

IBM AT 286

维修丛书



高分辨率显示系统

《计算机科学技术与应用》编辑部

IBM AT286维修丛书之五

高分辨率彩色显示适配器 原理分析及维修

钟圣雷 沈金海 龚大年 编写

目 录

第一章 概述.....	(1)
第二章 高分辨率彩色显示适配器原理.....	(3)
§ 2—1 总框	(3)
§ 2—2 MC6845显示器控制器.....	(3)
§ 2—3 MC6845内部寄存器的参数设置.....	(11)
§ 2—4 状态寄存器	(12)
§ 2—5 字符显示方式寄存器	(12)
§ 2—6 图形显示方式寄存器	(14)
§ 2—7 字符发生器选择寄存器	(14)
§ 2—8 字符显示缓冲存储区和字符发生器	(15)
§ 2—9 图形显示缓冲存储区	(17)
§ 2—10 地址安排	(18)
§ 2—11 定时电路	(18)
§ 2—12 与显示器的接口	(18)
第三章 高分辨率彩色显示适配器硬件电路分析.....	(20)
§ 3—1 控制译码	(20)
§ 3—2 字符显示	(22)
§ 3—3 图形显示	(25)
§ 3—4 输出接口	(31)
第四章 维修实例.....	(34)
附录.....	(36)
A 高分辨率显示适配器电路图	(36)
B 部分门阵列电路图	(43)
C 部分门阵列芯片工作时序图	(45)

第一章 概 述

微机系统的显示子系统包括CRT显示器和CRT显示控制适配器两大部分，它是微机系统的重要输出设备，也是人机对话的主要工具之一。根据系统配置的显示器所具有的性能，又可分为单色显示器和彩色显示器两大类；每一类又可以根据要显示的字符或图形的分辨率高低区分为低、中、高分辨率等数种。

本文要介绍的C14彩卡是一种高分辨率的彩色显示控制适配器，这种适配器目前已经广泛应用于0520和0530微机系统中，以支持高分辨率的彩色显示。同IBM PC/XT上所用的低、中分辨率的显示控制适配器相比，C14卡具有以下几方面的特点：

1. 显示的分辨率大大提高，增强了屏幕显示功能

IBM-PC/XT的显示分辨率仅为 320×200 点(彩色显示)。C14卡支持高分辨率彩色显示器的分辨率可达 648×504 点。这样，在显示汉字或运行汉化软件时，屏幕显示的功能增强了。因为在 320×200 点的分辨率下，若处在汉字方式下工作时，每一屏幕只能显示 16×18 点阵的汉字字符共11行40列。由于行数和字数少，往往不能在一幅屏幕上得到完整的一部分信息，造成换页频繁，降低了软件运行的速度和文件的可读性、完整性，给屏幕编辑和数据管理带来诸多的不便。此外，IBM PC/XT上原有的许多应用软件是按西文显示的屏幕格式，即以25行或接近25行为一页的。当要使用汉字时，必须对这些软件进行相应修改，把一页显示分成两页进行。而C14和高分辨率彩色显示器构成的显示子系统把每一屏幕显示的汉字增加到28行、40列(28行中25行供用户使用，3行供显示提示信息用)，大多数西文应用软件可以直接在汉字方式下使用，汉字也可以象西文一样地在屏幕上显示。

2. 采用字符方式显示汉字

IBM PC/XT的显示系统在进行汉字显示时采用的是图形方式，即在系统启动时，必须先把汉字点阵(字库)从软盘中调入RAM(即所谓软字库的办法)。当需要显示汉字时，由CPU把汉字外码(各种汉字的编码)变成内码，进而转换成相应的RAM地址，然后根据汉字显示的规则，把点阵送往显示控制适配器中的显示缓冲区，最后转换成串行代码送显示器进行显示。这种方法存在两个缺点。

(1) 汉字字库占用内存很大(约占230KB)，这样就使得用户可使用的RAM区大为减少，有时往往因为这个原因使一些汉化的软件不能在机器上运行。

(2) 在整个汉字显示过程中CPU都要进行干预，因此降低了CPU的利用率，影响了显示的速度。

C14高分辨率彩卡显示汉字采用的是同显示西文字母类似的字符方式。汉字字库是直接存放在卡上的两片1MB的ROM芯片中(即所谓硬字库)。这样，在启动系统时就不必从软盘把汉字库调入RAM。当要显示汉字时，CPU只要把内码告诉显示控制器，此后就不再干

预汉字的显示。显示控制器从ROM中取出相应汉字的点阵并按一定的时序进行串—并变换，最后在屏幕上显示出汉字。

这种方法的优点在于减少了汉字库占用的RAM，增大了用户空间，同时改善了CPU的利用效率并提高了显示的速度。

卡上尚备有两块2KB的RAM供用户放置活动字库，用户自己定义造出的各种字符可存放在那里。

3. 字符方式和图形方式两种显示方式分别独立

C14卡上字符显示和图形显示所占用的缓冲存储器单元和串—并变换等通道是分开的互相独立的，这给实现字符和图形的重叠显示带来了许多不便。用户可以把汉字、西文及任一标识符注在已绘好的各种色彩的图形上而彼此互不影响。因此，它为CAD、过程控制、监测和各种统计报表的软件开发提供了一个良好的硬件环境。

4. 采用了门阵列技术

C14卡上共有专用电路十块之多，其中有部分电路的功能相当于某些通用器件所具有的功能，但也有相当数量的电路采用了门阵列技术，把原来由一些中、小规模集成电路组合而成的逻辑功能集中在一片集成电路之中。由于采用了这种门阵列技术，使得电路之间的联系简化了，板子的体积也可缩小，结构紧凑，电路的可靠性也大大提高。

综上所述，C14高分辨率彩色显示控制适配器是一种功能较完善的彩卡，尤其是它具有汉字硬字库和两种独立的显示方式这一特点，使它特别适合于汉字操作显示和监测、控制、CAD等各种应用场合下使用。由于这些明显的优点，目前国内已广泛使用C14卡作为高分辨率的彩色显示控制适配器。

