

信息化技术在水利工程施工管理中的应用研究

钱新艳

(衡宇建设集团有限公司合肥分公司, 安徽 合肥 230093)

摘 要 信息化技术是推动水利工程施工管理现代化、精细化的核心驱动力,为解决传统施工管理中效率低、数据孤岛、管控滞后等问题提供了有效路径。本文系统分析了 BIM、物联网、大数据等信息化技术在水利工程施工各环节的应用场景,剖析了当前应用过程中存在的技术标准不统一、数据安全防护不足、人员素养适配性低等问题,针对性提出标准化体系构建、安全防护强化、人才队伍建设等优化策略,旨在为信息化技术在水利工程施工管理中的深度融合与高效应用提供实践参考,从而推动水利工程施工管理向数据驱动、智能管控的方向发展。

关键词 信息化技术; 水利工程; 施工管理; 智慧水利; 动态管控

中图分类号: TV512

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.24.024

0 引言

水利工程施工具有环境复杂、工序繁杂、参建方多、安全风险高等特点,传统人工为主的管理模式难以满足现代化施工对精准化、高效化、协同化的要求。信息化技术以数据为核心,通过感知、传输、分析、决策的闭环体系,实现对施工全过程的动态管控。本文结合水利工程施工管理实际,梳理信息化技术的具体应用形式,分析应用痛点并提出优化对策,为提升水利工程施工管理质量与效率、保障工程建设顺利推进提供技术支撑。

1 信息化技术在水利工程施工管理中的核心应用场景

1.1 BIM 技术在施工全流程可视化管理中的应用

BIM 技术以三维数字化建模为基础,实现水利工程施工设计、组织、实施、验收全流程的可视化与信息化管理,打破了传统各阶段信息割裂的局面。在设计阶段,通过 BIM 模型进行碰撞检测,提前发现水工建筑物、管线等设计冲突,减少施工阶段的设计变更。施工阶段,将 BIM 模型与施工进度、成本、质量数据融合,构建 4D、5D 管理模型,实现施工工序的动态模拟与进度管控,管理人员可通过模型直观查看各工作面施工进展,精准把控关键节点工期。同时, BIM 模型可作为施工技术交底的可视化载体,将复杂的水工结构施工要求具象化,降低施工人员理解偏差,提升施工交底效率。在验收阶段, BIM 模型可整合施工全过程数据,形成数字化工程档案,实现工程质量的可追溯,

为后续运维管理提供完整的数据支撑。此外, BIM 技术还能实现参建各方的协同工作,设计、施工、监理单位通过共享 BIM 模型,实时同步工程信息,提升跨部门协作效率^[1]。

1.2 物联网技术在施工现场动态监测中的应用

物联网技术通过在施工现场布设各类传感器、定位设备、视频监控等感知终端,构建空天地一体化的监测网络,实现对施工环境、设备、质量、安全的实时动态感知。在施工质量监测方面,针对大坝填筑、混凝土浇筑等关键工序,利用北斗高精度定位技术结合智能碾压设备,实时监测碾压轨迹、速度、振动频率等参数,通过大数据分析判断施工质量是否达标。浙江寺桥水库工程通过智能碾压监测系统,实现 575 万立方米填筑料压实质量全程可控。在施工安全监测中,对深基坑、高边坡等危险部位安装位移、渗压传感器,实时监测结构稳定性,当数据超出阈值时自动触发预警;为施工人员配备智能定位卡,通过电子围栏技术限制人员进入高危区域,同时利用智能摄像头自动识别未佩戴防护装备等违规行为。在施工资源管理上,物联网技术可实现对施工机械、建筑材料的实时定位与状态监测,精准掌握设备运行情况、材料库存及使用进度,优化资源调配,减少资源浪费,提升施工资源利用效率^[2]。

1.3 大数据与人工智能在施工决策与管控中的应用

大数据与人工智能技术通过整合水利工程施工全过程的多源数据,开展深度分析并实现智能决策,为

作者简介: 钱新艳 (1989-), 女, 本科, 工程师, 研究方向: 水利水电工程。

水利工程施工管理提供坚实的科学支撑。施工进度管控方面,使用大数据分析以往工程数据跟当前施工进度数据,建立进度预测模型,准确预判工期偏差风险,提早制定调整计划,防止工期拖延。成本管控方面,借助人工智能算法对施工成本数据进行实时分析,找出成本超支的核心环节,优化施工资源配置与施工工艺,实现施工成本的动态管控。应急管理方面,大数据技术能够整合水文、气象、地质等环境数据与施工现场监测数据,建立风险预警模型,对洪水、边坡坍塌等突发事件进行提前预警,配合人工智能技术生成最佳应急处置计划,提高应急响应效率。

