

锅炉汽包水位测量异常分析及改进

The Boiler separator water level measurement abnormal Analysis and Improvement

天津翔悦密封材料有限公司

广东粤华发电有限责任公司 (510731) 郭妙娜

【摘要】 文章分析了某热电厂100MW机组锅炉汽包水位测量存在的问题及其原因, 提出了解决汽包电接点水位计、差压平衡容器测量误差大的改进方法, 经过对电接点水位计取样口的改造, 修改完善差压水位信号的补偿修正逻辑和汽包水位保护逻辑, 解决汽包水位测量不准的问题, 减少水位测量误差, 使汽包水位保护能正常投入, 为锅炉安全经济运行提供了保证。

【关键词】 锅炉 汽包 水位 测量 改进。



弗莱希波·泰格金属波纹管有限公司

Abstract :This paper analyzes a 100 MW power plant boiler separator water level measuring problems and their causes separator suggested a solution -- electric contact water level gauge, differential pressure measurement error balance containers great improvement, After the electric contact meter sampling of the population transformation, Pressure to revise and improve the signal level of compensation that logic and separator level protection logic, separator solution to the inaccurate measurement of water level, water level to reduce measurement error, separator level protection to the normal input, for the safe and economic operation of boilers provided a guarantee.



温州环球阀门制造有限公司

Keyword:Boiler; separator; water level; measurement; Improvement



北新集团建材股份有限公司

1 概况

某热电厂一期为两台100MW燃煤机组, 锅炉型号为420/9.82-II, 自然循环汽包炉, “ \cap ”型结构露天布置, 全钢梁、悬吊结构, 炉膛截面深9984mm、宽9984mm, 汽包中心标高为42100mm, 汽包与5根大直径下降管和钢膜式水冷壁组成16个循环回路, 炉的前、后、两侧墙各均有4个水循环回路。

锅炉汽包两侧共设计有8对水位测孔, 分别安装了2台就地双色云母水位计, 4台为差压式水位计, 配单室平衡容器和B侧配置1台电接点水位计, A侧另1对测孔为备用。

其中4台差压式水位计将4~20mA水位信号接入DCS系统作为CRT显示、汽包水位自动调节、汽包水位联锁保护和MFT保护使用, 通过摄像机将两侧的双色云母水位计呈现的水位图像信号送至集控室显示, 操作盘上的电接点水位表直接显示水位信号。

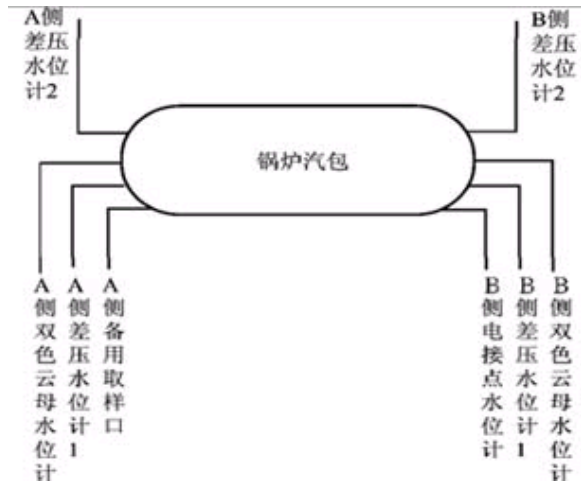


图1 改造前汽包水位计测点布置示意图

2 存在问题

该厂#1、#2机组投产后的时间里, 两台锅炉的汽包电接点水位计、就地双色云母水位计和差压式水位变送器都不能准确地反映汽包的实际情况, 三者均存在很大的测量误差, 主要问题是:

①电接点水位计常显示汽包处于无水状态, 不能正确反映汽包的实际情况。

?副 传送到集控室的双色云母水位计图像不清晰，影响运行人员监视汽包水位。

?副 CRT显示的4台差压式水位计数据相互间存在较大偏差，与双色云母水位计和电接点水位计的指示值相比也有很大的偏差。

?副 三种水位测量装置所测水位偏差之大，给运行人员判断汽包水位、调节汽包水位带来一定困难。

?副 另外，由于汽包水位保护信号取自于差压水位计，在汽包水位测量误差较大的情况下，投入汽包水位保护未能起到保护的作用，有时还会因虚假水位造成误动作，这给锅炉的安全运行留下事故隐患。

