

Risk Management of China's Ocean Pollution, An Example of Petrol Pollution

MA Zhigang, LAI Tao, BAI Rongxia, DAI Deyu
Jing Sheng Insurance Brokers Co., Ltd., Beijing, China, 100068

摘要: 随着现代石油化工业的快速发展, 海外石油采购、石油及其产品海上运输, 深海及新领域石油勘探和开发力度不断加强, 导致石油污染事故频发, 对海洋生态环境造成巨大破坏, 给人民财产带来巨大损失。2010 年 BP 墨西哥湾漏油事故和 2011 年康菲渤海湾漏油事故就是典型事例, 引起了社会的广泛关注。中国是海洋污染较为严重的国家之一, 海洋污染损失巨大, 诸多的海洋污染事件给中国以警示, 加强中国海洋污染的风险管理工作刻不容缓。

本文以海洋石油污染为例, 借助鱼刺图因果分析法, 从技术原因, 人员行为、管理问题、生产环境等多方面, 对 BP 墨西哥湾漏油典型事故致因进行剖析, 并通过对国内海洋污染的法律法规、企业 HSE 制度管控、企业风险转移等多种风险管控手段等分析, 提出了中国海洋污染风险管理需从系统治理的角度出发, 构建可操作性强、立体式的综合风险管控体系, 进一步促进政府、企业、社会三方的联合作用, 提高海洋石油污染综合风险管理能力等建议, 期望对中国海洋污染风险管理工作提供有益的参考。

关键词: 海洋污染; 墨西哥湾漏油; 风险管理

I. 引言

石油作为当今社会的第一大能源, 在其开采、炼制、水上运输、贮运和使用过程中都可能泄漏入海, 造成生态环境的破坏, 甚至威胁到人类社会的可持续发展, 而其中危害最大的是溢油污染, 溢油污染的突发性、复杂性、破坏性使石油泄漏被称为海洋污染的超级杀手。

从污染来源上来说, 海洋石油污染来源

可分为天然来源与人为活动来源两类。天然来源是指海底石油的渗漏、陆地渗漏、通过河流输送以及微生物对烃类的合成等, 而人为活动来源则是多种途径的, 主要的海洋石油污染来源见图 1 所示。进入海洋的石油大约每年有 320 万吨, 其中主要来源是油轮及其它航运, 大约每年为 147 万吨, 是石油年入海量的 46%。石油对生物毒性最大的部分是芳烃, 尤其是多环芳烃。

