



- ⌘ 语言通俗、内容丰富、讲解精练。
- ⌘ 以实例的形式，系统介绍了MATLAB的使用技巧和编程方法。
- ⌘ 以实用、最新和易懂为原则，增加了图形用户界面编程等新内容。
- ⌘ 使用本书能够很容易地实现从“入门”到“高级”的过渡。

张铮 杨文平 石博强 李海鹏 编著

MATLAB

程序设计与实例应用

- MATLAB是一种集数值计算、符号运算、可视化建模、仿真和图形处理等多种功能于一体的非常优秀的图形化语言。
- MATLAB语言运算符丰富，既具有结构化的控制语言，又能面向对象编程，语法限制不严格，具有强大的图形功能和功能强大的工具箱。
- MATLAB语言应用广泛，不仅是广大工程技术人员和管理人员的必备工具，也是高校理工科学生需要掌握的一门技能。

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

MATLAB 程序设计与实例应用

张铮 杨文平 石博强 李海鹏 编著

中国铁道出版社

2003·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书根据最新的 MATLAB 版本,对台湾张铮先生的《MATLAB 程式设计与应用教学范本》改编而成。除了原书主要讲述的 MATLAB 绘图和影像处理功能外,本书以实用、最新和易懂为原则,增加了图形用户界面编程、数值计算、符号运算、数字信号处理、优化运算、神经网络分析、系统仿真和模糊系统设计等内容。本书通过实例的形式,系统介绍了 MATLAB 的使用技巧和编程方法。

本书内容丰富,讲解精练,既适合高校大学生、研究生使用,也可作为从事相关领域工作的科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 程序设计与实例应用/张铮等编著. —北京:中国铁道出版社,2003.10

ISBN 7-113-05569-9

I. M… II. 张… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB IV. TP391.75

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第096180号

书 名: MATLAB 程序设计与实例应用

作 者: 张 铮 杨文平 石博强 李海鹏

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑: 严晓舟 郭毅鹏

责任编辑: 苏 茜 彭立辉

封面设计: 孙天昭

印 刷: 北京兴顺印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23 字数 523 千

版 本: 2003年11月第1版 2003年11月第1次印刷

印 数: 1~5000册

书 号: ISBN 7-113-05569-9 TP·1059

定 价: 34.00元



版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

前 言

美国 MathWorks 公司推出的 MATLAB，是一种集数值计算、符号运算、可视化建模、仿真和图形处理等多种功能于一体的优秀的图形化语言。它在包括小到方程求解、多项式的运算（如因式分解）、数学的极值计算，大到金融、工业系统仿真和统计等诸多领域都得到了广泛的应用。

目前 MathWorks 公司的产品已遍布全球，MATLAB 因其使用上的方便、强大功能以及良好的用户界面，在研究机构、公司（企业）和政府部门以及学校里已经是家喻户晓。它不仅是科学家、工程技术人员、职员和管理人员的必备工具，也是大学生和研究生需要掌握的一门技能。甚至在中学，学习 MATLAB，使用它解决一些如数学、物理及图形处理问题也已成为一种趋势。

本书是在张铮先生（台湾）的著作《MATLAB 程序设计与应用教学范本》基础上经过改写和扩充而成稿的。其改写部分忠实于原著，体现了原著用“实例说话”的精髓，保留了原著的精华和特点。改写部分主要考虑到当前的主流说法与表达形式，使该书更适合大多数读者的阅读习惯，同时把原著的有些章节精简、压缩与合并。扩充增加的内容主要是从当前使用角度和实际需求方面考虑的，增加了 Toolbox（工具箱）各种模块、用户图形界面及程序设计、符号运算、数值运算和其他一些重要内容，这样该书就把 MATLAB 的主要内容几乎包涵了，从而使原著内容更加完整。同时，本书在写作过程中，也注意到了内容的精练，采用“单刀直入”的模式。读者通过比较可以清楚看到，书中以较少篇幅和文字叙述，讲述了较多实例和技巧。这样不仅使读者降低了学习的成本，而且使用本书能够很容易地实现从“入门”到“高级”的过渡。

