

精通

MATLAB

科学计算

王正林 龚纯 何倩 编著



第3版

- ★ 系统、全面的科学计算内容
- ★ 丰富、详尽的MATLAB源程序
- ★ 简捷、实用的精选应用实例

精通 MATLAB 科学计算

王正林 龚纯 何倩 编著



第3版

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书结合高校数学课程教学和工程科学计算应用的需要,从实用角度出发,通过大量的典型应用实例和算法编程实现,详尽、系统地讲述了 MATLAB 在数据插值、函数逼近与曲线拟合、数值积分、数值微分、线性方程组求解、非线性方程求解、矩阵特征值计算、常微分方程求解、概率统计计算、偏微分方程求解和最优化计算等领域中的应用。

本书既可以作为 MATLAB 教学用书,又可以作为高等数学、线性代数、计算方法、复变函数、概率统计、数学规划、偏微分方程解法,以及动态仿真等课程的教学辅导书,还可以作为物理、化学、计算机、机械、控制、经济、金融等领域的科研人员和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

精通 MATLAB 科学计算/王正林,龚纯,何倩编著.—3 版.—北京:电子工业出版社,2012.10
(MATLAB 精品丛书)

ISBN 978-7-121-18476-5

I. ①精… II. ①王… ②龚… ③何… III. ①Matlab 软件—高等学校—教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 213501 号

策划编辑:张月萍

责任编辑:刘 舫

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

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:28.5

字数:730 千字

印 次:2012 年 10 月第 1 次印刷

印 数:3500 册 定价:59.00 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

本书的第1版(2007年出版)和第2版(2009年出版)已被国内多所院校作为数学、计算机类课程的教材和教辅参考书,根据读者的需求和教学的需要,以及MATLAB软件版本的升级,我们编写了本书的第3版。

本书讲述的重点是MATLAB在科学计算中的应用,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3篇15章和1个附录,内容概要如下。

☑ 第1篇: MATLAB入门篇

包括第1~4章,分别为MATLAB概述、MATLAB运算入门、MATLAB绘图入门和MATLAB编程入门。

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、由浅入深地让你感觉到使用MATLAB进行程序设计是如此的轻松愉快。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。

☑ 第2篇: 科学计算中级篇

包括第5~13章,分别为数据插值、函数逼近与曲线拟合、数值积分、数值微分、线性方程组求解、非线性方程求解、矩阵特征值计算、常微分方程求解和概率统计计算,是掌握、提高MATLAB科学计算所必需的内容。

在上一篇MATLAB基础内容的铺垫下,本篇讲述科学计算中常用方法及其MATLAB实现,着重将理论知识与MATLAB实现、实际应用相结合,并详细分析了应用实例,使读者能快速地将算法应用到实际问题中去。

- 第5章“数据插值”,讲述在MATLAB中进行数据插值的常用算法,包括拉格朗日插值法、艾特肯插值法、牛顿插值法、等距节点插值、高斯插值、埃尔米特插值和有理分式插值。

数据插值是工程实践和科学实验中常用的科学计算方法。在MATLAB中,既可以利用其提供的插值函数,又可以利用编程来实现数据的插值。

- 第6章“函数逼近与曲线拟合”,讲述在MATLAB中进行逼近和拟合的常用算法,包括切比雪夫逼近、勒让德逼近、帕德逼近、傅里叶逼近、多项式曲线拟合和最小二乘法拟合等。

函数逼近与曲线拟合是工程实践和科学实验中常用的科学计算方法。在MATLAB中,既可以利用其提供的逼近和拟合函数,又可以利用编程来实现数据的逼近和拟合。

- 第7章“数值积分”,讲述MATLAB中进行数值积分的函数,包括不定积分、定积分和样

条函数积分的函数，以及数值积分算法，包括梯形法、辛普森法、牛顿-科茨法、高斯系列公式法、区间逐次分半法、龙贝格积分法和自适应法数值积分法等。

数值积分是一种十分基础而且重要的运算，数值积分可用于计算解析定义的函数的积分，也可以计算以列表形式给出的函数的积分。利用 MATLAB 提供的函数或编程算法，可以方便地进行积分运算。

- 第 8 章“数值微分”，讲述 MATLAB 中进行求导和微分的函数，以及编程实现常见的微分求取数值的算法，包括中点、三点和五点公式法，样条函数法，辛普森数值微分法，以及理查森外推算法等。

数值微分在工程中有很多的应用，利用 MATLAB 提供的函数，可以方便地求出导数的表达式及数值，而利用 MATLAB 编程的数值算法则可以求取某一点处达到一定精度的数值导数。

- 第 9 章“线性方程组求解”，讲述用 MATLAB 实现线性方程组的常用解法，包括求逆法、分解法、迭代法、特殊解法，以及非齐次线性方程组的解法等。

在自然科学和工程技术中，很多问题的解决可以归结为线性方程组求解，线性方程组求解是应用广泛的科学计算。利用 MATLAB，可以调用其自带的函数或通过编程来求解线性方程组。

