

微型计算机绘图

齐玉来 曾维川 叶时勇 编

876

1

天津大学出版社

78.876
181

微 型 计 算 机 绘 图

齐玉来 曾维川 叶时勇 编

天 津 大 学 出 版 社

9510023

JSL 6/12

内 容 提 要

全书共分六章。第一章介绍计算机绘图的发展、应用和微机交互式图形系统的组成及交互式图形软件。第二~四章分述IBM高级 BASIC 屏幕绘图, 二维、三维图形矩阵变换, 处理隐藏线常用的两种方法。第五、六章讲述 AutoCAD 绘图软件的使用方法和常用命令以及应用 Auto LISP语言、命令组文件、形文件、菜单文件、.DXF文件对AutoCAD进行开发的方法和实例。

本书既注重于计算机绘图新技术的应用和开发, 又具有一定的理论深度, 内容简明实用, 是计算机绘图的入门读物。可作为工科院校各专业计算机绘图课(20~30学时)的教材, 也适用于计算机绘图培训班, 并可供有关工程技术人员参考。

(津)新登字012号

微 型 计 算 机 绘 图

齐玉来 曾维川 叶时勇 编

*

天津大学出版社出版

(天津大学内)

天津大学印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 8 字数: 196千字

1993年11月第一版 1993年11月第一次印刷

印数: 1—7000

ISBN 7-5618-0563-2/P·53

定价: 6.00元

前 言

由于计算机技术的迅速发展,先进的图形软件,特别是微机绘图软件AutoCAD在我国广泛应用,使计算机绘图进入了一个崭新的交互式绘图领域。本书旨在适应这种新技术发展的需要,着重介绍AutoCAD交互式绘图软件的使用与开发及IBM高级BASIC屏幕绘图,以为读者提供应用这项新技术的方法和途径。

本书在内容编排上力求通俗易懂简明实用。在介绍必要的基础理论的前提下注重于应用,使其成为读者学习计算机绘图的入门向导。

本书按20~30学时(课内)编写。学时不同,可根据实际情况自行选择。每章后都附有练习题以供复习、上机参考。

全书由焦法成教授审阅。

本书在编写过程中得到焦法成教授、孙占木副教授的具体帮助和指导,并得到天津大学机械制图教研室有关同志的支持和协助,在此一并致谢。

由于我们水平有限,书中错误或不妥之处欢迎读者批评指正。

编者 1993年5月

目 录

第一章 结论	(1)
§ 1—1 概述.....	(1)
§ 1—2 微机绘图系统.....	(2)
第二章 IBM高级BASIC屏幕绘图	(7)
§ 2—1 屏幕绘图的基本知识.....	(7)
§ 2—2 屏幕绘图的基本语句.....	(9)
§ 2—3 用字符串操作的绘图语句.....	(13)
§ 2—4 动画技术.....	(15)
第三章 图形变换	(19)
§ 3—1 二维图形的变换.....	(19)
§ 3—2 三维图形的变换.....	(24)
§ 3—3 三维图形变换的应用.....	(27)
第四章 隐藏线的处理	(34)
§ 4—1 外法线法处理隐藏线.....	(34)
§ 4—2 线、面比较法处理隐藏线.....	(37)
第五章 AutoCAD绘图软件的使用	(40)
§ 5—1 概述.....	(40)
§ 5—2 AutoCAD的基本知识	(41)
§ 5—3 实用命令.....	(49)
§ 5—4 实体绘图命令.....	(51)
§ 5—5 图形编辑命令.....	(59)
§ 5—6 显示控制和查询命令.....	(68)
§ 5—7 图层.....	(69)
§ 5—8 目标捕捉.....	(73)
§ 5—9 图块.....	(75)
§ 5—10 剖面线.....	(78)
§ 5—11 尺寸标注.....	(80)
第六章 AutoCAD绘图软件的开发	(86)
§ 6—1 命令组文件.....	(86)
§ 6—2 形文件.....	(88)
§ 6—3 AutoLISP语言	(92)
§ 6—4 菜单.....	(103)
§ 6—5 图形交换文件 (. DXF)	(109)
§ 6—6 开发实例.....	(119)

第一章 绪 论

§1-1 概 述

一、计算机绘图的发展

计算机辅助绘图(CAG)是计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和计算机辅助工程(CAE)的重要组成部分,是CAD/CAM技术的基础和研究的核心内容之一。它随着CAD/CAM日益广泛的应用而形成一门新的学科——计算机图形学。计算机图形学把传统的图学、几何学、应用数学同现代的计算机技术相结合,与CAD形成一门新兴的边缘性科学。

近十几年来,由于硬件水平的不断提高和成本的降低,软件开发研究的飞速发展,过去仅在大中型计算机上运行的交互式图形软件包逐步向微型机移植。CAD与计算机绘图已经开始进入普及化与实用化阶段,并沿着以下几个方向发展。

