

戴桂林,王东亚,林春宇,等. 基于 PSR 模型的渤海海洋生态红线区管控评价研究[J]. 海洋学研究,2019,37(2):62-71, doi:10.3969/j. issn. 1001-909X. 2019. 02. 007.

DAI Gui-lin, WANG Dong-ya, LIN Chun-yu, et al. Research on management and control evaluation of the marine ecological red line region in Bohai Sea based on PSR model[J]. Journal of Marine Sciences, 2019, 37(2): 62-71, doi:10.3969/j. issn. 1001-909X. 2019. 02. 007.

基于 PSR 模型的渤海海洋生态 红线区管控评价研究

戴桂林,王东亚,林春宇,付秀梅*

(中国海洋大学 经济学院,山东 青岛 266100)

摘 要:为客观评价我国海洋生态红线区管控效果,本文通过建立海洋生态红线区管控评价体系,运用 PSR 模型对渤海区域及三省一市(山东省、辽宁省、河北省和天津市)海洋生态红线区管控效果进行评价。结果表明渤海区域海洋生态红线区的管控情况总体上持续改善,压力层稳定性较差,状态层不断优化,响应层受政策影响较大。其中渤海区域压力层主要受山东省人口、工业影响,状态层的变化主要来自辽宁省丰富自然资源的作用,响应层的改变主要来自山东省对于生态安全做出的努力。最后根据各省市海洋生态环境现状从海洋保护区管控、海洋保护区限制开发等方面提出了管理建议。

关键词:渤海;海洋生态红线;PSR 模型;管控;评价

中图分类号:P74

文献标识码:A

文章编号:1001-909X(2019)02-0062-10

Doi:10.3969/j. issn. 1001-909X. 2019. 02. 007

0 引言

我国管辖海域面积广阔、岸线漫长、岛屿遍布、河口众多,典型海洋生态系统丰富,海洋生物多样性较高。近年来,随沿海地区社会经济迅速发展,各种不合理的资源开发活动已使海洋生态系统遭受严重威胁,中国近海则被认为是受人类影响较为严重的区域^[1-2]。我国海洋生态环境主要面临以下问题:海洋资源开发呈现无序状态、海洋资源开采结构不合理造成生态失衡、海洋产业结构不合理造成资源浪费、海洋污染加剧环境恶化。以上问题严重制约了我国经济社会的发展。2013 年 11 月,党的十八届三中全会《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》中明确提出:“划定生态保护红线”^[3]。为实现生态环

境和经济社会的可持续发展,加强生态文明建设显得尤为重要并迫在眉睫^[4]。生态红线作为中国生态环境保护制度的创新,对优化生态安全格局,保障国家区域生态安全具有重要意义^[5]。生态保护红线已经上升为国家战略和一项长期的生态保护制度^[6]。

目前,国外虽然还没有明确给出“生态红线”的定义,但在生物、生态保护研究及城市建设规划等领域中体现了“生态红线”的本质,并将其运用到生态环境管理中。早在 1980 年,欧洲和北美的一些国家和地区就在土地利用规划中应用了生态网络的概念,其目的主要是为了保护地区生物的多样性^[7]。国外学者们认为生态系统服务和生态基础设施都是为人类的生存发展提供有利服务的,并且服务于整个城市建设、土地规划中,并分别从不同角度将它们划分为不

收稿日期:2019-03-07

修回日期:2019-05-08

作者简介:戴桂林(1964—),男,山东烟台人,教授,主要从事海洋经济、资源开发战略与评价方面的研究。E-mail:daiguilin@ouc.edu.cn

* 通讯作者:付秀梅(1967—),女,副教授,主要从事海洋资源可持续利用方面的研究。E-mail:fuxiumei92@163.com

同类别的生态系统服务。随着经济社会的快速发展,人们对土地资源利用的经济价值越来越重视而忽略了其生态价值,从而导致城市建设、土地规划与生态环境的矛盾日益尖锐化^[8-9]。进入 21 世纪以来,欧盟不断加强海洋生态环境保护举措。2008 年欧盟在其“海洋综合政策蓝皮书”的基础上颁布了海洋综合战略指令(Marine Strategy Framework Directive, MS-FD),该指令要求在 2020 年海洋资源和生态环境有明显好转并达到良好状态^[10],并颁发了具体的标准和实施方法^[11]。国外学者研究认为该指令可以有效保护欧洲海洋生物的多样性,明显改善海洋环境^[12]。另一些学者认为该指令还存在一些不足,比如在一些区域和成员国之间存在管理制度上的模糊性^[13],一些指令指标需要调整^[14],对良好状态的目标要更加细化^[15]等。

国内地方政府和学者对海洋生态红线研究主要集中在海洋生态红线概念定义、区域划分、制度建设和管控研究等方面。首先,海洋生态红线内涵经历了一个不断发展的过程,许多学者对其概念进行探讨分析^[16-17],2016 年国家海洋局发布的文件中海洋生态红线定义为:“依法在重要海洋生态功能区、海洋生态敏感区和海洋生态脆弱区等区域划定的边界线以及管理指标控制线,是海洋生态安全的底线”^[18],海洋生态红线成为海洋功能区划管理手段之一。

其次,一些学者运用空间分析法、自然与生态适宜性分析法等方法对海洋生态红线划定,以期政府海洋生态红线区划作参考。许妍等^[19]根据渤海生态环境特征,建立渤海生态红线划定指标体系,在此基础上,运用 ArcGIS 软件,通过空间分析、叠加分析等方法,完成渤海生态红线划定,将渤海生态红线划分为红线区、黄线区和绿线区,并提出着重保护红线区生态环境。曹庆先等^[20]从宏观视角出发,结合海洋生态红线区理论,根据广西海岛及周边海域的特点,通过自然与生态适宜性分析方法划定填海红线,研究表明广西填海红线海岛 163 个,其中 152 个海岛为禁止填海海岛,11 个海岛为限制填海海岛。黄伟等^[21]在阐述海洋生态红线内涵的基础上,提出海洋生态红线区划的原则,包括区域共轭、生态导向、海陆统筹、协调性和动态性原则,并将海南省海洋生态红线区划作为案例研究,认为海南省海洋生态区划思路为根据海洋生态红线区类型,将海洋生态红线区分级,分为一级管控区和二级管控区。廖建基等^[22]认为海洋生态红线是建设海洋生态文明建设的重要组成部分,详细论

