

建筑工程中的智能监控系统与安全保障研究付

付亚龙

411421*****2314

摘要:建筑工程施工环境复杂多变,安全风险隐患贯穿项目全周期,传统监控方式存在覆盖不全、响应滞后等问题,难以满足现代化安全管理需求。智能监控系统凭借实时感知、智能分析、自动预警等优势,成为提升建筑工程安全保障能力的关键技术支撑。本文聚焦建筑工程中的智能监控系统与安全保障,梳理当前智能监控系统应用的现状短板与安全保障核心需求,分析系统的核心功能设计与技术融合路径,探索系统在不同施工场景的应用策略,研究系统运行的安全保障机制与优化方向,旨在为构建高效、精准的建筑工程安全管理提供理论参考,助力建筑工程实现全流程安全管控升级。

关键词:建筑工程;智能监控系统;安全保障;功能设计;应用策略

DOI: 10.64216/3080-1508.25.12.015

引言

建筑工程作为劳动密集型与技术密集型结合的行业,涉及高空作业、重型设备操作、多工种交叉作业等高危场景,安全事故一旦发生,将直接威胁人员生命安全并造成巨大财产损失。当前部分建筑工程仍依赖人工巡检、传统视频监控等方式开展安全管理,存在监控盲区多、风险识别不及时、人工成本高等问题,安全保障的主动性与精准性不足。随着物联网、人工智能、大数据等技术在建筑领域的深度应用,智能监控系统可实现对施工全过程的动态监测与智能研判,为安全风险防控提供实时、全面的数据支撑。

1建筑工程智能监控系统与安全保障现状及需求

1.1 智能监控系统应用常见问题

当前建筑工程智能监控系统应用存在多方面常见问题。部分项目的智能监控系统覆盖范围不均衡,如对主体结构施工区域监控密度高,而对材料堆放区、临时用电区等易被忽视的区域监控不足,形成安全监控盲区,导致这些区域的风险难以被及时发现。系统功能集成度低,多数项目的监控系统仅具备视频录制与回放功能,缺乏智能分析与自动预警模块,仍需人工逐一查看监控画面识别风险,无法发挥智能系统的高效性。

1.2 安全保障核心挑战

建筑工程安全保障工作面临诸多核心挑战。施工人员安全意识参差不齐,部分作业人员存在违规操作行为,如未佩戴安全防护装备、擅自进入高危区域,增加安全事故发生概率,而传统管理方式难以实现对人员行为的

实时管控。施工设备种类多、数量大,设备老化、维护不当等问题易引发设备故障,进而导致安全事故,但当前设备管理多依赖定期检查,无法实时掌握设备运行状态,难以及时排查隐患。

1.3 智能监控系统安全保障需求

新时代建筑工程对智能监控系统提出明确的安全保障需求。从实时管控角度,要求智能监控系统具备全天候、全方位监测能力,能实时捕捉施工人员违规行为、设备异常状态、环境风险变化,确保风险第一时间被发现。从智能预警角度,需要系统具备自动分析与预警功能,能根据预设规则识别风险类型,并及时向管理人员推送预警信息,实现从“被动应对”到“主动预防”的转变。从协同管理角度,需系统支持多部门数据共享,使安全管理部门、施工部门、监理部门能同步获取监控数据,协同开展安全管控工作,提升整体安全保障效率。

2建筑工程智能监控系统的核心功能设计

2.1 施工人员行为规范智能监测功能设计

施工人员行为规范的智能监测功能设计,需围绕人员安全行为管控展开。通过在施工现场关键位置部署具备AI识别功能的摄像头,实时采集人员行为数据,系统自动识别未佩戴安全帽、未系安全绳、违规攀爬等违规行为。当识别到违规行为时,系统立即触发声光报警,提醒现场人员纠正行为,同时向管理人员手机APP推送违规信息,包含违规人员位置、行为类型、实时画面,方便管理人员及时介入处理。此外,系统可记录人员行为数据,生成人员安全行为分析报告,为后续安全培训提供针对性依据,帮助提升施工人员整体安全意识。

