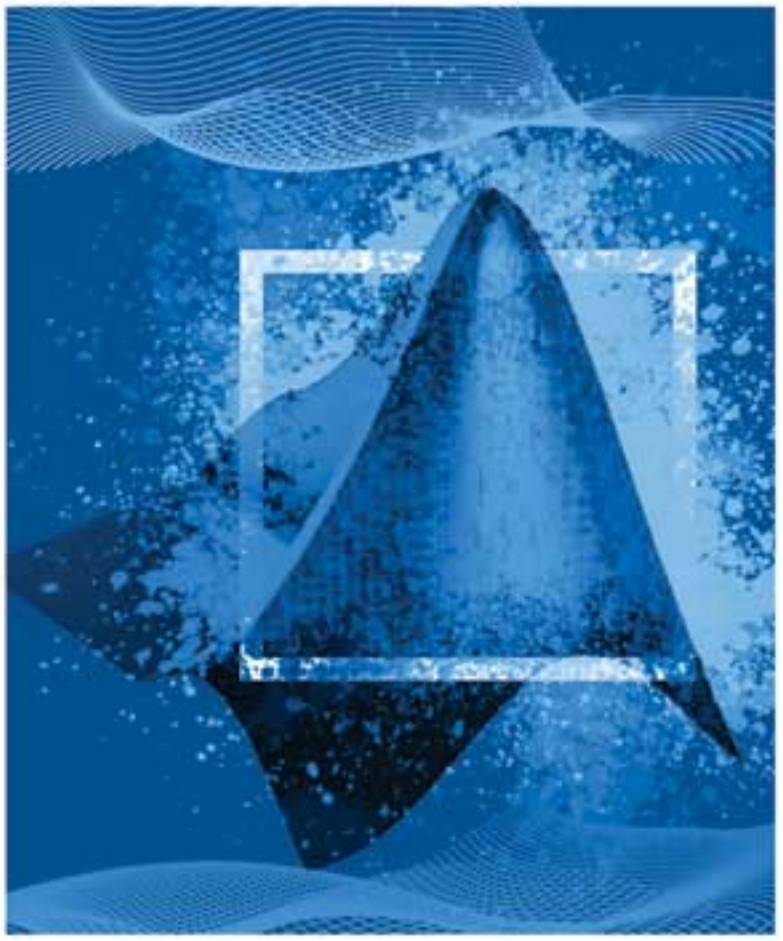
高等学校计算机应用规划教材

MATLAB基础教程

(第四版)

- MATLAB R2018b简介
- MATLAB 的基本使用方法
- 数组和向量
- MATLAB的数学运算
- 字符串、单元数组和结构体
- MATLAB编程
- MATLAB的符号处理
- MATLAB绘图
- MATLAB句柄图形
- MATLAB GUI设计
- Simulink的建模与仿真
- 文件和数据的导入与导出



薛山　编著

清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

MATLAB 基础教程

(第四版)

薛山　编著

清华大学出版社

北　京

内 容 简 介

本书基于 MATLAB R2018b，重点介绍 MATLAB 的基础应用，包括利用 MATLAB 进行科学计算、编写程序、绘制图形等，以简练的语言和富有代表性的实例向读者介绍 MATLAB 的功能和使用方法，为初识 MATLAB 的用户提供指导。全书共分 12 章，对 MATLAB 的常用函数和功能进行了详细介绍，并通过实例及大量的图形进行了说明，包括 MATLAB R2018b 简介，MATLAB 的基本使用方法，数组和向量，MATLAB 的数学运算，字符串、单元数组和结构体，MATLAB 编程，MATLAB 的符号处理，MATLAB 绘图，MATLAB 句柄图形，MATLAB GUI 设计，Simulink 的建模与仿真，文件和数据的导入与导出。此外，本书每章章末都配有习题，辅助读者学习 MATLAB。

本书结构清晰、内容详尽，可以用作理工科院校相关专业的教材，也可以用作 MATLAB 初、中级用户学习的参考书。

本书配套的电子课件、习题答案、实例源文件和视频教学文件可以到 http://www.tupwk.com.cn/downpage 网站下载，也可以通过扫前言中的二维码下载。

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 基础教程 / 薛山 编著. —4 版. —北京：清华大学出版社，2019
(高等学校计算机应用规划教材)
ISBN 978-7-302-53823-3

I. ① M… II. ① 薛… III. ① Matlab 软件－高等学校－教材 IV. ① TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 205773 号

责任编辑：胡辰浩
装帧设计：孔祥峰
责任校对：成凤进
责任印制：丛怀宇

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　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 装 者：三河市铭诚印务有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　　张**：22.25　　**字　　数**：569 千字
版　　次：2011 年 3 月第 1 版　　2019 年 10 月第 4 版　　**印　　次**：2019 年 10 月第 1 次印刷
印　　数：1～4000
定　　价：69.00 元

产品编号：082486-01

前　言

MATLAB 是当前最好用的科学计算软件之一，也是许多科学领域中分析、应用和开发的基本工具。MATLAB 的全称是 Matrix Laboratory，是由美国 Mathworks 公司于 20 世纪 80 年代推出的数学软件。最初它是一种专门用于矩阵运算的软件，经过多年的发展，MATLAB 已经发展成为一种功能全面的软件，是用于算法开发、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，几乎可以解决科学计算中的所有问题，而且 MATLAB 编写简单、代码效率高等优点使得 MATLAB 在工程计算与仿真、图像处理、通信、信号处理、金融计算等领域都得到十分广泛的应用。

MATLAB R2018b 为 2018 年推出的最新版本，不仅包含了 Simulink 的许多新功能，而且简化了 MATLAB 应用的构建流程，有助于加快模型开发速度。本书详细介绍了 MATLAB R2018b 的功能和使用方法，并且按照由浅入深的顺序安排章节，依次介绍了 MATLAB R2018b 的基本应用和数学计算功能及高级应用，如编程功能、绘图、GUI 设计及 Simulink 建模等。通过详细介绍各功能中的常用函数及其使用方法，并讲解这些函数的具体应用，来使读者掌握这些功能。每一章的章首简要介绍该章的基本内容，并且指定学习目标，使读者能够明确学习任务。重点章节的结尾部分都有一个综合应用实例，以方便读者对该章内容综合知识的掌握和实际应用能力的提高。每章的章末配有紧扣每章内容的习题。通过这些习题，读者可以加深对 MATLAB 的了解，更加熟悉 MATLAB 的应用。通过阅读此书，读者可以快速、全面地掌握 MATLAB R2018b 的使用方法。利用书中的实例及章末的习题，读者可以达到熟练应用和融会贯通的目的。

本书内容共有 12 章。第 1 章介绍 MATLAB 的发展历史、基本功能特点和软件使用界面；第 2 章介绍 MATLAB 的基本使用方法，包括 MATLAB 的常用数学函数、数据类型、运算符及 MATLAB 脚本文件等；第 3 章介绍 MATLAB 数组和向量，包括数组和向量的创建、数组和向量的操作；第 4 章介绍 MATLAB 的数学运算，包括数据插值、函数运算及微分方程求解等；第 5 章介绍 MATLAB 的其他数据结构，包括字符串、单元数组和结构体；第 6 章介绍 MATLAB 编程，包括脚本文件和编辑器、程序设计和开发、程序调试等；第 7 章介绍 MATLAB 的符号处理，包括符号函数图形绘制、符号微积分、符号方程的求解等；第 8 章介绍 MATLAB 绘图，主要介绍基本图形的绘制、特殊图形的绘制等内容；第 9 章介绍 MATLAB 句柄图形，为学习 MATLAB 图形用户界面(GUI)设计做好准备；第 10 章介绍 MATLAB GUI 设计；第 11 章介绍 Simulink 的建模与仿真，主要包括 Simulink 建模的基本操作、Simulink 的功能模块库、常见 Simulink 模型以及 S 函数的设计与应用；第 12 章介绍 MATLAB 中常用的导入与导出操作。

