

锅炉虚假水位的产生与处理方法

程晓婷, 郑玉平, 陈德磊

(首钢京唐公司能环部, 河北唐山 063200)

【摘要】结合首钢京唐钢铁公司能源与环境部 130 吨锅炉生产实际, 分析了锅炉虚假水位的产生对锅炉的影响, 利用串级三冲量汽包水位调节系统, 实现了锅炉给水的自动调节。

【关键词】锅炉; 汽包; 给水调节; 串级三冲量

【中图分类号】TK223.5

【文献标识码】B

【文章编号】1006-6764(2013)12-0059-04

The Occurrence of False Water Level in Boilers and Treatment Measures

Cheng Xiaoting, Zheng Yuping, Chen Delei

(The Energy and Environment Protection Department of Shougang Jingtang Steel Company, Tangshan, China 063200, China)

【Abstract】According to the production conditions of the 130t boiler at the Energy and Environment Protection Department of Shougang Jingtang Steel, the impact of false water level on the boiler was analyzed. Automatic adjustment of boiler water feeding was achieved by using the cascade three-impulse adjustment system of dome water level.

【Key words】boiler; dome; feed water adjustment; cascade three-impulse

1 前言

首钢京唐公司 130 t 锅炉作业区是由两台蒸发量 130 t/h 型号为 TG-130/3.82-Q 的锅炉组成。燃料采用高炉煤气和焦炉煤气锅炉, 产生的蒸汽主要供给海水淡化和厂区管网用汽。由于锅炉是大延迟大惯性对象, 所以如何实现锅炉自动给水调节是关键性的技术问题。给水调节的任务是维持锅筒水位在允许范围内, 使锅炉的给水量适应锅炉的蒸发量。由于锅炉的水位同时受到锅炉侧的影响, 因此, 当锅炉负荷变化时, 通过给水调节系统保持锅筒的水位正常是保证锅炉安全运行的重要条件。水位过高或过低, 都是不允许的。水位过高会影响汽水分离器的正常工作, 严重时会导致蒸汽带水增加, 使过热器管壁结垢, 造成事故; 锅筒出口蒸汽带水过多还会使过热蒸汽温度产生急剧变化。水位过低, 则会破坏正常水循环, 危及水冷壁受热面的安全。一般要求锅筒水位维持在设计值 $\pm 75 \sim \pm 100$ mm 范围内。

2 影响锅筒水位变化的主要因素

输入锅炉的为给水量 W , 锅炉出口为蒸汽流量 D (锅炉负荷), 被调量为锅筒水位 H 。水位的高低对流入量和流出量都没有影响, 因此, 调节对象不具有自平衡能力。锅筒水位不仅受到锅筒、水冷壁管

等贮水量变化的影响, 也受到水面下汽包容积变化的影响, 而汽包容积与锅炉负荷 D 、蒸汽压力等有关, 锅炉负荷和蒸汽压力又与燃料量密切相关。因此, 锅炉蒸发量、燃料量和给水量扰动是锅筒水位变化的主要原因。

(1) 蒸发量的扰动

蒸发量扰动即负荷扰动, 图 1 为蒸发量扰动下锅筒水位的变化规律。当锅炉的燃料量和给水量不变, 而蒸发量大于给水量时, 从锅炉贮水量的变化来看, 锅炉的水位变化应该如图 1 中的曲线 H_1 所示。但是, 当蒸发量突然增加时, 锅筒水面下的汽包容积迅速增加, 同时由于锅筒压力的下降, 饱和温度随之下降, 蒸发管和锅筒水容积中含汽率增加。汽包容积增加会使锅炉水位有所增加, 这种影响如图 1 中的曲线 H_2 所示, 而实际显示的锅筒水位响应曲线为 $H=H_1+H_2$ 。

可见, 当锅炉蒸发量增大时, 尽管蒸发量大于给水量, 但在开始时水位不仅没有下降反而迅速上升, 反之亦然。这种现象称为“虚假水位”, “虚假水位”虽然持续不长, 但对调节效果的影响很大。“虚假水位”变化的幅度与锅炉的压力和容量有关, 对于 670 t/h 锅炉, 当负荷突然变化 5% 时, 虚假水位达 20~30 mm。锅炉蒸发量是经常变化的, 是产生

