

MATLAB 语言常用算法 程序集

龚纯 王正林 编著

- ★ 富有代表性的算法
- ★ 富有指导性的编程
- ★ 富有层次性的结果



龚纯 王正林 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书精选了科学和工程中常用的 200 余个算法,全部采用 MATLAB 语言编程实现,并结合实例对算法程序进行验证和分析。本书分为上下两篇,上篇为 MATLAB 基础篇,主要介绍 MATLAB 的基本功能和操作以及 MATLAB 程序设计的入门知识;下篇为算法程序篇,主要讲述以下方面常用算法的 MATLAB 实现,包括插值、函数逼近、矩阵特征值计算、数值微分、数值积分、方程求根、非线性方程组求解、解线性方程组的直接法、解线性方程组的迭代法、随机数生成、特殊函数计算、常微分方程的初值问题、偏微分方程的数值解法、数据统计和分析。

本书适用于初、中、高级 MATLAB 用户,既可以作为使用 MATLAB 的高等院校师生的教学用书或参考书,又可以供广大科研人员和工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 语言常用算法程序集 / 龚纯, 王正林编著. —北京: 电子工业出版社, 2008.6
(MATLAB 精品丛书)
ISBN 978-7-121-06570-5

I. M… II. ①龚… ②王… III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 059305 号

责任编辑: 江 立

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 35.75 字数: 839 千字

印 次: 2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 65.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

MATLAB 以其强大的数值计算功能、简捷易学的语句、丰富的函数及工具箱获得了广大科学工作者和工程技术人员的一致认可, MATLAB 语言也成为世界上最流行的计算语言之一, 并被誉为第四代编程语言。

MATLAB 软件是一个包含众多科学、工程计算的庞大系统, 是一个功能强大的计算平台, 被认为是进行高效研究与开发的首选计算软件工具。MATLAB 软件已经在国外的许多大学普及, 在国内的大学应用也日趋普遍, 近年来 MATLAB 的应用领域已经拓展到了各个行业的很多学科, 在各大公司、科研机构 and 高校里日益普及, 得到广泛应用; 其自身也因此得到了迅速发展, 功能不断扩充, 现已发展至 MATLAB 7.6 版本。

写作目的

MATLAB 不仅提供了大量的、功能强大的系统函数及工具箱函数, 而且 MATLAB 作为程序设计语言, 具有编程简捷、调试方便、轻松设计自定义函数等优势。

本书由浅入深地讲述 MATLAB 语言的程序设计, 深入讲述科学和工程常用算法的 MATLAB 编程实现, 主要有以下几个写作目的:

- 提高工作效率

通过 MATLAB 编程实现这些算法, 帮助读者摆脱繁重、重复的数学计算, 从而有更多的时间和精力来理解严谨的数学概念和应用这些算法。

- 提高编程能力

培养读者良好的算法分析能力和 MATLAB 程序设计能力, 使得他们能够掌握 MATLAB 编程并开发出高效率的 MATLAB 程序。

- 方便参考查阅

编写了科学及工程中常用的算法, 内容新颖, 查阅方便, 参考性强, 方便实用, 是进行科学计算的常备工具书。

希望本书能在我国高校、科学及工程领域中深入推广 MATLAB、拓展 MATLAB 的应用领域、深化 MATLAB 的应用层次产生积极深远的影响。

主要特色

本书内容以算法程序为主、例子为辅, 通过一个个的算法分析、MATLAB 编程、算法应用实例, 一步步带领读者进入 MATLAB 的强大世界, 挖掘 MATLAB 的丰富宝库。

本书主要的特点可以概括为以下几点:

1. 内容由浅入深、层次性强

本书首先用基础篇介绍 MATLAB 的基本功能和操作, 以及程序设计入门, 然后在下篇算法程序篇中, 深入地讲述了算法分析、算法 MATLAB 编程实现等知识, 提升了

MATLAB 的应用高度。

2. 算法精挑细选，代表性强

本书综合考虑了科学研究和工程实践的算法需要，以及科学和工程等各个领域的算法应用特点，精心挑选了最具代表性和实用性的 200 余个算法，并进行深入的分析和编程实现。

3. 算法编程实现，指导性强

本书的算法全部采用 MATLAB 编程实现，源程序注释丰富、而且通过实例验证了它的正确性，读者通过编程练习，不但可以很好地理解算法理论，还能够熟练掌握 MATLAB 的编程技巧。

4. 语言简练精练，可读性强

本书的算法都以通俗易懂的语言阐述，直接给出算法的具体形式和编程分析，避免冗长的叙述和繁杂的推导，在程序设计中，对关键的代码进行点睛式的注释，让读者在算法编程中熟练 MATLAB 语言编程。

