



高等学校计算机类“十二五”规划教材

MATLAB 8·X程序设计 及典型应用

张霞萍 编著

MATLAB 8·X CHENGXU
SHEJI JI DIANXING YINGYONG



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校计算机类“十二五”规划教材

MATLAB 8.X 程序设计 及典型应用

张霞萍 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书以 MATLAB 8.X(R2013b)为版本, 兼顾 MATLAB 7.X(R2011a), 详细介绍了 MATLAB 的功能及其操作, 以及在“大学物理”、“数字信号处理”、“自动控制系统”、“通信原理”四门课程中的典型应用。本书内容包括 MATLAB 的系统环境、MATLAB 四种数据类型、M 文件初步、MATLAB 的数值计算和符号计算、MATLAB 强大的绘图功能、Simulink 交互式仿真集成环境、MATLAB 的典型应用。每章后面配有习题, 紧扣教学内容, 使得读者能够通过上机操作及时有效地进行知识的巩固和提高。

本书注重基础, 内容简明扼要, 实例丰富, 适宜作为高等学校理工科专业教材和教学参考书, 也可供广大科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 8.X 程序设计及典型应用/张霞萍编著. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2014.7

高等学校计算机类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3429-6

I. ① M… II. ① 张… III. ① Matlab—程序设计—高等学校—教材 IV. ① TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 130665 号

策 划 邵汉平

责任编辑 邵汉平

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 20.5

字 数 485 千字

印 数 1~3000 册

定 价 35.00 元

ISBN 978-7-5606-3429-6/TP

XDUP 3721001-1

如有印装问题可调换

前 言

MATLAB 是 MathWorks 公司推出的高性能的数值计算和可视化软件，其强大的计算和绘图功能在科学计算和工程领域得到了众多用户的肯定。目前，MATLAB 已经成为一个多领域、多功能、多学科的科技应用软件。MATLAB 蕴含的多个工具箱涉及到信号处理、自动控制、图像处理、最优化方法、小波分析等许多学科，多个工具箱及灵活的接口形式，使得很多领域的仿真变得简单易行。

本书以 MATLAB 8.X(R2013b)为版本，兼顾 MATLAB 7.X(R2011a)，详细介绍了 MATLAB 的基本操作。本书共 8 章，第 1 章介绍了 MATLAB 的系统环境，使读者对该软件有一个初步认识；第 2 章介绍了 MATLAB 的四种数据类型，为第 4 章数值计算和第 5 章符号计算打下基础；第 3 章介绍了 M 文件，主要讲解了 M 函数文件的编写技巧以及程序控制流语句；第 4 章和第 5 章详细介绍了 MATLAB 的重要计算功能；第 6 章介绍了 MATLAB 强大的绘图功能；第 7 章介绍了 Simulink 交互式仿真集成环境，使用户对 MATLAB 强大的仿真功能有一个基本认识，并能进行基本系统的仿真；第 8 章为 MATLAB 的典型应用，分别介绍了 MATLAB 在“大学物理”、“数字信号处理”、“自动控制系统”以及“通信原理”四门课程中的典型应用。

本书是编者多年来科研与教学工作的结晶，在编写过程中注重了实例的选择，例题丰富并具有代表性，实用性强。为了方便教学，本书配有例题源程序、电子教学课件等教学资源。

编 者
2013 年 10 月

目 录

第 1 章 MATLAB 系统环境..... 1	习题..... 22
1.1 MATLAB 概述..... 1	
1.1.1 MATLAB 的发展历史..... 1	
1.1.2 MATLAB 的特点..... 2	
1.2 MATLAB 的安装和启动及桌面简介..... 3	
1.2.1 安装 MATLAB..... 3	
1.2.2 启动和退出 MATLAB..... 4	
1.2.3 MATLAB 操作界面..... 4	
1.3 指令窗(Command Window)运行入门..... 5	
1.3.1 指令窗简介..... 5	
1.3.2 最简单的计算器使用方法..... 7	
1.3.3 数值、变量和表达式..... 9	
1.3.4 指令窗的显示方式..... 10	
1.3.5 指令窗中常用控制指令及指令行的 编辑..... 11	
1.4 历史指令窗(Command History)..... 13	
1.4.1 历史指令窗简介..... 13	
1.4.2 历史指令的再运行..... 13	
1.5 工作空间浏览器(Workspace)和空间 变量管理..... 14	
1.5.1 工作空间浏览器简介..... 14	
1.5.2 内存变量的查询和删除..... 15	
1.6 当前文件夹、路径设置和文件管理..... 16	
1.6.1 用户文件夹和当前文件夹设置..... 17	
1.6.2 MATLAB 搜索路径..... 17	
1.7 帮助系统..... 18	
1.7.1 帮助窗口(Help)简介..... 19	
1.7.2 help 指令..... 20	
1.7.3 lookfor 指令..... 22	
第 2 章 MATLAB 数组类型及计算..... 24	
2.1 数值数组(Numeric Array)..... 24	
2.1.1 数值数组的创建..... 24	
2.1.2 数组元素的标识和寻访..... 28	
2.1.3 “非数”和“空”数组..... 31	
2.1.4 数值数组的扩充和收缩..... 32	
2.1.5 数值数组的计算..... 33	
2.1.6 数组运算符优先级..... 39	
2.1.7 高维数组..... 39	
2.1.8 稀疏数组..... 42	
2.2 字符串数组(String Array)..... 45	
2.2.1 字符串数组的创建和标识..... 45	
2.2.2 字符串数组转换函数..... 46	
2.2.3 字符串数组的串接、替换和比较..... 46	
2.3 元胞数组(Cell Array)..... 48	
2.3.1 元胞数组的创建、标识和获取..... 48	
2.3.2 元胞数组的扩充和收缩..... 50	
2.3.3 元胞数组的转换函数..... 50	
2.4 构架数组(Structure Array)..... 51	
2.4.1 构架数组的创建..... 51	
2.4.2 域的增加和删除..... 53	
2.4.3 域值操作函数..... 54	
习题..... 55	
第 3 章 M 文件初步..... 57	
3.1 M 文件入门..... 57	
3.1.1 M 文件的建立..... 57	
3.1.2 M 文件编写初步..... 58	

