

热风炉控制系统 Control System of Airheater

张德钦

Zhang Deqin

(广西柳州钢铁(集团)公司计控所 柳州 545002)

(Institute of Measurement & Control, Guangxi

Liuzhou Iron & Steel (Group) Co., Nanning, 545002)

摘要 介绍广西柳州钢铁(集团)公司 1# 高炉球式热风炉仪表控制系统, 硬件结构, 软件设计思想。

关键词 球式热风炉 仪表控制系统 硬件配置 软件

中图法分类号 TF 544.2

Abstract The control system of No. 1 air-heater blast furnace of Liuzhou Iron & Steel (Group) Company, Guangxi was described in instrumentation control system, hardware configuration and software design.

Key words air-heater, instrumentation control system, hardware, software

柳州钢铁(集团)公司炼铁厂 1# 高炉热风炉投入使用已经十几年, 远远超过服役年龄, 设备老化严重, 热风温度达不到高炉炼铁要求。因此在 2000 年 3 月 15 日至 5 月 15 日对其进行大修改造。改造前, 1# 高炉热风炉所使用的控制仪表为常规的电动单元组合仪表, 有 II 型, III 型仪表, 使用的时间较长, 控制方法落后, 故障比较多。经过论证, 为了提高整个控制系统的可靠性, 同时方便与高炉的其它工作站连接, 决定整个控制系统采用西门子公司 PLC 可编程控制器代替原来的老式仪表。

1 控制系统构成

整个热风炉有 3 个燃烧室, 每个燃烧室的过程检测及控制系统图如图 1 所示。

1.1 检测部分

整个热风炉有 3 个燃烧室,

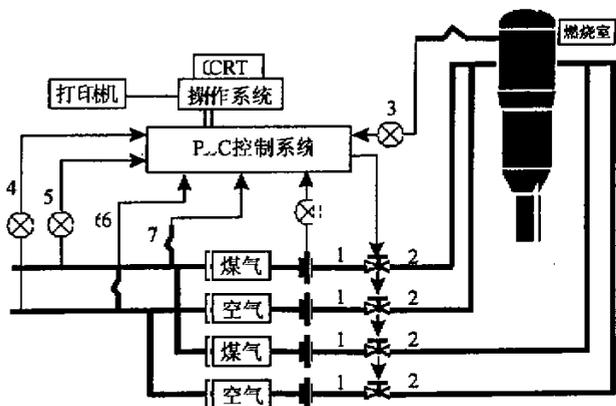


图 1 燃烧室的过程检测及控制系统图

1. 流量检测; 2. 电动调节阀; 3. 燃烧室温度检测; 4. 空气压力检测; 5. 煤气压力检测; 6. 空气温度检测; 7. 煤气温度检测。

每个燃烧室共有 2 路煤气和 2 路空气喷入燃烧, 南面 1 路煤气和 1 路空气, 北面 1 路煤气和 1 路空气, 煤气和空气的大小由各自管道上的电动调节阀控制。煤气调节阀的阀门开度由燃烧室温度控制, 空气调节阀的阀门开度由煤气流量与空气流量的比值控制。

燃烧室温度由铂铑-铂热电偶测量得到。空气和煤气的流量使用节流装置检测, 由于空气和煤气的温度都达到 150℃ 左右, 因此它们的流量都需要进行温度和压力补偿, 否则, 节流装置测量的流量无法准确, 也就无法准确控制。这是由于温度和压力变化引起介质密度的变化所致。密度随温度和压力变化而变化的关系如公式 (1)。

$$\rho = \frac{P_1^* T_n}{Rz^* T_1^* P_n} \tag{1}$$

式中: ρ : 流体密度, 单位 kg/m^3 。 P_1 : 工作压力, 单位 Pa。 T_n : 273.15 K。 Rz : 压缩系数。可以由标准状态时密度与温度、温度的关系求得。 T_1 : 工作温度, 单位 C。 P_n : 标准大气压, 0.10332 MPa。 求出密度以后, 再利用公式 (2) 计算被测介质流量:

$$Q = K \sqrt{\rho * \Delta P} \tag{2}$$

式中: Q : 介质的瞬时流量, 单位为 m^3/h ; K : 流量系数, 无量纲; ρ : 介质密度, 单位为 kg/m^3 ; P : 变送器测量的差压。单位为 MPa 或 Pa。

