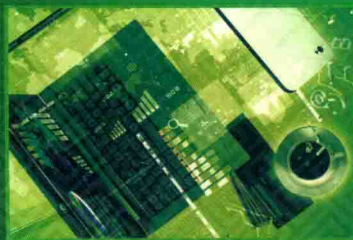


❖ 普通高等教育电子信息类规划教材 ❖

# MATLAB编程 基础与工程应用

MATLAB PROGRAMMING FUNDAMENTALS  
AND ENGINEERING APPLICATIONS



王敏杰 朱连轩 潘金凤 编著

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



本书赠送电子教案

普通高等教育电子

# MATLAB 编程基础与工程应用

王敏杰 朱连轩 潘金凤 编著

机械工业出版社

本书以 MATLAB 2010a 为平台,深入浅出地介绍了编程基础知识及工程应用,包括 MATLAB 安装与桌面环境、MATLAB 语言入门、MATLAB 数组、矩阵创建及运算、元胞数组、字符数组、结构数组、数值计算、绘图、符号计算,最后给出了 MATLAB 仿真,包括电路分析仿真、信号与系统仿真、通信原理仿真、数字信号处理仿真、自动控制原理仿真、图像处理仿真。为方便读者学习和实践,本书提供所有例题源代码,每章配有电子教案,读者可通过 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) (免费注册并审核通过后即可下载)或联系工作人员索取(联系方式:QQ6142415,电话 010-88379753)。

本书既可作为高等学校 MATLAB 课程的教材,也可作为系统开发人员的技术参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 编程基础与工程应用/王敏杰,朱连轩,潘金凤编著. —北京:机械工业出版社,2017.7

普通高等教育电子信息类规划教材

ISBN 978-7-111-57391-3

I. ①M… II. ①王… ②朱… ③潘… III. ①Matlab 软件-程序设计-高等学校-教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 165451 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李馨馨 责任编辑:李馨馨

责任校对:张艳霞 责任印制:李昂

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15 印张 · 359 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-57391-3

定价:39.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010)88379833

机工官网:[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

读者购书热线:(010)88379649

机工官博:[weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

教育服务网:[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

封面无防伪标均为盗版

金书网:[www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

# 前 言

MATLAB 是 MathWorks 公司开发的适用于矩阵、数值计算和系统仿真的科学计算软件。MATLAB 产品目前已涵盖自动控制、通信等领域,包含信号处理、图像处理、神经网络、小波分析、符号数学等几十种工具箱,这些工具箱提供了大量、丰富的应用函数供研究者使用。国内很多高校已经在本科教学阶段就将 MATLAB 作为一门必修课程, MATLAB 虽然对我国高等教育的影响晚于国外,但是发展迅速。该软件已经成为通信、信号处理、控制等专业本科生、研究生必须掌握的工具软件之一。

本书从 MATLAB 的基本概念讲起,由浅入深,逐步介绍 MATLAB 在电子信息类专业课程仿真方面所使用的基本函数。作为入门书籍,即使对编程一无所知的读者,也可以从本书的第 1 章读起,进而学会 MATLAB 的编程。本书作为教材建议授课学时为不多于 32 小时,本书内容可以上机实验。

电子信息类课程强调学生对数学概念、物理概念及工程概念的理解和统一,对数学要求较高,而复杂的数学计算和推导,很难直观地得到系统可视化结果。因此 MATLAB 已经是信号与系统、数字信号处理、图像处理等电子信息类专业课的首选仿真平台。学生学习 MATLAB 最有效的方法是结合专业课程内容,掌握 MATLAB 软件的使用与编程,本书从电子信息类专业课程角度出发,加强实践教学,将 MATLAB 课程由单纯的语言学习,引入到专业课的教学中,为学习后续专业课打下深厚的基础。

本书中所介绍的实例都是在 MATLAB 2010a 环境下调试运行的。每章给出一个完整的实例,以帮助读者顺利地理解和掌握书中比较重要的任务。第 8 章还详细给出了 MATLAB 在电路分析、数字信号处理、信号与系统、自动控制、图像处理课程中的应用仿真。

全书共 8 章。第 1 章 MATLAB 安装与桌面环境,介绍 MATLAB 的发展史、安装与启动。第 2 章 MATLAB 语言入门,介绍 MATLAB 的语法以及 M 文件的编写。第 3 章 MATLAB 数组和矩阵创建及运算,包括矩阵和数组的生成、访问和运算。第 4 章介绍 MATLAB 的元胞数组、结构数组和字符串数组。第 5 章 MATLAB 绘图,介绍二维图形和三维图形的绘制以及图像文件。第 6 章 MATLAB 数值计算,介绍用 MATLAB 进行多项式运算以及拟合、插值和卷积等。第 7 章 MATLAB 符号计算,介绍符号对象的生成,符号微积分,符号方程求解和积分变换。第 8 章 MATLAB 仿真,包括电路分析仿真、信号与系统仿真、通信原理仿真、数字信号处理仿真、自动控制原理仿真、图像处理仿真。

本书第 1~4 章以及 6、7 章由河南农业大学王敏杰、朱连轩老师共同编写;第 5、8 章由山东理工大学潘金凤老师编写。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥之处,请读者原谅,并提出宝贵意见。

