

# 江苏并网电厂主要高压电气设备运行异常分析

吉亚民<sup>1,2</sup>

(1. 华北电力大学, 北京 102206; 2. 江苏方天电力技术有限公司, 江苏 南京 211102)

**摘要:**2010年江苏省并网电厂由于高压电气设备故障造成机组异常停运次数与往年相比有所下降。介绍了主要电气设备运行情况,分析了部分主设备故障和缺陷原因,提出了有针对性的预防措施及建议。通过加强设备技术监督管理和状态检修工作的不断推进,有效提高设备运行可靠性。

**关键词:**电气设备;运行;故障

中图分类号:TM621.7<sup>+1</sup>

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2011)05-0031-02

截至2010年底,江苏电网共有43家发电企业、132台50 MW级及以上机组纳入并网电厂技术监督网络,其中:1 000 MW级机组5台,600 MW级机组32台,300 MW级机组62台,200 MW级及以下机组33台。根据省电网调度信息统计,2010年江苏电网技术监督范围内的机组发生异常停机共114次,机组异常停机率为0.86次/台,其中由于高压电气设备故障造成异常停运7次,占机组异常停运总数的6.1%,停运次数与所占比例与往年相比均有所下降。

## 1 主设备运行情况分析

### 1.1 变压器

各电厂主变压器总体运行情况良好,未发生由于运行维护不当以及监督不力导致的设备损坏事故。部分电厂油色谱分析数据存在异常波动现象,需按标准要求规范取样,并进行油色谱数据分析对比工作。

(1) 某220 kV主变,型号为SFP-720000/220,2005年投运,2010年发现油色谱分析异常,数据如表1所示。

表1 主变油色谱分析数据  $\mu\text{L/L}$

项目	正常数据	异常数据
氢	0	106
甲烷	6.2	196
乙烷	1.4	194
乙烯	0.7	56
乙炔	0	0.5
总烃	8.3	447
一氧化碳	179	137
二氧化碳	1 102	1 449

该变压器油色谱分析呈低温过热特征,不涉及固体绝缘,各组分数据稳定,运行中红外测温 and 铁

芯外引接地电流测试无异常。停电进行电气试验,结果正常。随后进行放油检查,过热的原因因为铁芯段间绝缘不良,用大电流冲击后,消除了短路点,处理后运行情况正常。大型变压器为了进一步降低铁芯损耗,将铁芯用绝缘物隔为几段,各段均用金属铜片短接并一点接地。被绝缘物隔开的铁芯间隙仅数毫米,若遇金属异物短接,会造成铁芯局部过热。而这种故障不会导致铁芯外引接地电流的增加,运行中不易发现,只有解开铁芯段间的连接铜片,测量绝缘电阻才能进行判断。铁芯段间绝缘中的金属异物,应采取消除措施消除,如现场处理困难,可拆除原有的段间短接铜片,串电阻限制局部短路电流。

(2) 2010年发生了2起500 kV主变内部无故障而压力释放装置动作喷油的故障。一是某机组启动调试过程中,由于主变安装时呼吸器封垫未拆除,导致变压器呼吸器堵塞,压力释放装置动作,主变跳闸;另一是某主变运行中压力释放装置动作,由于该保护投信号,未造成主变跳闸,其原因是与油枕胶囊呼吸不畅有关,且此台主变油位和油温较高,造成压力偏大。变压器储油柜内的胶囊如果呼吸不畅,将会引起变压器内部压力上升,导致压力释放装置动作喷油。胶囊呼吸不畅,多是因储油柜内残存空气,胶囊底部将其呼吸孔堵塞造成。各单位应加强运行和检修管理,保证变压器呼吸系统通畅,并且保持变压器正常油位和油温。

(3) 主变运行中存在的缺陷主要表现在渗漏油较多,渗漏油部位主要有主变本体、冷却器阀门、套管法兰、气体继电器与油枕法兰处、放油阀门等,大多是由于密封垫质量不良、密封材料老化变形和安装工艺不到位等原因造成。

### 1.2 开关类设备

2010年由于开关设备造成的机组异常停运比例较高,除设备故障外,还多次发生操作机构泄漏造成频繁打压、本体SF<sub>6</sub>泄漏以及二次元器件故障等。

(1) 某厂 6 kV 开关在操作过程中故障烧毁,开关型号为 KYN18C-10F-C,2001 年产品,故障原因为该 FC 型开关操作机构驱动盒材质及模件设计上存在问题,长期运行存在老化现象,在频繁操作以及电力冲击等情况下,驱动盒出现裂纹,导致动静触头的断口距离减小、耐压水平下降,造成击穿事故。

