

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

MATLAB 实用教程

The Practical Textbook of MATLAB

张磊 毕靖 郭莲英 编著

- 全面介绍MATLAB基础知识
- 提供典型应用实例与上机实验
- 培养仿真软件的综合应用能力



精品系列

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

MATLAB

实用教程

The Practical Textbook of MATLAB

张磊 毕靖 郭莲英 编著



精品系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

MATLAB实用教程 / 张磊, 毕靖, 郭莲英编著. —北京:
人民邮电出版社, 2008. 12
21世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-18825-0

I. M… II. ①张…②毕…③郭… III. 计算机辅助计算—
软件包, MATLAB—高等学校—教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第154636号

内 容 提 要

本书从快速入门和实用性两个方面, 对 MATLAB 7.0 进行了详细的介绍, 并列举了大量实用的例子。全书共分为 12 章, 第 1 章介绍 MATLAB 的安装及系统功能; 第 2~3 章介绍 MATLAB 基于命令窗口的应用, 讲述了 MATLAB 的基础知识和数学运算; 第 4~8 章介绍 MATLAB 基于 M 文件的应用, 讲述了 MATLAB 的编程功能、数据显示及存取功能、数值和符号计算功能、图形用户界面设计功能等; 第 9~10 章从模块化仿真的角度介绍 MATLAB 基于 Simulink 环境的应用, 讲述了 MATLAB 的包含 S 函数的 Simulink 环境基础知识和在信号处理、图像处理以及控制等领域的实际应用; 第 11 章从信息和功能交互的角度介绍 MATLAB 的外部接口, 讲述了 MATLAB 与 Word、Excel、C 语言、Java 语言等的接口; 第 12 章提供对本书内容加深理解的实验。

本书可作为电子、通信、自控等专业本科生的教材, 同时也可作为相关专业研究生及广大科研人员的参考用书。

21 世纪高等学校计算机规划教材

MATLAB 实用教程

-
- ◆ 编 著 张 磊 毕 靖 郭莲英
责任编辑 邹文波
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.5
字数: 455 千字 2008 年 12 月第 1 版
印数: 1-3 000 册 2008 年 12 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18825-0/TP

定价: 29.80 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

出版者的话

计算机应用能力已经成为社会各行业从业人员最重要的工作技能要求之一,而计算机教材质量的好坏会直接影响人才素质的培养。目前,计算机教材出版市场百花争艳,品种急剧增多,要从林林总总的教材中挑选一本适合课程设置要求、满足教学实际需要的教材,难度越来越大。

人民邮电出版社作为一家以计算机、通信、电子信息类图书与教材出版为主的科技教育类出版社,在计算机教材领域已经出版了多套计算机系列教材。在各套系列教材中涌现出了一批被广大一线授课教师选用、深受广大师生好评的优秀教材。老师们希望我社能有更多的优秀教材集中地呈现在老师和读者面前,为此我社组织了这套“21世纪高等学校计算机规划教材——精品系列”。

本套教材具有下列特点。

(1)前期调研充分,适合实际教学需要。本套教材主要面向普通本科院校的学生编写,在内容深度、系统结构、案例选择、编写方法等方面进行了深入细致的调研,目的是在教材编写之前充分了解实际教学的需要。

(2)编写目标明确,读者对象针对性强。每一本教材在编写之前都明确了该教材的读者对象和适用范围,即明确面向的读者是计算机专业、非计算机理工类专业还是文科专业的学生,尽量符合目前普通高等教育计算机课程的教学计划、教学大纲以及发展趋势。

(3)精选作者,保证质量。本套教材的作者,既有来自院校的一线授课老师,也有来自IT企业、科研机构等单位的资深技术人员。通过他们的合作使老师丰富的实际教学经验与技术人员丰富的实践工程经验相融合,为广大师生编写出适合目前教学实际需求、满足学校新时期人才培养模式的高质量教材。

(4)一纲多本,适应面宽。在本套教材中,我们根据目前教学的实际情况,做到“一纲多本”,即根据院校已学课程和后续课程的不同开设情况,为同一科目提供不同类型的教材。

(5)突出能力培养,适应人才市场要求。本套教材贴近市场对于计算机人才的能力要求,注重理论知识与实际应用的结合,注重实际操作和实践动手能力的培养,为学生快速适应企业实际需求做好准备。

(6)配套服务完善。对于每一本教材,我们在教材出版的同时,都将提供完备的PPT课件,并根据需要提供书中的源程序代码、习题答案、教学大纲等内容,部分教材还将在作者的配合下,提供疑难解答、教学交流等服务。

在本套教材的策划组织过程中,我们获得了来自清华大学、北京大学、中国人民大学、浙江大学、吉林大学、武汉大学、哈尔滨工业大学、东南大学、四川大学、上海交通大学、西安交通大学、电子科技大学、西安电子科技大学、北京邮电大学、北京林业大学等院校老师的大力支持和帮助,同时获得了来自原信息产业部电信研究院、联想、华为、中兴、同方、爱立信、摩托罗拉等企业 and 科研单位的领导或技术人员的积极配合。在此,向他们表示衷心的感谢。

