

浅谈电力变压器的运行检修及调试

黄科峰

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

[摘要]近年来随着社会的进步与发展,人们对电能质量要求越来越高。变压器在使用过程中,会受到多种因素的影响,从而使其发生失效、性能下降等问题,严重时会引起重大的安全事故,带来重大经济损失。因此,各相关单位要加强对该问题的关注,做好检修工作,及时解决问题,确保电力变压器安全、稳定地运转,提高供电可靠性和电压稳定性,以满足广大人民群众日益增长的用电需求。本篇文章从几个方面深入说明并探讨电力变压器运行中常见故障及处理办法,以供参考。

[关键词]电力变压器; 电力运行; 检修; 调试

DOI: 10.33142/hst.v7i12.14691

中图分类号: TM41

文献标识码: A

Brief Discussion on the Operation, Maintenance, and Debugging of Power Transformers

HUANG Kefeng

Bikou Hydropower Plant of Datang Gansu Power Generation Co., Ltd., Longnan, Gansu, 746412, China

Abstract: In recent years, with the progress and development of society, people's requirements for power quality have become increasingly high. Transformers are affected by various factors during use, leading to failures, performance degradation, and other issues. In severe cases, it can cause major safety accidents and result in significant economic losses. Therefore, all relevant units should strengthen their attention to this issue, carry out maintenance work, solve problems in a timely manner, ensure the safe and stable operation of power transformers, improve power supply reliability and voltage stability, and meet the growing electricity demand of the general public. This article provides an in-depth explanation and exploration of common faults and their solutions in the operation of power transformers from several aspects for reference.

Keywords: power transformers; electricity operation; maintenance; debugging

引言

电力变压器是电力系统中至关重要的设备,负责电能的转换与输送,其稳定运行对整个电力系统的安全性与稳定性具有直接影响。随着电力需求的不断增加,变压器的工作负荷与运行环境愈加复杂,变压器的有效管理、检修与调试愈显关键。长期运行过程中,变压器往往会受到电流波动、负荷变化及外部环境等多种因素的影响,从而导致绝缘老化、油质劣化、接触不良等问题的发生。这些故障不仅会影响设备性能,甚至可能引发严重的事故。为确保变压器能够安全、稳定地运行,定期的维护、及时的检修与精确的调试是不可或缺的。本文将深入探讨电力变压器的运行管理、检修及调试工作,分析操作过程中涉及的关键技术与常见问题,旨在为电力变压器的管理与维护提供理论指导与实践依据,从而进一步提高设备运行效率,增强其安全性,并延长其使用寿命。

1 电力变压器的运行维护

电力变压器的运行维护是确保其安全、稳定及高效运行的重要环节,涵盖了日常监测、定期检测以及预防性维护等多个方面。在运行过程中,变压器的关键参数,如温度、油位、油色及负载电流等,必须进行实时监控,这一点至关重要。特别是油温与绕组温度的监测,它们直接关系到变压器的散热效果及使用寿命。此外,变压器油的质

量也需定期检查,特别是油中的水分、气体含量及绝缘强度,以避免潜在的电气故障。油色变化,通常是内部故障的先兆,应特别重视。负载监控被视为防止变压器过载的有效措施,它有助于避免因超负荷运行而导致绕组过热及绝缘老化等问题。在潮湿环境下,变压器的防潮措施尤为关键,密封性必须保持良好,以防湿气侵入,进而影响绝缘性能。对变压器各个连接部位、绝缘层及冷却系统的定期检查与维护,能够有效避免接触不良或冷却故障引发的安全隐患,且老化或损坏的部件应及时更换。除此之外,短路保护及避雷设施的定期检查也是必要的,确保在电压异常波动或雷击时,变压器能及时断电或有效接地,从而减少设备损害及电网风险。

