

微电脑学习与应用丛书·翁瑞琪 主编

微电脑绘图与动画制作

马丰宁 段国林 孙明珠 等编著



WEIDIANNAO XUEXI YU YINGYONG CONGSHU

国 防 工 业 出 版 社
G F G Y C B S

微电脑绘图与动画制作

马丰宁 段国林 孙明珠 等编著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

微电脑绘图与动画制作/马丰宁等编著. —北京:国防工业出版社, 1997. 7

(微电脑学习与应用丛书/翁瑞琪主编)

ISBN 7-118-01722-1

I. 微… II. 马… III. ①计算机图形学 ②动画-自动绘图
IV. TP391.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 03967 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 406 千字

1997 年 7 月第 1 版 1997 年 7 月北京第 1 次印刷

印数:1—5000 册 定价:24.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

丛书总序

当今人类正步入信息化时代,人们所面临的信息处理量之大、信息处理复杂程度之高,以致单靠人脑去处置已不能胜任。因此,人类迫切要求辅助脑力劳动的工具。电子计算机以其在信息处理上的独特优点而充当了人类脑力劳动的辅助工具,或者说,它起到了人类脑力活动在体外延长之作用。因此,人们美称电子计算机为电脑。

微型计算机(微电脑)的出现使计算机的应用得到极大普及。至今,微电脑已成为人类活动中不可缺少的有力助手。学习和应用微电脑是当今必然的趋势。为适应当今时代普及微电脑应用的需要,决定编写《微电脑学习与应用丛书》。

本丛书以教会如何使用微电脑为目的,帮助读者步入微电脑应用世界。

本丛书可供具有高中以上文化程度的微电脑使用者和广大爱好者自学,可用作微电脑应用短训班的培训教材,也可供大专院校广大学生学习计算机应用时参考。

本丛书由天津大学技术经济与系统工程系翁瑞琪教授主编,参加本丛书编写的是长期从事计算机教育和计算机科研工作的教学经验丰富、实践能力强的教师和专家。

本丛书的编辑出版得到国防工业出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢。

期望本丛书的出版能为我国计算机应用范围的扩大和应用水平的提高起到促进作用。

热诚欢迎有关专家和广大读者对本丛书的编辑出版提出建设性的建议和改进意见。

翁瑞琪

前 言

本书是翁瑞琪教授主编的《微电脑学习与应用丛书》之一。

微电脑硬件性能的不断提高,使微电脑绘图近几年来发展十分迅速。它已广泛应用在计算机辅助设计、计算机模拟、计算机图像处理、过程控制、办公自动化及计算机艺术创造等领域。各种功能齐全、操作方便的绘图软件包已成为人们绘图的好帮手,它们在图形输入、图形显示、图形编辑及图形处理等方面都达到了相当完善的水平。使用绘图软件包绘图,不但可以极大地提高绘图质量与绘图效率,使人们从单调繁重的绘图工作中解放出来,还可以极大地发挥人的想像力和创造力,产生丰富多彩的图形世界,锻炼人们的思维能力。与此同时,微电脑的普及也为我们自己动手编写所需要的专用图形处理程序提供了一个很好的环境。在微电脑上,我们不仅可以绘制出简单的图像,而且可以设计出十分复杂的程序用于处理平面图形、立体图形,还可以设计动画与各种有趣的游戏。

为满足日益增长的微电脑用户对微电脑绘图的现状、原理及应用的认识了解与实践的需要,我们编写了《微电脑绘图与动画制作》一书。本书从实用角度,系统地介绍了微电脑绘图的原理与方法,重点介绍了二维图形生成、二维图形变换及几何交切、三维投影变换、三维物体的显示方法及消隐技术等,并结合实例介绍了动画制作的原理及技巧,详细叙述推导了有关算法、数学公式和数据结构,并配有 Quick BASIC 语言编写的相应程序。另外,本书还介绍了四种常用绘图软件包的功能、特点及使用方法,它们是目前微电脑上最普及的 AutoCAD 绘图软件,三维动画软件 3D Studio,个人设计师 PD 与 Supervisions 三维实体绘图软件包。