2.2 施工设备运行状态实时监控功能设计

施工设备运行状态的实时监控功能设计，需实现对设备全周期运行数据的追踪。在塔吊、施工电梯、混凝土泵车等关键设备上安装传感器，实时采集设备的运行转速、荷载重量、温度、振动等参数，数据通过无线传输模块实时上传至监控系统。系统构建设备运行状态模型，当设备参数超出正常阈值时，如塔吊荷载超标、施工电梯运行速度异常，系统自动发出预警信号，提醒设备操作人员与管理人员停机检查。同时，系统记录设备运行数据，生成设备维护提醒，根据设备使用时长与运行状态，提示管理人员及时开展设备保养与维修，延长设备使用寿命。

2.3 施工环境风险因素动态感知功能设计

施工环境风险因素的动态感知功能设计，需覆盖自然环境与施工环境两类风险。在自然环境监测方面，系统接入气象数据接口，实时获取风速、降雨量、温度等气象信息，当监测到暴雨、大风等恶劣天气时，自动发出预警，提醒管理人员暂停室外高空作业、加固临时设施。在施工环境监测方面，通过部署环境传感器，实时监测施工现场的噪声、粉尘浓度、有毒气体含量等指标，当指标超出安全标准时，系统联动现场喷淋设备启动降尘、降噪作业，同时限制人员在超标区域的作业时间。此外，系统可对深基坑变形、边坡位移等地质风险进行实时监测，通过位移传感器采集数据，预判地质风险发展趋势，为安全防控提供数据支持。

3 智能监控系统与建筑工程安全保障的技术融合路径

3.1 物联网技术在数据采集层融合应用

物联网技术在智能监控系统数据采集层的融合应用，为系统提供全面、实时的数据支撑。通过在施工现场部署各类物联网感知设备，如人员定位标签、设备传感器、环境监测终端，构建覆盖“人、机、料、法、环”的物联网感知网络。这些感知设备通过无线通信技术，将采集到的人员位置数据、设备运行数据、环境参数数据实时传输至数据采集网关，再由网关汇总后上传至监控系统平台。物联网技术实现了监控数据的自动化、智能化采集，避免人工采集数据的滞后性与误差，确保系统能获取准确、全面的基础数据，为后续安全分析与决策提供可靠依据。

3.2 人工智能技术在数据智能分析与预警融合

人工智能技术在监控数据智能分析与预警中的融合，大幅提升系统风险识别与响应效率。系统采用机器学习算法对海量监控数据进行分析，通过训练模型识别施工人员违规行为、设备异常状态、环境风险特征，如基于深度学习的图像识别算法可精准识别人员是否佩戴安全装备，基于时序分析算法可判断设备运行参数是否异常。当人工智能算法识别到风险时，系统根据风险等级自动生成预警信息，按照预设的通知规则推送至相关人员，如一般风险仅通知现场安全员，重大风险同时通知项目经理与监理人员。人工智能技术减少人工干预，实现风险识别与预警的自动化，提升安全保障的及时性与精准性。

3.3 大数据技术在风险趋势预判与决策支持融合

大数据技术在安全风险趋势预判与决策支持中的融合，为安全管理提供前瞻性与科学性支撑。系统构建安全管理大数据平台，整合历史监控数据、事故案例数据、施工技术数据，通过大数据分析技术挖掘数据背后的关联规律，如分析不同施工阶段的风险高发类型、不同设备的故障周期特征。基于这些规律，系统可对未来一段时间内的安全风险进行趋势预判，如预测某一施工阶段可能出现的人员违规风险、设备故障风险，提前制定防控措施。同时，大数据技术为安全管理决策提供数据支持，当面临复杂安全问题时，系统通过分析历史数据与当前情况，生成多种决策方案，并评估各方案的可行性，辅助管理人员做出最优决策。

4 智能监控系统在建筑工程安全保障中的应用策略

4.1 施工阶段差异部署策略

基于施工阶段差异的智能监控系统部署策略，需根据不同阶段的安全风险特点调整系统配置。在施工准备阶段，重点部署材料堆放区、临时用电区的监控设备，安装环境监测终端，监测场地周边环境参数，防范材料失火、用电事故等风险。在主体结构施工阶段，增加高空作业区域、起重设备的监控密度，部署具备AI识别功能的摄像头与设备传感器，重点监控人员高空作业行为与起重设备运行状态。在装饰装修阶段，侧重对室内动火作业、脚手架使用的监控，安装火灾探测器与脚手架位移传感器，防范火灾与脚手架坍塌风险。通过分阶段差异化部署，确保系统资源集中用于高风险环节，提升监控效率。

