

EGA/VGA 程序员手册

【美】G. Suttly & S. Blair 著
董士海 张 倪 肖 磊 王 磊 译



EGA/VGA 程序员手册

〔美〕 G. Suttty & S. Blair 著

董士海 张倪 肖磊 王磊 译

北京大学出版社

· 61344

内 容 简 介

增强型图形适配器 EGA 和视频图形阵列 VGA 是标准化的图形显示控制板(简称图形卡),它们已被广泛使用在 IBM PC、PS/2 等微型计算机及其兼容机上。本书共分八章两大部分。第一部分详细介绍了 EGA/VGA 图形卡的工作原理,包括基础知识、硬件结构、寄存器及 ROM BIOS 等内容。第二部分用 PASCAL、C 语言及汇编语言的源程序形式,给出了可在 EGA/VGA 上工作的基本图形子程序实例,包括直线、圆弧及矩形的绘制,正文的显示和滚动,颜色的指定,用户定制字符集的装入等。和本书配套的软盘包含了全部源程序及可执行代码,演示程序及说明资料。本书附录中还有 EGA/VGA 详细技术数据可供参考。

本书是一本实用的 EGA/VGA 指南,可供从事微型计算机应用开发和系统程序员作参考之用,也可作微型机图形、接口培训的教材和参考资料使用。



EGA/VGA 程序员手册

〔美〕 G. Suttly & S. Blair 著

董士海 张倪 肖磊 王磊 译

责任编辑:李采华

*

北京大学出版社出版

(北京大学校内)

北京大学印刷厂激光照排排版

北京大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 16 开本 26.375 印张 638 千字

1991 年 6 月第一版 1991 年 6 月第一次印刷

印数: 0001—4,000 册

ISBN7-301-01380-9/TP. 77

定价:14.40 元

译 者 的 话

当微型计算机崭露头角时，最吸引人的特点之一就是具有图形处理功能。各种妙趣横生的游戏软件应运而生，使人们如痴如迷，就是微机及其图形能力的明显佐证。这一图形功能在早期传统的中小型机上是不具备的。随着微机普及和应用的发展，主机的速度也飞速增加，早期广泛使用的彩色图形适配器（简称 CGA 卡），由于其显示分辨率仅为 320×200 ，4 种颜色，而远远不能满足需要。为此，美国 IBM 公司又为 PC 系列微型计算机设计了一种功能更强的增强型图形适配器（简称 EGA 卡）。EGA 仿真 CGA 的所有功能、支持 CGA 的所有工作方式，并增加了五种新工作方式，其中 10H 方式的显示分辨率可达 640×350 ，16 种颜色。视频图形阵列（简称 VGA 卡）是 IBM 公司为其 PS/2 系列微型计算机（中高档）设计的一种高性能图形视频标准。它与 EGA 高度兼容，能支持 EGA 的所有工作方式，并增加了三种新工作方式，其中 12H 方式的显示分辨率可达 640×480 ，16 种颜色。

由于微型计算机主机速度的提高和 EGA/VGA 图形处理功能的增强，推动了高级应用软件的发展。在近几年内新颖的计算机用户界面软件 Windows 广泛应用，Excel、Pagemaker、高版本的 Autocad、Lotus 1-2-3、Symphony、Foxbase、Dbase IV 等各种电子表格、数据库、文字处理、排版和 CAD 软件大量涌现，使 EGA/VGA 已成为当今微机的标准图形显示系统。据统计，国外在高档微机上几乎全部配备了 EGA/VGA 显示系统。我国长城系列微型机为了与 EGA/VGA 兼容，也在原有中西文显示系统基础上开发了中文增强型彩色图形适配器（简称 CEGA 卡）。

在使用 EGA/VGA 开发应用软件时，系统设计和程序人员遇到的最大问题之一是缺少 EGA/VGA 的可阅读资料，更缺少一些可参照的子程序实例，因而往往事倍功半。本书是一本 EGA/VGA 程序员实用手册，既介绍了图形显示的硬件结构和详细原理，又提供了大量可在 EGA/VGA 上运行的图形子程序源代码。本书不仅是可读的文字资料，而且还有相应的计算机软盘可提供读者。全书共分八章两大部分。第一部分详细介绍了 EGA/VGA 图形卡的工作原理，包括四章：基础知识、硬件结构、寄存器及 ROM BIOS。第二部分用 PASCAL、C 语言及汇编语言的源程序形式，给出了在前四章讨论的、可在 EGA/VGA 上工作的基本图形子程序实例。也包括四章：寄存器操作、状态信息获取、正文操作及图形方式实例。程序内容有直线、圆弧及矩形的绘制、正文的显示和滚动、颜色的指定、用户定制字符集的装入等。和本书配套的软盘包括了实例的全部源程序及可执行代码、演示程序及说明资料。本书附录中还有 EGA/VGA 内存映象、寄存器清单、缺省寄存器值、配置开关、标准方式等十分有用的技术数据，可供读者参考。书末列出了中英文名字对照表。

