

# 第 1 章 Matlab 基础知识

## 1.1 Matlab 概述

### 1.1.1 Matlab 简介

数学软件可以使不同专业的学生和科研人员借助计算机进行科学研究和科学计算，在一些国家和部门，数学软件已成为学生和科研人员进行学习和科研活动最得力的助手。 **Matlab** 是一个功能强大的常用数学软件，它不但可以解决数学中的数值计算问题，还可以解决符号演算问题，并且能够方便地绘出各种函数图形。不管是一个正在学习的大学生，还是在岗的科研人员，在学习或科学研究中遇到棘手的数学问题时，利用 **Matlab** 提供的各种数学工具，可以避免做繁琐的数学推导和计算，方便地解决很多数学问题，使用户省出更多的时间和精力做进一步的学习和探索。**Matlab** 具有简单、易学、界面友好和使用方便等特点，只要用户有一定的数学知识并了解计算机的基本操作方法，就能学习和使用 **Matlab**。目前我们在科研论文、教材等很多地方都能看到 **Matlab** 的身影。

**Matlab** 的基本单位是矩阵，它的表达式与数学、工程计算中常用的形式十分相似，极大地方便了用户学习和使用，故 **Matlab** 深受用户欢迎。在欧美一些高等院校 **Matlab** 已经成为高等数学、线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理等课程的基本工具和攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的技能。在设计 and 科研部门，**Matlab** 被广泛用来研究与解决各种工程问题。

**Matlab** 自 1984 年由美国的 **Math Works** 公司推向市场以来，历经十几年的发展和竞争，现已成为国际最优秀的科技应用软件之一。考虑到大

部分人学习新知识都希望所学内容易学、实用和功能较强，本书主要以适用于 Windows 操作系统的 Matlab 5.3 版本向读者介绍 Matlab 的使用命令和内容。学习这些内容后，读者就能用 Matlab 来解决很多数学问题。此外，所学命令可以在更高版本的 Matlab 中运行，对自学 Matlab 的高版本内容和其他数学软件都有很大的帮助。

### 1.1.2 Matlab 的安装和进入/退出

(1) Windows 版本的 Matlab 安装步骤为：

启动 Windows 操作系统，打开 Windows 资源管理器；

在 Windows 资源管理器中选择 Matlab 系统安装盘，察看磁盘中的安装文件 Setup.exe；

用鼠标双击安装文件 Setup，屏幕上出现一些选择对话框；

用鼠标点击所有选择对话框的 OK 按钮或键入字母 y 则系统就在

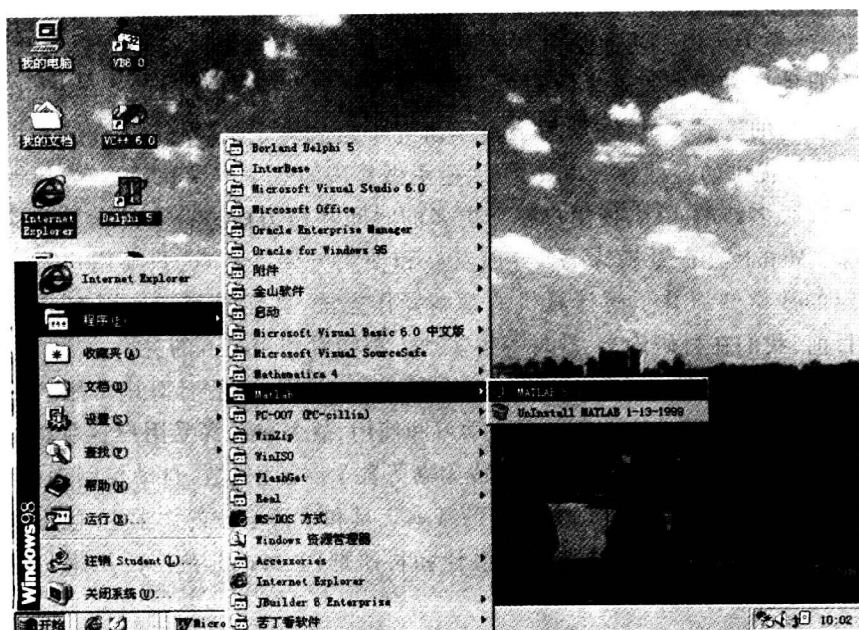


图 1.1 启动 Matlab

你的计算机上安装了 Matlab 数学软件，这样你的计算机就可以运行 Matlab 了。

(2) Matlab 的进入/退出

安装 Matlab 后，系统会在 Windows【开始】菜单的【程序】子菜单中加入启动 Matlab 命令的图标，用鼠标单击它就可以启动 Matlab 系统，见图 1.1。启动 Matlab 后，屏幕上出现 Matlab 命令窗口 见图 1.2。

