

电力变压器堆积化故障分析与解决方案

Analysis and Solution of Power Transformer Stacking Fault

郝秀丰 崔俊岩

Xiufeng Hao Junyan Cui

国家能源集团国电电力发展股份有限公司和禹水电开发公司 中国·辽宁 本溪 117200

National Energy Group Guodian Electric Power Development Co., Ltd. Heyu Hydropower Development Company, Benxi, Liaoning, 117200, China

摘要: 在电力系统中, 变压器是电力系统中的关键设备, 因此变压器占据着重要的地位。借助变压器能够实现对电压的转换、分配和传输, 但由于变压器长时间的使用, 再加上使用中所处的环境以及外界其他因素的影响, 必然会使变压器出现各种各样的故障, 从而导致变压器对供电系统的可靠性以及正常运行产生影响。基于此, 论文就变压器由于长时间使用而堆积产生的故障问题进行分析, 同时根据这些故障问题提出相对应的解决方案, 有利于更进一步推动电力系统稳定可靠地运行。

Abstract: In the power system, transformers are key equipment, therefore they occupy an important position. With the help of transformers, voltage conversion, distribution, and transmission can be achieved. However, due to long-term use of transformers, as well as the influence of the environment and other external factors during use, various faults will inevitably occur in transformers, which will affect the reliability and normal operation of the power supply system. Based on this, this paper analyzes the fault problems caused by the accumulation of transformers due to long-term use, and proposes corresponding solutions based on these fault problems, which is conducive to further promoting the stable and reliable operation of the power system.

关键词: 电力变压器; 故障分析; 解决措施

Keywords: power transformer; fault analysis; solution measures

DOI: 10.12346/peti.v5i4.8838

1 引言

变压器的作用是将发电机端的电压升高后再输送出去, 以此保证电压的平稳过渡运行, 但变压器在实际运行过程中, 必然受到来自不同因素的影响, 导致变压器容易发生各种故障问题, 对于变压器故障的发生, 电力部门应该及时、准确、快速地进行故障的处理, 才能杜绝故障问题的扩大。

2 变压器堆积化故障原因分析

2.1 变压器油质变坏

变压器在使用过程中, 油质发生变坏的原因主要有以下几点。当油中含有的氧、水和高温会引起油的氧化反应, 导致油质变坏, 氧化会使油变酸, 生成胶质和沉积物, 影响变压器的绝缘性能。变压器油中存在的水分来源于大气湿度、

变压器内部漏液、冷却系统漏水等, 水分的存在使油的电气性能下降, 并且会与其他杂质反应形成酸性物质, 进一步恶化油质^[1]。在变压器运行中, 可能会有金属屑、灰尘、绝缘材料剥落等杂质进入变压器油中, 导致油质变坏, 这些杂质会增加油的黏度、降低绝缘性能, 并且可能对变压器设备产生危害。

2.2 内部声音异常

变压器故障中出现内部异常声音的原因较多, 但通常由以下几个方面导致, 当变压器中的磁性材料(如铁芯)在工作时存在松动或故障时, 会引起振动或共鸣, 产生异常声音。绕组接头、绝缘材料老化破裂等问题会导致电流通过时产生间隙放电, 进而形成异常声音。如果变压器冷却系统中的风扇或水泵存在故障, 造成不正常的气流或水流, 也有可能

【作者简介】郝秀丰(1972-), 男, 中国辽宁本溪人, 助理工程师, 从事电力生产研究。

引发异常声音。此外，变压器内部的机械部件，如轴承、齿轮等，如果存在磨损、松动或缺失等情况，会引起异常声音，这些问题都会使变压器在运行过程中内部发出噪声。

2.3 自动跳闸故障

导致变压器故障中自动跳闸的原因可能有以下几点，首先，当变压器发生过载时，变压器承载的负荷超过其额定容量时，会导致过载，长时间的过载会引起变压器的温升过高，导致保护装置跳闸^[2]。其次，变压器绕组之间或绕组与地之间发生短路时，电流会急剧增加，导致保护装置感知到异常电流而触发跳闸。然后，变压器内部的绝缘材料老化、损坏或出现绝缘击穿时，会引起电气故障，使保护装置跳闸。最后，当供电电压超过变压器额定电压时，可能会导致保护装置动作，以防止设备损坏和人身安全。

