

高压电气交接试验

李 越

山西漳山发电有限责任公司 山西 长治 046021

摘要: 随着智能电网快速发展,特高压、新能源接入等新技术对试验精度与效率提出更高要求。本文聚焦高压电气交接试验展开系统探讨。首先阐述高压电气设备交接试验的定义、重要性及试验类型等基础理论与概念。接着详细介绍绝缘电阻测试、耐压试验等具体试验方法。随后分析试验中存在的设备仪器、环境、人员技术及数据处理等方面的问题。最后针对这些问题,提出试验设备和仪器的优化升级与管理、试验环境精准管控、试验人员技术能力提升以及试验数据分析与处理体系完善等改进措施,旨在为高压电气交接试验的规范开展与质量提升提供参考。

关键词: 高压; 电气; 交接; 试验

引言: 在电力系统中,高压电气设备的稳定运行是保障电力可靠供应的关键。高压电气设备交接试验作为设备投入运行前的重要环节,对确保设备质量、预防潜在故障、保障电网安全意义重大。通过交接试验,能够全面检测设备的性能指标,及时发现设备在制造、运输、安装过程中可能存在的问题并加以解决。然而,当前高压电气设备交接试验在实际开展过程中面临诸多挑战,涉及设备、环境、人员及数据处理等多个层面。深入剖析这些问题并提出有效的改进措施,对于提高交接试验的准确性和有效性,推动电力行业的高质量发展具有迫切的现实需求。

1 高压电气设备交接试验的相关理论和概念

1.1 高压电气设备交接试验的定义

高压电气设备交接试验是指在新安装的高压电气设备,如变压器、断路器、电缆等,完成安装调试后、正式投入运行之前,依据相关国家标准、行业规范以及设备技术要求,对其进行的一系列全面、细致的性能检测与试验。通过模拟设备在不同工况下的运行状态,检验设备的各项技术参数是否达标,确保设备具备安全、稳定运行的条件,为电力系统的可靠供电奠定基础。

1.2 高压电气设备交接试验的重要性

高压电气设备交接试验至关重要。一方面,它能有效发现设备在制造、运输、安装过程中可能产生的缺陷和隐患,如绝缘损伤、机械部件松动等,避免设备带病投入运行,降低后续运行中发生故障的概率,减少因设备故障导致的停电事故和经济损失。另一方面,通过交接试验获取的设备性能数据,可为设备的运行维护、检修策略制定提供重要依据,有助于合理安排检修周期,提高设备的使用寿命和运行效率,保障电力系统的安全稳定运行。

1.3 电力设备高压电气试验的类型

电力设备高压电气试验类型多样。首先是绝缘试验,包含非破坏性试验,如绝缘电阻测试、介质损耗因数测试等,用于初步评估设备绝缘状况;还有破坏性试验,像直流耐压试验、交流耐压试验,能更严格地检验设备绝缘耐受电压的能力。其次是特性试验,例如变压器变比试验、断路器导电回路电阻试验等,主要检测设备的特定性能参数。此外,还有局部放电试验,可发现设备内部的局部绝缘缺陷。不同类型的试验相互配合,全面评估电力设备的性能和绝缘状态^[1]。

2 高压电气设备交接试验的方法

2.1 绝缘电阻测试

绝缘电阻测试是高压电气设备交接试验中基础且关键的环节,用于评估设备绝缘性能。测试时,需选用合适量程的兆欧表,一般根据设备额定电压来选择,如10kV设备常用2500V兆欧表。测试前,要对被试设备进行充分放电,确保安全并避免残余电荷影响结果。同时,断开设备与其他电路的连接,防止并联元件干扰测量。测量过程中,将兆欧表的“L”端接被试设备的高压端,“E”端接地,“G”端(若有屏蔽端子)接屏蔽部位以消除表面泄漏电流影响。以恒定转速摇动兆欧表手柄(一般120r/min),待指针稳定后读取绝缘电阻值。不同设备的绝缘电阻合格标准不同,需参照相关规程。测试后,要对被试设备再次放电。通过绝缘电阻测试,能初步判断设备绝缘是否受潮、脏污或存在局部缺陷,为后续试验和设备安全运行提供重要依据。

