

理论与实践并重、站在工程与科技的前沿

最新版

MATLAB

实用数值分析

张德丰◎编著



清华大学出版社

MATLAB 实用数值分析

张德丰 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

MATLAB 是一款优秀的数学计算软件。数值分析属于计算数学的范畴,它是一门与计算机紧密结合的学科。本书主要介绍了在 MATLAB 基础上解决数值分析的问题。

本书内容丰富、结构合理、实用性强、简单易学。全书共分为 10 章,主要包括 MATLAB 基础知识、MATLAB 计算方法基础、MATLAB 数值计算、MATLAB 的微积分变换、MATLAB 插值与拟合、线性方程组的求解、非线性方程组的求解、微积分方程计算、最优化设计以及数值分析的综合实例等内容。

本书内容由浅入深,除了对 MATLAB 的基本知识作介绍外,还介绍如何应用 MATLAB 编写自定义函数。本书既可作为初学者入门与提高的教程,也可作为相关专业本科生、研究生、硕士生、博士生的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 实用数值分析/张德丰编著. —北京:清华大学出版社,2012.1

ISBN 978-7-302-27155-0

I. ①M… II. ①张… III. ①MATLAB 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 214913 号

责任编辑:钟志芳

封面设计:刘超

版式设计:文森时代

责任校对:王云

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市君旺印装厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:26 字 数:598 千字

版 次:2012 年 1 月第 1 版 印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:45.00 元

前 言

由于计算机的出现，今日的数学已经不仅是一门科学，同时还是一种关键的、普遍适用的技术。在经济高速发展的 21 世纪，随着科学和技术的进步，社会对人才的知识、能力和素质等方面的要求越来越高，各类人才必须具备一定的数学素质和相应的计算机技术才能适应社会的快速发展。

随着科学技术的迅猛发展和生产实践的不断丰富，有越来越多的数值计算问题亟待人们去解决。而计算机技术的日益丰富和提高及人们对计算机软件的深入研究和开发，使得这些问题的解决变得相对容易。因此，一般高等学校的绝大多数理科专业也都相继开设了数值分析这门课程。数值分析属于计算数学的范畴，它是一门与计算机紧密结合的学科。数值分析在数学理论上研究各种数学问题的数值解法，主要通过算法设计程序，同时结合分析结果来解决实际问题。

MATLAB 是矩阵实验室 (Matrix Laboratory) 的简称，它和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。MATLAB 是当今最优秀的科技应用软件之一，它以强大的科学计算与可视化功能、简单易用、开放式可扩展环境，特别是所附带的多种面向不同领域的工具箱支持，使得它在许多科学领域中成为计算机辅助设计和分析、算法研究和应用开发的基本工具和首选平台。因此 MATLAB 被通俗地称为演算纸的科学算法语言。该软件已经在国外的许多大学普及，在国内大学中的应用也日趋普遍，近年来 MATLAB 的应用领域已经扩展到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，得到了广泛应用，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 R2010a (7.10.0) 版本。

本书应用 MATLAB 软件对实现数值分析进行介绍，具有如下特点：

- (1) 主要介绍了科学及工程中常用的算法，其内容新颖、简单、参考性强、方便查阅。
- (2) 条理清晰、语言通俗易懂、针对性强、内容涵盖范围广。例如先介绍了 MATLAB 的计算基础知识，然后带领读者用 MATLAB 解决数值分析中的问题。
- (3) 内容由浅入深。以算法程序为主、例子为辅，通过一个个的算法分析、MATLAB 编程、算法的应用实例，一步步带领读者进入到 MATLAB 的强大世界，挖掘 MATLAB 的丰富宝库，同时为读者打开进入数值分析的大门。

全书共分 10 章，第 1 章介绍 MATLAB 基础知识，包括 MATLAB 概述、MATLAB 的界面、MATLAB 的常量与变量等内容；第 2 章介绍 MATLAB 计算方法基础，主要包括 MATLAB 矩阵创建与相关运算、MATLAB 多项式、MATLAB 符号运算、MATLAB 绘图功能等内容；第 3 章介绍 MATLAB 数值计算，主要包括求解函数的零极点、数据统计、方差分析等内容；第 4 章介绍 MATLAB 的微积分变换，主要包括积分变换、级数展开与求和等内容；第 5 章介绍 MATLAB 插值与拟合；第 6 章介绍线性方程组的求解，主要包括利用高斯消元法、矩阵分解、迭代法求解线性方程 (组) 等内容；第 7 章介绍非线性方程组的求

