



普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材
同济大学本科教材出版专项基金资助出版



MATLAB基础与机械工程应用

主 编 卜王辉 陈茂林 李梦如
主 审 奚 鹰



科学出版社

普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材

MATLAB 基础与机械工程应用

主编 卜王辉 陈茂林 李梦如

主审 奚 鹰

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍 MATLAB 基础知识及在机械工程领域的应用。内容分为两大部分：第一部分是 MATLAB 基础知识，包括 MATLAB 语法及常用命令、绘图方法、数值计算、符号计算；第二部分是 MATLAB 及 Simulink 和 SimMechanics 在机械工程领域的应用，包括工程问题的优化分析、控制仿真中的应用、机构学及机器人操作臂中的应用、信号处理中的应用。

本书读者对象是希望学习 MATLAB 及 Simulink 和 SimMechanics 的基础知识以及在机械工程中应用的本科生和研究生。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 基础与机械工程应用/卜王辉, 陈茂林, 李梦如主编.

—北京: 科学出版社, 2015.6

普通高等教育机械类国家级特色专业系列规划教材

ISBN 978-7-03-044858-3

I. ①M… II. ①卜… ②陈… ③李… III. ①MATLAB 软件-应用-机械工程-高等学校-教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 126908 号

责任编辑: 毛莹 张丽花 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015 年 6 月第一次印刷 印张: 14

字数: 316 000

POD 定价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

MATLAB 是面向科学计算可视化、工程分析与设计以及交互式程序开发的先进仿真平台，为科学研究和工程设计的众多学科领域提供了高效的解决方案。Simulink 是 MATLAB 的重要组成部分，提供了用于系统建模和动态仿真的可视化集成环境，并有许多优秀的算法工具包。SimMechanics 是在 Simulink 基础上的多体系统仿真平台，为工业机器人、工程机械、飞行器、车辆等机械系统提供了直观高效的数字化设计工具。

作者在同济大学讲授“MATLAB 基础及工程应用”全校公共选修课，发现许多读者对 MATLAB 很感兴趣，但对 MATLAB 如何应用专业领域有所困惑。为此，作者编写这本书，期望能够循序渐进地让读者理解 MATLAB 及 Simulink 和 SimMechanics 如何应用于工程实践。

本书内容分为两大部分：第一部分是 MATLAB 基础知识，包括 MATLAB 语法及常用命令、绘图方法、数值计算、符号计算；第二部分是 MATLAB 及 Simulink 和 SimMechanics 在机械工程领域的应用，包括工程问题的优化分析、控制仿真中的应用、机构学及机器人操作臂中的应用、信号处理中的应用。实际上，Simulink 和 SimMechanics 是通过 MATLAB Function 模块与 MATLAB 基础语法关联起来的，本书以简单的四杆机构为例，从位置分析、速度分析、加速度分析、动力学分析、控制系统设计等角度多层次介绍 Simulink，使读者能够举一反三。在介绍 SimMechanics 平台时，通过机器人操作臂运动轨迹控制的实例，使读者易于并乐于学习 SimMechanics 知识。书中介绍了 MATLAB 的最新内容，如符号计算中的 MuPAD 工具，不仅包括 MATLAB 在传统机械学中的应用，也包括 MATLAB 在机械工程信号处理和测试中的应用。

本书由卜王辉、陈茂林、李梦如编著。卜王辉编写第 5 章、第 8~10 章，陈茂林编写第 3、4、6 章，李梦如编写第 1、2、7 章。本书由奚鹰教授主审。本书的部分内容取材于作者的科研工作，得到了国家自然科学基金（项目号 51475331）资助，同时也获得同济大学本科教材出版专项基金资助，特此感谢。

MATLAB 的知识十分丰富，不可能在一本书或一门课中囊括。期望读者在阅读本书的同时，能够主动学习，乐于探索，达到举一反三、触类旁通的效果。由于作者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

