

# PC机显示器原理 及软硬件分析

董鹤梁 编著

PC JI XIANSHIQI  
YUANLI JI  
RUANYINGJIAN FENXI

DONGHELIANG BIANZHU  
HUADONG LIGONG DAXUE  
CHUBANSHE

华东理工大学出版社

# PC 机显示器原理及软硬件分析

董鹤梁 编著

华东理工大学出版社

沪新登字208号

责任编辑 袁明辉  
封面设计 范峤青  
责任校对 潘金黄

**PC 机显示器原理及软硬件分析**

董鹤梁 编著

华东理工大学出版社出版

(上海市梅陇路130号)

新华书店上海发行所发行

开本 16 印张 12.125 字数 300 千字

1993年10月 第1版 1993年10月第1次印刷

印数 1—5000册

ISBN 7-5628-0405-2 / TP · 44 定价9.00元

# 前 言

PC机一经问世，就获得了惊人的发展，而作为它的最重要外部设备之一的显示器，亦相得益彰，发展迅速。然而不平衡之处在于：论述PC机系统软硬件的著作层出不穷，精彩纷呈，但有关系统地阐述PC机显示器原理、结构及软硬件的书籍却不多见。有鉴于此，很早以前就想撰写一本论述PC机显示器的专著，却由于种种原因未能如愿。

近几年来，PC机在图形领域的应用突飞猛进，不仅突出了显示器的重要地位，也进一步推动了新一代显示器的研制。显示器在分辨率、彩色度及智能化三大领域获得了长足的进步：新一代显示器的分辨率已高达 $1024 \times 1024$ ，显示图形之精细令人瞠目；色彩种数已达几百种甚至上千种，再由于采用了模拟信号接口，使图形的色彩逼近自然色；新一代智能型显示卡的研制成功，它的硬件所具备的丰富绘图指令，使计算机图形辅助设计人员欣喜不已……。卓越的成果呈现在眼前，清楚的展示必须迎头赶上、有所建树。然而意欲在PC机领域的这一重要分支有所建树，就必须把前人的成果学到手，解剖它几个器件，把它们的软硬件来龙去脉弄个清楚明白。在这强烈的动机驱动下，终于花了两年的时间，陆陆续续的写就了本书。从基础着手，着眼于发展，就是编写本书的宗旨。

本书共分五章。第一章介绍PC机显示系统的概貌，先入个门。第二章分析PC机显示器的基本原理，为后面几章的软硬件分析打个基础。第三、四章解剖PC机显示系统中的两个典型显示卡：MDA卡和CGA卡，重点解剖它们的硬件结构和具体线路，在此基础上，阐述了它们的程序设计方法。第五章，解剖视频BIOS的十六个模块，学习这个优秀系统软件胜读十本编程语法书，重点分析它们的程序设计思想和编程技巧。窃以为，倘真把它们的软硬件学深吃透，着眼于未来就有了一个比较殷实的基础。

本书是基础篇，倘条件许可，将续写发展篇。

本书部分章节由逸丽、亚明编写。

由于作者水平限制和成书仓促，不足之处甚多，错误也当难免，敬请专家、同行、读者指正。

## 内 容 提 要

本书是论述PC机显示系统的一本专著。

它从阐述显示器基本原理着手,由浅入深地分析了字符显示和图形显示的原理及其显示过程。硬件方面,书中详细介绍了PC机显示器典型卡种MDA卡和CGA卡的硬件结构和具体实施线路;在软件编程方面,作者着力剖析了系统软件视频BIOS,即对INT10H视频功能调用的16个模块,不仅列举了它们的功能和调用方法,还对每个功能程序一一作了详细剖析,编制了程序流程图,阐明了程序编制技巧。读者不仅可从本书获得PC机显示器的系统知识,还可深入探究汇编程序精彩纷呈之妙处。具备数字电路基本知识和汇编语言基础的读者,倘欲涉足显示器领域,不妨一读。

