

电力变压器状态检修技术的智能化应用与发展趋势

王达

辽宁清河发电有限责任公司, 辽宁 铁岭 112003

摘 要： 电力变压器作为电力系统中关键的设备之一，其运行状态直接关系到整个电网的稳定性和可靠性。传统的变压器检修方式主要依赖于定期的预防性维护，这种方法虽然在一定程度上能够保证设备的正常运行，但存在明显的不足。针对于此本文首先对电力变压器状态检修技术进行概述，随后阐述了这一技术智能化应用的重要性，并针对智能化应用中遇到的相关问题，提出了针对性的优化策略。期望通过这些策略的实施与开展，能为电力企业的发展提供帮助。

关 键 词： 电力变压器；状态检修技术；智能化应用

Intelligent Application and Development Trend of State Maintenance Technology for Power Transformers

Wang Da

Liaoning Qinghe Power Generation Co., Ltd. Tieling, Liaoning 112003

Abstract： As one of the key equipment in the power system, the operation status of power transformers directly affects the stability and reliability of the entire power grid. The traditional transformer maintenance method mainly relies on regular preventive maintenance. Although this method can ensure the normal operation of equipment to a certain extent, it has obvious shortcomings. In response to this, this article first provides an overview of the state maintenance technology for power transformers, then elaborates on the importance of intelligent application of this technology, and proposes targeted optimization strategies for the relevant problems encountered in intelligent application. We hope that the implementation and implementation of these strategies can provide assistance for the development of power enterprises.

Keywords： power transformer; condition based maintenance technology; intelligent application

引言

随着科技的不断进步，电力变压器状态检修技术正逐步向智能化方向发展。智能化技术的应用不仅能够提高检修的效率和准确性，还能有效降低运维成本，延长设备的使用寿命。当前，基于大数据分析、物联网、云计算和人工智能等技术的智能诊断系统已经在电力变压器的状态检修中得到了应用。这些系统能够实时监测变压器的运行状态，通过分析历史数据和实时数据，预测潜在的故障和风险，从而实现精准的维护和检修。然而智能化技术的应用也面临着诸多挑战。如何将智能化技术与现有的检修流程和标准有效融合，是推动智能化检修技术发展的重要课题。

一、电力变压器状态检修技术概述

（一）状态检修的定义与原理

状态检修是一种以设备的实际运行状态为基础，通过实时监测、诊断和预测设备健康状况，合理安排检修时间和内容的维护策略。与传统的定期检修相比，状态检修更加注重设备的实际运行状况，旨在提高设备运行的可靠性和经济性，减少不必要的检修工作量，降低维护成本。状态检修的原理基于对设备运行状态的连续或定期监测，通过分析监测数据来评估设备的健康状况。这些监测数据包括但不限于温度、振动、声音、绝缘特性、油质分析等。通过这些数据的分析，可以及时发现设备潜在的故障和性能退化，从而在问题发展到严重程度之前进行干预。

（二）状态检修与定期检修的比较

状态检修与定期检修是当前工作人员进行电力变压器维护时所采用的两种主要策略，它们在实施方式、成本效益和可靠性方面存在显著差异。其中状态检修一般也被称为预知性维护，往往依赖于对变压器运行状态的实时监控和分析。在工作人员的操作中是通过安装传感器和使用先进的诊断技术来进行的，状态检修能够及时发现设备的微小异常和潜在故障。相比之下定期检修是一种更为传统的维护策略，它依据固定的时间表对变压器进行检查和维护，不论设备的实际运行状况如何。这种策略的优点在于简单易行，容易规划和管理^[1]。

