

电力变压器电气高压试验的技术与要点分析

褚 斌

哈密电力实业开发有限公司, 新疆 哈密 839000

[摘要] 电力变压器性能的稳定与可靠直接关系到电网运行的安全性和可靠性。电气高压试验作为评估变压器绝缘性能的关键手段, 有利于确保设备运行安全。文章通过介绍电气高压试验中的主要风险因素, 详细阐述了电力变压器高压试验的试验条件。在此基础上, 重点讨论变压器高压试验的要点, 包括准备工作、试验安全预防、高压试验数据库完善、试验结果分析、变压器试验防护系统构建, 以有效确保电力变压器高压试验的准确性和安全性, 保障电力设备的稳定运行。

[关键词] 电力变压器; 高压试验; 技术要点

DOI: 10.33142/hst.v7i8.13188

中图分类号: TM406

文献标识码: A

Technical and Key Points Analysis of Electrical High Voltage Testing for Power Transformer

CHU Bin

Hami Electric Power Industrial Development Co., Ltd., Hami, Xinjiang, 839000, China

Abstract: The stability and reliability of power transformer performance are directly related to the safety and reliability of power grid operation. Electrical high voltage testing, as a key means of evaluating the insulation performance of transformers, is conducive to ensuring the safety of equipment operation. This article introduces the main risk factors in electrical high voltage testing and elaborates on the test conditions of power transformer high voltage testing. Based on this, the key points of transformer high voltage testing are discussed, including preparation work, test safety prevention, improvement of high voltage test database, analysis of test results, and construction of transformer test protection system, to effectively ensure the accuracy and safety of power transformer high voltage testing and ensure the stable operation of power equipment.

Keywords: power transformer; high voltage testing; technical points

引言

在电力系统中, 电力变压器的安全运行能够维持电网稳定。电气高压试验作为保证变压器质量的重要环节, 在确保设备在额定电压以上的耐受能力方面发挥关键作用。深入研究变压器高压试验中的关键技术与要点, 可以为变压器质量管理提供理论指导和实践支持, 从而确保电力系统的安全稳定运行。

1 电气高压试验中的主要风险因素

1.1 设备损坏因素

设备损坏是电气高压试验中的一大风险因素, 其影响到变压器的安全性。首先, 高压电场会在试验中产生强烈的电力影响, 可能导致绝缘材料的击穿或老化, 进而引发设备损坏。其次, 高压试验过程中的电流冲击和电磁场作用也可能对变压器内部的线圈、绝缘结构等部件造成损伤。试验过程中存在操作不当、设备故障等人为因素, 如试验电压、电流调节不当, 试验环境控制不足等, 也会导致设备损坏^[1]。最后, 设备本身的质量问题、制造缺陷或长期运行造成的老化磨损, 也是导致设备损坏的重要因素。

1.2 高压电气设备的数据设备缺乏维护

数据设备在试验中起到记录和监测试验过程的作用, 其准确性影响着试验结果的有效性和可信度。数据设备经常需要定期校准和维护, 以确保其测量结果的准确性和可

靠性。如果长期不进行维护, 设备的精度会受到影响, 导致试验数据的不准确甚至错误。长期不进行维护容易导致设备的零部件老化、损坏或失效, 从而增加设备故障的风险。一旦数据设备在试验过程中出现故障, 会导致试验中断或者产生错误的结果, 进而影响试验的准确性和可信度。此外, 缺乏维护的数据设备更加无法及时发现问题。定期的维护和检查可以帮助及时发现设备的问题, 并进行修复或更换, 以确保设备处于良好的工作状态。但如果数据设备长期缺乏维护, 问题就会被忽视或者延误, 最终造成严重的后果。

1.3 高空作业

在电气高压试验中, 高空作业涉及到工作人员在高空环境中进行试验操作, 可能引发安全隐患和事故风险。其一, 高空作业本身就存在着坠落风险, 工作人员如果没有正确佩戴安全带或者工作平台不稳定, 会发生坠落事故, 造成人员伤亡或设备损坏。其二, 高空作业环境的特殊性会增加工作人员的操作难度, 如操作平台狭窄、气候条件恶劣等, 容易导致操作失误或疏忽, 从而造成事故发生。高空作业过程中还存在电击风险, 试验中可能会产生高压电场和电弧现象, 如果工作人员没有采取有效的绝缘措施或者操作不当, 就有可能发生电击事故, 危及工作人员的生命安全。其三, 高空作业也容易受到外界因素的影响,

如强风、雷电等恶劣天气条件,会增加作业的风险和不稳定性。为减少高空作业带来的风险,必须采取一系列有效的安全措施,最大程度地保障工作人员的安全和试验的顺利进行。

2 电力变压器高压试验的试验条件

2.1 温度和湿度条件的控制

温度条件的控制是电力变压器高压试验中的重要内容。试验中,环境温度的变化会直接影响试验结果的准确性和设备的耐受能力。在进行高压试验前,需要对试验场所的温度进行测量和控制,确保在规定的温度范围内进行试验。一般来说,高压试验应在适宜的温度范围内进行,过高或过低的温度都可能影响试验的可靠性,甚至引发设备故障或安全事故。试验过程中还需注意防止温度突变或温度梯度过大,以免对设备造成不利影响。

