

锅炉汽包水位全量程调节的实现^{*}

卫 明

(南京师范大学动力工程学院, 210042, 南京)

[摘要] 介绍了锅炉汽包水位全量程调节的一种方法, 克服了锅炉在变负荷运行时一般调节系统中调节质量的下降. 在DCS系统中该方法既不用增加投资又提高了调节系统的质量.

[关键词] 负荷, 量程, 调节, SAMA图

[中图分类号] TK223.1⁺ 3; [文献标识码] B; [文章编号] 1672-1292(2002)02-0033-04

0 引言

在汽包锅炉水位调节系统中常采用“三冲量给水调节系统”来满足汽包水位调节的要求. 目前多数小型电厂的锅炉几乎都工作在变负荷状态, 受电负荷的影响, 白天满负荷运行, 夜晚运行在50%以下负荷. 若仍采用单一的三冲量调节系统, 则由于机组在不同负荷下呈现出的动态特性不同, 一方面调节器的PID参数值难以设置, 另一方面若仅依靠主给水调节阀调节, 则由于调节阀流量特性的非线性和阀径的限制, 使调节质量明显下降, 因此必须采取适当的措施以满足全量程调节的要求.

1 调节阀流量特性对水位调节的影响

图1为某75 t/h循环流化床锅炉中采用的主给水调节阀的实际流量特性曲线. 工程中为满足系统灵敏度的要求常采用这种等百分比流量特性的调节阀, 其流量特性方程为:

$$\frac{d \frac{G}{G_{\max}}}{d \frac{L}{L}} = K \frac{G}{G_{\max}}$$

代入边界条件得:

$$\frac{G}{G_{\max}} = R^{\left(\frac{L}{L} - 1\right)}$$

式中: R 为可调比, $R = \frac{G_{\max}}{G_{\min}}$, 其值在30~50之间.

等百分比流量特性表示调节阀单位相对行程的变化所引起的相对流量变化与此点的相对流量值成正比, 流量与行程之间的比例系数随行程的增大而增大. 在小流量时流量变化的绝对值小; 大流量时流量变化的绝对值大. 在大流量时工作较灵敏, 而小流量时工作较平缓, 但灵敏度相对较低, 且小流量时的泄漏量的相对值较大. 因此, 要实现汽包水位的全量程调节, 仅采用一个调节阀, 会使低负荷时汽包水位不能满足调节质量指标的要求.

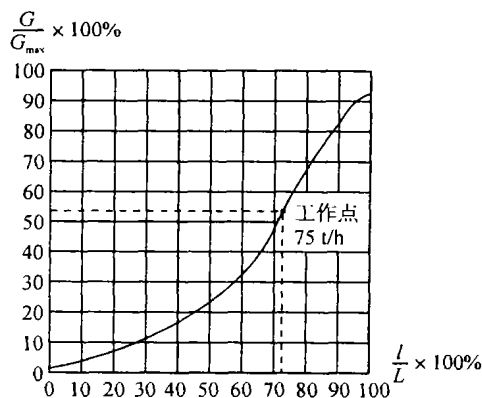


图1 主给水调节阀流量特性曲线

* 收稿日期: 2000-11-01.

作者简介: 卫明, 1963-, 南京师范大学动力工程学院工程师, 主要从事工业过程自动控制方面的研究.

2 解决方案

为克服上述问题, 根据工艺提供的实际条件采用两套调节系统. 一套为低负荷调节系统, 在负荷较低时调节低负荷给水旁路调节阀; 另一套为高负荷(正常负荷) 调节系统, 在高负荷时调节主给水调节阀.

2.1 低负荷给水调节

锅炉在低负荷运行时虚假水位现象不太严重, 故低负荷给水调节采用单回路调节系统(如图 2 所示). 在水位信号送入 PID 调节器之前, 采用汽包压力对现场送来的差压值进行一系列补偿运算, 将其转换为实际的水位值. 图中 $f_1(x)$ 和 $f_2(x)$ 是不同压力下的水位值函数. 此外因经补偿后的水位信号波动较大, 故加入一阶惯性环节 LAG 减少其波动幅度, 以避免调节过程中执行机构的频繁动作.

