

# 蓝色海湾评估体系构建及初步应用研究

——以温州市洞头区为例

林雪萍<sup>1</sup>,李昌达<sup>2</sup>,姜德刚<sup>1</sup>,刘建辉<sup>3</sup>,黄博<sup>1</sup>,吾娟佳<sup>2</sup>

(1. 自然资源部海岛研究中心 平潭 350400; 2. 洞头区海洋与渔业发展研究中心 温州 325700;

3. 自然资源部第三海洋研究所 厦门 361005)

**摘要:**蓝色海湾整治行动是我国海洋生态文明建设的重大举措之一,通过实施海岸带生态修复、滨海湿地生态修复、海岛海域生态修复,使海洋生态环境质量得以改善,海域、海岸带和海岛生态服务功能得到有效提升。为了客观评价蓝色海湾整治行动的修复效果,文章借鉴我国海洋整治修复项目实践情况,围绕“水清、岸绿、滩净、湾美、物丰”的美丽海洋建设目标,构建了涵盖16个指标的蓝色海湾指数评估体系,从生态环境保护修复和人居环境改善等角度科学反映蓝色海湾整治行动的生态、社会、经济效益,并以第一批温州市蓝色海湾整治行动为例,实施蓝色海湾指数评价。蓝色海湾指数评估体系的构建对于全面掌握全国蓝色海湾整治行动的实施情况,科学指导修复工程的有序实施具有非常重要的意义,能够为我国开展海洋生态修复提供理论支撑。

**关键词:**蓝色海湾整治行动;海洋生态文明建设;整治修复;蓝色海湾指数;温州市洞头区

中图分类号:P76

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2020)05-0046-06

## Construction and Preliminary Application Research of Blue Bay Index Evaluation System: taking Dongtou district of Wenzhou city as an example

LIN Xueping<sup>1</sup>, LI Changda<sup>2</sup>, JIANG Degang<sup>1</sup>, LIU Jianhui<sup>3</sup>, HUANG Bo<sup>1</sup>, WU Juanjia<sup>2</sup>

(1. Island Research Center, MNR, Pingtan 350400, China; 2. Marine and fishery development research center, Dongtou district, Wenzhou 325700, China; 3. Third Institute of Oceanography, MNR, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** The Blue Bay Initiative is one of the major measures for the marine ecological civilization construction of China. Through the implementation of coastal ecological restoration, coastal wetland ecological restoration, and island-sea area ecological restoration, the quality of marine ecological environment and sea area-coast zone-island ecological service functions will be improved. In

收稿日期:2020-03-03;修订日期:2020-04-09

基金项目:中央海岛和海域保护专项(财建[2017]334号);福建省科技计划项目(2018Y0060)。

作者简介:林雪萍,工程师,硕士,研究方向为海洋生态修复与评估

通信作者:李昌达,高级工程师,硕士,研究方向为海洋生态、海洋生物工程

order to objectively evaluate the restoration effect of the Blue Bay Initiative, the paper referred to the practice of marine regulation and restoration projects of China, and integrated the beautiful ocean construction goals of “clear water, shore green, beach nets, beautiful bays, material wealth, and harmony”, constructed the blue bay index evaluation system which composed by 16 indicators. Then the ecological, social, and economic benefits of the Blue Bay Initiative were scientifically reflected from the perspectives of ecological environmental protection restoration and improvement of human settlements, and the first batch of Wenzhou Blue Bay Initiative was taken as an example. The construction of the blue bay index evaluation system is of great significance for fully grasping the implementation of Blue Bay Initiative and scientifically guiding the orderly implementation of the restoration project, which can provide theoretical support for the marine ecological restoration of China.

