

电力系统及其自动化中变压器故障诊断研究

祁军强

大唐甘肃发电有限公司碧口水力发电厂, 甘肃 陇南 746412

[摘要] 本篇文章旨在针对电力系统及其自动化中变压器常见问题展开分析, 并通过研究和有效的预防与控制措施, 旨在提升变压器的稳定性、安全性和可靠性。鉴于国民经济和科技水平的蓬勃发展, 对电力系统的要求也日益提高。本篇文章主要研究电力变压器的常见故障, 包括过载、绝缘老化、内部线路损坏等, 并提供了一些行之有效的检测手段与预防措施。通过深入分析变压器故障的原因和特征, 以及有效的预防与控制措施, 旨在降低事故发生的概率, 减少不必要的风险, 从而确保电力系统的安全稳定运行。

[关键词] 电力系统; 自动化; 变压器故障; 故障诊断

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12494

中图分类号: TM76

文献标识码: A

Research on Transformer Fault Diagnosis in Power Systems and Automation

QI Junqiang

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

Abstract: This article aims to analyze the common problems of transformers in the power system and its automation, and improve the stability, safety, and reliability of transformers through research and effective prevention and control measures. Given the booming development of the national economy and technological level, the requirements for the power system are also increasing day by day. This article mainly studies common faults of power transformers, including overload, insulation aging, internal line damage, etc., and provides some effective detection methods and preventive measures. Through in-depth analysis of the causes and characteristics of transformer faults, as well as effective prevention and control measures, the aim is to reduce the probability of accidents and unnecessary risks, thereby ensuring the safe and stable operation of the power system.

Keywords: power system; automation; transformer failure; fault diagnosis

引言

在电力系统中, 变压器作为能量传输和转换的关键设备, 在保障电力系统稳定运行和能源传输方面发挥着至关重要的作用。然而, 由于长期运行、环境因素、负载波动等多种因素的影响, 变压器故障是电力系统面临的一个常见挑战。变压器故障不仅可能导致设备损坏和停机, 还可能引发连锁故障, 造成电力系统的严重事故甚至停电。因此, 为了及时、准确地发现并解决变压器故障问题, 变压器故障诊断成为了电力系统及其自动化中的一个重要研究方向。通过深入研究变压器故障诊断技术和方法, 可以有效地提高变压器的可靠性和安全性, 减少故障对电力系统的影响, 保障电力系统的稳定运行。

1 电力系统及其自动化中变压器故障诊断的重要性

电力系统中的变压器承担着重要的电能转换和传输任务, 其正常运行对于电力系统的稳定运行至关重要。然而, 变压器作为电力系统中的核心设备之一, 其故障可能会导致电力系统的停运、损失和安全事故, 对生产、生活和社会稳定都会造成严重影响。因此, 变压器故障诊断的重要性不言而喻。及时准确地诊断变压器故障, 可以帮助

运维人员迅速采取有效的措施, 防止故障进一步扩大, 保障电力系统的安全稳定运行。同时, 变压器故障诊断还有助于延长变压器的使用寿命, 提高设备的可靠性和运行效率, 降低运维成本, 促进电力系统的可持续发展。因此, 深入研究和有效实施变压器故障诊断技术, 对于提高电力系统的安全性、可靠性和经济性具有重要意义。

2 电力系统及其自动化中变压器故障诊断的基本原则

在电力系统及其自动化中, 变压器故障诊断的基本原则是确保对变压器运行状态的准确、全面的评估, 并及时发现可能存在的故障迹象, 以保障电力系统的稳定运行。这些原则是建立在对电力系统安全性和可靠性的追求之上的, 包括准确性、全面性、实时性、定量化和先进性等方面。首先, 准确性是变压器故障诊断的核心原则之一^[1]。准确的诊断结果能够帮助运维人员准确判断变压器的运行状态, 从而及时采取相应的措施, 避免故障造成的损失。其次, 全面性要求诊断过程考虑到变压器的各个方面, 包括机械、电气、绝缘等方面的因素, 确保不漏掉任何可能存在的故障因素。实时性是变压器故障诊断的另一个关键原则, 及时发现故障迹象并采取措施进行修复, 可以避免

