

河道整治工程中生态护岸技术的应用与优化设计

周佳¹ 徐震²

1. 武义县水利水电勘测设计有限公司 浙江 金华 321200

2. 武义县城市自来水有限公司 浙江 金华 321200

摘要: 本研究旨在探讨生态护岸技术在河道整治中的应用及其优化设计。通过分析国内外相关案例和技术进展,结合理论与实践,提出了适合不同地理环境和社会经济条件下的生态护岸解决方案。研究表明,合理的生态护岸不仅能增强河流的防洪能力,还能促进生物多样性、提升水质,并改善周边生态环境质量。文章系统梳理了生态护岸的基本概念、功能特性、设计原则与方法,深入剖析了典型应用案例,并在此基础上提出了材料、工艺与管理系统的优化路径。同时,研究还从社会经济效益角度评估了生态护岸的综合价值,强调其在推动可持续发展中的重要作用。最后,本文对当前存在的问题进行了反思,并对未来技术发展方向作出展望,以期为我国河道治理与生态修复提供理论支持与实践参考。

关键词: 生态护岸;河道整治;环境保护;可持续发展;智能监测;生态修复

引言

我国城市化与工业化发展下,河流生态系统压力剧增。传统河道整治依赖硬质结构,虽提升防洪能力,却破坏了水陆生态系统连续性,导致植被退化、自净能力下降、生物栖息地丧失及生态危机。近年来,国家强调生态文明建设,相关政策文件要求推进河流生态修复,推广生态友好型护岸技术。在此背景下,生态护岸成为河道整治新方向。本研究聚焦生态护岸技术在河道整治中的应用与优化,旨在保障防洪安全的同时,实现河流生态系统的修复与可持续发展。其理论意义在于丰富生态水利工程学科内涵,推动多学科融合;实践意义在于提供可复制、推广的河道治理技术方案。生态护岸关乎水安全、人居环境与公众福祉,是实现“人水和谐”的关键。

1 生态护岸的基本概念与功能

1.1 定义与内涵

生态护岸并非简单地在传统护岸上“加种植物”,而是一种以生态系统整体性思维为导向的工程范式。它是指在满足河道基本防洪、排涝与岸坡稳定功能的前提下,充分尊重河流的自然属性与生态过程,通过合理配置本土植被、天然材料及可降解工程构件,构建具有自我调节、自我修复能力的柔性护岸系统。其核心内涵在于打破“工程—生态”二元对立,实现“刚柔并济、功能复合、动态演替”的治理目标,最终达成人与自然的共生共荣。

1.2 功能特性

生态护岸的功能远超传统护岸的单一防护作用,呈

现出显著的多功能集成特征。首先,在防洪减灾方面,植被根系网络与柔性结构能够有效分散水流能量,减缓近岸流速,防止岸坡冲刷与滑塌,尤其在中小洪水事件中表现出良好的韧性。其次,生态护岸是河流生态廊道的重要组成部分,为水生昆虫、鱼类、两栖类及滨岸鸟类提供栖息、觅食与迁徙通道,显著提升区域生物多样性^[1]。再者,护岸带植被与土壤微生物协同作用,可吸附、转化水体中的氮、磷等营养盐及重金属污染物,发挥天然“生态滤床”的水质净化功能。此外,生态护岸还能改善滨水景观,营造宜人的亲水空间,提升城市环境品质,并通过蒸腾作用调节局部微气候,缓解城市热岛效应。这些功能相互耦合、协同增效,共同构成了生态护岸的综合价值体系。

2 生态护岸的设计原则与方法

2.1 设计原则

生态护岸的设计必须摒弃“一刀切”的工程思维,转向系统性、适应性与参与性并重的综合方式。首要原则是顺应自然,即尊重河流的天然形态、水文节律与地貌演化规律,避免过度人工干预。其次是多功能性,要求在保障安全底线的同时,统筹考虑生态修复、水质改善、景观营造与公众休闲等多重目标。第三是因地制宜,需根据区域气候、地质、水文、植被本底及社会经济条件,选择适宜的技术路径与材料组合。第四是可持续性,强调使用可再生、可降解、低碳足迹的材料,减少对环境的二次扰动。最后,社区参与原则日益重要,通过公众咨询、共建共管等方式,增强项目认同感与长效维护动力。

2.2 主要设计方法

生态护岸的设计方法强调自然过程与工程手段的有机融合。植被恢复是基础，需优先选用根系发达、耐淹耐旱的本土物种，如芦苇、香蒲、鸢尾、垂柳等，并通过乔—灌—草复合配置构建多层次植被结构，以增强固土能力与生态稳定性。在施工初期，可结合直播、扦插或容器苗移植等技术，提高成活率。土壤生物工程（SoilBioengineering）则进一步将活体植物作为工程材料，例如将柳枝等活枝插入岸坡形成“活桩”，其生根