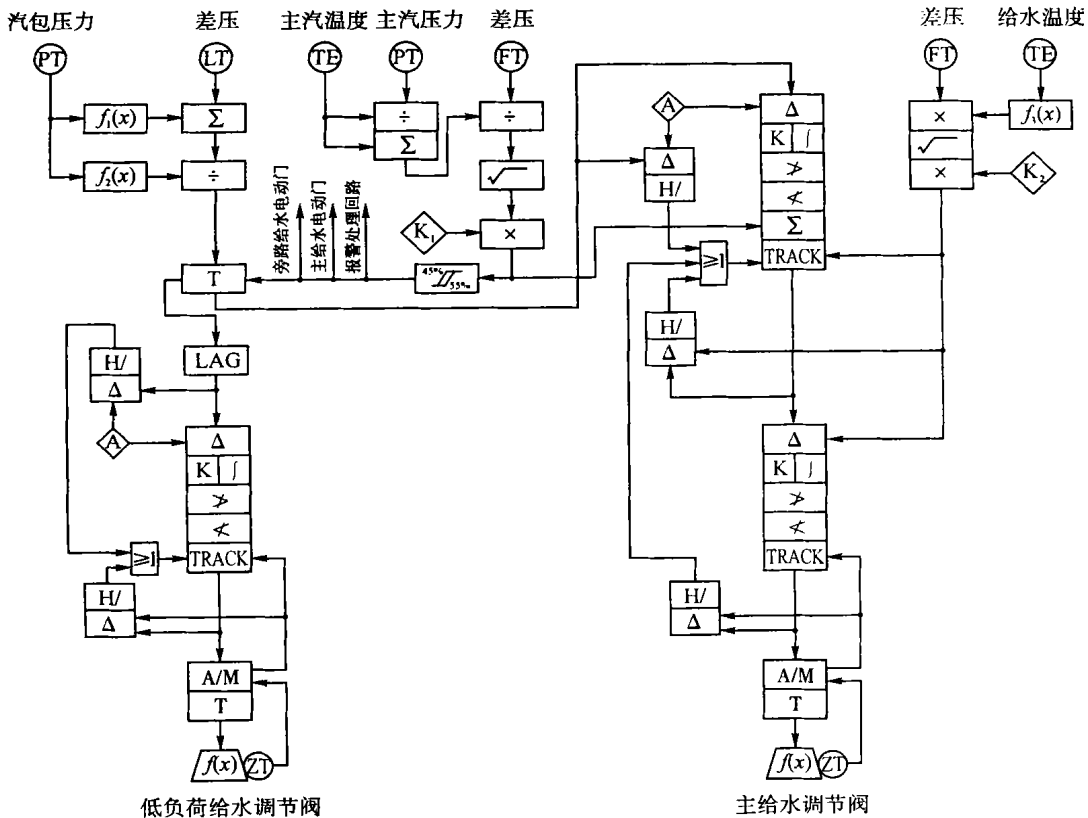


图 2 锅炉汽包水位全程调节系统 SAMA 图

低负荷运行时通过设置低负荷调节器的 PID 参数以满足低负荷时对象动态特性的要求. 低负荷旁路给水调节阀的动态特性如图 3. 从图中可见低负荷时给水流量处于特性曲线的线性段, 这样采用旁路阀调节不仅满足了灵敏度的要求且线性也得到了提高.

2.2 高负荷给水调节

高负荷给水调节采用前馈串级调节系统(见图 2 所示). 主调部分与低负荷调节相同, 汽包水位差压信号经过汽包压力补偿修正后送入 PID 调节器, 将经主汽温度和主汽压力补偿后的主汽流量作为前馈量引入主调回路. 主汽流量的补偿公式为:

$$D = K_1 \sqrt{\frac{\Delta P}{\frac{0.4619 \times 10^{-3} T}{P} - 13.3 \times 10^{-3} + 1.32 \times 10^{-5} T}} \rho_H$$

式中: D 为经补偿后的主汽流量值; ΔP 为现场一次元件送来的表示流量的差压值; ρ_H 为额定压力额定

温度下的蒸汽密度; T 为绝对温度; P 为绝对压力; K_1 为常数.

回路中将经温度补偿后的给水流量引入副调回路作为副调的测量值, 给水流量的温度补偿公式为:

$$G = K_2 \sqrt{\Delta P \cdot \gamma}$$

式中: γ 与 T 的关系由函数 $f_3(x)$ 实现, K_2 是常数.

高负荷系统中采用主给水调节阀调节, 满足了系统的线性和灵敏度的要求.

2.3 两调节系统之间的切换

随着负荷的变化, 必须在两个调节系统之间进行无扰切换. 切换依据为经温度压力补偿后的主汽流量; 切换的手段为分别设置在主给水调节阀和旁路给水调节阀前的主给水电动门和旁路给水电动门; 切换点分别设置在满负荷的 55% 和 45%, 中间设置 10% 的死区, 以免两系统之间的频繁动作. 为降低切换时给水流量的扰动, 两电动门打开和关闭的动作必须满足一定的条件^[3].

虽然在系统中采用了一些方法来降低切换时的给水流量的扰动, 但这种扰动是不可避免的, 因此为防止切换过程中出现差错, 切换时发出报警信号提醒操作人员注意.

3 特点及应用

汽包水位在不同负荷时采用不同回路进行调节, 具有如下几个方面的特点:

- (1) 高、低负荷分开使系统更易于整定.
- (2) 高、低负荷采用不同的调节阀调节提高了系统的灵敏度和线性.
- (3) 因采用 DCS 系统, 且两个回路中执行机构和调节阀在常规调节系统中都必须设置, 故无需增加投资.

