

微型计算机图形处理入门

矶本征雄 李金芬 编著
何卓元 严骏飞

上海科学技术文献出版社

(沪)新登字 301 号

责任编辑：张秉芬

封面设计：何永平

微型计算机图形处理入门

矶本征雄 李金芬 编著
何卓元 严骏飞

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路 2 号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

上海科技文献出版社昆山联营厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 3.5 字数 97,200

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 次印刷

印数：1—4,000

统一书号：ISBN 7-5439-0272-9/T·286

定价：3.50 元

《科技新书目》298-298

编 者 的 话

随着微型计算机在我国的日益普及和推广,目前,在人们的日常学习、工作和生活中,与计算机打交道的机会也就越来越多了。如何使众多的初学者能够迅速地掌握计算机的知识而跨入计算机应用的行列,便成了许多计算机教育工作者所注目的课题。本书是根据日本名古屋市立大学计算中心矶本征雄教授、何卓元等人积多年的教学经验而撰写的计算机入门参考书。

本书的特色就是从计算绘图的角度着手,引导初学者始终以浓厚的兴趣在涂涂画画、听听音乐、做做游戏的过程中,逐渐地由浅入深进入计算机应用的深奥大门。本书内容丰富、通俗易懂,既讲解了一些计算机的基本操作方法,又通过绘绘图画、制作动画、演奏音乐等讲解了一些枯燥乏味的计算机 BASIC 语言的文法。读者若将书中的程序输入到自己的计算机中,便能看到色彩艳丽的画面和听到悦耳的乐曲。

编者根据我国微机的实际机型及配置情况编写提供给中国的读者,书中全部程序均由李金芬在 PC 机上运行通过。希望读者能够通过对本书的学习而得到一些有益的帮助。

目 录

第一章 BASIC 的准备	1
§ 1.1 计算机的组成部件和 BASIC 的启动	1
§ 1.2 源程序的建立、运行与程序文件的管理	2
§ 1.3 显示器的显示模式	5
第二章 图形指令及绘制简单图形	6
§ 2.1 BASIC 语言的基本绘图指令	6
§ 2.2 用基本图形组合绘制图画	11
§ 2.3 与绘画顺序至关重要的图画	15
§ 2.4 以转换涂色效果来增加变化的图形	18
第三章 尝试一下画动态图形	22
§ 3.1 随着搏动而运动的图形	22
§ 3.2 平滑移动的图形	25
§ 3.3 配合音乐运动的图形	29
§ 3.4 随函数式计算而运动的图形	34
第四章 下功夫的重要性	38
§ 4.1 重叠基本图形	38
§ 4.2 充分利用计算机的特点	47
§ 4.3 利用眼睛的错觉	54
§ 4.4 多下功夫并反复研究的重要性	57
第五章 绘制一些作品	65
§ 5.1 带有音乐节奏的图形	65
§ 5.2 试着制作一下游戏	72
§ 5.3 静物画	84

第一章 BASIC 的准备

本书是以目前国内流行的 MICROSOFT 公司提供的标准 DOS 3.3 中的 BASIC 语言进行图形的绘制为例题来说明计算机的使用方法。作为第二章以后的准备,本章节中学习一下计算机的操作和 BASIC 语言的启动方法,但在此只着重于说明要点部分,详细内容请参阅有关的计算机使用手册。

§ 1.1 计算机的组成部件和 BASIC 的启动

此节中,我们简单介绍一下计算机的主要组成部件和 BASIC 的启动。

一、计算机的组成

计算机主要由以下几部分组成:显示器,是用来显示信息的显示装置;主机,与显示器通过接线相连,主要负责进行各类信息处理;打印机,可以将存贮在计算机中的信息或是显示屏幕上显示出的信息打印出来。主机上还带有磁盘驱动器,若欲将内存中的信息保存在磁盘上时需用到此装置。

二、BASIC 的启动

当计算机接通电源并进入系统状态下时,若 MS-DOS3.3 中的 GWBASIC.EXE 文件在 C 盘上,则可在“C>”提示符下键入“GWBASIC”,若 GWBASIC.EXE 文件在磁盘上,则可将磁盘插入驱动器 A,并在“A>”提示符下键入“GWBASIC”。之后,系统便进入 BASIC 状态,屏幕上出现如图 1.1 的显示。此时,就可以编制和运行将在下一节说明的使用 BASIC 指令的程序了,这样一道顺序是一项基本的工作,请您牢牢地记住。