作 者

# 目 录

## 前言

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 MATLAB 安装与桌面环境</b> .....     | 1  |
| 1.1 MATLAB 产品体系 .....                 | 1  |
| 1.2 MATLAB 桌面环境 .....                 | 2  |
| 1.2.1 安装和启动 .....                     | 2  |
| 1.2.2 操作界面 .....                      | 2  |
| 1.3 命令行窗口的数据显示格式 .....                | 5  |
| 1.4 常用控制指令 .....                      | 8  |
| 1.5 MATLAB 的帮助系统及使用 .....             | 10 |
| 1.5.1 help 搜索指令 .....                 | 10 |
| 1.5.2 lookfor 搜索指令 .....              | 12 |
| 1.5.3 帮助浏览器 .....                     | 12 |
| 1.5.4 帮助文档的超链接通道 .....                | 15 |
| <b>第 2 章 MATLAB 语言入门</b> .....        | 18 |
| 2.1 矩阵和数组 .....                       | 18 |
| 2.2 变量 .....                          | 19 |
| 2.3 运算符 .....                         | 21 |
| 2.3.1 算术运算符 .....                     | 21 |
| 2.3.2 关系运算符和逻辑运算符 .....               | 23 |
| 2.3.3 指令行中的标点符号 .....                 | 28 |
| 2.4 字符串数组 .....                       | 30 |
| 2.5 数值 .....                          | 31 |
| 2.6 M 文件 .....                        | 33 |
| 2.6.1 MATLAB 工作模式 .....               | 33 |
| 2.6.2 M 文件编辑器 .....                   | 34 |
| 2.6.3 M 文件类型 .....                    | 34 |
| 2.7 流程控制语句 .....                      | 37 |
| 2.7.1 for 和 while 循环语句 .....          | 37 |
| 2.7.2 break 和 continue 语句 .....       | 39 |
| 2.7.3 if - elseif - else 条件分支语句 ..... | 41 |
| 2.7.4 switch - case 切换多分支语句 .....     | 43 |
| 2.8 文件操作 .....                        | 44 |
| 2.9 应用实例——信号采样 .....                  | 53 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>第3章 MATLAB 数组、矩阵创建及运算</b> .....      | 56  |
| 3.1 向量创建 .....                          | 56  |
| 3.2 矩阵创建 .....                          | 58  |
| 3.2.1 直接输入法 .....                       | 58  |
| 3.2.2 数组编辑器创建法 .....                    | 59  |
| 3.2.3 M 文件创建法 .....                     | 60  |
| 3.2.4 函数创建法 .....                       | 61  |
| 3.3 矩阵元素的访问 .....                       | 62  |
| 3.4 矩阵和数组元素的运算 .....                    | 65  |
| 3.4.1 基本数学运算函数及获取矩阵信息的基本操作函数 .....      | 65  |
| 3.4.2 矩阵和数组的基本运算 .....                  | 71  |
| 3.5 多维数组 .....                          | 81  |
| 3.5.1 多维数组的创建 .....                     | 81  |
| 3.5.2 多维数组的操作 .....                     | 85  |
| 3.6 稀疏矩阵 .....                          | 87  |
| 3.6.1 稀疏矩阵的创建 .....                     | 88  |
| 3.6.2 稀疏矩阵元素的获取和运算 .....                | 91  |
| 3.7 应用实例——噪声信号和门限判决 .....               | 92  |
| <b>第4章 MATLAB 元胞数组、字符串数组和结构数组</b> ..... | 96  |
| 4.1 元胞数组 .....                          | 96  |
| 4.1.1 元胞数组的创建 .....                     | 96  |
| 4.1.2 元胞数组的操作 .....                     | 99  |
| 4.2 字符串数组 .....                         | 108 |
| 4.2.1 字符串数组的操作 .....                    | 108 |
| 4.2.2 常用的字符串操作函数 .....                  | 110 |
| 4.2.3 字符串的转换函数和格式化输入输出 .....            | 112 |
| 4.3 结构数组 .....                          | 115 |
| 4.3.1 直接赋值法创建结构数组 .....                 | 115 |
| 4.3.2 struct 函数创建结构数组 .....             | 117 |
| 4.3.3 结构数组的操作 .....                     | 117 |
| 4.4 应用实例——通信系统组成仿真 .....                | 120 |
| <b>第5章 MATLAB 绘图</b> .....              | 124 |
| 5.1 基本绘图 .....                          | 124 |
| 5.1.1 绘制二维图形 .....                      | 124 |
| 5.1.2 绘图标识 .....                        | 126 |
| 5.1.3 图形窗口分割 .....                      | 132 |
| 5.1.4 坐标系调整 .....                       | 134 |
| 5.1.5 绘制三维图形 .....                      | 136 |
| 5.1.6 绘制符号数据的图形 .....                   | 139 |

