

高等院校

电子信息应用型

规划教材

MATLAB程序设计与 应用基础教程

张 岳 编著

清华大学出版社

高等院校
电子信息应用型
规划教材

MATLAB程序设计与 应用基础教程

张 岳 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书详细介绍了 MATLAB 的基本功能和应用方法,内容包括 MATLAB 的运行环境、矩阵与数值计算、MATLAB 图形绘制、MATLAB 程序设计、Simulink 动态仿真环境,以及 MATLAB 在线性控制系统、智能控制系统、电路及电力电子系统、数字信号处理系统中的应用。

本书内容丰富、由浅入深、阐述透彻、层次分明、语言简练、系统性和应用性强,所有相关程序都经过上机验证通过,且每章都附有小结和习题,使本书更具有可教学性和可自学性。

本书可作为应用型本科、高职高专院校理工科学生学习 MATLAB 的教材,也可作为工程技术人员学习 MATLAB 的参考资料。

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 程序设计与应用基础教程/张岳编著. —北京:清华大学出版社,2011.8

(高等院校电子信息应用型规划教材)

ISBN 978-7-302-25650-2

I. ①M… II. ①张… III. ①计算机辅助计算—软件包,MATLAB—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 084843 号

责任编辑:刘青

责任校对:刘静

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:11.5

字 数:260千字

版 次:2011年8月第1版

印 次:2011年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:24.00元

产品编号:035366-01

MATLAB 软件由美国 New Mexico 大学的 Cleve Moler 博士首创, 全名为 Matrix Laboratory (矩阵实验室)。它建立在 20 世纪七八十年代流行的 LINPACK (线性代数计算) 和 ESPACK (特征值计算) 软件包的基础上。MATLAB 是伴随着 Windows 环境的发展而迅速发展起来的, 它充分利用了 Windows 环境的交互性、多任务功能和图形功能, 创建了以 C 语言为基础的 MATLAB 专用语言, 使复杂的矩阵运算、数值运算变得简单、直观。

MATLAB 语言是集数值计算、符号运算、可视化建模、仿真和图形处理等功能于一体的高级计算机语言。它具有很好的开放性, 用户可以根据自己的需求, 利用 MATLAB 提供的基本工具, 灵活地编制和开发自己的程序, 使 MATLAB 在众多领域里得到广泛应用。

MATLAB 从产生时起, 就受到国内外许多院校师生、科研人员的关注, 使其得到了广泛应用和开发。Moler 博士等一批数学家和软件专家成立了 Mathworks 软件开发公司, 对 MATLAB 进行了大规模的扩展与改进。许多学者对 MATLAB 进行了自主开发, 再以工具箱的形式加入 MATLAB 总体环境。目前的 MATLAB 已增加了许多专用工具箱, 如有限元分析、控制系统、系统辨识、信号处理、鲁棒控制、 μ 分析与综合、模糊控制、神经网络、小波分析、定量反馈理论、多变量频域设计等工具箱。

在国内, MATLAB 语言也得到越来越多院校师生和科研、工程技术人员的青睐, 在教学、科研、工程技术中应用广泛, 成为大学生、研究生必须掌握的基本技能之一。

Simulink 是 MATLAB 软件的扩展, 是用来对动态系统进行建模、仿真和分析的软件包, 是面向系统结构图的方便的仿真工具, 使一个复杂系统模型的建立与仿真变得简单和直观。近年来, Simulink 已经在学术和工业等领域得到广泛应用。

作者将十几年的 MATLAB 理论教学、研究和实际编程经验进行了系统的总结, 并参考以往出版的 MATLAB 专著和教材, 根据 MATLAB 应用前景和潜能, 精心编写了本书。

本书以实例形式详细介绍了 MATLAB 的基本功能和常用命令, 系统、全

面地帮助学生了解 MATLAB 的强大功能，使学生深入领悟和掌握 MATLAB 的使用方法和编程技巧，为学生掌握、运用 MATLAB 语言打下良好的基础。本科、专科学生在校期间，可以用 MATLAB 完成线性代数、自动控制理论、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理等内容的工程计算，进行系统分析、设计与仿真。