**Key words:** Blue Bay Initiative, Construction of marine ecological civilization, Remediation and restoration, Blue Bay Index, Dongtou district of Wenzhou city

## 0 引言

党的十八大以来,党中央、国务院作出了加快推进生态文明建设的重大部署,将蓝色海湾整治列为“十三五”规划纲要中重大海洋工程之一,同步推进“南红北柳”“生态岛礁”等海洋生态修复工程,对整治实施条件较好且取得实效的城市,予以一定额度的专项奖补支持。蓝色海湾整治行动旨在改善近岸海域环境质量,恢复和提升生态功能,整治修复海湾、滨海湿地等重要生态环境的受损区。党的十九大指出要加大生态系统保护修复力度,提出“实施重要生态系统保护和修复重大工程”“强化湿地保护和恢复”等要求,强调要“健全生态保护和修复制度”“统筹山水林田湖草一体化保护和修复”,将开展生态修复工作的重要性提升到了新高度,成为自然资源“生命共同体”综合管理中不可忽视的重要组成部分。国内外近年来在海洋生态修复理论研究和实践方面逐步成熟,从最初 Cairns 等<sup>[1]</sup>提出生态恢复概念,到之后生态系统健康及其他概念陆续提出,海洋生态修复从单一态、静态的研究向多态、动态方向发展,由早期主要集中于对生态修复技术措施的研究,发展为对生态恢复的系统化研究,涵盖生态修复目标制定、生态修复方法措施、生态修复监测与评估、生态修复的适应性管理等内容,对我国蓝色海湾整治行动的开展具有重要的参考价值<sup>[2-9]</sup>。

目前我国沿海各地自然地理条件的差异性较大,沿海地区整治修复工程类型和涉及因素也不尽相同。现有的效果评估手段主要运用综合效益评价方法、生态服务价值理论和层次分析模糊综合评价等方法,构建综合评价指标体系评价生态系统修复效果<sup>[10-21]</sup>。但由于评价对象的复杂性和差异性,目前尚未形成针对综合性修复工程效果评估的统一方法与标准,已有的方法及体系不能客观且充分反映和对比蓝色海湾整治行动的修复成效,难以为后续海洋保护修复工作的开展提供理论支持和决策支撑,同时无法满足“评估到调整”执行机制的有效运行。

为此,洞头区海洋与渔业发展研究中心联合自然资源部海岛研究中心提出蓝色海湾指数(Blue Bay Index, BBI),用于表征一定时期内我国蓝色海湾整治行动工程及其他滨海生态修复项目实施前后的整治修复效果,并通过构建蓝色海湾指数评估体系,客观反映滨海生态环境保护修复和人居环境治理改善成效,为实现滨海整治修复工程效果评估的标准化以及推动后续修复工作的有序实施提供借鉴和参考。

## 1 蓝色海湾整治行动实践情况

自蓝色海湾整治行动工作开展以来,沿海省、市、自治区积极响应并申报,于2016年和2019年分别启动18个和10个地区蓝色海湾整治行动,其中,

山东省和浙江省项目数量分别以7个和5个位列全国第一位和第二位,福建省和辽宁省各有3个项目入围,并列全国第三位。

对目前28个蓝色海湾整治行动项目的整治修复技术进行统计,全国范围内采取的整治修复技术类型较为丰富,累计约有24种。按照整治修复目标分类,可分为生态系统修复、环境整治、景观构建及技术保障四大类。生态系统修复类主要包含岸线及岸滩整治修复、滨海湿地恢复、沙滩整治修复、珍稀濒危和特有物种保护等;环境整治类则以近岸构筑物及海堤拆除、港池清淤、陆域养殖和岸滩垃圾清理、污水处理及配套管网工程建设等技术为主;景观构建类则包含湾区生态景观及河口工程、海湾护岸建设、景观廊道建设等技术;技术保障主要是以海洋生态环境监控能力建设、海洋经济可持续发展监测、本底调查和整治修复跟踪监测、海洋生态灾害监测预警等技术为主。

经统计分析,目前采取的整治修复技术累计运用128项次。其中:岸线及岸滩整治修复技术运用最多,在28个项目中运用率高达92%以上,其次是滨海湿地恢复技术应用率为78%,海洋生态环境监控能力建设、近岸构筑物及海堤拆除、湾区生态景观及河口工程、沙滩整治修复等技术运用也较多;从分类上,以生态系统修复类为主要手段,约占55%,其余按累计项次从高到低排列分别为环境整治类、技术保障类和景观构建类。