5. 附录内容丰富，实用性强

本书同时又是一本实用的 MATLAB 程序设计工具书。附录提供了 MATLAB 7.6 版本计算常用工具箱的索引和注释，以及本书编写的全部算法程序的注释和索引，非常便于查询和参考。

本书具有知识全面、算法精彩、实例丰富、指导性强等特点，力求以全面的知识性、深入的算法编程和丰富的实例来引导、教会读者循序渐进地、透彻地学习 MATLAB 编程技术。本书适用于初、中、高级 MATLAB 用户，既可以作为使用 MATLAB 的高等院校师生的教学用书或参考书，又可以供广大科研人员和工程技术人员参考。

内容导读

本书讲述的重点是常用算法的 MATLAB 程序设计及应用，同时将 MATLAB 的使用方法和编程技巧渗透于其中。全书正文部分共分 2 篇 17 章和 2 个附录，内容概要如下。

• 上篇：MATLAB 基础篇

包括第 1 章～第 3 章，分别为 MATLAB 语言概述、MATLAB 计算基础、MATLAB 程序设计基础。

本篇对于初学者来说，可以说是最好的参考之一。本篇将从无到有、由浅入深、让你感觉到使用 MATLAB 进行程序设计师如此的轻松愉快。简单地输入几行指令，调用几个函数，就能帮你实现所需要的结果。

对于 MATLAB 程序设计的初学者，建议认真学习本篇，而对于熟悉 MATLAB 编程的读者，则可以有选择地学习本篇。

• 下篇：算法程序篇

包括第 4 章～第 17 章，分别为插值、函数逼近、矩阵特征值计算、数值微分、数值积分、方程求根、非线性方程组求解、解线性方程组的直接法、解线性方程组的迭代法、随机数生成、特殊函数计算、常微分方程的初值问题、偏微分方程的数值解法、数据统计

和分析。

在上篇 MATLAB 基础知识的铺垫下,本篇讲述科学和工程中常用算法的基础理论知识以及 MATLAB 实现,着重将理论知识与算法实现、算法应用相结合,每个算法都采用 MATLAB 语言编程实现,并给出了应用实例,使读者能快速地将算法应用到实际问题中去。

• 附录

附录 A 提供了 MATLAB 7.6 版本的线性代数、曲线拟合工具箱、样条工具箱、偏微分方程工具箱和最优化工具箱中常用函数的索引和注释,这些是学习 MATLAB、应用 MATLAB 自带函数的好帮手。

附录 B 提供了本书编写的全部算法程序的注释和索引,便于读者进行查询和参考。

光盘说明

本书附带光盘中包括了全书所有算法的程序代码,在光盘中存为同函数名的 M 文件,例如,richason.m 表示理查森迭代法求解线性方程组的程序,依此类推。

这些算法程序都经过了验证,可以直接用于工程计算。读者可以通过运行光盘提供的代码文件,体会本书所有实例的效果,还可以研究这些源程序来掌握和熟练 MATLAB 编程。

由于所有代码都是在 MATLAB 7 (R14) 下编写并调试通过的,因此,使用本光盘中实例前,读者需要安装 MATLAB 7 (R14) 或更高版本,并将包含待运行.m 文件的文件夹添加到 MATLAB 路径或设置为 MATLAB 当前目录。如读者需要运行 richason.m,那么就需要将包含此 M 文件的文件夹添加到 MATLAB 路径,或者将其设置为 MATLAB 当前目录,然后通过命令窗口调用文件名,或者在 M-Editor 窗口打开并运行代码文件等方式来运行此 M 文件。

作者致谢

在本书编写过程中,得到了朱沐红老师、江立编辑的大力支持,在此对她们表示衷心的感谢!对清华大学的研究生张锴、王继明等给予我们持续的鼓励和支持表示感谢,同时对各位钻研 MATLAB 的网友给予的启发和帮助表示感谢。

