

电力变压器运行维护及故障处理分析

李松峰 丛洋铭 代蒙 刘斌

特变电工沈阳变压器集团有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 电力变压器作为电力系统中不可或缺的关键设备, 在输电和配电过程中扮演着至关重要的角色。在长期运行过程中, 电力变压器可能会面临各种运行故障和问题, 给电网的安全稳定运行带来威胁。本篇文章探讨电力变压器的常见运行故障、运行维护技术以及故障处理技术, 为电力变压器的安全、稳定和高效运行提供技术支持和指导。

[关键词] 电力变压器; 运行; 维护; 故障处理

DOI: 10.33142/ucp.v1i2.13624

中图分类号: TM41

文献标识码: A

Analysis of Operation, Maintenance, and Fault Handling of Power Transformers

LI Songfeng, CONG Yangming, DAI Meng, LIU Bin

TBEA Shenyang Transformer Group Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: As an indispensable key equipment in the power system, power transformers play a crucial role in the transmission and distribution process. During long-term operation, power transformers may face various operational faults and problems, posing a threat to the safe and stable operation of the power grid. This article explores common operating faults, maintenance technology, and fault handling technology of power transformers, providing technical support and guidance for the safe, stable, and efficient operation of power transformers.

Keywords: power transformers; function; maintenance; fault handling

引言

电力变压器作为电力系统中的重要组成部分, 在能源输送和分配中扮演着关键角色。长期以来, 电力变压器的运行维护和故障处理一直是电力行业面临的重要挑战之一。一方面, 由于电力变压器长期运行, 受到电力负荷变化、环境影响以及设备老化等因素的影响, 容易出现各种运行故障和问题。另一方面, 电力变压器的故障往往会给电网的稳定运行和电力供应带来严重影响, 甚至造成停电事故, 给社会生活和经济发展带来不利影响。随着电力系统的规模和复杂度不断增加, 电力变压器的运行维护和故障处理问题变得愈加突出和复杂。如何科学有效地识别、预防和处理电力变压器的运行故障, 成为电力行业急需解决的问题之一。

1 电力变压器常见运行故障

1.1 铁芯故障

铁芯故障是电力变压器运行过程中较为常见且影响重大的问题之一。铁芯多点接地是指在正常情况下, 变压器铁芯应只有一个接地点, 以防止环流的形成。然而, 如果出现多点接地现象, 铁芯内会产生环流, 导致局部过热, 进而引起铁芯温度异常升高, 严重时可能烧毁铁芯或引发火灾。短路会增加铁芯的涡流损耗, 使铁芯局部过热, 进而损坏变压器的正常运行。铁芯片间短路不仅增加了变压器的能量损耗, 还可能导致噪音增大和铁芯变形。铁芯绝缘损坏是指包裹在铁芯片上的绝缘材料(如绝缘纸或绝缘

漆)因老化、过热或机械损伤而失效, 会导致铁芯接地电流增大, 增加铁芯局部发热的风险, 严重时甚至可能导致铁芯表面电弧放电, 引发更严重的电气故障或火灾事故。铁芯故障不仅降低变压器的运行效率和可靠性, 还可能引发严重的安全问题。

1.2 绕组故障

绕组故障是电力变压器中最常见且危害较大的故障类型之一, 主要包括绕组短路、绕组过热和绕组机械损伤。绕组短路是指由于绝缘老化、机械损伤或制造缺陷, 导致绕组匝间或相间发生短路。绕组短路会引起局部电流剧增, 导致绕组局部过热, 可能烧毁绕组, 甚至引发变压器着火。绕组短路还会造成变压器输出电压异常, 影响电力系统的正常运行。绕组过热通常是由变压器长期过载运行、冷却系统故障或局部散热不良引起。过热会加速绕组绝缘材料的老化, 增加绕组短路的风险。过热的绕组会引发变压器整体温度上升, 影响变压器的工作效率和寿命。绕组机械损伤多发生在运输、安装或运行过程中, 绕组可能受到机械冲击、振动或变形, 导致绕组的机械强度下降或断裂。机械损伤会直接破坏绕组的结构完整性, 导致绕组故障和变压器性能下降。绕组故障不仅影响变压器的正常运行和效率, 还可能对整个电力系统的稳定性构成威胁。

