

文章编号: 1005—0523(2005)04—0094—04

基于凌阳 SPCE061A 的电阻炉温度控制系统

张永贤

(华东交通大学 电气与电子工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:介绍了一种以凌阳 16 位单片机 SPCE061A 为核心,以固态继电器作为功率控制元件的温度控制系统.采用模糊 PID 控制算法,实验表明,有较好的温度控制效果.

关 键 词:SPCE061A;温度控制;固态继电器;模糊 PID 控制

中图分类号:TP273 **文献标识码:**A

0 引 言

工业生产中广泛应用的电阻炉,升温靠电阻丝加热,降温依靠自然冷却,温度超调后调整很慢,是一种单向性、大惯性、有一定滞后,特性参数随炉温变化而变化的非线性、时变的复杂系统,很难得到其精确的数学模型.目前多数电阻炉温度控制仍采用常规的 PID 控制方法,这种方法简单、实用,可靠性高,能满足大多数温度控制要求.但是 PID 控制参数的整定依赖于被控对象的数学模型,当对温度精度要求高时,很难得到满意的控制效果.本文以凌

阳 16 位单片机 SPCE061A 为核心设计了一种高精度的温度控制系统.

1 控制系统结构

控制系统的微处理器采用凌阳 16 位单片机 SPCE061A,以热电偶为温度传感器,通过数字补偿校正及滤波处理,提高温度测量精度,采用将模糊控制和经典的 PID 控制方法结合起的模糊 PID 控制算法,计算出控制量后,通过控制固态继电器在控制周期内导通的工频周波数来调功调温,实现对温度的精确控制.温度控制系统的结构如图 1 所示.

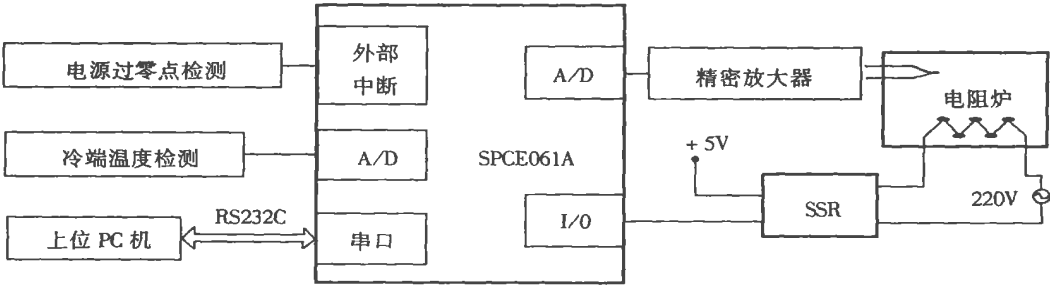


图 1 电阻炉温度控制系统结构框图

SPCE061A 集成度高、体积小、功耗低且有很高的可靠性,片内集成了 32K 字的 FLASH 程序存储器、2K 字的数据存储器、7 通道 10 位 A/D 转换器、32 位通用 I/O、串行接口、2 个 10 位 DAC、2 个 16 位定时/计数器等,可以处理 14 个中断源。SPCE061A 为用户提供了丰富的软硬件资源,不需扩展外围电路既可构成系统,开发灵活方便。尤其是使用片内的 10 位 A/D 转换器及片内的参考电压源与片外扩展 A/D 相比,抗干扰能力强、转换精度高。SPCE061A 内置了在线仿真电路 ICE(In-Circuit Emulator),通过连接到 PC 机并行口上的在线调试器 PROBE 来进行开发,开发工具成本低,系统调试简单、快捷。SPCE061A 的工作频率可达到 49.152 MHz,运算速度快,可以运行复杂的控制算法。

2 温度采集

热电偶选用铂铑一铂,输出的含有电炉温度信

息的毫伏级电压信号,经斩波稳零式高精度运放 ICL7650 第一级放大,再经过 OP07 作第二级放大后,送到 SPCE061A 的 A/D 转换器,如图 2 所示。热电偶在电阻炉的额定温度范围内输出 0 至 12 毫伏的电压,SPCE061A 的 A/D 转换器片内参考电压为 3.3 伏,放大倍数不得超过 5 V/12 mV 417 倍,第一级放大倍数设计为 25 倍,第二级放大倍数在 10 至 20 范围内可调。热电偶的热电势到温度的转换采用分度表的分段拟合的方法,离线分段拟合出热电势与温度的二次函数式。采用集成温度传感器 AD590 测量热电偶冷端温度 t_0 ,AD590 输出的电流 $I(=273.2(A+t_0\times\mu A/^{\circ}C)$,转换成电压信号后,送至 SPCE061A 的另一路 A/D 转换器。以上两路信号经 A/D 转换、数字滤波、标度变换、补偿校正后得到电阻炉的温度值。这种热电偶冷端补偿方法,冷端测量温度准确,克服了常规方法补偿误差大和电路复杂的缺点。

