生态护坡技术在河道整治工程中的全生命周期效益评估

廖佐亮

柳州市远道投资集团　广西柳州

【摘要】生态护坡技术作为河道整治工程中兼顾防洪安全与生态修复的重要手段，其全生命周期效益评估对科学决策和可持续发展具有重要意义。本文以生态护坡技术为核心，系统分析其在规划、建设、运营及维护各阶段的经济效益、生态效益与社会效益，并通过案例对比传统硬质护坡方式，揭示其长期综合优势。生态护坡在降低维护成本、提升水质净化能力及增强生物多样性等方面表现突出，具备广泛推广价值。

【关键词】生态护坡；河道整治；全生命周期；效益评估；可持续发展

【收稿日期】2025 年 6 月 12 日　　【出刊日期】2025 年 7 月 10 日　　【DOI】10.12208/j.sdr.20250093

Life cycle benefit assessment of ecological slope protection technology in river regulation projects

Zuoliang Liao

Liuzhou Yuandao Investment Group, Liuzhou, Guangxi

【**Abstract**】As an important means to balance flood control safety and ecological restoration in river regulation projects, the life cycle benefit assessment of ecological slope protection technology is of great significance for scientific decision-making and sustainable development. This paper takes ecological slope protection technology as the core, systematically analyzes its economic benefits, ecological benefits and social benefits in the stages of planning, construction, operation and maintenance, and reveals its long-term comprehensive advantages by comparing with the traditional hard slope protection mode through cases. Ecological slope protection has outstanding performance in reducing maintenance costs, improving water quality purification capacity and enhancing biodiversity, and has broad promotion value.

【**Keywords**】Ecological slope protection; River regulation; Life cycle; Benefit assessment; Sustainable development

引言

在全球气候变化与城市化进程加快的背景下，传统河道整治方式暴露出生态破坏、维护成本高、适应性差等问题。生态护坡技术因其兼具水土保持与生态修复功能，正逐渐成为河道治理的重要方向。当前对其效益的评估多集中于短期效果，缺乏从全生命周期角度进行系统分析。这种评估缺失不仅影响技术选择的科学性，也制约了生态工程的长期效益发挥。构建一套涵盖经济、生态与社会维度的评估框架，全面衡量生态护坡在不同阶段的实际表现，对于推动绿色基础设施建设具有现实意义。本文将围绕这一核心问题展开探讨，旨在为生态护坡技术的应用与优化提供理论支持和实践参考。

1 生态护坡技术在河道整治中的应用现状与挑战

生态护坡技术作为现代河道整治工程中的重要手段，近年来在国内外得到了广泛应用。其核心理念在于通过植被覆盖、植物根系固土以及生态材料的结合使用，实现边坡稳定与生态环境修复的双重目标[1]。目前，常见的生态护坡形式包括植草护坡、格宾网护坡、三维植被网护坡及土壤生物工程等，广泛应用于城市河道、山地溪流及水库岸坡等场景。随着生态文明建设的深入推进，生态护坡不仅成为提升水体自净能力、改善流域生态系统的重要途径，也为防洪减灾提供了新的技术支持。在实际应用中仍面临诸如植物成活率低、结构稳定性不足、后期维护不到位等问题，尤其是在水流冲刷强烈或地质条件复杂区域，单一的生态措施难以满足长期防护

需求。

从技术推广角度看，生态护坡的应用受制于设计标准不统一、施工工艺不规范及评估体系不健全等因素。尽管部分省市已出台相关技术导则，但在具体实施过程中，仍存在重前期建设、轻后期管理的现象，导致生态功能未能充分发挥。不同气候区和地理环境对植物种类选择、配置模式及施工时序的要求差异较大，缺乏因地制宜的技术适配性也限制了其推广效果。当前，生态护坡多依赖人工干预建立初期植被群落，若缺乏科学的生态演替引导机制，则可能在短期内退化为“一次性绿化”，难以形成稳定的生态系统。在推进生态护坡的过程中，需加强对本土物种的筛选、结构优化设计以及适应性管理策略的研究。

