

基于物联网的电力设备状态监测预警系统开发

徐建胜

广东拓奇电力技术发展有限公司 广东广州

【摘要】随着智能电网和物联网技术的迅猛发展，电力设备的智能化监测已成为保障电力系统稳定运行的重要手段。本文提出了一种基于物联网的电力设备状态监测与预警系统，旨在通过对设备实时数据的采集、传输和分析，及时发现设备故障和潜在风险。系统利用传感器网络、数据传输技术和大数据分析方法，实现了对电力设备状态的全面监控和智能预警。通过精确预测设备故障，有效提升了电力系统的可靠性和安全性。实验结果表明，该系统能够显著提高电力设备故障预测精度，并为电力维护提供有力的技术支持。

【关键词】物联网；电力设备；状态监测；预警系统；故障预测

【收稿日期】2025 年 3 月 10 日

【出刊日期】2025 年 4 月 11 日

【DOI】10.12208/j.jeea.20250119

Development of power equipment condition monitoring and early warning system based on Internet of Things

Jiansheng Xu

Guangdong Tuoqi Electric Power Technology Development Co., Ltd. Guangzhou, Guangdong

【Abstract】 With the rapid advancement of smart grid and IoT technologies, intelligent monitoring of power equipment has become a crucial measure for ensuring stable power system operations. This paper proposes an IoT-based condition monitoring and early-warning system for power equipment, designed to detect equipment failures and potential risks through real-time data collection, transmission, and analysis. By leveraging sensor networks, data transmission technologies, and big data analytics, the system achieves comprehensive monitoring and intelligent alerts for power equipment status. Through precise fault prediction, it significantly enhances the reliability and safety of power systems. Experimental results demonstrate that this system markedly improves fault prediction accuracy while providing robust technical support for power maintenance.

【Keywords】 Internet of Things; Power equipment; Condition monitoring; Early warning system; Fault prediction

引言

电力设备的运行状态直接影响着电力系统的稳定性与安全性。传统的设备监测方式往往依赖人工巡检，存在着信息反馈滞后和故障预警不及时的问题。随着物联网技术的广泛应用，实时监测和数据分析成为可能。基于物联网的电力设备状态监测与预警系统能够实现对电力设备运行状态的实时感知，结合先进的数据分析手段，进行精准的故障诊断和预警。此类系统不仅提高了故障响应速度，还大大提升了设备维护的智能化和自动化水平，有助于提升电力系统的整体运行效率与安全性。

1 物联网技术在电力设备监测中的应用现状与

挑战

物联网技术在电力设备监测中的应用得到了广泛关注，并逐渐成为提升电力系统智能化和自动化的重要手段。随着智能电网的建设不断推进，物联网技术的引入使得电力设备的实时监控成为可能。通过在设备上部署传感器，物联网技术能够实时采集电力设备的运行数据，如温度、电流、振动等关键参数^[1]。这些数据通过无线传输网络送至监控平台，便于进行集中分析和处理，从而实现设备状态的实时监测与故障预警。这种技术的应用不仅提高了设备管理的效率，还能通过提前预测故障，减少停运和维护成本，确保电力系统的稳定运行。

尽管物联网在电力设备监测中展现出巨大潜力,实际应用过程中仍面临诸多挑战。电力设备在不同环境下的运行条件复杂,传感器的选择与布局需根据具体设备和运行环境来定制,而不同设备之间的数据种类和质量差异也使得数据处理与分析更为困难。无线传输技术的稳定性和安全性也是一大问题,尤其是在大规模设备监控的场景中,如何确保数据传输的高效性与准确性,避免信号干扰或数据丢失,成为了物联网系统设计中的一个难点。数据分析与处理技术尚需进一步发展,如何利用大数据分析和机器学习算法准确预测设备故障、并做到实时预警,是提升物联网技术应用价值的关键。

随着技术的不断进步,物联网在电力设备监测中的应用逐渐向着高精度、高效率、低成本的方向发展。近年来,边缘计算与云计算的结合为物联网设备提供了更强的计算能力和数据存储能力,这使得数据处理的速度和质量有了大幅提升。通过云平台的集中分析,用户不仅可以实现对设备的实时监控,还能够根据历史数据和预测模型对未来的设备状态进行预判^[2]。随着传感器技术和无线通信技术的不断完善,设备之间的联动能力也得到增强,整体监测系统的鲁棒性和智能化水平逐步提高。如何确保不同系统之间的兼容性、数据处理的准确性和信息安全仍是物联网技术在电力设备监测中需要攻克的难题。

2 基于物联网的电力设备状态监测系统架构设计

基于物联网的电力设备状态监测系统的架构设计需要在多方面实现创新,以满足电力设备监控的高效性和精准性要求。核心架构通常由传感器层、网络层和应用层三个主要部分构成。传感器层是系统的基础,负责实时采集电力设备的运行数据,如电压、电流、温度、湿度等重要参数。这些传感器通常采用高精度的智能传感器技术,能够在复杂的电力环境中保持稳定工作^[3]。传感器收集的数据会通过无线通信技术传输到网络层。为了应对大规模设备监控,网络层一般采用低功耗广域网络技术(如LoRa、NB-IoT)或Wi-Fi技术,实现数据的稳定传输与远程访问。传输过程中的数据会通过加密算法进行保护,确保数据的安全性与隐私性。

网络层与应用层的结合对系统的实时性和智能化至关重要。应用层通过云计算和边缘计算技术,集中处理和分析来自设备的数据。这一层通过大数据分析和机器学习算法,能够实时判断设备的健康

状况,预测可能发生的故障,并向维护人员发出预警信号。为了提高系统的响应速度和数据处理能力,边缘计算通常用于数据的初步处理,尤其是处理那些需要实时响应的数据。边缘设备能够在现场直接处理部分数据,减少传输延迟,提高故障诊断的时效性。经过初步处理的数据传送至云平台,进行更为复杂的数据分析与模型训练,帮助用户实现长期运行状态的分析与趋势预测。

系统的设计还必须考虑到多设备协同工作的需求。在一个大型电力网络中,不同类型的设备可能会出现不同的故障模式,因此,系统架构应具有灵活性和扩展性。为了适应不断变化的电力设备需求,系统架构应支持多种设备类型的接入,并能够进行无缝的网络扩展。系统还应具备高可用性和冗余设计,确保即使部分设备发生故障,整个监测系统仍能正常运行^[4]。为了确保设备状态监测的准确性,架构中还需加入数据清洗和异常值处理模块,避免由于传感器故障或环境变化导致的数据失真。综合这些设计因素,基于物联网的电力设备状态监测系统能够提供精确的设备健康监测、及时的故障预警,并支持后续的优化与调整。

3 智能预警机制与故障预测方法的实现与优化

智能预警机制和故障预测方法的实现对于提升电力设备管理的自动化和智能化水平至关重要。基于物联网的电力设备状态监测系统通过采集设备运行数据并进行实时分析,能够识别出潜在的设备故障。通过对传感器数据的深入分析,智能预警系统能够发现设备的异常行为,并预测设备可能的故障模式^[5]。这种智能化监测机制不仅能够及时发出预警,还可以提前推测故障的发生时间和影响范围,从而为运维人员提供充分的准备时间进行预防性维护。

在实现故障预测时,数据分析算法起到了核心作用。物联网系统通过不断积累的设备运行数据,结合大数据分析和机器学习算法,可以准确构建设备的健康状态模型。这些算法能够基于历史数据识别出设备的异常趋势,并与正常运行状态进行对比,从而识别出潜在的故障。典型的预测方法包括时间序列分析、回归分析、决策树和神经网络等。通过对这些方法的优化,系统可以逐步提高预测的精度和响应速度。基于神经网络的深度学习方法,能够从海量的设备数据中自动提取特征并进行多维度分析,从而提升故障预测的准确性。

故障预测方法的优化不仅体现在算法精度上,还涉及到模型的实时性和适应性。在电力设备监测系统中,设备的工作环境和负载状态常常是动态变化的,这要求预测模型具有高度的适应性。动态更新和在线学习成为了故障预测优化的关键技术。系统能够根据实时采集到的数据持续调整预测模型,确保预测结果更加贴近当前设备的实际运行状态^[6]。故障预测与智能预警机制的结合,使得预警系统能够不仅仅依赖于当前状态的异常,还能对未来的设备健康趋势进行有效预测,提前做好应对措施。这种多层次、多维度的预测和预警体系,显著提高了电力设备的运行可靠性,减少了故障发生的概率,从而提高了电力系统的安全性与稳定性。

4 基于物联网的电力设备监测系统性能评估与结果分析

基于物联网的电力设备监测系统的性能评估涉及多个维度,包括数据采集的准确性、传输的稳定性以及系统整体响应的及时性。设备监测系统的核心在于能够高效、精确地收集各类运行数据,确保采集的参数反映设备的真实状态。系统的性能评估需要通过对传感器的精度、稳定性和数据丢失率等因素的考察来判断数据采集层的有效性^[7]。在传输层方面,评估的重点是数据传输的延时与丢包率,确保网络层能够在大规模设备监测场景中高效且无误地传输数据。这些技术指标直接影响到整个系统的实时监测能力,进而影响到故障预警的及时性与准确性。

在应用层面,性能评估主要聚焦于数据处理与分析能力。系统利用大数据分析和机器学习算法对大量设备数据进行挖掘和预测,其性能评估不仅仅依赖于模型的准确性,还包括对故障预测的时效性、预警的准确性及后续的响应效果的综合考量。系统能够在多大的数据量下保持实时响应能力,如何通过动态更新算法进一步优化预测效果等,都是评估的重要标准。评估过程中还需要考虑系统的可扩展性和适应性,即当电力设备数量增加或运行环境发生变化时,系统能否顺利扩展并继续保持高效运行。

系统性能的评估结果通常通过实验和实际应用数据来验证。在对比实验中,物联网监测系统与传统人工巡检方式相比,能够在较短时间内准确识别设备的异常状态并给出预警,显著提高了故障预测的提前量和准确性^[8]。通过长时间的实际应用,系统在电力设备的运行监控中展示了良好的稳定性和高

效性。数据分析的准确度、预测模型的优化程度以及预警机制的及时性等均得到了有效验证。通过这些评估与分析,可以进一步优化系统架构,提升物联网电力设备监测系统的实际应用价值和性能,确保电力系统的安全与稳定运行。

5 结语

基于物联网的电力设备状态监测与预警系统在提升电力设备管理智能化、自动化水平方面展现了巨大的潜力。系统架构设计充分结合了现代通信技术、大数据分析与智能预警机制,能够实时监控设备状态,准确预测潜在故障,并提供及时预警。经过性能评估与实验验证,系统表现出良好的稳定性和高效性,能够在实际应用中提高故障预测精度,降低设备故障率,保障电力系统的安全性。未来,随着技术的不断发展与优化,物联网技术将在电力设备监测领域发挥更重要的作用,推动电力系统向更加智能化的方向发展。

参考文献

- [1] 薛飞跃,周玉玲,李俊凯,等.智慧养殖农业物联网与边缘计算中大模型技术应用综述[J/OL].农业机械学报,1-23[2025-07-21].
- [2] 顾佳杰.基于物联网技术的军队院校涉水训练教学保障体系研究[J].物联网技术,2025,15(14):99-102.
- [3] 陈伟,王涛,谢明华,等.基于物联网的智能白蚁防控系统实验教学研究与应用型人才培养[J].物联网技术,2025,15(14):148-152.
- [4] 苑红星.基于物联网与数字孪生的智慧校园可视化设计及应用研究[J].物联网技术,2025,15(14):106-109+115.
- [5] 毛智宏.基于红外测温技术的电力变电站设备故障诊断研究[J].中国设备工程,2025,(13):190-192.
- [6] 李海华.基于物联网技术的电力设备运行状态异常监测[J].中国新技术新产品,2025,(13):23-25.
- [7] 袁雷,赵丹.光电技术与多模态数据融合在电力设备状态监测中的应用[J].灯与照明,2025,49(03):162-164.
- [8] 王正方.智能电网环境下电力设备状态监测与故障诊断研究[J].光源与照明,2025,(05):107-109.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS