

# 单片机温度控制实验系统

储海兵, 谭功全, 曹 亢, 任善荣

(东南大学 自动化学院, 江苏 南京 210096)

**摘要:** 介绍以单片机 AT89C51 为核心的温度控制实验系统。它使用一线制数字温度传感器 DS18B20 采集温度, 经过 PID 算法计算出 PWM 波控制固态继电器调节热阻丝发热功率, 最终控制被控对象温度。另外, 该系统还扩展了人机接口和串口通信。整个系统不但成本低廉、而且使用和扩展方便, 为广泛深入应用提供了借鉴。

**关键词:** 温度控制; 单片机; DS18B20; PID; 串行通信

**中图分类号:** TH811

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1006-2394(2007)12-0020-03

## Temperature Control Experiment System Based on MCU

CHU Hai-bing, TAN Gong-quan, CAO Kang, REN Shan-rong

(College of Automation, Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** A temperature control experiment system with the core of microprocessor AT89C51 is introduced in this paper. In this system, one-wire digital thermometer DS18B20 is used to transform analog temperature signal to digital signal. Then the PWM signal, depending on proper PID program calculating, is outputted and magnified to drive a solid state relay so that the power of thermal resistance is adjusted. Thus the temperature of the object can be controlled. Moreover, this system has man-machine interface and serial communication functions. The whole system is not only cheap but also convenient to use and expand. And we can spread it for more widely and deeply applications.

**Key words:** temperature control; MCU; DS18B20; PID; serial communication

### 1 硬件设计

#### 1.1 总体简介

本温度控制系统以 AT89C51 单片机为控制核心, 由 1-wire 数字温度传感器 DS18B20 测量被控温度。系统硬件结构如图 1 所示。单片机外围电路包括人机接口按键与数码显示电路、温度读取与控制驱动电路以及与上位机串行通信电路。用户通过按键设定欲加热温度后, 启动系统加热热得快烧水。当前水温经过 DS18B20 测量送给单片机, 单片机经过 PID 校正后输

出 PWM 信号通过固态继电器驱动热得快烧水, 最终使水温保持在用户的设定值上, 且误差不超过  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

单片机系统作为下位机由上位 PC 机监控, 通过串口实现 RS232 通讯。上位机实现温度、温度曲线显示以及 PID 参数的设定。用户通过上位机可以清晰地看到设定的 PID 参数所产生的控制作用, 比如说系统的超调, 调节时间等。

#### 1.2 温度测试模块

本系统选用美国 DALLAS 公司生产的单总线 DS18B20 数字式温度传感器。本实验系统中 DS18B20 的三个引脚分别接公共电源 +5V、电源地和单片机 P1.0 脚。由于 DS18B20 是 1-wire 器件, 只需在其信号线上加一个上拉电阻到 +5V 电源。具体电路如图 2 所示。

另外, 因为每一个 DS18B20 有唯一系列号 (silicon serial number), 这允许在许多不同的地方放置温度灵

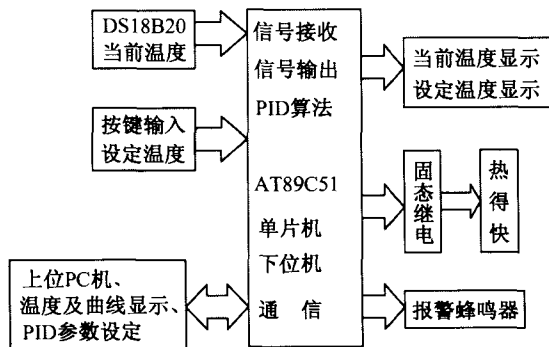


图 1 系统的整体结构框图

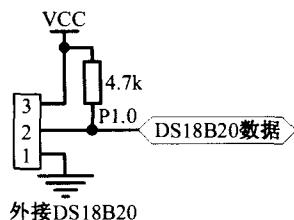


图 2 DS18B20 接线图

收稿日期: 2007-06

作者简介: 储海兵(1986—), 男, 在读本科生, 研究方向为自动控制; 谭功全(1976—), 教授。

敏器件,通过 Search Rom 指令选择不同的 DS18B20 芯片,实现温度的多点监测,如 HVAC 环境控制,建筑物、设备或机械内温度检测,过程温度监视和控制。

### 1.3 键盘及显示电路模块

本系统采用 PT6961 同时驱动键盘与数码管。PT6961 是一带键盘扫描接口的 LED(发光二极管显示器)驱动控制专用电路,内部集成有 MCU 数字接口、数据锁存器、LED 高压驱动、键盘扫描等电路。主要应用于 VCR、VCD、DVD 及家庭影院等产品的显示屏驱动,多种显示模式(11 段×7 位~14 段×4 位)键扫描(10×3bit),辉度调节电路(占空比 8 级可调)。与单片机串行传输数据,节省了单片机引脚。