生态护坡在全生命周期内的综合效益尚未得到系统评估，这也是制约其进一步发展的关键因素之一。传统评价多集中于短期生态恢复效果，而忽视了其在整个使用周期内对水资源保护、碳汇调节、景观价值等方面的持续贡献。特别是在经济成本方面，虽然初期投资可能高于传统硬质护坡，但其后期维护费用较低，具备良好的长期经济效益。未来，应构建涵盖环境、经济与社会效益的多维评估体系，推动生态护坡由被动治理向主动调控转变，真正实现河道整治工程的可持续发展目标。

2 全生命周期视角下的效益评估框架构建

从全生命周期视角出发，构建科学合理的生态护坡效益评估框架，是全面衡量其在河道整治工程中综合价值的关键环节[2]。该框架需涵盖规划、设计、施工、运行及维护等多个阶段，围绕经济效益、生态效益与社会效益三大维度展开系统分析。在经济效益方面，应考虑初期建设投入、后期维护成本、使用寿命及资源再利用潜力；生态效益则需关注水土保持能力、水质净化效果、碳汇功能及生物多样性提升程度；而社会效益则包括公众满意度、景观美学价值以及对周边土地增值的带动作用。通过建立量化指标体系，并结合实际工程数据进行动态跟踪评估，有助于准确把握生态护坡技术在整个生命周期中的表现。

在具体构建过程中，需引入生命周期评价（LCA）和成本—效益分析（CBA）等方法，实现对各类影响因子的系统整合。在材料选择阶段，应优先采用可再生或本地来源的生态友好型材料，以降低碳足迹和运输成本；在植被配置方面，应结合区域气候特征与土壤条件，选用抗冲刷、耐污染、根系发达的本土植物种类，以提升生态系统的稳定性和适应性。还需纳入时间维度上的变化因素，如植物生长周期对固土能力的影响、极端气候事件对结构稳定性造成的冲击等，确保评估结果具备动态性与前瞻性。

构建评估框架时还应注重多学科交叉融合，充分运用遥感监测、GIS 空间分析、生态系统服务价值评估模型等现代技术手段，提高评估的精准度与可视化水平。通过长期监测数据积累，形成可复制、可推广的评估模式，不仅为生态护坡项目的优化设计提供依据，也为政策制定者、工程管理者及公众提供透明、可信的决策支持。这一评估体系的完善，将有力推动生态护坡技术由经验驱动向数据驱动转变，进一步提升其在河道整治工程中的应用效能与可持续发展能力。

3 生态护坡技术在不同阶段的效益特征分析

生态护坡技术在河道整治工程中的效益体现具有明显的阶段性特征，其全生命周期内的不同阶段展现出差异化的经济、生态与社会效益。在前期规划与设计阶段，生态护坡通过引入植被覆盖、土壤生物工程等手段，有效降低对传统混凝土、浆砌石等硬质材料的依赖，从而减少初期建材采购和施工成本。该阶段强调因地制宜的设计理念，结合水文地质条件选择适宜的植物种类与结构形式，不仅提升了边坡稳定性，也为后续生态系统演替奠定基础。这一时期的效益主要体现在方案的可持续性与资源利用效率上，为后期实施提供科学支撑。

进入施工与建设阶段，生态护坡的生态效益开始逐步显现。植被根系固土作用增强边坡抗剪强度，降低地表径流冲刷造成的水土流失，同时通过蒸腾作用调节局部微气候。此阶段还体现出较强的环境友好性，相较于传统硬质护坡施工过程中产生的高碳排放和生态破坏，生态护坡采用环保型材料与低扰动施工工艺，显著减少了对周边生态系统的干扰。施工过程也为地方提供了绿色就业岗位，推动了生态工程技术的本地化应用与推广，展现出一定的社会经济效益。

在运营维护阶段，生态护坡的综合效益达到峰值。成熟的植被群落具备良好的水质净化能力，通过植物吸收、微生物降解及沉积作用去除水体中的氮磷污染物，提升河道自净功能[3-7]。长期来看，生

态护坡结构随着植物生长趋于稳定，维护频率较传统方式大幅下降，降低了全生命周期运行成本。生态护坡形成的自然景观提升了城市滨水空间的美学价值，增强了公众对生态环境的认同感与参与度。在这一阶段，生态护坡不仅实现了防洪安全与生态修复的协同，还在生态系统服务供给、人居环境改善等方面发挥了多重积极作用。