由于时间仓促,作者水平和经验有限,书中错漏之处在所难免,还望得到专家、读者和行内人士的批评指正,我们的邮箱是:wa_2003@126.com。

作 者
2008 年 3 月于北京

目 录

上篇 MATLAB 基础篇

第 1 章 MATLAB 语言概述	2
1.1 MATLAB 语言的产生与发展	2
1.2 MATLAB 的优势与特点	2
1.3 MATLAB 系统的构成	4
1.4 MATLAB 的工具箱	5
1.5 MATLAB 桌面操作环境	6
1.5.1 MATLAB 启动和退出	6
1.5.2 MATLAB 主菜单及功能	7
1.5.3 MATLAB 命令窗口	11
1.5.4 MATLAB 工作空间	13
1.5.5 MATLAB 文件管理	15
1.5.6 MATLAB 帮助使用	15
1.6 小结	16
第 2 章 MATLAB 计算基础	17
2.1 MATLAB 数值类型	17
2.2 关系运算和逻辑运算	19
2.3 矩阵及其运算	20
2.3.1 矩阵的创建	20
2.3.2 矩阵的运算	21
2.4 复数及其运算	23
2.4.1 复数的表示	23
2.4.2 复数的绘图	25
2.4.3 复数的操作函数	26
2.4.4 留数的基本运算	26
2.5 符号运算	27
2.5.1 符号运算概述	27
2.5.2 常用的符号运算	29
2.6 MATLAB 中的数据精度	30
2.6.1 MATLAB 的数据类型	30
2.6.2 MATLAB 的数值精度	31
2.6.3 MATLAB 的显示精度	32
2.7 MATLAB 常用绘图命令	32
2.8 小结	35

第 3 章 MATLAB 程序设计基础

3.1 MATLAB 编程概述	36
3.2 MATLAB 程序设计原则	37
3.3 M 文件	38
3.4 MATLAB 程序流程控制	40
3.5 MATLAB 中的函数及调用	43
3.5.1 函数类型	43
3.5.2 函数参数传递	46
3.6 函数句柄	51
3.7 MATLAB 程序调试	52
3.7.1 调试方法	52
3.7.2 调试工具	53
3.7.3 M 文件分析工具	56
3.7.4 Profiler 分析工具	58
3.8 MATLAB 程序设计技巧	59
3.8.1 嵌套计算	59
3.8.2 循环计算	61
3.8.3 使用例外处理机制	61
3.8.4 使用全局变量	63
3.8.5 通过 varargin 传递参数	65
3.9 小结	66

下篇 算法程序篇

第 4 章 插值

4.1 拉格朗日插值	68
4.2 艾特肯插值	70
4.3 利用均差的牛顿插值	72
4.4 等距节点插值	75
4.4.1 利用差分的牛顿插值	75
4.4.2 高斯插值	79
4.5 埃尔米特插值	84
4.6 分段三次埃尔米特插值	85
4.7 样条插值	87
4.7.1 二次样条插值	87

4.7.2	三次样条插值	89
4.7.3	B 样条插值	97
4.8	有理分式插值	100
4.9	反插值	104
4.10	二维插值	107
4.10.1	分片双线性插值	107
4.10.2	二元三点拉格朗日插值	109
4.10.3	分片双三次埃尔米特插值	112
4.11	小结	114
第 5 章	函数逼近	115
5.1	切比雪夫逼近	115
5.2	勒让德逼近	117
5.3	帕德逼近	118
5.4	最佳一致多项式逼近	120
5.5	最佳平方多项式逼近	124
5.6	傅立叶逼近	126
5.7	自适应逼近	128
5.7.1	自适应分段线性逼近	128
5.7.2	自适应样条逼近	131
5.8	多项式曲线拟合	135
5.9	线性最小二乘拟合	136
5.10	正交多项式最小二乘拟合	138
5.11	小结	141
第 6 章	矩阵特征值计算	142
6.1	特征值与特征向量	142
6.2	条件数与病态矩阵	142
6.3	相似变换	144
6.4	特征值求取	146
6.4.1	特征多项式法	146
6.4.2	幂法	147
6.4.3	瑞利商加速幂法	149
6.4.4	收缩法	151
6.4.5	逆幂法	153
6.4.6	位移逆幂法	154
6.4.7	QR 算法	156
6.5	舒尔分解和奇异值分解	162
6.6	采用 eig 函数计算	163
6.7	矩阵指数计算	165
6.8	小结	166