(1) 由被动式绘图向交互式绘图方向发展 被动式绘图,由人工用高级语言编制程序输送给计算机,然后由计算机控制绘图机输出图形。在绘图过程中,人工无法干预,不能适时修改。如需要改图,则要从源程序修改起,因而效率低,不能满足CAD技术的需要。交互式绘图,图形显示在屏幕上,设计人员通过键盘或图形输入板(数字化仪)等输入设备,以人机对话方式修改设计方案。该方法灵活、方便,目前已在CAD/CAM中得到普遍应用,并且在不断提高和发展。特别是AutoCAD交互式绘图软件包的广泛应用,更加速了在微机上用交互式绘图取代被动式绘图的进程。

(2) 由二维绘图软件向三维实体造型软件方向发展 二维图形只能表示空间设计对象的某个投影,三维实体模型才能直观全面地反映设计对象。

通过软件在屏幕上首先构造出三维实体模型,并且可对它进行编辑,然后由三维模型生成二维视图,以及进行强度计算、有限元分析、优化设计、工艺过程模拟、疲劳验算等工程分析和计算。

近几年来国内外已经成功地开发出不少三维实体造型系统。而且随着硬件的发展,目前已经能够通过实体造型的方法在微机屏幕上构造出具有明暗度的色彩逼真的图象。相信不久的将来,三维实体造型系统会有更大的发展。

(3) 向CAD/CAG/CAM三者一体化方向发展 过去的微机之所以不能胜任CAD、CAG和CAM工作,主要是内存容量太小,速度太低。近几年来,微机的CPU由原来的16位字长发展到32位,内存容量达数十MB,时钟频率达33MHz。硬件的发展与更新,为三者一体化奠定了基础。近期软件的发展已将这三者有机地结合起来,形成所谓一体化软件包。这样的软件包,可以完成产品的几何造型、设计、绘图、分析,直至最后生成数控加工信息。使产品的设计、加工达到高度自动化的水平。

二、计算机绘图的应用

交互式计算机绘图技术的应用日益广泛,地位越来越重要。其主要应用领域如下:

(1) 计算机辅助设计 广泛应用于飞机、汽车、船舶、电子器件与设备、机械、土建等工程设计中。除了用计算机完成大量分析计算工作外,设计人员可利用图形输入输出设备方便地进行设计构思及审查修改等工作,充分显示出CAG对CAD的重要性。在电子工业中,这项技术在集成电路设计及印刷电路设计中应用效果显著,可以在很短时间内画出高质量的图纸来满足生产上的要求。

(2) 计算机辅助加工 利用交互式图形系统可以辅助编写数控加工程序,在显示器屏幕上显示加工零件的形状、刀具轨迹及工装夹具的位置,从而大大减少加工中废品的产生,缩短生产周期。利用动态模拟,平均经过两次试切削即可产生一个合格的程序,因而可缩短25%~65%的编程时间。

(3) 系统模拟与动画 用计算机生成模拟图形,可以生动地描述一些客观现象,如液体流动、核反应和化学反应过程、工程结构在有载荷时的变形等。利用计算机图形学技术生成动画片,可以提高动画的质量和生成效率,降低成本。这种技术还可以应用于各种模拟器的背景变化,如飞行模拟器、汽车驾驶模拟器、船舶进港模拟器等。这些模拟器能使受训者产生身临其境的感觉,从而降低训练费用,缩短培训时间,保证人身安全。

(4) 过程监控 可以使用这项技术对生产及交通进行管理。例如在金属冶炼或地质勘探时,通过传感器把有关数据传送给计算机处理,在显示屏幕上生成描述冶炼炉或钻井情况的图形,使生产人员能对设备的运行进行有效的监视与管理。铁路部门的调度人员,也可以通过屏幕上的列车运行状态图来指挥调度。机场的飞行控制人员可在屏幕上获得飞机标志及状态信息,以指挥飞机起降。

(5) 绘制各种图形与图表 应用CAG技术可以绘制各行各业使用的图形与图表。如进行美术设计,绘制各种花纹图案(甚至国画、书法),绘制服装生产图样、地图、地形图、生产管理及办公自动化所使用的各种图表、医疗卫生方面的图样等等。

(6) 计算机辅助教学(CAI) 计算机图形生成技术,可以使教学内容形象、直观、生动地表现出来,从而提高学生的学习兴趣和教学效果。

§1-2 微机绘图系统

微机绘图系统包括硬件和软件两大部分。

一、微机绘图硬件系统

微机绘图硬件系统是一个以微型计算机为核心设备的系统。其基本设备有:主机(Computer)、键盘(Keyboard)、视频显示器(Video Display)。可供选配的外围设备有:鼠标器(Mouse)、数字化仪(Digitizer)、图形显示器(Graphics Display)、绘图机(Plotter)、打印机(Printer)等。键盘、鼠标器、数字化仪(也叫图形输入板(Tablet))属于输入设备;显示器、绘图机、打印机属于输出设备。

