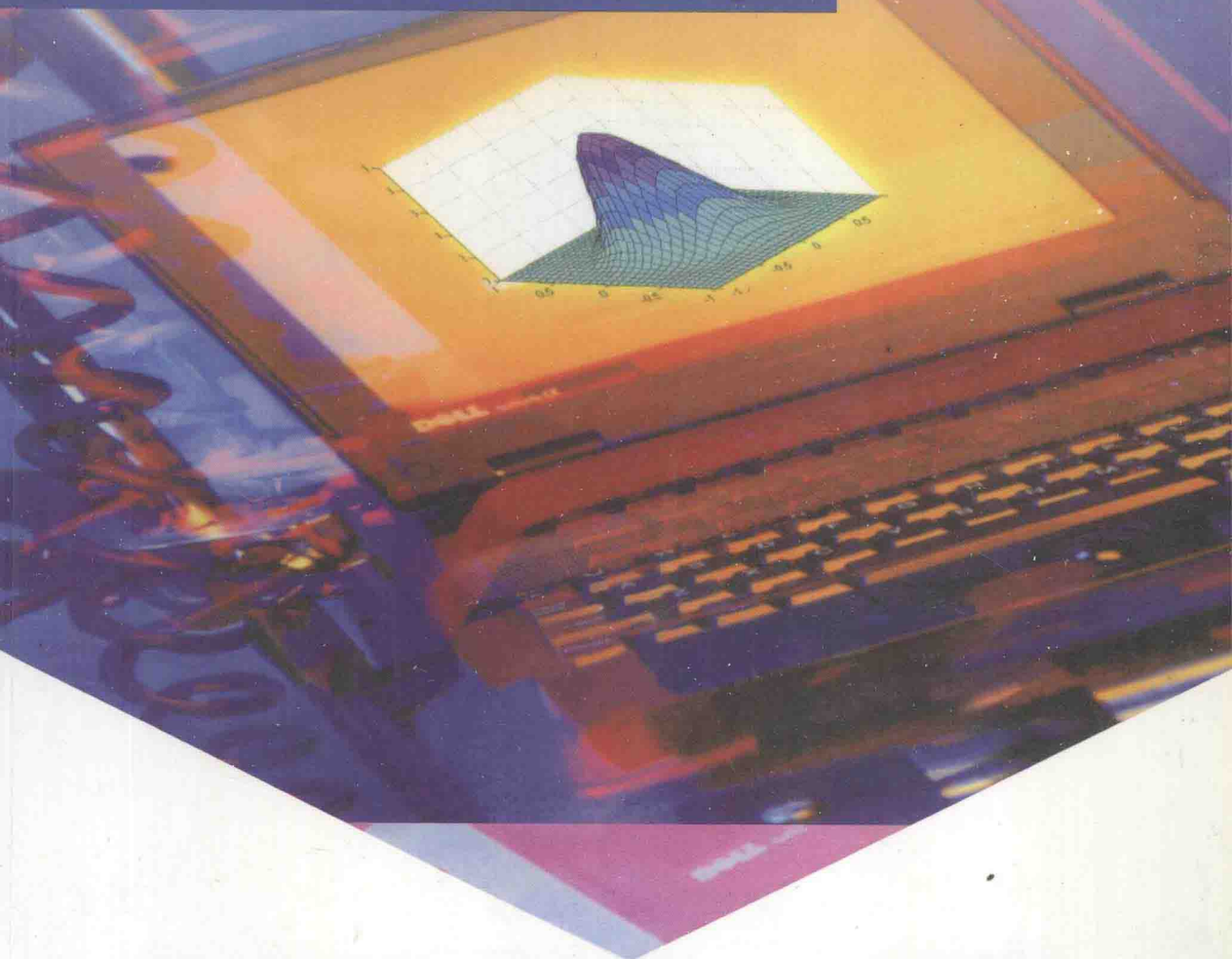


MATLAB工程应用丛书



# MATLAB

## 与

# 科学计算

(第2版)

王沫然 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

MATLAB 工程应用丛书

# MATLAB 与科学计算

(第 2 版)

王沫然 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书从高校数学课程的教学出发,结合了科学研究和工程计算的实际,系统详细地介绍了 MATLAB 语言的强大功能及其在科学计算各领域中的应用。本书第 1 版出版之后受到了广大读者的一致好评,应热心读者的要求,第 2 版增加了动画处理、创建独立应用程序以及建模仿真等新内容,同时增加了一些例题,以适应读者的不同需求。