- 第 10 章“非线性方程求解”，讲述利用 MATLAB 中的函数以及通过编程实现的一些经典的数值方法来求解非线性方程。

非线性方程是常见的一类方程，形式多样，利用 MATLAB 提供的函数，可以求解一些简单的非线性方程；通过 MATLAB 编程，可以解决一些较为复杂的非线性方程。

- 第 11 章“矩阵特征值计算”，讲述 MATLAB 中进行矩阵特征值运算的常用解法，包括特征多项式法、幂法、收缩法、逆幂法和 QR 法等。

物理、力学和工程技术中很多常见的问题在数学上都归结为矩阵特征值问题。在 MATLAB 中，既可以利用其提供的函数，又可以利用编程来实现矩阵特征值的运算。

- 第 12 章“常微分方程求解”，讲述利用 MATLAB 中的求解函数、求解器，以及通过编程实现一些经典的数值方法来求解常微分方程。

常微分方程作为微分方程的基本类型之一，在自然界与工程界有很广泛的应用。利用 MATLAB 的求解函数，可以求解常微分方程的解析解；通过求解器和编程，可以得到常微分方程的数值解。

- 第 13 章“概率统计计算”，讲述利用 MATLAB 中的统计工具箱中相关函数进行统计量计算、参数估计、假设检验、方差分析和回归分析，以及绘制统计图等。

概率统计在社会、经济、科学等各个领域有着广泛的应用。MATLAB 提供了功能强大的统计工具箱，包含 200 多个用于概率统计方面的功能函数，且其具有简单的接口操作。熟练掌握和运用这些函数，将会给概率统计工作带来极大的方便。

☑ 第3篇：科学计算高级篇

包括第14章和第15章，分别为偏微分方程求解和最优化计算，是精通 MATLAB 科学计算，进行高级科学计算的基本内容。

在提高篇的基础之上，本篇讲述两类常用的科学计算高级方法及其 MATLAB 实现，着重将理论知识与 MATLAB 实现、实际应用相结合，并详细分析了应用实例，使读者能快速地将算法应用到实际问题中去。

- 第14章“偏微分方程求解”，讲述利用 MATLAB 中的偏微分方程工具箱的函数进行偏微分方程求解，以及通过编程实现三大类偏微分方程的数值求解。

偏微分计算、求解偏微分方程在实际生活中有着广泛的应用。可以利用 MATLAB 提供的偏微分方程工具箱中的函数进行计算，也可以编程实现相应的偏微分方程求解算法。

- 第15章“最优化计算”，讲述利用 MATLAB 实现几类常见的最优化计算的方法，包括无约束最优化方法和约束最优化方法，以及 MATLAB 最优化工具箱中的一些优化函数的使用。

最优化计算在实际中有着广泛的应用，可以利用 MATLAB 提供的最优化计算工具箱中的函数进行最优化计算，也可以编程实现相应的最优化算法。

☑ 附录

附录 A “MATLAB 科学计算常用函数注释”，分类列出了 MATLAB 科学计算中常用到的函数命令及功能注释，包括线性代数、曲线拟合工具箱、偏微分方程工具箱、统计工具箱和最优化工具箱中的函数的名称及注释。

上述函数的索引和注释以及 MATLAB Help，对学习 MATLAB、熟练使用 MATLAB 进行科学计算提供了有力的帮助。

全书所有实例均通过实际调试，对于一些程序行数很少的实例，读者可按照书上的程序输入、运行，即可得到书中的结果。一些较为复杂的 MATLAB 源程序，读者可在 www.broadview.com.cn 网站下载。

本书主要由王正林、龚纯、何倩编写。其他参与编写的人员有邹求来、肖静、朱艳、刘玉芳、钟颂飞、肖绍英、王伟欣、夏路生、朱桂莲、邓祈、王权、刘拥军等。在此对所有参与编写的人表示感谢！

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，敬请读者指正，您的批评和指正是我们前进的动力，非常欢迎联系我们，我们的 E-mail 是：wa_2003@126.com。