解, 主要包括非线性方程的符号求解、非线性方程的数值解法、非线性方程组的数值解法等内容; 第 8 章介绍微积分方程计算, 主要包括积分计算问题、常微分方程的符号解、微分方程的数值求解等内容; 第 9 章介绍最优化设计, 主要包括线性规划、无约束优化、约束优化等内容; 第 10 章介绍数值分析的综合实例。

本书结构清晰、内容丰富、论述详细得当, 适合学习 MATLAB 软件刚入门的读者、软件爱好者阅读, 也可作为广大工程技术人员、科研工作人员、理工科硕士生、博士生的工具用书。

参加本书编写的有张德丰、丁伟雄、雷晓平、周燕、杨文茵、何正风、周品、赵新芬、赵书梅、栾颖、刘志为、张欢。

由于编者水平有限以及时间仓促, 书中疏漏和不足之处在所难免, 恳请广大读者及各领域的专家给予批评指正。

目 录

第 1 章	MATLAB 基础知识	1
1.1	MATLAB 概述.....	1
1.1.1	MATLAB 的发展史.....	1
1.1.2	MATLAB 的影响.....	2
1.1.3	MATLAB 的特点.....	2
1.1.4	MATLAB 的功能.....	3
1.2	MATLAB 的界面.....	4
1.2.1	命令窗口.....	5
1.2.2	历史记录窗口.....	7
1.2.3	工作空间窗口.....	7
1.2.4	当前目录浏览器.....	8
1.3	MATLAB 的帮助系统.....	10
1.3.1	联机帮助系统.....	10
1.3.2	命令帮助系统.....	11
1.4	MATLAB 的常量与变量.....	15
1.4.1	常量.....	15
1.4.2	变量.....	16
1.4.3	数据变量精度与显示形式.....	17
1.5	MATLAB 的运算符与操作符.....	19
1.5.1	运算符.....	19
1.5.2	操作符.....	21
1.6	MATLAB 的计算方法演示.....	22
第 2 章	MATLAB 计算方法基础	25
2.1	MATLAB 矩阵.....	25
2.1.1	数值矩阵的创建.....	25
2.1.2	数值矩阵的运算.....	32
2.1.3	单元数组 (元胞数组).....	39
2.1.4	结构数组.....	42
2.2	矩阵的求值.....	44
2.2.1	矩阵的行列式.....	44
2.2.2	矩阵的秩与迹.....	45
2.2.3	矩阵的逆与伪逆.....	46
2.2.4	向量与矩阵的范数.....	48

2.2.5	矩阵的特征值与特征向量.....	49
2.2.6	矩阵的条件数.....	50
2.2.7	矩阵的超越函数.....	51
2.3	矩阵的分解.....	53
2.3.1	Cholesky 分解.....	53
2.3.2	LU 分解.....	54
2.3.3	QR 分解.....	55
2.3.4	SVD 分解.....	56
2.3.5	Schur 分解.....	57
2.4	MATLAB 多项式.....	58
2.4.1	多项式创建.....	58
2.4.2	多项式的四则运算.....	59
2.4.3	多项式的求导.....	60
2.4.4	求多项式的值.....	60
2.4.5	求多项式的根.....	61
2.4.6	多项式的替换.....	61
2.5	MATLAB 符号运算.....	62
2.5.1	符号对象.....	62
2.5.2	符号表达式的建立.....	63
2.5.3	符号表达式的运算.....	64
2.5.4	符号对象的转换.....	68
2.5.5	符号矩阵.....	69
2.6	MATLAB 的程序结构.....	71
2.6.1	顺序结构.....	71
2.6.2	循环结构.....	72
2.6.3	分支结构.....	74
2.6.4	程序的流程控制.....	78
2.7	MATLAB 绘图功能.....	81
2.7.1	二维绘图.....	81
2.7.2	三维绘图.....	88
2.7.3	四维绘图.....	92
2.7.4	动画.....	97
第 3 章	MATLAB 数值计算.....	100
3.1	函数值导数与切面.....	100
3.1.1	法线.....	100
3.1.2	梯度与偏导数.....	101
3.2	函数的零极点.....	102
3.2.1	函数的零点.....	102
3.2.2	函数的极值点.....	105