本书可用来作为 MATLAB 教学用书或高等数学、线性代数、计算方法、复变函数、概率统计、数学规划、偏微分方程解法以及动态仿真等课程的教学辅导书,也可作为科研人员及工程计算人员学习和使用 MATLAB 的参考书。

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 与科学计算 / 王沫然编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2003.9  
(MATLAB 工程应用丛书)  
ISBN 7-5053-9120-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 078546 号

责任编辑: 张立红

印 刷: 北京智力达印刷公司印刷

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.75 字数: 736 千字

印 次: 2006 年 7 月第 7 次印刷

印 数: 20001~23000 册 定价: 39.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。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。

# 前 言

## 1. 编写目的

自 MATLAB 4.0 问世以来, MATLAB 语言就成为了最具吸引力、应用最为广泛的科学计算语言, 2001 年和 2002 年 Mathworks 公司相继推出了强大的 MATLAB 升级版本 MATLAB 6.0 和 MATLAB 6.5, 使其在符号运算和图形处理功能上进一步完善。如今, MATLAB 已成为集数值计算功能、符号运算功能和图形处理功能为一身的超级科学计算语言, 可以说 MATLAB 语言是真正的 21 世纪的科学计算语言。除此之外, 新版本的 MATLAB 还增强了它的应用工具箱, 使 MATLAB 的应用面越来越广, 功能也越来越强大。

如今, 在国外, MATLAB 不仅大量走入企业、各大公司和科研机构, 而且在高等院校中, MATLAB 也成为大学生们必不可少的计算工具, 甚至是从本科生到博士生都必须掌握的一项基本技能。在我国, MATLAB 之风已在各大高等院校悄然兴起, 越来越多的人开始关注和使用 MATLAB, 许多专业已把 MATLAB 作为基本计算工具。针对这种情况, 作者旨在全面地介绍 MATLAB 的主要功能——科学计算及其可视化, 以及它在计算方法、复变函数、概率统计、优化处理和偏微分方程求解等领域中的应用, 使 MATLAB 真正成为不同专业的学生及科研、工程技术人员所普遍认可的科学计算工具。

鉴于如上原因, 笔者很久以来就一直致力于 MATLAB 的推广工作, 而且曾于 1999 年编写过一本《MATLAB 5.x 与科学计算》, 获得了广大读者的好评。但由于当时出版条件有限, 对 MATLAB 的基本功能介绍还显不足, 很多热心的读者也曾经通过电子邮件询问过此类问题, 并希望在新的版本中看到更详尽的介绍。2001 年, 在电子工业出版社的帮助下, 配合 MATLAB 6.0 软件的产生, 又推出了《MATLAB 6.0 与科学计算》, 该书应读者的要求, 补充了 MATLAB 基本功能的系统介绍, 同时继承了原书的实用性风格, 一经出版就获得了广大读者的一致好评, 很多大学、研究所和企业还将此书作为 MATLAB 的教材和科学计算的辅助教材。现在, Mathworks 公司又推出了 MATLAB 的最新版本, 同时在《MATLAB 6.0 与科学计算》出版后一年多的日子里, 笔者也总结了许多热心读者的好的建议, 并将在新版图书中有所体现, 希望能给读者一个很好的答复。

## 2. 内容框架

本书基于 MATLAB 最新版本, 主要全面系统地介绍了它的数值计算、符号运算和图形处理等功能, 让读者对 MATLAB 的强大功能有基本了解, 同时深入科学计算内部, 较为详尽地讲述了 MATLAB 在计算方法、复变函数、概率统计、最优化问题、偏微分方程解法以及动态仿真等领域中的应用。

全书按内容共分 11 章。

第 1 章安装及使用前准备 主要介绍 MATLAB 的概况、MATLAB 6.x 的安装、桌面平台及帮助系统, 使读者在使用 MATLAB 之前对 MATLAB 6.x 及使用环境有个整体的认识。

第2章数值计算功能 包括 MATLAB 的数据结构、向量及其运算、矩阵及其运算、数组及其运算和多项式运算等几部分内容。

第3章符号计算功能 将向读者全面介绍 MATLAB 的符号计算功能，主要包括符号表达式和符号矩阵的建立及其基本运算、符号微积分、符号代数方程求解以及符号常微分方程求解。此外，还介绍了一种使用方便的“图示化函数计算器”，以及如何利用与 Maple 接口来实现更为强大的符号处理功能等。

第4章图形处理功能 将介绍图形处理的基本功能及高级功能，包括二维、三维甚至四维图形的绘制、图形处理的技术、图形窗口的控制、句柄图形、图形用户界面（GUI）的处理方法以及动画显示的方法。

