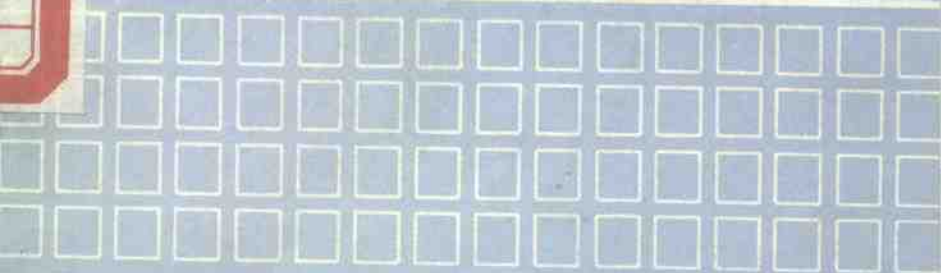


动态图形 及其应用

杜晓荣 著

东南大学出版社



动态图形及其应用

杜晓荣 著

气象出版社

(京) 新登字046号

内 容 简 介

本书由浅入深地阐述图形及动态图形生成原理,程序设计方法及技巧,组织动态图形的数据结构,动态图形的交互生成等,并且给出从图形到动态图形交互生成的一系列实用工具程序,以及它们的综合应用——包括图形菜单界面、幻灯演示、教学直观动画模拟和减速器拆装仿真演示系统的交互生成方面。有关工具及实例程序是在APPLE-Ⅱ及其兼容机上用BASIC语言实现的。

本书适合大中专师生,CAI开发人员,广大青少年计算机爱好者。对从事CAD, CAM的科研人员具有一定的参考价值。

JS430/14

动 态 图 形 及 其 应 用

杜 晓 荣 著

责任编辑 黄丽荣

* * *

高 等 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

* * *

1992年4月第一版 1992年4月第一次印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.625 字数: 188千字

印数: 1 - 5000 定价: 5.00元

ISBN 7-5029-0827-7/TP·0033

前 言

计算机图形及动态图形显示,在机械、电子、生物、物理、化学、测绘、气象和教育等学科领域中有其广泛的应用。工程技术人员利用它进行辅助产品设计和加工过程的仿真;艺术工作人员利用它进行图案设计、动画创作;软件设计开发人员利用它设计软件的用户图形界面;教育工作人员利用它模拟教科书上难以理解的概念、知识,使得教学形象化、直观化。

本书注重理论与实践相结合,力求用通俗的语言,由浅入深地阐述图形及动态图形生成原理、方法,对介绍每一种程序设计方法都给出相应的源程序,并且给出从图形到动态图形交互生成的一系列实用工具程序。

第一章介绍图形显示的硬软件环境。第二章介绍浮点BASIC语言的图形显示功能。第三章介绍图形显示技术,主要包括二维图形的几何变化、曲线显示和交互作图技术,并给出节点及造型法的两个交互程序。第四章介绍造型法交互生成图形的一些实用工具和组织多幅图形的交互生成工具程序,利用这些工具,能够方便地设计复杂图形及复杂动画对象。第五章介绍动态图形显示原理、具体实现及用高级语言来组织动态图形的基本方法及有关动态图形的程序设计技巧等。第六章介绍从简单的结构到较为复杂的多级索引结构来组织动态图形,试图使得动态图形数据与程序相互独立,只要改变数据和动态对象,就能获得另一幅动态图形。第七章介绍多级索引结构在内存中的存贮形式,然后给出两个交互工具。

一个是能在指定图形上生成路径查询表的工具，另一个是交互生成动态图形数据的工具，并给出与存贮在造型表之后的动态图形数据及路径查询表相联系的通用程序，最终能够通过交互作用来生成一幅动态图形。第八章给出一些图形及动态图形的综合应用实例，它们是：设计图形菜单界面，制作专用图形库，进行幻灯演示，模拟水压机原理和减速器拆装仿真演示系统。

作者研制和开发的软件——通用造型软件包2.5版、动态图形交互生成工具软件和减速器拆装仿真演示系统，前两个为图形及动态图形的交互生成工具，最后一个是在前两个工具支持下交互生成的教学仿真演示软件，它们已由清华大学出版社出版，本书提供的图形及动态图形交互工具程序是从上述出版的软件中摘录下来的，为方便读者阅读它们，全部用浮点BASIC语言提供。

