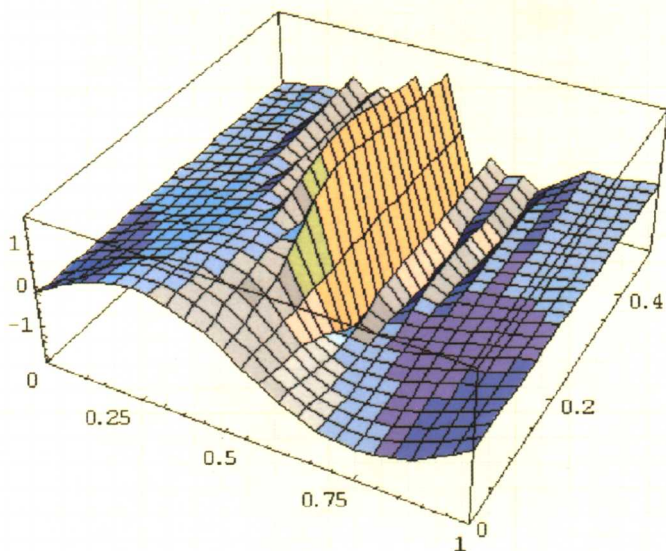


数学实验

柏宏斌 陈德勤 编著

SHU XUE SHI YAN



四川大学出版社

O13-33
11

数 学 实 验

柏宏斌 陈德勤 编著

四川大学出版社

责任编辑:李川娜
责任校对:黄新路
封面设计:杨 军
责任印制:杨丽贤

图书在版编目(CIP)数据

数学实验 / 柏宏斌, 陈德勤编著. —成都: 四川大学出版社, 2005.6

ISBN 7-5614-3092-2

I. 数... II. ①柏... ②陈... III. 数学-应用软件, Mathematica IV. O245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 060314 号

书名 数学实验

编 著	柏宏斌 陈德勤
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
印 刷	郫县犀浦印刷厂
成品尺寸	140 mm × 202 mm
印 张	12.5
字 数	200 千字
版 次	2005 年 6 月第 1 版
印 次	2006 年 8 月第 2 次印刷
印 数	3 301~6 900 册
定 价	22.50 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。电 话:85408408/85401670/85408023 邮政编码:610065
◆本社图书如有印装质量问题,请寄回出版社调换。

版权所有◆侵权必究

◆网址:www.scupress.com.cn

前 言

马克思曾经说过：“任何一门科学只有充分利用了数学才能够达到完美的境界。”

随着科学技术的发展，数学发挥着越来越重要的作用。为了适应科学技术的发展，数学教学面临着改革；信息时代的到来，要求数学教学的实践性增强。数学实验这门课程就是基于上述需要而产生的。

“数学实验”是以数学建模和数值计算为核心，以培养学生运用所学计算机知识解决实际问题为主要内容的一门实践性很强的课程。根据四川省教育厅的要求，1999年上学期我校对数学实验这门课程开始进行试点，经过逐步推广，目前已在全校开设。通过近几年的教学实践并结合我校实际情况，为适应培养新世纪的创新人才的时代要求，我们编写了这本教材。

本教材不但可以作为理工科院校本科生和大专生的教材，也可作为以 Mathematica 为计算平台的科研和管理人员的参考书。

本书包括以下几部分：

一、Mathematica 软件基本操作介绍。

二、根据不同专业的要求和数学基础课程的教学进度而编写的 16 个实验：

1. Mathematica 软件操作实验 4 个；
2. 能用 Mathematica 软件求解的应用实验 12 个。

三、Mathematica 的常用命令汇总。

根据这几年的实验教学经验以及学生的要求，本书在软件操作实验部分给出了参考答案。为了更好地培养学生的创新思维，提高学生独立处理实际问题的能力，我们对于应用实验部分没有给出参考答案。为了满足读者进一步学习的需求，我们将 Mathematica 常用的命令汇总在附录中，以帮助读者全面掌握数学软件和查阅相关命令。

“数学实验”是一门新课程，其内容和方法在国内外均不是很成熟，因此在编写过程中，对教材内容的取舍不易掌握，加之水平有限，虽经努力，但仍可能存在一些问题，敬请各位读者批评指正并提出宝贵的意见。

