

# 氢气露点仪的选型和改造

单文俊

(华能南京电厂, 江苏南京 210035)

**摘要:** 江苏华能南京电厂氢气露点仪自安装以来, 每年当气温超过 30℃ 时, 仪表就不能正常工作, 露点指示值在负十多度和正十多度之间跳动, 影响了运行人员对发电机氢气湿度的监视。通过对露点测量原理的比较和影响湿度原因的分析, 基本确定了原露点仪指示波动的原因, 并且通过改造解决了这一长期存在的问题。

**关键词:** 发电机; 氢气; 露点仪; 选型; 改造

中图分类号: TH765.5\*1

文献标识码: B

文章编号: 1009-0665(2007)05-0051-03

在气体介质中, 氢气比空气和其他气体有更好的冷却性能, 因此氢气在大容量机组发电机中普遍使用。但是, 氢气湿度过大, 不仅会降低氢气的纯度, 导致气体平均密度增加, 增加通风损耗, 而且会降低定子绕组的绝缘强度, 因为水分在运行中会蒸发为水蒸汽, 使微细击穿点之间氢气介质导电率升高; 另一方面由于水汽吸附在绝缘层上, 侵入绝缘内部的水将造成内部导体与外部绝缘表面电位相等, 成为等电位体, 导致定子绕组的绝缘强度降低。在原国家电力公司制定的《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》中明确提出要“严格控制氢冷发电机氢气的湿度在规程允许的范围, 并做好氢气湿度

收稿日期: 2007-05-25; 修回日期: 2007-07-15

的控制措施”。因此, 氢冷发电机内的氢气湿度超标问题也越来越引起人们的重视根据电力行业标准 DL/T651—1998《氢冷发电机氢气湿度的技术要求》: 发电机内氢气在运行湿度的低限为露点温度-25℃, 允许氢气湿度的高限与发电机内温度有关, 发电机温度为 5℃ 时氢气湿度高限值为-5℃, 发电机温度为 10℃ 时氢气湿度高限值为 0℃。

## 1 氢气露点仪改造前的状况

华能南京电厂在 1、2 号机组发电机氢气出口管道上加装了氢气露点仪, 该仪器生产厂家是美国 honeywell 公司, 型号为 4112-12-D3-C-100-209, 量程为 -60 ~ +42.3℃。

略了大部分的外围装置如传感模块、减速装置和位置锁定装置等, 综合成本有较大的降低。如果此系统运用于大面积的发电, 能够获得更好的效益。

### 参考文献:

- [1] 邹洪威, 王宜用, 董红海, 等. 自补偿户用光伏发电系统[J]. 能源研究与利用, 2004, (6): 34-35.
- [2] 张常年, 赵红怡, 吕原. 太阳能电池自动跟踪系统的研制[J]. 电子工程师, 2001, 27(12).
- [3] 胡大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [4] 杨玉岗. 现代电力电子的磁技术[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [5] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002.

- [6] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [7] 翟晓军. 基于超声波电机的二自由度机械臂驱动控制系统的研究[D]. 南京: 东南大学, 2005.

### 作者简介:

- 陶洪平(1982-), 男, 江苏无锡人, 硕士研究生, 研究方向为新能源技术、嵌入式系统的设计与开发和电力系统变电站通信系统;
- 吴在军(1975-), 男, 江苏南京人, 讲师, 主要从事变电站自动化系统和嵌入式操作系统的研究;
- 胡敏强(1961-), 男, 江苏丹阳人, 教授, 主要从事工程电磁场计算, 超声波电机设计及其控制技术, 电气主设备状态监测与故障诊断等方面的研究工作。

## System of the Fast Automatic Tracking for Solar Cell Based on USM

TAO Hong-ping, WU Zai-jun, HU Min-qiang

(Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** This paper brings out a new fast tracking algorithm with special configuration designed. It is the first time that Ultrasonic motor is used in solar cell tracking system. Driver device for USM is designed to check the speed and position of USM that indirectly stands for solar cell. Driving wave at different speed has been obtained from the device. According to the number of impulse, position control is completed by the driving device which sends driving wave and stops it.

**Key words:** solar cell; MSP430; fast automatic tracking; USM; driving device

该测量传感器原理是氧化铝电容式传感器和发送器集成在一体,安装在汽轮机 3.6 m 层,就地变送器上有温度和露点的显示窗口。4~20 mA 信号输出至分散控制系统(DCS)显示,工作电源为直流 24 V。传感器的校验方法:将露点切换到相对湿度,用过饱和的氯化钠溶液标定 75.3%,用干燥剂标定 0%。

安装结束后指示值稳定准确,运行情况良好。但气温超过 30 后,仪表就不能正常工作,露点指示值在负十多度和正十多度之间跳动,温度指示值正常。当环境温度降低至 30 以下时,仪器恢复正常,指示值稳定。这种故障现象每年都在夏天天气高的时候重复出现。经多次检查未发现问题症结所在,联系 honeywell 公司,认为是该厂的发电机氢气系统在夏天存在泄漏点,但在检查中未发现有此现象。