本书在编写过程中，充分考虑到该课程的教学时数有限（计划 40~50 学时），而 MATLAB 内容丰富的特点，以及当前学生的知识水平和能力结构的现状，力求做到理论知识“少而精，够用为度”，注重培养学生解决实际问题的应用能力。

本书既可以作为应用型本科、高职高专院校计算机专业及其他相关专业的教材，也可以作为各种基础课程和控制类等专业的辅助性教科书。在掌握了本书内容的基础上，学生将具备二次开发的能力，可进行自主编程和更为广泛、深入的研究和工程设计工作。

本书由辽宁科技学院张岳编写完成。在编写过程中借鉴了一些院校有关 MATLAB 的教材，在此向相关作者表示由衷的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者
2011 年 4 月

第 1 章	MATLAB 概述	1
1.1	MATLAB 简介	1
1.2	MATLAB 运行环境	1
1.3	MATLAB 用户界面概述	2
1.3.1	MATLAB 的启动与退出	2
1.3.2	MATLAB 的组成及功能	3
1.3.3	MATLAB 的命令窗口(Command Window)	7
1.3.4	MATLAB 的启动平台窗口(Launch Pad)	9
1.3.5	MATLAB 的工作空间窗口(Workspace)	9
1.3.6	MATLAB 的命令历史窗口(Command History)	10
1.3.7	MATLAB 的当前路径窗口(Current Directory)	10
1.3.8	M 文件编辑/调试器窗口	11
1.3.9	MATLAB 的在线帮助及功能演示	11
	小结	13
	习题	14
第 2 章	MATLAB 矩阵及其运算	15
2.1	变量与常量	15
2.1.1	变量	15
2.1.2	常量	16
2.2	函数	17
2.2.1	基本数学函数	17
2.2.2	三角函数与反三角函数	19
2.3	数组与矩阵	20
2.4	矩阵的创建	20
2.5	矩阵与数组的运算规则	22
2.5.1	算术运算符	22
2.5.2	关系运算符	27

2.5.3 逻辑运算符	28
2.6 特殊矩阵的创建与操作	29
2.6.1 特殊矩阵及其创建	29
2.6.2 矩阵的特殊操作	32
小结	37
习题	37
第3章 MATLAB的数值计算	39
3.1 多项式的创建与运算	39
3.1.1 多项式的描述与创建	39
3.1.2 多项式的运算	40
3.2 线性方程求解	45
3.2.1 代数方程及代数方程组的求解	45
3.2.2 微分方程及微分方程组的求解	46
3.3 曲线拟合与插值	47
3.3.1 曲线拟合	47
3.3.2 插值	49
小结	53
习题	53
第4章 MATLAB图形绘制基础	55
4.1 二维图形	55
4.2 特殊图形	58
4.2.1 条形图	58
4.2.2 饼图	59
4.2.3 其他图形	60
4.3 三维图形	61
4.3.1 基本三维曲线图	61
4.3.2 网格图	62
4.3.3 特殊三维图形	63
4.4 图形的控制与修饰	65
4.4.1 图形窗口的创建与分割	65
4.4.2 坐标轴控制命令	66
4.4.3 图形的标注	67
4.4.4 网格控制	70
小结	70
习题	71

