

建筑施工高处作业安全管理难点及精细化管控策略

毛笛生 徐仲亮

中国电子系统工程第二建设有限公司 江苏 无锡 214112

【摘要】随着我国城市化进程持续深化,建筑领域在迎来巨大发展机遇的同时,也面临复杂严峻的安全管理挑战。高处作业作为施工过程占比最高、分布最广的危险作业,因其作业环境复杂、风险因素多样、事故后果严重等特点,已成为建筑施工安全管理的重点环节。本文对当前建筑施工高处作业安全管理中存在的人员安全意识淡薄、机械设施管理粗放、环境适应性不足与监管机制低效等突出问题进行深入分析,提出将精细化安全管理理念与物联网、大数据等新兴技术融合,构建覆盖全要素、全流程、全周期的高处作业安全管理体系,为提升建筑施工安全管理水平提供理论支持与实践途径。

【关键词】建筑工程;施工高处作业;安全管理难点;精细化管控策略

DOI:10.12417/2811-0528.26.03.041

1 建筑施工高处作业安全管理的核心难点

建筑施工高处作业具有作业面动态变化、交叉作业频繁、工具设备种类多样等特征,导致其安全管理面临系统性挑战。人员方面,作业人员流动性大、安全培训覆盖不足的问题普遍存在。如某大型建筑企业统计显示,约30%的临时用工未接受系统安全培训,近30%的持证人员存在“人证分离”现象,直接导致现场违规操作频发。设备管理方面,脚手架、吊篮等关键设施的检测标准执行率较低,某省住建厅专项检查发现,近半数吊篮限位装置失效,部分脚手架连墙件缺失,构成重大事故隐患。环境适应性问题突出,极端天气条件下事故率较常规环境显著升高,某项目因未及时停工,导致多名工人在六级大风中坠落。监管机制层面,传统巡查模式存在“重结果轻过程”的弊端,某市住建局数据显示,大部分高处作业隐患通过定期检查发现,施工过程中动态风险识别能力不足,监管存在滞后性。技术标准执行存在偏差,尽管《建筑施工高处作业安全技术规范》中已明确临边作业防护栏杆的设置要求,但实际执行中,施工现场常见采用简易警示带替代硬质防护或防护栏杆间距超标等问题。这种标准弱化现象多与成本压力密切相关,某施工单位测算显示,严格按规范设置防护设施将显著增加单层作业成本,导致部分企业选择性执行标准。此外,技术标准更新滞后于新型作业方式的发展,如装配式建筑安装作业中的高空悬挑平台使用规范尚未完善,某项目因悬挑平台失稳导致多人坠落,暴露出标准体系的技术代差。

2 人员资质管理的数字化革新路径

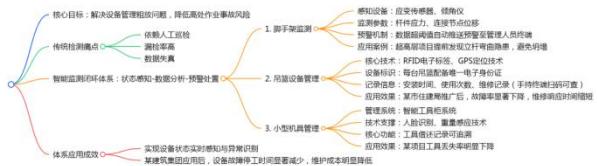
传统人员资质管理依赖纸质证书与人工核验,存在造假风险高、动态更新滞后等固有缺陷。数字化认证体系通过构建“人脸识别+区块链存证+动态积分”三维管控模型,实现资质全生命周期闭环管理。具体包括建立全国统一的建筑施工人员安全能力数据库,集成身份证件信息、培训记录、违章档案等多维数

据,采用区块链技术保障数据的不可篡改性与可追溯性。在某试点项目,系统成功识别出部分持证人员存在培训时长不足问题,及时清退不合格人员。动态积分机制将安全行为转化为可量化的信用指标,设置基础分值,违规操作扣分标准涵盖未系安全带、酒后上岗等,积分低于阈值者自动触发停工培训。某企业实施后,作业人员违规率显著下降,安全带使用率大幅提升。配套开发的AR安全教育系统,通过虚拟现实技术模拟坠落场景,使受训人员获得沉浸式体验,某培训基地数据显示,该系统使安全知识留存率较传统模式显著提升。该体系通过生物识别技术确保人员身份真实性,区块链存证技术保障数据完整性,动态积分机制强化行为约束力,形成“身份验证-行为记录-信用评价”的闭环管理链条。某市住建局的推广实践证明,采用该体系后,作业人员持证上岗率显著提升,违规操作发生率明显下降。

