

智慧可移动扬尘监测报警技术研究

韦海涛

正川交通科技有限公司 广西南宁 530022

摘 要: 随着城市化进程的加速,扬尘污染问题日益突出,对环境和人类健康造成了严重威胁。本文针对传统扬尘监测技术的局限性,开展了智慧可移动扬尘监测报警技术的研究。通过集成先进的传感器技术、物联网技术、数据处理技术和移动平台,实现了对扬尘的实时、准确监测和智能报警。本文详细介绍了该技术的系统架构、关键技术、实验结果及应用前景,为解决扬尘污染问题提供了一种有效的技术手段。

关键词: 智慧;可移动;扬尘监测;报警技术

1. 智慧可移动扬尘监测报警技术的重要性

为推动交通行业的转型升级,数字化交通工程安全监测预警技成为交通工程领域的新宠。目前数字经济在我国得到了高度重视与空前发展,数字化相关技术也越来越成熟,物联网技术作为数字化建设中的关键技术,是实现万物互联与智慧化的基础,物联网技术可以从多个方面显著提高交通工程建设与施工的安全性。通过部署各种传感器和监测设备,物联网技术能够实时监测施工现场的环境参数,如温度、湿度、风速、压力等,确保施工环境符合安全标准。同时,物联网技术还可以对施工现场的设备状态进行实时监控,及时发现并预警设备的异常情况,防止因设备故障引发的安全事故。物联网技术能够实现施工人员和设备的精准定位和管理。数字化交通工程安全监测预警技术的应用可以显著提升交通工程建设的安全和质量。通过引入物联网、无人机等先进技术,可以实现对交通工程建设的实时监控、智能分析和精准控制,优化施工流程和管理模式,提升交通工程的安全性和可靠性,减少事故风险。现阶段,在扬尘监测中,主要集中在固定式监测站和车载移动监测系统。这些系统存在监测范围有限、数据实时性不足等问题。本研究提出的智慧可移动扬尘监测报警技术,旨在通过物联网技术实现更广泛、更实时的监测^[10]。

2. 国内外研究

国内的扬尘监测报警技术不断融合多种先进技术,如物联网、大数据、云计算、人工智能等。通过物联网技术实现监测设备的互联互通与数据传输,利用大数据和云计算技术对海量监测数据进行存储、分析和处理,借助人工智能算

法进行污染趋势预测和智能报警。例如,智易时代的车载移动扬尘在线监测系统,集成了大气颗粒物监测仪、气象传感器、高清摄像头、数据传输模块以及数据分析与处理软件等,可实时监测并传输数据,还能绘制车辆移动轨迹及提供可视化报告。

国内企业加大对高精度扬尘传感器的研发投入,提高监测数据的准确性和可靠性。一些传感器采用激光散射法、贝塔射线吸收法等先进原理,能够精确测量PM_{2.5}、PM₁₀等颗粒物浓度,并且具备良好的稳定性和抗干扰能力,如金叶仪器的扬尘检测仪采用贝塔射线吸收法技术,利用C-14同位素作为发射源,可准确测量颗粒物浓度^[8]。

智慧可移动扬尘监测报警技术在国内的应用领域不断拓展,从传统的建筑工地、道路扬尘监测,逐渐延伸到工业园区、港口、矿山等多个领域。以建筑工地为例,智慧工地扬尘监测系统不仅可以监测扬尘浓度,还能结合视频监控、车辆识别等技术,实现对工地扬尘污染、无证“黑车”、渣土车运输封闭不严等问题的自动分析判别和严格管控。

国外在扬尘监测传感器技术方面一直处于领先地位,不断研发出更加高精度、高灵敏度、高稳定性的传感器。例如,某些传感器能够同时测量多种污染物浓度,并且在低浓度环境下仍能保持较高的准确性,为精确监测扬尘污染提供了有力保障。利用卫星遥感技术和无人机监测手段,对大面积区域的扬尘污染进行宏观监测和动态跟踪。卫星遥感可以获取大范围的空气质量信息,通过分析遥感图像数据,掌握扬尘污染的分布和变化趋势;无人机则可以灵活地进入难以到达的区域进行近距离监测,获取更详细的扬尘污染信息,为精