全书内容共分 15 章，主要内容包括：MATLAB 入门和基本操作、数、变量和表达式、矩阵及其运算、程序的结构和流程控制、函数及其图像、MATLAB 图形用户界面和程序设计、MATLAB 的数值计算与符号运算、高级绘图、数字信号的处理、优化运算、神经网络分析、系统仿真、模糊系统设计和影像处理。在内容的编排上，除了前三章是必须首先阅读之外，其他各章节具有独立性。读者可以根据需要从任何一章（节），甚至一个实例开始阅读，几乎不会感到困难。

本书不刻意针对某一版本，而是通过实例讲解 MATLAB 的使用技巧和编程方法。不过，从学习的角度，作者建议读者最好使用较新版本（如 6.1 以上版本）结合本书学习。

本书的写作由石博强、杨文平、李海鹏和郭丽芳完成。石博强和李海鹏完成了全书的统稿和定稿，张志仁、李利等参与了本书的编排工作。

尽管本书试图展示 MATLAB 精华的各个方面，同时也将我们征询的部分学生、热心读者和学者的重要建议与意见体现其中，但书中仍难免存在不妥之处，恳请广大读者指正。同时，我们也会在适当时间进行修订和补充，并发布在天勤网站：<http://www.tqbooks.net>“图书修订”栏目中。

作者

2003.10

目 录

第 1 章	MATLAB 入门	1
1-1	MATLAB 的概况.....	2
1-2	MATLAB 的启动和菜单介绍.....	2
1-3	命令窗口 (Command Window) 的使用.....	6
1-3-1	命令窗口的使用.....	6
1-3-2	若干通用操作指令.....	7
1-3-3	在线帮助和演示.....	8
1-4	程序编辑窗口.....	8
1-5	快捷键的介绍.....	9
第 2 章	数、变量和表达式	11
2-1	运算符.....	12
2-1-1	算术运算符.....	12
2-1-2	关系运算符.....	14
2-1-3	逻辑运算符.....	15
2-2	常量和变量.....	16
2-2-1	数字量.....	16
2-2-2	字符量.....	17
2-2-3	变量的基本规定和运算.....	18
第 3 章	矩阵及其运算	23
3-1	矩阵与数组的介绍.....	24
3-1-1	数组.....	24
3-1-2	矩阵.....	24
3-2	矩阵与数组的运算规则.....	25
3-2-1	矩阵与数组的加减.....	25
3-2-2	矩阵与数组的乘和乘方.....	26
3-2-3	矩阵的求逆.....	28
3-2-4	矩阵与数组运算的综合示例.....	28
第 4 章	程序的结构和流程控制	33
4-1	程序的结构.....	34
4-1-1	FOR 循环结构.....	34
4-1-2	WHILE 循环结构.....	38
4-1-3	IF 分支结构.....	39
4-1-4	SWITCH 分支结构.....	41
4-2	程序的流程控制.....	42
4-2-1	CONTINUE 命令.....	42
4-2-2	BREAK 命令.....	42

