

基于 STC89C52 单片机的多功能测温仪设计

周 鹏

(华侨大学 信息学院, 福建 厦门 361021)

摘 要: 设计了由 STC89C52 单片机、PT100 温度传感器以及 LCD12864 (ST7920) 液晶显示器组成的多功能数字测温仪。详细介绍了系统的硬件组成和软件流程, 说明了 PT100 温度采集电路的工作原理及 LCD12864 显示温度、时间、日期的函数。实测温度表明, 该系统的可靠性和测试精度均达到了设计要求。

关键词: STC89C52 MCU; PT100; LCD12864 (ST7920)

中图分类号: TP368

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)01-0026-04

Design of multifunctional temperature measurement system based on STC89C52 MCU

Zhou Peng

(School of Information Science & Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

Abstract: A kind of the multifunctional temperature measurement system based on MCU is presented in this paper, which consists of STC89C52 MCU, PT100 sensor and LCD12864 (ST7920) LCD. It introduces the hardware components and software process in detail, and explains the operating principle of PT100 temperature data acquisition circuit, and function of temperature display, time and data by LCD12864. Experimental result shows the reliability and testing precision of the system meet the design requirements.

Key words: STC89C52 MCU; PT100; LCD12864 (ST7920)

PT100 铂电阻温度传感器因其测量范围广、精度高、性能稳定可靠等特点, 被广泛应用于温度采集^[1]。而随着液晶显示器成本逐年降低, 显示容量越来越大, 功耗越来越小, 现已普遍应用于各种测温仪。本文基于 PT100 传感器, 设计了一种多功能数字测温仪。系统主要功能有: 数字温度显示、数字/指针时钟显示和日期显示、温度上下限值的设置、温度超限报警。

1 系统总体设计

系统主要由 STC89C52 单片机、温度采集电路 (包括 PT100 温度传感器和 ADC0832)、键盘电路、LCD12864 显示器和报警电路组成 (如图 1 所示)。



图 1 系统框图

STC89C52 单片机用于实现算法, 是整个系统的主控核心; LCD12864 用于显示温度、时间和日期等参数; 温

度采集电路用于温度-电阻-电压的变换和模数转换; 键盘电路用于设定相关参数 (上下限温度值、时间); 报警电路用于温度超限报警。

2 主要硬件设计

2.1 STC89C52 单片机系统

STC89C52 单片机系统由单片机、时钟电路和复位电路组成, 如图 2 所示。

STC89C52 单片机具有抗干扰性能强、速度快、功耗低和指令代码完全兼容 8051 单片机等特点。其主要参数为^[2]: 时钟频率最高可达 80 MHz; 内置 8 KB 的 Flash, 512 B 的 RAM 和 2 KB 的 EEPROM; 3 个 16 bit 定时器/计数器, 一个 6 向量二级中断结构。

STC89C52 的 P0 口作为普通 I/O 口使用, 与 12864 液晶显示器 DB0~DB7 数据口相连, 根据 P0 口硬件特点在其外部须接上拉电阻。

时钟电路采用内部时钟方式, 为单片机系统提供时钟信号。

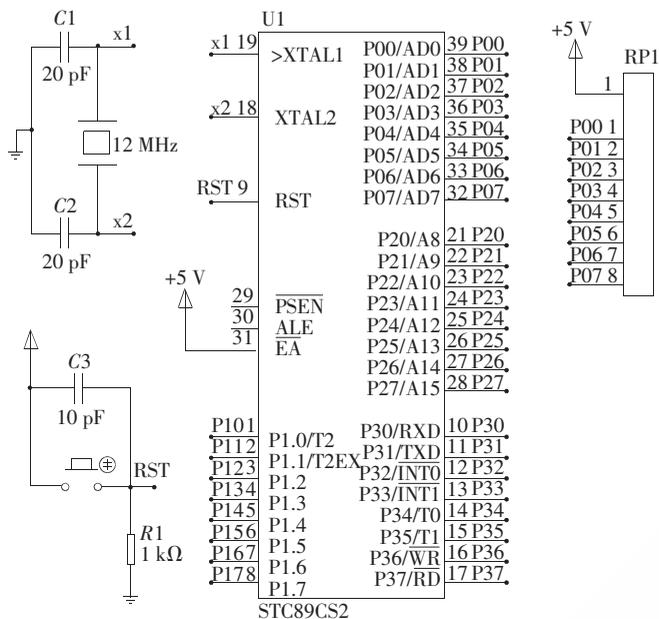


图2 STC89C52 单片机系统

复位电路采用上电自动复位和按键复位的方式,只要保证加到 RST 引脚的高电平持续时间大于 2 个机器周期就能使单片机正常复位^[3]。

2.2 温度采集电路

2.2.1 测温电路

测温电路的传感器选用 PT100 铂电阻温度传感器。铂电阻具有以下特点^[1,4]:(1)准确度高,测试范围宽,适于不同介质;(2)性能稳定,铂电阻无论在氧化环境或是在高温下的物理和化学性质都非常稳定;(3)铂电阻的重复性非常好,它的长期重复稳定性可达 10^{-4} K。

