

某变配电所干式变压器烧损原因和应对措施

姚胜利

淮安市建工设备安装有限公司, 江苏 淮安 223001

[摘要]随着电力系统的不断发展,干式变压器作为关键设备在电能传输与分配中扮演着重要的角色,其安全、稳定运行直接关系到电力系统的可靠性和效益。然而,变压器在长时间运行中难免会受到各种因素的影响,其中烧损问题是影响设备寿命和运行安全的主要挑战之一。为了有效预防和处理烧损现象,深入了解烧损的原因、诊断与监测技术以及科学应对措施显得尤为重要。

[关键词]干式变压器;发热原因;应对措施

DOI: 10.33142/hst.v7i1.11214

中图分类号: TM412

文献标识码: A

Reasons and Countermeasures for Burning of Dry-type Transformers in a Certain Substation

YAO Shengli

Huai'an Construction Equipment Installation Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu, 223001, China

Abstract: With the continuous development of the power system, dry-type transformers play an important role as key equipment in energy transmission and distribution. Their safe and stable operation directly affects the reliability and efficiency of the power system. However, transformers are inevitably affected by various factors during long-term operation, among which burning loss is one of the main challenges affecting equipment life and operational safety. In order to effectively prevent and deal with the phenomenon of burning, it is particularly important to have a deep understanding of the causes of burning, diagnostic and monitoring techniques, and scientific countermeasures.

Keywords: dry type transformer; causes of fever; countermeasures

引言

近年来,电力需求的不断增长使得电力设备面临更为复杂和高负荷的运行环境,加剧了烧损问题的发生频率。而传统的变压器管理方式已无法满足对设备安全性、可靠性的高要求。科技的飞速发展为变压器运行管理带来了新的可能性,智能监测系统、先进的诊断技术以及规范化的管理制度成为提高变压器抗烧损能力的关键工具。

1 变压器的概述

1.1 干式变压器的工作原理

干式变压器是一种先进而高效的电力转换设备,其工作原理基于电磁感应。在运行时,高压绕组通过电源输入电能,产生磁场,磁场又通过绝缘铁心传导至低压绕组,引起电压的感应。因电磁感应的作用,低压绕组中形成的电势使得电能从高压端传输至低压端,实现电压的升降。与油浸式变压器不同,干式变压器采用空气作为冷却介质,通过自然对流散热,使得能量传输更为高效,同时也降低了对环境的影响,符合现代电力系统对环保和可持续性的要求。

1.2 干式变压器的结构与组成

干式变压器的结构设计精巧,主要由三个关键组成部分构成。首先是绕组,由高导电性材料制成,负责电能的传输。其次是铁心,通常由高硅钢片堆叠而成,用于增强

和引导磁场传递。最后是绝缘材料,用于隔离绕组和铁心,确保电能传输的稳定性。它们相互协同工作,使得变压器在高效能量转换的同时,保持结构紧凑。与传统的油浸式变压器相比,干式变压器无需油池,不仅更轻巧、安全,而且更适用于一些对防火要求严格的场所,因此在现代电力系统中得到了广泛的应用。

2 烧损原因分析

2.1 温升与热损耗

干式变压器在运行过程中,存在温升和热损耗的问题,主要是因为电流通过导体时产生的电阻。电阻会引起能量的散失,转化为热能的过程,从而导致绕组温度升高。这种升温现象是不可避免的,尤其在长时间高负荷运行或频繁切换负载状态下更为显著。随着电流在绕组中流动,电阻引起的热损耗也相应增加,可能导致绕组局部过热,加速绝缘材料老化,最终引发变压器的烧损。

2.2 绝缘材料老化

随着时间的推移,由温度、湿度、电场强度等因素引起,导致绝缘材料的物理和化学性质发生变化,引起老化。老化的绝缘材料失去原有的弹性和绝缘性能,使得其对电场的阻隔作用减弱,同时容易发生裂纹和击穿现象,降低了变压器的绝缘水平,增加了电弧和放电的风险,从而提高了烧损的概率。

