

海水、沉积物溢油污染 监测评价指导手册

HAISHUI, CHENJIWU YIYOU WURAN
JIANCE PINGJIA ZHIDAO SHOUCE

王鑫平 孙培艳 等 著



海洋出版社

海水、沉积物溢油污染监测 评价指导手册

王鑫平 孙培艳 等著

海洋出版社

2015年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

海水、沉积物溢油污染监测评价指导手册/王鑫平等著. —北京: 海洋出版社,
2015. 10

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9257 - 2

I. ①海… II. ①王… III. ①漏油 - 海水污染 - 污染测定 - 手册
IV. ①X55 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 238993 号

责任编辑: 张 荣

责任印制: 赵麟苏

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印刷 新华书店发行所经销

2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 3.5

字数: 70 千字 定价: 20.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《海水、沉积物溢油污染监测评价指导手册》

编写人员名单

王鑫平 孙培艳 杨晓飞 曹丽歆 李福娟 李光梅

前 言

随着社会经济的发展,人类对能源的需求持续加大,海上石油勘探开发、海上石油运输活动日趋频繁,海洋溢油风险不断增加,海洋溢油的预防和应急任务异常艰巨。

为了掌握溢油对环境污染损害范围、程度,溢油之后的环境监测评价必不可少。目前,我国在溢油应急监测评价工作中,一般按照海洋监测规范开展溢油后的海洋环境监测。而海洋监测规范是针对正常海洋环境状况而制定的,与溢油后的实际海洋环境状况极大不符,相应的监测指标、监测方法也不适用于溢油后的现场状况,不能反映溢油后最迫切需要回答的环境问题。比如对于溢油后如何开展海面油膜监测,如何开展海底油污监测,如何确定污染范围等,都无法通过常规的海洋环境监测评价做出回答,这些问题也是“7.16”大连溢油、2011年蓬莱19-3油田溢油监测中监测评价人员面临的主要困扰。

本手册的目的在于指导海洋环境监测评价人员在溢油后能科学地制定监测方案,规范化获取现场信息和样品,开展客观的影响评价。

目 次

1 概述	(1)
1.1 前期准备	(1)
1.2 监测方案制订	(1)
1.3 现场监测实施	(2)
1.4 污染评价	(2)
2 溢油监测评价的一般方法	(3)
2.1 需求的提出	(3)
2.2 溢油监测评价的目的和内容	(3)
2.3 监测类型	(4)
2.3.1 按监测目标分类	(4)
2.3.2 按监测内容和规模分类	(5)
2.4 监测工作原则	(5)
2.4.1 目的性原则	(5)
2.4.2 时效性原则	(5)
2.4.3 可行性原则	(5)
2.5 监测的主要手段和方法	(6)
2.5.1 海水样品采集	(6)
2.5.2 沉积物样品采集	(6)
2.5.3 油指纹样品采集	(7)
2.5.4 海面油污观测	(7)
3 前期准备	(9)
3.1 海水石油类采样工具	(9)
3.2 海水石油类萃取工具	(9)
3.3 海水石油类分析工具	(10)
3.4 油指纹采样工具	(11)
4 监测方案设计	(14)
4.1 监测站位布设	(14)

4.1.1	站位布设原则	(14)
4.1.2	海水监测站位布设	(15)
4.1.3	沉积物监测站位布设	(15)
4.1.4	油指纹采样	(16)
4.2	监测项目及分析方法	(16)
4.3	采样层次	(17)
4.3.1	海水	(17)
4.3.2	沉积物	(18)
4.4	溢油监测时间与频率	(18)
4.4.1	应急性监测	(18)
4.4.2	综合性监测	(18)
5	监测实施	(19)
5.1	海面油膜监测	(19)
5.1.1	海面油膜的发现和判断	(19)
5.1.2	油膜(油污颗粒)的信息观测和记录	(21)
5.1.3	油指纹样品采集	(23)
5.2	海水样品采集	(28)
5.2.1	表面海水石油类	(28)
5.2.2	表层海水石油类	(29)
5.2.3	中底层海水石油类	(29)
5.2.4	采样信息记录	(31)
5.3	沉积物样品采集	(31)
5.3.1	表层沉积物采样	(31)
5.3.2	柱状沉积物样品采集	(33)
5.3.3	采样信息记录及样品保存	(34)
6	海水、沉积物溢油污染影响评价	(36)
6.1	概述	(36)
6.2	单项评价方法	(37)
6.2.1	海水水质评价	(37)
6.2.2	海水水体污染范围评价	(40)
6.2.3	海水水体体积评价	(42)
6.2.4	海面溢油量估算	(43)
6.2.5	海水水体污染物增量估算	(44)
6.2.6	沉积物质量评价	(45)

