

文章编号:1007-2780(2014)03-0389-06

基于 DSP 和 S1D13305 的 EL 屏显示控制系统设计

王兆伟*, 李士钊

(中国空空导弹研究院, 河南 洛阳 471009)

摘要:针对野外恶劣使用环境,设计了一种环境适应性强的显示控制系统。该系统采用基于 DSP 和 S1D13305 控制 EL 显示屏的设计方案,从软硬件两方面阐述了 DSP 和显示控制芯片之间的接口电路和设计方法,解决了显示控制芯片内部字库内容单一的问题,并给出了系统设置和显示控制芯片初始化程序,开发了显示驱动模块。经过实战考核和应用,该显示系统在野外恶劣环境中工作稳定,显示效果良好。该显示系统达到了预期效果。

关键词:控制;DSP;S1D13305;EL 显示屏

中图分类号:TJ768.3 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20142903.0389

Design of EL screen display control system based on DSP and S1D13305

WANG Zhao-wei*, LI Shi-zhao

(China Airborne Missile Academy, Luoyang 471009, China)

Abstract: An environmental adaptability display control system was designed for the wild harsh environment. The system is based on the design of the EL screen controlled by DSP and S1D13305. Both the interface circuit and software design methods between DSP and display control chip were discussed. The problem that the internal character content of the display control chip is single was solved. The initialization procedures of the system settings and display control chip settings were provided. The display driving module was developed. After the actual assessment and application, the display system in the wild harsh environment is stable, and has better display quality in actual use. The display system can achieve the desired effect.

Key words: control;DSP;S1D13305;EL screen

1 引言

显示系统是目前各型测试设备的重要组成部分之一,其功能是使设备具有良好的人机交互窗口,实时显示测试过程中的各种数据显示以及测试参数装填等^[1]。目前,广泛采用的显示器件类型有指示灯、数码管、LCD 以及 EL(Electrolumi-

nescence)显示屏等,其中指示灯、数码管等虽然使用简单,可在野外等复杂环境下使用,但其显示方式单一;LCD 显示器显示色彩丰富,画面细致,但其在亮度、可视范围、相应时间以及野外复杂环境下工作等方面存在缺陷;EL 显示屏采用主动发光冷光源发光且亮度均匀无光斑、功耗小、寿命长(大于 50 000 h),工作温度范围宽(-40~+85℃)^[2]、视角大(可视范围 $\geq 160^\circ$)、对比度高、响应

收稿日期:2013-08-29;修订日期:2013-12-26.

* 通信联系人,E-mail:wzwlc@163.com

时间短(小于 1 ms)、且具有较强的抗振动、冲击能力及较低的 EMI 敏感度等优点^[2],很大程度上弥补了 LCD 显示器的不足,可应用于野外恶劣复杂的使用环境,并可根据要求任意剪裁形状和尺寸。

根据军标要求,武器系统的外场测试系统要在 $-40 \sim +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内工作,而且其使用环境大多为露天环境,EL 屏的特殊性正好能满足这些严酷的要求,本文中的某外场测试设备就采用了 EL 显示屏作为主要显示器件。

本文介绍一种基于 DSP 和 S1D13305 的 EL 屏显示控制器的设计方法,智能化嵌入式 EL 显示系统的软件设计以及该系统在某型外场测试设备中的具体应用。

2 显示控制系统硬件设计

2.1 显示系统组成

显示控制系统硬件主要由 2 部分组成:系统控制模块和显示控制模块。

显示系统采用 DSP 为显示控制核心,显示芯片 S1D13305 为显示驱动核心,EL 显示屏为显示终端,显示控制核心根据测试设备系统处理进程实时将需要显示的信息和装填的测试参数发送至显示驱动模块,显示驱动模块根据收到的显示指令,实时地将需要显示的内容通过显示终端 EL 显示屏进行显示。显示系统的结构框图如图 1 所示。

