

水文水资源标准化管理在水利工程中的应用探讨

赵进玉 海玉明

银川市桑园沟管理所 宁夏 银川 750000

摘要：水文水资源标准化管理通过量化指标、流程规范与技术标准的融合，构建从数据获取到决策执行的闭环管理链条。其在水利工程规划设计、施工建设、运行管理及维护修复阶段均有具体应用，能提升水资源管理效率与决策科学性。当前存在标准体系不完善、执行力度不足、技术支撑薄弱等问题，需通过完善体系、强化执行、提升技术支撑等对策解决，为水资源可持续利用及水利工程高效运作提供保障。

关键词：水文水资源；标准化管理；水利工程；应用

引言

随着水利工程建设的不断推进，水资源管理面临更高要求。水文水资源标准化管理作为系统性框架，对水利工程的科学规划、合理建设与高效运维至关重要。然而，实际应用中存在诸多问题影响效能发挥。本文结合相关实践，探讨水文水资源标准化管理在水利工程各阶段的应用，分析存在的问题并提出对策，旨在为提升水利工程中水资源管理水平提供参考。

1 水文水资源标准化管理概述

水文水资源标准化管理是基于对水体循环规律、区域水文特征的深度认知，构建的一套系统性管理框架，其核心在于通过量化指标、流程规范与技术标准的融合，实现对水资源开发、利用、保护全过程的精准调控。这套体系既涵盖对水文监测数据的采集精度、传输时效的严格界定，也包含对水资源调度方案的科学性验证，以及对水体生态保护阈值的动态校准，形成从数据获取到决策执行的闭环管理链条。在具体实践中，标准化管理需依托对流域内降水、径流、蒸发等水文要素的长期监测积累，建立符合区域特征的水文模型，以此为基础制定水资源配置的基准参数，确保取水、用水、排水等环节的协调平衡。通过对监测设备运行状态的标准化维护，保障数据采集的连续性与准确性，为水资源供需预测提供可靠依据，避免因信息偏差导致的管理决策失误。针对水体生态保护，标准化管理体现在对水质指标的分级管控上，通过设定不同功能区的水质标准，结合水文情势的季节变化，动态调整生态流量的保障阈值，使水资源开发利用强度始终处于生态系统可承载范围内。这种管理模式并非静态的规则集合，而是随着水文数据的更新、技术手段的升级不断优化，通过引入智能化监测设备与数据分析算法，提升对水文过程的响应速度与干预精度，实现管理效能的持续提升。标准化管理的价值不仅在于提

升水资源管理的效率，更在于通过统一的技术规范与操作流程，降低人为因素对管理过程的干扰，使水资源开发利用活动始终与区域水文节律保持协调，在满足生产生活用水需求的同时，维系水体自然循环的完整性，为水资源的可持续利用提供坚实支撑。

2 水文水资源标准化管理在水利工程中的应用

2.1 在规划设计阶段的应用

(1) 基于流域内近30年降水径流数据构建的水文模拟系统，可精准反演不同重现期洪水过程，将历史极值与未来气候情景预测数据耦合分析，确定堤坝基础高程的动态调整系数，使结构设计既满足百年一遇防洪标准，又通过阶梯式堤岸剖面设计减少对原有水文连通性的干扰，保留季节性淹没区的生态功能。(2) 采用三维地质建模技术对渠系线路进行优化，结合土壤渗透系数与地下水位埋深的空间分布特征，计算不同衬砌材料的渗透损失率，选择与区域水文地质条件匹配的防渗方案，通过模拟不同工况下渠道水位变化对周边地下水补排关系的影响，避免因渠系渗漏引发的土壤盐渍化风险，提升水资源输送效率。(3) 引入生态流量响应函数，将河道最小生态需水量分解为基础径流、脉冲径流等不同组分，在拦河闸设计中嵌入多目标调节模块，通过模拟闸体不同开度组合对下游河道形态的塑造作用，使水利设施在发挥调蓄功能的同时，维持河道自然蜿蜒度与深潭浅滩交替的地貌特征，为水生生物提供多样化栖息地。

2.2 在施工建设阶段的应用

(1) 建立施工期水文要素动态监测网络，将降水传感器与土壤墒情监测点的数据实时接入施工进度管理系统，根据瞬时降雨强度与土壤饱和含水量计算边坡稳定系数，自动触发土方作业的暂停阈值，通过无人机航测获取的河道开挖断面数据与设计参数进行比对校准，确保开挖坡度与水流冲刷力的力学平衡，减少后期护岸加

