

前 言

从生活的实践体会到：一张草图或一幅图画胜过长篇的叙述或一张数表。之所以如此，是因为图形能给人直观而深刻的印象。在计算机进行结构分析时如同手算一样绘制出有关图形，不但给用户直观、形象的答案，而且将能较好地克服用户对机器计算的盲目性。将输入和输出的有关数据绘制成相应的图形，并与数据同时输出，用户将更容易检查计算机的计算结果，使程序更加科学、准确，无疑对计算机辅助设计与辅助教学都具有实用意义。

这本小册子是根据作者近年来编制程序实践的体会整理而成的。全书共六章，分别介绍了PC机和APPLE-II机绘图基本功能，结构分析中结点编码图、单元编码图、结构计算草图及各种内力图的绘制基本原理与方法，荷载效应组合与内力包络图绘制的计算机方法。最后一章介绍了平面杆系结构计算及绘图程序，附上了全部程序清单及使用说明与计算例题。各章内容除阐述有关原理与方法外，都附有PC机与APPLE-II机的相应实用程序段，可供读者参考使用。

由于水平所限，难免存在缺点、错误，敬请读者批评指正。

梁 琨

1987年10月于广西大学

内 容 提 要

本书主要讨论平面杆系结构分析中荷载效应组合及图形绘制的计算机原理与方法。

全书共六章。第一、二章介绍了APPLE-Ⅱ机和IBM-PC机图形处理功能、主要命令语句及其应用。第三、四章系统阐述了在平面杆系结构分析中的结点编码图、单元编码图、结构计算草图及 M 、 Q 、 N 内力图计算机处理的原理与方法，并附有相应程序段。第五章详细阐述了荷载效应组合及内力包络图绘制的计算机方法原理及相应的程序段。第六章给出了在APPLE-Ⅱ机、IBM-PC机调试通过的两套平面杆系结构内力分析、荷载效应组合及绘图的程序文本，对程序编制、程序结构及使用作了较详细的介绍。

本书适合于土木工程类各专业师生及从事建筑结构设计的工程技术人员使用。

结构分析的荷载效应组合 及图形绘制的计算机方法

梁 琨 编著

责任编辑 姚利民

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
重庆大学出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：11.25 字数：280 千

1990年 2 月第1版 1990年 2 月第 1 次印刷

印数：1—3800

标准书号： ISBN 7-5624-0280-9 定价：2.28元
TU·8

目 录

第一章	APPLE-Ⅱ机图形处理基础	(1)
§ 1.1	概述	(1)
§ 1.2	APPLE-Ⅱ机高分辨率图形显示命令及语句	(1)
第二章	IBM-PC机图形处理基础	(8)
§ 2.1	概述	(8)
§ 2.2	PC机图形显示命令及语句	(8)
§ 2.3	IBM-PC机图形的打印机输出	(18)
第三章	结构分析图形输出的基本原理	(19)
§ 3.1	图形绘制的有限元法	(19)
§ 3.2	屏幕分区	(20)
§ 3.3	图形比例的确定	(20)
§ 3.4	屏幕坐标系、结构坐标系、图形坐标系的关系——坐标的转换	(23)
第四章	结构内力计算的图形绘制	(26)
§ 4.1	结点编码图与单元编码图的绘制	(26)
§ 4.2	结构计算草图的绘制	(29)
§ 4.3	结构内力图的绘制原理	(43)
§ 4.4	绘制结构内力图的程序段	(49)
第五章	荷载效应的组合与内力包络图的绘制	(59)
§ 5.1	荷载效应组合	(59)
§ 5.2	杆件内各截面内力的计算	(62)
§ 5.3	荷载效应组合的程序设计	(66)
§ 5.4	内力包络图的绘制	(74)
第六章	平面杆系结构计算及绘图程序	(78)
§ 6.1	概述	(78)
§ 6.2	程序框图	(78)
§ 6.3	源程序清单	(82)
§ 6.4	程序使用说明	(169)
§ 6.5	计算例题	(171)

第一章 APPLE-II 机图形处理基础

§1.1 概 述

APPLE-II 机的图形显示有低分辨率与高分辨率两种模式。低分辨率的图形显示是将屏幕划分为48行×40列的网格，图形线条较粗，在结构分析的图形输出中应用意义不大，本书不作介绍。APPLE-II 机的高分辨率图形显示是将屏幕划分为192行×280列的网格，它是低分辨率网格的2倍，图形线条精细逼真，功能较强，在结构分析中有较高的实用价值。

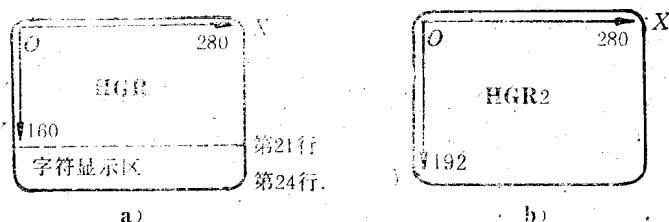


图1.1 APPLE-II 机屏幕坐标系

留出第21行到第24行作为文字符号显示区，将图形显示区划分为160行×280列的网格（见图1.1, a）。第二页则全屏幕均为高分辨率图形显示区，且划分为192行×280列的网格（见图1.1, b）。