述海洋生态功能区对海洋生态红线的作用,以泉州湾为例构建海洋生态功能区区划技术方法,选出 5 种类型 10 个重要的海洋生态功能区。还有一些学者从围海造地视角出发,研究围海造地对海洋生态环境的影响。于格等^[23]借鉴国外围海造地的经验,建立围海造地生态环境影响效应评价指标体系,并以胶州湾区域为例,初步估算围海造地对生态环境的影响度。唐瑜颖等^[24]为减少填海造地对海洋生态环境的影响,从环境法角度研究围海造地生态补偿制度的总法律体系框架,为实际操作提供决策建议。李铁军等^[25]以浙江省填海造地为例,分析其对渔业资源和海洋生态环境的影响,并提出切实可行的建议。

随着不同省市颁布海洋生态红线区划分文件,一些学者基于不同地区海洋生态红线区现状,对不同海洋红线区进行管控研究,运用定性分析方法提出要加强制度建设、丰富管控手段和加强分类管控措施等建议。苏文等^[26]提出将公众参与机制引入到海洋生态红线制定,通过分析国内外公众参与机制的现状,提出设定公众参与可操作程序、丰富公众参与方式等建议。

综上所述,国内外对于生态红线的相关研究还不够成熟,目前仍处在不断摸索和研究的阶段,对生态红线的内涵及划定方面有了进一步的研究,对它们有了新的界定。国内外学者就关于生态红线的内涵、划定标准及评价指标的部分问题上有着共识和不足:

(1)共识:不论是国外的“生态网络”还是国内的“生态红线”都是为了实现各地区生态、经济和社会的可持续发展,在实践上的本质是相同的。基于相同的目的,结合区域生态系统的完整性、连续性对各地区生态红线进行管控,根据不同地区的地域性差异,需要选择合适的指标,因地制宜选择合适的管控方法。

(2)不足:目前国内外对生态红线区管控研究多是采用定性的方法确定指标权重,权重的确定主观性太大,缺乏足够的理论基础。在选择指标之间,各指标的关联度较高,甚至还有一定的因果性,应该保证各指标的相对独立性。

基于此,为更好研究渤海海洋生态红线区管控效果,本文参考国家海洋局《关于建立渤海海洋生态红线制度的若干意见》、《渤海海洋生态红线划定技术与实践》等文件,确定建立管控指标体系遵循原则,运用专家咨询、层次分析等方法筛选指标,构建渤海海域生态红线管控评价指标体系,运用 PSR 模型选择山东、河北、天津和辽宁等省市区域为案例研究,通过对这些区域生态红线区管控前后的效益状况进行比较

分析,最终提出管控的关键指标和对策建议。

1 渤海海洋生态红线划分现状

《渤海海洋生态红线划定技术指南》为环渤海三省一市划定海洋生态红线,实施分类指导、分区管理、分级保护提供了重要技术支撑。截止 2014 年 7 月,环渤海三省一市海洋生态红线划定工作已经完成,并经各省级人民政府同意下发。其中,河北省共划定海洋生态红线区 44 个,海洋生态红线区面积 1 880.98 km²,大陆自然岸线 97.20 km;辽宁省共划定海洋生态红线区 34 个,海洋生态红线区面积 5 920.80 km²,大陆自然岸线 388.7 km;山东省共划定海洋生态红线区 73 个,海洋生态红线区面积 6 534.42 km²,大陆自然岸线 373.87 km;天津市划定海洋生态红线区 5 个,海洋生态红线区面积 219.79 km²,大陆自然岸线 18.63 km。

2 渤海海洋环境现状

2.1 渤海环境质量状况

2012—2016 年《北海区海洋环境公报》^①表明,渤海近岸以外海域海水质量状况良好,近岸海域海水环境污染依然严重。近 5 a 以来,渤海海水环境质量总体呈上升趋势,渤海海水环境主要超标物质为无机氮和活性磷酸盐。无机氮是劣四类水质海域的主要污染因素,劣四类水质海域各季平均面积为 4 235 km²,约占渤海总面积 5.5%,主要分布在辽东湾、莱州湾和渤海湾近岸海域。2016 年夏季第一、二类水质海

域面积比 2012 年增加了 16 520 km²(图 1)。

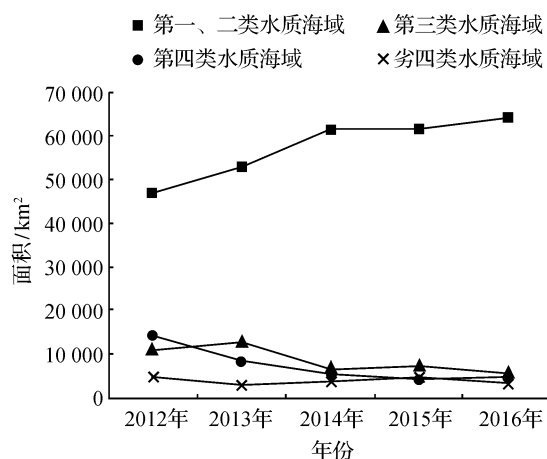


图 1 2012—2016 年夏季渤海各类水质面积变化

Fig. 1 Area changes of different water quality waters of Bohai Sea in summer from 2012 to 2016

