

PLC、触摸屏和变频器在循环双流化床锅炉 自动控制系统的应用

黄 宁

(四川机电职业技术学院,四川 攀枝花 617000)

摘 要:根据循环双流化床锅炉(CFDB)控制系统的设计方案,从硬件设计和软件设计两方面介绍采用西门子 S7 - 200PLC、TP270、MM430 变频器的改造方案。系统具有设备投资少,操作简便的特点,同时运行后降低了能耗,提高了生产率。

关键词:循环双流化床锅炉;控制系统;硬件设计;软件设计

中图分类号:TP273 **文献标识码:**B **文章编号:**1003-7241(2010)02-0058-04

The Application With PLC & Touch Screen and Frequency Converter in Automatic Control Systems of CFDB

HUANG Ning

(Sichuan Electromechanical Institute of Vocation and Technology, Panzhihua 617000 China)

Abstract: This paper introduces the technical renovation from hardware and software with S7-200PLC & TP270 and MM430 according to the design project of control systems in CFDB. This system has the advantages of low investment and easy operation, it also can reduce the energy consumption and enhance the productivity.

Key words: CFDB; automatic control systems; hardware design; software design

1 引言

循环双流化床锅炉(CFDB)就是专为小容量锅炉研制的新型流化床锅炉,是小型循环床锅炉的改进,其特点是运行稳定、性能良好,用户经济效益显著,特别适用于 6-35t/h 锅炉。某钛白粉厂采用 DG15 循环双流化床锅炉为生产供汽,原锅炉根据自治原则设计了锅炉控制系统,采用智能仪表对锅筒液位进行自动控制,而蒸汽压力的控制主要靠司炉工的操作经验手动调节给煤量及改变主床、付床风门开度和引风机开度控制炉膛燃烧来实现。当工厂负荷变化时,司炉工需首先观察仪表的变化,再根据经验调节各控制参数。由于锅炉控制系统间使彼此关联度大,且工厂负荷变化频繁,燃煤煤质变化大,司炉工操作稍有不慎,便导致供汽不稳,严重时会发生锅炉结焦或熄火事故,影响工厂生产。基于系

统运行现状,本着既能节能降耗,又控制简便、安全且投资较少的原则,我们设计时采用了性能先进的西门子 PLC、变频调速器、控制屏等自动化设备组成的锅炉 PID 自动控制系统。该控制系统通过检测蒸汽压力、主、付床温度、炉膛负压,汽包液位等运行物理量,实现运行过程主付床温度、炉膛负压力、锅筒水位自动调节,保证了锅炉的安全稳定高效运行。

2 锅炉控制系统设计方案

2.1 锅炉燃烧自动控制系统^[1]

锅炉燃烧自动控制系统的基本任务是使燃料燃烧所提供的热量适应外界对锅炉输出的蒸汽负荷的要求。外界用汽量的变化,反应在锅炉为压力的变化,用汽量加大,汽压下降。要增减负荷,必须增减风量和煤量。循环双流化床锅炉燃烧自动控制系统主要由其主床床温控制、付床床温控制、炉膛负压控制、锅筒水位控制四

收稿日期:2009-10-10

个系统组成。

2.1.1 主床床温控制系统

锅炉主床运行温度为 $850 \sim 1000$,最佳床温应稳定在 950 ,其温度主要与给煤量和送风量有关,为使锅炉运行在最佳燃烧状态,燃煤量、送风量之间应保持一定比例。锅炉在正常运行时,锅炉主床床温控制系统采用以沸中温度作为反馈量的 PID 控制,同时将负荷的大小经处理后作为给煤、送风的前馈信号,确保燃烧能与负荷相适应。由于该厂用煤煤质变化较大,煤风比不固定,本系统在主床燃烧控制系统中煤风比设计为可进行手动修正。系统控制原理如图 1 所示。