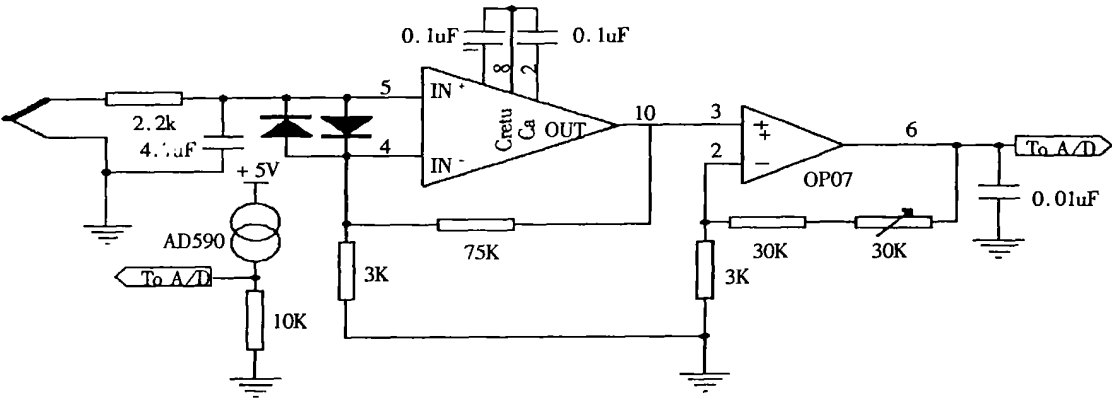


图 2 电阻炉温度检测电路

3 电阻炉的加热功率控制

通过控制过零触发型固态继电器的通断比,来控制输入到电阻炉的功率,从而达到控制温度的目的。固态继电器有两个输入控制端,另外两端为输出控制端,中间利用光电耦合器实现电气隔离。输入端只要很小的输入电流便能控制它的导通,没有输入电流则截止。与有触点的继电器相比,固态继电器控制电路简单、开关速度快、使用寿命长、没有噪音等一系列优点。与电源过零检测电路配合,可

以精确控制过零触发型固态继电器在一个控制周期内的导通时间。过零检测电路在电源过零时刻的输出负脉冲去触发 SPCE061A 的外部中断,在中断服务程序中,决定 SPCE061A 控制固态继电器的 I/O 的输出,如果为低电平,固态继电器导通,接通了电阻丝,根据控制算法计算出的控制量,接通整数倍的工频周期后,SPCE061A 的 I/O 输出高电平,固态继电器截止。流过电阻丝的电流正好是整数个工频周波,提高了设备的功率因数,减轻了对电网的干扰。

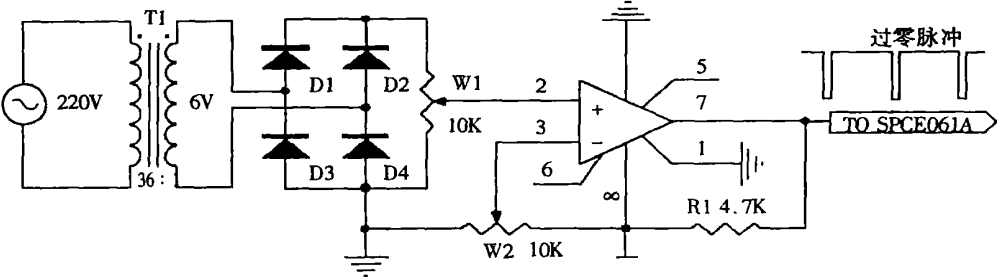


图 3 电源过零检测电路

4 控制算法

模糊控制不依赖于控制对象的数学模型, 利用人的控制经验, 运用模糊推理方法计算出控制量, 这对于很难建立数学模型的电阻炉的温度控制是一个有效的方法. 但是模糊控制的模糊化的量化因子与判决时的比例因子在整个过程中是固定不变的, 温度调节动作过粗, 不如 PID 方法细腻, 无法满足精度要求高的场合. 本文采用将模糊控制方法和经典的 PID 控制方法结合起的模糊 PID 控制方法, 根据温度偏差的大小, 通过模糊推理, 动态修正 PID 控制参数, 使控制系统有良好的稳态和动态特性. 由于电阻炉是大惯性系统, 炉温变化缓慢, 两个控制周期期间的偏差的变化? e 很小, 为精简算法, 采用 PI 控制方法, PI 参数的动态整定采用一个输入两个输出的一维模糊控制器, 如图 4 所示, 选择偏差 e 的绝对值 $|e|$ 作为输入语言变量, PI 控制器参数 K_P 和 K_I 作为输出语言变量. 各语言变量的语言值为 {小 (S), 中 (M), 大 (B)}.

