烈。高等教育水平的城镇居民保险意识高，收入也较高，在城市中有很多的投资渠道，所以不会局限于商业养老保险，而农村中高等教育水平的居民有很好的保险意识，收入也较高，但投资渠道比较狭窄，会更多的通过购买商业养老保险来保障自身的老年生活。

在婚姻状况方面，中等教育水平下居民的商业养老保险需求与社会养老保险需求呈正相关性，一个人生活投保需求更强烈，相比家庭而言，一个人缺乏安全感，中等教育水平下的个体相比低等教育水平的个体有一定的投保意识，但局限于收入水平，所以呈现微弱的显著关系。高等教育水平的个体收入高，但有更多的途径例如通过投资等手段保障老年需求，因此对商业养老保险的需求不高。

在性别、健康状况、少儿抚养比、年龄等方面不同教育水平的居民对商业养老保险的需求相差不大。

5. 结论及建议

本文采用 CGSS 的问卷数据，利用 Probit 模型对所得数据进行分析。通过对总体样本进行回归分析，我们发现社会养老保险保障水平与家庭商业养老保险持有情况呈显著正相关，社会养老保险持有情况越好，家庭对商业养老保险的需求就越高，可能的原因是居民在购买基本养老保险后，认识到购买保险对保障家庭的重要性，并且社会养老保险的保障水平较低，需要购买商业养老保险作为补充。所以两者呈现出正相关的关系。通过分别对户口分类、教育程度进行回归分析并进行对比，我们发现城市户口的居民购买商业养老保险的意愿要高于非城市户口居民，高教育水平的人意愿更加强烈。基于本文的结论，提出以下建议：

第一，加强政策导向。商业养老保险的发展有利于缓解老龄化带来的压力，同时也有助于构建多层次的养老体系。所以政府应该颁布优惠政策，鼓励商业养老保险的发展。加强对商业养老保险的宣传，普及养老意识及养老观念，促使居民做出更理性的消费支出。

第二，推动经济发展，切实提高我国居民的收入水平。根据研究可知，收入水平是商业养老保险影响因素中的重要组成成分，随着收入的增加，人们的需求由生存需求转为安全需求，对商业养老保险的需求会上升。

第三，加大教育普及力度。从实证可见，教育水平高的人购买商业养老保险的意愿更为强烈，很大原因是因为对保险有个全面的认识。加大教育力度有利于多层次养老保障体系的建成。

致谢

本文为国家社科基金项目“老龄化社会中养老保险制度与经济发展的协同效应及政策研究”的研究成果之一，项目编号17BSH045。

References

[1] 秦云,郑伟. 人口结构、社会保险与居民商业年金需求[J].保险研究.2018(1):3-11.

QIN Y, ZHENG W, Population structure, social insurance and resident business annuity needs [J]. Insurance research, 2018(1):3-11.

[2] 陈洋林,张长全,蒋少华.商业养老保险低参与率与保险供给侧结构性改革——来自中国综合社会调查(CGSS)的证据[J].当代经济管理，2017-11-28.

CHEN Y L, ZHANG C Q, JIANG S H. Low Participation Rate of Commercial Endowment Insurance and Structural Reform of Insurance Supply Side—Evidence from China Comprehensive Social Survey (CGSS), Contemporary economic management,2017-11-28.

[3] 张冲.中国人口结构对人身保险市场发展的影响研究[J].保险研究，2013(04):63-70.

ZHANG C. Research on the Influence of China's Population Structure on the Development of Life Insurance Market[J].Insurance research,2013(04):63-70.

[4] 尹成远，赵桂玲，周稳海.中国人身保险保费收入的实证分析与预测研究[J].保险研究.2008 (1), 48-52.

YIN C Y, ZHAO G L, ZHOU W H. empirical analysis and prediction study of Chinese life insurance premiums [J], insurance research, 2008 (1), 48-52.

[5] 秦芳,王文春,何金财. 金融知识对商业保险参与的影响——来自中国家庭金融调查(CHFS)数据的实证分析[J].金融研究, 2016(10),143-157.

QIN F, WANG W C, HE J C. The impact of financial knowledge on business insurance participation [J]. Financial Research, 2016(10), 143-157.

[6] Analysis of Factors Affecting Rural Residents' Willingness to Buy Commercial Endowment Insurance [J]. Financial theory and practice, 2016(1):60-62.

[7] LIEBENBERG A P, CARSON J M, DUMM R E. A dynamic analysis of the demand for life insurance [J].Journal of Risk and Insurance, 2012,79(3):619-644.

[8] CUTLER D M, GRUBER J. Does public insurance crowd out private insurance. Journal of Economics, 1996,110(4):391～430

[9] SCHULZE R N, Post T. Individual Annuity Demand Under Aggregate Mortality Risk[J].The Journal of Risk and Insurance,2010,2:423-448.

[10] 俞自由,陈正阳.社会养老保险、补充养老保险与商业保险的关系——上海地区社会养老保险的替代率分析和商业养老保险市场预测[J].管理世界，1997(2):181-186.

YU Z Y, CHEN Z Y. The Relationship between Social Endowment Insurance, Supplementary Pension Insurance and Commercial Insurance—Analysis of the Replacement Rate of Social Endowment Insurance in Shanghai and Forecast of Commercial Endowment Insurance Market[J].Management world,1997(2):181-186

[11] 于长永,李敏. 商业养老保险：农民的购买意愿及其影响因素——来自新疆 13 个地州市 726 位农民调查的数据[J].哈尔滨商业大学学报（社会科学版）,2015(4)：3-6.

YU C Y, LI M. Commercial endowment insurance: farmers' willingness to purchase and its influencing factors - data from 726 farmers surveyed in 13 prefectures in Xinjiang [J]. Journal of Harbin University of Commerce,2015-07-15.

社会养老保险与商业养老保险的需求关系研究

----基于 CGSS 数据的分析

周海珍　　张丹

周海珍
副教授
浙江财经大学金融学院
杭州 310018，中国
Email: zhouhaizhen@zufe.edu.cn

张丹
保险硕士
浙江财经大学金融学院
杭州市江干区下沙经济技术开发区
Email: zhangdan9507@126.com

关键词：社会养老保险；商业养老保险；需求；probit 模型

摘要：近年来，我国的人口老龄化问题日益严重，构建多层次养老保险体系迫在眉睫。商业养老保险是养老金制度体系的三大支柱之一，商业养老保险受哪些因素的影响，社会养老保险需求和商业养老保险需求之间存在怎样的关系，对构建多层次养老体系有重要意义。本文将使用 2015 年的 CGSS 数据，使用 probit 模型对社会养老保险和商业养老保险需求关系做实证分析。结果显示参加社会养老保险对商业养老保险需求存在着显著的正相关性，这一结果对商业养老保险的市场发展有一定的参考价值。

Household Human Capital Investment and the Effect of Commercial Insurance

ZHU Minglai, QIAO Lili

ZHU Minglai
Professor
School of Finance
Nankai University
Tianjin 300350, China
Email: zhuml@nankai.edu.cn

QIAO Lili *
Ph.D. Candidate
School of Finance
Nankai University
Email: 1120160714@mail.nankai.edu.cn

Keywords: commercial insurance; investment of education; human capital

Abstract. This paper studies the effect of commercial insurance on the household human capital investment from both theory and empirical studies. The results show that there is a U-shaped relationship between commercial insurance and the investments of human capital from the family. It shows that both commercial insurance and human capital investment are consumption and there is a crowding out effect on household human capital investment in the current period. But commercial insurance has a good protective effect on the families in the long run. More importantly, empirical results show that income is relatively unremarkable for household human capital investment. We find that social security systems such as commercial insurance and social insurance has a greater effect on the household human capital investment than income. In addition, the robustness test shows that insurance could increase the investment of innovative human capital such as art education and so on. Therefore, the development of commercial insurance could not only protect family from risks, but also have a great significance to the change of the structure of the labor force and structural transformation of the economy.

1．引 言

人力资本是经济发展的重要动力，重视人力资本投资不仅可以提高劳动生产力，转变经济发展方式，还可以提高个人素质，促进个人的全面发展，并且从微观家庭角度来看，提高人力资本水平还能够降低未来收入的不确定性。目前关于人力资本的投资途径主要包括教育、培训、健康、迁移等，其中最常见最有效的途径为教育投资（Becker，1962；Becker and Chiswick，1966；Mincer，1974；王德文等，2004；陈永伟等，2014）。改革开放以来，我国对教育体制进行了重大改革，这对人力资本投资产生了重要影响，一方面高等教育招生规模的扩大导致了教育与人力资本积累的关系由确定性转变为不确定性，个人人力资本投资风险上升；另一方面，政府的教育支出无法满足家庭及个人对教育的需求，为了获得较高质量的人力资本，家庭需要承担较多的教育支出负担。此外，考虑到家庭的人力资本投资并不是一个长期投资决策，当家庭面临诸如生病、主要收入者过世、失业、养老等风险冲击时，对于一般收入家庭而言，势必对教育支出产生挤出作用（Aeggarchart，2016）。所以在此背景下，降低家庭人力资本投资的不确定性，为人力资本投资提供经济保障显得尤为重要。

商业保险作为一种正式的风险防范机制，能够降低人身财产风险带来的冲击，为家庭人力资本投资提供经济保障，降低人力资本投资风险。具体从保险类别来看，教育类的保险能够为子女的未来教育进行融资，死亡保险能够降低未来收入的不确定性，防止家庭因故无法为教育融资，生存保险可以为老年时期提供保障，减轻子女的养老负担，降低对子女人力资本投资的不确定性。但是，从消费的角度来看，商业保险保费支出与教育支出同属于消费，在家庭财富预算约束下，商业保险保费支出对其他商品的消费以及教育支出会产生替代效应。同时考虑到子女的人力资本水平主要依赖于父母的投资，然而随着社会人口流动较快，子女有减少对老年父母照料的道德风险（Sinn，2000），因此对于父代而言其增加商业保险消费，不仅可以为自身提供保障，还可以降低未来对子女的经济依赖，但是这在一定程度上也会降低对子女的人力资本投资积极性。

综合上述分析，我们不难发现商业保险对家庭人力资本投资起到的是保障作用还是替代作用难以确定。鉴于此，本文采用了 2014 年中国家庭追踪调查数据（CFPS），基于消费者行为理论，从微观家庭角度分析商业保险对家庭人力资本投资的影响。本文的结构安排如下：第二部分为文献综述；第三部分为理论分析；第四部分为计量模型设定、变量和数据说明；第五部分为计量结果分析；第六部分为教育支出对商业保险购买的影响分析；最后一部分为结论和政策建议。

2．文献综述

商业保险属于正式的风险分散制度，其核心作用是通过经济补偿，对社会经济正常运行以及人们的经济生活的正常维持和社会安定和谐提供经济保障（刘茂山，2010；王晓全等，2016），是社会经济系统必要的安全服务需求，起到平滑经济社会运行风险的作用。从个人家庭微观角度来说，养老、医疗和意外伤害等风险贯穿于每个人的生命，风险面临者买了保险等于买了保障，可以减少不良预期改善消费意愿（蒲成毅，2012）。目前国内关于保险与消费的关系的研究基本上是基于预防性储蓄理论，例如周灿（2014）基于预防性储蓄理论，研究了保险与消费者行为，指出保险能够将未来不确定性风险转化成确定性保险费用支出，从而降低预防性储蓄，增加消费支出。王美娇等（2015）使用 CHFS 数据，研究表明商业保险对消费具有促进作用，且商业健康保险对非必要消费促进的弹性要大于社会养老保险、企业年金、社会基本医疗保险等。吴庆跃等（2016）运用 2011 年 CHFS 数据，研究指出商业健康保险为基本医疗保险的补充，能够为家庭提供更高的保障，更好的降低医疗经济风险，其购买使我国消费总额平均增加 15.51%。

朱铭来等（2017）基于预防性储蓄理论，从理论和实证的角度研究了商业保险与居民刚性消费的关系，结果显示在短期商业保险相当于将部分预防性储蓄转换成了预防性支出促进了居民刚性消费，而在长期商业保险能够降低居民刚性消费。

有关人力资本投资的研究表明，受教育是社会底层人群上升到社会上层的主要通道，良好的教育体制能够提高劳动力素质，有效的促进代际流动，有助于实现社会的良性发展（蔡昉，2005；邹薇等，2014；徐俊武等，2016）。但是，对于贫穷家庭和中等收入家庭，父母对子女进行人力资本投资需要一定程度上牺牲自己的消费和闲暇（Becker &Kevin，1988）。在家庭关系比较密切的社会，比如中国，倡导孝文化，父母通常与子女一起居住，父母为子女提供人力资本投资，子女在父母年老时履行赡养义务。从微观个体来说接受教育可以提高人力资本，有助于提高自身未来收入水平，摆脱贫困实现经济地位的跃升（郭丛斌等，2007；邹薇等，2014）。另外人力资本投资具有外部性，容易导致家庭教育投资不足，高彦彦（2009）利用苏北农户农村层面的微观数据证实了农村家庭内部存在教育投资外部性、婚姻市场上的匹配效应以及教育投资的回报率递减效应，尽管农户拥有很多非农就业的机会，但是农民基于农业生产的角度进行教育投资，而不是基于教育投资的跨代决策进行投资，这致使教育投资不足。最后人力资本投资具有不确定性会受到禀赋、社会环境等各方面的影响（邹薇等，2014）。特别是人力资本投资会受到道德风险的影响，随着我国城镇化的不断推进，老年人的养老模式逐步由依靠子女向社会养老转变。随着养老模式的转变，考虑到长寿风险、子女无法更好的照顾年老父母等因素，父母对子女人力资本投资风险上升，从投资的角度来说有减少对子女教育支出的倾向。

目前，关于保险保障与人力资本的关系的研究主要集中分析的是消费效应，普遍认为社会保障对人力资本投资能够产生正向促进作用。比如，张盈华（2008）运用两期世代交叠模型从理论上分析了社会保障制度与家庭人力资本投资决策的关系，研究表明社会保障待遇如果与子女的收入相关联，父母会促进对子女的人力资本投资，反之如果仅依赖于自己个人的收入，人力资本投资相对收益率低，这会引起家庭降低生育率，减少人力资本投资。邹红等（2013）指出养老保险、医疗保险等社会保险的覆盖，能够减少未来的不确性，在保障家庭基本生活的情况下，家庭更愿意增加子女的人力资本额外投资，但是随着缴费率的提高，在财富预算约束下会对其他消费产生挤出效应。陈静（2015）指出养老保险保障水平偏低，难以提升居民教育培训和旅游探亲消费等精神层面消费需求。李超（2016）指出，我国的社会保障制度目前难以满足养老需求，同时家庭也是教育投资的微观主体，需要在养老和家庭两方面权衡。养老负担会通过反馈式的家庭代际模式作用于微观人力资本投资。靳卫东（2017）研究表明，城镇居民医疗保险制度改革，文化消费效应受到较大抑制，但是对于健康家庭，此次改革会大幅度增加参保家庭的教育、娱乐等文化消费，同时，高收入健康家庭文化消费效应相对明显。吴庆越等（2016）运用 CHFS 数据考察了商业健康保险对家庭消费的影响，研究表明商业健康保险促使我国家庭教育、娱乐等精神文化消费平均增加 85.61%，极大的促进了家庭在教育等精神文化方面的消费。

近几年来我国处于经济增速放缓，社会保障水平相对稳定，人口老龄化逐渐加剧，家庭养老模式逐步弱化的社会背景下，为了适应社会经济发展的现状和人民生活的需要，国家多次颁发文件促进商业保险的发展。2014 年 8 月国务院颁发了《关于加快发展现代保险服务业的若干意见》（国发〔2014〕29 号），指出保险是现代经济的重要产业和风险管理的基本手段，提出把商业保险建成社会保障体系的重要支柱。2015 年 8 月，《国务院办公厅关于全面实施城乡居民大病保险的意见》，明确了城乡居民大病保险采取由商业保险机构承办的方式，并且鼓励商业保险在承办大病保险业务的基础上，提供多样化的健康保险产品。2017 年 7 月，国务院办公厅发布了《国务院办公厅关于加快发展商业

养老保险的若干意见》（国办发〔2017〕59 号），明确提出为应对人口老龄化带来的养老保障需求，要充分依靠商业保险机构的专业优势，发挥商业养老保险在健全养老保障体系，经济体制增效升级风方面的生力军作用。

如上文所述，目前有关人力资本投资的研究主要分析的社会保险的消费效应，缺乏关于商业保险的影响效应的系统研究，尤其是对家庭人力资本投资的保障效应研究。因此，结合当前的研究现状，有必要对商业保险对人力资本投资的实际影响效果做系统的分析，为我国商业保险的发展提供理论参考，为改善我国人力资本结构，促进经济结构转型提供新思路。

3．理论分析

在我们理论分析的框架下，为了简化，我们考虑一个两期家庭最优决策行为，家庭的可支配收入Y除了用于食品、耐用品、居住等日常消费C外，我们假定父母对孩子教育投入为I，家庭商业保险支出为S，因此$Y = C + I + S$。孩子的未来收入（Y_C）取决于父母的教育投入I，所以假定$Y_C =$ （$1 + r$）I,其中r为教育投资的回报率；当家庭遭遇负面冲击时，家庭能够获得商业保险赔付，所以我们假定商业保险赔付金额是家庭商业保险支出的b倍，因此家庭遭受负面冲击时获得的赔付为$(1 + b) * S$。为了便于我们的分析，不妨将家庭遭受负面冲击和子女的教育回报发生在第二期，此时家庭所获得收益为$R = (1 + r) * I + (1 + b) * S$。家庭的消费行为决策和孩子的未来收入的偏好以及对保险的需求可以用一个拟凹的效用函数$U(C, R)$来表示。家庭的最优化问题如下：

$$max\, U[C, (1 + r)I + (1 + b)S] \quad (1)$$

$$s.t. \quad Y = C + I + S \quad (2)$$

一阶条件为

$$\frac{\partial U}{\partial I} = U_{1I}[C, (1 + r)I + (1 + b)S] - (1 + r)U_{2I}[C, (1 + r)I + (1 + b)S] = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial U}{\partial S} = U_{1S}[C, (1 + r)I + (1 + b)S] - (1 + b)U_{2S}[C, (1 + r)I + (1 + b)S] = 0 \quad (4)$$

$$MRS_{IS}^{1} = \frac{1+r}{1+b}\, MRS_{IS}^{2} \quad (5)$$

考虑到当前家庭对子女教育的重视程度以及商业保险尚处于发展的初级阶段，所以父母对子女教育回报率的预期要高于商业保险的保障性收益，即$r > b$，此时$MRS_{IS}^{1} > MRS_{IS}^{2}$。根据两种商品的边际替代率等于价格之比，（5）可以得出：

$$\frac{P_{I_1}}{P_{S_1}} > \frac{P_{I_2}}{P_{S_2}} \quad (6)$$

其中，P_{I_1}为第一期教育投入价格，P_{S_1}为第一期每单位商业保险保费；P_{I_2}为第二期教育投入价格，P_{S_2}为第二期每单位商业保险保费。

一般情况下，家庭对子女教育投入价格在不断上涨，而商业保险的投保价格以投保起始期为基准保持不变，因此考虑在斯勒茨基方程理论基础上，家庭教育的希克斯需求函数[①]可以表示为$h(P_I/P_S, 1)$，其中 1 视为商业保险的单位计价，P_I/P_S表示教育投入与

[①]希克斯需求函数是指消费者在既定效用水平下最小支出，又称为补偿需求函数。有关希克斯需求函数和斯勒茨基方程理论的论述可详见蒋殿春.《高级微观经济学》[M]，北京：北京大学出版社 2015 版。

商业保险支出的相对价格，由此可以得出两期教育投入的斯勒茨基方程：

$$\frac{\partial I_1}{\partial(P_{I_1}/P_{S_1})} = \frac{\partial h_{I_1}}{\partial(P_{I_1}/P_{S_1})} + \frac{\partial I_1}{\partial m_1} * s_1 \quad (7)$$

$$\frac{\partial I_2}{\partial(P_{I_2}/P_{S_2})} = \frac{\partial h_{I_1}}{\partial(P_{I_2}/P_{S_2})} + \frac{\partial I_1}{\partial m_2} * s_2 \quad (8)$$

其中，$s_2 = (1+r)(1+b)s_1$

（4）-（3）可得：

$$\Delta(\frac{\partial I}{\partial(P_I/P_S)}) = \Delta\left(\frac{\partial h_I}{\partial(P_I/P_S)}\right)[\frac{\partial I_1}{\partial m_2}(1+r)(1+b)s_1 - \frac{\partial I_1}{\partial m_1} * s_1] \quad (9)$$

由（6）式我们可知教育投入第一期的相对价格大于第二期的相对价格，因此家庭教育的第一期希克斯需求受到相对价格的影响要大于第二期，所以$\Delta(\frac{\partial h_I}{\partial(P_I/P_S)}) < 0$，由（9）式，可知$[\frac{\partial I_1}{\partial m_2}(1+r)(1+b)s_1 - \frac{\partial I_1}{\partial m_1} * s_1] > 0$，在理性经济人风险回避的基本假设条件下，商业保险支出在短期对家庭的教育支出会产生一定的挤出效应，并且这种挤出效应也会影响整个生命周期的家庭教育支出，但是由于商业保险在家庭遭受负面冲击时带来的收益高于家庭投保的保费，这种保险的受益产生的保障性作用会在一定程度上消除家庭教育投入的不确定性，如果保险对家庭教育投入的这种收入效应发挥充分，会在某种程度上抵消商业保险支出短期对家庭教育投入的挤出效应，从而对家庭整个生命周期的教育投入产生促进作用。

根据我们的理论分析，我们可以得到以下有待进一步验证的假说：商业保险支出在短期对家庭教育开支的替代效应大于收入效应，对家庭教育开支会产生挤出效应；而在长期产生的保障性的作用，会消除家庭教育投资的不确定性，抵消商业保险支出短期对家庭教育投入的挤出效应，从而对家庭教育投入产生促进作用。

4．计量模型设定、指标选择和数据说明

4．1 计量模型设定

商业保险支出与教育支出具有一定的共性，人力资本的回报需要一个过程，而商业保险保障作用的发挥也存在一定的滞后性，根据经济学中的时间不一致理论，消费给家庭带来的效用在不同的时间点是存在差异的，因此我们引入了商业保险支出来考察商业保险支出与教育支出的短期关系，引入商业保险支出的平方项[②]，进一步来考察商业保险支出在长期与教育支出的关系。此外，为了剔除其他特征变量的影响，本文还在模型中加入了个人特征、家庭特征等控制变量。计量模型设定如下：

$$lnhuman_capital_i = \beta_0 + \beta_1 lninsurance + \beta_2 (lninsurance)^2 + \gamma X_i + \mu_i$$

其中，$lnhuman_capital_i$代表个体i的家庭人力资本投资水平；$lninsurance$代表个体i的家庭商业保险支出；X_i为个体i的特征变量，包括个体的性别、受教育阶段、家庭

[②] 虽然本文研究的是家庭微观数据，但根据宏观研究如环境污染与经济增长的研究，即库兹涅兹曲线采用三次方项来描述趋势的变动，为本文商业保险支出与教育支出的趋势变动提供了一定的思路。

年收入、母亲的人力资本水平、父亲的年龄、父亲年龄的平方、所在家庭中接受教育的人数的变量、户籍类型，衡量家庭社会保险保障水平的家庭社会养老保险参保人数、家庭社会医疗保险参保人数（李涛等，2017），以及公共教育支出等。μ_i为随机扰动项。β_1和β_2是我们所重点研究的变量，其中β_1表示当期商业保险支出对个体i的人力资本投资水平的影响，衡量商业保险支出对家庭人力资本投资的挤出效应；β_2表示从长期来看，商业保险对个体i的家庭人力资本投资水平的影响,衡量商业保险对家庭人力资本投资的保障效应。根据我们前面的经济学理论分析，我们预测当期商业保险支出对家庭人力资本投资具有挤出效应，而在长期，商业保险能够有效发挥保障效应，商业保险支出水平越高保障作用越明显，即$\beta_1 < 0$，$\beta_2 > 0$。

4．2 数据来源和变量说明

本文所使用的数据是由北京大学中国社会科学调查中心 2014 年进行的中国家庭追踪调查数据（CFPS），该项目涉及 25 个省市自治区，621 社区，共计 13946 个家庭，涵盖了社区、家庭、个体三个层次的信息，反映了当前社会、经济、人口、教育和健康的变迁，提供了家庭关系与家庭动态、人口迁移、教育成果等方面的信息，同时提供了家庭商业保险消费和教育投资的详细信息，能够为本文对商业保险保障与家庭人力资本投资之间的关系研究提供数据支持。本文选取已购买商业保险的家庭作为考察对象，最终我们筛选后的样本为 1871，涵盖了全国 26 个省市自治区。本文的被解释变量为家庭人力资本投资，使用的指标为家庭中受教育子女人均人力资本投资，其中人力资本投资包括家庭所有和教育相关的支出包括择校费、学杂费、培训费、参加课外辅导班费、购买教辅材料费用等。公共教育支出数据为《中国统计年鉴 2014》各省份地方政府教育支出。此外，本文中的工具变量选取了人身保险密度、人身保险深度，数据为《中国保险年鉴 2015》中各个省份的人身保险密度、人身保险深度数据。

表 1 报告了主要变量的描述性统计结果。从被解释变量来看，样本中处于受教育阶段的子女的家庭年平均教育人力资本投资支出为 5741 元，并且标准差大于均值说明不同家庭的教育支出差异性较大。从解释变量来看，家庭商业保险支出平均为 4994 元/年，标准差为 8260，高于均值，这说明家庭之间商业保险支出差距较大。家庭平均收入为 76686/年，家庭中处于受教育阶段的人数平均为 1.58 人。父亲和母亲的受教育程度平均为 9 年。父亲的年龄平均为 39 岁。

主要变量的描述性统计

表 1

变量名	均值	标准差	中位数	最小值	最大值
人均教育支出	5741	9344	3000	0	150000
商业保险支出	4994	8260.546	3000	1	20000
家庭基本养老保险参保人数	2.74	1.14	3	1	9
家庭基本医疗保险参保人数	4.49	1.81	4	1	14
家庭年收入	76686.19	85344.46	60000	0	1200000
受教育人数	1.58	0.812	1	1	6
母亲教育程度	8.10	4.61	9	0	22
父亲年龄	39.51	7.06	39	21	77
性别（男性=1）	0.52	0.50	1	0	1
城乡（城市=1）	0.54	0.50	1	0	1

4．3 中国家庭教育人力资本投资特征

表 2 为不同教育阶段父代对子代的人力资本投资情况。从中我们可以看到，处于小学和初中阶段的家庭教育支出相对于其他教育阶段较低，但并不为零，这一方面说明了我国政府对义务教育的普及以及财政投入降低了家庭的经济负担，另一方面也反映出该阶段父代对子代的人力资本投资并不局限于基本的学校教育，创新型人力资本投资也得到了较高的重视，比如鼓励子女参加各种兴趣班、课外辅导等。而子女处于高中及高等教育的家庭教育支出较高，出现这一情况的主要原因在于我国的高等教育以及学前教育并不是义务教育，更不是免费教育，但是不可否认的是中国的父母普遍重视子女的教育，这就导致子女如果有机会接受高等教育，父母一定会提供经济支持，因此此时的教育支出对于家庭而言意味着是一种强制性的消费支出，支出水平并不完全取决于家庭的财务决策。

表 2　分阶段教育人力资本投资情况

	小学以下	小学	初中	高中	大专	本科及以上
总体	4376.873	3702.163	5238.68	8345.209	10349.03	15879.39
城市	5959.258	5127.896	6027.955	9462.155	10444.57	16418.68
农村	2626.312	2237.262	4348.216	6626.832	10157.97	14728.89

此外，表 2 也显示了家庭人力资本投资的城乡差异情况。从教育支出的总体水平以及不同受教育阶段的情况来看，农村对子女的教育人力资本投资水平普遍低于城市，但是高等教育的城乡差异较小，这也进一步验证了高等教育支出并不完全取决于家庭投资决策。

4．4 中国家庭商业保险购买特征

表 3 家庭商业保险参保和保费支出情况

	保费支出（元/年）	保费支出占支出的比重（%）	保费支出占年收入的比重（%）
总体	4994	11.34%	7.72%
城市	6152	11.8%	8.15%
农村	3612	10.78%	7.2%

表 3 显示了拥有商业保险的家庭的购买特征。在保费支出方面，平均每户家庭为 4994 元/年，占家庭总消费支出的 11.34%，占家庭年收入的 7.72%，其中，城市家庭平均保费支出为 6152 元/年，占家庭总消费的比例为 11.8%，占年收入的比重为 8.15%；农村家庭平均支出 3612 元/年，占家庭总消费的比例为 10.78%，占家庭年收入的比重为 7.2%。我们可以从中看出，农村家庭商业保险保费支出水平远低于城镇家庭，但占家庭总消费和总收入的比例相差不大，略低于城市家庭。

5．计量模型及回归结果分析

5．1 基础回归的估计结果及分析

本文首先进行 OLS 估计，表 4 第 2 列为 OLS 估计结果。估计结果显示，商业保险支出对家庭人力资本投资的影响显著为负，但是商业保险支出的平方项的估计系数显著为正，说明商业保险对人力资本投资存在显著影响且二者之间存在 U 型关系，有效的验

证了我们的理论假说。具体来说，在当期，商业保险支出和人力资本投资对于家庭而言同属于保障型和投资型的消费支出，在家庭收入一定的情况下，当期的商业保险支出对人力资本投资具有一定的挤出作用，所以商业保险支出的系数显著为负。但是考虑到商业保险不仅是单纯的商品消费，同时也是家庭的预防性储蓄支出，是家庭正式的风险保障机制，因此不同的阶段商业保险发挥的作用不同，在购买商业保险的阶段，商业保险和教育对于家庭同属于消费，商业保险支出对教育支出的替代效应大于保障效应，表现为对教育支出具有挤出效应；但在长期或者是说保险期间商业保险发挥的是保障效应，所以从长期来看拥有高保障水平的家庭也就是说商业保险支出较高的家庭，能够为人力资本投资提供经济保障，有利于促进父母对子女人力资本进行投资。

其次，关于社会保险与家庭人力资本投资的关系。回归结果表明，基本养老保险对家庭教育人力资本投资的影响显著为正，这说明养老保险能够显著降低家庭未来收入和父母对子女人力资本投资的不确定性。基本医疗保险对教育人力资本投资的影响为负，但并不显著。出现该结果的原因可能有两方面，一方面是由于基本医疗保险对医疗服务消费具有释放作用，对家庭其他方面的消费势必会产生一定的挤出效应；另一方面是因为我国基本医疗保险保障尚处于保基本的水平，对教育等其他方面的消费产生的保障效应较小。

关于家庭收入对人力资本投资的影响。理论上来说家庭的收入水平不仅决定了父代对子代人力资本投资的水平和投资结构，较高的收入水平能够为子女接受全方面的教育提供保障，而我们的估计结果显示其对家庭教育人力资本投资没有显著的影响，这与以往的研究存在一定的差异，这可能主要是因为我们的研究对象为购买商业保险的家庭，这部分家庭不仅自身普遍重视教育，而且周围的环境也会对家庭教育支出产生影响，导致部分家庭教育人力资本投资水平超过自身收入的承受范围，较为明显的社会现象如追求学区房、各种补习班等。

关于家庭结构的影响因素中，母亲的人力资本水平，即母亲的受教育程度对子女的人力资本投资的影响显著为正，也就是说拥有较高人力资本水平的父母更倾向于对子女进行人力资本投资，这也有效的论证了教育水平具有较强的代际传递作用。而家庭受教育人数对受教育子女的人均教育支出具有显著的负向影响，这说明对于多子女接受教育的家庭，子女之间会形成关于教育资源的竞争关系，子女人数越多，越不利于提高单个个体的人力资本投资。同时根据前面变量的描述统计，我们发现多子女受教育的家庭主要分布在农村地区，这也说明了子女数量也是导致农村地区的人均教育投资低于城市的一个重要因素。

关于影响家庭教育投资的其他影响因素中，政府的公共教育财政支出对家庭教育支出的影响为正，影响不显著，但是显著水平接近 10%，说明公共财政教育支出对家庭教育支出不仅发挥了补充作用，而且提高了公民重视教育的意识，促进了家庭教育投资。男女性别与人力资本投资之间的关系不显著。而受教育阶段对家庭人力资本投资产生显著影响，其中义务教育阶段（小学和初中）对家庭人力资本投资的影响显著为负，这反映了我国小学和初中实行的是义务教育，接受义务教育是适龄人群的一项义务，学杂费实施的是豁免政策，而高等教育阶段的公共教育投资下降，父母需要为子女缴纳学费和其他费用，这导致了高等教育阶段的家庭人力资本投资水平高于其他教育阶段。

5．2 工具变量和 GMM 回归结果及分析

虽然我们在进行 OLS 估计时，加入了影响父母对子女进行教育人力资本投入有关的控制变量，但是仍然可能会遗漏重要解释变量，同时由于商业保险和人力资本投资同属于消费，二者之间可能会产生反向因果关系的内生性问题，这将会导致 OLS 估计的结果有偏和不一致。因此，我们为了验证是否存在内生性问题，我们从统计学的角度运

用检验内生性问题的 Hausman 检验，结果显示 P 值为 0.0513，可以在 10%的显著水平上拒绝“所有解释变量均为外生”的原假设，即认为商业保险支出为内生变量。此外，由于 Hausman 检验在异方差情形下不成立，所以我们针对内生性问题再次进行异方差稳健的 DWH 检验，检验结果显示 P 值为 0.0502，再次确认了商业保险支出为内生解释变量。解决内生性问题比较好的方法是寻找一个与商业保险有关但是独立于家庭人力资本投资的工具变量，并运用相关的计量方法进行估计。本文结合商业保险的发展现状和家庭购买商业保险的险种类别，选取了各个省市自治区的人身保险密度、人身保险深度作为家庭商业保险的工具变量。原因在于，一方面，保险密度和保险深度代表一个地区的保险发展水平，能够较好的反映当地居民商业保险的购买能力和购买意愿；另一方面，宏观层面的保险发展水平与家庭的消费决策关系较小，不会影响家庭人力资本投资决策，因此，从理论上来说该变量满足工具变量的外生性和相关性要求是较好的工具变量。此外，为了确保工具变量的有效性，我们从统计上进行了过度识别检验和弱工具变量检验。结果显示（见表 4），Hansen J 统计量 P 值为 0.7441，接受工具变量为外生的原假设，与扰动项不相关，满足工具变量外生性假定。弱工具变量检验结果的 F 值为 12.239（超过 10），说明不存在弱工具变量。

本部分运用的计量方法为 2SLS、MLE 和 GMM。在 2SLS 回归中，与基础回归相比，商业保险在短期对家庭人力资本投资挤出效应降低，而长期的保障效应大幅度提高，这与理论和现实较为符合，估计结果比较合理。为了检验 2SLS 的稳健性，我们使用了对工具变量不敏感的 MLE，估计结果与 2SLS 结果基本一致，说明 2SLS 估计具有稳健性。同时考虑到如果存在异方差问题，GMM 估计方法比 2SLS 更有效率，为此我们进行了最优 GMM 估计，结果显示最优 GMM 的系数估计值与 2SLS 很接近，并且过度识别检验显示，所有工具变量均为外生。同时，为了检验 GMM 回归结果的稳健性，我们再次进行迭代GMM估计，结果显示迭代GMM与两步最优GMM系数估计值基本相同，说明了两步最优 GMM 估计结果稳定。表 2 汇报了不同计量方法下的估计结果。

表 4　计量回归结果

	OLS	2SLS	MLE	GMM	迭代GMM
ln（商业保险支出）	-0.452***	-2.947**	-2.955**	-2.905*	-2.905*
	(0.128)	(1.501)	(1.506)	(1.492)	(1.492)
ln（商业保险支出）的平方	0.0421***	0.213**	0.214**	0.211**	0.211**
	(0.00912)	(0.103)	(0.103)	(0.102)	(0.102)
基本养老保险参保人数	0.105*	0.132**	0.133**	0.130**	0.130**
	(0.0563)	(0.0613)	(0.0613)	(0.0609)	(0.0609)
基本医疗保险参保人数	-0.135***	-0.150***	-0.150***	-0.149***	-0.149***
	(0.0472)	(0.0497)	(0.0497)	(0.0495)	(0.0495)
ln(家庭年收入)	0.0731*	0.0642	0.0642	0.0633	0.0633
	(0.0420)	(0.0404)	(0.0404)	(0.0403)	(0.0403)
受教育人数	-0.0705	-0.0737	-0.0737	-0.0736	-0.0735
	(0.0716)	(0.0727)	(0.0727)	(0.0726)	(0.0726)
母亲的受教育年限	0.0537***	0.0552***	0.0552***	0.0560***	0.0560***
	(0.0130)	(0.0135)	(0.0135)	(0.0132)	(0.0132)
父亲年龄	0.247***	0.236***	0.236***	0.235***	0.235***
	(0.0510)	(0.0539)	(0.0539)	(0.0537)	(0.0537)
父亲年龄的平方	-0.00250***	-0.00241***	-0.00241***	-0.00239***	-0.00239***
	(0.000602)	(0.000631)	(0.000631)	(0.000627)	(0.000627)

ln(财政教育支出)	0.0635 (0.0986)	0.0513 (0.103)	0.0513 (0.103)	0.0514 (0.102)	0.0514 (0.102)
性别（男性=1）	-0.0778 (0.0849)	-0.0853 (0.0887)	-0.0853 (0.0888)	-0.0890 (0.0879)	-0.0890 (0.0879)
户口类别（城镇=1）	0.187* (0.106)	0.179* (0.109)	0.179* (0.109)	0.174 (0.107)	0.174 (0.107)
小学（对照组小学以下）	-0.531*** (0.114)	-0.520*** (0.122)	-0.520*** (0.122)	-0.521*** (0.122)	-0.521*** (0.122)
初中（同上）	-0.391** (0.152)	-0.350** (0.161)	-0.350** (0.161)	-0.349** (0.160)	-0.349** (0.160)
高中（同上）	0.216 (0.159)	0.394 (0.280)	0.185 (0.166)	0.175 (0.163)	0.175 (0.163)
大专（同上）	0.415 (0.272)	0.394 (0.280)	0.394 (0.280)	0.395 (0.279)	0.395 (0.279)
本科及以上（同上）	0.806*** (0.199)	0.796*** (0.214)	0.796*** (0.214)	0.787*** (0.212)	0.787*** (0.212)
常数	1.656 (1.412)	10.80* (5.721)	10.83* (5.741)	10.68* (5.697)	10.68* (5.697)
Kleibergen-Paap Wald F statistic	-	24.408	-	-	-
Hansen J statistic	-	0.107 （0.7441）	-	0.1065 (0.7441	0.062151 (0.8031)
弱工具变量检验F值	-	12.239	-	-	-
N	1871	1871	1871	1871	1871
R^2	0.199	0.109	0.109	0.112	0.112

注：***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平下显著，括号内为稳健标准差。

5．3 稳健性检验

5．3．1 义务教育阶段商业保险与家庭人力资本投资的实证分析

为了检验上述结果的稳健性，本部分我们使用义务教育阶段样本进行稳健性检验。考虑到中国的高等教育实施的是非义务教育并且需要缴纳一定的费用，公共教育支出的降低势必会增加家庭教育投资水平，而且由于我国有普遍重视教育的传统文化，父母一般鼓励子女学习，因此子女一旦被高中、大学录取，父母都会让子女接受教育，这导致此时的人力资本支出对家庭而言是一种强制性的支出，其水平的高低不仅取决于家庭的投资决策，更多的取决于接受教育所要求的投资水平。而我国的义务教育基本免费，对于处于义务教育阶段的子女，父母的人力资本投资主要是在为了子女获得更高水平的人力资本积累，取得全方面的发展，比如请家庭教师、参加兴趣辅导班等创新型人力资本投资，因此义务教育阶段的父代对子代的人力资本投资，更能体现家庭的人力资本投资决策。因此，为了更精确的研究商业保险与家庭人力资本的投资的关系，我们选取了处于义务教育阶段的个体的样本数据进行了 OLS 估计，并选取人身保险密度和人身保险深度作为家庭商业保险支出的工具变量解决内生性问题，运用 2SLS、MLE、两步最优 GMM 以及迭代 GMM 等方法进行估计，估计结果如表 5。我们发现义务教育阶段样本

的计量回归结果与全样本估计结果相差不多，但是商业保险对人力资本投资的挤出效应和保障作用均有所提高，这一方面说明了较高的保险支出在当期会对教育支出产生挤出效应，另一方面也说明了较高的保险保障水平，可以降低未来收入的不确定性能够为父代对子代提供较高水平的人力资本投资提供保障。

表 5 义务教育阶段的回归结果

	OLS	2SLS	MLE	GMM	迭代GMM
ln（商业保险支出）	-0.577*** (0.165)	-3.249** (1.642)	-3.342* (1.705)	-3.295** (1.645)	-3.298** (1.645)
ln（商业保险支出）的平方	0.0539*** (0.0117)	0.241** (0.114)	0.248** (0.118)	0.245** (0.114)	0.245** (0.114)
家庭社会养老保险参保人数	0.231*** (0.0734)	0.262*** (0.0815)	0.263*** (0.0820)	0.264*** (0.0816)	0.264*** (0.0816)
家庭社会医疗保险参保人数	-0.195*** (0.0547)	-0.209*** (0.0586)	-0.210*** (0.0588)	-0.215*** (0.0584)	-0.215*** (0.0584)
ln(家庭年收入)	0.0497 (0.0449)	0.0615 (0.0420)	0.0613 (0.0421)	0.0560 (0.0412)	0.0560 (0.0412)
受教育子女人数	0.0716 (0.0978)	0.0594 (0.0995)	0.0591 (0.0997)	0.0699 (0.0992)	0.0698 (0.0992)
母亲的受教育年限	0.0300* (0.0174)	0.0477*** (0.0170)	0.0477*** (0.0170)	0.0476*** (0.0170)	0.0476*** (0.0170)
父亲的年龄	0.274 (0.195)	0.324*** (0.176)	0.325* (0.175)	0.314* (0.179)	0.313* (0.180)
父亲年龄的平方	-0.00290 (0.00246)	-0.00354*** (0.00220)	-0.00356 (0.00220)	-0.00341 (0.00225)	-0.00340 (0.00225)
ln(公共财政教育支出)		0.0802 (0.148)	0.0780 (0.149)	0.0753 (0.148)	0.0751 (0.148)
性别（男性=1）	0.105 (0.122)	0.125 (0.128)	0.125 (0.129)	0.123 (0.129)	0.123 (0.129)
户籍类型（城市=1）	0.230 (0.141)	0.273* (0.142)	0.274* (0.142)	0.266* (0.142)	0.266* (0.142)
常数	1.043 (3.783)	8.714 (6.838)	9.026 (7.012)	9.130 (6.899)	9.159 (6.903)
Kleibergen-Paap Wald F statistic	-	21.344	-	-	-
Hansen J statistic	-	1.210 (0.2713)	-	1.21011 （0.2713）	1.20376 （0.2726）
弱工具变量检验	-	10.898	-	-	-
N	1035	1035	1035	1035	1035

注：***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平下显著，括号内为稳健标准差。

5．3．2 不同收入家庭商业保险与家庭人力资本投资的关系研究

为了进一步检验回归结果的稳健性，分析商业保险对家庭人力资本投资的影响效应，我们根据样本中的家庭年收入的均值，将样本分为了中低收入组和中高收入组，为了克

服内生性和解决弱工具变量问题，本部分使用 MLE 进行回归分析。表 6 显示了不同收入家庭商业保险对家庭人力资本投资的影响效应。总体来看，在各个收入水平下，商业保险在长期能够有效的发挥保障作用，且对中低收入家庭教育支出的挤出效应和保障效应更为显著，这表明一方面，商业保险对于中低收入家庭属于奢侈品，其支出会一定程度上影响家庭消费；另一方，我国中低收入家庭更需要商业保险减少家庭经济的脆弱性。而中高收入组中，MLE 结果显示，商业保险在当期和长期对家庭教育支出影响不显著，收入、母亲的教育水平、父亲的年龄等变量影响显著，这说明对于中高收入家庭，教育支出和保险保障支出处于同等地位，收入是影响其消费的重要变量。稳健性检验的结果均表明我们的研究结论成立。

表 6 分组回归结果

	中低收入组		中高收入组	
	OLS	MLE	OLS	MLE
ln（商业保险支出）	-0.507**	-2.557*	-0.303*	-1.577
	(0.200)	(1.526)	(0.167)	(3.513)
ln（商业保险支出）的平方	0.0480***	0.194*	0.0239**	0.107
	(0.0146)	(0.109)	(0.0111)	(0.230)
家庭社会养老保险参保人数	0.152**	0.184**	0.0918	0.0748
	(0.0756)	(0.0805)	(0.0827)	(0.0880)
家庭社会医疗保险参保人数	-0.121**	-0.133**	-0.187**	-0.176**
	(0.0561)	(0.0611)	(0.0740)	(0.0772)
ln(家庭年收入)	0.00470	0.0315	0.473***	0.429***
	(0.0494)	(0.0487)	(0.124)	(0.166)
受教育子女人数	-0.0802	-0.110	-0.0373	-0.0335
	(0.0911)	(0.0972)	(0.114)	(0.113)
母亲的受教育年限	0.0275*	0.0307**	0.0921***	0.0912***
	(0.0141)	(0.0144)	(0.0256)	(0.0260)
父亲的年龄	0.339***	0.335***	0.173***	0.172***
	(0.0876)	(0.0653)	(0.0555)	(0.0556)
父亲年龄的平方	-0.00367***	-0.00366***	-0.00155***	-0.00153***
	(0.00107)	(0.000781)	(0.000576)	(0.000578)
ln(公共财政教育支出)	0.00537	0.00873	0.248	0.221
	(0.117)	(0.120)	(0.177)	(0.176)
性别（男性=1）	0.0307	0.0283	-0.228	-0.236
	(0.104)	(0.109)	(0.140)	(0.144)
户籍类型（城市=1）	0.212*	0.172	0.118	0.150
	(0.116)	(0.124)	(0.215)	(0.240)
小学（对照组小学以下）	-0.568***	-0.519***	-0.455**	-0.504**
	(0.143)	(0.168)	(0.196)	(0.238)
初中（同上）	-0.408**	-0.345	-0.417*	-0.421*
	(0.195)	(0.217)	(0.253)	(0.251)
高中（同上）	0.291	0.314	0.0454	-0.00272
	(0.203)	(0.249)	(0.248)	(0.268)
大专（同上）	0.566	0.544	0.0612	0.0643
	(0.351)	(0.346)	(0.429)	(0.417)

本科及以上（同上）	1.214*** (0.230)	1.241*** (0.301)	0.105 (0.332)	0.0446 (0.368)
常数	0.919 (2.128)	7.619 (5.242)	-2.683 (2.371)	2.721 (14.64)
N	1215	1215	656	656
R^2	0.187	0.141	0.216	0.191

注：***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平下显著，括号内为稳健标准差。

6．家庭人力资本投资与商业保险购买的实证分析

考虑到中国家庭的父母普遍重视教育，子女的教育支出在家庭消费中通常排在首位，而保险意识相对教育来说有一定差距，并且从商品价格弹性的角度来看，教育支出的弹性要小于商业保险支出，教育支出的变动给家庭带来的福利变动大于商业保险支出，所以在收入一定的情况下，可能存在家庭教育支出对商业保险支出的挤出作用大于商业保险支出对家庭教育支出的挤出效应。虽然前文中运用工具变量法解决了双向因果关系，但是为了更好的理解商业保险支出与家庭人力资本投资之间的关系，并保证研究结果的稳健性，本部分运用 Probit 计量模型，选取有教育支出的家庭样本，进一步研究家庭人力资本投资对家庭商业保险购买的影响。本部分的被解释变量为是否购买商业保险，核心解释变量为家庭教育培训支出，此外选取了家庭收入水平以及衡量保险意识的变量如家庭教育水平、金融产品[③]购买情况，衡量社会保险保障程度的社会养老保险参保人数、社会医疗保险的参保人数，衡量家庭非正式保险保障程度的社会资本[④]、家庭规模等作为控制变量，并引入了虚拟变量户籍类别、地区所属等变量。回归结果显示，家庭教育培训支出对家庭商业保险购买具有显著的负向影响，这说明在家庭收入一定的情况下，父母对子女的教育培训支出对商业保险购买具有挤出效应。结合前文的研究分析，我们可以得出从家庭消费的角度来看，在短期商业保险与家庭人力资本投资二者之间存在互相替代关系，在长期商业保险的保障作用才能有效发挥。

表 7 回归结果

	Probit
ln（家庭教育培训支出）	-0.0287* (0.0153)
ln（家庭年收入)	0.193*** (0.0409)
金融产品（已购买=1）	0.477*** (0.0838)
家庭平均受教育年数	0.0531*** (0.00669)
家庭社会养老保险参保人数	0.0297 (0.0199)
家庭社会医疗保险参保人数	0.0406** (0.0180)
ln（家庭年人情支出）	0.142*** (0.0203)

[③] 金融产品的类别包括股票、基金、国债、信托产品、外汇产品、期权、期货等产品，不包含保险产品。
[④] 社会资本的衡量指标为家庭人情支出。

家庭规模	-0.0236 (0.0175)
户籍类型（城市=1）	0.0541** (0.0215)
中部地区（对照组东部地区）	-0.0628 (0.0458)
西部地区（同上）	-0.138*** (0.0519)
常数	-3.917*** (0.383)
N	4980

注：***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平下显著，括号内为稳健标准差。

7．结论和政策建议

本文分别从理论和实证的角度分析了商业保险对家庭教育人力资本投资的影响机制和特征，我们得出了以下结论：

（1）从宏观角度来看，社会保险支出和公共教育支出同属于民生财政支出，在财政资源有限的条件下，政府社会保险支出与公共教育支出具有互相替代关系。公共教育支出可以提高家庭的人力资本投资意识，促进家庭教育支出。因此，商业保险作为社会保险的补充，可以通过补充社会保险的不足，间接促进公共教育支出，进而影响私人教育支出，促进家庭人力资本投资收益的最大化。

（2）从微观家庭角度分析，根据消费者行为理论，商业保险支出属于家庭的预防性储蓄支出，短期对家庭人力资本投资的替代效应大于收入效应，表现为对家庭人力资本投资具有挤出效应；但在长期通过保障作用的发挥，收入效应大于替代效应，可以有效的促进家庭人力资本投资。此外，家庭教育支出价格弹性相对于商业保险较小，其支出的上升对商业保险购买产生一定的挤出效应。

（3）商业保险能够优化人力资本投资结构，促进创新型人力资本投资。保障性的制度能够有效的促进家庭人力资本投资，而且其作用要显著高于收入。这意味着在当前的经济增速放缓的社会背景下，保障性的制度建设对家庭和社会更为重要。

根据我们的研究结论，为更好的发挥商业保险的作用，促进商业保险的发展，优化家庭人力资本投资结构，本文提出了以下建议：首先，商业保险应弱化保险产品的理财功能，坚持风险保障的本质，加强与社会保险的衔接，提高家庭的保障水平；并且，随着中产阶级的不断壮大，人民收入水平的不断提升，商业保险机构产品的定位不能局限于富裕阶层，应该提供更为贴近人民的需要的保险产品，让更多的群体享有保险保障，真正的服务于经济社会的发展；同时，商业保险机构应积极参与社会保险的经办服务，利用精算等专业技术，提高社会保险运行效率。其次，应该加强商业保险的监管，引导保险机构强化保险的保障属性，承担社会责任，不断提高商业保险服务经济社会的质量和水平。最后，政府在加大商业保险政策支持力度的同时，需要加大商业保险的宣传力度，给予商业保险发展较好的舆论环境。

References

[1] BECKER G S. Investment in Human Capital: A Theory Analysis [J]. Journal of Political Economic, 1962, 70(5):9-49

[2] BECKER G S. Barry R. Chiswick, Education and the Distribution of Earnings [J].American Economy Review, 1966, 56(1):358-369

[3] MINCER J. Schooling, Experience, and Earnings. New York: Columbia University Press, 1974.

[4] WANG D W, CAI F, ZHANG X H. Saving and Growth Effects of Demographic Transition: the Population Factor in the Sustainability of China' s Economic Growth [J]. Population Research,2004(5):2-11

[5] CHEN Y W, GU J F, SHI Y P. Housing Wealth, Credit Constraint and Household Expenditure on Education in Urban China: Evidence from CFPS2010 Data [J], Economic Research Journal, 2014(1):89-101

[6] AEGGARCHAT S. Household Risks and Household Human Capital Investment: Longitudinal Evidence from Thailand [J]. European Journal of Development Research, 2016, 29（2）: 493-511

[7] SINN H W. Why a Funded Pension System is Useful and Why It is Not Useful, 2000, NBER Working Paper 7592

[8] LIU M S. An Analysis of the Development of Insurance Industry from the Perspective of Insurance Consumption [J].Insurance Studies, 2010（8）：53-59

[9] WANG X Q, LUO D T, WANG Q. Informal Insurance System and Farmer Risk Sharing Modeling and Policy Implications: An Empirical Study from CFPS Data [J].Economic science,2016(6):89-101

[10] PU C Y，PAN X J. Behavioral Finance Mechanism of Insurance Promoting Economic Growth [J]. Economic Research Journal, 2012(1):139-147

[11] ZHOU C. A Study on the Externality of Chinese Insurance Consumption Based on the Theory of Precautionary Savings[J]. Journal of Graduate of Chinse Academy of Social Sciences,2014（2）：40-50

[12] WANG M J，ZHU M L. Effects of Commercial Health Insurance to Consumption and the Structure of Consumption-Based on rational expectation and an analysis of household asset structure [J]. Insurance Studies，2015（6）：19-31

[13] WU Q Y, DU N Y, ZANG W B. The Impact of Commercial Health Insurance on Household Consumption [J]. China Economic Studies, 2016（3）:68-79

[14] ZHU M L, LI T. The Effects of Commercial Insurance Residents' Non-discretionary Consumption -AN empirical study based on social people's livelihood perpective[J]. Insurance Studies，2017（1）:27-36

[15] CAI F. Labour shortage: should we plan ahead? [J]. Chinese Journal of Population Science, 2005（6）：11-16

[16] ZOU W, ZHENG H. Why children of poor families do not study: risk, intergenerational transfer of human capital and the poverty trap [J]. Economic Perspectives, 2014（6）：16-31

[17] XU J W, HANG S. The Dymamic Effect of Education Financing System on Intergenerational Mobility and Inequality : Analysis Based on Overlapping Generation Model [J]. Journal of Finance and Economics,2016（8）：4-14

[18] BECKER G S, KEVIN M, MURPHY K. The Family and the State [J]. Journal of Law and Economics, 1988, 31(1) :1-18

[19] GUO C B, M W F. Research on the Relationship between Education and Intergenerational Income Mobility of Chinese Urban Household [J], Educational Research,2007(5):3-14
[20] GAO Y Y. Schooling Education Investment, Intra-household Externality of Literacy and Return on Peasant's Family Income: Evidence from the North Rural of China's Jiangsu Province[J], South China Journal of Economics ,2009（9）：13-26
[21] ZHANG Y H. Economics analysis on social security promoting household human capital investment [J].Journal of Xidian University(Social Science Edition),2008（5）：85-91
[22] ZOU H, YU K Z, LI A L. A study on the effects of old-age insurance and medical insurance on household consumption in urban areas [J]. Statistical Research，2013(11)：60-67
[23] CHEN J. The Influence of Basic Old-Age Insurance on Household Consumption: An Empirical Analysis Based on CHFS Data [J]. Consumer Economics, 2015(1)：10-17
[24] LI C. Aging, Child Care Burden and Micro Human Capital Investment: An Empirical Study Based on CFPS Household Data [J].Economic Perspectives, 2016(12) ：61-74
[25] JIN W D, WANG P F, MAO Z G. The Effect of Urban Resident Basic Medical Insurance System on Cultural Consumption[J]. NanKai Economic Studies,2017(2)：23-40
[26] LI T, ZHU M L. Formal System, Informal System and Rural Households' Consumption Spending-A spatial econometric analysis based on the insurance and social network [J]. Insurance Studies, 2017(8)：4-18
[27] JIANG D C. Advanced Microeconomics [M]. Beijing: Peking University Press, 2015：50

家庭人力资本投资与商业保险保障

朱铭来　　乔丽丽

朱铭来
教授
南开大学金融学院
天津 300350，中国
Email: zhuml@nankai.edu.cn

乔丽丽*
博士生
南开大学金融学院
Email: 1120160714@mail.nankai.edu.cn

关键词: 商业保险；教育投入；人力资本

中文摘要. 本文从理论和实证两方面研究了商业保险对家庭人力资本投资的影响。结果显示商业保险支出对家庭人力资本投资存在U型关系，这表明在当期商业保险支出与人力资本投资都属于消费，对家庭人力资本投资有挤出效应，但是在长期商业保险主要发挥保险保障作用。稳健性检验进一步说明了商业保险对学校教育以外的创新型人力资本的投资（如艺术教育等）具有较好的促进作用。同时，我们也发现与商业保险、社会保险等保障性的制度相比，收入对家庭人力资本投资作用相对不显著，保障性的制度建设对人力资本投资的影响作用大于收入的作用。因此，鼓励商业保险发展不仅可以保障家庭防范风险，而且对于我国经济结构转型，改善劳动力结构具有重要的意义.

Chapter 6. Actuarial Science

Forecasting the Mortality of Chinese Population Based on Boosting

HAO Li, CHEN Ning

HAO Li
Professor
Research Center of Big Data and Statistics
Tianjin University of Finance and Economics
Tianjin 300222, China
Email: haoli66_2013@ 163.com

CHEN Ning *
Master Candidate
Department of Statistics
Tianjin University of Finance and Economics
25 Zhujiang Rd, Hexi District,
TianJin, China
Email: 1029829356@qq.com

Keywords: Lee-Carter model, Boosting, regression tree, weaknesses detection.

Abstract. China has entered an aging society. Constructing a stochastic mortality model to accurately predict mortality is the basis for quantifying longevity risks. But there are limited mortality sample data and exposures to risk in China, it reduces the credibility of the results estimated using existing models. It is of great significance to Find the weakness of the existing models and create a mortality model suitable for Chinese data. On the basis of Chinese male population mortality data, we apply the idea of Boosting to build a regression tree to detect the weaknesses of Lee-Carter model in China and proposes ideas for improvement. The results show that the Lee-Carter model does not account for cohort effects in fitting the mortality rate of Chinese male population. Because of the small number of exposures to risk, the Lee-Carter model overestimates the mortality rate of the elderly population to varying degrees. In modeling with Chinese male population mortality data, we need to consider adding cohort, economic and medical factors to the Lee-Carter model.

1. 引言

20世纪以来，世界各国都出现了人口死亡率都持续下降、平均寿命不断延长的趋势。这种死亡率的改善超过了大多数养老基金和寿险公司的预期，使得寿险公司年金产品的定价和养老成本的核算都产生了巨大的风险，我们将这种实际寿命高于预期寿命而产生的风险称为长寿风险。长寿风险不仅会对养老成本核算和医疗体系的发展产生严重的影响，对政府政策制定和社会保障体系完善也会产生一定的阻碍。为了较好的应对这些影响，需要对长寿风险进行量化和管理，其关键就是建立合适的死亡率模型，对未来的死亡率做出一个准确的预测。

一般来说，死亡率模型可以分为静态死亡率模型和动态死亡率模型，静态死亡率模型通过模型生命表来拟合分年龄死亡率的变动，但静态死亡率模型没有考虑死亡率随时间变动的不确定性，在死亡率的外推预测上存在很大的局限性。

Lee和Carter(1992)率先提出了死亡率动态建模的方法，他们将死亡率分解为年龄效应、时间效应和分年龄死亡率随时间改进效应，该方法由于参数少，易实现，结果稳定的特点，快速成为死亡率领域的应用最为广泛的方法，也就是我们现在所说的Lee-Carter模型。之后针对Lee-Carter模型存在的不足，各个学者对经典的Lee-Carter模型提出了变形和改进。Brouhns 等(2002a、2002b) 、Delwarde 等（2007）基于Lee-Carter 模型，提出了描述死亡人口数的泊松模型，放宽了残差项同方差的假设。Renshw和Haberman(2006)提出将出生队列纳入Lee-Carter模型中，反映了出生队列对年龄别死亡率的影响。Cairns，Blake and Dowd(2006) 针对较高年龄人群，提出了一个相对简洁的基于 Logistic 转换的双因素模型——CBD模型。Plat(2009) 对以往死亡率模型进行回顾和分析，在Lee-Carter模型中加入了CBD模型的生物特征，提出了Plat模型。之后，不同的学者对各种死亡率模型进行了定量或定性的比较分析，相关文献有 Cairns 等(2007) 、Cairns 等 (2011)、Haberman and Renshaw(2011)等，结果显示各个模型在不同的数据中表现的性能也有一定的差别。伴随机器学习技术的兴起，也有学者尝试将机器学习的技术应用于死亡率建模中，Deprez等（2017）提出用机器学习技术分析死亡率模型的缺点以及如何应用特征分量来找到改进死亡率模型的方向。

长寿风险同样引起了国内学者的关注。李志生、刘恒甲（2010）探讨了Lee-Carter模型对中国数据的适用性，并对比了奇异值分解法（SVD）、最小二乘法、加权最小二乘法(WLS) 和极大似然估计法等参数估计方法，对中国人口的平均预期寿命做出了区间估计。考虑中国数据多个年度数据缺失、连续年份数据较少和抽样造成的风险暴露数少的问题，国内学者进行了积极的探索。韩猛、王晓军（2010）针对中国死亡率数据缺失、年份较少的问题，通过一个双随机过程对Lee-Carter模型中的时间项进行建模。王晓军、任文东（2012）针对中国数据年份较少的问题，讨论了有限数据下中国人口死亡率预测模型。针对风险暴露数较少的问题，金博轶(2012）、胡世强（2015）讨论了使用贝叶斯MCMC方法对模型进行参数估计。尽管以上学者的研究均考虑了中国数据的特点，并在方法上提出改进，但主要是对模型的预测方法或参数估计方法进行了改进，忽略了模型本身存在的不足。为此本文应用Deprez等（2017）提出的方法，检测现有模型在应用于中国数据时存在的缺点，从而为创建适用于中国的死亡率模型奠定基础。

Lee-Carter模型是现在应用最为广泛的模型，国内很多学者的研究也是基于Lee-Carter模型进行的，因此本文也同样选取Lee-Carter模型作为基础模型来对中国的死亡率数据进行拟合。在Lee-Carter模型的基础上，采用Boosting的思想构建回归树来拟合Lee-Carter模型的偏差，透明的捕捉Lee-Carter模型在应用于中国数据时存在的缺点。并且通过拟合的回归树来分析如何基于个体的特征分量找到模型的改进方向，为创建适用于中国数据的死亡率模型奠定基础。

2．模型描述

2.1 Lee-Carter 模型

Lee-Carter模是Lee和Carter在1992年提出来的一个动态随机死亡模型，该模型由于其鲁棒性及其简单易实现性，快速成为死亡率领域中最具影响力的模型。模型将死亡率分解为年龄效应、时间效应和年龄改进效应，用公式表示为：

$$\ln(m\ (x,t)) = a_x + \beta_x k_t \tag{1}$$

其中，x 表示年龄，t 表示记录的日历年，通常是指时间间隔 $(t,t+1]$，$m(x,t)$ 为中心死亡率，表示 x 岁的人在 t 到 $t+1$ 年内死亡的概率；a_x 是分年龄人口死亡率自然对数的平均水平，反映各年龄死亡率的基本形状；k_t 反映了整体人口死亡率在时间t的变化水平；β_x 表示各年龄对死亡率变化的敏感程度。为了使模型参数估计的解是唯一的，Lee-Carter模型包含以下两个限制条件：

$$\sum_x \beta_x = 1, \sum_t k_t = 0 \tag{2}$$

在进行参数估计时，我们沿用Brouhns（2002）提出了死亡人数服从泊松分布的假设，认为死亡人数独立服泊松分布，公式表示为：

$$D(x,t) \sim Poisson(E(x,t)m(x,t)) \tag{3}$$

其中 $D(x,t)$ 表示在 t 到 $t+1$ 年内死亡的 x 岁的人数；$E(x,t)$ 表示在 t 到 $t+1$ 年内 x 岁人群的暴露数。利用极大似然法估计模型的参数，其对数似然函数可以表示为：

$$l(a,\beta,k) = \sum_{x,t}[D(x,t)(a_x + \beta_x k_t) - E(x,t)e^{a_x+\beta_x k_t}] + \text{constant} \tag{4}$$

运用牛顿迭代法估计得到各个参数的值。

我们认为Lee-Carter模型可以拟合主要的死亡率动态信息，其模型框架包括了年龄相关的基础部分，以及引起死亡率变动的动态部分。但考虑Lee-Carter模型可能存在对数据信息利用不完全的缺点以及中国数据其自身的缺陷，拟合的Lee-Carter模型时可能会存在一定的偏差。关于这部分偏差，文章通过初始化公式（3）来衡量，即：

$$D(x,t) \sim \text{possion}(\mu(x,t)\text{m}^{\text{LC}}(x,t)\text{E}(x,t)) \quad \text{其中 } \mu(x,t) \equiv 1 \tag{5}$$

其中 $m^{LC}(x,t)$ 表示Lee-Carter模型拟合的中心死亡率。根据我们的假设，若Lee-Carter模型准确的拟合出人口死亡率，则 $\text{m}^{\text{LC}}(x,t)\text{E}(x,t)$ 应等于死亡人数 $D(x,t)$，则 $\mu(x,t)$ 应该为1。反之，若Lee-Carter模型拟合的死亡率 $m^{LC}(x,t)$ 低估了原始的死亡率 $m(x,t)$，则 $\mu(x,t)$ 应该大于1；若Lee-Carter模型拟合的死亡率 $m^{LC}(x,t)$ 高估了原始的死亡率 $m(x,t)$，则 $\mu(x,t)$ 应该小于1。我们应用提升的思想，构建回归树以非参数的形式来拟合这部分偏差 $\mu(x,t)$。

2.2 回归树

2.2.1 特征空间

特征空间是指将原始数据转化为特征，从而实现对原始数据的高维映射。算法的成功依赖于数据的表达方式，通过参考文献，我们认为影响死亡率变动的因素包括性别、年龄和出生年份以及记录年的经济发展水平、医疗条件、人口教育程度、城镇化水平等

社会经济因素，因此我们考虑将回归树的特征空间设定为 $R=\{G,X,C,GDP,MED,EDU,U\}$，其中：

G 表示性别，其特征为 $G=\{female,male\}$

X 表示年龄，其特征为 $X=\{0,...,\omega\}$，其中 $\omega\in N$,表示极限年龄；

记录年与年龄的差值 C 表示出生队列，其特征为 $C=\{t_{\min}-\omega,...,t_{\max}-0\}$

记录年的经济发展水平用人均GDP表示，其特征为 $GDP=\{\mathrm{gdp}_{t_{\min}},...,gdp_{t_{\max}}\}$

记录年的医疗条件用每万人卫生人员数表示，其特征为： $MED=\{\mathrm{med}_{t_{\min}},...,med_{t_{\max}}\}$

记录年的人口教育程度用每十万人高中以上学校平均在校生人数表示，其特征为 $EDU=\{edu_{t_{\min}},...,edu_{t_{\max}}\}$

记录年的城镇化水平用城乡人口比表示，其特征为 $U=\{u_{t_{\min}},...,u_{t_{\max}}\}$

确定了特征空间后，我们运用回归树算法在选择的特征空间对 $\mu(x,t)$ 进行校准。

2.2.2 回归树构建

Classification and regression tree（CART）是Breiman等人在1984年提出的一种应用广泛的决策树学习方法。CART回归树是一个二叉分割树，它递归地二分每一个特征分量，将特征空间划分为多个有限的子区域。建立CART回归树通常需要以下步骤：

（1）输出准则：通常采用平方误差最小的准则来作为输出准则。即当输入空间的划分确定时，可以用平方误差 $\sum_{x\in R_m}(y_i-f(x_i))^2$ 最小来确定输出值。可以算出，单元 R_m 最优输出值为被解释变量 y_i 的均值，即 $f(x_i)=c_m=ave(y_i|x_i\in R_m)$ 。

（2）划分准则：假定选择特征j和特征值s进行划分，则s将j划分为两个子区域 $j_{左}$ 和 $j_{右}$ 。那么对于特征的选择及划分点的确定，我们采用启发式原则搜索，寻找使函数 $\phi(j,s)=\min_{j,s}\left[\min_{c_{左}}\sum_{x_i\in R_{左}}(y_i-c_{左})^2+\min_{c_{右}}\sum_{x_i\in R_{右}}(y_i-c_{右})^2\right]$ 最小的j,s作为划分特征和划分点。循环迭代，直到满足条件停止。

（3）树的大小：我们知道，CART算法是一个递归建树过程，如果不加控制，往往存在着数据过拟合的问题，因此我们需要对生成的树进行剪枝来处理数据过拟合的问题。剪枝可以分为预剪枝和后剪枝。预剪枝是通过设定某种标准来限制树的生长，但其具有一定的盲目性，可能导致树过早的停止生长。后剪枝，则是先生成一个完整的树，再根据某种标准剪掉不必要的分枝。本文选择后剪枝算法中的“代价复杂度剪枝”对回归树进行剪枝。

我们的目的是通过构建回归树来校准 $\mu(x,t)$，因此我们通过使用该算法中提供的泊松方法来构建一个泊松回归树得到估计量 $\hat{\mu}(x,t)$，我们将 $\hat{\mu}(x,t)$ 作为 $\mu(x,t)$ 的估计值来校准死亡率。之后我们用 $\hat{\mu}(x,t)$ 来提升Lee-Carter模型的死亡率：

$$\mathrm{m}^{\mathrm{tree}}(\mathrm{x})=\hat{\mu}(\mathrm{x},\mathrm{t})\mathrm{m}^{\mathrm{LC}}(\mathrm{x}) \tag{6}$$

将Lee-Carter模型与泊松回归树相结合，得出提升的死亡率 $\mathrm{m}^{\mathrm{tree}}(\mathrm{x},\mathrm{t})$ 。

3．实证分析

3.1 数据来源与处理

本文选择1994年到2016年全国男性0到90岁的死亡率、死亡人口数和风险暴露人口数数据来构建Lee-Carter模型，数据来自于1995年到2017年的《中国人口统计年鉴》。

为了更精确的了解Lee-Carter模型可能存在的缺点，本文采用单年龄分组。由于大部分统计年份的死亡率末组为90岁以上，因此本文设定极限年龄为90岁，对于1995年、2000年、2005年、2010年和2015年数据中90岁到100岁以上的数据进行合并处理。1996年数据的死亡率末组为85岁以上，本文用插值的方法对85岁的数据进行拆分。关于构建回归树的特征变量，本文选择与Lee-Carter模型相对应年份的数据，其均可以从《中国统计年鉴》直接查得。

对原始数据进行了上述处理之后，我们绘制了分年龄对数中心死亡率图。

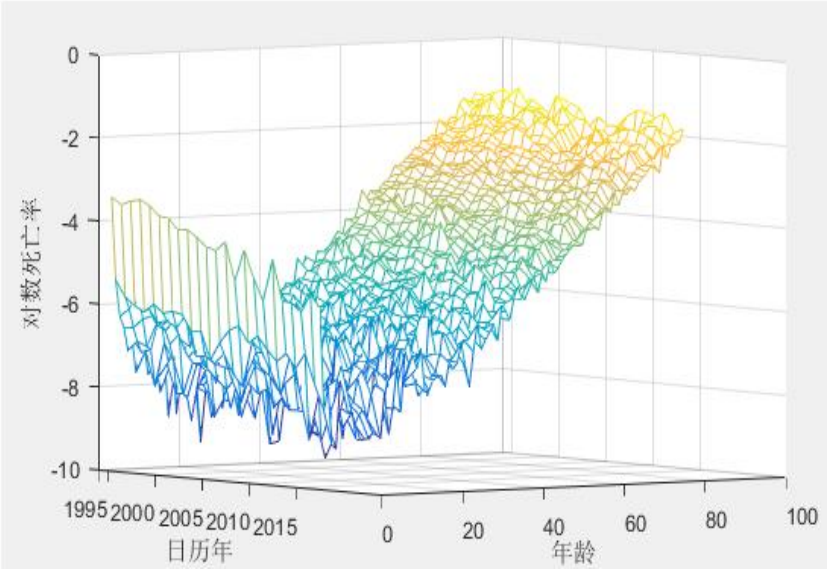


图 1 1994～2016 年 0～90 岁男性对数中心死亡率

从图1中可以看出，在不同年龄人口死亡率波动较大，这主要是由于我国数据抽样比例较小，风险暴露数不足所导致的。

3.2 模型拟合与比较

首先，我们拟合 Lee-Carter 模型，得到 Lee-Carter 模型拟合的中心死亡率 $m^{LC}(x,t)$，之后根据公式 2.5，结合得到的 $m^{LC}(x,t)$ 在特征空间拟合泊松回归树来校准 $\mu(x,t)$。拟合的回归树如图 2 所示：

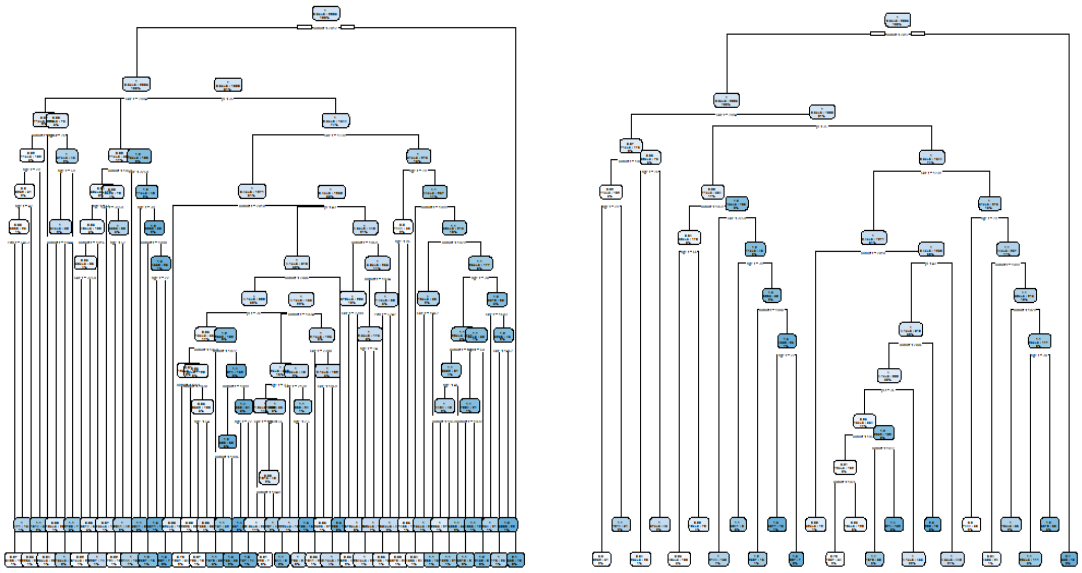


图 2 剪枝前后的泊松回归树（左图为剪枝前，右图为剪枝后）

我们用剪枝后的泊松回归树拟合得到 $\hat{\mu}(x,t)$，将其看作是 $\mu(x,t)$ 的估计值，根据公式（6）来提升 Lee-Carter 模型估计的死亡率。将拟合结果与中心死亡率的实际值进行比较，同时给出 Lee-Carter 模型拟合的结果，拟合效果对比图如图 3 所示。

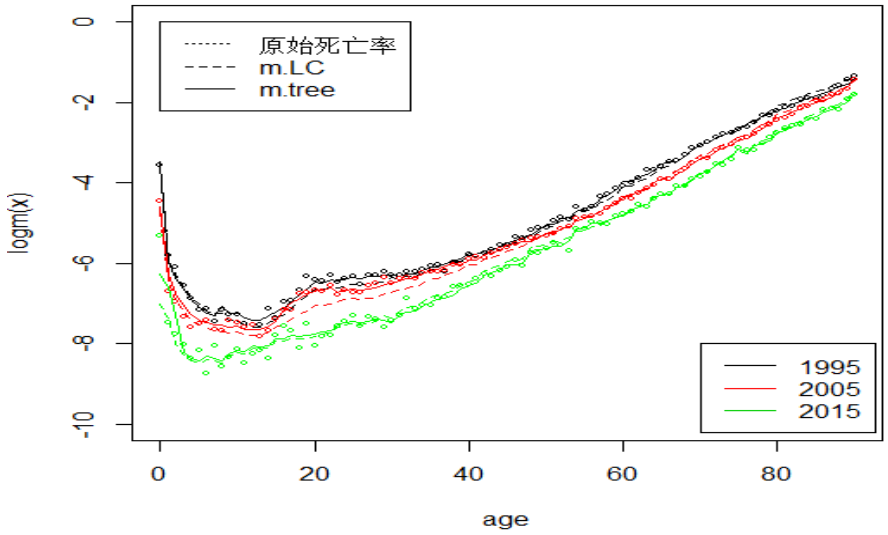


图 3 实际死亡率与拟合死亡率比较

从图3中我们可以看到，相比较原始Lee-Carter 模型拟合出的死亡率，通过泊松回归树提升后的模型拟合的死亡率 $m^{tree}(x)$ 更加接近于原始死亡率，说明泊松回归树较好的拟合了Lee-Carter模型的偏差，提高了Lee-Carter模型的拟合精度。

3.3 缺点检测

在上一节中，我们应用泊松回归树对Lee-Carter模型进行了提升，结果显示，提升后的模型比Lee-Carter模型拟合得到的死亡率更接近原始死亡率，这说明泊松回归树较好的捕捉了Lee-Carter模型在应用于中国数据时的缺点。在这一节中，我们考虑从泊松回归树的提升中来检测这部分缺点。我们考虑泊松回归树对原始Lee-Carter模型提升比例的相对变化程度，这部分相对变化程度用公式表示为：

$$\Delta\hat{m}(x)=\frac{m^{tree}(x)-m^{LC}(x)}{m^{LC}(x)}=\hat{\mu}(x)-1 \qquad (7)$$

为了更直观的观察到这部分改进，我们用python画出了这部分提升的相对变化，结果如图4所示：

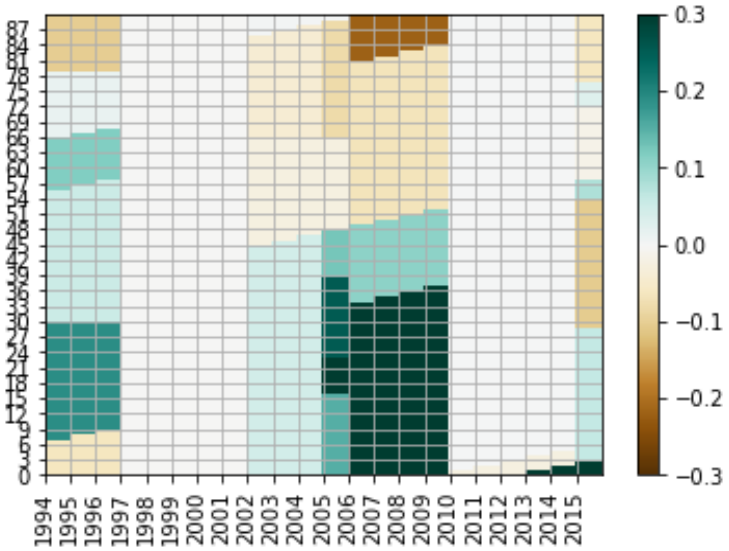


图 4 回归树提升

从图4中我们可以看到，泊松回归树在很多部分对Lee-Carter模型进行了校准，一个最主要的校准就是斜对角线的分割，这是由于算法对出生队列执行分割所导致的。另外我们发现，在高龄阶段 $\Delta\hat{m}(x)$ 均为负值，这表示Lee-Carter模型在不同程度上高估了高龄人口的死亡率，这可能与我国高龄人口调查数据较少，暴露人数较少有关。另外，从回归树的生成中我们可以看到，回归树生成过程中，对出生队列、代表经济发展水平的人均GDP和代表医疗水平的每万人卫生人员数进行了分割，这就意味着这些变量导致了拟合的一个实质性的改进，我们在建立模型时，需要考虑将这些变量加入到模型当中。

4. 结论与展望

本文在Lee-Carter模型的基础上应用Boosting思想构建泊松回归树，对Lee-Carter模型估计的偏差进行拟合，透明的捕捉Lee-Carter模型应用于中国数据时存在的缺点，找到了可能的改进方向。结果显示，提升后的Lee-Carter模型拟合效果要优于传统Lee-Carter模型，这说明Lee-Carter模型在拟合中国数据时确实存在一定的偏差。通过构建回归树，我们发现回归树在生成时对年龄、队列、经济水平和医疗水平等特征进行了分割，在提升图中表现为斜对角线的分割校准以及高龄人口不同程度的下调。因此在应用Lee-Carter模型来拟合我国的男性人口死亡率数据时，需要考虑到队列、经济水平和医疗条件的影响，关于队列方面，已经有相关的改进模型，如RH模型，但关于如何将经济水平和医疗条件加入到死亡率模型中，这将是下一步的研究方向。

本文选择了Lee-Carter模型来说明这一方法，主要是因为Lee-Carter模型是一个相对较为简单的模型，而且很多模型是基于Lee-Carter模型的扩展。但是，该方法同样可以应用于其他模型，用以检测其他模型可能存在的不足，进而提出改进的方法。同时本文只是提出了可能的改进思路，如何构建适用于中国的死亡率模型还需要进一步的研究。

致谢

本文为国家社会科学基金一般项目《基于大数据分析的城市社区养老模式研究》(15BRK002)的阶段性成果之一。

References

[1] DEPREZ P, SHEVCHENKO P V, WÜTHRICH M V. Machine learning techniques for mortality modeling[J]. European Actuarial Journal, 2017:1-16.

[2] RONALD D. LEE, LAWRENCE R. CARTER. Modeling and Forecasting U.S. Mortality[J]. Berkeley California University of California Institute of International Studies Program in Population Research Aug, 1992, 87(419):659-671.

[3] BREIMAN L, FRIEDMAN J H, OLSHEN R A, et al. Classi cation and Regression Trees[J]. Journal of the American Statistical Association, 1984, 81(393).

[4] BROUHNS N, DENUIT M, VERMUNT J K. A Poisson log-bilinear regression approach to the construction of projected lifetables[J]. Insurance Mathematics & Economics, 2002a, 31(3):373-393.

[5] BROUHNS N, DENUIT M, VERMUNT J K. Measuring the longevity risk in mortality projections[J]. Bulletin of the Swiss Association of Actuaries, 2002b:105-130.

[6] EILERS P H C, DELWARDE A, DENUIT M. Smoothing the Lee-Carter and Poisson log-bilinear models for mortality forecasting: a penalized likelihood approach[J]. Statistical Modelling, 2007, 7(1):29-48.

[7] CAIRNS A J G, BLAKE D, DOWD K. A Two‐Factor Model for Stochastic Mortality with Parameter Uncertainty: Theory and Calibration[J]. Journal of Risk & Insurance, 2006, 73(4):687‐718.

[8] RENSHAW A E, HABERMAN S. A cohort-based extension to the Lee‐Carter model for mortality reduction factors[J]. Insurance Mathematics & Economics, 2006, 38(3):556-570.

[9] CAIRNS A J G, BLAKE D, DOWD K, et al. Bayesian stochastic mortality modeling for two populations[J]. Astin Bulletin, 2011, 41(1):29-59.

[10] LI J. An application of MCMC simulation in mortality projection for populations with limited data [J]. Demographic Research, 2014, 30(1):1-48.

[11] 李志生, 刘恒甲. Lee—Carter 死亡率模型的估计与应用——基于中国人口数据的分析[J]. 中国人口科学, 2010, 2010(3):46-56.

LI Z S, LIU H J. Estimation and Application of the Lee-Carter Model: Based on Demographic Data of China [J]. Chinese Journal of Population Science, 2010.2010(3):46-56.

[12] 韩猛, 王晓军. Lee-Carter 模型在中国城市人口死亡率预测中的应用与改进[J]. 保险研究, 2010(10):3-9.

HAN M, WANG X J. Application and improvement of Lee-Carter Model in mortality projection of China′ s urban population [J]. Insurance Studies, 2010.

[13]王晓军, 任文东. 有限数据下 Lee-Carter 模型在人口死亡率预测中的应用[J]. 统计研究, 2012, 29(6):87-94.

WANG X J, REN W D. Application of Lee-Carter Method in Forecasting the Mortality of Chinese Population with limited data [J]. Statistical Research, 2012.

[14]金博轶. 动态死亡率建模与年金产品长寿风险的度量——基于有限数据条件下的贝叶斯方法[J]. 数量经济技术经济研究, 2012(12):124-135.

JING B Y. Dynamic Mortality Modeling and Measuring Longevity Risk of Annuity[J]. Journal of Quantitative & Technical Economics, 2012.

[15]胡仕强. 基于贝叶斯 MCMC 方法的我国人口死亡率预测[J]. 保险研究, 2015(10):70-83.

HU S Q, Finance S O. Mortality Projection of Chinese Population Using Bayesian MCMC Approach [J]. Insurance Studies, 2015.

[16]段白鸽. 动态死亡率建模与长寿风险量化研究评述[J]. 保险研究, 2015(4):35-50.

DUAN B G. A Research Review on Modeling Dynamic Mortality Rates and Quantifying Longevity Risks [J]. Insurance Studies, 2015.

[17]VILLEGAS A M, KAISHEV V K, MILLOSSOVICH P. StMoMo: An R Package for Stochastic Mortality Modelling [J]. Social Science Electronic Publishing, 2015.

[18]游允中, 郑晓瑛. 中国人口的死亡和健康:20 世纪 80 年代以来人口死亡水平、类型、原因和发展趋势[M]. 北京大学出版社, 2005.

YOU Y Z, ZHENG X Y. Mortality and Health of the Chinese Population Levels, Patterns, Causes and Trends since the 1980s[M].Beijing: Peking University Press,2005.

[19]李航. 统计学习方法[M]. 清华大学出版社, 2012.

LI H. Statistical learning method [M].Beijing: Tsinghua University Press,2012.

基于Boosting的中国人口死亡率预测模型研究

郝丽　陈宁

郝丽
教授
天津财经大学大数据统计研究中心
天津300222，中国
Email: haoli66_2013@ 163.com

陈宁*
硕士生
天津财经大学统计系
天津市河西区珠江道25号
Email: 1029829356@qq.com

关键词: Lee-Carter模型; Boosting思想; 回归树; 缺点检测

中文摘要. 构建随机死亡率模型准确的预测死亡率是量化长寿风险的基础。中国死亡率数据样本量较少、风险暴露数不足，这降低了现有模型估计结果的可信度。分析现有模型在应用于中国数据时存在的不足，创建适用于中国数据的死亡率模型具有重要的意义。本文选择了中国男性人口死亡率数据，运用Boosting思想构建回归树检验Lee-Carter模型在中国适用性，讨论Lee-Carter模型在应用于中国男性人口死亡率数据时存在的缺点，提出改进的思路。结果表明：在应用Lee-Carter模型拟合中国男性人口死亡率数据时，Lee-Carter模型忽略了队列效应的影响。由于中国数据暴露数不足的特点，Lee-Carter模型不同程度的高估了高龄人口的死亡率。在对中国男性人口死亡率建模时，我们需要考虑在Lee-Carter模型中加入队列、经济和医疗因素。

Study on the Relationship between Rural Households' Consumption Structure and Rural Credit in Hebei Province ----An Empirical Analysis Based on VAR Model

JI Xingyu

Department of Risk Management and Insurance.
Beijing Technology and Business University
No.11 Fucheng Road, Haidian District ,Beijing.
Email: 1259691232@qq.com

Key words：Living Consumption Structure; Rural Credit; Guarantees; VAR Model

Abstract. Since the reform and opening up, the per capita income of farmers in Hebei has kept increasing. In this context, increasing the number of rural credit institutions, easing the credit guarantee conditions, deepening the reform of the rural credit system, and improving the efficiency of rural credit and use will be effective ways to relieve the constraints of the farmers' credit, increase the income of farmers and improve the consumption level of the farmers, as well as to realize the great-leap-forward development of the rural consumer market in our province. In addition, the continuous improvement of farmers' income level and consumption level will provide broad space for the development of rural credit market. At the same time, it benefits the increase of farmers' income level and the promotion of the level of consumption to some extent; and the promotion of the farmers' consumption level has laid a material foundation for the development of the rural credit market.

In order to clarify the relationship between the two, based on the 1980-2016 years' time series data in Hebei Province, this paper adopts time series data. Before the regression analysis, the ADF method is used to test the stability of each variable, to avoid the phenomenon of pseudo regression in the model and to determine the single whole order, and then the Johansen long-term cointegration test is carried out to determine whether there is a co-integration relationship between the living consumption structure of farmers and the rural credit in Hebei. Secondly, VAR model is established to select a suitable lag stage, and the stability of the model is also investigated. Then, the Granger causality test is carried out to test whether there is a mutual influence between the variables, and whether or not each other can be a predictor of the change of another variable. Finally, through the impulse response and variance decomposition method, the dynamic changes of farmers' living consumption structure and rural credit are analyzed under the impact of each variable in the VAR model, and the contribution degree of the variables is also analyzed. The results show that there is no consistency between the living consumption structure of farmers and the long-term and short-term relationship between rural credits. In the long run, it is negative correlation, but in the short term it is the opposite, and the contribution of farmers' living consumption structure to rural credit is far greater than the contribution of the reverse situation. In order to realize the virtuous circle of the two, Hebei province should refine them from the aspects of enriching supply and demand subjects of rural credit, improving the rural credit and use efficiency, and relaxing the demand for the credit guarantee of consumer goods.

