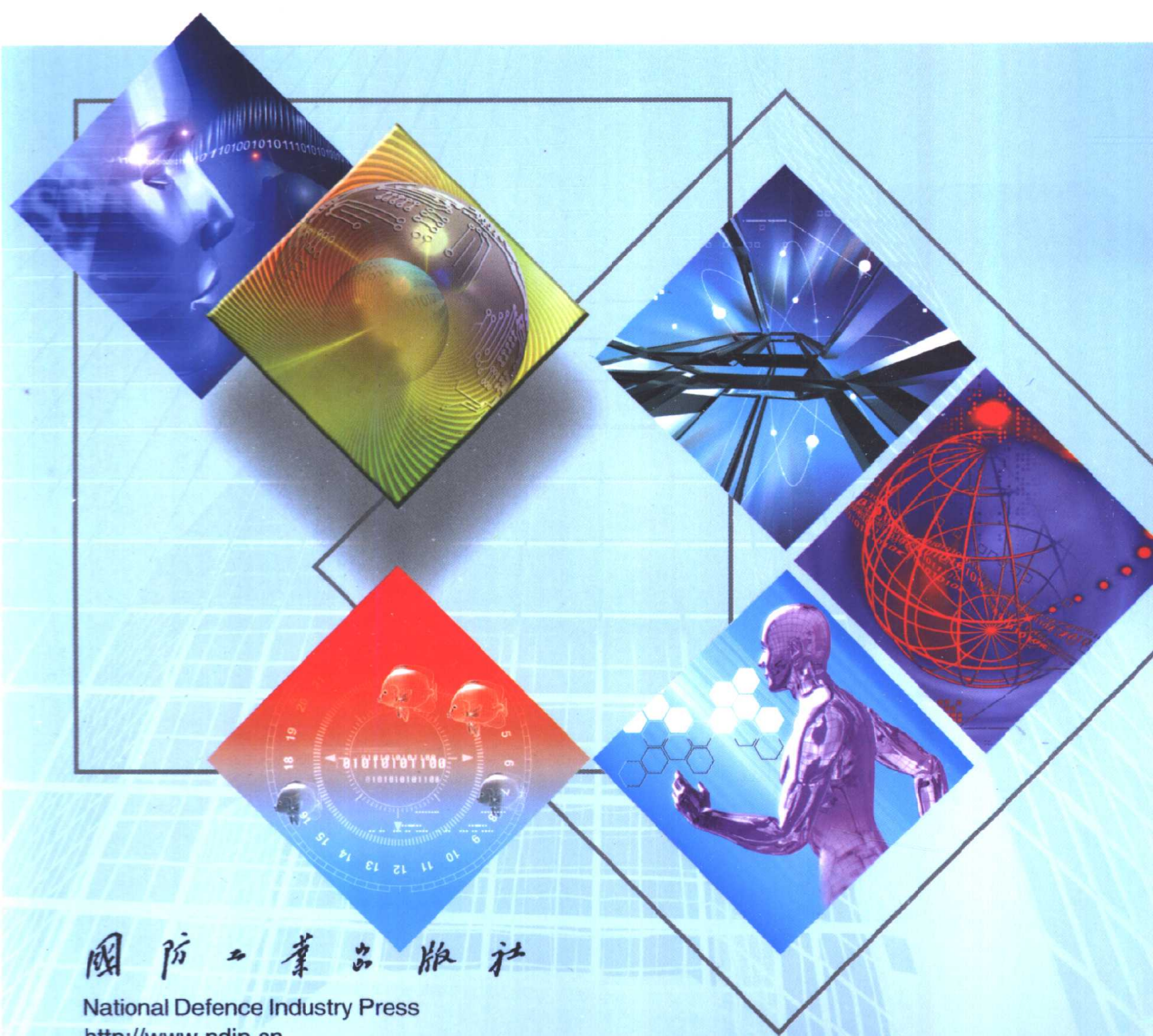


Matlab

Matlab 应用丛书

接口技术与应用

董长虹 主编 余啸海 编著



国防工业出版社

National Defence Industry Press
<http://www.ndip.cn>

Matlab 应用丛书

Matlab 接口技术与应用

董长虹 主编

余啸海 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

Matlab 接口技术与应用 / 余啸海编著. —北京: 国防工业出版社, 2004.3

(Matlab 应用丛书/董长虹主编)

