

集中供热锅炉控制系统的 PLC 控制

彭桂力, 刘知贵

(西南科技大学 信息工程学院, 四川 绵阳 621010)

摘要: 针对目前对集中供热锅炉控制中没有远距离控制的现状, 基于西门子 S7-200 系列可编程逻辑控制器 PLC (Programmable Logic Controller) 设计了一种集中供热锅炉自动控制系统, 介绍其工作原理: 控制现场传感器标准信号经过信号调理模块送到现场控制单元 PLC, 控制单元通过以太网相连, 将需要监控的信号送入上位机, 实现人机交互和远程控制。对系统的控制核心 S7-200 作了详细的介绍, 并给出了软、硬件结构设计方案。

关键词: 可编程逻辑控制器; 锅炉; 温度控制; 压力; 水位

中图分类号: TP 273

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)09-0075-03

0 引言

近年来, 大型集中供热锅炉房的控制系统开始采用可编程逻辑控制器 PLC (Programmable Logic Controller) 控制方式。在集中供热锅炉房, PLC 主要用于输煤、驱动风机及进行比例积分微分 PID (Proportional Integral Derivative) 调节控制系统中^[1]。当前国内许多地方的锅炉控制系统主要是采用分布式控制系统 DCS (Distributed Control System)^[2], 这是由于锅炉系统的仪表信号较多, 采用此系统性价比相对较好, 但随着 PLC 技术的不断发展, PLC 在仪表控制方面的功能已经不断强化。用于回路调节和组态画面的功能不断完善, 而且 PLC 的抗干扰能力也很强, 对电源的质量要求比较低。

基于 PLC 在工业控制系统中的良好应用, 本文将西门子 S7-200 PLC 用于集中供热系统锅炉控制系统。整个系统的工作原理为: 从控制现场传感器送来的 4~20 mA 或 0~5 V 的标准信号经过信号调理模块送到现场控制单元 (PLC), 经过智能运算后形成控制信号, 控制信号再经过信号调理模块返送到现场执行单元 (电磁阀)。各个控制单元通过以太网相连, 将需要监控的信号送入上位机, 实现人机交互和远程控制。

1 系统结构和控制方案

系统结构如图 1 所示。本系统主要是用西门子

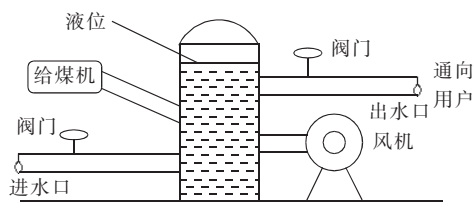


图 1 系统结构图
Fig.1 System structure

PLC S7-200 CPU 224 作为控制器进行控制, 主要是对燃煤锅炉进行控制, 包括风机、给煤机的开关, 根据液位变化对进出水口阀门的控制, 根据锅炉内温度变化进行自动控制, 利用 PLC 中所带有的 PID 调节器进行调节, 以控制锅炉内的温度, 再利用远程传输的功能, 可以在用户处装上温度传感器, 将其温度转成标准信号传到 PLC 主机上, 观测到的温度根据需要进行调节, 提高或降低锅炉的温度, 直接控制传到用户的温度。在锅炉内装有压力传感器, 这是十分必要的, 如果压力过高, 可能会降低锅炉的寿命, 甚至发生危险, 所以一定要控制压力, 当压力超过一定的数值, 需报警, 并迅速进行处理, 降低锅炉内的压力, 以免发生危险^[3-4]。

根据系统的要求, 选取西门子 PLC S7-200 CPU 224 作为控制核心, 同时还扩展了 2 个 EM 231 模拟量输入模块、1 个 EM 223 数字量输入模块和 1 个 CP 243-1 以太网模块。CPU 224 的 I/O 点数是 14/10。所以要扩展 1 个 EM 223 的数字量输入/输出模块, 它的 I/O 点数是 16/16, 作用是提供附加的输入、输出点, 这样完全可以满足系统的要求。同时, 选用了 EM 231 模块, 它是 AD 转换模块, 具有 4 个模拟量输入, 12 位 AD, 其采样速度 25 μ s, 温度传感器、压力传感器、流量传感器以及含氧检测传感器的输出信号经过调理和放大处理后, 成为 0~5 V 的标准信号, EM 231 模块自动完成 AD 转换。

