

计算机实用技术系列丛书(三)

VGA 显示原理 与 256 色绘图特效

何世杰 蔡定楚 编著
江淑芬 王海潜



希望

学苑出版社

计算机实用技术系列丛书(三)

VGA 显示原理 与 256 色绘图特效

何世杰	蔡定楚	编著
江淑芬	王海潜	
杨 华	燕卫华	审校

学 苑 出 版 社

(京) 新登字 151 号

内 容 提 要

本书主要讨论 VGA 显示器的硬件原理和利用 VGA 建立特殊绘图效果的程序设计技术。全书分成两部分: VGA 及兼容显示器的硬件逻辑、VGA 256 色图形特技与卷轴设计。第一部分主要讲述显示器的工作原理、显示卡和显示存储器的结构、中文图形适配器、控制寄存器、BIOS 调用语法、VGA 编程与应用;第二部分侧重于 VGA 软件编程,主要描述卷轴与图形特技、0x13 模式图形环境制作、抓图与图形显示、图形软件简介、256 色图形编码、卷轴与键盘控制、中英文显示等。附录给出了在 Turbo C 和 Borland C++ 环境下编译与链接程序的方法以及有关的函数库源代码。

本书对 VGA 的硬件原理和软件编程介绍得比较详细,可供大中专院校师生参考,也可作为 VGA 维修人员及图形设计人员的参考书。

需要本书者,请与北京海淀 8721 信箱希望公司书刊部联系,邮政编码 100080,电话 2562329。

计算机实用技术系列丛书(三)

VGA 显示原理与 256 色绘图特效

编 著: 何世杰 蔡定楚
江淑芬 王海潜
审 校: 杨 华 燕卫华
责任编辑: 甄国宪
出版发行: 学苑出版社 邮政编码: 100036
社 址: 北京市海淀区万寿路西街 11 号
印 刷: 双青印刷厂
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 28.875 字 数: 676 千字
印 数: 1~5000 册
版 次: 1994 年 2 月北京第 1 版第 1 次
ISBN 7-5077-0777-6/TP·9
本册定价: 39.00 元

学苑版图书印、装错误可随时退换

目 录

第一部分 VGA 及兼容显示器的硬件逻辑

第一章 显示器的工作原理	3
1.1 IBM PC 系列显示器简介	3
1.2 显示系统的工作原理	4
1.3 显示存储器的结构	5
1.4 IBM PC 的兼容显示	7
第二章 显示卡和显存的结构	10
2.1 EGA/VGA 与 CGA/MDA 的区别	10
2.2 CGA/MDA 显示方式的逻辑结构	10
2.3 EGA/VGA 图形方式的显示存储结构	19
2.4 EGA/VGA 适配器的结构	24
第三章 中文图形适配器	27
3.1 014 高分辨率彩色/图形适配器	27
3.2 CEGA 中文增强型显示标准适配器	28
3.3 长城 CVGA/24 显示卡	31
第四章 EGA/VGA 的控制寄存器	37
4.1 综述	37
4.2 通用或外部寄存器	38
4.3 定序器寄存器	42
4.4 CRTC 寄存器	46
4.5 图形控制寄存器	54
4.6 属性控制寄存器	58
第五章 EGA/VGA BIOS 调用	62
5.1 EGA/VGA ROM BIOS 概述	62
5.2 EGA/VGA BIOS 调用管理	65
5.3 CEGA BIOS 功能调用说明	86
第六章 EGA/VGA 编程与应用	99
6.1 概述	99
6.2 EGA/VGA 控制寄存器和显存编程的要点	100