本书可供大专院校有关专业师生作教学参考用书,而对广大微机用户,尤其是从事图像显示研究,CAD开发及显示器维修等专业人员,也是一本适宜的参考用书。

# 目 录

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| <b>第一章 显示系统概述</b> .....      | ( 1 )  |
| 第一节 显示系统组成.....              | ( 1 )  |
| 一 显示系统的组成.....               | ( 1 )  |
| 二 显示系统的显示模式.....             | ( 2 )  |
| 三 视频BIOS.....                | ( 4 )  |
| 第二节 显示卡简介.....               | ( 4 )  |
| 一 显示卡的分类.....                | ( 4 )  |
| 二 各种显示卡性能简介.....             | ( 6 )  |
| <b>第二章 PC 机显示器基本原理</b> ..... | ( 8 )  |
| 第一节 CRT光栅扫描显示器.....          | ( 8 )  |
| 一 彩色CRT系统结构.....             | ( 8 )  |
| 二 视频驱动和色彩控制.....             | ( 9 )  |
| 三 光栅扫描.....                  | ( 9 )  |
| 第二节 CRT显示器的性能参数.....         | ( 12 ) |
| 一 显示分辨率.....                 | ( 12 ) |
| 二 颜色.....                    | ( 13 ) |
| 第三节 字符显示原理.....              | ( 16 ) |
| 一 字符显示基本原理.....              | ( 16 ) |
| 二 字符发生器ROM和字形点阵.....         | ( 17 ) |
| 三 字符显示器电路组成.....             | ( 19 ) |
| 四 屏幕显示参数的计算.....             | ( 21 ) |
| 第四节 MC6845CRT控制器.....        | ( 22 ) |
| 一 MC6845 芯片引脚信号.....         | ( 22 ) |
| 二 MC6845 内部寄存器及其功能.....      | ( 23 ) |
| 三 MC6845芯片内部逻辑结构和原理.....     | ( 27 ) |
| 四 MC6845寄存器的读写操作.....        | ( 29 ) |
| <b>第三章 单色字符显示器</b> .....     | ( 31 ) |
| 第一节 MDA显示器的性能指标和组成原理.....    | ( 31 ) |
| 一 性能指标和主要特点.....             | ( 31 ) |
| 二 MC6845的初始化参数.....          | ( 31 ) |
| 三 MDA显示器组成原理.....            | ( 32 ) |
| 四 显示RAM的存储安排.....            | ( 34 ) |
| 第二节 显示RAM的构成和地址通道.....       | ( 35 ) |
| 一 显示RAM的组织结构.....            | ( 35 ) |

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| 二 显示RAM的读写操作.....                 | ( 37 ) |
| 三 地址选择器.....                      | ( 37 ) |
| 第三节 CPU和MDA卡间的数据通道.....           | ( 38 ) |
| 一 CPU访问MC6845及两个寄存器的数据通道.....     | ( 38 ) |
| 二 CPU对显示RAM的读写数据通道.....           | ( 38 ) |
| 第四节 MDA卡各端口地址译码器.....             | ( 40 ) |
| 一 MC6845端口地址.....                 | ( 40 ) |
| 二 方式控制寄存器和状态寄存器端口地址.....          | ( 42 ) |
| 三 各类门控信号.....                     | ( 42 ) |
| 第五节 定时电路.....                     | ( 43 ) |
| 一 时钟信号电路.....                     | ( 43 ) |
| 二 字符发生器ROM的控制信号电路.....            | ( 45 ) |
| 三 CPU访问显示RAM的读写信号电路.....          | ( 45 ) |
| 四 多路地址开关信号 + CACS CCLK电路.....     | ( 47 ) |
| 第六节 字符显示和属性控制.....                | ( 48 ) |
| 一 字符显示电路.....                     | ( 48 ) |
| 二 字符属性码及其控制作用.....                | ( 50 ) |
| 三 前景和背景控制电路.....                  | ( 50 ) |
| 四 闪烁和加亮控制电路.....                  | ( 52 ) |
| 五 接口驱动电路.....                     | ( 53 ) |
| 第七节 MDA卡的程序设计.....                | ( 53 ) |
| 一 直接编程诸要素.....                    | ( 54 ) |
| 二 清除屏幕程序 CLRSCR.....              | ( 55 ) |
| 三 查询显示状态程序.....                   | ( 55 ) |
| 四 显示一个字符程序 WRICHAR.....           | ( 57 ) |
| 五 在屏幕上显示不同属性的字符程序 DISATTCH.....   | ( 57 ) |
| 六 小型视频驱动程序 DISDRI.....            | ( 59 ) |
| <b>第四章 彩色字符 / 图形显示器 CGA</b> ..... | ( 65 ) |
| 第一节 CGA显示器的性能指标和组成原理.....         | ( 65 ) |
| 一 性能指标和主要特点.....                  | ( 65 ) |
| 二 CGA显示器的显示模式.....                | ( 66 ) |
| 三 MC6845的初始化参数.....               | ( 67 ) |
| 四 CGA显示器的组成原理.....                | ( 67 ) |
| 五 显示RAM的存储安排.....                 | ( 69 ) |
| 六 显示属性.....                       | ( 73 ) |
| 第二节 显示RAM的构成和地址通道.....            | ( 74 ) |
| 一 显示RAM的组织结构.....                 | ( 74 ) |
| 二 显示RAM的读和写.....                  | ( 75 ) |
| 三 显示RAM的地址通道.....                 | ( 77 ) |