2015 年 6 月

于同济大学

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 MATLAB 概述	1
1.2 MATLAB 主要功能	1
1.2.1 数值分析	1
1.2.2 数据分析和可视化	1
1.2.3 编程和算法开发	2
1.2.4 应用程序开发和部署	3
1.3 MATLAB 操作界面	3
1.3.1 主页/绘图/应用程序菜单	4
1.3.2 命令行窗口	5
1.3.3 当前文件夹	5
1.3.4 工作区	6
1.3.5 搜索路径设置	6
1.4 MATLAB 帮助系统	6
第 2 章 语法	8
2.1 基本概念	8
2.1.1 数据类型	8
2.1.2 变量	9
2.1.3 基本语句	10
2.2 数组的创建	10
2.2.1 向量、矩阵与数组	10
2.2.2 简单数组创建方式	11
2.2.3 特殊数组创建方式	11
2.2.4 用 M 文件创建和保存数组	12
2.2.5 用 MATLAB 编辑器创建数组	12
2.2.6 数组的合并	13
2.3 数组的寻址与赋值	14
2.3.1 数组的寻址	14
2.3.2 数组的赋值	15
2.4 数组的扩展与删除	15
2.4.1 数组的扩展	15
2.4.2 数组的删除	16
2.5 数组运算和矩阵运算	16
2.5.1 数组运算	17
2.5.2 矩阵运算	17

2.6	矩阵分解	18
2.6.1	行列式、逆和秩	18
2.6.2	Cholesky 分解	19
2.6.3	LU 分解	20
2.6.4	QR 分解	21
2.6.5	奇异值分解	21
2.6.6	特征值分解	22
2.7	运算符	22
2.7.1	数学运算符	22
2.7.2	关系运算符	22
2.7.3	逻辑运算符	23
2.7.4	位运算符	25
2.7.5	集合运算符	25
2.7.6	运算符优先级	26
2.8	字符与字符串	27
2.8.1	字符串的创建、寻访及存储形式	27
2.8.2	字符串数组的创建	28
2.8.3	字符串的比较	28
2.8.4	字符串的查找与替换	29
2.8.5	字符串的类型转换	30
2.8.6	其他字符串常用函数	31
2.9	多项式计算	31
2.9.1	多项式的创建	31
2.9.2	多项式运算函数	32
2.10	M 文件	33
2.10.1	M 文件编辑器	33
2.10.2	M 脚本文件	34
2.10.3	M 函数文件	35
2.11	流程控制	37
2.11.1	顺序结构	37
2.11.2	分支结构	38
2.11.3	循环结构	40
2.11.4	其他结构	41
第 3 章	绘图	43
3.1	绘制二维图形	43
3.1.1	使用 plot 命令绘制二维曲线	43
3.1.2	使用 plotly 命令绘制双坐标轴曲线	45
3.1.3	fplot 命令和 ezplot 命令	45
3.2	图形格式化和注释	47
3.2.1	图线样式设置	47

3.2.2	多子图输出	48
3.2.3	合并输出	49
3.2.4	图形标识	50
3.2.5	坐标轴设置	51
3.3	绘制三维图形	53
3.3.1	使用 plot3 命令绘制三维曲线	53
3.3.2	使用 mesh 命令绘制三维曲面	54
3.3.3	mesh 相关命令及等高线图绘制	55
3.3.4	使用 surf 命令绘制三维曲面	56
3.3.5	简易三维图形命令	57
3.4	图形的可视化编辑	58
3.4.1	创建图形窗口命令 figure	58
3.4.2	使用绘图工具绘制和编辑图形	59
3.4.3	使用图形工具菜单进行图形数据分析	61
第 4 章	数值计算	64
4.1	线性方程组的数值解	64
4.1.1	左除法直接求解	64
4.1.2	利用逆矩阵求解	65
4.1.3	采用矩阵的分解求解	67
4.1.4	齐次线性方程组非零解	68
4.2	非线性方程(组)的数值解	69
4.2.1	使用 fzero 求解一元非线性方程	69
4.2.2	使用 solve 命令求解非线性方程(组)	70
4.2.3	使用 roots 命令求解多项式方程	71
4.2.4	使用 fsolve 命令求解非线性方程(组)	71
4.3	数值微积分	72
4.3.1	使用 diff 命令实现数值微分	72
4.3.2	一元函数数值积分	73
4.3.3	梯形数值积分命令 trapz	74
4.3.4	矩形区域二重数值积分命令 dblquad	74
4.3.5	三重数值积分命令 triplequad	75
4.4	常微分方程的数值解	75
4.4.1	常微分方程初值问题	75
4.4.2	一阶常微分方程初值问题的求解	76
4.4.3	高阶常微分方程初值问题的求解	77
4.4.4	常微分方程边值问题及求解	78
4.5	函数插值	79
4.5.1	使用 interp1 命令进行一维插值	79
4.5.2	使用 interp2 命令进行二维插值	81
4.5.3	使用 spline 命令进行样条插值	83

