



网上提供源代码下载
www.cip.com.cn

MATLAB R2008

科学计算

实例教程

楚天科技 编著

案例实用丰富 设计经典

内容细致全面 深入浅出

程序代码详细 指导编程



化学工业出版社

MATLAB 应用丛书

MATLAB R2008 科学计算实例教程

楚天科技 编 著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书系统、详细地介绍了 MATLAB R2008 基础以及在科学计算中的应用, 包括 MATLAB 基础、数值计算基础、科学计算可视化、矩阵运算、符号运算、数值分析、普通方程与微分方程、概率与数理统计、模糊逻辑和优化理论等内容, 并配备了大量的例题, 让读者能很快掌握 MATLAB 的应用技巧。

本教程自始至终用实例描述, 适用于 MATLAB 初、中级用户。既可作为高等数学、数值分析、工程数学、数学建模、线性规划等课程的教学参考书, 也可作为科技工作者学习和使用 MATLAB 的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB R2008 科学计算实例教程 / 楚天科技编著. —北京: 化学工业出版社, 2009. 6
(MATLAB 应用丛书)
ISBN 978-7-122-05304-6

I. M… II. 楚… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB R2008-教材 IV. TP391. 75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 055711 号

责任编辑: 陈 静 张 敏

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 周梦华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 26 ¼ 字数 638 千字 2009 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

出版者的话

MATLAB 是一种主要用于数值计算及可视化图形处理的工程语言和应用软件。它将数值分析、矩阵运算、图形图像处理、信号处理和仿真等诸多强大的功能集成在较易使用的交互计算机环境之中，为科学研究、工程应用提供了一种功能强、效率高的编程工具。

MATLAB 集计算、可视化及编程于一身。在 MATLAB 中，无论是问题的提出还是结果的表达都采用我们习惯的数学描述方法，而不需要用传统的编程语言进行前后处理。这一特点使 MATLAB 成为了数学分析、算法开发及应用程序开发的良好环境。MATLAB 是 MathWorks 产品家族中所有产品的基础。

MATLAB 的广泛应用，需要一批高素质的具有专业知识并熟练掌握 MATLAB 软件应用的人才。《MATLAB 应用丛书》可作为大专院校机械、控制、通信、多媒体与动画等专业学生掌握 MATLAB 的教材，也可作为其他工程专业人员掌握或提高 MATLAB 应用技术的参考书。

丛书定位

《MATLAB 应用丛书》以 MATLAB 的工程应用为编写目标，根据不同读者的专业需求将丛书分为以下几个方向。

(1) 控制系统动态仿真：在简单介绍 MATLAB 语言基本使用方法的基础上，着重阐述 MATLAB 在控制系统计算机仿真与辅助设计、动态系统的 Simulink 建模与仿真、模糊控制系统建模与仿真中的应用。

(2) 信号处理：介绍 MATLAB 的信号基础知识、信号变换、IIR 数字滤波器设计、FIR 数字滤波器设计、平稳信号分析、非平稳信号分析、非高斯信号分析、时频分析工具箱和高阶谱分析工具箱等。

(3) 接口技术程序设计：介绍 MATLAB 外部接口的基本内容，包括创建 C 及 Fortran 语言 MEX、MAT 文件应用、MATLAB 引擎、MATLAB 编译器、MATLAB 与 C 语言的接口编程、Visual C++ 与 MATLAB 接口、MATLAB COM Builder 的编程实现、MATLAB 与其它语言的接口混合编程等。

(4) 图形与动画编程：介绍绘制二维、三维图形及动画的方法及 MATLAB 提供的图形设计技术。

(5) 数字图像处理与分析：介绍数字图像处理所涉及的数学基础、基本算法、各种典型方法和实用的处理技术。

(6) 科学计算：介绍 MATLAB 的基础知识、数值计算基础、科学计算可视化、矩阵运算、符号运算、数值分析、普通方程与微分方程、概率与数理统计、模糊逻辑及在优化理论中的应用。

(7) 数学和控制应用：介绍 MATLAB 的系统概论以及在函数可视化、仿真建模、概率统计、计算方法、遗传算法、复变函数、神经网络、预测控制、自动控制系统中的应用等。

