

高等院校规划教材

SHUZI XINHAO CHULI SHIYAN JIAOCHENG

# 数字信号处理实验教程

高永清 主编

中国矿业大学出版社

高等院校规划教材

# 数字信号处理实验教程

高永清 主编

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书将 MATLAB 的应用和数字信号处理的基础知识有机地结合起来,在简要阐明实验基本原理的基础上,详细介绍了 MATLAB 应用函数的使用说明,然后通过具体的工程实例,进一步加深使用者对这些函数的应用方法及技巧的认识。

本书从内容上可分为两部分:基础篇和应用篇。基础篇主要介绍了 MATLAB 2012b 的入门基础;应用篇是本书的重点,详细介绍了 8 个关于数字信号处理方面的具体实验设计内容。本书在内容编排上,力求实验基本原理的介绍要简明扼要,对所用的 MATLAB 函数的讲解要通俗易懂,提供了大量的典型例题程序,并布置了相应的实验任务,便于实验教学和学生自学。

本书可以作为高等院校电子信息类专业数字信号处理课程的实验指导书,也可作为有关数字信号处理等相关专业课程的参考教材,并可为数字信号处理领域的科技工作者和理工科大学相关专业的本科生、研究生提供一定的参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

数字信号处理实验教程/高永清主编. —徐州:

中国矿业大学出版社,2014.12

ISBN 978-7-5646-2595-5

I. ①数… II. ①高… III. ①数字信号处理—教材  
IV. ①TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 304991 号

书 名 数字信号处理实验教程  
主 编 高永清  
责任编辑 姜 华  
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司  
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)  
营销热线 (0516)83885307 83884995  
出版服务 (0516)83885767 83884920  
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com  
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司  
开 本 787×1092 1/16 印张 9.25 字数 230 千字  
版次印次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷  
定 价 24.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

## 前 言

随着信息科学和计算机技术的迅速发展,无论在理论上还是在工程应用中,数字信号处理技术都已经成为当今世界发展最快的学科之一,并且日趋完善和成熟,形成一门极其重要的学科。由于数字信号处理技术比模拟信号处理技术具有较明显的优越性,使得数字信号处理技术在通信、雷达、遥感、航空航天、声呐、图像处理、语音处理、多媒体技术、生物医学、地质勘探、测量与控制等领域得到了广泛的应用,并且其研究范围和应用领域还在不断地发展和扩大。

目前,数字信号处理已经成为高等学校电子信息类各专业的一门技术基础课程,该课程的理论性和实践性都很强,是一门理论和技术发展十分迅速、应用十分广泛的前沿性学科。因此,高校教师在授课过程中强调基本理论和基本概念的同时,还要结合当前信号处理的应用领域,要求学生通过实验掌握信号处理的基本方法。

MATLAB 软件是由美国 MathWorks 公司发布的,主要针对科学计算、算法分析、可视化、系统仿真及交互式程序设计的高级技术计算机语言和交互式环境。由于 MATLAB 为数据分析与处理提供了强大的工具,并且简单易学,用户界面友好,已经在很多领域获得了成功应用,成为科研人员和工程技术人员必学的软件,它能够极大地提高使用者的工作效率和质量。

为了使数字信号处理实践环节满足电子信息类各专业人才培养计划的需要,使学生更好地掌握数字信号处理的基本理论和 MATLAB 编程技术,使学生更好地适应数字信号处理新理论与新技术的发展,并为后续的 DSP 原理及应用、语音处理、通信原理等专业课程的学习打下良好的基础,我们特编写此教材。

本书在内容上可分为两部分:基础篇和应用篇。基础篇为第 1 章,简要介绍了 MATLAB 2012b 的入门基础,包括 MATLAB 的发展历史、主要特点、系统组成、运行环境、工作界面、常用命令、数据类型、运算符、矩阵操作、控制语句、m 文件和图形可视化等方面知识。应用篇为第 2 章至第 9 章,是本书的重点,依据数字信号处理的基本理论及 MATLAB 在数字信号处理中的应用,设计了 8 个实验内容,涉及信号与系统的时域分析和频域分析,离散傅立叶变换、Z 变换以