|            |                      |            |
|------------|----------------------|------------|
| 5.2        | 图像                   | 141        |
| 5.2.1      | 图像的分类                | 141        |
| 5.2.2      | 图像的显示与读写             | 143        |
| 5.2.3      | 图像的直方图               | 147        |
| 5.2.4      | 图像的缩放、翻转与旋转          | 152        |
| 5.3        | 应用实例——柴油机瞬时转速信号滤波    | 155        |
| <b>第6章</b> | <b>MATLAB 数值计算</b>   | <b>159</b> |
| 6.1        | 多项式运算                | 159        |
| 6.1.1      | 多项式求根                | 159        |
| 6.1.2      | 多项式乘积展开              | 159        |
| 6.1.3      | 多项式求值                | 160        |
| 6.1.4      | 多项式的部分分式展开           | 161        |
| 6.1.5      | 多项式求导                | 162        |
| 6.1.6      | 多项式积分                | 162        |
| 6.2        | 多项式乘法与除法             | 163        |
| 6.2.1      | 多项式乘法                | 164        |
| 6.2.2      | 多项式除法                | 165        |
| 6.3        | 曲线拟合与函数插值            | 166        |
| 6.3.1      | 多项式拟合                | 166        |
| 6.3.2      | 函数插值                 | 168        |
| 6.4        | 应用实例——湿度曲线拟合与心电图信号插值 | 172        |
| <b>第7章</b> | <b>MATLAB 符号计算</b>   | <b>176</b> |
| 7.1        | 符号对象的生成和使用           | 176        |
| 7.1.1      | 符号变量和符号表达式           | 176        |
| 7.1.2      | 符号矩阵                 | 176        |
| 7.2        | 符号微积分                | 177        |
| 7.2.1      | 微分                   | 177        |
| 7.2.2      | 积分                   | 178        |
| 7.2.3      | 符号求和                 | 179        |
| 7.2.4      | 泰勒级数                 | 179        |
| 7.2.5      | 极限                   | 180        |
| 7.3        | 符号方程求解               | 181        |
| 7.3.1      | 代数方程求解               | 181        |
| 7.3.2      | 代数方程组求解              | 182        |
| 7.3.3      | 微分方程求解               | 183        |
| 7.3.4      | 微分方程组求解              | 184        |
| 7.4        | 积分变换                 | 184        |
| 7.4.1      | 连续系统傅里叶变换和傅里叶逆变换     | 185        |
| 7.4.2      | 连续系统拉普拉斯变换和拉普拉斯逆变换   | 185        |

|              |                           |            |
|--------------|---------------------------|------------|
| 7.4.3        | 离散系统 Z 变换和逆 Z 变换 .....    | 186        |
| 7.4.4        | 离散系统傅里叶变换 .....           | 187        |
| 7.5          | 符号表达式的化简 .....            | 187        |
| 7.6          | 可视化数学分析界面 .....           | 189        |
| 7.6.1        | 图示化符号函数计算器 .....          | 189        |
| 7.6.2        | 泰勒级数逼近分析器 .....           | 190        |
| 7.6          | 应用实例——线性时不变连续系统时域分析 ..... | 191        |
| <b>第 8 章</b> | <b>MATLAB 仿真</b> .....    | <b>193</b> |
| 8.1          | MATLAB 电路分析仿真 .....       | 193        |
| 8.1.1        | 电阻电路 .....                | 193        |
| 8.1.2        | 一阶电路 .....                | 196        |
| 8.1.3        | 正弦稳态电路 .....              | 197        |
| 8.2          | MATLAB 信号与系统仿真 .....      | 199        |
| 8.2.1        | 周期信号频谱分析 .....            | 199        |
| 8.2.2        | 非周期信号频谱分析 .....           | 202        |
| 8.2.3        | 连续时间系统复频域分析 .....         | 204        |
| 8.3          | MATLAB 通信原理仿真 .....       | 205        |
| 8.3.1        | 双边带 (DSB) 调制与解调 .....     | 205        |
| 8.3.2        | 单边带 (SSB) 调制与解调 .....     | 208        |
| 8.3.3        | 脉冲编码调制的编码与解码 .....        | 209        |
| 8.4          | MATLAB 数字信号处理仿真 .....     | 211        |
| 8.4.1        | 数字信号表示及其运算 .....          | 211        |
| 8.4.2        | 模拟滤波器设计 .....             | 215        |
| 8.4.3        | 数字滤波器设计 .....             | 218        |
| 8.5          | MATLAB 自动控制原理仿真 .....     | 219        |
| 8.5.1        | 连续系统稳定性的代数法判据 .....       | 220        |
| 8.5.2        | 连续系统根轨迹分析 .....           | 221        |
| 8.6          | MATLAB 图像处理仿真 .....       | 226        |
| 8.6.1        | 图像去噪 .....                | 226        |
| 8.6.2        | 图像边缘检测 .....              | 228        |
|              | <b>参考文献</b> .....         | <b>230</b> |



# 第 1 章 MATLAB 安装与桌面环境

MATLAB 是美国 MathWorks 公司开发的一款商业数学软件，主要应用于科学计算、数据可视化以及交互式程序设计。MATLAB 的名称源自 Matrix 和 Laboratory 这两个词的组合，意为矩阵实验室。MATLAB 自带众多的实用工具，并能在视窗环境中进行矩阵计算、数值分析、数据可视化以及非线性动态系统的建模与仿真，为科学研究、工程设计以及数值计算等科学领域提供一个简单实用的运算操作平台，同时在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言的编辑模式，成为国际认可的最优秀的科技应用软件之一。

