

IBM PC/XT/AT

高级绘图教程

H

41

/1

北京中国科学院希望电脑公司

一九八八年四月

TF391.41
BJZ/1

译 序

近一年来,有关计算机图形学的研究和应用进入了高潮。目前我国拥有的计算机大部分是微型机,最主要的又是 IBM/PC XT/AT 及其各种牌号的国内外兼容机,随着 IBM PC/XT/AT 的应用范围日益扩大并向纵深发展,IBM PC 的图形功能正得到充分挖掘。IBM PC/XT/AT 不再只用来进行工程计算和事务管理,计算机辅助设计已成为微机应用中的一大热门。除了各种 PC 游戏软件以外,许多著名的图形软件产品已经被介绍到国内,最典型的是 AutoCAD 软件包。不仅如此,IBM PC 图形功能的充分利用,正在使计算机与用户之间的交互界面产生革命性进步。为了最有效地使用显示屏幕的有限信息传递空间,让用户在任何时候对能使用的命令一目了然,各类窗口软件不断涌现,成为八七年微机软件的潮流所向。用户使用计算机时将不再需要一条条敲入复杂难记的操作命令,只须利用各种定标设备(Mouse, 数字化仪,光笔,以及键盘方向键)清楚地在屏幕上显示的各条命令中选择一下就行了。图形功能使用户复归为交互命令语言的主人。而且,菜单功能、帮助功能和赏心悦目的多种屏幕显示色组合在一起后,谁还能再说计算机是一种难以驾驭的高技术的怪物呢?

所有进步都基于 IBM PC 的图形功能。您想了解这个基础吗?读者手中的这本由 林由雄 全面介绍 IBM PC/XT/AT 的图形功能的书,非索速合将您意解和从事 IBM PC 图形应用软件的读者的需要。该书具各循序渐进的教科书特点,同时包含了许多非常实用的图形系统,这些源程序可以在任何一台 IBM PC/XT/AT 或 兼容机上立即运行。该书最主要的特点是清楚详细地讨论了各类关于 IBM PC 图形的深入技术。另外,该书中的程序设计风格也是值得一提的。相信读者将从此书收益不小。您将能够轻易地设计出由 山 上如位能出的复杂、漂亮、有趣的计

算机图形，其中包括用简单的BASIC语言和深入的汇编语言设计出真正的三维立体图形（这是目前许多商业软件产品都难以做到的），以及您自己的图形编辑系统。只有你有时间和兴趣，你从该书中得到的知识足以使你编出比任何现有的计算机游戏软件都更吸引人的PC游戏。

最后，致谢各位编校人员，恳待各位读者的指正。

JS280/12

序 言

在设计PC绘图程序时，人们常常不得不自己去编写一些工具，如画线、三维透视、旋转模拟等等。现存的图形学书籍没有尽如人意的。它们或者太简单，只讨论一些基本问题，并只用BASIC语言来设计程序；或者又过于复杂，常常是数学家为计算机科学家写的，讨论的是关于价值数百万元的机器的高深莫测的题目。

读者现在手里的这本书是与众不同的。它内容丰富，论述了从线图形及块图形的画法到绘制草图；从最简单的问题，逐渐到非常复杂的题目；从易于使用的BASIC绘图，到高效率的汇编语言绘图程序设计；等等。这是一本使你增长能力的书。如果你初涉PC绘图，你完全可以通过这本书由浅入深地逐步进入计算机图形的世界。本书的第一章是使用IBM PC绘制图形的基础。

第二章讨论有关二维图形的问题。包括怎样组织线状图的数据，二维图形的画法，图形移动、定比变换和动画效果，以及图形定义语言等等。

第三章在前一章的基础上进一步详细介绍三维图形的画法。讨论的题目包揽了诸如透视、旋转、变换矩阵、键盘交互控制、反射、切变、变点透视和图形剪裁等饶有兴味的内容。

第四章深入探讨如何汇编语言来设计绘图程序。首先介绍一些基本的技术，如设置屏幕模式、清屏、画线等，然后着力设计一个完整的汇编语言三维图形系统，这个系统的绘图速度是让人叹服的。

第五章讨论产生真三维图形所必需的其它内容，包括视觉生理简介、立体透视、色彩偏振过滤系统和三维图形的打印。这一章中的程序同时用BASIC语言和汇编语言编制。

第六章讨论物体的高级数据结构，主要介绍有关线状图形的内容。

第七章研究一些高级图形技术，例如如何防止闪烁，如何存储或调出屏幕图形，和IBM彩色图形适配器的直接编程。

第八章详细讨论计算机游戏中经常用到的块图形的画法。内容有物体到块数据的转换，BASIC和汇编语言编制的块图形的显示和动画效果，旋转、定比变换和图模技术等等。

第九章介绍如何设计图形编辑器——一个交互式绘图系统。内容包括使用者与程序系统的对话，铅笔和钢笔的模拟，线、方框、圆和椭圆的画法，区域着色，模拟橡皮擦，剪切和粘贴，以及产生帮助菜单等。

