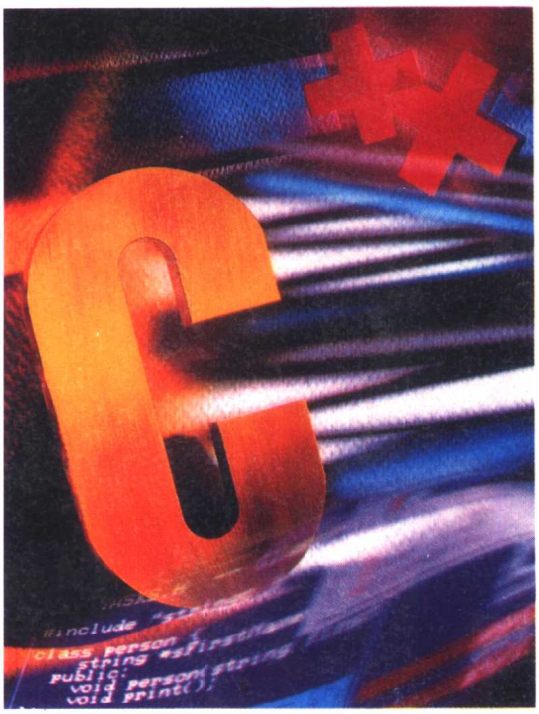
TURBO C

绘图程序设计实例

庄粤盛
何敏煌 编著



学苑出版社

计算机程序设计语言系列丛书

Turbo C 绘图程序设计实例

庄粤盛　何敏煌　　编著
天　奥　　改编
熊可宜　　审校

学苑出版社

1993

(京) 新登字 151 号

内 容 摘 要

本书介绍了如何使用 Turbo C 语言进行绘图程序设计的技巧和方法，内容包括图形显示技巧、图形文件格式、Super VGA 绘图程序设计、图形输出程序、常驻内存程序的设计以及扫描器应用的程序设计，除了基础原理阐述之外，并附有多种范例以供读者参考。

欲购本书的用户，请直接与北京 8721 信箱联系，电话：2562329，邮政编码：100080。

版 权 声 明

计算机程序设计语言系列丛书

Turbo C 绘图程序设计实例

编　　著：庄粤盛　何敏煌
改　　编：天　奥
审　　校：熊可宜
责任编辑：徐建军
出版发行：学苑出版社　　邮政编码：100032
社　　址：北京市西城区成方街 33 号
排　　版：天奥科技公司照排中心排版
印　　刷：双青印刷厂
开　　本：787×1092　1/16
印　　张：22.3　　字数：520 千字
印　　数：1—5000 册
版　　次：1993 年 10 月北京第 1 版第 1 次
ISBN 7—5077—0807—1/TP・18
本册定价：49.00 元（含盘）

学苑版图书印、装错误可随时退换

序　言

本书是针对稍具 C 语言基础的读者而编写的．在书中，我们以计算机绘图为主题，由浅入深、循序渐进地介绍几个绘图程序应用实例，供读者参考．

计算机绘图是相当吸引人的研究主题，目前在大多数的应用软件中，或多或少都会用到绘图技巧，尤其对于青少年学生而言，色彩鲜明、生动活泼的图形，远比财务管理、数据库、文字处理等程序更具吸引力．笔者深深觉得：市面上讨论绘图的书籍很多，然而往往仅限于基础原理说明及绘图函数的使用介绍；否则便是过于专业，非一般读者所能接受．以本书各章的主题而言，已经有些先后在相关杂志、期刊上介绍过了．然而或许限于篇幅，这些文章并未做深入探讨，以致于阅读之后，虽然极感兴趣，可惜资料有限，无法探究更深一层技巧，或做更广泛的应用．