MATLAB 与 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件，在数值计算方面首屈一指。MATLAB 的一个重要特色就是它有一套程序扩展系统和一组称之为工具箱 (Toolboxes) 的特殊应用子程序。工具箱是 MATLAB 的子程序库，每一个工具箱都为某一学科专业开发了许多用户可直接调用的子程序。这些工具箱用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、神经网络、模糊逻辑、小波分析、金融建模设计与分析等诸多领域。另外，MATLAB 可以实现算法、创建用户界面以及连接其他语言编写的程序等。

MATLAB 的基本数据单位是矩阵，它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似，因此用 MATLAB 解决问题比用 C 语言完成相同的事情更简捷，而且 MATLAB 可以与 C/C++ 混合编程。

## 1.1 MATLAB 产品体系

MATLAB 产品由若干个模块组成，不同的模块承担不同的功能，其中有 MATLAB、MATLAB Toolboxes、MATLAB Compiler、Simulink、Simulink Blockset、Real-Time Workshop、Stateflow 以及 Stateflow Coder 模块，这些模块构成了一个强大的 MATLAB 产品体系，如图 1-1 所示。

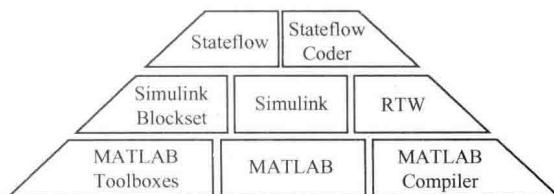


图 1-1 MATLAB 产品体系

本书主要讲解 MATLAB 产品体系中最底层的 MATLAB 和 MATLAB Toolboxes。这两个模块是 MATLAB 产品体系的基础，提供基本的数学算法，例如矩阵运算、数值数组运算、符号数学运算等；另外 MATLAB 集成了 2D 和 3D 图形功能，能够完成相应数值可视化的工作；并且还提供了一种交互式的高级编程语言——M 语言，利用 M 语言可以通过编写脚本或者函数文件实现用户自己的算法。由于 MATLAB 和 MATLAB Toolboxes 在产品体系的最底层，

并且是 MATLAB 产品体系中的核心模块，因此与版本的关系并不紧密。


## 1.2 MATLAB 桌面环境

### 1.2.1 安装和启动

对于 PC 用户，在使用 MATLAB 前，首先需要安装 MATLAB。本书是在操作系统 Windows 7 下安装 MATLAB 2010a。

当 MATLAB 光盘插入光驱后，一般会自启动“安装向导”，或者用户在光盘上找到 setup.exe，双击后进行安装。安装的界面都是标准界面，用户根据屏幕提示，可以选择 Install manually without using the Internet 并单击 Next 按钮；安装许可协议，选择 Yes 并单击 Next 按钮；输入安装码；选择安装类型时可以选择 Typical，如果用户对 MATLAB 比较熟悉，可以选择 Custom，单击 Next 按钮；选择安装目录时，可以根据自己习惯选一个安装目录或 Restore Default Folder 重置为默认安装目录，单击 Next 按钮等完成安装。

安装完成后 MATLAB 会产生两个目录，一个目录是 MATLAB 软件所在目录，是用户安装过程中指定的，比如 C:\Program Files\MATLAB；另一个是 MATLAB 自动生成的目录，该目录是供用户使用的工作目录，专供用户存放操作 MATLAB 时产生的中间文件，一般在 C:\Users\wang\Documents\MATLAB 文件夹下（注意：\wang 为本书作者的计算机用户名，它会随计算机用户名的不同而改变）。

MATLAB 安装成功后，一般会在桌面上生成 MATLAB 快捷图标，双击快捷图标可以启动 MATLAB；也可以从“开始菜单”→“所有程序”→“MATLAB”→“R2010a”→“MATLAB R2010a”启动。

### 1.2.2 操作界面

MATLAB R2010a 启动后，可以看到操作界面如图 1-2 所示，该界面平铺着几个常用工作窗口，分别为命令窗口（Command Window）、当前目录（Current Folder）浏览器、工作空间（Workspace）窗口、历史命令（Command History）窗口，以及当前目录显示窗口。

#### (1) 命令窗口（Command Window）

命令窗口是 MATLAB 操作的最主要窗口。在该窗口可以键入 MATLAB 的命令、函数和表达式。MATLAB 的运算结果除了用图形方式进行可视化输出外，其他所有运算结果，以及运行错误时的提示报告都是在命令窗口显示的。运算结果用黑色字体显示，而运行错误时的提示报告则用红色字体显示。

MATLAB 有计算器功能，如图 1-3 所示，在命令提示符“>>”后输入“a = sin(pi/3)”，按回车键后可以看到运算结果。

#### (2) 当前目录（Current Folder）浏览器

当前目录浏览器位于操作界面的左侧，用于显示“当前目录显示窗口”中的子目录以及子目录中的 M 文件、MAT 文件等。在该窗口中选中文件后单击鼠标右键，可以对文件进行复制、删除、重命名、运行等操作，如图 1-4 所示。

