海洋功能区划生态环境目标实施效果评估研究
——以山东省为例

张盼盼，董月娥，林怡辰

（国家海洋技术中心　天津　300112）

摘要：文章设计了海洋功能区划生态环境目标实施效果评估步骤和评估方法，以山东省海洋功能区划为例，系统分析了山东海洋功能区划的生态环境目标集、目标完成情况以及山东省海洋生态环境变化，并对两者之间的关系进行对应分析，得出评估结论：①区划生态环境目标与海洋生态环境质量评价指标相关度高；②部分区划生态环境目标和海洋生态环境评价指标设置不足；③区划生态环境目标完成对海洋生态环境改善起到积极作用。并提出：①进一步加强改善作用明显的生态环境目标，增设缺失和不足的生态环境目标；②因地制宜，加快功能区划实施；③严格控制陆地排海污染源，加强海上安全作业；④加快海洋生态环境修复；⑤加强生态环境监测，实现数据共享等建议。

关键词：海洋功能区划；生态环境目标；实施效果评估；海洋环境质量

中图分类号：P7　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1005－9857(2017)09－0011－07

Implementation Effect Evaluation of the Ecological Environment Targets of Marine Function Zoning: Take Shandong Province as Example

ZHANG Panpan, DONG Yuee, LIN Yichen

(National Ocean Technology Center, TianJin 300112, China)

Abstract: This paper designed the procedure and evaluation methods to implement effect of ecological environment targets for marine functional zoning. Take Shandong marine function zoning as example, ecological environment targets, completion of targets, marine ecological environment changes and the relationship between them were analyzed. The following evaluation conclusions were obtained. (1) High correlation existed between regional ecological environment targets and marine ecological environment quality evaluation index; (2) Part of the ecological environment target and marine ecological environment evaluation index were not enough; (3) The achievement of ecological environment targets for function zones played active role in improving the marine ecological environment. The following suggestions were given: (1) Further strengthen the obvious im-

收稿日期：2017-03-13；**修订日期：**2017-07-18

基金项目：中国海洋发展研究会基金项目(CAMAZD201504).

作者简介：张盼盼，工程师，硕士研究生，研究方向为海域管理研究

proving roles of ecological environment target, and create additional and inadequate ecological environmental objectives; (2) Adjust measures to local conditions and speed up the implementation of marine function zoning; (3) Strictly control land pollution sources and strengthen marine safety operations; (4) Speed up the restoration of marine ecological environment; (5) Strengthen ecological environment monitoring and realize data sharing.

Key words: Marine function zoning, Ecological environment targets, Evaluation of implementation effect, Marine ecological environment

国家海洋局于 2009 年启动了新一轮海洋功能区划的编制工作，我国新一轮海洋功能区划分为国家、省(直辖市、自治区)、市县 3 个层级。2012 年 3 月，国务院正式批准了《全国海洋功能区划(2011—2020 年)》，同年 10 月，沿海 11 个省级海洋功能区划获批[1]，目前正在开展市县区划编制。

为保障海洋生态服务功能得到有效发挥，区划在生态环境方面提出了海洋保护区建设、海洋生态环境修复等多个定量和定性的实施目标，并进一步制定了强化海洋环境保护和生态建设的保障措施，对划定的海洋基本功能区提出了海洋环境保护要求。各省级海洋功能区划均参照国家级区划指标分别提出了管辖海域的整治修复目标、重点区域的生态环境目标、海洋基本功能区的环境保护要求等。

1 评估含义和意义

本研究海洋功能区划生态环境目标实施效果评估是指评估生态环境目标的实现程度以及对生态环境变化的影响分析。区划实施年限时间长，仅仅依赖区划中提出的生态环境目标和环境保护要求，对于实现区划真正的价值尚存在一定的局限性。因此，在实施过程中适时地、不定期地开展区划生态环境目标对生态环境变化影响的评估评价工作。一是深度挖掘区划生态环境目标与海洋生态环境之间的关系，包括生态环境目标与生态环境的对应关系、生态环境目标实现与生态环境变化之间的关系；二是从区划实施过程中发现问题，总结经验教训，为加快实施海洋功能区划提供决策支持。对于科学评价区划实施对海洋生态环境的影响，科学评估区划目标实施情况，监督规划实施，加快完成生态环境目标，以及为今后区划及相关政策的制定提供借鉴和科学依据，具有重要的参考意义。

