

生态护岸和景观水工建筑在城市水体环境治理工程施工技术和成效探讨

王洪林

中交天航南方交通建设有限公司, 广东 深圳 518101

[摘要] 伴随城市化的推进, 传统硬化型护岸带来的生态环境破坏以及水体污染的现象越来越严重, 因此生态护岸建设和景观水工构筑物成为了城市水环境治理的重要技术手段之一。本论文基于城市水环境综合治理项目 EPC 工程展开对城市水环境综合治理中生态护岸建设及景观水工构筑物施工技术研究, 分别介绍了生态砌块护岸、生态框+植生袋、柔性生态护坡、景观溢流坝、亲水平台、生态栈道等各种技术要点及其施工方法。

[关键词] 生态护岸; 景观水工构筑物; 城区水环境整治

DOI: 10.33142/ec.v9i4.19455

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Exploration on Construction Technology and Effectiveness of Ecological Embankment and Landscape Hydraulic Buildings in Urban Water Environment Treatment Projects

WANG Honglin

CCCC TDC Southern Communications Construction Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518101, China

Abstract: With the advancement of urbanization, the ecological environment damage and water pollution caused by traditional hardened revetments have become increasingly serious. Therefore, the construction of ecological revetments and landscape hydraulic structures has become one of the important technical means for urban water environment governance. This paper is based on the EPC project of urban water environment comprehensive management, and conducts research on the construction technology of ecological revetment and landscape hydraulic structures in urban water environment comprehensive management. It introduces various technical points and construction methods such as ecological block revetment, ecological frame + vegetation bag, flexible ecological slope protection, landscape overflow dam, hydrophilic platform, ecological boardwalk, etc.

Keywords: ecological shoreline protection; landscape hydraulic structures; urban water environment improvement

引言

城市河道是城市重要的排水通道之一, 同时也是城市自然生态系统的一部分以及市民进行休闲游憩的公共场所。长期以来我国的城市河道治理采取的是“截弯取直、硬质护岸、三面光”的方式对城市河道进行治理, 虽然保证了防洪排涝的安全, 但是却破坏了水陆之间的联系, 造成了水生生物失去生存环境, 水体净化功能衰退, 沿河风光单调等问题。近年来随着我国生态文明建设的持续推进及治水思想的变化, 生态护岸建设和景观水工构筑物的应用成为我国城区水环境综合治理的主要技术措施。生态护坡是以“生态为主, 自然修复”为核心思想, 运用透水性好、多孔隙以及适宜植被生长的护坡形式, 在保证防洪要求的同时, 重建水体-河岸-生物之间物质能量交换联系, 景观水工构筑物是在水工功能的基础上嵌入景观美学设计, 把水利工程变成亲水空间中的景观点缀之一, 做到工

程与环境和谐统一。两者互相配合, 相互呼应, 构建一个包括防洪排水、净水治污、生态修复、观光游憩在内的城市水环境综合整治系统。

1 生态护岸与景观水工构筑物的概述

生态护坡就是利用天然物质或者生态性的建材建成的具备透气性好、能种草长苗、环保无污染等特点的一种护坡方式。和传统的水泥或者浆砌石护坡截然相反, 生态护坡主要是为了修复河流岸线上的生态系统, 做到“水-边-生物”一体化, 使河道“活”了起来。依其结构的不同以及用料的不同分为植被式生态护坡、生态砌块护坡、生态框体护坡以及天然材料护坡等多种类型。生态砌块护坡是以预制混凝土砌块为主体, 砌体内设空腔或者孔眼, 可装填种植土壤栽种植物, 既稳固又利于生物生长; 生态框式护坡是以预制钢筋混凝土框为载体, 在框体内填充石料再铺设植生袋形成的具有一定水土保持能力和植被生

