

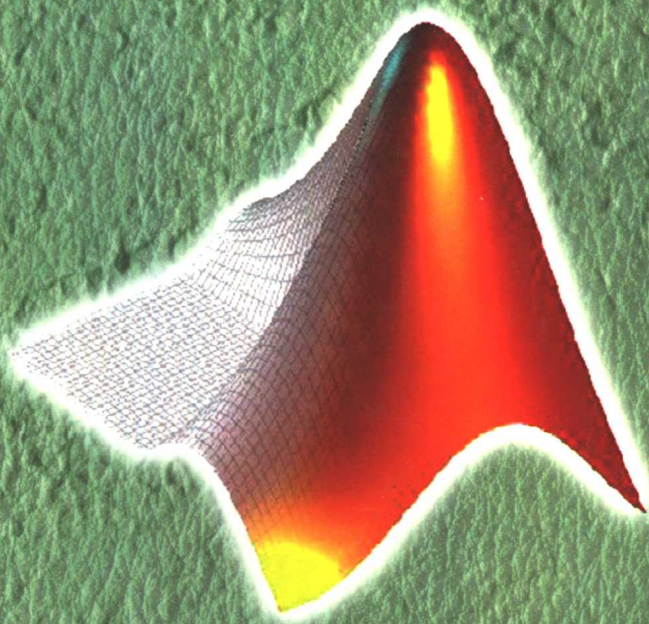
MATLAB

Daxue Shuxue Shiyan

大学数学实验

—— MATLAB 应用篇

薛长虹 于凯 © 编著



西南交通大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学数学实验. MATLAB 应用篇 / 薛长虹, 于凯编著.
成都: 西南交通大学出版社, 2003.10
ISBN 7-81057-786-7

I. 大... II. ①薛...②于... III. 高等数学 - 计算机辅助计算 - 软件包, MATLAB - 高等学校 - 教材
IV. ①013 - 33②0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 086924 号

大学数学实验
——MATLAB 应用篇

薛长虹 于 凯 编著

*

责任编辑 张宝华

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 11.125

字数: 262 千字 印数: 1—5000 册

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-81057-786-7/O · 054

定价: 16.00 元



大学数学实验是大学数学教学改革的内容。该课程的开设使得学生会使用计算机中的数学软件去做计算和研究工作，而不再是花大量的时间去钻研计算技巧。掌握运用数学软件进行计算、编程、设计，已是一个大学生必备的技能。

本书结合大学数学课程内容，以美国研制的数学软件 MATLAB 为计算工具，对如何运用该工具做微积分、空间解析几何、线性代数、概率统计等各种数学计算及绘图进行了详细的说明。并配有大量的例题和实验题目。

完成本书内容的学习大约需 30~50 学时。1/4 学时的多媒体教学，1/6 学时的上机实验。本书分为这样几个部分：软件入门与编程篇、空间解析几何实验篇、线性代数实验篇、一元微积分实验篇、多元微积分实验篇、概率统计实验篇、数学模型实验篇、几何与代数实验课题篇、微积分实验课题篇、概率统计实验课题篇、数学模型实验课题篇。本书所介绍的数学实验内容可与大学数学课程同步开设。由于有详尽的方法介绍和例题演示及上机实验题，本书也适合大学生自学。

本书已经过多届大学生的使用，在教学中不断改进、补充，随着 MATLAB 软件的升级，功能越来越强大，部分函数名称及使用方法也有所改变，故本次修订出版较原稿有较大的改动。另需注意的是：常用函数的反函数前缀只加“a”，如 $\text{acos}(\)$ 表示反余弦函数， $\text{acosh}(\)$ 表示反双曲余弦函数。本书中程序部分用小号字体表示，语句后%是对程序语句的注释。另外配套的数学实验讲座也随着教学实践会不断更新，仍放在我的主页《长虹雪苑》中的长虹数学实验室网页中，目前网页地址为：<http://jwc.cuit.edu.cn/Yg/chxue/>。希望各位读者在阅读本书的过程中，对书中的内容有疑问或发现有错误时，能通过 E-mail 或网页上留言与我联系，以便及时修正。E-mail 地址是：chxue@cuit.edu.cn或chxue180@sina.com

作 者

2003 年 10 月 4 日

目 录

第 1 章 MATLAB 认识与编程

1.1	MATLAB 简介	1
1.2	MATLAB 的发展史	1
1.3	MATLAB 的主要功能和特性	2
1.4	MATLAB 主包和工具箱	2
1.5	MATLAB 的安装与启动	4
1.6	MATLAB 入门	5
1.7	工作空间命令行的编辑与运行	10
1.8	工作空间命令行的热键操作	11
1.9	常量与变量及常用函数	11
1.10	注释和标点	12
1.11	编程及运行方法	13
1.12	条件语句	13
1.13	循环语句	15
1.14	关系与逻辑运算	16