第 5 章	MATLAB 程序设计	72
5.1	M 函数与 M 文件	72
5.1.1	M 函数	72
5.1.2	M 文件	73
5.2	MATLAB 的程序结构	77
5.2.1	顺序结构	77
5.2.2	循环结构	77
5.2.3	分支结构	80
5.2.4	程序流程控制	82
5.3	程序的调试与优化	84
5.3.1	程序错误种类	84
5.3.2	程序的调试	85
5.3.3	程序的优化	88
	小结	90
	习题	90
第 6 章	Simulink 动态仿真集成环境	92
6.1	Simulink 概述	92
6.2	Simulink 仿真结构图的创建与优化	95
6.2.1	创建或打开仿真结构图	95
6.2.2	功能模块的处理	95
6.2.3	功能模块之间的连线处理	98
6.2.4	演示示波器	99
6.3	Simulink 仿真方法	100
6.3.1	仿真参数设置	100
6.3.2	Simulink 建模与仿真示例	102
6.4	模块化与封装	105
6.4.1	模块化	106
6.4.2	封装	108
	小结	111
	习题	111
第 7 章	MATLAB 在线性连续控制系统中的应用	113
7.1	线性连续控制系统在 MATLAB 中的描述	113
7.1.1	传递函数描述	113
7.1.2	部分分式描述	114

7.1.3	零—极点描述	115
7.2	线性控制系统的时间响应分析	116
7.2.1	阶跃输入激励下的仿真响应分析	116
7.2.2	脉冲输入激励下的仿真响应分析	116
7.2.3	任意输入激励下的仿真响应分析	117
7.3	线性控制系统的频域响应分析	118
7.4	线性控制系统的稳定性分析	119
7.4.1	直接求根法	119
7.4.2	时域状态下稳定性分析	121
7.4.3	频域状态下稳定性分析	122
	小结	124
	习题	125
第 8 章	MATLAB 模糊逻辑工具箱及应用示例	126
8.1	模糊控制简述	126
8.2	MATLAB 模糊逻辑工具箱	126
8.2.1	模糊逻辑工具箱的功能特点	126
8.2.2	模糊推理系统的基本类型	127
8.2.3	模糊逻辑系统的构成	128
8.3	MATLAB 模糊逻辑工具箱的图形用户界面	128
8.3.1	MATLAB 模糊逻辑工具箱的启动	128
8.3.2	MATLAB 模糊推理系统编辑器的组成与功能	129
8.3.3	MATLAB 隶属函数编辑器的组成与功能	130
8.3.4	MATLAB 模糊规则编辑器的组成与功能	131
8.3.5	MATLAB 规则查看器的组成与功能	131
8.3.6	MATLAB 表面图像查看器的组成与功能	132
8.4	基于 MATLAB 模糊逻辑工具箱的应用示例	132
	小结	138
	习题	138
第 9 章	MATLAB 在电路及电力电子系统中的应用	139
9.1	SimPowerSystems 简介	139
9.1.1	SimPowerSystems 启动	139
9.1.2	常用模块功能简介	139
9.2	MATLAB/Simulink 在电路及电力电子系统中的应用	142
9.3	MATLAB/Simulink 在电机调速系统中的建模与仿真	144
	小结	148

习题	148
第 10 章 MATLAB 在数字信号处理系统中的应用	149
10.1 离散时间信号及其运算	149
10.1.1 离散时间信号的描述	149
10.1.2 离散时间信号的运算	150
10.2 离散时间信号的卷积与相关	152
10.2.1 卷积	152
10.2.2 相关	153
10.3 离散傅里叶变换	155
10.3.1 离散傅里叶变换(DFT)	155
10.3.2 快速傅里叶变换(FFT)	156
10.4 滤波器设计	157
10.4.1 滤波器设计函数	157
10.4.2 有限冲激响应 FIR 滤波器的窗函数	158
10.4.3 MATLAB 实现滤波器设计	158
10.5 SPTOOL 工具简介	162
10.5.1 SPTOOL 的工作环境	162
10.5.2 信号浏览器	163
10.5.3 滤波器浏览器和滤波器设计器	164
10.5.4 频谱浏览器	167
10.5.5 滤波器设计示例	168
小结	170
习题	170
附录 部分常用 TeX 字符表	171
参考文献	172

MATLAB 概述

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 全称为 Matrix Laboratory(矩阵实验室),是由美国 MathWorks 公司于 1982 年开发的功能强大的科学及工程计算软件,它集数值计算、符号运算、可视化建模、仿真和图形处理等多种功能于一体,构造了一个方便的、界面友好的用户环境。

