

生态环境保护视角下的水利工程设计与运行

苏伟源

广东省潮州市潮安区登塘镇综合事务中心，广东潮州，515638；

摘要：水利工程是水资源调控与利用的核心设施，在防洪、供水等领域作用突出。传统工程模式侧重效益提升，常引发栖息地破碎、生物多样性下降等生态问题。本文以生态环境保护为核心视角，探究水利工程设计与运行的优化路径。通过剖析生态保护与水利工程的内在联系，明确工程全生命周期的生态约束条件，从设计理念革新、关键技术应用及运行机制完善等方面提出策略。研究旨在推动水利工程效益与生态保护协同发展，为新时代水利工程可持续建设提供理论支撑，助力水利领域实现生态化转型目标。

关键词：生态环境保护；水利工程；工程设计；工程运行；协同发展

DOI：10.64216/3104-9664.25.02.070

引言

水是生命与生态的基础，水利工程则是人类改造利用水资源的重要载体。随着生态文明建设推进，“生态优先”成为水利工程建设的基本准则。过去部分水利工程忽视生态系统整体性，在发挥效益时，导致河流生态廊道断裂、水文情势改变等问题。当前，如何将生态保护理念融入水利工程设计与运行，破解工程建设与生态保护的矛盾，是水利领域的重要课题。

1 生态环境保护与水利工程的内在逻辑关联

1.1 水利工程的双重生态影响

水利工程对生态环境的影响具有显著双重性。从积极层面看，合理规划的水利工程能调节区域水文循环，通过修建水库实现洪水期蓄水、枯水期补水，有效改善流域水资源时空分布不均的问题，为沿岸农业灌溉、城市供水提供稳定保障，同时部分水利设施还能营造人工湿地环境，为部分水生生物提供新的栖息空间。从消极层面讲，水利工程建设会改变河流天然水文情势，大坝的修建可能阻断鱼类洄游通道，导致鱼类繁殖受阻，生物多样性下降；工程施工过程中产生的土石方开挖、植被破坏等问题，还会引发水土流失，加剧区域生态环境压力。

1.2 生态保护的约束与导向作用

生态环境保护已成为水利工程建设刚性约束条件。随着环保法规的不断完善，水利工程规划与建设必须通过严格的环境影响评价，对可能造成的生态破坏制定专项防护措施，未达到生态保护标准的工程不得开工建设，这在一定程度上规范了工程建设行为。同时，生

态保护为水利工程发展提供明确导向。传统水利工程以经济效益为核心目标，而如今生态效益已成为工程建设的重要考量因素，推动水利工程从“工程水利”向“生态水利”转型，促使工程设计、施工及运行各环节都围绕生态友好理念展开，实现水利工程与生态环境的协调发展。

1.3 生态水利工程的内涵与价值

生态水利工程以生态保护为核心内涵，强调在满足水利工程基本功能的同时，最大限度减少对生态系统的干扰，实现工程效益与生态效益的统一。它突破了传统水利工程“以人类为中心”的设计理念，注重维护生态系统的完整性和稳定性，通过模拟自然河流形态、保留河流生态廊道等方式，为生物提供适宜的生存环境。生态水利工程的代价值突出，在生态文明建设背景下，它不仅能有效解决传统水利工程带来的生态问题，还能推动水利行业可持续发展。

2 生态环境保护视角下水利工程设计的核心要点

2.1 工程选址与布局优化

基于生态系统整体性的水利工程选址与布局优化，需全面考量流域生态系统的结构与功能。在选址阶段，应避开生态敏感区域，如自然保护区、珍稀物种栖息地等，通过实地勘察与生态调查，明确区域生态承载能力，确保工程建设不会破坏生态系统的完整性。在布局方面，要结合河流天然走势，避免过度改变河流形态，对于跨流域水利工程，需充分考虑不同流域生态系统的差异性，制定差异化的布局方案。

2.2 工程结构与材料创新

融入生态友好理念的工程结构与材料创新,是生态水利工程设计的关键环节。在结构设计上,可采用新型泄水建筑物结构,如生态鱼道、仿自然溢流堰等,保障鱼类洄游通道的畅通,减少工程对水生生物的影响;水库设计中采用分层取水结构,可根据不同季节水温变化,抽取适宜温度的水体,满足下游生态用水需求。在材料选择上,优先使用环保、可降解的新型材料,替代传统的混凝土、钢筋等材料,减少材料生产与使用过程中对环境的污染;同时,推广使用透水材料铺设工程周边路面,提高雨水下渗率,改善区域水循环状况。

