

# 电气试验在变压器故障分析中的应用

王建涛

浙江华东工程咨询有限公司 浙江杭州 311100

**摘要:** 在能源与电力行业中, 变压器作为一种重要的电力设备, 承担着电能传输和分配的重要任务。然而, 由于长期运行、负载变化和环境影响等原因, 变压器存在着各种潜在的故障隐患, 这些故障不仅会影响变压器的正常运行, 还对电力系统的稳定性和可靠性产生严重影响。因此, 对于变压器的故障分析和预防成为一项关键工作。其中, 电气试验作为一种重要的检测手段, 在变压器故障分析中具有重要的应用价值, 本文就此展开了探讨。

**关键词:** 电气试验; 变压器故障; 应用

## Application of electrical test in transformer fault analysis

Jiantao Wang

Zhejiang Huadong Engineering Consulting Co., LTD., Zhejiang Hangzhou 311100

**Abstract:** In the energy and power industry, transformer, as an important power equipment, undertakes the important task of power transmission and distribution. However, due to the long-term operation, load change and environmental factors and other reasons, there are various potential faults of the transformer, which will not only affect the normal operation of the transformer, but also have a serious impact on the stability and reliability of the power system. Therefore, the fault analysis and prevention of transformers has become a key work. Among them, the electrical test, as an important detection means, has an important application value in the transformer fault analysis, which is discussed in this paper.

**Keywords:** Electrical test; Transformer failure; Application

### 一、变压器概述及电气试验的作用

#### 1. 变压器概述

在电网系统中变压器承担着电压升降的作用, 其工作原理是利用电磁感应定律为基础进行工作的, 变压器主要工作部件由初级线圈、次级线圈以及磁芯等组成。利用线圈之间的匝数比来实现电压的升降从而将电力供给到用电用户中。在实际的使用过程中, 变压器需要将高压电转变为安全用电, 保证用电用户的电力使用安全。因此, 变压器作为电网系统中的重要部件, 其质量对供电的品质有着非常重要的作用。目前我国使用的变压器主要有干式变压器、组合式变压器以及配电变压器。其中组合式变压器的结构简单、能够实现灵活调整, 这就使得升降压整个过程比较科学、简单, 但是在实际使用过程中容易出现变压器故障, 导致电网系统供电质量受到影响, 因此需要对变压器进行故障检测, 保证其稳定的运行状态。

#### 2. 电气试验的作用

电气试验能够对变压器进行整体、全方位的检查, 能够在第一时间发现变压器存在的问题, 以保证变压器能够安全、稳定的运行。在对变压器开展电气试验是不仅需要多方面的考虑其原因, 还需要对电气试验的整个流程进行管理和控制, 防止出现电气试验影响到变压器的运行。同时电力企业的工作人员在开展电气试验时要结合当地变电企业的事迹情况以及变压器的故障问题进行综合分析, 以达到提高效率的作用, 这样才能够有效地防止出现变压器故障, 降低电气试验的成本, 减轻工作人员的工作量和工作难度。

### 二、变压器常见故障

#### 1. 绕组变形故障

变压器运行中十分常见的一种故障是绕组变形故障, 短路电流容易冲击变压器内部部件, 进而引发绕组变形故障。绕组变形故障中较为严重的一种为近期短路故障, 一旦存在短路冲击电流, 会严重威胁变压器绕组, 绕组温度随之急剧升高, 损害变压器线圈机械能, 引发绕组

变形故障。此外，短路冲击电流还可能引发部分变压器绕组线圈变形。传统短路电抗法、频率响应法难以检测绕组变形故障，而离线吊芯检查法可以检测出这种故障，但是对人员技术、设备、资金等方面都有着较高的要求，还会严重损害变压器本身绕组。

## 2. 接触不良故障

变压器长期运行中容易出现接触不良故障，铜线圈是大多变压器所用的内部线圈，在铜线圈使用中容易出现和其他线圈接触不良的情况。在变压器中合理使用绝缘油可以提高其绝缘性能，但是绝缘油中不可避免地存在一些杂质，这些杂质会在变压器长期运行过程中逐渐被分解，导致绝缘油内累积越来越多的杂质，当杂质过多时会影响变压器的绝缘性能，导致出现接触不良的问题。