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| 第三节 CGA卡各端口的地址译码器.....         | ( 77 )         |
| 一 MC6845端口地址.....              | ( 77 )         |
| 二 寄存器各端口地址.....                | ( 79 )         |
| 三 各类门控信号.....                  | ( 79 )         |
| 第四节 CPU和CGA卡间的数据通道.....        | ( 80 )         |
| 一 CPU访问MC6845及其它各寄存器的数据通道..... | ( 80 )         |
| 二 CPU对显示RAM的读写数据通道.....        | ( 80 )         |
| 第五节 定时电路.....                  | ( 80 )         |
| 一 各类时钟信号电路.....                | ( 82 )         |
| 二 读写显示RAM的地址锁存信号电路.....        | ( 86 )         |
| 三 CPU访问显示RAM的读写信号电路.....       | ( 87 )         |
| 四 CRTIC读显示RAM时的时序控制信号电路.....   | ( 88 )         |
| 第六节 字符和图形的显示过程.....            | ( 90 )         |
| 一 串行像点信息的形成.....               | ( 90 )         |
| 二 方式控制寄存器及其控制电路.....           | ( 92 )         |
| 三 彩色编码器控制信号电路.....             | ( 94 )         |
| 四 彩色编码器及彩色像点信号的形成.....         | ( 97 )         |
| 第七节 CGA显示卡的程序设计.....           | ( 99 )         |
| 一 直接编程诸要素.....                 | ( 99 )         |
| 二 模式设置程序SETMODE.....           | ( 100 )        |
| 三 写彩色字符程序WRITECHAR.....        | ( 102 )        |
| 四 字符屏幕滚动程序SCRESCR.....         | ( 106 )        |
| 五 高分辨率图形模式6下的画点程序SETPIX 6..... | ( 110 )        |
| 六 图形模式4下的画点程序SETPIX 4.....     | ( 113 )        |
| <b>第五章 BIOS中的显示程序分析.....</b>   | <b>( 118 )</b> |
| 第一节 系统BIOS中的显示程序导析.....        | ( 118 )        |
| 一 INT10中断调用功能及出入口参数.....       | ( 118 )        |
| 二 BIOS的数据区分析.....              | ( 120 )        |
| 三 显示器工作参数表.....                | ( 123 )        |
| 四 VIDEO_IO程序的引导段程序.....        | ( 124 )        |
| 第二节 控制功能模块分析.....              | ( 127 )        |
| 一 0号模块 SET_MODE.....           | ( 127 )        |
| 二 1号模块 SET_CTYPE.....          | ( 131 )        |
| 三 2号模块 SET_CPOS.....           | ( 133 )        |
| 四 5号模块 ACT_DISP_PAGE.....      | ( 135 )        |
| 五 11号模块 SET_COLOR.....         | ( 136 )        |
| 第三节 查询功能模块分析.....              | ( 138 )        |
| 一 15号模块 VIDEO_STATE.....       | ( 138 )        |
| 二 3号模块 READ_CURSOR.....        | ( 139 )        |

|   |              |                       |         |
|---|--------------|-----------------------|---------|
| 三 | 4号模块         | READ_LPEN.....        | ( 140 ) |
|   | 第四节          | 字符处理功能模块分析.....       | ( 144 ) |
| 一 | 8号模块         | READ_AC_CURRENT.....  | ( 144 ) |
| 二 | 9号模块         | WRITE_AC_CURRENT..... | ( 147 ) |
| 三 | 10号模块        | WRITE_C_CURRENT.....  | ( 149 ) |
| 四 | 6号模块         | SCROLL_UP.....        | ( 150 ) |
| 五 | 7号模块         | SCROLL_DOWN.....      | ( 154 ) |
| 六 | 14号模块        | WRITE_TTY.....        | ( 157 ) |
|   | 第五节          | 图形模式下的功能模块和子程序分析..... | ( 161 ) |
| 一 | 12号模块        | WRITE_DOT.....        | ( 161 ) |
| 二 | 13号模块        | READ_DOT.....         | ( 163 ) |
| 三 | 像点块上滚子程序     | GRAPHICS_UP.....      | ( 165 ) |
| 四 | 像点块下滚子程序     | GRAPHICS_DOWN.....    | ( 168 ) |
| 五 | 图形模式下的写字符子程序 | GRAPHICS_WRITE.....   | ( 172 ) |
| 六 | 图形模式下的读字符子程序 | GRAPHICS_READ.....    | ( 180 ) |
|   | 参考文献.....    |                       | ( 185 ) |

