

一起变压器局部放电交接试验中绝缘缺陷的发现及分析

吴亮¹ 武坤²

(1. 广东电网公司汕头供电局, 广东 汕头 515041; 2. 国网河北省电力公司, 河北 石家庄 050021)

摘要: 大型电力变压器在投运前必须进行局部放电交接试验, 介绍了一起 220 kV 电力变压器局部放电交接试验中发现的 B 相中压局部放电量超标现象, 通过对放电图谱特征的分析, 结合技术定位和变压器历史信息, 判断出局部放电原因和位置, 经过吊罩检查找到了放电位置并对缺陷进行了消除。

关键词: 变压器; 局部放电; 交接试验; 引线

Abstract: The hand-over test of partial discharge should be done for large-scale power transformers before being put into operation. The phenomenon about excessive partial discharge found in phase B in hand-over test for a 220 kV power transformer is introduced. The discharge waveform is analyzed combined with technique location and historical information of the transformer. After the examination of the transformer, the insulation defect of partial discharge is located and eliminated.

Key words: transformer; partial discharge; hand-over test; leading wire

中图分类号: TM403.3 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2015)03-0027-03

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2015.03.006

0 引言

大型电力变压器出厂之前应进行严格的出厂试验考核, 但由于长距离运输中的振动或运行现场重新装配中工艺控制不良等原因, 安装完成后仍可能存在内部缺陷, 因此技术人员应认真进行每一台变压器的交接试验, 确保变压器无缺陷投入运行。下面介绍了一起 220 kV 变压器在交接试验时发现的局部放电超标缺陷, 通过干扰排查、图谱特征判断、技术定位, 结合诊断设备测量和历史信息的排查分析, 最终判断出绝缘缺陷的原因和位置。

1 试验概况

该变压器为三相三绕组 220 kV 电力变压器, 型号为 SFPSZ9-180 000/220, 额定容量为 180 000/180 000/60 000 kVA, 额定电压为 (220 ± 8 × 1.25%) / 121/38.5 kV, 联结组编号为 YNyn0d11。依据 GB 50150-2006《电力装置安装规程 电气设备交接试验标准》对该变压器进行局部放电检测, 以变频电源装置(400 kW, 频率范围 30 ~ 300 Hz) 为试验电

源, 通过中间试验变压器对被试电力变压器低压绕组励磁, 中间变压器输出电压为 ± 35 kV, 试验采用低压双边加压方式对高中压绕组励磁, 并在高、中压套管末屏处监测局部放电信号。低压双边加压方式可以有效降低变压器低压套管承受的电压, 并且更好地模拟变压器的实际运行情况。试验接线见图 1。

2012 年 3 月 12 日进行局部放电交接试验时, 发现 B 相中压 $1.3 U_m / \sqrt{3}$ 下局部放电量为 1 000 pC (超过规程规定的不大于 300 pC), 高压局部放电量为 170 pC。A、C 相高、中压局部放电量均不大于 100 pC, 符合要求。

2 试验分析

该变压器出厂试验时三相高、中压侧局部放电量均不大于 100 pC, 现场安装完成后其他交接试验项目均符合规程规定。为确认该变压器 B 相中压局部放电信号产生的原因和位置, 试验人员首先对放电图谱的特征进行了判断, 并结合试验环境对各种可能性的干扰信号进行了排查, 初步判断了局部放电产生的位置, 结合变压器在出厂试验结束后的

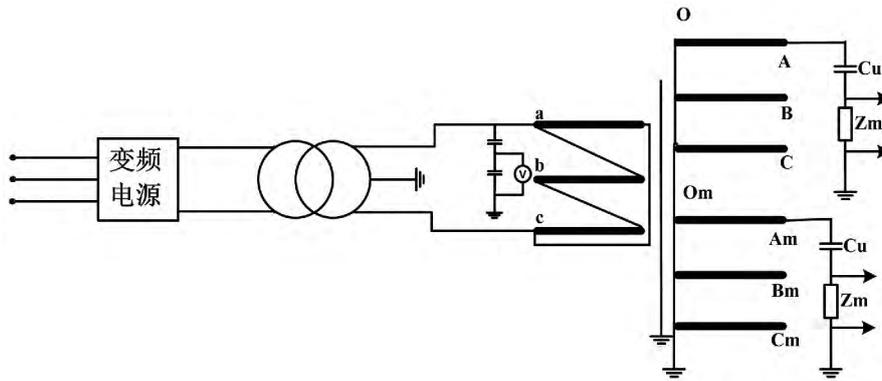


图1 变压器局部放电试验接线(以A相为例)

