

Emergency Response Technology for
Marine Oil Spill Pollution

海洋溢油污染应急技术

牟 林 赵 前◎主编



Emergency Response Technology for
Marine Oil Spill Pollution

海洋溢油污染应急技术

牟 林 赵 前◎主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书对海洋溢油污染应急反应关键技术进行了系统总结和阐述,分析了海洋溢油污染发生的原因,指出了我国海洋溢油污染应急反应体系的现状与不足,介绍了海面溢油的遥感监视,探讨了海洋溢油污染的现场监测方法,重点探讨了油指纹鉴别技术,对溢油行为与归宿的数值模拟及海面溢油的应急处理技术开展了相关研究。本书结合国家“十一五”规划海洋溢油污染应急反应体系建设中的一些重要成果,着重介绍了“渤海海域溢油应急预测预警系统”和“溢油敏感资源及应急资源管理系统”。

本书可供广大从事溢油应急工作的业务人员和科研人员参考,高等院校相关研究领域的研究生和高年级本科生也可以阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

海洋溢油污染应急技术/牟林,赵前主编. —北京:科学出版社, 2011. 9

ISBN 978-7-03-032341-5

I. ①海… II. ①牟…②赵… III. ①海洋溢油-环境污染事故-应急对策
IV. ①X550.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 185846 号

责任编辑:胡升华 韩昌福 王昌凤/责任校对:郑金红

责任印制:赵德静/封面设计:无极书装

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 10 月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2011 年 10 月第一次印刷 印张: 16 3/4

印数: 1—1 500

字数: 416 000

定价:168.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

本书编委会

主 编：牟 林 赵 前

副主编：刘克修 李 欢 陈荣昌 赵如箱
李积军 徐玲玲 陈学恩 邹和平

编 委：杨少磊 相文玺 李四海 郭小勇
崔晓健 高山红 姜晓轶 周良明
范文静 武双全 刘首华 张增健
张建立 李 琰 宋 军 王 慧
王 续 李 海 李 洁 高 佳
迟永祥 管承扬 展 鹏 鞠 莲
堵盘军

随着我国海洋经济的迅猛发展，合理开发利用海洋资源、切实保护海洋生态环境以及防御和减轻海洋灾害损失，对于提高海洋资源后续保障能力、促进海洋经济健康稳步发展具有重要的战略意义。

溢油是严重的海洋灾害。溢油污染事件多发生于港口、船舶运输和海上石油开发过程中，虽然大多为突发性的，但是一旦发生，危害极大，不仅会对海洋生态环境造成严重的破坏，同时也会给受灾沿岸的经济发展和人类的健康及公共安全带来直接的损害。

我国是海洋大国，港口和海上石油钻井平台众多，海上航线复杂，运输繁忙，发生海洋溢油污染事件的风险较大。目前，我国的海洋溢油污染应急反应体系的建设尚不完善，应急力量的布局和机构不够合理，缺乏处理重大海洋溢油污染事件的应急反应能力，远远不能适应国家海洋经济发展和海洋环境保护的需求。鉴于此，该书围绕海洋溢油污染的应急反应技术，开展系统的研究和总结，并结合我国“十一五”规划海洋溢油污染应急反应体系建设中一些重要的研究成果，对海洋溢油污染事件发生的原因进行了分析，介绍了我国海洋溢油污染的应急反应体系，对海面溢油的遥感监视和油指纹鉴别等技术进行探讨，对海洋溢油行为与归宿的模型预测和海面溢油的应急处理技术进行了研究，重点介绍了“渤海海域溢油应急预测预警系统”和“溢油敏感资源及应急资源管理系统”，使读者能够了解海洋溢油污染应急反应的关键技术，包括我国在该领域目前已达到的水平和今后的发展态势，这将有益于发展我国溢油污染应急预测预警技术，完善海洋溢油污染应急反应体系。

该书的出版，有望为广大从事溢油应急工作的业务人员和其他相关人士提供科学依据和重要参考。

中国科学院院士 冯士筴

2011年5月



前言

自 20世纪90年代初开始，我国由石油出口国转变为石油进口国，原油进口量不断上升，原油对外依存度不断提高。2009年，我国成为世界第二大原油进口国，原油对外依存度高达51.29%，超过了50%的警戒线。能源的巨大需求加速了我国海上石油运输业和油气开采业的发展，也加大了海上船舶和油气田发生溢油污染事件的风险。