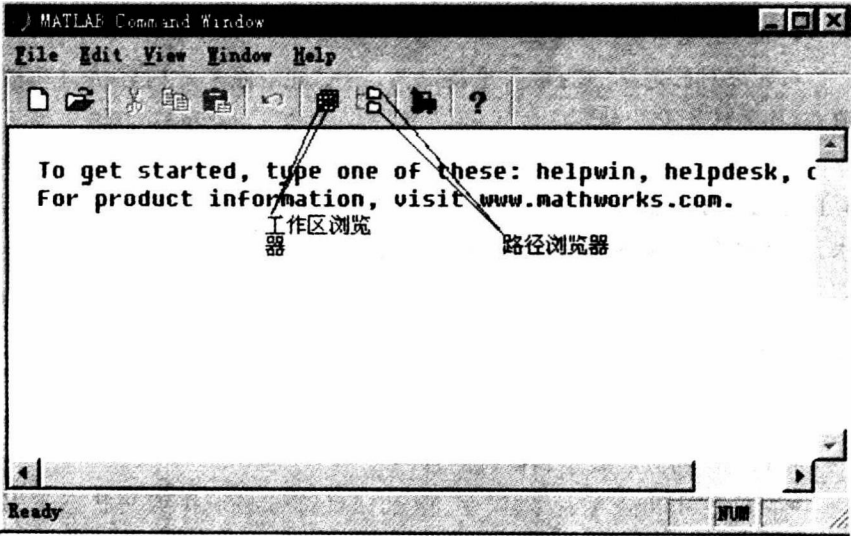




图 1.2 Matlab 命令窗口

Matlab 命令窗口中的顶行下拉菜单为 Matlab 的菜单栏，其中 File 下拉菜单中可以处理与文件有关的各种操作，Edit 下拉菜单可以进行命令窗口中文字的编辑问题。菜单栏下面是快捷工具栏，它是 Matlab 最常用的命令按钮，熟练使用这些按钮可以使工作更快捷、更方便。其中：

 是工作区浏览器，用于显示工作空间中变量的图形方式，比较直观、方便（参见图 1.5）；

 是路径浏览器，可以对路径进行管理与修改（参见图 1.6）。

再下面一块空白区域是 Matlab 的工作区（也称命令输入区），在此可

以输入命令并可立即得到执行。

退出 Matlab 系统与关闭 Word 文件一样，只要用鼠标点击 Matlab 系统集成界面右上角的关闭按钮即可。

### 1.1.3 Matlab 操作的注意事项

- 在 Matlab 工作区用户输入 Matlab 命令后，还须按下 Enter 键 Matlab 才能执行你输入的 Matlab 命令 否则 Matlab 不执行你的命令。

- Matlab 是区分字母大小写的。

- 如果对已定义的变量名重新赋值，则变量名原来的内容将自动被覆盖，而系统不会出错。

- 一般，每输入一个命令并按下 Enter 键（本书中用 ↵ 表示回车），计算机才会显示此次输入的执行结果。如果用户不希望计算机显示执行结果，则只要在所输入命令的后面再加上一个分号“；”即可达到目的。

如：

$x = 2 + 3$ ↵ 执行结果为  $x = 5$  （↵表示回车，下同）

$x = 2 + 3;$ ↵ 不显示结果 5

- 在 Matlab 工作区如果某个命令一行输入不下，可以用按下“空格 + … + Enter 键”的方法来达到换行的目的。

- Matlab 可以输入字母、汉字，但是标点符号必须在英文状态下书写。

- Matlab 中不需要专门定义变量的类型，系统可以自动根据表达式的值或输入的值来确定变量的数据类型。

- 命令行与 M 文件中的百分号“%”标明注释。在语句行中百分号后面的语句被忽略而不被执行，在 M 文件中百分号后面的语句可以用 Help 命令打印出来。

- Matlab 可以在许多网站上下载，读者可以通过站点 [Search.igd.edu.cn](http://Search.igd.edu.cn) 来搜索有关内容。有关网站如：

