

内 容 简 介

本书介绍如何使用 Mathematica 符号计算系统,内容包括如何用 Mathematica 计算初等代数、微积分、线性代数和计算方法中的数学问题,以及 Mathematica 的符号计算、数值计算、图形演示和编程功能.

本书可作为高等院校学生学习 Mathematica 的教材、数学实验课程和数学模型课程的辅助教材、高等院校及中学的数学与物理教员的辅助教学工具,以及科研人员和工程技术人员解决计算问题的参考用书.

Mathematica 符号计算系统实用教程

张韵华 编著

*

中国科学技术大学出版社出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号,230026)

合肥晓星印刷厂印刷

全国新华书店经销

*

开本: 787×1092/16 印张: 13.75 字数: 343 千

1998 年 9 月第一版 1998 年 9 月第一次印刷

印数: 1—3000 册

ISBN 7-312-00998-0/TP·207 定价:14.50 元

前 言

80 年代中期,李翊神教授从国外访问回来,向我们介绍和推荐符号计算系统.当时我们在硬件指标还达不到 286 的微机上使用 Mumath 系统,只能做一些简单的导数、积分等数学运算,在很大程度上是硬件环境限制了符号计算系统的功能.

现在计算机的价格已大幅度下降,计算机的性能也大为提高,为符号计算系统提供了广阔的施展才能的天地.在科研中能用它推导公式和验证结论,在教学中能用它批改作业和出试卷,这是一个投资小而受益大的科研、教学工具软件.

作者以本书的初稿在科大数学系为 91 级、92 级和 93 级本科生开设了符号计算系统课程,学生们不但很快掌握了使用方法,而且还作出了不少值得记录在案的习题.数学系博士生陈长松(原科大数学系 91 级本科生)编写了本书第 9 章的部分例题,他们已将 Mathematica 用在毕业论文和数学模型竞赛中.

作者特别感谢李翊神教授,由于他对符号计算系统的积极倡导,作者才开始学用 Mathematica,直到编著本书.李翊神教授长期从事非线性孤立子理论以及数学的可积系统等数学理论研究,并颇有建树,现在他也常用 Mathematica 作为科研和教学的工具.

感谢季孝达教授在作者使用 Mathematica 过程中给予的支持和帮助.

感谢科大教务处和科大出版社给以出版本书的支持,感谢本书编辑对作者的指导和帮助.

编 者

1997 年 9 月于合肥

目 次

前 言	1
绪 论	1
0.1 符号计算系统简介	1
0.1.1 符号计算系统	1
0.1.2 数值计算与符号计算	1
0.1.3 符号计算的对象	2
0.1.4 符号计算的优势	2
0.1.5 符号计算系统功能简介	3
0.1.6 Mathematica 的特点	3
0.1.7 Mathematica 的开发者	3
0.2 初识 Mathematica	4
第 1 章 Mathematica 中的基本量	8
1.1 数与数的表示	8
1.1.1 数值类型	8
1.1.2 数学常数	9
1.1.3 数与数之间的转换	10
1.1.4 数的输出形式	10
1.2 变量	11
1.2.1 给变量取名	11
1.2.2 给变量赋值	12
1.2.3 变量替换	13
1.3 表	13
1.3.1 建表函数	14
1.3.2 表的分量表示	15
1.3.3 表的运算	17
1.3.4 表的集合运算	18
1.4 函数	19
1.4.1 数值函数	19
1.4.2 伪随机函数	21

1.4.3 整数和组合函数	22
1.5 表达式	23
1.5.1 算术运算符和表达式	23
1.5.2 表达式的表示形式	24
1.5.3 数值精度	24
1.5.4 逻辑表达式和逻辑运算符	25
习题	27
第2章 初等代数运算	29
2.1 多项式运算	29
2.1.1 多项式的展开	29
2.1.2 取出多项式的部分元素	30
2.1.3 有理多项式	31
2.1.4 多项式的代数运算	32
2.2 方程求根	34
2.2.1 方程及其根的表示	34
2.2.2 一元方程	34
2.2.3 线性方程组	36
2.3 和与积	37
2.4 三角函数	39
习题	40
第3章 微积分	42
3.1 求极限	42
3.2 微商和微分	43
3.2.1 微商(导数)	43
3.2.2 全导数	44
3.2.3 定义导数	45
3.3 不定积分和定积分	46
3.3.1 不定积分	46
3.3.2 不定积分的计算范围	47
3.3.3 定积分	47
3.3.4 定义积分	49
3.4 幂级数	49
3.4.1 幂级数展开	49
3.4.2 幂级数的运算	50
3.5 常微分方程	51
习题	52
第4章 线性代数	54
4.1 矩阵的定义	54

