

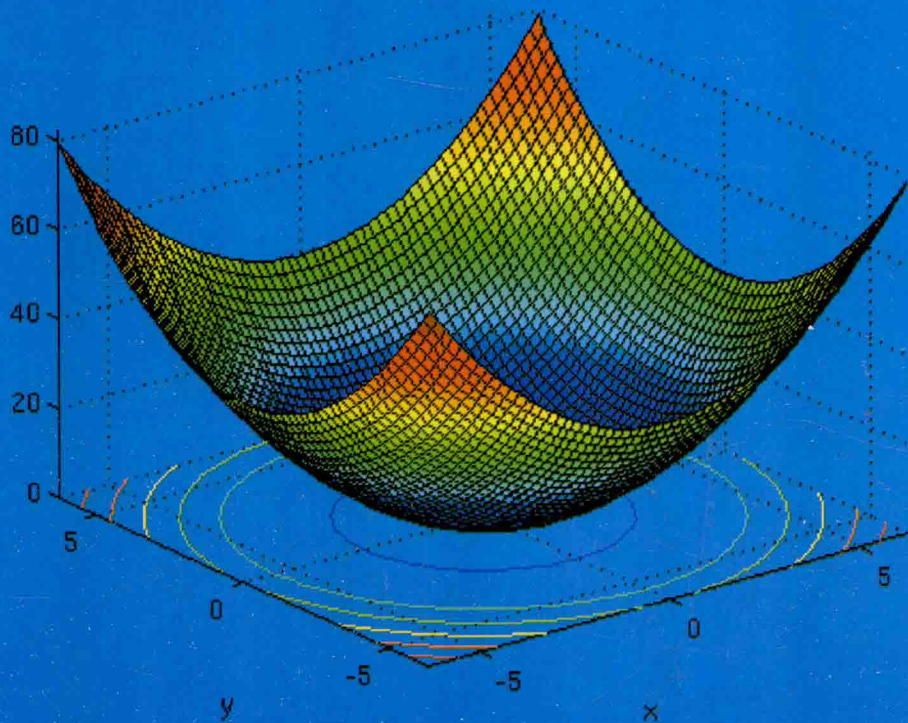


高职高专文化基础类规划教材

数学实验

● 主审 陶书中

● 主编 吴一凡



◆ 苏州大学出版社



高职高专文化基础类规划教材

数学实验

主审 陶书中

主编 吴一凡

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数学实验/吴一凡主编. —苏州:苏州大学出版社, 2012. 8

高职高专文化基础类规划教材

ISBN 978-7-5672-0168-2

I. ①数… II. ①吴… III. ①数学-实验-高等职业教育-教材 IV. ①O1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 186223 号

数 学 实 验

吴一凡 主编

责任编辑 肖 荣

苏州大学出版社出版发行

(地址:苏州市十梓街 1 号 邮编:215006)

淮 阴 新 华 印 刷 厂 印 装

(地址:淮安市淮海北路 44 号 邮编:223001)

开本 787×960 1/16 印张 16.75 字数 410 千

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-0168-2 定价:32.00 元

苏州大学版图书若有印装错误,本社负责调换
苏州大学出版社营销部 电话:0512-65225020
苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>

前 言

数学是研究现实世界中数量关系和空间形式的一门学科,它的产生和发展一直与各种各样的实际问题紧密相关,历史上许多科学技术的重大发明都离不开数学,计算机的出现也应归功于数学家的许多奠基性工作。数学的特点不仅在于概念的抽象性、逻辑的严密性、结论的明确性和体系的完整性,更在于它应用的广泛性。

数学实验课利用现代化教学工具进行教学,使传统的数学注入了时代气息,受到学生的欢迎。将数学实验教学与传统理论教学相结合,在适当放低数学学习要求的同时也缩短了学生从理论到实践应用的距离,加快了知识的更新,提高了学生使用计算机解决实际问题的能力。

针对高职学生,编者遵循“以应用为目的,以必须、够用为度”的原则编写了本教材,因此本书相对弱化了知识的系统性和理论性。由于 MATLAB 软件在科学计算中的广泛应用,且其功能强大,涉及领域广,以及 LINDO 软件在求解优化模型中的重要应用,本书以 MATLAB 为主,以 LINDO 为辅,向读者介绍两个软件在高等数学、图形描绘与处理、线性代数、概率统计及线性规划中的应用,在帮助学生提升数值计算和符号计算能力的同时,帮助学生从繁琐的数学计算中解脱出来,提高对图形的描绘能力以及对线性规划模型的处理分析能力。