及快速傅立叶变换,模拟原型滤波器和数字滤波器的设计等,基本涵盖了大学本科教育阶段数字信号处理课程的主要知识点。每个实验涉及的 MATLAB 子函数都在该实验中给予介绍,并对实验的基本原理进行简要介绍,提供了大量的典型例题程序,并布置了相应的实验任务,便于实验教学和学生自学。

本书由高永清编写第 1 章、第 2 章和第 3 章,商丹编写第 4 章、第 6 章、第 7 章和第 8 章,杜丽娟编写第 9 章,崔慰平编写第 5 章。全书由高永清统稿。

本书在编写过程中参考了有关文献的相关内容,在此对书后所列参考文献的作者表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,同时数字信号处理学科的发展和应用极为迅猛,知识更新很快,书中可能有错误和不妥之处,期待广大读者和专家提出宝贵意见,以使本书不断完善。

编 者

2014 年 8 月

## 目 录

第 1 章 MATLAB 基础 .....	1
1.1 MATLAB 简介 .....	1
1.1.1 MATLAB 的主要特点 .....	1
1.1.2 MATLAB 的系统组成 .....	2
1.1.3 MATLAB 的运行环境 .....	3
1.1.4 MATLAB 的工作界面 .....	3
1.1.5 MATLAB 的常用命令 .....	7
1.1.6 MATLAB 的帮助系统 .....	9
1.2 MATLAB 的数据类型 .....	10
1.2.1 数值类型 .....	10
1.2.2 字符与字符串 .....	13
1.2.3 逻辑类型 .....	20
1.2.4 函数句柄 .....	21
1.2.5 结构类型 .....	23
1.2.6 细胞数组类型 .....	26
1.3 MATLAB 的运算符 .....	31
1.3.1 算术运算符 .....	31
1.3.2 关系运算符 .....	32
1.3.3 逻辑运算符 .....	33
1.3.4 运算优先级 .....	35
1.4 MATLAB 的矩阵 .....	36
1.4.1 矩阵的建立 .....	36
1.4.2 矩阵的操作 .....	38
1.4.3 矩阵运算相关函数 .....	41
1.5 MATLAB 控制语句 .....	43
1.5.1 循环结构 .....	43
1.5.2 选择结构 .....	44
1.5.3 程序流程控制 .....	48
1.6 MATLAB 的 m 文件 .....	48
1.6.1 m 文件的分类 .....	49
1.6.2 m 文件的编写 .....	51
1.6.3 m 文件的调试 .....	52
1.7 MATLAB 图形可视化 .....	53

1.7.1	MATLAB 绘图步骤	53
1.7.2	二维图形绘制	54
1.7.3	图形的修饰	55
1.7.4	特殊图形的绘制	58
1.8	本章小结	62
<b>第 2 章</b>	<b>时域离散信号的产生和运算</b>	<b>63</b>
2.1	实验目的	63
2.2	基本原理	63
2.2.1	时域离散信号的基本概念	63
2.2.2	时域离散信号的基本运算	63
2.3	实验内容、要求及任务	63
2.3.1	实验内容	63
2.3.2	实验要求	67
2.3.3	实验任务	67
2.4	实验报告要求	67
2.5	实验用 MATLAB 语言工具函数简介	68
<b>第 3 章</b>	<b>时域离散系统的时域分析</b>	<b>70</b>
3.1	实验目的	70
3.2	基本原理	70
3.2.1	线性系统	70
3.2.2	时不变系统	70
3.2.3	常系数线性差分方程	71
3.3	实验内容、要求及任务	71
3.3.1	实验内容	71
3.3.2	实验要求	74
3.3.3	实验任务	74
3.4	实验报告要求	74
3.5	实验用 MATLAB 语言工具函数简介	75
<b>第 4 章</b>	<b>时域离散系统的频域分析</b>	<b>76</b>
4.1	实验目的	76
4.2	基本原理	76
4.3	实验内容、要求及任务	77
4.3.1	实验内容	77
4.3.2	实验要求	80
4.3.3	实验任务	80
4.4	实验报告要求	81
4.5	实验用 MATLAB 语言工具函数简介	81

