

海洋溢油技术丛书（一）

海洋溢油生态损害评估的 理论、方法及案例研究

高振会 杨建强 王培刚 等 编著



海洋出版社

国家“十一五”科技支撑计划课题(编号:2006BAC03B04-01-04)

国家海洋局溢油鉴别与损害评估技术重点实验室项目(编号:2007001)

海洋溢油生态损害评估的 理论、方法及案例研究

高振会 杨建强 王培刚 等 编著

海洋出版社

2007年·北京

内 容 简 介

全书共分 12 章,其中第 1~4 章为理论部分,重点介绍了海洋溢油生态损害的概念,国内外海洋溢油评估工作现状以及海洋溢油生态损害评估应遵循的科学程序;第 5~11 章为案例研究,以“塔斯曼海”轮溢油对海洋生态损害索赔案为例,详细介绍了该案例的背景、评估等级、海洋生态环境监测、污染源诊断、生态损害评估等;第 12 章为管理部分,侧重对海洋溢油灾害管理进行了探讨。

本书主要供海洋行政管理部门、生态环境保护部门、石油管理部门、海事部门、海洋运输部门、司法部门以及经济管理部門的管理者和决策者以及相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

海洋溢油生态损害评估的理论、方法及案例研究/高振会等编著.
—北京:海洋出版社,2007. 12
ISBN 978-7-5027-6942-0

I. 海… II. 高… III. 漏油—海水污染—环境生态评价
IV. X55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 186718 号

责任编辑:杨传霞

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司 新华书店北京发行所经销

2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:29(插页:2 页)

字数:660 千字 定价:88.00 元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

作者简介



高振会，男，1956 年出生，研究员。现任国家海洋局北海环境监测中心主任，中国海洋大学兼职教授，国际环境法医学协会会员，山东省法学会资源环境法学研究会常务理事。先后从事过海洋预报和研究等工作，现主要从事渤海海区海洋污染与生态环境监测、评价与预测等工作。近年来，开展了海洋灾害预报、溢油损失评估、生态评价等研究，主持国家“863”项目 1 项，国家自然科学基金项目 1 项，国家海洋局课题 2 项，中国海洋石油总公司及地方政府委托研究项目 4 项；承担“十五”攻关项目 1 项，国家“863”项目 2 项，国家自然科学基金重点项目 1 项；“973”项目 1 项。发表论文 30 余篇，出版专著 5 部。获全国首届“海洋科技先进工作者”称号；获 2005 年和 2006 年国家海洋局海洋创新成果一等奖 2 个（位居第一），二等奖 2 个（位居第一）。获国家海洋局北海分局嘉奖 1 次，三等功 3 次。主持中国海洋生态索赔第一案“‘塔斯曼海’轮原油泄漏对海洋生态环境损害评估”工作；主持两项国家标准《海洋溢油生态损害评估技术导则》、《海面溢油鉴别系统规范》的编制工作。首次建立了油指纹库建设技术体系。其成果在 2006 年 2 月国务院高度关注的长岛油污事件责任方的认定中发挥了决定性作用。建立我国第一个集浮标、船载、航空和卫星遥感监测构成的赤潮监控预警系统，成功应用于北海区赤潮监控区，达到赤潮防灾减灾的目的。以黄河口为示范，在国内首次研究建立了适用河口海陆勘界的基本理论和方法体系，奠定了河口海界线确定的理论基础。首次开展地区间开展的专项海岸线勘定及浅海水深地形勘测的研究，提出了适用于河口—海湾类型较复杂海岸线勘定的技术方法体系，结束了东营市海陆无界的历史。



杨建强，男，1972 年生，博士，研究员，国家海洋局北海环境监测中心副主任，中国海洋大学兼职教授，国际环境法医学协会会员，山东省法学会资源环境法学研究会理事，中国生态学会会员。2001 年毕业于吉林大学并获博士学位，同年在上海交通大学从事博士后研究工作。研究方向为海洋污染事故鉴定评估、海洋生态环境监测与评价、海洋灾害预报与评估等。主持国家海洋局青年基金两项，技术主持中国海洋生态索赔第一案“‘塔斯曼海’轮原油泄漏对海洋生态环境损害评估”；“973”项目“中国典型河口—近海陆海相互作用及其环境效应”子课题负责人；“十五”国家科技攻关“海洋灾害预报技术研究”子课题负责人；国家“十五”“863”