参加本书编写的有马丰宁、段国林、孙明珠、张瑞娟、孙丽文。全书共分五章,第一、二章由段国林编写,第三章由马丰宁编写,第四章由孙明珠、马丰宁编写,第五章 AutoCAD 部分由张瑞娟、孙丽文编写,3D Studio 部分由马丰宁编写,PD 及 Supervisions 部分由段国林编写。最后全书由翁瑞琪统一定稿。

由于水平有限,书中难免有错误和不妥之处,殷切希望读者批评指正。

《微电脑学习与应用丛书》

编 委 会

主 编	翁瑞琪		
编 委	马丰宁	王艺梅	王同胜
	成建国	刘建臣	阴仲朋
	李永平	李俊旺	杨 涛
	杨 辉	杨丽英	沈克成
	张 炜	张洪儒	陈树声
	林金栋	胡巧多	侯紫达
	曹焕林	阎瑞琪	

(以上按姓氏笔划排列)

内 容 简 介

《微电脑学习与应用丛书》由天津大学翁瑞琪教授主编。本丛书以教会如何使用微电脑为目的,帮助读者步入微电脑应用世界。

本书是该丛书之一,侧重讲解了微电脑绘图和动画制作的原理与方法,详细叙述推导了有关算法、数学公式和数据结构,并配有 Quick BASIC 语言编写的相应程序。全书共五章。第一章概述,第二章介绍了二维图形生成、二维图形变换及几何交切,第三章介绍了三维投影变换、三维物体的显示方法及消隐技术等,第四章介绍了动画制作的原理及技巧,第五章简介了四种常用绘图软件包 Auto CAD、3D Studio、PD 和 SUPERVISIONS 的功能、特点及使用方法。

本书可供具有高中以上文化程度的微电脑使用者和广大爱好者自学,又可作微电脑应用短训班的培训教材,也可供大专院校广大学生参考使用。

目 录

第一章 概述	1	2.4 自由曲线	31
1.1 引言	1	2.4.1 贝齐尔(Bezier)曲线	31
1.1.1 微电脑绘图发展简史	1	2.4.2 B样条(B-Spline)曲线	33
1.1.2 微电脑绘图的应用	1	2.5 通用绘图子程序	35
1.2 图形系统的硬件组成	2	第三章 三维图形	38
1.3 显示模式	4	3.1 三维几何模型的表示	38
1.3.1 IBM-PC 系列机显示控制器的发展	4	3.1.1 线模型	38
1.3.2 Quick BASIC 中的屏幕显示语句	5	3.1.2 面模型	40
1.4 基本绘图语句	6	3.1.3 实体模型	41
1.4.1 画点	6	3.2 三维物体的投影	42
1.4.2 画线和框	7	3.2.1 三面视图	42
1.4.3 连续画线	8	3.2.2 正平行投影变换	45
1.4.4 画圆和弧	10	3.2.3 斜平行投影变换	50
1.4.5 设置颜色	11	3.2.4 中心投影变换	53
第二章 二维图形	12	3.3 三维坐标变换	57
2.1 二维变换	12	3.3.1 三维平移变换	57
2.1.1 平面坐标系中点、线、物体的描述	12	3.3.2 三维旋转变换	59
2.1.2 二维图形几何变换	12	3.3.3 三维比例变换	62
2.1.3 齐次坐标与齐次变换	15	3.4 常用三维物体与三维曲面的生成	63
2.1.4 顺序二维变换	17	3.4.1 多面体	63
2.1.5 变换子程序	18	3.4.2 柱体与锥体	65
2.2 窗口技术	21	3.4.3 球与椭球	69
2.2.1 视见区语句(VIEW)	21	3.4.4 曲面的表示方法	71
2.2.2 建立文本视见区(VIEW PRINT)	22	3.4.5 双线性曲面	72
2.2.3 窗口语句(WINDOW)	23	3.4.6 直纹曲面	76
2.2.4 VIEW 与 WINDOW 语句的组合使用	24	3.4.7 回转曲面	80
2.3 几何交切	25	3.4.8 双三次函数	82
2.3.1 点、直线、圆的数学表达方法	25	3.4.9 双三次孔斯(Coons)曲面	85
2.3.2 待求几何元素的排列方向	25	3.4.10 双三次孔斯曲面片的拼接	91
2.3.3 几何交切子程序	26	3.4.11 贝齐尔曲面	93
2.3.4 应用	30	3.4.12 B样条曲面	95
		3.5 三维物体的消隐处理	96
		3.5.1 隐藏线问题概述	96
		3.5.2 单个凸多面体的消隐处理	97
		3.5.3 多个凸多面体的消隐处理	101