3.2 MATLAB 流程控制结构.....61	4.6 初值问题的常微分方程数值解..... 112
3.2.1 if 条件结构.....61	4.6.1 ode()指令的执行机理..... 112
3.2.2 switch-case 开关结构62	4.6.2 ode()指令求解微分方程示例..... 113
3.2.3 try 试探结构.....64	习题 115
3.2.4 for 循环结构65	第 5 章 符号计算 118
3.2.5 while 循环结构66	5.1 符号对象的创建和符号自变量的
3.2.6 控制程序流的其他常用指令68	确定 118
3.2.7 加快 MATLAB 程序运行速度的	5.1.1 符号对象的创建..... 118
技巧68	5.1.2 符号表达式中符号自变量的
3.3 脚本文件和函数文件70	确定 121
3.3.1 脚本文件70	5.2 符号表达式的基本操作 123
3.3.2 函数文件71	5.2.1 符号对象和数值对象的转换 123
3.3.3 局部变量和全局变量.....74	5.2.2 符号数值的精度控制 123
3.4 MATLAB 函数类别和句柄函数.....76	5.2.3 符号表达式的化简 124
3.4.1 主函数76	5.3.4 符号表达式的置换 129
3.4.2 子函数76	5.3 符号微积分 130
3.4.3 内联函数76	5.3.1 符号极限和符号微分 130
3.4.4 函数句柄78	5.3.2 符号级数/序列求和与符号积分 134
3.5 MATLAB 程序的调试.....81	5.4 符号方程的求解 136
习题84	5.4.1 符号代数方程的求解 136
第 4 章 数值计算86	5.4.2 符号微分方程的求解 138
4.1 矩阵的计算86	习题 140
4.1.1 矩阵的结构变换86	第 6 章 数据和函数的可视化 142
4.1.2 矩阵分析89	6.1 二维曲线的绘制 142
4.1.3 矩阵的特征值分析93	6.1.1 二维直角坐标系中基本
4.1.4 矩阵的分解94	绘图指令 plot() 142
4.1.5 线性方程组的求解95	6.1.2 二维极坐标系中基本
4.2 多项式99	绘图指令 polar() 146
4.2.1 多项式的表达和创建99	6.1.3 直角坐标和极坐标之间的
4.2.2 多项式的运算99	相互转换 147
4.3 多项式插值和拟合 103	6.1.4 二维对数坐标系绘图 148
4.3.1 多项式拟合 103	6.2 绘制二维图形的辅助操作 149
4.3.2 多项式插值 104	6.2.1 窗口的控制与分割 149
4.4 函数的零点和极值点 105	6.2.2 坐标轴的设置 150
4.4.1 函数的零点 105	6.2.3 图形标识 151
4.4.2 函数的极值点 108	6.2.4 二维图形辅助操作的现场实现 154
4.5 数值微积分 109	6.3 其它二维绘图指令 157
4.5.1 差分 and 偏导 109	6.3.1 简易绘图指令 ezplot()和
4.5.2 数值积分 110	ezpolar()..... 157

