

To Explore the Enclosed Line 330 kV Transformer Preventive Test Method of GIS

Haiyun Zhang

Gansu Power Investment Jiudianxia Hydropower Development Co., Ltd., Lintao Gansu
Email: ltdtzh@163.com

Received: Aug. 21st, 2015; accepted: Sep. 7th, 2015; published: Sep. 11th, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This paper analyzes and practices the connection structure of the closed GIS line transformer and explores the experimental method of not dismantling closed gas pipelines and high voltage wires. The practical data for the health status of the closed type transformer are obtained. The paper analyzes and judges test data and compares test data with the data of commissioning tests and similar equipment tests. Then, it verifies the correctness and the reliability of the method. The results show that the test method used in the insulation technical supervision of the enclosed transformer can play a very good practicality. The preventive test of transformers and check tests in the abnormal situation can be carried out regularly. It is an effective electrical test method.

Keywords

Enclosed GIS Switching, Transformer, Preventive Test

探索封闭式GIS出线330 kV变压器 预防性试验的方法

张海云

甘肃电投九甸峡水电开发有限责任公司, 甘肃 临洮
Email: ltdtzh@163.com

收稿日期: 2015年8月21日; 录用日期: 2015年9月7日; 发布日期: 2015年9月11日

文章引用: 张海云. 探索封闭式 GIS 出线 330 kV 变压器预防性试验的方法[J]. 电气工程, 2015, 3(3): 77-81.
<http://dx.doi.org/10.12677/jee.2015.33010>

摘要

本文对封闭式GIS出线变压器的连接结构进行分析、实践，探索出不拆除封闭气管道和高压引线的试验方法，取得表征封闭式变压器健康状态的实际数据，对试验数据分析判断，并与交接试验、同类设备试验数据进行对比，进而验证了方法的正确性和可靠性。结果表明采用的试验方法，在封闭式变压器的绝缘技术监督中能发挥很好地实用性，可以定期开展变压器的预防性试验和异常情况下的检查试验，是一种有效的电气试验方法。

关键词

封闭式GIS开关，变压器，预防性试验

1. 引言

随着电气技术的快速发展，气体绝缘金属封闭开关设备 GIS 由于机构紧凑，占地面积和空间体积小，运行安全可靠等诸多优势在水电站得到了广泛的应用，而越来越多的电力变压器更是采用高压套管——GIS 出线的连接方式，高压套管与变压器的连接头三相全封闭在 GIS 组合电器中，该类变压器高压引线不方便拆卸，甚至无法进行拆卸，按常规的试验方法定期开展变压器预防性试验有一定困难。现阶段在线设备的诊断技术尚未足够成熟，预防性试验仍是变压器等电力设备运行与维护工作中的一个重要环节，是保证设备安全运行的主要手段。因此，探索封闭式 GIS 变压器不拆封闭气管道和高压引线的试验方法十分必要。

2. 现场设备概况

九甸峡水电站 3 台主变为油浸式双绕组变压器，型号 SF10-120000/330GY，额定容量 120,000 kVA，接线组别 YNd11，额定电压 $363 \pm 2 \times 2.5\%/13.8$ kV。变压器高压侧与高压套管的连接头三相全封闭在 GIS 组合电器中，导致大部分以往行之有效的常规试验项目无法正常进行，如绕组的直流电阻、绕组的介损、泄漏电流等项目。变压器低压侧未封闭在气室中，可在本体进行试验监督。

DL/T596-1996《电力设备预防性试验规程》[1]中规定，变压器的预防性试验周期为 1~3 年，预防性试验结果对判断电气设备能否继续长期稳定安全运行起着不可替代的作用。对于 GIS 连接出线的变压器，拆除和恢复高压引线，会大大增长检修、试验时间，造成 SF₆ 气体浪费，提高检修费用，极大影响变压器的可用系数等指标的完成和提高，还可能引发诸如设备密封不严、直流电阻偏大等其它缺陷[2]。

3. 现场试验

3.1. 试验项目

- 1) 绕组的绝缘电阻、吸收比或(和)极化指数；
- 2) 绕组的直流电阻；
- 3) 绕组连同套管的 $\text{tg}\delta$ 及电容量；
- 4) 绕组连同套管的直流泄漏电流。

3.2. 采取措施(以#2 主变为例)