随着科学技术的发展和读者需要的变化，我们还将不断对丛书进行补充和增删，以期形

成读者欢迎的动态系列丛书。

编写特点

《MATLAB 应用丛书》具有以下编写特点。

(1) 适合不同层次的读者阅读：该套丛书内容跨度较大，从 MATLAB 最基础层面的应用到专业工具箱的高层次的应用，可以满足不同领域和不同层次读者的需要，读者可以根据自己的水平和需要自主选用。

(2) 内容的先进性和选材的前瞻性：目前的计算机图书市场中，读者急需使用的高版本软件对应的书上市甚少，造成这种现象的原因有三：一是信息技术发展太快，二是选材没有注意超前，三是出版周期太长。鉴于以上原因，丛书在内容上尽量注意超前量，如此套丛书选择最高版本 MATLAB R2008。在出版上尽量缩短出版周期，其目的都是为了适应信息技术的飞速发展，满足读者的需求。

(3) 突出针对性和加强实用性：该套丛书主要读者对象是理工科的学生及专业科技人员，在内容上强调实用，尽量不涉及高深的与软件使用无关的理论问题。

(4) 以典型案例为示范，以求举一反三：使用该套丛书，读者会发现，凡是讲解一个问题都是一个案例为主线进行阐述，这是编者多年来在教学第一线的总结。案例学习引人入胜，易理解，易掌握，能使读者举一反三，技术掌握扎实。

(5) 写作风格通俗易懂：介绍每个使用功能开门见山，语言简明扼要，重点突出，同一功能决不重复，适合自学。

化学工业出版社

2009年3月

前言

许多人喜欢 MATLAB, 觉得它是一个不错的软件, 能够给从事科学计算的人员带来更多的便利和可能性。

MATLAB 是美国 MathWorks 公司在 20 世纪 70 年代中期推出的数学软件, 优秀的数值计算能力和卓越的数据可视化能力使其很快在数学软件中脱颖而出, 并且随着版本的不断升级, 它在科学计算等功能上得到了进一步完善。MATLAB 已经发展成为多学科、多平台且功能强大的大型软件。在欧美等国家的高校, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、概率论及数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具, 是攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。

MATLAB 的主要特点是:

- 有高性能数值计算的高级算法, 特别适合矩阵代数领域;
- 有大量事先定义的数学函数, 并且有很强的用户自定义函数的能力;
- 有强大的绘图功能以及具有教育、科学和艺术学的图解和可视化的二维、三维图;
- 适合个人应用的强有力的面向矩阵(向量)的高级程序设计语言;
- 与其他语言编写的程序结合和输入输出格式化数据的能力;
- 有在多个应用领域解决难题的工具箱。

本书是一本有关 MATLAB R2008 科学计算的参考书, 适合于正在使用 MATLAB 或将要使用 MATLAB 进行科学计算的读者。

本书提供了使用 MATLAB 的实践性指导, 内容由浅入深, 特别是本书对每一条命令的使用格式都作了详细而又简单明了的说明, 并配备了例题加以说明其用法, 因此, 对于初学者自学是很有帮助的; 同时, 又对数学中的数值分析、稀疏矩阵、优化理论以及模糊数学等问题进行了较为详细的论述, 因此, 本书也可作为科技工作者进行科学计算的工具书。

本书由楚天科技编著, 参与编写的人员还有王小云、陈艳华、侯宝稳、吴宝江、何建新、任芳芳、封超、王跃、陈运来、张伟、孙永全、王莹莹、柳军旺、王焕君等。

由于编者水平有限, 书中不妥之处在所难免, 谨请读者批评指正!

