



主变直流电阻不平衡率超标的分析及处理



漆柏林, 李映清, 魏万红
(甘肃白银供电局, 甘肃 白银 730040)

1 引言

变压器绕组的直流电阻(以下简称直阻)测试是主变预试中的主要试验项目。直阻及其不平衡率是综合判断变压器绕组的异常和故障的一个主要依据。《电力设备预防性试验规程》规定,1.6MVA以上的变压器,相电阻不平衡率不应大于2%,线电阻不平衡率不大于1%。1.6MVA及以下的变压器,相电阻不平衡率一般不大于4%,线电阻不平衡率一般不大于2%。近年在对主变的预试中,发现并及时处理了几起变压器直阻超标的安全隐患,确保了主变的健康运行。

2 典型直阻不平衡率超标实例及处理方法

2.1 分接开关接触不良造成的高压绕组直阻不平衡率超标

2.1.1 直阻测试及数据分析

在对某变电所2号主变(型号SFSZL-31500/110,有载调压开关型号为SYXZ-110/200型组合式开关,15级调压)预试中发现高压侧直阻不平衡率超标,其中最大相间不平衡率达3.07%。从测试数据来看,除了8挡(中间挡)外,A相直阻普遍较B、C相大,且A相直阻在7-8挡以及8-9挡存在梯度异常增大的现象,即在7-8挡、8-9挡的直阻差值 0.04Ω 左右,而其它挡位间的差值却都在 0.015Ω 左右。B、C相各挡位以及A相的1-7挡、9-15挡,各相邻挡级间的直阻梯度与变比基本符合(测试7、8、9三个挡位的变比,确定各分接位置正确)。从测试数据情况来看,排除了主变套管及公用引线焊接及断股和切换开关接触不良等问题。从分接开关的原理来看(如图1所示),除了8挡(图中的“0”分接位置)外,其它挡位均将极性开关串接于高压绕组回路。因此,根据直阻测试结果可以看出,A相选择器的动静触头或其引线有接触不良的问题。

2.1.2 处理经过

修试人员先将2号主变在极性开关切换的挡

表1 处理前高压侧直阻测试数据

挡位	R_{AV}/Ω	R_{BV}/Ω	R_{CV}/Ω	误差/%
1	0.844 1	0.823 5	0.823 2	2.51
2	0.829 0	0.810 1	0.808 2	2.54
3	0.813 4	0.793 2	0.792 6	2.60
4	0.799 0	0.780 5	0.778 0	2.67
5	0.783 0	0.762 9	0.762 4	2.68
6	0.768 1	0.748 9	0.747 7	2.70
7	0.752 8	0.732 1	0.732 2	2.80
8	0.713 0	0.716 5	0.718 7	0.49
9	0.755 7	0.732 9	0.736 3	3.07
10	0.770 8	0.750 3	0.750 8	2.71
11	0.785 5	0.765 5	0.756 7	2.58
12	0.800 9	0.782 8	0.781 2	2.49
13	0.815 6	0.796 6	0.796 2	2.42
14	0.830 6	0.812 7	0.812 2	2.24
15	0.845 5	0.826 6	0.826 4	2.29

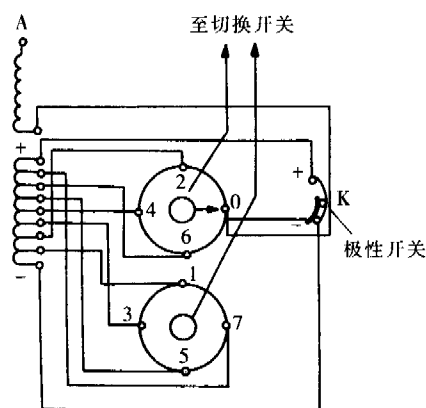


图1 分接选择器原理图

位(即7-8-9挡)反复操作数次后,测试直阻数据并未发生明显变化。放油后,打开人孔,检修人员进入器身对分接选择器进行检查,发现选择器及极性开关动静触头表面有轻微氧化现象。于是,对极性开关动静触头表面进行了处理,紧固了各引线接头。反复测试4次,直阻不平衡率较前有明显下降,最大值为 $<0.64\%$ (温度 7°C ,7挡)。真空注油后,又进行了一次全挡位直阻测试,相间不平衡率最大误差为

