

水利设计中河流治理及水质改善技术探究

陈振晓

山东省水利勘测设计院有限公司临沂分公司

DOI:10.12238/hwr.v8i9.5724

[摘要] 水利设计在河流治理及水质改善中具有重要作用,有助于促进生态平衡与水资源的可持续利用。然而,当前的水利设计中仍面临河流自然条件复杂性对治理效果的制约、污染源多样性对水质改善技术的挑战以及技术集成与系统协同难度等问题。对此,水利设计可以通过基于生态化设计理念的河流治理策略,提升生态修复效果;通过建立多级水质改善技术体系,针对多源污染物实现有效治理;并结合智能化与动态管理手段,优化技术集成和运行效率,以实现河流生态平衡、提升水资源利用率及多目标协调的综合效益。

[关键词] 水利设计; 河流治理; 水质改善技术

中图分类号: TV212.5+2 文献标识码: A

Exploration of River Management and Water Quality Improvement Technologies in Water Conservancy Design

Zhenxiao Chen

Shandong Provincial Water Resources Survey and Design Institute Co., Ltd. Linyi Branch

[Abstract] Water conservancy design plays an important role in river management and water quality improvement, and is conducive to promoting ecological balance and sustainable utilization of water resources. However, in the current water conservancy design, there are still some problems, such as the restriction of the complexity of river natural conditions on the governance effect, the challenge of pollution source diversity on the water quality improvement technology, and the difficulty of technology integration and system coordination. In this regard, the water conservancy design can improve the ecological restoration effect through the river management strategy based on the ecological design concept; establish the multi-level water quality improvement technology system to achieve the effective treatment of multi-source pollutants; and combine the intelligent and dynamic management means to optimize the technology integration and operation efficiency to realize the comprehensive benefits of river ecological balance, improving water resource utilization and multi-objective coordination.

[Key words] water conservancy design; river management; water quality improvement technology

引言

合理的水利设计有助于实现良好的河流治理与水质改善,其技术手段对生态环境、区域水资源的可持续利用以及社会经济的协调发展具有深远影响。由于河流系统的复杂性,治理技术面临水文条件多变、污染源分布广泛、生态系统脆弱等多重挑战,导致治理方案的制定及实施难度增大。当前,污染物种类多样且交互作用复杂,传统的单一治理手段难以应对复合型污染,技术整合与系统协同成为设计的核心难点。因此,针对河流治理与水质改善,提出系统化、多维度的技术方案,充分考虑自然条件与生态需求,实现多目标优化设计具有重要工程价值与实践意义。

1 水利设计中河流治理及水质改善技术价值

1.1 促进河流生态平衡

河流生态系统的稳定性依赖于多维度的水动力学特征、物质循环与生物多样性的平衡。水利设计通过河道形态调整、流速控制和水文调控,能够有效维持水体自净能力与生态链的连续性。在河流治理中,植被恢复、湿地构建等技术手段提高河流的生物多样性,增强水生生物的栖息环境,优化生态系统服务功能^[1]。通过削减河道侵蚀与淤积,减少泥沙对水质的二次污染,水利设计不仅改善了河道的物理形态,同时确保了水体质量的稳定性。河道生态护岸工程的应用,使得河岸带成为水生与陆生生态系统的连接通道,促进了两者的相互依存与协同发展^[2]。针

对不同河流流域的生态环境条件,水利设计中的技术选择需依据具体的水文、地质特征进行精准优化,以确保河流生态平衡能够长期保持。

1.2 提升区域水资源利用率

区域水资源利用率的提升依赖于有效的水文调度与科学的供水系统设计。通过优化水利工程布局,调控流域内水资源的时空分布,提升水资源供需平衡能力。在河流治理过程中,水利设计通过分级引导与分配水流,确保灌溉、工业、生活等不同用水需求的充分保障,避免水资源浪费与无效消耗^[3]。拦河坝、分流渠等设施不仅实现了水资源的动态管理,还提高了流域内水资源的蓄水能力,为区域的抗旱防洪提供了更强的保障。针对水质污染问题,水质改善技术的集成应用进一步增强了水资源的再生利用效率,有效控制了面源与点源污染,提高了水体的自净功能,推动了水资源的高效利用。通过合理规划水利设施,区域内的水资源能够得到最优配置,促进农业、工业及城市用水需求的协调发展。