MATLAB 最初是由美国 New Mexico 大学的 Cleve Moler 用 Fortran 语言设计的,主要用于矩阵运算。经过多年的发展,它的功能逐渐强大。现在的 MATLAB 是由 MathWorks 公司用 C 语言开发的。

目前,随着 MATLAB 版本不断更新,它的许多功能都得到了进一步改善,包括工具箱(ToolBox)的各模块的发展。如在数值处理方面,增加了许多新函数,更新了部分函数的功能和算法;在外部接口方面,增加了 Java 接口,并为二者的数据交换提供了相应的程序库;对部分工具箱的功能进行了改进和加强,增加了虚拟现实工具箱,采用标准的虚拟现实建模语言技术,实现三维动态功能。另外,MATLAB 可以用 Fortran 语言和 C 语言混合编程,这样就进一步扩充了其功能。

由于 MATLAB 功能强大,灵活性好,可信度高,加上它本身简单易学,使之广泛为高校学生、科研人员和工程技术人员采用。掌握 MATLAB,将给学习和工作带来巨大的便捷,可以大大提高工作效率和质量。

MathWorks 公司的网址是 www.mathworks.com,读者可以随时访问该网站,浏览、跟踪 MATLAB 的最新资源。

本书以 MATLAB 7.0 版为基础,全面介绍 MATLAB 的功能和使用方法。

1.2 MATLAB 运行环境

为了保证 MATLAB 能够高效、可靠地运行,系统配置至少应达到:

- (1) 运行于 Windows 98/ME/2000/XP 等操作系统或 UNIX 操作系统;
- (2) CPU: Pentium II 以上;
- (3) 显示卡: 支持真彩色,分辨率在 800×600 像素以上,最好达到 1024×768 像素;
- (4) 内存: 64MB 以上。

符合上述条件, MATLAB 的强大功能才能完全体现出来。

MATLAB 的安装非常简单, 只要用户启动光盘中的 setup 命令, 再按照 MATLAB 产品说明书或安装提示, 指定存放 MATLAB 的路径, 然后选择自己需要的工具箱, MATLAB 程序就可自动完成安装。重新启动系统之后, MATLAB 就可以运行了。

1.3 MATLAB 用户界面概述

1.3.1 MATLAB 的启动与退出

MATLAB 的启动有以下几种方法。

(1) 如果 MATLAB 的可执行文件已经放置到 Windows 系统桌面上, 直接双击系统桌面上的 MATLAB 图标。

(2) 单击 Windows 桌面上的“开始”菜单项, 然后将鼠标指针指向弹出的“开始”菜单中的“程序”选项, 随即弹出下一级子菜单。单击该菜单中的 MATLAB 图标, 如图 1-1 所示。



图 1-1 启动 MATLAB

(3) 单击 Windows 桌面上的“开始”菜单项, 然后从弹出的“开始”菜单中单击“运行”选项, 将出现一个对话框。输入 MATLAB, 则系统进入安装 MATLAB 的目录。找到 matlab.exe 文件, 并打开这个文件。

