

水源地水利工程运行管理与水质安全保障协同机制研究

吴艳芬

新疆塔城地区乌苏市兴源水务有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i2.6818

[摘要] 本文聚焦于我国山区小型水库在水源地保护背景下所面临的运行管理与水质安全保障割裂的现实困境。研究旨在探索构建二者间的协同机制,以实现工程安全与生态安全的统一。论文首先剖析了当前山区小型水库在管护主体分散、技术支撑薄弱、监测预警能力不足以及资金保障短缺等方面的核心挑战,系统阐释了“以大带小”专业化管护、科技赋能智能监测、生态化综合治理以及市场化多元经营等关键运行管理模式,进而提出了一个以系统性治理为理念、以多元主体协同为驱动、以智慧技术为支撑、以长效制度为保障的协同机制框架。该框架强调通过组织重构、技术融合、制度创新与利益联结,将水库的工程运行维护与水生态环境保护的各项活动整合为有机整体,为同类水利设施的可持续发展提供理论参考与实践借鉴。

[关键词] 水源地保护; 山区小型水库; 运行管理; 水质安全; 协同机制; 生态治理

中图分类号: TU991.11 **文献标识码:** A

Research on the Collaborative Mechanism of Operation Management and Water Quality Security for Water Source Project

Yanfen Wu

Xingyuan Water Service Co., Ltd., Wusu City, Tacheng Region, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] This paper focuses on the realistic dilemma of fragmented operation management and water quality security faced by small mountain reservoirs in China under the background of water source protection. The study aims to explore the construction of a collaborative mechanism between the two to achieve the unity of engineering safety and ecological safety. The paper first analyzes the core challenges currently facing small mountain reservoirs, such as fragmented management entities, weak technical support, insufficient monitoring and early warning capabilities, and shortage of funding. It systematically elaborates on key operation management models, including professional management of "large reservoirs leading small ones," technology-empowered intelligent monitoring, ecological comprehensive management, and market-oriented diversified operations. Furthermore, a collaborative mechanism framework is proposed, guided by the concept of systematic governance, driven by multi-agent collaboration, supported by smart technology, and guaranteed by long-term systems. This framework emphasizes the integration of reservoir engineering operation and maintenance with water ecological environment protection activities into an organic whole through organizational restructuring, technological integration, institutional innovation, and interest linkage, providing theoretical reference and practical experience for the sustainable development of similar water conservancy facilities.

[Key words] Water source protection; Small mountain reservoirs; Operation management; Water quality security; Collaborative mechanism; Ecological governance

引言

近年来,随着乡村振兴战略的深入推进与生态文明建设的不断加强,国家对水源地保护与水利工程管理的重视程度持续提升,先后出台《关于全面推行河长制的意见》《关于全面推行

湖长制的意见》等政策文件,明确要求构建责任明确、协调有序、监管严格、保护有力的河湖库管理保护机制。

然而,与大型水利工程相比,山区小型水库普遍存在建设标准相对较低、管理主体多元且能力参差不齐、管护经费不足等

历史遗留问题。例如,新疆乌苏市特吾勒水库作为一座以灌溉为主兼顾防洪的小(1)型山区水库,其建设与管理同样面临此类普遍性问题。这不仅要求提升工程的物理安全性,更要求将水质目标前置并内嵌于水库运行管理的全生命周期。本研究的意义在于,试图超越单一的技术或管理视角,从系统性、整体性出发,为整合工程管理能力与水生态治理需求、实现山区小型水库的可持续发展,提供兼具学术参考价值与实践意义的解决方案。

1 水库运行管理与水质安全保障的现实挑战与协同诉求

1.1 核心挑战分析

1.1.1 管护力量分散薄弱与专业化水平不足

绝大多数山区小型水库权属基层乡镇或村集体,管理主体众多且变更频繁,普遍缺乏稳定的专业技术人员。传统的“看护式”管理只能完成基本的巡查看守,对于需要专业判断的工程隐患识别、水工设施维护,特别是涉及水质监测、水生态调控等复杂技术任务,基层管理人员往往力不从心。这种“分散弱管”的格局,导致工程维护和水环境保护的标准难以统一、措施难以落实,构成了协同管理的组织障碍。例如,特吾勒水库虽地处山区,随着体制改革发展,2019年6月转制完成,由兴源水务有限公司接收管理,转制后管理主体保持稳定,未出现频繁变更的情况。当前水库管护方式主要依靠人工肉眼观察水库外部形态变化,并对外部基础设施开展人工测量;且管护队伍存在明显短板,缺乏具备专业资质的水质监测人员,难以满足精细化、专业化的管护需求。

1.1.2 监测预警体系不完善,风险感知滞后

水质安全保障依赖于对污染源的精准识别和风险事件的及时预警。然而,许多山区小型水库的监测手段仍停留在人工定期采样、实验室分析的阶段,监测频次低、覆盖面窄、时效性差。对于流域内尤其是上游的农业面源污染、分散式生活污水排放等,缺乏有效的实时监控和溯源能力。尽管特吾勒水库进行常年委托监测,但这种委托式、周期性的检测,与实现实时、在线、多参数融合的智能化预警体系仍有差距,难以动态响应流域内潜在的污染风险。