本书是一本实用的 EGA/VGA 指南，可供从事微型计算机应用开发和系统程序员作参考之用，也可作微型机图形、接口培训的教材和参考资料使用。

我们诚挚希望这本书的出版，将对 EGA/VGA 的使用起一定辅助作用。我们也衷心感谢为本书出版提供巨大帮助的刘润生、范崇治、熊志国、钟维德等同志，没有他们的努力，本书不可能如期与读者见面。

由于时间仓促、水平有限，本书定有许多不妥之处，我们热忱希望广大读者给予批评指正。

译 者

一九九〇年一月于北京大学

目 录

第一部分 操作原理

引言.....	(3)
第一章 基础知识.....	(5)
§ 1.1 引言	(5)
§ 1.2 显示器的选择	(5)
§ 1.2.1 单色显示器	(7)
§ 1.2.2 彩色显示器	(7)
§ 1.2.3 增强型彩色显示器	(8)
§ 1.2.4 VGA 显示器	(8)
§ 1.3 不完全存储器配置	(8)
§ 1.4 EGA 的标准操作方式	(9)
§ 1.4.1 方式 0 和 1(彩色正文)	(10)
§ 1.4.2 方式 0* 和 1*(彩色正文)	(11)
§ 1.4.3 方式 2 和 3(彩色正文)	(12)
§ 1.4.4 方式 2* 和 3*(彩色正文)	(12)
§ 1.4.5 方式 4 和 5(4 色 320×200 图形)	(12)
§ 1.4.6 方式 6(双色 640×200 图形)	(13)
§ 1.4.7 方式 7(单色正文)	(13)
§ 1.4.8 方式 D(16 色 320×200 图形)	(14)
§ 1.4.9 方式 E(16 色 640×200 图形)	(14)
§ 1.4.10 方式 F(单色 640×350 图形)	(15)
§ 1.4.11 方式 10(640×350 的增强型彩色图形)	(16)
§ 1.5 增强的 VGA 方式	(16)
§ 1.5.1 方式 0+ 和 1+(彩色正文)	(16)
§ 1.5.2 方式 2+ 和 3+(彩色正文)	(16)
§ 1.5.3 方式 7+(单色正文)	(16)
§ 1.5.4 方式 11(双色 640×480 图形)	(17)
§ 1.5.5 方式 12(16 色 640×480 图形)	(17)
§ 1.5.6 方式 13(256 色 320×200 图形)	(17)
§ 1.5.7 高分辨率的 EGA	(17)
§ 1.6 兼容方式	(17)
§ 1.7 双显示器系统	(18)
§ 1.8 EGA 的安装	(19)

