

文章编号:1007-2780(2013)06-0889-06

液晶显示应用控制系统设计与实现

李壮辉, 朱清慧, 任拥伟

(南阳理工学院, 河南 南阳 473004, E-mail: lzhui2003@163.com)

摘 要: 设计了一个基于单片机的液晶显示综合应用控制系统, 能够显示当前温度值并绘出实时温度曲线。系统硬件由 AT89C51 单片机、并行 A/D 转换器 AD1674、8255 I/O 扩展接口、字符液晶显示器 LM016L 和图形液晶显示器 AMPIRE128×64 构成。分别在 Proteus 和 Keil 环境下设计了系统电路原理图和系统程序, 并在 Proteus 中进行了软、硬件交互仿真。通过实际电路焊接调试, 完成了系统功能, 实现了各项技术指标。

关 键 词: 液晶显示器; 单片机; 温度; A/D 转换; Proteus

中图分类号: TN141.9

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20132806.0889

Design and Implementation of Liquid Crystal Display Application Control System

LI Zhuang-hui, ZHU Qing-hui, REN Yong-wei

(Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473004, China, E-mail: lzhui2003@163.com)

Abstract: A complex application system of liquid crystal display based on single chip computer control is designed which can display current temperature value and can draw the real temperature curve on LCD. The system hardware is constituted by single chip computer AT89C51, parallel A/D converter AD1674, I/O extended port 8255, character liquid crystal displayer LM016L and graphical liquid crystal displayer AMPIRE128×64. The system circuit schematic diagram and program are designed in software Proteus and Keil respectively. Meanwhile, the system hardware is interactively simulated with system software in Proteus. Finally, the system function and every technical index are performed through actual circuit welding and debugging.

Key words: liquid crystal display; single chip computer; temperature; analog to digital converter; Proteus

1 引 言

液晶显示器在工业生产控制系统中的应用越来越广泛^[1]。常用液晶显示器主要分为字符液晶显示器和图形液晶显示器两大类。字符液晶显示器的显示屏较小, 以 8×8 点阵像素为基本显示单元, 主要调用 CGROM 中自带的字符来显示; 图形液晶显示器的显示屏一般比较大, 以一个像素

点为基本显示单元, 可以通过编程控制显示任何想要显示的内容, 包括字符、汉字和图像。HD44780 是一种比较常用的字符液晶显示控制器, 而 KS0108 是目前一种应用范围较为普遍的图形液晶显示控制器。本文以点阵字符液晶显示器 LCD1602 (HD44780 为控制器) 和 128×64 点阵图形液晶显示器 LCD12864 (KS0108 为控制器) 为例, 利用 Proteus 平台, 设计一个实时温度

收稿日期: 2013-09-07; 修订日期: 2013-09-21

作者简介: 李壮辉 (1976—), 女, 河南南阳人, 硕士, 讲师, 研究方向: 应用电子技术。

监控系统,以字符液晶显示器 LCD1602 显示温度的当前值及变化过程,能够显示正负温度值且要求精确到 0.1°C ,图形液晶显示器 LCD12864 能自动绘出实时温度曲线并能显示文字说明。本系统的设计具有较强的可移植性,对两类液晶显示控制器的综合应用设计提供了详细参考,具有一定的指导意义。

2 系统硬件设计

2.1 硬件结构设计

为了显示当前温度值和绘制实时温度曲线,系统硬件主要采用单片机、字符液晶显示器、图形液晶显示器和 A/D 转换器等组成一个单片机控制系统。当调整滑动变阻器(模拟温度的变化)时,字符液晶显示器能够显示温度的当前值及变化过程,而图形液晶显示器能够自动以打点方式绘出温度曲线并显示汉字等。液晶显示应用控制系统硬件结构如图 1 所示。

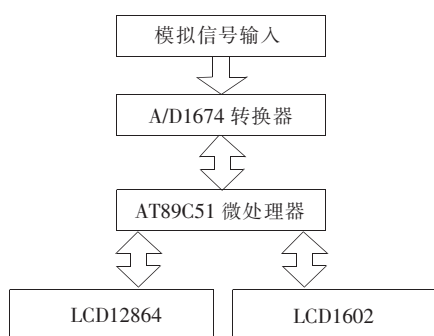


图 1 系统硬件结构图

Fig. 1 Configuration of system hardware

根据控制需求,单片机采用 AT89C51、字符液晶显示器采用 1602C,图形液晶显示器采用 12 864 点阵,A/D 转换器选用具有 12 位带并行接口的逐次逼近型模/数转换芯片 AD1674^[2],以保证温度值的显示精度。由于单片机接口紧张,采用 8255A 对 I/O 接口进行扩展。

