

# 河道整治工程生态护坡施工应用研究

黄晴晴

安徽安冉水利工程有限公司, 安徽 淮北 235100

**[摘要]**传统的河道整治工程大多采用砖石、混凝土等硬化结构,虽然防火固土加固边坡的基础防护效果比较稳定,但是存在一些弊端,容易隔断边坡水土交换,对原有动植物生存环境造成一定的破坏,整体环境适配性较差。而生态护坡技术能够兼顾边坡安全防护、生态环境修复和景观美化三大需求,实现三者协同发展,弥补了传统护坡的诸多短板。文中对目前生态护坡技术进行了梳理与分析,逐一对比各类技术的适用场景、核心优势与现存不足,详细讲解标准化施工流程以及关键参数的把控要点,总结现阶段生态护坡施工中普遍存在的共性问题,在此基础上制定针对性的优化改进措施,构建完善的质量管控体系,从而推动生态护坡的标准化、规范化发展,以供参考。

**[关键词]**河道整治;生态护坡;施工工艺;质量管控;生态修复

DOI: 10.33142/hst.v9i5.19893

中图分类号: TV85

文献标识码: A

## Research on the Application of Ecological Slope Protection Construction in River Regulation Projects

HUANG Qingqing

Anhui Anran Water Conservancy Engineering Co., Ltd., Huaibei, Anhui, 235100, China

**Abstract:** Traditional river regulation projects mostly use hardened structures such as bricks, concrete, etc. Although the foundation protection effect of fire prevention and soil reinforcement on slopes is relatively stable, there are some drawbacks, such as easily blocking soil and water exchange on slopes, causing certain damage to the original living environment of animals and plants, and poor overall environmental adaptability. Ecological slope protection technology can meet the three major needs of slope safety protection, ecological environment restoration, and landscape beautification, achieving coordinated development of the three and filling many shortcomings of traditional slope protection. The article summarizes and analyzes the current ecological slope protection technology, compares the applicable scenarios, core advantages, and existing shortcomings of various technologies one by one, explains in detail the standardized construction process and key parameter control points, summarizes the common problems commonly existing in ecological slope protection construction at present, and based on this, formulates targeted optimization and improvement measures, constructs a sound quality control system, and promotes the standardized and regulated development of ecological slope protection for reference.

**Keywords:** river regulation; ecological slope protection; construction technology; quality control; ecological restoration

### 引言

河道是流域水生态系统的核心载体,承担行洪排涝、生物栖息等多项重要作用。河湖长制实施以来,河道治理不再局限于单纯的防洪加固,转而兼顾安全、生态、景观与长效运维的综合建设。传统硬质护坡结构稳固、防护能力突出,但阻断了水陆间的物质流通,造成生物栖息地受损、水体自净能力减弱,沿岸景观也趋于雷同,难以满足生态河道的建设标准。生态护坡兼顾工程防护与生态修复,

依托柔性材料搭配植被打造复合岸坡结构,目前已在河道整治中大量应用。但实操阶段仍存在诸多问题,包括技术选用缺乏标准、施工流程管控松懈、各项参数设置不够严谨、后期养护工作缺位,同时配套质量评价机制也不够健全,最终造成不少项目生态修复效果差、使用年限缩短,岸坡防护效果也达不到设计要求。基于此,为了提高河道生态护坡工程的施工质量,文中对河道整治工程生态护坡施工应用进行了深入的研究。

## 1 河道生态护坡核心内涵与设计原则

### 1.1 核心内涵

生态护坡是兼具工程防护与生态修复功能的新型护坡技术。可抵挡水流冲刷、防止水土流失,保障行洪安全;同时打造出能透水、可长植物的岸坡,打通水陆间的物质循环,滋养植被与微生物、修复生态体系,还能美化环境,推动工程建设和自然生态协调发展。

### 1.2 设计与施工基本原则

河道生态护坡施工要恪守五大核心原则。第一,工程安全,护坡结构需符合水文水流条件,做到防滑、抗冲刷、防渗漏,守住防洪行洪底线。第二,生态适配,尽量保留原有地形和植被,选用透水透气、环保无害的建材,恢复河道自身生态调节能力。第三,因地制宜,依据河道规格、土质、气候等实际情况挑选施工工艺,避免照搬套路、千篇一律。第四,长效稳定,依靠标准施工和日常规范养护,让护坡结构与绿植长久保持良好状态。第五,经济合理,优化施工流程与材料搭配,把控建设成本。