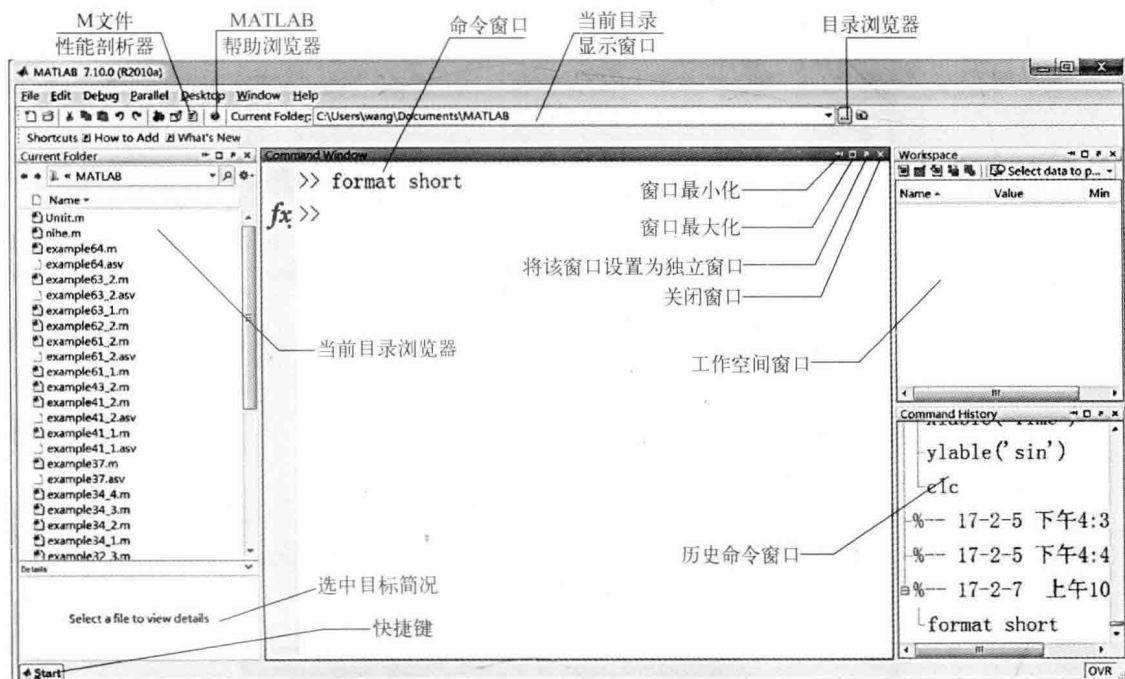


图 1-2 MTALAB 操作界面

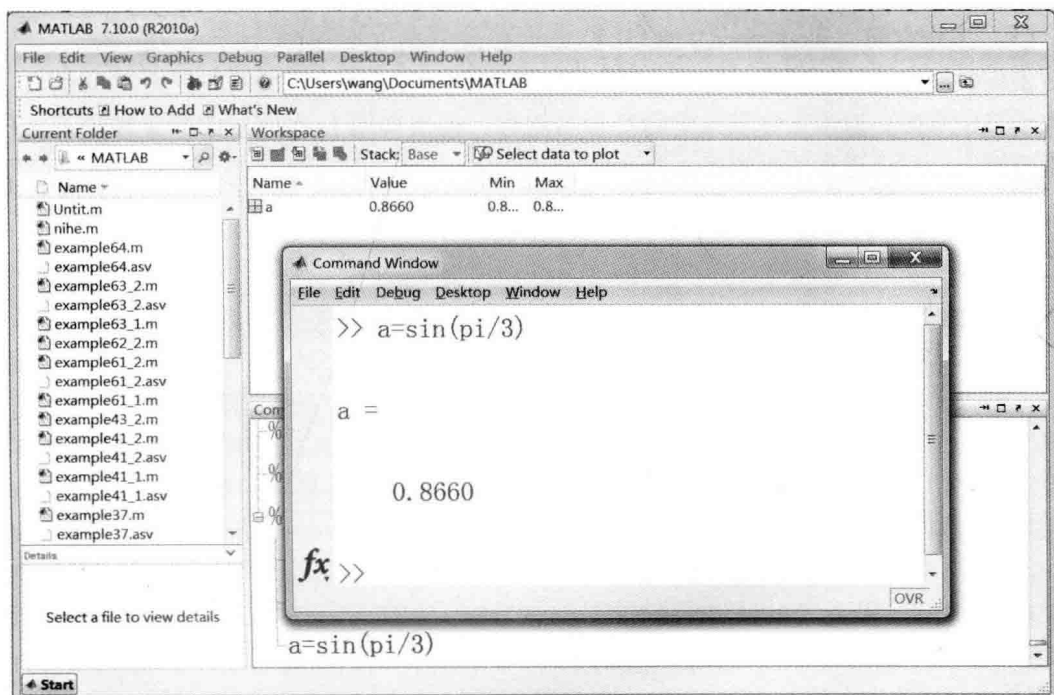


图 1-3 命令窗口浮动出 MTALAB 界面

双击该窗口中的 MAT 文件名，可以直接将 MAT 文件中的数据送入到 MATLAB 的工作空间。另外在该窗口的下方有一个“选中目标简况”窗口，用于显示所选文件的概括信息。