启动成功后, 出现图 1-2 所示的 MATLAB 默认操作桌面。

退出 MATLAB 的方法有许多种, 可以从以下任选一种。

(1) 单击图 1-2 所示的 MATLAB 操作桌面窗口右上角的关闭按钮 。

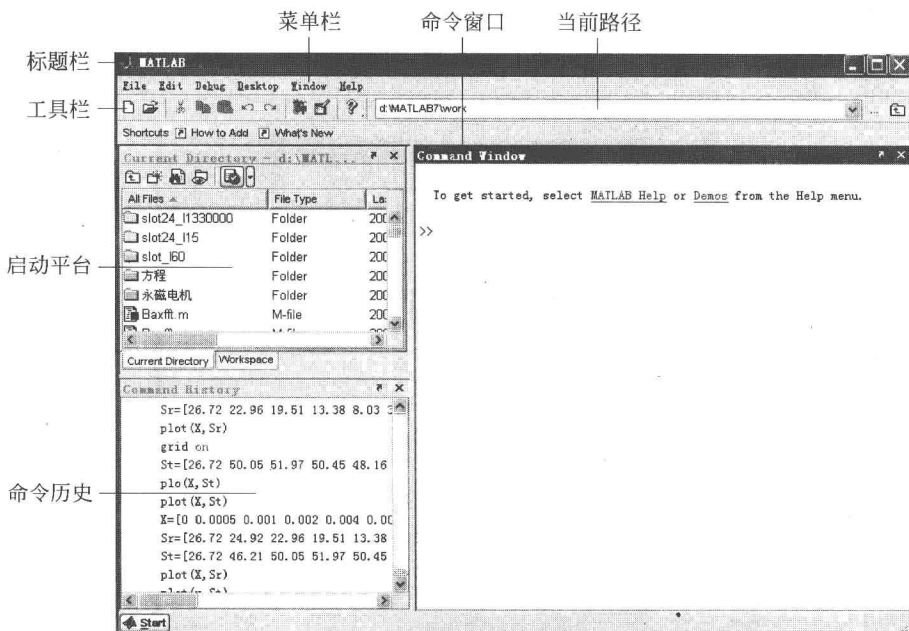




图 1-2 MATLAB 操作桌面

- (2) 在 MATLAB 的命令窗口中输入 quit 后,按 Enter 键。
- (3) 单击 MATLAB 菜单栏中的 File 菜单,从中选择 Exit MATLAB 项。

1.3.2 MATLAB 的组成及功能

MATLAB 的开发环境是 MATLAB 语言的基础和核心部分, MATLAB 语言的全部功能都在 MATLAB 的开发环境中实现。 MATLAB 的仿真工具 Simulink、 MATLAB 的工具箱等其他附加功能的实现, 也必须在 MATLAB 开发环境下。因此, 掌握 MATLAB 的开发环境是掌握 MATLAB 语言的关键。

首次启动 MATLAB 后, 将进入 MATLAB 的默认操作桌面, 如图 1-2 所示。 MATLAB 的操作桌面包括命令窗口(Command Window)、启动平台(Launch Pad)窗口、工作空间(Workspace)窗口、命令历史(Command History)窗口和当前路径(Current Directory)窗口 5 个窗口和主菜单。

在 MATLAB 操作桌面默认状态下仅显示 3 个窗口。启动平台窗口和工作空间窗口在同一位置显示, 可以通过该窗口下方的箭头或窗口标签来切换; 命令历史窗口和当前路径窗口在同一位置显示, 也可以通过该窗口下方的箭头或窗口标签来切换。每个窗口的右上角都有两个按钮。当选择  按钮时, 可以使该窗口脱离操作桌面独立出来; 当选择  按钮时, 可以关闭该窗口。也可以通过菜单栏中的 Desktop 菜单来选择显示哪些窗口。

MATLAB 操作桌面上的菜单栏包括 File(文件)、Edit(编辑)、Debug(调试)、Desktop(操作桌面)、Window(窗口)和 Help(帮助), 它们的功能分别介绍如下。