下面对各种设备的规格、性能等作简要说明。

(1) 主机 IBM系列主机的一般性能、配置如表1-1所示。其它兼容机与此相仿,不一一列举。表中的“A:”和“B:”是软盘驱动器(Floppy Disk Drive)盘符,硬盘驱动器(Hard Disk Drive)盘符为“C:”。表中是目前市场上出售产品的配置,不同厂家

表 1-1 IBM系列主机的一般性能和配置

型号	CPU	处理字长(Bit)	主频 (MHz)	内存 (Byte)	硬盘驱动器 (MB)	软盘驱动器 (Byte)
XT	8088	16	4.77~10	512~640k	10~20	A: 5.25", 360k B: 5.25", 360k
286 (AT)	80286	16	10~20	640K~2M	20~40	A: 5.25", 1.2M 或3.5", 1.44M B: 5.25", 360k 或3.5", 1.44M
386	80386	32	16~33	2M~4M	40~200	同 上
486	80486	32	25~50	4M~16M	40~350	同 上

产品的配置略有不同。也可根据需要扩充内存, 增加软、硬盘驱动器。

(2) 键盘 键盘是微型计算机的主要输入设备。通常以键的数量来区分, 一般有 84 键、101键和130键。目前多数微机都配置101键盘。有些键盘的键数多于101, 是由于某些符号键和控制键的重复设置。图 1-1 示出了键盘的平面图。

图中左下方区域是标准的打字机键盘。上方一排是功能键和控制键。中间偏右一小块区域是光标移动键和编辑键。右边一小块区域为数字键盘, 并具有光标控制和编辑功能, 可用“Num-Lock” 键进行转换。

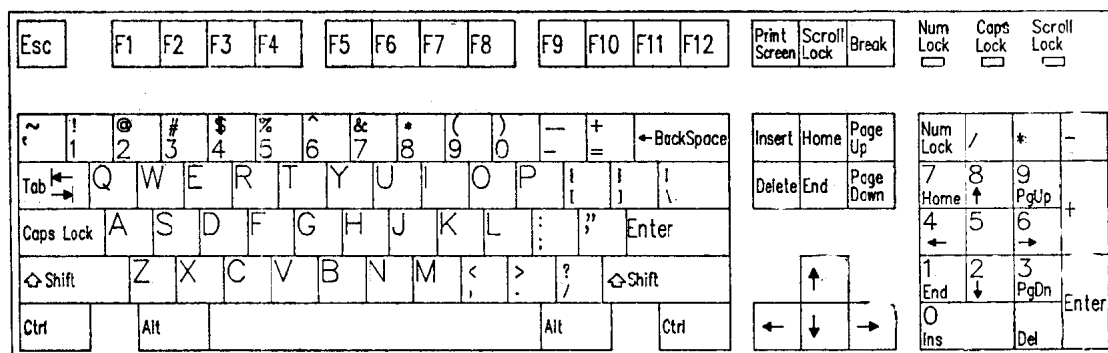


图 1-1 101键盘平面图

(3) 视频显示器 视频显示器是微型计算机的主要输出设备, 既可显示文本字符, 也可显示图形。它分彩色和单色(黑白)两种。屏幕大小有 12"、13"、14"。目前多数微机都配置 14" 彩色显示器。

单色显示器主要用于文本字符显示, 也可显示图形。字符显示每帧 25 行 × 80 列。

彩色显示器可以兼作图形显示器。显示字符时每帧 25 行 × 80 列, 14" 屏幕可显示 28 行字符。

如果彩色显示器配置下列图形适配器(也叫显示卡), 将使显示器的分辨率有较大差异。

① 彩色图形适配器 CGA (Color Graphics Adapter), 单色时分辨率为 640 × 200 个像素, 2 种颜色; 彩色时分辨率为 320 × 200 个像素, 4 种颜色。

② 增强型图形适配器 EGA (Enhanced Graphics Adapter), 显示存贮器 (Video RAM) 容量为256kB。用于彩色图形时具有以下几种分辨率与颜色:

320×200个像素, 16种颜色;

640×350个像素, 16种颜色;

640×480个像素, 16种颜色。

③ 影象图形阵列VGA (Video Graphics Array), 显示存贮器容量为512kB。用于彩色图形时具有下列几种分辨率与颜色:

320×200个像素, 256种颜色;

640×350个像素, 64种颜色;

640×480个像素, 16种颜色;

800×600个像素, 16种颜色。

④ 显示卡TVGA (美国Trident Microsystems公司开发的与VGA兼容)。显示存贮器容量为512kB或1MB。用于彩色图形时有下列几种分辨率与颜色:

640×350个像素, 256种颜色;

640×400个像素, 256种颜色;

