

# 一种基于DSP的数据采集与显示设计方案

方三档, 高钦和, 鲁永秋  
(第二炮兵工程学院, 陕西 西安 710025)

**摘要:** 为了快速、准确地进行数据采集, 并把采集到的数据显示出来, 设计了一种以TI公司的TMS320F2812内置ADC为数据采集核心、以MAXIM公司的MAX7219作为LED显示驱动的方案。从硬件和软件两个方面的设计进行阐述, 重点介绍了软件方面的设计。调试结果证明, 该设计能够达到数据采集的要求, 并能稳定地显示采集到的数据, 可以广泛应用于仪器仪表设计中。

**关键词:** TMS320F2812; MAX7219; 数据采集; LED显示

中图分类号: TP274 文献标识码: C

## Design of data acquisition and displaying based on DSP

FANG San Dang, GAO Qin He, LU Yong Qiu  
(The Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025, China)

**Abstract:** As to collect data rapidly and exactly, and to display the collected data, a design which adopts inside ADC of TMS320F2812 from TI incorporation as the center of data acquisition, and uses MAX7219 from MAXIM incorporation as driving of LED displaying, is presented in this paper. Both hardware and software design are discussed, and software design is given in detail. The result of debugging indicates that the design can meet the requirement of data acquisition and the collected data can be displayed stably, which can be widely used in instrument design.

**Key words:** TMS320F2812; MAX7219; data acquisition; LED displaying

数据采集及处理系统在众多领域均有广泛的应用, 其主要功能是把外界模拟信号的电压参量经过A/D转换器转换成数字量, 并把转换结果存储以便分析处理。采集到的数据可以选用LED数码管、液晶等器件来显示。与同类显示器件相比, LED数码管具有电路连接简单、成本低、开发周期短、性能稳定等优点。

本设计采用TI公司的DSP芯片TMS320F2812作为信号采集和处理的核, 通过片上自带的12位ADC进行数据采集; 采用MAXIM公司生产的串行输入/输出共阴极显示驱动器芯片MAX7219驱动8位LED数码管, 以显示采集到的数据。

### 1 硬件设计

#### 1.1 TMS320F2812内置ADC介绍

ADC模块的框图如图1所示, 其前端为2个8选1多路切换器Analog MUX和2路同时采样/保持器S/H, 构成16个模拟输入通道ADCIN00~ADCIN15, 通道的自由切换由硬件自动控制。所选通道的值经12位ADC模块转换后存储在各

自的ADCRESULT寄存器中。

ADC模块的主要特点是: 模拟输入电压范围为0.0V~3.0V; 具有快速的转换时间, ADC在25 MHz时钟下转换时间为80 ns, 最高采样宽频为12.5 MSPS; 自动排序功能提供多达16个自动转换, 每个转换可以编程选择16个输入通道中的一个, 排序器可以作为2个独立8状态排序器或者一个16状态排序器; 16个结果寄存器用于保存转换值, 转换后的数字量表示为:

$$\text{数字值} = 4095 \times \frac{\text{输入模拟电压值} - \text{ADCLO}}{3}$$

其中, ADCLO为偏移量, 一般取为0。

有多个触发源用于启动转换序列: 软件立即启动(用SOC SEQn位); 事件管理器EVA; 事件管理器EVB; 外部引脚(ADC SOC引脚)。中断控制灵活, 允许每个序列或每隔一个序列转换结束产生中断请求<sup>[1-3]</sup>。