3.5.4 凹多面体的消隐处理	103	5.1.3 显示及编辑命令	191
3.5.5 曲面体及曲面的消隐处理	107	5.2 3D Studio	198
第四章 动画技术	117	5.2.1 3D Studio 命令调用	199
4.1 字符动画	117	5.2.2 三维编辑(3D Editor)模块	205
4.1.1 基本原理	117	5.2.3 二维造型(2D Shaper)模块	213
4.1.2 文本显示模式的定义	117	5.2.4 三维放样(3D Loft)模块	215
4.1.3 程序举例	118	5.2.5 动画	220
4.2 画擦法	122	5.3 PD	226
4.3 GET—PUT 法	124	5.3.1 概述	226
4.4 BLOAD 法	130	5.3.2 平面立体	229
4.5 屏幕信息的提取	132	5.3.3 曲面立体	242
4.6 动画综合练习	135	5.4 SUPERVISIONS	250
4.6.1 练习	135	5.4.1 SUPERVISIONS 软件的 特点	250
4.6.2 连杆曲线的微电脑动画	140	5.4.2 硬件要求	250
4.6.3 相对轨迹的动态显示	145	5.4.3 SUPERVISIONS 的基本 操作	251
4.6.4 讲授型课件设计	150	5.4.4 坐标系	253
4.6.5 例题型课件设计	164	5.4.5 SUPERVISIONS 的基本 命令	254
4.6.6 练习型课件设计	170	5.4.6 三维设计介绍	270
第五章 常用微电脑绘图软件包		参考文献	273
简介	175		
5.1 AutoCAD	175		
5.1.1 AutoCAD 入门	175		
5.1.2 基本绘图命令	182		

第一章 概 述

本章主要介绍电脑绘图的发展概况及微电脑绘图系统的硬件组成,并对目前国内流行的 Microsoft 公司提供的 Quick BASIC 语言的绘图显示模式及基本绘图语句进行说明。

1.1 引 言

电脑绘图是随着计算机科学迅速发展而形成的一门新兴学科。它是近代计算机科学与雷达、电视技术的发展汇合而产生的硕果。在航空、造船、汽车、电子、建筑、机械、气象甚至艺术等各个部门中的广泛应用,推动了这门学科不断发展,而且不断解决应用中提出的各类新课题,又进一步充实和丰富了这门学科的内容。

1.1.1 微电脑绘图发展简史

自 40 年代第一台计算机问世以来,计算机即以其特有的记忆能力、计算速度和精度推动人类科学技术飞速发展。但是早期的计算机只能输出数字和字符,不能输出图形。1950 年由计算机(MIT' Whirlwind I 计算机)带动的图形显示器已经能够产生简单的图形,而最早的实时控制计算机显示系统是 1953 年投入使用的北美防空系统 SAGE (SEMI—Automatic Ground Environment System)。最早用于 CAD(Computer Aided Design)的系统是美国麻省理工学院的 SKETCHPAD 系统(1962 年)。1965 年,美国洛克希德公司成立专门小组,于 1972 年完成一个用于飞机设计的交互性图形处理程序系统 CAD/CAM。

如果说 60 年代是计算机图形学蓬勃发展的时期,那么 70 年代则是这方面技术开花结果的时期。在这 10 年中,交互式的图形系统在许多国家得到了广泛的应用,许多新的更加完善的系统又不断地研制出来。除了传统的军事上和工业上的应用外,计算机图形学还进入了教育、科研、艺术和事物管理学领域。这些应用进而推动了图形设备的更新和发展。到 70 年代后期,光栅和矢量刷新显示器已经商品化。同时,在这期间解决了隐藏线和隐藏面、显像、体素造型和纹理等的基本算法。