2.4 绝缘老化故障

变压器绝缘老化故障是指变压器绝缘材料在使用过程中逐渐失去其绝缘性能，导致变压器运行不稳定或发生故障。绝缘材料的老化主要是由于长期使用、环境因素和电气应力的影响。当绝缘材料老化后，其绝缘强度将会下降，因此当绝缘强度达到一定程度时，有可能会引发绝缘击穿，导致电气设备失效或短路。同时，绝缘老化会导致绝缘阻抗减小，增加电流在绝缘材料中的泄漏程度，这种泄漏电流会导致能量损耗，并使绝缘系统更容易受到外界干扰而发生故障。但如果当绝缘老化严重导致绝缘强度明显下降时，绝缘材料可能无法承受额定电压，从而发生绝缘击穿现象，绝缘击穿会导致设备停电、损坏或火灾等严重后果。

2.5 油位过高或过低

对于变压器的故障中，油位过高或过低都有可能引起变压器发生故障，但油位过高和油位过低，所引起的变压器故障原因不同，具体如下。造成变压器油位过高的原因有以下两点，当变压器内部密封件损坏、管路泄漏等原因会导致变压器出现油液外溢，从而造成油位过高^[3]。此外，变压器由于长时间的使用，会使变压器内部以及其他相关部件的油温升高，随着变压器内部发热，从而会引起油液膨胀，使油位上升。对于变压器油位过低而引起的故障中，漏油会导致变压器油位降低，这是由于变压器随着使用时间的推移，密封件老化、管路破损或外部泄漏等原因都会造成变压器油液流失，造成油位过低。同时，当变压器的油泵无法正常工作时，必然无法将油液供给变压器，以至于变压器油位下降。

3 变压器故障检测方式

3.1 外部检测法

通过对变压器外部的温度、振动和噪声等参数进行检测，能够判断是否存在异常情况。在外部检测法中，观察变压器运行时的外部现象来判断是否存在故障。例如，观察变压器外壳是否有渗油、渗水现象，听变压器是否有异常噪声，触摸变压器外壳是否过热等。而使用红外热像仪对变压器进行

扫描，可以检测出变压器的温度分布情况，异常的温度分布可能表示变压器存在故障，如过载、短路等。通过对变压器产生的振动信号进行分析，也能有效判断变压器是否存在故障。例如，绕组、铁心和油箱等组件的松动、机械冲击等故障都会导致变压器产生异常振动。在对变压器使用外部检测法时，综合使用多种方法可以提高对变压器故障的检测准确度和可靠性。

3.2 内部检测法

在对变压器故障的内部检测方法中，通常包括以下几种方式，首先是油质分析法，通过取出变压器内部的绝缘油样品，进行油质分析，可以了解变压器的绝缘状况和潜在故障^[4]。例如，对油中的溶解气体、水分含量、酸度值、氧化指数等进行分析判断，可以确定是否存在过热、放电、绝缘老化等问题。其次是绕组特性检测法，针对变压器绕组的电参数进行测试和分析，可以判断绕组是否存在故障，常用的检测手段包括直流电阻测量、绝缘电阻测量、交流电阻测量、低电压短路阻抗测量等。然后是局部放电检测法，局部放电是变压器内部常见的故障现象，可以通过局部放电检测仪器对变压器内部进行检测，局部放电检测可以判断绝缘系统是否存在缺陷，如绝缘材料损坏、绕组间电力短路等，常用的方法包括高频电流互感器和无线局部放电传感器等。随后是温度检测法，通过在变压器关键部位安装温度传感器，实时监测变压器的温度变化，异常的温度升高可能意味着变压器存在故障，如过载、短路、接触不良等。最后是声波分析法，通过对变压器内部的声音进行分析，可以判断是否存在机械松动、绝缘老化等故障，声波分析仪器可以捕捉到变压器产生的各种声音信号，并通过分析判定故障类型。

4 电力变压器故障问题解决方案

4.1 针对变压器油质变坏的应对策略

针对变压器油质变坏的问题，可以采取以下解决方案，首先，通过定期对变压器油进行采样分析，监测油中的含水量、酸值、介质损耗因数等指标，及时了解油质状况，如果发现异常，应及时采取相应措施修复或更换油品。其次，对变压器油进行过滤和干燥处理，可以有效去除杂质和水分，常用的方法有吸湿器、真空干燥装置和油过滤机等设备，可将油中的水分和杂质去除。再次，加强变压器油的绝缘性能和抗氧化能力，可以采用添加抗氧化剂和抗氧化剂的方式，这样可以延长变压器油的使用寿命，并减少油质变坏的风险。最后，定期进行变压器的清洗、绝缘测试以及设备运行状态的检测，及时发现并排除故障，有助于提高变压器的使用效果和延长使用寿命。

