

# 减少锅炉汽包水位计测量偏差的研究

蒋雄杰, 杨桦, 崔巍, 宋振明

(浙能嘉兴发电有限公司, 浙江 平湖 314201)

**摘要:** 对影响汽包水位信号的因素进行分析, 并在此基础上进行改造, 通过改变变送器安装位置、改变取样管加热方式等措施, 取得了较为明显的效果。

**关键词:** 锅炉; 水位偏差; 影响因素; 研究

中图分类号: TK316

文献标识码: B

文章编号: 1007-1881(2009)增刊-0017-03

Reducing Drum Level Measurement Errors

JIANG Xiongjie, YANG Hua, CUI Wei, SONG Zhenming

(Jiaxing Power Generation Co., Ltd., Pinghu Zhejiang 314201, China)

**Abstract:** With boiler drum water level in normal range is very important. So, the steam drum water level measurement system must be accurate and reliable. This article introduces running and maintenance experience of drum water level measurement in Jiaxing Power Plant, analyzes influencing factors to differential pressure type level measurement, and discovers primary cause of measurement deviation. Based on these, transformation for drum water level measurement had obtained more obvious effects.

**Key word:** boiler level measurement deviation; factor; research

## 1 汽包水位测量系统的配置及存在问题

嘉兴电厂2台300 MW、4台600 MW机组的锅炉均属于汽包炉,按照锅炉汽包水位测量系统的配置原则,必须采用2种或以上工作原理共存的配置方式,每台炉均配置2套双色水位计,2套电接点水位计和3套差压式水位计。其中3套差压式水位计信号通过独立配置的3个汽包压力信号进行修正,然后参与水位自动调节和MFT主保护,而双色水位计和电接点水位计用于汽包水位校对和就地监视,并通过工业电视引入集控室实现远方监视,作为汽包水位的后备显示仪表。

为了提高差压式汽包水位测量系统的可靠性,锅炉汽包水位控制取自3个独立的差压变送器进行汽包压力修正及逻辑判断后的信号,构成三冗余测量系统。每套差压式水位测量系统均采用独立的测量孔、单室平衡容器、取样管路、差压变送器及对应的压力变送器)、输入/输出模件、水位计算和修正回路,引入分散控制系统(DCS)的冗余控制器。锅炉汽包水位控制和保护

分别设置了独立控制器,一旦在水位控制的控制器中计算出的水位超过保护定值,则通过硬接线送到水位保护的控制器中,进行逻辑处理。考虑到电接点水位计工作的可靠性不够,电接点水位计信号不参与保护动作。

投产以来,差压式水位计主要存在的缺陷是:测量不稳定,运行中汽包左右侧差压水位的测量偏差较大。

通过分析,认为造成差压式水位计测量偏差大的原因主要有以下几点,并可采取相应的措施。

(1)单室平衡容器安装的影响,通过冷、热态水平衡调整解决。

(2)燃烧工况不够理想产生的影响,可通过调整燃烧和消除火焰偏差解决。

(3)测量系统的轻微泄漏、变送器的漂移、管路滞留空气等亦会产生很大的附加差压。

(4)影响单室平衡容器参比水柱平均温度的因素很多,压力与环境温度准确修正难度大。当设定参数与实际不符时,修正误差较大,正负压管路稍有温差即产生无法估算的附加差压。

虽然《防止电力生产重大事故的二十五项重

点要求》中规定，汽包水位计以差压式(带压力修正回路)水位计为基准，但一旦3套水位计之间产生较大偏差时，很难诊断出哪个水位测量更为准确。将差压水位计人为升格成基准表，是以压力与环境温度修正能达到理想化程度的纯理论为前提的，会使运行人员陷入判断误区，不利于事故水位诊断。

