工程管理

房建工程智能化现场施工管理方法探究

张弦
陕西建工集团股份有限公司　陕西西安　710075

【摘　要】房建工程施工管理存在信息孤岛、协同不畅的问题，依托前期规划、过程协同、末端管控三个维度研究智能化管理手段。施工前期依托BIM开展总平面虚拟仿真、4D资源配置及临水临电智能计算，依托BIM集成模型统筹各专业交叉作业，传感设备落实群塔防碰撞调度，虚拟仿真技术优化现场管线排布。施工现场依托物联网监测危大工程，整合标准化防护与智能感知设备，搭建信息化平台归集绿色施工数据，构建“事先算清、过程管住、末端控牢”的闭环管理体系，为施工管理智能化发展提供参考。

【关键词】BIM技术；智能化施工；多专业协同；物联网；绿色施工

Exploration of Intelligent On-Site Construction Management Methods for Building Projects

Zhang Xian
Shaanxi Construction Engineering Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi　710075

【Abstract】Construction management in building projects faces challenges such as information silos and poor coordination. This study examines intelligent management approaches across three dimensions: preliminary planning, process collaboration, and end-stage control. During the pre-construction phase, BIM is utilized for overall site virtual simulation, 4D resource allocation, and intelligent calculation of water and power supply requirements; integrated BIM models coordinate cross-disciplinary operations; sensor devices enable collision prevention scheduling for tower clusters; and virtual simulation technology optimizes on-site pipeline layout. At construction sites, IoT-based monitoring is employed for critical safety components, standardized protection systems are combined with smart sensing devices, an information platform is established to collect green construction data, and a closed-loop management system characterized by "clear planning beforehand, effective process control, and stringent end-stage oversight" is implemented, providing insights for advancing intelligent construction management.

【Key words】BIM technology; intelligent construction; multi-disciplinary collaboration; Internet of Things; green construction

引言

房建施工现场管理存在诸多短板，二维图纸静态规划模式易引发临时设施排布冲突，多专业交叉作业衔接紊乱，管线碰撞、工序错乱问题频发，大幅增加返工体量。危大工程监测多依靠人工定期巡检，变形隐患预警存在延迟，现场安全防护易出现破损缺失，覆盖效果不足，绿色施工数据更新不及时，扬尘、噪声等超标问题处置不够及时。这类问题本质源于信息传递脱节、资源调度粗放、现场管控滞后，BIM、物联网、人工智能等技术可贯通施工全流程管理链条，结合前期智能规划、过程协同监控、安全质量绿色管控三大维度，探究房建工程智能施工管理模式，助力施工管理精细化升级。

一、基于 BIM 与信息技术的施工前期智能规划方法

（一）施工总平面布置的 BIM 虚拟仿真与动态优化

传统施工场地总平面依托 CAD 图纸静态标注，塔吊覆盖范围、场内运输动线等关键内容无法提前预判，场地布置隐患多在施工开展后暴露，造成临时设施反复调整搬迁。场地三维模型可依托 BIM 技术搭建，整合塔吊、施工电梯、材料堆场、加工棚、临时道路及办公生活区域等全部现场设施，完成空间碰撞检测与施工动线模拟作业。模型可核验塔吊吊

装覆盖区间，确认钢筋堆场布设位置适配最优起吊半径，还原混凝土罐车场内通行轨迹，验证场地转弯通行条件。结合土方、地下室、主体、装修各施工阶段时序调整场地布置内容，实现施工现场平面方案动态更迭，优化后的三维可视化交底模式，可有效规避纸面设计与现场施工不符的常见问题。

（二）施工机械与材料资源配置的数字化计划编制

施工机械与各类建材的进场节奏若和现场施工进度不匹配，容易出现人员窝工、场地堆场挤占闲置等状况。BIM 模型结合施工进度计划搭建 4D 管理体系，为工程各类构件绑定对应施工时间属性。系统可根据周施工任务统计混凝土浇筑方量、钢筋绑扎吨位、砌块砌筑体积，生成对应的材料进场排布方案与机械使用需求计划。依托模型统计塔吊每周吊运总重量与作业吊次，判断单台设备作业饱和程度，吊次超出额定负荷时，可增设辅助设备或优化施工流水段划分。结合各工序机械作业的衔接特点校核进场时序，让现场资源配置脱离传统经验估算模式，实现数据驱动的精细化管控。

