

# 彩色液晶人机界面的设计及在数控设备中的应用

陈完年<sup>1</sup>,陈松青<sup>2</sup>,王大承<sup>2</sup>

(1. 江门佳铁自动化有限公司, 江门 529030; 2. 广东五邑大学 机电工程系, 江门 529020)

**摘要:**高档的机电设备上都使用彩色液晶作为其人机界面,多功能电脑雕刻机上也使用了夏普公司的彩色液晶显示模块。该文对夏普彩色液晶模块的驱动时序和方式进行分析,从而设计出液晶模块的控制器和主控电路。介绍了基本驱动程序的设计以及汉字和彩色图案在液晶上显示的技术过程。

**关键词:**彩色液晶;人机界面;单片机;可编程逻辑器件

**中图分类号:**TP39      **文献标志码:**B

## Man-machine Interface Design and Application of Colored Liquid Crystal for Equipment Based on Digital Control

CHEN Wan-nian<sup>1</sup>, CHEN Song-qing<sup>2</sup>, WANG Da-cheng<sup>2</sup>

(1. Jiatie Automation Co., Ltd. of Jiangmen, Jiangmen 529030, China; 2. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Wuyi University, Jiangmen 529020, China)

**Abstract:** Colored liquid crystal is used for man-machine interface at the top-grade electromechanical equipment. Colored liquid crystal which is produced by SHARP company is used for multi-functional computer embroidery machine too. Drive time sequence and its way are analyzed in this text, thus the controller of the liquid crystal module and top management circuit have been designed; It introduced the design of the basic program for driver, and the technological process about Chinese characters and colored pattern revealing on the liquid crystal.

**Key words:** colored liquid crystal; man-machine interface; single chip microcomputer; field programmable gate array (FPGA)

高档的机电设备上都使用彩色液晶作为人机界面,夏普(SHARP)公司的LM057QC1T01型STN彩色液晶显示模块(LCD)由于价格适中、稳定性好、寿命长等优点,被选用为多种高档机电设备的人机界面。有一部分多功能电脑雕刻机也是采用夏普的彩色液晶显示模块作为人机界面,以便于显示各种彩

色图案,区分各种颜色的线迹,同步显示当前雕刻图案。本文详述了LM057QC1T01型彩色液晶显示模块的驱动和使用。

### 1 STN彩色液晶显示模块介绍

夏普公司的LM057QC1T01型STN彩色液晶显

收稿日期:2006-05-17;修订日期:2006-11-17

基金项目:广东省高教厅基金资助项目(Z02067);广东省自然科学基金资助项目(32364)

作者简介:陈完年(1957-),学士,总工程师,研究方向为数控机床设计、产品3D造型、机床运动仿真分析;王大承(1949-),男,教授,研究方向为车辆动态仿真分析、激光加工与机理研究;陈松青(1979-),男,硕士研究生,研究方向为控制系统设计。

示模块显示格式为 320(×3)×240。即显示屏每行具有 320 个像素点, 共 240 行; 每个像素点由 RGB (红、绿、蓝) 三种颜色组成。

该模块的接口信号线定义如表 1 所示。

表 1 STN 彩色液晶接口信号线定义  
Tab.1 Definition of STN CLD interface

端口序列号	符号	描述	备注
1	YD	扫描启动	“H”
2	LP	输入锁存信号	“H” → “L”
3	XCK	数据输入时钟信号	“H” → “L”
4	DISP	显示控制信号	“H” display
5	VDD	逻辑电平电源	on, “L” off
6	VSS	地	
7	VEE	LCD 电源	
8	D7		
9	D6		
10	D5		
11	D4	显示数据	“H”(on),
12	D3		“L”(off)
13	D2		
14	D1		
15	D0		