我们相信,“21世纪高等学校计算机规划教材——精品系列”一定能够为我国高等院校计算机教学做出应有的贡献。同时,对于工作欠缺和不妥之处,欢迎老师和读者提出宝贵的意见和建议。

前 言

MATLAB 是 Matrix Laboratory (矩阵实验室) 的缩写, 它是一种开放型程序设计语言, 将计算、可视化、编程、仿真等功能集于一个易于使用的环境。早期版本的 MATLAB 具有强大的数值计算功能, 目前又添加了丰富多彩的图形图像处理、多媒体、符号运算以及与其他流行软件的接口功能, 同时具有功能强大、简单易学、编程效率高等特点, 是目前世界上最流行的仿真计算机软件之一, 广泛应用于各领域。由于 MATLAB 提供了强大的功能集, 如何快速入门和实现在某专业上的快速应用是 MATLAB 教学要解决的主要问题。

本书以全新的教材组织思路进行编写。首先从 MATLAB 的基本概念和主要功能入手, 然后以应用为主线, 从初级到高级, 步步深入。学习完本书, 学生就可以熟练掌握 MATLAB 的功能集。

本书可作为学习和使用 MATLAB 的电子、通信、自控等专业本科生的教材, 同时也可作为相关专业研究生及广大科研人员的参考用书。

本教材建议学时数为 56 学时, 其中课堂教学 42 学时, 上机/实验 12 学时, 随堂考试 2 学时, 具体的课时分配见下表。

课时分配表

章 数	建议学时数
1	2
2	4
3	4
4	4
5	6
6	6
7	4
8	2
9	4
10	3
11	3
12	12
考试	2
合计	56

本书的第 1 章和第 4~8 章由张磊编写, 第 2~3 章和第 12 章由毕靖编写, 第 9~11 章由郭莲英编写。全书由张磊、张宏林统稿, 成晓静审阅。在本书的编写过程中, 得到了河北工业大学电气与自动化学院和河北省控制工程技术研究中心领导和同事们的大力支持, 在此一并表示感谢。

本书在编写过程中, 尽管编者竭尽全力, 但由于水平有限和时间仓促, 书中难免存在不妥和错误之处, 敬请批评、指正。

编 者

2008 年 9 月

目 录

第 1 章 概述	1	3.1.3 矩阵分解	41
1.1 MATLAB 简介及安装	1	3.1.4 矩阵的特征值和特征向量	44
1.2 MATLAB 的目录结构	3	3.1.5 矩阵相似变换	44
1.3 MATLAB 的工作环境	3	3.1.6 非线性运算	45
1.4 MATLAB 的通用命令	6	3.2 矩阵元素运算	47
1.5 MATLAB 的帮助系统	8	3.2.1 三角函数	47
1.6 MATLAB 示例	10	3.2.2 指数和对数函数	48
习题	10	3.2.3 复数函数	49
		3.2.4 截断和求余函数	49
		3.2.5 特殊函数	50
		习题	53
第 2 章 基础知识	12	第 4 章 基本编程	54
2.1 数据类型	12	4.1 M 文件基础	55
2.2 基本矩阵操作	15	4.1.1 函数	55
2.2.1 矩阵的构造	16	4.1.2 脚本	56
2.2.2 矩阵大小的改变	18	4.1.3 子函数与私有函数	57
2.2.3 矩阵下标引用	19	4.1.4 伪代码	57
2.2.4 矩阵信息的获取	21	4.2 变量和语句	58
2.2.5 矩阵结构的改变	23	4.2.1 变量类型	58
2.2.6 稀疏矩阵	24	4.2.2 程序控制结构	59
2.3 运算符和特殊符号	27	4.3 程序调试	65
2.3.1 算数运算符	27	4.3.1 直接调试法	65
2.3.2 关系运算符	29	4.3.2 工具调试法	66
2.3.3 逻辑运算符	29	4.4 函数设计和实现	72
2.3.4 运算优先级	30	4.4.1 建立数学模型	73
2.4 字符串处理函数	31	4.4.2 编写代码	74
2.4.1 字符串的构造	31	4.4.3 运行程序	74
2.4.2 字符串的比较	32	4.4.4 良好的编程习惯	75
2.4.3 字符串的查找和替换	33	习题	75
2.4.4 字符串与数值间的转换	34		
习题	35	第 5 章 数据显示及存取	77
		5.1 二维绘图	77
第 3 章 数学运算	37	5.1.1 函数 plot()	77
3.1 矩阵运算	37	5.1.2 函数 fplot()	79
3.1.1 矩阵分析	37		
3.1.2 线性方程组	40		