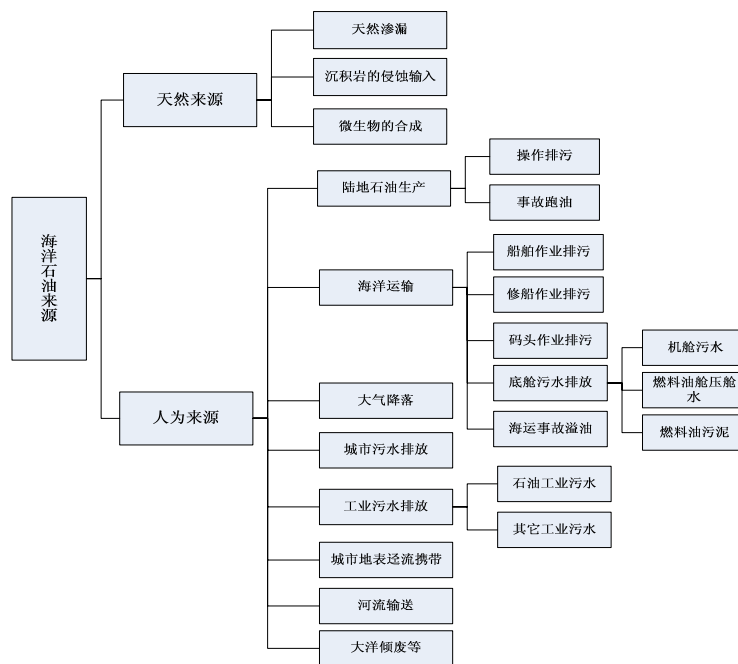


图 1. 海洋石油来源

随着人类对能源需求的不断提高，各国不断从海外购买、运输石油资源，并加大深海区域和新领域的石油勘探和开采力度，这些新的能源举措，导致近年来重大海洋污染事件不断发生。2010年4月BP石油在墨西哥湾漏油事故、2011年6月康菲石油在渤海湾开采发生漏油事故都是典型的海洋污染例子，这些重大海洋污染事件不仅造成了巨大的经济损失，还对海洋生态造成了重大破坏，影响深远。而对海洋污染历史事件的统计分析来看，在过去的40年发生了20多起由石油造成的重大海洋污染事件，平均每两年就有一起重大事故发生，对人类社会和生态环境造成严重破坏，1967-1989年的二十多年间，共发生4次严重漏油事故，而此后的二十年发生严重漏油事故7次；二是发生漏油事故的多为经济发达国家，作为基础能源，石油对一国的国民经济发展至关重要，发达国家对于石油的需求量较为旺盛，发生事故的相对概率较高。近些年来，我国经济飞速发展，作为一个能源相对匮乏的大国，增加石油开采、扩大海外石油资源与石油进口已经成为我国“十二五”的石油战略。接连发生的漏油污染事故值得我们警惕，同时，通过与发达国家漏油事件赔偿情况对比，我国对污染环境企业的问责力度很低，将巨额的环境污染成本转嫁给了社会。目前，石油污染已成

为全球破坏性最为严重的海洋污染源之一，值得我们重点关注。

II. 典型海洋污染事件及事故成因分析

2010年墨西哥湾漏油事故造成了巨大经济损失同时引起了社会的广泛关注，是海洋污染的重大典型事故之一。本文将通过对该次海洋污染典型事故的发生过程、处理方法及事故的影响进行跟踪，应用鱼刺图因果分析方法对事故成因进行深入研究和剖析，为我国海洋污染风险管理工作提供借鉴。

A. 墨西哥湾石油泄漏事件

1) 事件经过介绍

(1) 基本情况

墨西哥湾漏油事件发生地点为位于墨西哥湾中部的密西西比河峡谷252区块的马孔多井（井MC252），井距离最近海岸线约48英里，作业水深为4992英尺。马孔多井的作业者为英国石油公司（BP），钻井承包商为世界上最大的海上钻井承包商越洋钻探公司，固井服务公司为哈里伯顿公司，防喷器供应商为Cameron公司。

发生事故的钻井平台为“深水地平线

(Deepwater Horizon)”，长 112 米，宽 78 米，高 97.4 米。该平台于 2001 年建造，为第五代深水搬迁式钻井平台，吃水深度 23 米，平台成本为 7 亿美元。平台可容纳 130 人，事故发生时平台上共有 126 人。事故井号为 MC252 1-01，井别为探井，井型为直井，设计井深 6096 米，实际井深 5596 米，在钻至井深 5486 米时完钻，采用低密度水泥浆固井，配套的水下防喷器为喀麦隆生产，最大工作压力 15000psi，如图 2 所示。