“虚假水位”的根源

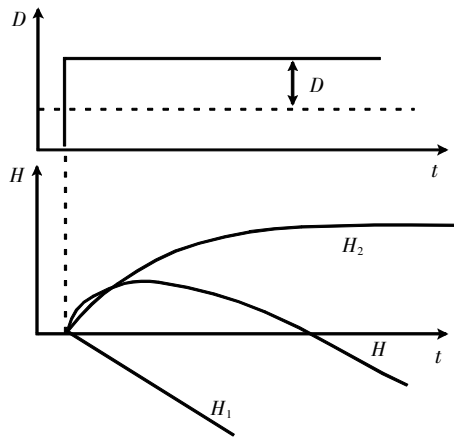


图1 蒸发量扰动下锅筒水位的变化规律

(2)燃料量的扰动

锅筒水位在燃料量扰动下的响应曲线如图2所示。当燃料量增加时,锅炉的吸热量增加,蒸发强度增大。如果用汽量不变,则随锅筒压力的增高,锅筒输出的蒸汽量也将增加,于是蒸发量大于给水量,造成锅筒进出工质质量暂时不平衡。由于水面下的蒸汽容积增大,也会出现“虚假水位”现象,但由于锅炉燃烧率增加也同时导致锅筒压力升高,会使汽泡体积减小。再由于热惯性的影响,燃料量的增加只使蒸汽量缓慢增加,所以,燃料量变化时的“虚假水位”现象要缓和得多。

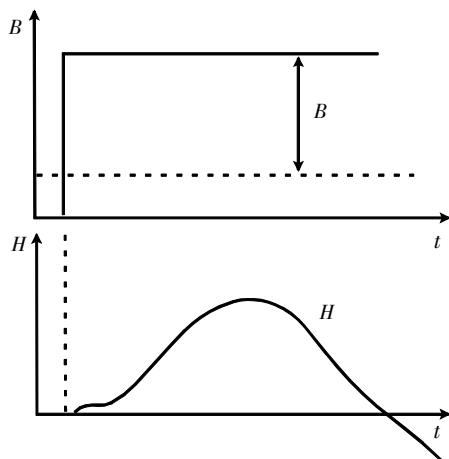


图2 锅筒水位在燃料量扰动下的响应曲线

(3)给水量扰动

在给水量阶跃变化时,锅筒水位响应曲线为图3。如果仅考虑锅筒流入量和流出量的质量不平衡关系,其响应曲线应该为直线 H_1 所示。但由于给水温度低于锅筒内的饱和水温度,当温度较低的给水进入锅筒后,吸收了锅筒内饱和水中的一部分热量,使锅炉的蒸汽产气量下降,液面下的汽泡体积减小,使水位下降,但考虑这一因素时水位的变化如图

中的曲线 H_2 所示,实际水位 H 的响应曲线为 $H=H_1+H_2$ 。

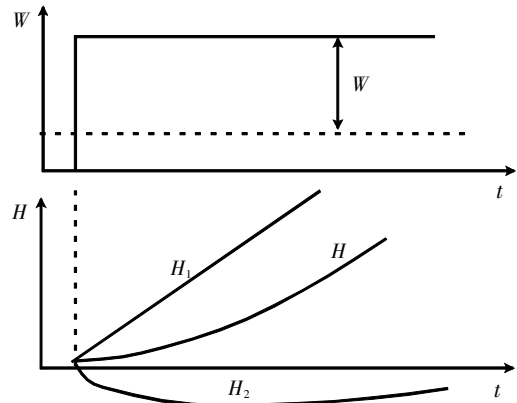


图3 给水量扰动下锅筒水位的变化规律

可见在给水量扰动 W 扰动下,被调量具有迟延、惯性和无自平衡能力特性,动态特性的数学描述,如公式(1)。

$$G_0(S) = \frac{\varepsilon}{S(\tau S + 1)} \quad (1)$$

式中 τ 为迟延时间, ε 为飞升速度

3 锅筒水位调节系统简介

锅筒水位调节系统的被控对象是锅筒,被调量是水位,调节量是给水量。实现水位自动调节的原则性系统主要有单冲量给水调节系统、双冲量、三冲量给水调节系统和全程给水控制系统等,这里的冲量一词指的是变量。

单冲量即指锅筒水位 H ,是最简单的单回路定值给水自动调节系统。由于单冲量调节方案在负荷变化产生“虚假水位”的情况下将引起给水调节机构误动作,如负荷增大时会反向关小给水调节阀,一点汽泡平息下来,水位将急剧下降,造成水位严重波动。对小容量锅炉,其蓄水量较大,水面以下的汽泡体积所占比重不是很大,因此虚假水位现象不明显,可以采用单冲量调节。对于大型锅炉来说,这种系统完全不能满足需要,因此,已不再单独采用。