渤海 6 个生态监控区总面积约 1.39×10^4 km²,占渤海总面积的 18.0%,生态类型包括河口和海湾等典型海洋生态系统。2013—2016 年《北海区海洋环境公报》^①表明,6 个近岸典型生态系统均不同程度地受到人为干扰,环境污染、生境丧失、资源的不合理开发等生态压力超出生态系统的承载能力,生物多样性及生态系统结构发生了一定程度或较程度的变化,锦州湾等局部生态系统主要服务功能严重退化,在短期内无法恢复。陆源污染和海洋资源开发活动是影响其生态系统健康的主要因素(表 1)。

表 1 2013—2016 年渤海近岸典型生态系统健康状况统计表

Tab. 1 Statistical table of health status of typical coastal ecosystems of Bohai Sea from 2013 to 2016

位置	监控区名称	监测面积/km ²	年份			
			2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
河口	双台子河口	3 000	亚健康	亚健康	亚健康	亚健康
	滦河口-北戴河	900	亚健康	亚健康	亚健康	亚健康
	黄河口	2 600	亚健康	亚健康	亚健康	亚健康
海湾	锦州湾	650	不健康	不健康	不健康	不健康
	渤海湾	3 000	亚健康	亚健康	亚健康	亚健康
	莱州湾	3 770	亚健康	亚健康	亚健康	亚健康

2.2 陆源污染物排放

2016 年,对渤海沿岸 90 个陆源入海排污口(河)各开展了 6 次排污状况监测。其中,工业排污口占 24%,市政排污口占 22%,排污河占 39%,其他类型排污口占 15%。监测结果表明,渤海沿岸陆源入海排污口(河)达标排放比率为 47%。排污口(河)主要超标物质为化学需氧量(COD_{Cr})和总磷。全年进行

排污口化学需氧量(COD_{Cr})监测 482 次,达标比例为 72%;进行总磷监测 482 次,达标比例为 76%。与 2015 年相比,化学需氧量(COD_{Cr})和总磷达标比例基本持平,2012—2016 年渤海监测的陆源入海排污口(河)达标排放率具体见图 2。

① 国家海洋局北海分局. 北海区海洋环境公报(2012—2016).

人工岸线增加,湿地生态系统遭到破坏,生态功能退化。随环渤海开发加剧,环渤海地区自然岸线丧失速度加快,平均每年为 44.1 km,自然岸线比例已不足 30%。湿地面积逐年减少,天津市湿地面积已由建国初期占全市国土面积的 30% 降至目前的 12.4%,山东沿海湿地面积每年以近 30 km² 的速度减少,双台子河口湿地逐年退化。渤海湾和莱州湾沿岸的围填海开发活动造成滨海湿地大量丧失,自然岸线大幅度减少。

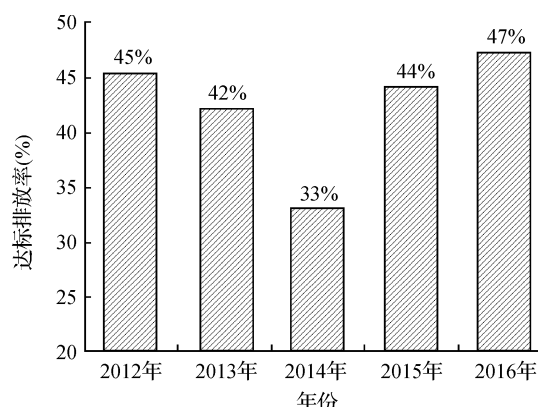


图2 2012—2016 年渤海监测的陆源入海排污口(河)达标排放率

Fig. 2 The discharge rate with reaching the standard of land-source sewage outlet (river) in Bohai Sea monitored from 2012 to 2016

3 渤海海洋生态红线区管控评价体系构建与实证分析

为更好研究渤海海洋生态红线区管控,全面客观地评价渤海海洋生态红线区管控效果,需要建立一个合理、有效的指标体系,对这些区域生态红线区管控前后的效益状况进行比较分析,这对区域的可持续发展具有重要意义。根据渤海海洋生态红线区现状,结合渤海三省一市海洋生态红线区划分和管控实际情况,从经济、生态和社会三个方面构建渤海海洋生态红线区管控评价指标体系。

3.1 指标选取原则

渤海海洋生态红线区管控评价指标体系构建需要遵循选择指标的一般原则,考虑到海洋生态红线区的特点,结合不同地区社会背景和环境状况,本文选取指标遵循区域性、科学性、适应性和延续性原则。

(1)区域性原则。渤海海洋生态红线区是一个整体的系统,包含了山东省、河北省、辽宁省和天津市海洋生态红线区,因此在建立评价指标体系时,要尊重各区域之间的差异情况,保证指标体系能体现区域特点。

(2)科学性原则。建立指标体系要有科学依据,需要广泛收集专家学者的意见,在此基础上修改和优化,结合数据的可获取性确定恰当的指标,建立科学规范的指标体系。

(3)适应性原则。指标体系的构建应该具有统一的适应性,能对各区域作出客观、真实的评价,既能实现同一区域的纵向对比,也能实现不同区域的横向对比。

(4)延续性原则。根据指标体系的特点,选取的指标应能适应未来经济社会和环境发展的特点,具有历史的延续性,这有利于从更长的时间维度评价渤海海洋生态红线区域管控效果。

3.2 PSR 模型的原理

“压力-状态-响应”框架模型(简称 PSR 模型)在 20 世纪末被应用到环境问题的评价,后来广泛应用于对各类生态环境的评价,兼顾生态、社会和经济的影响,对生态安全评价提供了理论依据。为更好地对渤海海洋生态红线区管控评价,在选择评价指标的基础上,应用现有的 PSR 模型对管控效果进一步评价分析。