ISBN 7-118-03377-4

I. M... II. 余... III. 算法语言 - 程序设计

IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 120384 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×960 1/16 印张 19 359 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 26.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

丛书编委会

丛书主编 董长虹

丛书副主编 余啸海

编委会成员	袁望宏	赵辟唐	朱大伟	刘晓民	赵 仁
	钱永强	王小虎	郑 滨	刘 恒	巨 勇
	赵 霞	李 毅	张绍名	郝 伟	周海冰
	郑 智	康静荣	陈宣裕	任家萱	肇 衡
	刘云飞	韩进强	李安国	何 龙	李永伟
	程思涵	马远征	董智超		

前 言

Matlab 是 Mathworks 公司推出的一套工程计算及数值分析软件。由于功能强、易使用,因此在工业、电子、医疗、建筑等领域得到了广泛应用,特别是生物医疗工程、图像信号处理、语音信号处理、雷达工程、信号分析、时间序列分析、控制论、系统论等无不以它作为分析工具。Matlab 集可靠的数值运算、图像与信号处理、图形显示、可视化图形用户界面设计于一体。

Matlab 提供的应用程序接口一般来说可以分为以下三种:第一种接口利用了其他应用程序的优点,例如计算速度快和使用已有算法而制定的接口;第二种接口建立 Matlab 与其他应用程序间的数据交换;第三种接口拓广 Matlab 的应用范围和应用手段,开发的相应应用程序为 MEX 文件、MAT 文件和 Matlab 引擎应用程序。其中 MEX 文件作为一种动态链接库文件,必须通过在 Matlab 的工作环境内调用才能运行;MAT 文件用于数据交换,不能利用 Matlab 提供的功能来完成计算任务;Matlab 引擎应用程序是一种可以独立执行的应用程序,但在应用程序执行时,将在后台启动一个 Matlab 进程,用于接收从应用程序发送来的指令并执行,然后按照要求返回计算结果。

新版本的 Matlab 软件包中还提供了 C/C++ 的数学和图形库,通过其编译器支持可以将 Matlab 中编写的 m 文件转换成以 C/C++ 代码的文件,而且可以将 m 文件生成 dll 库,甚至我们可以直接调用其中的库函数,生成并发布不必依赖 Matlab 的可执行文件。通过 mcc 编译器生成 C/C++ 代码,进而可以在 VC 或者其他编译器生成可独立执行的应用程序。

本书针对 Matlab 应用程序接口,详细论述了如何将 Matlab 与高级编程语言结合以发挥科学计算引擎的最大效率。全书分为 10 章,第 1 章是 Matlab 环境和编程语言的概述;第 2 章和第 3 章介绍 Matlab Mex 和 MAT 文件的使用;第 4 章详细介绍了 Matlab 编译器的各种用法;第 5 章是 Matlab 引擎应用程序的编写;第 6 章是 Matlab Java 应用程序接口;第 7 章介绍的是 Matcom;第 8 章、第 9 章、第 10 章分别介绍了 Matlab COM Builder、Matlab Runtime Server、Matlab Web Server 等三种 Matlab 高级应用程序接口。

本书中的所有程序都是经过实际调试的。但是由于本书覆盖的领域广泛、内容多,难免有错误和遗漏的地方,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2003 年 11 月

