

水利工程与生态环境协同发展的路径研究

邵莎莎, 周淑玲

(山东临沂水利水电建筑安装公司, 山东 临沂 276002)

摘要 本研究围绕水利工程与生态环境的协同需求展开, 从理论层面剖析工程建设对生态系统结构与功能的影响, 强调生态约束在工程中的重要性; 总结我国水利工程生态协同的总体表现, 并揭示工程扰动、水生态退化与管理分散等主要问题; 进一步提出生态友好型设计、水生态修复、全生命周期管理以及技术协同与管理优化等实现路径, 突出工程措施对生态功能恢复与系统稳定性的促进作用, 旨在为水利工程建设与生态环境保护的协调融合提供有益参考。

关键词 水利工程; 生态环境; 协同发展; 生态修复

中图分类号: TV5; X5

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.02.037

0 引言

水利工程在保障水资源供给、防洪排涝与经济社会发展中发挥关键作用, 但其建设与运行过程可能引发生态扰动、栖息地破碎化以及水生态系统功能退化等问题。在生态文明理念引领下, 工程建设与生态环境保护之间的关系受到广泛关注, 探索二者的协同路径具有重要意义。加强对水利工程生态影响机制的认识, 有助于在工程效益与生态安全之间实现平衡, 为推动水资源可持续利用与水生态系统健康提供科学依据, 并依托引入生态理念优化工程建设方式, 促进工程管理向生态友好方向转型, 为水利工程的可持续发展与生态环境改善提供理论参考。

1 水利工程与生态环境协同发展的理论基础

水利工程与生态环境协同发展的理论基础, 源于对自然系统整体性的认识, 水资源在流域中以水文循环的方式不断转化和迁移, 生态系统的结构与功能又紧密依赖这一循环, 因而水利建设不能脱离生态过程而独立存在, 水利理念在当代更加强调以自然规律为依据, 尊重河流自组织能力, 将工程措施嵌入生态系统的承载范围之内, 在此类理解下, 生态阈值、系统反馈和整体平衡成为规划设计的重要依据^[1]。依托协调水量分配、维护水生栖息地、保持河湖连通等方式, 工程运行与生态系统的调节机制共同发挥作用, 形成水资源开发利用与生态保护的动态平衡, 此类基于系统思维和生态原理的认识, 构成了水利工程与生态环境协同发展的理论支撑。

2 水利工程生态协同发展的现状与问题

2.1 水利工程生态协同发展的现状

目前水利工程在规划、建设与管理过程中生态协同意识日益增强, 工程实践逐步从传统以供水、防洪、灌溉等单一功能为中心, 向兼顾河湖生态健康、水资源可持续利用的综合管理模式延伸, 生态友好型设计理念得到推广, 许多工程采用生态护岸、生态廊道、水系连通等措施, 在保障工程安全的同时增强环境适应性, 各地依托河湖生态修复恢复水生植被、重建栖息地结构并调整水动力条件, 增强生态系统稳定性。在管理环节, 越来越多的项目引入全生命周期管理思想, 将生态保护贯穿规划、建设、运行到退役全过程, 同时借助监测、信息化平台建设和部门协作推进技术协同与管理优化, 使工程运行状况与生态变化可以在同一平台上联动管理, 便于及时调整调度方案和维护策略等。

2.2 水利工程生态协同发展存在的问题

尽管生态协同理念逐渐深入, 但实际推进过程中仍面临多方面的制约, 具体有: 第一, 部分工程在设计阶段依然以工程效益与经济目标为主导, 生态友好型设计的系统性和适应性不足, 对流域水文过程、生态敏感区域和关键物种需求等考虑不够全面, 工程结构与生态过程之间仍易出现功能冲突, 难以从源头实现工程与生态协同; 第二, 水生态系统修复的力度和精细化程度仍显不足, 修复措施往往局限于形态恢复

作者简介: 邵莎莎 (1982-), 女, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程技术。

或植被补植,缺少对水动力格局、栖息地网络和食物链结构等整体生态要素的综合增强,且修复后缺乏长期监测与维护机制,生态效应易受外界干扰而难以稳定维持;第三,全生命周期管理体系尚未健全,生态保护责任在不同阶段之间出现断点,运行期的生态调度、实时监测和反馈机制不够完善,生态数据难以有效支撑管理决策,生态目标难以在工程全寿命范围内保持连续性和约束力,在流域多工程联合运行条件下尤为突出;第四,技术协同不足和管理机制分散的问题依然突出,不同部门在规划原则、技术标准、监测体系和治理措施等方面缺乏统一协调平台,信息共享不畅、管理手段不统一,工程运行与生态保护的联动性明显不足,难以形成协同推进的合力,整体上削弱了水利工程与生态环境协同发展的成效^[2]。

