

关于高压电气试验设备现状以及技术改进分析

麻惠宇 杨攀通

国网山西送变电工程有限公司

摘要: 电能已经成为生产生活和经济社会发展的基础性能源,我国电力能源供给体系中,存在分布不均、用电量不断增大、供电质量要求不断提升等方面问题,对电力设备运维管理工作提出更高要求。近些年来,我国部分电力企业在变压器高压试验方面也取得较为明显的进展,对变压器试验问题认识更加深入,能够采取有效方法做好故障处理工作。本文旨在对电力变压器的高压试验技术及故障处理方法进行研究和探讨,总结了常见的变压器故障类型和处理方法,并介绍了一些新型的变压器高压试验技术和故障处理方法的研究进展。

关键词: 高压; 电气试验; 设备

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.11.101

引言

目前,电力设备预防性试验,我们是按检修试验规程规定的试验项目对电力设备进行试验,规程只规定了试验项目,对大部分试验项目的顺序没有进行规定,不同的试验人员对被试品的试验项目顺序也就不同,近而工作效率也不相同。随着电力系统的不断发展和变化,变压器的使用环境和工作条件也在不断变化,变压器故障问题也日益复杂多样化。因此,对变压器的故障处理方法进行研究和总结,具有十分重要的实际意义。

一、高压电气试验内容

高压电气试验可以排查变电站内的安全隐患,预防电气设备故障风险,控制因设备故障造成的风险损失。高压电气试验的主要内容是针对绝缘预防性交接、设备交接、绝缘性预防性等检测试验,是通过高压电气试验检测设备有无漏电问题,使变电站维修人员掌握设备绝缘电阻,了解其介质损耗情况,评估设备运行状态。此外,高压电气试验包括耐压检测,试验内容是通过仪器检测高压电气设备的绝缘性能,排查绝缘缺陷。绝缘预防性交接试验则可细分为:介质损耗试验、绝缘电阻试验、直流耐压试验,试验数据可直观显示设备缺陷,呈现设备绝缘性能。高压电气试验内容非常复杂,试验种类较多,变电站生产运营期间,相关人员会依据高压电气设备运维管理需求确定试验内容,提升高压电气设备检修、维护方案的有效性。

二、变压器高压试验技术

(一) 高压试验的目的和意义

高压试验是指对变压器进行高电压测试,其主要目的在于检验变压器的绝缘性能是否符合要求,同时也可以发现和预防变压器的潜在故障。由于变压器在电力系统中具有重要的作用,一旦出现故障会对电力系统的安全运行产生极大的影响,因此进行高压试验可以有效保

障电力系统的安全稳定运行。

(二) 高压试验方法和设备

常用的高压试验方法包括交流高压、直流高压和谐波高压等。其中,交流高压试验是最常用的一种方法,其测试电压可以高达数百千伏。在进行高压试验时,需要使用专门的高压试验设备,如高压发生器、高压变压器、高压绝缘子和高压电缆等。

(三) 高压试验注意事项

在进行高压试验时需要注意以下事项:第一,测试前应对变压器进行详细的检查,确保其运行状态良好,没有明显的故障或隐患。第二,测试前应清理变压器的表面,确保无任何污垢或电介质残留,以保证测试的准确性和安全性。第三,在进行高压试验时,应严格遵守相关的安全规定和操作规程,以确保测试过程的安全可靠。第四,在进行高压试验时,应注意测试电压的大小和测试时间的长短,以确保测试过程的有效性和可靠性。第五,在测试结束后,应对变压器进行详细的检查和评估,对测试结果进行分析和处理,并对变压器的维护和修理进行及时的安排和处理。

(四) 试验内容

电气绝缘性能试验是高压电气设备的基本试验,对电气设备的运转工作进行试验。确保高压电气设备实现平稳运行,在日常维护保养高压电气设备中是非常重要的试验,同时也是高压设备检测试验的重要组成部分,可以高效掌握高压电气设备的工作情况。

1. 绝缘性能测试

高压电气设备的绝缘性能测试非常必要。通过测量高压电气设备参数,可以有效了解高压电气设备的运行状态。例如,检查绝缘电阻参数、漏电流参数等。参数检测可以提供电气设备运行的总体概况,但仅靠检查不足以得出电气设备绝缘性能的结论。

2. 破坏性试验

破坏测试是检查电气设备性能的重要部分。跳闸试验通常是电压超过电气设备的耐压时检测电气设备的动作。测试条件苛刻，开裂性测试比较严谨。电气设备的绝缘性在进行设备的破坏性试验时会产生一定影响。所以，要合理使用高压电气设备的两种检测方法，不得进行某个功能试验而影响其他设备功能，不得破坏其他功能的完整性。

