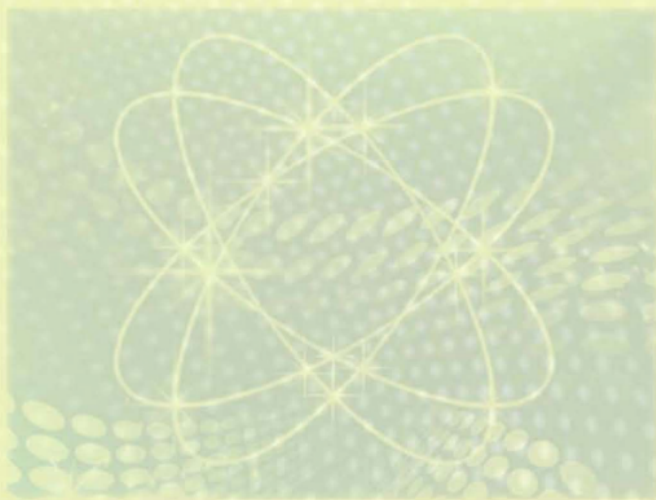


海洋环境风险评价 和区划方法与应用

刘霜等 编著



中国海洋大学出版社

海洋环境风险评价和区划 方法与应用

编 著 刘 霜 宋文鹏 刘 莹
曹 婧 李玲玲

中国海洋大学出版社

· 青 岛 ·

图书在版编目(CIP)数据

海洋环境风险评价和区划方法与应用 / 刘霜等编著.

—青岛:中国海洋大学出版社,2017.4

ISBN 978-7-5670-1347-6

I. ①海… II. ①刘… III. ①海洋环境—环境管理—
风险评价—研究 IV. ①X834

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 071044 号

出版发行 中国海洋大学出版社
社 址 青岛市香港东路 23 号 邮政编码 266071
出版人 杨立敏
网 址 <http://www.ouc-press.com>
电子信箱 2586345806@qq.com
订购电话 0532-82032573(传真)
责任编辑 矫恒鹏 电 话 0532-85902349
印 制 日照日报印务中心
版 次 2017 年 7 月第 1 版
印 次 2017 年 7 月第 1 次印刷
成品尺寸 185 mm×260 mm
印 张 16
字 数 381 千
印 数 1—500
定 价 49.00 元

发现印装质量问题,请致电 18663037500,由印刷厂负责调换。

前 言

随着沿海经济的迅猛发展和海洋开发活动的不断增加,近岸海域环境面临的压力也越来越大,近岸海域海洋环境灾害、突发污染事件频发,对海洋环境、海洋经济与公众健康安全造成了严重威胁。

风险评价是一个普遍意义上的概念,是针对人类各种社会经济活动所引发或面临的危害(包括自然灾害),可能会对人体健康、社会经济、生态系统等造成的损失进行评估,并据此进行管理和决策的过程。

针对日益凸显的风险事故,国内外政府、企业和学者开展了有关环境风险评价(ERA)的大量研究和实践,为降低事故风险,维护人类健康,保护生态环境提供技术支持,但国内外针对海洋环境风险的研究水平不一。

20世纪80年代,美国环境保护署(Environmental Protection Agency, EPA)公布了关于64种污染物的水质标准,这是对致癌物风险定量分析程序的首次应用。1992年,EPA发布了《暴露评价导则》,生态风险评价的基本模型也开始用于植物、动物和整个生态系统。

2004年,欧洲委员会通过了《欧洲环境与健康行动计划2004~2010》,该计划明确指出,要确保对潜在的环境和健康风险采取积极的识别和应对措施,加强风险交流,调整减小风险的相关政策。在接下来的第七次框架规划(2007~2013)中,环境健康风险分析方法和决策支持工具的研究及其相关政策的发展已被列为优先解决事项。

日本的环境风险评价工作主要是针对化学物质展开的,环境省(Ministry of Environment, MOE)的环境健康部门下设有风险评价ERA办公室,专门针对化学物质存在的环境风险进行初步分析评价,从而为MOE制定风险减小对策提供科学依据。

