

微
型
计
算
机
绘
图

微型

计算机绘图

刘仁杰 姚涵珍 主编

机械工业出版社

机

391.41

RJ/1

社

微型计算机绘图

刘仁杰 姚涵珍 主编

机械工业出版社

本书共七章，分别介绍微型计算机绘图系统的硬件和软件、绘图程序设计、二维及三维图形的变换矩阵、由离散点拟合曲线的方法、平面立体隐藏线的消去、图形的开窗与裁剪、交互绘图技术及AUTO CAD绘图软件等。

全书在阐述理论和编程方法时，一般配有相应的程序。所有程序都用FORTRAN和BASIC两种语言编写，并分别在IBM PC和APPLE II微型计算机上运行通过。

本书是计算机绘图的入门书，可供本科及大、中专院校学生使用，也可供计算机绘图工作者和工程技术人员参考。

JS410/02

微型计算机绘图

刘仁杰 姚涵珍 主编

责任编辑，蔡耀辉

封面设计，纪 申

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

三河印刷一分厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092¹/₁₆·印张8¹/₁₆·字数 210千字

1991年9月北京第一版·1991年9月北京第一次印刷

印数 0,001—8,400·定价：4.50元

ISBN 7-111-02969-0/TP·146

前 言

随着计算机技术的发展,计算机图形学在人、机之间建立起一种形象直观和高效率的对话手段。它做为计算机辅助设计的主要基础和内容之一,正在越来越广泛地被人们所采用,其发展之迅速,应用之广是出人意料的。尤其近年来,计算机绘图的应用开始进入家庭和办公自动化方面,更给人们的生活、工作增添了乐趣和方便,它象彩色照片的推广使用一样吸引着人们,并很快为从事各方面工作的人们所接受和使用。

目前,我国许多大专院校都在开设《计算机绘图》课程。我们在总结科研和多年教学工作经验的基础上,参考了国内外的有关文献资料编写了这本《微型计算机绘图》。

计算机绘图学起来涉及的面很广,也很有意思。本书是想成为这方面的一本入门书,以引导人们步入这个领域。在编写过程中,我们不是把内容局限于某个专业的范围内的应用,而是注重于介绍计算机绘图的原理和方法,以使该书适应尽可能广的范围。在写作方法上,力求深入浅出,通俗易懂,易于接受。为了便于初学者学习和理解,书中的坐标系采用和绘图屏幕一致的形式从而使内容少些曲折而更便于学习和掌握。书中各章后附有习题,以供选用。

考虑到目前我国各院校使用的机型不尽相同,书中的程序均在IBM PC和APPLE II微型计算机上运行通过,并分别以IBM PC机上的FORTRAN和BASIC及APPLE II机上的BASIC语言给出。书中的程序及二维几何图形交切子程序均存入盘中,另外还为FORTRAN用户准备了IBM PC机的屏幕显示图形和绘图机输出图形的两套软件包,可随时为读者提供。

本书由大连轻工业学院、天津轻工业学院、上海工程技术大学、华北航天工业学院、沈阳化工学院、山东轻工业学院、齐齐哈尔轻工业学院、中国北方车辆研究所等单位联合编写。

本书由刘仁杰、姚涵珍主编。参加编写的有(按执笔章节顺序):王茂全、杨景惠、马建华、魏莉、刘仁杰、姚涵珍、罗鹰、朱泽平、童正南、祁葐云、王玉兰。全书由刘仁杰整理和统稿,由大连轻工业学院熊弟霖教授主审。

本书在编写过程中得到了上海工程技术大学章希健老师的帮助,在此谨表谢意。

由于我们的水平所限,加之时间匆忙,书中难免有错误和不妥之处,恳望各位读者批评指正。

编 者

1991年3月

目 录

前言

第一章 计算机绘图系统及基本指令	(1)
§ 1-1 概述	(1)
§ 1-2 微型计算机绘图系统	(2)
§ 1-3 微型机图形显示及基本指令	(3)
§ 1-4 FORTRAN 语言绘图基本软件简介	(11)
第二章 绘图程序设计	(15)
§ 2-1 绘图软件系统的组成	(15)
§ 2-2 基本软件的设计	(15)
§ 2-3 功能软件的设计	(17)
§ 2-4 几何交切子程序	(26)
第三章 图形变换的矩阵方法	(24)
§ 3-1 二维图形的变换	(24)
§ 3-2 三维图形的变换	(34)
§ 3-3 正投影的变换	(38)
§ 3-4 轴测投影的变换	(41)
§ 3-5 透视变换	(43)
§ 3-6 编程实例	(49)
第四章 曲线拟合	(51)
§ 4-1 最小二乘法拟合曲线	(51)
§ 4-2 三次参数样条曲线	(54)
第五章 平面立体的消隐	(61)
§ 5-1 凸平面立体的消隐	(61)
§ 5-2 任意平面立体的消隐和常用算法	(65)
第六章 图形的窗口和裁剪算法	(71)
§ 6-1 概述	(71)
§ 6-2 直线段的裁剪算法	(72)
§ 6-3 任意多边形的裁剪算法	(75)
§ 6-4 窗口、视图区及其坐标变换	(77)
§ 6-5 视向的变换	(80)
第七章 交互式计算机绘图简介	(84)
§ 7-1 常用输入设备	(84)
§ 7-2 常用交互技术	(86)
§ 7-3 交互式绘图软件 AUTO CAD 简介	(99)
附录A 使用BASIC语言编写的绘图源程序	(102)
附录B 使用FORTRAN语言编写的绘图源程序	(120)

第一章 计算机绘图系统及基本指令

§ 1-1 概 述

计算机绘图技术是近年来发展迅速的一项新技术。由于电子技术的飞速发展和人们对现代化工作方式的要求,已经开始使人们认识到它对各个学科领域所起的促进作用。因此,用计算机处理图形的原理和方法已成为一门新的独立学科,即计算机图形学。

由于计算机图形学在人与计算机之间建立起直观和高效率的对话手段,所以随着计算机的发展和应用而渗透到各个方面,成为计算机领域中一项极其重要、影响日益深远的研究课题。

计算机绘图(Computer Graphics,简称CG)是计算机辅助设计(Computer Aided Design简称CAD)、计算机辅助工程(Computer Aided Engineering简称CAE)和计算机辅助教学(Computer Aided Instruction简称CAI)等的重要组成部分。在70年代末,由于微型计算机技术的不断发展,微型计算机和输入/输出设备以及存储器成本的迅速下降,微型计算机绘图及其显示技术进一步得到普及和应用。由于高级的、独立于设备的图形软件包的出现,更使图形学的成果得以迅速推广使用。因此,交互式计算机图形学目前已经成为人-机通信的主要媒介。

计算机绘图的基本原理,就是将空间物体的几何特性,用一定的数学模型来描述,然后通过计算机绘图系统将其显示在屏幕上或绘制在图纸上。

随着计算机绘图的发展,图形软件的标准化——GKS也提到日程上。1982年GKS 7.0版已正式列入ISO^①国际标准中。GKS的基本原理是使图形软件可以在不同型号的设备上通用。

当前,计算机绘图系统可分为两大类。

1. 被动式绘图系统

这种绘图系统是由人工输入给计算机全部绘图信息后,通过计算机对图形信息处理与加工,并控制绘图机(或显示器)输出图形。在绘图过程中,用户无法干预。

2. 交互式绘图系统

这种绘图系统是具有用户与计算机之间可进行相互“通信”的一种绘图系统。在绘图过程中,图形显示在屏幕上,用户可以利用输入设备(如光笔、键盘或图形输入板等)输入各种命令或数据,以随时修改图形,直到满意为止。最后由绘图机绘制出所需图形,因而可大大地缩短设计周期。

交互式图形生成技术的出现促进了CAD、CAM^②技术的进一步发展。在各个领域得到了日益广泛的应用。各种CAD、CAM以及其基础的CG软件包也应运而生,并快速应用于科研和生产之中。

① 国际标准化组织。

② 计算机辅助制造。

目前, CG已广泛应用于工业辅助设计和制图、业务管理部门的管理图、测量图形、生物、医学、药学、模拟及动画片、服装、人体工程、建筑、气象、航空、航天、教学、学籍管理、美术设计和家庭娱乐中。如飞行模拟器, 它不仅可以产生飞行器运动的真实环境, 也可以产生如云、雾、烟雾、夜晚、灯光以及不同大小和形状的其他飞行物等景物。利用静电控制的喷墨式绘图机可以画出逼真的国画和色彩丰富的各种图形。

