

(第二版)

Matlab 与数学实验

张志刚 刘丽梅 朱婧 王兵团 编著

Matlab
YU SHUXUE
SHIYAN



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

Matlab 与数学实验

(第二版)

张志刚 刘丽梅 朱婧 王兵团 编著
范玉妹 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 5 年 · 北 京

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看懂本书。

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/张志刚等编著. —2 版. —北京:
中国铁道出版社, 2004. 6
ISBN 7-113-06007-2

I . M . . . II . 张 . . . III . 数学—算法语言—应用软件
IV . 0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 057636 号

书 名: Matlab 与数学实验

作 者: 张志刚 刘丽梅 朱婧 王兵团 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: 北京市兴顺印刷厂

开 本: 880×1230 1/32 印张: 7.25 字数: 215 千

版 本: 2002 年 10 月第 1 版 2004 年 6 月第 2 版 2005 年 3 月第 4 次印刷

印 数: 11001-15000 册

书 号: ISBN 7-113-06007-2/TP·1240

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: 010-51873124

第二版前言

本书自 2002 年出版以来,采用它作为学习 Matlab 数学软件和数学实验教材与参考书的大专院校有北京科技大学、北京交通大学、首都师范大学、北京服装学院和河北省承德民族师专等很多学校,许多用过本书的教师和读者发来信息表示关切和鼓励,并对书中存在的不妥和错误之处给予指正,同时,还提出了宝贵的建议。在此,向他们表示衷心感谢。

这次修订着眼于向读者负责,进一步提高质量,更加适合一般院校的教学需要。本书保留了第一版的基本结构和便于教学的特点,并对已经发现的错误和不妥之处给予了改正。此外,应广大教师和读者的需要,我们在第二版中,还用附录的方式增加了两项内容:附录 1 罗列了一些常用的 Matlab 命令及其功能;附录 2 介绍当前与 Matlab 数学软件齐名但简单易学的 Mathematica 数学软件使用简介。

由于篇幅的原因,第二版我们对罗列的常用 Matlab 命令及其功能,没有把每个命令用例题的方式介绍它们的使用。读者要想了解它们的使用规则,可以通过 Matlab 帮助命令来查询它们的具体用法。

本书第二版由北京科技大学的张志刚老师、朱婧老师,河北省承德民族师专数学系的刘丽梅老师和北京交通大学的王兵团老师共同编著。全书由北京科技大学范玉妹教授主审。在修订过程中,北京地质大学的陈兆斗教授和北京科技大学的李安贵教授提出了许多宝贵的建议,在此一并向他们表示衷心感谢。

本书编写时力求应用性较强、适用面较宽、文字简明通顺、加大信息量。既可以作为本科生、专科生、函授生开设数学实验和 Matlab 数学软件课程的教材和参考书,也可以作为科研和教学人员学习借助计算机解决数学问题的参考书。此外,本书还可以作为那些想在高等数学、线性代

数、概率统计课程中加强实验环节教学改革的学校和教师的辅助教材和参考书。

由于作者水平有限,书中难免有不当之处,恳请广大读者指正。

编著者

2004年6月

第一版前言

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中,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	15
1.5.2 数组	22
1.5.3 字符串	24
1.6 M 文件与 M 函数	26
1.6.1 命令文件	26
1.6.2 函数文件	27
1.7 程序结构	30
1.7.1 顺序结构	30
1.7.2 循环结构	31

1.7.3 分支结构	34
习题	37
第 2 章 符号计算	38
2.1 符号变量的创建	38
2.2 符号表达式的创建	39
2.3 符号方程的创建	40
2.4 符号矩阵的创建	41
2.5 数值变量、符号变量、字符变量的相互转化	42
2.6 调用 Maple 的符号计算能力	46
2.7 图形化的符号函数计算器	47
习题	49
第 3 章 Matlab 绘图	50
3.1 Matlab 二维曲线绘图	50
3.1.1 基本绘图指令 plot	50
3.1.2 基本绘图控制参数	54
3.1.3 线型、定点标记、颜色	56
3.1.4 图形的标注	57
3.1.5 一个图形窗口多个子图的绘制	60
3.1.6 绘制数值函数二维曲线的指令 fplot	61
3.1.7 绘制符号函数二维曲线的指令 ezplot	62
3.2 Matlab 二维特殊图形	64
3.3 Matlab 空间曲线绘图	65
3.3.1 三维空间曲线命令 plot3	65
3.3.2 坐标轴的控制	66
3.4 Matlab 空间曲面绘图	67
3.4.1 meshgrid 命令	68
3.4.2 三维网格图命令 mesh	69
3.4.3 三维表面图命令 surf	72
3.4.4 球面与柱面的表达	75
3.4.5 色彩控制	78

