

河道生态护岸工程施工技术与效果评价

杨永亮

嵩县水旱灾害防御服务中心, 河南 洛阳 471400

DOI:10.61369/WCEST.2025090005

摘 要 : 河道是流域生态系统的核心廊道, 承担着水资源供给、泄洪排涝、生物栖息等重要职责。传统河道治理时采用的浆砌石、混凝土等硬质护岸虽然可以满足防洪、坡岸稳定等需求, 但会影响到水陆生态系统的物质循环与能量交换, 降低河道自净能力、减少生物多样性、导致景观单一化等。这不符合当前的生态文明建设要求。基于此, 下文将详细分析河道生态护岸的类型与技术特征, 探究植物型、土工材料复合型等河道生态护岸的施工技术要点, 并从水文调节、生物多样性恢复等维度进行效果评价。希望为河道生态护岸工程的优化设计和施工提供技术参考。

关 键 词 : 河道生态护岸工程; 施工技术; 效果评价

Construction Technology and Effect Evaluation of River Ecological Bank Protection Engineering

Yang Yongliang

Song County Flood and Drought Prevention Service Center, Luoyang, Henan 471400

Abstract : River channels are the core corridors of the river basin ecosystem, undertaking important responsibilities such as water resource supply, flood discharge and drainage, and biological habitat. Although the hard revetments such as masonry and concrete used in traditional river management can meet the requirements of flood control and slope stability, they will affect the material circulation and energy exchange of the aquatic and terrestrial ecosystems, reduce the self-purification capacity of the river, decrease biodiversity, and lead to the homogenization of the landscape. This does not conform to the current requirements of ecological civilization construction. Based on this, the following text will conduct a detailed analysis of the types and technical characteristics of river ecological revetments, explore the key points of construction techniques for river ecological revetments such as plant-based and geosynthetic composite types, and evaluate the effects from dimensions such as hydrological regulation and biodiversity restoration. It is hoped to provide technical references for the optimized design and construction of river ecological bank protection projects.

Keywords : river ecological bank protection project; construction technology; effect evaluation

前言

河道生态护岸工程遵循了“尊重、顺应以及保护自然”的理念, 能够将生态技术与工程结构融合。不仅可以提升岸坡的稳定性, 还能够修复、提升河道生态功能。近些年, 河道生态护岸工程开始应用在长江经济带、黄河流域生态保护带等领域。虽然相关技术在不断创新, 但在材料选型、施工工艺规范、效果评价等方面仍然存在不足。因此, 本文针对河道生态护岸工程的施工技术和效果评价开展探究是非常有必要的, 这样才能建立完善的效果评价指标体系, 提升河道生态护岸工程的长期生态效益。

一、河道生态护岸的类型和技术特征

(一) 植物型生态护岸

植物型生态护岸是利用原生植被的根系固土作用和茎叶消能作用来稳定岸坡、修复河岸生态。其优势是原生植被的成本低、景观自然、生态性好等。可优先应用在水流流速不超过1.5m/s,

坡度较缓的河道岸坡。

使用较多的植被包括: 狗牙根、结缕草等乡土草本植物, 杞柳、紫穗槐等灌木, 垂柳、枫杨等乔木。具体种植时需考虑到河道的水文条件、当地气候特征和土壤类型, 合理选型搭配。施工时要综合应用播种、扦插、植生袋铺设等方式, 打造“草本-乔木-灌木”综合防护体系。^[1]

作者简介: 杨永亮 (1982-), 男, 汉族, 河南省洛阳市人, 工程师, 从事水利工程方向。

（二）土工材料复合型生态护岸

土工材料复合型生态护岸能够将植物和生态袋、土工布、土工格栅等新型土工材料结合，进而形成复合防护结构。该结构既发挥了植物的生态性价值，又发挥了土工材料的高强度作用。一般应用在水流流速1.5–3.0m/s之间、坡度较陡的河道岸坡。

在选择土工材料时要满足高透水、高强度、耐用性强等要求，包括：聚丙烯无纺布制作的生态袋，透水不透土，腐蚀性较强。填充土壤后可直接堆叠形成岸坡主体；土工格栅，能够提升岸坡整体稳定性，防止坡体滑移；土工布，铺设在生态袋和坡体间，能够发挥隔离、过滤以及排水作用。在具体施工时要完成坡体开挖整形、铺设土工布、堆叠生态袋、固定格栅、种植植被等环节，这个过程要合理选择生态袋的搭接方式、把控好格栅的锚固深度等，这样才能提升结构的稳定性。

（三）生态混凝土型生态护岸

生态混凝土型生态护岸能够将生态混凝土作为主体材料，通过优化骨料级配、孔隙结构的方式完成强度支撑，并为植物提供适宜的生长空间。其具有强度高、耐久性好等优势，主要应用在水流流速3.0m/s以上，坡度较陡的河道岸坡。

