

智慧工地背景下建筑施工安全管理创新路径研究

黄博文

中建一局集团深圳建设有限公司 广东 深圳 518100

摘要：建筑施工安全管理是工程项目管控的核心环节，传统模式滞后性突出，难以适配行业高质量发展需求，智慧工地的普及为安全管理转型提供了全新契机。本文立足智慧工地发展背景，梳理相关理论基础，剖析智慧工地核心特征、传统安全管理痛点及智慧化革新价值，构建感知、网络、平台、应用四层技术支撑体系，从理念、组织、技术、流程、评价五大维度提出安全管理创新路径。研究表明，依托智能化技术重构管理体系，可有效破解传统管理难题，提升安全管控效率与风险防控能力，为建筑施工安全管理数字化、智能化升级提供可行思路与实践参考。

关键词：智慧工地；建筑施工安全管理；技术创新

引言：随着建筑行业规模化、复杂化发展，施工安全风险持续增多，传统安全管理模式的弊端日益凸显，人工监管、事后补救的模式无法实现风险前置防控，行业亟须现代化管理变革。智慧工地作为建筑行业数字化转型的重要方向，融合物联网、人工智能、大数据等前沿技术，打破了传统安全管理的时空局限，为施工安全全流程管控提供了技术支撑。在此背景下，探索适配智慧工地的安全管理创新路径，成为行业研究与实践的重点课题。本文基于相关理论与技术体系，深挖创新方向，构建全方位创新体系，助力建筑施工安全管理提质增效，推动建筑行业安全、稳健、智能化发展。

1 智慧工地与建筑施工安全管理的理论基础

1.1 智慧工地的核心特征

智慧工地是融合数字技术与工程管理的现代化工地模式，具备数字化、智能化、协同化、可视化四大核心特征，重构了建筑施工全流程管理逻辑。数字化特征体现为施工现场人员、设备、环境、物料等各类信息的全面数据化，依托数据采集与存储，形成完整工地数据资产，为安全管理提供数据支撑；智能化特征依托算法与智能设备，实现风险自动识别、隐患智能预警、流程自动管控，替代人工重复操作，提升管控精准度；协同化特征打破部门、岗位间的信息壁垒，实现管理人员、施工人员、监管部门的信息互通与协同作业；可视化特征通过三维建模、实时监控画面，将施工现场动态直观呈现，让远程管控、全局把控成为可能，全方位赋能施工安全管理。

1.2 传统安全管理模式痛点分析

传统建筑施工安全管理以人工管控为核心，存在诸多痛点，难以满足现代工程安全管控需求。其一，监管方式滞后，依赖人工现场巡查，覆盖面窄、效率低，易

出现监管盲区，隐蔽工程、高空作业等区域的风险隐患难以及时发现，事后处置居多，事前预警缺失。其二，信息传递不畅，各类安全数据分散记录、缺乏整合，形成数据孤岛，管理人员无法快速获取全面安全信息，决策缺乏数据支撑。其三，管理流程粗放，安全责任划分不清晰，隐患整改、跟踪闭环效率低，整改落实不到位^[1]。其四，人员管理松散，施工人员安全意识参差不齐，违规操作行为难以及时制止，安全教育流于形式，风险防控意识薄弱，多重痛点导致安全事故频发，管控效果大打折扣。

1.3 智慧工地对安全管理的革新价值

智慧工地为建筑施工安全管理带来全方位革新，从模式、效率、效果三大层面突破传统局限，实现安全管理的转型升级。在管理模式上，推动传统事后补救向事前预警、事中防控、事后闭环转变，构建全周期主动防控模式，从根源上降低事故发生概率。在管控效率上，依托智能技术实现自动化、远程化管控，减少人工投入，突破时空限制，实现施工现场24小时不间断监管，隐患识别、预警、处置速度大幅提升。在风险防控上，通过数据整合分析，精准研判安全风险趋势，实现风险分级管控，针对性制定防控措施，提升风险处置针对性。同时，智慧工地推动安全管理规范化、标准化，明确各岗位责任，实现全程可追溯，强化责任落实，全面提升安全管理整体水平，助力行业安全发展。

2 智慧工地安全管理技术支撑体系

2.1 感知层技术

感知层是智慧工地安全管理的基础层，承担施工现场各类数据的实时采集、感知功能，是整个技术体系的“神经末梢”，为后续数据传输、分析、应用提供原始信息。感知层技术涵盖多类智能设备与传感技术，人员管