2.2 耐压试验

耐压试验是高压电气设备交接试验中检验设备绝缘强度极为关键的项目,能有效发现设备绝缘存在的严重缺陷。耐压试验主要分为直流耐压试验和交流耐压试

验。直流耐压试验适用于一些电压等级较低、绝缘介质损耗较小的设备，如电力电缆等。试验时，通过直流高压发生器对被试设备施加直流高压，并保持一定时间，观察设备是否出现击穿或闪络现象。其优点是设备轻便、对绝缘损伤较小，但交流和直流下绝缘的电压分布不同，它不能完全模拟设备实际运行时的工况。交流耐压试验更接近设备实际运行情况，对绝缘的考验更为严格。利用试验变压器等设备产生交流高压施加到被试设备上，在规定时间内，若设备未发生击穿，则表明其绝缘能承受相应电压等级。不过，交流耐压试验对设备绝缘有一定损伤风险，需谨慎操作。耐压试验需严格按照规程确定试验电压和持续时间，试验前后要充分放电，确保人员和设备安全，准确评估设备绝缘能否满足运行要求。

2.3 介质损耗因数测试

介质损耗因数测试是高压电气设备交接试验中评估绝缘介质性能的重要手段，能精准反映绝缘的劣化、受潮等状况。其测试原理基于绝缘介质在交流电压作用下会产生能量损耗，介质损耗因数（ $\tan \delta$ ）是衡量这一损耗大小的关键参数。测试时，通常采用西林电桥法或智能化介质损耗测试仪。西林电桥法通过调节电桥平衡，根据各桥臂参数计算 $\tan \delta$ 值；智能化介质损耗测试仪则借助先进的电子技术和算法，自动完成测量与计算，操作更为便捷。在测试过程中，要确保被试设备充分放电，避免残余电荷干扰。同时，注意测试环境温度和湿度的影响，必要时进行修正。不同类型设备的介质损耗因数合格标准不同，需严格参照相关规程。通过介质损耗因数测试，可及时发现绝缘介质的老化、受潮等隐患，为设备的运行维护提供可靠依据，保障高压电气设备的安全稳定运行。

2.4 局部放电测试

局部放电测试是高压电气设备交接试验里洞察设备内部绝缘隐患的关键方法。在高压环境下，设备绝缘内部若存在气隙、杂质等缺陷，就会产生局部放电现象，长期发展会逐步破坏绝缘，最终引发设备故障。测试时，多采用脉冲电流法、超声波检测法或特高频检测法。脉冲电流法通过检测局部放电产生的脉冲电流信号来分析放电情况，能准确测量放电强度等参数；超声波检测法利用局部放电产生的超声波信号定位放电位置；特高频检测法则借助特高频传感器接收放电产生的特高频电磁波信号，灵敏度高且抗干扰能力强。测试过程中，要确保测试环境安静，减少外界干扰。对不同设备，需依据其特点合理布置传感器。测试完成后，依据

相关标准判断局部放电是否超标。通过局部放电测试，能在设备绝缘问题尚不严重时及时发现，采取针对性措施处理，有效预防设备绝缘故障，保障电力系统的安全可靠运行。

2.5 接地电阻测试

接地电阻测试是高压电气设备交接试验中保障设备安全与电力系统稳定运行的关键环节。良好的接地系统能在设备发生故障时，迅速将故障电流导入大地，避免人员触电和设备损坏。测试通常采用接地电阻测试仪，常用的有手摇式和数字式。手摇式通过手摇发电机产生电流，利用电流互感器和检流计测量接地电阻；数字式则借助先进的电子技术，直接显示测量结果，操作更为简便、精准。测试时，要选择合适的测试点，确保测试线与接地装置连接牢固，减少接触电阻的影响。同时，要避开地下金属管道、电缆等干扰源。按照仪器操作说明，读取稳定的接地电阻值。不同类型的高压电气设备，其接地电阻的合格标准不同，需严格参照相关规程。若接地电阻超标，需及时查明原因，如接地体腐蚀、土壤电阻率过高等，并采取更换接地体、改善土壤条件等措施进行整改，确保接地系统可靠有效^[2]。

3 高压电气设备交接试验中存在的问题

3.1 试验设备和仪器的问题

试验设备和仪器的精度与性能直接影响试验结果。部分设备使用年限过长，出现老化、磨损现象，导致测量数据不准确。一些仪器缺乏定期校准和维护，存在系统误差，无法真实反映设备的性能参数。此外，随着电力技术的不断发展，新型高压电气设备不断涌现，现有部分试验设备和仪器的功能可能无法满足对新设备的试验要求，存在兼容性问题，限制了试验的全面性和有效性。

3.2 试验环境的影响

试验环境对高压电气设备交接试验的影响不容忽视。温度、湿度等环境因素会改变设备的电气性能，例如，温度过高可能使绝缘材料的电阻降低，影响绝缘电阻测试结果；湿度过大可能导致设备表面凝露，引发局部放电。同时，试验现场的电磁干扰也会干扰仪器的正常工作，导致测量数据出现偏差。而且，试验场地的空间布局、通风条件等也会影响试验人员的操作和设备的散热，进而对试验结果产生间接影响。