6.3.2 特殊二维图形绘制	159	习题	210
6.4 三维绘图	162	第 8 章 MATLAB 的典型应用	212
6.4.1 三维线图绘图指令 plot3()	162	8.1 MATLAB 在大学物理教学	
6.4.2 绘制三维网格线指令 mesh()和		过程中的应用	212
曲面图指令 surf()	163	8.1.1 实验数据处理的 MATLAB 实现.....	212
6.4.3 色彩处理	167	8.1.2 静电场和稳恒磁场的	
6.4.4 图形的镂空和裁切	170	MATLAB 实现.....	219
6.4.5 图像与动画	171	8.1.3 振动与波的 MATLAB 实现.....	224
6.4.6 三维简易绘图指令	172	8.1.4 光学的 MATLAB 实现.....	227
6.4.7 特殊三维图形的绘制.....	174	8.2 MATLAB 在数字信号处理中的应用.....	232
6.5 句柄图形	176	8.2.1 信号的运算	232
6.5.1 句柄图形体系	176	8.2.2 离散傅里叶变换(DFT)及快速	
6.5.2 图形对象的操作	177	傅里叶变换(FFT)	233
6.5.3 对象句柄、对象属性的获取和		8.2.3 数字滤波器的结构	238
设置	180	8.2.4 IIR 数字滤波器的设计.....	240
习题	182	8.2.5 FIR 数字滤波器的设计	243
第 7 章 Simulink 交互式仿真		8.2.6 信号处理的图形用户界面	246
集成环境	184	8.3 MATLAB 在控制系统中的应用.....	254
7.1 Simulink 的启动和模型库	184	8.3.1 线性时不变系统的数学模型	254
7.1.1 Simulink 的启动与退出	184	8.3.2 线性控制系统的分析	265
7.1.2 Simulink 常用模块	185	8.4 MATLAB 在通信原理中的应用.....	283
7.2 模型文件的创建和保存	189	8.4.1 MATLAB 编程方式的几个	
7.3 仿真的配置	195	典型应用	284
7.3.1 仿真时间选项	196	8.4.2 误码率分析界面	289
7.3.2 解算器选项	196	8.4.3 MATLAB/Simulink 的典型应用	293
7.4 子系统及其封装	202	习题	298
7.4.1 子系统的创建	202	附录 A MATLAB 与 Word 的接口	
7.4.2 封装子系统	204	——Notebook.....	301
7.5 在 MATLAB 指令窗中运行		附录 B MATLAB 常用指令查询表	303
Simulink 模型	209	参考文献	319

第 1 章 MATLAB 系统环境

本章主要介绍 MATLAB 编程语言的发展沿革及其特点, 以及应用 MATLAB 编写程序时需要涉及到的基本语法、指令操作键的正确使用、显示格式的调整以及如何在 MATLAB 中进行有效搜索。书中特别提到了如何使用指令窗自带的快捷查找途径。

本章主要内容包括:

- 安装和启动 MATLAB
- MATLAB 操作桌面简介
- MATLAB 语句输入、执行和显示的方式
- 指令窗中用工具 f_x 实现指令的快捷查找
- 历史指令的再运行
- 通过工作空间浏览器实现变量的查询、删除和编辑
- 使用 MATLAB 帮助系统

1.1 MATLAB 概述

物理和电子信息等相关领域中涉及到大量繁琐的数学计算、曲线的绘制和信号的仿真, 这些工作都可以交给计算机来完成。用户和计算机进行交流时, 必须编写计算机程序, MATLAB 便是一个有效且易学的编程软件。

本章介绍 MATLAB 的发展沿革、安装和启动、几个常用窗口界面以及在线帮助。

1.1.1 MATLAB 的发展历史

20 世纪 70 年代后期, 美国 New Mexico 大学计算机系主任 Cleve Moler 在给 学生讲授线性代数时, 想教给学生使用 EISPACK 和 LINPACK 程序库。EISPACK 是特征值求解 FORTRAN 函数库, LINPACK 是解线性方程的 FORTRAN 程序库, 它们代表当时矩阵运算的最高水平。他发现, 学生用 FORTRAN 编写接口程序很浪费时间, 为了让学生方便调用这两个程序库, 他编写了名为 MATLAB 的接口程序。

MATLAB 即 Matrix 和 Laboratory 的组合。1984 年, Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司, 发行了 MATLAB 第 1 版(DOS 版本 1.0), 正式把 MATLAB 推向市场。MATLAB 的第一个商业化版本是同年推出的 MATLAB 3.0 的 DOS 版本。其后 MathWorks 公司继续进行 MATLAB 的开发和研究,

1992 年推出了基于 Windows 操作系统平台的 MATLAB 4.0 版本, 该版本比以前的版本做了很大的改进, 增加了 Simulink、Control、Signal Processing 等工具箱。1993 年推出了微机版 MATLAB 4.1 版本, 首次开发了符号计算工具箱。

1997 年推出了 5.0 版本, 允许更多的数据结构, 如单元数据等, 实现了真正的 32 位计算, 数值计算更快。

2000 年, MathWorks 公司推出了 MATLAB 6.0 版本; 2004 年, MathWorks 公司推出了 MATLAB 7.0 版本。最近一次版本更新是 2014 年 3 月的 MATLABR 2014a(即 MATLAB 8.3) 版本。

目前, MATLAB 已经逐步发展成为一个集数值处理、图形处理、图像处理、符号计算、文字处理、数学建模、实时控制、动态仿真、信号处理为一体的数学应用软件, 并且成为目前世界上使用最广泛的科学计算软件之一。20 世纪 90 年代初, MATLAB 在数值计算方面位居其他三十多个数学类科技应用软件之首。迄今为止, MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。

1.1.2 MATLAB 的特点

1. 表达方式简单

MATLAB 是一种解释性语言, 它对每条语句解释后立即执行并得出结果, 无须专门的编辑器。出现错误时会立即提醒并指出出错位置, 便于编程者纠错。MATLAB 语言简单易学, 进行 MATLAB 编程如同在草稿纸上书写公式进行求解一样, 所以 MATLAB 语言又被称为草稿纸式科学算法语言。其语法规则与结构化高级编程语言相比大同小异, 具有一般语言基础的用户很快就可以掌握。

