

重塑新生：基于“自然修复+人工辅助”的太平湾海岸线生态修复研究

孙琰 姚璐 巩奕伽

大连理工大学城市学院, 中国·辽宁 大连 116102

摘要：以辽宁省大连市太平湾为研究对象，本文针对其长期受到港口建设、填海造地及化工产业布局等人类活动影响而导致的海岸线退化、生态系统破坏和景观功能弱化等问题，提出了以“自然修复+人工辅助”为核心的生态修复路径。研究通过系统分析太平湾海岸线退化的成因，结合潮间带、湿地与岸线的生态重构需求，构建了包括植被重建、潮汐通道恢复及生态护岸在内的综合修复体系。研究结果表明，该方案显著提升了区域生物多样性和生态系统稳定性，有效恢复了太平湾的生态功能与景观品质，为我国海岸带生态修复提供了可推广的实践范式。

关键词：海岸线修复；生态系统；潮间带；自然修复；人工辅助

Reshaping a New Life: A Study on the Ecological Restoration of Taiping Bay's Coastline Based on "Natural Restoration + Artificial Assistance"

Sun Yan, Yao Lu, Gong Yijia

Dalian University of Technology City College, China Liaoning Dalian 116102

Abstract: Taking Taiping Bay in Dalian City, Liaoning Province as the research object, this paper addresses the problems of coastline degradation, ecosystem destruction and weakened landscape functions caused by long-term human activities such as port construction, land reclamation and the layout of chemical industries. It proposes an ecological restoration path centered on "natural restoration + artificial assistance". Through systematic analysis of the causes of coastline degradation in Taiping Bay, and in combination with the ecological reconstruction needs of intertidal zones, wetlands and shorelines, a comprehensive restoration system including vegetation reconstruction, tidal channel restoration and ecological revetment is constructed. The research results show that this plan significantly enhances regional biodiversity and ecosystem stability, effectively restores the ecological functions and landscape quality of Taiping Bay, and provides a replicable practical model for ecological restoration of China's coastal zones.

Keywords: Coastline restoration; Ecosystem; Intertidal zone; Natural restoration; Artificial assistance

0 引言

太平湾位于辽宁省大连市，湾口朝向东南，宽约 11.1 千米，向西北延伸至湾顶 17 千米，水域面积 174 平方千米，是辽东半岛的重要港口节点和东北亚区域的战略门户。其独特的地理位置和复杂的生态系统，使得海岸带的健康状况直接影响区域生态安全与经济发展。在海岸带地区，存在一些典型的资源环境系统，即自然生态系统，是海岸带生命支持系统的关键部分，具有高生物生产力和高生态服务功能，在维持生物多样性、固碳释氧、净化空气、美化环境、生态平衡、抵御海洋灾害等方面具有重要作用，在海岸带资源开发利用和保护中，必须予以特别关注^[1]。在工业大规模开发前，大连湾生态状况极佳。那时海湾水

质洁净，是天然的优良渔场，孕育了丰富的生物资源，像带鱼、黄花鱼、梭鱼等鱼类，以及牡蛎、扇贝等贝类，还有海带、裙带菜等藻类都在此盛产。

然而，长期以来，由于海参养殖、围填海活动和盐场开发等人类干预，太平湾潮间带生态系统遭受严重破坏，岸线侵蚀现象明显，湿地功能退化显著。尤其是从 20 世纪 70 年代开始，当地工业快速发展，但环保措施未同步跟进。大量含有油、硫化物、氧化物、铅等有害物质的废水被排入海湾，其中西部海域受污染最为严重。这种无序排放直接摧毁了原本良好的生态环境，也导致湾内的生物资源遭到严重破坏。

近年来，随着辽宁省经济振兴战略的实施，太平湾

的开发被纳入国家重点工程体系。习近平总书记在十九大报告中明确提出,要推动构建人类命运共同体,建设“持久和平、普遍安全、共同繁荣、开放包容、清洁美丽的世界”^[2]。中共中央政治局委员、国务院副总理刘鹤在调研时明确提出,太平湾应在生态文明建设和绿色发展中发挥示范作用,成为国家碳中和高质量发展先行区。该指示为海岸修复项目提供了重要政策依据与实施契机。

在此背景下,本文以太平湾海岸带为研究区域,探讨了其生态退化的主要成因与修复路径,旨在通过“自然修复+人工辅助”策略,实现海岸带生态系统的整体重构与功能复苏,为我国滨海地区生态修复与可持续发展提供经验与启示。

1 国内外研究现状

近年来,海洋生态环境问题接踵而至,如何处理海洋经济发展和海洋生态环境之间的关系成为当前海洋治理中亟待解决的难题^[3]。海洋生态环境治理是环境治理的重要领域,海岸线作为治理对象,海洋空间具有独特的治理物理特性和治理公共性。以下是国内外分别的研究进展:

1.1 国外研究进展

海岸侵蚀与生态退化问题在国际上受到长期关注。早在 20 世纪初,英国即成立皇家委员会负责治理海岸侵蚀,并于 1949 年制定《海岸保护法》,为海岸带管理提供法律保障。此后,日本学者 Kenji Manabe 提出利用再造海草床与潮间带滩涂恢复水质净化功能的理论,强调生态修复在维持海岸稳定性中的关键作用。Zaitsev 针对黑海生态退化问题,倡导建立沿海湿地保护区与区域性生物多样性红皮书,推动综合保护与分区修复。荷兰等国则通过生态堤防与缓冲带工程实现防护与生态功能的双重目标。这些研究表明,综合性、生态导向的修复理念已成为国际主流方向。

1.2 国内研究进展

我国在海岸带修复领域的研究起步较晚,但近年来进展显著。2010 年以来,中央财政通过海域使用金支持地方实施“蓝色海湾”整治行动,累计投入专项资金 137 亿元,修复岸线约 1000 公里、滨海湿地 9600 公顷。学者季耀华、喻国华、董吉田等通过对江苏、山东、辽宁等典型岸滩的实证研究,提出了多样化的修复路径,包括生态护岸、退养还滩、废弃物清理与海域清淤等综合措施。尽管如此,国内项目仍存在“重建设、轻管理”的问题,后期维护不足、长期监测机制缺乏等现象普遍,影响修复效果的持续性。

2019 年习近平主席首次提出“海洋命运共同体”理念

指出,“我们人类居住的这个蓝色星球,不是被海洋分割成了各个孤岛,而是被海洋连结成了命运共同体,各国人民安危与共”^[4]。总体来看,国内外的研究成果表明,海岸线修复应从单一工程治理转向生态系统综合修复,并强化政策协同与社会参与机制。太平湾海岸修复正是在“海洋命运共同体”理念及上述科学修复共识的共同指导下开展的典型实践案例。

2 研究区域与方法

2.1 区域概况

太平湾地处辽东半岛南端,是辽宁省大连市的重要滨海港区。区域内潮间带广阔,生态类型多样,但因长期港口开发与工业布局,生态系统退化严重。海岸侵蚀、植被稀疏、水体污染及潮汐通道阻断成为主要生态问题,导致水体交换能力下降,海洋生态系统功能显著衰退。

2.2 研究方法与技术框架

为应对上述问题,本文采用“自然修复+人工辅助”的复合修复技术框架,主要包括以下内容:

(1) 生态系统调查与评估法:通过实地调研和遥感分析,识别退化区域及生态敏感带,确定修复重点。

(2) 生态重构技术法:结合土壤改良、潮汐恢复与植被重建等手段,构建生态系统完整性。

(3) 多尺度规划方法:从区域、景观及微观生态单元三个层面开展系统设计。

(4) 动态监测与反馈机制:建立长期生态监测体系,通过指标跟踪实现修复策略的适时调整。

3 修复策略与工程设计

3.1 潮间带生态系统恢复

本研究优先拆除养殖设施,清除围堤与虾圈,减少人类干预,恢复自然潮汐作用。在此基础上,通过红树种植、藻类床营建与人工鱼礁投放,重建潮间带栖息环境,通过生物净化,微生物和藻类等生物通过其代谢作用将污染物降解或转化成低毒或无毒物质的过程。生物净化的结果也改变污染物的存在形态和性质,如将甲基汞转化为金属汞,将石油烃氧化成二氧化碳和水^[5]。最后通过监测水质、底栖生物数量及植被覆盖率,验证生态系统功能的恢复效果。

3.2 岸线稳定与防护

针对岸线侵蚀问题,采用植被护岸与生态工程相结合的策略。通过研究土壤盐度和 pH 值,筛选抗逆性植物(如碱蓬、芦苇等),配合生物炭、有机肥等改良材料,提升土壤肥力与结构稳定性。轻度侵蚀区域以自然恢复为主,

严重区域采用生态护岸与丁坝工程相结合方式,实现生态与防护并重。

3.3 海岸绿廊与生态廊道建设

以生态连通性为核心理念,建立贯通湿地、滩涂与城市滨海公园的海岸绿廊。该系统不仅恢复生态多样性,还提升城市应对海平面上升与极端天气的韧性。绿廊同时兼具休闲、教育与景观功能,促进公众参与与生态意识提升。

3.4 绿色基础设施建设

结合太平洋湾港口发展需求,推动绿色港区和低碳园区建设,优化产业结构,减少污染排放。通过生态堤岸、透水铺装与雨水花园系统的构建,增强区域生态调节与碳汇功能,实现经济与生态的双重收益。

4 修复成效与讨论

4.1 生态效益

项目实施后,植被覆盖率显著提高,潮间带生态系统功能得到恢复。为了管理和恢复易受破坏地区,如红树林、珊瑚礁、盐沼、海草草场、海藻床和河口,需要通过学科交叉研究,对自然过程和相关的机构、文化、生态、社会和政治框架有深入的了解。开发适当的模型,用于分析生态系统的短期和长期功能,进而预测生态系统变化^[6]。滨海湿地的生物多样性显著提升,珊瑚礁生态系统的恢复增强了岸线防护能力。监测数据显示,水质透明度与溶氧水平明显改善,生态系统自我调节与净化功能逐步恢复。

