

220kV 油浸式电力变压器的高压电气试验方法及应用探讨

牛磊

(内蒙古能源发电投资集团有限公司电力工程技术研究院 010020)

摘要: 本文详细探讨了 220kV 油浸式电力变压器的高压电气试验原理及其重要性,涵盖了绕组变形测试、变比测试、直流电阻测试、有载分接开关测试、绝缘电阻试验、介质损耗试验和工频交流耐压试验等关键环节。通过这些测试,可以全面评估变压器的绝缘性能、电气性能和热稳定性,及时发现并排除潜在的电气缺陷,确保变压器在高电压、大电流条件下的安全稳定运行,延长设备使用寿命,提高电力系统的可靠性和安全性。

关键词: 220kV 油浸式变压器、高压电气试验、绝缘性能、绕组变形

1 220kV 油浸式电力变压器高压电气试验的原理

220kV 油浸式电力变压器的高压电气试验是确保变压器在高电压条件下安全运行的重要手段。其试验原理基于对变压器的绝缘性能、电气性能和热稳定性的全面检测。首先,通过施加高压交流电压来测试变压器的绝缘强度,确保其能承受运行中的电压应力,避免绝缘破坏引发的故障。其次,进行直流泄漏电流测试,以评估变压器绕组和绝缘系统的健康状态,检测潜在的绝缘缺陷。此外,还包括局部放电测试,通过检测和分析局部放电信号,识别变压器内部的绝缘缺陷和弱点。这些试验在试验电压下模拟实际运行条件,对变压器的绝缘系统进行全面评估。通过高压电气试验,可以提前发现并排除变压器潜在的电气缺陷,确保其在高电压、大电流条件下的安全稳定运行,延长设备的使用寿命,提高电力系统的可靠性。

2 高压电气试验

高压电气试验是确保 220kV 油浸式电力变压器在高电压运行条件下安全、可靠的重要手段。这些试验涵盖了变压器绝缘性能、电气性能和热稳定性的全面检测,包括绕组变形测试、变比测试、直流电阻测试、有载分接开关测试、绝缘电阻试验、介质损耗试验以及工频交流耐压试验。通过这些试验,可以提前发现变压器潜在的电气缺陷和隐患,确保设备在高电压、大电流条件下的稳定运行,延长使用寿命,提高电力系统的可靠性和安全性。

2.1 变压器的绕组变形测试

变压器的绕组变形测试是通过检测绕组在短路电流或其他机械应力作用下的几何形状变化进行检测,以评估绕组的结构完整性和机械强度。常用的方法包括频率响应分析(FRA),该方法通过比较变压器绕组在不同频率下的电气响应曲线,来判断绕组是否发生变形或位移。绕组变形可能导致局部电场增强,从而引起绝缘老化或击穿。通过定期进行绕组变形测试,可以及时发现并纠

正变形,防止因绕组结构问题引发的电气故障,确保变压器的安全运行。

2.2 变压器的变比测试

变压器的变比测试用于检查变压器的电压比是否符合设计要求,确保各绕组之间的电压比在允许误差范围内。变比测试的原理是通过向变压器初级绕组施加已知电压,并测量次级绕组的输出电压,计算其电压比并与名牌数据进行比较。该测试可以识别绕组匝数错误、短路或断路等问题,确保变压器在不同负载条件下的正确电压输出。变比测试是确保变压器正常运行、避免电压不平衡和功率损耗的重要手段。

2.3 变压器的直流电阻测试

变压器的直流电阻测试是通过测量各绕组的直流电阻值,评估其内部连接和导电性能的健康状态。测试方法通常是将低电压直流电源接入绕组,通过测量流经绕组的电流和两端的电压降,计算其直流电阻。直流电阻测试能够发现绕组接头松动、接触不良、导线断股等缺陷。测试结果与初始出厂数据或历次测试数据进行比较,可以判断变压器的老化程度和接触状况,从而确保其正常运行。

2.4 变压器的有载分接开关测试

变压器的有载分接开关测试旨在检测分接开关在不同分接位置的性能和可靠性。有载分接开关用于调整变压器的输出电压,以适应负载变化和电网需求。测试方法包括分接开关的机械操作测试和电气性能测试,机械操作测试确保分接开关在操作过程中动作灵活,无卡滞现象;电气性能测试则通过测量分接开关在各位置的电阻值和接触电压降,评估其接触性能和可靠性。该测试确保分接开关在实际运行中能够可靠切换,维持变压器输出电压的稳定性。

2.5 变压器绝缘电阻试验

变压器绝缘电阻试验通过测量绕组对地及相间绝缘电阻,评估绝缘系统的完整性和性能。试验方法是向变

压器绕组施加高电压直流电源,并用绝缘电阻表测量其电阻值。绝缘电阻试验能够发现绝缘材料的老化、受潮和局部缺陷,确保变压器在运行中不会发生绝缘击穿和短路故障。定期进行绝缘电阻试验,可监测绝缘性能的变化趋势,及时采取预防措施,保障变压器的安全运行。

