

经济、管理类实验系列教程

编著/吴礼斌 闫云侠

经济数学 实验与建模

JINGJI SHUXUE SHIYAN YU JIANMO

MATLAB基础知识介绍
数据的作图
微积分的数值计算
线性代数

经济分析实验教程
投资分析实验教程
金融业务综合实验教程
证券及衍生品定价实验教程
保险实验教程
贸易管理实验教程
进出口贸易实验教程
税收征收管理实验教程
财税管理实验教程
公共管理实验教程
会计实验教程
企业会计实验教程
工商管理实验教程
电子商务实验教程
物流管理实验教程
市场营销与商品学实验教程
统计学实验教程
经济数学实验与建模
经济数据处理与优化模型实验教程
人力资源管理实验教程
商务网站构建与运营实验教程

图书馆



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

经济、管理类实验系列教程

经济数学实验与建模

编著 吴礼斌 闫云侠

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

经济数学实验与建模/吴礼斌等编著. —天津: 天津大学出版社, 2009.8

ISBN 978-7-5618-3136-6

I. 经… II. 吴… III. 经济数学—高等学校—教材
IV. F244.0

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第151166号

出版发行 天津大学出版社
出版人 杨欢
地 址 天津市卫津路92号天津大学内 (邮编: 300072)
电 话 发行部: 022-27403647 邮购部: 022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 北京画中画印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 169mm × 239mm
印 张 17.75
字 数 266千
版 次 2009年8月第1版
印 次 2009年8月第1次
定 价 32.00 元

经济、管理类实验系列教程编写委员会

主 任：王建刚

副主任：胡帮胜

委 员：王晶晶 卢太平 任志安 任森春

李 庐 单学勇 邢孝兵 张焕明

胡旺盛 侯晋龙

前 言

随着高等教育改革的不断深入,以“宽口径、厚基础、强能力、求创新”为取向,以“知识、能力、素质协调发展”为目标的高等教育改革大方向业已形成。转变教育教学思想观念,改革人才培养模式,着力加强学生实践能力和创新精神培养已成为新一轮高等教育教学改革的重点和难点。知识来源于实践,实践出真知。注重理论与实践的有机结合,着力培养高素质应用型高级专门人才是我国高等教育的基本任务之一。因此,从教学的基本形态看,理论教学与实践教学是构成高校教学活动的“两翼”,缺一不可,在人才培养过程中发挥着不可替代的重要作用。实验是实践的基本表现形式,实验教学是实践教学的重要内容,是培养学生实践能力和创新思维能力不可或缺的重要环节。长期以来,由于受传统文化思想的影响,“坐而论道”成为我国高等财经类专业教学的主要形态,重理论轻实践的倾向显在,从而对高校财经类实验室建设与实验教学产生抑制作用。随着现代信息技术的飞速发展,特别是在专业教学软件开发日益成熟的条件下,高校财经类实验室建设得到快速发展,实验教学活动由简到繁,从单一到多元,并逐步形成了验证性、模拟性、综合性及设计性等多层次的实验教学体系,实验教学手段日趋多样,实验教学内容日益丰富,实验教学质量得到大幅提升。

实验教学是学生将理论知识有效运用到社会实践的桥梁,是巩固、贯通、创新所学知识的重要手段。实验教学的理论基础来源于建构主义。建构主义学习理论是对传统学习理论的修正和拓展,并对现代教育教学理念的更新以及高等财经类专业教学模式的改革和创新产生积极的影响。建构主义理论强调在真实的情景中建构知识意义,即为学习者建构意义创造必要的学习环境和条件,让学习者步入真实的环境中去感受和体验,从而学会解决实际问题,提高学习者的动手能力和创新思维能力。实践证明,实验室成为创造这种学习环境和条件的最佳选择之一,尤其是在计算机和网络通信技术得到广泛应用的环境下,为高等财经类专业实验教学的发展提供了良好条件。然而,由于我国财经类高校开展实验教学的时间相对较短,实践经验相对不足,客观上还存在一些困惑和欠缺,这其中,因实验教材选用困难而导致“无书教学”现象长期存在,并在一定程度上影响了实验教学效果。