第二部分 VGA 256 色图形特技与卷轴设计

第七章 卷轴与图形特技简介	107
7.1 概述	107
7.2 卷轴	108

7.3	绘图特技	117
7.4	卷轴与图形特技的开发空间	118
第八章	卷轴设计的预备知识	119
8.1	设计图形程序的背景知识	119
8.2	编码式图形处理法	124
第九章	VGA 0x13 模式图形环境制作	131
9.1	直接访问显示存储器	131
9.2	设置图形显示模式	132
9.3	绘点	134
9.4	绘制矩形边框	136
9.5	绘制实心矩形	137
9.6	绘制线段	138
9.7	矩形图像	142
9.8	中空造型的画法	145
9.9	调用图形子程序	147
第十章	抓图与显示图	152
10.1	利用现有抓图工具	152
10.2	显示图	154
10.3	调色板	160
第十一章	图形软件简介与显示图形	168
11.1	探讨图形的制作方法	168
11.2	图形软件简介	168
11.3	显示 256 色的 PCX 图形	177
第十二章	VGA 256 色图形编码	184
12.1	制作编码图形的小图片	184
12.2	制作图形文件转换程序	188
12.3	地图程序编码	201
第十三章	卷轴与键盘控制	206
13.1	键盘控制	206
13.2	方格地图卷轴	210
13.3	战略游戏的背景卷轴	218
第十四章	高级卷轴处理技术	228
14.1	隐藏页图形	228
14.2	三维卷轴	234
14.3	人物走动的动画绘制	245
14.4	单一主体卷轴	249
14.5	多角色卷轴	261
第十五章	中文与英文的显示	278
15.1	英文显示原理	278

15.2	利用 ROM BIOS 中的英文字体	283
15.3	计算机中文显示	290
15.4	设计中文显示系统	295
第十六章	图形特技探讨	305
16.1	制作图形特技前的准备	305
16.2	淡入与淡出效果	307
16.3	灰度效果	319
16.4	雨状效果	327
16.5	倾斜效果	333
16.6	图形的放大与缩小	351
16.7	马赛克效果	361
16.8	调色板颜色循环	374
附录 A	程序编译与链接	392
A.1	集成环境操作说明	392
A.2	命令行的编译与链接	392
附录 B	本书函数库语法说明	394
B.1	自定义绘图函数	394
B.2	按键控制函数	398
B.3	中英文字体处理函数	399
B.4	绘图特效函数	402
附录 C	本书程序库源代码	407
C.1	自定义绘图函数 VGA256C.I	407
C.2	键盘控制函数	419
C.3	中英文字体处理函数 FONT.I	420
C.4	绘图特效函数 EFFECT.I	428
附录 D	汇编语言程序列表	440
D.1	自定义绘图函数 VGA256.I	440

第一部分

VGA 及兼容显示器的硬件逻辑

第一章 显示器的工作原理

1.1 IBM PC 系列显示器简介

1.1.1 显示器的工作方式

目前, 比较通用的显示器是采用阴极射线管(CRT)的光栅扫描显示器, 颜色是由电子束击打在 CRT 屏幕背面的荧光层上形成的。电子束不断地从左到右扫描显示屏, 与此同时, 它的亮度调制产生了显示图案。电子束必须以每秒钟 50, 60 或 70 次的速度在屏幕上连续地重画这一图案, 这个过程称为显示刷新或屏幕刷新。具体的扫描频率依赖于所用的显示适配器。

屏幕上电子束的扫描方式称为屏面。电子束从屏幕的左上角开始向右扫描, 在到达屏幕的右边缘后, 电子束被关闭(水平断开), 接着, 它又迅速地返回到屏幕的左边缘(水平回扫), 并开始进行下一行水平方向的扫描。在完成全部水平方向的扫描之后, 电子束将在屏幕的右下角结束。在此处电子束被关闭(垂直断开), 接着又迅速返回到左上角(垂直回扫), 这样下一个屏面就开始了。为了使显示区工作在线性扫描的范围内, 无论是水平方向还是垂直方向, 都有一定的“过量扫描”(overscan)。在过量扫描期间, 显存中不读出任何像素信息, 因而与回扫过程一样, CRT 处于消隐(blank)状态。只有在扫描过程中的允许显示期内, 显存才有数据被读出, 因而屏幕上才会出现相应的画面。