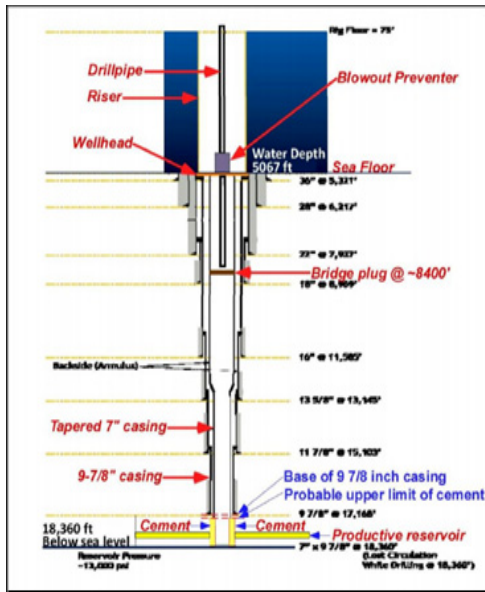


图 2. 井 MC252 号 1-01 模拟图

(2) 事件过程

2010 年 4 月 20 日晚上 22:00 点“深水地平线”钻井平台 MC252 号 1-01 井发生井喷并爆炸着火，在火灾爆炸持续近 37 小时后，钻井平台沉没。每天有 10000~20000 桶的原油流入墨西哥湾，造成大面积海洋环境污染。事故发生后，BP 公司在休斯顿设立了一个 500 人大型事故指挥中心，寻求支援，经过多种方法处理失败后，于 7 月 15 日成功控制住井喷，事故详细处理过程见下图 3 所示。

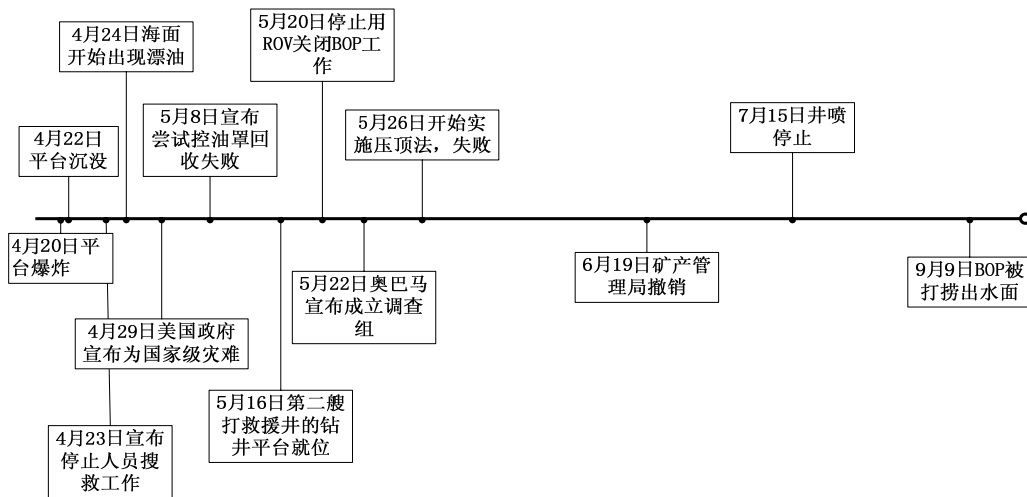


图 3. 墨西哥湾井喷泄漏事故处理过程

此次事故共造成 11 人死亡，大面积海域受到严重污染，污染区域超过 8500 平方公里，8 个国家公园受到威胁，400 个物种面临威胁，包括濒危物种。发生事故当天 BP 公司股票下跌约 54%，公司市值损失 1050 亿美元，应急

反应发生的费用约为 31.2 亿美元，预计总损失超过 400 亿美元。

2) 基于鱼刺图法的事故致因分析

通过对事故平台 MC252 1-01 的工艺流程、

工艺参数、装置损失、物料损失、人员伤亡情况的分析,参考BP内部调查报告、美国政府最终调查报告等相关资料,利用鱼刺图分析法,进行事故致因分析,为类似事故的预防提供借鉴。

(1) 鱼刺图法介绍

鱼刺图(Fish Bone Fig)法又称为因果分析图,是重要的事故分析方法,在具体分析时,可以从事故出发,运用不遗漏、不重叠原则,将问题分为更细的若干个方面来分析,从大原因出发寻找中原因、小原因,使复杂的事