本书内容共分为 8 章。第 1 章是 MATLAB 软件的基本操作,第 3 章、第 4 章及第 7 章是本书的重点内容,分别介绍了 MATLAB 在高等数学、线性代数和概率统计中的简单应用。第 2 章介绍了 MATLAB 在图形的描绘及其处理中的应用。第 5 章和第 6 章分别介绍了 MATLAB 中关系与逻辑运算及其在拟合与插值中的应用。第 8 章介绍了 MATLAB、LINDO 软件在线性规划中的应用。附录给出了 MATLAB 中常见的函数命令,供读者查询。书中加“*”的章节,教学中可灵活选用,供读者参考。

在本书的编写过程中,编者参阅了大量的文献,恕不一一指明出处,在此一并向有关作者致谢!

由于数学实验是一门较新的课程,在内容选择、教材编写、教学方式等方面还没有较为定型的模式,加上编者水平与经验有限,书中的错误和不妥在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2012 年 6 月

目 录

第 1 章 MATLAB 操作入门	1
1.1 MATLAB 安装及运行环境.....	1
1.2 MATLAB 的简单数学运算.....	4
1.3 MATLAB 的数据类型	11
1.4 M 文件与程序设计初步.....	15
习题一	21
第 2 章 MATLAB 绘图与图形简单处理	22
2.1 图形窗口简介	22
2.2 二维曲线图的绘制	24
2.3 图形注释	42
2.4 三维图形的绘制	60
2.5 特殊图形的绘制	66
习题二	72
第 3 章 MATLAB 在高等数学中的应用	74
3.1 基本数学函数	74
3.2 符号变量与表达式的生成和使用	88
3.3 函数极限的求解	99
3.4 函数求导及极值与最值的求解	101
3.5 函数积分	105
3.6 常微分方程的求解	115
3.7 多元函数微分的求解	118
3.8 与级数有关的计算	120
习题三	123
第 4 章 MATLAB 在线性代数中的应用	125
4.1 向量及其运算	125

4.2 矩阵与特殊矩阵的生成	130
4.3 矩阵的运算	137
4.4 数组及其运算	156
4.5 线性方程组的求解	161
习题四	171
第5章 MATLAB 中关系与逻辑运算	174
5.1 关系运算符	174
5.2 逻辑运算符	176
5.3 关系与逻辑函数	177
5.4 NaNs 和空矩阵	179
5.5 各种运算符的优先级	181
习题五	181
第6章 MATLAB 在拟合与插值中的应用	183
6.1 最小二乘法实现曲线拟合	183
6.2 曲线插值	188
习题六	193
第7章 MATLAB 在概率统计中的应用	195
7.1 随机数的生成	195
7.2 用 MATLAB 计算随机变量的分布	198
7.3 用 MATLAB 计算随机变量的期望与方差	203
7.4 用 MATLAB 进行区间估计与假设检验	209
* 7.5 回归分析与方差分析	214
习题七	215
第8章 MATLAB、LINDO 在线性规划中的应用	217
8.1 MATLAB 解线性规划	217
8.2 LINDO 简介	224
8.3 LINDO 基本用法	226
8.4 灵敏性分析	235
8.5 整数规划的求解	242
习题八	250
附录 MATLAB 常用函数命令	252

第1章 MATLAB 操作入门

MATLAB 是 Matrix Laboratory(矩阵实验室)的缩写. MATLAB 语言在 1980 年由美国的 Clever Moler 博士开发,初衷是解决矩阵运算问题. 1984 年,由美国的 Mathworks 公司推向市场,历经二十多年的竞争和发展,现已成为国际公认的最优秀的科技应用软件之一. 与其他高级语言相比, MATLAB 提供了一个人机交互的数学系统环境,可以大大节省编程时间. MATLAB 语法规则简单,容易掌握,调试方便,具有高效、简明的特点. MATLAB 软件分为总包和若干个工具箱,可以实现数值分析、优化、统计、微分方程数值解、信号处理、图形处理等若干领域的计算和图形显示功能,使用者只需输入一条命令而不用编制大量的程序即可解决许多数学问题,快速而且准确. MATLAB 建立在向量、数组和矩阵的基础上,使用方便,人机界面直观,输出结果可视化. 正是由于 MATLAB 具有这些强大的功能及优点,它已受到国内外专家和学者的欢迎和重视,并成为工程计算的重要工具. 本书以适用于 Windows 操作系统的 MATLAB 7.0 版本向读者介绍相关的 MATLAB 命令及内容,这些命令均可以在 MATLAB 的更高版本中运行.