在 $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 测温范围之内,PT100 铂电阻阻值与温度近似满足线性关系式:

$$R_t = R_0(1 + At) \quad (1)$$

其中, R_t 是 $t^{\circ}\text{C}$ 时的 PT100 电阻值; R_0 是 0°C 时的 PT100 电阻值,查表得 $100\ \Omega$; $A = 3.908\ 02 \times 10^{-3} / ^{\circ}\text{C}$ 。

测温电路由图 3、图 4 和图 5 所示的电路组成。

图 3 由 TL431 和周边元件组成恒压源,恒定输出

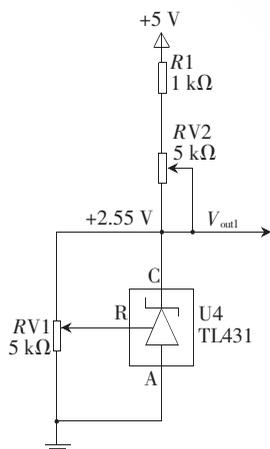


图3 恒压源恒定输出 2.55 V 路, V_{out} 的表达式为:

$V_{out} = 2.55\ \text{V}$ 至图 5 的运放反向输入端。

图 4 中的 9013 和 TL431 组成恒流源,在 PT100 上流过 2.55 mA 的恒定电流,并将 PT100 随温度变化的电阻转换为电压,再放大 10 倍 (V_{out2} 表示),输出至图 5 运放的正向输入端。 V_{out2} 的表达式为:

$$V_{out2} = 10 \times 2.55\ \text{mA} \times 100(1 + At) \approx (2.55 + T/100)\ \text{V} \quad (2)$$

图 5 构成差分运算放大电

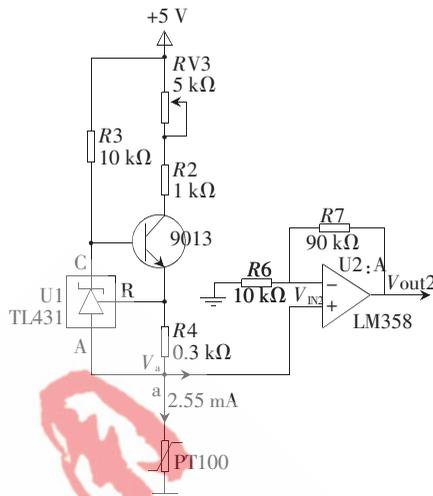


图4 PT100 将温度转换为电压

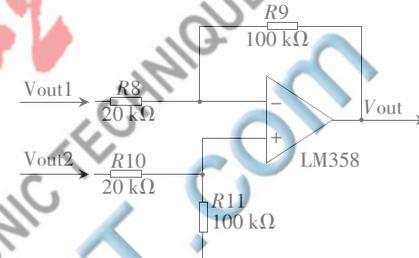


图5 差分放大电路

$$V_{out} = 5(V_{out2} - V_{out1}) = (T/20)\ \text{V} \quad (3)$$

式(3)实现了温度-电阻-电压的线性转换,其中, $T = 0\sim 100^{\circ}\text{C}$, $V_{out} = 0\sim 5\ \text{V}$, V_{out} 输出至 A/D 转换器。

2.2.2 A/D 转换电路

A/D 转换电路由 ADC0832 组成,ADC0832 具有以下特点:它是一种逐次比较型、双通道 A/D 转换、8 bit 分辨率、5 V 电源供电时输入电压在 $0\sim 5\ \text{V}$ 之间、工作频率为 250 kHz、转换时间为 $32\ \mu\text{s}$ 、输入/输出电平与 TTL/CMOS 相兼容^[5]。

ADC0832 与单片机接口如图 6 所示。其工作过程为单片机 P20 输出低电平使 $\overline{\text{CS}}$ 有效,且保持该低电平直至转换结束;A/D 转换时,单片机 P22 引脚向芯片时钟输入端 CLK 输出 250 kHz 的时钟信号;单片机 P21 引脚输出通道选择控制字,而后 ADC0832 按照时序将转换结果由 D0 输出至单片机。

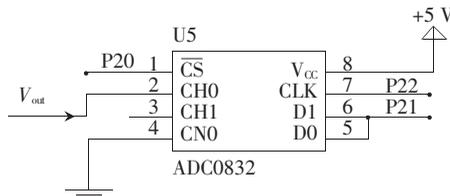


图6 ADC0832 与单片机接口

2.3 LCD12864 显示电路

系统需同时显示实测温度、数字/指针式时间,显示信息量大,因此选择 LCD12864 (ST7920) 点阵图形液晶显示屏。LCD12864 与单片机接口电路如图 7 所示。

