 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i10.12076

Research on Technical Approaches for Beach Ecological Restoration in the Context of High-Quality Coastal Zone Development

Zhanchao Liu Gaoxian Li Zhigang Liu Tian Zhou Shang Li

China Construction Port Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266032, China

Abstract

The coastal zone represents a crucial ecological transition area where land and sea meet; coastal beaches are among its primary ecological units, serving not only as ecological conservation sites but also as tools for disaster prevention and mitigation, while simultaneously holding value for landscape tourism and biodiversity conservation. They constitute a vital ecological foundation for advancing high-quality development in coastal regions. In recent years, due to factors such as coastal development, marine pollution, rising sea levels, wave erosion, and human activities, most coastal beaches in China have faced a series of ecological challenges—including sand loss, beach surface degradation, vegetation destruction, and declining biodiversity—which have severely impacted the ecological protection and sustainable development of coastal zones. Grounded in the high-quality development strategy for coastal zones, this paper examines the current status and underlying causes of ecological degradation in coastal beaches, summarizes the application characteristics and appropriate scenarios of mainstream beach ecological restoration technologies, and establishes a systematic technical framework for beach ecological restoration based on the integrated approach of combining ecological conservation, landscape utilization, and disaster prevention and safety.

Keywords

coastal zone; high-quality development; coastal beaches; ecological degradation; ecological restoration; technical pathways

海岸带高质量发展背景下沙滩生态修复技术路径研究

刘占超 李高贤 刘志刚 周甜 李尚

中建筑港集团有限公司，中国·山东 青岛 266032

摘要

海岸带属于陆海交汇的重要生态过渡地带，沙滩是海岸带主要的生态单元之一，它既有生态涵养的作用，也有防灾减灾的功能，并且还具有景观旅游以及生物栖息的价值，是推进滨海地区高质量发展的关键生态基础。近些年来，由于海岸开发、海洋污染、海平面上升、海浪侵蚀和人为活动的干扰等原因，我国大部分滨海沙滩出现了沙体流失、滩面退化、植被破坏、生物多样性降低等一系列生态问题，严重影响了海岸带的生态环保和可持续发展。本文以海岸带高质量发展战略为依据，从滨海沙滩生态退化的现状和原因出发，对主流的沙滩生态修复技术应用特点和适用场景进行整理，按照生态保护、景观利用、防灾安全相融合的理念来创建起一套系统的沙滩生态修复技术路线。

关键词

海岸带；高质量发展；滨海沙滩；生态退化；生态修复；技术路径

1 引言

伴随着海洋强国战略以及海岸带高质量发展的不断推进，陆海统筹、生态优先、绿色发展成了滨海区域开发治理的基本准则。滨海沙滩是海岸带重要的自然资源和生态屏障，又是滨海旅游、海岸经济、海洋生态保护的主要场所，对于维持海岸生态平衡、抵御海洋灾害、改善滨海人居环境有着不可取代的作用。长期以来由于粗放型海岸工程建设、滨海旅游过度开发、陆源污染输入、自然动力侵蚀叠加在一起的影响，造成沙滩生态系统结构遭到破坏、服务功能衰退，出现滩体萎缩、沙质退化、植被稀疏、生态承载力降低等问题。传统的沙滩治理大多重视工程固沙、景观改善，忽略了生态系统的整体性修复，不能满足高质量发展的要求。因此本文研究科学系统化的沙滩生态修复技术路线，达到海岸生态保护和经济社会协同发展目的。

2 海岸带高质量发展视角下沙滩生态系统的核心价值

滨海沙滩在海岸带高质量发展体系里已经不是单纯意义上的滨海景观资源了，它成了一个包含生态防护、生物栖息、环境调节、经济促进等多方面功能的

【作者简介】刘占超（1989-），男，中国北京人，本科，高级工程师，从事港口与航道研究。

综合生态系统，有着生态、安全、经济和社会等各方面的核心价值，是支撑海岸带可持续高质量发展的基本保障。从生态价值来说，沙滩属于陆海生态交界地带，可以承担起陆海物质交换的任务，净化近岸水体，培育滨海生物群落，给底栖生物、潮间带生物赋予栖息繁衍的场所，维持滨海生物多样性的状况，沙滩植被以及沙体构造还能调节近岸微气候，减轻海洋污染向陆地扩散的速度，维持海岸带生态系统的稳定。从防灾安全角度来讲，完整的健康沙滩结构可以有效地减缓海浪、潮汐、风暴潮的冲击力，减弱海洋动力对堤岸、海岸工程的侵蚀破坏作用，起到天然海岸缓冲屏障的作用，从而降低海岸坍塌、海水倒灌、风暴灾害造成的安全风险，是海岸防灾减灾体系中的自然部分。优质滨海沙滩属于滨海文旅产业、休闲经济、滨海康养产业发展的主要资源，可以促使区域内旅游、餐饮、服务业共同发展，推动海岸带产业转型升级，而且良好的沙滩环境会改善滨海人居环境质量，提高区域宜居度，产生较好的社会效益。高质量发展之下，沙滩生态系统的好坏直接影响到海岸带的生态承载力、产业发展的潜能以及区域的发展品质，所以保护和改良沙滩生态系统就成为践行陆海统筹、生态优先、绿色发展理念的应有之义[1]。