2.3 过载与短路

过载与短路是导致干式变压器烧损的两个主要原因之一。过载指变压器长时间运行在超过设计负荷的状态,使得绕组承受过多的电流,引起绕组的加热和热损耗的显著增加,导致局部过热,加速绝缘材料老化,最终引发烧损。短路是指电流在绕组中产生异常的短暂路径,导致电流异常升高。短路状态下,绕组受到极大的电磁力和热应力,会造成绝缘材料和导体的损坏,进而引发严重的烧损事故。

2.4 湿度与环境因素

湿度对绝缘材料的性能有直接影响,潮湿的环境容易导致绝缘材料吸湿、变形,从而减弱其绝缘性能;还可能引起电气设备的绝缘阻值降低,增加了漏电电流的风险,使得变压器在工作中更容易受到湿气侵害。

2.5 其他可能的原因

除了温升、绝缘材料老化、过载与短路、湿度与环境因素之外,还存在一些其他可能导致干式变压器烧损的因素,比如制造过程中的缺陷,如焊接不良、材料选用不当等,可能引发局部高温和热损耗的异常增加^[1]。操作人员的不当操作、设备的长时间闲置以及设备老化也是潜在的原因。总之,这些其他潜在原因涉及制造、操作和维护等多个环节,需要在全生命周期管理中综合考虑,以降低发生烧损的概率,确保干式变压器的安全、可靠运行。

3 烧损诊断与监测技术

3.1 烧损的诊断方法

3.1.1 热影像技术

热影像技术是一种先进的无损检测方法,是基于红外热像仪的原理,能够准确、实时地捕捉设备表面的温度分布。当设备发生异常热量产生时,红外热像仪能够捕捉到相应的辐射,并将其转化为热图,其中不同颜色对应不同的温度区间。热影像技术的优势在于其非侵入性和高效性,无需直接接触设备表面,红外热像仪就能够在实时监测中提供准确的温度信息,对于干式变压器而言尤为重要,因为干式变压器通常在高压、高温环境下运行,传统的接触式测温方法可能存在安全隐患。在烧损诊断中,热影像技术不仅能够用于事后的故障分析,还能够作为预防性维护的重要手段,通过定期的热影像检测,工程师可以及时察觉潜在的热异常,采取相应的措施,防范烧损事故的发生。

3.1.2 声波分析

在干式变压器中,烧损通常伴随着局部放电、电弧和机械振动等异常情况,这些异常现象会在设备内部产生特定频率和振幅的声波。声波分析技术的原理基于变压器内部异常活动产生的声音^[2]。例如,电弧放电时,会产生明显的声波信号,其频率和振幅特征可用于区分不同类型的放电。机械振动也可能在设备内部产生声音,反映设备内

部构件的运动状态和健康状况,通过采集这些声波信号,工程师可以借助分析软件进行频谱分析,识别异常声音的特征,从而定位潜在的烧损区域。声波传播能力强,能够穿透固体和液体介质,因此不受变压器外部绝缘层的限制,能够深入到设备内部。在烧损诊断中,声波分析作为一项有效的预防性维护手段,在提高变压器可靠性和降低维护成本方面发挥着重要作用。

3.1.3 现场测试方法

现场测试方法,通过采用各种实时测试仪器,能够在变压器运行过程中对其性能进行全面、直观的监测。对电流和电压参数的实时测量,通过在高压和低压绕组上安装相应的传感器,可以连续监测电流和电压的波形,以便及时发现可能的波动和异常。现场测试还包括对温度的实时监测,通过在关键部位安装温度传感器,可以获取变压器各部分的温度数据。现场测试还包括绝缘电阻的检测,通过在设备表面和关键组件上进行绝缘电阻测试,可以评估设备的绝缘状况。在设备运行状态下,通过即时获取各项参数,工程师能够更全面地了解设备的运行状况,有助于提前发现潜在问题,采取相应的维护措施。