5.1.3 函数 ezplot()	80	7.2 符号对象的创建和使用	150
5.2 三维绘图	81	7.2.1 创建符号对象和表达式	150
5.2.1 函数 plot3()	81	7.2.2 符号对象的基本运算	152
5.2.2 函数 mesh()	82	7.3 任意精度计算	153
5.2.3 函数 surf()	83	7.4 符号表达式的化简和替换	154
5.2.4 改进的三维绘图函数	83	7.4.1 符号表达式的化简	154
5.3 图形处理	84	7.4.2 符号表达式的替换	157
5.3.1 图形标注	84	7.5 符号矩阵计算	158
5.3.2 坐标轴的控制	88	7.6 符号微积分	160
5.3.3 图形数据取点	90	7.7 符号积分变换	163
5.3.4 子图和图形保持	91	7.8 符号方程求解	165
5.3.5 图形的打印和输出	93	7.9 可视化数学分析界面	166
5.4 图形窗口	93	习题	168
5.5 MAT 文件应用	98	第 8 章 图形用户界面 (GUI)	169
5.6 文件 I/O	99	8.1 GUI 设计向导	169
5.6.1 打开和关闭文件	99	8.1.1 GUI 概述	169
5.6.2 存取二进制文件	100	8.1.2 启动 GUIDE	170
5.6.3 存取文本文件	103	8.1.3 GUIDE 提供的控件	170
5.6.4 文件内的位置控制	106	8.1.4 界面设计工具集	171
习题	107	8.1.5 GUI 组态	173
第 6 章 数值计算	109	8.1.6 GUI 界面设计	175
6.1 多项式运算	109	8.2 编程设计 GUI	177
6.2 插值运算	115	8.3 图形用户界面设计实例	178
6.2.1 一维插值	115	习题	181
6.2.2 二维插值	117	第 9 章 Simulink 仿真	182
6.3 数据分析	118	9.1 Simulink 概述	182
6.3.1 基本数据分析函数	118	9.1.1 Simulink 的概念	183
6.3.2 协方差和相关系数矩阵	122	9.1.2 Simulink 的工作环境	183
6.3.3 有限差分 and 梯度	123	9.1.3 Simulink 的工作原理	188
6.3.4 信号滤波和卷积	124	9.1.4 Simulink 模型的特点	188
6.3.5 傅立叶变换	127	9.1.5 Simulink 里的数据类型	189
6.4 功能函数	131	9.1.6 Simulink 里的模块和模块库	191
6.5 微分方程组数值解	138	9.2 模型的创建	196
6.5.1 常微分方程组的初值问题	139	9.3 子系统及其封装	200
6.5.2 延迟微分方程的问题	144	9.3.1 创建子系统	200
6.5.3 常微分方程组的边界问题	145	9.3.2 封装子系统	201
习题	147	9.3.3 自定义模块库	203
第 7 章 符号计算	149	9.4 过零检测	204
7.1 符号计算入门	149		

9.5 代数环·····	204	11.1.1 Notebook 的使用·····	242
9.6 回调函数·····	205	11.1.2 Excel link 的使用·····	244
9.7 运行仿真·····	207	11.2 编译器·····	249
9.8 仿真结果分析·····	210	11.2.1 编译器概述·····	249
9.9 模型的调试·····	211	11.2.2 编译器的安装和配置·····	250
9.10 S 函数·····	214	11.2.3 编译器的使用·····	251
9.10.1 概念·····	214	11.3 应用程序接口·····	255
9.10.2 功能·····	215	11.3.1 创建 C 语言 MEX 文件·····	255
9.10.3 工作流程·····	215	11.3.2 Java 接口·····	257
9.10.4 书写规范·····	216	11.3.3 DDE 技术·····	258
9.10.5 应用示例·····	218	11.3.4 ActiveX 技术·····	260
9.11 实例·····	219	习题·····	262
习题·····	223	第 12 章 实验 ·····	263
第 10 章 实际应用 ·····	224	12.1 MATLAB 基本功能·····	263
10.1 信息处理领域·····	224	12.2 MATLAB 基础知识·····	263
10.1.1 工具箱介绍·····	224	12.3 MATLAB 数学运算·····	264
10.1.2 模型集介绍·····	225	12.4 MATLAB 基本编程·····	264
10.1.3 实例·····	225	12.5 MATLAB 数据显示及存取·····	265
10.2 图像处理领域·····	229	12.6 MATLAB 数值计算·····	266
10.2.1 工具箱介绍·····	231	12.7 MATLAB 符号计算·····	266
10.2.2 模型集介绍·····	231	12.8 MATLAB 图形用户界面设计·····	267
10.2.3 实例·····	232	12.9 Simulink 仿真·····	268
10.3 自动控制领域·····	235	12.10 MATLAB 实际应用·····	268
10.3.1 工具箱介绍·····	235	12.11 MATLAB 外部接口·····	269
10.3.2 实例·····	236	参考文献 ·····	270
习题·····	241		
第 11 章 外部接口 ·····	242		
11.1 与 Word/Excel 的混合使用·····	242		

