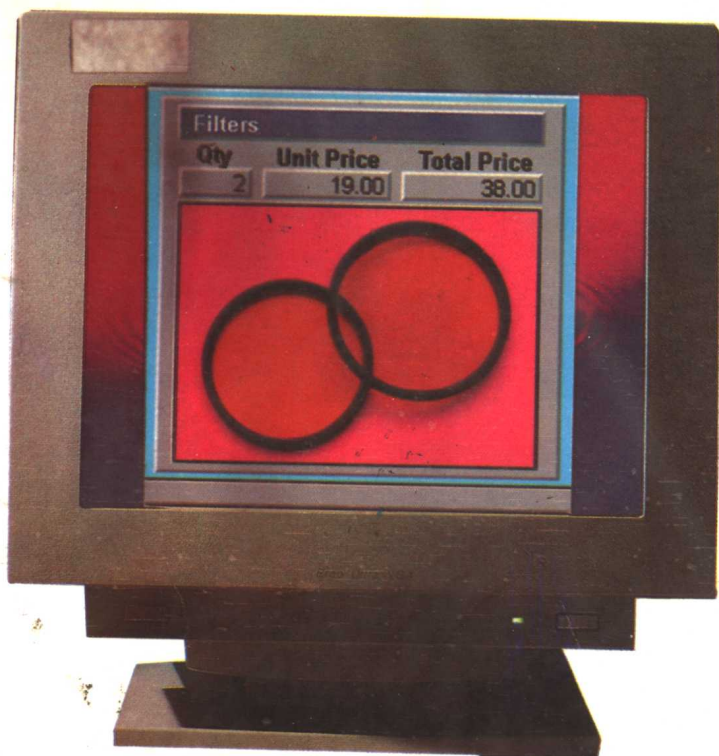




北京希望电脑公司

李晓中 麻信洛 编著
徐文军 张景生

微型计算机 显示方式 与 编程指南

海洋出版社



北京希望电脑公司计算机技术丛书

微 型 计 算 机 显 示 方 式 与 编 程 指 南

李 晓 中 麻 信 洛
徐 文 军 张 景 生 编 著

希 望 审 校

海 洋 出 版 社

1993 · 北京

内 容 简 介

本书基于 IBM-PC 系列微机显示模式的发展过程及当今社会应用的需要,介绍了微机常用显示器、显示卡的结构和原理,说明了各种显示方式的运用,重点阐述了 EGA、VGA、CEGA、CVGA 的应用及编程,并给出了比较典型的编程实例。

本书内容丰富、简明扼要、由浅入深、系统性好,可供广大微机用户与科技人员,及相关专业的院校师生参考使用。

另外,向为本书录入、校对、编辑工作付出辛勤劳动的谭健强,董淑兰,王美池同志致谢。

需要本书的用户请直接与北京 8721 信箱联系,邮编 100080,电话 2562329。

(京)新登字 087 号

微 型 计 算 机 显 示 方 式 与 编 程 指 南

李晓中 麻信洛 编著

徐文军 张景生
希 望 审校

海洋出版社出版(北京市复兴门外大街1号)

海洋出版社发行 北京市星海印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:9.125 字数:200千字

1993年8月第一版 1993年8月第一次印刷

印数:1-5000册

ISBN 7-5027-3780-4/TP·219

定价:15.00元

目 录

第一章 IBM-PC 的显示适配器

第一节 微机显示卡发展简史	1
第二节 IBM-PC 显示适配器	2
第三节 几种附加的显示适配器	4

第二章 IBM-PC 系列微机的显示器和显示方式

第一节 IBM-PC 系列微机的显示器	6
第二节 显示系统的工作原理	8
第三节 显示存贮器的结构	9
第四节 IBM PC 的兼容显示	10

第三章 显示卡的硬件结构和显存结构

第一节 EGA/VGA 与 CGA/MDA 的主要区别	13
第二节 CGA/MDA 显示模式的逻辑结构	14
第三节 EGA/VGA 图形模式的显示存贮结构	22
第四节 EGA/VGA 适配器硬件组成结构	28

