

## 一起 110 kV 主变故障的综合分析诊断

刘 强,陈 伟,周晴晴  
(南京供电公司,江苏 南京 210008)

**摘 要:**通过对一起主变差动保护动作跳闸事故的故障分析,表明全面收集设备信息并进行综合判断对确定变压器故障性质的重要性。提出了针对有载分接开关油室渗漏油情况下,通过跟踪绝缘油色谱变化趋势,排除分接开关渗漏油对变压器油色谱分析影响的方法。

**关键词:**变压器;跳闸;综合诊断

**中图分类号:**TM41

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2010)06-0017-02

变压器故障诊断是判息、定期检测信息和在线检测数据情况进行分析判断外,在确定能否继续投运时,要以各种可能的故障为目标,进行故障综合评估。故障诊断中,专业技术人员不仅应熟练掌握相关设备专业知识,还应全面理解规程规定,根据收集设备故障信息综合分析,准确判定设备故障。

### 1 故障情况

2008 年 5 月 28 日 18 时 01 分,某变电站 110 kV 2 号主变比率差动动作,2 号主变两侧开关跳闸。

主变保护装置显示 17 时 58 分 2 号主变比率差动保护动作;变压器断变压器故障性质及能否继续运行的重要工作,也是状态评估的重要内容。故障诊断除通过故障信息、变压器外观巡检信外观检查无异常,瓦斯继电器、压力释放阀均未动作。其他相关一次设备外部检查未发现任何异常。该主变运行 14 年,以往运行中未发现异常情况。

故障前系统运行正常,无操作,天气晴好。

### 2 试验情况及分析

#### 2.1 保护检查校验

(1)保护交流电流回路的绝缘电阻均大于 50MΩ,符合要求。(2)2 号主变非电量保护的動作試驗,邏輯正確。(3)对主变差动保护装置做了电流回路幅值的精度和相位试验,符合要求。差动保护动作试验,逻辑正确。(4)分析 2 号主变差动保护动作报文,差动保护的差流和制动电流仅 B、C 相有,根据电流向量图可知反映是 110 kV 侧 C 相有故障。

以上保护动作的分析得出结论:认为是 110 kV 侧 C 相故障可能性很大。

#### 2.2 电气试验情况

对相关 110 kV 及 10 kV 配电装置及保护装置进行试验和校验,具体结果如下。

(1)绕组绝缘电阻、电容量与上一次修试记录相比无明显变化。

(2)直流电阻测试结果正常。

(3)低电压阻抗不平衡率 2.14%,超 2% 标准。具体见表 1。

表 1 变压器低电压阻抗的测试数据

| 日期         | 电压<br>/V | 电流<br>/A | 功率<br>/W | 阻抗<br>/Ω | ΔZ<br>/%  | 档位        | 油温<br>/℃ % |
|------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|
| 2008-05-28 | 211.3    | 4.999    | 54.35    | 42.27    | 2.15<br>% | 高压<br>3 档 | 38         |
|            | 210.4    | 4.999    | 55.30    | 42.09    |           |           |            |
|            | 206.8    | 4.999    | 100.30   | 41.37    |           |           |            |
| 2007-10-22 | 230.0    | 4.999    | 62.37    | 46.01    | 0         | 高压<br>1 档 | 18         |
|            | 229.2    | 4.999    | 61.77    | 45.85    |           |           |            |
|            | 229.6    | 4.999    | 64.46    | 45.90    |           |           |            |

仅从阻抗试验的绕组阻抗值变化分析,似乎未见特别严重的异常情况,理由如下。

(1)由于 2 次阻抗的测试不在一个档位(2007 年在 1 档,跳闸后在 3 档),纵向的阻抗不宜比较,但数据符合规律。

(2)阻抗横相比较相差 2.15%,表明绕组有一定程度变形,但经验表明这一数据通常不宜作为对变压器绝缘损坏程度判断的依据。我公司在役运行的多台变压器有类似情况,目前均采取色谱分析跟踪监测运行,且运行正常。类似的阻抗差异,一般不易查出变形部位(尤其变形一般发生在内绕组上,需拔绕组检查),且现行标准对阻抗偏差已作放宽,要求阻抗相间偏差或与原始阻抗数据相比不大于 3%。

但从有功功率测试数据中,却发现了较大的异常,分析如下。

(1)有功功率 C 相比 A、B 相大了近 1 倍,正常情况下,出现这么大损耗偏差不太可能。考虑到损耗主要是试验电流在绕组电阻上产生的有功损耗,除了引线和接头影响外,可能的故障情况是匝间短路。据此,C 相存在匝间短路疑点上升。

