

信息技术在水利工程管理中的应用

杨迪

河南省燕山水库运行中心 河南 郑州 450003

摘要: 水利工程管理的规范化与精细化是保障工程安全、提升水资源利用效率的关键。本文针对传统水利工程管理模式效率低、精准度不足等痛点,探讨GIS、物联网、大数据、BIM等核心信息技术的适配特性,分析其在工程前期规划、施工过程、运行调度及维护养护全流程的应用路径,并提出技术、人才、安全、运维多维度保障措施。研究表明,信息技术可推动水利工程管理从经验驱动向数据驱动转变,为工程全生命周期管控提供一体化支撑,助力实现管理提质增效与可持续发展。

关键词: 信息技术; 水利工程; 全流程管理; 应用

引言: 水利工程作为水资源调控与防灾减灾的核心基础设施,其管理质量直接关系到民生安全与社会经济发展。当前,传统水利工程管理模式以人工主导、经验驱动为主,存在数据割裂、决策滞后、管控局限等突出问题,难以适配新时代工程管理的精细化需求。随着信息技术的快速发展,GIS、物联网等技术为水利工程管理升级提供了新路径。本文立足水利工程管理实际,系统梳理核心信息技术的应用价值与全流程应用场景,配套提出保障措施,为推动水利工程管理信息化转型提供实践参考。

1 水利工程管理概述

1.1 水利工程管理的内涵与核心目标

水利工程管理是指对水利工程从规划落地到运行维护全流程的系统性管控活动,其内涵核心在于通过科学调控与高效管理,保障工程功能的稳定发挥。范畴上涵盖工程前期的规划统筹、施工阶段的质量进度管控、运行过程的调度优化以及后期的维护养护等关键环节。核心目标聚焦于三点:一是保障水利工程的安全稳定运行,规避工程隐患与灾害风险;二是提升水资源配置效率,实现防洪、灌溉、供水、发电等多元功能的协同优化;三是降低管理成本,推动水利工程管理的规范化、精细化与可持续化发展。

1.2 水利工程管理的传统模式及现存痛点

水利工程管理的传统模式以人工主导、经验驱动为核心特征,依赖现场巡查、纸质记录与线下协调开展工作。现存痛点较为突出:(1)管理效率低下,人工数据采集与传递周期长,难以实现对工程状态的实时掌控;(2)管控精准度不足,经验判断易受主观因素影响,对工程隐患的预判与处置缺乏科学依据;(3)资源协同性差,各管理环节数据割裂,难以形成全流程的闭环管

控,导致管理决策滞后;(4)管理成本偏高,人工巡查与维护的人力物力投入大,且对大范围、复杂地形下的工程管控存在局限性^[1]。

2 适配水利工程管理的核心信息技术

2.1 地理信息系统(GIS)技术

地理信息系统(GIS)是水利工程管理中空间信息管控的核心技术,具备空间数据采集、整合、分析与可视化呈现的核心能力。其能够将水利工程相关的地形地貌、水文地质、工程布局等多维度空间数据进行关联融合,构建标准化、可复用的空间数据库。通过叠加分析、网络分析等专业空间算法,可实现对工程空间关系的精准研判,为工程规划选址、布局优化及跨区域水资源调配提供精准数据支撑,核心优势在于打破空间信息的碎片化壁垒,实现工程空间管控的精准化、直观化与高效化。

2.2 物联网(IoT)技术

物联网技术是实现水利工程状态实时感知的关键支撑,通过各类高精度感知终端、稳定传输网络与智能数据处理模块的协同运作,构建全时段、全方位、无死角的工程监测体系。其核心特性体现为实时性、泛在性与互联性,能够对水利工程的水文参数、结构应力、设备运行状态等关键指标进行不间断采集与高速传输。通过数据的实时反馈与阈值比对,可实现对工程运行异常的及时预警,为工程安全管控提供动态、精准的数据支撑,有效弥补传统人工监测的滞后性、主观性与局限性。

2.3 大数据技术

大数据技术适配水利工程管理中海量数据的深度挖掘与价值转化需求,具备海量数据分布式存储、快速并行处理与智能建模分析的核心能力。水利工程全生命周期产生的水文、施工、运行、维护等多类型、多维度

数据,通过大数据技术的清洗去重、格式标准化整合与多维度建模分析,可深度挖掘数据背后的关联规律与发展趋势。其核心价值在于为工程管理全流程决策提供科学、量化的依据,实现从经验驱动决策向数据驱动决策的根本性转变,显著提升管理决策的精准性与前瞻性。