为了克服上述缺陷,可以不仅根据水位,同时引入蒸汽流量和给水流量的变化来控制给水,从而构成双冲量和三冲量给水调节系统。

双冲量给水调节系统,给水调节器接受锅筒水位 H 和蒸汽流量 D 两个信号。在锅筒水位控制中,最主要的外扰动是负荷变化,因此,引入蒸汽流量 D 作为控制系统的前馈信号,用于提高系统抗外界负荷扰动的能力,以克服“虚假水位”所引起的误动作。但双冲量调节系统还存在不能妥善考虑给水管路的自发性内扰动影响等问题,因此也很少采用。

130 t 锅炉的给水调节系统常采用由锅筒水位 H 、蒸汽流量 D 和给水流量 W 这三个信号构成的三冲量给水自动调节系统,较大地提高了水位控制的质量。蒸汽流量和给水流量信号起到粗调作用,缓解对水位的冲击。目前采用较多的是串级控制方案,该方案是在单级三冲量的基础上增加了一个调节器构成的,使主调节器的输入仅为水位偏差信号,主回路用于直接控制水位,维持稳态水位不变,而副回路起到一个快速调节输入输出流量平衡的作用。由于两个调节器分工明确,所以调节器参数整定简单,系统运行稳定,如图4所示。

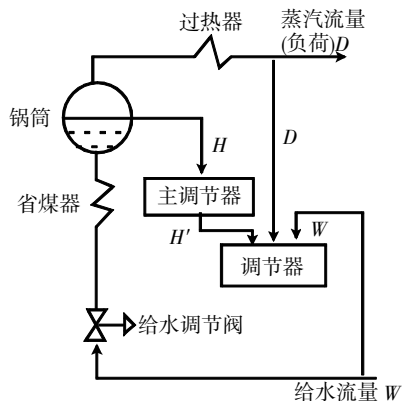


图4 串级三冲量控制系统示意图

4 系统硬件设计

首钢京唐公司130 t/h 锅炉控制系统采用西门子400系列冗余PLC,锅炉系统硬件主要元件为CPU414-4H,作为控制系统的运算和控制核心。IM153-2为接口模块,主要实现CPU与从站信号模块的连接。模拟量输入模块AI采用西门子6ES7 331-7KF02-0AB0,模拟量输出模块AO采用西门子6ES7 332-5HF00-0AB0,热电阻输入模块RTD采用西门子6ES7 331-7PF01-0AB0,开关量输入模块DI采用西门子6ES7 321-1BL00-0AA0,开关量输出模块DO采用西门子6ES7322-1BL00-0AA0。

在监控层采用以太网作为通信网络进行数据传输,即实现工程师(ES)、操作员站(OS)与通讯模块的通讯连接。通过工业以太网与控制系统监控层之间、各种控制系统之间、以及控制系统与企业经营决策管理信息系统之间的数据交换与共享将会变得非常简单、快速。

锅炉控制系统的工程师站、操作员站通过CP1613网卡与过程控制器CPU(配有以太网处理器CP443-1)通讯。三冲量控制系统中液位采集使用罗斯蒙特系列差压变送器,蒸汽流量检测采用一体化喷嘴配套差压变送器合用,给水量检测采用孔板节

流装置配套差压变送器合用,水量调节采用电动调节阀,并设有主路、旁路给水调节系统。所有差压仪表、电动调节阀位置反馈检测为4~20 mA 电流信号,阀门控制信号为4~20 mA 电流输出控制信号。三冲量控制液位、蒸汽流量、调节阀位置反馈信号进PLC模拟量输入模块,调节阀控制信号进模拟量输出模块,数据实时采集后,经过PLC控制核心CPU进行相关控制算法计算完成三冲量控制。

4.1 系统软件设计

采用STEP7 V5.4软件,借助于梯形图实现的三冲量调节控制调试方便,实现简单、可靠,为日常水位控制提供便捷。Step7中使用西门子功能块FB41,其中,SP_INT为液位设定值(对应锅炉设定值为0 mm),PV_IN为实际液位采集值,LMN为阀门控制输出(对应给水调节阀的阀门开度模拟量输出信号),DEADB_W死区设置为5,PID数学模型如公式(2)。

$$u(t)=K_p e(t)+\frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt+T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2)$$