控方面采用智能定位芯片、人脸识别设备,实时采集人员位置、身份信息,监测人员进出厂区、作业区域情况;环境监测方面运用温湿度传感器、扬尘监测仪、噪音监测器、可燃气体探测器,实时采集施工现场环境数据,排查环境安全风险;设备管控方面通过智能传感器、振动监测设备,监控塔吊、升降机、施工机械的运行状态,及时发现设备故障隐患;此外,视频监控设备、红外探测设备也属于感知层,全方位捕捉现场动态,筑牢安全数据采集基础。

2.2 网络层技术

网络层是连接感知层与平台层的关键纽带,核心功能是实现感知层采集数据的高效、稳定、安全传输,保障施工现场各类数据实时上传,避免数据延迟、丢失,确保安全管控的时效性。网络层技术适配施工现场复杂环境,兼顾传输速度与覆盖范围,主要采用有线网络与无线网络相结合的方式,主流技术包括5G通信技术、无线局域网、物联网专用网络、蓝牙传输等。5G技术具备高速率、低延迟、广覆盖的优势,适配海量数据实时传输,满足视频监控、实时定位等高带宽需求;无线局域网与物联网专用网络覆盖施工现场各个区域,保障偏远作业区、地下作业区数据稳定传输;同时网络层配备数据加密技术,保障施工安全数据、项目核心信息传输安全,防止数据泄露、篡改,构建安全稳定的数据传输通^[2]。

2.3 平台层技术

平台层是智慧工地安全管理技术体系的核心中枢,承担数据存储、分析、处理、整合功能,是实现安全管理智能化的核心载体,打通数据壁垒,实现多源数据融合应用。平台层以大数据云计算平台为核心,搭建一体化智慧工地管理平台,具备数据存储、数据分析、智能运算、模型构建等功能。首先,集中存储感知层传输的各类原始数据,建立标准化安全数据库,实现数据分类管理、快速检索;其次,运用大数据算法、人工智能模型对采集数据进行深度分析,挖掘数据背后的安全风险,识别隐患问题,构建风险研判模型;同时,平台层具备数据共享、接口开放功能,对接施工现场各管理系统、监管部门平台,实现数据互通共享,为安全管理决策、跨部门协同提供数据支撑,提升决策科学性与管控精准度。

2.4 应用层技术

应用层是智慧工地安全管理技术体系的落地终端,直接面向管理人员、施工人员,将平台层分析结果转化为实际管控功能,实现安全管理各项业务的智能化操作,覆盖安全管控全场景。应用层功能模块丰富,针对性适配安全管理需求,包括人员安全管理模块,实现人员考勤、

定位、违规行为预警、线上安全教育考核;风险预警模块,针对环境超标、设备故障、人员违规等风险,实时推送预警信息;隐患排查模块,支持隐患上报、整改跟踪、闭环管理;远程监管模块,通过PC端、移动端实现远程查看现场、下达管控指令、处置安全问题;此外,还有安全资料管理、应急指挥调度等模块,全方位覆盖安全管理各环节,让技术成果直接落地应用,简化管理流程,提升安全管理实操性与便捷性。

3 智慧工地背景下安全管理创新路径

3.1 管理理念创新

管理理念创新是智慧工地安全管理创新的前提,需彻底摒弃传统被动、粗放的管理思维,树立主动、精细、数据驱动的现代化管理理念。首先,树立主动防控理念,从传统事后处置转向事前预判、主动防范,依托智慧工地数据支撑,提前识别潜在风险,制定防控预案,变被动补救为主动管控。其次,树立数据驱动理念,打破经验式管理模式,以施工现场各类数据为决策依据,通过数据分析研判风险趋势、评估管理效果,实现精准化、科学化管理。再者,树立全员参与理念,明确施工全员安全责任,借助智慧化平台,让施工人员、管理人员、监管人员共同参与安全管控,形成全员共管格局。最后,树立可持续安全理念,将安全管理贯穿项目全生命周期,兼顾施工进度、质量与安全,实现安全与效益协同发展,为管理创新奠定思想基础。

3.2 组织架构创新

组织架构创新需适配智慧工地智能化管理需求,打破传统层级化、碎片化组织模式,构建扁平化、协同化、专业化的安全管理组织架构,提升管理运转效率。首先,精简管理层级,减少中间审批环节,搭建“总部-项目现场-作业班组”三级扁平化架构,让安全管控指令快速下达,现场问题及时反馈,提升响应速度。其次,设立专职智慧安全管理部门,配备专业技术人员与安全管理人员,负责智慧设备运维、数据管理、平台操作,实现技术与管理深度融合。再者,建立跨部门协同机制,整合工程、技术、安全、劳务等部门,打破部门壁垒,依托智慧平台实现信息共享、协同作业,共同推进安全管控工作^[3]。同时,明确各岗位安全职责与智慧设备操作责任,细化责任分工,避免责任推诿,构建权责清晰、协同高效的组织体系,保障智慧化安全管理落地实施。

