

智能化施工技术在现代建筑工程中的 创新应用

夏文伟

(苏州中亿丰科技有限公司)

【摘要】文章聚焦现代建筑工程智慧化发展需求,系统梳理智能化施工技术体系,涵盖感知层、执行层、管控层三大核心层级,剖析智能传感、BIM协同、智能设备联动等技术的创新应用路径。结合苏州市相城区漕湖空天置业新建生产用房项目实践,阐述智能化技术在综合布线、楼宇自控、质量管控等场景的落地应用。实践表明,该技术可提升施工效率30%以上,减少质量隐患40%,验证了智能化施工对现代建筑工程提质增效的支撑作用。

【关键词】智能化施工技术;现代建筑工程;BIM协同;楼宇自控;工程实践

中图分类号:TU74

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2026.02.042

Innovative Application of Intelligent Construction Technology in Modern Construction Engineering

XIA Wen-wei

(Suzhou Zhongyifeng Technology Co., Ltd.)

【Abstract】Focusing on the intelligent development needs of modern construction engineering, this paper systematically sorts out the intelligent construction technology system, covering three core levels: perception layer, execution layer and management and control layer, and analyzes the innovative application paths of technologies such as intelligent sensing, BIM collaboration and intelligent equipment linkage. Combined with the practice of the new production building project of Caohu Kongtian Real Estate in Xiangcheng District, Suzhou, it expounds the application of intelligent technology in scenarios such as comprehensive wiring, building automation and quality control. Practice shows that this technology can improve construction efficiency by more than 30% and reduce quality hazards by 40%, verifying the supporting role of intelligent construction in improving the quality and efficiency of modern construction engineering.

【Keywords】intelligent construction technology; modern construction engineering; BIM collaboration; building automation; engineering practice

1 引言

随着建筑工程向“绿色化、智慧化、工业化”转型,传统施工模式面临效率低、质量管控难、协同性差等痛点,如多专业管线冲突频发、人工巡检漏检率高、施工进度难动态调控。在此背景下,智能化施工技术通过“感知—分析—执行—管控”的全链条赋能,成为破解传统施工瓶颈的核心手段。

苏州市相城区漕湖空天置业新建生产用房项目(建筑面积22.8万 m^2)作为现代工业建筑智能化施工的典型案列,集成综合布线、视频监控、楼宇自控、能耗监测等15类智能化系统,通过标准化施工流程与智能化管控技术,实现多专业协同与全周期质量管控。本文以此为实践载体,探究智能化施工技术的创新应用路径,为建筑工程智能化升级提供参考^[1]。

2 智能化施工技术体系构建

2.1 感知层:智能数据采集技术

感知层是智能化施工的“神经末梢”,通过高精度设备实现施工环境、设备状态、工程质量的实时数据采集。

智能传感器:如温湿度传感器、电流电压传感器、振动传感器,可部署于配电室、设备机房等关键区域,实时监测环境参数与设备运行状态,如漕湖项目中楼宇自控系统采用的水管温度传感器,精准捕捉管道水温变化,避免设备过载。

移动感知设备:如搭载GPS的智能安全帽、手持巡检终端,前者可实时定位施工人员位置,后者支持现场数据录入(如线缆敷设长度、设备安装偏差),同步上传至管控平台,实现“人—机—料—法—环”数据

全覆盖。

视觉感知系统:如高清摄像头、激光扫描仪,用于视频监控与工程尺寸复核,漕湖项目视频监控系统采用高清红外摄像机,夜间监控距离达50m,可实时识别施工区域安全隐患。

2.2 执行层:智能施工设备技术

执行层是智能化施工的“手脚”,通过自动化、精准化设备替代传统人工操作,提升施工效率与精度。

智能加工设备:如桥架自动切割机、线缆剥线机,可实现综合布线系统中桥架、线缆的标准化加工,漕湖项目综合管路施工中,采用智能滚槽机加工沟槽,确保沟槽深度偏差 $\leq 0.5\text{mm}$,提升管道连接密封性。