## 2 河道主流生态护坡技术类型及性能对比

当前国内河道整治工程中应用的生态护坡技术种类可分为植被生态护坡、复合型生态护坡、柔性工程生态护坡,不同技术的防护性能、生态效果、适用场景、施工难度差异显著,具体见表1。

### 2.1 植被生态护坡

植被生态护坡属于基础护坡工艺,主要选用本土草本、灌木类植株。依靠植物茎叶削弱水流冲击力,根系固定土

壤,从而达成边坡防护与生态修复的效果。该工艺不使用化工原料,契合自然生态特点,坡面透水透气性能良好,能保障水陆生态正常互通,同时成本低廉、施工操作简便。但其防护能力偏弱,仅适用于水流平缓的小型河道,面对高流速、大坡度边坡难以满足防护要求,通常作为辅助护坡手段应用。

### 2.2 生态袋护坡

生态袋护坡是一种柔性复合生态护坡工艺,以透水不漏土的高分子生态袋为主要载体,袋内装入改良土壤、有机肥和植物种子,再分层错缝码放并加以固定,构成完整的护坡结构。生态袋能让水正常渗透,同时护住泥土和养分,给植物生长创造稳定条件,形成了袋体加绿植的双重防护。这项技术适配各类边坡,不规则岸坡也能使用,施工灵活、生态效果好,加固松散土体的能力突出,目前也是中小河道生态修复里常用的主流方式。

### 2.3 植被混凝土护坡

植被混凝土护坡是刚性植生复合型技术,通过改良混凝土配比,降低胶结材料用量,添加缓释肥料、保水剂、植被种子,形成多孔、透气、透水的生态混凝土基材,采用湿式喷射工艺成型。成型后的混凝土结构兼具高强度与多孔性,既可以抵御中等强度水流冲刷、固定边坡土体,又能通过孔隙为植被生长、微生物繁殖提供空间,植被成型后可全面覆盖坡面,生态修复效率高、坡面稳定性强,广泛应用于城镇硬质河道生态化改造工程。

表1 主流生态护坡技术性能及适用场景对比表

护坡技术类型	核心结构特征	抗冲刷流速/(m/s)	生态性能	施工难度	适用场景	使用寿命/a
纯植被护坡(植草护坡、灌木护坡)	依托本土植被根系固土,无人工硬质结构,纯生态体系	≤1.5	极佳,完全透水透气,生物栖息性强,景观自然度高	低,施工工序简单,无复杂设备需求	流速平缓、水位变幅小、土质稳定的郊区、乡村小型河道岸坡	8~15
生态袋护坡	采用透水生态袋装填种植土,分层错缝堆砌,袋体植生	1.5~2.5	优良,透水透气性好,可培育多层植被,水陆交换通畅	较低,人工堆砌为主,施工灵活,适应性强	中小河道边坡、土质松散岸坡、生态修复重点河段	15~25
植被混凝土护坡	多孔生态混凝土基材混合植被种子,喷射成型,刚性植生复合结构	2.5~4.0	良好,多孔结构可透水,植被覆盖率高,生态修复速度快	中等,需专业喷射设备,配比与喷射工艺要求严格	流速中等、坡度较陡、土质贫瘠的城镇河道岸坡	20~30
格宾石笼护坡	镀锌合金石笼网装填块石,柔性整体结构,缝隙植生	3.5~5.0	中等,结构缝隙可透水植生,可为小型生物提供栖息空间	中等,机械化辅助施工,对块石装填、网体固定要求高	大流速、强冲刷、堤防护脚、山区河道整治工程	30~50
生态预制块护坡	预制多孔生态混凝土块拼接铺装,块间缝隙植生	2.0~3.5	中等,透水性能良好,植被生长空间规整,景观统一性强	中等,铺装精度要求高,预制件适配性要求严格	城镇景观河道、行洪河道常规岸坡防护	25~35

