

王沫然 © 编著

MATLAB

与科学计算教程

 中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

MATLAB 与科学计算教程

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领域中的应用。本书的前身——《MATLAB 与科学计算》作为工具书已出版 3 版,受到了广大读者的一致好评;为了适应高校的教学需求,本书在内容上做了调整,增加了课后习题和例题,以适应教学和课程学习的不同需求。

本书可作为 MATLAB 的教学用书,也可作为高等数学、线性代数、计算方法、复变函数、概率统计、数学规划等课程的教学辅导书,还可作为科研人员及工程计算人员学习和使用 MATLAB 的工具书。

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 与科学计算教程 / 王沫然编著. —北京:电子工业出版社,2016.2

ISBN 978-7-121-28146-4

I. ①M… II. ①王… III. ①计算机辅助计算—Matlab 软件—高等学校—教材 IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 026443 号

策划编辑:赵玉山

责任编辑:桑 昀

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

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:23.5 字数:617 千字

版 次:2016 年 2 月第 1 版

印 次:2016 年 2 月第 1 次印刷

定 价:48.00 元

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

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 Mathworks 公司推出了强大的 MATLAB 升级版本 MATLAB 6.0, 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。

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, 本书旨在全面地介绍 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、统计和优化等领域中的应用, 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, 编者长期致力于 MATLAB 的推广工作。2000 年之前曾编写过《MATLAB 5.x 与科学计算》, 由清华大学出版社出版, 并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。2003 年, 应读者需求在原书的基础上增加了动画实现、程序接口以及 Simulink 建模等内容, 实现了对 MATLAB 全功能的系统介绍, 图书也随即升级为《MATLAB 与科学计算》(第 2 版)。在接下来的十年时间里, 第 2 版被重印了十几次, 经久不衰。2011 年, 编者从海外回国执教, 并开始在清华大学开设全校性课程《MATLAB 与科学计算》, 经过几次教学体验后, 2012 年根据教学需求再次修改并出版了第 3 版《MATLAB 与科学计算》。第 3 版修正了一些由于软件升级所造成的应用问题, 增加了教学实用例题, 更贴近教学用书。但是, 经过最近三年的教学体验, 编者还是深刻体会到出版一本真正适用于高校本科生教学的 MATLAB 教材的必要性。鉴于此, 本书在前书的基础上做了大量结构上的调整, 结合教学案例以及近 5 年热心读者的建设性建议, 增加了课后习题, 正式将它完善成为一本教学用书, 希望能给关注 MATLAB 教学的教师 and 希望学习 MATLAB 的学生提供一本满意的教材。

2. 内容框架

本书基于 MATLAB 最新版本, 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、概率统计以及最优化问题等领域的应用。

全书按内容共分 10 章。

第 1 章主要介绍 MATLAB 的概况、MATLAB 安装、桌面平台及帮助系统, 使读者在使用 MATLAB 之前对使用环境有一个整体的认识。

第 2 章包括 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”, 以及如何利用接口来实现更为强大的符号处理功能等。

第 4 章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 章主要介绍 MATLAB 在科学计算应用中与 FORTRAN 及 C 等高级语言的接口问题, 并增加了创建独立应用程序的内容。

第 7 章结合大学的计算方法课程, 详尽地讲解了 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, 且给出了众多的例子和例程。

第 8 章着重介绍利用 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, 还延伸讲解一些可能用到的 Laplace 变换、Fourier 变换和 Z 变换等重要运算。

第 9 章将为那些苦于实验数据处理统计的人打开方便之门, 将介绍如何用 MATLAB 处理数学期望值、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 章介绍一个热门和实用的问题——最优化问题。主要介绍以下问题处理的方法: 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。

3. 本书的特点

(1) 内容系统、全面

本书对最新版的 MATLAB 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 基于 MATLAB 最新版, 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。

(5) 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

编者自学会使用 MATLAB 之日起, 就一直致力于 MATLAB 在中国的推广工作。后经几位老师指导, 终于可在数学上初窥门径。能够写成此书, 需要感谢在学期间清华大学的数学分析、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老师的教导。特别感谢清华大学的顾丽珍、白峰杉、高策里、李海中等几位教授和所有支持此书编写的老师。