640×480个像素, 16或256种颜色;

800×600个像素, 16或256种颜色;

1024×768个像素, 16或256种颜色。

当显示卡是VGA或TVGA时, 显示器必须是高分辨率的。可以用软件来设置所需要的分辨率。不用软件设置时的分辨率都为640×480个像素, 16种颜色。

(4) 图形显示器 图形显示器又叫图形监视器, 在微机系统中主要用来显示图形, 另外还需要一台单色的视频显示器显示文本字符。这叫双屏幕设置。当然也可以只用一台图形显示器, 既显示图形又显示字符。

图形显示器一般是19"、20"或更大。分辨率为1024×1024个像素或1280×1024个像素, 256种颜色, 高的可达4096×4096个像素。

(5) 绘图机 绘图机是绘图系统中最主要的图形输出设备。它在微机控制下工作, 可以画各种复杂图形。不仅工作效率高, 而且画出的图精致准确, 其图面质量是人工无法比拟的。目前国内常见的绘图机有平台式(也叫平板式)和滚筒式两种。

图1-2是小型平台式绘图机。绘图时图纸固定在台面上, 绘图笔作横向(X)、纵向(Y)运动。这种绘图机绘图速度较低, 但绘图精度较高。

图1-3是滚筒式绘图机。绘图时图纸作纵向(Y)运动, 绘图笔作横向(X)运动。这种绘图机绘图速度可达600~800mm/s。

更先进的绘图机如静电绘图机、喷墨绘图机、激光绘图机等则取消了绘图笔, 使绘图速度更快, 图面质量更高。

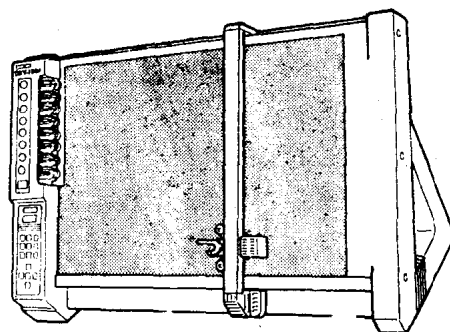


图1-2 平台式绘图机DXY1100型

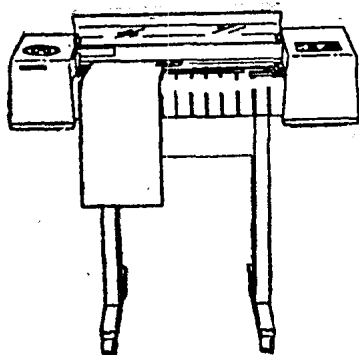


图 1-3 滚筒式绘图机HP7575A型

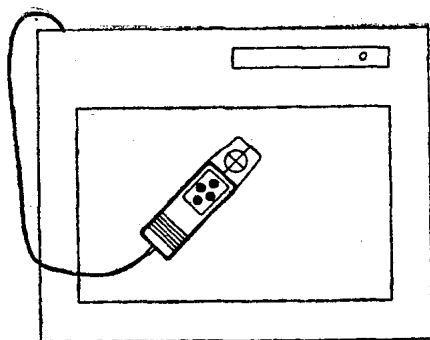


图 1-4 数字化仪

绘图机的性能由速度、加速度、重复精度、积累误差等指标来衡量。小型平台式绘图机由于操作方便、价格低廉、体积小而使用广泛。滚筒式绘图机能绘制较大幅面的图纸、占地面积小而被普遍使用。

(6) 数字化仪 小型数字化仪也称图形输入板 (Tablet) (图 1-4)。它既可用作屏幕的定标设备,也可用作已画好图形的输入装置(复制),它用游标 (Cursor) 或触笔 (Stylus) 作定标器。定标器在数字化仪上移动,屏幕上的光标也随之移动。在定标器上有一个“拾取” (Pick) 按钮,按下它即指示一个点,或是选择所指定的菜单项。某些游标上不只一个按钮,其它按钮的功能可由用户定义。

数字化仪的规格以板面上有效工作区域的大小 (英寸) 表示,如 $6'' \times 9''$, $12'' \times 12''$, $12'' \times 18''$, $16'' \times 20''$ 等等。

数字化仪的性能以分辨率来衡量,一般分辨率在 0.637mm 到 0.127mm 之间。

(7) 鼠标器 鼠标器是一种屏幕定标设备。它与数字化仪用作屏幕的定标装置时游标的作用类似。它有机电式和光电式两种。机械式鼠标器用其底面附带的小球在桌面上滚动来进行光标跟踪。光电式鼠标器则使用光点在特制的反射板上移动来进行光标跟踪。图 1-5 是一种光电鼠标器的外形。

