

可视化智慧消防系统在高层建筑中的应用

梁 伟

中央广播电视总台, 北京 100866

[摘要]随着高层建筑数量的不断增加,传统消防系统正面临越来越多的挑战。火灾发生时,高层建筑复杂的结构以及密集的人员布局,使得传统消防方法难以迅速且有效地进行响应。结合了物联网、大数据等技术的可视化智慧消防系统,则能实现实时监控与智能分析,不仅能在火灾发生前进行预警,还能够快速响应,显著提升了高层建筑消防管理的智能化水平,成为现代消防管理中不可或缺的关键技术。

[关键词]高层建筑;智慧消防;模块设计

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16373

中图分类号: TU998

文献标识码: A

Application of Visual Intelligent Fire Protection System in High-rise Buildings

LIANG Wei

China Media Group, Beijing, 100866, China

Abstract: With the increasing number of high-rise buildings, traditional fire protection systems are facing more and more challenges. When a fire occurs, the complex structure and dense personnel layout of high-rise buildings make it difficult for traditional firefighting methods to respond quickly and effectively. A visual intelligent fire protection system that combines technologies such as the Internet of Things and big data can achieve real-time monitoring and intelligent analysis. It can not only provide early warning before a fire occurs, but also respond quickly, significantly improving the intelligence level of high-rise building fire management and becoming an indispensable key technology in modern fire management.

Keywords: high-rise buildings; intelligent fire; module design

引言

高层建筑的快速增长带来了日益严峻的消防安全挑战。传统消防系统在复杂火灾情景中的局限性,特别是在应急响应和设备监控方面已愈发显现。为应对这一问题,便应运而生了可视化智慧消防系统,它集成了传感、数据采集、实时监控与智能分析技术,不仅能够有效预警火灾,还能优化应急响应,确保高层建筑的消防安全得以保障。

1 高层建筑消防安全现状分析

随着城市化进程的加速,高层建筑的数量迅猛增加,这些建筑因其结构复杂、功能多样且人员密度较高,导致在火灾发生时面临更大的风险。在火灾发生时,火势蔓延速度极快,疏散难度增加,且由于救援力量往往无法迅速到达火源核心区域,造成重大人员伤亡与财产损失的风险显著上升。现有的火灾案例表明,高层建筑火灾多由电气线路老化、厨房燃气泄漏、违规用火等隐蔽部位引发,而传统的消防系统在报警及时性、探测精准度及信息联动等方面存在显著缺陷。特别是在应急响应时,指挥调度与现场情况脱节,常引发决策延迟和应对措施不当。尽管许多高层建筑装有消防设施,但因设备分散、系统不连贯且维护不善,缺乏高效的智能化管理体系,致使整体消防防控能力提升困难。面对这些挑战,构建具有可视化、智能感

知与实时联动功能的智慧消防系统,已成为提升高层建筑消防安全管理效率的迫切需求。

2 可视化智慧消防系统总体设计

2.1 系统总体架构

可视化智慧消防系统的总体架构围绕“感知—传输—处理—反馈”这一核心逻辑展开,通过软硬件的协同工作,实时实现对高层建筑消防环境的监控与可视化管理。系统由前端感知层、通信传输层、平台控制层及可视化展示层构成。各类传感器模块,如烟雾、温度、气体及电气传感器,依托感知层实时获取建筑内部关键区域的数据。数据的高效传输与双向交互则通过 RS485 有线传输与无线通信技术(如 NB-IoT、LoRa 等)确保,由通信层负责。平台控制层通过集成边缘计算技术,实现了对采集数据的实时处理与分析,显著提升了事件识别的效率和响应速度,同时与云端算法的结合进一步增强了智能分析的能力。展示层通过三维建模、GIS 地图及监控视频等手段,清晰地展示建筑的内部结构及消防设施的实时状态,为指挥决策提供直观支持。系统架构的设计不仅强调了设备的联动与响应的闭环性,更强化了数据的实时性、可靠性及可拓展性,从而确保在火灾等突发事件中能够迅速定位、预测并采取措施,最终实现“看得见、管得住、调得动”的智慧消防目标。

2.2 软件平台设计与功能布局

在整个可视化智慧消防系统中,监控平台作为核心环节,承担了数据汇聚、智能分析与指挥调度等重要职能。该平台运行于 Web 环境中,具备卓越的跨设备访问能力以及友好的用户界面,从而实现对系统全流程的直观管理。底层系统通过各类传感器实时采集现场的温度、烟雾浓度、电气参数等数据,这些信号经过放大处理后,由 A/D 转换器转化为数字信号,再传输至 80C51 单片机进行初步处理。平台的通信模块包括 RS485 串行接口与无线通信模块,采用双向数据流方式。这不仅能实现现场数据的即时上传,还允许远程发送控制指令,从而确保系统拥有敏捷的响应能力。根据预设逻辑,单片机控制状态指示灯、声音报警装置、浓度显示屏以及电磁阀等终端设备,从而确保报警信息能够迅速同步至人机界面及现场设备。平台在功能布局上涵盖了实时监测、报警联动、历史数据回溯、设备状态监控、用户权限划分及三维可视化呈现等多个模块,这些功能既满足了日常监管的需要,也为应对突发火情提供了有力的决策依据。系统整体设计遵循“模块化、智能化、可拓展”的原则,确保在面对复杂场景及多变需求时,系统仍能高效稳定运行。

2.3 硬件系统构成与关键设备

可视化智慧消防系统的硬件部分为系统的稳定运行与精准感知提供了坚实的基础,其整体架构注重高集成度与强适应性,涵盖了数据采集、信号传输及控制反馈等关键环节。系统的核心由主控单元、感知模块、通信模块及执行终端组成。主控单元多选用 STM32 系列单片机,凭借其卓越的处理能力和丰富的接口支持,能够高效地执行信号处理、逻辑判断及设备控制等一系列任务。根据具体应用场景,感知模块配置了温湿度传感器、烟雾与可燃气体探测器、电流电压检测装置等重要元件,确保火灾隐患的全面与深度监测以及预警。通信模块,作为系统的“神经中枢”,集成了 RS485 接口及多种无线传输单元(例如 NB-IoT、LoRa 等),实现了低功耗、远距离的数据传输功能,显著增强了系统部署的灵活性和可靠性。在执行层面,系统配备了状态指示灯、蜂鸣报警器、电磁阀、紧急广播装置及可视化控制面板等终端设备,从而确保警报响应的及时性与直观操作的便捷性。整个硬件设计遵循标准化与模块化原则,使得系统不仅能够不同建筑结构中灵活部署,还具备优良的维护性与升级潜力,确保“实时预警、快速响应、精准定位”目标的顺利实现。

2.4 数据采集、共享与交互机制

在可视化智慧消防系统中,数据采集、共享与交互机制作为信息流动的核心,直接决定了系统响应速度与决策精准度。通过布置在高层建筑关键区域的多种传感器,系统持续收集温度、烟雾、气体浓度、电气参数等各类数据。

这些数据经过边缘网关的初步筛选与整合,确保了信息传输的高效性与频繁更新。所有采集到的消防数据被实时上传至统一的数据管理平台,该平台支持根据时间戳、空间定位以及设备标签等多维度方式进行分类管理,从而方便后续的数据查询与分析。例如,智慧消防安全服务云平台利用物联网技术实现数据的实时上传,并通过大数据分析、设备管理、故障报警等功能,实现对消防设备的实时监控与管理。在数据共享方面,系统运用标准化的接口协议,实现了与建筑管理系统(BAS)、安防系统及城市消防大数据平台的无缝连接,消除了信息孤岛现象,构建了一个多系统协同联动的高效格局。借助权限分级的精细管理机制,系统能够精准匹配用户角色与需求,提供个性化的数据访问权限,从而确保数据的高效利用。此外,系统还具备双向交互功能,支持远程操控指令的下达与设备状态的调节,同时,通过可视化的界面实时展示系统运行状况及预警信息,确保了人机协同的流畅与高效,为应急响应的快速有效性提供了坚实保障。整体机制兼顾了实时性、安全性与可扩展性,确保数据传输在日常巡检与紧急事件处理中的流畅与智能支持。

3 可视化智慧消防系统功能模块设计

3.1 消控中心集成平台

消控中心集成平台作为可视化智慧消防系统的核心模块,承担着信息整合、事件处理与指挥调度的关键职能。利用统一的数据接口,智慧消防物联网报警系统整合了来自各类监控终端、传感器及消防设施的实时数据,通过先进的数据处理和云计算服务,实现了火灾报警、设备状态监控与视频监控信息的集中呈现和直观展示。通过实时监控平台,每个探测器、消防泵房及电气线路的运行状态得以实时监控。结合先进的智能火焰识别算法,系统能够提前识别潜在的火灾风险,实现高效预警。该集成平台采用模块化设计,具备良好的扩展性与定制能力,能够根据不同建筑结构及消防管理需求进行灵活调整。界面设计简洁直观,操作过程流畅便捷,指挥人员仅凭一键操作即可轻松实现设备的启停控制、紧急响应触发及报警联动机制,进而大幅度提高应急响应的速度与效率。此外,平台还集成了历史数据查询、事件追溯分析以及多级报警提示等功能,使得消防人员能够便捷地回顾火灾事件的发展脉络,准确评估应急处置的实际成效,为未来实施更加精准有效的安全管理策略提供坚实的数据支撑。通过与建筑内其他系统(如电力、空调、视频监控等)的深度融合,消控中心集成平台不仅实现了消防信息的集中管理,还提高了整体消防安全管理的智能化水平及效能。

3.2 消防泵房监测与控制系统

消防泵房在高层建筑消防系统中担负着至关重要的角色,确保灭火供水的连续性与可靠性。其监测与控制系统

统旨在实现对内部设备的实时监控与自动化管理。集成温度、压力、流量等多种传感器后,系统能够实时监测消防泵房内消防泵、管道、阀门等关键设备的运行状态,确保其符合消防设计规范及设备技术要求。一旦设备出现故障、异常或运行参数超出正常范围,系统会立即发出警报,并将信息通过消控中心集成平台反馈给值守人员,从而帮助其快速响应并进行故障处理。该系统还具备智能控制功能,能够在确保消防供水正常的基础上,根据实际需求自动调节设备的启动、停机及运行模式。火灾报警触发时,系统即自动启动消防泵,调整供水压力,确保灭火系统迅速高效响应火灾。系统还能联动其他消防设施,喷淋系统与灭火器具同步工作,大幅提升响应速度。远程操作与监控系统让值守人员可随时检查设备状态,手动控制并远程诊断,确保消防泵房系统稳定运行。该监测与控制系统的建设,不仅提升了消防设施的智能化管理水平,也有效减轻了人工管理的负担,进一步提高了火灾应急响应的效率与精准度。

3.3 消防设施状态实时监测模块

消防设施状态实时监测模块是可视化智慧消防系统中的核心组成部分,负责实时跟踪和监控建筑内所有消防设备的运行状态,确保设备在任何时刻都能发挥最大效能^[1]。通过在关键位置安装传感器,这些设备包括灭火器、喷淋系统、消防水管、电气系统及疏散指示灯等,进行全方位的监控。这些传感器所采集的数据会通过有线或无线网络传输至消控中心,确保数据 24 小时持续更新并实时反馈。该监测模块具备精准识别设备故障、缺失或异常情况的能力,并能够及时发出预警信息,帮助维护人员快速定位问题并进行维修。例如,电气火灾自动报警系统能实时监测电气设备的过载、短路或漏电等潜在隐患,一旦检测到问题,报警机制便会立即启动,迅速向管理人员发出警报,有效遏制火灾事故的发生。同时,水灭火系统的压力、流量等关键参数也会被实时监控,确保在紧急情况下灭火系统能够可靠运行。除了基本的设备监控职责,监测模块更拥有智能分析功能,它能依据历史及实时数据,进行趋势预测,精准识别潜在的故障源头。通过智能算法的助力,系统能够自动生成设备健康状态报告,并提出针对性的维护建议,有效减少人工参与,提升维护作业的效率。

3.4 消防应急照明与疏散指示系统

在高层建筑的火灾安全管理中,消防应急照明与疏散指示系统起着至关重要的作用,特别是在火灾等紧急情况下,确保人员能够迅速、有效地疏散至安全区域。通过在建筑内的关键位置安装应急灯具与疏散指示标志,系统能够提供足够的光照并清晰地指引人员。即使在低能见度的环境中,安全出口仍能被人员清晰找到,从而有效避免因视线不清或迷失逃生路径而导致的二次伤害。应急照明部

分采用高亮度 LED 灯具,具备低功耗和长寿命的优势。在火灾或断电发生时,灯具会自动启动,确保照明能够持续,直至所有人员顺利疏散完毕。智能疏散系统通过实时监测火灾发生位置与楼层,动态调整疏散指示标志的方向与亮度,确保疏散通道始终保持清晰可见,并提供准确的疏散指引。该系统集成了智慧消防物联网技术,实现了与消防控制平台的无缝对接,能够实时监控并反馈各个区域照明设备及消防设施的运行状态,确保了火灾隐患的智能感知与及时响应。若出现灯具故障或缺失等问题,系统能够自动发出警报,确保及时处理。智能化管理不仅提升了系统的稳定性,还显著加快了应急响应的速度。结合其他消防设施的协同工作,系统能够根据火灾情况动态调整应急照明的覆盖范围与疏散指引路径,确保人员在最短时间内避开危险区域并安全撤离。

3.5 三维可视化与 GIS 空间定位技术应用

三维可视化与 GIS 空间定位技术在消防系统中的应用显著提升了应急管理决策支持的智能化水平,例如在高层建筑消防中,通过模拟真实世界物体和地理环境的准确立体化表达,消防工作人员能够更好地分析和研判消防应急情况,提高处理紧急情况的效率。通过结合建筑的平面图、立面图与实时数据,三维可视化技术生成直观的立体模型,帮助消防人员清晰了解空间布局与设施分布。无论是消防水源、灭火器的位置,还是疏散通道,三维系统均能准确呈现,为火灾应急响应提供参考^[3]。与传统二维地图不同,GIS 技术可精确定位到每个房间与楼层,使指挥人员实时掌握建筑内部动态。在火灾发生时,智慧消防系统能够实时追踪被困人员的位置、火源的蔓延情况以及设备的运行状况。通过数据采集、传递和处理机制,系统能够联动消防设施,自动规划最佳灭火与疏散路径,显著提高应急响应效率并减少救援风险。此外,借助三维可视化与 GIS 技术,系统支持模拟演练与灾后场景的快速重建,为分析火灾原因、评估设施响应效能提供了强有力的数据支持,进而为未来火灾预防与安全设计奠定了坚实基础。通过系统的智能整合与深度分析,消防管理得以进一步精细化,确保在突发事件发生时能够迅速响应,有效保障人员生命安全与财产安全。

4 结语

随着高层建筑数量的不断增加,传统的消防手段已难以满足日益复杂的火灾应急需求。通过集成物联网、三维可视化、GIS 空间定位等先进技术,可视化智慧消防系统实现了对建筑内各类消防设施的实时监控、智能分析与应急响应,从而大幅提升了消防安全管理的效果。该系统不仅在火灾预防和应急处理方面表现出较高的效率,也为人员安全和财产保护提供了可靠的保障。随着技术的不断发展,智慧消防系统将在未来变得更加智能化,能够为高层

建筑的安全管理提供更为全面的支持,并助力建筑行业实现更高标准的安全管理目标。

[参考文献]

- [1]冯晋.可视化智慧消防系统在高层建筑中的应用[J].智能城市,2024,10(1):96-98.
- [2]谢杰.智慧消防系统在高层建筑中的应用研究[J].消防界(电子版),2024,10(20):76-78.
- [3]徐晶.智慧消防在高层建筑消防安全管理中的应用研究[J].消防界(电子版),2024,10(17):59-61.

作者简介:梁伟(1968.11—),男,毕业院校:北京航空航天大学,所学专业:经济学,当前就职单位:中央广播电视总台,职务:科长,职称级别:工程师。