2 电力变压器的检修

2.1 定期检修的必要性与频次

电力变压器的定期检修是保障其长期稳定运行、提高供电可靠性以及延长使用寿命的关键措施。在长期使用过程中,变压器会受到负载波动、环境湿度、温度变化等因素的影响,从而导致绝缘性能下降、油质变差及部件老化等问题,这些问题会增加故障的风险。通过定期检查与维护变压器的绝缘系统、冷却系统以及电气连接部件,潜在的故障隐患得以及时发现,防止小问题发展成严重故障。检修周期的确定,通常是根据变压器的运行负荷、工作环

境以及其重要性来进行调整的^[1]。对于负荷较重或工作环境较差的变压器,检修周期通常应适当缩短,可能每年或每两年就需要进行一次全面检修;而对于运行条件较为理想、负荷较轻的设备,则可适当延长检修周期。

2.2 主要检修项目与内容

2.2.1 绝缘系统检查

在电力变压器的检修过程中,检查绝缘系统是确保设备安全稳定运行的关键环节。绝缘系统由绝缘油与固体绝缘材料构成,其主要作用是隔离电压、保护绕组并防止故障的发生。随着变压器长时间运行,绝缘系统会受到温度、湿气以及电场应力等多种因素的影响,从而导致绝缘性能逐渐下降。绝缘性能的下降可能导致绝缘强度不足、局部放电增多,甚至可能引发设备故障。绝缘系统检查的首要任务是进行绝缘电阻测试,通过测量绝缘电阻来评估绝缘材料的整体状况。若测试结果显示绝缘电阻显著降低,则表明绝缘系统可能已经受到潮气或老化的影响。随后,介质损耗因数测试用于评估绝缘材料的介电损耗,通常,损耗的增加是绝缘油劣化或材料老化的标志。此外,局部放电检测被用于发现绝缘内部潜在缺陷,尤其是在高压变压器中,它能够有效识别局部损伤与老化情况。为了进一步判断绝缘油的质量,还需要对油中的水分含量、酸值、介电强度以及溶解气体的含量进行检测。若水分或酸值过高,则表明油质已发生劣化,此时可能需要对油进行过滤或更换。

2.2.2 变压器油的检测与更换

变压器油的检测与更换在电力变压器的检修过程中占据着至关重要的位置,其主要目的是确保变压器的绝缘性能与散热效果。作为绝缘介质,变压器油不仅能够防止电气部件之间发生短路,还具备冷却作用,帮助将变压器内部产生的热量散发到外部。然而,随着使用时间的延长,变压器油会受到高温、电流流动及氧化等因素的影响,导致其性能逐渐恶化,表现为水分、酸值、气体含量等指标的变化。这些变化直接影响油的绝缘特性及其散热能力。因此,变压器油在检修过程中必须进行全面的检测,其中包括测量油的介电强度、酸值、水分含量以及溶解气体分析。介电强度是评估油的绝缘性能的重要参数,若其值低于规定标准,可能会引发绝缘故障。酸值及水分含量的升高表明油已经发生氧化及吸水,这显著降低了绝缘效果,并加速了变压器的老化。通过溶解气体分析(DGA),能够进一步诊断变压器内部的运行状态,如过高温度或局部放电等问题。如果检测结果表明油品质量不符合要求,则应及时进行更换或处理,以确保变压器的正常运行及安全性。定期的油品检测与更换,不仅能够有效避免因油质问题导致的故障,还能显著提高设备的稳定性,并延长使用寿命。

2.2.3 冷却系统的维护

在电力变压器的正常运行中,冷却系统发挥着至关重要的作用,其主要功能是将变压器工作过程中产生的热量排出,以避免因过热导致设备损坏或故障。随着长

时间的使用,冷却系统的效率可能逐步降低,因此,在变压器的检修过程中,冷却系统的维护显得尤为重要。维护工作通常包括对冷却油流动情况、冷却器的清洁程度,以及冷却风扇和水泵运行状态的检查。首先,必须对冷却油的流量及油温进行检查,以确保油循环系统畅通无阻,且油温保持在规定范围内。其次,冷却器的检查也是关键,因为散热翅片上的灰尘、污垢或沉积物可能会影响其散热效果,因此定期清理冷却器是必要的,以确保其良好的散热性能。冷却风扇和水泵的检查同样不可忽视,必须确保其正常运行,避免出现异常噪音或振动,以防机械故障导致冷却系统失效^[2]。对于采用水冷却的变压器,还需要检查水源水质及水泵的工作情况,确保水流量充足,且水质符合要求,从而保证冷却系统的有效性。