<b>第 5 章 线性卷积与循环卷积的计算</b> .....	83
5.1 实验目的 .....	83
5.2 基本原理 .....	83
5.2.1 线性卷积 .....	83
5.2.2 循环卷积 .....	83
5.2.3 两个有限长序列的线性卷积 .....	83
5.2.4 循环卷积与线性卷积的关系 .....	84
5.3 实验内容、要求及任务 .....	84
5.3.1 实验内容 .....	84
5.3.2 实验要求 .....	88
5.3.3 实验任务 .....	88
5.4 实验报告要求 .....	88
5.5 实验用 MATLAB 语言工具函数简介 .....	89
<b>第 6 章 用 FFT 做频谱分析</b> .....	90
6.1 实验目的 .....	90
6.2 基本原理 .....	90
6.2.1 利用 DFT 对信号进行频谱分析 .....	90
6.2.2 快速离散傅立叶变换(FFT) .....	91
6.3 实验内容、要求及任务 .....	91
6.3.1 实验内容 .....	91
6.3.2 实验要求 .....	96
6.3.3 实验任务 .....	96
6.4 实验报告要求 .....	96
6.5 实验用 MATLAB 语言工具函数简介 .....	97
6.5.1 fft()和 ifft()函数 .....	97
6.5.2 fft2()和 ifft2()函数 .....	97
6.5.3 fftshift()和 ifftshift()函数 .....	98
<b>第 7 章 利用 FFT 实现快速卷积</b> .....	99
7.1 实验目的 .....	99
7.2 基本原理 .....	99
7.3 实验内容、要求及任务 .....	101
7.3.1 实验内容 .....	101
7.3.2 实验要求 .....	105
7.3.3 实验任务 .....	105
7.4 实验报告要求 .....	105
7.5 实验用 MATLAB 语言工具函数简介 .....	105
<b>第 8 章 数字滤波器的结构</b> .....	106
8.1 实验目的 .....	106



8.2	基本原理 .....	106
8.3	实验内容、要求及任务 .....	107
8.3.1	实验内容 .....	107
8.3.2	实验要求 .....	112
8.3.3	实验任务 .....	112
8.4	实验报告要求 .....	112
8.5	实验用 MATLAB 语言工具函数简介 .....	113
<b>第 9 章</b>	<b>语音信号分析与处理综合实验 .....</b>	<b>115</b>
9.1	实验目的 .....	115
9.2	基本原理 .....	115
9.2.1	采样定理 .....	115
9.2.2	频谱分析——离散傅立叶变换 .....	115
9.2.3	IIR 数字滤波器设计 .....	116
9.2.4	FIR 数字滤波器设计 .....	117
9.3	实验内容及要求 .....	118
9.3.1	音频信号的采集 .....	118
9.3.2	原始信号的时域和频域分析 .....	118
9.3.3	信号加噪后的时域和频域分析 .....	118
9.3.4	设计 IIR 数字滤波器对加噪语音信号进行滤波处理 .....	118
9.3.5	设计 FIR 数字滤波器对加噪语音信号进行滤波处理 .....	119
9.4	实验参考程序 .....	119
9.4.1	语音信号的采集和时频域分析 .....	119
9.4.2	信号加入噪声后的时频域分析 .....	120
9.4.3	IIR 滤波器设计及滤波 .....	122
9.4.4	FIR 滤波器设计及滤波 .....	127
9.5	实验报告要求 .....	131
9.6	实验用 MATLAB 语言工具函数简介 .....	131
9.6.1	语音信号读取与播放 .....	131
9.6.2	信号的时域和频域分析 .....	131
9.6.3	IIR 数字滤波器设计 .....	132
9.6.4	FIR 数字滤波器设计 .....	133
<b>附 录</b>	<b>.....</b>	<b>134</b>
附录 A	三角函数和双曲函数表 .....	134
附录 B	指数函数表 .....	134
附录 C	常用图形函数库 .....	135
附录 D	信号处理工具箱常用函数 .....	135
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>139</b>

# 第 1 章 MATLAB 基础

MATLAB 是当今最强大的科技应用软件之一。与其他高级语言相比, MATLAB 程序编写简单、计算高效, 提供大量的专业工具箱, 便于专业应用。本章主要介绍 MATLAB 的基础知识, 包括 MATLAB 简介、MATLAB 的数据类型、MATLAB 的运算符、MATLAB 的矩阵、MATLAB 控制语句、MATLAB 的 m 文件和 MATLAB 图形可视化。