3 水利工程与生态环境协同发展的实现路径

3.1 推行生态友好型设计,提高工程环境适应性

在水利工程建设中,生态友好型设计是实现工程稳定运行与生态系统健康共存的基础,需要依托系统化的设计流程逐层推进,确保工程结构与自然环境协调统一,并在设计全过程持续兼顾生态敏感点与水动力变化规律,使工程自始至终处于可控、可调的生态约束之中:第一,在前期规划阶段开展生态敏感性调查,识别关键栖息地、水文通道和生态风险点,为设计提供基础依据,同时结合区域生态战略明确设计约束和生态底线;第二,在总体设计中融入生态需求,将水动力、水质、水量等生态因子纳入工程方案,合理选择生态护坡、柔性挡护和自然式渠道等设计形式,使工程结构尽量顺应自然过程并预留必要的生态空间;第三,在施工方案中加强对生态扰动的控制,依托围控施工、分时施工等方式减弱对自然环境的破坏,并设置生态缓冲带降低施工影响,防止对敏感区域出现二次损伤;第四,在设计完成后建立动态评估机制,根据监测结果适时调整工程细部结构,以增强工程的环境适应性与生态兼容性,让工程在运行过程中保持生态友好特征并具备持续优化的能力。

某地开展河道治理时,由于多年冲刷导致岸坡不稳,当地既需要安全防护,又希望恢复沿河生态景观,形成兼具稳定性与自然性的河岸带,工程团队在前期调研中识别出多处重要水生植物带和鱼类洄游路径,明确生态保护需求,为后续方案奠定基础;在设计阶段采用柔性生态护坡、分段式缓坡和透水结构等方案,使工程结构与自然水流保持协调,并增设水生植物缓

冲区改善微生境,施工过程中采取分段围护、避开鱼类繁殖期作业,对保留的自然水草区设防保护,尽量缩小扰动范围。工程完成后原有栖息地得到保留,新增浅滩和水生植被带改善生境条件,岸坡稳定性提高,整体河段生态景观更具连续性,生态功能恢复速度明显加快,实现工程安全与生态功能的同步增强。

3.2 强化水生态系统修复,提升生态功能稳定性

水生态系统修复旨在恢复河湖的结构完整性和生态过程,需要按照生态系统演替规律和生态需求开展有序推进,并在修复全过程融入动态调控机制,以适应生态系统随外界变化不断调整的特性,从而让修复工作在不同水文条件与环境压力下保持持续有效^[3]。为增强修复成效,应建立清晰的系统修复路径:第一,依托生态诊断明确水体污染源、栖息地退化原因和水动力结构变化,形成修复目标并识别限制生态恢复的关键瓶颈,为修复策略提供基础依据;第二,根据诊断结果制定综合修复方案,包括水环境改善、底质优化、水生植被重建等措施,使修复行动更具针对性,并统筹短期成效与长期生态恢复需求;第三,在实施修复措施时遵循自然演替规律,构建多层次、多类型的生境结构,依托多样化生境增强系统韧性,使生态系统具备自我恢复能力;第四,在修复完成后持续开展生态监测,动态调整修复策略,确保整体生态功能维持稳定并让恢复成果能够长期巩固和逐步优化。

某湖泊因多年受周边开发影响,水质变差、栖息地破碎,当地政府提出以生态修复为核心改善整体环境的需求,期望湖泊恢复基本的水生态功能,项目启动前开展了系统化水生态诊断,确认主要问题为水草衰退、底泥劣化与生境单一,并评估湖泊自我恢复能力,修复方案围绕改善水动力、重构水生植被、优化浅滩结构等方面展开,实施过程中逐步恢复挺水植物带、构建鱼类繁殖区并优化底质环境,从而增强整体生态承载力。修复完成后的监测结果表明,浅水区出现多样化生境,鱼类活动范围扩大,水体透明度提高,生态系统呈现明显恢复趋势,湖泊功能逐步稳定,最终实现结构与功能的同步增强。

3.3 建立全生命周期管理体系,保障工程生态协调性

要保持水利工程长期生态协调性,就需要将生态保护贯穿工程全寿命,从规划到退役均形成一体化管理机制,并把生态目标自工程启动之初就纳入系统性约束框架,各阶段因而对生态过程保持较高敏感性与