§1.2 APPLE-II 机高分辨率图形显示命令及语句

本节将介绍高分辨率图形显示的有关命令与语句

1. HOME

HOME命令语句的功能是：清除屏幕、并把光标移到屏幕的左上角（即第一行第一列）。

2. TEXT

TEXT命令语句的功能是：将屏幕从图形显示状态（包括低分辨率与高分辨率两种模式）恢复到全屏幕字符显示状态（共24行，每行40个字符）。

3. HGR

HGR命令语句的作用是：设定屏幕为高分辨率第一页图形显示模式。H是High的第一个字母（以下H均是此意），GR是Graphic图解之意。

4. HGR2

HGR2命令语句是设定屏幕为高分辨率第二页图形显示模式。若机器内存小于24K，则没有第二页功能。

5. HCOLOR=图形颜色显示参数

COLOR是颜色的意思。

在高分辨率显示模式下，这个命令语句用来定义它的后面所绘制图形的颜色。颜色参数有0—7表示的八种，参数对应的颜色如表1.1所示。对于彩色显示器来说，只有1、2、5、

0	1	2	3	4	5	6	7
黑1	绿	紫	白1	黑2	橙	兰	白2

6四种颜色是实际能用的，而且它们与彩色钮有关。对于单色显示器来说，若用上述四种颜

色参数，会出现线条不连续现象，应使用 3（白 1）或 7（白 2）的参数，因为此时屏幕仅有黑白之分。

6. 画点语句

```
H PLOT X, Y
```

这条语句的功能是画出X、Y坐标位置上的一个点。PLOT是绘画的意思。

7. 画直线语句

```
H PLOT TO X1, Y1
```

此语句的功能是，从当前所画的点出发（如从点(X、Y)出发）向点(X₁、Y₁)画一条直线。

```
H PLOT X1, Y1 TO X2, Y2 TO X3, Y3.....
```

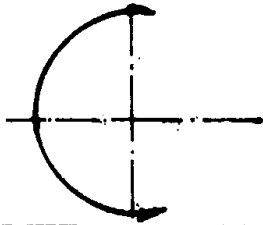
该语句的功能是从点(X₁、Y₁)出发向点(X₂、Y₂)作直线，再从点(X₂、Y₂)出发向点(X₃、Y₃)作直线，.....，直到点(X_i、Y_i)作直线作完为止。

8. 画圆子程序

下面介绍两种画圆子程序，供读者参考。

第一种画圆子程序

10 HOME 20 HGR2	清屏幕，并设定高分辨率第二页
30 HCOLOR=颜色参数	设定图形颜色
40 R=圆半径值	确定圆的半径
50 CX=圆心X坐标值： CY=圆心Y坐标值	确定圆心所在坐标位置
60 FOR X=-R TO R： Y=INT(SQR(R•R-X•X))	X、Y是圆周上一点的X、Y坐标
70 H PLOT CX+X, CY-Y： H PLOT CX+X, CY+Y 80 NEXT X	自左至右同时 画两个半圆



其中语句60行是由X求Y。因为 $X^2+Y^2=R^2$ ，所以 $Y=\pm\sqrt{R^2-X^2}$ 。又因为屏幕各点坐标均是整数，所以将Y取整。

第二种画圆子程序

10 HOME 20 HGR2： HCOLOR=颜色参数	清屏幕，并设定高分辨率第二页及显示颜色
30 R=圆半径值 40 CX=圆心X坐标值： CY=圆心Y坐标值 50 FOR ANGLE=B TO E STEP D	确定圆的半径及圆心位置，并由B弧度起，到E弧度终止，按步长D画圆弧

```
60 X=R * COS(ANGLE) :
    Y=R * SIN(ANGLE)
```

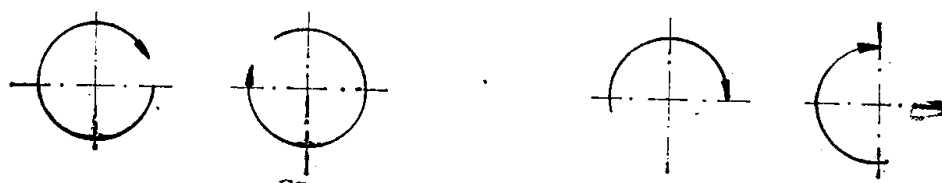
X、Y为圆周上一点的X、Y坐标

```
70 HPLOT CX+X, CY+Y
```