第5章程序设计 将向读者介绍 MATLAB 语言的开放性程序设计，读者可依其简单的规则编制属于自己的程序函数库。

第6章应用程序接口 主要介绍使用 MATLAB 在科学计算应用中与 FORTRAN 及 C 等高级语言接口问题，并增加创建独立应用程序的内容。

第7章 MATLAB 在计算方法中的应用 结合大学的计算方法课程，详尽地讲解 MATLAB 在插值与拟合、微积分、线性方程组解法、非线性方程组解法、特征值问题及常微分方程解法等方面的应用，且给出众多例子和例程。

第8章 MATLAB 在复变函数中的应用 着重介绍利用 MATLAB 内部功能函数来解决复数领域中的一些问题，如复数的基本运算、复矩阵的各种函数运算、留数的计算及解析函数的 Taylor 展开。另外，还延伸讲一些可能用到的 Laplace 变换、Fourier 变换和 Z 变换等重要运算。

第9章 MATLAB 在概率统计中的应用 将为那些苦于实验数据处理统计的人打开方便之门，本章将介绍如何用 MATLAB 处理诸如数学期望值、方差、协方差、相关系数、参数估计、置信区间计算、假设检验、方差分析及回归诊断等问题。

第10章 MATLAB 在最优化问题中的应用 将介绍一个热门和实用的问题——最优化问题。主要介绍以下处理问题的方法：线性优化、二次优化、自由优化和强约束优化，有很大的现实意义。

第11章 MATLAB 在偏微分方程解法中的应用 将对力学、传热和波动等问题中的偏微分方程在 MATLAB 中的求解方法做简单介绍，使读者对这些基本问题可以很快地掌握其解决方法，为更深入的研究打下基础。

第12章 MATLAB 在建模仿真中的应用 主要对 Simulink 的使用方法、程序设计以及一些高级应用知识进行系统的介绍。

### 3. 本书的特点

- 内容系统、全面

本书对最新的 MATLAB 6.x 的科学计算功能做了详尽的介绍，这在国内外出版物中还不多见。且本书没有局限于对 MATLAB 命令的简单介绍，而是结合不同层次的高校教学中的数学课程，做到有的放矢，适应面广。

- 紧密结合理论、算法语言及 MATLAB 实现

介绍理论、算法并非本书的目的，然而在一些问题上只有紧密结合三者才能使读者对 MATLAB 有更全面、准确的认识。

- 算例多、应用性强

本书提供了众多的算例，特别是在第7章以后，许多算例是来自各大学教材及讲义的习题或作业，因此对各层次的学生来说，适用性和实用性更强。

- 基于 MATLAB 6.x，对主要命令各版本兼顾

笔者是从 MATLAB 4.0 开始使用 MATLAB 的，因此，对不同版本的主要命令比较熟悉。在本书写作中，尽可能多地标注出不同版本之间的异同之处，以供各种版本的用户使用。

- 命令查询方便

本书还提供了主要函数命令的索引和注释，是学习 MATLAB 的好帮手。

#### 4. 致谢

我自学会使用 MATLAB 之日起，就一直想为 MATLAB 在中国的推广做点贡献。后经几位老师指导，终于可在数学上初窥门径。如今写成此书，感谢数学分析、数值分析、线性代数、统计学、运筹学、计算机仿真学以及大规模数学优化等课程的几位老师的教导。特别感谢清华大学的李志信、梁新刚、顾丽珍和白峰杉等几位教授和所有支持此书编写的老师。

在此书的编写过程中，我的父母给了我很大的支持和鼓励，在此向他们表示感谢。

另外，还要感谢王焕然、杨学良、杨学君、杨一峰、包宇、刘思宇、王玮、王金库、孟宇、兰旭东、李明东、黄贝佳、唐浩、胡升腾、马利勇、杜以恒、章沙、史波、柯文助、张红铃、徐宁、邓巍巍、王越男、普勇、沈岩、刘民、宁静涛、张容海、乔小丽、谷勇先、郝春强、刘笛、董旭、朱翠萍、叶芬君、朱雅丽等对本书的写作所做的必要工作。

