

基于物联网的电气自动控制系统远程监控与故障诊断

张泽宇

北京和利时系统集成有限公司 北京 100176

摘要: 本文聚焦基于物联网的电气自动控制系统远程监控与故障诊断。概述物联网技术及其在电气自动化控制中的应用基础, 涵盖技术原理、应用场景及系统基本原理。进而设计远程监控方案, 明确总体架构, 阐述数据采集与传输技术, 设计监控界面。探讨了故障诊断, 构建数据驱动模型, 应用智能算法, 实现诊断系统。最后评估系统性能, 选定评估指标, 设计实验收集数据, 分析结果以优化系统, 提升监控与诊断效能。

关键词: 物联网; 电气自动控制; 远程监控; 故障诊断

1 物联网技术及其在电气自动化控制中的应用基础

1.1 物联网技术概述

物联网 (Internet of Things, 简称IoT) 是通过射频识别 (RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备, 按约定的协议, 把任何物品与互联网连接起来, 进行信息交换和通信, 以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。其核心在于“物物相连”, 打破了传统互联网仅在人与计算机之间的数据交互模式, 构建起物理世界与数字世界的桥梁。物联网技术架构通常分为三层: 感知层、网络层和应用层。感知层负责信息采集, 由各类传感器、执行器等设备组成, 如温湿度传感器、压力传感器等, 可实时感知物理世界的各种参数; 网络层承担数据传输任务, 利用互联网、移动通信网等实现感知数据的远程传输; 应用层则针对不同行业需求, 开发相应的应用系统, 将数据转化为有价值的信息, 实现智能化管理与决策。物联网技术凭借其全面感知、可靠传输、智能处理的特点, 广泛应用于工业、农业、交通等众多领域, 成为推动各行业智能化发展的重要驱动力。

1.2 物联网技术在电气自动化控制中的应用

在电气自动化控制领域, 物联网技术的应用为其带来了全新的发展机遇。传统的电气自动化控制系统在数据采集、传输和处理方面存在一定局限性, 而物联网技术的引入有效解决了这些问题。在数据采集方面, 物联网的传感器网络能够实时、准确地采集电气设备的运行参数, 如电压、电流、温度、振动等, 实现对设备运行状态的全面感知。这些采集到的数据通过网络层快速传输至控制中心, 使管理人员能够及时掌握设备的运行情况^[1]。在远程监控与管理方面, 借助物联网技术, 工作人员可以通过手机、电脑等终端设备, 在任何时间、任何地点对电气自动化系统进行远程监控和操作。物联网技

术还支持电气自动化系统的智能化决策。通过对大量历史数据和实时数据的分析处理, 结合人工智能算法, 能够预测设备故障、优化运行参数, 实现电气自动化控制系统的智能运行和优化管理。

1.3 电气自动化控制系统基本原理

电气自动化控制系统是利用电气设备和自动控制技术, 实现对生产过程、电气设备运行的自动监测、控制和调节的系统。其基本原理基于反馈控制理论, 通过检测被控对象的输出信号, 并与设定的目标值进行比较, 根据偏差产生控制信号, 驱动执行机构对被控对象进行调节, 使系统输出尽可能接近目标值。一个典型的电气自动化控制系统主要由传感器、控制器、执行器和被控对象组成。传感器负责检测被控对象的运行参数, 并将其转换为电信号; 控制器接收传感器传来的信号, 经过运算处理后产生控制信号; 执行器根据控制器的指令对被控对象进行操作, 如调节阀门开度、控制电机转速等。在实际应用中, 电气自动化控制系统可以采用不同的控制方式, 如开环控制、闭环控制、复合控制等, 根据具体的控制要求和被控对象的特性进行选择。

2 基于物联网的电气自动化控制系统远程监控方案设计

2.1 远程监控系统的总体架构

基于物联网的电气自动化控制系统远程监控方案采用分层分布式架构, 主要包括感知层、网络层、平台层和应用层。感知层由各类传感器和智能终端组成, 负责采集电气设备的运行数据, 如设备的电压、电流、功率、温度等信息, 并将这些数据转换为数字信号。传感器通过有线或无线的方式与智能终端连接, 智能终端对数据进行初步处理和封装后, 上传至网络层。网络层采用多种通信技术, 实现感知层数据的可靠传输。近距离通信可采用蓝牙、ZigBee等无线通信技术, 适用于设备

间的短距离数据交互；远距离通信则借助4G、5G、NB-IoT等移动通信网络或以太网，将数据传输至远程监控中心的平台层^[2]。平台层是整个远程监控系统的核心，负责数据的存储、处理和分析。它采用云计算技术，构建强大的数据处理和存储平台，对海量的电气设备运行数据进行实时处理和分析，提取有价值的信息。平台层还提供统一的接口，实现与不同应用系统的数据交互。应用层为用户提供直观、便捷的操作界面，用户可以通过电脑、手机等终端设备访问远程监控系统，实现对电气自动化控制系统的远程监控、设备管理、数据分析等功能。

2.2 数据采集与传输技术

数据采集与传输是远程监控系统的关键环节。在数据采集方面，选用高精度、高可靠性的传感器，如霍尔电流传感器、电压互感器、温度传感器等，确保采集到的数据准确反映电气设备的运行状态。为了提高数据采集的效率和稳定性，采用多传感器融合技术，将多个传感器采集到的数据进行综合处理，减少数据误差，提高数据的可靠性。在数据传输方面，根据不同的应用场景和数据传输需求，选择合适的通信技术。对于实时性要求较高的数据，如设备故障报警信息，采用5G等高速通信技术，确保数据能够及时传输至监控中心；对于数据量较小、对实时性要求不高的设备运行参数，可采用NB-IoT等低功耗广域网通信技术，降低设备能耗，延长设备使用寿命。为了保证数据传输的安全性，采用加密技术对传输数据进行加密处理，防止数据被窃取或篡改。

2.3 远程监控界面的设计

远程监控界面是用户与远程监控系统进行交互的窗口，其设计应遵循简洁、直观、易用的原则。界面主要包括设备状态显示区、数据监测区、控制操作区和报警信息区。设备状态显示区以图形化的方式展示电气设备的运行状态，如设备的启停状态、运行参数等，使用户能够快速了解设备的运行情况。数据监测区实时显示设备的各项运行参数，如电压、电流、功率等，并以图表的形式展示数据的变化趋势，方便用户进行数据分析和故障诊断。控制操作区提供设备的远程控制功能，用户可以通过操作按钮实现设备的启停、参数调整等操作。在进行控制操作时，系统会对操作权限进行验证，确保只有授权用户才能进行操作，提高系统的安全性。报警信息区实时显示设备的故障报警信息，当设备出现异常时，系统会自动发出报警提示，并显示报警类型、报警时间等信息，提醒用户及时处理故障，远程监控界面还支持多用户同时访问和操作，满足不同用户的监控需求。

3 基于物联网的电气自动控制系统故障诊断

3.1 数据驱动的故障诊断模型

基于物联网的电气自动控制系统故障诊断采用数据驱动的方法，通过对大量的设备运行数据进行分析，建立故障诊断模型。数据驱动的故障诊断模型以历史数据和实时数据为基础，利用机器学习、深度学习等算法，挖掘数据中隐藏的故障特征和规律。常见的数据驱动故障诊断模型包括人工神经网络（ANN）、支持向量机（SVM）、随机森林（RF）等。人工神经网络具有强大的非线性映射能力，能够学习复杂的故障模式；支持向量机在小样本数据处理方面具有优势，能够有效提高故障诊断的准确性；随机森林通过构建多个决策树进行投票决策，具有较好的鲁棒性和泛化能力。在实际应用中，根据电气设备的特点和故障类型，选择合适的故障诊断模型，并对模型进行训练和优化，提高故障诊断的准确率。

3.2 智能算法在故障诊断中的应用

智能算法在电气自动控制系统故障诊断中发挥着重要作用。除了上述提到的机器学习算法外，深度学习算法如卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）及其变体长短时记忆网络（LSTM）等也广泛应用于故障诊断领域。卷积神经网络擅长处理图像、信号等二维数据，能够自动提取数据的特征，在电气设备的振动信号分析、图像识别等故障诊断场景中具有良好的应用效果^[3]。循环神经网络和长短时记忆网络则适合处理时间序列数据，能够捕捉数据的时间依赖关系，对于分析电气设备运行参数随时间的变化规律，预测设备故障具有重要意义。另外，强化学习算法也逐渐应用于故障诊断领域。强化学习通过智能体与环境的交互，不断学习最优的故障诊断策略，能够在动态环境下实现高效的故障诊断和决策。通过将多种智能算法相结合，充分发挥各自的优势，可以进一步提高故障诊断的准确性和效率。

3.3 故障诊断系统的实现

故障诊断系统的实现主要包括数据采集与预处理、模型训练与部署、故障诊断与报警三个部分。一是通过物联网传感器采集电气设备的运行数据，并对采集到的数据进行预处理，包括数据清洗、归一化、特征提取等操作，去除数据中的噪声和异常值，提取能够反映设备故障特征的有效信息。二是利用预处理后的数据对故障诊断模型进行训练，选择合适的算法和参数，使模型能够准确地识别设备故障。训练完成后，将模型部署到故障诊断系统中，实现对实时数据的在线诊断。三是当故障诊断模型检测到设备出现故障时，系统会自动发出报

警信息,并将故障类型、故障位置等信息推送至相关人员的终端设备,以便及时采取维修措施。故障诊断系统还会对故障数据进行记录和分析,为后续的设备维护和故障预防提供参考。

4 基于物联网的电气自动控制系统故障诊断系统的性能评估

4.1 评估指标的选择与确定

为了全面、准确地评估基于物联网的电气自动控制系统故障诊断系统的性能,选择合适的评估指标至关重要。常用的评估指标包括准确率、召回率、精确率、F1值、误报率和漏报率等。准确率是指正确诊断的故障样本数占总样本数的比例,反映了故障诊断系统的整体诊断能力;召回率表示实际故障样本中被正确诊断出来的比例,衡量系统检测故障的能力;精确率是指被诊断为故障的样本中真正故障的比例,体现了系统诊断结果的可靠性;F1值是精确率和召回率的调和平均数,综合反映系统的性能;误报率是指将正常样本误判为故障样本的比例,漏报率则是指将故障样本误判为正常样本的比例,这两个指标用于评估系统诊断结果的准确性。还可以根据实际需求,选择其他评估指标,如诊断时间、模型复杂度等,从不同角度对故障诊断系统的性能进行评估。

4.2 实验设计与数据收集

为了验证故障诊断系统的性能,设计合理的实验方案并收集可靠的数据至关重要。实验设计包括确定实验对象、实验环境和实验方法。选择具有代表性的电气设备作为实验对象,如电动机、变压器等,模拟不同类型的故障场景,如短路故障、过载故障、轴承故障等。在实验环境方面,搭建模拟实验平台,模拟电气设备的实际运行环境,确保实验数据的真实性和可靠性。实验方法采用对比实验,将基于物联网的故障诊断系统与传统的故障诊断方法进行对比,评估其性能优势。数据收集主要通过物联网传感器采集电气设备在正常运行和故障状态下的运行数据,包括电压、电流、温度、振动等参数^[4]。为了保证数据的多样性和代表性,收集不同工况、不同时间下的数据,并对数据进行标注,明确每个数据样本对应的故障类型。同时为避免数据过拟合,将收集

到的数据分为训练集、验证集和测试集,分别用于模型训练、参数调整和性能评估。

4.3 评估结果与性能分析

通过对实验数据的分析和处理,得到基于物联网的电气自动控制系统故障诊断系统的性能评估结果。从准确率、召回率、精确率等指标来看,该系统相比传统故障诊断方法具有更高的诊断准确率和可靠性,能够有效降低误报率和漏报率。在诊断时间方面,由于采用高效的算法和云计算技术,系统能够快速处理大量数据,实现故障的实时诊断,大大缩短故障诊断时间,提高故障处理效率。通过对不同故障类型的诊断结果进行分析,发现系统对于常见故障类型的诊断准确率较高,但对于一些复杂故障和新型故障的诊断能力还有待提高。针对这些问题,需要进一步优化故障诊断模型,结合更多的故障数据进行训练,提高模型的泛化能力和对复杂故障的诊断能力。还可以引入新的技术和算法,不断完善故障诊断系统的性能,为电气自动化控制系统的安全、稳定运行提供有力保障。

结束语

基于物联网的电气自动控制系统远程监控与故障诊断为电气自动化领域带来新机遇。物联网技术的应用实现了对电气设备的实时远程监控与高效故障诊断,提升了设备管理智能化水平和故障处理效率。但当前研究面临挑战,如复杂及新型故障诊断能力不足。未来需优化故障诊断模型,引入新技术与算法,提升系统性能与可靠性,满足系统安全稳定运行需求,推动电气自动化行业向智能化、高效化迈进。

参考文献

- [1]许红伟.基于物联网的机电设备远程监控系统设计与实现[J].现代工业经济和信息化,2024,14(02):114-116.
- [2]赵成龙.基于物联网的机电一体化系统设计与实现路径[J].造纸装备及材料,2024,53(02):43-45.
- [3]傅仁轩,石安委.物联网远程监控故障诊断系统的设计与应用[J].移动通信,2024,38(02):80-84.
- [4]姚爽.电子信息技术在电气工程实践中的应用[J].电子技术,2023,52(07):352-353.