总之, 计算机绘图将会得到更广泛的应用和发展。从近年来的发展趋势看, 有两个特点, 一是CAD、CAM紧密地结合在一起; 二是被动式绘图将被交互式绘图所代替。

§ 1-2 微型计算机绘图系统

随着科学技术的发展, 计算机及其外围设备的结构和质量不断提高, 微型计算机(简称微型机)的功能越来越完善。一些比较高档的微型机已经完全具备了大型计算机的功能。因此, 以微型机为主要处理手段, 配以适当外围设备而组成的微型机绘图系统将逐渐被采用, 特别是图形显示设备和超小型自动绘图机付诸使用, 为组成完善的微型机绘图系统创造了更加有利的条件。同一般计算机绘图系统相比, 微型机绘图系统设备简单、操作方便、容易掌握、便于维护、价格相对低廉。因而, 更适于推广。在目前条件下, 微型机绘图系统是我国高等学校开设计算机绘图课程的理想设备。

图1-1所示为一种较高级的微型机绘图系统。

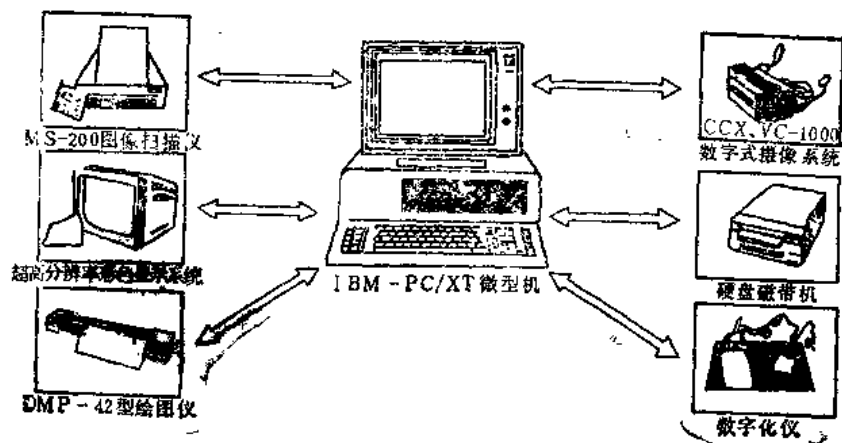


图1-1 高级绘图系统

一、IBM-PC/XT系统

1. 微型机(IBM-PC/XT) 它的中央处理器CPU是一种8位外部数据总线, 20位地址线的准16位微型器。

2. 图象扫描仪(MS-200型) 它能快速扫描文字、图样、照片等资料, 分辨率为200dpi。具有存取、传输、编辑和信息压缩等功能。

3. 超高分辨率彩色显示器(IC-19RTISTI型) 它具有16种颜色, 分辨率为1024×1024。这种设备对于艺术图形的绘制是不可少的。

4. 绘图仪(DMP-42型) 该设备能绘制A₁与A₂图样, 能较快地绘制建筑、机械等方

面的图样。

5. 数字式摄像系统 (CCX、VC-1000型) 该设备具有实时摄制、编辑现场景物等功能, 是动画图形绘制的重要设备。

6. 硬盘磁带机 (TG6180型) 这是一种带有磁带机 (存储量为80M字节) 的硬盘 (存储量为80M字节) 装置, 对提高绘图系统的容量是一种较理想的设备。

7. 数字化仪 (MOUSE型) 该设备精度高、接口灵活, 能快速对数据进行传输和转换, 可大大提高人机通信的能力。

上述的外围设备均由系统中的软件包控制, 因此, 这种系统操作灵活方便, 且具有多种功能 (如图像信息处理、军事指挥、交通调度和模拟等)。

二、APPLE-II 系统

APPLE-II 主机由6502 CPU、RAM和ROM存储器、时钟及同步计数电路、机内接口、I/O插座、视频信号发生器等件组成。

APPLE-II 绘图系统一般可由下列部分组成:

1. APPLE-II 计算机系统 (包括主机、键盘、磁盘驱动器、打印机等外围设备)。

2. 小型X-Y自动绘图机 (如WX4675、SR6602、SPL-400、HP7475A等)。

3. 数字化仪 这是较简单的微型机绘图系统。这种绘图系统的结构比较紧凑, 在一般条件下能进行工作。这种系统的输入设备是键盘和数字化仪。设计人员只要进行简单操作, 便可实现人机对话, 直接对图形进行修改, 最后由绘图仪绘制出所需图形来。