作者

2012年盛夏于北京

目 录

第 1 篇 MATLAB 入门篇

第 1 章 MATLAB 概述..... 2	2.7.1 Taylor 展式..... 32
1.1 MATLAB 的产生与发展..... 2	2.7.2 Fourier 变换及其逆变换..... 33
1.2 MATLAB 的主要特点..... 2	2.7.3 Laplace 变换及其逆变换..... 34
1.3 MATLAB 进行科学计算的优势..... 4	2.7.4 Z 变换及其逆变换..... 36
1.4 MATLAB 系统的构成..... 4	2.8 小结..... 38
1.5 MATLAB 的工具箱..... 5	第 3 章 MATLAB 绘图入门..... 39
1.6 MATLAB 桌面操作环境..... 6	3.1 MATLAB 中绘图的基本步骤..... 39
1.6.1 MATLAB 启动和退出..... 6	3.2 在工作空间直接绘图..... 40
1.6.2 MATLAB 主菜单及功能..... 7	3.3 利用绘图函数绘图..... 41
1.6.3 MATLAB 命令窗口..... 10	3.3.1 二维图形..... 41
1.6.4 MATLAB 的工作空间..... 12	3.3.2 三维图形..... 42
1.6.5 MATLAB 文件管理..... 14	3.4 特殊图形绘制..... 44
1.6.6 MATLAB 帮助的使用..... 14	3.4.1 直方图..... 44
1.7 小结..... 15	3.4.2 柱状图..... 45
第 2 章 MATLAB 运算入门..... 16	3.4.3 面积图..... 47
2.1 MATLAB 数值类型..... 16	3.4.4 饼图..... 48
2.2 关系运算和逻辑运算..... 18	3.4.5 火柴杆图..... 49
2.3 矩阵及其运算..... 19	3.4.6 阶梯图..... 50
2.3.1 矩阵的创建..... 19	3.4.7 等高线图..... 50
2.3.2 矩阵的运算..... 20	3.4.8 向量图..... 53
2.4 MATLAB 中的数据精度..... 22	3.4.9 圆柱体图..... 55
2.4.1 MATLAB 的数据类型..... 22	3.4.10 球面图..... 55
2.4.2 MATLAB 的数值精度..... 23	3.5 图形修饰..... 56
2.4.3 MATLAB 的显示精度..... 24	3.6 小结..... 59
2.5 符号运算..... 24	第 4 章 MATLAB 编程入门..... 60
2.5.1 符号运算概述..... 24	4.1 MATLAB 编程概述..... 60
2.5.2 常用的符号运算..... 26	4.2 MATLAB 编程的原则..... 61
2.6 复数及其运算..... 27	4.3 M 文件..... 62
2.6.1 复数的表示..... 27	4.4 MATLAB 程序流程控制..... 63
2.6.2 复数函数的绘图..... 29	4.5 MATLAB 中的函数及调用..... 66
2.6.3 复数的操作函数..... 30	4.5.1 函数类型..... 66
2.6.4 留数的基本运算..... 30	4.5.2 函数参数传递..... 70
2.7 复变函数及其运算..... 31	4.6 函数句柄..... 74

4.7	MATLAB 程序调试	75	4.8.1	嵌套计算	81
4.7.1	调试方法	75	4.8.2	循环计算	83
4.7.2	调试工具	76	4.8.3	使用例外处理机制	83
4.7.3	M 文件分析工具	78	4.8.4	使用全局变量	84
4.7.4	Profiler 分析工具	80	4.8.5	通过 varargin 传递参数	86
4.8	MATLAB 常用编程技巧	81	4.9	小结	87

第 2 篇 科学计算中级篇

第 5 章	数据插值	90	7.4	辛普森法数值积分	140
5.1	MATLAB 中的插值函数	90	7.5	牛顿-科茨法数值积分	142
5.1.1	一元插值函数	90	7.6	高斯系列公式数值积分	144
5.1.2	二元插值函数	94	7.6.1	高斯公式	144
5.1.3	其他插值相关的函数	95	7.6.2	高斯-拉道公式	147
5.2	拉格朗日插值法	98	7.6.3	高斯-洛巴托公式	149
5.3	艾特肯插值法	100	7.7	区间逐次分半法数值积分	151
5.4	利用均差的牛顿插值法	102	7.7.1	区间逐次分半梯形公式数值积分	151
5.5	等距节点插值法	104	7.7.2	区间逐次分半辛普森公式数值积分	153
5.5.1	利用差分的牛顿插值	104	7.7.3	区间逐次分半布尔公式数值积分	154
5.5.2	高斯插值	108	7.8	龙贝格积分法	156
5.6	埃尔米特插值法	113	7.9	自适应法求积分	158
5.7	有理分式插值法	115	7.10	样条函数求积分	160
5.8	本章小结	119	7.11	简单的奇异积分	161
第 6 章	函数逼近与曲线拟合	120	7.11.1	高斯-拉盖尔公式	161
6.1	函数逼近	120	7.11.2	高斯-埃尔米特公式	163
6.1.1	切比雪夫逼近	120	7.12	重积分的数值计算	165
6.1.2	勒让德逼近	122	7.12.1	梯形公式	165
6.1.3	帕德逼近	123	7.12.2	辛普森公式	167
6.1.4	傅里叶逼近	126	7.13	小结	169
6.2	曲线拟合	128	第 8 章	数值微分	170
6.2.1	多项式曲线拟合	128	8.1	MATLAB 中与微分相关的函数	170
6.2.2	线性最小二乘法拟合	130	8.2	其他数值求导法	172
6.2.3	正交多项式最小二乘拟合	132	8.2.1	中点公式	172
6.3	小结	135	8.2.2	三点公式法和五点公式法	173
第 7 章	数值积分	136	8.2.3	样条函数法	177
7.1	MATLAB 中的不定积分函数	136	8.2.4	辛普森数值微分法	178
7.2	MATLAB 中的定积分函数	137	8.2.5	理查森外推算法	183
7.2.1	定积分计算函数	137	8.3	小结	184
7.2.2	二重积分计算函数	137			
7.2.3	三重积分计算	138			
7.3	梯形法数值积分	138			

