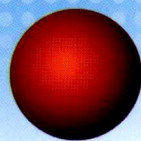
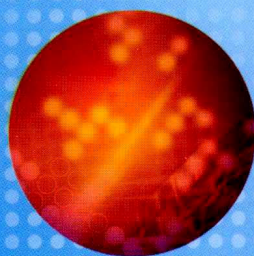


高等院校应用型本科教育系列规划教材

数学实验

——基于 CDIO 模式

主编 杨 韧 秦健秋



科学出版社
www.sciencep.com

高等院校应用型本科教育系列规划教材

数 学 实 验

——基于 CDIO 模式

主编 杨 韧 秦健秋

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本教材是为理工科院校开设数学实验课程编写的教材,内容共分两部分:第一部分基础实验由14个实验构成,其中实验1和实验2介绍MATLAB软件的基本操作,实验3~实验14以MATLAB软件为平台,将数学知识、计算机技术和实际问题相结合,介绍基本数学问题的MATLAB运算方法,内容涵盖“高等数学”和“线性代数”;第二部分数学建模实验,由5个实验构成,介绍部分建模常用方法,如曲线拟合、线性规划、回归分析和计算机模拟等,内容涉及生活、经济、管理等方面,具有一定实用性和趣味性。

本教材理论系统,内容丰富,难度适中,可作为高等院校各专业数学实验课程的教材或者参考书,同时可作为数学建模培训的先行教材,并可供广大学生和教师自学与参考。

图书在版编目(CIP)数据

数学实验——基于CDIO模式/杨韧,秦健秋主编. —北京:科学出版社, 2010. 11

高等院校应用型本科教育系列规划教材

ISBN 978-7-03-029320-6

I. ①数… II. ①杨…②秦… III. ①高等数学-实验-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(2010)第206655号

责任编辑:滕亚帆 唐保军 / 责任校对:朱光兰
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年11月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010年11月第一次印刷 印张:17

印数:1—5 000

字数:330 000

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

21 世纪随着计算机的广泛使用、各类数学软件的开发,数学的教学内容和课程教学体系随之进行了深刻的改革.数学实验(mathematical experiments)作为数学教学改革产物于 20 世纪 90 年代在国内高校诞生.数学实验将数学知识、数学建模与计算机三者融为一体,通过数学实验使学生深入理解数学的基本概念和基本理论,熟悉常用的数学软件,培养学生解决实际问题的能力.

成都信息工程学院数学实验课程教学改革始于 20 世纪 90 年代末.本教材于 2002 年着手编写,作为成都信息工程学院数学实验课程的教材,同时也是四川省精品课程“高等数学”、“线性代数与空间解析几何”的配套教材.2005 年正式由成都信息工程学院理工科学生使用,学生反映该教材直观易学,能体会到学习数学的乐趣以及数学应用的实用性.2009 年为配合成都信息工程学院 CDIO 教育教学改革,作为成都信息工程学院 CDIO 教育教学改革系列教材,编者进一步对该教材作了修改和完善,特别增加了数学建模实验篇.

本教材力求数学内容现代化,将古典内容用现代观点介绍,体现创新;选材突出数学理论的应用案例,融入数学建模思想,以通俗易懂的方式介绍数学理论知识在多个领域中的广泛应用;注重数学方法与计算机应用相结合,突出图形功能的直观效果.教材内容分为基础实验篇和数学建模实验篇两部分.

基础实验紧密结合“高等数学”和“线性代数”课程内容,介绍实现高等数学、线性代数相关计算的 MATLAB 方法,更多地采用图形诠释结果;同时重视数学方法的应用,引入经过简化的实际问题,建立简单数学模型并用 MATLAB 软件实现求解的过程.该篇内容由浅入深、循序渐进、简单明了,适合于初学者.

数学建模实验选用部分经典数学模型和全国大学生数学建模竞赛题目,引入 top-down 的设计思想,让学生了解如何将复杂的实际问题提炼为数学问题的全过程,并带着问题去学习和探索解决问题的方法,培养学生的动手能力和创新意识.该篇介绍了数学建模常用的曲线拟合、线性规划、回归分析、计算机模拟等方法,为后续的数学建模课程打下基础.