2010年7月16日，大连新港发生了举国震惊的特大输油管线爆炸事故，造成大量原油外泄，影响了港口周围近100平方千米的海域，其中10平方千米的海域受到了重度污染，环境遭到了严重破坏，重创了当地的渔业和航运业。可见，一次重大的溢油污染，往往会给海洋环境造成巨大的破坏，给经济带来不可估量的损失。

海洋溢油污染事件多是突发性的，且多数发生在恶劣的海况下。事件发生后，油污在海表面风、海流和海浪等的共同作用下向周围漂移扩散，并伴随着蒸发、乳化和溶解、沉降等风化过程，影响区域会迅速扩大。由于具有易燃性和一定的毒性，溢油除了会给海洋环境造成破坏外，还会给沿岸居民的健康、公共安全等带来严重的危害。如何在第一时间获得溢油的准确走向与风化情况，确保相关部门采取及时有效的应急反应行动，建立一套完整的溢油应急反应技术支持体系势在必行。

国际海事组织为了确保海上运输安全、保护海洋生态环境、防治船舶污染，先后制定、出台了《联合国海洋法公约》、《国际防止船舶造成污染公约》、《国际油污防备、反应与合作公约》等，对防治海上船舶溢油污染作出了全面且详细的规定。我国是一个拥有1.8万千米大陆海岸线和近300万平方千米海域的海洋大国，同时也是国际海事组织的A类理事国和上述国际公约的缔约国。我国各项制度必须与国际惯例接轨，按照国际惯例运作，在履行国际公约上应当起到表率作用。因此，

建立有效的海洋溢油污染应急反应体系，提高我国面对海洋溢油事故的应急反应能力，是我国各级政府应有的责任和应尽的国际义务。

本书主要对溢油应急技术开展了相关的研究。第一章介绍我国海洋溢油污染的应急反应体系，分析海洋溢油污染发生的原因；第二章对海面溢油的遥感监视进行了探讨；第三章为海洋溢油污染的应急监测，重点探讨油指纹鉴别技术；第四章阐述了海洋溢油行为与归宿的数值模拟研究；第五章重点介绍了“渤海海域溢油应急预测预警系统”；第六章主要对溢油环境敏感资源和应急资源进行了探讨，并介绍了“溢油敏感资源及应急资源管理系统”（OSERS2.0）；第七章内容为海面溢油的应急处理技术研究。本书得到了国家发展和改革委员会（简称国家发改委）高技术产业发展项目“渤海海域溢油污染预测预警技术”（2008-311-000-035）和海洋公益性行业科研专项经费项目“重点海港和南海油气区水动力环境保障技术研究示范”（200905001）的大力支持，以期对我国海洋溢油污染事件的管理、监测和应急反应工作提供有益的参考。

海洋溢油污染应急技术的研究涉及物理、海洋、气象、生物、化学、地质、环境、交通运输、法律等诸多学科领域，本书只涉及其中一部分的内容，难免会出现不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011年4月于天津

目 录

序	/ i
前 言	/ iii
第一章 海洋溢油污染应急反应体系	/ 1
第一节 海洋溢油污染现状及原因分析	/ 2
第二节 海洋溢油污染的危害	/ 10
第三节 海洋溢油污染应急反应体系建设	/ 11
本章参考文献	/ 17
第二章 海面溢油的遥感监视	/ 19
第一节 溢油遥感监视	/ 20
第二节 SAR在海面溢油监视中的应用	/ 31
本章参考文献	/ 41
第三章 海洋溢油污染的应急监测	/ 43
第一节 海洋溢油污染事件的现场调查与溢油样品采集	/ 43

	第二节 溢油的鉴别	/45
	第三节 溢油的定量分析	/60
	第四节 油膜厚度的监测	/61
	第五节 溢油应急监测的应用	/62
	本章参考文献	/64
第四章	海洋溢油的数值模拟	/67
	第一节 溢油数值模型	/68
	第二节 海洋溢油数值模拟系统	/89
	本章参考文献	/105
第五章	渤海海域溢油应急预测预警系统	/109
	第一节 海流模块	/110
	第二节 海浪模块	/141
	第三节 大气模块	/147
	第四节 溢油行为与归宿预测模块	/158
	第五节 系统的可视化	/164