显示器的外部接口信号共有两组: 一组是由 CRT 控制电路提供的水平和垂直同步信号, 这些信号用来触发显示器内部的锯齿波发生器, 锯齿波将对显示器内部的偏转电路进行控制; 另一组信息是控制电子束通、断、强、弱的信号, 这些信号由显示存储器的内容和颜色表的值所决定, 它们直接影响着屏幕上画面的内容, 因而被称为图像信号或视频信号。

衡量显示器性能的两个重要指标是颜色分辨率和屏幕分辨率。颜色分辨率包括可显示的颜色总数和一次可显示的颜色数。屏幕分辨率包括物理分辨率和逻辑分辨率。物理分辨率指屏幕上横向和纵向每英寸可显示的像素数目。我们通常所说的分辨率是指逻辑分辨率, 它指整个屏幕可显示的最大像素数目, 该值等于每屏的扫描行数(垂直分辨率)与每个扫描行可显示的像素数(水平分辨率)的乘积。

显示器的帧频和行频也是两个重要的工作参数, 其关系如下:

$$\text{行频} = \text{帧频} \times \text{垂直分辨率} \times (1.5 \text{ 或 } 1.2)$$

虽然帧频和行频都有一定的可调范围, 但使用时必须与显示控制器(CRTC)输出的垂直及水平同步信号的频率相适应, 否则显示器将无法稳定地显示图像。当显示器工作在某一帧频下时, 其分辨率与通频带宽度大体上有如下关系:

$$\text{带宽} = R \times \text{帧频} \times \text{垂直分辨率} \times \text{水平分辨率} / 2$$

其中 R 为常数(约为 1.8)。由于彩色显示器有 R , G , B 三个电子枪, 所以有时它的带宽还要乘以 3。显示器的带宽决定了该显示器分辨率的上限, 它是为显卡选配显示器的一项重要指标。近两年来推出了一种多同步式的显示器, 它的行频与帧频都有很大的变化范围(受水平同步和垂直同步信号极性的控制), 因而可以与多种不同的显示控制器配接, 并在各种不同的显示方式下工作。

1.1.2 显示器的类型

根据显示器接口信号的性质和组成, 显示器可分成许多不同的类型。

1. 组合显示器

它只有一条视频输入线, 所有同步信号和视频信号都复合成串行信号, 并对显示器进行驱动。这类显示器的成本和价格较低, 质量较差, 适用于低级系统。它可以是单色的或彩色的。所有视频信号都用 NTSC(美国国家电视系统委员会)的编码标准在一条线上编码。这种显示器的分辨率一般较差, CGA 是唯一支持组合视频的 IBM 视频适配器(CGA 也支持数字显示器)。

2. 数字(TTL)显示器

一般有十六种颜色输入线, 可选择其中之一。当一种颜色线被选定(ON)之后, 该颜色就显示在屏幕上。这类显示器可显示 2^n 种颜色, 其中 n 是屏幕上颜色线的条数。在早期的个人计算机上, 一般使用的就是这类显示器。EGA 支持数字显示器。数字显示器可分成三种:

(1) 单色: 只有一种颜色, 可显示暗、亮与加亮三种亮度。

(2) 16 色 RGBI: R , G , B 分别控制红、绿、蓝三原色的亮度, I 控制是否加亮。

(3) 64 色 RrGgBb: 红、绿、蓝分别由 2 位控制, 各有 4 种亮度, 组合成 64 种颜色。

3. 模拟显示器

有三种模拟颜色输入线(红、绿、蓝), 加在每个输入线上的电压级决定了出现在屏幕上的颜色的数量, 因而其颜色能力是无限的。

模拟显示器可以分成两种:

(1) 单色: 根据视频信号的电平大小而有多种不同的灰度。

(2) 彩色: 根据 RGB 三原色视频信号的大小而有多种不同的颜色。

VGA 支持模拟显示器, 它允许进行彩色和单色模拟, 并比老式的数字显示器更加灵活。VGA 的全部操作方式都被支持, 当把一种彩色方式用在单色显示器上时, 彩色将变成灰度。单色方式也能在彩色显示器上使用。