习题	80
第 4 章 初等代数运算	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	98
5.1 矩阵的运算	98
5.1.1 数学概念	98
5.1.2 矩阵的基本运算	99
5.2 解线性方程组	106
5.2.1 求逆法	106
5.2.2 左除与右除法	108
5.2.3 初等变换法	109
5.2.4 符号方程组求解	112
5.3 求矩阵特征值和特征向量	114
5.3.1 求矩阵特征值、特征向量命令	114
5.3.2 矩阵的对角化	116
习题	119
第 6 章 高等数学运算	123
6.1 求极限运算	123
6.2 求导数与微分	125
6.2.1 一元函数的导数与微分	125
6.2.2 参数方程求导	131
6.2.3 多元函数求导	131

6.2.4 求梯度与方向导数	134
6.2.5 隐函数求导	135
6.3 求不定积分	136
6.4 求定积分	137
6.4.1 定积分的符号解法	138
6.4.2 用数值方法计算定积分	140
6.4.3 广义积分	143
6.4.4 计算二重积分	143
6.5 函数展开成幂级数	144
6.6 求和、求积、级数求和	146
6.6.1 求和	146
6.6.2 求积	146
6.6.3 级数求和	147
6.7 求函数的零点	148
6.8 求函数的极值点	151
6.9 常微分方程的求解	155
6.9.1 常微分方程的符号解法	155
6.9.2 常微分方程的数值解法	156
习题	159
第7章 数据的输入与处理	162
7.1 数据的输入	162
7.2 数据的统计分析	162
7.3 曲线的拟合	167
7.3.1 多项式拟合	167
7.3.2 非线性最小二乘拟合	170
7.4 函数插值	171
7.4.1 一维插值	171
7.4.2 二维插值	173
习题	174
第8章 概率统计运算	175

8.1 随机试验	175
8.2 概率分布与概率密度函数	177
8.2.1 数学概念	177
8.2.2 重要的概率分布	178
8.3 假设检验	180
8.3.1 数学概念	180
8.3.2 相关的 Matlab 命令	181
习题	183
第 9 章 求解线性规划问题	185
9.1 求解非线性规划	185
9.1.1 无约束优化	185
9.1.2 约束优化	187
9.2 求解线性规划	188
习题	191
附录	193
附录 1 常用的 Matlab 命令	193
附录 2 Mathematica 软件使用简介	201
参考文献	220

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。不管是一个正在学习的大学生,还是在岗的科研人员,在学习或科学研究中遇到棘手的数学问题时,利用 Matlab 提供的各种数学工具,可以避免做繁琐的数学推导和计算,方便地解决很多数学问题,使用户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,只要用户有一定的数学知识并了解计算机的基本操作方法,就能学习和使用 Matlab。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 and 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 Math Works 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

部分人学习新知识都希望所学内容容易学、实用和功能较强,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。学习这些内容后,读者就能用 Matlab 来解决很多数学问题。此外,所学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:

- ①启动 Windows 操作系统,打开 Windows 资源管理器;
- ②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;
- ③用鼠标双击安装文件 Setup,屏幕上出现一些选择对话框;
- ④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

