

智慧工地安全监测预警管理系统建设

庞佳宇

交科(天津)智能交通发展有限公司 天津 300000

摘要: 智慧工地安全监测预警管理系统以信息技术为驱动,通过物联网、大数据等技术实现工地智能化管理。本文分析传统工地安全管理问题,明确系统功能与性能需求,设计分层架构、网络架构、数据架构及扩展兼容方案,构建风险识别、评估、预警流程,为提升工地管理效率与安全水平提供理论与技术支持。

关键词: 智慧工地;安全监测预警;系统架构;物联网技术;大数据技术

引言:随着建筑行业规模不断扩大,施工现场的安全管理面临越来越多的挑战。传统管理方式依赖人工巡查和纸质记录,存在响应滞后、信息不全等问题,难以有效预防安全事故的发生。智慧工地安全监测预警管理系统应运而生,依托现代信息技术,实现对工地各类要素的动态感知与智能分析。该系统能够提升安全管理水平,优化资源配置,增强事故预防能力,推动建筑施工向数字化、智能化方向发展,成为当前安全管理转型的重要方向。

1 智慧工地安全监测预警管理系统相关理论

1.1 智慧工地概念与内涵

智慧工地是以信息技术为驱动,对传统建筑工地进行智能化升级的新型管理模式。借助多种技术手段,将工地现场的人员、设备、物料、环境等要素纳入统一管理框架,实现工地运行状态的全面感知、数据整合与智能分析。与传统工地相比,智慧工地的核心特征在于打破信息孤岛,通过数字化手段建立工地各环节之间的联系。例如,利用传感器采集设备运行参数,借助网络传输至管理平台,管理人员可实时掌握工地动态,精准决策。从发展理念来看,智慧工地致力于提升工地管理效率与质量,降低安全风险^[1]。通过构建智能化管理体系,实现施工流程标准化、精细化,减少人为操作失误带来的影响。它改变以往工地粗放式管理方式,使工地管理从被动应对向主动防控转变,为建筑行业高质量发展提供新路径。

1.2 安全监测预警管理系统理论基础

安全监测预警管理系统以风险管控为核心,其运行基于一系列科学原理。风险识别是系统运行的首要环节,通过对工地潜在危险进行全面排查,分析施工过程中可能出现的隐患,如高空作业防护缺失、设备故障等。识别过程采用多种方法,包括现场勘查、历史数据分析等,确保不遗漏任何潜在风险点。风险评估则是在

识别基础上,对风险发生的可能性和后果严重性进行量化分析。运用专业评估模型,结合工地实际情况,确定各风险等级,为后续预警提供依据。例如,对于高风险作业区域,加大监测频率与力度,以便及时发现异常。预警流程是将评估结果转化为具体警示信息的过程。当监测数据达到预设阈值,系统自动触发预警机制,以声光、短信等方式通知相关人员。管理系统由数据采集层、传输层、分析层和应用层构成。数据采集层负责获取工地各类信息,传输层确保数据快速准确送达,分析层运用算法模型处理数据,应用层为管理人员提供可视化操作界面,实现风险管控闭环。

1.3 相关技术概述

物联网技术在智慧工地安全监测预警管理系统中发挥关键作用,实现工地设备与环境的实时感知。各类传感器如同工地的“触角”,分布在施工现场各个角落,持续采集设备运行状态、环境温湿度等数据。这些数据通过网络传输至管理平台,构建起工地实时数据网络,为安全监测提供基础信息。大数据技术则负责对海量监测数据进行存储、处理与分析。面对工地产生的多源异构数据,大数据技术可挖掘数据背后的规律,预测潜在风险。例如,通过分析设备历史运行数据,提前发现设备故障征兆,避免事故发生。人工智能技术赋予系统自主学习与决策能力。利用机器学习算法,系统能够对监测数据进行模式识别,自动判断工地是否存在安全隐患。在人员行为监测方面,人工智能可识别工人违规操作行为,并及时发出警报。云计算技术为系统提供强大的计算与存储支持。通过云计算平台,智慧工地系统无需依赖本地硬件设施,可灵活扩展资源,满足不同规模工地的管理需求。云计算实现数据的云端存储与共享,方便管理人员随时随地访问工地信息,提升管理效率。

