

探究生态水利工程规划设计难点与应对策略

徐超 曾正杨 廖辉 樊石川 李伟
镇江市工程勘测设计研究院有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i7.7064

[摘要] 生态水利工程作为新型工程形态,能够提升水资源利用效能,增强水域生态稳定性。文章遵循系统性治理理念,运用文献资料研究、案例分析等方法,总结生态水利工程规划设计难点,遵循全域规划、因地制宜、全链规划的基本思路,推动工程规划设计的定制化、闭环化,依托标准体系完善、协同化设计等举措,全方位提升生态水利工程规划设计效能,有效应对规划设计难点,为流域综合治理、流域生态修复提供有力支撑。

[关键词] 生态水利工程; 规划设计; 难点分析; 基本思路; 应对策略

中图分类号: TV 文献标识码: A

Exploring the challenges and mitigation strategies in the planning and design of ecological water conservancy projects

Chao Xu Zhengyang Zeng Hui Liao Shichuan Fan Wei Li
Zhenjiang Engineering Survey and Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] As a novel engineering discipline, ecological water conservancy projects enhance water resource utilization efficiency and strengthen aquatic ecosystem stability. Adhering to the principle of systematic governance, this study employs literature review and case analysis to identify key challenges in the planning and design of such projects. Following the fundamental approaches of comprehensive regional planning, site-specific strategies, and end-to-end planning, it promotes customized and closed-loop design processes. By leveraging robust standard systems and collaborative design methodologies, the research comprehensively improves the effectiveness of ecological water conservancy project planning, effectively addresses design complexities, and provides robust support for integrated water management and watershed ecological restoration.

[Key words] Ecological water conservancy projects; Planning and design; Challenge analysis; Fundamental approach; Mitigation strategies

前言

生态水利工程注重水资源的合理利用与生态环境的科学保护,为切实发挥生态水利工程的社会价值、经济价值以及生态价值,工作人员在规划设计阶段,要遵循水动力学规律,综合地貌形态、生态结构以及水土资源承载力等要素,概括生态水利工程规划设计难点,理顺规划设计思路,创新规划设计方法,稳步提升生态水利工程规划、施工、运维的效能,推动水利工程的现代化、绿色化转型。

1 生态水利工程规划设计难点分析

1.1 数据整合不到位

基础地理与生态监测数据是生态水利工程规划设计的基础,目前多数工程项目普遍存在前期勘察数据碎片化、多源数据融合度低的设计痛点。具体来看,一方面,流域水文动态数据、区

域地质勘查数据、陆生及水生生物本底普查数据、土地利用空间数据分属水务、自然资源、生态环境多部门归口管理,数据接口不互通、数据标准不统一,设计阶段难以完成全域流域数据统筹整合^[1]。另一方面,多数中小型生态水利项目压缩前期勘察周期,缺少长周期水域生态原位监测数据,仅依托历史静态数据开展方案设计,无法精准反映流域实时水文节律与生态基底特征,直接导致后续工程布局、生态结构参数、植被配置方案设计脱离场地实际,从源头降低工程设计合理性。

1.2 设计标准不科学

现阶段,我国水利工程行业规范、设计验算指标均围绕传统硬化防洪水工建筑编制,没有形成适配不同流域、不同工程等级的生态水利专项规划设计标准体系。现有标准无法平衡水利工程结构安全、行洪防灾硬性指标和水生态修复、生物栖息地保

护软性指标。生态护岸选型、河床生态重构、水系连通设计等关键环节缺少标准化设计参数与阈值依据,生态效益量化评价指标模糊^[2]。设计人员无统一行业规范可循,只能依托传统水工经验开展生态化改造设计,极易出现工程安全达标但生态功能缺失、生态设计达标无法满足防洪管控要求的双向设计矛盾,是制约生态水利规范化设计的制度性难点。

1.3 流域统筹不规范

水生态系统具备上下游联动、干支流互通、水陆一体化耦合的自然属性,但现阶段国内生态水利工程普遍采用属地碎片化规划模式。多数设计工作以行政辖区、局部河段为设计边界,突破流域自然地理单元管控逻辑,忽视上游来水污染、下游泄洪约束、沿岸陆域生态链联动影响;各河段工程独立编制设计方案,缺少跨区域、跨部门的流域顶层统筹规划,工程之间生态功能无法衔接,容易阻断河湖原生水文连通通道与水生生物迁徙廊道。这种局部化、碎片化的不规范设计模式,极易造成流域生态治理碎片化,出现单点治理达标、全域生态环境无明显改善的行业乱象。