1.3 油箱故障

油箱故障是电力变压器中一个关键且影响广泛的问题, 主要包括油箱漏油、油质劣化和油温异常。首先, 油

箱漏油是由于焊接不良、密封件老化或机械损伤引起的。漏油不仅会导致变压器油量减少,影响冷却效果,还可能引发火灾。漏油问题需及时检测和修补,尤其要注意焊接部位和密封件的维护,以防止漏油现象进一步恶化。其次,油质劣化是变压器油在长期运行中发生氧化和老化的结果。油质劣化会导致油的绝缘性能下降,形成酸性物质和沉淀物,腐蚀变压器内部的金属部件,增加变压器的故障风险。定期进行油质分析,发现劣化时及时更换或再生处理,是维持变压器正常运行的关键措施^[1]。最后,油温异常是由冷却系统故障、负荷过大或外部环境温度过高引起的。油温过高会加速变压器内部绝缘材料的老化,增加变压器的故障概率。为防止油温异常,应定期检查和维护冷却系统,确保散热器和风扇的正常工作,必要时增加冷却设备。油箱故障不仅影响变压器的运行效率和寿命,还可能引发严重的安全事故。

2 电力变压器运行维护技术

2.1 观察变压器运行状态

观察变压器运行状态是确保其安全高效运行的基本措施之一,涉及对多项关键参数的实时监测和分析。电流和电压是变压器运行的核心参数,通过监测负载电流和电压,可以判断变压器是否在额定范围内工作。异常的电流和电压波动可能预示着负载不平衡或内部故障,例如绕组短路或电力系统的异常。变压器运行时会产生热量,特别是在高负荷运行或环境温度较高时,容易导致温度升高。通过安装温度传感器和利用红外热成像技术,可以实时监控变压器各部位的温度情况。温度异常升高可能是冷却系统故障、绕组过热或铁芯局部过热的预兆,需及时排查原因并采取降温措施,防止绝缘材料老化加速和设备损坏。变压器油在运行中起到冷却和绝缘的作用,油位的变化可以反映出油箱的密封性和油量的消耗情况。定期检测油位,确保其在正常范围内,防止因油量不足导致冷却效果不佳。油质监测则通过定期取样分析油中的水分、酸值、色谱和其他杂质含量,判断油的老化和污染程度。油质劣化会降低变压器的绝缘性能,增加故障风险,必要时应进行换油或再生处理。正常运行的变压器会发出均匀的嗡嗡声,但如果出现异常噪音或振动,可能预示着铁芯松动、绕组变形或其他机械故障。利用声学监测设备,可以识别并定位异常声源,及时进行维修。利用先进的在线监测系统,通过远程数据采集和分析,实时了解变压器的运行参数和状态变化,发现潜在问题并及时预警,不仅提高了维护的效率和准确性,还能够延长变压器的使用寿命,降低故障发生率,保障电力系统的安全稳定运行。