第 1 章

概述

MATLAB 是 Matrix Laboratory (矩阵实验室) 的缩写, 它是以线性代数软件包 LINPACK 和特征值计算软件包 EISPACK 中的子程序为基础发展起来的一种开放型程序设计语言。MATLAB 将计算、可视化和编程等功能集于一个易于使用的环境, 具有功能强大、简单易学、编程效率高的特点, 是目前世界上最流行的仿真计算软件之一。

1.1 MATLAB 简介及安装

1. MATLAB 的发展历程

MATLAB 的产生是与数学计算紧密联系在一起。1980 年, 美国新墨西哥大学计算机科学系主任 Cleve Moler 在给学生讲授线性代数课程时, 发现学生在高级语言编程上花费很多时间, 于是着手编写供学生使用的子程序接口程序, 取名为 MATLAB, 该程序受到学生的广泛欢迎, 这就是 MATLAB 的雏形。

早期的 MATLAB 使用 Fortran 语言编写, 尽管功能十分简单, 但是作为免费软件, 还是吸引了大批使用者。1984 年, Cleve Moler 等一批数学家与软件专家组建了 MathWorks 软件开发公司, 正式推出了 MATLAB 第一个商业版本, 其核心代码用 C 语言编写。此后, MATLAB 除了原有的数值计算功能外, 又添加了丰富多彩的图形图像处理、多媒体、符号运算以及与其他流行软件的接口功能, 功能越来越强大。

1992 年, MathWorks 公司推出了具有划时代意义的 MATLAB 4.0 版; 1997 年, 推出 MATLAB 5.0 版; 2000 年推出 MATLAB 6.0 版; 2004 年推出 MATLAB 7.0 版; 2008 年推出 MATLAB 7.6 版, 该版本是目前最新的版本。

本书是基于 MATLAB 7.0 版编写的, 在后面的叙述中将省略 MATLAB 的版本号。

2. MATLAB 的特点

MATLAB 是一种应用于科学计算领域的高级语言, 其主要功能包括数值计算、符号计算、绘图、编程以及应用工具箱。其功能及特点主要体现在以下几个方面。

(1) 开发环境

- 便于操作的用户界面环境和开发环境, 使用户方便地控制多个文件和图形窗口, 并且可以按照自己的习惯来定制桌面环境, 还可以为常用的命令定义快捷键;
- 功能强大的数组编辑器和工作空间浏览器, 用户可方便地浏览、编辑和图形化变量;
- 提供的 MLint 代码分析器, 可以方便用户修改代码以取得更好的性能和可维护性;

- 强大的编辑器，用户可以选择执行 M 文件中的部分内容等。

(2) 编程

- 支持函数嵌套、有条件中断点；
- 可以用匿名函数来定义单行函数等。

(3) 数值处理

- 整数算法，方便用户处理更大的整数；
- 单精度算法、线性代数、FFT 和滤波，方便用户处理更大的单精度数据；
- Linsolve 函数，用户可以通过定义系数矩阵更快地求解线性系统；
- ODE 求解泛函数，操作隐式差分等式和求解多点式边界值问题。

(4) 图形化

● 新的绘图界面窗口，用户不必通过输入 M 函数代码而直接在绘图界面窗口中交互式地创建并编辑图形；

● 用户可以直接从图形窗口中生成 M 代码文件，使得用户可以多次重复地执行用户自定义的作图；

- 强大的图形标注和处理功能，包括对象对齐、连接注释和数据点的箭头等；
- 数据探测工具，用户可以在图形窗口中方便地查询图形上某一点的坐标值；
- 功能强大的图形句柄等。

(5) 图形用户界面

- 面板和分组按钮使得用户可以对用户界面的控件进行分组；
- 用户可以直接在 GUIDE 中访问 ActiveX 控件。

(6) 文件 I/O 和外部应用程序接口

● 文件 I/O 函数支持用户可以读大的文本文件，并且可以向 Excel 和 HDF5 文件中写入内容；

● 支持压缩格式的 MAT 文件，使得用户可以使用较少的磁盘空间保存大量的数据，而且速度更快；

- 可以使用 Javaaddpath 函数来动态添加、删除或重载 Java 类，而不必重启 MATLAB；
- 支持 COM 用户接口、服务器事件和 Visual Basic 脚本；
- 可以基于简单的对象访问协议（SOAP）来访问网页服务器；
- 提供 FTP 对象用于连接 FTP 服务器，实现对异地文件的处理；
- 支持 Unicode 国际字符集标准，使得 MAT 文件中的字符数据可以在不同语言之间共享。

