基于DSP控制的液晶显示在手持式仪器中的应用

www.mcutech.cn

摘要：根据点阵液晶显示器TFT3224BS-3.5 在手持式仪器中的应用，提出了一种基于数字信号处理器(DSP) 控制液晶显示的实现方法。针对液晶显示控制系统中遇到的大量数据的实时高速传输问题，采用具有快速计算能力和强大信息处理能力的TMS320F2812 DSP 芯片。具体介绍了仪器的系统组成和DSP 芯片及TFT3224BS-3.5 的功能特性，并提出以TMS320F2812为控制核心的硬件电路，给出了C 语言实现软件设计的具体方法。系统工作稳定，直观。

关键词：数字信号处理器；手持式仪器；液晶显示；接口电路
中图分类号：TN141.9 文献标识码：A

Application of LCD in Portable Ins trumen Based on DSP Control LIAO J ian- qing, CHEN Qiong (School of Electronics and Information Engineering,Nanchang Hangkong Univers ity, Nanchang 330063,China) AbsAbs tract: Based on the application of LCM TFT3224BS-3.5 in portable ins trumen , an implement means of dominating LCD based on DSP control was presented in the paper. Aiming at the high speed transmis s ion problem of plentiful real time data in LCD control sys tem,the TMS320F2812 DSP,a high powered digital s ignal proces sor having fast computation capability and s trong information proces s ing capability,was adopted. The main characteris tics of TMS320F2812 DSP and TFT3224BS-3.5 LCD controller was introduced in details , the hardware interface des ign scheme based on TMS320F2812 DSP as control core was put forth and the concrete way for its software des ign based on the Clanguage was given. This sys tem is s table and intuitive.

Keywords : DSP;portable ins trument; LCD; interface circuit

引言

随着现代仪器产品在技术上朝数字化、微型化方向发展，液晶显示电路已趋于集成化和模块化。它使得仪器更加灵活，仪器的硬件组成更加简洁。同时由于液晶显示屏具有功耗低、体积小、寿命长、性能稳定、显示直观等优点，被广泛应用于手持式仪器仪表中。将DSP 技术与液晶屏显示技术结合，使数据采集、控制算法及人机界面融为一体,解决了以往数据采集、控制算法和液晶屏显示分别采用不同的单片机实现，而存在的多机协同和数据共享的问题。由于DSP 处理速度更快，且整个系统能够统一在1 片DSP 的控制下，体积更小，更适合手持式仪器的要求。本文介绍了一种总线型液晶显示器TFT3224BS- 3.5以及该模块在本文所述的手持式仪器中与TMS320F2812 实现人机交互图形和文字界面的液晶显示系统。

1 系统介绍

仪器系统主要由信号取样和调理模块、数据采集(A/D) 、DSP 数据处理模块、液晶显示以及通信和操作键等模块组成，系统总体结构如图1 所示：

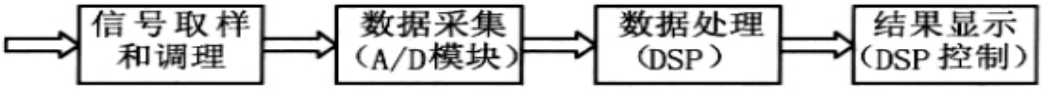


图 1　系统总体结构组成

其工作过程为：对经过取样和调理电路的信号进行转换和处理，将处理后的信号送入数据采集模块进行A/D 采样，然后将数据采集模块采集到的数据送入DSP 内，在DSP 内进行FFT 变换和谐波分析操作等，最后将处理后的数据转化为液晶中的显示格式送入液晶显示模块实时显示。

2 硬件设计

2.1 TMS320F2812 的特性

TMS320F2812 是TI 公司最新推出的DSP 芯片，是目前国际市场上较先进、功能较强的低功耗32 位定点DSP 芯片，它实现了高性能数字信号处理器与高精度模拟及闪存的完美结合。芯片的主要性能有：