第十章讨论本文方式和单色方式屏幕上的线图形和块图形画法。同时也介绍了其它的屏幕显示方式。如分辨率为 160×100 的十六色图形方式。

本书使用的方法

对于初学者来说，从面向BASIC的章节开始学习是比较合适的，即第一章、第二章、第三章、第五章、第六章、第八章和第九章。如果你遇到不好理解的部分（如第八章可能是比较费事的），跳过这一部分，或试一下其中的程序，等到你对图形程序较为熟悉以后再回头来读它。

对于中等程度的使用者，可以在读BASIC程序的同时研究一下汇编语言程序，再读第七章。

若你是熟练的图形程序设计者，可以跳过有关BASIC的部分而注重于汇编语言设计的程序和高级技术。比较重要的是四、五、六、七、八各章和第十章。

不过，最好都能读完整本书。若遇到不懂的地方，只要试试其中的程序，跳过它就行了，以后再仔细研究。

必要的设备

IBM PC、PC/XT、PC/AT或兼容器

DOS系统盘

大多数章节还需要：

IBM 彩色/图形 控制器

彩色显示器

彩色显示器可以是彩色电视机，或RGB显示器，最好是用RGB显示器，因为它绘图清楚鲜艳。

有些章节还用到IBM PC宏汇编程序。

迈克尔·海门

一九八六年

目 录

序 言

第一章 绘图准备	(1)
1.1 图形屏幕.....	(1)
1.2 图形屏幕的使用.....	(1)
第二章 二维线图形	(7)
2.1 数据结构.....	(8)
2.2 建立点一线数据库.....	(19)
2.3 绘制图形.....	(21)
2.4 图形平移.....	(27)
2.5 图形定比变换.....	(30)
2.6 物体的速度.....	(33)
2.7 图形着色.....	(35)
2.8 图形定义语言.....	(36)
第三章 三维线图形	(44)
3.1 数据结构.....	(44)
3.2 平移.....	(49)
3.3 透视效果.....	(50)
3.4 定比变换.....	(55)
3.5 旋转变换.....	(56)
3.6 变换矩阵.....	(64)
3.7 矩阵变换的速度.....	(71)
3.8 键盘控制三维变换.....	(75)
3.9 反射变换.....	(79)
3.10 切变.....	(81)
3.11 二维矩阵变换.....	(83)
3.12 图形定义语言中的旋转功能.....	(84)

3.13	变点透视	(85)
3.14	裁剪	(88)
3.15	特殊的BASIC 2.0 命令	(97)
第四章	汇编语言线图形系统	(102)
4.1	设定图形屏幕方式	(102)
4.2	点的画法	(105)
4.3	清除屏幕	(113)
4.4	画线程序	(115)
4.5	三维线图形包的组成	(119)
4.6	从键盘读入单键命令	(120)
4.7	确定变换量	(122)
4.8	三角函数求值	(123)
4.9	装入变换矩阵	(126)
4.10	对各点为变换	(128)
4.11	透视处理、点比例和坐标转换	(132)
4.12	画线子程序	(133)
4.13	裁剪处理	(134)
4.14	最后的工作	(135)
第五章	真三维图形	(138)
5.1	立体视觉分析	(138)
5.2	绘制真三维立体图	(140)
5.3	色彩过滤法	(143)
5.4	色彩过滤的 BASIC 程序	(144)
5.5	汇编语言的真三维图形系统	(151)
5.6	打印真三维图象	(155)
5.7	利用偏振过滤系统显示真三维图象	(158)
第六章	多个物体和结构物体	(162)
6.1	多个物体	(162)
6.2	用汇编语言处理多个物体	(166)

6.3	结构物体	(168)
6.4	物体的存贮和检索	(168)
第七章	高级绘图技巧	(170)
7.1	消除闪烁	(170)
7.2	屏幕画面的压缩存贮	(172)
7.3	彩色图形控制板编程	(177)
第八章	块图形画法	(189)
8.1	将物体转换为块数据	(189)
8.2	BASIC 语言的块图形程序	(191)
8.3	关于 PUT 命令	(198)
8.4	动画效果	(120)
8.5	多个物体	(201)
8.6	物体操纵	(202)
8.7	点阵的旋转	(203)
8.8	图形定比变换	(206)
8.9	图模技术	(208)
8.10	增加动画速度	(212)
8.11	汇编语言的块图形程序	(213)
第九章	图形编辑系统	(221)
9.1	基础部分	(222)
9.2	随手作图——铅笔功能	(224)
9.3	色彩选择	(229)
9.4	改变调色板	(230)
9.5	改变背景色	(230)
9.6	屏幕清除	(231)
9.7	画线功能	(231)
9.8	画矩形	(235)
9.9	线形选择	(237)
9.10	圆与椭圆	(239)

