

水利工程管理当中的水资源优化配置策略研究

李丽玮 王 微 孙 童

河北省水资源研究与水利技术试验推广中心(河北省灌溉中心试验站) 河北 石家庄 050000

摘要: 水资源管理是提升水利工程综合效能的关键支撑。本文针对当前水利工程中监测不完善、调度协同不足、生态管理缺失等问题,系统梳理水资源管理与水利工程的核心关联,从监测数据精准化、调度优化、生态导向管理、技术支撑体系构建及水资源优化配置等方面提出优化路径。研究成果可为破解水利工程水资源管理难题、提升水资源利用效率、维系水生态平衡提供实践指导,助力区域水安全保障体系完善。

关键词: 水资源管理; 水利工程; 优化运用路径; 配置策略

引言: 随着水资源供需矛盾加剧,水利工程的水资源调控作用愈发凸显,而水资源管理水平直接决定工程效益发挥。当前水利工程水资源管理存在多维度短板,制约了水资源可持续利用与水生态保护。基于此,本文立足水利工程全生命周期,剖析水文水资源管理现存问题,探索科学优化路径,对推动水利工程高质量发展、强化水安全保障、赋能经济社会可持续发展具有重要现实意义。

1 水资源管理与水利工程的核心关联

1.1 水资源管理的内涵与任务

水资源管理的核心内涵是依托水文监测、数据分析等技术手段,统筹水资源自然属性与社会属性,实现水资源开发、利用、配置、保护的科学调控,保障水资源可持续利用。其核心任务包括精准监测降水、径流等水文要素,掌握水资源时空分布规律;优化水资源配置方案,平衡生产、生活、生态用水需求;实施水资源保护措施,防控水污染与水生态破坏;建立健全管理机制,提升管理精细化水平。

1.2 水利工程的功能定位

水利工程是调控水资源、保障水安全的关键基础设施,功能定位兼具多元性与综合性。核心功能包括防洪减灾,通过水库、堤坝等设施拦蓄洪水、调节径流,降低灾害风险;水资源供给,借助蓄水、引水工程实现跨区域、跨时段调配,保障各类用水需求;生态修复,通过生态型工程改善河湖水环境,维系生态系统完整性;部分工程还兼具发电、航运等综合效益,助力经济社会高质量发展。

1.3 水资源管理在水利工程全生命周期中的作用

水资源管理贯穿水利工程全生命周期,是工程高效安全运行的核心支撑。规划阶段,通过勘察评估为工程选址、规模确定提供科学依据;设计阶段,依托数据核

算设计参数,保障设计合理性;建设阶段,动态监测情况为施工导流等提供技术指导;运行阶段,依据实时数据优化调度方案,提升水资源利用效率与防洪效果,实现工程效益最大化^[1]。

2 水利工程中水文水资源管理的现存问题

2.1 水文监测体系不完善及数据应用滞后

部分区域监测站点布局失衡,偏远流域或支流监测盲区较多,且设备老化与技术更新不同步问题突出。监测数据存在“数据孤岛”现象,多源数据融合能力不足,难以支撑精准预报。短临、短期与中长期预报间模型割裂,导致预报预警响应滞后,如极端暴雨洪水时难以精准预判演进过程,影响工程调度时效性。基层对监测数据的深度分析应用不足,多停留在基础记录层面,未充分发挥数据对工程管理的支撑作用。

2.2 水资源配置与工程调度协同性不足

跨区域、跨流域水利工程缺乏统一调度机制,各工程多独立运行,难以实现水资源统筹优化。计划用水管理程序繁琐,对农业、工业等不同类型用水采用“一刀切”模式,未充分考虑降水波动、生产节律等实际变量。部分地区违规审批取水许可、企业无证取水等问题多发,破坏了水资源配置的合理性,加剧了供需失衡。

2.3 生态保护导向下管理措施缺失

水利工程运行中对生态流量保障重视不足,部分工程调度优先满足生产用水,忽视河湖生态基流需求。生态补水管理不规范,存在将污水处理厂尾水违规纳入再生水利用统计、虚假填报利用率等问题,实际生态修复成效不佳。工程建设与运行未充分衔接生态修复要求,对河道生态系统完整性、生物多样性保护的配套措施缺失,易引发水生态退化。

2.4 技术支撑与管理机制不匹配

先进监测技术与管理机制脱节,部分地区仍依赖手

工巡检、纸质台账等传统管理方式,效率低下且易出错。公共管网供水用户计划用水管理主体分散,水利、住建等部门权责划分不清,执行标准不一,导致管理缺位。超计划用水监管的法律法规不完善,缺乏强制性处罚措施,对违法取水行为震慑不足^[2]。