（1）150 MIPS 的执行速度使得指令周期缩短为6.67 ns，从而提高了控制器的实时控制能力；

（2）高性能的32 位CPU，单周期32×32MAC操作，这种单周期性操作是微处理器本质的变革；

（3）基于C/ C++ 高效32 位TMS320C28xDSP核心，与TMS320F24x/LF240x 程序代码通用，并支持DSP/BIOS 实时操作；

（4）片内存储器空间为36 k ×8 bit，内含128kFLASH 可用于开发及对现场软件进行升级时的简单再编程，128 bit 加密位；

（5）结合了32 位数字处理能力，由独特的"IQ2math" 程序库支持，该函数库可显著简化多应用开发，这种结合使设计人员在几秒钟内就可将浮点算法通过端口与定点处理器相连，比在传统16 位设备中的数学算法转换速度快得多；

（6）12 位ADC，16 通道，最快转换速度达80ns，并且其双采样装置可在紧密的控制环路中提供关键的支持；

（7）包括两个EV 模块，每个EV 模块包括通用定时器，全比较单元，CAP 和GEQ 电路。

2.2 TFT3224BS- 3.5 液晶显示器简介

TFT3224BS- 3.5 是专门针对微处理器用户而设计的液晶显示器(带触摸屏)，采用3.5in、分辨率为320x240 的真彩TFT 屏，支持256 色，直接输入X、Y坐标，无须计算地址。该显示器接口采用并行总线方式，可以很方便地直接连接到DSP 的总线上,用户可以象使用普通存储器一样使用它。特别适合各种仪器仪表、工业设备的应用，其低功耗、轻薄设计亦能满足单节锂电池供电设备的需求。

2.2.1 TFT3224BS- 3.5 液晶显示器的基本结构

TFT3224BS- 3.5 的基本原理框图如图2 所示。

 www.mcutech.cn

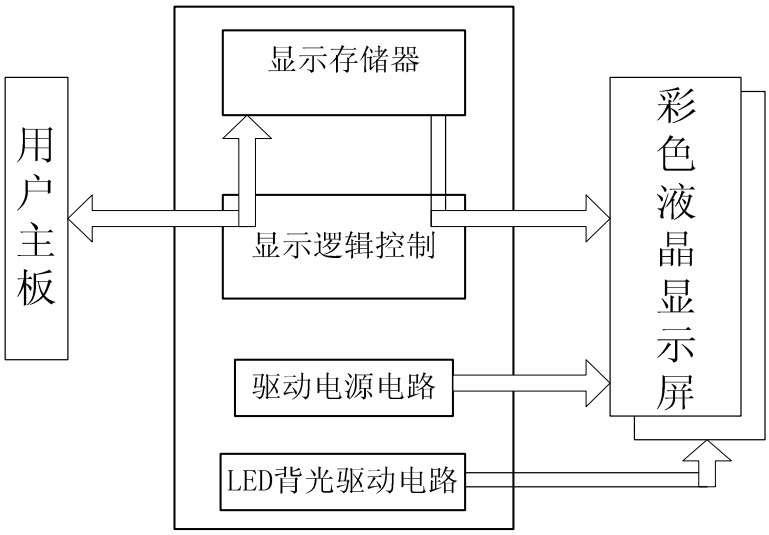


图 1 TFT3224BS-3.5 原理框图

DC/DC 电压变换器产生液晶显示所需要的各种驱动电压，背光驱动电路则产生LED 背光灯所需要的供电电源。逻辑控制电路采用CPLD 器件，利用独有的缓冲技术，让显示与写入数据同时进行，完全杜绝雪花现象，实现了画面的高速更新，且互不干扰。

2.2.2 液晶显示模块引脚

模块引脚有DATA0- DATA7 共8 条数线，4 条触摸屏控制线，2 条地址线A0、A1，1 条驱动器片选线/CS,和读、写控制线/RD 和/WR 等。各脚特性说明如表1 所示。液晶显示模块的时序和指令系统请参见参考文献[1]。

