

智能化技术在施工安全监控中的创新应用

邹淮明 种少茹

西咸新区中和建设有限公司 陕西 西安 712044

摘要：随着信息技术的飞速发展，智能化技术在施工安全监控中的应用日益广泛，显著提升了施工现场的安全管理水平。本文旨在深入探讨智能化技术在施工安全监控中的创新应用，包括技术原理、关键技术、应用场景、优势及未来发展趋势，为建筑行业提供详实的理论指导和实践参考。

关键词：智能化技术；建筑施工；安全监控；应用

引言

施工安全是建筑行业的核心关注点，直接关系到施工人员的生命安全和工程项目的顺利进行。传统的人工监控方式存在监控范围有限、反应速度慢、易遗漏隐患等问题。而智能化技术的引入，通过实时监控、数据分析、预警报警等手段，有效解决了这些问题，为施工安全监控带来了革命性的变革。

1 智能化施工安全监控技术概述

1.1 技术原理

智能化施工安全监控技术是建筑施工领域的一大创新，它深度融合了物联网（IoT）、大数据、云计算及人工智能（AI）等尖端科技。在施工现场，该技术通过精心布局的传感器网络和高清摄像头，实时捕捉并传输环境参数（如温湿度、空气质量）、设备运行状态（如振动、磨损程度）以及人员行为轨迹等多元数据。这些数据随后被送入高效的数据处理系统，借助先进的算法模型进行深度挖掘与分析。系统能够智能识别安全隐患，实时监测施工进度，及时发现异常状况，并自动触发预警机制，向管理人员发送即时报警信息，从而有效预防安全事故，确保施工现场的安全与高效运行。

1.2 关键技术

1.2.1 传感器网络

类型与布置：温度传感器可以安装在混凝土搅拌站、电焊作业区、锅炉房等那些容易发热或者需要精确温度控制的区域。这些传感器如同施工现场的“温度计”，时刻监测着环境温度的变化。其功能在于，确保作业环境的温度始终保持在安全范围内，有效防止因温度过高而导致的设备故障或人员中暑等安全问题。在地下工程、隧道、潮湿环境或需要保持干燥的作业区域，如油漆间、仓库等，湿度传感器发挥着重要作用。密切监测着湿度的变化。其目的在于，确保湿度水平不会对建筑材料、设备或人员的健康造成任何不利影响，为施

工提供一个适宜的湿度环境。压力传感器则被安装在液压设备（如挖掘机、起重机）的液压系统、支撑结构（如脚手架、模板支撑）等关键部位。实时监测着压力的变化。通过这一功能，可以有效预防因压力过大而导致的结构破坏或设备故障，确保施工的安全进行。在建筑物、大型设备（如塔吊、起重机）或关键结构部位，位移传感器和加速度传感器被广泛应用。能够监测到微小的位移和振动。这一功能使得潜在的结构不稳定问题，如地基沉降、结构裂缝等，能够及时发现并得到处理。

1.2.2 数据传输与处理

传输方式方面，传感器通过无线（如Wi-Fi、蓝牙、LoRa等）或有线（如电缆、光纤）方式，将采集到的数据传输至中央监控平台。这一传输过程确保了数据的实时性和准确性。数据处理方面，首先采用数据滤波算法去除噪声，提高数据的准确性；其次，使用校准算法对传感器进行定期校准，确保数据的可靠性。这些处理步骤为后续的实时分析提供了坚实的基础。实时分析方面，中央监控平台对接收到的数据进行深入剖析，生成报表和图表。这些直观的监控信息为管理人员提供了有力的决策支持，使他们能够随时掌握施工现场的安全状况。

1.3 视频监控与图像识别技术

1.3.1 高清摄像头布置

在施工现场的入口、作业区、危险区域（如高空作业区、电气作业区）以及通道等关键区域，高清摄像头被精心布置。这些摄像头具备夜视功能，即使在夜间或光线不足的环境下，也能清晰监控；同时，它们还具备防水、防尘功能，能够适应户外恶劣环境。此外，摄像头还支持远程调节焦距、角度等功能，方便管理人员根据实际需要调整监控范围。

