

文章编号:1007-2780(2012)03-0342-05

伺服控制系统中液晶显示设计

邓永停^{1,2}, 李洪文^{1*}

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033, E-mail: dyt0612@163.com;
2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘 要: 基于高速单片机芯片 C8051F120 和 CPLD 芯片 EPM570T100, 设计了一种高精度伺服控制器。该控制器具有 LCD 显示和通过串口设置显示菜单的功能, 可以实时地在液晶屏上显示伺服控制系统的控制信息。给出了该伺服控制系统液晶显示模块的硬件结构设计和软件流程设计。实验结果表明, 该液晶显示模块设计具有工作稳定、刷新速度快的特点, 能够满足伺服控制系统实时显示的要求。

关 键 词: C8051F120; LCD; 伺服控制; 实时显示

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20122703.0342

LCD Display Design in Servo Control System

DENG Yong-ting^{1,2}, LI Hong-wen^{1*}

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences,
Changchun 130033, China, E-mail: dyt0612@163.com;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: A servo-controller is designed based on the MCU chip C8051F120 and CPLD chip EPM570T100, the controller has LCD display and menu display through UART setting, and the real-time control information could be displayed on the LCD screen. The hardware structure and software flow design of the controller has been given. The experiment proved that the display module has the advantages of stable display and faster refresh rate, and satisfied the requirement of real-time display of the servo control system.

Key words: C8051F120; LCD; servo-control; real-time display

1 引 言

在现代光电伺服控制系统中,对控制系统的稳定性、快速性和准确性要求越来越高^[1]。为了满足伺服控制系统性能指标的要求,设计了基于高速单片机和 CPLD 的高精度伺服控制器。伺服控制系统的控制性能不仅取决于控制器的硬件设计方案,还取决于控制器的控制参数。为了较

好地整定控制器参数,需要实时地了解系统控制对象的角位置、角速度以及控制量的输出等控制信息。

为了满足伺服控制系统控制信息显示的需要,本文提出了一种基于高速单片机 C8051F120 的液晶显示系统设计方案。此液晶显示系统具有显示界面内容丰富、实时性强,能够准确地反映控制系统的控制信息的特点。

收稿日期: 2011-12-30; 修订日期: 2012-02-14

基金项目: 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所三期创新工程资助项目(No. 065X32CN60)

作者简介: 邓永停(1987—),男,山东潍坊人,硕士研究生,主要从事精密跟踪控制技术方面的研究。

* 通讯联系人, E-mail: lihonwen1970@yahoo.com

2 硬件设计

2.1 C8051F120 单片机的主要功能及特点

伺服控制系统控制器选用 Cygnal 公司的 C8051F120 单片机作为主控制芯片,该芯片最大系统时钟可达 100 MHz,完全满足伺服控制算法和数字信号处理的速度要求,以及液晶显示的时序需要。结合 ALTERA 公司的 CPLD 芯片 EPM570T100 的逻辑处理功能可以完成 PWM 控制信号的产生和输出,从而实现对电机的控制。C8051F120 单片机需要外部电源 3.3 V,降低了系统的功耗并且便于与其他外围器件进行接口设计。

2.2 LM160160ACW 液晶显示模块

LM160160ACW 液晶显示器是 160×160 点阵显示模块,内部采用 UC1698 液晶控制芯片,对该芯片的寄存器进行指令和数据的读写即可实现对液晶显示的控制^[2]。UC1698 具有单显示 RAM、局部显示和卷动、4 bit/像素的特点。UC1698 液晶控制芯片的操作电压为 3.3 V,指令控制信号的工作电流为 8.0 mA,因此该液晶模块降低了系统功耗,适合各种仪器仪表、工业设备的应用^[3]。液晶模块的应用原理图如图 1 所示。

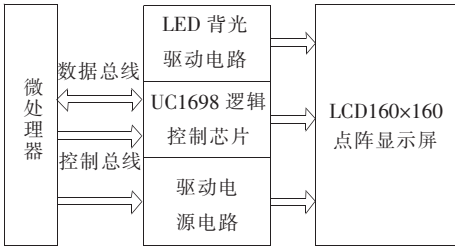


图 1 液晶模块的原理图
Fig. 1 Schematic of LCD module

2.3 伺服控制系统硬件电路设计^[4-5]

伺服控制系统电路如图 2 所示,该伺服控制器由单片机芯片 C8051F120 和 CPLD 芯片 EPM570T100 组成。C8051F120 高速单片机主要负责两轴电机编码器码值的接收,伺服控制算法的计算,控制指令的接收,向上位机发送控制信息以及控制液晶实时显示控制信息。CPLD 主要协同单片机进行通信,完成 PWM 波形的产生及输出,产生编码器计数板所需要的差分激励信号。由于单片机芯片自身只有两路串口,利用 TL16C752 双串口芯片扩展了另外两路串口以满足伺服控制通信的需要。