下面，我们将对C14卡的工作原理作较为详细的剖析并就彩色高分辨率显示子系统的常见故障及其处理办法进行介绍。

第二章 高分辨率彩色显示适配器原理

§ 2—1 总框

高分辨率彩色显示适配器是区别于一般彩色显示适配器的一种新型扩充部件。它更适合显示汉字。下面列出的是它的一些主要技术性能指标和主要功能：

1. 字符显示方式

字符方式显示在显示ASC11字符图形时，可存贮并显示4页原著，每页为80列 $\times$ 28行 8×16 点阵的字符图形。在显示汉字时，可存贮并显示4页屏幕，每页为40列 $\times$ 28行 16×16 点阵的汉字图形。其中ASC11字符图形有256个，汉字符图形有7701个并有造字功能。汉字显示时还有字符框线和行尾处理功能。另外字符方式显示时显示前景与背景均有16种颜色可供选择。

2. 图形显示方式

图形显示方式的分辨率为 648×504 ，每个像素的颜色有8种可选择。

3. 图形方式可与字符方式混合显示工作

4. 提供的行频为25.5Kc

§ 2—2 MC6845 CRT控制器

§ 2.2.1 MC6845的主要功能

CRT控制器(CRTC)是显示控制适配器上一个很重要的组成部件，它是整个适配器控制逻辑的核心。MC6845是目前广泛使用的一种CRTC器件，它是光栅扫描CRT显示器和CPU之间接口的核心部件。MC6845可用作以单台或多台CRT显示器配置的CRT终端的控制器，它是在对硬件、软件进行最佳平衡后设计的，以便使其具有全部关键的功能而又保持一定的灵活性。

MC6845的主要功能包括如下几方面：

1. 具有刷新存贮器的寻址功能。最多可提供14位宽的显示存贮器刷新地址 $MA_{13}\sim MA_0$ 。

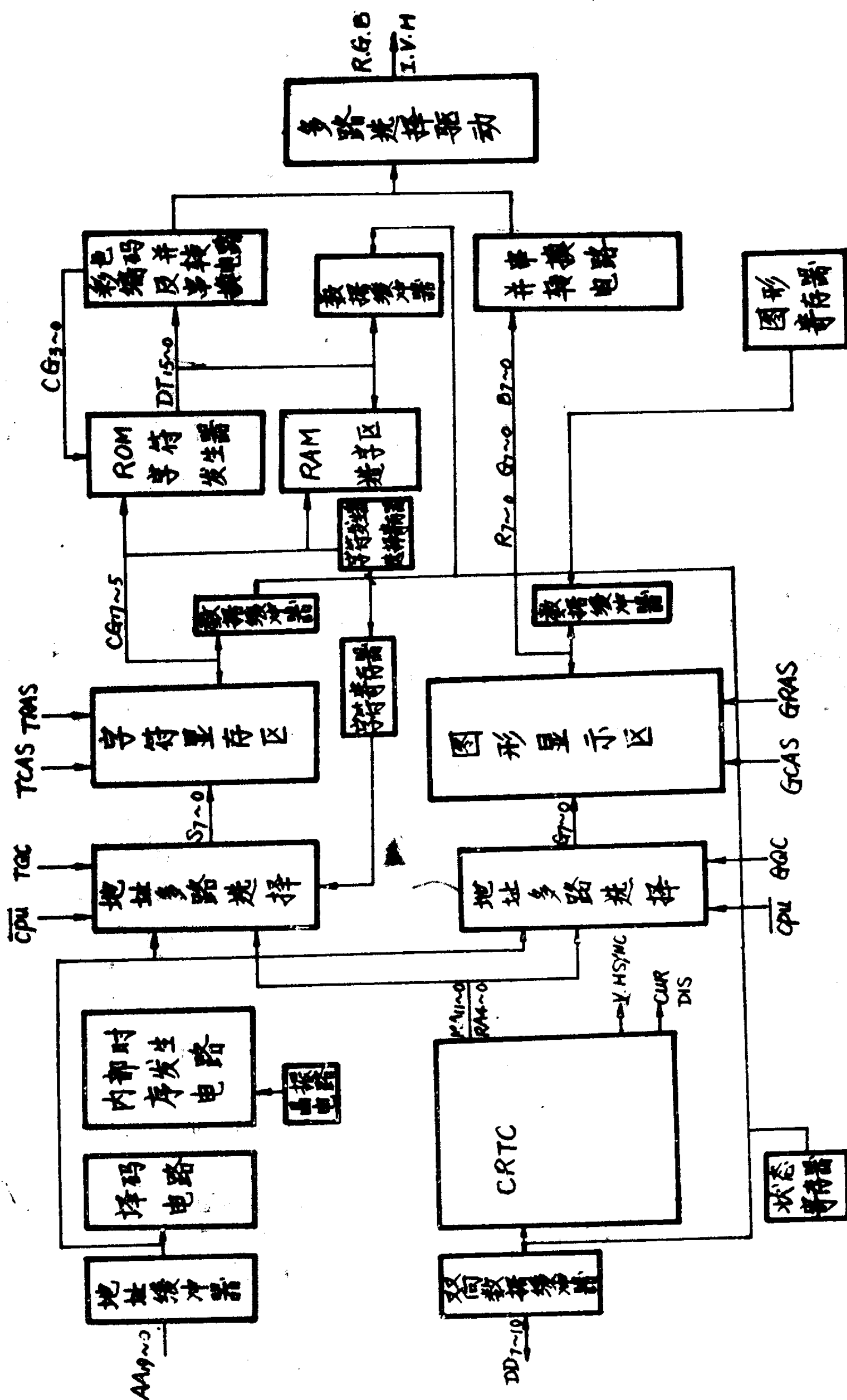
2. 具有字符ROM的寻址功能。最多可提供5位宽的字符行线地址（光栅地址） $RA_4\sim RA_0$ 。

3. 提供光栅扫描显示器工作所需要的水平同步信号HSYNC和垂直同步信号VSYNC。

4. 提供光标控制信号CURSOR和显示启动信号DISPEN。

5. 既可以支持字符显示，也可以支持图形显示並可实现硬件的卷行（按字符按行或分页滚动）。

6. 具有可编程序的功能。处理机可通过数据总线和控制制信号对MC6845进行编程，决定所有的水平、垂直定时，刷新地址、光标地址，光标格式和闪烁以及扫描的方式等。因此可以为任何一种显示的帧面密度产生相应的定时信号。由于这种可编程序的特性使MC6845



