

AT89C51 单片机温度控制系统

徐凤霞 赵成安

(齐齐哈尔大学, 齐齐哈尔 161006)

摘 要: 本系统以 AT89C51 单片机系统为控制核心, 用线性度好、灵敏度高的集成温度传感器 AD590 及分辨率高、噪声低的 A/D 转换器进行温度采集, 采用线性数字校正和数字滤波技术, 增强系统的灵敏度和抗干扰能力。

关 键 词: 温度测控; 单片机; PID 控制

中图分类号: TP368.2

文献标识码: A

文章编号: 1007-984X(2004)01-0064-03

温度测控系统结构框图如图 1 所示, 设计中假定被控对象为 1L 净水, 采用 1kW 电炉进行加热。本设计主要以微控制器为控制核心, 利用 PID 控制算法进行水温度的恒温控制。

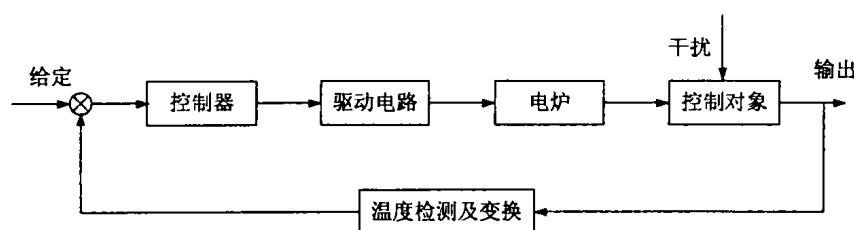


图 1 系统结构框图

1 硬件设计

温度测控系统硬件结构图如图 2 所示。

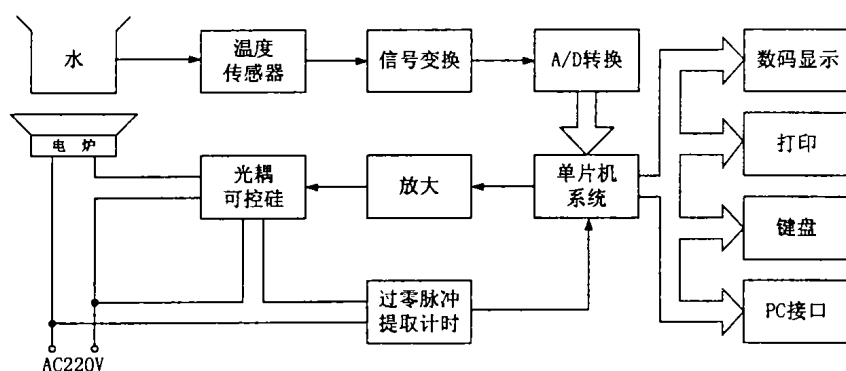


图 2 系统硬件结构图

系统的工作过程: 温度检测及变换电路把水温度转换成电压信号, 经 A/D 转换器转换为数字信号送入 AT89C51 单片机中, 并与给定值(对应着所要控制的温度值)进行比较, 其偏差被 PID 程序计算出输出控制量, 由 P1.0 输出脉冲信号控制双向可控硅的导通, 以实现对电炉输出有效功率的调节。

1.1 温度检测及变换电路

温度检测及变换电路如图 3 所示。集成稳压器 7905 输出的 -5V 电压, 经可调电阻 R2 接至精密运放 OP07

的反相输入端。AD590 的正极接 +12 电压, 设通过 R_2 、 R_3 的电流分别为 I_0 和 I_i , 则 AD590 的电流表达式为 $I = I_0 + I_i$, 因 OP07 的电压增益 $A \gg 1$, 故图中 M 点为虚地 ($V_M = 0V$), 只要在 $0^\circ C$ 下调整 R_2 使 I_0 等于 AD590 在该温度下的工作电流值 (此时 $I_i = 0$, $I = I_0$), I_0 就为恒定值。

