

Analysis of Excessive Standard Problem of Partial Discharge of Dry-Type Transformer

Tao Li

Zhengzhou Airport Creative Power Equipment Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 451171, China

Abstract

Local discharge is the main cause of aging and breakdown of insulation parts. The short time discharge will not cause damage to the medium of the whole channel, but because the transformer generally operates for a long time, once the discharge continues, the electrolytic of the discharge will accelerate the oxidation of the insulation parts, and corrode the insulation effect, thus shortening the life of the transformer. The degree of damage depends on the discharge performance and the failure mechanism of the insulation under the discharge action. Dry type transformer is magnetic circuit and winding are not immersed in insulated liquid, all dry type transformer shall be partial discharge measurement. This paper mainly describes the local discharge exceeding the standard encountered in the process of daily test, and a series of measures taken, to achieve the local discharge test once qualified, improve the primary qualified rate of the product, and provide the direction for the future dry transformer process control.

Keywords

dry-type transformer; partial discharge; process control

干式变压器局部放电超标问题分析

李涛

郑州空港科锐电力设备有限公司, 中国·河南 郑州 451171

摘要

局部放电是引起绝缘件老化并导致其被击穿的主要原因。短时间的放电不会造成整个通道的介质受损,但是由于变压器一般是长期运行的,所以一旦放电持续,放电的电解作用会使绝缘件加速氧化,并腐蚀绝缘效果,从而缩短了变压器的寿命。其损坏程度,取决于放电性能和放电作用下绝缘的破坏机理。干式变压器是磁路和绕组均不浸于绝缘液体中的变压器,所有的干式变压器均应进行局部放电测量^[1]。论文主要描述日常试验过程中遇到的局部放电超标,及所采取的一系列解决措施,争取局部放电试验一次合格,提升产品的一次合格率,为以后的干式变压器制程控制提供了方向。

关键词

干式变压器;局部放电;制程控制

1 引言

我公司干变生产线自2023年7月从北京怀柔转移到郑州生产基地以来发生了十多起干式变压器局部放电试验超标情况,超标的试验结果在25PC~155PC之间范围波动。经过一系列处理后,笔者对此类故障进行了一些总结,和大家共同讨论。

2 设备概况

我公司测试用局放仪适用范围、检测方法、试验回路、技术性能参数等完全符合国际标准IEC 60270、国家标准GB/T 7354和DL/T417《电力设备局部放电现场测量导则》标准要求。

【作者简介】李涛(1983-),男,中国河南周口人,本科,助理工程师,从事变压器制程控制研究。

- ①名称:数字式局部放电检测仪。
- ②产品型号:XYPD-04E。
- ③测量通道:独立四通道。
- ④可测试品的电容量范围:6pF~250μF。
- ⑤测量范围:0.1pC-10000nC。
- ⑥检测灵敏度:0.01pC。
- ⑦采样精度:12bit;采样速率:20M/S。
- ⑧工作环境温度:-10℃~45℃;相对湿度:≤95%。
- ⑨电源:AC220V;频率:50Hz;功率:300W。

3 试验准备

先将仪器的接地端接地,再进行下面的操作;在拆除连线时,最后断开接地端。试验前,试品的绝缘表面(尤其是高压端)应做清洁化处理。各连接点应接触良好,尤其是高压端不要留下尖锐的接点,高压导线应尽可能粗,以防电晕。输入单元要尽量靠近试品,而且接地要可靠,接地线最

好用编织铜带。主机也须接地，以保证使用安全。试验回路尽可能紧凑，即高压连线尽可能短，试验回路所围面积尽可能小。

局部放电测量应在所有绝缘试验完成后进行。根据变压器是单相还是三相结构，来决定其低压绕组是由单相绕组还是三相绕组供电。试验电压波形应尽可能是正弦波，且试验频率应适当地比额定频率高些，以免试验期间励磁电流过大^[1]。测量应按 GB1094.3 和 GB/T 7354《局部放电测量》的规定进行，局部放电水平的最大值是 10PC^[1-3]。

4 局部放电超标原因分析

4.1 原材料

干式变压器内部的电磁线、绝缘件要圆整化，不能有尖角和毛刺，因为在高电场强度作用下，电荷容易集中到尖角的地方，从而引起放电；所以，对绝缘材料的质量有一定的要求，绝缘材料质量差，局部放电量肯定大。

4.2 绝缘结构设计

如果绝缘结构设计不合理，绝缘距离或爬电距离不足，该倒角的地方没有倒角，造成尖角；在设计线圈图纸时层间或匝间的场强过高，影响之一就是局部放电量增大。

4.3 浇注工艺水平

如果真空度不够或者烘干时间不够，造成内部有气泡或水汽等，局部放电量肯定会大些，所以浇注设备要按照使用说明要求定期维护，且操作时严格执行各工艺参数并做好设备日常维护。