长能力的组合式结构。景观型水工建筑是集调蓄、引排、消能等功能为一体的具有观赏性作用的功能性的涉水建筑设施。常见的景观水工建筑有：景观溢洪道、亲水平台、生态步道、景观跌水、观景廊桥涵洞等。在进行城市水环境治理过程中，景观型水工建筑既是有用性水利枢纽又是滨河公园系统中的重要景观部分，具有节约水资源、水安全保障、水生态保护、水环境良好、水文化传承、美观性、经济效益等多重效益。

2 施工技术应用分析

2.1 生态护岸施工关键技术

(1) 生态砌块护岸施工技术

生态砌块护岸采取装配式建设，预制砌块在工厂统一制作后再运往工地进行组装。施工步骤如下：基槽开挖、垫层铺设、砌块拼装、钢筋绑扎、回填种植土、播种植物。与传统的现场浇筑混凝土护岸相比，装配式施工速度快，不受天气条件限制，在一定程度上避免了雨季对混凝土养护带来的影响，节约大量的时间成本。

(2) 生态筐+植生袋护坡工艺

此工艺是以预制的钢筋混凝土生态筐为主体，框体内部布置植生袋装填种植土，集防护加固及生态恢复为一体的施工技术^[1]。在九江经开区护池河岸边整治工程中，采用了大量“生态筐+植生袋”的生态措施，既加固了河岸又为水生植物和微生物创造了生长环境，重建河岸生态环境。施工要点主要有：生态筐准确铺设、植生袋堆叠挤实、种质选择搭配、种植土壤配比以及保湿剂的加入等措施来保证植被存活率。该技术适用于亲水平台绿化带相接处的应用。

(3) 柔性生态护坡施工技术

柔性生态护坡使用草皮护坡、三维植被网、植生毯等柔性材料，坡比一般控制在 1:2.5 左右。施工方法是坡面平整、基础整理、植生层铺设、草籽撒播或者草皮铺植、养护管理。与传统的混凝土防护墙相比较，柔性生态护坡具有良好的透水性能，可以促进地表径流的自然渗透，从而减少面源污染的问题。另外，柔性护坡对地基要求低，施工速度快，成本也低。在沈阳环城水系改造工程中，5.7km 砼护坡与 2.1km 嵌草护坡相得益彰，在保留了防御 50 年一遇洪水的强硬防汛的同时，用层次分明的设计使河道变成了一条连接城市的“生态绿色通道”，施工过程中要特别注意坡面平顺性、合理种植草本植物与木本植物的比例关系、保证坡面绿化覆盖率及根系加固作用。

(4) 分层生态结构护岸技术

对于传统单一结构护岸生态效能低下的问题，在

水下部分使用块石干排、钢筋加固，通过孔隙提供鱼虾等涉水动植物的庇护场所；水面之上以块石基底铺覆土壤绿化，形成两栖动物及小哺乳类移动路径。此法使护坡结构分区各司其职，在实施时应着重处理上下层之间的过渡关系，保证整体结构稳固。

2.2 景观水工构筑物施工要点

(1) 景观溢流坝与生态跌水

景观溢流坝除具有控水位、泄洪的功能外，在其坝身造型以及溢流面铺设，周围景致的设计上成为游客驻足观赏的视觉中心点，聆听声音效果。温岭市某人工瀑布项目使用重力坝结构，外设梯级式水池，雨季时成为瀑布景观，兼有供水灌溉作用。施工重点为：坝基施工、精细整修溢流面、消力池修建及周边绿化布置。溢流面的不平整度大小与跌水形式的选择决定了最终景观效果的好坏，要根据水力学计算进行合理的设计。

(2) 亲水平台及生态栈道

亲水平台作为城市空间与滨水空间的纽带，在施工时需要着重考虑其基础抗浮稳定性以及面层的防滑、耐久等问题，在青岛市的张村河项目中，以人才驿站为载体建设瞭望台，市民们可以在上面休息放松，也可以站上高地远眺河道风景；而生态栈道一般都以悬挑的形式存在，为避免对其所处的河流地貌产生破坏，在施工的时候一定要认真把控桩基的位置精度和高度，使栈道的线条自然优美。金湖公园围绕 1.4km 的环湖路构筑了“堤、水、花、丘”的生态系统，其中的道路也使用了可以节约能源 40% 的低亮度 LED 暖色光照明系统。