3 水利工程水资源管理的优化运用路径

3.1 水利工程水文监测与数据精准化管理优化

水文监测与数据管理要从以下三方面系统推进,提升数据全流程管控效能。(1) 监测站点与设备优化升级。结合流域水文特征和工程管控范围,开展监测站点布局重构,针对支流、偏远区域等监测盲区,补充布设轻量化、低成本的移动监测设备,构建“骨干站点+加密站点+移动监测”的立体监测网络;对现有老化、精度不足的监测设备进行全面升级,推广应用高精度自动水位计、超声波流速仪、多参数水质监测仪等智能化设备,实现降水、径流、水质等水文要素的自动化、连续化采集;建立设备全生命周期管理机制,明确校准、维护、检修的周期与标准,定期开展设备性能检测,保障监测设备稳定运行。(2) 多源数据融合与质量管控。制定统一的数据接入标准与格式规范,整合水文站实测数据、遥感反演数据、气象预报数据、工程运行数据等多类型数据,打破“数据孤岛”现象;采用数据清洗、去噪、插值等技术,对采集的数据进行预处理,剔除异常值、无效值,对缺失数据进行合理补充;建立多级质量控制体系,通过自动校验、人工复核相结合的方式,对数据采集、传输、存储全流程进行质量监管,生成数据质量评估报告,确保数据的准确性、完整性与时效性。(3) 智能化数据管理平台构建。依托云计算、大数据技术,搭建集数据采集、传输、存储、分析、应用于体的智能化管理平台,实现数据的集中管控与高效调度;开发数据可视化模块,通过折线图、热力图、分布图等形式,直观呈现水资源时空分布特征、监测设备运行状态等信息。

3.2 基于水资源高效配置的水利工程调度优化策略

以水资源高效配置为核心,通过优化调度方案、构建协同机制、完善管控体系,实现水利工程调度的科学化、精准化,提升水资源利用效率。(1) 分情景调度方案制定。结合流域水文年型特征,划分丰水年、平水年、枯水年等不同情景,针对各情景下水资源供需状况,制定差异化调度方案;丰水年重点开展洪水错峰调度,合理预留防洪库容,同时兼顾生态补水与水资源储备;平水年优化生产、生活、生态用水分配比例,在保障各领域基本用水需求的基础上,提升水资源利用效率;枯水年优先保障生活用水与核心生态用水,严格控制工业、农业

非必要用水,通过跨区域调水、水库联合供水等方式缓解水资源短缺压力。(2) 跨区域协同调度机制构建。建立跨区域、跨流域水利工程联合调度协调机构,明确各地区、各部门的权责分工,打破行政壁垒与工程独立运行格局;构建联合调度决策模型,综合考虑水资源禀赋、用水需求、工程运行能力等多因素,优化调度指令与执行流程;搭建联合调度信息共享平台,实现水文数据、用水需求数据、工程运行数据的实时共享,保障调度决策的协同性与时效性,实现多工程、多流域水资源的统筹调配。(3) 调度决策动态调整机制完善。依托实时水文监测数据与用水需求动态监测数据,构建调度决策动态调整模型,采用机器学习算法预测水资源供需变化趋势;建立调度方案评估体系,从水资源利用效率、供需平衡程度、工程运行安全性等维度对调度效果进行实时评估;根据评估结果与预测趋势,及时调整调度方案,提升对水资源时空分布变化的响应能力,实现调度决策的动态优化。(4) 计划用水精细化管理推进。完善计划用水管理体系,结合各行业用水定额与实际用水需求,科学核定用水计划,摒弃“一刀切”的管理模式;针对农业用水,推行灌溉定额管理,结合作物生长周期与降水情况优化灌溉时段与水量;针对工业用水,实施用水总量控制与定额管理双重约束,推广节水技术与工艺^[3]。

3.3 生态导向下水利工程水资源管理优化路径

立足生态保护优先理念,将生态要求贯穿水利工程水资源管理全过程,实现工程效益与生态效益的协同统一。(1) 生态流量保障体系构建。开展流域生态流量核算,结合河湖生态系统需求,确定最小生态流量、适宜生态流量等关键指标,将生态流量保障纳入水利工程调度核心目标;建立生态流量动态调控机制,根据河湖生态环境状况与水文情势变化,实时调整工程下泄流量,确保生态流量足额、稳定下泄;在工程改造与新建过程中,增设生态流量泄放设施,优化泄放通道设计,保障生态流量泄放的稳定性与可控性。(2) 工程全周期生态协同管理。在水利工程规划设计阶段,开展全面的生态影响评价,优化工程选址、布局与建设方案,减少对河湖生态系统的破坏,预留生态廊道与生物迁徙通道;施工过程中落实生态保护措施,加强施工废弃物处理、水土保持治理,减少对周边生态环境的扰动;工程运行阶段,统筹考虑工程效益与生态效益,避免因过度开发利用水资源导致水生态退化,定期开展生态环境监测,及时掌握工程运行对生态系统的影响。(3) 生态环境响应反馈机制建立。构建水生态环境质量监测网络,重点监测河湖水质、水生生物多样性、湿地面积等核心生态指