内容编写结构如下:

(1) 实验目的.明确实验要掌握的数学知识、软件知识和解决实际问题的方法.

(2) 预备知识.实验所必备的数学知识及相关知识.

(3) 实验内容.详细介绍该实验的具体过程.

(4) 实验任务. 含验证性实验和综合性实验两部分, 其中验证性实验是让学生使用 MATLAB 软件来实现数学基本理论和基本运算, 综合性实验是运用相关知识解决实际问题.

本教材的主要对象为大学一、二年级学生, “高等数学”、“线性代数”和“计算机应用基础”是先修课程. 教材使用 MATLAB 软件, 所有程序均在 MATLAB6.5 版本以上调试并运行, 对于较为复杂的程序给出了注释语句.

本教材基础实验篇由杨韧编写, 数学建模实验篇由秦健秋编写. 除了编者写作内容外, 部分例题、数学建模实验和实验任务题目参考了教材所列文献, 编者在这里对这些参考文献的作者表示感谢!

在教材的编写、修改和试用过程中, 成都信息工程学院张志让教授、杨光崇教授给予了极大的支持, 在此致以诚挚的感谢! 成都信息工程学院吴泽忠、谢海英、梅志红、邓小艳和胡艳等老师协助完成了教材的部分录入工作, 特此表示感谢!

鉴于编者水平有限, 且数学实验用到的数学知识包罗万象, 很难完整反映到本教材中, 书中肯定还有一些不尽如人意之处, 恳请各位专家和读者提出宝贵意见, 使之进一步完善.

编 者

2010 年 6 月

目 录

前言

实验 1 MATLAB 入门	1
1.1 实验目的	1
1.2 预备知识	1
1.3 实验内容	1
1.3.1 MATLAB 简介	1
1.3.2 MATLAB 软件的启动	1
1.3.3 MATLAB 7.x 系统界面	1
1.3.4 MATLAB 帮助系统	5
1.3.5 MATLAB 的文件管理	5
1.3.6 MATLAB 语言基础	6
1.3.7 MATLAB 程序设计	10
1.4 实验任务	18
实验 2 符号运算	20
2.1 实验目的	20
2.2 实验内容	20
2.2.1 创建符号变量	20
2.2.2 创建符号表达式	21
2.2.3 创建符号函数	22
2.2.4 创建符号方程	22
2.2.5 符号表达式的运算	23
2.2.6 符号与数值的转换	24
2.2.7 符号变量替换	27
2.2.8 符号表达式 f 的化简	28
2.2.9 求解符号代数方程	30
2.3 实验任务	33
实验 3 一元函数的图形	34
3.1 实验目的	34

3.2	预备知识	34
3.2.1	显函数	34
3.2.2	参数方程	34
3.2.3	隐函数	34
3.3	实验内容	34
3.3.1	二维平面图形的描绘方法	34
3.3.2	图形的标注和控制	41
3.4	实验任务	44
实验 4	极限与间断点	47
4.1	实验目的	47
4.2	预备知识	47
4.2.1	数列极限	47
4.2.2	函数极限	47
4.2.3	无穷小	47
4.2.4	无穷大	48
4.2.5	间断点	48
4.3	实验内容	48
4.4	实验任务	61
实验 5	一元函数微分学	62
5.1	实验目的	62
5.2	预备知识	62
5.2.1	导数	62
5.2.2	微分	62
5.2.3	中值定理	63
5.2.4	极值	63
5.3	实验内容	64
5.3.1	符号导数	64
5.3.2	中值定理几何意义	67
5.3.3	泰勒公式与函数逼近	70
5.3.4	一元函数极值	74
5.4	实验任务	78
实验 6	一元函数积分学	81
6.1	实验目的	81

6.2 预备知识	81
6.2.1 原函数与不定积分	81
6.2.2 定积分	81
6.2.3 变上限函数的导数	82
6.2.4 定积分应用	82
6.3 实验内容	83
6.3.1 符号积分	83
6.3.2 交互式近似积分	86
6.3.3 定积分的应用	88
6.4 实验任务	94
实验7 空间曲线与曲面的绘制	97
7.1 实验目的	97
7.2 预备知识	97
7.2.1 空间曲线的参数方程	97
7.2.2 空间曲面	97
7.2.3 空间曲面在坐标面上的投影	97
7.2.4 等高线	98
7.3 实验内容	98
7.3.1 空间曲线的绘制	98
7.3.2 空间曲面的绘制	101
7.3.3 视点控制	107
7.3.4 等高线的绘制	109
7.4 实验任务	113
实验8 多元函数微分学	115
8.1 实验目的	115
8.2 预备知识	115
8.2.1 二元函数微分法	115
8.2.2 多元函数微分学的应用	116
8.3 实验内容	117
8.3.1 多元函数 $z=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 的偏导数	117
8.3.2 多元函数微分学的几何应用	119
8.3.3 二元函数的极值	122
8.3.4 近似计算	125

8.3.5 梯度	127
8.4 实验任务	129
实验 9 重积分	131
9.1 实验目的	131
9.2 预备知识	131
9.2.1 二重积分	131
9.2.2 三重积分	131
9.3 实验内容	132
9.3.1 重积分的计算	132
9.3.2 应用	136
9.4 实验任务	142
实验 10 曲线积分和曲面积分	144
10.1 实验目的	144
10.2 预备知识	144
10.2.1 曲线积分	144
10.2.2 格林公式	145
10.2.3 曲面积分	145
10.2.4 高斯公式	145
10.3 实验内容	146
10.3.1 曲线积分	146
10.3.2 曲面积分	149
10.3.3 应用	156
10.4 实验任务	159
实验 11 无穷级数	162
11.1 实验目的	162
11.2 预备知识	162
11.2.1 级数的敛散性	162
11.2.2 常数项级数的审敛法	162
11.2.3 幂级数的收敛半径	163
11.2.4 傅里叶级数	163
11.3 实验内容	164
11.3.1 级数求和	164
11.3.2 常数项级数的审敛法	169

11.3.3 幂级数	171
11.3.4 傅里叶级数	174
11.4 实验任务	178
实验 12 常微分方程	180
12.1 实验目的	180
12.2 预备知识	180
12.2.1 微分方程的概念	180
12.2.2 微分方程的解析解	180
12.2.3 微分方程解的几何意义	180
12.2.4 常微分方程的数值解	181
12.3 实验内容	181
12.3.1 常微分方程的解析解(符号解)	181
12.3.2 常微分方程数值解	185
12.3.3 应用	189
12.4 实验任务	193
实验 13 矩阵及其运算	196
13.1 实验目的	196
13.2 预备知识	196
13.2.1 矩阵定义	196
13.2.2 矩阵的线性运算	196
13.2.3 矩阵的逆	197
13.3 实验内容	197
13.3.1 矩阵的创建	197
13.3.2 矩阵的寻访与赋值	201
13.3.3 矩阵的操作	203
13.3.4 数组、矩阵的运算	207
13.3.5 应用	208
13.4 实验任务	209
实验 14 线性方程组及二次型	211
14.1 实验目的	211
14.2 预备知识	211
14.2.1 向量组的线性相关性	211
14.2.2 线性方程组的解	212

14.2.3	方阵的对角化	212
14.2.4	二次型	212
14.3	实验内容	213
14.3.1	向量组的秩及线性相关性	213
14.3.2	线性方程组	214
14.3.3	特征值与特征向量	217
14.3.4	二次型	218
14.3.5	应用	219
14.4	实验任务	221
实验 15	人口预测	223
15.1	实验目的	223
15.2	实验项目	223
15.3	实验内容	223
15.3.1	模型建立	223
15.3.2	模型化简	224
15.3.3	模型求解	225
15.4	实验任务	230
实验 16	投资收益	232
16.1	实验目的	232
16.2	实验项目	232
16.3	实验内容	232
16.3.1	模型建立	232
16.3.2	模型求解	234
16.3.3	模型思考	237
16.4	实验任务	237
实验 17	最优捕鱼策略	239
17.1	实验目的	239
17.2	实验项目	239
17.3	实验内容	239
17.3.1	符号说明	239
17.3.2	问题假设	240
17.3.3	模型建立并求解	240
17.4	实验任务	242