# 第一章 显示系统概述

## 第一节 显示系统组成

80年代初,美国IBM公司自推出PC机以来,各种类型的PC机得到了迅速的普及和应用。与此同时,作为PC机重要外部设备之一的显示器也相应的被研制成功。显示器实际上是整个显示系统的简称,最初,它只能显示简单的黑白字符,即便有的显示器具备了某种图形显示功能,但显示的图形很不精细,颜色只有很少的几种,色彩很单调,图形质量较差。但随着PC机显示系统的迅速发展,到目前为止,新一代显示系统不仅具有较强的图形显示功能,色彩相当丰富,颜色已达256种,而且图形显示越来越精细,较好地满足了CAD系统、计算机桌面印刷系统的需要。因此较为系统的学习和探讨显示系统的软硬件结构,就越来越成为计算机工作者的一门重要课题。

### 一、显示系统的组成

显示系统由监视器和显示卡两部分组成,监视器和显示卡必须配套使用。

#### 1. 监视器 (Monitor)

监视器是一个屏幕显示装置,它的功能是在屏幕上显示文字和图形。监视器的结构和电视机类似,核心是阴极射线管(CRT),所不同的是把电视机中的接收电路改成了控制电路,用以处理显示卡所输出的视频信号。

监视器分为单色显示监视器和彩色显示监视器两种,显象管尺寸大小以十四英寸一档最为常用。由于CRT对图形的显示是通过光栅扫描来实现的,因此依据光栅扫描频率的特性,又把监视器分为以下两类:

(1) 固定频率监视器 它只有一种扫描频率,因此只能和一种显示卡相匹配;

(2) 多频率监视器 (Multiscan) 它采用了自动跟踪频率技术,使其扫描频率能自动地与显示卡输出同步,因此同一监视器可与多种显示卡相匹配。

#### 2. 显示卡 (Adapter)

显示卡又称适配器,其一端与PC机相连,以接收和处理来自PC机的有关屏幕显示的信息;另一端与监视器相连,由它产生的各种信号去控制监视器显示字符和图形。

显示卡由下列三部分组成:

(1) 寄存器组 它们的功能是寄存来自PC机的各种信息,以确定和控制显示屏幕的参数和特性。

(2) 显示存储器 (显示RAM) 又称数据缓冲区,即在PC机和显示屏幕间起数据缓冲作用。它与显示屏幕形成一一对应,互为映照关系,PC机向显示RAM写入数据,就如直接向屏幕输入显示的字符和图形一般。

(3) 控制电路 (CRTC) 它的主要功能是产生各种控制信号,从而把显示RAM中存

储的字符或图形信息转换成视频信号输出。

控制电路通常由以下四部分组成：

(1) 时序控制电路 它的功能是产生一系列显示系统所必须的定时信号，诸如点时钟信号；字符时钟信号；显示RAM的读写信号等。

(2) CRT控制电路 它的功能是产生CRT显示器所必须的各种同步信号、回扫信号和消隐信号等，以保证CRT显象管的正常扫描和显示。

(3) 属性控制电路 它的功能是确定显示屏幕的背景色和显示字符或图形的前景色。

(4) 图形控制电路 它的功能是在CPU输出的待写数据和显示RAM原有数据间进行各类逻辑操作，提高显示系统图形的变化能力和控制能力。

显示卡的种类繁多，按照显示应用领域的不同，可把显示卡分为两大类。第一类是通用系统显示卡，这类显示卡适用范围较广，结构简单，显示功能既能处理字符显示，又可进行图形显示；缺点是显示图象不精细。典型卡种有MDA, CGA, EGA, VGA等。第二类是专用系统显示卡，它的主要功能是面向CAD等用户，显示的图形相当精细，图形处理功能很强，但结构复杂，价格较昂贵，典型卡种又有ARTIST—I, AGC等高性能图形显示卡。

显示卡与PC机主机板的组合方式有两种，第一种是插件式，显示电路单独成卡，且以插件方式插入PC机插槽，典型卡种有MDA, CGA等；第二种是一体式，显示电路并不单独成卡，它和PC机主机板连成一体，典型卡种有EGA, VGA等。

### 3. 信号接口

通常，监视器与显示卡间用信号线相连，信号线上传输的信号有两种类型，数字信号和模拟信号。这样，信号接口也分为两类：

(1) 数字信号接口 通常采用TTL标准来确定“1”和“0”的电平。数字信号传输的信息量与位数相关，这样图像的色彩信息便受到限制，典型卡种如CGA卡等。

(2) 模拟信号接口 不同的模拟信号电压可对应不同强度的颜色值，因此就模拟信号接口而言，理论上可获得无限的颜色值。但事实上显示卡输出的模拟视频信号正是由数字信号转化而来，因此实际显示的颜色数仍受到显示RAM所存储的数字信号位数的限制，典型卡种如VGA等。