3 当前滨海沙滩生态退化现状及主要驱动因素

目前我国滨海地区的大部分沙滩存在着不同程度的生态退化现象，总体上表现出退化的范围大、类型多、修复难、功能衰减明显的特点，其退化过程是由自然动力演变和人为活动干扰共同造成的，严重阻碍了海岸带高质量发展的进程。就生态退化的具体表现而言，第一种是沙滩地貌结构的退化，由于海浪常年冲刷、海岸工程拦截泥沙、人工采砂等原因造成沙滩泥沙收支失衡，沙体流失严重，滩面宽度变小，滩体厚度变薄，有些沙滩出现了滩面裸露、沙质粗化、地形塌陷等问题，沙滩的整体稳定性大大降低。第二种是沙滩植被系统被破坏，滨海沙生植被起着固沙护滩、涵养生态的作用，受到旅游踩踏、工程开挖、滩涂改造的影响，原生沙生植被大量消失，植被覆盖率明显下降，植被群落结构变得单一，生态固沙能力减弱，进而加重了沙滩的侵蚀退化。第三种是沙滩环境质量下降，陆源生活污水、农业面源污染、近海养殖污染以及旅游垃圾堆积等造成沙滩有垃圾残留、水体富营养化、沙质污染等问题，破坏沙滩生态环境，威胁滨海生物生存。第四种是生物多样性减少，沙滩生态环境被破坏、栖息地被毁，造成潮间带生物、底栖生物数量骤减，生物群落结构变得简单化，沙滩生态系统自我调节、自我恢复的能力不断减弱。从驱动因素来说，自然因素主要是海浪动力侵蚀、季风气候的影响、海平面小幅上升、泥沙自然搬运等长期的自然演变过程，属于缓慢持续性的退化。人为因素是沙滩快速退化的根本原因，海岸堤坝、港口工程、跨海建筑等人工设施改变了近岸水动力和泥沙输移规律，切断了沙滩泥沙补给；过度的滨海旅游开发、人工沙滩改造、无序采砂等活动直接破坏了沙滩原来的结构和植被系统[2]。

4 现阶段沙滩生态修复常用技术及适配性分析

目前我国滨海沙滩生态修复技术越来越成熟，形成了工程修复、植被修复、水动力调节、生态养护等多种技术体系，各种技术所适用的场景、修复效果以及应用优势各不相同，需要根据沙滩退化的类型、区域海岸特点来选择合适的修复方案，才能达到海岸带高质量发展修复的要求。人工补沙养护技术是沙滩修复工程中最基本、应用最广泛的技术之一，用外源优质泥沙补充沙滩沙体的流失部分，扩大滩面宽度，改善滩体地形结构，迅速改变沙滩地貌形态，恢复沙滩景观功能和缓冲防护功能，适合于泥沙流失严重的、滩体萎缩的退化沙滩，有见效快、适用性强的优点，但是单靠人工补沙没有生态支持，容易造成泥沙再流失，需要配合生态固沙技术共同使用。沙生植被生态修复技术是以乡土滨海固沙植被培育、植被群落重构为主要内容，选择耐盐碱、抗风沙、固沙能力强的原生沙生植物，采用人工栽植、植被抚育、群落优化等手段来恢复沙滩植被覆盖率，用植物根系固持沙体、改良沙滩土质、涵养滨海生态的方式，从根本上提高沙滩生态稳定性及自我修复能力，适合于植被退化、沙体松散、抗侵蚀能力弱的沙滩修复场景，但是植被修复周期长，对后期养护管理的要求也比较高。近岸水动力优化调控技术主要是改变海岸工程的位置、建设生态潜坝、疏浚近岸水道等措施，改善近岸海域水动力和泥沙输移规律，恢复沙滩天然泥沙补给系统，解决泥沙收支失衡的问题，从源头上防止沙滩侵蚀退化，适合于水动力紊乱、泥沙补给不足所造成的连续性沙滩退化问题，生态可持续性强、修复效果持久稳定。另外，沙滩环境整治和生态养护技术依靠垃圾清理、污染治理、水体净化、栖息地修复等手段来改善沙滩的生态环境质量，恢复生物的栖息环境，提高沙滩的生物多样性，适合于污染严重、生态环境恶劣的退化沙滩[3]。

