

河道综合治理方案设计与实践

吴佐国

天津市水务规划勘测设计有限公司，天津，300204；

摘要：河道作为流域生态系统的核心载体，承担着防洪排涝、水资源供给、生态维持等多重功能。当前我国河道普遍面临污染加剧、淤积严重、生态退化等复合型问题，传统单一治理模式已难以满足可持续发展需求。本文基于“生态优先、系统治理、长效运维”理念，构建涵盖现状诊断、目标设定、技术方案、实施流程、保障体系的全链条综合治理框架，系统阐述物理干预、生物调控、生态修复等核心技术的集成应用，为河道治理的科学化、规范化实施提供理论支撑与技术参考。

关键词：河道治理；方案设计；生态修复；系统治理；长效运维

DOI：10.69979/3060-8767.26.01.028

引言

当前，工业化、城市化进程加剧了对河道生态的干扰，水体污染、淤积堵塞、岸线破坏等问题叠加，导致防洪功能弱化、生态平衡失衡，直接影响居民用水安全与生活环境。《关于全面推进江河保护治理的意见》等政策，凸显了河道治理在生态文明建设中的关键作用。本研究既弥补传统治理“重工程轻生态”“重建设轻管护”的理论短板，又提供可操作的技术路径，助力破解复合型环境问题，为“幸福河湖”建设及生态与经济社会协同发展提供支撑。

1 河道综合治理现状诊断与核心问题

1.1 现状诊断体系

河道综合治理的前提是开展全面系统的现状诊断，构建“水文-水质-生态-工程”四维诊断体系。水文诊断需监测河道流量、流速、水深、径流变化等指标，评估行洪排涝能力；水质诊断应覆盖物理指标（透明度、溶解氧）、化学指标（COD、BOD、氨氮、总氮、总磷、重金属）、生物指标（叶绿素a、藻类密度、微生物群落），连续监测7-15天（含晴雨天）以避免数据偏差；生态诊断重点调查水生植物覆盖率、生物多样性、生态廊道连通性等；工程诊断聚焦堤防完整性、护岸类型、截污设施配套情况等。通过多维度诊断，精准识别河道核心问题及成因。

1.2 核心问题分析

污染负荷超标：工业废水、生活污水直排，农业面源污染输入，导致水体COD、氨氮等指标超标，黑臭现象频发。内源污染与外源污染叠加，加剧水质恶化，

河道自净能力显著下降。

行洪能力不足：长期自然淤积与人为侵占河道，导致行洪断面缩窄，淤积厚度可达0.5-1.2m，汛期水位壅高，防洪风险加剧；部分河段岸坡坍塌、护岸破损，进一步削弱防洪稳定性^[1]。

生态系统退化：硬质护岸占比过高，河道自然形态被破坏，深潭、浅滩等多样化生境消失；水生植物覆盖率不足，生物多样性减少，“生产者-消费者-分解者”生态链断裂，生态系统功能失效。

管理机制不健全：河道治理涉及多部门协调，存在权责交叉或监管空白；缺乏常态化监测与动态调整机制，“重建设、轻运维”导致治理效果难以持续。

2 河道综合治理目标与设计原则

2.1 综合治理目标

安全目标：提升河道行洪排涝能力至20年一遇标准，岸坡稳定系数 ≥ 1.5 ，消除坍塌隐患；完善防洪调度体系，降低水患灾害风险，保障沿岸居民生命财产安全。

生态目标：构建“河道-湿地-岸带”复合生态系统，水质稳定达到地表水IV类标准，COD $\leq 30\text{mg/L}$ 、氨氮 $\leq 1.5\text{mg/L}$ ，黑臭现象彻底消除；水生植物覆盖率 $\geq 60\%$ ，生物多样性恢复至历史水平的80%以上，生态系统稳定性显著提升。

服务目标：优化滨水空间功能，打造“水清岸绿、人水和谐”的景观体系，满足居民亲水、休闲需求；提升河道生态服务价值，促进区域经济社会可持续发展^[2]。

2.2 方案设计原则

生态优先原则：遵循自然规律，优先采用生态修复

技术,减少人工干预对生态系统的破坏,实现生态功能与工程功能的有机统一。

系统治理原则:统筹上下游、左右岸、干支流,兼顾外源污染控制与内源治理,整合工程措施与非工程措施,实现多目标协同提升。

因地制宜原则:根据河道水文特征、污染类型、生态现状等差异,定制个性化治理方案,避免“一刀切”模式,确保技术适配性与治理有效性。

长效运维原则:坚持“建管并重”,将运维管理纳入方案设计全过程,建立常态化监测与动态调整机制,保障治理效果长期稳定。

公众参与原则:加强宣传引导,拓宽公众参与渠道,充分征求居民意见,形成“政府主导、企业实施、公众监督”的治理合力。

3 河道综合治理技术方案设计

3.1 截污控源技术体系

截污控源是河道治理的根本措施,构建“源头控制-过程拦截-末端净化”三级防控体系。源头控制方面,推进雨污分流改造,新建DN300-DN600HDPE截污干管,实现工业废水、生活污水全收集全处理;严格管控农业面源污染,推广生态种植模式,减少化肥农药使用量。过程拦截方面,在排污口下游设置智能截污井,实现晴天截污、雨天初期雨水分流;河道两岸建设生态沟渠、植被缓冲带,拦截地表径流污染物。末端净化方面,建设初期雨水调蓄池,对收集的初期雨水进行旋流沉砂、格栅预处理后,通过生态净化系统处理达标后排入河道^[3]。

3.2 清淤疏浚与内源治理

采用环保清淤技术,分层清理污染底泥与淤积层,避免扰动深层未污染底泥。选用绞吸式清淤船配备密闭输送系统,防止泥浆泄漏;清淤后底泥经脱水固化处理(含水率≤60%),检测达标后用于绿化覆土或制建材,实现资源化利用。为增强水体复氧能力与底栖生物栖息环境,清淤后河底铺设10-20cm厚天然砾石层,构建适宜生物生存的底质环境。对不具备物理清淤条件的河段,采用生物复合酶原位治理技术,削减水体污染负荷,减少对生态系统的扰动。

3.3 岸坡生态化改造

摒弃传统硬质护岸模式,采用“生态石笼+土工格室+植被毯”复合技术体系。坡脚设置双层生态石笼(填充块石+本土水生植物),稳固岸坡同时过滤地表径流;

坡面拆除部分混凝土护面,铺设土工格室并填充种植土,播撒狗牙根、紫花苜蓿等草本种子,搭配杞柳、野蔷薇等灌木,形成“乔-灌-草”立体植被系统。特殊河段增设土工织物反滤层,表面覆盖孔隙率≥30%的生态混凝土,兼顾稳定性与透水性。通过岸坡生态化改造,恢复河道自然蜿蜒形态,增加岸线长度与生境多样性。

3.4 生态修复技术集成

水生植被恢复:采用“沉水植物+挺水植物+浮叶植物”梯度配置模式。水深0.5-2m区域种植苦草、狐尾藻(覆盖率≥40%),提升水体溶解氧含量;浅滩区域种植芦苇、香蒲,构建氮磷吸收带;开阔水域投放睡莲、荇菜(覆盖度≤20%),抑制藻类爆发。同时,设置生态浮岛、漂浮移动湿地,形成“植物-微生物”协同净化系统^[4]。

生物调控强化:针对污染负荷较高的河段,投放多孔陶粒等生物膜载体(比表面积≥300m²/m³),促进硝化菌、反硝化菌等微生物附着生长,强化氮素循环;定期投加芽孢杆菌、酵母菌等复合微生物菌剂,加速有机物降解,投加量根据水质监测动态调整。针对藻类爆发问题,投加Eama-11系列生物抑藻剂,快速抑制藻类光合作用,且不破坏水体微生物群落。**生态廊道构建:**打通河道与周边湿地、绿地的生态联系,拆除阻水建筑物,恢复河道自然连通性;河道两侧10-50m范围内建设乔灌草缓冲带,种植垂柳、乌桕、麦冬等乡土植物,为动物迁徙提供通道,拦截面源污染。通过营造深潭、浅滩交替的生境,提升生态系统多样性与稳定性。

3.5 景观功能优化

遵循“生态优先、以人为本”原则,构建“一环、两带、多点”景观体系。生态驳岸环保保留自然岸线形态,局部设置生态浮岛,净化水质同时营造景观节点;滨水步道带沿河道建设透水混凝土步道,串联亲水平台、观景亭,两侧种植樱花、紫薇等花乔,形成四季花廊;休闲节点结合居住区需求,设置儿童活动区、健身广场,配套雨水花园,实现雨水自然渗透。景观设施建设选用竹木、塑木等环保材料,避免对生态环境造成二次影响。

4 河道综合治理实施流程与保障体系

4.1 实施流程

前期准备阶段(3个月):开展详细现场调研,完成水文、水质、地形测绘及生态现状调查,编制勘察报告;结合区域发展规划,制定综合治理方案,完成环评、水保方案编制及专家评审;确定施工、监理单位,完成

设备材料招标采购。

施工实施阶段（12个月）：分阶段推进工程建设，优先实施截污管网、智能截污井施工及雨污分流改造；随后开展清淤疏浚工程（分区段施工，每周监测底泥污染物浓度）与岸坡生态化改造，同步进行植被种植；中期实施生态修复工程（水生植物种植、生物膜投放、生态廊道建设）；后期开展景观设施施工与设备调试，进行植被养护与工程收尾。

验收运维阶段（3个月）：委托第三方机构开展水质、防洪、生态、景观四维验收，出具检测报告；建立长效运维机制，开展常态化监测与设施维护，确保治理效果稳定。

4.2 保障体系

组织保障：成立由政府分管领导任组长的整治指挥部，整合水利、生态环境、住建、财政等部门力量，明确职责分工；实行“周调度、月通报”制度，强化统筹协调，确保任务落地。资金保障：采用“财政专项+PPP+社会资本”多元化融资模式，申请中央水利专项资金，引入社会资本参与建设运维，鼓励沿线企业、社区捐赠，保障资金足额到位。

技术保障：组建“高校专家+科研机构+本地技术团队”的技术小组，提供全程技术支持；邀请水环境治理、生态修复领域专家开展技术指导，定期开展技术培训，提升施工人员专业能力；严格遵循《河道整治设计规范》（GB50707-2011）、《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）等国家标准^[5]。

监测评估保障：建立“水质+生态+景观”三维监测体系，河道上、中、下游设置监测点，每月检测 COD、氨氮、溶解氧等水质指标，数据实时上传智慧管理平台；每季度开展植物群落调查、底栖动物监测，评估生物多样性恢复情况；每半年开展居民满意度调查，优化景观设施与运维方案。

5 综合治理效益评估

5.1 生态效益

通过截污控源、生态修复等措施，河道水质稳定达到地表水IV类标准，年削减 COD200 吨、氨氮 30 吨以上，黑臭现象彻底消除；水生生物种类恢复至 80 种以上，鸟类栖息数量增长 50%，生态系统服务价值提升 60%；河道与周边湿地、绿地连通性增强，形成连续生态廊道，有效维护区域生态平衡与生物多样性。

5.2 社会效益

防洪能力提升至 20 年一遇标准，消除沿岸居民洪涝威胁，保障生命财产安全；滨水空间开放后，年接待市民休闲活动超 50 万人次，满足居民亲水、休闲、健身需求，提升生活幸福感与获得感；通过公众参与机制，增强居民生态保护意识，促进形成绿色低碳的生活方式。

5.3 经济效益

河道治理带动沿线地块价值提升 15%-20%，促进周边商业、房地产等产业发展；生态环境改善吸引旅游、康养等产业投资，创造就业岗位；水资源利用效率提升，为工业、农业生产提供稳定供水保障，降低水资源短缺造成的经济损失；长效运维模式减少重复治理投入，提升资金使用效益。

6 结论

河道综合治理需以系统思维统筹“控源、修复、运维”全环节，通过截污控源削减外源负荷、生态修复重构系统功能、长效机制保障治理实效，可有效解决水体污染、防洪薄弱、生态退化等复合型问题，实现安全、生态、服务功能的协同提升。研究表明，摒弃“单一工程”模式，坚持生态优先与因地制宜，是河道治理成效持续的关键；而建管并重的保障体系，能避免治理效果反弹。未来需进一步融合智慧技术，优化治理精准度，推动河道治理从“达标修复”向“生态优化”升级，为流域可持续发展提供更坚实的支撑。

参考文献

- [1] 李楠. 山区河道防洪与生态修复综合治理方案探讨 [J]. 农村实用技术, 2025, (09): 114-116.
- [2] 陈球. 廉江河综合治理与景观生态修复方案设计研究 [J]. 山西水利科技, 2025, (02): 75-78.
- [3] 冷淑江. 中小河流综合治理方案研究——以册亨县者楼河河道为例 [J]. 水利科技与经济, 2025, 31(02): 115-120.
- [4] 宋海波. 城市河道防洪达标与生态综合治理方案分析 [J]. 陕西水利, 2024, (12): 59-61.
- [5] 陈高臣. 河道治理工程中生态护坡方案比选研究 [J]. 中国水运, 2024, (23): 70-72.

作者简介：吴佐国（1983.08-），男，汉族，籍贯：天津市蓟州区，职称：高级工程师，学历：研究生，研究方向：水利工程设计。