0.50% (如表 2, 油温 30℃, 14 挡)。

表 2 处理后高压侧直阻测试数据

档位	R_{ab}/Ω	R_{bc}/Ω	R_{ca}/Ω	误差/%
1	0.786 9	0.787 6	0.788 4	0.19
2	0.772 9	0.773 4	0.774 2	0.16
3	0.757 9	0.758 4	0.759 2	0.17
4	0.743 6	0.744 2	0.744 9	0.17
5	0.727 9	0.729 2	0.730 1	0.30
6	0.713 5	0.714 9	0.715 6	0.29
7	0.699 6	0.700 0	0.701 2	0.22
8	0.683 7	0.684 4	0.684 7	0.14
9	0.700 0	0.700 4	0.701 2	0.17
10	0.713 2	0.715 2	0.716 0	0.39
11	0.727 8	0.729 5	0.730 6	0.38
12	0.742 4	0.744 5	0.745 2	0.37
13	0.756 2	0.758 7	0.759 8	0.47
14	0.770 6	0.773 7	0.774 5	0.50
15	0.785 2	0.787 9	0.789 0	0.48

2.2 套管将军帽接触不良引起的高压侧直阻不平衡率超标

在对石城变电所 2 号主变 (型号 OSFPSZ-240000/330) 用红外线测温仪测温时发现, 110kV B 相套管将军帽的温度达 118℃ (当时负荷为 107.8MVA, 110kV 侧电流 516A, 环境温度 23℃)。修试人员当日对此进行了检查处理。在取下 B 相套管将军帽后, 测得三相直阻不平衡率合格 (如表 3), 从而排除了导电杆与套管引线的焊接及变压器绕组引线故障的可能性。检查发现将军帽螺纹与导电杆螺纹都有过热痕迹及氧化层, 且将军帽螺纹只旋入整个螺纹长度的 2/3, 使得其与导电杆的接触面积减少了近 1/3, 接触电阻增大。当负荷较大时, 接头发热, 接触面局部氧化, 从而形成发热——氧化的恶性循环。在检修人员处理了螺纹的氧化层, 调整了将军帽与导电杆的螺纹的旋入深度, 增大了接触面积后, 三相直阻测试合格。

表 3 石城变 2 号主变 110kV 侧直阻测试数据

时间	相别	R_{ab}/Ω	R_{bc}/Ω	R_{ca}/Ω	误差/%
春检预试		0.084 84	0.085 08	0.086 20	1.59
修前测试*		0.084 21	0.084 74	0.085 34	1.35
修后测试		0.084 74	0.084 64	0.085 34	0.82

注:*B 相数据为卸下将军帽的测试值。

2.3 绕组引线与导电杆连接不良引起的低压侧直阻不平衡率超标

在对一泵变电所 2 号主变 (型号 SFZL7-110) 预试中发现 6kV 侧直阻不平衡率超标 (如表 4), 从测

试数据来看, bc、ca 间的直阻较 ab 间的直阻大, 表明 c 相绕组回路存在问题。在测试中排除了套管外部导电杆与接线鼻子接触不良的问题后, 初步判断 c 相绕组引线与导电杆连接不良。检修人员打开 6kV 套管手孔, 检查发现 c 相套管导电杆与绕组接线板的连接螺母有松动, 处理各接触面, 紧固连接螺母后, 测试直阻合格。

表 4 一泵变 2 号主变 6kV 侧直阻测试数据

时间	相别	R_{ab}/Ω	R_{bc}/Ω	R_{ca}/Ω	误差/%
处理前		0.013 55	0.014 40	0.014 39	6.0
处理后		0.013 10	0.013 14	0.013 20	0.76

3 应采取的预防措施

近年来主变直阻不平衡率超标在主变预试中时有发生。常见的故障类型有内部分接开关接触不良或其引线连接不良的问题, 有绕组引线与导电杆连接的问题, 有高压套管将军帽与导电杆接触不良的问题。针对以上这些问题, 建议做好以下几点防范措施。

(1) 对内部引线接触不良问题, 由于处理工序比较复杂, 往往需要对主变放油和抽真空注油, 因此检修人员在主变大修中对此要引起足够的重视, 要对各导电回路的接头、分接开关动静触头进行认真检查, 处理接触面的氧化层, 并检查紧固接头, 防止漏检和出现检修质量不良。

(2) 对长期在低挡运行的分接开关, 每年应从最低挡位至最高挡位往返循环操作一次, 对有载调压开关还应在极性开关动作的挡位 (15 级调压的分接开关在 7-8-9 挡, 19 级调压分接开关在 9-10-11 挡或 9a-9b-9c 挡) 往返操作数次, 以清除动触头表面的氧化层和污垢。

(3) 绕组引线断股和焊接质量不良的问题, 虽然在以前直阻测试中不易测出, 但在检修过程中却发现过, 同样要引起高度的重视。建议变压器在受到短路电流冲击后, 应及时测量其直流电阻, 发现问题及时处理。

(4) 要进一步将测量直阻与变压器油的色谱分析相结合进行综合判断, 并在工作中注意积累这方面的经验, 为分析与处理变压器直阻超标提供更全面的技术依据。

参考文献:

[1] 陈化钢, 张开贤, 程玉兰. 电力设备异常运行及事故处理 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.