随着风险评价应用领域的逐步拓展,风险评价方法也产生差异,出现了一系列针对不同风险评价类型的评价体系和适用技术,提高了风险事故预测和事故后果评价的准确性。

在风险方面实践经验最多和方法学研究成果最丰厚的当属美国,其在系统安全性评价、人体健康与生态风险评价方面建立了系统的评价体系。

国内外ERA类型往往因评价对象和评价范围不同而存在较大差异,主要围绕危险源评价、人体健康评价和生态环境评价3个方面,采用相应的评价方法实施ERA。

概率风险评价是危险源评价的最主要方法,包括几个步骤:系统分析与风险识别、事故概率计算、事故后果计算、风险值计算。

人体健康风险评价多以有毒有害污染物作为评价对象,以暴露于污染物质的人体健康作为评价终点,目前,人体健康风险评价多采用美国国家标准协会(National Standards Association, NAS)于1983年提出的四步法作为评价程序,即危害鉴定、剂量—反应

评估、暴露评估、风险表征。

随着经济的发展和人类社会的不断进步,环境恶化现象日益严重,由此引发了生态系统的结构紊乱和功能衰减,生态风险评价逐渐受到人们的重视。生态风险评价起步较晚,使用较多的是美国 EPA 在 1998 年正式颁布的《生态风险评价指南》给出的三步法:①问题阐述,②分析阶段,③风险表征。从评价内容上看,生态风险评价由四部分构成:受体评价、危害评价、暴露评价、风险表征。与人群健康风险评价有类似之处,但由于其评价对象不限于一种,因此要复杂得多。

但是无论开展何种类型的风险评价,其在评价内容和评价程序上或多或少会有相似和重叠。实际操作过程中的环境风险评价,往往是上述 3 种评价内容的综合,即利用概率风险评价框架进行危险源识别和事故概率计算,采用生态风险评价方法预测风险状态下环境受污染的程度,通过人体健康风险评价模型估算环境污染事故对暴露人群健康的影响。ERA 是一个全面评估、综合管理的系统工程,它不仅包括前述 3 方面的风险评价内容,还涉及评价后的一系列风险管理和环境决策内容。

目前,我国风险评价尚处于发展阶段的初期。2005 年中石油吉林石化公司因爆炸事故引发的松花江污染事件,在我国风险评价研究领域具有里程碑意义。该事故的爆发促使中国环境保护部门开始关注设施安全性,开展了化工、石化等行业的危险源识别和监测工作,并且将较多精力投身于建设项目环境风险评价,并对此发布了相应的技术导则。导则涵盖了危险源的评价、事故发生后污染物释放和扩散造成的影响等内容。同时,我国环境污染防治和区域生态保护方面的学者,也围绕环境风险评价展开了多领域研究,与此同时,国家与社会管理对海洋环境风险评价的需求十分迫切,但海洋领域的区域风险评价几乎是空白阶段,因此,迫切需要探索适合我国海域的海洋环境风险评价方法。

针对日益凸显的海洋环境风险,迫切需要明确所辖海域海洋风险的类型、主要风险源及风险等级,由此,探索海洋环境风险评价的方法,系统开展各类海洋风险源的普查,分析所辖海域主要海洋环境风险、评价其风险等级,对于各辖区有关海洋管理部门明确海洋风险管理优先顺序,主要风险应对预案的准备,有针对性的完善防灾抗灾能力,合理安排和调配各类应急物质等,最终实现“预防为主”“针对性应对”的管理对策具有重大的意义。

本书尝试着探索了海洋环境风险的评价和区划方法,并对北海区海洋环境的主要风险进行了初步评价,本书共分五章,第一章为北海区海洋环境风险概况,从我国海洋环境的灾害入手,介绍了北海区主要的海洋环境风险及其类型。第二章为概念和技术方法,在这章中,编者梳理和分析了当前国内外生态风险评价的主要理论、技术和方法。第三章至第五章为探索与应用,详细介绍了风险评价团队对北海区海洋环境风险评价的探索与应用过程。期待通过著者的努力,为北海区海洋环境风险评价和管理工作略尽绵薄之力。

特别感谢国家海洋局北海环境监测中心的领导与同仁的大力支持,在风险评价团队全体成员的共同努力下,克服种种困难完成了评价方法的建立和完善,其中,张爱君、张洪亮在评价模型和方法的建立和完善过程中提供了非常多的宝贵意见和建议;齐衍萍、

温若冰和王兴等分别承担了水母旺发、绿潮和海洋石油勘探开发溢油风险评价相关工作；于庆云、王兴分别参与了危化品泄露和海水入侵风险评价相关工作，单春芝完成了风险评价和区划图件的绘制工作。同时，本书中的北海区海洋环境风险评价工作得到了国家海洋局北海分局环保处的大力组织和协调支持，本书涉及的海域环境风险评价的方法和在北海区的评价工作得到了山东省海洋环境监测中心刘爱英等、辽宁省海洋环境监测总站宋伦等、天津市海洋环境监测预报中心屠建波等、国家海洋局秦皇岛海洋环境监测中心站张永丰等各个单位有关人员的大力支持，提供了宝贵的历史资料，积极参与了北海区海洋环境风险评价的工作，提供了评价结果，在此一并表示衷心的感谢！