GW-BASIC 3.23
 (C) Copyright Microsoft 1983,1984,1985,1986,1987,1988
 64000 Bytes free
 DA

图 1.1 BASIC 状态的屏幕显示

§ 1.2 源程序的建立、运行与程序文件的管理

在这一节中,我们简单介绍一下怎样在 BASIC 状态下建立源程序及程序的运行、程序文件的管理。

一、源程序的建立及运行

在运行一个程序以前,首先要用编辑程序建立和修改源程序。GW-BASIC 提供了一种功能较强的编辑程序,它允许用户使用编辑键编辑和修改屏幕上的任意行。编辑以行为单位,只有在输入回车键后,编辑工作才有效。由于编辑以行为单位,且允许在全屏幕范围内进行,故称为全屏幕行编辑。下面给出的是一些常用的编辑键:

- ↑:光标上移一行
- ↓:光标下移一行
- ←:光标左移一个字符
- :光标右移一个字符
- Ins:进入插入状态,插入字符

Del:删除光标处的一个字符

Backspace:删除光标前一个位置上的字符

Esc:删除一行

Home:光标回到屏幕左上角

End:光标移到行末

为了配合编辑键对源程序的编辑,GWBASIC 还提供了以下几条编辑命令:

LIST:列出程序清单

AUTO:自动编行号 **Ctrl - Break:**终止编辑

RENUM:重新编行号

DELETE:删除行

NEW:清除内存中的程序

下面举例说明如何利用这些编辑键来建立源程序。

(1) 程序的输入

在输入新程序之前,应先输入 NEW 指令,清除内存中的旧程序,然后输入 AUTO 指令进行自动输出行编号或自行输入行编号,在行编号的右侧输入 BASIC 语言的指令,每行的最后按下回车键,以下依次进行。当程序全部输入完以后,若采用 AUTO 指令进行自动输出行编号的话,可键入 Ctrl - Break 键终止编辑。最后,可键入 LIST 命令显示一下刚输入的程序,并确认输入的内容是否正确。以上是输入新程序的一般的顺序。

(2) 程序的修改

若程序全部输入完毕后,用 LIST 指令列出的程序清单上发现有误,则可进行修改。如:

行的追加:在程序中追加新的行的时候,只要看一下欲插入位置处前后的行编号,并以其中间的行编号输入语句即可。计算机在运行时,执行指令的顺序是按行编号从小到大依次进行,而与输入时的顺序无关。

行的删除:只要输入程序中欲删除行的行编号再按下回车键,则以空行来代替前面输入的语句,也即该行语句被删除了。若想删

除连续的几行,则可以使用 DELETE 指令,用法请参阅有关的计算机使用手册。

字符的插入:若要插入字符,可利用 ↑、↓、←、→ 键将光标移到所要插入的位置处,再按下 Ins 键便进入了插入状态,此时可输入需插入的字符,插入完毕后按下回车键,新的行就取代了原来旧行的内容了。

字符的删除:若要删除字符,可利用 ↑、↓、←、→ 键将光标移到所要删除字符的位置上,再按下 Del 键,以及回车键,该字符就被删除了。

(3) 程序的运行

在确认输入的程序无误的情况下,可键入 RUN 指令来运行该程序,运行过程中若发现程序有错误,还可以利用前面介绍过的方法进行程序的修改,直至运行结果正确为止。

二、程序文件的管理

这里只介绍程序文件的保存与装载。

(1) 程序文件的保存

若欲将输入在计算机中的程序以文件方式保存在磁盘上时,可键入 SAVE 命令来实现。当想将程序保存在硬盘上时,在 BASIC 状态下可键入 SAVE“文件名”,而当想将程序保存在软盘上时,在 BASIC 状态下应键入 SAVE“驱动器号:文件名”,此时就可将程序以您给出的文件名保存在您指定的存贮介质上。文件名可以由不超过 6 个的字母或数字组成,但第一个字符必须是字母而不能是数字。

