

# 水利水电设计过程中生态理念的应用

李正辉 丁亮 周萌

扬州市勘测设计研究院有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i11.5831

**[摘要]** 为提升水利水电项目运转效能,实现水体生态的有效保持。文章运用系统理论,遵循“预防为主、全面规划、综合治理、因地制宜、加强管理、注重效益”的总体要求,以水利水电项目建设为框架,梳理设计目标,细化设计要求,完善设计流程,创新设计方法,提升区域水资源调控能力。

**[关键词]** 生态理念; 水利水电; 项目设计; 应用路径

中图分类号: TV742 文献标识码: A

## The application of ecological concepts in the design process of water conservancy and hydropower

Zhenghui Li Liang Ding Meng Zhou

Yangzhou Survey, Design and Research Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** In order to improve the operational efficiency of water conservancy and hydropower projects and achieve effective maintenance of water ecology. The article applies system theory and follows the overall requirements of "prevention first, comprehensive planning, comprehensive governance, adapting to local conditions, strengthening management, and focusing on efficiency". Taking the construction of water conservancy and hydropower projects as the framework, the design objectives are sorted out, the design requirements are refined, the design process is improved, the design methods are innovated, and the regional water resources regulation capacity is enhanced.

**[Key words]** ecological concept; Water conservancy and hydropower; Project design; Application Path

### 前言

水利水电作为区域基础设施重要组成,在生态保护、水土保持等方面发挥关键作用。着眼水利水电项目建设的总体定位,工作人员要发挥主观能动性,运用现有成熟理论模型,以问题为导向,调整思路,创新举措,运用生态理念,探索水利水电项目路径,助力水利水电项目的科学化、精细化、高效化管理,推动水土保持、水源涵养、能源开发等活动有序开展。

### 1 水利水电项目设计影响因素

总结水利水电项目设计影响因素,通过问题驱动,推动建设思路的梳理和建设方法的完善,提升小流域治理方案的实用性。

#### 1.1 地质因素

工作人员发挥主观能动性,要明确地质因素对设计方案的影响,提升水利水电项目设计方案的环境适应能力。具体来看,地质因素对水利水电项目设计有着最为直接的影响,为保证水利水电项目设计方案的科学性和可行性,工作人员借助地质勘察系列活动,在无人机技术、GPS技术支持下,准确获取中小型水库周边区域地质条件,利用大数据技术收集与分析各类地质数

据,立足地质结构变化情况,持续调整水利水电项目设计方案,降低地质因素对设计方案的影响。生态清洁型小流域施工环节,为应对地层岩性、土壤类型、断裂带等地质条件产生的坝体破损、渗漏、倒塌等问题,工作人员依托完备的技术手段,建立地质分析模型,综合分析地层岩性、土壤类型各类要素,在此基础上,选择最优化的水利水电项目设计方案,确保水利设施结构强度,提升结构完整性,确保老化失修、库底淤积、堤坝裂缝等问题得到有效解决。

#### 1.2 水文因素

工作人员深入总结经验,细化水文因素对设计方案的影响,增强水利水电项目设计方案的实用属性。具体来看,水体侵蚀对区域岩体结构有着较强的侵蚀作用,长期侵蚀中,岩体结构极易出现透水、渗漏等问题,为应对这种局面,工作人员因势利导,加强水文因素综合分析 with 全面评估,减少水文因素对水利水电项目设计方案产生的影响<sup>[1]</sup>。结合过往经验,工作人员利用RS技术、GIS技术,全面准确获取区域河流主要流向、流经区域,同时评估区域河流径流量、地下水深度变化规律。综合中小型水库库容、泄洪能力、防洪标准等水文要素,不断优化中小型水

利水电项目设计方案,避免设计方案不科学,影响水库防洪、供水功能发挥。

### 1.3 技术因素

水利水电项目设计中,工作人员要遵循客观规律,突出技术导向,综合运用技术手段,确保生态清洁型小流域设计效果。例如,对岩层裂缝发育程度较高、破碎性较强的区域,水利水电项目,倾向于选择灌浆法,快速改善岩土性质,提升地质结构完整性、统一性,确保生态清洁型小流域效果;对土壤工程性较低的区域,水利水电项目,运用混凝土技术,优化土壤工程属性,保证土壤承载力<sup>[2]</sup>。着眼中小型水库生态清洁型小流域技术要求,工作人员遵循科学性原则和实用性原则,立足生态清洁型小流域基本要求,综合实现难度、实现成本、实现效率总体考量,对设计方案进行合理比选,通过技术优势发挥,降低水利水电项目设计难度,保证水利水电项目设计质量,形成最优化的设计方案。

## 2 生态理念下水利水电设计内容分析

为增强水利水电设计的生态属性,工作人员遵循客观规律,以水文信息评估、工程选址布局、水工建筑设计、生态环境修复为主要内容,提升设计效果,发挥水利水电项目的经济价值和社会价值。

