

建筑工地安全管理中的技术创新与应用

詹雪辉

广东一新长城建筑集团有限公司 广东广州 510000

【摘要】建筑工地安全管理在技术创新的推动下得到了显著改善。本文综述了几种主要的技术创新及其在建筑工地安全管理中的应用，包括智能监控技术、物联网（IoT）技术、虚拟现实（VR）与增强现实（AR）技术以及人工智能（AI）技术。智能监控技术通过视频监控系统和实时数据采集和人脸识别提升了安全管理的实时性和精确性；物联网技术通过传感器网络优化了环境监控和设备管理；虚拟现实与增强现实技术在安全培训和施工模拟中提高了工人的应急处理能力；人工智能技术则通过风险预测、智能决策支持和自动化巡检增强了安全管理的科学性和自动化水平。

【关键词】建筑工地；安全管理；技术创新；智能监控

Technology innovation and application in construction site safety management

Zhan Xuehui

Guangdong Yixin Great Wall Construction Group Co., Ltd. Guangzhou 510000

【Abstract】 Construction site safety management has been significantly improved under the promotion of technical innovation. This paper reviews several major technological innovations and their applications in construction site safety management, including intelligent monitoring technology, Internet of Things (IoT) technology, virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technology, and artificial intelligence (AI) technology. Intelligent monitoring technology improves the real-time and accuracy of security management through video monitoring system, real-time data collection and face recognition; the Internet of Things technology optimizes environmental monitoring and equipment management through sensor network; virtual reality and augmented reality technology improves the emergency handling ability of workers in safety training and construction simulation; the artificial intelligence technology enhances the scientific and automatic level of security management through risk prediction, intelligent decision support and automatic inspection.

【Key words】 construction site; safety management; technology innovation; intelligent monitoring

引言

建筑工地的安全管理一直是施工行业中的关键问题，传统的安全管理方法往往无法应对复杂的施工环境和不断变化的风险因素。随着科技的不断进步，各种技术创新正在改变建筑工地的安全管理模式。智能监控技术、物联网（IoT）技术、虚拟现实（VR）与增强现实（AR）技术以及人工智能（AI）技术的应用，标志着安全管理手段的现代化和智能化。这些技术不仅提升了对工地环境和设备的实时监控能力，还改善了工人的安全培训和应急响应能力，为施工现场提供了更加精准和高效的安全保障。

1 建筑工地安全管理现状

1.1 传统安全管理方法

建筑工地的传统安全管理方法主要依赖现场巡查、定期检查和员工培训。现场巡查通常由现场安全员或项目经理进行，负责日常的安全检查，以识别和排除潜在的安全隐患。这种方法依赖人工观察和经验判断，但由于工地环境复杂多变，传统巡查往往无法覆盖所有潜在风险。例如，某些隐蔽部位和施工缺陷可能在常规巡查中被忽视。定期检查是另一种传统方法，通常按照安全管理标准和操作规程进行，这些标准旨在确保工地安全。然而，标准化的检查往往无法适应

新型施工技术和现场出现的特殊情况。员工培训则通过提高工人的安全意识和操作技能来减少事故发生。尽管培训可以在一定程度上提升工人对安全操作规程的遵守，但由于培训内容的普遍性和培训频率的不足，其实际效果常常有限。这些传统方法在安全管理中发挥了基础作用，但在面对现代施工环境和新兴安全风险时，其局限性日益显现。

1.2 当前存在的主要问题

当前建筑工地安全管理面临的主要问题包括隐蔽性安全隐患、管理措施的落实不到位以及信息传递的不及时。隐蔽性安全隐患，如深埋地下的施工缺陷和潜在的结构问题，往往难以通过传统的巡查手段发现。这些隐患可能在施工过程中被忽视，甚至在施工完成后才被发现，从而增加了事故发生风险。管理措施的落实不到位也是一个显著问题，尽管许多建筑公司制定了详细的安全管理规范，但由于监管不力、执行不严和员工素质参差不齐，导致安全管理措施无法有效实施。信息传递不及时也是一个严重问题，工地上的安全信息和问题往往无法迅速传达到相关人员，导致在出现安全问题时响应速度滞后，进一步增加了安全风险。这些问题的存在使得传统安全管理方法难以适应现代建筑施工的复杂性和动态变化。