2.2 Proteus 电路原理图设计

8255A 的 PA、PB 和 PC 口分别接 LCD1602 和 LCD12864 的数据总线及控制端。单片机的 P0、P2 口接 8255A 的数据总线^[3],因 P0 口驱动负载能力较弱,故必须接上拉排阻;P0 口作为 8255A 的低八位地址数据线,P2 口作为 8255A 的高八位地址。P1 口接 AD1674 的高 8 位数据线 DB4~DB11,AD1674 的低 4 位数据线 DB0~DB3 接单片机的 P1.4~P1.7。P3 口用来控制 A/D 转换器和液晶显示器。其中,P3.0 接 AD1674 的转换结束标志位 STS,当 STS 输出为高电平时表明转换正在进行,当 STS 输出为低电平时表明转换结束;P3.1~P3.2 分别接 AD1674 的位寻址/短周期转换选择输入端 A0 和 AD1674 的操作使能端 CE;P3.3 接 AD1674 的读/转换状态输入端 R/C;P3.4~P3.5 接 LCD12864 左、右半屏的片选信号/CS1、/CS2,选中左半屏时,/CS1 为低电平,/CS2 为高电平;选中右半屏时,/CS2 为低电平,/CS1 为高电平;P3.6~P3.7 分别接 8255A 的写入信号 WR 和读信号 RD。

滑动变阻器用来模拟变化的温度量,通过电压跟随缓冲器接至模/数转换器 AD1674。8255A 的 PA 口接字符液晶显示器(Proteus 中为 LM016L)的

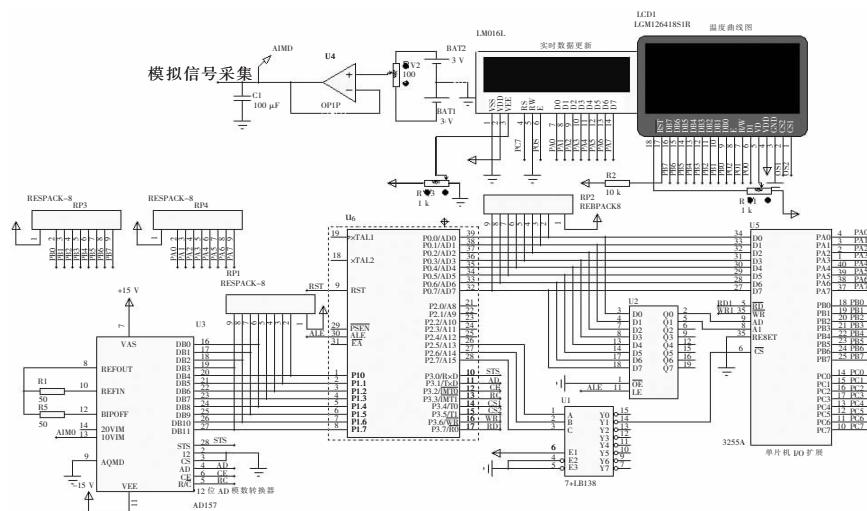


图 2 系统电路原理图

Fig. 2 Schematic diagram of system circuit

8 位并行总线,PB 口接图形液晶显示器(Proteus 中为 LGM12641BS1R)的 8 位并行总线。PC0~PC2 接图形液晶显示器的控制端,PC5~PC7 接字符液晶显示器的控制端。LCD12864 的 GND 接地, V_{CC} 接+5 V 电源, V_O 通过 10 k Ω 变阻器接+5 V 电源,调节滑动变阻器可以调节液晶屏亮度。RST 为复位端,低电平有效。LCD1602 的 V_{DD} 接+5 V 电源, V_{SS} 接地, V_{EE} 通过 10 k Ω 变阻器接+5 V 电源,调节滑动变阻器可以调节液晶屏亮度^[4]。

AD1674 的 V_{AS} 接+15 V 电源, V_{EE} 接-15 V 电源, A_{GND} 、/CS、12/8 都接地。因为要显示正、负温度值,故采用双极性输入方式,对 3 V 模拟信号进行转换。当 CE=1,CS=0,R/C=0,A0=0 时,启动 AD1674 进行 12 位数据转换;当 CE=1,CS=0,R/C=1,A0=0 时,读取高 8 位数据;CE=1,CS=0,R/C=1,A0=1 时,读取低 4 位数据^[5]。