4.2 针对变压器声音异常的应对策略

为了避免变压器在运行中出现异常声音，通常情况下，需要对变压器做好定期检查、维护，及时发现和解决磁性材料、绕组、冷却系统和机械部件等方面的问题，预防异常声

音的产生^[5]。一旦发现问题,应及时进行修复或更换故障的机械部件、绕组接头或绝缘材料等,确保其正常工作,减少异常声音。定期清洁和维护变压器冷却系统中的风扇、水泵等设备,确保其正常运行,防止因冷却不良而产生异常声音。同时,选择合适的绝缘材料和接头连接方式,可以确保变压器绕组间隙放电得到有效控制,减少异常声音。

4.3 针对变压器自动跳闸故障的应对策略

为了避免变压器在使用中发生自动跳闸的故障,需要电力工作人员做好对变压器的负载管理、短路控制、绝缘检测以及过压保护等工作。在负载管理时,合理评估和安排变压器的负载,避免长时间高负荷运行,以减少过载引起的跳闸,如果负载过大,考虑增加变压器容量或调整负载分配。在短路控制中,安装和维护合适的短路保护装置,如熔断器或断路器,及时切断短路电流,以防止过大的电流引起自动跳闸。在绝缘检测中,定期进行绝缘测试,发现绝缘材料的老化或缺陷,并及时修复或更换受损部分,以确保变压器的绝缘性能。在过压保护中,安装和调整合适的过电压保护装置,如避雷器、整流器等,以防止供电电压超过变压器的额定电压。

4.4 针对变压器故障的应对策略

针对电力变压器绝缘老化引起的堆积故障,电力部门在日常的变压器检修维护时,需要从以下几个方面进行,才能最大限度地降低变压器因为绝缘老化而引起的故障问题。首先,定期进行变压器绝缘状态检测,通过绝缘电阻测试、介质损耗测试等手段评估绝缘材料的健康状况^[6]。其次,在变压器设计和制造过程中,选用高质量的绝缘材料,并严格控制制造工艺,以延长绝缘材料的使用寿命。然后,定期对变压器进行维护保养,包括绝缘表面的清洁、防潮处理以及温度、湿度等环境条件的控制。最后,避免变压器超负荷运行,减少对绝缘材料的电气应力。基于以上方式,能够有效降低变压器绝缘老化故障率的发生,可见及时的检测、预防和维护是非常重要的,能够有效延长变压器的使用寿命,确保电力系统的安全稳定运行。

4.5 针对变压器油位过高或者过低的应对策略

对于变压器油位过高时,电力部门相关人员应定期检查变压器内部的密封件,确保其完好无损,如果发现有漏油情

况,应及时修复漏点,并清洗、更换受影响的密封件。同时,做好对变压器温度的监测,确保在额定工作范围内,采取措施如增加冷却设备、提高通风效果等方式,控制变压器内部温度,防止油液膨胀过度。而定期检查变压器的密封件、管路等部分,发现漏油情况应及时进行维修,并更换受损的零件,能够实现快速发展变压器油位过低带来的影响,与此同时,定期检查和维护变压器的油泵,确保其正常工作,如有需要,及时修理或更换故障的油泵。需要注意的是,在处理变压器油位过高或过低问题时,应由专业人员进行诊断和处理,遵循相应的安全操作规范,具体操作应根据实际情况进行。

5 结语

变压器是电力系统运行的主要核心设备,在实际运行过程中,一旦变压器发生故障,必然会直接影响到整个电力系统的传输稳定性。因此,为了有效降低各种外界因素以及不确定因素对电力变压器运行造成的干扰,则需要相关人员及时掌握电力变压器的运行状态,并指出不同变压器故障的具体诊断方法,才能根据变压器的堆积化故障的具体情况展开检修和保养,以此实现对变压器故障问题的及时处理,确保电力系统运行的可靠性和稳定性。

参考文献

- [1] 吴子聪.电力变压器故障信息化分析与诊断探讨[J].科学与信息化,2018(33):118+120.
- [2] 胡善福.一起大容量电力变压器局部放电故障分析与处理[J].机电工程技术,2022,51(10):264-266+283.
- [3] 张雪松,张杨俊,任彦东.干式变压器常见故障分析及处理方法[J].机电信息,2021(22):27-29.
- [4] 王佳鸿.电力变压器常见故障分析及预防处理措施[J].光源与照明,2021(3):80-81.
- [5] 刘海江.电力变压器常见故障分析及处理[J].设备管理与维修,2020(18):68-70.
- [6] 徐建良.电力变压器运行维护中的常见故障及处理方法[J].电气,2017(7):72-73.