第 2 章 空间解析几何实验

2.1	空间直角坐标系	19
2.2	向量分析	20
2.3	图形绘制的基本知识	23
2.4	平面曲线的图形绘制	25
2.5	多元函数绘图	30
2.6	统计图形绘制	33
2.7	图像处理	36
2.8	动态图形	37

第 3 章 线性代数实验

3.1	矩阵的创建	38
3.2	行列式的计算与矩阵的操作	41
3.3	多项式	45
3.4	矩阵的运算	46
3.5	向量组的相关性	47
3.6	求解线性方程组	47
3.7	矩阵的特征值与特征向量	49

3.8	二次型化标准形	50
第4章 一元微积分实验		
4.1	符号运算	52
4.2	求解代数方程	59
4.3	函数的极限与连续性	61
4.4	求导数与微分	62
4.5	泰勒展开	64
4.6	求一元函数的极小值	65
4.7	一元函数积分	67
第5章 多元微积分实验		
5.1	多元函数定义	71
5.2	多元函数偏导数及高阶偏导数	71
5.3	多元函数的全微分	72
5.4	多元函数的极值	73
5.5	重积分	74
5.6	曲线积分	75
5.7	曲面积分	78
5.8	无穷级数	81
5.9	微分方程	86
5.10	函数计算器	88
第6章 概率统计实验		
6.1	古典概型	90
6.2	随机数的产生	92
6.3	随机变量与概率分布密度	93
6.4	随机变量与概率分布函数	96
6.5	随机变量的数字特征	98
6.6	二维随机向量及其分布函数	100
6.7	统计中的样本数字特征	101
6.8	参数估计	105
6.9	假设检验	106
6.10	方差分析与回归分析	111
第7章 数学模型实验		
7.1	线性规划模型	119
7.2	非线性规划模型	126
7.3	二次规划模型	132
7.4	多目标规划模型	133
7.5	最大最小化模型	137
7.6	曲线拟合	140

7.7 插值问题	146
第 8 章 几何与代数实验课题	
8.1 空间解析几何基础实验	151
8.2 空间解析几何应用实验	152
8.3 线性代数基础实验 (一)	153
8.4 线性代数基础实验 (二)	154
8.5 线性代数应用实验	155
第 9 章 微积分实验课题	
9.1 一元微积分基础实验 (一)	158
9.2 一元微积分基础实验 (二)	158
9.3 一元微积分应用实验	159
9.4 多元微积分基础实验 (一)	160
9.5 多元微积分基础实验 (二)	161
9.6 多元微积分应用实验	162
第 10 章 概率统计实验课题	
10.1 概率统计基础实验 (一)	164
10.2 概率统计基础实验 (二)	164
10.3 概率统计应用实验	165
第 11 章 数学建模实验课题	
11.1 交通流量问题	166
11.2 线性规划模型	166
11.3 非线性规划模型	167
11.4 多目标规划模型	167
11.5 最大最小化模型	167
11.6 插值与拟合问题	168
参考文献	169

第1章 MATLAB 认识与编程

1.1 MATLAB 简介

随着计算机技术的日新月异以及科学技术的发展,应用、掌握数学软件与我们的日常工作和科研工作越来越密切地联系在一起.在科学研究和工程应用的过程中,往往需要进行大量的数值计算、符号解析运算和图形及文字处理,传统的纸笔和计算器已经不能满足工作的要求.而用计算机语言编程有一定的学习难度,且调试程序费时较多.于是由专业人士用计算机语言编制好的数学软件便应运而生.Mathworks 公司推出了数学软件 MATLAB 就是适用于科学和工程计算的数学软件系统,它可以针对各类问题给出高效的算法.MATLAB 有着功能强大、范围广泛的基本运算体系,而且易学易用.因此受到越来越多的大学生和科技工作者的欢迎.

MATLAB 由主包和功能各异的工具箱组成,其基本数据结构是矩阵.MATLAB 具有非常强大的计算功能,已成为世界上应用最广泛的工程计算应用软件之一.

1.2 MATLAB 的发展史

MATLAB 的产生是与数学计算紧密联系在一起的.20 世纪 70 年代中期,美国的 Moler 教授及其同事在美国国家基金会的资助下,开发了线性代数的 Fortran 子程序库.不久,他在给学生开线性代数课时,为了让学生能使用子程序库又不至于在编程上花费过多的时间,便为学生编写了使用子程序的接口程序.他将这个接口程序取名为 MATLAB,意为“矩阵实验室”.