## 1.1 MATLAB 简介

MATLAB 是矩阵实验室(Matrix Laboratory)的简称, 是一款由 MathWorks 公司开发的高级技术计算语言和交互式程序设计环境, 主要用于算法开发、数据分析、可视化和数值计算。MathWorks 公司创立于 1984 年, 总部位于美国马萨诸塞州内迪克, 在全球 15 个国家有 2 200 多名员工, 是领先的为工程师和科学家提供数学计算软件的供应商, 旗下的产品包括 MATLAB 产品家族、Simulink 产品家族及 Polyspace 产品家族。

MATLAB 的应用范围非常广, 包括信号和图像处理、通信、控制系统设计、测试和测量、财务建模和分析以及计算生物学等众多应用领域。MATLAB 摆脱了传统非交互式程序设计语言的编辑模式, 将数值分析、矩阵计算、数据可视化及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中, 为科学研究、工程设计及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案。MATLAB 附加的工具箱(单独提供的专用 MATLAB 函数集)扩展了 MATLAB 的使用环境, 以解决这些应用领域内特定类型的问题。

Simulink 是一个用于对动态系统进行多域建模和模型设计的平台。它提供了一个交互式图形环境以及一个自定义模块库, 并可针对特定应用加以扩展, 可应用于控制系统设计、信号处理和通信及图像处理等众多领域。

Polyspace 提供代码验证, 可确保消除源代码中的溢出、除零、数组访问越界及其他运行时错误。此类产品可以证明源代码中不存在某些运行错误, 使工程师能够选择并跟踪嵌入式软件质量的指标和阈值, 帮助软件团队更好地定义质量目标, 并更快地实施。该软件已经在汽车、航空、国防及工业自动化和机械行业中得到广泛应用。

目前, 经常使用的 MATLAB 软件集成了 MATLAB 和 Simulink 两大模块, 而 Polyspace 是独立于 MATLAB 软件之外的, 需要单独安装。

### 1.1.1 MATLAB 的主要特点

MATLAB 以其良好的开放性和运行的可靠性, 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。国际上 30 多个数学类科技应用软件中, MATLAB 在数值计算方面独占鳌头。MATLAB 的主要特点如下:

(1) 计算功能强大。

(2) 绘图非常方便。在 FORTRAN 和 C 语言里,绘图很不容易;但在 MATLAB 里,数据的可视化非常简单。而且, MATLAB 还具有较强的编辑图形界面的能力。

(3) 具备功能强大的工具箱。MATLAB 包含两个部分——核心部分和各种可选的工具箱。核心部分有数百个核心内部函数;工具箱分为两类:功能性工具箱和学科性工具箱。

① 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、文字处理功能及与硬件实时交互功能。功能性工具箱用于多种学科。

② 学科性工具箱的专业性比较强,如 control、signal processing、communication 等。这些工具箱都是由该领域内学术水平很高的专家编写的,所以用户无需编写自己学科范围内的基础程序,而直接进行高、精、尖的研究即可。

除内部函数以外, MATLAB 的所有核心文件和工具箱文件都是可读可写的源文件,用户可通过对源文件的修改及加入自己的文件构成新的工具箱。

(4) 帮助功能完整。MATLAB 自带的基于 HTML 的完整的帮助功能是非常强大的帮助手册。

### 1.1.2 MATLAB 的系统组成

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)五个部分构成。

#### (1) 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具空间,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等。

#### (2) MATLAB 数学函数库

MATLAB 数学函数库包括大量的计算算法,从基本运算(如加减法)到复杂算法(如矩阵求逆、贝济埃函数、快速傅立叶变换等),让读者体验其强大的数学计算功能。

#### (3) MATLAB 语言

MATLAB 语言是一种高级的基于矩阵/数组的语言,包括程序流控制、函数、脚本、数据结构、输入/输出、工具箱和面向对象编程等特色。用户用它既可以快速编写简单的程序,也可以编写庞大复杂的应用程序。

#### (4) MATLAB 图形处理系统

MATLAB 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。它包括强大的二维及三维图形函数、图像处理 and 动画显示函数等。