1.3 安全管理的法律法规

建筑工地安全管理的法律法规为规范和提升安全管理水平提供了制度保障。主要法律法规包括《建筑法》、《施工现场安全生产管理规定》和《安全生产法》等，这些法规明

明确了施工单位在安全管理方面的职责和要求。例如,《建筑法》规定了建筑施工单位应当建立安全生产责任制,制定并严格执行安全操作规程。地方政府和相关部门也根据实际情况制定了地方性安全管理规定,以适应不同地区的施工环境和特点。这些法规不仅规定了施工单位的基本安全管理要求,还明确了对违反安全管理规定的处罚措施。然而,在实际执行过程中,法规实施仍面临不少挑战,如执行力度不足、处罚措施不够严格以及相关部门的监管不力等问题,这些因素常常导致法规的实际效果不如预期。

2 技术创新在建筑工地安全管理中的应用

2.1. 智能监控技术

2.1.1 视频监控系统

现代视频监控系统利用高清摄像头和智能录像技术,能够实现全天候、全方位的现场监控。通过在工地的关键位置,如进出口、施工区和设备区安装摄像头,可以实时监控工地的安全状况。这些摄像头能够捕捉到细节丰富的视频图像,并通过云平台进行存储和管理,使得安全管理人员可以随时查看现场状况。视频监控系统还可以与报警系统集成,当监测到异常情况或违反安全规定的行为时,系统能够立即发出警报,提示相关人员采取措施。这种实时、全覆盖的监控能力显著提升了对施工现场的控制力度,有效减少了安全隐患。

2.1.2 实时数据采集与分析

实时数据采集与分析技术通过部署各种传感器和数据采集设备,在建筑工地上实现对环境和设备状态的持续监测。这些传感器可以检测温度、湿度、气体浓度、噪音等多种环境参数,并将数据实时传输至中央控制系统。数据分析软件通过处理这些实时数据,能够及时发现异常情况并进行预警。例如,温度传感器检测到某个区域温度过高时,系统可以立即发出警报,提示相关人员检查设备或采取降温措施。实时数据采集与分析不仅能够帮助管理人员快速响应突发情况,还能够提供历史数据支持,为长期的安全管理决策提供数据基础。

2.1.3 人脸识别与行为分析

安装配备先进人脸识别技术的摄像头,系统能够实时识别工地上的人员身份,确保只有授权的员工可以进入高风险区域。这种技术能够有效防止未经授权人员进入施工现场,降低安全风险。同时,行为分析功能利用计算机视觉和机器学习算法,对工地上人员的行为进行实时监测和分析。例如,系统可以检测到工人是否按照安全规程操作,识别出异常行为如违规操作或危险行为。这些功能不仅提高了工地的安全性,还帮助管理人员及时纠正不安全的行为,进一步完善了安全管理体系。

2.2. 无人机技术

2.2.1 工地巡视与检查

无人机能够在高空对整个施工现场进行全面巡视,提供高清晰度的图像和视频资料,覆盖传统巡查难以到达的区域。这种技术特别适用于大规模的建筑工地,其灵活性和高效性能够大大提升巡查的覆盖范围和频率。通过预设航线,无人机可以定期飞行,实时获取工地的最新情况,帮助安全

管理人员迅速识别施工过程中的问题。无人机巡视还能够进行详细的现场记录,及时发现并纠正潜在的安全隐患,为安全管理提供可靠的数据支持。

2.2.2 高风险区域监测

在建筑工地的高风险区域,无人机技术提供了有效的监测解决方案。例如,对于施工中的高空作业、深基坑或复杂的结构施工,无人机能够从空中对这些危险区域进行全方位的监控。通过搭载高分辨率的摄像头,无人机可以实时传输高质量的图像和视频,帮助安全管理人员及时了解这些区域的安全状况。无人机还可以配备红外线或热成像设备,用于监测设备的异常发热情况或评估隐蔽的安全隐患,从而预防事故的发生。这种高效的监测手段能够大幅提升高风险区域的安全保障水平。

