

# 基于 MSP430 的液晶控制器 S1D13700 接口设计及应用

张凌志<sup>1</sup>, 刘福彬<sup>2</sup>, 陈真诚<sup>1</sup>

(1.中南大学 信息物理工程学院 生物医学研究所, 长沙 410083; 2.武警江苏省总队医院, 江苏 扬州 225003)

**[摘要]** 目的:利用液晶控制芯片S1D13700,设计一种基于MSP430单片机的液晶显示系统。方法:MSP430单片机控制总线采用模拟MSC-51系列单片机通讯方式,通过8位数据总线与S1D13700相连,地址总线分别采用间接寻址和直接寻址方式连接。结果:该设计已成功应用于心电监护仪中心电波形及相关参数的显示。结论:S1D13700的驱动程序采用C语言编程,通用性强,特别适用于便携式仪器的设计。

**[关键词]** 液晶显示;S1D13700液晶控制器;MSP430单片机

**[中图分类号]** R318;TP368.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1003-8868(2009)01-0028-03

## Design and Implementation of LCD Controller S1D13700 Based on MSP430

ZHANG Ling-zhi<sup>1</sup>, LIU Fu-bin<sup>2</sup>, CHEN Zhen-cheng<sup>1</sup>

(1.Institute of Biomedical Engineering, School of Info-physics, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Jiangsu Corps Hospital of CPAPF, Yangzhou 225003, Jiangsu Province, China)

**Abstract Objective** To design LCD system based on MSP430 using LCD controller S1D13700. **Methods** MSP430's control bus adopted the communication mode of MSC-51 singlechips, and was connected with S1D13700 by 8-bit data bus. The address buses were linked by the modes of indirect address and direct address respectively. **Results** The design was used for displaying cardiac wave and its parameters in cardiac monitor successfully. **Conclusion** The S1D13700's driver program, accomplished with standard ANSI-C, is gifted with brilliant versatility, and thus can be used in the design of the portable device. [Chinese Medical Equipment Journal, 2009, 30(1):28-30]

**Key words** LCD; S1D13700 liquid crystal controller; MSP430 single chip

### 1 引言

如今的便携式仪器向着微型化和便携化方向发展,相关的可视屏幕朝着高分辨率方向发展。在便携式仪器的开发过程中,广泛采用了MSP430系列单片机作为主控制芯片,S1D13700作为液晶控制芯片。MSP430系列单片机是16位单片机,具有强大的混合信号处理能力,运算速度快,供电电压为1.8~3.6V,功耗超低,非常适用于便携式仪器<sup>[1-2]</sup>。

本研究中介绍的液晶显示方案是便携式心电监护仪的一部分,仪器硬件框图如图1所示。在整个设计过程中,通过不断改进硬件和调试软件,得到了预期的显示效果。

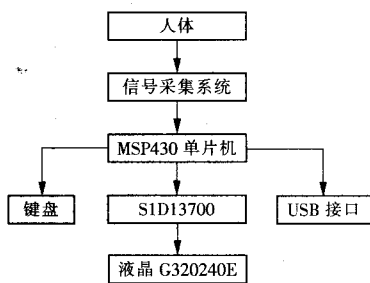


图1 硬件电路框图

### 2 硬件电路

S1D13700为LCD控制器,其内置了32KB的显存,内核电压为3.0~3.6V, I/O口电压为3.0~5.5V,可以与更多不同工作电压的芯片进行通讯。

S1D13700与单片机通讯提供了多

种方式,针对不同类型单片机选择相应的通讯方式,如Intel公司的MSC-51系列(控制总线分别为CS、RD、WR)、Motorola公司的M6800系列(控制总线分别为E、R/W)等,可以通过CNF2、CNF3的高低电平选择通讯方式。本研究是基于CNF2、CNF3都置为0,即选择在Z80系列单片机的通讯方式下进行的。

S1D13700与单片机通讯分为间接寻址和直接寻址两种方式。间接寻址方式需要较少的I/O口连接,但编程较为繁琐:首先将需要读写的寄存器的地址写入芯片寄存器地址,然后在下一个或几个指令周期中开始读写数据,其过程必须严格按照指令约定操作,否则,S1D13700将不能正常工作,如图2所示;而直接寻址方式则可以通过16位地址线直接选中需要操作片内寄存器进行读写,缺点就是需要的I/O较多,并且会增加绘画电路印刷版的工作量以及电路板的面积,如图3所示。间接寻址和直接寻址方式是通过CNF4连接的电平来实现的。