按顺时针转向画圆

```
80 NEXT ANGLE
```

其中CX, CY分别是圆心位置的X、Y坐标值, $ANGLE=B$ 是所画圆的起始位置(弧度), $TO E$ 是所画圆的终止位置(弧度), STEP D为画圆的步长。图1、2给出了不同B、E画圆的实际结果。比较上述两种画圆方法, 第二种可以画任意弧长, 较方便。



ANGLE=0 TO 6 ANGLE=-2 TO 4 ANGLE=-4 TO 0 ANGLE=1 TO 4
ANGLE=-6 TO 0

图1.2

9. 图形的打印机输出

图形的打印机输出点虽然线条较粗, 速度较慢, 但是由于它不需价格昂贵的绘图设备, 只需普通计算机使用的宽行打印机就可以实现, 应用与推广十分方便, 因此有很大的实用意义。

APPLE- II 机控制图形打印方式的地址在 $1912+n$ 的内存单元中, 其中 n 为打印机槽号, 通常是1, 那么地址就在1913的内存单元之中。

控制信息由五个方面组成: 行方式(U)、图形区(P)、放大区(D)、反相区(I)和逻辑操作(L)。

当 $U=0$ 或128时, 图形以行单位打印, 每行有 $8 \times 7 \times 40=2240$ 个点。

当 $P=1$ 时, 输出高分辨率第一页图形区; 当 $P=2$ 时, 输出高分辨率第二页图形区。 $P=3$, 则同时并排输出两页图形。

D可以取0或64, 当 $D=64$ 时, 打印的图形放大近一倍。

I可以取0或32, 当 $I=32$ 时, 图形反相打印, 也就是打印时黑白颠倒。

L可以取0或8, $L=8$ 可以打出两页重叠在一起的图形。

控制语句格式为

```
POKE 1913, U+P+D+I+L
```

若 $U=0$, $P=1$, $I=0$, $L=0$ 和 $D=0$ 则高分辨率第1页控制语句格式为

```
POKE 1913, 1
```

若 $P=2$, 则高分辨率第2页控制语句格式为

```
POKE 1913, 2
```

若D=64，则高分辨率第 2 页放大图形的控制语句为

```
POKE 1913, 66
```

倍密度打印，纵向比例不变，横向压缩二分之一的命令为

```
POKE 1144+n, 76
```

若要恢复原密度打印，则命令为

```
POKE 1144+n, 75
```

n为打字机槽号。

10. 高分辨率图形显示模式的字符显示

高分辨率图形显示模式状态下的字符显示要有辅助程序支持才能实现，下面介绍其中一种方法。

(1) 字符表 (GRC)

下面列出的数值是字符表，它包括了大写字母、小写字母、10个数字和28个符号的文字与符号。

字符表 (GRC)

9300-	00	00	00	00	00	00	00	00
9308-	00	08	03	03	08	08	00	08
9310-	00	14	14	14	00	00	00	00
9318-	00	14	14	3E	14	3E	14	14
9320-	00	08	3C	0A	1C	28	1E	08
9328-	00	06	26	10	08	04	32	30
9330-	00	04	0A	0A	04	2A	12	2C
9338-	00	08	08	08	00	00	00	00
9340-	00	08	04	02	02	02	04	08
9348-	00	08	10	20	20	20	10	08
9350-	00	08	2A	1C	08	1C	2A	08
9358-	00	00	08	08	3E	08	08	00
9360-	00	00	00	00	00	08	08	04
9368-	00	00	00	00	00	3E	00	00
9370-	00	00	00	00	00	00	00	08
9378-	00	00	20	10	08	04	02	00
9380-	00	1C	22	32	2A	26	22	1C
9388-	00	08	0C	08	08	08	08	1C
9390-	00	1C	22	20	18	04	02	3E
9398-	00	3E	20	10	18	20	22	1C
93A0-	00	10	18	14	12	3E	10	10
93A8-	00	3E	02	1E	20	20	22	1C
93B0-	00	38	04	02	1E	22	22	1C
93B8-	00	3E	20	10	08	04	04	04
93C0-	00	1C	22	22	1C	22	22	1C
93C8-	00	1C	22	22	3C	20	10	0E
93D0-	00	00	00	08	00	08	00	00