3. MATLAB 的安装

MATLAB 提供给用户的功能越来越强大，涉及的应用领域也日益广泛，同时对硬件的要求也逐渐提高。

无论在单机还是网络环境，MATLAB 都可发挥其卓越的性能。若单纯地使用 MATLAB 语言进行编程，而不必连接外部语言的程序，则用 MATLAB 语言编写出来的程序可以不做任何修改直接移植到其他机型上去使用。MATLAB 对 PC 系统的要求如表 1-1 所示。

表 1-1

MATLAB 对 PC 系统的要求

操作平台	Windows 2000 (NT 4.0 或 XP)、Linux、Sun Solaris、HPUX、Mac OS 等
处理器	Pentium III、4、Xeon、Pentium M、AMD Athlon、Athlon XP、Athlon MP
存储空间	345 MB (仅包括帮助系统的 MATLAB)

续表

内存	256 MB (最小), 512 MB (推荐)
显卡	16-bit、24-bit 或 32-bit 兼容 OpenGL 的图形适配卡 (强烈推荐)
软件	为了运行 MATLAB Notebook、Excel Link 等还必须安装 Office 2000 或 Office XP
编译器	为了创建自己的 MEX 文件, 则至少需要下列产品之一: DEC Visual Fortran 5.0、Microsoft Visual C/C++ 4.2 或 5.0、Borland C/C++ 5.0 或 5.02、Watcom 10.6 或 11 等

1.2 MATLAB 的目录结构

安装 MATLAB 后, 在安装目录下将包含如表 1-2 所示的文件夹。

表 1-2 MATLAB 的目录结构

文件夹	描述
\BIN\WIN32	MATLAB 系统中可执行的相关文件
\DEMOS	MATLAB 示例程序
\EXTERN	创建 MATLAB 的外部程序接口的工具
\HELP	MATLAB 帮助系统
\JA	MATLAB 国际化文件
\JAVA	MATLAB 的 Java 支持程序
\NOTEBOOK	Notebook 可实现 MATLAB 与 Word 环境间的信息交互
\SYS	MATLAB 所需要的工具和操作系统库
\TOOLBOX	MATLAB 的各种工具箱
\UNINSTALL	MATLAB 的卸载程序
\WORK	MATLAB 默认当前目录
\RTW	MATLAB 的 Real-Time Workshop 软件包
\SIMULINK	Simulink 软件包, 用于动态系统的建模、仿真和分析
\STATEFLOW	Stateflow 软件包, 用于状态机设计的功能强大的图形化开发和设计工具
License.txt	MATLAB 软件许可协议

1.3 MATLAB 的工作环境

本节介绍 MATLAB 的工作界面和基本的操作方法。MATLAB 的工作界面主要由菜单、工具栏、命令窗口、历史命令窗口、当前工作目录窗口和工作空间窗口组成, 如图 1-1 所示。

1. 菜单和工具栏

MATLAB 的菜单和工具栏界面与 Windows 程序的界面类似, 用户只要稍加实践就可掌握其功能和使用方法。菜单的内容会随着在命令窗口中执行不同命令而作出相应改变。这里只简单介绍默认情况下的菜单和工具栏。

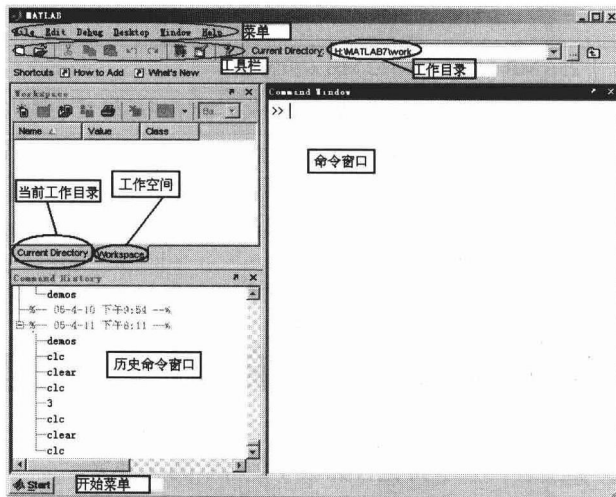


图 1-1 MATLAB 工作环境

【File】菜单主要用于对文件的处理。

- Import Data: 用于向工作空间导入数据。
- Save Workspace As: 将工作空间的变量存储在某一文件中。
- Set path: 打开搜索路径设置对话框。
- Preferences: 打开环境设置对话框。

【Edit】菜单主要用于复制、粘贴等操作，与一般 Windows 程序的类似，在此不作详细介绍。

【Debug】菜单用于调试程序。

【Desktop】菜单用于设置主窗口中需要打开的窗口。

【Window】菜单列出当前所有打开的窗口。

【Help】菜单用于选择打开不同的帮助系统。

当用户单击“Current Directory”窗口时，使得该窗口成为活动窗口，同时增加一个如图 1-2 所示的菜单【View】，用于设置如何显示当前目录下的文件。