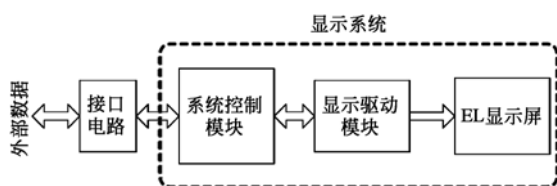


图 1 系统结构框图

Fig. 1 Block diagram of the system structure

2.2 系统控制模块

系统控制模块采用数字信号处理器(DSP)和逻辑控制器件(CPLD)及其外围电路来实现,主要功能是通过接口电路采集外部数据,进行逻辑判断与输出,根据系统测试进度以及需求,将测试进程、结果以及装填的测试参数等数据实时地送至显示控制芯片,控制在显示屏上输出,达到较好的人机界面交互^[3-5]。系统控制模块的原理如图 2 所示。

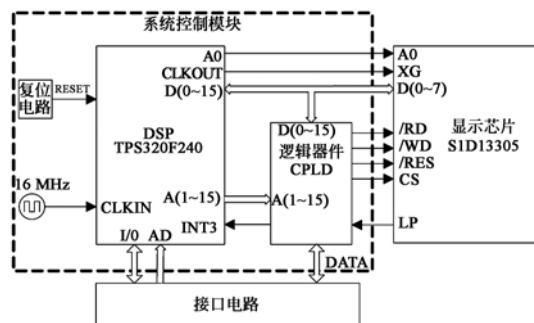


图 2 系统控制模块原理图

Fig. 2 Principle diagram of the system control module

数字信号处理器采用 TI 公司的 '24X 系列的 TMS320F240 处理器,该处理器具有数字信号的高速运算功能和强大的控制功能所必须的结构特点,执行速度可达 20 MIPS,片内包含 544 字数据/程序双口 RAM,16k 字 FLASH 程序存储器,可寻址的存储器空间有 224k 字,28 个可单独编程的多路复用 I/O 引脚;外设包括:定时器、串口 (SCI, SPI)、模数转换器 (ADC)、事件管理器^[6]。TMS320F240 具有资源丰富,技术成熟,开发方便,成本低等特点,且功能满足系统使用需求。

逻辑器件采用 CPLD 器件,具有资源丰富,使用灵活等特点,可使设计更加自由,整个电路的可扩展性及通用性更好,该 CPLD 使用 5 V 电压,与 DSP 保持一致,以简化系统电源设计^[7]。系统控制模块通过 CPLD 逻辑器件控制外部接口电路和显示电路之间协同工作,扩展系统资源,并且系统控制模块中设计有独立的复位电路,能在上电时及电压不稳定时向他们提供复位信号,提高系统工作稳定性。

2.3 显示控制模块

显示控制模块的主要功能是接收系统控制模块指令,读取字库存储器 ROM 中的信息,并将信息显示在 EL 显示屏上。其原理图如图 3 所示。

显示控制模块以 Epson 公司的 S1D13305 型显示控制芯片为核心,完成显示指令的接收,字库存储器 ROM 信息的调用以及 EL 显示屏的显示控制工作。

S1D13305 内含功能强大的 I/O 缓冲器,指令功能丰富,采用四位数据并行发送,可支持文字

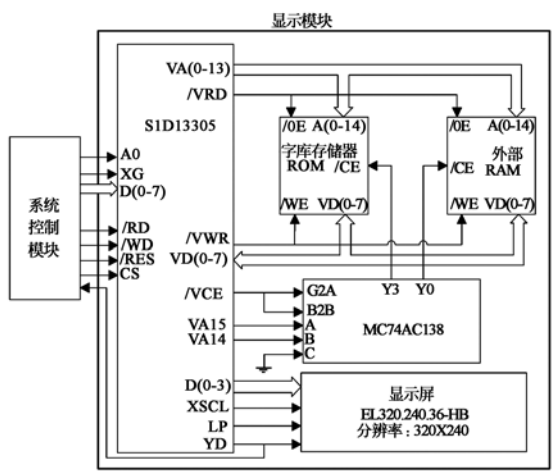


图 3 显示控制模块原理图

Fig. 3 Principle diagram of the display control module

和图形的混合显示,并可将文字和图形的三层重叠显示、水平及垂直卷动等动态效果呈现于液晶屏上。该芯片可支持最大为 640×256 的屏幕显示分辨率,其内部集成有可支持 160 个 5×7 像素字符的 Mask ROM,也可外接 CGRAM 来支持 64 个 8×16 像素的字符,或者外接 CGROM 以支持 256 个 8×16 像素的字符^[8]。

