

# 变压器试验的主要影响因素及故障探究

肖颖

保定天威保变电气股份有限公司 河北 保定 071000

**摘要：**变压器作为电力系统中不可或缺的关键设备，其性能与稳定性直接关乎电力系统的整体运行质量。本文深入探讨了变压器试验的主要影响因素及常见故障。分析了环境因素如温度、湿度对试验结果的影响，并详细阐述了绕组故障、铁芯故障及套管故障等常见类型。为预防与处理这些故障，提出了加强预防性维护、提高试验技术水平及建立故障应急处理机制等策略。通过本文的研究，旨在提高变压器试验的准确性和可靠性，为电力系统的稳定运行提供有力保障。

**关键词：**变压器试验；主要影响因素；故障探究

引言：电气设备应用日益广泛，变压器试验是保障电力系统稳定运行和电气设备安全使用的基础，变压器试验工作是一项复杂性和系统性工作，操作流程比较繁杂，电力企业必须要委派专业技术人员负责变压器试验工作，及时发现变压器试验的主要因素，并就试验过程中存在的故障进行分析，来保障变压器试验工作的顺利进行，这样才能降低变压器损坏的可能性和试验安全事故的发生几率，对于提高变压器试验效果和增强电力系统的安全稳定性具有重要的意义。

## 1 变压器试验的主要影响因素

### 1.1 测量准确度因素

在变压器试验中，测量准确度是确保试验数据可靠性的关键因素之一，它直接影响到试验结果的判断与后续故障处理的有效性。测量准确度受多种因素影响，首先，仪表的精度和校准状态是至关重要的。高精度的测量仪表能够提供更准确的读数，减少误差范围。然而，如果仪表未经定期校准或校准不准确，其测量结果将失去参考价值，甚至误导试验人员。其次，测量方法和接线方式也会影响准确度。正确的测量方法和合理的接线方式能够减少外部干扰，确保电流和电压信号的稳定传输，从而提高测量精度<sup>[1]</sup>。反之，错误的接线或不当的测量方法可能导致信号失真，引入额外的误差。最后，试验过程中的环境因素也不容忽视。温度、湿度、电磁干扰等环境因素都可能对测量设备产生影响，进而降低测量准确度。

### 1.2 试验人员因素

在变压器试验中，试验人员因素是不可忽视的关键环节，其专业素养、操作技能和责任心直接关系到试验结果的准确性和可靠性。（1）试验人员的专业素养是确保试验顺利进行的基础。他们需要具备扎实的电气理论

知识，熟悉变压器的结构、工作原理和试验方法，能够准确理解试验目的和要求，制定科学合理的试验方案。

（2）试验人员的操作技能也是至关重要的。他们需要熟练掌握各种试验设备的操作方法和注意事项，能够准确、快速地完成试验操作，减少人为误差。（3）试验人员的责任心同样不可忽视。他们需要时刻保持警惕，认真对待每一个试验步骤，严格按照试验规程进行操作，确保试验数据的真实性和准确性。

### 1.3 环境因素

环境因素对变压器试验的影响主要体现在温度、湿度以及电磁干扰等方面。温度是影响变压器绝缘性能和试验数据准确性的关键因素。变压器所使用的材料多为绝缘材料，而这些材料的绝缘性能会随着温度的变化而变化。一般来说，绝缘电阻的阻值与温度成反比，即温度越高，绝缘电阻的阻值越低。湿度也是影响变压器试验的重要因素之一。高湿度环境可能导致变压器绝缘材料受潮，进而降低其绝缘性能。湿度还会影响试验设备的性能，如测量仪表的准确度可能因湿度变化而受到影响<sup>[2]</sup>。另外，电磁干扰是另一个需要关注的环境因素。变压器作为电力系统中的重要设备，其周围往往存在复杂的电磁场。这些电磁场可能对试验设备产生干扰，影响试验数据的准确性。为了减少电磁干扰的影响，可以在试验过程中采取屏蔽措施，如使用屏蔽室或屏蔽罩等。

## 2 变压器试验中的常见故障分析

### 2.1 绕组故障

在变压器试验中，绕组故障是常见的且影响重大的问题之一。绕组作为变压器的核心部件，其健康状况直接关系到变压器的整体性能和运行稳定性。（1）匝间短路：匝间短路是绕组故障中最常见的一种。它通常由于绕组绝缘老化、损坏或制造过程中的瑕疵引起。当绕组