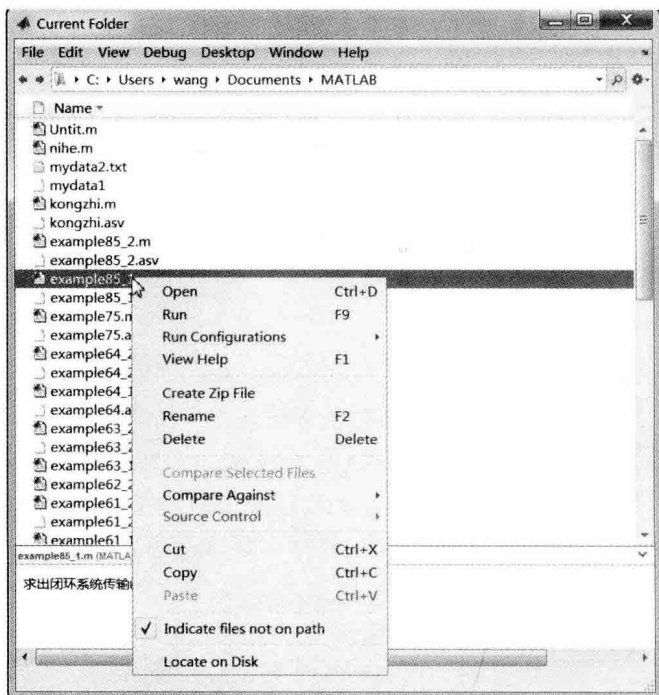


图 1-4 当前目录浏览器及弹出菜单

### (3) 工作空间 (Workspace) 窗口

工作空间窗口位于工作界面右上侧，能够列出 MATLAB 工作空间中所有的变量名、变量大小及字节数；双击工作空间中的变量名图标，弹出如图 1-5 所示的变量编辑器。在变量编辑器中能够查看和编辑数组元素。

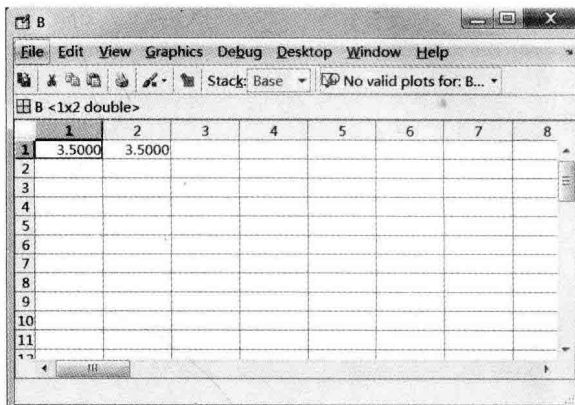


图 1-5 变量编辑器

### (4) 历史命令 (Command History) 窗口

历史命令窗口位于操作界面的右下侧，用于记录已经运行过的指令、函数、表达式，以及它们的运行日期和时间。该窗口中的所有指令都可以复制、重运行，以及产生 M 文件。

如果需要将历史命令中的多条命令一起重运行，可以先按住〈Ctrl〉键，然后在准备重

运行的命名行上逐条单击鼠标左键，当所有命令都选择好后，再单击鼠标右键，在弹出菜单中选择相应的操作，如图 1-6 所示。选择弹出菜单中的“Evaluate Selection”，可以重新绘制曲线。

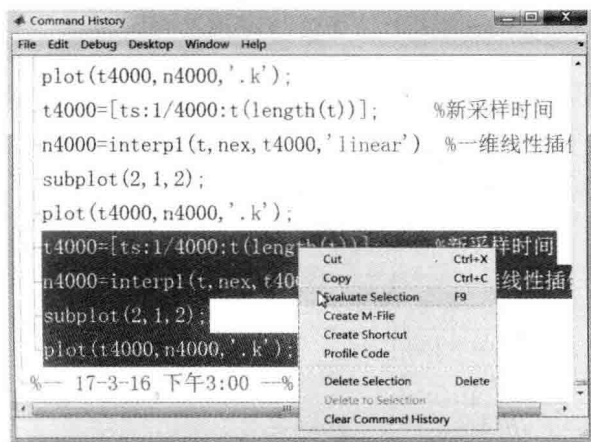


图 1-6 历史命令窗口命令重运行的演示

#### (5) 当前目录显示窗口

MATLAB 安装后，会自动生成一个用户目录。例如，如图 1-2 所示的 C:\Users\wang\Documents\MATLAB。该目录会显示在“当前目录显示窗口”中，如果用户不特别设置存放数据和文件的目录，MATLAB 总是默认地将文件存放在当前目录上。如果用户需要修改当前工作目录，可以单击右侧的目录浏览器进行修改。

(6) 如果在命令行窗口输入“edit”，会启动 M 文件编辑器窗口，可以编辑 M 文件（详见第 2.6 节）。

从图 1-2 中可以看到命令窗口、工作空间窗口、历史命令窗口以及当前目录浏览器窗口的右上角分别排列着窗口最小化（Minimize Command Window）、窗口最大化（Maximize Command Window）、将该窗口设置为独立窗口（Undock Command Window）和关闭（Close Command Window）四个按钮。MATLAB 的窗口不仅可内嵌在 MATLAB 界面中，还可以浮动在界面上。

用户如果需要将某一窗口浮动出界面，可单击“Undock Command Window”按钮，命令窗口即可浮动出工作界面（见图 1-3）。另外浮动出的命令窗口右上角同样有一个“Dock Command Window”按钮，单击该按钮，可以将浮动出的窗口重新内嵌在 MATLAB 的操作界面里。也可以通过菜单“Desktop”→“Desktop Layout”→“Default”，将窗口设置为默认，从而自动内嵌在 MATLAB 界面中。