教材是体现教学内容和教学方法的载体,是进行教学的基本工具,是不断提高教学质量的根本保障。教材建设在高等教育教学过程中的作用是非常重要的,



是否能高质量完成各项教学任务的关键环节。实验教材是教师理论教学、科学研究和实践经验的结晶和升华,是深化教育教学改革,全面推进素质教育,培养创新型人才的重要保证。因此,重视和加强实验教材建设,对于提高实验教学质量,培养高素质专门人才具有十分重要的战略意义。基于此,从深化教育教学改革以及我校实验教学需求的目的出发,安徽财经大学经济、管理实验教学中心特组织一批具有较好学术造诣和丰富实践经验的中青年教师,编撰了“经济、管理类系列实验教材”。本系列教材是基于目前通用的实验教学软件,并结合经济、管理类专业实验教学的特点而编撰的。该系列教材的出版,既是安徽财经大学经济、管理实验教学中心长期教学实践经验的总结和探索,也是安徽省实验教学示范中心建设的重要成果。

本系列教材在编撰过程中,学习借鉴了国内外许多专家学者的有关研究成果,在此特向他们表示感谢!同时,本系列教材的出版,得到了学校领导、兄弟院校以及天津大学出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢!由于时间仓促以及水平局限,书中难免存有错漏之处,敬请各位同仁、专家和读者批评指正,以帮助我们通过修订不断完善。

经济、管理类实验系列教程编写委员会

2009年6月



目 录

第 1 章	MATLAB 基础知识介绍	1
1.1	MATLAB 概述	1
1.2	变量与函数	8
1.3	运算符与操作符	13
1.4	矩阵及其运算	15
1.5	符号运算介绍	21
1.6	实例	23
1.7	练习和思考	26
第 2 章	数据的作图	27
实验 2.1	一元函数数据的作图	27
实验 2.2	三维图形的作图	34
实验 2.3	MATLAB 编程	44
第 3 章	微积分的数值计算	53
实验 3.1	微积分基本运算	53
实验 3.2	非线性方程(组)的解法	64
实验 3.3	微分方程的求解	71
实验 3.4	插值与拟合	85
第 4 章	线性代数	97
实验 4.1	矩阵的运算	97
实验 4.2	线性方程组	107
实验 4.3	投入产出模型	114
第 5 章	概率分布与统计推断	123
实验 5.1	随机变量的概率分布	123
实验 5.2	随机模拟	131
实验 5.3	参数估计与假设检验	137



第 6 章 数据分析.....	151
实验 6.1 样本数据的特征分析.....	151
实验 6.2 向量的距离与夹角余弦.....	168
实验 6.3 数据的属性与处理方法.....	182
第 7 章 回归分析.....	195
实验 7.1 一元回归模型.....	195
实验 7.2 多元线性回归模型.....	208
第 8 章 优化方法.....	221
实验 8.1 线性规划问题的求解.....	221
实验 8.2 非线性规划问题.....	233
实验 8.3 动态规划.....	242
第 9 章 建模实例.....	257
9.1 饮酒驾车的数学模型.....	257
9.2 彩票中的数学.....	267
参考文献.....	274
后记.....	275



第 1 章

MATLAB 基础知识介绍

本章主要介绍 MATLAB 软件的一些入门知识, 包括 MATLAB 界面及其基本操作、变量与函数、运算符与操作符、矩阵运算以及符号运算基础等。

1.1 MATLAB 概述

1.1.1 MATLAB 简介

MATLAB 是美国 Mathworks 公司推出的一个科技应用软件, 它的名字是由矩阵 (matrix) 和实验室 (laboratory) 两词的前 3 个字母组成的。MATLAB 是一种广泛应用于工程计算及数值分析领域的软件, 可以把科学计算、结果可视化和编程都集中在一个使用方便的环境中。该软件自 1984 年推向市场以来, 历经了 25 年的发展与竞争, 现已成为国际公认的最优秀的工程应用开发软件。MATLAB 功能强大、简单易学、编程效率高, 深受广大科技工作者的欢迎。