6.2.7	沉积物中多环芳烃生态风险评价	(45)
6.2.8	沉积物中石油类增量评价	(46)
6.2.9	沉积物污染范围评价	(47)
6.3	海水、沉积物溢油污染监测与评价报告大纲	(48)

1 概 述

海洋溢油的海洋环境损害对象主要包括岸滩、海水、沉积物、生物等,不同介质的监测评价方法各有不同。其中对海水、沉积物的监测都是以船舶为监测平台开展,监测项目主要为化学项目,从方案的制订到监测评价的实施具有较强的整体性,因此作为一个完整的系统进行介绍。

针对溢油污染事故开展环境监测评价,从前期准备、制订监测方案,到完成监测评价的全过程,包括4部分工作内容。

1.1 前期准备

前期准备工作包括人员准备和工具准备两方面内容。监测人员须进行培训,应熟练掌握现场监测技术,深入理解现场需要开展的工作及其在评价中的意义,面对复杂的现场情况时还要能进行分析判断和应变,开展科学合理的监测。

由于溢油污染监测往往具有应急的特点,因此监测中需要用到的各类工具、容器、记录表格、现场快速参考资料等应随时准备齐全,存放在工具箱中,监测出发前无须临时准备。

1.2 监测方案制订

监测工作须按照监测方案执行,因此,监测工作开展之前,监测方案制订是首要工作内容。监测方案包括监测站位布设、监测指标选择、监测时间频率设置三个基本要素。

事故发生后,首先搜集事故海域地理环境状况,如岸线形状、水深地形、岸滩类型等;搜集事故海域流场、风场等动力资料,了解事故前后风、海流、潮汐等基本状况;了解事故海域附近的养殖区、保护区、旅游度假区等基本状况;调查了解事故基本状况,了解溢油发生原因、规模、处置进展等信息。然后根据事故概况、动力资料和早期现场调查信息,对溢油漂移扩散进行预估,在此基础上,设定监测站位、监测指标和监测频率,完成监测方案的设计,实施现场监测。最后利用监测数据进行评价,评价结果反过

来再用于对监测方案的完善和调整(图 1.1)。

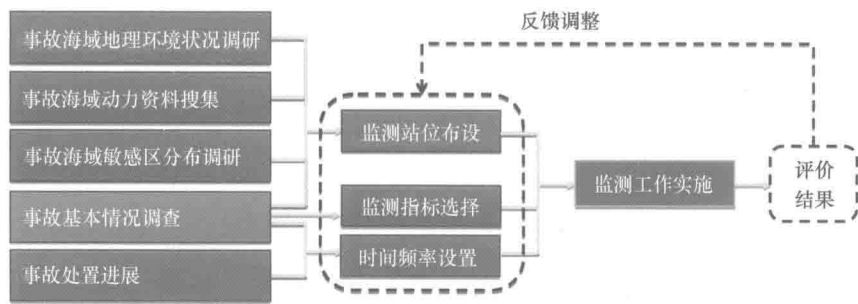


图 1.1 监测方案制订过程

1.3 现场监测实施

现场监测,包括从岸上监测和乘船监测。

监测内容包括:油膜分布监测、油指纹采样、海水监测、沉积物监测等。具体内容和方法将在第 4 章和第 5 章中介绍。

需要注意的是,现场情况可能复杂多变,对于有些情况本手册中可能无法找到具体的方法,此时,应将手册的内容作为基本的原则和参考,因地、因时、因事制宜,现场确定具体的工作方法。