2 评估步骤

海洋功能区划生态环境目标实施效果评估步骤如图 1 所示。

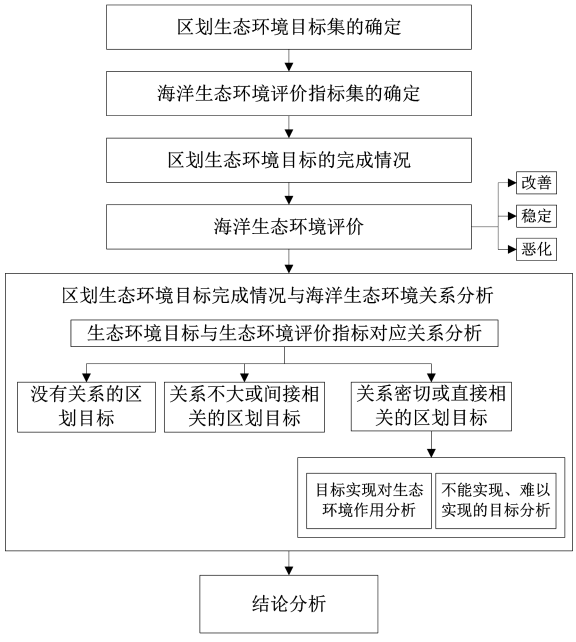

图 1 海洋功能区划生态环境目标实施效果评估步骤

2.1 确定区划生态环境目标集

区划生态环境目标集是指从省级海洋功能区划文本、登记表内容中凝练出的有关生态环境保护的目标集合，其根本依据是省级海洋功能区划。

首先，从直接反映区划生态环境目标的角度出发，以省级海洋功能区划主要目标为重点研究分析内容；其次，综合考虑区划划分的各海洋功能分区生态环境保护要求、重点海域的生态环境保护要求、实施保障措施中海洋环境保护要求，从中提炼生态环境目标。

2.2　确定海洋生态环境评价指标集

借鉴参考《近岸海洋生态健康评价指南》(HY/T087—2005)，《中国海洋环境状况公报》以及《海洋工程环境影响评价导则》关于海洋生态环境评价的评价指标[2-3]。确定本次研究的海洋生态环境评价指标集，如表 1 所示。本研究提出的海洋生态环境评价指标集是一套普适性的指标集，在评价过程中，可能因为数据限制，从中选择部分评价指标。

表 1　海洋生态环境评价指标集

评价要素	评价指标
海水水质质量	溶解氧、盐度、酸碱度、活性磷酸盐、无机氮、石油类
海底沉积物质量	有机碳含量、硫化物含量、重金属潜在风险指数、沉积物主要成分含量变化
海洋生物质量	海洋生物体内汞、镉、铅、砷、石油类的质量
生物/生态	浮游植物多样性指数、浮游动物多样性指数、底栖生物多样性指数、鱼卵仔鱼密度
水文冲淤环境	水深变化、潮汐状况、海岸带滩涂变化、海岸带湿地生境变化
社会经济	污水排放总量、城市污水处理率

2.3　区划生态环境目标完成情况

采用搜集整理资料和调研相结合的方法，对应区划生态环境目标集，整理区划生态环境目标的完成情况，可分为未实现、难以实现、已实现和部分实现。

2.4　海洋生态环境评价

海洋生态环境评价值采用以下公式计算：

$$S=\frac{\sum_{i=1}^{n} S_i}{N} \tag{1}$$

式中：S 为生态环境评价结果值；S_i 为第 i 项评价要素的评价结果；N 为评价要素总数。

评价要素的评价方法参照《近岸海洋生态健康评价指南》(HY/T087—2005)的指标赋值法计算。以海水水质质量为例说明计算方法(表 2)。

海水水质每项评价指标的赋值按式(2)计算：

$$W_q=\frac{\sum_{i=1}^{n} W_i}{n} \tag{2}$$

式中：W_q 为第 q 项评价指标赋值；W_i 为第 i 个站位第 q 项评价指标赋值；n 为评价区域监测站位总数。

表 2　海水水质评价指标、要求和赋值[2]

评价指标	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
溶解氧/(mg·L^{-1})	[6,00)	[5,6)	(0,5)
盐度	(0,3]	(3,5]	(5,00)
酸碱度	(7.5,8.5]	(7,7.5]或(8.5,9]	[0,7]或(9,14]
活性磷酸盐/(μg·L^{-1})	(0,15]	(15,30]	(30,00)
无机氮/(μg·L^{-1})	(0,200]	(200,300]	(300,00)
石油类/(μg·L^{-1})	(0,50]	(50,300]	(300,00)
赋值	15	10	5

