

doi:10.3969/j.issn.1003-2029.2021.01.014

围填海历史遗留项目海洋生态影响分析 ——以山东某变电站项目为例

冯银银, 汪健平*, 朱明明, 陈丙见, 周全利, 刘元进, 苗 飞
(山东省海洋资源与环境研究院 山东省海洋生态修复重点实验室, 山东 烟台 264006)

摘 要: 我国围填海项目后评价工作尚处于探索阶段, 现有研究很少专门针对围填海历史遗留项目进行海洋生态影响评价的实践案例和相关分析。本文通过以一处历史遗留既有项目的不同历史时期生态环境监测状况, 在数据分析的基础上探讨此类围填海历史遗留项目的局地海洋生态影响。研究表明, 工程利用已填海成陆区进行建设, 除底栖生物外, 不会对围堰以外海域的生态造成显著影响。该研究可为衡量和分析围填海工程对海洋生态的累积影响及后期围填海工程的环境管理与决策提供依据, 为制定其他区域围填海历史遗留项目的生态保护修复方案提供借鉴和参考。

关键词: 围填海; 变电站; 历史遗留; 生态影响; 生态修复; 后评价

中图分类号: P76; X36 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-2029 (2021) 01-0102-07

近年来, 随着围填海规模的逐年扩大, 海洋生态环境压力日趋增大、累积影响日益凸显, 如何科学评价围填海项目生态影响, 已成为众多学者的重点研究工作。

Rapport 等^[1]早在 2006 年首次建立了压力—状态—响应模型 (PSR), 用于反映海洋生态系统健康状态, 为构建海洋生态系统评价指标体系提供了重要的理论方法; 于定勇等^[2]在 2012 年初步构建了围填海开发活动对海洋资源影响的评价体系; 李京梅等^[3]在 2016 年建立了围填海造地生态补偿评估指标。徐玉裕^[4]、索安宁等^[5]分别采用生态足迹分析法、层次分析法从宏观层面对厦门

市西海域及曹妃甸围填海活动的生态影响进行回顾性分析。国内外许多学者引入空间分析技术, 基于遥感影像研究分析了围填海的演进过程及其生态环境影响^[6-10]; 李晋等^[11]2019 年首次面向围填海项目专门构建了一种典型生态系统及系统、量化的后评价体系。现有研究为核算围填海造成的生态环境损失成本及开展围填海项目生态评价提供了较为科学的依据。然而, 我国围填海项目后评价工作尚处于探索阶段, 存在的历史遗留问题短期难以解决, 且现有研究更多倾向理论方法, 缺少专门针对围填海历史遗留项目海洋生态影响的实践案例和相关探讨。为切实做好围填海

收稿日期: 2020-03-19

基金项目: 山东省海洋与渔业科技创新计划资助项目 (2017YY24); 烟台市重点研发计划资助项目 (2017ZH069)

作者简介: 冯银银 (1983-), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事海洋测绘及卫星遥感环境监测研究。

E-mail: fengyy0228@163.com

通讯作者: 汪健平 (1987-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事遥感科学及地理信息理论和技术应用研究。

E-mail: 631224605@qq.com

项目用海管理, 为工程利用已填海成陆区进行建设提供技术支撑, 本文以东营供电公司王道 35 kV 变电站围填海建设项目为例, 基于不同历史时期生态环境监测状况, 采用定量与定性相结合方式开展该建设项目生态影响后评价, 并根据该围填海项目造成的生态问题, 有针对性地提出生态修复对策。

1 材料与方法

1.1 工程项目及区域环境概况

东营供电公司王道 35 kV 变电站项目地处黄河三角洲莱州湾西岸广利河的东侧(图 1), 属东营区广饶县海域。1985 年, 广饶县海域开始进行大规模围堰养殖活动, 至 2010 年, 项目所在养殖池填海成陆。2012 年, 为了解决广饶县丁庄镇东部供电紧张的矛盾, 山东省电力公司东营供电公司在养殖围堰区内建设东营供电公司王道 35 kV 变电站项目。目前, 东营供电公司王道 35 kV 变电站项目填海面积 $0.363\ 9\ \text{hm}^2$, 根据历史遗留问题图斑, 本项目仅有 $0.193\ 9\ \text{hm}^2$ 纳入到历史遗留问题图斑中(图 2)。历史遗留问题图斑未纳入本项目填海的边坡和进场道路, 本研究将以实际填海面积进行生态影响分析。

