

13-16

电加热炉计算机控制

唐熔, 钟碧良

TM924.2

广东石油化工高等专科学校 自动化系, 茂名 525000

摘 要 该文介绍了一种用 IPC-610 工业控制计算机实现的电加热炉温度控制系统, 论述了系统的硬件组成、控制算法及软件设计。

关键词 电加热炉; 计算机控制系统; PID 算法

在工业生产过程中, 用模拟控制系统来控制电加热炉的炉温已取得了较为成熟的经验, 但是它控制精度较低, 显示操作不方便。为此, 采用 IPC-610 工控机取代常规仪表控制, 以实现控制精度高、操作方便的要求。

1 计算机控制系统的总体方案

1.1 系统硬件设计

本控制系统的硬件包括: 微处理器, 内存存储器, 模/数转换器和数/模转换器, I/O, 人-机联系设备, 信号转换电路 V/V 和 V/I。它们通过微处理器的系统三总线, 组成一个完整的系统。电加热炉计算机控制系统的总体硬件结构框图如图 1。

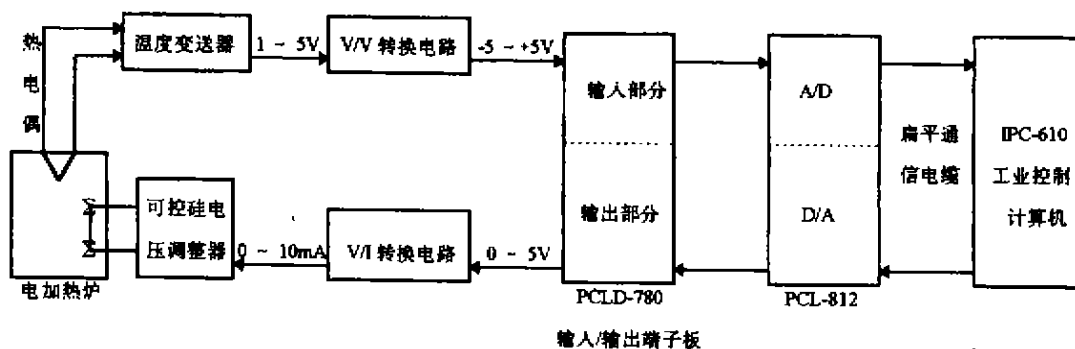


图1 电加热炉控制系统硬件结构框图

1.2 过程输入输出通道

过程控制输入输出通道, 采用台湾研华公司生产的 PCL-812 接口板。它完成将模拟信号(电压信号)转换成数字信号, 送至计算机中, 同时, 将计算机有关算法处理后的数字量转换成模拟量(电压信号), 以便进行显示或控制。

1.3 输入-输出接线端子板

现场的检测仪表、执行器的信号线与计算机的连接要通过中间过渡端子板,使计算机与自动化仪表的界面较为明确,以便于故障检查与维修^[1]。目前,计算机都逐步采用各种通用接线端子板。本系统选用 PCLD-780 输入-输出接线端子板,这里仅对本系统用到的几个端;B₁₆、B₁₅为输出端,接 0~+5VDC,其中 B₁₆接地,B₁₅接正端;B₁₈、B₁₇两端加-5VDC 参考电压,其中 B₁₈接地,B₁₇接负端。