项目“渤海海洋生态环境海空准实时综合监测示范系统”子课题负责人；国家“十一五”科技支撑计划“重大海洋灾害预报与应急保障关键技术研究”子课题“海洋溢油污损快速预评估技术”技术负责人；中国海监总队执法规程项目“海洋溢油生态索赔取证指南”技术负责人；国家海洋局“908”重大专项“渤海水体环境调查研究”海洋生物生态学科首席科学家；技术主持青岛市政府与国家海洋局重点专项“青岛奥帆赛场及邻近海域赤潮防治行动”；山东省“908”专项“海域使用现状调查”技术负责人；主持国家标准“海洋溢油生态损害评估技术导则”编制工作；主持各类海洋技术服务项目（海域使用论证、海洋环境影响评价、海洋倾废跟踪监测、海损事件调查与评估）30余项。目前已出版专著3部，发表论文51篇，获得2005年国家海洋创新成果一等奖1项（编号：200510203），2004年国土资源科学技术二等奖1项（编号：KJ2004-2-39-R4），2001年吉林省科学技术进步三等奖1项（编号：0130905），2004年荣立国家海洋局北海分局三等功1次。



王培刚，男，高级工程师。1983年7月毕业于山东海洋学院生物系，现任国家海洋局北海监测中心副主任。毕业20多年来一直从事海洋调查、科研和生态环境评价工作，作为一线骨干经历了全国海岸带调查与评价、全国海岛资源综合调查与评价以及全国第二次海洋污染基线调查与评价等多项国家级重大科研调查任务。现主要从事海洋生态研究和海洋环境保护与评价工作。多年来作为技术负责人和项目经理主持完成了数十项重大海洋工程海域论证和环境影响评价项目。在海洋工程生态环境影响研究方面具有丰富的工作经验。曾获得国家海洋创新成果二等奖1项。近期发表的主要成果有：《城市化产生的海洋生态问题调查研究——以天津近海生态环境为例》、《赤潮航空高光谱遥感监测技术研究》等。

前 言

随着我国对外开放和海洋经济的迅速发展,海洋溢油事故日益频繁。据统计,1976—2002年,我国沿海平均每4天发生一起溢油事故。其中,溢油量在50 t以上的重大溢油事故53起,总溢油量达29 754 t。每起重大溢油事故造成的直接物质与海洋生态损失至少达几百万元。例如,2003年11月在渤海湾发生的“塔斯曼海”轮溢油事故,生态索赔额高达1.2亿元人民币;2005年1月发生的珠江口特大船舶溢油事故,溢油量达1 200 t,损害范围达到海南省近海海域;2006年2月发生的“长岛海域油污污染事件”持续时间达3个月之久,波及山东、天津、河北沿岸,引起了国务院的高度重视,成为有史以来渤海发生的影响范围最大的油污染事件,对海洋生态环境、人民财产及健康安全造成了巨大损害。在以往的海洋溢油事故处理中,主要是对溢油事故现场造成的直接损失以及渔业资源损害进行评估,而对溢油事故造成的海洋生态损害评估往往忽略,因而给国家海洋生态资源、生态权益和人民群众利益带来了后续的重大损失。

国际上,各国在海洋溢油事故处理中,大多形成了相应的技术标准以规范此类事故的评估工作。例如,美国的《自然资源损害评估指导手册》(NRDA, 1997年)详细规定了海洋溢油对生态损害的计算方法;俄罗斯于1992年建立了适用本国的溢油污损评估技术体系,规定了一套简易的海洋生态损失评估计算公式;我国加入的国际公约《1969年国际油污损害民事责任公约》及其1992年议定书中,明确将自然环境损害纳入溢油损害评估项目,其定义中包含了海洋生态环境的损害。我国的《海洋环境保护法》第90条也规定了污染损害造成的海洋生态赔偿责任。但由于缺乏此方面的研究工作及相应的技术标准,使得海洋溢油造成生态损害的评估差别很大。当前海上发生溢油事故的风险有增加的趋势。面对我国沿海经济的迅速发展,深入研究海洋溢油生态损害评估理