电力变压器高压试验中还需要进行湿度条件控制。试验环境的湿度变化会对绝缘材料的性能产生影响,特别是在高压试验中,湿度过高会导致绝缘击穿或绝缘老化,从而影响试验的准确性和设备的安全性。在进行高压试验前,需对试验场所的湿度进行监测和控制,确保在适宜的湿度范围内进行试验,还需防止湿度突变或湿度梯度过大,避免对试验结果造成影响。

2.2 变压器绝缘性能的控制

绝缘性能的控制关系到试验的安全性和结果的准确性,在进行高压试验前,需采取一系列措施来确保变压器的绝缘性能达到要求。首先,选用合适的绝缘材料。绝缘材料的选择应考虑到其绝缘性能、耐压能力、耐热性以及长期稳定性等因素。常见的绝缘材料包括纸张、油纸、绝缘胶片等,这些材料都有着不同的特性和适用范围,需要根据实际情况进行选择和运用。其次,严格控制绝缘材料的加工和制造过程。在制造变压器的过程中,需要确保绝缘材料的质量符合标准要求,避免因制造过程中的缺陷或不良操作导致绝缘性能下降或存在隐患,还需要加强对绝缘材料的质量检验和控制,确保其性能稳定和可靠。最后,定期检测和维护变压器的绝缘系统^[2]。通过定期的绝缘电阻测试、介质损耗测试以及局部放电检测等手段,及时发现绝缘系统中存在的问题和隐患,采取有效的措施进行修复和处理,确保绝缘性能达到试验要求。同时,还要加强对变压器的日常维护管理,及时清理绝缘表面的污物和积尘,防止其影响绝缘性能。

2.3 额定电压及容量的控制

对额定电压及容量的控制会影响到试验结果的有效性。在试验过程中,必须确保输入电压与变压器额定电压相匹配,以保证试验的稳定性和安全性。如果输入电压过高或过低,都可能导致试验结果的失真或设备的损坏,甚至危及工作人员的安全。同时,需根据变压器的额定容量来确定试验负载,以保证试验能够充分反映变压器在额定

工作条件下的性能。如试验负载过高或过低,都会影响试验结果的准确性,甚至引发设备的损坏或安全事故。因此,在进行高压试验前,要根据变压器的额定容量和试验要求来合理选择试验负载,并确保试验负载能够稳定工作,以保证试验的有效进行和结果的准确性。

3 变压器高压试验的技术要点

3.1 变压器高压试验准备工作

在准备工作中,需要对试验设备和仪器进行全面检查,确保其完好无损并符合试验要求。检查高压变压器、试验变压器、绝缘子、绝缘垫、绝缘油、高压电源、放电侦测系统等设备的运行状态和连接情况,确保试验设备能够正常运行;检查试验场地的地面是否平整、无杂物,以及周围是否有可能影响试验安全的因素,如潮湿、易燃物品等,并及时清理和处理。根据试验计划和要求,安装和连接好试验设备和仪器,将高压变压器和试验变压器正确接入试验回路,并连接好绝缘子和绝缘垫,保证试验设备的安全运行。检查试验介质(通常是绝缘油)的存储情况和质量,确保其符合试验要求并且无异常,根据试验需要,将绝缘油加热至规定温度,并填充到试验设备中,以保证试验介质的稳定性和可靠性。同时,

检查试验场地的安全措施是否到位,包括安全警示标识、紧急停电装置、应急救援设备等,确保工作人员都明白安全操作规程,并且配备好必要的个人防护装备。根据试验要求和设备特点,制定详细的试验计划和操作流程,以便试验过程中有条不紊地进行。在开始试验之前,再次对试验设备和系统进行全面检查,确保一切准备就绪,并且没有任何安全隐患存在。只有在一切准备就绪的情况下,才能开始进行变压器高压试验,以确保试验的安全和有效进行。

3.2 试验安全预防工作

进行变压器高压试验时,进行试验安全预防工作,确保试验过程安全可靠,避免事故发生。首先,确保所有参与试验的人员接受过专业的培训和指导,了解试验的流程、安全规程以及应急处理措施。培训内容应包括高压设备操作要点、紧急情况应对方法等,以提高工作人员的安全意识和应对突发情况的能力。在试验现场周围设置明显的安全警示标识,包括高压警示、禁止靠近等,确保通道畅通,紧急出口畅通无阻,以便在紧急情况下迅速撤离。确保所有参与试验的人员佩戴合格的个人防护装备,包括绝缘手套、绝缘靴、安全帽、防护眼镜等,以有效防范电击和其他意外伤害。其次,严格按照试验要求设置试验参数,包括试验电压、试验时间等,避免超负荷操作和试验时间过长。在试验过程中,持续监控试验设备和仪器的运行状态,及时发现异常情况并采取应对措施,定期检查绝缘油的状态和试验设备的绝缘性能。设置紧急停电按钮和应急救援措施,确保在发生意外情况时能够迅速停止试验并进行应