当用户单击“Workspace”窗口时，使得该窗口成为活动窗口，同时增加如图 1-3 所示的菜单【View】和【Graphics】。菜单【View】用于设置如何在工作空间窗口中显示变量，菜单【Graphics】用于打开绘图的工具，用户可以使用这些工具来绘制变量。

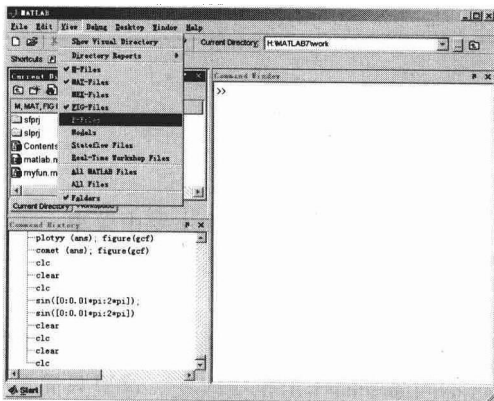


图 1-2 View 菜单

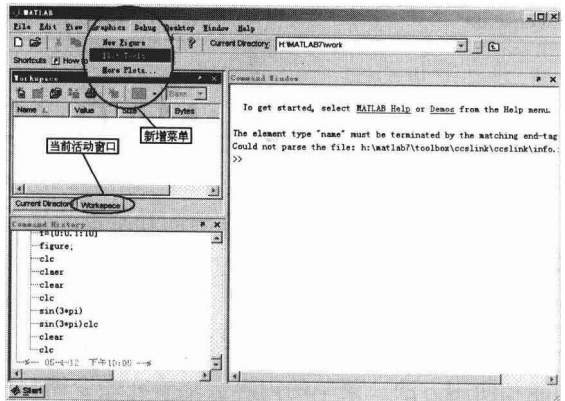


图 1-3 Graphics 菜单

2. 命令窗口

命令窗口是 MATLAB 的主要交互窗口，用于输入命令并显示除图形以外的所有执行结果。MATLAB 命令窗口中的“>>”为运算提示符，表示 MATLAB 处于准备状态。当在提示符后输入一段程序或一段运算式后按【Enter】键，MATLAB 会给出计算结果，并再次进入准备状态（所得结果将被保存在工作空间窗口中）。单击命令窗口右上角的“■”按钮，可以使命令窗口脱离主窗口而成为一个独立的窗口，如图 1-4 所示。

3. 历史命令窗口

该窗口主要用于记录所有执行过的命令，在默认设置下，该窗口会保留自安装后所有使用过命令的历史记录，并标明使用时间。同时，用户可以通过用鼠标双击某一历史命令来重新执行该命令。与命令窗口类似，该窗口也可以成为一个独立的窗口。

选中该窗口，然后单击鼠标右键，弹出如图 1-5 所示的上下文菜单。通过上下文菜单，用户可删除或粘贴历史记录；也可为选中的表达式或命令创建一个 M 文件；还可为表达式或命令创建快捷按钮。

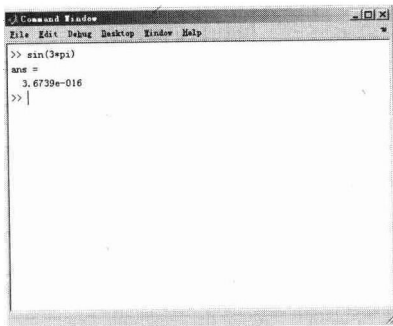


图 1-4 独立的命令窗口

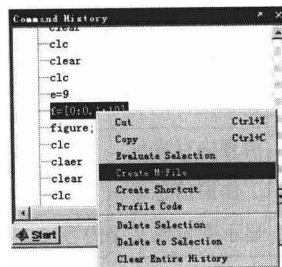


图 1-5 历史命令窗口的上下文菜单

4. 当前工作目录窗口

当前工作目录是指 MATLAB 运行文件时的目录。只有在当前工作目录或搜索路径下的文件、函数可以被运行或调用。在窗口中可显示或改变当前工作目录，还可以显示当前工作目录下的文件。与命令窗口类似，该窗口也可以成为一个独立的窗口，如图 1-6 所示。