(2) 如进行空载试验应该有助于进一步的判断。

2.3 油色谱情况

故障跳闸后 3 h 左右, 采油样结果显示油中分解气中有微量乙炔(8.1 $\mu$  L/L)。主变跳闸前、后历次试验数据见表 2。

表 2 变压器油色谱历次试验数据

| 日期   | 2007-10-22 | 2008-02-29 | 2008-05-15 | 2008-05-19 | 2008-05-20 | 2008-05-28 | 2008-05-30 |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 氢    | 2          | 6.3        | 22.3       | 20.5       | 25.2       | 26.7       | 164.1      |
| 甲烷   | 1.9        | 6.4        | 3.9        | 4.4        | 4.4        | 4.8        | 52.3       |
| 乙烷   | 1.9        | 2.5        | 1.9        | 1.9        | 1.9        | 1.9        | 4.7        |
| 乙烯   | 3.7        | 5.6        | 4.8        | 5.2        | 5.2        | 6.4        | 77.2       |
| 乙炔   | 0          | 1.3        | 3.8        | 4.9        | 5.2        | 8.1        | 160.5      |
| 总烃   | 7.5        | 15.8       | 14.4       | 16.4       | 16.7       | 21.2       | 294.7      |
| 一氧化碳 | 33.3       | 61.7       | 83.6       | 88.3       | 103.9      | 67         | 108.4      |
| 二氧化碳 | 2 811.9    | 2 922.9    | 2 708      | 2 891.9    | 2 791.9    | 2 490.8    | 2 348      |

注:2008 年 5 月 15 日怀疑切换开关油室可能渗油;2008 年 5 月 19 日切换开关油室放油检查;2008 年 5 月 20 日分接开关注油后,观察分接开关油位变化,确认渗油;2008 年 5 月 28 日故障后 3 个多小时(28 日下午 9 点取油样);2008 年 5 月 30 日下午 4 点多取油样。

从历次变压器绝缘油色谱数据跟踪结合变压器与分接开关油位检查看,变压器的有载分接开关存在渗漏油情况。

(1)调压开关的切换开关油室渗油为判断变压器故障带来困难从表 2 可知,变压器绝缘油的乙炔含量在此次故障前 3 个月前就已出现,后经检查分析,确认为由于调压开关切换开关油室(见图 1)的渗漏引起,变压器本体绝缘油色谱变化趋势较慢且趋于稳定。

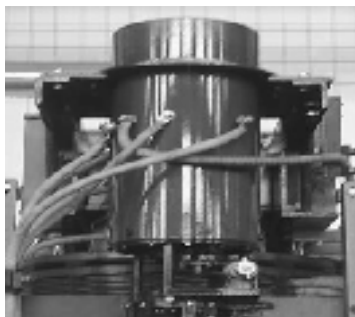


图 1 调压开关切换开关油室

(2)跟踪绝缘油色谱变化趋势可排除切换开关油室渗油影响。

故障后的色谱数据较前次测量值有较大变化,且再次测量出现跃变,色谱变化趋势发生明显变化。变压器差动保护动作跳闸,如属变压器内部缺陷(过热或放电),一般将产生大量的故障气体,但由于故障后一般会立即切断冷却器(如有)电源,故障气体自然扩散,组分扩散到取样口的扩散速度较

慢,立即进行绝缘油色谱分析,不一定能准确反映故障情况,需经过一定时间扩散后色谱方能反映。但分接开关渗漏油造成的变压器色谱异常,一般变化趋势较慢,通过色谱跟踪可掌握其变化趋势(从表 2 可见)。通过注意区别色谱的变化趋势可有效排除分接开关油室渗漏引起的色谱变化。

3 综合诊断

(1)保护动作的分析得出结论:认为是 110 kV 侧 C 相故障可能性很大。

(2)C 相在低的电压下的损耗出现比其他两相大一倍,损耗增大主要是试验电流在绕组电阻上产生的有功损耗,C 相匝间短路疑点上升。

(3)色谱跟踪发现数据持续增长,且变化趋势出现较大突变,变压器存在故障的可能极大。

4 解体检查

对该主变进行解体检查,吊罩后即发现在 C 相高压绕组下部调压区域上方上部 4 饼处,有 2 饼绕组被烧损,故障点发生被烧损的 2 饼绕组存在明显的局部变形现象,从被烧绕组部位看,故障原因主要是绕组匝间绝缘的损坏,导致线饼的烧损,故障类别为匝间短路。

5 结束语

(1)在试验数据异常,尤其是测试值处于规程标准限值的临界值时,不宜根据单一试验数据确定设备状态,应进行综合诊断;判别各类试验数据的变化趋势,如几项试验数据均显示设备异常,则设备极有可能存在问题。

(2)开展设备状态评估后,对专业技术人员的业务要求越来越高。相关人员应全面掌握设备性能、标准规程以及测试技术,提高综合判断故障能力。

(3)在故障诊断分析过程中,不能片面地理解规程,应全面收集设备各类信息,并进行综合分析,做出正确的故障诊断。

参考文献:

[1]万 达,吴益明.变压器(电抗器)的故障诊断和检修策略[J].江苏电机工程,2003.