MATLAB 程序设计与实例应用

4-2-3	RETURN 命令.....	43
第 5 章	函数及其图像.....	45
5-1	概要.....	46
5-2	常用数学函数.....	46
5-2-1	基本数学函数.....	46
5-2-2	三角函数与反三角函数.....	48
5-3	绘图命令.....	52
5-3-1	绘图命令要览.....	52
5-3-2	绘图命令用法说明.....	52
5-4	绘图范例集锦.....	56
第 6 章	MATLAB 图形用户界面和程序设计.....	65
6-1	MATLAB 的图形用户界面简介.....	66
6-2	图形用户界面设计工具 GUIDE.....	67
6-2-1	图形用户界面的开发环境.....	67
6-2-2	位置调整工具 (Alignment tool).....	69
6-2-3	对象属性查看器 (Property Inspector).....	71
6-2-4	菜单编辑器 (Menu Editor).....	76
6-2-5	对象浏览器 (Object Browser).....	80
6-2-6	对生成 GUI 程序的设置.....	80
6-3	对话框.....	81
6-3-1	提问对话框 (Questdlg).....	81
6-3-2	输入对话框 (Inputdlg).....	83
6-3-3	列表对话框 (listdlg).....	84
6-3-4	其他对话框.....	88
第 7 章	MATLAB 的数值计算.....	89
7-1	多项式的运算.....	90
7-1-1	多项式的生成和表达.....	90
7-1-2	多项式的乘除.....	91
7-1-3	多项式的求导.....	92
7-1-4	多项式的求根.....	93
7-2	数据分析.....	95
7-2-1	极值、均值、标准差和中位值的计算.....	95
7-2-2	曲线的拟合.....	97
7-2-3	协方差阵和相关阵.....	99
7-2-4	统计频数函数直方图.....	102
7-3	数值积分和微分.....	102
7-3-1	微分和积分的物理意义及数学表达.....	102
7-3-2	函数数值积分.....	103
7-3-3	数值微分.....	107

7-4	一般非线性方程组的数值解	108
7-5	微分方程求解	110
7-5-1	微分方程的意义	110
7-5-2	一阶常微分方程求解	110
7-5-3	二阶常微分方程求解	112
第 8 章	MATLAB 的符号运算	115
8-1	符号表达式的生成	116
8-1-1	符号表达式的建立	116
8-1-2	符号矩阵的修改	118
8-2	符号表达式的基本运算	119
8-2-1	基本代数运算	119
8-2-2	因式分解、展开、化简	121
8-2-3	符号与数值间的转化	122
8-3	符号矩阵	124
8-4	符号求极限	129
8-5	微分	130
8-6	积分	131
8-7	符号求解方程	133
8-7-1	线性方程	133
8-7-2	非线性方程	134
8-7-3	常微分方程	136
8-7-4	符号函数的图形显示	138
8-8	其他符号运算命令函数的简介	139
第 9 章	高级绘图	141
9-1	二维图形	142
9-1-1	函数 title、xlabel、ylabel 和 zlabel 的应用	142
9-1-2	linspace 函数设置空间向量	143
9-1-3	绘图窗口工具栏的介绍	144
9-1-4	函数 legend、text 和 gtext 的应用	145
9-1-5	函数 plotyy 和 axis 的使用	146
9-2	三维图形	148
9-2-1	mesh 函数和 surf 函数	148
9-2-2	meshz 函数和 waterfall 函数	149
9-2-3	用 meshc 和 contour 画立体图和高等线图	151
9-2-4	用描影法绘 3D 图	152
9-2-5	三维绘图的几个工具	154
9-3	统计用图	157
9-3-1	直方图	157
9-3-2	饼图	161

MATLAB 程序设计与实例应用

第 10 章 数字信号的处理	165
10-1 数字信号的表示及其意义	166
10-1-1 数字和模拟信号之间的转换及采样频率	166
10-1-2 信号的表示	167
10-2 数字信号的运算和处理	170
10-2-1 信号的相加、相乘	170
10-2-2 离散傅立叶变换和其逆变换	174
10-2-3 信号的功率密度谱	177
10-2-4 信号的互相关功率密度谱	179
10-3 数字滤波	182
10-3-1 滤波的原理分析及函数实现	182
10-3-2 滤波器的设计示例	185
10-3-3 一些说明	188
第 11 章 优化运算	189
11-1 优化问题及其数学模型	190
11-2 优化工具箱	190
11-3 工具箱的使用	192
11-3-1 无约束的极值运算	192
11-3-2 有约束的极值运算	197
11-3-3 上界和下界条件	204
11-3-4 等式约束条件	206
11-4 优化求解中的常见问题及解决建议	209
11-5 对优化学习的拓展	210
第 12 章 神经网络分析	211
12-1 神经网络的特点	212
12-2 MATLAB 神经网络工具箱	213
12-3 神经网络工具箱的 GUI 工具	214
12-4 神经网络工具箱 GUI 工具的使用	217
12-5 GUI 工具的使用范例	220
12-6 神经网络学习的总结	230
第 13 章 系统仿真	231
13-1 Simulink 的概述	232
13-2 功能模块函数库的介绍	233
13-3 功能模块和连线的处理	236
13-4 仿真参数设置	238
13-5 自定义功能模块	240
13-5-1 自定义功能模块的生成	240
13-5-2 自定义功能模块选项卡的设置	243

