

Discussion on the Transformer Operation and Maintenance Countermeasures of 110kV Substation

Caixiao Zheng Shanshan Li Yongbin Qian

State Grid Dengfeng City Power Supply Company, Dengfeng, Henan, 452470, China

Abstract

With the continuous development of the power system and the increase of the power load, the operation and maintenance of the 110kV substation transformer, as the key equipment in the power system, is particularly important. Based on the basic principle and structure of 110kV substation transformer, this paper introduces its role and importance in the power system. Through the analysis of the possible problems in the operation process of the 110kV substation transformer, such as load fluctuation, temperature change and other factors, it has laid a foundation for the subsequent maintenance countermeasures. In terms of maintenance countermeasures, this paper puts forward a series of effective measures, suggested to strengthen the real-time monitoring of transformer in operation, adopt advanced monitoring equipment and technology, and establish a sound data recording system, find potential problems in time, for the transformer in the power system.

Keywords

110kV; substation; transformer

探讨 110kV 变电站变压器的运行及其维护对策

郑彩晓 李珊珊 钱永彬

国网登封市供电公司, 中国·河南 登封 452470

摘 要

随着电力系统的不断发展和用电负荷的增加, 110kV 变电站变压器作为电力系统中的关键设备, 其运行和维护显得尤为重要。论文从 110kV 变电站变压器的基本原理和结构出发, 详细介绍了其在电力系统中的作用和重要性。通过对 110kV 变电站变压器运行过程中可能面临的问题进行分析, 如负荷波动、温度变化等因素的影响, 为后续提出维护对策奠定了基础。在维护对策方面, 论文提出了一系列有效的措施, 建议在运行中加强对变压器的实时监测, 采用先进的监测设备和技术, 以及建立健全的数据记录系统, 及时发现潜在问题, 旨在为电力系统中变压器的安全、稳定运行提供了有益的参考和指导。

关键词

110kV; 变电站; 变压器

1 引言

电力系统作为现代社会不可或缺的基础设施之一, 其稳定运行与可靠供电直接关系到社会经济的发展和人民生活的质量。在电力系统中, 110kV 变电站变压器作为关键设备之一, 承担着电能传输、分配和调控的重要任务。其性能的稳定与否直接关系到电力系统的正常运行。因此, 对 110kV 变电站变压器的运行状态及其维护对策的深入研究显得尤为紧迫与重要。论文旨在全面探讨 110kV 变电站变压器的运行与维护对策, 通过对变压器的基本原理和结构进行详细介绍, 分析运行过程中可能遇到的问题, 提出一系列科学合理的维护对策, 以提高 110kV 变电站变压器的运行可靠性, 延长使用寿命, 确保电力系统的安全稳定运行。

【作者简介】郑彩晓 (1980-), 女, 中国河南登封人, 本科, 工程师, 从事变电检修及运维研究。

2 变压器基本原理与结构

2.1 变压器的基本原理

在电力系统中, 变压器是一种基础而关键的电气设备, 其基本原理是基于电磁感应现象的。变压器通过变换电压的大小, 实现电能的输送、分配和调整。其基本原理可以简要概括为: 当一个交流电流通过一个线圈时, 产生的磁场会感应出一个与原电流频率相同但电压大小不同的电流。这样, 通过磁感应的作用, 电能得以在不同电压级别之间进行传递。

2.2 110kV 变电站变压器的结构与工作原理

110kV 变电站变压器的结构复杂而精密, 通常包括高压侧 (Primary)、低压侧 (Secondary)、铁芯和冷却系统等主要组成部分。高压侧与低压侧分别与电力系统的高压和低压网络相连接, 而铁芯则承担着电磁感应的关键作用。变压器的工作原理基于法拉第电磁感应定律, 即磁场的变化会

在导体中产生感应电动势。110kV 变电站变压器的运行过程中，首先，高压侧的交流电流通过高压线圈，产生一个强烈的磁场。这个磁场穿过铁芯，感应出低压侧线圈中的电流，从而在低压侧产生相应的电压。这一变换过程使得电能能够以高压输入、低压输出的方式在电力系统中传递。变压器原理见图 1。

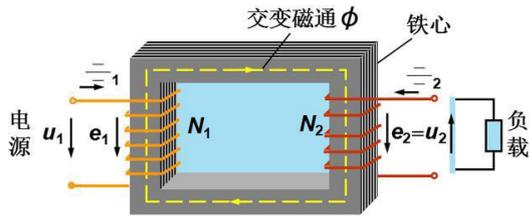


图 1 变压器原理

3 运行过程中可能面临的问题分析

3.1 负荷波动对变压器的影响

110kV 变电站变压器在电力系统中承担着负责传递和分配电能的重要职责。然而，电力系统中负荷波动是一种常见的现象，可能对变压器产生一系列不利影响。当电力系统的负荷突然波动时，变压器承受的电流和电压变化较大，可能导致变压器内部产生过多的电磁力，引起机械应力的集中，进而影响铁芯和线圈的稳定性。此外，频繁的负荷波动可能加速变压器的温度变化，进而增加绝缘材料的老化速度，降低其绝缘性能。

3.2 温度变化引起的问题

温度变化是另一个可能影响 110kV 变电站变压器性能的关键因素。在变压器运行过程中，温度的波动不仅直接影响变压器内部材料的热稳定性，还可能导致绝缘材料的老化，增加内部电阻，降低绝缘强度，甚至引发设备的故障。

3.3 电气故障的潜在风险

电气故障是 110kV 变电站变压器运行过程中最严重的问题之一。这些故障可能由多种原因引起，包括设备自身的缺陷、外部电力系统的问题以及操作和维护不当等。电气故障可能导致设备停机、损坏甚至引发火灾等严重后果^[1]。

4 运行状态监测与分析

在 110kV 变电站变压器的运行管理中，实时监测与分析系统的建设和应用是确保设备稳定运行、提前发现潜在问题的关键环节。这一过程包括建设实时监测系统、使用先进监测设备以及建立完善的数据记录系统。

4.1 实时监测系统的建设与应用

实时监测系统是通过传感器、仪表和监测设备等技术手段，对 110kV 变电站变压器的运行参数进行实时采集、

传输和分析的一套完整系统。该系统不仅能够提供对关键参数的实时监测，还能够预警可能发生的故障，为运维人员提供决策支持。实时监测系统的建设需要充分考虑变压器的关键运行参数，包括温度、电流、电压、湿度等。通过对这些参数的实时监测，可以全面了解变压器的运行状态，及时发现异常情况。为了实现对各种参数的实时监测，应选择高精度、高灵敏度的传感器技术。例如，采用红外传感器实时监测变压器的温度变化，使用电流传感器和电压传感器实时监测电流和电压波动，以确保对变压器运行状态的全面监控。实时监测系统应具备远程监测功能，通过互联网或专用通信网络，将采集到的数据传输至监测中心。这样，运维人员可以随时随地通过远程终端获取变压器的运行状态，及时处理问题，提高响应速度。实时监测系统还应具备故障预警与诊断功能。通过对实时数据进行分析，系统能够识别潜在的故障迹象，并发出预警信息，使运维人员得以提前采取措施，减少故障对设备的影响。

4.2 先进监测设备的使用

红外热像技术是一种通过测量目标表面的红外辐射，生成热像图像，从而实现温度分布的监测的先进技术。在 110kV 变电站变压器中，红外热像技术可用于实时监测变压器各个部位的温度变化，帮助识别潜在的热问题，提高故障诊断的准确性。变压器在运行过程中会产生一定的振动，而异常振动可能是设备故障的前兆。通过振动监测技术，可以实时监测变压器的振动情况，发现异常振动并及时采取措施，避免故障进一步发展。在变压器中，气体绝缘开关是一种重要的绝缘元件，其状态直接关系到设备的运行安全。先进的 GIS 在线监测技术可以实时监测气体绝缘开关中的气体成分，及时发现异常情况，提高设备的可靠性。利用智能传感器网络，可以实现对变压器多个参数的同时监测。这种网络可以实现传感器之间的数据共享和协同工作，提高监测系统的全面性和准确性。

4.3 数据记录系统的建立

建立数据记录系统是为了对实时监测系统采集到的数据进行有效的存储和管理。包括对各类传感器采集到的数据进行整合、存储，以便后续的分析 and 查询^[2]。数据记录系统应具备对历史数据进行分析的功能。通过对历史数据的深入分析，可以了解变压器在不同条件下的运行特性，为未来的运维决策提供经验支持。数据记录系统还应能够生成各种报表和趋势分析图表，以直观展示变压器运行状态的变化趋势。这对于发现问题的根本原因和制定长期维护计划具有重要意义。数据记录系统还可以作为故障诊断的重要工具。通过对故障时刻的数据进行深入分析，可以帮助确定故障的具体位置和原因，为迅速有效地进行维修提供支持。变电站运行状态见图 2。

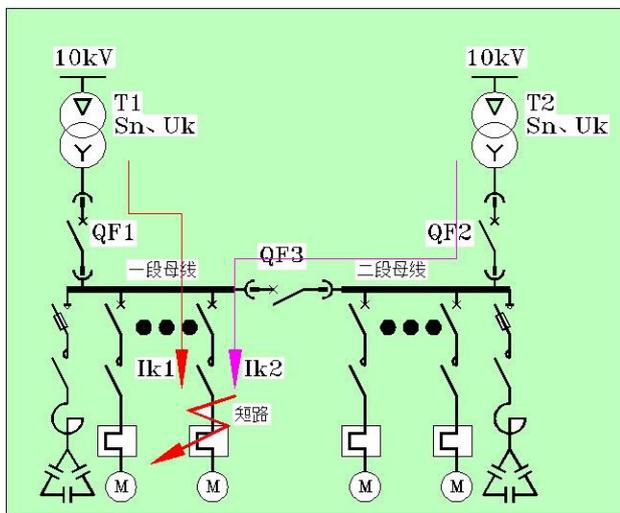


图2 变电站运行状态

5 维护对策提出与分析

110kV 变电站变压器的运行稳定性和可靠性直接关系到电力系统的正常运行。为了确保变压器在运行过程中能够有效应对各种挑战，需要制定科学合理的维护对策。这一过程包括变压器故障诊断与应急处理方案、维修计划的制定与实施以及预防性维护的有效手段。

5.1 变压器故障诊断与应急处理方案

故障诊断是变压器维护的关键环节，需要采用先进的技术手段。红外热像技术、振动监测技术、气体绝缘开关在线监测等技术可以帮助定位故障点，提高诊断的准确性。针对不同类型的故障，需要采用不同的故障诊断方法。通过对故障的分类和评估，可以有针对性地制定应对方案，快速高效地解决问题。针对可能出现的各类故障，需要制定详细的应急处理方案。这包括紧急停机程序、设备更换流程、紧急维修流程等，以确保在故障发生时能够迅速采取有效措施，减少故障对电力系统的影响。为了提高应急处理的效率，建议在应急处理方案中加入远程监控与指导的内容。通过远程监控系统，可以由专业人员对变压器进行实时监控，并提供在线指导，确保应急处理的正确性和及时性。

5.2 维修计划的制定与实施

制定合理的维修计划是确保变压器长期稳定运行的基础。定期巡检和检修可以及时发现潜在问题，预防故障的发生。巡检内容包括对绝缘、冷却系统、连接部件等的检查，

以确保其良好运行。变压器油是绝缘油，其质量直接关系到变压器的绝缘性能。建议制定定期的油样检测计划，通过对油样的分析，了解变压器内部的运行状态，及时发现油中杂质、水分等异常情况。

随着技术的不断发展，一些老化的设备可能无法满足电力系统的要求。因此，制定设备更换与升级计划是维护的重要组成部分。及时替换老化设备，采用先进的技术，有助于提高变压器的性能和可靠性^[3]。

在维修计划的实施过程中，建议建立维护记录系统。通过对维护记录的分析，可以总结经验，发现一些常见问题的规律，为今后的维护工作提供有益参考。

5.3 预防性维护的有效手段

合理的负荷管理是预防性维护的有效手段之一。通过对电力系统负荷的合理分配和控制，可以减小变压器的运行负荷，降低其温升，延长设备寿命。安装过载保护装置是保障变压器安全运行的一项重要措施。过载保护装置可以实时监测变压器的负荷情况，一旦发现过载情况，即可自动切断电源，防止设备受损。定期进行油质分析，了解绝缘油的变化情况，是预防性维护的重要手段。通过对油质的改进，可以减少油中杂质的含量，提高绝缘油的性能，保障变压器的正常运行。定期进行热负荷试验，是预防变压器温度问题的一种有效手段。通过对变压器进行负荷升温试验，可以检测设备在高负荷运行条件下的性能，提前发现潜在问题。

6 结语

综上所述，通过对 110kV 变电站变压器运行与维护的综合研究，我们认识到维护不仅仅是对已发生问题的修复，更是对潜在问题的预防和管理。在未来的研究中，可以进一步深入探讨基于人工智能的故障预测与诊断系统、更为先进的监测技术的应用，以及更环保、高效的维护材料的开发等方向。通过不断创新和进步，可以更好地保障电力系统的安全稳定运行，为社会经济的可持续发展作出贡献。

参考文献

- [1] 刘朝军. 探析110kV变电站变压器的运行及其维护[J]. 轻松学电脑, 2021(4):1.
- [2] 胡通达. 解析110kV变电站变压器的运行及其维护[J]. 轻松学电脑, 2019, (1):92.
- [3] 朱桂如. 解析110kV变电站变压器的运行及其维护[J]. 通讯世界, 2018(11):2.