1.4 转换电路

因为温度变送器的输出为 1~5VDC,而 A/D 接收的信号为-5~+5VDC,所以要加入一个电压转换电路。V/V 转换电路原理图如图 2。

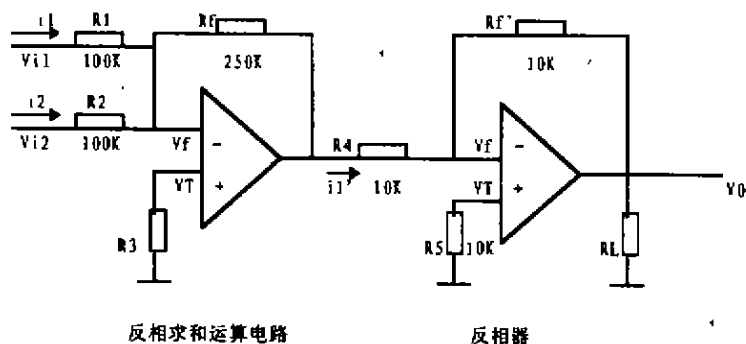


图 2 V/V 转换电路

又因为计算机输入-输出接线端子板的输出信号为 0~5VDC,而执行器需要的为 0~10mA 的电流信号,所以要加入一个 V/I 转换环节。其电路原理图如图 3。

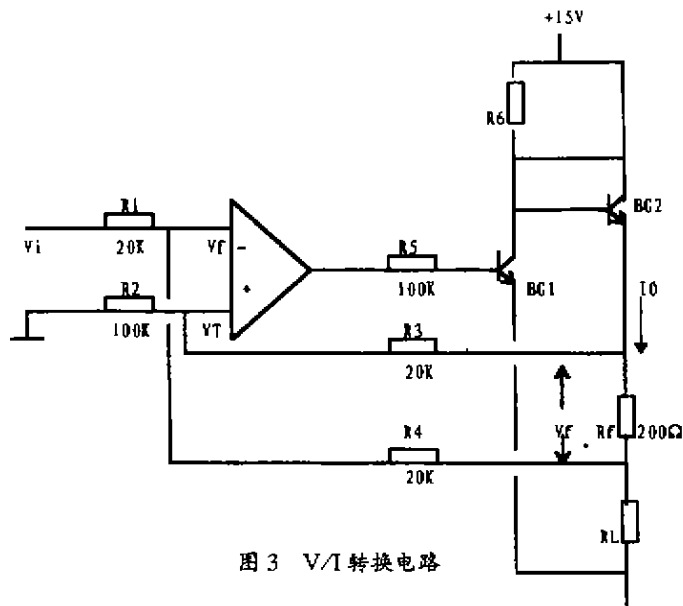


图 3 V/I 转换电路

2 PID 控制算法介绍

所谓 PID 算法,就是用模拟化的设计方法计算出控制器的参数,然后用计算机来实现^[1]。PID 算法是基于 PID 基本算式而发展起来的; $u(t) = K_p[e(t) + 1/T_i \int e(t)dt + T_D de(t)/dt]$ 式中; $u(t)$ 为调节器的输出信号; $e(t)$ 为调节器的输入信号,它等于测量值与给定值之差; K_p 为调节器的比例系数; T_i 为调节器的积分时间; T_D 为调节器的微分时间。

离散的 PID 表达式为:

$$u(n) = K_p \{ e + T_s/T_i \sum e(j) + T_D/T_s (e - e_1) \} \quad (1)$$

式中; T_s 为采样周期;根据推理原理,可写出(n-1)次的 PID 输出表达为:

$$u(n-1) = K_p [e_1 + T_s/T_i \sum e(j) + T_D/T_s (e_1 - e_2)] \quad (2)$$

①式减去②式得增量 PID 算式; $du = u(n) - u(n-1)$

$$= K_p \{ (e - e_1) + K_i \times e + K_d \{ (e - 2e_1 - e_2) \}$$

式中: $K_i = K_p \times T_s / T_i$ 为积分系数; $K_d = K_p \times T_D / T_s$ 为微分系数。

所以位置式 PID 算式为: $u(n) = u(n-1) + du$

③

由于本系统采用可控硅作为执行机构,且控制精度要求不是特别高,所以用位置式 PID 算法^[2]。

3 控制系统软件设计

为了加快编程进度和便于程序调试,系统的应用程序采用模块化的程序设计方法。程序模块是按功能划分的^[3],即使是不重复使用的模块,也按其功能单独成为一模块,这样给调试带来极大的方便。系统的功能模块图如图4。

在拟定程序结构时,主要考虑以下几个方面的问题。

1) 本系统控制对象具有较大的惯性,为了加快升温 and 限制超调,在炉温上升 95% 给定温度之前, PID 控制算法不投入运行,而是采用手动调节,在炉温达到 95% 给定值后,从手动切换到自动, PID 控制算法才投入运行,以保证炉温的控制精度。