准治理提供依据。国外研究机构注重建立扬尘污染的数学模型和风险评估体系,通过对气象条件、地形地貌、污染源分布等多因素的综合分析,预测扬尘污染的发生概率和传播路径,评估其对环境和人体健康的风险程度。这些模型和评估体系为制定科学合理的扬尘污染防治策略提供了重要参考。

3. 智慧可移动扬尘监测报警技术的优势

通过对施工过程中扬尘数据的监测和分析,可以为施工提供准确的反馈信息,帮助施工人员及时调整施工方案,确保施工过程的准确性和效率。将物联网技术与现代施工机械设备的融合,可实时监测施工过程中的各种参数,提高施工速度和精度。同时,实现施工设备的智能化管理,提高设备的利用率和寿命。

通过预警机制,提醒管理人员在扬尘浓度过高时采取降尘措施,保障施工人员的健康和安全。安装智能传感器和监控系统,实时获取施工现场的扬尘数据,及时发现潜在的安全隐患,并采取相应措施进行预防和处理。最后利用数字化平台的应用,实现施工资源的集中管理和优化配置,确保资源的有效利用。通过云计算和大数据技术,实现施工信息的实时共享和协同,提高各部门的沟通效率。根据扬尘监测数据,合理安排降尘设备的使用,提高资源的利用效率,降低施工成本^[4]。

4. 智慧可移动扬尘监测报警技术的系统架构

智慧可移动扬尘监测报警系统主要由感知层、传输层、数据处理层和应用层组成。

(1) 部署在监测区域的各种传感器,实时采集扬尘浓度、气象参数(如温度、湿度、风速、风向等)以及地理位置信息。传感器采用高精度、高灵敏度的扬尘传感器,能够快速准确地检测空气中的扬尘颗粒浓度。

(2) 利用物联网技术搭建传输层,将感知层采集到的数据通过无线网络(如4G/5G、NB-IoT等)传输到数据处理中心。传输过程中采用加密技术,确保数据的安全性和完整性。

(3) 建立数据处理层,对接收到的数据在数据处理中心进行处理和分析。首先,对数据进行清洗和预处理,去除异常值和噪声干扰^[5]。然后,运用数据挖掘和机器学习算法,对扬尘浓度数据进行分析 and 预测,判断是否超过设定的阈值。同时,结合气象参数和地理位置信息,对扬尘污染的来源和扩散趋势进行分析。

(4) 输出应用层:将处理后的数据通过可视化界面展示给用户,用户可以实时查看监测区域的扬尘浓度、气象参数以及报警信息。此外,应用层还提供数据查询、统计分析、报表生成等功能,方便用户对监测数据进行管理和决策。同时,系统还可以通过手机APP等方式向相关人员发送报警信息,及时采取措施应对扬尘污染。

5. 关键技术

(1) 选择适合的传感器,高精度、高可靠性的扬尘传感器是实现准确监测的关键。目前,常用的扬尘传感器有光散射法、 β 射线法、重量法等。本研究采用光散射法传感器,具有响应速度快、测量精度高、体积小、安装方便等优点^[6]。

(2) 通过物联网技术实现传感器与数据处理中心的互联互通,确保数据的实时传输和远程监控。采用MQTT、CoAP等物联网通信协议,提高数据传输的效率和可靠性。

(3) 运用数据挖掘和机器学习算法对采集到的数据进行处理和分析,提高扬尘监测的准确性和智能化水平。采用时间序列分析算法对扬尘浓度数据进行预测,提前预警扬尘污染事件的发生。

