

水利工程运行管理与生态环境保护的协调

艾尔肯·艾合麦提 古丽阿依姆·莫敏

新疆维吾尔自治区塔里木河流域叶尔羌河水利管理中心

DOI:10.32629/hwr.v10i1.6737

[摘要] 水利工程在发挥防洪、供水等效益的同时,往往对河流生态系统造成水流情势改变、栖息地破碎化等负面影响,而生态流量保障不足、调度体系僵化是核心矛盾。本文探讨了水利工程运行管理与生态环境保护之间的协调问题,分析了两者间的内在矛盾与冲突表现,并基于系统治理与生态优先理念,提出了促进两者协同发展的路径与机制,提出应在“人与自然和谐共生”的生态工程准则指导下,通过构建多目标协同调度机制、推动跨部门跨区域协同治理以及创新生态产品价值实现机制,实现工程效益与生态保护的共赢,希望对于推动水利工程绿色转型、促进流域可持续发展有参考价值。

[关键词] 水利工程; 运行管理; 生态环境保护

中图分类号: TV5 **文献标识码:** A

Research on the Coordination Mechanism Between Operation Management of Water Conservancy Projects and Ecological Environment Protection

Aierken Aihemaiti Guliyimu Momin

Yarkand River Water Conservancy Management Center, Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region, Kashgar

[Abstract] While water conservancy projects exert benefits such as flood control and water supply, they often exert negative impacts on river ecosystems, including alterations to flow regimes and habitat fragmentation. The core contradictions lie in the insufficient guarantee of ecological flow and the rigid scheduling system. This paper explores the coordination issues between the operation management of water conservancy projects and ecological environment protection, analyzes the inherent contradictions and conflict manifestations between the two. Based on the concepts of systematic governance and ecological priority, it puts forward paths and mechanisms to promote their coordinated development. It is proposed that under the guidance of the ecological engineering principle of "harmonious coexistence between humans and nature", the win-win situation of project benefits and ecological protection can be achieved by establishing a multi-objective coordinated scheduling mechanism, promoting cross-departmental and cross-regional collaborative governance, and innovating the value realization mechanism of ecological products. This paper is expected to provide reference value for promoting the green transformation of water conservancy projects and facilitating the sustainable development of river basins.

[Key words] Water conservancy projects; Operation management; Ecological environment protection

引言

水利工程作为调控水资源时空分布、保障水安全的关键基础设施,在防洪减灾、供水保障、农业灌溉和能源生产等方面发挥着不可替代的作用。截至2023年,中国已建成各类水库近9.5万座,堤防32.5万公里,构成了世界上规模最大的水利工程体系。然而,大规模的水利工程建设与运行也深刻地改变了自然水文过程与河流生态系统,引发了河道断流、湿地萎缩、生物多样性下降等一系列生态环境问题。当前,中国水利发展正经历从大

规模建设向精细化管理的转型,高质量发展对江河湖泊的生态保护治理能力提出了更高要求。特别是随着《关于全面全面推进江河保护治理的意见》与《美丽河湖保护与建设行动方案(2025-2027年)》等纲领性文件的出台,统筹水利工程运行与生态环境保护,已成为推进生态文明建设与国家水网建设的核心议题。因此,系统剖析水利工程运行管理与生态环境保护之间的矛盾根源,探索基于系统思维与协同机制的解决路径,不仅具有紧迫的现实意义,也是水利学科与生态学科交叉研究的前沿领域。

1 水利工程运行管理与生态环境保护的矛盾分析

水利工程本质上是人类对自然河流系统的强烈干预。其运行管理以安全、效率和经济为核心目标,而这与维系生态系统健康所需的自然性、连续性和多样性往往存在固有冲突。这种矛盾具体体现在以下几个层面。

1.1 水资源竞争性利用与生态基流保障的矛盾

水资源作为一种稀缺的公共资源,在生活、生产与生态(“三生”)用水之间存在激烈的竞争关系。在北方等水资源禀赋较差的地区,这一矛盾尤为尖锐。水利工程的调度常优先满足城乡供水、灌溉和发电等经济效益直接、需求刚性的用途,导致生态用水被严重挤占。许多河流在枯水期生态基流难以保证,引发下游河道减脱水、湿地面积缩减等生态退化现象。尽管生态流量管理已被提上议程,但如何科学确定并刚性保障不同河流、不同河段的生态流量,仍是当前运行管理中的核心难题^[1]。

1.2 工程刚性调度与河流自然水文节律的矛盾

自然河流具有周期性的丰枯变化和脉冲式的洪水过程,这种水文节律是驱动河流地貌塑造、维持生物生命周期(如鱼类洄游与产卵)的关键信号。然而,以防洪、蓄水为目的的水库调度,往往削峰填谷,使天然水流过程均一化、稳定化。例如,三峡大坝运行后,改变了长江中下游的水文情势,导致洞庭湖7-12月入湖径流减少,而1-3月增加,这种反自然节律的变化,直接驱动了湿地植被格局的演替,芦苇因竞争优势增强而向湖心扩张,挤占了原有苔草的生存空间。这种由水文情势改变引发的生态系统结构和功能演变,是工程运行长期、深层次的生态影响。