## 二、显示系统的显示模式

就显示功能而言，显示系统的显示模式分为两类：字符模式和图形模式。

### 1. 字符模式

字符模式又称文本模式或字母数字模式，即A/N模式。

这种显示模式把屏幕划分成固定的字符行和字符列，如25行80列等，于是屏幕就分成了一个标准小方格，在这些小方格上可显示固定的ASCII字符或汉字字符。在显示数据缓冲区（即显示RAM）与屏幕小方格位置一一对应的地方，存储了一个个字符的编码（ASCII码或汉字代码）和属性码（表征亮度，颜色等特性）。屏幕显示时，从显示RAM中取出字符码，到字符发生器中取出相应的字形点阵送到CRT，而取出的属性码则去控制点阵信息的显示特性。这个显示过程的简单示意图见图1-1。

在字符模式下显示的字符，种类固定（西文字符为256个），字符大小固定，不能随意变化。这种显示方式的主要优点是字形点阵在字符发生器中，而显示RAM中只存储了字符的

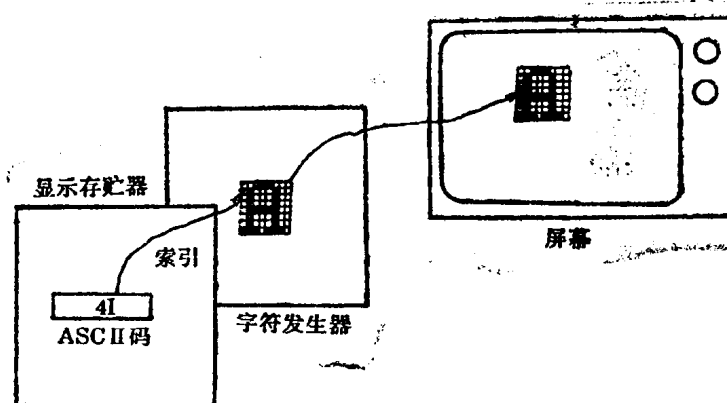


图1-1 字符显示示意图

ASCII码，因此大大节约了显示RAM区的存储容量。以 $80 \times 25$ 显示模式为例，一幅屏幕共可显示 $80 \times 25 = 2000$ 个字符，而一个字符只需存储一个字节的字符码和一个字节的属性码，所以整幅屏幕只需 $2000 \times 2 = 4000$ 字节的存储容量。

## 2. 图形模式

又称APA模式 (All Point Addressable mode)。

屏幕上显示的基本单位是点，称为像点或像素，整个屏幕划分成像素行和像素列，如640 (行点)  $\times$  200 (列点)，而在显示RAM区上存放的是像点的颜色或灰度值，称为“位图”。在图形模式中，屏幕既可显示字符又可显示图形，但都以像素为显示单位，位置定位随意，因此字符和图形大小也可以变化，但编辑修改操作比较麻烦。

显然，图形模式必须增大显示RAM的容量，如以 $640 \times 200$ 像素屏幕而言，规定一个像素只有二种显示颜色，则显示RAM中一个二进制位便可代表一个像素，这样显示RAM的总容量为

$$640 \times 200 \times \frac{1}{8} = 16000 \text{ 字节}$$

接近16K容量。如果一个像素的颜色扩展至16种，则一个像素需用4个二进制位，这样显示RAM的总容量为

$$640 \times 200 \times \frac{4}{8} = 153600 \text{ 字节}$$

接近150K。

## 3. 两种显示模式的编号

上述两种显示模式都有几种不同的显示格式，为了在程序设计中统一显示格式，因此对每种显示格式都赋以模式编号，表1-1，表1-2是部分模式编号。

由于世界各国制造商研制了种类繁多的显示卡，因此显示模式号越来越多，显示模式也各有差异，但按通用和专用功能把它们分为标准模式和非标准模式两类。标准显示模式是指不同类型的显示卡 and 不同厂商的显示卡都能通用的显示模式，它们的编号小于14H，表1-1，表1-2都是标准模式。非标准显示模式只是某一类显示卡，甚至是某一种显示卡专用的显示模式，它们的模式编号都大于14H。

表 1-1 字符模式编号

| 模式号 | 字符行 | 字符列 | 色 彩 |
|-----|-----|-----|-----|
| 0   | 40  | 25  | 单色  |
| 1   | 40  | 25  | 16种 |
| 2   | 80  | 25  | 单色  |
| 3   | 80  | 25  | 16种 |
| 7   | 80  | 25  | 单色  |

表 1-2 图形模式编号

| 模式号 | 像素行 | 像素列 | 色 彩 |
|-----|-----|-----|-----|
| 4   | 320 | 200 | 4 种 |
| 5   | 320 | 200 | 单色  |
| 6   | 640 | 200 | 单色  |