应用的灵活性、适应性大大增强，从而也使得它与CPU及显示接口的软、硬件可减少到最低程度。

§2.2.2 引脚及信号说明

MC6845芯片是双列直插封装的集成电路，共有40个引出脚（参见图2—2）。

图上引脚箭头方向表示信号流向是外界输入至芯片或是从芯片输出到别处去。

根据这些引脚信号的作用，我们大致可以把它们分成四类：

1. 面向CPU的接口信号。
2. CRT的控制信号。
3. 刷新存储器/字符发生器的寻址信号。
4. 其它信号。

下面分别加以说明：

1. 面向CPU的接口信号

这类信号引脚又可以分成数据线和控制信号（控制CRTC本身工作）两部分。它们分别是： $D_0 \sim D_7$ 、 E 、 $\overline{CS}$ 、 RS 和 $R/\overline{W}$ 。

- (1) $D_0 \sim D_7$ 双向数据线。使数据能在CRTC的内部寄存器组与CPU之间传送。
- (2) E 使能信号。它能启动数据总线的输入/输出缓冲器，并把数据送入CRTC或从其中读出。这个信号通常是由CPU时钟同步，由高电平到低电平的负跳变沿有效。
- (3) $\overline{CS}$ 片选信号。当它为低电平时，就选中CRTC以便对其内部寄存器组进行读或写。此信号通常由CPU来的稳定地址信号译码后产生。
- (4) RS 寄存器选择信号。当 $RS = 0$ 时，选中CRTC内的地址寄存器； $RS = 1$ 时，可选择CRTC内部寄存器组中的数据寄存器之一。
- (5) $R/\overline{W}$ 读/写控制信号。它确定对CRTC内部寄存器组是进行读操作还是写操作。当 $R/\overline{W} = 0$ 时进行写操作。

2. CRT的控制信号

CRTC提供的CRT控制信号有 VS 、 HS 和 DE 等信号。

- (1) VS 垂直同步（帧同步）信号。此信号用来确定显示文本的垂直位置。
- (2) HS 水平同步（行同步）信号。此信号用来确定显示文本的水平位置。
- (3) DE 显示使能信号。此信号指示CRTC正在向有效的显示缓存区寻址。

3. 刷新存储器/字符发生器寻址信号

CRTC提供存储器地址 $MA_0 \sim MA_{11}$ ，以扫描刷新RAM，同时也为字符ROM提供光栅地

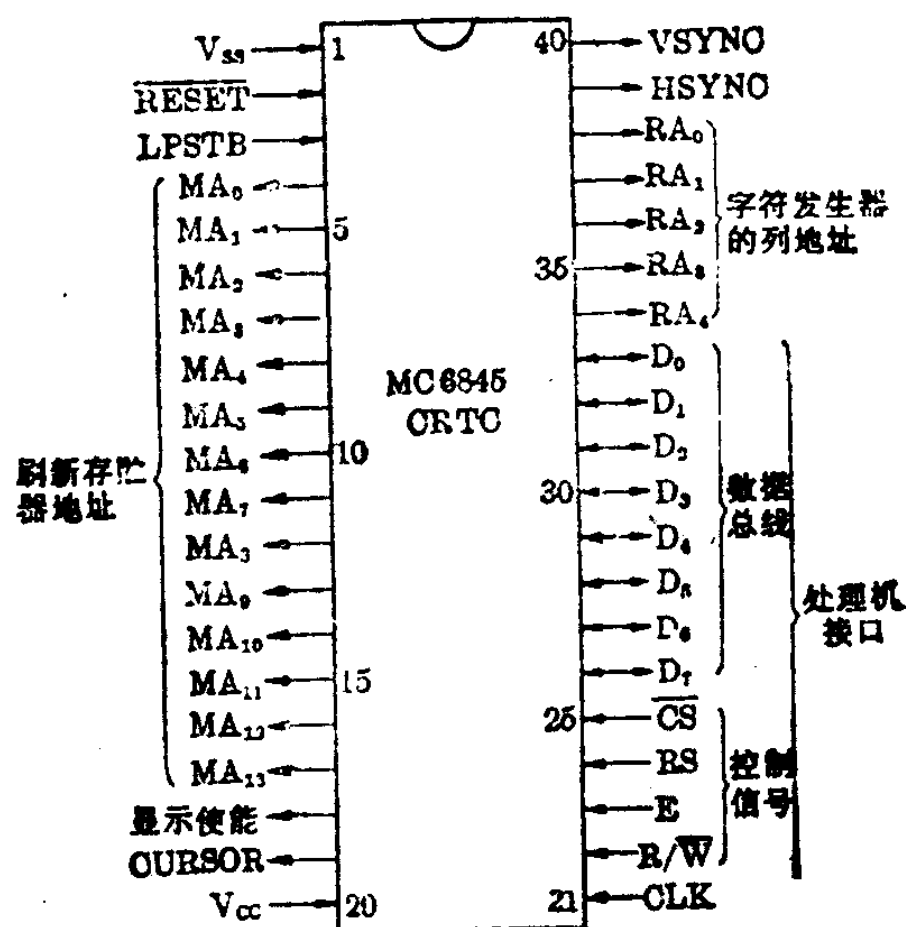


图2—2 MC6845引脚图

址 $RA_0 \sim RA_4$ 。

(1) $MA_0 \sim MA_4$ 刷新存贮器地址。这14个输出信号用来刷新CRT帧面，帧面带有存放在16K刷新存贮器块中的数据记录。

(2) $RA_0 \sim RA_4$ 光栅（扫描线）地址。用来访问字符ROM，以读出相应光栅位置的字符点阵信息。

4. 其他引脚

(1) CURSOR 光标信号，指示有效的光标位置。当内部光标寄存器内容和现行刷新地址相等时，此信号送往外部视频信号处理逻辑显示光标。

(2) CLK 时钟信号，用来同步所有的CRT控制信号，由外部时钟发生器提供（CCLK）。通常在字符显示方式CRT中表示字符的速率。时钟的负跳变有效。

(3) LPSTB 光笔选通信号。在光笔发出此信号的同时将现行刷新地址（光笔所指的行和字符的位置）存入光笔寄存器以便由CPU读出。

(4) V_{cc} +5V电源

(5) V_{ss} 接地

(6) $\overline{RES}$ 复位信号，使CRTC复位。当此信号有效时迫使CRTC进入下列状态：

(A) CRTC中的所有计数器清零，设备停止显示操作。

(B) 所有输出信号变为低电平。

(C) CRTC中的控制寄存器不受其影响保持原状不变。

§ 2.2.3 MC6845的内部构成

MC6845CRTC是由可程序的水平和垂直定时发生器、可程序的线性地址发生器、可程序的光标逻辑电路、光笔接收寄存器以及与处理机总线相连接的控制电路等组成的。图2—3是MC6845的内部功能框图。