1．引言

改革开放以来，河北省农民人均收入持续增长，从 1980 年的年均收入 114.06 元增长至 2016 年的 12186.14 元；农村贷款量也不断增加，从 1980 年的 9.81 亿元增长至 2016 年的 10838.21 亿元，并不断完善信贷担保环境，在加快土地担保制度改革、开辟村镇政府担保新途径、推动农村联保小组建立等方面作出了努力，专门对优质龙头企业开展农业互助基金担保贷款业务。但看到这些成就的同时，农村信贷在推动农民消费升级过程中存在的问题也逐渐暴露，河北省农村地区信贷供需两不旺局面依然存在：农村信贷市场风险大、业务成本高、收益率低，信贷机构开拓农村市场动力明显不足，金融抑制现象严重；另一方面，河北省大部分农村地区消费水平偏低，2015 年和 2016 年，农民人均消费仅为 6490 元和 7023 元，与城镇居民的 17278 元和 17589 元还相差很远，再加上传统观念的影响，致使农民消费结构失衡，基础性生活消费依然处于主导地位，占总生活幸消费支出的 60%左右，如图所示[1]。农村居民消费结构升级受阻，与农村贷款和农民人均收入的快速增长形成巨大的反差。

在这样的背景下，增加农村信贷机构数量、放宽信贷担保条件、深化农村信贷体制改革、提高农村信贷投放和使用效率，将会成为解除农民信贷约束、增加农民收入、提升农民消费层次的有效方式，也是实现我省农村消费市场跨越式发展的突破口。另外，随着农民收入水平、消费层次的不断提升，也会为农村信贷市场发展提供广阔的空间。

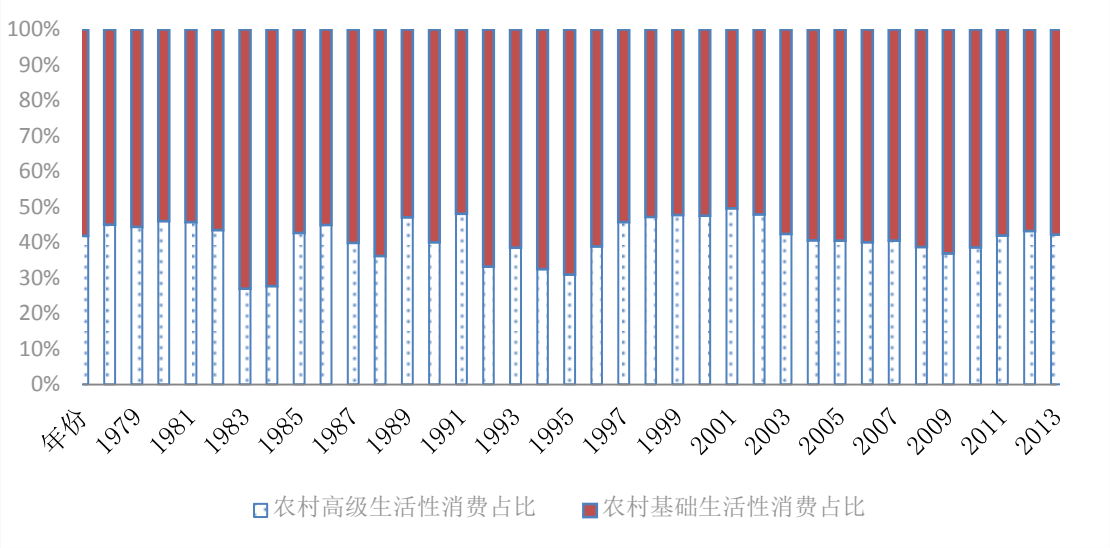


图 1 农民生活性消费结构占比图

2. 文献综述

关于农民消费水平与农村信贷关系的研究。表现在两个方面：（1）农村信贷对农民消费的影响。大部分学者认为农村信贷的增加有利于农民收入和消费水平的提升（Hander 等，2003；陈东等，2013；陈力朋，2015）[1-3]，但这种影响在短期内较为显著，长期来看有消退之势（Osborne，2005）[4]，并且也有学者指出，农村信贷对农民消费的支持，首先体现为对收入的影响，当对收入的影响达到一定程度时，才能对消

[1] 1 表示 2015 年河北省农村各月的消费情况，2 表示 2016 年河北省农村前 7 个月的消费情况。

费产生影响（Variyam，1996；Wooldridge，2001；尹学群，2011）[5-7]。也有部分学者认为农村信贷会抑制农民消费水平的提升（许崇正，2005；杜兴端，2011）[8-9]。究其原因，与农村陈旧的观念、农民收入的不确定性等因素有较大的关系，导致农民不敢超前消费（陈大章等，2000；艾厚福，2003）[10-11]。另外，郝爱民（2009）认为由于农村信贷发展缓慢，农民生产经营贷款难以实现，只好把大量的现金用于扩大生产，造成生活性消费现金紧缺，在很大程度上也抑制了消费[12]。（2）农民消费对农村信贷的影响。蔡浩仪等（2005）认为，农民储蓄对其消费具有一定的抑制作用，而农民储蓄又与农村消费信贷具有此消彼长的关系，所以，农民消费的增长，在某种程度上可以刺激农村信贷的发展[13]。但也有学者认为，农村居民消费对农村信贷的影响并不具有显著性，其间存在着较为复杂的交互作用（尹学群等，2011)[14]。

关于农民消费结构与农村信贷关系的研究。大部分学者研究的是农村信贷对农民消费结构的影响，Koester（1989）认为转型国家农村地区由于缺乏有效的金融市场体系，农村资金配置效率低下，因此，对农村消费结构优化具有一定的阻碍作用[15]。Kocher（1997）、Duong 等（2002）认为农村信贷以生产性借贷为主[16-17]，但杜文忠等（2012）通过对河北省农村消费信贷市场进行调研，却指出农民生活消费信贷需求非常旺盛，并以助学贷款和住房贷款为主[18]。杨志安等（2010）采用我国 2000 年、2005 年和 2008 年截面数据，利用 ELES 模型，比较了农村信贷对农民消费结构的影响，证明农村信贷的发展有利于较高层次消费的实现，但具有一定的时滞性[19]。郝亚玲等（2015）指出我国农村信贷与第二层次消费之间显著相关，且不存在地区差异性，但在第二层次消费结构内部，却表现出了差异性，东部地区农村信贷对文教、娱乐用品和服务支出的影响最强，而中西部地区农村信贷对交通和通讯支出的影响最强[20]。也有少部分学者研究了农民消费结构对农村信贷的影响（吴苏林等，2015）[21]，潘建伟（2010）认为虽然生活性消费信贷较之生产经营性信贷更能提振农村消费，但生活性消费借款越多，金融机构放贷的可能性却越小。

以往研究文献多集中于农民消费水平与农村信贷关系的研究，虽然也有文献涉足农民消费结构与农村信贷关系的研究，但多体现在与生产性、生活性消费结构的关系，很少涉及生活性消费结构内部的研究。在农村信贷规模不断扩大、信贷结构不断完善的基础上，与生活性消费结构（基本生活性消费、高级生活性消费）的关系可能会更加明确。因此，本文运用 VAR 模型分析方法，将样本限定于河北省范围内，系统分析了河北省农民生活性消费结构与农村信贷的联动关系。

3. 指标设计与模型建立

3.1 指标设计与数据来源

农民生活性消费结构。关于河北省农民生活性消费结构，本文用农村基本生活性消费支出与农村高级生活性消费支出之比来衡量，记为 n，为消除异方差，取自然对数，即 lgn。其中，农村基本生活性消费包括食品、衣服和住房消费（用于满足农民基本生活需求）；农村高级生活性消费是指除农村基本性生活消费支出以外的其他支出，包括家庭设备、医疗保健、交通通讯、娱乐以及其他服务消费等。

农村信贷。关于河北省农村信贷，本文用农村信贷总量来衡量，用于满足农村信贷消费需求，并取自然对数，记为 lgL，包括银行农业信贷、银行乡镇企业信贷、信用社信贷三项。

农民收入。农民收入水平直接影响了农民消费水平，进而可能会对生活性消费结构产生一定的影响，本文用农村居民人均可支配收入这一指标来衡量，并取自然对数，记为 lgI。

各变量基本统计量见表 1 所示[2]。

表 1　变量的描述性统计

变量	样本量	平均数	标准差	最小值	最大值
农民生活性消费结构	37	1.4804	0.4031	1.02	2.71
农村信贷（亿元）	37	1983.33	2977.30	2.81	10838.21
农民收入（元）	37	2553.01	2687.55	114.06	10186.14

3.2 模型建立与研究方法

3.2.1 模型建立

本文基于农民生活性消费结构和农村信贷的相关指标，主要研究了河北省生活性消费结构与农村信贷之间的关系，建立实证模型如下：

$$\lg n = \lambda + \sum_{i=1}^{n} \beta_{1i} \lg n_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \beta_{2i} \lg L_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \beta_{3i} \lg I_{t-i} + \varepsilon \quad (1)$$

其中，λ 为常数，β_{1i}、β_{2i}、β_{3i}分别为各变量的弹性系数，ε 为随机误差项。

3.2.2 研究方法

本文采用的是时间序列数据，在进行回归分析前，首先采用 ADF 方法，对各变量的平稳性进行检验，来避免模型中存在的伪回归的现象，并确定单整阶数，然后进行 Johansen 长期协整检验，明确河北省农民生活性消费结构与农村信贷之间是否具有协整关系；其次，建立 VAR 模型，选择一个合适的滞后期，同时考察模型的稳定性；再次，进行 Granger 因果检验，检验各变量之间是否存在相互影响，以及彼此是否可以作为另一变量变化的预测因子。最后，通过脉冲响应和方差分解方法来分析 VAR 模型内各个变量冲击下，农民生活性消费结构与农村信贷的动态变化，以及各变量的贡献度。

4. 农民生活性消费结构与农村信贷关系的实证分析

4.1 变量的平稳性检验

本文运用 Eviews8.0 软件，采用扩展的迪克—富勒检验（ADF 检验）对各变量的平稳性进行检验，各变量的单位根检验结果如表 2 所示：

表 2　单位根检验结果

变量	检验形式（C,T,L）	ADF 统计量	1%临界值	5%临界值	P 值	结论

[2] 本文的数据来自《河北省经济年鉴》、《中国金融统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、中经网、国研网、国家统计局。

△lgn	（C,0,1）	-3.6169	-3.6268	-2.9458	0.0103	平稳
△lgL	（C,0,1）	-0.7314	-3.6268	-2.9458	0.0000	平稳
△lgI	（C,0,1）	-5.2033	-3.6394	-2.9511	0.0001	平稳

注：△表示一阶差分，C,T,L 表示单位根检验方程中的常数项、趋势项、滞后阶数。

检验结果显示，在 5%的置信水平下，农民生活性消费结构、农村信贷、农民收入三个变量的一阶差分项均均通过了单位根检验，即符合一阶单整过程，记为 I（1）。

4.2 协整检验

上述三个变量的单位根检验结果符合 Johansen 协整检验条件，因此，对农民生活性消费结构、农村信贷、农民收入三个变量进行协整检验。结果如表 3 所示：

表 3　Johansen 协整检验结果

原假设	特征值	迹统计量	5%临界值	P 值	最大特征值	5%临界值	P 值
None*	0.6790	50.2099	29.7970	0.0001	39.7751	21.1316	0.0001
At most 1	0.1796	10.4348	15.4947	0.2488	6.9288	14.2646	0.4976
At most 2	0.0953	3.5060	3.8415	0.0611	3.5060	3.8415	0.0611

检验结果显示，迹统计量与最大特征值均拒绝了不存在协整关系的零假设，各变量之间至少存在一个协整关系，长期协整关系式如下：

$$\lg n = -0.1176 \lg L + 0.1657 \lg I \qquad (2)$$

（0.0534）（0.0996）

从协整方程可知，农民生活性消费结构与农村信贷呈负相关关系，说明长期来看，农村信贷的增加会使基本生活性消费与高级生活性消费的差距缩小，更有利于促进农民高级生活性消费的提高。可见，近年来，随着河北省村镇银行和农村资金互助社等新型信贷机构培育步伐的加快、农村信贷补贴政策的出台[3]，一方面，促使信贷机构放贷规模逐步扩大，为农民提供了更多的信贷机会，农民通过信贷改变当前生活状态的欲望增强，尤其成为了私家轿车等高级生活性消费普及的一个利好消息。另一方面，信贷机制日渐完善，信贷机构的信贷结构开始发生变化，由过去的以提供基本生活性消费信贷为主向以提供高级生活性消费信贷为主转变，因为对于后一种方式，获取的信贷利息收入更高、业务成本更低，客户关系也更为稳固。当然，这种理性的调整与农民消费结构、消费观念、消费方式的改变是密不可分的，随着农民收入水平的提升，对于高级生活性消费的需求增多，这也为信贷结构的转变奠定了坚实的物质基础。

长期来看，农民生活性消费结构与农民收入呈正相关关系，说明农民收入的增加使农民基本生活性消费与高级生活性消费的差距加大，更有利于促进农民基本生活性

[3] 例如 2009 年财政部印发《中央财政新型农村金融机构定向费用补贴资金管理暂行办法》的出台。

消费的提高。可见，随着河北省农村经济的稳步发展，农民收入水平不断提升，农民在生活性消费支出方面依然以基本生活性消费为主，将充裕资金更多的投向了基本生活性消费品质的提升，如对食品质量的要求、对衣服多样性的要求，提出改善居住环境的要求等，进而增加了基本生活性消费支出，而对于高级生活性消费的需求还存在一定的瓶颈。

4.3 建立 VAR 模型

因为变量之间存在 Johansen 协整关系，所以可以建立 VAR 模型，通过 Lag Length Criteria 得知，在判断滞后阶数的 5 种方法中，有 3 种均显示有 2 个滞后阶数，即最优滞后阶数为 2 阶，如表 4 所示。

表 4　最优滞后阶数选择

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-76.6368	NA	0.0217	4.6845	4.8192	4.7304
1	47.4788	219.0275	$2.50e^{-5}$	-2.0870	-1.5483	-1.9033
2	69.9098	35.6257*	$1.15e^{-5}$*	-2.8770	-1.9342*	-2.5556*
3	79.2590	13.1989	$1.17e^{-05}$	-2.8976*	-1.5508	-2.4383

注：*表示滞后阶数选择。

建立 2 阶 VAR 模型后，通过 AR Roots Gragh 得知，特征根均在单位圆内，小于 1，该 VAR 模型具有稳定性，如图 1 所示。

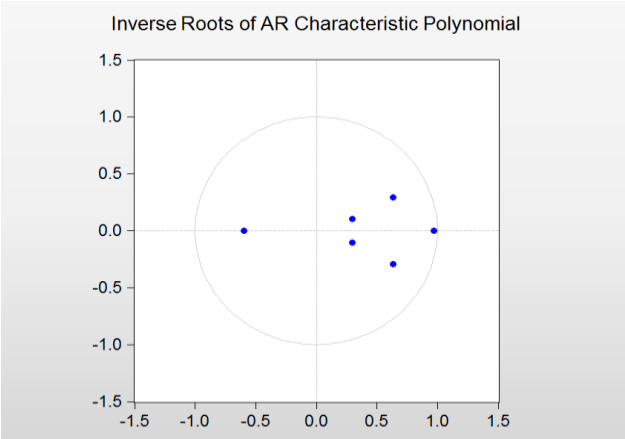


图 2　VAR 模型特征根位置图

4.4 Granger 因果检验

为了进一步验证农民生活性消费结构、农村信贷、农民收入三个变量间的因果关系，采用 Granger 检验进行分析，检验结果如表 5 所示。可见，选择了最优滞后阶数后，农民生活性消费结构、农村信贷、农民人均收入之间在 10%显著水平上均存在因果关系，说明他们之间具有相互影响，而这些变量间的内生关系也为 VAR 模型的构建奠定了基础，该 VAR 模型的构建是合理的。

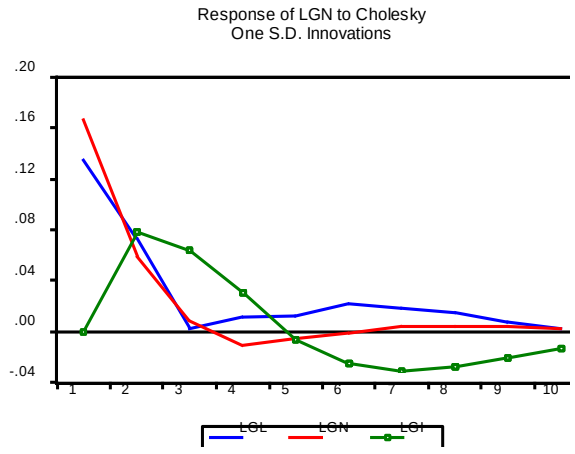
表 5　Granger 因果检验结果

变量组	原假设 H_0	最优滞后阶数	F 统计量	P 值	结论
lgn 与 lgL	lgn 不是 lgL 的 Granger 原因	2	1.60346	0.0978	拒绝
	lgL 不是 lgn 的 Granger 原因	4	2.49881	0.0694	拒绝
lgn 与 lgI	lgn 不是 lgI 的 Granger 原因	10	4.66921	0.0363	拒绝
	lgI 不是 lgn 的 Granger 原因	4	3.14322	0.0327	拒绝
lgI 与 lgL	lgI 不是 lgL 的 Granger 原因	1	8.67579	0.0059	拒绝
	lgL 不是 lgI 的 Granger 原因	2	2.93056	0.0688	拒绝

4.5 脉冲响应与方差分解

基于稳定的 VAR 模型，可以进行脉冲响应与方差分解分析，以便更加清晰地刻画农民生活性消费结构、农村信贷、农民收入之间的动态变化过程以及相互影响程度。

4. 5. 1 脉冲响应



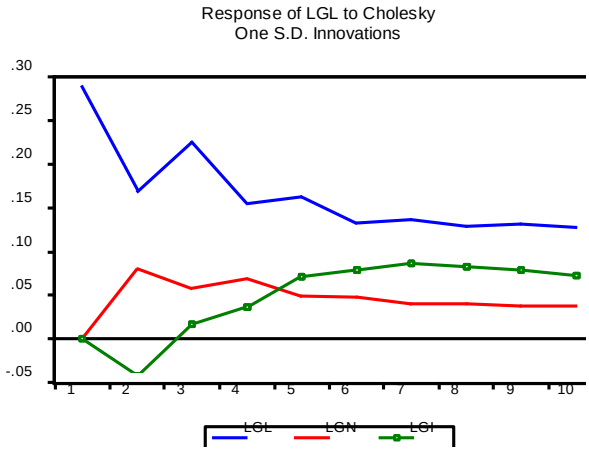


图 3　农民生活性消费结构对 VAR 模型变量的脉冲响应　　图 4　农村贷款对 VAR 模型变量的脉冲响应

脉冲响应函数描述的是 VAR 模型中的一个内生变量对于误差冲击的反应，即在该内生变量的随机误差项上施加另一个内生变量的标准差大小的外部冲击后，对当期值和未来值所带来的影响，能够直观地刻画出变量之间的动态关系。由图 3 可以看出，农民生活性消费结构作为反应变量，受农村信贷一个标准差冲击后，始终处于正值水平，表现为稳定的正向冲击。结合脉冲响应与协整关系可知，农民生活性消费结构与农村信贷的关系，从短期和长期来看，并不具有一致性，短期来看，农村信贷会拉大基本生活性消费与高级生活性消费的差距，而长期来看，农村信贷却会缩小二者的差距。这一矛盾的出现，可能源于农民收入水平提升的有限性和消费惯性，短期内，农民消费理念和消费方式很难改变，即使信贷机构信贷政策放开、放贷量增加，农民对于奢侈品的提前消费意识依然不强，而更多的还是侧重于基本生活性消费。同时，高

级生活性消费的不旺盛，必然促使信贷机构信贷结构发生倾斜，用于基本生活性消费信贷的增加速度更快，基本生活性消费更有利于促进信贷的增加。这也是农村信贷作为反应变量，受农民生活性消费结构变量一个标准差冲击后，表现为正向冲击的原因，如图 4 所示。但长期来看，随着农民自身收入水平的提升、农村信贷政策的完善、互联网金融的盛行，以及基准利率的不断下调，高级生活性消费信贷需求将会成为主流，农村信贷与农民生活性消费结构关系的长、短期门槛效应逐渐显现。

同样，农民生活性消费结构作为反应变量，受农民收入一个标准差冲击后，表现为 1 期滞后性，并在前 4 期处于正值水平，于第 2 期迅速增加达到峰值后下降，4 期之后却变为负值，直至约 10 期后收敛于 0，且正向关系更为明显，如图 3 所示，这与长期协整结论一致。说明整体上讲，随着农民收入的增加，虽然农民的消费层次有了一定的提升，但依然无法摆脱对于吃、穿、住等基本生活性消费的过度依赖，农民消费支出仍以基本生活性消费为主，并与高级生活性消费的差距拉大。另外，农村信贷作为反应变量，受农民收入一个标准差冲击后，也表现为 1 期滞后性，并仅在第 2 期出现了负向冲击，之后一直表现为正向冲击并缓慢收敛，如图 4 所示，这与长期协整结论一致，说明农民收入水平的提高与农村信贷额度的增加具有同步性，相互促进。一方面，随着农民收入的增加，消费水平也会逐步提升，借助信贷满足消费的欲望增强，进而带动消费信贷的发展。另一方面，农村信贷机构放贷能力的增强，使农民获得信贷的机会增多，通过信贷从事生产经营活动、教育投资等可以间接增加农民收入，形成良性循环。

在当期分别给农民生活性消费结构和农村信贷自身一个标准差冲击后，均会迅速引起各自当期值的显著增加，其中农民生活性消费结构曲线在前 3 期大幅度回落，之后缓慢减退，除第四期外，一直保持正向冲击。造成这一现象的原因与农民固有的消费结构以及新型的消费理念有关，受中国传统文化的深刻影响，量入为出在中国人民尤其是小农意识强烈的农村地区表现得尤为明显，知足常乐、无债一身轻的心理，影响着农村居民的消费模式，也制约着消费结构的变动。长期受“短缺经济”的困扰和思维定势影响，限制了农村居民在高级生活性消费方面的支出。但是，虽然短期冲击会大大刺激农村基本生活性消费结构的变动。但是，由于高级生活性消费需求一般具有刚性，农民对高级生活性消费资料，尤其是对奢侈品的欲望，会随着冲击的减弱而增强。

农村信贷受自身冲击的影响，一直也处于正值水平，但具有明显的波动性，说明农村信贷机制本身存在一定的缺陷，信贷政策的不明确、信贷监管的不到位、信贷程序的复杂化等，均会使信贷发展出现不稳定性。

4.5.2 方差分解

方差分解描述的是 VAR 模型中一个内生变量预测误差的方差由不同随机误差项冲击影响的比例，反映了未来一段时期内各随机误差项对某一内生变量的相对重要性。

从发展趋势来看，首先，农民生活性消费结构对农村信贷的贡献远远大于农村信贷对农民生活性消费结构的贡献，这说明农村信贷对农民生活性消费结构的依赖度要大于农民生活性消费结构对农村信贷的依赖度。可见，农村信贷市场的发展有赖于农民消费结构的升级，而农村信贷对于农民生活性消费结构变动的重要作用短期内还并未充分发挥，农村信贷体系尚待完善。其次，从农民生活性消费结构自身、农村信贷、农民收入对农民生活性消费结构的贡献度来看，在 10 期内，农民生活性消费结构自身因素的影响最大，农民收入的影响次之，农村信贷的影响最低，这可能是因为农村信贷体系存在严重的信贷约束，且资金外流现象严重，回流机制不健全造成的，并且农民“量入为出，勤俭持家”的消费观念已根深蒂固，所以农村信贷对于农民生活性消费结构冲击的短期解释力并不强。最后，从农民生活性消费结构自身、农村信

贷、农民收入对农村信贷的贡献度来看，除第 1 期受农村信贷自身影响最大外，在后 9 期，农民生活性消费结构因素的影响一直最大，农村信贷自身的影响次之，农民收入的影响最低，可见，改变农民生活性消费结构，在很大程度上可以刺激农村信贷的增长，信贷结构的变动应重点考虑农民生活性消费结构的变化。

表 6　农民生活性消费结构与农村信贷的预测方差分解

	lgn 的预测方差分解				lgL 的预测方差分解			
	S.E.	lgn	lgL	lgI	S.E.	Lgn	lgL	lgI
1	0.21	100.00	0.00	0.00	0.29	39.54	60.46	0.00
2	0.25	89.29	0.60	10.11	0.35	51.19	47.31	1.49
3	0.26	83.66	0.58	15.76	0.42	55.23	43.57	1.20
4	0.26	82.16	0.95	16.89	0.45	58.19	40.13	1.68
5	0.26	81.90	1.201	16.89	0.48	58.22	38.20	3.58
6	0.26	80.84	1.65	17.52	0.51	57.98	36.41	5.60
7	0.26	79.59	1.81	18.59	0.54	57.16	35.20	7.64
8	0.26	78.70	1.89	19.40	0.56	56.59	34.20	9.20
9	0.27	78.23	1.89	19.87	0.58	56.11	33.53	10.36
10	0.27	78.05	1.89	20.06	0.60	55.85	32.99	11.16

5. 结论及相关建议

5.1 结论

通过对河北省农民生活性消费结构与农村信贷的关系进行分析，可以得出以下三点重要结论：

1) Johnson 协整检验结果显示，农民生活性消费结构、农村信贷、农民收入这三个变量之间至少存在一个协整关系，且相互之间均具有 Granger 因果关系。

2) 从长期关系来看，农民生活性消费结构与农村信贷负相关，随着农村信贷的增加会降低基础生活性消费与高级生活性消费的比值，即基础生活性消费与高级生活性消费差距缩小；农民生活性消费结构与农民人均收入正相关，即随着收入水平的提升，农村基本生活性消费的增长速度依然大于高级生活性消费的增长速度，即基础生活性消费与高级生活性消费差距扩大。

3) 结合协整长期关系和脉冲短期关系分析，农民生活性消费结构与农村信贷的长、短期关系并不具有一致性，长期来看，农村信贷会缩小基本生活性消费与高级生

活性消费的差距，而短期来看正好相反。农民生活性消费结构与农民人均收入的长、短期关系则具有一致性。

4) 方差分解显示，农民生活性消费结构对农村信贷的贡献度远远大于农村信贷对农民生活性消费结构的贡献度。从各个变量对农民生活性消费结构的影响程度来看，农民生活性消费结构自身因素的影响最大，农民收入的影响次之，农村信贷的影响最低；从各个变量对农村信贷的影响程度来看，整体上讲，农民生活性消费结构的影响最大，农村信贷自身的影响次之，农民收入的影响最低。

5.2 政策建议

农民生活性消费结构与农村信贷之间具有双向调整关系，一方面，充分发挥河北省农村信贷对农民生活性消费结构的调节作用，不断扩大农村信贷规模和优化农村信贷结构，刺激农民消费层次升级，推动农民消费方式从基础性消费向高层次消费转变，从自我积累型向信用支持型转变。另一方面，在河北省农民收入、消费水平持续增长的前提下，培养农民新的消费观念，提升农民消费层次，也可以为推动农村信贷业务发展奠定基础。基于此，应从以下几方面作出努力：

1)丰富农村信贷供给和需求主体

第一，扩大农村信贷供给主体，支持民间资本参与发起设立村镇银行，支持符合条件的发起人设立服务“三农”的金融租赁公司，支持各种信贷机构加大对农村地区消费信贷产品的投放和创新力度，引导小贷公司、网贷机构、农民资金互助组织加大涉农投入。但在发展过程中应注意业务的规范性、制度建设的可行性和风险管理的科学性。

第二，扩大农村信贷需求主体，支持农民消费升级。首先，增加农民收入，可以通过加大农村信贷对农村基础设施建设的投放规模、加大农业科技创新力度、转变农民收入结构等方式来实现。其次，培养农民新型消费理念，可以在农村信贷机构的营业大厅增设介绍科学消费的书刊报纸，宣传消费信贷知识，让农民了解信贷的杠杆作用。最后，转变农民消费方式，借助于互联网金融，尤其是余额宝、网上银行、小额网贷、网络保险等平台的推广多方面引领农民消费升级，转变农民消费方式。

2)提高农村信贷投放和使用效率

第一，提高农村信贷投放效率，在各类农村信贷机构之间引入竞争机制，各类信贷机构可以通过市场化运作，视贷款者具体情况，采取差别化的贷款利率政策。同时，还要不断加快农村合作性信贷机构，尤其是农村信用社的“资金回流”机制建设，在城乡之间实行差异化的贷款利率政策。第二，完善农村借贷市场信息平台建设，使借贷双方信息更加透明化，一方面，可以定期发布各类信贷机构贷款政策，减少农民借贷的时间成本；另一方面，可以定期跟踪借贷农民资金使用情况，降低违约风险。并且根据信息平台推荐，可以逐步向信用状况良好、有稳定经济来源的农民推广不同额度的信用卡服务，方便农民消费。

3)放宽生活性消费品的信贷担保要求

在农民生活性消费信贷方面，应充分发挥小额信贷的作用，特别关注高级生活性消费的贷款发展，将成为农村信贷机构获利的增长点。为了刺激农民对高级生活用品的消费欲望，发展初期，信贷机构可以与大中型企业进行合作，对购买高级生活用品的农民提供低息或无抵押型小额贷款。担保服务条件也可以适当放宽，主要以收入水平和收入的可持续性等财务状况为信贷发放的依据，不管是农民自身，还是担保者，只要达到相应的财务标准即可放贷。

References

[1] HANDER A. Bloodless Medicine: Clinical Care without Allergenic Blood Transfusion [J]. Transfusion, 2003, 43(5):668–676

[2] OSBORNE T. Imperfect competition in agricultural markets: evidence from Ethiopia [J].Journal of Development Economics, 2005, 76(2):405-428

[3] VARIYAM J N. A Profit Latent Variable Model of Nutrition Information and Dietary Fiber Intake American Journal of Agriculture Economics. American Journal of Agricultural Economics, 1996, 78(3):628-639

[4] WOOLDRIDGE J M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data [M] Massachusetts Institute of Technology press. 2001(2):206-209

[5] KOESTER U, Financial Implications of The EC Set-aside Program[J].Journal of Agricultural Economics,1989,40(2):240-248

[6] KOCHER A. An Empirical Investigation of Rationing Constraints in Rural Credit Markets in India[J].Journal of Development Economics,1997,Vol53:339-371

[7] DUONG P B, IZUMIDA Y. Rural Development Finance in Vietnam: A Micro econometric Analysis of Household Surveys [J].World Development 2002, 30(2):319-335

[8] 陈东,刘金东.农村信贷对农村居民消费的影响——基于状态空间模型和中介效应检验的长期动态分析[J].金融研究, 2013(6):160-172

[9] 陈力朋,陈锦然. 农业信贷支持对农村居民消费支出的影响——基于省级面板数据的实证分析[J].西部论坛, 2015(2):17-24

[10] 尹学群,李心丹,陈庭强. 农户信贷对农村经济增长和农村居民消费的影响.农村经济问题，2011(5):21-27

[11] 许崇正,高希武.农村金融对增加农民收入支持状况的实证分析[N].复印报刊资料:农业经济导刊, 2005(9):156-156

[12] 杜兴端,杨少垒.农村金融发展与农民收入增长关系的实证分析[J].统计与决策，2011(9):120-122

[13] 陈大章.经济次发达地区农村消费信贷特点及制约因素[J].金融研究 2000（11）:133-134

[14] 艾厚福.农村消费信贷展业的难点及对策[J].黑龙江金融，2003（12）:133-134

[15] 郝爱民.农户消费决定因素：基于有序 probit 模型[J].财经科学,2009（3）:252-252

[16] 蔡浩仪,徐忠.消费信贷、信用分配与中国经济发展[J].金融研究，2005，（9）：63-75

[17] 尹学群,李心丹,陈庭强.农户信贷对农村经济增长和农村居民消费的影响[J],农业经济问题， 2011, 32(5):21-27

[18] 杜文忠,温振华,李婕琼,王运会.对河北省农村消费信贷市场的调查与思考[J].河北金融,2012(2):33-35

[19] 杨志安,王娜,张磊.中国农村居民消费热点培育问题研究—基于 ELES 模型[J].经济与管理研究,2010（12):23-29

[20] 郝亚玲,张树忠. 农村信贷对农村居民消费结构的影响——基于 31 个省份的实证分析[J]. 郑州航空工业管理学院学报,2015(3):82-87

[21] 吴苏林,王玥. 农村信贷消费结构和走势分析——基于对湖南省的调查[J].中国农村金融研究,2015(14):87-89

[22] 潘建伟.促进农村居民消费需求增长问题研究[J].消费经济,2010(2):3-6

河北省农民生活性消费结构与农村信贷关系研究
——基于 VAR 模型的实证分析

冀星宇

北京工商大学经济学院
北京100048，中国
电话：18801086545
Email: 1259691232@qq.com

关键词：生活性消费结构；农村信贷；担保；VAR 模型

中文摘要.改革开放以来，河北省农民人均收入持续增长，在这样的背景下，增加农村信贷机构数量、放宽信贷担保条件、深化农村信贷体制改革、提高农村信贷投放和使用效率，将会成为解除农民信贷约束、增加农民收入、提升农民消费层次的有效方式，也是实现我省农村消费市场跨越式发展的突破口。另外，随着农民收入水平、消费层次的不断提升，也会为农村信贷市场发展提供广阔的空间。同时在某种程度上有利于农民收入水平的增加、消费层次的提升；而农民消费层次的提升又为农村信贷市场的发展奠定了物质基础。

为了厘清二者的关系，本文基于河北省 1980-2016 年间的时间序列数据，本文采用的是时间序列数据，在进行回归分析前，首先采用 ADF 方法，对各变量的平稳性进行检验，来避免模型中存在的伪回归的现象，并确定单整阶数，然后进行 Johansen 长期协整检验，明确河北省农民生活性消费结构与农村信贷之间是否具有协整关系；其次，建立 VAR 模型，选择一个合适的滞后期，同时考察模型的稳定性；再次，进行 Granger 因果检验，检验各变量之间是否存在相互影响，以及彼此是否可以作为另一变量变化的预测因子。最后，通过脉冲响应和方差分解方法来分析 VAR 模型内各个变量冲击下，农民生活性消费结构与农村信贷的动态变化，以及各变量的贡献度。结果显示，农民生活性消费结构与农村信贷的长、短期关系并不具有一致性，长期来看，表现为负相关关系，而短期来看正好相反，且农民生活性消费结构对农村信贷的贡献度远远大于农村信贷对农民生活性消费结构的贡献度。为了实现二者的良性循环，提出河北省应从丰富农村信贷供给和需求主体、提高农村信贷投放和使用效率、放宽生活性消费品的信贷担保要求等方面进行完善。

Constant Dividend Barrier in Erland(2) Risk Model with ependence

JIN Boyi, DU Juan, PAN Rongrong

JIN Boyi
Associate Professor
School of insurance
Shandong University of Finance and Economics
Shandong jinan 250014, China
Email:20110983@sdufe.edu.cn

DU Juan
Associate Professor
School of insurance
Shandong University of Finance and Economics
Shandong jinan 250014, China
Email: dujuan9127@163.com

PAN Rongrong
School of insurance
Shandong University of Finance and Economics
Shandong jinan 250014, China
Email: 1625724150@qq.com

Abstract In this paper, We consider the Erland(2) risk model with a threshold dividend strategy and a dependence structure modeled by a Farlie–Gumbel–Morgenstern copula. The integro-differential equations and corresponding boundary conditions that satisfied by the Gerber–Shiu functions are derived and then solved. Finally, an explicit solution when the claim amounts are exponentially distributed is obtained and the effects of dependence parameter on ruin probability are investigated.

1. Introduction

The Dividend strategy was first studied by De Finetti (1957) for a binomial model. From then on, More general barrier strategies for a compound Poisson risk process have been studied by Paulsen and Gjessing (1997), Gerber and Shiu(1998), Albrecher and Kainhofer (2002), and Højgaard (2002). Recently, some authors generalized Dividend strategy in more general risk process, Jun(2011) consider a general levy

risk model with two-sided jumps and a constant dividend barrier, where they derive some explicit expressions for the Laplace transform of the ruin time. Tan and Yang (2012) consider the compound binomial risk model with interest on the surplus under a constant dividend barrier and periodically paying dividends.

In the classical risk model, claim amounts and inter-arrival times is always assumed independence, which is not well applicable from the practical point of view. In recent years, the dependence structure between inter-arrival times and claim sizes got more and more attention. Boudreault et al. (2006) consider a risk model with a reverse dependence structure where the distribution of the next claim size depends on the last inter-arrival time. Cossette et al.(2008) consider a dependence structure embedded via a generalized Farlie-Gumbel-Morgenstern copula between the claim amounts and the inter-claim time. Later on, Cossette et al.(2011) discuss the classical surplus process with a constant dividend barrier and a dependence structure between the claim amounts and the inter-claim times, where the defective renewal equation for the Gerber–Shiu function is obtained and solved. Yafeng Shi(2013) consider the compound Poisson risk model with a threshold dividend strategy and a dependence structure modeled by a Farlie–Gumbel–Morgenstern(FGM) copula, where the integro-differential equations satisfied by the Gerber–Shiu functions and the expected discounted dividend payments paid until ruin respectively are derived.

In this paper, we consider the Erland(2) risk model with a threshold strategy and dependence structure modeled by a FGM copula between claim amounts and inter-arrival times. The model is described in Section 2. Integro-differential equations for the Gerber–Shiu functions and related boundary conditions are derived and then solved in Section 3, 4 and 5. Finally, an explicit solution when the claim amounts are exponentially distributed in Section 6.

2. The Risk Model

Consider a classical risk model, surplus process $U=\{U(t),t\geq 0\}$ of a portfolio of insurance is described as following:

$$U(t)=u+pt-S(t) \tag{2.1}$$

where $u\geq 0$ is the initial surplus, p is the rate of premium income, and $S(t)=\sum_{i=1}^{N(t)} X_i$ denotes the total amount of claims. The random variable $\{X_j, j\in N^+\}$ corresponds to the amount of the jth claim with common distribution function denoted by F_X and probability density function denoted by f_X . The counting process $\{N(t),t\geq 0\}$ denotes the number of claims up to time t, where the i.i.d. inter-claim times $\{W_i,i\in N^+\}$ have a Erlang(2) distribution with probability density function (p.d.f.) f_W , cumulative distribution function (c.d.f.) F_W , and Laplace transform (LT) $\hat{f}_W$ where

$$\begin{aligned} &f_W(t)=\lambda^2 te^{-\lambda t},\\ &F_W(t)=1-e^{-\lambda t}-\lambda te^{-\lambda t},\\ &\hat{f}_W(t)=E\left[e^{-sW}\right]=\left(\frac{\lambda}{\lambda+s}\right)^2. \end{aligned} \tag{2.2}$$

The joint distribution of (X,W) is based on FGM copula which is defined by

$$C(u,v)=uv+\theta uv(1-u)(1-v), \tag{2.3}$$

For every (u,v) in $[0,1]^2$ .The joint c.d.f. $F_{X,W}$ of (X,W) is defined by

$$F_{X,W}(x,t) = C\left(F_X(x),F_W(t)\right) = F_X(x)F_W(t) + \theta F_X(x)\left(1-F_X(x)\right)F_W(t)\left(1-F_W(t)\right). \tag{2.4}$$

Therefore, the joint p.d.f. $f_{X,W}$ of (X,W) is given by

$$\begin{aligned} f_{X,W}(x,t) &= C\left(F_X(x),F_W(t)\right) f_X(x) f_W(t) \\ &= f_X(x) f_W(t) + \theta f_X(x)\left(1-2F_X(x)\right) f_W(t)\left(1-2F_W(t)\right) \\ &= f_X(x) f_W(t) + \theta k_X(x) k_W(t), \end{aligned} \tag{2.5}$$

where

$$\begin{aligned} k_X(x) &= f_X(x)\left(1-2F_X(x)\right), \\ k_W(t) &= f_W(t)\left(1-2F_W(t)\right). \end{aligned} \tag{2.6}$$

Let $U_b(t)$ be the surplus process with initial surplus $U_b(0)=u$ under a barrier strategy. The constant barrier strategy considered in this paper assumes that there is a horizontal barrier of level $b \geq u$ such that when the surplus reaches level b, dividends are paid continuously at rate p until a new claim occurs. Thus, $U_b(t)$ can be expressed as

$$dU_b(t) = \begin{cases} pdt - dS(t), & U_b(t) < b, \\ -dS(t), & U_b(t) = b. \end{cases} \tag{2.7}$$

Let $T_b = \inf\left\{t \middle| U_b(t)<0, \text{for } t>0\right\}$ be the time of ruin. The expected discounted penalty function is given by

$$m_b(u) = E\left[e^{-\delta T_b} w\left(U\left(T_b^-\right), \left|U(T_b)\right|\right) I(T_b<\infty) \middle| U(0)=u\right], \quad u \geq 0 \tag{2.8}$$

Where $\delta \geq 0$ is the force of interest, $\omega(u_1,u_2): N \times N_+ \to N$ is a non-negative bounded function, $U\left(T_b^-\right)$ is the surplus immediately prior to ruin, $\left|U(T_b)\right|$ is the deficit at ruin, I(·) denotes the indicator function.

3. Analysis of the Gerber–Shiu functions

The main purpose of this section is to derive an integro-differential equation for the expected discounted penalty function $m_b(u)$ which will be useful to derive an explicit solution for $m_b(u)$ in the next section. Throughout this paper, I denote by *I* and *D* the identity and the differentiation operators, respectively.

3.1 Integro-Differential Equation for $m_b(u)$

By conditioning on the time and the amount of the first claim, we have

$$\begin{aligned} m_b(u) = &\int_0^{\frac{b-u}{p}} \int_0^{u+pt} e^{-\delta t} m_b(u+pt-x) f_{X,W}(x,t)\,dx\,dt + \int_{\frac{b-u}{p}}^{\infty} \int_0^{b} e^{-\delta t} m_b(b-x) f_{X,W}(x,t)\,dx\,dt \\ &+ \int_0^{\frac{b-u}{p}} \int_{u+pt}^{\infty} e^{-\delta t} w(u+pt, x-u-pt) f_{X,W}(x,t)\,dx\,dt + \int_{\frac{b-u}{p}}^{\infty} \int_b^{\infty} e^{-\delta t} w(b, x-b) f_{X,W}(x,t)\,dx\,dt. \end{aligned} \tag{3.1}$$

With the p.d.f.(2.5) of (X,W), Eq. (3.1) becomes

$$\begin{aligned}
m_b(u) &= \lambda^2 \int_0^{\frac{b-u}{p}} \int_0^{u+pt} te^{-(\lambda+\delta)t} m_b(u+pt-x) f_X(x) dx dt \\
&\quad + \lambda^2 \int_{\frac{b-u}{p}}^{\infty} \int_0^{b} te^{-(\lambda+\delta)t} m_b(b-x) f_X(x) dx dt \\
&\quad + \lambda^2 \int_0^{\frac{b-u}{p}} \int_{u+pt}^{\infty} te^{-(\lambda+\delta)t} w(u+pt, x-u-pt) f_X(x) dx dt \\
&\quad + \lambda^2 \int_{\frac{b-u}{p}}^{\infty} \int_b^{\infty} te^{-(\lambda+\delta)t} w(b, x-b) f_X(x) dx dt \\
&\quad + \theta \int_0^{\frac{b-u}{p}} \int_0^{u+pt} e^{-\delta t} m_b(u+pt-x) k_X(x) k_W(t) dx dt \\
&\quad + \theta \int_{\frac{b-u}{p}}^{\infty} \int_0^{b} e^{-\delta t} m_b(b-x) k_X(x) k_W(t) dx dt \\
&\quad + \theta \int_0^{\frac{b-u}{p}} \int_{u+pt}^{\infty} e^{-\delta t} w(u+pt, x-u-pt) k_X(x) k_W(t) dx dt \\
&\quad + \theta \int_{\frac{b-u}{p}}^{\infty} \int_b^{\infty} e^{-\delta t} w(b, x-b) k_X(x) k_W(t) dx dt.
\end{aligned} \tag{3.2}$$

We define the following functions which will be used in the remainder of this paper.

$$\begin{aligned}
\omega_1(z) &= \int_0^z m_b(z-x) f_X(x) dx + \int_z^{\infty} w(z, x-z) f_X(x) dx, \\
\omega_2(z) &= \int_0^z m_b(z-x) k_X(x) dx + \int_z^{\infty} w(z, x-z) k_X(x) dx.
\end{aligned} \tag{3.3}$$

Given Eq. (3.3) and Letting $s=u+pt$, Eq. (3.2) becomes

$$\begin{aligned}
m_b(u) &= \frac{\lambda^2}{p} \int_u^{\infty} e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)} \left(\frac{s-u}{p}\right) \omega_1(s \wedge b) ds \\
&\quad + \frac{\theta\lambda^2}{p} \int_u^{\infty} e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)} \left(\frac{s-u}{p}\right) \left[2e^{-\lambda\left(\frac{s-u}{p}\right)} + 2\lambda\left(\frac{s-u}{p}\right) e^{-\lambda\left(\frac{s-u}{p}\right)} - 1 \right] \omega_2(s \wedge b) ds.
\end{aligned} \tag{3.4}$$

Theorem 3.1. *The expected discounted penalty function for Erland(2) risk model with a constant dividend barrier b satisfies the following integro-differential equation for* $0 \le u \le b$,

$$\alpha_3(D) \beta_2(D) m_b(u) = \frac{\lambda^2}{p^2} \alpha_3(D) \omega_1(u) + \frac{\theta\lambda^2}{p^2} \left[\alpha_3(D) - \gamma(D) \right] \omega_2(u), \tag{3.5}$$

Where

$$\begin{aligned}
\alpha_i(D) &= \left[\frac{(\delta+2\lambda)}{p} I - D \right]^i, \\
\beta_i(D) &= \left[\frac{(\delta+\lambda)}{p} I - D \right]^i, \\
\gamma(D) &= \frac{2\theta\lambda^2}{p^2} \left[\frac{(3\delta+4\lambda)}{p} I - 3D \right].
\end{aligned} \tag{3.6}$$

Proof. First, we take the derivative on both sides of (3.4) w.r.t. u yielding

$$\begin{aligned} m_b'(u) &= \frac{\lambda^2}{p}\left[\frac{\delta+\lambda}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_1(s\wedge b)ds - \frac{1}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_1(s\wedge b)ds\right] \\ &+ \frac{2\theta\lambda^2}{p}\left[\frac{\delta+2\lambda}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds - \frac{1}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_2(s\wedge b)ds\right] \\ &+ \frac{2\lambda\theta\lambda^2}{p}\left[\frac{\delta+2\lambda}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)^2\omega_2(s\wedge b)ds - \frac{2}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds\right] \\ &- \frac{\theta\lambda^2}{p}\left[\frac{\delta+\lambda}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds - \frac{1}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_2(s\wedge b)ds\right] \end{aligned} \tag{3.7}$$

Multiplying (3.4) by $\frac{\delta+\lambda}{p}$ to which we subtract (3.7) and obtain

$$\begin{aligned} \beta_1(D)\,m_b(u) &= \frac{\lambda^2}{p^2}\left[\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_1(s\wedge b)ds\right] \\ &+ \frac{\theta\lambda^2}{p^2}\left[\begin{array}{l}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left[2e^{-\lambda\left(\frac{s-u}{p}\right)} + 2\lambda\left(\frac{s-u}{p}\right)e^{-\lambda\left(\frac{s-u}{p}\right)} - 1\right]\omega_2(s\wedge b)ds \\ -2\lambda^2\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)^2\omega_2(s\wedge b)ds\end{array}\right], \end{aligned} \tag{3.8}$$

Similarly, applying the operator $\beta_1(D)$ again to both sides of Eq. (3.7) w.r.t. u yields

$$\begin{aligned} \beta_2(D)\,m_b(u) &= \frac{\lambda^2}{p^2}\omega_1(u) + \frac{\theta\lambda^2}{p^2}\omega_2(u) + \frac{2\theta\lambda^5}{p^3}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)^2\omega_2(s\wedge b)ds \\ &- \frac{6\theta\lambda^4}{p^3}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds, \end{aligned} \tag{3.9}$$

Then, applying the operator $\alpha_1(D)$ three times to both sides of Eq. (3.8) with respect to (w.r.t.) u leads to (3.6).

We remark that the inclusion of a dividend barrier in the integro-differential equation of expected discounted penalty function is the same as the integro-differential equation without dividend barrier (Jin, 2014).

4 . Boundary Conditions

A crucial step to derivate an expression for $m_b(u)$ is to find the boundary conditions to the integro-differential Eq. (3.5). It is easy to get the Theorem 4.1 by mathematical induction.

Theorem 4.1. *For $u \le b$, the derivatives of order n of $m_b(u)$ are as follows:*

$$
\begin{aligned}
m_b'(u) = {} & \frac{\lambda^2}{p}\left[\frac{\delta+\lambda}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_1(s\wedge b)ds-\frac{1}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_1(s\wedge b)ds\right] \\
& +\frac{2\theta\lambda^2}{p}\left[\frac{\delta+2\lambda}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds-\frac{1}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_2(s\wedge b)ds\right] \\
& +\frac{2\lambda\theta\lambda^2}{p}\left[\frac{\delta+2\lambda}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)^2\omega_2(s\wedge b)ds-\frac{2}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds\right] \\
& -\frac{\theta\lambda^2}{p}\left[\frac{\delta+\lambda}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds-\frac{1}{p}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_2(s\wedge b)ds\right]
\end{aligned}
\tag{4.1}
$$

If n>1,

$$
\begin{aligned}
m_b^n(u) = {} & \frac{\lambda^2}{p}\left[\begin{array}{l}\left(\frac{\delta+\lambda}{p}\right)^n\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_1(s\wedge b)ds \\ +\sum_{j=2}^n\frac{(j-1)(\delta+\lambda)^{j-2}}{p^{j-1}}D^{n-j}\omega_1(u) \\ -n\frac{(\delta+\lambda)^{n-1}}{p^n}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_1(s\wedge b)ds\end{array}\right] \\
& +\frac{2\theta\lambda^2}{p}\left[\begin{array}{l}\left(\frac{\delta+2\lambda}{p}\right)^n\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds \\ +\sum_{j=2}^n\frac{(j-1)(\delta+2\lambda)^{j-2}}{p^{j-1}}D^{n-j}\omega_2(u) \\ -\frac{n(\delta+2\lambda)^{n-1}}{p^n}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_2(s\wedge b)ds\end{array}\right] \\
& +\frac{2\theta\lambda^3}{p}\left[\begin{array}{l}\left(\frac{\delta+2\lambda}{p}\right)^n\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)^2\omega_2(s\wedge b)ds-\sigma(u) \\ -\frac{2n(\delta+2\lambda)^{n-1}}{p^n}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds \\ +\frac{n(n-1)(\delta+2\lambda)^{n-2}}{p^n}\int_u^\infty e^{-(\delta+2\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_2(s\wedge b)ds\end{array}\right] \\
& -\frac{\theta\lambda^2}{p}\left[\begin{array}{l}\left(\frac{\delta+\lambda}{p}\right)^n\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\left(\frac{s-u}{p}\right)\omega_2(s\wedge b)ds \\ +\sum_{j=2}^n\frac{(j-1)(\delta+\lambda)^{j-2}}{p^{j-1}}D^{n-j}\omega_2(u) \\ -n\frac{(\delta+\lambda)^{n-1}}{p^n}\int_u^\infty e^{-(\delta+\lambda)\left(\frac{s-u}{p}\right)}\omega_2(s\wedge b)ds\end{array}\right]
\end{aligned}
\tag{4.2}
$$

where

$$\sigma(u)=\begin{cases}\sum_{j=3}^{n}\dfrac{(\text{j-2})(j-1)(\delta+2\lambda)^{j-3}}{p^{j-1}}D^{n-j}\omega_2(u), & if\ n>2\\ 0, & else\end{cases} \tag{4.3}$$

$\left\{D^n, n\in Z\right\}$ *is an operator, if* $n\geq 1$, D^n *denotes the derivatives of order n of* $\omega_1(\cdot)$ or $\omega_2(\cdot)$, *if* $n=0$, D^n *denotes identity operator.*

Theorem 4.2. *The integro-differential (3.1) for* $m_b(u)$ *satisfies the following five boundary conditions:*

$$m_b(b)=\frac{\lambda^2}{(\lambda+\delta)^2}\omega_1(b)+\theta\lambda^2\left[\frac{2}{(\delta+2\lambda)^2}+\frac{4\lambda}{(\delta+2\lambda)^3}-\frac{1}{(\delta+\lambda)^2}\right]\omega_2(b), \tag{4.4}$$

$$m_b'(b)=0, \tag{4.5}$$

$$m_b^2(b)=\frac{\lambda^2(p-1)}{p^3}\omega_1(b)+\frac{\theta\lambda^2(p-1)}{p^3}\omega_2(b), \tag{4.6}$$

$$\begin{aligned}m_b^n(b)=&\frac{\lambda^2}{p}\left[-(n-1)\frac{(\delta+\lambda)^{n-2}}{p^n}\omega_1(b)+\sum_{j=2}^{n}\frac{(j-1)(\delta+\lambda)^{j-2}}{p^{j-1}}D^{n-j}\omega_1(b)\right]\\&+\frac{2\theta\lambda^3}{p}\left[+\frac{(n-2)(n-1)(\delta+2\lambda)^{n-3}}{p^n}\omega_2(b)-\sum_{j=3}^{n}\frac{(\text{j-2})(j-1)(\delta+2\lambda)^{j-3}}{p^{j-1}}D^{n-j}\omega_2(b)\right]\\&+\frac{2\theta\lambda^2}{p}\left[-(n-1)\frac{(\delta+2\lambda)^{n-2}}{p^n}\omega_2(b)+\sum_{j=2}^{n}\frac{(j-1)(\delta+2\lambda)^{j-2}}{p^{j-1}}D^{n-j}\omega_2(b)\right]\\&-\frac{\theta\lambda^2}{p}\left[-(n-1)\frac{(\delta+\lambda)^{n-2}}{p^n}\omega_2(b)+\sum_{j=2}^{n}\frac{(j-1)(\delta+\lambda)^{j-2}}{p^{j-1}}D^{n-j}\omega_2(b)\right],\end{aligned} \tag{4.7}$$

When n=3,4.

5 . A General Solution for $m_b(u)$

Theorem 5.1. A closed form expression for $m_b(u)$ is given by

$$m_b(u)=m(u)+\sum_{j=1}^{5}\sigma_j\upsilon_j(u)\qquad 0\leq u\leq b, \tag{5.1}$$

where $m(u)$ corresponds to the expected discounted penalty function without a dividend barrier as defined in Jin(2014). The constants $\sigma_1,\cdots\sigma_5$ are such that the system of linear equations in Theorem 6 holds.

Proof. From the theory of integro-differential equation，the solution to Eq. (3.6) with boundary conditions(4.4-4.7) can be expressed as a particular solution $m(u)$ (the Gerber-Shiu function in the absence of a dividend barrier) plus a linear combination of five linearly independent solutions $\left\{\upsilon_{i,\delta}(u), u\geq 0\right\}$ $i=1,\cdots 5$ to the following associated homogeneous integro-differential equation.

$$\left[\frac{(\delta+2\lambda)}{p}I-D\right]^3\left[\frac{(\delta+\lambda)}{p}I-D\right]^2\upsilon(u)=\frac{\lambda^2}{p^2}\left[\frac{(\delta+2\lambda)}{p}I-D\right]^3\int_0^u\upsilon(u-x)f_X(x)dx$$
$$+\frac{\theta\lambda^2}{p^2}\left[\left[\frac{(\delta+2\lambda)}{p}I-D\right]^3-\frac{2\theta\lambda^2}{p^2}\left[\frac{(3\delta+4\lambda)}{p}I-3D\right]\right]\int_0^u\upsilon(u-x)k_X(x)dx. \tag{5.2}$$

Take the L.T. on both sides of (5.2) yields

$$P_0\hat{\upsilon}(s)+\Sigma_{k=1}^5P_k\left[s^k\hat{\upsilon}(s)-\Sigma_{j=1}^k s^{k-j}\upsilon^{j-1}(0)\right]=$$
$$+\left[\frac{\lambda^2}{p^2}\alpha_3(s)\hat{f}_X(s)\hat{\upsilon}(s)-\Sigma_{k=1}^3Q_k\Sigma_{j=0}^{k-1}s^{k-1-j}D^j\times\int_0^u\upsilon(u-x)f_X(x)dx\right] \tag{5.3}$$
$$+\left[\frac{\theta\lambda^2}{p^2}(\alpha_3(s)-\gamma(s))\hat{\kappa}_X(s)\hat{\upsilon}(s)-\Sigma_{k=1}^3G_k\Sigma_{j=0}^{k-1}s^{k-1-j}D^j\times\int_0^u\upsilon(u-x)\kappa_X(x)dx\right],$$

where

$$P(D)=\left[\frac{(\delta+2\lambda)}{p}I-D\right]^3\left[\frac{(\delta+\lambda)}{p}I-D\right]^2=\Sigma_{k=0}^5P_kD^k, \tag{5.4}$$

$$Q(D)=\frac{\lambda^2}{p^2}\left[\frac{(\delta+2\lambda)}{p}I-D\right]^3=\Sigma_{k=0}^3Q_kD^k, \tag{5.5}$$

$$G(D)=\frac{\theta\lambda^2}{p^2}\left[\left[\frac{(\delta+2\lambda)}{p}I-D\right]^3-\frac{2\theta\lambda^2}{p^2}\left[\frac{(3\delta+4\lambda)}{p}I-3D\right]\right]=\Sigma_{k=0}^3G_kD^k, \tag{5.6}$$

$\hat{\upsilon}(s)$ Can be expressed as

$$\hat{\upsilon}(s)=\frac{\eta(s)}{\alpha_3(s)\beta_2(s)-\frac{\lambda^2}{p^2}\alpha_3(s)\hat{f}_X(s)-\frac{\theta\lambda^2}{p^2}\left[\alpha_3(s)-\gamma(s)\right]\hat{\kappa}_X(s)}, \tag{5.7}$$

where

$$\eta(s)=\Sigma_{k=1}^5P_k\Sigma_{j=1}^k s^{k-j}\upsilon^{j-1}(0)-\Sigma_{k=1}^3Q_k\Sigma_{j=0}^{k-1}s^{k-1-j}D^j\times\int_0^u\upsilon(u-x)f_X(x)dx$$
$$-\Sigma_{k=1}^3G_k\Sigma_{j=0}^{k-1}s^{k-1-j}D^j\times\int_0^u\upsilon(u-x)\kappa_X(x)dx$$
$$=\Sigma_{k=1}^5P_k\Sigma_{j=1}^k s^{k-j}\upsilon^{j-1}(0)-\Sigma_{k=1}^3Q_k\Sigma_{j=0}^{k-1}s^{k-1-j}\Sigma_{i=0}^{j-1}\upsilon^i(0)f^{j-1}{}_X(0) \tag{5.8}$$
$$-\Sigma_{k=1}^3G_k\Sigma_{j=0}^{k-1}s^{k-1-j}\Sigma_{i=0}^{j-1}\upsilon^i(0)\kappa_X^{j-1}(0).$$

In order to obtain the five linearly independent solutions $\upsilon_i(s)$ $i=1,\cdots5$ to the Eq. (5.7), we specify the initial condition as $\upsilon_i^j(0)=I_{\{j=i-1\}}$, $j=0,\cdots4$.

$$\hat{\upsilon}_i(s)=\frac{\eta_i(s)}{\alpha_3(s)\beta_2(s)-\frac{\lambda^2}{p^2}\alpha_3(s)\hat{f}_X(s)-\frac{\theta\lambda^2}{p^2}\left[\alpha_3(s)-\gamma(s)\right]\hat{\kappa}_X(s)} \tag{5.9}$$

where $\eta_j(s)$ is the specified expression of $\eta(s)$ when $\upsilon_i^j(0)=I_{\{j=i-1\}}$, $j=0,\cdots4$. We also observe that denominator of (5.9) corresponds to the Lundberg generalized equation (see Jin, 2014).

Using a similar argument as in Li&Garrido (2004a) and Cossette(2010), it is possible to show that the $\upsilon_i(s)$, for i=1,⋯5, are linearly independent.

6 . Explicit Solution with Exponentially Distributed Claim Amounts

In this section, we assume that the individual claim size follows an exponential distribution with p.d.f. $f_X(x)=\alpha e^{-\alpha x}$

$$k_X(x)=f_X(x)\left(1-2F_X(x)\right)=\alpha\left(2e^{-2\alpha x}-e^{-\alpha x}\right), \tag{6.1}$$

Then

$$f_X^*(s)=\frac{\alpha}{\alpha+s}, \tag{6.2}$$

$$k_X^*(s)=\frac{2\alpha}{2\alpha+s}-\frac{\alpha}{\alpha+s}, \tag{6.3}$$

Multiplying the numerator and the denominator of (5.9) by $(s+\alpha)(s+2\alpha)$ yields

$$\hat{\upsilon}_i(s)=\frac{\varsigma_{1,i}(s)}{\varsigma_2(s)}, \tag{6.4}$$

for i=1,⋯5, where

$$\varsigma_{1,i}(s)=(s+\alpha)(s+2\alpha)\eta_i(s), \tag{6.5}$$

$$\varsigma_2(s)=(s+\alpha)(s+2\alpha)\alpha_3(s)\beta_2(s)-\alpha\frac{\lambda^2}{p^2}\alpha_3(s)(s+2\alpha)-\frac{\theta\lambda^2}{p^2}\left[\alpha_3(s)-\gamma(s)\right]\alpha s. \tag{6.6}$$

As pointed out by Jin (2014), the polynomial $\varsigma_2(s)$ has five roots $\rho_1,\cdots\rho_5$, with $\Re(\rho_i)>0$ for i=1,⋯5, and two roots $-R_1,-R_2$ with $\Re(R_i)>0$ (we assume the roots $\rho_1,\cdots\rho_5$ and the roots $-R_1,-R_2$ distinct). Note that $\varsigma_{1,i}(s)$ is a 6th degree (or less) polynomial in s and $\varsigma_2(s)$ is a 7th degree polynomial in s, we use partial fractions to obtain

$$\hat{\upsilon}_i(s)=\Sigma_{j=1}^5\frac{\xi_j}{s-\rho_j}+\Sigma_{k=1}^2\frac{\zeta_k}{s+R_k}, \tag{6.7}$$

where

$$\xi_j=\frac{\varsigma_{1,i}(\rho_j)}{\Pi_{i=1,i\neq j}^5(\rho_j-\rho_i)\Pi_{h=1}^2(\rho_j+R_h)}, \tag{6.8}$$

$$\zeta_k=\frac{\varsigma_{1,i}(-R_k)}{\Pi_{j=1}^5(-R_k-\rho_j)\Pi_{i=1,i\neq k}^2(-R_k+R_i)}. \tag{6.9}$$

Inverting the Laplace transform of Eq. (6.7), for i=1,⋯5, leads to

$$\upsilon_i(u)=\Sigma_{j=1}^5\xi_j e^{\rho j u}+\Sigma_{k=1}^2\zeta_k e^{-R_k u} \tag{6.10}$$

For the numerical results, Let α=1 and the premium rate p=1.5, the constant dividend barrier b is fixed at 10. We assume $\omega(x,y)\equiv 1$ and $\delta=0$, then Laplace transform of $\hat{m}_b(s)$ reduce to ruin probability denoted by

ψ(s). I provide the analytic expressions of the time of ultimate ruin for an initial surplus u with different values of the parameter θ. (derived with Maple).

with $\theta=-1$:

$$\begin{aligned}\psi(u) &= 3.851\times10^{(-12)}exp(1.858u) - 7.329\times10^{(-7)}exp(0.9221u) + 2.595\times10^{(-6)} \\ &\quad - 0.0234/exp(2.086u) + 3.567\times10^{(-8)}exp(1.168u)cos(0.5694u) \\ &\quad - 3.499\times10^{(-8)}exp(1.168u)sin(0.5694u) + 0.2955/exp(0.698u),\end{aligned} \tag{6.11}$$

with $\theta=-0.5$:

$$\begin{aligned}\psi(u) &= 3.264\times10^{(-12)}exp(1.766u) - 2.886\times10^{(-7)}exp(0.9514u) + 5.398\times10^{(-7)} \\ &\quad -0.0133/exp(2.045u) - 8.957\times10^{(-9)}exp(1.201u)cos(0.458u) \\ &\quad -1.94\times10^{(-8)}exp(1.201u)sin(0.458u) + 0.2546/exp(0.7421u),\end{aligned} \tag{6.12}$$

with $\theta=0$:

$$\psi(u) = 4.956\times10^{(-10)}exp(1.184u) - 0.0001487exp(0.0968u) + 0.1855/exp(0.8145u), \tag{6.13}$$

with $\theta=0.5$:

$$\begin{aligned}\psi(u) &= 0.0178/exp(1.951u) + 0.1582/exp(0.8447u) - 4.052\times10^{(-6)} \\ &\quad +7.054\times10^{(-10)}exp(1.615u)cos(0.3532u) + 3.95\times10^{(-10)}exp(1.615u)sin(0.3532u) \\ &\quad -3.626\times10^{(-6)}exp(0.9499u)cos(0.1833u) - 5.834\times10^{(-7)}exp(0.9499u)sin(0.1833u),\end{aligned} \tag{6.14}$$

with $\theta=1$:

$$\begin{aligned}\psi(u) &= 0.0452/exp(1.904u) + 0.1031/exp(0.9018u) + 6.411\times10^{(-7)} \\ &\quad -6.544\times10^{(-7)}exp(0.8497u)cos(0.2123u) - 4.241\times10^{(-7)}exp(0.8497u)sin(0.2123u) \\ &\quad -1.042\times10^{(-11)}exp(1.72u)cos(0.4921u) + 1.009\times10^{(-11)}exp(1.72u)sin(0.4921u),\end{aligned} \tag{6.15}$$

The values taken by ψ(s) are depicted in Fig.1, we observe the following two results: (1) for a fixed value of the dependence parameter, ruin probability increase (decrease) as the initial surplus decrease (increase); (2) for a fixed value of the initial surplus, ruin probability increase (decrease) as the dependence parameter θ decrease (increase).

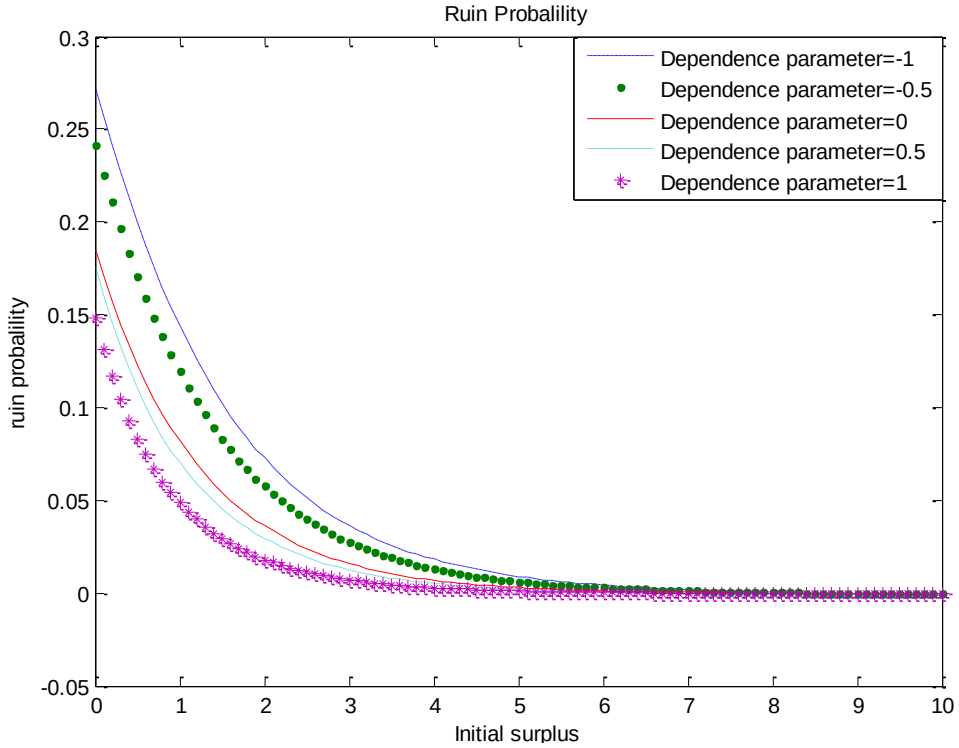


Fig. 1. Ruin probabilities for dependence parameter equal to -1, -0.5, 0 (independence), 0.5, and 1.

References

[1] PAULSEN J, GJESSING H K. Optimal Choice of Dividend Barriers for a Risk Process With Stochastic Return on Investments [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 1997, 20(3): 215-223.

[2] ALBRECHER H, KAINHOFER R. Risk theory with a nonlinear dividend barrier [J]. Computing, 2002, 68(4): 289-311.

[3] HØJGAARD B. Optimal dynamic premium control in non-life insurance. Maximizing dividend pay-outs [J]. Scandinavian Actuarial Journal, 2002(4): 225-245.

[4] LIN X, SHELDON E, WILLMOT, et al.The classical risk model with a constant dividend barrier: analysis of the Gerber-Shiu discounted penalty function [J]. Insurance: Mathematics and Economics. 2003, 33(3):551–566.

[5] TAN J, YANG X. The compound binomial model with a constant dividend barrier and periodically paid dividends [J]. Journal of Systems Science and Complexity, 2012, 25(1): 167-177.

[6] BO L, SONG R, TANG D, et al. Lévy risk model with two-sided jumps and a barrier dividend strategy[J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2012, 50(2): 280-291.

[7] BOUDREAULT, MATHIEU, et al. On a Risk Model with Dependence between Interclaim Arrivals and Claim Sizes [J]. Scandinavian Actuarial Journal, 2006, no.5,

pp.265-285.

[8] COSSETTE, HELENE, ETIENNE M, et al. on the Compound Poisson Risk Model with Dependence Based on a Generalized Farlie–Gumbel–Morgenstern Copula [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2008, vol.43, no.3, pp. 444-455.

[9] COSSETTE, HÉLÈNE, ETIENNE MARCEAU, et al. "Constant dividend barrier in a risk model with a generalized Farlie-Gumbel-Morgenstern copula [J]. Methodology and Computing in Applied Probability, 2011, vol.13, no.3, pp. 487-510.

[10] SHI, Y F, LIU PENG, ZHANG C S. On the compound Poisson risk model with dependence and a threshold dividend strategy [J].Statistics & Probability Letters, 2013, vol.83, no.9, pp. 1998-2006.

[11] COSSETTE, HÉLÉNE, ETIENNE MARCEAU, et al. Analysis of ruin measures for the classical compound Poisson risk model with dependence [J]. Scandinavian Actuarial Journal, 2010, no.3 , pp. 221-245.

[12] GERBER, HANS U, ELIAS SW SHIU. On the time value of ruin [J]. North American Actuarial Journal, 1998, vol.2, no.1, pp. 48-72.

[13] LI S, GARRIDO J. On a class of renewal risk models with a constant dividend barrier [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2004, 35(3): 691-701.

[14] JIN B Y. Erland(2) risk model with a Farlie-Gumbel-Morgenstern copula[Z], working paper.2014

Life Insurance Fund Portfolio Selection Based on Expected Utility-Entropy Decision Model

LIU Chao, YAO Qinghua

LIU Chao
Associate Professor
School of Mathematics and Systems Science and LMIB of the Ministry of Education
Beihang University
Beijing 100083, China
Email: statchao@buaa.edu.cn

YAO Qinghua
Graduate Student
School of Mathematics and Systems Science and LMIB of the Ministry of Education
Beihang University
Beijing 100083, China
Email:sy1709159@buaa.edu.cn

Keywords: Life Insurance Funds, Portfolio, Stock Selecting, The Expected Utility-Entropy Decision Model.

Abstract. The diversity of financial markets and the uncertainty of financial asset returns aggravate the investment risk of life insurance funds. According to the risk and related portfolio theory of life insurance fund investment, we suggest to use the EU-E risk decision-making model which combines expected utility and entropy. The research results show that the EU-E model selection of stock portfolio efficiency is obviously better than that of the second order stochastic dominant criterion and expected utility decision model. It is a kind of effective method of stock selection in life insurance funds investment decision field. This method not only improves the accuracy of risk measurement, but also helps people to have a deeper understanding of the nature of investment risk of life insurance funds, which has certain guiding significance for investment of life insurance funds. In addition, EU-E risk calculation is relatively simple and widely applicable.

1. 前言

近年来，我国保险行业保持了迅猛的发展形势。《中国保险年鉴》数据显示，伴随着20%以上的年增长率，我国原保险保费收入从2000年的1609亿元上升至2017年的36581亿元，与之相适应的，截止2017年12月，保险资金运用余额达到149206亿元。

承保业务和投资业务是保险业发展的两大支柱。由于保险资金中寿险资金占70%以上，而且寿险资金中期限在20年以上的长期资金占比达50%，这使得寿险资金较非寿险资金具有更好的投资价值。然而，伴随我国保险资产不断增长的情况，与之不相称的是保险资金运用投资的收益率低和“成本收益倒挂”的问题。根据保监会相关数据统计，截至2015年末，寿险行业15年以上的资产负债缺口超过3.3万亿元。2017年我国保险资金的投资收益率仅为5.77%，而发达国家保险资金投资运用的年均收益率在8%-12%之间。数据显示，我国保险公司只有达到7%的综合投资收益率才能保证其得到良性发展。因此，在当前投资业务逐步成为保险行业必不可少的利润增长点和国际公认的现代保险行业生命线时，面对金融市场和宏观经济的复杂环境，如何选择最优投资组合策略进行投资直接关系到投资的效率，成为寿险资金发展投资业务，实现寿险资金的保值增值以保证寿险公司的偿付能力必须解决的重要课题。

2. 寿险资金投资组合研究简述

目前大多数国内外学者都认为寿险资金投资是狭义的保（寿）险投资，即保（寿）险公司运用其掌握的资金进行投资活动的行为，主要投资渠道是金融市场。现代投资组合理论的产生以1952年Markowitz提出均值-方差模型为标志。[1]在金融机构的负债性被纳入投资组合选择模型的考虑范围后，投资组合理论和模型被越来越广泛的应用于金融机构的投资分析中。而随着对寿险公司投资特性的探究和分析被纳入考虑投资组合选择模型的考虑范围，寿险资金投资组合选择的相关理论和模型也开始发展起来。

对寿险资金投资的定量研究最早见于John D.Stowe（1978），他在研究寿险公司组合投资决策问题时提出一个关于寿险公司投资影响因素的假设，并设计了一个“可能性-约束模型”。Frankel（1981）将Markowitz的均值—方差理论运用于寿险资金投资，M.W.Luke Chan和Itzhak Krinsky（1988）对其模型做出了改进，从而将均值—方差理论成功地运用到寿险资金投资研究与实践领域。Goodfriend（1995）在研究保险公司的房地产投资时发现寿险公司在优化投资组合的过程中，还应该考虑承保风险、责任准备金的久期和质量、资产和负债的匹配、商业策略、财务弹性等因素。从国内的情况来看，戴稳胜（2004）提出了寿险公司资产负债管理模型的框架，系统探讨了影响寿险公司资产负债的风险因素，及其对寿险公司资产负债的影响路径。于立勇（2004）运用随机规划的方法，建立了一个用于寿险资金投资管理的模型。而在所有模型中，最为完整和成功的就是Frank Russell公司为日本 Yasuda（安田）火险及水险保险股份有限公司开发的基于多阶段随机规划的资产与负债管理的（Russell-Yasuda Kasai）模型。在满足公司长期财富增长的前提下，有尽可能高额的收入以支付储蓄型保单中的年利率。

虽然国外已经形成了一些较为成熟的模型，且已经付诸实践，但是，从我国寿险业和金融市场发展的现状来看，相关制度、运行体制、监管方式，甚至某些基本规律都与国外有所不同，因此，国外相关的方法与模型不能直接应用于我国的寿险资金投资组合选择实践，而国内学者的相关研究更多的是基于理论的探讨，尚未能与我国寿险业经营和管理的实践有效的结合起来。

相对于西方发达国家，我国的保险行业投资业务已经有了初步的投资规模。从2017年保险资金的资产配置情况来看，银行存款、债券、股基以及其他投资占比分别为

12.92%，34.59%，12.30%，40.19%。由此可见，当前我国保险资金主要投资于金融市场，其中投资于银行存款、债券、股基的比例接近60%。因此，与其他金融投资一样，寿险资金投资面临的风险主要包括系统风险和非系统风险。

虽然寿险公司的经营、寿险业的发展需要寿险资金的投资，但寿险资金的合理投资为寿险公司带来丰厚的收益的同时也往往伴随着风险。不合适的投资组合选择却可能会令寿险资金的投资蒙受损失，影响寿险公司的偿付能力。正如Jia and Dyer（1996）[2]所建议的，对风险行为的“风险性”的任何现实处理都必须解决财产的特质、主观性质。寿险业经营的负债性决定了寿险公司所收取的保费形成了寿险公司的负债性资金。寿险资金投资不仅要实现寿险资金的保值增值，更要保证寿险公司的偿付能力。

因此，考虑到我国寿险资金的来源和风险特征，结合寿险公司经营与监管的现实以及对投资风险的相容，本文立足我国金融市场的现状，希望选择既可以刻画寿险资金投资可能面临的风险，也可以刻画寿险资金投资需要的审慎态度的风险度量方法，在此基础上建立寿险资金投资的风险决策模型，并对我国寿险资金投资组合进行应用分析。

3. 寿险资金投资的EU-E风险决策模型

自从冯·诺依曼和摩根斯坦（1944）提出期望效用模型以来，人们已经开发了各种风险度量和决策模型，以便对风险下的决策提供更多的建议。迄今为止，对投资组合理论的研究主要在收益-风险占优和期望效用最大化这两个分析框架下进行。一般而言，这些研究的最终目标是以最小的风险暴露最大化预期回报。主要的最优策略选择准则包括：一是收益最大化；二是风险最小化；三是引入简单的风险和收益偏好函数以达到风险和收益均衡的目标；四是期望效用最大化准则，其中包括分别以收益率和财富值的均值和方差为自变量度量收益和风险；五是破产概率最小化准则。然而，采用这几类准则衡量寿险公司的最优策略存在一些不足：收益最大化和风险最小化割裂了风险和收益的内在联系；收益-风险均衡直观体现收益与风险的大小，但它把高于期望收益的收益部分也当作风险，这并非保险公司所期望的；而财富期望效用最大化准则不能体现风险的大小，甚至对于某些特殊效用函数（如指数效用函数），得到的最优投资策略与承保过程无任何关系；破产概率最小化准则只强调风险而不考虑收益，这与保险公司投资的本意不符。

3.1 寿险投资风险的EU-E风险度量

寿险资金投资组合选择的决策是一项与寿险公司和投资环境等密切相关的行为。从上述分析可知，衡量寿险资金投资的风险度量以及风险决策不仅要考虑收益或期望效用，更要度量股票收益的投资风险。

有关风险度量和风险决策的研究一直是管理和决策科学的热点研究方向。在风险决策的研究中，风险决策的准则对于决策结果起着决定性的作用。有关风险决策的重要理论和模型有:期望效用理论[3]、风险-价值模型[4]、相对风险-价值模型[5]等。其中，期望效用理论被普遍接受为规范化的风险决策模型和描述性决策模型。然而，期望效用理论是没有考虑风险行动的风险度量方法，实证研究结果表明期望效用理论在很多情况下不能够作为风险行动的描述性模型。[6]2005年，杨继平等将信息熵引入风险型决策理论中，提出了风险行动的期望效用-熵（EU-E）风险度量和基于该风险度量的风险决策模型[7]。后来杨继平等（2014）借鉴Golan et al.（1996）提出的归一化熵的概念[8]，进一步将EU-E改进为标准化的EU-E风险度量和相应的决策模型[9]。该模型克服了传统期望效用理论（von Neumann J，Morgenstern O，1944）[3]存在的部分缺陷，解释了著名的M.Allais悖论[10]。EU-E模型将决策者的偏好和风险的度量相容，在一定条件下可以解决不能用均

值-方差模型合理解决的风险型决策问题，也适合寿险投资活动的风险度量和相应的风险决策。

在本文中，我们主要采用改进的EU-E模型。

定义1 给定一般决策分析模型$G=(\Theta,A,u)$，行动$a\in A$，自然状态$\theta\in\Theta$。假设在行动空间中存在至少两个行动，并且在状态空间中分别存在至少两个状态；决策者的效用函数$u(x)$是单增的。如果$\max_{a\in A}\{|E[u(X(a,\theta))]|\}$非零，则EU-E在采取行动$a$时的风险度量定义如下：

$$R(a)=\lambda H_a(\theta)/\ln(n)-(1-\lambda)E[u(X(a,\theta))]\Big/\max_{a\in A}\{|E[u(X(a,\theta))]|\} \tag{1}$$

其中，$X(a,\theta)$表示采取行动a时对应于状态θ的结果；$H_a(\theta)$表示其相应状态分布的Shannon熵；折衷系数λ取值在[0,1]之间。该定义提供了决策者对行动风险直观感知的度量，它是归一化期望效用和归一化Shannon熵的加权线性平均值。

对于寿险投资来说，折衷系数λ反映了寿险投资决策者对股票选择的主观期望效用与选择的股票的不确定性之间的权衡，这是寿险资金投资决策者特有的风险态度。当决策者更关注于投资股票的保值即更关注股票的不确定性时，则λ接近1。如果所有股票选择的期望效用相同，则行动的风险度量由它们的熵决定，此时我们令$\lambda=1$。当决策者希望期望效用的影响更大时，则λ接近0；如果决策者希望获得期望效用的完全影响，那么$\lambda=0$；如果股票的自然状态都具有相同的分布，那么这些状态的熵是相同的，此时我们令$\lambda=0$。

3.2 寿险资金投资的EU-E风险决策模型

基于EU-U风险度量可以给出EU-U决策模型，它是决策者偏好的一种表示。

定义2 对于给定的一般决策分析模型$G=(\Theta,A,u)$，行动$a_1,a_2\in A$，$R(a_1),R(a_2)$分别表示a_1和a_2的风险的EU-E度量。如果$R(a_1)<R(a_2)$，则在EU-E风险度量的意义上，行动a_1优于行动a_2，由$a_1\succ a_2$表示；如果$R(a_1)\le R(a_2)$，则行动a_2不优于a_1，由$a_1\succ a_2$表示。

从EU-U决策模型来看，决策者倾向于采用较低的EU-U风险度量标准。此外，我们还可以通过EU-E风险度量对行动空间中的所有行动进行升序排序，其中风险越小越好。即使对于同一组行动，不同的人可能对它们有不同的风险态度和不同的顺序。EU-E风险度量的定义符合这些需要。

下面我们以股票投资为例进行论述。我们假设寿险资金投资决策模型可以概括为$G=(\Theta,A,X)$，其中$A=\{a_1,a_2,...,a_m\}$是投资股票的集合，$\Theta=\{\theta_1,\theta_2,...,\theta_m\}$是状态空间，$u(x)$是寿险公司的效用函数。

假设一个寿险公司计划从m只股票中选出k只股票进行组合投资，记购买第i只股票S_i的行动为$a_i(i=1,2,...,)$。不妨收集这m只股票过去l天的收益率数据，记为$r_{i1},r_{i2},...,r_{il}(i=1,2,...,m)$。设$a=\min_{1\le i\le m}\{r_{i1},r_{i2},...,r_{il}\}$，$b=\max_{1\le i\le m}\{r_{i1},r_{i2},...,r_{il}\}$，将区间$[a,b]$分成$n$个小区间：$[r_0,r_1),[r_1,r_2),...,[r_{n-1},r_n]$，其中$a=r_0<r_1<...<r_n=b$，记$\theta_j=[r_{j-1},r_j)(j=1,2,...,n)$。由历史数据可以得出股票$S_i$在过去$l$天中收益率落在小区间$\theta_j=[r_{j-1},r_j)$的频率$\rho_{ij}$以及落在此小区间内收益率的均值$\bar{x}_{ij}(j=1,2,...,n)$。

记股票S_i的收益率落在小区间θ_j的概率为p_{ij}。根据*Bernoulli*大数定律，股票S_i的收益率落在小区间θ_j的频率ρ_{ij}依概率收敛于p_{ij}。这样，当收集的数据（即l）足够多时

可用频率 ρ_{ij} 估计概率 p_{ij}。此外，用小区间 θ_j 内收益率历史数据的均值 $\bar{x}_{ij}$ 作为该股票在此区间未来收益率的推测，则 $\bar{x}_{ij}$ 出现的概率为 ρ_{ij}。

在以上数据预处理之后，投资决策问题就转化为风险决策问题 $G=(\Theta, A, u)$, 其中 $A=\{a_1, a_2, ...a_m\}$ 为行动空间, $\Theta=\{\theta_1, \theta_2, ...\theta_n\}$ 为状态空间, 采取行动 a_i 在状态 θ_j 的情况下的收益值为 $\bar{x}_{ij}$，采取行动 a_i 对应的状态 θ 的概率分布为 $\{\rho_{ij}\}$ $i=1, 2, ..., m$; $j=1, 2, ..., n$。

根据定义1，得到寿险资金购买股票 S_i 的风险为

$$R(a_i)=-\lambda\sum_{j=1}^{n}\rho_{ij}\ln\rho_{ij}-(1-\lambda)\sum_{j=1}^{n}[u(\bar{x}_{ij})\rho_{ij}]/\max_{1\le i\le m}\{|\sum_{j=1}^{n}u(\bar{x}_{ij})\rho_{ij}|\} \quad (2)$$

投资者可以根据该公式计算购买各股票的风险, 按照风险值由小到大的顺序对这些股票进行排序, 从中选择风险值最小的几只股票构造组合。

4. 寿险资金运用的股票选择

4.1 样本股票与股票收益率概率分布

本文将EU-E投资决策模型应用于保险资金投资组合的股票选择。考虑到计算量和分析的代表性，我们收集了1998年4月-2018年5月（包括4882个交易日）沪市原上证30指数的25只成分股（其中5只股票已退市，此处不予考虑）收益率数据，希望从25只成分股中选取一组成分股来构造有效投资组合。2002年7月上海证券交易所对原上证30指数进行调整，变更为上证180指数，入选的个股均是一些规模大、流动性好、行业代表性强的股票，它们综合反映上海证券市场最具市场影响力的一批优质大盘企业的整体状况。我们选择的25只股票中有15只仍然包含在其中。我们分别用 S_i（i=1, 2, . . . , 25）来表示这25种组分股票，其股票名称及代码如表1所示。

表1 上证成分股名称及代码对照表

代号	股票代码	股票名称	代号	股票代码	股票名称	代号	股票代码	股票名称
S1	600009	上海机场	S10	600643	爱建股份	S19	601398	工商银行
S2	600058	五矿发展	S11	600649	城投控股	S20	601336	新华保险
S3	600068	葛洲坝	S12	600663	陆家嘴	S21	600839	四川长虹
S4	600072	中船股份	S13	601288	农业银行	S22	601601	中国太保
S5	600000	浦发银行	S14	600690	青岛海尔	S23	601628	中国人寿
S6	600100	同方股份	S15	600702	沱牌舍得	S24	601169	北京银行
S7	600104	上汽集团	S16	600016	民生银行	S25	600887	伊利股份
S8	600115	东方航空	S17	600036	招商银行			
S9	600642	申能股份	S18	601328	交通银行			

我们首先得到每一个组成股票的每日收益率，计算公式为：

$$r_{it}=100\times\ln\frac{p_{it}+D_{it}}{p_{i(t\text{-}1)}} \quad (3)$$

其中 r_{it} （i=1,2,. . .,25; t=1,2,. . .,4882）是股票 S_i 在第t个交易日的回报， p_{it} 和 D_{it} 分别表示股票 S_i 在第t个交易日的收盘价和股息。

每只股票的日回报率在[-14.84%,46.29%]内，其中-14.84%和46.29%分别是所有股票回报率中的最小值和最大值。然后，我们将每只股票的日收益率变化分成10个子区间：[-14.84%,-8.72%），[-8.72%, -2.61%），[-2.61%, 3.50%），[3.50%, 9.62%）， [9.62%, 15.73%），[15.73%, 21.84%），[21.84%, 27.96%），[27.96%, 34.07%），[34.07%, 40.18%），[40.18%, 46.29%）， 用 $\theta_1,\theta_2,...,\theta_{10}$ 分别表示这些子区间。设股票 S_i 在所选的4882天中收益率落在区间 θ_j 的频率为 ρ_{ij}，均值为 $\bar{x}_{ij}$ （j=1,2,… ,10）。在实际应用中，鉴于区间 θ_j 间隔很小，$\bar{x}_{ij}$ 由区间中点来近似。通过汇总计算我们得到这25只样本股票的概率分布，如表2所示。基于表2的概率分布，可以计算每只股票的投资不确定性 $H_a(\theta)$ 。

表2 上证成分股各样本概率分布

区间	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8	θ_9	θ_{10}
区间均值	-0.118	-0.057	0.004	0.066	0.127	0.188	0.249	0.310	0.371	0.432
S1	0.0031	0.0670	0.8783	0.0488	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S2	0.0109	0.1260	0.7659	0.0825	0.0147	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S3	0.0076	0.0901	0.8331	0.0590	0.0102	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S4	0.0141	0.1309	0.7526	0.0817	0.0205	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S5	0.0084	0.0830	0.8458	0.0539	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S6	0.0098	0.1174	0.7808	0.0776	0.0143	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S7	0.0045	0.0973	0.8277	0.0627	0.0078	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S8	0.0090	0.0987	0.8124	0.0653	0.0143	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
S9	0.0051	0.0746	0.8679	0.0459	0.0066	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S10	0.0094	0.1182	0.7849	0.0731	0.0143	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S11	0.0074	0.0797	0.8533	0.0520	0.0076	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S12	0.0080	0.0995	0.8179	0.0602	0.0141	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
S13	0.0049	0.0940	0.8277	0.0662	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S14	0.0051	0.0828	0.8464	0.0590	0.0068	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S15	0.0100	0.1225	0.7747	0.0811	0.0115	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000
S16	0.0088	0.1215	0.7808	0.0764	0.0123	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
S17	0.0072	0.1028	0.8179	0.0623	0.0096	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S18	0.0129	0.1315	0.7591	0.0817	0.0147	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S19	0.0096	0.1020	0.8124	0.0655	0.0104	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S20	0.0082	0.1065	0.8073	0.0688	0.0092	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S21	0.0082	0.0922	0.8347	0.0526	0.0123	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S22	0.0074	0.1032	0.8111	0.0701	0.0080	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
S23	0.0092	0.0912	0.8259	0.0580	0.0158	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S24	0.0043	0.0823	0.8558	0.0524	0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
S25	0.0057	0.0930	0.8300	0.0664	0.0047	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

在使用EU-E模型选择股票之前，需要确定寿险资金投资者的效用函数$u(x)$。由于寿险资金投资更在乎投资安全和稳健性，我们基于Kahneman和Tversky前景理论[6]选择了以下S型效用函数[11]来表征寿险资金投资的效用：

$$u(x)=\begin{cases} G(x) & x\geq 0 \\ -kG(-x) & x<0 \end{cases} \tag{4}$$

其中$G(\cdot)$在$(0,+\infty)$是增函数且严格凹，且$G(0)=0$，即收益为0时的效用函数$u(x)$等于0。我们以0收益作为参考点，因此收益量化了与参考点的偏差。此外，$k\geq 1$反映了损失方面的效用值变化比收益方面更大，这意味着大多数投资者对收益的风险厌恶，对损失的风险追求。特别地，指数效用通常用于经济学和决策分析（例如，Bouakiz和Sobel（1992）[12]，Chen et al.（2007）[13]）。因此，基于上述性质，我们采用如下指数S型效用函数：

$$u(x)=\begin{cases} 1-e^{-x} & x\geq 0 \\ -k(1-e^{x}) & x<0 \end{cases} \tag{5}$$

此处我们选择了k=1.1≥1。我们注意到将$u(x)$在零附近用Taylor级数近展开，当回报小时效用函数趋于近似线性，这意味着投资者在回报小的情况下趋于风险中性。Rabin（2000）证明了当赌注很小时人们几乎处于风险中性。[14]

4.2 基于EU-E投资决策模型的股票选择

我们首先给定λ值，计算了每只股票的EU-E风险度量，按照每只股票的EU-E风险度量升序排列这些股票。然后，让λ值在0-1之间变化，得到对应于不同的λ值而具有最低EU-E风险度量的股票组合。为了方便，我们用字母Q表示选择得到的股票集合。Alexeev和Dungey（2015）的研究表明平均而言，投资者能够使用10只股票的等权重组合分散90%的非系统风险，而不管使用的数据频率或考虑的时间段如何[15]。因此，对于不同的λ值，我们每次选择10只具有最低EU-E风险度量的股票构造股票组合，见下表3。

表3 对应不同λ值的5个股票集合和二阶随机占优准则选择的股票集合

股票集合	λ值	选择的10只股票代码									
Q_1	0	S_1	S_{14}	S_{23}	S_9	S_{13}	S_8	S_{11}	S_{24}	S_3	S_5
Q_2	0.2	S_1	S_{14}	S_{23}	S_9	S_{13}	S_8	S_{11}	S_{24}	S_3	S_5
Q_3	0.5	S_1	S_{14}	S_{23}	S_9	S_{13}	S_8	S_{11}	S_{24}	S_3	S_5
Q_4	0.8	S_1	S_9	S_{14}	S_{11}	S_{13}	S_{23}	S_5	S_{24}	S_3	S_{25}
Q_5	1	S_1	S_9	S_{24}	S_{11}	S_{14}	S_5	S_{25}	S_7	S_{21}	S_3
R	—	S_{18}	S_{15}	S_{16}	S_4	S_2	S_{20}	S_{10}	S_{17}	S_{19}	S_{21}

在表3中，第一列给出了我们得到的6组不同的股票组合Q_i或R，其中前5种对应于5个不同的λ值，第6组是基于二阶随机占优准则得到的股票集合R。第二列表示得到股票集合Q_1, Q_2,……,Q_5的折衷系数λ的相应取值。第三列给出了包括在集合Q_i或R中的10个股票代码。例如，当折衷系数$\lambda=0.2$时，集合Q_2包括股票S_1、S_{14}、S_{23}、S_9、S_{13}、S_8、S_{11}、S_{24}、S_3、S_{25}。表3显示，虽然λ取值有变化，但是股票集合Q_1, Q_2,……,Q_5里重复

的股票达到8只，特别地，当λ取值为0、0.2和0.5时，10只具有最低EU-E风险度量的股票都是相同的。此外，EU-E模型与二阶随机占优准则选择的股票几乎都不相同，仅Q_5和R里重复了股票S_{21}。

4.3 EU-E模型与期望效用模型、二阶随机占优准则的比较

根据Alexeev和Dungey（2015）的研究，我们每次选取10只股票，以有效分散90%的非系统性风险。于是我们利用EU-E投资决策模型得到5个股票集合。此外，还利用二阶随机占优准则得到1个股票集合。注意到，当$\lambda=0$时获得的股票集合Q_1，实际上与使用期望效用准则获得的集合Q_1相同。

由于每个股票集合可以通过改变股票的权重来组成无数个投资组合，因此不同股票集合组成的投资组合将呈现出不同的投资组合有效前沿。为了简化比较，我们仅在禁止卖空的情况下比较由这6个集合组成的投资组合的有效前沿。图1给出了这些投资组合的有效前沿，其中有效前沿对应于不同的股票集Q_1, Q_2,……,Q_5和R，Q_{all}具有相应的颜色，其中Q_{all}表示选择所有股票。

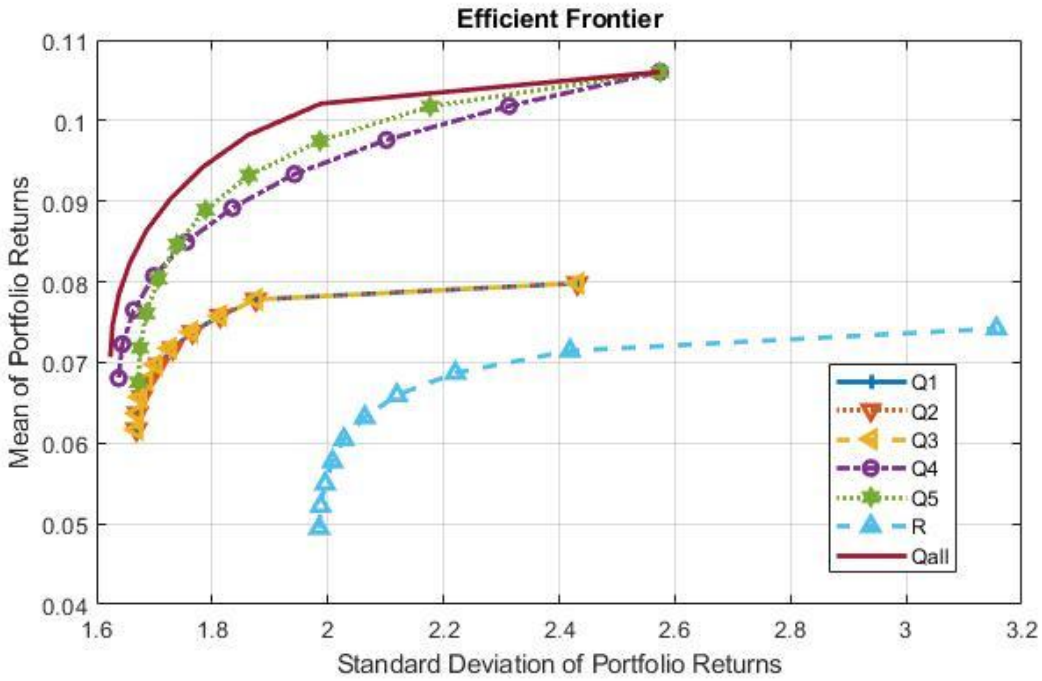


图1 基于EU-E模型、二阶随机占优准则以及全部股票得到的7个投资组合的有效前沿面

由图1可见，利用有效股票集合R进行组合的有效前沿完全位于利用有效股票集合Q_1, Q_2,……,Q_5进行组合的有效前沿的下方，尤其是标准差在2.4以下时，表现得更为显著。由此可知，利用EU-E决策模型对股票 筛选比二阶随机占优准则更加有效。

进一步来看EU-E所选择的5组股票集合。由于股票集合Q_1，Q_2,Q_3选择的股票完全一致，因此Q_1,Q_2,Q_3组成的投资组合的有效前沿完全一致。实际上Q_1是EU-E模型中当$\lambda=0$时的特殊情况。对于λ较小甚至接近零时，投资者选择股票更关心的是期望效用，而不是股票收益的不确定性。同样地，当考虑均值-方差有效投资组合时，因为它忽略了股票的不确定性，这可能导致效率损失。

与使用股票选择集Q_1,Q_2,Q_3组成的投资组合的有效前沿相比，当λ等于0.8或1时得到的股票集合Q_4和Q_5组成的投资组合的有效前沿具有固定风险的较大回报，或者具有固定回报的较低风险。因此，对于λ的较大值，我们得到了更有效的投资组合。图1还显

示Q_4和Q_5各自选择的10只股票组合的有效前沿都与所有股票样本的有效前沿几乎相同。在固定风险下，Q_4和Q_5各自选择的10只股票组合的预期回报率几乎相同。

因此，我们可以得出结论，当λ大于0时，EU-E决策模型在股票选择中的表现不劣于EU模型。进一步地，当λ大于0.5时，EU-E决策模型显著优于EU模型。这说明寿险资金在进行股票选择时，不仅需要考虑期望收益，更需要考虑股票的不确定性。如果忽略股票的不确定性，我们可能面临效率损失，特别是对于预期回报率较低的投资组合，如果在股票选择过程中使用较大的λ值，我们可以获得风险低得多的投资组合。因此，如果在股票选择过程中使用接近1的较高λ，则股票回报的不确定性将有更多的权重，而股票回报的期望效用在选择过程中将较少受到关注。在这种情况下，股票选择过程较好地体现了寿险资金投资关注的安全性，尽可能减少股票选择的不确定性，确保选择不确定性较低的股票。

5. 结论

本文将EU-E决策模型应用于原上证30的25只成分股的选择，在分散90%非系统性风险的原则下利用EU-E模型选择了不同λ值下的10只股票，通过比较了几种投资组合对不同折衷系数λ的效率，发现用较大λ值选择的股票集合构造的投资组合比用较小λ选择的投资组合更有效，特别地，当λ等于0时，股票选择集相当于使用期望效用模型选择的10只股票。此外，我们还发现对较大的λ值选出的10只股票组合的有效前沿与所有样本股票的有效前沿几乎相同。

研究结果表明，在寿险投资风险决策中，将投资者关注的期望效用和投资结果的客观不确定性相结合是衡量寿险投资风险行为的一种合理方法。EU-E决策模型在保证寿险资金投资效率的前提下确保选择不确定性较低的股票，选择的股票组成的投资组合的效率明显优于只把期望效用作为唯一的决策因素所选择的结果。而且，与二阶随机占优准则相比，EU-E决策模型可略去二阶随机占优方法中繁琐的两两股票之间占优比较的工作，而只需计算购买单只股票行为的风险值，然后加以排序即可。与均值-方差决策模型相比，EU-E决策模型不仅不必计算协方差矩阵，而且建立的模型不局限于投资收益服从对称的概率分布（如正态分布），所以更能反映证券投资风险的本质属性。因此，EU-E决策模型是寿险资金投资决策领域一种有效的股票选择方法，进一步提高风险度量的准确性，将帮助人们更深刻的认识寿险资金投资风险的本质，对寿险资金投资具有一定的指导意义。

致谢

本文受国家自然科学基金面上项目《基于信息熵的风险决策模型及其在投资决策中的应用（71571009/G0104）》支持。

References

[1] MARKOWITZ H M. Portfolio selection. J. Financ. 1952, 7, 77–91.
[2] JIA J, DYER J S. A standard measure of risk and risk value models[J]. Management Science,1996,42, 1691–1705.
[3] VON NEUMANN J, MORGENSTERN O. The theory of games and economic behavior[M]. Princeton, NJ. PrincetonUniversity Press, 1944.

[4] SARIN R K, WEBER M. Risk-valuemodels[J]. European Journal of Operational Research, 1993, 70: 135-149.
[5] DYER J S, JIA J. Relative risk-valuemodels[J]. European Journal of Operational Research, 1997, 103: 170-185.
[6] KAHNEMAN D, TVERSKY A. Prospect theory: An analysis of decision under risk[J]. Econometrica 1979, 47,263–291.
[7] YANG J, QIU W. A measure of risk and a decision-making model based on expected utility and entropy[J]. Eur. J. Oper. Res. 2005, 163, 792–799.
[8] GOLAN A, JUDGE G G, MILLER D. Maximum Entropy Econometrics: Robust Estimation with Limited Data[M]. John Wiley & Sons Ltd.: New York, NY, USA, 1996.
[9] YANG J, QIU W. Normalized expected utility-entropy measure of risk. Entropy 2014, 16, 3590–3604.
[10] ALLAIS M. Le comportement de I'homme rationnel devant le risqué:critique des postulats et axioms de I'ecole americaine[J]. Econometrica,1953, 21: 503～546.
[11] ZHAO X, GENG W, CHAO X, et al. A Periodic Review Inventory System with S-Shaped Utility Function[M]. Social Science Electronic Publishing, 2016.
[12] BOUAKIZ M, SOBEL M J. Inventory control with an exponential utility criterion[M]. Oper. Res. 1992, 40, 603–608.
[13] CHEN X, SIM M, SIMCHI-LEVI D, PENG S. Risk aversion in inventory management[M]. Oper. Res. 2007, 55,828–842.
[14] RABIN, M. Risk aversion and expected-utility theory: A calibration theorem[J]. Econometrica 2000, 68, 1281–1292.
[15] ALEXEEV V, Dungey M. Equity portfolio diversification with high frequency data[J]. Quant. Financ. 2015, 15,1205–1215.

基于期望效用-熵决策模型的寿险资金投资组合选择

刘超　　姚清华

刘超
副教授
北京航空航天大学数学与系统科学学院
北京100083，中国
Email: statchao@buaa.edu.cn

姚清华
研究生
北京航空航天大学数学与系统科学学院
北京100083，中国
Email: sy1709159@buaa.edu.cn

关键词: 寿险资金；投资组合；股票选择；期望效用-熵模型

中文摘要. 金融市场的多样性和金融资产收益的不确定性，加剧了寿险资金投资风险。根据寿险资金投资的风险及相关投资组合理论，建议使用期望效用和熵相融合的EU-E风险决策模型。研究结果表明，EU-E决策模型选择的股票组成的投资组合的效率明显优于二阶随机占优准则以及期望效用决策模型，是寿险资金投资决策领域一种有效的股票选择方法。该方法不仅提高了风险度量的准确性，也帮助人们更深刻地认识寿险资金投资风险的本质，对寿险资金投资具有一定的指导意义。此外，EU-E风险计算相对简单，适用面广。

The Data Quality Assessment of Population Mortality in China Based on Lexis Diagram

LIU Leping, TANG Shuang

LIU Leping
Professor
Research Center of Big Data and Statistics
Tianjin University of Finance and Economics
Tianjin 300204, China
Email: liulp66@163.com

TANG Shuang *
Ph.D. Candidate
Department of Statistics
Tianjin University of Finance and Economics
Tianjin 300204, China
Email: tjtangs@126.com

Keywords: Population Mortality, Calculation Method, Data Quality, Central Death Rate, Lexis Diagram.

Abstract. The increase of population aging and life expectance bring the longevity risk into the spotlight. The research on the mortality plays an important role in evaluate longevity risk. Rather than do modeling analysis by the data of motility, this paper considers improving the data quality from the calculation method of mortality. The Lexis chart is used to indicate the method for calculating real mortality. After the deviation analysis to the mortality data from State Statistics Bureau, the findings show that the real data is lower than the official data in the young and the old age, and the results of other ages need to be discussed as appropriate. Recently the central death rate from the human mortality database has been widely used in the related research. In order to better reflect the mortality of the Chinese population, we give the central death rate by gender and age from 1995 to 2016 based on the method for human mortality database and Chinese data, which improves the study of mortality in China from the aspect of data quality.