(五) 试验方法

(1) 电阻试验法。变电站高压电气试验期间，电阻试验方法是针对变压器线圈直流电阻的测试试验，具有检测变压器内线路接头安全的作用。相关人员可通过实验结果发现该类设备的既存问题。主要试验方法为电桥法，设备电阻值小于 $100\ \Omega$ 时，则可选用单臂电桥法，电阻值大于 $100\ \Omega$ ，试验方法为双臂电桥法。(2) 变压比测试法。目前，我国电力企业会根据变压器的数值变化调整电压，测试过程中需要在变压器内分别接入电压表、380V电源，随后根据电压表进行试验测量。试验过程中可操作线路开关，读取、记录电压表数值，对比分析平均数值后控制电压，分析电气设备电压的稳定性。(3) 直流耐压试验。该试验的主要目的是排查电气设备运行时各个线路接头处的故障问题。试验一般需要2名技术人员同时配合，1名负责接线，1名负责检查。试验期间还应屏蔽微安表，以减少其对试验造成的干扰。(4) 介损试验法。变电站内的很多电气设备会长期处于室外环境中，温度、湿度都会影响设备，造成设备损耗。介损试验是在屏蔽高压线路端口的基础上，通过利用低反线路接线，连接低压线路芯线，使线路上的信号接入高压端口，随后根据线路上电压、电阻、电流值确认设备结构的损耗情况，检查其本身结构有无老化、磨损情况。

三、高压电气设备在检修试验中的常见问题

(一) 高压电气设备状态监测不够准确

高压电气设备是否完好在很大程度上决定了电力系统能否正常运行，所以要对高压电气设备进行有效、定期的检查和保养，及时找出问题。某种原因及个别人员疏忽将导致检查和维护工作出现错误，造成精度下降，不利于高压电气装置的安全运行，导致企业产能下降。另外，日常工作不够细致，只关注常见地方，隐患排查不彻底，造成安全隐患，提高了安全事故发生概率。

(二) 检修试验方案不够全面

提高检修精确性对优化检修方案具有重要作用，设备更新快，部分员工技术、文化落后，实操时仅借平时

积累的经验、感觉，没有制定完善的检修计划及维护检查程序。在巡检、维修、检测过程中，工作人员不配合，巡检工作容易出现疏漏。企业不重视员工的培训和考核，在工作中出现突发情况，工作人员不具备处理事故的能力，这都是日常工作态度不认真、不遵循操作流程导致的，从而使设备无法正常工作，不但影响了工作人员的自身安全，还影响了企业的经济利益，无法保证企业日后的发。

(三) 测试值无参考比较

通过检查和维护高压电气设备，可以评估电气设备的安装和运行是否正常，解决容易出现设备故障的问题，减少故障的发生。但一些专业水平低的人员在设备维护和性能测试时，没有注意对比相关数值。缺乏纵向比较会影响结果的准确性，甚至埋下安全隐患。

(四) 检验检测设备测量误差较多

如果在检修试验中出现测量偏差，高压电气设备检修试验将受到很大影响，导致设备无法正常运行。部分工作人员在试验时，不能正确操作仪器，造成读数错误，如果没有及时发现，继续用于检测，将严重妨碍高压电气设备工作的顺利运行。

四、解决高压电气设备检修试验问题对策

(一) 制定全面的测试计划

有效解决高压电气设备维护保养问题、加强维修保养能力、提升维修检修的精确性，需要完整的试验方案。必须先制定完善的试验计划，之后再行高压电气设备检修试验，可以有效开展检修试验，达到检修试验效果。一定要把“安全第一，预防为主”的原则落实到位，要定时进行维护和检测，严格按照规范和工艺进行维护和检测工作，不断调整和完善测试计划。每次测试结束后，及时总结，找出问题原因并及时解决，要特殊标记发现的问题，进行讨论沟通，根据处理意见制定解决方案，制止此类问题再次发生。

(二) 提高专业技能

在进行高压电气试验前，根据国家标准和有关规定制定相应方案，要求试验人员按方案进行各项操作。对于工作人员的专业技能，要努力、逐步提高，确保高压电气设备测试工作顺利进行。对于外部试验场所，可以进行预检工作，以确定试验是否安全可行。高压电气设备试验具有危险性，检查人员应做好安全防范。通过检查试验设备和试验工具的运行状况和绝缘情况，可以预防触电。一是定期对测试人员进行严格的专业培训，从理论水平和技术水平两方面全面提升测试人员的技能；二是加强测试人员的团队协作能力。团队合作可以在提