第 9 章 线性方程组求解.....	185	10.3.4 拟牛顿法	248
9.1 求逆法.....	185	10.4 小结.....	250
9.2 分解法.....	186	第 11 章 矩阵特征值计算.....	251
9.2.1 LU 分解法	186	11.1 特征值与特征向量	251
9.2.2 QR 分解法	187	11.2 条件数与病态矩阵	251
9.2.3 Cholesky 分解法.....	188	11.3 相似变换.....	253
9.2.4 其他分解法.....	188	11.4 特征值求法.....	255
9.3 迭代法.....	192	11.4.1 特征多项式法	255
9.3.1 逐次逼近法.....	192	11.4.2 幂法	256
9.3.2 理查森迭代法.....	192	11.4.3 瑞利商加速幂法	258
9.3.3 Jacobi 迭代法	194	11.4.4 收缩法	260
9.3.4 Gauss-Seidel 迭代法.....	196	11.4.5 逆幂法	262
9.3.5 超松弛迭代法.....	198	11.4.6 位移逆幂法	264
9.3.6 两步迭代法.....	202	11.4.7 QR 算法.....	266
9.3.7 梯度法.....	204	11.5 舒尔分解和奇异值分解	272
9.3.8 其他迭代法.....	210	11.6 功能强大的 eig 函数	273
9.4 特殊解法.....	211	11.7 矩阵指数.....	275
9.4.1 三对角矩阵的追赶法	211	11.8 小结.....	277
9.4.2 快速求解法.....	213	第 12 章 常微分方程求解.....	278
9.5 非齐次线性方程组的解法.....	214	12.1 MATLAB 中的求解函数	278
9.5.1 超定方程的解法.....	214	12.1.1 符号解函数 dsolve.....	278
9.5.2 有无穷组解的线性方程组的解法	215	12.1.2 求解器 solver.....	280
9.6 小结	216	12.2 欧拉法.....	282
第 10 章 非线性方程求解	217	12.2.1 简单欧拉法	282
10.1 MATLAB 中非线性方程求根函数	217	12.2.2 改进的欧拉法	284
10.1.1 fzero 函数.....	217	12.3 龙格-库塔法.....	287
10.1.2 fsolve 函数	218	12.4 预估-校正法.....	292
10.2 其他数值求根法.....	220	12.4.1 ABM 法	292
10.2.1 二分法	220	12.4.2 Hamming 法	293
10.2.2 黄金分割法	222	12.5 常微分方程求解综合实例	296
10.2.3 不动点迭代法	223	12.6 差分方程求解	298
10.2.4 弦截法	228	12.6.1 用 filter 函数求解.....	298
10.2.5 史蒂芬森弦截法	229	12.6.2 用递推法求解	300
10.2.6 抛物线法	231	12.6.3 用 Z 反变换求解.....	302
10.2.7 牛顿法	234	12.7 小结.....	303
10.2.8 两步迭代法	239	第 13 章 概率统计计算.....	304
10.2.9 重根迭代法	241	13.1 MATLAB 统计工具箱介绍	304
10.3 非线性方程组的数值解法	242	13.2 随机变量的数字特征	305
10.3.1 不动点迭代法	242	13.2.1 期望	305
10.3.2 牛顿法.....	244	13.2.2 方差、标准差、矩	307
10.3.3 牛顿下山法	246	13.2.3 协方差、相关系数	310

13.2.4	偏斜度和峰度	313	13.5.3	基于成对数据的检验 (t 检验)	330
13.2.5	其他数字特征	314	13.5.4	正态总体方差的假设检验	330
13.3	特殊分布的概率计算	315	13.6	方差分析	332
13.3.1	概率密度函数	315	13.6.1	单因素试验的方差分析	332
13.3.2	累积与逆累积分布函数	317	13.6.2	双因素试验的方差分析	334
13.3.3	特殊分布的期望和方差	320	13.7	回归分析	336
13.3.4	随机数生成器	322	13.7.1	一元多项式回归	336
13.4	参数估计	323	13.7.2	多元线性回归	338
13.5	假设检验	326	13.7.3	非线性回归	340
13.5.1	单个总体 $N(\mu, \sigma^2)$ 均值 μ 的检验	327	13.7.4	逐步回归	342
13.5.2	两个正态总体均值差的检 验 (t 检验)	329	13.8	统计图绘制	344
			13.9	小结	348