5 海岸带高质量发展下沙滩生态修复系统化技术路径

根据海岸带高质量发展生态优先、系统治理、长

效运维、协同发展的要求，结合沙滩退化的特点以及各种修复技术的适用性，创建起以地貌重塑为骨架，生态重构为主体，动力改善为动力，环境提升为依托，长效养护为支撑的全方位沙滩生态修复技术路线，从而达成沙滩生态系统结构完备、功能健全、持久稳定的目地。首先，开展沙滩本底调查和精准诊断，为修复打下基础。修复施工之前要对沙滩的地形地貌、沙体结构、植被分布、水动力状况、水质环境、生物群落等进行系统的勘察，并准确判断出沙滩退化的类型、退化程度以及主要的驱动因素，再依据区域海岸规划、生态保护的要求、文旅产业的发展需要来制订个性化的、定制化的修复方案，防止出现盲目施工、单方面修复的情况发生，保证修复工作既科学又具针对性。其次，实施沙滩地貌重塑工程，修复沙滩基础形态。对于滩体萎缩、沙体流失、地形破坏的沙滩，用精细的人工补沙技术选择合适的滨海沙源，按照设计好的补沙厚度、滩面坡度、沙滩轮廓来塑造出自然流畅的沙滩地貌形态，恢复沙滩滩面宽度和空间结构，筑牢沙滩生态修复的物理基础，增强沙滩景观和防灾缓冲能力。再次，重建沙生植被生态群落，加强生态固沙作用。坚持乡土物种优先、生态适应的原则，搭配种植多种耐盐碱、抗风浪、固沙效果好的原生沙生植被，形成多层次、复合型的沙滩植被群落，取代单一化的植被种植模式，提高植被系统的稳定性。采用植被抚育、除草、病虫害防治等养护手段使植被健康生长，依靠植物根系固沙稳滩、改善土壤、涵养生态，恢复沙滩生态自我修复能力。第四，改善近岸水动力系统，达到长久治理的效果。结合海岸地形和海域水动力特性，适当调整近岸生态工程的位置，修建生态潜坝、透水护岸等柔性生态设施来代替传统的硬质堤坝，改善近岸泥沙输移规律，恢复沙滩自然泥沙补给，从根本上遏制沙滩侵蚀退化，保证沙滩泥沙收支动态平衡，达到修复效果长久稳定的目地。同时进行沙滩环境综合治理，清除沙滩上的垃圾，分解沙质污染物，净化近岸水域，改善潮间带生物的栖息环境，逐渐恢复沙滩的生物多样性，达到沙滩生态环境全面改善的目的。最后，创建起常态化的生态管护体系来维持修复成果。沙滩生态修复不是一次性的工程治理，长效管护才是保证修复效果、适应高质量发展要求的关键。建立沙滩动态监测系统，采用物联网、遥感监测等技术手段对沙滩的地形变化、植被生长情况、水质状况、人为干扰等进行24小时不间断的监测，及时发现并处理生态退化问题。严格控制滨海旅游无序开发、人为踩踏、违规采砂等破坏行为，划定生态保护范围，落实分区管控措施。同时建立常态化生态养护、植被抚育、环境保洁机制，实现沙滩生态修复、养护、监管一体化闭环管理，保证沙滩生态系统持续健康发展。

6 沙滩生态修复高质量发展的保障措施

为了充分调动沙滩生态修复的生态、经济和社会效益，促进海岸带生态保护同高质量发展相融合，必须从规划统筹、技术创新、制度管理、多元协同这四个方面来健全保障体系。坚持规划引领、统筹发展的原则，把沙滩生态修复纳入海岸带生态保护、海洋经济发展、滨海文旅建设的整体规划中，统筹考虑生态保护、防灾安全、景观利用、产业发展等各方面的需要，防止出现重工程、轻生态、重建设、轻管护的片面治理模式，实现生态修复和区域发展同步推进。强化技术创新和技术融合，促使传统的工程修复同现代生态技术和智能监测技术深度融合起来，根据不同的海岸区域实际情况来制定出适合自己的修复技术组合方案，并且研发出适合各个海岸区的低成本、持久有效的生态型修复技术，从而改善沙滩修复的科学性以及精确度。健全管理制度和监管体系，完善海岸沙滩生态保护管理制度，明确沙滩保护权责、管控范围、开发底线，严格规范滨海开发建设行为，严厉打击破坏沙滩生态的违规行为，用制度约束来守护沙滩生态资源。

7 结语

海岸带高质量发展核心要义就是生态优先，滨海生态保护和经济社会可持续发展并重，沙滩生态系统属于海岸带主要的生态资源，它的健康稳定成了海岸带绿色发展的根基。目前由于人为干扰和自然侵蚀共同造成滨海沙滩出现地貌退化、植被破坏、环境变差、生物多样性降低等现象，严重影响了海岸带生态安全及高质量发展。本文从沙滩生态核心价值以及退化原因入手，对主流的修复技术进行匹配性研究，创建起一套包含地貌重塑、生态重建、动力改善、环境提升和长效养护在内的综合性的修复技术途径，并且给出了相应的支持政策。

参考文献

[1] 李瑜.港口建设中的生态修复技术运用研究[J].水上安全,2024,(15):103-105.

[2] 苗飞虎,杨凌晨.基于生态重构的海南乐东中灶湾海岸带生态系统修复技术研究与实践[J].园林,2024,41(6):41-50.

[3] 吴慧峰.生态修复下的城市滨江公园设计研究——以福州沙滩公园为例[J].江西建材,2023,(10):161-162+165.