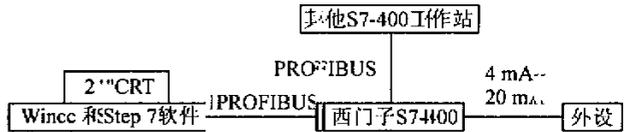


图 2 仪控系统硬件配置图

1.2 控制部分

整个热风炉的仪表控制系统的硬件配置如图 2 所示。

控制系统的人机对话通过显示器、工控机、Wincc 软件完成。使用 Step7 软件对 PLC (西门子 S7-400) 进行编程, PLC 完成对现场数据处理及控制, 工控机完成对数据的保存和显示。工控机与 PLC 之间通过 CP5611 多功能卡用 PROFIBUS 网络完成, 同时, 仪控系统的 PLC 还通过 CP443-5PROFIBU 通讯处理器与热风炉的电气控制系统及高炉的其它 PLC 工作站连接起来。

西门子 S7-400PLC 工作站的主要配置有: 研华工控机 (PII333/128/6.4G) 1 台, 大屏幕显示器 (PHILIPS 201B 21") 1 台, 电源模块 (220VAC、10A) 1 块, CPU 中央处理器 (72k BRAM) 1 块, CPU 中央处理器 (AI 16×16) 6 块, 模拟量输出模块 (AO 8×13) 2 块, CP443-5PROFIBU 通讯处理器 1 块, CP5611 用多功能卡 1 块。

3 软件设计

3.1 控制程序使用梯形图编写

整个程序分为 10 个程序块, 名称及功能如下:

OB1 程序块——主程序块, 开机后自动执行改程序块, 用于调用其它各功能程序块。

FB1 程序块——把一次检测元件送来的 4 mA~20 mA 信号转换为该测量参数对应的物理量。

FB2 程序块——热电偶、热电阻处理模块, 把 mV、电阻信号转换为对应的物理量。

FB3 程序块——输出信号处理模块。

FB4 程序块——阀门反馈信号处理模块。

FB5 程序块——燃烧室 PID 调节处理模块。

(上接第 238 页)

FB6 程序块——煤气流量与空气流量比值计算模块。

FB7 程序块——有压力、温度补偿的流量处理模块，把压力、温度、差压信号转换为该测点的瞬时流量。

同时使用 2 个数据块，DB1 块和 DB2 块。DB1 块存放所有参数的最大值、最小值、上下限报警值、阀门的手动/自动切换值、手动给定值，DB2 块存放所有被测参数的结果。

3.2 标度转换

S7-400 PLC 的输入模块为 16 位精度，外部被测物理量的输入信号转换以后是一个整数，而运算时需要用实数进行，因此需把整数转换为实数，其转换公式为：

$$P = \frac{\text{Max} - \text{Min}}{27648.0} \times \text{IN} + \text{Min},$$

式中： P ：测量点的实际物理量。 Max ：测量点在电流 20 mA（或电压 5V）对应的最大量程值。 Min ：测量点在电流 4mA（或电压 1V）的最小量程值。 IN ：从 I/O 口读入的测量点的实时值（整数）。

4 结语

2000 年 5 月，1# 高炉热风炉改造后投入使用，仪控系一次试机成功。与原来有 DDZ 仪表组成的系统相比，PLC 控制系统减少了大量的二次仪表，但同样完成了对过程参数的采集及处理，实现了对各阀门的控制，同时增加了流程图、历史曲线、历史表格，使操作站能对所有过程变量进行动、静态显示。系统到现在已经运行 3 个月，情况良好，为 2# 高炉大修后达到高产和稳产提供了可靠的保障。

（责任编辑：蒋汉明）