2.2 定期检查运行零件

定期检查电力变压器的运行零件是确保其长期可靠运行的重要环节。冷却系统是变压器运行中的关键部分,任何故障都会导致温度异常升高,影响变压器的稳定性。

因此,需要定期检查散热器、风扇和油泵的工作状态,确保其无堵塞、无泄漏且运行正常。尤其是在高负荷运行期间和炎热的夏季,冷却系统的维护尤为重要,必要时应清洗散热器,检修或更换故障部件,以保证良好的散热效果。变压器内部的绕组和铁芯都依赖于绝缘材料的保护,绝缘材料的老化、破损或受潮会导致绕组短路、局部放电等严重故障。定期检测绝缘油的电气性能和含水量,通过取样分析油中的溶解气体成分,可以预测绝缘老化程度及潜在的故障风险。对于固体绝缘材料,如绝缘纸和绝缘漆,需检查其表面有无开裂、变色或机械损伤,必要时进行修复或更换。变压器的接线端子、紧固件和支撑结构需要定期检查和紧固,防止由于松动引起的接触不良、火花放电和机械振动。同时,检查防护装置和接地系统的完整性,确保其能够在紧急情况下有效工作。对变压器的外壳和基础进行检查,及时处理锈蚀和损坏部分,以防止环境因素对变压器的侵蚀。变压器的在线监测设备和保护装置也需要定期校验和维护,确保其灵敏度和可靠性^[2]。在线监测系统可以实时提供变压器的运行状态数据,如温度、电流、油位等,发现异常时能够及时报警,为维护人员提供准确的故障信息和处理依据。

2.3 做好特殊情况检查

在电力变压器的运行维护中,特殊情况的检查尤为重要,这些情况包括极端天气条件、季节性负荷高峰期以及变压器运行环境的变化等。对于极端天气条件,如高温、低温、暴雨等,变压器的运行状态容易受到影响,因此需要加强对变压器的监测和检查。在高温天气下,变压器内部温度易上升,可能导致绝缘材料老化、油质劣化等问题,因此需要加强对冷却系统和绝缘材料的检查,确保变压器能够有效散热并保持稳定运行。在低温和寒冷天气下,需特别关注变压器的冷却系统和绝缘材料的耐寒性能,防止因温度过低而引发的故障。在暴雨和洪水等极端天气条件下,需要检查变压器周围的排水系统和防水措施,防止变压器受到液体侵入造成的损坏和故障。对于季节性负荷高峰期,特别是在夏季和冬季的用电高峰期,变压器往往会处于长时间高负荷运行状态,容易导致设备损耗加剧、温度升高等问题。因此,在这些时期需要加强对变压器的监测和检查,定期检查变压器的负载情况、温度变化等关键参数,确保变压器能够安全稳定地运行。如果变压器被移动或搬迁至新的位置,需要对其周围环境进行重新评估和检查,确保新的运行环境符合设备的要求。同时,对于变压器运行环境中的特殊因素,如化学物质的腐蚀、振动和冲击等,也需要加强监测和检查,及时采取防护措施,保护变压器免受外部影响。

3 电力变压器故障处理技术

3.1 铁芯故障处理

铁芯故障是电力变压器中常见的故障之一,处理时需

要迅速、有效地采取措施,以确保设备的安全运行和延长其使用寿命。对于铁芯多点接地的情况,需要通过定期检查接地点的连接情况,确保接地良好,防止接地点松动或腐蚀,导致接地不良的情况发生。如果发现接地点存在问题,应及时修复或更换,以避免接地故障引发的电流异常和设备损坏。在维修过程中,需要先对铁芯进行局部清理和检查,确认短路部位,然后对受损的铁芯片进行更换或局部修复,以恢复铁芯的完整性和正常运行。铁芯绝缘的损坏可能是由于绝缘材料老化、油质污染或机械损伤等原因引起的,因此,在处理铁芯绝缘损坏时,需要先清理绝缘材料表面的污物或损伤部位,然后进行绝缘材料的修复或更换,以确保铁芯绝缘的完好性和可靠性。总之,处理铁芯故障时,需要根据具体情况采取相应的维修措施,并在维修完成后进行全面的检测和试验,以确保铁芯的正常运行。