1.1 MATLAB 安装及运行环境

一、MATLAB 的安装与启动(Windows 操作平台)

- (1) 将源光盘插入光驱;
- (2) 在光盘的根目录下找到 MATLAB 的安装文件 setup.exe 及安装密码;
- (3) 双击该文件后,按提示逐步安装;
- (4) 安装完成后,在程序栏里便出现 MATLAB 选项,桌面上出现 MATLAB 的快捷方式.

二、MATLAB 的进入与退出

安装好 MATLAB 后,可以通过以下三种方式启动 MATLAB:

- (1) 鼠标双击在桌面上创建的 MATLAB 快捷方式图标,即可启动 MATLAB;

(2) 鼠标单击 Windows 开始菜单的“程序”选项,找到 MATLAB 程序项,单击即可启动 MATLAB;

(3) 直接进入 MATLAB 的安装目标,找到 MATLAB 的程序执行文件,双击鼠标,也可启动 MATLAB;

退出 MATLAB 有以下三种方式:

- (1) 可通过单击程序页面右上角的关闭按钮来进行;
- (2) 可以点击主菜单“File”选项的“Exit MATLAB”选项退出;
- (3) 使用快捷键[Ctrl]+[Q]来退出 MATLAB.

三、MATLAB 的运行环境

MATLAB 是一门高级编程语言,它提供了良好的编程环境. MATLAB 提供了很多方便用户管理变量、输入输出数据以及生成和管理 M 文件的工具. 下面首先简单介绍 MATLAB 的界面. 启动 MATLAB 后,对话框如图 1-1 所示,它大致包括以下几个部分:

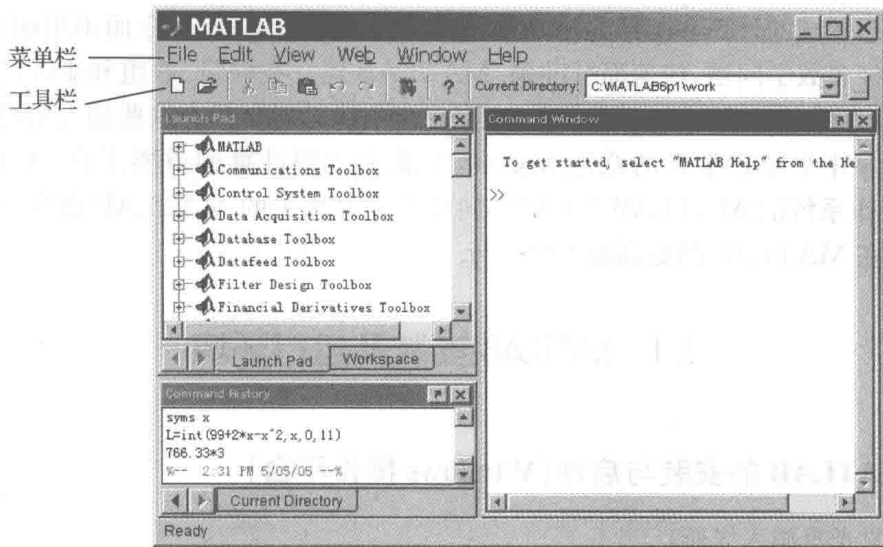


图 1-1

菜单栏:单击即可打开相应的菜单;

工具栏:使用它们能使操作更快捷;

Command Window(命令窗口):用来输入和显示计算结果,其中符号“>>”表示等待用户输入;

Launch Pad(分类帮助窗口):该窗口显示 MATLAB 总包和已安装的工具箱的帮助、演示、GUI 工具和产品主页 4 个方面的内容,若要查看相关内容,只需双击对应目录即可;