CRTC的整个定时信号由CLK产生，CLK通常是由外部时钟发生器提供。各符合电路（CO）不断地将计数器的内容与可程序寄存器组 $R_0 \sim R_7$ 的内容相比较。对水平定时信号这部分来说，比较的结果是：

1. 由相应的寄存器（ R_1 、 R_2 、 R_3 ）的值确定水平同步信号（HS）的频率、位置和宽度。

2. 由相应的寄存器（ R_0 、 R_1 ）的值确定水平显示信号的频率、位置和宽度；水平计数器产生驱动行扫描计数器和垂直控制器的H时钟信号。扫描线计数器的内容不断地与最大扫描线地址寄存器（ R_0 ）的内容相比较，当二者一致时，则扫描线计数器复位并使垂直计数器的内容加一。

垂直计数器的内容与垂直寄存器比较。垂直同步信号（VS）的频率和位置由相应的寄存器（ R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 ）的值决定；而垂直显示信号的频率和位置则由 R_4 、 R_6 决定。这个信号和水平显示信号相与及构成显示使能（DE）信号输出。

垂直控制器电路还可产生光栅地址信号 $RA_0 \sim RA_4$ 。

线性地址发生器由CLK驱动，它根据各字符在显示帧面上的位置确定它们在存贮器中

的相对位置，产生刷新存储器地址信号 $MA_0 \sim MA_{13}$ 。这14根线可寻址多达4K字符的页面4个或2K字符的页面8个。利用起动地址寄存器就可以实现硬件卷行（最多可到16K字符）。线性地址发生器对字符点阵的每一行扫描重复地产生相同的地址序列。

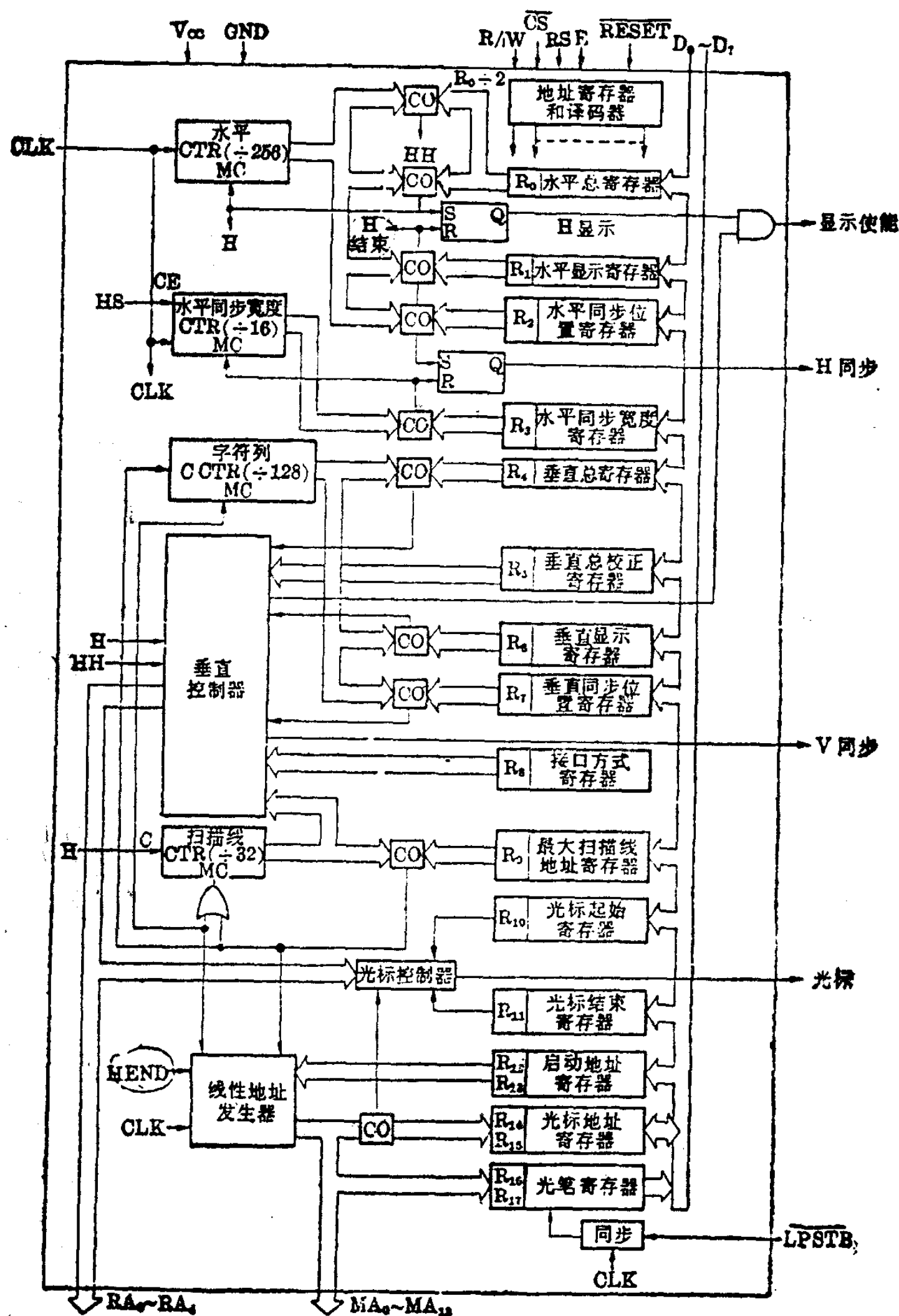


图2-3 MC6845功能框图

光标逻辑电路根据寄存器 R_{10} 、 R_{11} 、 R_{14} 、 R_{15} 的值来确定光标在帧面上的位置、大小和闪烁速率等。

处理机通过数据总线 $D_0 \sim D_7$ 和控制信号 R/W 、 $\overline{CS}$ 、 RS 和 E 对MC6845CRTC的内部寄存器进行编程。