9.11 填充功能.....	(243)
9.12 书法笔功能.....	(250)
9.13 喷色功能.....	(252)
9.14 剪切和粘贴功能.....	(258)
9.15 显示命令菜单.....	(263)
9.16 其它可扩充的功能.....	(265)
第十章 文本屏幕上的图形.....	(266)
10.1 文本方式的屏幕内存映象.....	(266)
10.2 设置文本方式.....	(268)
10.3 清除屏幕.....	(270)
10.4 线图形画法.....	(270)
10.5 块图形.....	(272)
10.6 多页存贮.....	(275)
10.7 非标准文本方式.....	(276)
10.8 用单色显示控制版的文本图形.....	(276)

第一章 绘图准备

这一章介绍如何设置计算机来绘图

1.1 图形屏幕

我们在“图形屏幕”上绘制计算机图形，实际上要通过一个内存区域，它决定在计算机显示器上显示什么内容。通常用“分辨率”和“色彩数目”来描述一个图形屏幕。

分辨率指的是能在屏幕上显示的点的行数和列数。

一般先说垂直分辨率，再说水平分辨率，例如， 640×200 的分辨率是指每行有640点，每屏有200行，总共是128,000个点。

色彩数目是指屏幕上每个点都能显示的色彩的种类数。对于一种屏幕来说，如果其上每个点都能有红、兰、黑三种颜色，则它是个三色屏幕。

IBM PC 有四种屏幕显示方式：高分辨图形屏幕方式，中分辨图形屏幕方式，40列正文显示屏幕方式和80列正文显示方式。高分辨图形方式的分辨率是 640×200 ，每个点是白色或黑色。中分辨图形方式的分辨率是 320×200 ，每点有四种颜色。正文显示方式的分辨率有 40×25 和 80×25 两种，有十六种颜色。在本书中主要使用图形屏幕方式，第七章和第十章讨论正文方式的情况。

1.2 图形屏幕的使用

现在开始在图形屏幕上实际操作。我们将使用BASIC语言，因此把DOC盘插入A驱动器中，若在硬盘中有BASIC解释程序则直接键入：

BASIC

下面学习四个BASIC命令：SCREEN，COLOR，CLS和

KEY OFF。命令格式是这样的：关键字本身用大写字母，命令中的变量参数用小写字母，任选项则包含在方括号中。

SCREEN 命令

让我们先用 SCREEN 命令来选择一个图形屏幕显示方式。格式是：

SCREEN n

对高分辨方式，n 等于 2；对中分辨方式，n 等于 1。SCREEN 0 则返回文本显示方式。

我们试一下这个命令，键入：

SCREEN 1

然后：

SCREEN 2

最后：

SCREEN 0

到此仅能看出，正文显示方式和两种图形显示方式的唯一区别是中分辨方式使用较大的字母，并且两种图形屏幕都没有闪烁的光标。

COLOR 命令

对于中分辨图形屏幕，可以选择背景色和调色板。用 COLOR 命令来完成这项工作：

COLOR [背景色号] [,调色板号] 背景色是 0~15 间的自然数（见图 1.1），它指示用哪种颜色来作整个屏幕的底色。让我们先设置蓝色为背景色：

SCREEN 1

COLOR 1

颜 色 表			
0	黑	8	灰
1	蓝	9	淡蓝
2	绿	10	淡绿
3	青	11	淡青
4	红	12	淡红
5	紫红	13	淡紫
6	棕	14	黄
7	白	15	高亮度白色

图1.1 十六种背景色

现在用淡蓝色为底色：

COLOR 9

然后用红色：

COLOR 4

你可以把十六种颜色都试一遍。

IBM PC 屏幕上的各种颜色是由红、绿、蓝三种颜色混合得到的。三原色组合后有八种基本色。每种基本色又可以加灰色淡化，结果得出8号到15号的颜色（见图1.2）。 （图见下页）

在中分辨显示方式的情况下，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，则选用“0”号调色板，否则，选则“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。

色彩组合

0	
1	蓝
2	绿
3	蓝+绿
4	红
5	蓝+红
6	绿+红
7	蓝+绿+红
8	灰
9	蓝+灰
10	绿+灰
11	蓝+绿+灰
12	红+灰
13	蓝+红+灰
14	绿+红+灰
15	蓝+绿+红+灰

图1.2 红、绿、蓝组合成的十六种色彩

CLS 和 KEY OFF 命令

在绘新图之前，需要将屏幕上原有的文字或图形清除掉，这要用到 CLS 命令，键入：

CLS

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除了。若要去掉指示功能的底行，则可以键入：

KEY OFF

(若需要重新显示这个底行，可以键入 KEY ON。)