故原因系统化、条理化,找出各特性要因,并标出重要因素的图形,搜寻产生问题的根源,是一种透过现象看本质的分析方法。

(2) 事故致因分析

根据事故致因理论和事故构成要素,可以分析出墨西哥湾石油平台爆炸事故是由于人的不安全行为、机器设备不安全状态、技术设计失效、系统管理错误等方面同时发生,并相互作用而发生的事故,事故原因如下图4所示。

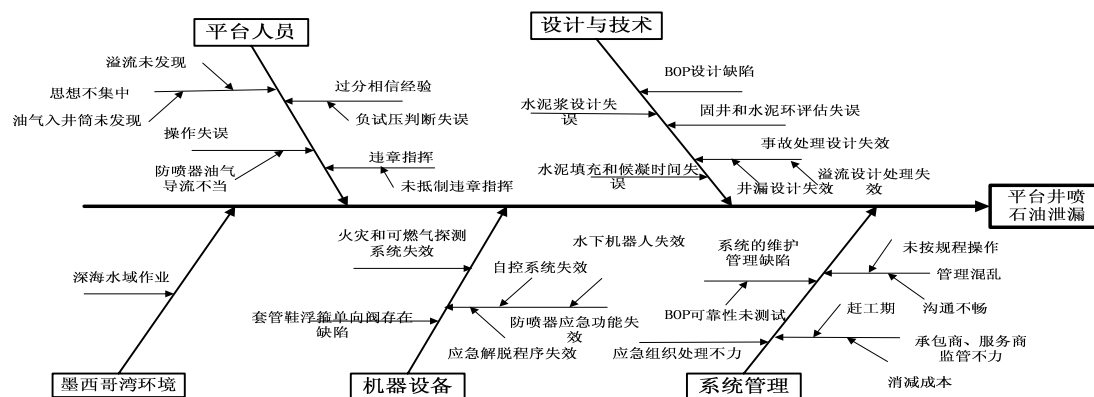


图4. 墨西哥湾井喷事故原因分析鱼刺图

事故具体原因分析如下:

➤ 技术设计失效:在固井过程中,水泥浆设计、水泥充填、候凝时间、固井质量测试和水泥环风险评估等环节存在缺陷,完井套管串设计的四道密封防护(井底固井密封、所下尾管的悬挂器部位密封、尾管悬挂处的固井密封、井口密封总成密封)变更为两道密封(井底固井和井口密封),套管外环空水泥环,未能有效的封隔油气层,地层流体突破了水泥环,造成固井质量不合格。同时,在溢流发生时选择的设计处理方案失效,导致事故的发生。

➤ 人员不安全行为:平台操作人员思想不集中未能有效发现油气进入井筒;溢油发现不及时;在大量溢流的情况下,仍然坚持开泵循环,直到井筒天然气到井口,才停泵、关井;防喷器操作失误等人为失误行为。同时,管理人员违章指挥,过分相信自身经验,采用负压验证固井质量时,使用较轻的海水替换套管内环空钻井液,使油井处于不可控的负压状态;对负压时的压力读数和体积流量判断失误,误认为测试成功,使

套管环空上部液柱压力降低,导致发生溢流,直至井喷。

➤ 机器设备失效:在整个事故发生过程中,先后出现井口密封系统、火灾和可燃气体探测系统,以及应急模式下的紧急切断程序(EDS)、自动模式功能(AMF)和遥控水下机器人干预3套关井系统相续失效等机器设备问题,尤其是关键时刻井控装备不能发挥作用,是导致井喷失控的一个间接原因。

➤ 组织管理问题严重:现场生产组织决策上出现一系列重大失误,导致固井操作、溢流控制等措施不当;对系统维护性管理不够,导致关键设备失效;自身管理薄弱并对承包商、服务商监管不力,为赶工期,节约资金,未测试固井质量曲线、水泥候凝时间不足、未按技术规程要求在密封总成中安装锁止滑套使密封失效等多次违章操作事件;同时,现场指挥管理混乱、缺乏有效的监督检查,导致事故的发生。