除封面署名的作者外，参加本书编写的人员还有郑艳君、宋志辉、侯友山、裴淑娟、李辉、张宇怀、徐晓明、薛继军、岳殿召、陈添荣、侯铁国、刘军勇、李淑萍、尹志亮、陈光训、吴超群、郑玉祥、付君泽、黄怀春和靳廷喜等。在本书的编写过程中，参考了一些相关著作和文

献，在此向这些著作和文献的作者深表感谢。由于作者水平所限，本书难免有不足之处，欢迎广大读者批评指正。我们的邮箱是 huchenhao@263.net，电话是 010-62796045。

本书配套的电子课件、习题答案、实例源文件和视频教学文件可以到 http://www.tupwk.com.cn/downpage 网站下载，也可以通过扫下面的二维码下载。

作　者

2019 年 3 月

目　录

第1章　MATLAB R2018b简介……1
1.1　MATLAB简介……1
1.1.1　MATLAB概述……2
1.1.2　MATLAB的基本功能……2
1.1.3　MATLAB的更新……3
1.2　MATLAB R2018b的用户界面……4
1.2.1　启动MATLAB R2018b……4
1.2.2　MATLAB R2018b的主界面……4
1.2.3　MATLAB R2018b的带状工具栏及功能区介绍……6
1.2.4　MATLAB R2018b的主要窗口……12
1.3　MATLAB R2018b的路径搜索……14
1.3.1　MATLAB R2018b的当前路径……14
1.3.2　MATLAB R2018b的路径搜索概述……14
1.4　习题……15

第2章　MATLAB的基本使用方法……17
2.1　简单的数学运算……17
2.1.1　最简单的计算器使用法……17
2.1.2　MATLAB中的常用数学函数……18
2.1.3　MATLAB的数学运算符……21
2.1.4　标点符号的使用……22
2.2　常用的操作命令和快捷键……24
2.3　MATLAB的数据类型……25
2.3.1　整数……25
2.3.2　浮点数……27
2.3.3　复数……28
2.3.4　逻辑变量……29
2.3.5　各种数据类型之间的转换……32
2.3.6　数据类型操作函数……32
2.3.7　变量……33
2.3.8　系统预定义的特殊变量……35
2.4　MATLAB的运算符……36
2.4.1　关系运算符……36
2.4.2　逻辑运算符……37
2.4.3　运算符的优先级……37
2.5　MATLAB的一些基础函数……38
2.5.1　位操作函数……38
2.5.2　逻辑运算函数……39
2.5.3　集合函数……40
2.5.4　时间与日期函数……41
2.6　MATLAB脚本文件……42
2.6.1　脚本文件的用法……42
2.6.2　块注释……43
2.6.3　代码单元……44
2.7　习题……44

第3章　数组和向量……47
3.1　MATLAB数组……47
3.1.1　创建数组……48
3.1.2　数组操作……49
3.2　MATLAB向量……57
3.2.1　创建向量……58
3.2.2　向量尺寸……59
3.2.3　向量索引……59
3.2.4　缩短向量……60
3.2.5　向量操作……60
3.3　习题……68

第4章 MATLAB的数学运算 ……71
4.1 多项式与插值 …… 71
4.1.1 多项式的表示 ……71
4.1.2 多项式的四则运算 ……72
4.1.3 多项式的其他运算 ……73
4.1.4 数据插值 ……75
4.2 函数运算 …… 78
4.2.1 函数的表示 ……79
4.2.2 数学函数图像的绘制 ……80
4.2.3 函数求极值 ……81
4.2.4 函数求解 ……84
4.2.5 数值积分 ……86
4.2.6 含参数函数的使用 ……89
4.3 微分方程 …… 91
4.3.1 常微分方程初值问题 ……91
4.3.2 常微分方程边值问题 ……94
4.4 习题 …… 95

第5章 字符串、单元数组和结构体 ……97
5.1 字符串 …… 97
5.1.1 字符串的生成 ……97
5.1.2 字符串操作 ……99
5.1.3 字符串的比较、查找和替换 …… 100
5.1.4 字符串与数值之间的转换 …… 103
5.2 单元数组和结构体 …… 105
5.2.1 单元数组 …… 105
5.2.2 结构体 …… 108
5.3 习题 …… 112

第6章 MATLAB编程 ……113
6.1 脚本文件和编辑器 …… 113
6.1.1 创建和使用脚本文件 …… 114
6.1.2 有效使用脚本文件 …… 115
6.1.3 有效使用命令窗口和编辑器 …… 115
6.1.4 调试脚本文件 …… 116
6.1.5 编程风格 …… 116
6.1.6 记录度量单位 …… 117
6.1.7 使用脚本文件存储数据 …… 118
6.1.8 控制输入和输出 …… 118
6.1.9 用户输入 …… 119
6.1.10 脚本文件示例 …… 119
6.2 程序设计和开发 …… 120
6.2.1 算法和控制结构 …… 120
6.2.2 结构化程序设计 …… 121
6.2.3 自顶向下的设计和程序文档 …… 121
6.2.4 伪代码 …… 123
6.2.5 查找故障 …… 125
6.2.6 开发大型程序 …… 125
6.3 关系运算符和逻辑变量 …… 126
6.3.1 logical类 …… 126
6.3.2 logical函数 …… 127
6.3.3 使用逻辑数组访问数组 …… 127
6.4 逻辑运算符和函数 …… 128
6.4.1 NOT运算 …… 129
6.4.2 &和|运算符 …… 129
6.4.3 异或函数 …… 130
6.4.4 短路逻辑运算符 …… 131
6.4.5 逻辑运算符和find函数 …… 132
6.5 条件语句 …… 133
6.5.1 if 语句 …… 134
6.5.2 else语句与else if 语句 …… 136
6.5.3 字符串和条件语句 …… 139
6.6 循环 …… 141
6.6.1 for循环 …… 141
6.6.2 break和continue语句 …… 143
6.6.3 使用数组作为循环索引 …… 144
6.6.4 隐含循环 …… 145
6.6.5 使用逻辑数组作为掩码 …… 146
6.6.6 while循环 …… 147
6.7 switch结构 …… 149
6.8 调试MATLAB程序 …… 151
6.8.1 “编辑”功能区 …… 151
6.8.2 “断点”功能区 …… 152
6.8.3 “运行”功能区 …… 152
6.8.4 设置首选项 …… 153
6.8.5 查找故障 …… 153
6.8.6 调试一个循环 …… 155
6.9 习题 …… 156

第7章　MATLAB的符号处理 ……157
7.1　符号运算简介……157
7.1.1　符号对象 ……157
7.1.2　符号变量和符号表达式的生成…158
7.1.3　symvar函数和subs函数……161
7.1.4　符号和数值之间的转换 ……162
7.1.5　任意精度的计算……163
7.1.6　创建符号方程……164
7.2　符号表达式的化简与替换……165
7.2.1　符号表达式的化简……165
7.2.2　符号表达式的替换……168
7.3　符号函数图形绘制……170
7.3.1　符号函数曲线的绘制……170
7.3.2　符号函数曲面网格图及表面图的绘制……172
7.3.3　等值线的绘制……173
7.4　符号微积分……174
7.4.1　符号表达式求极限……174
7.4.2　符号微分 ……175
7.4.3　符号积分 ……176
7.4.4　级数求和 ……177
7.4.5　泰勒级数 ……177
7.5　符号方程的求解 ……178
7.5.1　代数方程的求解……178
7.5.2　求解代数方程组……179
7.5.3　微分方程的求解……179
7.5.4　微分方程组的求解……180
7.5.5　复合方程 ……181
7.5.6　反方程……182
7.6　符号积分变换……182
7.6.1　符号傅里叶变换……182
7.6.2　符号拉普拉斯变换……184
7.6.3　符号Z变换……185
7.7　mfun函数的使用……186
7.8　符号函数计算器 ……187
7.8.1　单变量符号函数计算器 ……187
7.8.2　泰勒逼近计算器……189
7.9　习题 ……190