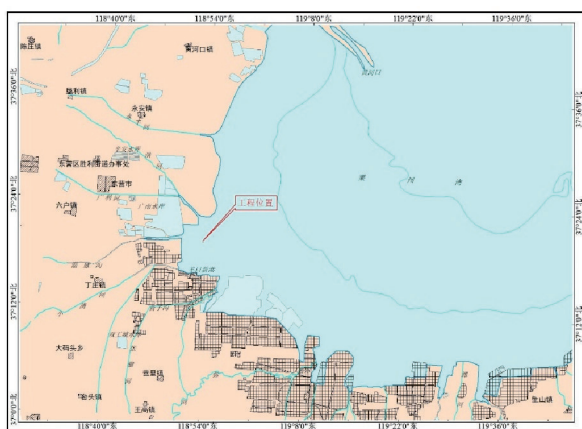


图 1 项目地理位置图



图 2 项目实际填海图斑与历史遗留问题图斑叠加图

1.2 数据与研究方法

1.2.1 数据来源 根据项目建设情况, 本文收集了东营供电公司王道 35 kV 变电站项目建设所处海域 1987—2017 年的部分遥感数据(图 3)来识别项目围填海过程。根据遥感影像可知: 1987 年和 1988 年工程所在海域南侧陆续开始建设养殖围堰, 2002 年工程所在海域北侧开始建设养殖围堰, 2010 年工程所占海域填海完成, 2012 年本项目在已形成事实陆地基础上建设完成。



图 3 1987—2017 年项目围填海过程遥感影像

根据本项目围填海过程,选定 2010 年为填海前时间节点,2012 年为填海后时间节点,为了更好地评价围填海工程的海洋生态影响,以 2010 年 5 月和 2012 年 5 月海洋环境调查(图 4)资料来分析海洋环境的变化趋势,并根据海洋环境资料的评估结果来分析本项目填海对海洋生态的影响。

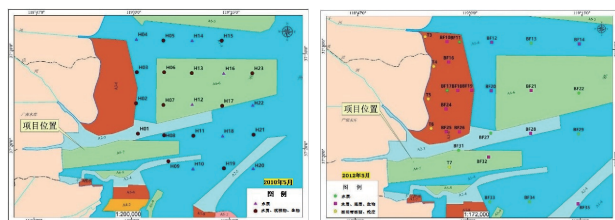


图 4 项目海域海洋环境调查站位

1.2.2 研究方法 采用卫星遥感和现场踏勘等方式对本项目所在海域开展现场调查,选用 2010 年 5 月和 2012 年 5 月围填海前后节点不同监测期项目所在海域环境调查资料,对比分析各监测因子在区域填海施工前后的数值随时间的变化趋势来分析本项目建设对海洋生态的影响。

2 结果与分析

2010 年 5 月对项目周边海域进行了现场综合调查,共布设了 24 个海水水质调查测站、15 个沉积物、生物测站。2012 年 5 月共布设了 36 个水质测站,22 个沉积物、生态测站。

2.1 海水水质影响分析

监测结果表明,施工前 2010 年调查海域水质监测因子 COD、磷酸盐、汞、锌、镉均满足一类水质标准要求,铅满足二类水质标准要求,悬浮物、无机氮、石油类含量均满足三类水质标准要求;施工后 2012 年调查海域水质监测因子铅、镉的含量均满足一类海水水质标准要求, COD、磷酸盐、汞、锌含量均达到二类标准要求,悬浮物、无机氮、石油类均满足三类水质标准要求。

