

河道生态护坡关键技术研究

刘飞跃

江苏江淮水利集团有限公司 江苏 宿迁 223800

摘要: 随着河道生态修复需求的提升,传统硬质护坡的生态缺陷日益凸显,生态护坡技术成为兼顾防护与生态功能的重要方向。本文围绕河道生态护坡关键技术展开研究,梳理了生态护坡的内涵、功能定位及水文地质适配原理与生态学机制,明确基础理论框架;分类分析了植物型、工程-植物复合、新型材料生态护坡技术的特性;深入探讨了技术设计参数优化及各类技术的核心内容。研究为河道生态护坡技术的科学应用提供理论支撑,可有效提升护坡系统的稳定性与生态兼容性。

关键词: 河道;生态护坡;关键技术;参数优化

引言:当前生态护坡技术中存在设计参数不合理、技术选型不匹配等问题,影响其综合效益发挥。本文以河道生态护坡关键技术为研究对象,系统剖析基础理论、技术分类及核心应用内容,旨在解决技术应用中的关键问题,推动生态护坡技术的规范化与科学化发展,为改善河道生态环境、保障岸线安全提供有力支持。

1 河道生态护坡基础理论

1.1 生态护坡的内涵与功能定位

生态护坡是融合工程防护与生态修复的复合型技术体系,其核心内涵在于摒弃传统硬质护坡“以阻代疏”的思路,以尊重河道自然生态规律为前提,通过人工干预与自然修复的协同,构建兼具稳定性与生态兼容性的岸坡系统。从功能定位来看,其首要功能是结构防护,通过优化护坡材料与结构设计,抵御水流冲刷、防止岸坡坍塌,保障河道岸线安全;其次是生态维系功能,为河道生物提供生存与繁衍的空间,维系生态系统的连续性与完整性;同时还具备水文调节功能,通过调节地表径流、促进地下水补给,优化河道水文循环过程,实现防护需求与生态价值的平衡。

1.2 河道水文与地质环境适配原理

该原理以“因地制宜”为核心,强调护坡设计需与河道水文、地质特征深度匹配。在水文适配层面,需结合河道径流变化规律、水位波动幅度及水流冲刷强度,确定护坡结构的抗冲性能与透水特性,避免水文条件与护坡设计不匹配导致的功能失效;在地质适配层面,需依据岸坡土壤类型、土层厚度、抗剪强度等参数,选择适配的护坡材料与结构形式,确保护坡基础与地质基底稳定结合,防止因地质条件不符引发的岸坡失稳问题,实现护坡系统与自然环境的协调统一。

1.3 生态护坡的生态学机制

其核心在于构建“岸坡-水体-生物”的协同共生系统。通过护坡结构与植被配置,营造多样化的微生境,为微生物、植物、小型动物等提供栖息与活动空间,促进生物群落的形成与稳定;植被根系的固土作用可增强岸坡抗侵蚀能力,枝叶的截留与分解作用能调节物质循环,微生物的代谢活动可改善水体质量,进而推动能量流动与物质循环在河道生态系统内有序进行,提升生态系统的自我修复能力与稳定性^[1]。

2 河道生态护坡关键技术分类与特性

2.1 植物型生态护坡技术(植被选择、种植模式)

植物型生态护坡技术以植被为核心防护载体,通过科学的植被选择与种植模式设计,实现岸坡防护与生态修复的协同。在植被选择方面,核心在于筛选适配河道环境的植物种类,需综合考量植物的抗逆性(如抗水流冲刷、耐水湿、抗病虫害能力)、生长适应性(与土壤类型、气候条件的匹配度)及生态兼容性(对周边生物群落的影响),优先选用本土植物以保障生态系统稳定性。在种植模式设计上,结合护坡功能需求与植物生长特性,构建层次化种植结构,通过草本、灌木等不同类型植物的搭配,形成立体防护体系;同时注重种植密度与布局的合理性,既要避免密度过高导致植物资源竞争,也要防止密度过低影响防护效果,其核心特性体现为生态友好性强、成本较低且能长期维持生态功能,但对极端水文条件的抵御能力相对有限。

2.2 工程-植物复合护坡技术(格宾网+植被、生态袋护坡)

工程-植物复合护坡技术通过工程结构与植被的协同作用,整合两者优势以提升护坡性能。该技术以工程结构为基础支撑,通过格宾网、生态袋等结构形式增强岸坡稳定性,同时为植被生长提供依托;植被则通过根系