第8章　MATLAB绘图……193
8.1　MATLAB图形窗口 ……193
8.1.1　图形窗口的创建与控制 ……193
8.1.2　图形窗口的菜单栏……197
8.1.3　图形窗口的工具栏……201
8.2　基本图形的绘制……201
8.2.1　二维图形的绘制……202
8.2.2　三维图形的绘制……206
8.2.3　图形的其他操作……208
8.3　特殊图形的绘制……210
8.3.1　条形图和面积图……210
8.3.2　饼状图……213
8.3.3　直方图……214
8.3.4　离散型数据图 ……214
8.3.5　方向矢量图和速度矢量图 ……215
8.3.6　等值线的绘制 ……217
8.4　图形注释 ……218
8.4.1　添加基本注释 ……218
8.4.2　添加其他注释 ……220
8.5　三维图形的高级控制 ……227
8.5.1　查看图形……227
8.5.2　图形的色彩控制……232
8.5.3　光照控制……234
8.6　习题 ……235

第9章　MATLAB句柄图形 ……237
9.1　MATLAB的图形对象 ……237
9.1.1　Root对象……238
9.1.2　Figure对象……238
9.1.3　Core对象……239
9.1.4　Plot对象 ……240
9.1.5　Annotation对象 ……241
9.1.6　Group对象 ……242
9.2　图形对象的属性……243
9.3　图形对象属性值的设置和查询 ……244
9.3.1　属性值的设置 ……244
9.3.2　对象的默认属性值……245
9.3.3　属性值的查询 ……246
9.4　习题 ……247

第10章 MATLAB GUI设计……249
10.1 GUI简介……249
10.1.1 GUI概述……249
10.1.2 GUI的可选控件……250
10.1.3 创建简单的GUI……250
10.2 通过向导创建GUI界面……256
10.2.1 启动GUIDE……256
10.2.2 向GUI中添加控件……257
10.2.3 创建菜单……258
10.3 编写GUI代码……261
10.3.1 GUI文件……261
10.3.2 响应函数……261
10.3.3 控件编程……265
10.3.4 GUIDE创建GUI实例……265
10.4 通过程序创建GUI……267
10.4.1 用于创建GUI的函数……267
10.4.2 程序创建GUI示例……270
10.5 通过AppDesigner创建GUI……279
10.5.1 启动AppDesigner……280
10.5.2 创建一个简单的GUI……281
10.6 习题……287

第11章 Simulink的建模与仿真……289
11.1 Simulink简介……289
11.2 Simulink模块库……291
11.2.1 连续(Continuous)模块……292
11.2.2 控制板(Dashboard)模块……292
11.2.3 非连续(Discontinuous)模块……293
11.2.4 离散(Discrete)模块……294
11.2.5 逻辑和位操作(Logic and Bit Operations)模块……295
11.2.6 查表(Lookup Table)模块……296
11.2.7 数学操作(Math Operations)模块……297
11.2.8 模型检测(Model Verification)模块……298
11.2.9 模型扩充(Model-Wide Utilities)模块……299
11.2.10 端口和子系统(Ports & Subsystems)模块……299
11.2.11 信号属性(Signal Attributes)模块……301
11.2.12 信号线路(Signal Routing)模块……301
11.2.13 接收(Sinks)模块……302
11.2.14 输入(Sources)模块……303
11.2.15 字符串(String)模块……304
11.2.16 用户自定义函数(User-Defined Functions)模块……305
11.3 Simulink基本仿真建模……306
11.3.1 仿真框图……306
11.3.2 基本建模方法……307
11.3.3 Simulink基本仿真建模实例……310
11.4 常见Simulink模型……312
11.4.1 线性状态-变量模型……312
11.4.2 分段线性模型……314
11.4.3 传递-函数模型……320
11.4.4 非线性状态-变量模型……324
11.4.5 子系统……325
11.5 S函数的设计与应用……331
11.5.1 S函数介绍……331
11.5.2 S函数的调用……331
11.5.3 S函数的设计……331
11.6 习题……334

第12章 文件和数据的导入与导出……337
12.1 数据的基本操作……337
12.1.1 文件的存储……337
12.1.2 数据导入……338
12.1.3 文件的打开……339
12.2 文本文件的读写……340
12.3 低级文件I/O……343
12.4 利用界面工具导入数据……346
12.5 习题……347

参考文献……348

第 1 章

MATLAB R2018b简介

MATLAB 是一种将数据结构、编程特性以及图形用户界面完美地结合到一起的软件。MATLAB 的核心是矩阵和数组，在 MATLAB 中，所有数据都是以数组的形式来表示和存储的。MATLAB 中提供了常用的矩阵代数运算功能，同时还提供了非常广泛和灵活的数组运算功能，用于数据集的处理。MATLAB 的编程特性与其他高级语言类似，同时它还可以与其他语言(如 Fortran 和 C 语言)混合编程，从而进一步扩展了它的功能。在图形可视化方面，MATLAB 提供了大量绘图函数，方便用户进行图形绘制；同时 MATLAB 提供了图形用户界面(GUI)，通过 GUI，用户可以进行可视化编程。而 Simulink 是基于 MATLAB 的框图设计环境，可以用来对各种动态系统进行建模、分析和仿真，它的建模范围广泛，可以针对任何能够用数学来描述的系统进行建模，如航空航天动力学系统、卫星控制制导系统、通信系统、船舶及汽车等。其中，包括连续、离散，条件执行，事件驱动，单速率、多速率和混杂系统等。在 MATLAB 中，Simulink 还提供了丰富的功能块以及不同的专业模块集合，利用 Simulink 几乎可以做到不书写一行代码就完成整个动态系统的建模工作。

本章主要介绍 MATLAB 的一些基本知识，主要包括 MATLAB 的功能、发展历史以及 MATLAB R2018b 的新功能等。由于 MATLAB 软件在不断更新，因此还介绍了获取 MATLAB 最新信息的途径。另外，本章将对 MATLAB 的界面及路径管理等进行介绍。

本章学习目标

- ☑ 了解 MATLAB 的基本功能和特点。
- ☑ 了解 MATLAB 的基本界面。
- ☑ 了解 MATLAB 的路径搜索。

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 是一款由 MathWorks 公司用 C 语言开发的软件，其中的矩阵算法来自 Linpack 和 Eispack 课题的研究成果。本节主要介绍 MATLAB 的整体情况及其特点。

1.1.1 MATLAB 概述

MATLAB 作为一种高级科学计算软件，是进行算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的交互式应用开发环境。世界上的许多科研工作者都在使用 MATLAB 产品来加快他们的科研进程，缩短数据分析和算法开发的时间，研发出更加先进的产品和技术。相对于传统的 C、C++和 Fortran 语言，MATLAB 提供了高效快速解决各种科学计算问题的方法。目前，MATLAB 产品已经被广泛认可为科学计算领域内的标准软件之一。