上述调节系统已在安徽某电厂 75 t/h 循环流化床锅炉自控系统工程中得到实际应用. 当锅炉分别在满负荷和低负荷运行时, 在给水流量、主汽流量(负荷)和燃料量分别作扰动试验时, 在调节系统的作用下, 水位的超调量和调节时间完全满足调节质量的要求. 当锅炉在高、低负荷间切换时, 水位变化的特

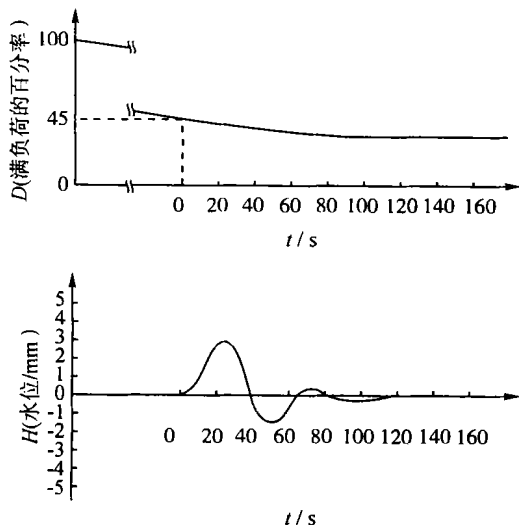


图4 降负荷时切换后水位的特性曲线

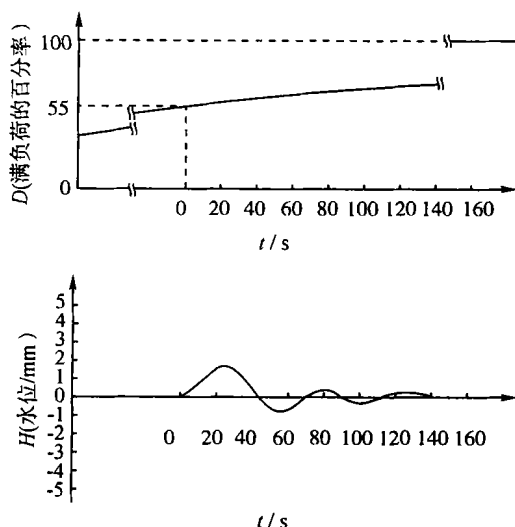


图5 升负荷时切换后水位的特性曲线

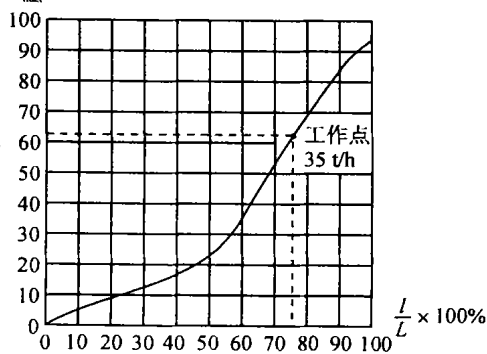


图3 低负荷给水调节阀流量特性曲线

性曲线如图4、图5所示。

从特性曲线可见,当负荷由高到低变换时,在45%的切换点上调节系统由串级切换到单回路,此时由于给水流量在切换的过程中有一个较小的扰动,引起了水位的微小波动,但在调节系统的作用下很快就达到了新的稳定状态。而当负荷由低到高变换时,在55%的切换点上,由于负荷的变化和给水流量的扰动方向相同,两者对水位的扰动相互减弱,水位的变化量比负荷由高到低的变化量更小。试验所得的特性曲线和目前实际运行情况证明:该调节系统完全能满足汽包水位全量程调节中调节质量的要求。

[参考文献]

- [1] 陆德民. 石油化工自动控制设计手册[M]. 第2版. 北京: 化学工业出版社, 1988.
- [2] 王常力, 罗安. 集散型控制系统选型与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.
- [3] 熊淑燕, 王兴叶, 田建艳, 等. 火力发电厂集散控制系统[M]. 北京: 北京科学出版社, 2000.

Full-range Control for the Boiler Drum Water Level

Wei Ming

(College of Power Engineering, Nanjing Normal University, 210042, Nanjing, PRC)

Abstract: This paper discusses the control of the boiler drum water level in full range. When a boiler operates at various load, this method helps to avoid control quality which exists in a common control system. In DCS system, the method improves the quality of the system without any extra investment.

Key words: load, range, control, SAMA Fig

[责任编辑: 严海琳]

(上接第29页)

[参考文献]

- [1] 申. 大型透平机械智能监测诊断中信息融合理论与技术的研究[D]. 华中理工大学博士学位论文, 武汉: 华中理工大学, 1999.
- [2] 刘刚, 屈梁生. 机械信号连续小波系数的统计特性研究[J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(3).
- [3] 杨福生. 小波变换的工程分析与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [4] 张志涌. 精通MATLAB5.3版[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000.

Wavelet-based Quantitative Analysis of Vibration Signal of Turbine Machines

Hou Jinghong, Huang Shuhong, Shen Tao, Zhang Yarping

(Huazhong University of Science and Technology, 430074, Wuhan, PRC)

Abstract: On the basis of the very good time-frequency domain features of wavelet, this paper studies the continuous wavelet coefficients of turbine mechanical vibration signal. Considering feature extracting, this paper puts forward new statistics and proves that this kind of one-order moment is very effective with 8 kinds of fault analysis results given. Preparatory research shows that this quantitative analysis method can be used for extracting features of vibration signal.

Key words: wavelet transform, fault diagnosis, signal processing, feature extracting

[责任编辑: 刘健]