1. 引言

近年来人口死亡状况大幅改善使保险业面临的长寿风险日趋严重，人口死亡率研究是长寿风险管理的一项重要工作，因此是被广泛关注的研究内容。对人口死亡率的研究

可分为两个方向：一是利用现有死亡率数据建模分析，以得到其变化趋势用于预测；二是对死亡率数据进行评估优化，使其能更好反应人口真实死亡状况。随机死亡率模型的诞生（Lee et al，1992）吸引了国内外大量学者的关注，极大促进该类模型发展也使其成为分析预测人口死亡率的经典范式。人类死亡率数据库（HMD）[1]的的建立使国外相关研究能更好集中在死亡率预测方向，但国内死亡率数据统计起步较晚且质量不一，使用我国现有数据建模预测时需要对模型方法等方面改进后才能得到较好的结果（王晓军等，2012；段白鸽，2015），这不仅增加死亡率预测结果的不确定性，同时限制了与国外研究结果的比较。

考虑到人口死亡率对保险业和国家相关政策制定的重要性，其数据质量受到国内学者的广泛关注并已有许多有益的研究。黄荣清（1992）论述中国第四次人口普查（以下简称四普）计算死亡率时不应使用年中人数替代年平均人数，五普以来我国公布的死亡率统一使用年平均人数计算。李涌平等（2000）使用Lexis图说明一时期内死亡人数并非均匀分布，在统计死亡人口时应考虑加入出生年信息。张连增等（2012）从死亡率数据修匀角度进行研究，结果表明修匀后的数据能准确反应人口死亡状况并更适合建模分析。相较于全年龄段人口死亡率，某些特定年龄人口死亡率更不易准确统计而备受关注。杜本峰等（2014）概述几种婴儿死亡率计算方法的差异，认为目前我国婴儿死亡率较低可能是错报、漏报和瞒报等现象严重所致。黄荣清等（2013）考虑从统计信息更可靠的幼儿死亡率入手，借此对六普所得婴儿死亡率进行修正。曾毅等（2004）将我国高龄人口死亡率与日本等发达国家进行比较，发现在我国高龄人口中存在明显的“劣淘优存”现象。段白鸽等（2015）利用死亡力而非粗死亡率证明了我国高龄人口死亡率减速的事实。

我国统计部门公布的人口死亡率数据为粗死亡率，随着人口老龄化等问题不断加剧，社会各界对全年龄段人口死亡率数据的质量有了更高的要求，目前我国鲜有在全年龄段改进粗死亡率计算方法的研究。人类死亡率数据库是由加利福尼亚大学大学伯克利分校（美国）和马克思普朗克人口研究所（德国）共同发起的合作项目。该数据库旨在为全世界研究人员提供可轻松获取的人口死亡数据，目前该数据库涵盖近四十个国家和地区的人口死亡信息，遗憾的是中国死亡人口信息并不在内。数据库不直接使用各国家（地区）提供的原始数据（通常包括出生人数、死亡人数和总人口数），而是使用原始数据经过相应的处理以期最大限度获得与真实死亡率贴近的结果。数据库提供的人口中心死亡率得到普遍认可并广泛用于相关研究（Barbieri et al，2015），虽然国外有学者（Cairns et al，2016）发现中心死亡率也存在某些问题，但无疑其计算方法要优于粗死亡率。

据此，为更好反应中国全年龄段人口死亡状况，本文辨析几种死亡率计算方法的内在含义，基于人类死亡率数据库的计算方法结合我国死亡数据，给出1995－2016年中国男性人口中心死亡率，以期能促进我国在人口死亡数据处理的发展。

2．图解人口死亡率

2.1 Lexis图与真实死亡率计算方法

Lexis图和坐标系类似，由于可以将时间与年龄联系考察使其成为分析人口事件的直观工具图。Lexis图的特点非常适合死亡率问题研究。图1是一个最小单元为1×1的（即，1岁×1年）Lexis图。每一个人从出生到死亡都可以在Lexis图中表示，图1中的每一条45°的斜线代表一个人的生命线情况。生命线以x结束（线c和e）表示该个体死亡，以实心圆结束（线b）表示该个体记录丢失，以空心圆开始（线d和g）表示该个体记录的起始，

[1] 见http://www.mortality.org/ 该数据库完全免费

其他生命线（线a和f）穿过所考虑的Lexis图部分。理想情况下，若某一地区所有人从出生到死亡的情况均以斜线的形式记录在图1中，即可得到准确性最高的死亡率数据。

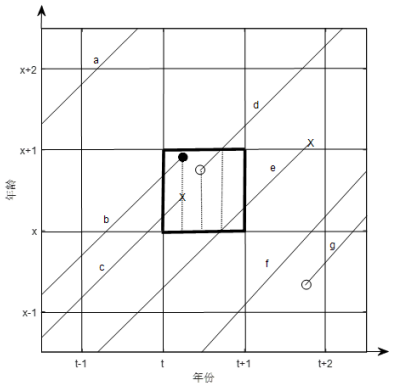


图1　Lexis图示真实人口死亡率

假设图1即为理想情况下得到的Lexis图，本文考虑计算t年x岁组人口的真实死亡率，其中t年指区间$[t,t+1)$，x岁组指区间$[x,x+1)$，该1×1单元已用黑框凸显。可以看出，在t年中共有四条线经过x岁组分别为线b、c、d和e，此时死亡人数统计为1（线c），然而对人口暴露数的统计值得考究。虽然有四条线经过指定区域但这四条线在该区域的暴露时间却不相同，准确的人口暴露数应当为指定区域所有斜线在$[t,t+1)$上的投影长度之和，即为1。此时，计算t年x岁组人口真实死亡率的方法为死亡人数除人口暴露数，结果为1，即此时真实死亡率为100%。

当图中存在大量个体信息时，为便于描述，Lexis中的横线、竖线、斜线及其围成的面积有特定含义。其中横线表示同岁人生存总数（时期数据），竖线表示同时人生存总数（时点数据），斜线则表示队列生存总体，由任意线段围成的封闭区域表示死亡人口数量。以图2为例，横线OA表示t年内满x岁的人口数量，记作$l(x,t)$；竖线AE表示t年12月31日（简称t年末）x岁组人口数量，记作$p(x,t)$；斜线OE表示t年1月1日（简称t年初）满x岁的队列人口，斜线并不具有数量含义。下三角形OAE表示t年满x岁t年死亡的x岁组死亡人口数量，记作$D_L(x,t)$；上三角形OCE则表示$t-1$年满x岁t年死亡的x岁组死亡人口数量，记作$D_U(x,t)$（上下三角死亡人口的不同是出生年不同导致，上三角死亡人口比下三角死亡人口早一年出生）。在Lexis图中具有下列几个基础等式：

$$D_L(x,t)+D_U(x,t)=D(x,t) \tag{1}$$

$$l(x,t)-D_L(x,t)=p(x,t) \tag{2}$$

$$l(x,t)-(D_L(x,t)+D_U(x,t+1))=l(x+1,t+1) \tag{3}$$

$$p(x,t)-D_U(x,t+1)=\ l(x+1,t+1) \tag{4}$$

$$p(x,t)-(D_U(x,t+1)+D_L(x+1,t+1))=p(x+1,t+1) \tag{5}$$

其中公式（1）含义为t年内x岁组死亡人数等于t年满x岁及t-1年满x岁未满x+1岁死亡人数之和。公式（2）表示t年末x岁组人数等于t年内满x岁人口数减去t年内满x岁t年死亡人数。公式（3）表示t年内满x岁人数减去未满x+1岁前死亡人数等于t+1年内满x+1岁人数。公式（4）表示t年末x岁组人数减去t年内满x岁t+1年死亡人数。公式（5）表示t年末x岁组人数减去t+1年末前死亡人数等于t+1年末 x+1岁组人数。以上五个公式是计算中心死亡率的核心逻辑，也使利用一年数据扩展得到临近几年人口死亡信息成为可能，后面会进行说明在此不做详叙。

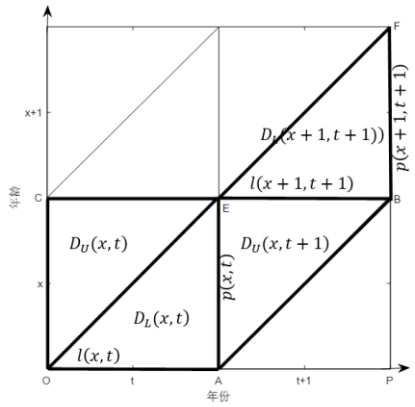


图2　Lexis图内变量示意图

2.2　常见死亡率计算方法

由于人口数据搜集工作实践上存在许多困难，即便是质量最高的人口普查数据也无法绘制出理想情况的Lexis图，因此实际统计工作中有两种常见死亡率计算方法。

2.2.1 粗死亡率

中国国家统计局定期给出的死亡率数据为粗死亡率，其计算公式为：

$$\text{粗死亡率} = \frac{\text{年死亡人数}}{\text{年平均人数}} \times 1000‰ \tag{6}$$

粗死亡率是时期死亡率（区别于队列死亡率），即衡量Lexis图中1×1正方形单元内发生的人口死亡情况。为直观说明粗死亡率与真实死亡率差异，不妨利用公式（6）计算图1指定区域的粗死亡率，粗死亡率与真实死亡率在死亡人数统计上口径一致，但在人口暴露数处理上粗死亡率算法做了化简，此时人口暴露数为*t*-1年末与*t*年末人数的平均值，图1指定区域中，位于*t*-1年末的人数为2（线b和c），位于*t*年末人数为1（线e），此时人口暴露数为1.5，则*t*年内*x*岁组人口粗死亡率为0.67，这与真实死亡率结果明显不同。

事实上在人口基数较多的大样本情况下，粗死亡率与真实死亡率之间并不会有太大差别。但出于以下原因二者在各年龄段始终存在不同差异：一是人口暴露时长不一致，如图1中的线b和线c在不考虑死亡的情况下，两者在指定区域的暴露时长并不相同，线b的暴露时长显然更久。二是通过计算平均人数来替代人口暴露数是基于Lexis图1×1正方形单元内上下三角形死亡人数相等的假设，这并不合理：首先在低、高年龄[2]，由于存在“劣淘优存”的客观现象，即一段时期内，生命状况较弱的人群先死亡，留下的是生命状况较强的人群，这种死亡的选择性决定了时间初期死亡人数相对较多而末期死亡人数相对较少，这使死亡人口多集中在Lexis图下三角形中，在0岁、1岁和90+岁组人口中这个现象会更加明显；而在其他年龄段中，存在“劣淘优存”效应的同时还应注意：由于暴露在上三角人口相对年龄大于下三角，因此上三角人口死亡概率更高（本文称为“相对年龄”效应），正因为两种效应的相互作用导致上下三角死亡人口比例随社会发展不断变化，本文后续通过日本实际数据在做详细说明。

2.2.2 死亡概率

死亡概率是生命表编制中的常见概念，以图2为例*t*年满*x*岁人口的死亡概率为：

$$q(x,t) = \frac{D_L(x,t)+D_U(x,t+1)}{l(x,t)} \times 1000‰ \tag{7}$$

[2] 低、高年龄段并没有明确划分，本文低年龄段指12岁及以下年龄组，高年龄段指85岁及以上年龄组。

$q(x,t)$表示t年内满x岁的群体在下一年死亡的概率，死亡概率是队列死亡率，其衡量的是图2中四边形OABE内人口死亡情况，从Lexis图中可以清楚看出时期死亡率与队列死亡率的差异。计算死亡概率时需要某年内同岁人总体生存状况，并且对这一总体跟踪调查，因此计算难度较高，但保险业的业务特点使其拥有也必须计算出经验死亡概率以便用于相关寿险产品的定价。杜本峰等（2014）指出我国不同口径年鉴在计算“婴儿死亡率”时定义不明确，导致不同口径数值产生差异，这其实就是混淆了“0岁组死亡概率”与“0岁组死亡率”的概念。本文重点放在时期死亡率，此处不在赘述。

3．中心死亡率计算和数据扩展方法

3.1 中心死亡率计算方法

人口中心死亡率和粗死亡率同为时期死亡率，本文总结的HMD中心死亡率计算方法是结合中国人口数据特有结构的版本，创新解决中国数据下的特有问题，适当删除一些不必要（或无法）进行过程，也增加了些优化方法。中心死亡率计算大致有以下三步：首先将死亡人口数据分配到Lexis三角中，然后利用总人口数据计算合理的人口暴露数，最后利用Lexis图中的死亡人数和人口暴露数即可得到中心死亡率。

第一步：将死亡人口数据分配到Lexis三角。这一步依数据格式分两类处理方式：1.死亡人口数据为Lexis图1×1单元信息，出于后续扩展及“劣淘优存”存在等原因，要将1×1单元死亡总数$D(x,t)$分为$D_L(x,t)$和$D_U(x,t)$两部分。2.死亡人口数据为Lexis图开区间单元信息（如，2017年90岁+人口死亡数据），该情况下应先将开区间数据分为1×1单元数据后再分配到Lexis三角。

1. 将1×1单元死亡人数分配到Lexis三角。

关键在于估算出下三角形死亡人数占总死亡人数的比例$\pi_d(x,t)$：

$$\pi_d(x,t)=\frac{D_L(x,t)}{D_L(x,t)+D_U(x,t)} \tag{8}$$

该比例的估算通常采用Vallin（1973）的回归模型计算，HMD基于三个国家（瑞典、日本和法国）数据信息采用最小二乘法得出分性别比例系数模型，本文以男性为例进行详细说明。

男性回归模型为：

$$\begin{aligned}\hat{\pi}_d(x,t)=&\,0.4838+\hat{\alpha}_x^M+0.6992\cdot[\pi_b(x,t)-0.5]\\&+0.0728\cdot I(t=1918)-0.0352\cdot I(t=1919)\\&-0.0088\cdot logIMR(t=1918)\\&-0.0745\cdot logIMR(t)\cdot I(x=0)\\&+0.0259\cdot logIMR(t)\cdot I(x=1)\\&+0.1673\cdot[logIMR(t)-\log(1)]\cdot I(x=0)\cdot I(IMR(t)<0.01)\end{aligned} \tag{9}$$

其中$\hat{\alpha}_x^M$为男性的年龄效应。纳入1918年和1919年为虚拟变量是因这两年西班牙流感疫情对全球死亡人数分布造成强烈影响。I为逻辑函数，当逻辑为真时取1值否则取0。函数$\pi_b(t)$和$IMR(t)$分别表示队列出生人口比和0岁组死亡率概率，其公式为：

$$\begin{aligned}\pi_b(x,t)&=\frac{l(0,t-x)}{l(0,t-x)+l(0,t-x)}\\IMR(t)&=\frac{D(0,t)}{\frac{1}{3}l(0,t-1)+\frac{2}{3}l(0,t)}\end{aligned} \tag{10}$$

在不知道出生队列信息时做如下简化处理，令$\pi_b(t)=0.5$，$l(0,t)=l(0,t-1)$，这表示相邻年份的出生人数大致相同。女性回归模型含义与男性相似，对公式含义不在解释：

$$\begin{aligned}\hat{\pi}_d(x,t) = {} & 0.4710+\hat{\alpha}_x^F+0.7372\cdot[\pi_b(x,t)-0.5] \\ & +0.1025\cdot I(t=1918)-0.0237\cdot I(t=1919) \\ & -0.0112\cdot logIMR(t=1918) \\ & -0.0688\cdot logIMR(t)\cdot I(x=0) \\ & +0.0268\cdot logIMR(t)\cdot I(x=1) \\ & +0.1526\cdot[logIMR(t)-\log(1)]\cdot I(x=0)\cdot I(IMR(t)<0.01)\end{aligned} \tag{11}$$

得到下三角形死亡人数占总死亡人数比例的估计值后，便可得三角形死亡人数：

$$\begin{aligned}D_L(x,t) &= \hat{\pi}_d(x,t)\cdot D(x,t) \\ D_U(x,t) &= [1-\hat{\pi}_d(x,t)]\cdot D(x,t)\end{aligned} \tag{12}$$

2. 将年龄开区间单元分为1×1单元数据后分配到Lexis三角。

在高年龄段区间（一般指85岁以上），原始数据不在提供死亡人数的年龄细节，仅知道t年内大于x岁人口死亡数总和，记为$\infty D_x(t)$。此时需要将$\infty D_x(t)$的死亡人数按照一定规则分配到$[x,x+1],[x+1,x+2],\dots,[\omega-1,\omega]$的分年龄区间，其中$\omega$为研究人口上限岁数。通常是通过建立生存函数来计算各分区间死亡人数，具体做法如下：

假设原始数据年龄开区间起点为x^*岁，研究上限年龄为ω，年龄区间$[x_0,x^*]$有分年龄可用的死亡人数，则建立生存函数：

$$s(x^*-i)=\frac{\infty D_{x^*-i}}{\infty D_{x_0}},\ i=0,1,\dots,x^*-x_0 \tag{13}$$

生存函数$s(x)$表示在某人在x岁时仍存活的概率。死亡力μ_x是对数生存函数$lns(x)$的负导数，是描述瞬间死亡水平的指标，死亡力与生存函数的关系如下：

$$s(x)=exp\left(-\int_{x_0}^{x}\mu_t d_t\right)=\left(\frac{1+a}{1+ae^{b(x-x_0)}}\right)^{1/b} \tag{14}$$

在描述高年龄组死亡力变化时，通常使用Kannisto模型（Thatcher等，1998）进行拟合：

$$\mu_x=\frac{ae^{b(x-x_0)}}{1+ae^{b(x-x_0)}} \tag{15}$$

其中参数a、b通过最小化式（16）进行估计：

$$\sum_{i=0}^{x^*-x_0}[lns(x^*-i)-ln\hat{s}(x^*-i)]^2 \tag{16}$$

至此便可得到式（14）的估计式，则可得$[x^*,\omega]$内1×1单元上下三角死亡人数比值：

$$\begin{aligned}d(x) &= \hat{s}(x)-\hat{s}(x+0.5) \\ d(x+0.5) &= \hat{s}(x+0.5)-\hat{s}(x+1)\end{aligned} \tag{17}$$

最后即可得到分年龄Lexis三角形中死亡人数的估计结果：

$$\begin{aligned}D_L(x) &= \infty D_{x^*}(t)\cdot\frac{d(x)}{\hat{s}(x^*)} \\ D_U(x) &= \infty D_{x^*}(t)\cdot\frac{d(x+0.5)}{\hat{s}(x^*)}\end{aligned} \tag{18}$$

第二步：利用总人口数据计算合理的人口暴露数。以计算图2中t年内x岁组人口暴露数为例，粗死亡率的人口暴露数计算为t-1年末和t年末人口数的平均值：

$$N(x,t)=\frac{1}{2}[p(x,t-1)+p(x,t)] \tag{19}$$

由上文分析可知这样算出的人口暴露数往往较高，中心死亡率中人口暴露数并未采用上述算法，而是与将死亡人口数分为Lexis三角的做法相似：

$$\begin{aligned}E(x,t)&=E_L(x,t)+E_U(x,t)\\E_L(x,t)&=s_1p(x,t)+s_2D_L(x,t)\\E_U(x,t)&=\mu_1p(x,t-1)-\mu_2D_U(x,t)\end{aligned} \tag{20}$$

其中s_1和s_2、μ_1和μ_2是根据队列群体出生信息得到的系数，对比公式（2）和（4）可知，$E_L(x,t)$和$E_U(x,t)$分别是$l(x,t)$和$l(x+1,t)$的估计结果，当假设同龄群体在每个月出生人数服从均匀分布时，此时得到中心人口暴露数：

$$E(x,t)=\frac{1}{2}[p(x,t-1)+p(x,t)]+\frac{1}{6}[D_L(x,t)-D_U(x,t)] \tag{21}$$

对比公式（19）和（21）可知，粗死亡率计算人口暴露数时默认$D_L(x)=D_U(x,t)$，而中心人口暴露数的计算舍弃死亡人口分布均匀假设，进而提高死亡率计算的准确性。正如上文分析，在低、高年龄段中死亡人数多发生在下三角中，表明中心人口暴露数要略大于年平均人口数，中心死亡率要低于现有数据；而在其他年龄段，由于“劣汰优存”和“相对年龄”两效应相互作用，上下三角死亡人口大致相同，但通过下文研究发现近年来“相对年龄”效应不断增加导致中心死亡率要略高于现有数据。

最后可得中心死亡率为：

$$M(x,t)=\frac{D(x,t)}{E(x,t)} \tag{22}$$

3.2 数据扩展方法

就死亡数据而言，每年死亡人数统计较易实现，难点在于如何得到每年总人口数，由于每年公布的总人口数多是根据抽样调查结果得出，其中人口普查结果质量最高，因此通过相邻两次高质量数据推算期间总人口情况是需要解决的问题。数据扩展方法在以下两种情况下是不同的。

1. 之前存在的队列人口。

假设相邻两次人口普查间隔为5年，普查数据均为年末数据。则在第二次普查的人口中在第一次普查已经存在即称为之前存在的队列人口，见图4左部分。t年为第一次普查年，t+5为第二次普查年。若已知$p(x,t)$队列人口到$p(x+5,t+5)$队列人口所有Lexis三角死亡人数，反复使用公式（5）即可推出期间所有队列人数，但这样由$p(x,t)$推导出的$\hat{p}(x+5,t+5)$与实际$p(x+5,t+5)$并不相同，这可能是人口迁移或者统计误差造成的，为解决这个问题需要进行如下处理。

假设$C_1(x)$是由第一次普查给出的x岁组在t年末的人口数量，定义形如图2四边形ABFE内死亡人数和为$D_i^v(x,t)$，即：

$$D_i^v(x,t)=D_U(x+i,t+i+1)+D_L(x+i+1,t+i+1) \tag{23}$$

在没有人口迁移和统计误差的完美情况下，$C_1(x)$队列人口最终都将在不同的$D_i^v(x,t)$中死亡：

$$C_1(x)=\sum_{i=0}^{\infty}D_i^v(x,t) \tag{24}$$

根据公式（5）可以得到第二次普查年末的人口估计值：

$$\hat{C}_2(x+5)=C_1(x)-\sum_{i=0}^{4}D_i^v(x,t) \tag{25}$$

将普查结果$C_2(x)$与估计值$\hat{C}_2(x+5)$的差值记作Δ_x，即有两次普查间年份分年龄人口数：

$$p(x+n,t+n)=C_1(x)-\sum_{i=0}^{n-1}D_i^v(x,t)+\frac{n}{5}\Delta_x \tag{26}$$

其中$n=0,1,\ldots,5$。当$n=0$与$n=5$时可以得到：

$$p(x,t)=C_1(x),\ p(x+5,t+5)=C_2(x)$$

上述问题得到解决。

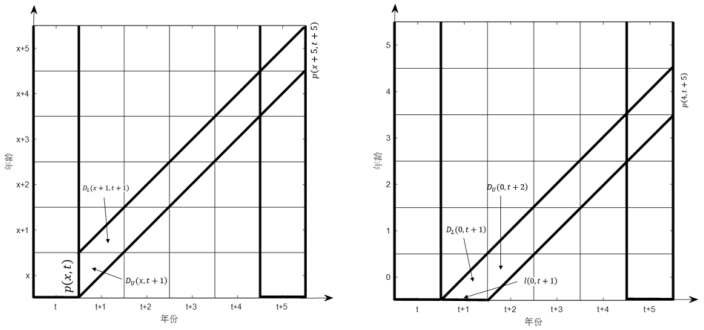


图3　两种总人口数扩展情况示意图

2. 新的队列人口。

新的队列人口即表示在第二次普查的人口中在第一次普查尚未出生的人口，见图3右部分。计算这类队列人数需要用到两次普查期间内每年出生人口数据$l(0,t+j)$，其中$j=1,2,3,4$。令$K=5-j$，表示在第二次普查时于$t+j$年出生人口处于K岁组，结合公式（2）则第二次普查年末处于K岁组人口估计值为：

$$\hat{C}_2(K)=l(0,t+j)-D_L(0,t+j)-\sum_{i=0}^{K-1}D_i^v(0,t+j) \tag{27}$$

同样得到$C_2(K)$与估计值$\hat{C}_2(K)$的差值记作Δ'_{t+j}，即有两次普查间年份分年龄人口数：

$$p(k,t+k)=l(0,t+j)-D_L(0,t+j)-\sum_{i=0}^{K-1}D_i^v(0,t+j)+\frac{2k+1}{2K+1}\Delta'_{t+j} \tag{26}$$

则有$p(K,t+5)=C_2(K)$，同样解决实际数据互相推导不相等的问题。

4．实证分析

4.1　数据来源与说明

中国人口死亡数据来源于中国人口普查结果、中国1％人口抽样调查结果和1‰人口抽样调查结果。自建国以来，我国在1953 年、1964 年、1982 年、1990 年、2000 年和2010 年进行了六次人口普查，但1953年、1964年未包含人口死亡信息。1％人口抽样调查自1982 年开始，在相邻两次人口普查之间进行一次，我国现有1986 年、1995 年、2005 年、2015年四次1％人口抽样调查数据。1990年后我国重视对人口死亡信息的采集工作，每一年都会进行1‰人口抽样调查并公布相应的死亡数据。其中人口普查和1％人口抽样调查给出数据的年龄范围是0－100+岁，1‰人口抽样调查的年龄范围则是0－90+岁（96年为0－85+岁）。

考虑到原始数据质量与连续性，结合中心死亡率计算方法，本文采用死亡人口数据与总人口数据的年份有所不同。计算一段时期内中心死亡率需有该时期内所有年份死亡人数，因此死亡人口数据选取为1995－2016年。总人口数据则只用1995－2016年间质量较高的普查与1％人口抽样调查数据，分别是1995、2000、2005、2010和2015年（以下

称这五年为高质量年份，样本内剩余年份为低质量年份）。本文仅使用中国男性人口数据，所用数据来源于《中国人口和就业统计年鉴》。

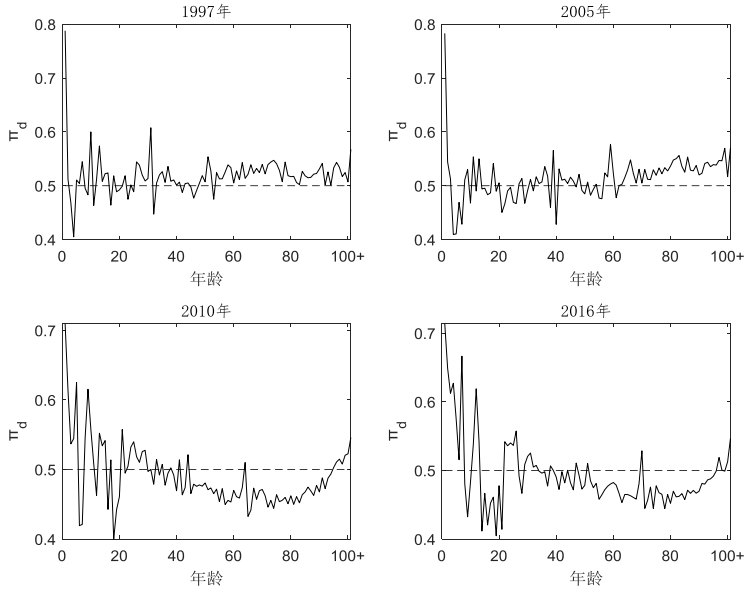


图4 日本男性Lexis下三角死亡人口比例

4.2 死亡人数处理

由于所选期内人口调查抽样比例不同，因此首先需将各年统计死亡人口除当年抽样比，近似得到全国分年龄死亡人口总数。本文考虑年龄范围为0－100+岁，需要对1‰人口抽样调查年份的90+岁数据，按前文所述扩展为90－100+岁。

至此，再将各年份死亡人口分配到Lexis三角即可。由于我国统计信息未能区分死亡人口的出生队列，本文利用1995－2016年日本男性人口死亡比例用于我国死亡人口分配，不使用数据库提供的回归模型是考虑所得系数并不真实直观，日本的死亡比例可能更贴近中国人口死亡分配。图4是日本男性死亡人口比例$\pi_d(x,t)$趋势情况，可看出该比例与0.5出入较大。在低、高年龄段，尤其在0岁、1岁和90+岁组要明显大于0.5，即说明在这些年龄段人口存在明显的“劣汰优存”现象。在其他年龄段，可以看出随时间推移“劣汰优存”效应在减弱，而“相对年龄”效应在增强，这就导致近年来该年龄段死亡比例小于0.5，且易发现“劣汰优存”现象发生在高年龄段的年龄节点不断后移。

4.3 总人口数处理

与死亡人数处理类似，要将所用年份总人口数除抽样比得到全国总人口的近似估计结果。以五普为例，其调查期限为1999年11月1日至2000年10月30日，所得数据即为2000年人口变动数据，公布人口总数时点为2000年10月30日，为保证与官方公布死亡率在时间范围保持一致，本文设定五普所得总人口数时点为2000年末，其他年份均按此处理。得到高质量年末总人口数后，结合分配到Lexis三角中的死亡人数便可扩展得到1995—2016年各年末总人口数，通过式（21）即可计算各年分年龄人口暴露数。

4.4 中国男性人口中心死亡率

4.4.1 对低质量年份中心死亡率修匀：

经过上述数据处理后，通过式（22）即可计算中心死亡率。在实际研究中发现，不论是对数粗死亡率还是对数中心死亡率，高质量年死亡率变化趋势都更平滑，如图5。由于真实死亡率变化不应过于波动，已有研究（张连增等，2012）说明了死亡率修匀的

重要性，因此为最大限度保留中心死亡率原始计算结果，考虑到高龄人口死亡率变动的特殊性，本文只对低质量年份，0－85岁对数中心死亡率进行简单移动平均修匀，且设定修匀数据经过0岁、18岁和85岁的原始数值。

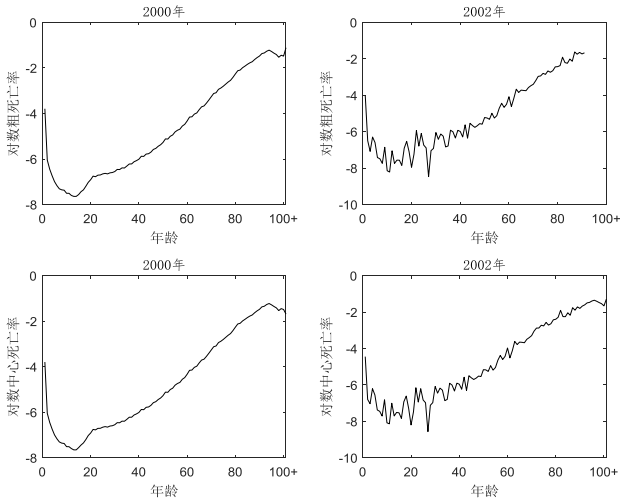


图5　低、高质量年份死亡率变化趋势对比

低质量年对数中心死亡率修匀效果如图6所示，可以看出在保留原始数据变化的同时，使死亡率变化趋势更加平滑。最后将1995－2016年中国男性人口对数中心死亡率，与对数粗死亡率置于图7进行比较，可以看出计算所得中心死亡率变化趋势与粗死亡率基本相同，但整体变化更为平滑，除去修匀的原因，这个变化也受计算方法不同的影响。两者更细致的数值比较将在下一节说明。

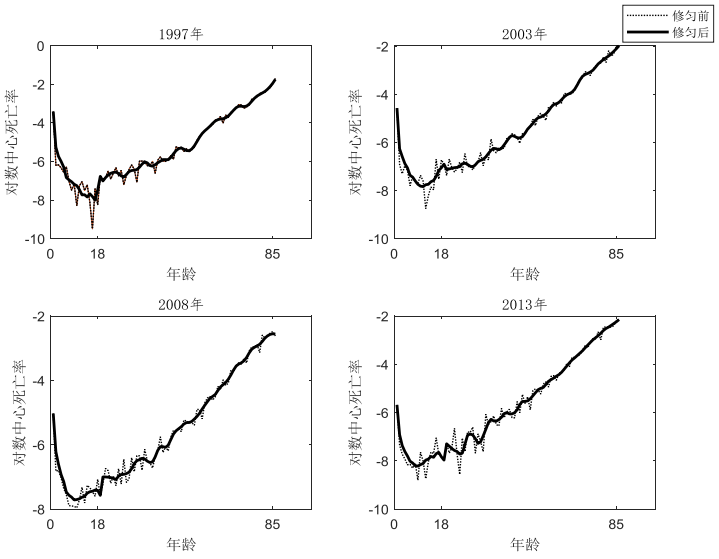


图6 低质量年份中心死亡率修匀前后对比

4.4.2 两种死亡率的比较分析：

两种死亡率间差异在不同质量年份有所不同，本文通过下式说明两者的偏差情况：

$$\Delta=\frac{\text{中心死亡率}-\text{粗死亡率}}{\text{粗死亡率}}$$

如图8，在高质量年中两者差异并不明显，但在低、高年龄段中心死亡率明显要低，这与上述理论推导结果相符，这些年龄段人口的死亡率存在长期被高估的风险。低质量年中，两种死亡率差异更为明显，为更好展示偏离情况，将个别Δ值大于1的结果剔除后

见图9，由于低质量年人口调查抽样比较低，依死亡人口推导出的人口暴露数与实际公布年平均人数有出入，这可能是导致二者差异的主要原因，但整体偏差大都在±20%以内，并且在高年龄段中心死亡率同样较低，这一点与高质量年无异。整体来看，不论从直观的图像、数值偏差分析，中心死亡率和粗死亡率虽整体趋势一致但仍存在不容忽略的偏差。

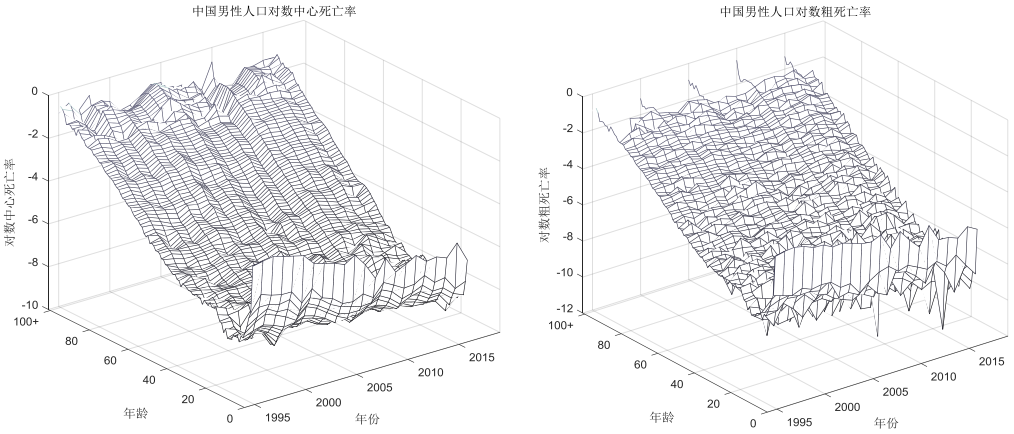


图7　1995－2016年中国男性人口中心死亡率和粗死亡率变化趋势图

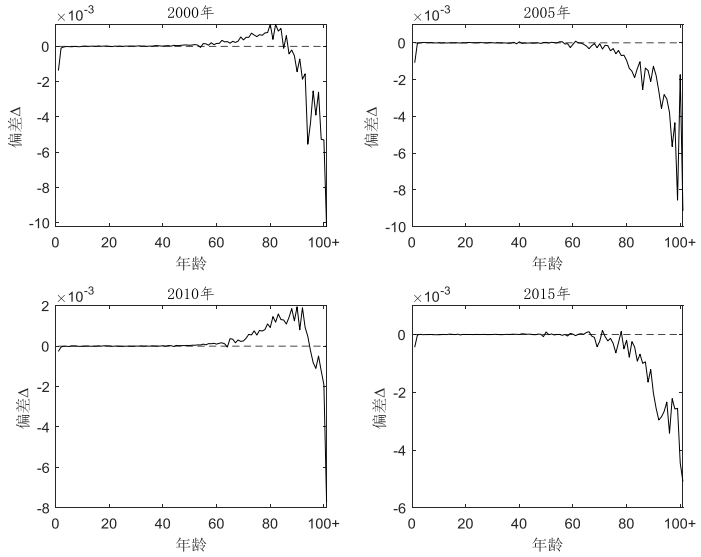


图8　高质量年份两种死亡率偏差情况

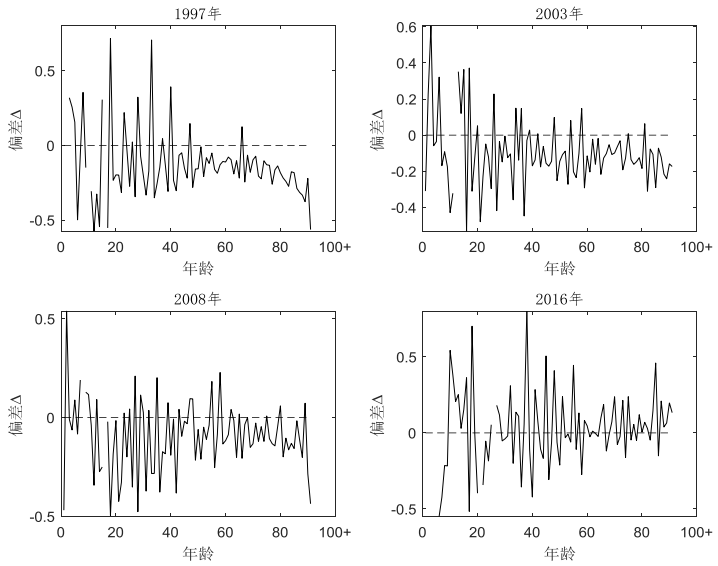


图9　低质量年份两种死亡率偏差情况

4．总结和建议

随着经济社会发展，人口年龄结构变动带来的相关问题日趋严重，社会各界对全年龄段人口死亡率的数据质量有了更高的要求。本文通过对已有研究回溯，发现国家统计局公布的人口粗死亡率已不能很好满足我国人口死亡率研究。本文通过Lexis图说明粗死亡率与真实死亡率之间差异，同时根据中国人口死亡数据特有结构，对人类死亡率数据库提供的计算方法进行适当删减和改进，给出1995－2016年我国男性人口中心死亡率。通过对比中心死亡率和粗死亡率计算方法，可知中心死亡率是在计算粗死亡率基础上考虑一时期内死亡人口和出生人口并非均分分布，并仅利用高质量总人口数据从而提高计算人口暴露数的准确性。

由于中心死亡率与真实死亡率仍存在差异，但其计算方法是在粗死亡率基础上使准确性得到提高，因此粗死亡率与中心死亡率的偏差程度，在和真实死亡率对比时会同向增加，本研究至少可得到如下结论：第一，在低、高年龄段（尤其0岁、1岁和90+岁组）由于存在明显的“劣淘优存”现象，我国公布的死亡率数据高估了真实死亡状况。第二，在其他年龄段，由于“劣淘优存”和“相对年龄”两效应相互作用，粗死亡率与真实死亡率存在的偏差并不明显，但根据日本实际数据表明，随时间推移“相对年龄”效应逐渐强于“劣汰优存”，在该年龄段人口中我国数据存在低估真实状况的风险。

目前人类死亡率数据库已得到国内外学者的普遍认可，但由于我国死亡人口数据统计较为简单，致使该库不能收录中国人口死亡信息，这不论是对全球还是对中国的人口死亡率研究都是一大损失。为此，在我国即将开展第七次人口普查之际，对死亡人口的统计工作提出两点建议：1.每年除进行人口抽样调查外，应公布全国分性别分年龄死亡人口总数、分性别出生人口总数。2.实际统计时，应登记死亡人口出生年信息，出生人口出生月信息。最后需要指出的是，虽然在反应人口死亡状况方面中心死亡率要优于粗死亡率，但其质量也仍值得深入讨论，对人类死亡率数据库的数据质量评估是本文后续研究的一个方向。

致谢

本文为国家自然科学基金项目《基于机器学习的长期护理保险精算预测模型与风险分析》（71771163）的阶段性成果之一。

References

[1] WILMOTH J R, ANDREEV K, et al. Methods Protocol for the Human Mortality Database[DB/OL]. http://www.mortality.org/, 2017-11-27.

[2] MAGALI B, JOHN R W, et al. Data Resource Profile: The Human Mortality Database (HMD)[J]. International Journal of Epidemiology, 2015, 44(5): 1549-1556.

[3] ANDREW J. G. CAIRNS, DAVID BLAKE, KEVIN DOWD, et al. Phantoms never die: living with unreliable population data[J]. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society), 2016, 179(4): 975-1005.

[4] CHRISTOPHE V. The Lexis diagram, a misnomer[J]. Demographic Research, 2001, 4(3): 97-124

[5] 黄荣清. 中国第四次人口普查资料中死亡指标方法探讨[J]. 中国人口科学, 1992, (4): 16-22.

HUANG R Q. Discussion of mortality calculation methods in the 1990 Census [J]. Chinese Journal of Population Science, 1992, (4): 16-22.

[6] 李涌平, 梁志武. 运用列克西斯图分布编制生命表-双死亡数线性方法[J]. 人口与发展, 2000, 6(1): 41-46.

LI Y P, LIANG Z W. Utilizing Deaths Distributed in Lexis Diagram to Calculate Life Table, a linear Method [J]. Population and Development, 2000, 6(1): 41-46.

[7] 张连增，段白鸽. 广义线性模型在生命表死亡率修匀中的应用[J]. 人口研究, 2012, 36(3): 89-103.

ZHANG L Z, DUAN B G. The Application of Generalized Linear Model in the Graduation of Life Table Mortality Rates [J]. Population Research, 2012, 36(3): 89-103.

[8] 杜本峰, 张寓. 我国婴儿死亡率的计算及其差异分析[J]. 西北人口, 2014, 35(1): 6-12.

DU B F, ZHANG Y. Infant Mortality Rate Computation and Difference Reason Analysis in China [J]. Northwest Population Journal, 2014, 35(1): 6-12.

[9] 黄荣清, 曾宪新. “六普”报告的婴儿死亡率误差和实际水平的估计[J]. 人口研究, 2013, 37(2): 3-16.

HUANG R Q, ZENG X X. Infant Mortality Reported in the 2010 Census: Bias and Adjustment [J]. Population Research, 2013, 37(2): 3-16.

[10] 曾毅, 金沃泊. 中国高龄死亡模式及其与瑞典、日本的比较分析[J]. 人口与经济, 2004, (3): 8-16.

ZENG Y, JAMES W V. Chinese Oldest old Mortality and its Comparison with Sweden and Japan [J]. Population & Economics, 2004, (3): 8-16.

[11] 段白鸽, 石磊. 我国高龄人口死亡率减速：偏差还是事实[J]. 统计研究, 2015, 32(9): 56-67.

DUAN B G, SHI L. Deceleration in the Age Pattern of Old-age Mortality Rates in China: Biases or Facts [J]. Statistical Research, 2015, 32(9): 56-67

[12]LEE R D, CARTER L. Modeling and forecasting US mortality [J]. Journal of the American Statistical Association, 1992, 87(419): 659-671.

[13]王晓军，任文东. 有限数据下 Lee-Carter 模型在人口死亡率预测中的应用[J]. 统计研究, 2012, 29(6): 87-94.

WANG X J, REN D W. Application of Lee-Carter Method in Forecasting the Mortality of Chinese Population with limited data [J]. Statistical Research, 2012, 29(6): 87-94.

[14]段白鸽. 我国全年龄段人口平均预期寿命的动态演变[J]. 人口与经济, 2015, (1): 49-63.

DUAN B G. Dynamic Evolution of All Ages Life Expectancies in China [J]. Population & Economics, 2015, (1): 49-63.

基于Lexis 图的我国人口死亡率基础数据质量评估

刘乐平　　唐爽

刘乐平
教授
天津财经大学大数据统计研究中心
天津300204，中国
Email: liulp66@ 163.com

唐爽*
博士生
天津财经大学统计系
天津300204，中国
Email: tjtangs@126.com

关键词: 人口死亡率; 计算方法; 数据质量; 中心死亡率; Lexis 图

中文摘要. 人口老龄化程度加剧和预期寿命不断提高使长寿风险被广泛关注，人口死亡率研究是评估长寿风险的重要组成部分。不同于利用死亡率数据进行建模分析，本文考虑从指标计算方法上提高数据质量。文章利用Lexis图说明真实死亡率计算方法，并对国家统计局公布的死亡率数据进行偏差分析。结果表明，在低、高年龄段中真实人口死亡率要低于我国公布的数据，而在其他年龄段情况需具体讨论。目前，人类死亡率数据库的中心死亡率被广泛用于相关研究，为更好反映中国人口死亡状况，本文基于数据库计算方法给出1995－2016年我国男性人口中心死亡率，使对中国人口死亡率的研究在数据质量上得到提高。

Quantitative Management in Bond Investment of Insurance Funds —Identification of Market Conditions and Screening of Factors On the Basis of Hidden Markov Model

SONG Baizhi, DU Shanglong

SONG Baizhi
School of Insurance
Central University of Finance and Economics
Beijing 100026, China
Email: Songbz1999@163.com

DU Shanglong *
School of Insurance
Central University of Finance and Economics
Beijing 100026, China
Email: dusl9708@163.com

Keywords: Bond market, Hidden Markov model, Identification of market conditions, Screening of factors, Insurance fund.

Abstract. Due to the feature of Insurance company's risk preference, the bond market has become the main area of insurance funds investment. Compared with stock market, bond market has the characteristics of relatively low frequency and high volume. Hence the division and identification of different states in the long-term and middle-term of the bond market seems more practical than the short-term forecast of interest rate. Using the quantitative model to identify the status of the bond market can provide reference for insurance companies to formulate an effective asset management strategy. This paper uses the daily data of the 10-year Treasury bond yields from 2009 to 2017 as the bond market index. We select identification factors from the bond market price-volume factor, monetary factor, stock market factor, overseas market factor, derivatives and commodity market factor. With the use of machine learning method, Hidden Markov Model, the division and identification of bond market conditions are completed. At the same time, this paper analyzed and evaluated the contribution of different types of factors to the identification of the bond market, based on the recognition results of Hidden Markov Model. The result of empirical analysis shows that the combination of factors includes inter-bank market 7-day repo interest rate, term spread, credit spread, bond trading volume and Shanghai Composite Index leads to a relatively ideal result.

1. Introduction

The importance of insurance asset management has gradually emerged in recent years. Out of high security requirements, the high-risk stock market and derivatives market are not the optimal investment channels for insurance funds. In contrast, the bond market has become the main area of insurance funds investment. Compared with stock market, bond market has the characteristics of relatively low frequency and high volume. Hence the short-term forecast of interest rate does not have the same significance as the stock price. The division and identification of different states in the long-term and middle-term of the bond market seems more practical. Using the quantitative model to identify the status of the bond market can provide reference for insurance companies to formulate an effective asset management strategy.

For the research of the regime shift in the economic field, the Hidden Markov Model, as a kind of machine learning method, has been widely used by researchers. Hamilton first used the Hidden Markov Model for economic research to identify the regime shift in the economic cycle (Hamilton, 1989). There is also domestic scholars who use the Hidden Markov Model to forecast China's GDP data, and analyze the influence of its factors (Zhang Dong-qing, 2007). However, domestic scholars' researches on capital markets and monetary markets are still mainly focused on the application of the Markov model in the early period. Zheng Zhen-long (2009) conducted an empirical study on the dynamic behavior of instantaneous interest rates in China, and believes that the Chinese interest rate market does exist in the feature of Markov state transition; Yu Hui (2011) applied the Markov State transition structure to the modeling of the logarithmic return rate’s distribution of China's stock index, and found that there are significant Markov state transition structures in most of the distribution of returns of stock index. In recent years, domestic scholars gradually tend to use Hidden Markov Model to do the research. Most of them have focused their research on the stock market and used Hidden Markov Model to analyze the processed stock data and predict their price’s future trends (Hu Shu-lan, 2011)(Huang Ran, 2015); Lin Yu (2016) took the Shanghai Interbank Offered Rate (Shibor) market as the research object, introduced Hidden Markov Models and HMM-EGARCH to predict the volatility state and volatility rate, believing that it has significant advantage in the prediction of high volatility state. It can be seen that existing studies have mainly focused on the application of Hidden Markov Models in the price forecasting of capital markets and monetary markets. However, in combination with the characteristics of Hidden Markov Model, whether the market state division in macro view will obtain the same or even better performance? Can the different market states predicted by the model be of reasonable economic interpretation? Which types of input factors will improve the accuracy of model predictions?

This paper uses the daily data of the 10-year Treasury bond yields from 2009 to 2017 as the bond market index. We select identification factors from the bond market price-volume factor, monetary factor, stock market factor, overseas market factor, derivatives and commodity market factor. With the use of machine learning method, Hidden Markov Model, the division and identification of bond market conditions are completed. At the same time, this paper analyzed and evaluated the contribution of different types of factors to the identification of the bond market, based on the recognition results of Hidden Markov Model. Based on the identification of bond market conditions and the screening of factors, this paper hope to provide effective quantitative management tools and factor selection references for insurance asset management.

2. Model construction

Qualitative analysis and quantitative analysis are two basic methods in bond investment decisions. Qualitative analysis requires the combination of existing theories and current conditions to make judgments on future market trends. Quantitative analysis establishes mathematical models and forecasts future trends based on past data. Given the strong

subjectivity of qualitative analysis, this paper mainly uses the Machine Learning to quantitatively analyze the current bond market, divide and identify the bond market state. In general, the traditional quantitative analysis is to numerically process various factors that affect the bond market and establish a functional relationship between interest rates and corresponding factors, so as to predict the specific value of interest rates. However, as a non-stationary financial time series, interest rate often exhibits nonlinear characteristics, and has a strong noise phenomenon, so traditional methods are often inaccurate. In this paper, the Hidden Markov Model is used to divide and identify different market states, based on the probability distribution relationship between the hidden state and the observed value in the Hidden Markov Model. As it does not predict specific values, the Hidden Markov Model effectively circumvents the nonlinear problems of traditional methods and can theoretically improve the accuracy of the model. The following content will introduce the basic principles of the Hidden Markov Model used in this paper.

2.1 Comparison between the HMM and the Markov Model

In the Markov model, the state X_{t+1} of the discrete random process $\{X_t, t \in T\}$ at time (t+1) is only related to the state X_t at time t, ie,

$$P\{X_{t+1} = q_{t+1} | X_t = q_t, X_{t-1} = q_{t-1}, \cdots, X_1 = q_1\} = P\{X_{t+1} = q_{t+1} | X_t = q_t\}.$$

In the Hidden Markov Model, the hidden state sequence also follows the Markov process, so the hidden state in the future is only related to the hidden state at the current time.

The Hidden Markov Model differs from the Markov Model in that it is a double stochastic process. As shown in Figure 1, in the Markov model, there is a certain correspondence between observations of bond market returns and bond market states. If the sequence of yield observations follows declining yield—constant yield—increasing yield, then the market state generating this sequence of observations is the bull market—the shock market—the bear market. However, in the Hidden Markov Model, the sequence of observations can depart from the corresponding market state. In the bull market, the declination is more common than the increase, but it does not rule out the increase and the constant condition. Therefore, the market state in the Hidden Markov Model is hidden and needs to be inferred based on the given sequence of observations, combined with the probability distribution of the observations of the market state. The market state sequence and the observation sequence are both random processes, and the two are related by the probability distribution function.



Fig. 1. The Markov Model and the Hidden Markov Model in Bond Market

2.2 Theory of the Hidden Markov Model

In the Hidden Markov Model, the hidden state process $\{X_t, t \in T\}$ and the observation process $\{O_t, t \in T\}$ need to satisfy three assumptions: (1) Markov property, the hidden state X_{t+1} at time (t+1) is only related to the hidden state X_t at time t, that is, $P\{X_{t+1} = q_{t+1} | X_t = q_t, X_{t-1} = q_{t-1}, \cdots, X_1 = q_1\} = P\{X_{t+1} = q_{t+1} | X_t = q_t\}$; (2) Time independence, ie, $P\{X_{t+i} = q_{t+i} | X_t = q_t\} = P\{X_{s+i} = q_{s+i} | X_s = q_s\}$; (3) Observation independence, that is, the output of the observation O_t is only related to the current hidden state X_t. Based on these assumptions, the

Hidden Markov Model can be represented by $\lambda = (\mathrm{X}, \mathrm{O}, \mathrm{A}, \mathrm{B}, \Pi)$. Where X is a set of hidden states $(x_1, x_2, \cdots, x_N)$; O is a set of observations $(o_1, o_2, \cdots, o_M)$; A is a state transition matrix $\{a_{ij}\}$ and a_{ij} represents the probability that the hidden state X_i is transferred to the hidden state X_j; B is the output probability matrix $\{b_{ij}\}$, b_{ij} represents the probability of outputting the observation o_{j} from the hidden state x_{i}; Π represents the probability distribution of the initial hidden state $(\pi_1, \pi_2, \cdots, \pi_N)$, where π_i represents the probability that the initial hidden state is x_i.

2.3 Application of the Hidden Markov Model

This paper uses the Hidden Markov model to identify different market states, which belongs to the decoding problem in the application of the Hidden Markov Model. That is, given the observation sequence $O^T = (o_1, o_2, \cdots, o_M)$ and model $\lambda = (\mathrm{X}, \mathrm{O}, \mathrm{A}, \mathrm{B}, \Pi)$, the hidden state sequence $X^T = (q_1, q_2, \cdots, q_N)$ with the greatest probability is solved. This sequence X^T is the identified bond market state sequence. Referring to applications of the Hidden Markov Models in the field of signal recognition, we use the Viterbi algorithm to solve this problem.

3. Factor selection

Using the Hidden Markov Model to identify the bond market state, we need to select the appropriate factor to establish the observation sequence. The complexity of the bond market determines that it is difficult for a single factor to effectively reflect the entire market, so the sequence of observations needs to contain multiple factor sequences. In order to ensure the validity of the model, we select factors from various aspects based on those affecting the bond market, and carry out corresponding screening, which will be explained in detail below.

3.1 Bond price-volume factor

Originating from the bond market itself, price-volume factor can effectively reflect the overall market condition and investors' judgments. This mainly includes yield to maturity, trading volume, and credit spreads. The bull market represents a decline in the Treasury bond yield and the bear market represents an increase in the yield, while the shock market represents fluctuations. Therefore, we select the Ten-year Treasury-Bond Yield (Bond_CH_10) to reflect the Treasury yield and use the overall trend of the yield as a reference for judging the quality of the model. As shown in Figure 2, when the yield goes down, the transaction volume of Treasury bond tends to rise. When the yield rises, the transaction volume tends to decrease. Therefore, the transaction volume of Treasury bond can provide a strong reference for the market state division. We use the SSE T-Bond Volume Index (Bond_vol) to represent the trading volume in the bond market.

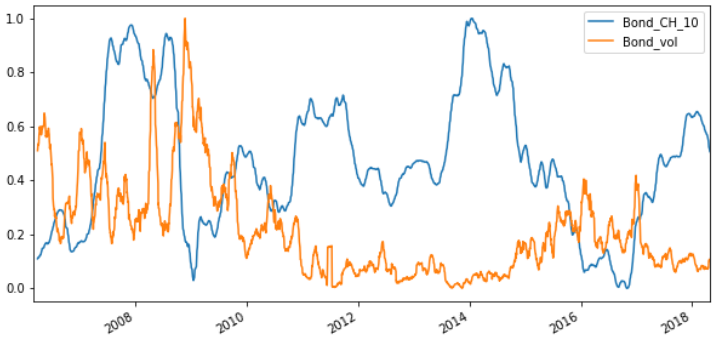


Fig. 2. Comparison between 10Y T-Bond Yield and SSE T-Bond Volume Index

Due to the low default rate in China's bond market, credit spreads depend more on the liquidity of credit bonds. When the yield rises, the liquidity of credit bonds deteriorates and investors will demand higher credit spreads as compensation. As shown in Figure 3, credit spreads and the yield tend to fluctuate in the same direction. We therefore select the difference between the 10-year Corporate-Bond AAA Yield and the 10-year Treasury-Bond Yield as a credit factor.



Fig. 3. Comparison between 10Y T-Bond Yield and 10Y C-Bond Credit Spread

3.2 Monetary factor

The bond market, especially interest rate bond market, are heavily influenced by monetary factors. The interbank repurchase rate and the interbank offer rate affects the deposit and loan interest rates of commercial banks, which in turn has an impact on the yield of interest rate bonds. Besides, policy factors such as the central bank's base monetary supply, will also regulate the overall interest rate by affecting the liquidity of the monetary market. As shown in Figure 4, the interbank repurchase rate and the Treasury yield tend to fluctuate in the same direction. When the interbank repurchase rate rises significantly, and the monetary supply is relatively tight, the yield also rises accordingly. Therefore, changes in the interbank repurchase interest rate can provide a reference for the delineation of the bond market state. We have chosen the interbank seven-day collateralized repo rate (R007) to indicate the degree of tightness of the monetary supply.

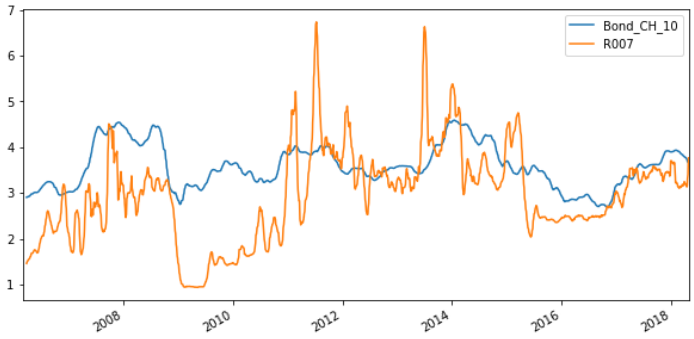


Fig. 4. Comparison between 10Y T-Bond Yield and Interbank 7D Collateralized Repo Rate

3.3 Fundamental factor

The condition of economic fundamentals is closely linked with the performance of the bond market. On the one hand, the development of the economy will affect the bond issue price and the price of related assets. On the other hand, the growth rate of the domestic economy will affect interest rate expectations of investors and further affect the bond yield. Looking at the historical performance of China's bond market, it basically follows the cycle of "economic downturn—inflation drop—bond yield drop". We use four factors, ie, nominal GDP growth,

consumer price index (CPI), producer price index (PPI), and exchange rate of RMB against the US dollar to represent the overall situation of the fundamentals.

3.4 Stock market factor

From the perspective of asset allocations, there is an alternative relationship between the stock market and the bond market. When the stock market rises, making a large amount of money flow to the stock market, bond yields will rise accordingly. From the perspective of economic fundamentals, the reaction of two types of assets, stocks and bonds, to the economic cycle is the opposite. Higher economic growth and higher inflation will drive up stock prices but will push bond yields higher. As shown in Figure 5, the stock index and the Treasury bond yield generally fluctuate in the same direction. Therefore, we select the Shanghai Composite Index (Stoc_CH) as a stock market factor.

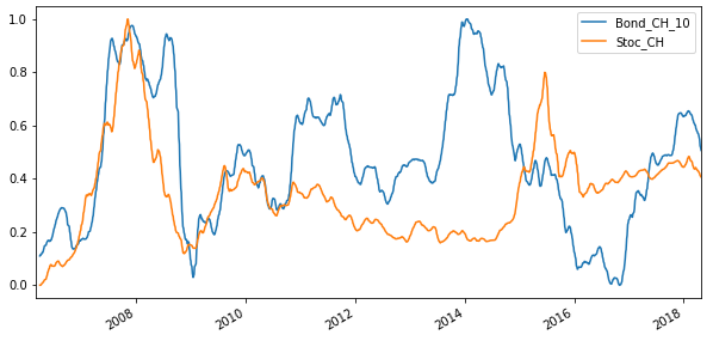


Fig. 5. Comparison between 10Y T-Bond Yield and Shanghai Composite Index

3.5 Overseas market factor

The level of interest rates in the United States has a significant impact on global interest rates. The Fed's rate hike will lead the flow of global capital, tightening market liquidity and pushing up interest rates. For this reason, we select Ten-year US Treasury yield (Bond_US_10) as one of the factors. Most investors in China's bond market are capable of global asset allocations. When overseas stock markets perform well, there will be capital outflows, hence we also select the Standard & Poor's 500 index as an overseas stock market factor.

3.6 Derivatives market factor and Commodity factor

Investor expectations have a significant impact on bond yields movement. Treasury bond futures reflect the expectations of derivative investors for the trend of Treasury yields. Historical data indicates that the trend of Treasury bond futures and Treasury yields in the same direction is more pronounced. However, due to the short issuance time of China's Treasury bond futures, the amount of data cannot meet the requirements of the Machine Learning methods we use, so it is not selected as a factor.

Investors are expected to be affected by the level of commodity prices. Commodity prices reflect changes in the overall social supply and demand. The rise in commodity prices often represents a strong social demand, which will push up investors' expectations of yields. To test whether commodity prices can effectively characterize market conditions, we focus on commodities such as agricultural products and industrial goods, and we have selected Nanhua Agricultural Commodity Index (Com_farm) and the Nanhua Industrial Commodity Index (Com_farm) as commodity factors.

Table1. Different types of factors

Type	Factors
Bond Price-Volume Factor	SSE T-Bond Volume Credit Spread
Monetary Factor	R007 Term Spread
Fundamental Factor	CPI PPI
Stock Market Factor	Shanghai Composite Index
Overseas Market Factor	Ten-year US Treasury Yield Standard & Poor's 500 Index
Derivatives and Commodity Factor	Nanhua Commodity Index Nanhua Agricultural Commodity Index Nanhua Industrial Commodity Index

As the Table 1 above show, this paper choose the data from six perspective and eventually filter factors from them to form the general factors pool for the empirical analysis.

4. Empirical analysis

In this section, this paper do the empirical analysis by processing the raw fatcors data, evaluating the prediction result between different test sets and then analyzing the relatively ideal test set's result.

4.1 Factor Processing

In the hedging transactions for the stock market, due to the high frequency of operations and the variety of invested assets, the sensitivity in factor processing is correspondingly higher. Therefore, there are usually various methods to deal with different factors, with complex combinations of processing coefficients. However, different methods for the same factor, such as common logarithm, normalization, and moving average processing, mainly affect the sensitivity of factors, but does not have a significant impact on the relative importance of a specific factor. That is to say, the actual contribution of an effective factor to the model under different treatment methods and different coefficients is not the same, but basically its feature of effectiveness can be shown through all the treatment.

The research object of this paper is the state of the bond market. There is no strict demand for short-term numerical change or sensitivity. In order to discuss the effectiveness of each kind of factors and whether it contributes positively to the model, this paper adopts the moving average processing method for each factor, smoothing the curves and eliminating the abnormal fluctuation of the data in short term. In terms of the length of time interval, it is obvious that a shorter movement interval length will more effectively preserve the sensitivity of the data, but at the same time preserving more short-term noise data. Since the division of the bond market state does not necessarily need to be change the state by frequency of each day, and the market, from the perspective of economics, will often enter a certain state due to factors such as the economic environment, related external market impact, and the game between the long and short markets by a period of several weeks or even months, the medium and long term trend of factors is more critical than the timeliness of the data. This paper finally uses the 20-period moving average method to process the raw data and obtain the final training data set.

$$F_t = (X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \cdots + X_{t-19})/20$$

It is worth noting that although there are all data for 2009-2017 for a total of nine years in the training data set, it is not possible to use future data relative to each time spot when the Hidden Markov Model is actually applied. The actual processing algorithm needs to avoid the use of whole period processing methods such as: whole period sorting scoring, whole period standardization and other processing methods. The 20-period moving average method used in this paper make the curves of each factor smooth, while using transaction data on the day and the last 19 days of that trading day, which meets the requirements for data testability.

4.2 Model results

In the empirical analysis part, the training data set formed by combining different factors is used into the hidden Markov model for training. After that, the test data set is input into the model, and the hidden states vector in the test set time period is finally output. This paper finally selects data from January 2009 to December 2017 to form a training data set and uses data from January 2009 to May 2018 to form the test data set.

4.2.1 Scoring of prediction result

At present, there is no unified standard for the evaluation of market states prediction, which has a close relationship with the nature of HMM. The idea of the model chosen in this paper is using the data of several related dominant factor indicators to reflect the discrete division of states that is implicit and invisible. Therefore, the existence of an absolute standard for prediction result evaluation will deviates from the nature of Hidden Markov Models.

Considering that it is difficult to choose an absolute prediction result evaluation index, the result obtained from the training of different factors combination data needs to be compared by objective criteria instead of the subjective judgment. This paper chooses to sample the entire time set, analyzing sample times' prediction result, and calculate the statistical accuracy of the model. In the practical operation, the practical value of the state prediction for a certain period of history market is relatively low, while the judgment of the market state on the day of each time spot is of more significance. Therefore, this article selects test time spot from every quarter in the time period of the test data set, testing the reasonability of prediction result for each test time spot.

Table 2. Total set of test time spot

Test Time Spot			
2009-01-07	2009-04-01	2009-07-01	2009-10-13
2010-01-07	2010-04-01	2010-07-01	2010-10-13
2011-01-07	2011-04-01	2011-07-01	2011-10-13
2012-01-09	2012-04-05	2012-07-02	2012-10-15
2013-01-07	2013-04-01	2013-07-01	2013-10-15
2014-01-07	2014-04-01	2014-07-01	2014-10-14
2015-01-07	2015-04-01	2015-07-01	2015-10-13
2016-01-07	2016-04-01	2016-07-01	2016-10-13
2017-01-09	2017-04-05	2017-07-03	2017-10-13
2018-01-08	2018-04-02		

This paper collects the existing research reports and refers to the market review report for several months to six months later for the view of market status of each test time spot, determining the reference standard for each time spot based on a market view after a considerable time interval. In the selection of specific time spot, this paper selects the first day

of each quarter except holidays to avoid potential anomalies to the market. Finally, a total of 38 test time spots are taken as sample data and the score of prediction result is as below:

Prediction result score = numbers of reasonable time spot / total numbers of time spots

In the evaluation system, this paper establishes three kinds of market states: the "rising state", the “decline state" and the “shock state". However, in practice, these three “dominant” market states cannot accurately summarize all market states. It is very likely that the “implicit” market states are not the same in the two time periods in which the rate of return rises similarly. Therefore, this paper adds an “abnormal state” in the actual model prediction process to reduce potential errors in the evaluation process: if the predicted state of a certain time spot is the same as the state evaluated by the research report, or it is classified as abnormal states, it will be considered as a reasonable prediction result.

4.2.2 Comparison of Factor Efficiency

In order to filter out factors that are effective for the identification of the bond market, this paper combines different types of factors and explores whether the final model's prediction results will have better results. Due to space limitations, this paper sets up six groups of factor combinations for model training and model prediction. With the evaluation methods introduced above, six combinations are compared and scored to obtain a relatively effective combination of factors.

Among the six factors selected in this paper, bond price-volume factor and monetary factor are direct reflection to the bond market environment, which undoubtedly plays an important role in the evaluation of bond market states. Therefore, this paper uses the bond price-volume factor and monetary factor as basis factors. Those factors of the training dataset of the model are firstly evaluation and then combined with other types of factors to form the final six test factor combinations, namely the following six test groups:

Table 3. Factors composition of different test set

Test Set	Factors Combination
Test Set 1	Bond Price-Volume factor
Test Set 2	Bond P-V factor + Monetary factor
Test Set 3	Bond P-V factor + Monetary factor +Fundamental factor
Test Set 4	Bond P-V factor + Monetary factor +Stock market factor
Test Set 5	Bond P-V factor + Monetary factor +Overseas Market factor
Test Set 6	Bond P-V factor + Monetary factor +Commodity factor

For the above six test groups, the relevant test data sets were selected and brought into the hidden Markov model for training. After that, the corresponding test data set is brought into the trained model to obtain the market state vector, and the ten-year government bond yield is used as an indicator to draw the image, and the following six groups of market state results are obtained.

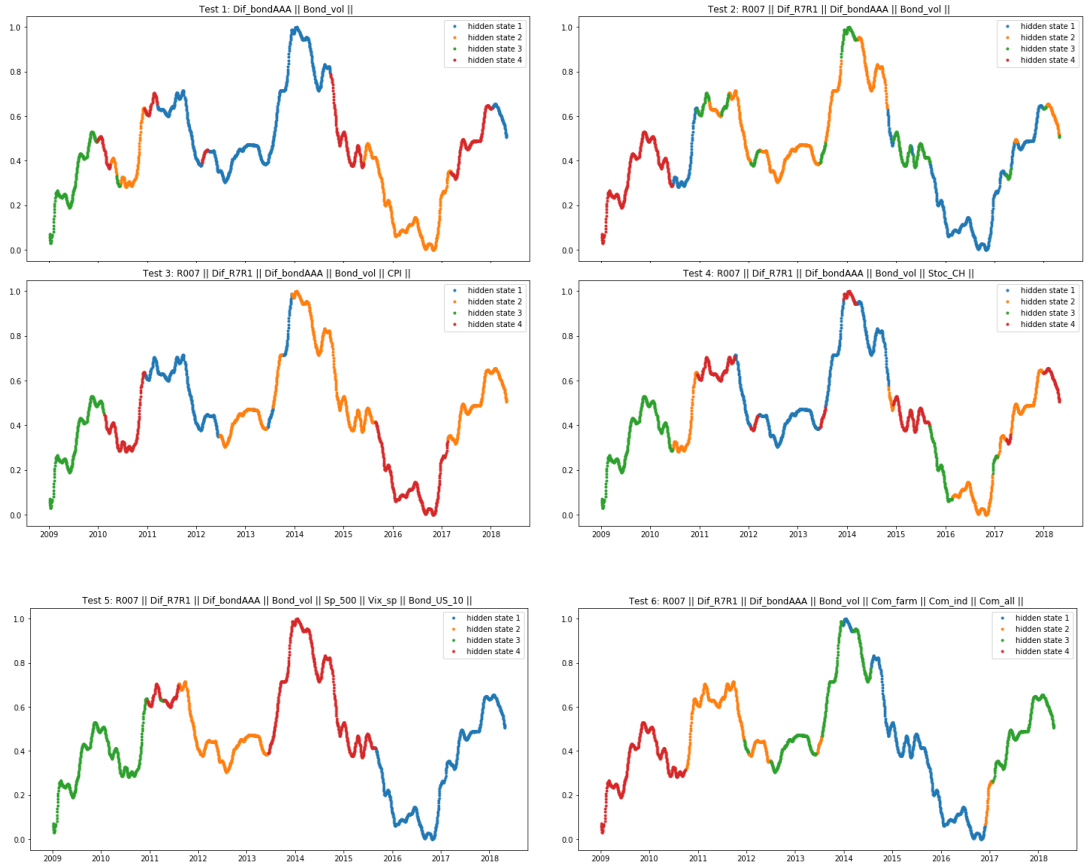


Fig. 6. The curve of the market state's result (the first line is Test 1 and Test 2)

According to the model prediction result evaluation method introduced in the previous section, the results of the six groups of market state divisions are analyzed, and their corresponding model prediction result's scores are as follows:

Table 4. final score of prediction result

Test Set	Score of Model Prediction Result
Test Set 1	12/38
Test Set 2	28/38
Test Set 3	10/38
Test Set 4	32/38
Test Set 5	No Reasonable Explanation of States
Test Set 6	15/38

From the results in Table 4, it can be seen that the prediction results of the test set 4 are the most ideal one, and a total of 32 test time spots prediction results can be reasonably explained in the whole 38 test time spot state prediction results. In addition, the suboptimal test set including the test set 2 with 28 test time spots that have a relatively reasonable state explanation. The test set with poor model prediction score is test set 1, test set 3 and test set 5. Among these three sets, the test set 5 using overseas market factors is difficult to present a reasonable explanation, showing that the overseas market factor data is of little relevance to the bond market state division. Meanwhile, the relatively poor performance of the fundamental factor of the test set 3 can be explained by the fact that the macro fundamental data's update frequency is low and the monthly data is insufficient. Form the poor performance of test set 1 and the comparatively better performance of test set 2 can be seen that the monetary factor has a very important impact

on the bond market. The next section of this article will take the combination of valid factors: test set 3 for further analysis.

4.3 Effective Factors Analysis

Based on the comparison results in the previous section, test set 3, the combination of all bond price factors and stock market factors, is selected as the effective factors set by this paper. This section analyzes the market division results and various factors of the effective factor combination from the perspective of economics and analyzes the model prediction results trained by this factor combination to consider the potential causes of specific abnormal results.

4.3.1 Market states' economic interpretation

At In this paper, four hidden model states are set up in the actual model. According to the results of the final test group 3, this paper considers the states 0 to 3 in the image as the following market states with economic meaning.

Abnormal state: The first type of market state continues from 2009 to 2010 and reappears in mid-2015. The treasury-bond yield's trend in this state does not show a clear or uniform direction. From the perspective of specific factors' data, it can be seen that in this market state, the value of each factor shows a large fluctuation, and there is no relatively stable numerical range. Combined with the short-term market background at that time, this paper speculates that due to the impact of global financial crisis in 2008 and China's stock market crash in 2015, the market was in a so-called "abnormal state" due to severe fluctuations, and the investment behavior of various market entities and the general environment in the whole market are relatively more abnormal and unpredictable than other periods. Bond investors of insurance companies should adopt a prudent investment strategy at this stage, shorten the duration of trading bonds and adjust the proportion structure of held-to-maturity bonds and marketable bonds to deal with market uncertainty.

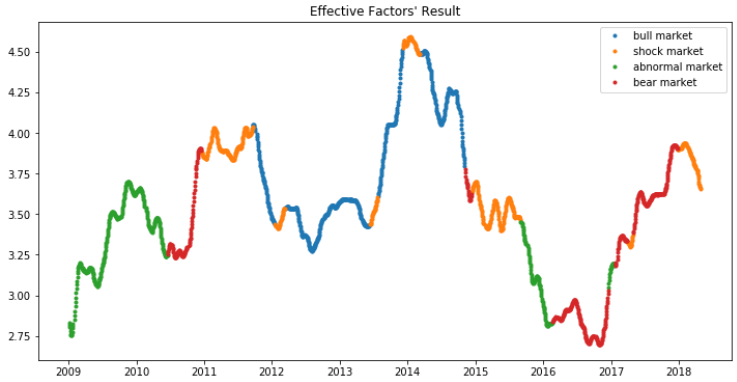


Fig. 7. The curve of effective factors' market state division result

Rising state (bear state): The second type of market conditions exists in the second half of 2010, 2016, and 2017 respectively. It can be seen from the direction of changes in yields that under this market state, the ten-year treasury-bonds have all shown an upward trend. As bond yields rise, bond prices fall, so this market states can also be understood as a bear market in the bond market. During this period, insurers should reduce the amount of investments in bonds that can be sold, reduce the bond duration, and properly allocate investment fund to held-to-maturity bonds and marketable bonds at low prices level. Hold to maturity bonds. The end of a period of rising market conditions often means that bond yields are relatively high for a period of time, but it is worth noting that after the end of the rising market state in the first half of 2017, the market entered into the abnormal state described in the previous paragraph, and then entered the bear market again within a short period of time.

Shock state: The third state has appeared in all years. From the perspective of the change in the yield of the 10-year Treasury Bond, it appears that the yield fluctuates with slight range during this period of time. In terms of the ten-year treasury-bond yield curve, this type of market state does not effectively identify every shock state, but on the other hand, the market has all shown a slight range shock feature within the time intervals of this shock state that are predicted by the model. It is worth noting that the untrained part of the test set, which is the first four months of 2018, was divided into shock states by this model. At present, this is not exactly in line with the trend of the 10-year treasury-bond yield's curve. The situation in this period still needs to be reviewed and analyzed in detail in the later year.

Falling state (bull state): The fourth type of state appears concentrated between 2011 and 2015. Combined with the criteria for the above three states, this paper categorizes the forth state as a market state in which the yield declines. Bond yields have fallen, bond prices have risen, and the bond market is in a bull market. However, in the time intervals of this state that are predicted by the model, there is a case in which there appears to be broad range fluctuations of the yield eventually ended with falling during the period from 2012 to 2013. At the same time, the case in which the bond yields rose sharply in the second half of 2013 was divided into this state, indicating that the prediction result of this market state is not ideal enough. The case of those abnormal division predicted by the model will be further analyzed at the end of this section.

4.3.2 Effective factors' economic interpretation

The effective test set has factors including the inter-bank market 7-day repo interest rate (R007), term spreads, credit spreads, bond trading volume, and Shanghai Composite Index data. It can be seen from the empirical results of the data that those factors predict the model relatively more ideal result, and this result can also be interpreted from the perspective of economics as follow.

As for the *inter-bank market 7-day repo interest rate* factor (R007), its own numerical value reflects the liquidity condition in the inter-bank lending market, and since interbank liquidity tends to affect the market expectation of the interest rate in bond market, it can often reflect the overall liquidity situation in the bond market as well. Therefore, the inter-bank market 7-day repo interest rate in the interbank market, which reflects the short-term liquidity of the market, tends to have the same fluctuation trend with the yield of the treasury bond that reflects the long-term liquidity of the market.



Fig. 8. Relationship between R007 and 10 years treasury bond yield in different periods

As shown in Figure 8 left, the inter-bank repo rate for the seven days in 2017 has been detached from the relatively low level in the previous year, and during this period, the yield on treasury bonds has also continued to rise. But at the same time, since the interbank lending market mainly focus on short-term funds repurchase within seven days, instead of several years, it is more sensitive to the market environment and the corresponding volatility is be greater. As shown in Figure 8 right between 2011 and 2012, although the 7-day repo interest rate in the

inter-bank market experienced fluctuations in a wide range, the yield on 10-year treasury bonds was relatively stable, showing a steady downward trend.

As for the *term spread* factor, this paper uses the term spread data of the interbank market interest rate, which reflects the market's judgment on the trend of both short-term and long-term cases. There are two possible reasons in the narrowing of maturity spreads, that is, short-term liquidity in the market rises rapidly due to the tightening of policy adjustments or other factors, at which point the long-term interest rate changes little; or the market makes a deflationary judgment to the long-term development for the macro economy, which leads to a decline in long-term interest rates while short-term interest rate changes little. In the period shown in Figure 9 left in June 2013, the short-term interest rate rises rapidly due to the short-term liquidity crisis, resulting in the rapid reduction of credit spreads, but with the market's gradual interpretation of the central bank's liquidity control idea, the expectations of long-term interest rates is also increasing gradually, so the term spread factor has rebounded since July.

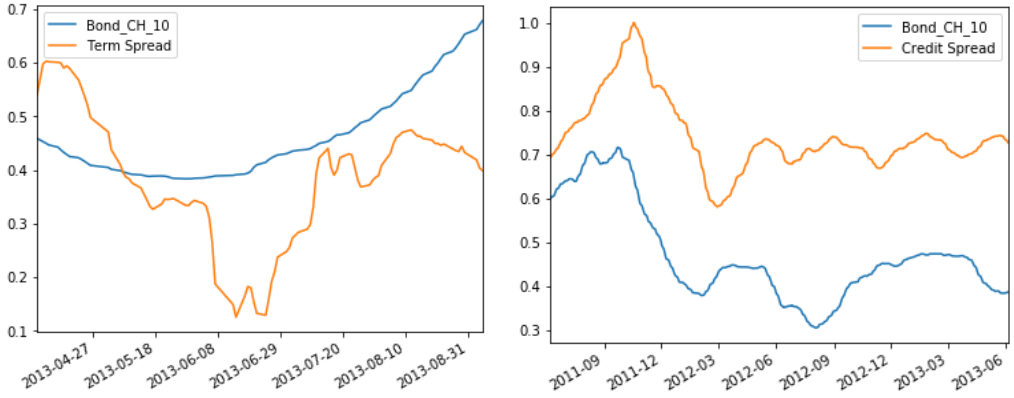


Fig. 9. Relationship between Term spread, Credit spread and 10 years treasury bond yield

As for the *credit spread* factor, it represents the yield gap between the interest rate bond market and the credit bond market. In the bond market, interest rate bonds and credit bonds generally have a scale effect, but at the same time, they also show a certain degree of substitution effect. When the overall interest rate of the market goes up, the investors will tend to trade short-term interest rate bonds, so the corresponding credit-debt investors need higher interest rates as compensation, which leads the credit spreads to increase correspondingly. In addition to compensating for the poor liquidity of credit bonds, credit spreads also include compensation for the default risk of the credit bond's debtor: higher credit spreads reflect the higher risk of default by debtor in a certain period of time. The bond market will also respond to risks accordingly. As shown in Figure 9 right, the credit spreads have remained in a high level since 2012, while the market is also under a corresponding shock with a wide fluctuation range..

As for the bond trading volume factor, since it generally represents the degree of market's interest to treasury bond, the higher level of trading volume represents that treasury bond has become a more favored trading asset on the market. Correspondingly when the bond trading volume is at a high level, the price of government bonds rise, the yield on government bonds declines (Figure 10 left). However, there are some fact of bond trading volume that make it different from the trading volume factor in the stock market. Due to the large variation in the types of the bonds, different interest rate bonds and credit bonds are difficult to be regarded as homogenous type of assets; at the same time, the trading volume of each bond is relatively scattered largely, making it difficult to find a measurement of overall trading activity throughout the market. Therefore, in this paper, the bond trading volume factor is mainly used to identify the abnormal state only, and no clear and direct correlation of this factor’s feature can be observed for other states. As shown in Figure 10 right, when the financial crisis ended, the trading volume of treasury bonds in the market was at an abnormally high level, and at this

time, there was a clear inverse relationship with the yield of treasury bonds. However, the bond trading volume gradually stabilized after 2011, and there is no clear correlation between the yield of Treasury bonds at that time.

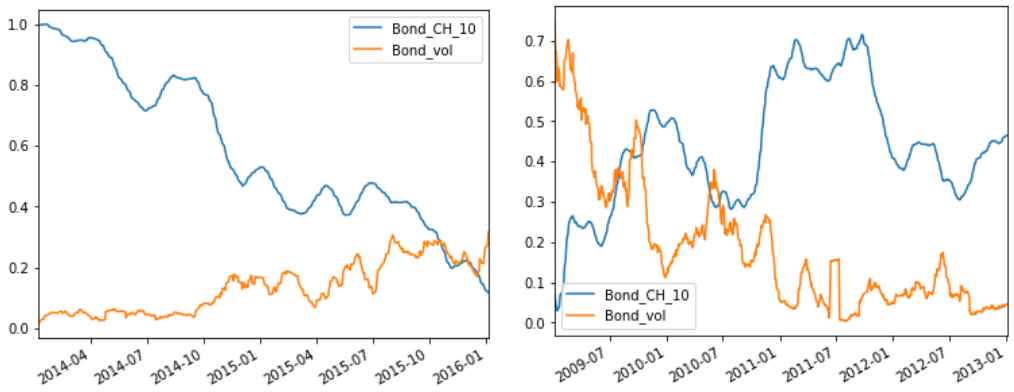


Fig. 10. Relationship between bond volume and 10 years treasury bond yield

As for the stock market factor, it mainly reflects the relative level of the stock market's development, but it is difficult to find a definite relationship between the Chinese stock market index and the bond market. As shown in Figure 11 left, there is a clear positive correlation between stock market index and treasury bond yield in 2010. It can be interpreted as that stock assets can been seen as a substitute trading asset of bonds during the asset allocation. Investors will increase the proportion of bond investment when the performance of the stock market is low, pushing up bond prices and reducing bond yields. In Figure 11 right, the stock index has a negative correlation with the bond yield, which can be explained as follow: as speculative mood in the market gradually increase, the tendency of investors to increase their leverage to obtain higher profits increases bond financing demand, which in turn stimulate the trading in the bond market. Therefore, it is difficult to use a single linear relationship to explain the complex relationship between the stock market and the bond market in the model used in this paper.

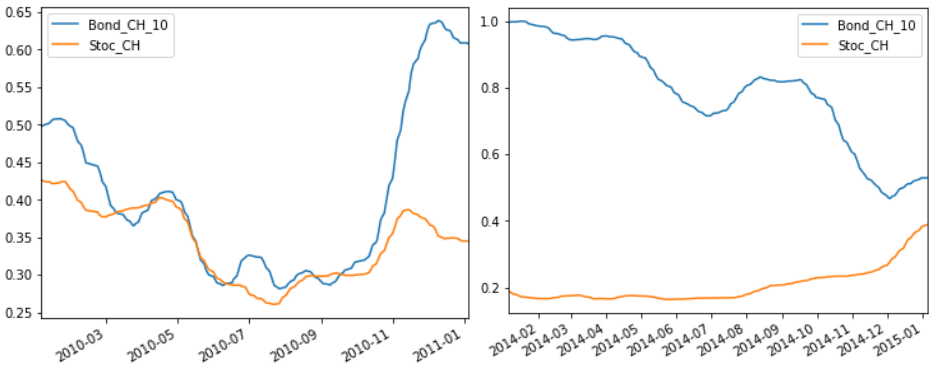


Fig. 11. Relationship between Shanghai Composite Index and 10 years treasury bond yield

4.3.3 Interpretation of abnormal result

Although the set of the effective factors selected in this paper successfully and reasonably predicts the market state over most of the time period, there are still exceptions that are contrary to the economic interpretation of the state given in the previous section. The most abnormal case's time period was in the second half of 2013, when the yield of treasury-bonds rose sharply. However, the model of this paper classifies this stage as the "declining state". This section attempts to focus on the actual situation of the market in the second half of the 2013 and analyzes predict the potential causes of this abnormal case from the view of the model's factor.

The domestic bond market suffers a bear state after the “money shortage” incident in the market in June 2013. The rise in the yield of treasury-bond has a certain relationship with the market's fear of liquidity problems. With the influence of the expanding entire society’s demand for debt financing, the commercial banks expand the scale of bill financing, adding leverage and increasing potential liquidity risks. At that time, the market had misunderstood the central bank's attitude on the market liquidity. The rumors of borrowing default and the central bank's tightening of liquidity caused the interbank lending rate to increase dramatically, and the seven-day lending rate was once over 11%. (Figure 22 is the 20-period moving average R007 factor data used in this paper) This article believes that the panic reaction of the market to the "money shortage" and the subsequent interpretation of the central bank's further tightening of liquidity and controlling of risks have become the main triggers of the bond market’s bear state in the second half of 2013.

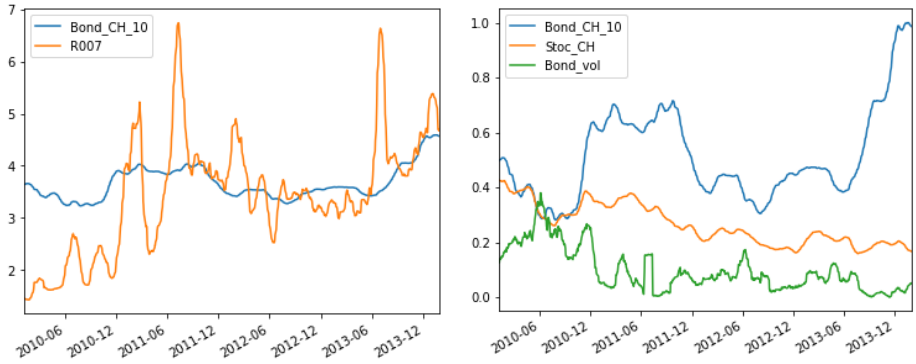


Fig. 12. Different factors’ condition during “money shortage” period

Since at that time period, the liquidity crisis in the interbank market and the sharp rise in the bond market yield does not have a serious impact on the stock market, it can be seen from the Figure 12 that the stock market factor was maintained at a relatively stable level during 2012 to 2013. Hence, it can be suspected correspondingly that the Hidden Markov Model used in this paper eventually distinguishes this period from the panic caused by the stock market turmoil in 2015 and does not recognize it as an “abnormal state”. At the same time, in the quantitative study of the stock market, the trading volume factor that can effectively reflect the stock market panic mood does not show a good distinguishing feature in this incident. This article believes that the bond market’s trading vitality is not better than the stock market and the relative degree of the connection between interbank market and bond market are the main reasons for explaining this phenomenon.

Since the model factors used in this paper do not measure the policy-driven factors, and the existing relevant indirect factors of market panic can only reflect the effects in a specific type of market, the model makes an abnormal prediction in 2013. The "money shortage" period is only identified as a "shock state” in June by the model, and the model fails to predict a bear market due to policy orientation after that.

5. Conclusion

In this paper, the Hidden Markov model is used to divide the state of the bond market with data of factors in various aspects. The results are presented by a ten-year treasury-bond yield curve. From the empirical results, the combination of the bond price-volume factor, the currency factor and the stock market factor contribute ideally to the prediction of the model. The four-state model obtained in the training process has a good forecasting result on the shock state specifically. However, at the same time, there are still several issues that are still not completely resolved that need further study in this paper:

From the perspective of factors, this paper adopts a relatively simple treatment method for selected factors and does not adopt other factor processing methods such as differentiation, variance, skewness, kurtosis, ranking score, etc. based on the time series data. To some certain extent, more abundant processing methods may definitely bring better performance and accuracy to the prediction result of the model. In terms of factors' selection, the choice of trading volume in this paper is limited to the trading volume of treasury bond, and a suitable index that can represent the trading volume of credit bonds has not yet found. At the same time, this paper does not find a factor that can directly measure the impact of the government policy on the market, which to a certain extent leads to the emergence of error results. Since the influence of the policy itself currently is difficult to quantify, further attempts on factor mining may be suggested to focus on the interpretation of market sentiment and policy documents by the method of natural language processing in machine learning domains.

From the perspective of model, the Hidden Markov model is a kind of machine learning method, which has significant advantages over the general linear model in dealing with multiple nonlinear relationships between input variables, but it has a main problem of black-box. Since the internal relationship between input variables of the trained model itself is not known to the public, scholars cannot judge and evaluate the effect of different factors on the prediction results based on the training model. At the same time, the robustness of the models results obtained by different test groups can still be improved. Since the Hidden Markov model itself is exploring the hidden and implicit market state, how to establish a reasonable evaluation system with explicit standards is worth further consideration.

The application of quantitative model is still in the initial stage of the practical investment management for insurance companies. If the company's investment decision is made completely base on the prediction results of the quantitative model, the systematic risk to the company's investment operation will increase dramatically. Nevertheless, the quantitative model can still provide valuable reference for the investment decisions making since the model's judgement is only based on the existing data and the relationship between the data, which can reduce the irrational decisions made by insurance company investors in the market. The Hidden Markov Model used in this paper also has the advantage of identifying the implicit market states that cannot be directly quantified by explicit factors. With the continuous improvement of the model's factors and constantly improved data set, the Hidden Markov Model will play a more valuable role as a reference for insurance companies' capital management.

References

[1] HAMILTON J D. A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle [J]. Journal of the Econometric Society, 1989, 57(21):357-384.

[2] ZHANG D Q, NING X X, LIU X N. Application of Hidden Markov Model Considering Influencing Factors in Economic Forecast [J]. Chinese Journal of Management Science, 2007, 15(4): 105-110.

[3] ZHENG Z L, LIU X S. An Empirical Study of Stochastic Volatility Diffusion Model of Short-term Interest Rate with Markov-switching [J]. Applications of Statistics and Management, 2009, 28(6): 1067-1073.

[4] QU H, XIAO B Q. A Study of the Distribution of Chinese Stock Index Returns Based on Markov Switching Model [J]. Journal of Management Science, 2011, 24(5): 111-119.

[5] HU S L, WEI J, HUANG S. HMM-based state transition and forecast of China's stock market [J]. Statistics and Decision, 2011, (12): 152-154.

[6] HUANG R. Analysis of Stock Price Prediction Based on Hidden Markov Model (HMM) [D]. Qing Dao University,2015.

[7] LIN Y, CHEN Z, CHEN Y X. Shibor volatility forecast based on Hidden Markov Model EGARCH Model [J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2016, 36(3): 593-603.

保险资金债券投资的量化管理

—基于隐马尔科夫模型的市场状态识别与因子筛选

宋佰秩 杜尚隆

宋佰秩
中央财经大学保险学院
北京100026，中国
电话: 15010500596
Email: Songbz1999@163.com

杜尚隆*
中央财经大学保险学院
北京100026，中国
电话: 18810711677
Email: dusl9708@163.com

关键词： 债券市场；隐马尔科夫模型；市场状态识别；因子筛选；保险资金

中文摘要：保险公司的资金风险偏好使得债券市场成为了保险公司投资的主要领域，而债券投资相对低频且高量的特点，使得对于债券市场中长期内不同状态的划分与识别相较短期内的利率预测较股票市场具有更显著的意义。利用量化模型对债券市场状态进行识别，可为保险公司制定行之有效的资产管理策略提供参考。本文选取2009年至2017年我国10年期国债收益率的日度数据作为债券市场研究指标，从债券价量指标、货币面指标、股票市场指标、海外市场指标、衍生品及大宗商品市场指标等多个方面选取识别因子，运用机器学习方法中的隐马尔科夫模型，划分并识别债券市场状态。同时根据隐马尔科夫模型的识别结果，分析评价不同类型的因子对债券市场识别的贡献程度,实证结果显示银行间七天回购利率、期限利差、信用利差、债券交易量及上证综指的因子组合在市场状态识别中具有相对理想的模型结果。

Estimation, Prediction and Application of CBD Model under Irregular Data

WU Xiaokun, SU Wen, LI Xin

WU Xiaokun
Ph.D
Department of Mathematics and Physics
North China Electric Power University
Baoding 071000, China
Email: wuxk@ruc.edu.cn

SU Wen*
Department of Mathematics and Physics
North China Electric Power University
Room508, Teach of seventh floor
Email:372671134@qq.com

LI Xin
Department of Mathematics and Physics
North China Electric Power University
Room508, Teach of seventh floor
Email: 422619255@qq.com

Keywords: CBD model, Irregular data, Mortality prediction.

Abstract. Mortality forecasting, as one of the basis of life insurance pricing, has been continuously improved by the researchers. CBD model has many advantages over Lee-Carter model in predicting mortality, especially at elder ages, and its form is simpler and easier to understand. The upper age limit of population mortality data in China is irregular in different years. In previous studies some researchers used truncated data at upper limit age. This simplification is convenient for modeling, but losing valuable information. In this paper, we first selects the age range based on the CBD model. At the same time,we adopts a weighted least squares method to deal with irregular data, and used the model to predict the future mortality trend and life expectancy.