本文以渤海海洋生态红线区为研究对象,基于 PSR 模型,在原有评价指标基础上进行有机结合,建立了一套相对完整的管控评价体系,包括压力指标、状态指标和响应指标。具体到模型内部,压力指标指的是生态环境出现问题的原因,例如人类活动、经济活动等;状态指标是指海洋生态红线区内经济、社会和生态环境所处的状态;响应指标显示了人类为渤海海洋生态红线区域生态环境面临的压力采取有效对策的能力。状态的变化与自然、社会等都密切相关,且各压力指标相互作用,相互影响。采用 PSR 模型可以充分阐释三者之间的关系。

根据 PSR 模型理论,结合渤海海洋生态红线区管控指标体系各项指标,构建多层次评价指标体系,在该指标体系中,压力层指标表示经济、社会、生态产生各种问题的指标,状况指标反映经济、社会、生态所呈现的自然状态,响应层指标表示为进一步改善环境所作出的反应和补救措施。

因为渤海海洋生态红线区管控体系中各项指标量纲不同,不具有可比性,本文选用极差法对指标原始数据进行标准化处理,标准化数值区间范围为(0, 100),所有指标可分为两个类型:一是正向指标,值越大,趋向管控效果越好;二是负向指标,值越大,趋向管控效果越差。标准化处理公式如下:

正向指标:

$$Z_i = (X_i - X_{\min}) \times 100 / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (1)$$

负向指标:

$$Z_i = (X_{\max} - X_i) \times 100 / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (2)$$

式中: Z_i 为第 i 个指标的标准值, X_i 为第 i 个指标的实际值, $X_{\max}$ 为实际值的最大值, $X_{\min}$ 为实际值的最小值。

3.3 评价体系的指标选取

海洋生态红线区的管控是为了实现经济、社会、生态、环境和资源的可持续发展, 系统性、多元性、区域的差异性等特性是海洋生态红线区管控指标体系的重要特征, 因此本文根据环境保护部《生态保护红线划定技术指南》, 参考国家海洋局《渤海海洋生态红线划定技术与实践》划定成果, 充分考虑到海洋生态红线划定的四类控制指标, 在选取指标时充分考虑经济、社会、生态环境各方面影响因素, 从经济效益、社会效益和生态效益三个方面入手, 选取合适的指标构建渤海海洋生态红线区管控评价指标体系, 客观评价渤海海洋生态区管控效果。

3.3.1 经济效益指标

各地区生态红线划定后实行分级管控, 运用不同的指标对不同的区域进行管理和调控, 具体问题具体分析, 提高管控效果。为了充分体现管控的效果, 符合生态环境和经济协调发展的要求, 本研究选取海洋生产总值(亿元)、沿海地区全社会固定资产投资(亿元)、沿海地区城镇人均可支配收入(元)、沿海地区农村人均可支配收入(元)、海洋生产总值占 GDP 比重(%)、沿海地区渔港情况(个)、沿海地区进出口总额(万美元)等作为经济效益的基础指标。

3.3.2 生态效益指标

生态效益指标反映生态红线区管控的成效, 通过对这些指标的管控能够确保区域内生态环境可持续发展的要求得以实现。生态红线区管控相关的生态环境基础指标选取沿海地区湿地面积($\times 10^1 \text{ km}^2$)、沿海地区水资源($\times 10^9 \text{ m}^3$)、沿海地区海洋类型自然保护区面积(km^2)、工业废水排放总量($\times 10^4 \text{ t}$)、一般工业固体废物综合利用量($\times 10^3 \text{ t}$)、沿海地区污染治理项目情况(个)、沿海地区海洋类型自然保护区建设情况(个)、沿海地区海水养殖面积(hm^2)、沿海地区赤潮灾害情况(km^2)、沿海地区海滨观测台分布情况(个)等指标。

3.3.3 社会效益指标

社会因素是影响生态红线区管控效果又一重要因素。因此为了使生态环境与社会效益协调发展, 也为了凸显生态红线区的管控作用, 本文从社会因素出发选取沿海地区年末人口数(万人)、沿海地区涉海就

业人员情况(万人)、沿海地区海洋科研机构 R&D 情况(项)、沿海地区科研经费收入(亿元)等作为基础指标。

结合经济指标、生态指标和社会指标特点, 将各个指标放到不同准则层, 从压力、状态和响应层出发, 构建渤海生态红线区管控指标体系(表 2)。

表 2 渤海生态红线区管控评价指标体系

Tab. 2 The management and control evaluation index system of ecological red line area in Bohai Sea

目标层	准则层	要素层	指标层
渤海生态红线区管控评价指标体系	压力层	经济	沿海地区年末人口数/万人
		社会	沿海地区涉海就业人员情况/万人
			沿海地区渔港情况/个
		环境	工业废水排放总量/ $(\times 10^4 \text{ t})$
		生态	一般工业固体废物综合利用量/ $(\times 10^3 \text{ t})$
			沿海地区海水养殖面积/ km^2
	状态层	自然	沿海地区赤潮灾害情况/ km^2
		状态	沿海地区湿地面积/ $(\times 10^1 \text{ km}^2)$
			沿海地区水资源/ $(\times 10^9 \text{ m}^3)$
			沿海地区海洋类型自然保护区面积/ km^2
		经济	沿海地区全社会固定资产投资/亿元
		社会	沿海地区城镇人均可支配收入/元
	响应层		沿海地区农村人均可支配收入/元
		经济	海洋生产总值/亿元
		社会	海洋生产总值占 GDP 比重(%)
			沿海地区海洋科研机构 R&D 情况/项
			沿海地区科研经费收入/亿元
			沿海地区进出口总额/万美元
		生态	沿海地区污染治理项目情况/个
		环境	沿海地区海洋类型自然保护区建设情况/个
			沿海地区海滨观测台分布情况/个