（三）临时用水用电需求的智能计算与管线综合排布

施工临时用水用电采用整体面积统筹估算的传统方式，极易引发施工高峰期电路跳闸、消防供水压力不足等问题。结合施工进度梳理各阶段用电设备功率参数与设备同时使用系数，分阶段完成电力负荷核算，基础施工用电负荷集中于塔吊与钢筋加工设备，主体施工阶段新增电焊机、振动棒等用电设备，装修阶段用电负荷主要来自施工电梯与现场照明设施，各阶段峰值数据可作为配电容量布设的核心依据。施工用水量可按混凝土养护、砌筑抹灰、现场生活及消防用水等类别分项核算，依托场地 BIM 模型布设箱变、配电箱、给水主管与消火栓等水电设施，针对管线开展碰撞检测作业，规避水电管线交叉冲突或与建筑结构构件干涉的问题，让临时水电系统适配现场峰值施工需求，规避资源冗余浪费。

二、施工过程中多专业协同与智能监控管理方法

（一）多专业分包交叉作业的 BIM 协调与工序智能衔接

房建工程涵盖土建、机电、消防、电梯、精装、幕墙等众多专业分包，各专业单独出图的传统模式，极易引发风管穿梁、桥架遮挡喷淋支管、幕墙埋件与预埋套管错位等施工冲突，产生高额返工成本。总包搭建全专业 BIM 集成模型，归集各分包深化设计成果，常态化开展硬碰撞与间隙碰撞检测，生成报告标注冲突构件点位与问题类型。模型除优化空间排布外，还可结合施工进度梳理工序逻辑，对应碰撞点位匹配施工工序，提前识别风管与桥架的排布矛盾，遵循既定施工原则调整作业先后次序，将工序要求录入模型用于现场班组交底。无法通过调序优化的施工冲突，可联合各分包开展模型方案会审，优化管线走向与预留孔洞位置，整套闭环管理模式可提前化解多专业施工矛盾，规避现场协同乱象。

（二）垂直运输设备的智能防碰撞与群塔作业调度

群塔作业存在大量交叉施工区域，传统防碰撞作业依托塔吊司机目视观察与对讲机人工指挥，视线盲区、人为判断失误均会引发设备碰撞事故，频繁紧急刹停也会大幅降低物料吊运效率。各塔吊可加装回转、变幅、起升传感器及角度编码器，实时采集臂架角度与运行位置数据。系统提前划定塔吊作业预警区域与禁入区域，臂架临近危险区域时优先触发分级声光预警，操作人员未及时处置便自动限制危险方向作业，设备仍可向安全区域运转，有效规避无效停机问题。系统可归集各塔吊待吊运任务的位置、重量、优先级等信息，依托优化算法排布作业次序，让交叉区域塔吊错峰使用作业空间，替代传统临场紧急避让模式。塔吊运行数据可对接整体施工进度，作业区域吊运荷载集中时，系统提前推送预警提示，通过调整流水段划分或增补辅助设备，缓解现场垂直运输压力[1]。

（三）机电管线综合排布与机房施工的虚拟仿真应用

机电系统涵盖风管、水管、桥架、消防管等多个专业，走廊、机房、管井等区域空间紧凑狭小。通过整合全专业机电 BIM 模型，依据规范管线避让原则优化管线标高与走向，核验走廊、车道、设备房入口等关键区域净高，确保满足吊顶施工要求。针对管线密集的机房区域，在优化管线排布的基础上，模拟设备全过程安装工况，核查设备进场、转向就位、吊装施工及后期检修空间。依托虚拟仿真提前规避设备无法进场、检修空间不足等问题，优化设备布局与门洞尺寸，从源头解决机电安装难题。上述 BIM 管线综合排布与机房虚拟仿真的核心技术要点可归纳为表 1。

表 1　机电管线综合排布与机房虚拟仿真技术要点

技术环节	核心内容	输出成果
模型整合	各专业 BIM 模型集成，统一坐标与标高基准	全专业综合模型
碰撞检测	运行硬碰撞与间隙碰撞检测，生成碰撞报告	碰撞点清单及坐标

