

一起变压器套管将军帽温度过高分析与处理

邓杰

重庆大学附属涪陵医院

[摘要]本文介绍了某水电厂2号主变高压侧引出线A相和B相将军帽温度偏高的原因及分析、检查及处理,通过对变压器绕组直流电阻测试和接触电阻测试,判断出问题所在并进行针对处理。基本解决了主变高压侧A相和B相将军帽温度偏高的问题。为其类似故障提出一个解决思路,供专业人员参考。

[关键词]主变;引出线;将军帽;温度过高

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2020.03.664

一、引言

设备巡视工作中,红外测温一直是重要手段。2019年12月,某水电厂运维人员巡视时发现2号主变高压套管A相和B相将军帽处温度过高现象,最高温度达104℃。立即申请对2号主变停电处理。

变压器套管将军帽过热严重时,会导致瓷套温度升高。高温可能使瓷套套管破裂,也会使高压套管油纸绝缘性能恶化,产生击穿现象,酿成事故。因此为了确保主变压器的安全稳定运行。电站运维人员必须定期对设备红外测温,发现设备温度异常升高后,及时进行处理。

该水电厂共安装两台50000kVA主变压器,型号为SF9-50000/110,变压器型式为三相双绕组油浸风冷无载调压,联结组别为YNd11。额定电压为121±2*2.5% / 10.5kV。因现场电压需要,主变常用档位在5档(额定电压115kV)。

二、故障详情

2018年03月完成对2号主变年检预试,预试时测试高压绕组直流电阻测试结果如下表1:

档位	A-0 (mΩ)	B-0 (mΩ)	C-0 (mΩ)	不平衡率 (%)
1	431.9	442.2	436.9	2.33
2	422.0	432.2	426.9	2.40
3	412.4	422.4	417.6	2.40
4	402.5	412.7	407.8	2.52
5	392.9	402.9	397.8	2.55
主变绕组温度25℃				

从表1中看出高压绕组直流电阻不平衡率已超过标准值2%,直流电阻测试结果不合格。

检查2017年03月年检预试中对2号主变高压侧绕组测试结果为(5档,油温20℃):A相431.9 mΩ;B相442.2 mΩ;C相436.9 mΩ。直流电阻平衡率为2.33%。

直流电阻不平衡率较上次略有增加(从2.33%增至2.55%)。通过紧固将军帽上铜排连接螺栓以防止接线铜排接

触不良、多次切换无载分接开关防止开关触头氧化后重新测量,测得直流电阻值无变化。因此认为两次测值无明显变化。

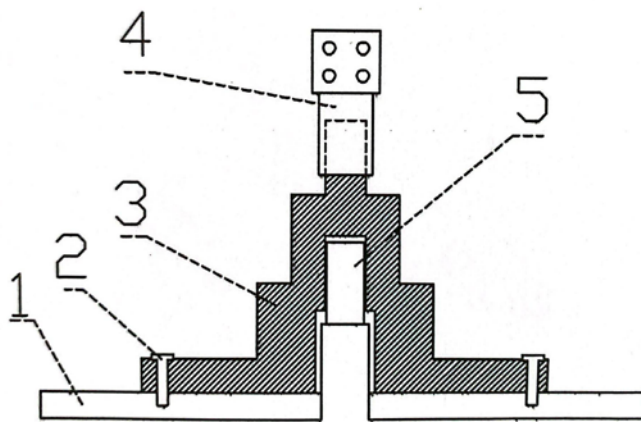
在2号主变投入运行后,均在满负荷下对2号主变进行红外测温,发现2号主变高压侧套管将军帽A相和B相将军帽温度偏高,C相将军帽温度正常。

由于将军帽温度异常,因此加密监视将军帽温度变化趋势。

为保证接下来汛期高温天气大负荷情况下2号主变正常运行,决定立即停电处理。

三、原因判断及处理

查询资料得知,该水电厂主变高压套管型号为BRDLW型油纸电容式套管,其引出线结构如下图1:



1. 头部压盖; 2. 紧固螺栓; 3. 将军帽; 4. 接线板; 5. 电缆头

从图中看出,将军帽温度偏高主要有3个可能:一是高压套管接线板与引出线接线板接触电阻过大;二是将军帽与接线板接触电阻过大;三是电缆头与将军帽接触电阻过大。

按照“先易后难”,“先外后内”的原则进行如下判断处理。

(一) 判断高压套管接线板与引出线接线板接触情况

首先怀疑故障点为高压套管接线板与引出线接线板接触电阻过大。对该处接触电阻进行测量,测试结果为A相25 μΩ; B相19 μΩ; C相22 μΩ。

高压侧引出线接线板接触电阻最大只有 $25\ \mu\ \Omega$ ，且C相将军帽温度正常，判定主变高压侧引出线接线板接触电阻合格。

(二) 判断高压套管将军帽与接线板接触电阻情况

对2号主变高压套管将军帽与接线板测量接触电阻，测试结果为A相 $22\ \mu\ \Omega$ ；B相 $23\ \mu\ \Omega$ ；C相 $20\ \mu\ \Omega$ 。高压套管将军帽与接线板之间直流电阻合格，接触良好。