3.4 渤海海洋生态红线区管控实证分析

本文选取 2010—2015 年渤海区域天津市、河北省、辽宁省和山东省的相关指标数据, 构建渤海海洋生态红线区管控评价指标体系, 进行实证研究。数据来源于天津市、河北省、辽宁省和山东省统计年鉴、海洋统计年鉴。

依据构建的评价指标体系, 运用熵权法确定指标权重, 结合标准化数据, 对渤海海洋生态红线区进行 PSR 模型分析压力、状态、响应情况实证, 实证结果见表 3。

表 3 渤海海洋生态红线区管控评价综合指数

Tab. 3 Comprehensive index of management and control evaluation of marine ecological red line area in Bohai Sea

指标	年份					
	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
压力	12.24	11.91	13.13	13.01	12.90	12.87
状态	10.51	10.36	12.45	12.19	12.44	13.25
响应	13.24	15.99	14.35	15.77	17.46	17.56
综合指数得分	35.98	38.26	39.93	40.97	42.79	43.69

从上表可以看出,2010—2015 年渤海海洋生态红线区管控情况如下:

(1)2010—2015 年渤海海洋生态红线区管控总体情况不断改善,管控评价综合指数从 2010 年的 35.98 不断上升,至 2015 年达到 43.69,但近年上升趋势,这表明虽然海洋生态环境管控有了一定的效果,但是对保护生态环境效果有限,并没有突出的改善作用,而且随着时间的延长改善效果下降。

(2)2010—2015 年渤海海洋生态红线区管控压力状况稳定性较差,而且近年呈现一定的上升趋势。因为压力指标为负向指标,该指标值越大表明环境压力越小,从表 3 可以看出 2010—2012 年,渤海海洋生态红线区管控压力指标先下降后上升,由 12.24 上升到 13.13,这段时间渤海海洋环境压力先变大后变小。因为海洋生态环境改善有一定的时滞,在 2012 年底国家海洋局下发了《国家海洋局关于建立渤海海洋生态红线制度的若干意见》后,渤海海洋压力指标在 2012—2013 年才趋于稳定。2013—2015 年渤海海洋压力指标呈现下降趋势,表明海洋环境压力不断上升,但上升趋势减缓,因为近些年渤海陆源污染物入海超标排放现象依然存在,超标物质对临近海洋环境造成一定压力。

(3)2010—2015 年状态指标基本呈现上升趋势,

表明渤海海洋生态环境有一定的改善。从表 3 可以看出,渤海海洋生态红线区状态指标从 2010 年的 10.51 至 2015 年达到 13.25,这说明渤海海洋生态环境有了一定的改善。2012 年,状态指标有显著上升,从 10.36 上升到 12.45,这是因为随着海洋生态红线制度的出台,海洋环境污染得到一定的遏制,但是 2012—2014 年状态指标略有下降,至 2015 年才上升到 13.25,这说明海洋环境污染形式尚未好转。

(4)2010—2015 年渤海海洋生态红线区管控响应指标涨跌不一,响应指标受政策影响较大。在 2010—2012 年响应指标先升后降,这是因为 2010 年出台了《中华人民共和国海岛保护法》,2011 年响应指标上升至 15.99,后有一定的下降。2012 年底国家海洋局下发了《国家海洋局关于建立渤海海洋生态红线制度的若干意见》,2013 年后响应指标不断上升,由 2013 年的 15.77 上升至 2015 年的 17.56,表明海洋生态环境管控效果越来越好,海洋生态红线管理进一步加强。

3.5 渤海三省一市海洋生态红线区管控水平实证分析

为进一步评价渤海海洋生态红线区三省一市管控效果,对渤海区域天津市、河北省、辽宁省和山东省进行研究,实证结果见表 4。

表 4 天津、河北、辽宁和山东海洋生态红线区管控评价综合指数

Tab. 4 Comprehensive index of management and control evaluation of marine ecological red line area in Tianjin, Hebei, Liaoning and Shandong

省(市)	指标	年 份					
		2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
天津	压力	20.43	20.42	20.56	20.45	20.38	20.36
	状态	2.49	3.57	4.24	4.57	5.58	6.41
	响应	10.06	9.51	10.56	10.70	11.33	8.77
	综合指数得分	32.98	33.50	35.36	35.71	37.29	35.55
河北	压力	12.84	12.53	14.52	12.91	13.93	14.94
	状态	4.55	5.42	7.30	5.91	6.91	7.91
	响应	2.97	5.91	3.07	5.03	3.53	3.48
	综合指数得分	20.36	23.86	24.89	23.84	24.37	26.33
辽宁	压力	11.17	10.33	11.76	12.02	11.80	11.15
	状态	20.00	17.46	21.54	21.48	19.52	19.67
	响应	10.27	13.03	11.74	13.80	16.93	19.55
	综合指数得分	41.45	40.82	45.04	47.30	48.25	50.37
山东	压力	4.52	4.37	5.67	6.68	5.46	5.04
	状态	14.98	15.00	16.72	16.82	17.73	19.03
	响应	29.65	35.50	32.02	33.54	38.04	38.43
	综合指数得分	49.14	54.87	54.41	57.04	61.24	62.50