4.2 社会与经济效益

修复工程带动了旅游业、渔业等相关产业发展,创造了大量就业岗位,促进区域经济增长。生态环境改善显著提升了居民生活质量和社区凝聚力,成为推动地方经济高质量发展的生态引擎。

4.3 环境适应性与可推广性

项目充分考虑了太平洋湾独特的自然条件与气候特征,修复方案具备较强环境适应性。其综合技术路径可在其他受损海岸带复制推广,为全国海岸修复提供技术支撑和管理经验。

5 关键问题与展望

现代海洋科学的一项重要任务,就是要提出环境保护的措施,建立相关的技术,使环境的承载力与新的发展模式相适应,这样才能确保可持续发展^[7]。尽管太平洋海岸线修复项目取得了显著成果,但仍存在若干关键问题。首先,潮间带生态系统的长期稳定性依赖于持续监测与动态管理,需建立完善的数据反馈机制。其次,岸线侵蚀防控仍需在自然与工程措施间寻求平衡,形成分级治理模式。

第三,修复后的生态系统管理需要多部门协同与公众参与,以防止“再度退化”。未来研究应在以下方向深化:

(1) 构建海岸带生态修复的智能监测体系,实现数字化管理;

(2) 探索生态经济耦合机制,形成生态修复与产业发展的共赢模式;

(3) 完善政策支持与公众教育机制,促进可持续的社会参与。

6 结语

太平洋海岸线修复工程,为破解人类活动与海洋生态保护的矛盾提供了有益范式。其采用“自然修复+人工辅助”技术路径,此路径可以平衡人类活动与海洋生态保护的关系,为同类问题的解决提供可借鉴的范例。这种双轨并行的模式,既尊重生态自我修复规律,又以科学干预加速进程,具体通过植被重建、畅通潮汐通道、修复生物栖息地等措施,实现了潮间带防护、水体活力提升与生物多样性恢复。实现了生态效益与社会效益的统一。其可分为三大板块进行详细分析:

6.1 自然修复: 依托生态系统自我调节能力

自然修复是工程的核心基础,旨在恢复海岸线的自然形态与生态功能,减少人工干预对海洋原生环境的扰动。

保留自然地貌基底,如保留原有滩涂、潮沟和植被带,为海洋生物提供天然栖息地。

利用潮汐、海浪等自然动力,逐步恢复海岸线的自然轮廓,促进泥沙自然淤积,增强海岸的稳定性。

种植本土耐盐植物,如碱蓬、芦苇等,通过植物根系固土护岸,同时构建滨海湿地生态系统,提升生物多样性。

6.2 人工辅助: 科学干预加速生态修复进程

人工辅助是自然修复的有效补充,通过针对性技术手段解决自然修复难以突破的瓶颈,提升修复效率与效果。

构建人工生态设施,如设置人工鱼礁、生态浮床等,为鱼类、贝类等海洋生物提供栖息和繁殖场所,快速恢复海洋生物资源。

实施水质净化工程,通过建设人工湿地、生态滤池等,拦截和净化陆源污染物,改善近岸海域水质,为生态修复创造良好环境。

开展岸线加固与修复,对侵蚀严重的岸段采用生态友好型材料(如透水混凝土、生态袋)进行加固,防止海岸进一步退化,同时保障沿岸人类活动安全。

6.3 “双轮驱动”的核心价值

“自然修复+人工辅助”的技术路径,本质是通过人

工干预为自然生态系统“赋能”，而非替代自然规律。

从生态角度看，该模式避免了过度人工化对海洋生态的破坏，让修复后的海岸线更具韧性，能够自主应对潮汐、风暴等自然变化。

从社会角度看，修复后的海岸线可兼顾生态保护与人类合理活动（如生态旅游、科普教育），实现“在保护中利用，在利用中保护”的可持续发展目标。

该方案不仅解决了太平湾当下生态困境，更构建了可操作、可推广的修复逻辑，证明受损海湾遵循生态规律可“重塑新生”，也启示生态保护与经济发展能通过合理规划协同共进。

未来，太平湾需持续动态调整修复策略、强化长期监测，并提升公众参与度。最终目标是将其打造为人与自然和谐共生的典范，为辽东半岛海洋生态安全筑牢屏障，为我国海岸线修复积累经验。

参考文献：

- [1]《海岸带资源环境调控》第 3 页。
 - [2]“习近平在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告”，人民网，2017 年 10 月 28 日，<http://cpe.people.com.cn/n1/2017/1028/c64094-29613660.html>。
 - [3] 王琪、何广顺。“海洋环境治理的政策选择”，《海洋通报》，2004 年第 3 期，第 73-79 页。
 - [4]《习近平集体会见出席海军成立 70 周年多国海军活动外方代表团团长》，《人民日报》，2019 年 4 月 24 日，第 1 版。
 - [5]《海岸带资源环境调控》第 67 页。
 - [6]《海洋科学》第 121 页。
 - [7]《海洋科学》第 9 页。
- 作者简介：孙琰（2005-），女，汉族，江西省新余市分宜县人，本科，研究方向：海岸线生态修复。