(2) 程序文件的装载

通过利用 LOAD 指令,可将存贮介质上保存的文件装载或调入到计算机的内存中。当想将存贮在硬盘上的文件调入到内存中,则可键入 LOAD“文件名”,而当想将保存在软盘上的文件调入到内存,则应键入 LOAD“驱动器号:文件名”,此时,指定文件名的程序就被装载到计算机的内存中了,可用 LIST 指令列出程序清单。

§ 1.3 显示器的显示模式

由于大规模集成电路技术的飞跃发展,半导体存贮器的性能越来越高,成本也越来越低,因此,采用光栅扫描技术的图形显示器在微型计算机中日益普及。本书中介绍的程序均是在 EGA 或好于它的显示器上进行图行显示的,

显示器的显示模式分为:文本显示方式和图形显示方式。在文本显示方式下,屏幕上同时可显示 25 行 80 列的字符信息。在图形显示方式下,显示出的象素信息与您所选择的图形分辨率模式及显示器的分辨率有关。如本书中介绍的程序均是在高分辨率图形显示模式 SCREEN 9 下进行的,采用的是 EGA 显示器,分辨率为 640×350 。要提出引起注意的是:在图形方式下,坐标原点在屏幕的左上角, x 轴水平向右,其象素值范围是 0 到 639,而 y 轴是垂直向下,其象素值范围是 0 到 349。本书中介绍的程序均使用了重新定义屏幕坐标系的语句 WINDOW SCREEN 语句,因此,程序运行时的图形结果,可以在任何分辨率的显示器上显示出来。

第二章 图形指令及绘制简单图形

在本章里,我们将介绍 BASIC 语言的绘图指令以及用这些绘图指令来画图的方法,如同是折纸或是贴画一样,能够绘出用图形组合而成的有趣的图画。

§ 2.1 BASIC 语言的基本绘图指令

在这里,我们对于绘图指令 CIRCLE(圆、椭圆、扇形或圆弧)、LINE(直线、方框或方块)、DRAW(连续画线)、PAINT(着色)的语法,介绍一些最基本的东西,详细内容请参阅有关的计算机使用手册。

一、圆、椭圆、扇形或圆弧指令: CIRCLE

在高级 BASIC 语言中,可以使用 CIRCLE 语句直接画出圆、椭圆、扇形或圆弧,它的语法为:

CIRCLE (XC,YC),R,C,AS,AE,ASP 其中:

(XC,YC):圆心坐标

R:圆半径

C:彩色码(参照下注)

AS、AE:分别为圆弧的起始角和结束角(单位为弧度)。

取值为 $-2\pi \sim 2\pi$,以逆时针方向度量,当角度为负值时,表示圆弧的端点应与圆心相连;如果参数 AS 或 AE 缺省,则其缺省值为 0。

ASP:表示圆的“纵横比”,这是为了避免屏幕上纵向两点距离与横向两点距离的不等造成圆变成椭圆的现象而设置的。当 ASP 参数缺省时,若显示模式为中分辨率,则缺省值为 5/6,若显示模式为高分辨率,则缺省值为 5/12。当给出 ASP 参数时,若 $ASP < 1$,则可画出长轴在 x 轴上的椭圆,若 $ASP > 1$,则可画出长轴在 y 轴上的椭圆。

注：色彩与彩色码的关系

彩色码——色彩

0——黑
1——蓝
2——绿
3——青
4——红
5——紫红
6——棕
7——浅灰

彩色码——色彩

8——深灰
9——浅蓝
10——浅绿
11——浅青
12——浅红
13——浅紫红
14——黄
15——白

例如：CIRCLE (200,200),90,4,0,2*3.1415,0.5

↓圆心坐标
 ↓半径
 ↓色彩码
 ↓起始角
 ↓结束角
 ↓比率

用这个命令可以画出图 2.1 的椭圆。

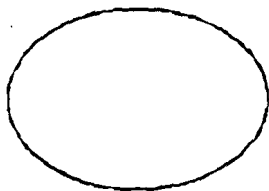


图 2.1 椭圆

这个图是中心座标(200,200),半径为 90,纵横比率为 0.5 的椭圆,其圆周为红色。试看改变一下参数,比如:将半径 90 改为 50,将纵横比率 0.5 改为 8 等等,反复地执行程序,研究一下 CIRCLE 指令的特征。