运输过程和重新装配过程中工作内容,找到了该局部放电信号的原因和位置。

2.1 干扰排查

在安装现场进行变压器局部放电试验时,经常会由于外界复杂环境引入各种类型的外界干扰,因此在检测到局部放电信号后,试验人员首先对各种可能存在的外部干扰进行了排查。

1) 通过对B相中压侧附近的所有金属体进行拆除、接地、清理,局部放电未消失,排除了套管附近环境可能带来的干扰;

2) 相同试验环境下,对B相与A、C两相试验结果进行对比测试,A、C两相局部放电量均小于100 pC,且未出现放电脉冲,仅B相出现局部放电脉冲信号,排除了试验电源和试验设备、试验接线不良等的干扰;

3) 更换均压环、检测阻抗、信号线等干扰排除措施后,局部放电未消失,排除了检测系统和空间信号可能带来的干扰。

2.2 局部放电图谱特征

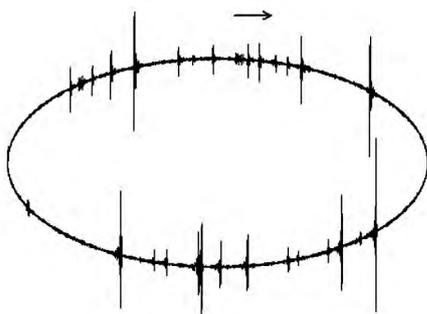


图2 B相中压局部放电图谱(箭头为旋转方向)

经过多次的升压和降压,并保持该 $1.3 U_m/\sqrt{3}$ 试验电压下对B相中压套管末屏处测量的局部放电信号进行监测,观察到的局部放电图谱(见图2)具有以下特征;

1) 放电信号在同一个周波内对称分布,具有典型的相位特征;

2) 该局部放电信号的起始电压初次为 $1.3 U_m/\sqrt{3}$ 、多次试验后为 $1.2 U_m/\sqrt{3}$; 熄灭电压为 $1.1 U_m/\sqrt{3}$, 起始电压略高于熄灭电压;

3) $1.3 U_m/\sqrt{3}$ 下,30 min 长时间加压过程中局部放电量维持于1 000 pC附近,仅有50~100 pC的逐渐衰减,下一次局部放电时依旧为1 000 pC,局部放电量幅值未见明显升高和降低。

与标准图谱相比,该局放特征可能为电极表面的气隙、介质内部气隙、悬浮电位放电等类型。由于该变压器出厂试验时和本次A、C相试验时均未检测到明显的局部放电,因此可以排除绝缘材料内部气隙引起放电的可能。同时加压过程中采用超高频局部放电测试仪和紫外测试仪对B相中压套管外部进行检测,未检测到放电信号,因此排除了B相中压套管外部的悬浮放电和尖端放电。可以初步判断局部放电应位于变压器的套管内部。

2.3 局部放电定位

为确认放电源的位置,改用非被试相短路接地的中性点支撑法对B相进行局部放电检测。采用中性点支撑法^[1],当被试相套管端部电压与中性点接地法一致时,绕组匝间电位差仅为中性点接地法时的2/3,通过对被试相套管端部施加相同的感应电压,对比放电量的起始熄灭电压和大小即可对脉冲放电发生的位置进行初步判断。如果两种方法下放电量一致,表明脉冲放电信号与绕组匝间电位差无关,脉冲放电发生位置可能为绕组引线至套管端部之间或套管外部。如果中性点支撑法时的放电量小于中性点接地法时,放电产生的部位就可能出现在变压器绕组中。该变压器在两种接线方式下的检

测结果表明,两种试验方法下局部放电信号的起始、熄灭电压及测量电压下的放电量均一致,因此判断放电位置应为B相中压绕组引线抽头至套管端部之间。

由于该套管为穿缆式结构,且出厂试验时为同一支套管,运输和安装过程中未受到撞击或损伤,因此排除套管本身的影响。结合重新安装套管工作流程,判断该局放可能原因有以下3种:

- 1) 穿缆时B相中压引线入套管时偏移、与附近距离不足;
- 2) 穿缆时由于卡涩等原因,安装人员拔引线过程中用力过大,造成B相中压引线外包绝缘破损;
- 3) 引线压装垫块受力发生位置偏移。