4.6	曲线拟合	84
4.6.1	使用 <code>polyfit</code> 命令进行多项式拟合	84
4.6.2	非线性最小二乘拟合命令 <code>lsqcurvefit</code>	86
4.6.3	曲线拟合工具箱	87
第 5 章	符号计算	89
5.1	使用 <code>syms</code> 命令创建符号对象	89
5.2	使用 <code>sym</code> 命令创建符号数字	90
5.3	化简符号表达式	90
5.4	符号表达式的变量替代	91
5.5	符号表达式的微积分	91
5.6	求解符号方程	92
5.7	符号表达式绘图	93
5.8	使用 MuPAD 记事本	96
5.8.1	MuPAD 语法基础	96
5.8.2	MuPAD 微积分运算	98
5.8.3	MuPAD 矩阵运算	99
5.8.4	MuPAD 符号表达式化简	99
5.8.5	MuPAD 解方程和解不等式	100
5.8.6	MuPAD 绘图	100
第 6 章	优化工具箱及应用	103
6.1	优化工具箱概述	103
6.1.1	优化工具箱的功能	103
6.1.2	优化工具箱的特色	103
6.1.3	优化工具箱函数	104
6.2	优化工具箱图形界面 GUI	106
6.2.1	启动优化工具箱 GUI	106
6.2.2	优化工具箱 GUI 介绍	106
6.2.3	使用 GUI 解优化问题的步骤	108
6.3	无约束极值问题	110
6.3.1	无约束极小值命令 <code>fminunc</code>	110
6.3.2	无约束极小值命令 <code>fminsearch</code>	111
6.4	约束极值问题	112
6.4.1	一元函数极小值命令 <code>fminbnd</code>	112
6.4.2	多变量约束极小值命令 <code>fmincon</code>	113
6.4.3	半无限约束极小值命令 <code>fseminf</code>	114
6.5	线性规划和混合整数规划	116
6.5.1	线性规划命令 <code>linprog</code>	116
6.5.2	混合整数规划命令 <code>intlinprog</code>	117
6.6	二次规划	118
6.7	最小二乘优化	119

6.7.1	约束线性最小二乘优化命令 lsqin	119
6.7.2	非线性最小二乘优化命令	120
6.8	基于优化工具箱的曲柄摇杆机构设计	121
第 7 章	Simulink 及控制系统应用	124
7.1	Simulink 简介	124
7.2	Simulink 启动	125
7.3	Simulink 建模基础	127
7.3.1	模块的基本操作	127
7.3.2	模块的连接	128
7.3.3	显示端口数据类型	129
7.3.4	模型注释	130
7.3.5	Simulink 常用模块库	130
7.4	Simulink 仿真环境的设置	132
7.4.1	求解器设置	132
7.4.2	仿真数据的输入/输出设置	133
7.4.3	诊断设置	135
7.5	Simulink 建模举例	135
7.5.1	简单数学等式的模型建立	135
7.5.2	连续系统的模型建立	136
7.5.3	最优框图数学模型的建立	138
7.6	Simulink 的子系统	140
7.6.1	子系统的建立	140
7.6.2	子系统的封装	141
7.6.3	条件子系统	146
7.7	Simulink S-函数	147
7.7.1	S-函数	147
7.7.2	S-函数的工作机理	148
7.7.3	S-函数的建立	148
7.7.4	用 M 文件创建 S-函数实例	150
7.8	控制系统的仿真	152
7.8.1	控制系统数学建模	152
7.8.2	线性系统的时域分析	157
7.8.3	线性系统的根轨迹	158
7.8.4	线性系统的频域分析	159
第 8 章	Simulink 在机构学中的应用	162
8.1	机构位置分析	162
8.2	机构速度仿真	163
8.3	机构加速度仿真	165
8.4	机构动力学仿真	171
8.5	机构速度控制仿真	177