第 7 章	数值微分	167
7.1	中点公式法	167
7.2	三点公式法和五点公式法	168
7.3	三次样条函数法	171
7.4	自适应数值微分法	173
7.5	辛普森数值微分法	175
7.6	理查森外推算法	179
7.7	二阶导数求取法	180
7.7.1	多点公式法	181
7.7.2	三次样条法	185
7.8	小结	187
第 8 章	数值积分	188
8.1	复合梯形公式法	188
8.2	辛普森法数值积分	190
8.3	牛顿-科茨法数值积分	192
8.4	高斯系列公式数值积分	194
8.4.1	高斯公式	194
8.4.2	高斯-拉道公式	196
8.4.3	高斯-洛巴托公式	198
8.5	区间逐次分半法数值积分	200
8.5.1	区间逐次分半梯形公式 数值积分	200
8.5.2	区间逐次分半辛普森公式 数值积分	202
8.5.3	区间逐次分半布尔公式 数值积分	203
8.6	龙贝格积分法	205
8.7	自适应法求积分	207
8.8	三次样条函数求积分	209
8.9	平均抛物插值求积分	210
8.10	奇异积分	212
8.10.1	高斯-拉盖尔公式	212
8.10.2	高斯-埃尔米特公式	214
8.10.3	第一类切比雪夫积分	216
8.10.4	第二类切比雪夫积分	217
8.11	重积分的数值计算	218
8.11.1	梯形公式	218
8.11.2	辛普森公式	220
8.11.3	高斯公式	222
8.12	小结	224

第 9 章 方程求根	225	第 11 章 解线性方程组的直接法	305
9.1 方程的基本理论	225	11.1 线性方程组概论	305
9.2 方程求根的数值方法	225	11.2 高斯消去法	305
9.2.1 贝努利法	225	11.2.1 高斯顺序消去法	306
9.2.2 二分法	228	11.2.2 高斯主元消去法	308
9.2.3 黄金分割法	230	11.2.3 高斯-若当消去法	313
9.2.4 不动点迭代法	232	11.3 三角分解法	315
9.2.5 弦截法	236	11.3.1 克劳特分解法	316
9.2.6 史蒂芬森法	244	11.3.2 多利特勒分解法	318
9.2.7 劈因子法	245	11.4 乔列斯基分解法	320
9.2.8 抛物线法	247	11.4.1 对称正定矩阵的 LL^T 分解法	320
9.2.9 钱伯斯法	250	11.4.2 对称正定矩阵的 LDL^T 分解法	322
9.2.10 牛顿法	252	11.4.3 对称正定矩阵的改进 LDL^T 分解法	323
9.2.11 逐次压缩牛顿法	257	11.5 三对角方程组的追赶法	325
9.2.12 联合法	258	11.6 直接求逆法	327
9.2.13 两步迭代法	262	11.6.1 加边法求逆矩阵	327
9.2.14 蒙特卡洛法	264	11.6.2 叶尔索夫法求逆矩阵	329
9.2.15 重根的迭代方法	265	11.7 QR 分解法	331
9.3 小结	266	11.8 小结	333
第 10 章 非线性方程组求解	267	第 12 章 解线性方程组的迭代法	334
10.1 不动点迭代法	267	12.1 常用迭代法	334
10.2 牛顿法	268	12.1.1 理查森迭代法	334
10.3 离散牛顿法	271	12.1.2 广义理查森迭代法	338
10.4 牛顿-松弛型迭代法	274	12.1.3 雅可比迭代法	339
10.4.1 牛顿-雅可比迭代法	274	12.1.4 高斯-赛德尔迭代法	341
10.4.2 牛顿-SOR 迭代法	276	12.1.5 超松弛迭代法	343
10.5 牛顿下山法	279	12.1.6 雅可比超松弛迭代法	346
10.6 割线法	280	12.1.7 两步迭代法	348
10.7 拟牛顿法	284	12.1.8 梯度法	350
10.8 对称秩 1 算法	286	12.1.9 块迭代法	356
10.9 D-F-P 算法	287	12.2 小结	364
10.10 B-F-S 算法	289	第 13 章 随机数生成	365
10.11 数值延拓法	291	13.1 平方取中法	365
10.12 参数微分法	293	13.2 线性同余法	367
10.13 最速下降法	296	13.2.1 混合同余法	367
10.14 高斯牛顿法	298	13.2.2 乘同余法	370
10.15 共轭梯度法	299		
10.16 阻尼最小二乘法	301		
10.17 小结	304		