4.1.1 向量和矩阵的定义	54
4.1.2 矩阵与矩阵的分量表示	56
4.2 矩阵的运算	58
4.2.1 矩阵的加法、减法和乘法运算	58
4.2.2 矩阵的转置和逆矩阵	59
4.3 方程组求解	59
4.4 特征值和特征向量	61
习题	62
第5章 在 Mathematica 中作图	65
5.1 二维函数作图	65
5.1.1 函数作图命令 Plot	65
5.1.2 曲线样式	68
5.1.3 重画和组合图形	69
5.2 二维参数作图	71
5.3 三维函数作图	72
5.4 三维参数作图	74
5.5 等值线图 and 密度图	76
5.5.1 等值线图	76
5.5.2 密度图	77
5.5.3 图形之间的转换	78
5.6 数据作图	79
5.6.1 二维数据作图	79
5.6.2 三维数据作图	80
5.6.3 Graphics 程序包	81
5.7 用图形元素作图	82
5.8 打印机输出图形	84
5.9 动画命令	85
习题	86
第6章 数值计算方法	88
6.1 插值多项式	88
6.2 曲线拟合	90
6.3 非线性方程求根	91
6.4 数值积分	92
6.5 函数极小值	93
6.6 傅立叶变换	94
6.7 常微分方程数值解	96
6.8 线性规划	97
习题	98

第7章 表达式的输入和输出	101
7.1 表达式	101
7.1.1 表达式的含义	101
7.1.2 表达式的表示方式	102
7.2 表达式的部件操作	102
7.3 交互式输入	104
7.4 表达式的输出	105
7.4.1 输出命令 Print	105
7.4.2 输出格式	106
7.4.3* 数据文件	107
习题	110
第8章 函数和规则	111
8.1 利用规则定义函数	111
8.2 立即赋值和延迟赋值	114
8.2.1 用“:=”或“=”定义函数	114
8.2.2 联合使用“:=”和“=”	116
8.3 保存函数定义	116
8.4 用模式替换建立转换规则	117
8.4.1 建立转换规则	117
8.4.2 调用规则	118
8.5 给规则和模式附加条件	119
8.5.1 给规则附加条件	119
8.5.2 给模式附加条件	120
8.6* 参数数目可变的函数	121
8.6.1 定少用多	121
8.6.2 定多用少	122
8.7 函数的属性与属性的定义	122
8.7.1 函数的属性	122
8.7.2 有关属性的函数	123
8.7.3 表达式的计算过程	124
8.8* 纯函数	125
习题	126
第9章 过程编程	128
9.1 过程	128
9.2 条件控制结构	130
9.2.1 IF 语句结构	130
9.2.2 Which 语句结构	131
9.2.3 Switch 语句结构	132

9.3 循环控制结构	132
9.3.1 Do 语句结构	132
9.3.2 While 语句结构	133
9.3.3 For 语句结构	134
9.3.4 重复运用函数的方法	134
9.3.5 过程程序和函数程序	135
9.4 转向控制	136
9.4.1 复合表达式内的转向控制	136
9.4.2 退出循环结构	136
9.5 构造程序包	137
9.5.1 给函数定义信息	137
9.5.2 上下文	138
9.5.3 程序包结构	140
9.6 程序实例	141
习题	146
第 10 章 DOS 环境上机指导	148
10.1 Mathematica 的安装	148
10.2 进入/退出 Mathematica	149
10.2.1 进入 Mathematica	149
10.2.2 退出 Mathematica	150
10.3 单命令工作方式	150
10.3.1 输入命令	150
10.3.2 获取帮助	152
10.3.3 给函数取别名	153
10.4 调用 DOS 命令	154
10.5 文件操作	155
10.5.1 保存全部运算结果	155
10.5.2 调入和运行文件	155
10.5.3 程序执行中的应急处理	156
第 11 章 Mathematica 2.2 for Windows 上机指导	157
11.1 进入/退出 Mathematica 2.2	157
11.1.1 进入 Mathematica	157
11.1.2 获取帮助	157
11.1.3 退出 Mathematica	159
11.2 计算表达式	160
11.2.1 输入和计算表达式	160
11.2.2 输入函数和命令的快捷方式	161
11.2.3 重复运用命令方式	162