93D8-	00	00	00	08	08	00	08	04
93E0-	00	10	08	04	02	04	08	10
93E8-	00	00	00	3E	00	3E	00	00
93F0-	00	04	08	10	20	10	08	04
93F8-	00	1C	22	10	08	08	00	08
9400-	00	1C	22	2A	3A	1A	02	3C
9408-	00	08	14	22	22	3E	22	22
9410-	00	1E	22	22	1E	22	22	1E
9418-	00	1C	22	02	02	02	22	1C
9420-	00	1E	22	22	22	22	22	1E
9428-	00	3E	02	02	1E	02	02	3E
9430-	00	3E	02	02	1E	02	02	02
9438-	00	3C	02	02	02	32	22	3C
9440-	00	22	22	22	3E	22	22	22
9448-	00	1C	08	08	08	08	08	1C
9450-	00	20	20	20	20	20	22	1C
9458-	00	22	12	0A	06	0A	12	22
9460-	00	02	02	02	02	02	02	3E
9468-	00	22	36	2A	2A	22	22	22
9470-	00	22	22	26	2A	32	22	22
9478-	00	1C	22	22	22	22	22	1C
9480-	00	1E	22	22	1E	02	02	02
9488-	00	1C	22	22	22	2A	12	2C
9490-	00	1E	22	22	1E	0A	12	22
9498-	00	1C	22	02	1C	20	22	1C
94A0-	00	3E	08	08	08	08	08	08
94A8-	00	22	22	22	22	22	22	1C
94B0-	00	22	22	22	22	22	14	08
94B8-	00	22	22	22	2A	2A	36	22
94C0-	00	22	22	14	08	14	22	22
94C8-	00	22	22	14	08	08	08	08
94D0-	00	3E	20	10	08	04	02	3E
94D8-	00	3E	06	06	06	06	06	3E
94E0-	00	00	02	04	08	10	20	00
94E8-	00	3E	30	30	30	30	30	3E
94F0-	00	00	00	08	14	22	00	00
94F8-	00	00	00	00	00	00	00	3E
9500-	00	00	00	00	00	00	00	00
9508-	00	00	38	40	73	44	78	00
9510-	04	04	3C	44	44	44	3C	00
9518-	00	00	78	04	04	04	78	00
9520-	40	40	78	44	44	44	78	00

9528-	00	00	38	44	7C	04	38	00
9530-	30	48	08	3C	08	08	08	00
9538-	00	00	38	44	44	78	40	38
9540-	04	04	3C	44	44	44	44	00
9548-	10	00	18	10	10	10	38	00
9550-	20	00	30	20	20	20	24	18
9558-	08	08	48	28	18	28	48	00
9560-	18	10	10	10	10	10	38	00
9568-	00	00	6C	54	54	54	44	00
9570-	00	00	3C	44	44	44	44	00
9578-	00	00	38	44	44	44	38	00
9580-	00	00	3C	44	44	3C	04	04
9588-	00	00	78	44	44	78	40	40
9590-	00	00	74	0C	04	04	04	00
9598-	00	00	78	04	38	40	3C	00
95A0-	08	08	3C	08	08	48	30	00
95A8-	00	00	44	44	44	64	58	00
95B0-	00	00	44	24	28	18	10	00
95B8-	00	00	44	44	54	54	6C	00
95C0-	00	00	44	28	10	28	44	00
95C8-	00	00	44	24	28	18	10	0C
95D0-	00	00	7C	20	10	08	7C	00
95D8-	60	10	10	08	10	10	60	00
95E0-	10	10	10	10	10	10	10	00
95E8-	1C	30	30	60	30	30	1C	00
95F0-	00	0C	2A	18	00	00	00	00
95F8-	00	08	08	1C	2A	08	04	08

(2) 显示程序

下面是字符显示程序段 (PAGE2)，它是高分辨率第二页状态下使用的。若将其中0371改为20 (原为40) 就可以在高分辨率第一页 (PAGE1) 状态下使用了。

显示程序 (PAGE2)

0300-	48	8D	50	C0	8D	52	C0	8D
0308-	57	C0	C9	8D	F0	4C	29	7F
0310-	38	E9	20	0A	0A	85	0E	A9
0318-	00	69	00	0A	85	0F	A5	0E
0320-	0A	85	0E	A9	00	65	0F	18
0328-	69	93	85	0F	A5	25	0A	0A
0330-	0A	85	00	8A	48	98	48	A2
0338-	08	A0	00	20	5E	03	18	A5
0340-	04	65	24	85	04	A5	05	69
0348-	00	85	05	B1	0E	91	04	E6
0350-	00	E6	0E	CA	D0	E5	68	A8

0358	68	AA	68	4C	F0	FD	A5	00
0360-	0A	0A	29	1C	85	05	A5	00
0368-	6A	6A	6A	6A	29	03	05	05
0370-	09	40	85	05	A5	00	6A	29
0378-	E0	85	04	6A	6A	29	18	05
0380-	04	85	04	60	0C	0D	FF	FF
0388-	0E	0F	10	11	12	13	FF	14

(3) 应用举例

在监控状态下，将字符表及显示程序键入内存，然后以B型文件存入盘内。使用时再以BLOAD命令装入内存。

在高分辨率图形作图程序中，当画完图形后，在显示字符前，用POKE命令使显示输出转到显示程序，然后就可以使用HTAB、VTAB和PRINT命令在高分辨率图形屏幕的任何位置显示出字符，并可以与图形同时打印输出。

