

汽包锅炉给水自调系统的探讨和实践

吴国华

(湘潭纺织印染厂)

【提要】 作者介绍了在湘潭纺织印染厂两台锅炉上采用的一种三冲量给水自调方案，并介绍了调试及改造旧有调节阀的经验，达到锅炉水位稳定和利用设备节约资金的目的。

在锅炉房中，维持锅炉汽包水位在给定范围内，是锅炉安全运行保证蒸汽品质的指标之一。水位过高，会使锅炉送出的饱和蒸汽带水过多，造成车间用汽设备达不到预期的工艺要求，如热量不足，影响产量；染缸因蒸汽中水分太多，冲淡染液，影响质量等。水位过低，有可能破坏自然循环锅炉水循环，影响锅炉安全运行。所以大型锅炉及发电站锅炉往往采用要求较高的水位自控系统来稳定锅炉水位。

锅炉汽包水位控制系统，可以是单冲量、双冲量或三冲量系统，而以三冲量控制为佳。它能有效地克服由于锅炉负荷突变时产生的虚假水位现象，使系统有较好的动态和静态指标。

三冲量水位控制系统是以水位为主调节量而组成的一个内回路系统和蒸汽量作为前馈信号的外回路系统。水流量信号取负号，水位信号、蒸汽量信号都取正号，同时进入加减器内进行信号的综合比较，比较后的信号又与给定值比较，控制进水阀门，自动调节进水量，使水位保持稳定，是一个蒸汽流量前馈水流量反馈的调节系统。

一、三冲量液位控制原理及方框图

三冲量水位自控系统可以有多种方案，图1为我厂采用的DDZ-II型仪表三冲量给水自调系统方案原理图。当水泵压力不变时，锅炉汽包水位的变化主要是前馈信号蒸汽流量的变化，蒸汽流量是水位的主要外扰信

号，对克服蒸汽流量变化对水位的影响是十分有利的，在动态过程中，蒸汽流量信号的变化可相应的用水流量变化进行补偿。当蒸汽流量信号和水流量信号保持相等时，水位信号将稳定在给定的位置上。

图2为三冲量水位系统方框图。水位 H 、蒸汽流量 D_1 、水流量 W_2 三个信号也可一起送至比例、积分调节器，在静态时（即水位稳定状态），三信号与给定值 I_0 平衡。即 $I_{D_1} + I_H - I_{W_2} - I_0 = 0$ ，如在静态

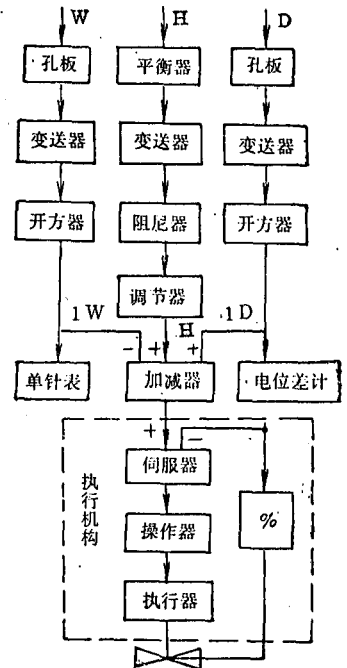


图1 三冲量给水自调系统原理图

时，蒸汽流量信号 I_{D_1} 与水流量信号 I_{W_2} 相等，水位信号 I_H 必等于给定值 I_0 ，汽包水位就稳定在某一定值。由图可知，该三冲量水位控制系统由水流量 W_2 反馈调节系统的内回路和蒸汽量 D_1 前馈信号的外回路组成。内回路调节速度快，对于蒸汽流量 D_1 变化的外扰，可由内回路调节系统 W_2 加以克服。