MATLAB 可以被广泛地应用于不同领域，如信号与图像处理、控制系统设计与仿真、通信系统设计与仿真、测量测试与数据采集、金融数理分析以及生物科学等。在 MATLAB 中内嵌了丰富的数学、统计和工程计算函数，使用这些函数进行问题的分析解答，无论是问题的提出还是结果的表达，都采用工程师习惯的数学描述方法，这一特点使 MATLAB 成为数学分析、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，附加的工具箱扩展了 MATLAB 基本环境，可用于解决特定领域的工程问题。MATLAB 有以下几个特点。

- 高级科学计算语言。
- 代码、数据文件的集成管理环境。
- 算法设计开发的交互式工具。
- 用于线性代数、统计、傅里叶分析、滤波器设计、优化和数值计算的基本数学函数。
- 2-D 和 3-D 数据可视化。
- 创建自定义工程师图形界面的工具。
- 与第三方算法开发工具，如 C/C++、Fortran、Java、COM、Microsoft Excel 等，集成开发基于 MATLAB 的算法。

MATLAB 中有许多附加的软件模块。这些软件模块也被称为工具箱，它们可以执行更加复杂的计算。用户可以单独购买这些模块，但是，所有模块都必须在核心 MATLAB 程序下运行。工具箱处理如下类似应用：图像和信号处理、财务分析、控制系统设计和模糊逻辑。用户也可以在 MathWorks 网站上找到最新的清单，这将在本章稍后章节中加以讨论。

1.1.2 MATLAB 的基本功能

MATLAB 将高性能的数值计算和可视化功能集成，并提供了大量的内置函数，从而被广泛地应用于科学计算、控制系统和信息处理等领域的分析、仿真和设计工作；而且利用 MATLAB 产品的开放式结构，可以很容易地对 MATLAB 的功能进行扩充，从而在不断深化对问题认识的同时，逐渐完善 MATLAB 产品以提高产品自身的竞争能力。

目前，MATLAB 的基本功能如下。

1. 数学计算功能

MATLAB 的数学计算功能是 MATLAB 的重要组成部分，也是最基础的部分，包括矩阵运算、数值运算以及各种算法。

2. 图形化显示功能

MATLAB 可以将数值计算的结果通过图形化的界面显示出来，包括 2D 和 3D 界面。

3. M 语言编程功能

用户可以在 MATLAB 中使用 M 语言编写脚本文件或函数来实现用户所需要的功能，而且 M 语言语法简单，方便学习和使用。

4. 编译功能

MATLAB 可以通过编译器将用户自己编写的 M 文件或函数生成为函数库，支持 Java 语言编程，提供 COM 服务和 COM 控制，能输入输出各种 MATLAB 及其他标准格式的数据文件。通过这些功能，使得 MATLAB 能够同其他高级编程语言混合使用，大大提高了实用性。

5. 图形用户界面开发功能

利用图形化的工具创建图形用户界面开发环境(Guide)，支持多种界面元素：按钮(Push Button)、单选按钮(Radio Button)、复选框(Check Boxes)、滑块(Sliders)、文本编辑框(Edit Box)和 ActiveX 控件，并提供界面外观、属性、行为响应等设置方式来实现相应的功能。利用图形界面，用户可以很方便地和计算机进行交流。

6. Simulink 建模仿真功能

Simulink 是 MATLAB 的重要组成部分，可以用来对各种动态系统进行建模、分析和仿真。Simulink 包含强大的功能模块，而且利用简单的图形拖曳、连线等操作构建出系统框图模型。同时，Simulink 与基于有限状态机理论的 Stateflow 紧密集成，可以针对任何能用数学来描述的系统进行建模。

7. 自动代码生成功能

自动代码生成工具主要有 Real-Time Workshop 和 Stateflow Coder。通过代码生成工具，可以直接将 Simulink 与 Stateflow 建立的模型转换为简捷可靠的程序代码，操作简单，整个代码生成的过程都是自动完成的，极大地方便了用户。

1.1.3　MATLAB 的更新

MATLAB 正处于不断的发展中，MathWorks 公司每年定期发布 MATLAB 的新版本。

MATLAB R2018b 更新了多个产品模块，添加了新的特性，包括 MATLAB、Simulink 和 Polyspace 产品的新功能，以及对其他产品的更新和补丁修复。

- MATLAB：统一了用于一维、二维与三维数值积分的函数并提升了基本数学函数和内插函数的性能。
- MATLAB Compiler：可以下载 MATLAB Compiler Runtime(MCR)，简化编译后的程序和组件的分发。
- Image Processing Toolbox：通过亮度指标优化进行自动图像配准。

- Statistics Toolbox：增强了使用线性、广义线性和非线性回归进行拟合、预测和绘图的界面。
- System Identification Toolbox：识别连续时间传递函数。
- HDL Coder：可替代 Simulink HDL Coder 的新产品，添加了直接从 MATLAB 生成 HDL 代码的功能。
- HDL Verifier：可替代 EDA Simulator Link 的新产品，添加了 Altera FPGA 在线支持。
- MATLAB Coder：可从用户定义的系统对象生成代码并自动生成动态共享库。
- Embedded Coder：提供 AUTOSAR 4.0 兼容性，减少了数据副本，并通过 Simulink Web 视图实现代码生成报告的链接，用于在 MATLAB 和 Simulink 中进行设计的系统工具箱(System Toolbox)。
- Computer Vision System Toolbox：Viola-Jones 对象检测、MSER 特征检测和 CamShift 跟踪。
- Communications System Toolbox：USRP 无线电支持、LTE MIMO 信道模型以及 LDPC、Turbo 解码器和其他算法的 GPU 支持。
- Simulink：从目标硬件(包括 LEGO MindStorms NXT 和 BeagleBoard)上的 Simulink 直接运行模型的能力。
- SimMechanics：具有新的三维可视化功能的第二代多体建模和仿真技术。
- Real-Time Windows Target：使用 Simulink 标准模式实时执行 Windows 中的模型。

用户可以通过登录网站 http://www.mathworks.com/来了解 MATLAB 的最新信息。

1.2 MATLAB R2018b 的用户界面

MATLAB 的用户界面包含 6 个常用窗口和大量功能强大的工具按钮。对这些窗口和工具的认识是掌握和应用 MATLAB R2018b 的基础。本节将介绍这些窗口和工具的基本知识。

1.2.1 启动 MATLAB R2018b

在正确完成安装并重新启动计算机之后，选择“开始”|“所有程序”|MATLAB R2018b命令，或者直接双击桌面上的MATLAB图标，启动 MATLAB R2018b。

1.2.2 MATLAB R2018b 的主界面

MATLAB 的默认窗口如图 1-1 所示，其中包括带状工具栏、功能区、命令窗口、编辑器窗口、工作区窗口和当前目录窗口等。MATLAB 从 2013 版本开始，采用带状工具条/ Ribbon 功能区的界面风格，把能够完成相对近似或具有同类功能和属性的命令或按钮，集中分类存放在各类功能区内，以方便直观地执行和调用，以提高软件运用效率。

此种界面相比以前的传统菜单型界面主要有以下几个方面的优点。

- 所有功能有组织地集中存放，不再需要查找级联菜单、工具栏等。
- 更好地在每个应用程序中组织命令。

- 提供足够显示更多命令的空间。
- 丰富的命令布局可以帮助用户更容易地找到重要的、常用的功能。
- 可以显示图示，对命令的效果进行预览，如改变文本的格式等。
- 更加适合触摸屏操作。
- 减少了鼠标操作。