1.2 显示系统的工作原理

显示系统的工作原理见图 1.1, 它由五部分组成, 其中显示存储器是整个显示系统的

核心，它存放着需要在屏幕上显示的图形的映像(image)，这个映像是一个与屏幕画面上的每个实际点(像素)一一对应的矩阵，矩阵中的每个元素就是像素的值，这个矩阵称为“位图(bitmap)”。显示存储器又叫影像存储器(video RAM)、位图存储器或帧缓冲器(frame buffer)。为了使屏幕上的图形能够持续地进行显示，显示存储器中的内容需要不断地被读出并被送给监视器，使得画面能以一定的频率进行刷新。因此，显示存储器往往也称为刷新存储器(refresh memory)。显示存储器的结构随着显示方式的变化而变化。

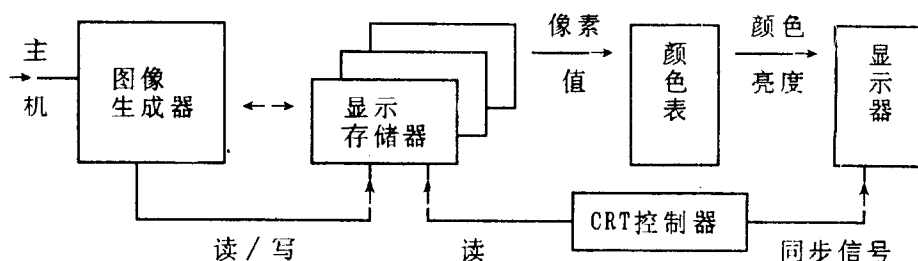


图 1.1 显示系统的组成

颜色表用来定义像素的颜色，它根据像素的值从表中查出其颜色的定义，然后对 CRT 中红、绿、蓝三原色的亮度进行控制，从而产生各种不同的颜色。由于颜色表可以由程序进行装入和修改，因此它有多种功能和用途。

整个显示系统的工作原理如下：

(1) 根据主机送来的绘图命令，图像生成器把图绘制在显存中，即在显存中生成所要显示的画面。

(2) CRT 控制器一方面产生水平和垂直同步信号并发送给显示器，使 CRT 电子束不断地自上向下、自左向右地进行扫描，从而形成光栅，另一方面又根据电子束在屏幕上的行、列位置，自动计算并生成显示存储器中的相应地址，并不断地读出显存中的位图数据。

(3) 查完颜色表后，从显存中读出的像素值转换成红、绿、蓝三原色的亮度值。在不使用颜色表的显示器中，像素值直接就是三原色的亮度值。

(4) 颜色亮度信号也叫作图像信号或视频信号，它控制着 CRT 电子束的通、断、强、弱，从而在屏幕上形成一帧与显存中所存映像相对应的可见显示画面。

为了使屏幕上显示的画面不产生闪烁，上述(2)至(4)步应反复执行。一般要求 CRT 的帧频为 50~60 帧/秒，高性能显示器的帧频为 60~70 帧/秒。

1.3 显示存储器的结构

显存中存放着被显示图形的位图，因此，显示器的分辨率越高，所需要的存储器容量就越大。另外，由于 CRT 控制器需要不断地访问显存以读出其中的内容，使 CRT 屏幕上的画面以一定的频率进行刷新，所以显存的工作速度比较高，且随着屏幕分辨率和帧频而变化。由于在 CRT 刷新的同时，图像生成器随时可能向显存中写入或读出新的内容，