本书旨在推广 MATLAB 语言，倘若读者能从本书中有所裨益的话，实属笔者之幸。由于水平有限、经验不足，有错误及不当之处在所难免，恳请读者指正。

作者

(moral@tsinghua.org.cn) 于清华园

# 目 录

<b>第 1 章 安装及使用前的准备</b> .....	1
1.1 MATLAB 6.x 简介 .....	1
1.1.1 21 世纪的科学计算语言 .....	1
1.1.2 MATLAB 的发展历史 .....	3
1.1.3 MATLAB 6.x 的新特点 .....	4
1.1.4 MATLAB 的应用和网上资源 .....	5
1.2 MATLAB 6.x 的安装 .....	6
1.3 MATLAB 的桌面平台 .....	10
1.3.1 启动 MATLAB .....	10
1.3.2 桌面平台 .....	11
1.4 帮助系统 .....	14
1.4.1 联机帮助系统 .....	14
1.4.2 命令窗口查询帮助 .....	17
1.4.3 联机演示系统 .....	20
1.4.4 常用的命令和技巧 .....	21
1.5 MATLAB 的搜索路径与扩展 .....	22
1.5.1 MATLAB 的搜索路径 .....	22
1.5.2 扩展 MATLAB 的搜索路径 .....	24
<b>第 2 章 数值计算功能</b> .....	26
2.1 MATLAB 的数据类型 .....	26
2.1.1 变量与常量 .....	26
2.1.2 数字变量 .....	27
2.1.3 字符串 .....	30
2.1.4 矩阵 .....	33
2.1.5 单元型变量 .....	33
2.1.6 结构型变量 .....	36
2.2 向量及其运算 .....	38
2.2.1 向量的生成 .....	39
2.2.2 向量的基本运算 .....	40
2.2.3 点积、叉积及混合积的实现 .....	40
2.3 矩阵及其运算 .....	42
2.3.1 矩阵的生成 .....	42
2.3.2 矩阵的基本数学运算 .....	43
2.3.3 矩阵的基本函数运算 .....	49

2.3.4	矩阵分解函数 .....	54
2.3.5	特殊矩阵的生成 .....	57
2.3.6	矩阵的一些特殊操作 .....	60
2.4	数组及其运算 .....	63
2.4.1	基本数组运算 .....	63
2.4.2	数组函数运算 .....	65
2.4.3	数组逻辑运算 .....	65
2.5	多项式运算 .....	68
2.5.1	多项式的表示方法 .....	68
2.5.2	多项式运算 .....	69
<b>第3章</b>	<b>符号运算功能 .....</b>	<b>73</b>
3.1	符号表达式的生成 .....	73
3.2	符号和数值之间的转换 .....	74
3.3	符号函数的运算 .....	76
3.3.1	复合函数运算 .....	76
3.3.2	反函数的运算 .....	77
3.4	符号矩阵的创立 .....	78
3.4.1	使用 <code>sym</code> 函数直接创建符号矩阵 .....	78
3.4.2	用创建子阵的方法创建符号矩阵 .....	78
3.4.3	将数值矩阵转化为符号矩阵 .....	78
3.4.4	符号矩阵的索引和修改 .....	79
3.5	符号矩阵的运算 .....	79
3.5.1	基本运算 .....	79
3.5.2	矩阵分解 .....	81
3.5.3	矩阵的空间运算 .....	82
3.5.4	符号矩阵的简化 .....	83
3.6	符号微积分 .....	85
3.6.1	符号极限 .....	85
3.6.2	符号积分 .....	86
3.6.3	符号微分和差分 .....	87
3.7	符号代数方程求解 .....	89
3.7.1	线性方程组的符号解法 .....	89
3.7.2	非线性方程的符号解法 .....	90
3.8	符号微分方程求解 .....	90
3.8.1	常微分方程的符号解 .....	90
3.9	符号函数的二维图 .....	91
3.9.1	符号函数的简易绘图函数 <code>ezplot</code> .....	91
3.9.2	绘制函数图函数 <code>fplot</code> .....	92
3.10	图示化函数计算器 .....	93



3.10.1	输入框的控制操作 .....	94
3.10.2	命令按钮的操作 .....	94
3.11	Maple 接口 .....	95
3.11.1	maple 命令 .....	95
3.11.2	mfun 命令 .....	97
<b>第 4 章</b>	<b>图形处理功能 .....</b>	<b>98</b>
4.1	二维图形 .....	98
4.1.1	基本绘图命令 .....	98
4.1.2	特殊的二维图形函数 .....	102
4.2	三维图形 .....	106
4.2.1	基本绘图命令 .....	107
4.2.2	特殊的三维图形函数 .....	111
4.3	四维表现图 .....	114
4.4	图形处理的基本技术 .....	115
4.4.1	图形的控制 .....	115
4.4.2	图形的标注 .....	117
4.4.3	图形的保持与子图 .....	123
4.5	图形处理的高级技术 .....	125
4.5.1	颜色映像 .....	125
4.5.2	视角与光照 .....	130
4.5.3	图像处理 .....	134
4.5.4	图形的输出 .....	137
4.6	图形窗口 .....	137
4.6.1	图形窗口的菜单操作 .....	137
4.6.2	图形窗口的工具栏 .....	142
4.7	句柄图形 .....	143
4.7.1	句柄图形的层次结构 .....	143
4.7.2	句柄的访问 .....	144
4.7.3	句柄的操作 .....	145
4.8	图形用户界面操作 GUI .....	149
4.8.1	GUI 设计工具简介 .....	149
4.8.2	GUI 向导设计 .....	155
4.8.3	GUI 程序设计 .....	158
4.9	动画 .....	166
<b>第 5 章</b>	<b>程序设计 .....</b>	<b>169</b>
5.1	M 文件介绍 .....	169
5.1.1	M 文件的特点与形式 .....	169
5.1.2	命令式文件 .....	170
5.1.3	函数式文件 .....	171