用户如果需要关闭某一窗口，可以单击“Close Command Window”按钮，关闭之后该窗口就在操作界面中消失了。如果需要关闭的窗口再次出现，仍然可以通过菜单“Desktop”→“Desktop Layout”→“Default”，将窗口设置为默认后，关闭的窗口又再次出现在工作界面。

## 1.3 命令行窗口的数据显示格式

如图 1-3 的命令窗口所示，屏幕上  $\sin(\pi/3)$  的运算结果为 0.8660，这个结果具有固定

的小数点后 4 位有效数字，是按照“format short”格式显示的，这是一种 MATLAB 的数据显示格式。实际上 MATLAB 的数值数据通常占有 64 位内存，以 16 位有效数字的“双精度”进行运算和输出。MATLAB 为了能够简洁、紧凑地显示输出的数值，采用“format short”格式显示小数点后 4 位有效数字，这种显示格式并不代表运算结果的精度只有小数点后 4 位有效数字。

用户根据需要，可以在 MATLAB 的命令窗口中直接输入表 1-1 所示的指令来控制窗口数据显示格式。

表 1-1 控制 MATLAB 命令窗口数据显示格式的指令

| 指 令            | 说 明   |
|----------------|---|
| format         | 默认的数据格式，同 short 格式一致                        |
| format short   | 小数点后 4 位有效数字，对于大于 1000 的数据，使用科学计数法表示        |
| format long    | 小数点后 15 位数字表示                               |
| format short e | 5 位科学计数表示                                   |
| format long e  | 15 位科学计数表示                                  |
| format short g | 在 format short 和 format short e 中自动选择数据显示格式 |
| format long g  | 在 format long 和 format long e 中自动选择数据显示格式   |
| format rat     | 使用近似分数表示数值                                  |
| format hex     | 十六进制表示                                      |
| format compact | 显示变量之间没有空行                                  |
| format loose   | 显示变量之间有空行                                   |
| format +       | 显示大矩阵用，正数、负数、零分别用 +、- 和空格表示                 |
| format bank    | 使用金融数据显示法，小数点后只有两位有效数字                      |

在命令行窗口分别输入下列命令：

```
>> format short
>> a = cos(pi/5)
a =
    0.8090                % 输出显示小数点后 4 位有效数字
>> format long
>> b = cos(pi/5)
b =
    0.809016994374947    % 输出显示小数点后 15 位有效数字
>> format short e
>> c = cos(pi/5)
c =
    8.0902e-001         % 输出显示 5 位科学记数
>> format rat
>> d = cos(pi/5)
d =
    1292/1597           % 使用近似分数表示数值
>> format bank
>> e = cos(pi/5)
```

```
e =
```

```
0.81
```

```
%使用金融数据显示法
```

在命令窗口中执行上述指令，设置数据的显示格式。要说明的是，这种设置仅对当前的 MATLAB 窗口起作用，一旦 MATLAB 窗口被关闭，这种设置也就失效了。要想永久保留数据的显示格式设置，可以通过“File”→“Preference”→“Fonts”→“Command Window”，在右侧对话框的“Text display”的“Numeric format”中进行设置（如图 1-7 所示选择为“short”），那么这种设置将被永久保留，除非用户进行重新设置。

“Numeric display”显示数据输出结果是“紧凑”型输出，还是“松散”型输出。以下是  $(35 * 2 + (8 - 4)^2) / 2$  命令回车后的输出说明：

```
>> (35 * 2 + (8 - 4)^2) / 2 % 松散型输出,ans 和答案之间留有空行
```

```
ans =
```

```
43
```

```
>> (35 * 2 + (8 - 4)^2) / 2 % 紧凑型输出,ans 和答案之间没有空行
```

```
ans =
```

```
43
```

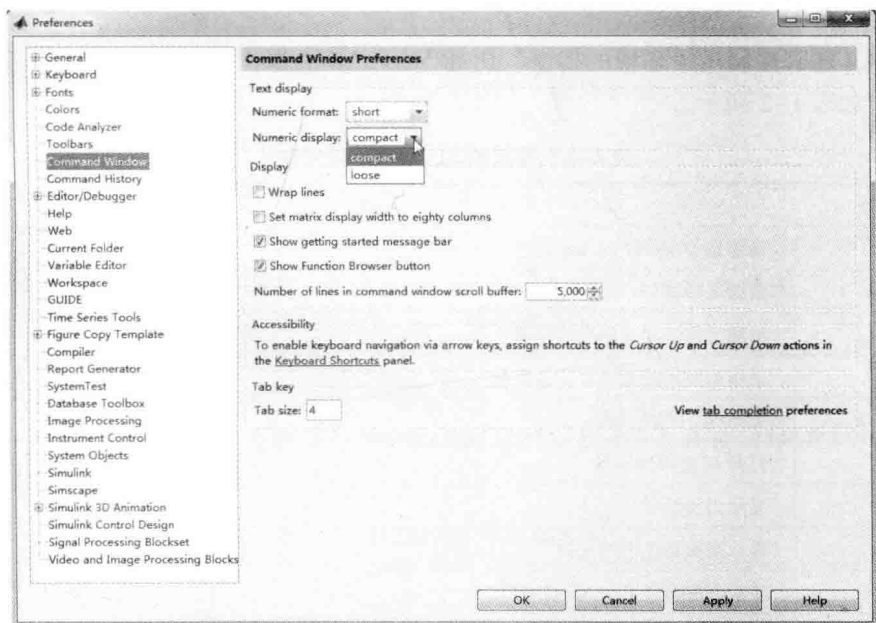


图 1-7 命令窗口数据显示格式设置界面

命令行窗口中字体的风格、大小和颜色也可以通过“File”→“Preference”→“Fonts”，然后在对话框右侧的下拉菜单中设置字体，字号等，如图 1-8 所示。