5. 工作空间窗口

在工作空间窗口中将显示目前内存中所有的 MATLAB 变量的变量名、数据结构、字节数以及类型等信息，如图 1-7 所示。

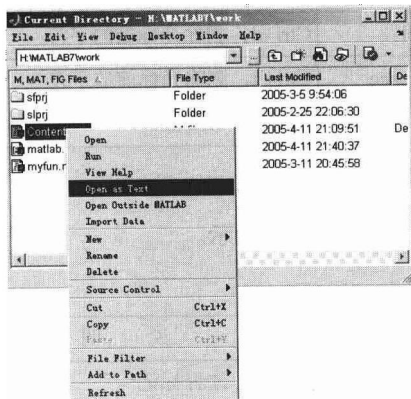


图 1-6 当前工作目录窗口

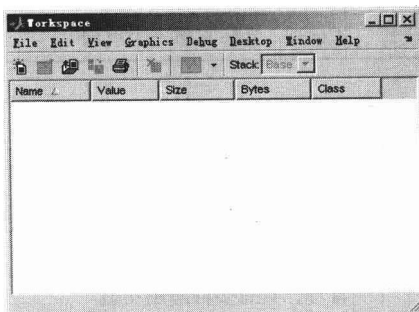


图 1-7 工作空间窗口

1.4 MATLAB 的通用命令

通用命令是 MATLAB 中经常使用的一组命令，这些命令可以用来管理目录、函数、变量、工作空间、文件和窗口等。下面对这些命令进行介绍。

1. 常用命令

常用命令的功能如表 1-3 所示。

表 1-3 常用命令

命令	说明	命令	说明
cd	显示或改变当前工作目录	load	加载指定文件的变量
dir	显示当前目录或指定目录下的文件	diary	日志文件命令
clc	清除工作窗中的所有显示内容	!	调用 DOS 命令
home	将光标移至命令窗口的最左上角	exit	退出 MATLAB
clf	清除图形窗口	quit	退出 MATLAB
type	显示文件内容	pack	收集内存碎片
clear	清理内存变量	hold	图形保持开关
echo	工作窗信息显示开关	path	显示搜索目录
disp	显示变量或文字内容	save	保存内存变量到指定文件

2. 输入内容的编辑

在命令窗口中，为了便于对输入的内容进行编辑，MATLAB 提供了控制光标位置和进行简单编辑的键盘按键，部分常用的键盘按键及其功能如表 1-4 所示。

表 1-4 命令行中的键盘按键及功能

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

3. 标点

在 MATLAB 中，一些标点符号被赋予了特殊的功能，如表 1-5 所示。

表 1-5 标点的特殊功能

标点	说明	标点	说明
:	冒号，具有多种应用功能	%	百分号，注释标记
;	分号，区分行及取消运行结果显示	!	惊叹号，调用操作系统运算

续表

标 点	说 明	标 点	说 明
,	逗号, 区分列及函数参数分隔符	=	等号, 赋值标记
()	括号, 指定运算的优先级	'	单引号, 字符串的标示符
[]	方括号, 定义矩阵	.	小数点及对对象域访问
{ }	大括号, 构造单元数组	...	续行符号

4. 搜索路径与扩展

当 MATLAB 对函数等进行搜索时, 都是在当前工作目录和搜索路径下进行的。如果用户调用的函数除此之外, MATLAB 则认为此函数并不存在。一般情况下, MATLAB 系统函数(包括工具箱函数)都在系统默认搜索路径之中, 但是用户自己书写的函数有可能并没有保存在搜索路径下。要解决这个问题, 只需把程序所在的目录扩展成 MATLAB 的搜索路径即可。

(1) 查看 MATLAB 的搜索路径

可以通过菜单命令或 `path`、`genpath` 命令函数来查看搜索路径。

选择 MATLAB 主窗口中的【File】|【Set Path】菜单, 进入【设置搜索路径】对话框, 如图 1-8 所示。通过该对话框可为 MATLAB 添加或删除搜索路径。

在命令窗口中输入 `path` 或 `genpath` 可得到 MATLAB 的所有搜索路径, 具体代码如下:

```
path
```

运行结果如下:

```
MATLABPATH
```

```
E:\MATLAB
H:\MATLAB7\toolbox\MATLAB\general
H:\MATLAB7\toolbox\MATLAB\ops
H:\MATLAB7\toolbox\MATLAB\lang
...
H:\MATLAB7\work
```

(2) 设置 MATLAB 的搜索路径

方法一: 在 MATLAB 命令窗口中输入 `editpath` 或 `pathtool` 命令或通过【File】|【Set Path】菜单, 进入如图 1-8 所示的“设置搜索路径”对话框, 然后通过该对话框可以编辑搜索路径。

方法二: 在命令窗口执行“`path(path, 'D:\Study')`”, 然后通过图 1-8 所示的“设置搜索路径”对话框查看“D:\Study”是否在搜索路径中。需要注意的是, 该目录必须已存在。

方法三: 在命令窗口执行“`addpath D:\Study -end`”, 将新的目录加到整个搜索路径的末尾。如果将 `end` 改为 `begin`, 可以将新的目录加到整个搜索路径的开始。同样的, 该目录也必须是已存在的。

