

配电变压器的交流耐压电气试验技术的分析研究

谢飞

国网呼伦贝尔供电公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7502

[摘要] 配电变压器是电力系统中重要的设备，其安全稳定运行直接影响到电力的可靠供应。为了确保配电变压器在运行过程中的电气性能和绝缘强度，交流耐压试验是必不可少的一项常规检测方法。本文通过分析配电变压器的交流耐压电气试验技术，探讨了试验的基本原理、试验方法、操作步骤以及注意事项，并针对常见故障分析了可能的原因及解决措施。研究表明，规范化的交流耐压试验能够有效评估配电变压器的绝缘状况，减少运行风险，保证变压器的安全性与稳定性。

[关键词] 配电变压器；交流耐压试验；电气试验技术；绝缘性能；试验方法

Analysis and study of ac voltage electrical test technology of distribution transformer

Xie Fei

State Grid Hulunbuir Power Supply Company

[Abstract] Distribution transformer is an important equipment in the power system, and its safe and stable operation directly affects the reliable supply of power. In order to ensure the electrical performance and insulation strength of the distribution transformer during the operation process, the AC withstand voltage test is an essential routine test method. By analyzing the AC voltage electrical test technology of distribution transformer, the basic principle, test method, operation steps and precautions are discussed, and analyzing the possible causes and solutions for the common faults. The study shows that the standardized AC withstand voltage test can effectively evaluate the insulation condition of the distribution transformer, reduce the operation risk, and ensure the safety and stability of the transformer.

[Key words] distribution transformer; AC withstand voltage test; electrical test technology; insulation performance; test method

引言：

配电变压器在电力系统中承担着电压转换的核心任务，其主要功能是将高压电能转换为适合用户使用的低压电能。随着

电力负荷的不断增加和电力系统的复杂化，配电变压器的运行可靠性和安全性显得尤为重要。为了确保变压器设备在长期运行中的安全，交流耐压试验成为常规的电气试验方法之一。交

流耐压试验是通过施加一定的交流高压，模拟变压器在极限工作条件下的电气行为，检测其绝缘是否可靠、能否承受电气应力。良好的交流耐压测试能够有效预防因绝缘缺陷导致的设备故障，减少电力事故的发生，确保电力系统的稳定运行。因此，深入研究配电变压器的交流耐压电气试验技术，分析其关键步骤和常见问题，对于提高设备可靠性和延长使用寿命具有重要意义。

一、配电变压器交流耐压试验的基本原理

1.1 交流耐压试验的定义与目的

交流耐压试验是通过施加高于设备正常工作电压的交流电压，检测电力设备绝缘强度的一种重要手段。该试验旨在评估变压器在电气应力下的耐受能力，判断其绝缘系统是否存在缺陷。配电变压器作为电网中的重要设备，其稳定运行直接关系到电力供应的可靠性。因此，通过交流耐压试验，可以验证变压器能否在极端条件下维持正常工作，同时避免因绝缘问题导致的电力事故。该试验不仅是设备出厂和投运前的必要环节，也是日常维护和定期检测中的核心项目。

1.2 试验原理与电气特性

交流耐压试验的基本原理是利用高电压对变压器绝缘结构施加电气应力，模拟设备在运行中可能遭遇的过电压情况。试验中，变压器绕组、电气连接部件及其绝缘介质会承受极限电场强度，通过观察绝缘系统的性能变化来判断其可靠性。由于交流电具有周期性特征，施加的高电压会在正负半周期内反复施加应力，能够全面检验绝缘介质在不同极性电场下的表现。这种特性使得交流耐压试验能更准确地反映绝缘系统的真实运行状况，从而有效识别潜在的弱点。

1.3 试验电压与试验时间的关系

在交流耐压试验中，试验电压和试验时间是两个关键参数。试验电压通常设定为额定电压的数倍，以确保对绝缘系统

施加足够的电气应力。试验时间则依据标准规定，一般控制在1分钟左右。在实际试验中，电压越高，绝缘系统承受的电场强度越大，暴露潜在缺陷的概率越高。但同时，长时间的高压施加可能会对设备造成不必要的损伤。因此，需要在保证检测效果和设备安全之间取得平衡，通过合理的电压和时间组合，达到最佳试验效果。

二、配电变压器交流耐压试验的实施方法

2.1 试验前的准备工作

在进行交流耐压试验前，需要完成一系列准备工作，以确保试验的安全性和准确性。首先，应对试验设备和仪器进行全面检查，确认其状态良好，尤其是高压设备的接地系统是否可靠。其次，需要对试验现场进行环境检查，确保无外部干扰因素，如潮湿或高温条件。同时，应对变压器进行外观检查，确保无明显损伤和污垢，并将所有可能影响试验结果的附加设备和接线移除。最后，详细核对试验方案和参数，确保符合相关标准和要求。