Workspace(工作区窗口):该窗口显示当前 MATLAB 的内存中使用变量的信息,包括

变量名、变量数组大小、变量字节大小和变量类型;在工作区窗口中选定某个变量后,双击变量名,将打开数组编辑器窗口(Array Editor),显示该变量的具体内容,该显示主要用于数值型变量,也可以在数组编辑器窗口中修改该数据;

Command History(命令历史窗口):该窗口显示所有执行过的命令,利用该窗口,一方面可以查看曾经执行过的命令,另一方面可以重复利用原来输入的命令,只需在命令窗口中直接双击某个命令,就可执行该命令行;

Current Directory(当前目录选择窗口):该窗口显示当前工作目录下所有文件的文件名、文件类型和最后修改时间,可以在该窗口上方的小窗口中修改工作目录。

四、MATLAB 的运行方式

MATLAB 提供了两种运行方式:命令行方式和 M 文件方式。

命令行运行方式通过直接在命令窗口中输入命令行来实现计算或作图功能,但这种方式在处理比较复杂的问题和大量数据时相当困难;

M 文件运行方式则是先在一个以 m 为扩展名的 M 文件中输入一系列数据和命令,然后让 MATLAB 执行这些命令。(在 1.4 节中补充介绍)

五、MATLAB 的帮助系统

MATLAB 的帮助系统提供帮助命令、帮助窗口等帮助方法。

1. 帮助命令 help

假如准确知道所要求助的主题词或指令名称,那么使用 help 命令是获得帮助的最简单、有效的途径。

```
>> help functionname
```

例如,要获得关于函数 sin 使用说明的在线求助,可键入命令:

```
>> help sin
```

将显示:

```
SIN Sine.
```

```
SIN(X) is the sine of the elements of X.
```

```
Overloaded methods
```

```
help sym/sin.m
```

2. 帮助窗口

帮助窗口给出的信息按目录编排,比较系统,便于浏览与之相关的信息,其内容与帮助命令给出的一样,进入帮助窗口的方法有:

- (1) 由 Launch Pad(分类帮助窗口)进入帮助窗口;
- (2) 选取帮助菜单里的“MATLAB Help”或键入命令“helpwin”;
- (3) 双击菜单条上的问号按钮.

帮助窗口如图 1-2 所示:

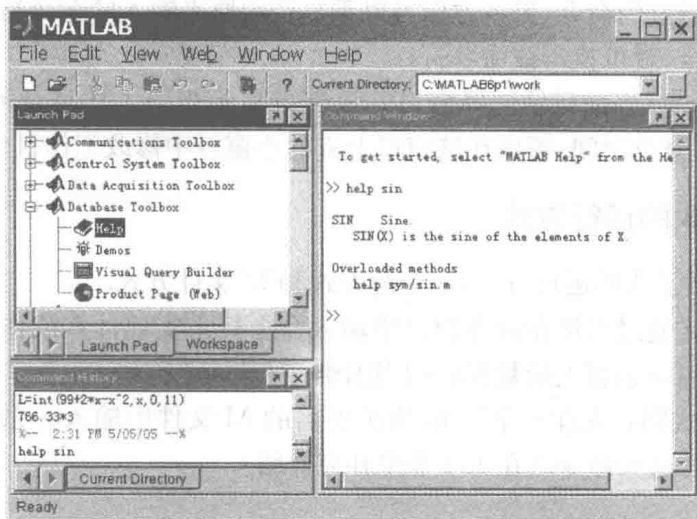


图 1-2

1.2 MATLAB 的简单数学运算

一、数学式的输入

MATLAB 的命令窗口给用户提供了一个很好的交互式平台,当命令窗口处于激活状态时,会显示提示符“>>”,在提示符的右边有一个闪烁的光标,这表示 MATLAB 正处于准备状态,等待用户输入各种命令. MATLAB 最主要的功能就是数值计算,对于简单的数值计算, MATLAB 可以轻松解决. 表 1-1 为 MATLAB 的基本数值运算符号.