2. 操作灵活

MATLAB 是一个交互式系统, 它的基本数据单元是数组。由于数组的维数不需要预先定义即可使用并随时更改, 使得用户解决许多技术上的计算问题变得方便易行, 特别是那些包含矩阵和矢量运算的问题。组成数组的每个元素既可以是实数, 也可以是复数。这在其他高级语言中是很难实现的。

3. 内部函数资源丰富

MATLAB 提供了许多有用的内部函数文件, 特别是提供了许多面向应用问题求解的工具箱函数, 用户只要在前台进行简单编程即可调动后台强大的内部函数资源, 大大节省了编程时间, 提高了学习效率。目前, MATLAB 提供了三十多个工具箱, 如信号处理、图像处理、非线性控制设计、神经网络和小波分析等工具箱。它们中包含各个领域应用问题的函数文件。MATLAB 良好的开放性使得用户可以修改内部函数文件或者自己编写函数文件构造自己的工具箱。

4. 绘图功能强

MATLAB 提供了丰富的图形界面设计函数, 可以方便地将工程计算结果可视化。它能根据输入数据范围选择最佳坐标, 设置不同颜色、线型、视角等, 并能绘制不同坐标系下的函数图形。

5. 良好的外部接口

通过外部接口的编程, 用户可以在 C 语言和 Fortran 语言中调用 MATLAB 的函数, 完成 MATLAB 与它们的混合编程, 也可以在 MATLAB 中调用 C 语言和 Fortran 语言编写的程序。用户还可以在 Word 文本中编写 MATLAB 程序并进行计算、绘图或仿真。

1.2 MATLAB 的安装和启动及桌面简介

1.2.1 安装 MATLAB

用户如果想使用 MATLAB，必须事先在自己的计算机上安装 MATLAB 软件系统。MATLAB 可以在 Windows 环境下直接安装。具体的安装过程如下：

(1) 将 MATLAB 安装盘的第一张光盘放入光驱，安装程序自动运行启动“安装向导”。如果无法自动运行，可以在“我的电脑”或“资源管理器”中双击 setup.exe 应用程序，启动“安装向导”。

(2) MATLAB 进入一个等待画面后，选择安装方法。建议选择不通过互联网安装方式，单击“下一步”按钮进入协议对话框。

(3) 点击接受协议，单击“下一步”按钮，进入安装问答对话框。输入答案，单击“下一步”按钮，进入一个“典型”和“自定义”选择对话框，如图 1.1 所示。选择“典型”后，进入路径设置对话框；选择“自定义”，则进入 MATLAB 产品选择对话框。

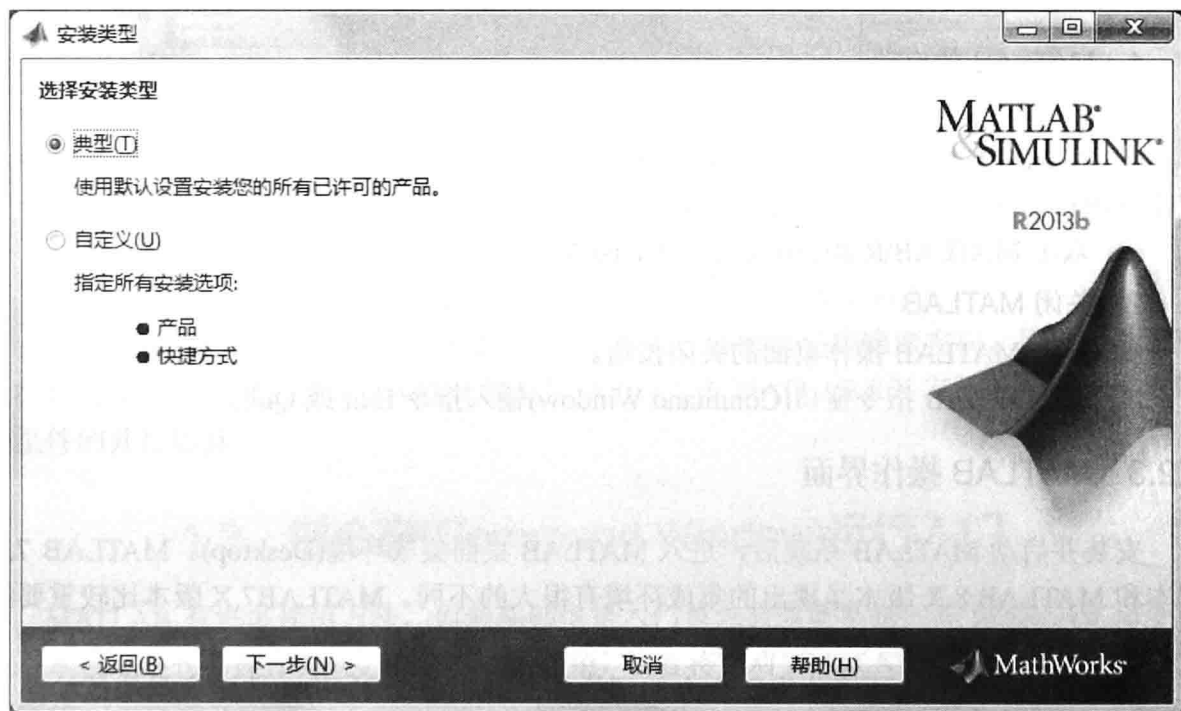


图 1.1 MATLAB 2013b 安装类型选择对话框

(4) 选择“典型”后，出现选择安装路径的对话框，默认的路径为 C:\MATLAB2013。当然，用户可以选择将 MATLAB 安装到硬盘的其他位置。单击“下一步”按钮，出现版本 MATLAB2013b 安装的位置以及配置界面，如图 1.2 所示。单击“安装”按钮，计算机开始安装 MATLAB。