2) 为了充分利用计算机的运算功能和硬件资源,简化硬件电路,本系统采用软件触发 A/D 转换器。

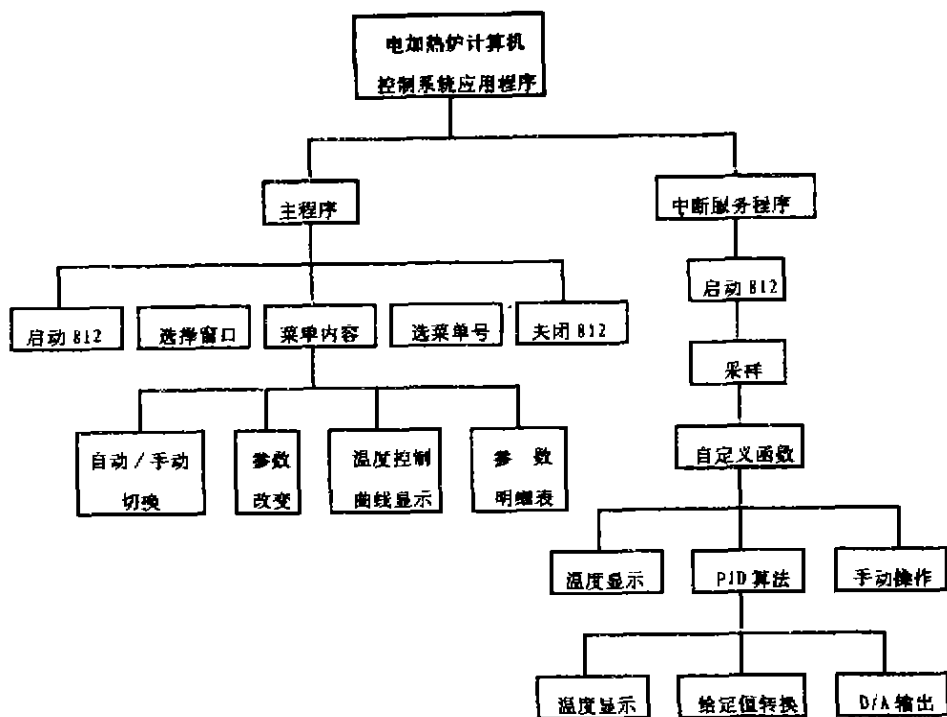


图4 电加热炉计算机控制系统功能模块图

3) 在中断程序中,采用常驻内存软件设计,使 A/D 转换、PID 控制算法及 D/A 转换程序常驻内存,表面上给人以多任务并行的感觉。

4) 用 C 语言编写中断服务程序,并用“带帽子”技术贴入 1CH 中断,以实现定时中断数据采集。由于 1CH 中断每秒产生 18 次,为此要设置 COUNT 加以修正。

5) 为了提供较好的人-机界面、减少操作错误和提高软件的易用性,程序设计中使用了菜单技术。

4 应用效果

控制系统投入运行后,从显示器上可观察到控制曲线相当平稳。实验证明,原模拟控制系统当系统稳定后,温度误差为 $\pm 10^\circ\text{C}$,而采用计算机控制后为 $\pm 3^\circ\text{C}$ 。电加热炉炉温控制曲线图如图5。

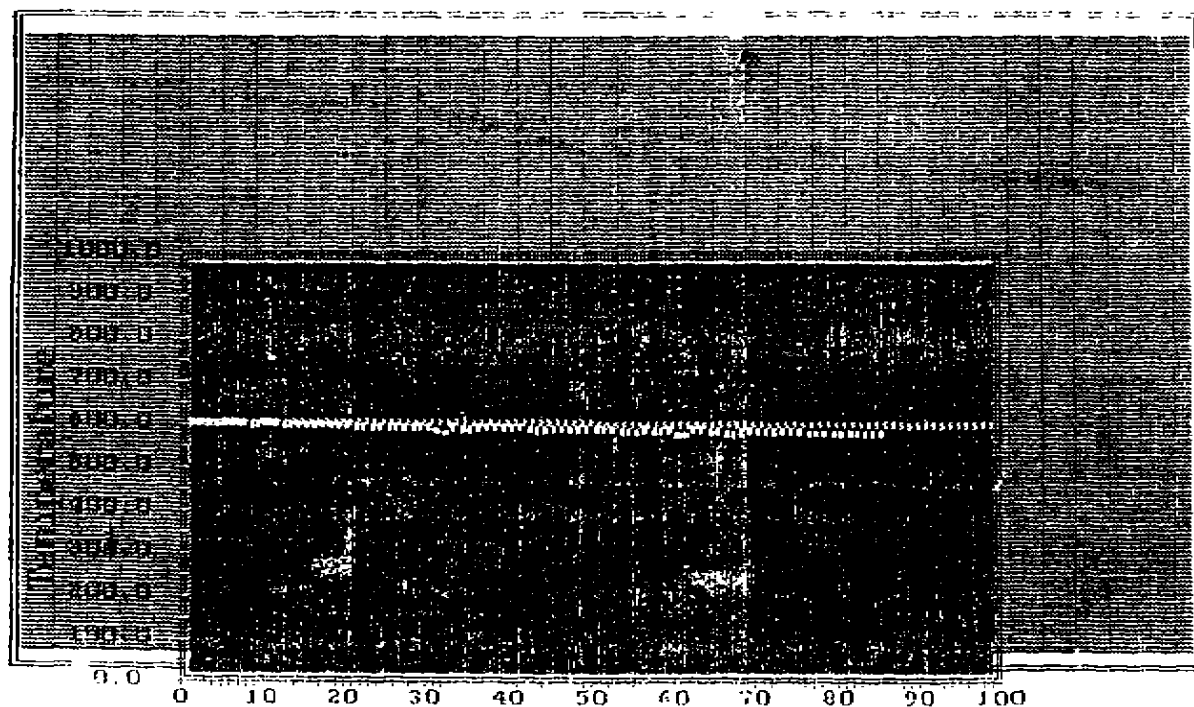


图 5 电加热炉炉温控制曲线图

参 考 文 献

- 1 潘新明. 微型计算机控制技术. 北京: 人民邮电出版社, 1988, 100~120
- 2 张泰山. 计算机控制系统. 上海: 冶金工业出版社, 1986, 66~78
- 3 谭浩强. C 程序设计. 北京: 清华大学出版社, 1994, 90~108

Computer control for resistance - heated furnace

Tang Rong; Zhong Biliang

Abstract: A kind of resistance - heated furnace temperature control system with IPC - 610 industrial control computer is introduced in this paper. the paper presents the hard - ware composition, control algorithm, and soft - ware design of the system.

Key words: resistance - heated furnace; computer control system; PID algorithm