

智慧工地技术在网络基建施工安全管理中的应用

李洪光

中国建筑第八工程局有限公司 上海市 200120

DOI: 10.32629/ems.v8i4.19676

[摘要] 建筑行业发展下高新技术的更新发展,使得传统施工发生改变,一些改良技术或材料、高精度自动测量控制技术、虚拟仿真施工技术等技术进入施工现场。基于此,本文将分析在网络基建施工安全管理智慧工地技术应用类型,以A高层建筑项目为例,分析智慧工地技术在网络基建施工安全管理中的具体应用情况,为建筑行业智能、高效开展提供支持和帮助。

[关键词] 智慧工地技术;网络基建施工;安全管理

前言

智能工地技术应用以当前新兴信息技术为基础,致力于突破传统建筑施工现场管理所存在的局限性,成功将“事后应对”安全管理模式转变为“事前预防”,为实现施工工作的安全开展提供助力。在以通信基站、数据中心、管线敷设等为核心的网络基建工程中,施工现场环境复杂、高危作业密集、人员与设备协同要求高,传统安全管理模式存在监管滞后、隐患难预警、责任难追溯等短板。智慧工地依托物联网、人工智能、北斗定位、BIM建模等新一代信息技术,可实现安全管理由“事后处置”向“事前预判、事中管控、全程追溯”转型,为网络基建施工构建标准化、精细化、智能化的安全保障体系。

1. 网络基建施工安全管理智慧工地技术应用类型

1.1 施工要素的数据化采集

1.1.1 作业人员动态行为与体征监测技术

网络基建施工期间,现场施工人员的流动性较强,作业轨迹把握难度较大。集成式智能终端在全域感知网络的支持下,实现对人员状态的持续性与非接触式采集。一线作业人员应用智能穿戴感知终端,共同构成了高精度定位模块。这一设备的应用准确识别能够将现场施工人员体温、心率变化以及三维空间坐标显现出来,实现网络基建施工下对作业人员健康状况与所处位置的动态监控。控制出入口智能准入,在施工现场的关键通行节点部署基于生物特征识别的门禁系统。通过人脸识别技术,精准记录人员的通行时间、频次及身份信息,建立人员流动档案,从源头杜绝无关人员进入高风险作业区,有效防范外部安全隐患^[1]。

1.1.2 大型机械设备运行工况监测技术

对于施工现场,围绕塔吊、施工电梯、混凝土泵车等大型特种设备的应用情况,管理人员通过在设备关键部位进行

传感节点安装,在传感器支持下全周期、高精度实现对机械运行状态的监控。起重设备动态监控下,安装荷载传感器、转速编码器及倾角仪。实时捕捉起重荷载的波动幅度、起重臂的回转速度与倾斜角度,并且落实数据分析工作。升降与输送设备运行状态的捕捉,对于施工电梯与混凝土泵车,在其轿厢、导轨及泵体处部署振动与温度传感单元。通过监测运行过程中的振动频谱异常与关键部件温升曲线,预判机械设备的潜在故障与老化风险。

1.2 安全风险的数字化研判与响应

1.2.1 基于AI的安全风险智能识别与预警技术

智能决策层的核心在于利用深度算法模型,对多源感知数据进行关联分析与模式识别,从而自动、精准地识别安全风险。此外,对于工况数据趋势性研判,运用机器学习算法对设备工况数据进行时序分析与趋势预测。当监测数据突破预设的安全阈值或呈现异常波动趋势时,系统可自动触发风险预警。例如,当塔吊起重荷载接近额定上限时,系统能够提前识别并上报超载隐患,为设备维护与作业调整争取宝贵时间^[2]。

1.2.2 决策优化输出技术

依托大数据融合分析技术,深度整合网络基建施工全周期的历史安全台账、隐患整改记录与实时感知数据流,搭建适配施工场景的动态安全风险评估模型,摒弃传统经验式决策模式,为安全管控提供可量化、可落地的科学依据。该模型能够贴合网络基建施工各阶段的风险差异化特征,精准匹配并输出定制化管控方案,相较于通用化建议更具实操性:主体结构施工期间,聚焦高空作业、临边防护薄弱环节,优先推送高空坠落风险分级防控、现场防护设施巡检优化等针对性举措;装饰装修施工阶段,紧盯线路铺设、用电设备运维关键节点,重点输出电气火灾隐患排查、临时用电规范管

控等专项决策支撑，切实贴合不同施工阶段的安全管控核心需求。与此同时，智慧管理系统依托模型分析结果，可自动生成标准化、可视化的安全管理研判报告，直观呈现施工现场风险点位分布、隐患整改进度、管控措施落地成效等核心信息，简化数据梳理流程，大幅提升管理人员决策研判效率，助力安全管控工作闭环落地^[3]。

