

大连市近岸海域溢油污染事故风险受体脆弱性评价研究^{*}

官云飞, 兰冬东, 李冕, 许妍, 梁斌, 鲍晨光, 于春艳, 马明辉

(国家海洋环境监测中心 大连 116023)

摘要:突发性的海洋溢油污染事故日益频繁, 科学合理的溢油风险受体脆弱性评价可为溢油风险管理提供重要依据。文章从海洋溢油风险受体的暴露程度和恢复力两方面构建了脆弱性概念模型, 并在此基础上建立了风险受体脆弱性评价指标体系和量化模型。研究结果表明, 大连市近岸海域溢油风险受体脆弱性分为高、中、较低脆弱区和低脆弱区 4 类。

关键词:风险受体脆弱性; 指标体系; 量化模型; 大连市近岸海域

中图分类号:X55 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-9857(2015)10-0066-03

1 引言

随着沿海开发强度的加大, 近岸海域承受着巨大的污染压力, 自然岸线、滨海湿地、海湾等重要自然生境丧失严重, 海岸带生态破坏严重^[1], 海洋生态系统退化明显且愈发脆弱。海洋溢油污染事故发生频繁, 近 40 年来, 我国沿海发生船舶溢油事故约 3 000 起。其中, 一次性泄漏 50 t 以上的溢油事故 95 起, 年均 2.5 起, 平均每起污染事故溢油量 537 t, 溢油总量达 38 500 t。随着海洋溢油污染事故的增加, 溢油污染事故造成的损失也明显上升, 针对溢油污染事故的风险受体脆弱性研究显得极为迫切。了解海洋溢油风险受体脆弱性的空间分异特征, 可为沿海地区的产业布局 and 溢油风险应急管理提供基础与支撑。

美国学者 Clements 于 1988 年首次阐述了“脆弱性”的概念^[2], 国内脆弱性研究始于 20 世纪 80 年代对生态脆弱区域的识别^[3], 后来国内外有关脆弱性的研究主要集中在自然生态系统领域^[4-7], 针对环境污染事故的风险受体脆弱性评价研究得到了一定的发展, 脆弱性指标体系和量化模型研究发展相对完善^[8-12]。近年来, 海岸带脆弱性评价研究开始逐渐兴起^[13-14], 随着海洋溢油污染事故的日益增多, 针对溢油的海岸带和

近岸海域脆弱性评价也得到了一定的发展^[15-17]。

在此基础上, 本研究从受体暴露程度和恢复力两方面构建了海洋溢油风险受体脆弱性指标体系和量化模型, 并对大连市近岸海域溢油风险受体的脆弱性进行了评价, 为大连市近岸海域溢油风险管理提供依据。

2 研究方法

2.1 研究区域概况

大连是重要的港口城市和国家重要的石油炼化基地, 濒临渤海和黄海。近年来, 海域内船舶数量不断增加, 溢油污染事故的概率也随之增加。大连拥有大连港、大连新港、长兴岛港等众多原油码头, 随着长兴岛、松木岛等石化工业园区的发展建设, 石化和仓储基地及千万吨级炼油项目也随之增多, 大连附近海域面临的溢油风险逐步增大。此外, 大连市近岸海域生态资源丰富, 辖区内有斑海豹保护区、星海浴场、付家庄滨海旅游度假区等敏感生态系统, 一旦发生溢油污染事故, 将造成巨大的损失和影响。

2.2 研究方法

2.2.1 指标体系构建

在海洋溢油风险系统概念模型及系统影响因素研究的基础上^[18], 确定风险受体概念模型,

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(41306098); 海洋公益性行业科研专项项目(201305023)。

并考虑数据的可获得性和可操作性,构建大连市近岸海域溢油风险受体脆弱性指标体系(表 1)。

表 1 海洋溢油风险受体脆弱性指标体系

目标层	系统层	指标层
溢油风险 受体脆弱性 V	暴露程度 E	海域敏感度 E_1
		岸滩类型 E_1
		生物多样性指数 E_3
		生物量 E_4
	恢复力 R	潮流速度 R_1
		年降雨量 R_2

