

中学微电脑应用丛书

高级绘图语言

张斐慕 饶芄宗 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书介绍高级绘图语言的使用方法和技巧,并以中学平面几何、立体几何、解析几何和物理课本中一些比较典型的问题为例,编写形象生动的绘图、演示程序,每个程序都有基础知识和程序结构的精练说明以及运行范例。这些程序不仅注意编程技巧,而且注重其本身的实用价值,大部分程序可直接应用于教学。

本书可作为中学学生课外阅读材料,同时可供中学的数学、物理或电脑教师使用,也可供大专院校学生和计算机爱好者参考。

中学微电脑应用丛书

高级绘图语言

张斐慕 饶尧宗 编著

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 $1/32$ 印张 $5\frac{3}{4}$ 125千字

1987年3月第一版 1987年3月第一次印刷 印数:0,001—4,550册

统一书号:15034·3160 定价:1.20元

目 录

第一章 绪论	1
§ 1 计算机绘图概述	1
§ 2 屏幕显示器	2
§ 3 有关屏幕显示功能的语句	5
第二章 绘图的基本语句	9
§ 1 PSET和PRESET语句	9
§ 2 LINE语句	11
§ 3 CIRCLE 语句	18
§ 4 PAINT 语句	21
§ 5 POINT 函数	22
第三章 绘图宏语言和图形的移动	26
§ 1 DRAW 语句	26
§ 2 GET 语句	35
§ 3 PUT 语句	36
第四章 平面几何与立体几何绘图演示程序	43
§ 1 简单的键盘绘图程序	43
§ 2 尺规作图模拟程序	48
§ 3 绘制与空间直线和平面有关的图形	58
§ 4 绘制正棱柱、正棱锥和正棱台的直观图	68
§ 5 直纹面形成的演示程序	76
第五章 解析几何绘图演示程序	84
§ 1 经验公式计算绘图程序	84
§ 2 用直观图演示椭圆的定义	90
§ 3 圆的渐开线形成的演示程序	99

VI

§ 4	用极坐标统一方程绘制圆锥曲线.....	104
§ 5	摆线形成的演示程序.....	112
第六章	物理及其他演示程序	123
§ 1	平抛物体的轨迹.....	123
§ 2	凸透镜成像的模拟实验程序.....	128
§ 3	直流电动机原理的演示程序.....	139
§ 4	模拟小球弹跳的游戏程序.....	151
§ 5	人造地球卫星的运行程序.....	158
§ 6	跟踪台风的移动.....	164
附录	用APPLESOFT BASIC语言实现高级绘图语言 的某些功能	170

第一章 绪 论

§ 1 计算机绘图概述

利用计算机来绘制各种图形已成为当前计算机应用的一个重要方面。在绘图功能上,各种计算机都有自己的特点,一般说来有以下几种情况:有些计算机是在高级语言内设置了专门的绘图语句,可以画点、直线、圆弧等基本图形元素,将它们综合应用可得到比较复杂的图形,再加上放大、缩小、旋转和图形的移动等功能,可以产生动画的效果,使编出的程序生动有趣;有些计算机配有专门绘图的实用程序或图形软件包,一般是存放在磁盘上,需要画图时将它们调入计算机内存,这种软件功能较强,可以用来做机械制图,建筑设计等工作,称为计算机辅助设计。利用这些软件包,配上绘图仪就可以进行自动制图。由于实用程序或图形功能软件包都属于应用程序,不是系统软件,因此需要另行购置,而且有专门的使用说明手册,我们就不在这里进行介绍。本书以IBM-PC及其兼容机上使用的BASIC语言为主,介绍其中的绘图语句及其使用方法、编程技巧,以及它们在中学数学、物理等课程中进行辅助教学的初步应用。

计算机绘图,一般是利用绘图语句来编写程序,在屏幕上显示出图形,进行适当修改以后,再用拷贝屏幕的命令,将图形从打印机上印出。具体的方法将在下面的章节中详细介绍。当然,也可以利用绘图仪将图形画出。由于一般的学校,