20 世纪 80 年代初,他们又采用 C 语言编写了 MATLAB 的核心,成立了 Mathworks 公司并将 MATLAB 正式推向市场.自 1984 年出版了第一个商业化的 DOS 版本以来,1992 年又推出了具有划时代意义的 4.0 版.逐步拓展其数值计算、符号运算、文字处理、图形功能.1997 年推出的 5.0 版允许了更多的数据结构.1999 年推出的 5.3 版在很多方面进一步改进了其语言功能.2000 年又推出了全新的 6.0 版,在数值计算、专业计算工具箱、界面设计以及外部接口等方面有了极大地改进.目前此软件仍在不断地进行研究,根据科研的需要不断地增加各种功能,使其应用领域越加广阔.

目前 MATLAB 已成为国际公认的最优秀的数学应用软件之一.

1.3 MATLAB 的主要功能和特性

1. 主要功能

(1) 数值计算功能

MATLAB 有超过 500 种以上的数学及各专业领域的函数，且形式简单自然，使用户大大提高了编程效率。

(2) 符号计算功能

该软件引入了加拿大滑铁卢大学开发的 Maple 数学软件的符号运算内核，可直接推导字符型函数理论公式，如用不定积分求原函数、微分方程的解析解等等。

(3) 数据分析和可视化功能

该软件不仅可做各种统计数据分析，还可形成各类统计图，并且可以绘制工程特性较强的特殊图形，如玫瑰花图、三维等值线图、流沙图、切片图等，还可以生成快照图和进行动画制作。

(4) 文字处理功能

MATLAB Notebook 为文字处理、科学计算、工程设计营造了一个和谐统一的工作环境。用其编写的软件文稿，其文稿中的程序命令都可被激活，直接运行将结果呈现在文稿中。

(5) 可扩展功能

用户可自己编写 M 文件，组成自己的工具箱，以构成解决专业计算的模块。

2. 主要特点

(1) 功能强大

MATLAB 含有 40 多个应用于不同领域的工具箱。

(2) 界面友好

MATLAB 指令表达方式与习惯上的数学表达式非常接近且简短易记，编程效率高。

(3) 扩展性强

用户可自由地开发自己的应用程序。

(4) 帮助完善

有专门的例子演示系统 demo，有 helpwin、helpdesk 等联机帮助。

1.4 MATLAB 主包和工具箱

MATLAB 由主包和各种工具箱组成：主包是核心，工具箱是扩展的有专门功能的函数。

1. 核心主包

- | | |
|-------------|--------------|
| ① DATAFUN | 数据分析和傅立叶变换函数 |
| ② DATATYPES | 数据类型和结构 |

③ DEMOS	例子
④ ELFUN	基本的数学函数
⑤ ELMAT	基本矩阵和矩阵操作函数
⑥ FUNFUN	功能函数
⑦ GENERAL	通用命令
⑧ GRAPH2D	绘制二维图形的函数
⑨ GRAPH3D	绘制三维图形的函数
⑩ GRAPHICS	通用绘图命令
⑪ IOFUN	低级文件 I/O 函数
⑫ LANG	语言结构设计和调试函数
⑬ MATFUN	矩阵函数——数值线性代数
⑭ OPS	运算符和特殊符号
⑮ POLYFUN	多项式和插值函数
⑯ SPARFUN	稀疏矩阵函数
⑰ SPECFUN	特殊数学函数
⑱ SPECGRAPH	特殊图形函数
⑲ STRFUN	字符串函数
⑳ TIMEFUN	时间、日期和日历函数
㉑ UETOOLS	GUI 设计工具
㉒ WINFUN	Windows 操作系统接口函数

2. 主要工具箱

① SYMBOLIC	数学符号工具箱
② SIMULINK	仿真工具箱
③ CONTROL	控制系统工具箱
④ WAUELET	小波工具箱
⑤ FUZZY	模糊逻辑工具箱
⑥ NNET	神经网络工具箱
⑦ COMM	通信工具箱
⑧ LMI	线性矩阵不等式工具箱
⑨ IMAGES	图像处理工具箱
⑩ OPTIM	最优化工具箱
⑪ PDE	偏微分方程工具箱
⑫ FINANCE	财政金融工具箱
⑬ MPC	模型预测控制工具箱
⑭ SPLINES	样条工具箱
⑮ STATS	统计工具箱
⑯ DATABASE	数据库工具箱
⑰ SIGNAL	信号处理工具箱

