

# 电气试验技术在变压器故障分析中的应用

程浩

山西漳山发电有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i4.6677

**[摘要]** 本文详细探讨了电气试验技术在变压器故障分析中的应用。通过对变压器常见故障及其原因的深入分析,结合电气试验技术的特点和应用方法,提出了相应的故障分析策略。旨在为电力行业工程师和技术人员提供有效的变压器故障分析方法和手段,提高变压器的运行效率和安全性。

**[关键词]** 电气试验技术; 变压器故障分析; 应用

## Application of electrical test technology in transformer fault analysis

Cheng Hao

Shanxi Zhangshan Power Generation Co., Ltd

**[Abstract]** This paper discusses the application of electrical test technology in transformer fault analysis in detail. Through the thorough analysis of transformer common faults and the causes and the characteristics of electrical test technology, the corresponding fault analysis strategy is proposed. It aims to provide effective methods and means of transformer fault analysis, and improve the operation efficiency and safety of transformer.

**[Key words]** electrical test technology; transformer fault analysis; application

### 1 变压器常见的故障与原因

#### 1.1 绕组形变故障

绕组形变故障是变压器中常见的故障之一。绕组形变可能是由于短路电流冲击、机械振动、热应力等因素引起的。当绕组发生形变时,会导致电磁性能改变,进而影响变压器的正常运行。绕组形变故障可能导致局部放电、温度升高、绝缘性能下降等问题,严重时甚至可能导致变压器烧毁。

#### 1.2 铁芯故障

铁芯故障是变压器中另一类常见故障。铁芯故障通常是由于铁芯夹紧不良、绝缘损坏、短路等原因引起的。铁芯故障会导致磁路异常,影响变压器的正常运行。此外,铁芯故障还可能导致涡流损耗增加、温度升高、绝缘老化等问题,进而影响变压器的使用寿命。

#### 1.3 接触不良故障

接触不良故障是指变压器内部导电部分之间的接触电阻增大,导致电流分布不均、温度升高、绝缘性能下降等问题。接触不良故障可能是由于制造过程中的装配不良、长期运行过程中的氧化、松动等原因引起的。接触不良故障严重时可能导致变压器烧毁。

### 2 电气试验技术在变压器故障分析中的应用

#### 2.1 直流电阻试验

在电气试验技术中,直流电阻试验以其独特的优势成为了

评估变压器绕组状态的重要手段。该方法的核心在于测量变压器绕组的直流电阻值,通过这一数值,我们可以对绕组的工作状态进行全面而精确的判断。

首先,直流电阻试验能够准确判断绕组是否存在开路、短路、接触不良等常见故障。当绕组发生开路或短路时,其直流电阻值会发生明显的变化。通过对比测量值与标准值,我们可以迅速发现这类故障,为后续的维修工作提供准确的定位。

其次,直流电阻试验还能够评估绕组的连接状态。在变压器制造过程中,绕组的连接质量直接关系到其运行的稳定性和寿命。焊接不良、松动等问题都可能导致绕组连接不良,进而引发各种故障。通过直流电阻试验,我们可以及时发现这些问题,确保变压器的安全运行。

此外,直流电阻试验还具有快速、有效的特点。在变压器故障分析中,时间往往至关重要。直流电阻试验能够在较短的时间内完成,帮助工程师和技术人员迅速定位绕组故障,为故障修复提供有力支持。

在实际应用中,我们还需要注意一些影响直流电阻试验准确性的因素。例如,环境温度、测量设备的精度等都可能对测量结果产生影响。因此,在进行直流电阻试验时,我们需要确保测量环境稳定,选择高精度的测量设备,以获得更为准确的结果。

#### 2.2 绝缘电阻试验

通过精确测量变压器的绝缘电阻值，我们可以对变压器内部的绝缘状态进行准确的评估，从而及时发现潜在的问题，避免事故的发生。

绝缘电阻试验的基本原理是，通过向变压器施加一定的直流电压，测量其绝缘电阻的大小。这个电阻值反映了变压器内部绝缘材料的导电性能。如果绝缘电阻值较低，意味着绝缘材料存在老化、破损等问题，可能会导致电气故障。相反，如果绝缘电阻值较高，说明变压器的绝缘性能良好。

除了评估绝缘材料的导电性能外，绝缘电阻试验还可以用于检测变压器的受潮情况。当变压器受潮时，其绝缘电阻值会显著降低。因此，通过定期进行绝缘电阻试验，我们可以及时发现变压器的受潮问题，并采取相应的措施进行处理，确保变压器的正常运行。

在变压器故障分析中，绝缘电阻试验发挥着至关重要的作用。通过对比不同时间点的绝缘电阻值，我们可以分析变压器绝缘性能的变化趋势，从而预测可能出现的故障。这对于工程师和技术人员来说，是非常有价值的信息。他们可以根据这些信息制定针对性的维护计划，提高变压器的可靠性和安全性。

