

文章编号:1007-2780(2010)06-0826-05

基于 T6963C 的 LCD 实时数据显示系统设计与仿真

朱清慧^{1,2}, 徐志强¹

(1. 中国矿业大学(北京) 化学与环境工程学院, 北京 100083, E-mail: 0zhu@163. com;
2. 南阳理工学院 电子与电气工程系, 河南 南阳 473004)

摘 要: 以直流液晶数字电压表为例, 以 T6963C 液晶控制器为控制对象, 给出了单片机对实时数据显示的控制方法, 结合 EDA 仿真工具 Proteus 进行了系统电路与程序设计, 并在 Proteus 中进行了系统交互仿真, 实现了动态数据的正确显示效果, 分析了误差产生的原因, 总结了实时数据显示控制的实质。
关 键 词: 液晶显示; 实时数据; T6963C 控制器; Proteus 仿真
中图分类号: TN873+. 93; TP337 **文献标识码:** A

Design and Simulation of LCD Real-Time Data Display System Based on T6963C

ZHU Qing-hui^{1,2}, XU Zhi-qiang¹

(1. School of Chemical Environmental Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100803, China, E-mail: 0zhu@163. om;
2. Electronic and Electrical Engineering Department, Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473004, China)

Abstract: The control method of real-time display by MCU was given with DC LCD digital voltmeter as an example and LCD controller as control object. The system circuit and program were designed combining with EDA simulation tools Proteus and system interactive simulation was performed on Proteus, realizing the correct display effect of dynamic data. The reason of error generated was analyzed and the nature of real-time data display control was summarized.
Key words: LCD; real-time data; T6963C controller; Proteus simulation

1 引 言

在控制系统中, 常用液晶显示器作为系统的输出终端来显示图形、文字和数据^[1]。这种工业用液晶显示器有两种: 字符液晶显示器和图形液晶显示器。在使用液晶显示器时, 首先要了解该液晶显示器的控制器型号及功能。T6963C 是一种常用的图形液晶显示控制器, 主要用来显示图形、图片、汉字和字符。当内嵌 T6963C 控制器的液晶显示器用来显示静态汉字或图片时, 控制方

法相对简单^[2]。但在大多数仪表类控制系统设计中, 常常会用 T6963C 控制器来显示实时数据, 其控制方法相对复杂得多。

本文以 Proteus ISIS 为设计平台, 以直流液晶数字电压表为案例, 论述基于 T6963C 的液晶实时数据显示系统设计过程, 并进行系统软、硬件交互仿真, 以实现动态电压数据的实时显示。

在本文介绍的直流液晶数字电压表中, 通过调整滑动变阻器可随时改变液晶显示器的电压读数, 要求该液晶数字电压表的读数为 1 位整数、3

位小数,单位为“V”,显示精度为 0.001 V。

2 系统硬件设计

2.1 电路设计

直流液晶数字电压表控制系统硬件主要由模/数转换器、单片机、液晶显示器以及电压校正单元构成,系统硬件框图如图 1 所示。

单片机采用 AT89C51。图形液晶显示器采

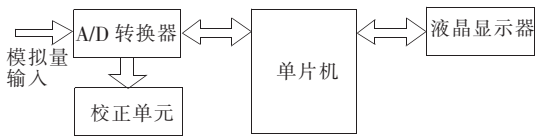


图 1 系统硬件框图

Fig. 1 System hardware configuration

用 240×128 点阵的 LM3229,控制器为 T6963C。模/数转换器采用 8 位 ADC0808,主要因为受到 Proteus 仿真元件库的限制,实际设计中可采用精度更高的器件。单片机与液晶显示器之间采用直接控制方式。AT89C51 的 P2 口做命令/数据通道地址的高 8 位,P0 口做地址低 8 位并兼做 8 位数据口^[3]。ADC0808 的数据输出与 AT89C51 的 P1 口连接,另外 4 个控制端分别接 AT89C51 的 P3.0~P3.3。模拟量输入为直流 0~5 V 电压,通过滑动变阻器接至 ADC0808 的第七模拟量输入通道。虚拟直流电压表并接在模拟量输入端作为液晶显示的校正单元,这里的校正并不是闭环,只是和显示液晶数据进行对比,使误差更直观。根据以上分析,在 Proteus ISIS 中设计出系统电路图如图 2 所示。