鉴于著者水平有限和海域环境及灾害的复杂性，同时风险评价方法仍处在不断发展和完善的过程中，本书难以全面准确地反映海洋环境的风险情况，谨以此书抛砖引玉，希望有更多的人关注海洋环境的风险问题，为提升和完善我国海洋环境风险评价水平，为海洋环境风险管理工作提供技术支撑。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！

目 录

第一章 北海区海洋环境风险概况

第一节 北海区主要海洋灾害	1
一、中国沿海海洋灾害概况	1
二、我国海洋灾害的主要类型	2
三、北海区海洋灾害	2
四、北海区主要海洋生态灾害	3
参考文献	3
第二节 北海区海洋环境风险主要类型及发生状况	4
一、海洋生态灾害	4
二、海洋地质灾害	7
三、海洋突发事件风险	10
参考文献	11

第二章 风险评价相关概念和技术方法

第一节 基本概念	12
一、风险	12
二、环境风险	12
三、风险评价	12
四、环境风险评价	13
五、健康风险评价	14
六、生态风险评价	14
参考文献	15
第二节 生态风险评价	15
一、生态风险评价与人体健康风险评价	15
二、生态风险的特点	16
三、生态风险评价的内涵	18
四、生态风险评价与环境管理的联系	19
参考文献	19
第三节 生态风险评价方法框架和模型	20

一、美国 EPA 生态风险评价框架	20
二、生态风险评价中的模型	26
参考文献	29
第四节 区域生态风险评价	29
一、区域生态风险评价	30
二、区域生态风险评价的方法步骤	30
三、区域生态风险评价的关键	32
参考文献	37

第三章 海洋环境风险评价方法的探索与构建

第一节 海洋赤潮风险评价方法构建	40
一、赤潮灾害风险评估的理论基础相关研究	41
二、赤潮灾害风险评估指标体系	41
三、基于 AHP 法的赤潮灾害风险评估指标权重相关研究	41
四、船舶压载水生物入侵引发赤潮的风险评估研究	42
五、赤潮风险评估思路	43
参考文献	44
第二节 绿潮风险评价方法构建	45
一、绿潮聚集和暴发情况	45
二、大型海藻的生态特征	46
三、浒苔的生物学特点	46
四、山东半岛绿潮的暴发特点	47
参考文献	48
第三节 水母旺发风险评价方法构建	49
一、水母旺发风险评价思路	49
二、水母暴发情况	50
三、大型水母生活史影响因素研究	52
四、我国常见大型水母生活史概要	52
参考文献	54
第四节 海水入侵风险评价方法构建	54
一、研究进展	54
二、方法构建	56
参考文献	58
第五节 土壤盐渍化风险评价方法构建	59
一、土壤盐渍化影响因素	59
二、有关研究	61

三、评价方法构建	62
参考文献	66
第六节 岸线侵蚀风险评价方法构建	67
一、研究进展	67
二、方法构建	69
参考文献	75
第七节 危化品泄露风险评价方法构建	76
一、国内外研究现状	76
二、初步建立危险化学品风险评价方法	80
参考文献	88

第四章 建立的海洋环境风险评价模型和区划方法

第一节 海洋环境风险评价方法	91
一、基本概念及评价模型	91
二、评价指标选取及风险评价	92
三、海洋环境风险识别	110
四、风险等级划分及标识	111
第二节 海洋环境风险区划方法	114
一、评价区域网格划分	114
二、风险强度计算	114
三、风险区划图件制作	114

第五章 在北海区的应用

第一节 概述	115
一、任务来源	115
二、海洋环境风险评价与区划的需求	115
三、总体思路	118
第二节 评价海域自然环境与资源状况	118
一、评价海域基本概况	118
二、自然环境特征	120
三、海洋资源开发利用和海洋产业发展状况	125
四、海洋功能区与海域敏感区概况	129
第三节 海洋环境主要风险识别	132
一、赤潮灾害风险	132