本设计选用的 EL 显示屏分辨率为 320×240,因此单片 S1D13305 芯片便可满足显示控制需求;显示芯片使用 DSP 的系统时钟,既降低了成本,又提高了系统的匹配性;在 S1D13305 芯片外接字库存储器 ROM,扩展 256 个 8×16 像素的字符的外部 ROM 空间,用于扩展系统字库以及专用字符的存储、显示调用,可满足系统多图形和特殊字符的显示需求。

3 显示控制系统软件设计

软件设计主要包含 3 部分:系统初始化模块

设计,底层显示驱动模块设计和显示数据处理模块设计。

3.1 初始化模块

初始化模块主要完成 DSP 和显示控制芯片 S1D13305 的初始化。

DSP 芯片初始化的主要工作是根据系统硬件设计完成时钟、看门狗、I/O 端口、定时器等的设计。由于外部时钟采用 16 MHz,而显示芯片 S1D13305 的工作时钟输入是 DSP 的 CLKOUT,因此需对 CLKOUT 的输出频率进行初始化设置,设置为 4 MHz 输出,此频率系统工作稳定可靠,且满足使用需求;根据系统硬件设计对看门狗和 I/O 端口进行设置;根据系统使用需求,设置 1 ms 和 100 μs 两个定时器分别供 DSP 和 S1D13305 使用。DSP 初始化过程见表 1。

表 1 DSP 初始化过程

Tab. 1 DSP initialize

步骤	命令	操作
1	WDCR=0x006f	看门狗设置
	CKCR1=0x0080	clk _{in} =16 MHz
2	CKCR0=0x0040	cpu _{clk} =16 MHz
	SYSCR=0x40C0	sys _{clk} =cpu _{clk} /4=4 MHz
	OCRA=0x0000	数字 IO 设置
3	OCRB=0x000c	
	PADATDIR=0x0f00	
	PBDATDIR=0xff00	
4	PCDATDIR=0xff00	
	T1CNT=0x0000	定时器设置
	T3CNT=0x0000	
	T1PR=0x3e80	T1: 1 ms
	T3PR=0x640	T3: 100 μs

显示控制芯片 S1D13305 的初始化设置主要包括系统控制设置、显示控制设置、绘图控制设置和内存控制设置等^[9]。S1D13305 的初始化过程如表 2。

表 2 S1D13305 初始化过程

Tab. 2 S1D13305 initialization

步骤	命 令	操 作
1	SYSTEM SET(C=40H)	M0: CGRAM1 和 CGRAM2 地址是连续的,地址空间都作为字符发生器 RAM;M1:CGRAM 字符代码区为 80H~9FH,最多 32 个字符;
	P1=35H	M2:8×16 点阵字体;W/S:单屏驱动;IV:画面首行为边界
	P2=87H	FX:水平字符宽 8 个像素;WF:液晶交流驱动为两帧一个周期
	P3=0FH	FY:垂直字符高 16 个像素
	P4=2AH	

续表

步骤	命 令	操作
1	P5=1BH P6=F0H P7=2BH P8=00H	C/R:每行 40 个显示单元 TC/R:LCD 工作频率时间常数为 27, fOSC=4.0 MHz, fFR=70 Hz L/F:显示行 240 AP:每行的显示内存单元数:43
	SCROLL(C=44H) P1=P2=00H P3=F0H P4=00H P5=10H P6=F0H P7=00H P8=04H P9=00H P10=50H	SAD1L: 0x00SAD1H: 0x00 SL1: 240 SAD2L: 0x00 SAD2H: 0x10 SL2: 240 SAD3L: 0x00 SAD3H: 0x04 SAD4L: 0x00 SAD4H: 0x50
3	HDOT SCR(C=5AH) P1=00H	设水平移动像素为零
4	OVLAY(C=5BH) P1=01H	MX1,MX0:反显 DM1:第一区为文本方式 DM2:第三区为文本方式
5	CSR FORM(C=5DH) P1=P2=00H	设置光标形状和显示方式:不显示
6	CSRW(C=46H) P1=P2=00H	设置光标在第一区的起始位置
7	DISP ON/OFF(C=59H) P1=54H	开显示 画面不闪烁,不显示光标
8	CSR DIR(C=4CH)	设置光标移动方向:向右移动