	第六节 系统的预报流程	/164
	第七节 系统案例验证及业务化应用	/165
	本章参考文献	/170
第六章	溢油环境敏感资源与应急资源	/173
	第一节 溢油环境敏感资源	/173
	第二节 环境敏感资源图	/182
	第三节 应急反应资源	/190
	第四节 溢油敏感资源及应急资源管理系统	/191
	本章参考文献	/224
第七章	海面溢油的应急处理	/225
	第一节 物理处理法	/225
	第二节 化学处理法	/240
	第三节 生物处理法	/251
	本章参考文献	/253



[1]

第一章 Chapter One

海洋溢油污染应急反应体系

经济的迅猛发展使我国的能源需求与日俱增。我国石油进口量的上升始于 1993 年，当时我国已由石油出口国转型为石油进口国。2006 年，我国原油进口量为 1.45×10^8 吨，国内原油产量为 1.85×10^8 吨，对外依存度为 42.7%；2007 年，我国原油进口量为 1.6×10^8 吨，同比增长了 12.4%，国内原油产量 1.87×10^8 吨，对外依存度超过了 46%；2008 年，我国原油进口量为 1.79×10^8 吨，同比增长了 9.6%，国内原油产量 1.9×10^8 吨，对外依存度接近 49.8%；2009 年，我国已成为世界第二大原油进口国，对外依存度超过了 50% 的警戒线；2010 年，我国的原油进口量相对上一年同比增长了 17.5%。能源需求的不断扩大，加速了我国海上石油运输业和石油开采业的发展，油轮不断增多，海上石油勘探、开发及海底管线铺设的规模不断扩大，同时海洋溢油污染事件，尤其是重、特大溢油污染事件的风险亦随之大大增加。

20 世纪 70 年代，海洋溢油污染事件在我国即有发生，如 1973 年，大连港发生了溢油量高达 1400 吨的海洋溢油事故，对海洋环境造成了严重的破坏。据统计，1973~2006 年，我国沿海船舶溢油污染事件共发生 2635 起，总溢油量更是达到了 3.71×10^4 吨。2010 年 7 月 16 日，大连新港发生了举国震惊的特大输油管线爆炸事故。事故造成了大量原油外溢，污染了港口周围大面积的海域，其中有些海域遭到了重度污染，环境受到破坏，重创了当地的渔业。此外，事故导致大连新港临时关闭，影响了船只的正常装卸运营，给港口和航运业造成了巨大的经济损失。

由此可见，海上重大溢油污染事件一旦发生，必将损害我国近海海洋环境，影响人民的生活，阻碍国家经济的正常发展。因此，了解海洋溢油污染的成因，针对其开展海洋溢油应急关键技术的研究，建设、完善溢油应急反应体系，建立为溢油事故应急反应、处理提供决策支持的技术平台，提高溢油应急的反应能力和技术水平刻不容缓。其不仅能为保护我国近海海域的环境安全提供相应的技术支持，还能为我国石油运输业和开采业的健康、稳定发展提供必要的保障。



第一节 海洋溢油污染现状及原因分析

一、国内外重大海洋溢油污染事故

20 世纪 60 年代以来,全球万吨以上的溢油污染事件几乎年年发生,严重影响了海洋环境。以 90 年代为分割线,此前溢油污染事件的发生率高,溢油量也较大,之后发生率下降,溢油量亦减少,但是人们对于溢油事件的关注却有增无减,主要是由于海洋环境的日益恶化以及各国政府和公民的环保意识的不断增强。近几十年来,重大海洋溢油污染事件带来的灾难性后果让人触目惊心,其中有些事故的发生归因于恶劣的天气和海况,有些则纯属人为操作失误所致,但无论如何,事故给环境造成的破坏及给经济造成的损失都是巨大和无法估量的。以下回顾几起国内外具有代表性的重大溢油事故,为读者提供参考。

(一) 国外重大海洋溢油事故

1. “Torrey Canyon” 号油轮事故

“Torrey Canyon” 号为利比里亚籍油轮,其在 1967 年发生的事故为世界上第一次大规模海洋溢油事故。事故的原因是船长未听取相关告诫,擅自将航线改变,从而使油轮以 15.8 节^①的速度撞上礁石,致使船底部位大部分破损, 3×10^4 吨原油倾泻而出。事故发生后,尽管相关部门进行了全力抢救,但是恶劣的天气情况致使抢救工作全面失败。最后不得不动用空军轰炸该油轮,并进行现场燃烧。