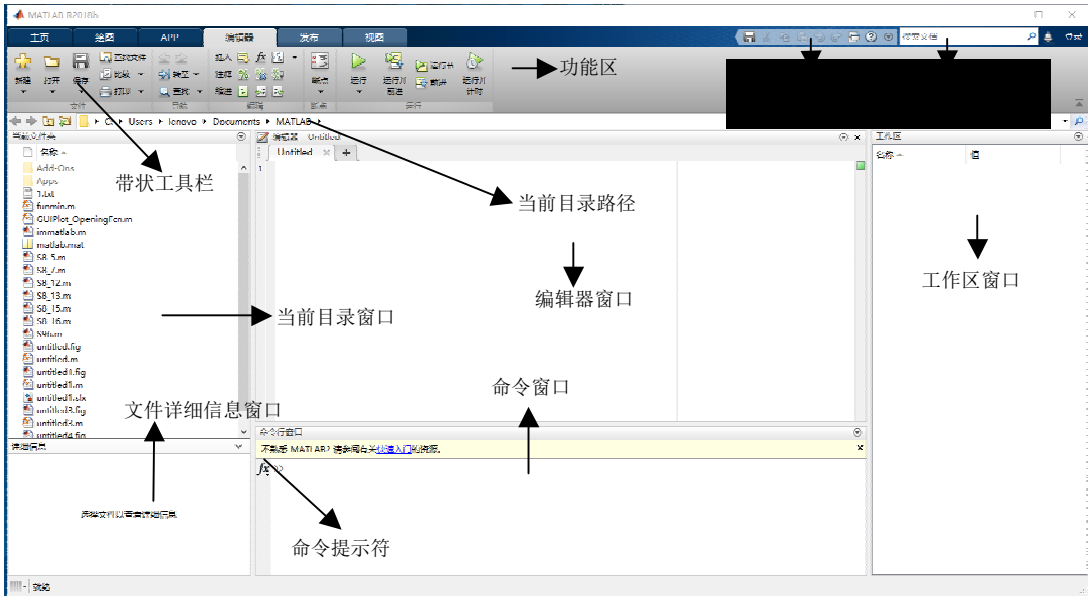


图 1-1　MATLAB R2018b 的主界面

注意：

本书默认安装的 MATLAB R2018b 为中文版，习惯英文界面的用户可以通过新建或编辑环境变量 MWLOCALE_TRANSLATED=OFF，如图 1-2 所示，改变为英文界面。当再设置 MWLOCALE_TRANSLATED=ON 时，可重新切换回中文界面。书中主要以中文界面讲述各种功能与应用，必要时，会包含英文说明，以帮助各类型读者学习。

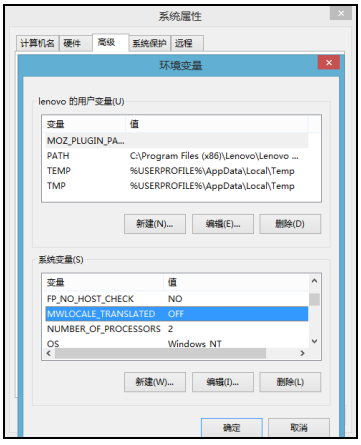


图 1-2　“环境变量”对话框

1.2.3 MATLAB R2018b 的带状工具栏及功能区介绍

MATLAB R2018b 主窗口的最上层是带状工具栏的栏名层，主要有“主页”“绘图”“应用程序(APP)”“编辑器”或“实时编辑器”“发布”“视图”或“实时编辑器”下“插入”“视图”等，如图 1-3~图 1-11 所示。

图 1-3 MATLAB R2018b 的带状工具栏(“主页”)

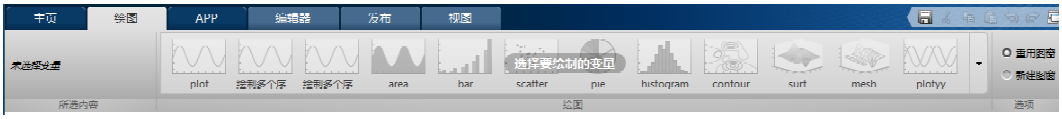


图 1-4 MATLAB R2018b 的带状工具栏(“绘图”)

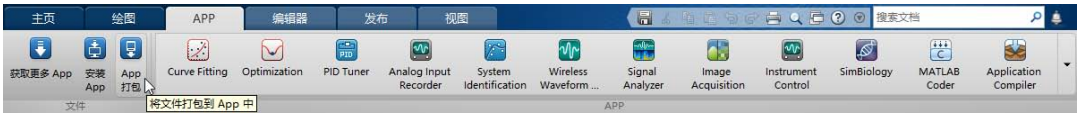


图 1-5 MATLAB R2018b 的带状工具栏(“应用程序(APP)”)

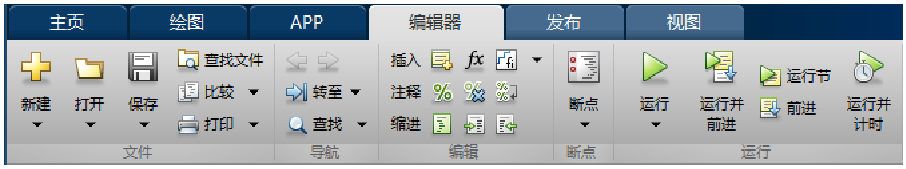


图 1-6 MATLAB R2018b 的带状工具栏(“编辑器”)

图 1-7 MATLAB R2018b 的带状工具栏(“发布”)

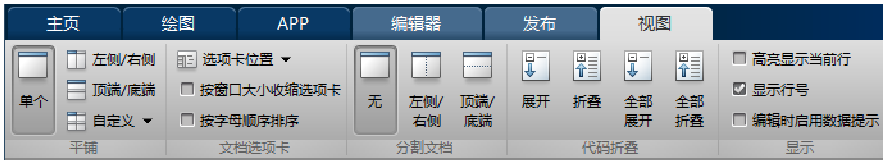


图 1-8 MATLAB R2018b 的带状工具栏(“视图”)

图 1-9 MATLAB R2018b 的带状工具栏(“实时编辑器”)

图 1-10　MATLAB R2018b 的带状工具栏(“实时编辑器”下“插入”)

图 1-11　MATLAB R2018b 的带状工具栏(“实时编辑器”下“视图”)

每个带状工具栏又包含几个功能区，如“主页”栏中包含“文件”“变量”“代码”SIMULINK、“环境”和“资源”6 个功能区，每个功能区里存放的就是同类功能或属性的功能按钮。

因篇幅原因及基于对 MATLAB 基础学习的需要，本书只对“主页”栏、“编辑器”栏中的一些功能区的主要功能按钮或命令进行介绍，对于其他功能与命令，读者可以通过悬停按钮显示的注释(如图 1-5 中对“App 打包”的注释)来帮助理解其功能及作用，在应用中逐步学习和掌握 MATLAB 中的各种功能。

1. “主页”栏

在 MATLAB 主窗口中，“主页”栏中从左到右依次包括“文件”“变量”“代码”、SIMULINK、“环境”“资源”6 个功能区。

对应图 1-3，其中各个功能区的功能命令介绍如下。

(1) “新建脚本”(New)：创建空白脚本文件，快捷键为 Ctrl+N。

(2) “新建实时脚本”：创建空白实时脚本文件。

(3) “新建”(New)：创建新文档，用于建立新的.m 文件、新的.mlx 文件、函数及实时函数、图形、模型和图形用户界面等。图 1-12 为其下拉菜单，从中可以选择各种新建文档的类型。