#### 1.2 MAX7219芯片介绍

MAX7219是一个专用的串行输入/输出、共阴极LED

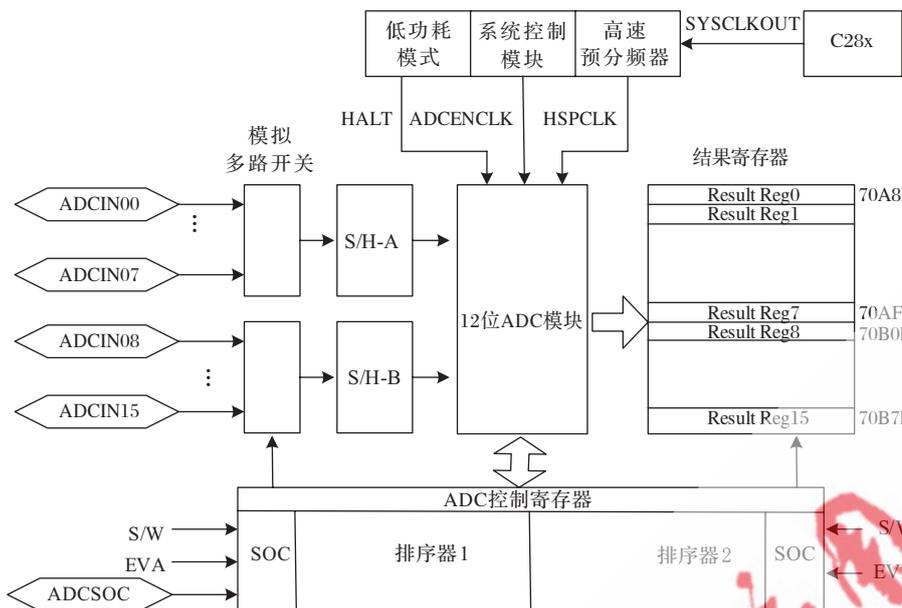


图1 ADC模块框图

显示驱动器。它采用3线串行接口传送数据，接口简便；每片可驱动8个LED数码管，多片串接时可控制多个LED；内部共有14个寄存器，其中6个为控制寄存器，8个为数据寄存器，数据寄存器存放预显示的数值，控制寄存器决定MAX7219的工作模式；只需一个外部电阻即可调节LED的段电流，且允许程控方式方便地调节LED显示的亮度；MAX7219可选择LED显示器的扫描个数；有不译码和BCD码译码2种显示模式<sup>[4]</sup>。

MAX7219的数据接收装载时序图如图2所示。由图可知，当LOAD信号为低时，在每个CLK的上升沿，DIN端的数据移入MAX7219内部移位寄存器中，LOAD必须在16个CLK同时或之后由低变高(上升沿)，被移入的数据才会被锁存进入内部控制寄存器或数据寄存器中。接收的第一个数据放置在内部寄存器的D15位，最后一个数据放置在D0位。在16.5个CLK之后，在DOUT端可以观测到DIN端输入的数据。在CLK的下降沿有数据输出<sup>[5, 6]</sup>。

### 1.3 硬件电路设计

MAX7219是串行输入方式，故其连接方式比较简单。硬件电路设计如图3所示。TMS320F2812的SPI模块中的SPICLK、SPISIMO分别用作MAX7219的时钟信号CLK、串行数据输入信号DIN；TMS320F2812的GPIO0用作MAX7219的数据锁存信号LOAD。MAX7219的V<sub>+</sub>引脚接+5V电源信号，2个GND引脚接模拟地。DIG 0~DIG 7用于驱动8个数码管的显示，SEG A~G、SEG DP用于驱动数码管的7段显示和小数点的显示。

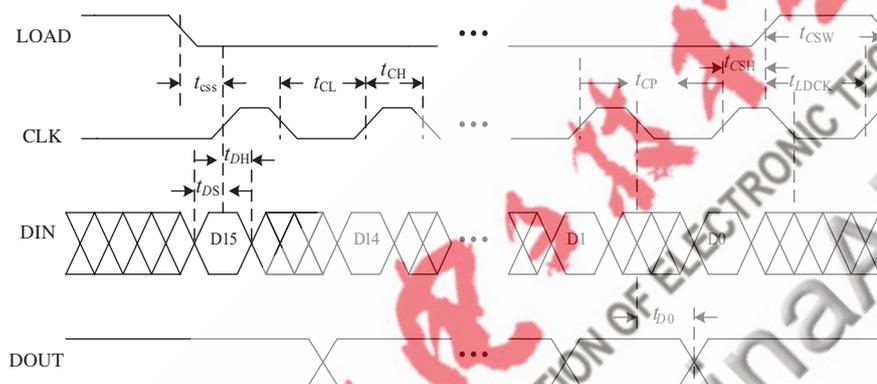


图2 MAX7219的时序图

程序主要分为初始化、数据采集和显示数据3个部分。程序流程框图如图4所示。初始化系统主要完成高速时钟和低速时钟的设置，高速时钟设置成2分频，低速时钟设置成4分频。因为设计使用SPI模块控制MAX7219，所以初始化SPI模块要把工作方式设置为主方式，这样就可以通过SPISIMO端向MAX7219移入数据，并且为MAX7219提供串行时钟。与之相应，初始化GPIO就要把SPICLK、SPISIMO配置成外设信号，把GPIO0配置成通用I/O信号。初始化ADC和MAX7219见下文的部分程序和注释。