故障扩大或造成更严重的后果。此外,定量化和客观化要求诊断过程依靠科学的数据和技术手段,尽量减少主观因素的干扰,提高诊断结果的客观性和可信度。最后,随着科技的不断进步,先进性和创新性也是变压器故障诊断的重要原则。持续引入先进的技术手段和方法,不断提升诊断技术水平,可以更好地适应电力系统的发展需求,保障电力系统的安全稳定运行。

3 电力系统及其自动化中变压器的诊断方法

3.1 直观检测法

直观检测法是电力系统及其自动化中常用的变压器故障诊断方法之一。这种方法通过对变压器外部和内部的直观检查,观察变压器的外观、运行状态和可能存在的异常情况,以识别潜在的故障迹象。在直观检测中,运维人员通常会对变压器的外部外观进行检查,包括外壳、绝缘子、接线端子等部位,观察是否存在异常的痕迹、破损或腐蚀等现象。同时,也会对变压器内部的绝缘油和绝缘结构进行检查,观察是否有油污、气体生成或绝缘材料老化等情况。通过直观检测法,运维人员可以快速了解变压器的整体运行状况,并发现可能存在的故障迹象。尤其是一些外部可见的异常现象,如油污、腐蚀等,往往是变压器潜在故障的重要标志。因此,直观检测法作为一种简单易行、成本较低的诊断方法,在实际运维中具有重要的应用价值^[2]。然而,直观检测法也存在着局限性,无法准确判断变压器内部绝缘结构的完整性和电气性能。因此,在实际应用中通常会结合其他诊断方法,如油中溶解气体分析、电气预防试验等,以提高变压器故障诊断的准确性和可靠性。

3.2 油中溶解气体分析法

油中溶解气体分析法是电力系统及其自动化中常用的一种变压器故障诊断方法。该方法通过对变压器绝缘油中溶解气体的分析,来判断变压器内部的运行状态和可能存在的故障情况。变压器在运行过程中,由于内部故障或电气放电等原因,会产生一些气体,这些气体会溶解在绝缘油中,形成特定的气体组成和浓度。油中溶解气体分析法通过检测和分析绝缘油中的这些溶解气体,可以提供变压器内部的运行状态信息,帮助识别潜在的故障迹象。不同类型的变压器故障会产生不同类型的溶解气体,因此可以根据气体的种类和浓度来判断可能存在的故障类型,如局部放电、放电破裂、油纸绝缘老化等。常见的溶解气体包括氢气、甲烷、乙烷、乙炔、丙烷等,它们的存在和浓度变化可以反映变压器内部的运行状况和潜在故障的严重程度。油中溶解气体分析法具有非常高的灵敏度和准确性,能够及时发现变压器内部的微小故障迹象,提前预警可能的故障风险,有助于避免故障的扩大和损害的发生。

3.3 电气预防试验法

电气预防试验法是电力系统及其自动化中常用的一

种变压器故障诊断方法。这种方法通过对变压器进行一系列的电气试验,包括介损测试、绝缘电阻测试、绝缘油介损因数测试等,来评估变压器的绝缘性能和运行状态。通过电气预防试验,可以及时发现变压器绝缘系统的问题,预测潜在的故障风险,采取相应的措施进行修复和预防。介损测试是电气预防试验中的重要内容之一,它可以测量变压器的铁心和绕组的介损损耗,评估变压器的绕组接头和绝缘结构的完整性。绝缘电阻测试则可以检测变压器的绝缘电阻情况,判断绝缘系统的健康程度。此外,绝缘油介损因数测试可以评估绝缘油的绝缘性能,判断油中是否存在污染物或水分等。通过电气预防试验法,可以全面评估变压器的绝缘系统和电气性能,及时发现可能存在的问题,并采取相应的维修和改进措施,保障变压器的安全稳定运行。尤其是在变压器长期运行过程中,定期进行电气预防试验可以帮助发现潜在的故障隐患,延长变压器的使用寿命,提高设备的可靠性和安全性。