固土、枝叶截留等作用,进一步强化防护效果并改善生态环境。其技术特性表现为稳定性与生态性兼具,工程结构可快速提升岸坡抗冲刷能力,适用于水流冲击较强的河道区域;植被的融入则弥补了传统硬质工程的生态缺陷,能逐步恢复岸坡生态功能。该技术还具备较强的环境适配性,可根据河道地质、水文条件调整工程结构与植被组合形式,但对工程结构与植被的协同设计要求较高,施工流程相对复杂。

2.3 新型材料生态护坡技术(生态混凝土、高分子复合材料应用)

新型材料生态护坡技术依托生态友好型材料的特性,实现防护功能与生态效益的统一。在材料应用上,生态混凝土通过优化孔隙结构,兼顾强度与透水性,既能提供稳定的护坡结构,又能为微生物、植物生长创造条件;高分子复合材料则凭借抗老化、耐腐蚀等特性,延长护坡使用寿命,且部分材料具备可降解性,减少对环境的长期影响。该技术的核心特性为技术创新性强、性能可控性高,可通过调整材料配方与结构设计,适配不同河道的防护需求;同时材料的生态兼容性较好,能减少对河道生态系统的干扰。但受材料研发与生产成本影响,其推广应用需平衡技术效益与经济成本,且对材料施工工艺的专业性要求较高^[2]。

3 河道生态护坡关键技术设计与分类研究

3.1 生态护坡关键技术设计参数优化

生态护坡设计参数的优化要结合河道实际环境与技术需求,通过多维度参数调整,确保护坡系统的稳定性与生态兼容性,核心优化方向包括以下三方面:(1)坡度与坡比参数优化。需依据河道岸坡的地质承载能力、水流冲刷强度确定基础坡比范围,优先采用缓坡设计以降低水流对坡面的冲击力度;同时结合护坡技术类型调整坡度,避免因坡度不合理导致护坡结构受力不均,需通过力学计算验证坡度与坡比的适配性,确保在不同水文条件下均能维持结构稳定。(2)结构稳定性参数优化。重点针对护坡结构的抗剪强度、抗压强度等参数进行调整,根据河道岸坡的土壤特性选择适配的结构参数,如对松散土质岸坡需强化结构的抗剪参数设计;同时考虑结构的透水性能参数,合理设置透水系数,避免坡面积水导致结构损坏,通过室内试验与现场监测结合,确定不同地质条件下的最优稳定性参数。(3)植物配置适配参数优化。根据河道气候条件、水文周期确定植物的耐旱性、耐水性参数,确保植物生长与环境条件适配;同时优化植物的种植密度参数,避免密度过高导致资源竞争,或密度过低影响防护效果,结合植物生

长特性与护坡功能需求,确定不同植物类型的最优配置参数。

3.2 植物型生态护坡关键技术研究

植物型生态护坡技术以植物为核心防护载体,通过科学的技术手段实现防护与生态功能的统一,主要技术内容包括:(1)本土适生植物筛选技术。建立植物筛选指标体系,重点考量植物的抗逆性(抗冲刷、抗病虫害)、生长适应性(对土壤、气候的适配能力)及生态兼容性(与周边生物群落的协调性),通过实地调查与实验室分析,筛选出符合河道环境特征的本土植物种类,避免引入外来物种导致生态失衡,确保筛选出的植物能长期稳定生长并发挥防护作用。(2)植被群落构建技术。根据护坡功能需求与植物生长特性,确定群落的层次结构(草本、灌木搭配),合理规划不同植物的种植区域,形成立体防护体系;同时考虑植物的生长周期,选择不同生长阶段的植物进行搭配,确保全年均能维持防护效果,需通过群落稳定性模拟分析,优化群落结构设计,提升群落的抗干扰能力。(3)植被养护管理技术。制定针对性的养护方案,包括灌溉、施肥、修剪等技术环节,根据植物生长阶段调整养护措施,如幼苗期需加强灌溉与病虫害防治,成熟期需控制修剪频率;同时建立植被生长监测技术体系,通过定期监测植物的生长状况(株高、盖度、生物量),及时调整养护策略,确保植被群落长期稳定发挥防护功能。(4)植被根系固土强化技术。研究植物根系的生长规律,通过技术手段促进根系发育(如施加根系促生剂、优化土壤通气条件),增强根系与土壤的结合能力;同时分析根系的固土机理,明确根系分布深度与固土效果的关联,通过调整种植方式(如深根与浅根植物搭配),提升根系对土壤的加固作用,确保坡面土壤不被水流冲刷流失^[3]。