参考显示器接口时序如图 1。能够更好地理解每条接口信号线的作用。

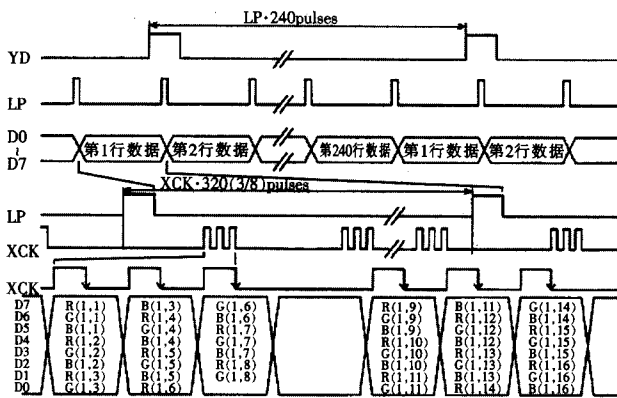


图 1 LM057QC1T01 型液晶的接口时序图

Fig.1 Timing diagram of LM057QC1T01 CLD interface

写满整个彩色液晶屏的数据称为 1 个“帧”的数据, YD 是帧同步信号, 该信号启动 LCD 屏的新一帧的数据。也就是写满一屏幕后 YD 通道需发 1 个脉冲, 两个 YD 脉冲之间的时间长度就称之为“帧周期”。根据 LCD 模块的特性, 帧刷新周期为 12ms~14ms, 频率为 70Hz~80Hz。

LP 为行(共 240 行)数据输入锁存信号, 该信号启动 LCD 屏新的一行的数据, 写满一行后 LP 通道需发 1 个脉冲, 也就是行同步脉冲信号, 每 1 帧中包

含 240 个 LP 脉冲。

XCK 为数据输入时钟信号, 也就是每一行中像素点数据传输的时钟信号; 每组 8 位的数据在 XCK 的下降沿处被输入锁存。写每 1 行需发 320×3/8 个 XCK 脉冲信号。XCK 的脉冲周期=12ms/(240×320×3/8)=0.417us。

D0~D7 是 8 位的显示数据输入信号, 而每一个数据通道输入的不是 0、1 的布尔型信号, 而是段信号(SEG), 如图 1 所示。幅值有高低, 高低代表原色的值大小, 根据三原色的幅值合成 256 种颜色。

首先考虑单片机作为彩色液晶模块的驱动器, 但单片机的指令周期不可能达到 0.417us, 也不可能产生段信号。所以, 单片机不可能作为彩色液晶的控制器, 只能采用单片机和更高速度的可编程逻辑器件(FPGA)联合作为彩色液晶模块的控制器。

## 2 彩色液晶控制器的设计

该液晶控制器采用 ALTERA 公司的大规模可编程集成电路(FPGA)EPM3128 编程实现<sup>[1]</sup>, 性能稳定可靠。为提高读写速度、简化程序、显示屏中每个点影射显示缓存中的一个字节, 显示屏中的行列号与缓存器的行列号一一对应。因此, 只需输入行列号, 便可直接读写相应点数据, 不用计算点在显示缓存中的地址, 写入数据后列地址(X 坐标)自动加 1, 写满一行后自动换行。由于显示缓存采用 DRAM, 显示容量大, 对于 320×240 点阵彩色 LCD, 可储存 4 页显示内容, 对于 640×480 点阵彩色 LCD, 则是单页显存。对当前页或任一页读写不影响当前页的显示, 无雪花现象, 页之间的内容可方便地实现交替显示。

### 2.1 控制器操作指令系统设计

在大规模可编程集成电路(FPGA)EPM3128 中设计了 4 个寄存器, 它们是行(Y 坐标)、列(X 坐标)、数据寄存器、状态控制寄存器, 通过对相关寄存器操作, 可实现单点读写<sup>[2]</sup>。

所有寄存器只能写, 不能读。表 2 为 4 个寄存器读写方法。

1) 状态字寄存器 PSW: 地址 AA1A0=11

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

Pd1	Pd0	Prw1	Prw0	DISP	Ainc	×	V8
-----	-----	------	------	------	------	---	----

Pd1、Pd0 为显示页号;

Prw1, Prw0 为读写页号, 对当前显示页或其它页读写, 不影响当前页的显示, 无雪花现象;

DISP 为显示控制位, 为 0 时关显示, 不影响读写; 为 1 时开显示;

Ainc 为列号(X 坐标)地址自动增 1, 自动换行控制位: 为 1 时允许, 为 0 时禁止; 写入数据后, X 坐标自动加 1, 写满一行时自动换行, 即 X=0, Y+1;