实验 18 艾滋病疗法的评价及疗效的预测	244
18.1 实验目的	244
18.2 实验项目	244
18.3 实验内容	245
18.3.1 预备知识	245
18.3.2 问题(1)	247
18.3.3 问题(2)	251
18.4 综合实验	253
实验 19 飞行管理	254
19.1 实验目的	254
19.2 实验项目	254
19.3 实验内容	255
19.3.1 模型建立	255
19.3.2 模型求解	256
19.3.3 模型评价	259
19.4 实验任务	259
参考文献	260

实验 1 MATLAB 入门

1.1 实验目的

- (1) 了解 MATLAB 软件.
- (2) 熟悉 MATLAB 软件的基本操作.
- (3) 掌握 MATLAB 软件的一些常用基本命令.
- (4) 会用 MATLAB 基本语言进行简单问题的编程.
- (5) 初步了解如何对实际问题建立数学模型,并转化为计算模型进行处理.

1.2 预备知识

- (1) 计算机基础知识.
- (2) 程序设计的基本原理.

1.3 实验内容

1.3.1 MATLAB 简介

MATLAB 是由美国 Mathworks 公司开发的适用于多学科、多种工作平台且功能强劲的大型软件.它具有强大的数学运算功能和图形处理能力,以及高效简洁的程序运行环境和丰富的工具箱.

1.3.2 MATLAB 软件的启动

- (1) 双击桌面上的 MATLAB 图标;
- (2) 点击 **开始** → **程序** → **MATLAB**.

1.3.3 MATLAB 7.x 系统界面

启动 MATLAB 7.x,如图 1-1 所示.

- (1) 标题栏:左边是 MATLAB,右边从左到右依次是窗口最小化、缩放和关闭按钮.
- (2) 菜单栏:6 个下拉式菜单.
- (3) 工具栏:11 个条形工具按钮与设置当前目录的弹出式菜单框和查看目录

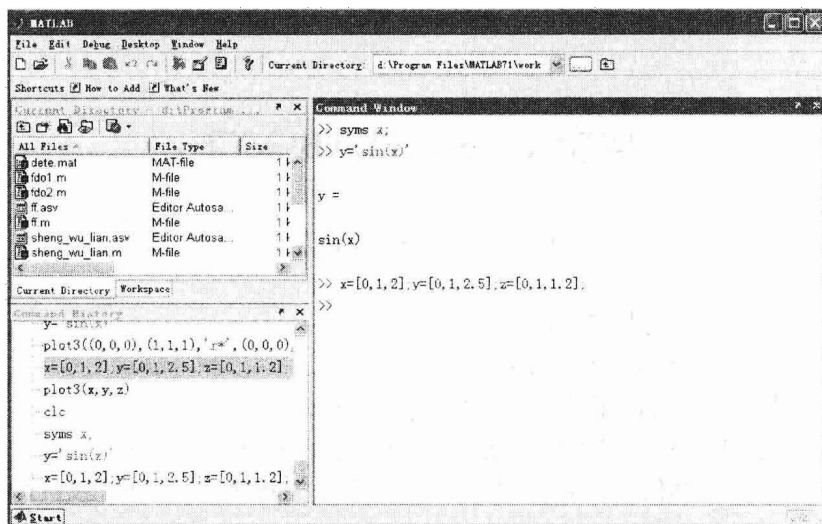


图 1-1

树按钮。

(4) MATLAB 操作界面:[Command Window]命令窗口,[Workspace]工作空间窗口,[Command History]历史命令窗口,[Current Directory]当前目录选择窗口。