2 智慧工地安全监测预警管理系统需求分析

2.1 工地安全管理现状与问题

在人员管理层面,传统工地存在诸多漏洞。人员进出管理依赖人工登记或简单门禁系统,难以准确记录工人出入时间与行为轨迹,易造成非工作人员随意进入施工现场^[2]。工人考勤管理也常采用纸质签到或指纹打卡方式,存在代签、漏签等情况,无法真实反映人员在岗状态。安全培训效果难以追踪,部分工人对安全知识掌握不扎实,违规操作频发,而管理方却缺乏有效监督手段。设备监控方面同样面临挑战。工地机械设备数量众多、种类繁多,设备运行状态仅靠操作人员日常检查与维修人员定期巡检。这种方式存在明显弊端,人工检查受主观因素影响大,可能遗漏潜在故障。老旧设备缺乏实时监测,无法及时发现设备运行中的异常振动、温度升高等问题,一旦设备突发故障,不仅影响施工进度,还可能引发安全事故。环境监测环节也存在不足。工地环境复杂多变,粉尘、噪音、有害气体等污染物对施工人员健康和施工安全构成威胁。现有环境监测多采用人工定期采样检测方式,无法实时反映环境变化。遇到极端天气,如大风、暴雨等,管理方难以及时获取准确气象信息,无法提前做好防范措施,增加了工地安全风险。

2.2 系统功能需求

人员安全监测是系统核心功能之一。系统需具备人员定位功能,通过佩戴定位设备,实时掌握工人在施工现场的具体位置,便于紧急情况下快速搜救。能对人员行为进行监测,识别工人是否正确佩戴安全防护装备,是否存在违规操作行为,如未系安全带进行高空作业等,一旦发现异常及时发出警报。还可记录人员考勤信息,自动生成考勤报表,为人员管理提供数据支持。设备运行监控功能不可或缺。系统要对工地各类机械设备进行全生命周期管理,实时监测设备运行参数,如转速、压力、电流等,通过数据分析判断设备是否正常运行。当设备出现异常时,自动诊断故障原因并推送维修建议,同时记录设备维修、保养历史,为设备维护提供参考依据,保障设备安全稳定运行。环境安全监测功能可有效保障工地环境安全。系统需实时监测施工现场的粉尘浓度、噪音分贝、有害气体含量等环境指标,一旦某项指标超标,立即发出预警。同时接入气象信息,实时获取天气状况,提前发布极端天气预警,帮助管理方做好防范措施,降低环境因素对施工安全的影响。安全预警功能贯穿系统运行始终。系统根据人员、设备、环境等监测数据,结合预设风险阈值,自动判断安全风险等级。针对不同等级风险,采用不同预警方式,如低风险通过APP推送消息,高风险则通过声光报警、短信通知等多种方式,确保相关人员及时获取预警信息,采取应

对措施。

2.3 系统性能需求

实时性是系统重要性能要求。在人员、设备、环境监测过程中,系统需及时采集数据并快速处理分析,确保监测信息与实际情况同步。无论是人员位置变动,还是设备运行参数变化、环境指标波动,系统都要在短时间内做出响应,为安全管理争取时间。准确性关乎系统应用价值。系统采集的各类数据必须真实可靠,数据分析结果要精准无误。无论是人员行为识别,还是设备故障诊断、环境指标监测,都不能出现误判、漏判情况,只有保证准确性,系统提供的预警信息和管理建议才有实际意义^[3]。稳定性是系统持续运行的保障。智慧工地安全监测预警管理系统需7×24小时不间断运行,能够应对施工现场复杂多变的环境。在高温、潮湿、粉尘等恶劣条件下,系统硬件设备要稳定工作,软件系统不能出现卡顿、崩溃等问题,确保安全监测预警工作正常开展。扩展性满足系统未来发展需求。随着工地规模扩大、施工工艺更新以及新技术应用,系统需具备灵活扩展能力。在硬件方面,可方便添加新的传感器、定位设备等;在软件方面,能轻松集成新功能模块,实现系统功能升级,适应不断变化的工地安全管理需求。

3 智慧工地安全监测预警管理系统架构设计

3.1 系统总体架构

智慧工地安全监测预警管理系统采用分层架构,由感知层、传输层、平台层、应用层构成,各层分工协作。感知层作为数据采集基础,通过部署温湿度、压力、定位等传感器,将施工现场物理信号转化为数字信号。这些传感器分布于工地各处,采集设备运行状态、环境参数、人员位置等信息,为系统运行提供原始数据。传输层负责数据高效传输。依据数据特性选择不同传输技术,对实时性高、数据量小的设备状态信息,采用低功耗广域网技术;对视频监控等大数据量信息,利用光纤有线网络传输。同时对数据进行加密、压缩预处理,保障传输安全与效率。平台层是系统核心枢纽,运用分布式存储技术搭建数据仓库,分类存储海量异构数据。借助大数据分析算法与人工智能模型,挖掘数据规律,如预测设备故障、识别人员违规行为,并为应用层提供数据接口。应用层面向管理人员,以可视化界面呈现人员分布、设备状态、环境指标等信息,接收安全预警并辅助决策。其将复杂数据转化为图表、地图,便于操作,提升管理效率。各层紧密关联,感知层数据经传输层至平台层处理后,支撑应用层功能实现,形成完整数据处理链条。