3.2 底层显示驱动模块

底层显示驱动模块开发主要包括:人机交互界面图形开发,开、关显示屏函数、清屏函数等。人机交互界面图形开发主要包括:各种测试界面图形显示、测试信息显示、测试结果显示以及光标指示等。测试界面图形用来显示当前测试目标,图形化显示,以利于测试者准确识别不同的测试目标;测试信息显示用来显示当前所有测试项目;测试结果显示用来显示当前测试结果;光标指示用以指示当前测试项目。测试界面显示,结果显示,光标指示,开、关显示以及清屏函数如下:

```
Weapon1_interface() /* 测试界面显示 */
{
    Draw_logo(1);
    Draw_interface();
    Draw_test_item();
}
Weapon1_result(unsigned int n)
{
    CMD_CSRRDIR(CSR_DOWN); /* 设置光标移动方向 */
    switch(n)
```

```

{
    case 1:
    {
        CMD_CSRW(4+n*3,11,0); /* 设置光标
位置 */
        JGZT(n); /* 结果标题 */
        pic_num(4+num*3,25,result_DATA
[1]); /* 结果数据显示 */
    }
    break;
    case 2:
    {
        .....
    }
    .....
}

```

```

Cursor_icon(unsigned int x,unsigned int y, un-
signed int high,unsigned int dat)

```

```

{
    CMD_CSRDIR(CSR_DOWN); /* 设
置光标移动方向 */
    CMD_CSRW(x,y,1); /* 设置光标位
置 */
    lotwrite(high,dat); /* 画光标 */
}

```

```

Weapon2_interface()

```

```

{
    Draw_logo(2);
    .....
}

```

```

.....

```

```

void CMD_SCRON()

```

```

{
    LCDWriteCmd(DISP_ON); /* 开显示命令 */
    LCDWriteData(0x54); /* 显示参数设置 */
}

```

```

void CMD_SCROFF()

```

```

{
    LCDWriteCmd(DISP_ON); /* 关显示命令 */
    LCDWriteData(0x00); /* 显示参数设置 */
}

void LCD_clear()
{
    .....
    CMD_SCROFF(); /* 关显示屏 */
    CMD_CSRDIR(CSR_RIGHT); /* 设置光
标移动方向 */
    CMD_CSRW(1,1,0); /* 选择第一层 */
    lotwrite(20000,0x00); /* 清屏 */
    CMD_CSRW(1,1,1); /* 选择第二层 */
    lotwrite(20000,0x00); /* 清屏 */
    .....
}

```

3.3 显示数据处理模块

显示数据处理模块为主程序模块,其功能为根据外部测试电缆连接情况显示相应的测试界面及测试项目信息,通过光标实时指示测试项目,并对各项测试结果进行显示,实现友好的人机交互设计,数据处理流程见图4。显示效果如图5所示。