目 录

第 1 章 Matlab 概述	1
1.1 Matlab 简介	1
1.2 Matlab 编程基础	3
1.2.1 变量和数学运算	3
1.2.2 数组和矩阵	8
1.2.3 程序控制语句	14
1.2.4 辅助语句	18
1.2.5 Matlab 的输入与输出语句	19
1.2.6 变量的保存与装载	20
1.3 M 文件与 M 函数	22
1.4 Matlab 使用时的一些技巧	24
1.4.1 避免使用循环	24
1.4.2 大型矩阵维度的预先确定	25
第 2 章 Matlab Mex 文件	28
2.1 C 语言的 Mex 文件	28
2.1.1 第一个 Mex 文件	29
2.1.2 参数的传递	30
2.1.3 传递字符串	33
2.1.4 传递结构变量和数组变量	35
2.1.5 错误和异常处理	38
2.2 Fortran 语言的 Mex 文件	41
2.2.1 简单 Fortran 语言 Mex 文件示例	41

MJS54/7

2.2.2	传递字符串变量	43
2.2.3	传递字符串数组变量	45
2.2.4	在 Fortran 语言中调用 Matlab 命令	47
第 3 章	Matlab MAT 文件	50
3.1	MAT 文件格式介绍	50
3.2	用 C/C++ 编写 MAT 文件	51
3.2.1	创建 MAT 文件	51
3.2.2	对读出的数据进行处理	56
3.2.3	理解 MAT 文件的内部格式	59
3.3	使用 Fortran 语言编写 MAT 文件	64
第 4 章	Matlab 编译器	72
4.1	Matlab 编译器概述	72
4.2	使用 MCC	74
4.2.1	MCC 的选项	74
4.2.2	Matlab 编译器的配置	75
4.2.3	Matlab 编译器的使用	77
4.3	stand-alone 的可执行程序	81
4.3.1	mbuild 介绍	82
4.3.2	stand-alone 应用程序的发布	88
4.4	Matlab 编译器代码控制	89
4.4.1	生成头文件	90
4.4.2	函数代码分析	90
4.4.3	包装文件	96
4.5	Matlab 编译器应用举例	101
4.6	Matlab 和 C++ 接口中函数注册	118
第 5 章	Matlab 引擎应用程序	122
5.1	Matlab 引擎库函数介绍	122
5.2	在 Visual C++ 中调用 Matlab 引擎	124
5.3	在 C++ Builder 中使用 Matlab Engine	128
5.4	在 Visual Fortran 中使用 Matlab Engine	131
第 6 章	Matlab Java 程序接口	137

6.1	向 Matlab 中引入 Java 类库	137
6.2	创建和使用 Java 对象	141
6.2.1	创建 Java 对象	141
6.2.2	Java 对象的连接	142
6.2.3	存储和装载对象	143
6.2.4	使用 Java 对象	147
6.3	在 Matlab 中使用 Java 数组	149
6.3.1	Java 数组的创建	150
6.3.2	访问 Java 数组元素	152
6.3.3	为 Java 数组赋值	153
6.3.4	Java 数组的连接	154
6.3.5	Java 数组的引用和拷贝	155
6.4	向 Java 对象传递数据	157
6.4.1	内建数据类型的传递	158
6.4.2	字符串类型数据的传递	158
6.4.3	Java 对象的传递	159
6.4.4	向重载的方法传递参数	160
6.5	处理 Java 方法调用返回的数据	161
6.6	综合实例	163
6.6.1	下载和读取网络文件	164
6.6.2	主机名和 IP 地址间的转换	165
6.6.3	用 Java 语言实现电话本	166
第 7 章	Matcom	171
7.1	Matcom 的安装和设置	171
7.2	编译独立的可执行程序	177
7.3	使用 Matrix < Lib >	179
7.3.1	创建一个新的 C++ 工程	179
7.3.2	初始化工作	180
7.3.3	函数调用	182
7.4	Matcom 应用示例	184
7.4.1	在 MFC 中使用 Matrix < Lib >	184
7.4.2	Matcom VB 程序	186
7.4.3	在 C++ Builder 调用 Matcom	189

