

特高压变压器套管局部放电试验技术分析

付彬

沈阳和新套管有限公司

[摘要]特高压变压器本身对于电流的顺利通行有着重要的保护作用,而高压变压器需要以较好的绝缘性能,保障电路系统平稳的运行状态,利用套管局部放电试验技术,可科学的检测特高压变压器的运输与保卫功效,通过放电试验技术能够凸显出特高压变压器中存在的问题,对于特高压变压器的后续维护起着不可估量的作用,本文依从特高压套管局部放电试验技术基础了解深入到技术原理、试验要求、实验前准备工作及试验过程中发现问题的分析做简单的阐述,在相关人员充分了解局部放电试验技术后,找到局部放电检测干扰源并针对干扰问题提出对应性的抗衡措施,望与相关从业者讨论研究。

[关键词]分析;特高压变压器;套管局部放电;试验技术

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.558

引言

近年来我国的经济趋于多元化的发展,对于电力的需求与日俱增,因此我国的电力应保障在维持常规化的运输下,以更强化安全维护,为用电提供稳定的运输空间,管控人们生活生产的有效电力运用,推动社会的可持续和谐发展,相关人员应充分了解局部放电试验技术的内涵,利用局部放电试验技术有效检测变压器的材料是否损毁,设计工艺是否能够维持电路安全运行,重点对于特高压变压器本身的绝缘性做出考量,以确定特高压变压器在稳定直流电通行方面的指标,做出及时的问题处理。

一、特高压套管局部放电试验技术基础了解

众所周知,局部放电试验技术是检测特高压变压器系统绝缘稳定性的重要指标之一,因此应针对特高压变压器的常见放电内容进行全面处理,一般在特高压变压器的安装过程中,都会利用电压实验做好各个环节的电压问题分析,完善其安装的工艺流程,然而在特高压变压器投入使用后,仍旧需要利用局部放电试验技术做好更为细节化的检测,当检测到局部的放电问题后,就可以根据局部放电的主要产生诱因,继续检查特高压变压器是否存在内部杂质,或者在电流的运行中,是否有电流过于集中于一点,是保障特高压变压器长期运行的必要施行环节。但在局部放电试验技术的操作过程中,应针对局部问题做好前期规划,一些工作人员没有注意到局部放电试验技术操作会对特高压变压器造成的绝缘损坏问题,在实验的操作中手法较重,反而导致设备损伤,在经济的额外支出下,难免影响常规化的用电需要。

二、特高压套管局部放电试验技术原理

由于该实验仅作用于局部放电,因此在实验的操作中,并不需要贯穿整个绝缘设置,只需要在局部的一定绝缘厚度上做放电处理,特高压变压器再长时间得不到内部的清洁维护的情况下,产生不良的介质影响,或者特高压变压器施行的技术不到位,在技术操作中敷衍了事,通过局部放电试验技术都能得到有效的检验。而局部放电产生的主要原因是设备的绝缘性能问题或本身的缺陷问题,因此在场强比较大时,设备会发生熄灭或者是反复被击穿的现象。另外,测量局部放电量最常用的方法是脉冲电流法,这也是国际上比较通用的方法。

三、特高压套管局部放电试验要求

根据国家标准及特高压变压器套管的型式试验的要求,特高压套管局部放电试验是按照带有局部放电测量的长时感应电压试验(ACLD)中进行的,试验过程中其3个试验电压等级举例分别为:

1) 在 $U_1=1.7U_m/\sqrt{3}=1100\text{kV}$ 电压下,局部放电激发时间为5min;

2) 在 $U_2=1.5U_m/\sqrt{3}=953\text{kV}$ 电压下,视在局部放电量 $<10\text{pC}$;

3) 在 $U_3=1.1U_m/\sqrt{3}=699\text{kV}$ 电压下,视在局部放电量 $<5\text{pC}$;

四、特高压套管试验前准备

特高压变压器套管局部放电试验在带有屏蔽的试验大厅内进行,由于试验电压较高,需要对试验场地温湿度进行控制,以满足试验的要求,避免出现高压套管中部出现电晕的现象,分别在距离地面1.5m和1.2m的位置检测温度和湿度值。为了控制实验室的温度和湿度,为实验室专门配置大功能的恒温恒湿空调系统,实验前把试验场地的环境温度控制在 26°C 左右,湿度控制在 $<65\%$,方可达到试验要求。

套管安装在专用的油罐上进行试验,实验前油罐中的油耐压值达到70kV,且各项指标均合格,并且经过足够时间静态放置。试验过程中,将套管末屏接地端子和电压测量端子(即电压抽头)短接后通过测量阻抗接地,并在高压端注入25pC校准脉冲进行视在放电量校准。由于特高压套管局部放电试验要求高,试验时的抗干扰措施以及对干扰源的排除非常重要,为此,准备紫外线成像仪和红外线成像仪进行干扰源排查。

特高压套管预局放试验干扰的排除。在进行预局放试验前对试验场地进行清理,确保无关设备远离试验区域并进行良好的接地。在预局放试验过程中采用并联发进行局部放电测量,在试验过程中出现的放电及外部干扰情况,用紫外线成像仪或者红外线成像仪观察试验回路的设备和连线,观察在耦合电容器和分压器的拉杆在高场强下放电状态。由于分压器拉杆在试验现场无法拆除,仅拆除耦合电容器拉杆,可以用工业酒精擦拭分压器拉杆。

