

# 水利工程河道生态护坡施工要点

刘云杰 蒋露

河南省人民胜利渠保障中心 河南 新乡 453000

**摘要:** 随着生态环境保护理念的深入,传统硬质河道护坡已难以满足水利工程与生态效益协同发展的需求,生态护坡技术应运而生并广泛应用。本文围绕水利工程河道生态护坡施工要点展开研究,明确了生态护坡的核心概念与多元功能定位,阐述了生态兼容性与水利安全性协同设计原则及施工前期勘察、场地清理等前提条件,重点分析了材料选型与质量控制、基底处理与边坡修整、主流生态护坡结构施工、植物种植与养护及水文地质条件适配调整等核心施工环节的技术要点。研究旨在为生态护坡工程提供系统、实操性强的施工指导。

**关键词:** 水利工程;河道生态护坡;施工要点

引言:河道生态护坡作为兼具水利安全性与生态兼容性的防护体系,其施工质量直接影响河道岸线稳定与生态系统修复效果。当前,生态护坡施工中仍存在材料选型不合理、核心工序操作不规范等问题,制约了工程效益的充分发挥。基于此,本文从概念功能、设计原则、施工前提及核心技术要点等方面展开系统探讨,为提升水利工程河道生态护坡施工质量、推动河道生态环境可持续发展提供理论与实践参考。

## 1 水利工程河道生态护坡概念与功能定位

### 1.1 水利工程河道生态护坡的核心概念

水利工程河道生态护坡是传统硬质护坡技术的生态化升级,指在满足水利工程基本功能需求的前提下,以生态学原理为指导,通过融合植被、生态材料与工程结构,构建的兼具水利安全性与生态兼容性的河道边坡防护体系。其核心特征在于打破传统护坡“以硬质材料为主、割裂生态联系”的局限,强调边坡与河道生态系统的协同共生,既实现对边坡的稳固防护,又维持河道生态系统的完整性与自我修复能力。与传统护坡相比,生态护坡更注重尊重河道自然形态与水文过程,通过模拟自然河道边坡的结构与功能,减少工程建设对河道生态环境的扰动,实现水利工程效益与生态效益的有机统一。

### 1.2 水利工程河道生态护坡的功能定位

水利工程河道生态护坡的功能定位呈现多元化特征,核心围绕水利安全、生态维护与系统协同三大维度展开。(1)在水利安全层面,其首要功能是抵御水流冲刷、防止边坡侵蚀与崩塌,保障河道岸线稳定,同时兼顾行洪排涝的顺畅性,通过合理的结构设计分散水流能量,降低水力冲击对边坡的破坏风险。(2)在生态维护层面,其核心功能是修复与提升河道生态系统的服务价

值,包括为水生与陆生生物提供栖息、繁衍的空间,改善河道水体与周边环境的物质交换条件,调节局部微气候,净化水体污染物,维持生物多样性与生态系统的稳定性。(3)在系统协同层面,生态护坡承担着连接河道水域与陆地生态系统的纽带作用,促进水陆生态因子的良性互动,同时兼具景观优化功能,通过自然化的外观与植被覆盖,提升河道周边的生态景观品质,实现生态功能与景观价值的协调统一<sup>[1]</sup>。

## 2 河道生态护坡的核心设计原则与施工前提

### 2.1 生态兼容性与水利安全性协同设计原则

生态兼容性与水利安全性协同是河道生态护坡设计的核心准则,核心在于实现工程功能与生态价值的有机统一。设计需以生态学原理为基础,尊重河道自然形态与生态系统固有规律,避免过度干预自然进程,确保护坡结构与周边环境良性互动。同时必须坚守水利工程核心底线,满足边坡抗滑、抗冲、防洪等安全要求,通过科学结构设计分散水流能量,抵御水力侵蚀与地质灾害风险。二者协同并非简单叠加,而是通过优化结构参数、筛选生态友好型材料、构建复合防护体系,实现“安全保障不弱化、生态功能不缺失”的目标,既保障河道岸线长期稳定,又维持生态系统完整性与自我修复能力,推动水利工程与生态环境可持续发展。

### 2.2 施工区域水文地质条件勘察要点

施工区域水文地质勘察是生态护坡施工的前提基础,直接决定设计方案可行性与施工质量。勘察需全面掌握河道水文特征,包括水位变化幅度、水流速度、汛期时长等关键参数,为护坡结构抗冲强度设计提供依据。地质勘察应聚焦边坡土体类型、土壤肥力、含水率、压实度及地下水位分布,明确土体抗剪强度、承载力等核心指标,判断是否存在软土、透水层等特殊地质

条件。同时需勘察周边生态环境现状,了解本土生物分布、植被类型等情况,为后续材料选型与生态构建提供参考。勘察过程需确保数据精准全面,形成系统勘察报告,为施工方案制定、风险预判及技术调整提供科学支撑。