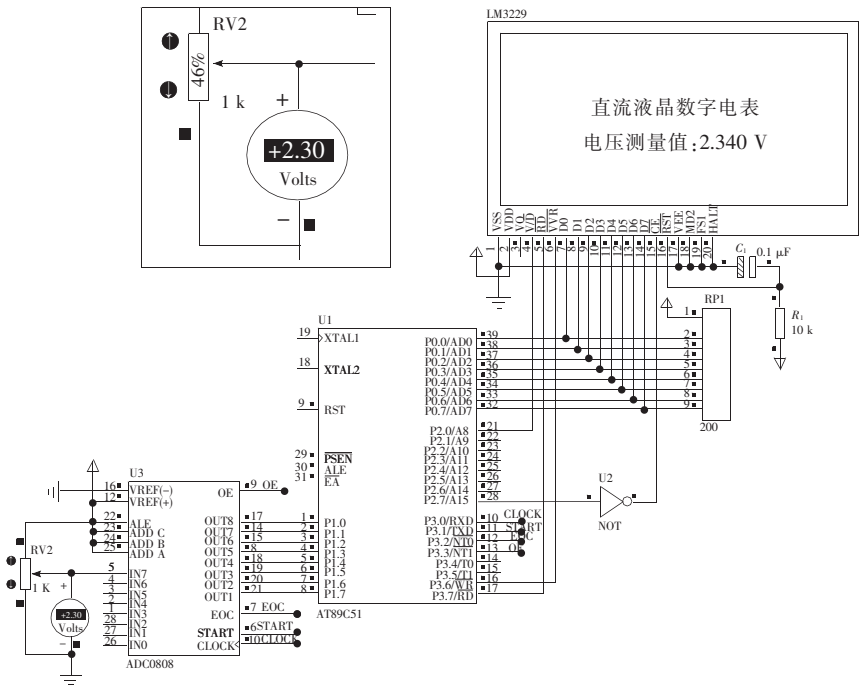


图 2 系统电路图及 Protues 仿真结果

Fig. 2 System circuit and simulation result in Proteus

2.2 T6963C 控制器简介

LM3229 的内部电路结构框图如图 3 所示,核心部件为 T6369C 和 8 kB 的显示 RAM。T6963C 通过 4 个控制端 $\overline{CE}$ 、 $\overline{RD}$ 、 $\overline{WR}$ 和 $C/\overline{D}$ 以及 8 位数据 D0~D7 与单片机通讯,完成对显示命令及显示数据的读写。其中 $\overline{CE}$ 为使能端,低电平有效; $\overline{RD}$ 和 $\overline{WR}$ 为读、写控制端,低电平有效,本设计接单片机的 P3.6 和 P3.7,单片机在执行

片外读写命令 MOVX 时自动有效; $C/\overline{D}$ 用来区分 D0~D7 上的数据是命令还是数据, $C/\overline{D}$ 为低电平时,D0~D7 为数据,反之为命令^[4]。

T6963C 有十几条控制命令,分别为单字节、双字节和三字节几种形式^[5]。设计者根据需要从单片机发出控制命令和显示数据,T6963C 通过硬件译码来控制液晶显示器的行列驱动器,把要显示的数据显示在正确的位置。