(4) “打开”(Open)：用于打开 MATLAB 的.m、.mlx、.mat、.mdl 等文件，Ctrl+O 是快捷键。

(5) “查找文件”：基于名称或内容搜索文件，Ctrl+Shift+F 是快捷键。

(6) “比较”：比较两个文件的内容。

(7) “导入数据”(Import Data)：用于从其他文件导入数据。

(8) “保存工作区”(Save Workspace)：选择路径，并将工作区的数据存放到所选路径的文件中。Ctrl+S 是快捷键。

(9) “新建变量”：创建并打开变量进行编辑。

(10) “打开变量”：打开工作区变量进行编辑。

(11) “清除工作区”(Clear Workspace)：清除工作区的对象，图 1-13 为其功能菜单，在其中可以定义清除的对象类型。

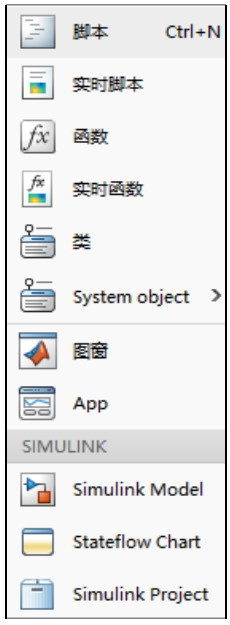


图 1-12 “新建”(New)功能菜单

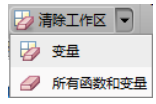


图 1-13 “清除工作区”功能菜单

(12) “收藏夹”：创建收藏夹命令。图 1-14 为其功能菜单，在其中可以定义新建收藏夹命令及创建新的收藏夹命令类型，还可将快捷方式添加到快速访问工具栏。

(13) “分析代码”：分析当前文件夹中 MATLAB 的代码，查找效率低下的编码和潜在错误。

(14) “运行并计时”：运行代码并测量运行时间以改善性能。

(15) “清除命令”：清除命令行窗口中显示的内容(clc)，图 1-15 为其功能菜单，在其中可以定义清除命令行窗口命令或命令历史记录命令。

(16) Simulink：打开 Simulink 模块库。

(17) “布局”：调整桌面布局，其下拉菜单如图 1-16 所示，可以调整各个窗口的布局。

(18) “预设”：指定预设项，单击此按钮将打开“预设项”窗口，如图 1-17 所示，在此窗口中可以对 MATLAB 的工作环境进行设置。

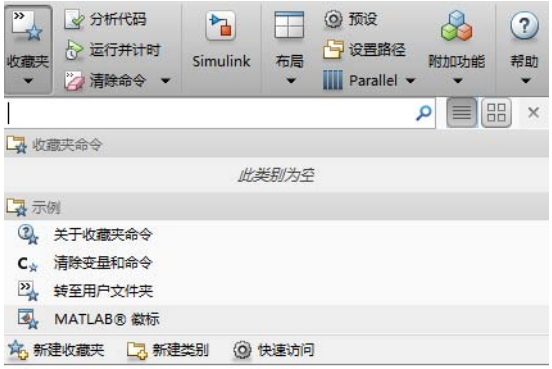


图 1-14 “收藏夹”功能菜单

图 1-15 “清除命令”功能菜单

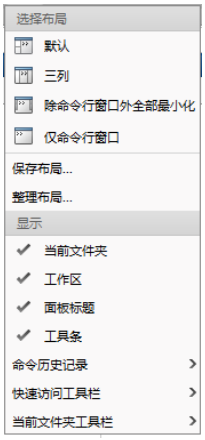


图 1-16　“布局”功能菜单

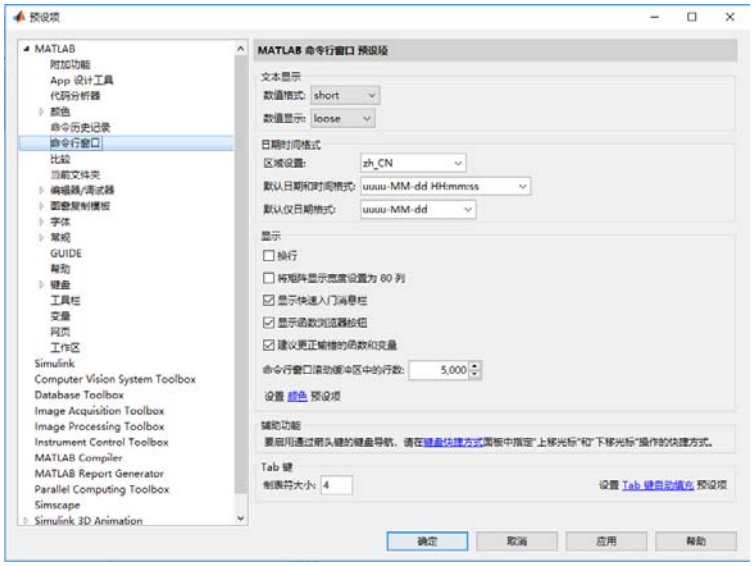


图 1-17　“预设项”窗口

(19) “设置路径”：更改设置 MATLAB 用于查找文件的搜索路径。

(20) Parallel：并行计算设置，其功能菜单如图 1-18 所示。Parallel 菜单中的各主要选项介绍如下。

- Select a Default Cluster：选择默认集群。
- Discover Clusters：发现集群。
- Create and Manage Cluster：创建和管理集群。
- Monitor Jobs：监测工作。
- Parallel Preferences：并行参数选择。