### 三、视频 BIOS

即使是早期的显示系统，它的电路也是相当复杂的，要想直接驱动显示器的硬件，即用直接编程的方法使显示器显示字符或图形，不但程序设计相当繁复，程序兼容性差，而且还必须熟悉显示器的硬件结构。针对这一难题，PC机的制造厂商在ROM中固化了管理PC机外部设备的驱动程序，这就是BIOS系统（全称为Basic I/O System，即基本输入输出系统驱动程序）。视频BIOS则是BIOS的一部分，是专门用来驱动显示系统的系统程序，其核心是软中断功能调用INT 10H，下属16个功能模块，程序设计者应该熟练的掌握和运用这16个功能模块的主要功能和调用方法。

完整地说，整个显示器系统应包括监视器、显示卡等硬件系统和视频BIOS软件系统。早期的视频BIOS是与PC机的BIOS连在一起，固化在只读存储器ROM上。但随着各类兼容的显示卡不断的研制成功，它们都有自己专用的视频BIOS，而且已固化在显示卡的ROM上，这样，当启动系统时，可用修改入口点的方法，使视频BIOS从PC机上的ROM转向显示卡ROM的程序中去。

## 第二节 显示卡简介

显示卡（包括显示RAM）是整个显示系统的核心。随着PC机的迅速发展，PC机显示系统的发展也越来越快，品种也越来越多，但就其技术特点而言，可分为两大类。

### 一、显示卡的分类

显示卡的一个重要部件是显示RAM，它是显示屏幕的对照映射，计算机向显示RAM写入数据，相当于向屏幕写字符或画图形，因为把显示RAM中的数据读出并传送到反复扫描的屏幕上，字符或图形便显现出来。简言之，“写”显示RAM相当于屏幕编辑，“读”显示RAM数据并送至屏幕即为屏幕显示，显示卡的控制电路是实现屏幕显示，协调“读”“写”操作的关键。计算机的CPU、显示卡控制电路、以及显示RAM这三者如何接口，又如何协调“读”、“写”操作，这便产生了两种不同类型的显示卡。

#### 1. CRT控制器类显示卡

又称CRTC类显示卡，它采用了CRT控制器，如MC6845，见图1-2。由图中可见。这类显示系统中，显示RAM驻留在系统CPU的地址空间，因此它成了整个存储器的一部分。屏幕编辑时，CPU通过地址总线 and 数据总线向显示RAM写入数据，屏幕显示时，CRT控制器

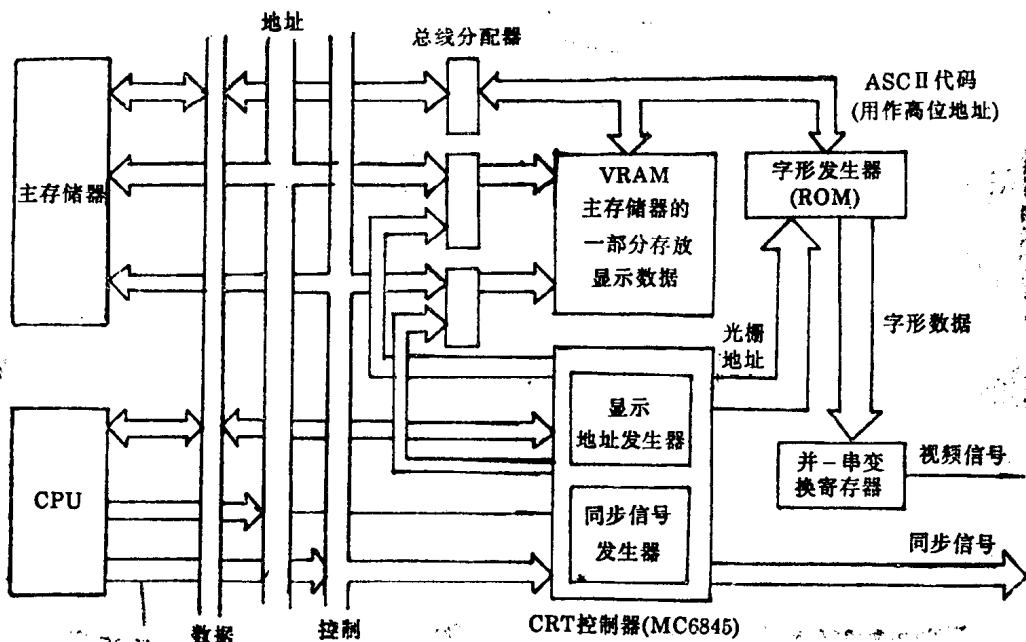


图 1-2 CRTC类显示系统

(即CRTC)也通过系统地址总线 and 数据总线把数据从显示RAM中读出。这类显示卡的优点是：硬件结构简单，也因而程序设计比较简明。但其主要存在问题是CPU和CRTC会出现总线竞争问题，从而限制了屏幕编辑和屏幕显示的速度。另一个缺点是图形处理能力较差。

