

数字化水利施工现场管理应用研究

迟媛媛¹ 迟志超²

1. 山东省科源工程建设监理中心 山东 济南 250000

2. 山东水工建设科技咨询有限公司 山东 济南 250000

摘要: 水利工程施工场景复杂、工序繁杂,传统人工管理模式存在管控滞后、覆盖不全等诸多短板。本文结合水利施工行业独有工况与作业特征,搭建适配野外施工场景的数字化管理基础架构,从人员、设备物料、工序进度、环境安全多维度拓展数字化应用场景,完善数据流转、协同管控、动态调控等核心运行机制,同时从场景适配、数据规范、协同能力及落地应用层面提出优化策略,全面提升水利施工现场精细化、规范化管理水平。

关键词: 水利工程;施工现场;数字化管理;运行机制;优化路径

引言: 水利工程建设多处于野外复杂环境,施工周期长、交叉作业多、现场工况动态多变,传统粗放式管理模式难以适配现代化工程建设的管控需求。数字化技术的普及应用,为水利施工现场管理模式革新提供了全新支撑。依托数字化手段重构现场管理体系,贴合水利施工专属场景特征搭建管控框架,完善多维应用体系与运行机制,能够有效破解现场管控难题,助力水利施工管理提质增效。

1 水利施工现场数字化管理基础架构

1.1 水利施工现场数字化管理适配特征

水利工程以露天野外作业为主,施工场地随建设进度持续调整,作业空间具备较强的动态性。现场多工种、多班组交叉施工常态化,大幅增加了现场管控难度。传统施工现场管理依赖人工巡查、纸质记录与线下统筹,管控覆盖面有限,信息更新滞后,难以适配水利施工复杂多变的作业工况。数字化管理依托全新管控逻辑重构现场管理模式,能够贴合水利工程独有施工特点形成专属管控体系^[1]。通过对比传统管理的运行短板,可充分凸显数字化管理在场景适配、全域覆盖、动态统筹等方面的差异化优势,精准匹配施工现场管控需求,明确数字化技术在水利施工场景的适配价值,为数字化模式落地应用提供场景支撑。

1.2 数字化施工现场管理底层支撑体系

水利施工现场数字化管理的稳定运行,依托硬件终端、网络传输、数据存储三大基础板块协同支撑,三者相辅相成,构成完整的数字化运行框架。硬件终端涵盖现场采集设备、移动操作终端、环境监测设备,主要负责施工现场作业、环境、资源等各类信息的前端采集与基础处理工作。网络传输架构适配水利施工区域分散、野外环境干扰多的特点,承担各类施工数据的交互与传

输任务,保障数据流转稳定顺畅。数据存储板块对现场采集的各类信息进行分类整理、统一留存,为后续现场统筹管理、施工分析提供可靠的数据支撑。三大板块协同搭建适配野外复杂工况的数字化支撑体系,满足施工现场数字化常态化运行的基础条件。

1.3 水利施工数字化管理体系搭建原则

水利施工现场数字化管理体系建设需立足现场实操需求,遵循标准化建设准则,保障架构科学合理、贴合实用。场景适配性原则立足水利野外施工、工况多变、工序复杂的行业特点,围绕施工实际需求设计系统架构与管理功能。操作便捷性原则聚焦一线人员实操体验,简化系统操作流程,降低数字化工具的使用门槛,适配不同岗位人员的操作能力。数据互通性原则打破各管理模块的信息壁垒,实现施工数据有序流转、共享调用,提升数据利用效能。全程适配性原则实现数字化管理全覆盖施工全周期,适配施工筹备、现场作业、工序交接等各阶段管控需求。多项原则共同构成完善的建设标准体系,为数字化管理架构落地搭建提供规范支撑。

2 数字化水利施工现场管理核心应用维度

2.1 施工现场人员数字化管控应用

水利施工现场人员构成繁杂,岗位划分多样,人员流动频次较高,传统人工登记与现场巡查的管理方式存在明显漏洞,难以实现全员全过程的有效管控。数字化技术可搭建全新的人员动态管控模式,针对现场所有施工人员建立专属数字化管理档案。系统可精准记录人员在岗状态,全程追踪作业活动轨迹,明确各岗位人员的职责分工,规范各类现场作业行为。整套管理模式摒弃粗放式人工管理手段,以数字化手段细化人员管理流程,压缩人工管理的随意性与疏漏空间。标准化的数字化管控模式能够提升人员管理的精细程度,让现场人员