(1)三省一市压力指标先降后升,海洋生态环境承压较大。因为压力指标为负向指标,该指标值越大表明环境压力越小,从表 4 可以看出,2015 年海洋生

态红线区管控压力指标从低到高排序为:山东省(5.04)、辽宁省(11.15)、河北省(14.94)和天津市(20.36),山东省海洋生态红线区管控压力最大。这

说明渤海海洋生态压力主要来源于山东省,2010—2011 年山东省生态压力呈现上升趋势,表明山东省海洋生态环境压力较大,主要原因是山东省人口较多,工业废水排放较多,对环境压力较大;而天津市海洋生态环境压力较小,主要原因是其工业废水排放总量相对其他省市相对较少,环境承压较少。2013—2015 年山东省和辽宁省压力指标呈现下降趋势,表明这两个省海洋生态环境承载压力增大,因为在 2013 年山东省和辽宁省受到风暴潮灾和海冰灾害,其中山东省水产养殖受灾 $7\,239\text{ hm}^2$,直接经济损失 1.44 亿元,辽宁省受风暴潮和海冰灾害致直接经济损失 3.24 亿元。海洋生态环境需要一定的时间来恢复海洋灾害造成的损失,为减少海洋灾害对海洋环境的影响,北海区各级主管部门应加强对所辖地区警戒潮位核定管理工作。

(2)三省一市状态指标基本呈现上升趋势,辽宁省状态指标趋于下降。从表 4 可以看出,2015 年海洋生态红线区状态指标从高到低排序为:辽宁省(19.67)、山东省(19.03)、河北省(7.91)和天津市(6.41)。这说明渤海海洋生态红线区状态指标主要来源于辽宁省和山东省,这两个省份对渤海海洋生态红线状态影响较大,主要得益于山东和辽宁的湿地面积、水资源、海洋型自然保护区等自然资源。山东省海洋生态红线区状态指标上升趋势明显,从 2010 年的 14.98 上升到 2015 年的 19.03,这得益于山东省拥有较多的海岛生态整治修复项目(31 个)和较多的海岛保护区数量(33 个)。而辽宁省在 2013 年遭受较大的海洋灾害,每年海冰灾害对海洋生态环境影响较大,造成直接经济损失比较大,因此在 2013 年后辽宁省状态指标呈现一定的下降趋势。

(3)三省一市响应指标变化不一,山东和辽宁呈现上升趋势,河北和天津有升有降。响应指标主要表征人们为保障生态红线区域的生态安全,提高生态红线区域生态环境质量所做的努力,生态安全响应指数越高,表明研究区域抵御生态安全风险的能力越强,生态安全水平越高。从表 4 可以看出,2015 年海洋生态红线区响应指标从高到低排序为:山东省(38.43)、辽宁省(19.55)、天津市(8.77)和河北省(3.48)。这表明渤海海洋生态红线区响应指标主要来源于山东省,说明山东省为缓解海洋生态环境作了大量的努力。2010—2015 年山东省和辽宁省响应指标上升较多,山东省从 2010 年的 29.65 上升到 2015 年的 38.43,辽宁省从 2010 年的 10.27 上升到 2015 年

的 19.55。而天津市和河北省状态指标有升有降,呈现不规则变化,说明这两个省市还需进一步落实保护环境的举措,需要加强环境的可持续发展。

(4)三省一市综合指数得分均呈现上升趋势,但各省市综合指数差异较大。从表 4 可以看出,2015 年三省一市综合得分指数由高到低排序为山东省(62.50)、辽宁省(50.37)、天津市(35.55)和河北省(26.33)。这说明山东省海洋生态红线区管控效果较好,对渤海海洋生态红线区管控综合得分影响最大,而辽宁省和天津市海洋生态红线管控效果次之,河北省海洋生态红线区管控效果最差,对渤海海洋生态红线区管控综合得分影响最小。山东省和辽宁省拥有广阔的海岸线及各类海洋生态环境,山东省出台的《关于印发建立县级以上常态化海岛监视监测体系的实施细则》和辽宁省出台的《无居民海岛试用金征收使用管理办法》等法规办法为海洋生态红线区划管控奠定了良好的基础,海洋生态环境精细化管理有利于保护海洋生态环境,而天津市和河北省需要出台海洋生态红线区管控实施细则,以便达到更好的管控效果。

4 结论与建议

本文通过生态红线管控理论和概念梳理,结合渤海海洋生态红线划分现状,运用 PSR 模型,从压力、状态、响应层面对渤海海洋生态红线区和渤海三省一市进行评价,得出以下主要结论:

(1)渤海区海洋生态红线管控总体情况不断改善,其中压力状况稳定性较差,而且近年渤海区海洋生态环境承压较大;状态指标基本呈现上升趋势,表明渤海海洋生态环境有一定的改善;响应指标涨跌不一,表明响应指标受政策影响较大。

(2)渤海三省一市压力指标从低到高排序为:山东省、辽宁省、河北省和天津市,压力状态主要来源于山东省,山东省人口较多,工业废水排放较多,对海洋环境压力较大。

(3)渤海三省一市状态指标从高到低排序为:辽宁省、山东省、河北省和天津市,辽宁省状态指标对渤海海洋生态红线管控状态指标影响最大,依靠丰富的湿地、水资源、海洋型自然保护区等自然资源改善了渤海海洋生态环境。

(4)渤海三省一市响应指标从高到低排序为:山东省、辽宁省、天津市和河北省,山东省响应指标对渤海海洋生态红线管控响应指标影响最大,说明山东省为缓解海洋生态环境作了大量的努力,具有积极的促

进作用,河北省对渤海响应指标影响最小,还有待进一步提升。

最后,针对渤海海洋生态红线区管控现状,基于三省一市对渤海海洋生态红线区管控影响因素分析,提出海洋生态红线区管控措施,以期提升渤海海洋生态红线区管控水平。

(1)山东省人口、工业对生态环境压力较大,应减少人口向海转移压力,加强海洋生态环境保护,减少海洋生态环境压力。海洋生态环境压力主要来源于废水、废弃固体、海水养殖等方面,因此具体措施包括加强海洋保护区禁止开发区管控措施,严惩违规开发行为,调整产业结构,减少“三废”排放量,加强重要河口生态系统限制开发区管控措施、重要滨海湿地限制开发区管控措施、重要渔业海域限制开发区管控措施、特殊保护海岛限制开发区管控措施等。