因此从理论上讲，显存是一个大容量、高速度的双端口随机存取读/写存储器。为了符合多种实际使用的要求，显存的逻辑结构有各种不同的形式。

1.3.1 文本方式与图形方式下的显示存储器

通常，字符在屏幕上的显示方式有两种：图形方式与文本方式。图形方式下每个字符的点阵以位图的形式直接存放在显示存储器内，因而字符可以以像素为单位在屏幕上任意定位，也可以随意改变单个字符的大小、方向或字符串的方向，但编辑和修改操作比较麻烦。

在文本方式下，显存中存放的是字符代码(ASCII 码或汉字代码)及其属性(加亮、闪烁、下划线等)。字形点阵信息一般存放在字符发生器(ROM)中。显示器借助从显存中流出的字符代码和 CRTC 提供的扫描行号码从字符发生器中读出字形信息，并送到 CRT 屏幕上。文本方式的显存中信息比较紧凑、整齐，编辑和修改操作能高速进行，但格式死板，字符属性较少。

1.3.2 单色与彩色显示的显示存储器

对于单色显示，一般每个像素值只用一位来表示，屏幕上整个画面的位图信息集中存放在显示存储器的一个体(bank)中。对于彩色显示或单色多灰度显示，每个像素值需要用多个二进制位来表示，这时，显存有两种组织方法：组合像素结构和位平面结构。在组合像素结构中，画面上每个像素的所有位均集中存放在单个存储体中，见图 1.2 中的左图。

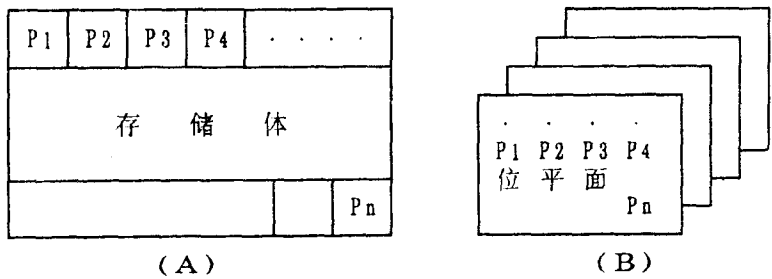


图 1.2 组合像素结构与位平面结构

在位平面结构中，每个像素各自存放在被称为位平面的不同存储体中。由于使用了多个存储体，因而可以一次读出更多的像素信息，这就降低了对显存工作速度的要求，所以位平面方式的显存结构在中、高性能的图形显示器中较为常见。从图 1.2 中的右图可知，如果位平面的数目为 n ，则屏幕上一次可同时显示的不同颜色数就是 2^n 。

1.3.3 分页显示

显示存储器的容量往往比屏幕画面上的位图要大得多，也就是说，显存中可以同时存放多幅画面的位图。这时，显存区域被划分成若干页面，每个页面存放一幅位图。由于物理屏幕只有一个，因此一次只能显示其中某一个页面(通过 CRTC 的分屏功能，有时屏幕上可同时显示两个以上的页面)。正在显示的页面称为工作页面或活动页面(active page)，

也称为当前页面，其它页面称为非工作页面。通过 CRTC 的控制，工作页面与非工作页面可以进行快速切换。另外，页面的大小可以划分得比屏幕位图大得多，甚至可以是整个显示存储器。这样，从程序员的角度来看，可显示的画面要远大于实际的物理屏幕，此时物理屏幕仅仅是一个窗口，它显示出来的不过是全部画面的一部分。通过 CRTC 的上、下滚屏和左、右滚屏功能，用户可以看到显示存储器中的整个画面。

1.4 IBM PC 的兼容显示

通常，MDA 或 Hercules 配接单色显示器 MD，CGA 配接彩色显示器 CD，EGA 配接增强型彩色显示器 ECD，VGA 配接模拟显示器。各种显示器基本上是与相适应的适配器相继推出的。表 1.1 给出了 IBM PC 的兼容显示。

