

高压变压器试验的主要影响因素及故障探究

陈 辉

宁夏送变电工程有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要：高压变压器试验受多重因素影响，其中环境因素如温度、湿度及大气污染可能导致绝缘性能下降；设备因素涉及试验设备的精度与稳定性，需确保设备性能可靠；操作因素则要求试验人员具备专业技能，遵循规范操作。常见故障包括绝缘故障、绕组故障及油箱与冷却系统故障，需加强设备维护与检修，实施状态监测与故障诊断技术。为确保高压变压器的安全运行，需综合考虑以上因素，采取有效措施预防与处理故障。

关键词：高压变压器试验；主要影响因素；故障

引言：高压变压器作为电力系统的关键设备，其运行状态的稳定性与安全性至关重要。然而，在高压变压器试验过程中，常受到多种因素的影响，如环境温湿度变化、电磁干扰等，这些因素可能导致试验结果产生偏差。同时，变压器故障也时有发生，如绝缘损坏、绕组变形等，严重威胁电力系统的稳定运行。因此，深入探究高压变压器试验的主要影响因素及故障成因，对提升变压器运行可靠性、确保电力系统安全具有重要意义。

1 高压变压器试验概述

1.1 高压变压器的基本构成与工作原理

高压变压器作为电力系统中关键的电气设备之一，承担着将电能由一种电压等级转换为另一种电压等级的重要任务。它的基本构成主要由铁芯、绕组、绝缘系统、油箱和冷却系统组成。其中，铁芯是变压器的磁路部分，由硅钢片叠装而成，以减少涡流损耗；绕组则是变压器的电路部分，由导线绕制而成，根据所需电压进行绕制；绝缘系统则保证绕组和铁芯之间的电气隔离，确保变压器的安全运行。高压变压器的工作原理主要基于电磁感应定律。当在变压器的一侧绕组施加交流电压时，会在铁芯中产生交变磁通，该磁通会感应到另一侧绕组，从而在另一侧绕组中产生感应电动势。通过调整绕组的匝数比，可以实现电压的升高或降低。

1.2 常见的高压变压器试验方法

为了确保高压变压器的正常运行，需要对其进行一系列的试验。常见的试验方法包括：（1）绝缘电阻测试：通过测量变压器各绕组及绕组对地之间的绝缘电阻，判断绝缘系统是否存在受潮、老化或污染等问题。（2）直流电阻测试：通过测量变压器各绕组的直流电阻，可以检查绕组的焊接质量、分接开关的接触情况以及有无匝间短路等问题。（3）介质损耗因数测试：通过测量变压器绝缘材料的介质损耗因数，可以评估绝缘性

能的好坏，及时发现潜在的绝缘故障。（4）感应耐压试验：模拟高压变压器在额定电压下的工作状况，通过施加高于额定电压的感应电压，检验变压器在高压下的绝缘性能。（5）局部放电测试：通过检测变压器内部的局部放电现象，可以判断绝缘系统是否存在缺陷或薄弱点，为故障预防提供依据^[1]。

1.3 试验的目的和意义

高压变压器试验的目的是为了确保其安全、可靠、高效地运行。通过试验，可以发现变压器潜在的故障隐患，及时采取措施进行修复或替换，避免在正常运行过程中发生意外事故。同时，试验还可以评估变压器的性能指标，为运行管理提供科学依据。此外，高压变压器试验还有助于提高电力系统的稳定性。变压器作为电能转换的关键设备，其性能直接影响到电力系统的电压质量和供电可靠性。通过对变压器进行定期试验，可以确保其处于最佳工作状态，为电力系统提供稳定、可靠的电能供应。在现代社会中，电力已经成为生产和生活不可或缺的重要资源。因此，高压变压器的安全运行对于保障社会正常秩序具有重要意义。通过加强高压变压器试验工作，可以有效提高电力系统的安全性、可靠性和经济性，为社会的发展和进步提供有力保障。

2 高压变压器试验的主要影响因素

2.1 环境因素对试验的影响

（1）温度与湿度是影响高压变压器试验结果的关键环境因素。温度的变化会引起变压器内部材料性能的改变，如绝缘材料的电阻率和介电常数会随着温度的升高而降低，从而影响其绝缘性能。湿度则会影响绝缘材料的吸湿性和表面电荷分布，增加局部放电的可能性。因此，在进行高压变压器试验时，应确保试验环境的温度和湿度保持在合适的范围内，以减小环境因素对试验结果的影响。（2）大气污染与尘埃也会对高压变压器试验