第四章 中文图形显示适配器

第一节 014 高分辨率彩色/图形显示适配器	31
第二节 CEGA 中文增强型显示标准适配器	32
第三节 长城 CVGA/24 显示卡	35

第五章 EGA/VGA 的控制寄存器

第一节 综述	41
第二节 通用或外部寄存器	42
第三节 定序器寄存器	46
第四节 CRTC 寄存器	50
第五节 图形控制寄存器	57
第六节 属性控制寄存器	61

第六章 EGA/VGA BIOS 编程调用

第一节 EGA/VGA ROM BIOS 概述	66
第二节 EGA/VGA BIOS 调用管理	69
第三节 CEGA BIOS 功能调用说明	88

第七章 EGA/VGA 编程与应用

第一节	概述	102
第二节	EGA/VGA 控制寄存器和显存编程的要点	103
第三节	EGA/VGA 硬件编程举例	106
第四节	BIOS 编程举例	136

第一章 IBM PC 的显示适配器

第一节 微机显示卡发展简史

自从计算机出现以来,计算机用户对显示系统的要求越来越高。微机显示适配器通称显示卡,在众多科技人员“勤奋+科学+应用”的创新精神的努力下,显示卡一代代翻新,永无止境。目前,众多的电脑公司纷纷推出高性能的显示卡。计算机显示卡的发展使人们在个人计算机上编制图形软件成为可能。无论你编制什么样的图形软件,功能强大的图形卡会帮助你在显示屏幕上创造出精美的图像。

在早期的微计算机系统上,使用的是单色显示卡MDA和HERCULES及彩色图形卡CGA卡。MDA是为单色显示器设计的,可显示 25×80 的文本,分辨率达 720×350 。由于MDA不具备图形功能,所以HERCULES公司在MDA的基础上推出了能兼容单色图形显示的HERCULES(大力神)显示卡。CGA显示卡使得在微机屏幕上显示彩色/图形成为可能。CGA可显示分离的红、蓝、绿信号,也可显示混合的视频信号,还可以显示以点绘制的图形以及ASCII码字符,其分辨率可达 640×200 。

MDA、HERCULES和CGA卡在诸如PC/XT等机器上得到了成功的应用,特别是HERCULES,在单色文本方式下,屏幕显示分辨率亦相当令人满意。CGA在计算机显示方式的发展历史上具有重要的地位和作用,也为彩色/图形卡的发展奠定了基础。但MDA、CGA存在着明显的缺陷和不足,它们的显示分辨率低下和彩色种类的单调已不能适应计算机的性能发展和人们的使用要求。

因为早期发表的CGA(COLOR GRAPHICS ADAPTOR)分辨率太低,颜色太少,IBM公司为基于PC(PERSONAL COMPUTER)和PS/2(PERSONAL SYSTEM/2)的系列微机开发了EGA和VGA图形标准。

随着高档微机的推出,IBM于1984年推出了更先进、功能更强的新一代图形显示标准EGA和图形显示卡EGA卡,可兼容早期的MDA/CGA方式,还可以在单色显示器上显示以点绘制的图形,可产生16色的 640×350 的图形,其分辨率比CGA要高,更重要的是EGA同时显示的文字和图形远比CGA清晰,能使许多高级软件发挥其功能。从此,EGA变成了PC机上广为流行的彩色图形标准。许多图形软件都支持于EGA图形卡。

IBM公司于1987年又发表了“视频图形阵列”即VGA卡,它首先安装在PS/2的50,60,80型的母板上。该图形卡标准向下兼容EGA,并增加了许多新的功能。其中最重要的是适配器寄存器的可读性,而大部分的EGA的寄存器是不可读的。VGA的程序设计界面和EGA相似,许多对EGA编写的程序不经修改即可在VGA上运行,其分辨率比EGA高,文本方式下为 720×400 ,图形方式下为 640×480 ,它可以从调色板中同时产生256种颜色。其它 $800\times 600/16$ 色, $800\times 600/256$ 色, $1024\times 768/16$ 色的VGA卡花样翻新,图形功能更强,使得微机可显示各种色彩缤纷的彩色画面。