8710528

单位都没有绘图仪，故不在本书内作进一步的介绍。

§ 2 屏幕显示器

一、显示器适配器

微型计算机的屏幕显示器与主机相连接需要用专门的接口，即一块插在主机底板扩充槽上的电路板，称为显示器适配器。有一种适配器只能显示文字和符号，不能用来画图。还有一种显示器适配器具有单色或彩色的画图功能，既能显示文字字符又能显示图形，具有两种工作方式。我们把只显示文字字符的工作方式叫做文本方式，而显示图形的工作方式叫做图形方式。用户可以根据需要来选择屏幕显示器的工作方式。只有在图形方式下，才能使用高级绘图语言来画图。

二、文本方式 (Text mode)

荧光屏幕在文本方式下，可以显示25行文字字符，每行又可显示40个或80个字符，每行显示字符的个数可用WIDTH的命令来确定。通常开机后，系统预先设定数为每行80个字符。第25行（最下面一行）一般用来显示“软键”(soft key)，如下所示。

```
1 LIST 2 RUN← 3 LOAD" 4 SAVE"
5 CONT←.....
```

这是一种功能键，用数字代码来代替一些常用的操作命令，既使用方便简洁又可节约操作时间，而且每个键的功能还可由用户来确定。关于这一部分内容请参阅《IBM-PC BASIC语言使用手册》。软键显示部分可以用KEY OFF命令将它关闭掉，这时第25行也可供一般的显示使用。

屏幕上的每个字符都由前景和背景两部分组成，前景是

字符本身的形象，背景是颜色的衬托。在彩色显示器下，用 COLOR 语句可在16种颜色中选择前景和背景的颜色。这16种颜色的代码是：

0 黑	1 蓝
2 绿	3 青
4 红	5 紫红
6 棕	7 白
8 灰	9 浅蓝
10 浅绿	11 浅青
12 浅红	13 浅紫红
14 黄	15 高亮度白

大多数显示器都留有边缘区域，即字符不能使用的地方。边缘区域的颜色也可由上述16种之一来显示。如果将所需的颜色代码加上16，就可使字符闪烁。

三、图形方式

在图形方式下，显示器的屏幕有两种分辨率：中分辨率和高分辨率。

1. 中分辨率

屏幕被分成 320×200 个点，每一个点称为一个像素。因此，水平方向有320个像素，竖直方向有200个像素。每个像素可以选择4种不同的颜色，代号分别为0，1，2或3。这里的颜色代号并不代表固定不变的颜色，它不同于上述文本方式下的16种颜色类型。图形的实际颜色要根据 COLOR 语句中所确定的“套色”来确定（详见COLOR语句）。

在中分辨率图形方式下也可显示文字字符，但只能显示25行40列。

2. 高分辨率

在高分辨率图形方式下，屏幕被分成 640×200 个像素。每个像素只有两个颜色代号，即 0 和 1。0 代表黑色，1 代表白色。在高分辨率下显示文字字符时，每行可显示 80 个字符。字符的前景颜色为 1 号，背景颜色为 0 号，即黑底白字。由于我国大多数显示器是普通的单色显示器，另外，在高分辨率图形方式下绘出的图形比较精细，因此在本书的第四章至第六章中除了特别说明以外，均采用高分辨率的图形方式来编写程序。

四、确定图形坐标

用绘图语句画图时，首先要确定图形在屏幕上的具体位置。我们采用直角坐标法，但这里的直角坐标与普通数学上的直角坐标有些不同，以屏幕的左上角为坐标的原点， x 轴由左向右， y 轴由上向下，即每一个像素的坐标用 (x, y) 表示， x 的

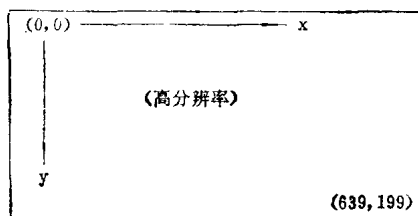


图 1-1

值由左向右递增， y 的值由上向下递增。左上角的坐标为 $(0, 0)$ ，中分辨率图形方式下，右下角坐标为 $(319, 199)$ ；高分辨率下，右下角坐标为 $(639, 199)$ 。这种形式的坐标称为点的绝对坐标，它直接指出了点在屏幕上的具体位置（见图1-1）。