(5) 安装完毕后，激活 MATLAB 即可。

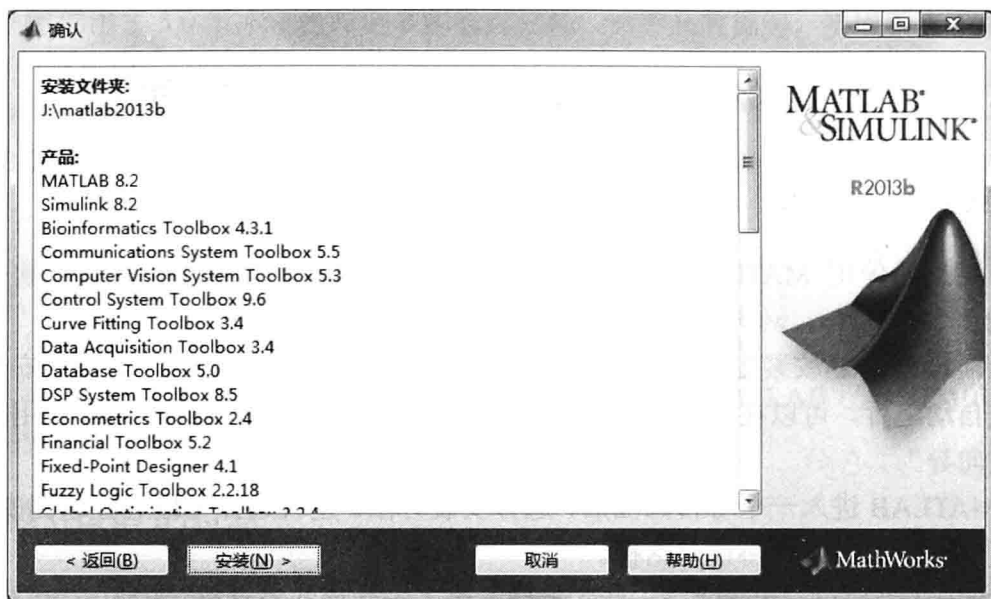


图 1.2 MATLAB 2013b 安装位置显示及配置列表

1.2.2 启动和退出 MATLAB

1. MATLAB 的启动

启动 MATLAB 软件系统的方法有以下两种:

- (1) 在 MATLAB 安装完成后, 会在 Windows 桌面上自动生成 MATLAB 的快捷图标。双击该图标, 即可启动 MATLAB, 出现 MATLAB 的操作桌面(Desktop)。
- (2) 双击 MATLAB\R 2013b 文件夹下的快捷图标启动 MATLAB。

2. 关闭 MATLAB

- (1) 单击 MATLAB 操作桌面的关闭按钮。
- (2) 在 MATLAB 指令窗口(Command Window)输入指令 Exit 或 Quit。

1.2.3 MATLAB 操作界面

安装并启动 MATLAB 系统后, 进入 MATLAB 桌面集成环境(Desktop)。MATLAB 7.X 版本和 MATLAB 8.X 版本呈现出的集成环境有很大的不同。MATLAB 7.X 版本比较重要的四个窗口分别是: 指令窗、历史指令窗、当前目录浏览器、工作空间管理窗口。MATLAB 8.X 版本(R2013b)桌面集成环境分为三个大的切换界面: 主页(HOME)、选定变量快捷绘图页(PLOT)、导入变量实现多种实用界面分析页(APPS)。

MATLAB 8.X 主页上呈列的窗口如图 1.3 所示。

(1) 指令窗(Command Window): 该窗口是进行 MATLAB 操作的主要窗口。该窗口默认时位于 MATLAB 主页操作桌面的正中间。在该窗口内, 可以键入各种 MATLAB 的运行指令、函数和表达式, 并在运行后显示所有运算结果。

(2) 历史指令窗(Command History): 该窗口默认时位于 MATLAB 主页桌面的右下方前台。该窗口自动记录 MATLAB 主页已经运行过的指令、函数和表达式, 并允许用户对它们进行复制、再运行和产生 M 文件。

(3) 当前文件夹浏览器(Current Folder)窗口: 该窗口默认时位于 MATLAB 主页桌面的左侧前台。窗口被分割为上、下两部分: 上半部分列出当前文件夹包括的子目录、M 文件和 MDL 文件等; 下半部分为选中文件或正在运行文件的属性描述。当前文件夹浏览器上的 M 文件可以直接进行复制、运行。利用鼠标可以改变上、下部分的比例, 按下标志 ▼ 的按钮可以隐藏下部分区域。