生态混凝土主要分为植物型、多孔型和透水型三种，其中植物型生态混凝土需要预留植物生长孔、添加有机基材，为植物提供养分和生长空间。在施工时要严格把控混凝土配比，将孔隙率控制在20%–30%之间。还要做好混凝土的养护工作，防止混凝土出现早期开裂的情况。

二、河道生态护岸工程施工技术要点

（一）施工筹备

施工筹备是保障生态护岸工程质量的基础，需从三方面入手加强技术控制。

第一，精准勘察与参数校验。要通过现场勘察核实设计洪水位和河道常水位、汛期极值的契合度。整合已有数据模拟流速分布，根据结果优化护岸抗冲参数；开展土壤取样试验，获取地基承载力的真实数据。针对地下水埋深1.5m以上的区域制定降水、换填处理方案；核查原生植被的根系分布深度、水生生物的主要活动区，划定施工禁扰范围、设计生态缓冲带。

第二，设计交底和方案细化。组织设计、施工和监理方共同进行技术交底，确定护岸结构的具体构造细节。例如：格宾网丝径、孔径和填充石料级配。生态袋的搭接方式和固定间距；明确材料性能指标，包括：混凝土强度等级必须超过C25、生态基材有机质含量必须大于30%。确认植被选型是否符合当地的气候和水文条件；制定完善的生态专项保护方案，明确施工期间水生生物的迁移保护方式、设定植被恢复时序等。

第三，现场布置和资源调配。根据实际施工情况划定施工便道、材料堆放区等，不能占用河道行洪断面；结合生态要求配备相应的施工设备，包括：低噪声挖掘机、电动夯土机等，减少设备对周边环境带来的扰动；结合施工进度设定材料进场计划，提前对植被种苗、生态袋等材料做好保湿、防晒处理，确保材料性能达标。^[2]

（二）三类生态护岸核心施工技术

第一，植物型生态护岸施工技术。植物型生态护岸主要包含植被固坡、生态修复这两部分，在施工时需考虑到坡体稳定性和植物生长适应性需求。首先，要做好岸坡清理工作。利用除草机等小型机械清除坡体表面的杂草、枯枝落叶、腐蚀质层等，移除坡体表面的尖锐石块，防止伤害植被根系。清理时针对松散土体可采取人工夯实的方式，确保坡体表面平整坚实；其次，要改良土壤、种植植物。施工前对土壤进行取样检测，结合检测结果采取针对性改良措施。垂柳、旱柳等乔木植物可采取扦插、移栽法。最后，要做好后期养护工作。养护周期至少为6个月，第1、2个月每周浇水一至两次，及时清理杂草。第3、4个月每周浇水一次并施入速效肥，还要定期做好生物防治工作。第5、6个月逐渐减少浇水频率，提升植被耐旱能力。针对生长不良的植株要及时补株，确保养护期内的植被成活率达标。

第二，土工材料复合型生态护岸施工技术。土工材料复合型生态护岸主要包含土工材料加固和植被生态修复这两部分。在施工时需考虑到材料铺设质量、结构连接稳定性需求。首先，要进行坡体和基底开挖工作。可进行自上而下的分层开挖和支护操作，每层开挖深度控制在1.5m以内，利用挖掘机作业。开挖过程中时刻监测位移防止出现裂缝、滑坡的问题，并利用土工布覆盖或打上木桩临时支护。当基底开挖至设计标高后要利用蛙式打夯机进行分层夯实，将压实度控制在93%以上。如果是软土地基，可提前铺设30–50cm厚的砂砾垫层做好压实处理，边缘还要开挖排水沟及时排除地下水；其次，要铺设土工布、堆叠生态袋。要将外观无破损、无老化的土工布自上而下的顺坡铺设，确保土工布和坡体紧密结合。相邻土工布的搭切宽度必须在20cm以上，并进行双缝缝合或热熔粘结等，这样才能够保证土工布的强度达标。之后采取锚固固定，利用回填土壤压实。在堆叠生态袋时可在生态袋内填充土壤、有机肥和保水剂，确保填充量在90%以上。将密封好的生态袋自下而上的分层错缝搭叠，错缝距离为袋长的1/3左右，将袋子的四角利用专用连接扣固定；再次，要进行土工格栅锚固操作。选用双向塑料土工格栅与生态袋表面紧密贴合铺设。格栅呈现梅花型布置，格栅与锚杆连接处利用夹具固定。坡顶格栅延伸1.5m左右后嵌入锚固沟压；最后，要种植植被、设置排水系统。可在生态袋表面预留的种植孔中填充营养土，种植草本植物种子。还可以在生态袋每层的缝隙中喷播混合植被种子，提高植被覆盖率。种植结束后需在表面覆盖浸湿的无纺布，这样能够提高植被成活率。^[3]

