

生态水利工程建设的关键技术分析

陈立威 王现春

开封第一黄河河务局

DOI:10.32629/btr.v8i8.4951

[摘要] 在生态文明建设背景下,生态水利工程成为协调水利开发与生态保护的核心载体。本文梳理生态水利工程的发展历程,阐述生态完整性、仿生学、适应性三大核心建设原则,重点分析生态规划与设计、生态材料与工艺、生态监测与评估、生态调控与管理四大关键技术体系,提出技术应用优化、推广与人才保障、配套体系完善的优化策略及推广路径。研究表明,完善关键技术体系、强化多维度保障,可推动水利工程向绿色生态转型,为破解水资源短缺、生态退化问题提供技术支撑,助力生态水利工程高质量可持续发展。

[关键词] 生态水利工程; 关键技术; 优化策略

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Analysis of Key Technologies for Ecological Water Conservancy Engineering Construction

Liwei Chen Xianchun Wang

Kaifeng First Yellow River Bureau

[Abstract] Against the background of ecological civilization construction, ecological water conservancy engineering has become the core carrier for coordinating water resources development and ecological protection. This paper reviews the development process of ecological water conservancy engineering, elaborates on three core construction principles of ecological integrity, bionics, and adaptability, and focuses on analyzing four key technology systems: ecological planning and design, ecological materials and processes, ecological monitoring and assessment, and ecological regulation and management. It proposes optimization strategies and promotion paths including technology application optimization, promotion and talent guarantee, and supporting system improvement. Research shows that improving the key technology system and strengthening multi-dimensional guarantees can promote the transformation of water conservancy engineering toward green ecology, provide technical support for solving water resource shortage and ecological degradation problems, and contribute to the high-quality sustainable development of ecological water conservancy engineering.

[Key words] ecological water conservancy engineering; construction principles; key technologies; optimization strategies

引言

随着社会经济快速发展,传统水利工程重开发、轻保护的模式引发水体污染、生物多样性减少等生态问题,与新时代生态文明建设需求相悖。生态水利工程融合水利工程与生态保护理念,兼顾防洪、灌溉等基础功能与生态效益,成为实现水资源合理利用与生态环境协同发展的重要举措。当前,我国生态水利工程建设仍面临技术适配性不足、推广力度不够等问题。基于此,本文系统梳理其发展历程与核心原则,分析关键技术体系,提出优化与推广策略,为生态水利工程技术升级、规范建设提供理论与实践参考。

1 生态水利工程发展历程

生态水利工程是水利工程与生态环境保护深度融合的产物,其发展历程大致可分为三个阶段。初期阶段以传统水利工程为主,核心聚焦于防洪、灌溉、供水等基础功能,忽视了工程建设对生态环境的影响,导致部分区域出现水体污染、生物多样性减少等问题。中期阶段随着生态环境问题日益凸显,人们开始重视水利工程与生态的协调,在工程设计中融入简单的生态保护措施,但缺乏系统性和科学性,生态效益有限^[1]。进入成熟阶段后,生态水利工程理念逐步完善,形成了“生态优先、兼顾效益”的核心导向,将生态保护贯穿工程规划、设计、建设、运营全过程,结合先进技术实现水利功能与生态效益的协同发展,成为破解水资源短缺、生态退化等问题的重要举措,推动水利工程向绿色

化、生态化、可持续化转型, 适配新时代生态文明建设与水资源合理利用的双重需求。

2 生态水利工程建设的核心原则

2.1 生态完整性原则

生态完整性原则是生态水利工程建设的首要核心原则, 核心是保障工程区域内生态系统的结构完整、功能稳定和物质循环畅通, 避免因工程建设破坏生态系统的整体性。在工程规划设计中, 需全面调研区域内的水文条件、植被类型、生物栖息地等生态要素, 统筹考虑上下游、左右岸的生态联系, 避免分割生态廊道、破坏生物迁徙通道。工程建设过程中, 需最大限度减少对原有植被、土壤、水体的扰动, 避免引发水土流失、水体富营养化等问题, 同时预留生态修复空间, 确保生态系统能够自我调节、自我修复。该原则要求工程建设不仅要满足防洪、供水等水利需求, 更要兼顾生物多样性保护、水质改善、生态廊道连通等生态需求, 实现水利工程与生态系统的和谐共生, 保障生态系统的长期稳定运行。

2.2 仿生学原则

仿生学原则是生态水利工程建设的重要指导原则, 核心是借鉴自然界生态系统的演化规律、结构特征和功能机制, 将其融入工程设计、建设与运营全过程, 实现工程与自然生态的无缝衔接。自然界中的河流、湖泊、湿地等生态系统, 经过长期演化形成了高效的水文调节、水质净化、生物栖息等功能, 仿生学原则就是模拟这些自然系统的结构和功能, 优化水利工程设计^[2]。例如, 模拟自然河流的弯曲形态设计河道, 替代传统直线型河道, 减少水流冲刷, 为生物提供多样化栖息地; 借鉴湿地的水质净化机制, 在工程周边构建人工湿地, 利用水生植物、微生物的作用净化水体。该原则强调工程建设要尊重自然、模仿自然, 避免过度人工化改造, 让水利工程融入自然生态系统, 充分发挥自然生态的自我修复能力, 提升工程的生态效益。