3 原因查找与分析

3.1 汽包电接点水位计测量不准

根据电接点水位计的测量原理，我们采取以下措施来查找和分析电接点水位计不能正确反映汽包水位的原因。

?副 对电接点水位计的汽侧水测取样管管路、排污管路及一二次门进行查漏，排除管路泄漏的因素；

?副 对汽包B侧电接点水位测量筒的水侧和汽侧取样管进行一次现场试验。在锅炉正常运行情况下，先关闭电接点水位测量筒的水侧一二次门，汽侧一二次门处于打开状态，排污门在关闭状态，等待一段时间后，用红外线测温仪检测测量筒和取样管表面温度，温度在发生变化，同时由测量筒底部从下到上逐点测量电极的阻值，结果发现电极的阻值在逐点发生变化，可见随着时间的推移，测量筒内的水位在漫漫上升，一直上升至接近汽包的 actual 水位。这就证明了测量筒电极的阻值可以准确反映汽包的 actual 水位，与电接点水位计配套的水位显示表（装在集控室）也能与之对应，这样就排除了测量筒电极问题和水位表的问题；

?副 当电极所反映的汽包水位处于稳定一段时间后，保持运行工况稳定不变，我们将测量筒的水侧一二次门重新打开，汽侧的一二次门仍然保持在打开状态，排污门在关闭状态，很快地，集控室的水位显示表就逐渐显示水位在下降，相对应的电极阻值也在发生变化。

通过反复试验，证明电接点水位计无论是取样管路、测量电极、测量筒本身还是显示仪表均是正常的，导致电接点水位计不能正确测量汽包水位的主要原因是测量筒内无法积存凝结水。就此现象，向锅炉制造厂咨询，厂家分析认为，电接点水位计取样口设计存在缺陷，由于汽包内部结构的原因，使电接点水位计的连通管和取样口刚好处于汽包内工质不稳定区域，造成测量筒内无法积存凝结水。如果依然要用回这对取样口，只有对汽包内的结构进行改造，才可以解决问题，但这样的改造难度大。

3.2 差压水位测量存在误差

主要问题是外置式单室平衡容器汽水取样管、取样阀门均有保温，由于平衡容器采取整个保温，使各个平衡容器的参比水柱温度不确定也不一致，而DCS系统的温度修正补偿与实际平衡容器的参比水柱温度存在较大的误差，从而造成水位测量产生误差。

3.3 双色云母水位计测量不准确

主要原因是摄像机机头安装位置有偏差，双色云母片灯光角度调整不准确，造成图像有偏差，加上水管结垢，冲洗效果不佳，从而不能随锅炉负荷的变化来反映汽包的真实水位。

4 汽包水位测量系统改造

《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》第8条“防止锅炉汽包满水和缺水事故”中对锅炉汽包水位的测量及保护逻辑的设计提出了具体的要求。

汽包水位计的安装要求：取样管应穿过汽包内壁隔层，管口应尽量避免避开汽包内水汽工况不稳定区（如安全阀排汽口、汽包进水口、下降管口、汽水分离器水槽处等），若不能避开时，应在汽包内取样管口加装稳流装置。汽包水位计水侧取样管孔位置应低于锅炉汽包水位停炉保护动作值，一般应有足够的裕量。

差压水位计的压力补偿要求：差压水位计（变送器）应采用压力补偿。汽包水位测量应充分考虑平衡容器的温度变化造成的影响，必要时采用补偿措施。

依据上述要求，针对汽包电接点水位计和差压式水位计存在的问题，决定对汽包水位计取样口和相关运算、保护逻辑回路进行改进。

4.1 电接点水位计取样管道改造。

电接点水位计的问题是取样口不合适造成的，在汽包上重新开口或改造汽包内部结构均不具备可行性，根据锅炉制造厂专家的意见

见，结合锅炉汽包水位测量取样口的实际情况，确定电接点水位计按以下方案进行改造：

将原同侧(B侧)的差压式水位计1取消，其取样口改为电接点水位计取样口，并将原电接点水位计的取样口封堵，即将原B侧差压式水位计1的汽侧和水侧取样管改接入电接点水位计的汽侧和水侧，电接点水位计排污管路不变，原电接点水位计的汽侧和水侧取样口和一次门保留，并在一次门后加堵头封堵；取消B侧汽包水位变送器平衡容器1和之后的仪表取样管道；同时对电接点水位计测量筒进行保温处理，以保证电接点水位测量筒内的凝结水水温接近饱和水温。

