

电力变压器高压试验技术及故障处理

张泽群 周兴平 罗 智

华能平凉发电有限责任公司 甘肃 平凉 744000

摘要: 本文围绕电力变压器高压试验技术及故障处理展开。介绍高压试验技术基础,涵盖试验设备、原理;阐述高压试验流程与操作要点,强调试验准备、操作及数据分析;分析常见故障,包括绝缘、绕组、铁芯故障及基于试验的判断;提出故障处理策略,涉及故障定位与隔离、修复与加固措施、预防性维护体系,为保障变压器安全运行提供参考。

关键词: 电力变压器; 高压试验技术; 故障处理

引言: 电力变压器作为电力系统中的关键设备,其安全稳定运行对保障电力供应至关重要。高压试验是评估变压器性能和安全性的的重要手段,通过模拟实际工作条件下的电气应力,检验变压器的绝缘性能和其他关键参数。本文将详细介绍电力变压器高压试验技术及故障处理方法。

1 电力变压器高压试验技术基础

1.1 试验设备概述

在电力变压器的高压试验中,使用多种专门设计的设备来确保变压器的安全运行和绝缘性能。常见的高压试验设备包括试验变压器、调压器和测量仪器等。试验变压器是高压试验的核心设备之一,其主要功能是为被测试设备提供所需的高压电源。通过调整输出电压,可以模拟实际工作条件下的电气应力,从而检验变压器的绝缘性能和其他关键参数。试验变压器通常具有较高的电压等级,并且能够稳定地提供所需的电能。调压器用于调节输入到试验变压器的电压,以满足不同测试需求。可以在一定范围内精确控制电压大小,确保试验过程中电压的稳定性。调压器的灵活性使得操作人员可以根据具体要求调整电压,避免因电压波动而影响试验结果。测量仪器则是用来记录和分析试验过程中的各种参数,如电压、电流、电阻等。这些仪器不仅需要具备高精度,还需具备良好的抗干扰能力,以保证测量结果的真实性和可靠性。常用的测量仪器包括电压表、电流表、绝缘电阻测试仪和局部放电检测仪等。

1.2 试验原理解释

绝缘电阻测试是评估变压器绝缘状况的基本手段。通过测量绝缘材料在特定条件下的电阻值,可间接判断绝缘状态。绝缘电阻反映了绝缘材料阻止电流通过的能力,较高的电阻值意味着较好的绝缘性能。当绝缘材料老化或受潮时,其电阻值会显著下降,表明绝缘性能已

受损^[1]。定期进行绝缘电阻测试有助于及时发现潜在问题,防止故障发生。泄漏电流测试用于检测变压器绝缘是否存在缺陷。泄漏电流是在施加电压时通过绝缘材料的微小电流,正常情况下电流非常小。若绝缘材料出现裂纹、破损等缺陷,泄漏电流将增加。通过测量泄漏电流,可识别绝缘薄弱点并修复。此测试不仅能发现表面缺陷,还能揭示内部结构问题,对保障变压器安全至关重要。交流耐压试验用于检验变压器主绝缘的强度。试验中向变压器施加高于额定电压数倍的交流电压,持续一段时间后观察绝缘是否击穿。此过程模拟变压器在极端条件下的电气应力,验证其能否承受此类压力而不损坏。若变压器能在规定时间内经受住高压而不发生击穿,则说明其绝缘性能良好,满足运行要求。局部放电试验主要用于检测变压器内部是否存在局部放电现象。局部放电是电场作用下绝缘材料内部或表面的微弱放电。尽管每次放电量很小,但长期积累会导致绝缘材料劣化,最终引发故障。局部放电试验通过捕捉放电产生的电磁信号,分析放电量、频率等特征参数,评估绝缘状态。一旦发现异常放电,应及时处理,以延长变压器使用寿命并提高系统可靠性。

2 高压试验流程与操作要点

2.1 试验前准备工作

高压试验是评估电力变压器性能和安全性的的重要手段,其结果直接影响设备能否投入运行。试验前的准备工作至关重要,需对试验设备及变压器本身进行全面检查,确保试验条件完备。设备检查是试验的基础。试验设备包括高压发生器、绝缘电阻测试仪、泄漏电流测试仪、局部放电测试仪等,需逐一检查外观是否完好,无破损、变形或锈蚀现象。性能检查方面,需确认设备的量程、精度符合试验要求,并通过校准验证其准确性。例如,高压发生器的输出电压应稳定,无波动;绝缘电

阻测试仪的测量范围需覆盖变压器绝缘电阻的实际值。此外,还需检查设备的接地是否可靠,连接线是否完好无损,避免因设备故障或接线问题导致试验误差或安全事故。变压器状态确认是试验前的另一项关键工作。需对变压器的外观进行全面检查,确认其无渗漏油、变形、锈蚀等异常现象。接线部分需重点检查,确保各连接点坚固可靠,无松动或接触不良。对于长期停运的变压器,还需检查其内部是否受潮或存在异物。确认变压器符合试验条件后,方可进行后续操作。