EGA卡(ENHANCED GRAPHICS ADAPTOR CARD)和VGA卡(VIDEO GRAPHICS ARRAY CARD)。这两种图形卡都遵循良好的图形标准。这些标准有助于使基于其上

的软件有兼容的硬件基础。这意味着您编制的软件可以在所有配制 EGA 和 VGA 的计算机上运行。在较长时间内不会过时,仍可以使用。当新的图形卡发表之后。您只需了解一下其在 EGA/VGA 标准上所扩展的功能就行了。

第二节 IBM PC 显示适配器

一、MDA 单色显示卡

早先的 IBM PC 是以 IBM 单色显示器和单色适配器(MDA)一起配置的。MDA 只有文本功能,无图形功能。

MDA 的屏幕分辨率为 720×350 (高于 EGA 的 640×350),可显示 80×25 文本,字符点阵为 9×14 ,字符质量较好。如果彩色和图形不需要的的话,配有 MDA 适配器的单色显示器将以相对低的价格提供清晰的单色文本。MDA 的显示存贮器为 5KB,CRT 控制器为 MC6845。

二、HERCULES 大力神单色显示适配器

此种显示方式兼容于 MDA 方式,又扩充了单色图形显示功能,其分辨率为:

字符方式: 80 列 $\times$ 25 行 (9×14 字符框点阵)

图形方式: 720 点 $\times$ 348 线高分辨率(两页)

该显示方式可连接分离视频信号或者合成(NTSC)信号监视器。显存容量为 32KB,CRTC 也是 MC6845。

三、CGA(COLOR GRAPHICS ADAPTOR)方式

标准彩色/图形适配器,是 IBM PC 的第一个图形显示标准。在选择彩色视频功能时,可提供一个灵活的接口,可连接 RGB 监视器,合成彩色监视器以及合成单色监视器(NTSC)。具有下列工作方式:

字符方式 40 列 $\times$ 25 行(黑白/彩色)

80 列 $\times$ 25 行(黑白/彩色)

图形方式 320 $\times$ 200 中分(4 色,二个调色板)

640 $\times$ 200 高分(二色)

标准 CGA 的字符点阵为: 8×8 字符框 (640×200),在单/彩双频显示卡上因有 MDA 方式,故 CGA 的字符点阵有:

9×14 字符框 (720×350)

8×13 字符框 (80×25 文本方式)

18×14 字符框

17×13 字符框

CGA 的显存为 16KB。CRT 控制器为 MC6845。

四、EGA(Enhanced Graphics Adaptor)方式

增强型彩色/图形适配器。它是一种双频显示适配器,它的分辨率为 640×350,与它相对应适配的显示器(ECD)的分辨率也为 640×350。它可提供更多的彩色(颜色总数为 64 种,每屏最多可同时显示 16 种)。

EGA 的文本模式通过一个增强字符集来改善,这里的一个字符单元是 8×14 字符框(即文本方式下:80 列×25 行)。它提供的文本显示几乎(但不完全)可与单色 MDA 文本质量相媲美,而且不会出现 CGA 中发现的屏幕闪烁问题。EGA 具有的操作模式允许驱动彩色显示器(CD),并能执行某些 CGA 软件。ECD 能够与 CGA 连接并自动地转换为 CD 的分辨率工作(640×200),因此,EGA 支持的显示模式有:

640×200,320×200 与 CGA 向下兼容

640×350 EGA 标准模式

为了适应更高分辨率的发展趋势,目前市场上已出现了适合多种模式的多频率显示器,例如像 SONY,汤普森,三菱,CASPER 等。这类显示器,通常以 EGA 的分辨率开始(640×350),可上升到 640×400,640×480,800×600,1024×768 或者更高。