### 2.1 科学评估水文信息

工作人员持续做好水资源评估和水文过程模拟,准确全面掌握水文信息。具体来看,在生态理念下,对水资源量的评估需要更精准且考虑长期变化。不仅要分析河流、湖泊等地表水的水量,还要结合地下水的补给与排泄情况,考虑不同季节、年份的波动<sup>[3]</sup>。例如,通过长期的水文观测数据,运用统计分析方法,确定水资源的可利用量以及生态需水量的合理范围。生态需水量包括维持河流基本生态功能所需的水量,避免因过度取水导致生态退化。水文过程模拟环节,工作利用水文模型模拟水利水电工程建设前后的水文过程变化。如洪水频率、枯水期水位等。关注工程对洪水脉冲的影响,因为洪水脉冲对于许多湿地生态系统的物质交换和生物繁殖至关重要,准确模拟这些过程有助于设计合理的工程调度方案,减少对生态的负面影响。

### 2.2 开展工程选址布局

着眼水利水电设计总体定位,工作人员在工程选址布局过程中,以生态敏感性分析为基础,利用BIM技术等信息技术手段,针对性做好设计方案比选,为后续施工建设提供便利条件。在选址阶段,工作人员要对工程区域及周边的生态敏感性进行全面评估。识别出诸如珍稀物种栖息地、重要湿地、自然保护区等生态敏感区。例如,若工程位于鱼类洄游通道附近,则需要谨慎规划,避免阻碍鱼类的正常洄游。对于鸟类栖息地周边的工程,要考虑工程建设和运行过程中的噪声、光照等对鸟类的影响<sup>[4]</sup>。多方案比选环节,工作人员根据生态敏感性分析结果,提出多个工程选址和布局方案。从生态保护角度评估每个方案的优劣。比如,工作人员在坝址选择过程中,突出生态保护的重要性,综合比较不同坝址对上下游生态系统可能产生的负面作用和消极影

响,通过方案比选,确保设计方案的有效性性与科学性,选择对生态影响最小的方案,同时还要兼顾工程的经济可行性和技术可行性。

### 2.3 精准设计水工建筑物

水工建筑物的设计要考虑生态因素,通过结构调整和材料选择,降低施工建设对水体环境产生的负面影响。在设计拦河坝时,工作人员可以采用鱼道、鱼闸等过鱼设施,保证鱼类能够顺利通过坝体上下游。对于水闸的设计,要使其在不同运行工况下对水流的影响尽量符合自然水流状态,避免形成死水区域或过度冲刷河岸。材料选择过程中,工作人员要秉持生态理念,优先选择对环境影响小的建筑材料,实现源头化的水体环境保护,例如,对于土工建筑物涉及的各类建筑材料,工作人员应当严格落实生态理念,避免使用含有有害物质的建筑材料,防止这些物质在长期运行过程中渗出,污染水体或土壤。例如,使用环保型混凝土,减少水泥生产过程中的碳排放,并降低混凝土对水质的潜在影响,减少水体污染等事件的发生几率。

## 3 水利水电设计过程中生态理念的应用路径

水利水电设计过程中,工作人员对于生态理念的应用,通过方法创新、体系创新,确保水利水电项目选址的科学性、水工建筑设计的有效性,切实满足新时期水利水电项目的功能性要求。

### 3.1 创新选址布局设计方法

分析生态敏感性,工作人员对项目区域进行全面的生态敏感性分析,绘制生态敏感区分布图。识别出珍稀物种栖息地、自然保护区、重要湿地、水源涵养地等生态敏感区域。例如,通过实地调查和遥感技术,确定某一区域内珍稀鸟类的繁殖地和觅食地,将这些区域标记为高生态敏感区。在工程选址过程中,尽量避开生态敏感区。如果无法完全避开,则采取特殊的保护措施。例如,对于穿越湿地边缘的输水管道工程,可以采用架空或深埋等方式减少对湿地生态系统的干扰,并在施工后进行湿地生态修复。做好多方案比选,根据生态敏感性分析结果和工程功能需求,提出多个工程选址和布局方案。每个方案都要进行详细的生态影响评估<sup>[5]</sup>。例如,对于水库坝址的选择,提出不同河流段的坝址方案,分析每个方案对上下游生态系统的影响,包括对河流连通性、泥沙淤积、鱼类洄游等方面的影响。综合考虑生态、经济、技术等多方面因素,选择最优方案。最优方案应在满足工程基本功能的前提下,对生态环境的影响最小。例如,选择对河流连通性破坏较小、对周边生物栖息地影响轻微且建设成本合理的坝址方案。

### 3.2 创新水工建筑物设计方法

在设计水工建筑物时,采用生态友好型结构。例如,设计新型的鱼道、鱼闸、升鱼机等过鱼设施,保证鱼类能够顺利通过水利枢纽。鱼道的设计可以采用自然式鱼道,模拟河流的自然水流和河床形态,或者采用竖缝式、丹尼尔式等不同类型的鱼道结构,根据不同鱼类的洄游特点进行优化。对于拦水坝、水闸等建筑物,设计可调节的泄水孔或闸门,以模拟自然的水流条件。在不同季节和水位情况下,通过合理调节泄水孔的开度,创造出适合