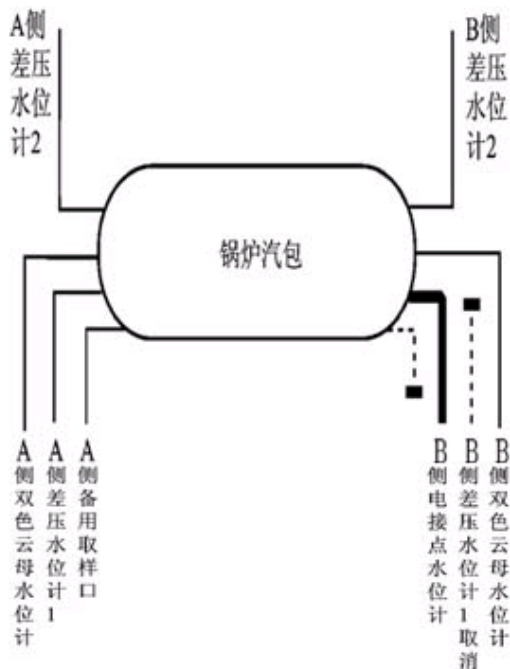


图2 改造后汽包水位计布置图

图2中蓝色粗线为电接点水位计测量点改造后的位置，细虚线为取消的取样管口。

4.2 差压式水位计测量管道改进

为了提高单室平衡容器的冷凝效果，减少正压室参比水柱的温度受汽包运行工况的影响，对剩下的3台差压式水位计的测量管道进行两方面的改进：

- (1) 拆除汽水侧取样管、取样阀门及平衡容器的保温。
- (2) 将正压室参比水柱压力取样口由平衡容器底部改接至平衡容器侧面，引出口标高比引入口低50mm左右，引出后布置一段500mm左右的水平U型管再与原垂直管道连接。