这些显示器除了它们的分辨率优势之外,多频率显示器也提供比 ECD 更多的彩色。大多数的多频率显示器也与 VGA 兼容。

像 CGA 与大力神(Hercules)图形适配器兼容问题一样,EGA 与 CGA 有着同样的兼容问题,由此便派生出多种兼容性的双频/多频显示卡。在支持 EGA 方式的情况下也支持 CGA/MDA 等。

EGA 的显存容量为 256KB,分为 4 个位平面,并有一张 16×6 位的颜色表,CRT 控制器 5 到 6 块 VSLI 芯片组成。

五、VGA(VIDEO GRAPHICS ADAPTER)

视频图形适配器(阵列),它可以做在系统母板上,也可以独立的插卡形式使用。VGA 的显存量为 256KB 或 512KB,与之相匹配的显示器也叫 VGA,是一种高分辨率的模拟 RGB 的彩色显示器或是高分辨率的用灰度表示彩色信号的单色模拟显示器。前面我们讲的几种显示器一般都是 TTL(数字)显示器(具有十六种颜色)或 NTSC(组合显示器)。VGA 单/彩色显示可以互换(显示卡相同)即单色显示器可以运行彩色软件,反之亦然。

VGA 显示方式的分辨率:

320×200(仿真 CGA)

640×350(仿真 EGA)

640×480(标准 VGA)

VGA 增强的显示方式有:

- ①. 文本方式: 单色和 16 色 720×400
- ②. 文本方式: 16 色 360×400
- ③. 图形方式: 2/16 色 640×480
- ④. 图形方式: 256 色 320×200

所有 200 线, VGA 都采用二次扫描技术扩充为 400 线。由于 VGA 性能好且成本并不高, 因此已在各种 PC286 和 PC386 机上广泛使用, 许多与 VGA 保持兼容的且性能又有所改进的产品也正在不断出现。

六、TVGA 彩色图形显示器

TVGA 是美国 Trident Microsystems 公司开发的 VGA 兼容显示适配器, 它与 VGA 在寄存器级上完全兼容同时也有 Hercules 仿真模式, 显存容量为 256KB 或 512KB, 分辨率有多种选择: 640×350/256 色, 640×400/256 色, 640×480/256 色, 800×600/16 色, 1024×768/16 色。许多常用的软件如 AutoCAD、Lotus、Wordstar 和 MS—Windows 等均可以在它的高分辨率模式下运行。

第三节 几种附加的显示适配器

一、COLOR400 显示适配器

COLOR400 是美国 Sigma 公司的产品, 它与 CGA 保持兼容, 但分辨率可达 600×400 并有 16 种彩色, 显存容量为 128KB, 分成 4 个位平面。CRT 控制器为 MC6845。

二、MCGA (MATICOLOR GRAPHICS ARRAY)

CGA 又称多色图形阵列, 是和 VGA 一起为 PS/2 系列个人系统设计的最主要的两种适配器。MCGA 在功能上与 CGA 相似并向下兼容 CGA, 而 VGA 在功能上和 EGA 相似。MCGA 直接安装在母板上, 需要使用模拟式彩色显示器。MCGA 提供了和 VGA 类似的增强功能, 包括下装字符集和附加的显示模式。MCGA 的分辨率有:

640×480	二种颜色
320×200	16 种颜色
字符框:	8×16

MCGA 拥有 256 个彩色寄存器, 和 VGA 的彩色寄存器一样, 它们以每色 6 位寄存器, 存贮三种基本色 R G B 可以提供 256K 种颜色。

VGA 的颜色寄存器见后面的有关章节。

三、PGA (PROFESSIONAL GRAPHICS ADAPTOR)

