

文章编号: 1006-1088(2000)05-0036-04

# MCS-51 系列单片机与单式显示卡的接口

王阿娣, 孙睿, 王长宝

(华东船舶工业学院电子与信息系, 江苏 镇江 212003)

摘要: 介绍 PC 机的单色显示卡(hercules 型号)与 MCS-51 系列单片机测控系统的接口电路设计方法, 以及用此方法, 实现单片机测控系统与单色显示器连接时, 在图形方式下显示器屏幕的编程方法。

关键词: 显示器; 单片机; 接口技术

中图分类号: TP303

文献标识码: A

## 0 引言

显示部分是单片机测控系统的一大组成部分, 操作人员通过它及时地观察系统运行的情况和对操作命令的响应结果, 它是测控系统与操作者实现交互作用的一个窗口。目前显示部分较常用的方法是采用 LED 七段数码管显示、LCD 液晶显示或 CRT 显示, 采用 CRT 显示, 不仅可以显示中英文字符和数字, 也可以实现图形显示, 一些杂志上曾报导过单片机与 CRT 显示器的接口技术, 它们通常是采用 MC6845 或 MC6847 的 CRT 控制器芯片, 设计一块单片机系统与 CRT 显示器的接口板, 实现单片机系统与显示器的连接。本文介绍的是一种新方法, 即采用原 PC 机单色显示卡(Hercules), 加上少量的逻辑电路, 实现单片机系统与显示器的连接。本文就此种方法实现的原理及编程方法进行说明。

## 1 Hercules 显示卡

Hercules 是一种单色显示卡, 它的字符模式与 MDA 兼容, 图形模式不是 IBM 的标准模式, 但由于分辨率高, 所以使用较为广泛, 常见的单显卡都是这种卡, 它的主要性能指标如下:

- ① 分辨率 720 × 348 ;
- ② 屏幕格式 80 × 25 ;
- ③ 字符点阵 9 × 14。

Hercules 的 VRAM 的容量为 32 KB, 首地址为 B0000h, 末地址为 B7FFFFh。在字符模式下, 使用前 4 KB, 但在图形模式下, 将 32 KB 显存分成 4 个区, 每个区为 8 KB, 分别用来存放 0, 4, 8, ... ; 1, 5, 9, ... ; 2, 6, 10, ... 和 3, 7, 11, ... 四组扫描线的数据, 如表 1 所示。每个字节可以存放 8 个像素, 字节中的第 7 位存放第 1 个像素, 第 6 位存放第 2 个像素, 依次类推。如果一个函数的坐标为 (X, Y), 那末它在 VRAM 中的地址可由下列公式计算<sup>[1]</sup>。

$$\text{字节地址} = \begin{cases} 90 * (Y/4) + (X/8) + B0000h & (Y \text{ MOD } 4) = 0 \\ 8192 + 90 * (Y-1)/4 + (X/8) + B0000h & (Y \text{ MOD } 4) = 1 \\ 6382 + 90 * (Y-2)/4 + (X/8) + B0000h & (Y \text{ MOD } 4) = 2 \\ 4576 + 90 * (Y-3)/4 + (X/8) + B0000h & (Y \text{ MOD } 4) = 3 \end{cases}$$

收稿日期: 2000-01-10

基金项目: 企业协作技术攻关项目

作者简介: 王阿娣(1947-), 女, 江苏丹阳人, 华东船舶工业学院高级工程师。

位地址 = 7 - ( X MOD 8 )

表 1 显示模式下 Hercules 的显存布局

Tab.1 Layout of display memory under display modes

地址	内 容
B0000h - B1E95h	扫描线 0 4 8 ... 344
B2000h - B3E95h	扫描线 1 5 9 ... 345
B4000h - B5E95h	扫描线 2 6 10 ... 346
B6000h - B7E95h	扫描线 3 7 11 ... 347

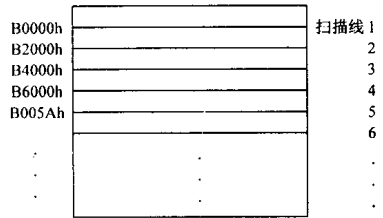


图 1 屏幕水平扫描线示意图

Fig.1 Sketch map of screen horizontal scan line

在微机测控系统中，一般让显示器工作在图形方式，以便显示字符和一些简单的图。

## 2 单色显示器与 MCS - 51 系列单片机系统的接口

纵观前人的设计思想<sup>2,3]</sup>，大多采用 CRTC 芯片 MC6845 自行设计一块显示卡。这种设计方案，由于直接用单片机中的读写信号去同步 CRTC 中的一些控制信号，所以单片机与 CRTC 各信号时间配合较容易实现，但也有一些缺点，即接口板电路较复杂，为此，采用了另一种设计思想，即利用 PC 机的单显卡 (Hercules) 来实现显示器与单片机系统的连接。

