

绿色发展理念下水利水电工程生态保护研究

邱 枫

湖北澜图工程设计有限公司, 湖北 武汉 448124

[摘要] 水利水电工程是区域水资源调度与水旱灾害防控的重要基础设施, 建设与长期运行过程会持续扰动流域原生生态环境, 逐步滋生各类隐性生态问题。顺应水利行业绿色提质的发展趋势, 本文以绿色发展理念为指导, 基于工程全生命周期视角, 系统梳理中小型水利水电工程在设计、管护、修复监测环节存在的生态保护实操短板。结合一线工程实际场景, 文章提出一套精细化、可落地的全流程优化方法, 搭建适配基层水利项目的生态保护工作体系。本研究能够有效协调工程建设与流域生态养护的平衡关系, 可为中小型水利工程绿色升级与河湖生态稳定维护提供可靠的实践参考。

[关键词] 绿色发展理念; 水利水电工程; 生态保护; 流域治理

DOI: 10.64635/ja.2026.1508

中图分类号: X322

文献标识码: A

Research on Ecological Protection in Water Conservancy and Hydropower Projects under the Concept of Green Development

Qiu Feng

Hubei Lantu Engineering Design Co., Ltd., Wuhan, Hubei 448124, China

Abstract: Water conservancy and hydropower projects are important infrastructure for regional water resource allocation and the prevention and control of flood and drought disasters. Their construction and long-term operation continuously disturb the original ecological environment of river basins and gradually give rise to various hidden ecological problems. In response to the development trend of green quality improvement in the water conservancy industry, this paper takes the concept of green development as its guidance and, from the perspective of the whole life cycle of projects, systematically reviews practical shortcomings in ecological protection during the design, management and maintenance, restoration, and monitoring stages of small and medium-sized water conservancy and hydropower projects. Based on frontline engineering scenarios, the paper proposes a refined and practical whole-process optimization method and establishes an ecological protection work system suited to grassroots water conservancy projects. This study can effectively coordinate the balance between engineering construction and ecological maintenance of river basins, and provide reliable practical reference for the green upgrading of small and medium-sized water conservancy projects and the stable maintenance of river and lake ecosystems.

Keywords: concept of green development; water conservancy and hydropower project; ecological protection; river basin governance

引言

水利水电工程是保障区域水安全、调配水资源、开发清洁能源的重要基础设施, 对地方社会经济稳定发展具备支撑作用。随着国内生态文明建设持续推进, 水利行业发展模式逐步转变, 工程建设不再单一追求安全效益与经济效益, 生态适配性逐渐成为工程运维提质的重要评价指标。传统水利建设长期沿用重建设、轻生态的发展模式, 施工扰动、闸坝调度、岸坡改造等工程行为, 会缓慢改变河道天然水文节律, 弱化河湖自净能力与生物栖息条件^[1]。目前国内相关研究多聚焦单一修复技术、绿色施工工艺等专项领域, 侧重技术应用总结。现有成果较少从工程全流程视角整合

设计、施工、运维各阶段的生态问题, 理论与基层中小型工程实操场景贴合度不高, 存在一定的研究空白。基于上述研究现状, 本文立足工程实操视角, 结合绿色发展理念构建全流程生态保护体系, 通过梳理现场真实短板、配套对应优化措施, 为水利工程绿色转型提供可行的研究思路与实践参考。

1 绿色发展理念内涵及对水利水电工程的约束与赋能

1.1 新时代绿色发展理念的核心内核与实践准则

绿色发展理念覆盖经济建设、生态保护、资源利用多个领域, 落地应用于水利水电行业具备清晰具体

的实操标准,不存在空洞的理论要求。河湖治理与水利工程建设落实绿色发展,首要落实生态优先的核心准则,工程建设过程中杜绝随意改动河道天然形态与盲目压缩河湖水域空间的行为,最大限度保留流域原生生态结构。行业建设全程采用低扰动开发模式,在满足工程安全运行与基础使用功能的前提下,优先选用对水环境、岸带植被、水生生物影响更低的施工方案,有效缩减工程硬性改造范围。生态养护属于贯穿项目全程的长期工作,不会随工程竣工交付停止推进,工作人员依托常态化管护措施稳定维系流域生态状态,切实改善传统工程重建设、轻养护、重效益、轻生态的建设弊端,稳步打造人水和谐的河湖发展格局。