溢油在强风的作用下不断改变着漂移方向,影响了英国和法国部分地区,也包括了英吉利海峡内的加尔塞岛,遭受污染的海岸线长达 242 海里^②。此次事故重创了这些地区的水产和旅游业,同时溢油的清除耗费了大量财力和人力,直接经济损失高达 1050 万英镑。

2. “Exxon Valdez” 号油轮事故

1989 年,隶属于美国埃克森 (EXXON) 石油公司的 “Exxon Valdez” 号油轮在阿拉斯加附近触礁,溢出原油 3.6×10^4 吨。同样是恶劣的天气状况导致了应急工作失败,大量的溢油污染了 1600 平方千米的海面。事故给阿拉斯加湾的生态环境带来了毁灭性的打击,造成了当地大量海鸟、海獭、海豹等动物的死亡。然而,损失最惨重的是当地的水产业,大批渔场和相关设施被迫关闭。虽然埃克森公司为该事故支付了超过 80 亿元的罚款和赔偿等费用,但是根本无法弥补生态破坏给当地渔业和旅游业等带来的巨大的经济损失。

3. “威望” 号油轮事故

“威望” 号为单壳油轮,20 世纪 70 年代由日本制造。2002 年 11 月,该油轮在行驶过程中遭遇

^①1 节=1 海里/时。

^②1 海里=1.852 千米。



了强风暴袭击,由于油轮载有大量的重质燃料油,风暴直接导致油箱破损燃料油外泄,形成的溢油带长达 20 海里。但是更坏的结果是“威望”号在风暴中失去了控制,漂向西班牙加利西亚海岸,并在距海岸 8 海里处搁浅。几天之后船体破损严重以致断裂沉没。据统计,约有 1.7×10^4 吨燃料油泄出,污染了加利西亚 400 千米的海岸线。此外,法国的部分海岸线也受到了污染。

事故发生后,包括西班牙和法国在内的 10 个国家采取了应急措施,相关部门采用了各种高科技手段对溢油动态进行监视和预报,竭力将污染控制在最小的范围内。

据初步估计,各国政府针对该溢油事故所采取的预防措施及溢油清除工作提出的索赔费用在 2.15 亿 ~3.2 亿欧元,对渔业及养殖业的索赔费用在 0.8 亿 ~2.5 亿欧元,对旅游业和生态环境造成的损失则无法估量。

4. 墨西哥湾事故

“墨西哥湾事故”可以被看做是最近几年国际上最严重的溢油事故之一。事故起因为 2010 年 4 月英国石油公司(BP)在墨西哥湾租用的“深水地平线”钻井平台爆炸起火,之后平台沉入海底,以致大量原油外泄进入墨西哥湾。图 1-1 所示的为在该事故中遭受污染的部分水域。

由于人为判断失误,事故造成的灾情要比当初预计的严重得多。相关部门认为沉没的钻井平台每天的溢油量在 138.5 吨左右,但实际上溢油量大大超过了最初估计,每天有 692.5 吨石油通过破损的管道流入墨西哥湾(贝少军和董艳,2010)。截至 5 月上旬,泄漏的原油估计已超过 4.00×10^6 加仑(约 6.86×10^5 吨),参与应急行动的人员总数已超过 1.7×10^4 人次,应急行动船舶(包括拖船和收油船)总数达到 750 艘,布放了 518 千米的围油栏(包括常用围油栏和吸附围油栏)围控溢油,使用了约 1476 立方米的分散剂,收集的油水混合物约 2.50×10^4 立方米。

该事故给英国石油公司带来了高达 140 亿美元的经济损失,同时给生态环境造成的破坏性后果也是惨重的,墨西哥湾沿岸长达 1609 千米的湿地和海滩受到污染,大批濒危物种灭绝,并直接威胁到了约 20 个美国国家野生动物自然保护区。有专家指出,由于溢油来自海底,此次事故的溢油污染是多方位的,威胁到海洋食物链的各个环节,最终会影响大型鱼类和海洋哺乳动物。因此从影响程度上看,“墨西哥湾事故”完全超过了 1989 年“‘Exxon Valdez’号事故”,成为美国历史上最严重的一次石油污染灾难。