二、绿潮灾害风险	136
三、水母旺发风险	137
四、海水入侵风险	146
五、土壤盐渍化风险	151
六、海岸侵蚀风险	158
七、海洋溢油风险	165
八、危险化学品泄漏风险	184
第四节 海洋环境风险评价	187
一、评价区域海洋环境风险总体特点	187
参考文献	195
二、评价区域各类海洋环境风险评价	195
第五节 海洋环境风险区划	224
一、风险区划图件总体制作说明	224
二、风险区划	224
第六节 结论与建议	233
一、主要结论	233
二、对策与建议	235
第七节 附图	238
附图 1 北海区近岸海域赤潮风险区划	238
附图 2 北海区近岸海域绿潮风险区划	239
附图 3 北海区近岸海域水母旺发风险区划	240
附图 4 北海区近岸海水入侵风险区划	241
附图 5 北海区近岸土壤盐渍化风险区划	242
附图 6 北海区近岸岸线侵蚀风险区划	243
附图 7 北海区近岸海域危化品泄露风险区划	244
附图 8 北海区近岸海域高风险分布	245
附图 9 北海区近岸海域中风险分布	246

第一章 北海区海洋环境风险概况

第一节 北海区主要海洋灾害

一、中国沿海海洋灾害概况

沿海地区处于海洋与大陆的交汇地带,是海洋灾害袭击的前沿。因此,沿海地区一向是海洋灾害最严重的地带。随着沿海社会经济的快速发展,重大海洋自然灾害对社会经济发展和人民生命财产的威胁也日益严重。

中国沿海不同程度地遭受风暴潮、海浪、赤潮、海岸侵蚀、海冰等海洋灾害的影响,其中台风引起的风暴潮灾害造成的损失最为严重,其次为台风、寒潮相伴生的海浪灾害。

风暴潮和海浪是最直接可见的、影响较大的主要灾种。

我国周边沿海处于环太平洋地震带上,面临区域海啸和越洋海啸的双重威胁。

2010年年初,我国渤海和黄海北部区域发生近三十年来最为严重的海冰灾害,造成部分港口封冻、航道停航以及大量养殖水产品死亡。

海平面上升是由全球气候变暖引起的一种缓发性、全球性海洋灾害;造成低洼地带淹没、湿地变迁、生态系统改变、沿海防护工程功能降低,加剧了风暴潮、海岸侵蚀、海水入侵、土壤盐渍化等海洋灾害。1980~2010年,中国沿海的海平面平均上升速率为2.6 mm/a,高于全球平均水平;其中,1993~2003年,中国沿海海平面的上升速率为5.5 mm/a。

除上述灾种外,我国同时还面临着赤潮、海岸侵蚀、海水入侵与土壤盐渍化等其他海洋灾害。

随着近岸海域海水富营养化程度不断提高,近岸海域赤潮频繁发生,其发生频率和规模均有增加的态势,频繁赤潮的发生加剧了中国近岸海洋生态系统的退化,对沿海水产养殖业和旅游业产生了巨大的影响,每年因此造成的经济损失数亿元,赤潮问题已不容忽视。总体上,赤潮发生的频次和累计面积呈现增长趋势,尤其是21世纪前10年的赤潮发生频次和规模是20世纪后50年的2倍多。与20世纪不同,东海的赤潮问题最严重,远远超过了南海;而渤海的赤潮规模也明显增加。尽管渤海的面积最小,但2000~2010年期间(张青田,2013),渤海赤潮发生次数经常超过黄海或与之持平,甚至有时会超过南海。这两个海区成为赤潮的重灾区。赤潮生物中有毒藻类所占比例不断上升,对渔业和人类健康造成了不小的威胁。

我国沿海海岸北起辽东湾,南至海南岛,无论是大陆海岸,还是岛屿海岸,均有侵蚀分布。侵蚀海岸在岸线总长中占有较高的比重,相关研究显示,在渤海沿岸为46%,黄海

沿岸为 49% ,东海沿岸(包括台湾岛)为 44% ,南海沿岸(包括海南岛)为 21% 。

我国海水入侵以渤海和黄海沿岸最为严重。渤海沿岸的海水入侵距离可达 20 ~ 30 km ,北黄海沿岸的入侵距离一般为 5 km 左右。东海和南海的入侵距离较小,一般为 2 km 左右,主要集中在长江口与珠江口区域。遭受海水入侵的地区,地下水盐分增加,如果长期使用高盐分的地下水灌溉,盐分不断地在土壤表层聚积,导致土壤盐渍化。