第 3 篇 科学计算高级篇

第 14 章	偏微分方程求解	352	15.1.1	黄金搜索法	392
14.1	偏微分方程概述	352	15.1.2	二次插值法	394
14.2	椭圆型偏微分方程	353	15.1.3	Nelder-Mead 算法	397
14.2.1	常规 Helmholtz 方程的 数值解	353	15.1.4	最速下降法	401
14.2.2	满足牛顿边值条件的 Helmholtz 方程	357	15.1.5	牛顿法	404
14.3	抛物线偏微分方程	360	15.1.6	模拟退火法	406
14.3.1	显式前向欧拉法	360	15.1.7	遗传算法	409
14.3.2	隐式后向欧拉法	363	15.2	约束最优化	414
14.3.3	Grank-Nicholson 法	366	15.2.1	拉格朗日乘子法	414
14.3.4	二维抛物线方程	369	15.2.2	惩罚函数法	415
14.4	双曲线型偏微分方程	372	15.3	MATLAB 优化工具箱的最优化函数	418
14.4.1	显式中心差分法	373	15.3.1	最优化工具箱	418
14.4.2	二维双曲线型方程	375	15.3.2	无约束最优化函数	419
14.5	有限元法	379	15.3.3	约束最优化函数	422
14.6	使用偏微分方程求解工具	386	15.3.4	线性规划函数	424
14.6.1	PDETOOL 支持的方程	386	15.4	最优化问题应用综合实例	426
14.6.2	PDETOOL 的使用说明	387	15.4.1	无约束最优化综合实例	426
14.7	小结	391	15.4.2	约束最优化综合实例	427
第 15 章	最优化计算	392	15.5	小结	431
15.1	无约束最优化	392	附录 A	MATLAB 科学计算常用函数注释	432
			参考文献		446

第 1 篇

MATLAB 入门篇

- 第 1 章 MATLAB 概述
- 第 2 章 MATLAB 运算入门
- 第 3 章 MATLAB 绘图入门
- 第 4 章 MATLAB 编程入门

第 1 章 MATLAB 概述

经过 30 余年的补充与完善以及多个版本的升级换代，MATLAB 软件已发展至 R2012a 版本。MATLAB 是一个包含众多科学、工程计算的庞大系统，是目前世界上最流行的计算软件之一。

1.1 MATLAB 的产生与发展

MATLAB 的产生是与数学计算紧密联系在一起的。1980 年，美国新墨西哥州大学计算机系主任 Cleve Moler 在给学生讲授线性代数课程时，发现学生在高级语言编程上花费很多时间，于是着手编写供学生使用的 Fortran 子程序库接口程序，他将这个接口程序取名为 MATLAB（即 Matrix Laboratory 的前三个字母的组合，意为“矩阵实验室”）。这个程序获得了很大的成功，受到学生的广泛欢迎。

20 世纪 80 年代初期，Moler 等一批数学家与软件专家组建了 MathWorks 软件开发公司，继续从事 MATLAB 的研究和开发，1984 年推出了第一个 MATLAB 商业版本，其核心是用 C 语言编写的。而后，它又添加了丰富多彩的图形图像处理、多媒体、符号运算以及与其他流行软件的接口功能，使得 MATLAB 的功能越来越强大。

MathWorks 公司正式推出 MATLAB 后，于 1992 年推出了具有划时代意义的 MATLAB 4.0 版本，之后陆续推出了几个改进和提高的版本，2004 年 9 月正式推出 MATLAB Release 14，即 MATLAB 7.0，这是一个里程碑式的版本，其功能进行了大幅度的改进。

此后，几乎形成了一个规律，每年的 3 月份和 9 月份推出当年的 a 版本和 b 版本，目前的最新版本是 MATLAB 2012a。

MATLAB 经过几十年的研究与不断完善，现已成为国际上最为流行的科学计算与工程计算软件工具之一，现在的 MATLAB 已经不仅仅是一个最初的“矩阵实验室”了，它已发展成为一种具有广泛应用前景、全新的计算机高级编程语言，可以说它是“第四代”计算机语言。

自 20 世纪 90 年代以来，美国和欧洲的各个大学已将 MATLAB 正式列入研究生和本科生的教学计划，MATLAB 软件已成为应用代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具，成为学生必须掌握的基本软件之一。在研究单位和工业界，MATLAB 也成为工程师们必须掌握的一种工具，被认做是进行高效研究与开发的首选软件工具。