本书是作者多年教学和科研经验的系统总结，书中介绍的原理、方法和程序设计技巧，适合计算机辅助教学(CAI)，图案设计，动画创作，游戏软件开发，软件的用户图形界面(UGI)设计和教学实验动画模拟等方面，也适合计算机辅助设计(CAD)，计算机辅助制造(CAM)。书中介绍的源程序经严格调试通过，可以直接在APPLE-II及其兼容机上执行，作者已经按照书中介绍的原理和方法，用C语言在IBM-PC/XT、AT系列机型上开发相应的动态图形交互生成系统，并且功能上有较大的增强。

本书在编写过程中，得到北京航空航天大学唐荣锡教授，安徽省教委副主任鹿世金副教授的关怀和指导，承蒙合肥工业大学王治森教授审阅全书，南京大学朱国江副教授、

中国科技大学刘振安、朱警生副教授、北京电力专科学校吴忠副教授、合肥市九中孙保明和安徽省广播电视厅陈喻奇给予人力的支持，研究生许永华参与书稿的校对工作，谨此一并致谢。

由于时间匆促，错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

杜晓荣

1991年6月于合肥工业大学

目 录

前言

第一章 绪论..... (1)

第一节 概述..... (1)

第二节 图形显示硬件..... (5)

第三节 图形显示的软件环境..... (7)

第二章 浮点BASIC语言的图形功能..... (8)

第一节 对显示屏操作的命令..... (8)

第二节 低解析度图形..... (9)

第三节 高解析度图形..... (12)

第四节 造型表图形显示..... (16)

第三章 图形显示技术..... (26)

第一节 二维图形的几何变换..... (26)

第二节 曲线显示..... (32)

第三节 交互作图技术..... (41)

第四节 节点法交互程序..... (47)

第五节 造型法交互程序..... (52)

第四章 实用图形工具程序..... (57)

第一节 按参数来生成造型表的交互程序..... (57)

第二节 键盘字符交互生成造型的程序..... (63)

第三节 造型表的交互管理程序..... (74)

第四节 图形的交互生成程序..... (84)

第五章 动态图形程序设计..... (99)

第一节 动态图形显示原理..... (99)

第二节	动态图形显示速度	(102)
第三节	换页动态图形显示	(103)
第四节	能够构造数学模型的动态图形显示	(107)
第五节	按预定路径移动造型	(118)
第六节	变化的动态图形	(124)
第七节	动态图形显示的背景	(130)
第八节	冲突	(134)
第六章	动态图形的数据结构	(143)
第一节	单个造型移动的路径查询表	(143)
第二节	多个造型移动的路径查询表	(149)
第三节	造型移动的单级索引结构	(156)
第四节	整幅图形移动	(163)
第五节	动态图形的多级索引结构	(171)
第七章	动态图形的交互生成	(182)
第一节	动态图形的数据结构存贮	(182)
第二节	动态图形路径查询表的交互生成	(184)
第三节	动态图形数据的交互生成	(194)
第四节	动态图形的通用显示程序	(202)
第五节	动态图形交互生成实例	(208)
第八章	综合应用	(216)
第一节	图形菜单界面	(216)
第二节	图形库的制作	(228)
第三节	模拟水压机原理	(242)
第四节	减速器拆装仿真演示系统	(249)

第一章 绪 论

第一节 概 述

自古以来，人类已经认识到图形是一种迅速且精确地传递信息的一种有效方法，正如中国一句老语“一图顶千言”，因为我们可以形象而直观地从说明图或动画中迅速抓住一个概念或一些情况的实质，例如对人的面像，无论用什么语言描述，总不及一幅照片所包含的信息量。人们为了产生直观的图形，曾发明了印刷术、照像术、复制技术以及后来发展起来的电影，录像等。直到今天，我们仍然利用这些技术，来丰富我们的生活。