根据国家海洋局公布的《中国海洋灾害公报(2015 年)》,影响我国的海洋灾害以风暴潮、海浪、海冰和赤潮为主,绿潮、海岸侵蚀、海水入侵与土壤盐渍化、咸潮入侵等其他灾害也有不同程度的发生。2015 年年度海洋灾害总体灾情偏轻,低于近 10 年的平均值,各类灾害共造成直接经济损失 72.74 亿元,死亡(含失踪)30 人。受气候变化和海平面上升累积效应等多种因素影响,河北、江苏和海南等省的海岸侵蚀范围加大,辽宁、河北和山东等省的海水入侵与土壤盐渍化严重。

2014 年,我国海洋灾害以风暴潮、海浪、海冰和赤潮灾害为主,绿潮、海岸侵蚀、海水入侵与土壤盐渍化、咸潮入侵等灾害也均有不同程度的发生。各类海洋灾害造成直接经济损失 136.14 亿元,死亡(含失踪)24 人。

2013 年,我国海洋灾害以风暴潮、海浪、海冰和赤潮灾害为主,绿潮、海岸侵蚀、海水入侵与土壤盐渍化、咸潮入侵等灾害也均有不同程度的发生。各类海洋灾害造成直接经济损失 163.48 亿元,死亡(含失踪)121 人。

各类海洋灾害中,造成直接经济损失最严重的是风暴潮灾害,通常占全部直接经济损失的 90% 以上;人员死亡(含失踪)基本全部由海浪灾害造成。

其中,风暴潮灾害中南方沿海多发的台风风暴潮造成的损失大,北方海域常发的温带风暴潮过程造成的损失相对较小,数量也少。此外,因海浪造成的灾害也几乎都发生在南海和东海沿岸,因此,我国海洋灾害的区域性特别明显。

二、我国海洋灾害的主要类型

按照性质,中国沿海海洋灾害一般可分为海洋气象灾害、海洋水文灾害、海洋地质灾害和海洋生态灾害四大类。

海洋气象灾害主要包括风暴潮、寒潮大风、海冰和海雾灾害。

海洋水文灾害主要为海浪、海啸灾害,海浪灾害,亦称灾害性海浪灾害,主要是由沿海台风、寒潮大风引起的大浪造成的,分为台风浪和寒潮大浪。

海洋地质灾害主要是指海岸带、近海由内外力地质作用引起的海洋灾害,包括海洋地震灾害及次生灾害(如海啸等)、海岸侵蚀、海水入侵、海湾淤积等。

海洋生态灾害主要包括赤潮灾害、绿潮灾害等。

三、北海区海洋灾害

按照风暴潮、海浪、海冰、海啸、赤潮等主要海洋灾害的空间分布特点,可以把中国沿海海区分成 3 个海洋灾害区:渤、黄海区域,东海区域(包括台湾海峡及台湾省以东、巴士

海峡等海区)及南海区域。

其中,北海区即渤海和北黄海海域灾害种类较多,对沿海地区生态环境和工农业生产具有广泛、严重的影响。其主要灾害有海冰灾害、温带风暴潮灾害、赤潮灾害、岸线侵蚀以及海水入侵和土壤盐渍化灾害,绿潮灾害自2007年开始暴发,台风风暴潮灾害发生次数相对较少,也有一定数量的海浪灾害。

由于所处的地理环境所致,海冰灾害和温带风暴潮灾害是渤海、黄海北部海域独有的海洋灾害类型。

因此,北海区的海洋灾害种类则主要包括以风暴潮、海冰为主的海洋气象灾害,岸线侵蚀、海水入侵及土壤盐渍化为主的海洋地质灾害,赤潮、绿潮等为主的海洋生态灾害,以海浪为主的海洋水文灾害较少。

四、北海区主要海洋生态灾害

海洋生态灾害的概念最初是借用陆地生态灾害的定义引申而来的,将赤潮、海域污染、溢油等事故造成的海岸带和近海生态环境恶化,都归入海洋生态灾害之中(张绪良,2004;董月娥,左书华,2009)。随着绿潮、水母旺发等新型生态灾害的在我国沿海频繁发生,人们将海洋生态灾害用于专指赤潮、绿潮和水母旺发等由海洋生物引发的海洋灾害(范士亮,等,2012;王辉,等,2013),这类灾害与海洋生态环境污染和富营养化等环境问题有关,但不包括海水富营养化、环境污染事件。同时,很多学者也注意到外来物种入侵对我国近海生态的危害,因此外来物种入侵也属于一种海洋生态灾害(白佳玉,史磊,2013;郝林华,等,2005)。