从调查结果上看(图 5),在 2010 年和 2012 年的调查中,悬浮物含量均符合三类海水水质标

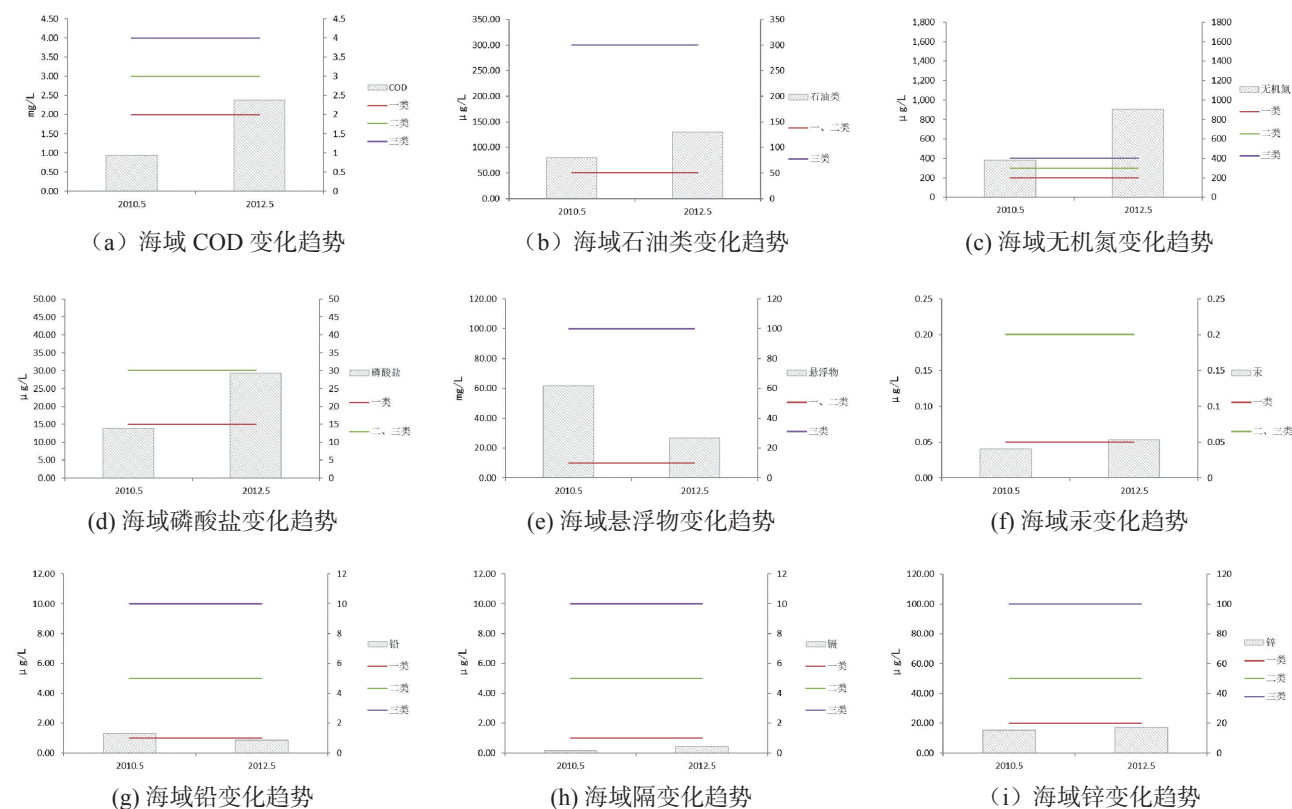


图 5 调查海域水质监测因子变化示意图

准,在项目施工后,悬浮物的含量会随着时间的变化逐渐稀释减少。较施工前2010年水质,项目实施后2012年水质COD、汞、镉、磷酸盐、无机氮、石油类的含量有所增加,隔、锌含量略微增加,铅的含量有所下降。

2.2 海洋沉积物影响分析

监测结果表明,沉积物各监测因子如有机碳、石油类、硫化物、重金属(铅、镉、汞、铬、锌)等的含量均满足一类标准要求,施工后沉积物有机碳、石油类、铅、汞、铬含量有所下降,镉、锌、硫化物的含量在填海后含量有所增加。

从调查结果上看(图6),项目所在海域海底表层沉积环境良好,属于尚清洁范围,沉积物调查因子均符合一类沉积物质量标准。项目实施后周围海域沉积物中镉、锌和硫化物的含量略微有所增加。