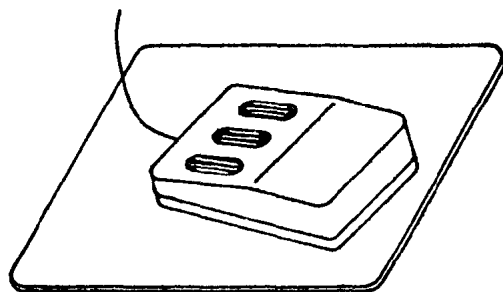


图 1-5 鼠标器

鼠标器的按钮一般为三个,最左边的是“拾取”按钮,其余按钮可由用户定义。

二、微机交互图形软件包简介

(1) Personal Designer 图形软件包 它是美国CV公司在适用于大、中型计算机的软件包“CADDs”的基础上为微机开发的,具有真三维作图功能。它可以对三维形体进行剖切,具有回转体相贯与自由曲面相交的功能。

(2) CADKEY 图形软件包 它是美国Micro Control System公司开发的。除具有二维功能外,可以作任意三维图形,并能作任意旋转,还可生成网格图,进行有限元分析。

(3) AutoCAD 交互式绘图软件包 它是由美国Autodesk公司开发的,目前应用最广泛的软件包。据有关刊物统计,世界范围内微机CAD系统中有44%采用了该软件。它具有

相当强的二维绘图与编辑功能，有曲线拟合功能和绘制三维立体消除隐藏线的功能。这种软件配有 AutoLISP 语言，可供用户开发自己的绘图命令和菜单。该软件还提供了多种手段供用户开发图形库。它还可以同高级语言及数据库交换信息，并且有许多外部设备驱动程序，使用相当方便。目前这种软件还在不断向前发展与完善。

引进国外比较先进的软件，可以提高我们 CAD 工作的起点。但是应该在使用中不断提高与扩展它的功能，开发适合我国制图标准与工程设计要求的图形软件，才能有效地进行工作，才能充分发挥支撑软件的功能，形成自己的生产力。

第二章 IBM高级BASIC屏幕绘图

计算机绘图,除可用自动绘图机在图纸上绘图外,还可在屏幕上显示图形。这种屏幕显示图形的方法,称为屏幕绘图。本章将介绍用BASIC语言在IBM PC机上进行屏幕绘图的方法。

§2-1 屏幕绘图的基本知识

一、屏幕坐标

在屏幕上显示图形,实际上是显示组成图形的点或线。这些点或线在屏幕中的位置是由屏幕坐标确定的。屏幕坐标中规定,屏幕左上角为坐标原点,自左至右为X坐标的正方向,自上而下为Y坐标的正方向,如图2-1所示。

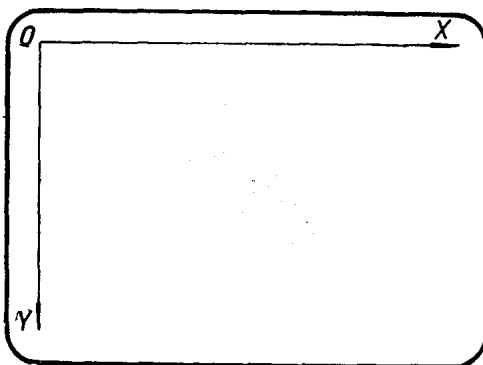


图2-1 屏幕坐标

二、屏幕显示方式

IBM PC机屏幕有三种显示方式:文本方式、中分辨率图形方式和高分辨率图形方式。前者用于显示字符,后两者用来显示图形。中分辨率图形方式的坐标范围为(0, 0)~(319, 199),高分辨率图形方式的坐标范围为(0, 0)~(639, 199)。

三、屏幕显示的颜色

表2-1 背景颜色

颜色号	背景颜色	颜色号	背景颜色	颜色号	背景颜色	颜色号	背景颜色
0	黑	4	红	8	灰	12	浅红
1	蓝	5	品红	9	浅蓝	13	浅品红
2	绿	6	棕	10	浅绿	14	黄
3	青	7	白	11	浅青	15	亮白

显示器屏幕所显示的颜色有屏幕底色(背景颜色)和图形颜色(前景颜色)两种。对于彩色显示器有16种背景颜色可供选择,见表2-1。前景颜色由调色板和图形语句中的颜色号共同确定,每个调色板有四种前景颜色可供选择,见表2-2。

文本方式和中分辨率图形方式,既可选择黑白颜色,也可选择彩色,而高分辨率图形方

表2-2 前景颜色

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

式只能选择黑白颜色。

四、显示屏幕操作的基本语句

1. SCREEN语句

SCREEN语句是选择屏幕显示方式的语句。其格式如下：

SCREEN m, bst

上述格式中，大写的字符是关键字，必须原样输入；小写字母为参数选择项，需要时应按规定输入相应的数值或字符，如果省略某项参数选择项，则采用默认值（即进入图形显示方式时的初始值）；对于参数选择项之间的标点和符号（如逗号、圆括号、短横线等）也必须原样输入。本章所有图形语句均应遵守上述规定。