2.2.3 数据采集与风险评估

无人机技术在数据采集和风险评估中也展现了其独特的优势。无人机能够在飞行过程中采集大量的地理信息、建筑结构数据以及环境数据,这些数据随后可以用于深入分析和评估。通过结合地理信息系统(GIS)和建筑信息模型(BIM),无人机采集的数据能够提供精准的三维模型和详细的风险分析。这些数据有助于识别施工过程中的潜在风险点,并进行科学的风险评估。借助无人机技术,安全管理人员能够更加全面地了解施工现场的实际情况,制定更加有效的安全措施和应急预案,从而提升整体的安全管理水平。

2.3. 物联网(IoT)技术

2.3.1 传感器网络与实时监控

物联网(IoT)技术在建筑工地的应用中,传感器网络与实时监控是基础和关键。通过在工地布置各种传感器,如温度传感器、湿度传感器、气体传感器和振动传感器等,这些设备能够实时采集现场的环境数据。这些传感器通过无线网络将数据传输到中央控制系统,形成一个全面的实时监控网络。实时数据监控可以帮助安全管理人员持续跟踪工地的环境变化和设备状态,迅速识别出可能的安全隐患。例如,传感器能够监测到气体浓度的异常变化或温度的突发升高,并及时反馈到管理系统,避免了潜在的安全事故。这种网络化的监控方式提高了对工地的管理效率和响应速度,使得工地安全管理变得更加智能和精准。

2.3.2 工具与设备管理

在工具和设备上安装物联网传感器,可以实时追踪其使用状态和位置。这些传感器能够提供设备的实时数据,如运行状态、使用频率、故障记录等,从而帮助管理人员进行有效的设备维护和调度。物联网技术使得设备管理更加智能化,通过数据分析可以预测设备的故障,安排预防性维护,减少突发性停机。设备定位功能能够防止工具和设备的丢失,提升资产管理效率。通过这些技术手段,建筑工地的设备使用变得更加高效,设备管理也变得更加科学。

2.3.3 安全预警系统

基于传感器网络采集的数据,物联网系统能够实时分析工地的安全状况,并生成安全预警。当系统检测到异常数据或预警指标超过设定阈值时,自动触发报警系统,及时通知管理人员和工地人员采取应对措施。例如,当气体传感器检测到有害气体浓度过高时,系统会立即发出警报,提示工人迅速撤离危险区域,并启动应急响应程序。这种自动化的预

警机制能够大幅提高对突发事件的反应速度,减少潜在的安全风险。安全预警系统通过实时监测和快速响应,提高了工地的安全保障水平,使工地管理更加科学和高效。

2.4.虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术

2.4.1 安全培训与演练

虚拟现实(VR)技术在建筑工地的安全培训与演练中展现了显著的优势。通过创建虚拟的建筑工地环境,VR技术能够提供沉浸式的培训体验,使工人能够在没有实际危险的情况下,模拟面对各种潜在的安全风险。这种培训方法不仅可以再现真实的工地环境,还能模拟各种突发情况,如火灾、设备故障等,帮助工人熟悉应急操作流程。与传统的理论培训相比,VR培训能够提升工人的实际操作能力和应急反应能力,增强其在真实环境中处理紧急情况的自信心和熟练度。此外,VR技术的互动性强,培训过程可以根据不同的需求进行调整,使得培训内容更加贴近实际工作,效果也更为显著。

2.4.2 施工模拟与风险评估

增强现实(AR)技术在施工模拟与风险评估中的应用可以显著提高施工过程的安全性和效率。AR技术通过将虚拟信息叠加到现实环境中,使得施工人员可以在真实的工地环境中看到建筑模型、施工进度和潜在风险点。例如,在进行结构安装或设备布置时,AR系统可以实时显示设计图纸和施工方案,帮助工人更好地理解 and 执行任务。通过AR技术,施工管理人员可以在施工前进行虚拟模拟,评估施工方案的可行性和潜在风险,及时发现和解决问题。这种技术支持的施工模拟和风险评估不仅能够优化施工流程,还能减少现场问题,提升施工安全性。