引脚	符号	功能	备注
1	5V	液晶屏逻辑电源	5V
2	5V	液晶屏逻辑电源	5V
3	D0	数据总线	INOUT 3.3/5V
4	A0	地址线 0	IN 3.3/5V
5	D1	数据总线	INOUT 3.3/5V
6	A1	地址线 1	IN 3.3/5V
7	D2	数据总线	INOUT 3.3/5V
8	CSJ	片选信号，低电平对屏操作有效	IN 3.3/5V
9	D3	数据总线	INOUT 3.3/5V
10	GND	液晶屏逻辑地	0V
11	D4	数据总线	INOUT 3.3/5V
12	GND	液晶屏逻辑地	0V
13	D5	数据总线	INOUT 3.3/5V
14	GND	液晶屏逻辑地	0V
15	D6	数据总线	INOUT 3.3/5V
16	GND	液晶屏逻辑地	0V
17	D7	数据总线	INOUT 3.3/5V
18	RDJ	读操作信号，低电平有效	IN 3.3/5V
19	WRJ	写操作信号，低电平有效	IN 3.3/5V
20	NC		

2.2.3 液晶显示模块提高功能

为了得到非常流畅的显示效果，对TFT3224BS- 3.5 的显示逻辑控制提高了以下功能：

（1）快速清屏功能：只需发送一条指令，控制板在16.6ms 内以指定的颜色对整个画面进行清屏,清屏过程无须单片机的干预，极大地提高了开机和单一背景色的显示速度；

（2）提供8 点写模式：使得彩色屏的操作与单色屏一样，极大地提高了汉字、英文字母、数字、以及单色位图的显示速度；

（3）提供灵活的地址自动加一功能；地址自动加一的方向可以任意设置为X方向或Y方向。地址沿X方向自动加一时，遇到行尾将自动跳到下一行的行首。地址沿Y方向自动加一时，遇到列尾将自动跳到下一列的列首。