<http://www.matlab-word.com/cmatlab> 大观园

<http://matlab.myrice.com>

在本书中，为叙述方便，用记号“主菜单名 | 子菜单名 | …”来指示

子菜单。例如 File|set path 表示单击 file 主菜单后再选择其中的子菜单 set path。

## 1.2 Matlab 的具体操作与操作键

### 1.2.1 菜单操作

#### (1)文件操作

Matlab 对文件的打开、关闭和保存等操作与 Word 完全类似，在此不再说明。在 Matlab 中新建 M 文件的操作是在命令窗口中选择 File|New|M-File(见图 1.3) 然后用鼠标单击 M-File，可以打开 Matlab 自带的‘M 函数与 M 文件编辑器’(见图 1.4)，用户就可以在此编辑窗口来编辑一个新的 M 文件了。Matlab 自带的 M 函数与 M 文件编辑器还可以用来对已经存在的 M 文件进行编辑、存储、修改和读取。

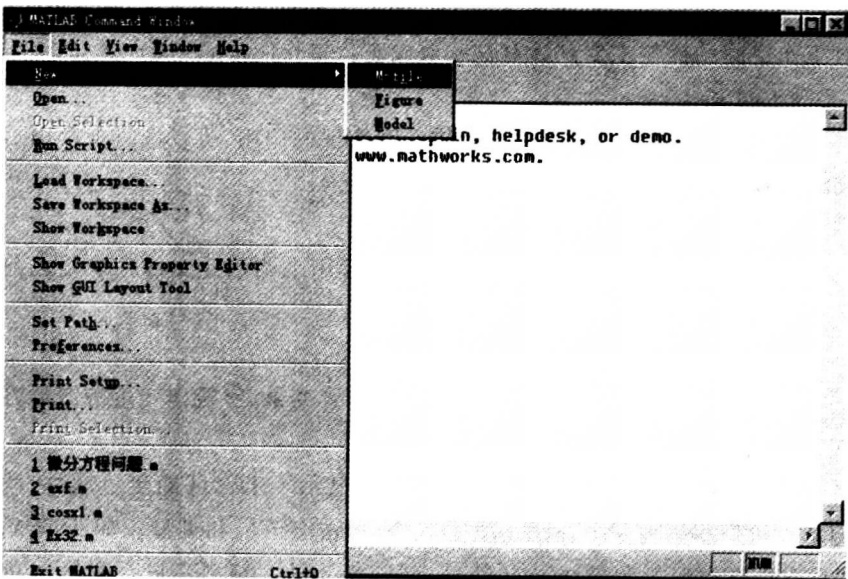


图 1.3 新建 M 文件

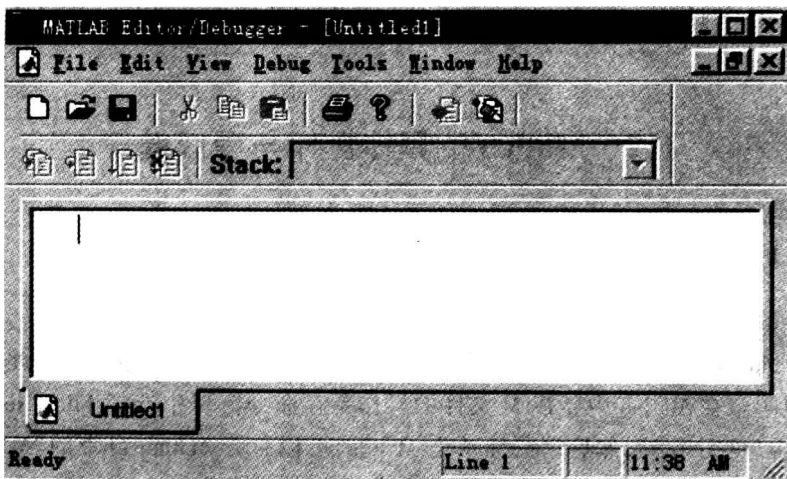


图 1.4 M 函数与 M 文件编辑器（编辑窗口）

## (2) 工作空间操作

在 Matlab 中，工作空间指运行 Matlab 的程序或命令所生成的所有变量和 Matlab 提供的常量构成的空间。Matlab 的基本对象是向量与矩阵，对工作空间的操作主要是针对这些对象进行操作。