2 生态水利工程规划设计基本思路

2.1 全域规划,生态优先设计

工作人员需要树立全流域一体化统筹布局思维,打破行政边界对水系工程规划的人为割裂。工程规划阶段需严格恪守生态保护红线、水环境质量底线、水资源利用上线三项国土空间刚性管控约束,明确以流域生态系统稳态维系为核心的设计导向,确立自然生态功能优先级高于工程景观美化、沿岸附属开发等附加功能的核心设计准则^[3]。河湖行洪安全、城乡生活及工业供水是生态水利工程的基础底线目标,在满足区域防洪排涝、水资源调度等硬性水工安全指标前提下,最大限度保留河道天然深潭、浅滩、滩涂湿地、原生滨岸林带等关键生态地貌单元,适度降低传统混凝土硬化堤防、人工闸坝的建设规模与改造强度,减少人工工程对自然水系的外力干预。规划设计阶段统筹研判流域上下游水文传导规律、水陆两岸物质能量交换特征、地表水与地下水耦合关系,搭建水利工程结构安全、流域水生态修复、水资源集约利用多目标协同的全域设计框架,实现人工水工构筑物与流域原生水生态系统结构适配、功能共生,达成人水和谐的规划设计目标。

2.2 因地制宜,定制化设计

水生态系统具备显著的地域分异特征,工作人员在生态水利工程规划设计过程中,应当坚持生态本底导向的差异化定制设计思路,全面摒弃行业同质化通用设计范式。项目立项规划前期,以全域整合后的流域水文监测数据、场地工程地质勘察报告、区域气候特征、本土水陆生物群落普查数据为底层设计依据,严格落实“一河一策、分段分区”精细化设计原则。针对山地暴雨易发山洪河道、平原缓流淤积型河道、城镇高密度建成区景观内河、城郊湿地连通水系四类典型场景,分类制定河道断面形式、生态护岸结构、水系连通方案;在植被与工程材料选型层面,优先配置区域乡土水生、湿生植物种质资源,选用多孔、

低污染、高附着性环境友好型生态水工材料,严控外来水生物种引种审批流程,从源头规避流域生物入侵风险。同时结合区域历史极端洪水、干旱水文工况,针对性优化工程抗冲击、抗扰动生态结构,科学平衡人工工程改造强度与流域生态系统自然修复阈值,从方案层面提升设计成果与场地自然条件、区域发展需求的双向适配性。

2.3 全链规划,闭环化设计

区别于传统水利重前端图纸编制、轻中后期落地运维的单向设计模式,现代生态水利工程需贯彻全生命周期闭环规划设计理念,建立覆盖前期勘察立项、总体规划布局、施工详图设计、现场施工技术配合、后期水生态长效运维、工程服役期满生态复盘拆除的全链条闭环设计体系。生态系统具备长期性、动态演化特性,工程后期水质养护、群落植被抚育、水工生态结构检修、流域水文智能调度等后置管控环节,必须前置嵌入规划设计阶段统筹布局^[4]。在方案设计阶段完成全域生态监测断面、水质传感采集点位布局,搭建流域数字化管控预留接口。工作人员结合流域水文生态演变大数据,预判工程服役周期内结构老化、水生群落退化、河道泥沙淤积等潜在风险,形成前置性防控设计方案。从实际情况来看,这种闭环设计逻辑能够以前端规划设计把控工程落地标准与后期运维方向,打通设计、施工、运维全环节技术链路,从源头减少工程后期改造、生态修复返工成本,保障工程前期设定的生态效益与工程效益长期稳定落地。

3 生态水利工程规划设计难点应对策略

3.1 完善标准体系,量化生态效益指标

以行业顶层制度建设为抓手,自上而下搭建国家级、流域级、区域级三级分层联动的生态水利专项规划设计标准体系,构建一套流程闭环、现场可落地、验收可核验的生态效益量化评价体系。具体来看,立足于我国不同流域自然禀赋差异,结合河道管控等级、工程建设主导功能、管控片区生态敏感等级、水土资源承载上限等核心边界条件,细化地方适配性专项设计导则,填补传统水利行业规范重结构安全、轻生态修复的制度短板,补齐河湖生态重构相关设计条款空白。在方案编制环节,工作人员运用层次权重分析算法,科学界定防洪减灾、边坡结构稳定、水资源调度保障等刚性工程安全指标,与水生生物栖息地修复、滨水生态廊道构建、水体富营养化管控等柔性生态指标的权重占比,厘清两类指标的管控优先级与协同约束边界^[5]。同时,依托流域生态承载力综合评价模型,将水文廊道纵向连通程度、水陆生物群落多样性、水体原位净化效率、底栖生物生存适宜度等主观定性评价指标,拆解转化为可现场监测、可数值比对、可项目竣工验收的标准化定量参数。严格对标国土空间生态保护红线、水环境管控底线等相关法规,编制生态水利工程规划设计负面管控清单,明确禁止类、限制类工程结构形式、硬化施工工艺和高污染水工建材;统一生态护岸、生态鱼道、人工净化湿地、滩涂修复工程这类核心生态构筑物的结构尺寸、坡度阈值、施工工艺参数。通过标准化制度落地,从源头解决设计无依据、验收无标准的行业痛点,实现方案编制、院内专家评审、