在欧美各高等院校, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理等课程的基本教学工具, 是本科生、硕士生以及博士生必须掌握的技能。在国际学术界, MATLAB 已经被广泛认可为准确、可靠的科学计算标准软件。在许多国际一流学术刊物 (尤其是信息科学刊物) 上, 都可以看到应用 MATLAB 的文章。

1.1.2 MATLAB 的特点与主要功能

(1) MATLAB 是一个交互式软件系统, 输入一条命令, 立即就可以得到该命令的结果。

(2) 数值计算功能: 以矩阵作为基本单位, 但无须预先指定维数 (动态定维); 按照 IEEE 的数值计算标准进行计算; 提供十分丰富的数值计算函数, 计算方便,



效率较高；命令与数学中的符号、公式非常接近，可读性强，容易掌握。

(3) 符号运算功能：与著名的 Maple 相结合，具有强大的符号计算功能。

(4) 绘图功能：提供了丰富的绘图命令，能实现一系列可视化操作。

(5) 编程功能：具有程序结构控制、函数调用、数据结构、输入输出、面向对象等程序语言特征，而且简单易学、编程效率高。

(6) 丰富的工具箱：MATLAB 有几十个工具箱，这些工具箱大致可分为功能型工具箱和领域型工具箱。功能型工具箱主要用来扩充 MATLAB 的符号计算功能、图形建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件实时交互功能，能用于多种学科。领域型工具箱专业性很强，如控制系统工具箱 (Control System Toolbox)、信号处理工具箱 (Signal Processing Toolbox)、符号数学工具箱 (Symbolic Math Toolbox)、统计工具箱 (Statistics Toolbox)、优化工具箱 (Optimization Toolbox)、财政金融工具箱 (Financial Toolbox) 等。其中，符号数学工具箱具有如下功能：符号表达式和符号矩阵的创建；符号微积分、线性代数、方程求解；因式分解、展开和简化；符号函数的二维图形的生成；图形化函数计算器。统计工具箱具有如下功能：概率分布和随机数的生成；多变量分析；回归分析；主元分析；假设检验。优化工具箱具有如下功能：求解线性规划和二次规划；求函数的最大值和最小值；多目标优化；约束条件下的优化；非线性方程求解。财政金融工具箱具有如下功能：成本、利润分析；市场灵敏度分析；业务量分析及优化；偏差分析；资金流量估算；财务报表。

(7) Simulink 动态仿真集成环境：提供建立系统模型、选择仿真参数和数值算法、启动仿真程序对该系统进行仿真、设置不同的输出方式来观察仿真结果等功能。

1.1.3 MATLAB 界面

1. MATLAB 7.0 工作环境简介

(1) MATLAB 7.0 有以下 3 种启动方法：①双击 Windows 桌面上的快捷图标；②从“开始”菜单的“程序”子菜单中选择“MATLAB 7.0”；③在 MATLAB 目录中搜索到可执行程序“MATLAB.exe”，双击该程序使之启动。启动后的界面如图 1-1 所示。

图 1-1 大致包括以下几个部分：菜单项、工具栏、“Command Window”命令窗口（指令窗口）、“Workspace”工作空间管理窗口、“Command History”命令历史窗口（指令的历史记录）、“Current Directory”当前路径窗口（当前目录选项）。

(2) MATLAB 7.0 的主菜单包括“File”、“Edit”、“Debug”、“Desktop”、“Window”和“Help”菜单。

①“File”（文件）菜单，如图 1-2 所示。文件菜单除了具有 Windows 一般应用程序所具有的“新建”、“打开”、“关闭”、“退出”、“打印”选项外，还包括如下选项：



- “Import Data...”，导入有关数据；
- “Save Workspace As...”，保存工作平台；
- “Preferences...”，设置部分 MATLAB 工作环境的交互性；
- “Set Path...”，设置当前工作路径。