3.3	数据统计	107
3.3.1	简单的数学期望	107
3.3.2	样本方差	108
3.3.3	样本标准差	109
3.3.4	协方差	109
3.3.5	相关系数	110
3.3.6	数据比较	111
3.3.7	数据累和与累积	112
3.3.8	偏斜度与峰度	113
3.4	回归分析	114
3.4.1	一元线性回归分析	114
3.4.2	多元线性回归分析	115
3.5	方差分析	119
3.5.1	单因素方差分析	119
3.5.2	双因素方差分析	121
3.5.3	多因素方差分析	123
3.6	多元数据相关分析	124
3.6.1	主成分分析	124
3.6.2	典型相关分析	127
3.7	实验设计分析	129
3.7.1	完全析因设计	129
3.7.2	不完全析因设计	130
3.7.3	D-优化设计	131
3.8	正交实验设计分析	137
第 4 章	MATLAB 的微积分变换	140
4.1	微积分问题	140
4.1.1	极限问题	140
4.1.2	函数导数	141
4.1.3	积分	144
4.2	积分变换	147
4.2.1	Fourier 积分变换及其逆变换	147
4.2.2	快速 Fourier 变换及其逆变换	148
4.2.3	Laplace 变换及其逆变换	152
4.2.4	Z 变换及其逆变换	154
4.3	级数展开与求和	156
4.3.1	Taylor 级数展开	156
4.3.2	Fourier 级数展开	158
4.3.3	级数求和	159



4.4	数值积分	161
4.5	复变函数分析	168
4.5.1	留数的定义	168
4.5.2	有理函数的部分分式展开	169
第 5 章	MATLAB 插值与拟合	173
5.1	插值与拟合基础知识	173
5.1.1	插值基础知识	173
5.1.2	拟合基础知识	174
5.2	拉格朗日插值法	174
5.3	均差与牛顿插值多项式	177
5.3.1	均差	177
5.3.2	牛顿插值多项式	177
5.4	差分牛顿插值	180
5.4.1	差分概念	180
5.4.2	牛顿前插值多项式	181
5.4.3	牛顿后插值多项式	182
5.5	埃尔米特插值	183
5.5.1	埃尔米特插值多项式	184
5.5.2	分段三次埃尔米特插值	186
5.6	MATLAB 自带函数插值	188
5.6.1	一维插值	189
5.6.2	二维插值	190
5.6.3	三维插值	193
5.6.4	三次样条插值	194
5.6.5	分段三次插值	196
5.6.6	边界样条插值	196
5.6.7	B 样条插值	198
5.6.8	样条插值的数值微积分运算	199
5.7	拟合	201
5.7.1	曲线拟合	201
5.7.2	最小二乘拟合	203
5.7.3	正交最小二乘拟合	208
5.8	逼近	210
5.8.1	Pade 近似	210
5.8.2	最佳一致逼近多项式	212
5.8.3	最佳平方逼近多项式	216
第 6 章	线性方程组的求解	219
6.1	利用高斯消元法求解线性方程组	219

6.1.1	高斯列主元消去法.....	221
6.1.2	高斯全主元消去法.....	223
6.2	利用矩阵分解求解线性方程.....	225
6.2.1	LU 分解法.....	226
6.2.2	QR 分解法.....	228
6.2.3	Cholesky 分解法.....	230
6.2.4	LL^T 分解法.....	231
6.2.5	LDL^T 分解法.....	233
6.3	利用迭代法求解线性方程.....	235
6.3.1	Jacobi (雅可比) 迭代法.....	236
6.3.2	Gauss-Seidel (高斯-赛德尔) 迭代法.....	239
6.3.3	SOR (松弛) 迭代法.....	241
6.4	利用 MATLAB 自带函数求解线性方程组.....	243
6.4.1	bicg 函数.....	243
6.4.2	lyap 函数.....	244
6.4.3	dlyap 函数.....	246
6.4.4	are 函数.....	247
6.4.5	lsqr 函数.....	247
6.4.6	minres 函数.....	248
6.4.7	qmr 函数.....	250
6.4.8	gmres 函数.....	251
第 7 章	非线性方程组的求解.....	253
7.1	非线性方程的符号求解.....	253
7.1.1	solve 函数.....	253
7.1.2	fzero 函数.....	254
7.1.3	fsolve 函数.....	255
7.2	非线性方程的数值解法.....	258
7.2.1	二分法.....	258
7.2.2	迭代法.....	260
7.2.3	牛顿法.....	266
7.2.4	重根法.....	270
7.2.5	割线法.....	271
7.2.6	牛顿下山法.....	272
7.2.7	抛物线法.....	273
7.3	非线性方程组的数值解法.....	275
7.3.1	迭代法.....	275
7.3.2	赛德尔迭代法.....	277
7.3.3	牛顿迭代法.....	279
7.3.4	DFP 方法.....	281