第二章 EGA/VGA 的结构	(21)
§ 2.1 概述	(21)
§ 2.1.1 压缩象素和与之对应的颜色平面	(21)
§ 2.1.2 正文方式和与之对应的图形方式	(21)
§ 2.1.3 EGA 和 VGA 的结构	(21)
§ 2.2 CRT 显示器的操作	(24)
§ 2.3 显示存储器	(26)
§ 2.3.1 正文方式下的显示存储器	(27)
§ 2.3.2 图形方式下的显示存储器	(32)
§ 2.3.3 大力神单色图形	(37)
§ 2.4 图形控制器	(38)
§ 2.4.1 处理器的读锁存器	(38)
§ 2.4.2 逻辑单元	(38)
§ 2.4.3 颜色比较	(39)
§ 2.4.4 数据串并转换器	(40)
§ 2.5 属性控制器	(40)
§ 2.6 CRT 控制器	(41)
§ 2.7 时序发生器	(42)
第三章 EGA 的寄存器	(44)
§ 3.1 概述	(44)
§ 3.2 外部寄存器	(46)
§ 3.2.1 混合输出寄存器	(46)
§ 3.2.2 特征控制寄存器(只用于 EGA, I/O 地址为 3BA/3DA)	(47)
§ 3.2.3 输入状态寄存器 0(I/O 地址为 3C2)	(47)
§ 3.2.4 输入状态寄存器 1(I/O 地址为 3BA/3DA)	(48)
§ 3.2.5 VGA 可工作寄存器(I/O 地址为 3C3)	(49)
§ 3.3 CRT 控制器	(49)
§ 3.3.1 概述	(49)
§ 3.3.2 CRT 定时寄存器	(51)
§ 3.3.3 显示配置寄存器	(56)
§ 3.4 时序发生器	(63)
§ 3.4.1 概述	(63)
§ 3.4.2 复位寄存器(索引 0)	(63)
§ 3.4.3 时钟方式寄存器(索引 1)	(64)
§ 3.4.4 颜色平面允许写寄存器(索引 2)	(64)
§ 3.4.5 字符生成器选择寄存器(索引 3)	(66)
§ 3.4.6 存储器方式寄存器(索引 4)	(67)
§ 3.5 图形控制器	(68)
§ 3.5.1 概述	(68)

§ 3.5.2	置位/复位寄存器(索引 0)	(68)
§ 3.5.3	允许置位/复位寄存器(索引 1)	(70)
§ 3.5.4	颜色比较寄存器(索引 2)	(71)
§ 3.5.5	数据移位/函数选择寄存器(索引 3)	(72)
§ 3.5.6	读平面选择寄存器(索引 4)	(73)
§ 3.5.7	方式寄存器(索引 5)	(74)
§ 3.5.8	混合寄存器(索引 6)	(77)
§ 3.5.9	颜色忽略寄存器(索引 7)	(78)
§ 3.5.10	位屏蔽寄存器(索引 8)	(78)
§ 3.6	属性控制器和视频数模转换器	(80)
§ 3.6.1	概述	(80)
§ 3.6.2	属性控制器	(80)
§ 3.6.3	VGA 视频数模转换器(I/O 地址 3C6,3C7,3C8 和 3C9)	(86)
第四章	ROM BIOS	(88)
§ 4.1	什么是 ROM BIOS	(88)
§ 4.2	正文和图形相结合	(88)
§ 4.3	BIOS 的各种功能	(88)
§ 4.3.1	功能 0——方式选择	(88)
§ 4.3.2	功能 1——设置光标大小	(89)
§ 4.3.3	功能 2——设置光标位置	(90)
§ 4.3.4	功能 3——查询光标大小和位置	(91)
§ 4.3.5	功能 4——查询光笔位置	(91)
§ 4.3.6	功能 5——选择活动页	(92)
§ 4.3.7	功能 6——向上滚动正文窗口(或使窗口空白)	(92)
§ 4.3.8	功能 7——向下滚动正文窗口(或使窗口空白)	(93)
§ 4.3.9	功能 8——读光标所在处的字符及其属性	(95)
§ 4.3.10	功能 9——在光标所在处写字符及其属性	(95)
§ 4.3.11	功能 10(0AH)——只在当前光标处写字符	(96)
§ 4.3.12	功能 11(0BH)——设置 CGA 调色板(方式 4,5,6)	(96)
§ 4.3.13	功能 12(0CH)——写图形象素	(97)
§ 4.3.14	功能 13(0DH)——读图形象素	(98)
§ 4.3.15	功能 14(0EH)——写字符并移动光标	(98)
§ 4.3.16	功能 15(0FH)——查询当前显示方式	(99)
§ 4.3.17	功能 16(10H)——设置 EGA 调色板寄存器	(99)
§ 4.3.18	功能 17(11H)——装入字符生成器	(105)
§ 4.3.19	功能 18(12H)——查询 EGA 状态(设置备用的打印例程)	(111)
§ 4.3.20	功能 19(13H)——写正文串	(115)
§ 4.3.21	功能 26(1AH)——读或写配置信息	(116)
§ 4.3.22	功能 27(1BH)——返回 VGA 状态信息	(117)

§ 4.3.23 功能 28(1CH)——保存/恢复显示适配器状态	(119)
§ 4.4 BIOS 的数据区	(121)
§ 4.4.1 存储器低区的变量	(121)
§ 4.4.2 环境表	(122)