5.2	控制语句 .....	172
5.2.1	循环语句 .....	172
5.2.2	选择语句 .....	175
5.2.3	分支语句 switch-case-otherwise .....	176
5.2.4	人机交互语句 .....	177
5.3	函数变量及变量作用域 .....	179
5.4	子函数与局部函数 .....	182
5.5	程序设计的辅助函数 .....	182
5.6	程序设计的优化 .....	186
5.7	程序调试 .....	187
5.7.1	M 文件错误的种类 .....	187
5.7.2	错误的识别 .....	188
5.7.3	调试过程 .....	188
5.8	M 文件的调用记录 .....	190
5.8.1	profile 函数 .....	190
5.8.2	调用记录结果的显示 .....	191
5.9	函数句柄 .....	193
5.9.1	函数句柄的创建和显示 .....	193
5.9.2	函数句柄的调用和操作 .....	194
<b>第 6 章</b>	<b>应用程序接口 .....</b>	<b>196</b>
6.1	应用程序接口介绍 .....	196
6.1.1	MEX 文件 .....	196
6.1.2	MATLAB 计算引擎 .....	197
6.1.3	MAT 文件 .....	198
6.2	MEX 文件的编辑与使用 .....	198
6.2.1	C 语言 MEX 文件 .....	198
6.2.2	FORTTRAN 语言 MEX 文件 .....	201
6.3	MATLAB 计算引擎 .....	203
6.3.1	C 语言 MATLAB 计算引擎 .....	203
6.3.2	FORTTRAN 语言 MATLAB 计算引擎 .....	205
6.4	MAT 文件的编辑与使用 .....	206
6.4.1	MATLAB 中的数据处理 .....	207
6.4.2	C 语言 MAT 文件 .....	207
6.4.3	FORTTRAN 语言 MAT 文件 .....	210
6.5	创建独立应用程序 .....	212
6.5.1	转化为 C/C++ 语言程序 .....	212
6.5.2	创建独立的可执行程序 .....	217
<b>第 7 章</b>	<b>MATLAB 在计算方法中的应用 .....</b>	<b>219</b>
7.1	插值与拟合 .....	219

7.1.1	Lagrange 插值 .....	219
7.1.2	Runge 现象的产生和分段线性插值 .....	220
7.1.3	Hermite 插值 .....	223
7.1.4	三次样条插值 .....	225
7.1.5	最小二乘法拟合 .....	227
7.1.6	快速 Fourier 变换简介 .....	229
7.2	积分与微分 .....	231
7.2.1	Newton-Cotes 系列数值求积公式 .....	231
7.2.2	Gauss 求积公式 .....	238
7.2.3	Romberg 求积公式 .....	240
7.2.4	Monte-Carlo 方法简介 .....	242
7.2.5	符号积分 .....	243
7.2.6	微分和差分 .....	244
7.3	求解线性方程组 .....	245
7.3.1	直接解法 .....	246
7.3.2	迭代解法的几种形式 .....	248
7.3.3	线性方程组的符号解法 .....	252
7.3.4	稀疏矩阵技术 .....	253
7.4	求解非线性方程组 .....	257
7.4.1	非线性方程的解法 .....	257
7.4.2	方程组解法 .....	262
7.4.3	非线性方程(组)的符号解法 .....	264
7.5	特征值问题 .....	265
7.5.1	特征值函数 .....	265
7.5.2	广义特征值分解 .....	266
7.5.3	其他分解 .....	267
7.6	常微分方程的解法 .....	268
7.6.1	欧拉方法 .....	268
7.6.2	Runge-Kutta 方法 .....	271
7.6.3	刚性问题的解 .....	274
7.6.4	常微分方程的符号解 .....	275
<b>第 8 章</b>	<b>MATLAB 在复变函数中的应用 .....</b>	<b>277</b>
8.1	复数和复矩阵的生成 .....	277
8.1.1	复数的生成 .....	277
8.1.2	创建复矩阵 .....	277
8.2	复数的运算 .....	278
8.2.1	复数的实部和虚部 .....	278
8.2.2	共轭复数 .....	278
8.2.3	复数的模和辐角 .....	278

