

电气火灾隐患检测与预警系统的设计与开发

陈振海

北京赛瑞斯国际工程咨询有限公司, 北京 100070

摘要: 本文聚焦于电气火灾隐患检测与预警系统的设计与开发领域。当前, 电气火灾隐患检测与预警工作面临诸多难题, 像检测手段过于单一, 难以全面捕捉潜在隐患; 预警不及时, 错过最佳处置时机, 致使火灾风险攀升。针对这些突出问题, 本文深入探讨并提出系统的设计思路与开发策略, 涵盖传感器选型、数据传输方式选择、预警算法优化等多个关键方面。通过引入实际案例进行验证, 结果表明该系统能够切实有效地检测电气火灾隐患, 并及时发出预警, 为保障各类电气设备和场所的安全筑牢了坚实的技术防线。

关键词: 电气火灾隐患; 检测; 预警系统; 设计与开发

随着电气设备的广泛应用, 电气火灾事故频发, 给人们的生命财产安全带来了严重威胁。电气火灾具有隐蔽性强、发展迅速、扑救困难等特点, 传统的检测与预警方式往往难以满足实际需求^[1]。因此, 设计并开发一套高效、准确的电气火灾隐患检测与预警系统具有重要的现实意义。该系统能够实时监测电气设备的运行状态, 及时发现潜在的火灾隐患, 并发出预警信号, 以便采取相应的措施进行处置, 从而有效降低电气火灾的发生概率^[2]。

1 电气火灾隐患检测与预警系统现状分析

1.1 检测手段单一

当下众多场所的电气火灾隐患检测过度依赖人工巡检与简易电气参数测量设备, 这已成为制约电气火灾防控的关键瓶颈^[3]。人工巡检不仅耗费大量人力物力, 且巡检人员易受主观因素影响, 难以做到细致入微、毫无遗漏^[4]。而简单的电气参数测量设备功能局限, 只能反映设备表面运行参数, 无法深入洞察潜在隐患^[5]。像线路老化这类问题, 初期可能仅表现为局部绝缘性能下降, 产生微小热量, 传统检测手段很难捕捉。接触不良引发的局部过热同样隐蔽, 往往在隐患积累到一定程度才会显现明

显特征。这种单一检测手段的局限性, 使得大量电气火灾隐患在萌芽阶段无法被及时发现, 如同埋下了一颗颗定时炸弹, 随时可能引发严重后果。

1.2 预警不及时

现有电气火灾预警系统预警不及时的问题, 给电气安全带来了巨大隐患。部分系统在检测到异常后, 由于内部算法复杂、数据处理流程繁琐, 导致预警信号发出滞后。在这段延迟时间内, 火灾隐患可能迅速恶化, 错过最佳处置时机。而且, 单一的报警方式在复杂环境中显得力不从心。在工厂车间等嘈杂场所, 声音报警可能被机器轰鸣声掩盖; 在光线充足的室外, 灯光报警可能难以引起注意。一旦预警无法及时传达给相关人员, 火灾隐患就会像脱缰的野马, 迅速蔓延发展, 最终可能演变成无法挽回的电气火灾事故, 给人民生命财产造成巨大损失。

1.3 系统集成度低

许多电气火灾隐患检测与预警系统由多个独立子系统拼凑而成, 缺乏有效集成与协同, 已成为制约系统性能提升的重大障碍。由于检测设备、数据传输设备和预警设备来自不同厂家, 各厂家采用的技术标准和通信协议千

差万别，数据格式也各不相同，导致子系统之间难以实现数据共享和互联互通。这就像一个各自为政的团队，成员之间无法有效沟通协作。在实际运行中，系统复杂性大幅增加，维护人员需要熟悉多种设备和协议，维护难度和工作量成倍上升。同时，数据的不流通使得系统无法进行全面的分析和判断，可靠性和稳定性大打折扣，严重影响了电气火灾隐患检测与预警的整体效果。

2 电气火灾隐患检测与预警系统的设计思路

2.1 传感器选型与设计

传感器是电气火灾隐患检测与预警系统的关键部件，其性能直接影响系统的检测准确性。在设计系统时，应根据电气火灾隐患的特点，选择合适的传感器类型。例如，温度传感器可用于检测电气设备和线路的温度变化，当温度超过设定阈值时，可能预示着存在局部过热隐患；烟雾传感器能够及时感知火灾初期产生的烟雾，为早期预警提供依据；电流传感器和电压传感器则可实时监测电气设备的电流和电压参数，判断是否存在过载、短路等异常情况。同时，要考虑传感器的精度、稳定性、响应时间等性能指标，确保其能够准确、可靠地检测电气火灾隐患。此外，传感器的安装位置也至关重要，应根据电气设备的布局和火灾隐患可能出现的区域进行合理设置，以提高检测效果。

2.2 数据传输与处理

数据传输与处理是电气火灾隐患检测与预警系统的核心环节。为了实现传感器采集数据的实时传输，需要选择合适的通信方式。有线通信方式如以太网、RS - 485 等具有传输稳定、速率高的优点，但布线复杂、成本较高；无线通信方式如 ZigBee、LoRa 等则具有安装方便、灵活性强的特点，但可能受到信号干扰和传输距离的限制。在实际应用中，可以根据

具体场景和需求选择合适的通信方式或采用有线与无线相结合的方式。在数据处理方面，系统应具备强大的数据分析和处理能力。对传感器采集到的数据进行实时分析和处理，提取有用的信息，判断是否存在电气火灾隐患。可以采用数据挖掘、机器学习等算法，对历史数据进行分析和学习，建立电气火灾隐患的预测模型，提高系统的预警准确性。同时，要对处理后的数据进行存储和管理，以便后续的查询和分析。

2.3 预警算法

传统的火灾预测算法中，使用频率比较高的当属 BP 神经网络，BP 神经网络可以用来对某一时刻的火灾状况进行预测，但是对于电气火灾，通常情况下，其状态是随时间不断发生改变的，具有一定的累积效应。要对火灾状态进行完整的表征需要对其在连续的时间段内进行状态分析，因此如果利用某一时刻的数据来对火灾状况进行预测，一方面会忽略其时序相关性的特点；另一方面也极易受到环境因素的干扰。由此可见，BP 神经网络用于电气火灾的预测是存在一定的局限性的。为了充分利用火灾演变过程中其状态是随时间连续变化这一特点，应选用能够对时序相关性数据进行处理算法进行建模，RNN 和 LSMT 两种神经网络算法在对时序相关性数据的处理方面具备独特的优势，RNN 和 LSMT 都是具有记忆的神经网络，能够对前面时刻数据的相关信息保留，并且作用于当前时刻数据的计算。

2.4 系统集成与兼容性设计

为了提高电气火灾隐患检测与预警系统的整体性能和可靠性，需要进行系统集成与兼容性设计。将传感器、数据传输设备、数据处理中心和预警设备等各个子系统进行有机集成，实现数据的共享和协同工作。在系统集成过程中，要解决不同设备之间的通信协议和数据格式不一致的问题，采用统一的标准和接

口,确保各个子系统之间能够无缝连接。同时,要考虑系统的兼容性,使系统能够与不同类型的电气设备和场所相适应。例如,对于新建的建筑物和老旧建筑的电气系统,系统都应能够进行有效的检测和预警。

3 电气火灾隐患检测与预警系统的开发与实现

3.1 硬件开发

硬件开发作为电气火灾隐患检测与预警系统的基石,其重要性不言而喻。在传感器选型方面,需综合考量电气设备的类型、运行环境以及可能出现的火灾隐患特征。例如,对于高压电气设备,要选择能够承受高电压环境且精度不受影响的温度传感器,以精准监测设备局部温度变化;在潮湿环境下,传感器的防潮性能必须达标,避免因受潮导致数据失真。数据采集模块作为传感器与后续处理环节的桥梁,其转换精度和处理速度直接关系到数据质量。采用高性能的模数转换芯片,能将传感器采集的微弱模拟信号快速、准确地转换为数字信号,并进行初步的滤波和放大处理,去除噪声干扰,提高数据可靠性。通信模块的选择需结合实际应用场景,若应用场所范围较大且设备分布分散,无线通信方式更为合适,如采用基于 LoRa 技术的通信模块,其低功耗、远距离传输的特点可满足大规模电气设备的监测需求;若对数据传输实时性要求极高,有线通信如光纤通信则更具优势,能确保数据稳定、快速传输。控制器作为硬件系统的“大脑”,应具备强大的计算能力和丰富的接口资源,能够实时接收并处理来自各数据采集模块的数据,依据预设的预警算法迅速做出判断,并发出相应的控制指令,如切断故障电路电源。

3.2 软件开发

软件开发是电气火灾隐患检测与预警系统的灵魂所在,它赋予了系统智能和交互的能力。开发一套功能完善、操作简便的软件系统

是关键目标。在数据实时显示功能上,软件要能够以直观的图形化界面呈现电气设备的各种参数,如电流、电压、温度等随时间的变化曲线,让操作人员一目了然地了解设备运行状态。历史数据查询功能则需支持按照时间范围、设备编号等条件进行灵活查询,方便对设备运行历史进行分析和追溯。预警设置功能要具备高度的灵活性和可定制性,操作人员可根据不同电气设备的特点和安全要求,设置个性化的预警阈值和预警方式。软件系统的用户界面设计至关重要,应遵循简洁、易用的原则,采用清晰的菜单结构和直观的图标,使操作人员无需专业培训即可快速上手。采用模块化设计思想将系统划分为多个独立又协同的模块,极大地提高了软件的可维护性和可扩展性。数据处理模块运用先进的数据分析算法,如机器学习算法,对采集到的海量数据进行深度挖掘,通过学习历史数据中的正常模式和异常模式,建立精准的电气火灾隐患预测模型,从而更准确地判断当前设备是否存在隐患。

3.3 系统测试与优化

系统开发完成后,全面的测试与优化是确保系统性能和稳定性的关键环节。功能测试是基础,要逐一验证系统是否能够实现设计要求的各项功能。从数据采集模块开始,检查传感器数据是否能够准确无误地采集并传输到系统中;数据传输功能要测试在不同网络环境和通信距离下,数据是否能够稳定、完整地传输,有无数据丢失或错误的情况;数据处理功能需验证各种数据分析算法是否能够正确运行,对采集到的数据能否进行有效处理和分析;预警功能要模拟各种异常情况,检查系统是否能够及时、准确地发出预警信号,预警方式是否符合预期。性能测试则聚焦于评估系统的响应时间、处理能力等关键性能指标。在模拟高并发数据采集的情况下,测试系统的响应速度是否满足实时性要求,能否在规定时间内完成数据处理和预警判断;对于大规模数据处理场景,

检验系统的处理能力是否足够,是否会出现卡顿或崩溃现象。可靠性测试旨在检验系统在长时间运行和不同环境条件下的稳定性和可靠性。将系统置于长时间连续运行状态下,观察是否会出现软件故障、硬件损坏等问题;模拟不同的环境条件,如高温、低温、潮湿、强电磁干扰等,测试系统在这些恶劣环境下的工作情况,确保系统能够在各种复杂环境下稳定运行。

3.4 实际应用与效果评估

将开发完成的电气火灾隐患检测与预警系统应用于实际的电气设备和场所中,是检验系统性能和价值的关键步骤。选择不同类型的场所进行实际应用,如商场、工厂、住宅小区等,这些场所的电气设备类型、运行特点和使用环境各不相同,能够全面评估系统在各种复杂情况下的适应性和有效性。在商场中,电气设备众多且分布广泛,人员流动频繁,对系统的实时性和准确性要求较高;工厂内电气设备通常功率较大,运行环境复杂,存在高温、粉尘等因素干扰,考验系统的稳定性和抗干扰能力;住宅小区则注重系统的易用性和长期可靠性,以满足居民日常使用和维护需求。通过实际应用,全面收集系统的运行数据和用户反馈。运行数据包括电气设备的各项参数变化、预警记录等,通过对这些数据的分析,可以深

入了解系统在实际运行中的表现,评估系统在检测电气火灾隐患和发出预警方面的效果。用户反馈则能反映系统在实际使用中的便捷性、操作性和用户体验等方面的问题,为系统的改进提供重要依据。如果应用系统后,电气火灾事故的发生率明显降低,说明系统在预防电气火灾方面发挥了积极作用;反之,则需要进一步分析原因,对系统进行改进和完善。根据实际应用和效果评估的结果,对系统进行有针对性的改进和完善。

4 结束语

电气火灾隐患检测与预警系统的设计与开发对于预防电气火灾事故具有重要意义。通过对当前电气火灾隐患检测与预警存在的问题进行分析,提出了系统的设计思路与开发策略,并从硬件开发、软件开发、系统测试与优化以及实际应用与效果评估等方面进行了详细阐述。实际应用表明,该系统能够有效检测电气火灾隐患并及时预警,为保障电气设备和场所的安全提供了有力支持。然而,电气火灾隐患检测与预警技术仍在不断发展,未来还需要进一步研究更加先进的传感器技术、数据分析算法和预警策略,不断提高系统的性能和智能化水平,以更好地应对日益复杂的电气火灾隐患,为人们的生命财产安全保驾护航。

参考文献

- [1] 李晓峰, 陈晓东, 张伟. 基于物联网的建筑电气火灾预警系统设计与实现[J]. 电子技术与软件工程, 2022, 35 (3): 59-62.
- [2] 刘伟, 王勇, 陈国良. 建筑电气火灾预警系统关键技术研究[J]. 电气时代, 2024, 40 (11): 44-46.
- [3] 赵杰, 吴晓东, 李婷婷. 基于人工智能的建筑电气火灾预警系统设计[J]. 传感器与检测, 2023, 30 (10): 55-58.
- [4] 蔡卓远. 建筑电气火灾在线监测及成因辨识系统研究[D]. 中国石油大学(华东), 2022.
- [5] 陈浩. 基于物联网建筑电气火灾监测系统研究与应用[D]. 山东建筑大学, 2022.