有什么意见，请发 E-mail 到 mathlab@etang.com。我们将非常感谢！

编著者

2005 年 6 月

目 录

第 1 部分 Mathematica 软件入门

绪 论	(3)
0.1 Mathematica 概述	(3)
0.2 Mathematica5.0 安装的硬件要求和系统需求	(5)
第 1 章 Mathematica 基本操作简介	(7)
1.1 Mathematica5.0 的启动	(7)
1.2 Mathematica5.0 菜单环境常用条目介绍	(8)
1.2.1 文件菜单 [File]	(8)
1.2.2 编辑菜单 [Edit]	(9)
1.2.3 细胞菜单 [Cell]	(9)
1.2.4 格式菜单 [Format]	(10)
1.2.5 [Input] 菜单	(12)
1.2.6 [Kernel] 菜单	(13)
1.2.7 [Find] 菜单	(14)
1.2.8 [Windows] 菜单	(14)
1.2.9 [Help] 菜单	(14)
1.3 Mathematica 基本学习方法	(15)
1.4 工具栏的使用	(20)

1.5	单元の様式	(23)
1.6	基本的语言规则	(25)
第2章	数、表达式、表和变量	(27)
2.1	数的表示和计算	(27)
2.1.1	数和数的计算	(27)
2.1.2	Mathematica 系统数学常数	(30)
2.2	表达式	(31)
2.2.1	与表达式有关的判断	(31)
2.2.2	关系判断和逻辑表达式	(31)
2.2.3	四种括号的用法	(32)
2.3	表	(32)
2.3.1	表的构造	(33)
2.3.2	表的操作	(36)
2.4	变 量	(37)
2.5	变量赋值	(39)
2.5.1	“=” 赋值	(39)
2.5.2	对多个变量同时赋值	(39)
2.5.3	变量替换	(40)
2.6	存放变量的目录操作	(41)
2.7	清除不需要的变量	(43)
第3章	常用内置函数	(48)
3.1	常用数学函数	(49)
3.1.1	四则运算: 加、减、乘、除和幂	(49)
3.1.2	其他基本函数	(50)

3.1.3 常用表达式转换函数.....	(61)
3.2 数值计算 N []	(66)
3.3 输入输出函数.....	(73)
第 4 章 自定义函数	(80)
4.1 立即定义函数.....	(80)
4.2 定义复合函数.....	(82)
4.3 多变量函数的定义.....	(83)
4.4 延迟定义函数.....	(83)
4.5 定义分段函数.....	(84)
第 5 章 绘图函数	(87)
5.1 绘制一元显函数 2D 图	(87)
5.2 二维参数作图.....	(92)
5.3 图形元素图	(105)
5.4 三维显函数作图	(119)
5.5 三维参数形式函数作图	(124)
5.6 数据作图	(131)
5.7 等高线图	(137)
5.8 密度图	(140)
5.9 图形的重绘组合	(142)
5.10 动画制作.....	(149)
第 6 章 绘图函数库.....	(154)
6.1 极坐标绘图	(154)
6.2 样条图形	(158)

6.3	绘制三维空间数据的散点图和网格分割图	(163)
6.4	绘制三维图形的投影	(167)
第 7 章	声音函数	(175)
第 8 章	文件操作函数	(184)
8.1	文件操作的基本命令	(184)
8.2	同时保存多个变量或内容	(187)
8.3	数据加密保存	(188)
8.4	添加变量或内容到文件	(190)
8.5	保存批量信息到文件	(191)
8.6	保存当前工作期生成的所有变量到文件	(196)
8.7	目录及文件操作	(197)
8.8	批量加载实验数据	(199)
第 9 章	Mathematica 软件的编程	(204)
9.1	自定义函数	(204)
9.2	程序结构和控制	(205)
9.2.1	顺序结构	(205)
9.2.2	循环结构	(206)
9.2.3	迭代函数	(211)
9.3	程序流程的控制	(217)
9.3.1	常用的流程控制函数	(218)
9.3.2	条件和分支结构	(220)
9.3.3	符号条件	(224)
9.3.4	逻辑表达式运算形式	(226)

9.4	模块和块中的变量	(227)
9.5	清空内存、驻留变量、重新启动内核	(231)
9.6	函数编译加快执行的速度	(232)
第 10 章	迭代的应用	(234)
10.1	浑 沌	(234)
10.2	分 形	(240)
第 11 章	解方程	(242)
11.1	求解最高次幂不高于 4 的方程	(242)
11.2	求解最高次幂不大于 4 的方程组	(243)
11.3	方程组消元	(243)
11.4	求一组方程所有可能的解	(244)
11.5	求超越方程在某点附近的解	(244)
11.6	求解联立非线性方程组	(244)
第 12 章	微积分	(246)
12.1	极 限	(246)
12.2	微 分	(247)
12.2.1	求导数	(247)
12.2.2	求偏导数和混合偏导数	(247)
12.2.3	求函数的全微分	(248)
12.2.4	求高阶导数	(248)
12.2.5	对隐函数求导	(249)
12.2.6	求某点的导函数值	(250)
12.3	积 分	(250)