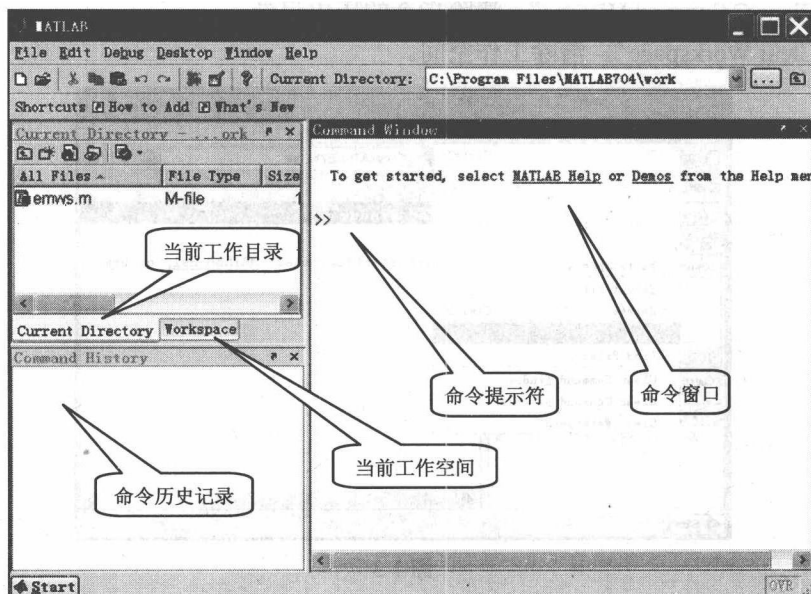


图 1-1

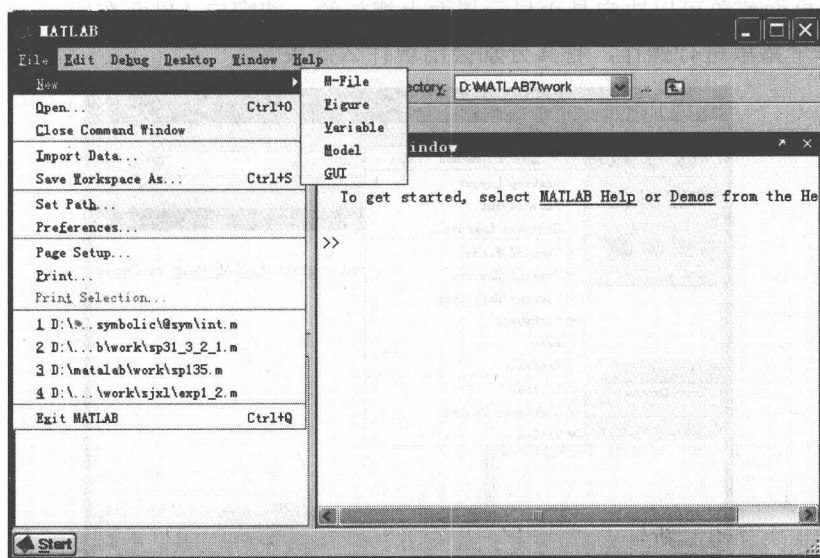


图 1-2



② “Edit”（编辑）菜单，如图 1-3 所示。编辑菜单除了具有 Windows 一般应用程序所具有的“撤消操作”、“重复操作”、“拷贝”、“粘贴”、“全选”选项外，还包括如下选项：

“Clear Command Window”，清除指令窗口；

“Clear Command History”，清除指令的历史记录；

“Clear Workspace”，清除工作空间。

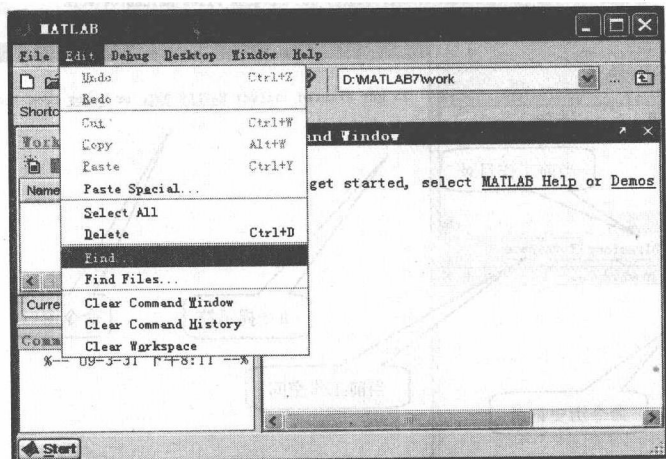


图 1-3

③ “Desktop”（桌面）菜单，如图 1-4 所示。为了改动 MATLAB 工作环境的外观，桌面菜单可以决定是否显示界面上摆放的一些窗口（界面布局）。可以对其中的每个菜单进行操作，看其分别会出现什么效果。