80 年代,电脑绘图得到了进一步发展。其中值得一提的是微电脑绘图系统的迅速发展。随着微电脑内存的不断增大,速度不断提高,外围设备不断完善,绘图软件功能不断增强,在二维绘图方面,微电脑已经能取代中小型电脑系统。

目前随着多媒体技术的普及和窗口软件的应用,计算机图形学越来越被人们所接受并从而得到进一步的发展。

1.1.2 微电脑绘图的应用

随着微电脑图形显示硬件和软件技术的发展,在微电脑应用中对图形系统的需要迅速增长。它们在系统软件的支撑下,配合基本图形软件包,可为用户提供相当于小型机图

形系统的功能,而价格仅为它的 20%左右。在微电脑图形系统上,用户只要学习 20~40 小时就可以熟练操作,而对常规的图形系统的掌握则需要 3~6 个月。

根据最终用户的要求,微电脑绘图应用可以分为以下几个方面:

1. 家用图形显示

主要用于娱乐活动和家务管理,重点是电子游戏和实时控制管理等小型项目。随着多媒体技术的普及及外设价格的降低,现在一般的家庭已能承受,故利用多媒体电脑进行家庭娱乐已成为一种新的时尚。利用多媒体电脑生动的图形、图像和声音,人们既可以进行娱乐活动,也可以进行家庭教育。

2. 商业图形显示

主要用于绘制商业管理中经常使用的统计图形和比较图表,其重点是面向数字、数据信息内容的显示,其功能是将那些随时间变化的数据用图形形式表现出来,以帮助人们进行预测和决策。

3. 描述图形显示

显示的重点是数字、文本和图像等几种信息的综合内容,而不是单一的数字、数据信息。其作用是“代替艺术家的手臂自动绘制幻灯片、曲线图和图片”,以实现复杂结构的图形显示。对于不规则的图形,如树木与人的面部显示,首先要描述它的结构,其次才是处理。在实际应用中,描述图形显示往往和商用图形显示互相结合并加以补充。

4. 工作站/工程图形显示

工作站是用功能很强的硬件组成的图形处理和显示的设备。它的速度更快,CPU 功能更强,并且采用多 CPU 和 RISC 技术,运算速度可以高达近 200MI/S,它的内存和外存容量更大,并配有性能较完善的图形输入、输出设备。使用工作站可以实现具有浓淡色彩变化的实时模拟能力的三维图形显示,以满足 CAD/CAM 等领域许多工程应用的需要。另外在最近出现的虚拟现实(Virtual Reality)技术中,工作站的图形显示起了关键的作用。

电脑绘图包括在屏幕上显示图形和在绘图机上绘制图形,由于它们的基础和原理都是一样的,考虑到本书所面向读者的多层次性,故只介绍屏幕显示图形的原理及方法。拥有绘图机的读者,将书中的程序转到绘图机上绘制图形也是很方便的。

1.2 图形系统的硬件组成

图形系统的硬件包括图形输入设备和图形输出设备。

一个典型的图形系统的硬件如图 1-1 所示,它包括五个主要部分:电脑、显示器、显示处理器、输入设备(键盘、图形输入板等)和硬拷贝设备(绘图机、打印机等)。

显示处理器(DPU)是专用于显示图形的处理器,是一种专门用途的 CPU,当它执行一系列显示命令时,在 CRT 显示器上就出现了该显示命令序列所描述的图形。显示命令序列又称为显示文件或显示程序,由用户针对工作需要调用图形程序包产生,它是由 DPU 执行的一系列显示命令(亦称显示指令)组成的。