13.2.3 素数模同余法	372
13.3 产生指数分布的随机数列	374
13.4 产生拉普拉斯分布的 随机数列	376
13.5 产生瑞利分布的随机数列	377
13.6 产生柯西分布的随机数列	379
13.7 产生爱尔朗分布的随机数列	380
13.8 产生正态分布的随机数列	381
13.9 产生韦伯分布的随机数列	384
13.10 产生泊松分布的随机数列	385
13.11 产生贝努里分布的 随机数列	387
13.12 产生贝努里-高斯分布的 随机数列	388
13.13 产生二项式分布的随机数列	389
13.14 小结	390
第 14 章 特殊函数计算	391
14.1 伽玛函数和贝塔函数	391
14.2 不完全伽玛函数	396
14.3 不完全贝塔函数	398
14.4 第一类整数阶贝塞尔函数	402
14.5 第二类整数阶贝塞尔函数	407
14.6 变型的第一类整数阶贝塞尔 函数	412
14.7 变型的第二类整数阶贝塞尔 函数	416
14.8 误差函数、正态分布函数	420
14.9 正弦积分、余弦积分和指数 积分	422
14.10 第一类椭圆积分	426
14.11 第二类椭圆积分	427
14.12 小结	428
第 15 章 常微分方程的初值问题	429
15.1 欧拉法	429
15.1.1 简单欧拉法	429
15.1.2 隐式欧拉法	431
15.1.3 改进的欧拉法	433
15.2 龙格-库塔法	434
15.2.1 二阶龙格-库塔法	435

15.2.2 三阶龙格-库塔法	438
15.2.3 四阶龙格-库塔法	440
15.2.4 罗塞布诺克半隐式公式	445
15.3 默森单步法	447
15.4 线性多步法	449
15.5 预测-校正法	452
15.5.1 中点-梯形预测-校正法	452
15.5.2 阿达姆斯预测-校正法	455
15.5.3 密伦预测-校正法	457
15.5.4 亚当斯预测-校正法	460
15.5.5 汉明预测-校正法	464
15.6 外推法	466
15.6.1 通用外推法	467
15.6.2 格拉格外推法	469
15.7 小结	471
第 16 章 偏微分方程的数值解法	472
16.1 椭圆偏微分方程	472
16.1.1 五点差分格式	472
16.1.2 工字型差分格式	476
16.2 双曲线偏微分方程	480
16.2.1 一维对流方程	480
16.2.2 二维对流方程	496
16.3 抛物线偏微分方程	501
16.3.1 扩散方程	501
16.3.2 对流扩散方程	513
16.4 小结	517
第 17 章 数据统计和分析	518
17.1 回归分析	518
17.1.1 线性回归	518
17.1.2 多项式回归	522
17.1.3 二次完全式回归	525
17.2 聚类分析	527
17.3 判别分析	530
17.4 主成分分析	534
17.5 小结	537
附录 A MATLAB 计算常用工具箱	
函数注释	538
附录 B 本书所编写的算法程序索引	545

实 例 目 录

第 2 章 MATLAB 计算基础

例 2-1	元胞数组创建与显示实例	18
例 2-2	矩阵创建实例	20
例 2-3	特殊矩阵生成函数使用实例	21
例 2-4	矩阵基本运算实例	22
例 2-5	矩阵函数运算实例	22
例 2-6	矩阵分解运算函数使用实例	23
例 2-7	复数构造实例	24
例 2-8	复数矩阵构造实例	24
例 2-9	复数函数绘图实例	25
例 2-10	符号表达式创建实例	28
例 2-11	符号运算实例 1	29
例 2-12	符号运算实例 2	30
例 2-13	数据类型使用实例	30
例 2-14	数据类型精度范围使用实例	31
例 2-15	MATLAB 数值精度实例	31
例 2-16	MATLAB 显示精度实例	32
例 2-17	绘图命令使用实例	34

第 3 章 MATLAB 程序设计基础

例 3-1	M 文件创建实例	39
例 3-2	return 语句使用实例	42
例 3-3	匿名函数创建实例	44
例 3-4	显示函数输入和输出参数的数目实例	47
例 3-5	可变数目的参数传递实例	48
例 3-6	函数内部的输入参数修改实例	49
例 3-7	函数参数传递实例	50
例 3-8	全局变量使用实例	50
例 3-9	函数句柄创建和调用实例	51
例 3-10	处理函数句柄的函数使用实例	52
例 3-11	嵌套计算与直接求值的比较实例	60
例 3-12	嵌套计算与非嵌套计算的比较实例	60
例 3-13	例外处理机制使用实例	62
例 3-14	nargin 函数应用实例	62
例 3-15	全局变量使用实例	63

例 3-16 通过 varargin 传递参数的实例	65
----------------------------	----

第 4 章 插值

例 4-1 拉格朗日插值法应用实例	69
例 4-2 艾特肯插值法应用实例	71
例 4-3 利用均差的牛顿插值法应用实例	74
例 4-4 利用差分的牛顿插值法应用实例	78
例 4-5 高斯插值法应用实例 1	83
例 4-6 高斯插值法应用实例 2	83
例 4-7 埃尔米特插值法应用实例	85
例 4-8 分段埃尔米特插值法应用实例	87
例 4-9 二次样条插值应用实例	89
例 4-10 第一类三次样条插值应用实例	92
例 4-11 第二类三次样条插值应用实例	94
例 4-12 第三类三次样条插值应用实例	96
例 4-13 第一类 B 样条插值应用实例	99
例 4-14 有理分式插值法 (反差商法) 应用实例	101
例 4-15 有理分式插值法 (Neville 算法) 应用实例	103
例 4-16 反插值应用实例	106
例 4-17 分片双线性插值应用实例	109
例 4-18 二元三点拉格朗日插值应用实例	111
例 4-19 分片双三次埃尔米特插值应用实例	114

