

基于生态理念的河道护坡结构与施工方法探讨

杨超 徐忠宝

荆州市城发工程设计咨询有限责任公司 湖北 荆州 434000

【摘要】：传统的河道护坡大多为硬质刚性结构，注重防洪固土的功能，忽略了河道的自然生态属性，容易导致水体自净能力降低、生物栖息地破坏、河道景观单调等问题。为了适应现代河道综合治理的要求，本文以生态理念为核心，分析传统护坡存在的问题，确定生态护坡设计的基本原则，分类介绍常见的生态护坡结构形式，整理出生态护坡的标准化施工流程，总结出生态护坡的施工关键技术要点。根据工程应用难点提出优化管控措施，以达到河道边坡稳定、防洪防汛和生态修复的效果，改善河道水域生态环境，为同类河道护坡工程的设计施工提供技术参考，促进水利工程生态化、绿色化发展。

【关键词】：生态理念；河道护坡；结构设计；施工工艺；河道治理

DOI:10.12417/2705-0998.26.08.028

1 引言

随着水利基础设施的不断完善，河道治理工程也由原来的防洪排涝、水土保持等功能向生态环境保护、水系自然修复、滨水景观改善等方向发展。以往的河道护坡工程大多采用浆砌石、混凝土等硬质材料，虽然可以有效地抵抗水流的冲刷，加固边坡土体，但是硬质结构隔绝了水土物质的交换，破坏了水生动植物的生存环境，打乱了河道生态循环的链条。硬质护坡表面光滑生硬，自然协调性差，不能满足城市生态建设、乡村水系整治的发展需要。生态护坡依靠生态学、水利工程学原理，结合岩土加固技术和植被修复技术，实现工程安全和生态保护的双重目的，已经成为河道治理的主要技术模式。科学开展生态护坡结构设计，规范落实施工流程，可以有效地修复河道自然生态系统，提高河道行洪能力，改善水域周边人居环境，具有明显的工程价值和生态效益。

2 传统河道护坡弊端及生态护坡设计原则

2.1 传统河道护坡主要弊端

生态破坏严重。硬质护坡阻断了水土之间水分、养分的交换，水体微生物不能生存，水生植物不能扎根生长，鱼虾、底栖生物失去了栖息地，河道生物群落单一化，水体自净能力不断下降。二是结构上不匹配。混凝土、浆砌石结构刚性大，对地基不均匀沉降、极端水流冲击等有较强的抵抗能力，但后期维修整改难度大。三是景观协调性差。硬质护坡外观单调生硬，破坏河道自然曲线，与周边自然景观、城市绿化不能融合，降低滨水区域视觉美感。四、排水透气性差。硬质材料密度大，坡面透气性差，雨水不能渗透补给地下水，加重了区域水资源流失。

2.2 生态护坡设计基本原则

2.2.1 安全稳定性原则

护坡结构首先要满足防洪固坡的基本要求，根据河道水文特征、边坡土质、坡度参数，准确计算水流冲刷力、土体下滑力，合理确定护坡结构厚度、材料强度、布设方式，保证汛期

高水位、强水流工况下边坡不发生滑移、坍塌，保证河道行洪安全。

2.2.2 生态自然性原则

按照河道自然演变的规律来减少人工干预的痕迹，选择环保无污染、透水透气性好的施工材料。保留水土交换通道，给动植物创造良好的生存环境，恢复河道生物链，提高水体自净能力，实现水域生态系统的良性循环。

2.2.3 经济实用性原则

根据工程质量、生态的要求，在保证工程质量、生态要求的前提下，选择本地的建材和乡土植被，并简化施工过程，控制工程造价。改善结构设计，缩减后期养护、维修次数，延展护坡使用年限，达成工程经济效益和运维成本的协调。

2.2.4 景观协调性原则

根据河道周边地形地貌、城乡规划布局来优化护坡外形、植被搭配，符合自然景观风貌。形成有层次、自然柔和的滨水坡面，既考虑生态功能又考虑观赏价值，改善河道周边人居环境质量。

3 基于生态理念的河道护坡主要结构类型

3.1 植被护坡结构

植被护坡是最简单的原生态护坡形式，以草本植物、灌木为主，依靠植物茎叶来缓冲水流的冲击，依靠植物根系固结边坡土体，达到固土防冲、生态美化的目的。该结构施工方便、造价低，透气性、透水性好，适合于水流流速平缓、边坡坡度小、土质肥沃的中小型河道。常用的施工植被有狗牙根、紫穗槐、芦苇等乡土物种，适应当地气候条件，成活率高，养护方便。单一植被护坡抗冲刷能力差，不能用于湍急水流的河段，一般配合其他材料提高结构稳定性。