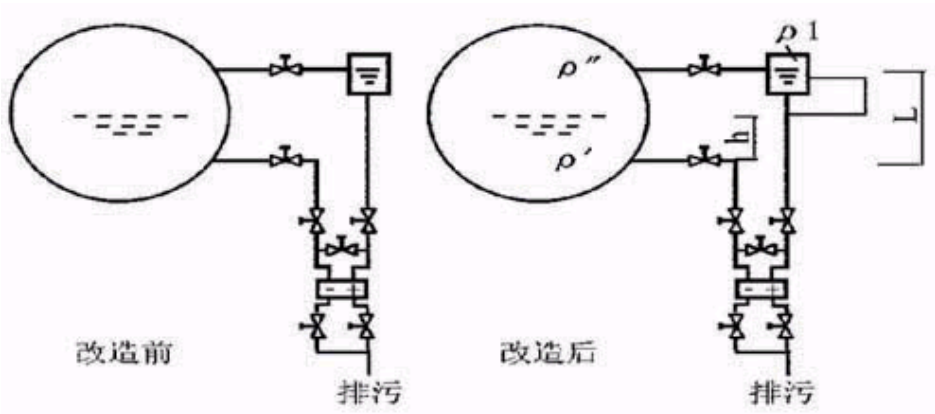


图3 改造前后差压式水位计测量管道布置示意图

4.3 差压式水位计压力补偿逻辑修改

由于采用外置式单室平衡容器，用差压变送器测量正负压室的差压信号，在DCS中按以下公式转换成水位信号。

$h = \dots \times 1000$

式中：L—正压室参比水柱高度，单位：m

ΔP —差压变送器测量得到的正负压室差压信号，单位：Pa

ρ_1 —正压室参比水柱不饱和水密度，温度取30℃，单位：kg/m³

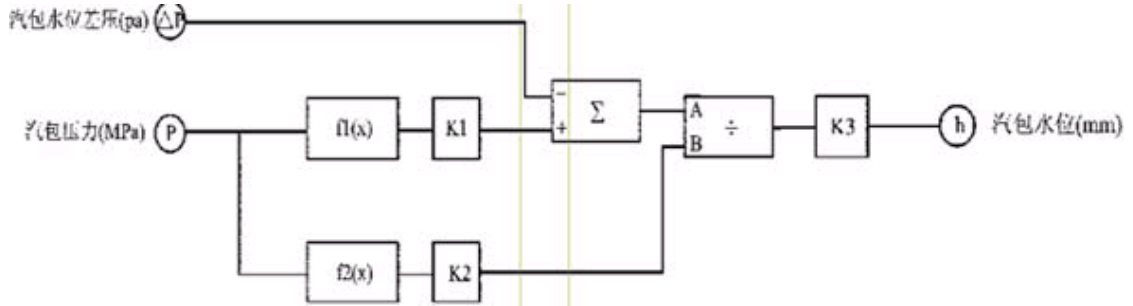
ρ' —汽包内饱和水密度，单位：kg/m³

ρ'' —汽包内饱和蒸汽密度，单位：kg/m³

g—重力加速度，取9.81

h—汽包水位，单位：mm

上式中，h不仅与 ΔP 有关，还与 ρ_1 、 ρ' 、 ρ'' 有关，而 ρ_1 、 ρ' 、 ρ'' 随汽包压力的变化而变化，因此，必须在DCS系统水位运算逻辑回路中引入汽包压力信号予以补偿修正。带汽包压力补偿修正的水位运算逻辑如图4所示。



说明：f1(x)为12段分段函数算法，输入汽包为压力，输出为(ρ_1 - ρ')，单位用kg/m³

f2(x)为12段分段函数算法，输入汽包为压力，输出为(ρ' - ρ'')，单位用kg/m³

K1为比例系数， $K1=9.81L$ ，L单位为m

K2为比例系数， $K2=9.81$

K3为比例系数， $K3=1000$

Σ 为加法器算法

\div 为除法器算法， $A \div B$

图4 带汽包压力补偿的汽包水位运算逻辑框图

经补偿运算后的汽包水位信号基本与实际水位一致，补偿后的水位信号作为画面显示，并通过三取中运算用于汽包水位自动调节系统，通过逻辑判断产生高低值信号并进行组合作为汽包水位保护之用。

4.4 汽包水位保护逻辑改进。

根据《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》，汽包水位保护必须具备判断水位信号正常与否来自动选择保护逻辑，为此对汽包水位保护逻辑作以下改进。

①3个水位差压变送器测量信号均正常，运算得出的3个水位信号中只要有2个同时低于-270mm且超过3s时，汽包水位低保护动作；当有2个汽包水位信号同时高于+270mm且超过3s时，汽包水位高保护动作，此时的汽包保护逻辑回路采用“三取二”方案。

②当3个差压变送器测量信号中有1个发生故障时，保护逻辑自动转换成“二取一”方式，即在余下的2个正常的汽包水位信号中有一个低于-270mm且超过3s时或高于+270mm且超过3s时，汽包水位低或汽包水位高保护动作。

③如果3个差压变送器测量信号中有2个变送器测量信号故障发生，保护逻辑自动转换成“一取一”方式，也就是如果仅存的1个汽包水位信号低于-270mm且超过3s或高于+270mm且超过3s时，汽包水位低或汽包水位高保护动作。

④如果3个差压变送器测量信号均发生故障，汽包水位保护退出。

完善后的汽包水位高保护逻辑框图如下所示（锅炉汽包水位低保护与该逻辑相同）。

5 改进后的效果

电接点水位计汽侧和水侧取样管经过改位后，测量筒内能积聚凝结水，使电极能准确地测量汽包的 actual 水位，与电接点水位计配套

的水位表在集控室也能相对应的显示每一点水位；在CRT 显示的三点模拟量信号（差压变送器信号）基本一致，误差只有±5mm，在锅炉稳态运行时，各水位计之间的偏差不超过20mm；锅炉启动时也能投入汽包水位保护。

6 结束语

6.1 电接点水位计汽侧和水侧取样口存在设计和制造的漏洞问题，说明锅炉汽包内部结构在制造时没有严格按照锅炉的制造与安装的相关要求，做好出厂前的有关试验，导致在安装汽包水位测量装置后也没有发现问题，从而致使电接点水位计测量不准。为避免类似事情发生，建议在安装设备时，应认真细致地了解清楚设备的设计结构和安装位置。

文章作者： 郭妙娜

发表时间： 2007-11-01 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)