13-6	系统仿真学习的拓展	250
第 14 章	模糊系统设计	251
14-1	MATLAB 的模糊逻辑工具箱	252
14-2	系统的建立	253
14-3	系统的调试	258
14-4	模糊推理系统的仿真	260
14-5	ANFIS 编辑器及其应用	263
14-5-1	ANFIS 编辑器 GUK	263
14-5-2	ANFIS 编辑器 GUI 的应用	265
14-6	对模糊系统学习的拓展	274
第 15 章	影像处理	275
15-1	MATLAB 的影像处理	276
15-2	影像处理的基本命令	277
15-3	选取影像显示窗口 (imcrop)	281
15-4	旋转影像 (imrotate)	283
15-5	将影像显示在圆柱体和球体上	284
15-6	魔术方块 (magic)	287
15-7	将彩色影像转换为黑白影像 (rgb2gray(RGB))	288
15-8	对影像进行区块化处理 (blkproc)	289
15-9	转换为二进制影像 (roicolor)	291
15-10	影像边界 (edge)	292
15-11	调整黑白显示的值 (imadjust)	293
15-12	数字滤波器 (filter2)	295
15-13	描绘轮廓线 (imcontour)	296
15-14	影像的噪音处理	297
15-15	用 fftshift 与 fft2 指令对影像进行处理	299
15-16	光衍射的电脑显示	300
15-16-1	光的本质	300
15-16-2	光的干涉和衍射	301
15-16-3	光衍射现象的程序设计和电脑显示	302
附录 A	MATLAB 主要命令函数表	307
附录 B	MATLAB 工具箱主要命令函数表	337
参考文献	355



第 1 章

MATLAB 入门

MATLAB 程序设计与实例应用

1-1 MATLAB 的概况

美国 MathWorks 公司的 MATLAB 是一种集数值计算、符号运算、可视化建模、仿真和图形处理等多种功能于一体的非常优秀的图形化语言。

目前, MathWorks 公司的创办人 Jack Little 和 Cleve Moler 分别担任该公司的总裁和首席科学家。在他们的领导下, 该公司进一步发展壮大, 其产品已遍布七大洲, 100 多个国家。MATLAB 不仅是科学家、工程技术人员、职员和管理人员的必备工具, 也是大学生和研究生需要掌握的一门技能。

目前 MATLAB 语言的最高版本为 MATLAB6.5 版本, 其工具箱 (Toolbox) 中的各模块版本不尽相同, 但一直都在发展中。本书不针对某一版本, 而是讲解 MATLAB 的使用技巧和应用实例。

一般来说, MATLAB 语言的应用领域有以下方面:

1. 控制系统
2. 信号处理
3. 数据分析
4. 通讯系统
5. 工程数学
6. 图形处理

另外, 随着 MATLAB 版本的增加, 它在许多方面得到了改善。如系统环境中文本编辑窗口附加功能的扩充和改进; 在数学方面的计算求解, 增加一些新数学函数; 在编程和数据类型方面, 支持在求解微分方程时使用 if 和 while 表达式等; 在外部接口方面实现与 Java 数据的传递等; 还有一些其他功能的扩充等。

MathWorks 公司的网址是 www.mathworks.com, 读者可经常浏览访问, 跟踪 MATLAB 的最新动态。

1-2 MATLAB 的启动和菜单介绍

首先正确安装 MATLAB (按照产品说明书或安装提示非常容易实现), 然后启动 MATLAB。

MATLAB 的启动, 有以下两种方法:

1. 如果 MATLAB 的可执行文件已放置到桌面, 直接双击 MATLAB 图标。
2. 进入安装 MATLAB 的目录, 找到 `matlab.exe`, 打开这个文件。