随着科学技术的发展，计算机已进入我们的生活、工作环境，特别是近年来中华学习机已进入我们的家庭，使我们能够利用计算机来显示图形，进行教学、学习、娱乐等。

计算机图形学开始是为了增强计算显示信息的能力，后来又在计算机辅助设计(CAD)领域中得到广泛的应用。至今这一学科的技术仍然在CAD领域中占据重要的地位。

利用计算机的图形显示，可帮助工程技术人员交互地进行产品的外观设计。目前，动画片的制作，电视广告甚至电影中的部分镜头(内容)，从简单的物体轮廓，到真实感很强的图形都可以用计算机图形显示产生出来。

从中学到大学的计算机辅助教学，能通过图形动画模拟

教科书上难以理解的概念、知识，使得教学形象化、直观化。如物理学中的各种波，机械设计中的齿轮点蚀，轴系零部件的装配过程等。

图形显示的一个令人激动的应用就是使得软件系统对人来说更友善。将屏幕作为界面的一种手段，可以用容易被人们理解与记忆的直观图形代表某种概念或内容，在屏幕适当位置显示并允许用户用光标交互定位和选择图形，从而使很难记忆的命令可以用某种简单操作来代替。

本书以6502微处理机的苹果系列机为背景。在这样的硬件环境下，由于浮点BASIC语言固化于机器之中，它的图形功能较强，为了便于读者阅读，书中主要以浮点BASIC语言为实例，介绍图形显示及动态图形程序设计的原理、方法及技巧，并给出了许多直接可以使用的工具。在这些工具支持下，可满足以下一些要求：

