

电力变压器高压试验技术及故障处理方法研究

石成

保定天威集团特变电气有限公司 河北 保定 071000

摘要:现阶段,我国城市化发展进程不断加快,人们对电力方面的使用需求也在不断上升,而这也一定程度上为电力企业保证电力系统运行可靠提出了更严格的要求。在电力系统中,变压器作为其中一部分重要组成,对其进行高压试验具有一定的现实意义,通过试验查找其中存在的故障问题,并针对问题提出风险控制策略,更好地巩固电力企业在社会发展中的重要地位。

关键词:电力变压器;高压试验;故障处理

1 电力变压器概述

电力变压器是电力系统中的一种重要设备,用于变换电能的电压等级。它是一种静止式的电气设备,通常由磁路、绕组和绝缘材料组成。变压器根据电压变换的方式分为升压变压器和降压变压器,可以根据需要将高电压变成低电压或将低电压变成高电压。变压器广泛应用于发电厂、输电网、配电系统和工业设备等领域。变压器的主要功能是根据负荷需求进行电压调整,保证电力系统内各个电气设备的正常运行。通过变压器,可以在输电过程中减小电线的损耗,提高能源的传输效率。同时,变压器还可以隔离和稳定电力系统中不同电压等级的分支。电力变压器的设计和制造需要考虑多方面的因素,如负载容量、温升、绝缘性能等。它的运行稳定性对电力系统的安全运行和稳定供电至关重要。因此,定期的维护和监测对于保障变压器的正常工作和延长使用寿命至关重要。随着电力需求的不断增加和能源技术的发展,电力变压器的应用和发展也在不断提升^[1]。

2 变压器高压试验技术

变压器高压试验是确保变压器正常运行的重要环节,通过高压试验可以检测变压器的性能和安全状况。变压器高压试验技术包括多种测试方法,每一种方法都有其特定的目的和应用场景。第一,交流耐压试验是高压试验中的重要手段,主要用来检测变压器的绝缘强度。在交流耐压试验中,会对变压器施加高于其正常运行条件下的高电压,从而测试变压器的绝缘材料和结构是否能够承受这种电压。交流耐压试验的目的是发现变压器内部的绝缘缺陷和潜在的故障,例如绝缘层老化、受潮或局部放电等。第二,介质损耗因数试验也是高压试验中的一种常用方法。该试验主要通过测量变压器的介质损耗因数来评估变压器的绝缘性能。介质损耗因数可以反映变压器内部的绝缘状况,例如绝缘材料的性

能、介质损耗情况等。通过测量介质损耗因数,可以及时发现变压器内部的绝缘故障,例如绝缘层老化、受潮或存在缺陷等。第三,泄漏电流试验也是高压试验中的一种重要测试方法。在泄漏电流试验中,通过测量泄漏电流的大小和波形,可以判断变压器的绝缘状况以及制造或安装工艺中是否存在问题。泄漏电流的大小和波形可以反映变压器的绝缘性能和内部状况,例如绝缘材料的质量、制作工艺、受潮情况等。

除了以上几种测试方法外,变压器高压试验技术还包括直流耐压试验、局部放电试验、空载电流和负载损耗试验等多种方法。这些方法各有特点,可以根据不同的测试需求和条件进行选择。通过这些变压器高压试验技术,可以全面检测变压器的性能和安全状况^[2]。通过数据分析和技术应用,可以及时发现并排除变压器存在的故障和隐患。这对于保障电力系统的稳定性和可靠性具有重要意义。同时,随着技术的不断发展和进步,变压器高压试验技术也在不断改进和完善。

3 变压器高压试验中常见故障

3.1 绝缘击穿故障

变压器高压试验中的常见故障之一是绝缘击穿故障。这种故障通常是由于变压器内部的绝缘材料受到损坏或老化,导致其绝缘性能下降,无法承受高压电场的强度。在高压试验过程中,如果变压器内部的绝缘材料存在缺陷或受潮、老化等问题,就会发生绝缘击穿故障。这种故障会导致变压器内部的导电部分和接地部分之间的绝缘介质被击穿,造成匝间短路或对地击穿。绝缘击穿故障造成的短路可能导致变压器内部温度升高,严重时会引起火灾或爆炸等严重事故。

