

Analysis of Water Ecological Environment Management Technology

Zhilong Jiao

Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610213, China

Abstract

The aquatic ecosystem is a crucial foundation for water security, water resource utilization, and regional ecological stability in river basins, and its state directly reflects the interaction between human activities and natural water systems. In recent years, under the background of urbanization, industrial restructuring, and intensive water resource development, the ecological structure of various types of water bodies in China has been disturbed to varying degrees, and the issue of aquatic ecosystem degradation has gradually shifted from individual water quality exceedances to systemic functional impairments. Focusing on the restoration of aquatic ecosystem integrity and the coordinated improvement of water environment quality, the national level has continuously advanced comprehensive management practices at the basin level, forming a multi-path parallel technical system. Based on a practical perspective, this paper systematically analyzes the connotation of aquatic ecosystems, the necessity of governance, and the application of typical technologies, aiming to provide actionable technical references for subsequent engineering implementation.

Keywords

aquatic ecosystem; governance; importance; technology; application

水生态环境治理技术分析

焦志龙

中国水利水电第七工程局有限公司, 中国·四川·成都 610213

摘要

水生态环境是流域水安全、水资源利用及区域生态稳定的重要基础,其状态直接反映人类活动与自然水系统之间的相互作用。近年来,在城镇化推进、产业结构调整及水资源高强度开发背景下,中国多类型水体生态结构受到不同程度扰动,水生态退化问题逐渐由单一水质超标向系统功能受损转变。围绕水生态系统完整性恢复与水环境质量协同改善,国家层面持续推进以流域为单元的综合治理实践,形成了多路径并行的技术体系。本文基于实践视角,对水生态环境内涵、治理必要性及典型技术应用进行系统分析,以期后续工程实施提供可操作的技术参考。

关键词

水生态环境; 治理; 重要性; 技术; 运用

1 引言

随着经济与社会迅猛发展,水生态环境污染不断加剧,这不仅威胁水生生物的安全且限制生态环境的健康发展,同时更会对人们的生活质量以及健康造成不良影响^[1]。有鉴于此,文章通过查阅相关文献资料以及结合自身实践,围绕水生态环境治理技术展开探讨,以供参考。

2 水生态环境概述

水生态环境是指以河流、湖泊、水库及其岸带为核心,由水体理化条件、水生生物群落、底质结构及水动力过程共同构成的复合生态系统。在自然地理条件与人类开发活动

共同作用下,水生态环境具有明显的区域差异性与类型多样性,例如北方河流普遍受来水不足与断流影响,南方湖泊则多表现为营养盐累积与生态结构简化。水生态环境不仅承载水体自净、生物栖息及物质循环等基本功能,还直接关系到防洪调蓄、供水安全与景观利用等社会需求^[2]。

3 水生态环境治理重要性

中国多数河流、湖泊和水库在长期高强度开发利用背景下,普遍存在水动力减弱、底质污染累积、水生生物结构单一等问题,导致水体自净能力下降,污染易反复反弹。通过系统开展水生态治理,可逐步恢复水体自然循环过程,稳定水域生态结构,为水质持续改善提供基础条件。其次,水生态环境治理是保障水资源安全和用水质量的重要技术支撑。在饮用水水源地、重要流域和城乡结合部水体中,生态功能退化往往直接影响供水安全和水体风险防控能力,通过

【作者简介】焦志龙(1988-),男,中国山西运城人,本科,工程师,从事市政工程施工及管理研究。

实施生态缓冲带构建、底质修复和水生植被重建等措施,可有效降低内源污染释放风险,提高水体稳定性。再次,从区域发展实际看,水生态治理直接关系到城乡人居环境改善和水域景观质量提升,是当前中国推进美丽河湖建设和农村水环境整治的重要技术内容。通过科学治理,可减少工程性维护成本,提升水体长期运行效果,实现水环境改善由“治标”向“治本”转变。因此,水生态环境治理在中国并非单一环保措施,而是支撑水安全、生态安全和区域协调发展的基础性工程。