8.2.4	复数的乘除法	279
8.2.5	复数的平方根	279
8.2.6	复数的幂运算	279
8.2.7	复数的指数和对数运算	279
8.2.8	复数的三角函数运算	280
8.2.9	复数方程求根	280
8.3	留数	280
8.4	Taylor 级数展开	282
8.5	Laplace 变换及其逆变换	283
8.6	Fourier 变换及其逆变换	284
<b>第 9 章</b>	<b>MATLAB 在概率统计中的应用</b>	<b>286</b>
9.1	统计量的数字特征	286
9.1.1	简单数学期望和几种均值	286
9.1.2	数据比较	287
9.1.3	累积和累和	288
9.1.4	方差和标准差	288
9.1.5	偏斜度和峰度	289
9.1.6	协方差和相关系数	290
9.1.7	协方差矩阵	291
9.2	常用的统计分布量	292
9.2.1	期望和方差	292
9.2.2	概率密度函数	293
9.2.3	概率值函数(概率累积函数)	295
9.2.4	分值点函数(逆概率累积函数)	297
9.2.5	随机数生成函数	298
9.3	参数估计	298
9.3.1	正态分布参数估计	299
9.3.2	指数最大似然参数估计	301
9.4	区间估计	301
9.4.1	Gauss-Newton 法的非线性最小二乘数据拟合	301
9.4.2	非线性拟合和预测的交互图形工具	301
9.4.3	非线性最小二乘预测的置信区间	301
9.4.4	非线性模型的参数置信区间	302
9.4.5	非负最小二乘	302
9.5	假设检验	302
9.5.1	单个总体 $N(\mu, \sigma^2)$ 均值 $\mu$ 的检验	302
9.5.2	两个正态总体均值差的检验(t 检验)	304
9.5.3	秩和检验	305
9.5.4	中值检验	306

9.6	方差分析和回归诊断 .....	306
9.6.1	方差分析 .....	306
9.6.2	回归分析 .....	309
9.7	统计图 .....	310
9.7.1	直方图 .....	310
9.7.2	角度扇形图 .....	310
9.7.3	正态分布图 .....	310
9.7.4	参考线 .....	310
9.7.5	显示数据采样的盒图 .....	311
9.7.6	对离散图形加最小二乘法直线 .....	311
9.7.7	QQ 图 .....	311
<b>第 10 章</b>	<b>MATLAB 在最优化问题中的应用 .....</b>	<b>313</b>
10.1	线性优化 .....	313
10.2	二次优化 .....	316
10.3	非线性无约束优化问题 .....	318
10.3.1	fmin .....	318
10.3.2	fmins .....	318
10.3.3	fminu .....	319
10.3.4	foptions 函数 .....	321
10.4	最小二乘优化问题 .....	322
10.4.1	leastsq .....	322
10.4.2	curvefit .....	322
10.5	强约束问题 .....	323
10.5.1	函数介绍 .....	323
10.5.2	应用举例 .....	324
10.6	目标-达到问题的优化 .....	327
10.6.1	函数介绍 .....	327
10.6.2	应用举例 .....	327
10.7	非线性方程的优化解 .....	329
10.7.1	fzero .....	329
10.7.2	fsolve .....	330
<b>第 11 章</b>	<b>MATLAB 在偏微分方程解法中的应用 .....</b>	<b>332</b>
11.1	解简单泊松方程 .....	332
11.2	解 Helmholtz 方程并研究反射波 .....	333
11.2.1	Helmholtz 方程的求解 .....	333
11.2.2	反射波的可视化研究 .....	334
11.3	最小表面问题求解 .....	335
11.4	使用子区域分解法解 FEM 问题 .....	336
11.5	求解热传导方程 .....	338

