

Application of Ecological Restoration Technology in River Management

Yi Zheng Shengjun Huang Wenlin Fan

Suichang County Water Resources Bureau, Lishui, Zhejiang, 323300, China

Abstract

In recent years, urban river black-odor, water eutrophication, and habitat fragmentation have coexisted, and relying solely on sewage interception and dredging mostly yields short-term results. Water ecological restoration emphasizes the use of aquatic plants, microbial processes, and nearshore habitat reconstruction to restore the self-purification capacity and ecological structure of rivers, while meeting flood discharge and safety requirements. Considering the characteristics of China's non-point source pollution, endogenous sediment release, and low-flow small water bodies, the implementation of projects should aim for simultaneous water quality and habitat compliance, prioritizing technically maintainable, disturbance-resistant, and seasonally adaptable combinations, while matching materials, plants, and hydraulic conditions to specific river sections. Practice has shown that water ecological restoration can improve dissolved oxygen and transparency, as well as enhance riparian landscape. Subsequent efforts should focus on establishing more standardized approaches for operation and maintenance as well as ecological stability.

Keywords

water ecological restoration technology; river management; application; value; key points

水生生态修复技术在河道治理中的应用

郑义 黄升军 范文林

遂昌县水利局, 中国·浙江 丽水 323300

摘要

近年来, 城市河道黑臭、水体富营养化与生境破碎并存, 单靠截污清淤多为短期见效。水生生态修复强调在满足行洪与安全的前提下, 利用水生植物、微生物过程与近岸生境重建, 恢复河道自净能力与生态结构。结合中国面源污染、底泥内源释放和低流速小水体等特点, 工程实施应以水质与生境同步达标为目标, 优先选择可维护、耐扰动、适应季节变化的技术组合, 并把材料、植物与水力条件匹配到具体河段。实践表明, 水生生态修复可改善溶解氧与透明度, 并带动岸带景观提升。后续需在运维与生态稳定性方面形成更规范路线。

关键词

水生生态修复技术; 河道治理; 应用; 价值; 要点

1 引言

结合实践来看, 随着城市化与工业化进程的加快中国河道受工业废水、生活污水及农业面源污染, 普遍存在水体黑臭、富营养化等生态失衡问题。《2024年中国水资源公报》显示, 全国劣V类水质河道占比达12.7%, 水生生态修复技术成为改善水质、重建生态的关键路径^[1]。有鉴于此, 下文将通过查阅相关文献以及结合自身工作实践情况下, 首先就水生生态修复技术含义及其在河道治理中应用价值展开论述, 随后重点探究五项技术的应用要点, 以供参考。

2 水生生态修复技术概述

水生生态修复技术是以河道水环境问题为对象, 在不改变河道基本功能的条件下, 通过构建适宜的水生生物群落与底质环境, 逐步恢复水体自净与生态平衡的一类工程技术。中国河道普遍存在来水不足、岸坡硬化、底泥富集与营养盐循环异常等现象, 修复措施通常需要与控源截污、补水调度相衔接。常用技术包括生态护岸与岸带缓冲带构建、水生植物重建、人工湿地净化、底泥原位覆盖或生态疏浚、曝气复氧与水动力改善等, 其核心在于把水力条件、底质材料与生物适生范围对应起来, 避免只清不稳或只种不活的反复治理, 并以阶段性水质与生境观察校核成效。

3 水生生态修复技术在河道治理中应用价值

在河道治理实践中, 水生生态修复的直接价值首先体现

【作者简介】郑义(1997-), 男, 中国浙江遂昌人, 本科, 助理工程师, 从事河道治理研究。

在对内源污染的持续压制。通过沉水植物重建、底泥覆盖材料投放与底栖生境改善,可降低底泥中磷、氨氮等向上覆水的再释放,使水质改善不再完全依赖外源截污。其次,水生态修复能够提升水体复氧能力与有机物降解效率。依据曝气增氧技术的分类与适用条件,在低流速、滞留时间长的河段采取跌水复氧或人工曝气,可缓解缺氧状态并减少黑臭反复。第三,岸带与浅水区生境重建有助于恢复食物网结构,增强鱼类、底栖动物的栖息与繁殖空间,促进藻类与浮游生物处于相对稳定的平衡,从而改善透明度与景观感受^[2]。第四,生态化措施对河道安全与维护的适配性较强,例如生态护岸在抗冲稳定的同时保留一定渗透与植被空间,便于后期局部补植和材料更换,避免一次性硬化带来的二次破坏。第五,水生态修复便于分段实施与组合优化,适合中国城镇河网密集、治理资金分期投入的特点,可在不大规模封闭施工的情况下逐步形成稳定的净化单元,并与河湖岸线整治等工程协同,最终实现水质、景观与生态功能的同步提升。