3.2 烧损监测系统

3.2.1 感应器和传感器

在烧损监测系统中感应器和传感器,通过实时感知和采集变压器运行过程中的关键参数,为系统提供准确、可靠的数据。温度传感器安装在变压器的关键部位,如绕组和油箱,用于实时监测设备的温度,通过温度传感器的数据,工程师能够及时判断设备是否正常运行,从而采取必要的维护措施。电流和电压传感器,通过这些传感器,工程师可以了解设备的电气负荷和运行状态,识别是否存在过载、短路等电气问题。振动传感器能够监测变压器内部的机械振动情况,通过振动传感器的数据,工程师能够判断设备是否受到外部冲击或内部构件是否存在异常。

3.2.2 数据采集与分析

在烧损监测系统中,数据采集与分析是确保系统有效运行和提供可靠信息的核心过程。通过各类传感器获取的温度、湿度、电流、电压等多维度数据,能够捕捉到变压器运行状态的各个方面从而帮助工程师全面了解设备的性能和健康状况。例如,通过比对历史数据系统可以检测到温度升高的异常趋势提前发现潜在的局部热损耗。烧损监测系统的数据分析还包括对多参数关联性的研究通过交叉分析温度、湿度、电流等参数之间的关系,工程师能够发现设备内部复杂的运行规律,识别不同参数之间的因果关系有助于更准确地判断设备的运行状态。

4 应对措施

4.1 制定关于干式变压器运行管理制度

建议在制度中明确定期的巡检和维护计划,通过定期

巡检可以及时发现设备表面及周围环境的异常情况检测温度、湿度等关键参数。规定维护计划,包括清理设备表面、检查绝缘材料、替换老化元件等以确保变压器的各项性能在良好状态。在制度中应加强变压器绝缘水平的管理。规定定期的绝缘电阻测试以监测绝缘材料的状态。还应制定严格的负荷管理策略,确保设备运行在额定负荷以下防止过载引发的热损耗和局部过热规定负荷监测和调整的频率以适应电网负荷的变化,保持设备在安全负荷范围内运行。制度中应规定,在发现问题时要及时报告并启动响应程序,确保问题能够被及时处理,还应明确培训和技能提升的计划对操作和维护人员进行定期培训,提高其对干式变压器运行管理的专业水平使其能够熟练操作设备、识别异常现象并正确采取应对措施。

4.2 加强标准化作业管理

为确保对干式变压器进行高效而规范的运维管理,加强标准化作业管理,制定详细的操作手册和作业规范明确各项操作的步骤和要求。操作手册应涵盖设备的启停、调整、巡检等内容确保操作人员按照规定的程序进行操作,还应规定设备巡检和维护的具体流程,包括巡检频率、内容和标准,确保每一次巡检都能覆盖设备的各个关键部位。标准化维护流程则应涵盖维护人员的操作步骤、使用的工具、替换零部件的标准等,以确保维护工作的高效性和准确性。应设立操作和维护记录,详细记录每次操作和维护的具体情况,不仅有助于对设备运行状况的历史追溯,还能为数据分析提供可靠的基础^[3]。规定记录的格式和内容,确保对干式变压器的运维工作按照统一的标准进行,提高作业的规范性、可控性,从而保障设备的稳定运行。

4.3 加强管控绕组温度

为确保干式变压器的安全运行,在制度中设定合理的绕组温度上限并制定相应的报警和处理机制。设备运行时及时监测绕组温度一旦超过设定上限,系统应能够自动发出报警并启动紧急处理程序以防止绕组因过热引发的潜在风险。制度中应规定定期的热影像技术检测,通过使用红外热像仪等设备能够全面而准确地监测绕组的温度分布情况。建议在运行管理制度中设立绕组温度的长期监测计划,通过长期的数据积累,系统可以分析设备的运行趋势和周期性变化,从而更准确地预测潜在的问题。采用先进的绝缘材料和冷却技术也是管控绕组温度的重要手段。在制度中规定使用高效散热材料、冷却系统和通风设施以提高设备整体的散热效果有效控制绕组温度的上升。在操作手册中明确绕组温度异常时的紧急处理措施。当绕组温度超出正常范围时,操作人员应迅速采取相应的措施,如减小负荷、停机检修等,以防止绕组温度继续升高,从而降低潜在的烧损风险。通过这些措施,可以全面而有效地