11.3 Notebook 和 Cell	162
11.3.1 Notebook	162
11.3.2 Cell	165
11.4 图形操作.....	166
11.4.1 调整图形的大小.....	166
11.4.2 动画演示图形.....	166
11.5 Mathematica 2.2 的新增功能和函数	168
11.5.1 箭头图元函数.....	168
11.5.2 三维等值函数.....	169
11.5.3 填充函数.....	170
11.5.4 画向量函数.....	170
11.5.5 旋转曲面函数.....	172
11.5.6 样条图元函数.....	173
11.5.7 样条拟合函数.....	174
11.6 菜单命令与键盘命令.....	175
11.6.1 “File”菜单	175
11.6.2 “Edit”菜单	175
11.6.3 “Cell”菜单	175
11.6.4 “Graph”菜单	176
11.6.5 “Action”菜单	176
11.6.6 “Action”中的“Prepare Input”子菜单	176
11.6.7 “Style”菜单	176
11.6.8 “Style”中的“Cell Style”子菜单	176
附录 Mathematica 2.0 的函数和命令	178
参考文献.....	209

绪 论

0.1 符号计算系统简介

0.1.1 符号计算系统

计算机的功能从单纯的数值计算发展到文字处理、图形变换与知识表示等,也不断地改变着我们的工作方式和生活方式. 19 世纪以前,计算是数学家们工作的主要部分,Gauss 对于 Ceres 轨道的计算和提出最小二乘拟合的计算方法便是两个例子. 19 世纪以后,数学研究发生了重大改变,计算的色彩日渐淡薄,数学家们对数学理论和数学结构远比对特殊问题的解的计算更为关心. 然而,现代计算机问世以后,情况又发生了变化,通过计算求解再次成为可行的手段. 1946 年,世界上第一台计算机 ENIAC(The Electronic Numerical Integrator and Computer)即主要是为数值积分计算服务的. 一提起计算机求解,人们立刻想到的是数值求解,这是因为计算机的早期应用范围主要是数值求解. 其实,数值求解只是计算机求解的一个方面,计算机进行计算的另一方面,即对数学表示式的处理,已形成一门新的科学分支,称为符号计算或计算机代数. 它是一门研究使用计算机进行数学公式推导的理论和方法的科学,演算数学公式的理论和算法是它研究的中心课题.

常规的符号计算系统包括数值计算、符号计算、图形演示和编程四个部分.

0.1.2 数值计算与符号计算

数值计算过程是常量、变量值、函数值到数值的一个变换,是一个或多个数值到一个数值的变换. 例如,计算 $y = \sin 10 + \ln 10$,其结果是 1.75868. 在高级语言中,算术表达式由常量、变量、函数和运算符等组成,算术表达式的值为某一精度范围内的数值. 计算各类表达式的值是高级语言的主要工作.

符号计算过程是常量、变量、函数和计算公式到常量、变量、函数和计算公式的一个变换,是一个多对多的变换,即数学表达式到数学表达式的精确运算. 例如,对一个多项式进行因式

分解,其结果仍是多项式. 与数值计算相比,符号计算对计算机的硬件和软件提出了更高的要求.

0.1.3 符号计算的对象

符号计算研究的对象从初等数学到高等数学,几乎涉及所有的数学学科,包括各种数学表达式的化简、多项式的四则运算、求最大公因式、因式分解、常微分方程和偏微分方程的解函数,以及各种特殊函数的推导、函数的幂级数展开、矩阵和行列式的各种运算、线性方程组的符号解等.

符号计算已成功地应用于几乎所有的科学技术和工程领域,其中包括数学理论领域. 它和数值计算一样,能够正确地完成人在短时间内无法完成的公式推导计算,从而使得不少研究领域的前沿向前推移.