第 8 章 Matlab COM Builder	193
8.1 创建 COM 组件	193
8.2 使用 Matlab COM Builder 组件编程	195
8.2.1 类属性和全局变量	195
8.2.2 事件处理	197
8.2.3 参数传递和转换	200
8.3 Matlab COM 组件综合实例	202
8.3.1 编译 Matlab COM 组件	203
8.3.2 创建 VBA 工程	203
8.3.3 创建 FourierMain 模块	204
8.3.4 设计窗体	205
8.3.5 测试程序	211
第 9 章 Matlab Runtime Server	214
9.1 Matlab Runtime Server 简介	214
9.2 Matlab Runtime Server 的安装	214
9.3 编写 Matlab Runtime Server 应用程序	217
9.3.1 Matlab Runtime GUI 应用程序	217
9.3.2 Matlab Runtime Engine 应用程序	238
9.4 发布程序	247
9.4.1 初始化图像	247
9.4.2 程序打包	248
第 10 章 Matlab Web Server	251
10.1 Matlab Web Server 概述	251
10.2 Matlab Web Server 的配置	252
10.3 Matlab Web Server 应用程序的开发	255
10.3.1 创建输入文件	255
10.3.2 创建 Matlab Web 应用程序的 M 文件	258
10.3.3 创建输出文件	260
10.4 Matlab Web Server 应用程序举例	262
附录 Matlab 符号和命令列表	272

第 1 章 Matlab 概述

1.1 Matlab 简介

Matlab 语言是当今自动控制领域中最具影响力、也是最有活力的软件之一。它起源于矩阵运算,并已经发展成一种高度集成的计算机语言。它提供了强大的科学运算、灵活的程序设计流程、高质量的图形可视化与界面设计、与其他程序和语言便捷的接口功能。Matlab 语言在各国高校与研究单位起着重大的作用。

Matlab 语言的首创者 Cleve Moler 教授在数值分析,特别是在数值线性代数的领域中有很大影响,他参与编写了数值分析领域一些专著和两个重要的 Fortran 程序——EISPACK 和 LINPACK。他曾在密西根大学、斯坦福大学和新墨西哥大学任数学与计算机科学教授。1980 年前后,当时的新墨西哥大学计算机系主任 Moler 教授在讲授线性代数课程时,发现了用其他高级语言编程极为不便,便构思并开发了 Matlab (MATrix LABoratory,即矩阵实验室),这一软件利用了当时数值线性代数领域最高水平的 EISPACK 和 LINPACK 两大软件包中可靠的子程序,用 Fortran 语言编写了集命令翻译、科学计算于一身的一套交互式软件系统。

所谓交互式语言,是指人们给出一条命令,立即就可以得出该命令的结果。该语言无需像 C 语言和 Fortran 语言那样,首先要求使用者去编写源程序,然后对之进行编译、连接,最终形成可执行文件。这无疑会给使用者带来了极大的方便。早期的 Matlab 是用 Fortran 语言编写的,只能作矩阵运算;绘图也只能用极其原始的方法,即用星号描点的形式画图;内部函数也只提供了几十个。但即使其当时的功能十分简单,当它作为免费软件出现以来,还是吸引了大批的使用者。

Cleve Moler 和 John Little 等人成立了一个名叫 The MathWorks 的公司,Cleve Moler 一直任该公司的首席科学家。该公司于 1984 年推出了第一个 Matlab 的商业版本。当时的 Matlab 版本已经用 C 语言作了完全的改写,其后又增添了丰富多彩的图形图像处理功能、多媒体功能、符号运算和与其他流行软件的接口功能,使得 Matlab 的功能越来越强大。

The MathWorks 公司于 1992 年推出了具有划时代意义的 Matlab 4.0 版本,并于 1993 年推出了其微机版,可以配合 Microsoft Windows 一起使用,使之应用范围越来越广。1994 年推出的 4.2 版本扩充了 4.0 版本的功能,尤其在图形界面设计方面更提供了新的方法。

1997 年推出的 Matlab 5.0 版允许了更多的数据结构,如单元数据、数据结构体、多维矩阵、对象与类等,使其成为一种更方便编程的语言。1999 年初推出的 Matlab 5.3 版在很多方面又进一步改进了 Matlab 语言的功能。

