

电力变压器高压试验技术及故障处理

张 棋 裴子瑞 戴迎喜 刘建华 姚昊岐
华能平凉发电有限责任公司 甘肃 平凉 744000

摘 要: 电力变压器高压试验技术旨在评估其在极端电压条件下的性能与安全性。通过绝缘电阻测量、泄露电流测试、介质损耗因数测试及交流耐压试验等手段,确保变压器绝缘结构可靠,预防故障发生。针对试验中发现的绝缘老化、击穿、绕组变形等常见故障,采取绝缘修复、绕组调整及油质检测等措施进行处理。加强试验人员培训、完善试验设备、强化故障预防与监测,可提升高压试验与故障处理水平。

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的核心设备,其稳定运行对于保障电网安全和供电质量至关重要。高压试验技术作为检测变压器性能的有效手段,能够及时发现潜在的绝缘缺陷和故障隐患。本文深入探讨电力变压器高压试验的原理、方法以及故障处理策略,旨在为变压器维护提供科学依据,延长设备寿命,确保电力系统的安全稳定运行。同时,也为提升电力设备的检测与维护水平提供技术参考。

1 电力变压器高压试验技术

1.1 高压试验的基本概念

1.1.1 定义与目的

电力变压器高压试验是指在高于正常运行电压的条件下,对电力变压器进行的各种电气性能测试。这种测试旨在确保变压器在各种极端工况下仍能安全可靠地运行,从而预防因绝缘老化、设计缺陷或操作不当导致的故障。通过高压试验,技术人员可以评估变压器的绝缘性能、泄露电流、介质损耗以及承受短时过电压的能力,为变压器的维护保养和更换提供科学依据。

1.1.2 试验类型

高压试验主要包括以下几种类型: (1) 绝缘电阻测量。通过测量变压器绕组与铁心之间的绝缘电阻,判断绝缘材料的老化程度、受潮情况或污染程度。(2) 泄露电流测量。在高压下测量变压器绕组的泄露电流,以评估绝缘的完整性。泄露电流过大可能表明绝缘存在缺陷。(3) 介质损耗因数测试。测量变压器绝缘材料的介质损耗因数,以反映绝缘性能的好坏。介质损耗因数越大,说明绝缘老化越严重。(4) 交流耐压试验。在高压交流电下对变压器进行耐压试验,以检查其承受短时过电压的能力。该试验对于发现绝缘薄弱点至关重要。

1.2 高压试验的条件

(1) 实验室温度与湿度的控制。高压试验应在严格

控制的环境条件下进行,以确保测试结果的准确性。实验室温度通常应控制在 25°C ~ 30°C 之间,相对湿度不超过85%,以减少温度波动和湿度对绝缘性能的影响。(2) 清洁度要求。试验前应对变压器及试验区域进行彻底清洁,以消除尘埃、污垢和其他可能影响测试结果的杂质。清洁度对于确保测试结果的准确性和可靠性至关重要。(3) 电阻器的选择与散热要求。在高压试验中,电阻器的选择至关重要。应选用高质量、散热性能良好的电阻器,以减少试验过程中因电阻器过热而导致的安全事故。同时,电阻器的散热要求也需得到满足,以确保其在长时间高负荷运行下的稳定性^[1]。

1.3 高压试验的方法与步骤

(1) 接线与接地检查。在进行高压试验前,应严格按照接线原理图进行引线的连接,并确保变压器与控制箱的接地安全可靠。接地不良可能导致试验过程中出现感应电压和放电反击现象,对试验设备和人员安全构成威胁。(2) 仪器检查与启动试验。在启动试验前,应对所有仪器进行检查,确保按钮、仪表指示器等功能正常。同时,还应检查控制箱中的调压器是否调整到“零”位,以防止试验过程中电压突然升高对变压器造成损害。启动试验后,应密切关注仪器的变化和指示情况,以及及时发现和处理异常情况。(3) 观察与记录试验过程。在试验过程中,应密切观察电压表、电流表、功率表等仪表的读数变化,以及变压器有无异常声响、振动或气味等现象。同时,应准确记录试验过程中的各项数据,包括试验电压、电流、时间、介质损耗因数、泄露电流等,以便后续分析和判断^[2]。(4) 试验后的降压、断电与放电处理。试验结束后,应首先缓慢降低试验电压至零,然后切断电源。在确保安全的前提下,对变压器进行充分的放电处理,以消除残余电荷对人员和设备的安全隐患。放电处理通常包括使用放电棒对变压