#### (5) MATLAB 应用程序接口

MATLAB 应用程序接口可以使 MATLAB 方便地调用 FORTRAN 和 C 语言编写的程序,以及在 MATLAB 与其他应用程序间建立客户/服务器关系。

### 1.1.3 MATLAB 的运行环境

MATLAB 可以在多种类型计算机上运行,如 PC 兼容机、Macintosh 机或 UNIX 工作站等。本书只针对 PC 兼容机上 Microsoft Windows 操作系统给予介绍。

#### (1) 系统要求


① 操作系统为 Windows XP Service Pack 3, Windows Server 2003 R2 with Service Pack 2, Windows Vista Service Pack 1 or 2, Windows Server 2008 Service Pack 2 or R2, Windows 7。

② 处理器为 Intel 或 AMDx86 处理器,支持 SSE2 指令集。


③ 磁盘空间需求最少 4 GB,推荐 6~10 GB。

④ 内存需求至少 2 GB,推荐 4 GB。

#### (2) MATLAB 的启动和退出

启动 MATLAB 程序和启动其他程序一样,可以直接双击 MATLAB 在桌面上的快捷方式图标 。如果桌面上没有快捷方式图标,选择 Windows“开始”→“所有程序”→MATLAB R2012b命令即可。

MATLAB 启动以后,会短暂地出现一个显示 MATLAB 标志及一些 MATLAB 产品信息的窗口,然后 MATLAB Desktop 窗口启动。在 MATLAB Desktop 窗口中包含 1 个标题栏、1 个菜单栏、1 个工具栏和 4 个内嵌窗口,这 4 个内嵌窗口分别是中间位置的 Command Window 窗口、在其左面的 Current Folder 窗口、在其右面的 Workspace 窗口和 Command History 窗口。

退出 MATLAB 程序有 3 种方法,最简便的方法是直接在 MATLAB 的 Command Window 窗口中输入 exit;也可以像关闭其他程序一样,直接单击窗口右上角的关闭按钮 ;还可以在窗口的左上角单击鼠标左键,在弹出的菜单中选择“关闭(C)”命令。

### 1.1.4 MATLAB 的工作界面

启动 MATLAB R2012b 后,会弹出 MATLAB R2012b 的工作界面,如图 1-1 所示。

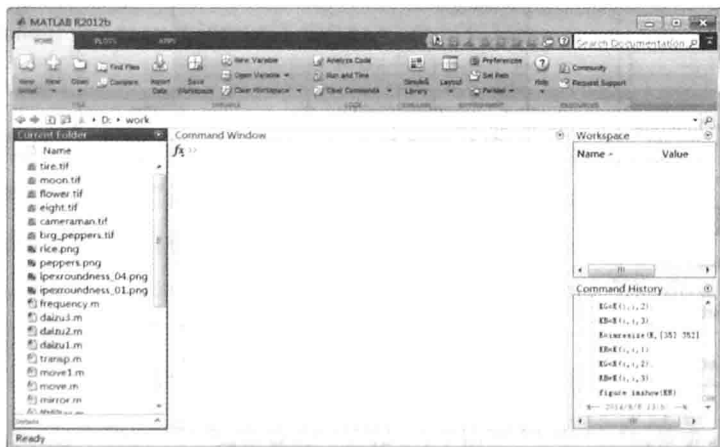


图 1-1 MATLAB R2012b 的工作界面

MATLAB R2012b 的工作界面即用户的工作环境,包括标签栏、菜单栏、主工具栏、命令窗口、工作空间窗口、历史命令窗口、当前路径窗口等部分。

### (1) 标签栏

在图 1-1 所示界面中,分别有“HOME”、“PLOTS”和“APPS”3 个标签栏,当前所显示的是“HOME”标签栏,“PLOTS”标签栏和“APPS”标签栏分别如图 1-2 和图 1-3 所示。