2. 工程概述

本建设工程为 A 高层住宅综合体项目，其功能板块涵盖高层住宅主体、商业配套区域、独立幼儿园建筑及各类公共服务设施，功能复合度高，建筑群体完整。项目规划建设用地面积约 13 万平方米，总建筑面积达 45.7 万平方米，属于典型的超大体量建设工程。得益于优越的地理位置与便捷的交通路网，该项目具备良好的开发条件，同时也对施工组织的系统性与安全性提出了极高要求。

3. 智慧工地技术在网络基建施工安全管理中的具体应用

3.1 施工人员全流程精准化安全管控

3.1.1 人员资质核验与动态轨迹管控

A 项目平台建立人员电子档案库，将身份证、特种作业证、岗前培训记录等信息统一电子化归档，与现场智能门禁、区域电子围栏实现数据互通。依托人脸识别、RFID 电子工牌等技术，系统对进场人员实行身份与资质的双重校验，只有证件在有效期内、资质与作业内容匹配的人员，才能进入对应作业区域。例如基站高空吊装、机房动火作业、地下管线有限空间作业等关键区域，无对应资质人员将被系统自动拦截，违规信息实时留档。结合 UWB 超宽带与北斗高精度定位技术，平台可对 A 项目现场人员实现厘米级实时定位与轨迹追踪。针对深基坑、高空塔架、带电作业区等危险区域，设置穿戴式传感器鼓励传感器以 100 次/s 的频率进行信息采集，如表 1 为采集参数配置。系统设置自动预警边界一旦人员违规闯入，立即触发现场声光报警，并通过管理后台、手机 APP、短信等多渠道推送预警信息。同时，系统可对人员异常滞留、违规穿行、脱离作业区域等行为进行二次识别与预警，自动生成人员行为分析报表，为管理人员优化现场管控提供数据支撑。

表 1 人体骨骼信息采集参数

传感器类型	采集参数	数值
加速度计	采集频率/Hz	100
	量程/g	±16
	分辨率/mg	1

陀螺仪	采集频率/Hz	100
	量程/((*)/s)	±2000
	分辨率/(((*)/s)/LSB)	0.0065
磁力计	采集频率/Hz	100
	量程/ μ T	±8192
位置传感器	分辨率/(μ T/LSB)	0.03
	采集频率/Hz	100
	量程/m	0.5
数据存储	分辨率/Hz	10
	存储格式	CSV
	存储容量/GB	32

3.1.2 违规行为智能纠偏与安全素养提升

A 项目引入 AI 视频智能分析系统，对施工区域进行 24 小时不间断监测，可精准识别未佩戴安全防护用品、高空作业未系安全绳、现场违规吸烟、擅自拆除防护设施等典型违章行为。系统自动抓拍取证并实时上传至管理平台，管理人员可通过现场广播、移动端指令快速督促整改，所有违规记录自动归入个人安全档案，与考核、上岗资格直接挂钩。基于大数据分析，平台可按班组、岗位、工序分类统计违规类型与发生频率，针对高频违章问题开展定制化安全培训，改变传统“一刀切”的培训模式，让培训内容更贴合网络基建现场的实际风险点，从意识层面提升作业人员安全防护能力^[4]。

3.2 施工设备与现场环境协同化安全防控

3.2.1 施工设备全生命周期安全监测

搭建施工设备一体化管理平台，对设备采购、安装验收、日常运行、维护保养、报废退出进行全周期数据管理。运行阶段，通过传感器实时采集设备荷载、转速、倾角、油压等关键工况数据，一旦超出安全阈值，系统自动预警并锁定操作权限，避免设备带病运行。例如 A 项目高空作业车姿态异常、塔吊力矩超限、施工电梯超速等情况，平台可立即强制停机并通知维保人员处置。在维护环节，平台依据设备运行时长、历史故障数据、检修规范自动生成保养计划，实现从“被动维修”向“预防性维护”转变，确保网络基建施工中关键设备持续稳定运行，减少因设备故障引发的安全事故。

3.2.2 环境风险智能监测与联动处置

现场部署 PM2.5、噪声、温湿度、有害气体等环境监测终端，实时采集数据并与国家标准对标。当数据超标时，系统自动启动联动处置设备，如扬尘超标时自动开启雾炮、喷

淋系统降尘; 噪声超标时提醒调整作业时段; 有害气体超标时立即推送疏散指令并联动通风设备。同时, 平台对接气象部门实时数据, 提前获取暴雨、台风、高温、雷电等极端天气预警, 结合网络基建高空作业多、室外施工密集的特点, 自动分级推送应急处置建议, 如台风来临前加固塔基与脚手架、高温时段调整作息并配备防暑物资、雷雨天气暂停高空及带电作业, 最大限度降低环境因素带来的安全隐患。

