

# 工程电力设备的状态监测与故障诊断技术研究

巩银山 马海军 侯瑞博 王文哲 冯晓彬

西安海山电力科技有限公司 710075

DOI: 10.12238/ems.v6i12.10803

[摘要] 电力设备作为电力系统的核心组成部分,其状态监测与故障诊断技术对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要意义。本文首先阐述了电力设备状态检测和故障诊断的必要性,随后详细介绍了电力设备状态监测技术和故障诊断技术的具体内容,最后分析了电力设备状态监测与故障诊断技术的现状与发展趋势。通过本文的研究,旨在为电力工程领域提供理论参考和技术支持,推动电力设备状态监测与故障诊断技术的进一步发展。

[关键词] 电力设备; 状态监测; 故障诊断

## Research on State Monitoring and Fault Diagnosis Technology of Engineering Power Equipment

Gong Yinshan, Ma Haijun, Hou Ruibo, Wang Wenzhe, Feng Xiaobin

Xi'an Haishan Electric Power Technology Co., Ltd. 710075

[Abstract] As the core component of the power system, the status monitoring and fault diagnosis technology of power equipment is of great significance for ensuring the safe and stable operation of the power system. This article first elaborates on the necessity of power equipment status detection and fault diagnosis, then details the specific content of power equipment status monitoring technology and fault diagnosis technology, and finally analyzes the current situation and development trend of power equipment status monitoring and fault diagnosis technology. The purpose of this study is to provide theoretical reference and technical support for the field of power engineering, and to promote the further development of power equipment condition monitoring and fault diagnosis technology.

[Keywords] power equipment; Status monitoring; fault diagnosis

电力设备作为电力系统的基石,其运行状态直接关系到整个系统的安全与稳定。状态监测与故障诊断技术作为电力设备维护管理的重要手段,通过对设备运行数据的实时采集与分析,能够及时发现设备异常,准确判断故障类型与位置,为设备的预防性维护和故障处理提供科学依据。随着科技的进步,电力设备状态监测技术日益智能化、集成化,故障诊断方法也更加精准高效。这些技术的发展不仅提升了电力设备的可靠性和使用寿命,还有效降低了因设备故障导致的停电风险,为电力系统的安全稳定运行提供了有力保障。因此,加强电力设备状态监测与故障诊断技术的研究与应用,对于推动电力行业的高质量发展具有重要意义。

### 1 电力设备状态监测与故障诊断技术概述

#### 1.1 电力设备状态监测与故障诊断技术发展现状

状态监测技术在电力设备领域已得到广泛应用,涵盖了变压器、发电机、输电线路等关键组件。通过巧妙部署传感器与采集设备,该技术能够实时捕捉并监控设备的运行状态,

为后续的故障诊断工作奠定了坚实基础。在故障诊断方面,近年来取得了显著的技术进步,专家系统、神经网络以及数据挖掘等先进方法被广泛应用于实践,极大地提升了故障诊断的准确性与可靠性。这些方法不仅加速了故障识别速度,还显著提高了诊断的精确度,为电力系统的稳定运行提供了有力保障。尽管如此,当前状态监测与故障诊断技术仍面临一些挑战。例如,部分传感器因精度限制,难以捕捉到设备状态的细微变化;数据处理过程复杂,对计算资源和时间成本提出了较高要求;故障诊断模型在某些复杂场景下可能不够精准,仍需持续优化和完善。针对这些问题,科研人员正不断努力,通过技术创新与算法优化,以期进一步提升状态监测与故障诊断技术的整体水平,为电力设备的安全高效运行提供更加坚实的保障。

#### 1.2 电力设备状态检测和故障诊断的必要性

电力设备在电力系统中扮演着至关重要的角色,其运行状态直接影响到整个电力系统的安全性和稳定性。然而,电

力设备在运行过程中会受到多种因素的影响,如环境因素、机械因素、温度因素等,这些因素会逐渐降低设备的性能,最终导致故障的发生。因此,对电力设备进行状态检测和故障诊断具有极高的必要性。电力设备作为电力系统的核心,其运行状态的好坏直接关系到整个系统的稳定性和安全性。通过状态检测和故障诊断,可以及时发现设备的异常和故障,并采取相应的措施进行处理,从而避免事故的发生,保障电力系统的安全稳定运行。通过对电力设备进行状态监测和故障诊断,可以实时了解设备的运行状态,及时发现潜在的问题并进行修复,从而提高设备的可靠性和使用寿命。这不仅可以减少设备的维修成本,还可以提高设备的利用率和经济效益。此外,电力设备故障是导致停电的主要原因之一。通过状态监测和故障诊断,可以及时发现并处理设备的故障,从而降低停电的风险。这对于保障社会生产和生活的正常运行具有重要意义。

## 2 电力设备状态监测技术

### 2.1 传感器技术

传感器技术在电力设备状态监测中扮演着至关重要的角色,作为这一领域的核心组件,它肩负着实时捕捉设备运行数据的关键使命。在复杂多变的电力系统环境中,传感器如同敏锐的“触角”,不断感知着设备内部的微妙变化。温度传感器是其中最为常见的一种,它能够精确测量电力设备的温度,及时发现过热现象,预防因温度过高而导致的设备损坏或火灾风险。同时,压力传感器则关注设备内部或外部的压力变化,确保设备在安全的压力范围内运行,避免因压力异常引发的安全事故。振动传感器同样不可或缺,它通过监测设备的振动频率和幅度,能够捕捉到设备内部机械部件的磨损、松动或不平衡等早期故障迹象,为维修团队提供宝贵的预警信息。这些传感器所采集的数据,经过监测系统的智能分析,能够生成详尽的设备状态报告,为运维人员提供直观的设备健康状态评估。此外,随着物联网、大数据和人工智能技术的不断发展,传感器技术也在持续进步。现代传感器不仅具有更高的精度和稳定性,还能够实现远程监控和数据传输,进一步提升了电力设备状态监测的效率和准确性<sup>[1]</sup>。这些技术革新,无疑为电力系统的安全稳定运行注入了新的活力,也为电力行业的可持续发展奠定了坚实基础。

### 2.2 数据采集技术

数据采集技术是电力设备状态监测系统中不可或缺的一环,它负责通过传感器等精密设备精确捕捉并记录设备运行过程中的各项关键数据。这一过程不仅要求数据的准确性,还强调数据的完整性,以确保后续分析与诊断的有效性和可靠性。在追求数据准确性的道路上,选择适宜的传感器和采集设备是基础。这些设备需具备高度的灵敏度与稳定性,能够精准反映设备的实际运行状态。此外,定期对这些传感器和采集设备进行校准与验证同样至关重要,这有助于消除因设备老化、环境因素等导致的测量误差,确保采集到的数据

真实可靠。数据的完整性同样不容忽视。在数据采集过程中,可能会遇到数据丢失、损坏等风险,这将对后续的设备状态评估与故障诊断产生不利影响。因此,采用可靠的数据存储与传输技术显得尤为重要。这包括使用高性能的数据存储设备,以及构建稳定的数据传输通道,确保数据在采集、存储和传输过程中不受外界干扰,完整无损地抵达分析系统。随着技术的不断进步,数据采集技术也在持续演进。现代数据采集系统不仅具备更高的自动化与智能化水平,还能够实现远程实时监控与数据同步,为电力设备状态监测提供了更为便捷、高效的解决方案。这些技术创新,无疑将进一步推动电力设备状态监测技术的发展,为电力系统的安全稳定运行保驾护航。

### 2.3 数据分析技术

数据分析技术在电力设备状态监测中占据核心地位,它负责将采集到的海量数据进行深度挖掘与精确解析,从而揭示出设备运行的内在规律与潜在问题。这一过程不仅涉及对温度、压力、振动等直接反映设备状态的特征参数的提取,还涵盖了更深层次的数据处理与模式识别。数据分析技术的核心在于通过先进的算法与模型,对采集数据进行系统性分析与比对。这些算法能够自动识别数据中的异常波动与趋势变化,从而揭示出设备可能存在的早期故障迹象或性能衰退趋势。在此基础上,数据分析技术还能进一步预测设备的未来运行状态,为运维团队提供前瞻性的维护建议。此外,数据分析技术还能够对设备的整体健康状况进行综合评估。通过对历史数据与实时数据的综合分析,可以建立起设备的健康档案,为设备的全生命周期管理提供有力支持。这种评估不仅有助于及时发现并处理设备的异常与故障,还能为设备的预防性维护与优化升级提供科学依据。随着大数据、人工智能等技术的不断发展,数据分析技术也在持续创新。现代数据分析系统不仅能够实现更高效的数据处理与更准确的故障诊断,还能够通过机器学习等技术不断提升自身的分析能力与预测精度<sup>[2]</sup>。这些技术革新,无疑将进一步推动电力设备状态监测技术的发展,为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

## 3 电力设备故障诊断技术

### 3.1 专家系统

专家系统,作为人工智能技术的重要分支,在故障诊断领域展现出了卓越的性能。这一方法基于深厚的专业知识库和精密的推理机制,能够模拟人类专家在故障诊断过程中的思维和决策方式,对设备的运行状态进行深入分析和精确评估。专家系统的核心组件包括知识库和推理机。知识库是专家系统的大脑,存储着领域内专家的丰富知识和宝贵经验。这些知识经过系统化、结构化的整理,形成了便于计算机检索和推理的格式。推理机则是专家系统的灵魂,它负责模拟专家的思维过程,运用知识库中的知识和规则,对输入的设备运行数据进行逻辑分析和判断。在故障诊断过程中,专家

系统首先接收来自设备的运行数据,这些数据可能包括温度、压力、振动等多种传感器信号。推理机随后利用知识库中的知识和规则,对这些数据进行解析和推理,逐步缩小故障范围,直至确定具体的故障类型和位置。这一过程不仅依赖于知识库的准确性和完整性,还依赖于推理机的智能和效率。专家系统的优势在于其能够处理复杂的故障情况,尤其是那些涉及多个因素、多个层次的故障。它不仅能够快速定位故障,还能够提供详细的诊断报告和解决方案,为运维人员提供有力的支持<sup>[3]</sup>。此外,专家系统还具备自我学习和优化的能力,能够根据实际运行数据和反馈,不断完善和更新知识库,提高诊断的准确性和可靠性。

### 3.2 神经网络

神经网络,作为机器学习领域的一项重要技术,在故障诊断方面展现出了非凡的能力。这一方法通过深度学习和训练大量的样本数据,能够精准地捕捉设备运行状态中的特征信息,进而构建出高效的故障模型。这一模型不仅能够对新的设备运行数据进行准确分类,还能对潜在的故障进行可靠预测。神经网络的核心优势在于其强大的自学习和自适应能力。与传统的故障诊断方法相比,神经网络无需人为设定复杂的规则和阈值,而是能够自动地从数据中学习并提取出有用的特征。这种能力使得神经网络能够处理复杂的非线性问题,如设备运行状态中的微小波动和模式变化,从而实现故障的精准识别。在故障诊断过程中,神经网络首先接收来自设备的运行数据,这些数据可能包括温度、压力、振动等多种传感器信号。通过多层神经元的连接和权重调整,神经网络能够逐步提取出数据中的特征信息,并建立起与故障类型之间的映射关系。当新的设备运行数据输入时,神经网络能够迅速地进行分类和预测,给出准确的故障诊断结果。此外,神经网络还具备强大的泛化能力。这意味着即使面对未在训练数据中出现过的故障类型,神经网络也能够根据已有的知识和经验进行推理和判断,给出合理的诊断结果。这种能力使得神经网络在应对复杂多变的故障情况时更加游刃有余。

### 3.3 数据挖掘

数据挖掘作为一种前沿的大数据技术,在故障诊断领域发挥着举足轻重的作用。该技术深度挖掘设备运行数据中的隐藏信息,通过复杂的算法和分析工具,提取出与故障紧密相关的特征参数和模式,为设备的精准故障诊断提供了强有力的支持。数据挖掘的核心在于其强大的数据处理能力。面对海量的设备运行数据,数据挖掘技术能够迅速筛选出有价值的信息,并对其进行深入的分析和解读。这种能力使得数据挖掘能够发现数据中的潜在规律和趋势,为故障诊断提供更为准确的依据。在故障诊断过程中,数据挖掘技术能够识别出设备运行状态中的异常波动和模式变化。通过对这些异常数据的深入分析,数据挖掘技术能够揭示出设备可能存在的故障类型和位置。这种基于数据的故障诊断方法,不仅提高了诊断的准确性,还大大缩短了诊断时间,为设备的及时

维修和恢复运行提供了有力保障。此外,数据挖掘技术还能够对设备的运行状态进行预测。通过对历史数据的挖掘和分析,数据挖掘技术能够建立起设备的运行状态模型,并预测其未来的变化趋势。这种预测能力使得运维团队能够提前采取措施,预防潜在故障的发生,进一步提高设备的可靠性和安全性。数据挖掘技术在故障诊断领域的广泛应用,不仅推动了相关技术的不断进步,还为工业生产的智能化和自动化提供了有力支持。随着大数据技术的不断发展和完善,数据挖掘在故障诊断中的应用前景将更加广阔,为设备的稳定运行和企业的持续发展注入新的活力。

## 4 工程电力设备故障诊断技术发展趋势

电力设备状态监测与故障诊断技术的发展正朝向智能化、集成化、标准化及高精度方向稳步迈进。随着人工智能技术的蓬勃发展,特别是深度学习、强化学习等前沿技术的引入,状态监测与故障诊断技术将实现更高水平的智能化,显著提升故障诊断的准确性与效率。同时,这些技术正逐步与物联网、大数据、云计算等先进技术相融合,构建出一体化的智能监测与诊断系统,极大地增强了系统的整体性能和可靠性,为电力设备的运维管理带来了革命性的变革。为推动技术的广泛应用与健康发展,行业内正致力于制定统一的技术标准和规范,力求实现电力设备状态监测与故障诊断技术的标准化发展,从而有效降低技术应用的门槛与成本,加速技术的普及与应用进程。此外,随着传感器技术与数据处理技术的持续进步,状态监测与故障诊断技术的精度将不断提升,实现对设备状态的实时监测与精准诊断,为设备的维护、管理乃至整个电力系统的稳定运行提供更为坚实的技术支撑。这一系列发展趋势,预示着电力设备状态监测与故障诊断技术将迎来更加广阔的发展前景。

## 5 结论

本文阐述了电力设备状态检测和故障诊断的必要性,详细介绍了电力设备状态监测技术和故障诊断技术的具体内容,并分析了电力设备状态监测与故障诊断技术的现状与发展趋势。通过本文的研究,可以看到,电力设备状态监测与故障诊断技术在保障电力系统安全稳定运行、提高设备可靠性和使用寿命、降低停电风险等方面具有重要作用。未来,随着智能化、集成化、标准化和高精度技术的发展,电力设备状态监测与故障诊断技术将迎来更加广阔的发展前景。

### 【参考文献】

- [1] 苏培宇. 电力设备状态监测与故障诊断技术分析 [J]. 集成电路应用, 2023, 40 (06): 100-101.
- [2] 张洁, 蔡然. 电力设备状态监测与故障诊断技术分析 [J]. 电子技术, 2021, 50 (12): 274-275.
- [3] 杨江, 赵伟哲. 电力设备状态监测与故障诊断 [J]. 科技风, 2019, (34): 177.

作者简介: 巩银山, 1978-03-11, 陕西西安, 中级工程师, 本科, 研究方向: 电气工程及其自动化。