在许多绘图语句中，也可以使用相对坐标的形式。它是以前一个参考点的坐标作为基准，来确定所求点的坐标。格式如下：

STEP ($\pm X, \pm Y$)

其中X, Y为相对于参考点坐标的偏移量。一般来说, 上一个绘图语句中所画的最后一个点就是新画点的最近参考点。例如:

```
10 SCREEN 1
20 PSET (160,100)
30 PSET STEP (10,-20)
```

这一小段程序中, 10行的语句表示进入中分辨率图形方式; 20行的语句表示在(160, 100)处画一个点; 30行的语句表示在相对于参考点(160, 100)的坐标偏移量为+10, -20处, 即在(170, 80)处再画一个点。有关这些语句的说明下面会讲到, 这里读者只需体会相对坐标的含意。

使用相对坐标时, 要注意图形的坐标值不能超出屏幕的范围, 否则将会搞乱最近参考点的位置。

§ 3 有关屏幕显示功能的语句

一、CLS 语句

CLS语句的作用是清除屏幕。其格式为

CLS

在文本方式下, 将屏幕清除为背景颜色, 同时将光标移到屏幕的左上角。

在图形方式下, 清除屏幕的缓冲区, 即清除所有字符和图象, 回到背景颜色(不清除第25行“软键”显示行)。同时, 将图形的参考点移到屏幕中心, 中分辨率下为点(160, 100), 高分辨率下为(320, 100)。

二、SCREEN 语句

SCREEN语句的作用是用来选择屏幕的工作方式以及是否显示彩色。其格式为

SCREEN [mode][.burst]

其中, mode为结果是0、1或2的数值表达式。

mode = 0 表示进入文本方式

mode = 1 表示进入中分辨率图形方式

mode = 2 表示进入高分辨率图形方式

burst是一个结果为真值或假值的数字表达式, 其作用是控制显示在屏幕上的字符或图形有无彩色。

在文本方式下, burst取假值(零)时, 没有彩色显示, 取真值(非零)时, 有彩色显示。

在中分辨率图形方式下, 取假值(零)时有彩色显示, 取真值(非零)时无彩色显示。这一参数对高分辨率不产生作用。

例如:

10 SCREEN 1, 0 进入中分辨率图形方式, 且图形带有彩色

10 SCREEN 1, 1 进入中分辨率图形方式, 图形不带彩色

10 SCREEN 2 进入高分辨率图形方式

如果当前屏幕工作方式与新的屏幕工作方式不一样, 则SCREEN语句具有强制清除屏幕的功能。

三、COLOR语句

COLOR语句在文本方式与图形方式下有所不同, 这里只介绍图形方式下的使用问题。它的作用是在中分辨率图形方式下, 选择背景的颜色和确定前景颜色的“套色”其格式为

二、SCREEN语句

SCREEN语句的作用是用来选择屏幕的工作方式以及是否显示彩色。其格式为

COLOR [background] [, palette]

background 为背景颜色，它的取值范围是 0 ~ 15，代表 16 种不同的颜色，与前述文本方式下的 16 种颜色相同。

palette 是一个数字表达式，用它来选择下列两组套色之一。

颜色号	0 组套色	1 组套色
1	绿	青
2	红	紫红
3	棕	白

当 palette 为偶数时选择 0 组套色，这时颜色号 1, 2, 3 分别代表绿、红和棕色。当 palette 为奇数时，选择 1 组套色，则颜色号 1, 2, 3 分别代表青、紫红和白三种颜色。

COLOR 语句和其他绘图语句配合使用便可产生许多不同的彩色图形。COLOR 语句只为用户提供背景颜色与套色组号（即 0 组还是 1 组）。套色组号确定以后，再由其它绘图语句中的颜色号是 1, 2 还是 3 来确定具体的前景颜色（详见 PSET, LINE, CIRCLE 等语句）。

例如：

```
10 SCREEN 1, 0      进入中分辨率图形方式
20 COLOR 4, 0       选择红色背景，0 组套色
30 COLOR , 3        保留红色背景，palette 为奇数，改用 1 组套色。
```