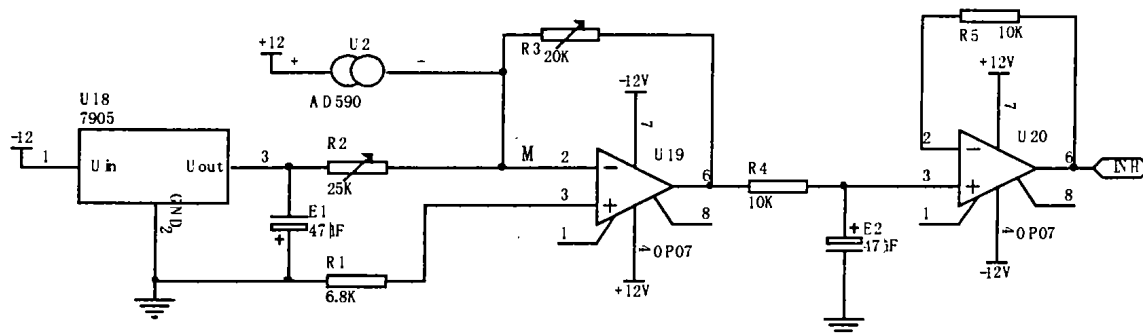


图 3 温度--电压变换电路

1.2 单片机系统

本设计采用 AT89C51 单片机作为核心控制单元, 扩展了 8K 程序存储器(2764)和 8K 数据存储器(6264), 并利用驱动器 74LS245 和 74LS244 分别增加 P0 口和 P2 口的总线驱动能力。

1.3 A/D 转换

如图 4 所示, 本设计中, ICL7109 的数据输出端直接接 AT89C51 单片机的数据线即 P0 口, 利用 89C51 的 RD 和译码器的 Y3 的信号相与作为 ICL7109 的片选信号, 其低字节口地址为 7EFFH, 高字节口地址为 7DFFH。

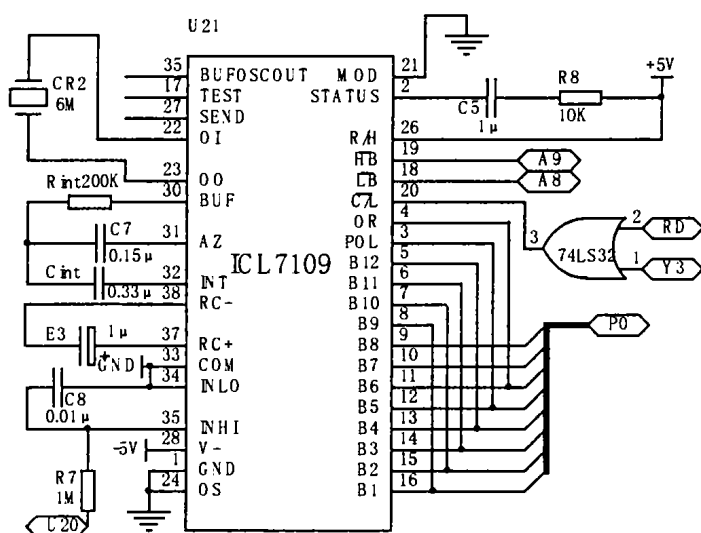


图 4 ICL7109 与 AT89C51 的接口

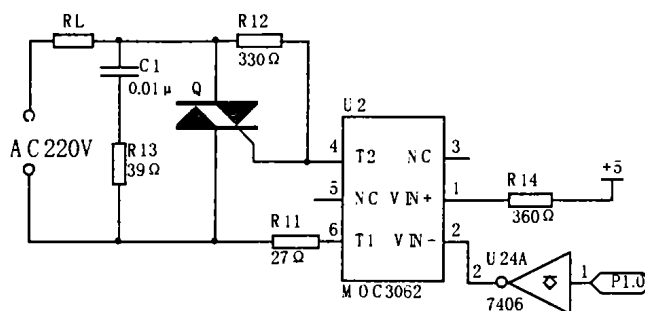


图 5 强电控制与驱动电路

1.4 强电控制与驱动电路设计

该部分的设计, 主要应解决两个问题: 弱电 (单片机系统) 和强电 (AC220V) 的隔离; 对强电的控制。对此, 选用了 MOC3062 光电耦合器和双向可控硅实现对电炉的控制。电路如图 5 所示。