(3) 滨水慢行道路及观景平台

滨水慢行道路作为市民亲近水体享受休闲活动的基础工程，其在施工过程中要明确划分自行车道以及跑步道，在张村河项目中自行车道采用沥青材料以提升其寿命，跑步道路采用 EPDM 颗粒面层使使用者更舒畅，护城河治理项目铺设了 2300m 彩色沥青亲水平台，并配置青年乐活区、中老年养生区及观景平台等附属设施，在施工中注重慢行道路和周边绿化景观之间的自然融合，打造连贯的滨水公共环境。

3 实施效果评价

3.1 水环境改善效果

生态护岸及景观水工建筑组合式使用大大提高了河段水质质量。遗爱湖水环境综合治理工程以环湖边坡生态修复以及“水下森林”建设使水质从劣V类提升至IV类，并在部分区域达到II~III类标准，水草覆盖率高达 46.7%，存活率达 98%^[2]。百里长渠工程建立了“沉水植物苦草+

挺水植物再力花+落羽杉缓冲林”三层净化模式，使水体透明度大大提高，有害物质含量急剧减少。

3.2 生态效益分析

生态护岸的应用给生物多样性恢复提供了依托。遗爱湖生态环境调查表明：湿地中鸟类由原来的 17 种增加到了现在的 64 种，有国家二级保护动物“貉”，“大鲵”、“胭脂鱼”出现。治理后的赵庄河流来水了、鱼虾增多了，就连鸟也回来了。生态护岸的阶梯式建造为鱼类营造了繁殖和躲避场所，水边植物群落搭建起了生物链网状系统。另外生态防坡堤使用枝条碎屑回填，每公里节约成本 60 万元，还解决了建筑废渣问题。生态护岸修复的天然型河岸利于河流与地下水水质交换，提高流域内水循环质量。

3.3 景观与社会效益

生态护岸和景观水工建筑物的建设大大提高了城市滨水区质量。张村河依托河流成为一条生态景观长廊，连接两条横向五条纵向的生态景观绿廊，贯穿各个类型的主题型城市公园和口袋公园，形成了“一河串城、群山环抱、绿廊交织、公园点睛”的区域蓝绿空间布局，护池河整治后的护岸形成了 18 万 m^2 的生态亲水平台，还配套了 210 多个车位，缓解了居民出行停车难的问题；而赵庄村河沿岸受益群众有 7 万余人，村集体增收超过 50 万，在这里举办了云上开茶节等多个大型活动，带动周边人气增长明显。遗爱湖公园对外开放以来累计开展生态科普研学活动 380 多场次，带动周边商户增收 2 亿多元。生态驳岸及景观建筑物的设计把“治水”的成效变成了百姓能够实实在在感受到的幸福感，做到水生态修复和民生福祉同频共振。

3.4 长期维护与可持续性

生态护岸的持久力在于长久有效的维护管理，九江经开区护池河沿岸治理项目开创性的提出了“河长责任制+专业化养护+全民监督”的模式，形成政府主导、专业化运作、社会监督三位一体的养护机制，保证了“有人做事，有制度做事”，施工期间要注意养护期的规范化管理，植被的补栽补植、设施的维护检修以及水质监测等^[3]。生态砌块式护岸可以拆卸后重复使用，便于后期维护更新。应在 EPC 项目中确定养护期的工作职责及经费来源，完善长效养护机制，做到真正的“建得好，留得住”。

4 工程实践中的关键问题与对策

4.1 技术集成与协同施工

城市水环境综合治理项目包含河道整治、生态修复、景观建设、公园建设等众多专业方面，采用 EPC 模式进行设计、采购、施工，各个环节之间的配合至关重要。实践中经常会出现生态保护岸线与景观构筑物体接合不合

