

一起 35kV 主变故障的分析诊断

杨翔宇，钱洁颖

（江苏省电力公司检修分公司苏州分部，江苏 苏州 215131）

摘 要：文章对一台35kV主变事故进行了分析,对事故变压器进行了简单有效的试验，并准确得出变压器本体故障原因，为现场处理事故提供了参考和依据。

关键词：变压器；雷击；故障分析

电力变压器是电力系统中主要设备之一，它的正常运行是电网安全、可靠、经济运行的重要保障。苏州地区电网发展比较快，35kV电压等级变压器正逐渐被淘汰，为数不多的几台主变产品也比较陈旧、使用时间比较长，成为事故发生的多发地。本文介绍一起由于雷击导致的主变故障，提出诊断分析及处理意见。

1 故障情况

该变压器型号为SZ10-20000/35，额定电压为35kV/10.5kV，容量为20000kVA，短路阻抗为8.6%。

事故为主变差动保护动作、本体轻瓦斯动作，主变两侧开关动作。事故当时当地有强烈雷暴雨天气，经查主变中性点避雷器有1次动作记录，线路侧避雷器未动作。

2 试验情况及分析

2.1 外观检查

现场检查未发现变压器出口有明显短路现象，也未发现有明显雷击点。检查主变外观情况发现主变本体瓦斯继电器内存在大量气体，其他无异常。

2.2 本体油样及瓦斯继电器集气色谱分析

表1 油气色谱分析结果

试验性质	氢气	甲烷	乙烷	乙烯	乙炔	总烃	一氧化碳	二氧化碳
之前跟踪	33	14.1	2.0	1.6	0.6	18.4	1145	8495
变压器中部	280	61.7	5.4	47.6	134.4	249.2	1670	11034
变压器下部	363	63.9	4.7	41.6	122.0	232.2	1531	9678
气样	249959	15454.6	293.2	8885.2	21767.8	46400.8	75633	11024

从色谱试验结果来看（见表1），故障后主变绝缘油存在含量很高的乙炔（原0.6ppm乙炔为早期产生，近2年来跟踪一直保持稳定），总烃也较上一次有明显增长，因此判断变压器内部发生了高能量的电弧放电。^[1]

2.3 电气试验情况及分析（温度30℃，湿度80%）

绝缘电阻试验：见表2。

表2 绝缘电阻测试结果

时间 /min	HV-LV、 E/ MΩ	LV-HV、E /MΩ	铁芯绝缘 /MΩ	夹件绝缘 /MΩ
15	8600	4500	4000	3000
60	12000	7200	-----	-----

绝缘试验结果正常，说明变压器横绝缘没有明显的薄弱环节。进一步分析，电弧放电点可能在绕组匝间。

变压器低电压开短路试验：见表3。

表3 低电压开短路试验结果

项目	加压	短接	电压/V	电流/I	功率/W	短路阻抗/Ω
空载	ab	bc	144.24	19.038	531.02	
	bc	ca	144.72	19.097	532.54	
	ca	ab	400.96	0.206	26.58	
短路	AO	abc	23.99	4.9957	9.6	4.80
	BO	abc	18.78	4.9221	11.42	3.82
	CO	abc	24.34	5.0014	9.85	4.87

空载试验数据显示，ab、bc加压时，空载电流异常偏大，接近短路电流；而ca加压时空载电流正常。

短路试验显示，短路阻抗误差已经达到23.35%，远远超过规程规定的2%^[2]，这主要就体现在B相短路阻抗明显偏小。

综合开短路试验结果，基本可以判断故障点在

B相绕组。

直流电阻试验（油温38℃）：见表4。

表4 直流电阻测试结果

分接档位	A0/ Ω	B0/ Ω	C0/ Ω	ΔZ
1	0.12556	0.11499	0.12641	9.34%
2	0.12129	0.11449	0.12215	6.42%
3	0.11702	0.11473	0.11800	2.80%
4	0.11211	0.11200	0.11227	0.24%
5	0.11713	0.11441	0.11817	3.23%
6	0.12129	0.11444	0.12212	6.44%
7	0.12559	0.11524	0.12682	9.45%
	ab	bc	ca	----
----	0.17460	0.17594	0.17635	1.00%

通过直流电阻试验可以看到，中间档（第4档）三相高压直阻偏差正常，其他档位三相高压直阻偏差均超标，主要体现在B相高压直阻明显小于其他两相，且除中间档外，B相各档高压直阻没有明显变化。

综合直阻的数据，我们分析得出，放电点应该位于B相调压线圈内部或者调压引线部位。故障原因是雷击导致变压器遭受了近区短路或穿越性短路电流，造成了变压器调压线圈的损坏。

由于试验已经明显判断出主变的故障情况，现场无法修理，必须返厂大修，所以于故障当晚启动变压器故障应急抢修预案，有效组织抢修力量组织更换主变，并恢复送电。

3 解体检查情况及故障总结

在制造厂对变压器解体检查，发现B相绕组外侧分接引线已经明显错位。如图1所示。



图1 变压器分接引线图

打开B相调压绕组围屏后，发现调压绕组变形严重，大部分线饼受电力作用纠结在一起，且有放电现象。

如图2所示。



图2 B相调压绕组图

返厂解体后检查结果同试验分析结果一致。

综上所述，本次主变事故由以下两点原因：

1) 变压器本身结构存在缺陷，绕组最外侧分接引线固定不良。另外，调压绕组试验的导线厚度明显不足，机械强度比较差，在短路冲击下很容易变形。

2) 从变压器绕组变形的损坏程度来看，应该是主变在雷击后导致绝缘薄弱，击穿后造成短路电流流过绕组后，导致绕组严重变形。

4 结束语

变压器在经过雷击后，应对变压器的绝缘情况、绕组情况进行综合分析。在色谱试验中成分有明显异常，而绝缘电阻试验通过的情况下，应该重点分析变压器纵绝缘。低电压开短路试验、直流电阻试验等低电压项目对试验电压低、试验接线简便、试验时间短，且能有效检查出变压器纵绝缘缺陷，非常适合抢修现场。有助于设备运行单位在故障后第一时间准确掌握变压器的健康状况，制定正确有效的应对方案，及时恢复变电站的正常运行。

参考文献：

[1] 陈化钢. 电力设备预防性试验方法及诊断技术[M]. 中国水利水电出版社, 2009.
[2] DL/T596-1996, 电气设备预防性试验规程[S].

作者简介：

杨翔宇（1985-），男，江苏苏州人，助理工程师，从事高电压试验工作；
钱洁颖（1985-），女，江苏无锡人，助理工程师，从事高电压试验工作。