

Innovative Mode of Construction Safety Management in the Context of Digitalization

Houyi Li

School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Light Industry, Wuhan, Hubei, 430023, China

Abstract

With the advancement of digital information technology, construction safety management must transcend traditional models to achieve innovative progress. This paper discusses the application of digital technologies in construction safety management, highlighting their advantages over conventional approaches. It analyzes innovative methods for safety management under digitalization, elaborating on intelligent monitoring systems, information management platforms, and big data analysis with early warning mechanisms. The study aims to provide actionable data support for intelligent construction practices, offering practical references to enhance safety management standards and promote safe production in the construction industry.

Keywords

Construction; Safety Management; Digital Technology; Innovative Models

数字化背景下建筑施工安全管理创新模式

李厚毅

武汉轻工大学土木工程与建筑学院, 中国·湖北 武汉 430023

摘要

伴随着数字化信息技术的发展, 建筑施工安全管理必须突破传统的管理模式实现安全管理的创新和进步。基于此本文论述了数字化技术应用的建筑施工安全管理, 以及相对于传统管理模式的优势, 分析了数字化背景下建筑施工安全管理的创新方式, 并针对智能化监测系统、信息化管理平台、大数据分析预警等手段展开说明, 旨在为数字智能化的建筑施工提供可行性的数据方面的支持。希望可以为提高建筑施工安全管理水平提供参考作用, 促进建筑行业的安全生产。

关键词

建筑施工; 安全管理; 数字化技术; 创新模式

1 引言

建筑施工行业属于国民经济的一个重要的基础产业, 但是因为建筑施工的现场情况比较的繁杂, 而且施工整个过程也是处于变化的状态中, 再加上施工人员经常的流动导致事故多发的情况比较严重, 在日常的操作中更应该防范于未然。传统的建筑施工安全管理模式存在着信息发布不及时、工作效率低、风险预警滞后等现象, 已经不能满足当前现代化建筑施工安全管理的要求。利用数字技术能够实时、全方位监控建筑施工现场状况, 用以帮助实现海量数据的高速采集、高效处理及快速分析应用, 有助于做到及时准确预测预警各种安全事故风险的发生。探索数字化下建筑施工安全管理新模式, 有利于提高数字时代建筑安全管理水平。

2 数字化技术在建筑施工安全管理中的优势

2.1 实时性与准确性

利用物联网技术的传感器、摄像头等设备, 数字技术可以随时采集施工现场的各种数据(人员位置、设备运转情况、环境参数), 把这些数据及时传送给管理平台, 做到可管可控, 在塔吊、升降机等大型设备上安装传感器, 会及时反馈出设备的参数变化情况, 如果传感器发出的数据不在标准范围内, 那么就会立即提示现场工作人员进行作业上的调整, 如表 1 所示。比原来的人工定时巡检具有更大的优势, 不仅能够保证设备的安全, 也能够极大程度避免设备出现故障导致的安全问题。

2.2 全面性与系统性

数字化管理平台可将施工现场人、机、料、法、环等各种因素数据进行关联起来, 在统一数据模型和数据库的基础上, 把各种来源不同、类型不同的各类数据关联起来, 进行全面、系统的施工管理, 通过人员考勤信息、安全教育记录、现场安全违规行为记录相结合, 能够从总体上把握施工

【作者简介】李厚毅(2004-), 中国湖北十堰人, 男, 在读本科生, 从事主修工程管理专业, 辅修金融学研究。

安全现状，并对可能存在的安全风险链做出研判。将人员认证、安全教育及安全违规行为数据对接起来，进而分析出

员的培训效果和安全行为的关系，根据实际情况去优化培训方案、强化人员管理，使得安全管理水平得到全面提升。

表 1 传感器数据反馈情况表

项目	具体内容	优势分析
数字化技术应用载体	物联网设备（传感器、摄像头等）	数据采集与传输的自动化
数据处理与传输方式	采集数据即时传输至管理平台	确保管理端获取信息的时效性
设备安全监测机制	对大型机械设备运行参数进行实时监测	显著提升监测的实时性与准确性
核心安全价值	有效预防因设备故障引发的安全事故	降低施工现场安全事故发生率