注意，COLOR 语句不能在高分辨率图形方式下使用，否则将产生非法功能调用的错误。

四、LOCATE 语句

在有些图形上标注文字字符或文字说明，可用 LOCATE 语句。其格式为

LOCATE [row][,col]●

其中, row 是屏幕的行号, 取值范围 1 ~ 25

col是屏幕的列号, 取值范围在中分辨率图形方式下为 1 ~ 40, 在高分辨率图形方式下为 1 ~ 80。

例如:

```
10 SCREEN 2:CLS
20 LOCATE 1,40:PRINT"A"
30 LOCATE 12,40:PRINT"B"
```

进入高分辨率图形方式并清除屏幕后, 由20行将光标移到第一行屏幕中间, 打印字符A, 30行将光标移到屏幕中心处, 打印字符B。对于第25行, 使用KEY OFF命令关闭“软键”显示后, 可用LOCATE 25, 1的语句, 将光标移到第25行上, 再用PRINT语句显示出所需字符。

五、KEY语句

KEY语句有许多作用, 这里只介绍两种:

KEY ON 打开“软键”显示

KEY OFF 关闭“软键”显示

例如, 画图程序的开始经常使用下列语句

```
10 SCREEN 2:CLS:KEY OFF
```

表示进入高分辨率图形方式, 清除屏幕并关闭“软键”显示, 从而使整个屏幕都清除得一干二净, 只剩下左上角闪烁的光标。为用户做好输入程序或命令的准备工作。

○ 此语句只取与绘图有关的参数。

第二章 绘图的基本语句

§1 PSET和PRESET语句

一、PSET语句

PSET 语句的作用是在屏幕上指定的位置画一个点。其格式如下:

PSET (X, Y) [, color]

其中, (X, Y) 为所要画点之绝对坐标。如果采用相对坐标, 格式如下:

PSET STEP (X, Y) [, color]

X, Y 为相对移参考点的坐标偏移量。

color 用来指定所画点的颜色代号, 其取值范围是 0 ~ 3。在中分辨率图形方式下, 0 为背景颜色, 1 ~ 3 为套色中的三种颜色号。具体的颜色要根据 COLOR 语句中的套色号来确定, 若 COLOR 语句选择 0 组套色, 则 PSET 语句中的 1, 2, 3 就代表 0 组套色的绿、红和棕色。

如果没有选择这一参数, 则系统自动默认 color 的值是 3, 即选择颜色号 3 作为前景颜色。

在高分辨率下, 0 为背景颜色, 1 为前景颜色。2 作为 0 处理, 3 作为 1 来处理。若 color 的值大于 3, 将产生非法功能调用的错误。

二、PRESET 语句

格式为

PRESET (X, Y) [, color]

在有color选项的情况下，此语句的作用与PSET语句完全相同。没有color选项时，PRESET语句只选用背景颜色，因此，它的作用与PSET正好相反。由于PRESET选用背景颜色来画点，因而字符或图形的颜色与背景一样，无法区别，其效果就相当于从屏幕上擦掉字符或图形上的点。

例1 画一条由(0, 0)到(100, 100)的线段，然后再把它从屏幕上擦掉。

程序如下：

```
10 SCREEN 2:CLS
20 FOR I=0 TO 100
30 PSET(I,I)
40 NEXT I
50 FOR K=1 TO 200:NEXT K
60 FOR I=100 TO 0 STEP -1
70 PRESET (I,I)
80 NEXT I
90 END
```

10行表示进入高分辨率图形方式，并清除屏幕。

20~40行用PSET语句画出由点组成的直线。

50行用于屏幕上显示时间的延迟。

60~80行用PRESET语句把屏幕上的直线擦掉。

例2 画正弦与余弦曲线（见图2-1）。

程序如下：

```
10 SCREEN 1.0:CLS:COLOR 7,0
20 PI=3.141593
30 FOR X=0 TO 2*PI STEP.1
40 S=1-SIN(X):C=1-COS(X)
50 PSET (50*X,80*S).1
60 PSET (50*X,80*C).2
```

```
70 NEXT X
80 END
```