论与方法,不仅是指导我国海洋溢油环境保护技术所急需的,而且适应国际化需求。

笔者虽然于2005年撰写了《海洋溢油对环境与生态损害评估技术及应用》一书,但未就海洋溢油生态损害的概念、内涵、海洋溢油生态损害评估内容以及程序、海洋溢油灾害管理等方面进行深入论述。随着海洋溢油生态损害评估工作的深入开展,我们承担了国家标准化委员会2005年下达的国家标准计划“海洋溢油生态损害评估技术导则”(计划编号:20051161-T-418)项目、中国海监总队重点专项“海洋溢油生态损害索赔取证技术指南”、国家“十一五”科技支撑计划课题“海上突发事故应急预报技术”中“海上溢油污损预评估技术研究”课题等研究;在上述课题项目的研究过程中,我们结合已开展的中国海洋生态索赔第一案“‘塔斯曼海’轮溢油损害海洋生态评估”项目、2004年“金赣6号”轮溢油对海洋生态及渔业资源损害评估、2005年大连海域“阿提哥”轮触礁溢油对海洋生态损害评估以及2006年2月发生的“长岛海域油污染事件”等实践,将有关成果进行了重新整合与提炼,以期为更好地开展海洋溢油环境保护管理、维护我国的海洋生态权益提供科学依据。

全书共分12章,其中第1~4章为理论部分,重点介绍了海洋溢油生态损害的概念、国内外海洋溢油评估工作现状以及海洋溢油生态损害评估应遵循的科学程序;第5~11章为案例研究,以“塔斯曼海”轮溢油对海洋生态损害索赔案为例,详细介绍了该案例的背景、评估等级、海洋生态环境监测、污染源诊断、生态损害评估等;第12章为管理部分,侧重对海洋溢油灾害管理进行了探讨。

本书各章节的写作分工如下:

- 第1章 高振会、杨建强、于子江;
- 第2章 高振会、刘霜、郑琳;
- 第3章 卜志国、郑琳、曲亮;
- 第4章 杨建强、张爱君、张继民、杨应斌;
- 第5章 王培刚、赵蓓、耿晓;
- 第6章 张继民、赵蓓、王培刚;
- 第7章 于子江、张洪亮、石强;

第8章 耿晓、谢利、杨应斌；

第9章 张洪亮、于子江；

第10章 杨建强、张爱君、张继民；

第11章 张爱君、刘霜；

第12章 杨建强、张继民、赵蓓、姜独祎。

高振会、杨建强负责全书统稿工作，赵蓓、耿晓进行校核。

本书在写作过程中，得到了丁德文院士、张福绥院士的悉心指导和热情鼓励，中国科学院海洋研究所孙松研究员、苗绿田研究员，国家标准技术审查部葛颖研究员，国际油轮船东油污联合会的 Brown 博士，中国水产科学研究院东海水产研究所程家骅研究员，中国水产科学研究院黄海水产研究所马绍赛研究员，中国海洋大学汝绍国教授、侍茂崇教授，大连海事大学林建国教授，交通部海事局船舶监督处鄂海亮处长，国家环境保护总局海洋环境管理办公室裴相斌副研究员，国家海洋局第一海洋研究所王宗灵研究员，国家海洋环境监测中心马永安研究员，国家海洋标准计量中心吴爱娜研究员、姚勇研究员、郭小勇研究员等提出了宝贵的意见；国家海洋局东海分局、南海分局，国家海洋局第二海洋研究所、第三海洋研究所等在征求意见过程中给予了大量协助，在此一并表示感谢！