8.6	含电机模型的机构速度控制仿真	180
第 9 章	SimMechanics 机械系统仿真	184
9.1	SimMechanics 常用模块	184
9.2	曲柄滑块机构 SimMechanics 仿真	185
9.3	两自由度机器人 SimMechanics 仿真	190
9.4	三自由度机器人点位控制与连续轨迹控制	194
9.5	SimMechanics 平台与 CAD 软件关联	201
第 10 章	MATLAB 在数字信号处理中的应用	204
10.1	信号的生成和运算	204
10.1.1	模拟信号的生成	204
10.1.2	数字信号的生成	205
10.1.3	信号的运算	206
10.2	信号的频谱分析	206
10.2.1	周期信号的分解	206
10.2.2	信号的离散傅里叶变换	208
10.3	数字音频信号处理	209
10.4	数字图像信号处理	211
参考文献		213

第 1 章 概 述

本章介绍 MATLAB 软件的特点及主要功能，以及 MATLAB 的操作界面和帮助系统。

1.1 MATLAB 概述

MATLAB 是一款用于数值计算、可视化及编程的高级语言和交互式环境，用于分析数据、开发算法、创建模型的应用程序。MATLAB 内置的数学函数用于线性代数、统计、傅里叶分析、筛选、优化、数值积分，以及常微分方程求解、内置图形、创建自定义绘图的工具用于数据可视化。同时，MATLAB 可帮助用户构建自定义图形界面应用程序，并借助其语言、工具和内置数学函数，探求多种方法。例如，应用电子表格或传统编程语言(如 C/C++ 或 Java™)更快地求取结果。

MATLAB 应用广泛，包括信号处理和通信、图像和视频处理、控制系统、测试和测量、计算金融学及计算生物学等众多应用领域。

1.2 MATLAB 主要功能

1.2.1 数值分析

MATLAB 提供了一系列用于分析数据、开发算法和创建模型的数值计算方法。MATLAB 语言包括用以支持常见的工程设计和科学运算的数学函数。核心的数学函数采用处理器优化库，可以快速地执行数组运算和矩阵运算。具体可采用的方法有：插值与回归、微分与积分、线性方程组、傅里叶分析、特征值与奇异值、常微分方程(ODE)和稀疏矩阵。

1.2.2 数据分析和可视化

MATLAB 提供了用于数据采集、分析和可视化的工具，以使用户能够深入探查数据，而且与使用电子表格或传统编程语言相比，节省了大量的时间。此外，还可以通过绘图、报告或发布 MATLAB 代码的形式来记录和共享结果。

1) 采集数据

MATLAB 可以从文件、其他应用程序、数据库以及外部设备访问数据；可以从各种常用文件格式(如 Microsoft Excel、文本或二进制文件、图像、语音和视频文件)以及科学文件(如 netCDF 和 HDF 等)中读取数据。借助文件 I/O 函数，可以处理任意格式的数据文件。

通过将 MATLAB 与附加产品配合使用,可以从硬件设备(如计算机串口或声卡等)获取数据,并且使实时测量的数据直接导入 MATLAB,以便用于分析和可视化处理。此外,还可以实现与各种仪器(如示波器、函数发生器以及信号分析仪)之间的通信。

2) 分析数据

MATLAB 可以对数据进行管理、筛选以及预处理;可以执行探索性数据分析,探明趋势,检验假设,并构建描述模型。MATLAB 提供了用于滤波和平滑、插值、卷积以及快速傅里叶变换(FFT)的各种函数。附加产品提供了用于曲线和曲面拟合、多元统计、频谱分析、图像分析、系统识别及其他分析任务的多种功能。