3.3 工程-植物复合护坡关键技术研究

工程-植物复合护坡技术通过工程结构与植物的协同作用,提升护坡系统的综合性能,核心技术包括:(1)复合结构选型技术。根据河道岸坡的地质条件、水流特性选择适配的工程结构类型(格宾网、生态袋、蜂巢约束系统等),确保工程结构能为植物生长提供支撑;同时分析不同工程结构与植物的兼容性,避免结构对植物根系生长造成阻碍,需通过结构与植物协同性能测试,确定最优的复合结构组合形式。(2)结构与植被协同施工技术。制定分阶段施工流程,先进行工程结构的安装固定,确保结构位置精准、连接牢固,再进行植物种植,避免施工过程中对结构或植物造成损坏;同时优化施工时序,根据植物生长周期选择适宜的种植时间,确

保植物能快速适应环境并与工程结构形成协同防护体系,需制定施工质量控制标准,对结构安装精度、植物种植深度等环节进行严格把控。(3)复合系统稳定性强化技术。分析工程结构与植物的协同受力机制,通过技术手段增强两者的结合强度(如在结构缝隙填充适宜土壤,促进植物根系嵌入);同时针对不同水文条件(如洪水期、枯水期)制定稳定性保障措施,如在洪水来临前加固工程结构连接处,确保复合系统在极端条件下仍能维持稳定,需建立稳定性监测技术,实时跟踪系统受力与变形情况。(4)复合系统生态优化技术。在保证防护性能的基础上,优化工程结构的生态友好性,如选择透水性强、可降解的结构材料,减少对生态环境的影响;同时调整植物配置,确保植物能在工程结构间隙正常生长,形成连续的生态廊道,需通过生态效益评估,优化复合系统设计,提升系统的生态兼容性。

3.4 新型材料在生态护坡中的关键应用技术

新型材料的应用是提升生态护坡性能的重要手段,围绕材料特性与护坡需求,形成完善的应用技术体系,主要包括:(1)新型材料选型技术。建立材料性能评价指标,重点关注材料的生态安全性(无有毒有害物质释放)、力学性能(抗老化、抗冲刷、抗压强度)及环境适应性(耐酸碱、耐温差),通过材料性能测试与对比分析,选择符合河道生态护坡需求的新型材料;同时考虑材料的经济性与可获取性,确保材料能实现规模化应用,避免因材料成本过高或供应不足影响工程实施。(2)材料施工工艺优化技术。根据新型材料的物理化学特性,制定专项施工工艺,如生态混凝土需优化搅拌比例与浇筑方式,确保材料成型后具备良好的透水性能与强度;高分子复合材料需明确连接方式与安装步骤,避免因施工不当导致材料性能受损;同时建立施工工艺参数数据库,记录不同材料在不同环境条件下的最优施

工参数,为后续工程提供参考,需加强施工人员技术培训,确保施工工艺规范执行。(3)材料与环境适配技术。分析新型材料与河道水文、地质、生态环境的适配性,如在富水河道需选择耐水腐蚀的材料,在寒冷地区需选择抗冻融的材料;同时研究材料与植物生长的兼容性,确保材料不会抑制植物根系发育或影响土壤微生物活动,通过材料与环境的长期适配性监测,评估材料在自然环境中的性能变化,及时调整应用方案。(4)材料维护与更新技术。制定新型材料的维护方案,根据材料的老化规律与性能衰减情况,确定维护周期与维护措施,如对表面磨损的生态混凝土进行修补,对老化的高分子材料进行局部更换;同时建立材料使用寿命评估体系,通过定期检测材料的力学性能与外观状态,预测材料更换时间,确保护坡系统始终处于有效运行状态,避免因材料失效导致护坡功能下降^[4]。

结束语:本文系统构建了河道生态护坡的基础理论体系,明确了三类关键技术的特性与适用场景,提出了技术设计参数优化方案及各类技术的核心实施路径。研究成果可有效指导河道生态护坡工程的设计与施工,提升护坡系统的稳定性与生态效益。未来可进一步开展不同区域河道的技术适配性研究,结合监测数据优化技术方案,推动生态护坡技术向更高效、更环保的方向发展。

参考文献

- [1]崔凯.水利工程中的河道生态护坡施工关键技术研究[J].水上安全,2025(6):106-108.
- [2]吕立东.河道治理工程中疏浚与护坡工程施工关键技术研究[J].水上安全,2025(3):86-88.
- [3]罗楚权,彭少斌.水利工程中的河道生态护坡施工技术研究[J].水上安全,2025(4):31-33.
- [4]马克春.河道治理工程中疏浚与护坡工程施工关键技术研究[J].水上安全,2025(5):91-93.