2.2 交流耐压试验的操作步骤

交流耐压试验的操作需要严格按照标准流程进行。试验开始时，逐步升高试验电压至目标值，过程中需密切监控电压、电流及其他关键参数，确保其处于安全范围内。在达到目标电压后，维持规定时间，同时记录各项测试数据。试验结束后，应缓慢降低电压至零，避免电压骤降对设备产生冲击。整个过程中，试验人员需要高度集中，严格执行每一步操作，确保试验数据的准确性和过程的安全性。

2.3 试验中的安全措施与注意事项

由于交流耐压试验涉及高电压操作，其安全性至关重要。在试验过程中，所有设备和人员必须严格按照安全规程操作。试验区域需设置明显的警示标志，并禁止无关人员进入。操作人员必须佩戴合格的绝缘防护装备，确保与带电部件保持足够

的安全距离。同时，应注意环境因素对试验结果的影响，如湿度过高可能降低绝缘强度，需采取相应措施。此外，试验中如发现异常情况，应立即停止操作，排查原因后方可继续，确保设备及人员安全。

三、配电变压器交流耐压试验的常见问题与故障分析

3.1 常见试验故障分析

在配电变压器的交流耐压试验中，经常会出现电压无法升高、电流异常增大以及设备放电或击穿等故障。电压无法升高的主要原因通常是试验设备性能不达标或接线方式存在错误。例如，某次在国家电网山东省电力公司的变压器试验中，由于试验设备内部接线松动导致电压难以提升，最终通过设备维护排除了故障。电流异常升高则可能是由于被试变压器内部存在短路或绝缘受潮现象。放电或击穿则表明设备绝缘系统存在严重缺陷，例如在一台运行超过 20 年的老旧变压器中，经试验发现其绕组绝缘已经严重老化，不具备继续运行的安全性，需要立即更换。

3.2 故障原因与解决方法

试验中出现的故障通常源于设备本身、环境条件或试验操作等多个因素。设备老化和绝缘材料劣化是常见的内部原因，例如在华能集团的一次定期检修中，某变压器因其绕组绝缘纸已使用超过设计寿命，导致耐压试验中发生绝缘击穿。外部环境的湿度和温度也对试验结果产生重要影响，尤其在南方潮湿地区，高湿度环境会显著降低变压器的绝缘强度。污染物如灰尘和油污的附着也会增加设备表面的漏电流，从而影响试验结果。此外，试验设备或仪表的性能问题同样不可忽视。例如，在某变压器制造企业的出厂试验中，由于试验设备的电压表长期未校准，导致试验结果偏差较大。针对这些问题，应采取相应的解决措施，如及时更换老化或受损部件，优化试验环境条件，并定期对试验设备进行校准和维护，从而确保试验的准确

性和可靠性。

3.3 提高试验准确性的措施

为了提高配电变压器交流耐压试验的准确性，需要在试验设备、环境条件和操作规范等方面采取多层次的优化措施。首先，应对试验设备进行定期维护和校准，确保其始终处于良好状态。例如，中国电科院定期对其高压试验设备进行性能检测和调整，以确保试验数据的精准性。其次，应严格控制试验环境，特别是在湿度较高的地区，试验室需配置除湿设备以降低空气湿度，防止外界环境对绝缘性能的影响。在操作规范方面，必须确保试验人员具备足够的专业知识和实操经验，严格按照国家标准和企业规范执行试验流程。

四、结语

综上所述，配电变压器作为电力系统的关键设备，其性能的可靠性直接关系到电网的稳定性和安全性。通过交流耐压试验，不仅能够验证变压器的绝缘性能和运行安全性，还能有效防范潜在的设备故障，提高电力系统的安全性。随着电力技术的发展，对配电变压器的检测技术也提出了更高的要求。通过规范化的试验流程和技术手段，结合科学的故障分析方法，能够有效提升变压器的使用寿命和安全性。

[参考文献]

- [1] 配电变压器温升试验中的高效换线装置应用. 燕思潼; 姜楠; 高贺. 电子技术, 2024 (08)
- [2] 配电变压器环境噪声识别关键技术研究. 孙利. 电声技术, 2024 (10)
- [3] 面向多元负荷和优质供电的虚拟增容配电变压器: 概念、应用与展望. 郭莹霏; 池源; 王强钢; 周念成; 罗永捷; 叶佳. 电工技术学报, 2024 (21)
- [4] 配电变压器重过载及三相不平衡防治方法. 姚伟. 云南电力技术, 2023 (06)