3.2 绕组故障处理

处理电力变压器的绕组故障是确保设备安全运行的重要任务。对于绕组短路,应迅速切断电源,隔离受损的绕组,以防止故障蔓延和进一步损坏。然后,需要对受损的绕组进行仔细检查,确认短路点的位置和范围。根据损坏情况,可以选择局部维修或更换受损的绝缘材料,确保绕组的安全运行。对于绕组过热的情况,需立即采取降温措施,如降低变压器的负载或增加冷却设备,以防止绕组因高温而受损。在降温的同时,应检查绕组的绝缘材料是否受损,若发现损坏,需及时修复或更换,以保证绝缘性能符合要求。轻微损伤可进行局部修复,如绕组绝缘层的绝缘漆修补;严重损伤可能需要更换受损的绕组部分,确保绕组的完整性和正常运行。维修过程中,需严格遵守操作规程,确保操作安全,并在维修完成后进行全面的试验和检测,以验证绕组的运行状态。

3.3 油箱故障处理

处理电力变压器的油箱故障是确保设备安全运行的重要任务。对于油箱漏油的情况,需要迅速切断电源,停止变压器的运行,并立即查找漏油的原因,包括油箱密封件老化、油箱表面损伤或焊接处开裂等,必须及时修复漏洞,确保油箱不再漏油。修复后,应对变压器进行全面的检查和试验,确认漏油问题已彻底解决。根据分析结果,可以选择更换变压器油或进行油的再生处理,以恢复油的绝缘性能和冷却效果。同时,需定期监测油质的情况,及时对变压器油进行维护和更换,确保油质的稳定和正常运行^[3]。对于油温异常升高的情况,需首先检查变压器的冷

却系统,确认冷却设备是否正常工作。如果冷却系统存在故障,应立即修复或更换受损部件,以恢复油的冷却效果。

3.4 瓦斯故障处理

处理电力变压器的瓦斯故障是确保设备安全运行的关键任务。对于瓦斯产生的原因,需要进行仔细分析。瓦斯通常是由变压器内部局部放电、绝缘材料老化或油质劣化等引起的,因此需要定位并解决根源问题。对于已经产生的瓦斯,可以通过增加油箱的通气口、安装瓦斯收集装置等方式来实现。排除瓦斯的过程需要谨慎操作,以防止瓦斯积聚引发火灾或爆炸等危险情况。为了预防瓦斯故障的再次发生,需要对变压器进行定期的检查和维护,包括检查变压器内部的绝缘材料、油质和冷却系统等,确保其正常运行。同时,需要对变压器周围的环境进行监测,防止环境因素对变压器的影响。

4 结语

在电力变压器的运行维护及故障处理分析中,我们深入探讨了常见的运行故障、维护技术以及故障处理技术。电力变压器作为电力系统中至关重要的设备之一,在其长期稳定运行的过程中,不可避免地会遇到各种各样的问题和挑战。通过对铁芯故障、绕组故障、油箱故障和瓦斯故障等常见问题的深入分析和讨论,我们了解了如何识别、处理和预防这些故障,以确保电力变压器的安全、稳定和高效运行。在变压器的运行维护方面,我们强调了观察变压器运行状态、定期检查运行零件以及做好特殊情况检查的重要性。通过科学合理的运行维护工作,可以及时发现和处理潜在问题,提高设备的可靠性和安全性。而在故障处理方面,我们针对铁芯故障、绕组故障、油箱故障和瓦斯故障等不同类型的故障,提出了相应的处理措施和预防方法,以应对各种复杂的故障情况。

[参考文献]

- [1]刘博,李慧翔.分析电力自动化变压器检修系统处理[J].电气技术与经济,2024(4):170-172.
 - [2]施耀祥.电力变压器运行异常的征象和故障分析处理[J].农村电工,2019,27(7):43-44.
 - [3]陈名林.配电变压器的运行检查维护及故障处理的相关分析[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2020(3):164-165.
- 作者简介:李松峰(1988.4—),男,毕业院校:浙江大学,所学专业:机械工程及自动化,当前工作单位:特变电工沈阳变压器集团有限公司,职务:设计部部长助理,职称级别:中级。