高工作效率的同时发现测试中的安全隐患。

（三）按时更新和维护测试仪器

一是采用适合测试的智能化设备。智能化测试设备具有完善的人机交互合作界面，可以有效测试准备时间和人员操作时间，从而提高测试效率。同时，智能化设备集成度高、功能强大，可同时满足多种测试需求，可选择性高；二是对使用寿命长的测试设备进行定期校准。设备内部元器件在长期使用后会以不同的速度磨损，因此电气测试设备应在允许误差范围内进行校准，以确保测试的准确性；三是减少人为因素对设备的影响。如果测试数据不准确、记录方式不规范，可以通过测试设备统一记录和打印测试数据，由测试人员给出具体的测试报告；四是智能化设备具有高可靠性和良好的接地系统，可确保设备在试验过程中可靠接地，确保人身、电网和设备的安全。制定合理的高压电气测试目标，电气测试设备的改进可以提高测试工作的有效性、安全性和可靠性。因此，还需对高压电气试验管理模式进行改进，提高高压电气试验水平。例如，根据企业具体的工作目标，制定适当的长、中、短期测试计划，全面了解、掌握各设备的功能，同时，在制定测试计划时要考虑环境因素的影响，因为在相同的环境中，不同因素测量的结果可能不同，例如空气温度、湿度甚至大气压力等因素都会影响测试结果。

（四）维修管理系统功能说明

在电气设备的维修中，为提高维修质量和效果，需要建立符合实际、兼顾各种运营内容的电气维修管理体系，例如设备故障、变电设备、对维修工作全过程的监控、检修工作程序、维修安全管理和维修申请工作等，使维修工作方便快捷。要不断调整系统检修内容，充分发挥变电站检修管理系统的功能。

（五）建立电气设备测试数据库

进行电气试验时，测试人员除了能完成相关测试操作，还要具备一定的数据分析能力，确保获得真实、可靠的数据，对其进行处理后建立完善的设备测试数据库，用于后续分析。这样，不仅能确保数据的精确性，还能减少后续测试的工作量，获得正确的结论。变电站设备管理人员应根据实际情况建立相应的数据库，使其成为后续运行和测试中的重要参考数据。在建立数据库时，应统一格式，便于统计和检索，并能纳入所有设备运行、测试所得数据。因不同设备在使用和管理上有着明显不同，一些设备可能存在信息记录不全的情况，需要技术人员进行人工采集和录入，以确保数据的全面性和完整性。数据库中应包含每一台设备的测试数据，以

便更好地进行所有设备的全寿命周期管理。

（六）组建测试设备的物联网

就目前来看，由于试验设备智能化程度在不断增强，其使用性能也在不断增强，再加上变电站开始引进智能化系统，使传统电气设备的试验流程得以优化，多数变电站的电气试验设备性能都有了明显提升。各变电站后续应积极引入物联网技术，通过无线网络将所有测试数据传递给后台管理设备和测试人员手机，自动记录相关数据，可缩减从测试到录入数据库的时间，减少因人工操作而引起的差错，并能不断提高设备的适应性。通过对数据的自动化管理，还能更好地管控人员行为，防止人员随意篡改数据，提高了数据的可靠性。在后台软件内设置的固定模板，使数据一经测试获得立即会被归集于数据库中自动生成报告，极大地降低了试验人员的工作量，节省了人工成本，提高了工作效率。

结束语

随着我国经济和现代工业的快速发展，能源设施的维护和升级也成为我国现代化进程的重要组成部分。变电站高压电气试验设备的技术升级对维护我国电力设备和电网的稳定运行具有重要意义。改造和升级电气高压测试设备，充分融合当前智能化和信息化技术的快速普及，并在设备管理方面进行制度性改进，以提高电气测试设备的质量，楼宇智能化和自动化也将提高变电站测试的科学性和准确性。

参考文献

- [1] 许东生. 电力系统高压电气试验中技术要点分析[J]. 集成电路应用, 2019(2): 68-69.
- [2] 刘圣春. 高压电气试验设备及其改进方案的设计探讨[J]. 电子测试, 2021(20): 96-97.
- [3] 崔新江. 论高压电气试验设备及其改进方案[J]. 工程技术研究, 2022(7): 81-82.
- [4] 王云云, 王景萍. 变电站高压电气试验设备现状及技术改进分析[J]. 工程技术(引文版), 2022(5): L136.
- [5] 叶会锦. 浅析变电站高压电气试验设备现状及技术改进措施[J]. 企业技术开发, 2021(11): 157-159.
- [6] 董超元. 分析变电站高压电气试验设备现状及技术改进[J]. 城市建设理论研究, 2021(2): 2981.
- [7] 赵梦莹. 关于高压电气试验设备现状分析及技术改进[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(4): 283-284.