0.1.4 符号计算的优势

1. 公式推导的工具

科研中常常进行公式推导和公式验证,有时由于设计模型的复杂性,手工推导难以进行. 例如,一个 7 个自由度行走的机器人,从运动方程求解加速度时,包括大量的多维转换公式推导,可以有上百项,甚至上千项,这时只能用符号计算系统才能迅速、准确地求解. 在推导有限元的刚度矩阵,以及计算行列式的展开和合并时,都可以用任何一个符号计算系统来完成公式演算. 这样的例子还有很多,甚至在数论、群论、李代数的理论研究中,也有专门的符号计算软件 Cayley 供数学家们使用. 用符号计算系统进行公式推导,既正确又迅速,它帮助科研人员摆脱了理论推导中繁琐的一面.

2. 理论研究中的实验方法

在物理、化学和生物学等许多自然科学领域中,实验是科学研究的一种手段. 符号计算系统的出现,为数学领域和一些理论研究领域提供了“实验”工具,部分高校的“数学实验室”应运而生. 数学的创造大多来自直觉,用符号计算系统对设想的定理结论直接进行验证,将待研究的方程绘出图形以观察变化趋势等,会给科研人员带来不同程度的灵感和启发,甚至会得到意想不到的收获,然后再将结果进行理论深化,并加以严格证明. 如今,数学实验已被一些数学工作者所接受.

3. 计算机辅助教学的工具

在计算机辅助教学中,需要制作各种课件和练习系统. 设想一下,如果在一个连微分、积分这样的基本运算功能都没有的环境下制作微积分教学课件,课件制作将寸步难行. 即使勉强完成的课件,也只能是简单的命题和习题的堆砌,是一种形式上的课本搬家,这样的课件没有生命力. 符号计算系统提供了高等数学中的基本运算和函数的作图功能,在这样的环境下

可以方便地制作课件和练习系统. 利用符号计算系统中的函数和规则, 可以制作各种智能化的课件.

0.1.5 符号计算系统功能简介

符号计算已有几十种软件系统, 一般可分为专用系统和通用系统两类. 通用符号计算系统都具有数值计算、符号计算和图形功能, 都有适合于从工作站到微机使用的多种版本. 符号计算语言是这种算法在计算机上的工具, 符号计算系统由符号计算语言和若干软件包组成. 目前, 典型的通用符号计算系统有(按字母顺序排列): Axiom, Macsyma, Maple, Mathematica, Reduce, Derive 等.

符号计算系统通常都有两种运行方式: 一种是交互式, 每发一个命令, 就执行一种相应的数学计算. 另一种方式是写一段程序, 执行一系列的命令, 就像用 Fortran 或 C 写程序一样. 每个符号计算系统都有自己的程序设计语言, 这些语言与通用的高级语言大同小异. 请看 C 语言和 Mathematica 中的几个语句形式:

C 语言

if (表达式) 语句 1 else 语句 2
while (表达式) 语句
for (初值; 终值条件; 增量) 语句

Mathematica

If[表达式, 语句 1, 语句 2]
While[表达式, 语句]
For[初值, 终值条件, 增量, 语句]

0.1.6 Mathematica 的特点

Mathematica 系统是用 C 语言编写的, 大约有 150000 行长. 它吸取了不同类型软件的特点:

- (1) 具有 Basic 语言那样简单易学的交互式操作方式;
- (2) 具有 MathCAD, Matlab 那样强大的数值计算功能;
- (3) 具有 Macsyma, Maple, Reduce 和 SMP 那样的符号计算功能;
- (4) 具有 APL 和 Lisp 那样的人工智能列表处理功能;
- (5) 像 C 和 Pascal 那样的结构化程序设计语言.

0.1.7 Mathematica 的开发者

Stephen Wolfram 于 1959 年生于伦敦, 在牛津大学和加州理工学院受教育, 1979 年在加州理工学院获博士学位, 现任伊利诺大学复杂系统研究中心主任, 物理学、数学和计算机科学教授. Stephen Wolfram 负责 Mathematica 的总体设计, 他写了 Mathematica 核心的基本代码的大部分.

Daniel R. Graysun 是伊利诺大学的数学教授, 他写了 Mathematica 的数学部分的许多内容, 包括任意精度的算术运算、解方程、矩阵演算、幂级数和椭圆函数等.

Roman E. Maeder 负责 Mathematica 的符号积分、多项式因式分解和其他多项式运算等

部分.

Stephen M. Omobundro 写了 Mathematica 的三维图形程序代码.

0.2 初识 Mathematica

Mathematica 是什么?

Mathematica 是一个符号计算系统;

Mathematica 是一个做数学的软件系统.

Mathematica 能做什么?

它能完成计算器上能做的任何工作;

它能做中小学数学中的计算题目;

它能做高等数学中的许多题目;

只给出数据或函数,用一条命令就能绘出函数的图形.

如果你不喜欢数学,你的工作又要求你去解决数学问题,那就请 Mathematica 做你的任劳任怨、忠于职守的助手,让 Mathematica 帮你解决各类数学问题.

如果你的孩子是中小學生,用 Mathematica 检查孩子的作业将会是一件轻松愉快的事.

如果你是科研人员,Mathematica 给你提供了各种数学工具,用它来验证论文中的计算,通过图形描绘等手段可获得更多的信息,会给你带来科学猜想和创作的灵感.

如果你已经是用 C 语言编程的高手,那么在 Mathematica 中编程只会感到限制更少,行动更方便.

即使你对 Mathematica 还一无所知,看完下面的例子,你会发现 Mathematica 是位博学多才而又友好的伙伴.

希望 Mathematica 会成为你工作和学习中的好伙伴!

我们先看一看下面的例题,粗略地了解 Mathematica 能做些什么样的题目. 最好坐在装有 Mathematica 的计算机前,在键盘上录入例题,在屏幕上观看运行的结果.

本书中大多数例题是在 Mathematica 1.2 环境中所做,也有的例题是在 2.0 版或 2.2 版中做的. 在不同的版本中,输入的命令几乎都相同,但输出的形式在不影响结果的前提下略有不同.

我们假定在 Mathematica 1.2 版本中演示下面的实例. 在装有 Mathematica 的目录下,键入

math

屏幕显示“In[1]:=”,它表示请你输入第一个要 Mathematica 计算的题目. 当它完成计算后,用“Out[1]=”的形式给出计算结果,接着显示“In[2]:=”,请你输入第二个要 Mathematica 计算的题目. 一直继续下去,直到输入“Exit”时停止运行. 请看下面的实例:

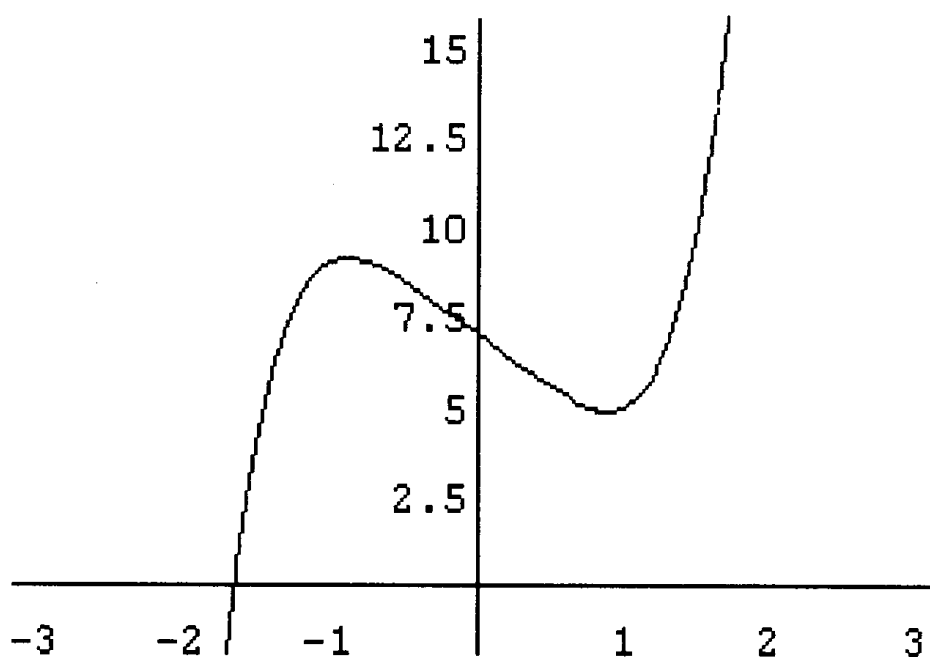
In[1]:=0.357*12.3+65^2 (* 像在用一个计算器 *)

Out[1]=4229.39

```

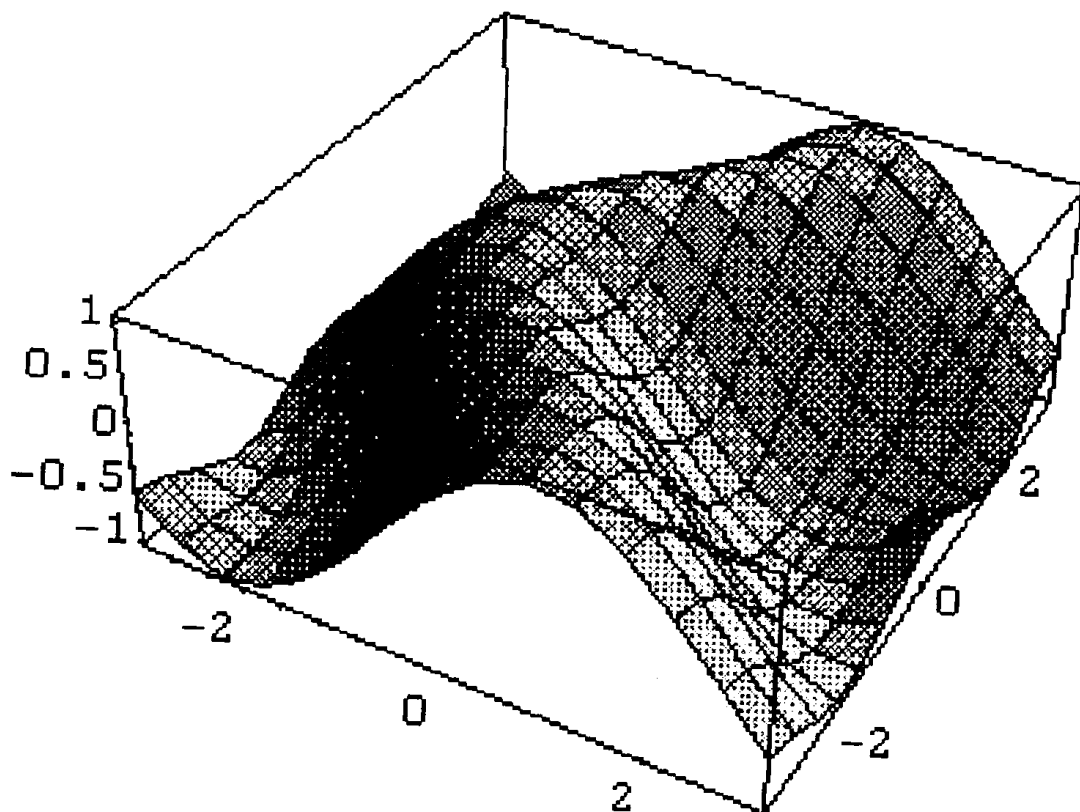
In[2]:=3^100      (* 数字的位数可真不少! *)
Out[2]=515377520732011331036461129765621272702107522001
In[3]:=Factor[x^3-12x^2-145x+1716]
          (* 对  $x^3-12x^2-145x+1716$  进行因式分解 *)
Out[3]=(-13+x)(-11+x)(12+x)
In[4]:=Expand[(x-3)(y^2-x+6)]      (* 展开多项式 *)
Out[4]=-18+9x-x^2-3y^2+x y^2
In[5]:=GCD[391, 561, 357]      (* 计算 391, 561, 357 的最大公约数 *)
Out[5]=17
In[6]:=LCM[21, 29, 35]      (* 计算 21, 29, 35 的最小公倍数 *)
Out[6]=3045
In[7]:=Solve[{3x-2y==5, x+y==5}, {x,y}]
          (* 解方程组  $\begin{cases} 3x-2y=5, \\ x+y=5 \end{cases}$  *)
Out[7]={{x->3, y->2}}
In[8]:=D[x^2 Sin[x], x]      (* 计算  $\frac{dx^2 \sin x}{dx}$  *)
Out[8]=x^2 Cos[x]+2x Sin[x]
In[9]:=Integrate[x^2 Sin[x], x]      (* 计算不定积分  $\int x^2 \sin x dx$  *)
Out[9]=2Cos[x]-x^2 Cos[x]+2x Sin[x]
In[10]:=Integrate[(Cos[x]+2)/Sin[x]^2, {x, 1.1, 3.3}]
          (* 计算定积分  $\int_{1.1}^{3.3} \frac{\cos x + 2}{\sin^2 x} dx$  *)
Out[10]=-4.04057
In[11]:=A={{1,2,3,4}, {3,2,5,6}, {1,2,-1,2}, {0,2,5,7}};
          (* 定义一个  $4 \times 4$  阶矩阵 *)
In[12]:=B={{7,6,5,4}, {8,5,3,2}, {9,6,1,8}, {0,-3,-4,5}};
In[13]:=C={{3,1,2,0}, {4,5,0,8}, {6,7,1,9}, {7,8,2,3}};
In[14]:=TableForm[A*B+C]      (* 矩阵运算如此简单! *)
          10    13    15    18
          28    15    15    20
          15    19     0    25
Out[14]//TableForm=
          7     2   -18    38
In[15]:=Plot[x^5-3x+7, {x,-3,3}]

```



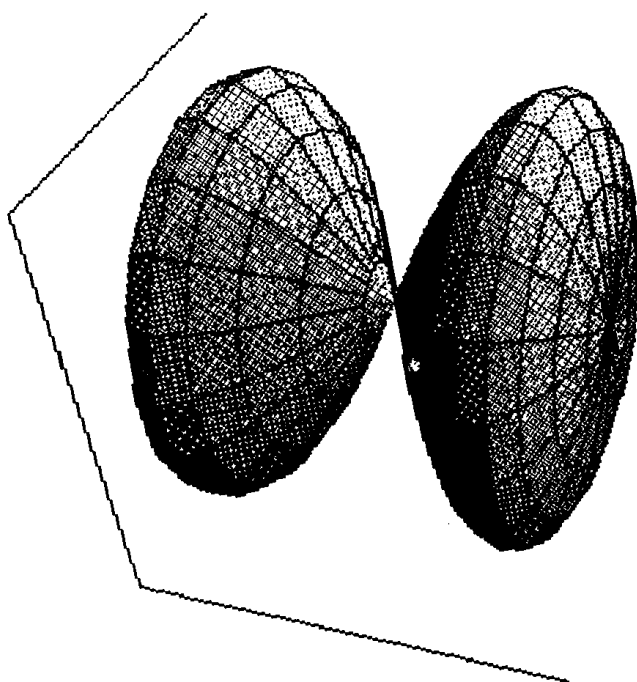
Out[15]=Graphics— (* 一个命令,一个图形呼之而出 *)

In[16]:=Plot3D[Cos[x+Cos[y]], {x,-Pi,Pi}, {y,-Pi,Pi}]



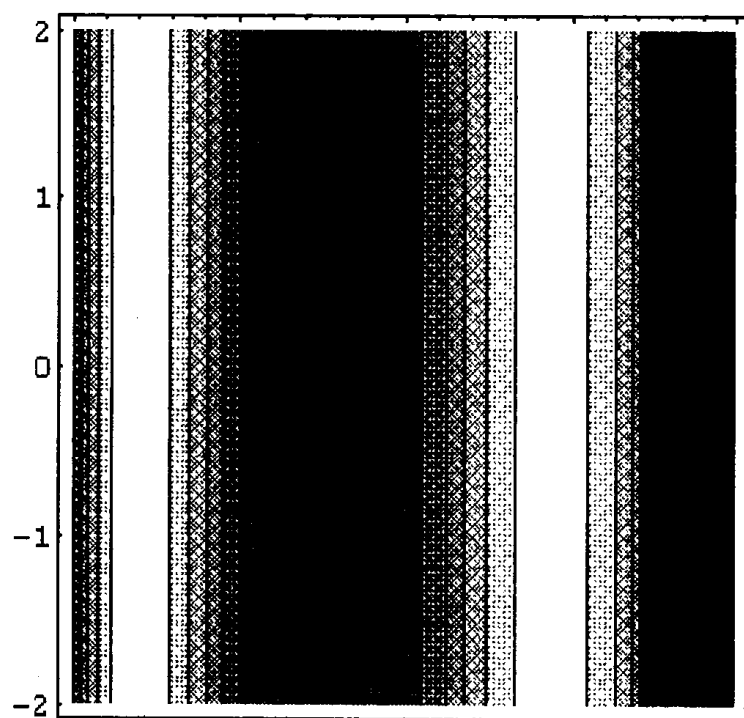
Out[16]=SurfaceGraphics— (* 画一个三维图形也不难吧! *)