表 1-1

数学运算符	数学表达式	MATLAB 运算符	MATLAB 表达式
加	$a+b$	+	$a+b$
减	$a-b$	-	$a-b$
乘	$a \times b$	*	$a * b$
除	$a \div b$	/或\	a/b 或 $b \backslash a$
幂	a^b	^	a^b

下面介绍几种基本数值计算的方法:(1)表达式;(2)变量=表达式.

1. 表达式

表达式由运算符、函数名和数字组成. 在命令窗口中直接输入数学表达式后,按[Enter]键确认,即可得到一个数值型结果,MATLAB将自动赋值给变量 ans.

例 1 求 $[3 \times (8-2)-7] \div 2$.

解 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> (3 * (8-2)-7)/2
```

按[Enter]键,该指令就被执行. 命令窗口显示所得结果:

```
ans =
```

```
5.5000
```

说明 MATLAB 会将运算结果直接存入一变量 ans,代表 MATLAB 运算后的结果 (Answer)并显示其数值于命令窗口中.

2. 变量=表达式

采用直接输入法虽然简单易行,但是当读者需要解决的问题较复杂时,采用直接输入法有时将变得比较困难. 此时,可以采用给变量赋予变量名的方法来进行操作,对等式右边产生的结果,MATLAB 自动将其存储在左边变量中并同时在窗口中显示.

例 2 求 $[3 \times (8-2)-7] \div 2$.

解 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> x = (3 * (8-2)-7)/2
```

结果显示:

```
x =
```

```
2
```

例 3 求 $5^6 + \sin \pi + e^3$.

解 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> y = 5^6 + sin(pi) + exp(3)
```

结果显示:

```
y =
```

```
1.5645e+004
```

例 4 求 $\sin(10) \times \ln 3$.

解 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> z = sin(10) * log(3)
```

结果显示:

$$z =$$

$$-0.5977$$

说明 在大多数情况下, MATLAB 对空格不予处理, 在表达式中, 遵守四则运算法则, 即乘法和除法优先于加减法, 而指数运算等又优先于乘除法, 括号的运算级别更高, 在有多层括号存在的情况下, 从括号里面向最外面逐层扩展. 在 MATLAB 中, 小括号代表着运算级别, 中括号则一般用于生成矩阵. 上述例题及下面例题中用到的函数命令 $\sin, \exp, \log$ 等将在表 1-8 中给出.

例 5 在 MATLAB 中输入 $a/b+c$, MATLAB 显示 $\frac{a}{b}+c$, 但输入表达式 $a/(b+c)$ 则显示 $\frac{a}{b+c}$.

二、标点符号的使用

在 MATLAB 语言中, 标点符号的使用相对比较灵活, 不同的标点符号代表不同的运算, 或是被赋予了特定的含义. 表 1-2 为 MATLAB 中常用的标点符号.

表 1-2

标点符号	定义	标点符号	定义
;	区分行, 取消运行显示等	.	小数点以及域访问等
,	区分列, 函数参数分隔符等	...	连接语句
:	在数组中应用较多	'	字符串的标识符号
()	指定运算优先级等	=	赋值符号
[]	矩阵定义的标志等	!	调用操作系统运算
{ }	用于构成单元数组等	%	注释语句的表示

下面对其中几个比较常用的符号进行简单介绍:

分号“;”: 在命令窗口中输入命令后, 如直接按 [Enter] 键, 将在命令窗口中直接显示这条命令的计算结果; 若不想让 MATLAB 每次都显示运算结果, 只需在运算式后加上分号“;”即可实现此项功能.

例 6 已知 $y=f(x)=x^3-\sqrt[4]{x}+2.15\sin x$, 求 $f(3)$.

解 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> x=3;
```

```
>> y=x^3-x^(1/4)+2.15*sin(x);
```

```
%若要显示变量 y 的值, 直接键入 y 即可
```

```
>> y
```

结果显示:

```
y=
```

25.9873

例7 使用分号重新计算例4.**解** 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> y=sin(10)*log(3);
```

```
%若要显示变量y的值,直接键入y即可
```

```
>> y
```

结果显示:

```
y=
```

```
-0.5977
```

通过上述例题,可以看出使用分号以后,计算的结果将不再显示,但是计算的结果相同.

百分号“%”:有时为了增强程序的可读性,需要给一些语句添加注释语句,在 MATLAB 中,使用百分号来进行句子的注释操作,百分号后的所有文本都将看做是注释,使用注释语句对计算结果没有任何影响,增强了程序的可读性,这在编写大型程序或是多人合作编写程序时显得尤为重要.