根据以上分析,在 Proteus ISIS 中设计系统电路原理图如图 2 所示。

3 系统软件设计

根据系统电路原理图及控制要求,系统软件采用模块化编程思路,由主程序调用各子程序模块来完成系统功能。系统程序包括主程序、A/D 转换子程序、液晶显示子程序等,均采用 C 语言进行编写。

3.1 主程序流程设计

系统上电后,首先对两个液晶显示器分别进行初始化,包括显示方式、显示首地址、字体格式设置等。启动 12 位 A/D 转换器,单片机对转换结果进行处理,控制字符液晶显示器 LCD1602

和图形液晶显示器 LCD12864 分别显示温度的当前值并绘制温度曲线等。系统主程序如图 3 所示。

3.2 子程序设计

3.2.1 A/D 转换程序

A/D 转换程序主要包括数据采集和转换两部分。AD1674 的 STS 是 A/D 转换器的工作状态指示信号,一旦启动 A/D 转换,STS 变为高电平,当转换结束,STS 变为低电平。单片机既可以用中断方式也可以用查询方式来判断 AD1674 的工作状态。由于 AD1674 是高速 A/D 转换器,从启动转换到获取转换结果的时间不超过 10 μ s^[6],因此采用查询方式并不影响程序的执行效率,图 2 中的 STS 接到单片机的 P3.0 口,相应的软件采用的就是查询方式。数据转换是把采集到的二进制数据转换成对应的十进制数,保留一位小数,分别供字符液晶显示器和图形液晶显示器调用显示。

以下是在 Keil 中用 C 语言编写的启动 A/D 转换和获取 A/D 转换结果的函数,函数的出口参数就是 A/D 转换的结果。

```
uint AD1674_Read(void)
{
    uchar temp1,temp2;
    CE = 0; //初始化,关闭数据采集
    A0 = 0;
    RC = 0;
    CE = 1; //CE=1,CS=0,RC=0,A0=0
    启动 12 位温度转换
    _nop_();
    while(STS==1); //等待数据采集结束
    CE = 0; //芯片使能关闭
    RC = 1;
    A0 = 0;
    CE = 1; //CE=1,CS=0,RC=1,12/8=1,
    A0=0 允许高八位数据并行输出
    _nop_();
    temp1=P1; //读取转换结果的高八位
    CE = 0; //芯片使能关闭
    RC = 1;
    A0 = 1;
    CE = 1; //CE=1,CS=0,RC=1,12/8=0,
    A0=1 允许低四位数据并行输出
```

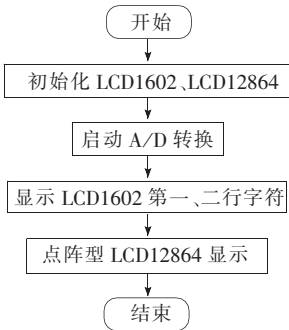


图 3 系统主程序流程图
Fig. 3 Flow chart of system main program

```

_nop();
temp2=P1; //读取转换结果的低四位
CE = 0;
temp = (temp1<<8)|temp2; //高位和低
位合成实际温度,temp2 为 P0 口的高四位
temp=temp>>4; //返回转换结果,右移
四位是因为 temp2 为 P0 口的高四位
if((temp>0x000)&&(temp<0x800))
{
    temp=0x800-temp;
    biaoziwei=0;
}
if(temp==0x000)
{
    temp=temp+2047;
    biaoziwei=0;
}
if(temp==0x800)
{
    temp=temp-0x800;
    biaoziwei=1;
}
if(temp>0x800)
{
    temp=temp-0x800;
    biaoziwei=1;;
}
temp=temp*addo*1000;
return (temp);
}

```

3.2.2 液晶显示程序

液晶显示程序包括 LCD1602 和 LCD12864 的显示程序。LCD1602 液晶显示控制器内部的字符发生存储器(CGROM)已经存储了 190 多个不同的点阵字符图形(大多为 8×8 点阵)。每一个字符都有一个固定的显示代码,显示时,单片机只需把相应的显示代码送入指定的液晶显示控制器的显存中即可。同理,对于实时温度的显示,把 A/D 转换结果从单片机相应内存中取出,直接通过数据接口送入指定的 LCD 显存中便可。LCD1602 实时温度显示程序流程如图 4 所示。