7.3.5	BFS 方法	282
7.3.6	最速下降法	284
7.3.7	共轭梯度法	287
第 8 章	微积分方程计算	290
8.1	积分计算问题	290
8.1.1	复合辛普森积分	290
8.1.2	变长步的复合辛普森方法	293
8.1.3	Gauss-Laguerre 方法计算反常积分	294
8.1.4	Gauss-Hermite 方法计算反常积分	296
8.1.5	蒙特卡罗法	298
8.2	常微分方程的符号解	299
8.2.1	线性常系统微分方程	299
8.2.2	特殊非线性微分方程	302
8.3	微分方程的数值求解	303
8.3.1	微分方程算法概述	303
8.3.2	ode 系列函数求解微分方程	304
8.3.3	延迟微分方程求解	317
8.4	常微分方程的仿真	319
8.5	偏微分方程	322
8.5.1	边界条件设置	322
8.5.2	椭圆型方程	323
8.5.3	非线性椭圆型方程	327
8.5.4	抛物型方程	327
8.5.5	双曲线型方程	329
8.5.6	特征值方程	331
第 9 章	最优化设计	333
9.1	线性规划	333
9.1.1	线性规划的概念	333
9.1.2	线性规划的 MATLAB 实现	334
9.1.3	线性规划的单纯算法	341
9.2	无约束优化	347
9.2.1	解析解法与图解法	347
9.2.2	数值解法	349
9.3	约束优化	352
9.3.1	单变量约束优化	353
9.3.2	多元约束优化	354
9.3.3	最大最小化问题	358
9.3.4	二次规划	360

9.3.5 “半无限”多元函数优化.....	361
9.4 多目标规划	363
9.5 最小二乘优化	366
9.5.1 线性最小二乘优化.....	367
9.5.2 非线性最小二乘优化.....	371
9.6 整数规划	374
9.6.1 整数线性规划	374
9.6.2 0-1 整数规划	376
第 10 章 数值分析的综合实例	379
10.1 拟合与插值的综合应用	379
10.2 非线性方程组求解的综合应用.....	381
10.3 数学建模的综合应用	383
10.4 方差分析的综合应用	391
10.5 微分方程的综合应用	394
10.6 最优化的综合应用	396
参考文献	401

第 1 章 MATLAB 基础知识

在科学研究和工程应用中，往往需要进行大量的计算，目前比较流行的计算语言有 MATLAB、Mathematica、Maple、Mathcad 等。其中 MathWorks 公司推出的 MATLAB，由于其强大的功能和广泛的应用性，受到越来越多科研人员的青睐。MATLAB 在各国高校与研究单位起着重大影响，是通用的将科学计算、数值方法及数据可视化集一身的工具。

1.1 MATLAB 概述

MATLAB 是矩阵实验室 (Matrix Laboratory) 的简称，是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件，用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境，主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。

1.1.1 MATLAB 的发展史

MATLAB 名字由 Matrix (矩阵) 和 Laboratory (实验室) 两词的前 3 个字母组合而成。20 世纪 70 年代后期时任美国新墨西哥大学计算机系主任的 Cleve Moler 博士讲授线性代数课程，发现应用其他高级编程语言极为不方便，于是 Cleve Moler 博士和他的同事构思并为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口，这就是用 Fortran 编写萌芽状态的 MATLAB。以后几年，MATLAB 作为免费软件在大学里被广泛使用，深受大学生的欢迎。

