

高层建筑电气火灾隐患的智能监测与预警系统设计

赫军硕

九易庄宸科技（集团）股份有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化进程加快，高层建筑在城市建设中占据越来越重要的位置，但随之而来的电气火灾隐患也日益突出。传统的电气安全管理手段多依赖人工巡检，存在效率低、准确性差的问题，难以满足现代建筑安全管理的需求。智能监测与预警系统的设计与应用，能够有效提升电气火灾隐患识别与防控的效率。文中以高层建筑为研究对象，分析电气火灾隐患的成因与特点，探讨基于传感器技术、通信技术与数据分析的智能监测与预警系统设计思路，提出在系统结构、监测指标、预警机制和信息管理等方面的具体措施，并从节能、安全与运行效率角度评估系统的应用效果。研究结果表明，构建科学的智能监测与预警系统，不仅能显著降低电气火灾发生率，还能为建筑电气安全管理提供技术支撑，对提升高层建筑整体安全水平具有重要意义。

[关键词]高层建筑；电气火灾；智能监测；预警系统；安全管理

DOI: 10.33142/ucp.v2i5.17935 中图分类号: TU9 文献标识码: A

Design of Intelligent Monitoring and Early Warning System for Electrical Fire Hazards in High-rise Buildings

HE Junshuo

Jiuyi Zhuangchen Technology (Group) Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization, high-rise buildings are occupying an increasingly important position in urban construction, but the hidden dangers of electrical fires are also becoming more prominent. Traditional electrical safety management methods rely heavily on manual inspections, which have problems of low efficiency and poor accuracy, and are difficult to meet the needs of modern building safety management. The design and application of intelligent monitoring and early warning systems can effectively improve the efficiency of identifying and preventing electrical fire hazards. The article takes high-rise buildings as the research object, analyzes the causes and characteristics of electrical fire hazards, explores the design ideas of intelligent monitoring and early warning systems based on sensor technology, communication technology, and data analysis, proposes specific measures in system structure, monitoring indicators, early warning mechanisms, and information management, and evaluates the application effect of the system from the perspectives of energy conservation, safety, and operational efficiency. The research results indicate that building a scientific intelligent monitoring and early warning system can not only significantly reduce the incidence of electrical fires, but also provide technical support for building electrical safety management, which is of great significance for improving the overall safety level of high-rise buildings.

Keywords: high-rise buildings; electrical fire; intelligent monitoring; early warning system; safety management

引言

高层建筑因其结构复杂、用电负荷大、人员密集，一旦发生电气火灾，极易引发严重的经济损失与人员伤亡。传统的火灾防控方式多依赖经验和人工巡查，存在隐患识别不及时、监测覆盖范围不足、信息传递滞后等不足。随着传感器技术、物联网、大数据和人工智能的快速发展，将这些新兴技术与电气火灾监测相结合，能够实现电气隐患的实时监控和智能预警，为高层建筑的安全管理提供新的解决路径。研究电气火灾隐患的智能监测与预警系统，不仅是提升城市公共安全的现实需要，也是推动建筑电气系统智能化和信息化的重要方向。本文从电气火灾隐患的特点出发，提出基于多元技术融合的系统设计方案，并对其应用价值和优化路径进行系统分析。

1 高层建筑电气火灾隐患分析

1.1 电气火灾的主要成因

在高层建筑的电气系统运行中，电气火灾隐患具有多样性和平复杂性。其主要成因集中在过载运行、线路短路、接触不良以及设备老化等方面。随着城市电气负荷的不断攀升，高层建筑的电气线路经常处于高强度工作状态，若超出其额定负荷，极易导致电缆过热，绝缘层炭化甚至起火。短路问题同样严重，由于线路分布密集且空间有限，一旦发生短路，往往伴随大电流冲击和电弧放电，这不仅会造成线路损坏，还可能引发火灾事故。接触不良也是普遍问题，连接点因氧化、松动或工艺缺陷而产生接触电阻增加，局部温度快速升高，成为隐性火源。再加上电气设备长期运行后老化速度加快，导线绝缘层逐渐失效，也为

火灾隐患埋下伏笔。

1.2 高层建筑的特殊风险因素

与低层建筑相比,高层建筑电气火灾风险更为突出。首先,电气系统规模庞大,线路分布范围广、层次多,纵横交错且常常埋设于隐蔽空间中,这使得隐患排查与维护难度加大。其次,高层建筑的电气间隔较小,散热条件不佳,一旦出现故障,局部温升难以及时释放,容易导致火势迅速扩大。再者,高层建筑人口密集,一旦火灾发生,不仅疏散难度大,还容易引起恐慌,从而增加救援工作的复杂性。消防资源在高层建筑中的调度也受限于楼层高度和空间结构,进一步增加了事故的危害程度。

1.3 传统监测方式的局限

长期以来,电气火灾隐患的监测主要依赖人工巡查和定期检测。这种方式存在严重局限:一是巡查人员无法实时掌握电气系统的动态运行状态,仅能在检查时发现明显的异常,存在较大滞后性;二是人工经验受限于主观判断,难以发现隐蔽性强或初期尚不明显的火灾隐患;三是定期检测周期较长,在检测间隔内若出现问题,无法及时预警与处置。传统火灾报警系统虽然能够在火情发生后发出信号,但其本质是被动响应,缺乏对潜在隐患的预测能力。因此,高层建筑亟需一种智能化、实时化的监测与预警系统,以弥补传统方式的不足。

2 智能监测与预警系统的设计思路

2.1 系统架构设计

智能监测与预警系统通常由感知层、传输层和应用层三部分构成。感知层作为基础环节,承担数据采集任务,需布设多种类型的传感器,覆盖电流、电压、温度、烟雾、电弧信号等关键参数。传输层则负责数据的实时传递,要求具备高可靠性和低延迟特性,可通过光纤、以太网和无线通信相结合的方式实现。应用层是系统的核心,负责对海量数据进行处理与分析,通过数据建模、异常识别与风险评估,最终生成预警信息并联动相关处置措施。三层架构形成了“采集-传输-分析-预警”的闭环,实现电气火灾风险的全流程管理。

2.2 监测指标体系构建

科学的监测指标体系是系统运行的基础。电流、电压和功率因数等电气参数可以直观反映设备运行状态,通过与设定阈值的对比,快速发现过载或短路迹象。温度指标则用于判断线路是否存在过热风险,尤其是在接头、配电箱等关键节点。电弧特征信号监测可识别因接触不良或线路老化导致的放电现象,是预防火灾的重要依据。除此之外,还可以设置综合性指标,如能效比、运行稳定性指数等,用于评估整体电气系统的健康水平。建立覆盖全面、重点突出、可操作性强的指标体系,能够为系统的精准预

警提供坚实数据基础。

2.3 预警机制与信息管理

预警机制需要实现风险分级与应急联动。系统应根据隐患严重程度,设置不同预警等级。例如,轻微异常时以提示方式通知运维人员,严重隐患则触发紧急警报并自动联动相关消防设施。信息管理模块则负责对历史监测数据进行归档与分析,建立动态数据库,形成长期的运行画像。通过数据的积累与挖掘,不仅可以实现对单次隐患的处理,还能为未来的风险预测与优化提供依据。此外,信息管理还应具备可视化功能,帮助管理人员直观掌握系统状态,提升决策效率。

3 关键技术的应用与集成

3.1 传感器与检测技术

传感器是智能监测系统的基础硬件,其性能直接影响监测效果。温度传感器可以实时检测线路和设备表面温度,及时发现异常升温现象。电流与电压传感器能够动态监控用电情况,判断系统是否存在过载与波动问题。电弧探测器则能捕捉因接触不良或老化产生的电弧信号,有助于提前发现潜在风险。通过多类型传感器的组合布设,可以实现对电气系统运行状态的全面感知。为了提高准确性,传感器的布点设计应覆盖关键位置,如配电室、竖井、机房及高负荷区域。

3.2 通信与数据传输技术

在高层建筑复杂的环境中,数据传输技术的选择尤为关键。有线通信方式稳定可靠,适合用于主干数据传输;无线通信方式灵活便捷,能够在空间复杂或不易布线的区域发挥作用。为了确保数据传输的实时性与安全性,系统需采用冗余机制和加密措施,避免因信号干扰或网络攻击导致信息丢失与泄露。多种传输技术的融合应用,可以构建一个既高效又安全的通信网络,为智能监测提供可靠保障。

3.3 数据分析与智能算法

电气系统在运行过程中会产生海量数据,如何从中提取有效信息是系统设计的核心。通过大数据分析技术,可以对不同时间、不同区域的用电数据进行对比,发现异常模式。机器学习算法则能够通过训练模型,总结隐患发生的规律,从而实现对未来风险的预测。人工智能技术在模式识别与自我学习方面具有优势,能够不断优化预警模型,提升识别准确性。数据分析与智能算法的深度应用,使得预警系统不仅具备实时反应能力,还能逐步具备预测与决策支持功能。

4 系统实施中的问题与对策

4.1 技术成本与应用障碍

智能监测系统涉及多项先进技术,建设与运行成本相对较高,包括传感器布设、数据中心建设和软件平台开发

等。这在一定程度上制约了其推广。为降低应用门槛,可以采取分阶段实施策略,先在重点区域或高风险部位进行试点,逐步扩展到全建筑覆盖。政策支持也是重要的推动力,通过财政补贴或税收优惠,能够激励企业和项目积极采用该系统。

4.2 数据安全与隐私保护

智能监测系统在运行过程中会产生庞大的数据,这些数据不仅涵盖建筑电气设备的运行信息,还可能涉及用户的用电习惯与行为模式。如果管理不当,极易造成数据泄露风险,带来隐私和安全隐患。因此,在系统设计阶段就需要引入多重安全机制,为数据的全流程保驾护航。通过高强度的数据加密技术,可以确保信息在传输和存储过程中不被非法截取或篡改;借助严格的身份认证措施,能够有效识别用户权限,防止未经授权的访问;配合精细化的访问控制策略,可以对不同角色设定合理的操作范围,避免因权限滥用导致数据泄漏。除此之外,还应建立系统化的数据管理制度,从数据采集、传输、存储到最终的使用环节,实行全流程监管和审核,确保每一个环节都有明确责任与防护措施。通过这种方式,智能监测系统在保障高效运行的同时,也能够维持数据环境的安全与可靠,为智慧建筑和智慧城市可持续发展提供坚实支撑。

4.3 运行维护与人员素养

智能监测系统要想在建筑与城市中长期稳定发挥作用,离不开科学的维护机制和高水平的人员操作。运维人员不仅需要具备扎实的电气系统知识,还应掌握信息化与智能化技术,能够理解和分析系统生成的各类数据,并在出现异常时迅速作出判断与处理。为了保证这一能力得到持续提升,应建立定期培训与考核机制,使人员在实际工作中不断更新知识储备,保持与系统技术发展的同步。管理方也需要制定详细的维护计划,将传感器、通信网络以及软件平台纳入周期性检查与更新的范围,以防止因老化或故障导致监测失效。通过这种方式,系统能够始终维持在最佳运行状态,不仅确保安全保障功能的可靠性,也为节能与管理效率的提升提供坚实支撑。长期坚持下去,智能监测系统的价值才能得到最大程度的发挥。

5 节能与安全效益评估

5.1 节能效益

智能监测系统在保障安全的基础上,还展现出显著的节能价值。它不仅能够精准识别火灾隐患,还能对电气设备的运行状态进行全方位优化。通过实时监控电流、电压以及负荷情况,系统能够在过载迹象出现时及时进行调节,避免能源无效消耗,使电能得到更加合理的分配和利用。随着系统长期稳定运行,电气系统的整体能效水平会不断

提升,建筑运行成本也随之下降。节能的效果不只是体现在电力消耗的减少,还体现在设备寿命的延长,因为合理的运行环境能够降低设备的损耗频率,减少突发性故障发生的可能。维护费用也因此得到有效控制,为管理方节省了大量人力与资金投入。智能监测系统在这一过程中起到双重作用,一方面守护安全,另一方面推动能效提升,为绿色建筑和智慧城市的发展提供了持续动力。

5.2 安全效益

智能监测系统的最大价值体现在对安全的守护,它能够在建筑物日常运行中发挥主动防御的作用。通过高精度传感器与数据分析平台,系统可以持续跟踪电气线路、设备运行和环境变化,将细微异常迅速捕捉并生成分级预警提示,使管理者能够在最短时间内采取措施,防止隐患演变为严重事故。在火灾防控方面,这种能力尤为突出,大幅降低火灾发生的概率,保障建筑环境的稳定与安全。当火灾意外发生时,系统不仅能够立即联动消防喷淋、排烟和报警装置,还能与疏散指引设施实现快速协同,引导人员沿着最佳路线安全撤离,为应急救援赢得时间。通过这种方式,人员伤亡和财产损失被有效控制,建筑内部的安全系数显著提升。随着技术的成熟与普及,智能监测系统将成为现代建筑安全管理的核心支撑,对构建可靠的公共安全体系具有深远意义。

5.3 运行效率与社会价值

智能监测系统在建筑中的应用不仅能够有效提升管理效率,还能通过实时采集与分析数据,帮助管理者更直观地掌握设备运行状态与安全隐患。管理方式由被动转向主动,使得潜在风险在萌芽阶段便能得到干预和解决,从而降低事故发生的概率,保障人员和财产安全。随着智慧城市与智能建筑理念的不断深化,这类系统的普及带来了连锁效应,不仅提升单个建筑的管理品质,也逐步延伸至整个城市的电气安全治理。各类数据在更大范围内实现互联互通,形成覆盖面广、反应迅速的城市安全网络,对社会公共安全的维护提供了坚实支撑。随着应用场景的拓展,智能监测系统的作用将不仅局限于某一领域,而是逐渐成为推动城市安全管理方式转型的重要力量。通过这种方式,城市安全治理水平得到整体提升,社会运行环境也将更加稳定与可靠。

6 结论

高层建筑电气火灾隐患的智能监测与预警系统设计,体现了信息技术与建筑安全管理的深度融合。通过多维度的监测指标、科学的系统架构和智能化的算法分析,可以显著提升火灾隐患识别与处置能力。该系统的实施不仅在降低火灾风险方面具有直接作用,还能在节能管理与信息化建设方面发挥积极意义。未来,应继续探索与人工智能、物联网等前沿技术的深度融合,推动智能监测系统的标准

化与规模化应用,从而为高层建筑电气安全管理提供更加坚实的保障。

[参考文献]

- [1]李强.高层建筑电气火灾监测与防控技术研究[J].建筑电气,2021(5):42-47.
[2]王敏.智能建筑电气安全管理与预警系统分析[J].电气

应用,2022(7):88-93.

- [3]张华.基于物联网的建筑电气火灾隐患监测技术探索[J].建筑技术开发,2023(4):65-70.

作者简介: 赫军硕 (1991.9—), 男, 汉族, 毕业学校: 河北建筑工程学院, 现工作单位: 九易庄宸科技(集团)股份有限公司。