协同作业设备:如无人运输车、智能升降平台,可在大型建筑中实现材料自动运输与高空作业平台精准定位,减少人工搬运误差。

智能控制设备:如楼宇自控系统中的电动阀门、变频风机,通过接收管控层指令,自动调节空调风量、水管流量,漕湖项目1号楼楼宇自控系统可根据室内人数动态调整新风量,实现节能与舒适平衡^[2]。

2.3 管控层:智能协同管控技术

管控层是智能化施工的“大脑”,通过数据整合与分析,实现施工全流程的协同与优化。

BIM技术:构建三维可视化模型,实现设计、施工、运维的协同,如漕湖项目综合布线系统设计中,利用BIM模拟管线走向,规避与强电桥架、消防管道的冲突,减少现场返工率。

大数据分析平台:整合感知层采集的施工数据,通过算法预测风险,如基于历史数据预测线缆敷设工期偏差,提前调整人力配置。

远程监控系统:通过云平台实现施工过程远程管控,漕湖项目配电室智能无人值守系统,可远程监测高压柜电压电流、变压器温度,异常时自动告警,响应时间 $\leq 5\text{min}$ 。

3 智能化施工技术的创新应用路径

3.1 前期设计阶段:协同化设计创新

传统设计存在专业割裂、图纸冲突等问题,智能化技术通过“BIM+协同平台”实现设计创新。

多专业协同设计:利用BIM平台整合建筑、结构、机电、智能化等专业模型,实时碰撞检测,漕湖项

目设计阶段通过BIM发现综合布线管线与暖通管道冲突12处,提前优化路径,避免现场凿墙改管。

参数化设计:针对标准化构件,建立参数化模型,可根据现场尺寸自动调整构件规格,漕湖项目工作区信息插座设计中,通过参数化模型快速适配不同墙面厚度,设计效率提升40%。

施工模拟:利用BIM进行施工工序模拟,如线缆敷设顺序、设备安装流程,提前规划施工动线,漕湖项目视频监控系统安装前,通过模拟确定摄像机安装高度(2.5m)与角度(俯角 15°),确保监控覆盖无死角。

3.2 中期施工阶段:精准化施工创新

施工阶段是技术落地的核心,智能化技术通过“设备联动—质量管控—安全预警”提升施工精度与安全性。

智能设备联动施工:如综合布线系统施工中,智能放线机与手持终端联动,自动记录线缆长度与标识,避免错接漏接,漕湖项目水平布线子系统采用该技术,线缆端接正确率达100%。

全流程质量管控:建立“感知—检测—整改”闭环,如利用智能压力测试仪检测管道试压压力(漕湖项目消防管道试压压力1.4MPa,稳压30min无泄漏),数据实时上传平台,不合格项自动推送整改责任人。

动态安全预警:通过视觉感知与传感器数据融合,识别安全隐患,如漕湖项目高空作业区域,智能摄像头识别未系安全带行为后,立即触发现场声光告警,并同步推送至管理人员手机,隐患处置率达100%。

3.3 后期运维阶段:智能化运维创新

传统运维依赖人工巡检,效率低、响应慢,智能化技术通过“远程监控—预测维护—能耗优化”实现运维升级。

远程实时监控:如楼宇自控系统实时监测空调、水泵运行状态,漕湖项目1号楼冷热源系统可远程调节供水温度,冬季室内温度稳定在 $22\pm 1^\circ\text{C}$ 。

预测性维护:基于设备运行数据(如变压器温度、风机振动),通过算法预测故障,漕湖项目配电室变压器运维中,根据历史温度数据预测维护周期,延长设备寿命20%。

能耗智能优化:通过能耗监测系统分析用电规

律,优化设备运行策略,漕湖项目能耗监测系统显示,通过调整照明开关时间与空调运行模式,年节约约3.2万kWh。

4 工程案例实践:漕湖空天置业新建生产用房项目

4.1 项目概况

苏州市相城区漕湖空天置业新建生产用房项目施工总承包二标段智能化工程,建筑面积22.8万 m^2 ,涵盖7栋生产用房及门房。项目智能化系统包括综合布线、视频监控、楼宇自控、配电室智能无人值守等15个子系统,施工难点在于多专业交叉作业(如智能化管线与强电、消防管线协同)、高空作业多(桥架安装高度3m~5m)、质量要求高(如综合布线链路测试达标率100%),以下进行重点介绍。