通过总结工程实践经验, 并经过多次实验, 总结 PI 参数动态整定原则如下:

- 1) 当 $|e|$ 较大时, 为加快系统响应速度, 取较大的 K_P 同时为防止积分饱和, 出现较大超调, 取消积分项, 取 $K_I=0$.
- 2) 当 $|e|$ 为中等大小时, 为减少系统的超调, K_P 的值要适中, K_I 的值要小一些.
- 3) 当 $|e|$ 较小时, 为使系统有良好的稳态性能, 适当增加 K_P 、 K_I 的值.

5 控制系统软件

控制软件采用 C 语言编写, 包括初始化子程序、温度测量子程序、电源过零中断服务程序、与 PC

机的串行通信子程序、温度信号的数字滤波子程序、控制算法子程序等组成, 功率控制控制在电源过零中断服务程序中实现, 软件主流程图如图 5.

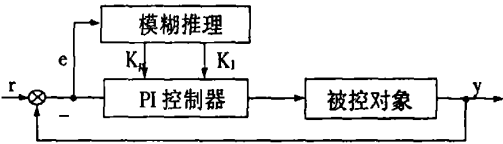


图 4 模糊 PI 控制算法原理图

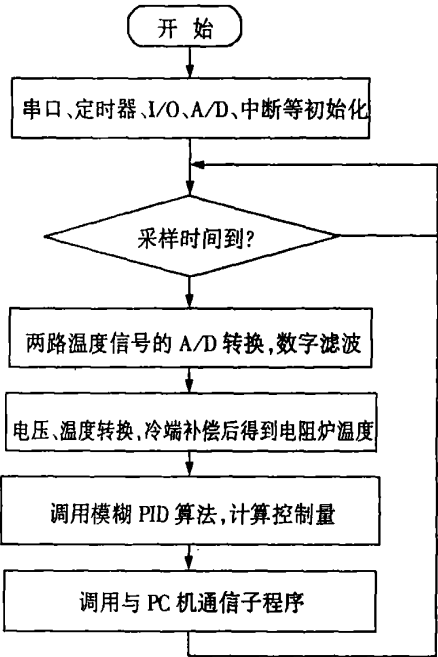


图 5 控制软件主流程图

6 结束语

温度控制系统的精度取决于三个方面, 温度检测部分的精度、功率控制部分的精度、控制算法的优劣. 基于 SPCE061A 的温度控制器, 利用模糊 PID 控制算法, 在 SX2—2.5—12 型箱式电阻炉进行了温度控制实验, 在室温 $\sim 1\,200^{\circ}\text{C}$ 范围内, 取得了很好的控制效果, 控制精度可达 2°C .

参考文献:

[1] 李小亭, 韩冰, 李正坤. 关于精密控温方法的比较研究[J]. 河北大学学报(自然科学版), 2004. 24(1): 107~111.

[2] 吴为民, 王仁丽. 温度控制系统的发展概况[J]. 工业炉, 2002, 24(2): 18~20.

[3] 李士勇. 模糊控制和智能控制理论与应用[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998.

[4] 薛钧义, 张彦斌. 凌阳十六位单片机原理及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.

The System of Temperature Control Based on SPCE061A

ZHANG Yong-xian

(School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: In this paper, a kind of temperature controller based on SPCE061A is introduced. Using solid state relay as power adjust element and fuzzy PID control method is adopted. The results of experiment show that this controller has the better control effect.

Key words: SPCE061A; temperature control; solid state relay; fuzzy PID control

(上接第 93 页)

参考文献:

[1] AD9854 Datasheet[M]. Analog Devices Inc. 1999

[2] AD9854 CMOS300 MSPSQuadrature Complete—DDS (REV. A)

[3] 恽小华. 现代频率合成技术综述[J]. 电子学报, 1995, 23 (10): 148~151

[4] 王秀芳, 姜建国, 李中雷. 跳频通信系统中频率合成器的研究. 电信科学, 2001(11), 61~63

[5] 吴大正, 高西全等. MATLAB 及在电子信息课程中的应用[M]. 电子工业出版社, 2002

[6] 孙屹, 吴磊. Simulink 通信仿真开发手册[M]. 国防工业出版社, 2004

Simulation and Analysis of Nonlinear FM Output Function of AD9854

TANG Shao-wei

(School of Communication and Information Engineering, UESTC, Chengdu 610054, China)

Abstract: The AD9854 is a new DDS chip produced by Analog Device company of the US, it can accomplish many functions as frequency modulation, phase modulation, amplitude modulation and IQ modulation on the single chip. The thesis, based on the structure and basic theory of the DDS, introduced the structure and working theory of the AD9854 and its usual realization circuits. Then It utilized the Simulink to simulate it's function of nonlinear FM outputting in its FM Chirp mode, and gave a detailed anglysis of primary modules in the simulation and exhibited final output datas and wave-forms.

Key words: AD9854; FM; nonlinear