1.3 多目标协调与综合效益

水利设计不仅涉及水量的控制与水质的改善,还涉及防洪减灾、生态保护、社会经济发展等多重目标的协调。通过多目标综合优化设计,水利工程能够在满足防洪、供水等功能需求的同时,兼顾河流的生态功能与环境承载力。针对不同流域的特点,水利设计需要综合考虑洪水频发区域的防洪安全、干旱地区的水资源保障以及生态环境脆弱区域的生态修复需求,实现水利设施的多功能协同。通过对水利工程效益的量化评估,水利设计能够确保每一项工程措施在区域发展中的长远价值,同时最大化其生态与经济效益^[4]。河流治理与水质改善技术的结合,不仅提升了水体的环境质量,也为区域经济的发展提供了良好的水资源条件。在多目标优化过程中,技术集成与系统协同尤为重要,科学的水利设计能够有效平衡各个目标之间的冲突,确保水利工程在不同领域的综合效益最大化。

2 水利设计中河流治理及水质改善技术难点

2.1 河流自然条件复杂性对治理效果的制约

河流的自然条件,如地形地貌、水文特征以及气候变化等,直接影响治理方案的实施与效果。河道的地质构造差异造成了不同的河床稳定性,使得部分河段容易发生泥沙淤积或河床下切,影响了治理效果的长期稳定性。复杂的流域水文特性,包括流量的季节性波动与洪峰的不确定性,增加了防洪设计与水质调控的难度。气候变化导致极端天气事件频发,加剧了河流的水文不确定性,尤其在洪水和干旱的极端条件下,传统治理手段难以适应这些突发情况。河流流域内的生态系统多样性进一步增加了治理难度,尤其在保护生态平衡的同时进行工程设计时,容易发生局部生态环境破坏。自然条件的多样性与不确定性对水利设计中的技术手段提出了更高要求,治理效果的精确预判与持续优化变得更加复杂。

2.2 污染源多样性对水质改善技术的挑战

河流流域内污染源的多样性和复杂性是水质改善技术面临

的主要难题。点源污染与面源污染并存,工业废水、农业径流及生活污水等多种污染物共同影响水体质量,不同污染源的性质、浓度与时空分布差异大,给水质治理带来巨大挑战。工业废水中的重金属及有机污染物具有长期累积效应,传统处理技术难以完全消除这些有害物质。农业面源污染中的氮磷等营养物质易引发水体富营养化,造成藻类大量繁殖,进一步加剧水质恶化。此外,流域内污染源分布广泛,污染物迁移路径复杂,污染扩散具有隐蔽性和滞后性,导致水质改善措施难以精准实施和长期维持效果。面对多源复合型污染,单一的技术手段难以满足综合治理需求,水质改善技术面临显著挑战。

2.3 技术集成与系统协同的实现难度

河流治理与水质改善中的技术集成与系统协同要求多种工程技术和生态修复手段的有机结合,但其实施过程面临显著难度。水利设计中,防洪、排水、供水等不同目标的实现往往依赖于多项技术的综合运用,不同技术之间的协同效应决定了治理的最终效果。然而,不同技术的应用条件、操作方式及维护要求存在较大差异,难以在一个统一的系统中实现有效协作。例如,物理性水质处理与生物性修复技术在实施时间、空间以及资源需求上存在显著差异,导致集成的系统难以在复杂流域条件下实现长效协同运行。工程设施与生态修复措施之间的平衡需要精确的调控策略,而流域条件的多变性加剧了系统协同的实现难度。此外,技术的多样性使得其维护与管理的复杂性增加,进一步制约了技术集成的高效实施。

3 水利设计中河流治理及水质改善技术策略

3.1 基于生态化设计理念的河流治理策略

基于生态化设计理念的河流治理策略,重点在于协调河流生态系统与工程设施的共存关系。河道形态优化应结合自然流态设计,减少硬化河岸和渠道设计对河流生态系统的破坏。通过引入自然河道恢复手段,如河道弯曲、分汊设计,改善水流动力条件,增强水体的自然净化能力。同时,河道生态护岸的构建可通过使用植被护坡、生态袋等材料,增加河岸带的生物多样性与稳定性,促进水陆生态系统的相互作用。针对不同区域的流域特征,湿地修复是有效的生态化策略之一,能够通过生物过滤和沉降作用去除水体中的悬浮物和有机污染物,提升水质。为应对河道淤积问题,应通过合理控制河流上游来水流量与泥沙输移,减少泥沙对水质的二次污染。

3.2 针对污染源控制的多级水质改善技术体系

针对污染源的多级水质改善技术体系,关键在于分层次治理污染源,结合物理、化学和生物技术进行全面治理。点源污染的控制可通过构建截污管网、设置分散式污水处理系统和改进工业废水处理设施,确保污染物在排放前达标处理。对于农业面源污染,应建立生态化的水土保持措施,如在流域内合理布局生态隔离带、缓冲带和植被覆盖区,通过减少农业化学品的流失量,降低氮磷营养物质对水体的输入。生物技术在水质改善中的作用不可忽视,通过投放人工浮岛、水生植物和微生物群落,能够有效去除水体中的氮、磷等污染物,并增加溶解氧含量,抑制藻

