

智慧工地在建筑工程安全管理中的优势

许作铭

武汉建工集团股份有限公司 湖北 武汉 430000

摘要：随着信息技术的飞速发展，智慧工地成为建筑工程安全管理的新范式。本文聚焦智慧工地在安全管理中的优势，阐述其依托物联网、大数据、人工智能及云计算等关键技术，实现实时监控预警、优化人员管理、提升设备管理水平、强化安全培训教育以及提高应急响应能力。通过全方位视频监控、智能安全监测等举措，有效排查隐患，借助劳务实名制、人员定位等手段规范人员行为，利用设备状态监测与远程操控保障设备安全，以线上培训、VR/AR体验等方式增强安全意识，通过数字化预案与资源调配提升应急处置效能，显著提升建筑工程安全管理的科学性与实效性。

关键词：智慧工地；建筑工程；安全管理；优势

引言：建筑行业作为高危领域，传统安全管理存在信息滞后、监管盲区多、人为疏漏大等问题，难以满足日益复杂的工程需求。智慧工地的出现为破解这一难题提供了创新路径。它以数字化、智能化为核心，将物联网、大数据、人工智能等前沿技术深度融入工程建设全过程，重构安全管理生态。从人员动态管控到设备智能运维，从隐患排查到应急响应，智慧工地通过技术赋能，实现了安全管理的精准化、高效化与可视化。探索智慧工地在安全管理中的优势，不仅有助于降低事故风险，更能推动建筑行业向现代化、智能化转型，具有重要的现实意义与实践价值。

1 智慧工地的概念

智慧工地是依托物联网、大数据、人工智能、云计算等新一代信息技术，对建筑工程施工现场的人、机、料、法、环等各类生产要素进行全面感知和实时互联，实现施工过程智能化管理的一种新型施工管理模式。它打破了传统工地信息传递的壁垒，通过在施工现场部署各类传感器、摄像头等设备，将收集到的数据传输至统一的平台进行分析处理。借助智能算法和模型，能够对施工安全、质量、进度等方面进行精准预测和预警。智慧工地旨在构建一个高效、协同、绿色、安全的施工环境，提升工程管理的精细化、智能化水平，提高资源利用效率，降低施工成本，保障工程建设的顺利进行，推动建筑行业向现代化、智能化方向转型升级^[1]。

2 智慧工地的关键技术

2.1 物联网技术

物联网技术是智慧工地数据采集的核心载体，通过部署温湿度传感器、PM2.5监测仪、GPS定位设备、智能安全帽等终端，实现对人员、机械、环境等要素的实时

感知与数据交互。例如，塔吊安全监控系统利用物联网技术，可实时监测设备维修状态、起吊重量、升降速度等参数，当检测到冲顶、超速等异常时，系统自动触发告警并联动制动装置；深圳地铁工程通过RFID标签与定位设备，实现劳务人员无感考勤与轨迹追踪，结合电子围栏技术，可精准识别危险区域闯入行为，将安全事故率降低40%以上。此外，物联网与智能电表结合，可实时监测工地用电负荷，通过智能控制器自动调节电容器投入，将功率因数优化至0.95以上，减少15%的电能浪费。

2.2 大数据技术

大数据技术通过整合人员信息、设备状态、环境参数等多源数据，构建工地全要素数字孪生模型。例如，某综合体项目利用BIM模型与传感器数据联动，通过历史工期数据挖掘，预测混凝土浇筑、钢结构安装等关键路径的延误风险，优化施工顺序后项目工期缩短12%；中国铁建在海外矿卡采爆作业中，通过分析设备运行日志、环境温湿度等数据，建立故障预测模型，将设备停机时间减少30%。在安全管理领域，大数据可对高支模变形、深基坑沉降等监测数据进行动态分析，当监测值超过阈值时，系统自动生成风险预警报告并推送至管理人员，某省住建厅试点项目应用后，隐患整改率提升至90%。

2.3 人工智能技术

人工智能技术通过机器学习与计算机视觉，实现工地安全管理的智能化升级。例如，AI视频监控系统可实时识别未戴安全帽、违规攀爬等行为，在港澳地区建筑工地中，该系统将违规事件识别准确率提升至98%，响应时间缩短至2秒内；中国建筑科学研究院研发的混凝土强度预测模型，通过分析原材料配比、养护温度等数据，可提前72小时预测强度达标情况，减少重复检测成

本25%。在设备管理方面,基于神经网络的塔吊防碰撞系统,可实时计算多台塔吊的空间轨迹,当检测到碰撞风险时,自动触发减速或停机指令,某超高层项目应用后机械事故率下降90%。此外,VR安全培训系统通过模拟高空坠落、物体打击等场景,使工人安全意识测试通过率从65%提升至89%。

