

河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用

贺 婧 汪贵成

长江河湖建设有限公司 湖北 武汉 430021

【摘 要】：水利工程作为调节水资源、保障水安全的重要载体，其与生态环境的协调发展始终是行业关注的核心。河道护坡作为水利工程的关键组成部分，不仅承担着抵御水流冲刷、稳固岸线的功能，更直接影响着河道生态系统的完整性。在此背景下，河道生态护坡施工技术应运而生，其以生态优先为导向，通过植物与工程措施的有机结合，实现了护坡功能与生态修复的双重目标，为水利工程在保障安全的同时兼顾生态效益开辟了新路径。

【关键词】：河道生态；护坡施工技术；水利工程；应用

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.052

引言

水利工程是国民经济基础设施中的重要组成部分，具有防洪排涝、生态环保、灌溉、发电、航运等众多实用功能。生态河道护坡技术作为水利工程技术中的重要技术之一，不仅能有效提高河道的安全性和稳定性，还能显著提高河道的美观度，促进水利工程的可持续发展。

1 河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用意义

1.1 提升河道结构稳定性，保障工程长效安全

河道生态护坡施工技术通过科学的结构设计和生态材料的应用，显著提升了河道边坡的抗冲刷能力和整体稳定性。生态护坡技术注重利用植物根系的固土作用与新型生态材料的协同效应，植物根系在土壤中形成纵横交错的网络，能有效增强土壤的抗剪强度，减少水土流失。生态砖、土工格栅等材料的合理铺设，则进一步强化了边坡的结构支撑，形成了“植物、材料、土壤”相互作用的稳定系统，从根本上延长了护坡工程的使用寿命。

1.2 修复河道生态系统，维护生态平衡

河道生态护坡施工技术的核心优势在于其对生态系统的修复与保护功能。生态护坡技术以生态优先为原则，通过构建适合动植物生存的自然环境，重新连接起河道的生态廊道。护坡上种植的水生植物、灌木和草本植物，不仅为昆虫、鸟类等提供了食物来源和栖息场所，还能通过光合作用释放氧气，吸收水体中的氮、磷等污染物，净化水质。同时，生态护坡的多孔结构为微生物的繁殖创造了有利条件，微生物通过分解有机物进一步改善水体质量，形成了健康的水生生态循环系统。

1.3 拓展水利工程功能，提升综合效益

河道生态护坡施工技术的应用，极大地拓展了水

利工程的功能边界，使其从单一的防洪、灌溉功能向生态、景观、休闲等多元化功能转变，显著提升了工程的综合效益。在生态功能方面，生态护坡对水质净化和生物多样性保护的作用，增强了河道的生态调节能力，有助于维持区域的生态平衡。在景观功能上，生态护坡通过合理搭配不同种类的植物，形成了错落有致、四季有景的自然景观，与周边的绿地、公园等景观元素相融合，打造出优美的滨水景观带，提升了区域的环境品质和美学价值。在社会功能方面，生态护坡所在的滨水区域为居民提供了休闲、游憩、科普教育的场所，丰富了居民的生活方式，增强了公众的生态保护意识。此外，生态护坡技术的应用还能带动相关产业的发展，创造就业机会，促进了区域经济的可持续发展。

2 河道生态护坡施工技术在水利工程中应用存在的问题

2.1 技术体系不完善，适配性不足

生态护坡技术面临体系不完善与工程适配性不足的问题。理论研究与工程实践衔接不紧密，部分成果停留在实验室阶段，缺乏长期验证的成熟方案。不同区域河道的水文、地质、气候差异显著，对护坡技术要求不同，但现有技术标准和规范以通用性为主，缺乏针对特定环境的细化指导，导致技术应用难以精准匹配。同时，生态护坡涉及多学科，现有技术常侧重单一环节优化，缺乏对整体系统的协同设计。技术选择时，也未充分考虑植物与工程结构的长期作用，或忽视材料耐久性与生态功能的平衡，使得应用效果与预期有偏差，影响生态与工程效益的同步实现。

2.2 材料选择与应用存在局限

生态护坡材料的选择与应用是制约技术效果的关键。材料性能难兼顾生态性与工程性，部分生态材料

环保性好但工程性能不足，难以适应河道环境。一些工程性能优越的材料却阻碍植物生长,违背生态理念。同时，优质生态材料研发周期长，部分依赖进口，供给不稳定，难以满足大规模工程需求。且其成本高于传统材料，预算有限时，部分项目选用不达标材料或减少用量，影响护坡功能与质量。此外，材料地域适配性差，外来材料可能降低效能，乡土材料开发缺乏支持，加剧了应用局限。