3.3 试验人员的技术水平和操作规范问题

试验人员的技术水平和操作规范是试验成功的关键因素之一。部分试验人员专业知识储备不足，对新型设备的试验原理和方法理解不够深入，难以准确开展试验工作。在操作过程中，一些人员存在不规范行为，如未

按照标准流程进行试验接线、未正确设置仪器参数等，这不仅会影响试验结果的准确性，还可能损坏试验设备和被试设备。此外，试验人员的安全意识淡薄，不遵守安全操作规程，容易引发安全事故。

3.4 试验数据的分析和处理问题

试验数据的准确分析和处理是得出科学结论的重要环节。然而，在实际工作中，数据记录可能存在不完整、不准确的情况，影响后续分析。部分分析人员缺乏专业的数据分析知识和技能，不能运用合适的分析方法对数据进行深入挖掘，难以发现数据中隐藏的设备潜在问题。而且，对于异常数据的处理缺乏统一的标准和规范，随意剔除或修改数据，导致分析结果失真，无法为设备的运行维护提供可靠的依据。

4 高压电气设备交接试验的改进措施

4.1 试验设备和仪器的优化升级与管理

定期评估现有试验设备和仪器的性能，对老化、精度不足的设备及时更新换代，引入先进、高精度的仪器，以适应新型高压电气设备的试验需求。建立设备管理台账，详细记录设备的购置时间、使用次数、维护情况等信息，便于跟踪管理。制定严格的设备校准计划，定期将设备送至专业计量机构进行校准，确保测量数据的准确性。同时，加强设备的日常维护保养，安排专人负责设备的清洁、检查和简单维修工作，延长设备使用寿命，降低设备故障率，为试验提供可靠的硬件支持。

4.2 试验环境的精准管控与适应性调整

在试验场地安装温湿度传感器、电磁干扰监测仪等设备，实时监测环境参数。根据不同试验项目对环境的要求，设置合理的环境控制范围，并配备相应的环境调节设备，如空调、除湿机、屏蔽装置等。在试验前，提前对环境进行调整，确保达到适宜的试验条件。对于无法完全消除的电磁干扰，采用滤波、屏蔽等技术手段降低其影响。此外，合理规划试验场地的空间布局，保证通风良好，为试验人员提供安全、舒适的操作环境，减少环境因素对试验结果的干扰。

4.3 试验人员技术能力提升与操作规范强化

定期组织试验人员参加专业培训，邀请行业专家进行授课，讲解新型高压电气设备的试验原理、方法和注意事项，拓宽试验人员的知识面。开展技能竞赛和实际

操作考核活动，激励试验人员提升自身技能水平。制定详细的操作规范手册，明确每个试验项目的操作步骤、仪器参数设置、安全注意事项等内容，并要求试验人员严格遵守。加强对试验过程的监督检查，建立违规操作记录和处罚机制，对不规范行为及时纠正和处理。通过培训和监督相结合的方式，提高试验人员的技术能力和操作规范性。

4.4 试验数据分析与处理体系的完善

建立统一的试验数据记录模板，确保数据记录的完整性和准确性。引入先进的数据分析软件，运用统计学方法和数据分析模型对试验数据进行深入挖掘，提高数据分析的效率和准确性。制定数据异常处理流程，当出现异常数据时，组织专业人员进行复核和分析，查明原因后再决定是否剔除或修正数据。建立数据分析报告制度，定期对试验数据进行分析总结，形成详细的分析报告，为设备的运行维护和状态评估提供科学依据。同时，加强数据分析人员的培训，提高其数据分析能力和业务水平，不断完善试验数据分析与处理体系^[3]。

结束语

高压电气交接试验作为保障电力系统安全稳定运行的“前哨站”，其重要性不言而喻。通过绝缘电阻、耐压、介质损耗因数、局部放电以及接地电阻等一系列科学严谨的试验，我们能够全面、深入地评估高压电气设备的性能与绝缘状况，及时发现并消除潜在隐患。在今后的工作中，我们需持续优化试验方法，提升试验精度，强化人员专业素养，严格遵循试验标准与规范。以高度的责任感和使命感，确保每一次交接试验都准确无误，为高压电气设备的安全投运筑牢坚实防线，为电力系统的可靠供电提供有力支撑，推动电力事业迈向更高质量的发展阶段。

参考文献

- [1]梁丽霞.高压电气设备的实验与安全管理[J].沿海企业与科技,2021(8)165-167
- [2]边疆.浅谈高压电气设备的试验与造价控制[J].机电信息,2021(15)189-190
- [3]余振杰.小议高压电气设备试验与安全管理[J].沿海企业与科技,2022(8)210-212