编者

2009 年 2 月 22 日

目 录

第 1 章 初识 MATLAB R2008	1
1.1 MATLAB 概述	1
1.1.1 MATLAB 的产生与发展	1
1.1.2 MATLAB 的主要特点	3
1.2 MATLAB 运行环境	4
1.2.1 MATLAB 的安装与启动	4
1.2.2 MATLAB 窗口	8
1.3 MATLAB 的帮助系统	10
1.3.1 联机帮助	11
1.3.2 命令窗口查询	11
1.3.3 联机演示	14
1.3.4 常用的命令和技巧	14
第 2 章 MATLAB 数值计算基础	16
2.1 MATLAB 数据类型	16
2.1.1 变量与数值	16
2.1.2 字符串	17
2.2 语句	21
2.2.1 语句形式	21
2.2.2 Who 命令和永久变量	22
2.2.3 数字和算术表达式	23
2.3 数组	24
2.3.1 数组的构造	24
2.3.2 数组的加减法运算	25
2.3.3 数组的乘除法运算	26

2.3.4	数组的乘方运算	27
2.3.5	关系运算	28
2.3.6	逻辑运算	29
2.3.7	基本初等函数	30
2.4	向量和下标	31
2.4.1	向量的产生	31
2.4.2	下标	33
2.4.3	0-1 向量的下标	34
2.5	矩阵	35
2.5.1	简单矩阵输入	35
2.5.2	矩阵元素	37
2.5.3	空矩阵	40
2.5.4	复数和矩阵	40
2.5.5	输出格式	42
2.6	多项式	43
2.6.1	多项式定义	43
2.6.2	多项式运算	44
第 3 章 科学计算可视化		47
3.1	二维图形	47
3.1.1	基本平面图形命令	47
3.1.2	特殊平面图形命令	57
3.1.3	二维图形注释命令	69
3.2	三维图形	74
3.2.1	三维曲线、面填色命令	74
3.2.2	三维图形等高线	76
3.2.3	曲面与网格图命令	81
3.2.4	三维数据的其他表现形式命令	88

3.3 通用图形函数命令	97
3.3.1 图形对象句柄命令	97
3.3.2 轴的产生和控制命令	112
3.3.3 图形句柄操作命令	112
3.3.4 图形窗口的控制命令	115
3.4 颜色与光照模式命令	117
3.4.1 颜色控制命令	117
3.4.2 色图控制命令	119
 第4章 矩阵及相关运算	 122
4.1 矩阵的表示	122
4.1.1 数值矩阵的生成	122
4.1.2 符号矩阵的生成	123
4.1.3 大矩阵的生成	124
4.1.4 多维数组的创建	125
4.1.5 特殊矩阵的生成	125
4.2 矩阵运算	132
4.2.1 加、减运算	132
4.2.2 乘法	133
4.2.3 集合运算	136
4.2.4 除法运算	140
4.2.5 矩阵乘方	141
4.2.6 矩阵函数	141
4.2.7 矩阵转置	142
4.2.8 方阵的行列式	142
4.2.9 逆与伪逆	143
4.2.10 矩阵的迹	144
4.2.11 矩阵和向量的范数	144

4.2.12	条件数	145
4.2.13	矩阵的秩	145
4.2.14	特殊运算	145
4.2.15	符号矩阵运算	152
4.2.16	矩阵元素个数的确定	154
4.3	矩阵分解	155
4.3.1	Cholesky 分解	155
4.3.2	LU 分解	155
4.3.3	QR 分解	156
4.3.4	Schur 分解	158
4.3.5	实 Schur 分解转化成复 Schur 分解	158
4.3.6	特征值分解	159
4.3.7	奇异值分解	159
4.3.8	广义奇异值分解	160
4.3.9	特征值问题的 QZ 分解	161
4.3.10	海森伯格形式的分解	161
4.4	特征值与二次型	162
4.4.1	特征值与特征向量的求法	162
4.4.2	提高特征值的计算精度	163
4.4.3	复对角矩阵转化为实对角矩阵	163
4.4.4	正交基	164
4.4.5	二次型	164
4.5	秩与线性相关性	165
4.5.1	矩阵和向量组的秩以及向量组的线性相关性	165
4.5.2	求行阶梯矩阵及向量组的基	166
4.6	稀疏矩阵技术	166
4.6.1	稀疏矩阵的创建	166
4.6.2	将稀疏矩阵转化为满矩阵	168