⑮ DAQ	数据采集工具箱
⑯ DIALS	计量仪表模块集
⑰ RQTGEN	MATLAB 报告发生器
⑱ RPTGENEXT	Simulink 报告发生器
⑳ POWERSYS	动力系统模块集
㉑ COMPILER	MATLAB 编译器
㉒ NAG	数值和统计工具箱
㉓ MAP	地图绘制工具箱
㉔ QRT	控制系统设计工具箱
㉕ FIXPOINT	固定点模块集
㉖ DSPBLKS	数字信号处理模块集
㉗ FDIDENT	频域识别工具箱
㉘ HOSA	高阶谱分析工具箱
㉙ NCD	非线性控制系统设计模块集
㉚ MUTOOLS	μ 分析与综合工具箱
㉛ ROBUST	鲁棒控制工具箱
㉜ IDENT	系统识别工具箱
㉝ RTW	Real-Time Workshop 工具箱
㉞ SB2SL	Systembuild 到 Simulink 的转换器
㉟ TOUR	MATLAB 漫游
㊱ STATEFLOW	Stateflow 工具箱
㊲ LOCAL	用于局部环境设置的 M 文件

1.5 MATLAB 的安装与启动

1. 安装 MATLAB 对系统的要求

- ① Windows 操作系统.
- ② 4 倍速以上光驱.
- ③ 奔腾以上处理器.
- ④ 8 位以上显卡.
- ⑤ 16 MB 以上内存.

2. MATLAB 的安装

将 MATLAB 光盘放入光驱, 在 MATLAB 目录下直接运行“Setup.exe”程序, 根据安装对话框提示进行安装.

1.6 MATLAB 入门

1. 如何进入 MATLAB 软件

在 Win 桌面上双击 Matlab 图标，进入开机画面(如图 1.1).

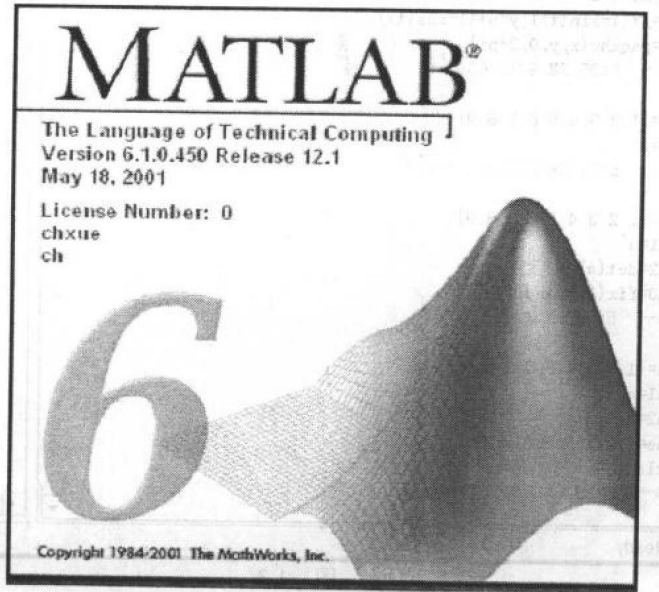


图 1.1

2. MATLAB 中的窗口

(1) 工作空间窗口(如图 1.2).

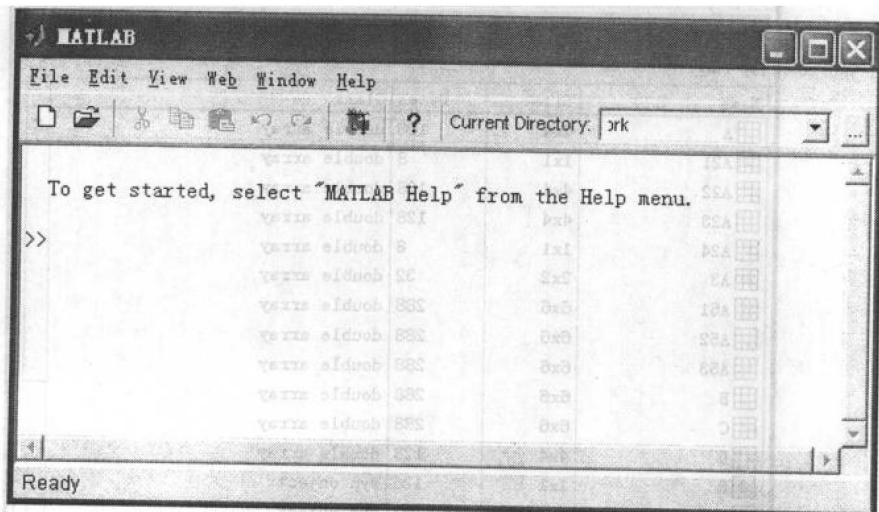


图 1.2

(2) 命令历史窗口(如图 1.3).