电机编码器的码值信号是通过编码器计数板的 RS422 接口反馈给控制器的,因此控制器需要

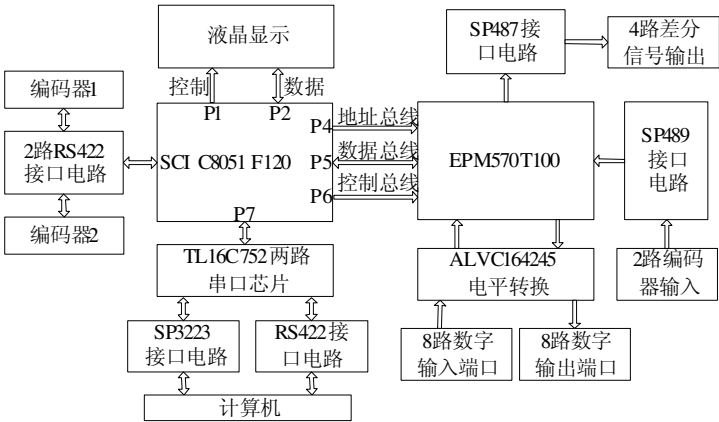


图 2 伺服系统电路框图
Fig. 2 Block diagram of servo control system

设计 RS422 接口,利用 MAX3074 芯片可以实现电平信号的转换。计算机与控制器的通信也需要电平转换,通过 SP3223 芯片可以实现主机向控制器发送控制指令;通过 MAX3074 芯片可以实现控制器向计算机发送控制信息,以方便利用控制信息对系统性能进行分析。

CPLD 通过 SP487 芯片产生编码器计数板的码值发送激励信号,也就是系统的采样周期,激励信号的周期为 500 Hz。伺服控制系统功率级的弱电控制端信号电平为 TTL 格式,因此需要利用 ALVC164245 芯片将 3.3 V 的 PWM 信号转换为 TTL 格式的控制信号。为了系统的扩展需

要,还设计了编码器差分信号输入端口,通过 SP489 芯片将脉冲差分信号转换为单路信号,然后利用 CPLD 对编码器信号进行计数。系统硬件实物图如图 3 所示。

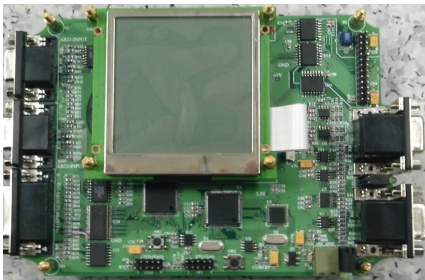


图 3 系统硬件实物图
Fig. 3 System model diagram

2.4 液晶接口硬件电路设计

由于 LM160160ACW 的信号工作电压为 3.3 V,并且控制器的工作电压也为 3.3 V,因此微型控制器与 LCD 显示模块的接口无需进行电平的转换处理。液晶模块的信号正常工作电流为 8 mA,单片机的 I/O 口驱动能力满足系统电流驱动能力设计的要求。单片机与液晶模块的接口采用直接访问的方式,把液晶显示器作为 I/O 设备直接挂在单片机的 I/O 上,简化了电路设计的复杂程度^[6-7]。

液晶接口硬件电路图如图 4 所示,C8051F120 微型控制器的 P2 端口分别作为 LM160160ACW 液晶模块的 8 位并行数据/指令总线,P1 口中的 5 位端口作为控制信号,它们是:P1.2 为 D/C 信号,P1.3 为 /WR 信号,P1.4 为 /RD 信号,P1.5 为 /CS 信号,P1.6 为 /RST 信号。LCD 的 D/C 引脚是数据/指令选通通道,D/C=0 时选通指令通道,D/C=1 时选通数据通道; /WR、/RD 分别为

并行数据/指令总线的读写控制信号,低电平有效; /CS 为片选信号, /CS=0 时选通模块, /CS=1 时模块接口被封锁; /RST 为模块的复位信号,低电平有效; DB0~DB7 是 8 位并行的数据/指令总线。

3 软件设计

由于控制器主控芯片单片机程序的编写是在 KeilC 的环境下进行的,因此液晶显示模块的程序可移植性强,简单明晰^[8]。液晶模块属于低速外设,微型控制器在对 LCD 显示进行控制时要注意双方时序的搭配;LCD 的主控芯片采用了 IN-TEL8080 时序信号的模式。

