水利工程运行管理中节水与增效措施研究

张剑晓　王羿超
驻马店市河道管理局劳动服务站　河南　驻马店　463000

摘　要：针对当前水利工程运行管理中普遍存在的输蓄水损耗偏高、调度效能不足、精细化管控程度偏低等共性问题，本研究以节水增效一体化管控为核心切入点，明确水利工程节水增效运行管理的核心内涵，系统梳理当前工程运维、水流调度、体系建设层面的现存典型问题。从设施防渗运维、水流调度优化、运维流程规范三个维度提出针对性节水管控措施，从设备全周期运维、精细化管控体系搭建、人员专业素养提升三个层面提出增效落地路径。研究结果可为水利工程运行管理单位完善节水增效管控体系提供可直接落地的技术参考，对提升区域水资源利用效率、降低水利工程运行能耗、充分发挥工程综合效益具备实际工程应用价值。

关键词：水利工程；运行管理；节水管控；增效运维；精细化管理

引言：我国多数已建成水利工程已进入长期稳定运行阶段，传统粗放式运行管理模式下的水资源损耗偏高、设备运行能效不足等问题逐步凸显，已成为制约水利工程综合效益充分发挥的核心瓶颈。当前水资源供需矛盾持续加剧，对水利工程的精细化运行管控提出了更高要求，节水增效一体化管理已成为水利工程运行管理领域的核心发展方向。本研究针对当前水利工程运行管理中现存的设施运维薄弱、调度模式粗放、管控体系不完善等典型问题，从硬件运维优化、调度模式升级、管理体系完善三个维度提出可落地的专项技术措施，为水利工程实现水资源利用效率最优、工程运行能耗最低、综合服务效益最高的运行目标提供系统性技术支撑。

1 水利工程节水增效运行管理的核心内涵

水利工程运行管理范畴内的节水管控，核心是通过优化输配水设施全周期运维、规范流域级水流调度机制、细化全链条管控流程，系统性减少输水、蓄水、供水全业务流程中的无效水资源损耗，从运行层面规避管网渗漏、池体溢水、水资源闲置空耗等典型浪费问题，持续提升水资源从水源端到用户端的实际利用效率。增效管理则是依托标准化、精细化的运维管控手段，优化机电设备运行工况、规范工程全流程作业标准、提升跨区域水资源配置合理性，最大化发挥水利工程输水、调水、蓄水的核心基础功能，同步降低设备运行能耗与非必要运维损耗，全面提升水利工程的整体运行效能[1]。

节水与增效二者在水利工程运行体系中高度关联、相辅相成，不存在独立运行的边界。节水是增效的核心基础，通过系统性压缩全流程水资源浪费，可最大化挖掘有限水资源的单位利用价值，在同等水资源总量条件下支撑更大范围的供水与灌溉效益；增效是节水落地的刚性保障，稳定高效的工程运行状态，能够从硬件与管理层面规避人为操作失误、设备性能偏差带来的非预期水资源损耗，为节水目标落地提供支撑。在水利工程常态化运行管理过程中，全面落实节水增效一体化管理要求，本质是对工程全生命周期运行流程的系统性优化升级，通过同步完善硬件设施运维体系与软件管理机制，最终实现水资源利用效率最优、工程运行能耗最低、综合服务效益最高的良性运行状态。

2 水利工程运行管理节水增效现存问题

2.1 工程设施运维薄弱，水资源损耗基数较大

水利工程渠道、管道、闸阀、蓄水池等基础设施长期暴露在自然环境中，受水流冲刷、温度变化、材质老化、结构沉降等自然因素影响，易出现衬砌破损、管道开裂、接口渗漏、止水结构失效等病害。在日常运维工作中，若设施巡检频次不足、养护工作流于形式，各类细微病害无法及时修复，会持续扩大水资源渗漏损耗。同时，部分水利工程配套控水、调压、分流设备老化严重，设备运行精准度不足，无法精准调控水流流量与流速，易出现输水过量、局部积水、弃水排放等问题，进一步加剧水资源浪费，大幅降低水利工程基础节水能力[2]。

2.2 水资源调度模式粗放，工程运行效能受限

当前部分水利工程水流调度缺乏科学性与系统性，整体调度模式较为固化，未结合工程蓄水容量、输水能力、用水负荷变化动态调整运行方案。在日常运行中，存在输水时段匹配度低、水流分配不均衡、调蓄利用不充分等问题，部分输水区间水资源供给过剩造成闲置损耗，部分用水节点供水不足导致工程功能无法发挥。同时，工程运行过程中各系统协同性较差，蓄水、输水、供水环节衔接不畅，易出现设备空载运行、重复调水、