## 2 软件设计

数据采集部分采用事件管理器EVA启动ADC转换。配置事件管理器EVA，设置定时器1下溢中断标志启动ADC，周期设置为64。由于高速时钟设置为2分频，即75 MHz，

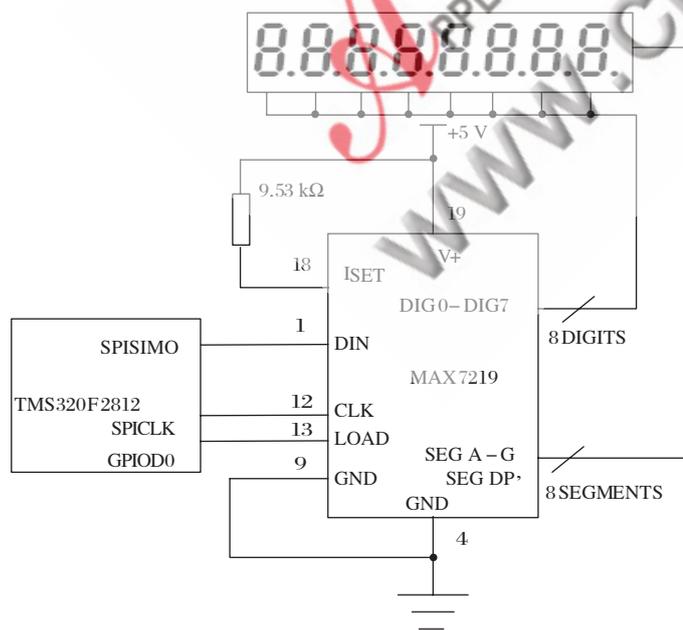


图3 硬件电路设计

# 硬件纵横 Hardware Technique

经计算得ADC的采样频率为 $75/64 \text{ MHz}=1.172 \text{ MHz}$ 。使能事件管理器EVA中的EVASOC，启动ADC转换。

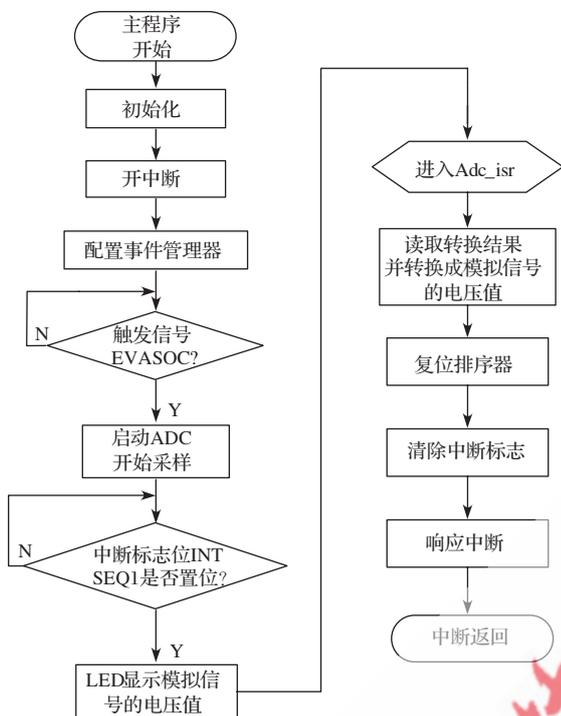


图4 程序流程框图

当ADC转换完毕后，中断标志位置位，进入ADC中断服务子程序。在ADC中断服务子程序中，将转换结果读入数组Voltage中，再把数组中的数据转换为模拟信号的电压值。响应中断后，中断返回到主函数，调用WriteWord函数，把要写入数据的数据寄存器的地址和模拟信号的电压值一并移入MAX7219中，从而驱动LED数码管把模拟信号的电压值显示出来。