2.4 建筑信息模型(BIM)技术

BIM技术以三维数字化建模为核心,具备工程全生命周期数字化管控的核心特性,能够全面整合水利工程从规划、设计、施工到运行维护各阶段的几何信息、物理信息、管理信息等全要素信息。通过构建可视化的三维工程模型,可实现各管理环节的协同联动与信息实时共享,有效解决传统管理中各阶段信息割裂、传递不畅的痛点问题。其核心优势在于实现工程管理的全流程数字化追溯与精细化管控,大幅提升各参与方的协同效率,为水利工程全生命周期管理提供一体化、智能化的数字化支撑^[2]。

3 信息技术在水利工程全流程管理中的应用

3.1 在水利工程前期规划管理中的应用

前期规划作为水利工程的基础环节,其科学性直接决定工程整体质量与效益,信息技术主要通过数据支撑与流程优化实现规划精准化。(1)基础数据采集与整合,依托遥感技术与地理信息系统(GIS)的协同应用,完成工程区域地形地貌、水文地质、气象水文等基础数据的全面采集,通过数据标准化处理构建统一的规划基础数据库,打破传统数据采集分散、格式不一的壁垒,为规划工作提供全面、精准的数据支撑;(2)规划方案设计与优化,借助GIS的空间分析功能,对工程选址、布局规划等方案进行空间模拟与可行性推演,结合大数据技术对规划方案涉及的资源承载能力、环境影响等核心要素进行量化分析,通过多方案对比筛选最优规划路径;(3)规划风险评估与预判,利用大数据技术整合历史工程数据、区域自然灾害数据等多元信息,构建风险评估模型,对规划阶段可能面临的地质风险、水文风险、生态风险等进行提前预判,为规划方案的风险防控措施制定提供科学依据。

3.2 信息技术在水利工程施工过程管理中的应用

施工过程管理的核心是保障施工质量、把控施工进度、规范施工流程,信息技术通过实时管控与协同联动实现施工过程的动态优化。(1)施工进度动态管控,基于建筑信息模型(BIM)技术构建施工三维模型,将施工进度计划与模型元素精准关联,细化到分部分项工程的作业节点,实现施工进度的可视化管理。通过物联网技术实时采集施工设备运行时长、作业效率及人员出勤、

作业轨迹等数据,结合进度计划进行多维度偏差分析,生成进度预警报告并及时调整施工资源配置与作业安排,确保进度节点顺利推进;(2)施工质量精准把控,利用物联网感知终端对施工原材料进场检验参数、混凝土浇筑的坍落度、养护温度湿度、结构施工的钢筋间距与保护层厚度等关键工序指标进行实时监测,采集的施工参数同步传输至管理平台,与预设的质量标准阈值进行自动比对实现施工质量的实时校验。同时借助BIM技术将质量问题关联至对应模型构件,实现施工质量问题的数字化追溯,明确问题责任主体与具体整改方向;(3)施工安全统筹管控,依托物联网技术构建施工人员定位系统与设备运行监测系统,实时掌握人员在高风险区域的作业位置与停留时间,监测设备的运行负载、振动频率等关键参数,对违规进入危险区域、设备超负载运行等安全隐患进行及时声光预警与平台推送。结合高清视频监控系统与AI智能识别技术,实现对未佩戴安全防护用品、违规动火等行为的自动识别,构建全方位、无死角的立体化安全防控体系;(4)施工协同高效推进,通过信息化协同管理平台整合施工单位、监理单位、设计单位等多方资源,搭建线上图纸审核、技术交底、进度报表提交、签证审批等功能模块,实现各类文件的在线流转、痕迹留存与快速审批,打破时空限制。同时平台支持多方实时在线沟通与问题协同处置,大幅提升多方协同效率,减少因信息传递滞后导致的沟通成本与流程内耗。

3.3 在水利工程运行调度管理中的应用

运行调度是水利工程功能发挥的核心环节,信息技术通过实时监测与智能决策实现水资源的高效配置与工程的安全运行。(1)运行状态实时监测,构建基于物联网技术的水文水资源监测网络,对水位、流量、流速、水质等核心水文参数进行全天候不间断采集,同时借助传感器技术对水利枢纽建筑物结构应力、渗流情况及机电设备运行参数进行实时监测,实现工程运行状态的全面感知;(2)水资源智能调度,基于大数据与人工智能技术构建水资源调度模型,整合气象预报、用水需求、工程运行状态等多元数据,对水资源调配方案进行智能推演与优化,实现防洪、灌溉、供水、发电等多目标协同调度,提升水资源利用效率;(3)工程运行远程管控,依托工业互联网技术实现水利工程机电设备的远程控制,通过远程操作平台对闸门启闭、水泵启停等关键操作进行精准控制,减少现场人工操作,提升运行管控效率,同时构建设备运行状态预警机制,对设备异常运行情况及时反馈并触发应急处置流程;(4)运行数据管