## 2.4 格宾石笼护坡

格宾石笼护坡是高强度的柔性护坡工艺,用防腐镀锌合金网箱装填天然石块,拼接搭建出完整的护坡结构。石块之间的缝隙可以透水,还会淤积泥沙、长出植物,慢慢形成稳固的生态护坡。它柔韧性强、整体结构稳固,耐水流冲刷,也不易发生形变,能应对岸坡出现的不均匀沉降。这项技术防护能力出众,多用于山区河道、高流速河段以及堤坝护脚等冲刷严重的区域,长期使用的稳定性和工程安全表现十分突出。

## 2.5 生态预制块护坡

生态预制块护坡是标准化装配式生态护坡技术,工厂预制多孔、镂空生态混凝土块,现场拼装铺装形成坡面防护结构。预制块强度高、尺寸规整、施工效率高,镂空与孔隙区域可种植植被、淤积水土,兼顾工程规整性与生态性,景观统一性强,适配城镇标准化河道整治工程,是兼顾安全、生态、景观的综合性护坡技术。

## 3 生态护坡标准化施工工艺流程与核心要点

生态护坡施工主要分为前期准备、坡面修整、主体施工、植被栽种和后期养护五大环节,各个步骤衔接紧密,把控好每一个环节,才能既保证工程牢固,又发挥生态效果。

开工前先要实地勘察现场,仔细检测岸坡土质、坡度、水流速度、水位变化以及地基承载能力等情况,结合河道治理需求挑选合适的护坡方式,避免选用的工艺和现场条件不匹配。同时还要严把材料关,像生态袋、石笼网、建材、植物种子等,都要符合水利生态工程要求,不能含有有毒物质。选种子优先用狗牙根、马尼拉、紫穗槐、杞柳这类本地品种,它们耐涝耐旱,固土效果也好。另外还要调试好施工设备,给工作人员讲解施工要求,把质量责任落实到位。

坡面整理是打好基础的关键一步,要先清理掉坡面上的杂草、树根、浮土和碎石。凸起的地方削平,坑洼处用

素土分层回填并压实,保证坡面坡度、平整度符合标准。土质松散的边坡要提前做简单固土处理,还要修好截水沟、排水沟,完善排水设施,防止边坡出现塌方、滑落问题,这一步验收合格后,才能开展后续主体施工。

主体施工必须按照标准流程操作,铺设生态袋时要装填充实,分层交错码放,再用锚固桩加固;做植被混凝土时,严格把控原料配比和喷射参数,做到全覆盖,不出现空壳、开裂问题;搭建格宾石笼要把网箱拼装整齐,内部石块摆放密实并整体固定。安装生态预制块则要精准定位,保证块体之间贴合紧密。

植被搭配讲究选用本地品种、高低分层栽种,尽量做到四季都有绿植覆盖,一般采用草本和灌木混种的方式。播种时控制好疏密程度和入土深度,播完后盖上一层薄土保湿,同时避开暴雨、大风等恶劣天气作业,减少绿植枯死的情况。

后期养护时长不能少于 90 天,日常主要负责浇水保湿、清除杂草、防治病虫害,及时补种枯死的植株,还要定期检查护坡结构。养护结束后,全面检测坡面稳固性、绿植覆盖情况、坡面平整度以及抗冲刷能力,所有指标全部合格,工程才算正式完工。

为了让施工管理更加规范,本文整理了各道关键工序的质量控制要点,具体见表 2。

## 4 当前生态护坡施工应用共性问题

目前国内河道生态护坡工程,普遍存在四个比较突出的通病:多数工程不提前结合现场的水文、地质条件精准选型,全凭经验照搬方案,不仅增加了施工成本,还破坏了河道原本的自然景观,最终没办法兼顾工程安全、生态效果和经济性价比。施工过程管控粗放,细节漏洞多,目前行业缺少精细化、统一的施工规范,现场施工操作不规范的情况很常见。坡面修整敷衍、基础土层压实不到位、护坡材料配比随意乱调、植被选种不匹配河道环境等问题