此外，还要特别感谢国家海洋局、中国海监总队、国家海洋局北海分局、中国海监北海总队的领导和同志们对此项工作一如既往的大力支持，感谢海洋出版社徐胜社长、杨绥华总编、牛文生主任等为本书的出版所给予的大力协助及辛勤劳动。感谢所有参与、关心此项工作的同仁！

由于时间关系以及笔者对本前沿领域研究认识水平有限，书中可能存在一些不足和错误之处，敬请各界人士批评指正！同时期待相关研究领域的人们加入到我们的行列中，共同探讨这一全新的研究课题。

作者

2007年6月

“塔斯曼海”轮海洋溢油生态损害 评估取证部分图片



马耳他籍“塔斯曼海”轮全貌



“塔斯曼海”轮破损位置



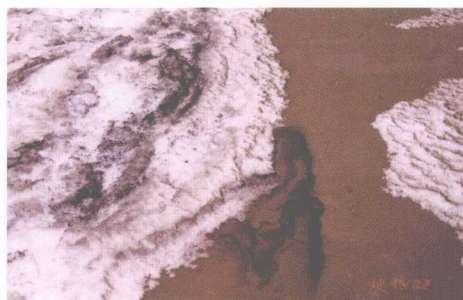
溢油现场海面情况



溢油现场航空照片



被污染的岸边



白色泡沫污染物



现场调查



现场调访



在被污染的滩涂取样



法庭上缴证物



庭审现场（天津海事法院）



参加庭审专家与律师

目 次

第1章 海洋溢油生态损害的概念与特点	(1)
1.1 海洋石油污染	(1)
1.1.1 石油的组成与特点	(1)
1.1.2 海洋石油污染的来源	(3)
1.2 海洋石油污染的危害	(4)
1.2.1 海洋石油组分生物毒性	(6)
1.2.2 海洋石油污染对海洋生物的危害	(8)
1.2.3 海洋石油污染对海洋生态的危害	(11)
1.3 海洋溢油生态损害概念探讨	(11)
1.3.1 国际公约对油污损害的规定	(12)
1.3.2 美国《1990年油污法》对油污损害的规定	(13)
1.3.3 其他国家对油污损害的规定	(15)
1.3.4 我国对油污损害的规定	(15)
1.3.5 油污造成的海洋生态损害范围	(16)
1.4 海洋溢油生态损害的特点	(17)
1.4.1 海洋溢油发生的风险性增大	(18)
1.4.2 海洋溢油发生的形式多样	(19)
1.4.3 损害对象的广泛性	(19)
1.4.4 海洋溢油危害性大	(19)
1.4.5 海洋溢油生态评估不确定性	(20)
第2章 海洋溢油生态损害评估法律与技术现状	(21)
2.1 国外溢油损害评估现状	(21)
2.1.1 相关海洋溢油国际公约	(21)
2.1.2 国外相关海洋溢油法律法规	(32)

2.2 我国溢油损害评估现状	(36)
2.2.1 国内有关海洋溢油的法律法规	(36)
2.2.2 我国船舶污染损害赔偿	(38)
2.3 污染事故损害赔偿的评估方法	(39)
2.3.1 计算方法	(39)
2.3.2 评估模型	(41)
2.3.3 自然资源损害的直接统计评估法	(43)
2.3.4 生态系统服务功能损害法	(51)
2.3.5 类推法(统计法)	(52)
2.4 相关案例	(55)
2.4.1 国内外相关案例分析	(55)
2.4.2 国内相关案例	(67)
第3章 溢油生态损害评估基础理论与方法	(71)
3.1 生态系统服务功能价值评估方法	(71)
3.1.1 生态系统服务功能	(71)
3.1.2 生态系统服务功能价值	(75)
3.1.3 生态系统服务功能价值综述	(77)
3.1.4 生态系统服务功能价值方法	(79)
3.1.5 主要的生态系统服务功能价值评估模型简介	(81)
3.1.6 主要的生态系统服务功能价值评估方法比较	(96)
3.2 复杂性科学理论	(97)
3.2.1 复杂性的概念	(98)
3.2.2 复杂性的特征	(98)
3.2.3 复杂性研究国内外现状	(101)
3.2.4 复杂性研究与生态系统	(102)
3.3 生态修复方法	(107)
3.3.1 物理修复技术	(107)
3.3.2 生物修复技术	(109)
3.4 遥感与地理信息系统	(117)
3.4.1 海洋遥感监测技术	(117)