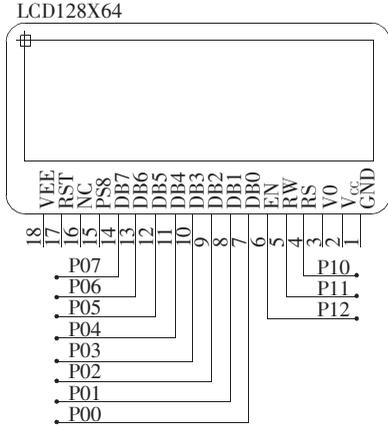


图7 LCD12864与单片机接口电路

LCD12864 (ST7920) 具有以下特性^[6]: (1) 4 bit/8 bit 并行、2 线或 3 线串行等多种接口方式; (2) 显示分辨率为 128×64, 内置 8 192 个 16×16 点汉字和 128 个 16×8 点 ASCII 字符集; (3) 接口方式灵活、简单, 可方便地构成中英文式人机交互图形界面。

LCD12864 (ST7920) 由 DDRAM (显示数据 RAM)、CGROM (字型产生 ROM)、CGRAM (自定义字型产生 RAM) 和 GDRAM (绘图 RAM) 等组成, 实现显示字符和图形的功能。

DDRAM 模块提供 64×2 个位元组的空间, 最多可控制 4 行 16 字 (64 个字) 的中文字型显示, 当写入显示数据 RAM 时, 可分别显示 CGROM 与 CGRAM 的字型; 该模块可显示 HCGROM 字型 (半角)、CGRAM 字型及 CGROM 的中文字型 3 种字型。液晶显示器屏幕坐标 (AC 地址) 与 DDRAM 地址的对应关系如表 1 所示。

表 1 液晶显示器屏幕坐标(AC 地址)与 DDRAM 地址的对应关系表

液晶显示器 Y 坐标	液晶显示器 X 坐标
第 1 行	80H~87H
第 2 行	90H~97H
第 3 行	88H~8FH
第 4 行	98H~9FH

CGRAM 模块提供 4 组 16×16 点的自定义图像空间, 可以将内部字型没有提供的图像字型自行定义到 CGRAM 中, 便可和 CGROM 中的定义一样通过 DDRAM 显示在屏幕中。

GDRAM 提供 64×32 个字节的存储空间, 实际可控制 128×64 点阵的二维绘图缓冲空间。GDRAM 的二维地址与液晶显示器坐标的对应关系如图 8 所示。

2.4 其他电路

2.4.1 报警电路

报警电路由 PNP 三极管 (9012)、蜂鸣器及单片机的控制引脚 (P21) 组成。当温度超限, P21 引脚输出一定频率的信号, 触发蜂鸣器工作从而实现报警。报警电路如图 9 所示。

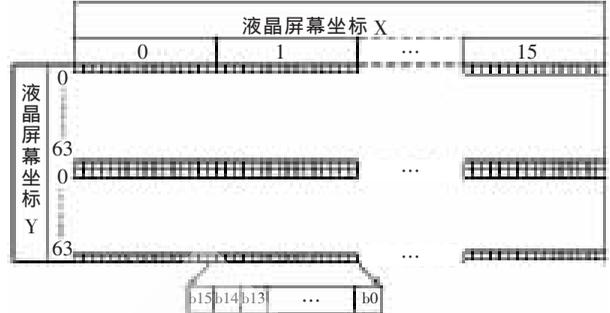


图 8 GDRAM 二维地址与液晶显示器坐标的对应关系图

2.4.2 键盘电路

键盘电路采用中断和查询相结合的方式设定温度和调整时间。系统由 4 个按键组成, 分别对应温度/时间设定的功能选择, 数字增加和减少的调节。当有键按下时, 负跳变引起 INT1 中断, 再查询具体按键并执行相应功能。这种结构既扩充了外部中断源, 减少了 CPU 的工作负担, 又能对按键进行实时处理。键盘电路如图 10 所示。