III. 中国海洋污染风险分析及风险管理

中国是一个海洋大国，拥有 18000 多千米的海岸线，丰富的海洋资源与优越的海上运输条件为中国海洋经济发展创造了契机，然而中国也是海洋污染非常严重的国家之一，根据《联合国海洋法公约》，在中国拥有 35 万平方公里海域和内陆水域中，总计 14.5 万平方公里的中国沿海浅水区域未能达水质标准，2.9 万平方公里海水被认定为严重污染，其中渤海湾、黄海、东海和南海的污染状况最为严重，海洋污染治理及风险管理刻不容缓。

本文将基于海洋污染的特点，以石油污染为例重点通过对海洋开采的技术风险、安全环保风险、企业管理风险、经济产业布局风险等角度进行深入研究，分析海洋污染风险原因，从而提出新的风险管控框架。

1) 企业安全与环保风险

企业安全与环保风险是引起海洋污染事件的最直接原因。在企业的各个环节中，由于人为因素、设备因素等引起的意外事故发生，破坏着海洋环境，尤其是中国更多危险性的化工能源企业都聚集在沿海地区，导致化学品、剧毒品、油气泄漏和有害物料的泄漏、有害气体的扩散、放射性物质以及含有污染物消防水的大量排放，使各种污染物进入海洋，导致周边海洋污染和生态破坏，不仅对企业带来人员伤亡和财产损失，还会形成不良社会影响，中国企业的安全与环保风险巨大。

2) 海洋开发的技术风险

海洋开发的技术风险，加大了海洋污染的风险。海洋开发是一项融技术、装备、工程于一体的跨学科、跨专业的复杂工程，存在很多技术风险问题，由于技术的落后、改进、创新等不确定性因素导致海洋污染事件时有发生。尤其 20 世纪末，人类开始大规模进军高风险的深海石油开采，传统的导管架

平台和重力式平台逐步被深水浮式平台和水下生产系统所代替，各种类型深水平台的设计、建造技术不断完善，如图 5 所示。海洋石油工程技术日新月异。为了提高产能，更多新技术被应用于新海域的开发，这些新领域和新技术，使得海洋开发技术风险超过以往任何时候，导致海洋石油污染事故的不断出现。

我国近海探区面积约 130 万 km²，遍布于沿岸各大海域，有着十分丰富的海洋石油资源，而我国海洋石油自主开发能力和实践经验与国外相比尚有很大距离，深海石油开发技术还不成熟，BP 石油墨西哥湾漏油事故表明即时世界一流水平的公司也难以杜绝事故的发生，而康菲石油渤海湾泄漏事件更是给中国海洋开采敲响了警钟，中国在海洋开采过程中的技术风险应引起足够重视。

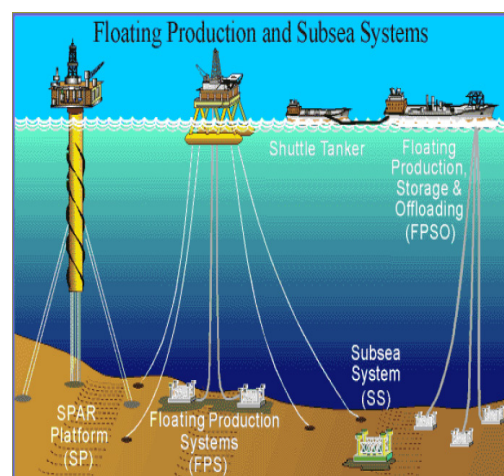


图 5. 海域开发深水区的生产设备

3) 自然灾害引起的次生灾害风险

自然灾害引起的次生灾害风险，推动了海洋污染事件发生。海洋开采、海上运输的船舶等海洋上设施，将不可避免的遭受到台风、风暴潮、灾难性海浪、海冰、地震等诸多海洋灾害的影响，这些灾害将会引起火灾、爆炸、泄漏等众多次生灾害的发生，破坏海洋设施，使污染源进入海洋。同时，对于近海企业，尤其是处在自然灾害风险较高的危险化学品企业、能源企业，由巨大自然灾害所引出的次生灾害危害，使众多的陆上污染物排向海洋，带来海洋污染。