液晶模块在显示伺服控制信息之前,要进行模块的初始化操作:系统上电复位,初始化控制信号端口,初始化液晶模块显示参数,对 LCD 显示屏进行清屏操作,伺服控制系统界面初始化。在液晶初始化操作过程中特别注意模块复位时序,在液晶复位结束后人为延迟 200 ms 以上,以保证模块能够正确地接收来自控制器的指令和数据^[9]。复位时序如图 5 所示。

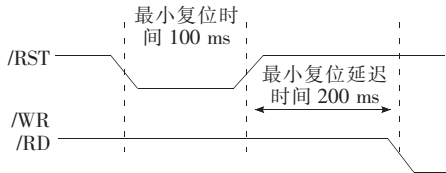


图 5 复位时序图
Fig. 5 Reset timing of LCD

液晶模块显示软件流程如图 6 所示,在 LCD 模块伺服控制界面初始化结束后,系统需要根据上位机通过串口发送的控制指令进行相应运行模式的信息显示;根据液晶屏上显示的控制信息,可以实时地整定控制器的参数,实现系统的控制功能。

因为 LCD 显示模块是低速外设,高速的单片机在访问液晶模块时需要两者时序匹配。为了达到时序要求,可以通过软件编程的方法模拟信号之间的时序关系实现低速外设与高速控制器相互访问,该方式很好地避免了 MCU 与模块之间的时序差异。驱动函数的编写需要注意的是液晶模块的 /WR 信号和 /RD 信号的独立性,即它们的电平变化有一条指令独立完成,不希望与其他指

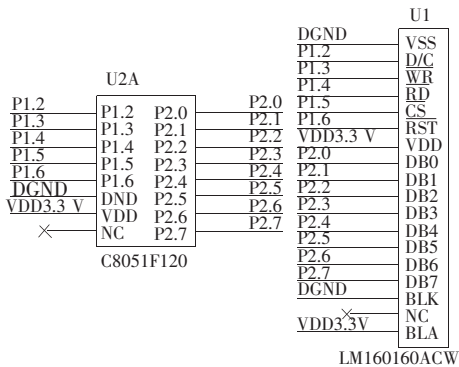


图 4 液晶接口硬件电路图

Fig. 4 LCD module hardware interface

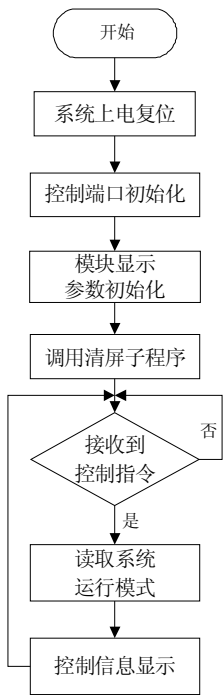


图 6 液晶显示模块软件流程图

Fig. 6 Software flow chart of LCD module

令在同一条指令下一起操作。下面给出液晶模块显示的基本操作子程序,指令写入子程序 void SdCmd(uchar Command)和数据写入子程序 void SdData(uchar Ddata)。

```
void SdCmd(uchar Command)
{
    A0 = 0; // 选择指令通道
    LCDBUS=Command; //将指令送至数据接口
    _CS = 0; //选择模块
    _WR = 0; //写信号为低电平
    _nop();_nop();_nop();
    _WR = 1; //写信号为高电平
    _CS = 1; //封锁模块
}
```

```
void SdData(uchar Ddata)
{
    A0 = 1;
    //选择数据通道
    LCDBUS=Ddata; //将指令送至数据接口
    _CS = 0; //选择模块
    _WR = 0; //写信号为低电平
    _nop();_nop();_nop();
    _WR = 1; //写信号为高电平
    _CS = 1; //封锁模块
}
```