4 生态护坡与传统护坡方式的综合效益比较

生态护坡与传统硬质护坡在河道整治工程中的效益差异显著，尤其是在全生命周期视角下，二者在经济性、生态适应性和社会价值等方面呈现出不同特征。传统护坡多采用混凝土、浆砌石等刚性材料，短期内具备较强的抗冲刷能力和结构稳定性，适用于水流湍急或地质条件复杂的区域。其建设成本高、施工能耗大，并且在使用过程中易出现裂缝、剥落等问题，维护费用较高。相比之下，生态护坡初期投入虽略高于部分简易硬质护坡，但由于植被根系固土和自然恢复机制的存在，长期维护需求较低，整体运行成本更具优势，尤其在中长期项目中展现出良好的经济效益。

从生态环境角度来看，传统护坡方式通常采用混凝土、浆砌石等硬质材料进行边坡防护，虽然在短期内能够有效控制水土流失，但其封闭性强、透水性差，严重割裂了水体与陆地之间的生态联系，导致水陆交界带的生态功能退化，破坏了原有的生物栖息环境。这种单一结构不仅降低了河流的自然调节能力，也削弱了水体的自净功能，容易引发水质恶化和生态系统失衡。相比之下，生态护坡通过植被覆盖、土壤生物工程及多孔结构材料的应用，构建起具有渗透性和生物友好型的护坡体系，不仅增强了边坡的抗冲刷能力和稳定性，还为水生与陆生动植物提供了良好的生存空间，促进了生态系统的连通性与多样性。在实际应用中广泛采用的芦苇、香蒲、狗牙根等本土植物，不仅能通过根系吸收和微生物作用有效去除水中的氮、磷等污染物，还能通过吸附悬浮物改善水质透明度。植被的蒸腾作用有助于调节局部小气候，降低地表温度，缓解城市热岛效应，提升滨水区域的生态宜居性，尤其在城市河道整治、湿地修复和绿色基础设施建设中展现出显著的生态价值和广阔的应用前景。

在社会效益层面，生态护坡相较于传统护坡更易于与城市景观、休闲空间融合，形成兼具防护功能与景观价值的绿色廊道，增强公众对生态环境治理成果的感知与认同[8]。实际案例表明，在城市内河整治、湿地公园建设等项目中，生态护坡的应用提升了居民生活质量，促进了生态文化传播与社区参与。而传统护坡则因视觉单调、缺乏生态元素，难以满足现代城市建设对生态美学和社会可持续发展的要求。在当前强调生态文明与绿色发展的背景下，生态护坡作为替代传统硬质护坡的优选方案，已在多个领域展现出更强的综合竞争力与推广潜力。

5 结语

生态护坡技术在河道整治工程中的应用，不仅提升了防洪安全水平，更在生态保护与可持续发展方面展现出显著优势。通过对全生命周期效益的系统评估，生态护坡在降低维护成本、改善水质、增强生物多样性及提升景观价值等方面均优于传统护坡方式。未来，应进一步完善技术标准与评估体系，推动生态护坡在更多水环境治理项目中推广应用，助力实现生态、经济与社会的协同发展目标。

参考文献

[1] 刘进关,张婷婷.生态护坡施工技术在水利河道工程中的应用研究[J].工程技术研究,2025,10(09):82-84.

[2] 李超,吴书培.河道生态护坡技术在水利工程施工中的应用研究[J].治淮,2025,(03):54-56.

[3] 黎宇浩.综合生态护坡技术在河道岸坡整治中的应用[J].水利科学与寒区工程,2024,7(10):128-131.

[4] 雷小锋.生态护坡施工技术在水利河道工程中的应用[J].水上安全,2024,(20):154-156.

[5] 王德华.河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2024,52(08):111-112+163.

[6] 刘方.河道整治工程中的生态护坡施工技术[J].珠江水运,2023,(09):41-43.

[7] 陈飞,罗特,钱乾,等.生态护坡技术在河道与公路边坡工程中的应用综述[J].水利水电快报,2022,43(08):108-113.

[8] 刘燕.生态护坡施工技术在水利河道工程中的应用[J].工程技术研究,2021,6(20):83-84.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
OPEN ACCESS