1) 绕组的绝缘电阻、吸收比或(和)极化指数；绕组连同套管的 $\text{tg}\delta$ 及电容量；绕组连同套管的直流泄漏电流；低压侧绕组的直流电阻试验项目

断开 2B 低压侧 12DL 开关，断开 2B 高压侧 3302GIS 开关，拉开 3302 甲刀闸，合上 3302 甲丁刀闸，打开变压器高压侧中性点接地引线，打开变压器低压侧连接引线。

- 2) 高压侧绕组的直流电阻试验项目

如图 1 所示，断开 2B 低压侧 12DL 开关，合上 2B 高压侧 3302GIS 开关，拉开 3302 甲刀闸，合上 3302 甲丁刀闸，打开 3302 甲丁刀闸暴露在空气中的导电部位与外壳的连接。

3.3. 试验部位

1) 高压侧绕组的绝缘电阻、吸收比或(和)极化指数；高压侧绕组连同套管的 $\text{tg}\delta$ 及电容量；高压侧绕组连同套管的直流泄漏电流试验项目。

试验部位：变压器高压侧中性点。

2) 高压侧绕组的直流电阻试验项目。

试验部位：3302 甲丁刀闸打开部位靠变压器侧。

3) 低压侧绕组的绝缘电阻、吸收比或(和)极化指数；低压侧绕组连同套管的 $\text{tg}\delta$ 及电容量；低压侧绕组连同套管的直流泄漏电流试验；低压侧绕组的直流电阻试验项目。

试验部位：低压侧绕组本体。

3.4. 试验方法

1) 测量绕组的绝缘电阻、吸收比或(和)极化指数，选用 2500 V 或 5000 V 兆欧表在变压器高压侧、低压侧分别测试。低压侧对地的绝缘电阻直接进行，高压侧对地的绝缘电阻测量从变压器高压侧中性点进行。并在变压器本体上测试铁芯、夹件对地绝缘电阻。

2) 测量高压侧绕组连同套管对地的 $\text{tg}\delta$ 及电容量，采用反接法，低压侧短路接地，在变压器高压侧中性点处加压 10 kV 测试。因变压器绕组对地的电容量远大于变压器中性点套管对地的电容量，此接线对变压器高压侧中性点套管的绝缘缺陷反映是不灵敏的，还要测试高压侧中性点套管的 $\text{tg}\delta$ 及电容量。首先用 2500 V 兆欧表测量套管末屏对地绝缘电阻，合格后采用正接线，末屏接试品输入，在主绝缘处加压 10 kV，测量高压套管的 $\text{tg}\delta$ 及电容量，此接线杂散电容影响小。测量低压侧绕组连同套管对地的 $\text{tg}\delta$

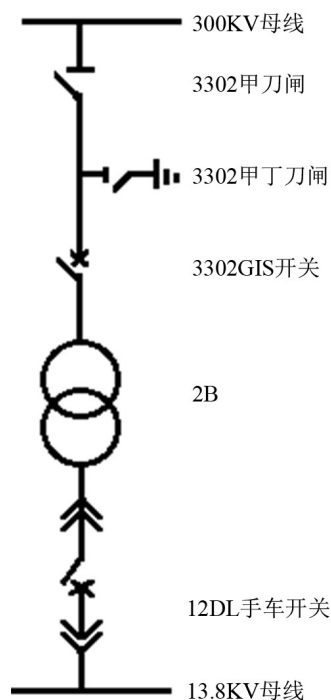


Figure 1. The wiring diagram

图 1. 接线图

及电容量，采用反接法，高压侧短路接地，低压侧绕组短接，加压 10 kV 测量数据。

3) 测量高压绕组连同套管的直流泄漏电流，低压侧短路接地，加压部位在变压器高压侧中性点处，加压 40 kV，测量直流泄漏电流值；测量低压绕组连同套管的直流泄漏电流，高压侧短路接地，低压侧绕组短接，加压 10 kV 测量数据。