2.2 试验操作步骤

绝缘电阻测试用于评估变压器绝缘性能。操作时,应依规范将测试仪高压端接至变压器高压绕组,低压端接地。测试电压依据变压器额定电压选定。启动测试仪后,待示值稳定,读取并记录绝缘电阻值,同时观察仪表指示,确保无异常波动。泄漏电流测试旨在检测变压器绝缘中的微小缺陷^[2]。将高压发生器输出端接至变压器高压绕组,通过微安表监测泄漏电流。升压过程需缓慢,以防电压突变导致绝缘击穿。电压升至试验值后保持稳定,观察并记录泄漏电流值。若泄漏电流随时间增大,可能表明绝缘受潮或老化。交流耐压试验是检验变压器绝缘强度的重要手段。试验前确认变压器各部位接地良好,无杂物。按试验方案设置电压和持续时间,启动高压发生器,缓慢升压至试验值,保持稳定,持续规定时间后降压至零。试验中密切观察变压器及设备运行状态,确保无异常声响或放电。局部放电试验用于检测变压器内部局部放电活动。在高压绕组安装局部放电传感器,采集放电信号。传感器位置根据变压器结构确定,确保信号准确。采集信号经滤波、放大处理,通过数据分析软件判断放电类型和严重程度。

2.3 试验数据记录与分析要点

试验数据是评估变压器性能的重要依据,需准确记录并妥善保存。记录时,需注明试验日期、试验人员、设备型号及编号、试验条件等关键信息。对于每个测试项目,需详细记录测试值、测试时间及测试过程中的异常情况。数据分析是判断变压器状态的关键环节。对于绝缘电阻和泄漏电流测试数据,可通过与历史数据对比,评估绝缘性能的变化趋势。若绝缘电阻值明显下降或泄漏电流值显著增大,可能表明绝缘存在受潮、老化或局部缺陷。交流耐压试验和局部放电试验数据则需结合相关标准进行分析,判断变压器是否满足运行要求。对于局部放电数据,还需进一步分析放电类型和位置,为故障处理提供依据。高压试验流程与操作要点涉及设备检查、试验操作及数据分析等多个环节,需严格遵循

规范执行,确保试验结果的准确性和可靠性。通过科学合理的试验与数据分析,可及时发现变压器存在的潜在问题,为设备的安全运行提供有力保障。

3 电力变压器常见故障及基于试验的判断

3.1 绝缘故障

绝缘故障是电力变压器运行过程中较为常见的故障类型之一,其表现形式多样,对变压器的安全运行构成严重威胁。当变压器绝缘出现故障时,通常会在外部表现出一些异常现象。例如,在运行过程中可能会听到细微的放电声,这种声音往往持续且不易被忽视,是绝缘材料局部放电的直接体现。绝缘故障还可能伴随有异味产生,这种异味通常是由于绝缘材料在电场作用下发生热解或化学分解所导致的。在高压试验中,绝缘故障的特征表现得尤为明显。绝缘电阻降低是绝缘故障最直观的反映。通过绝缘电阻测试,可以发现绝缘电阻值明显低于正常范围,这表明绝缘材料已经受到一定程度的损伤,其绝缘性能已经下降。泄漏电流增大也是绝缘故障的重要特征之一。泄漏电流的增大意味着绝缘材料中的漏电路径增多,绝缘性能进一步恶化。局部放电量异常也是判断绝缘故障的重要依据。在局部放电试验中,如果检测到放电量超过规定值,则表明绝缘材料中存在局部放电现象,这可能是由于绝缘材料老化、受潮或存在杂质等原因所导致的。

3.2 绕组故障

绕组故障是电力变压器另一种常见的故障类型,主要包括绕组短路和断路等。当绕组出现短路故障时,变压器在运行过程中可能会发出异常的声响,这种声响通常较为尖锐且持续不断,是由于短路电流在绕组中产生强大的电磁力所导致的^[3]。绕组短路还会导致变压器油温异常升高,这是因为短路电流在绕组中产生大量的热量,使得变压器油的温度迅速上升。在高压试验中,绕组故障的特征主要体现在绕组直流电阻的变化和变比异常上。绕组直流电阻的增大或减小都可能是绕组故障的表现。例如,绕组短路会导致短路部分的电阻减小,而绕组断路则会导致断路部分的电阻无穷大。变比异常也是判断绕组故障的重要依据。变比是指变压器高压绕组与低压绕组的匝数比,当绕组出现故障时,变比可能会发生变化,导致变压器的电压变换能力受到影响。