1.3.2 图像识别算法

深度学习算法被广泛应用于视频流的实时分析中。通过这一算法，系统能够识别人员、车辆、设备等目

标,并跟踪其移动轨迹。这一功能为施工现场的安全管理提供了有力支持。行为识别模型的开发,使得系统能够自动检测未佩戴安全帽、违规操作等异常行为,并触发警报。这些警报信息可以实时推送至管理人员的手机或电脑端,以便他们及时采取措施进行处理。智能分析功能则结合了历史数据,对异常行为进行深入剖析。通过这一分析,可以找出频发区域或时段,为安全管理提供有针对性的建议。这一功能使得施工现场的安全管理更加科学、高效。

1.4 物联网技术

1.4.1 设备互联

通过物联网技术,施工现场的设备(如挖掘机、起重机、混凝土泵车等)、传感器、摄像头等被紧密地连接在一起,形成了一个庞大的物联网系统。在这个系统中,设备之间可以实现数据共享和协同工作,大大提高了施工效率和安全性。设备之间的通信则通过无线或有线方式实现。例如,当挖掘机工作时,其工作状态(如挖掘深度、速度等)可以实时传输至中央监控平台。这一功能使得管理人员能够随时随地掌握设备的运行状态和工作参数,及时发现并处理故障。

1.4.2 远程监控与管理

物联网平台为远程监控提供了可能。通过这一平台,管理人员可以远程监控设备的运行状态、工作参数等。无论他们身处何地,只要通过手机或电脑端,就能实时查看设备的状态,及时发现并处理问题。远程控制功能的实现,使得管理人员能够远程对设备进行控制和调度。例如,当需要调整起重机的作业位置时,他们只需通过远程控制系统发送指令,起重机即可自动调整到位。这一功能大大提高了施工的灵活性和效率。资源优化方面,物联网技术也发挥了重要作用。通过这一技术,可以实现对施工资源的优化配置。例如,根据设备的工作状态和作业需求,合理安排设备的使用计划,避免设备闲置或过度使用。这一功能使得施工资源得到了充分利用,提高了施工的经济效益。

1.5 大数据与人工智能技术

在施工现场,各种数据被大量收集。这些数据包括环境参数(如温度、湿度、噪音等)、设备状态(如运行状态、工作参数等)、人员行为(如出入记录、违规操作等)。这些数据是施工现场安全管理的重要依据。为了存储这些海量数据,可以建立大数据仓库。采用分布式存储和云计算技术,提高了数据处理的效率和可扩展性。管理人员可以随时查询和分析这些数据,为施工安全管理提供有力支持。数据挖掘算法被广泛应用于大

数据的处理中。通过关联规则挖掘、聚类分析、时间序列分析等算法,可以从大数据中提取有价值的信息和规律。例如,可以发现某些设备故障与特定环境因素之间的关联关系;可以对人员进行分组,找出违规操作频发的群体等。预测模型的开发,使得基于历史数据预测潜在的安全隐患和事故风险成为可能^[1]。例如,可以建立设备故障预测模型,根据设备的历史运行数据预测其未来可能发生的故障类型和时间;可以建立事故风险预测模型,根据施工现场的环境参数、设备状态、人员行为等数据预测事故发生的可能性等。这些预测模型为施工现场的安全管理提供了有力的预警机制。人工智能算法(如机器学习、强化学习等)被引入施工现场的安全管理中。机器学习算法可以根据历史数据学习并优化安全管理策略;强化学习算法则可以通过模拟不同场景下的安全管理决策,找出最优策略。根据智能决策的结果,施工方案、资源配置等可以得到自动调整。例如,当预测到某设备可能发生故障时,可以自动调整其使用计划或安排维修;当发现某区域违规操作频发时,可以加强该区域的监控和管理力度等。这一功能使得施工现场的安全管理更加智能化、高效化。