3.4 在线检测技术

在线检测技术是电力系统及其自动化中用于变压器故障诊断的重要方法之一。该技术通过安装在变压器上的传感器和监测设备,实时监测变压器的运行参数和状态参数,如温度、湿度、电流、电压等,以及变压器内部的声音、振动等信息。通过对这些数据的采集、传输和分析,可以实现对变压器运行状态的实时监测和诊断,及时发现可能存在的故障迹象,预警潜在的故障风险,提高变压器的安全性和可靠性。在线检测技术具有以下几个显著优势:首先,它可以实现对变压器的长期、连续、实时监测,不受时间和空间的限制,能够全面掌握变压器的运行状况;其次,在线检测技术可以提供更加准确和可靠的数据,避免了人为操作和测量误差,提高了故障诊断的准确性和精度;此外,在线检测技术还可以实现对变压器的远程监控和管理,方便运维人员进行远程诊断和操作,减少了人力和时间成本,提高了工作效率。

4 电力系统及其自动化中引起电力变压器故障的因素

4.1 电线的温度太高

电力变压器是电力系统中至关重要的设备之一,其正常运行对于电力系统的稳定运行至关重要。然而,有许多因素可能会导致电力变压器故障,其中之一是电线的温度过高。电线的过热可能由于多种原因引起,如电流过载、接触不良、线路阻抗过高等。当电线的温度超过了设计限制,可能会导致绝缘材料老化、绝缘击穿、局部放电等故障现象的发生。这种情况下,如果不及时采取措施,可能会导致变压器的损坏甚至爆炸,对电力系统造成严重影响。电线的温度过高是一个需要特别关注的问题,因为它不仅可能是变压器本身存在问题的表现,还可能会引发其他更严重的故障。

4.2 内部出现问题

电力变压器内部出现问题是导致电力系统及其自动化中变压器故障的一个重要因素。这种问题可能包括内部绝缘材料的老化、损坏或破裂,绕组的短路、断线或接触不良等。内部故障可能由于长期的过载运行、频繁的操作、设备老化或制造缺陷等原因引起。当内部出现问题时,变压器的绝缘系统和电气性能可能受到影响,导致绝缘击穿、局部放电、绕组短路等故障现象的发生。内部问题的存在往往不易被直接观察到,但却可能对变压器的安全运行产生严重的影响。内部故障可能会逐渐加剧,最终导致变压器的损坏或失效,对电力系统造成严重的影响,甚至引发火灾或爆炸等安全事故。

4.3 内部线路的严重损坏

电力变压器内部线路的严重损坏是导致电力系统及其自动化中变压器故障的重要因素之一。这种损坏可能由多种原因引起,如长期的过载运行、外部因素的损坏、制造缺陷等。当内部线路严重损坏时,可能会导致绕组短路、接触不良或断路等故障现象的发生,进而影响变压器的正常运行。内部线路的严重损坏通常意味着变压器内部的绝缘系统受到了严重破坏,可能会导致绝缘击穿、局部放电等现象,进而引发变压器的故障甚至损坏^[3]。此外,线路的损坏还可能会导致电流异常、电压波动等问题,影响电力系统的稳定性和安全性。

5 电力系统及其自动化中变压器故障的预防措施

5.1 定期维护和检查

在电力系统及其自动化中,实施定期维护和检查是预防变压器故障的重要措施之一。定期维护和检查可以帮助及时发现和解决变压器可能存在的问题,提前预防潜在的故障风险,保障电力系统的安全稳定运行。定期维护和检查包括对变压器的各个部件和系统进行定期检查和维修,包括机械、电气、绝缘、冷却系统等。其中,机械部件的定期润滑和清洁可以保障变压器的正常运行;电气部件的定期检查可以发现电线接触不良、绝缘老化等问题;绝缘系统的定期测试可以评估绝缘性能的健康状况;冷却系统的定期清洁和检查可以确保变压器的正常散热。通过定期维护和检查,可以及时发现并解决变压器可能存在的问题,防止故障的发生。定期维护和检查还可以延长变压器的使用寿命,提高设备的可靠性和安全性。

5.2 绝缘油监测和分析

绝缘油作为变压器的重要绝缘介质,其状态可以反映变压器内部的运行情况和潜在故障风险。因此,定期对绝缘油进行监测和分析,可以及时发现变压器可能存在的问题,预测潜在的故障,采取相应的措施进行维护和预防。绝缘油监测和分析通常包括对绝缘油的物理性质、化学成分和电气性能等方面进行检测和分析。其中,物理性质的

