

生态护坡技术在河道整治中的应用效果

吴云飞

通辽市水利规划设计研究院有限公司 内蒙古通辽 028000

摘要：河道整治中，传统护坡方式容易破坏生态平衡，引发水土流失等问题，难以契合现代河道生态保护的需求，生态护坡技术融合工程措施与生态原理，通过植被和工程材料的协同作用，达成河道边坡稳定与生态修复的统一。本文剖析生态护坡技术的类型及其作用机制，构建包含稳定性、生态性、水文调节功能及景观性的应用效果评估体系，探究技术应用中的适配性、管护、性能平衡以及地域限制等关键问题，并提出针对性的优化策略，研究显示，生态护坡技术可显著提升边坡的稳定性，改善河道生态环境，增强水文调节能力，优化景观协调性，为河道整治提供可持续的解决方案。

关键词：生态护坡；河道整治；应用效果；技术类型；优化策略

引言

随着社会的高速发展，过度的开采自然资源，导致了生态环境的日益恶化，河道生态也因此受到损害。河沙超采、河道垃圾、污水的排放等行为均损害着河道生态，影响着河道发挥其自身作用，河道本身也存在着冲刷和淤积现象，这样不但容易发生水害，妨碍水利发展，还影响我们自身的安全和健康，而护坡作为水陆枢纽，起着防洪排涝等作用，同时又是承载河道生态系统的基础，因此，必须采取适当措施对河道护坡生态进行修复和治理。生态护坡技术以生态友好为核心，通过科学结合植被与工程材料，同时兼顾边坡防护与生态修复，在河道整治中得到广泛应用。深入研究其应用效果与优化路径，不仅可为河道整治工程提供技术参考，还能为构建健康、完整的河道生态系统提供支撑，对推动生态文明建设具有重要意义。

一、生态护坡技术的类型与技术原理

（一）生态护坡技术的主要类型

生态护坡技术依材料构造可归为植被护坡、植被工程复合护坡两大体系，植被护坡凭借草本、灌木、乔木等植物根系锚固土体，以植物群落覆被边坡，运用喷播工艺将草籽与有机介质混合喷射于坡面，进而构筑植被防护层，植被工程复合护坡融合植物与工程材料，土工格栅加筋植草借格栅强化土体抗剪性能，植被根系填充格栅空隙提升整体稳固性；生态袋护坡则以装填土壤与种子的透水袋层叠筑坡，袋体降解后与植被协同加固边坡，各类技术因边坡坡度、土壤状况不同而各展所长。

（二）生态护坡的技术原理

生态护坡技术依托生态学与土力学原理实现作用效能。植物根系深入土层构建网状结构，提升土壤黏聚力，抑制边坡土体位移；茎叶覆盖坡面缓冲雨水冲刷，降低水土流失隐患，工程材料凭借结构支撑作用分散边坡应力，防范土体坍塌，同时为植物生长创设稳定基底。生态护坡打造的透水界面推动水体与土壤的渗透交换，维系地下水循环，为微生物及小型生物提供栖息场所，借助物质循环与能量流动，达成边坡稳定与生态功能修复的协同共进，形成动态平衡的生态系统^[1]。

二、生态护坡技术在河道整治中的应用效果评估

（一）边坡稳定性提升

植物根系于土层中交错构成三维网络，草本植物须根在浅层土壤密集分布，灌木与乔木主根深入深层土体，形成多层锚固体系，提升土体抗剪性能，约束土体侧向位移；生态石笼等工程材料借石块间摩擦力与网箱约束力形成整体构造，相互咬合的结构能分散水流冲击及土体自重产生的应力，适应边坡细微变形，规避刚性护坡的断裂弊端。坡面植被覆盖可减轻雨水直接冲刷，茎叶层缓冲雨滴冲击力，削弱水流对土壤的侵蚀作用，降低坡面径流速度，减小孔隙水压力，缓解土壤侵蚀引发的边坡失稳，长期施用可使边坡土体结构更紧实，土壤颗粒间黏结力增强，抗滑能力大幅提升，保障河道岸坡在水流冲击、水位变化及自重作用下的稳定状态。

（二）生态环境改善

生态护坡技术对河道周边生态环境的改善作用突出，植被群落为昆虫、鸟类、小型哺乳动物等提供丰富食物

源与栖息场所,草本植物花蜜吸引蜜蜂、蝴蝶等传粉昆虫,灌木与乔木枝叶为鸟类提供筑巢空间,逐步构建完整食物链,增加生物多样性。植物通过光合作用释放氧气、吸收二氧化碳,同时吸附空气中粉尘颗粒,净化周边空气^[2];根系分泌物与土壤微生物协同作用,分解土壤中有机污染物及部分重金属,改善土壤理化性质,提升土壤肥力,护坡结构透水性维持地表水与地下水连通,降水通过护坡层下渗补充地下水,地下水经毛细作用上升滋润植被,调节河道水位与周边湿度,形成适宜小气候,提升生态系统完整性与稳定性。