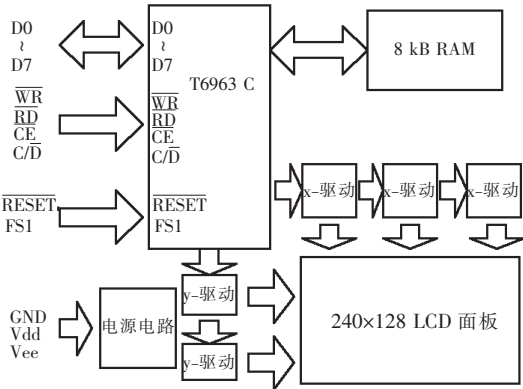


图 3 LM3229 的结构框图

Fig. 3 Structure block diagram of LM3229

3 系统软件设计

系统软件设计主要实现以下几个功能:数据采集、数据处理、实时数据显示和静态汉字显示。下面重点对系统主程序流程、实时数据的采集、处理和显示流程设计进行论述。系统程序流程图如图 4 所示。

在主程序中,为了使程序具有较好的可阅读性,用宏指令对单片机上所接的 ADC0808 和 LM3229 的控制端进行定义,并且对单片机内部存储单元进行定义。然后对各存储单元初始化清零,调液晶显示器初始化子程序。

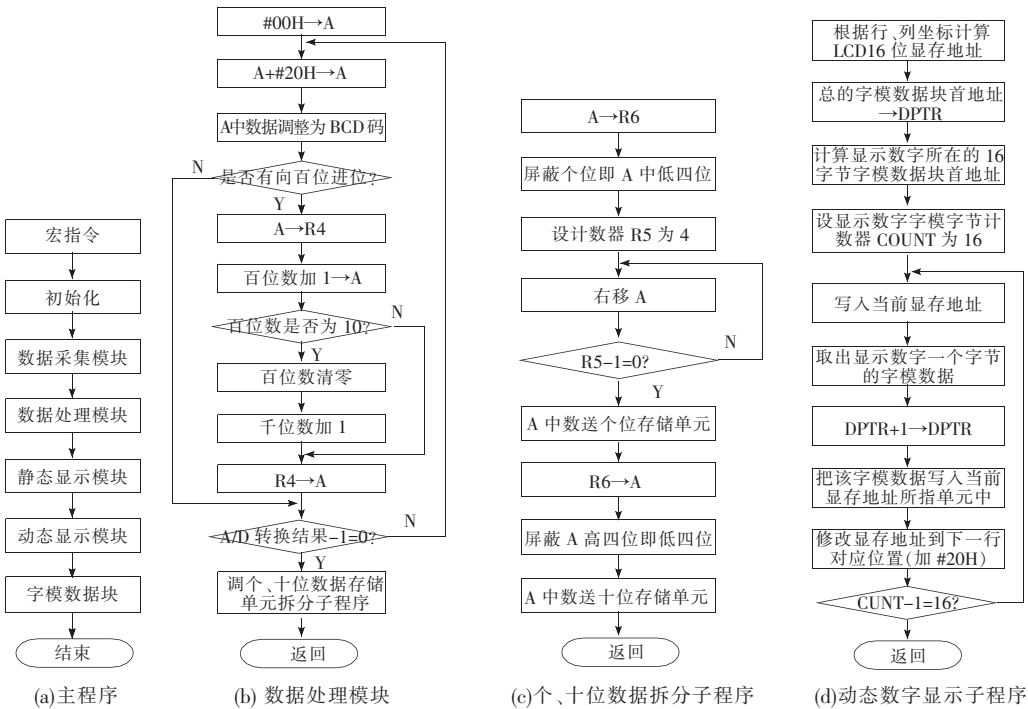


图 4 系统程序流程图

Fig. 4 System program flow charts

3.1 数据采集

数据采集模块执行的功能如下:

- (1) 利用 AT89C51 内部定时器中断产生一个 100 kHz 的时钟信号,给 ADC0808 的 CLOCK 端。
- (2) AT89C51 产生一个窄的正脉冲给 ADC0808 的 START 端,启动 A/D 转换器,等待转换结果。
- (3) AT89C51 如果收到 ADC0808 发来的 EOC 高电平转换结束信号,即给 ADC0808 的 OE 端发一个高电平,命令 ADC0808 打开数据锁