图 1-2 “PLOTS”标签栏

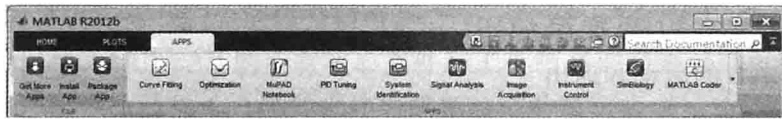


图 1-3 “APPS”标签栏

### (2) 菜单栏

MATLAB R2012b 菜单栏包括 New 菜单、Open 菜单、Layout 菜单、Parallel 菜单和 Help 菜单。

① New 菜单项如图 1-4 所示,用于新建 m 文件、函数、例子、变量类型、系统目标、图形、图形用户接口、命令快捷方式、仿真模型、数据流图和仿真工程。

② Open 菜单项用于打开 MATLAB 中的相关文件。

③ Layout 菜单项如图 1-5 所示,用于设置主窗口显示结构。



图 1-4 “New”菜单栏

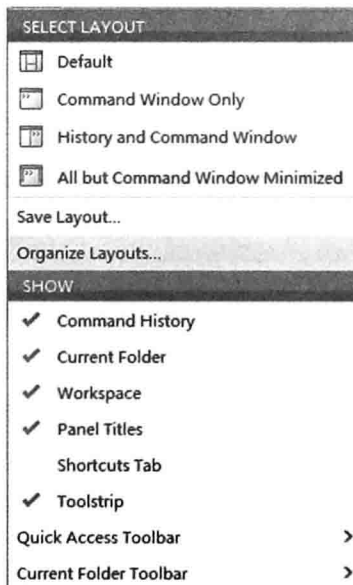


图 1-5 “Layout”菜单栏

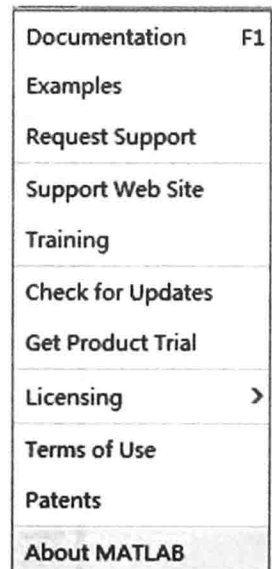


图 1-6 “Help”菜单栏

④ Parallel 菜单项用于进行并行计算方面的设置。

⑤ Help 菜单项如图 1-6 所示,用于提供各种帮助。

### (3) 主工具栏

MATLAB R2012b 主工具栏包括 9 个命令快捷键,如图 1-7 所示。按从左至右顺序依次为创建新命令快捷键、保存、剪切、复制、粘贴、撤销、重运行、选择打开的窗口列表中某个窗口和帮助。



图 1-7 MATLAB R2012b 主工具栏

### (4) 命令窗口

MATLAB R2012b 命令窗口(Command Window)是执行 MATLAB 操作的主要窗口,如图 1-8 所示。该窗口主要有两大功能:


- ① 用户在该窗口中输入 MATLAB 各种运行命令和数据。
- ② 该窗口显示所有命令执行结果和运行出错时给出的相关错误提示。



图 1-8 MATLAB R2012b 命令窗口

命令窗口中出现“>>”符号之后,可以在命令窗口中输入命令,按回车键后执行命令。如果一条命令输入完毕后以“;”结束,则命令执行后并不显示执行结果;如果一条命令输入完毕后直接按回车键,则命令执行后会在窗口中显示执行结果。如果要清空命令窗口中的内容,可以选择工具栏上的“Clear Commands”菜单→“Command Window”命令,也可以直接在命令窗口输入“clc”命令。

“>>”是运算提示符,表示 MATLAB 处于准备状态,等待用户输入指令进行计算。当在提示符后输入命令并按回车键确认后,MATLAB 会给出计算结果并再次进入准备状态。

在运算提示符“>>”前面还有一个函数浏览器按钮 ,单击该按钮,会弹出函数浏览

器,用户可以从中选择需要的函数,同时 MATLAB 系统弹出提示框显示该函数的用法,如图 1-9 所示。用鼠标右击某一函数,在弹出的快捷菜单中选择“Insert Function into Current Window”,即可将该函数插入到运算提示符“>>”之后。