4 水生态修复技术在河道治理中的应用要点

4.1 生态护岸与岸带缓冲带修复

在河岸硬化普遍且受洪水冲刷影响的河段,生态护岸与岸带缓冲带修复宜按水位与流速分带组织施工。第一,应结合常水位、设计洪水位与近岸流速确定基脚高程与防护宽度,基脚可采用卵石笼或块石透水护脚,外侧设置级配反滤层并铺土工布隔离细料,护脚外伸不少于1米且入土深度按预测冲刷深度校核,转弯外侧与落差段适当加厚加宽并可设小型导流鼻坎,连接宜柔性以适应差异沉降与变形。第二,坡面宜用土工格室、植生袋或格宾网填种植土,坡比控制在1:2至1:3,填土宜控制含砂率并补充腐殖质以提高保水性,回填分层压实并设置排水盲沟或渗排管,植物选择耐水淹的本地草本与灌木,按带状混播结合点状栽植配置,草本覆土厚度与灌木株距应满足成活要求,雨季前完成补水覆盖与局部支护,确保快速成坪成网。第三,岸带缓冲区预留2至5米拦截带,利用浅沟、缓坡与草带削减径流动能并延长汇流路径,在农田或道路汇水口布设卵石消能池、沉砂带及可清掏的小型拦截井,必要时设置低矮挡坎分散汇流,沿水边配置少量挺水植物带拦截漂浮物并稳固岸缘,缓冲区内避免硬质铺装与车辆碾压,汛后及时清理沟槽淤积防止二次冲刷^[3]。第四,完工后应在首个汛期前完成补植补土与局部加固,建立雨后与高水位回落后的巡查频次,重点检查基脚松动、空鼓塌陷与缺株带,发现问题及时回填压实并补种,软弱段加密格宾或短桩固定,必要时设置临时围护减少踩踏,并在枯水期清理垃圾漂浮物,同时修整浅沟与沉砂带保持排水长期通畅。

4.2 水生植物群落重建技术

为在河道治理中形成稳定的自维持植被带,水生植物群落重建需把生境核查、分区配置、定植工法与养护管理统

一组织。第一,整治前应对透明度、水深、流速及底质软硬开展断面踏勘,优先选择常水下0.5至1.5米、回水缓流且底质相对稳定的河段布置沉水植物带,对浑浊或受船行、洪水影响明显的点位,可先营造浅滩台阶并局部铺设砾石垫层减速固床,配合木桩围隔或柔性拦网降低初期冲刷与漂失,待植株抽新根后分批放开。第二,物种配置宜按沉水、浮叶、挺水连续过渡,沉水以苦草、金鱼藻等适应性强种为建群核心,浮叶点布睡莲类形成适度遮荫,挺水在岸缘带采用香蒲、芦苇及本地湿生草本混植形成缓冲,同时建立外来入侵植物巡查清除、空斑补缺和季相衔接的配置规则,避免单优势爆发及枯死断带。第三,栽植宜采用束植、网袋固根或小块草皮移栽等小单元工法,保留根团原土并在基质中掺入碎砾砂与少量腐殖质,必要时加设压石固定,下栽按水深梯度分批推进,行距与密度以不遮光、不阻水为控制线,施工期避免翻动底泥,并在上游设置简易拦漂减少漂失。第四,成活期管理应与水位调控同步,保持相对稳定水位窗口,常态清除藻团、枯枝落叶与缠绕垃圾,发现啃食、断茎或倒伏应及时补植加固,高温季节适度修剪并捞除腐烂残体,汛前加固围隔与警示线,汛后复核缺株并补种,连续两周观察成活率后再进入常规养护,对局部过密区可疏剪增透光,底部淤积加厚时采用小范围轻度清淤或覆砂,避免大面积扰动,并定期巡检^[4]。

4.3 人工湿地与生态滞留净化单元

为在入河口与支沟口实现面源负荷前置削减,可将人工湿地与生态滞留单元按预处理、湿地净化与安全溢流的顺序布设于河道边缘,并与岸带缓冲区连续衔接。第一,类型选择以来水量级、水质波动和河道水位涨落为约束,表流适用于场地较宽且水深可控河段,潜流适用于用地受限或需强化脱氮的支沟口,床底设置防渗层并预留检修井;进出水以自流为主,配水渠、分流堰与可调堰口分区配水,结合导流墙和分格单元校核停留时间,回水湾设置旁路溢流避免洪峰直冲床体。第二,基质宜分层铺设排水砾石、过渡粗砂与功能填料,床面覆盖薄层碎石防冲刷,上层粒径级配适度放大以降低堵塞,入口设置沉砂池或前置塘拦截泥沙与漂浮物;运行中依据水位差和出水浑浊度进行表层刮除、翻松或局部补填,分区轮换晾晒并清除结皮,必要时更换饱和填料并补充新料,保持床层通气能力与吸附余量。第三,植物配置以本地耐水淹挺水种为主,芦苇、菖蒲、香蒲按带状交错栽植,边坡过渡区少量配置耐湿灌草固土,株距控制在形成连续根区且保留通风;栽植前整平覆土并设置限位围隔,生长期分段巡护及时扶正倒伏,清除枯黄枝叶并外运,分段收割后补植缺株,严控外来入侵植物扩散。第四,运维应形成季节性工序链,汛期重点巡查护坡、闸口、溢流口与消能设施,发现冲刷或淤塞及时回填疏通,枯水期适度降水清淤除草并补植。