表 1.1 IBM PC 兼容显示器一览表

显示器	兼容 适配器	颜色 种 数	文 本 分辨率	图 形 分辨率	扫 描 速 率
单 色	MDA Hercules EGA	2	80×25	720×350 720×348 640×350	Vert-50Hz Hor-15.8KHz
彩 色	CGA EGA	16	40×25 80×25	320×200 640×200	Vert-60Hz Hor-15.8Hz
增 强 彩 色	CGA EGA	64 色 中的 16	40×25 80×25	320×200 640×200 640×350	Vert-60Hz Hor-15.8Hz 21.8KHz
多同步 数 字	CGA EGA	64 色 中的 16	40×25 80×25	320×200 640×200 640×350	可变
多同步 模 拟	VGA	256K 色 中的 256	80×25	640×480 800×600	可变
VGA 彩色 显示器	VGA	256K 色 中的 256	40×25 80×25	320×400 640×400	Vert-70Hz Hor-31.5KHz
VGA 单色 显示器	VGA	256K 色 中的 256	40×25 80×25	320×350 640×350 720×350 720×400 640×480	Hor-31.5KHz Vert-70Hz

前面介绍的显示方式和对应的显示器有多种类型，为了使应用软件视频接口标准化，IBM 定义了一套关于 EGA 和 VGA 的标准操作方式。现将各种方式及与之相适应的显示器列举如下，见表 1.2 和表 1.3。

表 1.2 IBM 标准视频方式

方 式	类 型	颜色数	分辨率	字 符	兼 容 显 示 器
0, 1	彩色文本	16	40×25	8×8	CD, ED, VGA 多频率
0*, 1*	彩色文本	16	40×25	8×14	ED, VGA 多频率
0+, 1+	彩色文本	16	40×25	9×16	VGA 多频率
2, 3	彩色文本	16	80×25	8×8	CD, ED, VGA 多频率
2*, 3*	彩色文本	16	80×25	8×14	ED, VGA 多频率
2+, 3+	彩色文本	16	80×25	9×16	VGA 多频率
4, 5	彩色图形	4	320×200		CD, ED, VGA 多频率
6	彩色图形	2	640×200		CD, ED, VGA 多频率
7	单色文本	2	80×25	8×14	VGA 单色
7+	单色文本		80×25	9×16	VGA 单色
8, 9, A	PCjr				
D	彩色图形	16	330×200		CD, ED, VGA 多频率
E	彩色图形	16	640×200		CD, ED, VGA 多频率
F	彩色图形		640×350		MD, VGA 单色
10	彩色图形	16	640×350		ED, VGA 多频率
11	彩色图形	2	640×480		VGA 多频率
12	彩色图形	16	640×480		VGA 多频率
13	彩色图形	256	320×200		VGA 多频率

表 1.3 VGA BIOS 支持的显示方式

方 式	类型	颜 色	字 符 格 式	缓 冲 区 开始地址	字 符 大 小	页 数	帧 频	分 辨 率	双 行 扫 描	仿 真 方 式
0, 1	A / N	16 / 256K	40×25	B8000H	8×8	8	70HZ	320×200	是	CGA
2, 3	A / N	16 / 256K	80×25	B8000H	8×8	8	70HZ	640×200	是	CGA
2*, 3*	A / N	16 / 256K	80×25	B8000H	8×14	8	70HZ	640×350	否	EGA
2+, 3+	A / N	16 / 256K	80×25	B8000H	9×16	8	70HZ	720×400	否	VGA
4, 5	APA	4 / 256K	40×25	B8000H	8×8	1	70HZ	320×200	是	CGA
6	APA	2 / 256K	80×25	B8000H	8×8	1	70HZ	640×200	是	CGA
7	A / N	—	80×25	B0000H	9×14	8	70HZ	720×350	否	MDA
7+	A / N	—	80×25	B0000H	9×16	8	70HZ	720×400	否	VGA
D	APA	16 / 256K	40×25	A0000H	8×8	8	70HZ	320×200	是	EGA
E	APA	16 / 256K	80×25	A0000H	8×8	4	70HZ	640×200	是	EGA
F	APA	—	80×25	A0000H	8×14	2	70HZ	640×350	否	EGA
10	APA	16 / 256K	80×25	A0000H	8×14	2	70HZ	640×350	否	EGA
11	APA	2 / 256K	80×30	A0000H	8×16	1	60HZ	640×480	否	VGA
12	APA	16 / 256K	80×30	A0000H	8×16	1	60HZ	640×480	否	VGA
13	APA	256 / 256K	40×25	A0000H	8×8	1	70HZ	320×200	是	VGA

