

# 数学软件与数学实验

Mathematical Software and Mathematical Experiments

杨杰 赵晓晖 编著



清华大学出版社



# 数学软件与数学实验

Mathematical Software and Mathematical Experiments

杨杰 赵晓晖 编著

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书以 MATLAB R2010b 为基础,系统介绍了 MATLAB 在数值计算、符号运算和图形绘制等方面的使用方法及在数学实验中的应用,每章都配备了大量的实验和习题。

本书实例丰富、通俗易懂,所有例题程序可靠、完整,读者可以按照例题的操作步骤准确地重现书中提供的算例结果。

本书可作为高等学校大学数学系列课程的教材,也可作为本科生、研究生数学建模培训教材或参考书,还可作为从事数学应用以及有关学科科学研究人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

数学软件与数学实验/杨杰,赵晓晖编著. —北京:清华大学出版社,2011.8

ISBN 978-7-302-26028-8

I. ①数… II. ①杨… ②赵… III. ①数值计算—应用软件—高等学校—教材 ②高等数学—实验—高等学校—教材 IV. ①0245 ②013-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 131460 号

责任编辑:田在儒

责任校对:刘 静

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:12.5

字 数:283 千字

版 次:2011 年 8 月第 1 版

印 次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00 元

---

产品编号:042967-01



随着高等教育从“精英型”向“大众型”转换，传统的数学教学方式已经很难适应当前形势，正面临越来越多的问题和困难。多年以来教学内容、方法和手段变化甚微，不能体现数学在科技和现实生活中所起的重要作用，学生缺乏运用数学的思想和方法来解决实际问题的能力。

数学实验将改变数学课程那种仅仅依赖“一支笔，一张纸”，由教师单向传输知识的模式。从根本上改变传统教育观念，将数学实验引入数学教学过程中，让学生参与教学，体现其主观能动性，做学习的主人，实现学生是学习主体的教学观念，培养具有数学知识并能应用计算机从事研究或解决实际问题能力的人才。

数学专业的许多课程，如非线性常微分方程、偏微分方程的解，都通过近似计算来模拟，金融精算及应用统计的数据分析通过数学实验来实现，非线性动力学复杂吸引子的特征与混沌现象通过实验来理解。通过数学实验提高学生应用数学的意识和能力，彻底解决了学了数学不会用的问题。因此数学实验有助于学生综合应用能力的培养。

数学实验的平台由计算机和若干种数学软件组成，它提供各种强大的运算、统计、分析、求解、作图等功能，是数学实验室的主要组成部分。因此，计算机和数学软件的学习是数学实验的基础。本书主要目的是介绍 MATLAB 的一般使用方法，使学生能够利用 MATLAB 进行一定的数学实验，为以后的数学实验打下基础。

全书共分 7 章，前 6 章主要介绍 MATLAB 的基本操作、矩阵运算、数值计算、符号运算及图形绘制等方面的相关函数及在数学中的应用，第 7 章设置 17 个实验操作。每章都列举了大量的实验，有利于学生理解 MATLAB 函数的功能和使用方法，并配备一定量的习题，便于读者巩固练习。

编者感到，编写一本将计算机软件与数学相结合的好的教材是很不容易的。尽管作者从事教学几十年，仍深感力不从心。对本书不足之处，望读者不吝赐教。

编者

2011 年 7 月



<b>第 1 章 概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 数学软件的起源与发展 .....	1
1.1.1 数学实验 .....	1
1.1.2 数学软件的起源与发展 .....	1
1.2 数学软件分类 .....	2
1.3 常用数学软件简介 .....	3
习题 .....	9
<b>第 2 章 MATLAB 程序设计基础</b> .....	<b>10</b>
2.1 MATLAB 的工作界面 .....	10
2.1.1 命令窗口 .....	10
2.1.2 工作空间窗口 .....	13
2.1.3 命令历史窗口、当前路径窗口和搜索路径 .....	15
2.1.4 M 文件编辑器 .....	16
2.1.5 帮助系统 .....	17
2.2 MATLAB 语言基础 .....	18
2.2.1 常量与变量 .....	18
2.2.2 运算符 .....	21
2.2.3 M 文件 .....	24
2.2.4 程序控制语句 .....	28
习题 .....	36
<b>第 3 章 矩阵运算</b> .....	<b>37</b>
3.1 矩阵的创建 .....	37
3.2 矩阵运算 .....	39
3.2.1 矩阵的算术运算 .....	39
3.2.2 矩阵的关系运算 .....	44
3.2.3 矩阵的逻辑运算 .....	45