(2) 某厂 220 kV 出线在距电厂 16.2 km 处发生 B 相单相接地故障,开关 B 相跳闸但未能切除故障电流,失灵保护动作跳开正母线所有开关,此时才切除故障。将故障 GIS 开关气室解体检查,发现灭弧失败的原因为压气缸桶顶盖与筒体折弯处断裂,铸铝压气缸筒体不能随动触头移动,造成开断故障电流时熄弧失败。

除本体故障外,由于操作机构泄漏造成设备停运的故障也时有发生。开关类设备故障和缺陷基本都与设备老化有关,随着使用年限的增长,设备故障率有上升的趋势。特别是近几年随着 GIS 设备的增加,组合电器设备的缺陷和故障也相继暴露<sup>[1]</sup>,应重视 GIS 设备的设计制造、运输安装、验收、运行、检修,加强备品备件的管理等。

### 1.3 其他设备

(1) 部分电厂通过油色谱分析发现了电流互感器内部缺陷。某厂 110 kV 电流互感器油色谱分析总烃和乙炔超标,解体检查发现一次引线抱箍等电位连接线固定螺丝接触不良,引起放电;某厂 500 kV 电流互感器油色谱分析有乙炔,对同批电流互感器进行了更换。

(2) 某厂 500 kV 线路避雷器运行中内部发生贯穿性放电故障,故障电流约 15 kA,下节瓷套爆裂,造成避雷器整体坠落,上、中、下三节喷弧口均动作喷弧。故障发生在凌晨,小雨天气,系统运行正常,无雷击和运行操作。该避雷器为 2006 年初投运,上次预试时间为 2007 年,故障时已到预试周期,正在等停电机机会进行预试。从阀片沿釉层表面放电的现象分析,避雷器有受潮的可能性,但此前记录的泄漏电流无异常变化;另该型避雷器内部无均压电容,是否是由于瓷套表面积污和小雨天气引起避雷器电位分布改变、局部阀片分布电压过高发生沿面闪络而最终导致故障发生,还需进一步进行试验分析。各发电厂应加强对避雷器的运行和检修管理,加强避雷器泄漏电流表的运行监视,严格按照预试周期要求安排停电试验,并积极开展避雷器带电测试工作。部分电厂避雷器瓷套下部未加装屏蔽环,这会造成避雷器泄漏电流表指示偏离真实值。

(3) 部分电厂存在封闭母线过热的缺陷。某电厂在红外检测过程中,发现发电机 B 相出线封母外

壳偏高,夏季最高温度达 109 ℃,接近厂家技术文件规定的 110 ℃ 允许值,温度最高部位在 B 相与发电机相连段的下边缘处。该发电机出口三相封母平行排列,B 相处于中间,由于相间效应的影响,B 相周围磁场强度高于 A、C 相,在壳体中的涡流损耗最大,所以 B 相发热最严重。另外涡流损耗存在边缘效应,造成涡流损耗向边缘过渡集中,并且风冷系统对该部位冷却效果相对较差。除加强运行监视、定期进行红外测温外,应利用检修机会全面检查封母外壳各连接部位的绝缘垫是否有损坏,有损坏的必须更换,保证绝缘可靠。在条件允许的情况下,可采取一些改造措施来改善封母外壳的温度状态,如增加通风孔、散热片,以及增加冷却风量和外加风机等。

(4) 2010 年发生了 2 起辅机电机故障,均为绝缘击穿,需加强对电机的维护和检修工作。

## 2 提高设备运行可靠性建议

### 2.1 进一步加强绝缘技术监督的全过程管理

高压电气设备的制造质量是导致故障的主要原因,设备安装质量控制不到位也是造成缺陷隐患的重要因素。各电厂应全面实行重要电气设备的全过程管理,包括设备选型、选厂、合同谈判、设计联络、监造、运输、现场安装和试验交接、运行维护、检修、直至设备报废等整个过程。重点保证设备制造质量,加强设备监造和安装调试的质量管理,避免带有先天缺陷的设备投入运行。

### 2.2 加强设备缺陷管理

加强设备的缺陷管理,及时消除影响设备安全运行的各类缺陷;加强对老旧设备的监督管理,对运行年限较长的电气设备,应全面进行评估,按相关规程和制造厂要求进行大修。对于不能满足安全运行要求的老旧设备,应进行更换。不断将先进的试验检测和故障分析的方法引入到绝缘技术监督工作中,加强红外检测、支柱绝缘子超声波探伤等工作,开展大型变压器油带电度、含硫量<sup>[2]</sup>和颗粒度<sup>[3]</sup>检测,以及 GIS 设备超声波局放检测、超高频检测、SF<sub>6</sub> 气体分解物检测、激光成像检测等带电检测工作。