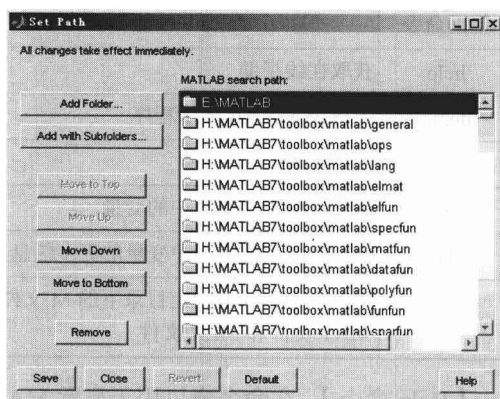


图 1-8 “设置搜索路径”对话框

1.5 MATLAB 的帮助系统

MATLAB 为用户提供了非常完善的帮助系统，例如，MATLAB 在线帮助、帮助窗口、帮助提示、HTML 格式的帮助、pdf 格式的帮助文件以及 MATLAB 的示例和演示等。通过使用 MATLAB 帮助菜单或在命令窗口中输入帮助命令，可以很容易地获得 MATLAB 的帮助信息。下面分别介绍 MATLAB 的三类帮助系统。

1. 命令窗口查询帮助系统

常见的帮助命令如表 1-6 所示。

表 1-6 常见 MATLAB 帮助命令

帮助命令	功 能	帮助命令	功 能
help	获取在线帮助	which	显示指定函数或文件的路径
demo	运行 MATLAB 演示程序	lookfor	按照指定的关键字查找所有相关的 M 文件
tour	运行 MATLAB 教程	exist	检查指定变量或文件的存在性
who	列出当前工作空间中的变量	helpwin	运行帮助窗口
whos	列出当前工作空间中变量的更多信息	helpdesk	运行 HTML 格式帮助面板 Help Desk
what	列出当前目录或指定目录下的 M 文件、MAT 文件和 MEX 文件	doc	在网络浏览器中显示指定内容的 HTML 格式帮助文件，或启动 helpdesk

【Help 命令】：在命令窗口用于显示 MATLAB 函数的帮助，其调用格式如下：

```

Help                                //在命令窗口列出所有主要的基本帮助主题
help /                              //列出所有运算符和特殊字符
help functionname                   //在命令窗口列出 functionname M 文件的描述及语法
help toolboxname                    //在命令窗口列出 toolboxname 文件夹中的内容
help toolboxname/functionname
help classname.methodname           //显示某一类的函数帮助
help classname
help syntax
t = help('topic')
```

例 1.1 查询函数 add()的帮助，具体代码如下：

```
help add
```

运行结果如下：

```

--- help for hgbin/add.m ---
HGGIN/ADD Add method for hgbin object
This file is an internal helper function for plot annotation.
There is more than one add available. See also
  help ccshelp/add.m
  help iviconfigurationstore/add.m
  help cgrules/add.m
  help des_constraints/add.m
  help xregcardlayout/add.m
```



```
help xregcontainer/add.m
help xregmulti/add.m
help cgddnode/add.m
```

Reference page in Help browser
doc add

【lookfor 命令】 按照指定的关键字查找所有相关的函数或文件，其调用格式如下：

```
lookfor topic
lookfor topic -all
```

例 1.2 查询与关键词 `inverse` 相关的函数或文件，具体代码如下：

```
lookfor inverse
```

运行结果如下：

```
INVHILB Inverse Hilbert matrix.
IPERMUTE Inverse permute array dimensions.
ACOS Inverse cosine.
ACOSD Inverse cosine, result in degrees.
...
ADDINVG Add the inverse Gaussian distribution.
STDRINV Compute inverse c.d.f. for Studentized Range statistic
```

2. 联机帮助系统

用户可以通过下述方法进入 MATLAB 的联机帮助系统。

- 直接单击 MATLAB 主窗口中的“?”按钮；
- 选中 Help 菜单的前 4 项中的任意一项；
- 在命令窗口中执行 `helpwin`、`helpdesk` 或 `doc`。

联机帮助系统界面的菜单项与大多数 Windows 程序界面的菜单含义和用法类似，熟悉 Windows 的用户可以很容易地掌握，在此不做详细介绍。帮助向导页面包含 4 个页面，分别是帮助主题（Contents）、帮助索引（Index）、查询帮助（Search）以及演示帮助（Demos）。若知道查询内容的关键字，一般可选择 Index 或 Search 模式来查询；若只知道查询内容所属的主题，一般可选择 Contents 或 Demos 模式来查询。

3. 联机演示系统

通过联机演示系统，用户可以直观、快速地学习 MATLAB 的使用方法。可以通过以下方式打开联机演示系统。

- 选择 MATLAB 主窗口菜单的【Help】|【Demos】选项；
- 在命令窗口输入 `demos`；
- 直接在帮助页面上选择 Demos 页。

例 1.3 运行“Discrete Fourier Transform”演示程序，具体步骤如下：

- 在 MATLAB 命令窗口中执行“`demos`”命令，弹出联机演示系统界面；
- 在 Demos 页面中选择【Signal Processing】工具箱中的【Discrete Fourier Transform】选项（如图 1-9 所示）；

• 用鼠标单击页面右上角带下划线的文字“Run this demo”，打开如图 1-10 所示的示例界面窗口。在该窗口中可以选择不同的信号，窗口中就会自动显示该信号的离散傅立叶变换。