

城市河道生态护坡施工技术及生态修复效果研究

吴 娟¹ 单雅婷¹ 赵子俊²

1. 徐州鼎源水务工程有限公司 江苏 徐州 221111

2. 徐州市正源水利建筑工程检测有限公司 江苏 徐州 221116

摘 要：伴随我国城市化进程不断推进，城市河道硬化护坡模式的弊端越发明显，如水体生态遭受破坏、生物多样性急剧减少、河道景观出现退化等问题越来越严重，传统护坡技术已经无法适应现代城市水生态治理的需求，而生态护坡技术具备河道防洪固土、水土保持、生态修复等多种功能，是城市河道综合治理的关键技术手段。为此，本文依据城市河道治理的现状，对三维植被网护坡、生态袋护坡、格宾石笼护坡、装配式生态护坡等主流生态护坡施工技术的工艺要点、适用场景、施工流程进行梳理，结合工程实践分析各类技术的生态修复作用机制，从水体净化、植被恢复、生物多样性提高、水土保持等方面对修复效果进行量化评估，剖析当前施工应用中存在问题，最后提出具有针对性的优化改进策略。研究结果显示，科学地选用生态护坡施工技术、规范施工流程、完善后期运维模式，能够修复城市河道受损的生态系统，为城市河道生态治理工程提供技术参考。

关键词：城市河道；生态护坡；施工技术；生态修复；水土保持

引言：城市河道作为城市水生态系统中非常关键的构成部分，发挥着防洪排涝、水资源调蓄、生态涵养、景观休闲等诸多重要职能，是维持城市生态平衡、提高人居环境质量的关键。长久以来，我国城市河道治理大多采用混凝土、浆砌石等硬质护坡的施工方式，这种方式虽然能够迅速达成边坡加固、防止水土流失、保障防洪安全的目的，然而其封闭性结构却完全切断了水土之间、水陆之间的物质交换通道，对河道原本的生态链结构造成了破坏。硬质护坡致使河道边坡植被无法生长，水生生物的栖息环境遭到破坏，水体自净能力不断降低，很容易引发水体富营养化、河道淤积、生态功能退化等一系列问题，难以符合生态文明建设背景下城市河道可持续治理的发展需求。

1 城市河道生态护坡概述

1.1 生态护坡的核心内涵

生态护坡作为一种新型河道护坡技术，它以生态修复为核心，并且把工程防护作为基础支撑。与传统硬质护坡仅仅具备结构防护功能的模式有所不同，其关键点在于依据自然生态规律，借助人工进行辅助干预，从而建立起一种既拥有结构稳定性又具备生态功能性的河道边坡系统^[1]。这项技术采用特殊护坡材料与植被种植相互结合的办法，一方面能够稳固边坡、抵挡水流冲刷、预防水土流失，另一方面还能够打通水陆生态物质循环的通道，让边坡植被群落得以恢复。

1.2 生态护坡相较于传统护坡的优势

传统的混凝土、浆砌石硬质护坡结构致密，但是透

气性差，这就完全阻断了水土之间的交换，使得边坡上面没有植被覆盖，其生态功能已经完全丧失，并且长期受到水流冲刷，很容易出现开裂、脱落、坍塌等病害，后期维修成本比较高。而生态护坡具有综合优势：其一，生态性突出，能够恢复边坡植被，提高水体自净能力，保护生物多样性，其二，稳定性更强，植被根系和护坡材料形成复合固土结构，可以有效抵御水流、雨水冲刷，减少边坡坍塌风险，其三，景观性优异，自然植被群落能够美化河道环境，契合城市景观建设需求^[2]。

2 城市河道主流生态护坡施工技术及工艺要点

2.1 三维植被网护坡施工技术

三维植被网护坡是一种将土工材料与植被相结合的轻型生态护坡技术，其核心材料是由热塑性树脂制成的三维立体网状结构，这种结构具有耐腐蚀、抗老化、柔韧性强等特性，主要适用于城市河道常水位以上且水流流速平缓的边坡区域，是中小型河道生态修复过程中常用的技术^[3]。其标准化施工流程如下：首先是边坡预处理，需清理掉边坡上的杂草、碎石、凸起土体，对坡面进行平整，将边坡坡度控制在1:1.5至1:2.0之间，保证坡面紧实且平整，不存在松散土体；接着是网垫铺设，从上而下铺设三维植被网，网垫之间的搭接宽度不能小于10cm，使用U型铁钉进行固定，钉距控制在50cm×50cm，坡顶和坡脚要加密固定，以此防止网垫出现滑移；然后是覆土播种，在网垫内填充肥沃的种植土，厚度要覆盖住网垫的整体高度，均匀播撒紫花苜蓿、狗牙根、早熟禾等具有耐水、耐旱、固土性强特点的草种