### 2.3 逐步开展状态检修工作

目前江苏省各电厂的设备检修方式均为定期检修,其包含了电气设备的定期预防性试验内容,定期检修坚持到期必修,不管设备状态如何,有失科学性。状态检修是根据设备的运行状况和测试结果,判断运行中设备的健康状态,确定设备是否需要检修和检修的项目,能有效避免周期性定期检修带来的弊端,是今后发展的趋势。

表 1 性能测试结果

类别	标准源值	装置显示	后台显示	装置误差/%	后台误差/%
$f/\text{Hz}$	50.500	50.50	50.498	0	-0.004
$U_d/\text{V}$	57.737	57.67	57.684	-0.055	-0.044
$U_q/\text{V}$	57.734	57.72	57.684	-0.011	-0.041
$U_d/\text{V}$	57.732	57.74	57.684	0.006	-0.040
$I_d/\text{A}$	5.000	4.995	4.994	-0.083	-0.100
$I_q/\text{A}$	5.000	5.001	5.000	0.016	0
$I_d/\text{A}$	5.000	4.999	4.997	-0.016	-0.050
$P/\text{W}$	375.4	376.2	376.7	0.151	0.193
$Q/\text{Var}$	-650.5	-648.4	-648.8	0.176	0.142
$\cos\phi$	0.499	0.503	0.503	0.333	0.333

站已投运数百台,2年多的实际运行表明,该装置能满足变电站对电力系统运行监测的技术要求,相对于传统测控采样方式,精度更加高,运行更加稳定。

## Applications of Multifunctional Measurement IC ADE7878 in Substation Measurement and Control Equipment

WANG Li, ZHANG Chun-lei, HU Hong-bing, ZHENG Jie

(NARI Technology Development Co. Ltd., Nanjing 210061, China)

**Abstract:** The paper introduces the applications of a new multifunctional measurement IC ADE7878 in substation measurement and control equipment, including chip features, ADE7878 hardware circuit design and how to use the software to achieve ADE7878 sampling. Experimental results show that this design approach has higher precision, simpler, lower cost and so on compared with traditional sampling methods.

**Key words:** ADE7878; measurement and control equipment; SPI

(上接第 32 页)

### 3 结束语

介绍了 2010 年江苏省并网电厂高压电气设备总体运行情况,通过对各类故障和缺陷的统计分析,提出有针对性的预防措施及建议,进一步提高设备运行可靠性。

#### 参考文献:

[1] 宋 泉,李 炜,宋竹生,等.国网公司系统组合电器运行情况

#### 参考文献:

[1] 陆祖良.周期信号采样测量策略[J].电测与仪表,2008(10):1-6.

[2] 胡志刚,许 凯,崔永峰.电能计量芯片 ADE7878 在智能电表中的应用[J].电测与仪表,2010(7):128-131.

[3] 郭忠华,基于 ADE7878 芯片的电力参数测量仪的设计[J].电工电气,2010(12):25-30.

#### 作者简介:

王 力(1983-),男,河南周口人,工程师,从事电力系统自动化工作;

张春雷(1981-),男,吉林人,助理工程师,从事电力系统自动化工作;

胡红兵(1974-),男,湖北鄂州人,工程师,从事电力系统自动化工作;

郑 洁(1980-),男,江苏常熟人,工程师,从事电力系统自动化工作。

分析[J].高压电器,2009,45(6):78-82.

[2] 彭 伟,陆志浩,黄 华,等.大型变压器绝缘油含硫量测试方法及腐蚀性硫初步研究[J].华东电力,2008,36(1):61-82.

[3] 于敏潮,肖福明,胡秉海,等.变压器油中颗粒度对变压器绝缘强度的影响[J].变压器,2010,37(12):26-30.

#### 作者简介:

吉亚民(1972-),男,江苏盐城人,高级工程师,从事高电压技术的试验与研究。

## Operation Condition Analysis for High-voltage Electrical Equipment of Jiangsu Power Plants

Ji Ya-min<sup>1,2</sup>

(1. North China Electric Power University, Beijing 102206;

2. Jiangsu Frontier Electric Technologies Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

**Abstract:** The abnormal outage events for power plant which is caused by the fault of high-voltage equipment in Jiangsu province in 2010, is fewer than the past years. The operation condition for high-voltage equipment was introduced in the paper. Besides, the causes of equipment faults and defects were analyzed, and the corresponding measures were also proposed. The equipment operation reliability can be improved by technical supervision management and promoting condition-based maintenance.

**Key words:** electrical equipment; operation; fault