张洪亮等(2014)依据致灾因子对海洋灾害进行分类,将海洋生态灾害定义为局部海域一种或少数几种海洋生物数量过度增多引起的海洋生态异常现象,包括赤潮、绿潮、水母旺发和外来物种入侵等。

张洪亮等的研究表明,北海区赤潮和绿潮灾害频发,影响面积较大,渤海北部秦皇岛附近海域赤潮灾害严重,黄海西部山东半岛近岸海域绿潮灾害严重;水母灾害呈上升趋势,对人体健康威胁较大,北海区滨海城市都曾发生过水母蜇伤致死案例;黄河三角洲区域米草和泥螺入侵扩展速度较快。面对这些海洋生态灾害巨大威胁,北海区亟须加强海洋生态灾害防控研究。

参考文献

- [1] 白佳玉,史磊.我国应对海洋外来物种入侵之立法体系研究[J].中国渔业经济,2013,31(1):55-61.
- [2] 董月娥,左书华.1989年以来我国海洋灾害类型危害及特征分析[J].海洋地质动态,2009,25(6):28-33.
- [3] 范士亮,傅明珠,李艳,等.2009-2010年黄海绿潮起源与发生过程调查研究[J].海洋学报:中文版,2012,34(6):187-194.
- [4] 郝林华,石红旗,王能飞,等.外来海洋生物的入侵现状及其生态危害[J].海洋科学进展,2005,23(增):121-126.
- [5] 王辉,刘桂梅,刘钦政,等.海洋生态动力学模型研究及应用[J].中国科技成果,2013,23:56-57.

- [6] 张洪亮,张继民.北海区海洋生态灾害的主要类型及分布现状研究,激光生物学报,2014,23(6):566-571.
- [7] 张青田,中国海域赤潮发生趋势的年际变化[J].中国环境监测,2013,29(5):98-102.
- [8] 张绪良.山东省海洋灾害及防治研究[J].海洋通报,2004,23(3):66-72.

第二节 北海区海洋环境风险主要类型及发生状况

环渤海地区作为中国三大海洋经济区之一,是中国海洋经济发达地区,经济战略地位十分重要。改革开放以来,环渤海已经形成了发达便捷的交通、雄厚的工业基础、先进的科技教育、丰富的自然资源以及密集的骨干城市群等五大优势。环渤海经济区由三个次级的经济区组成,即京津冀圈、山东半岛圈和辽宁半岛圈。靠独特的地缘优势、丰富的海洋资源、便捷的海陆运输,环渤海地区海洋经济总产值一直占全国海洋经济总产值的1/3左右。

同时,环渤海地区也是中国最大的工业密集区,是中国的重工业和化学工业基地,有资源和市场的比较优势。环渤海经济圈是保证我国政治和经济稳定的核心地区,现已成为中国经济发展的第三大增长极。

从短期来看,环渤海地区海洋经济发展水平在全国处于较发达水平。但从可持续发展的角度来看,该区区域海洋经济发展已呈现不平衡态势,对资源环境的依赖性很大。随着海洋产业与海洋经济的飞速发展,以环渤海经济区近岸海域为主的北海区近岸海域海洋环境灾害与突发污染事件频发,对海洋环境、海洋经济与公众健康安全造成了严重威胁,构成了北海区主要的海洋环境风险。

一、海洋生态灾害

(一) 赤潮

据《中国海洋灾害公报(2013年)》,我国沿海共发现赤潮46次,其中有毒赤潮7次。沿海赤潮高发期为5~6月,5月发现赤潮19次,累计面积1593 km²;6月发现赤潮15次,累计面积511 km²。引发赤潮的优势种共13种,多次或大面积引发赤潮优势种主要有东海原甲藻和抑食金球藻。

2014年,我国管辖海域共发现赤潮56次,累计面积7290 km²。2014年,我国沿岸海域赤潮高发期为5月,共发现赤潮22次,累计面积4344 km²。引发赤潮的优势种共13种,多次或大面积引发赤潮的优势种有东海原甲藻和抑食金球藻。

2015年,我国沿岸海域共发现赤潮35次,累计面积2809 km²,发现次数与累计面积均为近5年最低值。我国沿岸海域赤潮高发期为5月,发现赤潮6次,累计面积为1006 km²。我国渤海海域赤潮累计面积最大,为1522 km²,东海海域发现赤潮次数最多,为15次。我国沿岸海域引发赤潮的优势种共11种。夜光藻和中肋骨条藻引发赤潮次数最

