

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的刚性约束条件。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。生态水利工程的时代价值突出，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与实施路径

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治准备。

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持，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；社会组织和公众可参与监督，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

生态化水利工程的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，对生态化水利工程建设项目给予税收减免、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的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，也是推动水利工程建设的重要导向。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.