能够完成此书, 离不开我的父母、岳父母以及妻儿给我的支持和鼓励, 在此向他们表示感谢; 也希望最新版的出版能够告慰父亲的在天之灵。

编者要感谢电子工业出版社计算机图书分社社长郭立女士, 正是她在 2001 年的敏锐挖掘和发现, 才使《MATLAB 与科学计算》系列图书能够以崭新的面貌展现给读者; 感谢张立红编辑和张月萍编辑对《MATLAB 与科学计算》系列图书的精心雕琢和润色; 特别感谢赵玉山编辑对《MATLAB 与科学计算教程》图书在选题、内容架构以及语言表达方面的真诚建议以及所付出的巨大努力。没有三位编辑的大力帮助, 很难让我在繁忙的科研教学之余完成这样一个严肃而艰巨的任务。本书的出版还得益于清华大学本科教学改革立项项目的支持。

最后还要衷心感谢关心和喜欢本书的那些可爱的读者们! 热爱 MATLAB 是我撰写这样一本教材的初动力, 而读者的欣赏、支持和鼓励则是我坚持不断完善该书的持久推动力。当我远渡重洋在美国多次遇到同学同事打开行李箱拿出仅有的一本或有限的几本参考书中有我所编写的书时, 当我看到他们偶然发现他们珍藏的参考书的作者就在眼前那种惊诧的眼神时, 我清晰地感觉到我内心深处不仅仅有成就感, 更多的可能还是责任感。更让我欣喜的是读者来信, 让我从抱怨和批评中得到灵感, 从赞扬和感谢中获取坚持。

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

编者 王沫然

2015 年 10 月于清华园

目 录

第 1 章 绪论	1	2.4 数组及其运算	50
1.1 MATLAB 简介	1	2.4.1 基本数组运算	50
1.1.1 21 世纪的科学计算语言	1	2.4.2 数组函数运算	52
1.1.2 MATLAB 的发展历史	3	2.4.3 数组逻辑运算	52
1.1.3 MATLAB 的应用和网上资源	3	2.5 多项式运算	54
1.2 MATLAB 的桌面平台	4	2.5.1 多项式的表示方法	54
1.2.1 启动 MATLAB	4	2.5.2 多项式运算	55
1.2.2 桌面平台	4	习题	58
1.3 帮助系统	7	第 3 章 符号运算功能	65
1.3.1 联机帮助系统	7	3.1 符号表达式的生成	66
1.3.2 命令窗口查询帮助	9	3.2 符号和数值之间的转换	67
1.3.3 联机演示系统	11	3.3 符号函数的运算	68
1.3.4 常用的命令和技巧	12	3.3.1 复合函数运算	68
1.4 MATLAB 的搜索路径与扩展	13	3.3.2 反函数的运算	69
1.4.1 MATLAB 的搜索路径	14	3.4 符号矩阵的创立	69
1.4.2 扩展 MATLAB 的搜索路径	15	3.4.1 使用 sym 函数直接创建符号 矩阵	69
第 2 章 数值计算功能	17	3.4.2 用创建子阵的方法创建符号 矩阵	69
2.1 MATLAB 的数据类型	17	3.4.3 将数值矩阵转化为符号矩阵	70
2.1.1 变量与常量	17	3.4.4 符号矩阵的索引和修改	70
2.1.2 数字变量	18	3.5 符号矩阵的运算	70
2.1.3 字符串	21	3.5.1 基本运算	70
2.1.4 矩阵	24	3.5.2 矩阵分解	72
2.1.5 单元型变量	24	3.5.3 矩阵的空间运算	73
2.1.6 结构型变量	26	3.5.4 符号矩阵的简化	74
2.2 向量及其运算	28	3.6 符号微积分	76
2.2.1 向量的生成	28	3.6.1 符号极限	76
2.2.2 向量的基本运算	30	3.6.2 符号积分	77
2.2.3 点积、叉积及混合积的实现	30	3.6.3 符号微分和差分	77
2.3 矩阵及其运算	31	3.7 符号代数方程求解	79
2.3.1 矩阵的生成	31	3.7.1 线性方程组的符号解法	79
2.3.2 矩阵的基本数学运算	32	3.7.2 非线性方程的符号解法	80
2.3.3 矩阵的基本函数运算	38	3.8 符号微分方程求解	81
2.3.4 矩阵分解函数	43	3.9 符号函数的二维图	81
2.3.5 特殊矩阵的生成	45		
2.3.6 矩阵的一些特殊操作	47		