LCD12864 的显示程序包括实时温度曲线显示、汉字显示和图形显示(坐标)^[7]。LCD12864

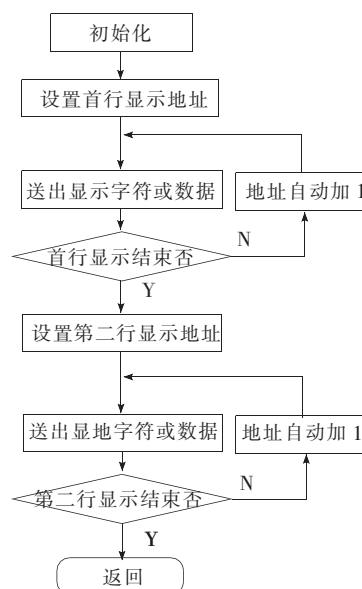


图 4 LCD1602 温度显示流程

Fig. 4 Flow chart of LCD1602 display program

的温度曲线显示过程是一个动态过程,需要实时的显示温度的变化过程。关键有两点:(1)单片机中 A/D 转换数据按序存放,即按转换时间存在连续存储器中;(2)当单片机向 LCD12864 按序送出显示数据时,由显示数据的大小来确定 LCD 的纵坐标位置,且横坐标会自动加 1。这样,一个实时电压数据就可以点亮 LCD 上相应的一个坐标点,连续的点即可显示出实时温度变化曲线。

在 LCD12864 上显示的汉字是“曲线图”3 个字,而每一个汉字为 16×16 点阵汉字,以“曲”为例说明汉字显示过程。通常把 16×16 点阵汉字分为 4 部分,只要指定了显示所在的页、起始列和起始行地址,就可在程序字模数据块中连续取出 16 个字节的显示数据,即显示结果为“曲”字的上半部分。如果此时继续从数据块中再取出 16 个字节而不改变显示地址的话,“曲”字的下半部分就会紧接着显示在上半部分的右侧,即列地址是自动加 1 的。为了正确显示出一个完整的 16×16 点阵汉字(这样的汉字高度占 2 页,宽度是 16 列),就必须在显示完上半部分后,重新指定页地址和起始列地址,起始行地址不用指定^[8-9]。 16×16 点阵汉字的下半部分正好位于另一页上,所以在取出显示数据之前,一定要重新设置页地址和起始列地址。这样,一个完整的“曲”字就显示出来了。

实时温度曲线中的坐标系是调用的一幅静态

图片。LCD12864 能显示黑白点阵图片,最大为 128×64 点阵。显示之前,先对画好的点阵图或者是图片文件(比如 *. bmp)通过取模软件进行取模,然后把点阵数据放置到程序中的数据块中,按照图 5 所示的流程图编写相应的图片显示程序,便可在 Proteus 中通过仿真显示坐标系图形。

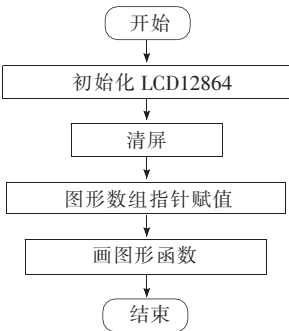


图 5 LCD12864 图形显示程序流程图
Fig. 5 Flow chart of LCD12864 graphical display program

在显示图形时,应先设垂直地址再设水平地址。绘图 RAM 的地址计数器(AC)只会对水平地址(X 轴)自动加一,当水平地址=0FH 时会重新设为 00H,但不会对垂直地址做进位自动加一,故当连续写入多个显示数据时,程序需要自行判断垂直地址是否需要重新设定。

4 系统仿真与电路调试

在 Keil 中编写系统程序并编译为“*. hex”文件,在 Proteus 中的系统电路原理图中双击单片机 AT89C51,打开此元件的属性对话框,在“Program File”一栏中,找到并加载编译文件“*. hex”,点击“OK”键完成对程序的虚拟下载功能^[10],在 Proteus 中按仿真运行键对系统进行软、硬件交互仿真。用鼠标随机调整滑动变阻器,模拟温度值的变化,可以看到字符液晶显示器能够分行显示正负温度变化值和相关信息,图形液晶显示器能够在坐标系中实时打点绘出温度曲线,仿真结果如图 6 所示。

硬件电路的焊接与调试是在南阳理工学院电子与电气工程学院的模拟电子实验室完成的。在焊接过程中要注意的是,实际元器件的各引脚排列与 Proteus 中元器件并不完全一致,因此,焊接时一定要认真查看元件说明书并核对电路原理图,区分实物的各个引脚功能,以防出现焊接

