

# 用MSP430F4270实现数字温度测试仪

段渊博, 周晓平, 李媛  
(西安电子科技大学, 陕西 西安 710071)

**摘要:** 温度是工业生产中的一种常见的被控参数。如何有效的控制温度是现代工业生产中的一个重要问题。为此, 文中给出了用MSP430F4270做控制器来实现数字温度测试的设计方案, 同时给出了系统的硬件结构和功能设计方法。

**关键字:** MSP430F4270; 数字温度测试仪; 键盘

## 0 引言

在现代工业生产过程中, 温度是一种常见的被控参数。例如冶金、化工和食品加工等领域中, 人们都需要对各类加热炉、热处理炉和反应炉中的温度进行检测。为此, 本文提出了一种基于MSP430F4270控制器的数字温度测试仪的设计方案, 并分别给出了系统的总体设计和功能设计方法。本设计利用单片机对温度进行检测, 具有方便、简单和灵活性大等优点。

## 1 系统总体方案设计

数字温度测试仪的主要功能是检测并显示环境温度, 并在温度超过设定的警戒值时予以报警。本系统的温度范围为 $-50\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 精度误差应在 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内, 同时应能设置温度的上下限报警值, 并在超过最高温度值和低于最低温度值时进行报警。

该数字温度测试仪的主要结构包括5个关键环节, 即主控制器、温度检测部分、显示部分、电源、键盘和报警电路。图1所示为其结构框图。其中主控制器是该系统的核心模块, 它在读取温度检测电路输出的信号并经过数据处理后, 可送到显示器显示当前温度值, 并可根据键盘设定的温度上下限来控制报警装置进行超限报警; 温度检测电路可将环境温度转换成数字信号送入主控制器, 以进行数据处理; 键盘部分用于设置温度

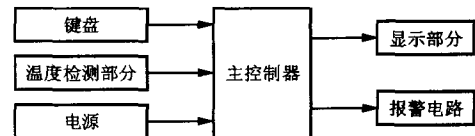


图1 数字温度测试系统结构框图

上下限; 报警电路用于实现温度的上下限报警; 显示部分则用于实时显示当前温度值。

根据总体方案设计, 该单片机温度采集系统的控制器选用MSP430F4270, 温度传感器采用DS18B20。显示部分则采用断码显示模块LCD, 输入可以设置4个按键, 分别用于功能选择及设置上行、下行显示和控制电源开关。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 主控制器

MSP430单片机系列具有多种型号, 本系统采用MSP430F4270单片机为主控制器。MSP430F4270具有多种供电电压, 且具有供电电压低和体积小等特点。MSP430F4270内部还包括32 KB的FLASH、256字节RAM、32个I/O口、56段LCD、SD16位ADC (具有内部参考电压)、12位DAC以及1个16位Timer\_A (3个捕获/比较寄存器), 同时具有电源检测功能, 适合便携式产品的设计使用要求。其内置的LCD驱动模块可以直接驱动LCD段式液晶显示器。

### 2.2 温度检测电路

本系统采用美国DALLAS半导体公司继

收稿日期: 2008-07-10

DS1820之后新推出的一种改进型智能温度传感芯片DS18B20来作为检测元件, DS12B20的测温范围为-55~+125℃, 精度为9~12位(与数据位数的设定有关), 缺省值为12位。如果温度低于0℃, 设计时需取反加1, 再乘以0.0625才能求出实际温度。DS18B20与单片机以串行方式通信。传输协议要求对DS18B20进行一次操作包括复位、发一条ROM指令、发一条RAM指令等三步。与传统的热敏电阻相比, DS18B20能够直接读出被测温度, 并可根据实际要求通过简单的编程实现9~12位的数值读取方式, 并可分别在93.75 μs和750 μs内完成9位和12位的数字量。由于温度变换功率来源于数据总线, 因此, 使用DS18B20温度芯片可使系统结构更趋简单。

DS18B20温度传感器只有三个引脚, 其中引脚1和引脚3分别是GND和V<sub>DD</sub>, 引脚2为DQ端, 可作为数据的输入和输出引脚。当给DS18B20加电后, 单片机即可通过DQ写入命令, 并可读出温度信息的数字量。DS18B20温度传感器的内部包括一个高速暂存RAM和一个非易失性的可电擦除E<sup>2</sup>PRAM。该暂存RAM的结构为8字节的存储器, 头2字节包含测得的温度信息, 第3和第4是TH和TL的拷贝, 是易失性的, 每次上电复位均会被刷新。而配置寄存器则为高速暂存器中的第5个字节, 它的内容用于确定温度值的数字转换分辨率, DS18B20工作时, 可按该寄存器中的分辨率将温度转换为相应精度的数值, 其设置方法如表1所列。

表1 DS18B20的分辨率设置方法

| R1 | R2 | 分辨率设置/位 | 测温精度/℃ | 转换时间/μs |
|----|----|---------|--------|---------|
| 0  | 0  | 9       | 0.5    | 93.75   |
| 0  | 1  | 10      | 0.25   | 187.5   |
| 1  | 0  | 11      | 0.125  | 0.375   |
| 1  | 1  | 12      | 0.0625 | 0.75    |

设定的分辨率越高, 所需要的温度数据转换时间就越长。因此, 实际应用时, 要在分辨率和转换时间之间权衡考虑。

DS18B20完成温度转换后, 即可将测得的温度值与RAM中的T<sub>H</sub>、T<sub>L</sub>字节内容作比较。若T<T<sub>L</sub>, 则该器件内的报警标志位将置位, 并对主机发出的报警搜索命令作出响应。因此, 也可用多只