PLC 通过检测温度、水位、压力、流量和气体中的含氧量给出控制信号控制燃烧机、真空泵、给煤机、电磁阀等输出设备^[5-6]。为实现人机对话功能, 如系统状态以及变量图形显示、参数修改等, 还扩展了一块 TD200 触摸显示屏, 操作控制简单、方便, 可用于设置系统参数, 显示锅炉温度等。还有一个以太网模块 CP 243-1, 其作用是可以让 S7-200 直接连入以太网, 通过以太网进行远距离交换数据, 与其他的 S7-200 进行数据传输, 通信基于 TCP/IP, 安装方便、简单。机组控制系统如图 2 所示。

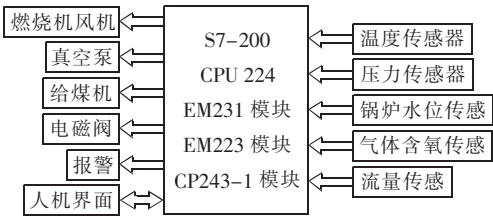


图 2 控制系统框图
Fig.2 Block diagram of control system

为满足集中供热锅炉控制系统、自动控制的工艺要求,规定如下的控制方案。

控制参数:集中供热系统锅炉出水口温度、用户家中温度、炉内温度、锅炉水位、锅炉压力、出水口和进水口的流量、气体中含氧量。

控制内容:燃烧机开关、真空泵开关、电磁阀开关、给煤机开关、报警。

系统根据锅炉内水温高、低控制燃烧机大、小火,水温控制值可以设定(例如,锅炉出水口温度设为 70℃,大、小火转换温度为 10℃,则温度小于 60℃时开大火,大于 70℃时开小火)。

根据锅炉内空气的含氧量控制真空泵自启动,当含氧量过低时,真空泵启动,向锅炉内吹入空气,控制炉内的温度,当锅炉内温度低于一定值时,同样可以控制真空泵自启动,向锅炉内吹入空气以提高炉内的温度。

根据液位的高低实现锅炉内的自动调节,当液位降低时,进水口的电磁阀开大一些,向锅炉内加入水;锅炉内液位过高,进水口的电磁阀开小一些,以保持炉内的液位平衡。

同样,根据出水管内的流量大小也可来控制出水口电磁阀的开关。当流量过大时,关小电磁阀,自动调节流量。

根据用户家中的温度高低,通过以太网模块 CP 243-1 把传感器检测到的数据传入 PLC 中,根据它的温度同样可以控制燃烧机大、小火和真空泵开启。

故障报警:锅炉内温度高、水位低、水位高、锅炉内压力高、出水管内的流量高、出水管内的流量低、燃烧机故障等。

以上所控制的内容根据现场的实际情况,设定温度值、压力值、液位值、流量值以及炉内空气的含氧量的百分比^[8-9]。

2 控制系统设计

2.1 CPU 224 的 I/O 地址分配

集中供热锅炉控制系统的设计主要涉及了 7 个数字量输入,8 个数字量输出,外加 5 个模拟量输入,其中扩充了 2 个 EM 231 的模拟量输入模块,主要是用于测量温度值的,另外扩充的 CP 243-1 以太网通信模块,可以把远距离的模拟量温度值传到主控中心,它也可以完成 PLC 之间的互相通信,这样就可以及时地对用户温度进行检测,然后根据返回的信息对集中供热锅炉进行控制,进行加煤、加热和真空泵的启动^[10]。