1984 年，John Little、Cleve Moler 和 Steve Bangert 合作成立了 MathWorks 公司，专门从事 MATLAB 软件的开发，并把 MATLAB 正式推向市场。从那时起，MATLAB 的内核采用 C 语言编写，而且除原有的数值计算功能外，还新增了数据图视功能。1993 年，MathWorks 公司推出 MATLAB 4.0 版本；1995 年，MathWorks 公司推出 MATLAB 4.2C 版 (For Win3.X)。MATLAB 4.X 版在继承和发展其原有的数值计算和图形可视功能的同时，增加了一些新功能：推出 Simulink；开发出基于 Word 处理平台的 Notebook；推出符号计算工具包；开发了与外部进行直接数据交换的组件，打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的通路。1997 年，MathWorks 公司推出 MATLAB 5.0；2000 年 10 月，推出了 MATLAB 6.0；2002 年 8 月，推出了 MATLAB 6.5，从此 MATLAB 拥有了强大的、成系列的交互式界面。2004 年 7 月，又进一步推出了 MATLAB 7.0，在 MATLAB 7.0 中，仿真模块发展到了 Simulink 6.0。

MATLAB R 系列是从 2006 年开始发布的，MathWorks 公司在技术层面上实现了一次飞跃。从此以后产品发布模式也将改变，将在每年的 3 月和 9 月进行两次产品发布，版本的命名方式为“R+年份+代码”，对应上下半年的代码分别是 a 和 b。每一次发布都会包含所

有的产品模块，如产品的 new feature、bug fixes 和新产品模块的推出。MATLAB R2010a 是 MathWorks 公司 2010 年 3 月份推出的最新产品。

MATLAB R2010a 相比以前版本而言，其不仅包括 MATLAB 和 Simulink 的新特性，同时还包含 81 个其他产品模块的升级和 bug 修正。

从 MATLAB R2008a 开始，MATLAB 和 Simulink 产品家族软件在安装后需要激活才能使用。MATLAB R2010a 将引入 License Center——在线 License 管理的工具。

1.1.2 MATLAB 的影响

在国际学术界，MATLAB 已经被认为是最准确、可靠、易学的科学计算标准软件。在许多国际一流学术刊物上，尤其是信息科学刊物都处处有着 MATLAB 的身影。MATLAB 将数值分析、矩阵运算、信号处理、绘图功能、系统仿真建模集于一身，使用户在易学易用的环境中解决问题，如同书写数学公式一样，避免了传统的复杂专业编程。MathWorks 公司对 MATLAB 的描述是“万能演算纸”。在设计研究单位和工业部门，MATLAB 被认为是进行高效研究、开发的首选软件工具。

1.1.3 MATLAB 的特点

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，其具有如下特点：

(1) 高效方便的矩阵数组运算

MATLAB 语言像 Basic、Fortran 和 C 语言一样规定了矩阵的算术运算、关系运算符、逻辑运算符、条件运算符以及赋值运算符，而且这些运算符大部分可以照搬到数组的运算，有些算术运算符只要增加“.”就可以用于数组间的运算，并且它不需要定义数组间的维数，就可以给出矩阵函数、特殊矩阵专门的库函数，使之在面对数字信号处理、建模、系统识别、自动控制、优化等领域的问题时，显得十分简洁、高效，具有其他高级语言不可比拟的优势。

(2) 直观灵活的语言

MATLAB 语言简洁紧凑，使用灵活方便，程序书写形式自由。MATLAB 不仅仅是一套打包好的函数库，同时也是一种高级的、面向对象的编程语言。使用 MATLAB 可事半功倍地开发自己的程序。MATLAB 自身的许多函数，实际上也包括所有的工具箱函数，都是用 M 文件实现的。

(3) 高效的编程效率

MATLAB 库函数非常丰富，避免了繁杂的子程序编程任务，删除了一切不必要的工作。由于库函数都是由本领域的专家编写，在可靠性和算法的高效性上有很好的保证。可以说，使用 MATLAB 进行科技开发是在吸取专家经验的基础上进行的。