2.3 数据分析与预测能力

大数据及人工智能技术的应用，使得建筑施工安全管理拥有强大的数据分析及预测功能，运用历史的安全数据及实时监测的数据，通过挖掘分析，建立安全风险预测模型，确定潜在的安全事故发生可能及时间点。运用机器学习的方法去对施工现场环境类数据（气温、湿度、风速等）、设备运行数据、人员操作数据等，提早分析是否存在由于环境因素或者由于设备的老化而导致的安全问题，使安全管理模式由被动治理向主动预防转变。

3 建筑施工安全管理的创新

3.1 智能化监测系统（人员、设备、环境安全）

通过运用蓝牙定位、UWB（超宽带）定位技术等先进手段，对现场施工人员进行实时定位跟踪，在工人的安全帽或者工作牌内植入定位芯片，定位系统的定位数据能够第一时间上传到管理平台，整个过程中将所有位置数据通过可视化的方式展现出来；一旦发生坍塌、火灾等突发事件，可以第一时间确定被困人员的位置，提高救援的效率；通过电子围栏等方式，一旦人员闯入危险区域时，立即触发系统报警，并提示人员注意安全，防止发生事故^[1]。

通过生物识别技术（人脸识别、指纹识别）实现人员考勤管理以及人员的身份验证，在现场出入口布置人脸识别装置，工人进入或者离开现场时都会进行人脸识别，由系统自动采集并记录考勤数据，只允许经过授权的人员进入现场，避免出现未经授权的人员进入现场而导致的安全风险；另外还要结合安全教育培训系统，只有完成了相应安全教育以及考核的人员方可通过人员的身份验证进入到现场工作，保证工人能够达到相应的安全知识以及技能的要求。

建立设备全生命周期管理系统，对设备从采购到安装调试、使用、维护直到报废的全过程开展信息化管理，将设备基本信息、维修保养记录以及故障史等内容全部记录下来，并通过对上述数据的分析得出设备使用寿命和维护周期，提前做出维护安排，保证设备时刻处于良好状态。

安装空气质量传感器、噪声传感器、温湿度传感器和风速传感器等环境检测设备，实现施工现场环境信息的实时采集；根据空气质量、噪声、PM2.5、PM10、SO2、NOx、CO 等有碍人体健康的有害气体浓度、气温、湿度、风速等数据实时监测施工现场各项环境指标，并将其在平台端展示

出来，当现场环境参数超过国家标准值时，系统将自动报警并及时通知相关方。适时启动洒水降尘、调整施工时间等手段降低噪声污染程度，使施工人员的个人安全及施工场所的安全得到保护。

3.2 信息化管理平台的创新

3.2.1 安全信息集成与共享

构建建筑施工安全管理信息中台，主要通过分布式数据网关，从而实现多源异构数据的实时汇聚，其中涵盖人员定位数据（含 RFID / 北斗双模定位信息）、设备运行参数（振动频率、温度、荷载等）、环境监测数据、安全检查闭环记录（含整改时效标签）及事故溯源档案（含影像佐证材料）^[2]。其中，数据集成覆盖率（C）= 已接入平台的安全数据项数量（N₁）/ 项目全周期安全数据总项数（N₂）× 100%。

平台有智能分析引擎支持多维数据挖掘，并拥有内置风险概率预测模型。风险概率 = P(α × 历史事故频率 + β × 隐患整改率 + γ × 环境敏感系数) 此外，这里设置综合评价指标值：α、β、γ 分别为权重系数（α+β+γ=1），是用 AHP 层次分析法得出的；F 表示最近 3 个月同类作业面事故发生次数 / 作业时长；R 代表隐患闭环数 / 排查总数 *100%；S 表示根据周围环境监测数据。

3.2.2 安全管理流程信息化

对于安全管理制度、安全检查流程、隐患整改流程、事故处理流程等安全管理的各项业务流程，在平台中实现信息化，将这些流程以自动化的方式流转与跟踪。在施工现场的安全管理人员发现安全隐患问题时，通过移动终端将隐患录入平台，系统根据该隐患的问题性质和等级自动生成整改任务，发送至相应的责任人处，责任人接收到整改任务信息之后，按照整改时间以及整改的要求，完成整改工作并反馈至平台上，平台全程跟踪整改情况，直到隐患被彻底整改。