- load workspace

载入工作空间文件，通过对工作空间文件的调用，可以恢复上次 Matlab 的环境状态，包括所用的变量。

- save workspace

将当前的工作空间更名保存，以便以后用来调用此文件来恢复当前的状态。

- show workspace

显示当前工作空间中的信息，提供对矩阵变量、字符串变量等图形方式的浏览。如图 1.5 所示。

图 1.5 的工作区浏览器以图形的方式显示了工作区的变量属性，我们从中可以得知变量 A, a, b, c, d 的大小、所占字节数和类型。如变量 A, d 是双精度类型的变量，b, c 是符号变量，而 a 是字符型变量。变量 A 的大小是 1 行 4 列，占 32 个字节等。

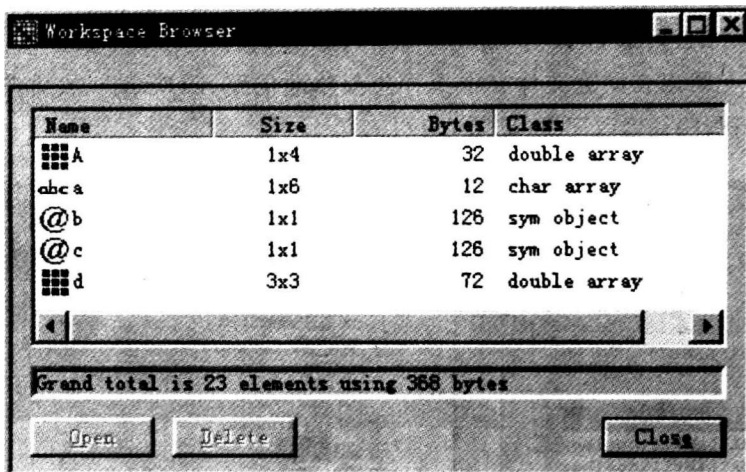


图 1.5 Matlab 的工作区浏览器

### (3) 路径操作

单击 File|Set path 命令, 就可以打开编辑路径的对话框(图 1.6) 进行 Path 的各种操作, 如增加与删除路径, 并可对路径进行管理 with 浏览。

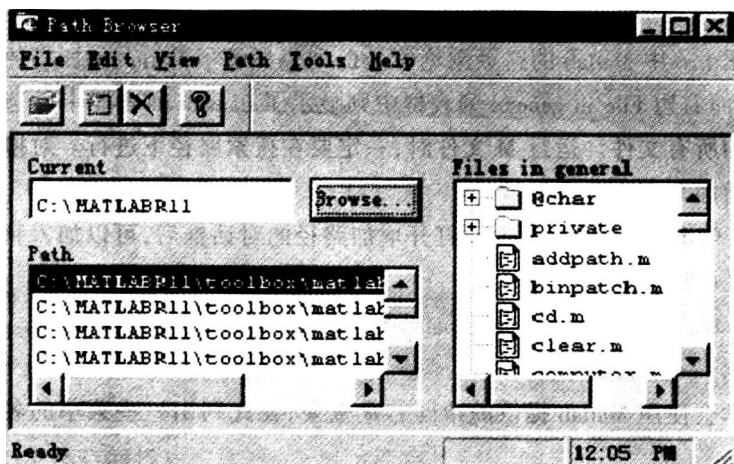


图 1.6 Matlab 的路径浏览器

在其中的 Current 文本框中显示了 Matlab 当前的路径 (C:\MATLABR11)，通过单击 Browse 按钮可以进行路径修改 (如要修改为“D:\”，可以在浏览文件夹中选择想要修改的路径 (D:\) 然后按“确定”按钮 路径修改完毕 (见图 1.7))。