多,分别为9次和8次,累计面积分别为314 km²和299 km²。单次持续时间最长、面积最大的赤潮过程发生在辽宁绥中至滦河口海域,由抑食金球藻引发,持续时间近3个月,最大面积为825 km²。

近几年来,北海区仍然是我国近岸赤潮多发区和重灾区之一,赤潮是北海区最常见的生态灾害。每年北海区发现的赤潮灾害有10余次,年累计赤潮海域面积一般在3 000 km²左右。赤潮多发区集中在鲅鱼圈、秦皇岛附近、大连近岸、烟台四十里湾、胶州湾和青岛前海等近岸海域。

2013年,北海区赤潮发生次数为14次,发生面积为1 880 km²。其中,发生在河北秦皇岛沿岸海域的抑食金球藻赤潮,为2013年持续时间最长和单次过程影响面积最大的赤潮,分别为98 d和1 450 km²,对当地滨海旅游业等影响较大。

秦皇岛附近海域为近几年北海区最严重的赤潮多发区。自2009年首次发生微微藻赤潮以来,至2014年夏季,河北秦皇岛—辽宁绥中沿岸海域已连续6年发生同种类型的赤潮。秦皇岛近海微微藻赤潮持续时间长、影响范围大,其主要发生区域在河北省唐山市至辽宁省绥中县沿岸海域。

2014年,北秦皇岛海域发生单次最大面积赤潮过程,持续85 d,最大面积2 000 km²。2014年赤潮过程统计见表1-1。

表 1-1 2014 年北海区赤潮统计表

省/直辖市	起止时间	发现海域	赤潮优势种	最大面积(km ²)
辽宁	5.30~6.13	辽东湾东部海域	夜光藻	110
河北	6.11~15	秦皇岛近岸海域	夜光藻、微小原甲藻	228
河北	9.13~17	渤海中部海域	米氏凯伦藻	400
河北	5.15~8.7	秦皇岛近岸海域	抑食金球藻	2 000
天津	8.26~9.25	天津滨海旅游区附近海域	离心列海链藻、多环旋沟藻、叉状角藻	300
山东	9.21~23	烟台长岛县附近海域	海域卡盾藻	890

* 上表仅列出最大面积超过100 km²的赤潮。

2015年单次持续时间最长、面积最大的赤潮过程也发生在北海区,持续时间近3个月。

(二) 绿潮

绿潮是指海洋中某些大型藻类(如浒苔)在一定的环境条件下,爆发性增殖或聚集达到某一水平,导致生态环境异常的一种生态现象。

2008年5月30日,在距第29届奥帆赛不足两月之际,青岛东南约150 km处发现大面积浒苔绿潮,绿潮持续时间达两个多月,规模之大历史罕见。自2007年至今,山东半岛南部沿岸海域连续发生绿潮,绿潮暴发及登陆对沿途各市的滨海旅游业的发展造成了严重的影响,对岸滩生态环境影响严重。

绿潮已成为我国沿海新型的海洋生态灾害。自2008年以来,每年5~8月份在黄海

海域周期性暴发与消亡,给沿海地区造成不同的环境影响和经济损失。

自 20 世纪 80 年代起,法国等欧洲国家沿海开始出现绿潮。近年来,包括我国在内的多个沿海国家近海均发生过不同规模的绿潮灾害。

2008 ~ 2013 年我国黄海沿岸海域绿潮最大分布面积和最大覆盖面积见表 1-2。

表 1-2 2008 ~ 2013 年我国黄海沿岸海域绿潮最大分布面积和最大覆盖面积

年份	最大分布面积(km ²)	最大覆盖面积(km ²)
2008	25 000	650
2009	58 000	2 100
2010	29 800	530
2011	26 400	560
2012	19 610	267
2013	29 733	790

2013 年 3 月中下旬在江苏如东沿岸海域发现零星漂浮绿潮藻;5 月 10 日,黄海南部海域绿潮覆盖面积约 5.5 km²,分布面积约 330 km²;5 月中下旬,绿潮持续向偏北方向漂移,分布面积不断扩大;6 月初开始有绿潮陆续影响日照、青岛、烟台和威海沿海;6 月 27 日前后,绿潮外缘线最北端到达威海乳山南侧近岸海域;7 月,绿潮主体向北偏东方向漂移,分布面积逐渐减小,进入消亡期;8 月中旬,绿潮全部消失。

2013 年 5 月 ~ 8 月,绿潮灾害覆盖面积于 6 月 27 日达到最大值,约 790 km²,分布面积于 6 月 30 日达到最大值,约 29 733 km²。