§ 2.2.4 MC6845CRTC的内部寄存器组及其编程

CRTC内部共有19个寄存器，其中一个为地址寄存器，其他18个均作数据寄存器用。我们可以通过数据总线访问这19个寄存器。这些寄存器中大部分是只写寄存器（即其中内容不能由总线读出），只有少量是可读写的。

地址寄存器也称索引寄存器，是一个5位的只写寄存器，其中的内容是作为18个数据寄存器的间接地址（地址指针）之一。在编程时，每次向某一数据寄存器中写参数之前先要在地址寄存器中写入该数据寄存器相应的间接地址码。CPU向数据寄存器写入的参数将按地址寄存器中的指针值送到CRTC相应的数据寄存器中。通常，这是在显示子系统初始化的时候完成的。当RS和 $\overline{\text{CS}}$ 为低电平时，CPU访问地址寄存器，可通过它输出一个字节，字节中的低5位经译码可形成18个数据寄存器之一的地址。当RS为高 $\overline{\text{CS}}$ 为低时，CPU访问数据寄存器组。表2—1列出了这19个寄存器的选址及长度等有关情况。

表2—1

MC6845的内部寄存器分配

$\overline{\text{CS}}$	RS	地址寄存器	寄存器 *	寄存器组	编程 单位	读	写	位 数
		4 3 2 1 0						7 6 5 4 3 2 1 0
1	×	× × × × ×	×	—	—	—	—	/ / / / / / / /
0	0	× × × × ×	×	地址寄存器	—	无	有	/ /
0	1	0 0 0 0 0	R ₀	总水平寄存器	字符	"	"	
0	1	0 0 0 0 1	R ₁	水平显示寄存器	"	"	"	
0	1	0 0 0 1 0	R ₂	水平同步位置	"	"	"	
0	1	0 0 0 1 1	R ₃	水平同步宽度	"	"	"	/ / / /
0	1	0 0 1 0 0	R ₄	总垂直寄存器	字符行	"	"	/
0	1	0 0 1 0 1	R ₅	总垂直校正	扫描行	"	"	/ / /
0	1	0 0 1 1 0	R ₆	垂直显示	字符行	"	"	/
0	1	0 0 1 1 1	R ₇	垂直同步位置	"	"	"	/
0	1	0 1 0 0 0	R ₈	光栅扫描方式	—	"	"	/ / / / / /
0	1	0 1 0 0 1	R ₉	最大扫描线地址	扫描行	"	"	/ / /
0	1	0 1 0 1 0	R ₁₀	光标启动	"	"	"	/BP*
0	1	0 1 0 1 1	R ₁₁	光标结束	"	"	"	/ / /
0	1	0 1 1 0 0	R ₁₂	起动地址(H)	—	"	"	/ /
0	1	0 1 1 0 1	R ₁₃	起动地址(L)	—	"	"	
0	1	0 1 1 1 0	R ₁₄	光标(H)	—	有	"	/ /
0	1	0 1 1 1 1	R ₁₅	光标(L)	—	有	"	
0	1	1 0 0 0 0	R ₁₆	光笔(H)	—	有	无	/ /
0	1	1 0 0 0 1	R ₁₇	光笔(L)	—	有	无	

注：* 光标启动列寄存器的位5用来控制闪烁周期，位6用来选择闪烁或非闪烁

在内部专门用一个寄存器来分配18个数据寄存器的地址这种方法可以为CPU节约输入/输出(I/O)端口的地址数量。因为如果没有这个地址寄存器,则18个数据寄存器就需要分别占用一个I/O端口地址,而对整个系统来说I/O端口地址的数量是有限的,这对于一个拥有许多可编程器件的大系统而言有可能会出现I/O端口地址不够用的矛盾。MC6845在硬件上这种周到的考虑较好地避免了这种可能出现的问题。

18个数据寄存器分别有不同的用途,下面分别加以说明。在这18个寄存器中按其作用不同分成以下5类:

$R_0 \sim R_3$ 四个寄存器是用作水平同步控制的水平定时寄存器组。

$R_4 \sim R_6$ 六个寄存器是用作垂直同步控制的垂直定时寄存器组。

R_{10} 、 R_{11} 、 R_{14} 、 R_{15} 四个寄存器是用作光标控制的光标定时寄存器组。

R_{12} 、 R_{13} 为用作硬件卷行控制的刷新存储器起始地址寄存器组。

R_{16} 、 R_{17} 是用作光笔控制的光笔寄存器组。

下面分别对这18个数据寄存器作一介绍:

1. R_0 总水平寄存器

是8位只写寄存器,用来确定水平扫描信号HS的频率,即每一行(包括回扫时间)的字符总长度(总数),单位为字符。实际上它决定了一次水平扫描的总时间(包括水平回扫时间)。编程时 R_0 的内容 N_{ht} 应为水平总字符数减1(因为字符的编号是从0开始的)。

2. R_1 水平显示寄存器

也是8位只写寄存器,它用来确定每一行显示的字符数。实际上是 R_0 中扣除水平回扫的那部分,单位为字符。

3. R_2 水平同步位置寄存器

8位只写寄存器,以字符为单位的水平同步位置。它确定了在一行中的哪个位置上发出同步信号,以调节画面在显示屏幕上的左右位置。

4. R_3 水平同步宽度寄存器

4位只写寄存器,单位为字符,用来确定水平同步脉冲HS的宽度。通过这个寄存器的编程参数可对HS的宽度进行适当的补偿以适应多种显示器和不同的字符时钟周期。

5. R_4 总垂直寄存器

7位只写寄存器,单位为字符行。它确定垂直总字符行数(包括回扫)。编程时 R_4 的内容 N_{vt} 为实际垂直总字符行数减1。

6. R_5 总垂直校正寄存器

5位只写寄存器,单位为扫描线。它和 R_4 一起决定 V_s 的频率,其中 R_5 起调节作用,使帧频与电网的额定频率50HZ(或60HZ)相适应。

7. R_6 垂直显示寄存器

7位只写寄存器,单位是字符行。用来确定屏幕上显示的字符行数。

8. R_7 垂直同步位置寄存器

7位只写寄存器,单位为字符行。它的作用与 R_2 相似可以调节画面在屏幕上下的位置。

9. R_8 光栅扫描方式寄存器

2位只写寄存器,它用来控制光栅扫描的方式。当寄存器的两位是00或10时,表示为正常的不隔行光栅扫描方式;当寄存器的两位是01和11时,则为隔行光栅扫描方式。它们均将