笔者有鉴于此，经过研究相关书籍、资料，经实际编写程序加以印证后，编写成书，愿与读者相互交换心得．本书所探讨的主题有下列几点：

1. 图形显示技巧
2. 图形文件格式
3. Super VGA 绘图程序设计
4. 绘图与打印图形程序
5. 以 C 语言编写常驻程序
6. 扫描仪应用程序

在书中的每一章，除了基本原理阐述之外，并开发多种范例程序附于各章之中，以供读者参考．我们深深希望各位阅读之后，会有所助益．

目　录

第一章　概论

1.1　前　言

计算机绘图是目前相当热门的研究主题，在一般的计算机展览会中，最能吸引观众目光的往往就是计算机绘图了。无论在计算机辅助设计、美工设计、计算机游戏、简报系统和计算机辅助教学等软件中，都可以看见它以生动活泼的画面，吸引观众的注意力。

由于计算机绘图需要大量的内存及较快的执行速度，几年之前，它可说是大型计算机的专利品，在微电脑上并不普遍。一般人要编写绘图程序时往往需要自行以汇编语言开发相关的程序库和驱动软件；这些工作并非初学者所能胜任的。随着计算机科技的进步，计算机绘图也逐渐走入生活中，如今在微计算机上已经能够执行功能强大的绘图程序了。例如，飞行模拟，3D 动画图像处理等复杂的程序，过去只能在工作站级以上的计算机上执行，而目前 80386，80486CPU 的微电脑执行这些程序，已经绰绰有余了。在开发工具方面，许多高级语言都已经提供了若干绘图函数，使得绘制图形比以前更为方便。例如 Borland 公司所开发的 Turbo C 在 1.5 版提供了许多功能强大的绘图函数，而在 2.0 版又新增了若干绘图函数，使得 C 语言的绘图功能更加完备。请记着，我们即使不懂汇编语言，也能着手编写绘图程序，共享计算机绘图的乐趣。

本书是针对稍具程序设计基础的读者而编写的。我们以专题制作的方式，探讨在绘图程序设计时，经常会接触到的几个主题。书中所有的程序皆以 Turbo C 编写，因为它简单易学，同时又提供了完备的绘图程序库。在本章中，我们先对本书相关的软件、硬件环境做一个简单的介绍。

1.2　屏幕与显示适配器

计算机绘图的基本设备除了主机之外，还有屏幕和显示适配器，三者的关系如图 1-1 所示。

计算机的显示器（Monitor）俗称为屏幕，它的功能是将计算机所处理的文字、图形显示出来，而显示的色彩和分辨率，则与显示适配器（Video Adapter）有直接的关系。

微电脑常用的屏幕有数字式和模拟式两种：

1. 数字式（Digital TTL Displays）：

输入信号线有若干条，每条以 ON／OFF 两种状态表示；如果有 N 条输入线，则屏幕可以产生 2^N 种色彩，EGA 即采用这种方式。

2. 模拟式（Analog RGB Displays）：

以三条输入信号线分别代表红、绿、蓝三种色彩，信号的强度则代表该颜色的深浅，由这三种颜色可组合成任意色彩。目前常用的 VGA 和 Super VGA 就是采用此种方式。