2.2.2 分析评价模型

海洋溢油风险受体是一个复杂的海洋生态系统,具有不确定性特点,难以定量表征。在分析典型海洋溢油污染事故案例分析及专家打分的基础上,从风险受体的暴露程度和恢复力两方面构建海洋溢油风险受体脆弱度模型。风险受体的脆弱性与暴露程度成正比,与恢复力成反比。受体的敏感性越强,暴露程度越大,脆弱性就越大;受体的恢复力越强,脆弱性越小。所以风险受体脆弱性采用下式表达更符合真实关系:

$$V = \frac{E}{R} \tag{1}$$

式中:V 为溢油风险受体的脆弱度;E、R 分别为风险受体的暴露程度和恢复力。

暴露程度主要取决于海域敏感度(E_1)、岸滩类型(E_2)、生物多样性指数(E_3)和生物量(E_4)4 个方面,采用下式表达更符合真实关系:

$$E = \sqrt{0.5(E_1 + E_2) \times 0.5(E_3 + E_4)} \tag{2}$$

恢复力取决于海区水交换能力和雨水对岸滩的冲刷能力,这里分别用潮流速度(R_1)和年降雨量(R_2)表征,恢复力表征为:

$$R = \sqrt{R_1 \times R_2} \tag{3}$$

2.2.3 数据来源与处理

针对构建的脆弱性指标体系进行相关数据的收集与提取,数据和资料来源于调研及实际监测数据。通过实地调研,获取大连市近岸海域产卵场、滨海湿地、海洋保护区等敏感区域资料以及各区域的岸滩类型,生物多样性指数、生物量、潮流速度来自于 2010—2011 年的监测数据,年降雨量数据来源于地方气象部门,电子地图主要

是通过数字化等方式获得。本研究以行政区为基础稍作调整选取评价基本单元。

3 结果分析

根据上述评价模型,分别计算大连市近岸海域溢油风险受体暴露程度、恢复力以及风险受体脆弱度大小(表 2),大连市近岸海域溢油风险受体脆弱度空间分布如图 1 所示。

表 2 大连市近岸海域各评价单元脆弱度

评价单元	瓦房店海域	长兴岛海域	金普湾海域	旅顺老铁山海域	大连湾近岸海域	花园口一皮口海域	长海海域	庄河海域
暴露程度	2.37	2.49	2.12	3.37	2.25	1.62	2.64	1.73
恢复力	1.41	1.41	1.41	1.00	2.00	2.83	2.45	2.83
脆弱度	1.68	1.76	1.50	3.37	1.13	0.57	1.08	0.61

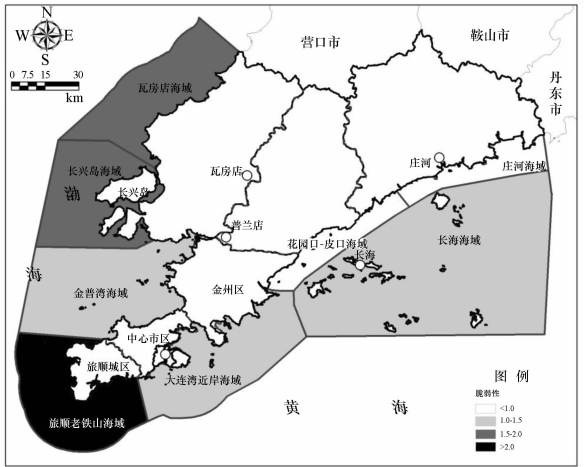


图 1 大连市近岸海域溢油风险受体脆弱度空间分布

(1)风险受体脆弱度最高区域为旅顺老铁山海域,面积约 1 873 km²,占大连市近岸海域面积的 11%。该区域分布有老铁山自然保护区、旅顺口风景名胜等敏感区域,海岸多为砂质岸线且生物多样性极其丰富,生物量较大,所以暴露程度最大。该海域海水交换能力较弱,年降雨量也较低,所以恢复力小,其脆弱度在大连市近岸海域中最高。

(2)中度脆弱的区域为长兴岛海域和瓦房店海域,面积约 3 513 km²,占大连市近岸海域面积的 20.4%。长兴岛海域有斑海豹保护区,海域敏感,潮流速度和年降雨量较小,所以恢复力较低,所以

脆弱度较高。瓦房店海域生物量较高,暴露程度较大,且海域水交换能力很弱,所以脆弱度较高。

(3)较低脆弱度区域主要分布在金普湾海域、大连湾近岸海域和长海海域,面积 10 410 km²,占大连市近岸海域面积的 60.6%。这 3 个区域生物量较高,暴露程度大,但海域海水交换能力较强,恢复力较强,所以脆弱度较低。