应用举例——绘制三角形，并标出A、B、C三个顶点。

25 HOME	将字符表及显示程序装入内存
30 HIMEM : 36864	
35 PRINT CHR\$ (4); "BLOAD GRC"	
40 PRINT CHR\$ (4); "BLOAD PAGE2"	
45 POKE 54,0 : POKE 55,3	
50 HGR2 : HCOLOR=7	绘制三角形
55 HPLOT 80,110 TO 200,110 TO 140,60 TO 80,110	
60 Y1=INT(110 * 24/192) : X1=INT(80 * 40/280)	显示A、B、C三个顶点字符
65 VTAB Y1 : HTAB X1	
70 PRINT "A"	
75 Y2=INT (110 * 24/192); X2=(220 * 40/280)	
80 VTAB Y2 : HTAB X2	
85 PRINT "B"	
90 Y3=INT (60 * 24/192); X3=INT (140 * 40/280)	
95 VTAB Y3 : HTAB X3	打印输出
100 PRINT "C"	
105 GET A\$	
110 POKE 1913,2 : PRINT CHR\$ (17)	
115 TEXT	

运行举例程序结果如图1.3所示。

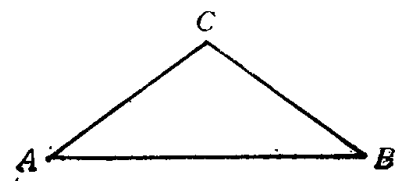


图1.3

第二章 IBM-PC机图形处理基础

§2.1 概 述

IBM—PC微型机配置了彩色图形显示控制器及彩色（或黑白）监视器后，具有较强图形显示功能，它在BASIC语言的控制下，可以有如下一些显示模式：

- 字符显示模式 { 40列模式（显示缓冲器分成8页）
80列模式（显示缓冲器分成4页）
- 图形显示模式 { 中分辨率模式（每屏200线，每线320点）
高分辨率模式（每屏200线，每线640点）

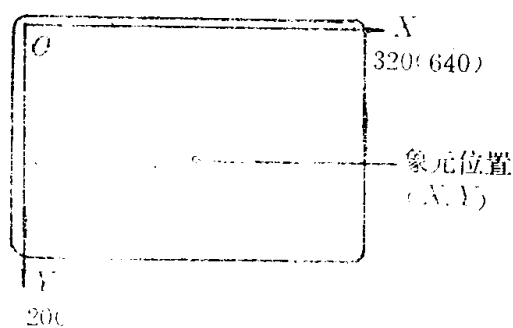


图2.1 PC机屏幕坐标系

PC机图形显示的屏幕坐标系如图2.1所示，它的屏幕坐标原点在左上角。机器在进入图形显示模式后，画笔的初始位置是（160，100）或（320，100），前者对应于中分辨率模式，后者对应于高分辨率模式，画图命令中的坐标数据通常可以有两种形式给出。一种是绝对坐标形式，它在BASIC语句中用（X，Y）来表示；另一种是“相对

坐标形式”；它用STEP（DX，DY）来表示。它们的具体意义将在下面各个有关画图语句中再作进一步解释。

§2.2 PC机图形显示命令及语句

本节介绍PC机图形显示的八条语句。

一、SCREEN 语句（屏幕语句）

SCREEN M, BST, AP, VP

其中M为选择显示模式参数，它是一个整数，其定义为

- 0 选择字符显示模式（40列还是80列由WIDTH语句决定）
- 1 选择中分辨率图形显示模式
- 2 选择高分辨率图形显示模式

BST为选择黑白或彩色显示参数，其定义为

- 0 { 中分辨率图形显示时 彩色显示
字符显示时 黑白显示
- 非0 { 中分辨率图形显示时 黑白显示
字符显示时 彩色显示

因为在高分辨率图形显示模式下，只能使用黑白显示，所以当M=2时，参数BST不起作用。参数AP和VP只在字符模式下才有意义。AP指出哪一个页面是工作页面（即输出显示的

信息被写入的页面)，VP则指出哪一个页面是可见页面（即屏幕上看到的那个页面）。

SCREEN语句所选择的显示模式如果与程序中以前的模式一致，则不影响屏幕上的显示内容。若使用了SCREEN语句选择了新的显示模式，则屏幕被清除，底色和边色框被置为黑色，显示色被置为白色。

SCREEN语句中的参数可以被省略。被省略的参数仍采用原来的旧值。

下面是使用SCREEN语句的例子。

10 SCREEN 2 (选择高分辨率图形显示模式)

20 SCREEN 1, 0 (选择中分辨率彩色图形显示模式)

30 SCREEN, 1 (力为中分辨率图形显示模式，但是黑白显示)

二、WIDTH 语句(宽度语句)

WIDTH语句在图形显示中应用时，其格式为

WIDTH S

其中参数S只允许是40或80。在字符显示模式时，WIDTH语句用来选择屏幕上每行显示40个还是80个字符。在图形显示模式时，WIDTH 40的作用相当于SCREEN 1语句，它强行使显示器进入中分辨率模式，而WIDTH 80相当于SCREEN 2语句。它使显示器进入高分辨率模式。