1. 引言

随着社会经济学的发展，医学技术的进步以及医疗条件的完善，人类死亡率呈不断下降的趋势，1995到2015年，90-94年龄段的死亡率从22.121%下降到11.224%，下降了10.897%；95-99年龄段的死亡率从22.75%下降到18.74%，下降了4.01%（数据来源于《中国统计年鉴》），人类寿命在不断延长。人口死亡率的持续下降和寿命的不断延长，导致很多国家面临越来越高的老年抚养比，给公共养老体系和养老金给付带来巨大的压力。

死亡率预测是人口科学的关键部分，也是人口学界和统计学界研究的重点。作为养老产品定价和养老金财务计划的基础，死亡率预测在养老金制度安排、产品供给和社会个体退休规划中都起着重要的作用。CBD模型是由Cairns,Blake和Dowd（2006）提出，是一个两因素模型，模型假设模型中两个变量都服从带漂移项的随机游走，同时，漂移率是相同的，两个变量的变化也是相关的。而对于模型中的两个因子，一个是对所有年龄段的人的死亡率的变化都有相同的影响，而另一个对老年人的死亡率的影响比对年轻人死亡率的影响更大。CBD模型是建立在分类评定模型（logit）之上的死亡率模型。Renshaw和Haberman（2006）讨论了CBD模型中是否应该加入队列效应；Cairns等（2007）在CBD模型中加入了年龄－时期效应和队列效应。在2008年Cairns等人提出了一个更加复杂的世代效应元素。Plat（2009）的研究建议使用 4 个因素。相比国外，我国对CBD模型的研究相对较少。很多学者（张佶炜（2014），高原（2015），孙华枫（2016））将CBD模型和lee_carter模型进行比较发现CBD模型表现更好。大多学者针对人口变动情况抽样调查数据相对于普查和1%抽查数据存在缺失数据这一情况，在研究时通常选用高龄截断的年龄组而不是分年龄数据（卢仿先、尹莎，2005；韩猛、王晓军，2010；李志生、刘恒甲，2010；黄匡时，2015等），截断与分组数据所建模型必然损失很多有价值的信息。

由于我国分年龄的人口调查数据分为普查数据、1%抽样调查数据和接近1‰的人口变动情况抽样调查数据，近几次的普查数据和1%抽样调查数据的年龄上限为100岁，而人口变动情况抽样调查数据的年龄上限大多为90岁（1996年为85岁），并且在很多年份的低年龄数据中存在无死亡率的观测记录，CBD模型着重为死亡曲线上年龄在60岁以上的部分建模，因此对高年龄的死亡率较好的预测效果。本文基于这一模型，使用年龄上限不规则的我国死亡数据，建立了我国人口死亡率的CBD预测模型，并用于对未来死亡率趋势和预期寿命进行预测。

2. 模型与数据

2.1 CBD模型

Cairns-Blake-Dowd模型（简称CBD模型）是Cairns,Blake和Dowd在2006年提出的一个两因素模型，模型形式如下：

$$\log itq(x,t) = k_t^{(1)} + k_t^{(2)}(x-\bar{x}) \qquad (1)$$

其中，$\log itq(x,t) = \log[q(x,t)/(1-q(x,t))]$，$q(x,t)$表示日历年$t$年龄为$x$岁的人在$t+1$年之前死亡的概率，并且有$m(x,t) = -\log(1-q(x,t))$，$\bar{x}$表示年龄的均值。$(k_t^{(1)}, k_t^{(2)})$为时间序列。因为$m(x,t)$和$q(x,t)$相差不大，所以在建立实际模型时可以采用$m(x,t)$代替$q(x,t)$。

CBD模型中的两个时间序列 $k_t^{(1)}$ 和 $k_t^{(2)}$ 对不同年龄的人群的死亡率有着不同的影响方式。 $k_t^{(1)}$ 一般随着时间推进而减小，这也正好符合人们死亡率下降的现状。在拟合时期，如果年龄小的人群的死亡率的下降比年龄大的人群的死亡率的下降更快，则 $k_t^{(2)}$ 随着时间的推进有增加趋势。

2.2 数据来源及处理

由于我国分年龄的人口调查数据分为普查数据、1%抽样调查数据和接近1‰的人口变动情况抽样调查数据，数据年龄上限有100岁，90岁和85岁，这为建模带来了不便，在以往的研究中，大多学者将年龄上限确定为90岁，忽略了90+的数据，因而损失了很多有效信息。因此本文采用加权最小二乘法对参数进行估计，权重为死亡人数，同时为便于计算，给缺失值赋予一个任意数，然后把含有缺失值的数据权重设为0，其余为1，这样权重就变为死亡人数与0或1的乘积，避免了缺失数据对参数估计结果的影响。

本文选用1994年到2015年中国城市死亡人口数据，其中，死亡率选用不分性别的总死亡率。数据来源于1995-2006年《中国人口统计年鉴》和2007-2015年《中国人口和就业统计年鉴》。其中2000年和2010年是人口普查数据；1995年、2000年和2015年为1%人口抽样数据；其余各年为1‰变动人口抽样数据。

2.3 数据选择

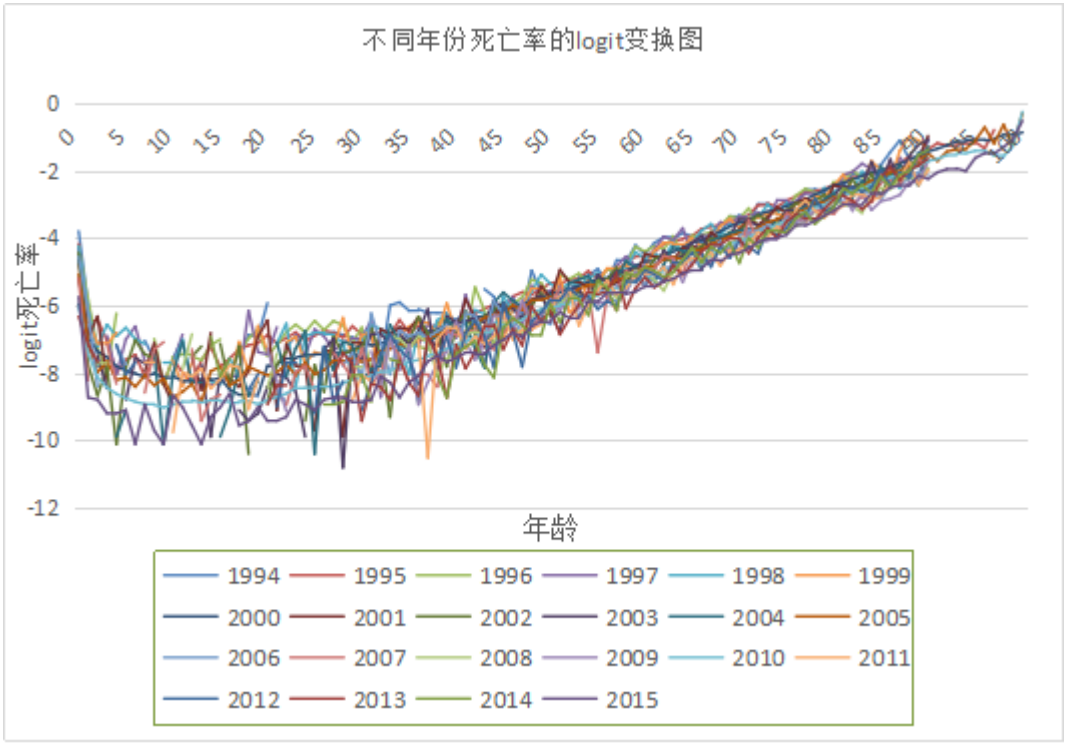


图1　不同年份死亡率（ $m(x,t)$ ）的*logit*变换图

图1为不同年份死亡率（ $m(x,t)$ ）的*logit*变换图。从图1可以看出：变换后的死亡率在年龄40-100岁之间大致呈线性趋势。大多学者选择60-90年龄段建模，但并未对模型年龄范围的选取进行深入的探讨，因此，本文将模型的年龄上限扩展到100岁，将年龄下限拓展到40岁，然后进行模型的残差分析来确定模型所适应的年龄范围。为方便计算，首先以5年为一个单位

进行初筛，即年龄组为60-90,60-95,60-100,55-90,55-95,55-100,50-90,50-95,50-100,45-90,45-95,45-100,40-90,40-95,40-100，然后在选出的最优模型中进行一岁一组的精细化选择。

需要注意的是，原始数据中很多年龄为90岁的死亡率指的是90+的死亡率，年龄为100的死亡率对应的是100+的死亡率，为保证数据真实性，将年龄上限到90岁的只取到89岁，年龄上限到100岁的只取到99岁，因此年龄组为60-89，60-95,60-99,55-89,55-95,55-99,50-89,50-95,50-99,45-89,45-95,45-99,40-89,40-95,40-99。

3．模型选择

3.1 信息准则

信息准则可以权衡所估计模型的复杂度和此模型拟合数据的优良性。

AIC准则（赤池信息准则）：

$$AIC = -2l + 2p \tag{2}$$

BIC准则（贝叶斯信息准则）：

$$BIC = -2l + p\ln(n) \tag{3}$$

其中，l为对数似然函数值；p为模型中的参数个数；n为观测值的个数。

在BIC中，对参数个数乘以$\ln(n)$,在本文样本量很大的情况下，基于BIC准则选择的模型倾向于过于简单的模型，因此，本文采用AIC信息准则来选择模型。

在正态分布假设下的线性回归模型中，$-2l$可以表示为（正态性检验见图2）：

$$\begin{aligned} -2l &= n\ln(2\pi) + n\ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - x_i^T\hat{\beta}\right)^2 \\ &= n\ln(2\pi) + n\ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{n\hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}^2} \\ &= n\ln(\hat{\sigma}^2) + 常数 \end{aligned}$$

删除常数项，将剩余部分代入式2，得：

$$AIC = n\ln(\hat{\sigma}^2) + 2p \tag{4}$$

注意，在线性回归模型中，误差项的方差σ^2也算作一个参数，即参数个数等于回归参数个数加1。在应用AIC比较不同的模型时，建立这些模型所使用的样本量应该是相同的，但在实际应用中，不同模型可能有不同的样本量，在这种情况下，应使用经过样本量调整的尺度化AIC（参考孟生旺《回归模型》）。

$$AIC = \frac{-2l + 2p}{n} = \log\left(\sigma^2\right) + \frac{2p}{n} \tag{5}$$

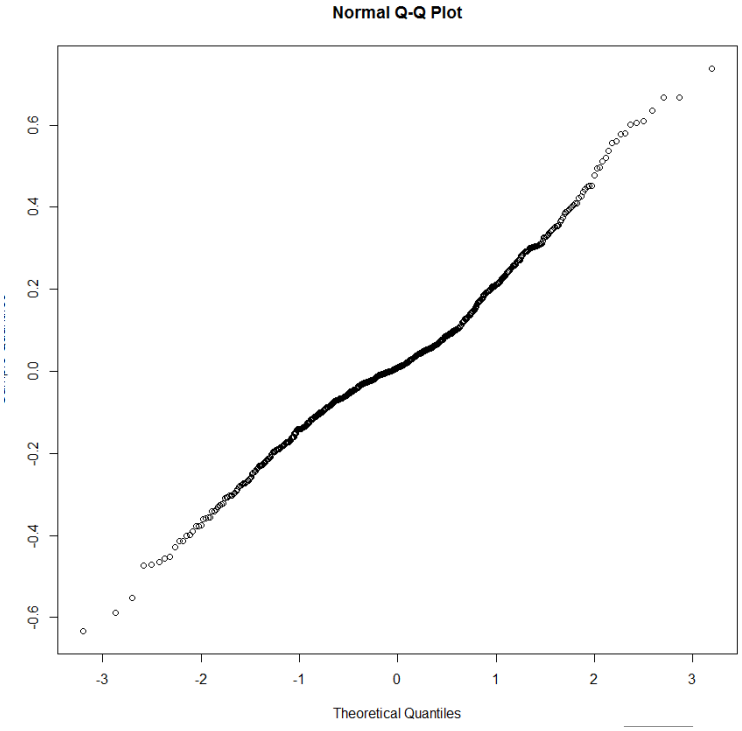


图2 正态QQ图

由于使用最小二乘法进行参数估计，所以AIC信息准则要选择（4）式这种计算方式，那么首先检验正态性。QQ图是一种散点图,对应于正态分布的QQ图,就是由标准正态分布的分位数为横坐标,样本值为纵坐标的散点图。要利用QQ图鉴别样本数据是否近似于正态分布,只需看QQ图上的点是否近似地在一条直线附近。图2中的点大致呈一条直线，说明模型残差服从正态分布。

表1 不同年龄范围模型的平均AIC值

年龄范围	60-89	60-95	60-99
平均AIC值	-3.12438	-3.155094	2.708889
年龄范围	55-89	55-95	55-99
平均AIC值	-2.951216	-2.980515	-2.935319
年龄范围	50-89	50-95	50-99
平均AIC值	-2.84334	-2.871167	-2.842277
年龄范围	45-89	45-95	45-99
平均AIC值	-2.702077	-2.727715	-2.710817
年龄范围	40-89	40-95	40-99
平均AIC值	-2.478556	-2.50251	-2.495305

由表1可以看出，60-95年龄段的平均AIC值最小，所以模型的年龄下限初步定为60岁，然后从60岁开始以每一岁为一组向外延伸，确定最优的年龄下限。

表2 不同年龄范围模型的平均AIC值

年龄范围	55-95	56-95	57-95
平均AIC值	-2.980515	-3.075842	-3.08999
年龄范围	58-95	59-95	60-95
平均AIC值	-3.144435	-3.156173	-3.155094

由表2可以看出，59-95年龄段的平均AIC值最小为-3.156173，所以模型的最优年龄下限为59岁。确定年龄下限为59岁，年龄上限从95岁以每一岁为一组向上向下延伸，确定最优的年龄上限。

表3 不同年龄范围模型的平均AIC值

年龄范围	59-89	59-90	59-91
平均AIC值	-3.126544	-3.132499	-3.13909
年龄范围	59-92	59-93	59-94
平均AIC值	-3.146818	-3.153034	-3.153688
年龄范围	59-95	59-96	59-97
平均AIC值	-3.156173	-3.142522	-3.129261
年龄范围	59-98	59-99	
平均AIC值	-3.111408	-3.091282	

由表3可以看出，59-95年龄段的平均AIC值最小为-3.156173，所以模型的最优年龄上限为95岁。综上，建立模型最优的年龄范围为59-95岁。

3.2 残差分析

残差分析经常被用来判断模型的合理性，信息准则判别表明选用59-95年龄段能更好的解释数据，但模型拟合效果的好坏还需残差的检验。标准化残差，为原始残差除以其标准差。当样本量较大时，标准残差近似服从正态分布，即约有95%研究个体的标准残差应在（-2,2）之间，故标准残差绝对值小于2时表明模型对该研究对象的拟合较好。

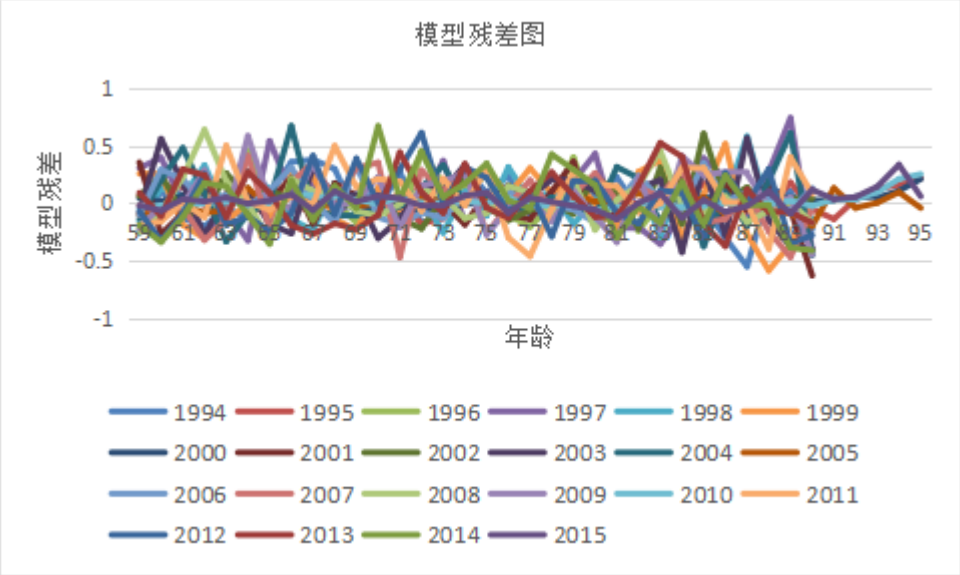


图3 模型残差图

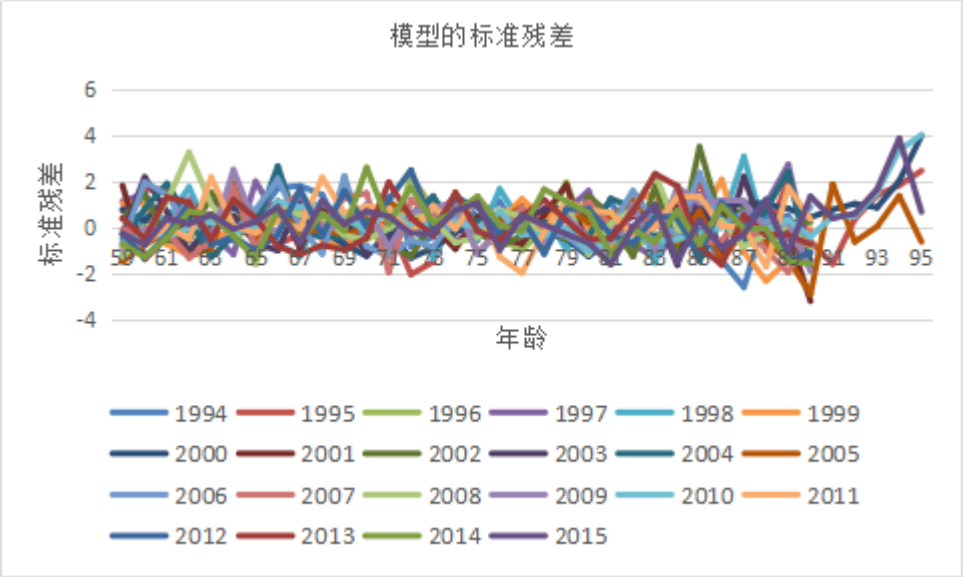


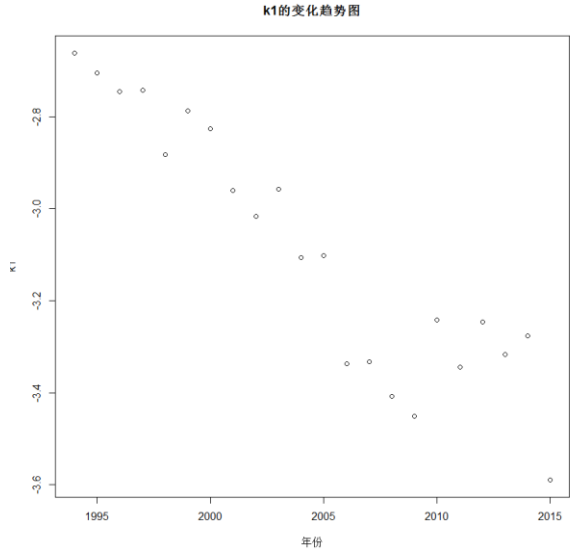
图4 模型标准化残差图

图3是模型的残差图，从图中可以看出，模型的残差在零值上下浮动，呈现出一定的对称性，说明模型不存在系统误差。图4是模型的标准残差图，大多的标准化残差值都落在-2到2之间，说明模型的拟合效果较好。

4. 模型建立

4.1 建立模型

采用加权最小二乘法对我国59-95年龄段建立CBD模型，$\left(k_t^{(1)},k_t^{(2)}\right)$的估计结果见图4。



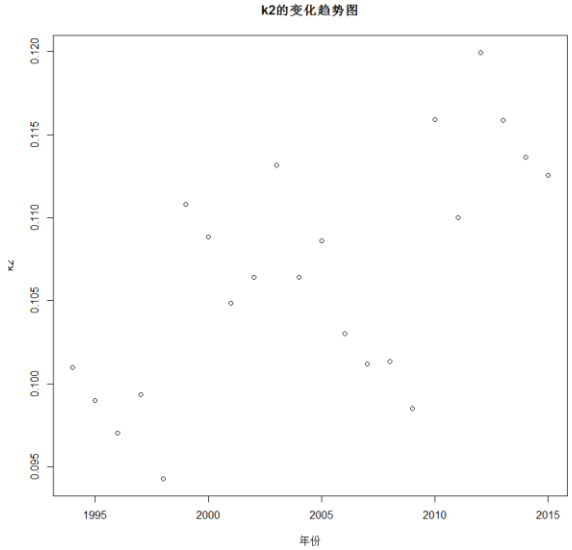


图5 $k_t^{(1)}$ 趋势图　　图6 $k_t^{(2)}$ 趋势图

图5是 $k_t^{(1)}$ 随时间的趋势图，图6是 $k_t^{(2)}$ 随时间的趋势图,可以看出 $k_t^{(1)}$ 随时间逐渐降低，这也符合死亡率逐渐降低的事实，斜率 $k_t^{(2)}$ 的波动较大，总体呈现出增大的趋势。

5．模型预测

5.1 k_t 预测

在估计 $k_t^{(1)}$ 和 $k_t^{(2)}$，t=1,2,……,T时，采用一个带漂移项的随机游走模型来拟合 $k_t^{(1)}$ 和 $k_t^{(2)}$，t=1,2,……,T：

$$\begin{pmatrix} k_t^{(1)} \\ k_t^{(2)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{t-1}^{(1)} \\ k_{t-1}^{(2)} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_t^1 \\ \varepsilon_t^2 \end{pmatrix} \tag{8}$$

其中，d_1 和 d_2 是漂移项，ε_t^1 和 ε_t^2 服从期望为0的正态分布。

显然，漂移项的最小二乘估计量为

$$\hat{d}_i = \frac{\hat{k}_T^{(i)} - \hat{k}_1^{(i)}}{T-1} \tag{9}$$

由此得出，k_t^1 漂移项的估计值：

$$\hat{d}_1 = \frac{-3.589306 + 2.662012}{22-1} = -0.04415683$$

k_t^2 漂移项的估计值：

$$\hat{d}_2 = \frac{0.11256641 - 0.10099045}{22-1} = 0.000551236$$

因此，二维随机游走拟合模型为：

$$\begin{pmatrix} k_t^{(1)} \\ k_t^{(2)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{t-1}^{(1)} \\ k_{t-2}^{(2)} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -0.04415683 \\ 0.000551236 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_t^1 \\ \varepsilon_t^2 \end{pmatrix}$$

由此可以预测出未来5年 k_t 的变化，见表4.

表4　未来5年 k_t 的预测值

$k_t^{(1)}$	-3.633463	-3.677619	-3.721776	-3.765933	-3.81009
$k_t^{(2)}$	0.1131176	0.1136689	0.1142201	0.1147714	0.1153226

5.2 死亡率预测

根据表4计算出的 $k_t^{(1)}$，$k_t^{(2)}$ 未来5年的预测值，代入公式（1），再经变换得出未来5年的预测死亡率。图7可以看出在同一年随着年龄的增长，对数死亡率增加；而同一年龄的对数死亡率逐年降低。

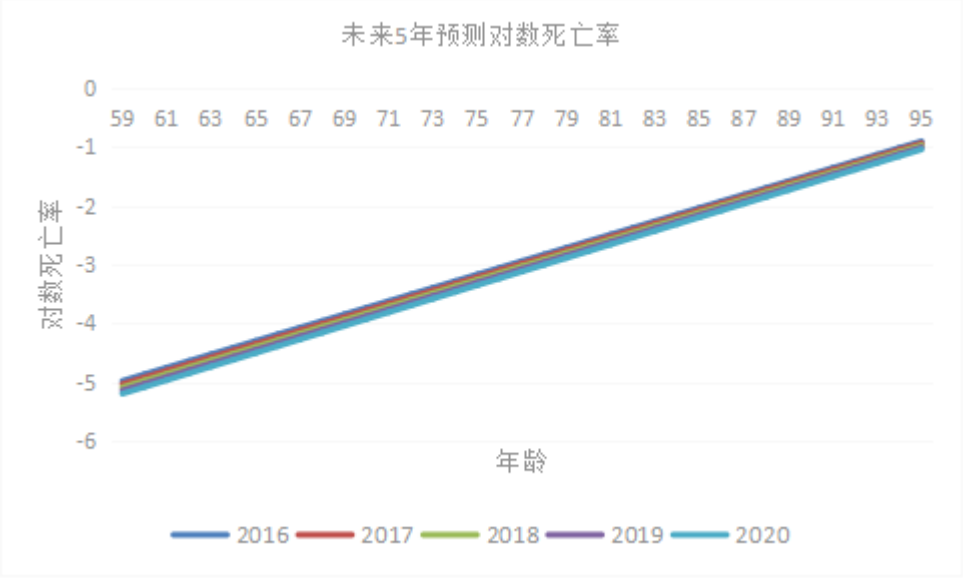


图7 2016-2020年的人口预测对数死亡率

6. 模型比较

本章将对不同年龄范围（60-89,59-95）建模下对同一年龄（例如60岁）的预期寿命寿命和保险金的计发月数预测做出对比，结果如下；

6.1 预期寿命对比

X岁的预期寿命

$$e_x = \sum_{k=1}^{\omega-x} {}_k p_x + \frac{1}{2} \tag{10}$$

其中，${}_k p_x$ 表示年龄为x岁的人在未来k年内的生存概率，ω为生命表年龄上限。

$${}_k p_x = p_x p_{x+1} \times \cdots p_{x+k-1} \tag{11}$$

$$p_x = e^{-m_x} \tag{12}$$

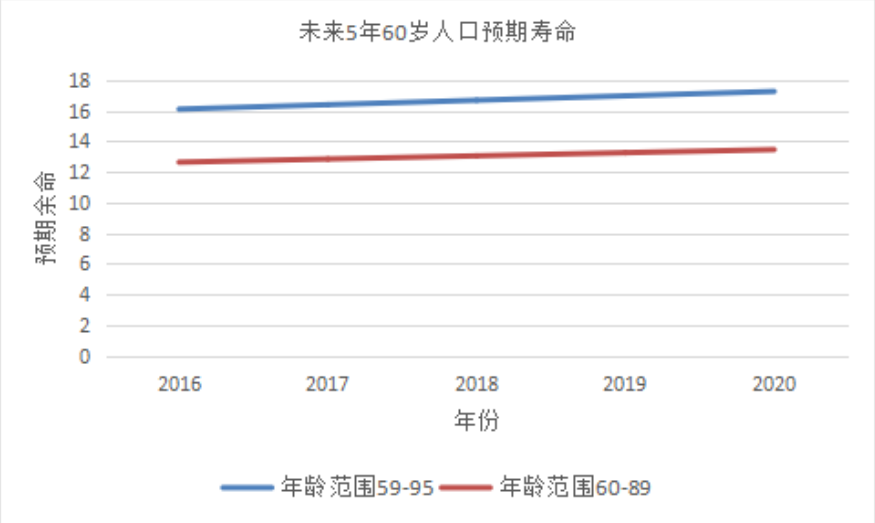


图8 未来5年60岁人口预期寿命

由图8可以看出，人们未来的期望寿命在不断增加。扩大年龄范围后，60岁人口的预期寿命大于未拓展年龄范围的预期寿命。

6.2 计发月数对比

计发月数：待遇发放期间的计划发放月数。计发月数达到目标是：根据个人账户（年金账户）余额和计发月数核定月发待遇，在退休人员去世时，个人账户、年金账户余额正好发放完毕，即账户基金精算自平衡。计算方法如下：

$$\frac{M}{12} \times P = \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^{Y_d - Y_r}}}{i} \times (1+i) \times P \tag{13}$$

$$M = 12 \times \frac{\left[1 - (1+i)^{-(Y_d - Y_r)}\right]}{i} \times (1+i) \tag{14}$$

其中：P 为每年发放的退休金，M 为计发月数；Y_d 为城镇人口平均预测寿命；Y_r 为退休年龄；i 为未来年记账利率或投资收益率。

假定利率为5%，60岁退休，不同年龄段（60-89、59-95）的养老金计发月数见图9。由图7可得选择59-95建模计算的计发月数多于60-89的，因此，若选用60-89建模，可能导致养老金个人账户产生亏空，而我国养老金由个人账户和社会统筹组成，个人账户亏空的部分会从统筹账户支出，从而加重国家养老支出。

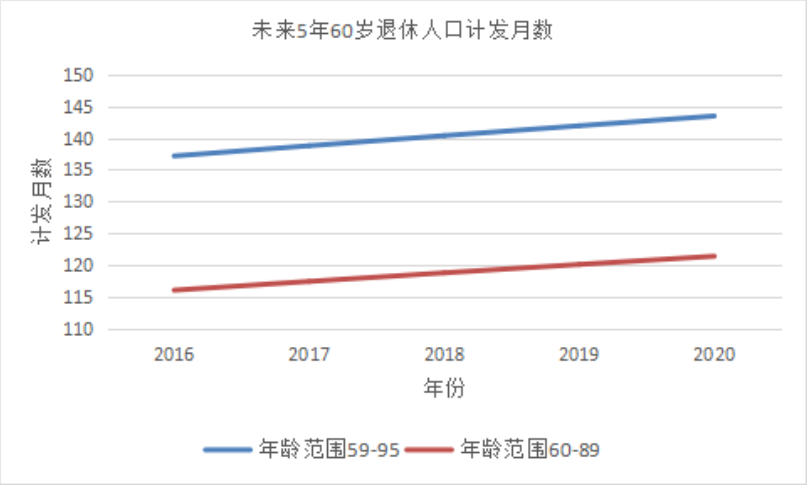


图9 未来5年60岁退休人口养老金计发月数

7. 结论

本文采用CBD模型拟合了中国1994-2015年22年间人口分年龄死亡率，并对未来5年中国分年龄的死亡率和期望寿命进行预测。预测结果显示同一年龄人群在不同年度随着时间增加，死亡率逐渐降低，期望寿命逐渐增加。

在预测死亡率时，本文首先采用AIC信息准则对年龄范围进行选择，确定59-95年龄段的建模效果最好，同时对我国不规则数据进行加权处理，最大限度的利用现实数据，提高预测精度。

根据预测出的死亡率，对拓展年龄上限后的预期寿命和养老金计发月数同没有拓展的做对比，结果发现：扩大年龄范围，预期寿命增加，计发月数加大。因此在建模时，不能忽略90+的数据。

8. 致谢

本研究是教育部人文社科青年基金：基于Bootstrap方法的随机动态死亡率模型研究及其在人口与养老保险领域的应用(15YJCZH186)，河北省社科：有限数据下生命表表的构造与预测（HB15LJ005）和中央高校基本科研业务费专项资金：Lee-Carter模型与CBD模型的研究、应用与扩展（2018MS127）的阶段性成果并获得相应的研究资助。

References

[1] CARINS A J G, BLAKE D, DOWD K. A Two-Factor Model for Stochastic Mortality with Parameter Uncertainty: Theory and Calibration [J]. Journal of Risk & Insurance, 2006, 73(4):687–718.

[2] RENSHAW A E, HABERMAN S. A cohort-based Extension to the Lee-Carter Model for Mortality Reduction Factors [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2006, 38(3).

[3] CAIRNS A J G, BLAKE D, DOWD K. A quantitative comparison of stochastic mortality models using data from England & Wales and the United States [J]. North American Actuarial Journal, 2007, 13.

[4] CAIRNS A J G, BLAKE D, DOWD K, COUGHLAN G, KHALLAF-ALLAH M. Mortality density forecasts: an analysis of six stochastic mortality models. Heriot-Watt University and Pensions Institute discussion paper, 2008, PI-0801.

[5] Plat R. On stochastic mortality modeling [J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2009, 45(3): 393-335.

[6] 张佶炜. 基于中国数据的随机死亡率模型比较研究[D].华东师范大学,2014.

ZHANG J W. A Comparative Study of Random Mortality Models Based on Chinese Data [D].East China Normal University,2014.

[7] 高原. 国内人口预期寿命研究—运用 Lee-Carter 模型和 CBD 模型[D].山东大学,2015.

GAO Y. Domestic Population Life Expectancy Study - Using Lee-Carter Model and CBD Model[D].Shan Dong University,2015.

[8] 孙华枫. 长寿风险对商业养老保险定价的影响研究[D].中国青年政治学院,2016.

SUN H F. The Impact of Longevity Risk on the Pricing of Commercial Pension Insurance[D].China Youth University for Political Sciences,2016.

[9] 卢仿先,尹莎. Lee-Carter 方法在预测中国人口死亡率中的应用[J]. 保险职业学院学报,2005(06):9-11.

LU F X, YI S. The application of Lee-Carter method in predicting mortality in China[J].Journal of Insurance Vocational College,2005,(06):9-11.

[10] 李志生,刘恒甲. Lee-Carter 死亡率模型的估计与应用——基于中国人口数据的分析[J]. 中国人口科学,2010,(03):46-56+111.

LI Z S,LIU H J. The Estimation and Application of Lee-Carter Mortality Model——Based on the Analysis of China's Population Data[J]. China Population Science,2010,(03):46-56+111.

[11] 韩猛,王晓军. Lee-Carter 模型在中国城市人口死亡率预测中的应用与改进[J]. 保险研究,2010,(10):3-9.

HAN M,WANG X J. The Application and Improvement of Lee-Carter Model in Prediction of Urban Population Mortality in China[J]. Insurance Research,2010,(10):3-9.

[12] 黄匡时. Lee-Carter 模型在模型生命表拓展中的应用——以中国区域模型生命表为例[J]. 人口研究,2015,39(05):37-48.

HAUNG K S.The Application of Lee-Carter Model in the Extension of Life Table of Model——Taking China Regional Model Life Table as an Example[J].Population Studies,2015,39(05):37-48.

[13]吴晓坤. 缺失数据下 Lee-Carter 模型的参数估计[A]. 清华大学出版社.2016.

WU X K.Parameter Estimation of Lee-Carter Model with Missing Data[A].Tsinghua University Press.2016.

[14]黄顺林.中国养老保险的长寿风险研究[D].中国人民大学.2011.

HUANG S L.Study on longevity risk of China's pension insurance[D].Renmin University of China.2011

[15]孟生旺.回归模型[M].北京:人民大学出版社,2015

MENG S W.Regression model[M].Beijing:Renmin University Press,2015.

不规则数据下CBD模型的估计、预测与应用

吴晓坤 苏雯 李鑫

吴晓坤
博士
华北电力大学数理系
保定071000，中国
电话:13933892680
Email: wuxk@ruc.edu.cn

苏雯*
研究生
华北电力大学数理系
华北电力大学教七楼508室
电话:15531271695
Email:372671134@qq.com

李鑫
研究生
华北电力大学数理系
华北电力大学教七楼508室
电话:13833200952
Email:422619255@qq.com

关键词: CBD模型；不规则数据；死亡率预测

摘要. 死亡率预测作为养老保险产品定价的基础，一直被广大学者不断完善。CBD模型相比lee-carter模型在高年龄的死亡率预测上有更好的效果，且其形式简单，更容易被理解。中国人口死亡率数据在不同年份存在年龄上限不规则的现象，以往的研究中通常将数据截断，这样的处理可能会带来数据信息的损失。本文基于CBD模型先对年龄范围进行选择，同时采用加权最小二乘法对不规则数据做出了处理，并用于对未来的死亡率趋势和预期寿命进行预测。

The Study on Group Self -Pooling Annuitization and Optimization about Lee-Carter Model

XIAO Hongmin[1], YANG Xiaodan, MA Zhi'e

XIAO Hongmin *
Professor
College of Mathematics and Statistics
Northwest Normal University
Gansu730070, China
Email: xiaohm9@126. com

YANG Xiaodan
Master of Science
College of Mathematics and Statistics
Northwest Normal University
Road of AnNing East 967,
Lanzhou, GAN SU
Email: 18993898193@163. com

MA Zhi'e
Master of Science
College of Mathematics and Statistics
Northwest Normal University
Email:835921966@qq. com

Keywords: Lee-Carter Model, Co-integration Theory, Longevity Risk, Group Self- Annuitization, Benefit ratio.

Abstract. With the improvement of medical standards and people's health awareness, the mortality rate is declining obviously in all over the world. The increasing of life expectancy brings greater payment pressure and solvency risk to the pension system. Firstly, due to Chinese mortality sample data are limited and incomplete. we apply the co-integration theory of economics, and use the Taiwan population mortality rate to return the time factor of Chinese mainland population mortality. Then we forecast the male population mortality use Lee-Carter model in our country. Secondly, this paper drawing on the 17th-century European "Tontine" annuity concept, combined with Group Self-Annuitisation (GSA) proposed, which in order to build a Group Self-Annuitisation system that suits China's national conditions. We propose two options to increase the benefit ratio. Finally, an empirical analysis of China's male population mortality for Group Self-Annuitisation has found that:

1.This paper is one of the periodic results of national natural science foundation project (71261023).

The GSA model has the characteristics of actuarial balance, stable cash flow and lifelong pension. Besides, the GSA model can make large numbers join the annuity pool. So the individual risk can be effectively suppressed, and this way could increase the coverage rate of individual pension.

1. 引言

随着社会经济的发展, 人们生活水平的提高, 世界各国的人口死亡率总体呈现下降趋势. 在我国, 人口老龄化问题也日趋严重, 并导致国家养老金支付及可持续性压力日益增大, 这直接关系到基本养老金和商业寿险公司的风险管理. 准确的死亡率预测是长寿风险管理的理论基础.

目前国际上最具影响的死亡率预测模型是 Lee-Carter(1992)[1]模型, 该模型的主要思想是将死亡率参数分解为时间因子和年龄因子, 并包含了未来死亡率变化的不确定性, 由于该模型简单易懂且相对稳健, 之后的许多研究建立在 Lee-Carter 模型之上. Booth 等(2002)[2]在 Lee-Carter 模型中嵌入了泊松回归模型. Renshaw 等(2003)[3]在 Lee-Carter 模型基础上, 增加了相依的时间效应, 首次提出多因素年龄-时期模型. Li(2004)[4]针对死亡数据较少的国家, 提出了在有限数据下运用 Lee-Carter 模型预测的方法. Renshan 等(2006)[5]最早提出了考虑队列效应的人口随机死亡率模型.Laurent Callot[6](2016)建议将确定性和随机性时间序列变量分开以提高拟合和预测性能.韩猛等(2010)[7]针对我国死亡率数据样本量小以及数据存在缺失的情形, 通过一个双随机过程对 Lee-Carter 模型中的时间项进行建模, 发现改进后的模型更适合预测目前中国大陆的人口死亡率. 樊毅等(2017)[8]利用贝叶斯信息准则和嵌套模型的似然比检验, 比较了 8 种随机死亡率模型的拟合效果, 发现由 Lee-Carter 模型拓展而来的 Age-Period-Cohort 模型最适合预测中国大陆的人口死亡率.

“十九大”明确提出建立多层次养老保险制度, 加快补齐养老保险“三支柱”短板, 积极应对老龄化, 这为个人养老储蓄计划提供了新市场. 早在十七世纪的欧洲, 就有类似的个人养老储蓄——Tontine 计划. John Piggott 等(2005)[9]利用 Tontine 思想, 首次提出群体自助年金化 GSA (GroupSelf-Annuitisation)的概念. Chao Qiao 等(2013)[10]对该理念给出了具体的理论推导并通过模拟说明以不同年龄进入年金池中可以提高 GSA 方案的稳定性. Milevsky and Salisbury(2013)[11]证明了预期寿命较长的人群更偏好有一定风险的 Tontine 年金, 而不是无风险、每期固定收益的传统年金. 王湘惠(2014)[12]利用 GSA 模型研究 Tontine 年金制度的运作机制, 发现 Tontine 年金具有充分的储备特点, 基金的破产率很低.

本文采用 Lee-Carter 模型奇异值分解法(SVD)对中国大陆和台湾男性人口死亡率模型的参数进行估计, 将经济学中的协整理论引入死亡率预测, 弥补了我国死亡率数据少、超高龄死亡数据缺失造成的误差. 借鉴源于十七世纪欧洲 Tontine 年金理念, 结合 Piggott 提出的群体自助养老年金思想, 根据我国基本国情, 把收益率嵌入 GSA 模型, 缓解逆向选择问题和增强对风险偏好特殊人群的吸引力, 构造适合我国老龄结构的互助养老年金体系, 对为我国政府、保险行业提供了解决长寿风险的新思路.

2. 基于协整理论的死亡率预测

我国统计人口死亡数据年份较短, 这不仅制约了模型参数估计结果的准确性, 而且影响了模型预测的精度. Yang 等(2013)[13]基于 Lee-Carter 模型建立了多个国家死亡率连贯模型来对死亡率进行预测, 通过协整分析得到美国和英国人口死亡率的相关性. 张奕等(2015)[14]通过协整分析发现日本男性和中国男性人口死亡率具有长期的均衡关系, 并结合极值理论对中国死亡率进行预测. 本节给出基于协整理论的中国男性人口死亡率预测方法.

2.1 Lee-Carter 模型及参数估计

假设x岁的人在t年的中心死亡率$\mathrm{m_x(t)}, (\mathrm{t = t_1, t_2, \cdots, t_n})$服从对数双线性模型, 即

$$\ln m_x(t) = \alpha_x + \beta_x k_t + \varepsilon_{x,t}. \quad (1)$$

其中, α_x是年龄因子, 反映了死亡率随年龄x的变化; β_x表示年龄x对于死亡率变动的敏感程度; k_t是时间因子, 反映了死亡率随日历年变动的趋势; $\varepsilon_{x,t}$表示x岁在t年中心死亡率的残差项, 且$\varepsilon_{x,t} \sim N(0, \sigma^2)$. 在式(1)的基础上附加下述条件以获得唯一确定的参数估计值.

$$\sum_x \beta_x = 1, \sum_t k_t = 0.$$

由最小二乘法可得

$$\hat{\alpha}_x = \frac{1}{t_n - t_1 + 1} \sum_{t=t_1}^{t_n} ln\hat{m}_x(t). \quad (2)$$

通过对矩阵$\ln m_x(t) - \alpha_x$进行奇异值分解得到$\hat{\beta}_x$和$\hat{k}_t$的估计值. 时间序列$\hat{k}_t$的变化值采用 ARIMA(p, d, q)模型对$\hat{k}_t$进行拟合, 然后外推出预测年份的$\dot{k}_t$. 最后利用$\dot{k}_t, \hat{\alpha}_x$和$\hat{\beta}_x$得出预测年度的$\dot{m}_x(t)$, 即

$$\ln \dot{m}_x(t) = ln\hat{\alpha}_x + \hat{\beta}_x \dot{k}_t. \quad (3)$$

鉴于台湾地区出现人口老龄化问题的时间早于中国大陆, 其人口老龄化进程与中国大陆有许多相似之处, 并且相同的文化传统和密切的经济往来使得台湾人口死亡率数据对中国大陆更具有参考价值, 所以本文选择台湾人口死亡率数据对中国大陆人口死亡率数据进行协整. 文中台湾人口死亡率数据源于 Human Life Table Database, 中国大陆人口死亡率数据源于《中国人口统计年鉴》和《中国人口与就业统计年鉴》. 将数据分为两个部分: 第一部分（1997～2012 年）用来拟合模型, 第二部分（2013～2014 年）用来验证模型.

将 1997～2012 年的中国大陆和台湾地区男性人口死亡率数据代入矩阵$ln m_x(t) - \alpha_x$, 利用 SVD 得到参数α_x, β_x和k_t的估计值, 分别如图 1-图 2 所示.

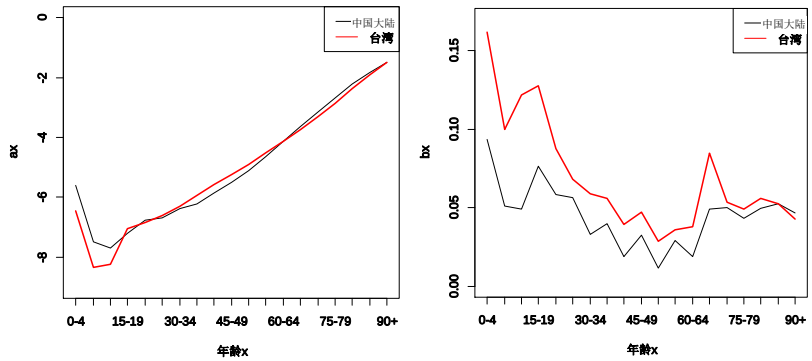


图 1 Lee-Carter 模型下中国台湾地区和中国大陆男性人口死亡率α_x, β_x的估计值

由图 1 可以看出α_x随年龄的增长呈现出先降后增的趋势, 并且台湾地区与中国大陆男性人口分年龄的死亡率趋势大致相同. 随着年龄的增加β_x基本呈下降趋势, 低年龄组的β_x值较高, 高年龄组的β_x值趋于 0. 中国大陆和台湾地区的β_x值均出现了先减小后增加再减小的趋势, 这符合各年龄段对死亡率水平指数的变化敏感程度.

2.2 协整关系及其检验

利用 Lee-Carter 模型对死亡率进行预测, 多数是对死亡时间因子k_t建立 ARIMA 模型, 这种方法要求有足够的历史数据, 并要求死亡时间因子k_t是平稳时间序列. 但实际发现, Lee-Carter 模型中的k_t通常为非平稳时间序列, 因此该预测方法在数据缺失的中国大陆往往有较大偏差. Yang 等(2013)发现虽然某个国家的k_t不是平稳时间序列, 但多个国家的k_t之间可能存在协整关系. Engle 等人提出了协整（Co-integration）的概念, 他们发现有些时间序列虽然自身非平稳, 但其线性组合却是平稳的或是较低阶单整的.

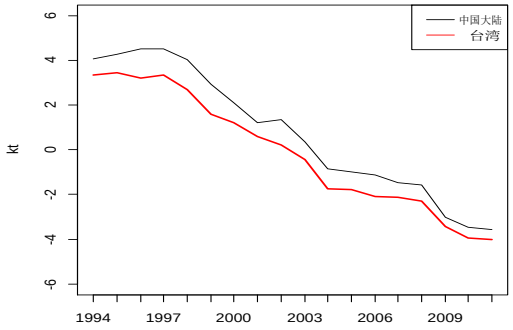


图 2　Lee-Carter 模型下中国台湾地区和中国大陆男性死亡率k_t的估计值

由图 2 可以看出, k_t随日历年份的增加逐年下降, 并且台湾地区与中国大陆死亡时间因子k_t序列具有长期稳定的变化趋势, 说明二者可能存在协整关系.

验证两个时间序列k_{t_1}和k_{t_2}是否协整, Engle 和 Granger(1987)[15]提出两步检验法(EG 检验).

第一步:经 ADF 和 PP 检验, 若时间序列k_{t_1}和k_{t_2}都是单整的, 就可以用一个变量对另一个变量做回归, 即$k_{t_1} = a + bk_{t_2} + e_t$, 则模型残差$e_t$的估计值为$\hat{e}_t = k_{t_1} - \hat{a} - \hat{b}k_{t_2}$, 其中$\hat{a}, \hat{b}$是$a, b$的估计值.

表 1 中国大陆、台湾地区时间因子的单位根检验

序列	统计量值	一定显著水平下的临界值			P 值
		1%	5%	10%	
k_{t_2}	-0.216237	-3.867651	-3.037692	-2.673456	0.9193
$d(k_{t_2})$	-3.597812	-3.930122	-3.052176	-2.676549	0.0142
k_{t_1}	0.813725	-3.859486	-3.041369	-2.666395	0.9841
$d(k_{t_1})$	-4.943968	-3.903602	-3.099981	-2.675931	0.0014

其中k_{t_2}表示台湾地区男性人口死亡率的时间因子序列, k_{t_1}表示中国大陆男性人口死亡率的时间因子序列. 从表 1 可以得出, 在显著性水平为 5%的条件下, 两组死亡率时间指数没有通过检验, 即存在单位根. 然而在一阶差分之后, 中国大陆和台湾地区的男性时间序列都为$I(1)$过程, 满足协整检验前提.

第二步:检验$\hat{e}_t$的平稳性, 就可以判断时间序列k_{t_1}和k_{t_2}是否存在协整关系. 若$\hat{e}_t \sim I(0)$, 即$\hat{e}_t$为平稳序列, 则k_{t_1}和k_{t_2}具有协整关系, $k_{t_1} = a + bk_{t_2} + e_t$为协整回归方程; 否则$k_{t_1}$和$k_{t_2}$没有协整关系.

对模型残差序列e_t做单位根检验, 经 ADF 和 PP 检验, 残差序列为平稳序列, 表明中国大陆和台湾地区的死亡时间因子具有协整关系.

2.3　预测中国大陆男性人口死亡率

利用台湾地区男性人口死亡率对中国大陆人口死亡率时间序列k_t协整的方法, 采用 Lee-Carter 模型结和 Bell(1997)提出的另一种预测$\hat{m}_x(t)$的方法, 即

$$ln\hat{m}_x(t) = ln\hat{m}_x(t_n) + \hat{\beta}_x(\dot{k}_t - \dot{k}_{t_n}), t > t_n. \quad (4)$$

对中国大陆男性人口死亡率进行预测, 然后将 2013～2014 年的实际数据与预测数据做对比.

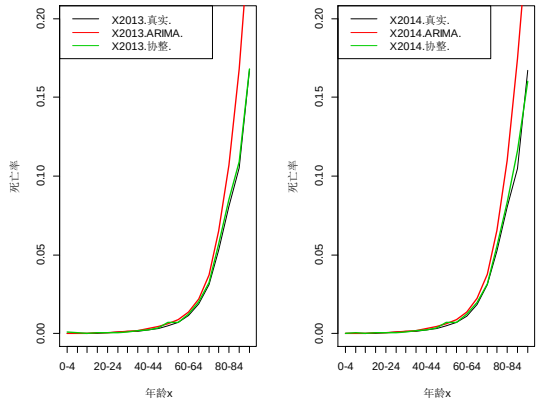


图 3　2013～2014 年中国大陆男性人口实际死亡率与预测死亡率对比

由图 3 知, 与协整模型相比, ARIMA 模型预测的死亡率结果偏高, 尤其是对 65 岁以上的人口数据, 利用协整理论使死亡率的预测更加准确. 除个别年龄组死亡率的预测值与真实值有一些差距, 其他数据均与真实值拟合较好. 这说明利用台湾人口死亡率数据协整中国大陆人口死亡率数据是可靠的. 将死亡率继续外推, 可以得到未来 15 年的中国大陆男性人口死亡率数据, 如图 4 所示.

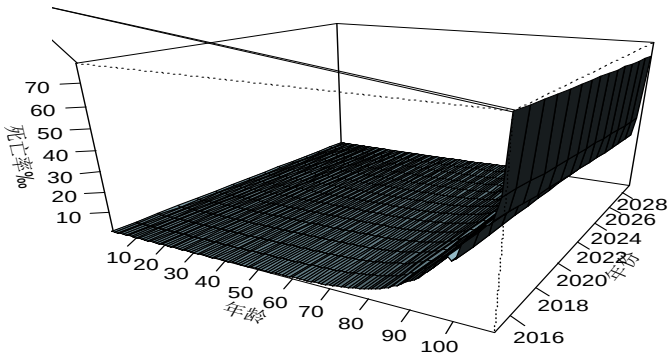


图 4　中国大陆男性人口 2015～2029 年死亡率预测

3.　GSA 的给付模型及实证分析

高龄人口数量的增加以及寿命的不断延长, 使得长寿风险对我国社会保障体系影响愈发显著. 关于长寿风险的研究, 国外主要集中在长寿风险证券化方面, 但是我国资本市场尚不完善, 目前没有任何长寿风险证券化的产品. 根据我国人口结构和经济现状引入个人养老储蓄 计划. 本节探讨基于 Tontine 年金理念的群体养老年金的给付情况, 为我国养老保险提供新理念.

3.1　GSA 的给付模型推导

我国现在实行的统一社会统筹和个人账户相结合的企业职工基本养老保险制度已经无法支付长寿风险带来的巨大开支利用集体养老的思想, 在 Chao Qiao 等人推导了在精算公平原则下每个调整因子的计算方法, 得到一般情况下的 GSA 递推模型:

$$ {}^{k}_{x}B^{*}_{i,t} = {}^{k-1}_{x}B^{*}_{i,t-1} \times \frac{F^{*}_{t}}{\sum_{k\geq 1}\sum_{x}\frac{1}{p_{x+k-1}}\sum_{A_t}{}^{k}_{x}F^{*}_{i,t}} \times \frac{\ddot{a}_{x+t,t-1}}{\ddot{a}_{x+t,t}} \times \frac{1+R_t}{1+R}$$

$$= {}^{k-1}_{x}B^{*}_{i,t-1} \times \mathrm{MEA_t} \times \mathrm{CEA_t} \times \mathrm{IRA_t}. \tag{5}$$

其中, $\mathrm{MEA_T} = \frac{F_t^*}{\sum_{k\geq 1}\sum_x \frac{1}{p_{x+k-1}} \sum_{A_t} {}^{k}_{x}F^{*}_{i,t}}$, $\mathrm{CEA_t} = \frac{\ddot{a}_{x+t,t-1}}{\ddot{a}_{x+t,t}}$, $\mathrm{IRA_T} = \frac{1+R_t}{1+R}$. $\mathrm{MEA_T}$称为死亡率调节因子, $\mathrm{CEA_t}$称为单独变化的调节因子, $\mathrm{IRA_T}$称为利率调节因子. ${}^{k}_{x}B^{*}_{i,t}$表示x岁进入互助养老计划, 到第t年已经加入互助养老年金计划k年的第j个成员领取的养老金金额; p_x表示$x\sim x+1$岁预期的存活概率; R表示初始时刻设定的投资收益率; R_t表示$t\sim t+1$时刻实际的投资收益率; F_t^*表示t时刻所有存活人员年金池的资金总额; ${}^{k}_{x}F_{i,t}$表示第i个成员t时刻尚未收到$t-1\sim t$时刻之间死亡的人资金分配时的资金总额; ${}^{k}_{x}F^{*}_{i,t}$表示第i个成员t时刻在年金池中的余额; A_t表示t时刻存活的人数, $\ddot{a}_{x+t}$表示第t年x岁的个体每年支付的普通终身年金的精算现值.

本文假定预期投资收益率与实际投资收益率相等($R=5\%$), 相当于利息力:

$$\delta = ln\frac{1}{1+R} = 0.04879064\ . \tag{6}$$

在连续时间内领取的养老年金之间的关系由一个调整因子给出

$$\mathrm{TEA_t} = \frac{F_t^*}{\sum_{k\geq 1}\sum_x \frac{1}{p_{x+k-1,t-1}} \frac{\ddot{a}_{x+t,t}}{\ddot{a}_{x+t,t-1}} \sum_{A_t} {}^{k}_{x}F^{*}_{i,t}}. \tag{7}$$

TEA_t是总调节因子. TEA_t不等于$MEA_t \times CEA_t$, 它们分别为

$$\mathrm{MEA_t} = \frac{\mathrm{F_t^*}}{\sum_{\mathrm{k}\geq 1}\sum_{\mathrm{x}} \frac{1}{\mathrm{p_{x+k-1,t-1}}} \sum_{\mathrm{A_t}} {}^{\mathrm{k}}_{\mathrm{x}}\mathrm{F^{*}_{i,t}}}, \tag{8}$$

$$\mathrm{CEA}_t = \frac{\ddot{a}_{x+t,t-1}}{\ddot{a}_{x+t,t}}. \tag{9}$$

其中, CEA_t与参与者所在的队列有关. 对于如何将现实的生存信息转化为依赖于队列的永久性改善因子和独立于队列的波动因子MEA_t需要主观的判断. 队列的单一因子TEA_t可以避免主观判断的不确定性. 通过整个队列共同承担系统长寿风险, 如果每个队列在领取年金和收益波动方面都得到改善, 那么共享原则使得整个年金池的成员都受益.

3.2 GSA 模型实证分析

在 Lee-Carter 模型预测出的男性人口死亡率的基础上, 对 GSA 模型在我国人口数据上进行实证分析. 假定初始时刻为 2018 年, 一群年龄为 65 岁的男性退休人员加入 GSA 计划, 初始资金为 10000 元. 利用 2. 3 节预测的死亡率和 3. 1 节的递推公式, 用蒙特卡洛模拟来观察不同情况下参与者领取养老金的分布情况, 然后选取每年领取的养老金金额的95%分位数、中位数和5%分位数进行分析.

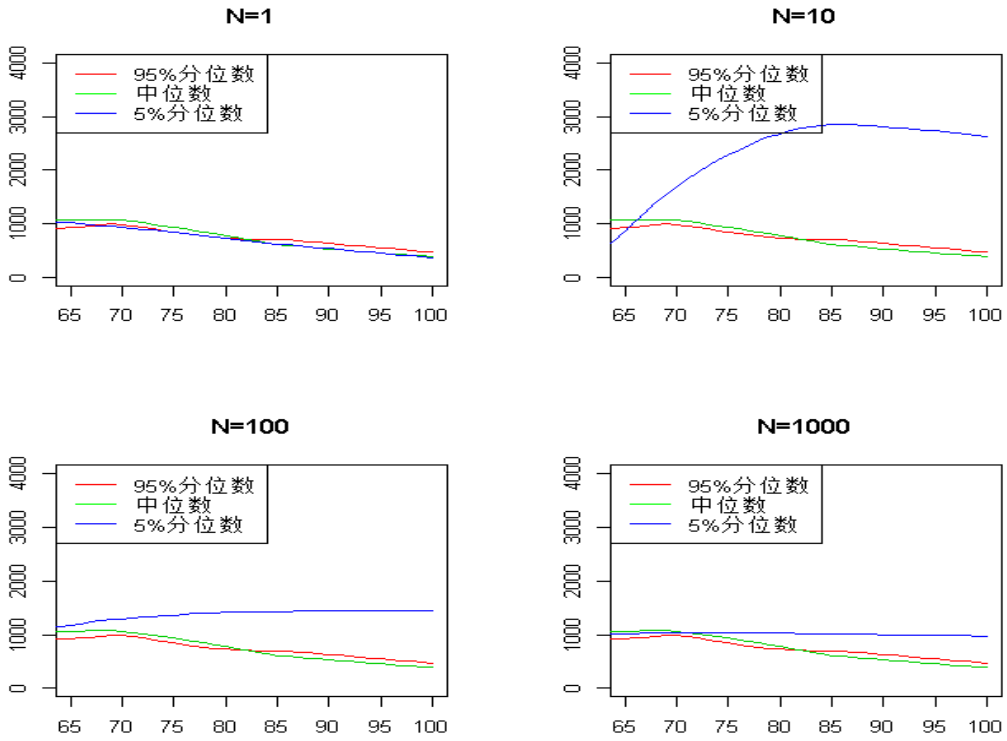


图 5 不同成员人数的养老金金额领取分布情况

图 5 分析了年金池大小对未来领取养老金的影响. $N = 1$时为个人自年金化, 随着年龄的增加, 领取的金额在逐年下降. 当$N = 10$时, 领取金额的95%分位数在 80 岁左右出现上升的趋势, 这是由于年金池中的人数较少, 且一段时间内死亡人数比例较大时, 根据 GSA 计划的资金分配原则, 这段时间之后的存活者将会获得较大的死亡率信用分配. 当N分别为 100 和 1000 时, 领取的养老金额分布情况变得比较平滑, 且N越大, 95%分位数、中位数和5%分位数之间的差距就越小, 说明年金池中的成员越多, 互助养老年金的分布情况便越稳健.

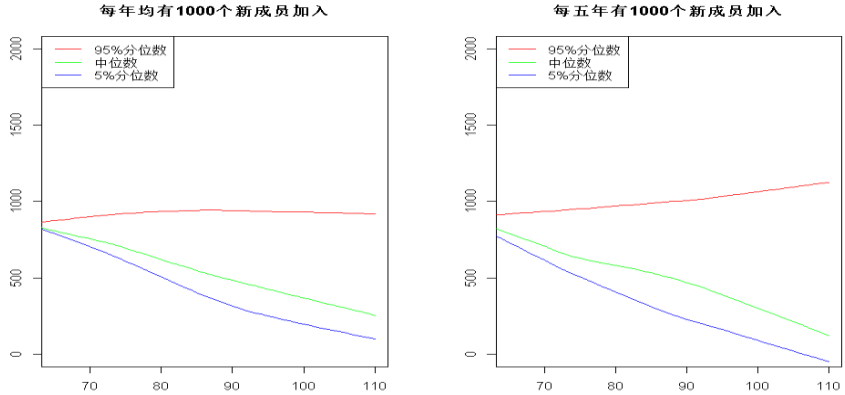


图 6 开放式 GSA 计划每年领取的养老年金金额分布情况

随着时间的推移, 年金收益逐渐下降并且年金的收益波动程度逐渐增加, 为了解决这些问题, 假设 GSA 计划是开放的, 比较每年有 1000 个 65 岁的新成员加入和每 5 年有 1000 个 65 岁新成员加入领取养老年金金额的分布情况. 由图 6 可以看出, 这两种情况下的年金分布并没有明显差距, 只是每年有 1000 名成员加入的情况比每 5 年有 1000 名成员加入领取的养老金额波动率略小一些, 年金池中成员的数量随着时间的推移变得更加

稳定. 动态的年金池可以减少老年人领取的养老年金金额的波动性, 这是因为当较年轻的新成员加入队列时, 年金池中死亡的特异性波动将会减少.

4. GSA 模型的优化设计

前面假设 GSA 模型是开放的, 但从每年领取的养老年金金额分布情况来看, 95%分位数与中位数金额差距很大, 由于个人心理认知偏差等原因, 部分个体将不会参与 GSA 年金计划, 导致GSA年金池无法充分发挥风险分散作用, 大大降低了风险保障的价值. 为提高个人养老保险的人群覆盖率, 本节对 GSA 模型进行优化, 使更多的人参与其中.

4.1 收益率

收益率是指投资的回报率, 一般以年度百分比表达, 根据当时市场价格、面值、息票利率及距离到期日时间计算.

特别地, 本文不考虑任何管理费用及其他费用, 假设个体在t_0时刻退休并决定购买年金D_0, 将其转换为退休后每年获取的养老金B_0. 为了简化模型, 假定年金的投资回报率是定值R, X_{t0}表示在t_0时刻存活个体的年龄变量, 则个体购买此年金的总收益为

$$TB = B_0 \sum_{t=0}^{\infty}(1+R)^{-t} I(X_{t0} \geq t), \tag{10}$$

收益率为

$$BR = \frac{TB}{D_0} = \frac{B_0 \sum_{t=0}^{\infty}(1+R)^{-t} I(X_{t0} \geq t)}{D_0}. \tag{11}$$

显然总收益率都依赖于个体的年龄变量, 为了得到更好的退休生活, 退休者购买年金换取每年固定的退休金直至死亡. 当个体决定是否购买此年金时, 收益率的高低起到了关机键的作用. Mitchell 等在 1999 年的研究中表明BR的值在 0.8 左右时, 人们会更愿意购买此年金.

在 GSA 计划中, 假设个体在退休时刻t_0决定购买年金, 则个体i最初投资资金为

$$D_{0,i} = B_0 \sum_{t=0}^{\infty}(1+R)^{-t} I\left(X_{i,t0} \geq t\right)$$

其中, $X_{i,t0}$表示个体i在t_0时刻的年龄变量, GSA 模型将最初的资金汇集在一起, 根据大数定律可以分散个体长寿风险. 当年金池足够大时, 平均数能够很好地表示预测值, 即

$$B_0 \sum_{t=0}^{\infty}(1+R)^{-t} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} I\left(X_{j,t0} \geq t\right) \xrightarrow{p} B_0 \sum_{t=0}^{\infty}(1+R)^{-t} P\left(X_{j,t0} \geq t\right), (N \to \infty).$$

因此, 初始投资资金可以表示为$D_{0,i} = B_0 \sum_{t=0}^{\infty}(1+R)^{-t} P\left(X_{j,t0} \geq t\right)$, 此时第$i$个参保者的收益为

$$BR_i = \frac{\sum_{t=0}^{\infty}(1+R)^{-t} I\left(X_{i,t0} \geq t\right)}{\sum_{t=0}^{\infty}(1+R)^{-t} P\left(X_{j,t0} \geq t\right)}. \tag{12}$$

则$E(BR_i) = 1$, 理想的 GSA 计划使参保者预期保险额等于最初的投资, 这意味着部分参保者预期保险额低于最初的投资, 另外一部分参保者预期保险额高于最初投资. 由于个体决定是否参与 GSA 计划时, 会考虑获得最初投资一定比例的概率, 我们把这个概率定义为

$$BRP_i(p) = P(BR_i \geq p), p \in (0,1). \tag{13}$$

BRP_i值越大, 更容易说服个体购买年金. 在保持$E(BR_i)=1$的前提下, 考虑参保者的预期保险额不少于最初投资金额比例达到一定百分比的概率, 并给出两种方案提高BRP_i值.

4. 2 提高BRP_i值的两种方案

方案 1:若干年内可继承

假设参保者在$[0,t_1]$内可以让指定人继承初始投资的剩余金额, 在$(t_1,+\infty)$内剩余金额是不可继承的, 作年金池的死亡信用让存活的个体共享, 则总收益为

$$TB_i=\sum_{t=0}^{t_1}B_0v^t+\sum_{t=t_1+1}^{\infty}B_0v^tI(X_{i,t0}\geq t),$$

根据最初设想$E(BR_i)=1$,定义初始投资资金为

$$D_{0,i}=\sum_{t=0}^{t_1}B_0v^t+\sum_{t=t_1+1}^{\infty}B_0v^tP(X_{i,t0}\geq t),$$

收益率为

$$BR_i=\frac{TB_i}{D_{0,i}}.$$

方案 2:若干年后减少支付

假设参保者在$[0,t_1]$内每年收益为B_0, $(t_1,+\infty)$内每年收益为ρB_0, 其中$\rho\in(0,1)$, 则总收益为

$$TB_i=\sum_{t=0}^{t_1}B_0v^tI(X_{i,t0}\geq t)+\sum_{t=t_1+1}^{\infty}\rho B_0v^tI(X_{i,t0}\geq t),$$

根据最初设想$E(BR_i)=1$,定义初始投资资金为

$$D_{0,i}=\sum_{t=0}^{t_1}B_0v^tP(X_{i,t0}\geq t)+\sum_{t=t_1+1}^{\infty}\rho B_0v^tP(X_{i,t0}\geq t),$$

收益率为

$$BR_i=\frac{TB_i}{D_{0,i}}.$$

4. 3 GSA 模型的优化分析

本文基于 Lee-Carter 随机动态死亡率模型, 以 2016 年为零时刻, 采用蒙特卡罗方法对 GSA 模型的优化方案进行数值模拟, 获得收益率达到一定百分比的概率.

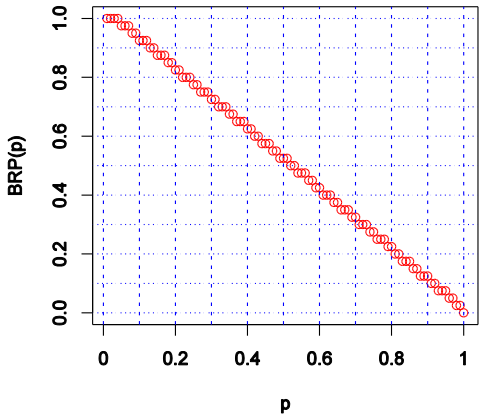


图 7 GSA 模型的 *BRP*

图 7 为 GSA 模型下收益率达到概率p的数值模拟. 观察到当收益率为0.8时, $BRP\approx 0.2$, 这说明参保人至少得到最初投资80%的概率仅为0.2, 这种投资风险太高, 多数人会

购买收益较为稳定的普通年金, 但普通在更高龄阶段会面临较高的生活开支和医疗费用压力. 如何提高收益率成为人们购买养老年金的首要前提.

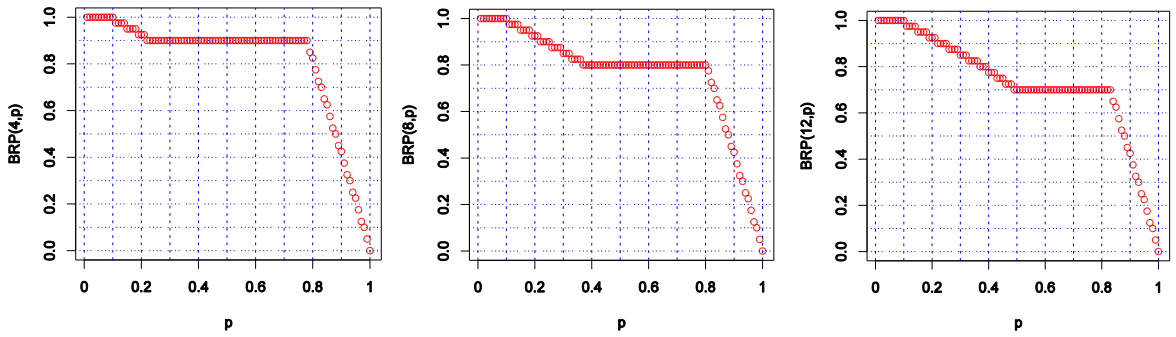


图 8　方案 1 的 *BRP*

图 8 表示采用方案 1 改进后的 GSA 模型收益率至少达到一定百分比的概率模拟图. 观察到收益率下降趋势明显降低, 当收益率为0.8时, BRP值上升. 这意味着80%的参保人至少可以获得初始投资80%的资金, 损失率较小. 当可继承资金时刻$t_1(t_1 = 4,8,12)$变化时, BRP的值也随着变化, t_1的时刻越小, 投保者获得初始投资80%的概率越大. 换句话说, 在高龄死亡率逐年降低的前提下, 投保者选择可继承的时间段越小, 将获得较高的收益.

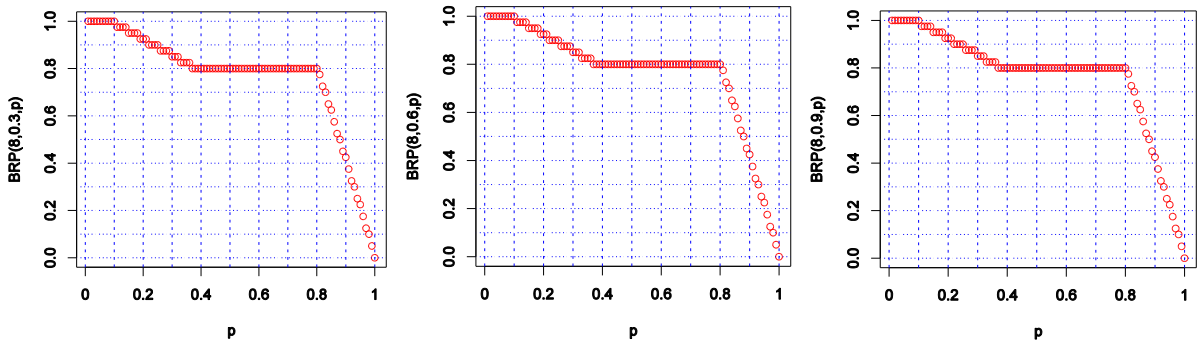


图 9　方案 2 的 BRP

图 9 表示采用方案 2 改进后的 GSA 模型收益率至少达到一定百分比的概率模拟图. 当$t_1 = 8$时, ρ取不同的值($\rho = 0.3, 0.6, 0.9$), 观察到BRP值的变化并不明显. 这说明ρ的取值对获得最初投资百分比的概率影响较小.

方案 1 和方案 2 与原始的 GSA 年金相比, 方案 1 和方案 2 都提高了投保者的收益率和投保人群覆盖率, 使得群体自助化年金比普通年金具有更大的优势, 为老年生活提供更为丰厚的养老回报.

5. 结论

根据我国人口数据存在的问题, 考虑了台湾地区和中国大陆地区男性人口死亡率的长期均衡关系, 利用协整理论预测我国男性人口死亡率, 克服了 ARIMA 模型预测的局限性, 这为我国人口死亡率预测提供了新思路. 本文借鉴 Tontion 年金理念, 结合 GSA 模型得到养老年金金额的分布情况. 实证分析发现, 与普通年金相比, GSA 模型将个体长寿风险与系统长寿风险的个体集中起来, 不涉及付款担保, 也不需要用昂贵的资金来支持再

保险, 是类似于生命年金的退休收入. 并且 GSA 模型的消费者分担模式拥有较高的给付额, 参与者可以根据自身的喜好更加灵活地选择年金结构和投资方式. 为了让更多的人参与互助养老年金体系, 考虑回报率至少达到一定百分比的概率, 发现集体养老金“先抑后扬”的现金流结构比固定给付型年金更符合大多数人的储蓄和消费习惯;并且可继承一段时间的年金与互助养老年金体系相比, 有继承时, 回报率更加吸引人.

致谢

本文为国家自然科学基金项目(71261023)的阶段性成果之一. 感谢美国佐治亚州立大学（GSU）罗宾逊商学院彭亮教授对本文的帮助.

References

[1] LEE R D, CARTER L. Modeling and forecasting the time series of U.S.mortality [J]. Journal of the American Statistical Association,1992,87(14):659-675.

[2] BOOTH H, MAINDONALD J, SMITH L. Applying Lee-Carter under conditions of variable mortality decline[J]. Population Studies,2002,56(3):325-336.

[3] RENSHAW A E, HABERMAN S. Lee–Carter mortality forecasting with age-specific enhancement[J]. Insurance:Mathematics and Economics,2003,33(2):255-212.

[4] LI N, LEE R, TULJAPURKAR S. Using the Lee-Carter method toforecast mortality for populations with limited data [J]. International Statistical Review,2004(72):19 － 36.

[5] RENSHAW A E, HABERMAN S. A cohort-based extension to the Lee–Carter model for mortality reduction factors[J]. Insurance:Mathematics and Economics,2006,38(3):556-570.

[6] LAURENT C, NIELS H, MALENE K L. Deterministic and stochastic trends in the Lee–Carter mortality model[J]. Applied Economics Letters, 2016,23(7): 486-493.

[7] HAN M, WANG X J.Application and improvement of Lee-Carter Model in urban population mortality prediction in China[J]. Insurance Research, 2010(10):3-9.

[8] FAN Y, ZHANG N, ZHANG W Y.Fitting and prediction of random mortality models:based on comparative analysis of chinese male population mortality data[J].Insurance Research, 2017(9):15-31.

[9] PIGGOTT J, VALDEZ E A, Dezel B.. The simple analytics of a pooled annuityfund[J]. Journal of Risk and Insurance, 2005, (72): 497-520.

[10] QIAO C, SHERRIS M. Managing systematic mortalityrisk with group self-pooling and annuitizationschemes[J]. The Journal of Risk and Insurance,2013,(80):949-974.

[11] MILEVSKY M, SALISBURY T. Optional retirement tontines for the 21 century: With reference to mortality derivatives in 1693 [DB]. York University working paper, 2013.

[12] WANG X H. Tontine operation under longevity risk[D].Taiwan, China: master's thesis of national political university, 2014.

[13] YANG S S, WANG C W. Pricing and securitization of multi-country longevity risk with mortality dependence[J]. Insurance: Mathematics and Economics, 2013, 52(2): 157-169.

[14 ZHANG Y, WANG T T. Prediction of population mortality in China based on co-integration theory[J].Journal of applied mathematics in colleges, 2015 (30):1-9.

[15] ENGLE R F, GRANGER C W J. Co-integration and error correction:representation, estimation and testing [J]. Econometric: Journal of the Econometric Society, 1987: 251-276.

基于 Lee-Carter 模型的群体养老年金给付体系研究及其优化

肖鸿民* 杨晓丹 马志娥

肖鸿民*
教授
西北师范大学数学与统计学院
甘肃730070, 中国
电话: 13919910581
Email: xiaohm9@126. com

杨晓丹
硕士生
西北师范大学数学与统计学院
安宁东路967号
甘肃省兰州市
电话:18993898193
Email:18993898193@163. com

马志娥
硕士生
西北师范大学数学与统计学院
电话:15095393625
Email:835921966@qq. com

关键词: Lee-Carter 模型; 协整理论; 长寿风险; 互助养老年金体系; 收益率

中文摘要. 随着医疗水平的提高及人们健康意识的增强, 世界各国的人口死亡率呈明显下降趋势, 人口寿命的增长给养老金体系带来较大的支付压力和偿付风险. 本文针对我国人口死亡率数据少、部分年份数据缺失等问题, 首先采用经济学的协整理论, 用台湾人口死亡率对中国大陆人口死亡率时间因子做回归, 并利用 Lee-Carter 模型预测了中国大陆男性人口死亡率. 然后借鉴十七世纪欧洲的“唐提 (Tontine)”年金理念, 依据自助养老年金思想(Group Self-Annuitisation 简称 GSA), 提出两种可以增加收益比的方案, 构建适合我国国情的自助养老年金体系. 最后将预测得到的男性人口死亡率代入自助养老年金体系进行实证分析. 研究结果表明: GSA 模型具有精算平衡、收益稳健、终身领取等特点. 并且优化后的自助养老年金体系, 可以让更多的个体参与到年金池中, 从而使个体风险得到有效的抑制, 提高个人养老保险的人群覆盖率.

Claim Frequency Modeling and Prediction via Machine Learning

ZENG Yuzhe, WU Aibo, ZHENG Hongyuan, LUO Laijuan

School of Statistics
Renmin University of China
Beijing 100872, China
Phone:(+86) 13261776216
Email: 2017100374@ruc.edu.cn

Keywords: Auto insurance, Claim frequency, Machine learning.

Abstract. The motor vehicle insurance industry in China has developed rapidly over a huge market size. Auto insurance premium has been the primary component of non-life insurer's income, in recent years, up to 70%. To set a proper premium is one of the most important problems in insurance business of which the prediction of future loss, including severity and frequency, is the core issue. We focus on the method of frequency prediction, trying to compare various methods and models in a statistical view. Generalized Linear Models (GLM), are traditionally widest used model, however they are also being criticized for being too rigid in distribution assumption, and failing to describe dependence between variables well. In recent years, with the rapid development of big data and machine learning, some scholars have applied machine learning algorithms to auto claim data, and their study has shown that methods based on machine learning prevail over traditional GLM models in some perspectives, but these results mainly lean on certain datasets.

We will compare GLM and machine learning algorithms, including Deep Neural Network (DNN), Random Forest, Support Vector Machine (SVM) and XGboost, over six datasets from different country. In particular, one of the datasets is auto insurance group customer data, which is very different from the usual bulk-vehicle business. For example, it cannot use human factors, and the vehicle claims within the same team have a dependency relationship (intra-group independence). All these make generalized linear models don't handle this data well.

First, we build different GLMs on the training sets to predict frequency and choose the best based on AIC. And we train the machining learning models mentioned above using the same training sets. In addition, we compare these models by computing mean squared error on the test sets.

Our study shows that XGboost model have a higher performance than GLM in all datasets. But in the situation of larger number of predictors, higher dependence between variables and bigger datasets, RNN and DNN models are better than XGboost. SVM's performance are inferior to GLM generally.

1. 背景介绍

1.1 行业现状

机动车辆保险（简称车险），是指对机动车辆由于自然灾害或意外事故所造成的人身伤亡或财产损失负赔偿责任的一种商业保险。随着汽车行业的繁荣发展，我国车险行业发展迅速、规模巨大。

车险业务是非寿险公司业务重要的组成部分，车险保费收入在2017年占全行业保费收入的62.5%。同时，由于车险业务的特殊性，保险公司往往能够从车险投保人处得到非常多的变量和信息，传统上，这些变量能被分为“从人”、“从车”和“从用”三类，最多能有上百个变量，而当今，车联网提供的更多数据为保险公司更加精密的定价提供了可能。因此，一方面，车险在非寿险公司的业务中占据了举足轻重的地位，这使得车险定价尤为重要；另一方面，车险数据变量众多、层次丰富，这对于车险定价技术提出了较高的要求（孟生旺，2012），车险保费定价是保险公司和学界研究的重要内容。

1.2 研究现状

车险费率厘定的核心是对保险损失进行预测，包含索赔强度预测和索赔频率预测。车险数据有很大一部分是未出险数据，因而有较大的在0处的概率堆积，也称“零膨胀”，同时索赔次数数据和索赔强度数据有偏峰厚尾的特征。传统研究中大量使用的广义线性模型过多依赖于模型的分布假设，且不能很好地解释变量之间的相依性问题。近年来，随着大数据和机器学习的迅速发展，有不少学者尝试将机器学习算法应用到车险领域，机器学习方法能够较好的通过数据学习变量间的交互关系，研究结果显示机器学习在某些方面优于广义线性模型，但这些结果一般只基于某一特定数据集。

目前学界还在探索如何将机器学习应用于车险领域。国内，孟生旺（2012）将神经网络与车险索赔频率预测结合起来，并且发现神经网络模型的预测效果通常要优于常用的广义线性模型。戴之瑶（2017）探索了boosting在车险定价中的应用场景，提出机器学习与数据挖掘方法的效果明显优于传统广义线性模型，机器学习与数据挖掘方法可以处理变量间存在交互效应、非线性关系结构、存在缺失值和异常值的数据，对原始数据预处理的要求比较低。孟生旺、李天博和高光远（2017）将支持向量机、神经网络和集成学习等机器学习算法应用于汽车保险的损失预测，建立了索赔发生概率的预测模型和累积赔款的预测模型，并与传统广义线性模型中的logistic回归模型和伽马回归模型进行了比较，发现机器学习算法的优点是不依赖于分布假设，在一定程度上可以提高保险损失预测的精度，缺陷是比较耗时，建模过程中的人为干预较多，对使用者提出了更高的要求，且输出结果的可解释性不及广义线性模型。

国外，Guelman（2012）将梯度提升算法引入了车险数据预测中,并应用相对重要性和偏相关性（Partial dependence）等指标评估了变量重要性。Yang，Qian和Zhou（2017）探索了如何将广义线性模型与boosting方法结合起来，提出了TDboost模型并且完善了对应的程序包和支持文件，在车险赔付预测中取得了较好的效果。Sakthivel和Rajitha（2017）探索了人工神经网络在车险中的应用，并且得出神经网络模型比信度模型更优的结论。

然而，以上作者的成果基本上都是基于某一特定的数据集和某一特定的方法做的探索，由于数据来源和机器学习方法的差异，很难断言机器学习一定优于广义线性模型。本文收集了七个数据集，这些数据跨越多个国家和地区，并且由于数据来源的不同，统计口径和单位都不一样，因而数据本身就有较大的差异性。我们试图在这7个数据集的基础上应用目前比较流行的机器学习方法：支持向量机（SVM）、随机森林（RandomForest），同时将结果与广义线性模型（GLM）、人工神经网络（ANN）、深度神经网络（DNN）、梯度提升（XGboost）的结果对比。结果显示机器学习在这些数

据集上表现的较好，其中XGboost在所有数据集上都一致的优于GLM模型，其他的机器学习方法虽然没有一致优于广义线性模型，但是在特定的数据集和不同的数据特征下有极为优异的表现。

2．模型介绍

本文旨在预测车险中索赔次数，主要应用广义线性模型和机器学习算法。下面先简略介绍这些模型。

2.1 广义线性模型

2.1.1 模型原理

广义线性模型最早在Nelder和McCullagh(1989)的书中有代表性的综合论述，之后精算领域将广义线性模型引入，应用于车险定价，但很快扩展到家庭财产业务和其他商业保险业务。广义线性模型在精算领域中的应用可参见孟生旺(2017)。目前，广义线性模型已经应用于保险公司的许多核心业务，如市场营销、承保、定价和理赔管理等。

广义线性模型包含三个部分：随机部分，系统部分和连接函数。

1. 随机部分。观察值Y_i相互独立，且服从指数分布族。

若观察值Y_i服从指数分布族，则其密度函数可以表示为：

$$f(y_i;\theta_i,\phi)=\exp\{\frac{y_i\theta_i-b(\theta_i)}{a(\phi)}+c(y_i,\phi)\}$$

其中$a(\phi)$，$b(\theta_i)$，$c(y_i,\phi)$为已知函数，对所有的观察值具有相同的形式。$a(\phi)$的常见形式为$a(\phi)=\phi/w_i$，w_i被称作先验权重（prior weight）。θ_i是自然参数，与均值有关，对每个观察值是不同的；ϕ为离散参数，与方差有关，对所有的观察值是相同的。指数分布族包含正态分布、泊松分布、伽马分布、二项分布、逆高斯分布等等。

如果随机变量Y服从指数分布族，则其均值和方差分别为$E(Y_i)=\mu_i=b'(\theta_i)$，$\mathrm{Var}(Y_i)=a(\phi)\cdot b''(\theta_i)$。

2. 系统部分：

$$\eta_i=\beta_0+x_{i1}\beta_1+\cdots+x_{ip}\beta_p$$

3. 连接函数g：g单调且可导，$g(\mu_i)=\eta_i$，或者$E(Y_i)=\mu_i=g^{-1}(\mu_i)$。常见的连接函数有恒等函数，对数函数和 logit 函数。

广义线性模型最常用的估计方法是迭代加权最小二乘估计，或者用得分方法替代常用的 Newton-Raphson 迭代。

对于索赔频率而言，通常使用的是泊松回归模型和负二项回归模型，可以直接用 R 的基础包 stats 中的 glm 函数。但是车险中的索赔频率具有零膨胀的特性，所以改进的方法有零膨胀泊松分布、零膨胀负二项分布和泊松逆高斯分布等方法，可以使用 R 的 gamlss 包中的 gamlss 函数进行这些特殊离散分布的拟合。

广义线性模型的优点是应用简便，有很多现成的统计软件可供使用，如 SAS，R，SPSS；且可以对参数估计结果进行直观解释。不足之处为需要事先确定因变量和解释变量之间的函数关系，函数形式比较有限，实务中通常采取对数连接函数；此外，广义线性模型不能自动识别解释变量之间的交互作用，这也使得建模过程比较耗时；如果分布假设有误，基于 AIC 选择的最优模型，其拟合值的误差平方和可能并不是最小的。

2.1.2 模型选择与变量调整

在本文中，主要使用 R 软件进行广义线性模拟拟合，因为 R 中的 gamlss 包提供了

大量复杂的广义线性模型。针对每一组数据，主要使用 lm 函数进行线性回归，使用 glm 函数建立泊松回归模型，使用 glm.nb 建立负二项回归模型，使用 gamlss 函数建立零膨胀泊松回归、零膨胀负二项模型和泊松逆高斯模型。建立模型后，剔除不显著的协变量，重新建模。比较各个最终模型的最小信息准则（AIC），选取 AIC 最小的模型作为最优的广义线性模型，将其与机器学习的结果作比较。

2.2 支持向量机（SVM）

2.2.1 模型原理

支持向量机（Support Vector Machine, SVM）是在统计学习理论基础上发展起来的一种有监督机器学习算法，由 Boser, Guyon 和 Vapnik(1992)提出，主要用于解决小样本、非线性、高维的分类问题和回归问题。本文中，我们主要用支持向量机解决回归问题，下面详细介绍支持向量回归机。

在 SVM 分类模型中，以二分类为例，找一个超平面 $f(x)=\omega^T x+b$，使得训练集中的所有样本点尽可能远离分类超平面。通过对偶变换可以得到目标函数为 $\min\limits_{\omega} \frac{1}{2}\|\omega\|_2^2$，约束条件为 $y_i\left(\omega\cdot\phi(x_i)+b\right)\geq 1$，其中 $\phi(\cdot)$ 表示核函数。对于 SVM 回归模型，优化目标函数也是 $\min\limits_{\omega} \frac{1}{2}\|\omega\|_2^2$，对于的约束条件不同：让训练集的所有样本点到该回归平面的距离最近。定义一个常量 $\varepsilon>0$，对于某个样本点 (x_i,y_i)，如果 $\left|y_i-w\cdot\phi(x_i)-b\right|\leq\varepsilon$，则完全没有损失；如果 $\left|y_i-w\cdot\phi(x_i)-b\right|>\varepsilon$，则对应的损失为 $\left|y_i-w\cdot\phi(x_i)-b\right|-\varepsilon$。为了降低过拟合风险，采用 ε-不敏感损失函数。所谓 ε -不敏感损失函数是指，当观测 X 输出变量的实际值与其预测值的绝对偏差不大于事先给定的 ε 时，则认为该观测不对损失函数贡献“损失”。然后通过拉格朗日乘子法，得到其对偶的优化问题。

SVM 算法在解决高维特征的分类问题和回归问题很有效，即使在特征维度大于样本数时依然有很好的效果。当样本量不是海量数据的时候，SVM 分类准确率高，泛化能力强。此外，SVM 有大量的核函数可以使用，从而可以很灵活的来解决各种非线性的分类回归问题。但是，SVM 在样本量非常大，核函数映射维度非常高时，计算量过大，不太适合使用；非线性问题的核函数的选择没有通用标准，难以选择一个合适的核函数；SVM 对缺失数据敏感。

2.2.2 参数调整

本文使用 Python 软件 sklearn 包中的 SVR 函数对车险索赔频率进行预测，其中涉及到有两个非常重要的参数 C 与 gamma。

（1）C 是惩罚参数，即对误差的宽容度，用于平衡模型复杂度和损失，默认为 1.0。C 越大，说明越不能容忍出现误差，这种情况容易导致过拟合；C 越小，说明越能容忍出现误差，这种情况容易导致欠拟合。因此，参数 C 太大或太小都是不恰当的，一般可通过 N 折交叉验证方式确定参数 C。

（2）gamma 是选择 RBF 函数（径向基核函数）作为 kernel 后，该函数自带的一个参数，隐含地决定了数据映射到新的特征空间后的分布。gamma 越大，支持向量越少；gamma 值越小，支持向量越多。支持向量的个数会影响训练与预测的速度。

2.3 随机森林（Random Forest）

2.3.1 模型原理

上世纪八十年代 Breiman 等人发明分类树的算法（Breiman et al. 1984），通过反复二分数据进行分类或回归，计算量大大降低。2001 年 Breiman 把分类树组合成随机森林（Breiman 2001a），即在变量（列）的使用和数据（行）的使用上进行随机化，生成很多分类树，再汇总分类树的结果。随机森林在运算量没有显著提高的前提下提高了预测精度。

具体算法如下：

（1）原始训练集为 N，应用 bootstrap 法有放回地随机抽取 k 个新的自助样本集，并由此构建 k 棵分类树，每次未被抽到的样本组成了 k 个袋外数据；

（2）设有 m_{all} 个变量，则在每一棵树的每个节点处随机抽取 m_{try} 个变量，然后在 m_{try} 中选择一个最具有分类能力的变量，变量分类的阈值通过检查每一个分类点确定；

（3）每棵树最大限度地生长，不做任何修剪；

（4）将生成的多棵分类树组成随机森林，用随机森林分类器对新的数据进行判别与分类，分类结果按树分类器的投票多少而定。

2.3.2 参数调整

本文使用 Python 软件 sklearn 包中的 RandomForestRegressor 函数对车险索赔频率进行预测。其中涉及到的比较重要的参数包括最大特征数 max_features，子树的数量 n_estimators 以及叶子节点最少样本数 min_samples_leaf。

（1）max_features：

随机森林允许单个决策树使用特征的最大数量，默认是"None"，意味着划分时考虑所有的特征数。增加 max_features 一般能提高模型的性能，因为在每个节点上，我们有更多的选择可以考虑。但是，这同时也降低了单棵树的多样性，进而有可能导致错误率增大。而且，max_features 过大会降低算法的速度。一般来说，如果样本特征数不多，比如小于 50，默认选择"None"即可。

（2）n_estimators：

在利用最大投票数或平均值来预测之前，需要建立子树的数量。较多的子树可以让模型有更好的性能，但同时让代码变慢。在处理器能够承受的情况下，考虑到随机森林的随机性，我们应该选择尽可能高的值，因为这使预测更好更稳定。

（3）min_sample_leaf：

叶子节点最少样本数，默认是 1。该值限制了叶子节点最少的样本数，如果某叶子节点数目小于样本数，则会和兄弟节点一起被剪枝。如果样本量不大，可以不管这个值。如果样本量数量级非常大，则推荐增大这个值。较小的叶子使模型更容易捕捉训练数据中的噪声。一般来说，偏向于将最小叶子节点数目设置为大于 50。

2.4 神经网络（NN）

2.4.1 模型原理

神经网络（Neural Network）是受人类大脑中生物神经网络处理信息的方式所启发

的计算模型，由 Mcculloch 和 Walter Pitts（1943）第一次提出。由于语音识别，计算机视觉和文本处理方面的许多突破性成果，神经网络在机器学习研究和行业中引起了很多反响。

神经网络中的基本计算单位是神经元，通常称为节点或单位。它接收来自其他节点或来自外部源的输入并计算输出。每个输入具有相关的权重（ω），根据其对其他输入的相对重要性来分配权重（ω）。该节点将函数 f 应用于其输入的加权和，如下图所示：

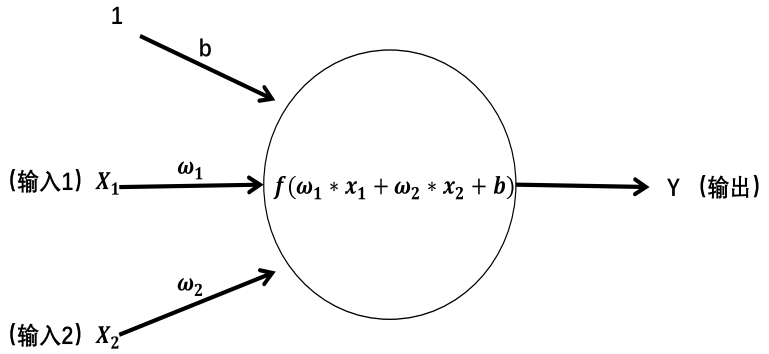


图 1 神经元结构图

上述网络采用数字输入 X_1 和 X_2，并具有与这些输入相关联的权重ω _1 和ω _2。此外，还有另一个输入 1 与权重 b（称为偏差）相关联。神经元的输出 Y 如图 3.1 所示计算。

作用于加权和上的函数被称为激活函数（Activation Function），经过激活函数计算后的结果作为该神经元的输出。

当将多个神经元组合起来并具有分层结构时，就形成了神经网络模型。下图展示了一个具有一个隐含层的神经网络。

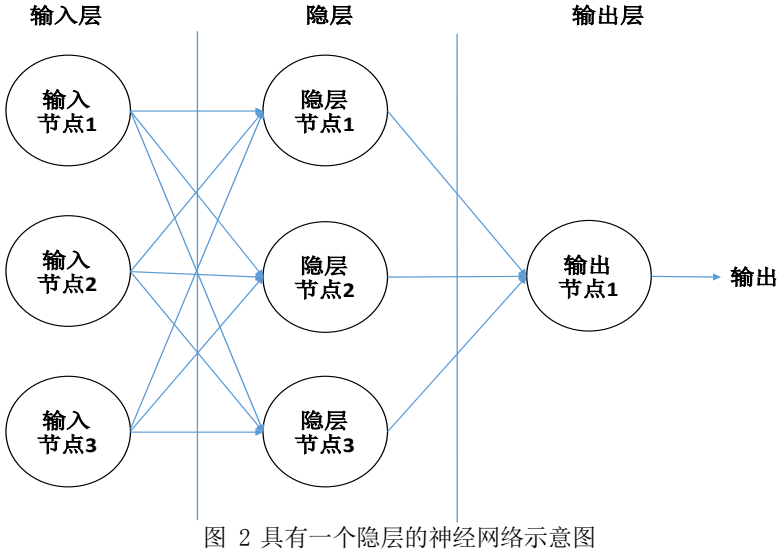


图 2 具有一个隐层的神经网络示意图

下面将以感知机模型为例介绍神经网络权重的确定方法（薛薇，2016）。

第一步：对于节点 j，确定网络的初始权重，初始权重可以人为设置或者随机生成；

第二步：输入训练样本，在 T 时刻根据样本输入$\boldsymbol{X} = \left(x_1(T), x_2(T), \ldots, x_p(T)\right)$和链

接权重 $\boldsymbol{\omega} = (\omega_{1j}(T), \omega_{2j}(T), \ldots, \omega_{pT})$ 计算出节点的输出 $\hat{y}_j(T) = f\left(\sum_{i=1}^{p} \omega_{iT}\, x_i(T) + b_j(T)\right)$，$f(\cdot)$为激活函数；

第三步：计算节点输出值和真实值之间的误差，$e_j(T) = y_j(T) - \hat{y}_j(T)$；

第四步：误差对初始权重和偏差进行调整，

$$\omega_{ij}(T+1) = \alpha \cdot \omega_{ij}(T) + \eta \cdot e_j(T) \cdot x_i(T)$$

$$b_j(T+1) = \alpha \cdot b_j(T) + \eta \cdot e_j(T)$$

第五步，迭代进行上述计算过程，直到满足一定条件或者达到最大迭代次数。训练得到的权重和偏差就作为该神经网络最后结果。

根据神经网络层数的不同以及相应结构的差异，可以将神经网络分成许多种类，例如深度神经网络（DNN），循环神经网络（RNN），卷积神经网络（CNN）等。

2.4.2 参数调整

本文使用 Python 软件中 Keras 包搭建人工神经网络和深度神经网络，用以拟合索赔频率，其中对于每个数据集，都进行了参数的调整，以追求其结果的相对较优。

对于人工神经网络（ANN），设置三层：输入层，隐层和输出层。对于深度神经网络（DNN），设置了 7 层：输入层，5 个隐层和输出层。输入层神经元数量与样本变量数相同，输出层神经元数量为 1，隐层神经元数量根据数据集的不同进行了调整。

人工神经网络和深度神经网络模型均采用梯度下降作为优化器，MSE 作为损失函数，训练集中划分 10%作为验证集，隐层设置“RELU”激活函数，设置了三个回调函数：早停，储存最好的模型结果和学学习率下降。根据每个数据集的样本量和数据集的特点，设置学习率和相应的参数。

神经网络的运行速率和迭代次数密切相关，迭代次数过少，无法充分学习到训练集中的特征，迭代次数过多有存在过拟合和运行时间过长的问题。对于样本量较大的数据集，倾向于减少迭代次数，减小早停的阈值，以缩短程序运行的时间。对于个别数据集，存在溢出的现象，解决方法是先调大学习率，待模型不溢出之后，逐步调小学习率。

深度神经网络由于隐层数量较多，从而具有了大量可以调节的参数，模型调参的复杂程度大大增加，同时由于缺乏相关理论研究的支撑，大多数情况下模型的设定和参数的选择都依赖于经验，带有很大程度的随机性。对于较为复杂的模型，可能会在特定数据集上达到很好的预测效果，但是由于过拟合的问题，在推广的过程中其精确性难以保证。为了避免过拟合的问题，本文选用的神经网络模型是使得验证集 MSE 达到最小的模型。

2.5 XGboost

2.5.1 模型原理

XGboost是eXtreme Gradient Boosting的缩写，是基于梯度提升（Gradient Boosting）的一种算法变种，主要通过python中xgboost模块实现。

boosting算法最早是由Kearns和Valiant（1988，1989）提出的弱学习和强学习概念引出的，其基本思想是用一系列的弱学习器去拟合样本数据，每次迭代是对上一次迭代得到的模型预测值与数据的差异的拟合，这样即使每一次迭代中弱学习器的效果仅比随机猜测略好，但是当有一定迭代次数之后都会得到较为理想的模型。

而Gradient Boosting是在boosting的理论基础上，针对可导的损失函数，在每一次迭代时不对损失函数最小化，而是求出损失函数对上一次迭代模型的边际导数，从而使得

每次迭代都是沿着梯度下降，而这种下降方式已被证明在凸函数条件下最快的收敛方式。因而会有如下的迭代步骤（李航，2011）：

输入：

训练数据集$T=\{(x_1,y_1),(x_2,y_2),\cdots,(x_N,y_N),x_i \in \chi \subseteq \mathbf{R}^n, y_i \in \mathbf{Y} \subseteq \mathbf{R}\}$;

损失函数L(y,f(x));

输出：回归树$\hat{f}(x)$

(1) 初始化

$$f_0(x) = \arg\min_c \sum_{i=1}^{N} L(y_i, c)$$

(2) 对$m = 1,2,\cdots,M$

(a) 对$i = 1,2,\cdots,N$, 计算

$$r_{mi} = -\left[\frac{\partial L(y_i, f(x_i))}{\partial f(x_i)}\right]_{f(x)=f_{m-1}(x)}$$

(b) 对r_{mi}拟合一个回归树，得到第m颗树的叶节点区域R_{mj}，$j = 1,2,\cdots,J$

(c) 对$j = 1,2,\cdots,J$，计算

$$c_{mj} = \arg\min_c \sum_{x_i \in R_{mj}} L(y_i, f_{m-1}(x_i)+c)$$

(d) 更新$f_m(x) = f_{m-1}(x) + \sum_{j=1}^{J} c_{mj} I(x \in R_{mj})$

(3)得到回归树

$$\hat{f}(x) = f_M(x) = \sum_{m=1}^{M}\sum_{j=1}^{J} c_{mj} I(x \in R_{mj})$$

XGboost在Gradient Boosting的基础上做了许多改进，其中最为显著的是引入了二阶导数，用一阶与二阶导数逼近损失函数，这样在优化过程中有更多的信息，同时，XGboost在损失函数中加入了正则项，用于控制模型的复杂程度，使得模型更加简单，控制了过拟合的程度。

2.5.2 参数调整

在 XGboost 中有几个非常重要的变量包括迭代次数、回归树的最大深度和学习率，其中迭代次数和学习率有一定的替代关系。回归树的最大深度决定了回归树的枝桠个数，当回归树较深但是变量相对小时，会出现某些变量过多的重复出现在节点上，可能会导致过拟合甚至对于变量重要性的误判，对于不同的变量个数和特征，回归树的深度会极大的影响到模型效果。而迭代次数和学习率在某种程度上是相互替代的关系，一般而言学习率决定了每次迭代的步长，当学习率较低时需要较高的迭代次数来保证得到足够的训练，而当学习率较高，即每次迭代步长都较大时，会适当减少迭代次数以免过度拟合出现。在实际的模型训练中参数调整是一个较为麻烦的过程，需要在不同的参数设定情况下进行比较，但同样机器学习的调参可能并不是全局最优，而仅是在某一些参数范畴之内的最佳值，这给机器学习算法留下了较大的可能性和改进空间。

3．数据介绍

本文将选取六个来自不同国家不同类型的车险数据，在其上比较广义线性模型与机

器学习方法的效果。特别的，其中一个数据集为车险团体客户数据，它与通常的散车业务有很大的不同，例如其不能使用从人因子，同一车队内的车辆索赔有相依关系（组内不独立性）等。

3.1 数据来源及变量选择

3.1.1 car 数据集

car 数据集基于 2004 年至 2005 年的一年期车险保单，来源于 De Jong 和 Heller（2008），共有 67856 份保单，其中 4624 份保单（占比 6.8%）发生索赔。数据包含的变量如下表所示：

表1 car数据集信息

变量名称	变量解释	变量类型	水平
veh_value	汽车价值(以10000$为单位)	连续型变量	
exposure	暴露数	连续型变量	
veh_body	车辆类型	字符型分类变量	BUS（公交车）,CONVT（敞篷车），COUPE（跑车），HBACK（两厢车）,HDTOP （硬顶跑车），MCARA（机动大篷车），MIBUS（迷你巴士），PANVN（厢式货物运输车），RDSTR（小跑车），SEDAN（轿车），STNWG（旅行车），TRUCK（卡车），UTE（实用车）
veh_age	车龄	数值型有序分类变量	1（最年轻），2，3，4
gender	性别	字符型分类变量	M（男性），F（女性）
area	地区	字符型分类变量	A, B, C, D, E, F
agecat	驾驶人年龄	数值型有序分类变量	1（最年轻），2，3，4，5, 6
numclaims	索赔次数	离散型因变量	

下面对数据进行统计分析。分别对连续性解释变量和分类型解释变量进行描述性统计分析：

表2 car数据连续性变量描述性统计分析

变量名称	描述性统计分析					
连续性变量	最小	0.25	中值	0.75	最大	平均数
veh_value	0.000	1.010	1.500	2.150	34.560	1.777
exposure	0.002738	0.219028	0.446270	0.709103	0.999316	0.468651

表3 car数据分类性变量描述性统计分析

因子型变量	取值/样本数
veh_body	BUS CONVT COUPE HBACK HDTOP MCARA MIBUS PANVN RDSTR SEDAN STNWG TRUCK UTE 48 81 780 18915 1579 127 717 752 27 22233 16261 1750 4586
veh_age	1 2 3 4 12257 16587 20064 18948

gender	F M 38603 29253
area	A B C D E F 16312 13341 20540 8173 5912 3578
agecat	1 2 3 4 5 6 5742 12875 15767 16189 10736 6547

3.1.2 claimslong 数据集

此数据是基于 De Jong 和 Heller（2008）文中使用的汽车保险数据集，进行模拟得到的车险数据。数据包含 40000 份保单在 3 年内的信息，总共 120000 份。数据包含的变量如下表所示：

表4 claimslong数据集信息

变量名称	变量解释	变量类型	水平
agecat	驾驶人年龄	数值型有序分类变量	1（最年轻），2，3，4，5, 6
valuecat	车辆价值	数值型有序分类变量	1，2，3，4，5, 6
period	时期	数值型有序分类变量	1，2，3
numclaims	索赔次数	离散型因变量	

下面对数据进行统计分析。分别对连续性解释变量和分类型解释变量进行描述性统计分析：

表5 claimslong数据分类性变量描述性统计分析

因子型变量	取值/样本数
agecat	1 2 4 5 6 10 10371 23226 28536 18822 11700 27345
valuecat	2 3 4 5 6 9 20268 2163 180 72 72 97245
period	1 2 3 40000 40000 40000

3.1.3 Singapore 数据集

Frees 和 Valdez（2008）研究了新加坡驾驶行为的等级模型，这里我们使用他们数据的一部分子集——1993 年的车险数据。数据来自于 GIA（the General Insurance Association of Singapore），不仅包括从车因子（如汽车类型和车龄），还包括从人因子（如年龄、性别和驾驶经验等）。数据包含的变量如下表所示：

表6 Singapore数据集

变量名称	变量解释	变量类型	水平
SexInsured	性别分类	字符型分类变量	M（男性），F（女性），U（未知）
Female	是否为男性	数值型 无序分类变量	1（男性），0（其他）
VehicleType	汽车类型	字符型分类变量	A,G,M,P,Q,S,T,W,Z
PC	是否为私家车	数值型 无序分类变量	1（是私家车），0（其他）

Exp_weights	暴露数权重	连续型变量	
NCD	对数暴露数权重	连续型变量	
AgeCat	驾驶人年龄	数值型分类变量	0 表示小于等于 21 岁，1 表示 22-25, 2 表示 26-35, 3 表示 36-45, 4 表示 46-55, 5 表示 56-65，6 表示 66 岁以上
VAgeCat	车龄	数值型分类变量	0 表示车龄为 0, 1 表示车龄为 1，2 表示车龄为 2, 3 表示 3-5 年，4 表示 6-10 年，5 表示 11-15 年，6 表示 16 年以上。
VAgecat1	车龄分类	数值型分类变量	将 vagecat 中的 0,1,2 三类合并
AutoAge0	车龄分类	数值型分类变量	1 表示车龄分类为 0 的私家车，0 表示其他
AutoAge1	车龄分类	数值型分类变量	1 表示车龄分类为 1 的私家车，0 表示其他
AutoAge2	车龄分类	数值型分类变量	1 表示车龄分类为 2 的私家车，0 表示其他
AutoAge	车龄分类	数值型分类变量	1 表示车龄分类为 0，1, 2 的私家车，0 表示其他
Clm_Count	索赔次数	离散型因变量	

下面对数据进行统计分析。分别对连续性解释变量和分类型解释变量进行描述性统计分析：

表7 Singapore数据连续性变量描述性统计分析

变量名称	描述性统计分析					
连续性变量	最小	0.25	中值	0.75	最大	平均数
Exp_weights	0.005476	0.279261	0.503764	0.752909	1.000000	0.519859
NCD	0	0	20	30	50	19.85

表8 Singapore数据分类性变量描述性统计分析

因子型变量	取值/样本数
SexInsured	F M U 700 3145 3638
Female	0 1 6783 700
VehicleType	A G M P Q S T W Z 3842 2882 188 88 358 16 8 30 71
PC	0 1 3641 3842
AgeCat	0 2 3 4 5 6 7 3640 141 1476 1516 536 157 17
VAgeCat	0 1 2 3 4 5 6 3079 681 646 771 924 1164 218
VAgecat1	2 3 4 5 6 4406 771 924 1164 218
AutoAge0	0 1

	4561 2922
AutoAge1	0 1 7044 439
AutoAge2	0 1 7035 448
AutoAge	0 1 3674 3809

3.1.4 ah 数据集

ah 数据集来源于北京市某财产险公司家庭自用车损险，一共包含 48668 条数据。数据包含的变量如下表所示：

表9 ah数据集信息

变量名称	变量解释	变量类型	水平
area	驾驶人所在省份	字符型分类变量	Beijing（北京）、Jilin（吉林）、Liaoning（辽宁）、Neimeng（内蒙古）、Shandong（山东）
vage	车龄	连续性变量	
value	新车购置价	连续性变量	
seats	载客数	整数型变量	
lossinsur	车损保额	连续性变量	
numclaim	历年车险次数	因变量	

下面对数据进行统计分析。分别对连续性解释变量和分类型解释变量进行描述性统计分析：

表10 ah数据连续性变量描述性统计分析

变量名称	描述性统计分析					
连续性变量	最小	0.25	中值	0.75	最大	平均数
vage	0	0	0	2	12	1.193
price	3	5	5	5	47	5.224
lossinsur	0	60804	95000	144990	2980000	126758
amount	0.8	289.0	527.0	1062.0	636709.8	1657.8