3.2 网络架构设计

系统网络架构采用有线网络与无线网络混合模式,实现二者有机融合。在办公室、监控室等固定区域,铺设光纤作为有线网络主干,交换机等设备将网络延伸至各节点,承载视频监控、核心数据交互等大数据量业务,提供稳定高速的数据传输。针对移动设备和人员,工地部署Wi-Fi、4G/5G等无线网络。人员佩戴的定位设备、移动巡检终端等通过无线网络与系统交互数据,实现实时定位和移动办公。为解决无线网络信号盲区问题,引入Mesh网络技术,通过节点自组网扩展覆盖范围,保证工地网络全覆盖。有线网络与无线网络通过网关设备实现互联互通。网关进行协议转换和传输适配,使感知层通过无线网络采集的数据,经转换后接入有线网络,传输至平台层处理,实现网络资源充分利用。

3.3 数据架构设计

数据采集作为数据架构起始环节,采用多源采集方式。除传感器采集的结构化数据,还纳入视频监控、文档资料等非结构化数据。依据数据类型制定采集策略,对设备运行参数等实时性要求高的数据高频采集,环境监测数据根据变化动态调整采集周期,保障数据完整准确。数据存储结合分布式存储与关系型数据库^[4]。分布式文件系统存储非结构化数据,利用其高扩展性和容错性确保数据安全;关系型数据库存储结构化数据,通过建立关联关系方便查询管理。同时设置数据备份机制,定期异地备份重要数据,防止丢失。数据处理包含清洗、转换、分析流程。清洗环节去除噪声、补充缺失值;转换环节统一数据格式;利用机器学习算法和统计模型深度分析数据,挖掘潜在风险,优化管理策略。数据管理制度制定统一标准规范,保障数据一致性和准确性。基于用户角色分配数据访问权限,建立数据生命周期管理机制,定期清理过期数据,提升管理效率。

3.4 系统架构的扩展性与兼容性设计

在系统架构设计中,扩展性与兼容性是保障系统长期稳定运行的关键。硬件层面,感知层传感器接口采用标准化设计,支持即插即用,方便新增或更换传感器

类型,如后续引入新型气体监测传感器,无需对系统进行大规模改造。传输层网络设备预留冗余端口和带宽,随着工地规模扩大或设备增加,可直接接入新设备,扩展网络覆盖范围和数据传输能力。软件方面,平台层采用微服务架构,将系统功能拆分为独立的服务模块。每个模块可独立开发、部署和升级,当需要新增功能,如加入新的数据分析模型时,仅需开发对应模块并与现有系统集成,不影响其他功能运行。应用层采用模块化设计,支持用户根据自身需求自定义界面布局和功能模块组合,方便适配不同管理场景和用户习惯。数据架构的扩展性体现在存储和处理环节。分布式存储系统具备弹性扩展能力,可根据数据增长情况动态增加存储节点。数据处理模块采用可扩展算法框架,能灵活添加新的分析算法,适应不同类型数据的处理需求。兼容性方面,系统采用通用数据接口和标准协议,确保与工地其他管理系统,如项目管理系统、物资管理系统的数据交互和功能集成,实现信息共享与协同工作。通过这些设计,系统能够适应工地规模变化、技术更新和业务拓展,保持良好的适应性和生命力。

结束语

智慧工地安全监测预警管理系统建设,是建筑行业安全管理的重要发展方向。通过对其相关理论、需求及架构的深入研究,为系统建设提供了全面的指导。未来,随着技术的不断进步,系统将进一步完善,为工地安全管理提供更强大的支持,助力建筑行业实现高质量发展。

参考文献

- [1]张琰,王俊特,杨波波.智慧工地管理平台系统架构研究与实现[J].城市建设理论研究(电子版),2023(05):156-160.
- [2]彭佳林.关于智慧工地建设和智慧物流发展的几点认识[J].铁路采购与物流,2023,18(01):33-35.
- [3]张维麟.智慧工地系统在建筑领域的应用探索[J].江西建材,2022(11):344-345+348.
- [4]李军林.建筑施工安全问题分析及安全管理对策探析[J].居业,2022(02):151-152,155.