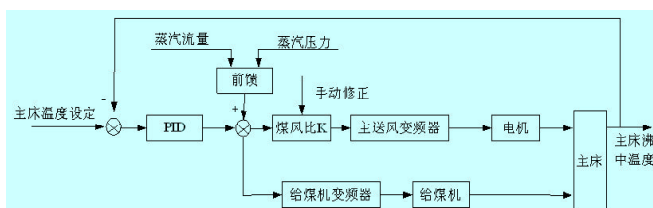


图 1 锅炉主床温度控制系统控制原理图

2.1.2 付床床温控制系统

锅炉允许付床温度在 $700 \sim 1000$ 运行,最佳床温应稳定在 920 ,其温度主要由付床送风来控制。加大风量可以降低床温,降低风量则床温升高,但最小风量不得小于临界风量。系统控制原理如图 2 所示。

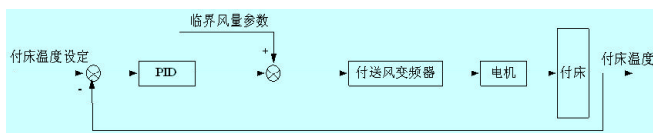


图 2 锅炉主床温度控制系统控制原理图

2.1.3 炉膛负压控制^[3]

炉膛负压的高低也关系着锅炉的安全和经济运行。炉膛负压过高会使大量的冷风漏入炉膛,将会增大引风机的负荷和排烟热损失;炉膛压力低并长期运行时会使炉墙变形,影响炉墙的使用寿命。循环双流化锅炉规定炉膛负压必须控制在 $-70 \sim -30$ Pa。为了使炉膛负压稳定在规定的范围内,必须控制引风量与送风量相适应。引风量控制系统的任务是保证一定的炉膛负压,在引风调节方案中,炉膛负压测量值和设定值一起送入 PID 调节回路中进行运算,运算结果控制引风机转速,满足锅炉运行要求。由于炉膛负压实际上决定于送风量和引风量的平衡,故利用主床送风量作为前馈信号,以改善系统的调节性能,如图 3 所示。

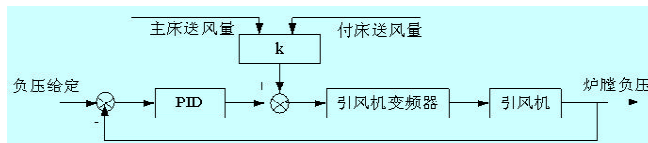


图 3 炉膛负压控制系统原理图

2.2 水位三冲量控制^{[2][3]}

锅筒水位的高低对锅炉的安全运行和生产工艺要求影响很大,水位的变化会引起汽压、汽温的波动。水位太高时会使蒸汽大量带水,降低蒸汽品质,影响产品质量,水位过低时则易发生缺水事故。要维持锅炉的正常水位,必须及时调节给水量,以适应蒸发量的变化。在运行中锅炉的给定水位应随负荷的大小进行调整,在低负荷时,应稍高于正常水位,以免负荷增加时造成低水位;在高负荷时,应稍低于正常水位,以免负荷减少时造成高水位。原锅炉水位控制系统中,给水泵是连续恒速运行的,流量的控制是通过调节给水管道中调节阀和回流支路实现的。采用调节阀调节时,由于阀门的开度的减小,水泵出口的压力会上升阀门两边的压差将增大。当增大到很大时不但会造成水泵的能量的浪费,而且使该水泵的振动和磨损加大,进而寿命缩短。采用回流支路调整时,大量的水回流也同样造成能量的消耗。由水泵的工作原理可知流量与转速 N 成正比,扬程 H 与转速 N 的平方成正比,轴功率 P 与转速 N 三次方成正比,电机的转速与电源频率 F 成正比,因此改变电源频率,可改变电动机即给水泵的转速,从而达到调节给水流量的目的。本系统采用三冲量控制,如图 4 所示。系统将给水流量作为副调回路,克服给水流量变化扰动,汽包水位作为主调回路,蒸汽流量作为前馈量克服虚假水位现象,使水位达到很高的控制精度。