三、COLOR 语句(调色语句)

在中分辨率图形显示模式下，屏幕上的每一点都可以有多种颜色。程序中可以用COLOR语句来选择屏幕的底色，并决定象元的颜色使用哪一种配色器来定义。COLOR语句在图形显示模式时的语法为

COLOR B, P

其中B是整形常数或表达式，用来选择屏幕底色的参数，取值范围应在0到15之间，其定义为

0	黑	8	深灰
1	蓝	9	浅蓝
2	绿	10	浅绿
3	青	11	浅青
4	红	12	淡红
5	洋红	13	淡洋红
6	棕	14	黄
7	淡灰	15	白

参数P用来选择配色器为0还是1，如果P值为偶数，则选择配色器0；如果为奇数，则选择配色器1。中分辨率图形显示模式时，每个象元的取值（称为“彩色码”）可以有四种，即0、1、2或者3（其中0号是不显示的，1、2、3号线条则由较细到较粗）。它们所对应的颜色是由COLOR语句所选择的配色器来决定的，具体规定如下：

彩色码	配色器 0	配色器 1
0	与底色B相同	与底色B相同
1	绿	青
2	红	洋红
3	黄	白

COLOR语句中的参数B和P可以缺省，缺省某参数时就表示保持原来的底色或配色器不变。当使用SCREEN 1语句进入中分辨率图形显示模式时，其初态为：底色是黑色，配色器为1号。此后，程序中可以任意地使用COLOR语句。每次执行COLOR语句后，屏幕的底色及已有的图形画面，均按照COLOR语句的要求而立即改变其颜色。

由于高分辨率图形显示模式只能是黑白工作颜色（底色为黑，显示色为白），因此不能使用COLOR语句，否则引起语法错误。

COLOR语句也可以在字符显示模式下使用，其作用为选择字符的显示色、底色及屏幕边框的颜色。

四、CLS 语句（屏幕清除）

CLS语句没有任何参数。在字符显示模式下，它把工作页面的内容全部清除，并使光标返回到屏幕左上角。在图形显示模式下，它把整个屏幕都置为所选择的底色，也就是说把屏幕上的全部画面都擦除干净。

五、画点语句

IBM-PC的所有BASIC语言都具有如下两条用于画点的语句。

(1) PSET语句（画点语句）

PSET语句格式为

PSET (X, Y), C

其中，(X, Y)是欲画点的屏幕坐标，X, Y应为整型常数或表达式。如果它们的值超过了屏幕坐标系统所允许的范围，则本语句不起作用。参数C是该点的彩色码，其值应在0到3（中分辨率）或0到1（高分辨率）的范围之内。若缺省，则该点的彩色码就选用3或者1。

点的位置也可以用相对坐标形式STEP (DX, DY)来给出。假设新点画前画笔的现行位置为(CX, CY)则新点的实际位置就是(CX+DX, CY+DY)。

(2) PRESET语句（擦点语句）

PRESET语句的格式为

PRESET (X, Y), C

其中有关参数的含义及规定与PSET语句完全一样，实际上它的作用也是在指定的屏幕位置处按彩色C画出一。与PSET不同之处在于，当C缺省时，PRESET选用0彩色码画出该点，即用底色画出一个点，这样就起了擦去指定位置上已画出的一点的作。

由以上情况可以看出，PSET (X, Y)和PRESET (X, Y)的作用正好相反。而PSET (X, Y), 0与PRESET (X, Y), PSET (X, Y)与PRESET (X, Y), 3的作用完全相同。

(3) PSET和PRESET的应用实例

下面是使用PSET和PRESET语句BASIC程序的一个例子，它的功能是在图形显示屏幕上随机地显示出一些点并进行闪烁。

10	PROGRAM BLINKING PIXELS	设定中分辨率模式，并清屏幕
20	SCREEN 1:CLS	
30	X=INT(300\$RND)	随机地取X值与Y值
40	Y=INT(199\$RND)	
50	PSET(X, Y)	画点
60	FOR DELAY=1 TO 500	延续时间
70	NEXT	
80	PRESET (X, Y)	擦点
90	GOTO 30	回到30句循环
100	END	结束

六、画线语句

1. LINE语句（画线语句）

IBM-PC 的 BASIC语言的LINE语句具有较强的画线功能，它可以画出一条直线或画出一个矩形，还可以画出任何形式的曲线。而且它所需的坐标值可以是常数也可以是表达式，画线十分方便,因此在结构分析的图形处理中 LINE 语句被大量地使用。LINE 语句格式举例如下：

(1) LINE (X₁, Y₁) – (X₂, Y₂) , C

它的意义是，用C号彩色码从点 (X₁, Y₁) 到点 (X₂, Y₂) 画直线。

(2) LINE (X₁, Y₁) – (X₂, Y₂) , C:LINE – (X₃, Y₃) :LINE – (X₄, Y₄) :