4.4 装配工艺水平

装配水平的高低直接影响局部放电量的超标与否，装配素质不高，如操作人员手套很脏，有铁屑或灰尘太多，或者有些绝缘部件没有紧固，都会引起局部放电量增大。

4.5 环境原因

环境是指由于车间生产环境或存放环境对干式变压器局部放电产生的影响，变压器装配完成后闲置时间太长，造成绝缘件含水量超标或者灰尘太多，存放环境空气湿度太大都会引起局部放电量增大。

5 原因查找

我司发生的多起局部放电超标现象，经过变压器制程

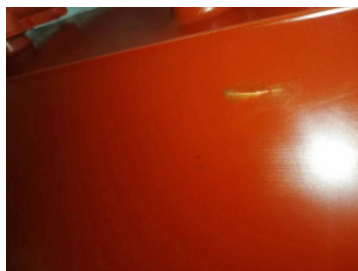


图 2 电磁线裸露

控制人员的努力都找到了超标的原因，消除了这些影响因素，局部放电试验得以通过。这些影响局放的原因及维修过程如下：

①高压线圈角封线固定螺栓处有金属碎屑，也就是高压线圈首尾头连接线端部需要安装螺栓，在螺栓紧固过程中，螺栓和螺母有金属碎屑脱落黏附在螺母上，操作人员安装防护绝缘胶套前未进行有效吹扫和擦拭，造成金属碎屑遗留在绝缘胶套内(图 1)。拆掉绝缘胶套，清除胶套内及螺栓、螺母上黏附的金属碎屑后，复试局部放电试验，试验结果为 1PC，复试合格。



图 1 绝缘胶套内有金属碎屑

②高压线圈焊接接线端子后，组装浇注外模时，高压线圈 5 分接引线位置处理不到位致使其引线贴紧浇注外模内壁，造成高压线圈浇注后电磁线外漏(图 2)，此台干式变压器局部放电试验结果为 55pc。发现这一情况后对高压线圈裸露电磁线部位进行了维修，采取手持设备将裸露电磁线周围轻微打磨，使其表面变毛，增加摩擦力，局部范围内重新补刷树脂。待树脂干燥后打磨光滑(图 3)，复试局部放电试验合格。

③低压线圈涂刷端部密封时，凝固过程中端部悬挂有水滴状树脂(图 4)，没有及时清除。这台干式变压器局部放电试验结果一直在 40pc，维修中没有电磁线裸露情况发生，也没有金属碎屑黏附现象。采取把水滴状树脂清除措施后(图 5)，复测局部放电试验，结果为 3pc，合格。

④浇注后高压线圈因上下端面和端子板处有尖角不光滑，需要打磨处理。打磨后，气道孔内灰尘或粉末状异物未清扫干净，造成局部放电试验结果超标。重新使用无尘布蘸取工业酒精清理气道后(图 6)，复试局部放电试验，合格。

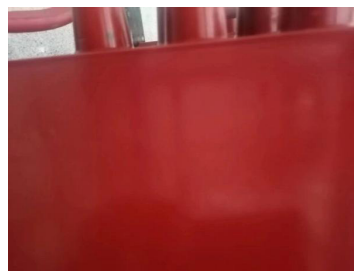


图 3 电磁线裸露修复后



图4 端部有较多水滴状树脂



图5 清除水滴状树脂后



图6 清理后的高压线圈

6 今后工作的预防

①高低压线圈绕制要使用质量合格的原材料，绕制过程中发现原材料带有毛刺要及时处理，铜箔和电磁线焊接后要打磨光滑再加包要求的绝缘材料。高压线圈绕制完成后浇注组模过程中，电磁线折弯或焊接时，要防止尖角毛刺产生，焊接时做好相应的防护措施，防止焊渣落入线圈内部。

②制程控制人员监督检验时要配备小型强光手电筒，一是方便携带；二是方便制程控制人员对不易观察的部位进行照射，发现生产过程中存在的操作问题，及时反馈解决。

③低压线圈刷端封时，端封涂料配比要合适并结合季节和气温调整配比参数，且一次配料不宜过多，并防止料杯中落入异物。

④浇注组模时，模具下端面要清理干净，确保无灰尘或金属粉末。浇注后的高压线圈拔出气道条时，按照工艺要求使用木质工装敲打，不可暴力操作防止敲出凹坑或损坏

线圈。

⑤浇注后的高压线圈清理气道时，要使用洁净的无尘布蘸取工业酒精，线圈平放时要左右各清理一次，已污染的酒精要及时更换。

以上是笔者处理局部放电试验超标及制程控制采取措施的一些经验和总结，希望对读者有所帮助，欢迎大家讨论交流。

参考文献

- [1] GB 1094.11—2022 电力变压器 第11部分:干式变压器(2022版) [S].北京:中国标准出版社,2022.
- [2] GB 1094.3—2017 电力变压器 第3部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙 附录F变压器局部放电测量应用导则(2017版) [S].北京:中国标准出版社,2017.
- [3] GB/T 7354—2018 高电压试验技术 局部放电测量(2018版) [S].北京:中国标准出版社,2018.