11.6	求解波形传递问题 .....	340
11.7	点力和适应解 .....	342
11.8	使用矩形栅格解泊松方程 .....	343
<b>第 12 章</b>	<b>MATLAB 在建模仿真中的应用 .....</b>	<b>346</b>
12.1	Simulink 快速入门 .....	346
12.1.1	Simulink 与建模仿真 .....	346
12.1.2	创建一个简单模型 .....	348
12.1.3	Simulink 是如何工作的 .....	350
12.1.4	创建一个复杂模型 .....	352
12.2	运行仿真 .....	357
12.2.1	使用窗口运行仿真 .....	357
12.2.2	仿真参数的设置 .....	359
12.2.3	使用 MATLAB 命令运行仿真 .....	365
12.3	模型的调试 .....	367
12.3.1	Simulink 调试器 .....	367
12.3.2	命令行调试 .....	369
12.3.3	在调试状态下运行仿真 .....	369
12.3.4	设置断点 .....	370
12.4	子系统及其封装技术 .....	370
12.4.1	Simulink 子系统 .....	370
12.4.2	压缩子系统 .....	371
12.4.3	子系统模块 .....	371
12.4.4	封装技术概述 .....	373
12.4.5	子系统到封装模块的转化 .....	374
12.4.6	查看封装和解封装 .....	379
12.5	回调 .....	379
12.5.1	回调函数的介绍 .....	380
12.5.2	基于回调的图形用户界面 .....	380
12.6	S 函数 .....	383
12.6.1	什么是 S 函数 .....	383
12.6.2	S 函数模块 .....	383
12.6.3	S 函数是如何工作的 .....	384
12.6.4	S 函数中的几个概念 .....	385
12.6.5	S 函数动画 .....	387
12.7	高级应用 .....	392
12.7.1	算法选择 .....	392
12.7.2	解法参数设置 .....	393
12.7.3	代数环 .....	395
12.7.4	改善仿真性能及精度 .....	400

附录 A	MATLAB 6.x 的设置	402
A.1	通用属性设置 (General)	402
A.2	命令窗口属性设置 (Command Window)	403
A.3	编辑调试属性设置 (Editor/Debugger)	405
A.4	帮助属性设置	408
A.5	当前路径属性设置	409
A.6	工作空间属性设置	410
A.7	数组编辑器属性设置	410
A.8	GUIDE 属性设置页面	411
A.9	图形复制属性设置	411
附录 B	主要函数命令注释	413
B.1	一般函数命令 (GENERAL)	413
B.2	操作符与操作 (OPERATER)	414
B.3	参数选择 (PREFERANCE)	415
B.4	数据类型和结构 (DATATYPE)	416
B.5	数据分析和 Fourier 变换 (DATAFUN)	417
B.6	基本矩阵和矩阵操作 (ELMAT)	418
B.7	基本数学函数 (ELFUN)	419
B.8	矩阵函数 (MATFUN)	420
B.9	稀疏矩阵 (SPMAT)	421
B.10	专用数学函数 (SPECFUN)	422
B.11	时间函数 (TIME)	423
B.12	二维图 (PLOTXY)	423
B.13	图形句柄 (GENGRAPH)	424
B.14	特殊图形 (SPECGRAPH)	424
B.15	三维图 (3DGRAPH)	426
B.16	插值和多项式 (INTERPOLY)	427
B.17	语言程序设计 (LANGUAGE)	428
B.18	文件输入输出函数 (IOFUN)	428
B.19	字符串函数 (STRFUN)	429
B.20	符号工具箱 (SYMBOLIC)	430
B.21	动态数据交换 (DDE)	432
B.22	统计学 (STASTICS)	432
B.23	最优化工具箱 (OPT)	436
B.24	功能函数和常微分方程解法 (ODE)	437
附录 C	Simulink 主要库和库函数介绍	439
参考文献		442

# 第 1 章 安装及使用前的准备

MATLAB 是一种功能非常强大的科学计算软件。在正式使用它之前应对它有一个整体的认识。本章将介绍 MATLAB 的基本内容, 主要包括 MATLAB 的历史、MATLAB 6.x 的新特点、MATLAB 6.x 的安装过程及一些网络资源等。由于 MATLAB 的工具箱和模块集种类繁多, 因此, 可采用 SWYN (Select What You Need) 安装模式。本书给出各组件的说明, 用户可以根据自己的需要选择安装。对 MATLAB 的桌面环境的介绍可以使用户在使用时得心应手。MATLAB 具有强大的帮助系统, 了解这些帮助系统对 MATLAB 的学习和使用是非常重要的。帮助系统主要包括在线帮助系统、演示系统和命令查询等。另外, 对于 MATLAB 的使用者来说, 了解 MATLAB 的搜索路径及其扩展的方法也是非常重要的。