### 2.3 施工前期现场清理与场地平整规范

施工前期现场清理与场地平整是保障施工顺利开展的关键环节,需遵循“生态优先、安全规范”原则。现场清理应全面清除边坡及周边建筑垃圾、杂草、枯木等杂物,避免影响施工质量与植被生长;对影响施工的障碍物进行拆除或迁移,确保施工通道畅通。清理过程中需注重生态保护,避免过度扰动土体与周边植被,妥善处理清理废弃物,防止污染河道水体。场地平整需按设计标高与坡度要求,采用机械平整与人工修整相结合的方式,确保施工场地地势平顺、坡度一致,无明显凸起或凹陷。平整后需对场地进行初步压实,增强土体稳定性,为后续基底处理、材料铺设等施工环节奠定良好基础,同时合理规划材料堆放区、施工便道等功能区域,保障施工现场有序高效<sup>[2]</sup>。

## 3 水利工程河道生态护坡核心施工环节技术要点

### 3.1 生态护坡施工材料选型与质量控制要点

(1) 材料选型遵循生态兼容性原则,优先选用可降解、无污染且与河道周边自然环境适配的材料,杜绝重金属含量超标、化学稳定性差的工业废料类材料。(2) 植被类材料选取耐水湿、抗冲刷、根系发达且适应当地气候与土壤条件的本土植物品种,兼顾护坡功能性与生态协调性,不盲目引入外来物种。(3) 土工材料需满足抗拉强度、撕破强度、渗透系数等核心技术指标,依据护坡结构设计要求选定对应规格型号,确保材料力学性能与工程需求精准匹配。(4) 石材类材料需保证强度等级达标,颗粒级配合理,无裂隙、风化等缺陷,其中填充石应具备良好棱角性与稳定性,避免选用易风化的软质岩石。粘结剂、营养液等辅助材料需符合环保标准,化学成分不得对河道水体、土壤及周边生物造成危害,同时需具备优良的粘结效果与保肥保水性能。(5) 材料进场前执行严格质量检验流程,核查出厂合格证、检测报告等质量证明文件,对土工材料、石材强度等关键材料进行抽样复检,不合格材料严禁入场。材料存储按特性采取针对性防护措施,土工材料需避免日晒雨淋与尖锐物体划伤,存放于干燥通风库房;石材分类堆放,防止混杂与二次污染;植被幼苗采取保湿、防晒、防冻措施,缩短存储周期。

### 3.2 河道基底处理与边坡修整施工技术要点

(1) 基底处理前清除河道底部及边坡表层的淤泥、腐殖土、建筑垃圾等杂物,确保基底土层质地均匀、承载力满足设计要求,遇软土地基时需进行换填或加固处理。(2) 基底开挖严格按照设计坡度与高程施工,机械开挖时预留10-20cm人工修整层,避免机械作业扰动基底土层,确保基底平整无明显起伏。(3) 基底压实度需达到设计标准,采用小型压实机械分层压实,控制压实力度与频次,避免过度压实导致土层板结,影响后续植被根系生长。(4) 边坡修整保证坡度一致、坡面平顺,无陡坎、凹陷等缺陷,边坡坡度需符合稳定性要求,结合河道水文条件与地质情况合理设置坡比,防范坡度过陡引发滑坡风险。(5) 边坡修整后及时进行坡面防护,若施工周期较长,需在坡面覆盖土工布或草帘等临时防护材料,防止雨水冲刷造成坡面侵蚀。针对岩石边坡或硬质土层边坡,需进行坡面凿毛处理,增强坡面与后续护坡结构的粘结力,必要时设置锚杆或锚索加固,确保边坡整体稳定性<sup>[3]</sup>。

## 3.3 主流生态护坡结构施工要点

### 3.3.1 植被型生态护坡施工要点

(1) 施工前对坡面土壤进行改良,根据植物生长需求掺入腐殖土、有机肥、保水剂等改良材料,调整土壤酸碱度与肥力,确保土壤满足植物生长条件。(2) 采用喷播法施工时,控制喷播机压力与喷播厚度,保证种子均匀分布,喷播厚度根据土壤情况与种子特性确定,喷播后及时覆盖无纺布或草帘保湿。(3) 采用植生袋或植草砖施工时,确保植生袋(砖)铺设平整、紧密拼接,袋(砖)内填充土压实无空洞,铺设顺序从坡脚向坡顶逐层进行,层间采用错缝搭接。(4) 植被种植密度根据植物品种与护坡功能要求合理确定,避免过密或过疏,种植后及时浇定根水,确保根系与土壤紧密结合。

### 3.3.2 土工材料型生态护坡施工要点

(1) 土工材料铺设前检查坡面平整度,清除尖锐杂物避免刺破材料,铺设时保证土工材料拉紧、铺平,无褶皱、松弛现象。(2) 土工布、土工格栅等材料的搭接宽度需符合设计要求,搭接处采用缝合或热熔焊接方式连接,确保连接牢固,防止水流从搭接处渗入。(3) 生态袋护坡施工时,生态袋填充量需达到设计标准,填充后封口严密,铺设采用错缝排列,袋体之间用连接扣固定形成整体受力结构,坡脚需设置压脚墙或锚固装置。(4) 土工格室护坡施工时,先将格室展开、固定,确保格室伸缩自如,拼接处用专用连接件固定,格室铺设完成后及时填充土壤与植物种子,填充过程中避免格室变形。