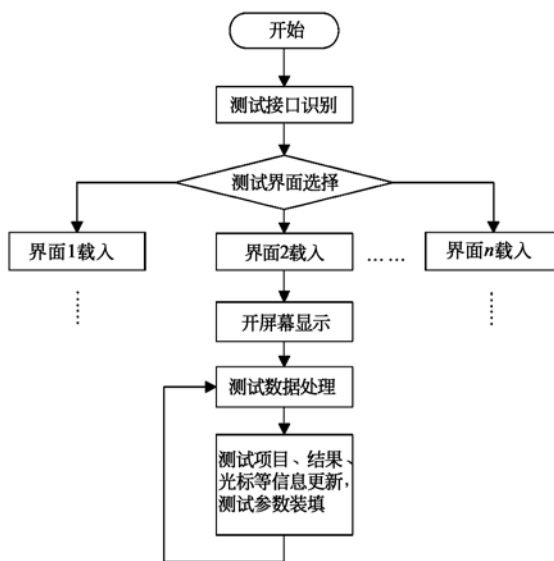


图4 数据处理流程

Fig. 4 Flow chart of the data process

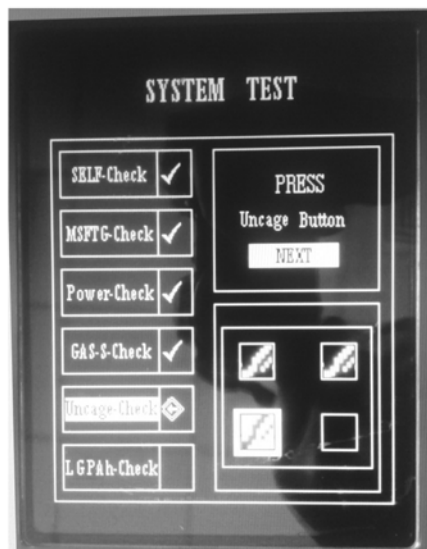


图 5 显示效果

Fig. 5 Display effect

4 结 论

基于 DSP 的 EL 显示屏显示系统所采用的器件及显示屏都比较常见,技术成熟可靠,价格相对比较低廉,在对环境适应性要求较高的军用外场测试设备领域,完全可以满足使用要求,同时也降低了生产成本。本设计开发了底层显示驱动库,可供直接调用,降低了系统以后的软件维护成本。目前该系统已经应用在了某型飞机的外场测试设备中,在多次各种环境恶劣的系统试验中,工作稳定可靠。

基于 DSP 的 EL 显示屏显示系统成功地解决了恶劣环境中设备正常工作的问题,同时开发了底层显示驱动,对于工作在恶劣环境中测试设备的研制有很好的参考价值。

参 考 文 献:

- [1] 徐正平,徐永森,匡海鹏. 具有人机交互界面的步进电机控制器设计[J]. 液晶与显示, 2012, 27(4): 515-522.
Xu Z P, Xu Y S, Kuang H P. Design of stepping motor controller with human-computer interaction [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(4): 515-522. (in Chinese)
- [2] Planar Systems, Inc. EL320, 240, 360 quarter-vga operations manual [EB/OL]. [1998-10] <http://www.ezpc104.com>.
- [3] 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.
Geng W D, Wang L P, Wang J, et al. LCD display design in solar power controller [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(6): 780-784. (in Chinese)
- [4] 初华,刘春光,袁东,等. 基于 DSP 的液晶显控终端设计与实现[J]. 液晶与显示, 2011, 26(4): 501-504.
Chu H, Liu C G, Yuan D, et al. Display-control design of terminal equipment based on DSP [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(4): 501-504. (in Chinese)
- [5] 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.
Zhang Y B, Hu J G. Control and design of LCD display based on DSP [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(5): 626-630. (in Chinese)
- [6] Texas Instruments. TMS320F/C240 DSP controllers reference guide [EB/OL]. [1999-06] <http://www.ti.com>.
- [7] Cypress Semiconductor Corporation. Ultra37000 CPLD family [EB/OL]. [2001-03-15] <http://www.cypress.com>.
- [8] Seiko Epson Corporation. S1D13305 series technical manual [EB/OL]. [2001-04-01] <http://www.epson.co.jp/device/>.
- [9] 大连东显电子有限公司. 液晶显示器模块原理与应用手册 [DB]. 2010.
Dalian Eastern Display Co., Ltd. Principles and applications of liquid crystal display module manual [DB]. 2010. (in Chinese)

作者简介:王兆伟(1981—),男,河南孟州人,工程师,主要从事发射控制技术方向的研究。E-mail: wzwlc@163.com