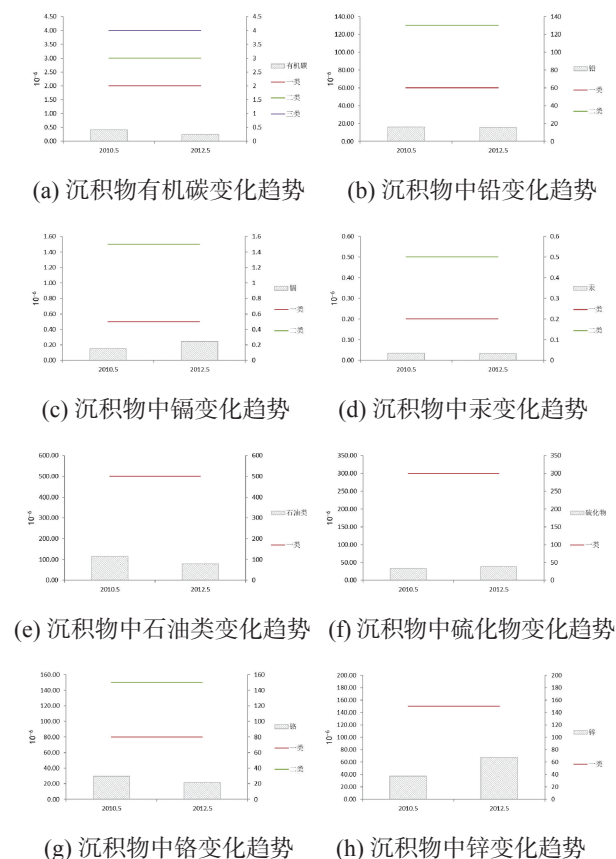


图6 调查海域沉积物监测因子变化示意图

2.3 海洋生物影响分析

根据各站浮游植物、动物和底栖生物的种类组成、生物量及生物密度平面分布,计算生物样品的多样性指数、均匀度、优势度、丰度等,定量评价项目附近海域海洋生物质量现状。

2.3.1 叶绿素a 2010年调查海域表层海水中叶绿素a平均值为 1.03 mg/m^3 ,其变化范围为 $0.79 \sim 1.24 \text{ mg/m}^3$,平面分布大体表现为从近海向远海逐渐增大的趋势。

2012年调查海域小潮期叶绿素a的含量平面分布变化范围在 $1.28 \sim 7.06 \mu\text{g/L}$ 之间,平均值为 $3.30 \mu\text{g/L}$,各站位叶绿素a值均在合理的范围之内。

经对比分析可知,2012年叶绿素含量较2009年含量有所增加。

2.3.2 浮游植物 调查分析(表1),该海域浮游植物绝大多数属于温带近岸广温广盐种类。在种类组成及数量方面,2012年的种类数大于2010年数量。在细胞平均密度方面,2010—2012年浮游植物细胞密度有所增加。在群落指数方面,2012年的多样性指数、均匀度指数和丰度低于2010年。

2.3.3 浮游动物 调查分析(表2),该海域浮游动物的种类组成以温带近岸性种类为主。2012年浮游动物种类和生物体密度较2010年有大幅度提升。在优势种方面,2010年优势种为双壳类幼体和强壮箭虫,2012年优势种为夜光虫、纺锤水蚤属和强壮箭虫,优势种部分发生变化,说明优势种的种群可能在逐渐更新变化。在群落指数方面,多样性指数、均匀度指数和物种丰度在2012年比2010年有所降低。

2.3.4 底栖生物 调查分析(表3),在底栖生物种类数量及组成方面,2012年的种类数高于2010年,而且在平均生物量、生物密度方面,填海后都有所升高。在优势种方面,2010年的优势种为

光滑河篮蛤、四角蛤蜊，2012 年的主要优势种为光滑河篮蛤，优势种没有发生明显变化。在群落结构指数方面，多样性指数、均匀度指数和丰富

度等群落指数在 2012 年均低于 2010 年，说明填海工程对底栖生物群落结构可能有影响。

表 1 工程前后海域浮游植物多年变化情况

调查年份	种类数	细胞密度 (个 /m ³)	优势种	多样性指数	均匀度指数	物种丰度	优势度
2010 年 5 月	25	0.47×10 ⁶ ~1.78×10 ⁶ 0.86×10 ⁶	——	2.33~3.42 3.12	0.71~0.96 0.43	1.35~2.45 2.148	0.53~0.89 0.76
2012 年 5 月	48	0.38×10 ⁶ ~30.0×10 ⁶ 1.49×10 ⁶	丹麦细柱藻	0.23~2.82 1.77	0.05~0.70 0.41	0.58~1.53 1.21	0.51~0.98 0.76