图1-2 简单的绘图系统

图1-2是最简单的微型机绘图系统。

§ 1-3 微型机图形显示及基本指令

一、APPLE-II 微型机图形显示基本指令

APPLE-II 微型机为用户提供了文本状态和绘图状态。APPLESOFT中所具备的两种图形显示指令较为相似。使用方便, 易于掌握。现就APPLESOFT中图形显示指令为例介绍如下。

在绘图状态下有两种图形显示方式: 一为低解析度 (也称低分辨率); 二为高解析度 (高分辨率)。

1. 低分辨率图形显示指令

(1) GR和GR2

GR和GR2 为进入低分辨率图形显示的指令。它们分别选择两个图形显示的内存区域, 称为第一页和第二页。

1) GR

格式: GR。执行GR后进入低分辨率第一页。屏幕图形区清成全黑底色, 区域为 40×40 点阵, 屏幕下方留有四行正文显示窗口。

执行GR后, 再键入“POKE-16302, 0”改变内存中的数值, 可以使图形显示区增加到 40×48 点阵, 成为全屏幕图形显示, 而没有正文窗口显示。

2) GR2

格式: GR2。执行GR2以后, 进入低分辨率第二页。屏幕清成全黑底色, 区域为 40×48 点阵, 没有正文窗口显示。

此时键入“POKE-16301, 0”, 改变内存中的值, 可以使图形显示区域减少到 40×40 点阵, 从而出现正文窗口显示。

低分辨率图形显示方式中的每个点是由屏幕上 4×7 象素组成的小点阵, 所以分辨率较低。

(2) COLOR

格式: COLOR=n

COLOR 语句规定了低分辨率绘图的颜色。 $0 \leq n \leq 255$, 代表着16种不同的颜色。绘图时选择其中的一种, 当 $n \geq 16$ 时, 可选择颜色代码按16取模。表1-1为低分辨率颜色码。

表 1-1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
黑 色	紫 红	深 蓝	紫 色	深 绿	灰 1	蓝 色	浅 蓝	棕 色	橙 色	灰 2	粉 红	浅 绿	黄 色	碧 绿	白 色

(3) PLOT

格式: PLOT X, Y

PLOT X, Y 表示在屏幕坐标 (X, Y) 处画一点。X、Y是数值表达式。PLOT 会自动将其取整绘图。X、Y的值应在下列范围内:

$$0 \leq X \leq 39, \quad 0 \leq Y \leq 47$$

X、Y超出限度时, 将会出现出错信息。

低分辨率绘图的屏幕坐标如图1-3所示, 坐标原点在屏幕的左上角。

(4) HLIN

格式: HLIN X1, X2 AT Y

功能: 在Y坐标所在行画一条从X1到X2的水平线, 即从 (X1, Y) 点画一条水平线到 (X2, Y) 点。

X1、X2、Y都是数值表达式。

(5) VLIN

格式: VLIN Y1, Y2 AT X

功能: 在X坐标所在列画一条从Y1到Y2的垂直线。即从 (X, Y1) 点画一条垂直线到

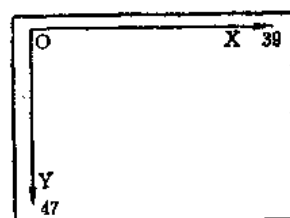


图1-3 低分辨率坐标

(X, Y2) 点。

Y1、Y2、X都是数值表达式。

(6) SCRN (X, Y)