(4) 开发手机APP等移动应用平台,方便用户随时随地查看监测数据和接收报警信息^[7]。同时,移动平台还可以实现远程控制和管理,提高系统的灵活性和便捷性。

6. 实验结果与分析

为了验证智慧可移动扬尘监测报警技术的有效性,在广西某交通工地进行了实际应用测试。测试结果表明,该系统能够实时准确地监测扬尘浓度,监测数据与传统监测方法相比具有良好的一致性。同时,系统能够根据设定的阈值及时发出报警信息,提醒相关人员采取措施降低扬尘污染。通过对监测数据的分析,还可以了解扬尘污染的时空分布规律,为制定针对性的扬尘治理措施提供科学依据。

6.1 交通工程施工扬尘来源

在施工过程中,挖掘、填筑、平整土地等土方作业过程中,土壤被翻动导致尘土飞扬。同时,土方运输过程中,车辆行驶和装卸土方时也会扬起尘土。砂石、水泥、石灰等散装建筑材料在搬运、堆放和混合过程中以及混凝土搅拌、运输和浇筑过程中,由于原材料的混合和搅拌,以及浇筑时的冲击,会产生扬尘。

6.2 智慧可移动扬尘在线监管平台的应用

基于物联网技术的交通工程安全监测预警平台数字化

系统, 将整个平台采用模块化思路拆分为项目信息管理子系统、物联网管理子系统、监测预警子系统、可视化子系统、监测预警小程序 5 个部分, 并对每个部分进行了深入研究。实现监测数据查询统计, 具体参数包括视频、PM2.5、PM10、温度、湿度、风速、风向^[1]。

6.3 扬尘监管系统搭建

扬尘监管系统是专为交通工地设计的颗粒物在线监测解决方案, 它由监测终端和数据平台两大核心组成部分构成。这一系统基于互联网架构, 实现了网络化管理, 能够确保从监测终端收集的数据通过有线或无线网络实时传输至数据平台, 便于进行有效的监控和管理。

监测终端部署在工地现场, 负责实时收集空气中的颗粒物数据, 如 PM2.5 和 PM10。这些终端设备能够在各种环境条件下连续自动监测空气质量, 即使在无人值守的情况下也能自动采集数据。

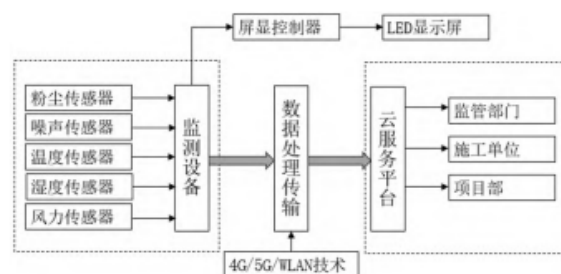
数据平台是系统的大脑, 它不仅接收来自监测终端的数据, 还具备报警处理; 数据记录与查询; 数据统计与报表输出; 违规自动报警等功能。通过扬尘监管系统在线监控, 将原本无序的工地环境转变为有序可控的状态。系统不仅能够监控工地的活动和作业情况, 还能通过视频抓拍功能, 为违法行为提供证据, 这对于扬尘控制和管理具有直接和有效的作用。

6.3.1 功能设计; 在设计扬尘监测系统的功能时, 我们考虑了以下几个核心功能, 以确保管理者能够有效地监控和控制施工现场的扬尘情况:

(1) 实时数据查看: 系统能够根据设定的时间间隔, 如每分钟、每小时等, 展示扬尘指标数据, 包括 PM2.5 和 PM10 的浓度水平。

(2) 阈值设置功能: 管理者可以自定义设置预警限值, 例如, 当 PM2.5 的浓度超过预设的 200 微克 / 立方米时, 系统会自动向指定的联系人发送短信警报, 以便及时采取措施。系统还会显示设备的总数以及当前在线的设备数量, 确保管理者对设。

(3) 数据展示多样化: 数据阵列功能允许用户以多种时间尺度查看 PM2.5 和 PM10 的数值, 包括实时、小时平均、日平均、周平均和月平均。在实时模式下, 系统能够以最快每 10 秒更新一次的频率, 展示所有在线设备的 PM2.5 和 PM10 的平均数值备状态有全面的了解。