第二部分 编程举例

引言	(129)
第五章 寄存器的操纵	(133)
§ 5.1 写寄存器	(133)
§ 5.2 写寄存器集	(137)
§ 5.3 读寄存器	(145)
§ 5.4 写调色板	(150)
§ 5.5 垂直回扫	(153)
§ 5.6 平移和滚动	(155)
§ 5.7 清除屏幕	(164)
§ 5.8 设置方式	(167)
§ 5.9 BIOS 接口	(169)
第六章 查询信息	(172)
§ 6.1 查询显示方式	(172)
§ 6.2 查询正文分辨率	(174)
§ 6.3 查询光标大小	(176)
§ 6.4 查询页大小	(178)
§ 6.5 查询显示器类型	(180)
§ 6.6 查询扫描线条数	(183)
§ 6.7 查询存储器容量	(185)
§ 6.8 查询主适配器	(187)
§ 6.9 查询适配器总数	(189)
第七章 正文操作	(192)
§ 7.1 设置光标位置	(192)
§ 7.2 查询光标位置	(195)
§ 7.3 设置光标大小	(197)
§ 7.4 查询光标大小	(200)
§ 7.5 滚动正文窗口	(200)
§ 7.6 滚动正文页	(207)
§ 7.7 平滑滚动	(211)
§ 7.8 写字符	(216)
§ 7.9 写属性	(221)
§ 7.10 读字符	(224)
§ 7.11 读属性	(227)

§ 7.12	正文闪烁	(230)
§ 7.13	写字符串	(234)
§ 7.14	读字符生成器	(237)
§ 7.15	写字符生成器	(242)
§ 7.16	512 字符集	(248)
§ 7.17	43 行的正文	(254)
§ 7.18	分割屏幕	(257)
§ 7.19	线图形	(264)
第八章	图形方式的例子	(268)
§ 8.1	写像素	(269)
§ 8.2	读像素	(282)
§ 8.3	扫描线填充	(287)
§ 8.4	实矩形的填充	(296)
§ 8.5	画线	(303)
§ 8.6	图案线	(318)
§ 8.7	画弧	(325)
§ 8.8	位块传送(BITBLT)	(330)
§ 8.9	显示光标	(345)
§ 8.10	转储屏幕	(359)
§ 8.11	装入屏幕	(365)
附录 A	功能一览表	(368)
A-1	BIOS 功能一览表	(368)
A-2	C 库函数一览表	(370)
A-3	Pascal 库过程一览表	(374)
附录 B	常用表	(379)
B-1	ASCII 码表	(379)
B-2	EGA/VGA 存储映象	(380)
B-3	控制寄存器一览表	(381)
B-4	寄存器的省缺值	(389)
B-5	配置开关	(395)
B-6	标准方式	(396)
附录 C	程序设计提示	(398)
C-1	汇编语言程序设计	(398)
C-2	与高级语言接口	(400)
C-3	与行内汇编代码一起编译	(402)
C-4	调试视频软件	(403)
术语		(404)
中英文对照表		(410)

第 一 部 分

操 作 原 理

引 言

如同许多其它现有技术一样,计算机图形学可明显改变使用计算机的方式。通过改善人机接口,计算机图形学改变了我们同计算机的关系,使其更易使用。在与用户交互频繁的个人计算领域尤其如此。

由于图形技术开销大,不久以前它只使用在小型和大型机领域,而微机即使具备图形功能,也是很原始的。随着存储器技术、超大规模集成电路和 CRT(阴极射线管)显示器设计的进展,现在在个人计算机上已有了高质量的彩色图形。

制定个人计算机标准的公司已制定了个人计算机图形的标准。IBM 增强型图形适配器(EGA)及其兄弟、视频图形卡(VGA)很快会变为用于 IBM PC 及其兼容机的最流行的图形显示适配器。各种销售商们已销售了超过百万件的 EGA 兼容视频卡。比其更新颖的 VGA 则是大多数 IBM 公司的 PS/2 计算机上的标准设备。

EGA 的许多特点无疑使其获得非凡的成功,同时 EGA 是给 PC 带来高质量的彩色图形的第一个可实用的适配器,其众多的操作方式使其能与为 MDA(单色显示适配器)和 CGA(彩色图形适配器)所写的大多数大型软件库兼容。另外,许多现在使用的 EGA 兼容板已增加了另外的兼容方式。(可是许多自称的可兼容性可能是令人失望的,这个问题后面有详细论述。)