1.4 污染评价

评价实际上就是对污染现象的总结性描述。根据现场监测获得的纷繁多样的信息和数据,进行总结归纳、提炼、数据转化获得结论性的描述语言。

这种描述可分为多个方面。从时间尺度上,包括一个时间点上的状态和一个时间序列上的趋势,即:当前的污染状态和从溢油前、到溢油期间、溢油后整个事件序列上的变化趋势。从空间尺度上,包括微观的污染程度和宏观的污染物扩散范围两个方面,即:污染物质在分子尺度上溶入环境介质(海水、沉积物)的程度和在空间上的污染范围(面积、深度)两个方面。

2 溢油监测评价的一般方法

2.1 需求的提出

监测工作服务于评价的目的,而评价服务于评价信息的需求方,因此为了做好监测评价,应首先了解监测评价的需求来自何方。

溢油事故发生后,来自以下3个方面的压力促使我们必须开展溢油监测评价:

- ① 国家(管理部门);
- ② 利益相关者;
- ③ 社会公众。

作为管理部门,需要了解自己所管辖海域发生了何种环境灾害事故,对环境造成了何种影响,对相关的各行业会发生何种影响,后续如何治理污染消除损害,以及之后的较长时间内还会有不会有潜在的影响。因此,作为管理者的海洋主管部门,环境保护部门会需要迫切了解溢油造成的影响和损害情况。

对于养殖业者、渔民、石油平台、船舶等利益相关者来说,或者要查明自己的损失,或者要分清责任,或者要证明自己的清白,都对溢油监测评价有着切实的需求。

而对于社会公众来说,在环境日益恶化、公众环保意识日渐增强,不愿意我们所生活的家园受到破坏,自然对溢油事故的影响情况有着强烈的了解意愿。

因此,对于溢油污染的监测评价,应时刻以这三种需求为出发点来安排监测工作和确定评价方向。

2.2 溢油监测评价的目的和内容

在前述需求之下,我们的监测工作应服务于以下具体目标:

(1) 来源调查

来源调查有助于确定事故的责任方,对后续损害索赔、生态恢复具有直接帮助。现场监测中服务于来源调查的工作主要是油指纹样品的采集和分析鉴定。

(2)应急处置决策

现场监测中对溢油量状况、溢油分布状态、溢油漂移趋势分析和预测等信息的获取,将用于指导应急处置决策。

(3)生态环境影响评价

全方面了解生态环境受到的影响情况,包括受到影响的环境对象、影响范围、影响程度、持续时间等,是管理部门最关心的问题,在监测中应从这些方面着手。

(4)受损生态修复

对生态环境受损状况的全面而科学的评估,也是后续开展生态环境修复的重要依据。

(5)生态损害索赔

确定环境损害事实,评估环境损害价值,是开展环境损害索赔与诉讼等法律程序的重要依据。

根据上述目的分析,溢油监测可细化为以下几项内容:

- ① 调查溢油的来源、溢油量;
- ② 掌握溢油污染范围;
- ③ 掌握溢油对海水、沉积物、岸滩、生物体及生物群落的影响;
- ④ 掌握溢油对海洋功能区、生态敏感区的影响;
- ⑤ 跟踪溢油发展动向。

2.3 监测类型

溢油监测的规模不一,项目多种多样,为了便于认清评价工作的种类,特从分类上进行梳理。

2.3.1 按监测目标分类

2.3.1.1 一般性环境监测

为了掌握环境背景质量状况,或了解环境质量是否发生变化,或者为评价长期环境影响而开展的监测,通常监测项目较为广泛,监测方法采用通用性方法。一般性环境监测并不是针对溢油而开展的监测,但其数据可用于溢油影响评价,作为背景资料参与比较。

2.3.1.2 溢油应急监测

海洋溢油事件发现初期,为迅速了解溢油源、溢油类型、溢油量、溢油位置及溢油影响海域海洋环境污染范围和程度而开展的现场监测。溢油应急监测可提供第一手的污染现状信息,也可为制定下一步更详细更科学的监测计划提供基础资料。

2.3.1.3 污染跟踪监测

为掌握受污染海洋环境质量变化状况,掌握油污漂移、扩散、沉降、渗出等迁移过程而开展的持续性或回顾性监测。

跟踪监测又可分为两类:

① 小规模,主要针对石油类污染分布,可每天监测或间隔两三天开展,可及时掌握油污发展变化状况;

② 大规模的,为了掌握生态环境整体状况及受损情况而开展,监测项目众多,周期较长,获取信息量大。

2.3.1.4 针对性监测

为针对特定目的,回答评价工作中特定问题而开展的专门性监测,例如溢油量监测、水体石油类存留量监测、特定功能区监测等。

针对性监测通常作为跟踪监测的一项内容开展。

2.3.2 按监测内容和规模分类

应急监测、小规模的污染跟踪监测可称为应急性监测。应急性监测中主要监测对象为海水水质和海面油膜,监测周期短,一般可当天出具监测评价结果。

大规模的污染跟踪监测、针对性监测可称为综合性监测。综合性监测的监测项目较为全面,工作周期较长。一般性海洋环境监测也属于综合性监测,但其来源于历史监测资料,故不在本手册中讨论。

2.4 监测工作原则

2.4.1 目的性原则

根据任务目的制定监测方案,确保监测结果达到预期目的,获取所需的信息。

2.4.2 时效性原则

溢油污染监测,尤其是应急监测,时效性尤其重要,应确保迅速到达监测现场,所采用的监测分析方法能确保在规定时间内出具结果。

2.4.3 可行性原则

确保监测手段在技术上的可行性,在人员、花费上的经济性。

2.5 监测的主要手段和方法

海水、沉积物监测主要通过船舶监测进行,主要工作内容包括海水样品采集、沉积物样品采集、油指纹样品采集、海面油污信息观测等。

2.5.1 海水样品采集

海水监测项目有多种,其中最主要的是石油类监测。按照海洋监测规范,海水石油类监测一般只采集表层样品。而溢油污染监测有其特殊性,采样层次不应局限于表层。

溢油入海后,一部分形成海面漂浮油膜,在风、浪、流等的作用下不断漂移;一部分溶解或分散悬浮到水体中。而由于原油中各种成分都具有疏水亲油的特性,不易溶于水,且密度小于海水,因此溶解或悬浮的部分所占比例极小。在传统的海洋环境监测评价中,一般是针对水体中溶解和悬浮部分进行监测和评价,采样深度为距海水表面1 m的表层。海面油膜在风、浪、流等各种作用驱动下可发生快速的运动,而石油在水体中的溶解和分散悬浮过程相对缓慢得多,因此往往在许多油膜到达的区域,油膜来不及在水体中达到充分的溶解和分散悬浮,通过常规方法的监测结果可能仍然是比较清洁的水质,不能真实反映溢油污染情况。因此,对于溢油污染海洋环境影响评价,应当同时考虑水体中石油类浓度和海水表面油膜污染状况。进行海面油膜监测的一个重要手段是遥感监测,目前已广泛应用于溢油事故监测中。但遥感监测仍然有其局限性,其原因主要在于遥感图像的时间频度上的不足。由于只能在卫星过境时获得遥感数据,且卫星图像价格昂贵,因此,能够获得的数据非常有限,难以全面获知油膜的漂移轨迹和影响范围。为此,在溢油事故监测中可开展表面水石油类浓度监测。此处所说“表面水”即0 m层水体,在采样时将海表海水连同海面可能漂浮的油膜等物同时采得,从而监测海面油污分布范围。

海面溢油在波浪的破碎作用下以及在消油剂的分散作用下,有一部分分散悬浮到水体中,并逐渐沉降,从而影响到下层水体水质。传统的石油类监测只采集表层样品,无法反映出溢油在垂直方向上对水体的污染。因此,在溢油污染监测评价中还应视情况开展水体垂直石油类浓度监测评价,以全面掌握溢油对水体的污染状况。

2.5.2 沉积物样品采集

沉积物不同于海水,其不具有流动性,因此在短时间内石油类污染难以侵入到沉积物内部。在溢油发生后,溢油在消油剂或风浪作用下形成微小颗粒,吸附在悬浮物中,在风浪作用下运动到海底或自然沉降于海底,在沉积物表面形成一层极薄的高浓