无效排水等情况，增加设备运行能耗，大幅制约水利工程整体运行效能。

2.3 运行管控体系不完善，精细化管理程度不足

传统水利工程运行管理多依托人工经验开展作业，缺乏标准化、系统化的管控体系。日常巡检、设备操作、水流调度、能耗管控等工作无统一作业标准，人员作业主观性较强，易出现操作不规范、管控不到位等问题。同时，工程运行监测手段较为单一，无法实现对水位、流量、渗漏量、设备运行参数的全方位实时监测，运行隐患发现存在滞后性。此外，工程运行数据整理、分析、利用不足，无法依托运行数据研判管控短板，调度与运维优化缺乏数据支撑，整体管理模式粗放，难以适配节水增效的运行管理需求。

3 水利工程运行管理节水核心措施

3.1 强化设施防渗运维，降低基础水资源损耗

以水利工程输蓄水设施完好性管控为核心，构建常态化、全覆盖的防渗运维管控机制，从硬件层面系统性杜绝水资源无效损耗。编制全要素、周期性的设施专项巡检方案，针对输水明渠、压力输水管道、闸坝止水结构、调蓄池体衬砌等核心防渗部位开展定向排查，结合人工徒步巡检、红外渗漏检测、流量差值核验等多类技术手段，精准定位隐蔽渗漏点、结构破损处、防渗材料老化失效区域，建立动态更新的设施缺陷专项台账，明确每一处缺陷的整改责任人、完成时限与技术标准，严格执行“发现-整改-核验-销号”的全闭环养护管理流程。定期对输水渠道、调蓄池体开展针对性防渗加固处理，根据不同部位的工况条件选用适配的防渗补强材料，对老化失效的控制闸阀、止水密封配件、远程调控设备进行批量更换升级，系统性优化工程整体防渗抗漏性能，将输蓄水环节的自然渗漏率控制在设计允许阈值以内。同时进一步规范各类控水设备启停与水流调度操作流程，明确不同输水负荷、不同水位工况下的标准化作业步骤，配套设置操作双人复核机制，从管理层面规避人为操作失误引发的跑水、溢水、漏水等非预期水资源损耗，全方位压缩输水、蓄水全流程的无效水资源损耗，为水利工程节水目标落地提供稳定可靠的硬件支撑[3]。

3.2 优化水流调度模式，提升水资源利用精度

结合水利工程自身实际输水承载能力与沿线用水负荷的时空分布规律，同步优化静态基线调度方案与动态实时调控机制。系统梳理不同季节、不同时段沿线农业灌溉、工业生产、居民生活的差异化用水需求特征，精准划分各输水渠段的输水区间与控制流量阈值，从调度层面杜绝无依据的盲目输水、超需求过量输水行为，实现水资源供给端与需求端的精准动态匹配。充分发挥水利工程配套调蓄设施的缓冲功能，依托沿线蓄水池、拦河闸坝的调蓄库容，动态平衡用水高峰时段与低谷时段的水流供给量，大幅降低非必要的水资源闲置放空与无效弃水排放。通过进一步细化水流调度管控单元，推行分片区分渠道的精准输水模式，避免局部区域输水过剩引发的水资源浪费，最大化提升水资源的有效利用效率，最终实现全流域全链条的精细化节水管控目标。

3.3 规范日常运维流程，杜绝人为节水漏洞

建立覆盖水利工程全运行周期的标准化日常运维管理流程，逐层细化运维、调度、值守各岗位的节水管控专属职责，将节水管控要求深度嵌入工程运行的每一个作业环节，实现节水责任无死角覆盖。明确规范日常放空排水、跨区域水量调度、系统应急补水等核心作业的执行技术标准与分级审批流程，所有涉及水流变动的操作均留存可追溯的作业记录，从制度层面彻底杜绝无依据随意排水、非必要无效调水等人为水资源浪费行为。完善工程24小时不间断运行值守与网格化动态巡查制度，强化农业灌溉用水高峰、极端强降雨、冬季低温冻胀等关键时段，以及渠首取水口、节制闸站、压力管道接口等关键点位的管控力度，第一时间发现并快速闭环处置突发渗漏、局部积水、池体溢水等异常工况。同时按季度开展各类控水设施的专项养护与计量设备清洁校准作业，保障闸门启闭精度、流量计计量误差、调节阀响应速度等核心性能指标始终处于规范允许区间，从全流程管理层面系统性堵塞各类人为因素引发的节水漏洞，持续夯实水利工程长期稳定节水运行的管理基础[4]。