## 三、电气试验与变压器故障检测应用

### 1. 绕组直流电阻试验

电气试验阶段技术人员应该做好绕组直流电阻试验，这也是重要的试验项目。绕组直流电阻试验检测工作开展的过程中技术人员应该重点对变压器的大修以及变压器的出口短路问题进行检验，检测变压器绕组的断胶情况以及匝间短路情况。全面检查仪器与变压器的连接的牢固性，使用精密的仪器检查变压器的直流电阻，不断提高试验数据的真实性和准确性。为了进一步确保电气试验检测数据结果更加准确，技术人员应该严格测量试验现场的环境温度以及湿度，严格按照电气试验流程做好各阶段试验工作。试验结束后，技术人员应该注意做好变压器的放电处理，避免变压器的正常运行受到影响。

### 2. 绝缘电阻吸收比和极化指数试验

绝缘电阻吸收比和极化指数试验也是电气试验的重要部分，通过试验数据分析，从而判断出变压器受潮情况以及脏污情况，同时，该试验还可以分析出变压器存在的贯穿性缺陷。在对检测绝缘电阻吸收比时，技术人员应该做好周围环境温度的测量，对原有电阻值进行对比分析。该项试验工作应该由经验丰富的工作人员进行，分析检测数据结果的与正常值的偏差，从而判断故障。

### 3. 绝缘介质损耗试验

变压器运行的过程中经常出现绝缘介质损耗的问题，因此，必须做好变压器介质损耗试验。检测绝缘介质损耗时技术人员应该对变压器的工作状态进行分析，制定绝缘介质损耗控制策略，将绝缘介质损耗程度降到最低。绝缘介质损耗过程中，其功率因数角一般不等于 $90^\circ$ ，这种情况下技术人员可以借助功率因数角的正切值对其

进行确定。如果绝缘介质的运行状态良好，技术人员可以对外加电压与功率因数角正切值曲线进行基本重合，同时还会出现向上弯曲的现象。绝缘介质性能下降的过程中正切曲线会逐渐变大，这样会导致向上弯曲时间提前。如果绝缘介质出现老化的现象，正切曲线也会出现偏离正常曲线的现象。此外，潮湿环境下，正切曲线与正常曲线之间也会有很大的偏差。

### 4. 绕组变形试验

变压器运行的过程中也会出现绕组变形的问题，从而导致变压器的正常运行受到严重的影响。变压器绕组变形故障主要表现为尺寸变化、位移或者扭曲。检测绕组变形问题，技术人员可以使用频响法、低电压阻抗法和电容法等进行检验。频响法使用时其灵敏性高，并且使用频率比较多。技术人员根据变压器运行的情况制定频响曲线，对曲线的波峰波谷的变化情况进行分析，从而确定出鼓包或者扭曲等变形情况。不同的试验方式使用的场景不同，这就要去技术人员根据实际情况进行选择，不断提高试验数据的准确性。

### 5. 工频耐压试验

在对变压器的交接和大修、故障诊断的过程中技术人员可以使用工频耐压试验方法。试验过程中技术人员将相同的压力施加于绕组、阴险以及元件中，将不参与试验的绕组进行短路接地。通过工频耐压试验的方式技术人员可以了解变压器的工作状态，确定变压器是否存在受潮开裂的问题。同时使用工频耐压试验能够在一定程度上提高变压器安装的可靠性，确保变压器的稳定运行不受影响。

### 6. 绝缘油试验

绝缘油可以保证变压器内部元件安全稳定的运行，但是经过长时间的使用绝缘油的性能以及质量都会出现大幅下降的现象，基于此，技术人员应该定期检验绝缘油的质量。技术人员应该根据绝缘油使用的实际情况制定科学合理的试验方式。检测时，通过电气试验确定出绝缘油的含水量以及界面张力，确保各项指标满足变压器运行的实际需求。如果各项指标达不到正常值，必须及时更换绝缘值。检验绝缘油的质量和性能可以气相色谱试验法，将气相色谱试验结果与电气试验结果进行，从而确定出变压器存在的故障。