专用图形适配器(PGA)无论在分辨率、速度性能、及成本上都是继 EGA 之后的又一次飞跃。PGA 图形模式提供的分辨率为 640×480 。

PGA 可同时显示 256 种颜色,PGA 比 EGA/VGA 都出色的地方是显示卡上是自带处理器。这个处理器可以不用 PC 主机板上的处理器(8088,8086,80286,80386)的情况下,完成许多图形功能。IBM 是通过一个带 8088CPU 的 6845 图形控制器实现 PGA 适配器的。它可提供 256 种颜色,颜色寄存器长 12 位,红、绿、蓝各占 4 位,这样 PGA 最多可有 4096 种可能的颜色。文本方式与 CGA 兼容。字符框点阵为 16×8 ,PGA 不支持下装字符集。

四、IBM 8514/A 显示适配器

这个适配器可插入 PS/2 微通道辅助视频扩展总线。它提供了大量可和 VGA 并行使用的图形功能,还提供了图形编程接口。这意味着程序无需对适配器直接操作,而只需要用 BIOS 调用就可完成一系列工作。该显示卡有两种可能的内存配制,最高可达 1024×768 分辨率,每像素 4 位或 8 位二进制。颜色调色板和 VGA 相似。每种基本颜色占 6 位,共提供 18 位合成色。 $(2=256K)$ 故有 256K 种可能的颜色。

该卡的先进的图形功能包括允许用户做位块传送,画线,模型产生,颜色控制,裁剪等操作。

模式:

34 行 $\times$ 85 列	扫描线	640×480	字符框	8×14
38 行 $\times$ 85 列	扫描线	1024×768	字符框	12×20
51 行 $\times$ 146 列	扫描线	1024×768	字符框	7×15

五、ARTIST 图形显示适配器

ARTIST 图形显示适配器系列产品具有屏幕大、分辨率高的优点,例如 ARTIST #1 型分辨率为 $1024 \times 1024/16$ 色(隔行扫描),ARTIST Plus 分辨率为 $1024 \times 768/16$ 色(逐行扫描),它们均采用 NEC7220 图形 CRT 控制器芯片,显示存贮器为 512KB,这些显示适配器虽不与 CGA、EGA 和 VGA 等兼容,但配有图形子程序库,可以支持许多图形应用软件。

六、AGC 图形显示适配器

AGC 图形显示适配器是美国 IMAGRAPH 公司开发的彩色图形显示适配器系列产品,分辨率高达 1024×1024 (逐行扫描),颜色总数为 256 种,显存容量为 1MB,CRTC 也采用日立公司的 HD63484,画图及光栅操作速度相当快,可以支持许多 CAD 软件运行。如果加配了该公司的仿真配件板 SCGA 或 SEGA,则还可与 CGA 或 EGA 兼容。

第二章 IBM—PC 系列微机的显示器和显示方式

第一节 IBM—PC 系列微机的显示器

一、显示器工作原理

目前通用的显示器是采用阴极射线管(CRT)的光栅扫描显示器,彩色是由电子束击打在 CRT 屏幕背面的荧光涂层上形成并发光的。电子束不断地从左到右扫描显示屏幕,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 次在屏幕上连续地重画这一图案,这个过程被叫作显示刷新或屏幕刷新。具体的扫描频率要依赖于所用的显示适配器。

屏幕上电子束的扫描模式被称为屏面。电子束从显示屏幕左上角开始,向右扫描,在达到屏幕的右边沿后,电子束被关闭(水平断开)接着,迅速地返回到屏幕左边沿(水平回扫)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。在这一点电子束被关闭(垂直断开),接着又迅速返回到左上角(垂直回扫),这样下一个屏面又可以开始了。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,因而与回扫过程中一样,CRT 处于消隐(Blank)状态。只有在扫描过程中的允许显示期内,显存才有数据读出,因而屏幕上才有相应的画面出现。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;第二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的画面内容,因此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它的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。物理分辨率指的是屏幕上横向或纵向每英寸可显示的像素数目。我们通常所说的分辨率指的是逻辑分辨率它指的是整个屏幕可显示的最大像素数目,它等于每屏的扫描线数目(垂直分辨率)与每条扫描线可显示的像素数目(水平分辨率)的乘积。

显示器的帧频和行频也是它的两个重要的工作参数,其关系为:

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

虽然帧频和行频都有一定的可调节范围,但使用时必须与显示控制器 CRTC 输出的垂直和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时,它的分辨率与它的通频带宽度大体有如下关系:

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

其中 R 为常数(约 1.8)。彩色显示器由于有 R、G、B 三个电子枪;所以有些广告上它的

带宽通常还乘以 3。显示器带宽决定了该显示器分辨率的上限,它是为显示卡选配显示器的一项重要指标。

近两年来有一种多同步制式的显示器开发成功,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,在各种不同的显示模式下进行工作。

二、显示器的分类

根据显示器接口信号的性质和组成,显示器有许多不同的类型,分类如下:

1. 组合显示器:

它只有一条视频输入线。所有同步信号、视频信号复合成串行信号进行对显示器进行驱动,成本低、质量差。它可以是单色的,或者是彩色的。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。此种显示器价格一般比较低,适用于低版级的系统中。这种显示器分辨率一般较差,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)。视频输入线上编码全部彩色数据的过程限制了显示器的分辨率,即使是低级计算机的图形应用,对于分辨率的要求,也超过了高质量的电视接收能力。因此一般家用电视机是不能代替它的。

2. 数字(TTL)显示器

一般有十六种彩色输入线,选择其中一种。当一种彩色线被选定(ON)后,该彩色则显示在屏幕上。在这类显示器上能显示的种类为 2^n 种,其中 n 是屏幕上彩色线的条数。在早期的个人计算机上,一般使用的是这类显示器。EGA 支持数字显示器。

数字显示器可分为三种:

- (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:

有三种模拟彩色输入线(红 绿 蓝),加在每个输入线上的电压能级决定了出现在屏幕上的那种彩色的数量。由于彩色能力的无限性,模拟 RGB 被认为是一种优越的显示器方式。

模拟式显示器可分为两种:

- (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颜色。

VGA 支持模拟显示器,VGA 允许进行彩色和单色模拟,它比老式的数字显示更加灵活。每种显示都支持 VGA 的全部操作模式,当一种彩色模式用在单色显示器上,则彩色变成灰度。单色模式也能在彩色显示器上使用。

第二节 显示系统的工作原理

一、结构与原理

显示系统的工作原理图见图 2-1,它由五个部分组成,其中显示存贮器是整个显示系统的核心,它存放着需要在屏幕上显示出来的图形的映象(Image),这个映象是与屏幕画面上的每个实际点(像素)——对应的一个矩阵,矩阵中的每个元素就是像素的值,这个矩阵称为“位图”(Bitmap)。所以,显示存贮器又叫影象存贮器(Video RAM)、位图存贮器或者帧缓冲器(Frame Buffer)。为了使显示屏幕上的图形能够持续地进行显示,显示存贮器的中内容需要不断地反复读出并送到监视器去,使得画面能以一定的频率进行刷新。因此显示存贮器往往也称为刷新存贮器(Refresh Memory)。显示存贮器的结构随着显示方式的变化而有多种变化。

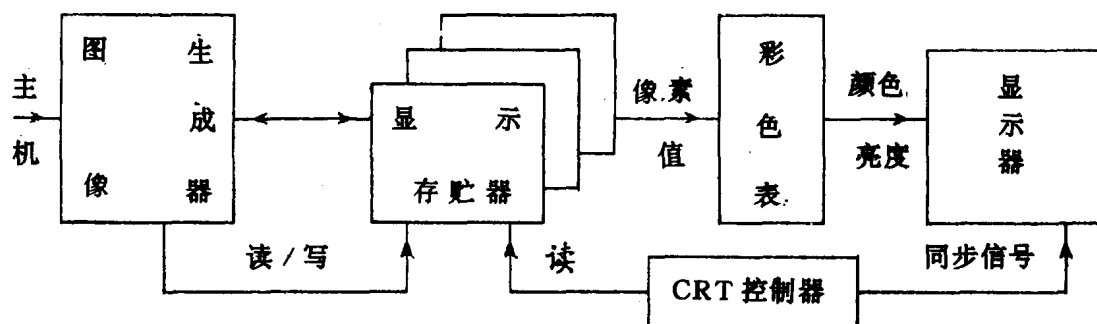


图 2-1 显示系统的组成

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 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)图像生成器根据主机发送来的画图命令,把图画在显存中,在显存中生成所显示画面的位图。