存器。

- (4) AT89C51 从 P1 口读出 8 位转换数据并存储在 R7 中。

3.2 数据处理

数据处理模块完成的功能如下:

- (1) 把采集到的 8 位二进制数乘以转换精度 (5/255≈20 mV),用循环累加完成乘法运算。设累加器初值为零,在累加器中循环累加 20 mV,循环次数为 R7 中的数据。
- (2) 把电压值数据转换成十进制数 (BCD

码),并按由低到高位分别存放在 LCD_0~ LCD_3 中,以供液晶显示程序调用。最高位 LCD_3 显示在个位,其他 3 位分别为小数位。

3.3 数据显示

显示部分先执行静态显示模块,完成对两行 16×16 点阵汉字“直流液晶数字电压表”和“电压测量值为:”的显示功能。接着执行动态显示模块,把 4 位实时电压数据、小数点和“V”显示在 LM3229 的第二行。考虑到数字和字符一般为半角,汉字为全角,所以在提取字模时,使用 8×16 点阵而不是 16×16 点阵。这样整体的视觉效果会比较合理。

程序最后分别放 16×16 和 8×16 点阵字模数据块,因显示内容不多,故不使用汉字库,直接采用取模软件提取字模,放在程序中即可。

动态显示模块把数据处理模块中得到的实时电压数据显示在液晶屏指定位置上。由单片机根据显示坐标计算出对应的显存地址,发送给 T6963C,再计算字模数据在数据块中的地址,然后取出显示数据送到目的显存中去。修改显存地址到下一行,再送出第二个字节数据,直到把 16 个字模数据全部送出,即完成该位数据的显示^[6-7]。

在程序设计之前要明确以下几个问题:显示字符的取模方式、采用文本显示方式还是图形显示方式、LCD 目的显示位置。实时数据显示关键是显存地址的计算和字模数据地址的计算。

3.3.1 取模方式

本设计使用 zimo221 取模软件。在 zimo221 中,“0123456789. V”12 个字符是按横向取模、字节正序、汇编格式提取的 8×16 点阵字模数据,在程序中以数据块形式顺序存放如下:

```
CCTAB1;
;-- 文字: 0 --
DB 000H, 000H, 000H, 000H, 018H,
024H, 042H, 042H, 042H, 042H, 042H, 042H,
024H, 018H, 000H, 000H
;-- 文字: 1 --
DB 000H, 000H, 000H, 000H, 010H,
070H, 010H, 010H, 010H, 010H, 010H, 010H,
010H, 07CH, 000H, 000H
.....
```

3.3.2 显存地址的计算

本设计采用图形显示方式显示所有内容。

LCD 初始化时图形显示区首地址设为 0800H,对应于 LM3223 显示屏左上角第一个位置^[8],该位置的坐标为 O_X=00H(列坐标,8 个点为一列,00H~1FH),O_Y=00H(行坐标,一个点为一行,00H~7FH)。一个实时数据的字模为 16 个字节,每个字节在液晶显示器上占一行 8 个点,字节中为 1 的位使该点为亮,为 0 的位使该点为暗^[9]。

在程序中根据指定的屏幕坐标,计算对应的显存图形区地址。计算公式为:

图形区首地址+O_Y×20H+ O_X

比如电压个位(LCD_3)欲显示在 LM3229 的第 38H(O_Y)点行,第 12H(O_X)字符列,则该数字字模第一个字节对应的显存地址为:

0800H + 38H × 20H + 12H = 0800H + 0712H=F012H

第二个字节应对应于 LM3229 的下一点行对应位置,它的显存地址为 F012H + 20H = F032H,依次类推,如图 6 所示。图中右边数字为字模数据,左边为该字模数据应存放的显存地址。