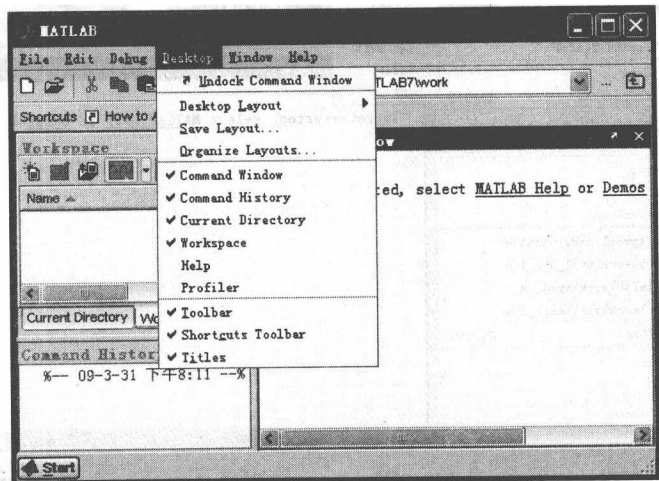


图 1-4

④ “Window”（窗口）菜单。窗口菜单用于显示当前打开的 M 文件的文件名以及在已打开的窗口之间进行切换。

⑤ “Help”（帮助）菜单，如图 1-5 所示。帮助菜单为用户提供了查阅各类帮助信息的方法，通过菜单项打开帮助窗口，将显示各部分的帮助信息。

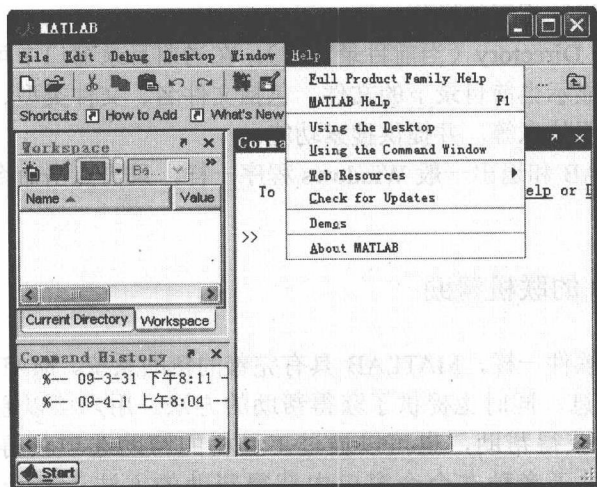


图 1-5

2. MATLAB 7.0 常用窗口简介

(1) Command Window（命令窗口）：命令窗口是对 MATLAB 进行操作的主要载体，在默认的情况下，启动 MATLAB 时就会打开命令窗口，显示形式如图 1-1 所示。一般来说，MATLAB 的所有函数和命令都可以在命令窗口中执行。在 MATLAB 命令窗口中，命令不仅可以通过菜单操作来实现，也可以通过命令行操作来执行。

例如，在命令窗口中输入 $\sin(\pi/5)$ ，然后单击回车键，就会得到该表达式的值。

```
>>sin(pi/5)
ans=0.5878
```

注：在 MATLAB 命令行操作中，有一些键盘按键可以提供特殊而方便的编辑操作。比如用【↑】可调出前一个命令行，用【↓】可调出后一个命令行，这样避免了重新输入的麻烦。下面即将介绍的历史窗口也具有此功能。

(2) Command History（历史命令记录窗口）：该窗口记录着用户每一次开启 MATLAB 的时间，以及每一次开启 MATLAB 后，在 MATLAB 指令窗口中运行过的所有指令行。这些指令行记录可以被复制到指令窗口中再运行，从而减少了重新输入的麻烦。选中该窗口中的任一指令记录，然后单击鼠标右键，则可根据



菜单进行相应操作。双击某一行命令，即可在命令窗口中执行该命令。

(3) **Workspace** (工作空间管理窗口): 在工作空间管理窗口中将显示所有目前保存在内存中的 **MATLAB** 变量的变量名及其对应的数据结构、字节数以及类型，而不同的变量类型分别对应不同的变量名图标。选中一个变量，单击鼠标右键则可根据菜单进行相应的操作。

(4) **Current Directory** (当前目录窗口): 在当前目录窗口中可显示或改变当前目录，还可以显示当前目录下的文件，包括文件名、文件类型、最后修改时间以及该文件的说明信息等，并提供搜索功能。

退出 **MATLAB** 和退出一般 **Windows** 程序一样，只需点击命令窗口右上角的“关闭”即可。

1.1.4 MATLAB 的联机帮助

和其他高级软件一样，**MATLAB** 具有完善的帮助系统。**MATLAB** 提供了非常丰富的帮助信息，同时也提供了获得帮助的方法。用户可以通过桌面平台的“**Help**”菜单来获得帮助，也可以通过工具栏的帮助选项获得帮助。此外，**MATLAB** 也提供了多种在命令窗口中获得帮助的方法。在命令窗口中获得 **MATLAB** 帮助的命令及说明如表 1-1 所示，其调用格式为“命令+指定参数”。

例如:

```
>>help sin
```

```
SIN      Sine.
```

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

```
Overloaded methods
```

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

表 1-1 MATLAB 命令窗口中获得帮助的命令

命 令	说 明
help	在命令窗口中显示M文件帮助
lookfor	在命令窗口中显示具有指定参数特征函数的M文件帮助
doc	在帮助浏览器中显示指定函数的参考信息
helpwin	打开帮助浏览器，并且将初始界面置于MATLAB函数的M文件帮助信息
helpdesk	打开一个名为“help”的帮助窗口
demo	打开一个“help”的演示模型界面，从而方便地了解MATLAB的基本功能

此外，**MATLAB 7.0** 支持模糊查询，用户只需输入命令的前几个字母，然后按【**Tab**】键，系统就会列出所有以这几个字母开头的命令。

1.1.5 MATLAB 的文件管理与工作目录

1. 文件管理

MATLAB 文件格式有 M、Mat、Mex 等。扩展名为“.m”的文件称为 M 文件，也叫程序文件。顾名思义，该文件是解决问题的程序命令集合，工具箱中的函数大部分是 M 文件。扩展名为“.mat”的文件称为 MAT 文件，也叫数据文件，用来保存工作空间的数据变量。扩展名为“.mex”的文件称为 MEX 文件，也叫可执行文件，为 MATLAB 的编译器对 M 文件进行编译后产生。

常见的文件管理命令如表 1-2 所示。

表 1-2 常见的文件管理命令

命 令	说 明
what	显示当前目录中的 MATLAB 文件
which 文件主名	显示指定的 M 文件的路径
type 文件主名	显示指定的 M 文件内容
save 文件名	存储定义的变量或演算结果到指定的文件
diary 文件名	以 ASCII 码形式记录所有的输入和输出内容
cd	显示当前工作目录
cd 子目录名	进入子目录
dir	显示当前目录中的所有文件
mkdir	建子目录
Load filename	寻找名称为 filename.mat 的档案，并以二进制格式载入

例如：

```
>>which ifft
D:\MATLAB\toolbox\MATLAB\datafun\ifft.m
>>type ifft           %显示 M 文件 ifft.m 的全部内容
>>type acos
acos is a built-in function %一些核心函数不是 M 文件
```

2. 工作目录

MATLAB 只执行当前目录或搜索路径下的命令、函数与文件。当前目录是指 MATLAB 运行文件时的工作目录，在当前目录窗口中可以显示或改变当前目录，还可以显示当前目录下的文件并进行搜索。当用户在 MATLAB 命令窗口输入一