本书由于是着重于绘图的趣味而加以解释的,所以对于程序中使用的一条一条的指令的说明就相当简化了。关于参数的改变所导致的各种各样的效果,请查阅相关的计算机手册。

二、直线、方框或方块指令: LINE

在高级 BASIC 语言中,可以直接使用 LINE 语句来画出一条直线,或者画出一个矩形,或者画出一个着了色的矩形块。LINE 语句的形式有三种,第一种形式为:

LINE (X1,Y1)–(X2,Y2),C

其中,(X1,Y1)和(X2,Y2)分别是直线的起点和终点坐标,它们也可以使用相对坐标形式来给出。(X1,Y1)如果缺省的话,则表示起点位置就是画笔的现行位置。参数C表示直线的彩色码(参照前面圆的彩色码)。

LINE 语句的第二种形式为:

LINE (X1,Y1)–(X2,Y2),C,B

它的作用是用来画出以(X1,Y1)和(X2,Y2)为对顶角的一个矩形,C用来指出线条的彩色码,B不是参数,它是一个标志字符,在语句中应照写,表示LINE语句的作用是画矩形而不是画线条。

LINE语句的第三种形式与第二种形式完全相似,但标志字符为BF:

LINE (X1,Y1)–(X2,Y2),C,BF

它表示不但要画出一个顶点为(X1,Y1)和(X2,Y2)的矩形,而且要用C选择的彩色去把这个矩形填满,所以,实际上画出的是长方块。

例如:LINE (100,100)–(300,200),2,BF

↓	↓	↓	↓	↓
X1	Y1	X2	Y2	边内
				框部
				色涂
				色

此命令可以画出图 2.2 的长方块。

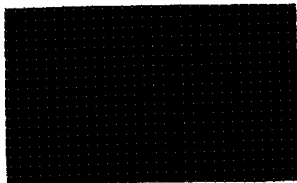


图 2.2 长方块

这个图形是一个左上角坐标为(100,100),右下角坐标为

(300,200),边框为绿色,内部用绿色涂沫的长方块。请将此图中的 (300,200)改成(300,300),将 BF 改成 B 尝试一下,以掌握 LINE 指令的特征。

三、连续画线指令: DRAW

一幅画往往是由许多线条组成的。因此,程序中需要大量地使用 LINE 语句。为了方便地产生图形的显示输出,高级 BASIC 语言提供了一条 DRAW 语句,它的功能较强,可以方便地用来连续画出各种直线。对于 DRAW 指令的详细情况,请参阅有关的计算机使用手册加以学习。

例如,使用下述 DRAW 语句可画出图 2.3 的多边形。

DRAW"U100R150D100L50U50L50D50L50"

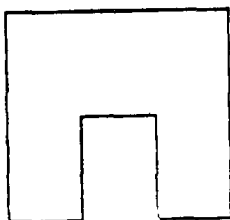


图 2.3 多边形

四、循环进行作图的指令: FOR~NEXT

在程序中,某段命令语句需要多次反复执行时,可以使用循环语句 FOR~NEXT,这条指令的语法如下:

```
FOR I=A TO B STEP C
```

循环体(需多次反复执行的命令语句)

```
NEXT I
```

其中,I 为循环变量,初始值为 A,每执行一次循环体,I 值增加 C,当 I 值超过 B 的时候,则停止执行循环体,继而处理 NEXT 以后的命令。

例如: 10 CLS

```
20 SCREEN 9: WINDOW SCREEN (0,0)-(639,399)
```

```
30 KEY OFF: COLOR 15,0:CLS
```

```
40 FOR I=150 TO 550 STEP 100
```

```

50 LINE (I,200)-(I+50,250),I/100,BF
60 NEXT I