鉴于已有的整治修复技术类型多样、管理验收标准未统一、不同项目实施效果无法对比的问题,本研究以修复及管理目标为导向,结合以上整治修复项目技术的梳理与分析,在国内外学者、管理部门等对生态修复综合评估的理论研究、技术更新及修复工程实施分析等方面研究的基础上,将技术要素的实施效果评价融入“水清、岸绿、滩净、湾美、物丰”的美丽海洋建设目标中,充分考虑人和因素,兼顾管理保障和环境灾害损害情况,提出蓝色海湾指数,构建蓝色海湾指数评估体系。

## 2 蓝色海湾指数评估体系的构建

### 2.1 评估体系构建的原则

#### 2.1.1 科学适用性原则

科学适用性原则是指标体系的科学性和评价

方法的科学性,结合国内外相关研究成果和编制工作团队多年在海洋生态评价工作中的经验总结,按照国家现有海洋监测调查规范、海洋环境质量标准等相关标准和规范严格制定。

#### 2.1.2 广泛实用性原则

体系从全面性、简便性和可获得性出发,在体系构建的各个环节,既考虑我国从北到南的蓝色海湾整治修复的实际情况,又考虑整治修复工作管理的实际需求,将评估流程合理分解,使其更具有广泛性和实用性。

#### 2.1.3 遵循生态学规律原则

体系的构建是在充分理解和掌握滨海生态系统的组成、结构、演替规律、生物与生态因子间的相互关系等的基础上,全面地反映滨海生态系统的恢复效果,客观展示蓝色海湾整治行动项目对于提升滨海生态效益、社会效益和经济效益过程中的影响。

#### 2.1.4 坚持可持续发展原则

体系构建主要目标是引导滨海重要生态过程和景观系统的良好运作,规范蓝色海湾整治修复工作的有序开展,实现可持续发展。因此,在评估过程中需从蓝色海湾整治行动及其他滨海修复项目长期开展的角度来进行科学的规划设计,重点考虑整治修复工作的中长期效应。

## 2.2 蓝色海湾指数评估体系

### 2.2.1 指标选取

评估体系由蓝色海湾指标和特色指标2个目标层构成,包含水清指标、岸绿指标、滩净指标、湾美指标、物丰指标、人和指标、管理保障和约束指标8个要素层,选取了具有可操作性、区分性、普适性和易获取等特点的16个指标因子(表1)。

### 2.2.2 蓝色海湾指数

蓝色海湾指数反映的是滨海生态环境质量状况。

(1)指标无量纲化处理。指标层单个指标的分值域为0~100,  $E_{C_i}$  为指标层指标  $C_i$  的目标赋值,其中  $C_i$  表示指标层指标因子,  $i$  取值范围为1~16的整数。

表 1 蓝色海湾指数评估体系

目标层	要素层	指标层	指标意义	数据来源
A1 蓝色海湾指标	B1 水清指标	C1 海水水质达标率	海水水体质量	现场调查
		C2 海洋沉积物达标率	海域沉积环境质量	现场调查
	B2 岸绿指标	C3 自然与修复岸线保有率	滨海岸线保护与利用状况	现场调查
		C4 植被覆盖率	滨海周边植被覆盖情况	现场调查或遥感解译
	B3 滩净指标	C5 海滩垃圾密度	滨海环境卫生情况	现场调查
		C6 废弃构筑物	特指滨海废弃构筑物现状	现场调查
	B4 湾美指标	C7 自然景观	重点保护野生植物或其生境、重点保护动物或其栖息地等	现场调查及资料收集
		C8 人文景观	历史遗迹及人文主导作用的人工打造特色景观	现场调查及资料收集
	B5 物丰指标	C9 海域生物多样性	滨海海域生物多样性基本情况	现场调查
		C10 潮间带生物多样性	滨海潮间带生物多样性基本情况	现场调查
B6 人和指标	C11 群众满意度	滨海居民及游客等群体的满意程度	问卷调查	
	C12 品牌建设与宣传	近 5 年区域文化科普宣传、相关品牌打造情况	管理部门调研	
A2 特色指标	B7 管理保障	C13 规划管理与制度建设	与滨海生态环境保护有关的相关规划和制度	管理部门调研
		C14 服务保障能力建设	滨海监测能力建设情况	管理部门调研
	B8 约束指标	C15 生态损害情况	滨海近 3 年出现环境突发事件、污染事故情况	管理部门调研及人员走访
		C16 生态灾害情况	滨海近 3 年出现海岸侵蚀、海水入侵、外来物种入侵等情况	管理部门调研及人员走访