MATLAB 启动后, 首先会显示下面的窗口, 这个窗口就是“MATLAB Command Window”, 如图 1-1 所示。

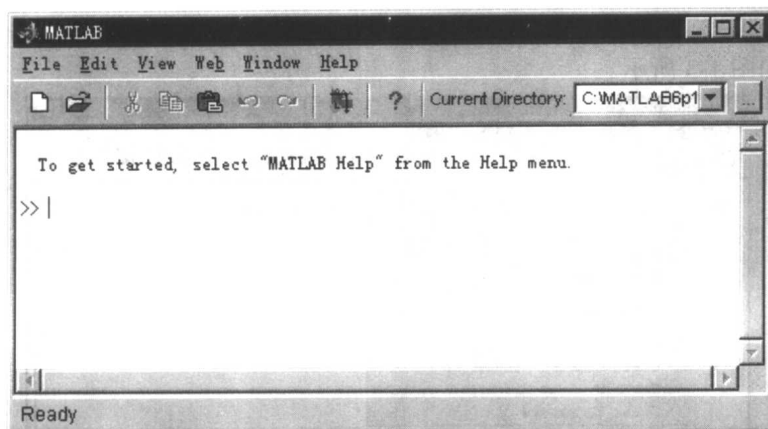


图 1-1 MATLAB Command Window (命令窗口)

在 Command Window 窗口的上方，我们可以看到有菜单栏，它包括文件 (File)、编辑 (Edit)、视图 (View)、网络 (Web)、窗口 (Window) 和帮助 (Help)。它们的功能分别介绍如下：

1. File 菜单

File 菜单如图 1-2 所示。

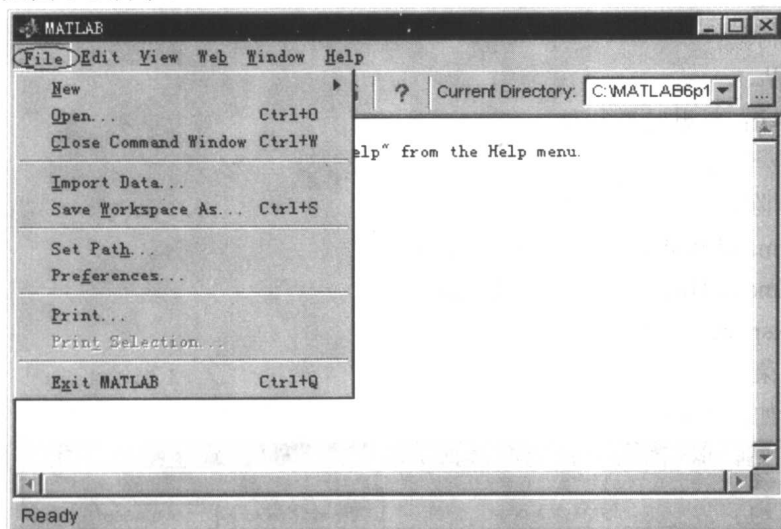


图 1-2 File 菜单

- New: 建立新文件。
- Open: 打开已经存在的文件。
- Close Command Window: 关闭命令窗口。
- Import Data: 输入数据。
- Save Workspace As: 保存工作区内容。
- Set Path: 设置路径。
- Preference: 工作状态。
- Print: 打印。
- Exit MATLAB: 退出 MATLAB。