4) 企业自身发展战略、体制管理风险

企业自身发展战略、体制管理风险,促进海洋污染事件的不断发生。从海洋污染历史事件分析来看,在海洋污染后面往往是经济利益的快速追求,与海洋相关的企业由于片面的追求增长速度,往往忽视了安全管理与风险管理技术的研究与提升,造成安全设计不足,无法有效的预估风险,导致海洋污染事故发生、甚至失控。同时,企业防灾防损意识缺乏,环保意识薄弱也是海洋污染事故的一个原因。防灾防损意识的缺乏,增大了事故发生的几率,造成海洋污染事故在源头上无法得到有效的控制,并导致海洋污染事件发生后的破坏进一步扩大等。

此外,企业管理体制不健全,执行力不够也间接导致了海洋污染事故的发生。与海洋相关的一些企业由于缺乏科学规范,各岗位、各工种作业流程标准化建设滞后,安全措施不配套,随意性大,漏洞多,各项安全生产责任机制不完善加大海洋污染事故的发生。同时,大量事实证明,90%以上的安全事故都是由于违反规章制度的行为所造成,加强企业管理,提高企业安全生产管理执行力,将是减少海洋污染事故的重要保证。

5) 中国工业产业布局风险

中国工业产业布局带来的风险,进一步加速了海洋的污染。中国为了更好的利用全球市场配置资源、进一步直接靠近消费市场,更多的重工业向沿海发展,从北端的渤海湾开始,一直到大西南出海口北部湾,港口、冶金、炼化、造船等重工业在中国沿海已普遍存在,并已达到规模以上工业的70%左右。在国家产业规划层面,十大产业调整振兴规

划中,石化和钢铁产业规划都分别提出,要实施产业布局优化,趋势向沿海集中。相对应,我国的污染海域也主要分布在人口密集、工业发达的大中城市邻近海域以及河口、海湾等地,据统计我国海洋污染80%来自陆地排入到中国海域的污水和各种有毒物质,这无疑与我国的产业布局戚戚相关。重工业在海岸线上集中布局,将海洋环境所面临的压力和风险不断增加。

IV.中国海洋污染的风险管理建议

解决上述中国海洋污染问题,要求我们深入理解引起中国海洋污染的各种因素,从而建立中国海洋污染综合风险管控体系,本文通过对海洋污染风险分析,以及墨西哥湾石油泄漏典型事件剖析,对中国海洋污染风险管理提出如下建议。

A. 构建立体式海洋污染风险管理体系

从海洋污染风险分析来看,必须以系统角度出发,整合政府、企业以及社会的资源,建立综合性、立体式海洋污染风险管理体系,以此,实现对海洋污染系统各要素的综合管理,提高海洋污染风险回避和风险转移能力以及恢复能力。借鉴,苏纪兰、蒋铁民撰写出版的《浙江建设“海洋经济大省”战略研究》中海洋可持续发展管理模型的思想,本文初步构建了一个从政策引导、自身防御、海洋执法监察与管控、信息披露等综合整治功能与一体的综合型、立体式海洋风险管控可持续发展体系简略图,详见图6,通过立体式风险管理体系,实现多方合力共同治理海洋污染。