## 2 差压式水位计的读数修正

差压式水位计采用了单室平衡容器的汽包水位测量系统，其结构如图1。

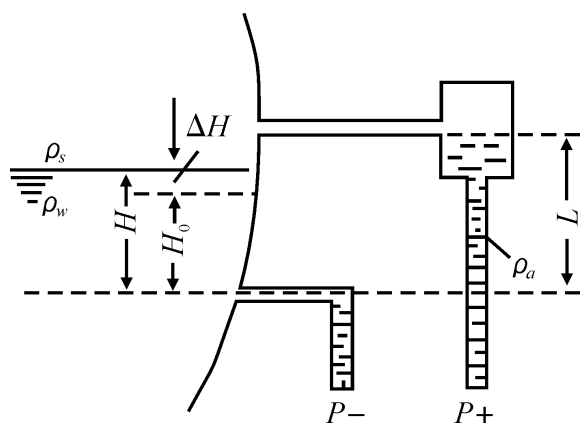


图1 汽包水位的测量

设差压信号为  $P$ ，则有：

$$P = P_+ - P_- = L(\rho_a - \rho_s)g - H(\rho_w - \rho_s)g \quad (1)$$

若有  $H = H_0 + \Delta H$ ， $H_0$  为零水位，则式(1)可以写成：

$$\Delta H = \frac{L(\rho_a - \rho_s)g - P}{(\rho_w - \rho_s)g} - H_0 \quad (2)$$

式中： $\rho_s$  为饱和蒸汽密度； $\rho_w$  为饱和水密度； $\rho_a$  为参比水柱的密度。

由式(2)可见，汽包水位除了与  $P$  有关外，也与  $\rho_s$ 、 $\rho_w$ 、 $\rho_a$  有关，而  $\rho_s$ 、 $\rho_w$ 、 $\rho_a$  与汽包压力和环境温度有关， $\rho_s$ 、 $\rho_w$  是汽包压力的函数，也就是在汽包压力一定的情况下，其数值也一定。通过汽包压力变送器测量的汽包压力信号可以很好地解决汽包压力带来的影响，由于参比水柱  $\rho_a$  的变化引起汽包水位测量的变化才是研究的重点。

用红外线测温枪测量平衡容器和参比水柱的温度，发现从平衡容器到参比水柱，凝结水温度大致呈抛物线下降，但下降的幅度有所不同。

图2为600 MW 机组汽包水位的计算逻辑图。为了保证在将汽包压力与密度差关系线性拟合时有足够的精度，采用分段线性拟合。

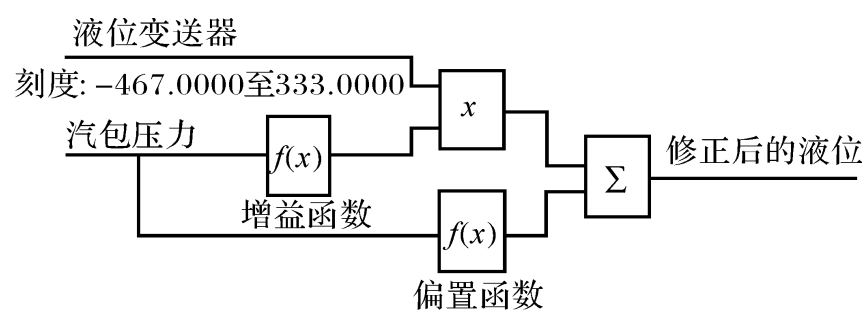


图2 汽包水位值的修正

300 MW 机组利用T - ME 中软件功能块对汽包水位差压测量信号进行修正。

6 台机组参比水柱的温度补偿为恒定50℃，通过计算可以得出一个参比水柱平均温度对水位测量的影响表，见表1。

表1 对水位测量的温度修正

温度/℃	50	60	80	100	120
造成偏差/mm	0	0.2	29.4	60	89

由表1可知，参比水柱的密度对水位测量的偏差和影响是不可忽略的。实际上由于受饱和蒸汽凝结水加热影响，参比水柱温度高于环境温度，汽包压力越高，饱和蒸汽凝结水温度越高，参比水柱平均温度也越高。

## 3 水位计偏差大的原因分析与改进

### 3.1 水位计运行状态的检查

(1)测量温度梯度。对参比水柱的温度梯度在不同的环境温度条件和相同负荷(600 MW)下进行了测量，采用红外线测温枪手动测量3次，取平均值。

在不同环境温度和相同的机组负荷下，单室平衡容器冷凝器的竖直管段(参比水柱)温度差异非常大，并且温度的排布为非线性。参比水柱的平均温度随着环境温度变化而变化，但都高于环境温度60℃左右。采用50℃恒定补偿大概有30 mm左右的水位差值。