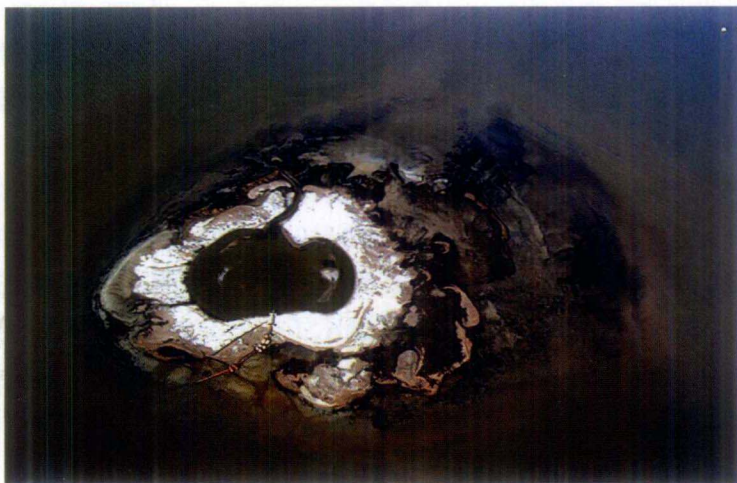


图 1-1 “墨西哥湾事故”中遭受污染的部分水域

（二）国内重大海洋溢油事故

1. “东方大使”号事故

“东方大使”号为巴拿马籍油轮，1983年11月，该油轮在青岛港黄岛油区装载完原油出港中途触礁搁浅，3343吨原油因船体受损溢出。溢油污染了胶州湾及附近230多千米的海岸线，同时 1.5×10^4 余亩^①的水产养殖区和部分旅游区及浴场也受到了严重影响，其经济损失达到了上千万元。

2. 珠海“3·24”事故

1999年3月24日，两艘油轮“闽燃供2”号与“东海209”号在珠江口附近的伶仃岛和淇澳岛之间的伶仃水道发生碰撞，“闽燃供2”号溢出重油589.7吨。油污向珠海、深圳等地扩散，约300平方千米的海域以及55千米的海岸线遭到了污染。

尽管珠海市政府组织了大量人员、调用了大量设备进行清污，但仍有大量海水养殖产品因污染而死亡，直接经济损失高达964.8万元。在这次事故中，珠海市斥巨资建造的人工沙滩也毁于一旦，香洲和淇澳岛12.4平方千米的养殖场、淇澳头至九洲113.39平方千米的白蚁养殖区也受到了污染。另外，淇澳岛上0.7平方千米的红树林半数以上因粘上油污难以存活，生态环境损害相当严重。

3. “现代开拓”号和“地中海伊伦娜”号碰撞事故

2004年12月，巴拿马籍集装箱船“现代开拓”号由深圳盐田港出发，在驶往新加坡的途中与德国籍集装箱船“地中海伊伦娜”号发生了碰撞，导致“地中海伊伦娜”号油舱破损，1200多吨的燃料油溢出，其形成的油带给珠江口海域造成了污染，直接损失高达6800万元。

事故发生后，交通部和广东省政府组织相关单位迅速开展应急工作，有效地控制了污染，使损失未再扩大。

4. 大连新港“7·16”输油管道爆炸事故

2010年7月16日，利比里亚籍万吨油轮“宇宙宝石”号在大连新港卸油的过程中，储油罐陆地管线因为操作事故起火。起火的管线引燃了另外一条管线，进而引燃了旁边 1.0×10^5 立方米的原油罐，大火持续燃烧了15个小时，同时也造成了大量原油外泄。外泄的原油影响了港口周围100平方千米的海域，其中10平方千米的海域出现了重度污染，环境遭到的破坏不可低估。事故给当地的渔业和港口航运业造成了很大的打击。

事故发生后，海事部门累计协调出动清污人员2万多人次，调动清污船50多艘，车辆百余车次，在溢油海域布设围油栏超过9000米，此外还从秦皇岛、青岛及北京调运了32吨消油剂进行清污，调动了1200多艘渔船参与捞油。经过一个多月的紧张工作，整体清污工作进展顺利，实现了溢油不进入渤海、不进入公海的战略目标。图1-2显示了事故发生后渔民在南砣渔港海面进行清污工作的场面。