不需编程，通过交互作用即可生成一幅图形，且能对屏幕显示的图形交互进行变换操作。

不需编程，通过交互作用即可生成一幅复杂图形，且能按造型表保存这幅图形。

不需编程，通过交互作用即可生成复杂的函数及曲线造型。

不需编程，通过交互作用即可对造型表进行管理。

不需编程，通过交互作用即可生成多幅图形，即图形库，并能随造型表一起存盘。

不需编程，通过交互作用能在指定的图形上生成一个或多个造型的动画轨迹，及动画的协调处理，其坐标能随造型表一起存盘。

不需编程，通过交互作用能在动画轨迹基础上实时输入、编辑，最终生成一幅由造型组成的动画。

其中前五个为图形及图库生成工具，后二个为动画的轨迹、动画协调处理、动画数据的交互生成，分别在第三章、第四章、第七章中介绍。

图1.1是模拟水压机原理演示几个过程的硬拷贝。

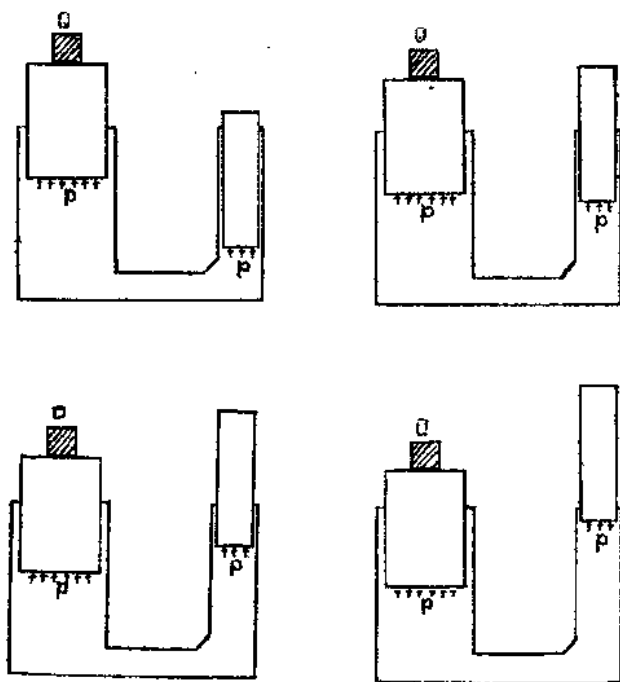


图1.1 水压机原理几个过程的显示

图1.2是减速器拆装仿真演示系统中的双级圆锥齿轮装配某几个过程的硬拷贝。

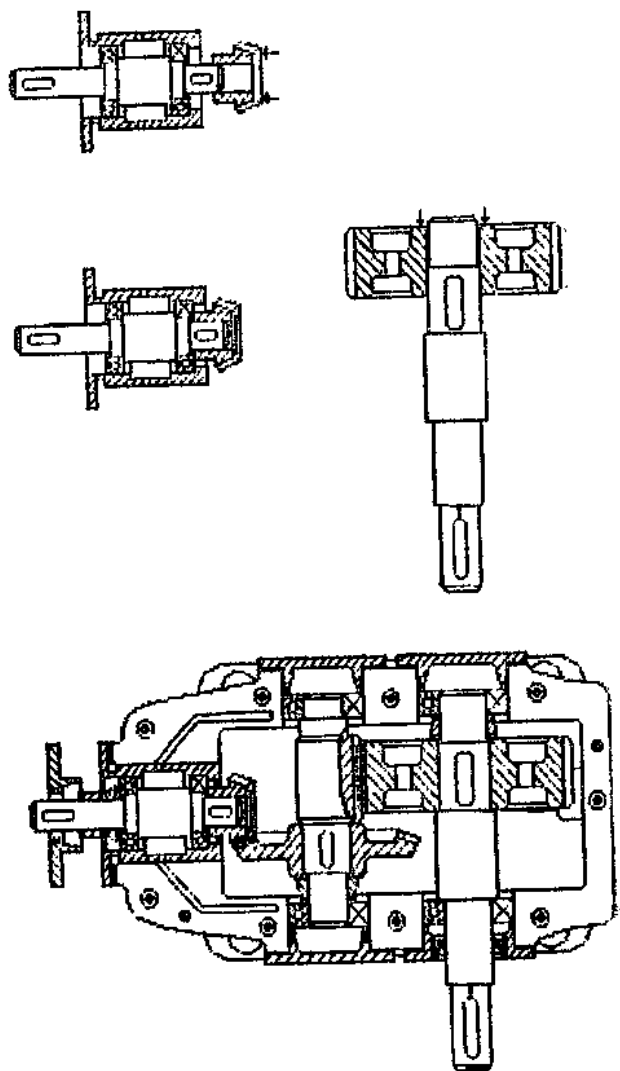


图1.2 双级圆锥齿轮装配某几个过程的显示

图1.1及图1.2的图形全部用造型来描述,从图形设计到动画生成都是在上述工具支持下交互生成的。

第二节 图形显示硬件

APPLE-II机主机由微处理器、存储器、输入输出接口、显示器(电视机)和软盘驱动器组成。通过这样的基本配置,即构成了具有图形功能的小系统,这就是说,不需增加任何硬件设备就具有了图形功能。当然这一功能能否充分发挥,还依赖于所采用的软件及工具环境。

一、微处理器

微处理器为6502,它的数据字长为8位,地址长为16位,寻址能力为64KB,寻址方式有13种,指令条数56条和时钟频率1.23Hz,每秒钟可作50万次的加法运算。

微处理器主要有两个方面的功能:其一是发出对计算机进行控制的信号,以完成指令所需的各种操作;其二是进行各种操作,包括取指令,取数据,进行信息加工以及对外部设备的控制等。

二、存储器

存储器是微型计算机中存放数据、程序及各种信息的部件,它有两类,只读存储器(ROM)和随机存储器(RAM),都分布在寻址能力为64KB空间内。

只读存储器的功能是存放用户不能改动的监控程序和浮点BASIC语言解释程序,它只允许读,不允许写,在切断电源后,其中内容也不会消失,并可长期保存。

随机存储器包含主RAM和存储体切换空间,主RAM为48KB,存储体切换空间为16KB。随机存储器的功能是存放

用户经常改变的数据和程序，并允许读写存储器中的内容，这些内容在电源切断后会自动消失。

三、输入输出接口

输入输出接口是微处理器与外部设备进行信息交换的部件，又称I/O接口。从RAM里将数据通过接口送入外存，则为输出。反之则为输入。软盘驱动器、录音机作为双向组件，既可以作为输出，也可以作为输入。