In[17]:=ParametricPlot3D[{Sin[u], Sin[2u] Sin[v], Sin[2u] Cos[v]},
> {u,-Pi/2,Pi/2}, {v,0,2Pi}, Ticks->None, Boxed->False]



Out[17]=—SurfaceGraphics— (* 空间参数曲线 *)

In[18]:=ContourPlot[Sin[x^2+Sin[y]], {x,-2,2}, {y,-2,2}]



Out[18]=—ContourGraphics— (* 画函数 $\sin(x^2+\sin y)$ 的等值线图 *)

第 1 章

Mathematica 中的基本量

1.1 数与数的表示

1.1.1 数值类型

Mathematica 的简单数值类型有整数、有理数、实数和复数。

整数(Integer)由若干个 0 至 9 的数字组成,数字之间不能有空格、逗号和其他字符。正负号放在整数的首位,输入时,正号可省略不写。只要内存允许,Mathematica 可以表示任意长度的精确整数,不受所用的计算机的字长限制。在内存为 4MB 的 386 计算机上,可输入一个 200 位以上的整数。整数与整数的运算结果仍是准确的整数或有理数。例如,2 的 100 次方是一个 31 位的整数:

```
In[1]:=2^100
```

```
Out[1]=1267650600228229401496703205376
```

这里,“In[1]:=”是系统给用户的输入提示,2¹⁰⁰ 是用户输入的要计算的表达式;“Out[1]=”以及整个这一行是系统输出的对 In[1]的计算结果。本书中的例题都将采取这种表示形式。

在 Mathematica 中允许使用分数,也就是用有理数(Rational)表示一个化简过的分数。当两个整数相除而又不能整除时,系统就用有理数来表示,例如 $\frac{2}{91}$ 。系统自动对分数做可能的化简,自动约去分子和分母的公因子。输入时,我们使用“分子/分母”的形式,用除号隔开分子与分母;输出时,系统一般用分式的形式,当分子和分母数值较大时,有时也使用“分子/分母”的形式。例如:

```
In[2]:=123/456+1/3
```

```
Out[2]= $\frac{275}{456}$ 
```

实数(Real)是用浮点数表示的,Mathematica 与一般高级语言的不同之处是实数的有效位数可取任意位,是一种具有任意精确度的近似实数,计算中也可以保持和控制实数的精度。

输入时实数有两种表示方法,一种是小数形式,例如,.679,0.,-1234.6都是合法的小数;另一种是指数形式,即科学记数法,例如,0.12346 10^4,表示 0.12346×10^4 .

实数可以和整数、有理数混合计算,其结果仍是一个实数.例如:

```
In[3]:=1+1/2+0.2
```

```
Out[3]=1.7
```

复数(Complex)由实部和虚部组成.实部和虚部可用整数、有理数和实数表示.在 Mathematica 中,用 I 表示虚数单位, $I = \sqrt{-1}$.例如,计算 $\sqrt{-9}$ 和 e^{3+7i} :

```
In[4]:=Sqrt[-9]
```

```
Out[4]=3 I
```

```
In[5]:=Exp[3.0+7 I]
```

```
Out[5]=15.1425+13.1959 I
```

现将以上各种数值类型小结如下:

类 型	描 述	实 例	特 征 说 明
整数	Integer	1234567	任意长度的精确整数
有理数	Rational	13243/5768971	化简过的分数
实数	Real	1234567.0	任意精确度的近似实数
复数	Complex	1234567.0+3 I	实部和虚部可为整数、有理数、实数

1.1.2 数学常数

在 Mathematica 中,定义了一些数学常数,这些数学常数都是精确数.例如,表示圆周率的 π ,表示无穷大的 ∞ .

Mathematica 中常用的数学常数如下:

数学常数	意 义
Pi	$\pi = 3.14159\cdots$
E	自然对数的底, $e = 2.71828\cdots$
Degree	1 度, $\frac{\pi}{180}$
I	虚数单位, $i = \sqrt{-1}$
Infinity	无穷大, ∞

数学常数可以直接用在公式推导中.在公式推导中,数学常数多为精确数;用在数值计算中的数学常数可以取任意精确度.为了输入方便起见,数学常数用英文字符串表示.例如:

```
In[1]:=2Pi+Pi^2
```

```
Out[1]=2Pi+Pi^2 (* 结果仍是准确值 *)
```