## 1.1 MATLAB 6.x 简介

本节主要介绍 MATLAB 的整体概况、MATLAB 软件的历史、MATLAB 6.x 的一些新特点及 MATLAB 的网络资源。

### 1.1.1 21 世纪的科学计算语言

MATLAB 源于 MATrix LABoratory 一词, 原意为矩阵实验室。一开始它是一种专门用于矩阵数值计算的软件。随着 MATLAB 逐渐市场化, MATLAB 不仅具有了数值计算功能, 而且具有了数据可视化功能。自 MATLAB 4.1 版本开始, MATLAB 拥有了它自己的符号运算功能, MATLAB 的应用范围进一步拓宽。在 MATLAB 6.x 中, MATLAB 不仅在数值计算、符号运算和图形处理等功能上进一步加强, 而且又增加了许多工具箱。目前, MATLAB 已拥有数十个工具箱, 以供不同专业的科技人员使用。特别是在最新的 MATLAB 6.5 (R13) 版本中, 计算速度又有了明显的提高。

MATLAB 自产生之日起, 就以其强大的功能和良好的开放性而在科学计算诸软件中独占鳌头。如今, 新版本的 MATLAB 在符号运算上不甘人后, 在与符号运算最为强大的工具软件 Maple 实现接口之后, 可以说 MATLAB 在数值计算、符号运算及图形处理方面都在同类产品中占有优势。再考虑到 MATLAB 的开放性、易学易用等优点, MATLAB 的确是高校学生、老师、科研人员和工程计算人员的最好选择。MATLAB 是真正面向 21 世纪的科学计算语言。

MATLAB 语言主要有以下其他语言无可比拟的特点。

#### 1. 功能强大

MATLAB 4.0 以上 (不包括 4.0 版本) 的各版本, 不仅在数值计算上继续保持着相对其他同类软件的绝对优势, 而且还开发了自己的符号运算功能。特别是 MATLAB 6.x 版本在符号运算功能上丝毫不逊于其他各类软件, 如 MathCAD, Mathematica 等。这样, 用户就不必像以前的计算人员那样在掌握 MATLAB 的同时还要学习另一种符号运算软件。用户只要学



会了 MATLAB 6.x, 就可以方便地处理诸如矩阵变换及运算、多项式运算、微积分运算、线性与非线性方程求解、常微分方程求解、偏微分方程求解、插值与拟合、统计及优化等问题了。

做过数学计算的人可能知道, 在计算中最难处理的就是算法的选择, 这个问题在 MATLAB 面前释然而解。MATLAB 中许多功能函数都带有算法的自适应能力, 且算法先进, 大大解决了用户的后顾之忧。同时, 这也大大弥补了 MATLAB 程序因非可执行文件而影响其速度的缺陷, 因为在很多实际问题中, 计算速度对算法的依赖程度大大高于对运算本身的依赖程度。另外, MATLAB 提供了一套完善的图形可视化功能, 为用户向别人展示自己的计算结果提供了广阔的空间。图 1.1 和图 1.2 就是用 MATLAB 绘制的三维图形和流场显示图。

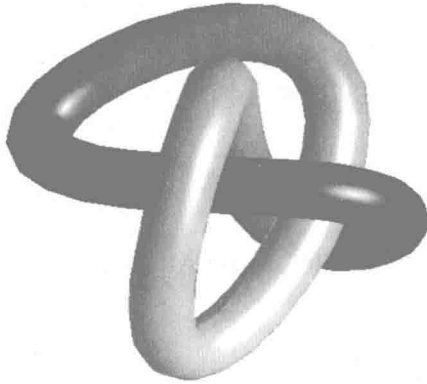


图 1.1 MATLAB 三维图形示例

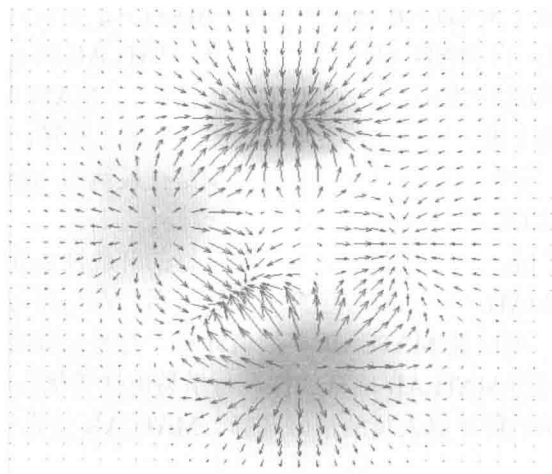


图 1.2 MATLAB 流场图形示例

## 2. 语言简单

无论一种语言的功能多么强大, 如果语言本身是艰涩而蹩脚的, 那么它绝非一个成功的语言。而 MATLAB 是成功的, 它允许用户以数学形式的语言编写程序, 比 BASIC、FORTRAN 和 C 等语言更接近于书写计算公式的思维方式。它的操作和功能函数指令就是以平时计算机和数学书上的一些简单英文单词表达的。由于它在很长一段时期内是用 C 语言开发的, 它的