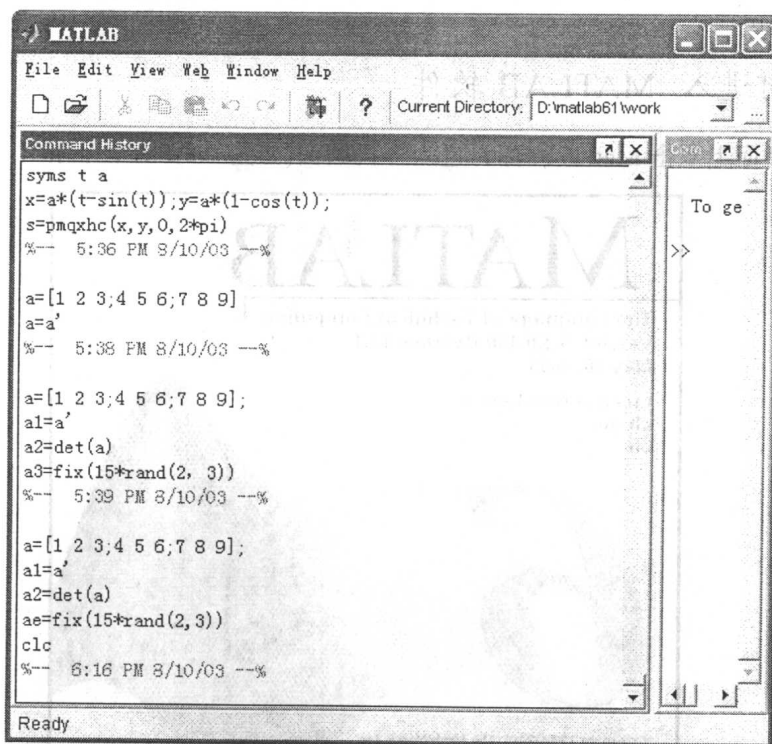


图 1.3

(3) 变量信息窗口(如图 1.4).

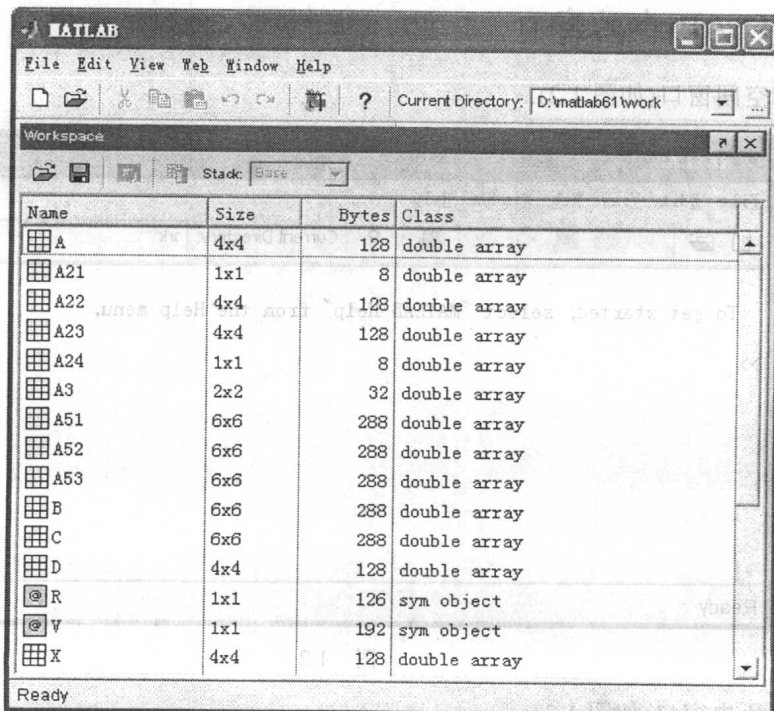


图 1.4

(4) 当前目录窗口(如图 1.5).