3.3 施工全过程安全闭环化管理

3.3.1 施工工序合规性智能监测

基于BIM技术建立网络基建施工可视化模型, 将设计标准、工艺规范、进度要求嵌入模型, 与现场实际施工情况实时比对。在基坑开挖、管线铺设、基站基础浇筑等关键工序中, 通过全站仪、测斜仪、位移传感器等设备进行毫米级精度监测, 一旦出现开挖速度超标、支护滞后、结构变形超限等问题, 系统立即多渠道预警, 并自动生成调整方案, 指导现场规范作业。

在钢筋加工、管线绑扎、设备安装等环节, AI视觉系统通过高空高清摄像头实时采集画面, 自动识别间距、规格、绑扎数量等是否满足规范要求。发现偏差后, 在A项目BIM模型中高亮标记问题位置, 生成包含整改要求、责任人员、完成时限的电子工单。整改完成后, 施工人员上传带定位水印的验收照片, 系统结合AI识别与人工审核进行双重核验, 核验通过后可以进入下一环节, 从流程上杜绝违规施工^[5]。

3.3.2 高危作业专项化安全管控

针对网络基建中高空作业、动火作业、有限空间作业、临时用电作业等高风险环节, 建立专项审批与全程监控制度。作业前, 班组在系统中提交作业申请, 明确作业内容、人员、防护措施、应急方案, 经管理人员线上审批通过后方可开工。A项目作业过程中, 视频监控、定位终端、环境传感器同步运行, 对安全绳佩戴、消防器材配置、通风条件、用电规范等进行实时监测, 发现隐患立即暂停作业。作业结束后, 系统要求提交验收记录, 形成“申请—审批—作业—监测—验收”的完整管控链条, 确保高危作业全程可控。

3.3.3 安全事件可追溯与管理持续优化

建立安全事件全要素追溯系统, 对现场隐患、险情、轻微事故等进行详细记录, 涵盖时间、地点、责任人、成因、处置过程、整改结果等信息。通过大数据分析挖掘共性问题, 如高空坠落隐患多源于安全绳使用不规范、管线损伤多源于

工序衔接不当等, 自动生成针对性改进建议。所有安全数据统一归入项目安全档案, 为同类网络基建工程提供经验参考, 推动安全管理体系持续迭代优化, 实现从“被动处置事故”向“主动消除隐患”的转变。

3.4 安全培训与应急演练智能化升级

针对网络基建施工人员技能水平参差不齐、应急处置能力薄弱等问题, 智慧工地通过数字化手段提升培训与演练实效。A项目利用VR虚拟现实技术搭建高空坠落、物体打击、触电、有害气体中毒等贴近网络基建现场的事故模拟场景, 让作业人员在沉浸式环境中学习风险识别、规范操作与应急自救流程。系统自动记录培训时长、考核成绩, 未达标人员强制补训, 确保全员掌握基础安全技能。同时, 建立应急演练数字化平台, 根据项目风险特点自动生成演练方案, A项目现场管理人员视频、定位、传感器等设备全程记录演练过程, 量化评估响应速度、人员到位率、物资调配效率、疏散路线合理性等指标, 自动生成演练报告。针对薄弱环节优化应急预案与处置流程, 提升现场应对突发安全事件的实战能力。

结束语

综上所述, 在智慧工地的安全管控体系中, 技术架构呈现出明显的层级化特征, 其核心功能在于实现对施工全要素的动态感知与智能研判。本文以A高层建筑项目为例, 分析智慧工地技术在网络基建施工安全管理, 为实现各施工阶段安全管控目标的高度统一与无缝衔接奠定坚实的基础。

[参考文献]

- [1]潘淑田, 王建, 臧坤, 等. 基于视觉技术和RCNN的光伏电站基建施工质量监测方法[J]. 电力设备管理, 2025, (08): 218-220.
- [2]王为立, 任炜, 余炉刚. 基于5G的电网基建施工装备数字化协同措施[J]. 光源与照明, 2024, (03): 177-179.
- [3]王晨, 齐惠颖. 面向医学类专业的“大学计算机”课程全过程建设探索[J]. 工业和信息化教育, 2024, (01): 1-5.
- [4]何洪洋, 马松国, 张滨, 等. 基于人工智能的电力基建反违章安全管控方法研究[J]. 电气应用, 2023, 42(11): 50-55.
- [5]王玉京, 杜兰洲. 5G“新基建”赋能建筑市场高质量发展的路径研究[J]. 中国新技术新产品, 2021, (16): 32-34.