

# 河道整治工程生态化设计路径探讨

吉玉亮

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6666

**[摘要]** 为破解城市化进程中河道污染、生态功能退化及景观割裂等突出问题,推动河道治理从工程干预向生态修复转型,本文系统探讨了河道整治工程生态化设计路径。通过梳理河道生态治理理论演进,结合北京市海淀区“清河之洲”(树村段)典型案例,构建“现状评估—技术实施—监测保障”全流程设计体系。研究明确生态优先、系统协同、文化融合三大核心原则,提出水质净化、形态优化、生物多样性恢复等关键技术路径,并建立动态监测与适应性管理机制。实践表明,该路径可实现河道生态功能、防洪安全与景观价值的协同提升,为城市河道生态修复提供理论支撑与实践范式。

**[关键词]** 河道整治; 生态化设计; 技术路径; 水质净化; 生物多样性

**中图分类号:** TV147 **文献标识码:** A

## Exploring Ecological Design Approaches for River Restoration Projects

Yuliang Ji

China Power Engineering Consulting Group East China Survey and Design Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** To address prominent issues arising from urbanisation—including river pollution, ecological degradation, and fragmented landscapes—and to advance the transition from engineering interventions to ecological restoration in river management, this paper systematically explores pathways for ecological design in river remediation projects. By reviewing the theoretical evolution of river ecological governance and drawing upon the case study of ‘Qinghe River Island’ (Shucun Section) in Haidian District, Beijing, a comprehensive design framework encompassing ‘status assessment—technical implementation—monitoring assurance’ is established. The research establishes three core principles: ecological priority, systemic coordination, and cultural integration. It proposes key technical pathways including water purification, morphological optimisation, and biodiversity restoration, alongside a dynamic monitoring and adaptive management mechanism. Practice demonstrates that this pathway achieves synergistic enhancement of river ecological functions, flood control safety, and landscape value, providing theoretical underpinnings and practical paradigms for urban river ecological restoration.

**[Key words]** river remediation; ecological design; technical pathways; water purification; biodiversity

## 1 引言

### 1.1 研究背景

我国城镇化率突破66%,城市河道生态压力显著加剧。生态环境部2024年报告显示,80%以上城郊河道存在富营养化问题,长三角、珠三角等区域河道硬质护岸占比超70%,阻断水陆物质交换导致底栖生物锐减65%;裁弯取直工程破坏自然形态,使河道连通性指数下降40%,生态系统碎片化突出<sup>[1]</sup>。

传统工程治理陷入“防洪与生态”矛盾,华北某城市河道硬化后防洪标准提升至100年一遇,但自净能力下降70%,黑臭水体爆发频率增加3倍。北京市清河流域现状硬质护砌占比82%,雨季溢流年均12次,生物多样性指数仅为自然河道的30%,凸显生态

化设计重构河道功能的紧迫性。

### 1.2 研究意义

**理论意义:**立足生态水文学与恢复生态学交叉视角,完善河道生态化设计理论框架,弥补传统治理“重工程轻生态”的研究短板。**实践意义:**以“清河之洲”案例为蓝本,提炼可复制的技术路径与实施范式,为重点区域河道整治提供实操指南,助力“幸福河湖”建设<sup>[2]</sup>。

### 1.3 研究现状

国外学者Chen等(2024)提出生态修复综合技术体系,Wu等(2023)指出全球研究热点已转向生态系统整体修复;国内“清河七龙珠计划”实现生态与景观协同提升,但现有研究缺乏对设

计全流程的系统性梳理, 技术路径与地域条件适配性研究有待深化<sup>[3]</sup>。

## 2 河道整治工程生态化设计的核心原则

### 2.1 生态优先原则

以恢复河道自然属性为核心, 水质改善优先采用生态净化技术(人工湿地、生态浮岛)替代化学处理; 护岸选用植被护岸、生态混凝土等透水性结构, 保障水力联系<sup>[4]</sup>。北京清河树村段通过岸坡柔化改造, 水生植被覆盖率为0提升至15%。

### 2.2 系统协同原则

构建“源头—过程—末端”全链条治理体系: 源头聚焦雨污分流, 清河项目通过混错接整改消除90%以上溢流污染; 过程优化河道形态, 恢复水流自然节律; 末端强化湿地净化与生物调控。统筹防洪与生态需求, 采用“平急两用”理念, 释放滨水生态空间<sup>[5]</sup>。

### 2.3 文化融合原则

挖掘历史文脉, 实现生态修复与文化传承统一。清河项目以三山五园水系为背景, 打造文化景观节点; 植物选择优先本土物种, 南方选用芦苇、菖蒲, 北方配置香蒲、柽柳, 降低生态入侵风险并彰显地域特色。