此外，值得一提的是，绝缘电阻试验还可以与其他电气试验方法相结合，如局部放电试验、介质损耗因数试验等，从而更全面地评估变压器的绝缘性能。这些方法相互补充，共同构成了电气试验技术的完整体系。

### 2.3 介损试验

介损试验，作为一种评估变压器绝缘介质损耗的方法，在电力系统的日常维护和故障分析中发挥着至关重要的作用。通过精确地测量绝缘介质的介损值，工程师和技术人员能够洞察绝缘介质的状态，进而判断其是否存在老化、受潮、污染等问题。本文将深入探讨介损试验的原理、重要性以及在实际应用中的价值。

首先，了解介损试验的基本原理对于全面理解其重要性至关重要。介损，即介质损耗，是指绝缘介质在电场作用下产生的能量损耗。这种损耗可能是由于绝缘介质内部的电导、极化等因素造成的。在变压器中，绝缘介质的作用是保持绕组之间的电气隔离，防止电流泄露。然而，随着绝缘介质的老化、受潮或污染，其介损值会发生变化，进而影响到变压器的正常运行。

介损试验的重要性在于，它能够通过测量绝缘介质的介损值来发现这些潜在问题。通过对比历史数据和标准值，工程师和技术人员可以及时发现绝缘性能的退化趋势，从而提前采取措施进行维护和修复。这不仅可以避免设备故障导致的停电和经济损失，还可以延长变压器的使用寿命，提高电力系统的整体可靠性。

在变压器故障分析中，介损试验更是一种重要的辅助手段。当变压器出现故障时，通过介损试验可以迅速定位问题所

在，为故障分析提供有力的依据。例如，当介损值异常升高时，可能意味着绝缘介质存在受潮或污染等问题，这为后续的故障排查和修复提供了明确的方向。

此外，随着科技的发展，介损试验技术也在不断进步。现代的介损试验设备具有更高的精度和稳定性，能够在更短的时间内完成测量，从而提高了工作效率。同时，随着大数据和人工智能技术的应用，介损试验数据的管理和分析也变得更加便捷和高效。

### 2.4 交流耐压试验

交流耐压试验在电气试验技术中扮演着举足轻重的角色，特别是在评估变压器在额定电压下的绝缘性能方面。作为一种重要的试验方法，交流耐压试验通过模拟变压器在实际运行中的工作状态，为工程师和技术人员提供了直接、有效的手段来检测变压器的绝缘性能。

在交流耐压试验中，通过在变压器上施加交流电压，可以检测变压器是否存在绝缘缺陷、击穿等潜在问题。这种试验方法的实施，对于评估变压器的运行安全性和稳定性具有不可估量的价值。通过及时发现和处理变压器中的绝缘问题，可以有效预防变压器在运行过程中发生故障，从而保证电力系统的稳定运行。

在变压器故障分析中，交流耐压试验是一种不可或缺的手段。它能够直接反映变压器在实际运行中的绝缘性能，帮助工程师和技术人员准确判断变压器的故障类型和原因。通过深入分析交流耐压试验的结果，可以对变压器的绝缘性能进行全面评估，从而为变压器的维护和维修提供有力的支持。

此外，交流耐压试验还具有重要的预防性维护作用。通过对变压器进行定期的交流耐压试验，可以及时发现并处理潜在的绝缘问题，从而避免变压器在运行过程中发生突发故障。这种预防性维护措施不仅可以延长变压器的使用寿命，还可以降低电力系统的故障率，提高电力系统的整体运行效率。

### 2.5 短路试验

短路试验，作为电气试验技术中的一种重要手段，专门用于检测变压器在短路故障下的承受能力。通过模拟变压器在短路状态下的工作条件，我们可以全面评估其绕组、铁芯和绝缘结构等关键部件是否能够承受短路电流的强大冲击。短路试验不仅关乎变压器的短路阻抗、短路电流分配以及热稳定性等核心参数，更对预防短路故障和确保变压器的安全运行具有举足轻重的意义。

短路试验的核心在于模拟真实的短路场景，以检测变压器在极端条件下的性能表现。在短路发生时，变压器会承受巨大的电流冲击，这对其内部的绕组、铁芯和绝缘结构都提出了极高的要求。短路试验能够精确测量变压器在这些关键部件上的电流分配和热量分布，从而评估其短路承受能力。

短路阻抗是短路试验中一个重要的参数。它反映了变压器

在短路状态下的电气特性,对于预测短路电流的大小和分布至关重要。通过测量短路阻抗,我们可以了解变压器在短路故障时的电气性能,从而评估其承受短路电流的能力。

短路电流分配则涉及到变压器内部各部件之间的电流分配关系。在短路发生时,电流会在变压器的绕组、铁芯等部件之间重新分配。通过短路试验,我们可以了解各部件在短路状态下的电流分配情况,从而评估其在短路故障时的电气负荷情况。