2.4 缺陷处理

2012年3月17日至3月18日,对该变压器进行了吊套管检查,检查内容主要为中压B相引线入套管位置是否出现偏离、表层绝缘及折弯处绝缘情况是否存在异常、压装垫块是否松动。发现以下两处问题:

- 1) B相中压引线入套管位置偏移,距离套管内部均压帽距离过近,该处由于高场强的存在可能引起局部放电;

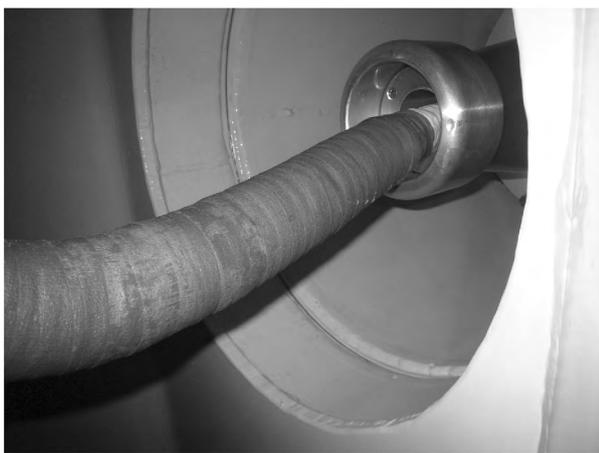


图3 B相中压引线入套管位置偏移

- 2) B相中压引线外包绝缘破损。B相中压引线外包绝缘存在3处明显的破损痕迹,可能在引线穿套管施工过程中造成,破损处若形成气隙,可能会造成电极表面气隙放电。

对两处绝缘缺陷进行处理,剥掉中压B相引线表层绝缘重新包扎并适当加厚2~3mm,重新安装套管并检查引线入套管位置。处理完成后于3月20日重新进行该变压器局部放电试验,试验通过。

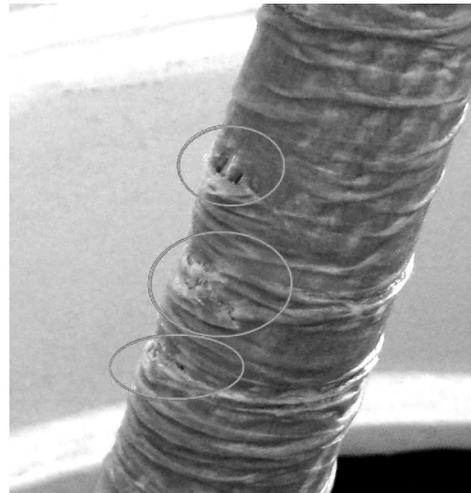


图4 B相中压引线外包绝缘层破损

3 小结

电力变压器由出厂到运行中需经历长途运输和重新装配,因此严格的现场交接试验是对设备是否可以无缺陷投运的重要保障;局部放电缺陷的分析不仅需要图谱特征,还应结合技术定位和历史信息,才能准确判断局部放电的原因和部位;变压器在设计中应加强引线绝缘的设计,并在现场装配过程中严格把控施工工艺,避免引线长度不当引起位置偏移、施工造成外绝缘破损等原因引起的绝缘缺陷。

参考文献

- [1] 胡启凡. 变压器试验技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [2] 邱昌荣. 高电压试验技术基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.
- [3] 李云阁, 冯玉昌, 张祥全, 等. 750 kV 变压器现场工频感应耐压和局部放电试验[J]. 电网技术, 2007, 31(10): 64-68.
- [4] 张广东, 吕景顺, 孙亚明, 等. 感应耐压接线方式对变压器线间电压的影响[J]. 变压器, 2012, 49(8): 50-54.
- [5] 陈楚羽, 刘孝为, 高宏伟, 等. 变压器现场局部放电试验及其故障判断[J]. 西北电力技术, 1998, 105(2): 9-14.
- [6] 张永跃. 变压器的现场局部放电试验[J]. 电网技术, 1997, 21(3): 34-38.
- [7] 李中元. 大型变压器在现场的局部放电试验[J]. 变压器, 1996(3): 35-38.
- [8] 王景林, 郑易谷. 青海变电站220 kV 变压器局部放电试验[J]. 云南电力技术, 1999(1): 34-35.
- [9] 张秀成. 110 kV 级壳式电炉变压器感应耐压试验方法[J]. 变压器, 2009, 46(8): 36-38.

(收稿日期: 2015-02-11)