2013 年,绿潮影响岸线长,整体位置偏西;达到卫星可监测规模的时间较早;持续天数仅次于 2008 年和 2012 年;对渔业、水产养殖、海洋环境、景观和生态服务功能的影响较重。

2014 年 4 ~ 8 月,绿潮灾害影响我国黄海沿岸海域,覆盖面积于 7 月 3 日达到最大值,约 540 km²,分布面积于 7 月 14 日达到最大值,约 50 000 km²。

2015 年 5 月 ~ 8 月,绿潮灾害影响我国黄海沿岸海域,覆盖面积于 7 月 4 日达到最大值,约 594 km²,分布面积于 6 月 19 日达到最大值,约 52 700 km²,为 5 年内最大值。

(三) 水母旺发

近年来,继赤潮、绿潮之后,水母灾害成为世界范围内的新型海洋生态灾害。水母灾害是由局部海域大型水母数量异常增多形成的一种生态异常现象,北海区水母灾害呈上升趋势,对滨海电厂安全运行和游人身体健康构成了一定威胁。

我国北方海域水母灾害发生频率显著高于南方海域,近年渤海水母分布密度呈上升趋势,局部海域水母灾害发生概率明显增高。

近年来,北海区水母蜇伤致死事件呈增多趋势,大连、营口、秦皇岛、威海和青岛等滨海城市均发生过水母蜇伤致死案例。水母暴发对沿海浴场、滨海旅游度假区休闲人群身体健康带来严重安全隐患。日益增多的水母数量使沿岸海水浴场受到影响,据青岛医学

院调查数据,1987年以来北戴河浴场有5人被水母蜇死、3000人被蜇伤;秦皇岛海滨近几年被蜇伤的人数也达到了3400多人。近几年来,青岛第一海水浴场泳期每天有数十人被水母蜇伤。2013年8月,南戴河旅游度假区一男孩被水母蜇死。

水母对工业的影响也很明显。在滨海发电厂、淡化水厂以及核电站等工程区,频频出现水母缠绕、堵塞上述工程设施取排水口的事故。自2008年以来,北海区青岛、龙口等滨海电厂连续多年遭受水母旺发的侵扰。2009年7月,华电青岛发电有限公司海水循泵的过滤网遭到了水母的“袭击”,青岛市1/3的工业和居民用电受到了严重威胁。2013年7月下旬(张洪亮,等,2014),辽宁红沿河核电站附近海域形成了高密度水母种群。

二、海洋地质灾害

(一) 岸线侵蚀

海岸侵蚀是海岸在海洋动力等因素作用下发生后退的现象。

近几十年来,由于人为因素和自然因素的影响,北海区砂质和粉砂淤泥质海岸海滩不断遭受侵蚀,海岸侵蚀后退的速度不断加大。

2013年重点岸段海岸侵蚀监测显示,我国砂质海岸和粉砂淤泥质海岸侵蚀严重,局部地区侵蚀速度呈加快趋势。河北省滦河口至戴河口砂质海岸岸段平均侵蚀速度为9.1 m/a。江苏省振东河闸至射阳河口粉砂淤泥质岸段平均侵蚀速度为26.4 m/a。海岸侵蚀造成土地流失,房屋、道路、沿岸工程、旅游设施和养殖区域损毁,给沿海地区的社会经济带来较大损失。

2013年重点监测岸段海岸侵蚀情况见表1-3。

表 1-3 2013 年重点监测岸段海岸侵蚀情况

省(自治区、直辖市)	重点岸段	侵蚀海岸类型	监测海岸长度(km)	侵蚀海岸长度(km)	平均侵蚀速度(m/a)
辽宁	3, 绥中	砂质			
	锦州	砂质			
3, 河北	滦河口至戴河口	砂质			
山东	三山岛—6. 龙嘴岸段	砂质			
江苏	振东河闸至射阳河口	粉砂淤泥质			
上海	崇明东滩	粉砂淤泥质			
广东	雷州赤坎村	砂质			
海南	海口镇海村	砂质			

2014年,全国8个重点岸段海岸侵蚀监测显示,砂质海岸和粉砂淤泥质海岸侵蚀依然严重。辽宁省绥中地区海岸侵蚀长度和速度均明显加大。江苏省振东河闸至射阳河口粉砂淤泥质岸段平均侵蚀速度为14.1 m/a,比2013年海岸侵蚀速度减缓。南海地区