DS18B20同时测量温度并进行报警搜索。

在使用DS18B20时, 主机应先向DS18B20发送复位信号。主机可将数据线拉低并保持480~960 μs, 然后再释放数据线, 接着由上拉电阻拉高15~60 μs; 最后由DS18B20发出低电平60~240 μs, 这样就完成了复位操作。

主机对DS18B20写数据时, 应先将数据线拉低1 μs以上, 然后再写入数据。待主机写入的数据变化15~60 μs后, DS18B20将对数据线进行采样, 因此要求主机写入数据到DS18B20的保持时间应为60~120 μs, 而且2次写数据操作的时间间隔应大于1 μs。

### 2.3 显示与报警电路

显示电路采用MSP430F4270单片机内置的LCD驱动模块来驱动外部LCD段码显示器。LCD的驱动可选用4MUX方式, 这样可以节省口线。

由于采用的是MSP430F4270内部集成的LCD显示驱动模块, 故LCD显示非常简单, 只需在软件中设置相应的控制寄存器, 然后把显示代码送入相应的LCD缓存寄存器即可。

系统中的报警电路可采用简单的LED发光二极管, 同时并通过控制P口的输出电平来实现超限报警功能。

### 2.4 键盘接口

根据系统功能可以设置4个按键。键盘可通过具有中断的I/O直接和单片机链接, 并通过680 kΩ的上拉电阻和3.3 V电源相连。根据该I/O口的中断功能, 只有在有键按下时, P1口相应的中断标志位才置1, 以使CPU能在中断子程序中对按键信息进行处理。

## 3 系统功能设计

### 3.1 系统资源配置

MSP430F4270内部有32 KB的FLASH程序存储器和256个SRAM以及32个I/O口。软件可采用C语言编写程序, 且无须对RAM分配。其I/O口的分配情况是把P1口用于键盘接口、DS18B20接口和上下限报警控制线; 而将P5口和P2口与S端口复用, 以作为LCD的段驱动。(下转第24页)

地址

```

PRL01: MOVX A,@DPTR ; 读状态字
        JB ACC.7,PRL01 ; 判断“忙”标志
        为“0”否, 否再读
        MOV DPTR,#CWADD1 ; 设置写指令
        代码地址
        MOV A,COM ; 取指令代码
        MOVX @DPTR,A ; 写指令代码
        RET

```

写显示数据子程序、读显示数据子程序的设计和写指令代码子程序类似,只是要注意访问地址要准确。要完成显示程序的设计,除了子程序的设计和调用外,还要正确使用MGLS12864的几条指令,并设置好显示的起始位置,同时要安排好显示数据的顺序。如果程序中排列数据的顺序与MGLS12864显示数据的顺序不一致,则会出现乱码。

现在在左半屏的最上端显示“中国你好”四个字为例,这四个字的显示占用了左半屏的第一页和第二页,每页有64列,即由64个字节数据来填充,第一页的64个字节是“中国你好”四个字

的上半部分的字模,第二页的64个字节是“中国你好”四个字的下半部分的字模。MGLS12864显示数据的顺序并不是先显示“中”,再依次显示后面三个字,而是先显示第一页,再显示第二页。所以,在程序设计时,要把四个字的上半部分字模排放在一起,接着把下半部分字模也排放在一起。

#### 4 结束语

随着智能化仪器仪表的大量使用,用LCD液晶显示器来显示字符、汉字和图形的场合将越来越多。为此,本文采用单片机和MGLS12864液晶显示模块来设计液晶显示系统的简单方法,无疑将具有一定的参考价值。

#### 参考文献

- [1] 孙鹏.51单片机综合学习系统之12864点阵型液晶显示篇[J].电子制作,2008,(2):
- [2] 于京生,史源平,等.基于89C52单片机的实用八路液位测量仪[J].微计算机信息,2008,(2):2.

(上接第21页)

#### 3.2 系统软件结构

本系统的软件主要有初始化堆栈、DS18B20、看门狗等;同时应检测键盘键入温度的上下限值,温度的采集与处理,以及温度的显示与报警控制等。其主程序流程图如图2所示。

#### 4 结束语

本文介绍了基于MSP430单片机MSP430F4270的数字温度测试仪的设计方法。由于采用的主控制器功能强大,价格合理,因此,将其作为一种解决工业控制中监测温度的测试仪器,具有很好的应用前景。

#### 参考文献

- [1] 沈建华,杨燕琴.MSP430系列16位单片机C语言程序设计开发与开发[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [2] 吴少军.实用低功耗设计—原理、器件与应用[M].北京:人民邮电出版社,2003.

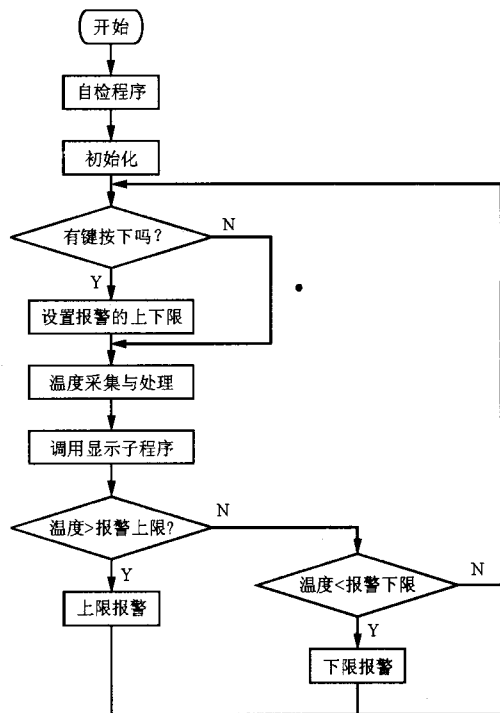


图2 主程序流程图