表11 ah数据分类性变量描述性统计分析

因子型变量	取值/样本数
Area	Beijing Jilin Liaoning Neimeng Shandong 3190 13669 2967 11475 17366
seats	3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 14 17 19 37 47 2 175 44077 292 2081 1801 178 3 28 14 9 2 2 1 2

3.1.5 Swedish 数据集

该数据由瑞典汽车保险风险溢价分析委员会汇编，在 Hallin 和 Ingenbleek（1983）以及 Andrews 和 Herzberg（1985）中进行了总结。数据是横截面的，描述了 1977 年瑞士的第三方汽车保险索赔情况。数据包含的变量如下表所示：

表12 Swedish数据集

变量名称	变量解释	变量类型	水平
Kilometres	汽车行驶里程	数值型 有序分类变量	分五类：1，2，3，4，5
Zone	行驶区域	数值型 无序分类变量	分七类：1，2，3，4，5，6，7
Bonus	驾驶人索赔历史	数值型 无序分类变量	分七类：1，2，3，4，5，6，7
Make	汽车类型	字符型 分类变量	
Claims/Insured	索赔次数	因变量	

下面对数据进行统计分析。分别对连续性解释变量和分类型解释变量进行描述性统计分析：

表13 Swedish数据分类性变量描述性统计分析

因子型变量	取值/样本数
Kilometres	1 2 3 4 5 439 441 441 434 427
Zone	1 2 3 4 5 6 7 315 315 315 315 313 315 294
Bonus	1 2 3 4 5 6 7 307 312 310 310 313 315 315
Make	1 2 3 4 5 6 7 8 9 245 245 242 238 244 244 242 237 245

3.1.6 AutoClaim 数据集

该数据是从 SAS Enterprise Miner 数据库中检索的汽车保险数据集，被应用在 Yang, Qian 和 Zou（2017）的文章中，是由 10296 条保单和 29 个变量组成的数据框。数据包含的变量如下表所示：

表14 AutoClaim数据集信息

变量名称	变量解释	变量类型	水平
KIDSDRIV	驾驶人是 儿童的个数	整数型变量	
TRAVTIME	上班距离	整型变量	
CAR_USE	车辆用途	分类变量	Private 表示私家车，Commercial 表示商务车
BLUEBOOK	汽车价值	整型变量	
RETAINED	作为客户年限	整形变量	
NPOLICY	保单数目	整型变量	
CAR_TYPE	车辆类型	分类变量	"Panel Truck", "Pickup", "Sedan", "Sports Car", "SUV","Van".
RED_CAR	车辆是否为 红色	分类变量	Yes 表示红色，no 表示其他色

REVOLKED	是否在近七年内获得驾照	分类变量	Yes 表示是，no 表示否
MVR_PTS	违规记录	整型变量	
AGE	驾驶人年龄	整型变量	
HOMEKIDS	孩子数目	整型变量	
YOJ	在职年限	整型变量	
INCOME	年收入	整型变量	
GENDER	性别	分类变量	F 表示男性，M 表示女性
MARRIED	是否婚配	分类变量	No 表示未婚，yes 表示已婚
PARENT1	是否单身	分类变量	Yes 表示单身，no 表示其他
JOBCLASS	工作类型	分类变量	"Unknown", "Blue Collar", "Clerical", "Doctor", "Home Maker", "Lawyer","Manager", "Professional", "Student".
MAX_EDUC	最高学历	分类变量	"High School", "Bachelors", "High School", "Masters","PhD".
HOME_VAL	住房价值	整型变量	
SAMEHOME	现住址居住年限	整型变量	"Highly Rural", "Highly Urban", "Rural", "Urban".
DENSITY	居住区域	分类变量	
CLM_FREQ5	近五年来索赔次数	因变量	

下面对数据进行统计分析。分别对连续性解释变量和分类型解释变量进行描述性统计分析：

表15 AutoClaim数据连续性变量描述性统计分析

变量名称	描述性统计分析					
连续性变量	最小	0.25	中值	0.75	最大	平均数
KIDSDRIV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.0000	0.1694
TRAVTIME	5.00	22.00	33.00	44.00	142.00	33.42
BLUEBOOK	1500	9200	14405	20900	69740	15666
RETAINED	1.000	1.000	4.000	7.000	25.000	5.328
NPOLICY	1	1	1	2	9	1.695
MVR_PTS	0	0	1	3	13	1.709
AGE	16	39	45	51	81	44.84
HOMEKIDS	0	0	0	1	5	0.7199
YOJ	0	9	11	13	23	10.48
INCOME	0	27621	53564	86214	367030	61610
HOME_VAL	0	0	160739	238288	885282	154603
SAMEHOME	-3.000	1.000	8.000	12.000	28.000	8.301

表16 AutoClaim数据分类性变量描述性统计分析

因子型变量	取值/样本数
CAR_USE	Private Commercial 6507 3789
CAR_TYPE	Panel Truck Pickup Sedan Sports Car SUV Van 853 1772 2693 1176 2881 921
RED_CAR	no yes 7327 2969
REVOLKED	No Yes 9036 1260
GENDER	F M 5540 4756
MARRIED	No Yes 4109 6187
PARENT1	No Yes 8957 1339
JOBCLASS	Unknown Blue Collar Clerical Doctor Home Maker Lawyer 665 2288 1588 321 841 1031 Manager Professional Student 1257 1409 896
MAX_EDUC	<High School Bachelors High School Masters PhD 1512 2822 2950 2078 934

3.1.7 唐山（Tangshan）数据集

唐山车队数据来自人保财险唐山公司，共 17651 份保单，是车队保单。数据包含的变量具体如下表所示：

表17 唐山数据集信息

变量名称	变量解释	变量类型	水平
premium	保费	连续型变量	
type	新转续保	无序分类自变量	XINB表示“新保”，XUB表示“续保”，ZB表示“转保”
age	车龄	有序分类自变量	A表示1年以下，B表示1-2年，C表示2-3年，D表示3-4年，E表示4-5年，F表示5-6年，G表示6-8年，H表示8年及以上
Value	车价	有序分类自变量	A表示5万元及以下，B表示5-10万元，C表示10-15万元，D表示15-20万元，E表示20-25万元，F表示25-30万元，G表示30-40万元，H表示40-50万元，I表示50-100万元，J表示100万元及以上，K表示未知车
seats	座位数	有序分类自变量	1表示6座以下，2表示6-10座，3表示10-20座，4表示20-36座，5表示36座以上，6表示other

tonnage	吨位数	有序分类 自变量	1表示2吨以下，2表示2-5吨，3表示5-10吨，4表示你10吨以上，5表示其他
insurcomb	投保组合	无序分类 自变量	A表示单保交强，B表示交强车损，C表示交强车损三者，D表示交强三者
customer	客户群	无序分类 自变量	A家庭车，B非营业客车，C营业客车，D非营业货车，E营业货车，F特种车，G挂车
ratio	车队整车近三年赔付率	有序分类 自变量	1表示15%以下，2表示15%-30%，3表示30-40%，4表示40-50%，5表示50-55%，6表示55-60%，7表示60-70%，8表示70-80%，9表示80-100%，10表示100%以上。
Caramount	车队整车数量	连续性变量	
Avevalue	车队平均新车购置价	连续性变量	
Aveseats	车队 平均座位数	连续性变量	
Avetonnage	车队 平均吨位数	连续性变量	
Aveage	车队平均年龄	连续性变量	
Averatio	车队交强险近三年平均赔付率	分类型变量	同ratio
Numclaim	已报告件数	因变量	

下面对数据进行统计分析。分别对连续性解释变量和分类型解释变量进行描述性统计分析：

表18 Tangshan数据连续性变量描述性统计分析

变量名称	描述性统计分析					
连续性变量	最小	0.25	中值	0.75	最大	平均数
premium	1.82	800.00	950.00	1200.00	5824.00	1370.05
Caramount	1.0	82.0	268.0	620.0	2270.0	458.9
Avevalue	26317	113502	150217	215018	2598000	173324
Aveseats	0.000	4.433	4.976	5.258	54.000	5.103
Avetonnage	0.0000	0.2472	2.2790	5.4875	38.5250	5.1029
Aveage	0.00274	2.03505	2.50984	3.54222	10.47945	2.96672

表19 Tangshan数据分类性变量描述性统计分析

因子型变量	取值/样本数
type	XINB XUB ZB 3824 9110 4716
age	A B C D E F G H 3898 3658 2772 1653 1525 1271 1475 1398
Value	A B C D E F G H I J K 2823 5565 2313 1685 1925 927 1379 323 539 167 4
seats	A B C D E F G H I J K 2823 5565 2313 1685 1925 927 1379 323 539 167 4
tonnage	1 2 3 4 5 1763 67 189 2327 13304
insurcomb	A B C D

	8442 35 7958 1215
customer	A B C D E F G 7476 3905 166 1683 2663 641 1116
ratio	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2058 1413 930 833 359 1488 1644 3165 2951 2809
Averatio	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 14897 96 97 268 82 66 109 147 176 1712

3.2 数据预处理

由于机器学习算法使用标准化之后的数据可以避免变量量纲带来的影响，故对上述七个数据集中的数值型变量进行标准化，并且，由于机器学习算法无法识别字符串，将字符型变量转化为哑变量，对于数值型分类变量不做处理。处理之后的数据变量个数有所增加。广义线性模型会自动将分类变量转化为哑变量，并且涉及到变量选择的问题，故使用原始的数据进行拟合。

对于“AutoClaim”数据集，自变量“YOJ”，“INCOME”，“HOME_VAL”，“SAMEHOME”中存在缺失值，使用均值插补替换缺失值；数据集“ah”因变量中存在的缺失值，用 0 进行替换。用上述方法处理，避免删掉大量的样本，以保证建模数据的完整性和模型的稳健性。

同时由于有的数据存在较为明显的不平衡数据问题，即不索赔的保单占绝大多数的情况，笔者尝试了简单重抽样和 SMOTE(Synthetic Minority Over-sampling Technique)方法分别对数据进行预处理，但是处理后的拟合结果并未明显和一致改善，故在预处理中不对不平衡数据问题进行干预。

4. 结果分析

4.1 广义线性模型结果分析

表20 广义线性模型参数及结果表

数据集	选用模型	MSE
car	泊松逆高斯	0.06913
claimslong	泊松逆高斯	0.98178
Singapore	泊松逆高斯	0.07512
ah	零膨胀负二项	7.07580
Swedish	负二项回归模型	0.00319
AutoClaim	零膨胀泊松	0.03885
唐山	泊松逆高斯	0.09309

根据结果可知，不同的数据集适用的模型不完全一致，但是泊松逆高斯模型适用范围较广。同时，需要注意的是swedish数据集索赔频率使用的是5年累计数据平均，因而是小数，使用泊松和负二项模型进行比较。

4.2 支持向量机结果分析

经过交叉验证，索赔频率的SVM预测模型的最优参数及测试集上的MSE如下：

表21 支持向量机参数及结果表

数据集	C	gamma	MSE
car	Default	Default	0.07153
claimslong	Default	Default	1.00690
Singapore	0.1	1	0.07741
ah	0.1	1	7.60091
Swedish	1	0.01	0.00607
AutoClaim	0.1	0.01	0.03994
Tangshan	10	0.01	0.06174

在SVM算法中，使用径向基核。结果发现，由于Car和claimslong的数据量相对过大，因此调参的过程特别耗时，比较难以实现。而且，就其他5个数据集的调参过程发现，SVM模型调参前后的结果差别并不算大。

4.3 随机森林结果分析

经过交叉验证，索赔频率的随机森林预测模型的最优参数及测试集上的MSE如下：

表22 随机森林参数及结果表

数据集	n_estimators	min_samples_leaf	MSE（调参前）	MSE（调参后）	变动（%）
car	40	51	0.08551	0.06941	19%
claimslong	40	41	0.98267	0.98204	0%
Singapore	30	51	0.09099	0.07412	19%
ah	40	51	8.89061	6.94482	22%
Swedish	20	11	0.00938	0.00374	60%
AutoClaim	40	41	0.04569	0.03879	15%
Tangshan	40	61	0.06046	0.04999	17%

在随机森林算法中，结果发现，调参前后，MSE能够减少10%到20%左右，说明调参还是有效果的。但是，值得注意的是，随机森林的两个随机性使得它的结果不是很稳定。因此，多次调参，以得到较优以及较稳定的结果。

4.4 神经网络结果分析

人工神经网络设置了一个隐层，深度神经网络设置了五个隐层，神经元之间采用全联接，隐层全部采用“Rule”激活函数，相关参数及最终预测结果如下表：

表23 人工神经网络参数及结果表

数据集	学习率	学习率衰减	动量参数	批量	MSE
car	0.001	0	0.8	32	0.06913
claimslong	0.001	0	0.8	32	0.98220
Singapore	0.001	0	0.8	32	0.07400
ah	0.001	0	0.8	32	0.00373
Swedish	0.001	0	0.8	32	6.90841
AutoClaim	0.1	1E-06	0.8	32	0.03879
Tangshan	0.1	1E-06	0.8	64	0.05296

表24 深度神经网络参数及结果表

数据集	学习率	学习率衰减	动量参数	批量	MSE
car	0.001	0	0.8	128	0.06913
claimslong	0.001	1E-06	0.9	20	0.98193
Singapore	0.001	1E-06	0.8	32	0.07377
ah	0.001	1E-06	0.8	32	0.00377
Swedish	0.0001	1E-08	0.8	64	6.90168
AutoClaim	0.001	1E-05	0.8	64	0.03837
Tangshan	0.01	0	0.8	64	0.05078

训练集中划分了10%的数据作为验证集，用来评价模型的训练效果并防止过拟合，对于数据量较大的数据集，在深度神经网络中适当调高了批量，以降低模型运行的时间。

4.5 XGboost结果分析

表25 XGboost参数及结果表

数据集	max_depth (树的深度)	learning_rate (学习率)	n_estimators (迭代次数)	MSE
car	22	0.05	1000	0.06909
claimslong	4	0.1	1000	0.98156
Singapore	3	0.1	100	0.07444
ah	6	0.007	1000	0.00313
Swedish	1	0.1	1000	6.76634
AutoClaim	4	0.01	550	0.03825
Tangshan	11	0.1	85	0.05570

通过结果可知，在不同的数据集和参数个数的情况下回归树的深度、学习率和迭代次数都有较大的差异。例如在唐山车队数据的拟合中，当迭代次数较高时会有非常明显的过拟合效果，因而经过多次尝试，在85次迭代后取得最优结果。在针对特定数据时需要针对性调节参数。

4.6 六种方法比较分析

根据前文介绍的数据集和模型，用随机划分的80%训练集训练模型，用20%测试集测试模型结果，七个数据集在六种不同方法下的预测的结果如表4.7和图4.1所示。其中表4.7展示了不同数据集的变量数和训练集数据量，以及在不同方法下对测试集进行预测的MSE；图4.1展示了不同数据集下各种预测方法MSE的相对大小，固定最大值和最小值在图像的两端，其他方法按相对位置排布。

表 26 六不同方法的结果比较表

数据集	训练集样本量	变量个数	GLM	ANN	DNN	SVM	Random Forest	Xgboost
Claimlong	96112	4	0.98178	0.98220	0.98193	1.00690	0.98204	0.98156
Swedish	1790	5	0.00319	0.00373	0.00377	0.00607	0.00374	0.00313
ah	38931	10	7.07580	6.90841	6.90168	7.60091	6.94482	6.76634
Singpore	6006	22	0.07512	0.07400	0.07377	0.07741	0.07412	0.07444
Car	54330	23	0.06913	0.06913	0.06913	0.07153	0.06941	0.06909
AutoClaim	8251	39	0.03885	0.03879	0.03837	0.03994	0.03879	0.03825
Tangshan	14163	39	0.09309	0.05296	0.05078	0.06174	0.04999	0.05570

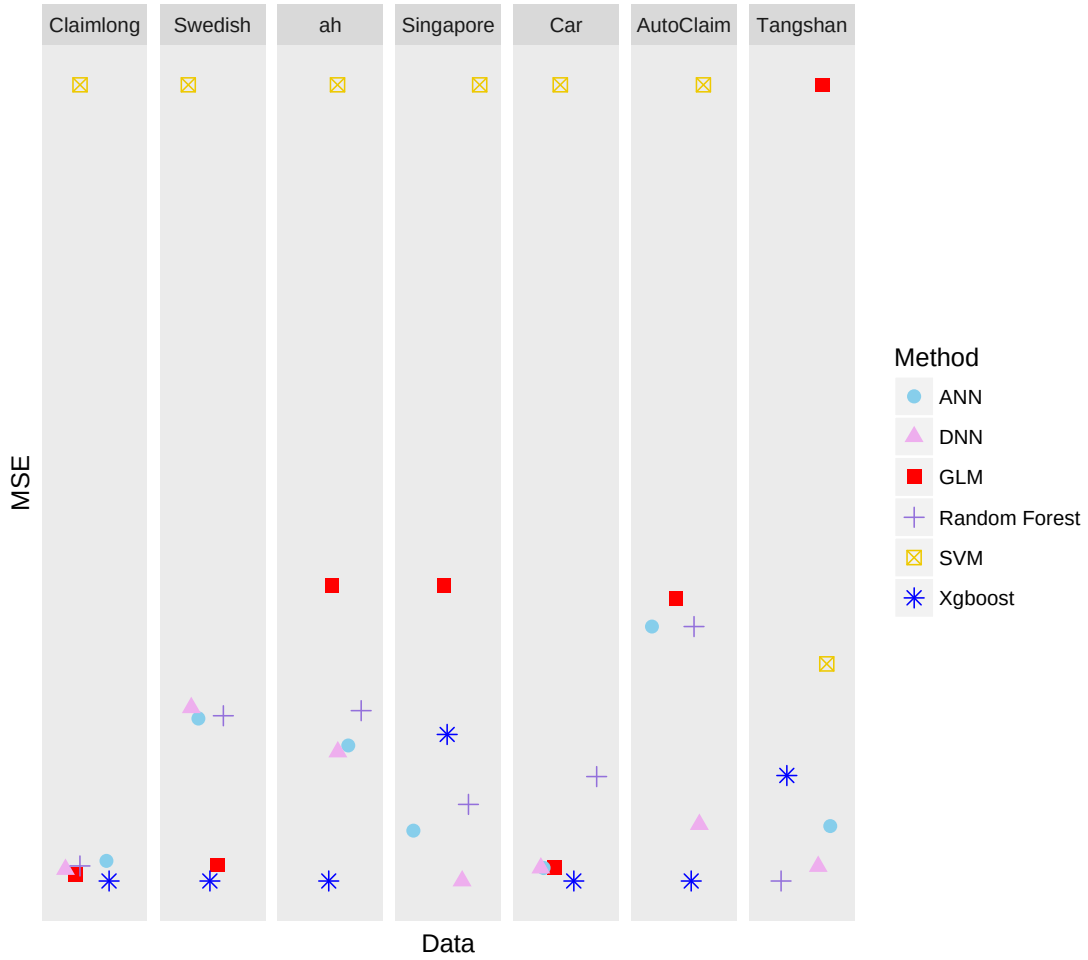


图 3 六不同方法的结果比较图

对比这几种方法在不同数据集上的表现，可以看出：

1. 在同一个数据集上，大多数方法预测的MSE差距较小，改善程度大多在3%以内，不同方法可能已经达到了最优的预测效果；
2. 支持向量机的预测效果最差，在“Tangshan”数据集之外的其他数据集上，支持向量机预测的MSE均排在几种方法中的最末位；
3. XGboost的预测效果最好，在五个数据集上的预测效果均最优，广义线性模型的表现比较平庸；
4. ANN、DNN和随机森林在不同数据集上的表现结果比较类似，且在“Swedish”以外的数据集上，DNN的预测效果均优于ANN，隐层数量较多的神经网络体现出了比较明显的优势，但是优势不大，并且参数调节的过程会花费大量时间。

表27 以广义线性模型为基准的六种方法比较

数据集	训练集样本量	变量个数	GLM	ANN	DNN	SVM	RandomForest	Xgboost
Claimlong	96112	4	1.00000	1.00071	0.99991	1.03468	1.00407	0.99941
Swedish	1790	5	1.00000	1.00043	1.00016	1.02559	1.00027	0.99978
ah	38931	10	1.00000	0.98508	0.98207	1.03050	0.98666	0.99091
Singpore	6006	22	1.00000	1.16723	1.18087	1.90101	1.17113	0.97947
Car	54330	23	1.00000	0.97634	0.97539	1.07421	0.98149	0.95626
AutoClaim	8251	39	1.00000	0.99531	0.98438	1.02466	0.99527	0.98132
Tangshan	14163	39	1.00000	0.56892	0.54544	0.66326	0.53699	0.59834

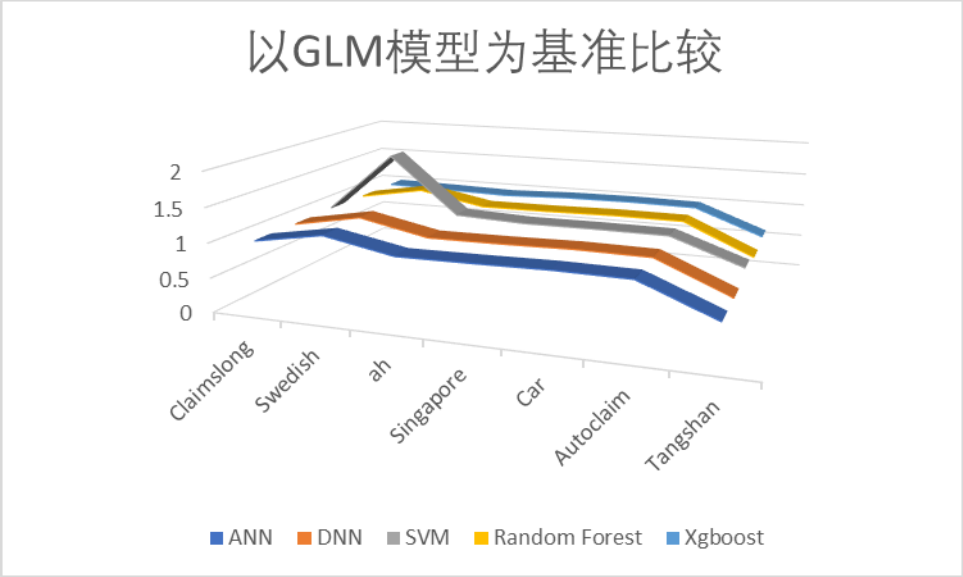


图 4 六种不同方法的结果比较图（以GLM为基准）

对比广义线性模型和机器学习算法的预测效果，将广义线性模型的MSE设为基准，用其他机器学习方法预测的MSE除以广义线性模型预测的MSE，结果如表4-2所示，可以看出：

1. 在Singapore，ah，AutoClaim，Tangshan这四组数据集上，除支持向量机以外的4种机器学习算法的预测效果均优于广义线性模型，并且XGboost算法在所有的数据集上一致的优于广义线性模型，具有很强的稳健型。
2. 变量数量较多时（Tangshan”和“AutoClaim”两组数据集均有39个变量），除了支持向量机以外的机器学习算法均优于广义线性模型，且在“Tangshan”这个数据集上，机器学习的预测效果提高的程度较大。说明当数据集的变量较多时，机器学习体现出明显的优势，同时机器学习算法在面对数据量较大的数据集时并没有体现出特别明显的优势。

5. 总结

本文使用了七组不同的数据集，比较了广义线性模型和五种机器学习算法在预测索赔频率上的效果。最后的结果显示，机器学习算法有不弱于广义线性模型的表现，并且XGboost 算法通过调节参数，能够保证在所有数据集上都一致的优于广义线性模型；机器学习算法在面对变量数量较多的数据时，预测效果更佳。

在实务中，广义线性模型由于预测准确度高以及运行速度快，被大量地被应用于车险定价中。但是，广义线性模型是建立在各种分布假设之上，而实际的损失数有时可能难以满足这些分布假设，进而有可能造成预测结果不准确。本文的结论为车险定价提供了一种新的思路：经过严格参数调整的机器学习算法能够获得比广义线性模型更优的预测结果。由于机器学习算法不需要基于一定的分布假设，没有对变量取值的限制，在方法的适用性上要强于广义线性模型，并且在面对变量较多、数据量较大的数据时，能够有更好的预测效果，。

机器学习模型也有其自身的劣势，比如模型难以解释，运行时间过长等。保险公司为了提高定价的准确性，为了更精确的模型舍弃可解释性和运行速率是可以接受的，机器学习算法在车险定价中仍然具有广阔的前景，等待被挖掘。

References

[1] BREIMAN L. RANDOM FORESTS. Machine Learning [J]. 45 (1): 5–32.

doi:10.1023/A:1010933404324. 2001

[2] BOSER, BERNHARD E, GUYON, ISABELLE M, VAPNIK, VLADIMIR N. A training algorithm for optimal margin classifiers[C]. Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory. 1992

[3] EDWARD W.FREES, EMILIANO A.VALDEZ. Hierarchical Insurance Claims Modeling[J]. Journal of the American Statistical Association, 2008

[4] GUELMAN L. Gradient boosting trees for auto insurance loss cost modeling and prediction [J]. Expert System with Applications. 2012.

[5] MCCULLOCH W, WALTER P. A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity[J]. Bulletin of Mathematical Biophysics. 5 (4): 115–133. 1943.

[6] MCCULLAGH P, JOHN N. Generalized Linear Models[M]. London: Chapman and Hall. 1989

[7] MICHAEL K. Thoughts on Hypothesis Boosting(Unpublished manuscript) Machine Learning class project, 1988

[8] MICHAEL K, LESLIE V. Crytographic limitations on learning Boolean formulae and finite automata[C]. Symposium on Theory of Computing. ACM. 1989.

[9] PIET DE J, GILLIAN Z, HELLER. Generalized Linear Models for Insurance Data[M]. Cambridge University Press. 2009

[10] SAKTHIVEL K M, RAJITHA C S. Artificial Intelligence for Estimation of Future Claim Frequency in Non-Life Insurance[J]. Global Journal of Pure and Applied Mathematics, 2017.

[11] YANG Y, QIAN W, ZOU H. Insurance Premium Prediction via Gradient Tree-Boosted Tweedie Compound Poisson Models [J]. Journal of Business & Economic Statistics. 2017.

[12] 戴之遥. 梯度 Boosting 算法在车险定价中的应用[D]. 北京：中国人民大学,2017.

[13] 李航. 统计学习方法[M] .清华大学出版社.2011

[14] 孟生旺. 神经网络模型与车险索赔频率预测[J]，统计研究，29（3）：22-26，2012.

[15] 孟生旺，李天博，高光远. 基于机器学习算法的车险索赔频率与累积赔款预测[J]. 保险研究，（10）：42-53，2017.

[16] 孟生旺. 风险模型:基于 R 的保险损失预测[M].清华大学出版社.2017.

[17] 薛薇，R 语言数据挖掘方法及应用[M]，北京：电子工业出版社，2016。

基于机器学习的车险索赔频率研究

曾宇哲 吴媛博 郑宏远 罗来娟

研究生
中国人民大学统计学院
北京100872，中国
电话: (8610) 8250 0162
Email: 2017100374@ruc.edu.cn

关键词: 汽车保险; 索赔频率; 机器学习。

中文摘要. 我国机动车辆保险行业发展迅速、规模巨大，车险的保费收入在财产险中一直位居首位，近几年来，其比重达到70%以上。车险费率厘定一直是保险公司的重点研究方向，其核心是对保险损失进行预测，包含索赔强度预测和索赔频率预测。本文重点研究索赔频率的预测方法，传统上最为广泛使用的是广义线性模型，但其过多依赖于模型的分布假设，且不能很好的刻画解释变量之间的相依性问题。近年来，随着大数据和机器学习的迅速发展，有不少学者尝试将机器学习算法应用到车险领域，研究结果显示机器学习在某些方面优于广义线性模型，但这些结果一般只基于某个单一数据集。

本文将在六个来自不同国家不同类型的车险数据上比较广义线性模型与机器学习方法的效果，其中包括深度学习算法、随机森林、支持向量机、xgboost等机器学习方法。特别的，其中一个数据集为车险团体客户数据，它与通常的散车业务有很大的不同，例如其不能使用从人因子，同一车队内的车辆索赔有相依关系（组内不独立性）等，这使得普通广义线性模型并不能很好地处理这一数据。

本文的具体方法为：首先基于训练集，建立不同的广义线性模型预测索赔频率，根据最小信息准则（AIC）选取最优的广义线性模型；然后应用机器学习算法（包括深度学习算法、随机森林、支持向量机、xgboost等），通过交叉验证确定模型参数。最后基于测试集，计算广义线性模型和机器学习的均方误差，比较机器学习算法与广义线性模型的性能。

本文的结果显示在所有的数据集上，xgboost的预测效果一致的优于广义线性模型。但是对于某些自变量较多、变量间相关性强、索赔频率数据越大的数据集，神经网络、深度学习和随机森林的预测效果比xgboost更好。此外，支持向量机的效果要次于广义线性模型。

Research on Customer Lifetime Value—Based on the Adjustment of "Beta Factor" about Compensate Risk

ZHANG Lin, ZHENG Jingjing

ZHANG Lin
Professor
Finance and Statistics College
Hunan University
Changsha 410082，China
Email：lindazhang0203@126.com

ZHENG Jingjing.
Master Degree Candidate
Finance and Statistics College
Hunan university
Changsha 410082，China
Email：919513822@qq.com

Key word: customer lifetime value; risk adjust; compensate risk; individual loss ratio; value division.

Abstract: Customer Lifetime Value (CLV) is used as an indicator to measure the value contribution of auto insurance customers, and effective renewal business management is carried out, thereby transforming auto insurance short-term transactions into long-term value. This is the development direction of auto insurance business in the future. Therefore, it is very important to build a precise customer value assessment model. Based on the traditional CLV model, this paper draws on the method of risk correction of individual assets in the financial sector, introduces the customer compensate risk factor as an adjustment factor of the discount rate, and creates the RCLV model in order to solve the problem that the CLV model cannot distinguish the potential high-value customers under the same profit cash flow level created by customers with different compensation risks. The RCLV model focuses on how to determine the form of the coefficient. The customer compensate risk factor is defined as the ratio of single customer's loss rate to the overall customer's loss rate, and actively explores the influence of human factors such as the NCD coefficients of Motor Vehicle Insurance, NCD Coefficients of Motor Vehicle Accident Liability Compulsory Insurance, and limitation of Third-party Liability Insurance of Motor Vehicles. In the selection of quantitative models, since the individual claims ratio is consistent with the cumulative loss trend, and there are a large number of zero claims insurance in reality, the zero-adjustment regression

model can be reasonably predicted. This paper uses the auto insurance actuarial data of a property insurance company in Beijing in 2015 to extract typical samples for RCLV measurement, and compares it with the original CLV model calculation results to show that the established model can indeed avoid misjudgment of potential good customers.

1．基本背景

汽车销售市场增速放缓，对保险公司车险业务的发展模式提出了挑战。一方面，汽车销售市场的萎缩，使得保险公司的增量业务占比逐步减少，单纯依靠抢占市场份额带动保费规模的发展方式所能产生的红利有限。另一方面，车险产品的周期虽为一年，但通过每一年的续保，却可以覆盖汽车使用周期和客户驾驶周期，实现客户和保险公司两者之间的利益最大化。公司通过续保业务，与有价值的客户保持长期稳定的关系，将给公司带来另外一片蓝海。

以客户生命周期价值作为基础，通过对续保业务的管理，企业可以为高价值的客户做更为完善的服务，以取得更高的收益回报；对较低价值的客户则尽可能压缩不必要的资源投入。区分不同价值类客户是公司开展差异化管理的基础，因此搭建一个适合评价车险客户生命周期价值的模型，尽量精准评估车险客户价值，对于保险公司未来的发展而言具有重要作用。

目前使用的车险客户生命周期价值模型，虽然在计算客户价值上具有广泛的应用价值与合理的评估解释，但该模型仅考虑保单个体的绝对风险对于现金流的影响，不考虑个体相对于群体的风险贡献对于现金流的调整作用，可能会导致客户价值划分的误判，从而影响公司资源的匹配与投放。因此，为实现客户价值划分的精细化管理，本文将对传统的车险客户生命周期价值模型进行改进。

2．文献综述

客户生命周期价值模型的发展源于基本公式：

$$\mathrm{CLV} = \sum_{i=1}^{n} (R_i - C_i) \times (1+d)^{-i} \qquad (1)$$

其中，i 是客户现金交易流量的时间，R_i代表在时期 i 从客户获得的收入，C_i代表在时期 i 所付出的成本，n 为客户在过去交易过程中交易的次数。

客户生命周期价值的基本公式是一种净现值的概念。随着应用场景的增加，CLV 模型不再仅仅考虑未来现金流的净值贴现，而将关注焦点放在客户风险因素对于客户价值的调整上。目前，国内外的研究对 CLV 模型的风险调整方式呈现以下两个方向：

第一种风险调整的方式是通过风险概率调整客户价值。在模型发展上，Berger 和 Nasr（1998）拓展了客户生命周期价值基本公式，在模型中引入了留存概率[1]:

$$\mathrm{CLV} = \sum_{t=0}^{n} \pi(t) \times \gamma^{t} \times (1+d)^{-t} \qquad (2)$$

其中，$\pi(t)$为客户创造价值的利润函数，γ为留存概率，n 为客户全生命周期。

该式假定客户在全生命周期的各个交易期的留存率保持不变。对于留存概率的讨论，Blattberg 和 Thomas（2001）也认为客户留存率是常数，可以用历史留存率的平均数代替[2]。而谭跃雄、周娜（2004）则认为在留存率不变的假设前提下计算客户生命周期价值会产生较大偏差，因而提出基于动态客户留存率的企业客户生命周期价值扩展模型[3]。

在实际应用中，对于风险概率测度，Ryals（2003）通过实证方法设计客户风险的评价

指标体系，并以企业的经验将指标得分与客户的保持概率相关联，结果证明了该方法在实际应用中的灵活有效性[4]。结合保险业的特征，Ryals 和 Knox（2005）在计算客户生命周期价值时考虑了两类风险：保留的可能性和客户提出索赔的可能性，以这两个概率指标乘上利润来获得风险调整的客户终生价值[5]。可以看到，当使用概率测度来衡量客户衰退或流失风险并进行调整时，客户的预期利润价值很容易计算，但是，如果还存在客户所贡献的现金流波动性风险，如何将其调整到 CLV 模型中还未深入考量。

第二种风险调整的方式是通过风险贴现率调整客户价值。基于客户作为企业资产的理论，Srivastava（2002）认为 CLV 的计算模型是在资本资产定价模型之上建立的，因此可以用金融管理领域计算风险的思路，对客户风险进行建模[6]。Dhar 和 Glazer（2003）将术语“风险调整终身价值”（RALTV）引入研究中，并建议应该考虑 β 风险或给定客户对波动的贡献值，将 β 风险应用于折现率的调整，由此提高了整个客户组合价值的可预测性[7]。对于 β 风险的测度，Ryals（2007）首先采用 CAPM 的方法，计算每个企业客户的 β 风险，以此调整某单个企业客户的折现率，但是该方法往往需要多年的数据，在实践中难以实现。为解决该问题，Ryals 同样采用了实证方法，通过评价指标体系计算客户风险的分值，对比个体客户风险和总体客户平均风险的分值，调整该客户的折现率，从而构建出风险调整终身价值模型[8]。而齐佳音（2015）为计算客户 β 风险，将客户风险划分为波动风险、衰退风险、流失风险与信用风险，采用改良的贝叶斯网络方法，从条件概率的角度描述了风险之间的关系，同时计算客户风险值，最后通过贝叶斯网络输出的风险得分，计算客户的 β 风险值[9]。

综上所述，客户生命周期理论发展到目前已较为成熟，适应于不同行业的 CLV 模型也随着研究的深入以及实际需求做出一定的改进，可为本文的车险客户价值分析提供坚实的理论基础。在风险度量的方法上，通过风险概率测度调整客户预期利润价值的方法在操作上较为简单，但是缺乏风险信息的包容性和灵活性；通过客户风险测度作用于折现率的方法充分考虑了风险因素，但是所需的数据维度及测算方法较为复杂。因此，如何量化客户赔付风险并进行可行性的预测，如何在模型中体现客户赔付风险对于价值的调整作用，如何在实务上将 RCLV 作为客户价值划分以及客户关系管理的指导性指标，目前在研究领域上还比较空白，这些内容都是本文需要解决的问题。

3．研究思路

3.1 客户赔付风险β_C系数的定义

本文引入个体赔付率的概念，即个体赔付率＝计算期累积损失 / 保费收入。

由于个体赔付率与组合赔付率的相对比值与CAPM模型中的β系数有相似的概念，客户赔付风险可用β_C来描述个体客户赔付风险相对组合客户赔付风险的贡献程度：

$$\beta_c = \frac{个体赔付率}{整体赔付率} \tag{3}$$

3.2 RCLV 模型的构建

引入客户赔付风险β_c系数，通过修正车险 CLV 模型中的折现率来体现风险的调整，经过风险调整的 RCLV 模型如（4）式所示：

$$RCLV = p_0 - c_0 + \sum_{t=1}^{T} \frac{(p_t - c_t)\prod_{j=0}^{t-1} r_t}{(1+\beta_c i)^t} \tag{4}$$

其中，p_0：当期的保费收入；

c_0：当期的风险保费与费用；

p_t：未来每期的保费收入，包括保费收入、投资收益、再保摊回收入；

c_t：未来每期的支出成本，包括保单的赔付成本，费用成本（固定费用和变动费用），资本成本，再保相关支出成本等；

r_t：未来每期的续保率；

T：车险客户生命周期；

i：风险贴现率；

从模型上看，某个客户的赔付风险越高，所对应的折现率就越大，因此对 RCLV 的调整比例就越多。在某些情况下，高风险客户与低风险客户的保费收入与赔付支出是同向的，这就导致高风险客户与低风险客户有可能产生同一水平的利润现金流值，在 CLV 模型下可能会错误地判断高风险客户与低风险客户为同一价值类客户。经过β_c系数调整的 RCLV 模型可用于解决此类问题，通过在折现率上进行风险修正，避免价值划分的误判。

3.3 度量方法的选取

在 RCLV 模型的度量中，分别需要对保费收入、赔付支出、续保率及赔付风险调整系数β_c进行预测。首先，保费收入基于纯风险保费并考虑期望 NCD 的调整作用；赔付支出基于风险成本并考虑赔付概率的影响。其中，纯风险保费根据车险费率厘定的定价方法，采用行业广义线性模型确定。其次，续保率采用 Logistic 广义线性回归模型进行预测。赔付风险调整系数β_c的预测基于个体赔付率，因此需要建立个体赔付率模型。

在个体赔付率的研究中，由于受到免赔额与无赔款优待制度的影响，索赔次数为 0 的保单数大大增多，从而使得赔付率的概率在零点堆积，产生零膨胀现象。利用混合分布中的零调整回归模型能够很好地刻画这种现象。零调整回归模型的优点是可以对零点的概率和累积损失均值同时建立回归模型。假定 y 表示累积损失，发生索赔的概率为v，非零索赔额的密度函数为$h(y)$，则 y 的密度函数可以写成离散－连续概率的混合概率形式：

$$f(y)=\begin{cases}1-v & y=0\\ vh(y) & y>0\end{cases} \qquad (5)$$

4．实证结果分析

本文基于某财险公司北京地区商用车 2015 年保单数据和历史赔付数据，预测 2015 年 12 月 31 日时点有效客户的个体生命周期价值。原始保单数共有 32992 份，剔除录入信息不全的保单 316 份，最终得到有效保单 32676 份。该组数据包含了被保险车辆的基本信息、历史赔付次数及赔付金额等详细数据，可以支持本文的实证分析研究。

由于再保摊回成本、费用率、资本成本、投资收益率等涉及公司经营层面数据且难以预测，因而采取以下简单直观的假设，不影响最终结论的合理性：

假设一：未来每年的保费仅考虑上一年度出险次数对未来每年折扣率的影响。除 NCD 系数以外，假设附加费用率、自主核保系数、自主渠道系数、交通违法系数等保持不变。且 NCD 各等级之间按照全国 NCD 转移规则进行转移。

假设二：未来每年的赔付支出考虑纯风险成本作为赔付成本的预测值，并考虑个体出险概率的影响。

假设三：未来每年的续保率采用续保率模型预测，考虑续保年限、车龄、年龄、性别、折扣金额、车价、上年是否发生索赔等因素。连续续保率为每年续保率的连乘。

假设四：采用相同的贴现率进行现金流贴现。贴现率参考《中国商业车险费率报告（2016）》中行业近年来最低资本成本的平均水平 3%。

假设五：车险客户价值的考察年限为 5 年，与车险承保周期保持一致。

风险保费、期望 NCD、续保率的测算过程在此省略，下面主要探究个体赔付率的预测过程。

个体赔付的发生具有随机性，导致预测个体赔付率具有一定挑战性。赔付率使用上年累积赔付金额与保费的比值，包含了索赔次数与索赔强度的信息。由于预测保费时已经使用 NCD（出险次数）作为风险调整因子，且费率改革后，由于 NCD 系统调整，会对客户的理赔产生影响，小额赔案会被客户自行消化，大额赔案的比例会上升，因此在个体赔付率的预测时，将充分考虑影响索赔强度的风险因子。目前行业用于解释索赔强度的因子较多，如商业三者险限额、车价、险别组合、车龄等。由于商业险某种程度上是交强险的“超赔”，因此，交强险 NCD 也可作为赔付率的风险解释因子。

根据上文的分析，选取影响个体赔付率的主要 8 个解释变量，分别是年龄（Insuredage）、性别（gender）车型（Vehicle type）、车价（Vehicle price）、车龄（Carage）、上一年度商业险 NCD 系数（NCDvalue_syx），上一年度交强险 NCD 系数（NCDvalue_jqx），商业三者险限额（Limit_a）。其中，年龄、性别、车型、车价是分类变量，统计信息如表 1。

表 1　解释变量及其水平

Insuredage	分类变量，7 levels
Gender	分类变量，2 levels
Vehicle_class	分类变量，5 levels
Price_level	分类变量，25 levels
Carage	连续型变量
NCDvalue_syx	连续型变量
NCDvalue_jqx	连续型变量
Limit_a	连续型变量

在样本数据中，26851 项（82.17%）在观察期内个体赔付率为 0，5825 项（17.83%）至少有一项索赔，最高的个体赔付率是 23.4。为进一步探究个体赔付率的分布，绘制个体赔付率的分布直方图如图 1，为图示更清晰，图 2 显示索赔发生情况下的个体赔付率分布。

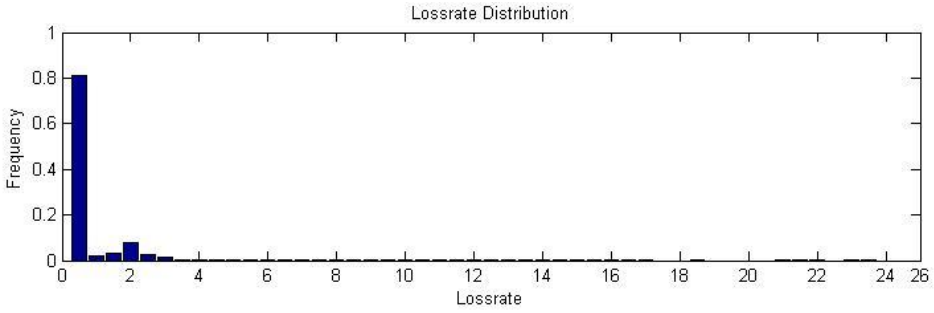


图 1　个体赔付率分布直方图

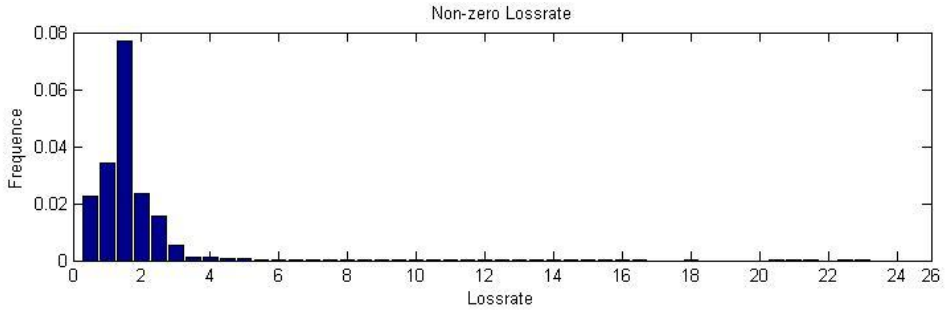


图 2　索赔发生情况下个体赔付率分布直方图

从数据结构不难发现，保险不发生索赔的概率很大，且不出险的概率远大于出险概率。从图 2 中可以明显看出，对于每份保单在索赔发生情况下的个体赔付率数据，赔付率的右偏态极长尾部特征被很好地记录下来。指数族中描述这种偏态分布的分布有 Gamma 和逆高斯分布。对于个体赔付率的样本数据，分别用 Gamma 分布、逆高斯分布进行拟合，求得 AIC 统计量分别为 34376、33852。在不同模型的比较和选择中，通常使用 AIC 准则。AIC 数值越小，说明模型对实际数据的拟合越好。拟合结果显示，逆高斯分布对这组个体赔付率数据的拟合效果相对更好，本文最终选定的模型是零调整逆高斯回归模型（ZAIG）。

下面分别对零调整逆高斯分布的均值和零调整概率建立回归模型，均值回归模型使用对数连接函数，零调整概率回归模型使用 logit 连接函数。模型的设定与表现形式如下：

$$\begin{aligned}\ln\left(\frac{\mathrm{v}_{ijkl}}{1-v_{ijkl}}\right) = {} & \alpha_0 + \alpha_{1i} \times Insuredage + \alpha_{2j} \times Gender + \alpha_{3k} \times \mathrm{Vehicle}_{\mathrm{class}} \\ & + \alpha_{4l} \times \mathrm{Price}_{\mathrm{level}} + \alpha_5 \times Carage + \alpha_6 \times \mathrm{NCDvalue}_{\mathrm{syx}} \\ & + \alpha_7 \times \mathrm{NCDvalue}_{\mathrm{jqx}} + \alpha_8 \times Limit_a\end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}\ln\left(u_{ijkl}\right) = {} & \beta_0 + \beta_{1i} \times Insuredage + \beta_{2j} \times Gender + \beta_{3k} \times \mathrm{Vehicle}_{\mathrm{class}} + \beta_{4l} \\ & \times \mathrm{Price}_{\mathrm{level}} + \beta_5 \times Carage + \beta_6 \times \mathrm{NCDvalue}_{\mathrm{syx}} \\ & + \beta_7 \times \mathrm{NCDvalue}_{\mathrm{jqx}} + \beta_8 \times Limit_a\end{aligned} \tag{7}$$

其中，i 表示驾驶人年龄，j 表示性别，k 表示不同的车价，l 表示不同的车辆类型。

ZAIG 已被纳入 R 中的 gamlss 包，使用最大似然估计法。模型的惩罚对数似然函数使用 RS 或 CG 算法迭代，执行 Fisher 评分过程的每个步骤。利用以上提供的回归模型，将样本数据导入 R 中，表 2 给出了零调整概率回归模型与均值回归模型参数的估计结果。

表 2 零调整逆高斯回归模型的参数估计值

Variable	**零调整概率回归参数**			**均值回归参数**		
	Estimate	**Std.Error**	**Pr(>|z|)**	**Estimate**	**Std.Error**	**Pr(>|z|)**
Intercept	1.5627**	0.303526	<2e-16	-0.5583**	7.712e-03	<2e-16
Insuredage 23-27	0.3674**	0.076588	<2e-16	0.0101**	5.474e-03	0.0240
Insuredage 27-33	0.3451**	0.077862	<2e-16	0.9242**	5.055e-03	0.0432
Insuredage 33-55	0.1878**	0.087141	0.000956	-0.2454**	4.916e-03	0.0174
Insuredage 55+	0.4224**	0.099805	2.31e-05	0.9820**	6.223e-03	0.0405
GenderB 女性	-0.2790**	0.028737	0.005980	—	—	—
Vehicle_class 旅行车类	-0.2061**	0.035181	4.68e-09	—	—	—
Vehicle_class 微型车类	—	—	—	—	—	—
Vehicle_class 越野车类	-0.4885**	0.055301	<2e-16	—	—	—
Price_levelE 40000	—	—	—	—	—	—

Price_levelF 50000	0.1850**	0.061430	0.002609	—	—	—
Price_levelG 60000	0.1247**	0.054728	0.022730	0.1315**	0.060053	0.027759
Price_levelH 70000	0.0895**	0.057837	0.021544	—	—	—
Price_levelI 80000	0.2191**	0.060952	0.000325	0.3842**	0.063335	0.004530
Price_levelJ 90000	0.1433**	0.059670	0.016292	0.2200**	0.051086	0.009327
Price_levelK 100000	0.1361**	0.061518	0.026982	0.2367**	0.062104	0.047159
Price_levelL 120000	0.2495**	0.058935	2.29e-05	0.2175**	0.058837	0.000347
Price_level M140000	0.1894**	0.068009	0.005359	0.2248**	0.068119	0.005583
Price_levelN 160000	0.2266**	0.077257	0.003359	—	—	—
Price_levelO 180000	0.2260**	0.089065	0.011177	—	—	—
Price_levelP 200000	0.3281**	0.072434	5.90e-06	0.4740**	0.077493	2.41e-06
Price_levelQ 250000	0.3741**	0.078713	2.01e-06	0.3856**	0.076302	2.90e-06
Price_levelR 300000	0.2380**	0.112330	0.034071	—	—	—
Price_levelS 350000	—	—	—	0.3642**	0.114313	0.010328
Price_levelT 400000	—	—	—	0.1585**	0.121256	6.90e-06
Price_levelU 450000	—	—	—	—	—	—
Price_levelV 500000	0.5251**	0.194743	0.007006	0.6251**	0.189473	0.006632
Price_level W600000	—	—	—	—	—	—
Price_levelX 700000	0.9263**	0.338273	0.006177	1.0329**	0.350031	0.005580
Price_levelY 800000	—	—	—	0.4731**	0.337609	0.014620
Price_levelZ 900000	—	—	—	0.1216**	0.406157	0.038293
Price_levelZ A1000000	—	—	—	—	—	—
Price_levelZ	—	—	—	1.1245**	0.378528	0.004277

B1000000+						
Carage	0.5405**	0.290289	<2e-16	—	—	—
NCDvalue_syx	0.0180**	0.0397	< 2e-16	-0.4957**	0.080644	0.017533
NCDvalue_jqx	—	—	—	0.2550**	0.103524	0.014386
Limit_a	—	—	—	1.118e-07**	4.918e-09	<2e-16
σ	2.878					
Log likelihood	-5383.372					
AIC	10812.745					
BIC	10967.229					

注： —表示该变量在回归过程中不显著，**表示显著性水平为 0.05 的情况下估计结果显著。

在零调整概率回归模型中，根据零调整逆高斯回归模型中均值回归参数和零调整概率回归参数的估计结果，可以看出，年龄、性别、车型、车价、车龄、上一年商业险 NCD 对索赔概率具有显著影响；年龄、车价、上一年商业险 NCD、上一年交强险 NCD 和三者险限额对个体赔付率有显著的影响。可以调整参数表达式如下：

$$\ln\left(\frac{\mathrm{v}_{ijkl}}{1-v_{ijkl}}\right)=\alpha_0+\alpha_{1i}\times Insuredage+\alpha_{2j}\times Gender+\alpha_{3k}\times \mathrm{Vehicle}_{\mathrm{class}}+\alpha_{4l}\times \mathrm{Price}_{\mathrm{level}}+\alpha_5\times Carage+\alpha_6\times \mathrm{NCDvalue}_{\mathrm{syx}} \tag{8}$$

$$\ln(u_{il})=\beta_0+\beta_{1i}\times Insuredage+\beta_{2l}\times \mathrm{Price}_{\mathrm{level}}+\beta_3\times \mathrm{NCDvalue}_{\mathrm{syx}}+\beta_4\times \mathrm{NCDvalue}_{\mathrm{jqx}}+\beta_5\times Limit_a \tag{9}$$

首先分析系数对于参数的影响，概括而言，均值回归上系数的正号意味着相关变量是一个不安全因素，因此该变量系数越大赔付率越高；同样的，零调整概率回归上系数的正号也意味着相关变量是不安全的，说明这个变量相对对照组变量的索赔概率更高，同时该变量系数越大索赔概率越高。

从参数估计的结果可以发现几个有趣的现象：驾驶人年龄、车价和上一年商业险 NCD 同时影响索赔概率与赔付率均值，不管它们是否以相同的方式影响索赔的发生和索赔规模，都是有意义的：

（1）年龄在 27-33 岁的驾驶人索赔概率和个体赔付率是同向增大的，整体出险的赔付成本较大；而 33-55 岁的驾驶人发生索赔的概率与个体赔付率出现反向的情况，且该年龄段对个体赔付率的影响更大；55 岁以上的驾驶人索赔概率与赔付率同样出现同向增大，且该年龄段对索赔概率的影响似乎更大。

（2）从车价变量的系数上看，车价低于 70 万的，随着车价越高，索赔概率是上升的；车价高于 70 万的，车价变量对个体赔付率的影响尤其显著，这与现实情况相符，当出现保险事故时，由于替换的零部件价格及维修费用导致索赔额更高。

（3）上一年商业险 NCD 对于下一年索赔概率的影响不是很大，但却能够降低下一年个体赔付率的均值，也就是说，上一年出险次数多的驾驶人在下一年会更加注意谨慎驾驶，避免大额索赔。

为说明 RCLV 的应用，用一个简单的计算例子说明高风险客户与低风险客户在保费收入与赔付支出同向变化时，β_C对客户生命周期价值的调整可以修正高潜在价值客户的价值。

假设某公司客户 A，28 岁男性，拥有一辆 20 万左右的进口越野车雪佛兰科帕奇，通过车商渠道购买了车损险、交强险、20 万限额三者险，车龄 1 年且上一年出险 3 次，上一年交

强险折扣系数为 1.25；另外有一个客户 B，37 岁女性，拥有一辆国产轿车大众途观，车价 20 万左右，通过专业渠道购买同样的险种组合，车龄 4 年且连续三年无索赔纪录，上一年交强险折扣系数为 0.7。经过行业广义线性模型测算，客户 A 的车损险纯风险保费为 1900.19 元，客户 B 的车损险纯风险保费为 1915.47 元，20 万限额三者险纯风险保费为 706.55 元，交强险纯风险保费为 950 元。基于上文得到的连续期望 NCD 计算方法、续保率模型、零调整概率回归模型以及均值回归模型，且假设样本数据的整体赔付率在未来五年处于稳定状态，分别计算客户 A、B 的β_C、CLV 和 RCLV。计算结果见表 2、表 3。

表 3　客户 A 的 CLV 和 RCLV

存续年	保费收入	赔付支出	利润	$\boldsymbol{\beta_C}$	CLV	RCLV
2015	4607.75	2753.61	1854.13	2.2756	1800.13	1733.01
2016	3575.76	2367.45	1208.31	2.1132	1138.95	1064.07
2017	2616.51	1906.49	710.02	1.8556	649.77	598.88
2018	1926.60	1427.71	498.89	1.5070	443.26	413.49
2019	1442.43	996.89	445.54	1.1283	384.32	94.33
合计					4416.42	3903.78

表 4　客户 B 的 CLV 和 RCLV

存续年	保费收入	赔付支出	利润	$\boldsymbol{\beta_C}$	CLV	RCLV
2015	2136.67	1076.49	1060.19	0.5297	1029.31	1048.50
2016	1757.30	716.53	1040.77	0.3892	981.03	1024.96
2017	1426.20	454.92	971.28	0.2700	888.86	956.63
2018	1158.89	279.50	879.38	0.1782	781.32	868.08
2019	952.32	168.11	784.21	0.1133	676.47	776.37
合计					4356.98	4674.54

从假设条件上看，客户 A 与客户 B 的客观风险一致，但从历史出险情况上直观判断，客户 A 属于高赔付风险客户，客户 B 属于低赔付风险客户，在价值贡献上客户 B 理应高于客户 A。有意思的是，通过 CLV 的计算结果发现，客户 A 的当期价值大于客户 B，且全生命周期价值略高于客户 B。出现这种结果，究其原因在于一方面，客户 A 车龄仅一年，保费的折扣较少，导致客户 A 的当期价值会远高于客户 B；另一方面，索赔次数通过 NCD 影响下一年的保费，投保人极有可能选择转保以逃避附加惩罚的保费，从而导致续保率低下，造成客户 A 未来的价值贡献小于客户 B。

如果将 CLV 作为划分客户价值的指标，在客户价值分类时极有可能划分客户 A、B 为同一价值类客户，对高赔付风险客户做同样的客户保持与管理策略显然会出现资源的浪费。而通过β_C对于风险贴现率的调整，将客户赔付风险考虑进去后，RCLV 的结果出现了反转，客户 B 的价值远高于客户 A，充分说明客户 B 具有潜在的价值贡献能力，且未来续保率良好，能为公司带来长期价值贡献。

5．结论

本文建立风险调整的 RCLV 模型，单个客户相对整体的风险贡献越大，对 CLV 的调整就越多。通过β_C对风险贴现率的作用来调整客户价值，修正价值误判结果，这是本文最主要的创新点。除此之外，本文对个体赔付率的度量采用了零调整模型，可以较好拟合车险保单数据，这也为后续的研究提供参考价值。通过实证分析，在续保率模型、零调整逆高斯模型以

及广义线性模型的基础上，利用某财险公司 2015 年北京地区的数据进行分析，实证结果表明，RCLV 能够有效解决价值误判问题，在公司的客户价值精细化管理中可以作为重要的参考指标。

本文在计算客户价值时采用了简化假设，虽然不影响最终结果的准确性，但仍存在误差，且由于数据维度限制，在度量续保率、个体赔付率过程中考虑的解释变量不够全面。后续的研究可以在完善和丰富模型的变量维度、进一步提高各个要素的预测精度方面进行探索。

References

[1] ZEITHAML V. Consumer perception of price, quality and value: a means - end model and synthesis of evidence [J]. Journal of Marketing, 1988, (52):2 - 22.

[2] BLATTBERG R C, THOMAS J S. Customer Equity: Building and Managing Relationships as Valuable Assets[M]. Harvard Business School Press, 2001: 134-150, 128-142

[3] 谭跃雄, 周娜. 基于动态客户保持的企业客户生命周期价值模型研究[J]. 管理科学, 2004, 17(6):46-50.
TAN Y S, ZHOU N. Research on the Lifetime Value Model of Enterprise Customers Based on Dynamic Customer Retention[J]. Management Science, 2004, 17(6):46-50.

[4] LYNETTE R. Making customers pay: measuring and managing customer risk and returns[J]. Journal of Strategic Marketing, 2003, 11(3):165-175.

[5] RYALS L J, KNOX S. Measuring risk‐adjusted customer lifetime value and its impact on relationship marketing strategies and shareholder value[J]. European Journal of Marketing, 2005, 39(5/6):456-472.

[6] SRIVASTAVA R K, LEHMANN D R, MERINO M, et al. Linking Customer Assets to Financial Performance[J]. Journal of Service Research, 2002, 5(1):26-38.

[7] SUNIL G, LEHMANN D R. Customers as Assets. Journal of Interactive Marketing. 2003, 17(1): 9-24

[8] RYALS L, KNOX S. Measuring and managing customer relationship risk in business markets[J]. Industrial Marketing Management, 2007, 36(6):823-833.

[9] 齐佳音, 马君, 肖丽妍,等. 考虑客户风险修正的客户终生价值建模[J]. 管理工程学报, 2015, 29(2):149-159.
QI J Y, MA J, XIAO L J, et al. Customer Lifetime Value Modeling Considering Customer Risk Modification[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2015, 29(2): 149-159.

[10] 李玉婷, 张琅, 姚吉呈. 车险客户生命周期价值研究[J].保险研究,2016(8):100-114.
LI Y T, ZHANG H, YAO J C. Research on Life Cycle Value of Auto Insurance Customers[J]. Insurance Research, 2016(8):100-114.

基于客户赔付风险β_c系数修正的车险客户生命周期价值研究

张琳　　郑晶晶

张 琳
教授
湖南大学金融与统计学院
长沙 410082，中国
Email：lindazhang0203@126.com

郑晶晶
硕士生
湖南大学金融与统计学院
长沙 410082，中国
Email：919513822@qq.com

关键词：客户生命周期价值；风险修正；赔付风险；个体赔付率；价值区分

摘要：利用客户生命周期价值（Customer Lifetime Value，CLV）作为衡量车险客户价值贡献的指标，进行有效的续保业务管理，从而将车险的短期交易转变为长期价值，这是未来车险业务的发展方向。因此，搭建精准的客户价值评估模型至关重要。本文在传统 CLV 模型基础上，借鉴金融领域对个别资产进行风险修正的方法，引入客户赔付风险β_c系数作为贴现率的调整因子，创建 RCLV 模型，目的在于解决赔付风险不同的客户在产生同样利润现金流水平下传统 CLV 模型难以区分高价值低赔付风险客户的问题。RCLV 模型的重点在于如何确定β_c系数的表现形式。本文定义β_c为单个客户赔付率与整体客户赔付率的比值，并积极探究商业险 NCD、交强险 NCD、商业三者险限额等从人因子对β_c的影响。在β_c量化模型的选择上，由于个体赔付率与累积损失趋势一致，且现实中存在大量零索赔保单，零调整回归模型可以进行合理预测。本文使用某财产保险公司 2015 年北京地区的车险精算数据，抽取典型样本进行 RCLV 的测算，并与原始 CLV 模型测算结果进行对比，说明所建立的模型确实可以避免对潜在优良客户的误判。

Tobit Model and Two-part Model: Comparation and Application to Insurance Demand Study

ZHOU Hualin, WANG Xiangnan

ZHOU Hualin
Lecturer
School of Finance
Yunnan University of Finance and Economics
Kunming 650221, China
Email: zhimadexin009@163.cn

WANG Xiangnan *
Associate Researcher
Institute of Finance and Banking
Chinese Academy of Social Sciences
Institute of Finance and Banking
Zhongye building 11th floor, Shuguang Xi Lu 28#, Chaoyang District
Beijing 100028, China
Email: jaffwang@126.com

Keywords: Tobit model, Two-part model; Four-part model; Two-step method, Insurance demand

Abstract. The paper compares tobit model and two-part model. We summarize the features of the two types of model and compare the two types of model in assumptions, structural forms, estimation methods and application fields. Then, based on the CHNS data, we analyze China's residents' medical insurance demand using the two types of model. At last, we compare and discuss the empirical results of the two types of model.

1．引言

被解释变量存在上限、下限或者在某一区间内取值时所建立的模型称为受限因变量模型，这种模型一般包含两类方程：一类方程研究“是否”选择的问题，即计量模型中的离散选择模型；一类方程研究选择“多少”的问题，即因变量在满足离散选择模型条件下的连续变量方程。研究中人们感兴趣的往往是受限因变量模型的第二类方程。tobit模型、样本选择模型（sampling selection model）、两部模型（two-part model）、四部模型（four-part model）都是受限因变量模型。

Tobit模型最早可追溯到托宾（1958），Goldberger（1964）称具有这种特点的模型为tobit模型（Amemiya，1984）；样本选择模型最初由Heckman（1979）提出；两部模型最早可追溯到Goldberger（1964），被称为双线性概率（twin linear probability）方法，Cragg（1971）明确提出两部模型的概念；Duan（1984）提出多部模型是指与两部模型结构极为相似的四部模型（Four-part model）。Amemiya（1984）等将样本选择模型概括为tobit模型中的一种，将其归类为广义tobit模型[1]，Leung（1996）等认为调整的（adjusted）tobit模型是样本选择模型中的一个特例，这两种模型只是表述方法上不同，模型本身的结构形式基本一样。样本选择模型则一般只包含两个方程，而tobit模型的结构形式更宽泛，模型中方程的个数可以扩展到两个以上。Hay and Olsen认为样本选择模型是研究相关实证问题的主流计量经济学方法（Duan，1984））。

Tobit模型与两部模型则存在较大的区别，研究中关于这两类模型孰优孰劣的问题以及两类模型关系的争论比较多，由于样本选择模型中不存在与四部模型类似的结构形式，多数研究都将tobit模型与多部模型的比较集中在样本选择模型与两部模型比较上。

本文的主要目的是，比较tobit模型与两部模型或者多部模型的结构形式、假设条件、估计方法等方面的特点，为实证应用提供建模选择的依据。论文的结构安排如下：第2节比较tobit模型与两部模型的结构形式；第3节比较tobit模型与两部模型的估计方法；第4节分析tobit模型与两部模型的选择；第5节将tobit模型与两部模型应用于研究中国居民的医疗保险需求；第6部分总结全文。

2．模型结构形式

2.1 第一类tobit模型与两部模型

2.1.1 第一类tobit模型的结构形式

Lee（1976）和Amemiya（1984）在未考虑面板模型的情况下，对tobit模型按照似然函数特征进行了分类，周华林和李雪松（2012）按照似然函数、数据类型、模型结构形式3种属性特征对tobit模型进行了分类。

按照似然函数进行分类时，以第一类tobit模型中的审查（censored）模型为例。假设受限因变量 y 的潜变量为 y^*，$y^* = x\beta + \varepsilon$，$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$。假设受限因变量与潜变量的关系为：$y = \max(0, y^*)$，当 $y^* > 0$ 时，$y = y^*$；当 $y^* \le 0$ 时，$y = 0$。那么，当 y 取值为0时，y 的概率为：

$$f(y=0|x) = \Pr(x\beta + \varepsilon \le 0) = \Pr(\varepsilon \le -x\beta) = \Phi(-x\beta/\sigma) \quad (1)$$

其中，$\Phi(\cdot)$ 表示标准正态分布函数。当 y 的取值为正值时，y 的概率密度函数为：

$$f(y|x) = (2\pi)^{-1/2}\sigma^{-1}\exp\left\{-(y - x\beta)^2 / 2\sigma^2\right\} \quad (2)$$

2.1.2 两部模型的结构形式

Cragg（1971）按照两部模型的特点，将两部模型分为如下5种类型。

第一类两部模型。假设受限因变量 y 的潜变量为 y^*，当 $y^* \le 0$ 时，$y = 0$；然而，即使当 $y^* > 0$ 时，由于选择并未执行（如：耐用品消费中虽然消费者决定购买，但是在犹豫期后可能退款），y 的取值仍然可能是0。那么，（1）式中 y 取值为0时的概率为：

$$f(y=0|x_1, x_2) = \Phi\left(-\frac{x_2\beta_2}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{x_2\beta_{21}}{\sigma}\right)\Phi(-x_1\beta_1) \quad (3)$$

其中，x_1 和 x_2 是解释变量的观测值向量，β_1 和 β_2 是系数向量。当 y 取正值时，y 的概率密度函数为：

$$f(y|x_1, x_2) = (2\pi)^{-1/2}\sigma^{-1}\exp\left\{-(y - x_2\beta_2)^2 / 2\sigma^2\right\}\Phi(x_1\beta_1) \quad (4)$$

在第一类两部模型中，y 的取正值需要满足两个限制（two hurdles）：一是行为者想要获得一个正的数量；二是具有获得正的数量的可执行环境。如在保险需求问题上，保费支出为正需要满足两个限制：一是消费者做出购买的决策；二是在保单生效的犹豫期满期时消费者没有撤单。

1 第一类以外的tobit模型均为广义tobit模型。

第二类两部模型。首先行为者需要做出是否选择的决定，其次是决定选择的同时就确定了选择的数量。此模型也包含两个方程，第1个方程可以用probit模型（或Logit模型等）表示，第2个方程是标准的回归模型。当 $y=0$ 时，概率密度函数为：

$$f(y=0|x_1,x_2)=\Phi(-x_1\beta_1) \tag{5}$$

当 $y\neq 0$ 时，概率密度函数为：

$$f(y|x_1,x_2)=(2\pi)^{-1/2}\sigma^{-1}\exp\left\{-(y-x_2\beta_2)^2/2\sigma^2\right\}\Phi(x_1\beta_1) \tag{6}$$

第三类两部模型。第二类两部模型中 y 有可能取负值，如果要确保 y 取正值，那么需要对 y 设置一个在0处截断的分布限制。此模型中，当 $y=0$ 时，y 的概率分布仍然可以表示为（5）式。然而，当 $y>0$ 时，（6）式变为：

$$f(y\,|\,x_1,x_2)=(2\pi)^{-1/2}\sigma^{-1}\exp\left\{-\frac{(y-x_2\beta_2)^2}{2\sigma^2}\right\}\Phi(x_1\beta_1)/\Phi(x_2\beta_2/\sigma) \tag{7}$$

虽然（7）式看起来非常像是人为的截断，但是（7）式可能是一些经济变量较好的近似分布。当 $x_1=x_2$，且 $\beta_1=\beta_2/\sigma$ 时，（5）式和（7）式的结构形式就是第一类tobit模型，也就是说，第一类tobit模型是第三类两部模型的一种特例。

第四类两部模型。当受限因变量为非负值时，y 有可能服从某种特殊的概率分布。假设 $\log(y)=x_2\beta_2+\varepsilon_1$，当 y 取非负值时，ε_1 服从独立正态分布，则两部模型的第1个方程仍然是（5），第2个方程为：

$$f(y|x_1,x_2)=y^{-1}(2\pi)^{-1/2}\sigma^{-1}\exp\left\{-\left[log(y)-x_2\beta_2\right]^2/2\sigma^2\right\}\Phi(x_1\beta_1) \tag{8}$$

第五类两部模型。当（5）式和（8）式中的 $x_1=x_2$，且 $\beta_{1i}=\theta\beta_{2i}/\sigma$，（$i=1,2,\mathbf{L},K-1$），那么，$\beta_{1K}=\alpha+\beta_{2K}/\sigma$，其中，$\alpha$ 是常数项。这类模型当 $y>0$ 时，似然值很低时 $y=0$ 的概率值很大，且两部模型随着解释变量线性组合的变化而改变，这点与tobit模型的特点非常相似。

当 $y=0$ 时，概率密度函数为：

$$f(y=0|x_1)=\Phi\left[-(\alpha+\theta x_1\beta_2)\right] \tag{9}$$

当 $y>0$ 时，概率密度函数为：

$$f(y\,|\,x_1)=y^{-1}(2\pi)^{-1/2}\sigma^{-1}\exp\left\{-\left[\log(y)-x_1\beta_2\right]^2/2\sigma^2\right\}\Phi\left[-(\alpha+\theta x_1\beta_2)\right] \tag{10}$$

2.2 广义tobit模型与四部模型

2.2.1 第四类tobit模型和第五类tobit模型的结构形式

第四类tobit模型。假设 y_1^*、y_2^*、y_3^* 分别是 y_1、y_2、y_3 的潜变量

$$y_1^*=x_1\beta_1+\varepsilon_1,\quad y_2^*=x_2\beta_2+\varepsilon_2,\quad y_3^*=x_3\beta_3+\varepsilon_3 \tag{11}$$

$$y_1=\begin{cases}y_1^* & if\ y_1^*>0\\ 0 & if\ y_1^*\le 0\end{cases},\quad y_2=\begin{cases}y_2^* & if\ y_1^*>0\\ 0 & if\ y_1^*\le 0\end{cases},\quad y_3=\begin{cases}y_3^* & if\ y_1^*\le 0\\ 0 & if\ y_1^*>0\end{cases} \tag{12}$$

其中，假设误差项 ε_1、ε_2、ε_3 服从独立正态联合分布：$\begin{bmatrix}\varepsilon_1\\ \varepsilon_2\\ \varepsilon_3\end{bmatrix}\sim N\begin{bmatrix}\sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13}\\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23}\\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2\end{bmatrix}$，模型的似然函数为：

$L=\int_0^{\infty}f_3\left(y_1^*,y_3\right)dy_1^*\times\int_1 f_2\left(y_1^*,y_2\right)$。

这类模型的特点在于当潜变量 $y_1^*\le 0$ 时，可以观测到 y_3 的值。Kenny et al（1979）研究了上大学与未上大学的劳动者的收入差异，用 y_1^* 表示想在大学上学的年限，y_2^* 表示上大学后劳动收入，y_3^* 表示没上大学时的劳动收入。Nelson and Olson（1978）研究接受职业培训者和未接受职业培训者的工资和工作小时数问题时、Tomes（1981）研究遗产继承者和没有遗产继承者的收入的问题时，都是采用的第四类tobit模型。

第五类tobit模型。假设 y_1^*、y_2^*、y_3^* 分别是 y_1、y_2、y_3 的潜变量

$$y_1^*=x_1\beta_1+\varepsilon_1\qquad y_2^*=x_2\beta_2+\varepsilon_2\qquad y_3^*=x_3\beta_3+\varepsilon_3 \tag{13}$$

$$y_2=\begin{cases} y_2^* & if\ y_1^*>0 \\ 0 & if\ y_1^*\le 0 \end{cases},\quad y_3=\begin{cases} y_3^* & if\ y_1^*\le 0 \\ 0 & if\ y_1^*>0 \end{cases} \tag{14}$$

其中，假设误差项的分布满足第四类tobit模型关于误差项分布的假设，模型的似然函数为：

$$L=\prod_{0}\int_{-\infty}^{0} f_3\left(y_1^*,y_3\right)dy_1^*\times\prod_{1}\int_{0}^{+\infty} f_2\left(y_1^*,y_2\right)dy_1^*\ 。$$

这类模型与第四类tobit模型的区别在于只观测到了潜变量 y_1^* 的符号，而未观测到 y_1 的取值。Lee（1978）研究劳动者是否加入工会问题时，y_2^* 表示劳动者加入工会的工资对数值，y_3^* 表示劳动者未加入工会的工资对数值，劳动者是否加入工会取决于 $y_1^*=y_2^*-y_3^*+z\alpha+u$ 的符号。Schmidt and Strauss（1976）研究工会对收入效应问题和收入对工会的效应问题时、Fair and Jaffee（1972）年研究需求量和供给量的问题时，都采用了第五类tobit模型。

2.2.2 四部模型的结构形式

四部模型是在两部模型的基础上发展的一种模型，在研究中的应用相对少。健康经济学中，研究人们到医院看病的费用支出问题涉及到2种费用支出：门诊费用支出和住院费用支出，这两种支出是两个群体的就医费用，研究这类问题就可以用四部模型描述。

其模型结构与两部模型类似，与第四类tobit模型和第四类tobit模型在结构形式、假设条件、估计方法等方面存在较大的差异。

假设 y_1^*、y_2^*、y_3^*、y_4^* 分别是 y_1、y_2、y_3、y_4 的潜变量，构造与第四类tobit模型相似的四部模型：

$$y_1^*=x_1\beta_1+\varepsilon_1,\quad y_4^*=x_4\beta_4+\varepsilon_4,\quad y_2^*=x_2\beta_2+\varepsilon_2,\quad y_3^*=x_3\beta_3+\varepsilon_3 \tag{15}$$

$$y_2=\begin{cases} y_2^* & if\ y_1^*>0 \\ 0 & if\ y_1^*\le 0 \end{cases},\quad y_3=\begin{cases} y_3^* & if\ y_4^*>0 \\ 0 & if\ y_4^*\le 0 \end{cases} \tag{16}$$

其中，假设扰动项服从如下分布：$\varepsilon_1\sim N(0,1)$，$\varepsilon_4\sim N(0,1)$，$(\varepsilon_2\,|\,y_1^*>0)\sim F(0,\sigma_1^2)$，$(\varepsilon_3\,|\,y_4^*>0)\sim F(0,\sigma_2^2)$，F表示某种连续分布函数。Duan（1984）将 $(y_2^*\,|\,y_1^*>0)\sim F(x_2\beta_2,\sigma_1^2)$，$(y_3^*\,|\,y_4^*>0)\sim F(x_3\beta_3,\sigma_2^2)$ 称为条件方程；第四类tobit模型与第五类tobit模型中的连续变量方程称为非条件方程。

3．估计方法

3.1 Tobit模型的估计方法

tobit模型中人们感兴趣的是连续变量方程的估计问题，而这个变量只有在满足一定条件下才能被观测到。在第一类tobit模型中，$E(y\,|\,y>0)=x\beta+E(\varepsilon\,|\,\varepsilon>-x\beta)$，在这个均值中 $E(\varepsilon\,|\,\varepsilon>-x\beta)\neq 0$，因而如果直接对 $y^*=-x\beta+\varepsilon$ 进行OLS估计，得到的估计量将是有偏的。广义tobit模型的估计也存在这样的问题。第一类tobit模型有如下的几种估计方法：probit极大似然估计、最小二乘估计法、Heckman两部估计法、非线性最小二乘估计（NLME）及非线性加权最小二乘估计（MWLME）、tobit极大似然估计、期望值最大化演算法等。在1974年Heckman关于工资率问题研究的论文发表之前，对tobit模型的估计方法都是采用极大似然估计法，这种估计方法的有效性最高，但是由于涉及到选择初值和对MLE最大化过程中，对似然函数进行一阶求导时，系数估计值的计算相当繁琐（周华林和李雪松，2012）。1974年Heckman论文中提出两步法估计，此后的论文关于tobit模型的估计方法，都是以Heckman两步法为基础发展的新方法。

联立方程tobit模型与非联立方程tobit模型的估计方法存在较大的区别。Heckman（1976）、Amemiya（1974）、Lee（1976）等介绍了非联立方程tobit模型的估计方法；Amemiya（1978，1979）、Lee（1976，1978，1979）、Duncan（1980）、Blundell and Smith（1994）、Ahn and Powell（1993）等介绍了联立方程tobit模型的估计方法，提出了检验是否需要建立联立方程模型的检验方法——似然比率法（LR），而不是只看模型中内生解释变量的系数是否显著。Lee（1999）介绍了tobit ARCH和tobit GARCH模型，将tobit模型扩展到时间序列问题的研究中，并提出了似然仿真法（Likelihood simulation）。Kalwij（2003）和Jones and Labeaga（2003）等论文提出了针对面板数据模型的估计方法：一阶差分的MLE、组内两阶段广义矩估计（within -group two-step GMM）、组内三阶段广义矩估计（within-group three-step GMM）、广义矩估计法（GMM）。Honoré（1992）提出了针对截断（truncated）和审查（Censored）固定效应面板模型的修整绝对偏差估计法（trimmed absolute derivations）和修整最小二乘估计量（trimmed least square estimator）。Powell（1984）对半参数tobit模型采用采用审查最小绝对偏差估计量（censored least absolute

deviations estimator），$\min_{b} N^{-1}\sum_{i=1}^{N}|y-\max(xb,0)|$，该估计量在$e|x$具有零中位数的条件下是一致估计量。Powell（1986）在$e|x$是对称分布假设条件下，提出了半参数tobit模型的对称审查最小二乘估计量（SCLS），$\min_{b} N^{-1}\sum_{i=1}^{N}\left\{[y-max(xb,0)]^2+\mathbf{1}(y>2xb)\cdot[y^2/4-\max(xb,0)^2]\right\}$。Lee and Zhang（2008）提出了用MCMC算法估计半参数动态tobit面板模型。

3.2 两部模型的估计方法

两部模型和多部模型的一个重要特点在于，假设表示是否选择的离散选择方程与表示选择多少的连续变量方程相互独立。如在两部模型中，假设y_1^*、y_2^*分别是y_1、y_2的潜变量，$y_1^*>0$时，$y_2^*=y_2$；$y_1^*\le 0$时，$y_2=0$。进一步假设，$y_1^*=x_1b_1+m_1$，$m_1\sim N(0,1)$；$y_2^*=x_2b_2+m_2$，$E\left(m_2\middle|y_1^*>0\right)=0$，$m_2$不必服从正态分布。由于假设两个方程不存在相互依赖关系，即tobit模型中$s_{12}=0$，可以分别对这种模型的两类方程进行估计。对离散选择方程一般采用probit或者logit模型进行估计，对连续变量方程则根据计量模型普通方程的估计方法进行估计。

4．Tobit模型与两部模型的选择

4.1 Tobit模型与两部模型的争论

文献中对受限因变量问题的研究是使用tobit模型还是两部模型的争论比较多，争论的焦点主要集中在两个方面，一是两种模型的关系问题，二是两种模型孰优孰劣的比较问题。Hay and Olsen（1984）、Cameron and Trevedi（2005）认为两部模型嵌套（nested）在样本选择模型中。Duan et al（1983，1984，1985）及Manning, Duan, and Rogers（1987）等认为样本选择模型存在内生性缺陷，因而不如两部模型。对样本选择模型的批评主要集中在三个方面：假设表示是否选择的方程与表示选择多少的方程随机误差项服从联立正态分布，这一假设条件一方面存在不可检测真实性的问题，另一方面假设服从联合正态分布这一条件过强；估计量的统计性及数据性较差，大多数经验分析中样本选择模型的逆米尔斯比系数估计值相当不显著，这与经济理论的预期完全相反；假设两类方程的解释变量不完全相同，否则可能导致模型无法估计，纵然如此，模型难以克服由于外生性限制导致的共线性问题。Duan（1983）将逆米尔斯比系数估计值不显著归因于误差项的非正态性和异方差性。Hay and Olsen（1984）认为两部模型关于误差项联合分布及函数形式的假设非常不一般化，两部模型的似然函数嵌套于容易检验参数限制条件的样本选择模型似然函数之中，样本选择模型是主流计量经济学方法，因而优于两部模型。Manning et al（1987）、Duan et al（1984）、Leung and Yu（1996）的研究集中分析了样本选择模型与两部模型的比较与选择问题，Leung and Yu（1996）是在比较前两篇文献的基础上进行的分析，改进了两篇文章中的不足之处，认为两种模型在不同条件下都比较恰当，并提出用条件数法（condition number）检验两步法（two-step）估计中的共线性问题。Madden（2008）从理论（即：哪一个模型最对计划构建模型更适合）、实践（即：有效外生性限制的存在性，以及不合理外生性限制情况下共线性问题）和统计（即：M.S.E的实证分析检验）三个角度分析了Heckman样本选择模型和两部模型的区别，认为从共线性检验的比较情况来看，两部模型比样本选择模型要好，与酒的消费问题相比，香烟消费问题更适合使用两部模型，通过估计系数来评价政策，两种模型的效果差别不大。

近期的研究文献基本上都接受了这样一个观点：tobit模型与两部模型不存在孰优孰劣的问题，两种模型有各自的优点，在模型假设条件、检验、估计方法等方面也存在一定的缺陷。这两种模型广泛应用于受限因变量问题的分析之中，在政策评价、理论方法创新、宏观分析、微观分析等领域都有经典的文献成果。

4.2 Tobit模型与两部模型（TP）的应用

Tobit模型最初起源于研究耐用品的消费问题，后被Heckman等人扩展到劳动力、工资等问题的应用之中。Dudley & Montmarquette（1976）用该模型研究了双边对外援助供应问题，分析了国家在提供对外援助时的两个决策问题：一是向哪些国家提供援助的问题，二是提供多少援助的问题。Lee（1978）用该模型研究了香港政策性住房需求问题，研究了中低收入者选择租房还是买房的问题，租房或者买房投入多少。Roberts & Maddala（1978）研究了企业是否决定申报提高收益率的指数；Lee（1978）研究工人是否决定参加工会的问题；Duncan（1980）研究了关于工厂选址的问题；Kenny et al（1979）研究上过大学与未上大学的劳动者之间的收入差异的问题；Adams（1980）研究了遗产的问题；Wiggins（1981）研究了每年销售新药的问题；Dubin & McFadden（1984）研究了居民购买电器和用电需求量问题；Guariglia

（2001）研究了家庭储蓄行为问题；Jones & Labeaga（2003）研究了香烟消费问题，潘永辉（2008）研究了蕉农对香蕉保险的问题；刘璐（2008）研究寿险效率问题；张世伟（2011，2010，2009，2007），周闯（2009）研究中国劳动力问题等都是tobit模型在经济问题中的应用。

两部模型多用于研究健康经济问题的文献之中，Cragg（1971）分析耐用品的消费问题，分别比较了五种形式的两部模型的效果问题。Silva and Windmeijer（2001）用该模型研究了健康护理服务的需求问题，认为在某些条件下两部决策过程表明总需求服从停时（stopped-sum）和分布。Mullahy（1998）研究了健康计量经济学中两部模型及其变形的问题；Schafer（2001）利用两部随机效应模型分析了洛杉矶中学生饮酒问题；Deb and Trivedi（2002）利用两部模型分析了健康护理需求的结构问题；Madden（2008）研究了女性吸烟和女性喝酒问题中关于两部模型和样本选择模型的选择问题；黄枫和甘犁（2010）研究了中国城镇老人的健康与医疗保险需求问题；Free & Sun（2010）、孙祁祥和王向楠（2013）用多变量两部模型分析了家庭寿险需求的问题。健康经济学中关于验证投保行为是否存在逆向选择问题的研究基本上都是用两部模型进行分析的。

总之，tobit模型和两部模型广泛应用于受限因变量经济问题的研究之中，在建立何种模型的问题上，存在对这两个模型的选择和比较问题，这两种模型都有各自的优势，也都有模型自身无法克服的缺陷。两种模型的假设条件和结构形式存在较大的差异，不能用一种模型代替另一种模型，更不能绝对地说哪种模型更好。在研究受限因变量问题时，选择哪种模型进行分析应根据研究问题的目的，数据本身的特点，对模型假设条件的检验等多方面因素考虑，特别是需要注意对模型共线性问题的检验，模型两个部分关系的检验问题。一般认为两部模型更多地用于耐用品消费问题的研究，特别是在健康经济学的研究中，更倾向于用两部模型。现在文献对两种模型研究重点不在于克服两种模型的弊端方面，绝大多数文献应用的重点在于tobit模型和两部模型与结构模型和时间序列模型等模型特征的结合上，如：tobit ARCH或Tobit GARCH模型，似不相关（SUR） tobit模型，非参数tobit模型，半参数tobit模型，面板tobit模型，动态tobit模型等。

5．两种模型在中国居民医疗保险需求中的应用

中国家庭营养调查（CHNS）2009年利用分层随机抽样对中国9个省份购买医疗保险以及居民健康相关的问题进行了调研，调查了中国家庭购买商业保险、公费医疗、城镇职工基本医疗保险、城镇居民基本医疗保险、农村新型合作医疗等情况的数据。

表1　主要变量的描述性统计分析

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
商业保险	10516	0.02	0.14	0	1
公费医疗	10515	0.04	0.18	0	1
城镇职工基本医疗保险	10512	0.17	0.38	0	1
城镇居民基本医疗保险	10511	0.12	0.32	0	1
农村新型合作医疗	10505	0.64	0.48	0	1
其它	10507	0.01	0.09	0	1
每月交纳保费（元）	9076	16.84	58.19	0	990
个人全部收入（元）	6893	16438.72	25544.97	1	657000
年龄[2]	10073	46.35	18.79	5.95	98.94

从居民购买医疗保险的数据构成情况来看，CHNS中居民购买农村新型合作医疗保险者居多，其次是城镇职工基本医疗保险，购买商业保险的人数最少，有医疗保险的人占被调查者总人数的89.25%。从各种医疗保险购买品种情况来看，调查者购买何种类型的保险产品与居民的职业有很密切的关系，调查者从事农业生产劳动、非技术工人或熟练工人（普通工人、伐木工等）、服务行业人员（管家、厨师、服务员、看门人、理发员、售货员、洗衣工、保育员等）等多数购买的是合作医疗保险，高级专业技术工作者（医生、教授、 律师、建筑师、工程师等）、办公室一般工作人员（秘书、办事员）等多数购买了城镇职工基本医疗保险，服务行业人员、技术工人或熟练工人（工段长、班组长、工艺工人等）等多数购买了商业保险。这些职业特征与居民的居所有很大的关系，本文选择居民户口特征作为虚拟变量，代表职业对居民选项医疗保险品种的影响。调查样本中学历程度为初中以下者居多，这个群体购买各种医疗保险的数量占的比例较大，大学以及以上学历者，多数购买了城镇职工基本医疗保险，本文选择初中及以下学历，高中及职业中学学历，大学及以上学历者为虚拟变量，描述学历对医疗保险品种选择的影响。CHNS调查了居民健康状况的一系列因素：甲状腺肿大，口角炎，单眼失明，双眼失明，单臂缺失或

2 居民年龄是被调查的个人的截止到调查当日的实际年龄。

单臂功能丧失，双臂缺失或双臂功能丧失，单腿缺失或单腿功能丧失，双腿缺失或双腿功能丧失，是否有高血压，是否有糖尿病，是否有心肌炎，是否患过中风，是否有过骨折等信息，患高血压、糖尿病、骨折病症者在各类疾病中占的比重比较大，身患各类疾病的居民参加保险的比例在85%以上，患口角炎，单眼失明，双眼失明、双臂缺失或双臂功能丧失的居民都有医疗保险，本文将是否患有上述疾病中的一种作为虚拟变量，分析居民健康状况对购买医疗保险的影响。CHNS调查了居民身高、体重、三头肌皮褶厚度等信息，描述了居民体重偏重、偏轻等信息，本文按照身高和体重比例测评的体重是否正常作为一个虚拟变量，选择三头肌皮褶厚度测评的体重是否正常作为一个虚拟变量，用这两个虚拟变量定量分析体重状况对医疗保险品种选择的影响。本文采用第四类tobit模型，通过居民购买农村新合作医疗，还是其它医疗保险产品对两种模型的特点进行对比分析。

表2　两种模型第一部分离散选择模型回归结果

变量	（1）probit	（2）probit（在（1）的基础上增加省级因素）		
年龄	-0.02*** （0.001）	-0.02*** （0.001）	辽宁	-0.67*** （0.08）
收入	-0.28*** （0.02）	-0.27*** （0.02）	黑龙江	-0.20*** （0.08）
城乡	-1.12*** （0.04）	-1.17*** （0.04）	江苏	-0.65*** （0.08）
健康状况	0.35*** （0.05）	0.29*** （0.05）	山东	-0.52*** （0.08）
体重	0.07** （0.04）	0.06* （0.04）	河南	-0.31*** （0.08）
初中以下	1.89*** （0.10）	1.88*** （0.10）	湖北	-0.16** （0.08）
高中	0.79*** （0.11）	0.78*** （0.11）	湖南	-0.35*** （0.08）
			广西	-0.54*** （0.07）
			贵州	
常数项	1.31*** （0.18）			1.78*** （0.19）
观测值个数	7338			7338
AIC	6629.57			6497.32
BIC	6684.78			6607.74

注：括号内的值是标准差，***表示在1%的水平显著，**表示在5%的水平显著，*表示在10%的水平显著，表3，4同此表。

Tobit模型和两部模型的第一部分离散选择模型的估计结果（表2），表明年龄、收入等对人们是否购买农村新合作医疗保险的选择有负相关关系；相对于农村居民来说，城市居民较少购买农村新合作医疗；与身体不好的居民相比，健康的居民更容易选择合作医疗保险；与大学及以上教育程度的居民相比，初中或高中职业中学等以下学历居民更倾向于选择农村新合作医疗保险。居民居住的户口、职业特点决定了对医疗保险产品品种的选择，表示居民这个特征的城乡虚拟变量的边际系数是-1.17。

表3　两种模型中购买农村新合作医疗保险

变量	（3） Tobit（OLS）	（4） Tobit（Robust）	（5） TP（Robust）	（6） TP（Robust）
年龄	0.002** （0.001）	0.002** （0.001）	0.0007 （0.0007）	
收入	0.07*** （0.01）	0.07*** （0.01）	0.05*** （0.001）	0.05*** （0.001）
城乡	0.15*** （0.03）	0.15*** （0.03）	0.12*** （0.04）	0.12*** （0.04）
健康状况	-0.07** （0.04）	-0.07* （0.04）	-0.06 （0.04）	-0.07* （0.04）
体重	-0.04** （0.02）	-0.04* （0.02）	-0.04* （0.02）	-0.04* （0.02）
高中	0.13*** （0.04）	0.13*** （0.05）	0.11** （0.05）	0.11** （0.05）
大学以上	1.38*** （0.17）	1.39*** （0.45）	1.37*** （0.45）	1.35*** （0.45）
辽宁	0.10*** （0.04）	0.10*** （0.03）	0.08** （0.04）	0.08** （0.04）
黑龙江	-0.15*** （0.03）	-0.15*** （0.03）	-0.14*** （0.03）	-0.14*** （0.03）
河南	0.08** （0.03）	0.08** （0.02）	0.07** （0.02）	0.07*** （0.02）
逆米尔斯比	0.02*** （0.01）	0.02*** （0.01）		
常数项	0.20*** （0.12）	0.20 （0.15）	0.47*** （0.08）	0.52*** （0.06）
观测值个数	3941	3941	3941	3941
Hettest（P）	0.00			
VIF	1.25	1.25	1.04	1.03
Root MSE	0.69385	0.69385	0.697	0. 69431
AIC	8315.20	8315.20	8322.44	8341.65
BIC	8390.55	8390.55	8391.50	8404.47

注：Hettest是模型异方差的检验，表中给出的是P值；VIF是模型的方程膨胀因子；Root MSE是模型的均方误差的单位根。

表4　两种模型中购买其它类型的医疗保险

变量	（7） Tobit（OLS）	（8） Tobit（OLS）	（9） TP（OLS）	（10） TP（OLS）
年龄	-0.01***（0.002）	-0.01***（0.002）	-0.01***（0.002）	-0.01***（0.002）
收入	0.32***（0.04）	0.33***（0.04）	0.32***（0.04）	0.33***（0.04）
城乡	0.72***（0.06）	0.67***（0.06）	0.72***（0.06）	0.67***（0.06）
健康状况	-0.18**（0.08）	-0.15*（0.08）	-0.18***（0.08）	-0.14***（0.08）
高中等	0.15**（0.07）	0.13*（0.07）	0.15***（0.07）	0.13*（0.07）
大学	0.22**（0.10）	0.19**（0.10）	0.21***（0.09）	0.18**（0.09）
辽宁		0.31***（0.09）		0.31***（0.09）
山东		0.43***（0.10）		0.43***（0.10）
广西		-0.25***（0.10）		-0.25***（0.10）
逆米尔斯比	-0.002（0.005）	-0.002（0.005）		
常数项	1.19***（0.30）	1.13***（0.30）	1.19***（0.30）	1.14***（0.30）
观测值个数	1506	1506	1506	1506
Hettest（P）	0.96	0.35	0.93	0.34
VIF	1.24	1.20	1.18	1.16
Root MSE	1.1928	1.1787	1.1924	1.1784
AIC	4812.74	4780.10	4810.83	4778.20
BIC	4855.28	4838.59	4848.05	4831.38

表3和表4分别表示居民购买农村新合作医疗保险和购买其他医疗保险时保费支出的影响因素分析，实证结果表明与tobit模型相比，两部模型的共线性相对较弱，选择因素（逆米尔斯比）对模型共线性问题有一定影响，但是方程膨胀因子的检测结果表明，模型中各个解释变量的方程膨胀因子均小于10，可以认为模型中不存在共线性的问题。居民购买农村新合作医疗保险中，tobit模型的均方误差较小，池赤信息检验（AIC）和贝叶斯信息准则（BIC）表明tobit模型的效果比两部模型更适用于分析居民购买农村新合作医疗保险问题。居民购买其它医疗保险时，两部模型的均方误差较小，池赤信息检验和贝叶斯信息准则表明两部模型更适用于分析居民购买非农村新合作医疗保险问题。tobit模型第一部分估计得到的逆米尔斯比值在tobit模型第二部分中的系数估计值并非一定显著，表3中逆米尔斯比在1%的水平上显著，表4中逆米尔斯比则相当地不显著，这一变量是tobit模型的一个核心变量，当这一估计值不显著时，仍然采用tobit模型研究的问题在计量上很难解释。本文实证分析的结果与以往文献经验分析的实证结论一致，两种模型各有优点，是分析受限因变量问题的两种不同的方法。

年龄对居民购买农村新合作医疗保费支出与购买其他医疗保费支出的作用方向不同，保费支出与居民收入呈正相关关系，当居民收入增加时会增加保费支出。与农村居民相比，城市居民购买各种医疗保险的保费支出更多。与患有疾病的居民相比，没有角膜炎等疾病的居民保费支出较少，表明居民购买医疗保险的一定程度上是患有疾病之后投入费用，而不是基于风险忧患意识的考虑。与初中以及以下教育程度的居民相比，高中以上教育程度的居民在各种医疗保险支出上的支出较多，特别是大学及以上教育程度的居民，对医疗保险保费的投入的边际影响最大。省级因素对保费支出也有一定的影响，中国各地区区域经济发展不平衡，居民保费支出的边际影响效应不同，与其它省份相比，辽宁省购买各种医疗保险的保费支出较大。

6. 结　论

Tobit模型与两部模型是分析受限因变量问题上的两种常用计量方法。两种模型在假设条件、结构形式、估计方法等方面存在较大差异，主要应用的研究领域也不相同。近期文献关于两种模型的研究重点不在于比较哪种模型更好，也不是在于寻找解决两种模型不足之处的改进方法。近些年对这两种模型的主要扩展是，与经典结构模型和时间序列模型、面板数据等结构形式的结合使用。而两种模型与非参数、半参数模型的结合是近期实证研究的一个热点。

两种模型各有相对优劣，在实证分析中选择何种模型，应根据两种模型多方面对比的结果综合确定。本文采用CHNS数据对中国居民购买农村新合作医疗保险和其他形式的医疗保险问题进行了实证分析。本文分析发现，居民健康状态对医疗保险品种及保费支出选择有显著影响，患有角膜炎等疾病的居民更倾向于购买合作医疗保险之外的其它医疗保险产品，这些居民的保费支出明显少于没有患这类疾病的居民。居民的户口、职业特征等也是决定医疗保险产品选择的重要因素，居民收入、教育程度对医疗保险产品的选择及保费支出多少有较大的影响。

References

[1] CRAGG J G. Some statistical models for limited dependent variables with application to the demand for durable goods [J]. Econometrica, 1971(39): 829-844.
[2] DUAN N. Smearing estimate: A nonparametric retransformation method [J]. Journal of the American statistical association, 1983(78): 605-610.
[3] Duan N, MANNING W G, MORRIS C N, NEWHOUSE J P. Choosing between the sample-selection model and the multi-part model [J]. Journal of Business & Economic Statistics, 1984(2): 283-288.
[4] HAY J W, OLSEN R J. Let them eat cake: a note on comparing alternative models of the demand for medical care [J]. Journal of Business and Economic Statistics, 1984(2): 279-282.
[5] AMEMIYA T. Tobit model: A survey [J]. Journal of Econometrics, 1984(24): 3-61.
[6] TSAI-FEN L, PETER S. A test of the tobit specification against an alternative suggested by Cragg [J]. Review of Economics and Statistics, 1984(66): 174-177.
[7] MANNING W G, DUAN N, ROGERS W H. Monte Carlo evidence on the choice between sample selection and two-part models [J]. Journal of Econometrics, 1987(35): 59-82.
[8] MULLAHY J. Much ado about two: reconsidering retransformation and the two-part model in health econometrics [J]. Journal of Health Economics, 1998(17): 247-281.
[9] LEUNG S F, SHIHTI Y. On the choice between sample selection and two-part models [J]. Journal of Econometrics, 1996(72):197-229.
[10] DEB P, TRIVEDI P K. The structure of demand for health care: latent class versus two-part models [J]. Journal of Health Economics, 2002(21):601-665.
[11] SILVA J M C S, WINDMEIJER F. Two-part multiple spell models for heath care demand [J]. Journal of Econometrics, 2001(104):67-89.
[12] MAREN K O, SCHAFER J L. A two-part random-effects model for semicontinuous longitudinal data [J]. Journal of the American Statistical Association, 2001(96) : 730-745.
[13] MADDEN D. Sample selection versus two-part models revisited: The case of female smoking and drinking [J]. Journal of Heath Economics, 2008(27): 300-307.
[14] FREES E W, SUN Y J. Household life insurance demand-a multivariate two-part model [J]. North American Actuarial Journal, 2010(14) : 338-354.
[15]黄枫，甘犁，过度需求还是有效需求？——城镇老人健康与医疗保险的实证分析[J]. 经济研究，2010(6).
HUANG F, GAN L. Excess Demand or Appropriate Demand? Health Insurance, Medical Care and Mortality of the Elderly in Urban China [J]. Economic Research Journal, 2010(6).
[16]孙祁祥,王向楠.家庭财务脆弱性、资产组合与人寿保险需求：指标改进和两部回归分析[J]. 保险研究，2013(6).
SUN Q X, WANG X N. Household financial vulnerability, asset portfolio, and life insurance demand: Index reconstruction and two-part regression analysis [J]. Insurance Studies, 2013(6).
[17]周华林，李雪松，Tobit 模型估计方法与应用[J].经济学动态，2012(5)
ZHOU H L, LI X S, The estimation methods and application of Tobit model [J]. Economic Perspectives, 2012(5)

.