2.4 云计算技术

云计算技术为智慧工地提供弹性计算与存储能力,支撑海量数据的实时处理与多终端协同。例如,阿里云承建的某央企智慧工地平台,集成劳务管理、环境监测、设备调度等12个子系统,通过分布式架构支持5000+终端并发访问,数据延迟低于200ms;深圳国际会展中心项目利用云平台实现施工方、监理方、政府监管部门的数据互通,问题整改闭环时间从72小时缩短至18小时。在边缘计算层面,工地部署的边缘服务器可预处理视频流、传感器数据,如每秒分析2000条扬尘监测数据,仅将超标信息上传至云端,降低30%的带宽占用。此外,云平台通过API接口开放数据能力,支持第三方系统接入,如与政府农民工工资监管平台同步安全帽定位数据,欠薪预警准确率达92%,纠纷处理周期从15天降至3天^[2]。

3 智慧工地在建筑工程安全管理中的优势

3.1 实现实时监控与预警

3.1.1 全方位视频监控

于工地各关键区域,如出入口、施工场地、物料堆放处等,密集部署高清摄像头,达成360度无死角覆盖。结合智能图像识别技术,系统可自动甄别人员违规行为,像未戴安全帽、违规跨越防护栏等,并即时发出警报。管理人员无论身处何地,都能通过手机或电脑实时查看现场画面,迅速掌握情况,及时制止违规操作,有效预防安全事故。同时,视频资料可长期存储,为事故调查和责任认定提供有力证据,增强安全管理的可追溯性。

3.1.2 智能安全监测

利用高精度传感器对深基坑、高支模、塔吊等重大危险源进行实时数据采集与分析。例如,在深基坑周边安装位移、沉降传感器,实时监测其变化;塔吊上配备载重、幅度传感器,防止超载和碰撞。一旦监测数据超出安全阈值,系统立即触发预警机制,通知相关人员采取应对措施,将安全隐患扼杀在萌芽状态,避免重大安全事故的发生,保障施工过程的安全稳定。

3.1.3 隐患排查与治理跟踪

智慧工地构建隐患排查治理信息化平台,工作人员通过移动终端现场录入隐患信息,包括位置、类型、严

重程度等,并上传照片或视频。系统自动生成整改任务,明确责任人与整改期限,实时跟踪整改进度。责任人完成整改后提交结果,管理人员进行审核验收,形成闭环管理。同时,平台对隐患数据进行深度分析,挖掘安全管理薄弱环节,为企业制定针对性的安全措施提供数据支持,持续提升安全管理水平。

3.2 优化人员管理

3.2.1 劳务实名制管理

劳务实名制管理借助智能设备与信息化系统,对进入工地的人员进行全面且精准的身份登记与信息。涵盖人员基本信息、技能证书、考勤记录等多方面内容,形成完整的人员档案。通过实名制,可清晰掌握工地人员构成,便于合理调配劳动力。同时,严格把控人员进出,防止无关人员进入,保障工地安全。

3.2.2 人员定位与轨迹跟踪

为人员配备定位设备,结合定位技术,能实时获取人员在工地内的精准位置信息。管理人员可在平台上直观查看人员分布情况,根据施工进度和需求,合理调配人员,提高工作效率。轨迹跟踪功能可记录人员的行动路线,分析其工作路径是否合理,及时发现工作中的冗余环节并优化。

3.2.3 人员安全行为分析

利用视频监控和人工智能算法,对人员的安全行为进行实时监测与分析。系统能够自动识别未佩戴安全防护用品、违规操作等不安全行为,并及时发出警报提醒。通过对大量安全行为数据的深度分析,可挖掘出不安全行为的规律和潜在风险点,为制定针对性的安全培训计划提供依据。

3.3 提升设备管理水平

3.3.1 设备运行状态实时监测

通过在设备关键部位安装各类传感器,如温度传感器、压力传感器、振动传感器等,实时采集设备的运行参数,如转速、温度、压力、振动频率等。这些数据通过网络传输至监控平台,系统对数据进行实时分析处理。一旦参数超出正常范围,立即发出警报,通知维修人员及时处理。这种实时监测方式能够及时发现设备潜在故障,避免设备突发故障导致的停工损失,保障施工的连续性。

3.3.2 设备维护保养管理

智慧工地建立设备维护保养数据库,记录设备的型号、购置时间、维护周期、保养内容等信息。根据设备运行数据和预设的维护计划,系统自动生成维护保养任务提醒,确保设备按时进行保养。同时,维修人员在完