4.2 智能化施工技术应用实践

4.2.1 综合布线系统:标准化与智能化结合

项目综合布线系统采用六类非屏蔽双绞线,施工中应用智能技术确保质量。

管线敷设:利用BIM模拟确定桥架走向(沿综合支架敷设),采用智能切割设备加工桥架,切口平整度偏差 $\leq 0.5\text{mm}$;水平布线采用穿线管保护,管内线缆总截面积 $\leq 40\%$,避免信号干扰。

线缆端接:使用专业端接工具(精度 $\pm 0.1\text{mm}$),按T568B标准接线,端接后通过六类网络测试仪检测,链路衰减、近端串扰等参数均符合GB 50311-2016规范,测试合格率100%;

标识管理:采用电子标签记录线缆信息,手持终端可实时读取,便于后期运维^[1]。

4.2.2 楼宇自控系统:感知与控制联动

项目1号楼楼宇自控系统覆盖冷热源、空调、给排水等设备,技术应用如下。

传感器部署:在水管、风管、配电箱等位置安装温度、压力、电流传感器,如水管温度传感器精度 $\pm 0.5^\circ\text{C}$,实时采集数据并上传至管控平台。

控制逻辑优化:通过平台设置联动策略,如当室内 CO_2 浓度超过1000ppm时,自动增大新风量;当变压器温度超过 65°C 时,自动启动风机散热。

调试与验收:采用分步调试法,先单点测试传感器与执行器,再进行系统联调,确保各设备协同运

行,验收时系统稳定运行120小时无故障。

4.2.3 质量与安全管控:智能化手段赋能

项目采用智能化技术强化质量与安全管理。

质量控制:实行“三检制度+智能检测”,施工班组自检后,质量员使用智能设备(如接地电阻测试仪、线缆测试仪)复检,数据实时上传平台,不合格项无法进入下道工序。

安全管控:高空作业使用智能升降平台(配备超载报警),作业人员佩戴智能安全帽(定位+一键报警),平台实时监控作业区域,发现违规行为立即干预;配电室安装烟感、水浸传感器,异常时自动切断电源并告警。

4.3 应用成效

项目借助智能化施工技术,达成了“质量—效率—安全”的三重提升。

质量达标:各系统验收合格率达100%,例如综合布线链路测试参数均完全符合规范要求,楼宇自控系统控制精度可达到 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

效率提升:综合布线施工效率提高了30%,设备安装工期缩短了25%,有效避免了传统施工中常见的返工问题。

安全零事故:项目施工期间未发生高空坠落、触电等任何安全事故,安全隐患处置及时率为100%。

5 结语

智能化施工技术通过“感知—执行—管控”的三级体系,为现代建筑工程带来设计协同化、施工精准化、运维智能化的创新变革。漕湖空天置业项目的实践表明,该技术可有效解决传统施工的效率低、质量管控难、安全风险高等痛点,实现工程质量与效益的双重提升。未来,随着AI、数字孪生等技术的发展,智能化施工将向“全流程自主决策”升级,为建筑行业高质量发展注入新动能。

参考文献

- [1] 程健力. 建筑工程中智能建筑技术的应用探讨[J]. 智能建筑与智慧城市, 2025 (2): 134-136.
- [2] 吴信同. 智能化施工技术在建筑工程中的推广策略[J]. 砖瓦世界, 2025 (13): 61-63.
- [3] 沈敏. 智能化施工技术在建筑工程中的应用探索[J]. 砖瓦世界, 2025 (7): 10-12.