2.3 DSP 与液晶显示屏硬件接口

DSP 与TFT3224BS-3.5 之间的接口电路如图3所示。

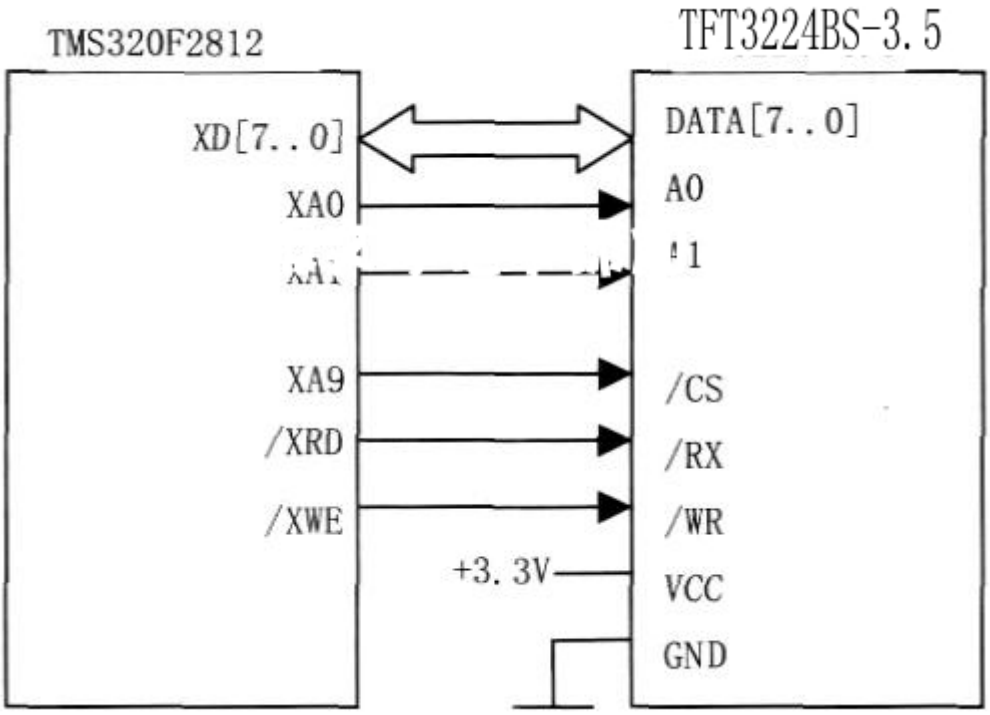


图3 DSP与TFT3224BS-3.5的接口电路

由于所有接口信号（/CS、/WR、/RD、A[1:0]、XD[7:0]）都是兼容3.3V 和5V 逻辑电平的，可以与5V系统或3.3V 系统直接相连接，不需要任何电平转换电路。其中DSP 的XD[0]～XD[7]用作数据接口，与LCD 模块的数据线DATA[0]～DATA[7]相连,完成与TFT3224BS-3.5 间的数据传送；XA0、XA1 与地址信号线A0、A1 相连,选择是列地址寄存器X、行地址寄存器Y、控制寄存器CMD 还是数据寄存器DAT；XA9与/CS 相连,决定是写入(RW=0)还是读出(RD=1)；读操作信号（/XRD）、写操作信号（/XWE）分别与LCD 模块的/RX和/WR 相连,分别完成数据的读写操作。VCC 接+3.3V输入电源。由于显示控制采用了命令方式，只需要两个地址信号线，大量节约了处理器的存储空间，减少了接口信号的个数，有效简化了硬件系统连接。

3 DSP 控制液晶显示屏的软件设计

DSP 要控制液晶显示屏系统运行，首先应将系统接通电源，系统自动复位。复位后进行系统初始化、液晶初始化。在初始化完毕后，系统可以通过控制器发出的指令调用相关函数，完成相应的显示功能。其主程序流程图如图4 所示。

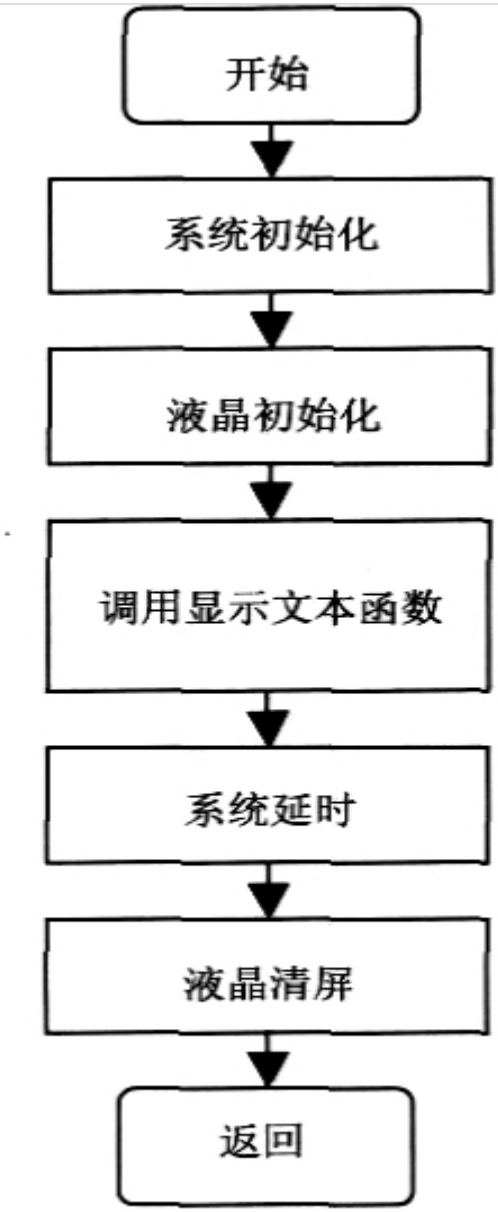


图 4 显示主程序流图

液晶屏实际是通过一个个的像素点来构成汉字或图形的，比如一个24 ×24 的像素由24 × 24=576 个液晶点组成，要显示汉字或图形实际就是按照一定的规律点亮相应的液晶像素点，视觉上看起来就成了一个汉字。而TFT3224BS-3.5 控制器只有8根数据线，所以每个汉字由72×8 位构成的。对应位为"1" 时，液晶点被点亮;为"0" 时不点亮。液晶屏上电之后，屏幕上的显示是随机的。所以控制程序开始就需要清屏，使显示屏上的液晶点全灭。接着初始化一些显示参数，如汉字在屏幕上的坐标，显示的前景色和背景色等。根据上述介绍，可对TFT3224BS-3.5液晶显示屏进行编程。由于各显示部分的方式是统一的，唯一不同的只是要显示不同的内容，因此所要读取的字模代码也就不尽相同，所以在此仅介绍其统一的程序流程框图，不同的是只需更改其查询的字模数组，显示部分的流图如图5 所示。