注：A / N 表示字符数字方式，这种方式下显示存储器内存放着显示字符的 ASCII 码和属性，这是和图形显示方式的最根本的区别。

APA 方式也称为图形显示方式。在这种方式下，显示存储器中所存放的是屏幕上每个像素的亮度或颜色信息。

图 1.3 列出了几种显示方式的屏幕结构，以便比较。

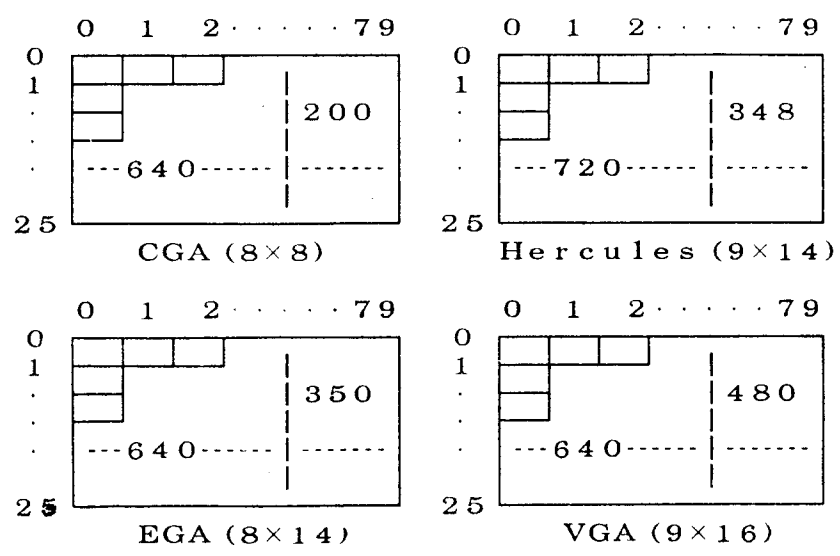


图 1.3 四种显示方式的屏幕结构

第二章 显示卡和显存的结构

2.1 EGA / VGA 与 CGA / MDA 的区别

EGA / VGA 与 CGA / MDA 之间的主要区别如下:

(1) 字符调用方式

在文本方式下, CGA / MDA 字符发生器被装在 ROM 中, 一般只有一套字符集; EGA / VGA 不使用字符发生器 ROM, 而是将字符发生器数据装入显示存储器的位平面 2 中. EGA / VGA 的显存位平面 2 最大为 64K, 最多可装入 4 / 8 种字符集(EGA 可装入 4 种, VGA 可装入 8 种, 但最多只能同时激活两种), 装入字符集的方式是通过调用 EGA / VGA 显示 BIOS 的 INT 10H 功能 17(11H)来实现的.

(2) VRAM 与屏幕映象

CGA / MDA 的屏幕与 VRAM 的映象关系为非线性关系, 而 EGA / VGA 的屏幕与 VRAM 的映象关系为线性关系.