3.9.1	符号函数的简易绘图函数 ezplot	81	5.1.2	命令式文件	162
3.9.2	绘制函数图函数 fplot	82	5.1.3	函数式文件	163
3.10	图示化函数计算器	83	5.2	控制语句	164
3.10.1	输入框的控制操作	83	5.2.1	循环语句	164
3.10.2	命令按钮的操作	84	5.2.2	选择语句	166
习题		85	5.2.3	分支语句 switch-case-otherwise	167
第4章	图形处理功能	89	5.2.4	人机交互语句	168
4.1	二维图形	89	5.3	函数变量及变量作用域	170
4.1.1	基本绘图命令	89	5.4	子函数与局部函数	172
4.1.2	特殊的二维图形函数	93	5.5	程序设计的辅助函数	173
4.2	三维图形	98	5.6	程序设计的优化	176
4.2.1	基本绘图命令	98	5.7	程序调试	177
4.2.2	特殊的三维图形函数	102	5.7.1	M 文件错误的种类	177
4.3	四维表现图	105	5.7.2	错误的识别	178
4.4	图形处理的基本技术	106	5.7.3	调试过程	179
4.4.1	图形的控制	106	5.8	M 文件的调用记录	180
4.4.2	图形的标注	109	5.9	函数句柄	181
4.4.3	图形的保持与子图	115	5.9.1	函数句柄的创建和显示	181
4.5	图形处理的高级技术	116	5.9.2	函数句柄的调用和操作	182
4.5.1	颜色映像	116	习题		182
4.5.2	视角与光照	122	第6章	应用程序接口	189
4.5.3	图像处理	127	6.1	应用程序接口介绍	189
4.5.4	图形的输出	129	6.1.1	MEX 文件	189
4.6	图形窗口	129	6.1.2	MATLAB 计算引擎	190
4.6.1	图形窗口的菜单操作	129	6.1.3	MAT 文件	191
4.6.2	图形窗口的工具栏	130	6.2	MEX 文件的编辑与使用	191
4.7	句柄图形	131	6.2.1	C 语言 MEX 文件	191
4.7.1	句柄图形的层次结构	131	6.2.2	FORTTRAN 语言 MEX 文件	194
4.7.2	句柄的访问	132	6.3	MATLAB 计算引擎	194
4.7.3	句柄的操作	132	6.3.1	C 语言 MATLAB 计算引擎	194
4.8	图形用户界面操作 GUI	137	6.3.2	FORTTRAN 语言 MATLAB 计算引擎	196
4.8.1	GUI 设计工具简介	137	6.4	MAT 文件的编辑与使用	198
4.8.2	GUI 向导设计	143	6.4.1	MATLAB 中的数据处理	198
4.8.3	GUI 程序设计	146	6.4.2	C 语言 MAT 文件	198
4.9	动画	153	6.4.3	FORTTRAN 语言 MAT 文件	201
习题		155	6.5	创建独立应用程序	203
第5章	程序设计	161	6.5.1	转化为 C/C++ 语言程序	204
5.1	M 文件介绍	161			
5.1.1	M 文件的特点与形式	161			

6.5.2 创建独立的可执行程序	205	第 8 章 MATLAB 在复变函数中的应用	265
习题	206	8.1 复数和复矩阵的生成	265
第 7 章 MATLAB 在计算方法中的应用	207	8.1.1 复数的生成	265
7.1 插值与拟合	207	8.1.2 创建复矩阵	265
7.1.1 Lagrange 插值	207	8.2 复数的运算	266
7.1.2 Runge 现象的产生和分段插值	208	8.2.1 复数的实部和虚部	266
7.1.3 Hermite 插值	211	8.2.2 共轭复数	266
7.1.4 样条插值	212	8.2.3 复数的模和辐角	266
7.1.5 最小二乘法拟合	215	8.2.4 复数的乘除法	266
7.1.6 快速 Fourier 变换简介	217	8.2.5 复数的平方根	267
7.2 积分与微分	219	8.2.6 复数的幂运算	267
7.2.1 Newton-Cotes 系列数值求积公式	219	8.2.7 复数的指数和对数运算	267
7.2.2 Gauss 求积公式	226	8.2.8 复数的三角函数运算	267
7.2.3 Romberg 求积公式	228	8.2.9 复数方程求根	268
7.2.4 Monte-Carlo 方法简介	229	8.3 留数	268
7.2.5 符号积分	230	8.4 Taylor 级数展开	269
7.2.6 微分和差分	230	8.5 Laplace 变换及其逆变换	270
7.3 求解线性方程组	232	8.6 Fourier 变换及其逆变换	272
7.3.1 直接解法	232	习题	273
7.3.2 迭代解法的几种形式	234	第 9 章 MATLAB 在概率统计中的应用	275
7.3.3 线性方程组的符号解法	238	9.1 统计量的数字特征	275
7.3.4 稀疏矩阵技术	239	9.1.1 简单数学期望和几种均值	275
7.4 求解非线性方程组	243	9.1.2 数据比较	276
7.4.1 非线性方程的解法	243	9.1.3 累积与累和	277
7.4.2 方程组解法	247	9.1.4 方差和标准差	277
7.4.3 非线性方程(组)的符号解法	249	9.1.5 偏斜度和峰度	278
7.5 特征值问题	249	9.1.6 协方差和相关系数	279
7.5.1 特征值函数	249	9.1.7 协方差矩阵	280
7.5.2 广义特征值分解	250	9.2 常用的统计分布量	280
7.5.3 其他分解	251	9.2.1 给定分布下的期望和方差	280
7.6 常微分方程的解法	252	9.2.2 概率密度函数	282
7.6.1 欧拉方法	252	9.2.3 概率值函数(概率累积函数)	284
7.6.2 Runge-Kutta 方法	255	9.2.4 分点函数(逆概率累积函数)	285
7.6.3 刚性问题的解	257	9.2.5 随机数生成函数	286
7.6.4 常微分方程的符号解	259	9.3 参数估计	287
习题	259	9.3.1 正态分布参数估计	287
		9.3.2 指数最大似然参数估计	289
		9.4 区间估计	289