PT6961 是串行传输数据,对时序要求很高,一定程度上使软件部分的工作量加大。它可以自己驱动显示和扫描键盘。

单片机利用 P0.6 口与 PT6961 的时钟线端相连,控制时序;用 P0.7 口与 PT6961 的片选端相连,选通芯片,用 P0.4 和 P0.5 与 PT6961 的 IN, DOUT 端相连进行数据和指令的串行传输。但是具体的传输数据还要由单片机编程控制。PT6961 在 clock 端产生下降沿的时候,读取 DIN 口的数据,而在 clock 产生上升沿的时候,在 DOUT 口上产生按键寄存器值可供单片机读取。其硬件连接电路如图 3 所示。该芯片可以同时驱动(8~14)段\*(4~7)位数码管和 3×10 个按键,我们只用了六个数码管和 1\*6 个按键。

### 1.4 执行器模块

本系统采用固态继电器控制热得快电源提供的功

率。固态继电器是一种四端器件,两个输入端,两个输出端。输入端接控制信号,输出端与负载、电源串联,SSR 实际是一个受控电力电子开关。输出驱动电路如图 4 所示。

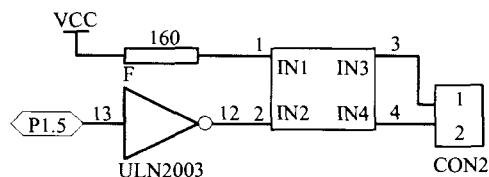


图 4 输出驱动电路

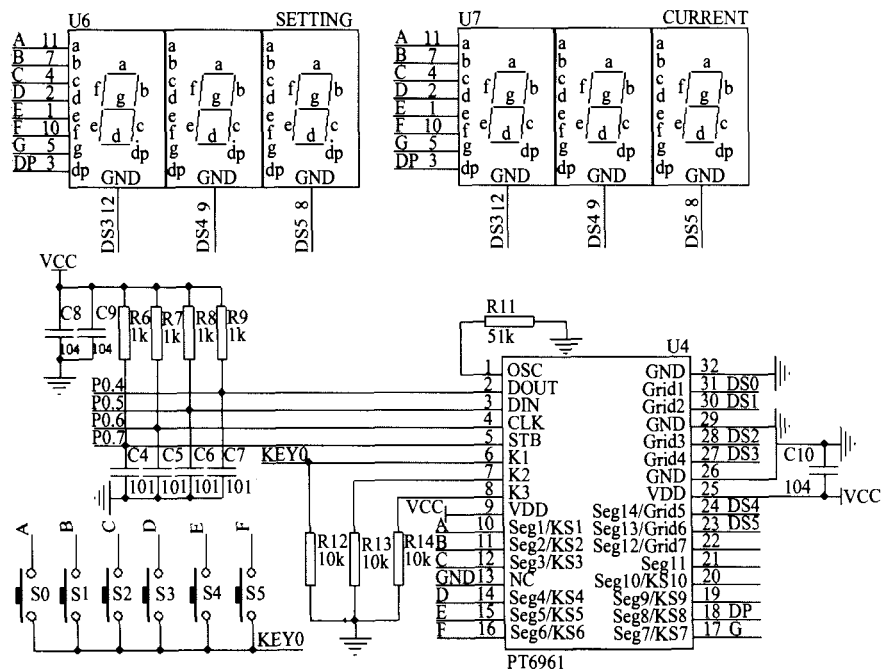
单片机通过处理设定温度与当前温度,通过 PID 算法,从 P1.5 口输出 PWM 波,ULN2003 反相驱动后,作为 SSR 的控制信号。

在固态继电器输出端接两个二端口,以便可以引线出来串入热得快插头线中。由于 SSR 与热得快接口是整个系统和电路板唯一一块强电部分,为了使其对弱电部分的干扰降到最低,弱电电路线远离这一块,且不共地。接线端子的脚间距应大于 SSR 的脚间距。

### 1.5 串行通信模块

本系统用串口实现单片机与上位计算机的连接,下位机向上位机上传温度值,上位机显示此温度值,并且画出温度变化曲线,反应温度变化情况。另外,上位机可以整定 PID 参数,让系统得以适用于不同的对象。串口连接电路如图 5 所示。其中五个电容均取  $1\mu\text{F}$  的典型值。串口 DB9 只用三根线,5 端为公共端连接系统地,2 端和 3 端则分别连接接收和发送端。该电路完成 TTL 电平与 RS232 电平转换。DB9 接口通过

交叉串口线连到 PC 机上,这样就可以完成硬件的串行通信。



单独的子程序文件(.C 文件),然后编写一个主程序,将这些程序放在一个工程内。程序执行时,由主程序调用子程序。单片机主程序流程如图 6 所示。为节省篇幅,以下仅介绍 DS18B20 信号处理程序设计和串口通信程序设计。