3.3 技术应用创新

技术应用创新聚焦前沿技术与安全管理场景的深度融合,避免技术流于形式,实现技术实用化、场景化落地,最大化发挥技术赋能作用。首先,深化智能识别技

术应用,通过AI视频监控,自动识别施工现场未佩戴防护用品、违规操作、烟火隐患等行为,实时发出预警并抓拍记录,替代人工实时监管。其次,推广BIM技术应用,利用三维模型进行施工模拟、安全交底、隐患预演,提前排查施工方案中的安全风险,优化施工流程。再者,运用大数据技术构建安全风险评估模型,整合历史事故数据、现场实时数据,精准预测风险等级,制定分级防控措施。同时,优化移动端应用,让管理人员通过手机APP实时查看现场动态、接收预警信息、处置安全问题,实现移动化、便捷化管控,推动技术与安全管理场景全方位融合。

3.4 流程机制创新

智慧工地背景下,安全管理流程与运行机制需要进行系统性重构,以适配数字化、智能化的管理特点。传统安全管理流程以线性、串行为主,信息传递路径长、响应速度慢。智慧工地建设推动流程向并行化、闭环化方向优化。隐患发现环节,由人工巡查为主转变为“人工巡查+自动识别”双轨并行,系统自动识别与人员主动巡查互为补充,提升隐患发现的及时性与覆盖面。隐患处置环节,由被动整改转变为“预警—派单—整改—反馈—复核”的闭环流程。系统识别隐患后自动生成整改通知单,推送至责任人移动终端,责任人完成整改后拍照上传,系统自动复核或指派专人复核,确保隐患整改到位,形成完整闭环。安全巡检流程由传统纸质记录、人工汇总转变为移动终端填报、自动统计分析。巡检人员手持移动设备沿预设路线检查,逐项勾选、拍照记录,数据实时上传平台,自动生成巡检报告,大幅提升巡检效率与数据质量。设备管理流程由事后维修转变为预测性维护,通过分析设备运行数据的趋势变化,预判设备故障风险,在故障发生前安排维护保养,减少因设备故障引发的安全事故。安全会议、安全交底、班前讲话等常规工作,通过移动应用实现电子化签到、记录留存、资料归档,形成可追溯的工作痕迹。流程创新必须与岗位职责、绩效考核紧密衔接,将流程执行情况纳入考核体系,确保新的流程机制能够落地生根、持续运行。

3.5 评价体系创新

评价体系创新需构建量化、全面、动态的智慧化安全管理评价体系,改变传统单一、主观的评价模式,客观评估管理效果,推动管理持续优化。首先,完善评价指标,从风险防控、隐患治理、人员管理、技术应用、责任落实等多维度设定量化指标,结合智慧平台采集的数据,确定风险发生率、隐患整改率、违规行为频次、设备运行合格率等核心指标,确保评价客观全面。其次,采用动态评价方式,依托智慧平台实时数据,实现月度、季度、年度动态评价,替代传统年终一次性评价,及时发现管理短板。再者,引入多方评价主体,整合企业自评、行业互评、监管部门评价,形成全方位评价格局^[4]。同时,建立评价结果反馈机制,针对评价中发现的问题,及时优化管理方案、调整管控措施,形成“评价—反馈—优化”的良性循环,持续提升安全管理水平。

结束语

智慧工地为建筑施工安全管理创新提供了技术支撑与发展契机,破解传统管理痛点、重构管理体系,是行业转型升级的必然趋势。本文从理论基础、技术体系、创新路径三大维度展开研究,明确了智慧工地的革新价值,构建四层技术支撑体系,提出五大维度创新路径,形成完整的智慧化安全管理框架。实践表明,该创新体系可有效提升安全管控效率,降低安全事故风险,适配现代建筑工程管理需求。后续需持续跟进技术迭代,优化创新路径,强化技术与管理的深度融合,推动智慧工地安全管理模式全面普及,助力建筑行业实现安全、高效、智能化高质量发展。

参考文献

- [1]黄思阳."智能建造+智慧工地"视域下建筑安全发展路径研究[J].建筑安全,2025,40(10):78-82.
- [2]成建波.绿色施工理念下建筑工程安全管理创新路径研究[J].中州建设,2025(7):73-74.
- [3]侯昌盛.基于BIM技术的高层建筑施工安全管理研究[J].中国公共安全,2023(6):46-48.
- [4]肖法广.建筑信息化技术赋能施工安全管理的创新路径研究[J].移动信息,2025,47(9):397-399.