1. 命令窗口

命令窗口(Command Window)位于 MATLAB 操作界面的右侧,点击命令窗口右上角的按钮,即得几何独立命令窗口。如图 1-2 所示。

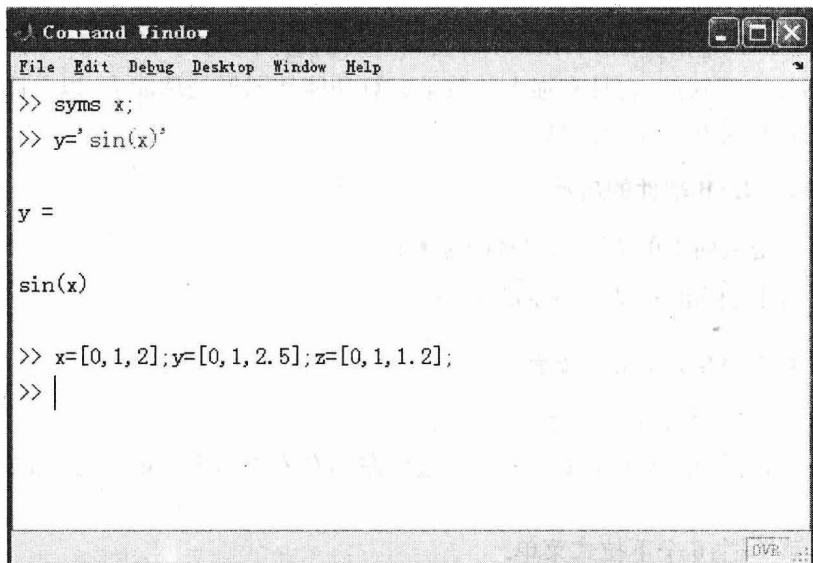


图 1-2

符号“>>”为提示符,表示等待用户输入命令、程序。按[Enter]键后,逐条显示计算结果。命令窗口有一些常用功能键,利用它们可以使操作更简便快捷(表 1-1)。

表 1-1 命令窗口常用快捷键

功能键	说 明	功能键	功 能
↑	光标回调上一行	Home	光标移至行首
↓	光标回调下一行	End	光标移至行尾
←	光标左移一个字符	Esc	清除命令行
→	光标右移一个字符	Del	删除光标处字符
Ctrl+←	光标左移一个单词	Backspace	删除光标左边字符
Ctrl+→	光标右移一个单词	Ctrl+K	删除至行尾

点击菜单 [View] → [dock Command Window], 即可返回 MATLAB 操作桌面默认状态。

2. 工作空间窗口

工作空间窗口(Workspace)位于操作桌面左上侧后台。点击 [Workspace] → , 即得到几何独立的工作空间窗口,如图 1-3 所示。

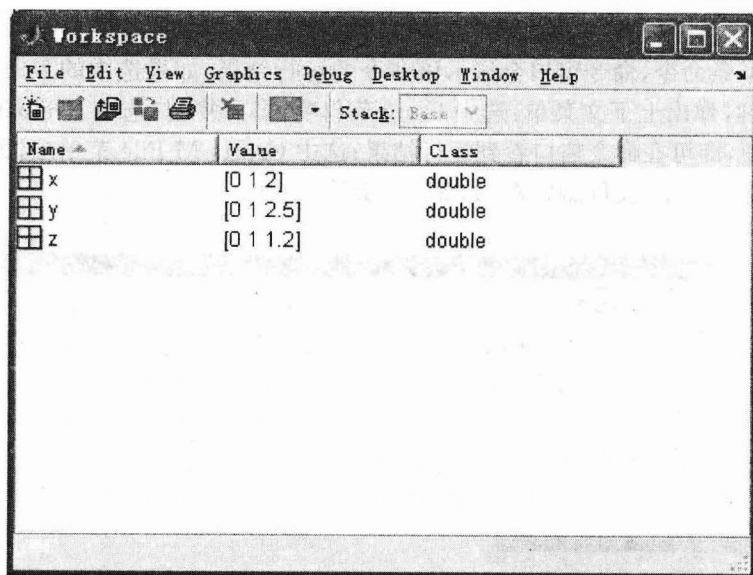


图 1-3

该窗口显示工作空间变量的图形方式、变量名、变量数组大小、变量字节大小和变量类型。

3. 历史命令窗口

历史命令窗口(Command History)位于 MATLAB 操作桌面左下侧前台,点

击命令窗口右上角,即得如图 1-4 独立几何历史命令窗口. 该窗口显示命令窗口执行过的所有命令. 如图 1-4 所示.