MATLAB 程序设计与实例应用

2. Edit 菜单

Edit 菜单如图 1-3 所示。

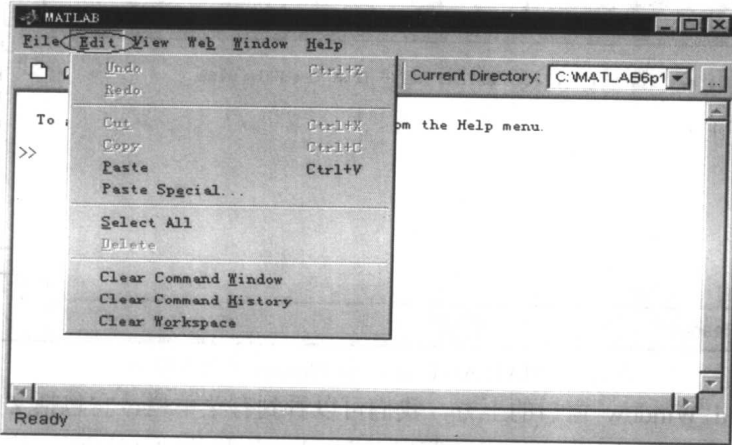


图 1-3 Edit 菜单

Undo: 停止执行, 返回到最近一次的执行结果。

Redo: 再次执行。

Cut: 剪切。

Copy: 复制。

Paste: 粘贴。

Paste Special: 粘贴特殊物件。

Select All: 全选。

Delete: 删除。

Clear Command Window: 清除命令窗口。

Clear Command History: 清除命令记录。

Clear Workspace: 清空工作区。

3. View 菜单

View 菜单如图 1-4 所示。

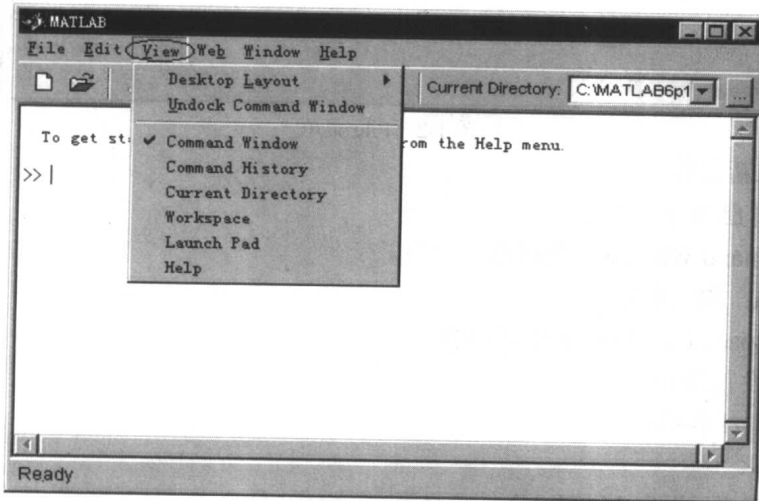


图 1-4 View 菜单

Desktop Layout: 显示桌面。

Undock Command Window: 命令窗口的缩小 (不缩小)。

Command Window: 命令窗口。

Command History: 命令记录。

Current Directory: 当前目录。

Workspace: 工作区。

Launch Pad: 显示 Toolbox。

Help: 在线帮助。

4. Web 菜单

Web 菜单如图 1-5 所示。

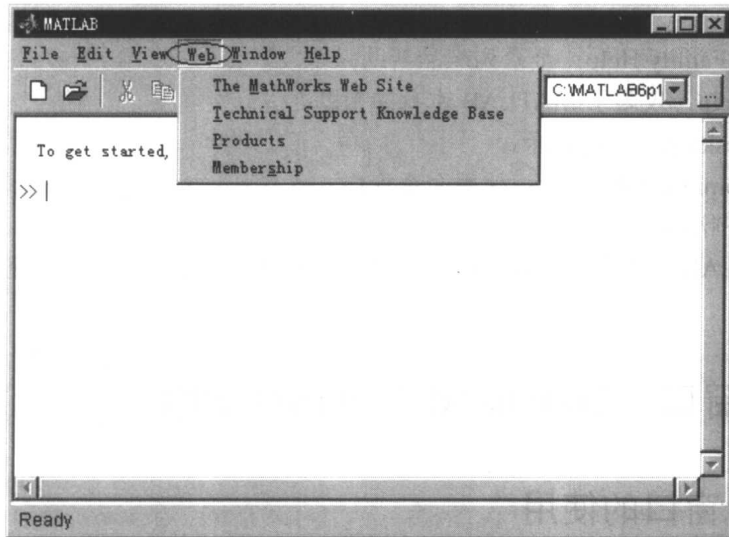


图 1-5 Web 菜单

The MathWorks Web Site: 数学工作网站。

Technical Support Knowledge Base: 技术支持网站。

Products: 相关产品网站。