1.1.3 治理措施碎片化,缺乏系统性设计

当前,许多水库的污染治理工程(如建设人工湿地、拦截沟渠)与工程运行维护活动(如清淤、除杂、设备检修)常常由不同部门依据各自规划分别实施,在时序、空间和效果上缺乏统筹协调。例如,特吾勒水库的建设任务明确包括灌溉、防洪和改善生态,但在具体实施中,如何将工程调度(如汛前降至死水位)、防洪泄水、生态基流下泄与水质保护目标(如防止富营养化)在操作层面系统集成,仍需精细化的协同设计。

1.1.4 资金保障长效机制缺失

山区小型水库的管护经费主要依赖有限的财政补助,且常常面临“重应急抢险、轻日常养护”的分配倾向。水质保护所需的持续投入,如生态修复、长效监测、新技术应用等,在传统以工程安全为核心的预算框架下难以获得稳定支持。资金短缺

导致许多必要的管理和治理措施无法落地,或只能降低标准执行,严重制约了管理效能的提升和协同目标的实现。特吾勒水库工程总投资中包含占地补偿等费用,但对于建成后长期的、综合性的维修养护经费,仍需建立稳定长效的保障机制。

1.2 协同发展的内在诉求

上述挑战并非孤立存在,而是相互关联、彼此强化。工程运行管理的粗放会放大水环境风险(如设施老化导致污染物泄漏),而水环境的恶化也可能侵蚀工程安全基础(如富营养化加速金属结构腐蚀)。因此,将运行管理与水质保障视为一个不可分割的有机整体,推动其协同发展,具有内在的必然性。

协同的核心诉求在于:通过管理组织、技术手段、资金项目与制度流程的整合与优化,打破部门壁垒和职能分割,使工程安全维护活动与水生态环境保护措施在目标、资源、行动和评价上形成合力。其最终目标是实现水库综合效益的最大化和可持续化,即确保工程结构坚固、运行可靠的同时,维系优良的水生态系统,提供稳定、优质的水源供给。特吾勒水库的建设目标——解决牧区工程性缺水、促进牧民定居、改善生态环境(通过灌溉支持草场轮牧禁牧)——本身就体现了对工程效益、社会效益与生态效益协同的内在诉求。

2 运行管理与水质安全保障协同机制的构建路径

2.1 组织与管护模式的协同创新

2.1.1 推行“以大带小、专业统管”的集约化模式

其核心是依托技术力量雄厚、管理经验丰富的市管大中型水库或专业水利工程管理机构,通过行政委托或购买服务等方式,对区域内分散的小型水库实行集中统一管理。对于像特吾勒水库这样位于乌苏市、服务于特定牧场灌区的小型水库,可探索纳入塔城地区或乌苏市层面的水库专业化管护体系,实现技术、标准和资源的共享。这种模式实现了“专业人干专业事”,能够将大型工程成熟的安全管理体系、设备资源和人才优势,延伸覆盖至小型水库,它为一个区域内水库群的工程运行与水质保护提供了统一规划、统一标准、统一实施的可能,有利于统筹调配资源,开展流域性的系统治理。

2.1.2 探索“管护+经营”一体化的市场运作机制

引入市场机制,通过“以水养水”实现管护的可持续性,是协同机制在动力层面的创新,如云南云县绿荫塘水库的“水库保姆+水经济”模式,政府通过授权专业公司对水库实施统一的物业化管护,同时赋予其在保护前提下进行特许经营(如生态渔业、休闲旅游)的权利。经营收益的一部分反哺于水库的日常管护和水质保护支出,形成良性循环。这种模式将水库的生态价值转化为经济价值,不仅缓解了财政压力,更关键的是,将运营方的经济利益与水库的长远生态健康直接挂钩,内生地激励其采取更多预防性、保护性措施,从而实现工程安全、水质安全与经济效益的深度协同^[1]。

2.1.3 强化“党建引领、多元共治”的跨部门协作

协同管理涉及水利、生态环境、农业农村、乡镇政府等多个主体,我们可以建立常态化的跨部门联席会议制度或联合工

作领导小组,明确各方在水库运行与保护中的权责清单,通过党建联动、信息共享、联合执法、考核捆绑等方式,破解“九龙治水”的困局,构建政府主导、部门协同、社会参与的共治格局^[2]。

2.2 技术与智慧体系的协同融合

2.2.1 建设集成化智能监测网络

借鉴南水北调中线水源地和江西大坳水库的经验,应综合利用卫星遥感、无人机巡查、岸边自动监测站、水下传感器阵列等多种手段,实现对水库大坝位移渗压、水位雨情、水面状况、下水水质参数(如溶解氧、pH、氨氮、总磷、叶绿素a等)以及入库支流水质的全天候、立体化监测,该系统需打破数据壁垒,将工程安全数据与水生态数据接入统一平台,进行融合分析。例如,特吾勒水库可基于现有水文观测基础(如山口桥水文站),升级建设涵盖坝体安全、入库水量、关键水质指标(参考常年检测项目,如总磷、氨氮、高锰酸盐指数等)的自动化监测站,并利用无人机定期巡查库区及上游集水区,构建初步的智能感知网络。