采用此种方法，首先要搞清楚单色显示卡与 PC 机连接的接口信号以及各信号的用途，然后在单片机系统中模仿 PC 机产生这些信号，这样，原 PC 机的单显卡就能为单片机系统所用了。在单色显示卡与 PC 机的接口中主要有如下一些信号：20 根地址线 A0 ~ A19，8 根数据线 D0 ~ D7，存储器读写信号  $\overline{MEMR}$ 、 $\overline{MEMW}$ （用于产生读写 VRAM 的信号），I/O 读写信号  $\overline{IOR}$ 、 $\overline{IOW}$ ，CPU 外部时钟 I/O CLOCK 信号，复位信号  $\overline{RESET}$ ，I/O READY 信号等。当用单片机系统模仿产生这些信号时，单片机有 8 根数据线 D0 ~ D7 与 PC 机一样，单片机地址线只有 16 根，由于 VRAM 的地址是 B0000H ~ B7FFFH，需要 20 根地址线 A0 ~ A19，所以可以采用将送入单显卡的高 4 位的地址线 A16 ~ A19 强制接成 1011 状态。在 PC 机中，I/O 读写信号与存储器读写信号是分开的，所以 PC 机分别有 4 个信号  $\overline{IOR}$ 、 $\overline{IOW}$ 、 $\overline{MEMR}$ 、 $\overline{MEMW}$  送入显示卡中，而单片机系统中 I/O 和 RAM 的读写信号是不分开的，只有  $\overline{RD}$  和  $\overline{WR}$  两个信号。为了满足单显卡的要求，必须根据显示卡中 VRAM 的地址的范围和 CRTC 的地址范围，将单片机的读写信号区别成  $\overline{IOR}$ 、 $\overline{IOW}$ 、 $\overline{MEMR}$  和  $\overline{MEMW}$  送入显示卡中，也就是说对 CRTC 各寄存器读写时采用由  $\overline{RD}$  和  $\overline{WR}$  信号产生  $\overline{IOR}$  和  $\overline{IOW}$  信号，对 VRAM 进行读写时采用由  $\overline{RD}$  和  $\overline{WR}$  信号产生  $\overline{MEMR}$  和  $\overline{MEMW}$  信号，具体的方法是用地址与  $\overline{RD}$ 、 $\overline{WR}$  信号组合产生。CPU 发出读写命令是由时钟 I/O CLOCK 同步的，在单色显示卡中，CPU 发出的读写命令，即  $\overline{MEMR}$ 、 $\overline{MEMW}$  信号是不能直接用来对 VRAM 进行读写的。VRAM 所需要的读写信号是 + XACK 和 - WE 信号，这两个信号是由 CPU 送来的读写信号、地址译码信号及 CRTC 输出的信号组合产生，并与显示卡中的 CRTC 的字符时钟 - CCLK 信号同步。所以，在显示卡中有 I/O CLOCK 和 - CCLK 进行同步的电路，实现同步的方法是显示卡向 CPU 送 I/O READY 信号，让 CPU 的 I/O CLOCK 时钟至少插入一个等待周期，目的就是延长  $\overline{MEMR}$ 、 $\overline{MEMW}$  信号的脉宽。在 51 系列单片机系统中不具备插入周期的功能，简单的方法是不考虑 I/O CLOCK、IOREADY 信号的作用，直接延长单片机的读/写信号的脉宽即可。另外，由于读/写信号的脉宽加宽，那么单片机输出的数据信号 D0 ~ D7 和地址信号 A0 ~ A15 的有效时间也应该加长，具体电路见图 2。

图2中,首先假设单片机系统的地址范围 8000h ~ FFFFh 共 32 KB 留作 VRAM 用,地址范围 4000h ~ 7FFFh 共 16KB 留作外部 RAM 用,所以读写地址 8000h ~ FFFFh 时应产生 MEMR'/MEMW' 信号,读/写地址 0000h ~ 3FFFh 时应产生 IOR'/IOW' 信号。MEMR'/MEMW'、IOR'/IOW' 信号经 74LS123 单稳电路,对 MEMR/MEMW、IOR/IOW 信号输出脉宽进行调整,脉宽大约 1.2 μs 左右,这四个信号送单显卡。另外 PC 机的 CPU 是利用水平消隐期间访问 VRAM,在水平消隐期间 MC6845(CRTC)不对 VRAM 进行访问,这样保证屏幕图形的清晰,为此可用 IRQ7 等信号。在单片机测控系统中,可不考虑利用水平消隐期间来访问 VRAM。而采用随机访问的方法,因为在单片机测控系统中,CPU 对 VRAM 的访问频率是较低的,不会对屏幕显示产生多大干扰,而且这种随机访问可提高 CPU 的处理速度。图2中,只画出产生 IOW 及 MEMW 的电路,由于一般情况下,只对 VRAM 单元及 CRTC 中的各寄存器进行写操作,所以产生 IOR 及 MEMR 的电路可以省略。