程序在控制上根据TFT3224BS-3.5 的控制芯片要求，首先向控制器发送控制字，再向控制器发送控制数据。程序中汉字及图形的数据以数据表的形式存储，需要汉字和图形的点阵数据时，只需根据表地址读表即可。

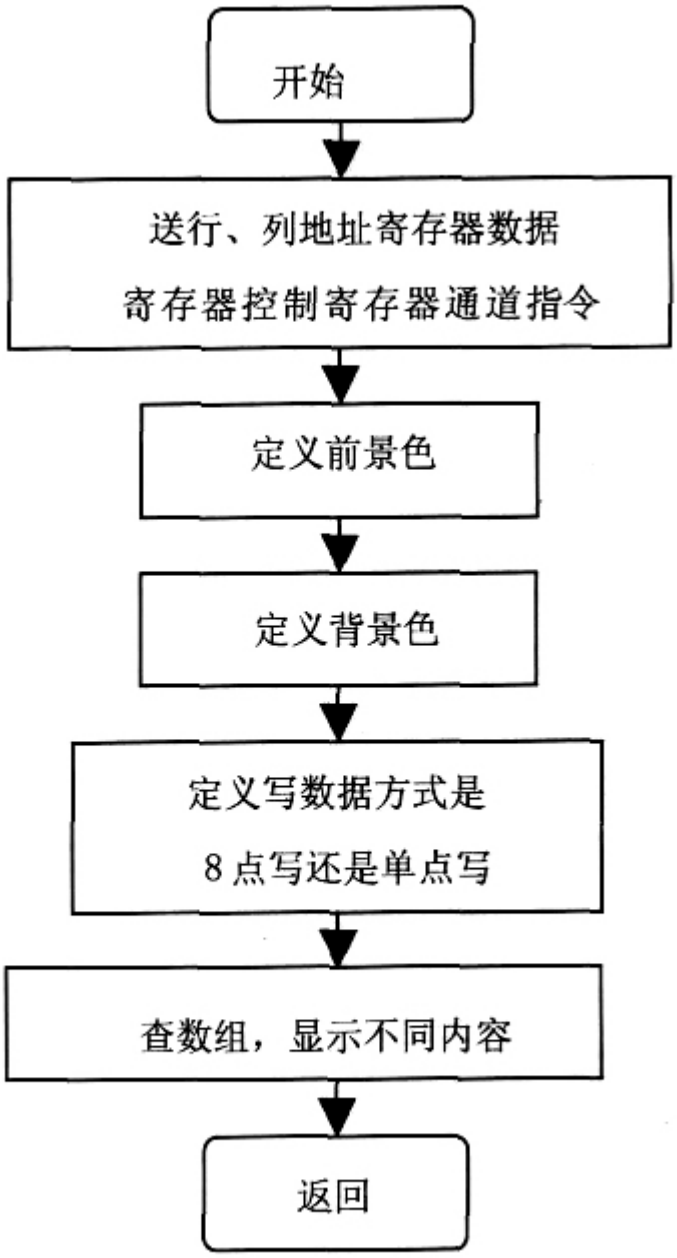


图 5　显示子程序流图

汉字的显示

使用字模提取软件，在该软件的文字输入窗口输入要在彩色液晶模块中显示的汉字，然后在″取模方式″菜单中选择C51 或A51 方式，如果编写程序是用C 语言，那么就要选择C51 方式；如果用的是汇编语言，就要选择A51 方式。选择后，在点阵生成区就会生成该汉字的C 或汇编源代码。将汉字源代码存入驱动程序里的某个数组里，编译后存入DSP 的程序存储器或数据存储器里，以备在彩色液晶模块上显示该汉字时调用。再在驱动程序里写一个对应以上汉字点阵排列方式的汉字显示子程序，以后如要在彩色液晶模块上显示汉字，调用该汉字显示子程序即可。具体显示汉字″测量″的子程序如下：

```
#include "DSP28_Device.h"
void word(void)
```