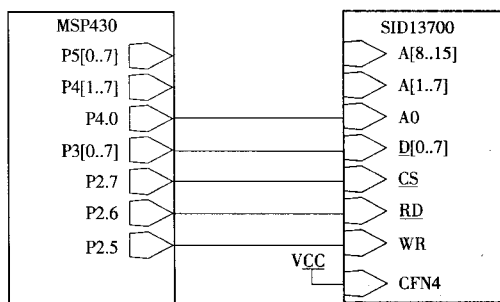


图2 间接寻址电路图

收稿日期:2008-09-10 修回日期:2008-11-24

**作者简介:**张凌志(1984-),男,江西南昌人,硕士研究生,主要研究方向为生物医学仪器研发;陈真诚(1965-),男,湖南永州人,博士,教授,硕士研究生导师,主要从事医学信号与信息处理、生物传感器及智能仪器开发等方面的教学与研究工作。

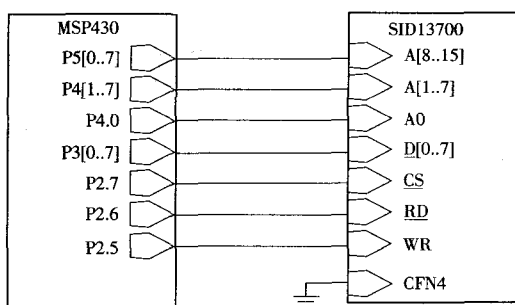


图 3 直接寻址电路图

在液晶通讯方面, SID13700 提供了 4 位数据线, 支持高达 640×240 的分辨率; 根据实际液晶大小, SID13700 可以对每个像素用 1~4 位数据控制, 即可以对像素进行 2~16 级的灰度调节; 支持图形单屏、文字单屏、图形与文字复合屏、图形与图形复合屏等多种模式显示; 能够对光标的形状和移动进行控制, 还能对图像进行滚动显示, 其显示动态图形更加游刃有余。

采用液晶的型号为 G320240E, 可与 SID13700 接口匹配。两者连接电路图如图 4 所示。

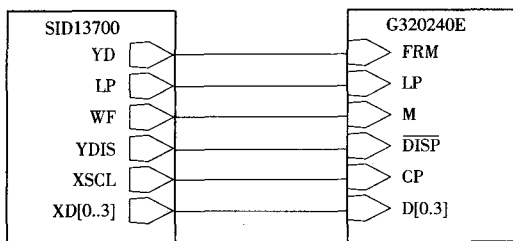


图 4 液晶接口电路图

### 3 软件实现

#### 3.1 液晶控制原理

点阵式液晶由许多排列整齐有序的像素组成, 对于像素较少的液晶, 单片机可以直接进行控制, 即一个 I/O 口对应一个像素, 或将几个 I/O 组成阵列对应像素阵列。但是当像素数量急剧上升时, 单片机的 I/O 口和运算速度就力不从心了, 这时就需要专门的液晶控制芯片对多像素液晶进行管理, 此时单片机的工作就变得简单许多, 只需要告诉液晶控制芯片液晶的某个位置要写某个字符或某幅图像即可, 而不是通过控制 I/O 口逐个点亮每个像素。这样, 单片机的角色从一个“管理者”升级为“决策者”。至于如何把每个像素点亮, 那是液晶控制芯片的工作, 作为单片机开发人员不用去关心。

本文所研究的 SID13700 正是这么一个功能强大的控制器。它总共内置了 64 KB 的 RAM, 地址从 0000H 到 FFFFH, 分为 4 个部分:

(1) 显存部分: 共 32 KB, 写入显存的数据将根据文字或图形方式直接在液晶上显示。

(2) 寄存器部分: 共 48 B, 包括系统控制寄存器、功耗控制寄存器、显示控制寄存器、绘画控制寄存器和灰度寄存器, 设置好这些寄存器是 SID13700 正常工作的关键。

(3) 字符发生器部分: 共 1 408 B, 用于存储自带字库和用户自建字库。自带字库包含常用标点符号和阿拉伯数字,

如果用户需要显示中文, 可以通过自建字库的方式实现。

(4) 未使用部分: 留作将来功能扩展使用。

#### 3.2 接口程序和初始化程序

在液晶正常显示之前, 必须先设置 SID13700 的内部参数, 这个过程也称为初始化。由于 SID13700 有两种寻址方式, 故接口程序和初始化程序也有很大的差别。关于初始化, 下面将以本研究中使用的 G320240E 液晶为例, 给出 MSP430 系列开发软件 IAR 的 C 语言程序。

##### 3.2.1 间接寻址方式

由于单片机无法直接寻址到 SID13700 内部存储器, 只能通过事先约定的指令代码完成。接口程序如下:

```
Writecommand(unchar command)//写指令接口函数
{P2OUT &=~ BIT7;
 P4OUT |= BIT0;
 P2OUT &=~ BIT5;
 P3OUT = command;
 P2OUT |= BIT5;
 P2OUT |= BIT7;}

Writedata(unchar data)//写数据接口函数
{P2OUT &=~ BIT7;
 P4OUT &=~ BIT0;
 P2OUT &=~ BIT5;
 P3OUT = data;
 P2OUT |= BIT5;
 P2OUT |= BIT7;}

初始化程序如下:
```

```
Writecommand (0x40);//SYSTEM SET 的指令为 40H
Writedata (0x30);//单屏;8*8 点阵字;内部 CGROM
Writedata (0x87);//字符宽度+字间距=8
Writedata (0x07);//字符高度+行间距=8
Writedata (0x27);//横向有效显示字符数=40
Writedata (0x42);//时间常数,用于频率转换
Writedata (0xEF);//点行数=240
Writedata (0x28);
Writedata (0x00);//液晶一行所占显存数=40 字节
Writecommand (0x44);//SCROLL 的指令为 44H
Writedata (0x00);
Writedata (0x00);//一区的首地址为 0000H
Writedata (0xF0);//一区所占点行数为 240
Writedata (0xB0);
Writedata (0x04);//二区的首地址为 04B0H
Writedata (0xF0);//二区所占点行数为 240
Writedata (0x80);
Writedata (0x50);//三区的首地址为 5080H,未用
Writedata (0x00);
Writedata (0x60);//四区的首地址为 6000H,未用
Writecommand (0x4C);//光标自动向右移动
Writecommand (0x59);//DISP ON 的指令为 59H
Writedata (0x46);//一、三区显示,光标闪烁
```

初始化之后, 液晶控制器就可以正常工作了。如果要显示文字, 只需使用 CSRW 指令指向显存地址, 再使用 MWRI TE 指令将要显示的字符代码或图形写入即可。

### 3.2.2 直接寻址方式

由于单片机可以直接读写 S1D13700 内部存储器, 估计程序简单许多。接口程序如下:

```
Writememory (uint address, unchar data)
{
    unchar high = unchar (address>>2);
    unchar low = unchar (address);
    P5OUT = high;
    P4OUT = low;
    P2OUT &=~ BIT7;
    P2OUT &=~ BIT5;
    P3OUT = data;
    P2OUT |= BIT5;
    P2OUT |= BIT7;
}
```

初始化程序如下:

```
Writememory (0x8000, 0x30);
Writememory (0x8001, 0x87);
Writememory (0x8002, 0x07);
Writememory (0x8003, 0x27);
Writememory (0x8004, 0x42);
Writememory (0x8005, 0xEF);
Writememory (0x8006, 0x28);
Writememory (0x8007, 0x00);
Writememory (0x800B, 0x00);
Writememory (0x800C, 0x00);
Writememory (0x800D, 0xF0);
Writememory (0x800E, 0xB0);
Writememory (0x800F, 0x04);
Writememory (0x8010, 0xF0);
Writememory (0x8011, 0x80);
Writememory (0x8012, 0x50);
Writememory (0x8013, 0x00);
Writememory (0x8014, 0x60);
Writememory (0x8017, 0x00);
Writememory (0x800A, 0x46);
Writememory (0x8009, 0x01);
```