初始化ADC模块：

```

void InitAdc(void)
{
    AdcRegs.ADCTRL1.bit.RESET = 1; //复位整个ADC模块
    asm(" RPT #10 || NOP"); // 必须等待约12个时钟周期后，ADC模块的复位才有效。
    AdcRegs.ADCTRL3.all = 0x00C8; // 首先对带隙参考源电路进行上电。
    Delayus(5000); //ADCPWDN置位前等待5ms
    AdcRegs.ADCTRL3.bit.ADCPWDN = 1; //对ADC模块的其余部分进行上电。
    Delayus(20); //ADC上电完成后的延时。
    /**配置ADC寄存器**/
    AdcRegs.ADCMAXCONV.all=0x0001; //设置1次转换。
    AdcRegs.ADCCHSELSEQ1.bit.CONV00 = 0x0; // 设置ADCINA0的转换。
    AdcRegs.ADCCHSELSEQ1.bit.CONV01 = 0x1; // 设置ADCINA1的转换。
}
  
```

《信息化纵横》2009年第8期

```

AdcRegs.ADCTRL1.all=0x2710;
AdcRegs.ADCTRL2.all=0x0900;
  
```

```

}
初始化MAX7219:
/* MAX7219初始化 */
void InitDisplay (void)
{
    WriteWord (0x0b, 0x07); // 设置扫描界限
    WriteWord (0x09, 0xff); // 设置译码模式
    WriteWord (0x0a, 0x0a); // 设置亮度级别
    WriteWord (0x0c, 0x01); // 设置为正常工作模式
}
/* 向MAX7219写入字 (16位) */
void WriteWord (uchar addr, uchar num)
{
    uchar entire;
    entire=(addr<<8)+num;
    GpioDataRegs.GPDDAT.bit.GPIOD0=0; //将LOAD信号置为低电平，准备移入数据。
    delay(200);
    SpiaRegs.SPIDAT=entire;
    delay(200);
    GpioDataRegs.GPDDAT.bit.GPIOD0=1; //将LOAD信号置为高电平，锁存进相应寄存器
}
  
```

### 3 调试结果

设计中采集2路0~3V的正弦波信号，正弦波信号通过波形发生器产生，其频率可以在10Hz~100Hz、100Hz~1kHz、1kHz~10kHz、10kHz~100kHz之间任意选取。

#### 3.1 数据采集部分

调整正弦波信号的频率，使其保持在一个固定的值。经过ADC转换后，采集到的数据一路放在Voltage1中，另一路放在Voltage2中。从Voltage1中截取45个点，CCS中观察到的波形如图5所示。

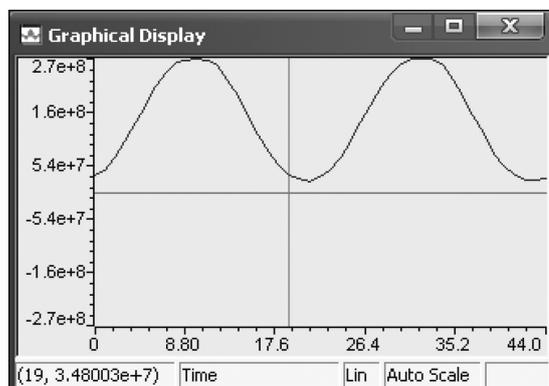


图5 采集数据波形

## 硬件纵横 Hardware Technique

示波器观察到的要采集的正弦波信号的频率为52.1 kHz, 而采样频率经计算为1.172 MHz, 所以采集到正弦波信号在一个周期内的点数为 $1.172 \text{ MHz}/0.0521 \text{ MHz}=22.495\approx 22.5$ 个。由图可知, 波形图中的45个点构成两个周期的正弦波波形, 与计算结果完全吻合。

### 3.2 数码显示部分

采集到的2路数字信号转换为模拟量后, 第一路信号由前4个LED数码管显示, 第二路信号由后4个LED数码管显示, 每一路可以读到小数点后面第3位。8位LED数码管的一个显示状态如图6所示。