3.2 土工复合护坡结构

土工复合护坡是以土工布、土工格栅、生态毯等合成材料为载体，配合植被种植形成的复合型防护结构。生态毯用纤维

材料制成三维多孔结构，孔隙率高，可以固定土壤和草种，抗冲刷性能好，适合复杂岸线地形；土工格栅依靠网格结构约束土体，增强边坡整体性，搭配植被根系形成复合固坡体系。该结构质地轻柔、施工方便，适合于土质疏松、容易水土流失的边坡，耐腐蚀性好，使用寿命可达十年以上，广泛应用于城市内河、景观河道治理工程。

3.3 生态砌块护坡结构

生态砌块是由生态混凝土、透水石材预制加工而成的，砌块上留有孔洞和拼接缝隙，具有结构强度和透水透气性。施工时用错缝拼接方式铺设在坡面上，砌块缝隙和孔洞内填种植土，栽种水生、陆生植被。砌块刚性好，能抵抗强水流的冲刷，适合于汛期水位变化大、水流速度快的河道。同时砌块规整度高，可以塑造出平整美观的坡面，满足防洪安全和生态景观的要求，但是预制成本较高，施工工艺要求严格。



图1 护坡砖

3.4 石笼护坡结构

石笼护坡是由镀锌铁丝编织成的网格框架，里面填满天然石块，层层堆积而成的防护坡面。石块间存在天然裂缝，利于水土的自由交换，后期泥沙淤积之后会自生植被，渐渐成为自然生态坡面。该结构抗变形能力强，可以适应地基不均匀沉降，取材方便、施工简单，适合于山区河道、山洪易发河段。石笼护坡耐久性好，抗冲击能力强，但坡面平整度差，景观美化效果差。



图2 石笼护坡

4 生态河道护坡施工方法及关键工艺

4.1 施工前期准备

施工前应进行现场勘察，准确获取河道水文数据、边坡土质参数、周边地形状况，根据设计图纸确定护坡结构形式、施工范围、植被选择。编制专项施工方案，合理安排施工工期、机械设备、人员配置，对汛期、降雨天气进行应急防护。提前清除施工区间的杂物、杂草，平整边坡表面，修整边坡坡度，清除松动的土体，防止施工时出现边坡塌方。采购合规建材，检测材料强度、环保性能，选择适合本地环境的植被幼苗，保证施工基础质量。

4.2 通用施工流程

4.2.1 坡面修整处理

采用人工配合机械设备进行坡面开挖、平整工作，控制好边坡坡度、坡高，清除坡面凸起的土体和尖锐的石块。对松散土质边坡进行夯实压实，提高土体密实度，防止后期沉降变形。修整完成后清理坡面积水，晾晒坡面土体，保证施工基面干燥平整。

4.2.2 底层防护铺设

根据护坡结构类型铺设底层材料，土工复合护坡需要铺设土工布做反滤层，阻止泥沙流失，均匀分散水流压力；砌块护坡、石笼护坡需要铺设碎石垫层，改善坡面受力状况，加强基础稳定性。底层铺设要保证平整无褶皱，拼接处搭接紧密，搭接长度符合施工规范。

4.2.3 主体结构施工

植被护坡采用水力喷播、人工栽植的方式种植植被，喷播时均匀撒播草种，覆盖薄土层保湿养护；生态毯、土工格栅要贴合坡面铺设，用固定钉加固，防止出现松动滑移；生态砌块按设计顺序错缝铺设，调整砌块平整度，填充缝隙种植土；石笼护坡分层堆叠摆放，固定框架位置，均匀填充石块，保证结构密实稳固。

4.2.4 植被栽种养护

主体结构施工完毕后，在预留的种植区栽种乡土植被，选择草本和灌木相结合的方式组成植被群落。栽植后及时浇定根水，设保湿覆盖层防止强光直射、暴雨冲刷。定期浇水施肥、清除杂草、防治病虫害，保证植被存活率。

4.3 施工关键技术要点

一是控制材料质量，土工材料要具有耐腐蚀、抗老化的特点，生态砌块强度合格，石块质地坚硬无风化破损，所有建材进场前必须进行质量检测。二是严格控制施工精度，边坡修整坡度偏差不大于规范允许的范围，材料铺设搭接长度一致，砌块、石笼排列整齐，无缝隙过大、结构错位现象。第三，植被配置要根据当地条件选择耐水涝、耐贫瘠、固土强的乡土树种