2.3 配套设施的生态设计

在水利工程周边规划建设人工湿地,利用湿地的净化功能,处理工程运行过程中产生的污水,同时为鸟类、两栖类等生物提供栖息和觅食场所。在渠道设计中,通过设置浅滩、深槽等多样化的水域形态,模拟自然河流环境,满足不同水生生物的生存需求。此外,配套建设生态监测设施,实时监测工程周边生物多样性变化情况,根据监测数据及时调整配套设施的运行参数。同时,在工程周边种植本土植被,构建稳定的植被群落,提高区域生态系统的自我修复能力,为生物多样性保护提供有力支撑。

3 水利工程生态化运行的关键技术及实施路径

3.1 生态流量保障技术

基于水文情势调控的生态流量保障技术,是水利工程生态化运行的核心技术之一。该技术通过建立流域水文监测系统,实时采集流域降水、径流、水位等水文数据,结合流域生态系统需求,科学计算各时段的生态流量阈值。根据计算结果,利用水利工程的调度设施,如闸门、泵站等,合理调节下泄流量,确保下游河流保持适宜的生态流量。在洪水期,通过水库蓄水减少下泄流量,避免洪水对下游生态系统造成冲击;在枯水期,加大下泄流量,保障下游植被灌溉用水和水生生物生存用水。同时,采用动态调控模式,根据季节变化和水文情势波动,及时调整生态流量保障方案,实现水资源的优化配置。

3.2 水质维护与生态修复

水利工程运行中的水质维护与生态修复措施,是保障流域水环境质量的重要手段。在水质维护方面,定期对水库、渠道等水利设施进行清淤处理,减少淤泥中污染物的释放;在工程进水口设置水质监测点,对入库水

质进行实时监测,一旦发现水质超标,及时采取净化处理措施。在生态修复方面,针对工程周边受损的植被群落,开展植被恢复工程,种植适宜当地生长的水生和陆生植物,提高区域植被覆盖率。同时,投放适量的土著水生生物,改善水体生态结构,增强水体的自净能力。此外,建立水质预警机制,通过大数据分析预测水质变化趋势,提前做好水质污染防控准备。

3.3 智慧化监测的实践应用

智慧化监测在水利工程生态运行中的实践应用,显著提升了工程运行的科学性与高效性。通过在水利工程及流域关键节点布设传感器、摄像头等监测设备,构建全方位的智慧监测网络,实现对水文情势、水质状况、生物多样性等生态要素的实时监测。监测数据通过无线通信技术传输至智慧管理平台,平台利用大数据、人工智能等技术对数据进行分析处理,生成生态运行评估报告。管理人员根据报告及时掌握工程生态运行状况,针对出现的问题精准施策。例如,当监测到下游生态流量不足时,平台可自动发出调度指令,调控水利设施加大下泄流量,保障生态需求。

4 水利工程生态化建设的支撑体系构建

4.1 工程标准体系完善

完善生态环境保护导向的水利工程标准体系,是规范生态水利工程建设的重要保障。当前,我国部分水利工程标准存在生态保护条款缺失、标准要求偏低等问题,难以满足生态水利工程建设需求。因此,需结合生态文明建设要求,修订和完善现有标准体系,在工程设计、施工、验收等各环节增加生态保护相关指标。明确水利工程建设中的生态流量保障标准、生物多样性保护标准、环保材料使用标准等内容,细化标准实施细则,确保标准具有可操作性。同时,建立标准动态更新机制,根据生态保护理念的发展和工程实践经验,及时调整标准内容,使标准体系始终与生态水利工程建设需求相适应。

4.2 生态管理机制建立

建立多元协同的水利工程生态管理机制,需要整合各方资源,明确各主体职责。政府部门应发挥主导作用,加强对水利工程生态管理的统筹协调,制定相关政策法规,规范管理行为;水利工程建设单位承担主体责任,负责工程生态化设计、施工及运行管理,建立内部生态管理体系;科研机构应提供技术支撑,开展生态水利工程相关技术研究,为管理机制运行提供科学依据;社会组织 and 公众可参与监督,通过举报、建言献策等方式,

推动水利工程生态管理水平提升。同时,建立跨部门、跨区域的协同管理平台,加强信息共享与沟通协作,形成政府主导、多方参与、协同共治的水利工程生态管理格局。

4.3 政策与资金保障

生态化水利工程建设与运行离不开政策支持与资金保障。在政策方面,政府应出台针对性的激励政策,对生态化水利工程项目给予税收减免、用地优先审批等优惠待遇,鼓励企业和社会资本参与生态水利工程建设;同时,加强政策宣传引导,提高全社会对生态水利工程的认知度和重视程度。在资金保障方面,建立多元化的资金投入机制,加大财政专项投入力度,设立生态水利工程建设专项资金;积极引导金融机构创新金融产品,为生态水利工程提供低息贷款、融资担保等服务;鼓励社会资本通过 PPP 模式等参与生态水利工程的投资、建设与运营,确保生态化水利工程建设有充足的资金支持。

5 水利工程设计与运行生态化转型的挑战与应对

5.1 传统理念与技术的适配难题

水利工程设计与运行生态化转型中,传统工程理念与技术的适配难题较为突出。传统水利工程建设长期以经济效益为核心目标,工程技术人员形成了固化的设计与管理思维,对生态保护理念的接受和融入需要一个过程,部分人员对生态水利工程技术要求和建设模式认识不足,导致在工程实践中难以有效落实生态化措施。在技术层面,传统水利工程技术多侧重于工程结构稳定性和功能实现,与生态化技术存在一定差异,将生态化技术融入传统工程技术体系时,可能出现技术衔接不畅、兼容性差等问题。此外,部分生态化技术还处于研发阶段,技术成熟度不足,难以满足大规模工程应用需求,进一步加剧了传统理念与技术的适配难度。

5.2 多重效益的平衡策略

实现水利工程生态效益与经济社会效益的平衡,需要采取科学合理的策略。在工程规划阶段,进行全面的效益评估,建立生态效益、经济效益和社会效益一体化评估指标体系,根据评估结果优化工程方案,避免出现单一效益优先的情况。在工程设计中,采用生态友好型技术与方案,在保障生态效益的同时,最大限度降低对工程经济效益的影响,例如通过优化工程结构设计,减

少工程建设成本,提高工程运行效率。在工程运行过程中,建立动态调控机制,根据流域生态环境变化和经济社会发展需求,及时调整工程运行参数,实现多重效益的动态平衡。同时,加强宣传引导,提高全社会对生态效益重要性的认识,营造重视多重效益平衡的良好氛围。

5.3 跨区域生态协同治理

推进跨区域水利工程生态协同治理,是解决跨区域生态问题的关键。首先,建立跨区域协同治理机制,明确各区域在水利工程生态保护中的职责与分工,打破行政区域壁垒,加强区域间的沟通协作。其次,构建跨区域生态监测与信息共享平台,整合各区域监测资源,实现监测数据的实时共享与同步分析,为协同治理提供数据支撑。同时,建立跨区域生态补偿机制,根据水利工程生态效益的受益范围和贡献程度,制定合理的生态补偿标准,通过资金补偿、资源置换等方式,平衡各区域的利益关系,调动各区域参与生态协同治理的积极性。

6 结论

本文以生态环境保护为视角,对水利工程设计与运行展开系统研究,明确了生态保护与水利工程之间的内在逻辑关联,指出生态保护既是水利工程建设的刚性约束,也是推动水利工程转型发展的重要导向。从工程设计、运行技术、支撑体系及转型挑战等方面,提出了水利工程生态化发展的具体路径,为生态友好型水利工程建设提供了全面的理论参考。当前,水利工程生态化转型虽面临传统理念与技术适配、多重效益平衡等挑战,但通过完善标准体系、建立协同机制等措施,可有效破解这些难题。

参考文献

- [1] 江慧艳. 生态环境保护理念下的水利技术创新策略[J]. 低碳世界, 2025, 15(10): 53-55.
- [2] 李旭成, 李继军, 陈新民. 水利工程绿色施工技术与生态环境保护研究[J]. 中国设备工程, 2025, (22): 213-215.
- [3] 陈功, 丁冬, 钱玉超, 等. 水利工程运行管理与生态环境保护的协调[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (25): 216-219.
- [4] 邱春美. 生态护坡技术在水利工程中的环境保护作用与应用实践[J]. 四川水泥, 2025, (08): 111-113.
- [5] 郭健. 水利工程施工中的环境保护与生态恢复措施[J]. 石材, 2025, (08): 165-167.