造成不利影响。空气中的尘埃和污染物会附着在变压器表面和内部部件上,导致绝缘性能下降,甚至可能引发短路故障。此外,尘埃还可能影响试验设备的测量精度和稳定性。因此,试验前应对试验场地进行清洁处理,确保试验环境清洁无尘[2]。(3)电磁干扰也是影响高压变压器试验的重要因素。电磁干扰可能来源于周围的电气设备、无线电波和雷电等自然现象。这些干扰信号会对试验设备的测量信号产生干扰,导致测量结果的偏差。为了减少电磁干扰的影响,可以采取屏蔽、滤波和接地等技术措施,确保试验设备的测量精度和稳定性。

2.2 设备因素对试验的影响

(1)试验设备的精度与稳定性是影响高压变压器试验结果的关键因素之一。设备的精度决定了测量结果的准确性,而稳定性则决定了设备在长时间运行中的性能表现。因此,在选择试验设备时,应优先选择那些精度高、稳定性好的设备。此外,对于不同类型的试验项目,还需要考虑设备的适用性和匹配性,确保设备能够满足试验的具体需求。(2)设备的校准与维护同样重要。设备在使用一段时间后,其性能可能会发生一定的变化。因此,定期对设备进行校准和维护是确保设备处于最佳工作状态的必要措施。这包括对设备的精度、稳定性和可靠性进行检查和调整,以及对设备进行必要的清洁和维修。

2.3 操作因素对试验的影响

(1)试验操作人员的专业技能和操作程序与规范也是影响高压变压器试验结果的重要因素。操作人员的专业技能水平直接影响到试验操作的质量和准确性。缺乏必要的专业知识和技能可能会导致操作失误或处理不当,从而影响试验结果的准确性。因此,试验操作人员应具备足够的专业知识和实践经验,能够熟练掌握试验操作技能和规范。(2)操作程序与规范也是确保试验结果准确可靠的重要保障。遵循正确的操作程序和规范可以有效减少人为误差和操作不当的可能性。在试验过程中,操作人员应严格按照试验程序和规定进行操作,确保试验步骤的准确性和一致性。

3 高压变压器常见故障及原因分析

3.1 绝缘故障

(1)绝缘故障是高压变压器最常见的故障之一,主要表现为绝缘老化与击穿、局部放电与闪络等现象。绝缘老化是变压器长期运行过程中不可避免的现象。随着时间的推移,绝缘材料会逐渐失去原有的性能,导致绝缘强度降低。此外,环境中的湿度、温度以及大气污染等因素也会加速绝缘材料的老化过程。一旦绝缘强度降

低到一定程度,就会发生击穿现象,导致变压器故障。

(2)局部放电与闪络是绝缘故障的另一种表现形式。在高压电场的作用下,绝缘材料内部或表面可能存在微弱的放电现象。这些放电现象虽然短时间内不会对变压器造成严重影响,但长期积累会导致绝缘材料逐渐劣化,最终引发故障。此外,当绝缘材料表面存在污染物或水分时,也容易发生闪络现象,即绝缘材料在电场作用下发生瞬间击穿[3]。

3.2 绕组故障

(1)绕组故障也是高压变压器常见的故障类型之一,主要包括绕组变形与短路、匝间绝缘损坏等问题。绕组变形通常是由于变压器在运输或安装过程中受到机械力冲击或振动等原因造成的。变形后的绕组可能导致匝间绝缘损坏或短路,影响变压器的正常运行。此外,在变压器运行过程中,由于电磁力的作用,绕组也可能发生振动和变形,进而引发故障。(2)匝间绝缘损坏是指绕组相邻匝间的绝缘层遭到破坏,导致匝间短路。这种故障通常是由于绝缘材料老化、受潮或受到污染等原因引起的。匝间短路会导致电流异常增大,使绕组温度升高,严重时可能引发变压器烧毁。

3.3 油箱与冷却系统故障

(1)油箱与冷却系统是变压器的重要组成部分,它们的故障也会直接影响变压器的运行。油箱渗漏是常见的故障之一。由于密封不严或材料老化等原因,油箱可能出现渗漏现象,导致绝缘油流失。这不仅会降低变压器的绝缘性能,还可能引发火灾等安全事故。油箱变形可能是由于外力冲击或材料质量问题导致的。变形后的油箱可能改变其原有的结构强度和密封性能,进而引发各种故障。(2)冷却系统失效是另一个常见的故障。冷却系统的主要作用是降低变压器的温度,确保其正常运行。然而,由于冷却设备老化、堵塞或电源故障等原因,冷却系统可能失效,导致变压器温度过高,甚至引发故障。