成保养或维修后,可在系统中记录操作过程和更换的零部件信息,形成完整的设备维护档案。这有助于合理安排设备维护计划,延长设备使用寿命,降低设备故障率。

3.3.3 设备远程操控与管理

利用物联网和远程通信技术,管理人员可以在监控中心或通过移动终端对设备进行远程操控,如启动、停止、调整运行参数等。对于一些危险区域或难以到达的设备,远程操控功能尤为重要,可保障操作人员的安全。此外,通过远程管理平台,还能实现对设备的集中管理和调度,根据施工需求合理分配设备资源,提高设备的利用率,提升整体施工效率。

3.4 强化安全培训与教育

3.4.1 线上安全教育培训

线上安全教育培训依托网络平台,提供丰富多样的安全课程资源,涵盖安全法规、操作规程、事故案例等内容。施工人员可根据自身时间和需求,随时随地通过电脑或手机进行学习,灵活安排学习进度。平台支持在线测试、讨论交流等功能,能及时检验学习效果,解答学员疑问。同时,系统可记录学员的学习轨迹和成绩,为管理者提供培训数据支持,便于评估培训效果,优化培训内容,实现安全培训的个性化和常态化。

3.4.2 虚拟现实(VR)与增强现实(AR)安全体验

VR和AR技术为施工人员创造了逼真的安全体验场景。通过VR设备,学员可身临其境地感受高处坠落、触电、火灾等事故的恐怖场景,增强对安全事故的直观认识和敬畏之心。AR技术则可将虚拟的安全信息与现实场景相结合,例如在施工现场通过AR眼镜展示设备的安全操作步骤和注意事项。这种沉浸式的体验方式比传统说教式培训更具吸引力和感染力,能有效提高学员的学习积极性和安全意识。

3.4.3 安全知识推送与考核

智慧工地利用移动应用和智能终端,定期向施工人员推送安全知识、安全提示和事故案例等信息,形成常态化的安全教育氛围。同时,建立在线考核系统,根据不同工种和施工阶段,设置针对性的考核题目。学员完成学习后,可随时进行在线考核,系统自动评分并生成考核报告。管理者可根据考核结果,了解学员对安全知识的掌握情况,对考核不合格的人员进行重点辅导和再培训,确保每位施工人员都具备必要的安全知识和技能,为工地安全施工提供保障。

3.5 提高应急响应能力

3.5.1 应急预案数字化管理

将应急预案以数字化形式存储于平台,涵盖各类突发事件的应对流程、责任分工、处置措施等详细内容。通过智能检索和关联分析,当事故发生时,系统能迅速匹配对应的预案,为应急指挥人员提供精准决策依据。同时,数字化预案支持在线修订和更新,确保其与实际工程情况相符。还能根据不同施工阶段和风险变化,自动生成针对性的应急指引,提高应急响应的针对性和时效性。

3.5.2 应急资源实时监控与调配

利用物联网技术对应急资源,如消防器材、急救药品、救援设备等进行实时定位和状态监测。在平台上可直观查看资源的分布、数量和使用情况。当发生紧急情况时,系统根据事故位置和需求,自动规划最优的资源调配路线,并实时跟踪资源运输过程,确保应急资源快速、准确到达现场。同时,能及时预警资源短缺情况,提醒管理人员及时补充,保障应急救援工作的顺利进行。

3.5.3 应急演练模拟与评估

借助虚拟现实(VR)和计算机仿真技术,构建逼真的应急演练场景,让参演人员在虚拟环境中体验事故发生过程,并进行应急处置操作。系统可记录演练过程中的各项数据,如响应时间、处置步骤、协同配合等。演练结束后,通过智能分析算法对演练效果进行全面评估,生成详细的评估报告,指出存在的问题和不足。根据评估结果,有针对性地改进应急预案和培训内容,不断提升应急队伍的实战能力和协同作战水平^[3]。

结束语

智慧工地凭借实时监控预警、人员精细管理、设备智能管控、培训创新升级以及应急高效响应等多维度优势,为建筑工程安全管理带来了前所未有的变革。它打破了传统管理模式的时空限制,实现了安全管理的动态化、精准化与智能化。在科技飞速发展的当下,智慧工地的应用是大势所趋。随着技术的持续迭代与创新,其功能将不断完善,为建筑工程安全筑牢更坚实的防线。

参考文献

- [1]孟凡星.建筑工程安全管理中信息技术运用研究[J].中国应急管理科学,2021(12):64-71.
- [2]王宇祥.智慧工地在建筑工程安全管理中的优势研究[J].四川水泥,2022(05):40-42.
- [3]孙先亮.智慧工地理念下大数据管理平台在建筑安全管理中的应用[J].中国高新科技,2021(14):51-52+102.