类过度生长。流域内的水质监测系统需覆盖主要污染源和敏感河段,确保水质动态变化得到实时跟踪和及时干预。化学处理技术如投加絮凝剂和氧化剂,应结合生物修复手段,优化污染物的去除效率。通过构建涵盖物理、化学和生物的多级水质改善体系,能够应对不同类型、不同规模的污染源问题,实现对水质的全面改善。见表1。

表1 多级水质改善技术体系

污染源类型	主要污染物	具体控制技术	应用示例	预期效果
点源污染	工业废水、生活污水	截污管网建设、分散式污水处理系统、工业废水处理设施(如沉淀池、膜过滤技术等)	城市污水处理厂、工业园区污水处理设施	有效减少污染物排放,提升水质达标率
农业面源污染	氮磷化合物、农药残留	生态隔离带、缓冲带设置,植被覆盖区布置,减少化肥农药使用,建立农业径流过滤系统(如湿地、沉沙池)	农田排水缓冲带、湿地修复工程	降低农业化学物质输入,减少氮磷等污染物进入水体,缓解富营养化
工业点源污染	重金属、有机污染物	高效工业废水处理设备(如重金属吸附装置、化学沉淀技术、生物处理技术),防渗处理,工业污染监测系统	金属冶炼厂、化工厂废水处理设施	移除有毒重金属和有机污染物,降低对水体的长期污染,提升水体安全性
城市面源污染	油污、垃圾、雨水径流	雨污分流系统,雨水收集与处理技术(如透水性路面、沉沙池、雨水花园),城市绿化带及湿地系统	雨水花园、城市生态湿地、透水性路网	减少雨水径流携带的污染物,控制城市面源污染的扩散
自然污染源	悬浮物、泥沙、腐殖物	流域管理、泥沙调控设施(如拦沙坝、河道治理),植被恢复及水土保持措施	河道修复工程、植被护坡	减少泥沙淤积,防止泥沙对水质的二次污染,提升水体透明度
复合污染源	多种污染物交叉影响	综合物理、化学和生物处理技术,如絮凝剂投加、人工浮岛、水生植物及微生物群落的应用,水质监测及预警系统	人工浮岛、流域水质监测系统	提升污染物去除效率,实时跟踪水质变化,确保多种污染物协同控制

3.3 水利设计中的智能化与动态管理策略

水利设计中的智能化与动态管理策略通过结合物联网技术、大数据分析和智能控制系统,实现对河流治理及水质改善的实时监测和自动化调控。智能传感器布设于流域内的关键节点,能够精准监控河道水位、流量、水质指标等参数,及时反馈流域

内的水文与水质状况。基于大数据分析技术,系统能够通过历史数据和实时监测结果,预测可能出现的水质问题与水位变化,为水利设施的运行调度提供科学依据。动态管理策略通过智能化的调度平台,协调不同水利设施之间的运行,如水闸、泵站、污水处理站等,确保水流的合理分配与污染物的有效截流。针对极端天气事件,系统能够提前预警洪水或干旱风险,及时调整河道内的水流调控策略,避免河流生态系统遭受剧烈冲击。水利设施的智能化运行不仅提高了管理效率,还大幅减少了人工操作失误,确保了水质改善和河流治理的长期稳定性。通过构建智能化、自动化的管理体系,水利设计能够适应复杂流域条件,实现对河流治理与水质改善的精细化控制和高效管理。

4 结语

河流治理与水质改善在水利设计中的有效应用,要求在复杂的自然条件、污染源多样性及多技术集成的制约下,构建具有生态化、智能化与系统化特点的技术方案。通过生态化设计理念实现河流生态平衡的恢复和保护,并以多级水质改善技术体系针对不同类型的污染源实现高效治理,形成了协同作用的综合技术路径。此外,智能化与动态管理的引入提升了河流治理的精准性与实时调控能力,增强了水利设计在应对流域复杂性中的适应性。未来的研究应重点关注技术整合的优化与管理系统的智能升级,以应对更广泛的流域治理挑战。

【参考文献】

- [1]付百林,赵钰,胡婷婷,等.水生态修复技术在河道治理中的应用[J].皮革制作与环保科技,2023,4(12):144-146.
- [2]郎敏,李一平.水利设计中的生态理念应用方法研究[J].给水排水,2022,58(08):194-195.
- [3]肖江.中小河道生态水利规划设计的思考[J].水利技术监督,2022,(02):101-104+112.
- [4]呼婷婷.城市河流环境修复与水质改善技术探讨[J].资源节约与环保,2020,(02):15.

作者简介:

陈振晓(1990--),男,汉族,山东省陵县人,大学本科,职称:工程师,研究方向:水利工程设计。