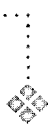
3.2.4	矩阵函数 .....	46
3.3	矩阵的特殊操作 .....	53
3.3.1	常用的特殊矩阵 .....	53
3.3.2	矩阵的修改 .....	54
习题	.....	59
<b>第4章</b>	<b>图形绘制 .....</b>	<b>61</b>
4.1	二维曲线和图形 .....	61
4.1.1	二维曲线的绘制 .....	61
4.1.2	图形窗口 .....	63
4.1.3	坐标系属性的设置 .....	67
4.1.4	特殊坐标系绘图 .....	71
4.1.5	函数绘图 .....	74
4.1.6	常用二维图形的绘制 .....	77
4.2	三维曲线和曲面 .....	83
4.2.1	三维曲线 .....	83
4.2.2	三维曲面 .....	83
4.2.3	三维图形的属性控制 .....	88
4.2.4	常用三维图形的绘制 .....	93
4.3	图形的动态显示 .....	97
4.3.1	彗星状轨迹图 .....	97
4.3.2	颜色的变化 .....	97
4.3.3	影片动画 .....	99
4.4	句柄图形 .....	100
4.4.1	句柄图形体系 .....	100
4.4.2	图形对象的建立 .....	100
4.4.3	对象句柄的获取方法 .....	104
4.4.4	对象属性的获取和设置 .....	105
习题	.....	106
<b>第5章</b>	<b>数值计算 .....</b>	<b>107</b>
5.1	多项式 .....	107
5.1.1	多项式的创建 .....	107
5.1.2	多项式运算 .....	109
5.2	求解线性方程组 .....	113
5.2.1	齐次线性方程组的解法 .....	113
5.2.2	非齐次线性方程组的解法 .....	114
5.3	差分 and 梯度 .....	116

5.3.1	差分	116
5.3.2	数值梯度	116
5.4	插值和拟合	118
5.4.1	插值	118
5.4.2	拟合	120
5.5	基本数学函数	123
	习题	124
<b>第 6 章</b>	<b>符号运算</b>	<b>126</b>
6.1	符号对象	126
6.2	符号表达式的基本操作	128
6.2.1	符号表达式的基本运算	128
6.2.2	自由符号变量	129
6.2.3	符号数字的精度控制	130
6.2.4	符号对象转换为数值对象	131
6.2.5	变量置换	131
6.2.6	反函数和复合函数	133
6.2.7	符号表达式的化简	135
6.3	符号微积分	138
6.3.1	符号极限	138
6.3.2	符号求和	139
6.3.3	符号微分	139
6.3.4	泰勒级数	141
6.3.5	符号积分	142
6.4	符号变换	144
6.4.1	傅里叶变换及其反变换	144
6.4.2	拉普拉斯变换及其反变换	145
6.4.3	Z 变换及其反变换	145
6.5	解符号方程	146
6.5.1	符号代数方程的求解	146
6.5.2	微分方程的求解	148
	习题	153
<b>第 7 章</b>	<b>实验</b>	<b>155</b>
实验 1	MATLAB 软件初步与入门	155
实验 2	MATLAB 语言基础	157
实验 3	M 文件和程序的流程控制语句	159
实验 4	矩阵的算术运算	163

实验 5	矩阵的关系、逻辑运算和矩阵函数 .....	166
实验 6	矩阵的特殊操作 .....	169
实验 7	二维绘图 .....	171
实验 8	三维绘图 .....	173
实验 9	高级图形处理 .....	174
实验 10	多项式运算 .....	175
实验 11	线性方程组的解法 .....	178
实验 12	插值和拟合 .....	181
实验 13	符号的表示和运算 .....	183
实验 14	极限和微积分 .....	185
实验 15	方程的求解 .....	187
实验 16	观察 Taylor 展开式与原函数的逼近 .....	188
实验 17	定积分的近似计算 .....	189



# 第1章



## 概述

### 1.1 数学软件的起源与发展

#### 1.1.1 数学实验

现代数学已经渗透到包括自然科学、工程技术、经济管理以至人文社会科学的一些学科和应用领域中,从宇宙飞船升空到家用电器设计,从质量控制到市场营销,通过建立数学模型,应用数学理论和方法,并结合计算机解决实际问题等都已成为十分普遍的模式,现代社会对科学技术人才的数学素质和能力提出了更新、更高的要求。