作者简介:

刘 强(1977-),男,江苏南京人,工程师,主要从事变电设备运行管理工作;  
陈 伟(1956-),男,江苏南京人,高级技师,主要从事变压器技术管理工作;  
周晴晴(1975-),女,江苏苏州人,助理工程师,从事变电检修专职工作。

要的检查,即现场无法从外观上判断设备是否具有故障点。而根据省调调度规程第三章第五节:当 GIS 设备发生故障时,必须查明故障原因,同时将故障点进行隔离或修复后对 GIS 设备恢复送电。

由于上述原因,在本次事故处理中,即使调度员正确判断与隔离了故障点,也不能立即恢复其他设备的正常运行,而需采取利用线路对侧开关对停电设备进行逐段试充电来排除故障点的存在,这延缓了事故处理的进程。

目前 GIS 设备已经广泛应用于全国各级电网,若考虑电网遭遇大型破坏性事故、可抗拒的自然灾害,能否迅速判断和确认 GIS 设备内部是否存在故障点,将极大地影响电网事故处理的进程,甚至可能影响到区域电网的安全稳定运行。

建议广泛收集 GIS 设备的运行和事故处理实例,重新修编或修订调度规程,详细列举各类不同 GIS 设备的事故处理规范,为 GIS 设备的事故处理给出指导性意见,以便各级调度和运行值班人员在工作中能做到有章可循、有据可查。

4 结束语

在本次事故处理中,调度员在接到了事故情况汇报、准确排除各种非人为因素干扰后,敏锐地判断出故障点在钟仙 4544 间隔内,这一判断为本次事故的正确处理打下了坚实的基础。因此,建议为进一步提高培训质量,应建立完备的培训机制,包括建立调度员个人培训资料和培训数据库,拟定培训计划、培训内容和培训考核标准。不仅进行日常操作方面的培训,还应重点进行各类反事故演习,使调度员具备对紧急状态和复杂电网事故的识别和处理能力。

参考文献:

[1] 江苏省电力调度规程[S].2009.  
[2] 李 坚.电网运行及调度技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,2003.  
[3] 陈慧坤.由一起电网事故处理引起的思考[J].电力建设, 2006(6).

作者简介:

李 雪(1979-),女,江苏淮安人,工程师,从事电网调度运行工作。

Reflection on a Bus Fault Caused by Fault Tripping of 220 kV Line

LI Xue

(Nanjing Power Supply Company Dispatching Center, Nanjing 210000, China)

**Abstract:** Based on an example of GIS bus fault tripping caused by line fault tripping, solutions and improvement measures for GIS bus fault tripping has been proposed in this paper. Meanwhile, quality of the dispatcher plays an important role in accident procession. And reinforcement on training and professional management of the dispatchers is necessary.

**Key words:** grid accident; GIS device; bus fault

(上接第 18 页)

Comprehensive Analysis and Diagnosis on an Accident of 110 kV

Main Transformer Fault

LIU Qiang, CHEN Wei, ZHOU Qing-qing

(Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210008, China)

**Abstract:** Based on the analysis of the failure of the main transformer differential protection's tripping accident, this paper shows that it is very important to determine the transformer fault properties based on a comprehensive device information collection. Under the situation of there is oil leakage of the on-load tap-changer oil chamber, a method is proposed to exclude the influence of tap-changer's leaky on chromatographic analysis of transformer oil by tracking the chromatographic change trend of the insulating oil.

**Key words:** transformer; tripping operation; comprehensive diagnosis

能源局确认我国风电总装机年底超美国

“我国风电总装机年底将超美国”的消息近日正式得到国家能源局副局长吴吟的确认。

吴吟是在 10 月 29 日召开的“2010 中国能源企业高层论坛”上作出这一表述的。据悉,这是我国高层官员首次公开承认中国风电总装机将跃居全球第一。

国家能源局在本周一举行的能源形势发布会上曾透露,至年底,中国将实现风电总装机 3 500 万 kW。对此吴吟表示,实际装机容量有可能会超过这一数字,但他并未给出具体的预测。

相比之下,美国今年的风电产业形势则并不乐观。根据彭博新能源财经(BNEF)近日发布的报告,预计今年美国风电装机同比将下滑 39%。