(4) 先进的可视化工具

MATLAB 提供功能强大的、交互式的二维和三维绘图功能。可创建富有表现力的彩色

图形。可视化工具包括曲面渲染 (Surface Rendering)、线框图、伪彩图、光源、三维等高线图、图像显示、动画、体积可视化等。

(5) 灵活的绘图功能

MATLAB 的绘图功能十分方便,它的高层绘图命令简单明了,不仅容易为用户所掌握,而且也是最常用的。底层绘图命令控制和表现数据图形的能力强、灵活多变。

MATLAB 有一系列绘图函数/命令,例如线性坐标、对数坐标、半对数坐标以及极坐标,均只需调用不同的绘图函数/命令,在图上标出图题、X 轴、Y 轴的标注,格、栅的绘制也只需调用相应的命令,简单易行。此外,在调用绘图函数时调整自变量可以绘出不同颜色的点、线、复线和多重线。

(6) 较强的开放性和可扩展性

MATLAB 语言有丰富的库函数和开放性,在进行复杂的数学运算时可以直接调用,而且用户文件和 MATLAB 的库函数在形式上是一样的,所以用户文件可以作为 MATLAB 的库函数来调用。因此,用户可以根据自己的需要,方便地建立新的库函数或扩充原有的库函数,以提高使用 MATLAB 的效率。

开放性是 MATLAB 十分受人们喜爱的主要原因之一,除了内部函数以外,所有的 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件,用户可以对源文件进行修改,也可加入用户自己的文件。开放性使得 MATLAB 成为众多领域的“专家工具”。

为了充分利用 Fortran、C 等语言的资源,包括用户已经编好的 Fortran、C 语言程序,通过建立 MEX 文件的形式,混合编辑,方便地调用有关 Fortran、C 语言的子程序。在 MATLAB 中,又增加了 C/C++ 数学库的内容,并且加强了与 Excel 等应用程序的接口的功能。

(7) 强大的科学计算功能

MATLAB 拥有 500 多种数学、统计及工程函数,可使用户立刻实现所需的强大的数学计算功能。由各领域的专家学者们开发的数值计算程序,使用了安全、成熟、可靠的算法,从而保证了最大的运算速度和可靠的结果。

(8) 众多面向领域应用的工具箱

MATLAB 工具箱包括两个部分:核心工具箱(核心部分中有数百个核心内部函数)和各种可选的工具箱。其核心工具箱又可分为两类:功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用来扩充其符号计算功能、图示建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件实时交互功能。功能性工具箱可用于多种学科。而学科性工具箱专业性比较强,如 Control System、Signal Processing、Nonlinear Control、Optimization 等。这些工具箱都是由该领域内的高水平专家编写的,用户可以使用它们直接进行较高水平的研究工作。

1.1.4 MATLAB 的功能

MATLAB 产品是支持概念设计、算法开发、建模仿真和实时实现的理想集成环境。不管怎样进行科学研究和产品研发, MATLAB 产品簇都是一种必不可缺的“助手”。

MATLAB 产品簇被广泛地应用于数字图像处理、信号处理、控制设计、通信、仿真等各种领域。开放式的结构使 MATLAB 产品簇很容易针对特定的需求进行扩充,从而提高其



自身的竞争力。

MATLAB 产品簇的一大特性是众多的面向具体应用的工具箱和仿真块，包含了完整的函数集，用于图像处理、控制设计、数字信号、模糊处理、神经网络等特殊应用的分析与设计。其他的产品延伸了 MATLAB 的功能，包括数据采集、报告生成、依靠 MATLAB 语言编程产生独立的 C/C++ 代码等。

MATLAB 的组成部分如下：

(1) MATLAB

这是一个高级的矩阵/数组编程语言，该语言带有流程控制语句、函数、数据结构、输入/输出和面向对象编程的特点。它既可以编写快速执行的短小程序，也可以编写庞大的复杂应用程序。

(2) MATLAB Toolbox

MATLAB Toolbox (MATLAB 工具箱) 是一系列专用的 MATLAB 函数库，以解决特定领域的问题。它是开放的、可扩展的，用户可查看其中的算法，用于开发、编写自己的算法。