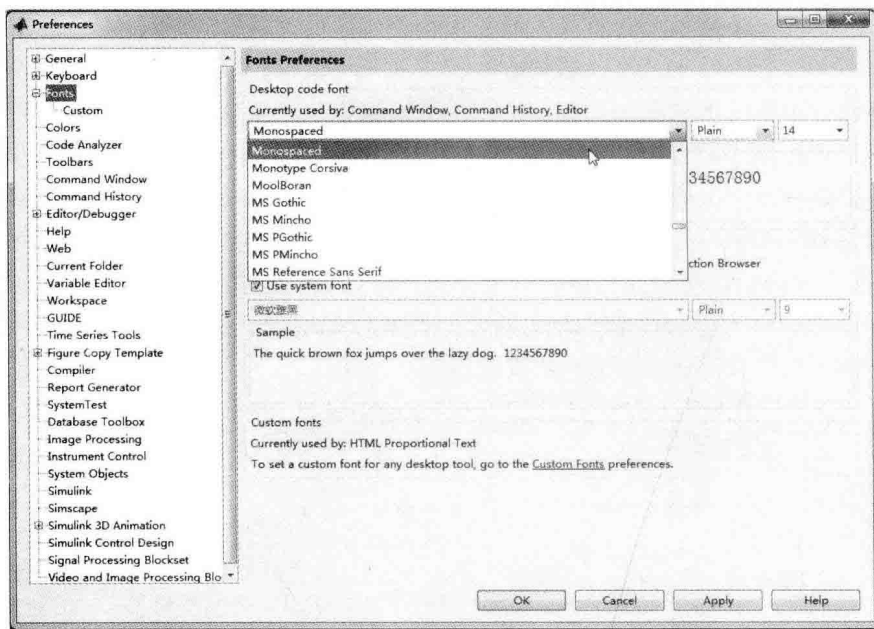


图 1-8 命令窗口字体风格设置界面

## 1.4 常用控制指令

MATLAB 还有控制用户环境的指令，比如 MATLAB 的退出、打开 M 文件编辑器、清除图形窗等，如表 1-2 所示。

表 1-2 常用的 MATLAB 控制指令

| 指 令       | 说 明                |
|-----------|--------------------|
| clc       | 清除命令窗口中显示的内容       |
| clf       | 清除图形窗口             |
| clear     | 清除工作空间中保存的变量       |
| cd        | 显示当前的路径或者切换路径      |
| exit、quit | 关闭/退出 MATLAB       |
| edit      | 打开 M 文件编辑器         |
| pwd       | 显示当前路径             |
| dir、ls    | 显示当前路径下的文件         |
| what      | 显示当前路径下的 MATLAB 文件 |
| which     | 判断当前文件所在路径         |
| dos       | 执行 DOS 系统指令        |
| pack      | 整理工作空间内存碎片         |

在命令窗口分别输入下列命令，按回车键后可以看到运行结果：



```

>> cd
C:\Users\wang\Documents\MATLAB
>> what
M - files in the current directory C:\Users\wang\Documents\MATLAB
Untit          example32_2          example62_2
average        example32_3          example63_1
example26_11   example34_1          example63_2
example27_1    example34_2          example64_1
...
example27_8    example44
example28_1    example61_1
example29      example61_2
MAT - files in the current directory C:\Users\wang\Documents\MATLAB
exam           example32_1
exam2
>> pwd
ans =
C:\Users\wang\Documents\MATLAB

```

如果命令窗口内容较多，可以在输入提示符下输入：

```
>> clc
```

命令窗口的内容将被清除。

如果工作空间窗口变量较多，可以在输入提示符下输入：

```
>> clear
```

工作空间窗口的变量将被清除。

MATLAB 运行时，能自动为变量及函数分配内存空间。有时对于容量较大的变量可能出现“Out of memory”的错误提示，如果用 clear 命令也不能有效解决问题，可以使用 pack 命令，该命令可将不连续的内存空间变得连续，或许能解决。

```
>> pack
```

为操作方便，用户可以通过键盘上的方向键，对 MATLAB 命令窗口中用户已经运行过的指令进行回调、编辑和重运行，见表 1-3。

表 1-3 MTALAB 常用操作键

| 键 名    | 作 用           |
|--------|---------------|
| ↑      | 前寻式调回已输入的命令   |
| ↓      | 后寻式调回已输入的命令   |
| ←      | 在当前行中左移光标     |
| →      | 在当前行中右移光标     |
| PageUp | 前寻式翻阅当前窗口中的内容 |