度石油类污染层,甚至形成油膜层。采样过程中,如果操作不当,对沉积物剧烈搅动,则会破坏该薄层,采集到表层与下层混合后的样品,其浓度被大大稀释,难以监测到真实的污染情况。因此,在进行沉积物采样时,最重要的一点就是避免扰动,如果能采集到肉眼可见油膜的样品,则可成为沉积物受石油污染的最直接证据。另外,获得高浓度石油污染样品,还可用于油指纹鉴定,作为确定该处污染与当次事故关联性的重要证据。

2.5.3 油指纹样品采集

油指纹鉴定结果本身对于环境影响评价没有直接关联,但仍然是溢油监测中的关键内容。对于无主漂油来说,油指纹鉴定结果是确定肇事源的最核心证据。对于已知溢油源的溢油来说,油指纹鉴定结果则可以确定溢油到达范围。举例来说,某次石油平台溢油事故发生后,在事故附近海域沿岸大范围的滩涂上都发现了溢油登岸情况,经油指纹鉴定发现,仅仅其中一部分岸线的溢油与该次事故油指纹一致,而其他溢油则是来自于某些未被发现的小型溢油事件,或者是历史溢油的遗留,油指纹鉴定结果为确定此次溢油影响范围提供了关键的证据。

对于油指纹样品,在《海面溢油鉴别系统规范》(GB/T 21247—2007)中有全面而具体的要求,本手册中则根据实际情况给出了一些具有较强操作性的实践方法。实际上对于油指纹样品采集来说,现场情况可能千差万别,有的时候在紧急情况下可能也不具备标准的采样器具,在此强调以下三点原则。

(1) 避免沾污

采集油指纹样品要注意避免受到其他油品(如船上机械设备的润滑油)、不适宜的采样和储存容器的污染。

(2) 信息完整准确

油指纹样品具有证据意义,因此应特别注意信息的完整性和准确性,包括采样人、采样地点、采样时间等。

(3) 有胜于无

特殊情况下,不仅标准的采样要求无法满足,也许上述两条原则也不具备,此时在无法采集到其他符合要求的可替代样品的情况下,也应尽量采集。另外对于样品量,如果无法达到规范要求,那么只要能采集到目视可见的油污,也可接受。

2.5.4 海面油污观测

不同于前面三项内容,海面油膜观测的重点不在于样品采集,而是信息记录。对于油膜信息的观测记录,应努力达到以下两点目标。

① 记录足够完整而准确的信息,以满足评价的需求。这要求我们的现场监测人

员也应具备基本的评价能力,了解应进行评价的项目,以及如何进行评价,这样便能确保获取足够的现场监测信息。

② 对现场情形进行真实还原,使后方评价人员能够有身临其境的感觉,能够在脑海中形成现场的印象,以使评价人员进行评价时可获得感性认识作为参考和指导,使评价过程更为顺畅,结果更能符合真实。

3 前期准备

为满足溢油污染监测工作的应急性特点,应随时做好前期准备,包括工具准备、人员准备。

人员准备即开展培训,使监测人员掌握现场监测技术,还要理解评价的目的、过程和方法。人员培训按本手册的内容开展即可,在此不再详述。本章主要介绍工具准备事宜。

工具可分为以下五类:

- ① 海水样品采集工具;
- ② 海水石油类萃取工具;
- ③ 海水石油类分析设备;
- ④ 沉积物样品采集工具;
- ⑤ 油指纹样品采集工具。

在应急状态下,海水石油类采集工具和油指纹样品采集工具为必备。某些情况下,需要现场分析石油类浓度,因此石油类分析设备也应常备。沉积物监测一般只在综合性监测中开展,可不按应急监测要求进行准备。

3.1 海水石油类采样工具

海水石油类采样工具包括表层采油器、样品瓶、固定剂、记录表格、记录本等。

样品量不大的情况下,出发前在样品瓶中加好固定剂(硫酸),也可不带固定剂,若样品量大,或需要长期连续在外监测,则必需带固定剂。

3.2 海水石油类萃取工具

若监测区域离实验室较远,当天无法回实验室处理的,应在现场进行样品萃取,此时需带上萃取工具开展监测。可准备一张工具检查表(见表3-1),出发前对照检查表清点采样、萃取所需工具是否齐备。