2 信息化技术在水利工程施工管理应用中的现存问题

2.1 技术标准不统一,系统集成与数据共享难度大

当前水利工程信息化建设领域尚未形成全国统一的技术标准与数据规范,不同厂商开发的信息化系统采用差异化的数据格式、接口协议,导致各系统之间难以实现无缝集成与数据共享。施工现场的智能监测设备、BIM 软件、项目管理系统等往往来自不同供应商,数据结构与传输方式不兼容,形成一个个“信息孤岛”,无法实现多源数据的融合分析。部分水利施工企业原有传统管理系统与新建信息化平台对接困难,需要投入大量人力物力进行接口开发,增加了信息化建设的成本与难度^[3]。同时,不同地区、不同项目的信息化建设标准存在差异,跨区域、跨项目的工程数据无法有效互通,制约了信息化技术在水利工程施工管理中整体效能的发挥,也难以形成可复制、可推广的信息化管理模式。

2.2 数据安全防护体系不完善,存在信息泄露风险

水利工程施工管理信息化过程中产生并积累了大量敏感数据,包括工程设计图纸、施工监测数据、项目招投标信息、参建人员信息等,这些数据的安全防护至关重要。当前部分水利施工企业对数据安全重视程度不足,未构建完善的数据安全防护体系,存在诸多安全隐患。施工现场的物联网感知终端多部署在户外,易受到外界环境干扰与非法接入,导致监测数据被篡改或泄露;云计算平台存储的核心工程数据面临网络攻击、病毒入侵等风险,部分企业未采取足够的加密防护措施;移动终端作为施工现场数据采集与传输的重要载体,若丢失或被盗,易造成业务数据外泄。此外,参建各方之间的数据共享缺乏精细化的权限控制机制,不同岗位人员的信息访问权限划分不清晰,

可能导致敏感信息被违规查看或传播,给工程建设带来潜在损失。

2.3 专业队伍匮乏,人员信息化素养适配性低

信息化技术在水利工程施工管理中的深度应用,需要既掌握水利工程施工专业知识,又熟悉信息化技术的复合型人才,而当前此类专业人才的匮乏成为制约应用效果的重要因素。一方面,水利施工企业现有管理人员与技术人员多为水利工程专业背景,对 BIM、物联网、大数据等信息化技术的理解与应用能力不足,难以充分发挥信息化系统的功能,部分信息化设备与系统仅被用于基础的数据采集与展示,未能实现深度的数据分析与智能决策。另一方面,信息化专业人才缺乏水利工程施工的现场经验,开发的信息化系统与水利工程施工实际需求脱节,系统功能设计不符合施工管理的实际流程,导致信息化系统实用性不强。同时,水利施工企业缺乏常态化的信息化技能培训机制,现有人员的信息化素养无法及时跟上技术发展步伐,难以适应信息化施工管理的要求^[4]。

3 信息化技术在水利工程施工管理中高效应用的优化策略

3.1 构建统一技术标准体系,推动系统集成与数据共享

突破信息化应用碎片化这一难题,关键在于建立一套统一且贴合水利工程施工特征的技术标准框架,促进系统深层次融合以及数据价值的充分释放。行业主管部门要发挥牵头引导作用,围绕水利工程施工全部生命周期,制定涵盖数据采集、传输、存储、使用、归档的完整链条标准规范,明确 BIM 模型分级交付要求、物联网设备统一通信协议、工程数据分类编码规则,以及不同系统之间的数据交换接口标准,从根本环节解决不同平台、不同设备“各自为战”的兼容性挑战。创新形成“标准引领+中台支撑”的整体架构,打造水利施工信息化统一数据中台,整合设计图纸、施工进度、质量检测、监理验收、运维记录等多元异构数据,借助数据清洗、脱敏、标准化加工,消除各参与方、各施工环节之间的信息壁垒,水利施工企业需要主动适应标准体系,优先选择具有开放架构、可扩展性强的信息化系统与设备,避免选用非标准产品造成的集成障碍。搭建跨区域、跨项目的信息化数据共享合作平台,联合行业内骨干企业、科研机构,实现工程数据互通互用,依托大数据分析、人工智能算法,挖掘数据背后潜藏的施工风险、进度瓶颈、成本优化机会,