响应性,为此,在规划阶段设置明确的生态底线和约束要求,将生态风险评估作为立项必备环节,同步开展生态水量、生态空间等关键要素预判;在建设阶段建立生态监管体系,对施工扰动、水质影响及生态敏感区保护进行全过程控制,并依托信息化监测及时调整施工措施,施工行为与生态需求得以保持协调;在工程运行阶段建立生态调度制度,依托水量管理、生态放水、河湖连通等措施维持生态功能,工程运行与自然节律更加一致并保障重要生态过程的连续性^[4]。工程后期及退役阶段持续开展评估,适时实施生态补偿或结构优化,强化全周期生态保障能力,工程生命周期各阶段实现有机衔接并不断优化生态表现。

某地区新建水库工程在立项时即提出确保下游生态稳定的管理目标,形成较为完整的全生命周期生态管理需求,成为当地水生态保护的重要示范,规划阶段设立生态流量底线并识别周边敏感区域,生态因素成为方案比选的重要依据,建设过程中设立生态监督岗,对施工弃渣、水体扰动等影响实行严格监管,建立突发生态事件应对流程,投入运行后实施生态调度,依托定期补水和维持下游水位梯度保持河道生态过程,下游生态系统维持基本完整性。工程运行几年后又进行了生态评估,对部分岸线开展修复补强,进一步增强系统韧性,最终该工程在防洪与供水功能发挥的同时,下游河段水生生物数量逐步恢复,生态系统稳定性明显提高,全生命周期管理的综合效益得到体现。

3.4 加强技术协同与管理优化,促进工程生态融合

在水利工程与生态保护共同推进的背景下,技术协同与管理优化是实现二者深度融合的关键,需要从组织协调、技术整合与制度优化等方面形成闭环,使各参与主体在统一框架下协同推进,并确保工程运行过程中生态目标和工程目标能够同步实现。为了构建有效协同体系,应遵循以下步骤:其一,在工程规划阶段建立多部门协作机制,共享生态、水文、工程等基础数据,提高决策一致性,并防止因信息不对称造成方案冲突,同时形成跨领域共识,为后续推进奠定基础;其二,在设计与实施阶段推进多领域技术融合,将生态修复、信息监测、工程结构优化等技术体系进行匹配与组合,使不同技术间形成互补关系,并增强整体工程的综合适应性;其三,在管理阶段完善跨部门协调制度,依托信息化平台实现生态与工程运行状态的实时共享,提高管理反应速度,让调度与治理更加精准;其四,构建长效管理机制,持续优化技术标

准和管理流程,使工程运行与生态需求保持一致,实现持续协同,并为后续工程积累可复制的经验^[5]。

某地区实施河道综合治理时,因涉及水利、环保、规划等多个部门,需要建立协同管理体系以兼顾防洪与生态需求,防止部门间重复建设与管理分散,项目启动后成立联合工作组,整合各部门的水文资料、生态调查结果与土地利用规划,为方案制定提供统一基础,减少信息断层,在建设阶段采用集成化技术体系,将生态河道设计、水质净化设施和智能监测系统共同应用,形成互补效果,增强整体治理能力。工程运行后依托信息平台共享实时水质、水位及生态监测数据,为各部门协同调度提供依据,使管理更加精细化,工程实施后河段生态功能得到改善,管理效率明显增强,展现出技术协同与管理优化带来的综合优势,并成为区域水生态治理模式创新的参考案例。

4 结束语

水利工程与生态环境协同发展是实现人与自然和谐共生的重要路径,未来水利工程建设将更加注重顺应自然规律,依托完善生态治理理念、创新工程模式和强化系统管理,使工程安全与生态健康共同增强。目前,流域综合治理、生态监测技术和智慧调控体系正在不断进步,水利工程的运行方式将更加精细化、生态化,能够主动适应环境变化并保持生态功能的连续性。同时,生态文明建设的深入推进也将促进多部门协同与社会广泛参与,为工程实践提供更加牢固的制度与技术支撑,也为构建可持续的水安全与生态格局夯实基础。

参考文献:

- [1] 李娜.生态水利工程建设对农业生态环境与经济效益的协同效应[J].山西农经,2025(10):126-128,179.
- [2] 马莉.水利工程绿色施工与生态环境保护的协同研究[J].清洗世界,2025,41(03):107-109.
- [3] 胡振鹏.生态适应性协同方法及其应用[J].长江流域资源与环境,2022,31(08):1712-1722.
- [4] 刘晗.农业水资源利用与生态环境保护协同发展的实践研究[J].皮革制作与环保科技,2021,02(22):81-83.
- [5] 徐浩东.水利工程中水环境生态治理防护技术研究[J].张江科技评论,2024(12):87-89.