第一个图形程序

在下面的程序里，试用上述的四个命令，观看一下 IBM PC 绘出的漂亮图形。(若对程序中的 PSET 语句、LINE 语句或数学

函数不熟悉，不必担心，后面将要介绍它们。)

```
10 PI = 3.14 / 180
20 KEY OFF
30 CLS
40 FOR BOX = 1 TO 180 STEP 5
50   PSET (160 + BOX/2.5 * (COS(BOX*PI) * SIN(BOX*PI)),
      100 - BOX/2.5 * (-SIN(BOX*PI) * COS(BOX*PI)))
60   LINE - (160 + BOX/2.5 * (-COS(BOX*PI) *
      SIN(BOX*PI)), 100 - BOX/2.5 * (SIN(BOX*PI) *
      COS(BOX*PI))), BOX MOD 3 * 1
70   LINE - (160 - BOX/2.5 * (COS(BOX*PI) *
      SIN(BOX*PI)), 100 + BOX/2.5 * (-SIN(BOX*PI) *
      COS(BOX*PI))), BOX MOD 3 * 1
80   LINE - (160 + BOX/2.5 * (COS(BOX*PI) *
      SIN(BOX*PI)), 100 + BOX/2.5 * (SIN(BOX*PI) *
      COS(BOX*PI))), BOX MOD 3 * 1
90   LINE - (160 + BOX/2.5 * (COS(BOX*PI) *
      SIN(BOX*PI)), 100 - BOX/2.5 * (-SIN(BOX*PI) *
      COS(BOX*PI))), BOX MOD 3 * 1
100 NEXT
110 END
```

先在高分辨图形方式下运行这个程序：

SCREEN 2

RUN

屏幕上将出现一个别致的图案，每条线是黑色或白色的（黑线只能从覆盖白线的效果中看出。）留意一下图案的水平宽度。

如果出现 Syntax error 的返回信息，或运行结果只是几个点，那未键入 LIST，把屏幕上的程序与本书的程序比较，修改不一致的地方，然后便可以顺利运行了。

现在，以中分辨模式执行该程序，键入：

SCREEN 1

RUN

注意这时有三种颜色（加上第四种的背景色）。看看图案的大小有什么变化。

再改变一下背景色，键入：

COLOR 1

然后换一种调色板：

COLOR, 0

注意，如果没有键入新的色号作为背景色，则背景并不改变。

再看看在黑底色下使用 0 号调色板的情形：

COLOR 0

你可以重复运行这个程序，不过在进入下一章时，先键入 NEW 命令。

小结

到此，可以结束 IBM PC 图形的引子部分。我们：

- 学习了两种图形屏幕显示方式
- 了解了如何预备绘图
- 执行了第一个图形程序

然后开始进入线图形的奇妙世界。

第二章 二维线图形

在各类图形中，首先遇到的是线图形，这是一种易学而又灵活的绘图方式，线图形中每个物体都是由点和线构成的（见图2.1）。

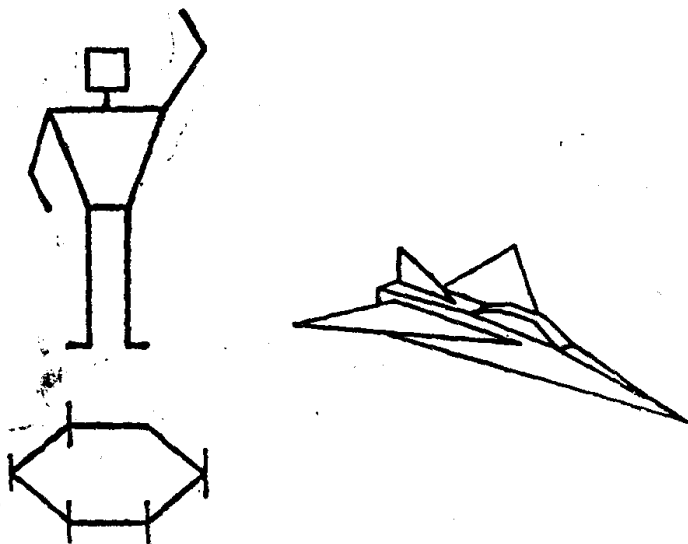


Figure 2.1

Sample line figures: a stick man, a jet, and a glucose molecule.

图2.1 线图形举例：线条人、飞机、葡萄糖分子

我们将从最简单的类型，二维线图形，开始讨论。二维线图形中，物体只有高度和宽度，这一章里要介绍如何用计算机语言来描述一个二维线状图形，以及如何显示在屏幕上并产生动画效果。

本章中的程序

本章中的某些部分中有一些小程序，这些程序用来组合成一个较大而复杂的程序，可以先把每部分的小程序作为ASCII文件独自存盘（即 SAVE “文件名”，A），然后把它们合并（MERGE）