避让调整	按避让原则调整管线标高、走向与层次关系	优化后管线排布方案
净高分析	检查走廊、车道、设备房入口等关键区域净空	净高分析报告
机房仿真	模拟设备进场路径、就位过程及检修空间	设备安装模拟验证
图纸导出	导出综合管线平面图、剖面图及节点详图	施工指导图纸

三、面向安全质量与绿色施工的现场智能化管控方法

（一）危险性较大分部分项工程的智能识别与动态监测

危大工程属于施工现场核心高风险环节，人工定期测量的传统监测方式存在数据更新滞后的弊端，结构变形接近临界状态时往往难以及时察觉。物联网传感设备可布设于深基坑、高支模、悬挑脚手架等关键部位，基坑周边布设自动化测斜管与轴力计，高支模架体搭配位移及轴力监测设备，采集数据经由无线网关实时同步至监控平台。平台设置多级预警阈值，数据触发黄色预警时提示加密观测频次，橙色预警阶段暂停对应区域施工作业，红色预警直接联动现场声光装置并启动应急处置流程[2]。深基坑支护结构顶部可布设自动化全站仪，持续采集水平位移与沉降数据并对标设计标准，位移速率持续异常时即可精准定位隐患点位，这套动态监测模式实现安全风险前置预控，有效降低危大工程施工隐患[3]。

（二）施工现场安全防护标准化与物联网集成管理

施工现场“四口五临边”防护设施常出现人为拆除、未及时复位的情况，单一依靠人工巡查难以实现全域有效管控。各类标准化防护设施可配套加装物联网感知设备，基坑临边栏杆、电梯井防护门、楼层洞口盖板位置布设门磁开关与倾角传感器，防护设施移位或开启即刻触发报警，现场声光提示同步推送移动端信息，督促管理人员及时完成复位整改。现场监控设备可搭载边缘计算模块，依托轻量化图像识别技术自动甄别现场不安全作业行为，未佩戴安全帽、违规跨越禁区等问题均可智能识别、抓拍留存并播报警示。智能感知设备与标准化防护体系相互融合，不干扰常规施工操作，实现施工现场无感化智能监管。管理人员可依托信息化平台查看全域防护点位状态与违规数据统计，将巡检力量聚焦于问题高发区域，切实提升现场安全管控的精准度与时效性。

（三）绿色施工过程的数据采集与信息化平台协同控制

绿色施工需对扬尘、噪声、用水、用电、建筑垃圾等指标开展全过程管控，传统手工记录数据滞后、溯源不便。工地四周布设扬尘噪声在线监测仪，实时采集 PM2.5、PM10 与噪声数据并上传平台，指标超标即可联动围挡喷淋、雾炮机自动降尘。在施工、生活用水点位及塔吊、施工电梯等大型设备加装智能远传水电表，小时级自动采集数据，平台生成能耗曲线，可识别管路泄漏、设备空耗等异常波动。建筑垃圾出场通过电子地磅自动记录重量、类型及去向，建立完整废弃物台账。各类数据汇总至统一平台，定期生成绿色施工考核报表，对照管控目标推送未达标整改任务，积累的过程数据可支撑绿色工程申报，实现环保指标可视化、可追溯、可考核管理[4]。

结语

本文从前期规划、过程协同到末端管控三个维度，搭建房建工程智能化现场施工管理体系。前期依托 BIM 技术，实现施工总平面动态优化、资源数字化配置与临水临电智能核算。施工过程以 BIM 集成模型与物联网感知设备为核心支撑，有效解决多专业交叉协同、群塔智能调度、机电管线优化排布等现场难题。施工末端通过传感监测设备与信息化管控平台，实现危大工程智能预警、安全防护动态管控与绿色施工数据协同监管。三大维度层层衔接、逐级递进，构建出“事先算清、过程管住、末端控牢”的全流程管理闭环，为房建工程施工管理智能化、精细化升级提供了切实可行的技术路径。

参考文献

[1]郑世亮.塔式起重机安全监控系统设计及应用[J].建筑机械化,2025,46(11):52-56.

[2]钱增志.深基坑安全风险智慧监管平台研究[J].工程质量,2025,43(6):1-4.

[3]李进.基于物联网的危大工程智慧监测平台研究与应用[J].建筑机械化,2025,46(6):35-38.

[4]冯梓君,李春余,成桃园,等.基于 BIM 技术的智慧工地绿色施工研究[J].广东土木与建筑,2025,32(12):6-11.