2 智能化建筑施工安全监控技术的创新应用

2.1 人员行为监控

在建筑施工现场,人员行为的安全管理至关重要。传统的人工监控方式不仅效率低下,而且难以做到全面覆盖。智能化建筑施工安全监控系统通过引入AI图像识别技术和智能安全帽,实现了对人员行为的精准监控和预警。AI图像识别技术以其强大的图像处理能力,成为人员行为监控的核心。系统利用高清摄像头捕捉施工现场的实时画面,并通过深度学习模型对画面中的人员行为进行智能识别。这些模型经过大量数据的训练,能够准确识别出工人是否佩戴安全帽、是否穿着反光衣等关键安全装备,以及是否存在违规操作,如未系安全带在高空作业、在禁烟区吸烟等。一旦发现违规行为,系统会立即触发预警机制,通过声音、光线或短信等方式向工人和管理人员发出警报,及时纠正不安全行为,防止事故的发生。智能安全帽则是人员行为监控的又一创新应用。这款安全帽内置了多种传感器,如心率监测传感器、体温传感器等,能够实时监测工人的生理状态^[2]。通过无线通信模块,这些数据被实时传输到监控中心,管理人员可以远程监控工人的健康状况,及时发现并处理可能的健康风险。更重要的是,智能安全帽还能与AI图像识别技术相结合,实现更加精细化的人员行为监控。例如,当系统识别到工人进入危险区域时,智能安全帽

会立即发出震动或声音警报,提醒工人注意安全。

2.2 设备状态监测

设备故障是建筑施工中的一大安全隐患。智能化建筑施工安全监控系统通过构建传感器网络和远程监控与诊断系统,实现了对设备状态的实时监测和故障预测,有效降低了设备故障引发的安全风险。传感器网络是设备状态监测的基础。系统在施工现场的关键设备上部署了各类传感器,如振动传感器用于监测设备的振动情况,温度传感器用于检测设备的温度变化,压力传感器则用于监测设备的工作压力等。这些传感器实时采集设备的运行状态数据,并通过无线网络传输到监控中心^[1]。在那里,算法模型对这些数据进行处理和分析,能够及时发现设备的异常变化,预测设备的故障趋势。通过提前进行维护或更换,系统有效避免了设备故障导致的安全事故和停机时间。远程监控与诊断系统则进一步提升了设备管理的智能化水平。结合物联网和云计算技术,系统能够实现对施工设备的远程监控和诊断。管理人员可以在任何地方通过手机或电脑实时查看设备的运行状态和性能参数,如发动机的转速、油压、水温等。一旦发现潜在故障,系统能够立即发出警报,并提供远程处理方案。这不仅减少了设备停机时间,提高了施工效率,还降低了维修成本。

2.3 环境参数监测

施工环境的好坏直接影响着工人的健康和安。智能化建筑施工安全监控系统通过部署环境监测传感器和智能降尘系统,实现了对施工现场环境参数的实时监测和调控,为工人创造了一个更加安全健康的施工环境。环境监测传感器是系统获取环境数据的关键。系统在施工现场的各个角落部署了温度传感器、湿度传感器、噪音传感器、粉尘浓度传感器等,实时监测施工现场的环境参数。这些数据被实时传输到监控中心,算法模型对

其进行处理和分析,能够评估施工环境对工人健康和安。例如,当温度过高或湿度过大时,系统会发出警报,提醒管理人员采取措施改善施工环境;当噪音或粉尘浓度超标时,系统则会启动相应的降噪或降尘设备。智能降尘系统是环境参数监测的重要应用之一。结合环境监测传感器和智能控制系统,系统能够实现对施工现场粉尘浓度的智能控制。当监测到粉尘浓度超标时,智能控制系统会自动启动降尘设备,如喷雾降尘系统、洒水车等,对施工现场进行降尘处理。这些设备不仅能够有效降低粉尘浓度,还能增加空气的湿度,改善施工环境。同时,系统还能根据粉尘浓度的变化情况自动调整降尘设备的运行参数,确保降尘效果达到最佳。

结语

智能化技术在施工安全监控中的创新应用,为建筑行业带来了显著的安全效益和管理效率提升。通过实时监控、数据分析、预警报警等手段,智能化技术有效解决了传统人工监控方式存在的问题,为施工现场的安全管理提供了更加可靠和高效的解决方案。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,智能化施工安全监控技术将在建筑行业中发挥更加重要的作用,推动建筑行业向更加安全、高效、绿色的方向发展。

参考文献

- [1]张彦.超高层住宅建筑施工中的安全管理与监控系统研究[J].居舍,2024,(35):162-165.
- [2]赵凡.大数据背景下智能监控在建筑施工安全管理中的应用研究[J].工程与建设,2023,37(01):343-346.
- [3]牛峰,建筑施工安全监控预警服务管理平台.河南省,河南天工建设集团有限公司,2022-08-10.
- [4]闵文茂.大数据背景下智能监控在建筑施工安全管理中的应用研究[D].长江大学,2021.