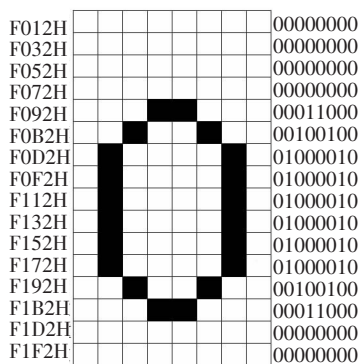


图 6 8×16 点阵显示原理
Fig. 6 Display principle of 8×16 matrix

3.3.3 字模数据地址的计算

动态显示模块中,要显示哪位电压数据,先执行以下语句:

```
MOV O_X, #12H ;LCD 列坐标
MOV O_Y, #38H ;LCD 行坐标
MOV CODE_, LCD_3 ;个位 BCD 码送 CODE_
LCALL WRI_CD ;调动态数字显示子程序
```

CODE_是用来计算每个 8×16 点阵字模数据块的首地址,计算公式为: # CCTAB1+10H×CODE_。

假设 # CCTAB1=0200H,当要显示的数据

为 0 时,对应的数据块首地址为 0200H,数字 0 的 16 个字模数据分别取自 0200H~020FH 中;当要显示的数据为 1 时,对应数据块首地址为 0200H+10H,数字 1 的 16 个字模数据应分别取自 0210H~021FH 中,依次类推。

小数点和“V”分别固定显示在 LCD_3 之后和 LCD_0 之后。

4 系统仿真

在 Keil μ Vision3 中进行程序编辑和编译,生成十进制文件“*.hex”,在 Proteus ISIS 中把系统程序虚拟下载到单片机 AT89C51 中,按仿真运行键进行软、硬件交互仿真^[10]。仿真结果如图 2 所示。调节滑动变阻器,可以看到液晶显示器的数据随之改变,通过与虚拟直流电压表数据对比,发现二者显示数据有一定的误差。图 2 左上

方是放大后的虚拟直流电压表读数,当滑动变阻器触头在 46%位置时,液晶显示器显示的电压为 2.340 V,虚拟直流电压表的读数则为 2.30 V。误差产生原因有二,一是 ADC0808 的转换精度;二是程序计算中的累计误差。

5 结 论

在单片机控制的 T6963C 控制系统设计中,要想实现动态数据的正确显示,设计者不必知道被显示数据确切是几,只需知道它的字模数据取模方式、存放位置以及字模数据应放到哪些显存单元中去即可。单片机对 T6963C 的控制实质就是数据搬来搬去的过程,设计者必须清楚双方的存储器编址方式和数据读写方式,在程序中编写一定的算法,便可轻而易举地实现动态数据的显示。

参 考 文 献:

- [1] 李维諲,郭强.液晶显示应用技术[M].北京:电子工业出版社,2000:125-128.
- [2] 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,2008:55-56.
- [3] 朱清慧,陈绍东,徐志强.基于图形液晶显示器的汉字显示系统设计与仿真[J].液晶与显示,2009,24(5):692-697.
- [4] 胡汉梅.基于 DSP 图形液晶显示器接口程序设计[J].液晶与显示,2007,22(3):115-119.
- [5] 朱清慧,张凤蕊.基于 Proteus 的虚拟液晶触摸屏设计与应用[J].液晶与显示,2009,24(4):562-565.
- [6] 王海涛,刘兆甲,张文明,等.基于 DSP 的液晶图文显示技术[J].液晶与显示,2008,23(1):73-76.
- [7] 朱清慧,王志奎. Protues 在 LED 点阵滚动显示屏设计中的应用[J].液晶与显示,2009,24(2):232-236.
- [8] 张琼,董克俭,贺洪江.基于单片机的液晶显示汉字方法的研究[J].福建电脑,2006,(6):55-57.
- [9] 王志奎,朱清慧.基于 Proteus ISIS 7.4 的虚拟液晶显示屏设计[J].液晶与显示,2009,24(4):586-590.
- [10] 武晓宏,秋兴国.基于 MGLS12864 的汉字、字符混合显示方法[J].工矿自动化,2004,(5):211-212.