SCREEN语句的格式中，m为显示方式选择项，取值为0、1、2，其定义为：

- 0 —— 选择文本方式；
- 1 —— 选择中分辨率图形显示方式；
- 2 —— 选择高分辨率图形显示方式。

bst为黑白或彩色显示选择项，取值为0或1，其定义为：

- 0 —— 文本方式时为黑白显示，中分辨率图形方式时为彩色显示；
- 1 —— 文本方式时为彩色显示，中分辨率图形方式时为黑白显示。

由于高分辨率图形方式时只有黑白显示，所以无bst选择项。表2-3为SCREEN语句的用法，括号中的语句表示采用默认值的书写格式。

表 2 - 3 SCREEN语句的用法

显示方式 显示颜色	文 本 方 式	中分辨率图形方式	高分辨率图形方式
黑白显示	SCREEN 0, 0 (或SCREEN)	SCREEN 1, 1	SCREEN 2
彩色显示	SCREEN 0, 1 (或SCREEN , 1)	SCREEN 1, 0 (或SCREEN 1)	

2. WINDOW语句

屏幕坐标中的Y坐标轴，其正方向与通用直角坐标系中的正方向相反；另外，由于屏幕坐标的坐标单位很小，有时使得所显示的图形很小。利用WINDOW语句，就可以改变Y坐标轴的方向和坐标单位。WINDOW语句的格式为：

WINDOW s(x1, y1)-(x2, y2)

选择项s用于确定Y坐标轴的正方向。若选用该项，则需要输入SCREEN，表示Y轴的正方向仍为向下；省略该项表示Y轴的正方向为向上。(x1, y1)、(x2, y2)表示屏幕显示的坐标范围。例如：

WINDOW SCREEN(0, 0)-(190, 90)表示坐标轴方向不变，屏幕左上角为(0, 0)，右下角为(190, 90)，如图2-2(a)所示。

WINDOW (0, 0)-(190, 90)表示Y轴的正方向为向上，屏幕左下角为(0, 0)，右上角为(190, 90)，如图2-2(b)所示。

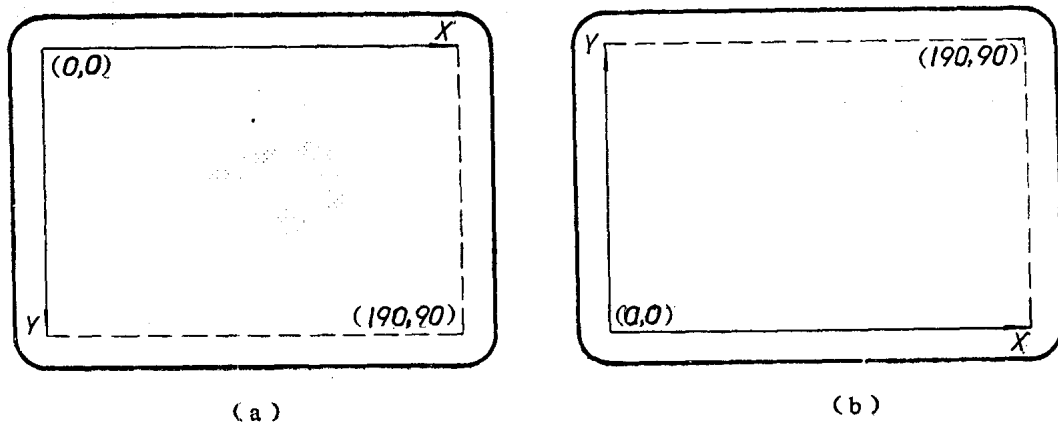


图 2-2 WINDOW语句的用法

3. COLOR语句

COLOR语句是选择背景颜色和调色板的语句。其格式为：

COLOR b, p

其中b为背景颜色选择项，根据需从表 2-1 中选取相应的颜色号即可，省略该项，默认值为 0；p 为调色板选择项，取值为 0 或 1，默认值为 1。例如：

COLOR 2, 1 表示选择绿色背景和 1 号调色板

4. CLS语句

CLS语句用于清除屏幕，即全屏幕均为底色。该语句是无参数语句。

5. KEY语句

KEY语句用来控制是否显示屏幕下方的功能键字符。KEY OFF表示不显示功能键字符；KEY ON表示显示功能键字符。

§2-2 屏幕绘图的基本语句

在屏幕绘图中，画点、直线、圆的语句是最基本的绘图语句。本节将介绍这些语句的格式和用法。

一、PSET语句和PRESET语句

PSET语句和 PRESET 语句都是用来在屏幕上显示一个点。它们的格式为：

PSET (x, y), c

PRESET (x, y), c

其中 (x, y) 是所显示点的屏幕坐标；c 为所显示点颜色选择项，对于中分辨率图形方式取值为 0、1、2 或 3，点的颜色由调色板和该选择项的颜色号按表 2-2 确定，对于高分辨率图形方式取值为 0 或 1。