CPU 224 的 I/O 地址分配如表 1 所示。

表 1 输入/输出地址
Tab.1 Addresses of I/O points

输 入			输 出		
序号	名 称	地址	序号	名 称	地址
1	燃烧机故障	I 0.3	1	燃烧机	Q 0.0
2	锅炉内压力值	I 0.6	2	真空泵	Q 0.1
3	水位低	I 1.0	3	报警	Q 0.3
4	水位高	I 1.1	4	进水口电磁阀	Q 1.0
5	出水管内的流量大	I 1.2	5	出水口电磁阀	Q 1.1
6	出水管内的流量小	I 1.3	6	大火	Q 1.2
7	含氧量检测	I 1.4	7	小火	Q 1.3
8	出水管温度	EM 231	8	给煤电机	Q 1.4
9	进水管温度				
10	炉内温度	EM 231			
11	排气的温度				
12	用户温度	CP 243-1			

2.2 PLC 的硬件连接

S7-200 系列 PLC 采用的是专用的轨道进行连接 CPU 模块相连组网或同其他扩展模块相连很方便^①。

PLC 系统用于自动控制具有诸多优点,方便可靠,另外还加入了人机界面,系统更加直观。控制器上设有按键,可以设定系统运行参数,如:温度和压力值。控制器上设有显示窗口,用于显示时间及系统各部位温度、压力,另外,还有报警指示灯指示系统的故障情况。控制器上的非易失性存储器,用来存储一些数据可供查询^②。

2.3 控制系统软件

锅炉是一个复杂的控制对象,其控制回路非线性严重,锅炉的压力(或出水温度)、鼓风控制回路构成锅炉的燃烧控制系统,其控制方案是采用压力或出水温度为主调量,通过调整炉排转速使蒸汽压力或出水温度尽快达到给定值,同时配合风-煤配比控制鼓风量达到经济燃烧,最终达到所需要的温度值,使输出水温是一个固定值。

热水锅炉的出水温度设定值跟随室外温度的变化自动修正,使用户室内的温度保持恒定,且实现经济供热。锅炉水位控制回路使锅炉水位保持恒定,根据锅炉出口流量控制以保持出水的流量恒定。

控制程序采用 STEP7-Micro/Win 软件以梯形图方式编写,程序运行方式如图 3 所示。

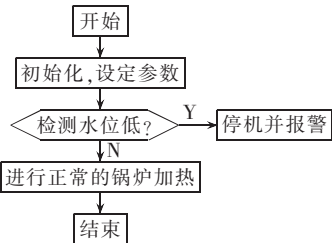


图 3 系统主流程图

Fig.3 Flowchart of system main program

① 西门子 S7-200PLC 用户指南,2004。
② Siemens.S7-200 可编程控制器系统手册,2004。

由图可知,按下启动键后,首先检测锅炉水位,如果水位低就停机,否则就正常运行。接下来是点燃燃烧机和开启真空泵,给锅炉进行大火加热,当达到设定的温度值时,开始向用户输出热水,进水口开启,不断地向锅炉内加入冷水,保持液位平衡,同时检测锅炉内的压力和温度,利用PLC进行控制,使其保持在一个稳定值。

程序还具有报警功能,报警值有炉内温度高、锅炉内压力高、燃烧机故障、水位高、水位底、出水管内的流量高、出水管内的流量低。其中,燃烧机故障由燃烧机本身自带的故障输出点给出;水位高低由水位传感器给出;锅炉内压力由压力开关给出;温度报警值由温度传感器给出,流量的大小也是由流量传感器给出。除了低水位报警停止整机工作和炉温高报警停燃烧机外,其他报警不影响机组的运行(见STEP7 Micro 编程手册)。

3 结论

集中供热系统采用西门子的PLC控制,不仅简化了系统,提高了设备的可靠性和稳定性,同时也大幅度地提高了燃烧能的热效率。通过操作面板修改系统参数可以满足不同的工况要求,机组的各种信息,如工作状态、故障情况等可以声光报警及文字形式表示出来,主要控制参数(温度值)的实时变化情况以趋势图的形式记录显示,方便了设备的操作和维护。该系统通用性好、扩展性强,直观易操作。