推动信息化技术从单一环节使用向全流程、全要素融合使用转变,为施工方案优化、进度管控、质量提升提供可靠的数据支持,提升水利工程施工管理的智能化水平。

3.2 强化数据安全防护能力,构建多层次安全保障体系

基于水利工程数据本身带有的涉密性以及敏感性特征,围绕“全流程防护、全方位管控”这一中心,搭建起“技术防护+制度管理+人员素养”三者结合的多层次数据安全保障框架,以此加固信息化应用的安全基础。在技术防护方面,创新性引入“物理隔离+加密传输+智能监测”立体化保护方案,针对核心工程数据库进行物理隔离和端到端加密存储,网络传输过程中借助加密 VPN 通道和区块链存证手段,保证数据在传递途中不被篡改或泄露。在云计算平台上布置智能入侵检测系统和下一代防火墙,配合 AI 算法对网络异常行为开展实时监测,准确预防黑客攻击、病毒侵入这类安全威胁,对移动办公终端实行分级管理,强制打开数据加密、密码保护和远程擦除功能。同时,建立终端安全管理平台,对终端数据访问和传输行为进行实时监控。在制度管理方面,设立完善的数据安全分级分类管理机制,明确每个岗位的数据访问权限和操作规范,推行“最小权限原则”,对涉密数据、核心数据的查阅、修改、传递实施多级审批流程;构建“定期备份+异地容灾+应急恢复”的数据备份体系,定期组织数据备份演练,确保在突发灾害或系统故障情形下数据不丢失、业务不中断。强化全员数据安全培训,创新采用场景化演练和案例警示教育等手段,提高员工数据安全风险防范意识,避免因人为操作失误、违规传输等引发的数据安全隐患,从而实现数据安全和信息化应用的协同推进^[5]。

3.3 加强复合型人才队伍建设,提升人员信息化素养

解决水利施工信息化人才不足的问题,需要建立“培养+引进+激励”多种方式的人才培养系统,打造一支既了解水利施工、又掌握信息化技术的复合型人才队伍,为信息化技术高效运用给予人才支持。创新校企协同培养方式,促进水利施工企业和高校、职业院校深入合作,共同建设实训基地、定制化培养课程,改善专业设置,把水利工程施工技术、BIM 建模、大数据分析、物联网应用等融入课程系统,培养拥有理论基础和实操能力的应用型人才,实现人才培养跟企业需求准确对接。加强人才引进力度,采取“柔性

引智配合全职引进”相结合的办法,重点引进 BIM 高级建模、大数据分析、智能系统开发等领域的专业人才,同时激励现有信息化人才深入施工现场,参与施工全过程管理,积累工程实践经验,提高系统开发与应用的针对性、实用性。建立常态化、分层级的信息化技能培训机制,针对管理人员、技术人员、一线施工人员开展差异化培训,结合工程实际案例开展实践教学,重点培训 BIM 应用、物联网设备操作、大数据分析工具使用技能,提升全员信息化应用能力。此外,完善人才激励机制,将信息化技术应用成效与职称评定、绩效考核、评优评先挂钩,对在信息化应用创新、技术攻关中做出突出贡献的人员给予表彰奖励,激发员工学习与应用信息化技术的积极性,打造结构合理、素养优良的复合型人才梯队。

4 结束语

信息化技术已成为水利工程施工管理提质增效的核心驱动力,BIM、物联网、大数据与人工智能等技术的落地应用,打破了传统施工管理的信息壁垒,在可视化管控、现场实时监测、智能调度决策等环节精准破解了管理粗放、监管滞后等难题,大幅提升了施工管理的精细化水平、作业效率与安全保障能力。现阶段,行业技术标准缺失、数据安全防护体系薄弱、跨领域复合型人才紧缺等问题,仍阻碍着信息化技术的深度应用与效能释放。未来,需搭建统一的技术标准框架,打通数据孤岛实现资源共享;筑牢全周期数据安全防线,守护工程信息安全;培育兼具水利专业与信息技术能力的人才队伍,加速技术与管理的深度融合。伴随数字孪生、AI 大模型等新技术的迭代升级,信息化将持续赋能水利施工管理向智慧化、智能化转型,为水利工程高质量建设筑牢技术根基。

参考文献:

- [1] 江涛.水利水电工程施工中的信息化技术应用与优化管理研究[J].建筑技术科学,2024(01):38-39.
- [2] 吕伟,居云.信息化技术在水利工程建设管理中的应用[J].长江信息通信,2022,35(10):116-118.
- [3] 朱修海.信息化技术在水利工程建设管理中的应用[J].中国高新科技,2022(02):149-150.
- [4] 陈成植.信息化技术在水利工程施工管理中的应用研究[J].粘接,2020,43(08):188-192.
- [5] 崔伟,陈建平,王一平.水利工程管理中的信息化技术应用分析[J].东北水利水电,2022,40(10):59-61.