2.2.4 电气连接部件的检查

电气连接部件的检查是电力变压器检修中至关重要的环节,其目的是确保变压器内部各电气部件之间的稳定连接与正常运行。变压器的电气连接部件,包括引线、接头、接触端子及母线等,负责将外部电网的电流传输至变压器内部。在长期运行过程中,电流、电压波动以及环境温度变化等因素,可能导致电气连接部件出现接触不良、松动、腐蚀或磨损等问题。若这些故障未能及时排查并处理,局部过热、接触电阻增加,甚至电气故障或火灾的发生,均有可能。因此,定期检查这些电气连接部件显得尤为重要。检查内容包括确认接触部位是否牢固,检查接头和端子是否有松动或腐蚀迹象,必要时,连接部位应重新紧固,并清除任何腐蚀物或污垢。此外,还应检查绝缘层的完好性,以防因绝缘层破损而引发短路或漏电。

2.3 检修质量的控制与提升

电力变压器的检修质量控制与提升,对于确保设备稳定运行、延长使用寿命及减少故障发生,具有至关重要的作用。在检修过程中,严格遵循操作规程及技术标准,是提升检修质量的前提。具备专业技能和丰富经验的检修人员,必须能够准确诊断故障原因并采取有效的修复措施。变压器在检修前,必须进行全面的检查与评估,并制定科学合理的检修方案,明确检修的重点与难点,以确保各项任务无遗漏。所有操作,在检修过程中,必须严格按照技术规范与安全标准执行,确保所用工具与材料符合要求,以避免由于操作不当或使用不合格材料而导致二次故障的发生。同时,完成后的质量检查也至关重要,所有项目必须进行复检,确保修复后的设备符合技术要求。提高检修质量,还需依赖先进的检测技术,如温升测试、局部放电检测及油品分析等,以便潜在问题能够及时发现,并采取必要的解决措施。

3 电力变压器的调试

3.1 调试的目的与基本要求

电力变压器的调试,是确保其在投入使用前能够稳定、安全运行的关键环节。通过一系列的测试和检查,调试的

目的是验证变压器各项性能是否符合设计标准,确保绝缘性能、负载能力及散热效果等功能正常,从而避免在正式投入运行后出现故障或潜在隐患。开始调试工作时,所有安装及连接工作必须确认无误,电气设备应完好无损,接线端子必须牢固,且变压器油及冷却系统应符合相关标准。在调试过程中,必须进行各项性能测试,如绝缘电阻测试、变比测试、温升测试以及短路和空载试验等,以确保变压器在不同负荷下能够稳定运行。同时,操作必须严格按照标准流程进行,以确保测试数据的准确性和可靠性。特别地,在调试阶段,应对异常现象进行密切监测,任何问题都应及时发现并解决,确保变压器在投入使用前处于最佳状态。

3.2 调试前的准备工作

电力变压器的调试前准备工作,至关重要,为确保调试过程的顺利进行及设备运行的稳定奠定了基础。在调试开始前,变压器必须进行全面的检查,确保所有安装工作符合设计规范,电气连接与机械固定完好无损,且接线端子、接地系统及冷却设备等部件无松动或损坏情况。此外,必须核实变压器的油位和油质,确保油量充足且符合标准要求,且油中无水分或杂质,以保证良好的绝缘性能。同时,应确认温度传感器、压力表及温度计等测量仪器正常工作,外部冷却系统的运行状态也应检查,确保调试期间冷却装置能够有效发挥作用。变压器的保护系统,另一个重要环节,必须检查,确保过流、过压及温度保护等功能已经设定并调试到位,以便在调试过程中出现异常时能够及时响应^[3]。在调试前,还应准备好所需的检测仪器和工具,确保设备功能完好且标定准确。最后,相关人员的职责分工及协调配合也至关重要,确保在调试过程中有专门的技术人员负责监控并处理可能出现的问题。