调度、岗位安排、作业监管形成规范化闭环,全面提升施工现场人力管理的有序程度^[2]。

2.2 施工现场设备物料数字化管控应用

水利工程施工依赖大量大型机械设备与各类工程物料,设备运行状态、物料存储消耗情况直接影响施工推进质量与施工效率。针对施工现场核心生产资源搭建数字化动态管控体系,可覆盖设备与物料管理的全部关键流程。系统可实时记录机械设备的运行状态,统计设备启停工作时长,跟踪设备日常运维检修情况,保障施工设备稳定运行。针对工程主材、辅助耗材及各类配件,数字化体系可完成入库登记、领用登记、仓储存放、施工消耗的全流程记录与管控,规范物料流转标准。完整的数字化管控体系能够规范现场资源管理秩序,减少资源闲置、损耗与滥用问题,保障施工资源高效利用。

2.3 施工现场工序进度数字化管控应用

水利工程整体施工周期较长,施工流程具备明显的阶段性与分层性特征,各分项工程、施工工序衔接紧密,传统进度管理方式难以精准把控施工节奏。数字化手段可融入施工全流程管控工作,针对各道施工工序、各个分项工程项目开展动态化管理。系统可实时更新工程推进状态,精准记录各阶段施工完成情况,依托数据统筹各工序衔接工作,科学调控制度施工节奏。数字化进度管控可以弱化人工进度统计的滞后性与主观性,依据施工实际工况调整施工排布方案,保障各阶段施工任务有序落地,维持工程施工的稳定推进节奏。

2.4 施工现场环境安全数字化管控应用

水利施工场景直面复杂的水文与地质条件,露天作业模式易受气象因素干扰,现场安全管控压力较大。搭建数字化监测管控体系可以覆盖施工现场环境与安全两大核心板块,落实常态化管控工作。系统可持续监测现场水文波动、地质状态、气象变化等环境指标,及时捕捉施工场景的环境变动情况。同时可排查现场作业存在的安全隐患,监督一线作业人员的操作规范性,约束不规范施工行为。数字化管控模式能够强化施工现场安全管理的主动性,补齐传统安全巡查的管控短板,构建稳定可靠的施工现场安全管理体系,夯实工程施工的安全基础。

3 数字化水利施工现场管理运行机制

3.1 施工现场数据采集与流转机制

水利施工现场产生的管理数据类型繁杂,覆盖人员作业、设备运行、物料消耗、工序推进、环境状态等多个维度,数据来源分散且产生频次较高。稳定规范的数据采集与流转体系,是数字化管理模式落地运行的基

础前提。相关机制可明确各类现场数据的正规采集渠道与标准化采集方式,依托前端智能设备完成各类施工信息的自动抓取与人工补录,拓宽数据获取覆盖面。统一规范的数据流转路径能够对零散的现场数据进行集中梳理,按照管理类别完成信息传输、汇总整理与分层归类^[3]。标准化流程可以规范不同维度数据的处理标准,让各类施工信息实现高效流转与有序归集,为后续现场管理决策、施工统筹调整提供真实有效的数据支撑。

3.2 施工现场数字化协同管理机制

水利施工现场涉及多层级管理岗位与多组别作业队伍,各岗位工作内容相对独立,传统线下沟通模式容易造成信息割裂与工作脱节。数字化协同管理机制能够重塑现场多方主体的工作对接模式,搭建一体化的线上协同管理体系。该机制可打通施工班组一线作业、现场日常管理、技术方案统筹、现场资源调度等各类岗位的信息交互通道,消除岗位之间的信息壁垒。各岗位人员可依托数字化平台完成工作对接、信息上报、任务传达与工序交接,搭建贯通施工现场全流程的工作链路。完整的协同体系能够提升各作业环节的衔接质量,让不同岗位的工作内容相互衔接、有序配合,全面提升施工现场整体管理与作业效率。

3.3 施工现场数字化动态调控机制

水利工程施工易受环境、资源、工序衔接等多种因素影响,施工工况始终处于动态变化状态,固定的施工安排难以适配复杂的现场作业需求。数字化动态调控机制以现场实时采集的各类数据为核心依据,搭建灵活可调的现场管理模式。机制可针对施工推进过程中出现的工序推进滞后、现场资源配比失衡、作业状态异常等各类问题进行精准识别。管理人员可依托真实数据支撑,对现场管理策略、阶段性施工排布、各类资源配置方案进行科学调整与优化升级。灵活的调控模式能够适配施工现场的动态变化,及时化解施工推进中的各类问题,维持施工流程的平稳推进状态。