语句的意义是，用C号彩色码从点 (X₁, Y₁) 到点 (X₂, Y₂) 画直线，再用 3 号彩色码 (C的缺省值为 3) 从点 (X₂, Y₂) 到点 (X₃, Y₃) 画直线，从点(X₃, Y₃)到点 (X₄, Y₄) 画直线……。注意这里X₁, Y₁缺省时，表示画笔从现行位置开始画线。

(3) LINE (X₁, Y₁) – (X₂, Y₂) , C, B

这条语句的功能是， 用C号彩色码画出以 (X₁, Y₁) 和 (X₂, Y₂) 为对顶角的一个矩形。其中B不是参数，它是一个标志字符，在语句中照写,表示 LINE 语句的作用是画矩形而不是画线。

(4) LINE (X₁, Y₁) – (X₂, Y₂) , C, BF

此语句的作用是， 画出一个顶点为 (X₁, Y₁) 和 (X₂, Y₂) 的矩形，而且用C号彩色码的颜色将此矩形填满。

(5) 画线的屏幕坐标也可以用相对坐标给出

LINE (X₁, Y₁) – STEP (DX, DY)

它的意义是，从屏幕坐标为 (X₁, Y₁) 的点出发，到距离此点的X方向为DX，Y方向为DY的点画直线。

LJNE (X₁, Y₁) – STEP (DX, DY) , C, BF

此语句的作用是,以屏幕坐标为 (X₁, Y₁) 的点为一顶点，以到距此顶点X方向为DX,Y方向为DY的点为另一个顶点，画矩形，并用C号彩色码的颜色填满。

2. DRAW语句(连续画线语句)

IBM-PC的高级BASIC语言提供了一条DRAW语句,它的功能也较强,可以连续画出各种直线。DRAW语句的格式为

DRAW 字符串

其中字符串由一系列的画图命令组成,一个命令字母以及一个数值 n 。画图命令互相之间用分号隔开。可以使用的主要画图命令有:

- *C n 选择颜色 n ,中分辨率的范围是0~3,高分辨率为0~1。
- *S n 设置比例因子。 n 的范围是1~255, n 被4除是比例因子,其范围是1/4~64。
- *A n 设置画图的角度, n 可以是0、1、2和3,分别对应于0度、90度、180度和270度。
- *U n 向上画线。
- *D n 向下画线。
- *L n 向左画线。
- *R n 向右画线。
- *E n 向右上对角线画线。
- *F n 向右下对角线画线。
- *G n 向左下对角线画线。
- *H n 向左上对角线画线。
- *M x,y 从现行位置向(x , y)画线。

若 x , y 前面冠以正负号,则表示以现行位置为起点,按相对坐标画线。

上面的U、D、L、R、E、F、G、H、及M命令,它们在画线时所移动的点数,是 n 倍的比例因子。这些命令字母的前面还可以放一个前缀字母B,它表示只移动不画线。如果冠以前缀字母N,则表示在画线之后画笔又返回原来的起始位置。

所有命令中的常数 n 也可以改用变量,这时命令中的 n 将由“二变量名”来代替。

命令字符串中又可以包括一个或几个子命令字符串,这只要用X命令就行了,格式为

X字符串

这条命令非常有用。因为它在DRAW语句所画出的一个“对象”中,独立地定义了其中某些部分,从而可以单独对它们进行某些处理。

下面是使用DRAW语句的一些简单例子(假设选择了中分辨率彩色显示模式):

DRAW "R100; U100; L100; D100"

{ 画出一个方框 }

DRAW "R100; H50; G50" { 画出一个三角形 }

DRAW "M260, 100; M210, 50; M60, 100"
{ 同上 }

DRAW "M+100, 0; M-50, -50;
M-50, 50" { 同上 }

DRAW "R25; BR10; R25; BR10; R25" { 同

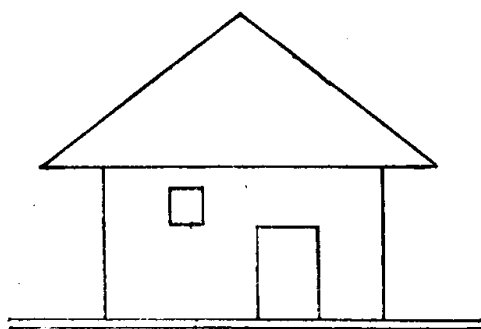


图2.2

一水平位置的三条直线}
 DRAW "NF100; F100" {同一点出发的两条斜线}
 DRAW "BM110, 125; C 2; R100; H50; G50" {起点在 (110, 125), 用洋红色画出一个三角形}
 DRAW "BM125, 125; S 2; L100" {起点在 (125, 125), 向左画出一条长度为50的水平线}