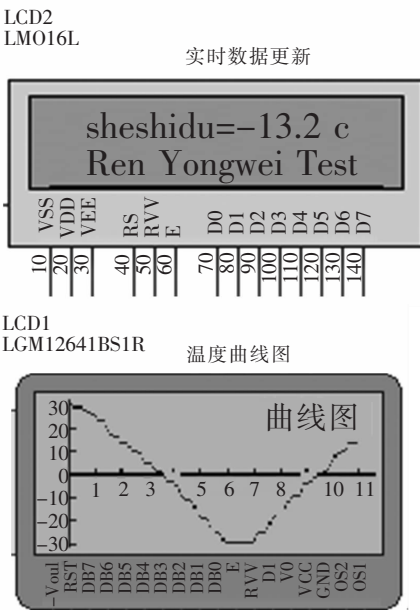


图 6 Proteus 中仿真结果图
Fig. 6 Simulation results in Proteus

错误。
系统实际电路及上电后的显示效果如图 7 所示。



图 7 实际电路
Fig. 7 Real circuit

5 结 论

将两种常用的液晶显示控制器结合在一起,通过 A/D 转换器和单片机 I/O 口扩展单元,对系

统软、硬件做了系统分析、设计和仿真,突出了液晶显示器在字符、文字、图片及实时数据显示和绘图方面的强大功能及综合应用。通过 Proteus 仿真和电路实现,印证了系统设计的正确性和可实

现性。案例典型,系统设计具有较强的可移植性,对于工业控制系统中液晶显示应用设计具有一定的参考价值。

参 考 文 献:

- [1] 李维提,郭强.液晶显示应用技术[M].北京:电子工业出版社,2000.
- [2] 龚贤武,汪贵平,李登峰.12位高速、低功耗 A/D 转换器 ADS7822 及其应用[J].现代电子技术,2006,227(12):146-148.
- [3] 苗裕,郑喜凤,许开欢,等.单片微型机原理、应用与实验[M].上海:复旦大学出版社,2000:215-244.
- [4] 张永斌,胡金高.基于 DSP 的 LCD 显示控制与设计[J].液晶与显示,2011,26(5):626-630.
- [5] 朱清慧. Proteus 显示控制系统设计与实例[M].北京:清华大学出版社,2011:125-128.
- [6] 朱清慧,陈绍东. Proteus 实例教程[M].北京:清华大学出版社,2013:235-241.
- [7] 王立文.智能仪器中液晶显示的汉字显示方法[J].液晶与显示,2011,26(6):785-788.
- [8] 朱清慧,张凤蕊,翟天嵩,等. Proteus 教程-电子线路设计、制版与仿真[M].北京:清华大学出版社,2008:1-5.
- [9] 朱清楚,王杰奎.基于 T6963C 的液晶绘图系统设计与实践[J].液晶与显示,2011,26(4):510-515.
- [10] 耿卫东,王立萍,王俊,等.光伏发电控制器的液晶显示设计[J].液晶与显示,2012,27(6):780-784.

国际单位制(SI)

在科技期刊和科技论文中,要求物理量和单位使用国际单位制(SI)和法定计量单位。国际单位制的构成是:

$$\text{国际单位制(SI)} \left\{ \begin{array}{l} \text{SI 单位} \left\{ \begin{array}{l} \text{SI 基本单位} \\ \text{SI 导出单位} \left\{ \begin{array}{l} \text{包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位} \\ \text{组合形式 SI 导出单位} \end{array} \right. \\ \text{SI 单位的倍数单位} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

数值范围的表示法

1. 数值范围采用波浪号“~”。
2. 书写百分数范围,每个百分数后面的“%”都要重复写出。例如“10 %~20 %”不能写成“10~20 %”。
3. 书写用万或亿表示的数值范围,每个数值中的万或亿不得省略。例如 2 万~5 万,不能写成 2~5 万。
4. 书写具有相同幂次的数值范围,每个数值中的幂次都要重复写出。例如“ $3 \times 10^5 \sim 5 \times 10^5$ ”不能写成“ $3 \sim 5 \times 10^5$ ”,但可以写“(3~5) $\times 10^5$ ”。
5. 单位相同的量值范围,前一个量值的单位可以省略,只需在后一个量值上写出。例如:“5 mm~8 mm”应写作“5~8 mm”。
6. 单位不完全相同的量值范围,每个量值的单位应全部写出。例如:2 h~2 h30 min(但最好改为“2~2.5 h”)。