1.2 MATLAB 的主要特点

MATLAB 在学术界和工程界广受欢迎，其主要特点及优势有如下几方面。

- 友好的工作平台和编程环境

MATLAB 由一系列工具组成, 其中许多工具采用的是图形用户界面, 包括 MATLAB 桌面和命令窗口、历史命令窗口、编辑器和调试器、路径搜索和用于用户浏览帮助、工作空间、文件的浏览器等。这些图形化的工具极大地方便了用户使用 MATLAB 的函数和文件。

随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级, MATLAB 的用户界面也越来越精致, 更加接近于 Windows 的标准界面, 人机交互性更强, 操作更简单。

同时, MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统, 极大地方便了用户的使用。

MATLAB 简单的编程环境提供了比较完备的调试系统, 程序不必经过编译就可以直接运行, 而且能够及时地报告出现的错误并进行出错原因分析。

- 简单易用的编程语言

MATLAB 是一种高级的矩阵语言, 它包含控制语句、函数、数据结构、输入输出和面向对象编程等特点。用户可以在命令窗口中将输入语句与执行命令同步, 也可以先编写好一个较大的、复杂的应用程序 (M 文件) 后再一起运行。

MATLAB 语言是基于流行的 C++ 语言基础上的, 因此语法特征与 C++ 语言极为相似, 而且更加简单, 更加符合科技人员对数学表达式的书写格式, 使之更有利于非计算机专业的科技人员使用。而且这种语言可移植性好、可拓展性强, 这也是 MATLAB 能够深入到科学研究及工程计算各个领域的重要原因。

- 强大的科学计算数据处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合, 其拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数, 可以方便地实现用户所需的各种计算功能。

这些函数集包括从最简单最基本的函数到诸如矩阵、特征向量、快速傅里叶变换的复杂函数。

函数所能解决的问题大致包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程组的求解、符号运算、傅里叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作以及动态仿真建模等。

函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果, 而且经过了各种优化和容错处理。

在通常情况下, 可以用 MATLAB 来代替底层编程语言, 如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下, 使用 MATLAB 编程, 工作量会大大减少。

- 出色的图形处理功能

MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能, 能够将向量和矩阵用图形的形式表现出来, 并且可以对图形进行标注和打印。

高层次的作图包括二维和三维的可视化、图像处理、动画和表达式作图, 可用于科学计算和工程绘图。

MATLAB 对整个图形处理功能进行了很大的改进和完善, 使它不仅在一般数据可视化软件都具有的功能方面更加完善 (例如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等), 而且对于一些其他软件所没有的功能 (例如图形的光照处理、色度处理以及四维数据的表现等), MATLAB 同样表现出了出色的处理能力, 同时对一些特殊的可视化要求, 例如图形对话等, MATLAB 也有相应的功能函数, 保证了用户不同层次的要求。MATLAB 还着重在图形用户界面 (GUI) 的制作上做了很大的改善, 对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

- 应用广泛的模块集合工具箱

MATLAB 对许多专门的领域都开发了功能强大的模块集和工具箱 (Toolbox)。一般来说,它们都是由特定领域的专家开发的,用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法而不需要自己编写代码。

目前, MATLAB 已经把工具箱延伸到了科学研究和工程应用的诸多领域,如数据采集、数据库接口、概率统计、样条拟合、优化算法、偏微分方程求解、神经网络、小波分析、信号处理、图像处理、系统辨识、控制系统设计、鲁棒控制、模型预测、模糊逻辑、金融分析、地图工具、非线性控制设计、实时快速原型及半实物仿真、嵌入式系统开发、定点仿真、DSP 与通信、电力系统仿真等,都在工具箱家族中有了自己的一席之地。

- 实用的程序接口和发布平台

MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库,将自己的 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 代码,允许用户编写可以和 MATLAB 进行交互的 C 或 C++ 语言程序。另外, MATLAB 网页服务程序还允许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。

MATLAB 的一个重要特色就是它具有一套程序扩展系统和一组称之为工具箱的特殊应用程序。工具箱是 MATLAB 函数的子程序库,每一个工具箱都是为某一类学科专业和应用而定制的,主要包括信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析和系统仿真等方面的应用。

1.3 MATLAB 进行科学计算的优势

MATLAB 科学计算环境具有强大的计算绘图能力,提供大量的函数库、工具箱,几乎涵盖了所有的工程计算领域,被誉为“演算纸”式的工程计算工具。MATLAB 进行科学计算的优势主要可以概括为以下几点。

(1) MATLAB 集成了几乎所有的科学研究和工程计算要用的算法,非常便于进行科学计算,而且默认的数据结构是双精度数组,能实现高精度的科学计算。

(2) MATLAB 将高性能的数值计算和可视化集成在一起,并提供大量的内置函数和开放的程序和数据接口,因而广泛地应用于科学计算、控制系统与信息处理等领域的分析、仿真和设计工作。

(3) MATLAB 包含各种能够进行常规运算的工具箱,如常用的矩阵代数运算、数组运算、方程求根、优化计算,以及函数求导积分符号运算等;同时还提供了编程计算的编程特性,通过编程解决一些复杂的工程问题。在 MATLAB 中可绘制二维、三维图形,使输出结果可视化。这些强大功能为科学计算带来了方便。