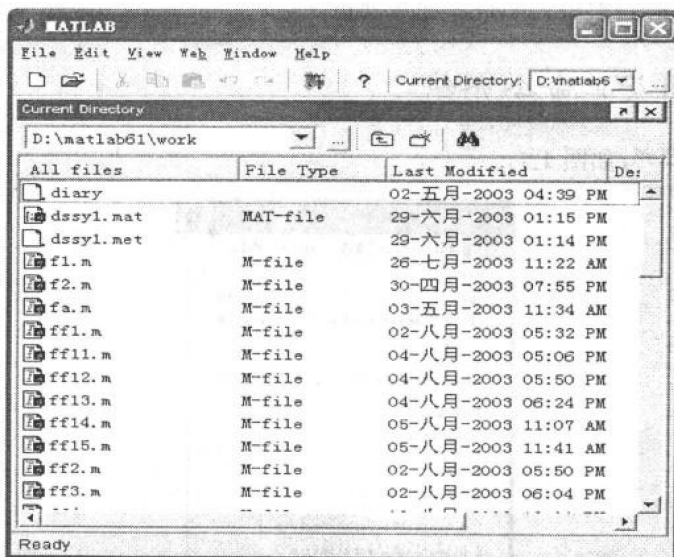


图 1.5

3. MATLAB 工作空间介绍

在如下命令窗口可直接输入运算程序进行运算(如图 1.6).

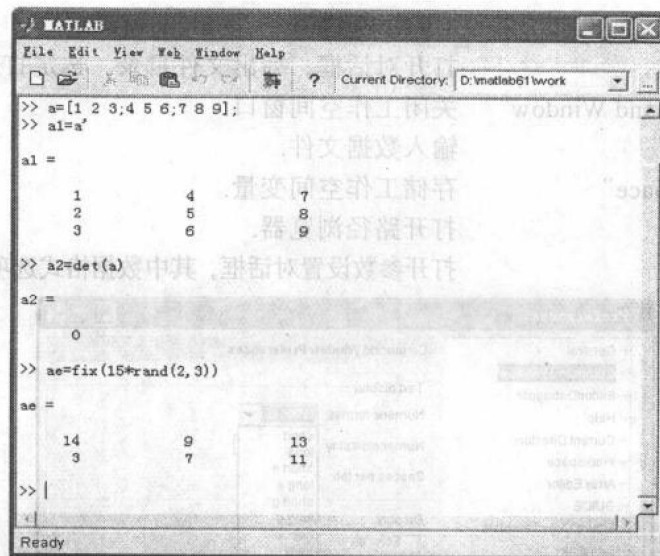


图 1.6

例 1 输入一个矩阵 a , 做 $a1$ 为 a 的转置, $a2$ 为 a 的行列式, ae 为随机生成的矩阵. 程序如下:

```

a=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9];
a1=a'
a2=det(a)
ae=fix(15*rand(2, 3))
  
```

当语句后面没有分号时，回车便直接显示运行结果。当语句后面加了分号时，不显示所生成的变量。要显示时只需键入变量名回车即可。

2. 工作空间菜单命令介绍

(1) File(文件)菜单(如图 1.7).

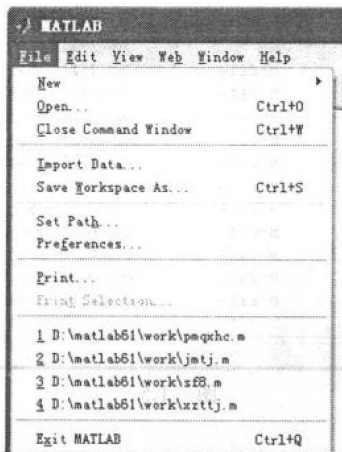


图 1.7

① “New”

M-file 新建一个 M 文件，打开 M 文件编辑器。

Figure 新建一个图形窗口。

Model 新建一个 simulink 窗口。

② “Open”

打开对话框，列出文件目录，选定打开。

③ “Close Command Window”

关闭工作空间窗口。

④ “Import Data”

输入数据文件。

⑤ “Save Workspace”

存储工作空间变量。

⑥ “Set Path”

打开路径浏览器。

⑦ “Preferences”