2.4.3 实时安全指引与辅助

佩戴AR眼镜或使用移动设备,工人可以实时获取安全指引和辅助信息。例如,当工人进入高风险区域时,AR系统可以自动显示安全操作规程、风险警示和避险措施,这些信息以虚拟图层的形式叠加在工人的视野中,使其在作业过程中能够随时参照。这种实时指导不仅提高了工人对安全规定的遵守率,还帮助他们在复杂和危险的环境中更好地执行操作。AR技术还可以在现场提供即时的技术支持和故障排查,提升工作效率和安全水平。这种智能化的安全指引和辅助功能使工地管理更加高效,也为工人提供了更为贴心的安全保障。

2.5.人工智能(AI)技术

2.5.1 风险预测与分析

人工智能(AI)技术在风险预测与分析方面具有强大的能力。通过机器学习算法和大数据分析,AI能够处理大量的历史数据和实时监测数据,识别出潜在的安全风险。AI

系统可以分析过往事故数据、施工现场环境参数、设备状态等多种因素,生成风险预测模型。这些模型能够提前识别出可能的安全隐患,如设备故障、环境变化或不符合规范的操作行为。通过不断更新和优化预测模型,AI技术能够提高风险预测的准确性和及时性,从而为管理人员提供科学依据,帮助制定有效的预防措施。这种基于AI的风险预测能力大大提升了安全管理的前瞻性和精准性。

2.5.2 智能决策支持系统

智能决策支持系统利用AI技术为建筑工地的安全管理提供了高效的决策支持。这些系统集成数据分析、模型预测和优化算法,能够实时分析工地的各种数据,并提供决策建议。例如,AI系统可以根据实时监测数据和历史数据分析施工现场的风险状况,建议最佳的安全措施和资源分配方案。通过模拟不同的安全管理策略,智能决策支持系统能够帮助管理人员评估不同措施的效果和影响,优化决策过程。这种智能化的决策支持不仅提高了安全管理的科学性和效率,还帮助管理人员在复杂环境中作出更为精准和可靠的决策。

2.5.3 自动化安全巡检

结合无人机、机器人和AI技术,自动化巡检系统能够在工地上进行高效的安全检查。无人机和机器人可以在工地上自动巡航,利用安装的传感器和摄像头实时采集数据,并通过AI技术进行分析。系统可以自动检测到工地上可能存在的安全隐患,如设备故障、违规操作或环境变化,并生成巡检报告。这种自动化的巡检方式不仅提高了检查的频率和覆盖范围,还大大减少了人工巡检的工作量和错误率。通过自动化安全巡检,工地的安全管理变得更加高效和精确,有效提升了工地的安全水平。

总结:

建筑工地安全管理中的技术创新与应用正显著提升施工现场的安全性和管理效率。智能监控技术通过视频监控系统、实时数据采集和人脸识别等手段,实现了对工地的全面、实时监控和数据分析,提高了对潜在风险的识别能力。物联网(IoT)技术通过传感器网络实时监控工地环境和设备状态,优化了工具与设备管理,并加强了安全预警。虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术则通过模拟安全培训、施工模拟和实时安全指引,增强了工人的安全意识和应急反应能力。此外,人工智能(AI)技术在风险预测、智能决策支持和自动化巡检方面,提供了精准的数据分析和智能决策支持,进一步提升了安全管理的科学性和效率。

参考文献

- [1]梅锦春.智慧工地技术在建筑施工起重机械设备安全管理中的应用探讨[J].数字化用户,2023(40):3-4.
- [2]张小吉.智慧工地建筑工程数字化管理的模式创新[J].陶瓷,2024(5):216-218.DOI:10.3969/j.issn.1002-2872.2024.05.065.
- [3]张东范.智慧工地技术在建筑施工起重机械设备安全管理中的应用探讨[J].越野世界,2022,17(5):218-220.DOI:10.3969/j.issn.1674-0378.2022.05.073.

作者简介:詹雪辉(1981.11—),男,汉族,广东省潮州市,本科,职称:中级工程师,研究方向:建筑工程安全管理,广东一新一长城建筑集团有限公司。