3.4.2 遥感技术在海洋溢油评估中的应用方法	(123)
3.4.3 地理信息系统在海洋溢油评估中的应用	(139)
第4章 海洋溢油生态损害评估程序	(146)
4.1 海洋溢油生态损害评估的原则与基本内容	(146)
4.1.1 评估需求	(146)
4.1.2 评估技术程序依据及原则	(147)
4.1.3 评估信息证据的特征与分类	(149)
4.1.4 评估的基本程序及内容	(153)
4.2 海洋溢油事故现场社会与自然环境调查	(165)
4.2.1 溢油事故调查	(165)
4.2.2 环境敏感区调查	(169)
4.2.3 社会经济调查	(170)
4.3 海洋溢油污染源诊断	(171)
4.3.1 基本要求	(171)
4.3.2 污染源诊断流程	(172)
4.3.3 污染源诊断内容	(172)
4.4 海洋溢油生态环境现场监测与分析	(178)
4.4.1 海洋溢油调查项目	(178)
4.4.2 调查要求	(179)
4.4.3 调查内容与方法	(179)
4.5 损害对象及程度确定	(182)
4.5.1 水质环境损害	(182)
4.5.2 海洋沉积物环境损害	(182)
4.5.3 潮滩环境损害	(182)
4.5.4 海洋生物损害	(182)
4.5.5 典型生态系统损害	(183)
4.5.6 海洋生态系统损害	(183)
4.5.7 有关说明	(183)
4.6 生态损害评估方法	(184)
4.6.1 评估项目	(184)

4.6.2	海洋生态直接损失	(185)
4.6.3	生态服务功能损失	(185)
4.6.4	环境容量损失	(186)
4.6.5	生境修复费计算	(186)
4.6.6	生物种群恢复费计算	(189)
4.6.7	调查评估费	(190)
4.6.8	评估方法说明	(190)
第5章	“塔斯曼海”轮溢油生态索赔案件概况	(194)
5.1	“塔斯曼海”轮溢油案件始末	(194)
5.1.1	案件回放	(194)
5.1.2	案件审理过程	(195)
5.2	有关媒体反应	(197)
第6章	溢油生态损害评估等级判定	(199)
6.1	概述	(199)
6.2	评估等级划分	(200)
6.3	“塔斯曼海”轮溢油生态损害评估等级判定	(202)
6.3.1	事故发生海域自然环境特征	(202)
6.3.2	渤海环境的脆弱性分析	(205)
6.3.3	天津市及周边地区海洋经济发展概况	(206)
6.3.4	天津海区的主要海洋生态问题	(208)
6.3.5	评估等级	(209)
第7章	污染源诊断	(212)
7.1	溢油量确定	(212)
7.1.1	波恩协议与现场调查法估算溢油量	(212)
7.1.2	遥感技术判定溢油量	(215)
7.1.3	小结	(223)
7.2	溢油漂移数值模拟	(223)
7.2.1	渤海潮流模式	(223)
7.2.2	溢油漂移计算	(244)
7.2.3	小结	(248)

7.3 溢油鉴别	(249)
7.3.1 红外光谱法	(249)
7.3.2 荧光光谱法	(252)
7.3.3 小结	(269)
第8章 海洋生态环境现场监测	(270)
8.1 海洋生态环境要素调查要求	(270)
8.2 海洋生态环境要素调查的内容与方法	(271)
8.2.1 海洋水文调查	(271)
8.2.2 海洋气象调查	(274)
8.2.3 海水化学调查	(276)
8.2.4 沉积物调查	(279)
8.2.5 生物调查	(280)
8.3 海洋生态环境现场监测	(282)
8.3.1 第一次监视监测	(282)
8.3.2 第二次监视监测	(282)
8.3.3 第三次监视监测	(282)
8.3.4 第四次监视监测	(285)
8.3.5 第五次监视监测	(285)
8.3.6 第六次监视监测	(286)
8.3.7 第七次监视监测	(288)
8.3.8 第八次监视监测	(289)
第9章 生态损害对象确定	(291)
9.1 水质环境损害	(291)
9.2 沉积物环境损害	(292)
9.3 潮间带环境损害	(294)
9.4 海洋生物损害	(295)
9.5 生态敏感区环境损害	(296)
9.6 小结	(299)
第10章 溢油生态损害程度判定	(301)
10.1 海水质量损害程度分析	(301)