## 四、提升电气试验分析准确性的措施

### 1. 使用高质量的测试仪器和设备

使用高质量的测试仪器和设备是提升电气试验分析准确性的重要措施。选择准确、精密、可靠的测试设备，

可以确保测量和分析的准确性和可靠性。例如,采用高精度的数字万用表可以提供精确的电压、电流和电阻测量结果,示波器可以提供精细的波形分析和频谱分析,电能质量分析仪可以提供详细的电能质量参数测量和分析。这些高质量的测试仪器和设备具有更高的性能指标和更低的测量误差,能够更准确地分析电气设备的电气性能和故障状态。同时,这些设备也具备更稳定的性能和更长的使用寿命,能够保证长期稳定的测量和分析结果。因此,通过使用高质量的测试仪器和设备,可以有效提升电气试验分析的准确性,为电气设备的运行和维护提供可靠的数据支持。

## 2. 校准测试仪器和设备

校准测试仪器和设备是确保测量和分析准确性的关键步骤。通过定期对测试仪器和设备进行校准,可以验证其准确度和精度是否符合标准要求,以保证所测量的数据的可靠性和可信度。校准的过程通常由外部认证机构进行,以确保结果的客观性和可靠性。校准对于众多电气参数测量仪器和设备都是至关重要的,例如数字万用表、示波器、电能质量分析仪、电容器等。在校准过程中,仪器和设备将与已知精度的标准进行比较,以评估其测量结果的准确性和准确度。如果发现偏差或误差,调整和校准措施将被采取,使测试仪器和设备能够提供符合标准的准确结果。通过定期的校准,可以提高测试仪器和设备的测量精度并消除误差,确保其不同环境和试验条件下的一致性。这不仅可以提高测试结果的可靠性,还可以提高工作流程的效率和数据的可信度。同时,选择外部认证机构进行校准还能增加校准结果的可靠性。这些机构通常具备专业的校准设施和资质,并能够提供经过认可的校准证书,证明测试仪器和设备已通过校准并符合标准要求。

## 3. 选择合适的试验方法和参数

选择合适的试验方法和参数是进行测试和分析工作的关键步骤。根据被测试设备的特性和要求,采用适当的试验方法和参数可以确保测试结果准确、可靠。其中包括选择适当的电压和电流、合理的测试频率和时长等。在进行试验前,还需要遵守相关的试验标准和规定,以确保测试过程的可重复性和比较性。选择合适的试验方法和参数需要根据被测试设备的特性来进行调整。不同设备可能需要不同的电压和电流水平,以确保其在正常工作范围内获得准确的测试结果。同时,测试频率和时长的选择也是关键。对于某些设备,频率可能对其性能有较大影响,因此需要选取合适的测试频率进行试验。同时,测试时长也需要根据设备的特性和要求来确定,以确保取得充分的测试数据。遵守相关的试验标准和规定也是十分重要的。试验标准和规定提供了一套统一的测试方法和要求,确保测试结果的可靠性和可比性。遵守这些标准和规定可以保证测试过程的一致性,并便于与其他测试结果进行比较和分析。

## 五、结束语

变压器作为电力系统的重要电力设备,其在实际运行过程直接关系到了电力的供给质量,因此电力企业必须尤为重视变电器的故障检测,通过利用多种电气试验对变压器潜在的故障进行检测,保证变压器运行的安全性和稳定性。同时电力企业在科学技术不断更新变替的今天,还需要不断引入新的技术和设备,更快、更准地提升电力设备运行的稳定性。

## 参考文献:

- [1]张硕婷.电气试验在变压器故障分析中的应用[J].光源与照明,2022(6):118-120.
- [2]张英,徐龙舞,王明伟,等.基于智能算法的DGA变压器故障诊断及决策树验证[J].电力大数据,2021,24(12):55-61.