海水水质质量评价值按式(3)计算：

$$W_r=\frac{\sum_{q=1}^{m} W_q}{m} \tag{3}$$

式中：W_r 为海水水质质量评价值；W_q 为第 q 项评价指标赋值；m 为评价区域内海水水质质量评价指标总数。

2.5　区划生态环境目标完成情况与海洋生态环境关系分析

根据区划生态环境目标集，将生态环境目标分为与海洋生态环境没有关系的区划目标、关系不大或间接相关的区划目标以及关系密切或直接相关的区划目标 3 类。针对关系密切或直接相关的区划目标，进一步分析目标实现情况对生态环境变化情况的影响关系。

3　实例应用——以山东省为例

山东省位于我国东部偏北沿海，与辽东半岛、朝鲜半岛、日本列岛隔海相望。山东海域北起鲁冀交界处的漳卫新河河口，与河北相邻；南至鲁苏交界处的绣针河河口，与江苏为界；海域环绕我国最大的半岛——山东半岛，以蓬莱角为界，向西属于渤海海域，向东属于黄海海域。

3.1　山东省海洋功能区划概况

山东省级海洋功能区划结合海洋自然环境和自然资源特征、海域开发利用现状、环境保护及海洋经济战略发展需求，划分了农渔业区、港口航运区、工业与城镇用海区、矿产与能源区、旅游休闲娱乐区、海洋保护区、特殊利用区、保留区共 8 个类别 329 个海洋基本功能区[4]。

综合分析本研究内容，凝练山东省海洋功能区划生态环境目标集总计 17 个目标，定量 9 个，定性 8 个。其中：①海洋保护区总面积，为定量目标，目标值截至 2020 年，海洋保护区面积占到 11%以上。②主要污染物排海总量控制程度，为定性目标，目标值主要污染物排海总量得到初步控制。③重点污染海域环境质量改善程度，为定性目标，目标值重点污染海域环境质量得到改善。④局部海域海洋生态恶化趋势，为定性目标，目标值局部海域海洋生态恶化趋势得到遏制。⑤部分受损海洋生态系统修复程度，为定性目标，目标值部分受损海洋生态系统得到初步修复。⑥重要渔业水域、水生野生动植物和水产种质资源保护区保护效果，为定性目标，目标值重要渔业水域、水生野生动植物和水产种质资源保护区得到有效保护。⑦水域生态环境修复程度，为定性目标，目标值水域生态环境逐步得到修复。⑧渔业资源衰退和濒危物种数目增加的趋势 ，为定性目标，目标值渔业资源衰退和濒危物种数目增加的趋势得到基本遏制。⑨围填海控制面积，为定量目标，目标值区划期内建设用围填海规模控制在 34 500 hm^2 以内。⑩围填海增长趋势，为定量目标，目标值遏制围填海增长过快的趋势。⑪近岸海域保留区面积比例，为定量目标，目标值近岸海域保留区面积比例不低于 10%。⑫大陆自然岸线保有率，为定量目标，目标值大陆自然岸线保有率不低于 40%。⑬整治修复岸线长度，为定量目标，目标值截至 2020 年，完成整治和修复海岸线长度不少于 240 km。⑭海域海岸带整治修复效果，为定性目标，目标值重点对由于开发利用造成的自然景观受损严重、生态功能退化、防灾能力减弱，以及利用效率低下的海域海岸带进行整治修复。⑮海水水质质量标准，为定量目标，目标值见表 3。⑯海洋生物质量标准，为定量目标，目标值见表 3。⑰海洋沉积物质量标准，为定量目标，目标值见表 3。