## 2. 图形处理控制器显示卡

又称GDP类显示卡(Graphic Display Processor)。它采用了专用的图形显示处理器，如 $\mu$ PD7220等，这种图形显示处理器是智能型的，具有指令功能，对图形加工，变换等功能，见图1-3。

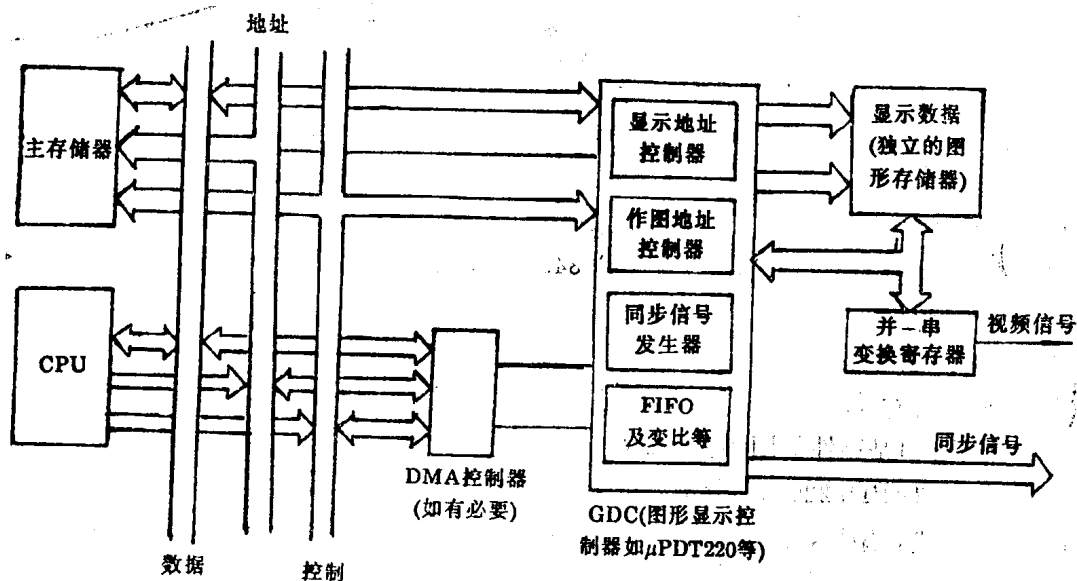


图 1-3 GDP类显示系统

50p  
见图，显示RAM是独立于系统存储器外的，它不占有CPU的地址空间。屏幕编辑时，CPU不再对显示RAM进行直接控制，而是通过GDP间接访问把数据写入显示RAM；屏幕显示时，GDP控制显示RAM数据的读出。这类显示卡的硬件有图形加工处理功能，画图功能很强，速度快，而且显示RAM的容量不受系统地址空间的限制，因此图形显示的质量(精细度，色彩等)也相当好。这一类显示卡代表了新一代显示卡的发展方向。

## 二、各种显示卡性能简介

### 1. PC机早期的显示卡

这类显示卡有MDA, CGA, Hercules (HGC大力神卡), CGE400等数种，它们的性能可见表1-3。

表 1-3 PC机早期显示卡性能表

| 显示卡名称  | 英文名称                        | 中文名称      | 最高分辨率   | 颜色 | 显示方式   | 兼容性      | 控制器    |
|--------|-----------------------------|-----------|---------|----|--------|----------|--------|
| MDA    | Monochrome Display Adapter  | 单色字符显示适配卡 | 25×80字符 | 单色 | 字符     | —        | MC6845 |
| CGA    | Color Graphics Adapter      | 彩色图形显示卡   | 640×200 | 2  | 字符, 图形 | —        | MC6845 |
| HGA    | Hercules Graphics Card      | 单色图形显示卡   | 720×348 | 2  | 字符, 图形 | CGA, MDA | MC6845 |
| CGE400 | Color Graphics Enhancer 400 | 彩色400卡    | 640×400 | 10 | 字符, 图形 | CGA, MDA | MC6845 |

### 2. PC机改进型显示卡

这类显示卡有EGA, VGA等。

EGA卡的全称是Enhanced Graphic Adapter, 即增强型图形显示卡。它克服了CGA卡的不足之处, 即字符显示为8×14点阵, 比CGA卡清晰; 最高分辨率为640×350点行, 比CGA卡高; 颜色种数16(CGA卡的颜色种数在图形显示时为4种), 而且兼容性较好。EGA卡未采用专用的MC6845芯片, 而自行设计了一块大规模集成电路(LSI)控制器, 也是CRTC型的, 但性能超过MC6845。专用的视频BIOS已固化在EGA卡上专用的ROM上。