10行表示进入中分辨率图形方式，图形要有彩色显示，并清除屏幕。

10行 COLOR语句规定背景颜色号为7，即白色，并指定使用0组套色。

50行 PSET语句的颜色号为1，在0组套色中，1代表绿色，故画出的正弦曲线是绿的。60行中，颜色号为2，在0组套色中为红

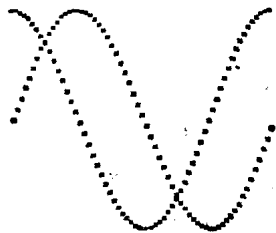


图 2-1

色。图 2-1 只画出正弦与余弦的曲线，由于是黑白印刷，故没有彩色。

§ 2 LINE语句

用PSET或 PRESET 语句画出的直线是由点组成的，实际上是一条虚线。要画实线需要用 LINE语句。在 IBM-PC 中，此语句的功能较强，我们分几步来介绍。

1. 画两点之间的线段

格式为

`LINE[(X1, Y1)]-(X2, Y2)`

X1, Y1 为线段起始点的坐标，是可选项。

X2, Y2 为线段终点的坐标。

此语句的作用是以 (X1, Y1) 为起点向 (X2, Y2) 引一条线段。如果没有 (X1, Y1) 选项，则表示由最近参考点向 (X2, Y2) 引一条直线。例如，

```
10 SCREEN 1.0:CLS
20 LINE(0.0)-(319,199)
30 LINE-(319,0)
```

此段程序表示在中分辨率图形方式下，先画出一条屏幕的对角线，然后又在屏幕右边画一条线。

2. 画有颜色的线段

格式为

```
LINE [(X1, Y1)]-(X2, Y2) [,color]
```

这里，color是颜色选项。

color的取值范围是0~3。0为背景颜色，1, 2, 3为指定套色中的颜色号。没有这一选项时，中分辨率图形方式下，系统自动认为color的值为3，即前景颜色为3号，高分辨率下前景颜色为1（白色）。

例如：

```
10 SCREEN 1.0:CLS:COLOR 0.1
20 LINE (0,0)-(319,199).2
```

表示画一条紫红色的对角线。

如果color选用0，即画一条与背景颜色相同的直线，其效果相当于擦掉直线。例如，

```
30 LINE (0,0)-(319,199), 0
```

表示擦掉屏幕的对角线。

3. 画矩形

格式为

```
LINE[(X1, Y1)]-(X2, Y2) [, [color] [, B]]
```

如不考虑颜色可简化为

```
LINE[(X1, Y1)]-(X2, Y2),, B
```

这里，B表示要画出一个以(X1, Y1)和(X2, Y2)为对角顶点的矩形。例如，


```
20 LINE (0,0)-(100,120),,B
```

表示画一个以(0,0)和(100,120)为对角顶点的矩形。

4. 画一个矩形,并用指定颜色填满矩形框架。

格式为

```
LINE[(X1,Y1)]-(X2,Y2),color,BF
```

这里,F表示用color指定的颜色填满矩形框架。

例如:

```
10 SCREEN 2:CLS:COLOR 0,1
```

```
20 LINE (0,0)-(100,120),2,BF
```

表示用1组套色中的2号颜色即紫红色画出一个矩形框架,随即用紫红色填满它。

综合以上各点,LINE语句的完整格式为

```
LINE[(X1,Y1)]-(X2,Y2)[,[color] [,B[F]]]
```

LINE语句的第二个坐标也可采用相对形式,例如:

```
LINE (100,100)-STEP (10,-20)
```

表示由点(100,100)到点(110,80)之间画一条线段。

利用LINE语句也可以画正方形,但是要注意不能简单的写成下列语句:

```
10 SCREEN 1:CLS
```

```
20 LINE (10,10)-(50,50),,B
```

执行这两条语句后,从屏幕上看到的并不是正方形,而是矩形。这是由于屏幕的长与宽的单位长不一样。为了得到视觉正方形,需要对所画的矩形的长与宽作一些调整。办法如下:

- (1) 在屏幕上画出如上所述的“正方形”;
- (2) 量出“正方形”的长L和宽W;
- (3) 计算 $\mu = W/L$;