## 3 河道整治工程生态化设计的关键技术路径

### 3.1 前期现状调查与评估体系

(1) 多维度基线调查: 构建“天地空”一体化监测网络, 地面采用便携式水质分析仪实时监测化学需氧量(COD)、氨氮、总磷等12项核心指标, 结合底泥采样分析重金属及有机质含量。运用无人机搭载多光谱相机获取厘米级地形数据, 同步开展生物多样性调查, 记录鱼类、底栖动物、浮游生物群落结构及分布<sup>[6]</sup>。以清河项目为例, 通过为期3个月的系统排查, 精准定位6处工业点源、3个农业面源污染区和2处生活污水直排口, 建立包含128组动态数据的生态档案库, 为后续治理提供数据支撑。

(2) 生态风险评估: 运用层次分析法(AHP)构建包含3个一级指标、9个二级指标的评估模型。其中污染程度权重占比40%, 涵盖污染物浓度、污染负荷等因子; 生态脆弱性权重35%, 考量物种丰富度、生态连通性等要素; 景观价值权重25%, 涉及历史文化资源、视觉美学等维度。通过专家打分与GIS空间分析, 将河道划分为生态修复优先区(28%)、一般修复区(45%)和自然保育区(27%), 形成可视化生态修复空间指引图。

### 3.2 核心生态修复技术实施

(1) 水质净化技术组合: 创新构建“生态浮岛+人工湿地+生物滤池”三级净化体系。生态浮岛选用美人蕉、再力花等挺水植物, 搭配漂浮式生物填料, 实现污染物的物理拦截与生物降解; 人工湿地采用潜流湿地工艺, 通过基质吸附、微生物分解去除氮磷污染物; 生物滤池装填火山岩、陶粒等滤料, 强化硝化反硝化作用。在清河项目中, 结合溪流跌水景观设计, 水体透明度从25cm提升至35cm, COD去除率达35%; 针对黑臭水体区域, 增设微孔曝气系统, 溶解氧含量从1mg/L提升至4mg/L以上。

(2) 河道形态生态化优化: 依据自然河道演变规律, 恢复河

道蜿蜒度至1.2-1.5倍自然曲率, 通过地形重塑构建深潭(水深1.5-2m)与浅滩(水深0.3-0.5m)交替格局。在清河树村段, 开挖形成3.2公顷浅滩湿地, 配套建设生态岛链, 为鱼类提供产卵场, 为水鸟创造觅食栖息地<sup>[7]</sup>。工程实施后, 区域水鸟种类从8种增加至20种, 鱼类种群数量增长60%。

(3) 生态护岸构建技术: 根据岸坡坡度与水流条件实施差异化护岸方案。缓坡区域(<1:3)采用植被混凝土生态护岸, 植入狗牙根、紫花苜蓿等固土植物, 形成“根系-土体”复合结构; 陡坡区域(1:2-1:3)使用孔隙率25%-30%的生态混凝土, 预留植物生长孔位并填充营养土; 急流段采用生物石笼护岸, 石笼间隙填充砾石并种植菖蒲, 既保证防洪安全又促进生物附着生长。

(4) 生物多样性恢复策略: 遵循“水生-湿生-陆生”梯度配置原则, 沉水植物选择苦草、黑藻构建水下森林, 吸收底泥营养物质; 挺水植物配置菖蒲、鸢尾净化水质并提供栖息地; 湿生区域种植芦苇、千屈菜形成过渡带; 陆生区域以柳树、乌桕等乡土乔木为主, 搭配野花组合。同步开展生态增殖放流, 清河项目累计投放鲢鳙鱼苗2万尾、螺蛳10吨, 重建水生生态系统食物链, 工程区生物多样性指数提高0.8个单位。

### 3.3 景观与功能协同设计

(1) 蓝绿空间缝合: 运用“海绵城市”理念, 通过引水入园、绿道贯通等手段实现河道与城市绿地系统有机衔接。在清河项目中, 建设2.2公里连续滨水绿道, 打通6处交通阻隔点, 配套建设生态栈桥3座、观鸟平台5处。采用透水铺装、下凹式绿地等设施, 实现雨水的自然积存、渗透与净化, 构建“城水共生”的生态空间格局。

(2) 文化景观营造: 深度挖掘地域文化内涵, 将历史水系演变、传统治水智慧融入设计。江南河道借鉴古桥造型, 采用青石栏杆、木质廊桥等元素再现水乡韵味; 北方河道结合漕运文化, 设置船闸遗址展示区、历史文化浮雕墙。施工过程中优先选用本地石材、再生木材等生态材料, 运用传统干砌石、夯土等工艺, 既保护文化遗产又降低生态影响。

## 4 典型案例分析: 北京市清河“清河之洲”(树村段)工程

### 4.1 项目概况

工程位于北京市海淀区清河树村段, 治理河道长度1.17公里, 占地面积25.73公顷, 总投资1.2亿元。项目于2022年9月开工建设, 2023年9月竣工并投入使用, 成功入选生态环境部“美丽河湖优秀案例”。工程以恢复区域生态廊道功能为核心, 统筹防洪安全与景观提升双重目标, 创新性采用“智慧监测+生态修复+文化传承”三位一体设计理念, 通过系统化治理实现了水质改善、生物多样性恢复和人居环境提升的综合效益。