器绕组进行放电, 以及通过接地线将变压器与大地连接进行放电。

1.4 高压试验的保障措施

(1) 人员安全与职责分工。在高压试验过程中, 应确保所有参与人员都接受过专业培训, 了解试验程序和潜在风险。同时, 应明确各人员的职责分工, 确保试验过程中的协调与配合。在试验前, 应对参与人员进行安全教育和应急演练, 以提高他们的安全意识和应急处理能力。(2) 试验设备的选择与校准。选择高质量、性能稳定的试验设备对于确保试验结果的准确性至关重要。在试验前, 应对所有设备进行校准和检查, 以确保其测量精度和稳定性。同时, 在试验过程中, 应定期对设备进行维护和保养, 以延长其使用寿命并降低故障率。

(3) 防止感应电压与放电反击的措施。在高压试验中, 感应电压和放电反击是常见的安全隐患。为了防止这些安全隐患的发生, 应采取一系列措施。例如, 在试验过程中, 应确保变压器与周围设备之间的绝缘距离足够大; 使用屏蔽罩或接地网来降低感应电压的影响; 在放电处理时, 应确保放电棒与变压器之间的接触良好, 并遵循正确的放电顺序和步骤。

2 电力变压器常见故障及处理方法

2.1 常见故障类型

(1) 绝缘老化与击穿。绝缘老化是电力变压器最常见的故障之一, 主要是由于长期运行、高温、潮湿以及化学腐蚀等因素导致绝缘材料性能下降。绝缘老化严重时, 可能发生击穿现象, 导致变压器短路或接地故障。击穿故障通常伴随着剧烈的放电声、油温急剧升高等现象。(2) 短路故障。短路故障包括匝间短路、相间短路和接地短路等。这些故障通常由于绝缘材料受损、绕组变形或异物落入绕组等原因引起。短路故障会导致变压器电流激增, 油温迅速升高, 严重时可能引发火灾或爆炸。(3) 绕组变形。绕组变形是由于变压器在运输、安装或运行过程中受到机械力作用导致的。绕组变形可能导致匝间绝缘受损, 进而引发短路故障。此外, 绕组变形还可能影响变压器的电气性能, 降低其运行效率。(4) 油污染。油污染是由于变压器油中混入水分、尘埃、金属微粒等杂质导致的。油污染会降低油的绝缘性能, 加速绝缘材料的老化, 甚至引发放电故障。油污染严重时, 还可能导致变压器内部短路或接地故障。(5) 过载问题。过载问题是由于变压器长时间承受超过其设计容量的负荷导致的。过载会导致变压器温度升高, 加速绝缘材料的老化, 降低变压器的使用寿命。严重时, 过载还可能引发绕组变形、短路等故障。

2.2 故障诊断方法

(1) 通过高压试验结果分析故障。高压试验是诊断电力变压器故障的重要手段。通过高压试验, 可以检测绝缘电阻、泄露电流、介质损耗因数等参数, 进而分析变压器的绝缘性能。高压试验结果异常时, 如绝缘电阻降低、泄露电流增大等, 通常表明变压器存在绝缘老化、击穿或短路等故障。(2) 结合运行记录与巡检结果。运行记录和巡检结果是诊断电力变压器故障的重要依据。通过分析变压器的运行记录, 可以了解变压器的负荷情况、油温变化、声音异常等信息。巡检过程中, 可以观察变压器的外观、油位、套管等部件是否存在异常。结合运行记录和巡检结果, 可以初步判断变压器的故障类型和位置。

2.3 故障处理措施

(1) 绝缘修复与更换。对于绝缘老化或击穿的故障, 通常需要进行绝缘修复或更换。绝缘修复包括清除受损部位、填补绝缘材料、加强绝缘层等措施。若绝缘损伤严重, 无法修复时, 则需要更换新的绝缘材料。

(2) 绕组调整与加固。对于绕组变形的故障, 需要进行绕组调整与加固。绕组调整包括校正绕组形状、恢复匝间绝缘等措施。加固绕组则可以通过增加支撑结构、提高绕组机械强度等方式实现。(3) 油质检测与维护。对于油污染的故障, 需要进行油质检测与维护。油质检测可以了解油中杂质的种类和含量, 进而确定污染程度。维护措施包括更换污染严重的油、清洗油箱和附件、加强油的密封性等。(4) 过载保护设置与调整。为了防止过载问题引发的故障, 需要合理设置和调整过载保护装置。过载保护装置应根据变压器的额定容量和运行条件进行选型, 确保在过载时能够及时动作, 保护变压器免受损害。同时, 定期对过载保护装置进行检查和测试, 确保其工作正常, 是预防过载故障的重要措施^[3]。(5) 自动跳闸与紧急停机处理。在电力变压器发生故障时, 自动跳闸和紧急停机是保护设备和人员安全的重要手段。当变压器内部发生故障, 如短路、过载等, 保护装置会触发自动跳闸, 切断故障电源, 防止故障扩大。在紧急情况下, 如火灾、爆炸等严重故障发生时, 应立即采取紧急停机措施, 切断所有电源, 并进行必要的隔离和防护措施, 以确保人员安全, 防止故障进一步蔓延。