Tobit模型与两部模型的比较及在保险需求研究中的运用

周华林　王向楠

周华林
讲师
云南财经大学金融学院
龙泉路237号博远楼1楼
云南昆明 650221，中国
Email: zhimadexin009@163.cn

王向楠*
副研究员
中国社会科学院金融研究所
朝阳区曙光西里28号中冶大厦11层
北京 100028，中国
Email: jaffwang@126.com

关键词: tobit模型; 两部模型; 四部模型; 两步法; 保险需求

中文摘要. 本文比较tobit模型与两部模型。先概括了两种模型的特点，从模型假设条件、结构形式、分类、估计方法、应用领域等方面进行了对比分析。然后用CHNS的数据对中国居民购买医疗保险问题用两种模型进行了分析，对两种模型的实证结果进行了对比和讨论。

Chapter 7. Insurance Economics

Alleviating Moral Hazard by Peer-to-Peer Insurance

CHEN Bingzheng, FAN Chen

CHEN Bingzheng
Professor
School of Economics and Management
Tsinghua University
Beijing 100084, China
Phone: (8610) 6278 9930
Email: chenbzh@sem.tsinghua.edu.cn

FAN Chen *
Ph.D. Candidate
School of Economics and Management
Tsinghua University
Beijing 100084, China
Phone: (86351) 4176 449
Email: fanch.15@sem.tsinghua.edu.cn

Keywords: Moral hazard, Peer-to-peer insurance, Cooperation, Cashback.

Abstract. This article studies the recently emerging peer-to-peer insurance contract and find that it can alleviate the moral hazard problem deeply rooted in the insurance industry. We set up a model with two agents in the group. Each person's loss probability is affected by her own efforts and help from others. We find that as long as the additional costs of not specializing is adequately small, individuals efforts to themselves and cooperation will exist. We also find that if the cashback proportion is increased, individuals will be more likely to make efforts to themselves and help others in the group. What's more, we demonstrate that when the additional cost of not specializing is small, cooperation has a positive effect on effort making. However, when the cost is large, the effect will be negative. Members joining in the same group of peer-to-peer insurance generally know each other and has low additional costs in not specializing. So peer-to-peer insurance contract can not only result in cooperation among members in the group but also can induce a higher level of effort to individuals themselves.

1. 引言

道德风险的来源与保险业长期以来被称为道德风险的基本激励问题有关。被保险人从保险人那里得到针对不利事件的保险赔付后，将不再小心翼翼地避免其承保范围内的不利事件。在保险经济学的一篇开创性论文中，Arrow (1963) 意识到道德风险是保险机制顺利运作的一个主要障碍。后来Pauly (1968) 的工作更侧重于道德风险问题，并表明它与道德无关，而是可以用正规的经济手段进行分析。他还提到免赔额和共同保险是减轻道德风险的重要手段。Spence and Zeckhauser (1971) 开始运用经济学工具来证明当保险人可以监督被保险人的行为并与保险赔付相挂钩时，可以消除对投保人的激励问题，被保险人选择的努力将达到最优水平。但是，当保险人不能观察被保险人的行为时，保险计划必须牺牲部分风险转移能力才能达到适当的激励效果。Pauly (1974),Marshall (1976) 和Holmstrom (1979) 也表明当保险人无法监督被保险人的行为时，保险降低了被保险人对标的的看护。除了Arrow(1963) 和Pauly (1968) 提出的不足额保险解决方案, Shavell (1979) 进一步研究道德风险下的最优保单。他发现保额总是正的，这意味着道德风险不会完全消除保险。另外，他证明了当看护成本足够低时，保险公司贵提供不足额保单而不是足额保单。当看护成本趋近于零时，保额会趋近于足额。总而言之，道德风险导致不足额保险，不足额保险的形式可以是免赔额、共同保险或者保险上限。

2010 年, 德国建立了一个名为“friendsurance”的保险经纪公司。这家公司提出了一个开创性的概念“P2P保险”，它将有助于减轻道德风险问题。P2P保险将不同的客户组成一个小组出售保险，并提供了保费返还的可能性。具体来说，保费返还计算规则如下：保费返还规则的起点是保单中规定的年度潜在最高保费返还。这个值根据小组中的人数按比例缩减。保险合同要求小组中最多有十个成员。例如，如果小组中有十个成员时年度潜在最高保费返还为60元，则当小组中有五个成员时年度潜在最高保费返还为30元。保费返还的金额还受到小组中发生索赔的人数和金额的影响。小组中每个成员的索赔都会对其他人得到的保费返还造成影响。因此一个小组成员最终的保费返还取决于年度潜在最高保费返还的额度以及整个小组发生的索赔。保费返还的金额会随着索赔总额的增大而逐渐降低，直到零为止。最终，保费返还将等于年度潜在最高保费返还减去小组中每一个被保险人的索赔。为简单起见，我们之后可以假设小组中被保险人的索赔总额越高，得到的保费返还越低。直觉上来看，由于同一小组中的成员相互认识，如果某一个被保险人的索赔金额较高，小组中的其他人就会受到损害，他会对自己的亲友感到内疚。这种情绪因素可以被看作是不付出努力的代价。因此，在这个P2P保险合同之下，小组内部的成员应该有更密切的合作，相互监督，共同努力，以减少每一个人的索赔，从而使得每一个人都能够获得较多的保费返还。为了更深入地分析这一问题，我们将在后面建立一个多个代理人的道德风险模型，研究P2P保险合同能否缓解保险业经典的道德风险问题。

对于多个代理人的道德风险问题，已经有许多文献对此进行了研究。许多论文讨论了委托人如何在合作令人满意的情况下促使代理人合作或互相帮助完成任务。Itoh (1991) 是探索如何促进代理人之间相互帮助一篇经典文献，在Itoh (1991) 的研究中, 每个代理人选择他自己的努力水平，这影响了他自己的任务的结果。每个代理人还选择对其他代理人的帮助水平，这影响着其他人的表现。委托人可以选择适当的补偿方案，在这种方案下，每个代理人都有动力去帮助其他代理人。作者给出了团队合作的充分条件。还有很多文献研究如何在代理人之间再设计一个合同来促进他们的合作(参见Holmstrom and Milgrom, 1990;Varian, 1990; Macho-Stadler and Perez-Castrillo, 1993; Ramakrislman and Thakor, 1991;Itoh, 1993)。至于这个想法, Bolton and Dewatripont (2005) 表明当代理人能够观察到委托人看不见的行动选择时，让代理人之间制定协调他们行动选择的方面合同可能会有收益。在P2P保险中，代理人之间不存在次合同然而，由于同一组中的代理人

彼此了解，他们比委托人知道更多的信息，并可以观察保险公司看不到的行动选择。P2P保险中代理人之间互相监督而不是通过建立次合同的形式协调他们之间的行动。

在Bolton and Dewatripont (2005) 中, 他们声称代理人相互监视的一个重要的代价是监视分散了代理人的生产活动。如果有专业化能够带来回报，那么让一些代理人专门从事监督活动而另一些代理人专门从事生产活动可能更有效率。然而，在我们研究的保险问题中，不存在生产活动。因此让代理人之间相互监督是合适的。Varian (1990) 声称代理人的特征或努力水平通常不是完全不可观测。仅仅因为信息对于委托人来说代价昂贵并不意味着对每个人来说都是昂贵的。很有可能代理人之间相互监督或建议是容易的。他举了一些涉及代理人相互监视的例子。一个例子是政府经常给予举报违法犯罪行为的人奖励。本文提出的另一个与我们的论文更密切相关的有趣的例子是在发展中国家提供信贷的小组监督方案。孟加拉国的一个乡村放债人每年可能会收取150% 的利息。世界利率在10-20% 左右。所以有很多潜在的有利可图的项目，由于过高的地方利率而没有实施。贷款机构没有争夺掉乡村放债人的地方垄断地位的一个原因是所涉及的项目往往规模很小，选择贷款接受者并监督其业绩的成本很容易便超过其利润。村里的放债人知道他的客户的声誉，并可以亲自监控他们的活动，但这可能是潜在竞争对手的非常昂贵的活动。在保险方面，情况非常相似。同一组中的被保险人知道对方的名誉，可以互相监督，但对保险公司来说可能是高成本的。在以前的利率例子中，孟加拉经济学家穆罕默德·尤纳斯（Muhammad Yunas）创立了格拉米银行（Grameen Bank），并克服了其中一些问题。格拉米银行采用创新方案来内部化选择和监督成本。Farnsworth (1988) 详细描述了这个方案:” 虽然贷款是给每一个创业者提供的，但是每个人都在一个四五个人组成的团队中，他们有着类似的信用。他们一起担当共同担保人。如果一个人不能及时付款，整个群体的信用就会受到损害，因此违约者将受到很大的来自其他小组成员的压力。” 从这个方案的描述中，我们发现它与P2P保险非常相似。在这两份合同中，只要其中一个违反约定，这个小组的所有成员都会受到损害。而且这个违约者也会感受到小组内其他人的压力。格拉米银行一直非常成功。我们相信P2P 保险也将成功缓解道德风险问题。我们将建立一个模型进行严格的说明。

我们建立了一个模型，其中每个人都希望最大化期望效用，并通过自身努力和互相帮助来降低损失的可能性。为了得到更清晰的结果，模型假设每个小组只包含两个被保险人。每个人都可能会发生损失。所以总共有四个状态。如果两个人都发生了损失，那么没有保费返还。没有任何人发生损失时的保费返还金额是一个人发生损失时保费返还金额的两倍。为了使结果更清楚，我们假设每个代理人的效用函数都是可分的形式。一个函数采用平方根的形式，另一个成本函数假设为二次的。因为我们假设同一组中的成员具有相同的类型，均衡时每个人的自身努力程度以及对他人的合作程度都是相等的。通过研究一阶条件，我们发现在P2P 保险合同下如果代理人没有完全专注于自己的任务承担的额外成本很小，那么她自己的努力和她对别人的帮助在均衡中都是正的。这意味着只要不专注的额外成本很小，努力和合作就会存在。使用这个模型，我们也可以得到这样的结果：如果提高保费返还比例，个人将更可能提高自身努力水平并且更愿意与他人合作。所以这个模型可以解释努力，合作和保费返还比例之间的关系。此外，我们发现对于购买P2P 保险的个人而言，如果不完全专注于自己的任务的附加成本很小，那么当均衡中合作程度较高时，她更有可能付出更高的自身努力。但是，如果不专注的附加成本较大，均衡中合作程度较高，则她的自身努力可能更少。最后我们做一些数值分析。首先我们把合作作为外生变量，发现当不专业化的附加成本较小时，合作和最优努力具有协同效应。但是当分散精力的额外成本较大时，合作对最优努力产生负面影响。然后我们同时解出最优化的努力水平和最优化的合作水平。通过计算非线性方程的数值结果，我们发现保费返还比例越高，均衡中的自身努力水平和合作水平也越高。我们还发

现只有当分散精力的额外成本足够小时，均衡时才有合作发生。而这个成本越低，团队的合作就越多。当团队合作存在时，减少分散精力的额外成本可以带来更高的自身努力。加入同一组P2P 保险的成员通常彼此相互了解，他们之间的合作相对容易，不会有较大的额外成本。因此，P2P 保险合同不仅可以带来团队成员之间的合作，而且可以导致每个人都付出更多的努力。

本文组织如下：第一部分介绍了P2P 保险合同和有关多代理人道德风险问题的文献。本文的主要结果也在本节中进行了简要的介绍。第二部分具体介绍了模型建立的细节，并为进一步讨论做准备。第三部分应用该模型研究了P2P 保险下的努力与合作。第四部分通过数值分析研究最佳努力水平及其与合作的关系。第五部分做一个小结。

为了顺利、高质量地做好本次会议论文集的出版工作，本文给出了论文的格式要求，请各位作者务必按照本文给出的论文格式要求编辑、排版您的论文，以使得您的论文能顺利入选会议论文集。在此大会组委会非常感谢您的配合和支持。

2．模型

根据P2P保险合同，只要小组中一个人发生损失，小组中的所有成员就会有损失。因此一个出险概率低的人不会原因让一个出险概率高的人加入到自己的小组中。因此我们可以认为组内个人之间的差异是不重要的。同一组中的成员被认为是同质的，并且具有相同的类型。

我们将考虑存在一个风险中立的保险公司以及小组中包含n个风险厌恶的被保险人的情形，i=1,2,…,n。每个人都有n维行动集。为了简单起见，我们假设n = 2。也就是说，每个人都必须选择

$$(a_i, b_i) \in [0, +\infty) \times [0, +\infty) \tag{1}$$

其中a_i代表个体i的自身努力，b_i代表她对其他人的帮助程度。这种帮助可以被理解为是能够降低他人出险概率的监督或建议。每个代理人的效用函数都采用通常的可分离形式

$$u_i(w) - \psi_i(a_i, b_i) \tag{2}$$

其中u_i严格单调递增且是凹的,ψ_i严格单调递增且是凸的，w代表财富水平。假设每一个人都有初始财富y > 0。l> 0 是可能的损失。一个P2P保险合同可以被描述为是一个保费$\pi \geq 0$,保额$q \geq 0$和在不同情形下保费返还额度的组合。在P2P保险合同中，监督行为由小组中的其他人完成。直接观察每个人的行为成本很高。因此，P2P保险的合同条款显然不能取决于努力和合作水平。那么对于小组中的个人1，如果她不出险，而且小组中的另一个人也不出险，那么她的效用是

$$V_1 = u_1(y - \pi + 2m\pi) - \psi_1(a_1, b_1) \tag{3}$$

其中m是有且只有一个人索赔时返还的保险费的比例。由于上述情况没有索赔，所以返还的保险费比例是2m。类似的，当第一个人不出险，但小组中的另外一个人出险时，第一个人的效用为

$$V_2 = u_1(y - \pi + m\pi) - \psi_1(a_1, b_1) \tag{4}$$

相对应的，当她出险但她的同伴不出险时，她的效用为

$$V_3 = u_1(y - \pi + m\pi - l + q) - \psi_1(a_1, b_1) \tag{5}$$

最后，当两个人都发生索赔时，第一个人的效用为

$$V_4 = u_1(y - \pi - l + q) - \psi_1(a_1, b_1) \tag{6}$$

在这种情况下，我们假设两个人都得不到保费返还。每个人损失的可能性都受到两个人努力程度的影响。特别地，令$p(a_1, b_2)$表示第一个人发生损失的概率，那么她不发生损失的概率则为$1 - p(a_1, b_2)$。类似的，第二个人损失的概率记为$p(a_2, b_1)$。假设损失的概率随着个人努力程度和小组中其他人的帮助程度的提高而下降。即

$$\frac{\partial p(a_1,b_2)}{\partial a_1} < 0 \tag{7}$$

$$\frac{\partial p(a_1,b_2)}{\partial b_2} < 0 \tag{8}$$

$$\frac{\partial p(a_2,b_1)}{\partial a_2} < 0 \tag{9}$$

$$\frac{\partial p(a_2,b_1)}{\partial b_1} < 0 \tag{10}$$

如果一个人决定购买P2P保险，那么她就会选择个人努力程度a_1和对他人的帮助程度b_1以最大化她的期望效用:

$$\begin{aligned}\mathrm{EU} = {} & \big(1-p(a_1,b_2)\big)\big(1-p(a_2,b_1)\big)V_1 + \big(1-p(a_1,b_2)\big)p(a_2,b_1)V_2 \\ & + p(a_1,b_2)\big(1-p(a_2,b_1)\big)V_3 + p(a_1,b_2)p(a_2,b_1)V_4\end{aligned} \tag{11}$$

为了简单起见，我们将假设以下函数形式:

$$u_i(w) = \sqrt{w} \tag{12}$$

这个函数形式满足$u_i(w)$是一个二次可微，单调递增且严格凹的函数的要求。另外假设

$$\psi_i(a_i,b_i) = a_i^2 + b_i^2 + 2k\,a_i b_i \tag{13}$$

其中$k \in [0,1]$。这个假设意味着当$k > 0$时，每个代理人都因为去帮助别人没有完全专注于降低自己的出险概率需要承担额外的成本。至于不发生损失的概率，我们假设

$$1 - p(a_i,b_j) = a_i(1+b_j) \tag{14}$$

其中a_i和b_j取恰当的值以保证$p(a_i,b_j) \in (0,1)$。这个假设意味着两个人的努力水平a_i和b_j是互补的，因此促使两个人之间的合作可能会有好处。这个假设反映了这样一个事实，即自身努力程度或者小组中其他人对自己的帮助程度越高，损失的可能性就越低。当不存在合作时，损失的可能性完全由自身努力决定。所以a_i需要满足条件$a_i \in [0,1]$。而当自身完全不努力时，合作也不会对损失概率起到任何影响。所以个人的努力起着主要的作用。别人的帮助只是锦上添花。这是符合常理的。

3．P2P保险下的消费者决策

假定每一个人的目标都是使财富的期望效用最大化，每个人都是风险厌恶的，都面临财务损失的可能性，并且能够通过努力和合作来降低损失发生的概率。那么个体1试图最大化的期望效用为

$$\begin{aligned}\mathrm{EU} = {} & a_1(1+b_2)a_2(1+b_1)\big(\sqrt{y-\pi+2m\pi} - a_1^2 - b_1^2 - 2k a_1 b_1\big) \\ & + a_1(1+b_2)\big(1-a_2(1+b_1)\big)\big(\sqrt{y-\pi+m\pi} - a_1^2 - b_1^2 - 2k a_1 b_1\big) \\ & + \big(1-a_1(1+b_2)\big)a_2(1+b_1)\big(\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q} - a_1^2 - b_1^2 - 2k a_1 b_1\big) \\ & + \big(1-a_1(1+b_2)\big)\big(1-a_2(1+b_1)\big)\big(\sqrt{y-\pi-l+q} - a_1^2 - b_1^2 - 2k a_1 b_1\big) \\ = {} & a_1(1+b_2)a_2(1+b_1)\big(\sqrt{y-\pi+2m\pi}\big) \\ & + a_1(1+b_2)\big(1-a_2(1+b_1)\big)\big(\sqrt{y-\pi+m\pi}\big) \\ & + \big(1-a_1(1+b_2)\big)a_2(1+b_1)\big(\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}\big) \\ & + \big(1-a_1(1+b_2)\big)\big(1-a_2(1+b_1)\big)\big(\sqrt{y-\pi-l+q}\big) \\ & - (a_1^2 + b_1^2 + 2k a_1 b_1)\end{aligned} \tag{15}$$

期望效用函数表明自身努力水平和合作水平影响损失发生的概率。在这个简化的情形下，组中只有两个人，每个人都可能会发生损失。由于每个人的损失概率都受到他人帮助的影响，最终有四种不同的状态。在不同的状态下，人们的最终财富会有所不同。然而，只要自身努力程度和对他人的帮助程度确定下来，这些努力所带来的成本就不会因为最终状态的不同而改变。所以不管最后的状态如何，努力的成本是一样的。

假设a_i和b_i的解都是唯一的。因此，自身努力和对他人帮助的最优解是由一阶条件确定的，

$$\begin{aligned}\frac{\partial EU}{\partial a_1} &= (1+b_2)a_2(1+b_1)\left(\sqrt{y-\pi+2m\pi}\right)\\ &+(1+b_2)\left(1-a_2(1+b_1)\right)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}\right)\\ &-(1+b_2)a_2(1+b_1)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}\right)\\ &-(1+b_2)\left(1-a_2(1+b_1)\right)\left(\sqrt{y-\pi-l+q}\right)\\ &-(2a_1-2kb_1)\\ &=0\end{aligned} \tag{16}$$

且

$$\begin{aligned}\frac{\partial EU}{\partial b_1} &= a_1(1+b_2)a_2\left(\sqrt{y-\pi+2m\pi}\right)\\ &-a_1(1+b_2)a_2\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}\right)\\ &+\left(1-a_1(1+b_2)\right)a_2\left(\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}\right)\\ &-\left(1-a_1(1+b_2)\right)a_2\left(\sqrt{y-\pi-l+q}\right)\\ &-(2b_1-2ka_1)\\ &=0\end{aligned} \tag{17}$$

如果我们想得到均衡解，一般我们还需要考虑保险公司的行为。导致预期利润为零的保单被称为盈亏平衡保单。在普通保险合同下，盈亏平衡保单必须满足

$$\pi = pq \tag{18}$$

其中π是损失发生的概率。这意味着盈亏平衡保单要求保费等于预期损失。但是，在P2P保险合同中，除了保费和保额之外，还有保费返还条款。所以保费和保额之间的关系并不是直接的。因此，本文假定P2P保险合同是外生给定的，并研究不同保单下小组中的互动行为将如何。

我们之前假设每个人都不希望出现概率更高的人加入到自己的小组。因此，同一组中的成员是同质的。在均衡中，每个人自身努力程度以及对他人的帮程度都必须相同。即均衡时$a_1 = a_2 = a$且$b_1 = b_2 = b$。(a,b)必须对于每一个代理人来说都是最优回应。那么，$(a_i,b_i) = (a_j,b_j) = (a,b)$时的一阶条件变为

$$\begin{aligned}\frac{\partial EU}{\partial a} &= a(1+b)^2\left(\sqrt{y-\pi+2m\pi}\right)\\ &+(1+b)\left(1-a(1+b)\right)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}\right)\\ &-a(1+b)^2\left(\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}\right)\\ &-(1+b)\left(1-a(1+b)\right)\left(\sqrt{y-\pi-l+q}\right)\\ &-(2a-2kb)\\ &=0\end{aligned} \tag{19}$$

且

$$\begin{aligned}\frac{\partial EU}{\partial b} &= a^2(1+b)\left(\sqrt{y-\pi+2m\pi}\right)\\ &-a^2(1+b)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}\right)\\ &+a\left(1-a(1+b)\right)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}\right)\\ &-a\left(1-a(1+b)\right)\left(\sqrt{y-\pi-l+q}\right)\\ &-(2b-2ka)\\ &=0\end{aligned} \tag{20}$$

其中π, m和q都是外生的政策变量。这些一阶条件产生了我们主要问题的答案：

命题3.1. 在P2P保险合同下，如果被保险人分散精力帮助他人只承担很小的额外费用，那么她的自身努力水平和与他人的合作水平在均衡时都一定是严格为正的。

证明：被保险人分散精力时不承担额外费用意味着模型中k = 0。为了证明在这种情形下自

身努力和对他人的帮助都不为零，我们需要证明当k = 0时，$\frac{\partial EU}{\partial a}\Big|_{a=0}$和$\frac{\partial EU}{\partial b}\Big|_{b=0}$都是正的。我们首先证明第一条，当a = 0时，

$$\frac{\partial EU}{\partial a} = (1+b)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}-\sqrt{y-\pi-l+q}\right)-2kb \tag{21}$$

在任何保险合同中赔偿金额都不会超脱损失价值，这意味着$q \le l$，因此

$$\sqrt{y-\pi+m\pi} > \sqrt{y-\pi-l+q} \tag{22}$$

b反映的是合作水平，不会为负。因此，当k = 0时，$\frac{\partial EU}{\partial a}\Big|_{a=0} > 0$。所以a = 0永远不会成为一阶条件的解。在这种情形下，最优解$a^* \ge 0$必须成立。这意味着在这种情形下，不会有人完全不努力。小组中的每一个人都会有严格为正的自身努力。进一步地，$\frac{\partial EU}{\partial a}\Big|_{a=0}$关于k是一个连续的单调递减的函数。一定会存在一个$\epsilon > 0$使得$a^* > 0$对于所有的$0 < k < \epsilon$都成立。只要k 足够的小，自身努力就一定存在。

接下来我们证明当k = 0时，$\frac{\partial EU}{\partial b}\Big|_{b=0} > 0$。前一个结论将用于这个证明。类似的，当b = 0时，

$$\begin{aligned}\frac{\partial EU}{\partial b} = {} & a^2\left(\sqrt{y-\pi+2m\pi}-\sqrt{y-\pi+m\pi}\right) \\ & +a(1-a)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}-\sqrt{y-\pi-l+q}\right)-2ka\end{aligned} \tag{23}$$

因为

$$\sqrt{y-\pi+2m\pi}-\sqrt{y-\pi+m\pi} > 0 \tag{24}$$

且

$$\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}-\sqrt{y-\pi-l+q} > 0 \tag{25}$$

当k = 0时，$\frac{\partial EU}{\partial b}\Big|_{b=0} \ge 0$。进一步地，我们已经证明了当k = 0时a严格为正。所以$\frac{\partial EU}{\partial b}\Big|_{b=0} > 0$将在这个情形下成立，b = 0不会满足一阶条件。最优解b^* 一定会比零大，小组中合作一定存在。类似的，由于$\frac{\partial EU}{\partial b}$关于k 是一个连续的单调递减的函数，一定会存在一个$\epsilon > 0$，$b^* > 0$ 对于所有的$0 < k < \epsilon$ 都成立。因此，只要分散精力的额外成本足够小，小组中的合作就一定存在。总之，我们证明了当k = 0时，$\frac{\partial EU}{\partial a}\Big|_{a=0} > 0$且$\frac{\partial EU}{\partial b}\Big|_{b=0} > 0$。

证毕

我们之前研究了在一个给定的保险合同下个人的决策。现在我们分析保险合同条款如何影响个人在小组中的合作行为。由于保费返还是P2P保险合同中的一个独特条款，我们重点研究保费返还比例如何影响合作行为。直观地说，当保费返还比例越高时，个人有更多的激励来获得更高的保费返还。他们会尽量降低损失的概率。因此，他们应该加倍努力并且多帮助其他人，以确保组内所有成员的损失概率较低。接下来，我们将说明当保费返还比例升高时，自身努力和对他人的帮助将在更多情形下存在。但是，自身努力和帮助水平的最优值尚不确定，将在稍后数值分析中进行研究。

命题3.2. 在P2P保险合同中，如果提高保费返还的比例，自身努力和相互合作水平严格为正的可能性将更大。

证明：首先，我们证明如果提高保费返还比例，小组中的被保险人将更有可能为自己努力。如果小组中的人自身努力为零，即当a = 0时，

$$\frac{\partial EU}{\partial a} = (1+b)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}-\sqrt{y-\pi-l+q}\right)-2kb \tag{26}$$

其中m代表保费返还比例。$\frac{\partial EU}{\partial a}$关于m是一个单调递增的函数。如果m更高，$\frac{\partial EU}{\partial a}$将会更高。假设$m_1 < m_2$，$a_1^*$是当$m = m_1$时的最优自身努力水平。$a_2^*$是当$m = m_2$时的最优自身努力水平。从命题1 中我们得知当$k \in [0, k_1)$时$a_1^*$一定为正且当$k \in [0, k_2)$时$a_1^* > 0$。那么$k_2 > k_1$一定成立。也就是说$\frac{\partial EU}{\partial a}\Big|_{a=0} > 0$将在一个更大的$k$的范围上成立。所以当保费返还比例较高时，被保险人在更多情形下会有自身努力。换句话说，他们更有可能为自己付出努力。接下来，我们研究保费返还比例与合作的关系。当b = 0时，

$$\frac{\partial EU}{\partial b} = a^2\left(\sqrt{y-\pi+2m\pi}-\sqrt{y-\pi+m\pi}\right)$$

$$+a(1-a)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}-\sqrt{y-\pi-l+q}\right)-2ka \quad (27)$$

由于根据之前的证明a > 0，

$$\frac{\partial^2 EU}{\partial b\partial m}=a^2\left(\frac{2\pi}{2\sqrt{y-\pi+2m\pi}}-\frac{\pi}{2\sqrt{y-\pi+m\pi}}\right)+a(1-a)\frac{\pi}{2\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}}$$
$$=a^2\left(\frac{\pi\sqrt{4(y-\pi)+4m\pi}-\sqrt{y-\pi+2m\pi}}{2\sqrt{y-\pi+2m\pi}\sqrt{y-\pi+m\pi}}\right)+a(1-a)\frac{\pi}{2\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}}>0 \quad (28)$$

这意味着$\frac{\partial EU}{\partial b}$也是一个关于m的单调递增的函数。类似的，如果m更高，$\frac{\partial EU}{\partial b}\Big|_{b=0}>0$也会在一个更大的k的集合上成立。所以当保费返还比例增加时，个人更有可能帮助他人。

证毕

我们之前分开考察了个人的自身努力以及对他人的帮助。现在我们研究这两种努力如何在均衡中相互影响。直觉上，有两个相反的影响方向。一方面，如果一个人从别人那里得到更多的帮助，她会有更多的动力去做更多的努力来减少损失概率，因为这是一种协同效应。另一方面，她也会由于分散精力帮助其他人承担额外的成本。所以她也有动力减少自身努力的水平。最终的结果是这两个效应之间的平衡。直观地说，由于分散精力导致的额外成本越低，第二个效应越弱，自身努力就越多。这个直观的结论正式表达如下：

命题3.3. 对于一个购买P2P保险的人，如果分散精力帮助他人导致的额外成本很小，那么当均衡中合作程度较高时，她更可能有正的自身努力。如果分散精力帮助他人导致的额外成本很大，那么当均衡中合作程度较高时，她付出自身努力的可能性更小。

证明：分散精力帮助他人所导致的额外成本在模型里用k表示。一个小的k意味着这个额外成本很小，合作程度在模型中反映为b的大小，自身努力程度的大小反映在a上。因此这个命题试图揭示在不同的k值下均衡时a和b的关系。当a = 0时，

$$\frac{\partial EU}{\partial a}=(1+b)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}-\sqrt{y-\pi-l+q}\right)-2kb \quad (29)$$

且

$$\frac{\partial^2 EU}{\partial a\partial b}=\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}-\sqrt{y-\pi-l+q}\right)-2k \quad (30)$$

由于

$$\sqrt{y-\pi+m\pi}>\sqrt{y-\pi-l+q} \quad (31)$$

$\frac{\partial^2 EU}{\partial a\partial b}$的符号取决于k值的大小。如果k很小，$\frac{\partial^2 EU}{\partial a\partial b}\Big|_{a=0}>0$。这意味着如果分散精力的额外成本很小，更密切的合作将会使得自身努力在更多情形下严格为正。相反，如果k很大，$\frac{\partial^2 EU}{\partial a\partial b}\Big|_{a=0}<0$。这意味着如果分散精力的额外成本很大，更密切的合作将会使得自身努力在更少情形下严格为正。换句话说，如果分散精力的额外成本很小，自身努力和相互合作之间具有协同效应，而如果分散精力的额外成本很大，这两种行为将会有相反的影响。

证毕

直到现在，我们只研究了a和b都在零附近的情形。我们只研究了小组中的人是否会有自身努力以及是否会存在合作。但是，我们还不清楚最佳的自身努力水平和最佳合作水平。从一阶条件(19)和(20)当中，我们发现均衡时的自身努力水平a 和合作水平b 是相互关联的。这两种行为和分散精力导致的额外成本之间的关系也不是直接的。所以我们在下一节会做一些数值分析，明确地找到这些关系。

4．数值分析

在本节中，我们将研究最优的自身努力水平和合作水平是如何受到影响的。首先，我们可以重新将一阶条件(19)写成如下的形式：

$$a=\frac{2kb-(1+b)\left(\sqrt{y-\pi+m\pi}-\sqrt{y-\pi-l+q}\right)}{(1+b)^2\left(\sqrt{y-\pi+2m\pi}-\sqrt{y-\pi+m\pi}-\sqrt{y-\pi+m\pi-l+q}+\sqrt{y-\pi-l+q}\right)-2}$$

（32）

接下来我们研究最优自身努力水平a是如何受到合作水平b以及分散精力导致的额外成本k 的影响的。不失一般性地，我们假定每个人的初始财富y = 1000, 保费$\pi = 100$，一个人出险时的保费返还比例为m = 0.2。我们还假设保单提供足额保险，即q = l。我们设置一系列k 和b的值，然后计算最优自身努力程度a。通过这个数值分析，我们可以发现合作水平是如何影响最优的自身努力的。图1显示了这种关系。

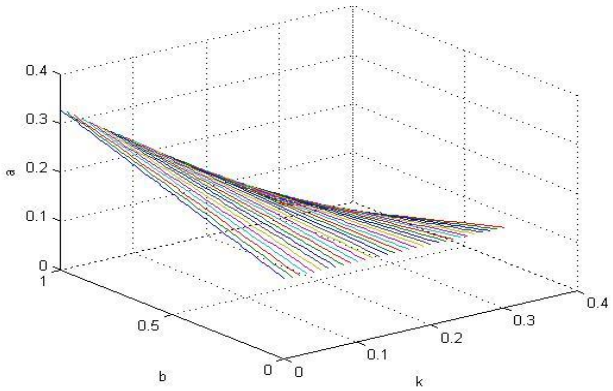


图1: 自身努力与合作水平之间的关系

在这个图中，纵轴表示个人的自身努力a。另外两个横轴分别表示合作程度以及分散精力的额外成本。从这个图中我们可以看出当k较小时,b的值越高，最优的自身努力水平a越高。为了更直接地观察这种关系，我们绘制了几个二维图，见图2. 在图2中，我们可以直接发现当k较小时，最优的a随着b单调递增。然而，当k较大时，最优的a随着b单调递减。这个结果是符合常理的。当k较小时，分散精力帮助他人的额外成本较小，在这种情况下，个人希望自己多做点努力，在得到别人的帮助的时候，更多地减少损失的可能性。相反，当k较大时，分散精力帮助他人的额外成本较大，在这种情况下，如果自身努力和对他帮助都很高，则需要承担更高的额外成本。所以最优的自身努力会随着合作程度的提高而下降。在P2P保险中，同组的成员一般都相互认识，他们可能是亲戚或朋友。所以，他们很容易互相帮助，我们认为第一种情况更可能发生，分散精力帮助他人的额外成本对于他们来说很小。因此，P2P保险合同不仅可以带来团队成员之间的合作，还可以为个人自身带来更高水平的努力。

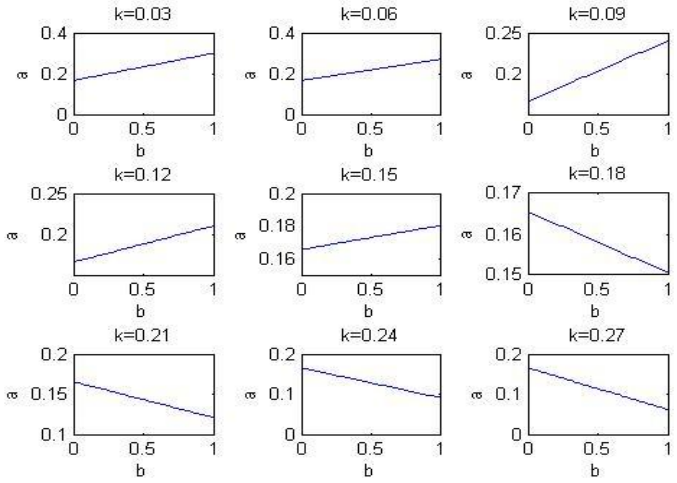


图2: 不同分散精力的额外成本下合作与自身努力的关系

我们分析最优自身努力水平a是怎样受到合作水平b的影响的。在这个分析中, b是外生给定的。然而，个人的自身努力a和合作水平b是相互影响的。在均衡中, 最优的a和最优的b 的解是同时解一阶条件(19)和(20)得到的。这两个条件构成了一个非线性方程组。这个方程组很难得到解析解。所以我们研究非线性方程的数值解。为了研究最优解如何受保费返还比例和分散精力的额外成本的影响，我们绘制了一个二维表格。在表格1中, 每一列代表保费返还的比例，每一行代表分散精力的额外成本的参数值。然后我们计算a和b的数值解。

表1: 不同情形下最优的自身努力和合作水平

k	m		
	0.1	0.2	0.3
0.05	(0.0832, 0.0027)	(0.1677, 0.0194)	(0.2568, 0.0506)
0.10	(0.0831, -0.0014)	(0.1662, 0.0109)	(0.2524, 0.0371)
0.15	(0.0834, -0.0056)	(0.1655, 0.0026)	(0.2493, 0.0202)
0.20	(0.0842, -0.0098)	(0.1657, -0.0057)	(0.2475, 0.0116)

在表1的括号中有两个数字, 第一个数字代表了均衡时最优的自身努力a^*, 第二个数字代表了均衡时最优的合作水平b^*。从表1中我们可以看出对于所有的k,a^*和b^*都是关于m严格单调递增的。所以保费返还比例越高，均衡时个人的自身努力水平以及合作程度都越高。这是直观的，因为当保费返还增加时，每个人都希望减少损失概率以获得更高的保费返还。他们会做更多的努力来减少自己的损失概率，并帮助他人更多地减少其他人的损失概率。一个更有意思的结果是对于一个给定的m, 最优的合作程度b是关于k单调递减的。更进一步地, 我们可以推断一定存在一个$\hat{k}$∧, 当$k < \hat{k}$时, $b^* > 0$, 但当$k > \hat{k}$时, $b^* < 0$。事实上，合作程度永远不会是负的。在这种情况下，就不会有合作。这意味着只有当分散精力的额外成本足够小时，才会有合作。而这个成本越低，团队的合作就越多。我们还发现最优的自身努力水平a^*不是关于k单调的。然而，在$b^* > 0$的情形下, a^*是关于k单调递减的。这意味着当小组中存在合作的时候，减少分散精力的额外成本可以给个人带来更多的自身努力。

5．结论

本文研究最近新兴的P2P保险合同，并发现它可以缓解长久以来困扰保险业的道德风险问题。我们建立了一个模型，其中假定每一个人的目标都是使财富的期望效用最大化，每个人都是风险厌恶的，都面临财务损失的可能性，并且能够通过努力和合作来降低损失发生的概率。为了得到更清晰的结果，模型假设每个小组只包含两个被保险人。每个人都可能会发生损失。所以总共有四个状态。如果两个人都发生了损失，那么没有保费返还。没有任何人发生损失时的保费返还金额是一个人发生损失时保费返还金额的两倍。为了使结果更清楚，我们假设每个代理人的效用函数都是可分的形式。一个函数采用平方根的形式，另一个成本函数假设为二次的。因为我们假设同一组中的成员具有相同的类型，均衡时每个人的自身努力程度以及对他人的合作程度都是相等的通过研究一阶条件，我们发现在P2P保险合同下如果代理人没有完全专注于自己的任务承担的额外成本很小，那么她自己的努力和她对别人的帮助在均衡中都是正的。这意味着只要不专注的额外成本很小，努力和合作就会存在。使用这个模型，我们也可以得到这样的结

果：如果提高保费返还比例，个人将更可能提高自身努力水平并且更愿意与他人合作。所以这个模型可以解释努力，合作和保费返还比例之间的关系。此外，我们发现对于购买P2P保险的个人而言，如果不完全专注于自己的任务的附加成本很小，那么当均衡中合作程度较高时，她更有可能付出更高的自身努力。但是，如果不专注的附加成本较大，均衡中合作程度较高，则她的自身努力可能更少。

另外，我们还做了数值分析。首先我们把合作作为外生变量，发现当不专业化的附加成本较小时，合作和最优努力具有协同效应。但是当分散精力的额外成本较大时，合作对最优努力产生负面影响。然后我们同时解出最优化的努力水平和最优化的合作水平。通过计算非线性方程的数值结果，我们发现保费返还比例越高，均衡中的自身努力水平和合作水平也越高。我们还发现只有当分散精力的额外成本足够小时，均衡时才有合作发生。而这个成本越低，团队的合作就越多。当团队合作存在时，减少分散精力的额外成本可以带来更高的自身努力。加入同一组P2P保险的成员通常彼此相互了解，他们之间的合作相对容易，不会有较大的额外成本。因此，P2P保险合同不仅可以带来团队成员之间的合作，而且可以导致每个人都付出更多的努力。最后，应该指出，效用和概率函数的形式仍然不是一般的。我们还需要进一步研究P2P保险是否是缓解道德风险问题的一种合适的方法，以及如何制定P2P保险合同来最小化保险公司的道德风险。

References

[1] ARROW K J. Uncertainty and the welfare economics of medical care [J]. American Economic Review, 1963,53:941－969.

[2] BOLTON P, DEWATRIPONT M. Contract Theory [M]. MIT Press, 2005, 313-353

[3] FARNSWORTH C. Micro-loans to the world’s poorest. New York Times, February,1998.

[4] HOLMSTROM B. Moral Hazard and Observability. Bell Journal of Economics,1979, 10:74－91.

[5] HOLMSTROM B, MILGROM P.Regulating trade among agents. Journal of Institutional and Theoretical Economics, 1990, 146:85－105.

[6] ITOH H.Incentives to help in multiagent situations. Econometrica, 1991, 59:611－636.

[7] ITOH H. Coalitions, incentives, and risk sharing. Journal of Economic Theory, 1993, 60:410－427.

[8] MACHO-STADLER I, PEREZ-CASTRILLO J D. Moral hazard with several agents: The gains from cooperation. International Journal of Industrial Organization, 1993, 11:73－100.

[9] Marshall J M. Moral hazard. American Economic Review, 1976, 66:880－890.

[10] PAULY M. The economics of moral hazard: Comment. American Economic Review, 1968, 58: 531－536.

[11] PAULY M. Overinsurance and public provision of insurance: The role of moral hazard and adverse selection. Quarterly Journal of Economics, 1974, 88:44－62.

[12] RAMAKRISLMAN R T S, THAKOR A V. Cooperation versus Competition in Agency. Journalof Law, Economics and Organization,1991, 7:248－283.

[13] SHAVELL S. On moral hazard and insurance. Quarterly Journal of Economics, 1979, 93:541－562.

[14] SPENCE M, ZECKHAUSER R. Insurance, information and individual action. American Economic Review,1971, 61:380 – 387.

[15] VARIAN H R. Monitoring agents with other agents. Journal of Institutional and Theoretical Economics, 1990, 146:153 – 174.

利用P2P保险减轻道德风险

陈秉正　　范宸

陈秉正
教授
清华大学经济管理学院
北京100084，中国
电话：（8610）6278 9930
Email: chenbzh@sem.tsinghua.edu.cn

范宸*
博士生
清华大学经济管理学院
北京100084，中国
电话：（86351）4176 449
Email: fanch.15@sem.tsinghua.edu.cn

关键词：道德风险；P2P保险；合作博弈；现金返还

中文摘要. 本文研究最近新兴的P2P保险合同，并发现它可以缓解长久以来困扰保险业的道德风险问题。我们假设由两个人构成一个小组向保险公司购买保险。每一个人的损失概率受到他自身努力和与别人合作的影响。我们发现只要由于合作所导致的自身努力成本的增加足够小，小组成员的自身努力以及与他人的合作便一定存在。我们还发现如果增加现金返还的比例，小组成员将付出更多的自身努力，与他人的合作程度也将提高。另外，我们证明了当由于合作所导致的自身努力成本的增加比较小时，合作程度对于自身努力程度具有正相关关系；而当该成本比较大时，合作程度与自身努力程度负相关。加入到P2P 保险小组中的成员通常为互相熟悉的亲朋好友，他们之间合作相对容易，成本一般较低。因此P2P 保险产品的合作不仅能够促进小组成员之间的合作，还能够导致更高的自身努力水平，在一定程度上减缓了由于道德风险所带来的努力不足的问题。

The Reason of Insurance Fraud and Legal Countermeasures ----an Analysis Method of Law and Economics[1]

LIU Yi

Ph.D. Candidate
School of Economics
Hebei University
Lecturer
Law school
The National Police University for Criminal Justice
Baoding 071000, China
Email: 18633219069@ 163.com

Keywords: Law and economics analysis; Truthful disclosure obligation; Legal cost; Insurance fraud; Law enforcement rate

Abstract. Insurance fraud erodes the solvency of insurance companies, increases the potential risks of the insurance industry, and shakes the foundation of the insurance system. The purpose of insurance regulation is to maintain market order, protect the interests of insurance consumers, and take effective control of fraud and other illegal activities. The legislation, enforcement and application of insurance anti fraud laws all affect the offenders' decisions. As a method of resolving insurance fraud, legal litigation is not the best, but it is the ultimate way to resolve insurance disputes, its goal is the same as insurance regulation. On the basis of empirical research, this seminal paper uses the theory and research methods of law and economics, extracts the fraud related factors of typical insurance litigation cases, establishes a regression model, and try to explore the incentives of insurance fraud. Finally, to propose concrete countermeasures to improve China's insurance fraud regulations, including clarifying the insurer's obligation to explain, improving the truthful disclosure obligation system, raising the legal cost of insurance fraud and the law enforcement rate, introducing a punitive compensation mechanism, and clarifying the basis for the insurer's right to cancel in the truthful disclosure obligation system.

[1] This seminal paper is "Insurance fraud prevention and insurance consumer protection - based on the analysis of insurance litigation cases and the era of big data" (CLS [2017] D88), the project of law of China Law Society (CLS[2017]D88), "Insurance fraud risk and its legal supervision countermeasures" (CIRCRP2017-021) in 2017, the project of CICR2017. "The research on fraud supervision under the background of supply side structural reform of insurance industry" (201704020102),the project of Hebei society of Social Sciences.

1. Introduction

In classical microeconomics, perfect market transparency is assumed. Consumers as well as producers know prices and qualities of the goods and services they deal with. In a perfectly competitive insurance market, the policyholder understands their own risk appetite and the true meaning of the insurance contract terms, the insurer can accurately calculate the standard premium of different insurance product by assessing the risks. The misrepresentation and concealment of the policyholders do not have negative effects. But in real life, there are transaction costs in the insurance market, it is the insurance buyer and not the insurance company who is better able to assess the probability of a loss occurring in the future,[1] insurance industry is full of contract disputes, civil litigations and crimes. The insurance market is never information symmetry. The information asymmetry in the insurance market is mainly manifested in moral hazard and adverse selection, which may further evolve into insurance fraud. The misrepresentation and concealment of the policyholders may also constitute insurance fraud. In some other countries' insurance markets, the majority of insurance consumers need to pay an additional 10% -20% of premiums for some types of insurance products due to the insurance fraud[2], which not only undermines the insurer's profits, but also makes innocent policyholders bear a heavier premium burden. In the worldwide, Britain and the United States have done the best job in insurance fraud detection and insurance anti fraud. They can basically control the average claim fraud rate to less than 10% of annual premium income. Some insurance companies with excellent risk control can make this ratio within 5%. By contrast, affected by fraud, the situation in China's insurance industry is not optimistic. The insurance fraud loss has reached 10%-30% of annual premium income, and some insurance products have this rate as 50% due to bad risk control, far beyond the global average fraud rate, which is 15%. In addition, China's insurance industry is developing at top speed, insurance companies are more worried about losing customer resources than managing the risk, and pay more attention to large-scale operations. With the rapid growth of annual premium, the insurance fraud losses are also increasing fast year by year. In 2017, China's total premium was 3.66 trillion yuan, insurance fraud losses exceeded 600 billion yuan. If based on the above estimates, the number reaches 0.73% of the annual GDP.[3] In addition, insurance fraud also affects the solvency of the insurer, breaks the principle of utmost good faith in civil and commercial law, undermines the foundation of insurance system. In China it is difficult to establish an effective insurance fraud regulation system, because insurance fraud is highly concealed, current fraud detection technology is backward and the legal restriction mechanism is insufficient. Insurance fraud research provides a broad space for law and economics to gallop, because it involves issues such as rights game, insurance contract dispute and property infringement between the policyholder and the insurer, that includes three fields of property rights, contracts, and infringement, which law and economics pays close attention to.

In terms of general theory of economics, insurance fraud can be seen as an important business activity or industry, but it has not received enough attention. The law and economics analysis is based on the hypothesis of rational people, but there are often divergence among rational persons about the damages or interests that are brought about by different activities.

[2] The insurance fraud in this seminal paper refers only to the fraud of the policyholders, the insured person and the beneficiary, not include insurer fraud.

[3] According to data released by the China Banking and Insurance Regulatory Commission.

For example, gambling and abortion are unacceptable crimes for some people, but for others it can be innocent. For public policy makers and lawmakers, these differences are unavoidable, and a targeted analysis of a certain type of illegal behavior can reduce this divergence to a greater degree. China's legislation framework generally lacks legal, economic, social and environmental effect assessments, as well as cost and benefit analysis of laws and regulations.[2] Based on this consideration, this seminal paper chose the given branch of law, makes insurance fraud the object of law and economics research.

The effect assessment of laws and regulations includes pre-legislative and post-legislative assessment. The assessment includes analyzing the effect of laws and regulations on economic activities, society and the environment. The law and economics analysis of insurance fraud is a branch of social effect. The specific analysis methods include cost-benefit analysis method, cost effectiveness analysis method, risk analysis method, legislative effect assessment method and regulatory effect analysis method. This seminal paper mainly uses cost-benefit analysis and risk analysis method.

The lack of concern for insurance fraud may stem from the belief that illegal behavior is an ethical problem and does not deserve any systematic scientific attention. Alfred Marshall has made a clear discussion about the effect of moral attitudes on scientific analysis, he believes that even fair gambling is an "economic mistake" due to the existence of diminishing marginal utility, and Jeremy Bentham uses the term "moral corruption" to indicate gambling fun. The experience shows that despite the possibility of a higher and more stable life fun, insurance fraud is more likely to make one person restless, fierce, and unfit for a stable job.[3] With the accelerated development and opening up of insurance industry, insurance depth and insurance density continue to increase, the change of attitude to insurance fraud regulation from tolerance to strict is a Kaldor efficiency. The phrase "insurance fraud" in this seminal paper is not limited to behavior of claim fraud crimes such as murder, make malicious insurance accidents or fabricate insurance accident reported by various media, also included civil violations of breaching the warranty, misrepresentation, concealment, sickness insurance, loss exaggeration and so on, which are easily ignored.

2. Literature Review

Stewen Shawell (2008) pinpointed that the amount of litigation that meets the interests of the parties may be higher or lower than the amount of socially optimal litigation. If there is a lack of litigation, the state can encourage litigation through subsidies or other means. This can be seen as an incentive to complain insurance fraud. When damages lead to litigation, the full social cost not only includes direct damage but also includes the resources spent in the litigation. In fact, it can be demonstrated that if the gap of estimated trial results between the plaintiff and the defendant does not exceed the sum of their trial costs, a mutually beneficial compromise will be realized. It is helpful to describe this point in an algebraic way:

We assume that A is the expected verdict damages, P_p is the plaintiff's estimated probability of success, P_d is the defendant's estimated probability of success, and C_p is the plaintiff's litigation costs. C_d is the defendant's litigation costs. The plaintiff's reserved surplus is P_p-C_p , and the defendant's reserved surplus is P_dA+C_a . As long as $P_p-C_p \le P_dA+C_a$ equivalent to $P_pA-P_dA \le C_p+C_a$, there will be a compromise. According to Professor Stewen Shawell's theory, it is possible to reward policyholders through insurance

security funds or other funds, or to tax fraudster, misrepresenter and concealer, because they believe that income tax, likes increases premium is more effective than the arrangement of legal system.[4]

There are many law and economics literature of foreign scholars, but the economic analysis of insurance law is limited. Ronald H. Coase first used the concept of transaction cost to analyze the effect of law on resource allocation. For insurance, the information costs are deemed to be transaction cost, resource allocation is the distribution of rights and obligations, and policyholders use information asymmetry to defraud leading to transaction costs increasing. The initial definition of rights and obligations should be able to achieve the goal of reducing unnecessary transaction costs. Owen (1976) first proposed that the interest mechanism formed by punitive damages can effectively encourage the insurer to resort to litigation, encourage them to claim rights, combat frauds and other illegal activities. Hylton (1998) and Cook (2002) used the economic cost analysis method to analyze the economic consequences of legal liability, considering that punitive damages would create an additional financial burden on insurance fraudsters which could eliminate the additional utility of their illegal profits. Stewen Shawell (1983) earlier proposed the relationship between the risk behavior of policyholder and their insurance purchase behavior. He believes that if the policyholder has no property or his property is less than the legal liability he will bear, the verdict will not be enforced. The enthusiasm of the customer to purchase liability insurance will be reduced. The principle of self responsibility cannot provide enough constraints to prevent risks. The policyholder of risk aversion may rationally refuse to buy the liability insurance or at least the amount of liability insurance he purchases can not cover the loss. Allowing the potential fraudsters to buy compulsory liability insurance can lead them to raise their level of risk-prevention, however, forbidding the purchase of insurance will prevent them from risk activity. The purchase of liability insurance is not always effective in constraining the high-risk activities, and the incentive of the policyholder in fulfilling the obligation of risk-prevention depends on the ability of the insurer to link the premium or the insurance indemnity with the policyholder's prudence degree.[5] Robert Cooter and Thomas Yoren (2011) extends the uncertainty problem to the effect of law enforcement, they considered that prosecution and punishment of the fraudulent activities is probabilistic, not certain. The law-breaker may escape detection, apprehension, or conviction. When rational decision maker breaks the law intentionally, they will calculate the expected utilities of illegal activities, compare the illegal benefits and the probability of legal punishment. The findings indicate that there are uncertainties in the law enforcement, and policyholders will treat fraud as a venturing behavior. When there is no remaining property or the remaining property is less than the legal responsibility for fraud, it will increase the incentive for fraud.

The regression model plays an important role in the detection of insurance frauds. Liu Kunkun (2012) used the logistic model to model the claims of Guangdong Province from 2010 to 2011, and identified a significant factor in the regression coefficients. It is concluded that the "whether risk time and policy taking effect time is longer than one week or not , whether the report time of case and risk time is longer than one week or not, the risk number, and type of repair shop" are the most relevant detection factors. To calculate the fraud cases rates and frauds loss rates. Finally, it is concluded that the ability of insurance companies to prevent and detect small frauds needs to be improved, perfecting fraud information systems and information sharing systems is the best strategy for insurance fraud detection. In

insurance practice, there are no clear boundaries between insurance fraud, moral hazard and adverse selection, scholars often equate the three behaviors.[6]

Wang Jun, Gao Feng and Sun Nan (2013) selected dynamic insuring and claim data of two consecutive years in commercial motor third-party liability insurance from a large insurance company in China. By observing whether or not the policyholders bought the waiver of deductible insurance and the probability of the insurance accident in the two years, build a Probit regression model to research the impact of moral risk and adverse selection on information asymmetry in the insurance market. It is concluded that there is no evidence of moral hazard in the commercial third-party insurance market for motor vehicles, so the reason for information asymmetry comes from adverse selection. The information asymmetry appear to be different due to the structure and development diversity in the insurance market. In the commercial third-party insurance for motor vehicles, the insurer should strengthen the detection and arrangement of policyholders' information, reduce the effect of adverse selection, for reducing insurance fraud opportunities. The perfection of the insurance contract depends on the accurate detection of insurance fraud.[7] Ye Minghua(2011) put forward that optimizing insurance contract design cannot achieve information symmetry, and perfecting the terms of the insurance contract cannot prevent insurance fraud. The Back Propagation Neural Network model can effectively detect honest claims and fraud claims, but it needs a more complete indicator system to continuously improve the detection rate. The United States and Canada summed up 36 detection indicators. In contrast, Chinese insurance companies require customers to provide information that includes only 18 indicators such as the type of maintenance plant, the age of vehicles when the accidents occur, and whether there are traffic accident responsibility confirmation, etc. China needs a more complete indicator system. In the identification method, the statistical regression method lacks reaction to the mutated signal and cannot provide a specific probability of fraud, but it can provide effective detection indicators and weights. The BP neural network method can give a specific fraud detection rate, but it cannot give an detection indicator. Both methods have their advantages, they are complementary and should be used in combination. Zhou Jiantao, Qin Bingshan, and Song Xiaodong (2014) used descriptive statistics and logistic regression analysis to empirically analyze 258 health insurance and accident insurance litigation. It is concluded that the relative fraud frequency is the highest among 41-50-year-old policyholders, and the fraud probability is the highest of 51-60-year-old policyholders. The insurance amount is positively related to fraud probability, and the insurance fraud probability of health insurance is higher than accident insurance.[8]

From the perspective of cost-benefit analysis, the analysis of law and economics shows that the various social rules created by law actually impose implicit legal costs on people's various behaviors. These costs which involved in various social activities can be expected. Therefore, the possible effects of legal rules and their consequences can be seen as a reflection of how people react to these implicit legal costs. [9]

In summary, comparing the researches on insurance fraud both in China and abroad, it is found that the underlying cause of insurance fraud lies in market information asymmetry and imperfect insurance contracts. Moral hazard and adverse selection lead to insurance fraud. Many scholars are keen to lay out a model of an optimal insurance contract and reduce the control of risk information by policyholders. Some scholars use the cost-benefit method and utility theory to establish a game model to find the cause of insurance fraud from the actions

of insurance contract parties. According to the empirical analysis, the scholars pay attention to the detection factors of insurance fraud by means of econometrics and regression, construct the insurance fraud detection model, detecting specific types of insurance product, and take precautions or remedial measures after the incident. Foreign scholars have more literature on law and economics research, focusing on the using of economic models to research law enforcement effect and judge the effect of insurance anti fraud law. However, the domestic research has less empirical analysis because of insufficient data sources, and there are few documents about researching the insurance regulations by the means of law and economics.

Under the condition of asymmetric information, for the existence of adverse selection and moral hazard, there is space for improvement in the insurance contract, and the insurance market can not achieve Pareto Optimality. The mixed model of adverse selection and moral hazard is closer to the actual insurance problem, and the related research needs to evolve to a multistage contract model. Law and economics literature on insurance fraud internationally lack empirical analysis of insurance case data. Relevant theoretical research in China should pay close attention to the transaction system which can reduce the detection costs of insurance fraud, making theoretical innovation results closer to insurance practice. Moral hazard and adverse selection behavior in the insurance market may transform into insurance fraud, but the legal cost of insurance fraud is a probability event. The possibility that the insurance fraud is detected and blamed also affects the action strategy of the policyholder. Even if the legal cost is high enough, if the policyholder's expected punishment probability is low, he will firmly adhere to insurance fraud. The existing literature focus on the design of optimal insurance contract, the construction of insurance fraud detection model, and the exchange of anti-fraud legislation experience. The research on the insurance fraud regulation measures focuses on technical and organizational means, requiring researches from the perspective of the offender's behavior. Relatively few documents research the causes of insurance fraud from the individual behavioral character, less literature researches incentive of insurance fraud from the perspective of legislation and law enforcement, less literature focus on the statistical analysis which uses the big data of insurance cases, less literature focus on the economic effects of the law. This seminal paper attempts to use case analysis method and statistics method to isolate various factors related to insurance fraud in insurance litigation, and proposes legal advice on insurance fraud regulation based on regression analysis in order to enrich the content of law and economics.

3. The Hazards and Causes of Insurance Fraud

3.1 Analysis of the hazards of insurance fraud

The insurance indemnity likes a kind of "public goods". The insured can get the future protection and compensation after accepting the policy, it increases social welfare. This is the value of the insurance system. Insurance fraud compels insurers to increase premiums and the fraud damages the collective interests of honest consumers indirectly. It appears that insurance fraud is harming "public goods".

In insurance relationship, it is generally assumed that policyholder is risk-averse and insurer is risk-neutral. Stewen Shawell (2004) uses social welfare functions to prove the value of insurance: if one person is risk-averse and another is risk-neutral, let the risk-neutral person bear the risk of the risk-aversion one and ask for a small fee, or to put the risk from more

risk-averse person to less risk-averse person conforms to Pareto Optimal Distribution, which can increase the social welfare. In contrast, insurance fraud is the manipulation of risk, the policyholders pay less premium for more insurers' indemnities, this is a zero-sum game without considering the transaction cost, and it is a negative-sum game when considering the transaction cost. Here we do not assume that insurance fraudsters are risk-loving, because it is not logical if we first assumed that insurance fraud may be liable, and then to prove it does not conform to Pareto Optimality.

Insurance indemnity is not exclusive and possesses the nature of "quasi-public goods". The "tragedy of the commons" theory can explain the rationality of insurance fraud. The public's viewpoints and the legal provisions may not be consistent in insurance fraud, informal rules for dealing with insurance fraud still exist. In the popular opinion, policyholders are forgivable for deceiving insurance companies, the majority consider it as a kind of slip, not an illegal act. Most insurance frauds are non-violent, the harm to the financial system is indirect, potential, and distant. The police and judicial department do not have a unified understanding of whether insurance fraud is a contract dispute or a crime. Not everyone can recognize the social harm of insurance fraud. On the contrary, insurance fraud is considered reasonable in many cases. The enforcement of insurance laws and regulatory policies does not have the expected effect of the lawmakers. The law is derogated and distorted in its enforcement. [10] The research of law and economics often quotes Hobbes Theorem: The state-established legal system can minimize the losses caused by private negotiation failures. Shawness (1965) pointed out that the probability of punishment has a greater impact on the offender than the punishment itself. The law enforcement rate together with the legal cost of the illegal acts take effect on the insurance fraudsters' illegal expectations.

In some cases, people engaged in similar illegal activities have different feelings and reactions to the same punishment. For opportunistic soft insurance fraud,[4] the increase or decrease in legal costs is less effective, but changes in the law enforcement rate can effectively affect their actions. For hard insurance fraud[5]，the situation is exactly the opposite.

The harm of insurance fraud is mainly reflected in the following three aspects:

First, insurance fraud behavior torts the property rights of insurance company, raises the premium rates, violates the principle of equity in civil law, and undermines the foundation of insurance systems.

The consequences of insurance fraud are shared by the policyholder and the insurer. In the insurance contract, the insurer's basic obligation is to share the risk, and pay the insurance indemnity when the insured event occurs. The basic obligation of the policyholder is to pay the premium, and the two obligations should be consideration. Premiums are the value of an insurance product, reflecting the insurance cost as other commodity prices. [11] Adam Smith's "An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth" states: "Premium must be sufficient to compensate for normal losses, pay management fees, and provide an equal indemnity of the same amount of capital that can be obtained in any usual trade."[12] The premiums and risks assumed by insurers must be consistent, and the insurance contract should reflect the equality of rights and obligations of both parties, the insurance contract belongs to civil and

[4] Soft insurance fraud, also known as opportunistic fraud, is the exaggeration of the insured value , or serious misrepresentation, exaggeration of losses in the claim, deceiving excessive insurance indemnity beyond the normal coverage.
[5] Hard insurance fraud is malicious, with higher society harm, scienter fabricating insurable interests, fabricating insurance accidents, fabricate cause of insurance accidents, or creating accidents to deceive insurance indemnity.

commercial contracts, should follow the principle of equity.

In addition to meeting the payment of insurance indemnity, the total insurance premiums received by the insurer must meet the company's daily operating expenses and insurance policy maintenance costs. The risk premium is used to pay for the current year and the insurance indemnity that has been generated but not paid. The pure risk premium depends on the insurance company's risk information which based on the insured, on the estimated risk probability and the currency lost. And the extra risk premium is based on historical data and the damages caused by adverse selection , moral hazard and insurance fraud of the policyholders, as a result of the additional costs incurred by risk information which the insurer lacked and caused by information asymmetries. The operating costs in the additional premium include research and development expenses, actuarial expenses, employee salaries, insurance reserves, etc. The policy maintenance costs include expenses incurred during policy sales, maintenance, claims processing, and billing.

Insurance fraud will amplify the effect of information asymmetry, change the distribution of insurance accident probability, the amount of insurance loss, and increase the difficulty for insurers to calculate risk premiums. Since the insurer can not detect all the insurance frauds, in order to balance the income and costs, the expected loss of insurance fraud and the cost of insurance anti fraud can only be reflected in the determination of the premium. The insurer can only increase the additional risk premiums collected, hedging for unusual costs. This not only increases the insurer's claim burden but also distorts the normal claim process. According to the data provided by the U.S. Chamber of Commerce, insurance fraud increases the insurance rate of non-life insurance in the United States by about 25% each year.

Insurance fraud increases the insurer's insurance indemnity, indirectly raises the expenses of honest insurance consumers, reduces customers' desire for insurance purchases, affects the insurer's solvency, and generates valueless capital investment. Facing payment costs caused by insurance fraud, insurers have to increase additional risk premiums in order to transfer the costs of additional operating costs and policy maintenance costs. According to the risk appetite theory and expected utility theory of insurance economics,[6] policyholders will weigh the level of premiums and their own risk when buying insurance, when the same risk but the premium increases, those with lower risk and higher credit policyholders will abandon the idea of buying insurance, on the contrary, the demand for insurance of higher risk, lower credit ones will increase. When the insurer finds that the overall risk of the insurance customers has increased, they will continue to increase the premium, and the low-risk counterpart will continue to be squeezed out of the insurance market. This phenomenon not only increases the difficulty for insurance companies to conduct business, but also distorts the equilibrium of the insurance market, finally hinders the healthy expansion of the insurance market.[13] The cycle of bad money drives out good will completely collapse the insurance system.

Second, insurance fraud is hard to be detected, and litigation costs are high. China's insurance industry is still at a stage of volume expansion. Insurance staffs are paying more attention to the amount of premiums, they are concerned about whether the scale of the company can be expanded. It is easy to ignore the quality of insurance contracts. In insurance market, they often adhere to the principle of "premium first." Insurance fraudulent behavior is concealed, intelligent, hidden in a large number of normal claims cases, with a high success

[6] Assuming that policyholders are risk aversion and will calculate acceptable risk premiums based on uncertainty.

rate. The review costs, litigation costs, criminal implicit cases[7] of insurance fraud are very high. Compared to serious violent crime, insurance fraud is not easy to raise the attention of police, judicial department, law enforcement agencies and the professional regulatory agencies. The rapid accumulation of premiums and rapid development of the industry covered the potential harm of insurance fraud. "The Interpretation of the Supreme People's Court on Several Issues Concerning the Application of the Insurance Law " has written an term on insurance fraud in the draft, but it has not been preserved in the final promulgation. We still need to overcome the legislation obstacles of insurance fraud.

With the complexity of insurance product types, the expansion of insurance liability, the increasing scale of insurance companies, we should face to face the fact that China's insurance industry has not emerged from the extensive development model, insurance companies lack effective risk identification and risk restriction mechanisms and internal control mechanisms are not perfect. Each year, the US insurance company takes about 10% of its premium income to pay for an independent anti-fraud agency's investigation into insurance fraud. The ratio of the recovered losses to the invested funds can reach 4:1. In contrast, China's insurance companies pay more attention to the costs and benefits of individual cases in the underwriting, damage calculating, and claims processing. After measuring the individual cases costs, detecting costs, litigation costs, and the benefits of winning the lawsuit, it is more common to refuse the indemnity directly and does not specify the reasons in detail and does not take further legal measures to the suspected insurance fraud.

The situation in auto insurance market is the most serious. There are a large number of insurance fraud cases, but the amount involved in one case is small and not easily detected. The litigation cost of individual case is much higher than the benefit of the case. The high claim-refusing rates will discourage low-risk, honest policyholder, and encourage high-risk, potential insurance fraudsters to use insurance as a means to earn profits. Insurance fraud regulation is predicated on fraud detection, it requires comprehensive, accurate, complete risk information and loss data, in order to achieve the maximum effectiveness of the insurance fraud detection model. In China, insurance companies lack specialized fraud detection departments, lack information sharing platforms, lack information exchange mechanisms which can communicate with other financial institutions and regulatory agencies. To obtain the insured's physical health, medical history, credit record and illegal information is mainly dependent on the policyholders' representation. Insurance information, risk information, and claim information are respectively held by insurance agents, the insured persons, and the claim settlement staffs, the cost of collecting and organizing these information is very high. Because of high transaction costs and limited risk data, there are insufficient reasons for claims and refusal, the rate of insurance fraud detection is very low.

There are many reasons for insurance companies to refuse claims, but the conditions for proving fraud claims are harsh and have little effect. This is why insurance companies choose not to prove the existence of insurance fraud.

Third, insurance fraud acts violate the basic principle of Insurance Law and has serious social hazards. Insurance fraud not only undermines the insurance functions of risk transfer, risk pooling and risk sharing, but also violates the basic principles of national insurance laws which protect the public interests.

[7] The criminal implicit case, refers to some hidden cases although occurred, they have not been counted in the official crime statistics for various reasons,it is the estimated value of this crime has been calculated.

Insurance fraudsters fabricate risk information, conceal real risks, and have no faith, they have damaged the basic trust between policyholders and insurers, violated the principle of utmost good faith. The law-breakers fabricated insured targets and cause of accidents, making the insurance system a gambling tool for the zero-sum game, violates the the insurance interest principle. Insurance fraudsters deliberately created insurance accidents, exaggerated the damage, obtained improper profits, violated the principle of loss compensation. It can be seen that insurance fraud not only infringes on the property rights of insurance companies and occupies social resources, but also violates the basic guiding principles of the law.[14]

Insurance fraud is a threat to collective rationality caused by individual irrational behavior. Fraudsters are short-sighted, only concerned with their immediate interests, lacking group risk awareness, and ignoring the large number rules of risk-sharing, treating insurance as a means of profit. Deliberate insurance fraudsters have the most serious malice, performed as intentionally fraud criminal, also have the malice of fraud means, and their criminal intentions are firm. The purpose of insurance fraud is to obtain high insurance indemnity, which directly jeopardizes the financial security of the insurance company and damages the collective interests of the honest policyholders and the insured. Insurance fraud is often accompanied by infringement on the body life and property of the insured person, which has impacted on social ethics, destroyed the country's legal order, and has serious objective harm.

In addition to the obvious negative externality mentioned above, insurance fraud also has radiation effect, the negative social influence is very wide. The behavior of insurance fraud poses a potential danger to the society. For example, if an actor intent to kill the insured in order to obtain insurance money, deliberately creating a car accident and defrauding indemnity, not only the insurance company suffers the losses, but also damages the lives and the properties of other families. The social atmosphere is corrupted and undesirable social effects are produced, which seriously affect the normal social order, causing that the people's conscience and the general fine mood of society are perishing.[15]

3.2 Cause analysis of insurance fraud

There are many factors affecting policyholders' fraud behavior, which involve personal factors, the society's attitude towards insurance fraud and the strictness of legal regulation. The causes of insurance fraud are complicated. The International Association of Insurance Supervisors summed up the reasons for insurance fraud as the "insurance fraud triangle", which includes motive (incentive), the probability of insurance fraud, and the rationalization of insurance fraud.[16]

The method used in this paper is an economist's usual choice analysis, which believes that when someone's expected illegal utility exceeds the utility of time and other resources for other activities, the person will break the law. As a result, some people become "criminals" not because their basic motives are different from others, but because there are differences between their utilities about benefits and costs.[17] Smigel (1965) pointed out that there are certain factors related to the illegal activities which contain the variables such as the enforcement rate of the law, the legal cost of the illegality, the income available for engaging in legal and other illegal activities, the opportunity to evade censorship, and the willingness to break the law, which can be expressed as a function: $O_j=O_j(p_j, f_j, u_j)$, O_j denotes the number of violations in a specific period, p_j denotes the probability of law enforcement, that is the possibility of conviction, f_j denotes the legal cost of crime, that is the punishment of crime,

and u_j represents all other influential mixed variables. The economic system is the market entity's rule of conduct, is the procedure of ethics, legislation, justice, law enforcement and law-abiding, designed to constrain individual pursuit for welfare-maximizing, provide a series of official bound ensured by national mandatory and social recognized unofficial bound for economic regulation. The legal rules can provide a strong guarantee for the economic system.

First of all, this section uses the cost-benefit method to analyze the legal cost of insurance fraud, analyzes the law enforcement probability and the rationality of insurance fraud.Try to change the traditional legal thinking in terms of equity, justice, order and legitimacy. How the enforcement of legal rules affects the behavior of insurance fraudsters is the point, together with the realization of legal policies and the economic effects of legal activities. Second, it regards the punishment of law on the individual as his economic burden, which influences the decision-making of the law-breaker, and introduced it as a dynamic variable into the economic analysis framework. Legal technology has a strong practicability, the professionalism of legal terminology, the rigor of the legal system and the extensiveness of legal content make the economic analysis more refined, more concrete, more popular, and closer to insurance practice. Research in the field of law and economics can be divided into branches of institutional school, legal regulation school, and the Chicago school. The Institutional School mainly studies the legal issues in institutional economics, the representative is John Rogers. The Legal Regulation School emphasizes the use of laws to regulate the market, the government uses legal intervention to solve market failure problems. The Chicago School upholds the rule of utility-maximizing and return-maximizing, using marginal analysis, cost-benefit analysis, and equilibrium analysis as research methods. The representative figure is Richard Allen Posner. This section mainly uses the Chicago school's research methods and theories.

With Robert Cooter, Thomas Ulen's rational crime mathematical model[18] and the insurance fraud model of Wang Guojun, this seminal paper builds a cost-benefit model of insurance fraud.

The variable x represents the fraud benefit. With the total wealth of the fraudster fixed, the higher the x , the higher the probability of fraud. Once there is proper income, people are bold, if there is a return of 10%, they will use it regularly, have a return of 20%, they will be very active, have a 50% return, they will be crazy, for 100% return, they dare to transgress, with 300% return, they dare to commit any crime.[19] Using the variable $\boldsymbol{Y}(x)$ to represent legal liability for insurance fraud, here we called legal costs, y represents the net profit of insurance fraud, and $\boldsymbol{U}(\boldsymbol{Y})$ represents the utility of insurance fraud income. The fraudulent utility which refers to the satisfaction of the law-breaker's demand as a utility of the policyholder. The model is:

$$\boldsymbol{U}(y)=x[1-q(\boldsymbol{M})]-\boldsymbol{Y}(x)q(\boldsymbol{M}) \tag{1}$$

The model meets the following hypothesis:

First, the legal cost hypothesis. Legal liability is an increasing function of insurance fraud proceeds. The higher the insurance premium defrauded in the future, and the insurance premiums lost in private law liability, the longer the penalty and the term of imprisonment in public law liability. The costs of insurance fraud include the fabricating evidence for fraud, fabricating insurance object, the exaggeration of losses, and the economic cost of making an insurance accident. The economic cost includes the opportunity cost of performing fraud, and

the monetary cost of covering the illegal activity, which covers legal costs. Legal costs refer to legal liabilities that can be calculated and converted into a certain amount of monetary losses, including loss of premiums, loss of insurance indemnity, loss of fines, loss of personal income and loss of opportunity due to detaining. This is a legal cost for insurance fraud, also an illegal price paid by a person, which includes the civil liability, the administrative law liability and criminal liability that an law-breaker may assume, that is, the cost of public law and private law. The legal costs here only include the burden caused by legal liability that may be assumed in the future, it does not include the procedural costs of litigants, like legal fees, litigation fee and time spent by litigants. The higher the return of insurance fraud, the more harmful the behavior, and the higher the legal cost. The more serious the criminal fraud than the civil fraud, and the income in the model here only includes the insurance indemnities obtained by the fraud. The criminal responsibility will dramatically increase the legal cost, the benefits and costs of insurance fraud are not simply linear.

Second, the assumptions of bounded rationality and legal persons. Judging the meaning of the insurance contract terms or the parties' behavior is neither based on the insurer's unilateral criteria nor on the policyholder's unilateral meaning.[20] Instead, we created an abstract person who is in the position of an policyholder, assumed that the person has the knowledge and ability of an ordinary insured person and uses that person's understanding as the basis of judgment. The common understanding should to be objective, the meaning understood by a reasonable person engaged in such behavior in the same environment at that time.[21] Bounded rational human nature is to pursue for self-interest, to pursue for maximizing their own interests, to benefit themselves as a principle. However, rationality has its boundary, insurance fraudster conform to the bounded rational and legal person criteria. As a bounded rational person with malice, only measure the individual burden and income brought by insurance fraud are measured, regardless of the external influence of their behavior on society.

Third, the probability of insurance fraud being punished, in other words the law enforcement rate: $q(\boldsymbol{M})$, which represents the subjective feelings of the fraudsters and is related to many factors. M is the objective probability factor.

Fourth, based on the pygmalion effect theory and insurance fraud triangle theory, the expected legal cost of insurance fraudsters is: $\boldsymbol{Y}(\boldsymbol{M})q(\boldsymbol{M})$.

Insurance fraudsters maximize their utility:

$$Max\boldsymbol{U}(y)=Max\boldsymbol{U}\{x[1-q(\boldsymbol{M})]-\boldsymbol{Y}(x)q(\boldsymbol{M})\} \tag{2}$$

q' and $\boldsymbol{Y}'$ are the marginal values of the functions $q(\boldsymbol{M})$ and $\boldsymbol{Y}(x)$, which represent the changes in the legal costs incurred and the probabilities of bearing legal costs when the benefits of the fraudster change.

The point at which utility is maximized is where the expected marginal revenue equals the expected legal cost:

$$x[1-q(\boldsymbol{M})]=\boldsymbol{Y}'(x)q'(\boldsymbol{M}) \tag{3}$$

Fifth, this seminal paper only takes into account the legal costs and ignores other economic costs, the regulatory rules take China as an example. The policyholder will measure the possible economic benefits and possible legal costs before deciding whether or not to

practise fraud.

Different types of insurance products have different risk guarantees and financial functions, satisfying the demands of customers with different risk appetites. The scale and business strategies of insurance companies are different, and there is a big difference between the insurance premiums and the insurance indemnity. Assumed that the insurance premium is paid by the insurance fraudster himself. The insured amount is a concave function of the premium, the second derivative test of the legal cost to the illegal income is less than zero:

$$\frac{d^2\boldsymbol{Y}(x)}{d^2x}<0 \tag{4}$$

Most insurance products meet this situation and the costs of private law and public law will be discussed together.

Whether insurance fraud bears the cost of private law or the cost of public law depends on the harmfulness of the behavior. In general, the higher the benefits of insurance fraud, the greater the harm. In addition, the harm of insurance fraud depends on the following three aspects:

First, externality standards. If the negative externalities of insurance fraud are small and the number of victims is limited, the victim has sufficient measures to prevent insurance fraud and obtain remedies, then bearing the cost of private law is sufficient. On the contrary, the cost of private law is not sufficient to internalize most of the negative externalities of insurance fraud, then it will need to bear the cost of public law. If we don't catch the negative externality of insurance fraud sufficiently, such as considering insurance fraud infringes the interests of insurance companies merely, we will have a permissive attitude toward insurance fraud. On the contrary, if we fully understand the harmfulness of insurance fraud, we will set reasonable public legal costs.

Second, the credibility standard. The legal cost should be consistent with the seriousness of illegal act, otherwise it will lose public trust. Insurance companies have the incentive to recover insurance indemnity due to fraud. However, they didn't have incentives for investigating public liability of insurance fraudsters due to the consideration of saving litigation costs or maintaining corporate image, that will leads to insufficient credibility by punishing insurance fraud.

Third, the standard of vicious retaliation. The cost of private law should not always be mild compared to the cost of public law. The cost of private law requires insurance fraudsters to compensate the injured party, but if this would intensify the conflict and lead to retaliation, the cost of public law will be better.

4. Regression Analysis of Insurance Fraud Cases

Traditional legal research methods mainly examine cases that have already occurred, focus on legal values such as equity, justice, and order, tend to weigh benefits through corrective justice methods, and focus on "post-event research," while research on law and economics focuses on "preliminary research," the focus is usually on the effect of legislation and enforcement of legal rules on people's behavior. For insurance industry, not serious fraudulent crimes, but large amounts of undiscovered civil frauds that lead to high premiums loss. Therefore, this seminal paper focuses on the research of the factors that form insurance fraud and focuses on the research of fraud risks in civil litigation cases.

When talked about law and economics, David Director Friedman said: "The economic analysis of the law involves three separate tasks that are independent and interrelated: The first is the use of economics to predict the effects of laws and regulations, the second is the use of economics to find economically efficient regulations, so as to put forward what the regulations should be, the third is what the law will be by economic forecast."[22] Professor Ronald Harry Coase criticized the research bias of "blackboard economics" when he researched the effect of institutions and laws on the operation of the society and economy, advocated to use case researching to find the fact in the real world in order to reveal the essence of the world. It is necessary to predict the insurance fraud risk, rather than to interpret the conclusive insurance fraud afterwards. To detect and prevent insurance fraud, we should find the law of insurance fraud from the general insurance contract and insurance lawsuit.

4.1 Case sample selection, variables and regression model design

Fraud in the insurance industry is relatively common, and cases that have already been trialed through judicial procedures are more authoritative, therefore, this section will research 1112 typical cases[8] published by the insurance industry by legal analysis. The insurance cases ware officially announced by the China Insurance Association, with characters of extensiveness, guidance, and typicality, and can truly describe the fraud risk of the insurance market. Research in related literature suggests that the more severe the information asymmetry, the higher the insurance amount, the probability of insurance fraud will be higher. The higher the legal cost, the higher the probability of law enforcement, the more perfect insurance contract terms, and the probability of insurance fraud will be lower. The incentives for insurance fraud involve legal costs, law enforcement probabilities, insurance contract terms, moral hazards, and adverse selection. According to the case analysis, 42 related independent variables and 1 dependent variable are extracted at the same time.

The reason for using the Logistic Model is that the dependent variable is a categorical variable rather than a continuous variable. The model can effectively avoid the heteroscedasticity, the variable need not to be normal distribution, and the selection of independent variables is relatively wide.

Assuming that both parties to the lawsuit are policyholders and insurers, the statistic uses the dependent variable "suspected of fraud" to determine the insurance fraud risk. P is the probability of insurance fraud, $P \in [0,1]$, and $1-P$ is the probability of honest claim, the P is considered as a linear function of the independent variable. $P/1-P$ is the ratio of the occurrence probability and non-occurrence probability of insurance fraud risk, take it the natural logarithm, perform logistic conversion, and establish a linear regression equation:

$$\begin{aligned} Logit\boldsymbol{P} &= ln[\frac{p}{1-p}] = \boldsymbol{B}_0 + \sum_1^r \boldsymbol{B}_j(X_j) + A \\ \boldsymbol{P}(X) &= Pr(\boldsymbol{Y}=1 \mid X) \end{aligned} \tag{5}$$

The insurance fraud probability P is a function of X, X is an independent variable, $\boldsymbol{B}_j$ is a regression coefficient of X_j, representing the weight of variable X_j, X_{32} is a numerical variable, and the rest are dummy variables, Y is a two-category variable indicating whether or not insurance fraud occurs, $\boldsymbol{B}_0$ is a constant, and A is a random error term.

4.2 Variable classification and Interpretation

[8] Yu Xunsheng. The annual report of a typical case of insurance litigation, the first series – seventh Series. Law Press, 2016.

Dionne (1997) and Gagne (2000) have emphasized that insurance contract can affect insurance fraud in the research. The variables related to insurance contracts and insurance litigation selected in this seminal paper have a seeming connection with insurance fraud in theory and practice, reflect the insurance fraud risk directly or indirectly, and need to be interpreted before analyzing its relevance.[23] Dionne et al. (1993) believe that the cause of insurance fraud is not limited to this, in addition to the above variables, including changes in moral values, the increase in the number of poor people, the attitude of insurers and other social factors.

The dependent variable X_0 represents "suspected of fraud", it is not a judgment of court. Instead, it is based on the facts provided by both parties in the insurance litigation, and provided evidence, to assume that the insurance party is suspected of insurance fraud and reflects the insurance fraud risk.

The independent variables $X_1 - X_{13}$ represent "case types". The degree of strictness in legislation, justice, and law enforcement in one nation affects the probability of offense and crime on a macro level, and affects the decision-making on a micro level. Case types indicate the core content of the dispute, affecting the enforcement and application of regulatory laws. To find out that in what cases the operation of the law is more likely to encounter obstacles, and whether or not the obstacles are incentives for insurance fraud? The specific variables include 13 items such as the effectiveness of an insurance contract, the insurer's disclosure obligation, and the policyholder's truthful disclosure obligation.

The independent variables $X_{14} - X_{16}$ represent "the manifestation of information asymmetry". Insurance fraud manifests itself as misrepresentation or concealment. Information asymmetry makes insurance fraud possible, usually related with moral hazard and adverse selection.[24] Such variables include the no truthfully disclosure, the moral hazard, and the adverse selection. The no truthfully disclosure is that the policyholder did not fulfill its obligation of truthful disclosure in accordance with the requirements of the Insurance Law and the insurance contract. Moral hazard indicates the policyholder’s risk behavior of laissez-faire after purchasing the insurance product, these behaviors are generally non-exist before the purchase of insurance. The adverse selection means that the policyholder conceals real risks and obtains insurance coverage by paying less premium.

The independent variables $X_{17} - X_{19}$ is "the effect of the insurance fraud triangle". Here we take advantage of the insurance fraud triangle theory proposed by the International Association of Insurance Supervisors, the incentives for insurance fraud are summarized into three elements: legal costs, law enforcement rates, and the insurance fraud rationality. The three elements are related to the insurance fraud risk. The purpose of these variables are to determine the effect of the three factors on insurance fraud behavior and improve the relevant legal system. Including the effect of legal costs, law enforcement rates, and the insurance fraud rationality.

The independent variables $X_{20} - X_{29}$ represent the "Legal Principles and the Most Frequently Related Legal Provisions". The closest legal principles and the legal provisions that apply in case hearing. The number of legal provisions involved in case hearing is relatively large. Only the two most frequently occurring insurance law provisions are selected here. To determine which legal principles and legal provisions have the closest relationship with insurance fraud, reasonable interpretation of these legal principles and the perfection of such legal provisions can effectively regulate insurance fraud. There are 10 variables,

including 2 legal provisions and 8 legal principles.

The independent variables X_{30}, X_{31} is the "winning party". The purpose of selecting these variables is to calculate the policyholders or the insurers have higher probability of success in the trail, and the probability of the insurers beat the insurance fraud. There are 2 items in total, which are the policyholder win and the insurer win. 23 cases in all were not disputes between the insurer and the policyholder. They were shown as blank and were included in the missing value.

The independent variables $X_{32} - X_{34}$ represent "the funds involved in case": The purpose is to analyze the relationship between the insurance fraud risk and the funds involved in the case, to analyze which kind of insurance fraud risk about the funds involved in case is higher. To resolve the insurance fraud risk should focus on the higher funds involved or lower funds involved in the case. There are 3 items in total, including the higher funds involved in the case, the lower funds involved in the case, and the specific amount of funds involved in the case. The specific amount of funds involved is a numerical variable, and the remaining two are dummy variables. The funds involved does not include litigation fees, but is the insurance indemnity claimed by the parties or by court decision. The higher funds involved is more than 50,000 yuan, and the lower funds involved is less than or equal to 50,000 yuan. From the court decision information, 49 cases of the funds involved could not be mined, and were included in the missing value.

The independent variables $X_{35} - X_{42}$ represent the "type of insurance contract". The insurance contract is contingent contract and contract of adhension which is beneficial to the insurer in terms of binding insurance fraud. Differentiated insurance products require different kinds of contracts, will it affect insurance fraud? Variables cover property insurance, liability insurance, and personal insurance. Among them, property insurance includes vehicle damage insurance, theft and robbery insurance, comprehensive property insurance and property insurance of all risk. Liability insurance includes compulsory insurance and commercial third party insurance for vehicle traffic accident liability, and transportation liability insurance. Personal insurance includes personal accident insurance, sickness insurance, personal accident insurance on board, life insurance. The purpose is to calculate which type of insurance contract has the highest insurance fraud risk, and to optimize which type of insurance contract can effectively regulate insurance fraud, 8 items.

4.3 Regression analysis - evaluation of independent variables on insurance fraud Risk

The binary logistic regression analysis in order to find the effect of independent variables on the dependent variables, and the causes of insurance fraud (See Table 1).

Table 1 Model Estimation Results

Variables	B	S.E	Wals	df	Sig.	Exp (B)
X_0	0.000	0.000	2.075	1	0.150	1
X_1	−3.070	2.740	1.255	1	0.263	0.046
X_2	−2.611	4.402	0.352	1	0.553	0.073
X_3	−4.142	2.762	2.248	1	0.134	0.016
X_4	−5.370	2.966	3.278	1	0.070	0.005

X_5	−1.880	2.790	0.454	1	0.500	0.153
X_6	−2.876	6.778	0.180	1	0.671	0.056
X_7	−7.063	5.559	1.614	1	0.204	0.001
X_8	−2.439	2.624	0.864	1	0.353	0.087
X_9	−4.575	2.671	2.934	1	0.087	0.010
X_{10}	−3.797	8.736	0.189	1	0.664	0.022
X_{11}	−3.416	2.488	1.884	1	0.170	0.033
X_{12}	−3.435	4.103	0.701	1	0.402	0.032
X_{13}	−4.857	2.663	3.327	1	0.068	0.008
X_{14}	5.696	0.937	36.956	1	*0.000	297.648
X_{15}	2.341	0.663	12.460	1	*0.000	10.395
X_{16}	3.395	1.051	10.429	1	*0.001	29.818
X_{17}	4.259	0.957	19.821	1	*0.000	70.754
X_{18}	4.724	1.104	18.321	1	*0.000	112.662
X_{19}	2.715	0.765	12.613	1	*0.000	15.111
X_{20}	0.109	1.584	0.005	1	0.945	1.115
X_{21}	−15.46	9065.614	0.000	1	0.999	0.000
X_{22}	−1.610	1.442	1.247	1	0.264	0.200
X_{23}	−2.349	3.387	0.481	1	0.488	0.095
X_{24}	−0.280	1.016	0.076	1	0.783	0.756
X_{25}	1.757	0.938	3.507	1	0.061	5.797
X_{26}	−17.92	4799.713	0.000	1	0.997	0.000
X_{28}	0.931	1.106	0.709	1	0.400	2.537
X_{29}	−0.816	0.801	1.038	1	0.308	0.442
X_{30}	1.830	0.673	7.393	1	*0.006	6.233
X_{33}	0.272	0.540	0.253	1	0.615	1.312
X_{35}	−1.013	1.664	0.370	1	0.543	0.363
X_{36}	−1.183	1.856	0.406	1	0.524	0.306
X_{37}	0.506	1.416	0.128	1	0.721	1.658
X_{38}	0.550	1.334	0.170	1	0.680	1.734
X_{39}	−0.179	1.632	0.012	1	0.913	0.836
X_{40}	0.014	1.096	0.000	1	0.990	1.014
X_{41}	−0.503	1.141	0.195	1	0.659	0.605
X_{42}	−1.148	1.147	1.002	1	0.317	0.317
constant	−3.975	2.489	2.551	1	0.110	0.019

Note: "*" is P <0.05, Nagelkerke R^2 = 0.93, -2 log likelihood: 137.097.

The data comes from the collected 1112 cases. Some items did not have relevant information in the original case, there were 69 missing data items. The goodness of fit is very good. The independent variables X_{27}, X_{31}, X_{32} that did not enter the equation have no significant effect on the dependent variable. From the P value, variables with a significant regression coefficient below 0.05 are non-zero include $X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{30}$. From the result, the

variables which contain no truthful disclosure, moral hazard, adverse selection, legal costs, law enforcement rates, the insurance fraud rationality, and the insurer win have an obvious effect on insurance fraud. According to its B value, the regression equation is constructed:

$$\begin{aligned} Logit\boldsymbol{P} &= ln[\frac{P}{1-P}] \\ &= 3.975+5.696X_{14}+2.341X_{15}+3.395X_{16}+4.259X_{17}+4.724X_{18}+2.715X_{19}+1.83X_{30} \end{aligned} \tag{6}$$

Seven independent variables have a significant effect on the dependent variable. From the wald, the wald of X_{14} is 36.956, which has the greatest effect on the dependent variable. This result shows that regulating the insurance fraud risk should first improve the truthful disclosure obligation system. The wald of X_{15} is 12.460, higher than that of X_{16} which is 10.429, this shows that the moral hazard has a slightly greater effect on insurance fraud risk than the adverse selection. In the insurance fraud triangle, three factors have a significant effect on insurance fraud risk, which is consistent with the hypothesis. The wald of X_{17}, X_{18}, X_{19} are 19.821, 18.321, and 12.613, respectively, which shows that the legal cost has greater effect on the insurance fraud risk than the law enforcement rate, while the effect of the insurance fraud rationality is the least. Changes in legal cost and law enforcement rate have a greater effect on insurance fraud risk, and the changes in insurance fraud rationality has a limited effect. It can be seen that promulgating regulations on insurance fraud is more effect than publicity, education and popularize insurance knowledge. The wald of X_{30} is 7.393, which has a small effect on the insurance fraud risk, this shows that in insurance dispute cases, insurers have higher win probability than policyholders. To confront with the insurance fraud problem, insurer refuses to pay indemnity without prosecution is not due to the low win probability, but the reason of winning benefit. If do not consider the factors of customer loss, in the premise of balancing the litigation cost and benefit, the insurer should definitely bring a suit against insurance fraud.[25]

5. Conclusions and Implications

The results of regression analysis show that truthful disclosure, moral hazard, adverse selection, legal costs of insurance fraud, law enforcement rates, insurance fraud rationality, and insurer win are the main factors affecting insurance fraud. Finally the seminal paper purposes concrete countermeasures to improve China's insurance fraud regulations, which include: clarifying the insurer's obligation to explain, improving the truthful disclosure obligation system, raising the legal cost of insurance fraud and the law enforcement rate, introducing a punitive compensation mechanism, and clarifying the basis for the insurer's right to cancel in the truthful disclosure obligation system.

5.1 Clarify the insurer's obligation to explain

Laws that are more in accordance with ethical standards and realities will have lower legal costs and higher enforcement rates. On the contrary, there will be difficulties and inefficiency in enforcement. The misrepresentation and concealment is closely related to the insurer's obligation to explain, and if the insurer has evidence to prove that it has fulfilled the obligation to explain the consequences of the policyholder' misrepresentation and concealment, and the insurance fraud identification of the policyholder should be easier. Insurers are not willing to identify policyholders' insurance fraud, partly because there is a

real difficulty in proving the intent of insurance fraud. In areas where the insurance fraud risk is high, if the policyholder violates the "truthful disclosure obligation", it can be initially identified as insurance fraud and the opponent doesn't bear the burden of proof, which is in accordance with the efficiency principle of law and economics. In addition, the insurer's proper fulfillment of the obligation to explain also helps reduce the insurance fraud rationality.

Aside from the identified of insurance fraud, the ultimate burden of insurance accident liability is affected by truthfully disclosure obligation of policyholder and the insurer's obligation to explain.

The quadrant A indicates that the insurer fulfill the obligation to explain reasonably, but the policyholder does not fulfill the truthfully disclosure obligation reasonably, then tends to identify the insurance fraud because the misrepresentation and concealment. The quadrant B indicates that both parties does not fulfill the obligation correctly, and it is not suitable to attribute the misrepresentation and concealment to insurance fraud. The quadrant C indicates that both parties have performed the obligation correctly, then the hard insurance hard can be identified. The quadrant D indicates that insurer doesn't fulfill the obligation to explain reasonably, but the policyholder fulfill the truthfully disclosure obligation reasonably, and is not suitable to attribute the misrepresentation and concealment to insurance fraud.

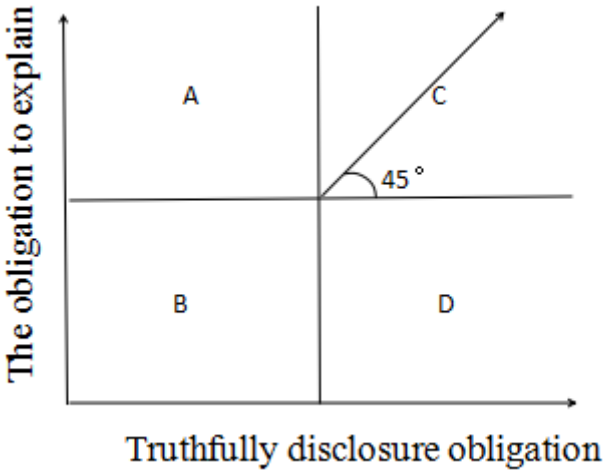


Figure1 Truthfully disclosure obligation and The obligation to explain.

5.2 Improve the legal cost and law enforcement rate against insurance fraud and introduce a punitive compensation mechanism

The Chicago School of Economics believes that punitive damages (fines) are superior to other forms of punishment such as imprisonment, probation, etc., because it can save resources, punish crimes, and compensate society.It is conducive to the determination of the legal cost and the optimal law enforcement rate. Punitive damages have become the most commonly used sanctions and their importance is increasing day by day. The value of other forms of sanctions is lower than fines. [26] China's insurance law does not define insurance fraud, fraud exists only in civil law theory. Although Article 16 of the Insurance Law contains the truthful disclosure obligation of the policyholder, it does not contain the relationship of the insurance fraud with truthfully disclosure explicitly. If the intentional failure to disclose a major issue reaches a certain degree of seriousness, it shall constitute insurance fraud. Article

16 Paragraph 3 of the Insurance Law stipulates that the legal cost of the policyholder's misrepresentation and concealment is the premium loss which obtained by the insurer. The premiums here include pure risk premiums, underwriting premiums and cost premiums of claim. The insurer obtains the right to terminate the insurance contract, pure risk premiums and cost premiums of claim as earnings, but the underwriting act has been completed, the underwriting expense and the underwriting premium cancel each other out. Article 16 Paragraph 4 stipulates that the legal cost of policyholder' misrepresentation and concealment with a major issue due to culpable negligence is zero,then the insurer obtains the right to terminate the insurance contract and gives back the premium. It can be seen that the insurer's earnings are higher if the policyholder intentionally fail to disclose a major issue than their misrepresentation and concealment with a major issue due to innocent failure to disclose, but there is no difference in insurer's actual costs. Therefore, the insurer prefers to see the policyholder intentionally failed to disclose a major issue and let insurance fraud go undetected. From this viewpoint, the insurer not only lacks the incentive to prevent insurance fraud, but is induced by the legal system to encourage insurance fraud. For the policyholder, if intentionally fail to disclose and constitute insurance fraud, the legal cost of fraud failure is losing premium, the consequence of fraud success is to obtain high insurance indemnities. The policyholder obtains the incentive of insurance fraud when the law enforcement rate is not high. Combining with the practice of punitive compensation in the Civil and Commercial Law, it is proposed to stipulate the loss of double premium, set a higher legal cost for fraudulent acts that intentionally fail to disclose a major issue, meanwhile, to refine the regulations. On the one hand, it can lead the policyholders to honestly insure and truthfully disclose their risk information, it will be more in accordance with the principle of utmost good faith. On the other hand, the reason for the insurer's low rate of prosecution against insurance fraud is not because the win rate is low, but because the expected litigation income is insufficient. Double premium loss increases the insurer's litigation income, prompts him to take control measures against insurance fraud, further to improve law enforcement rate. While regulating the insurance fraud risk, also protects the honest insurance consumers.

5.3 Clarify the basis for the insurer's right to terminate the insurance contract in disclosure obligation system

The fact that the policyholder has not truthfully disclose the risk enables the insurer to obtain the right to terminate the insurance contract, and such right can be regarded as the legal costs of policyholder's insurance fraud. China's insurance law stipulates the result of policyholder's truthful disclosure, misrepresentation and concealment. Here are two different viewpoints in China about whether the policyholder intentionally misrepresent or conceal the relevant issue should be necessary to achieve a standard to affect the insurer's underwriting decision or improve the premium or not, enables the insurer to obtain the right terminate the insurance contract.[27] The first viewpoint is that the insurance contract must reflect the principle of utmost good faith, the misrepresentation and concealment needn't to be enough to achieve the affecting standard, even if not a major issue involved, the insurer may terminate the contract. The High People's Courts of Jiangsu Province and Beijing support this viewpoint. The second viewpoint is that the fact undisclosed by policyholder must constitute a major issue and affects the calculation of the insurance premium rate, then the insurer will obtain the right of terminate the contract. The major courts of U.S.support this viewpoint. For immaterial

representation that doesn't induce the insurer to underwrite a specific premium, even if it constitutes insurance fraud, it cannot be judged as a reason for rejecting claim or for the invalidity the policy.[28] This seminal paper supports the second viewpoint. One of the reasons is that the provision of Article 16 Paragraph 2 of the Insurance Law concerning "enough to affect" is a general provision, and the effect can cover the special provisions of paragraphs 3 and paragraphs 4. The"scienter" and "culpable negligence" is parallel, so it is necessary to meet the "enough to affect" requirement. Another reason is that referring to the principle of U.S. Insurance Law, insurers should assess the risks of the insured based on the law of large numbers and insurance actuarial rules, do not pay attention to subjective faults. The insurers only pay attention to whether the risk information is valuable and whether it is enough to affect the calculation of the premium rate. Even if the policyholders misrepresent or conceal immaterial issues scienter, it does not affect the insurer's solvency and decision to increase the premium rate, to assess risk. That is to say, the insurer's right to terminate the insurance contract must because the policyholder did not disclose the material issues which are enough to affect risk calculation, so that the insurance fraud risk can be regulated accurately. If the insurer can obtain the right to terminate the insurance contract without constituting insurance fraud, it will not show more stringent legal regulation on insurance fraud, then honest policyholders will also be encouraged to defraud.