3) 实现数据的可视化

MATLAB 提供了内置的二维和三维绘图函数,以及立体可视化函数。使用这些函数,可以实现数据可视化,了解数据并交流结果。对绘图进行自定义时既可以采用交互方式,也可以采用编程方式。

1.2.3 编程和算法开发

MATLAB 提供了一种高级语言和开发工具,可以迅速地开发并分析算法和应用程序。

1) MATLAB 语言

MATLAB 语言对向量运算和矩阵运算提供内在支持,这些运算是解决工程和科学问题的基础,能够实现快速开发和执行。

使用 MATLAB 语言,无须执行诸如声明变量、指定数据类型以及分配内存等低级管理任务,与使用传统语言相比,编程和开发算法的速度大幅提高。

MATLAB 提供了传统编程语言的多项功能,包括流控制、错误处理以及面向对象编程(OOP)。既可以使用基本的数据类型或高级数据结构,也可以自定义数据类型。

采用交互方式,一次仅执行一个命令,可以及时生成结果。该方式可以快速试探多个选项,通过反复迭代,找出最佳的解决方案。通过捕获交互式步骤,生成可以重复使用的脚本和函数,并实现任务的自动化。

MATLAB 附加产品可针对信号处理和通信、图像和视频处理、控制系统以及许多其他领域提供各种内置算法。通过将这些算法与自己的算法结合使用,可以构建复杂的程序和应用程序。

2) 开发工具

MATLAB 内置的各种工具可以实现高效的算法开发,包括以下内容。

- (1) 命令行窗口——能够以交互的方式输入数据、执行命令和程序,以及显示结果。
- (2) MATLAB 编辑器——提供编辑和调试功能,如设置断点及逐步调试各行代码。

(3) 代码分析器——自动检查代码是否有问题，并提出修改建议，以最大限度地发挥性能及可维护性。

(4) MATLAB 事件探查器——衡量 MATLAB 程序的性能，并确定需要修改加以改进的代码范围。

3) 与其他语言 and 应用程序集成

MATLAB 应用程序可以与其他语言编写的应用程序集成。在 MATLAB 中，可以直接调用以 C、C++、Java 和 .NET 编写的代码。使用 MATLAB 引擎库，可从 C、C++ 或 Fortran 应用程序调用 MATLAB 代码。

4) 性能

MATLAB 采用处理器优化库，可以快速执行矩阵运算和向量运算。对于通用的标量计算，MATLAB 使用其即时(JIT)编译技术，提供可与传统编程语言相媲美的执行速度。

1.2.4 应用程序开发和部署

MATLAB 工具箱附加产品提供了一系列开发和部署应用程序的选项，可以与其他 MATLAB 用户共享各个算法和应用程序。

1) 设计图形用户界面

用户使用 GUIDE(图形用户界面开发环境)可以布置、设计和编辑自定义图形用户界面。既可以含带常用控件，如列表框、下拉菜单和按钮，也可以含带 MATLAB 绘图。此外，还可以使用 MATLAB 函数以编程的方式来创建图形用户界面。

2) 部署应用程序

若要将一个应用程序直接分发给其他 MATLAB 用户，可以将其打包为 MATLAB 应用程序，从而实现单文件分发。应用程序自动安装在 MATLAB 应用程序库中，以便于访问。

若要与没有 MATLAB 的其他人分享应用程序，可以使用应用程序部署产品。这些附加产品会自动生成独立应用程序、共享库和软件组件，以便于 C、C++、Java、.NET 和 Excel 环境集成。可执行文件和组件可以免特许费分发。

3) 生成 C 代码

使用 MATLAB Coder 可以从 MATLAB 代码生成独立的 C 代码。

1.3 MATLAB 操作界面

MATLAB 操作界面是用户和 MATLAB 进行交互的集成平面，其默认操作界面如图 1.1 所示，主要包括主页/绘图/应用程序菜单、当前目录设置栏、命令行窗口、当前文件夹和工作区。