第 5 章 函数逼近

例 5-1 切比雪夫逼近应用实例	116
例 5-2 勒让德逼近应用实例	118
例 5-3 帕德逼近应用实例	120
例 5-4 最佳一致多项式逼近应用实例	123
例 5-5 最佳平方多项式逼近应用实例	125
例 5-6 傅立叶逼近应用实例	126
例 5-7 离散傅立叶逼近应用实例	127
例 5-8 自适应分段线性逼近应用实例	130
例 5-9 自适应样条逼近应用实例	133
例 5-10 多项式曲线拟合应用实例	136
例 5-11 线性最小二乘拟合应用实例	137
例 5-12 正交多项式最小二乘拟合应用实例	141

第 6 章 矩阵特征值计算

例 6-1 矩阵范数求取实例	143
例 6-2 矩阵条件数求取实例	144

例 6-3	矩阵相似变换实例	145
例 6-4	特征多项式求特征值应用实例	147
例 6-5	幂法求特征值应用实例	148
例 6-6	瑞利商加速幂法求特征值应用实例	150
例 6-7	收缩法求特征值应用实例	152
例 6-8	逆幂法求特征值应用实例	154
例 6-9	位移逆幂法求特征值应用实例	156
例 6-10	QR 基本算法求特征值应用实例 1	157
例 6-11	QR 基本算法求特征值应用实例 2	158
例 6-12	海森伯格 QR 算法求特征值应用实例	159
例 6-13	位移 QR 算法求特征值应用实例	161
例 6-14	舒尔分解法求特征值应用实例	162
例 6-15	奇异分解法求特征值应用实例	162
例 6-16	eig 函数求特征值应用实例 1	163
例 6-17	eig 函数求特征值应用实例 2	164
例 6-18	eig 函数求特征值应用实例 3	165
例 6-19	矩阵指数求取实例	165

第 7 章 数值微分

例 7-1	中点公式法求一阶导数应用实例	168
例 7-2	三点公式法求一阶导数应用实例	170
例 7-3	五点公式法求一阶导数应用实例	171
例 7-4	三次样条法求一阶导数应用实例	173
例 7-5	自适应法求一阶导数应用实例	175
例 7-6	辛普森数值微分法应用实例 1	178
例 7-7	辛普森数值微分法应用实例 2	178
例 7-8	理查森外推算法求导数应用实例	180
例 7-9	三点公式法求二阶导数应用实例	182
例 7-10	四点公式法求二阶导数应用实例	183
例 7-11	五点公式法求二阶导数应用实例	185
例 7-12	三次样条法求二阶导数应用实例	187

第 8 章 数值积分

例 8-1	复合梯形公式法求数值积分应用实例	189
例 8-2	辛普森法数值积分应用实例	191
例 8-3	牛顿-科茨系列公式数值积分应用实例	193
例 8-4	高斯公式数值积分应用实例 1	196
例 8-5	高斯公式数值积分应用实例 2	196
例 8-6	高斯-拉道公式数值积分应用实例	198
例 8-7	高斯-洛巴托公式数值积分应用实例	200

例 8-8	区间逐次分半梯形公式数值积分应用实例 1	201
例 8-9	区间逐次分半梯形公式数值积分应用实例 2	201
例 8-10	区间逐次分半辛普森公式数值积分应用实例	203
例 8-11	区间逐次分半布尔公式数值积分应用实例	204
例 8-12	龙贝格公式数值积分应用实例 1	206
例 8-13	龙贝格公式数值积分应用实例 2	207
例 8-14	自适应辛普森积分公式数值积分应用实例 1	208
例 8-15	自适应辛普森积分公式数值积分应用实例 2	208
例 8-16	三次样条函数求积分应用实例	210
例 8-17	平均抛物插值求积分应用实例	212
例 8-18	高斯-拉盖尔公式数值积分应用实例	214
例 8-19	高斯-埃尔米特公式数值积分应用实例	216
例 8-20	第一类切比雪夫积分应用实例	217
例 8-21	第二类切比雪夫积分应用实例	218
例 8-22	复合梯形公式计算重积分应用实例	220
例 8-23	复合辛普森公式计算重积分应用实例	222
例 8-24	高斯公式求重积分应用实例	223