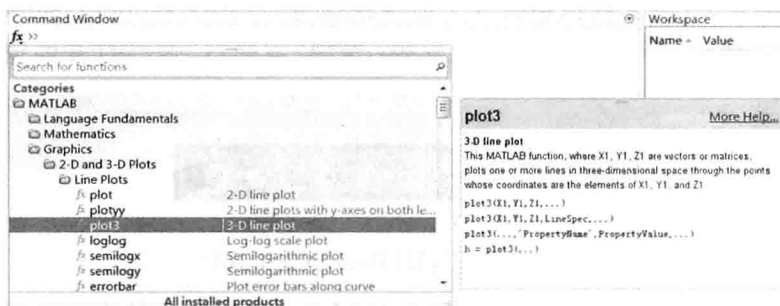


图 1-9 MATLAB R2012b 工作空间函数浏览器

此外,当使用 MATLAB 的命令窗口输入过多条命令后,可将光标停留在运算提示符“>>”后,使用键盘上的“↑”键和“↓”键,即可重新输入刚才输入过的命令。

#### (5) 工作空间窗口

MATLAB R2012b 工作空间窗口 (Workspace) 是显示工作空间中存储变量的窗口,如图 1-10 所示。在工作空间窗口中,变量显示的信息包括变量名 (Name)、变量数值 (Value)、变量大小 (Size)、变量所占字节数 (Bytes)、变量类型 (Class)、最小值 (Min)、最大值 (Max)、最大值与最小值之差 (Range)、平均值 (Mean)、中间值 (Median)、众数 (Mode)、方差 (Var)、标准差 (Std),其中除了变量名之外,其他均为可选项。在工作空间中可以对变量进行各种操作,如新建变量、打开变量、导入变量、保存变量和删除变量,还可以将变量以图形形式显示。工作空间中存储的变量在 MATLAB 程序关闭时自动丢失,若想在以后应用这些变量,必须以 MAT-files 格式保存变量。

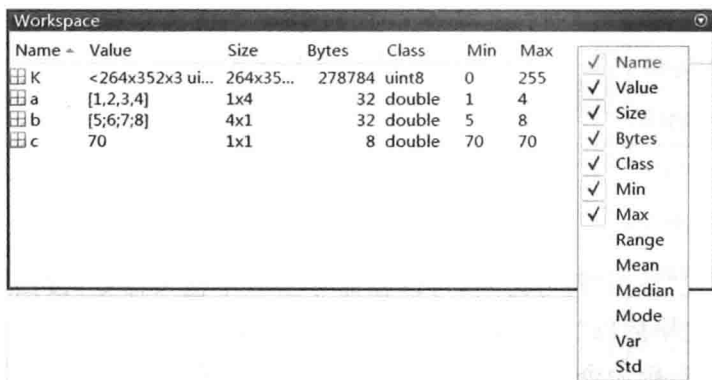


图 1-10 MATLAB R2012b 工作空间窗口

#### (6) 历史命令窗口

MATLAB R2012b 历史命令窗口 (Command History) 保存 MATLAB 自安装以来命令窗口中输入的所有命令,如图 1-11 所示。在历史命令窗口中,可以按命令发生时间顺序查找之前执行的命令。对单条命令双击鼠标左键,可以在命令窗口中重新执行;多条命令若要

重新执行,可按住 Ctrl 键,同时选择要重新执行的命令,在选中区域单击鼠标右键,在弹出的快捷菜单中选择 Copy 命令,然后在命令窗口中单击鼠标右键,在弹出的快捷菜单中选择 Paste 命令,把要重新执行的命令复制到命令窗口中即可。清除历史命令窗口,可以选择工具栏上的“Clear Commands”菜单→“Command History”命令。

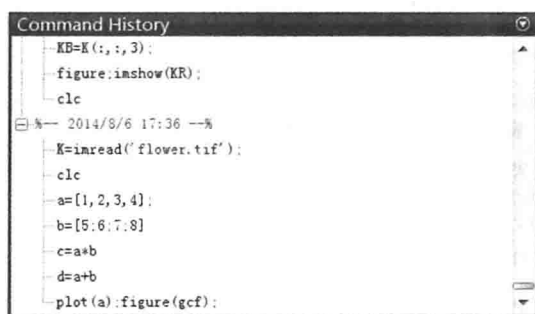


图 1-11 MATLAB R2012b 历史命令窗口

### (7) 当前路径窗口

MATLAB R2012b 当前路径窗口(Current Folder)显示 MATLAB 保存当前运行的文件和文件夹目录,如图 1-12 所示。当前路径窗口显示文件(或文件夹)名(Name)、大小(Size)、修改时间(Date Modified)和类型(Type),其中除了文件(或文件夹)名之外,其他均为可选项。在当前路径窗口中可以对文件和文件夹进行移动、删除、压缩和重命名等操作。当前路径也可以重新设定。