## 2 氢气露点仪测量原理的比较

目前常见的测量氢气露点有 3 种原理:冷镜式传感器、金属氧化物——氧化铝传感器、高分子薄膜电容传感器。

第一种方法测量精度高,工作稳定且直接读露点温度,使用寿命长,但价格太高,维护使用要求严格,镜面也怕油污染,表计笨重,且响应时间比较长,一般作为计量部门用作标准时用,很少应用于在线测量。

第二种方法由于氧化铝电容式湿敏元件抗腐蚀能力较欠缺,对环境要求较高,不能适合或暴露在高湿度环境中;存在光电失效、静电失效现象,氧化铝感湿材料无法克服其表面结构“天然老化”,阻抗不稳定,存在长期运行稳定性差(每 6 个月到 12 个月需要校准一次)的弱点;使用成本较高(因需要频繁校准而带来的结果),工作人员的维护工作量大,测量响应速度慢,响应时间长;若露点仪安装在氢气去湿机前,在氢气湿度大的情况下,可能出现由于湿度较大导致测量数据的不准,甚至是无规律的跳动。

第三种高分子薄膜电容产品能在高湿环境中正常使用,即使是在结露环境中也不会损坏传感器:长期使用的稳定性好,校准周期高达 2 年之久,因为其具有自动零点校验功能、自动加热可清除传感器化学积集物功能;低维护,带来低使用成本(可以现场单点校准);响应速度快,响应时间短。即使安装在氢气去湿机前,氢气湿度大的情况下,也可以稳定可靠地测量,能够及时准确地反映实际湿度变化。

## 3 氢气露点的改造

### 3.1 honeywell 露点仪跳动原因分析

由于露点测量仪表在发电机氢气出口管道上且

在氢气去湿机前,氢气系统由于多种原因导致湿度较大,而该厂采用的是 LQS-CF 氢气去湿机,为冷冻除湿,夏天湿度较大时去湿能力较弱,从而使得 honeywell 露点仪每到夏天湿度较大时测量数值跳动,不能准确反映实际湿度。

### 3.2 露点传感器的选择

通过对测量原理的比较及对相关电厂的咨询了解,决定采用芬兰维萨拉公司的高分子薄膜电容原理的 HUMICAP 传感器测量氢气露点,HUMICAP 传感器的测量原理为高分子薄膜电容,采用这种原理传感器测量氢气露点,即使氢气去湿机的效果不佳,使用效果也很好。测量准确稳定,相关应用电厂未发生夏天漂移现象,校验标定时传感器工作稳定。

### 3.3 氢气露点采样和数据处理系统的选择

采样系统和数据处理系统采用 MMHS515 氢气微水测量系统。

对于油污较大的情况,长期使用使得过滤器微孔受油污堵塞,湿敏元件表面长期被油污浸蚀,其表面积成一层污染膜,随着污染膜加厚,水分子穿透高分子薄膜的能力减弱,造成了测量误差。为解决以上问题,样点由原直接测点改为小管路采样管旁路流量测量,并在采样管上加装排污阀和可更换清洗的油雾过滤器,传感器流经氢流量可减少为目前的 1/10~1/50,这样可延长传感器的寿命数倍。具体取样方式如图 1 所示。

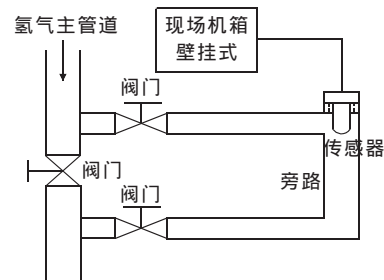


图 1 现场取样安装示意

原探头拆除,安装取样旁通管路,测量完成后返回至干燥器出口母管,该处原来就留有测量孔,这样可免去母管重新开孔的麻烦;其次干燥器进出口母管的差压能保证通过传感器的氢气是流动的,可从流量计的读数来确定,取样出口调节阀根据测量所需流量进行调节,一般在 10~25 mL/min 微小流量确保取样旁通流量不影响母管干燥流量,同时测量时取样进口门全开,使得探头处的压力仅比母管压力 0.4 MPa 低 0.01 MPa;影响露点温度至多 0.2 ;这样测量结果能正确反映系统氢露点。空气排放阀确保测量系统投用时残留空气排出,不影响系统氢气纯度。监测表进出口阀可接入便携式露点仪,对在线表计进行比对。

通过改造提高了测量精度和稳定性, 延长了探头的使用寿命, 降低了维护工作量, 减少了维修费用。该采样系统易安装、操作, 且几乎属于免维护。每套采样系统一旦连接安装完成上电后, 阀门调整一次就可获得所需的气体流速和压力范围。

系统的测量部分由芬兰维萨拉公司(VAISALA) 原厂制造的 HMT364D 本质安全型露点测量仪, 可在线测量氢气的温度、露点参数; 仪表通过欧洲和美国的防爆标准认证, 特别适合在电厂氢气运行环境中使用。改造中将测量探头 HUMICAP180 和二次表 HMP364D 安装在氢母管旁的防爆区域, MMHS515 数据采集及处理系统(如图 2 所示) 安装在安全区域, 这些设备之间通过防暴电缆相联接。

