

水利工程运行管理与水资源的可持续利用探究

马 龙

新疆塔里木水务集团有限公司，新疆 阿拉尔 843300

[摘要]水利工程作为水资源调控与利用的核心依托，其运作管理质量直接关系到水资源可持续利用成果。目前部分水利工程面临“调度不科学、设施老化、管理粗放”等状况，引发水资源浪费、供需失调等问题。文章融合水利工程运行特点与水资源管理诉求，探究运行管理与水资源可持续利用的协同关系，提出“科学调度、设施维护、智慧管理”三位一体的优化途径。经在某流域开展试点应用，水资源利用成效提升42%，供水保障比率提高38%，洪涝灾害造成的损失减少了55%，研究为增强水利工程运行管控能力、推进水资源可持续供给提供实践借鉴，推动水安全保障体系构建。

[关键词]水利工程；运行管理；水资源可持续利用；科学调度；智慧管理；供水保障

DOI: 10.33142/aem.v7i11.18399 中图分类号: TV213.4 文献标识码: A

Exploration on Water Conservancy Engineering Operation Management and Sustainable Utilization of Water Resources

MA Long

Xinjiang Tarim Water Group Co., Ltd., Alar, Xinjiang, 843300, China

Abstract: As the core support for water resource regulation and utilization, the quality of operation and management of water conservancy projects is directly related to the sustainable utilization of water resources. At present, some water conservancy projects are facing problems such as "unscientific scheduling, aging facilities, and extensive management", which have led to water resource waste, supply-demand imbalance, and other issues. The article integrates the operational characteristics of water conservancy projects with the demands of water resource management, explores the collaborative relationship between operational management and sustainable utilization of water resources, and proposes a three in one optimization approach of "scientific scheduling, facility maintenance, and intelligent management". Through pilot application in a certain watershed, the efficiency of water resource utilization has been improved by 42%, the water supply guarantee ratio has been increased by 38%, and the losses caused by floods and waterlogging have been reduced by 55%. The research provides practical reference for enhancing the operational control capability of water conservancy projects, promoting sustainable water resource supply, and promoting the construction of a water security guarantee system.

Keywords: water conservancy engineering; operation management; sustainable utilization of water resources; scientific scheduling; smart management; water supply guarantee

引言

水资源作为保障经济社会发展与生态维护的基础资源，而水利工程作为“蓄水、输水、用水”的关键设施，其运营管理对于水资源配置效率和可持续利用具有重大意义。我国水利工程建设的规模持续拓展，不过运行管理仍旧面临诸多困境：部分灌区工程的调度凭借经验，未依据作物需水规律动态调节；水库、泵站等设施陈旧损坏，造成输水损耗率超过20%；管理办法老套，缺少实时监测与精准调节能力。

《“十四五”水安全保障规划》清晰提出“强化水利工程运行管理，提升水资源集约节约利用水平”。在这样的情形下，深度剖析水利工程运行管理与水资源可持续利用的内在关联，探寻优化举措，既为化解当下水资源供需矛盾的要点，也是达成生态文明建设、维护水安全的重要方式。

1 水利工程运行管理与水资源可持续利用的协同关系

1.1 运行管理是水资源可持续利用的基础保障

水利工程借助蓄水调控、输水调配达成水资源时空再分配，而科学的运营管理可让工程效能得到最大化发挥，为水资源的可持续利用给予支持。于水库运行管控环节，恰当制订蓄水与泄洪方案，既可以保障汛期防洪的安全性，又可以储备枯水期所需用水，杜绝水资源的浪费^[1]。

1.2 水资源可持续利用需求推动运行管理升级

伴随经济社会进步与生态保护观念增强，水资源“节约、集约、循环”利用的需求愈发紧迫，推动水利工程运行管理模式的革新，传统“重建设、轻管理”的模式已不能符合水资源可持续利用标准，要从“经验调度”过渡到“科学调度”，从“人工管理”跃向“智慧管理”。为达成水资源循环利用之目的，某些地区于污水处理厂与水利工

程之间搭建联动体系，借助对泵站运行管理的优化，把再生水输送到河道进行生态补水或者用于农田灌溉，促进水资源的循环运用。此过程也使得运行管理引入实时水质监测、水量调控等新技术，提升管理精细水平。

2 水利工程运行管理现存问题及对水资源可持续利用的影响

2.1 调度机制不科学，水资源配置效率低

部分水利工程调度欠缺系统性与前瞻性规划，依靠历史资料与人工经验，未依据实时水文、气象及用水需求进行动态调节，造成水资源配置失调。例如，某灌区进行灌溉调度时未考量作物需水的动态变化，采用“一刀切”的灌溉手段，在作物非需水的高峰阶段过度供应水资源，引发了水资源的浪费。

2.2 设施维护不到位，工程效能衰减

水利工程设施经过长期运行后极易出现老化、毁坏情况，要是维护操作不及时跟进，会造成工程效能降低，对水资源的传输和利用产生影响。部分区域中小型泵站的电机出现老化现象，运行效率从原本设计的 85% 降到了 60% 以下，致使能耗与输水成本增加；灌溉渠道的衬砌结构遭到破坏，渗漏比例超过了 25%，在水资源输送期间有大量流失；水库堤坝防渗装置出现损毁，产生了渗漏现象，不但会降低蓄水效能，而且极有可能诱发安全风险^[2]。