2.3 施工管理与技术执行不到位

施工管理与技术执行直接影响工程质量。施工队伍专业能力参差不齐，部分人员对技术原理和规范理解不深，沿用传统经验，使技术要求难以落实。另外，生态护坡工序复杂，对细节要求高，现有监管多侧重最终成果外观，缺乏全过程动态监测。同时，对关键环节缺乏量化评估标准，隐蔽性问题难以及时发现纠正。施工组织设计与现场实际结合不紧密，未根据动态因素调整方案，影响护坡稳定性和生态效果的持续性。

2.4 后期维护机制不健全

后期维护是保障生态护坡长期效能的重要支撑，但其机制不健全。维护责任划分模糊，部分项目验收后未明确管护主体和范围，导致维护出现真空地带。维护需兼顾植物管理与结构检查，现有队伍缺乏跨学科知识，难以满足需求。后期需持续投入资金，部分项目预算忽视此环节，或资金被挤占，导致维护因资金短缺无法开展。同时，缺乏科学评估体系，难以制定针对性方案，多采用粗放式管理，浪费资源且无法解决个性化问题。随时间推移，生态功能和工程性能弱化，难以长期稳定运行。

3 河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用策略

3.1 完善技术体系，提升地域适配性

完善技术体系是推动河道生态护坡施工技术有效应用的基础，核心在于强化理论与实践的结合，提升技术对不同地域的适配性。可建立跨学科的研究团队，整合植物学、材料学、水利工程学等多领域的专业知识，加强对生态护坡技术的系统性研究，将实验室成果与工程实践紧密衔接，形成一批经过长期验证、可复制推广的成熟技术方案。针对不同地域的水文、地质、气候等特征，开展专项调研与分析，制定差异化的技术标准和规范，为特定环境下的生态护坡工程提供细化的技术指导，确保技术应用能够精准匹配当地实际条件。同时，注重技术的集成创新，从“植物—材料—环境”整体系统出发，设计协同优化的技术方

案，充分考虑各要素之间的相互作用与长期影响，实现植物生长特性、材料性能与工程结构稳定性的有机统一，增强技术体系的完整性和可靠性，使生态护坡技术在复杂工程环境中能够稳定发挥作用。以下通过相关案例表格，进一步说明具体举措与成效。

举措	案例	具体内容	成果
建立跨学科研究团队	长江航道规划设计研究院生态航道创新团队	联合武汉大学、长江航务管理局环境监测中心、水利部中科院水工程生态研究所等，集齐生物学、水文学、航道工程学等多领域专家，开展“长江中下游河岸带植被演替特征及生态修复技术研究”项目	完成对长江 1000 公里水域生态护坡区植被分物种、优势度、盖度高度、物种多样性以及基质各项特征的总结分析，提出本土先锋植被组合方案，为长江航道沿岸带水生植被群落恢复提供依据
针对地域特征开展专项调研与分析	三峡大学边坡防护与生态恢复团队	足迹遍布全国 29 省、市、自治区，针对不同地区遇到的新问题进行思索。如在北方专注于抗冻融耐久技术及应对抗渗型膨胀土的研发；在矿山思考如何恢复拟自然生态及降低大工程项目成本等	其研发的“CBS 植被混凝土生态修复技术”等一系列边坡生态防护核心技术，填补国内高陡混凝土边坡生态防护领域空白，解决三峡库区等多地工程安全及生态修复问题
注重技术集成创新	山东农业大学刘福胜教授团队	研发“生态工程防护一体化关键技术”，包括抗冻植被混凝土配合比技术、降碱技术及植生技术。以抗冻植被混凝土为骨架，结合植被、坡脚护底等构建立体生态体系	该技术适用于河道、湖泊、渠道及水库边坡护坡等工程，在沂沭河流域建立多处生态护坡工程项目，累计推广面积 5 万余平方米，实现工程防护与生态绿色效果的统一

3.2 优化材料选择与应用体系

优化材料选择与应用体系，需在平衡生态性与工程性的基础上，解决材料供给与成本问题。加大对生态材料的研发投入，鼓励科研机构与企业合作，开发兼具良好生态性能和工程性能的新型材料，通过技术创新降低材料生产成本，提高材料的抗冲刷、耐老化等性能，同时确保材料具有良好的生物相容性，为植物生长和微生物繁殖创造有利条件。建立健全生态材料的生产与供应体系，扶持本土生态材料产业发展，减少对进口材料的依赖，保障材料供给的稳定性和及时性，满足大规模工程应用的需求。针对不同地域的环境特点，加强乡土材料的开发与利用，通过试验研究筛选出适合本地生长环境的材料，提高材料的地域适配性，降低材料应用风险。在工程设计中，合理进行材料选型与用量规划，在保证生态功能和工程质量的前提下，通过优化材料组合、提高材料利用率等方式控制成本，避免因成本问题影响材料的选择与应用效果。

