

Electrical equipment detection technology and maintenance strategy in new power systems

Huanyuan Wei

State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd. Ningbo Power Supply Company, 315000, Ningbo, Zhejiang, China

Abstract

With the acceleration of global energy transformation, the power system is undergoing unprecedented changes. The widespread application of renewable energy, especially wind and solar energy, has made the structure of the power system increasingly complex, placing higher demands on the reliability and stability of electrical equipment. The new power system not only emphasizes efficiency, cleanliness, and flexibility, but also places greater emphasis on the application of intelligent and digital technologies to adapt to the challenges brought by large-scale renewable energy grid integration. The article analyzes the characteristics of the new power system and explores electrical equipment detection technology and maintenance strategies for electrical equipment, providing reference for relevant personnel.

Keywords

New power system; Electrical equipment testing technology; Maintenance strategy

新型电力系统中的电气设备检测技术与维护策略

韦焕元

国网浙江省电力有限公司宁波供电公司, 中国 · 浙江 宁波 315000

摘 要

随着全球能源转型的加速推进, 电力系统正经历着前所未有的变革。可再生能源的广泛应用, 尤其是风能和太阳能, 使得电力系统的结构日益复杂, 对电气设备的可靠性和稳定性提出了更高要求。新型电力系统不仅强调高效、清洁、灵活, 还更加注重智能化和数字化技术的应用, 以适应大规模可再生能源并网带来的挑战。文章分析了新型电力系统的特点, 并探讨了电气设备检测技术, 以及电气设备维护策略, 供相关人员参考。

关键词

新型电力系统; 电气设备检测技术; 维护策略

1 引言

在现代电力系统中, 电气设备的工作状态对整个系统的稳定与安全起着至关重要的作用。随着用电需求的增长, 电力系统运行环境的复杂多变, 传统的检测与维护技术已不能满足现代电网对安全的要求。因此, 如何有效地提高电气设备的检测与维护效率, 在现代科技领域, 尤其是智能传感技术与在线监测系统, 亟待深入研究。

2 新型电力系统的特点

新型电力系统在向更加清洁、高效和分布式的方向发展, 其中电气设备扮演着核心角色。随着可再生能源的大规模接入, 电力系统的复杂性显著增加, 对设备的监测与维护提出了新的挑战。例如, 风能和太阳能的波动性要求电网具

有更高的灵活性和自适应性, 这就需要实时监测设备状态, 确保在波动负荷下设备的稳定运行。

智能检测技术, 如传感器网络和大数据分析, 能够实时收集并处理设备的运行数据, 通过模式识别和异常检测, 提前预警潜在的故障。例如, 通过机器学习算法, 可以分析数以百万计的传感器读数, 以 0.01% 的误差率预测设备的性能退化, 显著提高了维护的针对性和效率。在维护策略上, 从定期维护转向基于状态的维护是关键。利用状态监测数据, 可以精确地确定设备的维修时机, 避免过度维修造成的资源浪费, 同时减少因设备故障导致的紧急维修。

3 电气设备检测技术

3.1 传统检测技术简介

传统检测技术是电力系统电气设备维护的基础, 主要包括定期检测、电气参数测量和设备状态的直观检查。这些方法历史悠久, 如电压、电流、功率的测量, 以及使用绝缘电阻测试仪评估绝缘性能。然而, 传统技术存在一些局限

【作者简介】韦焕元 (1992-), 男, 中国江苏盐城人, 硕士, 工程师, 从事电气工程研究。

性，如检测周期固定，可能无法及时捕捉设备的异常变化，而且往往需要设备停机进行，导致维护成本高且影响供电稳定性。

例如，变压器的油色谱分析是一种常见的传统检测手段，通过分析油中溶解气体的种类和含量来判断设备内部的故障类型和严重程度。然而，该方法的分析周期较长，可能错过早期故障的发现时机。此外，对于分布式能源和微电网中的大量小型电气设备，逐一进行此类检测既不经济也不现实。

3.2 智能检测技术的应用

随着电力系统的发展，智能检测技术在电气设备的监测中扮演了至关重要的角色。传统检测技术如定期巡检和人工检测，虽然基础稳固，但往往效率低下且易受人为因素影响。而智能检测技术，如传感器网络和高级数据分析，能够实现对设备状态的实时、精确评估。例如，非侵入式检测方法，如电磁感应监测和声发射技术，可以在不中断设备运行的情况下，检测潜在的故障信号，显著提高了检测的准确性和安全性。结合大数据和云计算技术，可以处理海量的设备运行数据，通过机器学习算法识别设备的正常运行模式和异常行为。

在故障诊断领域，人工智能技术如深度学习模型，能够不断学习和更新设备故障模式，提高故障识别的复杂性和准确性。这些智能模型可以自动适应设备的老化和性能变化，为维护决策提供强有力的支持。

随着物联网和 5G 等先进技术的进一步融合，智能维护系统将实现更高级别的自动化和远程操作，不仅能够对设备进行预防性维护，还能预测性地规划设备的维修和更换，以实现电力系统的高效、安全运行。

3.3 非侵入式检测方法

非侵入式检测方法在新型电力系统中扮演着至关重要的角色，它允许电气设备在不中断正常运行的情况下进行健康状态评估。例如，利用高级传感器和电磁场分析技术，可以在不接触设备部件的情况下，检测到设备内部的异常发热、局部放电或机械磨损等潜在故障。此外，这些技术通过收集的大量数据，可以构建精确的设备运行模型，进一步提高故障预测的准确性。

为了提升非侵入式检测的效率和效果，可以结合人工智能算法进行数据分析。例如，利用深度学习网络，可以训练出能够识别复杂故障模式的模型，自动识别出潜在的设备问题。这种结合 AI 的非侵入式检测策略，不仅减少了人工干预的需求，也提升了故障响应的时效性。在未来的电力系统中，非侵入式检测技术将进一步发展，例如，通过集成 5G 通信技术，可以实现远程实时监控，使得维护人员在控制中心就能对分布广泛的设备进行诊断和优化。随着技术的进步，非侵入式检测方法将为新型电力系统的可靠性和可持续性带来革命性的提升。

3.4 实时监测与数据分析

实时监测与数据分析是新型电力系统电气设备管理的关键组成部分，它能够提升故障预测的准确性，降低非计划停机时间，从而确保电力供应的稳定性和经济性。通过安装在设备上的传感器，可以实时收集设备运行的温度、电流、振动等关键参数，这些数据经过整合，可以构建设备的数字孪生模型，模拟设备的实际运行状态。

此外，机器学习和人工智能算法的应用进一步提升了数据分析的深度和广度。通过训练模型识别设备性能随时间的退化趋势，可以更精确地预测设备的剩余使用寿命。在实际操作中，数据分析的结果还可以反馈到设备的设计和制造过程中，促进产品迭代和性能提升。例如，通过分析不同工况下设备故障的模式，制造商可以针对性地改进设计，增强设备的耐久性和适应性。实时监测与数据分析为电力系统的电气设备管理带来了革命性的变化，它将被动的故障响应转变为积极的预防策略，为电力行业的可持续发展提供了强大的技术支撑。

4 电气设备维护策略

4.1 预防性维护的必要性

预防性维护是确保电气设备长期稳定运行的关键措施。在新型电力系统中，由于设备复杂性和运行环境的多样性增加，预防性维护显得尤为重要。通过定期对设备进行检查、测试和保养，可以及时发现并处理潜在的故障，避免故障扩大导致更严重的后果。预防性维护不仅能够延长设备的使用寿命，还能提高系统的整体可靠性和稳定性，降低因设备故障导致的停电风险和经济损失。此外，预防性维护还能够优化维护资源的分配。通过对设备状态进行实时监测和分析，可以精确判断设备的维护需求，避免过度维护或维护不足的情况。这不仅可以节约维护成本，还能提高维护工作的效率和质量，为电力系统的安全运行提供有力保障。预防性维护的实施需要依托先进的检测技术和数据分析手段。随着智能传感器、大数据分析和机器学习等技术的不断发展，预防性维护将变得更加智能化和精准化。未来的预防性维护工作将更加注重数据的实时性和准确性，以及维护决策的智能化和自动化，以适应新型电力系统对设备维护提出的新要求。

4.2 基于状态的维护方法

基于状态的维护方法是电力系统电气设备维护策略的重要组成部分，它强调通过实时或定期监测设备状态，以确定设备的健康状况和预测可能的故障。这种方法与传统的定时维护相比，能显著提高维护效率，减少不必要的停机时间，从而确保电力供应的稳定性和经济性。例如，通过安装传感器和使用高级数据分析技术，可以实时收集设备的运行数据，如温度、振动、电流等参数，这些数据经过处理和模式识别，可以早期发现设备性能的异常变化，预测潜在的故障。

在电力系统中，基于状态的维护方法正是通过数据驱动的创新，不断创造更高效、更可靠的设备维护未来。随着物联网、大数据和人工智能技术的进一步发展，未来的状态监测系统将更加智能，能够自我学习和适应，为电力系统的安全运行提供更强大的保障。

基于状态的维护方法不仅依赖于先进的传感器和数据采集技术，还离不开高效的数据分析和决策支持系统。例如，利用大数据分析平台，可以对收集到的海量设备状态数据进行深度挖掘，发现设备性能退化的早期迹象。同时，结合机器学习算法，可以构建预测模型，准确预测设备的剩余使用寿命和潜在故障点，为维护工作提供科学依据。

在实施基于状态的维护方法时，还需要建立完善的维护流程和响应机制。一旦发现设备状态异常，应立即启动相应的维护程序，组织专业人员进行现场检查和处理。同时，还应建立设备故障数据库，记录每次故障的原因、处理过程和结果，为后续的设备管理和维护工作提供参考。通过不断优化维护流程和提升维护人员的专业技能，可以进一步提高基于状态的维护方法的有效性和效率。

4.3 维护策略的优化模型

维护策略的优化模型是提升新型电力系统电气设备效率和可靠性的关键。传统的定时维护可能导致过度维修或维修不足，而基于状态的维护策略则更加灵活，可根据设备的实际运行状态进行调整。例如，通过持续监测设备的温度、振动和电气参数，可以预测潜在的故障，从而在问题恶化之前进行干预。

优化模型通常结合了数据分析和优化算法，如使用遗传算法或粒子群优化算法来确定最佳的维护频率和方式。这些算法能够处理复杂的设备性能模型，考虑成本、性能和风险因素，以确定最佳的维护决策。此外，将机器学习技术融入维护策略中，可以进一步提升模型的预测精度。通过学习历史维护记录和设备故障模式，机器学习模型能够自我更新和适应，以识别新的故障模式。

在实际应用中，优化模型还可以考虑设备的地理位置和分布，以及维护人员的调度和资源分配。例如，对于广泛分布的电气设备，模型可以计算最优的维护路径和时间窗口，以减少维护人员的旅行时间和成本，同时确保设备的及时维护。这种综合考虑设备状态、维护资源和地理位置的优化模型，将为新型电力系统的电气设备维护提供更加全面和

高效的解决方案。通过实施这种优化模型，电力系统运营商不仅能够提高设备的可靠性和稳定性，还能降低维护成本，提升整体运营效率。

4.4 机器学习在维护决策中的应用

在电力系统的智能监测与优化维护策略中，机器学习扮演着至关重要的角色。通过收集来自电气设备的大量实时数据，如电流、电压、温度和振动等参数，机器学习算法能够学习设备的正常运行模式。例如，利用深度学习的神经网络可以识别设备在不同工况下的“指纹”，一旦检测到异常模式，系统能够立即发出预警，显著提高故障预测的准确性。此外，机器学习还能够结合设备的维护历史、制造商的维修指南以及行业最佳实践，动态更新维护策略。这种自适应能力使得维护工作更加精细化，减少了过度维护导致的资源浪费，同时也避免了维护不足引发的设备故障。通过持续的数据学习和策略优化，机器学习驱动的智能维护系统能够不断进化，更好地适应电力系统中新型设备和技术的快速迭代，确保电力供应的稳定性和经济性。

5 结语

综上所述，文章总结了新型电力系统中电气设备检测技术与维护策略的研究进展，强调了智能检测技术在提高检测效率和维护效果方面的重要性，并指出了基于状态的维护方法和机器学习在优化维护策略中的应用前景。通过这些技术的应用，新型电力系统能够更好地适应可再生能源并网带来的挑战，确保电力系统的稳定性和经济性。

参考文献

- [1] 梁苑,张耀忠,梁显光,秦超宙,林添培,缪辰宇,黄艺英.振动检测在配网开关性能检测中的应用[J].自动化应用,2024,65(05):188-190.
- [2] 关帅麟.电力系统电气设备的检修技术优化研究[J].现代制造技术与装备,2023,59(10):69-71.
- [3] 李兵兵.电力系统中电气设备的安装方法与调试技术要点[J].新型工业化,2022,12(12):32-35.
- [4] 段小军.红外检测技术在电力系统中的应用[J].数字通信世界,2021,(10):159-160+142.
- [5] 张鑫,郑飞虎,张治文,胡波.新型一体式电气设备绝缘强度实验平台的设计[J].实验室科学,2020,23(06):60-64+69.
- [6] 王玺.试论化学检测技术在电力设备带电检测中的应用[J].化工管理,2018,(34):116-117.