我们都熟悉物理实验和化学实验,就是利用仪器设备,通过实验来了解物理现象、化学物质等的特性。同样,我们也可通过数学实验来了解数学问题的特性并解决对应的数学问题。过去,因为实验设备和实验手段的问题,难以解决数学上的实验问题。随着计算机的飞速发展,计算速度越来越快,软件功能也越来越强,许多数学问题都可以由计算机来代替完成,也为人们用实验解决数学问题提供了可能。

数学实验是指以计算机和软件为主要工具来进行数学运算、模拟仿真、图形显示、探索发展数学理论、猜想证明等,帮助人们学习数学、研究数学和应用数学。

数学实验区别于传统数学课的特点就是从问题出发,将学生置身于情境之中,改变数学课程那种仅仅依赖“一支笔,一张纸”,由教师单向传输知识的模式,使学生不仅学会逻辑证明的方法,而且学会运用计算机进行数值计算的方法,从根本上改变传统教育观念。将数学实验引入数学教学的过程中,在讲述数学理论的同时,要研究算法,还要在计算机上实现计算过程,得出结果并进行验证,体现学生的主观能动性,实现学生是学习主体的教学观念,培养具有数学知识并应用计算机从事研究或解决实际问题能力的人才。

数学实验的题目一般都具有开放性,学生能对问题进行推广,甚至问题的结果具有不确定性,可给学生充分的联想空间,以发挥其聪明才智,学生在分析问题、解决问题的同时,体会发现和创造的乐趣。

#### 1.1.2 数学软件的起源与发展

数学实验软件平台由若干种数学软件组成,它提供各种强大的运算、统计、分析、求解、作图等功能。

在20世纪50年代,计算机的强大功能主要表现在数值计算上,部分表现在逻辑运算

上。通过指令——用代码表示的计算机语言编制程序来完成特定的数学计算任务。

20 世纪 60~80 年代都很流行的用于科学计算的 ALGOL、FORTRAN 等算法语言,商用的 COBOL 语言,以及更容易入门掌握的 BASIC 语言等,都可以说是现代数学软件“Mathematical Software”的基础,但这些软件缺乏图形功能,更没有符号演算功能,并且在解决数学问题时需要自己编写程序,这对于一般人来说是非常困难的。

在 20 世纪 70~80 年代出现了若干处理数学问题的应用软件,当时数学软件的发展经历着一个“八仙过海、各显神通”的阶段。有人统计过,到 1986 年已经有成百个数学软件。

从 20 世纪 90 年代初开始,经过优胜劣汰的竞争,逐渐出现了功能更强的数学软件,如 Maple、MATLAB、MathCAD、Mathematica 等,也出现了比较专用的强有力的软件,例如,统计方面的 SAS、SPSS,规划方面的 Lindo、Lingo 等。

可以预见,功能越来越全、越来越多,界面越来越友好的数学软件将不断出现。

## 1.2 数学软件的分类

数学软件按用途,一般可分为通用数学软件和专用数学软件两大类。

### 1. 通用数学软件

通用系统具有多种数据结构和丰富的数学函数,功能齐全,应用领域广泛。

常见的通用数学软件包括: MATLAB、Mathematica、Maple 和 MathCAD,其中 MATLAB 以数值计算见长,Mathematica 和 Maple 以符号运算、公式推导见长,MathCAD 以绘图、设计见长。

### 2. 专用数学软件

专用系统主要是为解决物理、数学和其他科学分支的某些计算问题而设计的,专用系统在符号和数据结构上都适用于相应的领域,而且多数是用低级语言写成的,使用方便,计算速度快,在专业问题的研究中起着重要的作用。

绘图软件类: Tecplot、IDL、Surfer、Origin、SmartDraw、DSP2000。

数值计算类: Matcom、DataFit、S-Spline、Lindo、Lingo、O-Matrix、Scilab、Octave。

数值计算库: Linpack、Lapack、BLAS、Germes、IMSL、CXML。

有限元计算类: ANSYS、MARC、PARSTRAN、FLUENT、FEMLAB、FlexPDE、ALGOR、COSMOS、ABAQUS、ADINA。

数理统计类: Gauss、SPSS、SAS、Splus。

数学公式排版类: MathType、MikTeX、ScientificWorkplace、Scientific Notebook、LATEX。

数学编程类: FORTRAN、C/C++、VB、FEMLAB 等。

### 1.3 常用数学软件简介

在科技和工程界比较流行和著名的数学软件主要有 4 个,分别是 Maple、MATLAB、MathCAD 和 Mathematica,它们在各自针对的目标方面都有不同的特色。在统计学与运筹学方面也有 4 个常用的数学软件,它们分别是 SAS、SPSS、Lindo、Lingo。此外,还有在几何教学中常用的几何画板软件。