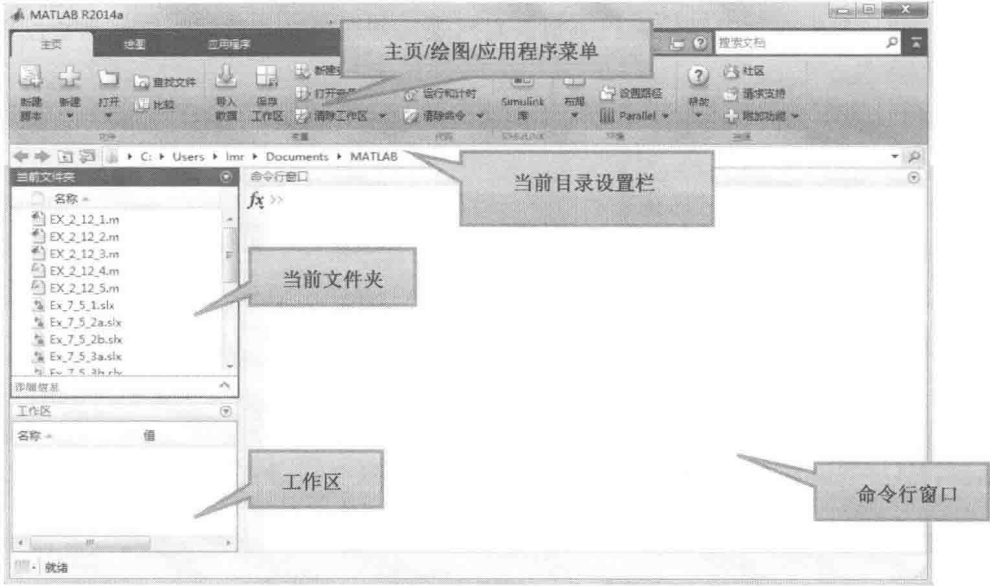


图 1.1 MATLAB 默认操作界面

1.3.1 主页/绘图/应用程序菜单

1) “主页”菜单

“主页”菜单有 6 个菜单子项：文件、变量、代码、SIMULINK、环境和资源，如图 1.2 所示。

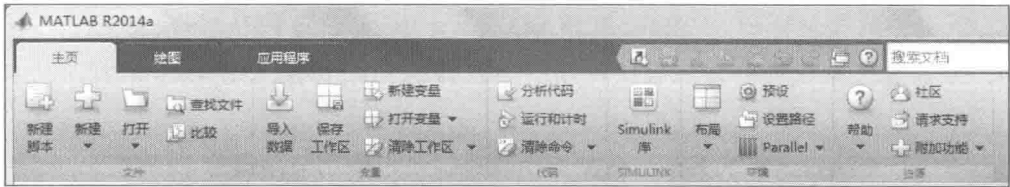


图 1.2 “主页”菜单

“文件”菜单子项用于执行文件的新建、打开、查找和比较。

“变量”菜单子项用于执行变量的新建、打开和编辑、MATLAB 工作区变量的保存以及数据的导入。

“代码”菜单子项用于执行代码的分析、修改和运行，以及命令行窗口和命令历史记录的数据清除。

“SIMULINK”菜单子项用于打开 Simulink 库浏览器，并可进一步打开模型窗口，进行仿真模型的建立。

“环境”菜单子项用于 MATLAB 操作界面的布局设置、MATLAB 的环境设置以及路径设置。

“资源”菜单子项用于查询 MATLAB 帮助系统。

2) “绘图”菜单

“绘图”菜单用于绘制图形，实现数据的可视化，如图 1.3 所示。



图 1.3 “绘图”菜单

3) “应用程序”菜单

“应用程序”菜单用于查找、创建和分享 MATLAB 应用程序，如图 1.4 所示。

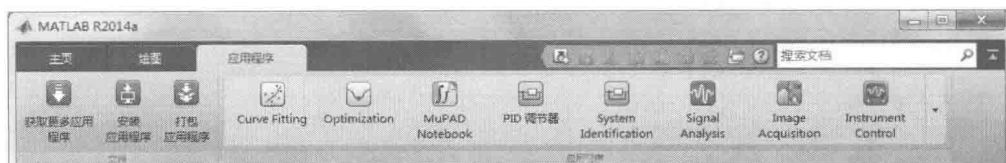


图 1.4 “应用程序”菜单

1.3.2 命令行窗口

命令行窗口(Command Window)是用于输入数据、运行 MATLAB 函数和脚本，并显示结果的主要工具之一，如图 1.1 所示。

命令行窗口中的“>>”为运算提示符，表示 MATLAB 正处于准备状态。在提示符后面输入命令并按 Enter 键后，MATLAB 将给出计算结果或相应的错误信息，然后再次进入准备状态。每行命令后面可加“%+注释语句”，执行命令时，不执行“%”之后的语句，目的是让用户理解函数语句的意义。