(4) 移动督查子系统是给各级管理人员使用的专用移动办公平台, 利用 APP 软件及时了解各工地扬尘指标及视频监控情况。并通过网络技术实现移动办公。运行环境建设^[1]。

6.3.2 运行环境建设

(1) 设备购置; 利用现有机房物理环境, 通过购置服务器、交换机、KVM、服务器机柜等设备来满足交通工程扬尘在线监测平台需求^[1]。

(2) 服务器部署; 数据库平台作为本系统的核心平台, 主要负责强大的数据存储、提取、查询等功能。需同时处理来自交换网络的 IP 数据以及到存储中的串行数据, 且所有接口要求具备较高的吞吐能力。为此, 部署 2 台 PC 服务器作为本工程安全监管数据库服务器。

(3) 应用服务器: 应用服务器承载着多种服务, 其中 WEB 应用服务平台是提供基于 INTRANET 上的 WEB 应用服务的平台, 起着连接数据库平台和网内各应用终端的纽带作用, 是整个系统 B/S 结构的 Server 端, 也是承载系统各种应用软件的基础平台。而无线数据应用平台硬件部分包含短信服务器、GPRS 服务器等。所以同样部署 2 台 PC 服务器作为工程安全监管应用服务器^[2]。

(4) 网络建设

本次系统建设所用到的网络环境涵盖有线网络和无线网络两部分。无线网络依托运营商提供, 有线网络则利用交通事业中心现有的宽带资源。构建济南市公路扬尘监测平台网络数据中心, 将核心数据环境进行集中部署。同时建立连接监督指挥体系和所有工地的广域网, 实现无线通信网络和有线网络之间的专线连接, 旨在为与相关部门及承担具体维护工作的专业部门实施监督、指挥、执行等工作提供安全、快捷、稳定的网络资源保障。

7. 结论与展望

本系统通过实现施工现场扬尘的全时段、全区域自主移动式监测, 为施工过程提供全面的环境监测。这种监测覆

盖了整个施工周期,且不会对施工进度造成影响,确保了扬尘和噪声的实时监控^[3]。为监管部门、施工单位和现场管理人员提供了施工现场环境的全面信息,帮助他们做出更准确的决策。通过实时监测,有助于从污染源头减少扬尘声污染,提升污染治理效果。虽然初期需要企业投入成本购置围挡和监测设备,但从长远来看,这种环保投入能够提升企业的智能化监测水平和环境保护效果。不仅提升了企业的智能化水平,还兼顾了企业效益和社会效益,实现了绿色施工的经济效益和社会效益的双重目标。

参考文献:

- [1] 包春波.公路扬尘在线监测平台在公路建设中的应用[J].山东交通科技,2023.
- [2] 武雪敏.张营杰.任传祥.市域铁路双段场收发列车方式探讨[J].山东交通科技,2023.
- [3] 孙雨欣.段媛媛.王文婷.浦真煜.周燕.伍彩云.施工现场扬尘噪声污染的智能化监测研究[J].中国设备工程,2022.
- [4] 张国昌.对绿色节能建筑施工技术的应用分析[J].住宅与房地产,2017.
- [5] 张学芹.无线传感器网络技术在环境监测中的应用[J].电子元器件与信息技术,2023.
- [6] 杨增汪.王宜怀.戴新宇.基于 ZigBee 和 GPRS 的高压开关柜无线监测系统的设计[J].电力系统保护与控制,2010.
- [7] 郝世宏.基于大数据应用的环境信息监测技术研究[J].数码世界,2018.
- [8] 随国庆.潘顶山.朱贺.等.扬尘噪声在线监测在工程项目监管中的系统集成与应用[J].中国建设信息化,2018(13):71-73.
- [9] 李桂桂.城市轨道交通车辆段列车出入段能力分析[J].建筑工程技术与设计,2014(16):642-644.
- [10] 马瑞鹏.闹市区施工现场扬尘治理研究及工程应用[D].安徽:安徽理工大学,2015.

作者简介:

韦海涛(1977.10-),男,壮族,广西平果,本科,高级工程师,研究方向:交通土建工程。