(2) 指标权重赋值。蓝色海湾指数采用等权重计算方法,即指标层(C1~C16)每个指标权重均为 1/16。

(3) 蓝色海湾指数计算。计算公式:

$$BBI = 1/16 \times \sum_{i=1}^{16} E_{Ci}$$

2.2.3 蓝色海湾指数评估分级

(1) 蓝色海湾指数分级。蓝色海湾指数计算结果为百分制,即 BBI 的分值域为 0~100,将海湾质量状况的表征划分为 4 个等级,即优秀、良好、一般、较差 4 级(表 2)。

表 2 蓝色海湾指数分级评估标准

级别	BBI	说明
优秀	$BBI \geq 85$ ,且未出现约束指标情况	滨海现状非常好、稳定,保护和管理全面
良好	$85 > BBI \geq 70$ ,且未出现约束指标情况	滨海现状良好、较稳定,保护和管理效果较好
一般	$70 > BBI \geq 60$	滨海现状为一般,保护和管理效果一般
较差	$BBI < 60$	滨海现状较差、脆弱,需要加强保护和管理

(2) 蓝色海湾指数变化分级。为评估滨海修复项目的实施成效,需对整治修复工作开展前后进行蓝色海湾指数评估,按照表 3 划分的 4 个等级,整治修复效果为很好、好、一般、差 4 级(表 3)。

$$\beta = BBI_{后} - BBI_{前}$$

式中: $\beta$  表示整治修复工作开展前后的蓝色海湾指数变化值; $BBI_{后}$  表示整治修复工作开展后的蓝色海湾指数分值; $BBI_{前}$  表示整治修复工作开展前的蓝色海湾指数分值。

表 3 整治修复开展前后蓝色海湾指数变化分级

$\beta$	分级			
	$BBI_{前} \geq 85$	$85 > BBI_{前} \geq 70$	$70 > BBI_{前} \geq 60$	$BBI_{前} < 60$
$\beta \geq 10$	很好	很好	很好	很好
$10 > \beta \geq 5$	很好	好	好	好
$5 > \beta \geq 2$	好	一般	一般	一般
$\beta < 2$	一般	差	差	差

### 3 蓝色海湾指数评估体系应用

#### 3.1 温州市蓝色海湾整治行动

本研究以温州市蓝色海湾整治行动项目为例,该项目是第一批通过评审入围蓝色海湾整治行动试点之一,位于温州市洞头区,主要开展洞头国家级海洋公园核心区(东岙一半屏山连港蓝色海岸带)整治修复。东岙一半屏山是洞头国家海洋公园的核心区域,但一直存在沙质岸线受损严重、景观破碎化程度高、沿岸村落整体面貌破旧凌乱、丰富的遗址及文化资源得不到有效的发掘和妥善保护等问题。为此2016年依托温州市蓝色海湾整治行动,重点实施洞头中心渔港清淤疏浚、半屏山及东岙沙滩整治修复、沿岸海洋生态廊道建设等工程,加强陆源污染及近岸固体废弃物清理及海洋环境跟踪监测技术,达到总体提升区域生态功能、景观功能和文化功能的目的,现已于2018年年底基本完工。本研究为初步验证评估体系构建的可靠性,选取温州市洞头作为应用试点。