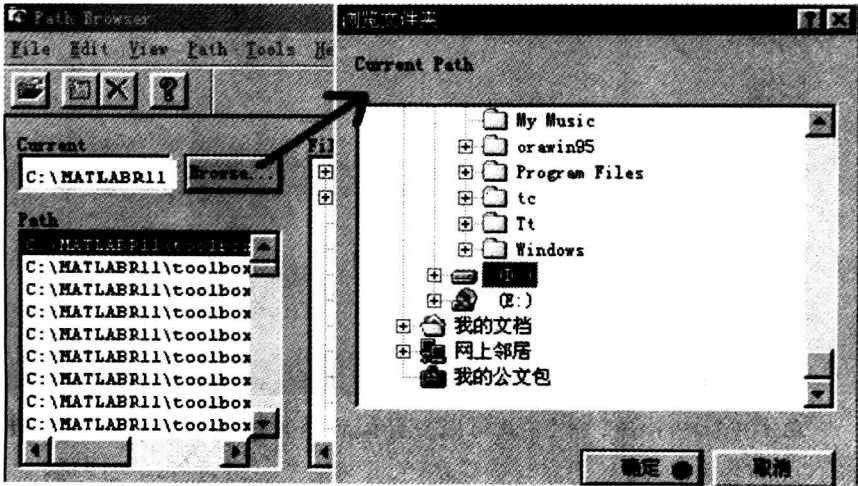


图 1.7 修改当前的路径为“D:\”

图 1.6 中 Matlab 的路径浏览器 path 列表显示了 Matlab 的所有的搜索路径 而右边 File in general 列表框中则显示了在 path 列表框中所选择路径下的所有文件。运行 M 文件时，一定要在搜索路径下进行。对搜索路径的增加与删除方法如下：

- 单击 path | Add to path ，打开增加路径的对话框后，可以加入新的搜索路径 (见图 1.8)。

- 单击 path | Remove from path ，可以删除已选择的路径。

#### (4) 一些帮助菜单

学会使用 Matlab 提供的帮助非常重要，在此列出一些菜单的名称和功能：

- Help | Help window                    调用 Matlab 的帮助窗口
- Help | Help tips                        显示 Matlab 的帮助技巧

- Help|Help Disk(HTML) 显示 Matlab 超文本格式的帮助桌面
- Help|Examples and demos Matlab 的示例与显示
- Help|About Matlab 关于 Matlab 的版本信息

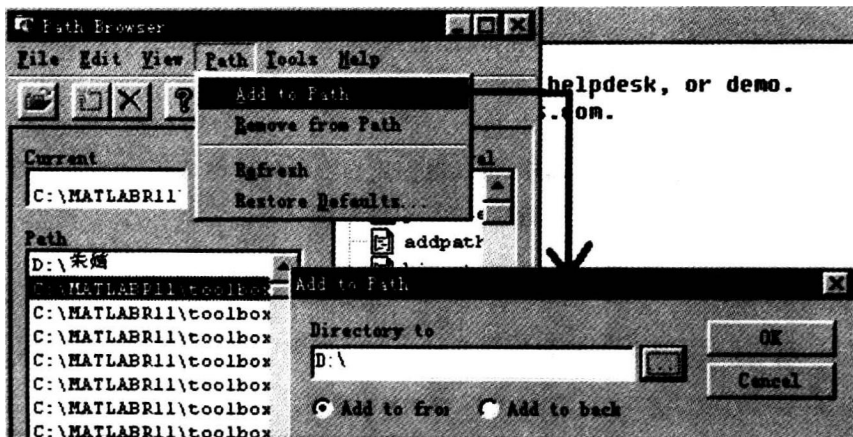


图 1.8 向搜索路径中增加新的路径“D:\”

### 1.2.2 常用命令

(1) 列出当前空间中的变量

- Who 将内存中的当前变量以简单形式列出；
- Whos 列出当前内存变量的名称、大小、类型等信息；
- Clear 清除内存中的所有变量与函数。

例 1 who ↙

Your variables are:

A          ans          c          a          b          d

whos ↙

Name	Size	Bytes	Class
A	1 × 4	32	double array
a	1 × 6	48	double array
ans	1 × 1	8	double array

b	1 × 1	126	sym object
c	1 × 1	126	sym object
d	3 × 3	72	double array

## (2) 帮助操作

- **help** 列出所有最基础的帮助主题；
- **Help topic** 获得更详细的专题帮助；
- **Lookfor** 当要查找具有某种功能但又不知道准确名字的指令时，**help** 就无能为力了。而 **lookfor** 可以根据用户提供的完整或不完整的关键词，去搜索一组与之有关的指令，进行模糊查询。