山东省海水水质、生物质量、沉积物质量标准，如表 4 所示。

表 3　山东省海水水质、生物质量、沉积物质量标准

一级类	二级类	海水水质质量	海洋沉积物质量	海洋生物质量
1 农渔业区	1.1 农业围垦区	不劣于二类		
	1.2 养殖区	不劣于二类	不劣于一类	不劣于一类
	1.3 增值区	不劣于二类	不劣于一类	不劣于一类
	1.4 捕捞区	不劣于一类	不劣于一类	不劣于一类
	1.5 水产种质资源保护区	不劣于一类	不劣于一类	不劣于一类
	1.6 渔业基础设施区	不劣于二类(其中渔港区不劣于现状海水水质标准)	不劣于二类	不劣于二类
2 港口航运区	2.1 港口区	不劣于四类	不劣于三类	不劣于三类
	2.2 航道区	不劣于三类	不劣于二类	不劣于二类
	2.3 锚地区	不劣于三类	不劣于二类	不劣于二类
3 工业与城镇用海区	3.1 工业用海区	不劣于三类	不劣于二类	不劣于二类
	3.2 城镇用海区	不劣于三类	不劣于二类	不劣于二类
4 矿产与能源区	4.1 油气区	不劣于现状水平	不劣于现状水平	不劣于现状水平
	4.2 固体矿产区	不劣于四类	不劣于三类	不劣于三类
	4.3 盐田区	不劣于二类	不劣于一类	不劣于一类
	4.4 可再生能源区	不劣于二类	不劣于一类	不劣于一类
5 旅游休闲娱乐区	5.1 风景旅游区	不劣于二类	不劣于二类	不劣于二类
	5.2 文体休闲娱乐区	不劣于二类	不劣于一类	不劣于一类

续表

一级类	二级类	海水水质质量	海洋沉积物质量	海洋生物质量
6 海洋保护区	6.1 海洋自然保护区	不劣于一类	不劣于一类	不劣于一类
	6.2 海洋特别保护区	使用功能水质要求	使用功能沉积物质量要求	使用功能生物质量要求
7 特殊利用区	7.1 军事区			
	7.2 其他特殊利用区			
8 保留区	8.1 保留区	不劣于现状水平	不劣于现状水平	不劣于现状水平

3.2　山东省海洋功能区划生态环境目标实施情况

3.2.1　生态环境目标完成情况

通过调研、资料搜集，同时，借助海域动态监视监测系统，搜集生态环境目标完成情况，目前：海洋保护区总面积已达到 18.7%；主要污染物排海总量得到初步控制；围填海控制面积，2015 年底，取得使用权证的围填海面积 5 959.092 5 hm^2；围填海增长速度不明显；近岸海域保留区面积比例为 10.19%；大陆自然岸线保有率为 61.4%。

3.2.2　海洋生态环境评价

根据历年山东省海洋环境质量公报及海域动态监视监测系统相关数据，选取海水水质质量、海底沉积物质量、生物/生态、社会经济 4 个评价要素。

利用文中提出的评价方法，计算 2011—2015 年，得出评价结果见表 4。山东省 2011—2015 年海洋环境质量基本稳定，2013 年环境质量相对最差，2014 年环境质量相对最好。

表 4　海洋环境质量评价结果一览

年份	评价结果
2011	20.9
2012	19.9
2013	18.35
2014	21.02
2015	19.4

(1)海水水质质量。通过分析历年山东省海洋环境质量公报，得到 2011—2015 年符合一类海水水质标准、二类海水水质标准、三类海水水质标准、四类海水水质标准以及劣四类海水水质标准的海域面积。2011—2015 年符合一类海水水质标准的海域占监测海域总面积比例依次是 88.6%，89.8%，87.4%，92.6%，88.4%；符合四类和劣四类海水水质标准的海域占监测海域总面积比例依次是 1.1%，3.86%，2.54%，1.63%和 3.02%[5-10]。

近 5 年来，全省符合一类海水水质标准的海域面积基本稳定，整体上占全省海域面积的 85%以上；污染海域，即四类和劣四类海水水质的海域面积出现增加趋势。严重污染海域主要集中在莱州湾、丁字湾等水体交换较差的区域，主要污染物为无机氮。

(2)海底沉积物质量。通过分析历年山东省海洋环境质量公报，近 5 年来，全省近岸海域沉积物质量状况基本稳定，总体处于良好状态。

山东省近岸海域海洋沉积物监测指标包括锌、铬、汞、铜、镉、铅、砷、石油类、硫化物和有机碳。历年来，监测站位结果情况如下。

2011 年，各监测指标均符合一类海洋沉积物质量标准的站位超过 94%，个别站位镉、石油类、铜和有机碳未达到一类海洋沉积物质量标准的要求。

2012 年，个别站位铜、石油类未达到一类海洋沉积物质量标准的要求。

2013 年，各监测指标均符合一类海洋沉积物质量标准的站位超过 90%，个别站位汞、石油未达到一类海洋沉积物质量标准的要求。

2015 年，各监测指标均符合一类海洋沉积物质量标准的站位比例超过 95%，渤海湾南部存在镉含量超一类海洋沉积物质量标准的站位，莱州湾南部存在汞含量超一类海洋沉积物质量标准的站位。

(3)生物/生态评价。2012 年以来，全省海域浮游植物、浮游动物、底栖生物等主要优势种类群基本稳定，种类数未发生明显改变。其中，浮游植物主要类群均以硅藻和甲藻为主，局部海域夜光藻等

甲藻丰度有上升趋势；浮游动物主要类群以挠足动物为主，部分海水浴场海月水母类大型水母类数量增加；大型底栖生物仍以环节动物、软体动物和节肢动物等为主，近岸局部海域环节动物种类和数量百分比呈增加趋势。

2012 年以来，浮游植物多样性指数在 2013 年明显下降，2014 年和 2015 年呈现稳定增长趋势，总体比 2012 年略有增加。2012 年以来，浮游动物多样性指数呈稳定增长趋势。底栖生物多样性指数在 2013 年有所下降，2014 年和 2015 年呈现稳定增长趋势，总体比 2012 年略有下降。

(4)社会经济评价。2011—2014 年，全省海域主要污染物化学需氧量、氨氮、活性磷酸物、悬浮物的达标率呈稳定趋势。2012—2015 年排污达标率波动较明显，2013 年、2015 年全省排污达标率明显下降，2014 年排污达标率明显上升。

3.2.3 评估结论

(1)区划生态环境目标与海洋生态环境质量评价指标相关度高。山东省海洋功能区划设置 17 个海洋生态环境目标，经分析与海洋生态环境质量评价指标密切相关或直接相关的共 14 个，占总数的 82%；关系不大或间接相关的共 3 个；没有关联的区划生态环境目标数量为 0。区划生态环境目标设置合理，与海洋生态环境质量评价指标相关度高。

关系密切或直接相关的区划生态环境目标共 14 个，包括定量目标 7 个，定性目标 7 个。其中，定量目标分别为：海水水质质量标准；海洋沉积物质量标准；海洋生物质量标准；海洋保护区总面积；近岸海域保留区面积比例；围填海控制面积；围填海增长趋势。定性目标分别为：局部海域海洋生态恶化趋势；部分受损海洋生态系统修复程度；重要渔业水域；水生野生动植物和水产种质资源保护区保护效果；水域生态环境修复程度；渔业资源衰退和濒危物种数目增加的趋势；主要污染物排海总量控制程度；重点污染海域环境质量改善程度。

关系不大或间接相关的区划生态环境目标共 3 个，包括定量目标 2 个，定性目标 1 个。其中，定量目标为：大陆自然岸线保有率、整治修复岸线长度。定性目标为：海域海岸带整治修复效果。上述 3 个区划生态环境目标，主要对应的评价指标为：海岸带滩涂变化、海岸带湿地生境变化。由于岸线本身作为划分界限的一条线，几何特征为线状，只有长度，没有宽度，并不能直接表征具有区域概念的海洋生态环境质量，而海岸带生态环境质量评价中更适宜选用带状的滩涂、湿地等，因此，建议将大陆自然岸线保有率调整为海岸带湿地保有率、海岸带滩涂保有率等，整治修复岸线长度调整为整治修复海岸带范围/面积等。海域海岸带整治修复效果，则建议量化整治修复效果具体指标，如修复后的环境质量达标率、生物多样性指数等提高的程度。

(2)部分区划生态环境目标和海洋生态环境评价指标设置不足。在海洋生态环境质量评价关键指标集中，区划生态环境目标设置缺失或不足的评价指标共 4 个，包括缺失的 3 个，不足的 1 个。缺失水深变化、潮汐状况、城市污水处理率 3 个评价指标。部分区划目标设置不足，虽设置了相关区划生态环境目标，但并未充分体现评价指标的内涵，如海洋生态环境质量评价关键指标有一项为污水排放总量，而区划生态环境目标中设置了定性目标——主要污染物排海总量控制程度，在一定程度上体现了评价指标的内容，但缺乏指向性的(如排污口、河流排污、船舶排污、石油平台排污等)、定量的(污水处理达标率、污水排放总量)、趋势性的(污水排放总量年度变化)区划生态环境目标。

(3)区划生态环境目标完成对海洋生态环境改善起到积极作用。海洋功能区划生态环境目标如海洋保护区建设总面积、水域生态环境修复、围填海面积控制、保证保留区面积比例以及大陆自然岸线保有率等对于海洋生态环境保护起到了积极改善作用。山东省海洋功能区划实施以来，2011—2015 年海洋环境质量基本稳定。