固成本。(2)采用模块化预制构件施工时,依据混凝土养护期间的水温、气温监测数据,通过水化热反应模型计算最佳养护周期,结合河道水流速度与构件安装间隙的水力特性模拟,确定接缝密封材料的抗渗等级,在构件吊装过程中同步采集安装高程与水平偏差数据,通过BIM模型实时更新构件空间位置关系,避免因累积误差导致的水力损失增大。(3)针对施工期临时截流方案,基于流域短期洪水预报模型,计算不同截流时段的流量概率分布,结合导流建筑物的过流能力曲线,选择导流效率与施工安全最优的截流窗口,通过在截流戗堤布置孔隙水压力传感器,实时监测土体渗透变形特征,动态调整抛投料的级配组合,提升戗堤稳定性^[1]。

2.3 在运行管理阶段的应用

(1)构建水利设施运行状态与水文情势的耦合分析模型,将闸门启闭数据、泵站运行参数与河道水位、流量监测值进行关联运算,通过机器学习算法识别设备运行效率与水文条件的匹配规律,自动生成闸门最优调度曲线,在满足灌溉供水需求的同时,使河道内水流速度维持在利于污染物降解的区间,提升水体自净能力。(2)采用分布式光纤监测技术对堤坝结构进行全程感知,将应变数据与同期水位变化进行频谱分析,建立坝体位移与水力荷载的响应关系模型,通过设定不同水位级别的预警阈值,提前预判可能出现的结构薄弱区域,结合三维渗流模拟结果,精准定位渗漏风险点并调整排水系统运行参数,防止险情扩大。(3)基于流域水循环模拟系统,全面整合灌溉区用水量、蒸发量以及地下水补给等多源数据,运用科学方法构建水资源转化效率评估矩阵。深入分析不同作物生长期的用水曲线与河道来水过程的叠加效应,据此优化泵站提水时段与流量分配方案,使地下水开采量始终控制在降水入渗补给量范围内,维持含水层水位的动态平衡。

2.4 在维护与修复阶段的应用

(1)运用水下机器人搭载多光谱传感器对闸门水下结构进行检测,将获取的锈蚀程度数据与水流速度场模拟结果进行耦合分析,确定锈蚀速率与水力冲刷强度的量化关系,据此制定针对性防腐方案,选择与水流方向适配的涂层材料,并结合闸门启闭频率优化防腐维护周期,提升构件使用寿命。(2)针对河道护岸破损修复,通过采集破损区域的地形数据与周边水流紊动参数,构建局部水动力模型,模拟不同修复材料(格宾石笼、生态袋等)对水流结构的影响,选择既能满足抗冲要求又可促进水生植物附着的修复方案,结合土壤含水率监测数据,确定植被恢复的最佳补种时机,形成生物-工程复合

防护体系。(3)在泵站机组大修过程中,将设备振动频谱数据与同期河道泥沙含量监测结果进行关联分析,识别泥沙颗粒级配对叶轮磨损的影响规律,据此优化进水口拦污栅的孔径设计与清淤周期,结合流体动力学模拟对叶轮叶片进行仿生形态改造,提升机组在多沙水体中的运行稳定性,降低维护频次^[2]。

3 水文水资源标准化管理在水利工程应用中存在的问题与对策

3.1 存在的问题

3.1.1 标准体系不完善

现有标准体系在覆盖范围上存在明显断层,部分流域特定水文要素的监测指标尚未纳入统一规范,如季节性间歇河的生态流量计算方法缺乏区域性校准参数,导致不同监测点采用的计算模型差异显著,数据可比性降低。针对水利工程与水文过程交互作用的标准设定过于笼统,未能区分平原河道与山区河道在生态需水构成上的本质差异,使得同一套标准应用于不同地貌类型时出现适应性偏差。标准更新速度滞后于水文数据积累速度,基于十年前监测数据制定的灌溉用水效率基准,已无法反映近年来气候变化引发的作物需水规律变化,导致部分节水指标与实际水文条件脱节。跨环节标准衔接存在空白,水质监测标准与水生态修复技术规范之间缺乏量化转换关系,使得污染治理措施的实施效果难以通过水文指标进行精准评估,形成管理环节的衔接断层。

3.1.2 执行力度不足

监测数据采集环节存在隐性偏差,部分监测点为追求数据连续性,在设备出现轻微故障时采用人工修正方式维持数据输出,忽略了故障状态下的原始数据记录,导致后续水文模型校准出现系统性误差。水利工程运行中对生态流量的保障存在弹性执行空间,在灌溉高峰期常以短期效益优先调整下泄流量,使实际流量过程与标准曲线的偏差累积超过阈值,干扰河道内水生生物的繁殖节律。设备维护的标准化流程在实施中被简化,传感器校准周期因季节workload波动被随意延长,导致丰水期关键数据的采集精度下降,难以支撑水资源调度的精细化决策。不同环节的执行标准缺乏交叉验证机制,水质监测结果与同期水文情势分析相互独立,未能通过数据耦合发现执行过程中存在的隐性矛盾^[3]。