这是一个函数，它求出屏幕上坐标 (X, Y) 点，当前颜色的色码。X、Y 是数值表达式。

对于HLIN、VLIN及 SCRN，其参数值应该在屏幕坐标内才有效，否则将出现出错信息。

例：在屏幕上用低分辨率显示“欢迎您”文字图形，如图1-4所示。其绘图程序如下：



图1-4 低分辨率显示

HLIST

```

10 GR : COLOR= 3: VLIN 11,14 AT 3
20 PLOT 3,16: HLIN 4,5 AT 11: HLIN 4,5 AT 15
30 VLIN 11,14 AT 6: PLOT 6,16: PLOT 9,10: PLOT 7,12: HLIN 8,12
   AT 11: VLIN 11,13 AT 12: VLIN 12,15 AT 10
40 PLOT 9,16: PLOT 8,17: PLOT 11,16: PLOT 12,17: PLOT 13,18
50 VLIN 10,12 AT 16: PLOT 15,12: VLIN 12,16 AT 17: PLOT 16,17:
   PLOT 15,18
60 HLIN 18,24 AT 10: VLIN 12,16 AT 19: VLIN 11,16 AT 21: VLIN
   12,16 AT 23
70 PLOT 18,17: HLIN 19,25 AT 18: PLOT 20,12: PLOT 22,12: PLOT
   27,12: VLIN 11,14 AT 28
80 PLOT 30,12: PLOT 29,10
90 PLOT 31,10: HLIN 31,36 AT 11: VLIN 12,14 AT 33
100 PLOT 32,13: PLOT 31,14: PLOT 34,13: PLOT 35,14: PLOT 32,15
   : PLOT 33,16: PLOT 34,17
110 VLIN 16,17 AT 28: PLOT 27,18: VLIN 16,17 AT 30: HLIN 31,35
   AT 18
120 PLOT 36,17: PLOT 37,16: PLOT 36,12
130 END
  
```

2. 高分辨率图形显示指令

高分辨率图形显示是利用屏幕上的象素亮与不亮来进行的。屏幕上共可显示192行×280列=53760个象素点。192×280即为高分辨率图形显示区域。

高分辨率图形显示屏幕坐标如图1-5所示，原点在左上角，坐标值范围为： $0 \leq X \leq 279$ ， $0 \leq Y \leq 191$ 。

(1) HRG和HGR2

格式：HGR或HGR2

HGR 把屏幕转换成高分辨率图形显示第一页，屏幕图形显示区域为160×280，并被清成黑底色。屏幕下方的32×280区域为四行正文显示窗口。用HGR进入高分辨率图形第一页

后,图形可显示坐标范围为 $0 \leq X \leq 279$, $0 \leq Y \leq 159$ 。用软开关 POKE-16302,0 可以将正文覆盖的32行像素产生的图形显示出来。

HGR2把屏幕转换为高分辨图形显示第二页,屏幕全部被清为黑底色。图形显示坐标范围为: $0 \leq X \leq 279$, $0 \leq Y \leq 191$,屏幕下方没有正文显示窗口,如欲显示正文窗口,可用软开关 POKE-16301,0来实现。

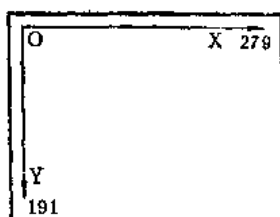


图1-5 高分辨率坐标

(2) HCOLOR

格式: HCOLOR=n

HCOLOR语句规定了高分辨率绘图的颜色。 $n \leq 7$,代表着6种颜色。色码如表1-2所示。

(3) HPLOT

格式1: HPLOT X, Y

功能: 在屏幕(X,Y)处显示一个点。

格式2: HPLOT TO X, Y

功能: 从上次HPLOT终点处到(X,Y)显示一条线。

格式3: HPLOT X1,Y1 TO X2, Y2

功能: 从(X1, Y1)到(X2, Y2)显示一条直线段。

格式4: HPLOT X1, Y1 TO X2, Y2 TO X3, Y3.....TO XN, YN

功能: 显示分别以(X1, Y1)、(X2, Y2)、(X3, Y3).....(XN, YN)各点为顶点的折线。

例: 用高分辨率方式画的图形如图1-6所示。

画图1-6的程序如下:

3LIST

```
20 REM THIS IS A HOUSE
30 X = 100:Y = 90
40 HGR : HCOLOR=3
50 HPLOT X,Y TO X + 100,Y TO X + 160,Y - 60 TO X + 80,
  Y - 70 TO X + 40,Y - 70 TO X,Y
60 HPLOT X + 100,Y TO X + 140,Y - 70
70 HPLOT X + 10,Y TO X + 10,Y + 50 TO X + 110,Y + 50
  TO X + 150,Y + 10 TO X + 150,Y - 50
80 HPLOT X + 110,Y + 50 TO X + 110,Y - 10
90 HPLOT X + 20,Y + 10 TO X + 40,Y + 10 TO X + 40,Y +
  30 TO X + 20,Y + 30 TO X + 20,Y + 10
100 HPLOT X + 30,Y + 10 TO X + 30,Y + 30
110 HPLOT X + 20,Y + 20 TO X + 40,Y + 20
120 HPLOT X + 80,Y + 10 TO X + 100,Y + 20 TO X + 100,
```