显示器是最终产生图形显示效果的部件,直到目前及估计今后相当长的时期内占统治地位的仍是阴极射线管(CRT)显示器,尽管有许多新的显示技术和显示设备出现,但

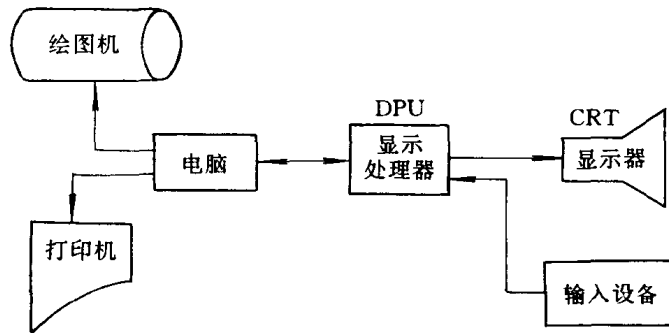


图 1-1 典型的图形系统框图

仍不能取代它的地位。

CRT 显示器可分为刷新式和存储式两大类。

在执行显示文件的命令时,由 DPU 控制 CRT 的电子束在荧光屏上扫描,扫描时,通过轰击荧光屏内侧的磷粉涂层使磷粉发光产生图形,但光亮只能维持很短的时间。根据人眼的生理特征,每秒重复 30~60 次,就感觉不到画面的闪烁;因此,要想观察到一幅稳定而发光的画面,只有反复用电子束扫描产生图形,即显示文件每秒钟要被 DPU 重复执行 30 次或更多的次数,这就叫刷新。

采用刷新式显示器可迅速改变画面中的内容,通过计算机改变显示文件中的某些显示命令,在下一个刷新周期执行后就可得到修改的画面,因此刷新式 CRT 是实现交互图形显示及动画显示的重要设备。

存储式 CRT 本身具有内在的存储部件。一般是用一个很密集的金属网装在荧光屏内距磷粉涂层很近的地方,它可以较长时间地存储电子束第一次扫描时留下的电子图像(称为靶像),依靠靶像来维持荧光屏显示的画面。因此,存储式显示器的 DPU 比较简单,既不需要刷新控制,又不需要刷新存储器。

刷新式 CRT 又可分为随机扫描和光栅扫描两大类。

在随机扫描的 CRT 中,电子束像一支快速移动的画笔,实际勾画出要显示的图形,电子束根据需要可在荧光屏面任意方向上连续扫描,没有固定扫描线和规定扫描顺序的限制,故称随机扫描。它描绘的图形只能是单线条图形。随机扫描显示器又称为画线显示器。

光栅扫描的 CRT 中,电子束依照固定的扫描线和规定的扫描顺序,自上而下,从左到右扫描。电子束先从荧光屏左上角开始,向右扫一条水平线,然后迅速地回扫到左边偏下一点的位置,再扫第二条水平线,照此固定的路径及顺序扫描下去,直到最后一条水平线,即完成了整个屏幕的扫描。这个扫描过程所产生的图像称为一帧,然后电子束迅速回扫到左上角,开始下一帧的扫描。电子束在做回扫时不发光,一般每秒钟要完成 50 或 60 帧扫描,每帧由固定数目的水平线(称为行)组成。屏幕上呈现出由固定数目的行亮线组成的光栅。

对光栅扫描来说,电子束扫描到应该显示图形的位置点时,采用与背景不同的亮度,这样就可以衬托出要显示的图形。光栅扫描又称为电视扫描。

实际上任何图形输出设备都是以随机扫描和光栅扫描这样两种基本形式来表现图形的。平台式绘图机、滚筒式绘图机用笔直接描绘图形,它们属于随机类型的输出设备,而静

电式和喷墨式绘图机则属于光栅类型的输出设备。

图形输入设备按逻辑功能分为四类：

①键盘设备。包括：数字、字符键，用于输入程序文本；特殊功能键，用于实现预先定义的选择或功能。

②定位设备。用于输入有关图形上点的定位坐标信息，包括：图形输入板、光笔、游标控制轮、轨迹球、手柄、鼠标器等。

③选图设备。用于选择已显示在屏上的图形的某一部分(称图项)，并将选出图项的有关信息输入到主机去，这种设备有：光笔、图形输入板等。

④赋值设备。用于输入纯标量值信息，例如赋值电位器、数字键盘等。

在配有上述图形输入、输出设备的交互式图形设计系统上，人们能直接用图形与电脑对话，以达到某项特定目的。这是一种新型的人机对话手段，即交互式图形显示。

具有交互能力的图形系统常称为主动图形系统，反之称为被动图形系统。

1.3 显示模式

因为 Quick BASIC 语言简单，且功能强大，特别适合于图形处理，故本书以该语言作为编程语言。本节将介绍显示器在 Quick BASIC 语言中的显示模式。