3.3 铁芯故障

铁芯故障是电力变压器中较为隐蔽的故障类型之一,其表现形式相对较为复杂。当铁芯出现多点接地故障时,变压器油温可能会出现异常升高,这是由于多点接地导致铁芯中产生环流,使得铁芯温度上升。铁芯故

障还可能导致变压器振动增大,这是因为铁芯在磁场作用下发生磁致伸缩效应,当铁芯存在故障时,磁致伸缩效应会变得更加明显,从而导致变压器振动加剧。在高压试验中,铁芯故障的特征主要体现在空载电流增大和损耗增加上。空载电流是指变压器在空载状态下所消耗的电流,当铁芯存在故障时,空载电流会明显增大。这是因为铁芯故障会导致铁芯中的磁通分布不均匀,从而增加铁芯的磁滞损耗和涡流损耗。损耗增加也是判断铁芯故障的重要依据。损耗增加会导致变压器效率下降,还会使变压器油温升高,进一步加剧变压器的老化进程。电力变压器在运行过程中可能会遇到多种故障类型,这些故障类型在高压试验中都会表现出不同的特征。通过对这些特征的分析 and 判断,可以及时发现变压器的故障隐患,并采取相应的措施进行修复和处理,从而确保变压器的安全稳定运行。

4 故障处理策略

4.1 故障定位与隔离

故障定位与隔离是故障处理的首要环节,其目的在于迅速准确地找出故障点,并采取措施将其与正常运行的设备隔离,以防止故障扩大化。为实现这一目标,多维度检测数据的综合分析不可或缺。在故障定位环节,需整合来自不同检测方式的信息,例如设备运行时的温度状况、振动幅度、电流波动以及电压变化等。这些信息虽表面无直接关联,但经过综合研判,能够挖掘出其中的潜在联系,进而揭示故障的根源。以设备温度异常升高为例,结合振动和电流的异常表现,可初步判定设备是否出现过热故障,并精准定位故障点。在快速确定故障点后,需立即采取有效的隔离措施,可通过手动操作或自动控制系统来实现,如切断故障设备的电源供应、关闭相关阀门等。隔离措施的执行必须迅速且坚决,以避免故障对其他设备产生连锁影响,全力保障整个系统的安全、稳定运行。

4.2 修复与加固措施

一旦故障点被定位并隔离,接下来就需要对故障设备进行修复与加固。修复工作需要根据故障的具体情况,采取针对性的技术手段。例如,对于绝缘损坏的设备,可以采用绝缘修复技术,通过更换损坏的绝缘材料或采用特殊的绝缘处理工艺,恢复设备的绝缘性能。对于绕组损坏的设备,则需要进行绕组重绕,确保设备的

电气性能得到恢复^[4]。除了修复工作外,加固措施也是必不可少的。加固工作旨在提高设备的抗故障能力,防止类似故障再次发生。例如,对设备的结构进行加固处理,增强其机械强度;对设备的密封性能进行改进,防止外部环境对设备内部造成不良影响。这些加固措施的实施,不仅有助于恢复设备的正常运行,还能延长设备的使用寿命,提高设备的整体性能。

4.3 预防性维护体系

预防性维护体系是故障处理策略的重要组成部分,它强调在故障发生之前,通过一系列措施来预防故障的发生,或在故障发生时能够迅速响应,减少故障对设备的影响。预防性维护体系主要包括定期试验与状态监测的结合,以及故障预警机制与应急预案的制定。定期试验可以及时发现设备的潜在问题,为设备的维护保养提供依据。状态监测则通过实时监测设备的运行状态,为设备的维护保养提供数据支持。这两者的结合,使得设备的维护保养更加科学、有效。建立故障预警机制也是预防性维护体系的重要一环。通过设定合理的预警阈值,当设备运行状态出现异常时,能够及时发出预警信号,提醒维护人员采取相应措施。而应急预案的制定,则确保在故障发生时,能够迅速启动应急响应流程,最大限度地减少故障对生产生活的影响。

结束语

电力变压器高压试验技术是保障设备安全运行的重要手段,通过科学合理的试验与数据分析,可及时发现并处理潜在故障。建立完善的故障处理策略和预防性维护体系,对于提高变压器运行的安全性和可靠性具有重要意义。未来,随着技术的不断进步,高压试验技术将更加智能化、自动化,为电力系统的稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]董伟.探析电力变压器高压试验技术及故障处理措施[J].电力设备管理,2021(1):180-181.
- [2]韩西坪.探究电力变压器高压试验技术及故障处理[J].电气开关,2022,60(01):99-101+105.
- [3]杨宇豪,李泉.电力变压器的高压试验与故障处理[J].光源与照明,2021(5):86-87.
- [4]夏峰岭.电力变压器高压试验技术及故障处理[J].湖北农机化,2020(17):131-132.