条命令后, MATLAB 按照一定次序寻找相关的文件。基本的搜索过程是: ①检查该命令是不是一个变量; ②检查该命令是不是一个内部函数; ③检查该命令是否为当前目录下的 M 文件; ④检查该命令是否为 MATLAB 搜索路径中其他目录下的 M 文件。

用户可以将自己的工作目录列入 MATLAB 搜索路径, 从而将用户目录纳入 MATLAB 系统统一管理。设置搜索路径的方法有以下两种。

(1) 用 `path` 命令设置搜索路径。例如, 将用户目录 `C:\mydir` 加到搜索路径下, 可在命令窗口输入命令:

```
path(path, 'C:\mydir...')
```

(2) 用对话框设置搜索路径。在 MATLAB 的“File”菜单中选择“Set Path”, 或在命令窗口执行 `pathtool` 命令, 将出现搜索路径设置对话框。通过“Add Folder”或“Add with Subfolder”按钮将指定路径添加到搜索路径列表中。

在修改完搜索路径后, 需要进行保存。

1.2 变量与函数

1.2.1 常量与变量

MATLAB 的数据类型主要包括数字、字符串、矩阵、单元型数据及结构型数据等, 限于篇幅, 本书将重点介绍其中的几个常用类型。

1. 常量

MATLAB 中的数据有常量与变量之分, 常量也称为数值。常量包括实数和复数, 具体形式上包括标量、向量、数组和矩阵等一切可以用数字表示的量。实数一般采用十进制表示, 可以带小数点和正负号, 下面的数值都是合法的。

5, +5, -5.55, 0.0056, 6.5e-5, 100e60, -0.060e-0123

可以对常量进行各种算术运算、关系运算和逻辑运算。

MATLAB 的计算都是以双精度 (double) 格式进行的, 且所有常量在内存中也都是以双精度保存的, 但其显示格式却有不同形式, 通常用户可在命令窗口中用 `format` 命令临时改变其显示方式。比如说用户希望以有理数 (rational) 形式显示某常量, 则可在命令窗口中输入:

```
>>format rational
```

其他常用格式还有短格式 (short, 或称缺省格式) 和长格式 (long), 更多其他格式如表 1-3 所示。



表 1-3 数据的输出格式说明

格 式	中 文 解 释	说 明
format	短格式（缺省格式）	缺省时为默认短格式方式与 format short 相同
format short	短格式	显示 5 位定点十进制数
format long	长格式	显示 15 位定点十进制数
format short e	短格式 e 方式	显示 5 位浮点十进制数
format long e	长格式 e 方式	显示 15 位浮点十进制数
format short g	短格式 g 方式	显示 5 位定点或 5 位浮点十进制数
format long g	长格式 g 方式	显示 15 位定点或 15 位浮点十进制数
format hex	16 进制格式	以 16 进制格式显示
format +	+格式	以+、-和空格分别表示矩阵中的正数、负数和零元素
format bank	银行格式	按元、角、分（小数点后具有两位）的固定格式显示
format rat	有理数格式	用有理数逼近显示数据
format compact	压缩格式	数据之间无空行
format loose	自由格式	数据之间有空行

例如：

$x = [4/3 \quad 1.2345e-6]$

在不同的输出格式下的结果如下。

短格式	1.3333	0.0000
短格式 e 方式	1.3333e+000	1.2345e-006
长格式	1.33333333333333	0.00000123450000
长格式 e 方式	1.33333333333333e+000	1.23450000000000e-006
有理数格式	4/3	1/810045
16 进制格式	3ff5555555555555	3eb4b6231abfd271
+格式	+	+

对于短格式，如果矩阵的最大元素比数 999999999 大，或者比数 0.0001 小，则在打印时，将加入一个普通的长度因数。如 $y = 1.0e20 * x$ ，意为 x 被 10^{20} 乘，结果如下。

$y =$

1.0e+020*x
1.3333 0.0000

“+”格式是显示大矩阵的一种紧凑方法，“+”、“-”和空格分别代表正数、负数和零元素。

format compact 命令可压缩显示的矩阵，以使更多的信息显示在屏幕上。