(2)对照单室平衡容器的安装要求进行检查，如汽侧取样管应稍向上倾斜，水侧取样管应轻微向下倾斜，单室平衡容器安装后应处于水平位置；汽水取样管、截止阀应保温，单室平衡容器外部不准保温。

(3)检查平衡容器到水位变送器的引压管，发现平衡容器与水位变送器安装的物理位置高度

一般都相差10 m左右。以5号机组为例,设计安装时平衡容器安装在70 m,而水位变送器安装在60 m层,高度落差接近10 m。水平管段只有短短的2 m左右,并且水平管铺设在两者引压管的中部,对 $\alpha$ 有影响。

(4)通过检查汽包水位测量缺陷率记录,发现汽包水位偏差大或者故障多发的时间基本上都在冬季和夏季,而在春季和秋季气温相对适中的季节里发生率较低。因此,汽包水位差压计测量偏差大易出现在环境温度极端的季节,环境温度的变化直接影响了水位测量。

### 3.2 原因分析

根据多次检修的经验并加以理论分析,认为汽包水位两侧测量产生偏差主要有以下几个原因:

(1)平衡容器引压管温度分布不均匀,为非线性分布(指数分布),与实际采用的恒定温度(50)补偿有一定的偏差。

(2)平衡容器冷凝器高压侧引出管的水平管段过短,不利于后部竖直管段的温度接近室温,即不利于竖直管段中水的 $\alpha$ 稳定。

(3)为了防止仪表管冬季结冰,因此在仪表管上加装了伴热带。嘉兴发电厂铺设的伴热带采用了自控温伴热带,一般温度稳定在80,由于伴热带铺设不规范,会引起高低压侧仪表管内 $\alpha$ 不同,在冬季引起水位测量产生偏差。

(4)仪表管的保温也同样会对测量产生影响。按照要求,单室平衡容器外部不准保温,为了让冷凝器出口参比水柱温度尽快达到室温稳定,因此也不能保温,而在引压管的其他部分则需要加装保温材料,而保温很难保证厚度完全一致,特别是在冬季电伴热带投用的情况下,仪表管温度提高,而外界温度降低,热交换剧烈时,影响就更大。

(5)机组长期运行中,由于管道内腐蚀而引起杂质增多,管道内存在气泡或管道局部有轻微渗漏,都会影响测量准确性,造成两侧测量偏差增大。

### 3.3 改进措施

(1)提高变送器的安装位置,减少变送器与平衡容器的落差,并将仪表管安装在室内。

(2)正压侧仪表取样管从单室平衡容器侧面

引出,略微下倾,适当延伸长度,尽可能使参比水柱接近环境温度。

(3)仪表管伴热带以及保温规范铺设(引到差压变送器的2根取样管应平行敷设并共同保温),但只作为备用。而确保仪表管冬季不结冰的主要措施则改为室内电加热,均匀加热室内空气,提高室内温度。

(4)做好汽包水位差压信号和汽包压力信号的屏蔽,防止信号干扰。

水位计经改进后,测量偏差大的情况得到明显改善。

## 4 结语

通过研究及现场改进,有效降低了锅炉汽包两侧水位差压计的测量偏差。在汽包水位测量系统改进的过程中取得了许多经验与教训。但以下问题仍需作进一步的研究:

(1)四角切圆燃烧和对冲炉膛的汽包水位测量在不同制粉系统投用情况下的影响。

(2)伴热带和电加热的投用虽然减少了仪表管结冰的情况,但是还没有完全避免,还有待进一步改进。

(3)3套汽包差压变送器、汽包压力变送器安装时要保持一定距离,保温柜最好分开布置,防止由于1台变送器泄露影响相邻变送器的正常工作。

## 参考文献:

- [1] 电力行业热工自动化标准技术委员会.DRZ/T01-2004火力发电厂锅炉汽包水位测量系统技术规定[S].北京:中国电力出版社,2005.

收稿日期:2009-01-20

作者简介:蒋雄杰(1973-),男,浙江永康人,工程师,从事火电厂热工检修维护工作。

(本文编辑:杨勇)