不幸的是,EGA 的通用性和众多特点已使那些想利用 EGA 的特点开发软件的人的工作更麻烦了。这个问题是由于缺乏合适的资料引起的。仅有一些 BIOS 清单及主要寄存器说明的程序员们,仍不清楚如何编制高质量的 EGA 图形软件。

本书试图对 IBM EGA 参考手册中的内容作一解释,同时也希望把你从枯燥乏味的测试中解放出来,并尽量地减少错误。本书还包含许多 EGA 图形算法。对读者并不要求有很高的编程技巧,但至少应对一种程序设计语言(Pascal, C 或汇编语言)有基本了解。本书内容的安排便于 EGA/VGA 初学者阅读,但也可以作为一本参考书,以解答有关 EGA/VGA 的问题。

本书的编排方式

第一章详细说明了 EGA 和 VGA 的标准操作方式,包括在各种分辨率下的彩色和单色图形方式以及彩色和单色正文方式。在这一章中你可对给定的视频显示器找到如何选用恰当的方式以及如何配置 EGA 或 VGA 以在这种方式下操作。并把标准 EGA 和 VGA 与 PC 中其它流行的视频适配器进行了比较。

在第二章中说明 EGA 和 VGA 的结构。任何通过 BIOS(基本输入输出系统)视频服务程序不能有效执行的图形程序必须通过访问显示适配器的硬件来执行。这一章中的内容提供了硬件的全貌:它是如何工作的及如何对其存取。很好地弄懂这章中的内容是理解以后各章的基础。

第三章提供了 EGA 和 VGA 中所有输入输出寄存器的详细说明。这些寄存器总共六十多个,其中大多数仅在 BIOS 设置图形卡的操作方式时初始化,而应用程序员不必对其过多地发生兴趣;其中的一小部分可在程序员执行如画线、BITBLT(位块传送)、移动、滚动等功能时使

用。

第四章用来说明 EGA 和 VGA 的 ROM BIOS。BIOS 固化程序在应用软件与 EGA 和 VGA 之间提供了一个层次相对较高的接口方法。实际上, BIOS 是 IBM 公司正式公布的 EGA 和 VGA 编程方法。遗憾的是, 由于这种方法固有的性能限制, 使在许多情况下仅仅依靠 BIOS 是行不通的。然而, BIOS 视频服务程序对应用程序是一可利用的有价值的资源。EGA 和 VGA BIOS 程序还提供了某些与 CGA 和 MDA 视频适配器兼容的功能。第四章详细说明了所有 BIOS 视频服务程序, 并给出如何使用它们编程的例子。

第五到第八章中的内容给出了将第一到第四章中的原理用于编程的例子, 它们示范了常用于 EGA 和 VGA 的实际编程技巧。这四章中涉及的内容包括画线、画弧、画矩形、正文显示及滚动、设置颜色和装入定制的字符集等。其中的许多例子稍微或不加修改就可实际地用在应用程序中。

附录中给出 EGA 和 VGA 有用的技术参考数据, 并以程序员容易查找的格式列出。

为帮助你确定本书中哪些章节对你的具体应用最有帮助, 下列符号用来标明 EGA 和 VGA 的重要特性。

● 说明修改该寄存器内容是有危险的。这类寄存器通常包含在 CRT 时序发生器中, 不小心修改了其内容有可能干扰 CRT 的时序同步, 从而引起显示器的损坏。

这类寄存器总是在显示方式初始化时由 BIOS 来设置, 应用软件不应该修改它们。

★ 说明该寄存器对执行某些特定功能非常有用(如移动、滚动、光标移动等)。

▲ 说明 EGA 的一种特性: 依照 EGA 显示存储器大小的不同而其操作也不同。几乎所有的 EGA 兼容的适配器都配有 256K 显示存储器, 但确有只配 64K 或 128K 字节显示存储器的 EGA 卡。有关显示存储器大小的详细内容, 请看 § 1.3 不完全的存储器配置。

┃ 说明这是 VGA 仅有的特性。这一特性不适用于 EGA。

第一章 基础知识

§ 1.1 引言

增强图形适配器(EGA)由 IBM 公司开发并同 IBM 增强型彩色显示器(ECD)一起在市场上推出。这两者结合可提供有 640 个水平像素、350 个垂直像素的彩色图形,并且在显示器可支持的 64 种颜色中最多可同时显示其中的 16 种。某些厂商的 EGA 兼容产品具有更高的分辨率。