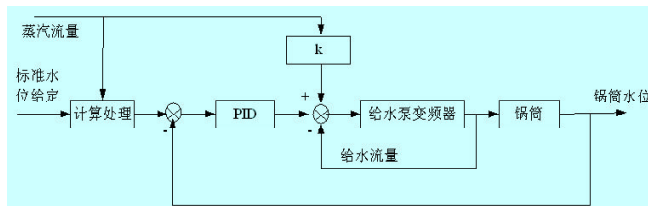


图 4 锅炉水位三冲量控制系统原理图

3 系统硬件配置

3.1 CPU 及其扩展模块的选择

根据系统的要求,选取西门子 S7-200CPU226 作为控制核心。CPU226 的 I/O 点数是 24/16,能满足系统的开关量的控制要求。S7-200PLC 具有功能强大的指令集,它提供了 8 个回路的 PID 功能,用以实现需要按照

PID 控制规律进行自动调节的控制任务,如本系统中的温度、压力、水位控制等^[4]。由于 PID 功能需要有模拟量输入,以反馈被控制物理量的实际值,故选用了 2 个 EM231 模拟量输入模块,它具有 4 通道输入,其采样速度 $25\ \mu\text{s}$,用于锅炉水位、压力、流量等信号输入;选用 1 个 EM231 TC 热电偶输入模块,它是具有 4 通道输入的温度测量专用扩展模块,用于主床、付床、蒸汽的温度信号输入。S7-200 的 PPI 接口的物理特性为 RS-485,可在 PPI、MPI 和自由通讯口方式下工作。

3.2 变频器的选择

本系统选用西门子 MICROMASTER 430 变频器,MM430 变频器是用于控制三相交流电动机速度的变频器。该系列有多种型号,额定功率范围从 7.5 kW 到 250 kW ,可供用户选用^[5]。由于该类型的变频器具有电动机的分级控制、节能控制方式、手动/自动控制(手动操作/自动操作)等特点,特别适合用于水泵和风机的驱动。系统中给煤机功率为 3 kW ,主床风机功率为 75 kW ,付床风机功率为 15 kW ,引风机功率为 110 kW ,水泵功率为 45 kW ,我们分别选用 MM430 系列 7 kW (订货号 6SE6430-2AD27-5CA0)、 75 kW (订货号 6SE6430-2AD37-5FA0)、 15 kW (订货号 6SE6430-2AD31-5CA0)、 110 kW (订货号 6SE6430-2UD41-1FB0)、 45 kW (订货号 6SE6430-2AD34-5EA0)的变频器。

3.3 触摸屏的选择

为实现人机对话功能,如系统状态以及参数显示、参数修改等,系统选用 SIMATIC TP 270 型触摸式面板,该触摸屏功能强大,性能卓越,价格低廉,可淋漓实现过程控制和监视。它使得操作状态当前过程数据和关于连接的 PLC 的故障能够以图形显示并且使得相关的机械设备或系统能够被方便地监控和操作,可方便机械设备操作和监控并提供被监控的机械设备或系统的逼真的图形表现^[6]。

4 基于 PLC 的控制系统

4.1 控制流程图^[7]

系统控制流程图如图 5 所示。由于 S7-200CPU226 有两个 RS485 通讯口,为了提高设备的整体性能,TP270 通过 PPI 协议和 S7-226 PLC 端口 1 相连,可实现过程控制和监视。