3 提高电力变压器高压试验与故障处理水平的建议

3.1 加强试验人员培训

试验人员的专业技能和安全意识是确保高压试验顺利进行和故障准确诊断的关键。因此, 加强试验人员的培训至关重要。首先, 应定期组织试验人员参加专业技

能培训,内容涵盖高压试验的基本原理、操作技巧、设备使用以及安全防护等方面,以提高他们的试验技能和应对突发情况的能力。同时,还应加强安全意识教育,让试验人员深刻认识到高压试验的潜在危险,严格遵守安全操作规程,确保试验过程的安全。此外,可以设立内部考核机制,对试验人员的培训成果进行定期考核,以检验他们的技能掌握情况和安全意识水平。对于考核不合格的人员,应进行再培训或调整岗位,确保高压试验工作的顺利进行。

3.2 完善试验设备与仪器

高压试验设备的准确性和可靠性直接关系到试验结果的准确性和故障诊断的准确性。因此,应定期对试验设备进行更新和校准,以确保其性能稳定、测量准确。首先,应建立设备更新计划,根据设备的使用寿命和性能状况,合理安排更新周期。对于已老化的设备,应及时淘汰并更换为性能更优越的新型设备。同时,应定期对试验设备进行校准,确保其测量精度符合标准要求。校准工作应由专业机构或具有资质的人员进行,校准结果应记录在案,以备查阅。此外,还应建立完善的设备管理制度,对设备的购置、使用、维护和报废等环节进行规范管理,确保设备的正常运行和有效利用。

3.3 强化故障预防与监测措施

(1) 定期检查与维护。定期检查与维护是预防电力变压器故障的重要手段。应建立完善的检查与维护制度,明确检查周期、检查内容和维护要求。检查内容应包括变压器的外观、油位、油温、声音、套管等方面,以及绝缘电阻、泄露电流等电气性能参数。对于发现的问题和隐患,应及时进行处理,防止故障扩大。同时,还应加强变压器的预防性维护,如清洗散热器、更换老化的绝缘材料等,以延长变压器的使用寿命和降低故障率^[4]。(2) 应用在线监测技术。随着科技的发展,在线监测技术在电力变压器故障预防中得到了广泛应用。通过在线监测技术,可以实时监测变压器的运行状态和电气性能参数,及时发现潜在故障并采取措施进行处理。因此,应加大在线监测技术的研发和应用力度,提高监测系统的准确性和可靠性。同时,还应建立完善的在线监测数据分析机制,对监测数据进行深入挖掘和分析,

提取有用的故障特征信息,为故障预警和诊断提供有力支持。

3.4 加强行业监管与标准制定

(1) 提高变压器制造质量。变压器制造质量是影响其运行可靠性和使用寿命的关键因素。因此,应加强行业监管,提高变压器的制造质量。一方面,应加强对变压器制造企业的资质审核和监督管理,确保其具备生产高质量变压器的能力和条件。另一方面,应建立完善的变压器质量检测体系,对出厂的变压器进行严格的质量检测,确保其性能符合标准要求。(2) 规范试验与故障处理流程。为了提高高压试验与故障处理的准确性和效率,应制定规范的操作流程和标准。首先,应制定高压试验操作规程,明确试验步骤、安全措施和数据处理方法等方面的要求。同时,还应制定故障处理流程,明确故障诊断、处理方法和恢复运行等方面的要求。这些规程和流程的制定应基于行业标准和实践经验,确保其科学性和实用性。此外,还应加强对规程和流程的执行情况的监督检查,确保试验和故障处理工作严格按照规程和流程进行,提高工作的规范性和可靠性。

结束语

综上所述,电力变压器高压试验技术及故障处理对于确保电网的安全稳定运行具有重要意义。通过高压试验,我们可以及时发现并处理变压器的潜在故障,保障其长期可靠运行。未来,随着技术的不断进步,我们将继续探索更高效、更准确的试验方法和故障处理策略,以适应电力系统的发展需求。同时,加强人员培训和技术交流,提升整体技术水平,为电力行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 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):99-100.
- [2] 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(15):180-181.
- [3] 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.
- [4] 沈象志.电力变压器高压试验技术及故障处理[J].电力设备管理,2020,(06):55-56.