4.2 高危施工场景重点强化策略

针对高危施工场景的智能监控重点强化策略，需加大对高风险区域的监控力度。在深基坑施工场景，部署多组位移传感器与沉降监测仪，实时监测基坑边坡位移与周边地面沉降情况，同时在基坑周边安装高清摄像头，监控人员与设备进入情况，防止违规靠近引发坍塌事故。在高空作业场景，除常规视频监控外，为作业人员配备智能安全帽，内置定位芯片与一键报警功能，实时掌握人员位置，当人员遇到危险时可快速发出求救信号。在焊接、切割等动火作业场景，安装火焰探测器与烟雾报警器，实时监测动火区域是否存在火灾隐患，同时联动灭火器自动启动装置，确保火灾发生时能及时灭火。

4.3 多参与方协同数据共享与安全联动策略

结合多参与方协同的监控数据共享与安全联动策略，需构建开放的监控数据共享平台。平台设置不同权限，建设单位、施工单位、监理单位、监管部门可根据权限访问相应的监控数据，如监理单位可查看施工人员行为与设备运行监控数据，监管部门可查看项目整体安全状况数据。当系统发现安全风险时，平台自动向相关参与方推送预警信息，启动联动响应机制，如发现起重设备异常，施工单位立即停机检查，监理单位同步介入监督，确保风险得到及时处置。此外，平台支持多方在线沟通，各参与方可围绕监控数据中的安全问题实时交流，共同制定解决方案，形成安全管控合力。

5 建筑工程智能监控系统运行的安全保障机制与优化

5.1 系统自身运行稳定性保障机制

智能监控系统自身运行的稳定性保障机制，需从硬件与软件两方面构建。在硬件方面，定期对监控设备进行维护保养，如清洁摄像头镜头、检查传感器连接线路、测试通信模块信号强度，及时更换老化或故障设备，确保硬件设备持续稳定运行。建立设备故障应急预案，当关键监控设备出现故障时，立即启用备用设备，避免监控中断。在软件方面，定期更新系统软件版本与算法模型，修复软件漏洞，提升系统兼容性与稳定性。采用云备份与本地备份相结合的方式，对系统配置数据与监控数据进行双重备份，防止数据丢失导致系统无法正常运行。

5.2 监控数据安全存储与隐私保护机制

监控数据的安全存储与隐私保护机制，需兼顾数据安全与合规性。在数据存储方面，采用加密存储技术，对监控数据进行加密处理后再存入数据库，防止数据被非法窃取。搭建安全的存储架构，采用本地服务器与云端存储结合的方式，本地服务器存储近期关键数据，云端存储历史数据，同时设置访问权限，只有授权人员才能查看与操作数据。在隐私保护方面，对监控画面中的施工人员面部信息进行模糊处理，避免个人隐私泄露。建立数据使用规范，明确监控数据仅用于安全管理，不得用于其他用途，同时定期对数据使用情况进行审计，确保数据合规使用。

5.3 系统与安全保障体系持续优化方向

智能监控系统与安全保障体系的持续优化需紧跟技术发展与行业需求。从技术升级角度，随着5G、数字孪生技术的发展，可将这些新技术融入智能监控系统，如利用5G技术提升数据传输速度，基于数字孪生技术构建施工现场虚拟模型，实现监控数据与虚拟模型的联动，提升安全管控的可视化与精准性。从功能拓展角度，可增加应急指挥功能，当发生安全事故时，系统能基于监控数据快速生成应急处置方案，并指导现场救援。

6 结论

当前建筑工程智能监控系统存在覆盖不均、功能不足等问题，难以满足安全保障的实时性与智能性需求；通过设计人员行为监测、设备状态监控、环境风险感知等核心功能，融合物联网、人工智能、大数据技术，可大幅提升系统安全保障能力；分阶段部署、高危场景强化、多参与方协同等策略，能确保系统在实践中有效落地；而稳定性保障、数据安全保护机制则为系统持续运行提供支撑。

参考文献

- [1] 谢钰全,孙雄.建筑工程项目科技管理中的智能建造技术应用探索[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(16):53-55.
- [2] 刘润泽.智能监控技术在建筑工程施工管理中的应用[J].建筑与预算,2024,(11):13-15.
- [3] 胡洁茹,王旭.绿色智能建造与智慧管理在建筑工程中的应用[J].城市建筑空间,2024,31(S1):206-207.
- [4] 周洪东.建筑工程监理现场质量监控措施研究[J].居舍,2023,(36):153-156.