生物生存的水流环境,如形成浅滩、深潭等多样化的水流形态,为不同的水生生物提供适宜的栖息场所。优先选择对环境影响小的建筑材料。避免使用含有有害物质(如重金属、有机污染物等)的材料,防止这些物质在长期运行过程中渗出,污染水体或土壤。例如,使用环保型混凝土,这种混凝土在生产过程中减少了对环境的污染,并且其耐久性和抗渗性较好,可以减少对水质的潜在影响。对于木材等天然材料的使用,要确保其来源合法且可持续。选择经过认证的可持续木材,避免对原始森林资源造成破坏。同时,在木材使用过程中,要进行防腐、防虫等处理,采用环保型的处理方法,减少对环境的负面影响。

### 3.3 创新系统整体性设计方法

工作人员对水利水电项目所在的整个生态系统进行全面剖析,包括河流、湖泊、周边陆地、湿地等各个组成部分。了解不同部分之间的物质循环、能量流动和信息传递关系。例如,分析河流与周边湿地之间的水文联系,湿地依赖河流的季节性泛滥获取营养物质和维持水位,这种相互关系在设计中必须考虑,以确保湿地生态功能不受损害。识别生态系统中的关键生态过程,如鱼类洄游、鸟类迁徙、河岸植被演替等。这些关键过程对于维持生物多样性和生态平衡至关重要。在设计水利设施时,要避免对这些关键过程的阻断,比如为鱼类洄游设计合适的通道,保障其生命周期的正常延续。工作人员将水利水电项目作为生态系统的有机组成部分进行规划。不再仅仅关注项目自身的功能实现,而是把项目与周边生态环境的和谐共生作为目标。例如,在规划水库建设时,要综合考虑水库对上下游生态系统的影响,合理确定水库的规模、位置和运行方式,使其与整个流域的生态系统相协调。整合多种生态保护和修复策略。结合工程措施与生物措施,如在河岸带建设生态护坡,既采用工程材料加固河岸,又种植本土植被来提高河岸的生态功能,为水生生物和陆地生物提供栖息地,促进生态系统的稳定发展。

### 3.4 创新模拟自然水文过程的设计方法

工作人员深入研究项目区域的自然水文过程,包括降水、径流、蒸发、洪水、枯水等不同阶段的特征。收集长期的水文数据,分析水文要素的变化规律。例如,通过对河流多年的流量数据进行分析,确定洪水的频率和规模,以及枯水期的持续时间和最低流量。识别自然水文过程对生态系统的影响机制。了解洪

水脉冲对于湿地生态系统物质交换和生物繁殖的作用,枯水期水位变化对河岸植被生长和鱼类生存空间的影响等。这些机制是设计中模拟自然水文过程的依据。在水利水电项目设计中,利用水文模型和生态模型来模拟工程建设和运行后的水文过程变化以及对生态的影响。通过建立水库调度模型,模拟不同调度方案下的出库流量过程,评估其对下游河流生态系统的影响。例如,对比均匀放水和模拟自然洪水脉冲放水两种调度方案对鱼类栖息地和繁殖的影响,选择更有利于生态的调度方式。根据模拟结果,优化工程设计和调度方案,使其尽可能接近自然水文过程。例如,设计具有灵活调节功能的水闸或水库,能够在不同季节和年份根据自然水文特征调整水位和流量,维持河流的生态健康。

## 4 结语

水利水电项目在水资源开发,水资源调蓄等方面发挥着关键性作用。文章以生态理念为基础,着眼水利水电设计影响因素,通过运用基于生态系统整体性、模拟自然水文过程以及多学科融合的设计方法,结合优化工程选址与布局、创新水工建筑物设计、加强生态修复与补偿以及实施生态调度与监测等一系列举措,我们能够在满足水利水电工程基本功能需求的同时,最大程度地保护和修复生态环境

### [参考文献]

- [1]王有彦.关于生态理念在水利水电设计过程中的应用[J].建材与装饰,2023(23):142-144.
- [2]杨文贤,陈显存,哈雅丽,等.生态理念在水利水电设计过程中的应用探究[J].中文科技期刊数据库全文版工程技术,2023(3):48-51.
- [3]王磊.基于生态理念的水利水电工程设计研究[J].水电水利,2022(2):170-172.
- [4]李彤.水利水电工程设计中的水土保持理念分析[J].建筑·建材·装饰,2022(3):170-172.
- [5]杨岩德.水利水电工程规划设计对生态环境的影响[J].大众标准化,2023(13):86-88.

### 作者简介:

李正辉(1991--),男,汉族,江苏扬州人,扬州市勘测设计研究院有限公司,工程师,大学本科,水利水电工程。