4 水利工程运行管理增效核心措施

4.1 优化设备运维管理，降低工程运行能耗

核心机电设备的高效稳定运行是水利工程整体增效的核心硬件基础，需建立覆盖设备投运前、服役期、报废全生命周期的全周期运维管控机制。针对供水水泵、闸门启闭机、压力调压设备等水利工程核心机电设备，编制差异化的定期保养、性能调试、故障检修专项计划，按作业周期及时清理设备流道与换热部位的沉积积垢，前置性排查设备潜在性能故障，动态校准调试设备运行工况参数，保障所有在用机电设备始终处于设计最优运行工况区间。从运维管控层面彻底杜绝设备带病运行、无意义空载运行、超额定参数超负荷运行等各类低效运行状态，有效降低设备单位运行能耗与非必要机械磨损损耗，大幅延长核心机电设备的安全服役使用寿命。同时结合不同时段的实际输水调水运行负荷，动态匹配投入运行的设备数量与单机运行功率，避免大马拉

小车式的资源冗余消耗，从单台设备到整个系统全面提升机电设备的整体运行效率，为水利工程整体增效目标落地提供稳定的硬件支撑。

4.2 完善精细化管控体系，提升整体运行效率

搭建标准化、精细化的水利工程全流程运行管控体系，统一核心机电设备操作、跨区域水流调度、安全隐患闭环处置、运行数据统计分析等所有核心业务的专项作业标准，系统性规范全链条运行管理行为。进一步优化各岗位权责分工边界，明确运维作业、调度管控、现场值守等不同岗位的具体工作内容与对应质量管控标准，从管理架构层面规避岗位权责重叠、关键环节管理空缺等传统管理弊端，大幅提升工程整体管理运行效率。依托部署在工程各关键节点的在线监测系统，实时采集设备运行参数、渠段水流状态、池体水位数据等全维度运行信息，基于动态更新的实时运行数据动态调整工程运行调度方案，精准把控全工程的实时运行工况，第一时间识别并整改各类低效运行问题，彻底摆脱传统经验式调度的滞后性与主观性，最终实现水利工程全生命周期运行的动态化、精准化管控，持续提升水利工程的整体运行效能，在不新增硬件投入的前提下最大化挖掘现有工程体系的运行潜力[5]。

4.3 强化人员专业素养，夯实增效管理基础

水利工程运维人员的专业技术能力直接决定工程整体运行管理质量，是实现长效稳定增效的核心软性要素。面向所有一线运维与调度岗位常态化开展分层分类的专项运维技能培训，培训内容聚焦核心机电设备标准化操作、跨区域水流精准调度技巧、运行隐患前置识别与快速处置、全流程精细化运维管控等核心业务模块，全面提升从业人员的专业操作能力与系统管控水平。同步强化运维人员的岗位责任意识，通过完善作业行为规范与配套考核机制，约束日常运维作业行为，从人员执行层面彻底杜绝各类不规范操作引发的设备低效运行、工程设计功能无法充分发挥等典型问题。通过持续迭代提升全岗位人员的综合专业素养，为各类节水增效技术措施与管理机制的落地执行提供稳定的人力支撑，避免制度与方案在执行端出现偏差，最终实现水利工程运行管理质量与整体运行效率的双重提升，为工程长期稳定发挥综合效益筑牢核心人力基础。

结束语

水利工程节水增效运行管理是一项覆盖工程全生命周期的系统性长期工作，并非单一技术改造或短期管理优化即可完成的阶段性任务。在后续工程运行管理实践中，不能将节水与增效作为两项独立的管控目标推进，需始终坚持二者协同联动的一体化管控逻辑，以硬件设施性能升级为基础、以精细化调度优化为核心、以管理体系完善为保障，逐步补齐传统粗放式运行管理模式下的各类短板。未来随着数字化监测与智能调度技术的逐步普及，水利工程节水增效管控将进一步向精准化、动态化、智能化方向升级，最终实现水利工程水资源利用效率与运行效能的持续提升，为区域水资源的高效配置与安全供给提供稳定可靠的工程支撑。

参考文献

[1] 王凡. 辽宁省小型水利工程运行管理存在主要问题与对策[J]. 黑龙江水利科技, 2022,50(03):219-222.

[2] 李忠艺. 水利工程运行管理的安全风险评估[J]. 黄河水利职业技术学院学报, 2024,36(03):21-26.

[3] 沈辉. 水利工程运维管理的系统优化路径研究[J]. 水电水利, 2025,9(10):32-34.

[4] 张新. 新时期水利工程运行管理标准化建设策略探究[J]. 水电水利, 2024, 8(8): 120-122.

[5] 杜倩. 水利工程运行管理及水资源可持续利用对策[J]. 水电水利, 2023, 7(2): 82-84.