#### 3.2 评估数据分析与结论

##### 3.2.1 数据获取

根据温州市洞头整治修复前后的相关现场监测调查数据及分析报告,结合走访、问卷调查,获取评估指标整治修复前后的数据(表4)。

##### 3.2.2 数据分析

从数据的获取情况可知,洞头东岙一半屏山在整治修复前,其植被覆盖率、海域生物多样性、人文景观、潮间带生物多样性等指标分值相对较低,表明整治修复区存在植被绿化率不高、生物多样性总体水平一般、人文特色景观较少等问题,此时蓝色海湾指数的得分为85.08,且一定时间段内未出现海洋生态损害或灾害情况,属于“优秀”级别,此时滨海现状非常好、稳定,保护和管理全面,但仍存有可提高滨海质量状况的空间。整治修复过程中,通过区域海洋生态廊道建设、文化馆修缮与论坛宣传、渔港清淤疏浚、沙滩整治修复与垃圾清理等技术工程,极大地改善了区域的卫生情况和水质环境,打造出有生态特色的廊道景观和人文特色的文化传承场所,提高湾区海洋监控和监测能力,整治修复后的蓝色海湾指数为89.90,且在一定时间段未出现生态损害或灾害情况,属于“优秀”级别,总

体表明滨海现状依旧稳定,保护和管理全面。

表4 温州市洞头蓝色海湾指数评估数据情况

要素层	指标层	温州市洞头质量状况数据	
		整治修复前	整治修复后
水清指标	B1 C1 海水水质达标率	89.60	100
	C2 海洋沉积物达标率	100	100
岸绿指标	B2 C3 自然与修复岸线保有率	100	100
	C4 植被覆盖率	38.30	41.70
滩净指标	B3 C5 海滩垃圾密度	88.30	96.74
	C6 废弃构筑物	100	100
湾美指标	B4 C7 自然景观	80	100
	C8 人文景观	60	100
物丰指标	B5 C9 海域生物多样性	50	50
	C10 潮间带生物多样性	75	50
人和指标	B6 C11 群众满意度	100	100
	C12 品牌建设与宣传	80	100
管理保障	B7 C13 规划管理与制度建设	100	100
	C14 服务保障能力建设	100	100
约束指标	B8 C15 生态损害情况	100	100
	C16 生态灾害情况	100	100
蓝色海湾指数 BBI 得分		85.08	89.90

进一步开展洞头整治修复前后要素对比分析。整治修复前后,各要素除了物丰指标均呈现增长趋势或不变状态,表明在项目开展过程中具有针对性,致力于提高指标因子质量较差的部分,加大品牌建设宣传、人文和谐景观打造等,总体工作开展较为细致全面。整治修复前后增长最明显的要素是湾美指标,涉及的指标因子相关整治修复技术属于景观构建类,表明此类相关的整治修复技术应用具有见效快、易提升的特征;而物丰指标分值呈现降低状态,主要是由于港池疏浚,部分潮下带生物生存环境受影响,区域总体生物多样性水平在短期内将维持在一般水平,物丰指标涉及的指标因子相关整治修复技术属于生态系统修复类,具有见效慢、效果不明显、投入大且需长期坚持的特点。整治修复前后,蓝色海湾指数分值变化为4.82,在分级评估中属于“好”级别,表明在温州市洞头开展的蓝色海湾整治行动项目整治修复效果好。

##### 3.2.3 评估结论

(1)从服务对象来看,洞头区近两年组织开展海洋相关论坛活动,加大了区域海洋相关品牌建设

与宣传工作的强度,现场调查时周边居民及来往游客满意度高,体验感有所增强,为区域经济发展和旅游业的发展积攒了一定的口碑与人气。

(2)从环境改善效果来看,海洋生态廊道景观极具区域特色,沙滩及周边村落卫生环境明显整洁,水质优良比例稳步提高,一定程度上实现水清、岸绿、滩净、湾美、物丰的美丽海洋建设目标。

(3)从管理方面来看,加强了海洋环境跟踪监测,极大地便利地方管理部门对周边海域环境的监控,并有效指导生态损害灾害预警工作,强化地方的综合管理能力。

总体而言,通过蓝色海湾整治行动,温州市洞头滨海生态环境质量更为优质,生态功能保护体系逐步加强,监管保障体系较为成熟,公众参与和保护意识得到极大的提升,整治修复工作成效明显。建议继续维持现有的生态环境保护 and 修复力度,持续开展相关跟踪监测工作,并及时结合实际随时调整保护和修复方向及措施。