VGA卡的全称是Video Graphic Array, 即视频图形阵列显示卡, 它与计算机的系统板合为一体。VGA卡的性能优于EGA, 最高分辨率达640×480点行; 由于采用了模拟信号接口, 色彩丰富可达256种。VGA的基本结构主要是控制电路、显示RAM、视频BIOS三部分。控制器是CRTC型的, 也未采用MC6845芯片, 而是自行设计了高集成度VLSI芯片。VGA卡的兼容性是十分良好的。

### 3. 高性能图形显示器

这类显示器有ARTIST—I, AGC等。

ARTIST—I是高性能图形显示器, 控制电路为GDP型的, 它采用日本NEC公司的专用图形显示控制器μPD7220图形分辨率可达1024×1024点行。它的图形功能很强, 硬件能直接完成画点、线、矩形、圆等功能, 而且画图速度较快, 图形色彩丰富, 颜色种数达16种。

AGC也是高性能图形显示器, 控制电路也是GDP型的, 采用了日立公司的HD63484A芯片, 画图命令相当丰富, 分辨率较高, 1024×1024点行, 此时的颜色种数可达65536种,

因此图形显示色彩绚丽，自然逼真。

#### 4. 汉字图形显示卡

这类显示卡有GW—0520CH, GW—CEGA卡, GW—CMGA卡等数种。

GW—0520CH是高分辨率彩色图形显示卡，与CGA卡完全兼容，而且因为附加了汉字显示卡和 $16 \times 16$ 点阵汉字的汉卡，汉字显示功能较强。

GW—CEGA卡是继CH卡后推出的新一代汉字显示卡，它既支持EGA卡的全部功能，又支持CH卡汉字显示功能。

GW—CMGA卡是汉字单色图形显示卡，它高度兼容HGC显示卡，又兼容CH卡。

## 第二章 PC机显示器基本原理

在各类显示器中,最常用的是CRT显示器,也即是阴极射线管显示器。根据扫描方式的不同,CRT显示器又可分成两类:一类是随机扫描显示器,它的分辨率高,画线速度快,但主要问题是难以生成色彩丰富,色调可连续变化的图形;另一类是光栅扫描显示器,它能生成高度逼真的图像,但必须附加采用高容量的显示RAM作为屏幕映象。随着大规模集成电路的迅速发展,半导体随机存取器的价格大大降低,因而CRT光栅扫描显示器的应用越见广泛,本书论及的PC机显示器就采用了这种显示器。

### 第一节 CRT光栅扫描显示器

#### 一、彩色CRT系统结构

CRT有黑白和彩色两种,由于彩色CRT应用广泛,因此本节只阐述彩色CRT的结构,它由以下三部分构成(见图2-1)。

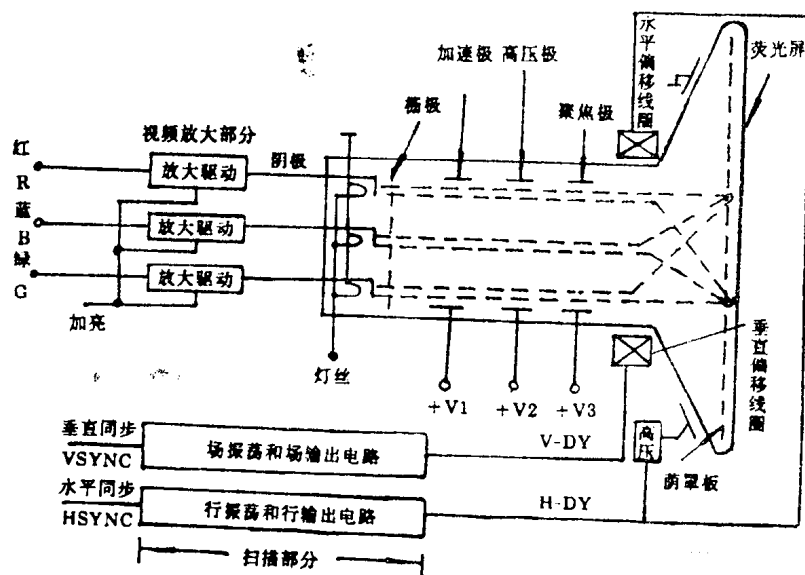


图2-1 彩色CRT系统结构图

#### 1. 三束电子枪系统

见图2-1,红、蓝、绿三束电子枪经灯丝加热,阴极发射对应的三束电子,经栅极、加速极、聚焦极和高压极的加速、聚焦形成高速的电子束去轰击荧光屏。

#### 2. 水平和垂直偏转系统

在CRT管的瓶颈外壳处,分别安置有一对互为垂直的水平偏转线圈和垂直偏转线圈,在各自的线圈中分别通有水平扫描直流和垂直扫描电流,以产生相应的偏转磁场,从而使高速电子束产生水平、垂直方向的偏转,最后可轰击到荧光屏的任意位置处。