表 2 生态护坡核心施工工序质量参数管控表

施工工序	核心控制参数	标准允许偏差	质量控制要求
坡面整理	边坡坡度、坡面平整度、基底压实度	坡度 $\pm 2^\circ$ , 平整度 $\leq 3\text{cm}$ , 压实度 $\geq 90\%$	坡面无浮土、杂物、坑洼, 基底坚实无松动
生态袋施工	袋体装填密实度、堆砌平整度、锚固间距	密实度 $\geq 95\%$ , 平整度 $\leq 2\text{cm}$ , 锚固间距 $\leq 50\text{cm}$	错缝堆砌、贴合紧密, 无空鼓、偏移、松动
植被混凝土喷射	喷射厚度、基材配比、喷射压力	厚度 $\pm 5\text{mm}$ , 配比偏差 $\leq 3\%$ , 压力 $0.3\sim 0.5\text{MPa}$	坡面均匀平整, 无漏喷、开裂、起砂现象
格宾石笼施工	网箱平整度、块石装填密实度、整体坡度	平整度 $\leq 3\text{cm}$ , 密实度 $\geq 98\%$ , 坡度 $\pm 2^\circ$	网箱规整、装填饱满, 整体稳固无变形
植被种植	播种密度、植被覆盖率、出苗率	覆盖率 $\geq 90\%$ , 出苗率 $\geq 85\%$	植被分布均匀, 无大面积裸露、缺苗
后期养护	养护周期、浇水频次、病虫害防控率	养护 $\geq 90\text{d}$ , 病虫害防控率 $100\%$	植被长势良好, 护坡结构无破损、冲刷

层出不穷。此外,大多数项目都只重视施工建设环节,完全忽视后期养护工作。养护周期太短、日常管护频次不足,也没有建立常态化的巡查检修机制,原本的防洪防护功能和生态修复功能逐年弱化,工程使用寿命大幅缩短。在工程质量验收阶段,大多只看重施工工艺、结构强度这类硬性工程指标,忽略了植被覆盖率、河道生物多样性、水土保持效果这些核心生态指标的考核。同时缺少工程运行期间的动态监测手段,未能实时掌握护坡运行状态。

### 5 生态护坡施工应用优化策略

搭建水文、地质、生态、经济四大维度的选型依据,开工前先精准测出水流速度、河道坡度、土壤质地等基础数据,结合现场实际挑选对应施工技术。水流湍急的河段,采用格宾石笼、植被混凝土工艺;水流平缓的河道,使用生态袋、植被护坡;城区周边河道则搭配生态预制块,让施工方案完全贴合现场情况。施工全程做到精细管控,严格执行工序报检验收要求,把好基底修整、材料质检、结构搭建、绿植栽种等关键关口,从细节上守住工程品质。养护管理分两步:工程完工后开展不少于 90 天的集中养护,正式移交使用后按季度开展日常巡查,同时做好养护记录。此外,构建完善的综合考评体系,从工程质量、生态效果、长期运行三个维度设定考核标准,重点核查结构稳固性、绿植覆盖情况、工程耐用度等内容,把生态效果纳入验收硬性要求。

### 6 结论与展望

生态护坡是河道生态改造的关键绿色技术,既能保障

河道安全,又能恢复生态、美化沿岸环境。文章梳理了植被护坡、生态袋护坡、植被混凝土护坡、格宾石笼护坡、生态预制块护坡这五种常用工艺,理清了各自适用场景和关键技术指标,也整理了整套施工流程与质量管控要求。针对实际应用中技术选错、施工不够细致、后期养护不到位、效果评估体系不完善等常见问题,通过细化施工环节、建立长期养护机制、搭建完整评价体系的解决策略,为现场标准化施工提供参考。未来还需要研发成本更低、使用寿命更长的新型技术,助力水利工程和生态环境协同发展。

#### [参考文献]

- [1]范红辉,张凯,姜文骏.生态友好型河道整治工程中柔性生态护坡材料性能优化与施工工艺创新[J].科学技术创新,2026(9):157-160.
- [2]王璐璐.生态护坡在河道整治工程中的应用[J].工程技术研究,2026,11(6):214-216.
- [3]郑永强.生态砌块护坡在石马河清溪镇段整治工程中的应用[J].水利技术监督,2026(4):294-297.
- [4]戚海棠,李康,陶亮亮,等.生态护坡技术在河道整治工程中的应用及效果分析[J].水上安全,2026(1):85-87.
- [5]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.

作者简介:黄晴晴(1989—),女,安徽淮北人,就职安徽安冉水利工程有限公司,从事水利工程工程项目施工,技术负责人、项目负责人等工作。