(4) 工作空间管理窗口(Workspace): 该窗口位于 MATLAB 主页桌面右上方前台。该窗口列出了 MATLAB 工作空间中所有的变量名、大小、字节数等; 在该窗口中可以对变量进行观察、编辑、提取、保存和删除。



图 1.3 MATLAB 主页桌面集成环境(Desktop)的默认形式

此外, MATLAB 还有文本编译窗口、图形窗口、帮助窗口等隐藏窗口。用户可以通过执行相关指令将隐藏的窗口显示在计算机屏幕上。点击 MATLAB 8.X 左下角的标识可以进行组件的并行运算。

1.3 指令窗(Command Window)运行入门

MATLAB 有许多使用方法, 但最基础也是入门首先必须要掌握的是 MATLAB 指令窗的基本表现形式和操作方式。通过本节介绍, 读者将会对 MATLAB 使用方法有一个初步的体会。

1.3.1 指令窗简介

MATLAB 指令窗默认位于 MATLAB 主页桌面的正中间, 如图 1.3 所示。倘若用户希望使指令窗独立, 只要单击指令窗右上角的图标 (带图标的下拉菜单) 中的标识 (带图标的标识) Undock 即可, 如图 1.4 所示。

若用户希望让独立指令窗嵌入到桌面中, 可以单击指令窗右上角的图标 (带图标的下拉菜单) 中的标识 (带图标的标识) Dock 即可。

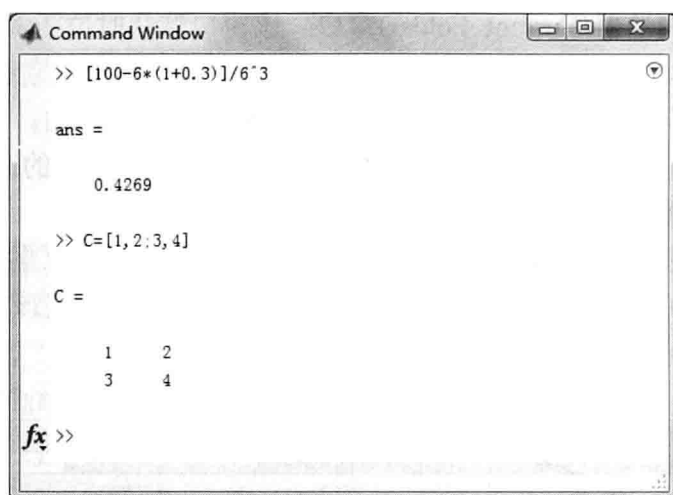
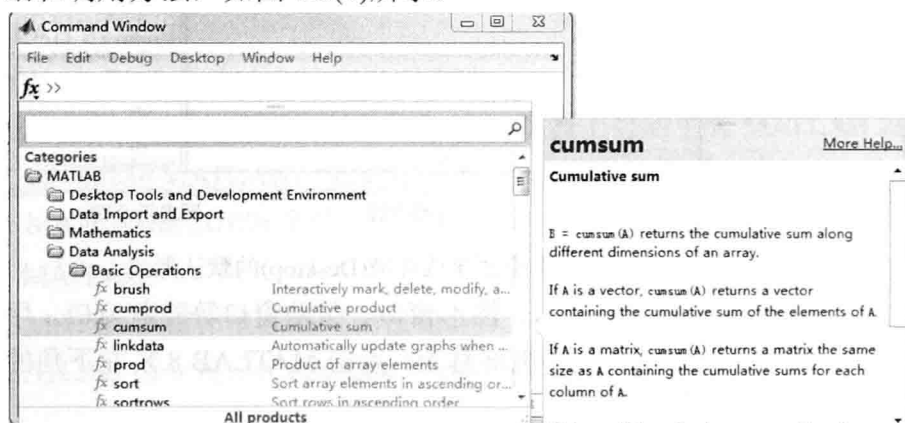
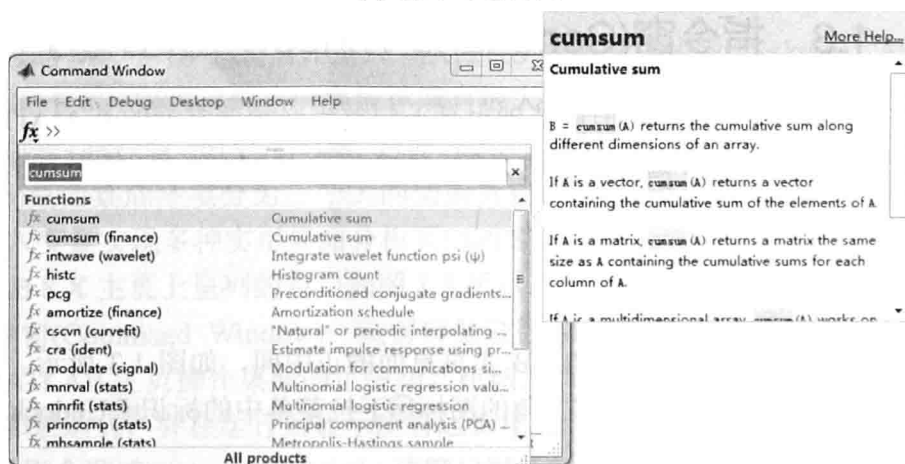