为了满足多种多样的应用要求，图形显示器往往具有多种不同的显示模式，它们由软件进行控制和选择。显示模式通常由三个因素决定：显示内容、显示分辨率和显示颜色。按显示内容分，显示模式可以分为两大类：文本模式(Text Mode)和图形模式(Graphics Mode)。文本模式时显示存储器中存放的是字符和编码，显示操作以字符为单位进行。图形模式时显示器中存放的是被显示的图画和文字映象，显示操作以像素(Pixel)为单位进行。按显示颜色分，显示模式有单色(两种颜色)和彩色(多种颜色)两类。若按分辨率区分，则显示模式往往有若干种。

1.3.1 IBM—PC 系列机显示控制器的发展

彩色图形适配器 CGA(Color Graphics Adapter)是与 PC/XT 机配套的。它有两种工作模式：一种是文本模式，可显示 40×25 个字符或 80×25 个字符；一种是图形显示模式，在该模式下，有三种分辨率，分别是高分辨率(640×200)，中分辨率(320×200)和低分辨率(160×100)。随着 IBM—PC 机后来推出 PC/AT, PS/2 和各种 386 系统，IBM 公司也不断推出新的显示标准，以适应主机性能的升级。其代表性的显示控制板(适配器)有 EGA 和 PGA，它们是 1984 年 IBM—PC/AT 问世时推出的，同属于第二代标准。EGA (Enhanced Graphics Adapter)即增强型彩色适配器，与 CGA、MDA 的显示方式兼容，但增加了 640×350 点阵、16 色图像；PGA (Professional Graphics Adapter)也叫 PGC 或 PGS，是为满足 PC 机 CAD 用户设计的。

VGA, MCGA 和 8514/A 属于第三代标准，是 1987 年与 PS/2 和各种 386 系统同时问世的。MCGA (Multi-Color Graphics Adapter)与 CGA 高度兼容，但增加了 640×480 点阵、2 种颜色和 320×200 、256 种颜色两个图形方式；VGA (Video Graphics Adapter)与 EGA 高度兼容，主要增加了 640×480 点阵、16 种颜色和 320×200 、256 种颜色的图形方式；8514/A 是 PS/2 系统中与 IBM8514 彩色显示器匹配的。

长城系列机有 5 种显示板:GW014,GW015,CEGA,CMGA 和 CVGA。它们解决了汉字的快速显示和存储。GW014 是 1985 年开发的,分辨率 640×504 ,显示 25 行汉字,外加 3 行汉字指示区。GW015 是与 GW014 配套的,若无它,GW014 不能运行 CGA 软件。CEGA、CMGA 和 CVGA/24 是长城机较新标准,分别增加了能兼容国际上流行的 EGA 和 VGA 标准。1990 年 CVGA/24 的推出标志着长城计算机在中文显示处理技术上居领先地位。

IBM 几种主要显示标准的性能比较如表 1-1 所列。

表 1-1 IBM 几种主要显示标准性能比较

显示标准	最大分辨率	最大颜色数	调色板颜色数	字符窗口
MDA	720×348	1	无	9×4
CGA	640×200	4	16	8×8
EGA	640×350	16	64	8×14
PGA	640×480	256	4096	模拟信号
VGA	640×480	256	256K	模拟信号

1.3.2 Quick BASIC 中的屏幕显示语句

在 Quick BASIC 语句中,用 SCREEN 语句来选择屏幕显示模式。SCREEN 语句共有十种方式,编号为 0~2,7~13。

SCREEN 语句的格式为:

SCREEN 方式[, [颜色开关]][, [当前页]][, [可见页]]

说明:

(1) 语句格式中的 [] 表示可选项,即可有可无,以后的语句介绍中的 [] 与此含义相同。

(2) 方式是指明屏幕显示方式的整型常数或表达式,如表 1-2 所列。

表 1-2 屏幕方式功能

方式	文本格式	字符点阵	图形格式	颜色/属性	适配器
0	$40 \times 25, 40 \times 43$ $40 \times 50, 80 \times 25$ $80 \times 43, 80 \times 50$	8×8 或 8×14 $9 \times 16(E, V)$		16/2 16/16(E)	
1	40×25	8×8	320×200 , 中	16/4(E, V)	C, E, V, M ^①
2	80×25	8×8	640×200 , 高	16/2(E, V)	C, E, V, M
7	40×25	8×8	320×200 , 中 多屏幕页	16/16	E, V
8	80×25	8×8	640×200 , 高 多屏幕页	16/16	E, V
9	80×25 80×43	8×14 8×8	640×350 , 增 多屏幕页	64/16, 增 ^① 16/4	E, V
10	80×25	8×14	640×350 , 增	9/4	E, V