2.3 适应性原则

生态水利工程建设适应性原则, 核心是指工程设计、建设与运营需适应区域自然环境、生态条件的动态变化, 同时适配社会经济发展的需求, 具备较强的灵活性和可调整性。生态系统和自然环境处于不断变化之中, 水文情势、气候条件、生物群落等要素均会发生动态波动, 适应性原则要求水利工程在规划设计时, 充分考虑这些动态变化, 预留调整空间, 避免工程设计过于僵化。例如, 在河道整治工程中, 根据水文情势的季节变化, 设计可调式水位控制设施, 适应丰水期、枯水期的水位波动, 保障不同时期的生态需求和水利功能; 在生态修复工程中, 选择适应性强的本土物种, 替代外来物种, 提高生物群落的稳定性和适应性。工程建设还需适应社会经济发展的阶段性需求, 兼顾防洪、灌溉、供水、生态旅游等多重功能, 实现生态效益、经济效益和社会效益的协同提升, 确保工程长期发挥作用。

3 生态水利工程建设的关键技术体系分析

3.1 生态规划与设计技术

生态规划与设计技术是生态水利工程建设的基础性关键技

术, 贯穿工程建设全过程, 核心是通过科学的规划设计, 实现水利功能与生态效益的协同优化。该技术体系主要包括生态现状调研、生态承载力评估、工程方案优化三个核心环节。首先, 通过遥感监测、实地勘察等手段, 全面调研工程区域的水文、地质、植被、生物多样性等生态要素, 明确生态敏感区和保护重点; 其次, 运用生态承载力评估模型, 分析工程建设对生态系统的影响范围和程度, 划定工程建设的生态红线; 最后, 结合水利工程的核心功能, 优化工程方案, 融入生态保护理念, 例如优化河道断面设计、保留自然生态廊道、构建生物栖息地等。该技术强调“生态优先、科学规划、精准设计”, 通过合理的规划设计, 最大限度减少工程建设对生态环境的破坏, 为工程的生态化建设奠定基础, 是保障生态水利工程建设质量的核心前提。

3.2 生态材料与工艺技术

生态材料与工艺是生态水利工程建设的核心支撑技术, 核心是采用环保、节能、可降解、与自然生态兼容的材料和施工工艺, 减少工程建设对生态环境的扰动, 提升工程的生态效益和耐久性。在生态材料选用方面, 优先采用本土石材、生态混凝土、可降解土工材料等, 替代传统高污染、高能耗材料, 例如生态混凝土能够为微生物、水生植物提供附着载体, 促进水质净化和生物群落恢复; 可降解土工材料避免了传统土工材料难以降解、污染环境的问题^[3]。在施工工艺方面, 推广绿色施工工艺, 例如干法施工、微创施工等, 减少施工过程中对水体、土壤、植被的破坏, 避免施工扬尘、污水排放等环境污染问题; 同时采用生态护岸、生态清淤等工艺, 替代传统硬质护岸、机械清淤工艺, 保护河道生态系统, 促进河道自我修复。该技术体系既保障水利工程的结构安全和使用功能, 又最大限度降低工程建设的生态影响, 实现工程建设与生态保护的同步推进。

3.3 生态监测与评估技术

生态监测与评估技术是生态水利工程建设运营的重要保障技术, 核心是通过建立完善的监测体系, 实时跟踪工程区域生态环境的动态变化, 科学评估工程的生态效益和环境影响, 为工程优化调整提供数据支撑。该技术体系主要包括监测指标设定、监测设备部署、数据采集分析、生态评估四个环节。监测指标涵盖水文、水质、植被、生物多样性、土壤等多个方面, 例如水位、流量、COD、氨氮、植被覆盖率、生物种群数量等; 监测设备采用自动化、智能化设备, 实现实时监测、数据远程传输, 提高监测效率和准确性。通过对监测数据的分析处理, 运用生态评估模型, 科学评估工程建设对生态系统的正面影响和潜在风险, 判断工程是否达到预期的生态效益目标。根据评估结果, 及时发现工程建设和运营中的问题, 提出优化调整方案, 确保工程长期稳定发挥生态效益和水利功能, 推动生态水利工程的可持续运营。

3.4 生态调控与管理技术

生态调控与管理技术是生态水利工程运营阶段的核心关键技术, 核心是通过科学的调控措施和精细化管理, 优化工程运营模式, 保障生态系统的稳定运行, 实现水利功能与生态效益的长