### 1.2.3 常用操作键

表 1.1 列出了控制光标位置及对指令进行操作的一些常用操作键。

表 1.1 常用操作键

键 盘 操 作		作 用
↑	Ctrl + p	调用前一个命令行
↓	Ctrl + n	调用后一个命令行
←	Ctrl + b	光标左移一个字符
→	Ctrl + f	光标右移一个字符
Ctrl + →	Ctrl + r	光标左移一个单词
Ctrl + ←	Ctrl + l	光标右移一个单词
Home	Ctrl + a	光标移至行首
End	Ctrl + e	光标移至行尾
Esc	Ctrl + u	清除当前行
Del	Ctrl + d	清除光标所在位置后的字符
Backspace	Ctrl + h	清除光标所在位置前的字符
	Ctrl + k	删至行尾

## 1.3 Matlab 的变量与表达式

变量与表达式是使用 Matlab 的基础，在这一小节里简单介绍 Matlab 中的变量、表达式的定义与使用以及数据的显示格式。

### 1.3.1 Matlab 的变量

计算机是通过变量的名字找到该变量在内存中位置的。Matlab 的变量名除定义的保留字以外，可以用一个字母打头，后面最多跟 19 个字母或数字来定义，如 `x, y, ae3, d3er45` 都是合法的变量名。变量名不能以数字开头的字符串来表示。应该注意不要与 Matlab 中的内部函数或命令相混淆。Matlab 中的变量名是区分大小写字母的，如在 Matlab 中，`ab` 与 `Ab` 表示两个不同的变量。

与其他计算机语言不同的是，在 Matlab 中变量使用前不必先定义变量类型，可以即取即用，这可以给我们使用 Matlab 带来很大方便。但是，如果使用与原来定义的变量一样的名字来赋值，原变量就会被自动覆盖，系统不会给出出错信息。使用变量时要自觉地避免重复。

### 1.3.2 Matlab 的运算符

- 数学运算符：`+`（加号），`-`（减号），`*`（乘号），`\`（左除），`/`（右除），`^`（乘幂）
- 关系运算符：`<`（小于），`>`（大于），`<=`（小于等于），`>=`（大于等于），`=`（等于），`~=`（不等于）
- 逻辑运算符：`&`（逻辑与运算），`|`（逻辑或运算），`~`（逻辑非运算）

### 1.3.3 Matlab 的表达式

Matlab 采用的是表达式语言，用户输入的语句由 Matlab 系统解释运行。Matlab 语句由变量与表达式组成的。Matlab 语句有 2 种最常见的形式：

- 形式 1 表达式
- 形式 2 变量 = 表达式

表达式由运算符、函数、变量名和数字组成。在第一种形式中，表达式运算后产生的结果如果为数值类型，系统自动赋值给变量 `ans` 并显示在屏幕上，但是对于重要结果一定要用第二种形式。在第二种形式中，对等式右边表达式产生的结果，系统自动将其存储在左边的变量中并同时

在屏幕上显示。如果不想显示形式 1 或形式 2 的运算结果可以在命令中表达式后再加 ‘;’ 即可。

例 1 用两种形式计算  $5^6 + \sin \pi + e^3$  算术运算结果。

解 Matlab 命令为

形式 1:

$5^6 + \sin(\pi) + \exp(3)$  ✓

ans =

1.5645e + 004

形式 2:

$a = 5^6 + \sin(\pi) + \exp(3)$  ✓

a =

1.5645e + 004

如果在表达式的后面加 ‘;’ 即

$a = 5^6 + \sin(\pi) + \exp(3);$  ✓

则执行后不显示运算结果:

“a =

1.5645e + 004”

例 2 已知矩阵  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{pmatrix}$ , 对它们做简单的关系与逻辑运算。