利用信息化平台实现的安全文件、资料电子化管理，安全制度、操作规程、应急预案、安全教育、培训资料等，并为项目参与方提供查询和下载的服务，使文件管理更高效、便捷；同时也具有文件版本控制的功能，保证各参与方所用均为最新版文件，以免出现使用失效版本文件带来的安全隐患。

3.2.3 移动端应用

针对现场管理人员及施工人员的特点，开发建筑施工

安全管理移动端应用,使他们能随时进行施工现场的安全管理工作及与项目的各种有关信息的传递和交流;应用能够实时采集相关的数据,安全检查人员可通过手机或平板电脑拍照安全隐患、填报隐患信息,现场施工人员可通过手机等移动终端填报设备故障、环境异常等问题;还可以实时接收平台推送的信息、预警等,从而了解施工现场情况。

3.3 大数据分析预警

根据机器学习算法(决策树、神经网络和支持向量机),建立的安全风险预测模型能够学习、训练历史数据,在对数据的学习过程中识别数据中的规律和模式,并依据该规律和模式预测不同的施工场景下安全风险的发生概率。将智能化监测系统采集的实时数据输入安全风险预测模型,在模型中对比分析当前实时数据与之前的历史数据,判断当前施工现场是否安全,并通过短信、推送或声光等方式告知相关负责人,如果当前施工现场存在较大的安全风险,则会向相关人员发送预警信息。

预警信息包括风险类型、风险等级还有发生位置、可能造成的后果等详细内容,这样就可以方便相关人员,能够快速了解情况并采取相应的应对措施^[1]。就像当监测到塔吊的起重量接近额定起重量且运行速度异常时,系统立即发出预警,提醒塔吊操作人员停止作业,通知设备管理人员和安全管理人员进行检查和处理,防止塔吊因超载而发生倒塌事故。只有通过这种的预警方式,才能尽可能的去避免一些施工方面的安全隐患的发生,也只有这样才能够保障施工人员以及相关的施工计划的顺利进行,利用大数据分析以及预警的提示,会给施工带来更便携的前期保障。

4 创新模式的实施策略与保障措施

4.1 组织与人员保障

建筑企业应建立专门的数字化安全管理领导小组,由企业高管人员担任组长,组员包括企业的安全管理部门、信息管理部门及工程管理部门等部门负责人;负责对数字化安全管理进行战略规划和具体的实施方案的设计,协调各部门

工作的开展,保证创新模式能够得以顺利推行。

加大数字化安全管理人才的培养与引进力度。一方面,企业内部开展相关培训和进修工作,利用各种数字化手段提高现有的安全管理人员的数字化技术应用能力、数据分析能力,能够熟练地利用数字化的技术来进行有关于安全方面的工作。另一方面,在外部积极引进从事过信息及数据分析以及安全管理等多个领域的人才,来壮大企业中数字化安全管理队伍,并为企业的新的数字化的安全管理方式的运行与创新奠定坚实的基础。

4.2 技术与资金保障

加大投入力度,加强数字化技术研发及应用,加强同高校、科研机构等合作,共同做好建筑施工安全管理数字化技术的研究、开发和创新;关注行业发展前沿技术动向,积极吸取和运用新技术,利用新型传感器技术、大数据分析平台和人工智能算法等先进手段不断完善数字化安全管理系统,促进企业转型升级。

5 结语

综上所述,本文基于数字化背景下,对于如何对建筑施工安全管理模式进行创新提出了新的见解,在阐述传统管理方式的同时也分析了运用数字化技术对建筑施工安全管理的优势,并且将新模式应用于建筑施工安全管理当中,最后通过论证数字化技术提高建筑施工安全管理效率的有效性。未来,人工智能、数字孪生、5G、区块链等技术将与建筑施工安全管理深度融合,实现建筑施工安全管理的智能化、精准化和协同化。

参考文献

- [1] 钟正飞. 基于智能建造的建筑施工管理信息化创新[J]. 中国建设信息化,2024(9):68-71.
- [2] 王宪军. 土木工程施工安全管理模式创新与发展——评《建筑施工安全技术与管理研究》[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(05): 193-194.
- [3] 岳冲. 建筑工程管理中施工管理控制的应用研究 [J]. 建筑装饰装修, 2024, (11): 152-154.