4 水生态环境治理技术分析

4.1 水生植被系统构建与优化技术

在水生态环境治理实践中,水生植被系统构建与优化需立足水体类型、水动力特征及水质基础条件进行系统化设计,首先在物种选择与空间配置方面,应依据水深梯度、透明度及流速条件,构建由挺水、沉水与浮叶植物协同组成的复合结构体系,在岸带浅水区优先配置根系发达、固土能力较强的本地挺水植物,通过控制行距与带宽形成连续但不封闭的植被带,避免阻滞水体交换,而在中等水深区域选用耐低光、抗扰动能力较强的沉水植物,结合分区分段种植方式防止局部过密生长,同时在水面适量布设浮叶植物以调节水下光环境,维持水体垂向生态结构的稳定性。其次,在种植方式与工程实施层面,应兼顾施工条件与生态连续性,在自然岸坡与人工岸坡过渡区域采用斑块式与带状结构交错布设,根据岸线曲率和坡度变化灵活调整种植单元尺度,利用局部开敞水面增强水体流动性,降低植被对水动力的不利影响,并通过底质改良与局部加固措施提高植物定植成功率。再次,围绕底质条件开展植被基床改良与固定措施,对淤泥厚、流失性强的河湖底质,通过铺设砂砾层、生态袋或植物根系固床结构,提高基床稳定性,同时控制底泥扰动强度,为水生植物根系生长提供可靠支撑;四是依托季节变化和生长周期实施精细化养护与调控管理,在生长旺季适度修剪老化枝叶,防止群落封闭影响水体交换,在枯水或低温期保留必要生物量,维持系统基本结构,避免因一次性衰败引发水质波动;五是结合水域长期管理需求开展植被系统优化调整,通过定期调查群落结构、覆盖率及健康状况,及时替换衰退物种,控制外来入侵植物扩散,并根据水文或水质变化动态调整配置方案,以保证水生植被系统持续处于稳定运行状态。

4.2 底质改良与生态底床修复技术

在水生态环境治理中,底质改良与生态底床修复应以底泥污染精细化识别为技术起点,治理实施前需结合水体功能定位与历史污染背景,通过钻孔取样与原位测试相结合的方式,对底泥有机质含量、含水率、氧化还原状态及氮磷等主要内源污染物赋存形态进行系统分析,并据此划分污染等级与治理单元,在高风险区采取限域清除与安全处置,在中低

污染区优先采用原位稳定与结构改良路径,确保处理方式与底质实际条件相互匹配。完成清淤或底层扰动后,应同步开展生态底床结构重建,通过分层铺设级配合理的砂砾材料与多孔矿物基质,底层以中粗粒材料增强承载与隔离性能,上层以高孔隙率基质改善通气与渗透条件,铺设过程中严格控制厚度与压实度,避免过度密实影响氧气交换,从而为底栖生物定殖与物质循环提供稳定物理基础。依托重建后的底床结构,引入适宜的底栖生物群落是恢复底层生态过程的重要环节,治理中应优先选用本地分布、生态位明确且耐受性较强的底栖无脊椎动物,通过分阶段投放与密度调控,引导其在底床中形成相对稳定的群落结构,利用其摄食、掘穴与排泄行为促进底泥有机残留物分解与物质转化,并与前述物理改良措施形成协同作用^[9]。在底质物理结构退化明显的河湖区域,应开展底床结构重构作业,通过清除表层高含水率软泥,分层铺设级配砂砾和生态基质,控制粒径组成和孔隙率,使底床具备一定抗冲刷能力和稳定通水条件,为后续生物定植提供基础。针对缓流或静水水体中细颗粒易再沉积的问题,底床修复完成后需配合实施水动力条件优化,通过合理布设导流构件、调整局部流速与流向分布,维持底床表层适宜剪切应力水平,抑制细颗粒覆盖生态基质,防止底床孔隙堵塞与生物栖息空间退化,从而保持底质结构与生态功能的持续稳定。最后,针对富营养化水体中底泥有机质和活性磷累积问题,治理中多采用原位稳定化改良方式,通过投加改性黏土、铁铝基矿物或钙镁复合材料,与底泥中可迁移营养盐发生吸附和沉淀反应,同时配合低扰动施工工艺,减少再悬浮过程对水体的二次影响,实现底质化学性质的阶段性调控。

4.3 生态岸带修复与缓冲结构构建技术

生态岸带修复与缓冲结构构建技术在实际水生态环境治理中需从岸坡结构适配性入手展开系统设计,针对城镇河道与湖库常见的缓坡、复合土质及水位涨落频繁等特征,优先采用块石—卵石混合垫层、生态混凝土格室或土工织物加固型透水护岸,通过控制孔隙率与结构厚度,兼顾岸坡抗滑稳定与水体侧向渗透需求,避免完全封闭式硬质护岸切断岸带水分与物质交换过程,并在施工中严格控制回填压实度与分层铺设顺序,降低后期沉降风险。岸线整治阶段应优先采用分区分段的生态岸坡构建方式,对硬质驳岸进行拆解或退让,通过缓坡化处理将岸坡坡比控制在1:3至1:5之间,并结合原位土壤改良与级配调整,提高岸坡基质稳定性和透水性,同时预留潮汐或水位变幅带宽度,为后续植被配置提供物理基础。岸带外缘同步构建分带式植被缓冲结构,根据地形高程差异依次布设乔木、灌木及挺水或湿生草本群落,乔木层重点选用根系发达且耐周期性淹水的乡土树种以增强岸坡整体抗冲能力,中层灌木通过提高地表粗糙度削减径流动能,近水草本带则通过根际固定与吸附作用拦截泥沙和氮磷颗粒,植被配置过程中需控制种间密度与带宽比例,确