PSET语句和PRESET语句的区别在于省略选择项 c 时的默认值不同。PSET语句的默认值为 3（中分辨率）或 1（高分辨率）；而PRESET的默认值为 0，即为背景色。所以使用PRESET语句且颜色选择项为默认值时，相当于在屏幕上擦除该点。

本章有关图形语句中的颜色选择项均按 PSET 语句的规定选择，以后不再重述。

例1 利用PSET语句和PRESET语句编写使一点沿水平方向连续移动的程序(程序2-1)。

程序2-1 点沿水平方向连续移动的程序

```
10 REM PROGRAM 2-1
20 CLS
30 SCREEN 1,0:COLOR 1,1
40 X=0:Y=100
50 FOR I=1 TO 200
60 X=X+1
70 PSET(X,Y)
80 FOR J=1 TO 50
90 NEXT J
100 PRESET(X,Y)
110 NEXT I:END
```

程序2-1中,语句30为选择彩色中分辨率图形方式,背景为蓝色,1号调色板。语句70表示用白色显示一点,这里颜色选择项省略,采用默认值3。语句80、90为延长显示时间。语句100表示用默认值0所代表的颜色显示一点(即用背景色显示,相当于从屏幕上擦除该点)。

二、LINE语句

LINE语句用于画直线或矩形。其格式为:

LINE(x1, y1)-(x2, y2), c, b, s

其中(x1, y1)、(x2, y2)为两点的屏幕坐标;c为颜色选择项;b为是否画矩形选择项,该项应输入B(表示画矩形)或BF(表示画矩形且用c确定的颜色填满该矩形),若省略该项,则表示不画矩形而画直线;s为线型选择项,用一个十六进制数表示,省略该项,线型为实线。

线型的构造方法如图2-3所示。构造线型时,可先画十六个格子,把1放在需要画线的格子下,0放在不画线的格子下,得到一个由1和0组成的十六位二进制数;再把二进制数转换为十六进制数,并把其写在s选择项位置。应注意的是需在十六进制数前加写&H。

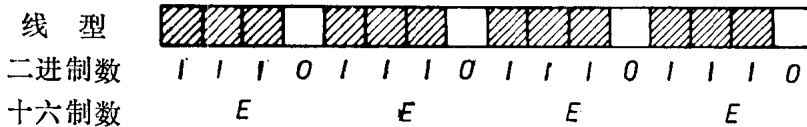


图2-3 线型的构造

LINE语句的用法如下:

1. 用LINE语句画直线

用LINE语句画直线,(x1, y1)、(x2, y2)是直线起点和终点坐标,若(x1, y1)省略,则以屏幕当前点(即上次最后画出的点或开机时的屏幕中心)作为起点;画直线时选择项b省略。例如:

LINE (50, 50)-(100, 100) 表示从点(50, 50)到点(100, 100)画一条实线;

LINE -(100, 150) 表示从屏幕当前点到点(100, 150)画一条实线;

LINE (50, 50)-(100, 100), , &HEEEE 表示从点(50, 50)到点(100, 100)画一条虚线。

上述例句中各点的坐标都是相对于屏幕坐标原点的，这种坐标称为绝对坐标。有时为了便于编写程序，也可以用相对于屏幕当前点的相对坐标，其书写格式为 STEP(Δx , Δy)，其中 Δx 、 Δy 为所给点相对于屏幕当前点的相对坐标。例如 LINE(0, 50) - STEP(150, 0) 语句中，起点坐标 (0, 50) 是相对于屏幕坐标原点的绝对坐标，而终点坐标 (150, 0) 是相对于屏幕当前点 (0, 50) 的相对坐标。该语句表示从点 (0, 50) 开始，画一条长为 150 个屏幕坐标单位的水平线。

在图形语句中，当某些选择项省略时，它们之间的逗号不能省略。如上述例句中画虚线的语句，选择项 c 和 b 省略后，逗号一个也不能省略。

2. 用 LINE 语句画矩形

画矩形时，(x1, y1)、(x2, y2) 分别为矩形左上角和右下角的坐标，当 (x1, y1) 省略时，则以屏幕当前点作为矩形左上角；如果选用 BF 画填充的矩形，选择项 s 应省略。例如：

LINE(0, 0) - (100, 100), , B 表示画一个左上角为 (0, 0)，右下角为 (100, 100) 的矩形；

LINE(0, 0) - (100, 100), , BF 表示画一个填满颜色的矩形；

LINE(0, 0) - (100, 100), , B, &HEEEE 表示用虚线画矩形。

例 2 利用 LINE 语句编写显示图 2-4 所示图形的程序。（见程序 2-2）

程序 2-2 画线、三角形、矩形的程序

```
10 REM PROGRAM 2-2
20 CLS
30 SCREEN 1,0:COLOR 0,0
40 LINE(0,20)-(80,20),2,,&HEEEE
50 LINE(100,0)-(150,0)
60 LINE-(130,30):LINE-(100,0)
70 LINE(0,50)-(80,80),,BF
80 LINE(100,50)-(180,80),2,B,&HEEEE
90 END
```

