

# 面向生态保护的水利工程调度策略研究

李慧

绥化市水土保持和水利工程质量监督中心, 中国·黑龙江 绥化 152000

**摘要:** 水利工程在防洪、供水、发电等方面作用关键, 但传统调度模式常侧重于经济效益, 对生态系统考虑不足, 易引发河道断流、水质下降及生物栖息地受损等问题, 制约了水资源可持续利用与生态文明建设。在当前生态优先的发展理念下, 水利工程调度需兼顾生态保护与综合效益, 传统方式已难以适应新要求。本文基于水利工程调度的生态影响特征, 探讨生态导向调度体系的核心构成与关键原则, 分析当前存在的主要问题, 提出优化路径, 并结合实际案例验证策略可行性, 为生态保护导向的水利工程调度提供理论与实践参考, 促进水利工程综合效益与生态系统健康的协调提升。

**关键词:** 水利工程; 生态保护; 调度策略; 协同发展; 水资源

## Research on Water Conservancy Project Dispatching Strategies Oriented to Ecological Protection

Li Hui

Soil and Water Conservation and Water Conservancy Engineering Quality Monitoring Center of Suihua City, China Heilongjiang Suihua 152000

**Abstract:** Water conservancy projects play a crucial role in flood control, water supply, and power generation. However, traditional dispatching models often focus on economic benefits and neglect ecological considerations, which can lead to problems such as river drying up, water quality deterioration, and damage to biological habitats, thereby hindering the sustainable utilization of water resources and the construction of ecological civilization. Under the current development concept that prioritizes ecology, the dispatching of water conservancy projects needs to balance ecological protection and comprehensive benefits. Traditional methods are no longer suitable for the new requirements. Based on the ecological impact characteristics of water conservancy project dispatching, this paper explores the core components and key principles of an eco-oriented dispatching system, analyzes the main existing problems, proposes optimization paths, and verifies the feasibility of the strategies through practical cases. This provides theoretical and practical references for eco-oriented dispatching of water conservancy projects, promoting the coordinated improvement of the comprehensive benefits of water conservancy projects and the health of the ecosystem.

**Keywords:** Water conservancy projects; Ecological protection; Dispatching strategies; Coordinated development; Water resources

## 0 引言

水利工程作为调控水资源的重要方式, 其调度运行深刻影响流域水文情势、生态流量和生物多样性。随着生态文明建设的推进, 水利工程调度正逐步由兴利除害向生态优先、综合调控转型。面向生态保护的调度核心在于保障防洪、供水、发电等功能的同时, 通过优化调度方案减轻对生态系统的负面影响, 维护流域生态平衡。当前, 我国水利工程在生态调度方面仍面临生态流量保障不足、调度方案适应性差、监测评估体系不完善等挑战。因此, 系统研究生态导向的调度策略, 构建科学合理的调度体系, 成

为实现绿色发展和生态与经济协调共生的关键课题。本文基于生态影响机制, 阐述生态调度体系的构建框架, 分析问题并提出优化策略, 为提升水利工程生态调度水平提供支撑。

## 1 面向生态保护的水利工程调度现状及问题

### 1.1 调度理念滞后, 生态优先意识不足

部分水利工程仍沿用重经济、轻生态的传统理念, 将防洪、发电、供水等作为首要目标, 生态保护仅为辅助因素。调度决策中缺乏对生态系统需求的系统分析, 常以牺牲生态流量和水文节律为代价保障经济用水。例如, 上游

水库在枯水期过度蓄水导致下游生态流量不足,或灌区用水忽视生态需求,造成地下水超采与植被退化,生态问题日益突出<sup>[1]</sup>。

### 1.2 生态流量保障机制不完善

生态流量是维系河流生态健康的核心,但目前保障机制仍存在不足。一是核算方法不科学,部分地区采用固定比例或经验值,未结合流域水文、生态与生物栖息地实际需求精准核定,导致标准与实际脱节。二是保障缺乏刚性约束,部分工程未将生态流量纳入调度方案或执行不到位,存在挤占生态流量现象。三是监测能力不足,站点不完善、数据不连续,难以有效评估保障成效。

### 1.3 调度方案缺乏生态适应性

当前部分调度方案编制流于形式,未充分考虑生态系统的动态变化。一方面,未针对鱼类繁殖期、候鸟迁徙期等关键生态节点制定专项调度措施,工程运行对生物繁衍造成干扰,如泄水流量波动破坏产卵环境。另一方面,调度方式固定化,缺乏根据水文情势和生态监测数据的动态调整能力。此外,跨流域、跨区域调度协同不足,各自为政导致整体生态效益受损<sup>[2]</sup>。

### 1.4 监测评估与反馈机制不健全

生态调度需要完善的监测评估与反馈机制支撑,但目前相关体系仍显薄弱。一是监测体系不健全,指标多集中于水文要素,对水质、生物多样性和栖息地等生态指标覆盖不足;技术手段落后,自动化、智能化水平低。二是评估体系不科学,缺乏统一评估标准,多以定性分析为主,定量评估不足,难以客观反映调度生态影响。三是反馈调整机制缺失,评估结果未有效用于优化调度,方案与实际需求长期脱节。

