

# 电力系统中的高压电气试验分析

杨攀通 麻惠宇

国网山西送变电工程有限公司

**摘要：**在世界经济一体化的影响下，电力企业不断增加电力需求，不断提高供电质量，致使对电力企业管理工作提出了更高的要求。电力企业管理工作是影响电力企业发展的重要因素，关系着电力企业供电质量。提高电力设备预防性试验的效率、质量关系着电网的稳定运行，是电力企业管理工作中的一项重点设备管理工作。本文根据多年的工作经验，重点介绍了高压电气试验设备的现状，并提出了相应的技术改进建议。

**关键词：**电力系统；高压；电气试验

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.11.028

## 引言

高压电气试验是一个非常重要的环节，它涉及对电力设备的安全性和可靠性进行测试和验证。高压电气试验可以帮助相关人员了解电力设备在高压环境下的工作情况，并检测潜在的故障和问题。通过进行高压电气试验，可以确保电力系统的正常运行，预防事故的发生，并保证供电的可靠性，保证电力系统的正常运行，为人们的生活和工作提供稳定可靠的电力供应。

## 一、电力变压器基本原理和结构特点

### （一）变压器基本原理

变压器的基本原理是利用电磁感应原理将电源端的电能变成输出端的电能。根据法拉第电磁感应定律，当变压器的初级线圈通电时，会在铁芯中产生一个磁场，这个磁场会感应次级线圈中的电流，从而产生次级电压。变压器的变比是指输出电压与输入电压的比值，变比越大则输出电压就越高。变压器的变比与初级线圈和次级线圈的匝数成正比，即变比=次级匝数/初级匝数。在实际应用中，变压器的变比是固定的，一般不能随意改变，所以设计时需要根据具体的需要进行选择。

### （二）变压器结构特点

电力变压器通常由铁芯、初级线圈、次级线圈、绕组屏、绝缘结构、冷却器等部分组成。铁芯是变压器中的重要部分，其作用是集中磁力线，防止能量的损失。初级线圈和次级线圈都是由导线绕成的线圈，初级线圈通电产生磁场，而次级线圈则接收磁场并产生电流。绕组屏主要是为了保护绕组和连接线。绝缘结构则是为了保证变压器在高电压下能够安全运行。冷却器的作用是对变压器进行散热，防止变压器过热。

## 二、高压电气试验设备的重要作用

### （一）检验设备绝缘性能

为了更好地分析高压电气设备的测试状态和技术改

进，我们必须分析高压电气设备测试的关键作用。它可以在未来的技术改进过程中准确地找到改进的方向和重点，确保高压设备有一定的方向，然后发展得更好。我们不应该错过发展电力的重要机会，以避免人类和物质的损失。一方面，高压电气测试设备是专门为测试设备的绝缘能力而设计的，但许多测试设备可能存在质量问题或电路设计问题，如短路和泄漏，导致绝缘能力差。另一方面，它威胁到设备本身和人的安全。高压设备的绝热性能是其安全的重要指标，这也说明了高压设备的重要作用。利用高压设备对其进行测试，分析电气设备是否能满足基本标准，是否能使用，是高压设备的重要组成部分。

### （二）促进电气设备稳定发展

高压设备操作广泛，在实际使用中还可以分析电气设备的性能，进行质量检查，分析电路设计和安全标准。电力检测设备在促进电力行业可持续发展方面发挥着重要作用。如果不检查高压设备，一方面，该问题会对人类生命构成威胁，另一方面，这对电力公司造成了巨大的破坏，一些社会因素是无法弥补的。目前，我们已经看到了高压设备的重要性，特别是一些电气设备可以在工厂进行检测，用电气设备进行检测。只有产品符合降低成本和安全的要求。此外，在现实中，高压设备也有很多功能，如定期检查、检查电气设备是否符合安全标准、是否可以正常使用。它将促进电气设备的可持续发展，在一定程度上提高电器寿命，大幅降低成本，这对中国电力行业的发展至关重要。

### （三）提高电气设备生产效率

很多产品生产后不能马上使用。特别是高压设备，由于工作压力比较大，必须在实际使用过程中承担风险。如果设备不符合设计质量，在使用过程中可能会出现某些问题，容易导致许多后果。因此，必须对高压电气测试设备进行测试，根据技术指标进行分析，并根据

当地具体环境进行分析，最终提高电气设备生产效率。相对而言，全面检查是一种有效的方法，可以降低成本，提高效率。此外，许多日常使用的设备比一次性使用要长得多。这表明，使用高压设备时，避免安全隐患十分重要。使用高压设备进行检查和定期检查，并通过数据分析确定其是否能正常工作，确保电气设备的安全稳定运行。