(4)低脆弱度区域为庄河海域和花园口一皮口海域,面积约 1 379 km²,占大连市近岸海域面积的 8%。这两个区域均没有保护区等敏感海域,海域水交换能力和年降雨量很高,海域恢复力强,所以脆弱度低。

4 结论

本研究在构建海洋溢油风险受体脆弱性概

念模型的基础上,建立了溢油风险受体脆弱性评价指标体系和量化模型,从而建立了海洋溢油风险受体脆弱性评价方法。以大连市近岸海域为实证,进行海洋溢油风险受体脆弱性评价研究,大连市近岸海域溢油风险脆弱性分为高脆弱区、中脆弱区、较低脆弱区和低脆弱区。高脆弱区为旅顺老铁山海域,中脆弱区为长兴岛海域和瓦房店海域,较低脆弱区主要分布在金普湾海域、大连湾近岸海域和长海海域,低脆弱度区域为庄河海域和花园口一皮口海域,评价结果基本符合大连市近岸海域溢油风险受体脆弱性现状,可为海洋溢油风险管理提供决策依据。

参考文献

[1] 兰冬东,马明辉,梁斌,等.我国海洋环境安全面临的形势与对策研究[J].海洋开发与管理,2013,30(2).

[2] ALLOY L B,CLEMENTS C M. Illusion of control;invulnerability to negative affect and depressive symptoms after laboratory and natural stressors[J]. Journal of Abnormal Psychology,1992,101(2):234—245.

[3] 牛文元.生态脆弱带的基础判定[J].生态学报,1990,9(2):97—105.

[4] KALY P W,HEESACKER M,FROST H M. Collegiate alcohol use and high—risk sexual behavior;a literature review[J]. Journal of College Student Development,2002,43(6):838—850.

[5] PRATT C R,KALY U L,MITCHELL J. Manual;how to use the environmental vulnerability index(EVI),UNEP[R]. Fiji:South Pacific Applied Geoscience Commission(SOPAC)2004:60.

[6] LANGE H J,SALA S,VIGHI M,et al. Ecological vulnerability in risk assessment;a review and perspectives[J]. Science of the Total Environment,2010,408(18):3871—3879.

[7] 乔青,高吉喜,王维,等.生态脆弱性综合评价方法与应用[J].环境科学研究,2008,21(5):117—123.

[8] COLLINS T W,GRINESKI S E,AGUILAR M L. Vulnerability to environmental hazards in the Ciudad Juarez;ElPaso metropolis;a model for spatial risk assessment in transnational context[J]. Global Environmental Change,2009,29:448—461.

[9] 毕军,杨洁,李其亮.区域环境风险分析和管理[M].北京:中国环境科学出版社,2006:17—21.

[10] 杨洁,毕军,李其亮,等.区域环境风险区划理论与方法研究[J].环境科学研究,2006,19(4):132—137.

[11] 兰冬东,刘仁志,曾维华.区域环境污染事件风险分区技术及其应用[J].应用基础与工程科学学报,2009,17:82—90.

[12] 薛鹏丽,曾维华.上海市环境污染事故风险受体脆弱性评价研究[J].环境科学学报,2011,31(11):2556—2561.

[13] HONG H,CUI S,ZHANG L. A coastal vulnerability index and its application in Xiamen,China[J]. Aquatic Ecosystem Health & Management,2006,9(3):333—337.

[14] TIMOTHY W C,SARA E G,MARLADE L R A. Vulnerability to environmental hazards in the Ciudad Juarez(Mexico) - ElPaso (USA) metropolis;A model for spatial risk assessment in transnational context[J]. Applied Geography,2009(29):448—461.

[15] WESLAWSKI J M,WIKTOR J,ZAJACZKOWSKI M,et al. Vulnerability assessment of Svalbard intertidal zone for oil spills[J]. Estuarine coastal and shelf science,1997,44(supplement A):33—41.

[16] FATTAL P,MAANAN M,TILLIER I,et al. Coastal vulnerability to oil spill pollution;the case of Noirmoutier Island(France) [J]. Journal of coastal research,2010,26(5):879—887.

[17] CASTANEDO S,JUANES J A,MEDINA R,et al. Oil spill vulnerability assessment integrating physical,biological and socio—e-conomical aspects;application to the cantabrian coast[J]. Journal of Environmental Management,2009,91:149—159.

[18] 兰冬东,鲍晨光,马明辉,等.海洋溢油风险分区方法及其应用[J].海洋环境科学,2014,33(2):287—292.