1.3 工程物理阻隔与生态系统完整性的矛盾

大坝、闸门等水利设施造成了水流的物理阻隔,严重影响了河流的纵向连通性。这种阻隔不仅切断了水生生物(如鱼类)的迁徙通道,阻碍了营养物质和沉积物的输移,还可能导致种群遗传交流中断,威胁物种生存。同时,堤防的硬化建设也割裂了河流与洪泛区、岸滩湿地之间的横向联系,使河流生态系统从充满活力的三维网络退化为单一的输水通道,其自我修复能力和生物多样性大幅下降^[2]。

1.4 多头管理体制与系统性生态治理的矛盾

水利工程管理涉及水利、生态环境、自然资源、农业、交通等多个部门,呈现出“九龙治水”的格局。各部门职责分割、目标不一,甚至政策冲突,导致生态保护难以形成合力。例如,水利工程的划界管理范围可能与自然资源部门的永久基本农田、林业部门的生态保护红线产生重叠,引发管理冲突。这种碎片化的管理体制,与河流生态系统作为一个完整、连续的生命共同体的内在要求背道而驰,是协调工作面临的主要制度性障碍。

2 水利工程与生态环境保护协调的路径与机制

实现水利工程运行管理与生态环境保护的协调,绝非简单的技术改良,而是一场涉及理念更新、技术革新、制度重构的系统性变革。其核心是从传统的“以工程为中心”的控制模式,转向“以河流生态系统健康为基础”的适应性协同管理模式。

2.1 核心理念与指导原则

首先,必须在顶层理念上确立“人与自然和谐共生”的指导思想。这要求水利工程从规划、设计到运行管理,都将生态系统视为一个具有内在价值的生命体,而非被动承受影响的客体。清华大学王兆印教授提出的生态水利工程七大准则,包括“保留栖息地”、“维持河流生命”、“增加栖息地多样性和连通度”等,为协调实践提供了清晰的伦理框架和技术指引。其次,要坚持“三生统筹”的系统思维。即将生活、生产、生态用水置于同等重要的地位,进行一体化配置。这要求在水资源规划和工程调度中,将生态用水从“剩余用水”转变为“保障性用水”,并建立刚性的约束指标。例如,“北方典型水库生态流量协调确定与调控技术研究”项目提出的统筹“三生”用水的生态流量协调确定原则,正是这一理念的技术体现^[3]。

2.2 多维协同策略: 技术、经济与治理的整合

在先进理论指导下,需构建一个整合技术工具、经济杠杆与治理创新的策略工具箱,以解决具体矛盾。

2.2.1 技术协同策略: 从“刚性控制”到“智能柔性调度”

突破仅设定“最小生态基流”的初级阶段,发展针对不同河段、不同生态功能的“生态流量过程线”制定技术。这需融合水文学、生态水力学与物种生态学知识,不仅保障低流量需求,更科学设计模仿自然洪水的“脉冲式泄放”,以刺激鱼类产卵、种子传播和滩区营养物质交换。数字孪生流域技术在此可发挥核心作用,通过高精度模拟,预演不同调度情景下的生态与工程效益,实现多目标优化决策。对已建工程,系统性推进“绿色改造”。这包括:优化或新建过鱼设施(如鱼道、升鱼机),并对其长期有效性监测与评估;实施坝下河道生态修复工程,营造深潭-浅滩序列,修复河岸带植被;在确保安全的前提下,研究并试点“闸坝生态化调度”,如在特定时段开启部分闸门形成透水屏障,既维持一定水位,又保障水体连续性与物种通过性。

2.2.2 经济协同策略: 从“成本负担”到“价值驱动”

将生态流量保障、水质改善、生物多样性维护等指标,量化为可交易的生态产品,并纳入跨省、市县的横向补偿协议。补偿标准应基于生态系统服务价值评估和机会成本法科学确定,补偿方式可多元化,包括资金补偿、对口协作、产业转移、人才培养等。例如,新安江流域跨省生态补偿试点,已为建立“成本共担、效益共享、合作共治”的流域治理模式提供了宝贵经验。探索发行“蓝色债券”或“绿色水利债券”,专门为水利工程的生态化改造、生态调度系统建设等项目融资。同时,在严格保护生态和遵守法规的前提下,鼓励水利工程管理单位依法合理利用管理范围内的水土资源,开发生态旅游、科普教育、清洁能源(如光伏)等经营性项目,将其部分收益反哺于工程生态运行维护,形成“以水养水、以生态养生态”的良性循环^[4]。

2.2.3 治理协同策略: 从“条块分割”到“流域一体”

借鉴国内外先进经验(如美国田纳西河流域管理局、法国流域委员会),推动在长江、黄河等大江大河探索设立更高层级的、实体化的“流域综合治理委员会”。该机构应被赋予在流域层面统筹水资源调度、防洪、生态保护、航运等事务的规划、协调