(三) 水文调节功能增强

植被茎叶对雨水具有截留作用,草本植物密集叶片可截留初期雨水,灌木与乔木的枝干叶片构成多层截留体系,进而减少坡面径流总量;结构层的多孔特性让雨水得以下渗,生态袋、格宾网等材料的孔隙为雨水渗透提供通道,下渗雨水补充地下水,降低地表径流速度,延缓洪峰形成时间,减轻洪水对河道的冲击。枯水期时,护坡土壤储存的水分通过蒸腾和渗透缓慢释放至河道,维持河道基流,缓解水位骤降对水生生物的影响,植被蒸腾作用调节水体循环,通过叶片蒸腾将水分释放到空气中,调节周边空气湿度,降低河道周边土壤因水分积聚出现盐碱化的风险,增强河道应对极端降水和干旱的能力。

(四) 景观协调性优化

采用乡土植物营造层次多样的植被群落,草本植物作为地被层覆盖地表,灌木作为中层形成过渡,乔木作为上层提供遮荫,不同植物的形态、色彩与生长周期相互补充,与周边自然景观融为一体,摆脱硬质护坡的单调感与明显人工痕迹;生态石笼、木栈道等结构融入景观设计,石笼的天然石材与周边环境协调统一,木栈道为居民打造亲近河道的路径,构建兼具功能性与观赏性的河道空间。护坡植被随季节更替展现不同景观形态,增强河道景观的动态美感,为居民提供休闲游憩场所,提升河道周边人居环境品质,推动人与自然和谐共生。

三、生态护坡技术应用中的关键问题与挑战

(一) 技术适配性不足

部分生态护坡技术在应用中存在适配性难题,例如陡边坡区域,单纯植被护坡因根系分布深度不足,难以抵御重力引发的土体下滑,易造成局部坍塌;高水位变动区,植物长期浸泡水中,根系缺氧且受水流冲击,存活困难,死亡后形成植被空白区,影响护坡效能^[3]。不同地域气候、土壤条件差异显著,盲目照搬外地技术方

案会导致植物存活率低,南方喜湿植物在北方干燥环境中生长不良,工程材料耐久性也会因环境差异下降,寒冷地区生态袋易因冻融循环开裂破损,高温地区土工合成材料因紫外线老化失去强度,降低护坡稳定性,因此技术选择需结合具体环境特征进行针对性设计,才能确保整治效果。

(二) 后期管护机制缺失

植被生长期可能遭遇杂草入侵,此类杂草生长迅猛且竞争力强,会争抢水分、养分及光照,侵占目标植物的生长空间,致使目标植物生长衰弱甚至死亡;病虫害滋生后易快速扩散,根腐病则会破坏植物根系,若不及时处置会引发连锁危害。土工格栅等工程材料长期暴露于自然环境中,易受风雨侵蚀和紫外线照射而老化,强度逐步降低,需定期检查更换,否则可能出现结构松动问题,部分区域由于管护责任界定不清,多个部门间权责划分模糊,使得修剪、补种、加固等必要措施难以及时落实,随着时间推移,护坡结构逐渐损坏,植被群落退化,难以长期维持稳定的生态功能。

(三) 生态功能与工程性能平衡难题

过度强调生态功能可能削弱边坡稳定性,若植被种植过密,土壤中根系分布过繁会使土壤孔隙增大,土体密实度降低,抗剪强度随之下降,在水流冲击或自重作用下易引发滑坡;而过分追求工程强度又可能牺牲生态效益,过多使用混凝土材料会形成封闭结构,阻隔水体与土壤的物质交换,导致微生物和小型生物失去生存环境,破坏生态链完整性。河道整治中不同河段的防护等级与生态目标存在差异,防洪重点段需侧重工程强度,生态保护区则应优先考虑生态功能,如何依据这些差异合理设计植物配比与工程材料用量,精准把握两者的平衡点,成为技术应用的难点,需在实践中不断调试优化。

(四) 地域适应性限制

干旱地区降水稀缺且蒸发旺盛,植被常因缺水难以存活,需频繁补水维持生长,这不仅耗费大量人力物力,还可能因水资源调配不及时导致植被生长良莠不齐;湿润地区则因雨水过多使土壤含水量饱和,植物根系长期处于缺氧环境中易腐烂,进而引发病虫害滋生,影响植被存活率与覆盖度。土壤贫瘠区域缺乏有机质与养分,植物生长迟缓,叶片发黄、根系细弱,难以形成有效覆盖,致使护坡效果大幅下降;山区河道流速快、冲击力强,平原河道水位变幅大,对护坡结构的抗冲刷要求各异,需针对性调整材料强度与结构设计,增加了技术应