第 9 章 方程求根

例 9-1	贝努利法求按模最大实根应用实例	227
例 9-2	贝努利法求按模最小实根应用实例	228
例 9-3	二分法求根应用实例	230
例 9-4	黄金分割法求根应用实例	231
例 9-5	不动点迭代法求根应用实例	232
例 9-6	艾肯特加速不动点迭代法求根应用实例	234
例 9-7	史蒂芬森加速不动点迭代法求根应用实例	235
例 9-8	弦截法求根应用实例	237
例 9-9	单点弦截法求根应用实例	239
例 9-10	双点弦截法求根应用实例	240
例 9-11	平行弦截法求根应用实例	241
例 9-12	改进弦截法求根应用实例	243
例 9-13	史蒂芬森弦截法求根应用实例	245
例 9-14	劈因子法求根应用实例	247
例 9-15	抛物线法求根应用实例	249
例 9-16	钱伯斯法求根应用实例	252
例 9-17	牛顿法求根应用实例	253
例 9-18	简化牛顿法求根应用实例	255
例 9-19	牛顿下山法求根应用实例	257
例 9-20	逐次压缩牛顿法求根应用实例	258
例 9-21	联合法 1 求根应用实例	260

例 9-22	联合法 2 求根应用实例	261
例 9-23	两步迭代法求根应用实例	263
例 9-24	蒙特卡洛法求根应用实例	265
例 9-25	重根迭代法应用实例	266

第 10 章 非线性方程组求解

例 10-1	不动点迭代法解非线性方程组应用实例	268
例 10-2	牛顿法解非线性方程组应用实例	270
例 10-3	离散牛顿法解非线性方程组应用实例	273
例 10-4	牛顿-雅可比迭代法解非线性方程组应用实例	276
例 10-5	牛顿-SOR 迭代法解非线性方程组应用实例	278
例 10-6	牛顿下山法解非线性方程组应用实例	280
例 10-7	割线法解非线性方程组应用实例	284
例 10-8	拟牛顿法解非线性方程组应用实例	285
例 10-9	对称秩 1 法解非线性方程组应用实例	287
例 10-10	D-F-P 法解非线性方程组应用实例	289
例 10-11	B-F-S 法解非线性方程组应用实例	290
例 10-12	数值延拓法解非线性方程组应用实例	292
例 10-13	欧拉法解非线性方程组应用实例	295
例 10-14	中点积分法解非线性方程组应用实例	295
例 10-15	最速下降法解非线性方程组应用实例	297
例 10-16	高斯牛顿法解非线性方程组应用实例	299
例 10-17	共轭梯度法解非线性方程组应用实例	301
例 10-18	阻尼最小二乘法解非线性方程组应用实例	303

第 11 章 解线性方程组的直接法

例 11-1	高斯顺序消去法解线性方程组应用实例	308
例 11-2	高斯按列主元消去法解线性方程组应用实例	310
例 11-3	高斯全主元消去法解线性方程组应用实例	313
例 11-4	高斯-若当消去法解线性方程组应用实例	315
例 11-5	克劳特分解法解线性方程组应用实例	317
例 11-6	多利特勒分解法解线性方程组应用实例	319
例 11-7	对称正定矩阵的 LL^T 分解法解线性方程组应用实例	321
例 11-8	对称正定矩阵的 LDL^T 分解法解线性方程组应用实例	323
例 11-9	对称正定矩阵的改进 LDL^T 分解法解线性方程组应用实例	324
例 11-10	追赶法求线性方程组解的应用实例	326
例 11-11	加边求逆法求线性方程组解的应用实例	328
例 11-12	叶尔索夫求逆法求线性方程组解的应用实例	330
例 11-13	QR 分解法求线性方程组解的应用实例	332

第 12 章 解线性方程组的迭代法

例 12-1	理查森迭代法求解线性方程组应用实例	335
例 12-2	理查森参数迭代法求解线性方程组应用实例	337
例 12-3	广义理查森迭代法求解线性方程组应用实例	339
例 12-4	雅可比迭代法求解线性方程组应用实例	340
例 12-5	高斯-赛德尔迭代法求解线性方程组应用实例	342
例 12-6	超松弛迭代法求解线性方程组应用实例	344
例 12-7	对称逐次超松弛迭代法求解线性方程组应用实例	346
例 12-8	雅可比超松弛迭代法求解线性方程组应用实例	348
例 12-9	两步迭代法求解线性方程组应用实例	349
例 12-10	最速下降法求解线性方程组应用实例	351
例 12-11	共轭梯度法求解线性方程组应用实例	353
例 12-12	预处理共轭梯度法求解线性方程组应用实例	355
例 12-13	块雅可比迭代法求解线性方程组应用实例	358
例 12-14	块高斯-赛德尔迭代法求解线性方程组应用实例	361
例 12-15	块逐次超松弛迭代法求线性方程组应用实例	363