表 1-2

0	1	2	3	4	5	6	7
黑	绿	紫	白	黑	桔	蓝	白
1	色	色	1	2	色	色	色



图1-6 高分辨率图形

```

      ,Y + 30 TO X + 80,Y + 30 TO X + 80,Y + 10
130 HPLLOT X + 80,Y + 20 TO X + 100,Y + 20
140 HPLLOT X + 90,Y + 10 TO X + 90,Y + 30
150 HPLLOT X + 50,Y + 50 TO X + 50,Y + 20 TO X + 70,Y
      + 20 TO X + 70,Y + 50
160 PRINT CHR$(7): END

```

3. 由图形状态返回文本状态

格式: TEXT

功能: TEXT使APPLE- II从图形状态返回文本状态。这是在绘图时修改和编辑程序常用的方法。当绘图程序调试完毕,产生了满意的图形后,要将图形程序存储到磁盘上或用打印机打印出程序清单,一般先用TEXT命令返回到文本状态后再进行。因为在文本状态下,从键盘输入的命令会在屏幕上显示出来,以免出错。

4. 有关绘图其它指令 APPLE- II 微型机可以用直接命令的方式来修正内存贮器某个单元的值,以改变计算机硬件曾设定的状态。这种方法如同扳动开关一样,所以称之为软开关。它们在绘图状态时(或其它状态时)使用十分方便,可以完成一些奇妙的功能。

(1) 有关显示状态的软开关

I	{	POKE—16304,0 设定绘图状态
		POKE—16303,0 设定文本状态
II	{	POKE—16302,0 全屏幕图形方式
		POKE—16301,0 图形与文本混合方式
III	{	POKE—16300,0 显示第一页
		POKE—16299,0 显示第二页
IV	{	POKE—16298,0 设定低分辨率方式
		POKE—16297,0 设定高分辨率方式

上述八个指令两两一对构成四个开关,用POKE来“扳动”它们,可以得到不同的屏幕效果。当I号开关设定在文本状态时(POKE-16303,0),则II号与III号开关设定的改变无效。

POKE—16304,0 仅设定绘图状态,并不将屏幕清成为全黑底色,这一点与GR、HGR等不同。

如欲设定高分辨率第二页全屏幕图形显示则应设开关:

POKE—16304,0; POKE—16297,0

POKE—16299,0; POKE—16302,0

若由一种显示状态转换成另外一种状态,只需改变必须变换的软开关。例如,从前述的第二页高分辨率全屏幕图形显示转换成第二页高分辨率图形与文本混合显示状态,只需再输入POKE—16301,0即可。

(2) 绘图效果软开关

POKE—230,32 在第一页绘图但不显示

POKE—230,64 在第二页绘图但不显示

利用这两个软开关，可以做到显示第一页图形时，在第二页同时绘图；显示第二页图形时，可以同时在第一页绘图。结合POKE—16300,0和POKE—16299,0 可以在两个绘图页上画图并交替显示，并可以提高绘图速度。若将其用于动画图形显示，可以掩盖图形的画和抹的过程，从而增强动画效果。

二、IBM-PC微型机的显示及绘图基本指令

IBM-PC微型机有四种屏幕显示方式：高分辨率图形屏幕方式、中分辨率图形屏幕方式，40列正文显示屏幕方式和80列正文显示方式。

1. 图形屏幕的使用

若用BASIC语言，把DOS盘插入驱动器中，若在硬盘中有BASIC解释程序则直接键入BASIC

(1) SCREEN命令

格式：SCREEN *n*

SCREEN命令用于选择一个屏幕显示方式。

n=0时为文本显示方式，分辨率为40×25和80×25两种。

n=1时为中分辨率图形显示，分辨率是320×200。

n=2时为高分辨率图形显示，分辨率为640×200。

(2) COLOR命令

格式：COLOR(背景色号)(, 调色板号)

对中分辨率图形屏幕，可以用此选择背景色和调色板号。

其中背景色是0~15间的自然数，如表1-3。

表 1-3

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
黑	蓝	绿	青	红	紫 红	棕	白	灰	淡 蓝	淡 绿	淡 青	淡 红	淡 紫	黄	高 白

在中分辨率显示方式情况下，标在屏幕上的点可以是四种颜色之一，具体用哪四种颜色要视调色板而定。调色板有两种：

颜色	调色板0	调色板1
0	背景色	背景色
1	绿	青
2	红	紫红
3	棕	白

若调色板是偶数，则选“0”号调色板，否则选“1”号调色板。1号调色板中的颜色，是0号调色板中相应的颜色加上蓝色而得到的。

(3) CLS 命令

格式：CLS

功能：在绘新图之前，键入CLS可将屏幕上原有的文字或图形清除掉，这时，除了指示功能键含义的底行外，屏幕上任何符号都被清了。

(4) KEY OFF 命令

格式：KEY OFF

功能：键入KEY OFF可去掉指示功能的底行。

(5) KEY ON 命令

格式：KEY ON

功能：键入KEY ON可重新显示指示功能的底行。

2. 二维图形基本指令

(1) PSET和PRESET语句

格式：PSET (X, Y) [COLOR]