解 Matlab 命令为

$A = [1, 2; 1, 2];$  ✓

$B = [1, 1; 2, 2];$  ✓

$C = (A < B) \& (A == B)$  ✓

C =

0 0

0 0

### 1.3.4 Matlab 的数据显示格式

虽然在 Matlab 系统中数据的存储和计算都是双精度进行的, 但 Mat-

lab 可以利用菜单或 `Format` 命令来调整数据的显示格式。 `Format` 命令的格式和作用如下：

<code>Format f</code> (format short)	5 位定点表示
<code>Format long</code>	15 位定点表示
<code>Format short e</code>	5 位浮点表示
<code>Format long e</code>	15 位浮点表示
<code>Format short g</code>	系统选择 5 位定点和 5 位浮点中更好的表示
<code>Format long g</code>	系统选择 15 位定点和 15 位浮点中更好的表示
<code>Format rat</code>	近似的有理数的表示
<code>Format hex</code>	十六进制的表示
<code>Format + (plus)</code>	表示大矩阵式分别用 +、- 和空格表示矩阵中的正数、负数和零
<code>Format bank</code>	用元、角、分 美制 定点表示
<code>Format compact</code>	变量之间没有空行
<code>Format loose</code>	变量之间有空行

例 3 对数  $a = 5 + \sin 7$  用五位定点、十五位定点以及有理数形式表示出来。

解 Matlab 命令为

```
a = 5 + sin(7) format short, a
```

```
a =
```

```
5.6570
```

```
format rat, a
```

```
a =
```

```
3117/551
```

```
format long, a
```

```
a =
```

```
5.65698659871879
```

我们不仅可以用指令来调整数据的显示格式，还可以用菜单来调整数据的显示格式。具体方法为在 Matlab 命令窗口单击 `File|Preferences` 调出显示格式的设置界面（见图 1.9），然后在图中左边的选项组 `Numeric`

Format) 中选择需要的格式即可。

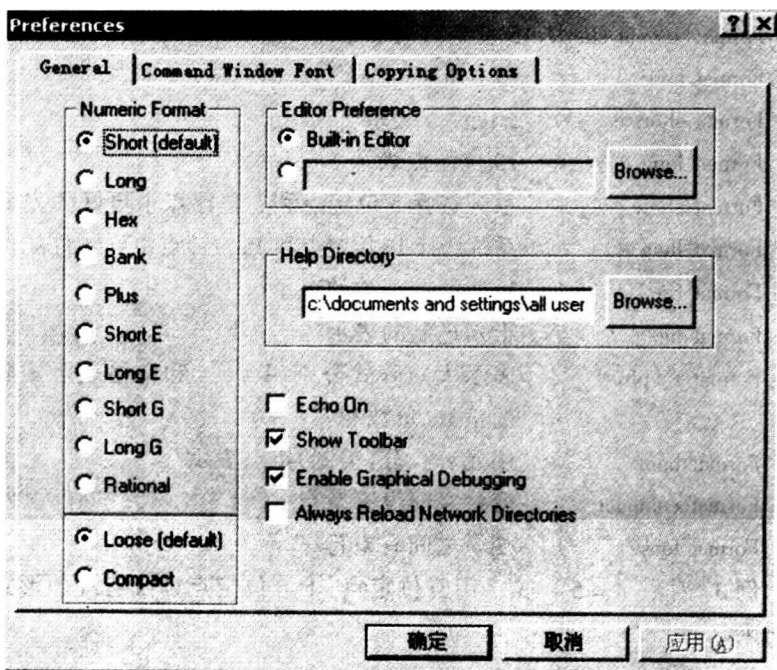


图 1.9 显示格式的设置

## 1.4 Matlab 中的常用函数

Matlab 有很丰富的内部函数，它们是 Matlab 系统自带的函数。内部函数既有数学中常用的函数，又有工程中用的特殊函数。内部函数名一般使用数学中的英文单词，只要输入相应的函数名，就可以方便地调用这些函数。用户不仅可以调用内部函数，还可以定义自己的 M 函数，Matlab 提供了建立 M 函数的功能（见 1.6 节）。自定义的函数与内部函数的使用完全一样。

Matlab 的常用内部函数见附录 1。

## 1.5 Matlab 的基本对象

Matlab 最基本的处理对象是矩阵、数组与字符串。

### 1.5.1 矩 阵

Matlab 的基本单位是矩阵，可见矩阵是 Matlab 的精髓。掌握矩阵的输入、各种数值运算以及矩阵函数的使用是以后能否学好 Matlab 的关键。

#### (1) 矩阵的输入

矩阵的输入主要有三种方式。第一种是直接输入，这是一种最方便、最直接的方法，它适用的对象是维数较少的矩阵；第二种是利用矩阵编辑器来输入矩阵，它适宜于维数较大的矩阵；第三种是利用矩阵函数来创建特殊矩阵。