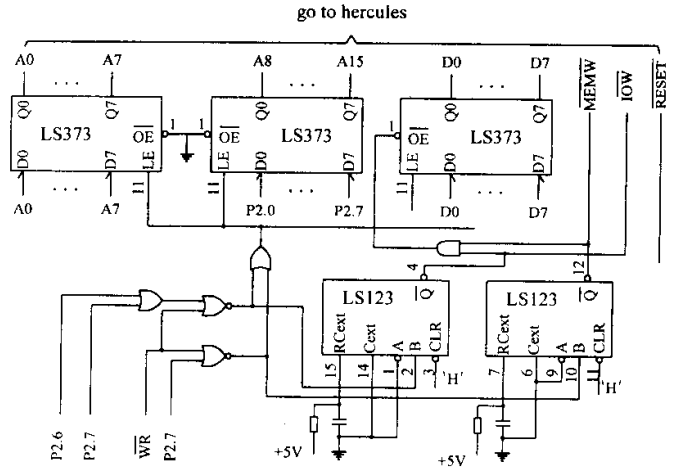


图2 单片机与显示适配器的接口电路

Fig.2 Interface unit of on-slice computer and display adapter

根据以上所述,设计单显卡与单片机系统之间的接口,主要需考虑三个问题:第一,将 8031 的 RD 和 WR 信号转换成 MEMR、MEMW、IOR 和 IOW 信号。第二, MEMR、MEMW、IOR、IOW 信号与 VRAM 读写所需 XACK 和 -WE 信号在时间上要同步,可以利用单稳电路延长 MEMR、MEMW、IOR、IOW 的脉宽达到目的,延长后的脉宽要大于 CRTC 字符脉冲周期的两倍。第三,送给单显卡的数据和地址经锁存后送单显卡。

### 3 程序设计

1) 首先对 CRTC 初始化,将显示模式设为图形方式,程序框图见图3,初始化程序如下:

初始化 CRTC

```

MOV DPTR, # 03BFH
MOV A, # 01H
MOVX @DPTR, A
MOV DPTR, # 03B8H
MOV A, # 02H
MOVX @DPTR, A
MOV R0, # 0EH
MOV A, # 00H
L1:MOV DPTR, # 03B4H
MOV @DPTR, A
PUSH ACC
MOV DPTR, # DATA
MOVC A, @A + DPTR
MOV DPTR, # 03B5H
MOVX @DPTR, A
POP ACC
INC A

```

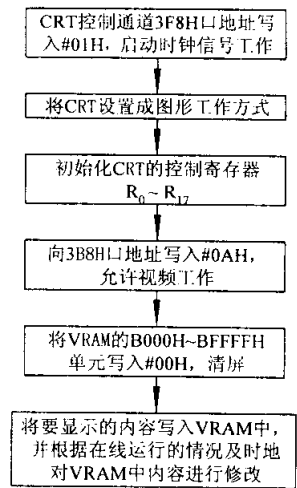


图3 程序框图

Fig.3 Block diagram of program

```

DJNZ R0 ,L1
MOV DPTR , # 03B8H
MOV A , # 0AH
MOVX @DPTR , A

```

DATA : .....

清除 VRAM 的 B0000h - BFFFh 单元

2) 根据 Hercules 显示卡屏幕象素点与 VRAM 中内容的对应关系, 将显示的字符和图形的点阵码写入 VRAM 的有关单元。测控系统需显示的字符和汉字不会很多, 所以它们的点阵码可以以固定数据存放在程序存储器中, 由于此种单显卡分辨率高, 所以显示的内容很清晰, 如图 4 所示。

### 4 结束语

图 2 所示的电路可以在测控系统电路板上, 此种方法在实际的工业测控系统中已得到使用, 效果很好。一块单显卡是容易得到的, 另外附加的接口电路也简单, 成本低, 可靠性比用 MC5845 自制一块接口卡高, 图 4 是一应用实例中的一屏显示图。此种设计接口的思想也适用于彩色显示卡 (VGA 等) 与单片机系统的接口。

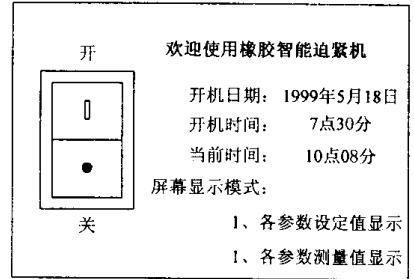


图 4 屏幕显示

Fig.4 Screen display

### 参考文献：

[ 1 ] 张福炎, 徐福培. IBM PC 的原理与应用——图形显示器及其程序设计 [ M ]. 南京: 南京大学出版社, 1990. 153 - 154.  
[ 2 ] 朱传乃, 郑筑鸣. 微型计算机系统原理分析与维修 [ M ]. 北京: 科学出版社, 1988. 209 - 224.  
[ 3 ] 何立民. 单片机应用技术选编 (一) [ M ]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1992. 414 - 418.

## Interface Unit of MCS - 51 On-slice Computer and Display Adapter

WANG A-di , SUN Rei , WANG Chang-bao

( Dept. of Electronics and Information , East China Shipbuilding Institute , Zhenjiang Jiangsu 212003 , China )

**Abstract :** A new circuit design method , concerned with monochrome display adapter and MCS - 51 single-chip microcomputer is presented. The interface circuits between the measurement and control system of single-chip microcomputer and the monochrome adapter are derived , and the programming technique is also given under the graphics mode.

**Key words :** CRT ; single-chip microcomputer ; interface technique

( 责任编辑 : 邵仁蔚 )