4.4 底泥生态疏浚与原位覆盖稳定化

为控制河道底泥内源负荷并降低施工扰动风险,可将底泥生态疏浚与原位覆盖稳定化按工序链实施。第一,疏浚前完成底泥分层取样与污染厚度判定,结合水深、行洪与岸坡稳定确定控制性疏浚深度和施工窗口,优先选用绞吸或抓斗等扰动较小的工法,实行分区分段、低流量连续作业,围隔帷幕采取双层布设并可靠锚固,配套临时导流与上游限流,上游可设置简易沉砂池削减携沙输入,下游设置拦截网和沉降区,并设定浊度超限即停工的控制阈值。第二,疏浚泥处置与开挖同步推进,现场设置脱水场和防渗暂存区,按污染程度分类外运或稳定化处理,对高含水底泥可采用自然脱水与固化剂稳定化固结,暂存区加盖抑味并落实雨污分流,运输采用密闭车辆并配置滴漏收集,疏浚后底面及时平整压实,薄层回填清洁砂砾或稳定化土,回填材料进场应抽检洁净度与粒径级配,必要时铺设粗砂过渡层以兼顾承载与透水。第三,对不宜大规模开挖或沿线条件受限河段,可采用原位覆盖形成阻隔层,材料可选沸石、生物炭或过氧化钙等,先小范围试铺校核稳定性,再按流速与床底剪切力确定粒径级配和厚度,覆盖分层摊铺并避免直接抛洒翻泥,边界用卵石压边或网袋固定,同时预留检查断面与局部补覆通道,覆盖完成后开展水下测厚与边界复核,必要时对薄弱段补覆加固。第四,底泥处理后设置缓冲期,分阶段补水并控制水位波动,配合适度复氧稳定氧化还原环境,连续监测浊度、溶解氧和氨氮等指标,巡查覆盖层完整性及局部再悬浮,待水体稳定后按小范围试种、逐步扩展顺序引入沉水植物与底栖动物。

4.5 曝气复氧与水动力改善

在河道水生态修复中,曝气复氧与水动力改善宜作为运行可控的工序链同步推进。第一,方案选择以河段需氧量、水深和断面为依据,浅水段优先布置跌水曝气并将跌水高度控制在0.6m以内,开阔水面可采用喷泉或射流曝气且喷射高度不宜超过1m,深水缺氧区宜采用微孔鼓风曝气并分层布管。布点遵循上游先行与低氧优先,避开航道、取水口及排口回流区,岸侧预留电源与检修通道,设备外侧设置护栏和防缠绕网。喷泉设备应设置消音与夜间限时,靠近居民点时优先选择低噪潜水设备。第二,运行管理与补水换水协同,

常态采用小气量连续运行维持底层溶解氧,白天分时段提高表层复氧并限制搅拌强度,避免翻动底泥造成浊度上升。对负荷波动河段实行分区间歇与轮换启停,结合清晨低氧时段加密运行,溶解氧控制在3mg/L以上并校核气量衰减。遇降雨来水浑浊或外源负荷升高时提前启机,待水质稳定后逐步降档,避免频繁启停造成冲击^[5]。第三,回水湾和死水区以导流与造流打通交换,可设置低矮导流堤引导主流贴岸,配合沉水浅滩或连通涵管形成缓慢单向流,必要时布置小型循环泵实现近底推流。同步清理阻水设施,优化支沟口与闸涵启闭,削弱分层并减少局部藻团滞留。第四,季节调控以风险点为主线,夏季加强清晨与高温连晴时段复氧并同步打捞漂浮物,冬季适当降低运行时长并优先采用水下曝气避免过度降温。维护上按月检查鼓风机与电缆绝缘,定期清洗曝气头结垢并疏通管路堵塞,清除缠绕物与沉积杂质,试验止回阀灵敏度,停机检修后循序恢复气量,避免短时再度缺氧。

5 结语

综上所述,水生态修复在河道治理中并非替代控源截污,而是把水质改善与生境恢复放在同一目标体系内,通过护岸、植物、湿地、底泥与复氧等技术组合,形成可持续的净化与稳定机制。工程落地应以河段水力条件和底质特征为依据,优先采用适应性强、维护难度可控的做法,并在汛期与枯水期分别优化运行。实践表明,坚持分段实施与动态调整,可显著降低水体反复黑臭的风险,并促进河道景观连续性提升。

参考文献

- [1] 曾燕燕,刘丽敏.水生态修复技术在河道治理中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(6):198-200.
- [2] 丁林.生态修复技术在河道水环境治理工程中的应用[J].绿色中国,2025(7):88-90.
- [3] 朱婷.水生态修复技术在河道治理中的应用[J].中国资源综合利用,2025,43(10):278-280.
- [4] 李明朝.水生态修复技术在河道治理中的应用研究[J].Engineering Science Research & Application,2024,5(12).
- [5] 梁银春,林朝晖.河道水环境治理中多方位生态修复技术应用的研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2023.