每帧隔行分成两个半帧，並以垂直半帧的速度（如50HZ或60HZ）刷新每一扫描线，並保证偶数半帧相对于奇数半帧错位。其中01方式是给两个半帧均加上同样的信息，此方式称隔行同步光栅扫描方式，以增强字符读出能力。11方式是偶数半帧显示出字符的偶数行，奇数半帧显示出字符的奇数行，此方式称为隔行同步视频光栅扫描方式，它可使字符的密度增加一倍。三种不同的光栅显示扫描方式见图2—4。

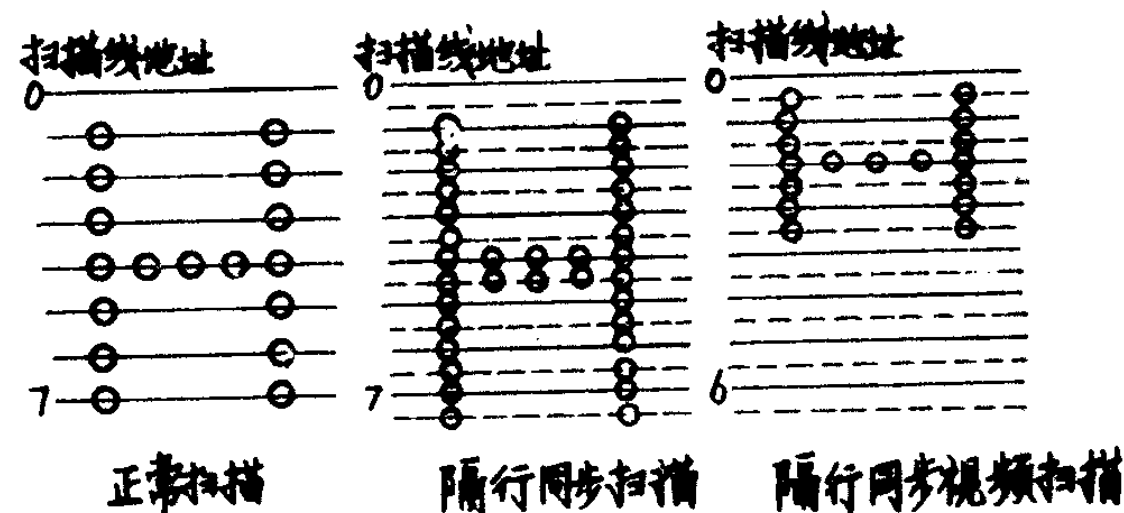


图2—4 光栅显示扫描方式

10. R_0 、最大扫描线地址寄存器

此5位只写寄存器确定每行字符的高度（扫描线数），其编程值是每行字符扫描线数减1。

以上 $R_0 \sim R_9$ 各寄存器确定了整个屏幕显示的格式。下面一些寄存器是用于光标、光笔控制和硬件卷行的。

11. R_{10} 、 R_{11} 光标寄存器

R_{10} 为光标起始（启动）寄存器，是7位只写寄存器。它的第6、5两位（BP）表示光标显示方式，决定光标有无和光标闪烁的快慢。00表示显示光标但不闪烁，01为不显示光标，10表示光标闪烁频率为垂直半帧速度的1/16，11表示光标闪烁频率是垂直半帧速度的1/32。 R_{10} 的低5位确定了光标的起始线位置。 R_{11} 是光标结束寄存器，它是一个5位只写寄存器，决定光标的终止线位置。

12. R_{12} 、 R_{13} 起始地址寄存器

R_{12} 是6位只写寄存器， R_{13} 是8位只写寄存器，二者构成一个14位的起始地址寄存器（ R_{12} 是高6位， R_{13} 是低8位）。它们存放显示缓存的起始地址，用来决定每次垂直扫描开始时显示缓存的首址，又称页顶寄存器。修改其中的内容即可实现按字符、行或页的硬件滚动。

13. R_{14} 、 R_{15} 光标寄存器

R_{14} 、 R_{15} 分别是6位和8位的可读写寄存器， R_{14} 表示高6位， R_{15} 是低8位，它们存放光标的现行显示缓存地址。CPU读取 R_{14} 、 R_{15} 的内容后可以了解光标在屏幕上的位置，以指示下一个字符存放在显示缓存中的地址。当现行刷新地址与其内容一致时，CRTC按 R_{10} 、 R_{11} 的内容输出光标信号。

14. R_{16} 、 R_{17} 光笔寄存器

R_{16} 、 R_{17} 分别是6位和8位只读寄存器，用作光笔输入控制。当CRTC收到光笔选通信号LPSTB时，CRTC地址计数器的内容就打入 R_{16}/R_{17} ，即将现行刷新地址存入 R_{16}/R_{17} 。

以便CPU读取。

§ 2—3 MC6845内部寄存器的参数设置

MC6845内部共有十九个寄存器，其中一个称为地址寄存器（或者称为索引寄存器），其他十八个为数据寄存器，用于存放CRTC工作时的初始化参数。地址寄存器是一个五位只写寄存器，它的内容作为十八个数据寄存器的间接地址。在对CRTC进行初始化编程时，每次向十八个数据寄存器中的某个寄存器中写参数之前，先要在地址寄存器中写入相应的间接地址码。CPU向数据寄存器写入的参数将按地址寄存器中的指针值送到CRTC相应的数据寄存器中。这十八个数据寄存器中， $R_0 \sim R_{15}$ 是与显示有关的； $R_{16} \sim R_{17}$ 是与光笔有关