这段初始化内容与前段初始化程序一样, 接下来直接在地址为 0000H~7FFFH 的存储器中写入文字代码或图形, 即可显示相应的像素。

### 4 结论

基于 MSP430 单片机平台, 本文对液晶控制器 S1D13700 在不同寻址方式下的硬件和软件做了详细的阐述。经心电图临床测试表明, S1D13700 显示控制器能够很好控制液晶显示心电图波形及相关心电参数; 因为液晶分辨率高, 能够显示更多的心电细节, 更利于临床医务人员判断症状; 加上高达 60 MHz 时钟周期, 足以适应大多数单片机。该设计为其他系列单片机显示模块的使用提供了很好的借鉴方法。图 5 为液晶实时显示的实物截图。

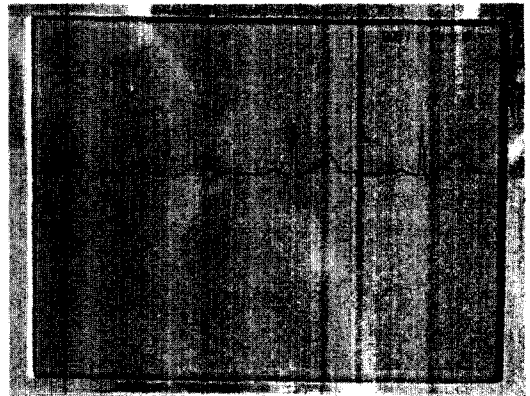


图 5 工作中的液晶

#### [参考文献]

- [1] 沈建华. MSP430 系列 16 位低功耗单片机原理与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [2] 湖大可. MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [3] 陈宇珂, 卢育华, 张延武, 等. 一种便携式医学仪器设备中图形显示系统的设计方案 [J]. 医疗卫生装备, 2005, 26(1): 11-12.
- [4] 张宁, 王言章. 基于 MSP430 的动态心电图记录系统研究 [J]. 医疗卫生装备, 2005, 26(6): 9-10.
- [5] 朱新建, 吴宝明, 卓豫. 微型家庭移动心电监护系统终端的设计 [J]. 医疗卫生装备, 2004, 25(4): 11-12.
- [6] 张虎军, 郭正奎, 李亚东, 等. 便携式心电听诊仪中 MSP430 与 LCD 的接口设计 [J]. 医疗卫生装备, 2006, 27(1): 84-86.
- [7] 郭军涛, 季家红, 李国栋. 图形点阵液晶显示模块的选用及其接口设计 [J]. 医疗卫生装备, 2006, 27(3): 19-21.

《医学工程实践与探索》一书系统论述了医学工程学科建设、人才培养、医疗设备及医用耗材的订购与管理、医学工程导入质量管理体系的必要性和可行性以及医疗设备维修过程中应注意的要点与常识, 介绍了医用大型成像设备、常规诊疗设备、监护设备及机电设备的维护维修实例, 具有较强的实用性和可操作性。可作为医院管理人员、医学工程学科管理人员和工程技术人员的参考用书, 也可以作为临床医护人员、有关专业学生、实习生、进修生的参考用书。

该书共分为 17 章。第 1 章, 医学工程学科发展与人才培养; 第 2 章, 医学工程学科建设与医疗仪器新进展; 第 3 章, 质量管理体系与医学工程; 第 4 章, 医疗设备质量管理与计量; 第 5 章, 医疗设备及耗材的采购与管理; 第 6 章, 医疗设备的使用维修要点与常识; 第 7 章, 医用耗材的供应与灭菌消毒; 第 8 章, 现代远程医疗系统现状与发展趋势; 第 9 章, CT 技术的发展创新; 第 10 章, 磁共振成像系统及外设; 第 11 章, 核医学设备及新技术; 第 12 章, 大型 X 线机使用与维护; 第 13 章, 医用直线加速器; 第 14 章, 超声诊断仪与生理仪器; 第 15 章, 血液透析机与水处理; 第 16 章, 几种诊断治疗设备检测、调校与维修; 第 17 章, 医用机电设备的安装维修与管理。

该书于 2005 年 6 月由云南科技出版社出版。采用国际标准大 16 开, 压模封面, 精装本, 便于翻阅和保存, 定价 80 元 (含挂号邮寄费)。

邮购地址: 天津市河东区万东路 106 号《医疗卫生装备》杂志社发行部  
邮编: 300161 联系电话: 022-84656825 (地) 0251-56825 (军)