9.4.1	Gauss-Newton 法的非线性 最小二乘数据拟合	289
9.4.2	非线性拟合和预测的交互 图形工具	289
9.4.3	非线性最小二乘预测的置信 区间	290
9.4.4	非线性模型的参数置信区间	290
9.4.5	非负最小二乘	290
9.5	假设检验	290
9.5.1	单个总体 $N(\mu, \sigma^2)$ 均值 μ 的 检验	291
9.5.2	两个正态总体均值差的检验 (t 检验)	292
9.5.3	秩和检验	293
9.6	方差分析和回归诊断	294
9.6.1	方差分析	294
9.6.2	回归分析	296
9.7	统计图	297
9.7.1	直方图	297
9.7.2	角度扇形图	297
9.7.3	正态分布图	297
9.7.4	参考线	298
9.7.5	显示数据采样的盒图	298
9.7.6	对离散图形加最小二乘法 直线	299
9.7.7	QQ 图	299

习题	300	
第 10 章	MATLAB 在运筹优化问题中的 应用	306
10.1	线性优化	306
10.2	二次优化	309
10.3	非线性无约束优化问题	311
10.3.1	fminbnd	311
10.3.2	fminsearch	312
10.3.3	fminunc	313
10.3.4	options 选项	315
10.4	最小二乘优化问题	317
10.4.1	最小二乘优化	317
10.4.2	最小二乘曲线/面拟合	319
10.5	非线性约束问题优化	320
10.5.1	函数介绍	320
10.5.2	应用举例	320
10.6	多任务“目标-达到”问题的 优化	322
10.7	非线性方程的优化解	324
习题	325	
附录 A	MATLAB 的设置	333
附录 B	主要函数命令注释	342
参考文献	365	

第 1 章 绪 论

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 的特点、MATLAB 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。本书给出的各组件的说明, 用户可以根据自己的需要选择安装。对 MATLAB 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 简介

本节主要介绍 MATLAB 的整体概况、MATLAB 软件的历史、MATLAB 的一些特点及 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实现矩阵数值计算的软件。随着 MATLAB 市场化, MATLAB 不仅具有数值计算功能, 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 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 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在科学计算诸软件中独占鳌头。如今, MATLAB 在数值计算、符号运算及图形处理方面都在同类产品中有优势。再考虑到 MATLAB 的开放性、易学易用等优点, MATLAB 的确是高校学生、教师、科研人员和工程计算人员的最佳选择。MATLAB 是真正面向 21 世纪的科学计算语言。

MATLAB 主要有以下其他同类工具无可比拟的特点。

1. 功能强大

MATLAB 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, 而且还具有符号运算功能。用户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, 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

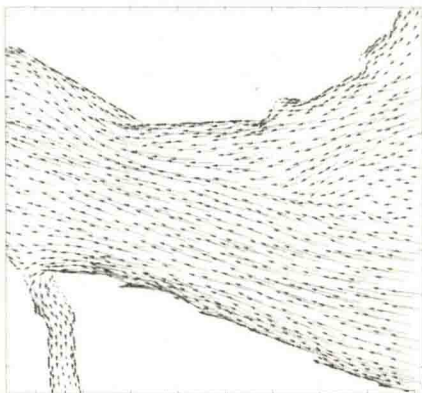


图 1.2 MATLAB 流场图形示例

2. 语言简单

一种语言无论其功能多么强大，如果语言本身艰涩难懂，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/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间内是用 C 语言开发的，它的不多的几个程序流控制语句同 C 语言差别甚微，初学者很容易掌握。