五、特高压套管试验方法

特高压套管的局部放电试验按照GB/T7354的方法进行安装接线。局部放电测量阻抗 Z_1 接入耦合电容器的低压端，特高压套管的末屏接地端子和电压测量端子（即电压抽头）短接后接入测量阻抗 Z_2 ，测量阻抗 Z_1 、 Z_2 的输出接入局部放电测量装置（PDM）。在试验过程中，利用多通道的局部放电测量装置组成GB/T7354标准中所要求的串联测量、并联测量、平衡测量或脉冲鉴别法测量模式，同时可以从局部放电装置上分析、判断所发生局部放电的性质，有利于消除干扰的影响。

六、特高压套管现场局部放电检测干扰源及抗干扰措施分析

（一）空间电磁波干扰分析

电力系统中的载波通信、高频保护信号和无线电广播等空间电磁波会产生高频正弦波对正常的波形产生干扰，这些干扰波往往具有固定的谐振频率和频带宽度，此次试验通过对局部放电检测仪设置软硬件滤波系统控制空间电磁波的干扰。软件内部设置的FIR可以通过滤波器和减法器实现自动滤波的功能，硬件上设置的高通滤波器低通滤波档位可以实现滤波的功能。现场测量时需要根据局部放电对系统的灵敏度和背景噪声进行测量，从而系统就可以选择合适的低频和高频滤波档位，来对测量中的干扰信号进行避开。这个过程不适宜选择宽度小的测量频带，因为过窄的测量频带对有效放电信号可以产生一定的忽略，因此在选择局部放电检测仪测量带的宽度时候一般不得小于100kHz。通过这个过程将数据采集系统采集到具有局部放电信号和周期性干扰信号的输入列输入一系列的多通带FIR滤波器，最后输出的就是具有周期性的干扰信号，然后再使用减法器对干扰信号与输入列进行相减，从而是系统可以最大限度地避免干扰频率，最终输出局部放电信号。

（二）电晕干扰分析

试验中的回路如果处于高电位的导电部分就会产生电晕放电现象，例如试验中使用的法兰、金属盖帽、试验变压器和耦合电容器的端部都是特别容易产生电晕的部分。另外，如果试验回路中如果有地方的连接处接触不良地方也是特别容易产生电晕的部分。电晕干扰的特点是会随着试验电压的升高而增大的，在局部放电检测中电晕干扰是非常明显的。对高压端电晕放电的抑制的最好方法是选用合适的屏蔽环、罩、球等。检查所有的连接部位，从而保证连接处的接触良好从此来消除系统中的接触放电的现象发生。在选用屏蔽罩的时候要检验屏蔽罩的上部是否为半球形、下部是否为单环形。屏蔽双环必须由两个圆形的单环组成，并且屏蔽罩和屏蔽双环表面的最大强度不得大于1.5MV/m。屏蔽罩的计算可以通过相应的公式来计算。采用的高压导线和连接线按防晕设计中导线和连接的直径必须足够大，这里场强可以采用原著对平板电机的场强计算公式来计算。

（三）脉冲型干扰分析

脉冲型干扰在时域上是持续时间较短的脉冲信号，在频域上则是频率成分的款待信号，因而脉冲型干扰具有局部放电信号的大部分特征。因而在进行局部放电试验中，高频脉冲型干扰的波形和频率特征与放电脉冲极为相似，甚至在一般状态下很难区分，唯有使用三维图谱观察才能比较明显地对脉冲型干扰进行区分。高频脉冲型干扰大致可以分为三类：固定相位的脉冲干扰；与电压相位有时间相关规律的干扰；随机出现的干扰脉冲。脉冲型干扰在时域上呈离散型，针对这一特性应该采用时域开窗法来进行抑制，时域开窗也有硬件和软件之分，硬件方法主要有差动平衡阀和脉冲鉴别法。两者都是利用两个测量点之间的脉冲差来对外部干扰进行抑制。但是在实际应用中，由于进入两脉冲的脉冲干扰的来源和途径具有差异性，因而脉冲干扰在相位和幅值上的差别也是非常大的，因而采用的单一的方法是无法对所有脉冲干扰进行抑制的，可以采用超声波来进行识别提高识别的精确性。

（四）检测阻抗引起的干扰分析

在对换流变压器现场局部放电进行试验的过程中由于施加在变压器套管上的电压会很高，如果流经局部放电检测的阻抗电流较小就容易产生超过其本身的电流，在这种情况下就会引起检测阻抗的磁饱和，因此，在测量电压时要检测阻抗内的磁饱和会产生谐波的影响。相关的试验证明这种谐波的幅值与所选用的检测阻抗的通流强度有关，如果系统选用的检测阻抗具有较大的调节上限，那么系统中能够通过的电流能力就强，产生谐波的可能性就越小。如果局部放电检测回路的灵敏可测性降低，那么检测就必须根据局部放电试验的具体情况来做相应的调整。

结语

电力行业作为我国最重要的行业之一，其设备的代化和更新会直接影响到我国电力行业的发展，而特高压变压器套管局部放电试验技术的发展也会保障到电力系统安全平稳的运行。由于特高压变压器套管局部放电试验需要涉及的内容较多，所以为了有效确保局部放电实验能够安全稳定进行，则需要对变压器套管的安装工艺、每道工序的合格施工及高压试验的方法进行严格要求，这不仅能够有效的保证特高压变压器套管的质量，而且还可以通过试验为变压器其他各项部件的运行试验提供重要的数据支撑，确保电力系统稳定、安全运行及持续的发展进步。

参考文献

- [1] 郑广宇. 特高压换流变现场局放试验分析[J]. 华东科技: 学术版, 2010, 36
- [2] 汪涛, 聂德鑫, 邓建刚. 一种适用于特高压换流变压器绕组内部局部放电定位方法及装置[J]. CN103884967A. 2014
- [3] 马卫平, 王朔, 程方晓. 油气变压器现场局部放电试验及故障诊断[J]. 吉林电力, 2004. 35-37