与监督权,能够超越地方和部门利益,基于流域整体利益进行决策。建立制度化、常态化的公众参与、专家论证与利益相关方协商机制。通过听证会、咨询委员会、信息公开发布平台等形式,保障下游地区、环保组织、受影响社区、科研机构等在工程调度方案制定、生态影响评估等环节的知情权、参与权和监督权。

2.3 支撑与保障体系: 标准、能力与文化

为确保上述路径与机制有效运转,必须建立坚实的支撑保障体系。

2.3.1 标准规范体系

标准规范是水利工程运行管理与生态环境保护协调落地的技术准则,需加快构建生态导向的行业标准体系,将生态保护要求全面“硬编码”进入强制性条文,实现从规划设计到运行维护的全流程标准化管控。一方面,修订完善现有技术标准,针对水利工程设计、运行管理、设施维护等核心环节,补充生态保护相关技术要求,明确生态流量泄放、鱼道建设、生态护岸设计等关键指标,删除与生态保护理念相悖的条款,确保标准与生态文明建设要求相适应。

2.3.2 能力建设体系

人才与科研支撑是协调机制长效运行的核心动力,需构建“人才培养+科研创新”双轮驱动的能力建设体系,提升协调管理的专业化与科学化水平。在人才培养方面,聚焦水利工程管理人员的生态素养提升,建立常态化培训机制,针对基层管理干部、技术人员开展生态保护知识专项培训,内容涵盖生态流量管控、生态调度技术、流域生态系统保护、相关法律法规等,采用“线上授课+线下实操+案例研讨”相结合的方式,邀请生态环境领域专家、一线实操人员授课,提升培训实效性。

2.3.3 生态文化培育

通过宣传教育,在全社会尤其是水利行业内,弘扬“人水和谐”的生态伦理,树立“保护河流生态就是保护发展根基”的价值观。将水利工程与生态保护协调的典型案列、成功经验进行广泛传播,营造有利于绿色水利发展的良好社会氛围。此外,推动生态文化融入校园教育、社区建设,开展“水生态保护进校园”“河湖保护进社区”等活动,培养青少年的生态保护意识,引导公众自觉参与河湖生态保护,形成“政府主导、行业引领、公众参与”的生态文化培育格局,为水利工程运行管理与生态环境保护协调发展提供深厚的社会基础。

2.4 强化科技赋能,提升协调管理精准度

以数字化、智能化为抓手,强化科技对协调管理的支撑作用。一是构建全要素生态监测网络,优化监测站点布局,完善生

态流量、水质、生物多样性、岸线变化等关键指标的监测体系,实现监测数据实时采集、传输与共享,为协调管理提供数据支撑;二是推广智慧调度技术,构建基于数字孪生、大数据、人工智能的水利工程智能调度平台,模拟不同调度方案对生态系统与工程效益的影响,实现生态需求与经济社会效益的精准平衡;三是加强生态保护技术研发与推广,制定生态护岸、湿地恢复、鱼类增殖放流等技术标准与规范,加大先进技术的推广应用力度,提升生态修复效果,如三峡库区通过生态调度与鱼类增殖放流相结合,有效恢复珍稀鱼类种群数量^[5]。

3 结论与展望

水利工程运行管理与生态环境保护的协调是一项系统工程,其核心是实现发展与保护的动态平衡,既要发挥水利工程的水安全保障与资源配置功能,又要维护流域生态系统健康稳定。将生态优先理念全面融入水利工程运行管理全过程,通过科学规划、精准调度、从严监管与制度创新,可有效化解二者潜在矛盾,实现工程综合效益与生态保护价值的有机统一。未来,随着数字孪生、人工智能等技术的持续发展与生态文明制度体系的不断完善,水利工程运行管理与生态环境保护的协调水平将进一步提升。后续研究可聚焦生态流量动态调控、跨区域生态补偿标准制定、数字孪生技术在协同调度中的应用等重点领域,加强理论研究与实践创新,为水利工程绿色可持续运行、流域生态安全保障提供更有力的支撑,助力以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业。

[参考文献]

- [1]陈太文,孙康,赵启浩,等.海河流域水利工程运行管理现状研究[J].海河水利,2025,(03):24-28.
- [2]赵鹏志.水利工程运行管理及水资源可持续利用策略分析[J].农业灾害研究,2025,15(03):247-249.
- [3]崔迎华,李晓明.新时期水利工程运行管理标准化建设策略探究[J].中国住宅设施,2024,(S1):41-43.
- [4]樊志德.新时期水利工程运行管理标准化建设对策研究[J].水上安全,2024,(21):19-21.
- [5]曹爱华.水利工程运行管理现状及对策研究[J].四川建材,2024,50(02):235-237.

作者简介:

艾尔肯·艾合麦提(1988—),男,维吾尔族,新疆巴楚县人,大学本科,文章方向:水利工程。

古丽阿依姆·莫敏(1992—),女,维吾尔族,新疆疏附县人,大学本科,文章方向:水利工程。