图 1.4 几何独立的指令窗

与以往旧版相比, MATLAB 新版本为用户提供了方便快捷地查询函数文件的方式。指令窗中的 f_x 为函数文件查询按钮。图 1.5 给出了求累加和的指令“cumsum”的 f_x 查询实例。选中该按钮, 单击鼠标左键, 可以引出 MATLAB 所有函数文件列表, 选中某函数文件可以导出该文件的使用说明, 如图 1.5(a)所示。用户也可以通过将函数文件名输入对话框中查询它的功能介绍和调用方法, 如图 1.5(b)所示。



(a) 菜单导出方式



(b) 人工输入导出方式

图 1.5 指令窗中函数文件的查询实例

用户如果要隐藏该标识,可以单击鼠标右键,点击隐藏函数浏览器按钮(Hide Function Browser Button)即可。若要将图标从隐藏状态再恢复,用户可以在指令窗任意位置右击鼠标,引出如图 1.6 所示的菜单,点击显示函数浏览器按钮(Show Function Browser Button),则在指令窗中显示该标识。MATLAB 的很多重要指令是通过函数文件来实现的,因此,函数文件是 MATLAB 强大功能的核心。

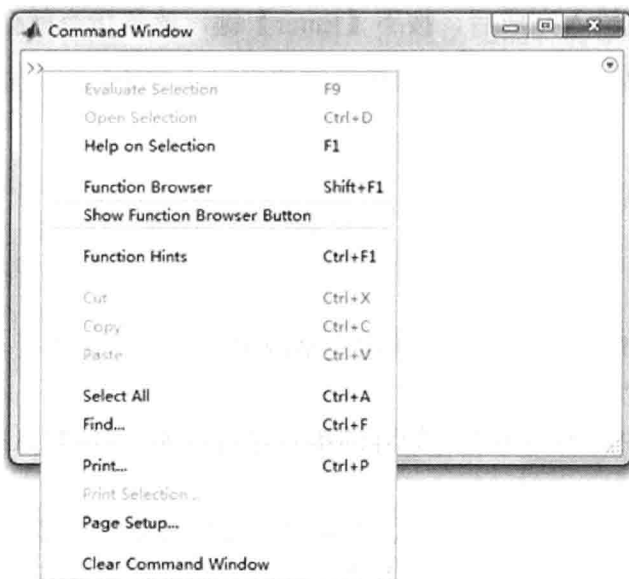


图 1.6 显示函数浏览器按钮菜单

1.3.2 最简单的计算器使用方法

为了便于学习,本节将以实例方式进行叙述,并通过实例归纳出 MATLAB 最基本的规则和语法结构。建议读者在深入学习之前先读一读本节内容。

【例 1-1】 计算 $[100 - 6 \times (1 + 0.3)] \div 6^3$ 的结果。

(1) 用键盘在 MATLAB 指令窗中输入以下内容:

$(100 - 6 * (1 + 0.3)) / 6^3$

(2) 在上述表达式输入完成后,按下【Enter】键,该条指令就会被执行。

(3) 在指令执行后, MATLAB 指令窗中将显示以下结果:

ans =

0.4269

【说明】

◆ MATLAB 指令是带有提示符“ $f_x >>$ ”的,由此可以区分该表达式是指令还是运算结果。

◆ MATLAB 的运算符(如 +、- 等)都是各种计算程序中常见的习惯符号。

◆ 在键入一条指令后,必须按下【Enter】键,该条指令才能被执行。

◆ 计算结果中显示的“ans”是英文单词“answer”的缩写,即“运算答案”。这是 MATLAB 中的一个预定义默认变量。

【例 1-2】 简单矩阵 $C = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ 的输入。

(1) 用键盘在 MATLAB 指令窗中输入以下内容：

```
C=[1 2; 3 4]
```

(2) 在上述表达式输入完成后，按下【Enter】键，该条指令就会被执行。

(3) 在指令执行后，MATLAB 指令窗中将显示以下结果：

```
C =
```

```
1    2
3    4
```

【说明】

◆ 直接输入矩阵时，矩阵每行元素用空格或逗号隔开。矩阵行与行之间用分号分隔。整个元素放在方括号“[]”内。

◆ 在 MATLAB 中，不必事先对矩阵的维数进行说明，MATLAB 会根据用户输入指令自动配置。

◆ MATLAB 对字母的大小写敏感。本例中是将矩阵赋给变量大写 C 而不是小写 c。

◆ 特别说明：MATLAB 执行语句中的标点符号必须在英文状态下输入。

【例 1-3】 矩阵的分行输入。

```
A=[1, 2, 3
```

```
4, 5, 6
```

```
7, 8, 9]
```

```
A =
```

```
1    2    3
4    5    6
7    8    9
```

【说明】

◆ 本例采用的这种输入方法是为了视觉习惯。对于较大矩阵也可以采用此种方法输入，不易出错。

◆ 这种输入法中，【Enter】键用来分隔矩阵中的行。

【例 1-4】 指令窗的续行输入。

```
B = 1-2+3-4+...
```

```
5-6+7-8+...
```

```
9-10
```

```
B =
```

```
-5
```