MATLAB 语言的帮助系统也近乎完备，用户可以方便地查询到想要的各种信息。

另外，MATLAB 还专门为初学者（包括其中某一个工具箱的初学者）提供了功能演示窗口，用户可以从中得到感兴趣的例子及演示。

3. 扩充能力强、可开发性强

MATLAB 能发展到今天这种程度，它的可扩充性和可开发性起着不可估量的作用。MATLAB 本身就像一个解释系统，对其中的函数程序的执行以一种解释执行的方式进行。这样最大的好处是 MATLAB 完全成了一个开放的系统，用户可以方便地看到函数的源程序，也可以方便地开发自己的程序，甚至创建自己的“库”。

另外，MATLAB 并不“排他”，MATLAB 可以方便地与 FORTRAN、C/C++、Java 等语言接口，以充分利用各种资源。用户只要将已有的 EXE 文件转换成 MEX 文件，就可以方便地调用有关程序和子程序。

MATLAB 还和 Maple 有很好的接口，这也大大扩充了 MATLAB 的符号运算功能。

4. 编程易、效率高

从形式上看, MATLAB 程序文件是一个纯文本文件, 扩展名为 m。用任何字处理软件都可以对它进行编写和修改, 因此程序易调试, 人机交互性强。

另外, MATLAB 还具有比较健全的调试系统, 调试方便、简单。

1.1.2 MATLAB 的发展历史

在 20 世纪 70 年代中期, Cleve Moler 和其同事在美国国家科学基金的资助下研究开发了调用 LINPACK 和 EISPACK 的 FORTRAN 子程序库。这两个程序库代表着当时矩阵计算的最高水平。到 20 世纪 70 年代后期, 身为新墨西哥大学计算机科学系系主任的 Cleve Moler, 在给学生开线性代数课程时, 他开始用业余时间为学生编写使用方便的 LINPACK 和 EISPACK 的接口程序。Cleve Moler 给这个接口程序取名为 MATLAB, 意思是“矩阵实验室”。不久以后, MATLAB 便受到了学生的普遍欢迎, 并且 MATLAB 也成了应用数学界的一个术语。

1983 年早春, Cleve Moler 到斯坦福大学访问, 身为工程师的 John Little 意识到 MATLAB 潜在的广阔应用领域, 应该在工程计算方面有所作为。于是在同年, 他与 Moler 及 Steve Bangert 一起合作开发了第二代专业版 MATLAB。从这一代开始, MATLAB 的核心就采用 C 语言编写。也是从这一代开始, MATLAB 不仅具有数值计算功能, 而且具有了数据可视化功能。

1984 年, Mathworks 公司成立, 把 MATLAB 推向了市场, 并继续 MATLAB 的研制和开发。MATLAB 在市场上的出现, 为各国科学家开发本学科相关软件提供了基础。例如, 在 MATLAB 问世不久后的 20 世纪 80 年代中期, 原来控制领域里的一些封闭式软件包(如英国的 UMIST、瑞典的 LUND 和 SIMNON、德国的 KEDDC)就纷纷被淘汰或在 MATLAB 上重建。

1993 年, MATLAB 的第一个 Windows 版本问世。同年, 支持 Windows 3.x 的 MATLAB 4.0 版本推出。同以前的版本比起来, 4.0 版本做了很大的改进, 如增加了 Simulink, Control, Neural Network, Optimization, Signal Processing, Spline, State-space Identification, Robust Control, Mu-analysis and synthesis 等工具箱。

1993 年 11 月, Mathworks 公司又推出了 MATLAB 4.1 版本, 首次开发了 Symbolic Math 符号运算工具箱。其升级版本 MATLAB 4.2c 在用户中得到了广泛的应用。

1997 年, MATLAB 5.0 版本问世了。相对于 MATLAB 4.x 版本, 它可以说是一个飞跃: 真正的 32 位运算, 功能强大, 数值计算加快, 图形表现有效, 编程简洁直观, 用户界面十分友好。