### 1.5 政策法规与保障体系支撑不足

生态调度需要健全政策与保障体系,但目前仍存在短板。一是政策法规不完善,部分地区缺乏专门的管理办法,现有条款原则性强,缺乏操作细则与刚性约束。二是激励约束机制缺失,未建立生态调度专项奖励制度,管理单位积极性不足;对破坏生态的行为处罚力度不够。三是技术支撑能力薄弱,缺乏专业团队,对生态水文模型、大数据等现代技术应用不足,制约调度方案的精准优化<sup>[3]</sup>。

## 2 面向生态保护的水利工程调度优化策略

### 2.1 更新调度理念,树立生态优先导向

强化生态优先意识,将生态保护纳入水利工程调度的核心目标,构建生态-经济-社会协同发展的调度理念。在调度决策中,充分考虑生态系统的整体性与关联性,建

立生态需求与经济社会需求的协调机制。通过政策宣传、专业培训等方式,提升水利工程管理单位、相关部门及社会公众的生态保护意识,形成全社会共同参与、支持生态调度的良好氛围。例如,将生态调度纳入水利工程管理考核体系,明确生态保护在考核中的权重,推动调度理念从重经济轻生态向生态优先、综合调控转变。

### 2.2 完善生态流量保障机制,筑牢生态底线

科学核算生态流量,结合流域水文、生态类型与生物群落特征,采用生态水文学法、栖息地模拟法等方法,精准核定最小生态流量、适宜流量及过程线,针对不同河段和生态敏感期制定差异化标准。强化刚性约束,将生态流量纳入调度方案核心内容,明确责任主体与执行要求,建立红线制度,严禁挤占生态流量,并将其作为工程验收与考核指标。提升监测能力,构建全流程监测网络,合理布设站点,配备先进设备,实现实时连续监测。运用物联网、大数据等技术建立数据管理平台,为评估与优化提供支撑<sup>[4]</sup>。

### 2.3 优化调度方案,增强生态适应性

强化生态导向设计,开展流域生态调查,明确敏感区域、关键时段与核心需求,针对鱼类繁殖、候鸟栖息等节点制定专项措施,如稳定泄水流量、模拟自然水文节律。提升灵活性与协同性,建立动态调度机制,结合实时水文、气象与生态监测数据调整方案;加强跨区域调度协同,统筹各工程生态与经济需求,实现整体生态效益最大化。引入现代化技术,推广应用生态水文模型、大数据、人工智能和BIM技术,模拟不同方案对生态的影响,量化生态与经济效益,筛选最优方案。

### 2.4 健全监测评估与反馈机制,动态优化调度

完善监测体系,构建水文-水质-生态综合监测体系,扩展指标至水质、生物和栖息地;提升技术手段,采用遥感、无人机和自动化设备实现全面精准监测。构建科学评估体系,制定统一评估标准,采用定量与定性结合方法,定期开展成效评估。建立动态反馈机制,将评估结果作为优化依据,形成监测-评估-反馈-调整闭环,根据问题及时调整参数与措施,持续适应生态变化。

### 2.5 强化政策法规与保障体系,夯实实施基础

完善政策法规,加快制定生态调度管理办法,明确原则、责任与监管要求;细化现有法规中生态保护条款,增强可操作性;建立调度方案备案制度,加强监督。健全激励约束机制设立专项奖励制度,对成效显著者给予经济与荣誉激励;将生态调度与运营补贴、绩效挂钩;加大对违法行为的处罚力度,形成有效约束。提升技术支撑能力,

加强技术研发与推广, 组建专业团队, 开展生态水文模型、调度算法等研究; 深化与科研机构合作, 引进先进技术方法; 加大培训投入, 提升人员专业素质<sup>[5]</sup>。

### 3 工程案例

#### 3.1 工程概况

某流域大型水利枢纽工程总库容 8.2 亿  $m^3$ , 坝高 126m, 主要由混凝土面板堆石坝、泄洪洞、发电厂房、引水隧洞等建筑物组成, 工程以防洪、发电、供水为主, 兼顾生态保护等综合效益。该流域是我国重要的生态功能区, 流域内分布有国家级自然保护区, 栖息着多种珍稀水生生物, 同时承担着下游城市供水与农业灌溉任务。工程运行初期, 由于调度方案缺乏生态适应性, 枯水期下游河道生态流量不足, 导致部分珍稀鱼类栖息地萎缩, 水质出现阶段性恶化, 生态保护与经济社会发展的矛盾日益突出。为解决上述问题, 工程管理单位对调度策略进行了全面优化, 构建了面向生态保护的调度体系。

#### 3.2 调度策略优化措施

树立生态优先、综合调控的调度理念, 将生态保护纳入调度决策核心, 成立由水利、生态环境、林业等多部门组成的调度协调小组, 统筹协调生态保护与防洪、发电、供水等需求。