在命令行窗口中所有的结果默认采用 short 格式显示。用户可以根据需要，使用 format 函数对显示格式进行设置，常见用法如表 1.1 所示。

表 1.1 常用 format 函数参数说明

调用格式	说明	调用格式	说明
format	默认格式，显示 4 位有效数字	format shortE	5 位科学计算格式
format short	显示 4 位有效数字	format longE	15 位科学计算格式
format long	显示 15 位有效数字	format shortG	从 short 和 shortG 中自动选取最佳表示方法
format hex	显示十六进制	format longG	从 long 和 longG 中自动选取最佳表示方法

1.3.3 当前文件夹

当前文件夹(Current Folder)在默认情况下和工作区并列于命令行窗口的左侧，如图 1.1 所示。当前文件夹中所显示的是当前目录窗口所显示路径下的文件列表。用户可以更改当前目录窗口路径，从而更改当前文件夹中所显示的文件列表内容。

1.3.4 工作区

工作区(Workspace)保存着 MATLAB 程序运行中的变量信息和运算结果,如图 1.1 所示。可在工作区中新建变量,也可选取工作区中变量,右键显示下拉菜单,对变量进行简单操作,如保存、重命名、编辑值、绘制图形等。

1.3.5 搜索路径设置

当 MATLAB 工作时,只有在当前文件夹或搜索路径下的文件、函数可以被运行或调用。用户可以设置 MATLAB 在调用函数过程中的搜索路径。选择“主页→环境→设置路径”,弹出如图 1.5 所示的“设置路径”对话框,从而可设置 MATLAB 搜索路径。