2000 年下半年, Mathworks 公司推出了 MATLAB 6.0 (R12) 的试用版, 并于 2001 年年初推出了正式版。紧接着, 于 2002 年 7 月又推出了他们的最新产品 MATLAB 6.5 (R13), 并升级了 Simulink 到 5.0 版本。MATLAB 6.5 的最大特点是推出了 JIT 程序加速器。

2004 年 9 月 Mathworks 公司正式推出了 MATLAB Release 14, 即 MATLAB 7.0, 其功能在原有的基础上又有了进一步的改进。此后, 几乎形成了一个规律, 每年的 3 月份和 9 月份便推出当年的 a 和 b 版本。

1.1.3 MATLAB 的应用和网上资源

开发 MATLAB 软件的初衷是为了方便矩阵运算或者说数值运算。但随着商业软件的推广, MATLAB 不断升级。如今, MATLAB 已经把工具箱延伸到了科学研究和工程应用的许

多领域。现在, 诸如信号处理、神经网络、鲁棒控制、系统识别、控制系统、实时工作、图形处理、光谱分析、频率识别、模型预测、模糊逻辑、数字信号处理、定点设置、金融管理、小波分析、地图工具、交流通信、超级链接、模型处理、LMI 控制、概率统计、样条处理、工程规划、非线性控制设计、QFT 控制设计、NAG 和偏微分方程求解等, 都在 Toolbox 家族中有了自己的一席之地。

随着 MATLAB 应用的日益广泛, Mathworks 公司为用户提供了各种网上服务和网络资源, 详见表 1.1 和表 1.2。

表 1.1 MATLAB 的网上服务

E-mail 地址	解 释
Support@mathworks.com	Mathworks 公司的技术支持
Bugs@mathworks.com	Mathworks 公司的 Bug 报导
Doc@mathworks.com	Mathworks 公司的文档报导
Suggest@mathworks.com	Mathworks 公司的升级建议
Service@mathworks.com	Mathworks 公司的订购信息
Subscribe@mathworks.com	Mathworks 公司的订户信息
Info@mathworks.com	Mathworks 公司的一般信息
Micro-updates@mathworks.com	Mathworks 公司的 PC 及 MAC 的升级信息
Matlib@mathwors.com	Mathworks 公司的文件库
Digest@mathworks.com	Mathworks 公司的 MATLAB 文摘
Ftpadmin@mathworks.com	Mathworks 公司的 FTP 站点
Webmaster@mathworks.com	Mathworks 公司的网络主管

表 1.2 MATLAB 的网络资源

网络资源站点	解 释
www.mathworks.com	WWW 站点
ftp.mathworks.com	匿名 FTP 站点
144.212.100.10	WWW 及 FTP 的 Internet IP
Novell.felk.cvut.cz	ftp.mathworks.com 的影像站点

1.2 MATLAB 的桌面平台

1.2.1 启动 MATLAB

启动 MATLAB 有多种方式。最常用的方法就是双击系统桌面的 MATLAB 图标, 也可以在开始菜单的程序选项中选择 MATLAB 快捷方式, 还可以在 MATLAB 安装路径的 bin 子目录中双击可执行文件 matlab.exe。

初次启动 MATLAB 后, 将进入 MATLAB 默认设置的桌面平台, 如图 1.3 所示。

1.2.2 桌面平台

默认情况下的桌面平台包括 6 个窗口, 分别是 MATLAB 主窗口、命令窗口、历史窗口、当前目录窗口、发行说明书窗口和工作空间窗口。下面分别对各窗口做简单介绍。