结合流域水文特征与珍稀鱼类生存需求, 采用栖息地模拟法与水文情势分析法, 精准核算了流域最小生态流量为  $35m^3/s$ , 适宜生态流量为  $50-80m^3/s$ , 并制定了枯水期、丰水期及鱼类繁殖期差异化的生态流量过程线。在调度方案中明确生态流量刚性约束, 将生态流量保障纳入调度指令, 配备 8 套自动化生态流量监测设备, 构建了覆盖下游关键断面的监测网络。

运用生态水文模型与 BIM 技术, 对调度方案进行模拟优化, 针对鱼类繁殖期 (每年 4-6 月) 制定专项调度方案, 将下泄流量稳定在  $60-70m^3/s$ , 模拟自然水文节律, 保障鱼类产卵与孵化环境; 针对枯水期 (每年 11 月 - 次年 3 月), 优化水库蓄水与泄水调度, 确保下游河道生态流量不低于  $35m^3/s$ 。建立跨区域调度协同机制, 与下游中小型水库、灌区水利工程建立调度联动, 统筹保障流域整体生态流量。

构建水文 - 水质 - 生态综合监测体系, 增设 12 个水质监测站点与 5 个生物监测断面, 监测指标涵盖流量、水位、溶解氧、氨氮、鱼类种群数量等 18 项指标。建立生态调度成效评估体系, 每季度开展一次定量评估, 每年开展一次综合评估, 形成评估报告。根据评估结果, 建立调

度方案动态调整机制, 如 2023 年监测发现下游河道溶解氧含量偏低, 及时调整调度方案, 增加下泄流量, 改善水质状况<sup>[6]</sup>。

制定《该流域水利枢纽生态调度管理办法》, 明确生态调度的实施要求与责任追究机制; 设立生态调度专项奖励基金 500 万元, 对调度成效显著的团队给予奖励。与科研院所合作, 引进先进的生态调度模型与监测技术, 开展技术培训 12 场次, 提升调度人员专业素质。

#### 3.3 实施效果

通过对调度策略的全面优化, 该水利枢纽工程生态调度成效显著。工程运行期间, 下游河道生态流量保障率从原来的 75% 提升至 98%, 枯水期未再发生河道断流现象; 下游河道水质达标率从 82% 提升至 95%, 溶解氧、氨氮等关键水质指标均符合国家地表水 II 类标准; 流域内珍稀鱼类种群数量较优化前增长 30%, 鸟类栖息地面积扩大 15%, 湿地生态系统得到有效修复。同时, 在保障生态效益的前提下, 工程防洪标准维持在百年一遇, 年发电量较优化前仅下降 3%, 供水保障率达到 99%, 实现了生态保护与经济社会效益的协同发展。该工程的实践证明, 科学合理的生态导向调度策略能够有效减少水利工程对生态系统的负面影响, 维系流域生态平衡。

### 4 结语

综上, 面向生态保护的水利工程调度策略研究是一项系统性、长期性的工作, 直接关系到流域生态安全与水资源可持续利用。当前, 我国水利工程调度在生态保护方面仍存在理念滞后、生态流量保障机制不完善、调度方案缺乏生态适应性、监测评估体系不健全、政策保障不足等问题。为此, 相关部门与水利工程管理单位应坚持生态优先、综合调控、科学精准、动态优化的原则, 从更新调度理念、完善生态流量保障机制、优化调度方案、健全监测评估与反馈机制、强化政策法规与保障体系等方面入手, 全面构建科学完善的生态调度体系, 并根据流域生态系统的动态变化持续优化。同时, 应积极引入现代化技术手段, 加强跨部门、跨区域协同合作, 提升调度人员专业素质, 确保生态调度策略有效落地。通过上述措施, 实现水利工程运行与生态系统健康的协调发展, 为生态文明建设与经济社会可持续发展提供坚实支撑。

#### 参考文献:

- [1] 李爱民. 水利工程生态调度理论与实践 [J]. 水利学报, 2022, 53 (7): 856-865.
- [2] 王建国. 流域生态流量核算与保障机制研究 [J]. 水

科学进展, 2023, 34 (2): 289-298.

[3] 张丽. 基于 BIM 技术的水利工程生态调度方案优化 [J]. 水利技术监督, 2023 (3): 145-148.

[4] 陈明. 大型水利枢纽生态调度监测评估体系构建 [J]. 人民长江, 2022, 53 (S2): 189-193.

[5] 刘军. 水利工程生态调度政策法规体系建设研究 [J].

中国水利, 2023 (8): 45-48.

[6] 赵伟. 跨流域调水工程生态协同调度策略 [J]. 水电能源科学, 2022, 40 (9): 176-179.

作者简介: 李慧 (1978.07-), 女, 汉族, 黑龙江省绥化市, 本科, 副高级工程师, 研究方向: 水土保持、水利工程。