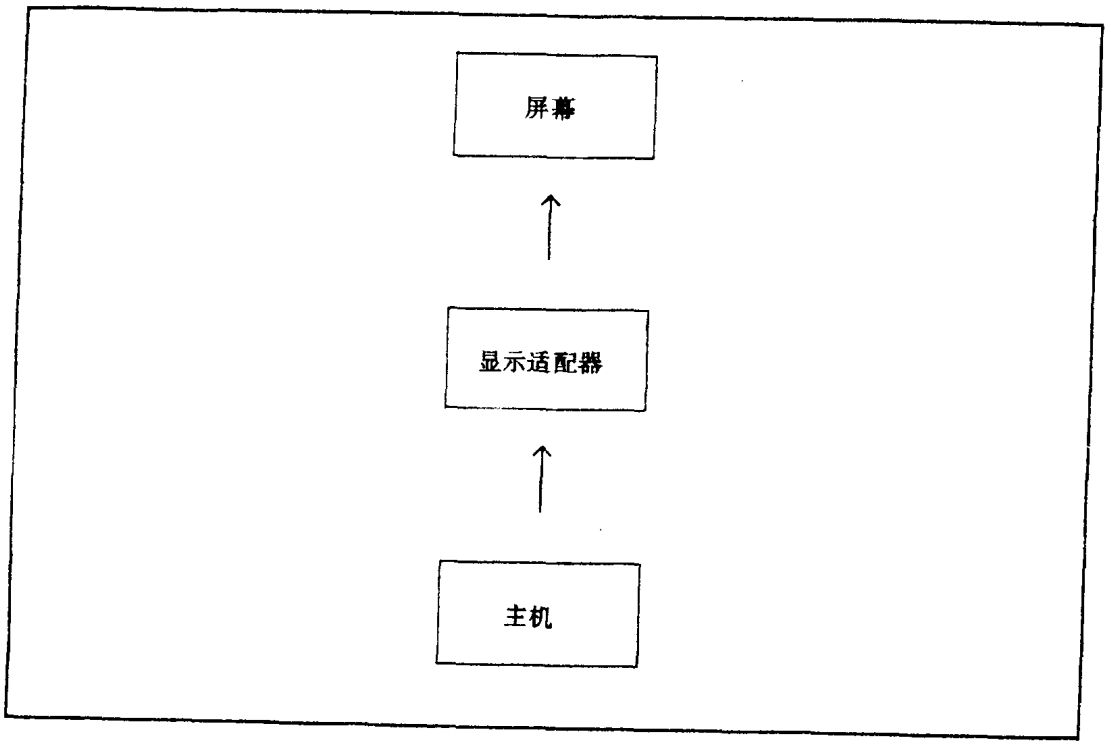


图 1-1　计算机绘图的基本设备

另外有一种混合式（Composite）屏幕，只有一条输入信号线，而以解码的方式输出信号．一般用于电视上，在微电脑上较少采用，CGA 即是混合式的屏幕．

我们若要将图形显示于屏幕上，必须将图形数据预先存入与屏幕相对应的内存中．这块与屏幕相对应的内存称为显示内存，位于显示适配器上，它的大小则视适配器的种类而定．当我们要显示图形时，只要图形的每一个点放到显示内存的相对应的地址，就可以将图形呈现在屏幕上，这种方式称为内存映射式（Memory Mapped）．

以下所介绍的是微电脑常用的显示适配器．

1.2.1　单色显示适配器

早期 IBM PC 所配备的显示适配器是单色的 Monochrome Display Adapter 简称 MDA，它的分辨率为 720×350，但只能显示文字，无法处理图形，现在已经很少见了．

Hercules 卡是美国 Hercules 公司所出品的单色绘图卡，它提供了文字和绘图两种显示模式，分辨率为 720×348，不仅具备了 MDA 卡的所有功能，并且分辨率也比 CGA 卡高．Hercules 卡在国内很受欢迎，目前很多单色屏幕都配备此种适配器．

1.2.2　CGA 卡

CGA 卡（Color Graphics Apdpter）是 IBM PC 最早使用的彩色适配器．由于分辨率仅 640×200，又只有四色，并且无法显示中文，因此这种显示适配器在国内很少见．

1.2.3　EGA 卡

IBM 公司在 1984 年推出 EGA 卡（Enhanced Graphics Adapter）．它包含了 CGA

卡的所有功能，并且增加了 640×200 16 色、640×350 单色和 640×350 16 色等绘图模式，功能远胜于 CGA 卡，目前较新的绘图软件大多支持这种适配器。

1.2.4 VGA 卡

IBM 公司于 1987 年配合 PS／2 系列微电脑推出了 VGA 卡（Video Graphics Array），造成微电脑屏幕显示系统的大震撼。VGA 卡不仅包含了所有的 EGA 显示模式，更将显示能力提升到 640×480 16 色。在此之前，屏幕的输出是数字信号，而 VGA 卡则以模拟信号输出，使得屏幕能够表现的色彩更为丰富。VGA 卡上有 256 个颜色暂存器，因此它最多能在屏幕上同时显示 256 色。标准 IBM VGA 所具有的显示模式如表 1-1 所示。在 VGA 卡推出之后，许多软件公司纷纷以它为标准，开发应用软件；而有些硬件厂商也以此标准制造各种 VGA 卡，因此我们称 IBM VGA 卡为现阶段的彩色标准适配器。