10.1.1	溢油事故发生前该事故海域水质状况	(301)
10.1.2	溢油事故发生后该事故海域水质状况	(305)
10.1.3	溢油事故发生海域水质现状调查(2003年3月7日—12日)	(310)
10.1.4	溢油事故发生海域水质现状调查(2004年10月23日—25日)	(312)
10.1.5	“塔斯曼海”轮溢油事故发生海域水质损害程度对比分析	(314)
10.1.6	小结	(318)
10.2	海洋沉积物环境损害程度	(319)
10.2.1	溢油事故发生前该海域沉积物环境状况	(320)
10.2.2	溢油事故发生后该事故海域沉积物环境状况	(322)
10.2.3	溢油事故发生海域沉积物环境现状调查(2003年3月7日—12日)	(327)
10.2.4	“塔斯曼海”轮溢油事故发生海域沉积物损害程度分析	(327)
10.2.5	小结	(328)
10.3	潮滩环境损害程度	(329)
10.3.1	溢油后潮滩调查及影响范围确定	(329)
10.3.2	潮滩生物	(330)
10.3.3	溢油对潮滩生物的影响分析	(332)
10.4	海洋生物损害程度分析	(333)
10.4.1	溢油前事故附近海域生物状况	(333)
10.4.2	溢油后事故附近海域生物状况	(341)
10.4.3	溢油事故对海洋生物污损程度的分析	(355)
10.4.4	小结	(358)
第11章	“塔斯曼海”轮溢油海洋生态损害评估	(360)
11.1	海洋生态损害评估项目的确定	(360)
11.1.1	渤海环境容量	(360)
11.1.2	海洋沉积物及潮间带环境	(364)
11.1.3	海洋生物	(365)
11.1.4	海洋生态服务功能	(371)
11.2	海洋生态损害评估	(374)

11.2.1 环境容量价值损失评估	(374)
11.2.2 海洋生态服务功能损失价值估算	(379)
11.2.3 生境恢复费用估算	(380)
11.2.4 受损经济生物补充恢复费评估	(384)
11.2.5 修复前期研究费用	(386)
11.2.6 监测评估费用	(386)
11.2.7 海洋生态损害总价评估	(386)
11.2.8 小结	(386)
第12章 海洋溢油灾害管理研究	(388)
12.1 海洋溢油灾害管理机理初步研究	(388)
12.1.1 国外灾害管理模式	(388)
12.1.2 溢油灾害管理的理论基础	(389)
12.1.3 溢油灾害管理的机理分析	(395)
12.1.4 灾害恢复力分析	(402)
12.2 海洋溢油灾害风险研究	(407)
12.2.1 风险涵义	(407)
12.2.2 海洋溢油风险评价	(409)
12.2.3 海洋溢油漂移动力学研究	(413)
12.3 海洋溢油应急反应研究	(415)
12.3.1 溢油应急反应的概念及由来	(415)
12.3.2 国外溢油应急反应机制	(416)
12.3.3 国内的溢油应急反应机制	(419)
12.4 海洋溢油管理信息系统	(426)
12.4.1 溢油管理信息系统的研究现状	(427)
12.4.2 溢油管理信息系统设计原则	(429)
12.4.3 溢油管理信息系统的系统结构	(431)
12.4.4 溢油管理信息系统的主要功能	(434)
12.4.5 溢油管理信息系统数据库设计	(435)
参考文献	(436)