

Matlab 与数学实验

王兵团 张志刚 朱婧 颜宁生 编著
范玉妹 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 2 年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书着重介绍数学软件 Matlab 的主要使用命令和内容,读者在学习了本书之后,能很快掌握 Matlab 数学软件的主要功能,并能用 Matlab 数学软件去解决实际中遇到的问题。此外,本书加入了与高等数学、线性代数、计算方法课程有关的数学实验内容,使 Matlab 能很方便地融入到高等数学、线性代数或计算方法课程的教学。

本书编排采用便于自学的方式,读者可以根据自己想处理的数学问题快速找到相应的 Matlab 命令。全书层次清晰,重视实用,突出 Matlab 主要命令和功能,并附有大量的例题和解释,弱化 Matlab 命令和概念的枯燥和繁琐性,可以使数学软件的学习变得更简单,读者只要具有简单的计算机操作技能即能学懂本书。

本书可作为学校各专业的专科生、本科生、研究生及工程技术人员学习 Matlab 数学软件或数学实验课的教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Matlab 与数学实验/王兵团等编著. —北京:中国铁道出版社,2002.10
ISBN 7-113-04955-9

M... 王... .数学-应用软件, Matlab
0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 073044 号

书 名: **Matlab** 与数学实验

作 者: 王兵团 张志刚 朱婧 颜宁生 编著

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑: 赵 静

编辑部电话: 010-63583214

封面设计: 马 利

印 刷: 中国铁道出版社印刷厂

开 本: 880 × 1230 1/32 印张: 字数: 千

版 本: 2002年10月第1版 2002年10月第1次印刷

印 数: 1 ~ 3000 册

书 号: ISBN 7-113-04955-9 TP·788

定 价: 16.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

发行部电话: 010-51873172

前 言

Matlab 是 1984 年由美国的 Math Works 公司推出的数学软件,其优秀的数值计算能力和数据可视化能力使它很快在数学软件中脱颖而出,历经十几年的发展和竞争,Matlab 现已成为适合多学科、多种工作平台的功能强大的大型科技应用软件。在欧美高等院校,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;也是攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的工具。在设计部门和科研部门,Matlab 被广泛用来研究与解决各种工程问题。

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。不管你是一个正在学习的大学生,还是在岗的科研人员,当你在学习或科学研究中遇到棘手的数学问题时,Matlab 给你提供的各种数学工具,可以避免做繁琐的数学推导和计算,帮你方便地解决所遇到的很多数学问题,使你能省出更多的时间和精力做进一步的学习和探索。

数学软件在数学实验和数学建模教学中也占有重要的地位,而数学实验课程开设的效果与学生是否会用数学软件有很大关系。我们教育改革的目的是培养学生的创新能力和提高学生的素质,显然,在学生中普及数学软件的使用既能提高学校的办学水平,又有利于学校的教学改革。而数学实验课是工科数学教育改革的产物,它既提供了一些新的教学内容,又构成了一个新的教学环节。

为满足在我国高等学校中普及数学软件的使用和开设数学实验课的需要,我们在研究数学软件和数学实验课特点的基础上,编写了本教程。目的是让数学软件及其使用不再神秘,使学习数学软件变得简单实用。考虑到大部分人通常希望学习新知识花时间少、容易学、实用和功能强的

心理,我们采用了通俗易懂的方式编写了本书。其目的是使各个专业的初学者在读了本书之后,能很快掌握 Matlab 数学软件的主要功能,并能用 Matlab 数学软件去解决实际中遇到的问题。此外,本书加入了与高等数学、线性代数、计算方法课程有关的数学实验内容,它可以作为开设高等数学、线性代数、计算方法课程的数学实验内容。如果没有专门的课时开设数学实验课,也可以把本教材的实验内容融入到高等数学、线性代数或计算方法课程的教学,达到使学生既学习了数学软件的使用,又可以对相应的数学概念和知识有更深入理解的目的。

本书编排采用便于自学的方式,读者可以根据自己想处理的数学问题快速找到相应的 Matlab 命令。对每类命令本书都给出了该类命令的一般命令结构以帮助读者记忆该类命令,而对具体的命令则详细地给出了它的命令形式、对应的功能说明、注意事项和例题。如果读者对命令的描述部分理解不够,通过后面的例题,也可以知道该命令的作用。全书层次清晰,重视实用,突出 Matlab 主要命令和功能并附有大量的例题和解释,弱化了 Matlab 命令及概念的枯燥和繁琐性,可以使数学软件的学习变得更简单。此外,读者可以通过思考数学实验的问题、替换书中例题的设置、选择相应数学课程的习题来练习 Matlab 命令使用,或将自己在学习和科研中遇到的数学问题有意识地用 Matlab 来求解,这样可以有效地帮助读者学习和理解 Matlab 的使用。