1. 软盘驱动器

配有软盘接口，利用该接口可以联一个软盘驱动器，作为外存储器。软盘能够在系统运行时，作为随机方式提供辅助存储能力，不断更换RAM中的数据，每次开机后，能从软盘中将程序或数据调入内存，增加系统的信息存储量，提高系统的信息处理能力。

2. 盒式录音机

配有盒式录音机接口，利用该接口可将普通盒式录音机作为主机的外存储器，能将内存的信息记录在磁带上，保存起来，使用时可以把存在磁带上的数据或程序调入内存。

四、显示器

显示器是微型计算机系统最常用的输出设备，是用户与系统对话的界面，在它上面，可以显示输入程序、图形和运算结果等。

显示器采用NTSC制(NATIONAL TELEVISION STANDARD COMMITTEE——美国电视标准协会制)，这是一种同时制的彩色电视信号处理方式，它将红、绿、蓝三种基色信号编码为亮度信号同时送，通过解码得出三基色信号，再在显示管中复合出彩色图象，NTSC制可以和单色

监视器或黑白电视器相兼容。因此，要显示彩色图象，应选用NTSC制的彩色监视器，彩色电视机。

第三节 图形显示的软件环境

上节介绍了图形显示硬件环境，要想在图形显示器上显示图形，还需要相应的软件环境。就软件来说，又分为系统软件和应用程序。系统软件有DOS 3.3、监控系统以及BASIC、LOGO、PASCAL 等高级语言。利用上述之一语言编制的图形应用程序，就可得到相应的图形。

为了快速、有效地应用图形程序设计或者为了提高程序设计的速度和质量；或者为了充分利用机器内存，往往先利用某种高级语言或机器语言写出相应的工具环境，然后在这个环境下进行应用图形或动态图形程序的交互生成，如不需编程，通过人机交互设计来完成图形或动态图形的生成，作者也研制和开发的这样软件工具环境——通用造型软件包2.5版、动态图形交互生成软件工具，它们已由清华大学出版社出版。

第二章 浮点BASIC语言的图形功能

在ROM内存中，常驻浮点BASIC语言，一旦开机后即可进入这一状态。它提供了多种功能，有低解析度图形、高解析度图形。因为大家都熟悉BASIC语言，用它来描述图形及动态图形程序设计和生成原理是比较适宜的。掌握了这些技术后，假如有某些特定的要求，例如要求速度变快，则可用机器语言来写图形程序。书中介绍的内容是浮点BASIC语言的扩展部分，对于其它BASIC语句及语法等问题，可参阅有关BASIC语言程序设计方面的书籍。

本章主要介绍对显示屏操作语句、低解析度图形、高解析度图形和造型表图形显示。

第一节 对显示屏操作的命令

可以采用专用显示器，也可以采用家庭用黑白电视机或彩色电视机，它既可以显示西文字母、数字、符号和汉字文本，也可以显示图形。由计算机输入到显示器中的信息在屏幕上的显示方式有四种，即文本、低解析度图形方式、高解析度图形方式、图形和文本混合方式。在BASIC语言状态下，对这些方式操作的命令分别是：

TEXT 置文本方式

GR 置文本和低解析度图形混合方式

HGR 置文本和高解析度图形混合方式

HGR2 置高解析度图形方式

上述命令可立即执行,也可前面带行号编在程序中使用。除了上述命令可实行屏幕的切换外,也可以通过软开关来访问内存,以达到类似的作用。所谓软开关,它有开和关两种状态,由计算机软件控制,故称之为软开关。程序访问一个指定的内存单元就能进入相应的开关状态,且与访问时对这个内存所存入或读出的数据无关,而只与它的地址有关。

关于用软开关来实现屏幕的切换,在后绪章节中介绍。

第二节 低解析度图形

一、低解析度绘图屏幕

大家知道,字符在内存中是以ASCII码存放的,一个ASCII码占用一个字节,即八位二进制数。实际上,在低解析度图形方式下,图形缓冲区的任一个字节的八位,被分成右四位和左四位,以分别表示上下两个图块。

四位二进制数可表示十进制的0到15这16个数,利用这16种码来代表16种不同的颜色,见表2.1。

表2.1 低解析度图形的颜色

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

二、低解析度绘图语句

1. 设定颜色语句