4.6.3	稀疏矩阵非零元素的索引	168
4.6.4	外部数据转化为稀疏矩阵	168
4.6.5	基本稀疏矩阵	169
4.6.6	稀疏矩阵的运算	171
4.6.7	画稀疏矩阵非零元素的分布图形	172
4.6.8	矩阵变换	173
4.6.9	稀疏矩阵的近似欧几里得范数和条件数	175
4.6.10	稀疏矩阵的分解	176
4.6.11	稀疏矩阵的特征值分解	177
第 5 章	符号运算	179
5.1	符号表达式	179
5.1.1	符号表达式的生成	179
5.1.2	基本代数运算	181
5.1.3	符号数值函数的创建	183
5.2	符号运算常用函数	184
5.2.1	符号表达式的化简	184
5.2.2	符号表达式的替换	186
5.2.3	函数计算器	188
5.3	微积分和作图	190
5.3.1	符号微积分	191
5.3.2	符号函数的作图	193
5.4	积分变换	201
5.4.1	Fourier 变换与反变换	201
5.4.2	Laplace 变换与反变换	203
5.4.3	Z 变换与反变换	205
5.5	符号方程求解	206
5.6	其他函数	210

第 6 章 数值分析	231
6.1 基本数学函数	231
6.1.1 三角函数与双曲函数	231
6.1.2 其他常用函数	239
6.2 插值、拟合与查表	247
6.2.1 插值命令	248
6.2.2 查表命令	255
6.3 数值微分和积分	257
6.3.1 数值微分	257
6.3.2 一元函数的数值积分	259
6.3.3 二元函数重积分的数值计算	261
第 7 章 普通方程和微分方程	263
7.1 线性方程组的求解	263
7.1.1 求线性方程组的唯一解或特解（第一类问题）	263
7.1.2 求线性齐次方程组的通解	266
7.1.3 求非齐次线性方程组的通解	267
7.1.4 线性方程组的 LQ 解法	269
7.1.5 双共轭梯度法解方程组	270
7.1.6 稳定双共轭梯度法解方程组	271
7.1.7 复共轭梯度平方法解方程组	273
7.1.8 共轭梯度的 LSQR 法	273
7.1.9 广义最小残差法	274
7.1.10 最小残差法解方程组	275
7.1.11 预处理共轭梯度法	275
7.1.12 准最小残差法解方程组	276
7.2 非线性方程组的求解	277
7.2.1 fzero 函数	278

7.2.2	fsolve 函数	278
7.3	微分方程数值求解	280
7.3.1	常微分方程的数值求解	280
7.3.2	偏微分方程的数值求解	284
第 8 章	概率与数理统计	285
8.1	随机数的产生	285
8.1.1	二项分布随机数据的产生	285
8.1.2	正态分布随机数据的产生	286
8.1.3	通用函数求各分布的随机数据	286
8.1.4	常见分布的随机数产生	287
8.2	随机变量的概率密度计算	287
8.2.1	通用函数计算概率密度函数值	287
8.2.2	专用函数计算概率密度函数值	288
8.2.3	常见分布的密度函数作图	290
8.3	随机变量的累积概率值	297
8.3.1	通用函数计算累积概率值	297
8.3.2	专用函数计算累积概率值 (随机变量 $X \leq K$ 的概率之和)	298
8.4	随机变量的逆累积分布函数	299
8.4.1	通用函数计算逆累积分布函数值	299
8.4.2	专用函数 inv 计算逆累积分布函数	300
8.5	随机变量的数字特征	302
8.5.1	平均值、中值	302
8.5.2	数据比较	305
8.5.3	期望	307
8.5.4	方差	307
8.5.5	常见分布的期望和方差	310
8.5.6	协方差与相关系数	311
8.6	统计作图	313