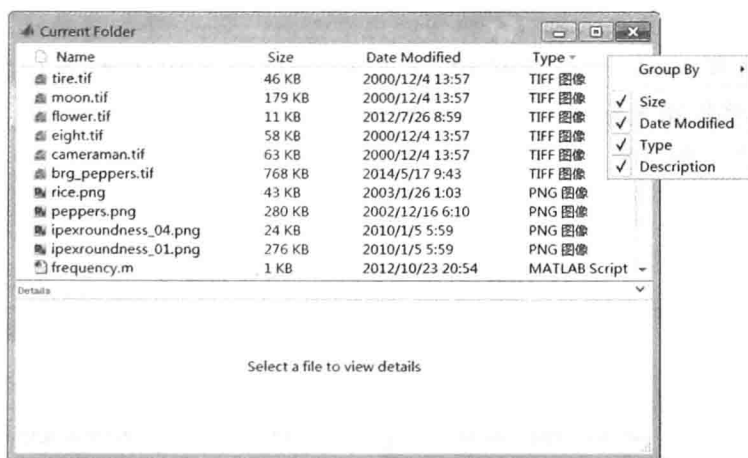


图 1-12 MATLAB R2012b 当前路径窗口

## 1.1.5 MATLAB 的常用命令

MATLAB R2012b 中除了用窗口和菜单栏设置操作外,还提供了一些常用命令,这些命令在命令窗口中同样可以进行设置操作。MATLAB R2012b 窗口的常用命令如表 1-1 所示。



表 1-1 MATLAB R2012b 命令窗口常用命令表

命令	说明	命令	说明
cd	更改当前文件夹	load	从磁盘调入数据变量
clc	清除命令窗口	mkdir	创建目录
clear	清除工作空间中变量,释放内存	openvar	在工作空间或其他图形编辑器中打开变量
clf	清除图形窗口	pack	收集内存碎片,进行内存整理
commandhistory	打开历史命令窗口,或在已经打开的窗口中选择历史命令窗口	preferences	打开参数选择对话框
commandwindow	打开命令窗口,或在已经打开的窗口中选择命令窗口	pwd	显示当前工作目录
delete	删除文件或图形对象	save	保存变量到磁盘
demo	在帮助窗口中显示演示信息	Search Path	查看或更改 MATLAB 查询路径
dir 或 ls	列出当前目录下文件	type	显示文件内容
disp	显示文字内容	userpath	查看或更改用户定义的搜索路径
edit	打开 m 文件编辑器	who	显示当前工作空间中所有变量
exit 或 quit	终止 MATLAB 程序	whos	显示当前工作空间中变量大小、字节、类型等信息
format	设置输出数据显示格式	workspace	打开工作空间窗口,或在已经打开的窗口中选择工作空间窗口

在 MATLAB R2012b 命令窗口中,为了便于对输入的内容进行编辑, MATLAB R2012b 提供了一些控制光标位置和进行简单编辑的一些常用编辑键和组合键,掌握这些按键的用法可以在输入命令的过程中起到事半功倍的效果。表 1-2 列出了一些常用键盘按键及其作用。

表 1-2 MATLAB R2012b 命令行中的键盘按键表

键盘按键	说 明	键盘按键	说 明
↑	Ctrl+p,调用上一行	Home	Ctrl+a,光标置于当前行开头
↓	Ctrl+n,调用下一行	End	Ctrl+e,光标置于当前行末尾
←	Ctrl+b,光标左移一个字符	Esc	Ctrl+u,清除当前输入行
→	Ctrl+f,光标右移一个字符	Del	Ctrl+d,删除光标处的字符
Ctrl+←	Ctrl+l,光标左移一个单词	Backspace	Ctrl+h,删除光标前的字符
Ctrl+→	Ctrl+r,光标右移一个单词	Alt+Backspace	恢复上一次删除

在 MATLAB 语言中,一些标点符号也被赋予了特殊的意义或代表一定的运算,具体内容如表 1-3 所示。需要注意的是,这些标点符号都是在英文状态下输入的。