(续)

方式	文本格式	字符点阵	图形格式	颜色/属性	适配器
11	80×43	8×8	多屏幕页	256/2	V,M
	80×30	8×16	640×480,极		
	80×60	8×8			
12	80×30	8×16	640×480,极	256/16	V
	80×60	8×8			
13	40×25	8×8	320×200,中	256/256	V,M

①C——CGA;E——EGA;V——VGA;M——MDA。

②64/16,即对 64 种颜色指定 16 种属性,要求 EGA 或 VGA 内存要大于 64K;而 16/4 则要求 EGA 或 VGA 内存为 64K。

(3)颜色开关是一个数值表达式,其值(0或1)控制彩色或单色显示(只有方式0和1有效)。在方式0时,0值禁止彩色,1值使用彩色显示;在方式1时,正好相反,即0值为彩色显示,1值为黑白显示。

(4)当前页是一个数值表达式,表示屏幕页号,屏幕页是输出显示信息时被写入的页,其有效值随适配器和显示器的不同组合而不同,如CGA适配器和彩色显示器的组合中,在方式0时,页数可为8或4,在方式2时,页数为1。

(5)可见页是一个数值表达式,是正在显示的屏幕页号。

现在的电脑一般都配有VGA卡,在所有的方式下均提供大为增强的文本与图形。为了充分发挥其功能,可用SCREEN12或更高方式调用,可以达到640×480的分辨率。在图形方式下,坐标点在屏幕的左上角,X轴水平向右,其像素值范围是0~639,其Y轴是垂直向下,其像素值范围是0~479。

例1 在图形模式1下画一矩形。

```
SCREEN1                '320×200 图形模式
LINE(110,70)-(190,120),,B '画一矩形
END
```

1.4 基本绘图语句

1.4.1 画点

在Quick BASIC中,PSET语句及PRESET语句用于在屏幕上画点和擦点。它只能在图形方式下使用。由于每幅图都可以看成是由点组成的,所以仅用PSET和PRESET语句即可以完成一幅图的显示。其语句格式分别为:

```
PSET[STEP](X,Y)[,颜色号]
PRESET[STEP](X,Y)[,颜色号]
```

说明:

(1)X,Y是画点的坐标,如果使用选择项“STEP”,则X,Y为相对坐标,即相对上一次使用的坐标值的间距,否则为绝对坐标。“颜色号”指定所要画点的颜色参数,它是由

COLOR 语句定义的当前配色器中的颜色。

(2)PSET 和 PRESET 语句的功能基本相同,唯一的区别是,当“颜色号”选择项省略时,PRESET 用背景色画一个点,即擦除指定位置上已画好的点,而 PSET 则是用当前颜色画一点。

例 2 从(0,0)到(100,100)用点连成一条线,然后用背景色擦掉这条线。

```
SCREEN 13          '设置屏幕显示方式 320×200
FOR i=0 TO 100
    PSET (i,i),i    '从(0,0)到(100,100)画线,每一点颜色不同
NEXT i
FOR i=0 TO 500     '画完线后,暂停
NEXT i
FOR i=0 TO 100     '擦除已画的线
    PRESET(i,i)
NEXT i
END
```

1.4.2 画线和框

LINE 语句用于在屏幕上画线。LINE 语句不仅能用于画简单的直线段,而且可以用来画一个矩形(空心的或实心的)。其语句格式为:

LINE[[STEP] (X1,Y1)]-[STEP] (X2,Y2)[,[颜色号][,[B[F]]][,类型]]

说明:

(1)(X1,Y1)和(X2,Y2)是直线的起点和终点的坐标,它们的先后顺序无关紧要。

(2)如果选择 STEP,则指定坐标为相对坐标,例如,设最后的参考点为(10,10),则:

LINE-STEP(10,5) 画出一条从(10,10)到(10+10,10+5)的直线

最后参考点可以通过用 CLS 和 SCREEN 语句初始化屏幕来建立,也可以用 PSET, PRESET 及后面介绍的 CIRCLE 和 DRAW 语句来建立。STEP 选择项在使用中有一些变化,设最后的参考点为(10,10),则:

LINE-(50,50) 从(10,10)到(50,50)画线

LINE-STEP(50,50) 从(10,10)到(60,60)画线

LINE(25,25)-STEP(50,50) 从(25,25)到(75,75)画线

(3)“颜色号”的含义同 PSET 语句。参量 B 表示 LINE 语句要画一个矩形框,其对角点坐标是(X1,Y1),(X2,Y2)。如果只有参量 B,则只画矩形边框;如果是 BF,则不仅画出矩形边框,而且要用指定的颜色填充该矩形。

(4)“类型”是一个 16 位(bit)的整数掩码,当选择该项时,LINE 从左至右读出每一位,如果某一位为 0,则不画点;如果某一位为 1,则画出一。因此选择“类型”参量可以画特殊类型的线,如虚线、点线及点划线等。该参量的取值范围为 0~&HFFFF,由 16 位二进制数组成。例如,当该参量为 &HFFFF(16 位全为 1)时,表示 16 个点都显示;当它为 &HAAAA(1010101010101010)时,每隔一点显示一点,画出虚线。当该参量省略时画实线。“类型”对已填色的框无效。

1.4.3 连续画线

DRAW 语句使用一个字符串作为其绘图命令,控制绘图坐标的移动,以完成直线及各种图形的绘制。其语句格式为:

DRAW 字符串

说明:

(1)DRAW 语句综合了其他许多绘图语句的功能,形成了一种图形宏语言。它定义了一套画图命令,每个命令分为两部分:一个命令字母和一个数值,各命令之间用分号或空格隔开,格式中的“字符串”就是由这样的命令组成。这些命令包括:

①光标移动命令

用光标移动命令可以把光标向各个方向移动,同时画出直线。与光标命令配套使用的有两个前缀命令,可以把它们放在任何移动命令之前,这两个命令是:

B 只移动,但不画线。

N 移动结束后返回原来的位置。

下面的命令按指定的方向移动指定的单位,缺省单位为一个点,单位的大小可以由 S 命令(见后)来定义。如果没有给出自变量(n),则光标移动一个单位长度。每个命令都是从当前作图位置开始移动,这个位置通常是其他的图形宏语言命令画出的最后一点的坐标。程序开始运行时,当前位置缺省为屏幕的中心。光标移动命令如下:

U[n] 向上移动 n 个单位。

D[n] 向下移动 n 个单位。

L[n] 向左移动 n 个单位。

R[n] 向右移动 n 个单位。

E[n] 向右上方移动 n 个单位。

F[n] 向右下方移动 n 个单位。

G[n] 向左上方移动 n 个单位。

H[n] 向左下方移动 n 个单位。

MX,Y 绝对移动或相对移动。如果 X 或 Y 前有“+”或“-”号,则移动就是相对于当前位置的,即 X 和 Y 被加到当前位置上作为新的坐标点,并把该点与当前位置连成一条直线。如果在 X 前没有符号,则移动是绝对的,即从当前坐标位置到坐标为(X,Y)的点画一条直线。

②角度、颜色和比例因子命令

用于改变一个图形的显示输出,包括旋转角度、变化颜色及改变比例因子。

An 设置旋转角度。n 的取值为 0,1,2 和 3,分别对应 0°,90°,180°和 270°。在标准的长宽比为 4/3 的显示屏幕上,将图形按比例旋转 90°或 270°和旋转 0°或 180°,所显示图形的尺寸相同。

TAn 旋转 n 度角,n 在 -360°~360°之间取值。如果 n 是正数,则逆时针旋转;如果 n 是负数,则顺时针旋转。

Cn 把颜色号设置为 n。

Sn 设置比例因子。n 的取值范围为 1~255。用比例因子乘以由 U,D,L,R,E,F,G,H 和 M 命令给出的距离,就是实际移动的距离。