理与分析,搭建运行数据管理平台,对工程运行过程中产生的各类监测数据、调度数据、操作数据进行集中存储与规范化管理,通过大数据分析技术挖掘数据背后的运行规律,为工程运行优化、调度策略调整提供数据支撑。

3.4 在水利工程维护养护管理中的应用

维护养护是保障水利工程长期稳定运行的关键,信息技术通过精准诊断与主动防控实现维护养护的科学化与高效化。(1)病害监测与精准诊断,利用遥感技术、无损检测技术等对水利工程建筑物表面缺陷、内部损伤等病害进行全面探测,结合大数据技术整合历史养护数据、病害数据,构建病害诊断模型,实现病害类型、严重程度度的精准判断,明确病害成因与发展趋势;(2)维护养护计划优化,基于工程运行状态监测数据与病害诊断结果,借助大数据分析技术对维护养护需求进行预判,制定个性化、精准化的维护养护计划,明确养护内容、养护时机与养护标准,避免过度养护或养护不足;(3)维护养护过程管控,通过信息化管理平台实现维护养护任务的线上派发、进度跟踪与质量验收,对养护人员作业轨迹、养护材料使用、养护设备运行等情况进行实时监管,确保养护工作规范推进,同时建立维护养护档案,对养护过程、养护效果等信息进行数字化记录,实现养护工作的全流程追溯;(4)预测性维护体系构建,基于设备运行数据与病害发展规律,利用人工智能技术构建预测性维护模型,对工程设施可能出现的故障或病害进行提前预警,推动维护养护模式从“事后修复”向“事前预防”转变,降低维护成本,延长工程使用寿命^[3]。

4 信息技术在水利工程管理应用中的保障措施

信息技术在水利工程管理中的有效落地,要依托多维度保障措施构建稳定运行体系,确保技术应用的持续性与实效性。具体保障措施如下:(1)技术保障,建立完善的技术标准规范体系,明确数据采集、系统建设、平台运维等各环节的技术要求,确保信息系统互联互通与数据规范统一;同时搭建技术升级迭代机制,定期跟踪行业前沿技术动态,结合工程管理实际需求优化系统

功能,及时修复技术漏洞,保障技术应用与管理需求精准匹配。(2)人才保障,强化复合型人才队伍建设,开展针对性培训,提升管理人员的信息技术应用能力与工程管理专业素养,实现技术与管理的深度融合;建立人才激励机制,吸引具备跨学科背景的专业人才加入,明确岗位职责,打造稳定高效的技术管理团队。(3)安全保障,构建全流程数据安全防护体系,采用数据加密、访问权限管控、安全审计等技术手段,防范数据泄露、篡改与丢失风险;建立系统应急响应机制,定期开展安全演练,提升应对网络攻击、设备故障等突发情况的处置能力,保障信息系统稳定运行。(4)运维保障,搭建专业的运维管理团队,制定常态化运维管理制度,对信息系统、监测设备等进行定期巡检与维护,及时排查解决运行故障;建立运维资源保障机制,合理配置运维设备与资金,确保运维工作有序推进,为信息技术持续应用提供基础支撑^[4]。

结束语:信息技术与水利工程管理的深度融合,是破解传统管理难题、提升管理效能的必然趋势。本文系统阐述了核心信息技术的适配特性及全流程应用场景,验证了其在提质增效、风险防控等方面的核心价值,配套的保障措施为技术落地提供了坚实支撑。随着人工智能、数字孪生等技术的迭代发展,水利工程管理将向更加智能、协同的方向迈进。后续需持续推动技术创新与实践融合,完善管理机制,充分释放信息技术的赋能价值,为水利工程高质量管理与水资源可持续利用提供更强有力的保障。

参考文献

- [1]范宗彦.信息技术在水利工程管理中的应用[J].中国新通信,2025,27(13):35-37.
- [2]叶昊天.信息技术在水利工程管理中的应用[J].科学与信息化,2025(8):34-36.
- [3]李维琴.信息化技术在水利工程管理中的应用探究[J].科技与创新,2025(9):211-214.
- [4]赵淑霞.信息化技术在水利工程建设管理中的应用研究[J].水上安全,2025(4):172-174.