第三，生态混凝土型生态护岸施工技术。生态混凝土型生态护岸主要包括模板、钢筋、混凝土浇筑、植物种植等部分。在施工时需考虑到结构强度、透水和透气性等需求。首先，要合理选择模板。一般以竹胶板、钢模板为主，刚度必须在挠度L/500以上（L为模板跨度）。安装前需涂刷脱模剂，接缝处利用海绵条密封避免漏浆，并按照设计确定坡度；其次，要做好钢筋绑扎操作。要按照设计要求选择HRB400级钢筋绑扎牢固，确保保护层厚度达标。验收合格后就可开展下一环节的浇筑工作；再次，要做好混凝土浇筑工作。要根据强度和孔隙率要求设计生态混凝土

土配合比。并采取泵送、人工浇筑的方式完成自下而上的浇筑作业，每层浇筑高度不能超过50cm。浇筑工作结束后还要进行为期14天的保湿养护工作；最后，要进行植物种植操作。当混凝土强度达到设计强度的70%左右时，就可以进行直生孔种植、喷播种植等。种植结束后要覆盖无纺布保湿，这样能够提升种子发芽率。

三、河道生态护岸工程效果评价体系

（一）构建评价指标体系

根据生态护岸工程的多功能性特点，本文可从水文调节、水土保持、生物多样性、景观提升四个维度构建评价指标体系，给出12项具体指标，并利用层次分析法明确各指标权重，评价标准分优秀/良好/一般三级，具体如下：

第一，水文调节：透水性（0.15， $\geq 1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ / $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ / $< 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ）、水位调节能力（0.1，洪水水位削减率 $\geq 10\%$ / $5\% \sim 10\%$ / $< 5\%$ ）。

第二，水土保持：土壤侵蚀模数（0.2， $< 500 \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ / $500 \sim 1000 \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ / $> 1000 \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ）、岸坡稳定性（0.15，无滑移坍塌/轻微裂缝/明显变形）。

第三，生物多样性：植物覆盖度（0.1， $\geq 85\%$ / $70\% \sim 85\%$ / $< 70\%$ ）、水生生物种类数（0.08，较施工前增 $\geq 30\%$ / $10\% \sim 30\%$ / $< 10\%$ ）、鸟类栖息数量（0.05，较施工前增 $\geq 20\%$ / $10\% \sim 20\%$ / $< 10\%$ ）。

第四，景观提升：景观协调性（0.07，高度协调/基本协调/不协调）、视觉舒适度（0.05，效果佳/较好/一般）、公众满意度（0.05， ≥ 90 分 / $80 \sim 90$ 分 / < 80 分）。

（二）评价方法与流程

生态护岸工程效果评价过程中主要采取实地监测、综合打分的方式，评价流程为三部分。

第一，采集监测数据。工程结束后要进行1-2年的数据采集，通过现场取样、仪器监测和问卷调查的方式获取指标数据。

例如：土壤侵蚀模数采取侵蚀针法监测。透水性采取双环入渗仪测定等。

第二，指标标准化处理。将实测数据按照评价标准转换为评价得分，（优秀=100分，良好=80分，一般=60分）。针对定量指标应用线性差值法计算具体分数。定性指标则采取专家打分法。

第三，综合评价得分。基于各指标权重和标准化得分，应用加权求和法算出综合评价分数。 ≥ 90 分为优秀，80-89分为良好，60-79分为合格， < 60 分为不合格。

（三）典型工程案例评价

以合肥某河道生态修复工程为例，工程总长2.5km，选取了土工材料复合型生态护岸，施工周期为2022年3月-2022年10月。在2023年10月进行效果评价：水文调节（透水性 $3.2 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 、水位调节能力12.50%）、水土保持（土壤侵蚀模数320t/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）、岸坡无滑移坍塌）、生物多样性（植物覆盖度92%，水生生物种类、鸟类栖息数量分别较施工前增加45%、28%）、公众满意度（92分）均获100分；景观协调性95分、视觉舒适度90分，综合得分98.15分（优秀等级）。该案例证明只要合理选择护岸类型、规范施工工艺就能提升工程生态效益。验证了本文建立评价体系的科学性和实用性。

四、结语

河道生态护岸工程施工是修复河道生态的重要举措，其施工质量及生态效果会直接影响到河道安全及流域生态系统的健康稳定性。本文分析了植物型、土工材料复合型等生态护岸的技术特征，从施工准备和核心施工环节入手分析了其技术要点，并建立了水文调节、水土保持等为一体的评价体系，可以客观反映生态护岸工程的综合效益，为工程效果评估提供参考。希望以此推动河道生态修复工程朝着精准化与长效化的方向发展。

参考文献

- [1] 陈旭. 预制混凝土生态框在河道治理工程中的应用研究 [J]. 内蒙古水利, 2025, (06): 18-19.
- [2] 王松. 河道生态治理工程绩效评价研究 [J]. 水土保持应用技术, 2021(04).
- [3] 朱珍宏. 生态混凝土在河道护岸工程中的抗冲刷与生物相容性试验 [J]. 工程与建设, 2025, 39(04): 928-930.