由于本系统只是在计算机上进行了仿真运算,并没有在实际的现场进行应用,可能还存在着很多的不足之处需要改进,例如,以太网的传输速度和准确性问题,锅炉控制时的稳定性都是应该考虑在内的。通过这次设计,笔者发现可编程控制器领域有很大的发展空间,需要研究人员不断的对其完善,使其能在工业上发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 张世臣. 西门子S7-400H在热电厂自动控制系统中的应用[J]. 自动化仪表,2004,25(6):41-42.
ZHANG Shi-chen. Application of Siemens' S7-400H for auto-

- matic control systems in cogeneration power plant [J]. Process Automation Instrumentation,2004,25(6):41-42.
[2] 杜建颖. PLC技术及其在锅炉控制系统中的应用[J]. 机械工程师,2005(4):26-27.
DU Jian-ying. PLC technology and the application of boiler control system[J]. Mechanical Engineer,2005(4):26-27.
[3] 霍凯. PC机与S7-200 PLC的通讯研究[J]. 中国仪器仪表,2005(4):74-76.
HUO Kai. Study of the communication between PC and S7-200 PLC[J]. China Instrumentation,2005(4):74-76.
[4] 赵永生,汪思源,朱吉苓,等. 基于软PLC的分布式锅炉微机控制系统[J]. 微计算机信息,2003,19(7):9-10.
ZHAO Yong-sheng, WANG Si-yuan, ZHU Ji-ling, et al. Design on distributed boiler control system based on soft PLC[J]. Control & Automation,2003,19(7):9-10.
[5] 方俊山. 可编程控制器在电加热锅炉控制中的应用[J]. 工业控制计算机,2002,15(12):60-61.
FANG Jun-shan. The application of programmable logical controller for control in electrical heated boiler[J]. Industrial Control Computer,2002,15(12):60-61.
[6] 汪晓光,孙晓英. 可编程控制器原理及应用[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
[7] 潘梓亮,罗利文. 西门子S7-200在工业锅炉控制中的应用[J]. 工业加热,2004,33(4):54-56.
PAN Yang-liang, LUO Li-wen. The application of Siemens S7-200 to industrial boiler control[J]. Industrial Heating, 2004,33(4):54-56.
[8] 李琳,吕洪宾,王辉,等. PLC在蓄能式供热系统的应用[J]. 自动化与仪表,2004(6):67-69.
LI Lin, LÜ Hong-bin, WANG Hui, et al. The application of PLC in accumulated heat supply system[J]. Automation and Instrumentation,2004(6):67-69.
[9] 张亮明,夏桂娟. 工业锅炉热工检测和过程控制[M]. 天津:天津大学出版社,1998.
[10] 黄攀雄. 真空供热机组PLC控制系统[J]. 微计算机信息,2002,18(10):8-9.
HUANG Zhi-xiong. PLC control system of vacuum heater[J]. Control & Automation,2002,18(10):8-9.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

彭桂力(1981-),男,天津人,硕士研究生,从事自动控制、生物医学的生理仪器仪表开发与研制等方面的研究(E-mail: planepeople678@sina.com.cn);

刘知贵(1966-),男,四川绵阳人,教授,博士,主要从事理论、计算机技术及其应用研究。

Boiler control system with PLC

PENG Gui-li, LIU Zhi-gui

(School of Information Engineering, Southwest University of Science & Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: Aiming at the absence of remote control for central heating boiler, an automatic control system based on S7-200 series PLC (Programmable Logic Controller) is presented. Its functions and features are discussed, and the working principle is introduced; standard signals from site transducers are transmitted to the locale control unit through signal processing module. Control units connect with Ethernet and monitored signals are sent to the superordinate computer for remote control and human-machine interface. The control kernel S7-200 is introduced, as well as corresponding hardware and software designs are offered.

Key words: programmable logic controller; boiler; temperature control; pressure; water level