逗号“,”:MATLAB 中允许用户在一行中输入多个命令语句,这些语句使用逗号或分号隔开.它们的区别在于使用逗号时,命令语句的运行结果将予以显示;而使用分号时,运行结果将予以隐藏.

例8 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> x=sin(1),y=cos(1);z=tan(1),w=atan(1)
```

结果显示:

```
x=
```

```
0.8415
```

```
z=
```

```
1.5574
```

```
w=
```

```
0.7854
```

在程序中,第一行输入了4条语句,同时使用了逗号和分号,当命令语句后面使用逗号或不使用标点符号时,命令的执行结果将在命令窗口中予以显示,如例8中的 x , z 和 w ,而使用分号命令时的执行结果将在命令窗口中予以隐藏,如例8中的 y .

续行号“...”:在 MATLAB 中,常常会遇到命令行很长的情况,此时为了使程序看起来比较清晰或阅读起来比较方便,可以在程序中分成多行分别书写,使用续行号可实现此项功能.

例9 求 $x = \frac{(5 \times 2 + 1.3 - 0.8) \times 10^2}{25}$.

解 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> x=(5*2+1.3-0.8)*...
10^2/25
```

结果显示:

```
x=
42
```

在例 9 的程序中,续行号出现在数学运算符和变量之间时,就起到了连接语句的作用.但不是将续行号放到任何地方都可以起到连接作用,在以下这些情况下,使用续行号将起不到预定作用.

例 10 续行号错误的使用方式.

在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容:

```
>> fun...
t=2-6+54
```

结果显示:

```
??? t=2-6+54
|
```

Error: Missing MATLAB operator.

在上段程序中,续行号位于变量名 funt 中间,结果 MATLAB 将其不作处理,因此不能起到续行号的作用.

三、常用的操作命令和键盘操作技巧

在 MATLAB 中,掌握一些常用的操作命令和键盘操作技巧,可以起到事半功倍的效果,见表 1-3 和表 1-4.

表 1-3 常用的操作命令

命 令	该命令的功能	命 令	该命令的功能
cd	显示或改变工作目录	hold	图形保持命令
clc	清除工作窗口	load	加载制定文件的变量
clear	清除内存变量	pack	整理内存碎片
clf	清除图形窗口	path	显示搜索目录
diary	日志文件命令	quit	退出 MATLAB
dir	显示当前目录下文件	save	保存内存变量到指定文件
disp	显示变量或文字内容	type	显示文件内容
echo	工作窗口信息显示开关		

表 1-4 常用的键盘操作和快捷键

键盘按钮和快捷键	该操作功能	键盘按钮和快捷键	该操作功能
↑ (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)	光标置于当前行结尾
← (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)	删除光标处字符
Ctrl+←	光标左移一个单词	Backspace (Ctrl+H)	删除光标前字符
Ctrl+→	光标右移一个单词	Alt+Backspace	恢复上一次删除

例 11 求 $y_1 = \frac{2\sin(0.3\pi)}{1+\sqrt{5}}$ 和 $y_2 = \frac{2\cos(0.3\pi)}{1+\sqrt{5}}$ 。

解 在 MATLAB 命令窗口中输入以下内容：

```
>> y1=2 * sin(0.3 * pi)/(1+sqrt(5))
```

结果显示：

```
y1=
    0.5000
```

按[↑]键重新显示：

```
>> y1=2 * sin(0.3 * pi)/(1+sqrt(5))
```

用[←]键修改为

```
>> y2=2 * cos(0.3 * pi)/(1+sqrt(5))
```

结果显示：

```
y2=
    0.3633
```

四、数据显示格式

读者可以根据需要,对命令窗口中的数值计算结果的显示格式进行设置.设置的方法是,选中命令窗口中的“File”→“Preferences”菜单,将弹出一个参数设置对话框,如图 1-3 所示,选择需要的各项参数,完成设置.