(3) MATLAB Compiler

MATLAB Compiler (MATLAB 编辑器) 可以将 MATLAB 语言编写的 M 文件自动转换为 C/C++ 文件，支持用户进行独立应用开发。结合 MathWorks 提供的 C/C++ 数学库和图形库，用户可以利用 MATLAB 快速地开发出功能强大的独立应用程序。

(4) Simulink

Simulink 是结合了框图界面和交互仿真能力的非线性动态系统的仿真工具，其以 MATLAB 的核心数学、图形和语言为基础。

(5) GUI

在 MATLAB 中提供了许多低级的图形命令，允许用户按照自己的需求显示图形和定制应用程序图形用户接口，既方便又灵活。

(6) Stateflow

Stateflow 与 Simulink 框架模型相结合，描述复杂事件驱动系统的逻辑行为，驱动系统可在不同的模式之间进行切换。

(7) Real-Time Workshop

Real-Time Workshop 直接从 Simulink 框架自动生成 C 代码，用于快速与硬件在仿真形成回路，整个代码的生成可根据需要进行完全定制。

(8) Simulink Blockset

Simulink Blockset 是专门为特定领域设计的 Simulink 功能模块的集合，用户也可利用已有的模块或自定义编写的 C 语言程序和 MATLAB 程序建立自己的模块。

1.2 MATLAB 的界面

对已经安装好的 MATLAB 可按如下 3 种方法启动：

- ❑ 在系统桌面选择【开始】菜单下的【所有程序】子菜单下的 MATLAB 7.10 命令，即可打开如图 1-1 所示的工作界面。
- ❑ 双击桌面上的 MATLAB 快捷图标，打开图 1-1 所示的 MATLAB 工作界面。
- ❑ 找到安装 MATLAB 的文件夹，双击 MATLAB 图标，即可打开图 1-1 所示的 MATLAB 工作界面。

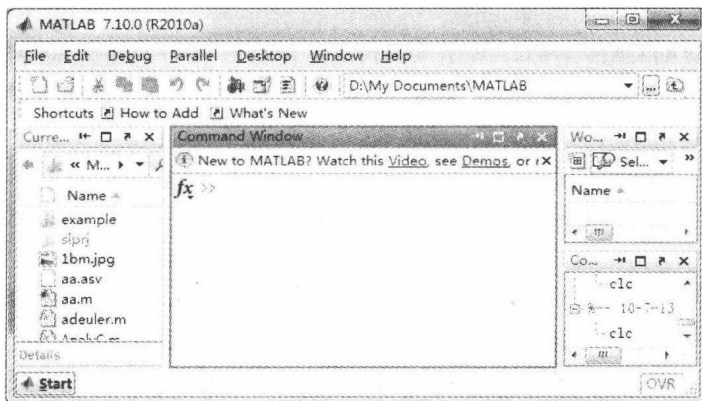


图 1-1 MATLAB 的工作界面

从图 1-1 可以看出，MATLAB 的默认界面由命令窗口（Command Window）、历史记录窗口（Command History）和工作空间窗口（Workspace）等组成。

在 MATLAB 菜单项中，其操作与 Windows 系统菜单相差不大，读者可以自行操作。希望读者在使用 MATLAB 过程中逐步熟悉其菜单。

1.2.1 命令窗口

MATLAB 的命令窗口如图 1-2 所示，它用于 MATLAB 命令的交互操作，具有以下两大主要功能：

- (1) 提供用户输入命令的操作平台，用户通过该窗口输入命令和数据。
- (2) 提供命令执行结果的显示平台，该窗口可显示命令执行的结果。

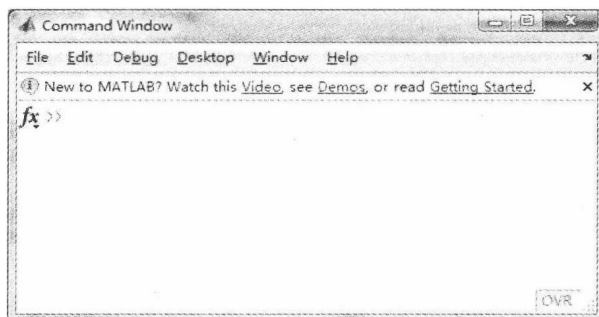


图 1-2 MATLAB 的命令窗口

在命令窗口内执行的 MATLAB 主要操作介绍如下：