EGA 几乎与每种常用在 IBM 兼容的个人计算机上的显示器兼容,但它只与为这些显示器开发的现有软件库中的一小部分兼容。这使得大多数应用程序开发者,需为其程序编制新的 EGA 兼容版本。

视频图形卡(VGA)由 IBM 公司作为 EGA 的增强型开发,并作为标准设备提供给 IBM 公司个人计算机 PS/2 家族中的大多数机器。它支持的分辨率最高为水平 640 像素,垂直 480 像素,并可显示更多的颜色(在相对低的分辨率下,可同时显示多达 256 种颜色)。

与 EGA 不同,VGA 与许多显示器不兼容。IBM 公司提供一种彩色显示器和一种单色显示器与 VGA 兼容。可是 VGA 提供了仿真其它显示器的功能的操作方式,并与部分软件兼容。有关兼容性的详细内容,请看本章中 § 1.6 兼容方式。

同 PC/AT 家族中的所有流行显示适配器一样,EGA 和 VGA 是“虚”适配器(板上无处理能力)。系统处理器负责所有的画图操作,并直接写入位映象显示存储器。应用程序员可选择在预先规定的图形环境(如 Microsoft Windows,GEM 或 GKS)下编程,或自己写绘图程序。

§ 1.2 显示器的选择

表 1-1 IBM PC 兼容显示器

显示器	兼容的 适配器	颜色	正文 分辨率	图形 分辨率	扫描 频率
单色	MDA	2	80×25	640×350	垂直 50Hz 水平 15.8kHz
	大力神			720×350	
	EGA			720×348	
彩色	CGA	16	40×25	320×200	垂直 60Hz
	EGA		80×25	640×200	水平 15.8kHz
增强	CGA	** 64 种中	40×25	320×200	垂直 60Hz
彩色	EGA	选 16 种	80×25	640×200	水平 15.8kHz
				640×350	或 21.8kHz
* 多同步信号	CGA	** 64 种中	40×25	320×200	可变
数字	EGA	选 16 种	80×25	640×200	
				640×350	
多同步信号	VGA	256K 中	80×25	640×480	可变
模拟		选 256 种		800×600	

续表

显示器	兼容的 适配器	颜色	正文 分辨率	图形 分辨率	扫描 频率
VGA 彩色 显示器	VGA	256K 中 选 256 种	40×25 80×25	320×400 640×400 320×350 640×350 720×350 720×400 640×480	垂直 70Hz 水平 31.5kHz
VGA 单色 显示器					

* NEC 制造的多同步信号显示器或其它厂商生产的类似显示器提供一些扩充方式,它们比标准的 EGA 支持更多的颜色和更高的分辨率。

** 64 种中选 16 种是指可供选择的颜色有 64 种,但可同时显示的只能有 16 种。

256K 中选 256 种是指在 256000 种可供选择的颜色中最多同时显示 256 种。

MDA=单色显示适配器。

CGA=彩色图形适配器。

EGA=增强型图形适配器。

VGA=视频图形卡。

表 1-1 概括了可用于 EGA 和 VGA 的显示器种类。显示器还可按所用的接口分类。下面是几种个人计算机中常用的接口。

• **数字(TTL)显示器** 一般有 1 到 6 根彩色信号输入线。彩色信号线连接上(开)时,则屏幕出现颜色。有 n 条彩色信号线的显示器,可显示的颜色数为 2^n 种。绝大多数用在个人计算机上的显示器是数字式的。EGA 需配一个数字显示器。

• **混合显示器** 只有一条视频信号输入线,它可能是彩色的,也可能是单色的。所有的视频信息按 NTSC(国家电视系统委员会)标准编码输出到一条信号线上。低廉的单色混合显示器有时用于非常低档的系统,一般它的分辨率很低。CGA(彩色图形适配器)是唯一可支持混合显示器的 IBM 视频适配器(CGA 还支持 TTL 显示器)。

混合彩色显示器一般不用作计算机显示器,而用在电视工业中,因所有的颜色数据编码到一条线上的处理限制了其分辨率。即使最低档的计算机图形处理要求的分辨率,也超过了最高质量电视接收机的能力。