 www.mcutech.cn

```
{
#define X_ADDR XBYTE [0x0000] // 定义列地址寄
存器初始地址
#define Y_ADDR XBYTE [0x0100] // 定义行地址寄
存器初始地址
#define CMD XBYTE[0x0200] // 定义控制寄存器初
始地址
#define DAT XBYTE [0x0300] // 定义数据寄存器初
始地址
uns igned int j,y;
uns igned char p;
uns igned char zk[]={
/*- - 文字: 测- - */
/*- - 宋体12; 此字体下对应的点阵为: 宽x 高
=16x16 - - */
0x40,0x02,0x27,0xC2,0x24,0x42,0x84,0x52,0x45,
0x52,0x55,0x52,0x15,0x52,0x25,0x52,0x25,0x52,
0x25,0x52,0xC5,0x52,0x41,0x02,0x42,0x82,0x42,
0x42,0x44,0x4A,0x48,0x04,
/*- - 文字: 量- - */
/*- - 宋体12; 此字体下对应的点阵为: 宽x 高
=16x16 - - */
0x1F,0xF0,0x10,0x10,0x1F,0xF0,0x10,0x10,0x1F,
0xF0,0x00,0x00,0xFF,0xFE,0x11,0x10,0x1F,0xF0,
0x11,0x10,0x1F,0xF0,0x01,0x00,0x1F,0xF8,0x01,
0x00,0xFF,0xFE,0x00,0x00};
// 以下是清屏功能, 用红色清屏
CMD = 0x04; DAT = 0x1f;// 背景色
CMD = 0x08; // 启动填充操作
for(y=0; y<250*10; y++); // 延时16.6 ms
CMD = 0x00; // 退出填充操作
// 以下是显示汉字操作
CMD = 0x02; // 定义前景色
DAT=0x00; // 前景色为黑色
CMD = 0x04; // 定义背景色
DAT=0x03; // 背景色为蓝色
CMD = 0x01; //8 点写模式
for (j=0; j<2; j++)
{
for (y=0; y<16; y++ )
{
X_ADDR = (44+j*16)%256; // 列地址低8 位
X_ADDR = (44+j*16)/256; // 列地址高1 位
Y_ADDR = y+22; // 行地址
```

```
for (p=0; p<2; p++)
DAT=zk[y*2+p+j*32]; // 读取″显示″的字符数组
}
}
}
```

本文只介绍了汉字的显示方法，字符及图形的显示方法是类似的。只要将一个位图转换成点阵数据，将程序中的汉字点阵数据换成位图的点阵数据,并简单的修改程序就可以显示图形。在需要显示复杂的几何图案时，可将复杂的图案分解成简单的几何图案,然后依次调用显示子程序。

4 结束语

彩色液晶模块在手持式仪器中的应用，使手持式仪器的人机界面更加友好，图像更加美观、清晰,操作更直观方便，提高了手持式仪器的档次。本设计以TMS320F2812 和TFT3224BS-3.5 为核心部件，辅以必要附加电路并利用C 语言编写软件，实现TFT3224BS-3.5 在手持式仪器中的显示功能。实验结果显示基于DSP 控制液晶显示的方法，硬件结构简单，易于实现，对液晶屏显示控制更为高效和实用。

参考文献

[1] TFT3224BS- 3.5 总线型液晶显示器使用说明书Vers ion2.01[Z]. 武汉: 谷鑫科技有限公司, 2006.

[2] 苏奎峰, 吕强, 耿庆锋, 陈圣俭. TMS320F2812原理与开发[M].北京: 电子工业出版社,2005.

[3] 李维諟, 郭强.液晶显示应用技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2000, 374- 398.

[4] 周运斌, 张蓉, 杨莉莎等. 基于DSP 控制的彩色液晶显示技术[J]. 仪表技术与传感器, 2005, 22(10) : 48- 49.

[5] 郭强, 李维諟. 液晶显示器的驱动和控制(三) [J].现代显示, 1999(3) : 41- 60.