第 13 章 随机数生成

例 13-1	平方取中法产生随机数列应用实例	366
例 13-2	混合同余法产生随机数列应用实例	369
例 13-3	乘同余法 1 产生随机数列应用实例	371
例 13-4	乘同余法 2 产生随机数列应用实例	372
例 13-5	素数模同余法产生随机数列应用实例	373
例 13-6	产生指数分布的随机数列应用实例	375
例 13-7	产生拉普拉斯分布的随机数列应用实例	377
例 13-8	产生瑞利分布的随机数列应用实例	378
例 13-9	产生柯西分布的随机数列应用实例	380
例 13-10	产生爱尔朗分布的随机数列应用实例	381
例 13-11	产生正态分布的随机数列应用实例	383
例 13-12	产生韦伯分布的随机数列应用实例	385
例 13-13	产生泊松分布的随机数列应用实例	386
例 13-14	产生贝努里分布的随机数列应用实例	387
例 13-15	产生贝努里-高斯分布的随机数列应用实例	389
例 13-16	产生二项分布的随机数列应用实例	390

第 14 章 特殊函数计算

例 14-1	伽玛函数应用实例 1	394
例 14-2	伽玛函数应用实例 2	395
例 14-3	贝塔函数应用实例	396
例 14-4	不完全伽玛函数应用实例	398

例 14-5	不完全贝塔函数应用实例	400
例 14-6	第一类 0 阶贝塞尔函数应用实例	405
例 14-7	第一类 1 阶贝塞尔函数应用实例	406
例 14-8	第一类 5 阶贝塞尔函数应用实例	406
例 14-9	第二类 0 阶贝塞尔函数应用实例	410
例 14-10	第二类 1 阶贝塞尔函数应用实例	410
例 14-11	第二类 5 阶贝塞尔函数应用实例	411
例 14-12	变型的第一类 0 阶贝塞尔函数应用实例	414
例 14-13	变型的第一类 1 阶贝塞尔函数应用实例	415
例 14-14	变型的第一类 5 阶贝塞尔函数应用实例	415
例 14-15	变型的第二类 0 阶贝塞尔函数应用实例	418
例 14-16	变型的第二类 1 阶贝塞尔函数应用实例	419
例 14-17	变型的第二类 5 阶贝塞尔函数应用实例	420
例 14-18	误差函数应用实例	421
例 14-19	正弦积分函数应用实例	426
例 14-20	余弦积分函数应用实例	426
例 14-21	指数积分应用实例	426
例 14-22	第一类椭圆积分函数应用实例	427
例 14-23	第二类椭圆积分函数应用实例	428

第 15 章 常微分方程的初值问题

例 15-1	简单欧拉法求解一阶常微分方程应用实例	430
例 15-2	隐式欧拉法求解一阶常微分方程应用实例	432
例 15-3	改进的欧拉法求解一阶常微分方程应用实例	434
例 15-4	二阶龙格-库塔法求解一阶常微分方程应用实例	436
例 15-5	三阶龙格-库塔法求解一阶常微分方程应用实例	440
例 15-6	四阶龙格-库塔法求解一阶常微分方程应用实例	444
例 15-7	罗赛布诺克法求解一阶常微分方程应用实例	446
例 15-8	默森单步法求解一阶常微分方程应用实例	448
例 15-9	米尔恩法求解一阶常微分方程应用实例	450
例 15-10	亚当斯法求解一阶常微分方程应用实例	451
例 15-11	中点-梯形预测-校正法求解一阶常微分方程应用实例	454
例 15-12	阿达姆斯预测-校正法求解一阶常微分方程应用实例	456
例 15-13	密伦预测-校正法求解一阶常微分方程应用实例	459
例 15-14	亚当斯预测-校正法求解一阶常微分方程应用实例	461
例 15-15	修正的亚当斯预测-校正法求解一阶常微分方程应用实例	463
例 15-16	汉明预测-校正法求解一阶常微分方程应用实例	465
例 15-17	通用外推法应用实例	468
例 15-18	格拉格外推法应用实例	470