【说明】

◆ MATLAB 用三个或三个以上的连续黑点表示“续行”，即表示下一行是上一行的

继续。

◆ MATLAB 采用表达式语句,其中最常用的形式为表达式(如【例 1-1】)或者变量=表达式(如【例 1-2】)。

1.3.3 数值、变量和表达式

前面的算例演示了 MATLAB 作为“计算器”的简单功能。为了深入学习 MATLAB,有必要系统介绍一些基本规定。本节先介绍关于数值、变量和表达式的若干规定。

1. 数值的记述

MATLAB 的数值采用习惯的十进制表示,可以带小数点或负号。以下记述都合法:

4 -68 0.03 8.94 2.6e-4 3.886e45

在采用 IEEE 浮点算法的计算机上,数值通常采用“占用 64 位内存的双精度”表示。其相对精度是 eps(MATLAB 中一个预定义变量),大约保存有效数字 16 位。数值范围大致为 $-1.8\text{e}-308 \sim 1.8\text{e}+308$ 。

2. 变量命名规则

MATLAB 中变量名由一个字母开头,后面可以是字母、数字或者下划线等。变量名最多不超过 63 个字符。例如 Au12、A_u12、AU12 等都是有效的变量名,而 12Au、_Au12 为无效变量名。MATLAB 变量名区分大小写。如 Au12 和 AU12 为两个不同的变量名。sin 是 MATLAB 定义的正弦函数名,但 Sin 和 SIN 都不是函数名。

变量名中不得包含空格、标点、运算符,但可以包括下划线。比如变量名 Au_12 是合法的,但变量名 A, u12 中带有逗号,就不是一个合法的变量名。

3. 预定义变量

在 MATLAB 中有一些预定义变量(Predefined Variable),每当 MATLAB 启动时,这些变量就自动产生并被赋予预先定义的值,如表 1-1 所示。

表 1-1 MATLAB 预定义变量

预定义变量名	含 义
ans	运算结果的默认变量名
i, j	虚数单位 $i=j=\sqrt{-1}$
eps	正的极小值 $2.2204\text{e}-16$, 即机器零阈值
pi	内建的 π 值
Inf 或 inf	无穷大, 即 $1/0$
NaN 或 nan	无法定义一个数, 即非数。如 $0/0$ 、 ∞/∞
nargin	函数输入变量个数
nargout	函数输出变量个数
realmax	最大的正实数 $1.7977\text{e}+308$
realmin	最小的正实数 $2.2251\text{e}-308$
flops	浮点运算次数

【注意】 倘若用户对预定义变量中的任意一个变量进行赋值后，则该变量的默认值将临时被改变。倘若用户使用 `clear` 指令清除 MATLAB 内存中的变量，或者 MATLAB 窗口被关闭后重新启动，则所有预定义变量将恢复默认值。建议读者尽量不要对表中所列的预定义变量赋值，以免出错。

1.3.4 指令窗的显示方式

1. 默认输入显示方式

MATLAB 指令窗内的字符、数值采用不同的颜色分类显示，使得阅读更加醒目：输入指令中的 `if`、`for`、`while`、`end` 等控制语句的 MATLAB 关键词自动用蓝色字体显示；输入的指令、表达式以及计算结果采用黑色字体显示；输入的字符串则采用浅紫色显示。

2. 运算结果的显示

在指令窗中显示的输出有：一是指令执行后，数据结果采用黑色字体输出；二是运行过程中的警告信息和出错信息，用鲜艳的红色字体显示。

前面说过，MATLAB 默认为“双精度”数据的输出格式。在运行中，屏幕上最常见到的数字输出结果精确到 0.0001。但用户不要误认为 MATLAB 运算结果的精度只有那么高。实际上，MATLAB 的数值数据占用 64 位(bit)内存，以 16 位有效数字的“双精度”进行运算和输出。MATLAB 为了比较简洁、紧凑地显示数值输出，将默认的输出格式设置为“`format short g`”。MATLAB 提供了多种数值结果显示格式，具体见表 1-2。

表 1-2 MATLAB 数值计算结果显示格式

命令格式	含 义
<code>format short</code>	默认设置，结果精确到 0.0001 数字形式输出
<code>format long</code>	小数点后 15 位数值形式输出
<code>format short e</code>	5 位有效数字的科学计数法输出
<code>format long e</code>	15 位有效数字的科学计数法输出
<code>format short g</code>	从 <code>format short</code> 和 <code>format short e</code> 中自动选择最佳输出形式(默认显示)
<code>format long g</code>	从 <code>format long</code> 和 <code>format long e</code> 中自动选择最佳输出形式
<code>format hex</code>	16 位十六进制数值输出
<code>format +</code>	以+、-和零分别表示正数、负数和零形式输出
<code>format bank</code>	(金融)元、角、分表示
<code>format rat</code>	有理数形式输出
<code>format compact</code>	输出变量之间没有空行
<code>format loose</code>	输出变量之间有空行

用户可以根据需要，利用 MATLAB 指令窗或者菜单弹出框来进行显示格式的设置。