### 2.1 DS18B20 信号处理程序设计

DS18B20 是一种 1-wire 器件,它只用一根信号线与单片机进行串行通信,这就在硬件上使电路得以简化,但是,这就必然要求在软件上程序要对图 6 主程序流程图进行复杂的时序控制。DS1820 单线通信功能是分时完成的,它有严格的时隙概念。因此系统对 DS1820 的各种操作必须按协议进行。

操作协议为:初始化 DS1820(发复位脉冲)→发 ROM 功能命令→发存储器操作命令→处理数据。DS18B20 操作程序流程如图 7 所示。其中任何一步失败时自动重新初始化。

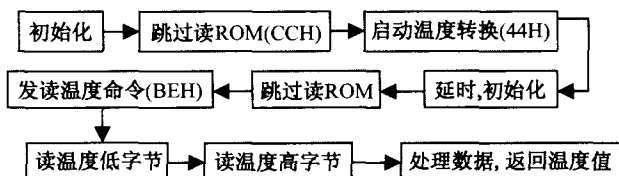


图 7 DS18B20 操作程序流程图

本系统只有一个 DS18B20 挂在总线上,因此每次对总线进行读写时,写跳过 ROM 指令,为了提高测温精度,我们使用默认的 12 位数码转换,即  $0.0625^{\circ}\text{C}/\text{位}$ 。限于篇幅,具体的程序代码略。

### 2.2 串行通信程序设计

8051 单片机通过引脚 RXD(P3.0, 串行数据接收端)和引脚 TXD(P3.1, 串行数据发送端)与外界通讯。SBUF 是串行口缓冲寄存器,包括发送寄存器和接收寄存器。它们有相同名字,但不会出现冲突,因为它们两个的其中一个只能被 CPU 读出数据,另一个只能被 CPU 写入数据。

8051 串行口四种工作方式中,方式 0 和 2 的波特率是固定的,方式 1 和 3 的波特率是可变的,由定时器 T1 的溢出率控制。方式 2 为自动重装入初值的 8 位定时器/计数器模式,所以用它来做波特率发生器最恰当。

上位机编程中,我们采用最常用的通信控件 MScmm 来实现可视化界面。MScmm 控件的常用属性有:CommPort 设置并返回通讯端口号;Settings 以字符串的形式设置并返回波特率、奇偶校验、数据位、停

止位;PortOpen 设置并返回通讯端口的状态。也可以打开和关闭端口;Input 从接收缓冲区返回和删除字符;Output 向传输缓冲区写一个字符串。

串口初始化如下:

```

BOOLJWDlg::OnInitDialog()
{
    Comport.SetCommPort(1); // 设定串口号为 1 号
    if(!Comport.GetPortOpen()) // 判断串口是否已经打开
        Comport.SetPortOpen(TRUE); // 打开指定的串口
    Comport.SetInputMode(com-InputModeBinary); // 设置数据获取方式
    Comport.SetSettings("9600,n,8,1"); // 设置波特率及其他通信参数
    Comport.SetRThreshold(n); // 设定每接受 n 个字符触发一次 MScmm 事件
    Comport.SetInputLen(0); // 设置读取方式
    Comport.GetInput(); // 预置缓冲区以清除残留数据
    return TRUE;
}
  
```

### 3 实验

通过按键设置预定温度,如  $81.7^{\circ}\text{C}$ ,设定 PID 参数比例系数  $K_p=0.8$ 、积分系数  $K_i=0.007$  以及微分系数  $K_d=5$ ,设定 PWM 控制信号周期 20ms,采样周期  $T_s=1\text{s}$ 。所得实验数据经串行通信传递到上位机后实时显示的响应曲线如图 8 所示。实验中,温度由低升高,最后与设定温度一致。

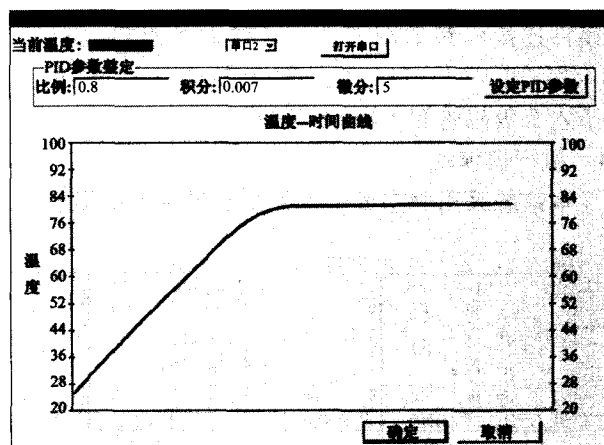


图 8 系统实验上位机显示曲线

### 参考文献:

- [1] 田玉平,蒋珉,李世华. 自动控制原理[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [2] 徐以荣,冷增祥. 电力电子基础[M]. 南京:东南大学出版社,1999.
- [4] 孙育才. MCS-51 系列单片微型计算机及其应用[M]. 南京:东南大学出版社,1997.
- [5] 郑阿奇,丁有和. VisualC++ 教程[M]. 北京:清华大学出版社,2005.

(许雪军编发)