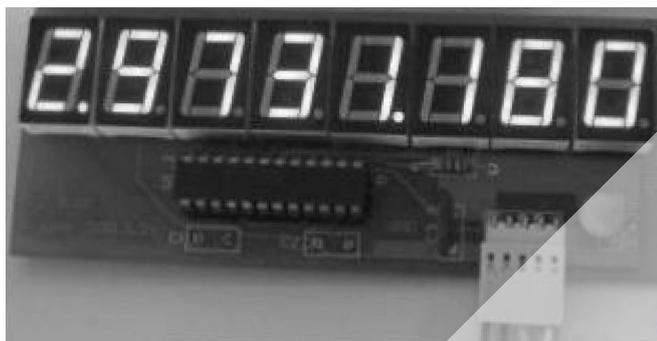


图6 LED数码管显示值

通过观察, LED数码管的显示亮度能够调整, 显示数值的刷新速度也能调节, 以适应人眼的观察范围。显示亮

度可以在MAX7219的初始化中控制, 而刷新速度则通过延时来控制。

本设计采用TMS320F2812的内置ADC作为数据采集电路的核心部件, 并且用TMS320F2812的SPI模块和GPIO0端口控制MAX7219驱动LED显示。电路连接简单, 易于实现。调试结果证明, 该设计能够快速准确地进行数据采集, 并能稳定显示采集到的数据, 可以广泛应用在仪器仪表的设计中。

### 参考文献

- [1] 徐科军, 张瀚, 陈智渊. TMS320X281x DSP原理与应用[M].第1版.北京:北京航空航天大学出版社, 2006.
- [2] 曹梦婷, 潘宏侠. 基于TMS320F2812的ADC数据采集的软件实现[J].机械工程与自动化, 2008, 148(3):82-83.
- [3] TI Incorporation. TMS320F2810, TMS320F2811, TMS320F2812, TMS320C2810, TMS320C2811, TMS320C2812 Digital signal processors data manual. 2007.
- [4] 邵笑冰, 徐龙祥. MAX7219在DSP控制系统中的应用[J].中国仪器仪表, 2003(8):36-37.
- [5] 苏奎峰, 吕强, 常天庆, 等. TMS320X281x DSP原理及C程序开发[M].第1版.北京:北京航空航天大学出版社, 2008.
- [6] MAXIM. Serially interfaced, 8-digit LED display drivers MAX7219/7221. 2003.

(收稿日期: 2008-12-07)

(上接第30页)

的命令, 然后解析命令, 通过命令的不同转去执行各功能子函数, 比如布防、撤防、查询防区、设置密码等。因此, 在软件设计中, 制定了一套通信协议, 根据命令的不同设置一个不同的字节, 当有命令到来时, 系统先跳转去执行与PC的串口中断子函数, 然后根据通信协议的内容, 对接收到的字节进行分析, 以便执行相应的功能子函数。

键盘的菜单设计主要由布防/撤防、密码设置、查询报警信息、键盘锁定等几部分构成, 这些功能都是在键值处理函数中完成的, 而键值是通过键盘的按键所决定的, 在程序设计中, 加入了键盘防抖功能, 避免误操作。

液晶显示屏选用内置T6963C控制器图形显示模块, 采用24064点阵, 屏幕较大, 主要显示各个节点的报警信息, 同时根据键值的不同显示不同的菜单, 在软件设计中, 主要编写显示屏的显示驱动, 由于所采用的显示屏内部的存储器不含中文字库, 因此要根据系统的要求编写所需要的中文字符。

该红外报警器“一线通”系统具有以下特性: (1)灵活性: 高度可配置, 每个节点可以编码, 编码的范围广, 监控主机可以实现命令的发布; (2)高效性: 采用该系统可以避免线材的大量消耗, 从PC机到监控主机再到

各个报警节点, 只需要一根线连接; (3)先进性: 该系统采用总线技术, 实现系统的通信, 避免线材消耗, 在适当的距离加入一个中继器, 就可以实现长距离的通信; (4)适用性: RS-485总线技术是发展相当成熟的一种技术, 技术上不存在任何风险, 同时, 该系统稳定性好, 节点容量大而且操作界面友好, 因此, 该系统在智能家居、商店以及金融等部门的安防设备市场具有较好的发展前景。

### 参考文献

- [1] 韩耀振, 周凤余, 张德才. 基于CAN/485总线的可燃气体报警系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2008 (01): 62-65.
- [2] 廖冬初. 基于RS-485总线的单片机控制可燃气体报警装置设计[J]. 自动化与仪表, 2000 (04):18-20.
- [3] 王超, 郭剑, 汪洪波, 等. 基于AT89C2051的汽车超声波防盗报警系统设计[J]. 汽车电器, 2007 (02): 12-15.
- [4] 刘慧文, 苏建徽. 基于W77E58双串口通信的监控系统[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2003(11): 27-29.

(收稿日期: 2009-01-21)