V9、V8 为列地址(X 坐标)高字节位;

×为待开发位, 建议设置为 0。

表 2 寄存器读写方法

Tab.2 Read/write method for register

CS	A1A0	WR	RD	功能
0	00	0	1	写列低 8 位地址
0	01	0	1	写行低 8 位地址
0	10	0	1	写显示数据
0	11	0	1	写状态字
0	xxx	1	0	读显示数据
1	xxx	x	x	不选通

2) 数据寄存器的读写: 地址 A1A0=10, 用一个字节的 8 位数代表 256 色的颜色值。

控制器的读写时序如图 2 所示。

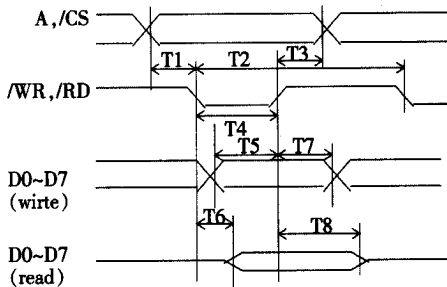


图 2 读写时序图

Fig.2 Timing diagram of read/write

2.2 单片机与液晶控制器的连接及程序设计

液晶控制器与单片机之间的接口如表 3。

根据以上的接口, 可设计单片机与液晶控制器的连接电路<sup>[3]</sup>, 如图 3 所示。

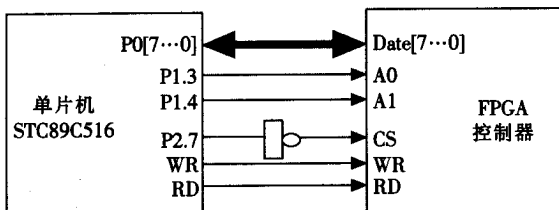


图 3 单片机连接液晶控制器电路

Fig.3 Circuit of single chip to crystal controller

根据控制器的读写时序, 在以上的硬件电路的基础上, 可在单片机里写入各种液晶显示子程序, 如

表 3 液晶控制器与 CPU 之间的接口

Tab.3 Interface of crystal controller to CPU

引脚	符号	功能	备注
1	VCC	液晶屏逻辑电源	5V
2	VCC	液晶屏逻辑电源	5V
3	VEE	液晶显示驱动电源	26.5V
4	DATA0	数据总线	
5	DATA1	数据总线	
6	DATA2	数据总线	
7	DATA3	数据总线	
8	DATA4	数据总线	
9	DATA5	数据总线	
10	DATA6	数据总线	
11	DATA7	数据总线	
12	CS	片选信号, 低电平对屏操作有效	
13	WR	写操作信号, 低电平有效	
14	RD	读操作信号, 低电平有效	
15	VCON	对比度调节电压输入	
16	A0	寄存器地址	
17	A1	寄存器地址	
18	NC		
19	GND	电源地	
20	GND	电源地	

清屏子程序、画竖线子程序、画斜线子程序、画圆弧子程序、画抛物线子程序等几何图案子程序。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。

在彩色液晶模块上显示竖线的 C 语言子程序如下:

```

/* 竖线子程序, L0 为起点列坐标, h0 为起点行坐标, h1 为终点行坐标, color 为点颜色值 */
void yline(L0, h0, h1, color)
uint L0, h0, h1;
uchar color;
{uchar a, b, c, j;
  a=L0%256; //列低 8 位地址
  b=L0/256; //列高 8 位地址, 也就是超过 256
  c=0X08b; // 列高 8 位地址和不自增 1
  WR=0; RD=1; A1=0; A0=0; P0=a; WR=1; //写列低 8 位地址
  WR=0; RD=1; A1=1; A0=1; P0=c; WR=1; //写列高 8 位地址和不自增 1
  for (j=h0; j<h1; j++) //沿着垂直方向连续画点, 直到终点行坐标
  {
    WR=0; RD=1; A1=0; A0=1; P0=j; WR=1; //写行低 8 位地址
    WR=0; RD=1; A1=0; A0=0; P0=a; WR=1; //写列低 8 位地址
    WR=0; RD=1; A1=1; A0=1; P0=c; WR=1; //写列高 8 位地址和不自增 1
    WR=0; RD=1; A1=1; A0=0; P0=color; WR=1; //在当前像素点上显示颜色
  }
}
    
```