3.2 绝缘老化和劣化

绝缘材料在长期运行过程中会面临许多不利因素的影响,这些因素会导致其性能逐渐衰退,最终引发老化

和劣化。高温、氧化、紫外线、机械应力等环境因素和应力的作用,使得绝缘材料逐渐失去原有的结构和性能。随着时间的推移,绝缘材料会逐渐变脆、变硬,甚至出现龟裂现象。这主要是因为长时间的高温或紫外线照射,使得绝缘材料内部的分子结构发生变化,失去了原有的弹性和稳定性。一旦发生龟裂,绝缘材料的绝缘性能将显著下降,增加了发生击穿和短路的风险。除了物理特性的变化,绝缘材料的老化和劣化还会对其电气性能产生负面影响。随着时间的推移,绝缘材料的介电常数、耐电压强度等电气参数会发生不利变化,使其在正常工作电压下容易发生电击穿。这不仅会影响变压器的正常运行,还可能引发安全事故。绝缘老化和劣化还会对变压器的散热性能产生不良影响。随着绝缘材料性能的衰退,变压器的散热通道可能会受到影响,导致热量不能及时散发。这不仅会加速绝缘材料的劣化,还可能使变压器的温度升高,进一步恶化其运行环境。

3.3 变压器线圈故障

变压器线圈故障是变压器常见故障之一,线圈故障可能是由于多种原因引起的。首先,线圈绝缘层受损或老化是线圈故障的主要原因之一。在长时间的使用过程中,线圈绝缘层可能会受到高温、高电压、机械应力和环境等因素的影响,逐渐出现老化、变质或破损等现象,导致绝缘性能下降,容易发生线圈故障。其次,线圈制造工艺问题也是线圈故障的原因之一。在制造过程中,如果线圈的绕制不紧、匝间绝缘处理不当或线圈结构设计不合理等,都可能导致线圈在运行过程中出现故障。此外,线圈的制造材料质量不良或受到机械损伤等因素也可能导致线圈故障。线圈故障会导致变压器工作异常,甚至烧毁。当线圈发生故障时,变压器的工作性能会受到影响,例如效率降低、温升增加、异常声响等^[1]。如果线圈故障严重到一定程度,还可能导致变压器烧毁,给电力系统和设备造成严重的危害和损失。因此,对变压器线圈故障的处理和预防是非常重要的。

4 变压器高压试验中的故障处理方法

4.1 变压器线圈故障处理方法

对于变压器线圈故障的处理和预防,可以采取一系列措施。首先,应加强变压器的维护和保养工作,定期进行检查和试验,及时发现和处理线圈故障隐患。其次,对于使用年限较长的变压器,应进行绝缘性能测试和评估,如果发现绝缘老化或损坏等问题,应及时进行更换或修复。此外,在制造过程中应加强质量控制和工艺管理,确保线圈的制造质量和性能符合标准要求。同时,对于变压器运行过程中的异常现象,应及时进行诊

断和处理,防止故障扩大或恶化。总之,变压器线圈故障是一种常见的故障类型,对于变压器的正常运行和使用寿命都会产生影响。因此,应加强变压器的维护和保养工作,加强制造质量控制和工艺管理,及时发现和处理线圈故障隐患,确保变压器的正常运行和使用寿命。

4.2 绝缘处理和绝缘恢复

变压器高压试验中的故障处理方法主要包括绝缘处理和绝缘恢复两种方式。(1)绝缘处理:主要是对变压器内部及外部的绝缘层进行清洁、检修和维护。例如变压器线圈上的绝缘物,若受潮或被污染,会对变压器线圈的绝缘性造成影响。因此,应该对这些绝缘物进行适当的清洁和保护,以提高其绝缘性能。对于变压器的外部绝缘,主要是对变压器油箱进行清理和维护,以确保其外部绝缘的完好。(2)绝缘恢复:在变压器高压试验中,如果发生绝缘击穿或泄漏电流过大等异常情况,应立即停止试验,并检查接地、绝缘及连接部分。同时,为了恢复变压器的绝缘性能,可以采用热烘法或绕组干燥法等手段。热烘法主要是利用热空气对变压器线圈进行加热,使其内部的潮气和水分蒸发出来,从而达到恢复绝缘的目的。绕组干燥法则是利用变压器自身的热量进行加热,通过温度的提高来达到排出潮气的目的。

需要注意的是,在进行变压器的绝缘处理和恢复时,应严格按照相关的标准和规定进行操作,避免对变压器造成二次损伤或事故。同时,在高压试验前,应充分了解变压器的结构和性能,制定合理的试验方案和安全措施,确保试验的安全性和有效性。