^①1亩 $\approx$ 666.7平方米。



图 1-2 大连新港“7·16”事故发生后，渔民在南砣渔港海面清污

二、海洋溢油污染原因分析

海洋溢油污染可分为船舶溢油污染和海上油气田溢油污染两大类。

原油或其产品在船舶海上运输的过程中溢出所导致的污染统称为船舶溢油污染，占海洋油类污染总量的 47%。该类污染主要来源于船舶机舱舱底污水、油轮压载水、船舶洗舱水、海损事故及装卸事故等。据统计，每年因搁浅、触礁、碰撞等海损事故而造成的溢油污染占船舶油污染总量的 18%，约 5×10^4 吨。由于事故而导致溢油的情况具有突发性和不确定性，其给海洋造成的污染往往是灾难性的。一般来说，大吨位船舶进出的海域都带有重大溢油事故的风险，这种风险的概率大小与船舶运输密度、水域情况、气候条件及技术管理水平等诸多因素相关。

海上油气田存在的溢油等事故的风险同样不可小觑，如前文所述的“墨西哥湾事故”。由于大量易燃易爆的石油和天然气产品存在于油气田开发过程的各个环节中，况且开发过程对工艺和设备要求极其严格，往往使得整个过程烦琐且复杂，所以一旦出现小的操作失误，会直接导致井喷、输油管破裂溢油、污油罐溢油等事故，后果往往极为严重。目前，我国的海上油气田开发活动主要在渤海和南海进行。渤海是我国的内海，海上石油钻井平台众多，发生溢油事故的风险较大，同时渤海环境的自我净化能力有限，一旦发生重大溢油事故，对海洋环境的损害是巨大的。而在南海，随着我国国力的增强，能源需求的扩大，海上石油钻井平台、输油管道以及进出口石油运输的建设也加大了力度，这样的发展势头使得南海也成为溢油事故高风险区。例如，在中越两国都视为能源战略阵地的北部湾地区，大量的石油开采，陈旧的设备，以及石油运输路线的错综复杂，加重了该地区海洋环境的负担，使其成为溢油事故的高发区。除此以外，由于南海的资源丰富，且有众多国家与之相邻，我国的周边国家，包括除了越南之外的菲律宾、印度尼西亚等东南亚国家，均在南海开采石油，同时南海也是我国进出口石油运输的主要动脉，种种因素都为南海溢油事故尤其是重特大溢油事故的发生埋下了隐患。

（一）船舶溢油污染的原因分析

海上船舶产生溢油污染的原因一般有以下两个方面。

1. 操作性溢油

这类溢油是由船员不遵守相关规定任意排放废机油,以及包含大量油污的机舱舱底水、压载水、洗舱水等废水造成的。

所谓机舱舱底水,是指机器和设备在船舶运输过程中油类与淡水或者海水掺混在一起的油污水。据不完全统计,全球每年通过机舱舱底水入海的油类可多达几十万吨,所造成的污染可见一斑。在油轮的正常运输过程中,除了排放机舱舱底水外,有时还会排放含油压载水。有关压载水的量,在一般天气条件下,为油轮空载航行时载重量的35%~40%,而在恶劣天气条件下,压载水的量可上升到载重量的60%~70%,这样上万吨级油轮压载水的含油量亦不可忽视。

除了机舱舱底水和压载水外,另外一种含油污水为船舶洗舱水。船舶洗舱水主要来自四个方面:

- (1) 油轮油舱换装其他品种的油之前,所清洗的残留的前一品种的油。
- (2) 定期对油轮和其他船舶检修,清洗出的油舱内积聚的油污。
- (3) 油轮和其他船舶通过运河和狭窄航道时,空油舱被清洗出的油污(清洗的目的是为了安全起见)。
- (4) 油轮和其他船舶在修理和进坞之前,彻底清洗出的全部货油舱和燃料舱柜内积聚的油污。

虽然清洗一次油轮全部的油舱,只会有少量的含油洗舱水排出,但是对于万吨油轮来说,洗舱水中的含油量若经过处理,就会达到上百吨,对环境的影响是非常大的。

据国际海事组织(International Maritime Organization, IMO)估计,每年由各种污染源排入海洋环境的石油总量至少有 3.2×10^6 吨,其中由于机舱油污水和燃油渣的排放每年就有 3×10^6 吨。

2. 事故性溢油

这类溢油主要是由事故造成的,事故分为两类,即船舶发生碰撞、搁浅、触礁、着火爆炸等海损事故和油类作业时的事故。

由于海损事故的不确定性,一般无法避免,但是一些因素会影响事故发生的概率。郭庆祝(2006)对这些因素进行了分析,其包括船舶类型、船舶吨位、船舶年龄、船舶性能及天气海况等。