表 1-1 标准 IBM VGA 所具有的绘图模式

模式编号（16 进制）	形态	分辨率	颜色	缓冲区段址	MDA	CGA	EGA	MCGA	VGA
0	文本	40×25 字 (320×200)	16	B800		✓	✓	✓	✓
0	文本	40×25 字 (320×350)	16	B800			✓		✓
0	文本	40×25 字 (320×400)	16	B800				✓	
0	文本	40×25 字 (360×400)	16	B800					✓
1	文本	40×25 字 (320×200)	16	B800		✓	✓	✓	✓
1	文本	40×25 字 (320×350)	16	B800			✓		✓
1	文本	40×25 字 (320×400)	16	B800				✓	
1	文本	40×25 字 (360×400)	16	B800					✓
2	文本	80×25 字 (640×200)	16	B800		✓	✓	✓	✓
2	文本	80×25 字 (640×350)	16	B800			✓		✓
2	文本	80×25 字 (640×400)	16	B800				✓	
2	文本	80×25 字 (720×400)	16	B800					✓

(续)

模式编号(16进制)	形态	分辨率	颜色	缓冲区段址	MDA	CGA	EGA	MCGA	VGA
3	文本	80×25字(640×200)	16	B800		✓	✓	✓	✓
3	文本	80×25字(640×350)	16	B800			✓		✓
3	文本	80×25字(640×400)	16	B800				✓	
3	文本	80×25字(720×400)	16	B800					✓
4	图形	320×200	4	B800		✓	✓	✓	✓
5	图形	320×200	4	B800		✓	✓	✓	✓
6	图形	640×200	2	B800		✓	✓	✓	✓
7	文本	80×25字(720×350)	2	B800	✓		✓		✓
7	文本	80×33字(720×400)	2	B800					✓
8	仅Pcjr								
9	仅Pcjr								
0A	仅Pcjr								
0B	(EGA Video BIOS使用)								
0C	(EGA Video BIOS使用)								
0D	图形	320×200	16	A000			✓		✓
0E	图形	640×200	16	A000			✓		✓
0F	图形	640×350	2	A000			✓		✓
10	图形	640×350	4	A000			✓		✓
10	图形	640×350	16	A000			✓		✓
11	图形	640×480	2	A000				✓	✓
12	图形	640×480	16	A000					✓
13	图形	320×200	256	A000				✓	✓

1.2.5 Super VGA 图形适配器

目前市面上可以看见几种比 IBM VGA 卡功能更强的彩色显示适配器，它们的分辨率比 VGA 更高，并且提供更多的颜色，我们称这些显示适配器新增加的功能为 Super VGA 扩充图形模式。

Super VGA 若使用 256K 的显示内存，能提供 800×600 16 色或者 640×350 256 色的彩色绘图能力。如果采用 512K 的显示内存时，它的绘图能力则达到 640×480 256

色、800×600 256色以及1024×768 16色。

具有Super VGA扩充图形模式的适配器很多，例如ATI，Tseng，Triden等等。由于Super VGA尚未标准化，每个厂牌的规格并不统一，在选用时，必须先行阅读技术手册，才能应用自如。表1-2是Tseng ET3000（曾氏卡）的Super VGA扩充绘图模式。

表1-2 ET3000卡新增的显示模式

模式编号(16进制)	形态	分辨率	颜色	内存需求	显示形态
18	文本	132×44	单色	256KB	Super VGA
19	文本	132×25	单色	256KB	Super VGA
1A	文本	132×28	单色	256KB	Super VGA
22	文本	132×44	16	256KB	Super VGA
23	文本	132×25	16	256KB	Super VGA
24	文本	132×28	16	256KB	Super VGA
25	图形	640×480	16	256KB	VGA
26	文本	80×60	16	256KB	VGA
27	图形	720×512	16	256KB	Super VGA
29	图形	800×600	16	256KB	Super VGA
2D	图形	640×350	256	512KB	VGA
2E	图形	640×480	256	512KB	VGA
2F	图形	720×512	256	512KB	Super VGA
30	图形	800×600	256	512KB	Super VGA
37	图形	1024×768	16	512KB	8541.XL