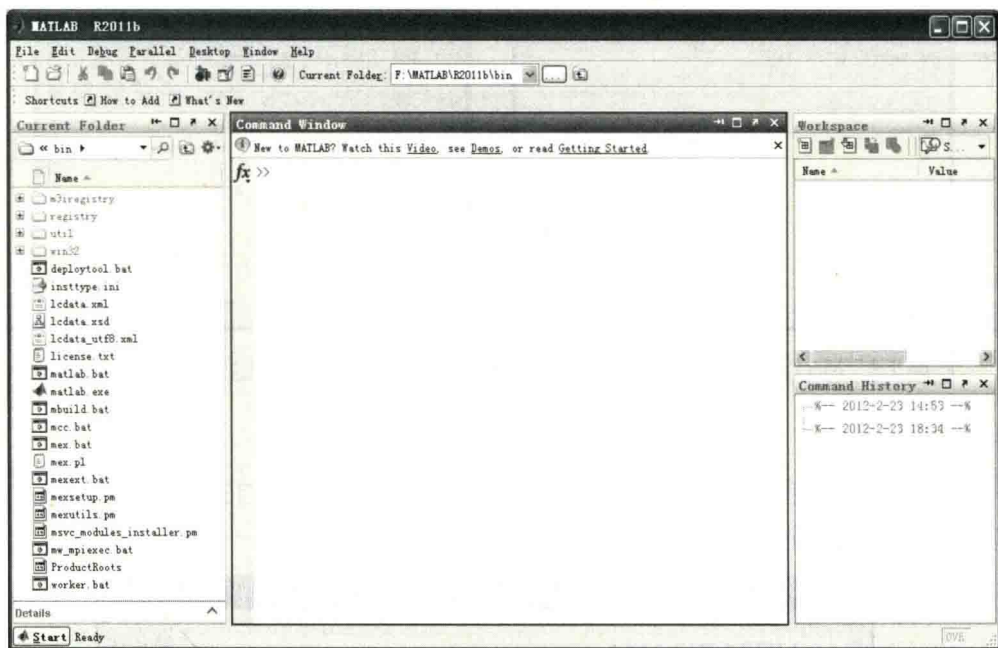


图 1.3 MATLAB 的桌面平台

1. MATLAB 主窗口

MATLAB 主窗口如图 1.3 所示。其他的几个窗口都包含在这个大的主窗口中。主窗口不能进行任何计算任务的操作，只用来进行一些整体的环境参数的设置。它主要包括 6 个下拉菜单和 10 个按钮控件。本节只对 10 个按钮控件做简单介绍，6 个菜单的详细介绍请参见附录 A。

各按钮控件及说明如下：

-  新建或打开一个 MATLAB 文件。
 -  剪切、复制或粘贴已选中的对象。
 -  撤销或恢复上一次操作。
 -  打开 Simulink 主窗口。
 -  打开 MATLAB 的帮助系统。
- Current Folder: F:\MATLAB\R2011b\bin 设置当前路径。

2. 命令窗口

MATLAB 的命令窗口如图 1.4 所示。其中，“>>”为运算提示符，表示 MATLAB 正处在准备状态。当在提示符后输入一段运算式并按【Enter】键后，MATLAB 将给出计算结果，然后，再次进入准备状态。