(2)河北省应加大海洋环境保护力度,发挥政府治理作用。相应的控制措施包括加强海洋保护区建设与管理,维护、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性,保护自然景观;禁止开展采挖海砂、围填海、设置直排排污口等破坏河口生态功能的开发活动;禁止开展围垦、填海造陆、城市建设开发等改变湿地自然属性、破坏湿地生态系统功能的开发活动等。

(3)辽宁相应的控制措施包括有效推进红线区生态保护与整治修复、严格监管红线区污染排放、大力推进红线区监视监测和监督执法能力建设、利用“海洋宣传日”等组织开展主题宣传活动,通过电视、报纸专栏、互联网络等媒介,对公众开展生态保护宣传教育等。

(4)天津相应的控制措施包括实施严格的区域限批政策,严控开发强度;实施严格的陆源入海污染物排放控制,禁止红线区内新建排污口;控制养殖规模,鼓励生态化养殖,推动退养还滩、退养还海;实行海洋垃圾巡查清理制度,有效清理海洋垃圾;对已遭受破坏的海洋生态红线区,实施可行的整治修复措施,恢复原有生态功能;海洋生态红线区海水水质符合所在海域海洋功能区的环境质量要求。

参考文献(References):

- [1] HUANG W, ZHU X Y, ZENG J N, et al. Responses in growth and succession of the phytoplankton community to different N/P ratios near Dongtou Island in the East China Sea[J]. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2012, **434-435** (1): 102-109.
- [2] WORM B, BARBIER E B, BEAUMONT N, et al. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services[J]. *Science*, 2006, **314**(3): 787-790.
- [3] 习近平. 关于《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》的说明[N]. *人民日报*, 2013-11-16(1).
- [4] LI Ruo-fan, WU Jia-ming, WANG Ya-nan. Ecological red line demarcation practice based on ecological civilization construction—a case study of Tianjin ecological land protection red line demarcation scheme[J]. *City*, 2014(12): 55-58.
李若帆, 吴佳明, 王亚男. 基于生态文明建设层面的生态红线划定实践——以天津市生态用地保护红线划定方案为例[J]. *城市*, 2014(12): 55-58.
- [5] LÜ Hong-di, WAN Jun, WANG Cheng-xin, et al. Research on the construction of urban ecological red line system and its connection with management system[J]. *Environmental Science and Management*, 2014(1): 5-11.
吕红迪, 万军, 王成新, 等. 城市生态红线体系构建及其与管理制度衔接的研究[J]. *环境科学与管理*, 2014(1): 5-11.
- [6] GAO Ji-xi. On the demarcation and protection of ecological red line[C]// China Association of Environmental Sciences. Proceedings of the 2014 annual conference of the Chinese Association of Environmental Sciences(chapter 3). Beijing: China Association of Environmental Sciences, 2014: 4-5.
高吉喜. 论生态保护红线划定与保护[C]//中国环境科学学会. 2014 中国环境科学学会学术年会论文集(第三章). 北京: 中国环境科学学会, 2014: 4-5.
- [7] LIU Hai-long. Connection and cooperation: European and Dutch experience in ecological network planning[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2009, **25**(9): 31-35.
刘海龙. 连接与合作: 生态网络规划的欧洲及荷兰经验[J]. *中国园林*, 2009, **25**(9): 31-35.
- [8] DAILY G. Nature's services: Social dependence on natural ecosystem[M]. Washington: Island Press, 1997.
- [9] CONSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R. The value of world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, **387**(15): 253-260.
- [10] European Commission. Directive 2008 /56 /EC of the European Parliament and of the council of 17 June 2008, establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy(Marine Strategy Framework Directive)[J]. *Official Journal of the European Union*, 2008, L **164**: 19-40.
- [11] European Commission. Commission decision of 1 September, 2010 on criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters[J]. *Official Journal of the European Union*, 2010, L **232**: 14-24.
- [12] FREIRE-GLBB L C, KOSS R, MARGONSKI P, et al. Governance strengths and weaknesses to implement the marine strategy framework directive in European waters[J]. *Marine Policy*, 2014, **44**(5): 172-178.
- [13] VAN LEEUWEN J, VAN HOOFF L, VAN TATENHOVE J. Institutional ambiguity in implementing the European Union Marine Strategy Framework Directive[J]. *Marine Policy*, 2012, **36**