由于Super VGA尚未标准化，因此一般的程序语言都没有提供扩充模式的绘图函数，Turbo C就是这种例子。本书针对此点，特别在第五章的各节中，和读者详细介绍其基本构造及程序设计的要领。

1.2.6 XGA卡

XGA(Extended Graphics Array)是IBM公司最新推出的显示适配器。在此之前，该公司所推出的CGA，EGA，VGA等适配器都曾经成为当时的标准，而目前这些适配器已经无法满足用户的需求了。IBM公司虽然曾推出8514／A显示适配器，它的绘图能力最高可达1024×768 16色，然而它与VGA卡并不相容，因此无法成为标准。有鉴于此，IBM公司更积极开发了XGA卡，期望它能继VGA卡后，再度成为PC彩色绘图适配器的标准。

XGA包含了三种模式:

1. VGA相容模式:

XGA不仅与VGA完全相容，其显示速度也比VGA快了许多。IBM宣称：XGA在DOS下比VGA卡快90%，在Windows下比VGA快31%，比Super VGA快50%。

2. 132 行文本模式:

在 XGA 下，每个字符的宽度为 8 个像素，在 1056 的水平分辨率下，可以显示 132 行文字。由于字符的高度可依字体而定，因此我们可以选择 132×43，132×50 或者 132×60 等文本显示模式。

3. 扩展图形(Extended Graphics)模式:

XGA 最引人注目的就是它的扩展图形功能，例如，16 位的真实色彩能力、分辨率可达 640×480 65536 色或者 1024×768 256 色，其它聚集像素(Packed Pixel)处理、硬件光标等，都是目前 Super VGA 所不及的。

1.3 常见的绘图软件

在 PC 上使用的绘图软件很多，其中国内读者最为熟悉的就是 AutoCAD 和 PC PaintBrush 两套软件了。

PC Paint Brush 是 Zsoft 公司在 1985 年推出的位式绘图软件，它提供了多种绘图工具，在进行绘图、填色、喷色、输入文字时都非常方便。此外还可以将图形做旋转、放大、缩小、反相、倾斜等变化，图形绘制和编辑的功能十分完备。在 Windows 3.0 的辅助软件中，即包含了 PaintBrush 应用程序。

AutoCAD 是 AutoDesk 公司的产品。它是计算机辅助设计最具有代表性的软件，一般性的工程图如机械设计图、建筑设计图等，都少不了它。

除了上述两种之外，Animator，TOPAS，Grasp，OrCAD，Rambow Paint 和达文西、变影 72、百图等等，都是国内常见的绘图软件。

1.4 Turbo C 的绘图函数

Turbo C 在 1.5 版中加入了绘图函数，而在 2.0 版时，更将绘图函数增加至 100 个左右。这些函数存在 GRAPHICS.LIB 库中，而它们的原型则放在 GRAPHICS.H 头文件中。常用的绘图函数如表 3-1 所示。

表 1-3 Turbo C 的绘图函数

函数名称	功　　能
initgrah	启动绘图系统
closegraph	关闭绘图系统
grpahresult	取得绘图运算所发生的错误代码
registerbgidriver	通知绘图系统欲链结至程序的绘图驱动程序码
restorecrtmode	将屏幕重设为启动绘图系统前的状态
graphdefaults	重新设定全部的绘图参数
grapherrormsg	传回错误代码所对应的错误信息
setviewport	定义绘图窗口
setvisualpage	设定屏幕显示的显示作用页
setactivepage	设定绘图作用页

(续)