理、不同专业间衔接错乱等情况。推广按区域并行开展施工方法，加强全过程统筹安排；在设计之初就建立起各专业的集成设计系统，划定各技术手段之间的交接准则以及施工边界；现场运用 BIM 进行施工模拟及进度管控，优化配合程度。

4.2 材料与生态协调性

生态护岸用料既要考虑结构安全又要耐久度良好，还应当符合生态要求与经济效益相匹配等原则，生态砌块坚固耐用，防洪抗冲能力强，但是要保证其材料配方内不含污染物以免对水域环境带来二次污染；种植土回填质量及所选草种都会影响到植被恢复的效果，在植被恢复的时候应该选择本土植物为主，乔木、灌木以及地被的比例控制为 3:1:6，常绿与落叶的比例为 4:6。生态框植草砖的材质要有一定强度以及透水性，施工时必须要有材料进场检验制度，重要材料须进行第三方检验才能进场使用，保证了工程使用的材料与生态环境相一致。

4.3 施工期环境影响控制

城市工地周围房屋众多，工地周边居民区较多，在施工期间噪音、粉尘以及污水排放等环境污染问题要严格管控好。治理措施为：现场进行全封闭式管理，安装扬尘检测仪及雾炮进行降尘，尽量减小施工对周围环境的影响；取消传统的土方挡墙围堰，使用可回收再用的充水式软体围堰，施工完成后可以抽水回收，无建筑垃圾产生；在清淤过程中采取封闭式的运渣车以及生态滤池，做到淤泥零排放；科学规划施工时序，尽量避开早晚高峰时间进行施工作业，降低施工产生的噪音给附近居民生活带来的影响。

4.4 成本与工期管理

生态护岸与景观水工构筑物的价格一般要高于传统的硬质护岸，不过它们所带来的长远的生态环境收益及社会效益可以在一定程度上弥补前期的投资。对于成本来说要合理选择施工材料，尽量使用原有的以及当地的材料节约用地，降低成本，节省管理养护经费也是好的方法。生态砌块护坡组装方便，不受天气的影响，能很好的压缩工期^[4]；对于工程期管理而言，要编制好施工计划并确定好设计期、施工期的重要时间点，在平行施工、流水作业的方式加快进度。EPC 总承包模式将设计，采购及施工统一管理起来，便于从项目的整个生命周期上考虑成本和进度的问题，可以结合合同内容，对设计变更以及材料价格变动，工期延误的风险做出明确规定。

5 结束语

生态护坡及景观水工建筑物合用为城区水环境治理

由传统的“工程治水”向现代的“生态治水”的一种有效工艺手段。本文以城区水环境综合治理 EPC 项目为例,全面总结了生态护坡各类型施工技术和景观水工建筑物施工技术,分析评价了它们对提高水质状况、修复生态系统、美化景观效果以及促进社会效益的积极作用。现阶段生态护坡技术正处于发展完善期,在材料研发、构造设计、施工规范化等方面还有改进之处。未来应该在总结工程建设经验基础上,继续健全和完善生态护岸的设计指南与施工指南,大力发展装配式、模块式施工方式并且完善长期性的监测评价工作,构建完整的生态护岸工程建设全过程效益评估框架,为城市水系统治理提供更有力的技术保障。

[参考文献]

- [1]黄煜南.生态理念下水工建筑景观设计与环境融合研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025(28):208-210.
- [2]黄梓恒.水工建筑混凝土结构施工技术及其应用研究[J].水上安全,2025(24):166-168.
- [3]向荣.水工建筑物景观设计思路[J].工程技术研究,2021,6(10):235-236.
- [4]王乐.小型多旋翼无人机在覆土水工建筑物上部景观设计中的应用[J].居业,2021(5):27-28.

作者简介:王洪林(1982—),男,汉族,江苏无锡人,本科,中交天航南方交通建设有限公司,研究方向为工程施工。