（三）电力变压器状态检修技术的发展趋势

在不远的将来，电力变压器状态检修技术的发展趋势将会变

作者简介：王达（1982.03-），男，汉族，辽宁铁岭市人，大专，助理工程师，研究方向：变压器检修。

得更加注重智能化和预测性维护。这是因为随着物联网技术的不断进步，会使得变压器的状态监测将更加实时和全面。其中传感器网络将被广泛部署在变压器的关键部位，用于实时收集温度、振动、油质等关键参数，并通过无线网络传输至中央监控系统。而人工智能和大数据分析技术的应用将使这些数据转化为有价值的洞察。通过机器学习算法，系统能够识别出设备运行中的异常模式，并预测潜在的故障。这种预测性维护不仅能够提前发现隐患，避免突发性故障，还能优化维护计划，减少不必要的检修，从而降低运维成本^[2]。

二、电力变压器状态检修技术智能化应用的重要性

（一）提高电力系统运行可靠性与安全性

作为电力系统中关键的设备，电力变压器运行状态直接关系到整个电网的稳定性和供电的可靠性。而在当前的电力变压器的运维当中，状态检修技术智能化的应用，能够实时监测变压器的运行参数，如温度、压力、振动等参数可以通过先进的数据分析和故障诊断技术，及时发现潜在的故障和性能退化。智能化系统可以对收集到的数据进行深入分析，预测设备可能出现的问题，并制定相应的维护计划，从而避免突发性故障的发生，减少停电时间，提高电力系统的运行可靠性与安全性。

（二）降低维护成本与延长变压器使用寿命

电力变压器状态检修技术的智能化应用对于降低维护成本与延长变压器使用寿命具有重要意义。在以往传统的变压器检修过程中，工作人员往往依赖于定期的预防性维护，这不仅需要大量的人力和物力，而且往往无法准确判断设备的实际状态，导致过度维护或维护不足的问题。而智能化技术的应用，如在线监测系统，可以实时收集变压器的运行数据，包括温度、振动、油中溶解气体分析等关键指标，通过大数据分析和人工智能算法对变压器的健康状况进行精确评估^[3]。

（三）实现精准故障预测与快速响应

近些年来企业对电力系统可靠性和效率要求的不断提高之下，使得当前电力变压器状态检修技术的智能化应用变得尤为重要。在实际的应用中，智能化技术能够帮助企业实现对变压器运行状态的实时监控和分析，从而提前发现潜在问题来减少突发故障的发生。其中实现精准故障预测与快速响应是智能化检修技术的核心优势之一。企业可以通过安装在变压器上的各种传感器实时收集温度、振动、油中溶解气体等关键数据。接下来将这些数据通过高速通信网络传输至中央监控系统，并利用大数据分析和人工智能算法对变压器的健康状况进行持续评估。智能化系统能够识别出数据中的异常模式，预测可能发生的故障，并给出相应的预警信息^[4]。

（四）促进电力资源优化配置与节能减排

电力变压器状态检修技术的智能化应用对于促进电力资源的优化配置与节能减排具有重要意义。具体而言，在电力变压器的应用中，智能化状态检修技术能够实时监测变压器的运行状态，并通过分析数据来帮助工作人员预测设备可能出现的故障，从而

提前进行维护避免因突发故障导致的电力中断和资源浪费。例如通过安装在变压器上的传感器，工作人员就可以实时监测温度、振动、油质等关键参数，一旦发现异常，系统会自动发出警报，并提供维护建议^[5]。

三、电力变压器状态检修技术智能化应用中的难点

（一）数据采集与处理的复杂性

在近些年来电力变压器状态检修技术的广泛应用之下，电力系统的运行效率和可靠性得到了显著提升。然而随着技术的不断进步，电力变压器状态检修技术的智能化应用难点也逐渐显现。其中数据采集与处理的复杂性是当前面临的主要挑战之一。这是因为在当前的企业的应用中，电力变压器在运行过程中会产生大量的数据，这些包括温度、振动、油中溶解气体、局部放电等多种监测参数不仅量大，而且类型多样往往需要通过先进的传感器和采集设备进行实时监控。然而，由于电力系统的复杂性，数据采集过程中可能会受到电磁干扰、设备老化、环境变化等因素的影响，导致数据的准确性和完整性难以保证^[6]。