函数名称	功　　能
setgraphmode	切换不同的绘图模式
setgrahpbufsize	设定绘图函数所需的缓冲区大小
setallpalette	将整个调色板设置成指定的组合
setaspectratio	设定屏幕纵横比
setcolo	设定绘图颜色
setbkcolor	设定背景颜色
setfillpattern	设定用户自定的填图图样
setfillstyle	设定填图颜色及图样
setlinestyle	设定线条宽度和形式
setpalette	重新定义调色板中的某一个像素的值
setwritemode	设定画线时的写入模式
getcolor	返回目前绘图颜色
getbkcolor	返回背景颜色
getmaxcolor	返回目前的绘图模式下所允许的最大像素值
getgraphmod	取得目前的绘图模式
getdrivername	取得有关于绘图驱动程序名称的字串
getmaxmode	取得目前绘图驱动程序下所允许最大模式的编号
getmaxx	返回屏幕 x 坐标的最大值
getmaxy	返回屏幕 y 坐标的最大值
getmodename	取得指定模式编号的模式名称的的有关字串
getfillpattern	返回目前的填图的图样
getfillsettings	取得目前填色和填图图样的相关信息
getlinesettings	返回目前的线条形式和宽度
getarccoords	取得最近所画的弧的起点和终点
getaspectratio	返回屏幕纵横比
getdefaultpalette	返回目前驱动程序所设定的调色板结构
getmoderange	取得指定的绘图驱动程序允许的模式编号范围
getpalette	取得目前的调色板
getpalttesize	取得目前的调色板可用的颜色数
getviewsettings	取得与目前绘图窗口有关的信息
getx	返回目前窗口中的相对 x 坐标
gety	返回目前窗口中的相对 y 坐标
line	画线
lineto	由目前位置画一条线到指定点
lienrel	由目前位置到相对于目前位置一定距离的点之间画一直线
bar	画长条图
bar3d	画 3 度空间长条图
arc	画圆弧
circle	画圆

(续)

函数名称	功　　能
ellips	画椭圆
rectangle	画矩形
drawpoly	将指定的点连成多边形
pieslice	画扇形
fillpoly	填满多边形
floodfill	填满封闭区域
fillellipse	画椭圆
getpixel	取得指定图点的颜色
putpixel	画点
getimage	将屏幕指定区块存入缓冲区中
putimage	将缓冲区内的图形显示于屏幕上
imagesize	计算使用 getimage 时所需要的内存大小
sector	画椭圆扇形
moveto	将绘图位置移到指定的一点
moverel	移动现行绘图位置一段指定距离
setviewport	设定屏幕一区块为绘图窗口
clearviewport	清除目前窗口
cleardevice	清除绘图屏幕，并将绘图位置移至屏幕左上角

为了让 Turbo C 在各种不同的显示适配卡上运用，Borland 公司提供了几种绘图驱动程序，以供程序员选用，它们的文件扩展名称都是 BGI(Borland Graphics Interface):

ATT.BGI
CGA.BGI
EGAVGA.BGI
HEEC.BGI
IBM8514.BGI
PC3270.BGI

如果使用单色绘图，必须有 HERC.BGI 这个文件，而在执行 EGA 或 VGA 绘图程序时，则要有 EGAVGA.BGI 文件，依此类推。以上驱动程序必须以 Turbo C 所提供的 BGIOBJ 公用程序将它们转换成.OBJ 文件之后，才能与绘图程序链结。

如果您使用的 Turbo C 是 1.5 版，那么在执行绘图程序之前，必须先产生一个工程文件(Project file)，扩展名是 PRJ，其内容为:(GRAPROG.PRJ)

graprog.c
graphcis.lib

然后在集成环境下，选取 Project 中的 Project Name 选项，指定为刚才产生的工程文件 GRAPROG.PRJ 即可。

如果您使用的是 Turbo C 2.0 版，则只须在集成环境下，选取 Option 中的 Linker

选项，将 graphics 项设定为 ON 即可。

若是使用命令行编译器 TCC.EXE，不论是 1.5 或 2.0，都必须在程序行后再加上图形程序库，如下所示：

```
tcc gaprog.c graphics.lib
```

环境设定完成后，在程序中便可以使用 initgraph 函数说明进入图形模式：

函数：initgraph()

原型：void far initgrapn (int far *driver ,int far *made,
char far *path):

此一函数需要 3 个 int far 形态的参数：

1. driver 用来指定采用哪一个绘图驱动程序，它有下列 11 种选择：

表 1-4 绘图驱动程序的选择常数

常数	数值
DETECT	0
CGA	1
MCGA	2
EGA	3
EGA64	4
EGAMONO	5
IBM8514	6
HERCMONO	7
ATT400	8
VGA	9
PC3270	10

这些常数在GRAPHICS.H头文件中定义成0到10的对应数值，例如要执行VGA绘图程序时，driver 参数应该设定为 VGA 或者 9。如果将 driver 的值设定为 DETECT，则系统将会自动侦测目前所连接的显示适配器，而选用适当的绘图驱动程序。