6. Inadequacies and Prospects

Above all, the law and economics analysis of the Chicago School is aimed at maximizing social welfare, the analysis belongs to the promotion of external damage analysis or externality analysis of economics, it fully considers the total social cost and total social benefit of imposing legal sanctions on offenders, calculates the effects of law enforcement rate on the social welfare. But the economic analysis of this seminal paper is based on accepting the negative social effects of insurance fraud, then uses the fraudster as the utility subject, analyzes how to change the legal cost, the law enforcement rate, and improve the corresponding legal system to reduce insurance fraud. Secondly, there are many independent variables used in the regression analysis, and duplicate factors have not been effectively eliminated, which lead to error in the analysis conclusion. Finally, this seminal paper focuses on the research of insurance fraud risk, and it pays insufficient attention to the fraud behavior itself. In the future, we will pay more attention to the insurance fraud behavior itself and research typical crimes and criminals.

致谢

本文为中国法学会部级法学研究课题《保险欺诈防范与保险消费者保护——基于大数据时代的保险诉讼案例分析》(CLS[2017]D88),2017 年度保监会部级课题 《保险欺诈风险及其法律监管对策》(CIRCRP2017-021)。2017 年度河北省社会科学发展研究课题《保险业供给侧结构性改革背景下欺诈监管研究》(201704020102)的阶段性研究成果。

References

[1] PETER Z, ROLAND E. Insurance Economic [M].Beijing: World Book Publishing House, 2012:265.
[2] XI T. Law and Economics: Law and Economy Facing China's Issues [M]. Beijing: China University of Political Science and Law Press, 2013: 1.
[3] MARSHALL A. Principles of Economics 8th ed. New York, London: Macmillan.1961.
[4] STEVEN S. Economic Analysis of Law [M]. Beijing: China University of Political Science and Law Press, 2008: 119.
[5] STEVEN S. On Liability and Insurance [J]. Bell Journal of Economics, 1982 (13): 120-132.
[6] LIU K K. Empirical research on auto insurance fraud recognition and measurement model: Based on the historical claim data of auto insurance in Guangdong Province [J]. Journal of Jinan University(Philosophy and Social Sciences), 2012(8):89-93.
[7] WANG J, GAO F, SUN N. Empirical Analysis of Separation of Moral Hazard and Adverse Selection in Auto Insurance Market [J]. Insurance Research, 2013(12) :98-103.
[8] ZHOU J T, QIN B S, SONG X D. Recognition of fraud probability of accident and health insurance[J]. Journal of Hebei University of Economics and Business, 2014(11):138-142.
[9] SHI J C. Interests in Law and Economics[M]. Jiangsu: Jiangsu People's Publishing House, 2014:11.
[10] LIU Y. Anti-fraud countermeasures in the insurance industry under the perspective of the integration of financial regulation [J]. The Legal System and Economy, 2016 (12) 36-38.]]
[11] EMMETT J. V, TERESA M. V. Danger Principles and Insurance [M]. Beijing: Renmin University of China Press, 2002:130.
[12] ADAM S. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth (First Volume) [M]. Beijing: Commercial Press, 1972.
[13] HUANG W, DAN J, DAI J. Game selection of verification cost and collusion against insurance fraud risk[J].Insurance Research, 2013(11):61-69.
[14] LIU Y. Research on Insurance Anti-fraud Countermeasures in the Perspective of Integration of Financial regulation[J].Law and Economy,2016(12)36-38.
[15] WANG G J. Economics and Insurance Economics [M]. Beijing: University of International Business and Economics Press, 2014:228-230.
[16] Guidance Paper on Preventing Detecting and Remedying Fraud in Insurance[R]. IAIS, 2006.
[17] SMIGEL, ARLEEN. Crime and Punishment: An Economic Analysis[D]. Master's thesis, Columbia University, 1965. Ehrlich, I. The Supply of Illegitimate Activities. Manuscript, Columbia University. 1967.
[18] ROBERT C, TOMAS U. Law and Economic[M].Person Education Inc. Publishing as Addison Wesley Longman Inc., 2007.
[19] T.JORDAN DENNING. UU and Strike. Selected Works of Marx and Engels [C]. Beijing: People's Publishing House, 1972: 265.
[20] YANG H B. Annual report of the insurance industry (2008)[R].Beijing: Legal Press, 2009.195.
[21] CHEN X. Insurance Law [M]. Beijing: Peking University Press, 2006:37.

[22] NEWMAN et al. New Palgrave Dictionary of Law and Economics[M].Beijing : China Encyclopedia Press, 2002.
[23] DIONNE G, GAGNE R. Deductible Contracts Against Fraudulent Claims: Evidence from Automobile Insurance [J]. Review of Economics statistics, 2001, 83(2): 290-301.
[24] GEORGE D, translated by Zhu Minglai, Tian Ling, Wei Hualin, etc. Insurance Economics Frontier Research [M]. Beijing: China Finance Press, 2007: 320.
[25] LIU Y. Insurance Fraud Analysis Based on Logistic Model [J]. Financial Economics, 2017(7):140-141.
[26] GARY S. B. Economic analysis of human behavior [M]. Shanghai: Gezhi Press, 2015: 72.
[27] LU X X. The application of the principle of utmost good faith in insurance law [J]. Search, 2012(6): 225-227.
[28] JOHN F. D. translated by Liang Peng. American Insurance Law[M]. Beijing: Law Press, 2008: 192.

保险欺诈的诱因及其法律对策

——一个法经济学的分析方法

刘轶

博士生
经济学派
河北大学
讲师
法学院
中央司法警官学院
中国保定 071000
电子邮件：18633219069 @ 163.com

关键词：法经济分析；如实告知义务；法律成本；保险欺诈；法律执行率

摘要： 保险欺诈侵蚀保险机构的偿付能力,增加行业的潜在风险,触及保险制度的根基。保险监管的目的是维护市场秩序,保护保险消费者的利益,对欺诈等违法行为采取有效管控。保险反欺诈法规的制定、执行和司法适用都影响潜在违法者的决策。法律诉讼作为解决保险欺诈的一种方式,虽然不是最优选择,但却是化解纠纷的最终途径,其目标与保险监管相同。本文运用法经济学的理论和研究方方法,提取典型保险诉讼案例的欺诈关联因子,建立回归模型,在实证研究的基础上探寻保险欺诈的制度诱因,最后提出：明确保险人说明义务、完善如实告知义务、提高保险欺诈的法律成本和法律执行率、引入惩罚性赔偿机制、阐明如实告知义务制度中保险人解除权的基础,作为完善我国保险欺诈监管法规的具体对策。

Insurance Contract Design of Deductible and Claim Times under Moral Hazard

MA Benjiang, YANG Xuan, QIU Chunguang

MA Benjiang*
Professor
School of Business
Central South University
Changsha 410083, China
Email: mabenjiang@126.com

YANG Xuan
Master Degree Candidate
School of Business
Central South University
Changsha 410083, China
Email: 1447083038@qq.com

QIU Chunguang
Master Degree Candidate
School of Business
Central South University
Changsha 410083, China
Email:931010943@qq.com

Keywords: deductible, number of claims, rewards and punishments system, moral hazard, principal agent.

Abstract. The insurance contract based on Bonus-malus System design is widely used in real life. If the insured had less claim numbers in the previous stage,he would be reduced the premium and the compensation won't be affected by its inverse impact. Which can motivate the policy-holders to avoid accidents. Combining deductibles and claim numbers in the design of single-period insurance contract and changing deductible of each accident along with the increase of the claims numbers will maximize policy-holder's utility. Note that when the moral hazard is not considered and in order to make the insured being able to obtain the highest utility, the value of deductible in the insurance contract should decrease accordingly along with increase in the number of claims. On the contrary, when the moral hazard is not considered, it will increase accordingly with the increase of the number of claims.

1. 引言

在保险市场上，事后信息不对称容易导致道德风险。道德风险在保险市场上也经常发生，现在越来越多的学者都开始关注道德风险。Arrow（1963）[1]首次将道德风险引入经济学中，并给出定义：“道德风险就是个体行为由于受到保险的保障而发生变化的倾向”，引起理论界对保险市场道德风险的关注。Pauly（1968）[2]最早对道德风险进行比较系统的研究，作者提出用免赔额和共同条款来规避道德风险。上世纪 70 年代委托代理问题被数学模型化后，人们开始用委托-代理模型解决保险市场的道德风险问题。Arnott&Stiglitz（1988）[3]合作构造了保险市场纯道德风险市场标准模型，推导出获得高保障的被保险人更容易发生道德风险而提高向保险公司索赔的概率，因此不能对被保险人实施完全保险，被保险人须分担一定的风险。

目前，基于 BMS（奖惩系统）设计的保险契约正在被越来越多的公司所采用，它的特点是投保人的保额取决于他的历史的索赔记录，对于没有发生索赔记录的投保人给予一定的奖励，比如降低保费，而对于发生索赔记录的投保人给予一定的惩罚，比如提高保费。这样投保人为了追求奖励或避免受到惩罚，不会对没有发生的事故进行索赔，避免小额赔偿的发生，降低保险公司营运的成本。Jean Lemaire（1995）[4]出版了《汽车保险中的奖惩系统》一书，在奖惩系统的研究中具有重要的地位，该书系统的介绍了奖惩系统研究的发展、现状与未来发展方向。在书中将奖惩系统的研究做了详尽的介绍，并对亚洲、欧洲 22 个国家 30 多个奖惩系统做了分析比较，为奖惩系统的研究、应用做出了重要贡献，并在 1997 年《汽车保险的定价原理》一书中对奖惩系统的原理和设计进行更详细的论述[5]。J.F.Walhin 和 J.Paris（1999）[6]利用期望值原理和零效用原理，并假设索赔次数服从非参数分布模型，创建了新的最优 BMS，同时他们还将其与非参数方法下的无赔款优待系统做了比较。

目前来看，奖惩系统已经有了较为成熟的体系，关于免赔额的研究还有进一步拓展的空间，很多学者将免赔额与道德风险联系起来，并证明免赔额机制可有效抑制道德风险。Arrow（1971[7],1974[8]）等学者讨论了在不同假设条件下免赔额定价的方法。Raviv（1979）[9]在最优保单合同的研究方面对前人的研究进行了总结，并在前人的基础上提出了更加完善的免赔额定价模型。Dionne（1982）[10]将免赔机制引入到保险市场的道德风险中，研究发现运用状态依存的效用函数的最优保险中，即使人们没有患病动机，道德风险仍然存在。Li，Liu&Yeh(2007)[11]利用台湾车险市场的动态投保数据，分析投保人在跨年度间免赔额形式与索赔率之间的关系，证实了道德风险的存在。为了控制风险的异质性，采用的是同一个投保人在不同年间按照免赔额的高低进行动态分组，因此没有逆向选择的影响。Wang，Chung 和 Tzeng（2008）[12]研究免赔条款对台湾汽车保险市场的影响，发现保险范围与事故率之间存在正相关关系，说明信息是不对称的；进一步地，随着免赔额增加，正向关系减弱，说明该市场存在道德风险；最后通过与无免赔条款情况对比发现免赔额增加有利于控制道德风险。该文献的贡献在于将研究控制在一个保险期，即投保人不会改变其保险范围从而排除逆向选择的影响，从而分离道德风险和逆向选择。

国内关于免赔额的研究较国外起步稍晚，基本还是在研习国外研究成果的阶段上。毛泽春（2003）[13]分析了在不同保费原理下利用对偶效用理论求解最优免赔额；朱丹等（2004）[14]利用期望-方差效用理论讨论了在单时段绝对免赔额保险下的最优免赔额问题；李晓霞等（2007）[15]通过零效用原理分析当投保人是风险厌恶型的情况下最优免赔额应满足的方程；陈宁（2010）[16]以弹性免赔额为切入点，对含有弹性免赔额的非寿险业务的损失分布选择、风险度量、保险合同确定、破产概率、调节系数等一系列非寿险

精算问题进行了探讨。马本江等（2009）[17]构建带免赔期的保险契约模型，结合委托代理理论进行分析，指出免赔期可以有效地甄别高、低风险类型投保人从而达到分离均衡，且单期内实现了对传统部分保险契约的帕累托改进，并与低赔期保险契约[18]进行对比。王奕渲和周叔子（2002）[19]假设索赔次数服从负二项-广义 Pareto 分布，每次的索赔额服从 Exponential Gamma 分布，分析先验保费的制定问题。有关于免赔额与索赔次数的研究还是比较少的，多数的研究都是分开研究，因此本文的研究还是具有一定的价值的。

2. 对称信息条件下的最优保险契约模型

首先考虑一种理想的情形，即投保人的行为不会影响事故发生的概率和损失大小，用委托-代理理论来分析这种情况下的最优保险契约。

假设投保人初始财富为 w_0，保险期内投保人至多发生 n 次事故，每次事故损失大小为 $x \geq 0$，为避免投保人破产，我们假设每次事故损失不超过 $\tilde{x}$。每次事故发生是一个独立事件，即每次事故损失额互不影响，P 为投保人应支付的保费，设第 i 次事故损失为 x_i，x_i 是一个随机变量，分布函数为 $F(x)$，概率密度为 $f(x)$。投保人效用函数 $u(w)$，$u'(w)>0$，$u''(w)<0$，即投保人是风险规避的。保险公司是风险中性。将免赔额引入保险契约，I_i 指发生第 i 次事故时保险公司提供的补偿，D_i 指第 i 次事故的免赔额，则

$$I_i = \begin{cases} x_i - D_i & x_i > D_i \\ 0 & x_i \leq D_i \end{cases}$$

加入免赔额后投保人不能得到完全保险，意味着投保人在支付保费外，还要自负损失 L，其中 $L(D)=\sum_{i=0}^{n}\min(x_i, D_i)$，保险公司补偿总额 $I(D)=\sum_{i=0}^{n}\max(x_i - D_i, 0)$。根据 Paulsen(1995)[20]假设，将保险契约的价格定为 $P=(1+\alpha)E[I(D)]$，投保人的财富余额 $w = w_0 - P - L(D)$

为简单起见，假设投保人在整个保险期内至多发生两次事故，p_1 和 p_2 分别代表发生 1 次、2 次事故的概率，投保人在保险期内不发生事故的概率 $p_0 = 1 - p_1 - p_2$，则

$$E[I(D)] = p_1 \cdot \int_{D_1}^{\tilde{x}} [1-F(x)]dx + p_2 \cdot \left\{ \int_{D_1}^{\tilde{x}} [1-F(x)]dx + \int_{D_2}^{\tilde{x}} [1-F(x)]dx \right\}$$

$$\frac{\partial P(D)}{\partial D_1} = -(1+\alpha)\cdot(p_1+p_2)\cdot[1-F(D_1)] < 0$$

$$\frac{\partial^2 P(D)}{\partial D_1^{\,2}} = (1+\alpha)\cdot(p_1+p_2)\cdot f(D_1) > 0$$

$$\frac{\partial P(D)}{\partial D_2} = -(1+\alpha)\cdot p_2 \cdot[1-F(D_2)] < 0$$

$$\frac{\partial^2 P(D)}{\partial D_2^{\,2}} = (1+\alpha)\cdot p_2 \cdot f(D_2) > 0$$

由以上的假设建立如下的基于委托-代理理论的最优契约模型：

$$\max Eu(w)$$

$$s.t. \begin{cases} P = (1+\alpha)\cdot E[I(D)] \\ x_i \geq 0, D_i \geq 0 \end{cases}$$

引理1 令 $v(w,D)=E[u(w)]$，则目标函数对免赔额的一阶导数可以表示为：

$$\frac{\partial v}{\partial D_i}=-\frac{\partial P(D)}{\partial D_i}\cdot E[u'(w)]-[1-F(D_i)]\cdot E[u'(w_i)]\text{，}$$

其中：$w_i=w_0-P(D)-L_i(D)$，$L_i(D)=\sum_{\substack{k=0\\k\neq i}}^{2}(x_k,D_k)+D_i,i=1,2$

证明 首先记$\phi[L(D)]=u(w_0-P(D)-L(D))$，$P(D)$为常数，结合隐函数求导法则对$\frac{\partial v}{\partial D_i}$进行变换：

$$\frac{\partial v}{\partial D_i}=\frac{\partial P(D)}{\partial D_i}\cdot E[u'(w)]+\frac{\partial}{\partial D_i}E\{\phi[L(D)]\}\text{，}$$

接下来先求对D_1的导数：

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial D_1}E\{\phi[L(D)]\}&=\frac{\partial}{\partial D_1}E\left[u(w_0-P(D)-L(D))\right]\\&=\frac{\partial}{\partial D_1}E[u(w_0-P(D)-\sum_{i-1}^{2}\min(x_i,D_i)]\\&=\frac{\partial}{\partial D_1}\left\{\int_{x_2=0}^{\tilde{x}}\int_{x_1=0}^{D_1}u[w_0-P(D)-x_1-\min(x_2,D_2)]dF(x_1)dF(x_2)\right.\\&\quad\left.+\int_{x_2=0}^{\tilde{x}}\int_{x_1=D_1}^{\tilde{x}}u[w_0-P(D)-D_1-\min(x_2,D_2)]dF(x_1)dF(x_2)\right\}\\&=-\int_{x_2=0}^{\tilde{x}}\int_{x_1=D_1}^{\tilde{x}}u'[w_0-P(D)-D_1-\min(x_2,D_2)]dF(x_1)dF(x_2)\\&=-[1-F(D_1)]\cdot E\left\{u'[w_0-P(D)-D_1-\min(x_2,D_2)]\right\}\end{aligned}$$

接下来求D_2的导数：

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial D_2}E\{\phi[L(D)]\}&=\frac{\partial}{\partial D_2}E\left[u(w_0-P(D)-L(D))\right]\\&=\frac{\partial}{\partial D_2}E[u(w_0-P(D)-\sum_{i-1}^{2}\min(x_i,D_i)]\\&=\frac{\partial}{\partial D_2}\left\{\int_{x_2=0}^{\tilde{x}}\int_{x_1=0}^{D_2}u[w_0-P(D)-\min(x_1,D_1)-x_2]dF(x_1)dF(x_2)\right.\\&\quad\left.+\int_{x_2=0}^{\tilde{x}}\int_{x_1=D_2}^{\tilde{x}}u[w_0-P(D)-\min(x_1,D_1)-D_2]dF(x_1)dF(x_2)\right\}\\&=-[1-F(D_2)]\cdot E\left\{u'[w_0-P(D)-D_2-\min(x_1,D_1)]\right\}\end{aligned}$$

因此$\frac{\partial v}{\partial D_i}=-\frac{\partial P(D)}{\partial D_i}\cdot E[u'(w)]-[1-F(D_i)]\cdot E[u'(w_i)]$，引理得证。

定理1 假设投保人是风险规避类型，在保险期内至多发生两次事故。为使投保人能获得最高效用，在不存在道德风险时，第一次事故的免赔额应大于第二次事故免赔额，即$D_1>D_2$；投保人第二次事故的保险覆盖范围大于第一次事故的保险覆盖范围。

证明 为使投保人效用最大化，令$\frac{\partial v}{\partial D_i}=0$则免赔额$D_1$和$D_2$应满足：

$$\frac{-\partial P(D)}{\partial D_1}\cdot E\{u'[w_0-P(D)-L(D)]\}-[1-F(D_1)]\cdot E\{u'[w_0-P(D)-D_1-\min(x_2,D_2)]\}=0$$

$$\frac{-\partial P(D)}{\partial D_2}\cdot E\{u'[w_0-P(D)-L(D)]\}-[1-F(D_2)]\cdot E\{u'[w_0-P(D)-D_2-\min(x_1,D_1)]\}=0$$

$$\frac{E\{u'[w_0-P-D_1-\min(x_2,D_2)]\}}{E\{u'[w_0-P-D_2-\min(x_1,D_1)]\}}$$

$$=\frac{-\partial P(D)/\partial D_1}{1-F(D_1)}\times\frac{1-F(D_2)}{-\partial P(D)/\partial D_2}$$

$$=\frac{(1+\alpha)\cdot(p_1+p_2)\cdot[1-F(D_1)]}{1-F(D_1)}\times\frac{1-F(D_2)}{(1+\alpha)\cdot p_2\cdot[1-F(D_2)]}$$

$$=\frac{p_1+p_2}{p_2}$$

因此当 $p_1\neq 0$ 时，$\frac{E\{u'[w_0-P-D_1-\min(x_2,D_2)]\}}{E\{u'[w_0-P-D_2-\min(x_1,D_1)]\}}>1$，基于前述 $u''(w)<0$ 的假设，可得：$D_1+\min(x_2,D_2)>D_2+\min(x_1,D_1)$。由于每次事故的发生是独立事件，事故损失 x_1 和 x_2 是随机变量。令 $z_1=D_1^*+\min(x_m,D_2^*)$，$z_2=D_2^*+\min(x_m,D_1^*)$

若 $D_1^*<D_2^*$：

$0<x_m<D_1^*$ 时，$z_1=D_1^*+x_m, z_2=D_2^*+x_m$，$z_1<z_2$

$D_1^*<x_m<D_2^*$ 时，$z_1=D_1^*+x_m$，$z_2=D_1^*+D_2^*$，$z_1<z_2$

$D_2^*<x_m<\tilde{x}$ 时，$z_1=z_2=D_1^*+D_2^*$

由于投保人获得最高效用时 z_1 应大于 z_2，$D_1<D_2$ 不能满足要求。

若 $D_1^*>D_2^*$：

$0<x_m<D_2^*$ 时，$z_1=D_1^*+x_m$，$z_2=D_2^*+x_m$，$z_1>z_2$

$D_2^*<x_m<D_1^*$ 时，$z_1=D_1^*+D_2^*$，$z_2=x_m+D_2^*$，$z_1>z_2$

$D_1^*<x_m<\tilde{x}$ 时，$z_1=z_2=D_1^*+D_2^*$

可见，若使投保人能获得最高效用，$D_1^*>D_2^*$。

定理1说明，对于一个风险规避型投保人来说，财富水平较高时的边际效用小于低财富水平的边际效用。当投保人发生一次事故时，将会承担一定损失，损失大小取决于索赔额和第一次事故免赔额的大小。也就是说当投保人发生第一次事故后，财富值将小于初始财富，此时投保人财富的边际效用将会增加，将会选择第二次事故免赔额较小的保险契约。

定理2 假设投保人是风险规避类型，在保险期内可能发生N次事故，为使投保人能获得最高效用，在不存在道德风险时，随着事故次数的增加免赔额应逐渐减少，即 $D_1^*>D_2^*>D_3^*>\cdots>D_N^*$。投保人获得的赔偿范围随事故次数的增加而变大。

证明 假设 i 和 j 是相邻的两次事故，$i=j-1$，接下来我们分析 D_i 和 D_j 之间的关系。结合前文分析，投保人效用最大化时，每次事故的免赔额 D_r^* 应满足条件：

$$\frac{-\partial P(D)}{\partial D_r}\cdot E\{u'[w_0-P(D)-L(D)]\}-[1-F(D_r)]\cdot E\{u'[w_0-P(D)-L_r(D)]\}=0$$

其中 $L_r(D)=D_r+\sum_{\substack{k=0\\k\neq r}}^{N}\min(x_k,D_k)$，$r=i,j$

同样我们很容易得出：$E\{u'[w_0-P(D)-L_i(D)]\}>E\{u'[w_0-P(D)-L_j(D)]\}$，进一步可得：$D_i+\min(x_j,D_j)>D_j+\min(x_i,D_i)$。类似地可以推出：$D_i^*>D_j^*$，$i=j-1$。则投保人最

多发生N次事故时，保险契约的免赔额取值应满足：$D_1^* > D_2^* > D_3^* > \cdots > D_N^*$，定理得证。

接下来通过列举算例对上文的定理进行验证。

算例1 由于投保人在一个保险期内发生第三次事故的概率非常小，在算例中仅考虑保险期内发生两次事故的情况，保险契约的成本系数$\alpha = 0.1$，第一次事故的免赔额设为D_1，第二次事故免赔额为D_2。假设投保人初始财富$w_0 = 200$，效用函数为$u(w) = -e^{-aw}$，其中a代表投保人的风险规避系数，w代表投保人的最终财富。引用Lemaire（1995）[21]的模拟结果，假设投保人在保险期内索赔次数服从参数$\lambda = 0.1011$的泊松分布，索赔额服从均值$X = 30$的指数分布。将相关变量代入等式：

$$\frac{-\partial P(D)}{\partial D_1} \cdot E\{u'[w_0 - P(D) - L(D)]\} - [1 - F(D_1)] \cdot E\{u'[w_0 - P(D) - D_1 - \min(x_2, D_2)]\} = 0$$

$$\frac{-\partial P(D)}{\partial D_2} \cdot E\{u'[w_0 - P(D) - L(D)]\} - [1 - F(D_2)] \cdot E\{u'[w_0 - P(D) - D_2 - \min(x_1, D_1)]\} = 0$$

通过使用Matlab模拟计算，得出投保人的规避系数取不同值时(D_1^*, D_2^*)的分布，如下表所示：

表1 不同风险规避系数下两次事故的最优免赔额分布

已知参数	$\alpha = 0.1$， $w_0 = 200$， $\lambda = 0.1011$， $X = 30$		
风险规避系数a的取值	0.005	0.0075	0.01
D_1	13.5	8.6	6.5
D_2	12.6	4.7	3.6

可见在不同的风险规避系数下，第一次事故的免赔额都要大于第二次事故的免赔额，与模型推理结果相同。

3. 存在道德风险条件下免赔额和索赔次数的最优保险契约模型

本节考虑保险公司无法观察投保人在投保后采取的行动，投保人防范事故发生的努力程度会影响事故发生的概率，这里只考虑努力程度对事故发生概率的影响。在前文的基础上加入努力程度变量，探究随着索赔次数的增加，为了让投保人效用最大化，免赔额的取值应如何变化。

假设投保人初始财富为w_0，保险期内投保人至多发生 2 次事故，每次事故损失大小为$x \geq 0$，为避免投保 人破产，我们假设每次P事故损失不超过$\tilde{x}$。每次事故发生是一个独立事件，即每次事故损失额互不影响，为投保人应付的保费，设第i次事故损失为x_i，分布函数为$F(x)$，概率密度为$f(x)$。投保人效用函数$u(w)$，投保人是风险规避类型，$u'(w) > 0$，$u''(w) < 0$，即投保人是风险厌恶的，保险公司是风险中性。投保人在保险期内防范事故的努力程度为e，由于投保人效用大小与免赔额的取值有关，因此投保人的努力水平亦取决于免赔额的大小，令$e(D)$表示免赔额对投保人努力程度的影响函数。其余符号仍采用第二节的假设。

由以上的假设建立如下的基于委托-代理理论的最优契约模型：

$$\max E[u(w_0 - P - L(D) - e(D)]$$

$$s.t.\ \begin{cases} P=(1+\alpha)E[I(D)] \\ e=\arg\max E[u(w)] \\ x>0, D>0 \end{cases}$$

定理 3 在道德风险条件下，若假设投保人发生事故的概率 p 与免赔额的取值有关，当 $\left|\frac{\partial p_2}{D_2}\right|>\left|\frac{\partial p_2}{D_1}\right|$ 时，即 D_2 对发生两次事故的概率有较大的影响时，为使投保人获得最大效用，免赔额应随着索赔次数的增加而逐渐变大，即 $D_1^*<D_2^*<D_3^*<\cdots<D_N^*$。

证明 假设 $p_1(e(D_1))$ 表示投保人发生 1 次事故的概率，$p_2(e(D_1,D_2))$ 表示投保人发生 2 次事故的概率，与上一章节相比其不再是自然确定的概率，而是由于努力程度变量的引入变成了与免赔额相关的变量。这里假设发生 1 次事故的概率与 D_1 有关，而发生 2 次事故的概率同时受到 D_1 和 D_2 的影响，忽略 D_2 对发生 1 次事故概率的影响。

保险公司为投保人提供的期望赔偿为：

$$E[I(D)]=p_1(e(D_1))\cdot\int_{D_1}^{\tilde{x}}[1-F(x)]dx+p_2(e(D_1,D_2))\cdot\left\{\int_{D_1}^{\tilde{x}}[1-F(x)]dx+\int_{D_2}^{\tilde{x}}[1-F(x)dx]\right\}$$

$$\frac{\partial P(D)}{\partial D_1}=-(1+\alpha)(p_1+p_2)\cdot[1-F(D_1)]+\int_{D_1}^{\tilde{x}}[1-F(x)]dx\cdot\left[\frac{\partial p_1(e(D_1))}{\partial D_1}+\frac{\partial p_2(e(D_1,D_2))}{\partial D_1}\right]$$

$$+\int_{D_2}^{\tilde{x}}[1-F(x)]dx\cdot\frac{\partial p_2(e(D_1,D_2))}{\partial D_1}\le 0$$

$\frac{\partial P(D)}{\partial D_2}=-(1+\alpha)p_2\cdot[1-F(D_2)]+\left\{\int_{D_1}^{\tilde{x}}[1-F(x)]dx+\int_{D_2}^{\tilde{x}}[1-F(x)]dx\right\}\cdot\frac{\partial p_2(e(D_1,D_2))}{\partial D_2}\le 0$ 为最大化投保人效用，求目标函数对 D_1 和 D_2 的一阶导数：

$$\frac{\partial E[u(w)]}{\partial D_1}=-[\frac{\partial P(D)}{\partial D_1}+\frac{\partial e(D)}{\partial D_1}]\cdot E[u'(w)]-[1-F(D_1)]\cdot E[u'(w_1)]$$

$$\frac{\partial E[u(w)]}{\partial D_2}=-[\frac{\partial P(D)}{\partial D_2}+\frac{\partial e(D)}{\partial D_2}]\cdot E[u'(w)]-[1-F(D_2)]\cdot E[u'(w_2)]$$

其中：$w_i=w_0-P(D)-L_i(D)-e(D)$，$L_i(D)=\sum_{\substack{k=0\\k\neq i}}^{2}(x_k,D_k)+D_i, i=1,2$

令一阶导数等于 0，可得：

$$E[u'(w_1)]=-\frac{[\frac{\partial P(D)}{\partial D_1}+\frac{\partial e(D)}{\partial D_1}]}{1-F(D_1)}\cdot E[u'(w)]$$

$$E[u'(w_2)]=-\frac{[\frac{\partial P(D)}{\partial D_2}+\frac{\partial e(D)}{\partial D_2}]}{1-F(D_2)}\cdot E[u'(w)]$$

即投保人效用最大化时，免赔额的取值应满足：

$$\frac{E[u'(w_1)]}{E[u'(w_2)]}=\frac{\frac{\partial P(D)}{\partial D_1}+\frac{\partial e(D)}{\partial D_1}}{\frac{\partial P(D)}{\partial D_2}+\frac{\partial e(D)}{\partial D_2}}\cdot\frac{1-F(D_2)}{1-F(D_1)}$$

定理 3 表明，上式代表保险市场达到均衡时 D_1 和 D_2 应满足的条件，当免赔额不随索赔次数的变化而变化时，风险规避的投保人更偏好于较小的免赔额，然而当免赔额的取值会影响投保人的努力程度，进而改变投保人发生事故的概率，且 D_2 对发生第二次事故的概率有非常大的影响时，较高的 D_2 就会显著降低第二次事故的发生概率，这意味着投保人的期望损失将会降低，并获得较高效益。因此我们可以得出，在一定条件下，免赔额应随着索赔次数的增加而逐渐变大。接下来通过列举算例对上文的定理进行验证。

算例 2 假设投保人在保险期内至多发生两次事故，保险契约的成本系数 $\alpha=0.1$，第一次事故的免赔额设为 D_1，第二次事故免赔额为 D_2。假设投保人初始财富 $w_0=200$，效用函数为 $u(w)=-e^{-aw}$，其中 a 代表投保人的风险规避系数，w 代表投保人的最终财富。投保人在保险期内索赔次数服从参数 $\lambda=0.1011$ 的泊松分布，索赔额服从均值 $X=30$ 的指数分布。将相关变量代入等式：

$$E[u'(w_1)]=-\frac{[\frac{\partial P(D)}{\partial D_1}+\frac{\partial e(D)}{\partial D_1}]}{1-F(D_1)}\cdot E[u'(w)] \qquad E[u'(w_2)]=-\frac{[\frac{\partial P(D)}{\partial D_2}+\frac{\partial e(D)}{\partial D_2}]}{1-F(D_2)}\cdot E[u'(w)]$$

通过使用 Matlab 计算，得出投保人的规避系数取不同值时 (D_1^*,D_2^*) 的分布，如下所示：

表2 不同风险规避系数下两次事故的最优免赔额分布

已知参数	$\alpha=0.1$， $w_0=200$， $\lambda=0.1011$， $X=30$		
风险规避系数 a 的取值	0.005	0.0075	0.01
D_1	10.3	7.4	4.5
D_2	11.6	9.2	7.3

如上表所示，存在道德风险条件下，第二次事故免赔额比第一次事故免赔额大。

4. 结束语

在 Bonus-Malus System（奖惩系统）的启示下，根据投保人的历史索赔记录来确定保费，本文建立了将免赔额和索赔次数结合起来的单阶段保险契约模型。在奖惩系统中赔偿额是不变的，若索赔次数少，则再次投保时降低保费。但在本文中保费是期初缴纳的，所以不会发生改变。本文通过索赔次数的多少，来调整免赔额，从而使得投保人的效用最大。不存在道德风险时，投保人事故发生概率不受免赔额取值的影响，随着索赔次数的增加，为使投保人效用最大化，免赔额应逐渐减小；存在道德风险情形时，投保人事故发生概率受免赔额的影响，在一定条件下，随着索赔次数的增多，为使投保人获得最大效用，免赔额应逐渐变大。本文以两个算例说明确实存在这样的关系。

Reference

[1] ARROW K J.Uncertainty and the welfare economics of medical care(Voordeckers and Steijvers) [J].American Economy Review,1963,53:941-967.

[2] PAULY M.The Economics of Moral Hazard:Comment[J].American Economic Review, 1968,3:531:537.

[3] ARNOTT R J, STIGLIZ J E. The basis analytics of moral hazard[J]. Scandinavian Journal of Economics, 1988, 90(3): 383-413.

[4] JEAN LEMAIRE. Bonus-Malus Systems in Automobile Insurance[M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1995.

[5] 勒梅尔. 汽车保险的定价原理[M]. 北京：经济科学出版社, 1997.

[6] JEAN-FRANCOIS WALHIN, JOSE PARIS. Using mixed poisson distributions in connection with bonus-malus systems [J]. Astin Bulletin, 1999, 29:81-99.

[7] ARROW K. Essays in the Theory of Risk Bearing [M]. 1971, Markham, Chicago.

[8] ARROW K, Optimal Insurance and Generalized Deductibles [J]. Scandinavian Actuarial Journal, 1974, 1:1-42.

[9] RAVIV A. The Design of an Optimal Insurance Policy [J]. The American Economic Review, 1979, 69(1):84-96.

[10] DIONNE G. Moral Hazard and State-Dependent Utility Function [J]. Journal of risk and insurance, 1982, 49: 405-422.

[11] LI C S, LIU C C, YEH J H. The Incentive Effects of Increasing Per-claim Deductible Contracts in Automobile Insurance [J]. Journal of Risk and Insurance,2007,74:441-459.

[12] WANG J L, CHUNG C F, TZENG L Y. An Empirical Analysis of the Effects of Increasing Deductibles on Moral Hazard[J]. Journal of risk and insurance, 2008, 75(3): 551-566.

[13] 毛泽春. 对偶效用理论在保险中的应用[J]. 山东大学学报（理学版）, 2003, 38(1): 9-18.

[14] 朱丹, 杨向群. 风险资产的最优绝对免赔额保险[J]. 湖南科技学院学报, 2004, 2(6):77-80.

[15] 李晓霞, 陈志杰. 期望效用最优意义的最优保险研究[J]. 佳木斯大学学报（自然科学版）, 2007, 25(l):127-128.

[16] 陈宁. 包含弹性免赔额的非寿险精算问题研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2010.

[17] 马本江, 谭春桥等. 事前非对称信息条件下带免赔期的保险契约模型设计[J]. 系统工程理论与实践. 2012, 11: 2404-2410.

[18] 马本江, 谭春桥, 陈晓红. 低赔期与保险契约－－传统部分保险契约的一个帕累托改进[J]. 管理科学学报. 2009, 5: 130-139.

[19] 王奕渲, 周叔子. 一种基于索赔次数和免赔额的奖惩系统[J]. 湖南大学学报, 2002, 6: 7-12.

[20] PAULSEN J. Optimal Per Claim Deductibility in Insurance with the Possibility of Risky Investments[J]. Insurance: Mathematics and Economics, 1995, 17:133-147.

[21] LEMAIRE J. Bonus-Malus Systems in Automobile Insurance.Boston Kluwer Nijhoff, 1995.

存在道德风险条件下免赔额和索赔次数的保险契约设计

马本江，杨璇，邱春光

马本江*
教授
中南大学商学院
湖南长沙 410083
邮箱：mabenjiang@126.com

杨璇
硕士研究生
中南大学商学院
湖南长沙 410083
邮箱：1447083038@qq.com

邱春光
硕士研究生
中南大学商学院
湖南长沙 410083
邮箱：931010943@qq.com

关键词：免赔额；索赔次数；奖惩系统；道德风险；委托代理

摘要： 基于Bonus-Malus System设计的保险契约，在现实生活中得到广泛的应用。假如投保人在前一阶段索赔次数较少，再次投保时在不降低事故赔偿的前提下减少其保费，可以在某种程度上鼓励投保人努力避免事故的发生。将免赔额和索赔次数结合起来设计单阶段的保险契约，随着索赔次数的增加，改变每次事故的免赔额从而使投保人实现效用最大化。研究指出：不存在道德风险时，随着索赔次数的增加，为了使投保人获得Pareto最优，保险契约中免赔额的取值应逐渐减少；存在道德风险时，随着索赔次数的增加，为了使投保人获得最优效用，保险契约中免赔额的取值应逐渐增大。

The Effect of Retrospective Premium Model on Controlling Moral Hazard

QI Hengxin, WEN Zhonghui

QI Hengxin
School of insurance
Center University of Finance and Economics
Beijing 102206,China
Email: 15871757877@163.com

WEN Zhonghui
School of insurance
Center University of Finance and Economics
Beijing 102206,China
Email: wenzhonghuiann@163.com

Keywords: Moral Hazard, Retrospective Premium, Incomplete information dynamic game, Expected Utility Principle

Abstract. China's insurance market has developed rapidly, in recent years, and the penetration and density of insurance have increased at a rapid rate. However, the moral hazard problem caused by the information asymmetry between policyholders and insurers has become more serious in the meantime. The moral hazard has reduced the effectiveness of the insurance market and hindered the healthy development of the insurance industry. In view of this situation, this paper proposes to use the retroactive premium method to solve the moral hazard problem in China property insurance market and the method could be summarized as the policyholder paying a certain percentage of premiums at the inception,while the remaining premiums are paid at the end of the insurance period and are linked to the amount of benefits. Based on the literature research method, this paper establishes a mathematical model based on the expected utility principle and incomplete information dynamic game, and verifies the rationality and feasibility of the method.

Firstly, the paper compares the risk-averse person's optimal security level under the conditions of insurance and non-insurance proves the existence of moral hazard in the insurance market, and also validates the rationality of the relevant assumptions in this article based on the model assumptions in this article.

Secondly, starting from the incomplete information dynamic game model, compare the optimal security level that policyholders will choose when they are not insured, paid regular

premiums and paid retroactive premiums, which proves the rationality of choosing retroactive premiums in the prevention and control of moral hazard.

In addition,the expected utility of both the policyholder and the insurer was calculated and compared based on the optimal security level chosen by the policyholder in three situations.The results indicated that in the case of retroactive premiums, selecting appropriate initial payment ratio and the degree of correlation between the period-end payment and the amount of benefit can achieve the maximum effectiveness of the policyholder and the insurer at the same time. Consequently, this result demonstrates the feasibility of using the retroactive premium in practice.

Finally, this paper is basing on relevant model to compare retrospective premiums with the measures, such as providing a policy with a deductible or co-insurance rate, which are commonly used in the market to prevent moral hazard by providing partial insurance, and analyze the merits and demerits of the two. The advantages and disadvantages of retroactive premiums in solving moral hazards will be explained.

1．引言

保险市场对信息的传递具有高度依赖性，保险人获取投保人的相关信息，评估其风险，并依据大数法则，汇集大量同质风险来实现对投保人风险的转移。但是投保人与保险人之间存在着信息不对称，投保人可以在投保之后决定自身在保险期间内的行为，而保险人却无法在期初收取保费时就完全了解投保人在整个保险期间内的信息与选择。保险事故的发生频率与损失程度不仅取决于外部环境，也很大程度上受投保人自身的行为与安全水平的影响。投保人在期初已经缴纳了保险费的情况下，其在保险期间内的损失由保险公司承担，并不自担风险，就会疏于风险的防范，造成损失额的增加，但是保险人在期初已经收缴了保费，且无法观测，监督投保人在保险期间内的行为，只能赔付更多的保险金，引发损失。这种道德风险不但造成了保险人的损失，还降低了保险市场运行的有效性和社会的效用，是保险人亟需解决的问题。

由于投保人与保险人之间存在不完全信息，为应对这一问题，必须给予投保人一定的激励，让其规范化，合理化自身的行为。其中，将保险期间内发生的损失内化为投保人的效用就是一种切实可行的激励方式，由此保险人开始采取免赔额、免赔率等措施，并取得了较好效果。追溯型保费模式是另一种针对损失型保险尤其是财产保险的内化保险损失的方法。它不同于传统保险的期初缴纳保费模式，投保人期初缴纳部分保费，期末缴纳剩余保费，而剩余保费的实际缴纳额度与保险期间内损失情况相关。为了减少期末缴纳的保费，投保人会在保险期间内选择较高的安全水平，减少保险损失，从而降低道德风险，达到了保险人和投保人的双赢。本文采用不完全信息动态博弈进行分析，研究保险双方在均衡状态下的选择，探讨追溯型保单模式对于道德风险的管控作用及其可行性，提供一种控制道德风险的新模式，推动保险市场健康发展。

2．国内外文献综述

新古典经济学家假设买卖双方的信息是对称的，并基于此分析经济运行。而事实上，经济活动主体往往只能掌握到不完全的部分信息，这种信息不对称会影响市场的正常运行使市场效率降低（G.Akerlof, 1970）。对于金融市场重要组成部分之一的保险市场，J.Stiglitz和Weiss在1981年指出信息不对称会引起道德风险。保险人作为委托人掌握着比投保人即代理人更少的信息，基于这种委托代理模型J.Stiglitz和R.J.Arnott在1988年对非对称信息和道德风险问题进行了研究，指出非市场因素会使道德风险问题加剧。Edi Karni在2007年基于贝叶斯模型指出即使投保人的先验偏好是准确的，在新信息出现时可能会出现新的偏好，即可能会出现道德风险。

因为道德风险的存在，保险公司的赔付增加，风险增高，保险市场运行效率降低，严重威胁到了保险市场的稳定性，阻碍了保险业的健康发展。为了解决保险市场中存在的道德风险的问题，J.Stiglitz和R.J.Arnott，A.chassagnon和A.chipori在1988和1997年分别通过纯道德风险标准模型和混合标准模型先后指出保障程度和风险呈正相关。基于这一基本结论，李炜在2005年利用博弈论相关知识指出激励机制是解决道德风险的最优战略，并通过构造不同类型道德风险下的保险契约决策模型说明在投保人只影响事故发生概率的情况下，固定扣除型的部分保险是最优的保险契约。钟桦在2005年综合运用建立委托代理模型和贝叶斯法则说明利用罚金的方式对投保人进行激励在理论上的合理性，可行性。并利用分布函数参数化方法证明存在道德风险时保险公司的最优保险将为部分保险。周延和宋曰军在2010年构建博弈模型，对保险人、投保人、保险代理人以及汽车修理商四方行为主体进行道德风险博弈分析，说明加大投保人的欺诈成本可以有效控制道德风险。胡伊和肖永慧在2015年运用博弈论方法对道德风险进行量化，并结合我国机动车保险市场实际情况进行分析，说明投保人出现道德风险的概率与保险合同中保险人对此的惩罚力度成反比，同时给出了能够控制道德风险的惩罚金范围。

目前对于保险市场道德风险的研究主要集中在部分保险和最优保险契约的设计，但是也存在着最优保险契约保障性下降等问题。基于前人的研究成果，本文将提出分两期缴纳保费的保费缴纳方法及验证其在解决道德风险方面的可行性，合理性，为解决保险市场道德风险提出一条新的思路。

3．理论假设

现假设保费为P，安全系数为s（s>0），安全成本C，投保人初始财富为W_0，投保人在相应情形下对应的财富量W_i，保险标的在保险期间内损失额度为L，保险人初始财富W_0'，保险人在相应情形下对应的财富量W_i'，在期初部分缴纳保费，期末缴纳剩余保费的情形下，期初缴纳比例为a，期末缴纳比例为$(1-a)*\beta$。

现做出以下假设：

3.1 投保人风险厌恶，保险人风险中性

由于投保人为风险厌恶型，其拥有财富的效用函数应满足$U(w)>0,\dot{U}(w)>0,\ddot{U}(w)<0$。保险人为风险中性型，其拥有财富的效用函数应满足$U(w)>0,\dot{U}(w)=0$。

根据上述分析，本文假设投保人效用函数为

$$U(w)=1-e^{-w} \tag{1}$$

保险人效用函数为

$$U(w)=w \tag{2}$$

3.2 安全成本与安全系数正相关

因为投保人为避免发生保险事故，会较为谨慎的使用保险标的，但在此过程会存在机会成本，如投保人购买房屋，为避免房屋发生火灾而购买相关防火设备，但他需要承担购买相关防火设备的成本。而随着安全系数s的增加，投保人会更加谨慎，购买更多的防火设备安装更多的防火装置，相关防火设备的成本更大，则安全成本C与s正向相关，即$\dot{C}(s)>0$。根据上述分析，本文假设安全成本为$C(s)=c*s\ (c>0)$。

3.3 损失额度固定，损失次数服从泊松分布

保险标的在保险期间内的损失额度与损失次数和每次损失额度相关。投保人越谨慎，安全系数越高，其发生保险事故的次数越少，即保险期间内的损失次数与安全系数负向相关，而每次损失的额度与保险人安全系数独立。

根据上述分析，本文假设损失额度为$L = k * l$, 其中l为每次损失额度的期望，k为损失次数，其发生的概率满足泊松分布即

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} \quad (3)$$

其中$\lambda(s)$为安全系数s下损失次数k发生的期望，其满足

$$\lambda(s) = \lambda(0) * e^{-s} \quad (4)$$

3.4 期末缴纳费用与总损失额度正相关

在期初缴纳部分保费，期末缴纳剩余保费时，保险公司会根据保险期间内出险情况，调节期末收取的保费，若保险期间内出险次数较少可能会减免一定的保费，若保险期间内出险次数较多可能会加收一定的保费，即期末缴纳比例与k正向相关。

3.5 不计利息

追溯型保费模式的适用范围为损失型保险即短期财产保险，因为财产保险保险期限一般较短，多为一年以下，故货币的时间价值不明显，为了简化计算，假设$i=0$，即不计利息。

4. 模型构建

4.1 投保人不投保模式

在此模式下，投保人不投保，而选择自己承担全部风险。投保人在此情形下对应的财富量为

$$W_1 = W_0 - C(s) - L = W_0 - c * s - k * l \quad (5)$$

其对应的效用为

$$U(w) = U(W_0 - c * s - k * l) = 1 - e^{-w} = 1 - e^{-W_0 + c * s + k * l} \quad (6)$$

损失次数为k时对应的概率为

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} \quad (7)$$

可得到投保人的期望效用为

$$E[U(w)] = \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(W_0 - c * s - k * l) \quad (8)$$

则为使得效用最大化，应找到满足下式的安全系数s_1

$$\max_s \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(W_0 - c * s - k * l) \quad (9)$$

上式对s求导得

$$\frac{\partial E}{\partial s} = \sum_k [\frac{\lambda^{k-1}(s) * k * \dot{\lambda}(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(w) - \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} \dot{\lambda}(s) U(w) - \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} * c * \dot{U}(w)] \quad (10)$$

可化简为

$$\frac{\partial E}{\partial s} = e^{-W_0 + c * s + \lambda(s) * (e^l - 1)} [\lambda(s) * (e^l - 1) - c] \quad (11)$$

若 $C \geq \lambda(0) * (e^l - 1)$ 则上式$s_1 = 0$时，期望效用取最大值。即安全成本极大，投保人没有动机提高安全系数来减少损失，但在现实生活中，若投保人选择不投保，为减少自身损失，总会选择采取其他措施。这种情况不合实际，故舍去。

若 $C < \lambda(0) * (e^l - 1)$ 则上式在$s_1 = \ln \frac{\lambda(0)}{c} (e^l - 1)$时，期望效用取最大值

投保人期望效用为

$$E[U(w)] = 1 - e^{-W_0 + c + c * s_1} \quad (12)$$

保险人在此情形下对应的财富量为$W_0^{'}$

保险人期望效用为

$$E[U(w)] = W_0^{'} \tag{13}$$

4.2 投保人期初全额缴纳保费模式

在此模式下，投保人投保，期初全额缴纳保费。假定一个保险人对应多个投保人，仅一个投保人改变自身安全系数，无法改变整个市场的保费。

对于保险人初始按照经验设定的一个保费P，之后会根据观察到的整个社会的投保人的平均损失次数λ，而改变自身P到稳定状态。

投保人在此情形下对应的财富量为

$$W_2 = W_0 - C(s) - P = W_0 - c * s - P \tag{14}$$

对应的效用为

$$U(w) = U(W_0 - c * s - P) = 1 - e^{-w} = 1 - e^{-W_0 + c*s + P} \tag{15}$$

损失次数为k时对应的概率为

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} \tag{16}$$

投保人期望效用为

$$E[U(w)] = \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(W_0 - c * s - P) \tag{17}$$

则为使得效用最大化，应找到满足下式的安全系数s_2

$$\max_s \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(W_0 - c * s - P) \tag{18}$$

上式对s求导得

$$\frac{\partial E}{\partial s} = \sum_k [\frac{\lambda^{k-1}(s) * k * \dot{\lambda}(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(w) - \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} \dot{\lambda}(s) U(w) - \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} * c * \dot{U}(w)] \tag{19}$$

可化简为

$$\frac{\partial E}{\partial s} = e^{-W_0 + c*s + P} [\lambda(s) + \dot{\lambda}(s) - c] = -c * e^{-W_0 + c*s + P} \tag{20}$$

上式在s_2=0时，期望效用取最大值，期望效用为

$$E[U(w)] = 1 - e^{-W_0 + P} \tag{21}$$

实际上，在保险人设定一个P后，所有投保人博弈，根据纳什均衡，所有投保人不会选择共同提高自身安全系数以提高保费，因为任何投保人在这种情况下都有动机单独改变策略。而均选择安全系数S=0为所有投保人的纳什均衡。

之后保险人观察到整个社会投保人的S=0，而调整自身保费$P = \lambda(0) * l$，此时保险人与投保人双方也都没有单独改变策略的动机，即改变保费或改变自身安全系数。

保险人在此情形下对应的财富量为

$$W_2' = W_0' + P - k * l \tag{22}$$

保险人期望效用为

$$E[U(w)] = W_0' + P - \lambda(0) * l = W_0' \tag{23}$$

4.3 追溯型保单模式

在此模式下，投保人期初部分缴纳保费，期末缴纳剩余保费。保险公司会根据保险期间内出险情况，调节期末收取的保费，若保险期间内出险次数较少可能会减免一定的保费，若保险期间内出险次数较多可能会加收一定的保费，即期末缴纳比例与出险次数k正向相关。

根据上述分析，本文假设期初缴纳部分保费$a*P$，期末缴纳根据事故发生次数调整的剩余保费$(1-a)*P*\frac{k}{E[\lambda]}$，其中比例a为保险公司可根据实际情况变动的参量，体现了保险保障作用。

保险人初始设定一个固定期初缴纳比例a，按照经验设定的一个保费P，之后会根据观察到的整个社会的投保人的平均损失次数λ，而改变自身P到稳定状态。投保人每一期都会根据自己缴纳的保费$a*P$和还未缴纳的剩余保费$(1-a)*P*\frac{k}{E[\lambda]}$，选择最优的安全系数s以最大化自己的期望效用。保险人无法知道投保人投保之后的安全系数，在期初时也不确定投保人这一期的平均损失次数λ。

于是保险人与投保人之间进行精炼贝叶斯博弈，保险人先根据经验假定了平均损失次数λ的先验概率，并根据这一概率分布得到当期保费P。

$$P = E[L] = E[\lambda]*l \tag{24}$$

投保人根据保费，选择自己的最优的安全系数s_1。保险人通过观测当期发生事故的次数应用贝叶斯方法调整平均损失次数λ的概率，得到后验概率。之后重复上述过程，经过不断的博弈，最终达到精炼贝叶斯均衡，即保险人根据上一期的后验概率，假定当期的先验概率，确定当期的保费P，投保人根据比例a，保费P选择自己的最优的安全系数s，保险人通过观测当期发生事故的次数应用贝叶斯方法调整平均损失次数λ的概率，得到当期后验概率与当期先验概率相同，即一个战略与概率的不动点。

保险人根据之前的情况，假定先验概率

$$P = \begin{cases} 1 & \lambda = \lambda^* \\ 0 & \text{o.w.} \end{cases} \tag{25}$$

确定当期保费为

$$P = E[\lambda]*l = \lambda^**l \tag{26}$$

投保人在此情形下对应的财富量为

$$W_2 = W_0 - C(s) - a*P - (1-a)*P*\frac{k}{\lambda^*} \tag{27}$$

对应的效用为

$$U(w) = 1 - e^{-w} = 1 - e^{-W_0+c*s+a*P+(1-a)*P*\frac{k}{\lambda^*}} \tag{28}$$

投保人期望效用为

$$E[U(w)] = \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(W_0 - C(s) - a*P - (1-a)*P*\frac{k}{\lambda^*}) \tag{29}$$

则为使得效用最大化，应找到满足下式的安全系数s_2

$$\max_s \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(W_0 - C(s) - a*P - (1-a)*P*\frac{k}{\lambda^*}) \tag{30}$$

上式对s求导得

$$\frac{\partial E}{\partial s} = e^{-W_0+c*s+a*P+\lambda(s)*\left(e^{(1-a)*\frac{p}{\lambda^*}}-1\right)}[\lambda(s)*\left(e^{(1-a)*\frac{p}{\lambda^*}}-1\right)-c] \tag{31}$$

若$C \geq \lambda(0)*\left(e^{(1-a)*l}-1\right)$则上式$s_3 = 0$时，期望效用取最大值。即安全成本极大，投保人没有动机提高安全系数来减少损失。此时有

$$\lambda^* = \lambda(0) \tag{32}$$

若 $C < \lambda(0) * \left(e^{(1-a)*l} - 1\right)$ 则上式在s_3=$\ln\frac{\lambda_{(0)}}{c}(e^{(1-a)*l} - 1)$时，期望效用取最大值，投保人愿意提高自己安全系数来增加效用。此时有

$$\lambda^* = \lambda(s_3) = \lambda(0) * e^{-s_3} = \frac{c}{e^{(1-a)*l}-1} \tag{33}$$

若保险公司的先验概率为

$$P = \begin{cases} 1 & \lambda = \lambda^* \\ 0 & o.w. \end{cases} \tag{34}$$

保险人观测到当期发生事故的情况为$m = (m1, m2, m3 \ldots\ldots\ldots)$
应用贝叶斯方法调整平均损失次数λ 的概率，得到当期后验概率为

$$P(\lambda * | \, m) = \frac{P(m|\lambda*)*P(\lambda*)}{P(m|\lambda*)*P(\lambda*)+P(m|\neq\lambda*)*P(\neq\lambda*)} = 1 \tag{35}$$

与先验概率相同，即达到精炼贝叶斯均衡。
通过上述分析可得到均衡时投保人安全系数s_3
在此情形下保险人对应的财富量为

$$W_3' = W_0' + a * P + (1-a) * P * \frac{k}{\lambda^*} - k * l \tag{36}$$

对应的效用为

$$U(w) = W_0' + a * P + (1-a) * P * \frac{k}{\lambda^*} - k * l \tag{37}$$

保险人期望效用为

$$E[U(w)] = \sum_k \frac{\lambda^k(a)}{k!} e^{-\lambda(a)} U(w) = W_0' \tag{38}$$

4.4 设置免赔率的期初全额缴纳保费模式

设保险人设定固定免赔率为$\beta(0 < \beta < 1)$，在发生损失L时，保险人赔偿$(1-\beta)L$，投保人自担βL。经过一系列调整保费，最终达到均衡状态。
投保人在此情形下对应的财富量

$$W_4 = W_0 - C(s) - P - \beta L = W_0 - c * s - P - \beta kl \tag{39}$$

对应效用为

$$U(w) = U(W_0 - c * s - P - \beta kl) = 1 - e^{-w} = 1 - e^{-W_0 + c*s + P + \beta kl} \tag{40}$$

损失次数为k时对应的概率为

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} \tag{41}$$

投保人期望效用为

$$E[U(w)] = \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(W_0 - c * s - P - \beta kl) \tag{42}$$

则为使得效用最大化，应找到满足下式的安全系数s_4

$$\max_s \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(W_0 - c * s - P - \beta kl) \tag{43}$$

上式对s求导得

$$\frac{\partial E}{\partial s} = \sum_k [\frac{\lambda^{k-1}(s)*k*\dot{\lambda}(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} U(w) - \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} \dot{\lambda}(s) U(w) - \frac{\lambda^k(s)}{k!} e^{-\lambda(s)} * c * \dot{U}(w)] \tag{44}$$

可化简为

$$\frac{\partial E}{\partial s} = e^{-W_0+c*s+P+\lambda(s)[e^{\beta l}-1]}\left[\dot{\lambda}(s) - \dot{\lambda}(s)e^{\beta l} - c\right] \quad (45)$$

若 $C \geq \lambda(0) * \left(e^{\beta l} - 1\right)$ 则上式$s_4 = 0$时，期望效用取最大值。即安全成本极大，投保人没有动机提高安全系数来减少损失。

若 $C < \lambda(0) * \left(e^{\beta l} - 1\right)$ 则上式在s_4=$\ln\frac{\lambda(0)}{c}(e^{\beta l} - 1)$时，期望效用取最大值，即此时

$$\frac{\partial E}{\partial s} = 0 \quad (46)$$

最大期望效用为

$$E[U(w)] = 1 - e^{-W_0+c*s_4+P+\lambda(s_4)[e^{\beta l}-1]} = 1 - e^{-W_0+c+c*s_4+p} \quad (47)$$

保险人期望效用为

$$E[U(w)] = W_0' + P - \beta l\lambda(s_4) \quad (48)$$

4.5 设置免赔率的追溯型保单模式

对于保费，假设期初缴纳部分保费$a * P$ ，期末缴纳根据事故发生次数调整的剩余保费 $(1-a) * P * \frac{k}{E[\lambda]}$对于赔偿额度，假设保险人设定固定免赔率为$\beta$（$0 < \beta < 1$），在发生损失$L$时，保险人赔偿$(1-\beta)L$，投保人自担$\beta L$。

投保人在此情形下对应的财富量

$$W_5 = W_0 - c * s - a * P - (1-a) * P * \frac{k}{E[\lambda]} - \beta kl \quad (49)$$

对应的效用为

$$U(w) = 1 - e^{-w} = 1 - e^{-W_0+c*s+a*P+(1-a)*P*\frac{k}{\lambda}+\beta kl} \quad (50)$$

损失次数为k时对应的概率为

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k(s)}{k!}e^{-\lambda(s)} \quad (51)$$

投保人期望效用为

$$E[U(w)] = \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!}e^{-\lambda(s)}U(W_0 - c * s - a * P - (1-a) * P * \frac{k}{\lambda} - \beta kl) \quad (52)$$

则为使得效用最大化，应找到满足下式的安全系数s_5

$$\max_s \sum_k \frac{\lambda^k(s)}{k!}e^{-\lambda(s)}U(W_0 - c * s - a * P - (1-a) * P * \frac{k}{\lambda} - \beta kl) \quad (53)$$

上式对s求导得

$$\frac{\partial E}{\partial s} = \sum_k [\frac{\lambda^{k-1}(s)*k*\dot{\lambda}(s)}{k!}e^{-\lambda(s)}U(w) - \frac{\lambda^k(s)}{k!}e^{-\lambda(s)}\dot{\lambda}(s)U(w) - \frac{\lambda^k(s)}{k!}e^{-\lambda(s)} * c * \dot{U}(w)] \quad (54)$$

可化简为

$$\frac{\partial E}{\partial s} = e^{-W_0+c*s+aP+\lambda(s)[e^{(1-a)\frac{P}{\lambda}+\beta l}-1]}\left[\dot{\lambda}(s) - \dot{\lambda}(s)e^{(1-a)\frac{P}{\lambda}+\beta l} - c\right] \quad (55)$$

类似与情形3的精炼贝叶斯博弈，可求得均衡状态时

$$s_5 = \begin{cases} \ln\frac{\lambda(0)}{c}(e^{[(1-a)(1-\beta)+\beta]l} - 1) & C < \lambda(0) * \left(e^{[(1-a)(1-\beta)+\beta l]} - 1\right) \\ 0 & C \geq \lambda(0) * \left(e^{[(1-a)(1-\beta)+\beta l]} - 1\right) \end{cases} \quad (56)$$

即当安全成本较大时，投保人不会提高自己的安全水平，当安全成本较小时，投保人会提高自己的安全水平，且当a越小，β越大时，投保人选择的安全水平会更高。

5. 比较分析

5.1 比较情形1与情形2

情形1下投保人[1]安全系数为

$$s_1 = \ln\frac{\lambda_{(0)}}{c}\left(e^{l} - 1\right) > 0 \tag{57}$$

情形2下投保人安全系数为

$$s_2 = 0 \tag{58}$$

故$s_1 > s_2$

比较风险厌恶者在不投保情况下相比于投保情况会选择更大的安全系数，即投保时，投保人的安全系数降低，证明了保险市场存在道德风险。

情形1下投保人期望效用为

$$E[U(w)] = 1 - e^{-W_0+c+c*s_1} \tag{59}$$

情形2下投保人期望效用为

$$E[U(w)] = 1 - e^{-W_0+P} = 1 - e^{-W_0+\lambda(0)*l} \tag{60}$$

通过比较不难发现当安全成本较大时，风险厌恶者在情形2的期望效用比情形1时更大；而当安全成本较小时，风险厌恶者在情形1的期望效用比情形2时更大。在安全成本为C_1时，两者期望效用相等。即当安全成本很小时，投保人无需投保；而安全成本较大时，投保人更倾向投保，以获得更高的期望效用

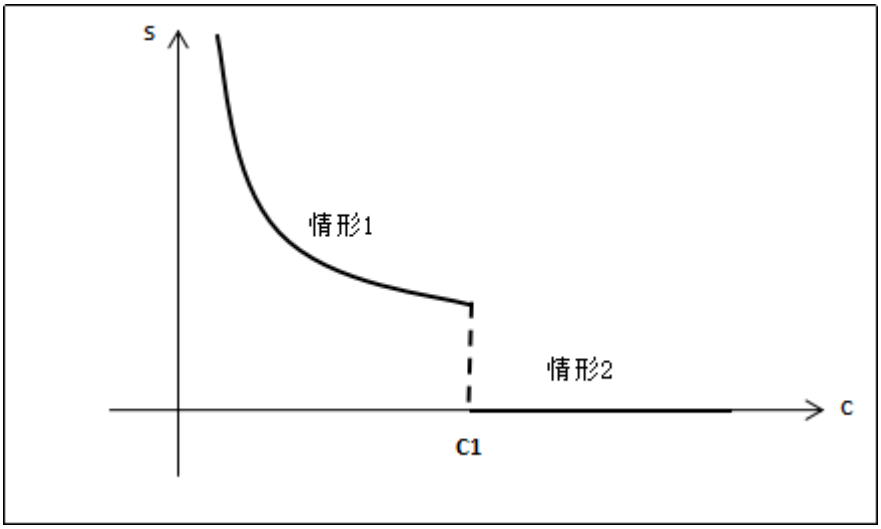


图1　投保人安全成本与安全水平图[2]

5.2　比较情形2与情形3

情形2投保人安全系数为

$$s_2 = 0 \tag{61}$$

期望效用为

$$E[U(w)] = 1 - e^{-W_0+P} = 1 - e^{-W_0+\lambda(0)*l} \tag{62}$$

情形3下投保人安全系数为

$$s_3 = \begin{cases} \ln\frac{\lambda_{(0)}}{c}\left(e^{(1-a)*l} - 1\right) & C < \lambda(0) * \left(e^{(1-a)*l} - 1\right) \\ 0 & C \geq \lambda(0) * \left(e^{(1-a)*l} - 1\right) \end{cases} \tag{63}$$

[1] 情形1下实际没有投保，这里说投保人只是为了统一称谓

[2] C_1为情形1与情形2投保人期望效用相等时的安全成本

投保人期望效用为

$$E[U(w)] = 1 - e^{-W_0+c+c*s_3} \tag{64}$$

在安全成本为C_2时，两者期望效用相等。

则在安全成本较小时，有$s_3 > s_2$，且投保人在情形3下的期望效用高于情形2下的期望效用。

故在安全成本较低时风险厌恶者在情形3下相比于情形2会选择更大的安全系数，获得更大的期望效用，即投保人期初部分缴纳保费，期末缴纳剩余保费时，投保人的安全系数提高，证明了追溯型保费模式可以有效的控制道德风险，且当a越小即期初缴纳比例越低，投保人的总支出更依赖于赔付额时，投保人会选择的安全水平s越大，控制效果越明显。

在安全成本较大时，即 $C \geq \lambda(0) * \left(e^{(1-a)*l} - 1\right)$ 时，有$s_3 = s_2 = 0$， 说明追溯型保费模式在安全成本较高时，无法提高安全系数，不再具备控制道德风险的作用。

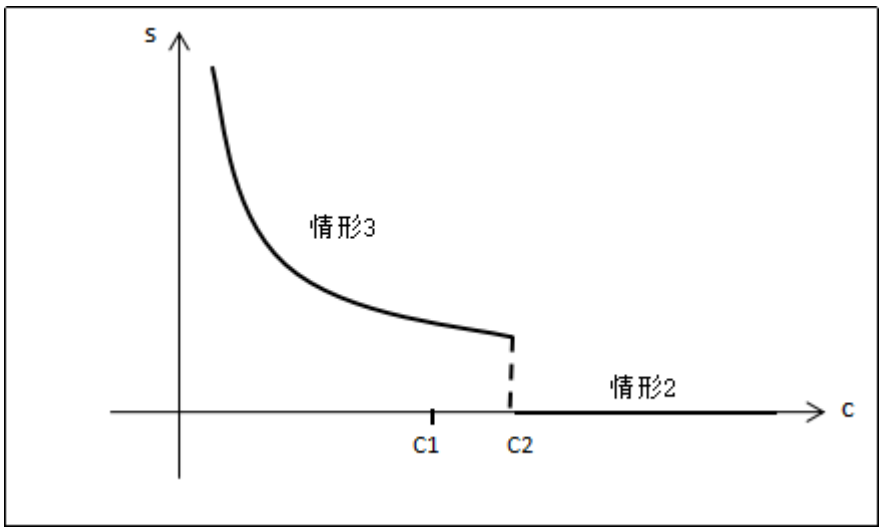


图2　投保人安全成本与安全水平图[3]

5.3　比较情形2，情形3与情形4

情形2投保人安全系数为

$$s_2 = 0 \tag{65}$$

情形3下投保人安全系数为

$$s_3 = \begin{cases} \ln\frac{\lambda_{(0)}}{c}\left(e^{(1-a)*l} - 1\right) & C < \lambda(0) * \left(e^{(1-a)*l} - 1\right) \\ 0 & C \geq \lambda(0) * \left(e^{(1-a)*l} - 1\right) \end{cases} \tag{66}$$

情形4下投保人安全系数为

$$s_4 = \begin{cases} \ln\frac{\lambda_{(0)}}{c}\left(e^{\beta*l} - 1\right) & C < \lambda(0) * \left(e^{\beta*l} - 1\right) \\ 0 & C \geq \lambda(0) * \left(e^{\beta*l} - 1\right) \end{cases} \tag{67}$$

对比情形2，情形4不难发现当安全成本c较大时，设置免赔率不具有控制道德风险的作用，当c较小时，设置免赔率可以使投保人选择的安全系数增大，即可有效控制道德风险，且随着免赔率β的增大，s随即增大，说明这种控制效果更加明显。对比情形3，情形4不难发现，设置免赔率和采取追溯型保费都能在c较小时有效提升投保人选择的安

[3] C_2为情形2与情形3投保人期望效用相等时的安全成本

全水平，控制道德风险，设置免赔率是当下实务中用于控制道德风险采用最多，最广泛的手段，也从另一方面证明采取追溯型保费的方式有可行性。

5.3 比较情形3，情形4与情形5

情形3下投保人安全系数为

$$s_3 = \begin{cases} \ln\frac{\lambda_{(0)}}{c}\left(e^{(1-a)*l}-1\right) & C < \lambda(0)*\left(e^{(1-a)*l}-1\right) \\ 0 & C \geq \lambda(0)*\left(e^{(1-a)*l}-1\right) \end{cases} \tag{68}$$

情形4下投保人安全系数为

$$s_4 = \begin{cases} \ln\frac{\lambda_{(0)}}{c}\left(e^{\beta*l}-1\right) & C < \lambda(0)*\left(e^{\beta*l}-1\right) \\ 0 & C \geq \lambda(0)*\left(e^{\beta*l}-1\right) \end{cases} \tag{69}$$

情形5下投保人安全系数为

$$s_5 = \begin{cases} \ln\frac{\lambda_{(0)}}{c}\left(e^{[(1-a)(1-\beta)+\beta]l}-1\right) & C < \lambda(0)*\left(e^{[(1-a)(1-\beta)+\beta]l}-1\right) \\ 0 & C \geq \lambda(0)*\left(e^{[(1-a)(1-\beta)+\beta]l}-1\right) \end{cases} \tag{70}$$

对比情形3，情形4，情形5不难发现，在安全水平c较大时，设置免赔率、采取追溯型保费、同时采取追溯型保费和设置免赔率这三种方法在控制道德风险上均无作用，在安全水平c较小时，均有一定的控制作用，且对于相同的a和β，有$s_3 < s_5$和$s_4 < s_5$，即同时采取追溯型保费和设置免赔率比单独使用一种方法在控制道德风险上有更好的效果，足以说明对于市场上现存较广的设置免赔率来控制道德风险的方法，采取追溯型保费不但是一种很好的代替，更是一种很好的补充。

6．结论、不足及进一步研究的方向

本文基于不投保、期初全额缴纳保费模式、追溯型保单模式、设置免赔率的期初全额缴纳保费模式、设置免赔率的追溯型保单模式等五种情形，运用期望效用原则和不完全信息的动态博弈，研究保险双方在均衡状态下的选择，并进行比较，得到了以下结论：

（1）相比于不投保情况，投保人在期初全额缴纳保费模式下会选择更低的安全水平，即期初全额缴纳保费的传统保险模式下存在道德风险。

（2）相比于期初全额缴纳保费的传统保险模式，投保人在追溯型保单模式下会选择更高的安全水平，且期初缴纳比例越低，即投保人的总支出与损失额相关性越强时，会选择的安全水平越大。即追溯型保单模式可以有效控制道德风险，且期初交付比例越低，这种控制效果越明显。

（3）设置免赔率时，投保人会选择更高的安全水平，免赔率越大时，选择的安全水平越高，对道德风险的控制效果与追溯型保单相仿。同时设置免赔率与采取追溯型保单时，比单独使用任一种方法在控制道德风险上有更好的效果。

（4）在安全成本较小时，设置免赔率、采取追溯型保单模式、同时设置免赔率和采取追溯型保单均可以起到较好的控制道德风险的作用，但在安全成本大于临界值时，这三种方法均不起作用，其中，同时设置免赔率和采取追溯型保单时安全成本临界值最大，效果最好。

（5）相比于期初全额缴纳保费的传统保险模式，在追溯型保单模式下，保险人期望效用不降低，投保人期望效用提高，说明追溯型保单模式下投保人在选取更高的安全水平的同时可以获得更高的效用，在同时提供两种类型的保单时投保人有动机选择追溯型保单，证明该模式有实施的可行性。

综上，追溯型保单模式可以有效的控制道德风险，提高期望效用。在与其他激励方法组合时，可达到更好的控制风险的效果。是一种控制道德风险的合理，可行的措施。

限于自身的有限理性和能力，本文尚有许多未尽和疏漏，在以后的研究中仍可继续进行研究。基于本文的出发点和视角，以下几方面有待进一步研究和探讨：

本文假设发生保险事故的单次损失额为定值，而保险事故发生次数服从泊松分布，实际情况下，单次损失额也应该为随机变量，在这种情况下追溯型保费的适用性和可行性需要进一步深入考察。

本文假设不存在利息，即认为财产保险多为短期险种，利息的影响被忽略不计，实际中，若采取追溯型保费，财富的时间价值必然或多或少影响着该种方法的作用，这种影响需要进一步深入考察。

对于追溯型保费收取中期末保费与损失额度的关联关系，本文假设是一种较为简单的线性关系，对于不同关联方式的优劣比较，合理性分析需要进一步深入考察。

本文从效用的角度出发考虑追溯型保费的有效性，可行性。但在实际中，效用并不是评价方案好坏的唯一标准，例如追溯型保费可能会带来保险人资金流动性的降低，如何从其他角度来综合性评价追溯型保费需要进一步的研究。

References

[1] A. CHASSAGNON, P.A CHIAPPORI. Insurance Under Moral Hazard and Adverse Selection: The Case of Perfect Competition[J].Paris:Laval-Laboratoire Econometrie,1997,56-82.

[2] G.A. AKERLOF. The Market for “Lemon”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism[J].Quarterly Journal of Economics,1970,84(3):488-500.

[3] J.STIGLITZ,A.WEISS.Credit Rationing in Markets with Imperfect Information[J].The American Economics Review,1981,71(3):393-410.

[4] R.J.ARNOTT, J.STIGLITZ. The Basic Analytics of Moral Hazard[J].Scandinavian Journal of Economics,1988,90(3):383-413.

[5] S.GROSSMAN, J.STIGLITZ. Information and Competitive Price Systems[J].American Economic Review,1976,66(2):246-253.

[6] 胡伊,肖永慧.中国车辆保险市场道德风险理论研究[J].时代汽车,2015(12):67-70.

HU Y, XIAO Y H. Research on Moral Risk Theory of China's Vehicle Insurance Market[J].Auto Time, 2015(12):67-70.

[7] 李建. 基于数理模型分析的保险业道德风险规避方法研究[D].成都:电子科技大学,2007.

LI J. The research on insurance moral hazard avoidance method based on mathematical model analysis [D].Cheng du: University of electronic science and technology of China,2007

[8] 李炜.我国保险市场信息不对称问题的研究[D].秦皇岛:燕山大学,2008.

LI W. The research to the asymmetric information of Chinese insurance [D]. Qinhuangdao: Yanshan University, 2008.

[9] 柳红星.保险诚信机制设计:基于不完全信息的动态博弈[J].经济论坛,2012,(12):69-72.

LIU H X. Insurance integrity mechanism design: dynamic game based on incomplete information[J].Economic Forum, 2012,(12):69-72.

[10]刘喜华,金加林.保险欺诈博弈与基于最优博弈策略的保险契约[J].系统工程理论与实践,2004,(2):19-24.

LIU X H, JIN J L. Insurance fraud game and insurance contract based on optimal game strategy[J]. Systems Engineering-Theory and Practice, 2004,(2):19-24.

[11]盛敏.我国保险消费选择行为的经济分析及实验研究[D].上海:同济大学,2006.

SHENG M. Economical analysis and experimental study of insurance consumption selection behavior [D].Shanghai: Tongji University, 2006.

[12]吴秀君,王先甲,楚扬杰.防范道德风险的博弈分析和契约设计[J].运筹与管理,2005,(2):91-94.

WU X J, WANG X J, CHU Y J.Game analysis and contract design for preventing moral hazard[J].Operations Research And Management Science, 2005,(2):91-94.

[13]徐新, 邱菀华.道德风险与基于委托—代理理论的最优保险契约模型[J].系统工程理论与实践,2001,(3):26-30.

XU X, QIU W H. Moral hazard and optimal insurance contract model based on principal-agent theory[J].Systems Engineering-Theory and Practice,2001,(3):26-30.

[14]俞清,谢敦礼.信息不对称条件下激励方案的选择与比较研究[J].浙江大学学报,2001,28(5):488-497.

YU Q, XIE D L. Selection and comparison of incentive schemes under asymmetric information [J] Journal of Zhejiang University, 2001,28(5):488-497.

[15]张维迎.博弈论与信息经济学[M].上海:上海人民出版社.1996.

ZHANG W Y. Game Theory and Information Economics [M].Shanghai:Shanghai people's publishing house,1996.

[16]曾宇平.保险公司对投保人道德风险的动态博弈模型[J].商业研究,2004,(3):48-49.

ZENG Y P. Insurance companies have moral hazard to policyholders dynamic game model [J].Commercial Research,2004,(3):48-49.

[17]钟桦.道德风险下的最优保险模型研究[D].重庆:重庆大学,2005.

ZHONG H. The Research of Optimal Insurance Model under the Moral Hazard [D]. Chongqing: Chongqing University, 2005.

[18]周志明,陈敏.保险市场中的信号传递博弈模型[J].统计与决策,2007,(7):24-26.

ZHOU Z M, CHEN M. Signal transfer game model in insurance market [J]. Statistics and Decision, 2007,(7):24-26.

追溯型保费模式对控制道德风险的作用探究

齐恒昕 温中卉

齐恒昕
中央财经大学保险学院
北京102206，中国
电话：13001991225
Email:15871757877@163.com

温中卉
中央财经大学保险学院
北京102206，中国
电话：18624069546
Email:wenzhonghuiann@163.com
电话:(852)2855 5555

关键词：道德风险,追溯型保费,期望效用原则,不完全信息的动态博弈

中文摘要.近年来，我国保险市场发展迅速，保险深度和保险密度快速增加，但与此同时，由于投保人和保险人信息不对称导致的道德风险问题也十分严重，这种道德风险降低了保险市场的有效性，阻碍了保险业的健康发展。针对这种现状，本文提出采用追溯型保费的方式解决我国补偿性财产保险市场的道德风险问题，即投保人在投保时缴纳一定比例的保费，而剩下部分的保费在保险期末缴纳并与保险期间的赔付额相关联。在运用文献研究法的基础上，本文基于期望效用原则，结合不完全信息的动态博弈建立数学模型，分别验证该方法的合理性与可行性。

首先，基于本文中的模型假设，比较风险厌恶者在投保和不投保情况下会选择的最优安全水平，证明了保险市场道德风险的存在，同时也验证了本文中相关假设的合理性。

其次，基于风险决策中的期望效用原则和相关假设，从不完全信息的动态博弈模型入手，比较投保人在不投保，缴纳常规保费和缴纳追溯型保费时会选择的最优安全水平，并依此证明选择追溯型保费在防控道德风险方面的合理性。

然后，基于投保人在三种情况下选择的最优安全水平，依次对投保人和保险人的期望效用进行了计算分析对比，说明在追溯型保费的情况下，若选择合适的期初缴纳比例和期末缴纳额与赔付额的关联程度，可以实现投保人和保险人的效用同时达到最大，以此证明采用追溯性保费在实务中的可行性。

最后，针对现在研究中和市场中常使用的提供部分保险来防范道德风险的措施，如提供含有免赔额或共保率的保单，本文基于相应的模型将其与追溯性保费进行对比，综合讨论分析两者的优劣，说明追溯型保费在解决道德风险方面的优势以及存在的不足。

A Study on Assets and Liabilities Management of Insurance Company Based on the Technology of Scenario-Generation of Ensemble Learning -- Take X Company as an Example.

WANG Ruijie

Department of Risk Management and Insurance
Beijing Technology and Business University
No.11,Fucheng Road, Haidian District
Beijing 100084, China
Email: 1085785673@qq.com

Keywords: Ensemble learning; Technology of scenario-generation; Assets and liabilities management model; Random forests method

Abstract. In recent years, as the CIRC(China Insurance Regulatory Commission) gradually liberalized the investment channels of insurance funds, the supervision of the management of the assets and liabilities of insurance companies was also strengthened. After researching and summarizing the current assets and liabilities management model of the major financial institutions, the author founds that most of the financial institutions pay attention to the arithmetic design of "optimal solution" in the model, but ignore the research and development of the technology of scenario-generation, thus making the optimal solution of the model lack of credibility. Therefore, this paper focuses on the study of the technology of scenario-generation of assets and liabilities ,and in order to improve the application of the assets and liabilities management model.

This paper is divided into four parts. By adopting comparative analysis, model building and empirical analysis, the author makes an innovative point of view: Assets and liabilities management model based on the technology of scenario-generation of ensemble learning has good application prospects in assets and liabilities management of insurance companies.

The first part systematically reviews the theories and methods of assets and liabilities management and scenario-generation at home and abroad. The author founds that there is a problem in current assets and liabilities management models, such as the weak of the technology of scenario-generation. Mainly due to the current technology of scenario-generation is not feasible for predicting future scenario, and cause the effect of asset liability management is not good. Therefore, in order to improve the ability of forecasting scenario of future uncertainty, adopting an ensemble learning which has been widely applied in Computer Science in recent years.

The second part systematically introduces the theory and method of ensemble learning. The method mainly includes Bagging analysis and random forests method. By comparing and analyzing the deviation between the prediction of future scenarios and actual scenario of the two methods, the author founds that under the uncertain environment, the random forests method is better than the Bagging analysis for the generation of future scenario. Specifically,

the objective function is multi-objective function, and the Tabu search algorithm is adopted to solve the optimal solution.

The third part firstly builds the technology of scenario-generation for assets and liabilities based on the random forests method in ensemble learning. Then the assets and liabilities management model is built based on the above technology. In this paper, the assets and liabilities management model adopts the multi-stage stochastic assets and liabilities management model with the determine rules popular in the present stage.

The fourth part is the empirical analysis. Firstly, the paper collects X insurance company's historical data of the index of assets and liabilities from 2010 to 2015. Then, through the assets and liabilities management model built above, we get the company's assets and liabilities management plan in 2016. And then the traditional technology of scenario-generation is applied to calculate the company's assets and liabilities management plan in 2016. Finally, according to the assets and liabilities management capability level established by the CIRC, we compare the effects of assets and liabilities management under different methods. The result is that the assets and liabilities management capability based on technology of scenario-generation by exerting ensemble learning is superior to traditional methods.

The greatest innovation of this paper is to apply the excellent function of stochastic scenario-prediction in the ensemble learning to the technology of scenario- generation of the assets and liabilities management model. And it greatly improves the prediction ability of the future scenario for assets and liabilities .

1. 引言

随着经济全球化的进程不断加快，各国金融市场相互之间交融不断加深，在这一大背景之下金融市场的风险很容易扩散到全球任何一地方，任何一个金融机构，因此财险公司作为金融机构主要一类其对金融风险的控制便成了关注重点。自偿二代实施以来，我国对保险行业的监管便从以规模为导向转向了以风险为导向。尤其是在《财险公司偿付能力监管规则第12号》文件中明确指出要进一步加强财险公司资产与负债的流动性匹配管理，并且财险公司要根据其内部业务特点和负债特点确定投资结构。对于财险公司的资产负债管理来说，由于其主要理念便是通过管理资产和负债，因此财险公司资产负债管理的能力大小同时也反映出该公司的偿付能力。特别是针对财险公司来说，由于大部分产品是短期类型，加之承保风险的不确定性，使得财险公司在资产负债管理方面存在较大难题。加之就目前我国保险行业资产负债管理现状来说，其水平与发达国家相比仍处于初级阶段。资产负债管理一般来说分为三个部分，即目标函数的构建、情景生成技术和最优解求解计算三个部分但是经研究总结目前各大金融机构的资产负债管理模型，作者发现大部分关注于模型中的"最优解"算法设计，忽视了情景生成技术的研究开发。情景生成技术在管理模型中主要是对未来的宏观经济形势、资本市场环境、影响公司经营的不确定事件进行假设模拟，可以看出资产和负债未来情景模拟情况直接决定了决策的可靠性，而如果未来情景预测与实际情况偏差较大，则基于所预测的情景进行的资产负债管理决策结果往往缺乏可靠性，这也侧面说明了我国在保险资产负债管理方面存在兹待改进的地方。

2. 文献综述

资产负债管理理念最早应用的金融机构为商业银行，同样对作为金融机构中重要的组成成员保险公司来说，商业银行中资产负债管理的不断发展也为保险公司的资产负债管理提供了借鉴经验。资产负债管理技术在早期时也称之为传统资产负债管理技术，其主要包含静态技术和动态技术两部分。其中静态技术主要包括现金流匹配（Tjalling

C.Koopmans,1942[1]）、缺口分析（Clifford，1981）、区隔（J.A.Attwood,1983）和多重情景分析（Royal Dutch / Shell，1959）。而动态资产负债管理技术主要包括被动价值驱动策略（F.M.Redington,1952）、主动价值驱动策略（H.Leland,M.Rubinstein,1981）和收益驱动策略（Leibowitz[2],Krasker和Nozari,1990）。随着理论的进一步完善和改进，在上述模型基础逐渐演变出传统的资产负债管理模型高级模型。其中单期资产负债和多期资产负债管理研方向作为了高级模型的重点研究方向。M.L.Leibowitz和R.D.Henriksson（1988）首次从资产负债组合最优化角度考虑，提出了盈余最大化分析框架。之后AJ.WiSe（1984）借鉴资产负债匹配理论采用了马克维茨组合理论，该理论克服了免疫模型只能应用与利率变化小的情况的局限性。Brandt（2005）在其论文中的多期理论中作者引入一种模拟方法，用于解决具有时变性投资机会下的资产负债管理决策问题。该模型中引入了较多多状态变量因素，如非标准偏好、资产收益率分布等。

随着资产负债管理理论的发展和数学工具的深入发展，先前确定性的资产负债管理技术逐渐被随机性的资产负债管理技术所取代，先前的单期单目标的静态决策也逐步向多期多目标的动态决策方面演变。随机控制理论的资产负债管理技术和基于随机规划的资产负债管理技术作为随机性的资产负债管理技术中较为成熟的两种技术。其中Kusy和Ziemba（1986）首次将随机优化理论和资产负债管理理论结合，提出了随机性的资产负债管理技术。随后Carino[3]（1994）建立了Russell-Yasuda-Kasai模型，并利用所建模型在复杂多变的经济环境下仍能够综合各种限制作出合理准确的决策。也正是该作者将随机优化的思想传播进入了保险公司。正如理论发展需结合实际情况，由于目前复杂多变的外部环境，使得金融机构的资产负债管理不单单满足某一单一目标，而需综合考虑多个目标。因此相关学者开始大量将精力投入到多目标资产负债管理研究中。其中Sharif（1985）首次将多目标规划理论应用于养老金投资管理方向，经过实践研究该方法极大提高了管理决策的有效性。国内方面首次着手研究此类问题的是解强[5]、李秀芳（2009a,b），作者首次将多目标规划思想应用于财险公司的资产负债管理模型中。李秀芳、王丽珍（2012）[6]在之前研究基础上进行细化研究，并实证分析了基于多目标规划的资本管理决策的可靠性。紧接着景珮（2014）[7]将随机优化和多目标规划相结合构建了优化型的资产负债管理模型，并对所构建的模型进行实证研究分析。

然而从资产负债管理模型发展过程中可以看出，现阶段的资产负债管理研究大多专注于模型中的目标函数构建和最优解求解方向，而对模型中的核心环节投入的研究远远不够，即未来情景生成技术。早期的情景生成技术是由Dert（1998）提出，其首次将向量回归模型应用于养老金计划的情景生成技术中，建立了基于VAR的情景生成技术。随后Wilkie尝试采用了层叠法并构建情景生成技术，该技术经验证后发现可以较好描述变量之间的相关关系。该模型主要对影响资产负债管理有效性的因素之间的相关关系进行分析，并构建了层叠关系结构图。但是经过实践应用后发现，由于传统的情景生成技术主要通过对历史数据的分析进而预测未来情景变化，这就使得模拟生成的未来情景大多数历史中已发生过的，进而最终的预测结果往往缺乏可靠性。因此学者们开始了随机性情景生成技术的开发研究。Mulvey（1996）采用随机微分方程设计了未来情景生成技术，通过对利率、股票收益率等进行未来情景预测，并在Tower Perrin公司中得到了很好的效果反馈。之后由于由单一目标决策转向了多目标决策，这带来的问题便是情景元素的数目会随着随机参数和决策的阶段增加而呈现出指数型增长。为了解决此问题J.Dupacova etl.（2003）提出了情景缩减思想，即通过聚类方法对不确定性情况下相似的情景进行归类，从而减少相似情景数，提高未来情景预测有效性。与此同时Kim（2006）提出一种新的思路，便是对情景树中的情景进行分层抽样，该方法经验证发现十分适合应用于多阶段随机规划模型。

综上可知，在现阶段情景技术中采用较多的方法是是蒙特卡洛法，该方法主要通过分析历史数据对未来收益变化进行模拟预测从而产生未来情景。而收益变化预测则大多数采用的是时间序列模型和二叉树模型等。但是随着情景树模拟结果的精度要求和计算机技术的不断提高，先前的抽样方法并不能较好地对未来随机情景进行有效预测。因此本文正是从这一问题入手，借助机器深度学习能力和大数据处理能力对生成的情景树进行集成分析，从而增加未来情景的预测的可靠性。

3. 集成学习理论及方法

3.1 集成学习定义及回归

集成学习[8]是把多个使用给定学习算法构建的基估计器的预测结果结合起来，从而获得比单个估计器更好的泛化能力。而从狭义角度来看，集成学习按照学习器之间的融合方法主要分为统一融合法、线性融合法、堆融合法和随机平均融合法四类。由于本文所研究的资产负债情景生成技术主要基于对未来不确定性情景的模拟预测，因此在设计模型时主要考虑方法是否具有随机性模拟功能。其中随机平均融合法是指通过对历史数据或样本进行随机学习产生多个独立学习器，然后平均融合所模拟的情况，从而得出最终的模拟输出结果。目前在该方法中具有代表性的就是Bagging法和随机森林算法，因此接下来本文将主要介绍Bagging法和随机森林法的原理及理论。

3.2 Bagging方法

Bagging方法[9]最早由Beriman[5]在1999年提出，该方法主要是通过将单个弱学习器组合集成为强学习器的一种方法。该方法的主要原理为对原始数据上进行Bootstrap（有放回）抽样，从而形成m个与原数据集拥有相同数据量的数据样本集，也称之为训练集。然后那个为每个训练集建立一个基本学习器，这里常用的基本学习器包含有决策树、二叉树和自向量回归等。最后将m个弱学习器进行融合，从而得到一个组合强学习器。 模型构建原理如下：

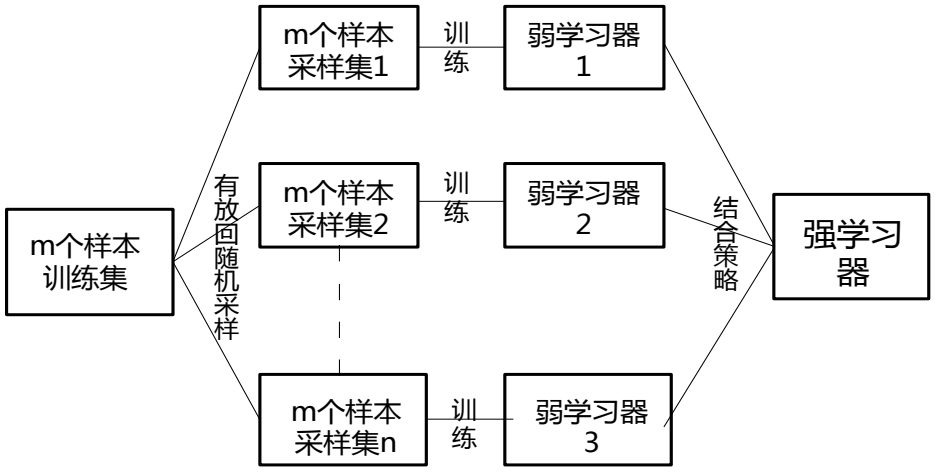


图1 Bagging模型构建流程图

步骤一：记原数据集为：$T=\{(x_1,y_1),(x_2,y_2),(x_3,y_3)..(x_n,y_n)\}$，对原始数据采用Bootstrap采样，将所形成的m个训练集记为$T'=\{(x_1,y_1),(x_2,y_2),(x_3,y_3)..(x_n,y_n)\}$；

步骤二：对m个训练集T'通过基本学习器进行训练，从而得到学习器模型l_m

步骤三：利用得到的m个学习模型分别针对问题所需进行回归或者回归。其中根据要求不同而进行不同的操作，对离散类的数据要进行分类，而对于连续型数据则要回归。

步骤四：融合各个学习器模拟得到的结果，最终输出函数；记为：

$$l_A(x) = sign(\sum l_m(x)) \tag{1}$$

Bagging方法中主要运用到了Bootstrap采样方法，该采样方法由于是有放回采样，因此之前采集到的样本很可能会被继续抽到，从而这便极大增强了训练集中数据的随机性。Bagging方法主要可用于分类和回归问题。对于回归问题，主要是对连续型数据进行分析。为了判断该方法的回归性能，通常通过下式公式判别

$$(E_Z l(x,Z)^2 \le E_Z l^2(x,Z)) \tag{2}$$

式子的左边是指Bagging误差方，式子另一边是单个学习器预测误差方的期望值。可以从该等式中看出，预测函数越不稳定，Bagging的效果就越显著。

$$\boldsymbol{U} = (\boldsymbol{G}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{G} + \lambda \boldsymbol{I})^{-1}\boldsymbol{G}^{\mathrm{T}}(\boldsymbol{W} - \boldsymbol{F})$$

而对于回归问题，可以从序列的角度来判别回归效果，具体如下公式：

$$r = \int_j \max P(j|x)P_x(x) \tag{3}$$

3.3 随机森林法

随机森林是也由Beriman在提出Bagging方法之后所提出的，相当于是对Bagging方法的改进。它既留用了Bagging方法中的Bootstrap采样方法，而且在构建单个学习器时，并不是选取原数据集中的全部特征属性，而是对数据特征进行随机选择，然后在所选取的特征属性中选取最优特征属性，对训练集训练形成单个学习器。相比较Bagging法，随机森林法[10]中对特征属性实施随机性选取在很大程度上增强了模型的随机性。

随机森林法与Bagging法相同，模型具有分类和回归[1]两种功能。随机森林中的基本学习器一般采用决策树或者二叉树模型。而决策树或二叉树在生成过程中常用的算法有ID3、C4.5、CART三种。近几年随着随机森林的广泛应用，人们发现基于CART 的二叉树随机森林具有良好的分类和回归效果。因此本文在介绍随机森林的具体模型构[11]建时，将采用基于CART回归的二叉树随机森林。具体模型构建流程如下：

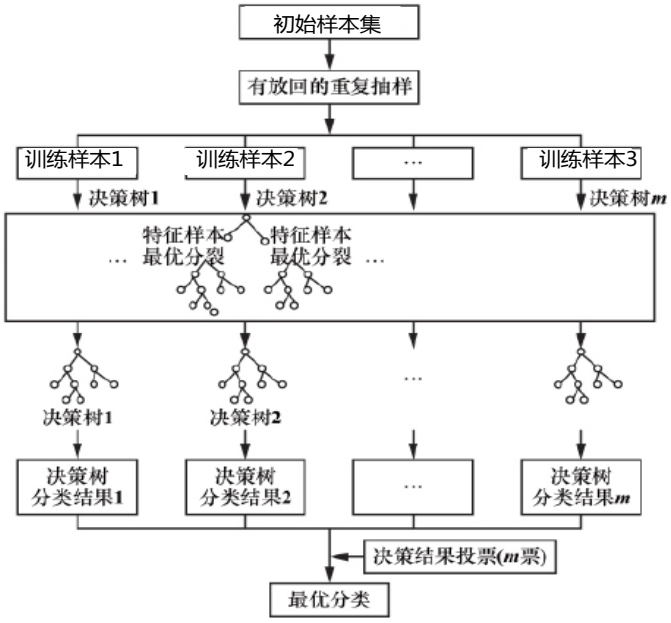


图2　随机森林模型构建流程图

[1] 刘洋,冯玉强,邵真.基于Bagging与决策树算法的在线拍卖成交价格预测模型[J].系统工程理论与践,2009,29(12):134-140.