打开参数设置对话框，其中数据格式选项说明如图 1.8 所示。

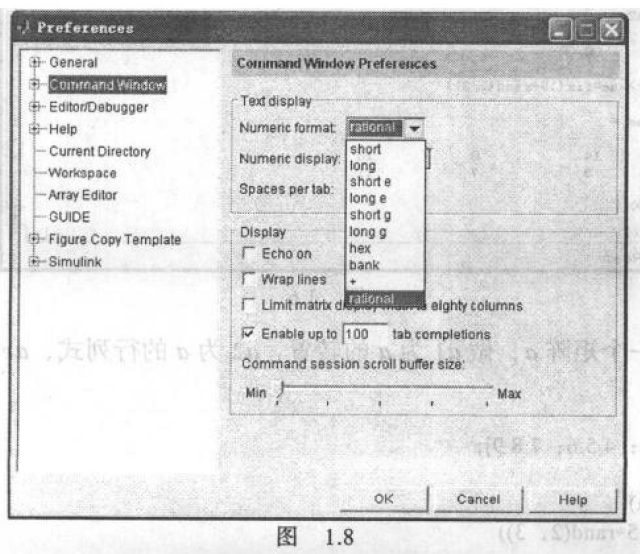


图 1.8

数据格式	解 释	例 $a = 1/3$
Short	短格式	0.3333
Long	长格式	0.333333333333333
Hex	十六进制	3fd5555555555555
Bank	金融格式	0.33
Plus	+格式	+
Short E	短指数格式	3.3333e - 001
Long E	长指数格式	3.33333333333333e - 001
Short G	短紧缩格式	0.33333
Long G	长紧缩格式	0.333333333333333
Rational	有理格式	1/3
Loose	稀疏格式	0.3333

数据格式也可在命令窗口直接用程序语句设置. 格式为: `format<数据格式名>`. 如: 设置有理格式: `format rational`

⑧ “Print” 打印设置

(2) Edit(编辑)菜单

用“Undo”撤销上一步的操作; 用“Cut”进行剪切; 用“Copy”进行复制; 用“Paste”进行粘贴; 用“Select All”全选窗口中的内容.

(3) View(查看)菜单

选中“Toolbar”项时, 显示工具栏; 否则, 隐藏工具栏.

(4) Windows 菜单

打开窗口数. 用户可使用窗口菜单在打开的窗口间进行方便地切换.

(5) Help 菜单

用“Help Window”进入帮助窗口. 选择相应的命令查看帮助信息(如图 1.9).

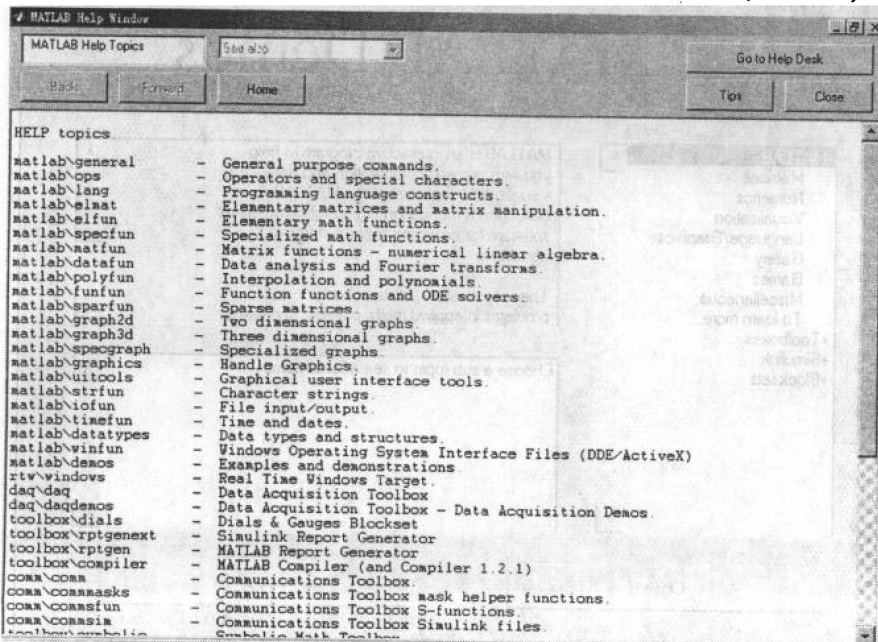


图 1.9

1.7 工作空间命令行的编辑与运行

有关工作空间的一些操作命令：

- | | |
|--|--|
| ① <code>clc</code> | 翻过一页命令窗，光标回到屏幕左上角 |
| ② <code>clear</code> | 从工作空间清除所有变量 |
| ③ <code>clf</code> | 清除图形窗口内容 |
| ④ <code>who</code> | 列出当前工作空间中的变量 |
| ⑤ <code>whos</code> | 列出当前工作空间中的变量及信息 |
| ⑥ <code>delete <文件名></code> | 从磁盘中删除指定文件 |
| ⑦ <code>which <文件名></code> | 查找指定文件的路径 |
| ⑧ <code>more</code> | 命令窗分布输出 |
| ⑨ <code>clear all</code> | 从工作空间清除所有变量和函数 |
| ⑩ <code>help <命令名></code> | 查询所列命令的帮助信息 |
| ⑪ <code>save neame</code> | 保存工作空间变量到文件 <code>neame.mat</code> |
| ⑫ <code>save neame x y</code> | 保存工作空间变量 <code>x y</code> 到文件 <code>neame.mat</code> |
| ⑬ <code>load neame</code> | 装载'neame'文件中的所有变量到工作空间 |
| ⑭ <code>load neame x y</code> | 装载'neame'文件中的变量 <code>x y</code> 到工作空间 |
| ⑮ <code>diary neame.m</code>
... <code>diary off</code> | 保存工作空间一段文本到文件 <code>neame.m</code> |
| ⑯ <code>type neame.m</code> | 在工作空间查看 <code>neame.m</code> 文件内容 |
| ⑰ <code>what</code> | 列出当前目录下的 <code>m</code> 文件和 <code>mat</code> 文件 |
| ⑱ <code>demo</code> | 例子演示窗口(如图 1.10) |