后可构建强大的地下固土网络；或将枝条编织成“柴笼”覆盖坡面，既防冲刷又为植物萌发提供基质^[2]。对于坡度较大或水流较急的河段，常采用复合结构，如土工格室填充种植土形成稳定平台，或结合天然块石、木桩等提供初期支撑，待植被成熟后逐步替代人工材料。此外，通过设置丁坝、潜坝等水流调控设施，可有效降低近岸流速，营造浅滩、深潭等多样化生境，增强生态系统的异质性与韧性。

2.3 不同类型生态护岸的技术特点

表1 不同类型生态护岸技术

类型	适用条件	技术要点	优势与局限
植被型护岸	缓坡、低流速河段	以草本、灌木为主	生态性好，抗冲刷能力较弱
复合型生态护岸	中等坡度、中等流速	植被+土工材料+天然石材组合	稳定性与生态性兼顾
生态混凝土护岸	城市河道、高流速区	多孔混凝土+植生孔+根系引导系统	结构强度高，但成本较高
木桩—植被复合护岸	乡村、生态敏感区	木桩固岸+活枝扦插	可降解、自然美观，寿命有限

3 生态护岸的应用实例分析

3.1 国内外成功案例剖析

国际上，德国慕尼黑伊萨河的生态复兴工程堪称典范。该河曾因防洪被彻底渠化为混凝土河道，生态系统几近崩溃。自2000年起，当地政府拆除硬质护岸，重建砾石浅滩、蜿蜒河道与连续滨水植被带，不仅恢复了鲑鱼等洄游鱼类的通道，更使市民亲水活动显著增加，成为城市生态修复的标杆。日本多摩川则通过“鱼道+缓坡植被+天然块石”的精细化设计，在保障东京都市圈防洪安全的同时，成功重建了鲑鱼产卵场，体现了工程与生态的高度协同。我国的实践同样成果显著。上海苏州河历经数十年黑臭治理，最终通过“截污—清淤—生态护岸”系统工程，在两岸构建芦苇湿地与生态浮岛，水质由劣V类提升至IV类，鸟类与底栖生物多样性大幅回升。浙江安吉西苕溪则立足乡村实际，采用竹笼填充卵石并搭配本土植被的模式，不仅成本降低30%，更与“绿水青山就是金山银山”理念深度契合，成为生态产品价值实现的生动案例。

3.2 技术实施过程中的挑战与对策

尽管生态护岸优势明显，但在实施过程中仍面临多重挑战。初期稳定性不足是普遍问题，尤其在植被尚未形成有效根系网络前，易受暴雨冲刷破坏。对此，工程实践中常采用“临时加固+长期替代”策略，如初期铺设可降解土工布或设置临时木桩，待植被成活后自然分解，避免二次拆除。植物成活率低则与物种选择不当、基质条件差密切相关。优化对策包括基于水文监测数据精准匹配植物耐淹周期，选用乡土物种，并通过添加保水剂、有机肥改良种植基质。此外，公众对生态护岸

“杂乱”“不整洁”的误解也影响项目推进。对此，需加强社区宣传与生态教育，通过设置解说牌、观鸟平台、亲水步道等方式，让公众直观感受其生态与美学价值，从而转化为支持者与参与者。

3.3 成果评估与经验总结

科学评估是生态护岸项目成败的关键。评估体系应超越单一工程指标，涵盖生态、工程与社会三个维度。生态方面，需监测植被覆盖率、物种多样性指数、水质理化指标及水生生物群落结构变化；工程方面，关注岸坡位移、沉降量、抗冲刷性能等稳定性参数；社会方面，则通过问卷调查、使用频率统计等方式评估公众满意度与空间活力。经验表明，成功的生态护岸绝非“一建了之”，而是“前期科学规划、中期精细施工、后期长效管理”三位一体的系统工程。唯有建立全生命周期管理机制，才能确保生态功能持续发挥，实现从“工程完工”到“生态成熟”的平稳过渡。

4 生态护岸技术的优化设计

4.1 材料选择与创新

材料是生态护岸性能的物质基础。传统土工材料虽稳定，但不可降解，易造成环境负担。当前趋势是开发环境友好型新材料，如以玉米淀粉为原料的聚乳酸（PLA）土工格栅，可在2-5年内自然分解，避免二次污染。生态混凝土也在持续改良，通过掺入沸石、活性炭等多孔吸附材料，不仅提升植生性能，还赋予其主动净化水质的功能^[3]。此外，资源循环理念推动再生材料应用，如利用建筑垃圾再生骨料制作生态砌块，或以废弃轮胎构建柔性护岸结构，既降低工程成本，又实现固废资源化，体现循环经济原则。