3.4 数字化管理日常运维保障机制

水利施工现场环境复杂多变,野外作业场景会对数字化软硬件设备与管理系统造成持续损耗,设备故障、系统卡顿都会干扰数字化管理的正常推进。常态化运维保障机制能够为数字化管理体系长效运行提供基础支撑,明确施工现场数字化运维的完整工作体系。机制清晰划分日常运维的具体工作内容,规范设备巡检、系统检修、故障排查、功能更新等各项工作流程,落实对应岗位的运维管理责任。持续落地的运维工作可以及时排查软硬件运行隐患,处理系统运行故障,让各类数字化

设备与管理系统适应复杂的野外施工环境,维持长期、稳定、可靠的运行状态,保障数字化管理工作全程有序开展^[4]。

4 数字化水利施工现场管理优化路径

4.1 数字化管理适配性优化

水利工程不同施工区域的作业条件存在明显区别,整体施工进度会随工程推进呈现阶段性特征,各阶段的管控重点与管理需求存在明显差异。固定单一的数字化管理模式无法完全覆盖复杂施工现场的全部管控需求。数字化管理适配性优化可结合不同施工场景的作业条件与阶段属性,对现有数字化管理模式和功能模块进行调整升级。管理人员可依据土方施工、结构浇筑、防渗施工等不同作业场景的作业特点,重新划分数字化管控重点,调整系统功能排布与监管维度,让数字化管理内容精准匹配各阶段、各场景的施工管理需求。

4.2 数据管理体系规范化优化

水利施工现场数据产生渠道多样,数据类型繁杂,未经过统一规范处理的现场数据容易出现归类混乱、信息断层、资源闲置等问题,大幅降低数据利用价值。数据管理体系规范化优化可以对施工现场全流程数据工作进行系统性梳理与完善。优化工作可统一现场数据的采集口径与录入标准,制定标准化的数据分类体系,明确数据调取、分析、运用的统一规范。整套标准体系可以约束前端数据录入质量,规范后端数据整理流程,减少无效数据、重复数据与残缺数据的产生。规范化的管理流程可以提升各类施工数据的完整性与系统性,挖掘现场数据的实用价值,让数据资源为施工现场管理工作提供有效支撑。

4.3 现场数字化协同能力优化

水利施工现场多主体参与、多工序交叉的作业格局,容易造成不同管理模块、不同作业岗位的信息割裂,作业衔接不畅会直接影响整体施工进度效率。现场数字化协同能力优化可以针对多方协作、工序衔接的现存管理短板,对现有协同流程与联动体系进行迭代完善。优化工作可以破除各管理模块之间的信息阻隔,搭建贯通全岗位、全工序的数字化交互渠道。岗位人员可

以依托统一平台完成工作对接、任务流转与工序交接,减少人工传递信息产生的偏差与滞后问题。持续优化的协同机制可以提升各施工环节的衔接流畅度,提升现场整体统筹效率与综合管理质量。

4.4 数字化应用落地能力优化

数字化管理体系的建设完善,最终需要依托施工现场实操落地发挥管理价值。部分水利施工现场存在数字化系统功能完善但实操繁琐、新旧管理模式衔接不畅的问题,制约数字化管理的实际落地效果。数字化应用落地能力优化可以聚焦现场实操场景,对现有数字化操作流程进行精简梳理,调整适配性更强的现场应用模式。优化工作可以理顺数字化管理手段与传统施工管理流程的衔接逻辑,让新型管控方式深度融入现场日常施工、工序管控、资源调度等基础工作^[5]。持续推进的落地优化可以提升数字化工具的实操便捷度,推动数字化管理模式深度融入水利施工现场日常管理体系。

结束语

施工现场数字化转型是水利工程管理升级的核心方向,贴合水利施工复杂场景搭建的数字化管理架构、多维应用体系及运行机制,可有效弥补传统管理模式的短板。通过持续优化场景适配能力、数据管理体系、多方协同水平与实操落地效果,能够进一步夯实水利施工现场数字化管控基础,提升工程施工全过程管控质量与效率,为水利工程施工现场标准化、精细化管理提供坚实支撑。

参考文献

- [1]李秋月.水利工程施工监理资料标准化与数字化管理实践研究[J].河南水利与南水北调,2026,55(5):57-58.
- [2]孙岩民,曹校天.信息化数字化对水利施工效率的提升研究[J].智能建筑与智慧城市,2023(10):181-183.
- [3]朱广超.大型水利枢纽施工安全管理的难点分析及数字化改进方案[J].建筑与施工,2026,5(12):232-234.
- [4]闫轩锐,丁柏.基于数字化技术提高水利工程施工管理效率路径研究[J].华东科技,2026(1):70-73.
- [5]吴海龙.数字化技术在水利工程施工组织设计可视化与优化中的应用[J].科学技术创新,2026(3):169-172.