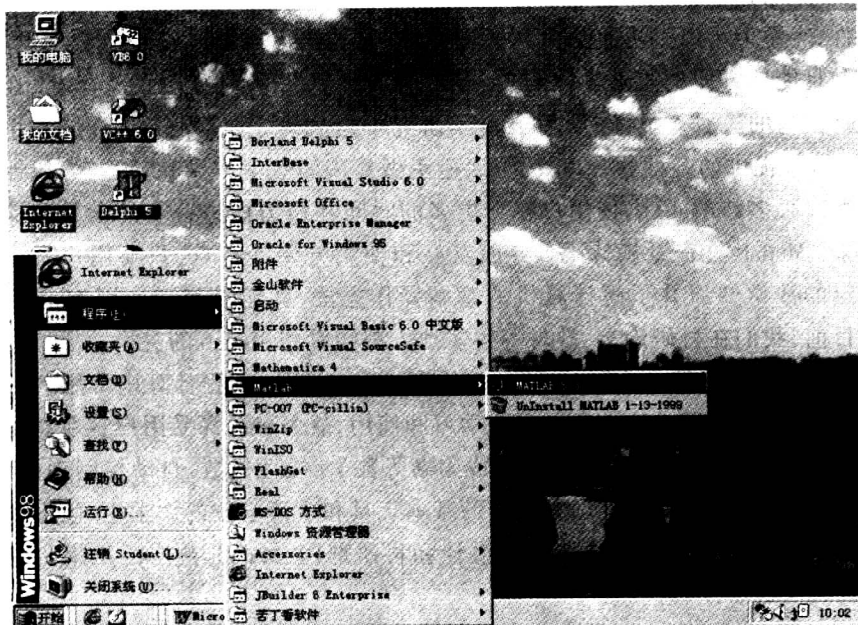


图 1.1 启动 Matlab

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。

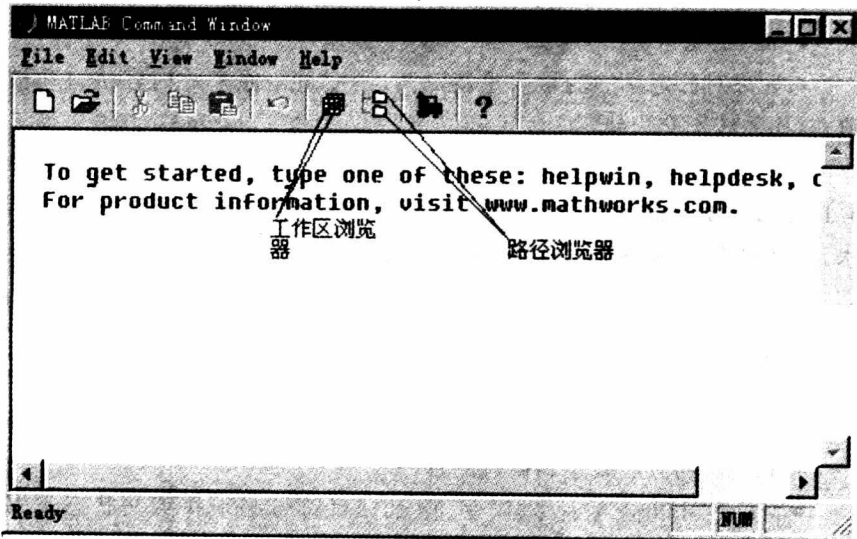




图 1.2 Matlab 命令窗口

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 才能执行你输入的 Matlab 命令,否则 Matlab 不执行你的命令。

- Matlab 是区分字母大小写的。

- 如果对已定义的变量名重新赋值,则变量名原来的内容将自动被覆盖,而系统不会出错。

- 一般,每输入一个命令并按下 Enter 键(本书中用 \swarrow 表示回车),计算机才会显示此次执行的执行结果。如果用户不希望计算机显示执行结果,则只要在所输入命令的后面再加上一个分号“;”即可达到目的。如:

$x = 2 + 3\swarrow$ 执行结果为 $x = 5$ (\swarrow 表示回车,下同)

$x = 2 + 3;\swarrow$ 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。

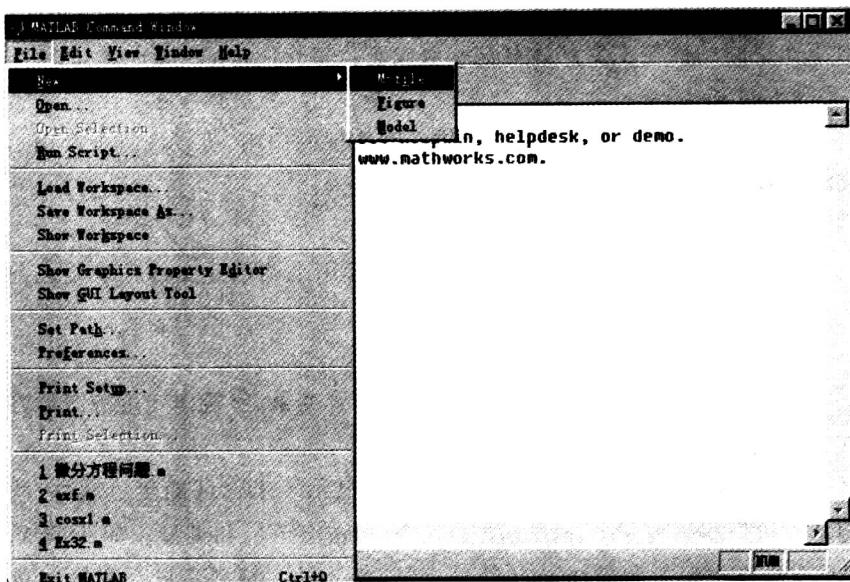


图 1.3 新建 M 文件