### 三、电力系统高压电气试验项目

#### （一）操作波试验

在高压电气试验中，操作波试验也占据着重要的地位，主要通过变压器低压侧绕组对一定数值的操作电压进行施加，基于电磁感应作用，不断提升高压绕组绝缘件的过电压耐受能力，从而促进相关试验工作的顺利开展。基于实际操作视角，电压波形模拟在电网的内部，如果出现操作失误或故障问题，极易引起超高电压现象，进而降低整个电力系统设备的绝缘水平。同时，由于局部放电的干扰作用较强，极易损坏到电力设备绝缘。而对于这类问题，要想保证结论的准确性，应借助操作波试验，为后续的分析与评估提供可行的依据。

#### （二）载波冲击试验

此试验方法主要对波形截断方式进行应用，以此来测试电气设备中的故障问题。在高压电气试验中，波尾截断广泛应用于截断波形的方法之中，其可以实现波形情况的顺利获取，并紧密对接具体时间。如果波形截断时间在 $0.16\mu\text{s}$ 以上，将会严重影响到截波试验数据的准确性，从而对电气设备运行性能进行准确判断。

#### （三）变压器局部放电试验

分析局部放电的原因，其复杂性特点显著，在其原因方面，主要是因为设备绝缘的缺陷和故障较为严重，在高压运行状态持续化进行过程中，绝缘反复击穿等问题难以避免。而且在局部放电中，主要侧重于击穿绝缘体内部的空气。另外局部放电与静电两者有着较多相近的地方，不易产生过多的热量，局部静电，很难威胁到电气设备的绝缘强度。但是一旦电气设备的局部放电频率过高，在微小的放电不断积累过程中，难免会威胁到电气设备的绝缘性能，不利于绝缘功能的充分发挥，从而难以保证整个电力系统的安全运行。此外，各种外界因素，也是会影响到局部放电测量工作的，如电源干扰信号等。

#### （四）线路空气间隙绝缘试验

在高压电气试验工作中，该试验操作也是尤为重要

的，对其检测内容进行分析，可以对线路空气间隙的绝缘性进行准确测试，但是在具体试验过程中，试验环境的复杂性也是要予以深入分析的，旨在为最终的试验检测结果提供保证。

### 四、高压试验中变压器试验常见的问题分析

#### （一）升压速度控制不当

变压器试验中，从理论视角而言，升压速度与泄漏电源无直接关联，但是在试验操作过程中，两者具有密切关联，并受变压器容量影响较为显著。本试验中，采用微安表对电流泄漏参数进行测定，在测定时发现，实际测得读数与理论数据有所偏差，且读数呈动态变化状态。变化特征受升压速度影响较为显著，尤其是电容量越大情形下，产生的影响和更加明显。在电流泄漏数据测定不够精准情形下，必然会导致试验结果分析偏差，对故障处理措施制定产生错误指导。

#### （二）电压极性问题

在变压器高压试验中，电压极性会对泄漏电流产生影响，尤其是在变压器绝缘体出现受潮时，会从外壳部位开始造成绝缘层的正电荷增加，同时在正极性电压影响下，导致泄漏电流不够稳定。但是在实际运行中，电压极性问题所导致的漏电问题也并非主要因素，尤其是对于旧变压器而言，在试验中也显示受电压极性干扰而产生其他方面问题。尤其是在电压调节至50%~80%时，设备运行稳定性受影响更为显著。

#### （三）绝缘电阻的温度影响

温度是变压器高压试验的重要影响因素，在不同地区、不同海拔，气候条件差异较大情形下，温度值会有明显不同。以某个恒定温度为标准进行试验，在其他条件不变情形下，温度越低，所测得的电阻值更高，因此可以看出温度对绝缘电阻测定结果有较为明显的影响。在变压器设计方案中，绝缘额度是恒定的，但是在运行中，会由于外部温度过大导致电压过大，在超出额定值情形下，会发生故障现象。

#### （四）线圈烧毁的影响

同心线圈是变压器功能实现的基本构件，单个设备线圈和高压输出线圈要求的工作条件不同，在试验中需要设定对应的工作条件参数。在变压器运行出现故障时，需要增加变压器的接通时间，准确检测线圈的工作状态，记录电压加速度值和线圈运行参数。在线圈出现烧毁现象时，则会导致变压器无法正常工作，对试验结果准确度产生影响。