4.2 新工艺技术的应用

技术创新正深刻改变生态护岸的实施方式。3D打印技术可定制具有复杂内部孔道与表面纹理的生态砌块,精准匹配不同河段的水力与生态需求,荷兰已试点打印珊瑚礁式结构促进生物附着。无人机与遥感技术则极大提升了监测效率,通过搭载多光谱或热红外相机,可定期获取植被健康状况、岸线变化及水体温度等数据,结合GIS平台实现动态评估与风险预警。在设计阶段,BIM(建筑信息模型)与GIS(地理信息系统)的协同应用,可集成水文、地质、生态等多源数据,模拟不同工况下的护岸性能,优化方案比选,实现从“经验设计”向“数据驱动设计”的跃升。

4.3 智能化管理系统的构建

面向未来,生态护岸的长效运维亟需智能化支撑。理想模式是构建“感知—分析—决策—反馈”闭环管理系统。在感知层,布设水位、流速、土壤湿度、水质等物联网传感器,实时采集环境数据;在平台层,依托云计算与大数据技术,整合多源信息,建立护岸健康状态评估模型;在应用层,系统可自动识别异常(如岸坡位移超限、植被大面积枯萎),并推送维护建议;在用户端,通过移动APP向管理人员与公众开放数据,提升透明度与参与度^[4]。深圳茅洲河试点的“智慧生态护岸系统”已初步实现岸坡变形实时预警,使维护响应时间缩短60%,验证了该模式的可行性与高效性。

5 生态护岸的社会经济效益

5.1 对社会福祉的影响

生态护岸的社会价值远超工程本身。绿色滨水空间为城市居民提供了宝贵的休闲、健身与社交场所,有助于缓解现代生活压力,提升心理健康水平。研究表明,接触自然环境可显著降低焦虑与抑郁风险。同时,清澈的水体与丰富的生物多样性具有天然的环境教育功能,成为中小学开展生态教育的户外课堂,培养公众尤其是青少年的环保意识。此外,生态护岸改善的微气候与空气质量,对周边社区居民的健康具有积极影响,尤其在高温高湿的南方城市,其降温增湿效果尤为显著。

5.2 经济效益分析

尽管生态护岸初期投资通常比传统硬质护岸高出15%至30%,但其全生命周期成本更具优势。一方面,植被系统可减少河道淤积,降低清淤频率与成本;另一方面,

其水质净化功能可减轻下游污水处理厂负荷,节约运行费用。更值得关注的是其衍生经济价值:滨水生态景观显著提升周边土地与房产价值,研究显示生态滨水区房价普遍溢价10%至20%;同时,优美的环境吸引游客,带动文旅、餐饮、休闲等产业发展,如杭州西溪湿地、成都锦江绿道已成为城市经济新引擎。这种“生态投入—环境改善—经济增值”的良性循环,正是生态产品价值实现机制的生动体现。

5.3 长期维护成本考量

生态护岸的维护理念强调“低干预、自维持”。在植被建植初期(通常为2-3年),需进行定期补植、杂草清除与病虫害防治,以确保系统稳定。但一旦植被群落成熟,其自我调节与演替能力将显著降低人工干预需求,维护工作主要转为年度巡查与应急处理。随着智能监测系统的普及,人工巡检频次可大幅减少,运维成本进一步下降。因此,从长期看,生态护岸不仅生态效益显著,经济可持续性也优于传统模式。

6 结语

本研究证实了生态护岸在新时代河道整治中的核心作用,它既是工程技术革新,也是生态文明理念在水利领域的实践。生态护岸通过科学设计等手段,实现了防洪、生态、景观与社会福祉的多维协同,为治水与护生态的矛盾提供了解决路径。但当前生态护岸推广面临标准缺失等瓶颈。建议制定工程技术导则,推动多专业协同设计,建立国家级数据库以提供实证支撑。展望未来,生态护岸将更智能、低碳、融合。“负碳型”护岸将成为新趋势;在韧性城市建设中发挥关键作用;数字孪生技术将支撑智能决策;“社区共治”模式将使公众成为共建者,实现“人民的河流人民护”。

参考文献

- [1]田小燕.河道堤防治理工程中生态护岸技术运用研究[J].水上安全,2025,(07):69-71.
- [2]苏继亮.河道整治工程中的生态护岸施工技术[J].珠江水运,2020,(16):8-9.
- [3]杜冬冬.城市河道整治控制要素及生态护岸结构分析[J].工程技术研究,2020,5(17):193-194.
- [4]李稀.河道治理及生态护岸工程措施研究[J].生态与资源,2024,(04):38-40.