### 4.2 生态化设计实施

(1) 问题导向方案设计: 针对区域内硬质护岸占比高达75%、严重割裂水陆生态系统的现状, 制定系统性改造计划, 对1.8公里硬质岸线实施生态化改造, 通过破除混凝土结构、重塑自然岸坡形态, 恢复水陆物质交换通道。同步构建“源头控制-中途截

污-末端净化”三级截污体系,铺设3.5公里智能截污管网,配套物联网监测设备,实时监控水质、流量等关键参数,实现污水全收集、全处理。全面拆除河道沿线违规临建,打通被侵占的滨水空间,通过景观桥梁、栈道衔接,实现12公里绿道全线贯通,重塑连续完整的滨水公共空间。

(2)关键技术应用:①水质净化技术:创新采用“生态浮岛+溪流跌水”复合净化工艺,在河道开阔区域布置12组模块化生态浮岛,种植芦苇、菖蒲等挺水植物,通过根系吸附、微生物降解实现污染物去除;在河道落差较大段落打造6处阶梯式跌水景观,利用水流曝气提升水体溶氧量,强化自然净化能力。②生态护岸技术:采用“草坡入水+台地种植”结构,通过分层式缓坡设计,设置3-5级生态台地,种植狗牙根、狼尾草等耐水湿乡土植物近6000株,形成“乔-灌-草”立体植被群落,既稳固岸坡又为生物提供栖息地。③文化融合技术:沿2.3公里连续绿道布局8处文化节点,结合“三山五园”历史文脉,通过景墙浮雕、文化驿站、科普长廊等载体,融入皇家园林元素与地域文化符号,打造兼具生态功能与文化内涵的滨水空间<sup>[8]</sup>。

#### 4.3 实施成效

(1)生态效益:通过系统化生态治理,河道水体化学需氧量(COD)从38mg/L降至24mg/L,氨氮、总磷等关键指标稳定达到《地表水环境质量标准》IV类标准,水体透明度提升至1.2米。生态修复工程显著改善栖息地质量,鱼类、鸟类、底栖生物种类较治理前增加3倍,形成“沉水植物-浮游生物-底栖动物-鱼类-鸟类”完整生态链,生物多样性指数提高40%。

(2)社会效益:改造后的生态河道年接待游客量突破50万人次,成为集休闲游憩、科普教育、文化体验于一体的城市生态地标。滨水空间品质提升带动周边商业、住宅用地价值平均增长15%,吸引文化创意、生态旅游等产业集聚,实现生态保护与经济发展良性互动,为城市可持续发展提供示范样本<sup>[9]</sup>。

## 5 结论与展望

### 5.1 研究结论

河道整治生态化设计需遵循生态优先、系统协同、文化融

合原则,通过前期精准评估、核心技术实施、景观功能协同与全周期保障路径,实现“水质改善-生态修复-景观提升”多维目标。北京清河案例验证了该路径的可行性,关键在于技术与地域条件、文化特色的深度融合,以及动态适配的管理机制。

### 5.2 未来展望

未来研究可聚焦三方面:一是研发适应极端气候的生态化技术(耐干旱水生植物、抗洪水生态护岸);二是构建数字化设计平台,整合遥感、物联网技术实现精准设计;三是深化生态效益量化评估,建立碳汇、生物多样性等指标的价值核算体系。

### [参考文献]

[1]陈勇,唐玉宇.城市河道生态治理与修复措施探讨[J].水资源开发与管理,2024(3):260-262.

[2]张运林,张一波,周永强.生态文明建设以来长江中下游湖泊生态环境变化[J].长江流域资源与环境,2023,32(1):14-23.

[3]吴和成,王洁,李江.长江经济带城市生态环境脆弱性及驱动因素[J].长江,2025,56(4):17-24.

[4]燕飞.城市河道富营养化综合治理生态修复系统[J].环境工程,2020,38(9):59-62.

[5]刘立祥,韩永伟,刘辉,等.曝气对城市黑臭水体生态系统的影响研究进展[J].环境科学研究,2020,33(4):932-939.

[6]吴祚璟,杭迅,潘鸿钟,等.曝气技术在河道生态修复中的研究进展与热点分析[J].长江,2023,54(8):76-84.

[7]北京市规划和自然资源委员会.国土空间生态修复典型案例④|海淀区“清河之洲”(树村段)滨水绿廊景观提升工程[EB/OL].2025-09-16.

[8]张明,张胜,杨海超,等.粤港澳大湾区土壤污染可视化定量研究[J].环境科学,2019,40(12):5581-5592.

[9]高云峰,许有宁,朱雅轩,等.城市河道生态修复的景观协同设计策略[J].水土保持通报,2024,44(2):189-195.

### 作者简介:

吉玉亮(1985--),男,汉族,江苏人,大学本科,高级工程师,主要从事工作:水电工程与水利工程水工建筑物设计。