Membership: 会员讨论网站。

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 1-6 所示。

MATLAB 程序设计与实例应用

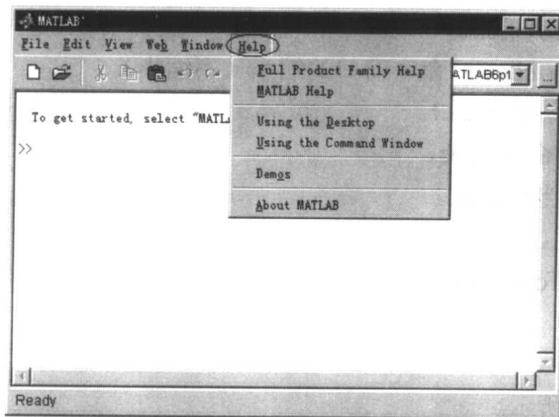


图 1-6 Help 菜单

Full Product Family Help: 全系列产品帮助。

MATLAB Help: 仅限于 MATLAB 本身的帮助。

Using the Desktop: 使用桌面。

Using the Command Window: 使用命令窗口。

Demos: 范例演示。

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等相关信息。

1-3 命令窗口 (Command Window) 的使用

1-3-1 命令窗口的使用

在 MATLAB 的命令窗口直接输入命令，再按【Enter】键则运行并显示相应的结果。

范例 1-1

请直接在 Command Window 上输入 $2*3$ ，则按下【Enter】键会有何结果？程序及运行结果如图 1-7 所示。

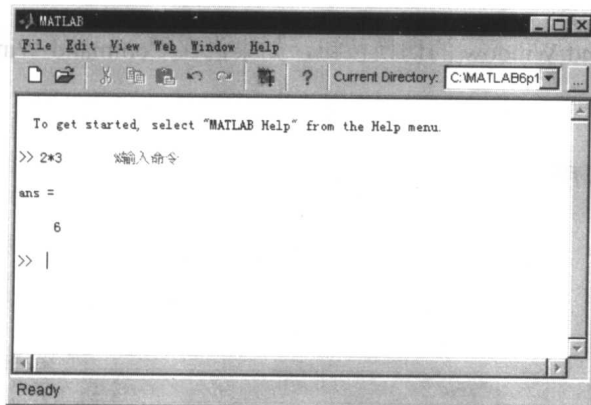


图 1-7 范例 1-1 的执行

程序说明:

1. 在程序中，“%”后的为注释行。
2. ans 是系统自动给出的，除了便于区别运算结果外，还可以做变量用。

范例 1-2

请参看下列程序及运行结果，说明为什么？

程序及运行结果如图 1-8 所示。

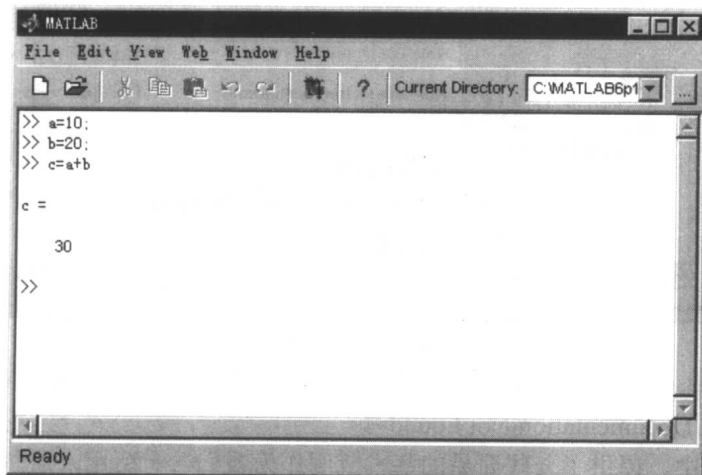


图 1-8 范例 1-2 的执行

程序说明:

1. 当不需显示结果时，可以在语句的后面直接加“;”。
2. 若我们直接指定变量，则系统不再提供 ans 的变量。

1-3-2 若干通用操作指令

MATLAB 可以通过菜单对工作窗口进行操作外，也可以通过键盘输入指令进行操作，下面列出一些通用操作指令：

- quit: 关闭 MATLAB。
- clear: 清除内存中的变量。
- cla: 清除坐标。
- clf: 清除图形。
- clc: 清除 MATLAB 命令窗口的所有显示内容。
- dir: 列出指定目录下的文件和子目录。
- cd: 改变当前工作目录。
- disp: 运行时显示变量和文字内容。
- type: 显示指定文件的内容。
- hold: 控制当前图形窗口是否被刷新。

MATLAB 程序设计 with 实例应用

1-3-3 在线帮助和演示

MATLAB 的在线帮助功能很丰富，最简单的方法就是在 Command Window 中直接输入 help 指令，例如 help return，则系统就会显示和命令函数 return 相关的帮助信息。此外，也可以选择 help 菜单的选项，寻找相应的帮助文档，如图 1-9 所示。

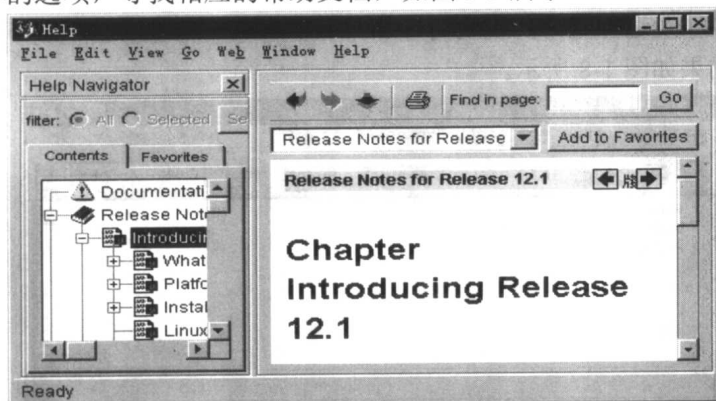


图 1-9 MATLAB HELP 窗口

注意：图 1-9 显示的 MATLAB 系统没有安装帮助文档，如果是完全安装的话，就不会显示那个黄色的警告 Documentation Not Found 了。

在 MATLAB 中，提供了一些简易的基本范例作为我们参考所用，这些范例所涵盖的范围很广，读者可以查看这些范例的演示。选择菜单 Help 的下拉菜单项 Demos，就可以打开范例索引 (Demos) 供我们学习，如图 1-10 所示。另外要想打开 Demo 索引窗口，我们还可以直接在命令窗口里输入 Demo，确认即可。

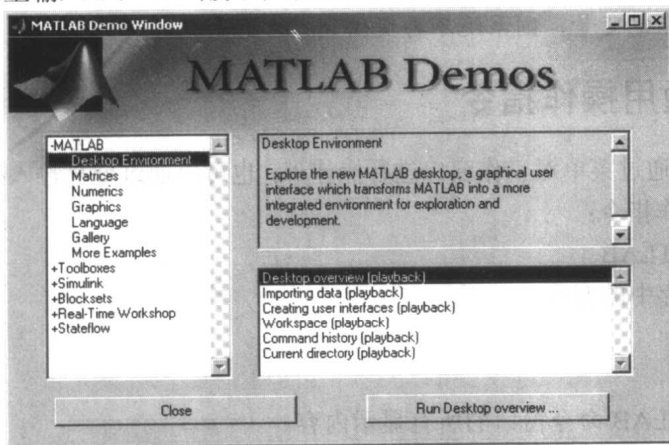


图 1-10 MATLAB Demos 范例索引窗口

1-4 程序编辑窗口

在 MATLAB 的 Command Window 窗口中不太方便进行程序编辑，因为每按下一次【Enter】键，系统就会立即执行输入的命令。我们通常在 MATLAB Editor/Debugger 窗口编辑程序，以便在写完一段程序后再执行。