- (3): 636-643.
- [14] PROBST W N, RAU A, OSTERWIND D. A proposal for restructuring Descriptor 3 of the Marine Strategy Framework Directive(MSFD)[J]. *Marine Policy*, 2016, **74**(2): 128-135.
- [15] BERG T, FÜRHAUPTER K, TEIXEIRA H, et al. The Marine Strategy Framework Directive and the ecosystem-based approach-pitfalls and solutions [J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2015, **96**(1/2): 18-28.
- [16] CHEN Hai-song. “ecological red line” system construction roadmap[J]. *China Population, Resources and Environment*, **2015** (9): 52-59.
陈海嵩, “生态红线”制度体系建设的路线图[J]. *中国人口·资源与环境*, **2015**(9): 52-59.
- [17] YAO Jia, WANG Min, HUANG Yu-chi, et al. 3d system of red line for ecological protection in China—a case study of Ningde city[J]. *Acta Ecologica Sinica*, **2015**(20): 6 848-6 856.
姚佳, 王敏, 黄宇驰, 等. 我国生态保护红线三维制度体系——以宁德市为例[J]. *生态学报*, **2015**(20): 6 848-6 856.
- [18] LIU Xi, TANG Jian-ye. Directive of the European Union marine comprehensive strategic framework and its reference to the construction of marine ecological civilization in China[J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2018, **27**(4): 611-615.
刘希, 唐建业. 欧盟海洋综合战略框架指令及其对中国海洋生态文明建设的借鉴[J]. *上海海洋大学学报*, 2018, **27**(4): 611-615.
- [19] XU Yan, LIANG bin, BAO Chen-guang, et al. Research on the indicator system and technical method of the Bohai sea ecological red line demarcation[J]. *Ocean Bulletin*, 2013, **32**(4): 361-367.
许妍, 梁斌, 鲍晨光, 等. 渤海生态红线划定的指标体系与技术方法研究[J]. *海洋通报*, 2013, **32**(4): 361-367.
- [20] CAO Qing-xian, HE Bin-yuan, QIN Lu-yan, et al. Research on the red line of sea reclamation in Guangxi island and surrounding sea areas[J]. *Journal of Marine Technology*, 2017, **36**(2): 116-121.
曹庆先, 何斌源, 覃澍雁, 等. 广西海岛及周边海域填海红线研究[J]. *海洋技术学报*, 2017, **36**(2): 116-121.
- [21] HUANG Wei, ZENG Jiang-ning, CHEN Quan-zhen, et al. Marine ecological red line regionalization——a case study of Hainan province[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, **36**(1): 268-276.
黄伟, 曾江宁, 陈全震, 等. 海洋生态红线区划——以海南省为例[J]. *生态学报*, 2016, **36**(1): 268-276.
- [22] LIAO Jian-ji, MA Zhi-yuan, HUANG Hao, et al. A preliminary study on the technical methods for the division of important marine ecological function zones——a case study of Quanzhou bay[J]. *Marine Environmental Science*, 2016, **35**(5): 764-769.
廖建基, 马志远, 黄浩, 等. 重要海洋生态功能区选划技术方法初探——以泉州湾为例[J]. *海洋环境科学*, 2016, **35**(5): 764-769.
- [23] YU Ge, ZHANG Jun-yan, LU Chun-xia, et al. Ecological environment impact analysis of reclaimed land from sea[J]. *Resources Science*, 2009, **31**(2): 265-270.
于格, 张军岩, 鲁春霞, 等. 围海造地的生态环境影响分[J]. *资源科学*, 2009, **31**(2): 265-270.
- [24] TANG Yu-ying, YU Jie, TOU Xiao-dong, et al. An analysis of ecological compensation mechanism for land reclamation[J]. *Environmental Science and Management*, 2015, **40**(2): 126-130.
唐瑜颖, 俞洁, 钊晓东, 等. 围海造地生态补偿机制探析[J]. *环境科学与管理*, 2015, **40**(2): 126-130.
- [25] LI Tie-jun, XU Dan, XU Han-xiang, et al. Analysis on the impact of reclamation project on marine ecological environment and fishery resources in Zhejiang province[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, **2017**(18): 213-214, 219.
李铁军, 徐丹, 徐汉祥, 等. 浙江省围填海工程对海洋生态环境和渔业资源的影响分析[J]. *现代农业科技*, **2017**(18): 213-214, 219.
- [26] SU Wen, JIA Hou-lei, HUANG Hua-mei, et al. Research on public participation mechanism of marine ecological red line system[J]. *Ocean Development and Management*, 2016, **33**(7): 44-48.
苏文, 贾后磊, 黄华梅, 等. 海洋生态红线制度公众参与机制研究[J]. *海洋开发与管理*, 2016, **33**(7): 44-48.

Research on management and control evaluation
of the marine ecological red line
region in Bohai Sea based on PSR model

DAI Gui-lin, WANG Dong-ya, LIN Chun-yu, FU Xiu-mei*
(School of Economics, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: In order to objectively evaluate the management and control effect of marine ecological red line zone in China, the management and control evaluation system for marine ecological red line zone was established to evaluate the effect of Bohai Sea region and three provinces and one city (Shandong, Liaoning, Hebei and Tianjin), and timely to find the problems in the management and control. PSR model was used to evaluate the management and control effect of Bohai Sea marine ecological red line area, and empirical analysis was made on three provinces and one city. The results show that in the overall situation, the management and control continues to improve in Bohai Sea, the stability of pressure layer is poor, the state layer is constantly optimized, and the response layer is greatly affected by the policy. Among them, the pressure layer of Bohai Sea is mainly affected by the population and industry of Shandong Province, the status layer is mainly derived from the rich natural resources of Liaoning Province, and the response layer is mainly derived from the efforts made by Shandong Province for ecological security. Finally, according to the current situation of marine ecological environment in various provinces and cities, management suggestions are put forward from the aspects of management and control as well as the restricted development in the marine protected areas.

Key words: Bohai Sea; marine ecological red lines; PSR model; management and control; evaluation

2019 年《海洋学研究》征订启事

《海洋学研究》国内刊号为 CN 33-1330/P, 国际刊号为 ISSN 1001-909X, 季刊, 16 开, 目前为自办发行, 每册定价为 9.00 元, 全年定价为 40 元(含邮寄费)。请读者将书款通过邮局直接寄往如下地址: “浙江省杭州市保俶北路 36 号《海洋学研究》编辑部”, 邮编: 310012。

若通过银行汇款, 请在收款人一栏中填写本编辑部所在单位的全称: “自然资源部第二海洋研究所”, 账号填写: 1202026209008803510, 汇入地点填写“杭州”, 汇入行名称填写“工行高新支行”, 汇款用途填写“订阅《海洋学研究》”。订阅单和收款记账凭证寄回本编辑部。

编辑部地址: 杭州市保俶北路 36 号《海洋学研究》编辑部, 邮编: 310012

电话: 0571-81963193 传真: 0571-81963195

联系人: 段焱 E-mail: haiyangxueyanjiu@163.com

(本刊编辑部)

2019 年《海洋学研究》征订单

订户名			
寄刊地址			
邮编	全年定价 40 元	订阅份数	金额(元)
联系人			
联系电话			
留言			