4 高压变压器故障预防与处理措施

4.1 提高设备设计与制造质量

高压变压器作为电力系统的核心设备,其设计与制造质量对于预防故障至关重要。在设计阶段,必须全面考虑变压器的实际运行环境、负载特性及预期寿命,确保设计方案的科学与合理。针对特定的运行环境,如高温、高湿或高海拔地区,需进行针对性的设计优化,确保变压器能够稳定可靠地运行。在选材上,我们注重材料的电气性能与机械强度,选取优质的材料以提高设备的整体性能。同时,散热设计也是关键一环,通过优化

散热结构,确保变压器在高温条件下能够有效散热,防止因过热而导致的故障。在制造过程中,我们严格控制生产工艺,确保每个部件和环节都符合设计要求。通过引进先进的生产设备和技术,提高制造精度和质量。此外,我们还加强出厂前的质量检测和验收工作,确保每台设备都达到预定的质量标准。通过与设备制造商的紧密合作,我们可以共同提高高压变压器的设计与制造质量。通过不断优化设计和生产流程,我们可以为预防变压器故障奠定坚实基础,为电力系统的稳定运行提供有力保障。

4.2 严格执行试验规程与操作规范

高压变压器的试验工作,是确保其安全稳定运行不可或缺的一环。在试验过程中,我们必须严格遵循相关规程和标准,确保每一项测试都精确无误,从而获取准确可靠的试验数据。这些数据不仅反映了变压器的当前性能状态,更为我们及时发现并解决潜在问题提供了关键依据。对于操作人员而言,专业技能和安全意识的培养至关重要。他们需要熟练掌握设备的操作规程和安全规范,确保在试验过程中能够正确、高效地完成各项任务。同时,我们还应定期组织培训和演练,提升操作人员的应急处理能力和安全意识^[4]。此外,加强现场监督和管理同样重要。通过有效的监督和管理,我们可以确保试验过程中的各项安全措施得到严格执行,从而最大程度地降低安全风险。只有确保试验过程的严谨性和规范性,我们才能为高压变压器的稳定运行提供坚实保障。

4.3 加强设备维护与检修工作

设备维护与检修是预防高压变压器故障的关键措施。通过定期的维护和检修,可以及时发现和处理设备的缺陷和隐患,保证设备的安全运行。在维护与检修工作中,应注重以下几个方面:(1)应制定详细的维护与检修计划,明确各项工作的内容和周期。按照计划定期对设备进行巡视、检查和测试,确保设备的运行状态良好。(2)应注重设备的清洁工作。定期对设备的外观和内部进行清洁,防止灰尘、污垢等杂物对设备造成损害。同时,还应检查设备的紧固件是否松动、接触是否良好等,确保设备的正常运行。(3)还应加强设备的预防性维护。通过定期更换易损件、检查绝缘性能等措

施,延长设备的使用寿命,减少故障的发生。在检修过程中,如发现设备存在故障或隐患,应及时进行处理和修复。对于无法修复的故障,应及时上报并采取相应的替代措施,确保电力系统的稳定运行。

4.4 实施状态监测与故障诊断技术

随着技术的发展,状态监测与故障诊断技术逐渐成为高压变压器故障预防与处理的重要手段。通过实时监测设备的运行状态和性能参数,可以及时发现设备的异常情况,为故障处理提供有力支持。在实施状态监测时,可以利用传感器、在线监测系统等设备对变压器的温度、振动、绝缘性能等关键参数进行实时监测。通过对监测数据的分析和处理,可以判断设备的运行状态是否正常,及时发现潜在故障。故障诊断技术则可以对已经发生的故障进行准确定位和原因分析。通过采集故障发生时的数据和信息,利用先进的算法和模型对故障进行分析和判断,找出故障的根本原因,为故障处理提供科学依据。通过实施状态监测与故障诊断技术,可以实现对高压变压器的全面监控和精准维护,提高设备的运行可靠性和安全性。

结束语

经过对高压变压器试验的主要影响因素及故障深入的探究,我们认识到,环境条件、设备性能以及操作规范性都是影响试验结果的关键因素。同时,也清晰看到了绝缘故障、绕组故障等常见问题的潜在风险。为确保电力系统的稳定运行,我们必须持续关注这些影响因素,加强设备的日常维护与检修,提升操作人员的专业水平。展望未来,我们将继续深化研究,为高压变压器的安全运行提供更有力的技术支持和保障。

参考文献

- [1]叶咨雄.试论电力变压器高压试验中的关键点[J].电气开关,2021,59(02):92-94.
- [2]冯澄.电力变压器电气高压试验技术和关键点分析[J].冶金管理,2021(05):99-100.
- [3]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(01):180-181.
- [4]刘钊,李文峰.变压器高压试验安全警戒带专用支架的研发与应用[J].农村电气化,2021(01):18-19.