2.2.2 开发智慧化协同管理平台

在数据融合的基础上,平台应具备两大核心功能:一是综合预警与溯源。通过建立模型,分析工程隐患与水质异常之间的关联关系,实现风险早期识别。二是智能辅助决策。平台可模拟不同调度方案(如生态泄流)对水质的影响,或评估不同治理工程(如生态浮床布置)的效果,为管理者提供兼顾工程安全与水质优化的协同调度和治理方案^[3]。针对特吾勒水库,平台可集成其设计运行方式、来水用水平衡数据、水质本底值,开发调度模拟模块,优化灌溉供水、生态泄流与水质维持的协同方案。

2.2.3 推广应用生态友好的协同治理技术

在具体的工程维护和污染治理中,应优先选择那些能同时服务于安全和生态目标的技术。例如,采用“以渔控藻”生物技术,投放滤食性鱼类既净化水质,也合理利用水体资源;在库岸带维护中,选用生态护坡技术替代硬质衬砌,既稳固岸线,又为污染物提供截留和净化空间;采用光磁净水、加压控藻船等物理生态方法处理藻类,避免化学药剂对水生态的二次破坏。例如,特吾勒水库位于乡镇上游,无工厂及其它垃圾,只有牧区牧民的牲畜粪便影响水质,可在水库汇水区的牧区周边,布设生态型粪便收集池与截污导流沟,拦截雨季冲刷导致的粪便污染物进入库区,收集的粪便经无害化处理后可转化为牧区有机肥,实现资源循环利用。

2.3 制度与保障体系的协同建设

2.3.1 编制一体化的保护与发展规划

改变工程规划与环保规划“两张皮”的状况,应像四川叙永县编制《永宁水库水污染防治规划》一样,在项目前期或运行期,融合工程运行调度、安全加固、水质保护、流域产业调控于一体的综合性规划。《特吾勒水库工程水资源论证报告》已对取用水合理性、取水影响、退水影响等进行了分析,可在此基础上,进一步编制特吾勒水库水源地保护与综合管理规划,明确流域

内牧业、农业活动的生态约束,将水质目标转化为具体的运行管理规则。

2.3.2 实施融合性的绩效考核制度

改革单一维度的考核办法,建立将工程安全标准与水质达标情况、生态健康指标捆绑的综合性绩效考核体系。例如,将水质连续达标月数、水生态完整性指数等纳入水库管理单位的核心考核指标,并与管护经费拨付、人员绩效薪酬直接挂钩。对地方政府或流域管理机构的考核,也应同样纳入水源地保护成效,形成强有力的目标导向。

2.3.3 创新多元化的资金保障机制

在确保财政补助资金稳定增长的基础上,拓宽资金渠道。一是建立生态补偿机制,参照上饶大坳水库经验,通过纵向转移支付和流域横向补偿,让保护者得到合理补偿,为持续保护提供动力。二是探索市场化融资渠道,鼓励社会资本通过政府和社会资本合作等模式参与水库的综合性管护与生态经营。三是整合项目资金,将水利、环保、农业、乡村振兴等领域的相关资金,围绕特定水库或小流域的协同治理目标进行整合使用,提高资金整体效益^[4]。

3 结论

山区小型水库的运行管理与水质安全保障,并非两个独立的任务链条,而是维系水库生命健康、实现其多元价值一体两面的统一体。本文通过分析揭示,二者割裂的管理现状是导致水库综合效能难以提升的深层次原因。构建二者之间的协同机制,是一项涉及理念更新、组织重构、技术创新和制度保障的系统工程。

未来,随着生态文明建设的不断深入,对山区小型水库这类“毛细血管”式水源地的精细化管理要求将日益提高。推动运行管理与水质保障的深度协同,不仅是保障饮水安全的现实需要,更是实现人水和谐、促进水资源可持续利用的战略选择。各地应结合自身实际,勇于探索和创新,将协同机制的理念转化为具体的政策、技术和行动,让遍布山乡的每一座小型水库,都能真正成为坚固安全、绿水长流的民生福地与生态基石。

[参考文献]

- [1] 王晓鹏,杨波,陈盟.现代调水工程中的突发性水质安全预警系统设计[J].水利技术监督,2026,(02):56-60.
- [2] 以保障工程安全运行为核心奋力推进水利工程运行管理高质量发展[J].河北水利,2025,(03):7-9.
- [3] 李飞.维护南水北调中线水源工程“三个安全”实践与思考[J].中国水利,2024,(20):15-20.
- [4] 闫雅飞,孙月峰,梅传书.调水工程复杂适应系统构建及其应急管理途径分析[J].企业导报,2014,(14):87+86.

作者简介:

吴艳芬(1974--),女,汉族,河南省杞县人,本科,中级(工程师),研究方向:水利运行管理。