加强对绕组温度的管控,保障干式变压器在安全、稳定的状态下运行。

4.4 利用科技手段防止变压器过热

为预防变压器过热,可以利用先进的科技手段,在设备上部署智能温度监测系统。通过在关键部位安装高精度温度传感器实时监测变压器的工作温度,自动采集、分析温度数据并在温度异常时发出警报提供及时的预警和监控以降低过热引发的风险。通过控制冷却系统的运行,根据实时温度数据调整冷却效果使设备保持在安全的温度范围内。另一项科技手段是引入远程监控和控制系统。远程系统可以及时获取设备的温度、湿度等数据操作人员可以通过远程界面监测设备状态,实时了解运行情况并在必要时进行远程调控以保障设备在安全工作范围内运行。建议采用预测性维护技术,借助先进的数据分析和机器学习算法,实现对设备运行状态的预测。通过分析历史数据系统能够识别出潜在的过热风险,提前采取维护措施,以防止设备在未来发生过热问题。

4.5 加强负荷管理

建议在运行管理制度中明确负荷监测的频率和标准,规定定期对电流和电压进行实时监测,以全面了解设备的电气负荷状况。通过及时发现负荷波动和异常,操作人员能够迅速采取调整措施,防止设备超负荷运行。利用先进的数据分析和机器学习算法,系统能够根据历史数据和负荷特征,预测未来的负荷变化趋势。这样的系统能够为操作人员提供提前负荷信息,使其能够有针对性地调整设备运行参数,确保设备在合理的负荷范围内工作。另一方面,建议在制度中规定负荷调节的程序和标准。当监测到负荷异常时制度应明确操作人员的响应流程。例如,可以规定降低负荷的步骤和标准以确保设备迅速适应电网负荷的变化,避免因负荷过大引发的过热问题。加强负荷管理还包括建立设备的负荷历史记录形成历史负荷曲线。通过对历史数据的分析,可以了解设备的负荷特征和变化规律,为未来的负荷管理提供参考。

在运行管理制度中设定负荷平衡的目标。通过合理调整设备参数,优化电网负荷分布使得各个变压器均匀分担负荷有助于提高设备的整体运行效率降低局部负荷过大的风险。通过这些负荷管理的措施,可以有效确保变压器在安全负荷范围内稳定运行,降低了设备因负荷过大而引发的潜在问题的风险。

5 结语

在干式变压器的运行管理中,通过详细分析烧损原因、诊断与监测技术以及应对措施,系统性地强调了预防与维护的重要性。科技手段的引入,如智能监测系统和先进的冷却技术,为烧损的防范提供了强有力的支持。同时,标准化作业管理和负荷管理的规范制度,使运维工作更加高

效和可控。通过不懈的努力和科技创新,我们能够更好地保障电力设备的长期健康运行,为能源的可持续发展做出贡献。

[参考文献]

- [1] 韦宝英. 干式变压器常见故障及处理[J]. 低碳世界,2019,9(12):88-89.
[2] 任玉宝. 干式变压器绕组筒体产生裂纹的分析与处理

[J]. 冶金动力,2021(5):15-18.

[3] 方钦龙. 干式变压器常见故障及处理方法[J]. 科技创新与应用,2020(34):106-108.

作者简介:姚胜利(1977.9—),毕业院校:天津理工学院,所学专业:自动化工程系工业自动化专业,当前工作单位:淮安市建工设备安装有限公司,职务:电气调试室主任,职称级别:工程师。