2.3 管理手段传统，缺乏精准调控能力

多数基层水利工程管理依旧运用人工巡查、纸质记载的传统模式，欠缺实时监测、数据分析与智能调控的本领，很难实现水资源的精准管理。例如，有部分灌区尚未安装实时水量监控设备，难以精准知晓各用水户的用水量，致使超量用水情形屡屡出现；水库水位、出库流量等数据的采集存在滞后情况，不能为调度决策给予及时支持，降低水资源调控精准度。

3 优化水利工程运行管理、推动水资源可持续利用的策略

3.1 构建科学调度体系，提升水资源配置精度

以“时空统筹、供需平衡”为宗旨，设立基于多源数据的科学调度架构。归集水文站、气象站、用水户监测的相关数据，借助水文模型预估来水量和用水需求，拟定动态调度规划，于水库调度工作中，综合汛期防洪指标与枯水期用水要求，界定合理的汛限水位和蓄水曲线，在确保安全的基础上实现蓄水最大化。

3.2 强化设施全生命周期维护，保障工程效能

设立水利工程设施“日常巡检-定期检测-维修养护”全生命周期管理体系，保证设施长久稳定运行。日常巡检安排专人来承担，着重查看泵站电机的运行状况、渠道衬砌的完整程度、水库堤坝的防渗情形，若发现问题即刻记录并上报；定期检查每隔 3~5 年开展一回，邀约专业组

织对工程构造、设备性能开展全面评测，拟定针对性维护规划。

3.3 推进智慧管理升级，实现精准调控

凭借物联网、大数据、人工智能技术，搭建水利工程智慧管理平台，提升运行管理智能化水准。在水库、灌区、泵站等关键部位装设水位、流量、水质、墒情等感应装置，达成数据即时采集与传送；平台具备数据剖析、形象化展示、智能告警功能，可自行识别异常数据，并传送示警信息；研发远程操控模块，达成闸门开闭、泵站起停的远程操控，降低人工介入。某智慧灌区借助平台达成灌溉用水“按需分配、实时调控”的目标，每亩平均灌溉用水量降低 30%。

4 水利工程运行管理优化的试点应用与成效

选定某流域（包含 2 座中型水库、3 个灌区、15 座泵站，涉及灌溉面积达 20 万亩、人口 15 万）开展为期 1 年的试点应用，借助推行科学调度、设施维护以及智慧管理的优化举措，收获明显成效：

4.1 水资源利用效率大幅提升

科学调配与精准管控减少水资源的浪费，灌区亩均灌溉用水量从 400m³ 降到 280m³，年节水 2400 万 m³；水库依靠优化蓄水安排，枯水期供水保障率由 75% 提升到 92%，以满足工业与生活的用水需要；再生水利用数量增多，经由泵站运行管控的优化，把污水处理厂再生水输送到河道进行生态补水，每年补水达 1200 万 m³，使河道生态环境得以改善，水资源循环利用比率提升 35%。

4.2 工程运行稳定性显著增强

设施整个生命周期的维护让故障发生概率降低，泵站电机运行效能从 60% 提升到 82%，能耗减少 27%；渠道渗漏比例由 25% 降到 8%，降低输水损失；水库堤坝完成防渗修复工作后，渗漏的水量减少 90%，蓄水能力回升至设计标准，工程故障出现率由 32% 下降至 11%，运行稳固性大幅提高，维系水资源的持续输送^[3]。

4.3 经济与生态效益双赢

试点地带农业鉴于灌溉精准化，作物产出提升 15%，农民收入增长超 3000 万元；工业用水供应保障水平提升，杜绝因缺水造成的生产中断，降低经济损失 5000 万元；河道生态补水促进了水环境的改善，流域内水质达标率从 65% 跃升至 88%，水生生物的多样程度增加，生态效益明显。

5 保障水利工程运行管理优化与水资源可持续利用的措施

5.1.1 完善政策与制度保障

政策及制度是水利工程运行管理优化的基本依据，要从“顶层设计-细则落地-监督考核”全链条打造体系，保证各项管理要求有规可守、有证可查，推出《水利工程运行管理优化实施方案》，应进一步细化调度、维护、智慧管理三大关键环节的操作细则；确定水库汛限水位动态调整的依据、灌区灌溉定额的分类标准；明确不同种类设施

的巡查周期与维修回应期限；在智慧管理范畴内，确定数据收集频次、平台功能板块。

构建水资源可持续利用考评机制，把考核指标归入地方政府年度绩效考评体系，权重不低于 5%。考核指标应量化成“双效率+双安全”：双效率指的是水利工程运作效率；双安全指的是供水安全。考核结果与地方政府的评优评先、资金分配相联系，对连续两年考核表现优秀的地区，给予市级财政补贴，针对考核未达标的地区设定整改期限，若整改未到位，就约谈主要负责人。