3 设备健康状态的智能监测体系

设备管理粗放是高处作业事故的重要诱因。传统检测主要依赖人工巡检,存在漏检率高、数据可靠性差等问题。而智能监测体系通过部署物联网传感器,构建“状态感知-数据分析-预警处置”的闭环管理链条。脚手架监测方面,通过安装应变传感器与倾角仪,实时采集杆件应力、连接节点位移等参数,当监测数据超过阈值时,系统自动推送预警信息至管理人员终端。某超高层项目借助该技术,提前识别脚手架立杆弯曲隐患,有效避免了可能发生的坍塌事故。吊篮设备管理中引入RFID电子标签与GPS定位技术,实现全流程追溯。每台吊篮配备唯一电子标识,记录安装时间、使用次数、维修记录等信息,通过手持终端扫码即可获取设备健康状态。某市住建局推广该技术后,吊篮故障率显著下降,维修响应时间大幅缩短。针对小型机具管理,开发智能工具柜系统,集成人脸识别与重量感应技术,实现工具借还过程精准记录与追溯,某项目应用表明,

该措施能够有效降低工具丢失率。该体系通过传感器网络实现设备状态实时感知，数据分析平台进行异常识别与趋势预测，预警处置系统执行快速响应，形成“感知-分析-处置”的智能化管理闭环。某建筑集团实践反馈，应用该体系后，设备故障导致的停工时间显著减少，维护成本有效降低。



4 环境风险的动态预警机制

建筑施工环境具有高度不确定性，传统静态管理难以实现对安全风险的及时响应与有效防控。动态预警机制通过集成气象数据、地质信息、施工进度等多源数据，构建风险预测模型。气象预警方面，通过与气象部门建立数据接口，实时获取风速、降雨量等参数，当六级以上大风预警发布时，系统自动锁定高处作业许可，并推送停工指令至现场终端。某沿海项目借助该机制提前停止作业，有效避免可能发生的坠落事故。

地质风险预警针对基坑、边坡等高危区域，部署位移传感器与孔隙水压力计，实时监测土体变形与地下水位变化。系统依据监测数据设定多级响应机制：一级预警通知现场负责人加强巡查，二级预警限制作业区域，三级预警强制撤离人员。某地铁项目应用该技术后，成功预警多次边坡失稳风险，保障作业人员安全。

该机制通过多源数据融合实现风险全面感知，依托预测模型进行风险等级评估，借助预警处置系统执行分级响应，形成“监测-评估-处置”的动态化管理流程。某省住建厅推广该机制后，环境因素导致的事故发生率显著下降，应急响应效率大幅提升。

参考文献：

- [1] 李国栋.如何做好高处作业的安全管理[J].化工安全与环境,2022,37(06):58-61.
- [2] 许红伟.建筑工程中施工安全管理问题和对策解析[J].居业,2022,(05):159-161.

5 监管流程的区块链存证重构

传统监管模式存在证据链不完整、责任认定困难等问题。区块链存证技术的引入，通过构建去中心化的监管平台，实现作业许可、巡查记录、整改通知等全流程数据上链。每项高处作业生成唯一数字身份，关联作业时间、地点、人员及设备等关键要素，数据经哈希加密后存储于联盟链，确保不可篡改。某省住建厅试点应用表明，该系统大幅缩短事故责任认定时间，提升证据采信率。

智能合约技术的应用进一步强化监管刚性。将安全标准转化为可执行的代码规则，当监测数据触发预设条件时，系统自动执行停工、处罚等操作。例如，当安全带使用监测系统发现未系挂行为时，智能合约立即冻结作业许可，并通知安全管理人员。某项目应用该技术后，违规操作处置效率大幅提升，形成“技术强制+管理协同”的双重防控机制。

该体系通过区块链技术保障数据真实性，智能合约技术实现自动监管，存证平台提供完整证据链，形成“数据上链-智能执行-责任追溯”的透明化监管模式。某市应用该体系后，监管部门执法效率显著提升，企业合规意识明显增强。

6 结语

总而言之，推动建筑施工高处作业安全管理从传统模式向现代化治理转型，关键在于构建以技术驱动为核心、数据赋能为支撑的精细化管控体系。通过人员资质数字化认证源头管控、设备健康智能监测夯实基础、环境风险动态预警构建屏障、监管流程区块链存证完善链条，形成“人—机—环—管”四维一体安全治理格局。该体系提升了事故的主动预防能力，推动安全管理从被动响应转向主动防控，从事后处置转向事前预警。未来应进一步深化5G、人工智能等前沿技术在安全管理中的融合应用，持续构建智慧安全生态，通过技术赋能与模式创新，为建筑施工高质量安全生产提供坚实保障。