1.2 绿色发展理念对水利水电工程的全新赋能要求

绿色发展理念的全面普及,从根本上革新水利水电工程的建设逻辑与管护模式。传统工程建设以功能落地为核心目标,生态保护大多作为工程完工后的补救工作,整体治理节奏存在明显滞后性。全新发展思维彻底扭转传统建设逻辑,将生态考量全面前置,在项目立项与方案设计阶段系统排查各类潜在生态风险,从源头规避生态隐患。施工阶段严格规范作业范围与施工行为,通过缩减土方开挖、场地占用、施工排污等扰动行为,弱化工程建设对周边水环境的负面影响。工程运维阶段摆脱固化的调度模式,结合季节气候波动规律与水生生物生长繁育周期灵活调整水位、下泄流量,持续维持河道水体动态平衡。理念的革新落地帮助水利工程跳出单一功能性建设的局限,让工程建设方案更加适配流域自然演化规律,逐步形成兼顾建设效益与生态保护需求的成熟建设体系。

1.3 绿色发展与水利生态保护的适配价值

结合水利工程长期运行特征分析,工程对流域生态的扰动具备渐进累积的特点,短期施工扰动难以显现明显生态问题,但长期标准化、固定化的运行模式会持续改变河道原生生态环境。传统生态管护工作存在显著的阶段性短板,施工阶段管控标准严格、治理措施完善,运维阶段管护力度逐步弱化,使得生态治理工作出现明显衔接断层。绿色发展理念能够有效弥补传统管护模式的不足,推动生态保护工作全面覆盖工程全生命周期,让局部整改的治理模式转变为全方位生态适配,被动的后期修复方式升级为主动的事前防控。工程各建设环节全面融入绿色建设标准,可有效削弱人为建设带来的累积生态扰动,稳定维持流域水文状态、岸带结构与水生生态群落的平衡状态,实

现水利工程长效安全运行与流域生态持续向好的双向统一^[2]。

2 水利水电工程生态保护的实操性短板与现场问题

2.1 前期设计生态考量不足,适配性有待提升

从工程设计实操角度来看,国内中小型水利水电项目大多参照通用行业规范完成设计工作,设计重点集中在结构安全、行洪能力、建设成本等硬性指标,对属地流域细微的生态特征调研梳理不够细致。多数河道整治与小型闸坝项目仅依托常规水文数据拟定设计方案,现场生态摸排工作过于简略,设计人员无法精准掌握河段鱼类聚集区、浅滩产卵区、滨水植被带的分布情况,导致生态调研数据难以支撑精细化生态设计。部分项目为保障工程运行安全采用岸线截弯取直、大范围堤岸硬化、固定闸坝孔径的保守设计,这类方案虽可满足工程安全运行标准,却会直接改变河道原有水流形态,造成河道缓水区域缩减、流水性鱼类栖息空间压缩。多数项目仅完成主体工程施工内容,未配套建设生态辅助设施,河道水体交换效率持续降低,局部水域流动性偏弱,河道天然自净能力逐年衰减,从项目设计源头埋下难以修复的生态隐患。

2.2 生态管护分段开展,各阶段衔接不够连贯

结合工程全周期管护实际情况分析,水利工程生态管护工作存在突出的阶段割裂问题,施工、验收、运维各环节管护内容衔接不畅,整体管护连贯性严重不足。施工阶段会严格按照环保规范处理施工废水、管控现场扬尘、做好边坡防护工作,能够有效控制短期施工污染,缓解阶段性水土流失问题^[3]。工程竣工验收完成后,现场生态管护工作会出现明显松懈,运维团队缺少常态化、规范化的生态调控举措。多数闸坝与蓄水工程长期维持固定水位与下泄流量,完全脱离天然河道丰枯交替的自然节律,这种固化运维模式容易引发河道底层藻类富集、水体流动性变差等问题,无法满足水生生物生长繁殖的基础环境需求。除此之外,施工遗留的临时便道、弃土堆场、裸露边坡普遍存在修复滞后的问题,长期裸露的坡面经雨水冲刷会产生大量泥沙,泥沙汇入河道后持续影响河段水质,同时破坏河道底栖生物的生存栖息环境。

2.3 生态修复技术粗放,现场监测较为薄弱

在生态修复与现场监测工作层面,当前水利工程生态修复普遍存在模式固化、针对性不足的问题,多数项目直接套用标准化施工流程,没有结合河段实际生态短板定制专属修复方案。常规修复作业仅包含坡

面植草、河道清淤、硬质护坡铺设等基础内容,修复层次单一且治理效果有限,无法有效解决库区消落带干湿交替引发的植被退化、闸坝上下游水体连通不畅、局部水域流速过低引发的水体滞留等高频现场问题,行业目前仍缺乏适配这类专项问题的成熟修复技术体系。现场生态监测工作同样存在明显短板,现有监测内容仅服务于水质达标验收,工作人员仅定期检测常规水质指标,并未对河道水文动态、岸带植被长势、水生生物活动状态开展持续性跟踪记录。单一滞后的监测数据导致运维团队无法及时捕捉河段细微生态变化,生态修复工作只能依托过往经验推进,修复精准度不足,长效治理效果难以保障。

3 绿色发展理念下水利水电工程生态保护实操优化路径

3.1 优化前期生态设计,提升工程适配性

针对前文梳理的工程前期生态设计精细化不足、生态考量缺位的核心问题,行业需要依托前置化、精细化勘察设计工作,从项目源头降低工程改造对流域生态的原生扰动,规避后期难以修复的生态缺陷。项目立项与勘察阶段,需在常规水文测验、地质勘探的基础上,同步开展河段生态本底调查,系统摸排河道水文节律、水生生物分布、滨水植被群落等生态信息,精准标记鱼类栖息区、产卵浅滩、原生植被带等生态敏感点位,并将其纳入工程核心避让范围。工程选址、堤岸布设、闸坝设计均以生态本底数据为依据,最大限度减少对天然河道的硬性改造。对于无法完全避让的河段,需针对性优化工程结构、细化设计参数以弱化生态干扰^[4]。闸坝可增设低位生态泄水孔与鱼道结构,保障枯水期水体流动与生物通行,缓解水体阻隔问题。河道整治工作可适度弱化裁弯取直的改造力度,最大限度保留河道天然岸线形态与深浅交错的潭滩地貌,形成层次丰富的水流条件,更好适配各类水生生物栖息与繁殖的生存需求。

3.2 贯通各阶段管护工作,落实全程生态保护

针对工程施工、验收、运维各阶段管护割裂、治理断层突出的实操问题,水利工程建设需构建覆盖全生命周期的连续性生态管护机制,消除阶段性管护漏洞,实现生态保护工作常态化、规范化推进。从施工阶段来看,需要严格规范临时工程布局选址,将弃土堆场、施工便道、机械作业区全部布置在河道岸线外侧的非生态敏感区域,通过空间合理规划规避施工扬尘、废水、土石方堆放对河道水体与岸坡植被的直接扰动。各分项施工工序完成后,应当及时开展场地平

整、边坡修整、植被复绿工作,对临时占地及时覆土修复,避免裸露坡面长期受雨水冲刷引发水土流失与泥沙入河问题。在施工管护的基础上,工程竣工验收环节需增设生态专项核验内容,重点核查临时场地修复质量、岸坡防护完整性、水体环境达标情况,杜绝工程带病投运的情况发生。进入常态化运维阶段后,需要彻底消除固定水位、固定流量的机械调度模式,推行适配自然节律的柔性生态调度方案。其中汛期可适度加大下泄流量,模拟天然河道洪水涨落过程,有效激活河道水体交换能力;枯水期则需要严格守住生态基流底线,保障下游河道全线水体连通,防止局部河段断流、死水堆积。除此之外,可结合区域本土鱼类繁殖时段、水生植物生长周期,小幅动态微调水位与流速参数,营造贴合自然生态规律的水文环境。通过上述举措串联贯通各阶段管护内容,能够让生态保护完整贯穿工程建设、验收、运维全过程,有效解决传统模式下重施工治理、轻运维管护的滞后问题。

3.3 细化现场修复技术,完善生态监测方案

契合水利生态精细化治理的行业发展趋势,生态修复与监测工作需摆脱模板化、同质化的粗放治理模式,结合河段实际生态短板推行本土化、定制化精细治理技术,同步完善常态化监测体系,以精准数据支撑生态管护落地。在生态修复层面,针对传统硬质混凝土护坡通透性差、阻断水土交换的问题,可结合岸坡坡度、水流流速等现场条件,将硬质堤岸分段改造为格宾石笼护坡、生态草皮护坡、透水砖护岸等柔性结构^[5]。这类护岸可实现岸带水土自然交换,为底栖生物、草本植被及浮游生物提供栖息空间,逐步恢复岸带生态活力。针对库区消落带干湿交替、土体松散、植被存活难度大的治理难点,可采用高程分段梯度修复模式,依据不同水位的干湿特征分层栽种芦苇、狗牙根等抗逆性强的本土植被,搭建生态缓冲带稳固坡面土体,缓解水位涨落引发的坡面冲刷,稳步修复受损生态群落。在优化修复技术的同时,监测体系需同步升级,突破单一水质监测局限,构建多维度常态化监测机制。在常规水质检测基础上,新增水位流速、植被覆盖度、水生生物活跃度、水体富营养化等监测项目,通过定期定点监测积累完整生态数据。运维团队依托实时数据动态调整调度与修复方案,及时处置水体滞留、植被退化、藻类富集等隐患,持续提升水利生态保护的精准度与长效性。

4 结论

通过对水利水电工程全流程生态现状的系统梳

理，本文明确中小型水利工程生态问题主要集中在前期生态设计精细化不足、全周期管护衔接不顺畅、修复监测技术较为单一三个方面。针对上述实操短板，研究分别从源头设计优化、全程管护贯通、精细修复监测升级三个维度提出对应改进方案，可有效改善工程建设对流域生态的渐进式扰动，提升工程与属地水环境的适配程度。本文研究结论可在一定程度上完善基层水利工程生态保护的实操体系，为同类工程绿色建设提供借鉴，后续可结合区域水文特征与工程属性细化研究内容，依托智能监测技术完善长效生态管护机制，持续推动水利工程与流域生态协调发展。

[参考文献]

[1] 王铭. 水利水电工程对水生生态系统的影响及缓

解策略研究 [J]. 水上安全, 2025, (20): 85-87.
[2] 柳婷. 水利水电工程生态环境保护的规划与管理 [J]. 低碳世界, 2023, 13 (11): 124-126.
[3] 邹岩. 基于生态理念视角下水利水电工程的规划设计探讨 [J]. 山西水土保持科技, 2023, (1): 29-30+46.
[4] 张萍萍, 肖紫慧, 程昕, 等. 河道生态治理与修复技术研究进展 [J]. 人民长江, 2025, 56 (7): 34-40.
[5] 戴会超, 毛劲乔, 蒋定国. 大型水利水电工程水沙生态环境调控研究进展 [J]. 水利水电技术 (中英文), 2023, 54 (5): 118-125.

作者简介: 邱枫 (1999. 07—), 男, 汉族, 湖北荆州人, 本科, 毕业院校: 三峡大学、农业水利工程。