(2)CRT 控制器一方面产生水平和垂直同步信号送到显示去,使 CRT 电子束不断地自上而下、自左向右地进行扫描,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贮器中的相应地址,不断地读出显存中的位图数据。

(3)显存中读出的像素值经过查颜色表后,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,从而在显示屏幕上形成一帧与显存中所存映象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,上述第(2)到第(4)步应反复进行。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。

第三节 显示存贮器的结构

显存中存放着被显示图形的位图。因此,显示分辨率越高,所需要的存贮器容量就越大,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。又由于在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显示内容。因此,从原理上来说,显存是一个大容量高速度的双端口随机存取读写存贮器。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和变化。

一、文本模式与图形模式下的显示存贮器

通常,一个字符在屏幕上的显示方式有两种:图形模式与文本模式。图形模式下每个字符的点阵以位图的形式直接存放在显示存贮器中,因而字符的显示位置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、方向或字符串的走向,但编辑修改操作比较麻烦。

文本模式下显存中存放的是字符的编码(ASCII 码或汉字代码)及其属性(加亮、闪烁、下横线等),其字形的点阵信息一般存放在字符发生器中(ROM),当显示器工作时,通过从显存读出的字符代码和 CRTC 提供的扫描线号码,从字符发生器中读出字形信息,送到CRT 屏幕上去显示。文本方式的显存中信息比较紧凑整齐,编辑修改操作能高速进行,但格式死板,字符属性太少。

二、单色与彩色显示的显示存贮器

单色显示时,每个像素一般只用1 位来表示,屏幕上整个画面的位图信息集中存放在显示存贮器的一个体(Bank)中。

对于彩色显示或单色多灰度显示时,每个像素值需要使用多个二进位来表示。这时,显存有两种组织方法:组合像素结构和位平面结构。

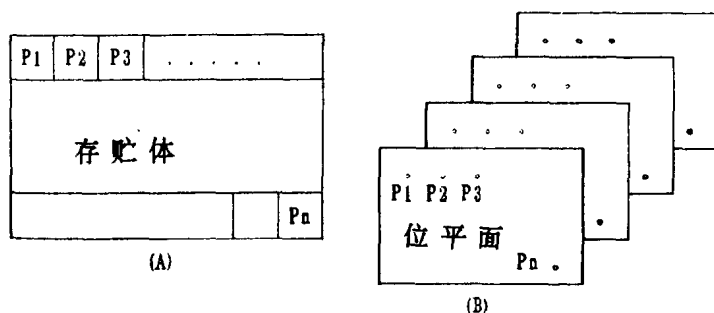


图 2-2 组合像素结构与位平面结构

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贮体中,见图 2-2 (A)。

在位平面结构中,像素的每一位各自存放在被称为位平面的不同的存贮体中。由于使用了多个存贮体,它们可以一次同时读出更多的像素信息,降低了对显存工作速度的要求,所

以位平方式的显存结构在中、高性能的图形显示器中得到广泛采用。由图 2-2(B)可见,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的数目就是 2^n 。

三、显示存贮器的分页

显示存贮器的容量往往设计得比屏幕画面的位图大得多,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页面)。正在显示的页面称为工作页面或活动页面(Acrive Page),或者称为当前页面,其它页面为非工作页面。通过 CRTC 的控制,工作页面与非工作页面可以进行快速的切换。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贮器。这样,从程序员的角度来看,可输出显示的畫面将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、下滚行和左、右称屏功能,用户可以看到显示存贮器中的整个画面。