但是，由于污染海洋环境的事故发生，海洋环境并没有明显的改善，如 2011 年 6 月 4 日和 6 月 17 日，蓬莱 19－3 油田相继发生两起溢油事故，导致原油和油基泥浆入海，对渤海海洋生态环境造成污染损害。事故造成蓬莱 19－3 油田周边及其西北部海域海水受到污染。2012 年 6 月 19 日至 7 月 9 日的黄河口调水调沙项目对黄河口及周边海域海

水环境造成一定的负面影响。

3.3　对策建议

(1)进一步加强改善作用明显的生态环境目标，增设缺失和不足的生态环境目标。海洋保护区建设总面积、水域生态环境修复、围填海面积控制、保证保留区面积比例以及大陆自然岸线保有率等生态环境目标的设置以及实现对海洋生态环境保护起到了积极的作用。应进一步加强这些生态环境目标的设置，增设缺失和不足的生态环境目标。

(2)因地制宜，加快功能区划实施。认真实施海洋功能区划，以海洋功能区划为依据，协调涉及海域使用的行业规划，制定海域使用规划，合理布局海洋开发和利用项目，统筹安排海域的使用，优化海洋产业布局和海洋生态功能布局。通过编制市县级海洋功能区划确定市县级功能区划生态环境目标，因地制宜，提出区域性保障措施，加快功能区划实施。

(3)严格控制陆地排海污染源，加强海上安全作业。沿海陆地污水不达标排放是海洋污染物的主要来源之一，是破坏近岸海域尤其港湾和河口地区生态系统的最重要的原因之一，只有把陆地的污染治理好，才能从源头上减轻污染。海上污染事故的频发也给海域生态环境、生态系统造成了不可估量的负面影响。要治理海洋环境污染，一方面应该全面查清陆地污染排放源，制定陆地排放规定和总量，严格控制污染源排放，对于不达标排放、偷排等现象要对责任方采取适当的处罚措施；另一方面，制定严格的海上安全作业管理规定，定期开展安全检查，防止安全事故的发生。

(4)加快海洋生态环境修复。认真实施海洋功能区划，加快海洋生态环境修复程度和力度。从渔业资源修复、海岸线修复、海域修复、海岛修复等方面积极开展生态整治修复项目，提升海域、海岛和海岸带的环境和生态价值，持续改善已经受损的海洋生态环境，提高海洋生态环境质量。

(5)加强生态环境监测，实现数据共享。加强生态环境监控区、海洋保护区、入海排污口等以及重大工程项目和污染事故后海水水质、沉积物环境质量、海洋生物、珍稀动植物以及社会经济的监测和调查，并实现监测数据的共享。为客观评价海洋生态环境质量，及时分析海洋生态环境质量变化因素，科学合理制定海洋生态环境保护政策以及海洋资源合理开发利用，提供数据支撑和科学依据。

4　结语

本文研究省级海洋功能区划生态环境目标实施效果评估意义和评估步骤。以山东省海洋功能区划生态环境目标实施效果评估为例，研究山东省海洋功能区划生态环境目标与海洋生态环境评价指标之间的对应关系，以及 2011—2015 年海洋功能区划实施以来生态环境目标的实现情况、海洋生态环境的变化情况和目标实现对海洋生态环境的影响分析。本文提出的评估步骤，为海洋功能区划实施评估提供了一套普适性的、可操作的评估方案。

参考文献

[1]　关道明，阿东.全国海洋功能区划研究：《全国海洋功能区划(2011－2020 年)》研究总报告[M].北京：海洋出版社，2013：1－185.

[2]　国家海洋局.近岸海洋生态健康评价指南：HY/T 087—2005[S].2005.

[3]　中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，中国国家标准化管理委员会.海洋工程环境影响评价技术导则：GB/T 19485—2014[S].2004.

[4]　山东省人民政府.山东省海洋功能区划(2011—2020 年)[R].2012.

[5]　山东省海洋与渔业厅.2010 年山东省海洋环境公报[R].2011.

[6]　山东省海洋与渔业厅.2011 年山东省海洋环境公报[R].2012.

[7]　山东省海洋与渔业厅.2012 年山东省海洋环境公报[R].2013.

[8]　山东省海洋与渔业厅.2013 年山东省海洋环境公报[R].2014.

[9]　山东省海洋与渔业厅.2014 年山东省海洋环境公报[R].2015.

[10]　山东省海洋与渔业厅.2015 年山东省海洋环境公报[R].2016.