(三) 判断高压绕组电缆头与将军帽接触情况

由于现场无法直接测量高压绕组电缆头与将军帽的接触电阻，只有通过测量将军帽连同高压绕组直流电阻进行间接判断。

拆下2号主变三相高压套管接线板后，对主变高压绕组重新测量直流电阻，测试结果为（5档，油温 $38\ ^\circ\text{C}$ ）：A相 $422.1\ \text{m}\ \Omega$ ；B相 $414.7\ \text{m}\ \Omega$ ；C相 $404.9\ \text{m}\ \Omega$ 。直流电阻不平衡率为4.16%。

2号主变高压绕组三相直流电阻不平衡率为4.16%，较年检预试时测量值2.5%有较大异常升高。从三相直流电阻阻值来看，A相直阻最大、B相次之、C相最小。与B相温度 $104\ ^\circ\text{C}$ 、C相温度 $83\ ^\circ\text{C}$ 、A相温度 $50\ ^\circ\text{C}$ 能对应。判定故障点在将军帽或绕组内部，又由于主变红外测温时发现主变高压侧A相和B相将军帽处温度高，因此判定故障极有可能为高压绕组电缆头与将军帽之间接触电阻大。

(四) 处理过程

拆下三相将军帽后检查发现，主变高压侧绕组接头均有不同程度发黑现象，A相最为严重，对主变高压绕组接头三相进行打磨，打磨前后如下图：



同时，在拆除将军帽的过程时发现将军帽拧紧力较小，有松动情况。在回装时使用更大的扭力对将军帽进行紧固，使得将军帽和绕组接头有足够配合压力。

安装完成后再次测量高压绕组直流电阻，测试结果为（5档，油温 $37\ ^\circ\text{C}$ ）：A相 $410.4\ \text{m}\ \Omega$ ；B相 $413.4\ \text{m}\ \Omega$ ；C相 $409.8\ \text{m}\ \Omega$ 。直流电阻不平衡率为0.88%。

可以看出，处理后直流电阻不平衡率由4.16%降至0.88%，直流电阻不平衡率合格。问题处理完毕。

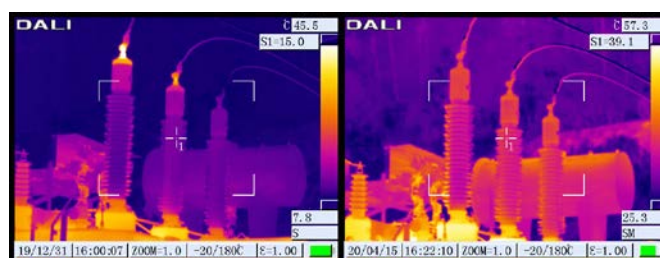
在2号主变恢复运行后，2号机经7小时30MW负荷运行后，气温 $26\ ^\circ\text{C}$ 、主变油温 $55\ ^\circ\text{C}$ 情况下测试2号主变高压侧三相接头温度均为 $48\ ^\circ\text{C}$ 。温度正常。

(五) 原因分析

分析此次故障原因为：

2号主变在安装过程中将军帽拧紧力度不够，导致运行中将军帽与高压绕组接线头配合压力不足。在主变长期运行和停送电中，由于振动和热胀冷缩，出现将军帽与高压绕组接头接触不良情况，引起将军帽发热。将军帽发热引起高压绕组接线头发黑氧化，同样导致接触电阻增加。最终加重将军帽发热情况。

(六) 处理前后红外热成像图片



四、结语

据了解，此类套管将军帽发热的情况时有发生。为变压器的安全可靠运行带来较大安全隐患。为杜绝此类缺陷发生，应采取以下措施：

1. 加强红外测温。运维人员每日巡视时对主变进行红外测温，电气专业人员每月对主变进行专业测温，并定期保存红外热成像照片。对测温数据进行比对分析，对有劣化趋势的设备重点关注或及时处理。
2. 注重分析试验数据。在历年年检预试时发现2号主变直流电阻均超过2%，没有认真分析原因，查找故障点。在发现异常时应及时分析及时处理。刨根问底，解决问题。
3. 做好设备验收工作。经检查，2号主变将军帽从投入运行后就没有进行拆开检查，说明将军帽在安装时没有完全安装到位。在变压器检修安装、验收时，电气专业人员需对套管的结构和安装要求了解清楚，并严格执行。

参考文献：

[1] 张国稳, 祁光胜. 主变压器高压套管将军帽缺陷分析及处理. 电网与清洁能源. (2012) 04-0098

[2] 李林. 一起主变压器套管将军帽发热故障的分析与处理. 四川电力技术. (2016) 04-0050-04.

[3] DL/T 596 - 2005 电力设备预防性试验规程