PRESET (X, Y) [COLOR]

功能：(X, Y) 为要显示或要抹去的点，COLOR规定从现在的颜色组中选出来的颜色。实际上，这两种语句都是显示点的，如果一个点的颜色同背景色的颜色相同，则它就好象抹去了。

注意：用高分辨率图形方式时，不能用COLOR语句，但PSET和PRESET仍可规定颜色。在这种方式，颜色代码0或2选黑色，颜色代码1或3选白色。

在不指定颜色时，PSET使用缺省3号色（在SCREEN2上是1），而PRESET缺省颜色代码0。

(2) LINE语句

格式：LINE ((X1, Y1)) — (X2, Y2)

功能：从(X1, Y1)到(X2, Y2)画一条直线，若未给出(X1, Y1)，则从最新画过的点向(X2, Y2)作一条直线。

(3) STEP选项

格式：LINE (X1, Y1) —STEP (A, B)

功能：LINE语句所画的图形都是用待画线段端点的屏幕坐标确定的。所给各个坐标均相对于位于屏幕左上角的屏幕原点(0, 0)而定。有些情况下，要给出相对于这个原点的坐标并不方便，而给出相对于另外某一点的坐标要更好些。因而可以利用相对坐标来确定所需要的点。

STEP (A, B) 这种表示法，用来确定一个点，这一点离开所参考的上一个点水平距离为A个单位，垂直距离为B个单位。

例如，要画一条指向屏幕中心以下20个单位，并在屏幕右边10个单位的线段，可以用

LINE (320, 100) —STEP (10, -20)

该语句与下述语句是等价的，

LINE (320, 100) — (330, 120)

STEP的值可以是负数。

例：下面给出的程序是画出如图1-7所示带窗房子的图形，其绘图程序如下：

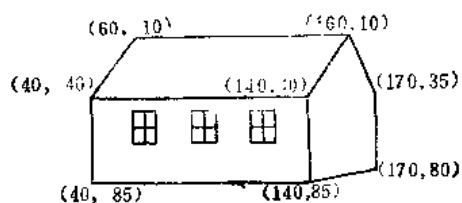


图1-7 带窗的房子

```

10 SCREEN2:KEY OFF:CLS
20 LINE(40,40) - (60,10)
30 LINE - (160,10)
40 LINE - (170,35)
50 LINE - (170,80)
60 LINE - (140,85)
70 LINE(140,40) - (160,10)
80 LINE(40,40) - (140,85),,B
90 PSET(55,45):GOSUB 140
100 PSET(84,45):GOSUB 140
110 PSET(113,45):GOSUB 140
120 END
140 LINE - STEP(12,16),,B
150 LINE STEP(-6,0) - STEP(0,-16)
160 LINE STEP(-6,8) - STEP(12,0)
170 RETURN

```

(4) 图形定义语句

在该语言中有一组简单的命令，可以完成一些基本的二维图形处理功能，速度有所改善。

图形定义语言是与DRAW命令一起使用的。DRAW命令的格式是：

格式：DRAW “定义命令”

功能：其中的“定义命令”是一个有效的GDL命令串。

基本的移动

GDL中有许多不同的命令，最基本的是M命令。

格式：DRAW “M[+/-]X, [+/-]Y”

功能：M是指移动的意思。M命令的结果是从最近的一点向(X, Y)作一条线，这里的(X, Y)是关于屏幕坐标系的。若M命令是CLS命令后的第一个命令（或是用到的第一个GDL命令）则是从屏幕中心向(X, Y)点作一条线段。这里要注意，高分辨率方式时中心是(320, 100)，中分辨率时是(160, 100)。