传统的 PLC 与变频器之间的接口大多采用的是依靠 PLC 的数字量输出来控制变频器的启停,依靠 PLC 的

模拟输出来控制变频器的速度给定,这样的控制系统具有硬件多、价格贵、噪声和干扰严重、信息量少、精度低等缺点。本系统选用西门子 S7-200 和 MM430 变频器,PLC 的端口 0 用于和 MM430 的 RS485 端口相连。它们可以使用 USS 通讯协议,通过程序调用的方式实现二者之间的通信,编程的工作量小。通讯网络由 PLC 和变频器内置的 RS485 通讯口和双绞线组成,一台 S7-200 最多可以和 31 台变频器进行通讯。通过网络,可以连续地对 5 台变频器进行监视和控制,实现多台变频器之间的同步控制,通过网络还可以实时的调整变频器的参数。

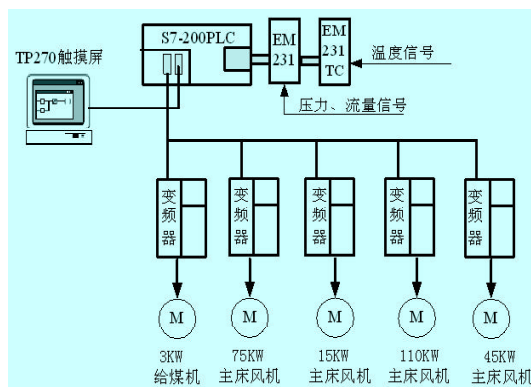


图 5 系统控制流程图

4.2 系统的软件设计

4.2.1 触摸屏画面设计

系统采用 SIMATIC ProTool 作为组态软件,该软件具有报警记录、报表打印、趋势曲线等多种功能^[5]。本系统在其基础上进行了丰富的画面设计。

考虑系统所需监控的过程变量和实际功能,共组态了 5 组画面,主要包括运行选择画面(含自动/压火、手动/启动切换)、动态显示画面(用于温度、压力、流量等参数的动态显示)、参数设定画面(用于锅炉主付床温设定、煤风比设定、炉膛负压设定、锅筒水位设定等)、状态及故障报警画面(具有报警消息弹出窗口功能,同时报警灯闪烁。能将报警消息进行归档,并保存并显示系统运行以来的所有报警消息)等。

4.2.2 PLC 控制程序设计

由于循环双流化锅炉工艺复杂,其点火、停炉操作实现自动化的难度较大,在设计的过程上述操作仍为手动操作,手动操作采用原生产工艺中通过调节手操器来控制执行器的方式。PLC 控制程序由 MicroWIN 4.0 sp5 专用编程软件进行设计,程序流程如图 6 所示。主要包含采样滤波子程序、PID 功能程序、PLC 与变频器

0, 当 PLC 和与变频器通讯中断时, 变频器将停止运行。

在使用 USS 协议时应设置好变频器的相关参数如控制方式选择为通讯方式、变频器的 USS 波特率、变频器的 USS 地址等。系统在安装指令库后在 MicroWIN4.0 sp5 指令树的 / 指令 / 库 / USS PROTOOL 文件夹中将出现 8 条指令, 如初始化指令 USS_INIT、控制指令 USS_CTRL、读取变频器参数的 USS_RPM_X 指令、写变频器参数的 USS_WPM_X 指令等, 调用它们可控制变频器的运行和变频器参数的读写操作^[9]。