3.3 主要调试项目与步骤

电力变压器的调试过程涵盖多个关键项目,旨在确保其在投入运行前能够安全、稳定地工作。主要的调试项目包括绝缘电阻测试、变比测试、短路及空载实验、温升测试等。在调试初期,变压器必须进行全面的检查,确认所有安装工作均符合规范要求,包括电气连接的正确性、冷却系统的正常接入以及保护装置的安装。随后,进行绝缘电阻测试,通过测量变压器绕组与地面及绕组之间的绝缘电阻值,确保其绝缘性能符合标准,从而避免因绝缘不足而引发电气故障。变比测试则通过测量原边与副边之间的电压比,确保其符合设计要求,进而保证变压器输出电压的稳定性与精度。短路与空载实验,旨在测试变压器在不同负载条件下的工作特性,特别是短路电流、空载电流以及空载电压的变化,帮助确认变压器在极端负载条件下的安全性与稳定性。温升测试则是在变压器通电后的工作过程中进行,检查其温度是否维持在安全范围内,确保变压

器不会因过热导致绝缘损坏或设备故障。完成上述测试后,变压器的保护系统还需要进行调试,确保在发生过载、短路或过热等异常情况下,保护装置能够及时切断电源,确保设备的安全运行。

3.4 调试中的常见问题及处理

在电力变压器调试过程中,常常会遇到一些问题,若未及时处理,可能会对变压器的性能及安全性产生不良影响。绝缘电阻偏低是常见的调试问题之一,通常由绝缘材料老化、潮湿或施工不当引起。此问题的解决方式包括干燥处理或更换老化的绝缘材料;若问题较为严重,进一步检查是否存在内部短路或其他结构性故障是必需的。变比测试中,若异常值出现,通常是由于接线错误或绕组损坏。应检查接线是否准确,必要时,绕组可重新接线或修复。短路与空载实验中出现的电流异常波动,可能源于电气接头松动或变压器内部接点接触不良。所有连接部位应彻底检查,确保紧固且良好接触^[4]。此外,在温升测试中,若变压器温度过高被发现,问题通常与冷却系统故障、油量不足或散热不畅有关。此时,应检查冷却装置的运行情况,确保油泵、风扇等设备正常运行,并及时补充变压器油。保护系统调试问题也时有发生,尤其是在过流保护和过压保护设置过程中。若保护动作不及时或设置不当,可能导致设备未能及时停机。调试人员应严格按照规范进行调试,并进行多次测试,以确保保护系统的反应灵敏且准确。

4 结语

电力变压器在电力系统中的作用至关重要,其稳定性直接关系到电力供应的安全。通过科学的运行管理、定期检修与精确调试,不仅能有效提高变压器的工作效率,还能延长其使用寿命,降低故障发生的概率。随着电力需求的不断增长及技术的不断进步,变压器的检修与调试面临着愈加复杂的挑战。未来,结合先进的监控技术及智能化手段,检修与调试工作的效率与准确性将显著提升,从而确保电力系统的安全稳定运行,为社会提供更加可靠的电力保障。

[参考文献]

- [1] 廖雅云. 浅谈电力变压器的运行检修及调试[J]. 南方农机, 2024, 55(20): 154-157.
 - [2] 赵诣, 王亮, 孙云奇, 等. 电力变压器运行维护及故障处理技术探讨[J]. 中国设备工程, 2024(6): 77-79.
 - [3] 张迎东. 水利电力变压器运行维护及故障处理解析[J]. 电气技术与经济, 2023(3): 129-131.
 - [4] 翟晶晶, 常舜禹. 电力变压器的运行状态综合评价探讨[J]. 智能城市, 2019, 5(24): 50-51.
- 作者简介: 黄科峰(1988.12—), 男, 毕业院校: 长安大学, 所学专业: 机械电子工程, 大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂白川水电站站长, 工程师。