表 2 工程前后海域浮游动物变化情况

调查年份	种类数	生物密度 (个 /m ²)	优势种	多样性指数	均匀度指数	物种丰度	优势度
2010 年 5 月	21	85.7~1 081.3 468.1	双壳类幼体 强壮箭虫	0.86~2.66 1.81	0.29~0.88 0.62	0.31~1.38 0.87	0.52~0.94 0.75
2012 年 5 月	33	0.38×10 ⁴ ~36.4×10 ⁴ 9.56×10 ⁴	夜光虫 纺锤水蚤属 强壮箭虫	0.00~1.88 0.46	0.00~0.57 0.13	0.27~1.20 0.67	0.33~1.00 0.67

表 3 工程前后海域底栖生物变化情况

调查年份	种类数	生物量 (g/m ³)	生物密度 (个 /m ²)	优势种	多样性指数	均匀度指数	物种丰度	优势度
2010 年 5 月	31	15.7~329.2 127.9	80~630 297	光滑河篮蛤 四角蛤蜊	0.99~2.95 2.12	0.63~1.00 0.83	0.37~2.00 1.25	0.44~0.92 0.65
2012 年 5 月	36	1.98~727.6 80.82	60~535 1074.8	光滑河篮蛤	0.07~1.81 1.02	0.04~1.00 0.65	0.19~1.40 0.51	0.03~0.82 0.51

3 结论与建议

3.1 结 论

根据现场勘查及历史资料综合分析，该变电站项目周边海水水质和沉积物质量的变化与本项目围填海工程没有明显相关性，填海造地是在已有围海养殖围堰内且项目建设是在已形成事实陆地上实施，因此，除底栖生物外，施工期和营运期都不会对围堰以外海域的生态环境造成显著的影响。

本文通过以一处既有工程的不同历史时期生态环境监测，采用定量与定性相结合的方式，开展生态影响后评价实践，取得了较好的应用效果。该研究可为衡量和分析围填海工程对海洋环境的累积影响及后期围填海工程的环境管理与决策提供依据，为制定其它区域围填海历史遗留项目的生态保护修复方案提供借鉴和参考。

3.2 建 议

(1) 生态问题日益凸显

长期的围填海带来的海洋生态环境问题日益凸显，诸多研究已公开报道了当前我国围填海存在的诸如重要海洋生态空间被侵占、大量闲置面积亟待消化、生态修复基础薄弱以及叠加累计生态问题突出等问题^[12-15]，也针对性地给出了加强围填海生态安全管控、加强生态环境监测与风险评估、推进围填海生态修复和生态补偿等解决生态问题的多种方法及技术依据^[16-21]。这些研究方法及结论为我国集中连片的、重大围填海项目的后评价提供了有参照价值的技术方案。

东营供电公司王道 35 kV 变电站项目围填海建设，用海性质的变化不是由于本项目的建设所造成的，但是项目围填海占用浅海水域，并将其永久改变为陆地，失去了海洋属性，占有海域的

海洋生物特别是底栖生物的损失是显而易见的。因此,项目围填海主要生态问题是造成了海洋生物资源的损失,即填海造地永久占用潮间带生物栖息环境,造成潮间带生物资源损失。

(2) 生态修复对策建议

以“创新、协调、绿色、开放、共享”为理念,开展海洋生物资源修复,维护渔业资源结构稳定,保持渔业资源可持续发展。针对东营供电公司王道 35 kV 变电站项目存在的生态环境问题,切实修复项目带来的生态问题,合理处置协调变电站与环境保护的关系,维护项目海域的生态安全,东营供电公司王道 35 kV 变电站项目应根据海洋环境保护有关法规政策和当地经济社会发展的需

要,结合填海工程所在区域的特点,积极参与海洋主管部门增殖放流计划,补充和恢复项目建设造成的生物资源损失,改善种群结构,提高该区域生物资源多样性。

从实践工作来看,历史遗留围填海建设项目后评价难点就在数据资料的采集和分析,建议加强后评价制度体系、后评价常态化数据填报渠道的建立,将有助于推进历史遗留围填海项目后评价工作开展。鉴于东营 35 kV 变电站围填海建设项目位于已建广饶县海堤以西高涂海域的养殖围堰内,项目建设是适应电力负荷增长,满足王道村村民用电的需要,是保证民生用电的迫切需要,建议本项目围填海工程维持现状。

参考文献:

- [1] Rapport D J, Singh A. An eco-health-based framework for state of environment reporting [J]. Ecological Indicators, 2006, 6(2): 409-428.
- [2] 于定勇,王昌海,刘洪超.基于PSR模型的围填海对海洋资源影响评价方法研究[J].中国海洋大学学报(自然科学版),2011,41(Z2):170-175.
- [3] 李京梅,王颖梅.围填海造地生态补偿指标体系的建立与应用[J].生态经济,2016,32(6):183-188.
- [4] 徐玉裕.厦门市西海域围填海生态足迹分析及生态影响评价研究[C]//中华环保联合会会议论文集,北京,2010.
- [5] 索安宁,张明慧,于永海,等.曹妃甸围填海工程的海洋生态服务功能损失估算[J].海洋科学,2012,36(3):108-114.
- [6] 朱丽丽,邵峰晶,王常颖,等.基于数据挖掘的遥感影像围填海智能检测方法研究[J].青岛大学学报(自然科学版),2012,25(2):53-57.
- [7] 鞠明明,汪闽,张东,等.基于面向对象图像分析技术的围填海用海工程遥感监测[J].海洋通报,2013,32(6):678-684.
- [8] 简梓红,杨木壮.基于遥感和GIS的珠海市围填海动态变化及驱动因素研究[J].广东土地科学,2015,14(3):33-38.
- [9] 柯丽娜,曹君,武红庆,等.基于多源遥感影像的锦州湾附近海域围填海动态演变分析[J].资源科学,2018,40(8):1645-1657.
- [10] 杨钰文,卢远,黄萍.基于遥感的北部湾茅尾海岸滩时空变化研究[J].海洋技术学报,2020,39(4):1-8.
- [11] 李晋,李亚宁,王倩,等.围填海建设项目后评价体系构建[J].海洋开发与管理,2019,36(1):14-19.
- [12] 刘伟,刘百桥.我国围填海现状、问题及调控对策[J].广州环境科学,2008,23(2):26-30.
- [13] 刘述锡,孙淑艳,于永海,等.围填海导致的生态问题和对策[J].海洋开发与管理,2013,30(12):63-66.
- [14] 贾凯,蔡悦荫,王鹏,等.渤海开发利用问题分析与综合管理探讨[J].海洋开发与管理,2014,31(12):22-26.
- [15] 于永海,王鹏,王权明,等.我国围填海的生态环境问题及监管建议[J].环境保护,2019,47(7):17-19.
- [16] 蔡丽萍,金敬林,胡益峰,等.舟山围填海现状调查与保护措施探讨[J].浙江海洋学院学报(自然科学版),2011,30(6):552-555.
- [17] 初敏,王辰良子.谈规制围填海项目的政策路径[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2011,(5):37-41.
- [18] 胡益峰,蒋红,郭朋军.初探海洋(涉海)工程环境监视监管方法及对策[J].海洋开发与管理,2012,29(3):45-48.
- [19] 宋薇.围填海对滨海湿地生态系统的影响与其标准化修复对策[J].中国标准化,2017,(22):109-110.
- [20] 侯西勇,张华,李东,等.渤海围填海发展趋势、环境与生态影响及政策建议[J].生态学报,2018,38(9):3311-3319.
- [21] 王琪,田莹莹.我国围填海管控的政策演进、现实困境及优化措施环境保护[J].环境保护,2019,47(7):26-32.

Analysis of the Marine Ecological Impact of Reclamation Historical Projects-Substation Project in Shandong Case

FENG Yin-yin, WANG Jian-ping, ZHU Ming-ming, CHEN Bing-jian, ZHOU Quan-li, LIU Yuan-jin, MIAO Fei
Shandong Marine Resource and Environment Research Institute, Shandong Key Laboratory of Marine Ecological Restoration, Yantai 264006, China

Abstract: The post-evaluation work of reclamation projects in China is still in the exploratory stage. There are few practical cases and relevant analyses for marine ecological impact assessment of historical reclamation projects. In view of this, by monitoring the ecological environment in different historical periods of an existing project left over from history, the author tries to explore the local marine ecological impact of such historical reclaimed projects on the basis of data analysis. The results show that the project will not have a significant impact on the ecology of the sea area other than the cofferdam except for benthic organisms for construction using the land reclamation area. This study can provide a basis for measuring and analyzing the cumulative impact of reclamation projects on the marine environment and the environmental management and decision-making of later reclamation projects. It will provide a reference for the formulation of ecological protection and restoration schemes for other historical reclamation projects in other regions.

Key words: reclamation; substation; historical legacy; ecological impact; ecological restoration; post evaluation