```



图 2.4 循环指令的应用

在这个程序中,行编号从 30~50 中间,循环变量 I 的值从 150 开始,然后为 250、350、450、550 依次以 100 递增,重复 5 次,在这中间根据行编号 40 的指令可画出 5 个长方形(如图 2.4 所示),在颜色方面,由于 I/100 的值不同,所涂的颜色也不同,请自己执行一下看。除此以外,FOR 命令还有以下的应用例子。

(1)角度以 $3.14159/60$ 的弧度,有规则的增加而变化

```

FOR PI=0.0 TO 3.14159*2 STEP 3.14159/60
:
NEXT PI

```

(2)决定颜色的循环变量 I, 有规则地减 1 变化

```

FOR I=7 TO 1 STEP -1
:
NEXT I

```

五、着色指令: PAINT

所谓“着色”是指把画面上某一封闭区域的内部或外部涂满某一种指定的颜色。高级 BASIC 语言提供了一条着色语句 PAINT, 其语法为:

```
PAINT (X,Y),CP,CB
```

其中,(X,Y)为欲着色区域内的任意一点的坐标,CP 表示需要在此区域内着的颜色的彩色码,CB 表示区域边界颜色的彩色码。

```

例如:20 SCREEN 9;WINDOW SCREEN(0,0)-(639,399)
30 KEY OFF ;COLOR 15,0;CLS
40 LINE (100,100)-(200,200),2,B
50 PAINT(110,110),14,2

```

图 2.5 着色语句的使用

行编号 20 是作图的准备命令,行编号 40 的 LINE 命令画出绿

色的长方框,而行编号 50 的 PAINT 指令则是在长方框中涂黄色。

§ 2.2 用基本图形组合绘制图画

对于用计算机绘图,使用 CIRCLE 和 LINE 等的绘图指令,按照所想象的图形进行组织,并要给出表示图形形状和颜色的参数,是必须花工夫的。在这一节中,我们尝试着组织一下画圆的 CIRCLE 指令和画长方形的 LINE 指令来画一些有趣的图画。

一、由不同的位置布置决定图形不同的意义

图 2.6 是用 7 个小圆组成的描画猎户座的程序及其显示的结果。这个程序的要点在于用 CIRCLE 指令所画的圆的大小及位置布置。白色光亮的小圆和黑色的背景组成了星空的景象。

```
100 SCREEN 9;WINDOW SCREEN (0,0)-(639,399)
110 KEY OFF ;COLOR 15,0;CLS
120 CIRCLE (195,300),3,15;PAINT(195,300),15
130 CIRCLE (305,165),3,15;PAINT(305,165),15
140 CIRCLE (220,125),3,15;PAINT(220,125),15
150 CIRCLE (270,350),3,15;PAINT(270,350),15
160 CIRCLE (250,250),2,15;PAINT(250,250),15
170 CIRCLE (235,255),2,15;PAINT(235,255),15
180 CIRCLE (265,240),2,15;PAINT(265,240),15
190 END
```

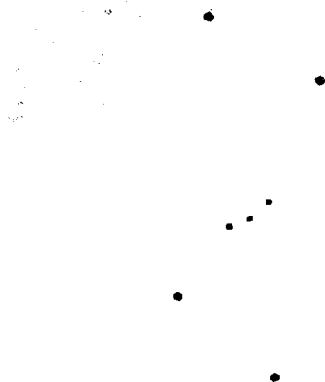


图 2.6 猎户座的画法

图 2.7 则是与猎户座一样,使用了 7 条 CIRCLE 指令,用参数改变了圆的位置和大小来绘出浮云的图画。这中间,行编号 190 的 PAINT 指令是将天空涂成蓝色,白色的大小适当的椭圆相互重迭,给人以柔和的感觉,产生一种浮云的气氛。

象这样只是单纯地改变一些参数的数值,而画出来的画则是完全不同的内容,这确实是一桩很有趣的事情。

```

100 SCREEN 9;WINDOW SCREEN (0,0)-(639,399)
110 KEY OFF;COLOR 15,0;CLS
120 CIRCLE (80,100),50,15,,,1/2.5;PAINT(80,100),15
130 CIRCLE (140,80),60,15,,,1/2;PAINT(140,80),15
140 CIRCLE (450,90),70,15,,,1/2;PAINT(450,90),15
150 CIRCLE (510,70),60,15,,,1/2.5;PAINT(510,50),15
160 CIRCLE (580,50),50,15,,,1/3;PAINT(580,50),15
170 CIRCLE (280,150),40,15,,,1/2;PAINT(280,150),15
180 CIRCLE (320,160),30,15,,,1/3;PAINT(320,160),15
190 PAINT(10,10),1,15
200 END