2000 年 10 月底推出的 Matlab 6.0 正式版(Release 12),在核心数值算法、界面设计、外部接口、应用桌面等诸多方面有了极大的改进。

在 Matlab 语言的发展进程中,许多有代表性的成就和控制界的要求与贡献是分不开的。迄今为止,大多数工具箱也都是控制方面的。Matlab 具有强大的数学运算能力、方便实用的绘图功能及语言的高度集成性,它在其他科学与工程领域的应用也越来越广,并且有着更广阔的应用前景和无穷无尽的潜能。如果有一种十分有效的工具能解决在教学与研究中遇到的问题,那么 Matlab 语言正是这样的一种工具。它可以将使用者从繁琐、无谓的底层编程中解放出来,把有限的宝贵时间更多地花在解决问题中,这样无疑将大大提高工作效率。

目前,Matlab 已经成为国际上最流行的科学与工程计算的软件工具之一,现在的 Matlab 已经不仅仅是一个“矩阵实验室”了,它已经成为了一种具有广泛应用前景的全新计算机高级编程语言了,有人称它为“第四代”计算机语言,它在国内外高校和研究部门中正扮演着重要的角色。

Matlab 工作环境包括:帮助系统、工作内存管理、指令和函数管理、搜索路径管

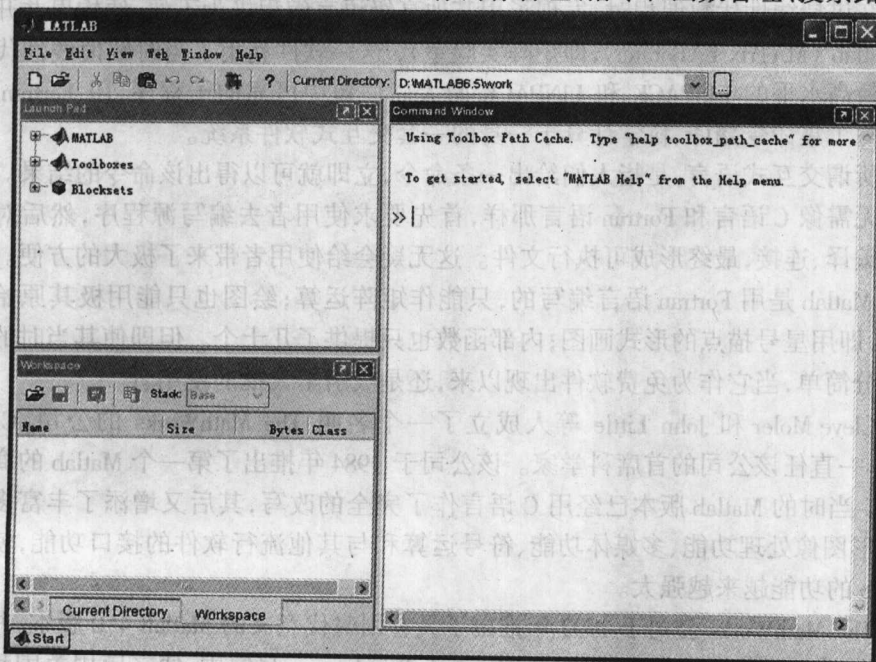


图 1.1 Matlab 主窗口

理、操作系统、程序调试和性能剖析工具等。Matlab 改变了过去简单依靠“在指令窗通过纯文本形指令进行各种操作”的面貌,引入了许多让使用者一目了然的图形界面,如在线帮助的交互型界面——helpwin,管理工作内存界面——workspace,交互式路径管理界面——pathtool,指令窗显示风格设置界面等。它们的开启方式有:工具条图标开启、选择菜单项开启、直接“文本式”指令开启。在 Matlab5.0 版以后的版本中更进一步把图形显示窗改造成了交互操作的可编辑图形界面。