此外,热稳定性也是短路试验中需要关注的一个重要方面。短路时,变压器内部会产生大量的热量,如果不能及时散发,可能导致设备损坏。短路试验能够模拟这种极端热条件,检测变压器在短时间内的热稳定性能,以确保其在短路故障时能够正常工作。

在变压器故障分析中,短路试验提供的数据具有直接且重要的价值。工程师和技术人员可以依据这些数据,深入分析短路故障的原因和影响,从而采取相应的措施进行故障预防和处理。例如,通过对短路试验数据的分析,我们可以发现变压器在短路状态下的薄弱环节,进而对设备进行针对性的加固和改进。

### 3 电气试验技术在变压器故障分析中的应用措施

#### 3.1 制定严格的试验标准和流程

为了确保电气试验技术在变压器故障分析中的准确性和有效性,必须制定严格的试验标准和流程。这包括明确试验的目的、范围、方法和步骤,规定试验所需的设备、仪器和工具,以及确定试验人员的资质和责任。通过制定标准化的试验流程,可以确保试验的一致性和可重复性,提高故障分析的准确性和可靠性。

#### 3.2 加强试验人员的培训和能力提升

电气试验技术的实施需要专业的试验人员来完成。因此,加强试验人员的培训和能力提升至关重要。这包括提高试验人员的理论水平、操作技能和安全意识,使他们能够熟练掌握各种试验方法和设备,准确判断试验结果,并有效应对各种突发情况。通过定期的培训和考核,可以确保试验人员具备足够的专业素养和综合能力,为变压器故障分析提供有力的技术支持。

#### 3.3 强化试验数据的记录和分析

电气试验产生的数据是变压器故障分析的重要依据。因此,必须强化试验数据的记录和分析工作。这包括建立完善的试验数据管理制度,确保数据的完整性、准确性和可追溯性。同时,要运用现代数据分析技术,对试验数据进行深入挖掘和分析,提取有用的信息,为故障分析提供有力的数据支持。通过对比分析历史数据和标准值,可以及时发现变压器的潜在问题,为后续的故障预防和处理提供有力的依据。

#### 3.4 加强与其他检测方法的协同配合

电气试验技术虽然在变压器故障分析中发挥着重要作用,但并非万能的。因此,在实际应用中,要加强与其他检测方法的协同配合,形成综合性的故障分析体系。例如,可以结合油色谱分析、红外热像仪等检测方法,对变压器进行全面的检测和分析。通过综合运用多种检测方法,可以相互验证和补充,提高故障分析的准确性和可靠性,为变压器的维护和维修提供全面的技术支持。

#### 3.5 加强故障预警和应急响应机制

除了定期的电气试验,还应建立故障预警和应急响应机制,以应对突发故障。通过实时监测变压器的运行状态,结合历史数据和故障模式分析,可以预测潜在的故障风险,并及时发出预警。同时,要制定详细的应急响应计划,明确故障处理流程、责任分工和应急资源,确保在故障发生时能够迅速、有效地进行处置,最大限度地减少故障对电力系统的影响。

#### 3.6 推动技术创新和智能化发展

随着科技的不断进步,电气试验技术也在不断发展。应积极推动技术创新和智能化发展,提高电气试验的自动化、精度和效率。例如,可以引入人工智能、大数据等先进技术,对试验数据进行智能分析和处理,提高故障分析的准确性和效率。同时,可以探索开发智能化的电气试验设备,实现试验过程的自动化和远程控制,提高试验的安全性和便捷性。

#### 结语:

通过制定严格的试验标准和流程、加强试验人员的培训和能力提升、强化试验数据的记录和分析、加强与其他检测方法的协同配合、加强故障预警和应急响应机制以及推动技术创新和智能化发展等措施,可以充分发挥电气试验技术在变压器故障分析中的优势,提高故障分析的准确性和可靠性,为变压器的安全运行和维护提供有力的技术支持。同时,随着技术的不断进步和应用范围的扩大,电气试验技术在未来将有更广阔的应用前景和发展空间。

#### [参考文献]

- [1]刘佳佳,李春雨.浅析变压器油色谱与电气试验相结合综合诊断过热故障[J].数字通信世界,2021(08):171-172.
- [2]王海亮,邓玲,何奇,项川,王泉,付豪.直觉模糊层次分析法下变压器状态的灰色模糊综合评判模型[J].高压电器,2020,56(09):216-222.
- [3]蒋恬.电气试验在变压器故障检测中的应用[J].现代工业经济和信化,2023,13(03):170-171.
- [4]戚兆义.电气试验在变压器故障分析中的应用[J].电子技术,2023,52(03):362-363.
- [5]高千.基于故障树与电气试验的变压器可靠性研究[D].辽宁:大连理工大学,2019.