保缓冲带在汛期与枯水期均保持稳定拦截效能。针对面源污染控制需求,在岸带与陆域之间构建复合型生态缓冲结构,通过设置植被缓冲带、浅沟洼地及透水基质层,引导径流在入河前完成减速、渗滤和滞留处理,基质层宜采用砂质土与有机质改良材料混合铺设,以提高氮磷吸附与微生物转化条件,同时控制缓冲带宽度在 10 至 30 米范围内以适应城镇与农村不同空间条件。在岸带植被恢复过程中,应遵循“水陆过渡连续、群落结构稳定”的原则,按照水下、湿生及中高位岸带分层配置本地耐淹植物,水下带以沉水或挺水植物固床稳沙,过渡带选用根系发达的湿生草本增强抗冲刷能力,高位岸带则配置浅根灌草群落以降低养护强度,并通过合理密植形成连续生物缓冲界面^[4]。另外,在结构稳定与生态功能兼顾方面,可在岸脚区域布设生态护脚与柔性防护构件,如卵石基床、生态袋或植物纤维毯,通过增强局部抗冲能力防止淘刷,同时为底栖生物和附着生物提供栖息空间,构件布设应顺应河道流向并避免形成明显水流阻断。最后,在修复实施与运行阶段,应结合河湖水位调度和季节变化,对岸带缓冲结构进行分期施工与动态调整,施工期重点控制扰动范围,运行期通过定期巡查植被成活率、岸坡稳定性及缓冲带沉积状况,及时进行补植和基质维护,以保持岸带结构的连续性与功能完整性。

4.4 水动力调控与生态连通恢复技术

水动力调控与生态连通恢复技术在水生态环境治理实践中通常作为系统性措施统筹实施,其技术路径需紧密结合水体类型、水利工程格局及既有运行条件展开。针对封闭或半封闭水体,治理设计阶段应以削减水动力惰性区为目标,通过对进出水口数量、空间位置及高程关系进行重新组合,形成稳定的水体循环通道,同时结合闸门开启方式与引排水量分配,控制局部流速梯度,避免短流现象导致有效交换范围受限,在部分湖泊及城镇内河中常辅以低水头引水或导流渠措施,以维持基础流动连续性。河道整治过程中,水动力优化需与生态断面重构同步推进,在满足行洪与防护要求的前提下,通过调整断面宽深比、设置缓坡滩地及不规则岸线,

重建横向水动力差异,削弱单一流态带来的冲刷或淤积问题,并在弯道、汇流区合理布设导流构筑物,引导主流摆动,改善水流紊动结构,为多样化生境形成提供稳定水力条件。围绕断头河、内湾及人工湖汊等水动力薄弱单元,实施定向连通工程,将主河道或外源水体以低落差方式引入,并辅以柔性导流设施,引导水流形成稳定路径,从工程尺度上保证生态补水的均匀扩散而非短路流动^[5]。另外,在连通恢复过程中同步考虑生境连续性要求,通过合理控制流速范围、设置缓流带及多孔基质底床,为鱼类洄游、底栖生物扩散及水生植物扩展提供连续通道,使水动力调整不破坏既有生态结构。最后结合区域水文节律与季节性调度规律,建立常态化水动力运行管理机制,通过分期调控水位与流量,实现连通工程由一次性建设向长期稳定运行转变,确保调控措施在不同水文情景下均保持可控与可调状态。

5 结语

综上所述,水生态环境治理是一项以系统修复为目标的工程技术实践,其成效依赖于对水体结构、过程及功能的综合认识。结合不同区域水体特征,因地制宜选择技术路径,是保障治理稳定运行的重要前提。从现有实践看,单一措施难以支撑长期生态改善,需要通过多技术协同实施,逐步恢复水生态系统的自我调节能力。

参考文献

- [1] 曹务东,丁海波,周军.水生态修复治理技术在水环境保护工程中的应用分析[J].清洗世界,2025(5).
- [2] 滕云.河道水环境治理中多方位生态修复技术应用分析[J].黑龙江环境通报,2024,37(4):166-168.
- [3] 赵婵菲.新时期水环境治理中水生态修复工程技术的应用分析[J].西部交通科技,2023(S1):19-21.
- [4] 张融,徐琳,高年春,等.基于生态环保理念的环境工程污水治理技术的应用分析[J].生态与资源,2024(1):0017-0019.
- [5] 张佩.城市水环境治理生物修复技术分析[J].科学技术创新,2024(24):25-28.