1. File 菜单

在菜单栏上单击 File,即弹出一个下拉菜单,如图 1-3 所示。菜单中各项的基本功能如下。



图 1-3 File 菜单

(1) New: 建立新文件,包括 M-file(M 文件)、Figure(图形文件)、Variable、Model (Simulink 模型)和 GUI。

(2) Open: 打开已经存在的文件。

(3) Close Command Window: 关闭命令窗口。

(4) Import Data: 用输入向导输入数据。

(5) Save Workspace As: 保存工作区内容。

(6) Set Path: 设置路径。

(7) Preferences: 参数设置。

(8) Page Setup: 页面设置。

(9) Print: 打印命令窗口中的内容。

(10) Print Selection: 打印选定的内容。

(11) Exit MATLAB: 退出 MATLAB。

2. Edit 菜单

Edit 菜单如图 1-4 所示,其下拉菜单各项的基本功能如下。

(1) Undo: 撤销,返回到最近一次执行结果。

(2) Redo: 恢复。

(3) Cut: 剪切。

(4) Copy: 复制。

(5) Paste: 粘贴。

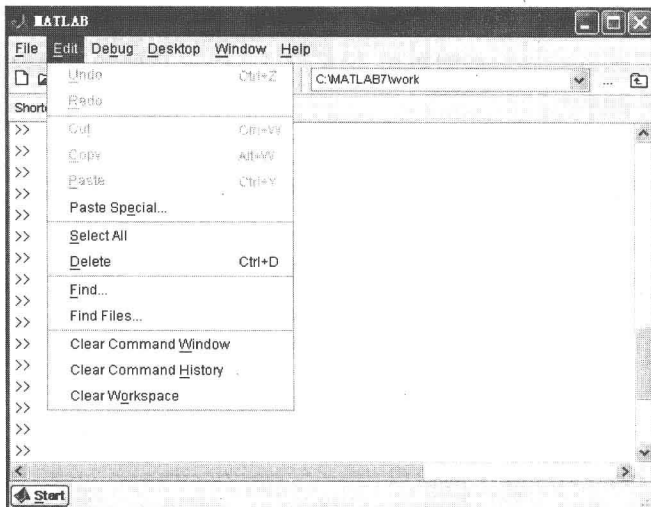


图 1-4 Edit 菜单

- (6) Paste Special: 粘贴特殊物件。
- (7) Select All: 全选。
- (8) Delete: 删除。
- (9) Find: 查找。
- (10) Find Files: 查找文件。
- (11) Clear Command Window: 清除命令窗口。
- (12) Clear Command History: 清除命令历史。
- (13) Clear Workspace: 清除工作空间的内容。

3. Desktop 菜单

Desktop 菜单如图 1-5 所示,其下拉菜单各项的基本功能如下。

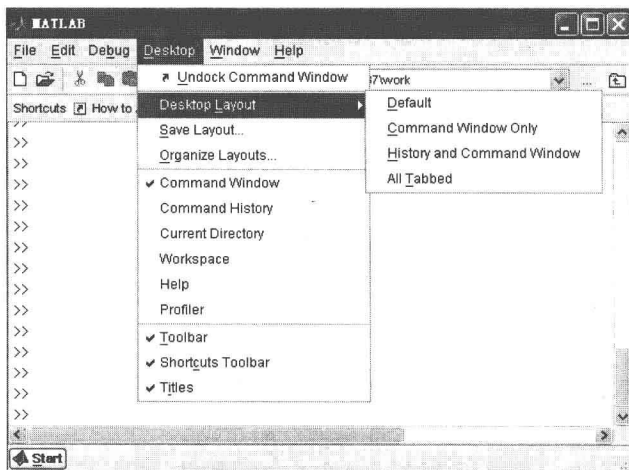


图 1-5 Desktop 菜单

- (1) Undock Command Window: 脱离命令窗口。
- (2) Desktop Layout: 显示桌面布局, MATLAB 给出几种特定的窗口布局方式。
 - Default: 默认方式。
 - Command Window Only: 只显示命令窗口方式。
 - History and Command Window: 只有命令历史窗口和命令窗口。
 - All Tabbed: 打开在线帮助窗口。
- (3) Save Layout: 定义并保存当前桌面布局。
- (4) Organize Layouts: 重新定义或删除已定义的桌面布局。
- (5) Command Window: 打开命令窗口。
- (6) Command History: 打开命令历史窗口。
- (7) Current Directory: 打开当前目录窗口。
- (8) Workspace: 打开工作空间窗口。
- (9) Help: 打开在线帮助窗口。
- (10) Profiler: 打开程序性能剖析窗口。
- (11) Toolbar: 打开或关闭工具栏。
- (12) Shortcuts Toolbar: 打开或关闭快捷栏。
- (13) Titles: 打开或关闭当前桌面布局的标题栏。