12.3.1	求不定积分	(250)
12.3.2	求定积分	(251)
12.3.3	计算含有两个变量的表达式的二重积分	(251)
12.4	级数	(252)
12.4.1	幂级数的 Taylor 展开	(252)
12.4.2	傅立叶级数展开	(253)
12.4.3	数列求和与求积	(256)
12.5	数据拟合	(257)
第 13 章	线性代数	(259)
13.1	矩阵、向量	(259)
13.1.1	用输入多维表的形式生成表	(259)
13.1.2	由 Table [] 函数生成矩阵	(260)
13.1.3	由 Array [] 函数生成矩阵	(261)
13.1.4	几种特殊矩阵的生成	(261)
13.2	利用矩阵解线性方程组	(264)
第 14 章	微分方程	(266)
14.1	微分方程的解析解	(266)
14.1.1	求微分方程的通解	(267)
14.1.2	解的纯函数形式	(268)
14.1.3	求解微分方程组	(268)
14.1.4	带初始条件的微分方程的解	(269)
14.1.5	进一步讨论	(270)
14.2	微分方程的数值解	(272)
14.2.1	插值函数	(272)

14.2.2	NDSolve [] 求微分方程的数值解	(277)
第 15 章	积分转换	(283)
15.1	Dirac delta 和 Unit step 函数	(283)
15.2	Laplace 转换	(286)
15.3	反 Laplace 转换	(287)
15.4	傅立叶转换	(288)
15.5	Z 转换	(292)
 第 2 部分 软件操作及应用实验		
第 1 章	软件操作实验	(296)
实验 1	解方程和方程组	(296)
实验 2	极限运算	(300)
实验 3	积分运算	(303)
实验 4	微分基本运算及函数的幂级数展开	(305)
 第 2 章	 应用实验	 (308)
实验 1	最佳售房问题	(308)
实验 2	工资问题	(311)
实验 3	放射性废料的处理问题	(314)
实验 4	路程估计问题	(316)
实验 5	交通流量问题	(319)
实验 6	动物繁殖问题	(321)
实验 7	生物种群数量问题	(323)
实验 8	保险储备策略问题	(326)

实验 9 安全渡河问题	(328)
实验 10 飞机票的预定策略问题	(330)
实验 11 零件参数设计问题	(333)
实验 12 锁具装箱问题	(341)
 附录 Mathematica 常用命令汇总	 (344)
1 数值计算	(344)
2 代数运算	(351)
3 微积分	(354)
4 数学函数	(356)
5 表和矩阵	(359)
6 图形	(366)
7 编程	(373)
8 字符串操作	(383)
9 统计	(385)
10 积分转换	(387)
 参考文献	 (388)

第1部分

Mathematica软件入门

绪 论

0.1 Mathematica 概述

Mathematica是美国Wolfram研究公司开发的功能强大的一种数学分析型的软件包，以符号计算见长，也具有高精度的数值计算功能和强大的图形处理功能，自1988年Mathematica 1.0推出后，在计算技术领域引起了很大震动，被美国Macworld杂志誉为“不只是一套软件，更是一次划时代的革命”。Mathematica是一个完全集成环境下的符号运算系统，它将几何、数值计算与代数有机结合到一起，可用于解决各种领域内涉及的复杂符号计算和数值计算问题。

Mathematica的基本系统主要是用C语言开发的，因而可以比较容易地移植到各种平台上，Mathematica是一个交互式的计算系

统，计算是在用户和Mathematica互相交换、传递信息数据的过程中完成的。Mathematica系统所接受的命令都被称作表达式，系统在接受了一个表达式之后就对它进行处理，然后再把计算结果返回。Mathematica对于输入形式有比较严格的规定，用户必须按照系统规定的数学格式输入，系统才能正确地处理，不过由于3.0以后版本引入了输入面板，并且可以修改、重组输入面板，因此比以前版本输入指令时需要不断切换大小写字符的繁琐方式得到很好的改善。5.0版本可以用各种格式保存文件和剪贴内容，包括RTF、HTML、BMP等格式。

我们知道编程中用到的整型、实型，甚至双精度数，一般都是一个近似数，其精度有限，有效数字有限，在很多时候达不到实际需要的要求。而Mathematica在符号计算方面能以准确值记录计算的每一步结果，如果需要时，可以将精确表示按需要计算成任意位数的小数表示出来(只要机器内存足够大)。

Mathematica 的精华在于可以做任意精度的数值计算、符号式的运算以及丰富的绘图处理。

Mathematica在符号运算方面能做运算式的化简和展开、因式分解、方程式的求解、极限、微分、积分、幂级数展开、解微分