#### 4 结语

我国整治修复工作开展以来尚未形成一套系统全面的评估体系,随着整治修复工程逐渐竣工,管理部门亟须对整治修复实施效果评估验收。本研究构建的蓝色海湾指数评估体系,综合我国近年来整治修复工程的实践情况,初步尝试结合美丽海洋建设目标,作为一种滨海修复管理和验收工具,为滨海生态环境状况和整治修复效果的分级提供理论借鉴,对于滨海管理和保护修复等方面具有重要意义。然而,本研究的蓝色海湾指数评估体系应用试点少,后续仍需收集更多已完成的整治修复工程数据进一步验证,完善现有的整治修复评估思路和技术水平,使评估体系更具规范合理。

#### 参考文献

[1] CAIRNS J, DICKSON L, HERRICKS E. Recovery and restoration of damaged ecosystems[D]. Charlestonville: University of Virginia Press, 1977.

[2] BRADSHAW D. Restoration: An acid test for ecology[C]// In restoration ecology: a synthetic approach to ecological research. Jordan W R, Gilpin M E, Aber H J D. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

[3] LAND D. Reforestation of degraded tropical forest lands in the Asia-Pacific region[J]. Journal of tropical forest science, 1994, 7(1): 1-7.

[4] DAVIS J. Focal species offer a management tool[J]. Science, 1996, 271: 1362-1363.

[5] MARGARET M, COVINGTON W, PETER F. Reference conditions and ecological restoration: A Southwestern Ponderosa Pine Perspective[J]. Ecological Applications, 1997, 9(4): 1266-1277.

[6] 黎锁平. 水土保持综合治理效益的灰色系统评价[J]. 水土保持通报, 1994, 14(5): 13-18.

[7] 林运东, 门宝辉, 贾文善, 等. 熵权系数法在水体营养类型评价中的应用[J]. 西北水资源与水工程, 2002, 13(3): 81-82.

[8] 赵平, 夏冬平, 王天厚. 上海市崇明东滩湿地生态恢复与重建工程中社会经济价值分析[J]. 生态学杂志, 2005, 24(1): 75-78.

[9] 唐迎迎, 高瑜, 毋瑾超, 等. 海岸带生境破坏影响因素及整治修复策略研究[J]. 海洋开发与管理, 2018, 35(9): 57-61.

[10] International Science and Policy Working Group. The SER international primer on ecological restoration[M]. Tucson, Arizona: Society for Ecological Restoration International, 2004.

[11] ROBERT D, JORL T, ANDREW G, et al. Ecological indicators for system-wide assessment of the greater everglades ecosystem restoration program[J]. Ecological Indicators, 2008, 9(6).

[12] MICHAEL H, DAVID G. Use of multiple criteria in an ecological assessment of a prairie restoration chronosequence[J]. Applied Vegetation Science, 2014, 17(1).

[13] MARTIN D, MAZZOTTA M, BOUSQUIN J. Combining ecosystem services assessment with structured decision making to support ecological restoration planning[J]. Environmental management, 2018, 62: 608-618.

[14] 李智广, 李锐, 杨勤科, 等. 小流域治理综合效益评价指标体系研究[J]. 水土保持通报, 1998, 18(7): 71-75.

[15] 张忠学, 郭亚芬, 任玉东, 等. 小流域生态经济系统的评价研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(1): 25-26.

[16] 袁爱萍. 小流域综合治理环境效益分析方法探讨[J]. 水土保持研究, 2001, 8(4): 165-166.

[17] 康玲玲, 王云璋, 王霞, 等. 小流域水土保持综合治理效益指标体系及其应用[J]. 土壤与环境, 2002, 11(3): 274-278.

[18] 史莎娜, 杨小雄, 黄鸽, 等. 海岛生态修复研究动态[J]. 海洋环境科学, 2012, 31(1): 145-148.

[19] 周浩郎, 黎广钊. 涠洲岛珊瑚礁健康评估[J]. 广西科学院学报, 2014, 30(4): 238-247.

[20] 杨蕙. 海湾环境整治效果评价指标体系及评价方法的研究[D]. 厦门: 国家海洋局第三海洋研究所, 2017.

[21] 王娜, 王丰, 徐文斌, 等. 海岛整治修复工程分类体系构建及全国格局分析[J]. 海洋通报, 2017, 36(6): 682-688.