进入 Matlab 之后,会看到一个窗口 Matlab Command Window,它被称为指令窗口,它既是键入指令的地方也是 Matlab 将计算结果显示在此(见图 1.1)。

1.2 Matlab 编程基础

1.2.1 变量和数学运算

首先从 Matlab 的数学运算开始说明。例如要计算 $1+2+3$ 及 $1 \times 10 + 2 \times 20 + 3 \times 30$ 这两个算式,接在提示符号 `>>` 之后的是要键入的算式,Matlab 将计算的结果以 `ans` 显示。如果算式是 $x = 1 + 2 + 3$,Matlab 将计算的结果以 `x` 显示。

```
>> 1+2+3
ans =
6
>> 1*10 + 2*20 + 3*30
ans =
140
>> x=1+2+3
x =
6
```

如果在上述的例子结尾加上“;”,则计算结果不会显示在指令窗口上,要得知计算值只需键入该变量值即可:

```
>> x=1+2+3;
>> x
x =
6
```

以下的例子,显示了 Matlab 使用变量的灵活性。

```
>> apple = 5
apples =
5
>> orange = 10
orange =
```

```

10
>> total_cost = apple * 2 + orange * 4
total_cost =
50
>> average_cost = total_cost / (apple + orange)
average_cost =
3.33334

```

Matlab 提供的基本算术运算有：

加 (+)、减 (-)、乘 (*)、除 (/)、幂次方 (^)

例如下面的这些语句：

```
5+3, 5-3, 5*3, 5/3, 5^3
```

其他计算常用的功能用一个算式来说明。要计算面积 $Area = \pi r^2$, 半径 $r = 2$, 则可键入：

```

>> r=2;
>> area=pi*r^2;
>> area =
12.5664

```

用户也可以将上述指令打在同一行, 以“,”或是“;”分开, 例如：

```

>> r=2, area=pi*r^2
>> r=2; area=pi*r^2;

```

请注意上述两式的差异, 前者有计算值显示, 而后者则没有。如果一个指令过长可以在结尾加上“...”(代表此行指令与下一行连续), 例如：

```

>> r=2;
>> area = pi ...
*r^2

```

Matlab 提供了众多的基本数学函数, 表 1.1 到表 1.6 是它们的分类列表, 这些函数在以后的章节中都会用到。

表 1.1 三角函数和双曲函数

名称	含 义	名称	含 义	名称	含 义
sin	正弦	csc	余割	atanh	反双曲正切
cos	余弦	asec	反正割	acoth	反双曲余切
tan	正切	acsc	反余割	sech	双曲正割
cot	余切	sinh	双曲正弦	csch	双曲余割
asin	反正弦	cosh	双曲余弦	asech	反双曲正割
acos	反余弦	tanh	双曲正切	acsch	反双曲余割
atan	反正切	coth	双曲余切	atan2	四象限反正切
acot	反余切	asinh	反双曲正弦		
sec	正割	acosh	反双曲余弦		

表 1.2 指数函数

名称	含 义	名称	含 义	名称	含 义
exp	E 为底的指数	log10	10 为底的对数	pow2	2 的幂
log	自然对数	log2	2 为底的对数	sqrt	平方根

表 1.3 复数函数

名称	含 义	名称	含 义	名称	含 义
abs	绝对值	conj	复数共轭	real	复数实部
angle	相角	imag	复数虚部		

表 1.4 取整函数和求余函数

名 称	含 义	名 称	含 义
ceil	向 $+\infty$ 圆整	rem	求余数
fix	向 0 圆整	round	向靠近整数圆整
floor	向 $-\infty$ 圆整	sign	符号函数
mod	模除求余		

表 1.5 矩阵变换函数

名 称	含 义	名 称	含 义
fip1r	矩阵左右翻转	diag	产生或提取对角阵
fipud	矩阵上下翻转	tril	产生下三角
fipdim	矩阵特定维翻转	triu	产生上三角
Rot90	矩阵反时针 90° 翻转		