表2—2

CRTC初始化参考表

寄存器编号	名 称	寄存器位数	单 位	编 程 参 数	
				十进制	十六进制
R_0 (只写)	水平总字符数	八 位	字 符	100	64
R_1 (只写)	水平显示字符数	八 位	字 符	80	50
R_2 (只写)	水平同步位置	八 位	字 符	84	54
R_3 (只写)	水平同步脉冲宽度	四 位	字 符	03	03
R_4 (只写)	垂直总字符行数	七 位	字符行	28	1C
R_5 (只写)	垂直总扫描线调正	五 位	扫描线	31	1F
R_6 (只写)	垂直显示字符行数	七 位	字符行	28	1C
R_7 (只写)	垂直同步位置	七 位	字符行	28	1C
R_8 (只写)	光栅扫描方式	二 位	—	02	02
R_9 (只写)	每行字符最大扫描线编号	五 位	扫描线	17	11
R_{10} (只写)	光标显示方式和光标起始地址	七 位	扫描线	79	4F
R_{11} (只写)	光标终止地址	四 位	扫描线	17	11
R_{12} (只写)	刷新存储器起始地址(高位)	六 位		00	00
R_{13} (只写)	刷新存储器起始地址(低位)	八 位		00	00
R_{14} (读写)	光标存储器地址(高位)	六 位		00	00
R_{15} (读写)	光标存储器地址(低位)	八 位		00	00
R_{16} (只读)	光笔位置(高位)	六 位			
R_{17} (只读)	光笔位置(低位)	八 位			

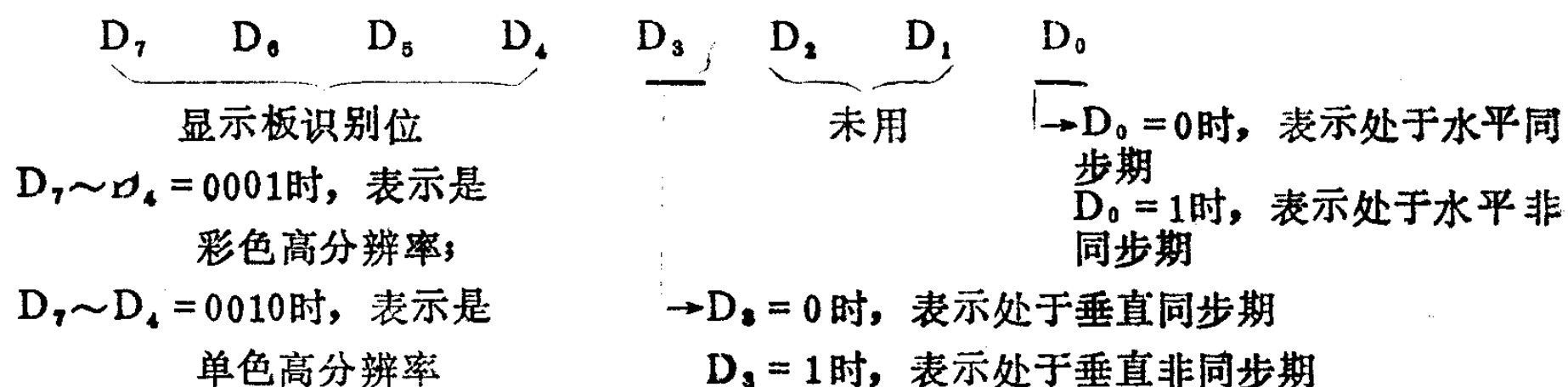
的。通常 $R_0 \sim R_{11}$ 在初始化编程时固定下来，其中 $R_0 \sim R_3$ 用于控制水平同步， $R_4 \sim R_7$ 用于控制垂直同步， $R_8 \sim R_{17}$ 用于辅助控制（例如光标、刷新、光笔等），CRTC在时钟CLK作用下，其内部符合电路不断将计数器的内容与可编程的数据寄存器的内容相比较，从而使CRTC输出相应的显示器控制信号。MC6845内部数据寄存器的参数设置是根据显示子系统的技术参数要求而定的，表2—2给出了高分辨率彩色显示适配器的编程参数。

从表2—2CRTC初始化参数表中，我们可以看出，高分辨率彩色显示适配器，在进行正常的字符显示时，每屏显示二十八行字符，每行显示八十个字符，即 80×28 字符显示。由于高分辨率彩色显示器是采用 640×504 的扫描方式，故它的最大字符点阵为 8×18 （实际字符点阵为 8×16 ），也就是说，它的每行字符扫描线编号最多为0~17。

对于CPU来讲，MC6845内部寄存器的I/O口地址只有二个，一个为地址寄存器，其端口地址为3D4H，另一个为数据寄存器，其端口地址为3D5H。

§2—4 状态寄存器

与其他显示控制适配器相类似，彩色高分辨率显示适配器上设置了一个八位的状态寄存器，它的作用是让CPU了解高分辨率显示适配器的类型（到底是彩色高分辨率，还是单色高分辨率），以及显示适配器目前所处的工作状态。状态寄存器的八位信息定义如下：



状态寄存器的I/O端口地址为3DAH，在板上的芯片位置为G12（74LS244）。

§2—5 字符显示方式寄存器

根据高分辨率显示适配器工作时CRTC的初始化编程参数，我们知道，字符显示使用的是 8×18 的点阵，因而光栅线组成的编号为0~17的计数，这就构成了28行80列的英文字符显示了。在显示汉字时，字符宽度正好为英文字符宽度的二倍，即为28行40列的汉字。每个字符的显示可以在八种颜色中选择，其背景颜色也可有八种。在字符显示方式寄存器 D_0 位的控制下，字符本身可以有加亮显示和一般显示两种亮度；同样的，其背景也有加亮显示和一般显示两种亮度，从这个意义上来说，字符颜色和背景颜色都具有十六种，见表2—3，并且还可以有闪烁和不闪烁两种状态。这样，每对应一个字符，必须还要有一个字节存放上述的显示属性，以决定它的显示特性（色彩、闪烁与否等），因而，对应每个显示字符，缓冲区中均有二个字节与之有关，一个存放字符的代码（通常存放在偶地址字节单元），一个存放字符的显示属性字，见图2—5。

表2-3

十六种可显示的颜色

序 号	I	R	G	B	颜 色
0	0	0	0	0	黑
1	0	0	0	1	兰
2	0	0	1	0	绿
3	0	0	1	1	青
4	0	1	0	0	红
5	0	1	0	1	绛红
6	0	1	1	0	褐
7	0	1	1	1	白
8	1	0	0	0	灰
9	1	0	0	1	淡兰
A	1	0	1	0	淡绿
B	1	0	1	1	淡青
C	1	1	0	0	淡红
D	1	1	0	1	淡绛红
E	1	1	1	0	黄
F	1	1	1	1	强白色