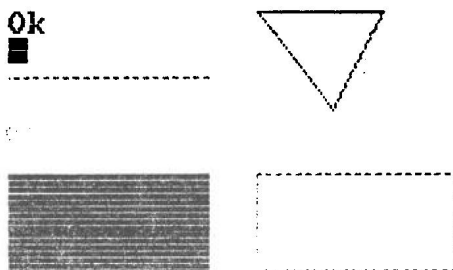


图 2-4 直线、三角形、矩形

在程序 2-2 中，语句 40 为画一条红色虚线；语句 50、60 为画一个棕色三角形；语句 70 为画一个棕色矩形，并用棕色填充该矩形；语句 80 为用虚线画一个红色矩形。运行程序 2-2 的结果如图 2-4 所示。

三、CIRCLE 语句

CIRCLE 语句有多个参数选择项，功能较强。它既可用于画圆和椭圆，也可用来画圆弧、扇形等。CIRCLE 语句的格式为：

CIRCLE(x, y), r, c, as, ae, asp

各参数选择项的规定和用法说明如下：

(1) (x, y) 为圆心或椭圆中心坐标。

(2) r 为半径值。

(3) c 为颜色选择项。

(4) as 和 ae 分别为圆弧的起始角和终止角，单位为弧度，取值为 $-2\pi \sim 2\pi$ ，画弧方向为逆时针方向。当 as 和 ae 为正值时，表示画圆弧，若为负值，则画扇形。如果 as 和 ae 省

略则画圆。

(5) asp 为长宽比(即Y方向半径和X方向半径之比)由于屏幕上Y方向的坐标单位长度大于X方向坐标单位长度,所以在画圆时,Y方向的半径为 $r * asp$ 。当asp项省略时,表示画圆,其默认值为5/6(中分辨率图形方式时)或5/12(高分辨率图形方式时);若给出asp项,则表示画椭圆,而且规定 $asp < 1$ 时, r 为X方向的半径, $asp > 1$ 时, r 为Y方向的半径。

例3 用CIRCLE语句编写画圆、圆弧、扇形、椭圆的程序。(见程序2-3)

程序2-3 画圆、圆弧、扇形、椭圆的程序

```
10 REM PROGRAM 2-3
20 CLS
30 SCREEN 1,0:COLOR 1,1
40 PI=3.1416
50 CIRCLE(40,50),30
60 CIRCLE(105,50),30,,PI/3,PI
70 CIRCLE(160,50),30,,-PI/3,-PI
80 CIRCLE(215,50),30,,,4
90 CIRCLE(275,50),30,,,1.4
100 END
```

程序2-3中,语句50画圆;语句60画圆弧;语句70画扇形;语句80、90画椭圆。

程序2-3运行的结果如图2-5所示。

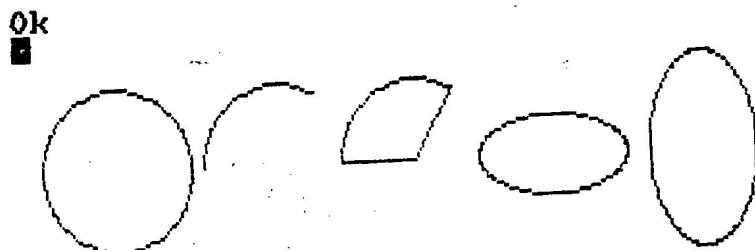


图2-5 圆、圆弧、扇形、椭圆

四、PAINT语句

PAINT语句用来对屏幕的某个区域填充颜色。其格式如下:

PAINT(x, y), cp, cb

其中(x, y)为填充区域内任一点的坐标;cp为所填充的颜色;cb为区域边界线的颜色。

在使用该语句时,要注意区域边界必须封闭,cb的取值应与绘制区域边界的画图语句中颜色选择项c的取值一致,否则整个屏幕都将被填充。

例4 编写绘制一座房子,并对房顶、墙、门、窗填色的程序。(见程序2-4)

程序2-4中,语句40~60为画房顶,语句70对房顶填充绿色;语句80~130画墙并填充红色;语句140~160分别画门、窗并填充棕色。

程序2-4运行的结果如图2-6所示。

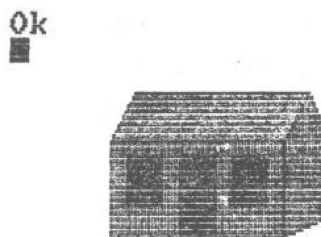


图2-6 小房子