匝间发生短路时,会导致电流分布不均,局部过热,严重时可能烧毁整个绕组。在试验中,通过测量绕组的直流电阻、绝缘电阻和进行耐压试验,可以检测和诊断匝间短路故障。(2)层间短路:层间短路与匝间短路类似,但发生在绕组的层与层之间。这种故障同样会导致电流分布不均和局部过热,对绕组造成损害。层间短路的检测难度相对较大,需要采用更高级的测试技术,如局部放电检测等。(3)绕组变形:在突发短路或长期过载运行的情况下,绕组可能受到巨大的电动力作用而发生变形。绕组变形会改变其原有的电气和机械性能,导致绝缘损坏、短路等故障。在试验中,通过频率响应分析、绕组变形试验等方法可以检测绕组的变形情况。

(4)开路故障:开路故障通常由于绕组导线断裂、焊接不良或接头松动等原因引起。开路故障会导致变压器输出电压异常,影响电力系统的稳定运行。在试验中,通过测量绕组的电压分布和进行绝缘电阻测试,可以检测和诊断开路故障。

## 2.2 铁芯故障

在变压器试验中,铁芯故障是另一个常见的且重要的故障类型。铁芯故障主要表现为多点接地和过热等问题。变压器正常运行时,铁芯只允许一点接地。若发生多点接地,会导致接地点之间形成闭合回路,产生环流,进而引起局部过热,甚至可能烧坏铁芯硅钢片,造成重大事故。多点接地的原因可能包括铁芯下夹件垫脚与铁轨间绝缘纸板脱落、金属异物进入油箱、潜油泵轴磨损等。铁芯过热可能由多种因素引起,如绕组短路过载运行、铁芯本身接地不良、铁芯片间短路或局部短路、电源电压过高等。过热会导致铁芯绝缘性能下降,甚至引发火灾等严重后果。

## 2.3 套管故障

在变压器试验中,套管故障是常见的且关键的问题之一。(1)绝缘损坏:套管作为变压器与外部电路连接的关键部件,其绝缘性能至关重要。绝缘损坏可能由于多种原因引起,如长期运行导致老化、受潮、污染、雷击或操作过电压等。绝缘损坏会直接影响套管的绝缘强度,增加闪络和击穿的风险。(2)漏油问题:套管密封不良或密封件老化可能导致漏油问题。漏油不仅会降低油位,影响散热和绝缘性能,还可能引发环境污染和安全隐患。在试验中,应密切关注套管的漏油情况,及时采取措施进行处理。(3)结构缺陷:套管的结构设计或制造过程中可能存在缺陷,如电容芯子制造不良、内部游离放电、密封结构不合理等。这些缺陷可能导致套管在运行中出现故障,影响变压器的整体性能。(4)安装

与维护不当:套管的安装和维护过程中,如果操作不当或忽视细节,也可能导致故障的发生。例如,安装时未正确固定套管、未清理套管表面的污垢、未定期检查套管的密封性等。

## 3 变压器试验故障的预防与处理

### 3.1 加强预防性维护

在变压器试验故障的预防与处理中,加强预防性维护是至关重要的一环。这不仅有助于提前发现并解决潜在问题,还能显著延长变压器的使用寿命,提高电力系统的稳定性和可靠性。预防性维护应建立在全面的设备状态评估基础上。这要求定期对变压器进行全面检查,包括但不限于绕组的绝缘状况、铁芯的接地情况、套管的密封性和绝缘强度、冷却系统的运行效率等。通过运用先进的检测技术和分析方法,如红外热成像、局部放电检测、油色谱分析等,可以准确判断变压器的健康状态,识别出潜在的故障点。另外,预防性维护应注重细节和深度。在检查过程中,不仅要关注设备表面的状况,更要深入到设备内部,检查那些不易察觉但可能引发严重故障的部位。例如,对于绕组,不仅要测量其直流电阻和绝缘电阻,还要通过频率响应分析等方法检测其是否存在变形或松动;对于铁芯,除了检查接地电流外,还应关注其表面是否有腐蚀或异物附着,以及内部是否有短路或局部过热现象。除此之外,预防性维护还应包括设备的清洁和保养工作<sup>[3]</sup>。变压器长期运行会积累灰尘、油污等杂质,这些杂质不仅会影响设备的散热性能,还可能加速绝缘材料的老化。因此,应定期对变压器进行清洁,保持其表面和内部的清洁度。同时,对于设备的润滑部件和紧固件,也应定期检查并更换磨损严重的部件,确保设备的正常运行。最后,预防性维护应建立在严格的记录和数据分析基础上。每次检查和维护后,都应详细记录设备的状态、发现的问题以及处理措施等信息,并定期对这些数据进行分析 and 总结。通过数据分析,可以发现设备故障的规律和趋势,为后续的维护和改进提供有力支持。同时,也可以根据数据分析结果调整预防性维护的周期和内容,使维护工作更加科学、合理和有效。