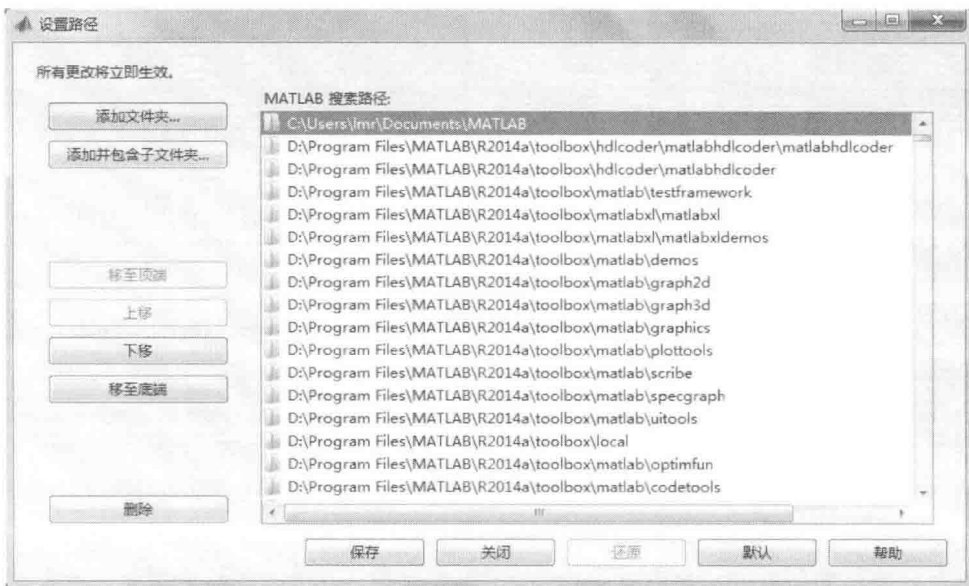


图 1.5 “设置路径”对话框

用户也可用 path 命令来设置搜索路径,但需注意的是用 path 命令设置的搜索路径在 MATLAB 关闭后会丢失。

1.4 MATLAB 帮助系统

MATLAB 为用户提供了完善的帮助系统,包括命令行窗口帮助、文档帮助、示例帮助等,能使用户快速地掌握 MATLAB 应用方法。

用户可以在命令行窗口中输入帮助命令以寻求帮助。具体帮助命令如表 1.2 所示。


表 1.2 帮助命令

命令	说明	命令	说明
doc	打开帮助文档中的参考页面	help	在命令行窗口中获得帮助
docsearch	在帮助文档中查询	lookfor	对 M 文件的 H1 行搜索关键词
demo	在帮助文档中获得用法示例	echodemo	逐步在命令行窗口中运行脚本示例

例如，help 命令的用法。

用户可在命令行窗口中输入 help 命令，显示帮助信息，列出所有函数类别和工具箱的名称和功能，也可在 help 后添加函数名或工具箱名，输入命令行窗口中，将显示对应的功能帮助信息。

```
>> help sin                                %查询 sin 函数用法
sin-Sine of argument in radians            %在命令行窗口中获得帮助内容
    This MATLAB function returns the sine of the elements of X.
    Y=sin(X)
    sin 的参考网页                          %单击超链接可获得详细的帮助文档
    另请参阅 asin, asind, sind, sinh
    名为 sin 的其他函数
        fixedpoint/sin, symbolic/sin
```

用户也可单击“主页→资源”菜单子项中的  按钮，打开帮助窗口，如图 1.6 所示的 MATLAB 帮助窗口，在搜索栏中输入需要查找的内容，或在该帮助窗口的左侧查询所需要的内容，将在窗口的右侧显示对应的帮助信息。

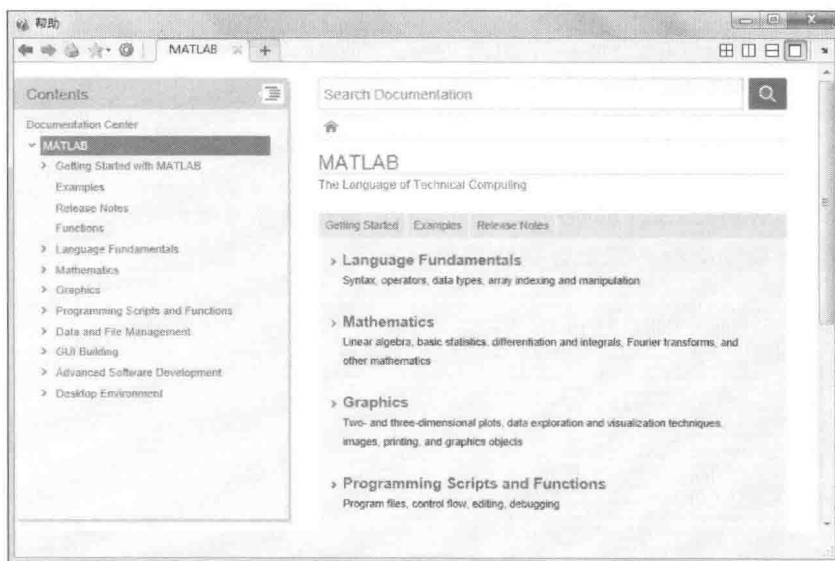


图 1.6 MATLAB 帮助窗口

除了以上方法获得 MATLAB 帮助外，用户还可以通过网络获得远程帮助。例如，单击“主页→资源→帮助→支持网站”，打开 MathWorks 公司网站，寻求更多的有用信息。