3. LINE和DRAW语句的例句
 [例题2.1]分别用LINE语句和DRAW 语句绘制图2.2所示的房子。
 LINE语句画房子程序段如下：

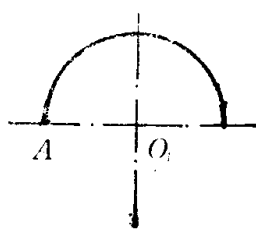
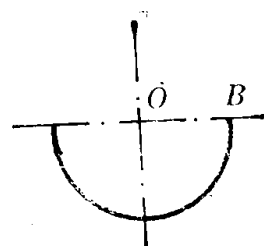
110 SCREEN 1, 0; COLOR 0, 0 : CLS	
130 LINE (90, 100)–(230, 100), 3	画地面线
140 LINE (90, 102)–(230, 102), 3	
150 LINE (120, 100)–(120, 60), 3	画左、右墙
160 LINE (200, 100)–(200, 60), 3	
170 LINE (165, 100)–(165, 75), 1 : LINE–(180, 75), 1 : LINE–(180, 100), 1	画门、窗
180 LINE (140, 75)–(150, 65), 1, B	
190 LINE (105, 60)–(215, 60), 3 : LINE–(160, 20), 3 : LINE–(105, 60), 3	画屋顶
200 IF INKEY\$ = " " THEN 200	

DRAW语句画房子程序段如下：

110 SCREEN 1, 0 : COLOR 0, 0 : CLS	
120 DRAW "BM230, 100; C3; L140"	画地面线
130 DRAW "BM230, 102; C3; L140"	
140 DRAW "BM120, 100; C3; U40"	画左、右墙
150 DRAW "BM200, 100; C3; U40"	
160 DRAW "BM165, 100; C1; U25; R18; D25"	画门、窗
170 DRAW "BM140, 75; C1; U10; R10; D10; L10"	
180 DRAW "BM160, 20; C3; M–57, 40; M+115, 0; M–57, –40"	画屋顶
190 IF INKEY\$ = " " THEN 190	

七、画圆语句
 下面介绍 IBM-PC 微机画圆弧的三种方法。
 第一种画圆弧方法，其程序段如下：

10 SCREEN 1, 0	设定中分辨率彩色图形显示模式
20 COLOR 0, 0 : CLS	选择底色与配色器并清屏幕

30 R = 圆弧半径值	确定圆弧半径
40 CX = 圆心X坐标值	确定圆心所在坐标位置
50 CY = 圆心Y坐标值	
60 FOR X = -R TO R	X、Y分别为圆周上一点的X、Y坐标值
70 Y = INT (SQR(R * R - X * X))	
80 IF X = -R THEN LINE(CX-R, CY)-(CX-R, CY)	画圆周上一点A
90 LINE-(CX+X, CY-Y)	从A点出发画上半圆
100 NEXT X	
110 FOR X=R TO -R STEP -1	 
120 Y = INT(SQR(R * R - X * X))	
130 LINE-(CX+X, CY+Y)	
140 NEXT X	

从 B 点出发画下半圆

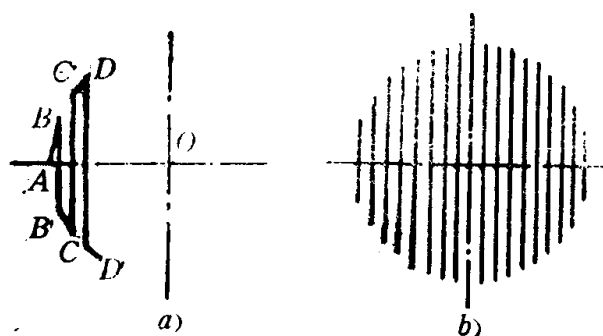


图2.3

这里省略了彩色码，即是用第 3 号彩色码画线。这种画圆弧的方法与 APPLE- II 机的第一种方法相似，都是按步长用画线语句绘制。但是对于 APPLE- II 机，是同时画上下两个半圆的，而对于 PC 机，则是先画上半圆，然后再画下半圆的。其原因是 LINE-(X,Y)画线语句有个从现行位置出发的问题。如果也用 APPLE- II 机的作法，将上述程序段 110 句后的语句删除，并将 90 句改成

```
90 LINE-(CX+X, CY-Y):LINE-(CX+X, CY+Y)
```

运行经上述修改后的程序段，其画线顺序将是 $A \rightarrow B \rightarrow B' \rightarrow C \rightarrow C' \rightarrow D \rightarrow D' \dots$ (见图 2.3, a)，所画出的是由垂直于水平轴的直线组成的圆块，如图 2.3, b 所示，这种情况就是下面第八点将要说到的着色，即用第 3 号彩色码的颜色填满圆的面积。

第二种画圆弧方法与 APPLE- II 机的第二种画法完全相同，用 LINE 命令代替 HPLOT 就是了，其程序段如下：