D₇
闪烁属性D₆
RD₅
GD₄
B

背景颜色

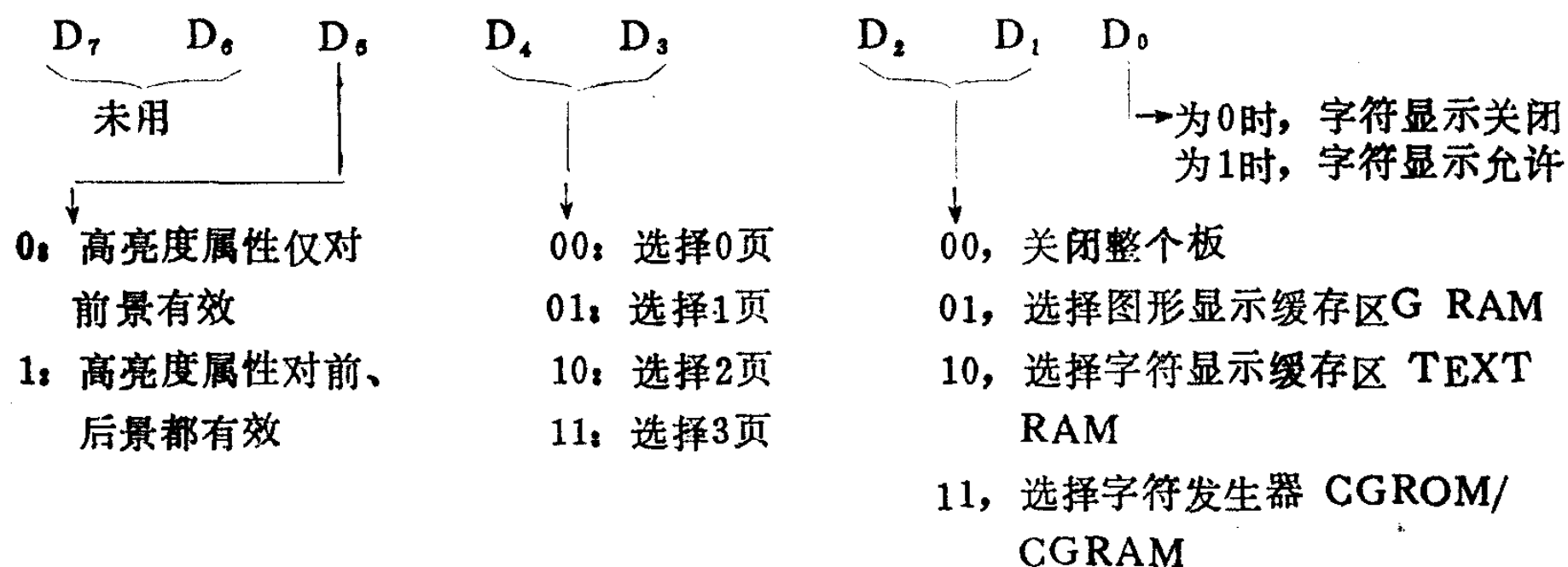
D₃
I

加亮属性

D₂
RD₁
GD₀
B

字符颜色

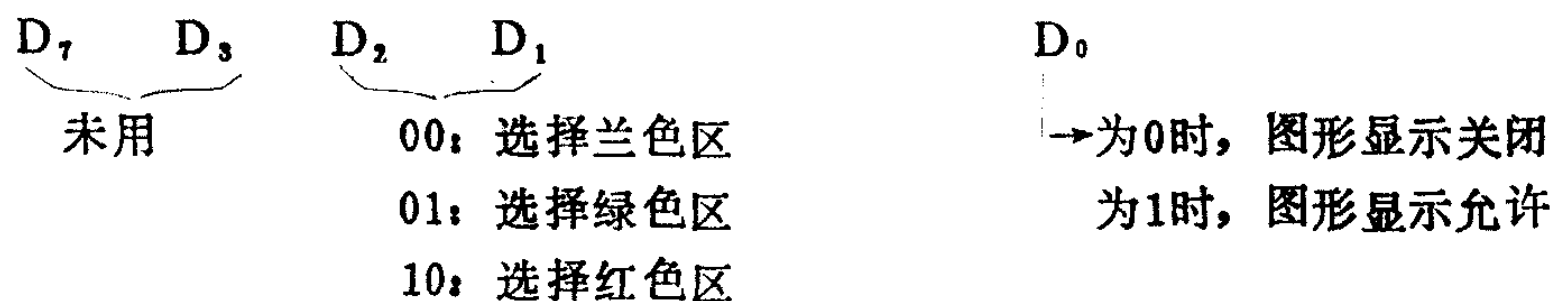
由于在彩色高分辨率显示适配上设置了16KB的ASⅠ字符显代码以及16KB的相应的字符显示属性区，（当显示汉字时，又扩展了16KB的汉字高位代码区以及16KB的第二属性区），故显示适配器的显示缓存区共可以存放四页屏面的显示代码（通常系统处于第0页显示），字符显示方式寄存器的作用就是用来指示字符显示的属性，字符显示缓存区页面的选择以及整个高分辨率显示适配器上存储器区域的选择。字符显示方式寄存器的六位信息定义如下：



字符显示方式寄存器的I/O端口地址为3DDH，在板上的芯片位置为D9（74LS174）。

§ 2—6 图形显示方式寄存器

由于屏幕上具有640×504个像素，若一位代表一个像素的话，显示缓冲存储器总计要有40KB以上的内存与之相对应，这还是显示单色的情况，如果要显示彩色的话，必须要形成红、绿、兰三种基本信号才可。因而，高分辨率显示适配器事实上采用了并列的三个48KB的内存空间，分别存有红、绿、兰三种色素的显示信息，CPU要向这图形显示缓冲区填入一幅彩色图形的对应信息时，当然也就要在这三个区中对应地填入信息才可。CPU对三个48KB区的访问是使用一个地址，通过对图形显示方式寄存器的不同设置，来对三个色区进行选择，图形显示方式寄存器只用了3D₀~D₂三位信息，其具体定义如下：



图形显示方式寄存器的I/O端口地址为3DEH，在板上的芯片位置为H5（74LS174）。

§ 2—7 字符发生器选择寄存器

在进行字符显示时，无论是显示英文字符，还是显示汉字，它们的基本构成可用下面的框图来表示（见图2—6）。高分辨率彩色显示适配器也不例外，它采用了二块ROM型的字符发生器（只读）和二块RAM型的供用户造字用的字符发生器。字符发生器选择寄存器的