(3) CRT 控制器的寄存器

CGA / MDA 适配器一般采用 MC6845 CRT 控制器, 它的内部寄存器与 EGA / VGA CRT 控制器的寄存器有以下区别:

序号	MC6845 寄存器	EGA / VGA 寄存器
1	水平同步位置	开始水平空白
2	同步宽度	结束水平空白
3	垂直总计	开始水平回扫
4	垂直总计修正	结束水平回扫
5	垂直显示	垂直总计
6	垂直同步位置	溢出
7	接口方式 / 偏移	预置行扫描

2.2 CGA / MDA 显示方式的逻辑结构

IBM PC 系列微机大多使用总线插入式显示器, 通过更换显示适配器及显示器, 用户可以使用不同类型、不同功能的显示系统. IBM 公司和其它兼容产品制造商为用户提供了多种类型的显示产品, 其中彩色图形显示卡 CGA 和单色字符显示卡 MDA 是 IBM 公司为 PC 机推出的第一批显示标准, 它们性能良好, 价格低廉, 因而得到广泛使用. 此外, 其它计算机公司生产的显示产品, 如 Hercules, Corlor 400 及我国自己研制的长城 0520CH(014), 由于既与 CGA 或 MDA 兼容, 又在某些性能方面有了改进, 因而在国内也有许多用户.

2.2.1 CGA 的显示方式与逻辑结构

CGA 是 IBM 的第一种 PC 图形显示器标准。它的兼容硬件较多, 价格便宜, 配套软件十分丰富, 因而使用较为广泛。CGA 的分辨率等性能指标较低, 主要用于办公自动化(OA)、计算机辅助教学(CAI)以及计算机游戏等对图形质量要求不太高的领域。

CGA 的主要性能指标如下:

- (1) 分辨率: 640×200 或 320×200
- (2) 颜色种类: 2~16
- (3) 字符显示的屏幕格式: 80×25 或 40×25
- (4) 字符点阵: 8×8

1. CGA 的显示方式

CGA 一共有 7 种显示方式, 其中有 4 种是文本方式(方式 0~3), 3 种是图形方式(方式 4~6)。表 2.1 列出了各种 CGA 显示方式的主要参数, 其中方式寄存器 MR 的值是各显示方式下的标准值。方式 0 与方式 1、方式 2 与方式 3、方式 4 与方式 5 的显示特性几乎完全一样, 只是由于连接的监视器是单色或彩色, 才使得可显示颜色数目有所不同。

表 2.1 CGA 的显示方式

方式	类型	分辨率	字符数/屏	字符点	颜色	页面数	MR 的值
0	文本	320×200	40×25	8×8	2	8	2CH
1	文本	320×200	40×25	8×8	16	8	28H
2	文本	640×200	80×25	8×8	2	4	2DH
3	文本	640×200	80×25	8×8	16	4	29H
4	图形	320×200	40×25	8×8	4	1	2AH
5	图形	320×200	40×25	8×8	2	1	2EH
6	图形	640×200	40×25	8×8	2	1	1EH

方式 0 和方式 1 下每屏可显示 40 列 $\times$ 25 行字符, 共有 8 个显示页可供选择, 每个字符使用 8 位编码, 可同时显示 256 种不同的字符, 每个字符显示在一个 8×8 点阵的字符块中。此外, 每个字符有 8 位属性, 它的底色有 8 种, 前景色有 16 种(单色方式除外), 并可具有闪烁属性, 边框色可从 16 种颜色中选出。方式 2 和方式 3 下每屏可显示 80 列 $\times$ 25 行字符, 有 4 个显示页, 其它参数与方式 0 及 1 相同。

CGA 的 3 种图形方式中, 方式 6 的分辨率为 640×200 , 每个像素只有一位(BIT), 它仅能取 1 或 0 值, 即前景色或底色, 前景色可以从 16 种颜色中选出。方式 4 和方式 5 的分辨率为 320×200 , 每个像素用 2 位(BIT)表示, 屏幕上可同时出现 4 种颜色。由于方式 5 连接的是单色监视器, 所以它实际上只能显示 2 种颜色, 其它参数与方式 4 相同。在图形方式下, 除了可以显示以像素为单位的图形外, 还可以显示字符。CGA ROM 中只有 ASCII 字符集中的前 128 个字符, 后 128 个字符的点阵数据必须由操作系统提供或由用户自己定义。使用 MS DOS 的 GRAFTABL 命令可以装入 ASCII 字符集中的后 128