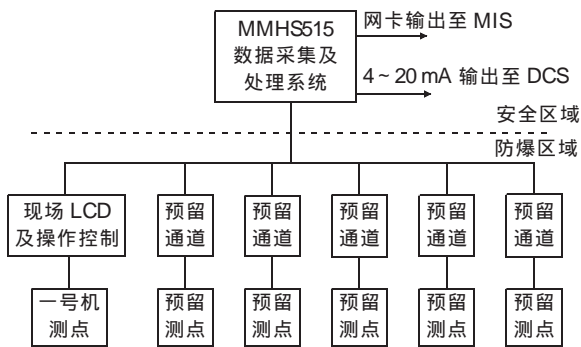


图 2 MMHS515 氢气露点测量系统配置

#### 4 改造后的设备运行情况

在 1 号机组第 13 次小修中, 安装了 MMHS515 氢气微水测量系统, 机组投运后氢气露点指示以正弦波方式在 -12 至 -14 之间有规律波动, 周期约为 120 min(见图 3)。

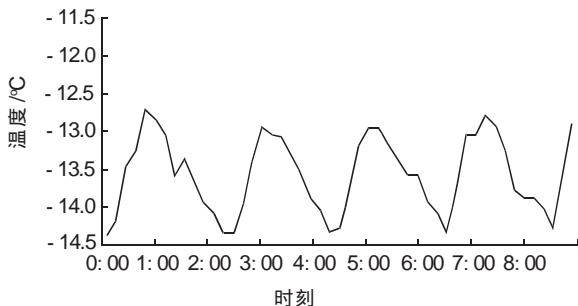


图 3 MMHS515 系统氢气露点实时曲线

而 2 号机组氢气露点指示基本是一条直线, 围绕 -10 有一些小的毛刺波动(见图 4)。

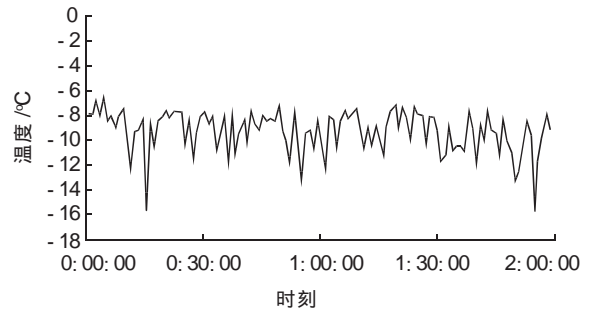


图 4 honeywell 氢气露点实时曲线

通过对发电机氢气循环回路的观察, 发现由于氢气露点仪安装在发电机氢气出口和氢气去湿机的进口之间管路上, LQS- CF 氢气去湿机的运行对氢气露点的测量有直接的影响, 某月某日上午 9 点在该厂运行部电气专业的配合下, 将运行的甲氢气去湿机停运, 露点从 -8.26 到下午 3 点时以斜线方式变化到 -5.52, 其间没有发生正弦波规律变化; 联系制冷专业对 LQS- CF 氢气去湿机的运行进行了检查, 发现 LQS- CF 氢气去湿机每个工作周期为: 制冷去湿 50 min, 除霜 10 min, 停运 20 min, 工作周期为 120 min; 与氢气湿度指示波动周期一致, 说明维萨拉测量探头 HUMICAP180 的响应速度快, 测量准确可靠, honeywell 露点仪响应慢, 无法及时反映氢气露点的变化。此后, 运行部电气专业进行氢气去湿机的定期切换工作, 乙氢气去湿机投用后效果差, 氢气湿度从 4 点 10 分的 -18.9 到 10 点 10 分时变化到 -7.12, 运行监视趋势显示及时发现并将氢气去湿机进行了调换。通过对 1 号机组氢气湿度仪投用的近两个月观察, 采用高分子薄膜电容原理测量露点的维萨拉仪表, 测量准确可靠, 响应时间短, 解决了该厂氢气露点测量每到夏天指示跳动问题, 为发电机安全运行提供了监视手段, 同时通过露点趋势变化可间接监测去湿机的工作状态。

作者简介:

单文俊(1964-), 男, 江苏无锡人, 高级工程师, 从事电厂热控技术管理工作。

### Type Selecting and Reconstructing of Dew Point Hygrometer

SHAN Wen-jun

(Huaneng Nanjing Power Plant, Nanjing 210035, China)

Abstract: Since the dew point hygrometer was installed in Huaneng Nanjing Power Plant, it has not work well when the air temperature was large than 30 . The indication value always flopped between - 10 and +10 and this problem affected the monitoring of the hydrogen humidity of the generators. Through the compare of the principle of dew point measuring and the analysis of the reason of affecting humidity, the reasons of the fluctuate of this dew point hygrometer were confirmed. A reconstruction approach to this dew point hygrometer was used to solve this problem.

Key words: generation power set; dew point hygrometer; type selecting; reconstructing