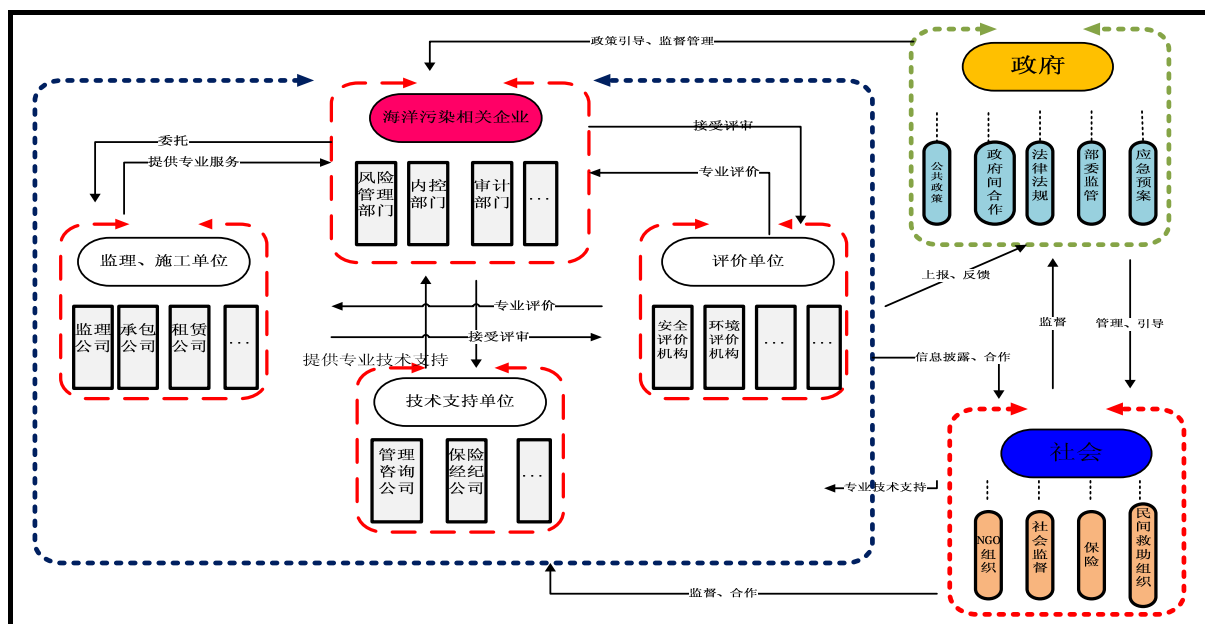


图 6. 海洋污染风险管控体系简略图

B. 风险管控体系的有效运行

在海洋污染管理体系中，通过界定各主体双方的权利和义务，发挥政府主动监管的作用；积极调动社会民间组织、保险业等社会的监督检查、技术支持和风险分散的作用；同时，通过海洋污染相关企业自身管控以及第三方安全和环境评价机构的审查监督，形成良好的风险管理闭环，搭建起政府-企业-社会三方的立体式的、可操作性的风险管理框架。

参考文献:

- [1] 国家海洋局:《海洋灾害公报》, 2010年版。
- [2] 陈戎:《海洋石油事故管理与实践》, 中国石油大学出版社, 2007年6月第1版。
- [3] 英国石油公司:《深水地平线钻井平台爆炸事故调查报告》, 2010年9月8日版。
- [4] 笄素林等:“中国政府监管机制的现状于理论构建”, 载于《现代经济探讨》2006年第10期。
- [5] 马文耀:“漏油致海洋污染的防范与治理对策(以美国环境执法为视角)”, 载于《世界海运》, 第34卷, 第5期。
- [6] 汪道伟等:“我国海洋污染赔偿制度的构建(渤海漏油事故的启示)”, 载于《绿叶》, 2011年第10期。
- [7] 金正九:“东北亚海域环境污染防治的国际合作”, 大连海事大学博士论文, 2011年6月。
- [8] National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling: Report to the President DEEP WATER The Gulf oil Disaster and the Future of Offshore Drilling, January 2011.
- [9] U.S. Department of The Interior: Report Regarding the causes of the April 20, 2010 Macondo well blowout, September 14, 2011.

中国海洋污染风险管理研究

一以石油污染为例

马志刚, 赖涛, 白荣霞, 代德宇
竞盛保险经纪股份有限公司, 北京, 中国, 100068