监测可以评估绝缘油的热稳定性和流变特性,化学成分的分析可以检测油中是否存在污染物、水分和氧化产物等,电气性能的监测可以评估绝缘油的绝缘性能和击穿电压等。通过对这些数据的分析,可以评估绝缘油的健康状况,判断变压器的运行状态,预测可能存在的故障风险。

5.3 热监测和红外检测

在电力系统及其自动化中,热监测和红外检测是一项重要的变压器故障预防措施。这种技术利用红外热像仪对变压器的温度分布进行实时监测和检测,以及早发现可能存在的异常热点,预警潜在的故障风险。通过热监测和红外检测,可以实现对变压器的全面、实时的温度监测,及时发现变压器内部或外部存在的异常热点。这些异常热点可能是由于接触不良、电流过载、局部放电等原因引起的,可能是变压器潜在故障的重要指标。通过检测这些异常热点,可以及时预警潜在的故障风险,采取相应的措施进行维护和预防,防止故障的发生。热监测和红外检测技术具有非常高的灵敏度和准确性,能够在故障发生前提前发现异常情况,有效地预防变压器的故障^[4]。此外,这种技术还具有非接触性和远程监测的特点,能够在不影响变压器正常运行的情况下进行监测,提高了监测的便利性和效率。

5.4 建立完善的保护系统

在电力系统及其自动化中,建立完善的保护系统是一项关键的变压器故障预防措施。保护系统旨在及时检测并响应变压器的异常情况,从而保护设备免受潜在的损坏或故障。一个完善的保护系统通常包括多个层次的保护装置和控制策略。首先,基于变压器的额定参数和运行条件,设定合适的过流保护、过载保护、短路保护等基本保护装置,以防止变压器因电流异常而受损。其次,针对特定的故障模式,如局部放电、绝缘击穿等,引入差动保护、微机保护等高级保护装置,提高对异常情况的检测和响应能力。此外,结合现代智能技术,还可以实现对变压器的远程监测和智能化故障诊断,及时发现和定位故障点,减少故障对系统的影响。通过建立完善的保护系统,可以有效地降低变压器发生故障的风险,保障电力系统的安全稳定运行。当变压器发生异常情况时,保护系统能够及时检测到,并采取相应的措施,如切断电源、投入备用设备等,以最大程度地减少故障的影响。

6 结语

本文对电力系统及其自动化中变压器故障诊断进行了系统性的研究和探讨。通过分析变压器故障的常见原因、特征以及现有的诊断方法和技术,我们深入了解了变压器故障诊断的重要性和复杂性。随着国民经济和科技水平的不断提高,电力系统对稳定性、安全性和可靠性的要求也日益增加,因此,研究变压器故障诊断技术具有重要的现实意义。本文提出了一些有效的变压器故障诊断方法和技

术,包括红外热像技术、机器学习算法、智能诊断系统等。这些技术的应用可以提高变压器故障的检测效率和准确性,帮助及时发现并解决潜在的故障隐患,保障电力系统的安全稳定运行。然而,我们也意识到变压器故障诊断领域还存在一些挑战和问题,如复杂多变的故障类型、数据获取和处理的困难等。因此,未来的研究需要进一步深入探讨这些问题,并提出更加有效的解决方案。希望本文的研究成果能够为相关领域的研究者和从业人员提供参考,并为未来的研究工作提供新的思路和方向。

[参考文献]

[1]张友. 电力系统及其自动化中变压器故障诊断研究[J].

模具制造,2023,23(10):166-168.

[2]陈洁韬. 变压器故障解决中继电保护技术的应用研究[J]. 电气技术与经济,2023(10):374-376.

[3]林凡勤,李明明,郭红. 变压器故障诊断技术综述[J]. 计算机与现代化,2022(3):116-126.

[4]赵小平. 浅析电力变压器故障诊断及检修[J]. 电子测试,2021(21):111-113.

作者简介:祁军强(1992.6—),男,毕业院校:西安电力高等专科学校;所学专业:发电厂及电力系统,当前就职单位:大唐甘肃发电有限公司碧口水电厂,职务:运行值长,职称级别:助理工程师。