期协同。该技术体系主要包括水文生态调控、生物生态调控和工程精细化管理三个方面。水文生态调控通过调节工程的水位、流量,模拟自然水文情势的波动,满足生物栖息、繁殖和植被生长的需求,例如合理调度水库水量,保障下游河道生态流量,促进河道生态修复;生物生态调控通过投放本土生物、种植水生植被等措施,优化生物群落结构,提高生态系统的自我修复能力和稳定性。工程精细化管理建立完善的运营管理制度,加强对工程设施、监测设备的日常维护和管理,及时排查和处理工程隐患;加强对工程区域生态环境的保护,严禁破坏植被、污染水体等行为,确保工程长期稳定运营,持续发挥生态效益、经济效益和社会效益。

4 生态水利工程建设关键技术优化策略与推广路径

4.1 技术应用层面优化策略

在生态水利工程关键技术应用层面,优化策略核心是聚焦技术短板,提升技术适配性和应用实效性,推动技术从“可用”向“好用、高效”转型。首先,针对不同区域的自然生态条件和工程需求,优化技术方案,实现精准适配,避免技术应用“一刀切”,例如在干旱地区重点优化生态补水技术,在湿润地区重点优化水体净化和洪涝调控技术。其次,加强技术集成创新,将生态规划设计、生态材料、监测评估、调控管理等技术有机融合,形成一体化技术解决方案,提升技术整体应用效益,例如将遥感监测技术与生态调控技术结合,实现生态环境动态监测与精准调控的协同推进。最后,强化技术应用试点示范,选择不同类型、不同规模的生态水利工程开展试点,总结技术应用经验,解决技术应用中出现的适配性、稳定性等问题,优化技术细节,形成可复制、可推广的技术应用模式,提升技术在实际工程中的应用水平和实效性。

4.2 技术推广与人才保障策略

生态水利工程关键技术的推广与人才保障,是推动技术落地应用、实现产业升级的重要支撑,需构建“技术推广+人才培养”双轮驱动体系。在技术推广方面,加强政企产学研协同,推动科研成果转化,鼓励科研机构、企业与水利工程建设单位合作,将先进技术转化为实际应用成果;同时加强技术宣传培训,面向水利工程从业人员开展技术培训,普及生态水利技术知识和应用方法,提升从业人员的技术应用能力。在人才保障方面,构建多层次人才培养体系,高校、职业院校加强生态水利相关专业建设,培养具备理论知识和实践能力的复合型人才;企业加强一线技术人员培训,提升实操能力;引进高端技术人才和管理人才,

完善人才激励机制,鼓励人才投身生态水利工程领域,解决技术推广和应用中的人才短缺问题,为技术推广提供坚实的人才支撑。

4.3 配套保障体系优化策略

配套保障体系的优化,是生态水利工程关键技术落地应用和推广的重要保障,核心是完善政策、资金、标准三大配套体系,形成“技术+保障”的协同推进格局。在政策保障方面,完善生态水利工程相关法律法规和政策支持体系,明确技术应用的标准和要求,加大对生态水利工程技术创新和推广的政策扶持力度,鼓励企业和科研机构开展技术研发。在资金保障方面,构建多元化资金投入机制,加大政府财政投入力度,引导社会资本参与,设立生态水利技术创新和推广专项基金,解决技术研发、试点示范、推广应用中的资金短缺问题^[4]。在标准保障方面,完善生态水利工程关键技术标准体系,明确技术应用的指标、流程和验收标准,规范技术应用行为,确保技术应用的科学性和规范性;加强标准宣传和执行力度,推动标准落地生根,为技术优化和推广提供统一的标准支撑,推动生态水利工程高质量发展。

5 结束语

生态水利工程建设是践行生态文明建设理念、实现水资源可持续利用的重要举措,其关键技术体系的完善与推广直接决定工程建设质量和生态效益的发挥。本文系统分析了生态水利工程的发展历程、核心原则、关键技术体系及优化推广策略,明确了四大关键技术的核心作用与应用要点,提出的多维度优化推广路径具有较强的实践意义。未来,需持续加强关键技术集成创新,破解技术应用瓶颈,强化人才培养与配套体系建设,推动技术成果高效转化。同时,结合不同区域生态与水利需求,优化技术方案,助力生态水利工程实现生态、经济、社会效益协同发展,为我国水资源保护与生态环境治理提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]张哲.水利工程中河道生态护坡施工技术细节的分析探讨[J].陕西水利,2025(8):143-145,152.
- [2]袁玉石.探索生态水利工程建设管理路径[J].水电水利,2022,6(5):61-63.
- [3]付意成,张剑,赵进勇,等.水利工程生态服务价值系统研究[J].水利学报,2025,56(5):564-575.
- [4]王晶晶,许彩芸,倪焱杰.面向生态保护的水利工程可持续发展策略[J].科学技术创新,2026(2):197-200.