### 3.2 提高试验技术水平

在变压器试验故障的预防与处理中,提高试验技术水平是不可或缺的一环。这不仅有助于更准确地诊断变压器存在的问题,还能提升试验的效率和安全性。(1)引入先进检测技术。随着科技的进步,变压器检测技术也在不断更新换代。为了提高试验技术水平,应积极引入先进的检测技术和设备。例如,利用红外热成像技术

可以非接触式地检测变压器各部位的温度分布,及时发现过热现象;局部放电检测技术则能精准定位绝缘缺陷,预防因局部放电引发的故障。这些先进技术的应用,将大大提高试验的准确性和可靠性。(2)加强人员培训。试验技术水平的提升离不开专业人员的支持。因此,应加强对试验人员的培训,提高他们的专业技能和素质。培训内容应包括最新的检测技术、试验标准、设备操作规程以及安全知识等。通过培训,使试验人员能够熟练掌握新技术、新方法,提高试验效率和质量。

(3)完善试验流程。合理的试验流程是确保试验顺利进行的关键。为了提高试验技术水平,应不断完善试验流程,明确各个环节的职责和要求。在试验前,应做好充分的准备工作,包括了解设备的历史运行数据、准备合适的测试设备和工具、制定详细的试验方案等。在试验过程中,应严格按照规程操作,确保试验数据的准确性和可靠性。同时,还应加强试验过程中的监控和记录,及时发现并处理异常情况。(4)加强数据分析和总结。试验数据的分析和总结是提高试验技术水平的重要途径。通过对试验数据的深入分析,可以发现设备运行的规律和趋势,为后续的维护和改进提供有力支持。因此,应建立完善的数据分析体系,定期对试验数据进行整理和分析。同时,还应加强试验后的总结工作,为今后的试验工作提供参考和借鉴。

### 3.3 建立故障应急处理机制

在变压器试验故障的预防与处理中,建立故障应急处理机制是至关重要的一环,它直接关系到故障发生时的快速响应与有效控制,从而减少损失并保障电力系统的稳定运行。首先,必须明确变压器故障应急响应的具体流程,包括故障发现、报告、初步评估、应急启动、现场处置、恢复供电以及后续分析等各个环节。这一流程应当清晰、具体,并且经过反复演练,确保在真实故障发生时能够迅速、有序地执行。应急团队是故障应急处理机制的核心力量。应组建一支由电气工程师、技术人员、安全专家等组成的专业团队,负责故障现场的快速响应和有效处置。团队成员应具备丰富的专业知识和

实践经验,能够迅速判断故障性质,制定并实施有效的应急措施。应急资源的储备是确保应急处理顺利进行的重要保障。应根据变压器故障的特点和可能的影响范围,提前储备必要的应急物资、设备和工具,如备用变压器、抢修车辆、安全防护用品等。同时,还应建立与供应商、维修单位等外部资源的联系机制,确保在需要时能够及时获得支持。另外,应急演练和培训是提高应急处理能力的有效途径。应定期组织应急演练,模拟真实的故障场景,检验应急响应流程的可行性和有效性,发现并解决存在的问题<sup>[4]</sup>。同时,还应加强对应急团队人员的培训,提高他们的专业技能和应急处理能力,确保在真实故障发生时能够迅速、准确地应对。每次故障应急处理结束后,都应及时进行总结和分析,查找故障发生的根本原因和应急处理过程中的不足之处,提出改进措施并落实到位。通过不断完善后续分析与改进机制,可以逐步提高应急处理能力和水平,为电力系统的稳定运行提供更加坚实的保障。

### 结语

总之,变压器试验的准确性和可靠性受到多方面因素的共同影响,且试验过程中可能遭遇多种故障。通过深入探究这些影响因素及故障类型,不仅能够更好地理解 and 应对变压器试验中的挑战,还能为电力系统的稳定运行提供有力保障。未来,我们应继续加强变压器试验技术的研究与创新,不断提升试验的精度和效率,以更好地服务于电力行业的发展。

### 参考文献

- [1]叶吝雄.试论电力变压器高压试验中的关键点[J].电气开关,2021,59(02):92-94.
- [2]冯澄.电力变压器电气高压试验技术和关键点分析[J].冶金管理,2021(05):99-100.
- [3]董伟.探析电力变压器高压试验技术及故障处理措施[J].电力设备管理,2021(01):180-181.
- [4]刘钊,李文峰.变压器高压试验安全警戒带专用支架的研发与应用[J].农村电气化,2021(01):18-19.