3.1.3 技术支撑能力薄弱

监测设备的智能化程度与水文过程的复杂性不匹配,现有传感器多针对单一水文要素设计,难以同步捕捉降水强度与土壤入渗率的动态响应关系,导致对产流过程的模拟精度不足。数据分析算法仍停留在静态统计层面,无法

有效整合实时监测数据与历史序列的非线性关联,使得水资源供需预测对极端气候事件的响应滞后。水文模型参数率定依赖人工经验调整,缺乏基于机器学习的自适应优化机制,在流域下垫面条件发生变化时,模型输出结果与实际水文过程的偏差逐渐扩大。设备运行状态的远程诊断技术不成熟,传感器故障预警多依赖阈值触发,难以通过分析数据序列的微小异常提前识别潜在故障,导致数据中断风险增加。

3.2 对策

3.2.1 完善标准体系

基于流域尺度的水文要素关联性特征,构建覆盖降水、径流、水质、生态需水等多要素的协同标准框架,针对不同地貌类型制定差异化的参数校准方法,使平原区与山区的生态流量计算模型既能保持理论一致性,又能反映实际水文过程的区域差异。建立标准动态更新机制,将连续五年的水文监测数据作为基准更新周期,结合气候变化情景预测,对灌溉用水效率、水质保护阈值等关键指标进行前瞻性调整,确保标准参数与水文节律的演变趋势相匹配。强化跨环节标准的衔接设计,通过建立水质指标与生态修复效果的量化转换矩阵,使污染治理措施的技术参数能够直接对接水文监测数据的评估体系,形成从监测到干预的闭环标准链条,填补不同管理环节间的标准空白。

3.2.2 强化执行力度

建立监测数据全生命周期追溯系统,对设备运行状态、数据采集过程、异常值处理等环节进行全程记录,通过原始数据与修正数据的双线存储,为水文模型校准提供完整的信息支撑,减少人为干预导致的数据偏差。引入生态流量保障的动态校验机制,将短期流量调整与河道生态响应监测结果进行实时比对,当偏差累积值超过生态阈值时自动触发回调程序,确保工程运行过程中流量过程线的整体合规性。实施设备维护的智能调度方案,根据水文要素的季节变化特征,结合传感器运行负荷的预测模型,自动生成差异化的校准周期与维护计划,在丰水期加密关键设备的校验频次,保障数据采集的精度稳

定性,通过数据交叉验证发现执行过程中的隐性矛盾并及时修正。

3.2.3 提升技术支撑能力

研发多要素协同监测设备,整合降水强度、土壤含水率、地下水位等监测功能,通过同步采集水文要素的动态响应数据,提升对产流、汇流过程的解析精度,为水文模型提供更丰富的输入参数。引入深度学习算法处理水文数据序列,构建实时监测数据与历史趋势的非线性关联模型,通过识别极端气候事件的前兆信号,提前调整水资源供需预测的计算权重,增强对突发水文情势的响应能力。开发水文模型的自适应参数优化模块,基于长期监测数据训练机器学习模型,使模型参数能够根据下垫面条件的变化自动校准,减少人工经验调整的主观性,提升模型对水文过程的模拟精度。构建设备运行状态的智能诊断系统,通过分析数据序列的微小波动特征,建立故障预警的多维度指标体系,实现对传感器潜在故障的提前识别与预警,降低数据中断风险^[4]。

结语

综上所述,水文水资源标准化管理在水利工程中应用广泛且意义重大。尽管目前存在标准、执行和技术等方面的问题,但通过针对性对策可逐步完善。未来,可进一步结合智能化技术,推动标准体系动态优化与跨区域协同,深化水文模型与工程实践的融合,实现水资源管理更精准、高效,为水利工程可持续发展注入新动能,助力水资源与生态环境的协调共生。

参考文献:

- [1]路佳伟.水文水资源标准化管理在水利工程中的应用[J].大众标准化,2023(4):158-159,162.
- [2]马壮壮,雷宇明.水文水资源标准化管理在水利工程中的应用[J].水电水利,2024,8(2):16-18.
- [3]张楚坪.水文水资源标准化管理在水利工程中的应用[J].水电水利,2023,7(8):13-15.
- [4]黄峰.浅谈水文水资源标准化管理在水利工程中的应用[J].中国航班,2024(10):110-112.