#### （五）铁芯接地的影响

在进行变压器高压试验时,会出现高压电流现象,在出现电流泄漏时,不仅会对附近电力设备产生破坏,同时还会带来作业人员人身安全隐患,因此必须做好相应的接地处理措施。但是在铁芯接地时,电容夹片运行会受到影响,导致接地处理不到位,也无法确保正常放电。在试验过程中,等效电路绕组会与变压器铁芯形成串联的等值电路,由此会导致绝缘电阻的阻值升高,分支电路电容无法有效吸收电流,进而导致测量结果偏差较大。

### 五、电力系统中的高压电气试验优化措施

#### (一) 应用带电检测技术

升级变电站高压电气技术时,可将带电检测技术应用在高压电气试验中。具体应用时应强调带电检测时数据分析的科学性,可用红外热像仪器检测电气设备,完整采集具有缺陷性质的设备信息,评估数据内涵。检测结果正常时可用超声波技术,局部放电检测电气设备,查明设备内有无机械振动现象。此外,为确保高压电气试验中超声波局部放电检测的可靠性,变电站可通过SF6气体湿度、分解物检测排查设备故障,分析高压电气设备是否存在热性故障,发现异常后及时跟踪诊断,查明缺陷位置,并进行停电检修。

#### (二) 引进智能化检测技术

智能化检测技术是采用智能化手段,联合应用高压电气试验仪器,建设智能化检测系统。从技术层面分析,该系统是通过网络技术,促进高压电气试验仪器移动端、设备系统的连接,满足电气试验时的远程传输、控制要求。基于智能化检测技术,变电站高压电气试验仪器可利用系统的主服务器端传输试验信息,将关键的数据信息传输到远程PC端,以此节约数据分析时间,适应不同高压设备的检测环境。在远端服务器的支持下,该系统可实时监测变电站高压电气设备的运行情况,智能化分析试验数据、设备图像、设备运行参数,评估设备状态,使管理人员在电气设备运行期间掌握设备状态,制定可靠的管理决策。

#### (三) 重视试验数据库建设

为促进变电站电气试验技术升级,还应积极建设电气设备试验数据库,引进大数据技术,加强电气设备试验数据的利用分析。变电站可应用大数据技术,结合高压电气设备试验流程打造数据化的存储系统,建设电气设备状态、实验数据库,提取其中的关键信息,归纳整合后提供可参考的试验数据。具体建设实验数据库时,还应按照变电站管理电气设备的实际需求,打造可独立

运行的数据库。数据库信息采集可应用大数据技术、云计算技术、人工采集等方式,录入计算机系统后综合分析新数据、历史数据,换算处理后指导高压设备电气试验,辅助试验仪器判断。另外,数据库建设时还应同步更新高压电气设备的信息化档案,做好数据管理、数据分析、数据更新工作,便于相关人员提取、存储试验数据。

#### (四) 灵活运用计算机技术

现阶段,计算机技术成为各领域技术革新的重要内容,变电站电气试验中,计算机可促进试验技术的先进性,升级常规试验仪器,完善高压电气试验仪器的功能。相关企业可将计算机技术和传统高压电气设备相结合,开发可用于高压电气试验的计算机软件,用计算机技术辅助高压电气试验,解决单一常规仪器进行电气试验时存在的问题,提升常规电气试验设备的智能化水平。基于计算机技术,试验过程中相关人员可根据系统提示规范操作,随后利用计算机程序自动汇总、采集试验数据,确保试验结果准确,提升试验效率。使变电站高压电气仪器具有自动录入、数据管理、数据存储、数据分析、试验报告分析等功能,可以为变电站搭建通用型的数据库结构,大量存储试验数据,提升电气试验中数据信息的利用率,为高压电气设备的升级、管理创造有利条件。

### 结束语

本文对新时期电力系统中高压电气试验进行了探讨,并提出了一些改进和优化的方法。因此在试验过程中,试验人员必须要以相关标准为基本要求,结合现场情况,提前分析试验过程中应当关注的重点问题,明确试验要点,深入做好安全保障措施,准确做好数据记录,以此能够通过试验结果精准评估变压器运行故障,及时采取对应措施进行处理,为输变电系统安全稳定运行提供有效保障。

### 参考文献

- [1] 翟亮. 电力系统高压电气试验的问题分析[J]. 电子技术, 2020, (8).
- [2] 刘书泉. 电力系统中高压电气试验的检测与研究[D]. 山东: 山东大学, 2017.
- [3] 孙洋. 电力系统中高压电气试验的分析[J]. 中国设备工程, 2022 (01): 233-234.
- [4] 吴锐志. 电力系统中高压电气试验的检测与研究[J]. 工程技术研究, 2020, 5 (16): 107-108.