子,覆盖上薄土并压实;最后是养护管理,播种后要及时洒水来保持湿度,前期每天洒水1至2次,持续1个月,做好防虫、防踩踏防护工作,确保植被能够出苗生长。

2.2 生态袋护坡施工技术

生态袋护坡以透水却不透土的无纺布复合生态袋作为核心材料,袋内填充腐殖土、黏土混合而成的基质、植物种子,经过分层堆叠、利用卡扣固定从而形成整体的护坡结构,适合应用在河道边坡比较陡、水土流失风险比较高的区域,在防洪固土、生态修复方面有着出色效果。施工工艺的核心要点如下:首先是施工前期准备工作,需清理坡脚基坑,夯实基底的土体,铺设格宾来压脚以此增强整体稳定性;其次是生态袋装填,依照腐殖土与黏土比例为2:1配置种植基质,将紫穗槐、草本植物种子混合后,装填到生态袋达到80%的饱满度,进行封口并压实,确保袋体平整而且紧实;再次是分层堆叠,从下往上分层并且错缝来堆叠生态袋,每层堆叠完成之后安装专用连接扣,人工压实袋体的间隙,保证整体结构紧密贴合,不存在松动的空隙;最后是坡顶压顶与养护,坡顶采用混凝土或者石材进行压顶加固,施工完成后定期洒水养护,每周1到2次,持续养护1个月,以此促进植被生根生长。

2.3 格宾石笼护坡施工技术

格宾石笼护坡这种生态护坡技术,是利用镀锌低碳钢丝编织成网箱,并在其内部填充天然石块。其具有孔隙率高、能抗冲刷、透水性强的特性,适合用于城市河道中水流速度比较快、边坡受到的冲刷严重、防洪压力较大的河段。这项技术的结构稳定性良好,石笼的孔隙能够留存泥沙,还能让植被生长,具有工程防护和生态修复这两种功能。施工流程包括:首先是基槽开挖,要按照设计的尺寸去开挖坡脚、边坡的基槽,把基底平整并夯实,将杂物清理掉,以此保证基底承载力达到标准;其次是石笼组装与铺设,在现场把网箱展开,组装成规定的形状,用绑扎的方式固定网片,分层铺设石笼,保证排列得整齐,搭接得紧密;再者是石块填充,选择质地坚硬、粒径均匀的天然石块,分层往石笼里填充,空隙的地方用小粒径碎石填充,确保填充得密实^[4]。

2.4 绿色装配式生态护坡施工技术

绿色装配式生态护坡属于新型工业化生态护坡技术,它运用预制生态混凝土构件、镂空装配式模块在现场进行拼装施工。其构件预留了植被生长孔、水土交换通道,适合城市主城区景观河道、高标准生态治理河段,具备施工高效、生态性良好、景观性突出等优点。施工核心要点如下:要提前根据河道边坡尺寸来预制标

准化生态构件,运输到施工现场后,对边坡基底做平整处理,并精准定位放线,采用模块化拼装方式,从下往上安装构件,构件之间通过专用连接件固定,以确保整体平整、衔接紧密,拼装完成后,在构件预留孔洞内填充种植土,播种乡土植被种子,培育植被群落。

3 城市河道生态护坡生态修复效果分析

3.1 优化水体环境,提升水体自净能力

传统硬质护坡的边坡结构呈封闭状态,导致水体的流动性不好,污染物容易堆积起来,使得水体自身的净化能力持续变弱。生态护坡有着多孔结构、植被模式,能够对水体环境起到有效的改善作用。一方面,护坡的孔隙、植被的根系可以吸附水体中的悬浮物、氮、磷等污染物,减少水体里富营养化物质的积聚,降低水体的浑浊程度^[5]。另一方面,边坡植被跟微生物形成协同净化模式,植被的根系能给微生物提供附着的载体,微生物分解水体中的有机污染物,进而进一步让水质得到净化。多项工程实践得到的数据显示,使用生态护坡改造后的河道,水体中的氨氮、总磷含量能够降低20%至35%,水体的透明度有明显的提高,能够改善河道的水质状况。

3.2 恢复边坡植被群落,完善生态结构

生态护坡采用人工播种、基质培育的方法,能够较快地在裸露的边坡上建立稳定的草本与灌木复合植被群落,从而改变传统护坡没有植被覆盖的状况。在植被生长时,其能够逐渐将整个边坡覆盖住,形成接近自然的河道植被景观。植被的根系会深入到边坡土体之中,和护坡材料、土体一起形成复合固土结构,这不但能够提高边坡的稳定性,还能够完善河道水陆过渡带的植被生态结构。和硬质护坡相比,生态护坡可以让边坡植被覆盖率达到90%以上,恢复河道表层生态系统,弥补城市河道植被缺失这一不足。