4) 测量高压、低压侧绕组的直流电阻，采用恒压恒流法的直流电阻测试仪。为防止产生较大测量误差，非被测绕组应开路。测量高压侧直流电阻，在 3302 甲丁刀闸打开部位靠变压器侧导体部分加试验夹，测试变压器高压侧线间直流电阻，直接将线电阻进行比较，当线电阻不平衡率不合格时，将线电阻换算为相电阻，以便于查出不合格相的确切部位。该变压器高压侧绕组为星形接法，换算公式为 $R_a = \frac{(R_{ab} + R_{ac} - R_{bc})}{2}$ ； $R_b = \frac{(R_{ab} + R_{bc} - R_{ac})}{2}$ ； $R_c = \frac{(R_{bc} + R_{ac} - R_{ab})}{2}$ 。其中 R_{ab} 、 R_{ac} 、 R_{bc} 为线电阻， R_a 、 R_b 、 R_c 为相电阻。测量低压侧绕组的直流电阻值得注意的是，这种大容量的变压器，电感较大，测量时间较长，试约 20~30 min，一定要充电到位，待试验数据稳定后读取电阻值。

3.5. 接线恢复

恢复 3302 甲丁刀闸打开部位与外壳的连接，恢复变压器高压侧中性点套管接地引线，恢复变压器低压侧引线，安全措施按照规程及电站要求进行。

4. 数据对比

2013 年 10 月，对#2、#1、#3 主变进行预防性试验，铁芯、夹件、高压侧中性点套管绝缘电阻及介损项目在 本体进行试验，试验结果合格，将所有试验数据与交接试验、同类设备试验数据相比较，现场的试验条件和气象条件符合规范要求，数据对比见表 1。

Table 1. Transformer test data comparison table
表 1. 变压器试验数据对比表

序号	试验项目	交接试验数据		试验位置	预防性试验数据				标准规定	试验位置		
		#2 主变			#2 主变	#1 主变	#3 主变					
1	绕组绝缘电阻(GΩ)	高压侧	200	本体	高压侧	100	高压侧	100	高压侧	100	应无明显变化	中性点
		低压侧	200	本体	低压侧	100	低压侧	100	低压侧	100		
2	绕组连同套管的直流电阻(mΩ)	高压侧	AO:1129 BO:1122 CO:1130	本体	高压侧	AO:1091 BO:1091 CO:1090	高压侧	AO:1096 BO:1097 CO:1098	高压侧	AO:1105 BO:1105 CO:1109	差别小于三相平均值的 2%	甲丁刀闸
		低压侧	ab:2.53 bc:2.51 ca:2.53	本体	低压侧	ab:2.37 bc:2.36 ca:2.37	低压侧	ab:2.45 bc:2.45 ca:2.46	低压侧	ab:2.61 bc:2.57 ca:2.56		
3	绕组连同套管的 tgδ 及电容量(%、nF)	高压侧	0.238; 13.49	本体	高压侧	0.200; 14.640	高压侧	0.170; 16.675	高压侧	0.160; 16.533	小于 0.8%	中性点
		低压侧	0.225; 23.25	本体	低压侧	0.33; 23.054	低压侧	0.32; 23.107	低压侧	0.56; 22.730		
4	绕组连同套管的直流泄漏电流(μA)	高压侧	18	本体	高压侧	7	高压侧	8	高压侧	6	应无明显变化	中性点
		低压侧	7	本体	低压侧	2	低压侧	2	低压侧	1		

通过统计表可以看出，把试验结果和有关标准的规定值相比较，符合规程要求；和交接试验数据进行比较，试验结果有微小变化，有试验设备不同的一些影响；和同类设备的试验结果相比较，无显著的差异。试验数据说明，不拆高压引线的方法是可行的、有效的，试验数据能反映封闭式 GIS 出线变压器的实际状况。

5. 结论

通过对封闭式 GIS 出线连接变压器采用不拆除封闭气管道和高压引线的电气试验方法，提高了监测手段，积累了试验数据，节约试验成本，缩短停电时间，提升试验效率，人身、设备安全性能高。可定期开展该类变压器的绝缘技术监督，并在异常情况下进行变压器的检查试验，及时采集到准确、可靠的试验数据，掌握设备绝缘状况，为判断封闭式变压器的健康状态提供科学依据。

参考文献 (References)

- [1] DL/T 596-1996. 电力设备预防性试验规程. 中华人民共和国电力工业部.
- [2] 李建明, 朱康 (2001) 高压电气设备试验方法. 四川省电力试验研究所, 成都. 中国电力出版社, 北京.