### 3.3.3 石材复合型生态护坡施工要点

(1) 格宾网石笼护坡施工时, 格宾网选用高镀锌或PVC包塑材质, 网孔尺寸与钢丝直径符合设计要求, 石笼组装确保网片连接牢固, 采用绑扎丝双股绑扎, 绑扎间距不大于15cm。(2) 石笼填充石材需大小搭配合理、填充密实无空隙, 填充后石笼表面平整, 石材外露部分保持自然排列, 填充过程中控制石笼变形, 确保形状符合设计要求。(3) 生态混凝土护坡施工时, 确保骨料级配合理, 孔隙率控制在20%-30%之间, 搅拌过程严格控制水灰比, 保证混凝土强度与透水性满足设计要求。

(4) 生态混凝土浇筑采用分层方式, 浇筑厚度根据设计确定, 振捣采用插入式振捣器或平板振捣器, 振捣密实但避免过度振捣导致骨料沉降、孔隙堵塞。(5) 浆砌石生态护坡施工时, 石块砌筑需错缝搭接, 灰缝厚度均匀灰缝饱满度不低于80%, 砌筑过程中预留生态孔, 生态孔间距与大小符合设计要求, 便于植物生长与水流交换。

### 3.4 生态护坡植物种植与养护施工关键要点

(1) 植物种植时间选择适宜气候条件, 优先在春秋两季施工, 避开高温、严寒或暴雨季节, 确保植物成活率。(2) 种植前对植物幼苗进行预处理, 修剪破损根系与枝叶, 裸根苗需进行蘸根处理(掺入生根剂与保水剂), 提高根系萌发能力。(3) 种植时严格控制种植深度与株行距, 种植深度以覆盖根系为宜, 避免过深或过浅, 株行距根据植物品种与生长特性确定, 确保植物生长空间充足。(4) 种植后及时浇定根水, 浇水需浇透, 确保根系与土壤紧密结合, 后续根据天气情况合理浇水, 保持土壤湿润但避免积水。(5) 施肥遵循“薄肥勤施”原则, 根据植物生长阶段与土壤肥力状况选择合适肥料类型, 避免过量施肥造成土壤污染与植物烧苗。

(6) 定期清除杂草, 采用人工除草或机械除草方式, 避免使用化学除草剂, 防止对护坡植物与周边环境造成危害。加强植物病虫害防治, 坚持“预防为主、综合防治”原则, 优先采用物理防治、生物防治方法, 必要时选用低毒、低残留化学农药, 严格控制农药使用剂量与频次。

### 3.5 施工过程中水文与地质条件适配调整要点

(1) 施工前详细勘察河道水文条件, 包括水位变化规律、水流速度、汛期时段等, 根据水文条件合理安排施工工期, 避开汛期施工, 若无法避开需制定完善防汛应急预案。(2) 针对高水位区域施工, 采取围堰、排水等措施降低施工区域水位, 确保基底干燥施工, 围堰结构需具备足够稳定性与防渗性, 防止围堰溃决。(3) 对于水流速度较大的河道, 施工时设置临时导流设施或消能装置, 减少水流对施工坡面的冲刷, 保护施工成果, 同时避免施工废弃物进入河道影响水流。(4) 施工过程中若遇地质条件变化(如发现软弱夹层、断层、地下水溢出等), 及时暂停施工, 组织地质勘察人员复核, 调整施工方案。若施工区域地下水位较高, 采取降水措施降低地下水位, 可采用轻型井点降水、集水井排水等方式, 确保基底土层含水量符合施工要求, 避免地下水影响基底压实质量。(5) 针对岩石地质边坡, 若坡面岩石完整性较差、裂隙发育, 需增加锚杆、锚索等加固措施, 或采用喷射混凝土与植被结合的施工方式, 提高边坡稳定性<sup>[4]</sup>。

结束语: 水利工程河道生态护坡施工是一项融合水利工程技术与生态学原理的系统工程, 其核心在于实现安全保障与生态保护的协同推进。本文通过对生态护坡施工全流程关键要点的梳理, 明确了材料选型、基底处理、结构施工、植物养护及环境适配等环节的核心技术要求, 为工程实践提供了清晰指引。在实际施工中, 需严格遵循设计原则, 精准把控各环节技术标准, 动态适配水文地质条件变化。

### 参考文献

- [1]朱传庆,张丽娟.水利工程河道生态护坡施工要点[J].水上安全,2024(1):70-72.
- [2]刘俊熠.水利工程河道生态护坡施工要点[J].科技资讯,2022,20(2):98-100.
- [3]段仁辉.水利工程河道生态护坡施工技术探究[J].工程建设与设计,2025(5):221-223.
- [4]杨扬.水利工程河道生态护坡施工要点[J].建筑与装饰,2021(24):102-104.