第四节 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。下面列表给出 IBM-PC 的兼容显示

表 2-1 IBM-PC 兼容显示一览表

显 示 器	兼 容 适 配 器	彩 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	Vert—70Hz Hor—31.5KHz

我们前面介绍的显示模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 定义了一组关于 EGA 和 VGA 的标准操作模式。现将各种模式与之相适配的显示器列举如下。见表 2-2 和 表 2-3

注: A/N 表示字符数字模式,这种方式下显示存储器存放着 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显示器屏幕上的每个像素的亮度或颜色信息。

表 2-2 标准 IBM 视频模式

模 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 2-3 VGA BIOS 支持的显示模式

模	类型	彩 色	字 符 格 式	缓冲区 起始地址	字符框 大 小	页 数	帧 频	分辨率	双 行 扫 描	边 线	仿 真 模 式
0, 1	A/N	16/256K	40×25	B8000H	8×8	8	70HZ	320×200	YES	NO	CGA
2, 3	A/N	16/256K	80×25	B8000H	8×8	8	70HZ	640×200	YES	YES	CGA
2*, 3*	A/N	16/256K	80×25	B8000H	8×14	8	70HZ	640×350	NO	NO	EGA
2+, 3+	A/N	16/256K	80×25	B8000H	9×16	8	70HZ	720×400	NO	YES	VGA
4, 5	APA	4/256K	40×25	B8000H	8×8	1	70HZ	320×200	YES	NO	CGA
6	APA	2/256K	80×25	B8000H	8×8	1	70HZ	640×200	YES	YES	CGA
7	A/N	---	80×25	B0000H	9×14	8	70HZ	720×350	NO	YES	MDA
7+	A/N	---	80×25	B0000H	9×16	8	70HZ	720×400	NO	YES	VGA
D	APA	16/256K	40×25	A0000H	8×8	8	70HZ	320×200	YES	NO	EGA
E	APA	16/256K	80×25	A0000H	8×8	4	70HZ	640×200	YES	YES	EGA
F	APA	---	80×25	A0000H	8×14	2	70HZ	640×350	NO	YES	EGA
10	APA	16/256K	80×25	A0000H	8×14	2	70HZ	640×350	NO	YES	EGA
11	APA	2/256K	80×30	A0000H	8×16	1	60HZ	640×480	NO	YES	VGA
12	APA	16/256K	80×30	A0000H	8×16	1	60HZ	640×480	NO	YES	VGA
13	APA	256/256K	40×25	A0000H	8×8	1	70HZ	320×200	YES	YES	VGA

图 2-3 中列出了几种显示方式的屏幕构造,以示比较。

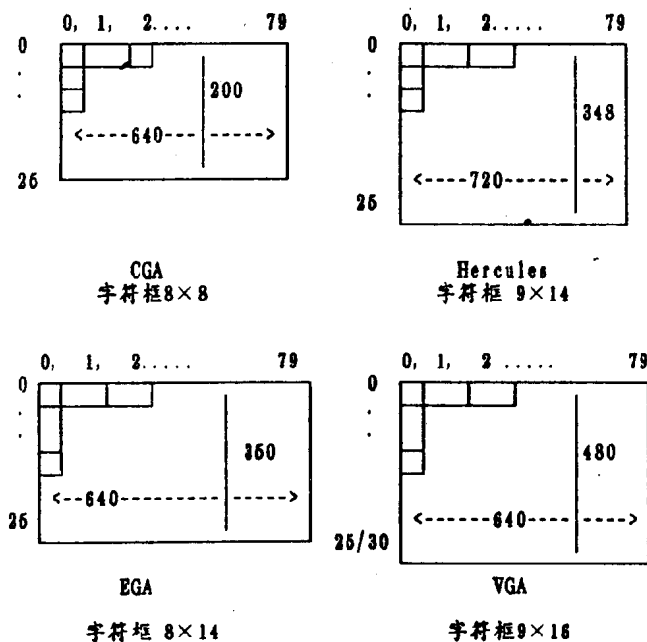


图 2-3 四种显示方式的屏幕构造