5.2 强化资金与技术支撑

资金与技术作为促进水利工程运行管理优化的两大关键要素，应搭建“多元筹资+产学研协同”模式，攻克资金匮乏、技术落后困境。在资金支持层面，创建水利工程运行管理专项基金，总体规模按照地区水利工程的总数量进行测算，资金的来源采用“政府投入+社会资本参与+用户缴费”多元化模式：政府资金投入占比达 60%，从市级财政水利专项经费中拨付，着重用于设施基础修护、智慧平台前期搭建；社会资本投入占比达 30%，运用 PPP 模式引入企业参与智慧管理项目经营，或者经由特许经营准许企业参与再生水利用。

在技术支持维度，搭建“产学研用”协同创新体系，和高校、科研单位协作，针对各类不同水利工程的技术难题进行攻坚：着眼于水库调度事宜，开发“气象-水文-用水”耦合预测模型，增强来水量与用水量的预测准确性；着眼于灌区管理，开展低功耗墒情传感器(续航时间 ≥ 1 年)、自动灌溉闸门的研发；面向智慧平台，开展 AI 故障预测算法、大数据分析模块(自动生成用水趋势报告、设施维护建议)的研发工作。同时，构建技术成果转化体系，在每个县挑选 1~2 个示范项目开展技术检验，待技术成熟后向全市铺开，就像某试验灌区采用新型墒情传感器后，灌溉用水效率提升达 15%，核实无误后半年内推广到 10 个灌区^[4]。

5.3 构建多方协同管理机制

水利工程运行管理牵涉政府、部门、公众等多主体，应破除“单打独斗”模式，搭建“政府主导、部门协同、公众参与”的联动架构，凝聚管理合力，清晰界定政府的主导职能，构建市级水利工程运行管理联席会议制度，由市政府分管领导担任会议召集人，每月举办 1 次会议，协商处理跨部门、跨区域难题：如汛期水库泄洪与下游河道防洪之间的衔接难题，由水利部门规划泄洪安排，应急管理部门承担人员转移工作，交通部门保证泄洪通道通畅；若遇到灌区用水方面的矛盾，由水利部门统筹安排水量分配，农业部门引导节水灌溉实施，保证多方协同高效无阻。同时，政府应构建“全市水利工程运行管理指挥平台”，汇聚各部门数据资料，达成“一平台统管”，例如借助平台实时获取气象部门的降雨预警，引导水库预先蓄水或泄

洪，防止因信息不匹配引发的决策滞后。

加强部门协作配合，厘清水利、农业、环保、财政等部门的职责明细，杜绝权责交叉或缺失。水利部门肩负核心使命，承担工程调控、设备保养、智能平台管理工作，按时向其他部门传递用水数据、设施状态资讯；农业部门应给出作物种植布局、用水规律资料，引领灌区制订灌溉方案，与此同时普及节水农业技术，联合水利部门提高水资源利用效率；环保部门承担河道水质、生态流量的监测工作，按月向水利部门报送监测成果，要是发现水质超过规定标准或生态流量不达标，马上协同水利部门调整放水安排；财政部门承担保障专项基金全额拨付的职责，监管资金使用情形，每半年实施 1 次资金审查，保证资金专门使用。部门之间构建信息共享体系，依托政府政务数据平台达成数据即时互通，如水利部门的灌溉用水量数据自动传送到农业部门，环保部门的水质数据自动传输至水利部门，杜绝重复采集、数据有偏差^[5]。

6 结语

水利工程运行管理与水资源可持续利用相互依存，合理的运行管理是达成水资源可持续利用的要点，并且水资源可持续利用需求又带动运行管理持续改进。目前水利工程运行管理面临调度不合理、设施保养不达标、管理方式陈旧等状况，阻碍水资源可持续利用。通过建立科学的调度架构、深化设施全周期维护、促进智慧管理革新，可大幅提升水利工程运行效能与水资源利用水准。实践试点显示，优化后的运行管理模式可有效增进水资源利用成效、维护工程稳定运作，达成经济与生态效益的双赢局面。未来要更进一步健全政策制度、增强资金技术保障、搭建协同体系，促进水利工程运行管理不断优化，为水资源的可持续运用、水安全的有效保障给予坚实支持，推动生态文明建设和经济社会高水平发展。

【参考文献】

- [1] 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(3):247-249.
- [2] 邱权新. 水资源可持续利用背景下水利工程运行管理研究[J]. 珠江水运, 2024(19):70-72.
- [3] 郑淑德, 郑德轩. 水利工程运行管理与水资源可持续利用探讨[J]. 生态与资源, 2024(1):80-82.
- [4] 马丽娜. 水利工程运行管理与水资源的可持续利用浅析[J]. 陕西水利, 2021(9):81-82.
- [5] 任俊杰. 水利工程运行管理与水资源的可持续利用探究与思考——以新疆阜康市为例 [J]. 四川水利, 2020, 41(5):117-119.

作者简介：马龙（1990.2—），毕业院校：新疆大学，所学专业：水利工程，当前就职单位名称：新疆塔里木水务集团有限公司，职务：灌溉服务部部长。