(21) “附加功能”：获取包括硬件支持在内的附加功能，其功能菜单如图 1-19 所示。

(22) “帮助”：查看产品帮助文档(F1)等，其功能菜单如图 1-20 所示。

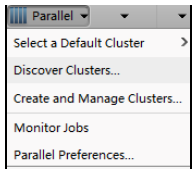


图 1-18　Parallel 功能菜单

图 1-19　“附加功能”功能菜单

图 1-20　“帮助”功能菜单

(23) “社区”：访问 MathWorks 在线社区。

(24) “请求支持”：提交技术支持请求。

(25) “了解 MATLAB”：按需访问学习资料。

2. “编辑器”栏

在 MATLAB 主窗口中，“编辑器”栏中从左到右依次包括“文件”“导航”“编辑”“断点”和“运行”5 个功能区。

对应图 1-6，其中各个功能区的功能命令介绍如下。

(1) “新建”(New)：创建新文档，快捷键是 Ctrl+N。

(2) “打开”(Open)：打开文件，Ctrl+O 是快捷键。

(3) “保存”：将编辑器文档保存到文件中，快捷键是 Ctrl+S。

(4) “查找文件”：基于名称或内容搜索文件，快捷键是 Ctrl+Shift+F。

(5) “比较”：比较两个文件的内容。

(6) “打印”：打印编辑器文档，其中可以对打印页面进行设置，快捷键是 Ctrl+P。

(7) ：返回/前进。

(8) “转至”：将光标移至行、函数或节，其下拉菜单如图 1-21 所示。

(9) “查找”：查找并选择替换文本，快捷键是 Ctrl+F。

(10) “插入”：在编辑器文档里插入节、函数、固定点数据等。

(11) “注释”：从左到右依次为“注释”“取消注释”和“注释换行”。

(12) “缩进”：缩进编辑方式从左到右依次为“智能”“增加”和“减少”。

(13) “断点”：显示用于暂停代码执行的选项，其下拉菜单如图 1-22 所示，可以对“断点”进行设置和操作。

(14) “运行”：运行正在编辑或调入编辑器的 M 文件及函数等，其下拉菜单如图 1-23 所示。

图 1-21 “转至”功能菜单

图 1-22 “断点”功能菜单

图 1-23 “运行”功能菜单

注意：可通过以下步骤(15)~(18)进行运行调试。

(15) “运行并前进”：运行当前节并前进到下一节，进行运行控制，快捷键是 Ctrl+Shift+Enter。

(16) “运行节”：运行当前节，进行运行控制，快捷键是 Ctrl+Enter。

(17) “前进”：前进到下一节，进行运行控制，快捷键是 Ctrl+向下箭头。

(18) “运行并计时”：运行 M 文件或函数代码并测量运行时间以改善性能。

3. 快捷按钮

在 MATLAB 主窗口的右上方，有一个“快速访问”工具栏，如图 1-24 所示。单击工具栏

上的按钮可以快速执行常用的功能或命令，其下拉菜单如图 1-25 所示。

对应图 1-24，从左至右各功能按钮的介绍如下。

图 1-24　“快速访问”工具栏

图 1-25　“快速访问”工具栏下拉菜单

(1) “保存”(Save)：保存文件，操作快捷键为 Ctrl+S。

(2) “剪切”(Cut)：剪切选中的对象，操作快捷键为 Ctrl+X。

(3) “复制”(Copy)：复制选中的对象，操作快捷键为 Ctrl+C。

(4) “粘贴”(Paste)：粘贴剪贴板中的内容，操作快捷键为 Ctrl+V。

(5) “撤销”(Undo)：撤销上一步操作，操作快捷键为 Ctrl+Z。

(6) “重做”(Redo)：重新执行上一步操作，操作快捷键为 Ctrl+Y。

(7) “打印”(Redo)：打印文件，操作快捷键为 Ctrl+P。

(8) “查找文本”(Redo)：查找目标文件，操作快捷键为 Ctrl+F。

(9) “切换窗口”：单击此按钮将会弹出如图1-26所示的“切换窗口”菜单，可以对 MATLAB 的主要功能窗口以及面板进行切换和管理。

(10) “帮助”(Help)：帮助快捷键(F1)。

(11) “自定义工具栏”：单击如图 1-25 所示下拉菜单中的“自定义工具栏”，将会弹出如图 1-27 所示的“预设项”窗口，通过此窗口可以自定义工具栏，创建新的快捷方式。

图 1-26　“切换窗口”菜单

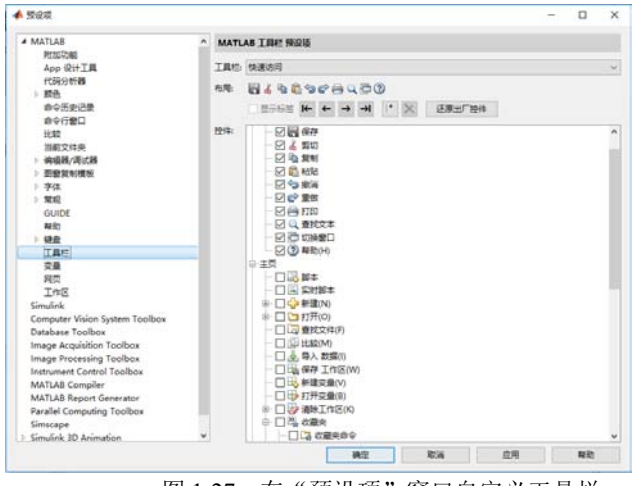


图 1-27　在“预设项”窗口自定义工具栏

1.2.4 MATLAB R2018b 的主要窗口

MATLAB R2018b 的主要窗口有 5 个，分别为命令窗口、编辑器窗口或实时编辑器窗口、文件详细信息窗口、工作区窗口和当前路径窗口。另外，还可以弹出显示命令历史窗口。

本节主要对 MATLAB 工作界面的其中 4 个主要窗口进行介绍。

1. 命令窗口

打开 MATLAB 时，命令窗口自动显示于 MATLAB 界面中。命令窗口是和 MATLAB 编译器连接的主要窗口。“>>”为运算(命令)提示符，表示 MATLAB 处于准备状态，用户可以输入命令，按下 Enter 键执行，并在命令窗口中显示运行结果。例如，可在命令窗口中输入如下内容：

```
>> x=[-5:5];
>> y=x.^2
```

得到结果为：

```
y =
     25     16      9      4      1      0      1      4      9     16     25
```

继续输入命令以绘制 x-y 平面上的图形，如下所示：

```
>> plot(x,y)
```

得到的图形如图 1-28 所示。

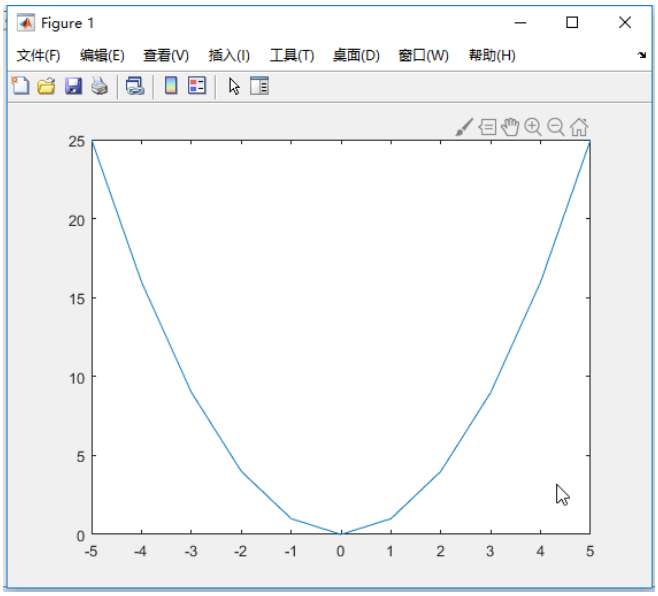


图 1-28 通过 MATLAB 命令窗口绘制图形的示例

2. 命令历史记录窗口

选择“快速访问”工具栏 |“切换窗口”|“命令历史记录”命令或按快捷键 Ctrl+1，将弹

出命令历史记录窗口，显示用户曾经输入过的命令，并显示输入的时间，方便用户查询。对于命令历史记录窗口中的命令，用户可以在某节点上右击，在弹出的快捷菜单中选择命令进行相应的操作，如图 1-29 所示，或者双击再次执行。

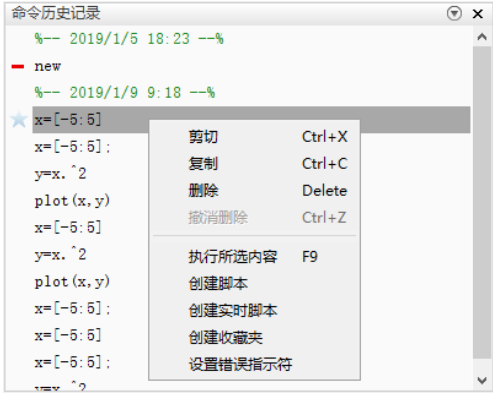


图 1-29　命令历史记录窗口

3. 工作区窗口

在 MATLAB 中，可以通过标签显示或隐藏工作区窗口。工作区窗口中显示当前工作区中的所有变量及其大小和类型等。通过工作区可以对这些变量进行管理。工作区的界面如图 1-30 所示，其中包含了工作区工具栏和显示窗口。通过工具栏可以新建或删除变量、导入和导出数据、绘制变量的图形等。另外，右击变量名可以对该变量进行操作，如图 1-31 所示。