为主,配以高、低植被组成多层次植被防护体系。四、做好防水防冲保护,施工期间设置临时排水设施,避开暴雨时段施工,完工后及时加固坡面,防止水流冲刷破坏未成型结构。

5 工程常见问题及优化管控措施

5.1 工程常见问题

根据目前河道护坡施工实践,现阶段生态护坡存在着很多共性问题。设计上部分工程直接套用通用方案,没有根据河道水文、地质情况个性化设计,护坡结构和现场不匹配;植被搭配单一,容易造成植被退化、群落失衡等问题。施工层面施工人员操作不规范,材料铺设、结构拼接精度不够,坡面密实度不达标;植被栽种时机不当,养护不到位,植被存活率低。运维上后期养护管理制度缺失,杂草丛生、病虫害蔓延、人为破坏护坡结构时有发生,致使护坡使用寿命降低。

5.2 优化管控措施

5.2.1 优化设计方案

设计前期做全方位现场勘察,根据河道行洪需求、土质情况、周边规划,对不同的结构进行差异化选择。平缓景观河道用植被护坡、土工复合护坡,湍急通航河道用生态砌块、石笼护坡。合理搭配常绿植物、落叶植物、草本植物、灌木,提高植被抗逆性,形成稳定的生态系统群落。简化复杂的结构来降低施工难度和建设成本。

5.2.2 规范施工管控

创建施工全过程质量控制体系,对施工人员进行专业技术培训,确定施工流程和操作标准。加强建材进场检验,不合格的材料不得进入施工现场。施工过程中对边坡坡度及材料铺设情况进行实时监测,并做好施工记录。改善施工时序,选在春秋两季栽种植被,避开极端天气,提高植被的存活率。完工后对坡面压实度、抗冲刷能力进行检测,验收合格后才能投入使用。

5.2.3 完善后期运维

建立常态化养护管理规章制度,定期清理坡面上杂草、枯枝,对结构上裂缝、松动危险进行排查,及时修补破损处。根据植被生长状况合理浇水施肥,科学防治病虫害。设防护警示

标志以减小人为踩踏、杂物堆放等破坏。创建运维监测台账,记载护坡结构状况和植被生长状况,不断改良养护计划。

6 工程应用效益分析

6.1 生态效益

生态护坡保持透水透气结构,促进水土良性交换,改善水体溶解氧含量,提高水体自净能力。坡面植被给昆虫、水生生物提供栖息繁衍场所,增加河道生物多样性,改善水域自然生态。植被能吸附粉尘,净化空气,调节局部微气候,减小水土流失,改善河道水土环境。

6.2 经济效益

生态护坡多用低成本环保材料,施工过程简单,比传统硬质护坡工程造价降低15%到20%。结构抗沉降、抗老化性能好,后期维修养护次数少,运维成本低。生态河道不仅能改善水生态环境,还可以带动周边土地升值、滨水文化旅游、生态农业发展,进而取得经济效益。

6.3 社会效益

生态护坡改善河道自然景观,营造出柔和美观的滨水坡面,给居民赋予了休闲观赏的亲水场所,改善人居环境质量。完善河道防洪排涝体系,减少洪涝灾害发生的概率,保证周边居民的生命财产安全。推动水利工程生态化转型,给区域生态文明建设赋予工程支撑,有着较好的示范推广意义。

7 结论

生态护坡冲破传统硬质护坡的技术束缚,顾及工程安全、生态保护、景观美化诸多功能,符合当下河道综合治理的发展趋向。本文对四种主流的生态护坡结构进行梳理,确定不同的结构适合的环境及优缺点,并总结出标准化的施工流程和技术要点。研究表明,植被护坡生态性好,适合平缓小型河道;土工复合护坡适用范围广,多用于城市景观河道;生态砌块护坡稳定性好,适合高流速河道;石笼护坡抗冲击能力强,适合山区河道。施工过程中要严格按照设计原则控制材料质量、施工精度和植被养护,通过优化设计方案、规范施工管理、完善运维体系来解决工程实操中出现的问题,提高护坡工程综合质量。生态护坡作为河道治理工程中重要的处置方法,后续需完善自身技术,提升整体工程的质量。

参考文献:

- [1] 汪渊.城市河道生态护坡工程设计研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(28):45-47.
- [2] 刘向宇,胡林生.河道治理工程中护坡植被条件对岸坡水力特性影响研究[J].水利科学与寒区工程,2023,6(03):23-27.
- [3] 梁柏棉.中小河流河道护坡治理工程设计研究[J].江西建材,2022,(09):359-360+363.
- [4] 陈传荣.农村污染河道生态修复与景观设计方法初探[J].现代园艺,2016,(21):92-93.
- [5] 肖海军.现代城市河道生态护坡的设计分析[J].工程技术研究,2021,6(01):221-222.