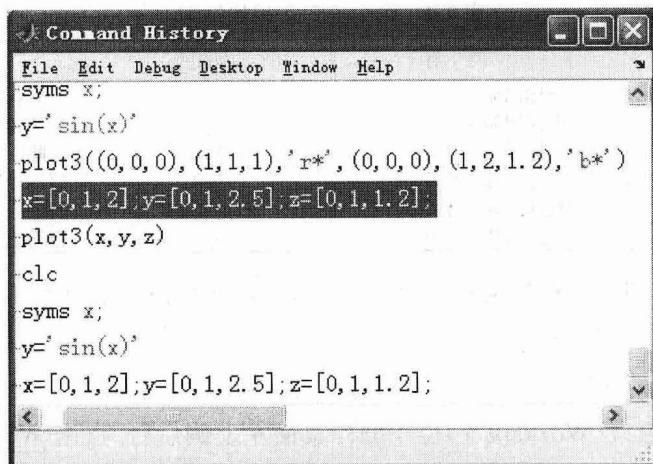


图 1-4

双击某条命令,命令窗口会显示该命令的运行结果. 如果选中的多条命令,单击鼠标右键,弹出上下文菜单:选中 Copy 菜单项,即可复制;选中 Evaluate Selection 菜单项,即可在命令窗口看到运行结果;选中 Create M-File 菜单项,即可引出写着这些命令的 M 文件编辑器. 如图 1-5 所示.

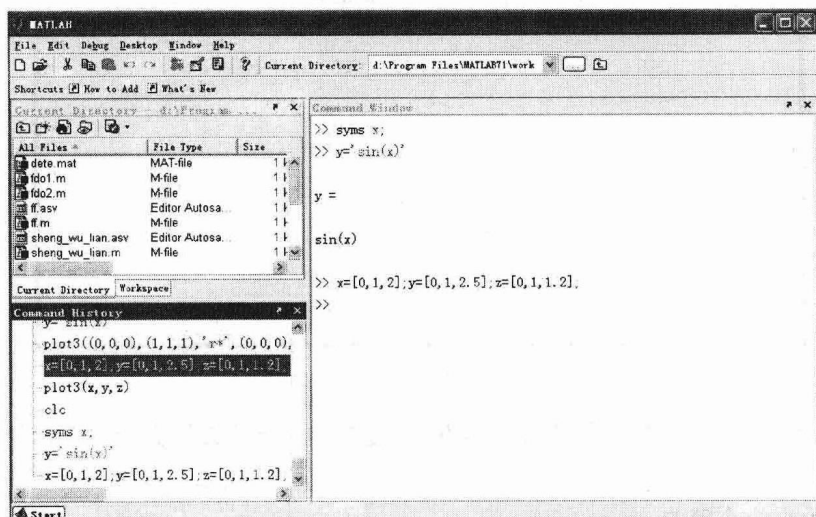


图 1-5

4. 当前目录选择窗口

当前目录选择窗口(Current Directory)位于 MATLAB 操作桌面的左上侧前台. 如图 1-6 所示,该窗口显示当前目录下所有文件的文件名、文件类型和最后修改时间. 选中某文件,按鼠标右键弹出上下文菜单,可以实现多种应用功能. 如图 1-6 所示.

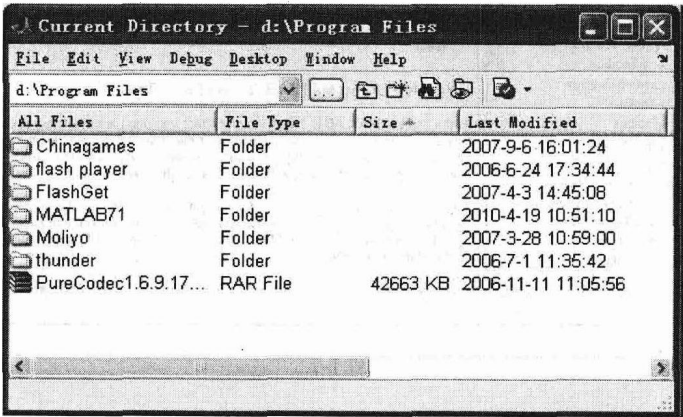


图 1-6

1.3.4 MATLAB 帮助系统

(1) 命令帮助(表 1-2).

表 1-2 帮助函数表

命 令	功 能
help(函数名)	获得该函数的详细信息
lookfor(关键词)	获得含有该关键词的 M 文件

(2) 在 MATLAB 界面中单击工具条 或单击 Help 菜单中的 MATLAB Help,即可打开帮助窗口,如图 1-7 所示.

1.3.5 MATLAB 的文件管理

文件管理命令见表 1-3.