#### 1. Maple

Maple 是加拿大滑铁卢大学(Waterloo University)研制的一种计算机代数系统。经过多年的不断发展,数学软件 Maple 已成为当今世界上最优秀的几个数学软件之一,它以良好的使用环境、强有力的符号运算能力、高精度的数值计算能力、灵活的图形显示和高效的可编程功能为越来越多的教师、学生和科研人员所喜爱,并成为进行数学处理的工具。可以容易地运用 Maple 软件解决微积分、解析几何、线性代数、微分方程、计算方法、概率统计等数学分支中常见的计算问题。

Maple 主要由三部分组成:用户界面(Iris)、代数运算器(Kernel)、外部函数库(External Library)。用户界面和代数运算器是用 C 语言写的,只占整个软件的一小部分,系统启动时即被装入。Iris 负责输入命令和算式的初步处理,显示结果和函数图像等。Kernel 负责输入的编译、基本的代数运算,如有理数运算、初等代数运算,还负责内存管理。Maple 的大部分数学函数和过程是用 Maple 自身的语言写成的,存于外部函数库中。当调用一个函数时,在多数情况下 Maple 会自动将该函数的过程调入内存,一些不常用的函数才需要用户自己将它们调入。另外,有一些特别的函数包也需要用户自己调入,如线性代数包、统计包,这使得 Maple 在资源的利用上具有很大的优势,只有最有用的东西才留在内存中,这是 Maple 可以在较小内存的计算机上正常运行的原因。Maple 14 启动界面如图 1-1 所示。

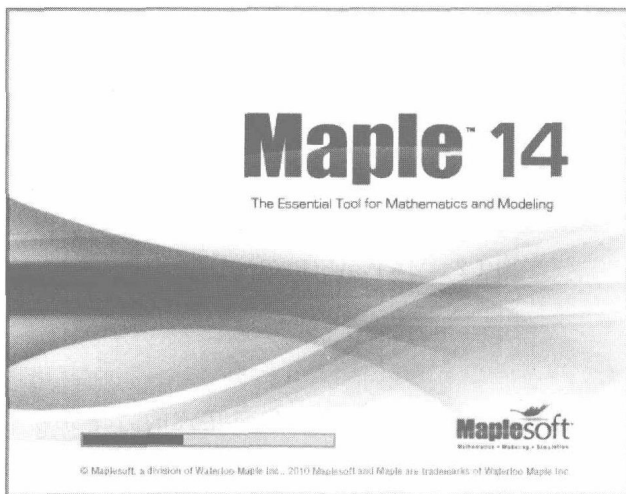


图 1-1 Maple 14 启动界面

## 2. MATLAB

MATLAB 原意是矩阵实验室(Matrix Laboratory)。20 世纪 70 年代末期, Cleve Moler 在新墨西哥大学给学生开线性代数课, MATLAB 就是为了减轻学生负担而开发的用来提供 Linpack 和 Eispack 软件包的接口程序, 是采用 C 语言编写的。目前最新的版本是 2011 年 4 月发布的 MATLAB 7.12(R2011a)版。

MATLAB 可以运行在十几个操作平台上, 比较常见的有基于 Windows、OS/2、Macintosh、Sun、UNIX、Linux 等平台的系统。它以矩阵作为基本数据单位, 在应用线性代数、自动控制、数字信号处理、动态系统仿真方面已经成为首选工具, 同时也是科研工作人员和大学生、研究生进行科学研究的得力工具。MATLAB 在输入方面也很方便, 可以使用内部的 Editor 或者其他任何字符处理器, 同时它还可以与 Word 结合在一起, 在 Word 的页面里直接调用 MATLAB 的大部分功能, 使 Word 具有特殊的计算能力。

MATLAB 程序主要由主程序和各种工具包组成, 其中主程序包含数百个内部核心函数, 工具包则包括复杂系统仿真、信号处理工具包、系统识别工具包、优化工具包、神经网络工具包、控制系统工具包、 $\mu$  分析和综合工具包、样条工具包、符号数学工具包、图像处理工具包、统计工具包等。图 1-2 所示为 MATLAB(R2010b)程序窗口。

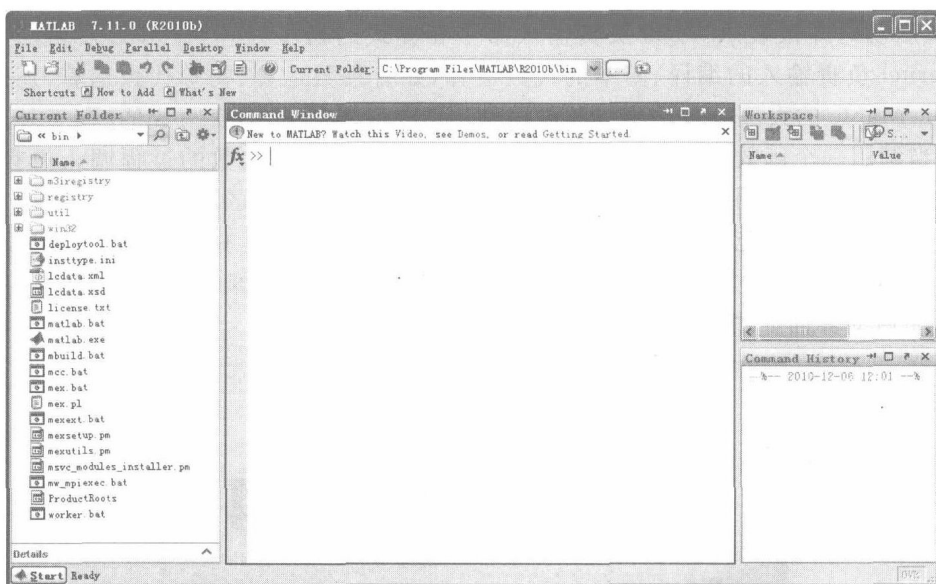


图 1-2 MATLAB(R2010b)程序窗口

## 3. MathCAD

MathCAD 是美国 Mathsoft 公司推出的一个交互式的数学系统软件。MathCAD 是集文本编辑、数学计算、程序编辑和仿真于一体的软件, 它的主要特点是输入格式与人们习惯的数学书写格式很相似, 采用 WYSWYG(所见即所得)界面, 当输入一个数学公式、方程组、矩阵时, 计算机将直接给出计算结果, 而无须考虑中间计算过程。因而

MathCAD 在很多科技领域中承担着复杂的数学计算、图形显示和文档处理功能,是工程技术人员不可多得的有力工具,特别适合一般无须进行复杂编程或要求比较特殊的计算。MathCAD 还带有一个程序编辑器,可编写比较短小,或者要求计算速度比较慢的程序。MathCAD 可以看做是一个功能强大的计算器,没有很复杂的规则,同时它也可以和 Word、Lotus、WPS 等字处理软件很好地配合使用,可以将它当做一个出色的全屏幕数学公式编辑器。

MathCAD 有 5 个扩展库,分别是求解与优化、数据分析、信号处理、图像处理和小波分析。经过 20 多年的发展,MathCAD 从早期的简单有限功能发展到现在的代数运算、线性及非线性方程求解与优化、常微分方程、偏微分方程、统计、金融、信号处理、图像处理等许多方面。用户应用 MathCAD 可以很轻易地解决热学、电学等物理方面的问题,也可以解决在化学、机械工程以及医学、天文学的研究工作或学习中所遇到的各种问题。MathCAD 为广大学生,特别是理工科大学生的学习提供了很大方便,并提供了丰富的接口,可以调用第三方软件,利于扩展功能。

MathCAD 的使用操作十分简单,不要求用户具有精深的计算机知识,任何具有一定数学知识的人都可以十分容易地学会使用,因此 MathCAD 是一种大众化数学工具。但是,对于数值精度要求很严格的情形,或者是对于计算方法有特殊要求的情况,MathCAD 就有些“力不从心”了。

#### 4. Mathematica

Mathematica 软件是由沃尔夫勒姆研究公司(Wolfram Research Inc.)研发的。Mathematica 1.0 版发布于 1988 年 6 月 23 日。发布之后,在科学、技术、媒体等领域引起了一片轰动,被认为是一个革命性的进步。几个月后,Mathematica 就在世界各地拥有了成千上万的用户。今天,Mathematica 已经被工业和教育领域广泛地采用。

从某种意义上讲,Mathematica 是一个复杂的、功能强大的解决计算问题的工具。它的主要功能包括 3 个方面:符号演算、数值计算和图形。它可以自动地完成许多复杂的计算工作,如各种多项式的计算(四则运算、展开、因式分解),有理式的计算;它可以求多项式方程、有理式方程和超越方程的精确与近似解;做数值和一般表达式的向量与矩阵的各种计算。Mathematica 可以求解一般函数表达式的极限、导函数,求积分,做幂级数展开,求解某些微分方程;可以做任意位整数的精确计算、分子分母为任意位整数的有理数的精确计算(四则运算、乘方等);可以做任意精度的(实数值或虚数值)数值计算。图 1-3 所示为其程序窗口。

#### 5. SAS

SAS 是 Statistical Analysis System 的缩写,意为“统计分析系统”,是由美国 SAS 研究所(SAS Institute Inc.)于 1976 年推出的用于决策支持的大型信息集成系统,是当前最重要的专业统计软件之一。

SAS 系统是一个由 30 多个专用模块组成的大型集成式软件包,其功能包括客户机/服务器计算、数据访问、数据存储及管理、应用开发、图形处理、数据分析、报告编制、质量

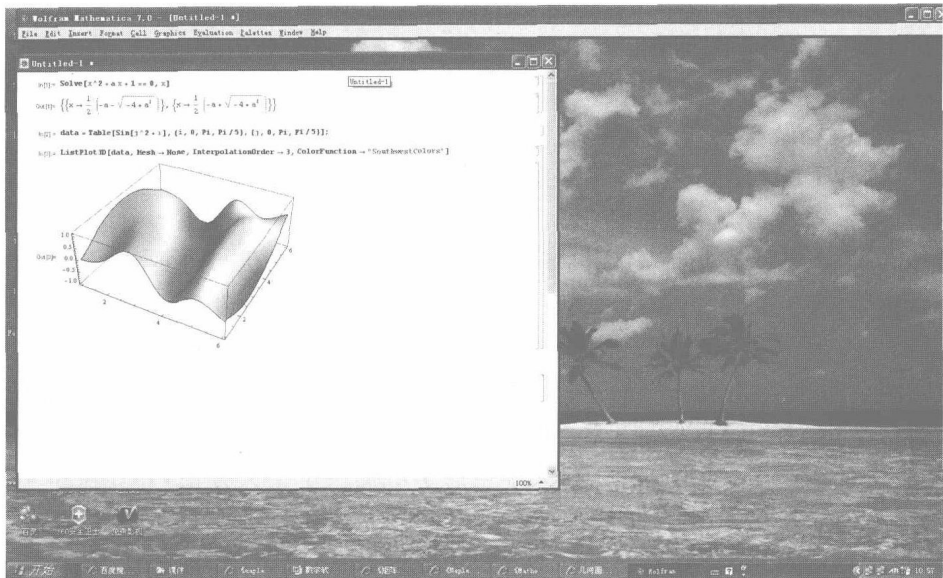


图 1-3 Mathematica 7.0 程序窗口

控制、项目管理、运筹学方法、计量经济学与预测等,实际使用时可以根据需要选择相应的模块。

SAS 主要有以下模块: SAS 基本部分,称为 SAS/BASE,可以完成基本的数据管理工作 and 数据统计工作,是 SAS 系统的基础,所有其他 SAS 模块必须与之结合使用;SAS 分析核心,这一部分是 SAS 系统的灵魂,它提供了严肃的、权威的数据分析与决策支持功能,包括 SAS/STAT(高级统计)、SAS/ETS(时间序列分析)、SAS/IML(交互式矩阵语言)、SAS/OR(运筹学)、SAS/QC(质量控制)、SAS/INSIGHT、SAS/LAB; SAS 开发工具,这是面向对象的开发工具,可以定制信息处理应用系统,包括 SAS/AF、SAS/EIS(经济信息系统)、SAS/GRAPH(图形处理)等模块;SAS 分布式处理及数据仓库设计,此部分为 SAS 的高级数据处理功能,包括 SAS/ACCESS、SAS/CONNECT、SAS/SHARE 等模块。

## 6. SPSS

SPSS 原来是 Statistical Package for the Social Sciences 的首字母缩写,即“社会科学统计软件包”。SPSS 由美国斯坦福大学的 3 位研究生于 20 世纪 60 年代末研制而成,他们同时成立了 SPSS 公司,并于 1975 年在芝加哥组建了 SPSS 总部。1984 年 SPSS 总部首先推出了世界上第一个统计分析软件——微机版本 SPSS/PC+,开创了 SPSS 微机系列产品的开发方向,极大地扩充了它的应用范围,并使其能很快地应用于自然科学、技术科学、社会科学的各个领域,世界上许多有影响的报纸杂志纷纷对 SPSS 的自动统计绘图、数据的深入分析、易用性、功能齐全等方面给予了高度的评价与称赞。2009 年 SPSS 被 IBM 公司收购,目前 SPSS 最新版本已出至 SPSS 19 版。

SPSS 由多个模块构成,其中 SPSS Base 为基本模块,其余 9 个模块为 Advanced

Models、Regression Models、Tables、Trends、Categories、Conjoint、Exact Tests、Missing Value Analysis 和 Maps, 分别用于完成某一方面的统计分析功能, 它们均需要挂载在 Base 上运行。SPSS 最突出的特点就是操作界面极为友好, 输出结果美观漂亮, 它使用 Windows 的窗口方式展示各种管理和分析数据方法的功能, 使用对话框展示出各种功能选择项, 只要掌握一定的 Windows 操作技能, 粗通统计分析原理, 就可以使用该软件为特定的科研工作服务, 是非专业统计人员的首选统计软件。SPSS 19 版启动画面如图 1-4 所示。

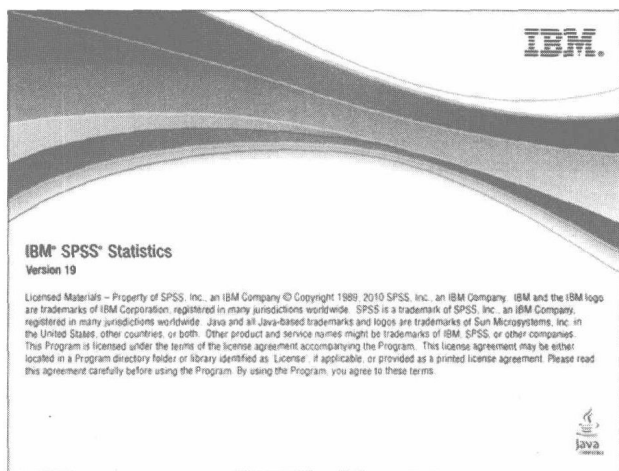


图 1-4 SPSS 19 版启动画面

## 7. Lindo 和 Lingo

Lindo 是一种专门用于求解数学规划问题的软件包。由于 Lindo 执行速度很快, 易于输入、求解和分析数学规划问题, 因此在数学、科研和工业界得到了广泛应用。

Lindo 主要用于解线性规划、非线性规划、二次规划和整数规划等问题, 也可以用于一些非线性和线性方程组的求解, 以及代数方程求根等。Lindo 中包含了一种建模语言和许多常用的数学函数可供使用者建立规划问题时调用。一般用 Lindo 解决线性规划、整数规划问题。Lingo 则用于求解非线性规划和二次规则。虽然 Lindo 和 Lingo 不能直接求解目标规划问题, 但用序贯式算法可将问题分解成一个个 Lindo 和 Lingo 能解决的规划问题。要学好这两个软件最好的办法就是学习它们自带的 HELP 文件。图 1-5 所示为 Lingo 9.0 程序窗口。

## 8. 几何画板

几何画板(The Geometer's Sketchpad)是由美国 Key Curriculum Press 公司制作并发布的几何软件, 它的全名是“几何画板——21 世纪的动态几何”, 非常适用于辅助数学、物理的教学, 它提供丰富而方便的创造功能使用户可以随心所欲地编写出自己需要的教学课件, 也适用于学生进行研究性学习。用它可以构造图形、图表, 而且用鼠标拖动几何

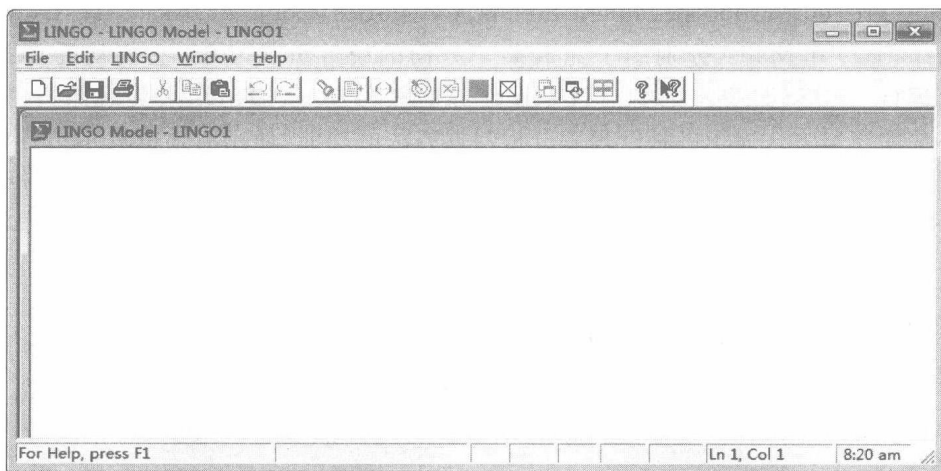


图 1-5 Lingo 9.0 程序窗口

对象图形的几何关系保持不变,它为教师和学生提供了一个观察和探索几何图形内在关系的环境,帮助用户实现其教学思想。它简单易用,界面友好,可以在多媒体教室或机房使用。

几何画板以点、线、圆为基本元素,通过对这些基本元素的构造、变换、测算、计算、动画、跟踪轨迹等,构造出其他较为复杂的图形,因此学习几何画板应将精力放在数学上而不是这个软件本身。

几何画板的功能主要有以下几个方面。

(1) 构造图形:几何画板提供了点、线、圆、弧、内部的绘制工具和菜单,可以构造任何尺规能作的图形。另外,几何画板所提供的迭代功能可以构造分形等尺规所不能作的图形。

(2) 画函数图像:几何画板所提供的追踪、轨迹和绘制函数图像等功能可以将任意函数的图像画出(以二维为主),无论是在直角坐标系还是在极坐标系下。若函数有参数,都可以通过参数的变化观察图像的变化。

(3) 测量与计算:几何画板可以对几何图形进行测量,如线段的长度、两点的距离、圆的半径、圆的面积、角度、弧的长度、点的坐标等,还可以对任意表达式进行计算,并动态地显示在屏幕上,若表达式中的测量值发生变化,则表达式的值也随之而变。

(4) 几何变换:几何画板提供了平移、旋转、缩放、反射变换。在变换时,除了固定值变换外,还可以利用距离、角度、向量、比例等控制变换。

(5) 动画:几何画板可以使点自由运动或沿某个路径运动,可以控制运动的速度、方向,也可以使一个点移动到一个目标点。

几何画板的系统要求很低:PC 486 以上兼容机、4MB 以上内存、Windows 3. x 或 Windows 95 简体中文版均可。目前最新版本是 Sketchpad 5. 0,其程序窗口如图 1-6 所示。



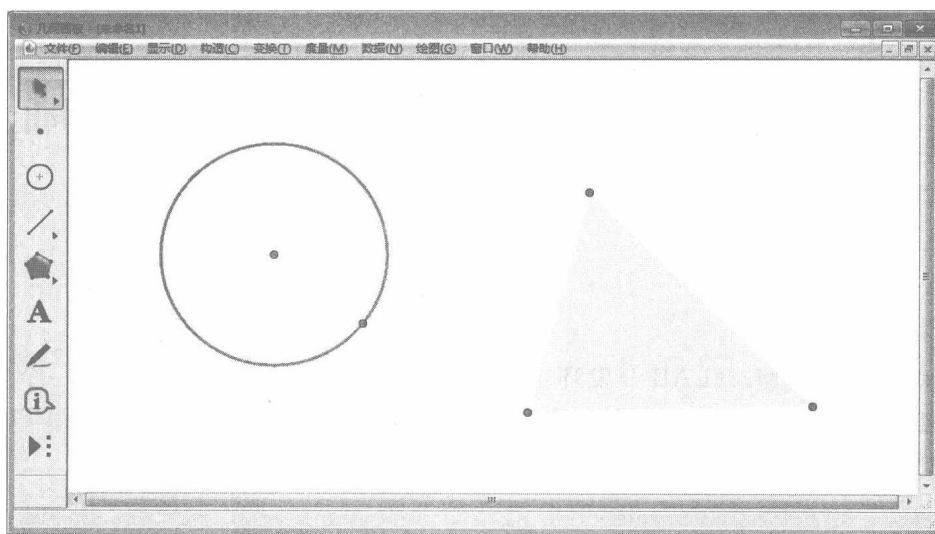


图 1-6 Sketchpad 5.0 程序窗口

## 习 题

1. 什么是数学实验？数学实验的实验平台是什么？
2. 什么是数学软件？常用的数学软件有哪些？
3. 数学软件的基本功能有哪些？
4. MATLAB 的特点是什么？