```

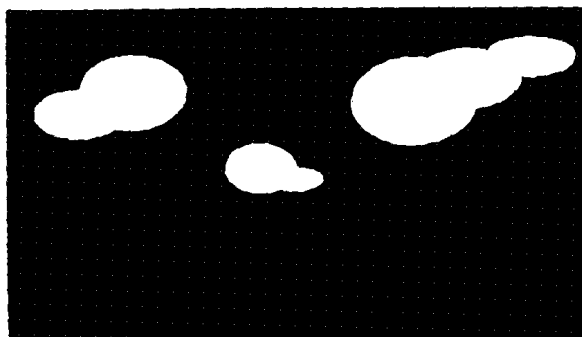


图 2.7 浮云的画法

同样是用 7 条 CIRCLE 指令进行绘图,图 2.8 的程序显示结果是白羊,而图 2.9 的程序显示结果则是白兔。

```

100 SCREEN 9;WINDOW SCREEN (0,0)-(639,399)
110 KEY OFF;COLOR 15,0;CLS
120 PAINT(10,10),1
130 CIRCLE(340,210),120,15,,,2/3;PAINT(340,210),15
140 CIRCLE(240,135),60,0,,,6;PAINT(240,135),15,0

```

```

150 CIRCLE(220,130),5,0;PAINT(220,130),0
160 CIRCLE(255,130),15,0,,,1.5
170 CIRCLE(270,270),40,15,,,5;PAINT(270,310),15
180 CIRCLE(410,270),40,15,,,5;PAINT(410,310),15
190 CIRCLE(465,215),20,0,,,4/3;PAINT(465,215),15,0
200 END

```

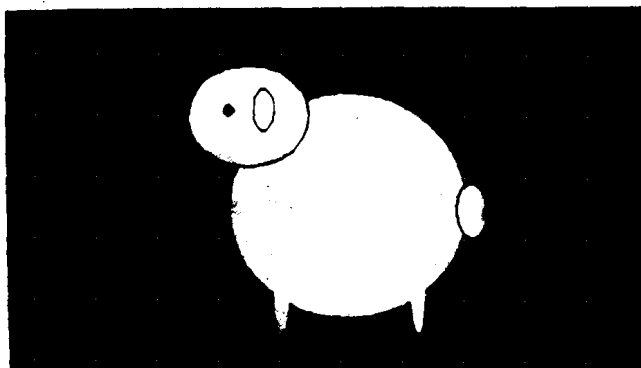


图 2.8 白羊

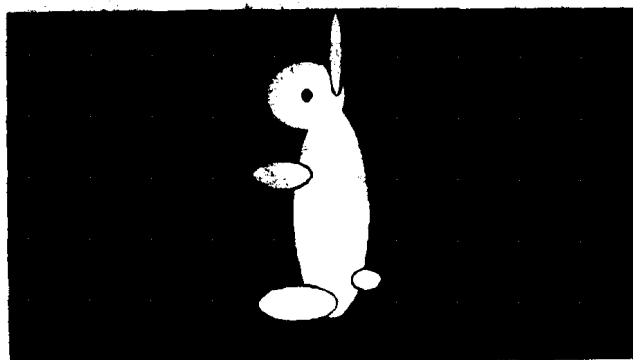


图 2.9 白兔

```

100 SCREEN 9;WINDOW SCREEN (0,0)-(639,399)
110 KEY OFF;COLOR 15,0;CLS
120 PAINT(10,10),1
130 CIRCLE(300,100),40,15,,,6;PAINT(300,100),15
140 CIRCLE(300,100),5,0;PAINT(300,100),4,0
150 CIRCLE(330,65),30,0,,,4;PAINT(330,65),15,0
160 CIRCLE(325,195),75,15,,,2;PAINT(325,195),15

```