标,掌握水生态环境变化动态;建立生态环境质量与水资源管理措施的响应关系模型,分析不同管理措施对生态环境的影响程度;根据生态环境监测结果与响应分析,及时反馈调整水资源管理策略,形成“监测-评估-调整-优化”的闭环管理体系,提升生态保护成效。

3.4 水文水资源管理优化的技术支撑体系构建

构建覆盖监测、分析、决策、管理全流程的技术支撑体系,为水利工程水文水资源管理优化提供坚实保障。(1)深度融合遥感(RS)、地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)技术,精准快速获取流域水资源时空分布、植被覆盖、水体动态等核心信息,搭建标准化水资源空间数据库,为工程规划、站点布局等决策提供精准空间支撑,显著提升管理精准度。(2)深度应用大数据与人工智能技术,对海量水文、用水、生态数据进行多维度挖掘分析,精准提炼水资源演化规律与需求变化趋势,构建高精度水资源供需预测、水文灾害预警等智能模型,同步推广智能巡检机器人、无人机等设备,实现工程设施全范围智能化巡检,及时排查安全隐患。(3)系统建设水利工程数字化孪生体,通过高精度三维建模完整还原工程实体、流域地形及水文环境等核心要素,实现工程全生命周期动态数字化映射,联动实时监测与运行数据精准模拟工程运行状态,借助虚拟仿真技术全面验证不同调度方案的实施效果与生态影响,为决策优化提供科学依据。(4)健全完善技术标准体系,明确监测技术规范、数据融合标准、调度优化准则等核心要求,建立技术动态更新迭代机制,常态化跟踪国内外先进技术成果,加强基层管理人员技术培训与实操演练,全面提升技术应用能力,确保技术支撑体系落地见效、长效运行^[4]。

4 水资源优化配置策略

水利工程水资源优化配置需立足流域水资源禀赋与用水需求差异,构建多元协同的配置体系,核心策略包括:(1)建立供需动态适配机制,基于水文监测与用水

普查数据,精准划分生活、生产、生态用水刚性与弹性需求,建立用水需求动态更新台账;针对农业灌溉、工业生产等弹性用水领域,推行“以水定产、以水定规模”的约束机制,通过种植结构调整、工业节水改造等方式优化用水结构,提升水资源匹配度。(2)构建多级联动调度体系,以流域为单元整合水库、闸坝、输水渠等水利设施,建立“骨干工程+支系工程”的分级调度架构;结合水文年型变化,制定丰枯互补的跨时段调度预案,汛期强化洪水资源化利用补充储备,枯水期通过梯级工程联合供水保障核心需求,破解时空分布不均难题。(3)完善市场化配置与监管机制,推进水权确权登记,搭建区域水权交易平台,引导水资源向高效益领域流动;建立水资源配置绩效评估体系,从用水效率、生态保障、供需平衡等维度开展动态考核,配套差异化奖惩措施,强化各主体配置责任落实,提升水资源综合利用效能。

结束语:本文围绕水资源管理在水利工程中的优化配置策略研究,构建了涵盖监测、调度、生态、技术支撑及配置策略的全方位优化体系,为解决现存管理难题提供了系统方案。未来需持续推动优化路径的落地实施,强化技术创新与机制协同。通过科学高效的水资源管理,可实现水利工程效益与生态效益双赢,为筑牢区域水安全屏障、促进水资源可持续利用奠定坚实基础。

参考文献:

- [1]杜泉发.探究水文水资源管理在水利工程中优化运用[J].低碳世界,2023,13(10):142-144.
- [2]卢有霖.水利水电工程管理中精细化管理理念的实施探讨[J].水上安全.2024,(4).
- [3]王松浩,陈薪泽.水文水资源管理在水利工程中的应用探究[J].科学与信息化.2023,(18).
- [4]张作栋.水文与水资源管理在水利工程中的应用与发展策略[J].农业灾害研究,2025,15(3):253-255.