在进行控制信息的显示时,需要调用字符/数字显示子程序。LM160160ACW 模块的 RAM 是由行地址和列地址组成的,按像素的定义,以显示屏自上而下的顺序排序,取值范围是 1~160;列地址以水平像素为基础,每 3 个像素为一组,由列地址惟一指定,列块地址取值范围是 1~128。由于控制器将列地址定义为列块地址,并且一个列块含有 3 个像素点,列块地址的修正也以 3 为单位进行,因此字符/数据的格式为 12×12 点阵为宜;实际转换的字模数据位 16×12 点阵的形式,后 4 位在提取字模时被自动补 0。字符/数据写入子程序如下:

```
void PrintGB(uchar x,uchar y,uchar
* Arry,uchar chinesecode)
{
    uint p;
    uchar i,m,k,Ddata;
    SdCmd(0xf4); //设置操作窗口左边界
    SdCmd(0x25+x);
    SdCmd(0xf5);
    SdCmd(y); //设置操作窗口上边界
    SdCmd(0xf6); //设置操作窗口右边界
    SdCmd(0x25+x+3);
    SdCmd(0xf7);
    SdCmd(y+11); //设置操作窗口下边界
    SdCmd(0xf8); //设置窗口操作使能
    x=x+0x25;
    SdCmd(x&0x0f); //设置起始列地址
    SdCmd(0x10|(x>>4));
    SdCmd(0x60+(y&0x0f));
    SdCmd(0x70+(y>>4)); //设置起始行地址
    p = chinesecode * 24; //计算字模数据起始地址
    for(i=0;i<12;i++) //循环 12 行像素写入
    {k=Arry[p++]; //取汉字左半部分字模数据
    for (m=0;m<4;m++)
    //1 字节转换 4 个字节写入
    {switch (k&0xc0) //根据数据位设置显示数据
    {case 0x00 : Ddata=0x00;break;
    case 0x40 : Ddata=0x0f;break;
    case 0x80 : Ddata=0xf0;break;
    case 0xc0 : Ddata=0xff;break;}
    SdData(Ddata); //数据写入
    k=k<<2;}
```

```
k=Array[p++]; //取汉字右半部分字模数据
for (m=0;m<2;m++)
//1 字节取前 4 位转换成 2 个字节写入
{switch (k&0xc0) //根据数据位值设置数据
{case 0x00 : Ddata=0x00;break;
case 0x40 : Ddata=0x0f;break;
case 0x80 : Ddata=0xf0;break;
case 0xc0 : Ddata=0xff;break;}
SdData(Ddata); //数据写入
```

```
k=k<<2; }
}
}
```

伺服控制实时显示界面如图 7 所示,对于单轴电机控制对象来说,系统的角位置、角速度、控制器的控制量、当前系统温度值以及系统运行模式可以直观、快速地反映在液晶屏上。通过这些数据信息可以分析伺服控制系统位置环和速度环的控制性能,从而执行在线校正控制器参数,改变系统运行模式等操作,该液晶显示界面对伺服控制系统的设计具有较好的参考意义。

4 结 论

设计了一种基于单片机和 CPLD 的高精度伺服控制器,该控制器以单片机为核心,详细介绍了液晶模块的硬件接口原理和软件流程。实验结果表明,该液晶模块可以直观、实时地显示控制系统的数据信息,为系统控制器参数的整定提供了良好的人机界面,可以广泛应用在现代伺服控制系统中。

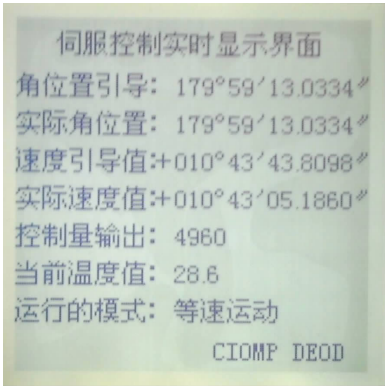


图 7 伺服控制实时显示界面

Fig. 7 Servo-control real-time display screen

参 考 文 献:

[1] 代根学,刘朝晖,刘军. 基于 DSP 和 FPGA 的跟踪伺服运动控制器设计 [J]. 电子技术应用,2010,(1):64-66.

[2] 李维諲,郭强. 液晶显示应用技术 [M]. 北京:电子工业出版社,2000:286-290.

[3] 马忠梅,籍顺心,张凯,等. 单片机的 C 语言应用程序设计 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007:286-301.

[4] 李洪文,林应荃,阴玉梅. 基于单片机和 CPLD 的望远镜伺服控制器设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用,2010(7): 62-65.

[5] 李洪文,阴玉梅,刘金星. 基于 C8051F120 和 CPLD 的多功能望远镜控制系统设计 [J]. 电子技术应用,2010,36(9): 36-38.

[6] 余华芳,刘健. 单片机与液晶显示模块的软硬件接口设计 [J]. 液晶与显示,2003,18(2):126-128.

[7] 张影. 基于 DSP 点阵液晶显示器的接口与控制 [J]. 液晶与显示,2011,12,26(9):814-817.

[8] 刘金星,李洪文. 基于高速单片机的液晶显示模块设计 [J]. 液晶与显示,2011,2,26(1),88-91.

[9] 郭强. 液晶显示控制器 UC1698 应用指南[R]. 深圳:深圳市拓普微科技开发有限公司,2011:1-3.