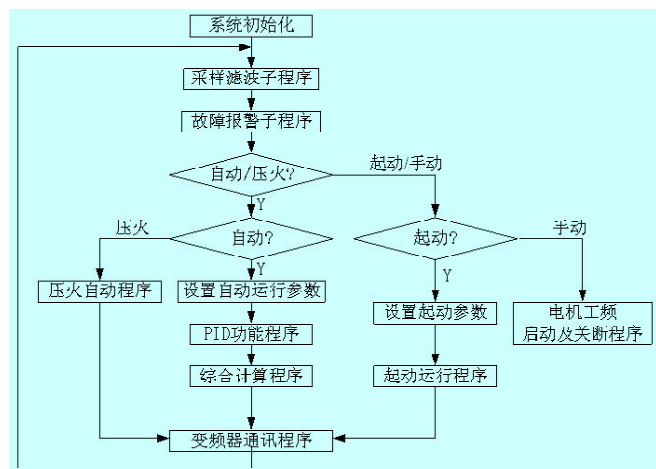


图 6 PLC 控制程序流程图

5 结束语

在 15t / h 循环双流化床锅炉控制系统中, tp270 触摸显示屏、s7-200PLC、MM430 变频三者分别 PPI 网络通讯、USS 通讯协议进行通讯, 系统以 PLC 为控制核心, 对系统采样数据进行滤波、PID 控制、综合计算, 控制变频器输出频率, 进而对给煤量、主付床送风量、引风量、锅筒给水设备进行控制, 实现锅炉主付床床温、炉膛负压、锅筒水位的自动控制。

该系统投入运行后,操作人员不仅能方便的观察和掌握的实时运行数据,还可根据报警消息,快速的排除故障;借助历史记录,管理人员还可对重要数据进行分析、查询,大大提高运行管理水平。通过实际运行检验,表明该系统的自控投入效率高,锅炉系统参数控制稳定,基本杜绝了结焦事件的发生,提高了锅炉的使用效率。

参考文献:

- [1] 金以慧.过程控制[M].北京:清华大学出版社,1993.
- [2] 李辉.循环流化床工业锅炉热工自动化及计算机监控[J].热力发电,2001,(6):12-13.
- [3] 王才重.流化床锅炉的自动控制[J],煤矿机电,2001,(6):46-47.
- [4] 西门子(中国)有限公司.S7-200 可编程控制器系统手册[Z].2005,8.
- [5] 西门子(中国)有限公司.MICROMASTER 430 通用型变频器 7.5kW-250kW 使用大全[Z],2003,12.
- [6] 西门子(中国)有限公司.MP270B.TP270.OP270 12/2001 设备手册[Z],2001,12.
- [7] 何衍庆.集散控制系统原理及应用[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [8] 西门子(中国)有限公司.《深入浅出西门子 S7200 PLC (第3版)》[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007,8.
- [9] 西门子(中国)有限公司.S7-200 与 MM440/430/420/G110 之间的 USS 通讯[Z],2005,12.

作者简介:黄宁(1968—),男,本科,讲师,研究方向:工业自动化。

S7-200 的 PID 功能使用 PID 向导完成^{[4][8]}。该向导自动生成两个程序:PID0_INIT 子程序和中断程序 PID_EXE。其中,PID0_INIT 为主程序,需要每个扫描周期内(OB1)使用 SM0.0 调用。在 OB1 中可以通过变量表进行监测,包括 PV,SP,GAIN 等参数),该程序自动根据采样时间周期调用中断程序 PID_EXE。PID 内部计算都是在 0-1.0 之间进行,在回路输入和输出的范围进行配置。S7-200PLC 已经支持 PID 自整定功能,其软件中添加了 PID 整定控制面板,这就使这一功能的使用变得更加容易。PID 自整定算法推荐增益值、积分时间值和微分时间值,可以为调节回路选择快速响应、中速响应、慢速响应或者极慢速响应等调节类型。同时可将将自整定后得到的增益值、积分时间值和微分时间值方便地应用到实际控制中去。

由于现场环境恶劣,变送器送入 EM231 模块存在波动和尖峰干扰的情况,加之锅筒液位会出现假水位的现象,因此必须对数据进行滤波处理。本系统惯性系数较大,故采用平均值的办法进行滤波。主程序每个扫描周期调用一次采样子程序,采样子程序将采样结果送入累加器,当采集数达到 5 次后,将累加器的数值去掉最大最小值,然后取平均数供主程序调用。

(3) PLC 与变频器通信程序的设计

S7-200PLC 与 SIEMENS 430 等变频器的通信一般使用 USS 协议程序来完成,该程序的主要目的是监控变频器的实时运行状态。USS 协议占用 PLC 的通讯端口