2 系统理论分析

通过系统的数学模型的建立, 可以得未加调节器之前的系统闭环传递函数为:

$$W_1(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} = \frac{K_1 K_2 \ell^{-Ls} (T_2 s + 1)}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1) + K_1 K_2 K_3 \ell^{-Ls}}$$

由闭环传递函数可知, 有两个闭环极点, 其中一个为主导极点, 另一个为非主导极点。因为系统的时间响应过程主要取决于主导极点, 而由于 $T_1 \gg T_2$, 所以本系统的主导极点主要取决于时间常数 T_1 。

加入调节器后的系统闭环传递函数为:

$$W_2(s) = \frac{G_c(s)G(s)}{1 + G_c(s)G(s)H(s)} = \frac{K_c K_1 K_2 (1 + T_1 s + T_1 T_d s^2) e^{-Ls}}{T_1 s (T_1 s + 1) + K_c K_1 K_2 (1 + T_1 s + T_1 T_d s^2) e^{-Ls}}$$

若系统的输入和扰动均为阶跃信号,则利用终值定理可得稳态误差为

$$e = \lim_{s \rightarrow 0} E_1(s) + \lim_{s \rightarrow 0} E_2(s) = 0$$

其中, $E_1(s)$ 为阶跃输入的稳态误差, $E_2(s)$ 为阶跃扰动的稳态误差。

设被控对象 $G(s) = \frac{0.5}{1000s + 1} e^{-180s}$, 则依据 Ziegler-Nichols 整定经验公式得到 $K_p=13.3$; $T_i=360$; $T_d=90$ 。

依据基于偏差积分指标最小的整定参数法(ITAE)得到 $K_p=13.77$; $T_i=331.75$; $T_d=69.17$ 。应用 SIMULINK 对被控对象 PID 控制进行仿真后得到较好的 PID 参数为: $K_p=8.465$; $T_i=410.92$; $T_d=138.06$ 。通常用一般的 PID 控制始终具有较大的超调量和较长的调节时间, 本系统采用积分分离 PID 控制算法, 可以较好的克服这两个缺点。

3 系统软件设计

(略)

4 结束语

本系统用 PID 控制算法实现温度控制, 可以使系统的精度达到 $\pm 0.1^\circ\text{C}$, 准确度和稳定性都可以令人满意。本系统以单回路控制为例, 极易扩展成多回路控制。本设计仅以水温度为例进行恒温控制, 稍加改动后, 可以广泛应用于铸造、热处理等电热恒温及保温控制场合。

参 考 文 献

- [1] 王锦标, 方崇智. 过程计算机控制. 北京: 清华大学出版社, 1997; 36 ~ 40
- [2] 邵惠鹤. 工业过程高级控制. 上海: 上海交通大学出版社, 1997; 58 ~ 62, 78 ~ 101
- [3] 胡寿松. 自动控制原理. 北京: 国防工业出版社, 2000; 103 ~ 124
- [4] 刘伯春. 智能 PID 调节器的设计及应用. 电子自动化, 1995; (3): 20 ~ 25
- [5] Katsuhiko Ogata. Modern Control Engineering. Publishing house of electronics industry, 2000: 196 ~ 202

The system of temperature control by Microcontroller

XU Feng-xia ZHAO Cheng-an

(Qiqihar University, Qiqihar 161006)

Abstract: The system use a microcontroller AT89C51 to control temperature with good linearity, high sensitivity integrate temperature sensor AD590 and high resolution, low noise A/D transfer to sample. And it used nonlinear digital rectifier and digital filter to make sensitivity of system higher and to make anti-interference capacity of system stronger.

Keywords: temperature measurement and control; microcontroller; PID control