5 电力变压器故障处理方法及维护运行

5.1 电力变压器高压故障处理方法研究

变压器高压的故障处理方法主要包括以下几个方面:(1)声响问题处理:当变压器发出较大的声响时,可能是变压器铁芯的问题。此时应停止变压器的运行,进行详细检查。如果夹件或者压紧铁芯的螺丝松动,仪表指示正常一般,但对故障隐患的检测结果仍要加以注意。当声响中夹有水的蒸发声、连续的撞击或者冲突声等,需要分别进行相应处理。(2)油温异常故障处理:分接开关接触不良、相邻几个线匝之间绝缘损坏、外力损伤硅钢间绝缘等都可能造成变压器油温异常。处理时需要找出异常原因,修复故障部分,同时补充油量,使油位正常。(3)油位异常处理:变压器油位异常可能是由于多次放油未及时补充、严重漏油或者油量本来就不足又遇到温度大幅降低等因素造成的。此时应将变压器停止运行,待补油后再重新运行。若硅胶变色,则需更换新的硅胶。(4)变压器接头过热故障处理:变压器接

头过热可能是由于引出端头为铜制而与铝接触,造成腐蚀。这时可以用特殊过渡头连接,或者尽量避免铜铝接触。(5)等离子清洗技术在变压器高压试验的故障处理中也有应用。它可以有效地去除变压器表面的污垢、残油等物质,增强变压器的导电性和绝缘性能,从而提高变压器的耐压能力和使用寿命。此外,等离子清洗技术还可以对变压器表面进行活化和刻蚀,提高表面的润湿性和附着力,有利于涂层和粘结等后续工艺的进行。

5.2 系统监测与预警技术

变压器高压的故障处理可以采用多种方法。具体采用哪种处理方式要根据变压器的具体故障情况进行决定,从而得到最有效的处理结果。首先,要保证变压器高压试验过程中的温度在 $5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围之内,这样可以确保试验结果的准确性。如果温度超过这个范围,可能会对变压器的绝缘电阻产生影响,导致其阻值发生变化。因此,在试验过程中,要严格控制温度,并确保空气湿度在85%以下。其次,对于变压器绕组故障的处理,需要定期进行高压试验。在试验中,从铁心往外依次对变压器绕组线圈进行试验。在进行变压器绕组线圈的周期性高压试验时,对故障线圈判定需要更换的,要格外注意在线圈的更换过程中,必须清洁相应的更换场所,防止不必要的杂物影响或者损坏绕组线圈。我们还可以借助现代科技手段来辅助故障处理。例如系统监测与预警技术,可以实时监测变压器的运行状态,一旦发现异常情况立即发出预警,帮助工作人员快速定位并处理故障。最后,要制定合理的变压器试验周期,同时还要考虑外部的运行环境。例如在运行环境和状态较为恶劣的情况下,不适合制定过长的实验周期,要尽可能的多次试验,从而保证变压器的安全运行,降低、避免绕组故障,避免不必要的安全事故和经济损失。

5.3 确保变压器安全运行

为了确保变压器的正常运行,在挑选熔断件时需要特别注意,根据变压器的容量选择合适的熔断件。对于变压器容量在100KVA以下的,建议选择额定电流为1.5-2

倍的熔断件。这类熔断件通常采用小型熔断器,体积小,方便安装,且具有较好的限流效果。同时,由于变压器的容量较小,其工作电流也相对较小,因此选择额定电流稍高于变压器额定电流的熔断件即可有效地保护变压器不受损坏。而对于变压器容量在100KVA以上的,则需要选择额定电流为2-3倍的熔断件。由于变压器容量较大,其工作电流也相应增大,因此需要选择额定电流更高的熔断件来确保变压器的安全运行。同时,由于大容量变压器在电力系统中的重要性较高,因此需要更加严格地保护其不受短路等故障的影响。除了根据变压器容量选择合适的熔断件外,还可以选择相应的继保装置给予变压器运行保障,防止故障发生。在选择变压器保护时,需要遵循相关的电气安全规范,确保安装质量符合要求。同时,需要定期对保护装置进行检查,如发现有异常情况或损坏情况,应及时进行维修或更换,以避免因保护装置故障而导致变压器损坏或其他安全事故的发生。

结束语

通过对高压试验技术的研究,我们意识到其在保证电力设备正常运行中的重要作用。针对不同故障的多样化处理方式也使得电力系统的稳定性与可靠性得以提高。然而,技术的进步永无止境,仍需继续努力探索更为高效、准确的试验方法,以期为电力行业的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]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,2020,254(17):133-134.
- [2]李海江,陈忠.电力变压器高压试验技术及故障处理研究[J].中国新通信,2019,021(008):125.
- [3]柴立国.分析电力变压器高压试验技术及故障处理[J].百科论坛电子杂志,2019,000(022):645.
- [4]罗恒,李晓梅,孔继蕾,等.电力变压器高压试验技术及故障处理方法研究[J].云南电力技术,2023,51(5):43-45.