3. 历史窗口

历史窗口如图 1.5 所示。

在默认设置下，历史窗口中会保留自安装起所有命令的历史记录，并标明使用时间，这方便了使用者的查询。双击某一行命令，即在命令窗口中执行该行命令。

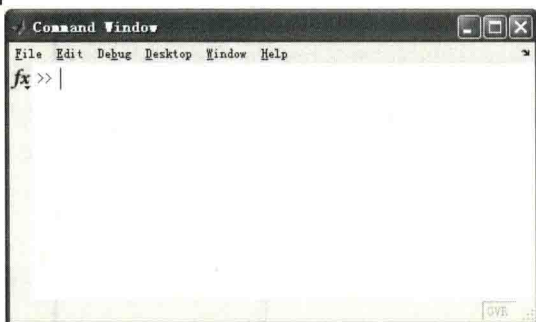


图 1.4 MATLAB 的命令窗口

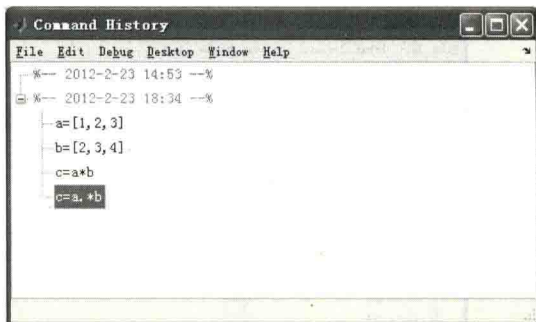


图 1.5 历史窗口

4. 当前目录窗口

在当前目录窗口中可显示或改变当前目录，还可以显示当前目录下的文件并提供搜索功能，其形式如图 1.6 所示。

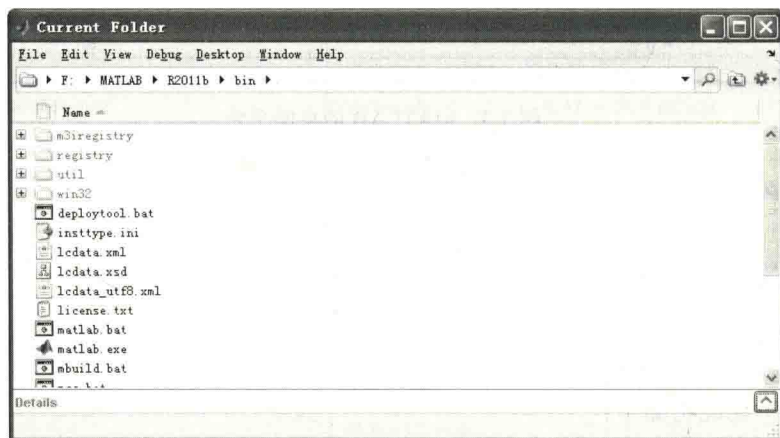


图 1.6 当前目录窗口

此窗口有 4 个按钮控件，具体说明如下。

   显示当前目录控件，与主窗口中的路径显示控件完全相同。

 进入所显示目录的上一级目录。

 在当前目录的文件中查找。

 在当前目录的文件中进行一些普通的操作，如创建新的目录、创建新的文件等。

5. 工作空间窗口

工作空间窗口是 MATLAB 的重要组成部分，如图 1.7 所示。

在工作空间窗口中将显示目前内存中所有的 MATLAB 变量的变量名、数学结构、字节数以及类型，不同的变量类型分别对应不同的变量名图标。

工作空间中的变量以变量名 (Name)、数值 (Value)、最小值 (Min) 和最大值 (Max) 的形式显示出来，双击某个变量，将进入变量编辑器 (Variable Editor)，可以直接观察变量中具体元素的值，也可以直接修改这些元素。

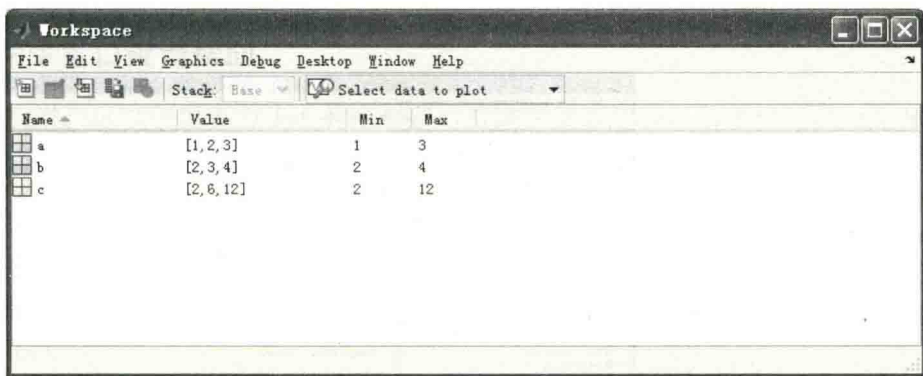








图 1.7 工作空间窗口

工作空间中还有一个工具条，可快捷地在工作空间中进行许多操作，简单介绍如下。

-  (增加新变量)：在工作空间中增加一个新的变量，并可对此变量进行赋值、修改等操作。
-  (打开选定的变量)：将工作空间中选定的变量在变量编辑器中打开，可对此变量进行修改等操作。
-  (导入数据)：将 MATLAB 支持格式的数据导入工作空间。
-  (将变量保存为文件)：将工作空间中选定的变量以文件的形式保存起来。
-  (删除变量)：将工作空间中选定的变量删除。
-  (将变量绘制成图形)：将工作空间中选定的变量绘制成图形，支持的绘图函数有 plot、bar、stem、stairs、area、pie、hist 和 plot3 等。若在工作空间选择某变量后，再单击该图标，便可实现对该变量的曲线、曲面等图形的绘制。

1.3 帮助系统


与其他科学计算软件相比，MATLAB 的一个突出优点就是帮助系统非常完善。它的帮助系统大致可分为以下 3 大类。

- 联机帮助系统。
- 命令窗口查询帮助系统。
- 联机演示系统。

用户在学习 MATLAB 的过程中，理解、掌握和熟练运用这些帮助系统是非常重要的。下面将分别对它们进行详细介绍。

1.3.1 联机帮助系统

MATLAB 的联机帮助系统更为系统全面，简直就是一本 MATLAB 的百科全书。进入 MATLAB 联机帮助系统的方法很多，下面介绍其中的 3 种。

- 最简单的方法是直接按下 MATLAB 主窗口中的  按钮。
- 选中如图 1.8 所示的【Help】下拉菜单的前 4 项中的任何一项。
- 在命令窗口中执行 helpwin, helpdesk 或 doc。

以上 3 种方法都可以进入如图 1.9 所示的联机帮助系统窗口。