表 1.6 其他函数

名 称	含 义	名 称	含 义
min	最小值	max	最大值
mean	平均值	median	中位数
std	标准差	diff	相邻元素的差
sort	排序	length	个数
norm	欧氏 (Euclidean) 长度	sum	总和
prod	总乘积	dot	内积

(续)

名 称	含 义	名 称	含 义
cumsum	累计元素总和	cumprod	累计元素总乘积
cross	外积		

Matlab 可以将计算结果以不同精确度的数字格式显示,可以在指令窗口的 Options 中选择 Numerical Format,或者直接在指令窗口键入表 1.7 中各个数字显示格式的指令,以 π 值为例。

表 1.7 数值格式列表

指 令	数 字 值	说 明
Format short	3.1416	预设的 4 位有效小数位数
Format long	3.14159265358979	15 位有效小数位数
Format short e	3.1416e+000	4 位有效小数位数加上指数表格式

Matlab 对使用变量名称的规定:

变量名称的英文大小写是有区别的(例如 apple、Apple、AppLe 三个变量不同)。

变量的长度上限为 19 个字节。

变量名的第一个字必须是一个英文字母,随后可以使用英文字符、数字或是下划线。

表 1.8 列出 Matlab 所定义的特殊变量及其意义。

表 1.8 Matlab 定义的系统变量

变量名	意 义
help	在线帮助,如 help quit
who	列出所有定义过的变量名称
ans	预设的计算结果的变量名
eps	Matlab 定义的正的极小值 $2.2204e-16$
pi	内建的 π 值
inf	∞ 值,无限大($\frac{1}{0}$)
NaN	无法定义一个数目($\frac{0}{0}$)

Matlab 利用了上下两个光标键调出使用过的指令。按下则前一次指令重新出现,之后再按 Enter 键,即再执行前一次的指令。而上键的功用则是往后执行指令。

键入 `who` 可以查看所有定义过的变量名称。而键入 `clear` 则是去除所有定义过的变量名称;如果只是要去除 `x` 及 `y` 两个变量则可以输入:

```
clear x y
```

`Ctrl + C` (即同时按 `Ctrl` 及 `C` 两个键)可以用来中止执行中的 `Matlab` 的工作。

在 `Matlab` 系统中在线帮助有三种方式:

(1) 利用 `help` 指令,如果已知要找的题材 (`topic`) 为何的话,直接键入 `help < topic >`。所以即使身旁没有使用手册,也可以使用 `help` 指令查询不熟悉的指令或题材的用法。例如:

```
help sqrt,
```

```
help topic
```

(2) 利用 `lookFor` 指令可以从键入的关键字 (`key-word`) (即使这个关键字并不是 `Matlab` 的指令)列出所有相关的题材,例如:

```
lookFor cosine,
```

```
lookFor sine
```

(3) 利用指令窗口的功能选单中的 `Help`,从中选取 `Table of Contents` (目录)或是 `Index` (索引)。例如:

```
> > help sqrt
```

```
SQRT Square root.
```

```
SQRT(X) is the square root of the elements of X. Complex  
results are produced if X is not positive.
```

```
> > help monkey
```

```
monkey not found.
```

```
> > * lookFor tangent
```

```
ACOT Inverse cotangent.
```

```
ACOTH Inverse hyperbolic cotangent.
```

```
ATAN Inverse tangent.
```

```
ATANH Inverse hyperbolic tangent.
```

```
ATAN2 Four quadrant inverse tangent.
```

```
COT Cotangent.
```

```
COTH Hyperbolic cotangent.
```

```
TAN Tangent.
```

```
TANH Hyperbolic tangent.
```

```
> > help atan
```

```
ATAN Inverse tangent.
```

```
ATAN(X) is the arctangent of the elements of X. See also ATAN2.
```

`Matlab` 本身还自带了 `Demo` 程序 (见图 1.2),它是各个工具包的入门向导。通过图形界面,用户可以很容易地掌握 `Matlab` 的基本用法。