（二）智能诊断算法的准确性和可靠性问题

随着电力系统对可靠性和效率要求的不断提高，电力变压器状态检修技术的智能化应用变得尤为重要。然而研究人员发现在这一过程中，智能诊断算法的准确性和可靠性问题成为了一个关键的难点。这是因为智能诊断算法在实际的应用中，往往需要能够准确识别和预测变压器可能出现的故障，但现实的情况，算法往往面临着数据质量、模型泛化能力以及环境干扰等多方面的挑战。其中数据质量的好坏往往会直接影响诊断算法的准确性。电力变压器在运行过程中产生的数据量巨大，但数据的噪声、缺失和异常值等问题可能会导致算法性能下降。因此，如何有效地进行数据清洗、预处理和特征提取，是提高智能诊断算法准确性的关键步骤^[7]。

（三）现场环境适应性与设备兼容性挑战

电力变压器状态检修技术智能化应用中的难点之一是现场环境适应性与设备兼容性挑战。这一问题产生的原因往往是由于电力变压器通常安装在户外或变电站内，使得设备的作业环境条件复杂多变，其中包括温度、湿度、电磁干扰、灰尘等因素都可能对智能化设备的正常运行造成影响。比如在在高温环境下的设备运行过程中，设备的散热性能可能会下降进而导致传感器或数据处理单元过热，影响数据的准确性和设备的稳定性。此外强电磁干扰可能会对无线通信模块造成干扰，影响数据传输的可靠性。

（四）维护人员技能与智能化系统整合的难题

人为因素在电力变压器状态检修技术智能化应用时，也占很大的比例。尽管智能化系统可以自动监测和分析数据，但维护人员的技能和经验仍然是确保系统正常运行和准确判断变压器状态的关键因素。一方面是因为维护人员需要掌握智能化系统的操作和维护技能，以便在出现问题时能够迅速解决。而在另一方面，往往是因为智能化系统提供数据和分析结果需要维护人员进行解读和判断，以制定合适的检修计划。然而，现实情况中，维护人

员的技能和智能化系统的整合常常面临挑战。部分维护人员可能对智能化系统的操作不够熟练，或者对系统提供的数据解读不够准确，这可能导致误判或漏判，进而影响变压器的正常运行和安全性。

四、电力变压器状态检修技术智能化应用的优化策略

（一）采用先进的传感器和数据采集设备

针对于当前的企业而言，管理层为了实现电力变压器状态检修技术的智能化应用，就重点需要采用先进的传感器和数据采集设备。在企业的具体实施过程中，这些设备要能够实时监测变压器的运行状态，包括温度、压力、振动、油中溶解气体等关键参数。同时还需要通过使用高精度、高稳定性的传感器来确保数据的准确性和可靠性，为后续的数据分析和故障预测提供坚实的基础^[8]。

（二）结合机器学习和深度学习技术

随着近些年来电力系统对可靠性和效率要求的不断提高，使得电力变压器状态检修技术的智能化应用显得尤为重要。在这一背景下，企业为了进一步优化这一技术，采用的结合机器学习和深度学习技术成为了一种有效的策略。在具体的实施过程中，企业可以通过这些先进的数据分析方法，对变压器的运行状态进行更精确的监测和预测，从而帮助自身实现更高效的维护和故障预防。在具体的实施过程中，机器学习算法可以帮助工作人员处理和分析来自变压器的大量历史数据和实时数据。通过算法分析可以识别出设备的正常运行模式和潜在的异常模式^[9]。

（三）设计和制造适应各种恶劣环境的传感器和采集设备

针对于现场作业环境对于设备的影响这一问题，电力变压器状态检修技术智能化应用的优化策略显得尤为重要。电力变压器在恶劣的现场作业环境中，往往会面临着高温、高湿、强振动、腐蚀性气体等多种不利因素的挑战。这些因素不仅会加速设备老化，还可能导致设备故障，影响电网的稳定运行。所以相关部门

为了应对这些挑战，设计和制造适应各种恶劣环境的传感器和采集设备是至关重要的。例如采用耐高温、耐腐蚀的材料来制造传感器外壳，确保其在极端温度和化学腐蚀环境中仍能正常工作。同时传感器的设计应具备良好的密封性能，防止湿气和灰尘的侵入，保证数据采集的准确性^[10]。

（四）加强对维护人员的培训

为了确保电力变压器状态检修技术智能化应用的有效实施，相关部门加强对维护人员的培训是至关重要的。在这一策略的实施过程中，企业应定期组织专业培训课程，课程中应涵盖智能化技术的最新发展、智能诊断系统的操作方法、数据分析和故障预测等关键内容。企业员工就可以通过这些培训掌握智能化工具的使用，从而提高对变压器状态的准确判断能力。其次对于企业而言，开展的内部培训内容应包括理论与实践相结合的教学方法。除了课堂讲授还应安排现场实操环节，让维护人员在实际工作中应用所学知识，通过模拟故障和实际案例分析，提高解决实际问题的能力。同时企业为了确保培训效果，还应建立一套完善的考核机制。通过定期的技能考核和评估，检验维护人员的学习成果和实际操作能力。对于考核成绩优异的员工，给予相应的奖励和晋升机会，激发员工的学习热情和工作积极性。对于考核不达标的员工，则应提供额外的辅导和再培训机会，确保每位员工都能达到岗位要求。

五、结语

综上所述，电力变压器状态检修技术的智能化应用是一个复杂而多维的课题，涉及技术、环境、人员等多方面因素。通过采用先进的传感器和数据采集设备、结合机器学习和深度学习技术、设计适应恶劣环境的设备以及加强对维护人员的培训，可以显著提升智能诊断的准确性和效率。未来，随着技术的不断进步和应用的深入，电力变压器的智能化状态检修将更加成熟，为保障电网安全稳定运行提供有力支撑。

参考文献

- [1] 赵志新, 赵宗罗, 赵颖, 等. 基于并行化 BP 神经网络的配电变压器故障快速诊断方法 [J]. 浙江电力, 2021, 40(12): 82-88. DOI: 10.19585/j.zjdl.202112011.
- [2] 姚曙, 杨娟, 宋金德. 电力变压器的故障诊断与检修方法研究 [J]. 无线互联科技, 2021, 18(15): 66-67.
- [3] 王晓辉, 李琳. 电力变压器状态检修技术研究及应用 [J]. 山东工业技术, 2015, (20): 153. DOI: 10.16640/j.cnki.37-1222/t.2015.20.139.
- [4] 马越江. 电力变压器状态检修技术的应用分析 [J]. 电子测试, 2016, (21): 122+120. DOI: 10.16520/j.cnki.1000-8519.2016.21.062.
- [5] 郝小阳. 电力变压器状态检修技术探讨 [J]. 低碳世界, 2016, (32): 71-72. DOI: 10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2016.32.048.
- [6] 常智远. 电力变压器状态检修及故障诊断解决策略 [J]. 中国新通信, 2017, 19(24): 123-124.
- [7] 刘云鹏, 许自强, 李刚, 等. 人工智能驱动的数据分析技术在电力变压器状态检修中的应用综述 [J]. 高电压技术, 2019, 45(02): 337-348. DOI: 10.13336/j.1003-6520.hve.20190130001.
- [8] 董善滨. 电力变压器状态检修技术及应用研究 [J]. 无线互联科技, 2019, 16(16): 145-146.
- [9] 姚曙, 杨娟, 宋金德. 电力变压器的故障诊断与检修方法研究 [J]. 无线互联科技, 2021, 18(15): 66-67.
- [10] 赵志新, 赵宗罗, 赵颖, 等. 基于并行化 BP 神经网络的配电变压器故障快速诊断方法 [J]. 浙江电力, 2021, 40(12): 82-88. DOI: 10.19585/j.zjdl.202112011.