行政主管部门立项审批全链条闭环管控,推动生态水利工程规划设计工作标准化、规范化运行。

3.2 实现协同化设计,流域耦合研判

建立多学科融合、跨部门协同、全流域联动的一体化规划设计工作流程,强化流域水文生态耦合研判能力。打破传统水工设计单一学科的工作边界,整合水工结构工程、恢复生态学、水环境监测科学、国土空间全域规划、流域水土保持工程五大核心学科技术力量,组建跨领域复合型专项设计工作专班,破除工程结构设计与生态系统修复之间的专业认知壁垒。建立跨部门数据共享协同机制,打通水务管理、生态环境监管、自然资源规划三大行政部门的流域数据库接口,统一全域水文监测、工程地质勘察、生态本底普查、土地利用格局多源数据采集标准与数据格式,实现流域基础勘察数据全域共建、实时共享。在方案设计仿真阶段,工作人员可以引入MIKE水文-生态耦合数值模型,通过技术对比、分析,对流域长周期天然水文节律、汛期泥沙冲淤演变、水陆交错带物质能量交换、地下水地表水水力联系开展全维度仿真模拟与耦合研判。摒弃属地行政边界的碎片化规划思维,实行全流域自上而下统筹布局的协同设计模式,串联流域上下游、干支流、河道左右岸各类河湖治理和水利改造项目,统筹衔接各个单项工程设计功能。同步打通河流水体物理输水连通道和水生生物迁徙、繁衍生态廊道,从顶层设计层面破解水系割裂、流域生态耦合性差、区域治理效果失衡的核心行业难题。

3.3 注重全流程设计,智慧赋能优化

工作人员要总结过往经验,采取有效举措,建立覆盖设计、施工、验收、运维全生命周期的数字化标准化管控流程。具体来看,依托现代智慧水利数字技术实现规划设计全流程提质增效、风险前置管控,构建双重审核的生态水利专项图纸评审管控体系,在常规水工结构安全、行洪稳定性审核流程基础上,增设生态工程领域专家专项复核流程,前置研判工程布局、断面选型、生态构筑物配置存在的潜在设计缺陷,从源头规避生态适配性不足、破坏原生水系格局的工程风险。依托遥感卫星监测、物联网水质传感终端、水利大数据平台、流域数字孪生等新一

代水利数字化技术,搭建全域可视化智慧生态设计仿真平台。工作人员可以通过实景数字孪生流域模型迭代优化工程总平面布局、河道生态断面参数、滨岸防护结构形制、全域生态监测点位布设等核心设计参数。将流域生态刚性管控条款嵌入图纸会审、施工技术交底、工程设计变更、项目竣工验收全业务流程,把生态保护约束贯穿工程落地全环节。依托数字化仿真与监测工具,完成设计方案施工可行性前置推演、施工现场生态环境全过程动态监管、工程运维阶段生态指标长效动态监测,将智慧赋能管控逻辑贯穿项目规划、方案设计、工程落地、后期长效运维全链路,保障生态水利工程既定设计目标精准落地,实现流域工程效益与生态效益长期稳定输出。

4 结语

生态水利工程规划设计是落实流域绿色治理、推动水利行业转型升级的关键环节,文章遵循全域生态优先、场地差异化定制、全链条闭环管控三大基本设计思路,通过标准化制度建设、多学科协同设计、数字化全流程管控三大路径,系统性破解规划设计阶段各类瓶颈。从设计源头平衡水利工程安全效益与流域生态涵养效益,全面提升生态水利项目科学性与落地质量。

[参考文献]

- [1]阴林茹,姚晓鹏.水利工程设计中的优化策略与实践研究[J].水上安全,2025(8):163-165.
- [2]孙景露,章科杰.探究生态水利工程规划设计中的难点及对策[J].水利电力技术与应用,2025(13):31-33.
- [3]唐大友.水利工程规划设计中环境影响评价研究[J].水上安全,2024(18):47-49.
- [4]徐征亚.关于生态水利工程规划设计的思考—评《城市生态水利工程规划设计与实践》[J].人民黄河,2024(8):4.
- [5]陈昊.水利工程建设中的生态环境设计方法[J].工程建设与设计,2024(6):72-74.

作者简介:

徐超(1992—),男,汉族,江苏镇江人,大学本科,镇江市工程勘测设计研究院有限公司,工程师,从事的研究方向:水利工程。