其中 K_p 为比例系数, T_i 为积分时间常数, T_d 为微分时间常数。经过计算得GAIN(设置为2,对应PID数学模型的 K_p), T_i 积分时间(设置为20 s), T_d 微分时间(设置为10 s)。DISV为干扰量,计算方法:干扰量= $\frac{\text{当前蒸汽流量}-1.3 \text{秒之前蒸汽流量}}{\text{当前蒸汽流量}} \times 100$

4.2 WINCC 软件基本概况

锅炉系统软件采用西门子WINCC V6.2上位,上位机与PLC的通讯采用SIMATIC PC Station建立连接。首先在工程师站Step7中增加一个SIMATIC PC Station,在SIMATIC PC Station配置Wincc Application、CP1613网卡,如图5。

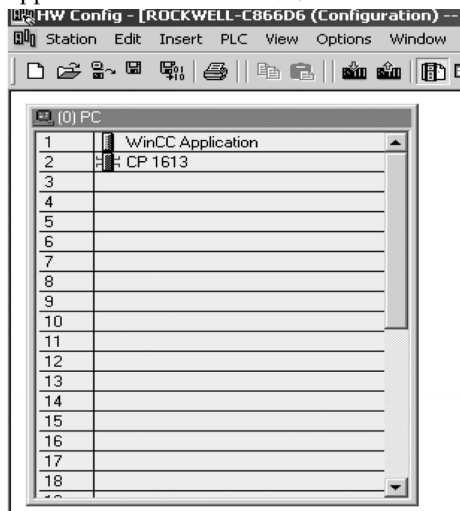


图5 SIMATIC PC Station配置

操作员站中安装SIMATIC NET并增加WinCC Application、CP1613选项。工程师站configure network中建立WinCC Application与CPU的连接,然后通过工程师站将SIMATIC PC Station下载给操作员站,将网络配置下载至PLC中,需要注意的是此下载会造成PLC的停止,应避免对部分运行设备造成的跳机。

4.3 三冲量调节控制监控系统

三冲量调节控制监控系统如图6所示。

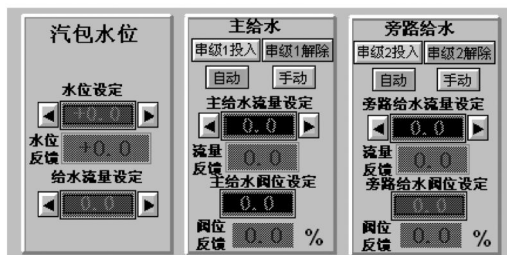


图6 三冲量水位控制

在上位中一般设定水位,主给水串级1投入,当手动/自动按钮选择在自动位置,实现水位自动调节。在上位中一般设定水位,主给水串级1解除,当手动/自动按钮选择在手动位置,根据实际液位反馈值,直接调节主给水阀门开度(即直接输入主给水阀位设定值即可),可以实现水位手动调节。

5 结束语

采用串级三冲量调节系统,有效的消除了由于蒸发量、燃料量和给水量扰动引起锅筒的虚假水位,实现了锅炉给水的自动调节。

[参考文献]

[1]樊泉桂.锅炉原理[M].北京:中国电力出版社.2008.09.

收稿日期:2013-07-12

作者简介:程晓婷(1985-),女,2008年毕业于华北电力大学自动化专业,电力拖动与自动控制助理工程师,大学本科,现从事自动化专业管理工作。

(上接第58页) 发展方向是NGN”,从上述的论述上看,VOIP更注重解决的是语音交换的问题,当然,也有人提出,VOIP是以IP承载网作为传输网络的,而IP承载网本身就具备传输其它媒体的能力,这就引出了另外一种说法,即“VoIP是NGN的雏型,VoIP的经过几个阶段的发展将演进过渡到NGN”。

6 结论

综上所述,经过上述的分析,我们不难看出这样的结论,尽管NGN网络在初期投资方面处于劣势,

但是由于它在当前的通信技术领域的不可质疑的先进性,加之,它是未来三网融合的支撑网络,因此,我们在这次的设备改造中应首先选择NGN设备。

[参考文献]

[1]陈锡生,廉正琨主编.现代电信交换[M].北京:北京邮电大学出版社.1997年.

[2]龚双瑾,刘多主编.下一代电信网的关键技术[M].北京:国防工业出版社.2003年.

收稿日期:2012-11-05

作者简介:王祚(1980-),女,2001年毕业于大连理工大学计算机与信息管理专业,工程师,现从事计算机与通信管理工作。

节能减排,保护环境,实现钢铁工业可持续发展!