2. mode：图形模式。表1-5所列的是Turbo C的图形模式。在表中可以看出：一个驱动程序都有数种图形模式可供选用，我们可利用 mode 参数来选择不同的模式。如果要执行 640×480 16 色的绘图程序，则 mode 参数应该设定为 EGAHI 或者 2。
3. path：代表绘图驱动程序所在的文件路径。假如path的值为NULL或者“”时，表示绘图驱动程序在当前的工作目录之中。

表 1-5 Trubo C 的绘图模式

驱动程序	模式	数值	分辨率/色彩/页数
CGA	CGAC0	0	320×200 调色板 0，1 页
	CGAC1	1	320×200 调色板 1，1 页
	CGAC2	2	320×200 调色板 2，1 页
	CGAC3	3	320×200 调色板 3，1 页
	CGAHI	4	640×200 2 色，1 页
MCGA	MCAGAC0	0	320×200 调色板 0，1 页
	MCGAC1	1	320×200 调色板 1，1 页
	MCAGC2	2	320×200 调色板 2，1 页
	MCAGC3	3	320×200 调色板 3，1 页
	MCGAMED	4	640×200 2 色，1 页
	MCGAHI	5	640×480 2 色，1 页
EGA	EGALO	0	640×200 16 色，4 页
	EGAHI	1	640×350 16 色，2 页
EGA64	EGA64LO	0	640×200 16 色，1 页
	EGA64HI	1	640×350 4 色，1 页
EGAMONO	EGAMONOHI	3	640×360 4 页
HERC	HERCMONOHI	0	720×348 2 页
ATT400	ATT400C0	0	320×200 调色板 0，1 页
	ATT400C1	1	320×200 调色板 1，1 页
	ATT400C2	2	320×200 调色板 2，1 页
	ATT400C3	3	320×200 调色板 3，1 页
	ATT400CMED	4	640×200 1 页
	ATT400CHI	5	640×400 1 页
VAG	VGALO	0	640×200 16 色，4 页
	VGAMED	1	640×350 16 色，2 页
	VGAHI	2	640×480 16 色，1 页
PC3270	PC3270HI	0	720×350 1 页

在执行 initgraph 函数时，如果参数 driver 的值指定为 DETECT，则 initgraph 中第一个参数所返回的值就是目前显示卡所使用的驱动程序的代号，而第二个参数便会自动调整为该驱动程序所能提供的最高分辨率的模式。使用 detectgraph 函数也可达到此项功能。利用这项功能，就可以写一个程序来检测目前计算机所具有的显示适配器是属于何种形式。两个程序分别用 Initgraph 及 detectgraph，介绍如下：

程序 1

```
#include"graphics.h"
```

```
#include"stdio.h"
main()
{
        int graph_driver,graph_mode;

        detectgraph(&graph_driver,&graph_mode);
        switch(graph_driver)  {
                case VGA      : puts("There is a VGA card.");
                                break;
                case EGA      : puts("There isa EGA card.");
                                break;
                case HERCMONO: puts("There is a Hercules card.");
                                break:
                }
}
```

程序 2

```
#include "graphics.h"
#include "stdio.h"
main()
{
     int graph_driver=DETECT;
     int graph_mode;

     intigraph(&graph_driver;&graph_mode,"");
     switcn(graph_driver) {
          case VGA       : outtextxy(250,240,"It's in VGA mode.");
                           break;
          case EGA       : outtextxy(250,240,"It's in EGA mode.");
                           break;
          case HERCMONO : outtextxy(250,240,"It's in Hercules mode.");
                           break;
     }
}
```

使用 initgraph 和 detectgraph 的不同点在于 initgraph 是判断后即进入绘图模式，而 detectgraph 则只有判断绘图适配器，并未进绘图模式．所以若是程序只需侦测显示卡，则以使用 detectgraph 较为恰当．

本节最后再将绘图程序所必须的部分罗列于后，让读者有个更清晰的概念．

```
#include<graphics.h>
  .
  .
  .
```