用的难度。

四、生态护坡技术在河道整治中的优化策略

(一) 技术选型与设计优化

技术选型需依据河道边坡坡度、土壤类型、水文条件等要素精准匹配,陡边坡宜优先采用植被-工程复合护坡方式,格宾网箱搭配灌木种植,网箱选用高镀锌钢丝以增强抗腐蚀性,内部填充块石形成刚性骨架;灌木选取紫穗槐等深根性品种,根系可深入网箱间隙强化锚固,进而提升抗滑能力,缓边坡可采用纯植被护坡,混合草灌播种,将狗牙根、白三叶等草本植物与迎春、黄杨等灌木混合播种,形成致密的覆盖层^[4]。设计中注重植物物种的科学搭配,根据当地气候条件挑选耐旱、耐涝且抗逆性强的乡土物种,采用乔灌草结合的立体配置模式,以此提升植被群落的稳定性,工程材料选用可再生、易降解的环保材料,以降低对生态环境的影响,通过针对性设计提高技术适配性。

(二) 后期管护机制完善

建立长效管护机制需明确责任主体,由河道管理部门牵头,联合环保、林业等部门制定管护细则,明晰各部门职责与协作流程,植被养护需按生长阶段实施针对性管理:幼苗期强化浇水、施肥以保障成活率;成株期进行修剪、疏伐以维持群落结构合理。工程结构需定期检查:每月检查生态袋是否破损、格宾网是否松动、土工材料是否老化,发现问题及时修复,更换老化土工材料时选用同类型环保材料以确保结构完整性,建立管护档案,详细记录植被生长状况、结构完好度、管护措施及效果,并依据监测数据调整管护频率与方式,确保生态护坡长期发挥作用。

(三) 生态与工程性能协同提升

通过技术创新推动生态功能与工程性能协同提升,研发新型生态材料:生态混凝土采用多孔设计,将孔隙率控制20%-30%,既满足强度需求,又为植物生长及微生物栖息提供空间;新型土工合成材料以可降解纤维制成,在发挥加筋作用的同时,可逐步降解为植物养分,优化植物种植方式,在工程结构层预留种植槽,槽内填充改良土壤,确保植物根系与土体紧密结合,增强协同作用,在格宾网箱中开设种植孔,孔内填充营养土种植灌木,根系穿过网孔深入土体形成整体。运用动态监测技术,布设土壤墒情传感器、边坡位移监测仪实时监测边坡稳定性及生态功能变化,依据监测数据调整植物密

度与工程材料用量,在保障边坡安全的基础上最大化生态效益,实现两者动态平衡。

(四) 地域适应性技术改良

干旱地区采用集水型设计,坡面设置生态砖截水沟与集水池,截水沟呈阶梯状分布以增强集水效率,通过沿坡滴灌系统精准供水,滴灌头间距依据植被分布加密,减少水分蒸发;湿润地区优化排水结构,底部设置碎石盲沟并外包透水土工布排涝,盲沟坡度按地形条件设置以确保排水顺畅,坡面铺设碎木屑覆盖层,减轻雨水冲刷力度^[5]。土壤贫瘠区域添加腐熟农家肥与生物炭,改良土壤肥力和保水性能,农家肥经高温腐熟处理去除病菌,生物炭按比例混合以增强改良效果。结合水文特征调整结构设计,流速较大的河道使用50cm加厚格宾网箱,填充大粒径石块以增强抗冲击能力,网箱之间采用钢丝连接提升整体性;水位变幅较大的河段选择芦苇、菖蒲等两栖植物,提升技术的地域适应性。

结语

生态护坡技术于河道整治中彰显边坡稳固、生态修复、水文调控、景观提升等多元效益,成为实现河道生态化治理的核心途径,突破传统护坡技术的生态桎梏。存在技术适配性不足、后期管护机制缺失、生态与工程性能平衡困境及地域适应性制约等问题,借由技术选型优化、管护机制完善、生态与工程性能协同强化、地域适应性改良等措施,可有效提升应用效能,未来需持续推进技术创新与实践探索,加强新型材料研发与本土化技术应用,推动生态护坡技术在河道整治中的规模化应用,助力生态文明建设与绿色发展。

参考文献

- [1]王鹏.大型河道整治工程生态护坡型式综合比选及应用[D].扬州大学,2022.
- [2]包晋.城市河道驳岸设计模式研究[D].北京林业大学,2021.
- [3]韩依杭.河道整治中生态护坡的研究及应用[D].内蒙古农业大学,2021.
- [4]云舒楠.天津市二级河道生态护坡植物景观评价与优化研究[D].天津大学,2021.
- [5]张从从.新型生态砖护坡对河道边坡稳定性的影响研究[D].扬州大学,2020.