• **模拟 RGB 显示器** 有三条模拟彩色输入线(红、绿、蓝),每条信号输入线上的电压大小决定出现在屏幕上的颜色强度。在理论上可显示的颜色数目是无限的,但实际上要受显示适配器能力的限制。由于无限的彩色能力,模拟 RGB 被认为是卓越的显示技术。

VGA 需配置的模拟显示器,可以是彩色的,也可以是单色的。模拟显示器比老的数字显示器更为灵活。这两种显示器(彩色或单色)都支持 VGA 的所有操作方式。若单色显示器使用彩色方式,则颜色将由不同灰度表示。单色方式也能用在彩色显示器上。

显示器的选择一般取决于在系统中运行或开发的应用软件。目前 IBM 兼容机普遍使用的显示器汇总在表 1-1 中。

为什么有人买增强图形适配器(EGA)而不买增强彩色显示器(ECD),详情不很清楚,但至

少有两个原因:其一,有些人的抉择是由于具有 EGA 的系统在适配器方面价格差异相对小,但显示器方面价格差异很大。如希望既能有丰富的颜色又尽量压缩预算,已证明这是一个正确的选择。正因为 EGA 的推出,显示器的价格已明显下跌。其二,有些集团用户已选择 EGA 作为其系统的标准视频适配器,要求无论是彩色显示器还是单色显示器都装配这种视频适配器,包括从文字处理系统到工程工作站的各种系统。

§ 1.2.1 单色显示器

原装 IBM PC 装有 IBM 单色显示器(MD)和单色显示适配器(MDA),二者一起销售。本文中 will 使用缩写符号 MD 和 MDA。虽然 MDA 没有图形功能,但目前在正文应用软件中这种配置仍然非常流行。MDA 的分辨率(720×350)比 EGA(640×350)的高。若彩色和图形不是必需的,则带 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正文。正文质量差是许多低档彩色显示器的弱点。

IBM PC 推出后不久,不少的公司做了许多工作,提供了 IBM 所不支持的附加功能。其中大力神(Hercules)计算机技术公司,推出了一种单色显示适配器,它向 IBM 单色显示器提供了图形功能,并与 MDA 兼容,所以,很快就成为单色图形的标准。EGA 推出前,IBM 一直不提供具有单色图形功能的显示适配器。

各种各样的厂商都有与 IBM 单色显示器兼容的显示器。这些显示器垂直刷新率为 50Hz (显示器屏幕必须每秒刷新 50 次)。

CGA(彩色图形适配器)有一个输出插座,以驱动单色混合显示器,在一些低档系统中,有这种配置。但其显示质量很差,通常软件开发者不大注意它。

EGA 的单色图形方式与大力神的不兼容。大力神适配器的分辨率(720×348)高于 EGA 的分辨率(640×350)。由于这一特点以及存在大量大力神兼容软件库,已使许多其它厂商在其 EGA 兼容适配器上增加了与大力神相兼容的方式。然而,完全兼容是很难达到的,没有一个兼容适配器声称百分之百与大力神兼容。不过大多数流行的软件包都可在这些兼容适配器上运行,这就有足够的把握可以分享市场。

各个厂商的 EGA 兼容卡模仿大力神的程度是有差别的。若与大力神的兼容性很重要,就得在选择某个 EGA 厂商前,花时间对不同产品了解其兼容程度。这个问题在本章后面要详细讨论(请看 § 1.6 兼容方式)。

§ 1.2.2 彩色显示器

随着 IBM 彩色显示器(CD)和彩色图形适配器(CGA)的推出,IBM 建立了第一个用于个人计算机的重要彩色标准。CGA 支持四种颜色的图形和八种颜色的正文。显示器本身具有显示十六种颜色的能力。但彩色显示器的分辨率不很理想,为 640×200 。由于一字符单元中(8 像素宽,8 像素高)像素很少,所以在这种彩色显示器上正文看起来很不舒服,字符呈粒状,形状很差。

更严重的是,当处理器访问原装 IBM CGA 卡上的显示存储器时,会干扰屏幕的刷新操作,结果在屏幕上出现“雪花”。为避免这个问题,大多数 CGA 软件在绘图函数工作时,将显示器置“空”(即关闭显示器刷新)。它的后果是在许多标准 CGA 操作方式下会出现令人不愉快的闪烁(包括由 MS-DOS 控制的正文方式)。