急处理,保障人员安全。最后,试验结束后,及时清理试验现场,回收和妥善处理试验设备和仪器,对试验数据进行整理和分析,制定下一步的维护和处理计划。

3.3 完善高压试验数据库

在进行高压试验前,对试验参数进行详细的记录和归档,包括试验设备信息、试验电压、试验时间、试验温度等,通过电子表格或专门的试验管理软件进行记录,确保数据的准确性和完整性^[3]。将进行的高压试验结果进行分类整理,建立标准化的数据存储格式,便于后续的查询和分析。通过对试验数据进行统计分析和趋势分析,建立高压试验数据分析模型,识别出变压器在高压试验过程中可能出现的问题和隐患,为后续的改进和优化提供依据。在数据分析上,利用现代数据挖掘技术,对大量的高压试验数据进行挖掘,发现其中的规律性和潜在问题,为变压器设计和生产提供参考和支持。同时,建立变压器高压试验数据的共享平台,方便不同单位和组织之间的数据交流和共享,促进经验和技术的交流。随着试验数据的不断积累和工作经验的增加,需定期对数据库进行更新和维护,确保其中的数据和信息始终保持最新、准确和完整,为提高变压器高压试验的效率和质量提供支持和保障。

3.4 试验结果分析

进行变压器高压试验后,对试验结果进行分析,有助于发现问题、优化设计和提高产品质量。首先,收集试验数据。将试验过程中产生的各项数据进行整理和汇总,包括试验电压、试验时间、试验温度、绝缘油状态、放电情况等多个方面的数据,确保数据的准确性和完整性。通过统计分析、趋势分析和对比分析等方法,对试验数据进行初步的整体把握和分析,以图表、曲线等形式展示数据,以便更直观地观察数据变化趋势和规律。其次,进行异常数据筛查和识别。针对试验数据中的异常值或趋势异常进行筛查和识别,分析异常出现的原因,并进行记录和标注,为后续问题处理提供依据。然后,结合变压器的设计参数和试验要求,对试验结果进行深入分析,评估试验过程中是否达到预期的目标和要求,发现可能存在的问题和改进空间。将试验数据与变压器设计参数、生产工艺等相关数据进行关联分析,探索数据之间的相互影响和关联性,寻找潜在的因果关系和规律性。最后,结合试验结果和分析成果,制定相应的改进措施和优化方案。根据分析结果提出问题解决方案、技术改进建议等,为提高变压器产品的性能和质量提供实际指导和支持。

3.5 构建变压器试验防护系统

构建变压器试验防护系统是确保高压试验过程安全可靠的关键步骤。通过对试验过程中可能出现的各类风险进行评估和分析,确定安全防护系统的建设目标和重点,制定相应的安全规划和应急预案。根据风险评估结果和安全规划,设计安全防护系统的整体架构,包括安全警示标识、防护设备、应急停电系统等各个方面的内容,确保系统的完整性和协调性。在试验现场的周围和关键位置设置明显的安全警示标识,提醒人员注意安全,并指示逃生通道和应急设施的位置^[4]。同时,根据试验需求和安全规划,配置相应的防护设备和安全装置,包括绝缘手套、绝缘靴、安全帽、防护眼镜等个人防护装备,以及绝缘毯、绝缘垫、安全网等防护设备,确保人员和设备的安全。设置紧急停电按钮和应急断电开关,将试验设备与电源系统相连,以便在发生紧急情况时能够迅速切断电源,配置监控摄像头和安全巡视人员,定期巡查试验现场,及时发现和处理安全隐患,保持试验现场的安全整洁。最后,对参与试验的人员进行安全培训和应急演练,提高其安全意识和应对突发情况的能力,确保在紧急情况下能够正确、迅速地采取应对措施。

4 结束语

电力变压器电气高压试验有利于变压器质量和性能,其技术与要点涵盖试验前的准备、试验参数的设置、试验过程的监控和安全防护等多个方面。通过严格的操作和科学的分析,可以发现潜在问题、优化设计,并提高产品的质量和可靠性,确保变压器的高压试验达到预期的效果,为电力系统的稳定运行和安全供电提供有力支持。

【参考文献】

- [1] 杨超. 电力变压器高压试验技术要点分析[J]. 电气开关, 2023, 61(2): 111-113.
 - [2] 李洪洋. 电力变压器电气高压试验技术要点分析[J]. 中国设备工程, 2022(8): 79-80.
 - [3] 胡伟. 电力变压器电气高压试验技术和关键点分析[J]. 电力设备管理, 2021(8): 42-43.
 - [4] 叶岸基. 电力变压器电气高压试验技术要点分析[J]. 电气开关, 2021, 59(4): 96-98.
- 作者简介: 褚斌 (1975.10—), 毕业院校: 吉林大学, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前就职单位名称: 哈密电力实业开发有限公司, 单位职务: 调试主管, 职称级别: 中级。