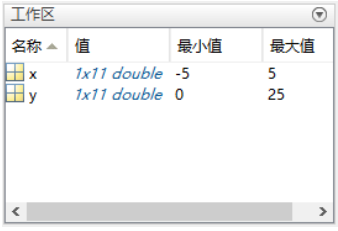


图 1-30　工作区界面

图 1-31　对工作区执行的操作

4. 当前目录窗口

当前目录窗口显示当前路径下的所有文件和文件夹及其相关信息，并且可以通过单击当前目录窗口中的按钮或右击打开的快捷菜单对这些文件进行操作，如图 1-32 所示。

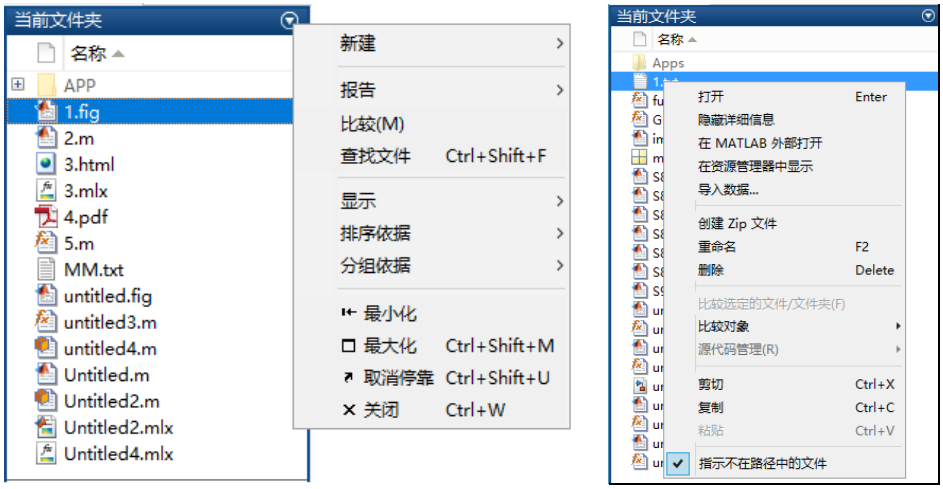


图 1-32　当前目录窗口

1.3　MATLAB R2018b 的路径搜索

1.3.1　MATLAB R2018b 的当前路径

查看 MATLAB 当前路径的方式有两种：查看工具栏中的当前路径栏，或者在命令窗口中输入查看命令，如下所示。

```
>> cd
D:\Program Files\MATLAB\R2018b\bin
```

用户可以通过工具栏中的当前路径工具改变当前路径，如图 1-33 所示。

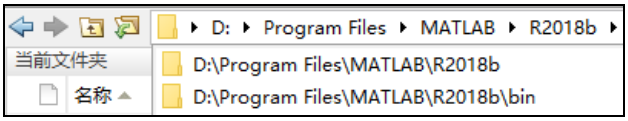


图 1-33　改变当前路径

1.3.2　MATLAB R2018b 的路径搜索概述

MATLAB 中有一个专门用于寻找 M 文件的路径搜索器，用于查找文件系统中的 M 文件。默认情况下，MATLAB 的搜索路径包含 MATLAB 产品中的全部文件。在 MATLAB 中所有要运行的命令必须存在于搜索路径中，或者存在于当前文件夹中。本节介绍 MATLAB 的路径搜索。

1. 路径设置

除 MATLAB 默认的搜索路径外，用户还可以设置其他搜索路径。设置方法为：选择 MATLAB 窗口中的“主页”|“环境” |“设置路径”命令，打开路径搜索对话框，如图 1-34 所示。用户可以通过单击“添加文件夹”或“添加并包含子文件夹”按钮来添加选中目录，或者

添加选中目录及其子目录。单击后，打开浏览文件夹对话框，选择待添加的路径。

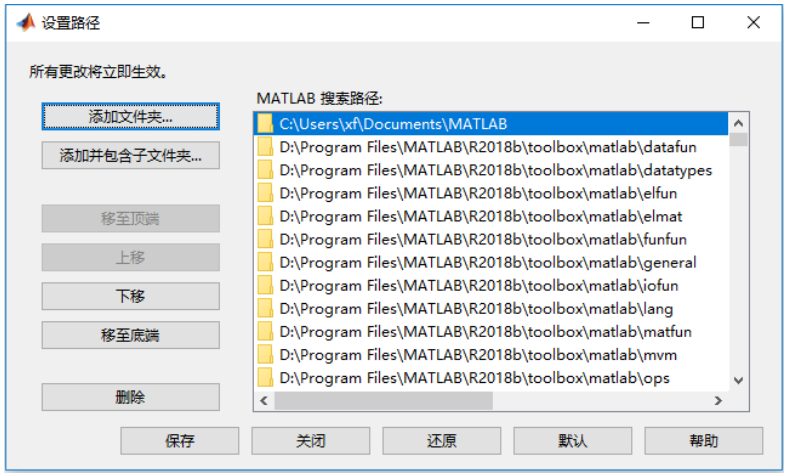


图 1-34　MATLAB 的搜索路径对话框

另外，在命令窗口中输入 path 命令可以查看 MATLAB 中的搜索路径，如下所示：

```
>> path
     MATLABPATH
   C:\Users\lenovo\Documents\MATLAB
   D:\Program Files\MATLAB\R2018b\toolbox\matlab\datafun
   D:\Program Files\MATLAB\R2018b\toolbox\matlab\datatypesr
   …
```

2. MATLAB 的搜索顺序

当在命令窗口中或 M 文件中输入一个元素名称时，MATLAB 按照下面的顺序搜索该元素的意义。下面以元素 foo 为例进行介绍。

(1) 查找工作区中是否存在名为 foo 的变量。

(2) 在当前路径中查找是否存在名为 foo.m 的文件。

(3) 按照顺序查找搜索路径中是否存在该文件。如果存在多个名为 foo.m 的文件，则调用首先查到的文件。

因此，在为变量和函数命名时，必须考虑 MATLAB 的路径搜索顺序，合理地为变量和函数命名，保证程序的正确运行。

1.4　习题

1. 阐述 MATLAB 的功能。
2. 访问 http://www.mathworks.cn/，了解 MATLAB 的更多信息。
3. 认识和了解MATLAB R2018b的带状工具栏及功能区界面，掌握基本功能按钮的应用。
4. 认识并了解 MATLAB 的各个主要窗口，查看其中的菜单及工具栏的内容。
5. 查看 MATLAB 的当前路径，将其设置为 MATLAB 根目录。

第 2 章

MATLAB的基本使用方法

如前所述，MATLAB R2018b 具有功能强大、简便、直观等优点。本章将介绍 MATLAB R2018b 的基本使用方法，包括其简单操作、数据类型、操作符、常用数学函数和 MATLAB 脚本文件等。用户在学习完本章的内容后，可以进行基本的数学运算，能够解决学习和科研中遇到的数学问题，编写简单的脚本文件。

本章学习目标

- ☑ 掌握利用 MATLAB R2018b 的命令窗口进行简单的数学运算。
- ☑ 掌握常用的操作命令和快捷键。
- ☑ 了解 MATLAB R2018b 的数据类型。
- ☑ 了解 MATLAB R2018b 的操作符。
- ☑ 了解 MATLAB R2018b 的基本数学函数。
- ☑ 了解 MATLAB R2018b 脚本编程。

2.1 简单的数学运算

2.1.1 最简单的计算器使用法

MATLAB R2018b 的命令窗口为用户提供了一个很好的交互平台，当命令窗口处于激活状态时，会出现“>>”提示符。用户可以在提示符的后面输入命令或直接输入数学表达式进行运算。

下面介绍几种基本的数学计算方法。

1. 直接输入法

在命令窗口中直接输入数学表达式，按 Enter 键即可得到运算结果。

例 2-1 圆锥体的底面半径为 5，高为 10，计算该圆锥体的体积。

在 MATLAB 中直接输入以下表达式。

```
>> 0.5*pi*5^2*10
```