(4) MATLAB 语言是一种解释执行的脚本语言,简单易学,使用 MATLAB 软件进行科学计算,能够极大地加快科研人员进行研究开发的进度,减少在编写程序和开发算法方面所消耗的时间和经费支出,从而获得最大的效能。

1.4 MATLAB 系统的构成

MATLAB 系统由 MATLAB 开发环境、MATLAB 数学函数库、MATLAB 语言、MATLAB 图形

处理系统和 MATLAB 应用程序接口 (API) 五大部分构成。

- MATLAB 开发环境

MATLAB 开发环境是一套方便用户使用 MATLAB 函数和文件的工具集, 其中许多工具是图形化用户接口。它是一个集成化的工作空间, 可以让用户输入、输出数据, 并提供了 M 文件的集成编译和调试环境。它包括 MATLAB 桌面、命令窗口、M 文件编辑调试器、MATLAB 工作空间和在线帮助文档。

- MATLAB 数学函数库

MATLAB 数学函数库包括了大量的计算算法, 从基本运算 (如加法、正弦函数等) 到复杂算法, 如矩阵求逆、贝济埃函数、快速傅里叶变换等。

- MATLAB 语言

MATLAB 语言是一个高级的基于矩阵/数组的语言, 它有程序流控制、函数、数据结构、输入/输出和面向对象编程等特色。用户既可以用它来快速编写简单的程序, 也可以用它来编写庞大复杂的应用程序。

- MATLAB 图形处理系统

图形处理系统使得 MATLAB 能方便地图形化显示向量和矩阵, 而且能对图形添加标注和打印。它包括强力的二维及三维图形函数、图像处理 and 动画显示等函数。

- MATLAB 应用程序接口 (API)

MATLAB 的 API 是一个使 MATLAB 语言能与 C、Fortran、Java 等其他高级编程语言进行交互的函数库, 该函数库的函数通过调用动态链接库 (DLL) 实现与 MATLAB 文件的数据交换, 其主要功能包括在 MATLAB 中调用 C 和 Fortran 程序, 以及在 MATLAB 与其他应用程序间建立客户/服务器关系。

1.5 MATLAB 的工具箱

工具箱 (Toolbox) 是 MATLAB 的关键部分, 它是 MATLAB 强大功能得以实现的载体和手段, 它是对 MATLAB 基本功能的重要扩充。MATLAB 每年都会增加一些新的工具箱, 所以, 在一般情况下, 工具箱的列表不是固定不变的, 有关 MATLAB 工具箱的最新信息可以在 <http://www.mathworks.com/products> 中看到。

当前流行的 MATLAB 版本包括四十几个工具箱, 工具箱又可以分为功能性工具箱和学科工具箱。功能性工具箱用来扩充 MATLAB 的符号计算、可视化建模仿真、文字处理以及与硬件实时交互等功能, 能用于多种学科; 学科工具箱是专业性比较强的工具箱, 控制系统工具箱、信号处理工具箱、通信系统工具箱等都属于此类。

下面, 将科学计算中常用的工具箱内所包含的主要内容做一下简要介绍。

1. 符号数学工具箱 (Symbolic Math Toolbox)

- 符号表达式和符号矩阵的创建
- 符号微积分、线性代数、方程求解
- 因式分解、展开和简化

- 符号函数的二维图形
- 图形化函数计算器

2. 最优工具箱 (Optimization Toolbox)

- 线性规划和二次规划
- 求函数的最大值和最小值
- 多目标优化
- 约束条件下的优化
- 非线性方程求解

3. 偏微分方程工具箱 (Partial Differential Equation Toolbox)

- 二维偏微分方程的图形处理
- 几何表示
- 自适应曲面绘制
- 有限元方法

4. 统计工具箱 (Statistics Toolbox)

- 概率分布和随机数生成
- 多变量分析
- 回归分析
- 主元分析
- 假设检验

1.6 MATLAB 桌面操作环境

MATLAB 为用户提供了全新的桌面操作环境,了解并熟悉这些桌面操作环境是使用 MATLAB 的基础,下面介绍 MATLAB 的启动、主要功能菜单、命令窗口、工作空间、文件管理和帮助管理等。

1.6.1 MATLAB 启动和退出

以 Windows 操作系统为例,进入 Windows 后,选择“开始”→“程序”→“Matlab R2012a”,便可以进入如图 1-1 所示的 MATLAB 主窗口。如果安装时选择在桌面上生成快捷方式,也可以双击快捷方式直接启动。

在启动 MATLAB 且命令编辑区显示帮助信息后,将显示符号“|”,符号“|”表示 MATLAB 已准备好,正等待用户输入命令,这时就可以在提示符“|”后面键入命令,按下回车键后, MATLAB 就会解释执行所输入的命令,并在命令后面给出计算结果。如果在输入命令后以分号结束,按回车键后则不会显示结果。