2.6 变压器介质损耗试验

变压器介质损耗试验通过测量绝缘介质在交流电压下的损耗因数,评估绝缘材料的电气性能和老化程度。试验原理是向变压器绕组施加规定的交流电压,通过介质损耗测试仪测量损耗角正切值($\tan \delta$)和电容值。介质损耗试验能够发现绝缘介质中的水分、杂质和局部放电等缺陷,反映绝缘系统的健康状况。通过定期监测介质损耗参数,可以及时采取维修措施,延长变压器的使用寿命,确保其长期安全运行。

2.7 变压器绕组连同套管的工频交流耐压试验

变压器绕组连同套管的工频交流耐压试验旨在验证变压器绕组及其套管的绝缘强度,确保其在运行电压和过电压情况下的可靠性。试验方法是向变压器绕组和套管连接在一起,施加高于运行电压的工频交流电压,并保持规定时间,观察有无击穿或放电现象。工频交流耐压试验能够检验绝缘系统的整体性能,发现潜在的绝缘缺陷和薄弱环节。通过耐压试验,可以确认变压器绕组和套管的绝缘能力,确保其在实际运行中的安全稳定。

3. 绕组变形测试的数据分析判断方法以及相关注意事项

绕组变形测试通过频率响应分析(FRA)等技术手段,检测变压器绕组在短路电流或机械应力作用下的几何形状变化。测试的核心在于采集和分析变压器绕组在不同频率下的电气响应曲线,并将其与基准曲线进行比较。数据分析主要集中在曲线的幅值、相位和形状变化上。如果测试曲线与基准曲线相比出现显著差异,特别是在特定频率范围内出现共振峰的位移或幅值变化,说明绕组可能发生了变形。数据分析还需结合变压器运行记录、外观检查等信息进行综合判断,确保结果准确。注意事项包括测试前应确保变压器脱离运行状态,所有连接部位应紧固,防止测试过程中的振动或接触不良影响结果。此外,测试环境温度、湿度等外界因素也应尽量保持稳定,以保证测试数据的准确性。

3.1 绕组变形测试的相关注意事项

在进行绕组变形测试时,需要注意以下几点,以确保测试结果的准确性和可靠性。首先,测试前应充分准备,包括详细检查变压器及其绕组的状态,确保无外部机械损伤或电气故障。同时,确保测试仪器的校准和正常工作状态,避免因设备问题导致测试误差。其次,测

试过程中要注意环境条件的稳定,避免温度、湿度等外界因素的剧烈变化对测试结果产生影响。测试接线应严格按照规范要求进行,确保接触良好,防止接触电阻影响数据准确性。测试人员应严格按照操作规程进行操作,避免在测试过程中对变压器施加额外的机械应力。最后,测试完成后应对数据进行详细分析,对比基准曲线和测试曲线,综合考虑变压器运行历史和现场实际情况,得出科学合理的判断结论。如果发现异常,应及时采取进一步的诊断措施,避免潜在问题导致设备故障。

3.2 变压器的直流电阻测试的数据分析判断方法以及相关注意事项

变压器的直流电阻测试是评估绕组及其接头电气性能的重要方法。测试原理是通过向绕组施加直流电压,测量流经绕组的电流和两端电压降,计算出绕组的直流电阻。数据分析主要通过比较实际测得的电阻值与标准值或以往测试数据,判断是否存在异常。正常情况下,绕组的直流电阻值应稳定在一个特定范围内。如果测试值偏离标准范围,可能是由于接头松动、导线断股、接触不良或绕组局部过热等问题引起。分析时需考虑温度对电阻值的影响,通常要将测试结果进行温度校正,以便准确比较。此外,三相绕组的电阻值应相近,差异不应超过规定的标准,否则需进一步检查具体原因。在进行直流电阻测试时,应注意确保变压器处于冷态,避免运行中带电测试造成危险。测试设备要充分接地,操作人员要注意安全,防止高压触电。同时,连接线应紧固,测量过程中避免机械振动,保证数据稳定。测试完成后,应对设备进行全面检查,确保恢复正常运行状态。通过严格的测试和分析,能够及时发现并排除潜在隐患,保障变压器的安全运行。

4 结语

高压电气试验在保障 220kV 油浸式电力变压器安全运行中起着不可替代的作用。通过对变压器各项性能的全面检测和数据分析,能够有效预防和排除潜在故障,确保其长期稳定运行,为电力系统的可靠性和安全性提供坚实保障。

参考文献:

- [1]李洪洋. 电力变压器电气高压试验技术要点分析[J]. 中国设备工程, 2022, (08): 79-80.
- [2]张东. 电力变压器电气高压试验技术要点分析[C]// 中国电力技术市场协会. 2021 年电力行业技术监督优秀论文集. 中国能源建设集团山西电力建设第三有限公司, 2021: 3. DOI:10.26914/c.cnkihy.2021.054282.
- [3]杨春飞. 电力设备高压试验的关键点及安全保障措施[J]. 大众用电, 2021, 36 (09): 63-64.