(1) 船舶类型

一般可能会产生溢油污染的,分为油轮、货船、驳船和客船等几种类型。

图1-3和图1-4显示了船舶类型对于溢油事故的影响。很明显,无论是溢油事故的发生率还是溢油量的大小,油轮都占主要部分。值得注意的是,每次事故油轮的溢油量远大于其他类型的船舶,其给环境带来的污染和对经济造成的损失也是最大的。对于特定的研究区域,如油码头、航道等,船舶类型是重要的,其与溢油事故的危害程度息息相关。

(2) 船舶吨位

船舶吨位反映了船舶的规模和装载能力,一般对于油轮,吨位也可以描述其大小。吨位的大小可以直接影响船舶的操纵性能,对于船舶来说,良好的操作性能则意味着良好的安全性,这在受限

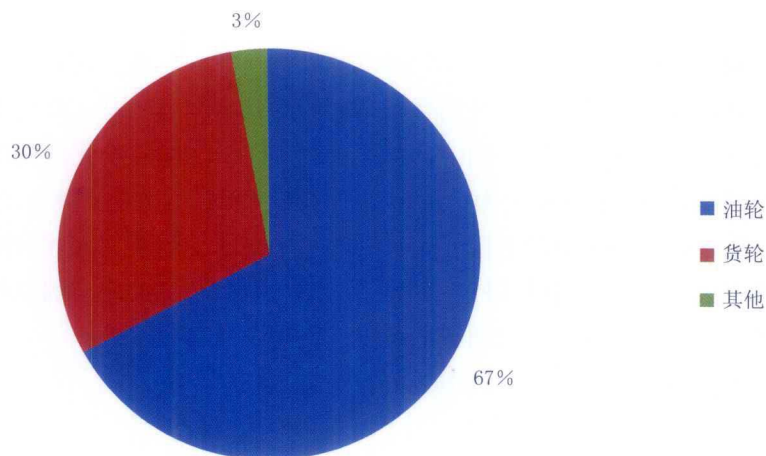


图 1-3 船型与溢油事故的相关统计 (郭庆祝, 2006)

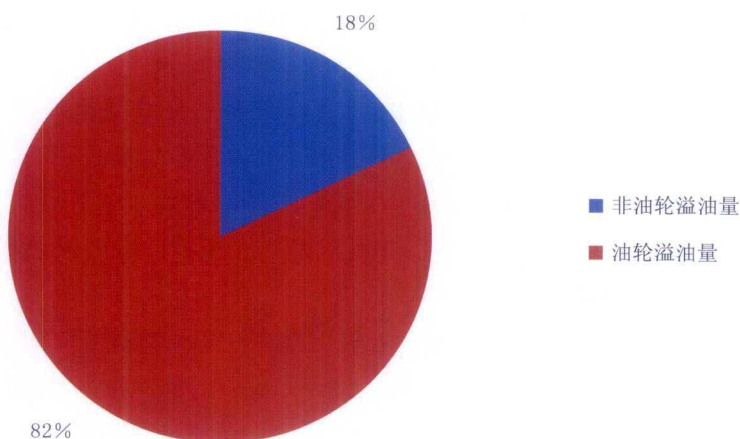


图 1-4 船型与溢油量的相关统计 (郭庆祝, 2006)

水域或船舶交通密度较高的水域尤为重要。此外,吨位同时影响着船舶的改向性能和船速。

对于溢油事故来说,船舶吨位的影响是间接的,主要是通过对船舶操作性能的影响。一般说来,吨位与溢油量无直接联系,除非大吨位船舶发生了大的破坏性事故,如船体粉碎或者爆炸这样的恶性事故,产生的溢油才是大量的。

(3) 船舶年龄

船舶年龄能够反映船舶的生产日期和服役期限,从而可以间接反映船舶的制造水平和设备的技术含量等。

在溢油事故中,船舶年龄是有一定影响的,但程度却无法定性地描述。一般来说,船龄越长,由于设备的老化和本身技术水平的落后,发生溢油事故的风险较大。一旦事故发生,往往无法采取有效的手段进行遏制,从而会扩大事故的规模。

由此可见,船舶年龄的长短,是溢油事故发生概率的一个重要的影响因子。