步骤一：记原数据集为：$S=\{(x_1,y_1),(x_2,y_2),(x_3,y_3)..(x_n,y_n)\}$，对初始数据集实施Bootstrap采样，将形成的m个训练集记为$S'=\{(x_1,y_1),(x_2,y_2),(x_3,y_3)..(x_n,y_n)\}$。由于是有放回采样，则对于每次未被抽到的样本数据我们将其定义为袋外数据，则所组成的T个袋外数据作为测试样本，记为OOB。

步骤二：采用CART（最小二乘回归）算法对每个训练集进行完全分裂，使之生长为一棵不剪枝叶的回归树。假设有n个特征，在每棵树的节点处随机抽取z个特征[12]（$z\le n$），并利用CART中的基尼指标（Gini）来度量数据的划分，即Gini 指标最小原则进行划分；

步骤三：每棵树不剪枝叶的最大限度生长，直到所生长成的每棵树的枝叶末端无法继续生长，记形成的回归器为$h_1(X)$、$h_2(X)$、$h_3(X)$,…，$h_{\mathrm{m}}(X)$；

步骤四：利用所生成的m个回归器对测试样本进行回归预测[13]。具体来说，将测试样本代入形成的m个不同的回归器中，并对每个二叉树的回归结果进行决策，最终的回归结果按照二叉树回归器的投票多少决定，即将获得票数最多的回归结果作为最终的输出结果。具体运算公式如下：

$$H(X)=\arg\max\sum_{i=1}^{m}I(h_i(X)=y) \tag{4}$$

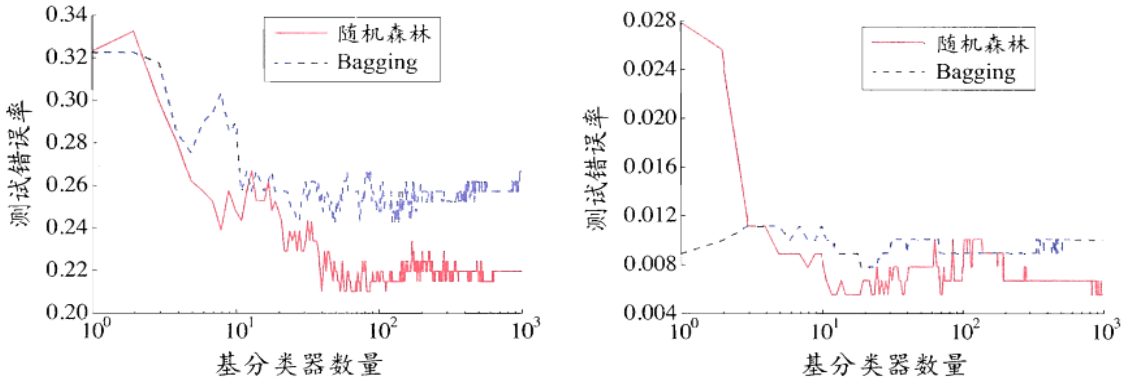
其中，$H(X)$表示组合回归模型，$h_i(X)$表示单个回归器，y表示输出，I（.）为示性函数。

为了判断随机森林对测试样本的回归预测效果，一般采用余量函数进行分析。即$mg(X,Y)=av_kI(h_k(X)=Y)-\max_{j\neq Y}av_kI(h_k(X)=j)$。余量函数由于可用于分析模型的正确回归数超过错误回归数的情况，因此其函数的值越大代表回归预测的结果可靠性越高。其中该模型中常用平均精度下降指数来衡量各指标的重要性程度。

3.4 Bagging法与随机森林法的比较

从上述理论方法介绍过程中可以得知，随机森林法实质上是Bagging法的扩展变体。与Bagging法相比[14]，随机森林既保留了Bagging法中的Bootstrap采样方法来保证训练集的随机性，同时加入特征属性的随机选择，这一随机性的加入使得各个回归器之间的相关性大大降低，从而进一步增强了模型对未来随机情景的预测能力。

如图3所示，随机森林的收敛性与Bagging存在一定的相似性，随机森林的起始性能相比Baging要差，其中产生这样的结果便是引入了特征属性的随机扰动，随使得机森林中个体学习器的性能相比Bagging要有所降低。但是当基学习器数目逐渐增加后，随机森林的泛化误差通常会收敛到更低水平。而且可以看出，随机森林的模拟效率要优于Bagging法。因此本文选择集成学习算法中的随机森林法作为情景生成技术的模型基础。



(a) glass 数据集　　(b) auto-mpg 数据集

图3　在相同数据集上，集成规模对随机森林和Bagging的影响

4. 资产负债管理模型构建

在目前各大金融机构中的资产负债管理模型中，其模型框架[15]主要由目标函数构建、资产负债的情景生成和最优解求解三方块内容构成。随着资产负债管理理论的不断发展和实践应用，人们发现基于多目标随机规划下的资产负债管理模型相比较传统的资产负债管理模型得到的资产负债管理方案可靠性要高。因此本文采用了现阶段最新的资产负债管理技术，即多目标随机规划下的资产负债管理模型。

4.1 多目标目标函数构建

财险公司作为金融机构中较为复杂的一员，其由于经营的特点和外部环境的不同，使得财险公司相对于其他金融机构来说具有更复杂的目标体系。其中整体目标主要有利益目标、公司价值目标和风险目标，约束条件则包括流动性约束、偿付能力约束和监管政策约束等。可以看出财险公司在作出任何重大决策时候，都需要对这些目标进行权衡，以平衡各方的利益。

4.1.1资产负债管理目标

利益最大化目标。保险公司与其他公司一样，为了保证经营的可持续性其也要追求自己利益的最大化。一个公司利益的高低除了会影响公司股东的利益，特别是对保险公司来说，利益的高低也会影响到公司的偿付能力和在行业中的竞争力。 利益相当于公司的利润，因此利益最大化目标也就是公司利润的最大化。从保险公司利润来源来看，其主要由承保利润和投资利润构成。其中承保利润等于保费收入减去赔付支出、红利支出以及保护利益支出等，而投资利润则由保险公司投资业务所赚取的利润，即投资收益与交易成本和其他成本的差。

价值最大化目标[14]。保险公司与其他普通金融机构类的公司相比，其经营产品之间具有很大的差异性，这也就造成保险公司经营业务不同其价值目标也不经相同。如寿险公司一般将内含价值作为寿险企业价值的主要目标，这是因为其所经营的产品大多具有长期性的特点。其具体等于股东净资产与除去要求资本成本后的有效业务价值的和。具体可用式子表示为：

$$EV_t = SE_t + \sum_{k=1}^{T} \frac{profit_k(1-\gamma) - (irc_k - irc_{k-1}) + irc_k \times r_k(1-\gamma)}{(1+z)^k} \tag{5}$$

其中z为风险贴现率， SE_t 是指调整后的股东权益， irc_k 为要求资本， γ 为税率。

而财产保险公司常常用期末资产最大化作为价值目标。假设如果保险公司承保了m个险种，则期末净资产为：

$$C_k = A_k' - \sum_{i=1}^{m} L_{i,k} \tag{6}$$

$$L_{i,k} = (1+\lambda_{i,k}+\theta_{i,k})M_{i,k} \quad \text{i=1,2，….m;k=1,…,n} \tag{7}$$

其中， A_k' 为保险公司在第k期期末的资产价值，$L_{i,k}$ 为每期期末的赔付及费用支出，$M_{i,k}$ 为每期期初的保费收入，$\lambda_{i,k}$ 为第i个险种在第k期的赔付率。

风险最小化目标。对于保险公司来说，由于其所承保风险所具有的不确定性，使得其对风险控制的能力很大程度上决定了其经营的稳定性。因此其在要求的风险最小化也应该是首当其冲的。保险公司的风险主要包括资产风险、利率风险和偿付能力风险。其中资产风险是指资产价值波动引起的风险和信用风险，其可以用投资收益来对其进行量化。即

$$R_1 = Var\left[\sum_{i=1}^{T} r_k(A_{i-1}+M_i)\right] \tag{8}$$

作为保险公司主要的风险的利率风险，目前常常用损失函数对其量化处理，具体为：$Q_1 = \max\{-G_t, 0\}$。其中 G_t 为利差。而保险公司的偿付能力风险主要就是由于损失较大时，使得收不抵支，无法偿还债务，其具体可表示为：

$$R_2 = \sum_t CVaR(Q_t) = \sum_t E\left[Q_t \middle| Q_t > VaR(Q_t)\right] \tag{9}$$

4.1.2资产负债管理约束条件

偿付能力约束[2]。按照我国偿二代相关规定，可以将保险公司鉴于偿付能力划分为三类。其中第一类为偿付能力不足的公司，该类型公司的偿付能力充足率低于100%；第二类为充足一类公司，该类型公司偿付能力充足率在100%到150%之间；第三类为充足第三类公司，该类型公司偿付能力充足率高于150%。对于偿付能力来说，一般按照偿付能力充足率作为量化指标。其等于实际资本与要求资本的比。而是实际资本等于认可资产减去认可负债。因此可以得出保险公司的风险约束条件为：

$$irc_t \geq 1.5\times(4\%\times L_t + 0.15\%\times S_t) \tag{10}$$

其中 S_t 为保险公司的风险保额。

流动性约束。流动性风险通常针对的是保险公司的产品、市场和结构。对于寿险公司来说，流动性指的是其在需要进行赔付或者支付相关费用时，公司有足够的现金资产或资金为其提供。由于寿险公司的资金大部分用于投资，因此如果出现流动性资产不足，很可能会影响到公司的偿付能力。特别对于财产保险公司来说，由于其产品的期限多是短期性，而且所承保的风险大多具有随机性，且成本支出的时间具有滞后性，这些特征便使得流动性约束对保险公司经营的稳定性起到至关重要的作用。因此保险公司必须持有一定比例的流动性资产，以防出现流动性风险。具体可以用下式表示流动性约束：

$$B_k \geq \sum_{i=1}^{m} L_{i,k} \tag{11}$$

其中， B_k 表示流动性资产期末的价值。

监管约束。由于保险是典型的负债性行业，因此各国保险监管机构都对此进行了严格式的监管。特别是随着我国偿二代的颁布，使得保监会对保险公司的监管越发严格。其中不仅包括对保险公司偿付能力的监管，而且对保险公司投资的大类项目资产的比例进行了严格的规定。

[2] 偿付能力约束即指偿付充足率要满足一定条件，是指保险公司的实际资本与最低资本的比率。 保险公司应当建立偿付能力管理制度，强化资本约束，保证公司偿付能力充足。

综上，可得保险公司的多目标资产负债管理模型：

$$\max \sum profit_k ,\ \max EV_t ,\ \min R_1 ,\ \min R_2$$

$$s.t.\begin{cases} profit_T = \sum_{K=1}^{T}\left[\left(P_k - E_k - T_k - S_k\right) + \sum_j r_{j,k} A_{j,k}\right] \\ EV_t = SE_t + \sum_{k=1}^{T} \dfrac{profit_k(1-\gamma) - (irc_k - irc_{k-1}) + irc_k \times r_k(1-\gamma)}{(1+z)^k} \\ C_k = A_k' - \sum_{i=1}^{m} L_{i,k} \\ L_{i,k} = (1+\lambda_{i,k}+\theta_{i,k}) M_{i,k} \\ R_1 = Var\left[\sum_{i=1}^{T} r_k (A_{i-1} + M_i)\right] \\ R_2 = \sum_t CVaR(Q_t) = \sum_t E\left[Q_t \middle| Q_t > VaR(Q_t)\right] \\ Q_1 = \max\{-G_t, 0\} \\ irc_t \geq 1.5 \times (4\% \times L_t + 0.15\% \times S_t) \\ B_k \geq \sum_{i=1}^{m} L_{i,k} \end{cases}$$

4.2 情景生成—基于随机森林法的集成学习

资产负债管理模型中最核心的环节便是未来情景生成，这是因为公司的资产负债管理决策绝大多数是在模拟预测得到的未来经济环境下进行的。因此我们可以看出对未来经济环境的预测情况决定了最终的资产负债管理的可靠性。本文正是基于国内外目前在这一环节中所存在的问题进行优化设计，以期得到更优的情景生成技术。须值得注意的是资产负债情景生成主要包括对资产和负债两方面的情景生成。

4.2.1资产的情景生成

资产方面的情景生成[16]其实主要是对公司某一年度期末资产的量化评估。作为具有特殊金融机构的保险公司来说，其在资产持有结构主要由权益类和固定收益类资产构成。其中在保险公司资产中具有重要地位的资产为权益类资产，进一步说权益类资产又分为上市权益类[3]和未上市权益类资产[4]两部分。常见的权益类资产有股票、基金等。

对于固定类资产来说，主要是指保险公司投资于银行定期存款、协议存款、国债、金融债、企业债、可转换债券、债券型基金等固定收益类资产。而作为面向金融机构发行的债券，其由于期限不同，可按照3个月到10年不等进行回归。固定收益类资产的特点便是收益不高但比较稳定，而且风险较低。

因此本文为了较好地刻画保险公司的期末资产，主要选取其所持有的资产有股票、债券、银行存款和现金。即将保险公司某年度期末资产作为因变量，将股票、债券、银行存款和现金的期末值作为自变量。具体可用下式表示：

[3]上市权益类资是指在国家法律规定的金融资产交易场所公开上市交易的、代表企业股权或者其他剩余收益权的权属证明，以及主要价值依赖于上述资产价值变动的资产。资料来源：http://baike.wdzj.com/doc-view-4463.html

4未上市权益类资产是指依法设立和注册登记，且未在交易所公开上市的企业股权或者其他剩余收益权，以及主要价值依赖于上述资产价值变动的资产。常见的权益类资产有股票、基金等。资料来源：http://baike.wdzj.com/doc-view-4463.html

$$y' = y((1+r_1)\lambda_1+(1+r_2)\lambda_2+(1+r_3)\lambda_3)+\varphi \tag{12}$$

其中y'为期末资产，y为期初资产，r_i为某资产的收益率，λ_i为某资产在期初资产中所占比例，φ为误差项。

结合所运用的随机森林法作为预测方法，将所收集得到的历史数据作为原始数据集。记为$S=\{(x_1,y_1),(x_2,y_2),(x_3,y_3)\}$，然后对其原始数据集进行Bootstrap采样，从而形成m个原数据集数据规模相等的训练集，记为训练集$S'=\{(x_1,y_1),(x_2,y_2),(x_3,y_3)\}$，其中未被抽中的数据作为袋外数据OOB。对m个训练集进行CART回归树生成，记为h_i，i=1,2…m。最后将测试样本输入到每个生成的CART回归树中，并对每个回归树所得到的因变量值进行加权平均，从而得到最终的保险公司期末资产值y'。

4.2.2负债的情景生成

对于保险公司负债方面的情景生成目前一直是研究的重点也是难点。由于保险公司本身为负债业务性，其产品不仅包含很多保单选择权，而且也包含各种相关监管政策的限制，从而使得保险公司的负债变化纷繁多杂。其中保费收入、赔付支出、费用支出、准备金以及红利支出等为保险公司的主要负债组成部分。因此在开始研究之前应首先将这些影响指标进行量化处理。

通过分析上述负债的主要组成部分，我们发现其主要是由死亡率、生存率、退保率、保单失效率等基础变量决定的。因此本文通过对影响保险公司负债来源的基础变量进行分析，并按照相应的精算关系建立了保险公司期末负债的函数关系。

具体来说，记寿险公司的死亡给付为T_k，满期给付为E_k，退保给付为S_k，准备金为D_k。基础变量为退保率δ_k，费用率为φ_k，保费收入p_k，死亡率按照寿险公司所给定的生命表作为依据。

按照精算关系可得到负债方的具体函数。具体式子如下：

$T_k=\delta_k\times T_{k-1}$， $E_k=q_k\times\varphi_k E_{k-1}$， $S_k=\delta_k\times\varphi_k\times S_{k-1}$， $D_k=\dfrac{1+z}{1-q_k}(D_{k-1}+p_k)-T_k-\dfrac{q_k}{1-q_k}E_k$，

其中z为准备金评估利率

如果是分红保险的话，保险公司还需考虑红利支出部分。由于红利支出主要受到投资收益率、保证利率和准备金利率的影响。而其中准备金率为主要影响因素。具体表示公式如下：

$$z_k=\max\{z,\omega(\alpha_{k-1}-\alpha)\} \tag{13}$$

$$B_k=\frac{1+z_k}{1-q_k}B_{k-1}+\frac{z_k}{1-q_k}(D_k+P_k)-T_k-\frac{q_k}{1-q_k}E_k \tag{13}$$

其中，z为分红利率，α为准备金率，ω为超额准备金降低速度，B为红利支出

综上可知，保险公司的期末负债额可表示为：

$$C'=\beta_1T_k+\beta_2E_k+\beta_3S_k+\beta_4D_k+\beta_5B_k+\phi \tag{14}$$

然后结合随机森林法，同资产情景生成方法相同，模拟预测得到保险公司某年度的负债额。

4.3 最优解求解—基于Tabu算法

Tabu算法[5]同现在常用的启发式算法（遗传算法、模拟退火算法等）相比，其最大的优点便是在搜索最优解过程中可以较好地避免陷入局部最优解。本文正是鉴于该方法的优势建立了最优解寻优算法。其具体求解步骤如下图4所示:

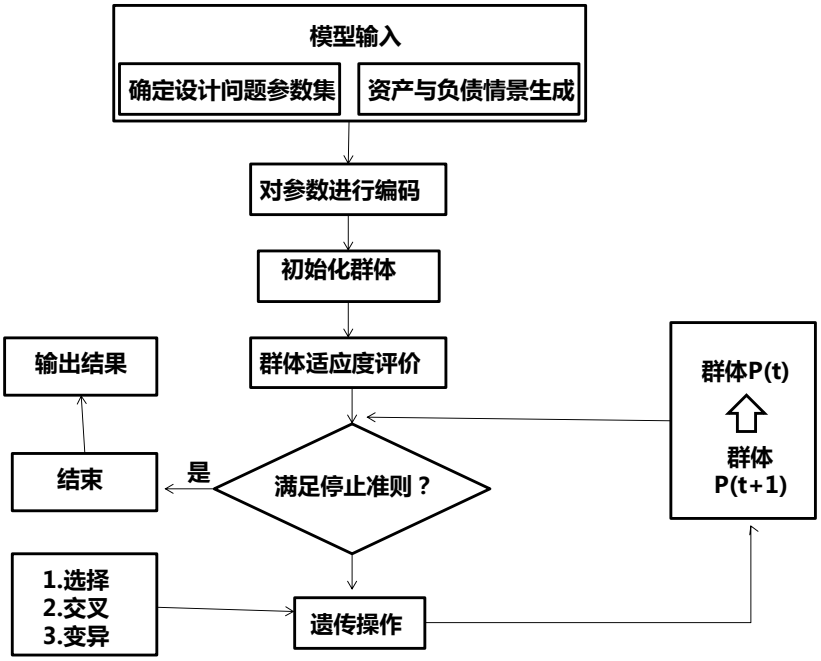


图4　Tabu搜索算法下的最优解求解流程图

首先确定资产负债最优解[17]的优化约束条件，并将资产与负债的情景生成数据作为模型的输入参数。然后对模型设置相应的禁忌条件和特赦条件，通过迭代搜索最优解集，进而从X的领域中搜索符合条件的解生成最优解集N(X)。接着根据判断准则对候选集合进行最优解搜索。如果不满足判断准则则继续重复上述步骤直至满足条件。最后便是不断重复上述迭代步骤，直到找出满足退出条件的解，即将其输出，形成最终最优解。

4　实证分析

本文以中国人寿保险公司为例进行了实证分析。在进行实证研究前，我们收集了该公司2010-2015年资产与负债相关指标数据。具体如表1，表2所示：

表1　2010-2015年资产有关指标数据表

时间	股票收益率(%)	债券收益率(%)	存款收益率(%)
2010年第一季度	0.020958	3.3529	3.15
2010年第二季度	-0.07671	3.213	2.88
2010年第三季度	0.006389	3.2729	1.98
2010年第四季度	-0.05236	3.7926	1.71
2011年第一季度	0.007938	3.9584	1.91
2011年第二季度	0.006783	3.8908	2.25
2011年第三季度	-0.2185	3.8979	2.6
2011年第四季度	-0.04974	3.6078	2.65
2012年第一季度	-0.1699	3.5759	3.1

[5] 出自百度百科：禁忌（Tabu Search）算法是一种元启发式(meta-heuristic)随机搜索算法，它从一个初始可行解出发，选择一系列的特定搜索方向（移动）作为试探，选择实现让特定的目标函数值变化最多的移动。为了避免陷入局部最优解，TS搜索中采用了一种灵活的“记忆”技术，对已经进行的优化过程进行记录和选择，指导下一步的搜索方向，这就是Tabu表的建立。

2012年第二季度	0.03466	3.5008	2.85
2012年第三季度	0.01448	3.4889	3.1
2012年第四季度	-0.24631	3.5749	2.85
2013年第一季度	0.09328	3.5764	2.6
2013年第二季度	0.043749	3.4639	2.35
2013年第三季度	0.006297	3.9821	2.1
2013年第四季度	0.12398	4.4961	2.15
2014年第一季度	0.03858	4.406	2.45
2014年第二季度	0.109312	4.4497	2.75
2014年第三季度	0.56231	4.3392	2.35
2014年第四季度	0.274464	3.6153	2.5
2015年第一季度	0.23651	3.455	1.85
2015年第二季度	0.45621	3.5464	1.6
2015年第三季度	0.27625	3.3262	1.35
2015年第四季度	0.20643	3.1581	1.1

数据来源：Wind数据库以及中国人寿保险公司年报

表2 2010-2015年保险公司负债有关指标数据表

时间	保费收入（元）	退保率（%）	费用率（%）
2010	629,800.00	0.9	37.8
2011	1,208,900.00	0.9	35.7
2012	1,875,600.00	1	35.9
2013	2,420,500.00	0.2	36.9
2014	3,074,000.00	1.3	37.6
2015	3,407,200.00	1.2	36.6

数据来源：2010年—2015年中国人寿保险公司年报

根据所搜集的资产相关初始指标数据集，并结合随机森林法对其进行了2016年期末资产额预测情景生成。在随机森林运用中，本文所需的随机森林预测算法取自R软件中的RandomForest包。其中具体模型求解过程如下：

首先，对表X中的数据进行处理，将表中第一列的年份去除，将去除年份后的数据矩阵命名为gxdata_without_x, 从而得到新的数据矩阵。

其次，设置随机森林算法中特征变量（Mtry）和回归树（ntree）数量。由于本文所涉及的初始变量并不是太多，因此实施逐一试代，通过观察Mtry和ntree的误差关系图来确定最终的Mtry和ntree的值。具体误差关系图如下：

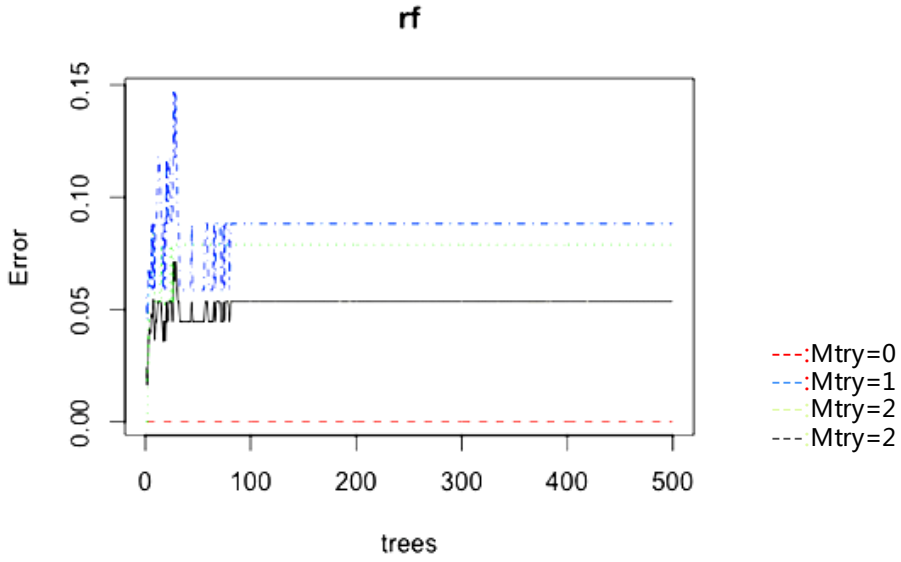


图5　Mtry和ntree的误差关系图

由上图可知，当Mtry=3时，误差值明显比其他值要低，而且我们可以看出当ntree>100时，误差随着随机回归树的增加逐渐趋于平稳，因此令ntree=100作为回归树的数量。其中算法语言如下：

- print(gx.rf)

Call:

randomForest(formula = y ~ ., data = gxdata_without_x, importance = TRUE,　　ntree = 100)

Type of random forest: regression

Number of trees: 100

No. of variables tried at each split: 1

Mean of squared residuals: 724182.3

% Var explained: 98.51

从模型最终模拟结果可以看出，其中拟合优度达到了98.51%。接着通过varImpPlot命令得到了初始变量的重要程度排序图。如图6所示：

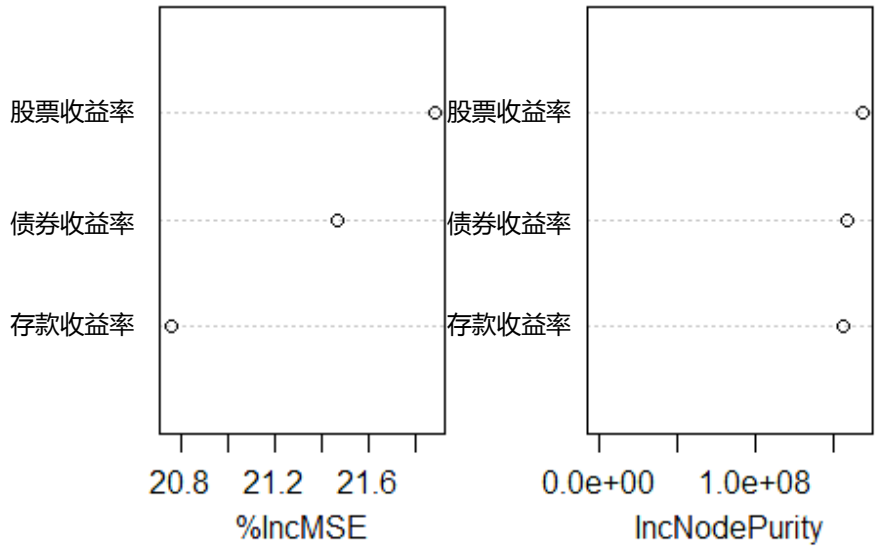


图6　初始变量重要程度排序图

从上图可以看出，在初始变量中，其三者的重要程度排序为股票收益率>债券收益率>存款收益率。其模型计算结果其实与实际情况是相符的，这是由于定期存款利率变动幅度小，从而使定期存款收益的变化程度较小，所以该利率对保险公司最终的期末资产影响程度相较其他两个指标最低。

同理负债的情景生成按照与资产情景生成相同的方法进行。在得到资产负债的情景生成之后，并按照之前所构建的多目标函数进行对所得解进行最优解集整理，具体方案如表3所示。

表3　资产配置表方案表

资产配置方案	股票配置比例（%）	债券配置比例（%）	存款配置比例（%）	其他（%）
1	49.37	32.13	17.33	1.17
2	75.45	17.2	4.37	2.98
3	62.5	18.6	17.42	1.48
4	62.45	25.63	11.81	0.11
5	77.64	21.88	0.3	0.18
6	55.94	31.35	12.66	0.05
7	55.93	20	22.4	1.67
8	60.24	20	19.64	0.12

如上表所示，所得到的资产配置方案只是最优解集，并不是最优解。而模型的最终解由于只能输出一个解，所以需要搜索最优解集中的最优解。本文所使用的最优解搜索方法为Tabu搜索算法，由于该算法可以克服陷入局部最优解，因此通过该算法对最优解集按照多目标函数、约束条件及保险公司运营决策偏好进行了搜索。本文为了模拟计算出不同偏好系数下的资产负债管理决策，在Tabu参数设置环节中分别对保险公司内含价值、利润、风险的偏好最大值设为1，即0代表偏好程度最低，1最高。最终按照不同偏好情况计算输出最优资产配置方案，如下表所示：

表4　不同偏好情况下的最优资产配置方案表

目标偏好	股票配置比例（%）	债券配置比例（%）	存款配置比例（%）	其他（%）	内含价值	利润	风险
100	49.37	32.13	17.33	1.17	3029509	4290506	47334562
010	77.64	21.88	0.3	0.18	2022074	5300138	62112898
001	55.93	20	22.4	1.67	2939308	3485858	9689042

从上表的结果中可以看出，在经过Tabu搜索算法按照不同偏好系数对最优解进行搜索之后，得到了不同偏好系数下的资产配置方案。如目标偏好为100，其所表示保险公司对公司内含价值偏好程度高，因此得到的最优解下的资产配置方案的内含价值较高。再如001目标偏好，保险公司对风险要求高，不希望存在较大的投资风险，但是低风险往往所带来的利润也较低，可以看出该方案下的利润值相比其他两种情况要低。综上基于上述模型所得到的最优解与实际情况是相符的。

接着本文还基于上述所收集的数据运用了传统的资产负债管理模型。通过对比新旧模型下资产负债管理方案管理效果，进一步说明新模型下的资产负债管理方案是否可靠。为了检验本文新构建的情景生成技术，在传统资产负债管理模型中采用的目标函数和最优解求解方法与本文第三部分所应用的方法一致。即目标函数采用多目标规划，最优解求解采用Tabu搜索法。而情景生成方面采用了目前常用的时间序列模型—向量自回归模型（VAR）[18]。并依据本部分所收集的初始数据，对不同偏好系数下的资产配置方案进行求解，具体如表5所示。

表5　传统资产负债管理模型下不同偏好情况下的最优资产配置方案表

目标偏好	股票配置比例（%）	债券配置比例（%）	存款配置比例（%）	其他（%）	内含价值（万元）	利润（万元）	风险（万元）
100	55.94	31.35	12.66	0.05	2651502	3272921	47272822
010	75.45	17.2	4.37	2.98	2011727	4106736	60502430
001	62.5	18.6	17.42	1.48	2393982	3110860	8472346

从上表可知，基于传统情景生成技术求解得到的最优资产配置方案与基于集成学习情景生成技术求解得到的资产负债最优资产配置方案存在一定差异。具体来看，如保险公司对于内含价值偏好程度情况下，传统方法给出的资产配置方案相比新方法下的方案股票配置比例提高了近5%，存款配置降低了近5%，但是该方案下的内含价值为2651502万元，与新方法下的方案相差378007万元。而对于利润偏好的保险公司来说，传统方法给出的方案与新方法的方案相比股票配置比例减少了近2%，债券配置比例减少了近4%，而存款配置和其他配置增加了6%，且最终得到的利润为4106736万元，相比减少了1193402万元。

最后为了更直观比较出新旧模型下的资产负债管理方法管理效果，本文通过依据我国保险资产管理办法[6]对不同偏好系数的方案进行了资产负债管理能力的评估，得到其资产负债管理能力等级表，如表6 所示。

表6　不同模型下资产负债管理能力等级评估

模型 \ 目标偏好	100	010	001
新资产负债管理模型	A	B	B
传统资产负债管理模型	C	B	C

按照《保险资产负债管理监管规则（1－5号）》中规定，保险资产负债管理能力等级可以划分为四个等级。其中A级>B级>C级>D级，即A级的资产负债管理能力最高，C、D级代表保险资产负债管理能力不足，保监会会对其实施针对性的监管措施。　由表6可知，在相同偏好情况下，基于新情景生成技术的资产负债管理模型设置的资产配置方案，其最终能力表现明显优于传统情景生成技术下的资产负债管理模型。因此通过对比分析，本文所构建的基于集成学习情景生成技术下的资产负债管理模型具有较好的应用前景。

5　结语

本文结合目前在计算机领域应用广泛的机器学习方法，改进优化我国目前资产负债管理模型中较为薄弱的情景生成技术。并以中国人寿为例，依托所建模型对不同偏好系数下的资产配置方案进行了设计。最后与传统资产负债管理模型进行了比较分析，得到以下结论：

首先，通过比较分析集成学习方法中具有代表性的Bagging法和随机森林法，发现随机森林实际上是Bagging法的改进优化。相比Bagging法，由于随机森林在模型中增加了随机抽取特征属性的功能，使得随机森林进一步增强了对未来随机事件的模拟预测能力。

[6] 具体参考文件为：《保险资产负债管理监管规则（1－5号）》

其次，随机森林法，较好地克服了现有情景生成技术过多依赖历史数据的缺点，增强了未来资产负债情景预测能力。但是由于我国保险公司资产负债管理相较于国外发达国家来说仍处于起步阶段，相关理论和技术仍存在很大提升空间。因此为了快速有效提高我国保险公司整体资产负债管理能力，随机情景生成技术便是需要重点突破的技术口。

最后，随机森林情景生技术相比传统情景生成技术具有较高预测可靠性，而且大大提高了基于资产负债情景得到的资产负债管理方案的适用性。因此基于该情景生成技术的资产负债管理模型在保险公司资产负债管理中具有广阔的应用前景。

References

[1] TJALLING C K. The risk of Interest Fluctuation in Life Insurance Companies [R]. Philadelphia: Penn Mutual Life Insurance Company, 1942

[2] MARTIN LEIBOWITZ , Alfred Weinberger. Contingent Immunization： Part I: Risk Control Procedures[J]. Financial Analysts Journal, 1982,38(6):17~31

[3] DAVID R C, TERRY K, DAVID H M, et al.The Russell-Yasuda Kasai Model: An Asset/Liability Model for a Japanese Insurance Company Using Multistage Stochastic Programming[J]. Interfaces,1994,24(1):29~49

[4] XIE Q, LI X F. Asset liability management of life insurance based on multi-objective programming[C]. the 3rd International Conference on Accounting and Finance,2010

[5] RICHARD B. Dynamic Programming and Lagrange Multipliers[J].Proceedings of the National Academy of Sciences of USA,1956,42(10):767-769.

[6] 王丽珍,李秀芳.基于多目标规划的产险公司资本管理与资产配置[J].中央财经大学学报,2012(01):64-69.

WANG L Z, LI X F. Capital management and asset allocation of insurance companies based on multi objective programming[J]. Journal of Central University of Finance and Economics,2012(01):64-69.

[7] 景珮. 基于多目标规划的保险公司随机资产负债管理[D].南开大学,2014.

JING P. Stochastic asset liability management of insurance companies based on multi-objective programming [D]. Nankai University,2014.

[8] 李家驹. 基于集成学习模型的上市公司财务困境判别研究[D].深圳大学,2017.

LI J J. Financial Distress Analysis of listed companies based on ensemble learning model [D]. Shenzhen University,2017.

[9] 王丽丽. 集成学习算法研究[D].广西大学,2006.

WANG L L. Research on integrated learning algorithm [D]. Guangxi University,2006.

[10]方匡南,吴见彬,谢邦昌.基于随机森林的保险客户利润贡献度研究[J].数理统计与管理,2014,33(06):1122-1131.

FANG K N, WU J B, XIE B C. Research on insurance customer profit contribution degree based on random forest [J]. Application of Statistics and Management, 2014,33(06):1122-1131.

[11]刘微,罗林开,王华珍.基于随机森林的基金重仓股预测[J].福州大学学报(自然科学版),2008(S1):134-139.

LIU W, LUO L K, WANG H Z. Forecast of heavy stock based on random forest [J]. Journal of Fuzhou University(Natural Science), 2008(S1):134-139.

[12]杨悦增,邓红卫,虞松涛.基于随机森林模型的岩爆等级预测研究[J].矿冶工程, 2017, 37(04): 23-27.

YANG Y Z, DENG H W, YU S T. Prediction of rockburst level based on random forest model[J]. Mining and metallurgical engineering,2017,37(04):23-27.

[13]姚登举,杨静,詹晓娟.基于随机森林的特征选择算法[J].吉林大学学报(工学版), 2014,44(01):137-141.

YAO D J, YANG J, ZHAN X J. Feature selection algorithm based on random forest [J]. Journal of Jilin University (Engineering), 2014,44(01):137-141.

[14]马景义,谢邦昌.用于分类的随机森林和 Bagging 分类树比较[J].统计与信息论坛,2010,25(10):18-22.

MA J Y, XIE B C. Comparison of random forests and Bagging classification trees for classification [J]. Forum on statistics and information, 2010, 25(10):18-22.

[15]刘劲松,蒲延杰.随机规划模型与商业银行资产的最优配置[J].金融论坛,2010,15(05):36-42.

LI J S, PU Y J. Stochastic programming model and optimal allocation of commercial bank assets [J]. Financial Forum, 2010,15(05):36-42.

[16]邓平紧,李静.“偿二代”框架下情景生成对利率风险经济资本的影响[J].保险研究,2016(09):41-47.

DENG P J, LI J. The impact of scenario generation on the economic capital of interest rate risk based on“Second generation of solvency” framework [J]. Insurance Research, 2016(09):41-47.

[17]孙银慧,白振兴,董天明.一种搜索模糊聚类全局最优解的 Tabu 算法[J].科技广场,2008(10):6-9.

SUN Y H, BAI Z X, DONG T M. A Tabu algorithm for searching the global optimal solution of fuzzy clustering [J]. Science and Technology Square, 2008(10):6-9.

[18]游翔宇. 基于 pair-Copula 情景生成的 CVaR 投资组合模型研究[D].中国科学技术大学,2017.

YOU X Y. Research on CVaR portfolio selection model based on pair-Copula scenario generation [D]. University of Science and Technology of China, 2017.

基于集成学习情景生成技术的保险公司资产负债管理研究
—以X公司为例

王锐杰

硕士生
北京工商大学风险管理与保险学系
北京海淀区阜成路11号，100048
Email: 1085785673@qq.com

关键词: 集成学习；情景生成技术；资产负债管理模型；随机森林法

中文摘要. 近几年，随着保监会对保险资金投资渠道逐步放开的同时，相应对保险公司的资产负债管理监管力度也不断加强。经研究总结目前各大金融机构的资产负债管理模型，作者发现大部分关注于模型中的“最优解”算法设计，忽视了情景生成技术的研究开发，使得模型得到的最优解缺乏可信度。因此本文着力于研究资产负债的情景生成技术，以期提高资产负债管理模型的应用度。

本文分为四个部分，通过运用对比分析、模型构建、实证分析等研究方法，作者创新性地提出观点：基于集成学习情景生成技术的资产负债管理模型在保险公司资产管理方面具有良好的应用前景。

第一部分系统梳理了国内外资产负债管理及情景生成方面的理论及方法，作者发现目前资产负债管理模型中均存在情景生成技术薄弱的问题。主要因为现如今常用的情景生成技术对未来情景预测可行度不高，使之资产负债管理效果不佳。因此本文为了提高未来不确定性的情景预测能力，结合运用了近几年在计算机科学领域获得广泛应用的集成学习算法。

第二部分系统介绍了集成学习的理论及方法。该方法主要包括 Bagging 分析法和随机森林算法。通过比较分析两种方法的未来情景预测情况与实际情景的偏差，作者发现在不确定环境下随机森林算法对未来情景生成方面更优于 Bagging 分析法。

第三部分首先基于集成学习法中的随机森林算法搭建了资产负债情景生成技术。然后以此为基础构建了资产负债管理模型。其中资产负债管理模型采用了现阶段技术成熟的含判定规则的多阶段随机资产负债管理模型。具体而言，目标函数采用了多目标的目标函数；最优解求解方法采用了 Tabu 搜索算法。

第四部分进行了实证分析。文章首先收集得到了 X 保险公司 2010-2015 年资产负债相关指标的历史数据。然后通过上文构建的资产负债管理模型模拟得到了 2016 年该公司的资产负债管理方案。接着运用传统情景生成技术对该公司 2016 年的资产负债管理方案进行了计算。最后依据保监会资产负债管理能力等级对不同方法下的资产负债管理办法进行划分比较，得到结果是：基于集成学习情景生成技术的资产负债管理能力相比传统方法更优异。

本文的最大创新之处就是将集成学习算法中优异的随机情景预测功能运用到资产负债管理模型的情景生成技术环节，极大地提高了资产负债未来情景预测能力。

Chapter 8. Behavioral Insurance

Study on the Pricing of Commercial Vehicle Insurance Based on UBI Driving Behavior Score

BIAN Luohan

Department of Risk Management and Insurance,
School of Economics, Beijing Technology and Business University.
Beijing 100048, China
Email: ronieluo@163.com

Keywords: Pricing of commercial vehicle insurance, UBI, Driving behavior score.

Abstract. In the age of big data, all information can be further utilized. Insurance companies also have access to obtain a large number of vehicle operation parameters, driver behavior data and other information. The application of this information to commercial vehicle insurance pricing will make the vehicle insurance rates set more accurate and have differentiation. the UBI (driving behavior insurance) discussed in this paper is an innovative commercial vehicle insurance product based on driving behavior score. This paper studies the commercial vehicle insurance pricing pattern based on UBI driving behavior score, and constructs the driving behavior scoring model, which is of guiding significance for China to realize accurate and differentiated vehicle insurance pricing. The main contents of this paper are as follows:

（1）Introduce the current pricing mechanism of commercial vehicle insurance in China. Analyze the advantages and disadvantages of China's commercial vehicle insurance pricing pattern from the following three aspects: the car, the people and the public. And tease the UBI vehicle insurance pricing procedure based on the driving behavior.

（2）This paper focuses on the construction of driving behavior scoring model. Firstly, the behavior factors affecting driving safety were analyzed by using binary logistic regression model, and the significant indexes were ranked according to the degree of influence. Secondly, based on the influence degree, the weight of the index is determined by using the single level analysis weighting method, and the driving behavior scoring model table is constructed. Finally, I evaluate the effectiveness of the rating scale and verify the feasibility and rationality of the pricing of commercial vehicle insurance based on UBI driving behavior.

1．引言

1.1 研究背景

近年来，大数据在各个领域的应用飞速发展，取得了良好的效果，传统思维模式被颠覆，新的规律被不断挖掘，基于大数据技术，一切信息都可以被深入利用。而在大数据时代下，商业车险的定价模式也产生了变化，并且即将发生翻天覆地的变革。自2015年6月以来，保监会分别分三批在全国范围内推行了商业车险费率的改革，此次改革调整了行业车险纯风险保费、NCD费率调整系数等费率基准，赋予了保险公司更大的自主权。而有了大数据技术的支持，保险公司便得到了获取车辆运行参数、驾驶人行为数据、驾驶道路环境等信息的途径，再将其应用到车险经营中，可以有效的优化各个环节。就商业车险定价而言，大数据时代下较为成功的创新即UBI（Usage Based Insurance ）（驾驶行为保险）[1] ，该产品在国外是一个较为成功的大数据应用先例，而国内多家保险公司也已经开展了相关的研究。

1.2 创新点与不足

我国对于车险UBI产品的研究与开发还处于探索的过程中，市场上还没有十分成熟的车险UBI产品，除了多家保险公司的研发以外，许多学者也对此展现出了浓厚的兴趣。朱爽（2015）运用熵权——层次分析集成赋权法构建了驾驶行为评分模型。刘瑞刚（2017）在驾驶行为数据和理赔数据的基础上通过GLM模型实现了风险的分级，建立了基于广义线性模型的驾驶行为风险等级评定模型。江磊（2017）利用遗传算法优化的模拟控制器设计了UBI产品。

本文的创新在于用logistic回归模型对导致驾驶事故发生的各影响因素进行了比较分析，以影响程度为基础利用单层次分析赋权法构建了驾驶行为评分模型，为UBI商业车险定价提供了依据。

而本文的不足在于数据量较少，造成了个别变量的不显著回归，只能予以剔除，影响了回归结果的精确性和全面性。

2．我国商业车险定价模式

2.1 车险定价概述

本文仅讨论商业车险的定价模式，故车险价格是指购买商业车险的应缴保险费。商车费改后，我国目前的商业车险定价公式为：车险保费价格=(基准纯风险保费÷(1-附加费用率)×费率调整系数；费率调整系数=无赔款优待系数×自主核保系数×自主渠道系数×交通违法系数。其中基准纯风险保费、无赔款优待系数和交通违法系数应参照中国保险行业协会拟订的费率基准执行；自主核保系数、自主渠道系数由保险公司在调整范围内拟定，报经中国保监会批准后使用。调整后的商业车险定价模式，赋予了保险公司更大的自主定价权。

2.2 车险定价模式分析

第一，从车定价模式

从车定价模式指在车险定价过程中以机动车辆的风险因子作为影响费率因素的模式[2] ，包括车辆使用性质、车辆类型、年行驶里程、车龄、购置价格、行驶区域等。从

[1]基于驾驶员各方面驾驶行为差异化的保险，即通过车联网采集驾驶员的车辆状态数据，如驾驶里程、驾驶时间、驾驶行为习惯等，进行综合分析并判定驾驶员的安全风险等级，进而提供不同的服务和差异化的保费。

[2]吴晓辉,张宗韬,刑立,等.中国机动车辆保险信息共享机制研究[M].北京:中国金融出版社,2012:129-130

车定价的模式比较简单、易于操作，多年来一直是我国车险定价的主要模式；然而有数据表明，在引起交通事故的三大原因中，因驾驶员引起的交通事故占总事故比例的90%以上，因此在车险定价过程中若只考虑车辆因素，而忽视驾驶员因素，显然有违车险定价的合理性，并且不满足当今时代的发展需求。

第二，从人定价模式

从人定价模式是指在车险定价过程中以驾驶员的风险因子作为影响费率因素的模式[3]，包括年龄、性别、职业、驾龄、驾驶行为等。随着事故分析与科学技术的进步，人们逐渐意识到驾驶员的技能和行为习惯对于风险的发生概率来说是非常重要的决定因素，因此从人模式开始被越来越多应用到车险定价中，相比于从车定价模式，从人定价模式更加科学且合理，能够调动驾驶员的主观能动性。

第三，从地定价模式

从地定价模式是指在车险定价过程中以车辆行驶环境的风险因子作为影响费率因素的模式，包括机动车行驶区域路况、交通环境、自然环境特征等。不同地区甚至是不同路段的行驶环境，由于地理地貌、经济发展、人口文化等诸多因素的影响，会使机动车行驶面临着不同的风险状况。事实上，我国各地区的商业车险出险概率也的确存在一定的差距，而每个行驶区域也存在或多或少的高危路段，这都能够体现出行驶环境对于车险定价的意义。

综上所述，就目前来说我国相对合理的车险定价模式应该是：以车型定价为基础，综合了驾驶员驾驶技能、行为习惯以及驾驶区域的从车、从人、从地相结合的定价模式。而依托于大数据技术、车载诊断系统与车联网，我们已经可以实现对驾驶员驾驶行为等数据的精准采集与分析。

3．基于UBI的车险定价模式

3.1 UBI车险的定义

UBI是指基于驾驶员的驾驶行为进行差异化定价的商业机动车辆保险。它通过互联网技术终端获取车辆信息及驾驶员的驾驶行为数据，如驾驶里程、驾驶时间、驾驶行为习惯等，通过综合分析判断驾驶员的风险等级，从而进行差异化定价。它依托于车联网技术、OBD技术以及大数据挖掘能力，而随着相关技术的发展应用，目前对于车辆信息数据及驾驶行为数据的获取并不是难以实现的。

3.2 基于UBI的车险定价模式

UBI定价模式是基于驾驶行为评估，以此作为确定费率调整系数的因素之一，从而进行车险定价的差异化定价模式。在UBI定价模式下，驾驶员的驾驶行为越好，保费越低，反之亦然。具体的定价模式如下：通过车联网的车载OBD终端或手机APP终端收集并分析驾驶员的行车数据，包括车辆行驶里程、速度、油耗、疲劳驾驶、急加速、急减速、急转弯、违章驾驶次数等，然后对其进行驾驶行为评分，评分越高，驾驶越安全；反之，驾驶越危险。最终，将评分应用到保险公司自主核保系数中，从而实现差异化定价。

在UBI的车险定价模式下，主要是驾驶行为评分与自主核保系数的挂钩联动与传统车险定价模式不同，其车险定价流程如图1所示。

[3]吴晓辉,张宗韬,刑立,等.中国机动车辆保险信息共享机制研究[M].北京:中国金融出版社,2012:129-130

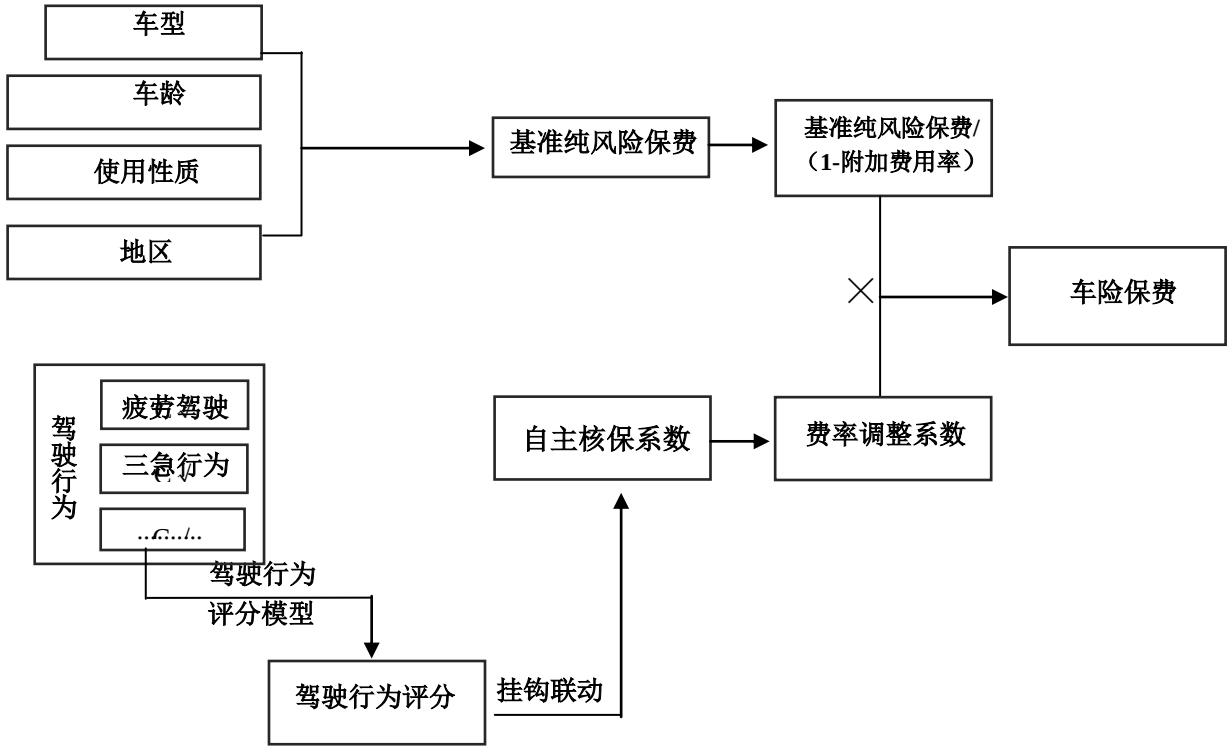


图1 基于UBI的车险定价流程

4．基于UBI的驾驶行为评分模型

在UBI的车险定价流程中，驾驶行为评分是最为关键的一个环节，因此本文采用二元logistic回归以及单层次分析赋权法构建了驾驶行为评分模型，为UBI车险定价提供了基础，以下为驾驶行为评分模型构建的过程。

4.1 影响驾驶安全的基本因素

第一，急加速、急减速、急转弯行为。这些行为一方面会对车辆造成损坏，使其存在安全隐患；另一方面极易造成安全距离不足以及转弯加速度过快的情况，导致事故的发生。

第二，跟车距离。根据《中华人民共和国道路交通安全法》第四十三条规定：同车道行驶的机动车，后车应当与前车保持足以采取紧急制动措施的安全距离。然而，若后车没有与前车保持安全距离，即跟车距离过近，则没有空间去采取紧急制动措施，极易造成车辆追尾等事故。

第三，车道偏离。据我国交通部统计，约有50%的汽车交通事故是因为汽车偏离正常的行使车道引起的，其主要原因是驾驶员注意力的不集中和疲劳驾驶；同时，据美国联邦公路局统计，车道偏离也是车辆侧翻事故的主要原因之一。由此可见，车道偏离是影响驾驶安全的重要因素之一。

第四，疲劳驾驶。疲劳驾驶是指驾驶员因睡眠不足或长时间驾驶而产生的困乏、精力不足的一种状态，在这种状态下行车驾驶员会出现注意、感觉、知觉、思维、判断等方面的障碍，导致驾驶技能的下降，极易造成风险事故的发生。

第五，不文明驾驶行为。不文明驾驶行为是指包括抽烟、打电话、玩手机、向车外乱扔杂物、不按规定使用车辆灯光等一系列影响自身或他人驾驶安全的行为。不文明驾驶行为的发生，会影响驾驶员的驾驶注意力，增加车辆行驶的安全隐患。

第六，车辆与行人间距。机动车辆与行人间的距离，直接决定了车辆采取紧急制动措施的可能，若距离过近，极易发生碰撞、刮蹭等事故，致使驾驶员需承担第三者赔偿责任。

4.2 驾驶行为评分指标的选择

针对以上影响驾驶安全的基本因素，本文选取了以下指标：急加速次数、急刹车次数、急转弯次数、前车碰撞预警次数、车道偏离次数、疲劳驾驶次数（打哈欠次数、闭眼次数、低头次数）、不文明驾驶次数（抽烟次数、打电话次数）、行人探测预警次数。以本文调研的某家车联网科技公司的120条驾驶行为数据为基础，本文采用二元logistic回归模型，将各指标年度数据与年度出险情况进行了拟合，具体模型如下：

$$P(Y=1|x)=\frac{1}{1+e^{-g(x)}} \tag{1}$$

其中$g(x)=\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\cdots+\beta_{11}x_{11}$，$x_i(i=1,2,\cdots,11)$为保险事故是否发生的影响因素，即以上选取的11个指标，Y=1表示车辆出险，Y=0表示车辆未出险，即：

$$P(Y=0|x)=1-\frac{1}{1+e^{-g(x)}}=\frac{1}{1+e^{g(x)}} \tag{2}$$

为了比较自变量对因变量的影响程度，本文先对数据进行了标准化处理，然后利用spss软件对数据进行了二元logistic回归，发现急刹车次数、闭眼次数与保险事故发生呈负相关，车道偏离次数与打电话次数这两个变量不显著，这显然与我们的定性分析结果不同，可能与数据量不够充足，且该变量随机性过大存在着一定的关系。因此，在本文中对上述变量予以剔除，剔除后对余下7个变量重新进行二元logistic回归，得到以下结果（表1）：

表1 模型系数的综合检验

	卡方	df	Sig.
模型	20.071	7	0.005

取显著水平0.05，自由度df=7，计算得出卡方临界值为14.067，由表1我们可以看出模型的卡方值为20.071，大于临界值，并且对应的sig值小于0.05，因此在显著性水平0.05的情况下，该模型显著。也就是说，本文中驾驶行为评分的指标包括：急加速次数、急转弯次数、前车碰撞预警次数、疲劳驾驶次数（打哈欠次数、低头次数）、抽烟次数、行人探测预警次数。

4.3 驾驶行为评分指标权重的确定

根据二元logisitic回归的结果，本文得到了各变量的OR值（表2），由OR值比较得出，各变量对因变量的影响程度由大到小依次为：

表2 模型变量的OR值

自变量	Exp(β)（OR）
行人探测预警次数	2.046
低头次数	1.586
抽烟次数	1.435
急加速次数	1.213
急转弯次数	1.202
前车碰撞预警次数	1.089
打哈欠次数	1.065

在已知各变量影响程度的基础上，接下来本文将通过层次分析法[4]对驾驶行为评分体系进行赋权，以下是层次分析赋权法的计算步骤：

4.3.1 建立层次结构

本文建立的驾驶行为评分模型分为目标层、指标层（如表3所示）。

表3 指标结构表

目标层	指标层
驾驶行为评分	急加速次数μ_1
	急转弯次数μ_2
	前车碰撞预警次数μ_3
	打哈欠次数μ_4
	低头次数μ_5
	抽烟次数μ_6
	行人探测预警次数μ_7

4.3.2 构造判断矩阵

根据logistic模型所分析出的各自变量对因变量的影响程度，以及satty1～9标度表（表4）构造如下判断模型（表5）。

表4 satty1～9标度表

标度	含义（μ_i与μ_j相比）
1	两个指标具有同样的重要性
3	指标μ_i比μ_j稍微重要
5	指标μ_i比μ_j明显重要
7	指标μ_i比μ_j强烈重要
9	指标μ_i比μ_j极端重要
2，4，6，8	上述两相邻判断的中值
倒数	指标μ_i比μ_j比值b_{ij}，则指标μ_j比μ_i比值$b_{ji}=1/b_{ij}$

表5 判断矩阵

μ	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7
μ_1	1	2	3	3	1/3	1/3	1/4
μ_2	1/2	1	2	3	1/3	1/3	1/5
μ_3	1/3	1/2	1	2	1/4	1/3	1/5
μ_4	1/3	1/3	1/2	1	1/4	1/4	1/5
μ_5	3	3	4	4	1	2	1/3
μ_6	3	3	3	4	1/2	1	1/4
μ_7	4	5	5	5	3	4	1

4.3.3 层次单排序

对判断矩阵利用Excel加以计算得：

[4]层次分析法是一种结构化、层次化的决策方法，其力图将定量分析与定性判断进行结合，从而将社会生活中所存在的各种复杂关系分析转化为定量分析。

$$\boldsymbol{w} = [w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6, w_7]^T = [0.0979, 0.0734, 0.0515, 0.0383, 0.2075, 0.1568, 0.3746]^T$$

$$\lambda_{max} = 7.4209$$

$$CR = 0.0516 < 0.1$$

w为特征向量，$\lambda_{\max}$为最大特征值，CR小于0.1说明判断矩阵通过了一致性检验。因此，特征向量应作为自变量的权重，权重计算结果如表6所示：

表6 权重计算结果

指标	权重
急加速次数μ_1	0.0979
急转弯次数μ_2	0.0734
前车碰撞预警次数μ_3	0.0515
打哈欠次数μ_4	0.0383
低头次数μ_5	0.2075
抽烟次数μ_6	0.1568
行人探测预警次数μ_7	0.3746

4.4 驾驶行为评分模型的构建

本文通过借鉴个人信用评分模型的形式，构建了如表7所示的驾驶行为评分模型表，评分模型中的各项指标分值由指标权重加以确定，总分为百分制。通过对原始数据的逐项统计，本文充分考虑了出险车辆的相关指标情况，在每个指标下设立了若干选项作为备选答案，不同选项对应着不同分值，将驾驶员的各个指标得分相加，即为他的驾驶行为得分，得分越高的驾驶员出险概率越低，得分越低的驾驶员出险概率越高。

表7 驾驶行为评分模型表

评分指标	分值	备选项（次/周均）	分值	得分
急加速次数	10	0	10	
		0～4	9	
		4（含）～6	8	
		6（含）～7	7	
		7（含）～9	6	
		9（含）～12	5	
		12（含）～15	4	
		15（含）～18	3	
		18（含）～22	2	
		22（含）～60	1	
		60及以上	0	
急转弯次数	7	0	7	
		0～50	6	
		50（含）～70	5	
		70（含）～100	4	
		100（含）～160	3	
		160（含）～200	2	
		200（含）～400	1	
		400及以上	0	
前车碰撞预警次数	5	0	5	
		0～20	4	
		20（含）～50	3	

		50（含）～120	2	
		120（含）～500	1	
		500及以上	0	
打哈欠次数	4	0	4	
		0～2	3	
		2（含）～5	2	
		5（含）～40	1	
		40及以上	0	

评分指标	分值	备选项（次/周均）	分值	得分
低头次数	21	0	21	
		0～2	19	
		2（含）～3	17	
		3（含）～4	15	
		4（含）～9	13	
		9（含）～25	11	
		25（含）～45	9	
		45（含）～90	7	
		90（含）～220	5	
		220（含）～1000	3	
		10000及以上	0	
抽烟次数	16	0	16	
		0～2	14	
		2（含）～4	11	
		4（含）～8	8	
		8（含）～10	4	
		10（含）～20	2	
		20及以上	0	
行人探测预警次数	37	0	37	
		0～10	34	
		10（含）～20	31	
		20（含）～35	28	
		35（含）～100	25	
		100（含）～190	22	
		190（含）～400	19	
		400（含）～700	16	
		700（含）～800	13	
		800（含）～950	10	
		950（含）～1200	7	
		1200～1500	4	
		1500及以上	0	
驾驶行为评分				

5．驾驶行为评分模型实例分析

5.1 驾驶行为评分模型运算实例

以某保险公司投保车辆浙D****6为例，对本文所构建的驾驶行为评分模型进行算例演示。该车辆驾驶员在2017年出险一次，周均驾驶行为信息如下：急加速4次，急转弯157次，前车碰撞预警136次，打哈欠3次，低头51次，抽烟0次，行人探测预警31次。将

以上信息导入到驾驶行为评分模型中，所得分值如表8所示，即车辆浙D****3驾驶员的驾驶行为评分为65分。

表8 浙D****3驾驶行为评分表

评分指标	分值	备选项（次/年）	得分
急加速次数	10	4（含）～6	8
急转弯次数	7	100（含）～160	3
前车碰撞预警次数	5	120（含）～500	1
打哈欠次数	4	2（含）～5	2
低头次数	21	45（含）～90	7
抽烟次数	16	0	16
行人探测预警次数	37	20（含）～35	28
驾驶行为评分			65

5.2 驾驶行为评分模型效果评价

为了验证驾驶行为评分模型的合理性，需要对驾驶行为评分模型表输出的结果进行评价。因此，本文选取了50组新的驾驶行为数据代入到评分模型中，得到了相应的驾驶行为评分，并形成了评分与该年度实际出险情况的对照表（表9）

表9 驾驶行为评分对照表（按评分重新排序）

编号	驾驶评分	出险次数	编号	驾驶评分	出险次数
1	94	0	26	67	0
2	93	0	27	66	1
3	93	0	28	66	0
4	91	0	29	65	1
5	90	0	30	64	0
6	89	0	31	64	2
7	89	0	32	63	0
8	85	0	33	61	0
9	84	0	34	61	1
10	84	0	35	60	0
11	82	0	36	59	0
12	80	0	37	59	1
13	79	1	38	57	1
14	73	1	39	56	2
15	72	0	40	56	1
16	71	0	41	54	1
17	71	0	42	52	1
18	71	0	43	51	1

19	70	2	44	51	1
20	70	0	45	49	0
21	69	0	46	49	3
22	69	0	47	48	1
23	68	1	48	48	6
24	68	0	49	47	2
25	68	0	50	38	1

基于对照表中的数据，本文使用spss软件对上表中的驾驶行为评分与该年度出险次数进行了相关性分析，并作出了散点图，结果如下表（图）所示。从表10中可以看出，驾驶行为评分与出险次数之间呈负相关，并且负相关关系显著；通过观察对照表（表9）与散点图（图2）可以发现，80分以上的驾驶员在该年度并没有出险，而60分以下的驾驶员仅有2人未出险；同时未出险的驾驶员主要集中在60分以上，而出险的驾驶员其驾驶行为评分均低于80分。综上分析，该驾驶行为评分模型合理，可以实现评分越高，出险概率越低；评分越低，出险概率越高的设计目标。

表10 驾驶行为评分与2017年出险次数相关性分析

		驾驶行为评分	2017年出险次数
驾驶行为评分	Pearson 相关性	1	-.512**
	显著性（双侧）		.000
	N	50	50
2017年出险次数	Pearson 相关性	-.512**	1
	显著性（双侧）	.000	
	N	50	50

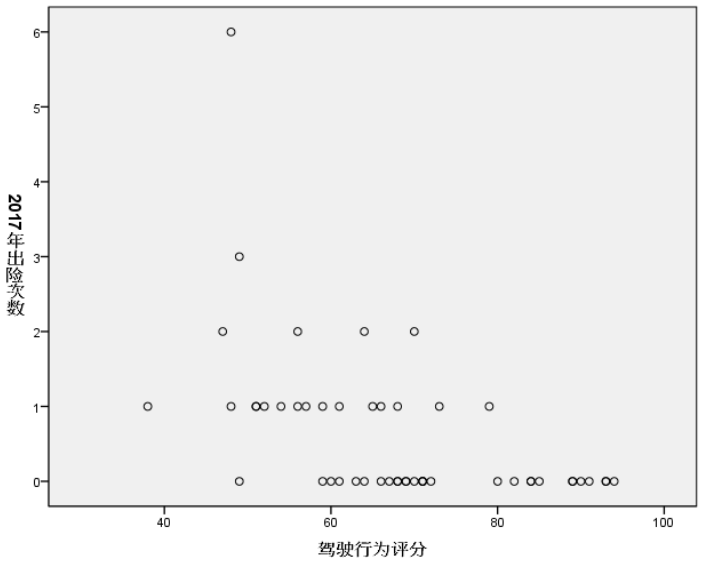


图2 散点图

6．驾驶行为评分模型在UBI车险定价中的应用

通过对驾驶行为评分模型的构建以及效果评价，我们可以看出驾驶行为评分在一定程度上可以反映驾驶人的出险概率，因此将驾驶行为评分挂钩联动至自主核保系数的厘

定中，即UBI（驾驶行为保险）的定价环节中，是合理且十分具有必要的。本文只是以小样本为基础，分析了基于UBI车险定价的可行性，并建立了值得应用的驾驶行为评分模型，而在大数据时代下，我们拥有了获取并处理大量驾驶行为数据的技术，在保监会逐步放宽保险公司自主定价权的时代背景下，驾驶行为车险定价将是十分值得各家保险公司继续深入研究和开发的。

References

[1] 吴晓辉，张宗韬，刑立等.中国机动车辆保险信息共享机制研究[M].北京：中国金融出版社，2012：129-130.

WU X H, ZHANG Z T, XING L. Study on China motor vehicle insurance information sharing mechanism [M]. Beijing：China Financial Publishing House, 2012：129-130.

[2] 郝演苏.大数据与互联网时代的车险条款费率市场化改革[J].中国保险，2015（04）：7-9.

HAO Y S. Big data and the reform of car insurance rate marketization in the Internet era [J]. China Insurance, 2015（04）：7-9.

[3] 朱爽.车联网环境下基于 UBI 的车险费率厘定模式与方法研究[D].北京交通大学，2015.

ZHU S. Research on the Automobile Insurance Ratemaking Mode and Method Based on UBI in the Internet of Vehicles[D]. Beijing Jiaotong University, 2015.

[4] 康萌萌，刘素春.广义估计方程在商业车险定价中的应用[J].保险研究，2015（12）：88-97.

KANG M M, LIU S C. The Application of Generalized Estimating Equation in Commercial Vehicle Insurance Pricing [J]. Insurance Studies, 2015（12）：88-97.

[5] 张天舒.广义线性模型及其在车险定价中的应用[J].科技创新与应用，2015（36）：31-32.

ZHANG T S. Generalized linear model and its application in vehicle insurance pricing [J]. Technology Innovation and Application，2015（36）：31-32.

[6] 李常剑.基于分层广义线性模型的车险定价[D].吉林大学，2016.

LI C J. Automobile Ratemaking Based On Hierarchical Generalized Linear Models[D]. Jilin university，2016.

[7] 江磊.互联网车险 UBI 产品设计[D].浙江大学，2017.

JIANG L. Internet auto insurance UBI product design[D]，2017.

[8] 陈立杰，王丹丹.基于 UBI 的车险费率厘定模式与方法研究[J].现代经济信息，2016（15）：376.

CHEN L J, WANG D D. Research on the model and method of car insurance rate determination based on UBI[J]. Modern Economic Information，2016（15）：376.

[9] 刘瑞刚.广义线性模型在 UBI 车险费率厘定中的应用[D].天津商业大学，2017.

LIU R G. Research on an Application of GLM Model to Automobile Usage-Based Insurance Ratemaking[D]. Tianjin uiversity of commerce，2017

[10]高岩.基于驾驶行为分类的 UBI 费率厘定模型[D].北京交通大学，2017.

GAO Y. UBI Rating Model Based on Driving Behavior Classification[D]. Beijing Jiaotong University, 2017.

基于UBI驾驶行为评分的商业车险定价研究

边洛鎔

北京工商大学经济学院
风险管理与保险学系
北京100048，中国
Email: ronieluo@163.com

关键词: 车险定价；UBI；驾驶行为；驾驶行为评分

中文摘要. 大数据时代下，一切信息都可以被深入利用，保险公司也拥有了获取大量车辆运行参数、驾驶人行为数据等信息的途径，将这些信息应用到商业车险定价中，将使车险费率的厘定更加精准并且具有差异化，本文探讨的UBI（驾驶行为保险）即以驾驶行为评分为基础的创新型商业车险产品。本文研究了基于UBI驾驶行为评分的商业车险定价模式，构建了驾驶行为评分模型，对于我国实现精准化、差异化车险定价具有指导借鉴意义。本文的主要内容如下：

（1）介绍了我国商业车险目前的定价机制，从随车、随人、随地三个方面分析了我国商业车险定价模式的优缺点，并梳理了基于驾驶行为评分的UBI车险定价流程。

（2）重点研究了驾驶行为评分模型的构建，首先，利用二元logistic回归模型对影响驾驶安全的行为因素进行了分析，将显著指标按影响程度进行了排序，其次，以影响程度为基础利用单层次分析赋权法对指标的权重予以确定，从而构建了驾驶行为评分模型表，最后，对评分表进行了效果评价，验证了基于UBI驾驶行为评分商业车险定价的可行性与合理性。

Evaluation of Insurance Corporate Culture based on AHP and FCE Methods

FAN Yi, ZHANG Ning

FAN Yi
Associate Professor
School of Economics
Central South University of Forestry and Technology
Changsha 410004, China
Email: fanyi1231@126.com

ZHANG Ning *
Associate Professor
College of Finance and Statistics
Hunan University
Changsha 410079, China
Email: zhangning1231@126.com

Key Words: corporate culture; index system; Analytic Hierarchy Process; Fuzzy Comprehensive Evaluation

Abstract: In this paper, a new index system is proposed to evaluate internal and external culture of insurance corporate**s**. After determining weights for each index by using the Analytic Hierarchy Process (AHP), we assess the culture evaluation for selected cases through the Fuzzy Comprehensive Evaluation (FCE) method. Our conclusions show that corporate culture should be considered when evaluating the credit rating of insurance companies, including people oriented, customer satisfaction and corporate reputation. These findings can provide a basis for future studies of related topics as well as a solid reference for insurance companies and the regulatory authority of insurance sector.

Introduction

Corporate culture indicates values and internal beliefs of a company, helping to create a common corporate vision, goals, values, attitudes, habits, working language, systems and

* Corresponding author.
Email address: zhangning1231@126.com

symbols. It involves corporate standards, rites and rituals, traditions and meanings that make a company unique. For the last two decades, corporate culture has become the core and key feature of modem enterprise management. The attitude of those within a company is perhaps the most fundamental element of corporate culture. When executives, managers and employees are all on the same page as far as basic corporate values, it becomes possible to have general agreement on the relationships that must be in place to accurately reflect the desired set of characteristics for the company. Therefore, corporate culture can provide a company with its own unique flavor, improve its management and efficiency, mobilize employees' activity and develop their potential.

In the past 30 years, with the reform and opening up of China's insurance industry, the insurance enterprise culture construction and development enhanced the insurance company's core competitiveness. In 1980, fully restored insurance company was the only former China People's Insurance Company (referred to as the People's Insurance). Corporate culture is relatively shallow, the so-called corporate culture that is to carry out cultural and sports activities, and engage in spiritual civilization construction, business-understanding of the culture remained in a simple image of information, there is no comprehensive and systematic, scientific way to carry out the construction of enterprise culture. As the market economy develops, more and more of China's insurance companies, the insurance industry's business competition and the increasingly fierce competition for talent, insurance, corporate culture began to focus on building brand and improve service levels, focusing on people-oriented, emphasis on human values.

Skipper and Kwon (2007) propose that corporate cultures vary across firms and across industries. They argue that in the insurance industry, the insurance culture is bi-polar. Life insurance is associated with aggressiveness, marketing innovation, consultative selling and incentive compensation. The Nonlife insurance, on the other hand, is largely demand-pull, not demand-push products like life insurance. Zhuo (2009) shows that insurance industry corporate culture is the combination of material and spiritual achievements created by insurance agencies and insurance practitioners, which is the backbone or manner or engine of development of the corporate. Zhou (2008) and Li (2008) try to explain the construction of corporate culture, and the results shows that improving insurance culture construction is the raw power of consolidating the staff's willing and boosting their morale, but also an important means to demonstrate the industry's image and enhance the status of the industry.

Traditionally, a feasible way to determine whether an insurance company function well or not is by using the insurance credit rating system. The insurance credit rating provides neutral third-party instructions for insurance companies. It can also be considered as an arrangement of intermediary information mechanism, which alleviate the asymmetric information among insurance companies. Understanding credit rating mechanisms helps to enhance supervising activities of insurance regulatory authorities in the insurance industry. The traditional financial index has been commonly used for insurance credit analysis, however, constrained by features of quantification, standardization and the limitation of data lag. Compared to financial elements, defining non-financial elements, such as evaluating corporate culture, is much more challenging for stakeholders. There are great volumes of dynamic information and private information that can help credit rating agencies to evaluate asset quality and keep them up with the trend in development of insurance industry. Consequently, a new evaluation system, based on corporation culture, should be established as

soon as possible in the insurance industry.

Current researches about corporate culture focus on both qualitative and quantitative analysis. Schein (1995) proposed the implications of corporate culture from three perspectives. The first one is the fundamental assumptions on actuality, time, space, truth and interpersonal relationship; the second one is the integration of human organization; and the third one focus more on the ability of striving for the survival in the external environment. Other related studies are listed but not limited to: the organizational culture assessment scale (Quinn and Cameron, 1998), the organizational cultures questionnaire (Denison and Mishra, 1995) and the multidimensional measurement model (Hofstede et al., 1990). This paper differs from the existing literature in several important respects. First, to the best of our knowledge, it is the first time to introduce Analytic Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy Comprehensive Evaluation (FCE) into the estimation of insurance corporate culture in China. Second, compared with other business, insurance companies faces more complex risk due to their concentrating on various risk operation functions, especially the risk generated from human errors. How to manage and control insurance risk effectively become a substantial issue for both insurers and regulatory authorities. Therefore, our evaluating system of corporate culture contain the risk culture indicator to tackle the risk perceptions of employee, which make a this study more unique. Results of this study offer several useful insights for the insurance regulatory authority and policymakers the insurance sector.

Methodology

Analytic Hierarchy Process (AHP)

The AHP is a structured technique for organizing and analyzing complex decisions, based on mathematics and psychology. It was developed by Thomas L. Saaty in the 1970s and has been extensively researched and refined since then.

It has special application in-group decision-making, and is used around the world in a wide variety of decision situations, in fields such as government, business, industry, healthcare, shipbuilding and education.

Rather than prescribing a "correct" decision, the AHP helps decision makers find one that best suits their goal and their understanding of the problem. It provides a comprehensive and rational framework for structuring a decision problem, for representing and quantifying its factors, for relating those factors to overall goals, and for evaluating alternative solutions.

Users of the AHP first decompose their decision problem into a hierarchy of more easily comprehended sub-problems, each of which can be analyzed independently. The factors of the hierarchy can relate to any aspect of the decision problem-tangible or intangible, carefully measured or roughly estimated, well or poorly understood-anything at all that applies to the decision at hand.

Once the hierarchy is built, the decision makers systematically evaluate its various factors by comparing them to each other two at a time, with respect to their impact on a factor above them in the hierarchy. In making the comparisons, the decision makers can use concrete data about the factors, but they typically use their judgments about the factors' relative meaning and importance. It is the essence of the AHP that human judgments, and not just the underlying information, can be used in performing the evaluations.

The AHP converts these evaluations to numerical values that can be processed and compared over the entire range of the problem. A numerical weight or priority is derived for

each factor of the hierarchy, allowing diverse and often incommensurable factors to be compared to one another in a rational and consistent way. This capability distinguishes the AHP from other decision-making techniques.

Finally, numerical priorities are calculated for each of the decision alternatives. These numbers represent the alternatives' relative ability to achieve the decision goal, so they allow a straightforward consideration of the various courses of action. AHP has thus been successfully applied to a variety of problems, with the calculation procedure as follows:

Establish the hierarchy structure

When dealing with a complex issue, we can use the hierarchy structure. Since one cannot compare more than seven kinds of things at the same time, so we must assume that each factors of the hierarchy does not suitably surpass seven factors. Under this limited condition, it is possible to carry on the reasonable comparison and easier to ensure the consistency (Saaty, 1980). The first hierarchy of the structure is that we want to achieve the goal. Under the end hierarchy is the choice projects or replacement alternatives, while the middle hierarchies are the appraisal factor or criteria.

Computation of various hierarchies factors weight

(1) Establishment of pair-wise comparison matrix A

Based on a factor of the upper hierarchy is an evaluating standard, going on the pairwise comparison to each factors. If it has the n factors, we have to make $n(n-1)/2$ factors of the pairwise comparison. Let $C_1, C_2, \cdots C_n$ denote the set of factors, while a_{ij} represents a quantified judgment on a pair of factors C_i and C_j. As is shown in Table 1, the relative importance of two factors is rated using a scale with the values 1, 3, 5, 7 and 9, where 1 refers to "equally important", 3 denotes "slightly more important", 5 equals "strongly more important", 7 represents "demonstrably more important" and 9 denotes "absolutely more important".

Table 1. Scale of the score

Scale	Meaning	Interpretation
1	Equally important	The ith factor and the jth are equally important
3	Slightly more important	The ith factor is a little important than the jth factor
5	Strongly more important	The ith factor is more important than the jth factor
7	Demonstrably more important	The ith factor is much more important than the jth factor
9	Absolutely more important	The ith factor is absolutely much more important than the jth factor
2,4,6,8		The comparative results of the ith factor and the jth factor for their importance is between two adjacent scales
1/2,…,1/9		The comparative results of the ith factor and the jth factor for their importance is the reciprocal of the above scales

An n-by-n matrix A as follows:

$$A=\left[a_{ij}\right]=\begin{bmatrix} 1 & a_{ij} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Where $a_{ii}=1$ and $a_{ij}=1/a_{ji}, i,j=1,2,...,n$. In matrix A, the problem becomes one of assignments to the n factors $C_1,C_2,\cdots C_n$ a set of numerical weights $w_1,w_2,\cdots w_n$ that reflects the recorded judgments.

$$w_i=\left(\prod_{j=1}^{n} A_{ij}\right)^{\frac{1}{n}} \Big/ \sum_{k=1}^{n}\left(\prod_{j=1}^{n} A_{ij}\right)^{\frac{1}{n}}, (i=1,2,...,n)$$

(2) Eigenvalue and eigenvector calculation

Matrix A multiplies the factors weight vector (x) equal to nx, that is $(A-nI)x=0$, the x is the Eigenvalue of Eigenvector. Saaty (1990) suggested that the largest eigenvalue $\lambda_{\max}$ be: $\lambda_{\max}=\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\frac{w_j}{w_i}$. If A is a consistency matrix, eigenvector X can be calculated by $(A-\lambda_{\max}I)X=0$.

(3) Consistency test

The essential idea of the AHP is that a matrix *A* of rank *n* is only consistent if it has one positive eigenvalue $n=\lambda_{\max}$ while all the other eigenvalues are zero. In addition, Saaty developed the consistency index *CI* to measure the deviation from a consistent matrix:

$$C.I.=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$$

The consistency ratio CR is introduced to aid the decision on revising the matrix or not. It is defined as the ratio of the CI to the so-called random index RI that is a CI of randomly generated matrices:

$$CR=CI/RI$$

Where R.I. represents the average consistency index over numerous random entries of same in order reciprocal matrices. If C.R<0.1, the estimate is accepted; otherwise, a new comparison matrix is solicited until C.R<0.1.

Fuzzy Comprehensive Evaluation

FCE, the acronym of fuzzy comprehensive evaluation, is a comprehensive decision-making methodology of a multivariable problem solving complex decision process. Particularly, it is the process that many related factors are considered comprehensively and that multiple objectives are taken into account together to obtain a fuzzy evaluation result. FCE has the following features and capabilities: First, it should be applied in complex systems with multi-factors. Second, it considers different experts' opinions at different level and defines experts' weights. Third, its result is a fuzzy set rather than an absolute number. Thus, FCE will

be an effective method to evaluate the performance of insurance corporate culture. Five steps are briefly introduced as follows:

Step 1:

An affecting factor set is made up with various factors affecting the evaluation objective. It usually depends on existing evaluation standards or indexes or expert experience. The affecting factor set U can be described as $U=\{u_1,u_2,u_3,\cdots u_m\}$, in which $u_i(i=1,2,\ldots m)$ is called the affecting factor of evaluation object.

Step 2:

Different factors have different affects on evaluation objective. A weight factor is used to account for the relative importance of all affecting factors. A factor weight set is composed of all weights of affecting factors for evaluation object. The factor weight set A can be described as $A=\{a_1,a_2,a_3,\cdots a_m\}$

Where $a_i(i=1,2,\ldots m)$ is called the weight of affecting factor u_i for evaluation result. Specially, the weight of each factor should satisfy the following equation:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = 1, 0 \le a_i \le 1, (i=1,2,\ldots m)$$

The weight factor can be determined by weighting coefficient method, Analytic Hierarchy Process (AHP), or subjectively determined according to the requirements of actual issues.

Step 3:

An evaluation set consists of various possible evaluation results given for the evaluation objects, which is usually expressed by fuzzy language. The aim of FCE is to calculate the membership degrees of evaluative subject to every kind of possible evaluation results. For example, if the evaluation results can be qualitatively divided into three classifications: high possibility, medium possibility and low possibility, the evaluation set can be described as $V=\{v_1,v_2,v_3\}$, where $v_i(i=1,2,3)$ represents the three possible evaluation classifications.

Step 4:

To obtain the membership degrees of evaluative subject, which is affected by many factors, as mentioned above, we should first calculate the membership of every affecting factor to every possible evaluation result.

As to factor $u_i(i=1,2,\ldots m)$ in factor set U, we assume that the membership of u_i to evaluation result $v_i(i=1,2,\ldots,n)$ in evaluation set V is r_{ij}, and then the evaluation set of u_i can be expressed as $R_i=\{r_{i1},r_{i2},\cdots,r_{im}\},(i=1,2,\ldots,m)$.

This computational process is called single factor evaluation. Usually, r_{ij} is determined by experts. Specifically, if forty percent of the total experts ascribe u_i as evaluation

classification v_i, the value of r_{ij} is 0.4. After all of the memberships of affecting factor in set U are calculated by the method above, a single factor evaluation matrix is determined, represented as

$$R = \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{21} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mm} \end{bmatrix}$$

Step 5:

Based on evaluation matrix R and factor weight set A, the membership degree of evaluation object to evaluation set can be synthesized by fuzzy composite operator. The comprehensive evaluation results can be calculated by the following equation: $B = A \bullet R = \{b_1, b_2, b_3, \cdots b_n\}$, where $b_j = \sum_{i=1}^{m} a_i r_{ij}$ represents the probability of evaluation object to be evaluation classification v_j. The symbol "•" represents fuzzy composition between weighted fuzzy matrix A and factor evaluation matrix R.

Evaluation Index Designation of Insurance Corporation Culture

Classification of insurance corporation culture

The corporate culture of an insurance company can be generally classified to spiritual culture, institutional culture, and material culture.

Spiritual culture

Spiritual culture is the spirit of corporate, and it includes corporate spirit, business purposes, business philosophy, values, management philosophy, ethic norms and slogans, etc. Corporation's core values highly influence the employees' loyalty action modes and behaviors, and their attitudes to customers, the public, suppliers and competitors. The positive core value is the most critical culture feature. In China, the insurance practitioners are often short of qualified salesmen who can combine their own values with the corporations' value successfully. This, consequently, constrains the development of the individual company and the whole industry.

Business philosophy, affecting and constraining the direction and potential of corporation's development, is the instructive regulation of its operation. Within the scope of market economy, insurance companies can survive and develop only by establishing market direction business philosophy.

Institution culture

Institution culture is the culture generated from standardized management of department, post and employees' work. It is the standardized management of command system, decision-making system and business process, and the documented content of cultural expressions in producing and operating activities.

The first one is mechanism. Only by establishing appropriate and strict examining,

encouraging and eliminating mechanism, can employees make advancement constantly. Otherwise, emotional burnout will occur, affecting its regular fast operation.

The second one is atmosphere. It is only good culture atmosphere that can make employees feel more at home, which need to regulate their behaviors, set strict regulations, build modernized working environment and establish intimate and harmonious interpersonal relationship.

The third one is encouragement. Appropriate encouragement can enhance confidence. That, only by giving material and spiritual encouragement to good employees, can inspire their constant effort for corporation benefits.

And the last one is the system of rewards and penalties. Only by bringing great importance to encouragements and penalties mechanism, can employees receive real respect, and guarantee high quality of employment team and the continuation of good corporation culture.

Material culture

Corporate culture is the visible asset, which is reflected in the cultural sense and formed in material civilization. Generally speaking, it can be divided into three parts:

The first part is products and services. Policies are the products of insurance corporations. Only the policies, presented accurately, are good products and can get customers' identification. As service-oriented industry, service in insurance corporations is extraordinarily important. It is only all-round, positive and convenient service in every stage, from sales, return visit, afterwards aid to claims, which can bring good reputation to the company.

The second part is labor source. The whole company or the whole industry can develop very fast only on the condition that all staff reach the average industry standards through whole course and lifelong training.

And the last part is welfare treatment. Only decent salary and various extra welfares can compensate employees' hard work and encourage their initiatives. Otherwise, complaints and dissatisfaction can make them absent-minded from work or even benefit themselves ignoring company's profits.

The evaluation index of insurance corporate culture

The following table 2 reports index system of evaluating insurance corporate culture. The evaluation system is based on internal and external evaluating investigation of Insurance Corporation. Employees reflect the internal culture while brand value reflects the external culture.

Table 2. Evaluation Index Based on Corporate Culture

Panel A. Employee		**Comments on employer**		
		Satisfied	**Good**	**Unsatisfied**
Personal problems	Salary			
	Welfare			
	Training and development			
Satisfaction of environment	Material			
	Spirit			
Efficiency of management	Leading capacity			
	Management method			

Interior interaction	Communication between the superior and the inferior			
	Department cooperation			
Intensity of liquidity				
Panel B. Brand value		**Strong**	**Medium**	**Weak**
Market share（popularity）				
Corporate responsibility	Social responsibility			
	Feedback degree of its community organizations			
	Public benefit activities			
Prospect	Expectation from the corporate			
	Expectation from the society			

Employee

(1) Personal affair

There are many elements leading to failure, but all relies on common staff's diligence and efforts. According to Maslow's hierarchy of needs, people have five demand levels including physiology, safety, social contact, respect and self-realization. Therefore, whether employees' working condition is good, whether their working potential is well developed, is the key factor affecting corporation's future.

i) Salary：Salary is the lowest demand level of physiology, but also the basic one. Therefore, above all, salary always comes into consideration first. It doesn't need to be very decent, but must meet the basic demands.

ii) Welfare：Welfare is the awarding mechanism built on salary basis. It is an essential method of arousing the enthusiasm of the staff and is also a part of homage demand level. There are various types of welfares including personal welfare and family welfare. At the personal part, occasional gifts and special festivals are also methods of encouragement besides bonus, vacation, and medical security. At the family part, incentive travel and certain family preferential policy are common welfares in companies. All these efforts can make employees feel respect and care from their company. So they could take orders more willingly.

iii) Training and development：As a part of self-realization, the highest one, training and development take a significant role in the company. Insurance corporations are technology-based firms. Training and development are very essential. Periodic further education can get bilateral benefits.

(2) Satisfaction of environment

Because of working characters, different employees will choose different working environment levels.

i) Material：Materially, as for insurance company, office environment is very important to its clerks. But at the same time, because of actuaries, advanced software cannot be absent.

ii) Spirit：Various spirit slogans in insurance company and its internal atmosphere play an important role in the formation of spirit environment. Corporation merits will get great negative effect from low spirit satisfaction of internal staff.

(3) Efficiency of management

Leaders' management capacity determines the success of basic level operation. Just imagine, how incapable superior lead subordinates effectively and make the company develop better? This index is an evaluation for leadership. It includes leading capacity and management methods, which cannot be divided. The evaluators should be the grass-roots staff and other staff at the same level.

(4) Interior interactions

Internal interaction, as the common form in corporate culture formation, has been adopted by lots of companies. In the insurance business management process, a good internal communication and interaction can play a multiplier effect on achievement of the performance objectives.

i) Communication between the superior and the inferior：The smooth internal operation is bilateral. When the upper decision is improper, the lower will be very hard to manage and vice versa. The final assess results should be generated from mutual evaluation between the upper and the lower.

ii) Department cooperation： Apart from vertical communication, good horizontal inter-department communication cannot be ignored, either. Internal mutual cooperation is the important condition of comprehensive decision. And it is only cooperation that can make all well. This assess should be generated from mutual evaluation among departments.

(5) Intensity of liquidity

This item tests the fluidity frequency of insurance company's employees. The lower the frequency is, the more stable the company is. Stability is the precondition of corporations' development. It indicates that employees are satisfied in this company and serve the company willingly.

Brand value

(1) Market share

Market share represents a company's position in a region market. Higher market share means the company has higher market status and stronger awareness. Market share comes from customers' satisfaction and trust, including products quality, service attitudes, tracking service and claims etc.

(2) Corporate responsibility

Corporate responsibility is recently proposed. To many people's consideration, a company benefits from the society. Consequently, it should pay back the society. It is a bilateral-win thing since the company can get good reputation. This assess mainly depends on external reaction and various reports and evidences provided by the company.

i) Social responsibility：Insurance industry has social responsibility in nature. It is the evaluation whether the insurance companies' own work is well done. There would be great problems if insurance company itself doesn't do well in social responsibility field.

ii) Groups reaction degree: External evaluation is very important, not only from customers but also from different industries and organizations. A corporation will not have a large market occupation, if it doesn't obtain good reputation in these groups.

iii) Public benefit activities：Insurance corporation should participate in public-service activities and present its culture meaning. At the same time, non-obligation public-service activity can also increase corporation's reputation.

(3) Prospects

Prospect is the expectancy of the future. It attaches great effect on short-term target making,

long-term target making and the future position of the company.

i) Expectation from the corporate：Self-expectancy could locate the company's target and development direction. If the company's self-expectancy is very high, it means that the company will speed up its development with unchanged original market position in the next period. Meanwhile, corporations' comprehensive self-expectations indicate the future of insurance company.

ii) Expectation from the society：Social expectancy reflects corporation's contemporary social status and its social trust at the same time. It is a potential demand indicator. Low self-expectation means that if the company doesn't change its current management, its social demands will become lower and lower, which leads to the risk of out of the market. On the contrary, high self-expectation means consumers trust the company in the long term, and company's development get stable demand.

Numerical Analysis

On the basis of the above external culture evaluation index system, we take insurance company A and B for instances, comprehensively analyze the brand value of two corporations and test practicability of index system.

Evaluation set

When comprehensively evaluating brand value, every corporation's brand value should be divided into three ranks: strong, medium and weak. Evaluation set is: $R=\{r_1, r_2, r_3\}$={strong(80-100), medium(70-79), weak(below 69)}.

Factor set

As mentioned, brand value assessment mainly relies on 6 factors and their set is：$V=\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6\}$={market share, social responsibility, group reaction degree, public-service activities, self-expectation, social expectation}. In set V, factor values are determined by membership function or by experts' assessment.

This paper handed out 150 questionnaires to investigate brand values of A and B according to index system through E-mail. (The data is only for references because of limited material and labor resources and its variability). For example, when investigating "market share" of A, 33% think the company has a good figure and trust it; 51.5% are neutral; and 15.5% hold negative opinion. Thus, R_1= {0.33, 0.515, 0.155}. By analogy, the vague matrix, composed by the above factors, are：

$$R_A=\begin{bmatrix} 0.3300 & 0.5150 & 0.155 \\ 0.2220 & 0.5520 & 0.226 \\ 0.6300 & 0.0000 & 0.370 \\ 0.2945 & 0.0155 & 0.690 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.000 \\ 0.3300 & 0.6100 & 0.060 \end{bmatrix} \quad R_B=\begin{bmatrix} 0.2800 & 0.6200 & 0.100 \\ 0.1960 & 0.6280 & 0.176 \\ 0.680 & 0.0000 & 0.320 \\ 0.4224 & 0.0576 & 0.520 \\ 1.0000 & 0.0000 & 0.000 \\ 0.4400 & 0.4800 & 0.080 \end{bmatrix}$$

Decision of index weight

We use AHP to decide the weight of index. AHP can quantify decision-making process with a little quantitative information. It is suitable for multilayer and multifactor complex decision-making problems. This method is better when decision results cannot be calculated accurately.

Table 3. Evaluation index of brand value

Market share（popularity）b1	
Corporation responsibility b2	Social responsibility (own industry) c1
	Groups reaction degree c2
	Public service activities c3
Prospect b3	Self expectations d1
	Social expectations d2

First of all, we choose expert scoring method, get information through related technologies (data mining and mathematical statistics), isolate indicators by relative importance and then make judgments. The indicator matrixes are as shown in table 4.

Table 4. Indicator matrixes of B, C and D

B	B1	B2	B3
B1	1	3	3
B2	1/3	1	3
B3	1/3	1/3	1

C	C1	C2	C3
C1	1	3	5
C2	1/3	1	3
C3	1/5	1/3	1

D	D1	D2
D1	1	5
D2	1/5	1

Then we use the N-square method to normalize each row vector in matrix and get the weight vector. After the consistency check, we get each index weight of brand value shown in table 5.

Table 5. Brand value index weight

Brand value index weight				
Target Layer	Criterion Layer 1	Weight	Criterion Layer 2	Weight
Insurance company comprehensive credit judgment	Market share（Popularity）	0.4250		
	Corporation responsibility	0.3256	Social responsibility（own job）	0.1536
			Groups reaction degree	0.1030
			Public service activities（other jobs）	0.0690
	Prospect	0.2494	Self expectation	0.1721
			Social expectation	0.0773

Comprehensive assessment of corporation brand value

According to the basic principle of fuzzy comprehensive judgment method, after defining the evaluation index value, we can get the result of evaluation by providing the materials of one insurance company. With the vague matrix and index weight above, comprehensive evaluation vectors of A and B are:

$$B_A=A*R_A=(0.4250 \quad 0.1536 \quad 0.1030 \quad 0.0690 \quad 0.1721 \quad 0.0773)*\begin{bmatrix}0.3300 & 0.5150 & 0.155\\ 0.2220 & 0.5520 & 0.226\\ 0.6300 & 0.0000 & 0.370\\ 0.2945 & 0.0155 & 0.690\\ 1.0000 & 0.0000 & 0.000\\ 0.3300 & 0.6100 & 0.060\end{bmatrix}$$

$$=(0.4571687 \quad 0.3518847 \quad 0.1909466)$$

$$B_B=A*R_B=(0.4250 \quad 0.1536 \quad 0.1030 \quad 0.0690 \quad 0.1721 \quad 0.0773)*\begin{bmatrix}0.2800 & 0.6200 & 0.100\\ 0.1960 & 0.6280 & 0.176\\ 0.680 & 0.0000 & 0.320\\ 0.4224 & 0.0576 & 0.520\\ 1.0000 & 0.0000 & 0.000\\ 0.4400 & 0.4800 & 0.080\end{bmatrix}$$

$$=(0.4544032 \quad 0.4010392 \quad 0.1445576)$$

The evaluation set mentioned above is: $R=\{r_1, r_2, r_3\}$={strong（80-100）, medium(70-79), weak(below69)}. Calculate the comprehensive scores with the means of the mentioned sets, namely (90, 74.5, 34.5):

$$W_A = B_A \times R^T = (0.4571687 \quad 0.3518847 \quad 0.1909466) * \begin{bmatrix}90\\ 74.5\\ 34.5\end{bmatrix}$$

$$=73.94825$$

$$W_B = B_B \times R^T = 75.76094$$

Value by the composite score known, insurance company A and insurance company B brand value score are 73.94825 and 75.76094, respectively. They all belong to the medium level, but the brand value of B is better than A's brand value. Brand value is the embodiment of culture outside insurance companies, through the fuzzy comprehensive evaluation method, quantitative research the insurance company brand value, to enable corporations to understand their own gaps, developing countermeasures, and remain invincible in the competition.

Conclusion

In this paper, we have proposed an effective assessment approach, a combinational method of Analytic Hierarchy Process and Fuzzy Comprehensive Evaluation, which provides a quantitative assessment for insurance corporate culture. After determining weights for each index by using the AHP, we assess the culture evaluation for selected cases through FCE method. By this model, insurance corporate culture can be scored and graded. More importantly, the comprehensive score is determined, indicating which grade insurance corporate culture lies in. The result indicates that the comprehensive scores of two insurance companies brand value lie in the medium level, and the brand value of B company is better

than A company's brand value. The conclusion coincides with the actual situation of the two case insurance companies.

From the above, we also can see that domestic credit system can include factors related to corporation culture, which can be defined as the soft power. Therefore, as for corporate culture, we give the following suggestions to insurance companies:

People-oriented

To develop and build insurance culture better, we should create cultural atmosphere, enhance participation, employ ES strategy and establish "people-oriented" management thinking. ES (Employee Satisfaction) strategy is to take employee satisfaction as the core factor, maximizing employees' reasonable requirements, encouraging their enthusiasm, initiative and creativity, improving their working ability and eventually promoting the development of insurance companies.

Specific measures may focus on paying attention to employees' mentality at any time, providing friendly working environment, building mature encouraging mechanism, inspiring employees' working passion by interest encouragement, giving scope to employees' potential and self-value.

Timely salary encouragement and spiritual support give employees satisfaction of their work. Consequently, they can devote more to the company and actually bring "people-oriented" into reality.

Customer satisfaction

We can employ CS strategy and erect "market-oriented, customer-centered" operating concept. CS means Customer Satisfaction. Under the guidance of this idea, the enthusiasm and achievement sense of service providers are enhanced, their passive service is changed into active service. The ideology for CS strategy is that the organization's overall business activities should be based on customer satisfaction as the core, with customer's point of view rather than the interests of the corporate itself and the analysis should take consumer's need into account. To achieve Insurance Corporation's business goal by making customer's needs meet with product. The key to make customers feel satisfied is whether Insurance Corporation shows honest service idea with considerate and meticulous service.

Corporate reputation

The Chinese don't have a good impression on insurance industry for a long time. For better development in insurance industry itself, all insurance companies should not only promote customer service, but also build good images through external propaganda. Corporate image is the comprehensive embodiment of corporate culture, business management level, and service level. As a management role, corporate culture should finally present corporation's business achievement. Clients' consuming psychology would be influenced greatly by corporate market image, corporate culture atmosphere, reliance feeling from the corporates, and even the expression of the manager. And then, corporates' business achievement would also be influenced.

Acknowledgements

We acknowledge the financial support from Hunan social science research program of China (14YBA093, 11YBA343) and consulting program of province situation and decision of China (2012BZZ29).

References

[1] BHUSHAN N, RAI K. Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process [M]. London: Springer-Verlag London Limited, 2004.
[2] CAMERON K S. Quinn R E. Diagnosing and Changing or Ganization a Culture Based on the Competing Values Framework [M]. New York: Addison-Wesley Press, 1998.
[3] CHATMAN J, JENNIFER A. Matching people and organizations: selection and socialization in public accounting firms [J]. Administrative Science Quarterly vol. 36, pp. 459-484, 1991.
[4] DENISON D R, MISHRA A K. Toward a theory of organizational culture and effectiveness [J]. Organization Science, vol. 6, pp. 204-223, 1995.
[5] Denison D R. Corporate culture and organizational effectiveness [M]. New York: John-Wiley & Sons, 1990.
[6] HOFSTEDE G, NEUIJEN B, OHAYV D D, SANDERS G. Measuring organizational culture: a qualitative and quantitative study across twenty cases [J]. Administrative Science Quarterly, vol. 35, pp. 286-316, 1990.
[7] LI Z Q, ZHOU J. The path of insurance corporate culture construction research [J]. Journal of insurance research (1): 66-67. (In Chinese).
[8] PICKETT K H. Corporate Risk Management [M]. John Wiley & Sons, Inc, 2006.
[9] Kim S C, Quinn R E. Diagnosing and Changing the Competing Value Framework [M]. Addison-Wesley, 1998.
[10] LIU S. Cultures within culture: Unity and diversity of two generations of employees in state-owned corporates [J]. Human Relations, vol. 56, pp. 387–417, 2003.
[11] OREILLY C A, CHATMAN J, CALDWELL D F. People and organizational culture: A profile comparison approach to assessing person-organization fit [J]. Academy of Management Journal, vol. 34, pp. 487-516, 1991.
[12] QUINN R E, ROHRBAUGH J. A spatial model of effectiveness criteria: Towards a competing values approach to organizational analysis[J]. Management Science, vol. 29, pp. 363-377, 1983.
[13] SAATY T L, How to make a decision: the analytic hierarchy process? [J]. Interfaces, vol. 24, pp. 19-43, 1994.
[14] SAATY T L, Theory and Applications of the Analytic Network Process [M]. Pittsburgh, PA: RWS Publications, 2005.
[15] SAATY T L, VARGAS L G. Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process [M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.
[16] SAATY T L, VARGAS L G. Decision making with the analytic network process: Economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks[M]. New York: Springer, 2006.
[17] SCHEIN E H. Organizational culture and leadership [M]. San Francisco: Jossey-Bass, 1995.
[18] SHERIDAN J E. Organizational culture and employee retention [J]. Academy of Management Journal, vol. 35, pp. 1036-56, 1992.
[19] SKIPPER H D, Kwon W J. Risk Management and Insurance [M]. Wiley-Blackwell, 2007.
[20] STEVENS J. Applied multivariate statistics for the social sciences [J]. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 45-99, 1986.

[21] ZHOU H. Strengthen insurance corporate culture construction to build a harmonious enterprise [J].Journal of insurance research, 8, pp. 82-84. 2008 (In Chinese).
[22] ZHUO Z. Several basic problems of China's insurance cultures [J]. Journal of insurance research, 11, pp. 10-15, 2009 (In Chinese).



清华社官方微信号

扫 我 有 惊 喜

版权所有　侵权必究

ISBN 978-7-89511-107-3

9 787895 111073 >

定价：100.00元