3.3 强化施工管理与技术执行力度

强化施工管理与技术执行力度，是确保生态护坡

工程质量的关键环节。加强施工队伍的专业培训,定期组织技术人员学习生态护坡技术的核心原理、操作规范和最新研究成果,提高施工人员对技术的理解和应用能力,摒弃传统护坡施工的经验主义,确保技术要求能够严格落实到施工全过程。建立健全施工质量控制体系,制定详细的质量控制标准和流程,加强对施工全过程的动态监测与管理,不仅关注最终成果的外观检查,更要重视对植物种植、材料铺设、结构衔接等关键环节的质量把控(如图1所示),引入量化评估指标,及时发现和纠正施工中存在的问题,消除隐蔽性质量隐患。优化施工组织设计,充分考虑施工现场的天气变化、水文波动等动态因素,制定灵活的施工方案,根据实际情况及时调整施工工序和技术参数,确保施工过程的科学性和合理性,提高植物成活率,保证材料铺设牢固,增强护坡结构的稳定性和生态效果的持续性。



图1 生态护坡:守护河流的绿色防线

3.4 健全后期维护长效机制

健全后期维护长效机制,是保障生态护坡长期发挥效能的重要保障。明确后期维护的责任主体和责任范围,在工程验收时同步确定管护单位和管护人员,签订维护责任书,确保维护工作有人负责、有人落实,避免出现维护真空地带。加强维护队伍的建设,培养具备植物学、水利工程学等跨学科知识的专业维护人员,提高维护队伍的专业素养和操作技能,使其能够胜任植物生长管理、工程结构检查、病虫害防治等多方面的维护工作。建立维护资金的长效保障机制,将

后期维护费用纳入工程总预算,确保资金专款专用,避免被挤占挪用,同时探索多元化的资金筹措渠道,鼓励社会资本参与生态护坡的维护工作,为维护工作的持续开展提供资金支持。建立科学的维护评估体系,定期对生态护坡的植物生长状况、结构稳定性、生态功能等进行全面评估,根据评估结果制定个性化的维护方案,避免粗放式管理,提高维护工作的针对性和有效性,确保生态护坡能够长期稳定运行。

3.5 加强多主体协同合作

加强多主体协同合作,能够整合各方资源,形成推动生态护坡技术应用的合力。建立政府、科研机构、企业、社会组织等多主体参与的协同合作机制,明确各方的职责与分工,政府负责政策引导、规划制定和监督管理,科研机构提供技术支持和创新成果,企业负责工程施工和材料供应,社会组织参与监督和宣传教育,形成各司其职、密切配合的工作格局。加强信息共享与交流,搭建多方参与的信息平台,及时分享生态护坡技术的研究进展、工程案例、实践经验等信息,促进各方相互学习、借鉴,共同解决技术应用中存在的问题。开展联合攻关,针对生态护坡技术应用中的难点问题,组织多主体共同开展研究与实践,整合技术、资金、人才等资源,集中力量突破技术瓶颈,推动生态护坡技术的不断创新和完善。同时,加强对公众的宣传教育,提高公众对生态护坡重要性的认识,引导公众参与到生态护坡的保护与监督工作中,形成全社会共同关注和支持生态护坡技术应用的良好氛围。

总而言之,在水利工程中合理应用河道生态护坡施工技术,不仅有效提升了工程的环保性和可持续性,同时为河道岸坡的生态稳定与环境保护提供了创新性解决方案。只有有效落实生态护坡施工技术,才能获得良好的施工效果,有效提高水利工程的安全性和稳定性,延长水利工程的使用寿命,利用植物提高河岸土壤的稳固性,并与周边生态环境进行有机融合,促进人工工程和自然环境的和谐共处。

参考文献:

- [1] 王海霞.水利工程中河道生态护坡施工技术的融合应用及关键点分析[J].数字农业与智能农机,2024,(11):71-73.
- [2] 井翔翔.水利工程中的河道生态护坡施工技术应用研究[J].工程技术研究,2024,9(13):87-89.
- [3] 赵陶桃.生态护坡施工技术在河道治理工程中的应用[J].山西水土保持科技,2024,(01):4-6.
- [4] 吴曙辉.水利工程中的河道生态护坡施工技术应用要点分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(34):199-201.
- [5] 蔡健.水利工程河道生态护坡施工技术的应用研究[J].工程技术研究,2023,8(13):89-91.