例：

```

10 SCREEN2
20 CLS
30 DRAW "M320, 50 M400, 50 M400, 100 M320, 100"
40 END

```

注意：DRAW命令的用法，我们键入的是在双引号中使用一个命令序列，而不必每个命令写个DRAW。

任选项+/-指定的是相对位移，而不是无该选项时的绝对位移。例如，最近画的一点是(00, 00)，则DRAW “M+20, -30”将向(20, 70)作一条线。

绝对位移和相对位移两种方式不能混合使用。

除了M命令以外，还有其他八个移动命令，都有下面的格式：

命令：

这里的命令是一个GDI命令，n是移动距离，n必须是整数，否则将产生非法函数调用

几个命令是：

命令	U	D	L	R	E	F	G	H
移动方向	向上	向下	向左	向右	向右上	向右下	向左下	向左上

移动是相对于最新画出的点进行的。与M命令一样，若这些命令中的任何一个命令是CLS后的第一个命令或第一个GDL命令，则它总是相对于屏幕中心作移动。如在屏幕上显示一个矩形，可用下面的程序：

```
10 SCREEN2
20 CLS
30 DREW "U20 R48 D20 L48"
40 END
```

对于图形定义语言的不足之处，我们要作转换处理。若要得到一个正方形，高分辨率时水平的边长必须是垂直边的12/5倍，中分辨率时，水平边是垂直边的6/5倍。

前缀N和B

功能：N和B命令加在上述移动命令前使用。若B加在任何移动命令之前，则只产生移动而不画出线段。如画一对平行线，则用下面的程序：

```
10 SCREEN2
20 OLS
30 DRAW "U20 BR48 D20"
40 END
```

这个程序先向上画一条线，然后光标向右移动48个点的宽度，再向下画一条线。

B命令在画几个物体时非常有用。

N与B一样是作为移动命令的前缀来使用的，其功能是执行随在N后的移动命令后把光标移回所画线的起点。例加

```
10 SCREEN2
20 CLS
30 DRAW "NU10 ND10 NL10 NR10"
```

这是一个用N命令画十字型的程序。

§ 1-4 FORTRAN语言绘图基本软件简介

用FORTRAN语言编写一个较复杂的程序，往往需用一个主程序和几个子程序所构成。其中一个子程序是一个独立的程序段，它和主程序之间既有联系又有一定的独立性。一般子程序可分为三类：1. 函数子程序FUNCTION，2. 子例程子程序SUBROUTINE，3. 数据块子程序BLOCK DATA。

一般说，图形处理用的子程序，是属于子例程子程序。图形处理子程序就是把“数字输出”的信息，变成笔的移动，在自动绘图机上得到所需的图形，此过程所依据的程序就是子

程序。

各种类型的图形，都可视为一些直线、圆、椭圆等基本的图线组成。把它们编成子程序，放在计算机内存或外存中，以备需要时调用。为了进一步扩大功能，提高编程和绘图效率，各厂家和用户都在做子程序工作，无论是正投影方面，轴测投影方面，还是透视图等方面。编成的程序固定下来，制成软件，建立程序库，以供调用，而且编成的程序还向着通用化方面发展。

下面介绍几个常用子程序的使用方法：

1. PEN (K)

功能：选色（或选笔）

调用：CALL PEN (K)

参数：K：颜色号

彩色模式时 $K = 0 \sim 15$ ；

黑白模式时 $K = 0 \sim 3$ 。

2. PLOT (X, Y, IP)

功能：从当前位置抬、落笔至 (X, Y) 点

调用：CALL PLOT (X, Y, IP)

参数：X, Y——所去目标点的坐标 (mm)。

|IP| = 2 落笔画实线至 (X, Y)；

|IP| = 3 抬笔至 (X, Y)；

|IP| = 4 落笔画虚线至 (X, Y)；

|IP| = 5 落笔画点划线至 (X, Y)；

|IP| = 6 落笔画双点划线至 (X, Y)。

IP > 0 执行上述功能；IP < 0 除上述功能外，设 (X, Y) 为新的原点。

3. ARC (XC, YC, R, AS, AE, IR)

功能：画圆弧

调用：CALL ARC (XC, YC, R, AS, AE, IR)

参数：XC, YC——圆心坐标 (mm)。

R——圆弧半径 (mm)；

AS——起点方向角 (度)；

AE——增角 (度)。

AE > 0 逆时针增加

AE < 0 顺时针增加

IR——线型，类同 PLOT 中的 |IP|。

4. CIRC (XC, YC, R, IR)

功能：绘整圆

调用：CALL CIRC (XC, YC, R, IR)

参数：XC, YC——圆心坐标 (mm)；

R——圆半径 (mm)；

IR——线型，类同 ARC 中的 IR。