8.6.1	正整数的频率表	313
8.6.2	经验累积分布函数图形	313
8.6.3	最小二乘拟合直线	314
8.6.4	绘制正态分布概率图形	315
8.6.5	绘制威布尔 (Weibull) 概率图形	316
8.6.6	样本数据的盒图	316
8.6.7	给当前图形加一条参考线	317
8.6.8	在当前图形中加入一条多项式曲线	318
8.6.9	样本的概率图形	319
8.6.10	附加有正态密度曲线的直方图	319
8.6.11	在指定的界线之间画正态密度曲线	320
8.7	参数估计	321
8.7.1	常见分布的参数估计	321
8.7.2	非线性模型置信区间预测	324
8.7.3	对数似然函数	328
8.8	假设检验	329
8.8.1	σ^2 已知, 单个正态总体的均值 μ 的假设检验 (U 检验法)	329
8.8.2	σ^2 未知, 单个正态总体的均值 μ 的假设检验 (t 检验法)	330
8.8.3	两个正态总体均值差的检验 (t 检验)	331
8.8.4	两个总体一致性的检验——秩和检验	332
8.8.5	两个总体中位数相等的假设检验——符号秩检验	333
8.8.6	两个总体中位数相等的假设检验——符号检验	334
8.8.7	正态分布的拟合优度测试 1	334
8.8.8	正态分布的拟合优度测试 2	335
8.8.9	单个样本分布的 Kolmogorov-Smirnov 测试	336
8.8.10	两个样本具有相同的连续分布的假设检验	337
8.9	方差分析	338

8.9.1	单因素方差分析	338
8.9.2	双因素方差分析	340
第 9 章	模糊逻辑	342
9.1	隶属函数	342
9.1.1	高斯隶属函数	342
9.1.2	两边型高斯隶属函数	343
9.1.3	建立一般钟型隶属函数	343
9.1.4	两个 sigmoid 型隶属函数之差组成的隶属函数	344
9.1.5	通用隶属函数计算	345
9.1.6	建立 Π 型隶属函数	346
9.1.7	通过两个 sigmoid 型隶属函数的乘积构造隶属函数	346
9.1.8	建立 Sigmoid 型隶属函数	347
9.1.9	建立 S 型隶属函数	348
9.1.10	建立梯形隶属函数	350
9.1.11	建立三角形隶属函数	351
9.1.12	建立 Z 型隶属函数	352
9.1.13	两个隶属函数之间转换参数	354
9.1.14	基本 FIS 编辑器	354
9.1.15	隶属函数编辑器	356
9.2	模糊推理结构 FIS	357
9.2.1	不使用数据聚类方法从数据生成 FIS 结构	357
9.2.2	使用减法聚类方法从数据生成 FIS 结构	358
9.2.3	生成一个 FIS 输出曲面	359
9.2.4	将 mamdan 型 FIS 转换为 Sugeno FIS	359
9.2.5	完成模糊推理计算	360
9.2.6	模糊 c 均值聚类	360

9.2.7	模糊均值和减法聚类	362
9.2.8	绘制一个 FIS	362
9.2.9	绘制给定变量的所有隶属的曲线	363
9.2.10	从磁盘装入一个 FIS	364
9.2.11	从 FIS 中删除某一隶属函数	364
9.2.12	从 FIS 中删除变量	365
9.2.13	设置模糊系统属性	366
9.2.14	以分行形式显示 FIS 结构的所有属性	367
9.2.15	完成模糊运算	369
9.2.16	解析模糊规则	370
9.2.17	规则编辑器和语法编辑器	370
9.2.18	规则观察器和模糊推理框图	371
9.2.19	保存 FIS 到磁盘上	372
9.2.20	显示 FIS 的规则	373
9.2.21	显示 FIS 结构的所有属性	373
第 10 章	优化问题	376
10.1	线性规划问题	376
10.2	foptions 函数	378
10.3	非线性规划问题	378
10.3.1	有约束的一元函数的最小值	378
10.3.2	无约束多元函数最小值	379
10.3.3	有约束的多元函数最小值	381
10.3.4	二次规划问题	384
10.4	“半无限”有约束的多元函数最优解	387
10.5	极小化极大问题	391
10.6	多目标规划问题	393

10.7 最小二乘最优问题	396
10.7.1 约束线性最小二乘	396
10.7.2 非线性数据（曲线）拟合	398
10.7.3 非线性最小二乘	399
10.7.4 非负线性最小二乘	400