#### 直接输入创建矩阵

输入方法是先键入左方括弧“[”，然后按行直接键入矩阵的所有元素，最后键入右方括弧“]”。注意 整个矩阵以“[”和“]”作为首尾 同行的元素用“，”或空格隔开 不同行的元素用“;”或按 **Enter** 键来分隔；矩阵的元素可以为数字也可以为表达式，如果进行的是数值计算，表达式中不可包含未知的变量。

例 1 直接输入创建矩阵  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 15 & 60 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ 。

解 Matlab 命令为

```
A = [1,2,3;4,15,60;7,8,9]↵
```

```
A =
```

```
1      2      3
4      15     60
7      8      9
```

或用 Matlab 命令

```
A = [1,2,3]↵
```

4,15,66]↙

7,8,9]↙

A =

1	2	3
4	15	60
7	8	9

例 2 求  $c = (1 \times 2, 2e^4, \sin 4, \cos 6)$  的算术运算结果。

解 Matlab 命令为

$c = [1 * 2, 2 * \exp(4), \sin(4), \cos(6)]$ ↙

c =

2.0000 109.1963 -0.7568 0.9602

用矩阵编辑器 (图 1.10) 来创建、修改矩阵

当输入的矩阵较大, 不适合用手工直接输入时, 可用矩阵编辑器来进行输入与修改, 但需注意, 在调用编辑器前须定义一个变量, 无论是一个数值还是一个矩阵均可。

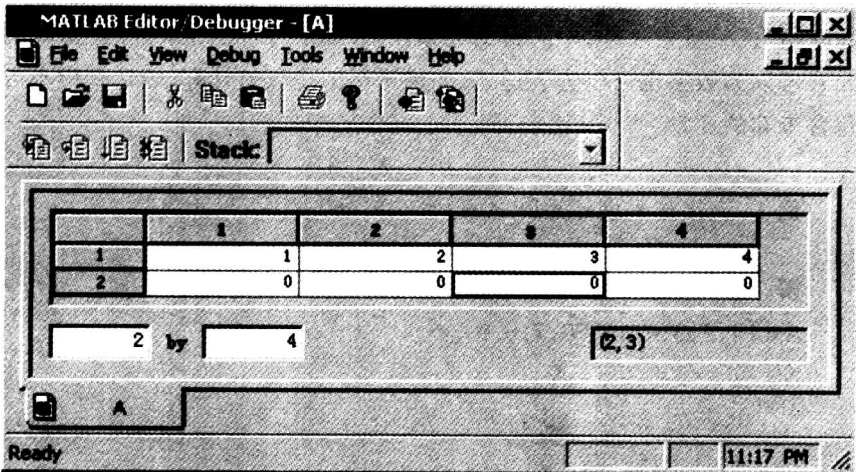


图 1.10 矩阵编辑器

操作步骤如下:

- 在命令窗口创建变量 A。
- 双击命令窗口快速工具栏中的工作区浏览器（见图 1.5）选中变量 A 就可以对变量 A 做删除与修改操作。
  - 双击左键或单击 Open 按钮打开矩阵编辑器。
  - 在矩阵编辑器的左下方的 2 个文本框（由 by 连接在一起）中可以修改矩阵的维数，这个维数值可以根据用户的要求去调整。图中设置 A 的维数为  $2 \times 4$ 。
  - 选中元素可以直接修改元素的值，修改完之后就按下界面右上角的关闭按钮，这时变量就定义保存好了。

矩阵编辑器可以方便地“裁剪”和“扩展”矩阵。对于扩展的部分系统自动设置对应的元素为零。

用矩阵函数来生成矩阵

Matlab 提供了大量的函数来创建一些特殊的矩阵，详见附录 1。

例 3 输入矩阵  $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ 。

解 Matlab 命令为

`ones(3)` ✓ %生成元素都为 1 的 3 阶方阵

ans =

```

1    1    1
1    1    1
1    1    1

```

例 4 输入矩阵  $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ 。

解 Matlab 命令为

`zeros(2,5)` ✓ %生成元素都为 0 的 2 行 5 列零矩阵

ans =

```

0    0    0    0    0
0    0    0    0    0

```

例 5 生成 3 阶魔方矩阵。