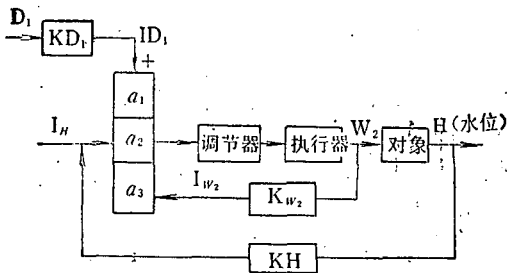


图2 三冲量水位控制方框图

D_1 -蒸汽的每小时流量(吨/时); KD_1 -蒸汽变换系数; ID_1 -蒸汽开放后输出电流; a_1, a_2, a_3 -加减器整定系数; KH -水位变换系数; W_2 -水流量每小时流量(吨/时); KW_2 -水流量变换系数; I_{W_2} -水位开放后输出电流。

二、水位调节器参数的整定

当一个自调系统组成后,调节对象的静态特性和动态特性已很难改变,这时调节过程的质量决定于调节器的各个参数。故调节参数的整定是生产过程自动化一项重要的工作。我们分别用临界振荡法、衰减曲线法、经验法、阶跃曲线法进行了助试,初步设定了比例、积分参数,使水位控制基本稳定。

以我厂五号煤粉炉、六号链条炉为例,水流量变送器刻度流量为25吨/小时,水流量指示,指示满刻度为10毫安,正常运行时水流量指示在满刻度的65%左右,水位指示在满刻度的60%位置(从单针表、电子电位差计显示),汽流量显示在满刻度的60%左右。

现将整定参数的具体作法分述如下:

(1) 用阶跃曲线法求取参数:扰动量的求取不是改变给定值,而是测定调节器的偏差位移量进行整定的。

(2) 水位置自动后,用助试的办法定下了比例、积分刻度,使水位基本稳定在60%位置,并使调节器偏差为零(在整定前要确保系统处于稳定的运行工况)。

(3) 将水位切手动,阀门全关闭。此时,水流量的泄漏量为 $G_0 > 0.15G_H$ 即5吨/小时,水位指示从满刻度(从单针表显示)的60%下

降至40%位置,调节器内给定与水位产生偏差,从毫伏表上显示偏差信号,由0毫伏逐渐指向150毫伏。

(4) 立刻切自动,计时器开始计时,因有偏差,阀门向开大方向位移,水流量显示为满刻度的85%位置与原来的水位、水流量比较,扰动量为2毫安即5吨/小时,偏差逐渐减少(从150毫伏→0毫伏),用计时器测得(从毫伏计上观察)延迟时间 T_1 为22秒,惯性时间 T_2 为4分20秒,偏差为零后,水位趋向稳定。

图3是用多阶惯性环节切线法求取的水流量扰动后水位变化曲线。从计时器测得 T_1 为22秒, T_2 为260秒,根据反应

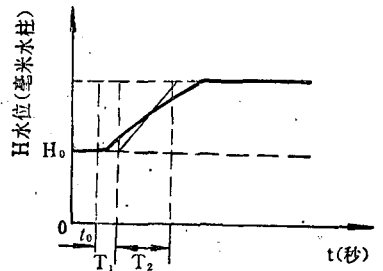
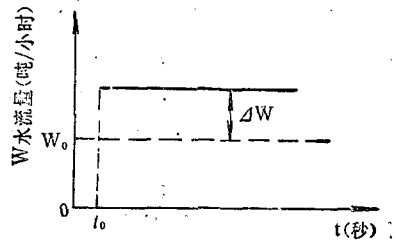


图3 水流量扰动后水位变化曲线

整定参数调节系统比例带 $P = 110T_1/T_2(\%)$,积分时间 $T_i = 3.3T_1$ 得:

$$P = 110 \times 22/260 = 9.4\% \approx 10\%$$

$$I = 3.3 \times 22 = 72.6 \text{ 秒}$$

实践情况:在水位置自动后,由于参数的助试,被调参数会呈现如图4的曲线。

被调参数产生周期性变化,其原因是比例范围和积分时间刻度过小,微分时间过大所致。积分

时间过小使振荡周期变长,微分时间过大使振荡周期变

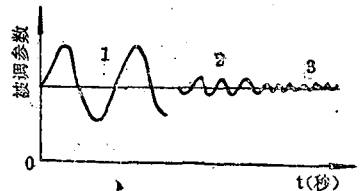


图4 被调参数的波动曲线

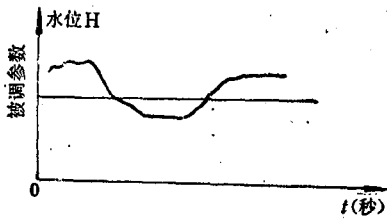


图5 比例刻度过大时被调参数的波动曲线

短，比例范围刻度过小，引起曲线振荡周期变短。在图4中，曲线(1)是积分时间过小引起；曲线(2)是比例刻度过小引起；曲线(3)是微分时间过大引起。又如被调参数出现不规则的忽左忽右地偏离给定值时是比例刻度过大所致，见图5。

三、进水阀门的选择及阀门开度设计与流量特性

进水阀门的选择好坏，直接关系到液位控制的稳定。选择调节阀应注意：(1)阀门的型式，(2)阀门的尺寸，(3)阀门工作特性，(4)执行机构的力矩或作用力的大小。

一个调节阀能正常工作，最低要求是当阀门全开时，其通过的流量应大于调节对象所要求提供的最大流量；阀门全关时，其泄漏量要小于调节对象所需要的最小流量。一般最大流量应为额定流量的1.1~1.2倍，泄漏量应小于额定流量的15%，变差流量应小于额定流量的5%，改变流量的有效行程范围应在全程的70%以上，使在有效行程内流量随着位移而变化的关系比较均匀。

根据我厂五号炉与六号炉的水位运行情况，几个阀门的开度、流量特性及调节范围都不能达到理想的效果，主要存在以下问题：(1)开度、流量调节范围小，投自动较困难，炉子稍有不正常就稳不住；(2)水位能基本稳住，但电机起动频繁，电机发热严重。为此，我们设制了新的阀座与阀芯，增大了开度、流量的调节范围，又根据调节器的输出信号与执行机构的位置反馈信号，在伺服放大器内进行磁综合比较后，线号21、22两点输出负电压幅值较大，除调稳外，在回路加装2CW5稳压管（或两反相并联二极管限

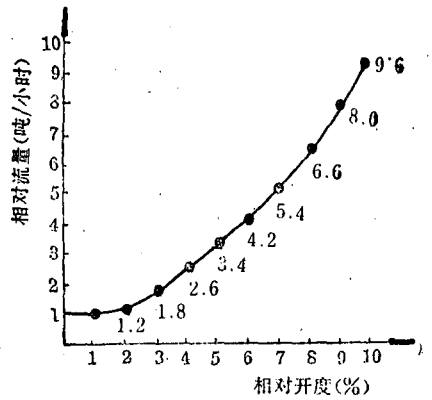


图6 五号炉开度流量特性曲线

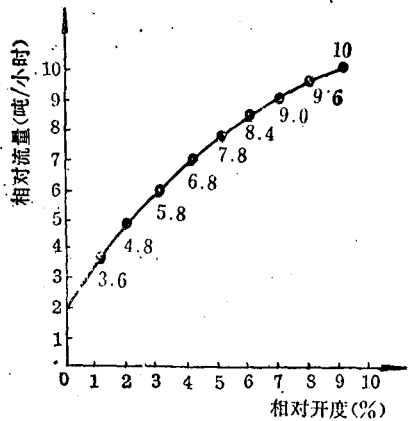


图7 六号炉开度流量特性曲线

幅)，或加装电感线圈起一定阻尼作用来解决电机起动频繁的问题。通过试验都能解决上述存在的问题。

图6、7是五、六号炉的开度流量特性曲线。其中五号炉是对数特性，六号炉是快开特性，其调节范围都在全行程的70%以上，汽包水位的控制精度从电子电位差计显示为±2毫米水柱（因我厂水位变送器满量程为270毫米水柱，电子电位差计满程为100%，每1%为2.7毫米水柱，因水位显示在60%的位置，左右位移大致±1%，故为±2毫米水柱，但有时也出现±3.5毫米水柱）。

总之，确保汽包水位的稳定，对锅炉的全自动投运起了决定作用、也为锅炉的安全、经济运行提供了可靠的保证。