本书由北方交通大学王兵团,北京科技大学张志刚、朱婧和北京服装学院颜宁生共同编著,北京科技大学范玉妹教授主审。此外,北方交通大学刘国忠副教授和北京科技大学的程蕾硕士也参与了本书的编写。在此我们一并表示衷心的感谢!

本书可作为高等学校各专业的专科生、本科生、研究生及工程技术人员学习 Matlab 数学软件的教材和参考书,也可以作为数学实验课的教材或者是在高等数学、线性代数、计算方法课程中加入数学实验内容的配套教材。

由于时间仓促,作者能力所限,书中错误在所难免,敬请读者指正!

编者
2002.7

目 录

第 1 章 Matlab 基础知识	1
1.1 Matlab 概述	1
1.1.1 Matlab 简介	1
1.1.2 Matlab 的安装和进入/退出	2
1.1.3 Matlab 操作的注意事项	4
1.2 Matlab 的具体操作与操作键	5
1.2.1 菜单操作	5
1.2.2 常用命令	9
1.2.3 常用操作键	10
1.3 Matlab 的变量与表达式	10
1.3.1 Matlab 的变量	11
1.3.2 Matlab 的运算符	11
1.3.3 Matlab 的表达式	11
1.3.4 Matlab 的数据显示格式	12
1.4 Matlab 中的常用函数	14
1.5 Matlab 的基本对象	15
1.5.1 矩阵	16
1.5.2 数组	23
1.5.3 字符串	25
1.6 M 文件与 M 函数	26
1.6.1 命令文件	27
1.6.2 函数文件	29
1.7 程序结构	31
1.7.1 顺序结构	31
1.7.2 循环结构	32

1.7.3 分支结构.....	35
习题	38
第 2 章 符号计算	39
2.1 符号变量的创建.....	39
2.2 符号表达式的创建.....	40
2.3 符号方程的创建.....	41
2.4 符号矩阵的创建.....	42
2.5 数值变量、符号变量、字符变量的相互转化.....	43
2.6 调用 Maple 的符号计算能力.....	47
2.7 图形化的符号函数计算器.....	48
习题	50
第 3 章 Matlab 绘图与例题	51
3.1 Matlab 二维曲线绘图	51
3.1.1 基本绘图指令 plot	51
3.1.2 基本绘图控制参数.....	55
3.1.3 线型、定点标记、颜色.....	57
3.1.4 图形的标注.....	58
3.1.5 一个图形窗口多个子图的绘制.....	61
3.1.6 绘制数值函数二维曲线的指令 fplot	62
3.1.7 绘制符号函数二维曲线的指令 ezplot	64
3.2 Matlab 二维特殊图形	65
3.3 Matlab 空间曲线绘图	66
3.3.1 三维空间曲线命令 plot3	66
3.3.2 坐标轴的控制.....	68
3.4 Matlab 空间曲面绘图	68
3.4.1 meshgrid 命令.....	69
3.4.2 三维网格图命令 mesh	70
3.4.3 三维表面图命令 surf	73
3.4.4 球面与柱面的表达.....	75
3.4.5 色彩控制.....	77

习题	79
第 4 章 初等代数运算命令与例题	81
4.1 多项式的表达与运算	81
4.1.1 多项式的表达	81
4.1.2 多项式的运算	82
4.2 有理多项式的运算	86
4.3 代数式的符号运算	88
4.4 方程求根	89
4.4.1 求多项式方程的根	90
4.4.2 求超越方程的根	94
习题	96
第 5 章 线性代数运算命令与例题	97
5.1 矩阵的运算	97
5.1.1 数学概念	97
5.1.2 矩阵的基本运算	98
5.2 解线性方程组	105
5.2.1 求逆法	105
5.2.2 左除与右除法	107
5.2.3 初等变换法	108
5.2.4 符号方程组求解	111
5.3 求矩阵特征值和特征向量	112
5.3.1 求矩阵特征值、特征向量命令	113
5.3.2 矩阵的对角化	114
习题	118
第 6 章 高等数学运算命令与例题	121
6.1 求极限运算	121
6.2 求导数与微分	123
6.2.1 一元函数的导数与微分	123
6.2.2 参数方程求导	129
6.2.3 多元函数求导	129