3.3 提升生物多样性,修复河道生态链

水陆过渡带对河道生物的栖息与繁衍有着极其关键的意义,传统的硬质护坡对该区域的生态环境造成了非常严重的破坏,使得河道生物种类变得单一,数量大幅减少。生态护坡具有多孔结构、植被群落,为各类生物建立了良好的生存空间。石笼、生态袋的孔隙能够为小型水生动物和昆虫提供栖息避难之所,边坡植被可以为鸟类和陆生昆虫提供食物与栖息环境,植被根系能为水生微生物、鱼虾类提供生存载体。结合长期观测获取的数据表明,经过生态护坡改造的城市河道,水生生物、陆生植物、鸟类的种类有所增加,河道生态链渐渐趋向完整,生物多样性得到了有效恢复。

3.4 强化水土保持，稳固河道边坡

各类生态护坡技术借助材料防护、植被固土这两种作用，能够较大幅度地提高河道边坡抵抗冲刷、侵蚀的能力。护坡材料能够抵挡水流、雨水的直接冲刷，防止表层土体出现流失的情况，植被有着发达的根系，可以穿插、固结土体，降低边坡松散土体产生滑坡、坍塌的风险。与裸露边坡相比较而言，生态护坡能够使边坡水土流失率降低超过80%，处理城市河道边坡淤积、坍塌问题，确保河道边坡结构稳定、行洪安全。

4 生态护坡施工现存问题与优化策略

4.1 现存主要问题

目前城市河道生态护坡施工、生态修复存在不少问题。首先是技术选型适配性欠缺，部分工程没有依据河道水流流速、边坡坡度、水质现状来选用护坡技术，而是盲目进行选择，这使得防护效果、生态修复效果都不太理想。其次是施工规范化程度较低，部分施工单位简化施工流程，出现了网垫搭接宽度不够、生态袋装填不密实、石笼填充不规范等情况，对边坡稳定性、植被生长产生了影响。再者是植被配置不合理，多是单一选用草本植物，缺少乔灌木复合搭配，植被群落稳定性较差，容易出现退化死亡。最后是重施工、轻养护，工程完工后缺乏常态化养护管理，植被缺水、病虫害、人为破坏等问题频繁发生，导致生态修复效果难以持续。

4.2 优化改进策略

4.2.1 科学选型适配技术

施工前要对河道的水文、地形、生态现状做全面勘察。水流平缓、边坡较缓的河段，选用三维植被网护坡，陡坡且易冲刷的河段，选用生态袋护坡，高流速防洪河段，选用格宾石笼护坡，景观核心区域，选用装配式生态护坡，这样就能达成技术与工况的精准匹配。

4.2.2 规范标准化施工流程

建立施工全过程质量管控模式，严格把控边坡处理、材料铺设、植被播种、压实固定等关键工序，杜绝违规简化施工流程，保障工程施工质量。

4.2.3 优化植被群落配置

遵循乡土化、多样化原则，采用“草本+灌木”复合种植模式，搭配耐水、抗逆性强且净化能力优的乡土植物，建立稳定可持续的植被生态群落。

4.2.4 完善后期养护模式

建立常态化巡查、洒水养护、病虫害防治、破损修复机制，定期补植退化植被、加固松动护坡结构，保障生态护坡长期稳定运行，持续发挥生态修复效益。

结语

城市河道生态护坡技术在解决传统河道治理的生态问题及修复城市水生态系统方面发挥重要作用。与传统硬质护坡相比，它在水土保持、水质净化、生物多样性恢复、景观提高等方面有着独特优势，符合新时代城市水生态文明建设的发展要求。科学恰当的生态护坡施工技术能够有效修复城市河道受损的生态系统，达成河道防洪安全、生态健康、景观优美等多种效益的统一。

参考文献

- [1] 邹育新.生态护坡技术在城市河道生态修复中的应用[J].水利技术监督,2025(3):229-231+254,298.
- [2] 徐诗颖,阮颖航.河道生态护坡施工技术在水利工程中的应用探讨[J].现代工业工程,2026(6):234-236.
- [3] 陈莉邦.水利工程中的河道生态护坡施工技术研究[J].大众科学,2026,47(4):136-138.
- [4] 张红新.水利工程中河道生态护坡施工技术细节的分析探讨[J].门窗,2026(4):37-39.
- [5] 王佳.植被混凝土技术在水利工程生态修复施工中的应用效果评估[J].中国科技期刊数据库 工业B,2026(3):017-020.