(下转第 70 页)

门并入传感器部,加速开发现场仪表间的无线通信,据称 70%的现场仪表都将采用无线通信技术。

(8)ABB 公司也进行了无线通信的评估试验。

(9)Invensys 也已宣布其无线通信在工业应用中的策略。

综上所述,看来在现场仪表级,无线通信技术的

发展比预计的要快。

已成为国际标准的各种现场总线,尚未全面推广;基于实时工业以太网的现场总线已经出现,正在补充、完善之中;而基于无线通信的现场总线又已崭露头角,使得现场总线的应用状况更加复杂而扑朔迷离。 ■

(上接第 66 页)

### 3 汉字的显示和彩色图像压缩方式

#### 3.1 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,如果编写单片机程序是用 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。汉字“液晶”生成的源代码如下:

```
/*-- 文字:液 --*/
/*-- 宋体 12; 此字体下对应的点阵为:宽 x 高=16x16 --*/
0x40,0x40,0x20,0x20,0x27,0xFE,
0x09,0x20,0x89,0x20,0x52,0x7C,
0x52,0x44,0x16,0xA8,0x2B,
0x98,0x22,0x50,0xE2,0x20,0x22,0x30,
0x22,0x50,0x22,0x88,0x23,0x0E,0x22,0x04
/*-- 文字:晶 --*/
/*-- 宋体 12; 此字体下对应的点阵为:宽 x 高=16x16 --*/
0x00,0x00,0x0F,0xF0,0x08,0x10,0x0F,xF0,0x08,0x10,0x0F,
0xF0,0x08,0x10,0x00,0x00,0x7E,0x7E,0x42,0x42,0x7E,0x7E,
0x42,0x42,0x42,0x42,0x7E,0x7E,0x42,0x42,0x00,0x00
```

将以上汉字源代码放在驱动程序里的某个数组里,编译后就写在了单片机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,以后要在彩色液晶模块上显示汉字,就可调用该汉字显示子程序。

#### 3.2 彩色图像压缩方法及彩色花版显示

利用彩色图像取模软件,装入想转换的图片,默认为位图 bmp 格式的图片。如果为非压缩方式,转换后的 C51 源代码如下:

```
{0Xff,0X2f,0Xf7,0X01,0Xea,0X02,0Xe5,0X01,0Xe1,0X01,
0Xe0,0X05,0Xe4,0X01,0Xf1,0X01,0Xe4,0X01,0Xe0,0X01,0Xe1,
0X01,0Xe5,0X01,0Xea,0X03,0Xfb,0X01,0Xff,0X6c,.....}
```

数组中每一个字节表示 256 色中该象素点的颜色值,一张 320X240 的彩色图片的源代码占用的字节数为 320X240=76800 字节,约为 76K,占用的空间太大。

采用压缩方式,数组中每两个字节表示一组相同颜色的连续点,第一个字节表示 256 色中该点的颜色值,第二个字节表示连续的该颜色的点数。采用压缩方式转化彩色图片,能几倍、甚至几十倍的节省源代码占用空间。

在驱动程序里写一个对应以上图像点阵排列方式的图像显示子程序,在彩色液晶模块上显示图像时,就可调用该图像显示子程序。

### 4 结语

彩色液晶模块在电脑雕刻机上的应用,使电脑雕刻机的人机界面更加美观,更加友好。能实时分辨每一种线迹的颜色,同步显示雕刻过程和进度,使电脑雕刻机的操作过程很直观、更简便。夏普 LM057QC1T01 型 STN 彩色液晶模块也可作为其它设备的人机界面。

#### 参考文献:

- [1] 赵宏图译. 基于 FPGA & CPLD 的数字 IC 设计方法[M].北京: 航空航天大学出版社,2004.
- [2] 徐志军,徐光辉.CPLD/FPGA 的开发与应用[M].北京:电子工业出版社,2002.
- [3] 梅丽凤,等.单片机原理及接口技术[M].北京:清华大学出版社,2004.