6.2.4	求梯度与方向导数	132
6.2.5	隐函数求导	133
6.3	求不定积分	134
6.4	求定积分	135
6.4.1	定积分的符号解法	136
6.4.2	用数值方法计算定积分	138
6.4.3	广义积分	141
6.4.4	计算二重积分	141
6.5	函数展开成幂级数	142
6.6	求和、求积、级数求和	144
6.6.1	求和	144
6.6.2	求积	144
6.6.3	级数求和	145
6.7	求函数的零点	146
6.8	求函数的极值点	149
6.9	常微分方程的求解	153
6.9.1	常微分方程的符号解法	153
6.9.2	常微分方程的数值解法	154
	习题.....	157
第 7 章	数据的输入与处理.....	158
7.1	数据的输入	158
7.2	数据的统计分析	158
7.3	曲线的拟合	163
7.3.1	多项式拟合	163
7.3.2	非线性最小二乘拟合	166
7.4	函数插值	167
7.4.1	一维插值	167
7.4.2	二维插值	169
	习题.....	170
第 8 章	概率统计运算命令与例题.....	171

8.1	随机试验	171
8.2	概率分布与概率密度函数	173
8.2.1	数学概念	173
8.2.2	重要的概率分布	174
8.3	假设检验	176
8.3.1	数学概念	176
8.3.2	相关的 Matlab 命令	177
	习题	179
第 9 章	求解线性规划问题命令与例题	180
9.1	求解非线性规划	180
9.1.1	无约束优化	180
9.1.2	约束优化	182
9.2	求解线性规划	183
	习题	186
第 10 章	数学实验	188
10.1	怎样做数学实验及写实验报告	188
10.2	数学实验一 Matlab 数学软件的使用	189
10.3	数学实验二 M 命令文件与 M 函数文件的建立	189
10.4	数学实验三 符号函数计算器的应用	190
10.5	数学实验四 用曲线图形研究函数特性	190
10.6	数学实验五 多项式、有理函数及方程求根	191
10.7	数学实验六 矩阵与行列式运算	191
10.8	数学实验七 线性方程组求解	192
10.9	数学实验八 求矩阵特征值、特征向量及矩阵的 对角化问题	193
10.10	数学实验九 极限与导数计算	193
10.11	数学实验十 多元函数求导的计算	194
10.12	数学实验十一 定积分计算	195
10.13	数学实验十二 泰勒公式的计算	195
10.14	数学实验十三 级数计算	196

10 15	数学实验十四	求函数的极值	196
10 16	数学实验十五	解常微分方程	197
10 17	数学实验十六	数据的拟合与插值	198
10 18	数学实验十七	数据的处理与分析	199
10 19	数学实验十八	线性规划的求解	199
10 20	数学实验十九	假设检验	200
10 21	数学实验二十	一个综合练习	200
参考文献.....			202

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。不管你是一个正在学习的大学生,还是在岗的科研人员,当你在学习或科学研究中遇到棘手的数学问题时,Matlab 给你提供的各种数学工具,可以避免做繁琐的数学推导和计算,帮你方便地解决所遇到的很多数学问题,使你能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,只要你有一定的数学知识并了解计算机的基本操作方法,你就能学习和使用 Matlab 了。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。在设计和科研部门,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 MathWorks 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一般是希望所学的内容容易学、实用和功能较强的心理,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,学习了这些内容后,读者就能用 Matlab 来解决所遇到的很多数学问题了。此外,所学的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 才能执行所输入的 Matlab 命令,否则不执行。

Matlab 是区分字母大小写的。如果使用和原来定义的变量一样的名字赋值,原变量名将自动被覆盖,系统不会出错。

一般,每输入一个命令并按下 Enter 键,计算机就会显示此次输入的执行结果(本书中用 \rightarrow 表示回车)。如果用户不想计算机显示此次输入的结果,只要在所输入命令的后面再加上一个分号“;”即可以达到目的。如:

```
x = 2 + 3      x = 5
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 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。

(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。

图 1.4 M 函数与 M 文件编辑器(编辑窗口)

`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。

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

图 1.6 Matlab 的路径浏览器