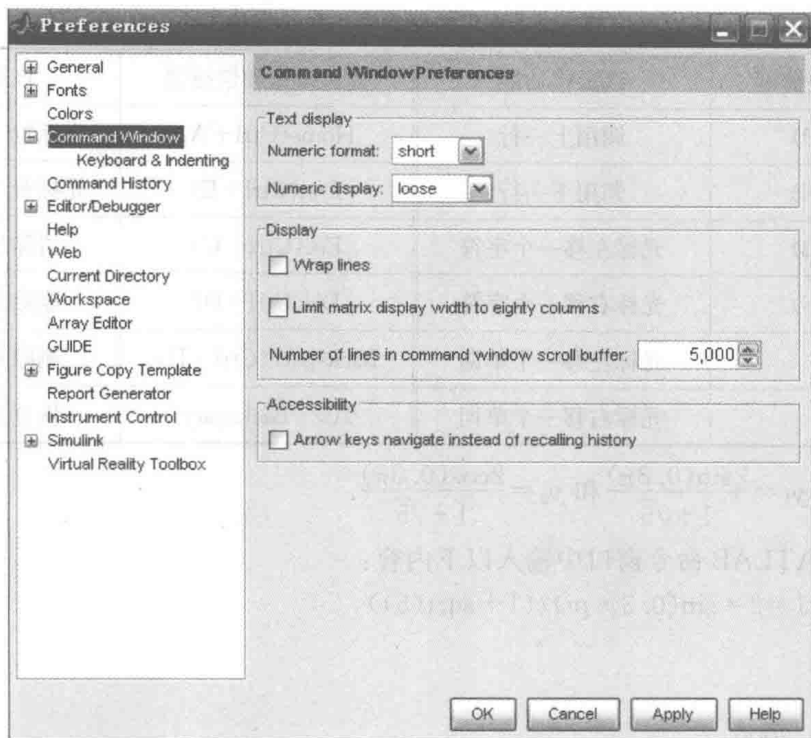


图 1-3

“format short”是默认的数据显示格式,表 1-5 列出了 MATLAB 支持的数据显示格式。

表 1-5

命 令	该命令的功能	示 例
format short	通常保留小数点后 4 位有效数字,最多不超过 7 位,对于大于 1000 的实数,用 5 位有效数字的科学记数形式表示	2.718281 显示为 2.7183 2718.28 显示为 2.7183e+003
format long	用小数点后 14 位有效数字表示	exp(1)显示为 2.71828182845905
format short e	用 5 位有效数字的科学记数形式表示	exp(1)显示为 2.7183e+000
format long e	用 16 位有效数字的科学记数形式表示	exp(1)显示为 2.718281828459046e+000
format short g	从 format short 和 format short e 中选择最佳方式表示	exp(1)显示为 2.7183
format long g	从 format long 和 format long e 中选择最佳方式表示	exp(1)显示为 2.71828182845905

续表

命 令	该命令的功能	示 例
format hex	用十六进制数表示	exp(1)显示为 4005bf0a8b14576a
format bank	用元、角、分表示	exp(1)显示为 2.72
format +	显示大矩阵	exp(1)显示为+
format compact	显示数据时没有空行	
format loose	显示数据时有空行	

1.3 MATLAB 的数据类型

MATLAB 的数据类型包括数字、字符串、单元型和结构型变量,本节介绍一些常用的数据类型。

一、常量

MATLAB 中有一些特定的预定义的变量,这些变量被称为常量,如表 1-6 所示。

表 1-6

变量名	含 义
ans	用于结果的默认变量名
pi	圆周率 π
eps	计算机的最小数 $= 2.2204 \times 10^{-16}$
inf	无穷大(如 $1/0$)
NaN	不定值(如 $0/0$)
i 或 j	复数单位, -1 的平方根 $= \sqrt{-1}$
realmin	最小可用正实数 $= 2.2251 \times 10^{-308}$
realmax	最大可用正实数 $= 1.7977 \times 10^{308}$
2.2204×10^{-16}	2.2204×10^{-16}

下面简单介绍其中几个常量的用法。

inf: 在 MATLAB 中, inf 表示无穷大。MATLAB 中允许的最大数是 2^{1024} , 超过该数时, 系统将会视为无穷大。其他的软件在出现数据无穷大时, 可能会出现死机的情形, 而 MATLAB 则会给出用户警告信息, 同时用 inf 代替无穷大并且不会死机。如在命令窗口中输入: