

生态清洁小流域建设对浦东新区河网水质改善效应分析

罗春艳

浦东新区河道管理事务中心 上海 201299

摘要:生态清洁小流域建设是改善河网水质的重要途径。本文首先阐述生态清洁小流域建设的核心内容,包括水土流失治理、面源污染防控、河网生态修复及流域植被恢复。接着分析浦东新区河网水系特征与水质核心影响因素,探讨建设对河网水质的作用路径及内在关联。进而提出建设措施针对性、流域生态系统协同、建设过程管控及河网水质动态监测的优化方向,为浦东新区河网水质改善提供理论支撑与实践参考。

关键词:生态清洁小流域;河网水质;浦东新区;作用路径;优化策略

引言:浦东新区河网作为黄浦江水系重要组成部分,虽经多年整治形成密集河道网络,但水质仍受自然与人为因素双重影响。生态清洁小流域建设作为系统性水环境治理模式,通过整合水土流失治理、面源污染防控、生态修复及植被恢复等措施,构建多层次水质保护体系。研究建设路径与河网水质改善的内在关联,对优化治理策略、提升区域水环境质量具有重要意义。

1 生态清洁小流域建设与浦东新区河网水质基础

1.1 生态清洁小流域建设的核心内容

1.1.1 水土流失治理相关建设

水土流失治理聚焦流域内土壤侵蚀防控,通过构建综合防护体系,减少土壤流失对河网水质的影响^[1]。治理工作结合流域地形特征,采用坡面防护、沟道治理等技术手段,稳固流域地表结构,降低土壤颗粒进入河网的总量,为河网水质改善筑牢基础。

1.1.2 面源污染防控相关建设

面源污染防控是生态清洁小流域建设的关键环节,重点针对农业生产、城镇生活等产生的非点源污染开展治理。通过源头减量、过程拦截、末端净化的技术路径,削减地表径流携带的污染物,降低污染负荷进入河网的风险,保障河网水质稳定。

1.1.3 河网生态修复相关建设

河网生态修复聚焦流域水系生态功能提升,通过河道疏浚、岸坡生态化改造等措施,优化河网水文动力条件,恢复河道自然形态。修复工作注重恢复河网生态系统的自我净化能力,改善水生生物生存环境,推动河网生态系统向健康稳定状态发展。

1.1.4 流域植被恢复相关建设

流域植被恢复围绕流域内植被覆盖度提升展开,通过种植适宜本地生长的乡土植物,构建乔灌木相结合的植被群落。植被系统可有效拦截地表径流、吸附污染

物,同时减少水土流失,调节流域微气候,为河网水质改善提供生态支撑。

1.2 浦东新区河网水系特征

浦东新区河网隶属于黄浦江水系,经过多年整治疏浚,形成纵横交错的河道网络,川杨河、大治河等横贯东西,浦东运河、随塘河等纵贯南北,有效改善了区域水流不畅的历史。区域河网密度居全市前列,达5.7公里/平方公里,河道总面积121.6682平方公里,河湖水面率达11.46%。作为上海14个水利片中最大的浦东片核心区域,浦东新区沿江沿海修建25座水闸,形成大包围控制格局,水闸兼具挡潮、排水、航运等综合功能,排水系统呈现外环内强排为主、外环外缓冲式排水为主的分布特征。

1.3 浦东新区河网水质核心影响因素

浦东新区河网水质受自然环境与人为活动双重影响,形成多维度影响体系。自然层面,区域地形东西高、中间低的特征影响水流汇流过程,气候与水文条件变化直接作用于河网水体自净能力,河网自身水文动力特性决定污染物迁移转化效率。人为层面,高强度城镇化进程中,雨水泵站排江携带的污染物成为重要污染源,初期雨水与混接污水中的污染物进入河网后,会改变水体组分;农业生产与城镇生活活动产生的污染物通过地表径流入河网,进一步影响水质稳定,区域不透水面比例分布差异也间接作用于河网水质状况。

2 生态清洁小流域建设对河网水质的作用路径

2.1 水土流失治理对河网水质的作用路径

水土流失治理通过构建系统性防护体系,从源头切断土壤颗粒及附着污染物进入河网的通道,形成分层递进的水质保护路径^[2]。坡面防护与沟道治理技术的应用,可有效稳固流域地表结构,减缓地表径流流速,降低土壤侵蚀强度,减少泥沙进入河网的总量。泥沙携带的氮、磷等营养物质及重金属污染物随之被拦截,避免此

类物质在河网水体中沉积富集,降低水体浑浊度,改善河网水质理化指标。

2.2 面源污染防控对河网水质的作用路径

面源污染防控遵循源头减量、过程拦截、末端净化的递进逻辑,构建全流程污染防控路径,直接降低入河污染负荷。源头层面通过优化农业种植模式、规范城镇生活污水排放,减少污染物产生量;过程层面依托植被缓冲带、人工湿地等设施,拦截地表径流中携带的农药、化肥残留及生活污染物,降低污染物迁移效率;末端层面通过净化设施对径流进行深度处理,进一步削减污染物浓度后再汇入河网。该路径可有效控制农业面源与城镇面源污染对河网水质的冲击,减少水体富营养化及黑臭现象发生概率,保障河网水质稳定,契合流域水污染治理的核心需求。

2.3 河网生态修复对河网水质的作用路径

河网生态修复以恢复河网自然生态功能为核心,通过多维度措施优化河网水质改善路径。河道疏浚可清除河底淤积的污染物,减少内源污染释放,改善河网水文动力条件,促进水体流动,提升水体自净能力;岸坡生态化改造替代传统硬化岸坡,结合岸坡绿化,形成“植被缓冲带”,有效削减径流中的氮磷等污染物,同时增强岸坡保水保土能力;水生态修复为水生生物提供栖息环境,丰富水生生物群落结构,通过生物代谢作用降解水体中的污染物,极大提高水体透明度。生态修复措施可重构河网生态系统平衡,推动水体物理、化学、生物特性协同优化,实现河网水质持续改善,助力流域生态系统良性循环。

2.4 植被恢复对河网水质的作用路径

植被恢复通过构建乔灌草复合型植被群落,形成立体式水质净化路径,全方位发挥生态防护作用。植被冠层可拦截降雨,减缓地表径流形成速度,减少土壤侵蚀及污染物冲刷;植被根系可固定土壤,吸附土壤中的氮、磷等营养物质,阻止这些物质随径流流入河网;植被枯枝落叶分解后可改善土壤理化性质,提升土壤保水保肥能力,进一步削减入河污染负荷。同时,植被群落可调节流域微气候,增加空气湿度,促进水体蒸发与循环,间接提升河网水体自净能力。植被恢复构建的生态屏障,可实现污染物层层拦截、逐步净化,为河网水质改善提供持续稳定的生态支撑,是生态清洁小流域建设中不可或缺的重要路径。

3 生态清洁小流域建设与河网水质的内在关联

3.1 建设措施与河网水质指标的关联逻辑

生态清洁小流域建设的各项措施与河网水质指标形

成紧密的内在联动,建设措施的科学性直接决定水质指标的变化趋势^[3]。水土流失治理、面源污染防控、生态修复等措施,均能通过不同路径影响河网水质关键指标。水土流失治理可减少入河泥沙量,降低水体浑浊度,同时削减泥沙携带的氮、磷等营养物质,缓解水体富营养化趋势,对应改善化学需氧量、五日生化需氧量等核心水质指标。面源污染防控通过源头减量、过程拦截等手段,减少农药、化肥残留及生活污染物进入河网,降低水体中污染物浓度,推动水质指标向达标方向提升。相关研究证实,合理的小流域建设措施可使河网水质关键指标改善幅度达到合理范围,形成建设措施与水质指标的正向联动。

3.2 流域建设与河网水文过程的联动关系

小流域建设与河网水文过程紧密相连,建设措施的施行会直接改变河网的水文特征,进而对水质状况产生影响。采取河道疏浚、岸坡生态改造等建设举措,能够优化河网的水流速度与流向,增强水体的流动性,缩短污染物在水体中的停留时长,推动水体自净能力的提升。实施水量调控措施,可以平衡河网的水位,避免水体出现停滞不前的状况,减少内源污染的释放。同时,这些措施还能水生生物的生存营造适宜的环境,间接助力水质的改善。在流域建设过程中,对汇流路径进行优化,能够减少地表径流携带污染物进入河网的总量,降低水文过程中污染物的迁移扩散速度。如此一来,便能实现流域建设与河网水文过程的协同优化,为水质的稳定提供有力支撑。

3.3 小流域生态系统改善对河网水质的传导机制

小流域生态系统的改善通过多环节传导,实现对河网水质的持续优化,这一传导过程具有系统性和连续性。植被恢复可增强流域固土保水能力,减少土壤侵蚀,降低污染物随径流进入河网的总量,通过植被代谢作用降解部分污染物,形成第一层净化屏障。河网周边环境优化,可丰富水生生物群落,提升生物净化能力,通过生物代谢、吸附等作用去除水体中的污染物,实现水质净化。生态系统的良性循环可逐步改善流域整体环境质量,通过水文过程、生物循环等路径,将生态改善效果传导至整个河网,实现河网水质的长效提升,这一传导机制已被流域生态治理相关研究广泛验证。

4 生态清洁小流域建设的优化方向

4.1 建设措施的针对性优化

建设措施的针对性优化需立足流域生态本底与河网水质影响因素,摒弃“一刀切”治理模式,结合流域自然禀赋、地形特征及污染负荷差异优化措施配置。聚

焦水土流失治理,依据流域不同区域侵蚀强度、土壤类型差异,优化坡面防护、沟道整治等工程布局,兼顾生态保护与治理实效,林草植被覆盖较好区域侧重封育保护,减少人为扰动以促进自然恢复,侵蚀严重区域配套截蓄排等工程措施,构建多层次防护体系^[4];在浦东这一平原河网地区则以水质为核心,侧重水系沟通与水生态修复,注重系统治理,打造“河畅、水清、岸绿、景美”的人居环境。强化面源污染防治针对性,结合流域农业生产布局与生活污染分布特点,优化植物缓冲带布设密度与污染拦截设施配置,推广测土配方施肥、秸秆还田等技术减少农业氮磷流失,优化农村生活污水收集处理模式,实现污染源头减量。河网生态修复需适配区域水系走向与水文特征,优化岸坡整治与水生植物配置模式,优先选用乡土物种提升修复系统稳定性与适应性,避免外来物种入侵,实现治理措施与流域实际的精准适配,提升治理措施的长效性。

4.2 流域生态系统协同优化

流域生态系统协同优化需立足生态系统整体性与系统性,打破单一治理维度局限,做好水网、绿网、路网、管网“四网统筹”。统筹水土流失治理与植被恢复工作,构建坡面、沟道、河岸一体化协同防护体系,通过植被覆盖提升涵养水源、保持水土能力,增强流域生态系统自我修复与自我净化能力。联动河网生态修复与周边陆地生态建设,优化流域植被覆盖结构与空间布局,构建水下森林,完善河岸、滨带生态缓冲带功能,促进水陆生态系统间物质循环与能量流动,提升生态系统整体稳定性。整合污染防治与生态修复措施,推动生活污水、农业面源污染治理与河网生态改善有机衔接,兼顾生态系统完整性与功能协调性,优化生态系统组分搭配,实现流域生态系统各要素、各环节的协同共生,提升生态系统对河网水质的支撑作用。

4.3 建设过程管控优化

建设过程管控优化需完善全流程精细化管控体系,强化建设各环节质量管控,保障建设成效持续发挥。规范前期规划环节管控,以流域为基本单元编制科学合理的建设方案,做好与区域生态保护、水系整治、土地利用等相关工作的有机衔接,明确建设目标、任务分工与技术要求,避免规划与实际脱节。强化施工环节管控,严格规范施工流程与技术标准,加强施工过程中的生态

保护,合理划定施工区域,减少施工活动对流域水体、植被、土壤的扰动,及时清理施工废弃物,避免施工污染。健全建设档案管理体系,完善施工、验收、管护等各环节资料留存,推动建设过程可追溯、可核查,同时建立常态化管护机制,明确管护主体、管护责任与管护标准,定期开展巡查维护,及时排查整治问题,确保持续发挥建设对河网水质的改善作用。

4.4 河网水质动态监测优化

实行河网水质动态监测,对水质异常来源进行快速溯源与趋势预警,实现“监测发现-预警推送-现场整改-反馈复核”的业务闭环。河网水质动态监测优化需改变传统“定时定点”的单一监测模式,利用高密度微型浮标站与走航式巡航设备,对交界断面、水质反复波动点位及闸控节点实施全天候动态跟踪,依托数字孪生技术对污染物在复杂河网中的扩散路径进行实时推演,推动水质监管从被动响应向主动干预转型,完善流域内信息共享、联合排查、协同处置机制,将水质管控融入小流域建设全流程,有效改善流域内水质不稳定问题,持续巩固小流域建设对河网水质的改善成效。

结束语

生态清洁小流域建设对浦东新区河网水质改善成效显著,通过水土流失治理、面源污染防治、河网生态修复及流域植被恢复等措施,从多路径影响河网水质,形成紧密的内在关联。当前建设仍存在不足,需从建设措施针对性、流域生态系统协同、建设过程管控及河网水质动态监测等方面进行优化。通过不断优化建设措施,提升流域生态系统功能,加强建设过程与水质管控,可进一步巩固和提升浦东新区河网水质,推动流域生态环境持续改善。

参考文献

- [1] 聂兴山,李瑞忠,赵昌亮.山西省生态清洁小流域建设思考[J].山西水土保持科技,2022(4):34-38.
- [2] 李瑞忠.山西省生态清洁小流域建设对策研究[J].中国水土保持,2024(6):28-29.
- [3] 曾祥华.上海市西虹桥生态清洁小流域建设实践[J].水利技术监督,2025(3):57-59.
- [4] 付英俊.乌拉特中旗生态清洁小流域建设思路[J].中国水土保持,2023(5):22-24.