4. Debug 菜单

Debug 菜单如图 1-6 所示, 其下拉菜单各项的基本功能如下。

(1) Open M-Files when Debugging: 用来打开一个要调试的 M 文件。

(2) Step: 逐条语句运行。

(3) Step In: 进入下一条语句。

(4) Step Out: 退出调试。

(5) Continue: 继续。

(6) Clear Breakpoints in All Files: 清除所有文件的断点。

(7) Stop if Errors/Warnings: 遇到错误和警告断点就停止运行。

(8) Exit Debug Mode: 退出调试模式。

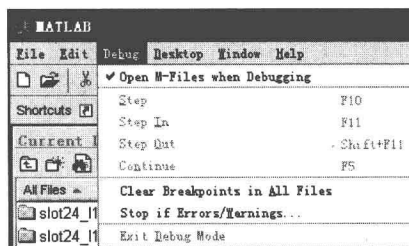


图 1-6 Debug 菜单

5. Window 菜单

MATLAB Command Window 的切换按钮。如果已在 Command Window 窗口, 则此菜单将不具有任何功能。

6. Help 菜单

Help 菜单如图 1-7 所示, 其下拉菜单各项的基本功能如下。

(1) Full Product Family Help: 全部系列产品帮助。

(2) MATLAB Help: 仅限于 MATLAB 本身的帮助。

(3) Using the Desktop: 使用操作桌面。

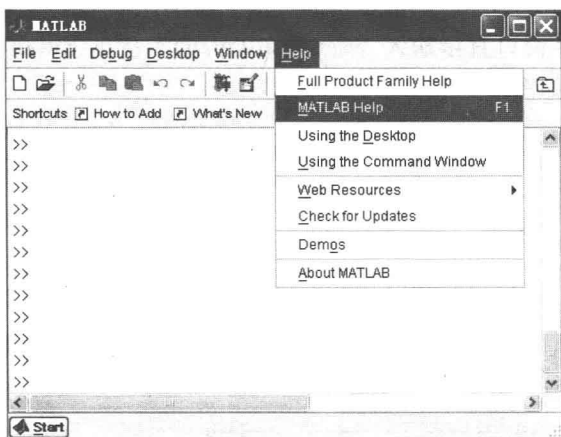


图 1-7 Help 菜单

(4) Using the Command Window: 使用命令窗口。

(5) Web Resources: 网站资源。

- The MathWorks Web Site: MathWorks 公司网站。
- Technical Support Knowledge Base: 技术支持网站。
- Products: 产品网站。
- Membership: 会员讨论网站。

(6) Check for Updates: 检查升级情况。

(7) Demos: 范例演示。

(8) About MATLAB: 用于说明 MATLAB 的版本、出版日期、执照号码、使用者以及服务机关信息。

工具栏中的按钮所代表的命令都是常用的。如果想运行某一条命令,只需单击相应的命令按钮即可。工具栏中各按钮的功能如下。

: 建立新的 M 文件、图形文件、Simulink 模型和 GUI。

: 弹出“打开文件”对话框,打开文件。

: 剪切。剪切选中的内容并放入剪贴板。

: 复制。将选中的内容复制到剪贴板中。

: 粘贴。将剪贴板中的内容粘贴到指定位置。

: 撤销。撤销上一步操作。

: 恢复。恢复上一次操作。

: 仿真库浏览器(未安装 Simulink 时,不显示该按钮)。

: 打开“帮助”浏览器。

1.3.3 MATLAB 的命令窗口 (Command Window)

命令窗口保留了 MATLAB 传统版本的交互式操作功能。在 MATLAB 命令窗口中,可以直接输入命令或 MATLAB 函数,再按 Enter 键运行,则系统自动运行并显示反馈信息或