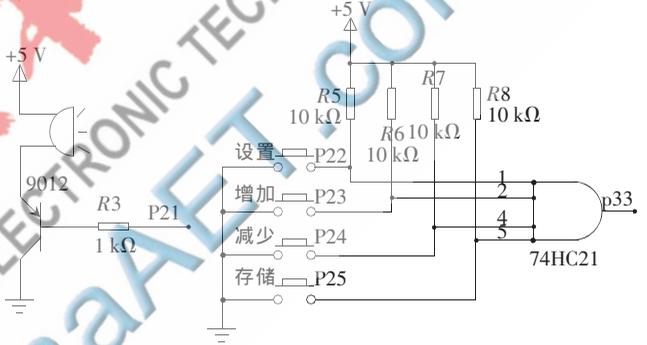


图 9 报警电路

图 10 键盘电路

2.4.3 电源电路

LM7805 三端集成稳压器和滤波电容组成电源电路, 为整个系统提供稳定的工作电压。电源电路如图 11 所示。

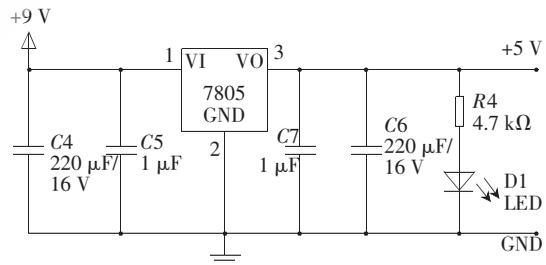


图 11 稳压电路

3 软件设计

主程序流程如图 12 所示。

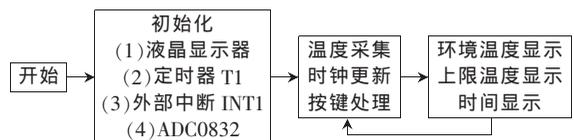


图 12 系统流程图

3.1 液晶显示器函数

液晶显示器的读/写数据和数字/字符、数字/指针式时钟显示等功能由驱动函数和界面显示函数完成。

驱动函数包括：忙检测 TestLcdIdle()、写入命令 WriteLcdCommand()、写入数据 WriteLcdData() 以及读出数据 ReadLcdData()。

界面显示函数包括：数字/字符显示 DisplayDdramChar()、自定义字符显示 DrawGdramSelfChar() 以及描点/画线/画圆 SetGdramDot()/DrawGdramLine()/DrawGdramCircle()。

3.2 温度采集函数

启动 ADC0832 的温度转换和数据传输必须严格按照其时序进行,温度采集函数包括:

(1) ReadAdc0832()。用来初始化 ADC0832/0 号通道选择/A/D 转换/转换结果读两次,比较是否一致,如相等保留,否则舍弃。

(2) DisplayPt100Tempe()。用来转换并显示实测温度。

(3) DisplayPt100AlarmTempe()。用来显示设定的上限温度值。

3.3 主函数

主函数包括初始化液晶显示器以及定时/计数器模块,而后调用温度采集、界面显示等函数。

(1) 初始化

TimerInit()

//TO 为定时器,工作方式 1,定时每 50 ms 产生中断

InitLcdBase()

//液晶显示器初始化

ClearLcdGdram()

//清液晶显示器的图形 RAM

(2) 时间/日期设定,日期和静态指针时钟显示:

SetClock()

//设定时间

SetDate()

//设定日期

DisplayInterFace()

//静态指针时钟显示

RunDate()

//日期显示

(3) 主循环

RunHandClock()

//动态指针时钟显示

RunDigitalClock()

//动态数字时钟显示

温度采集函数:

ReadAdc0832()

DisplayPt100Tempe()

DisplayPt100AlarmTempe()

显示实测温度和上限温度,并判断是否超限。

4 实验

系统实际运行结果如图 13 所示。

图 13 中,阳历日期的格式为年/月/日。数字时钟的格式为“小时:分钟:秒”。“S:30℃”代表设定的上限温度值;“>”代表上限温度值与实测温度值的大小关系;



图 13 系统实际运行图片

“23.42℃”代表实测温度值。指针时钟的圆心以 GDRAM 模式的坐标(0,0)为起点,坐标为(96,32),时钟半径为 31;秒针、分针、时针以实际时钟方式运行。

时间和上限温度值可通过程序或键盘设定。采用去极值平均值滤波法采集温度值,实测温度的误差范围在±0.5℃/100℃之内。

经过实际运行,系统测温的精度、超限报警和界面显示等功能达到设计要求,整个电路简单实用、稳定可靠。

参考文献

- [1] 谢伟,文小玲.铂电阻测温非线性补偿的研究[J].国外电子元件,2007(1):15-17.
- [2] <http://www.mcu-memory.com/index.htm>,2012-06-01.
- [3] 张毅刚,彭喜元.单片机原理与应用设计[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [4] 孙传友,翁惠辉.现代检测技术及仪表[M].北京:高等教育出版社,2008.
- [5] <http://www.national.com/ds/AD/ADC0832.pdf>,2012-06-01.
- [6] <http://wenku.baidu.com/view/f3e57c0f7cd184254b3535f6.html>,2012-06-01.

(收稿日期:2012-06-15)

作者简介:

周鹏,男,1972年生,硕士,讲师,主要研究方向:智能测控系统。