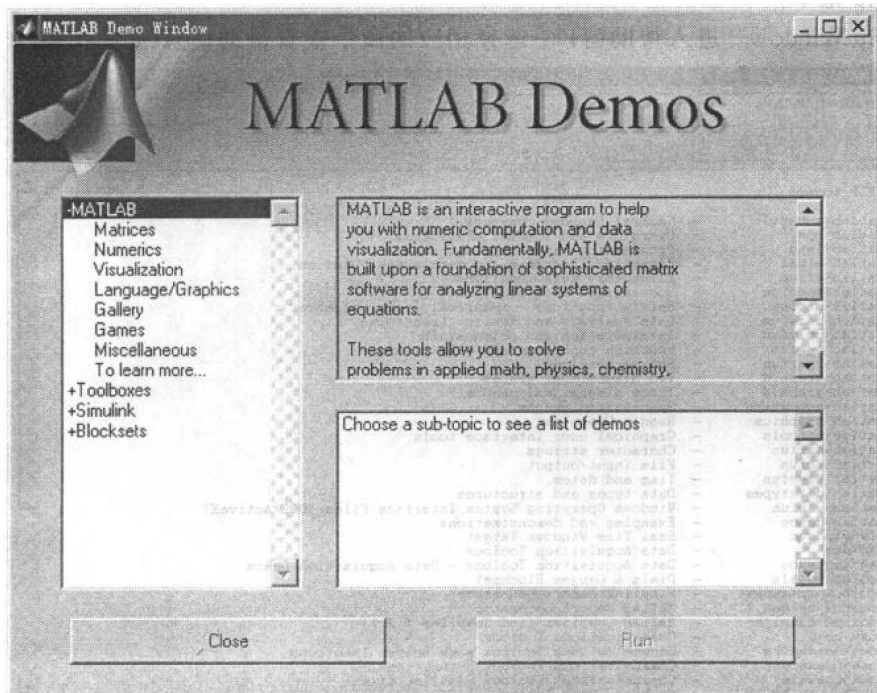


图 1.10

1.8 工作空间命令行的热键操作

↑	Ctrl+p	调用上一行
↓	Ctrl+n	调用下一行
←	Ctrl+b	退后一格
→	Ctrl+f	前移一格
Ctrl + ←	Ctrl+r	向右移一个词
Ctrl + →	Ctrl+l	向左移一个词
Home	Ctrl+a	移到行首
End	Ctrl+e	移到行尾
Esc	Ctrl+u	清除行
Del	Ctrl+d	清除光标后字符
Backspace	Ctrl+h	清除光标前字符
Ctrl+k		清除光标至行尾字符
Ctrl+C		中断程序运行

1.9 常量与变量及常用函数

1. 常量与变量

MATLAB 中的数采用十进制表示, 如: 5 -87 0.23 1.2e-4 2.6e42 5+2i 2.6-3.5i.

在缺省情况下, 当结果是整数时, MATLAB 将它作为整数显示; 当结果是实数时, MATLAB 以小数点后 4 位的精度近似显示. 如果结果中的有效数字超出了这一范围, MATLAB 以科学计数法来显示结果.

变量名以字母开头, 后面可以是字母、数字或下划线. 变量名最多不超过 19 个字符, 第 19 个字符之后的字符将被忽略. 变量名区分字母大小写.

系统启动时定义的变量:

变量名	含 义
ans	用于结果的缺省变量名
eps	容差变量, 计算机的最小数, 一般为 2^{-52}
pi	圆周率 π 的近似值 3.141 592 653 589 79
inf	无穷大, 如 1/0
NaN	不定量, 如 0/0
i 和 j	虚数单位 $i = j = \sqrt{-1}$

2. 常用函数

函数名	含 义
abs()	绝对值函数