退出 MATLAB 系统的方式有两种:

- (1) 在 File 菜单中选择 Exit 或 Quit 命令。
- (2) 用鼠标单击窗口右上角的关闭图标。

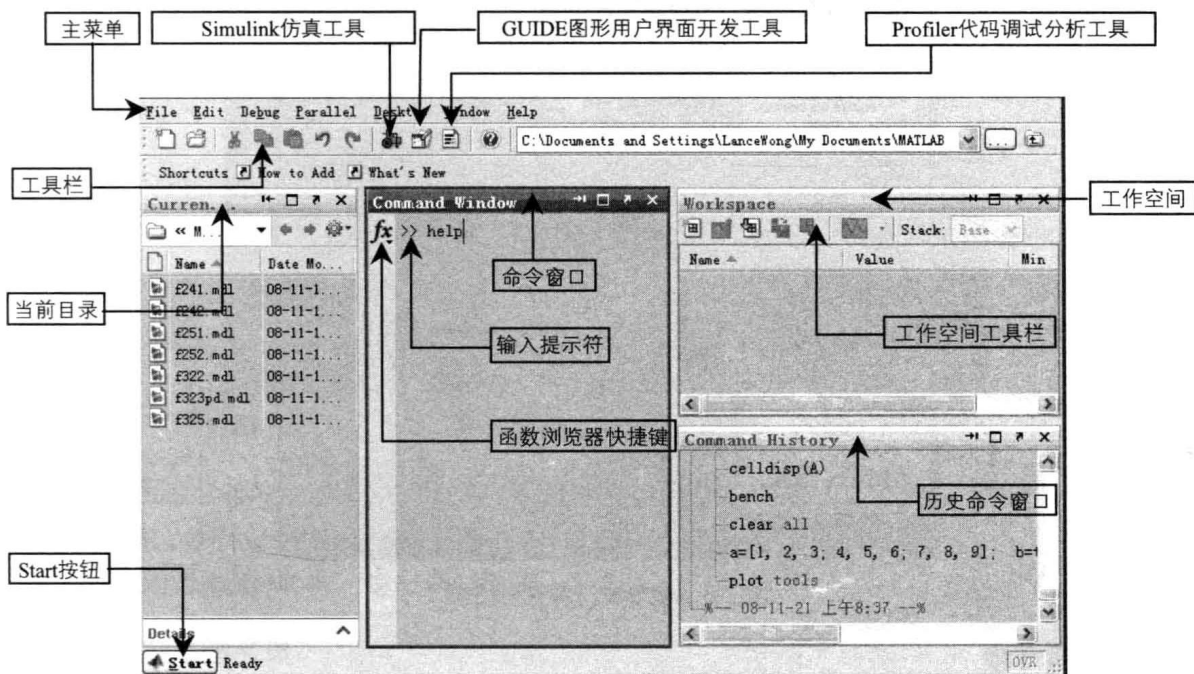


图 1-1 MATLAB 主窗口

1.6.2 MATLAB 主菜单及功能

打开 MATLAB 主窗口后，即弹出其主菜单栏，主菜单栏的各菜单项及其下拉菜单的功能如下所述。

1. File 主菜单项

单击 File 主菜单项或同时按下“Alt+F”组合键，弹出如图 1-2 所示的 File 下拉菜单。其中，带下画线的字母表示快捷键，即单击该字母也可执行相应的功能。

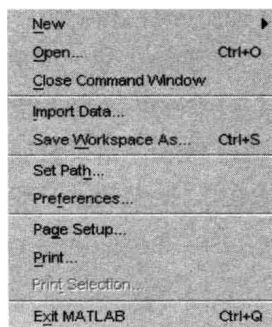


图 1-2 File 下拉菜单

- (1) New: 用于建立新的.m 文件、图形、模型和图形用户界面。
- (2) Open: 用于打开 MATLAB 的.m 文件、.fig 文件、.mat 文件、.mdl 文件、.cdr 文件等，也可通过组合键“Ctrl+O”来实现此项操作。
- (3) Close Command Window: 关闭命令窗口。
- (4) Import Data: 用于从其他文件导入数据，单击后弹出对话框，选择导入文件的路径和位置。
- (5) Save Workspace As: 用于把工作空间的数据存放到相应的路径文件中。
- (6) Set Path: 设置工作路径。
- (7) Preferences: 用于设置命令窗口的属性，单击该选项弹出如图 1-3 所示的属性画面。
- (8) Page Setup: 用于页面设置。
- (9) Print: 用于设置打印属性。
- (10) Print Selection: 用于对选择的文件数据进行打印设置。
- (11) Exit MATLAB: 退出 MATLAB 桌面操作环境。