

 西安交通大学

“十一五”规划教材

MATLAB 软件与 基础数学实验

朱旭 李换琴 籍万新



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

西安交通大学

“十一五”规划教材

MATLAB软件与 基础数学实验

朱旭 李换琴 籍万新

西安交通大学出版社



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

责任编辑: 李换琴
封面设计: 李换琴
地址: 西安市雁塔区雁塔西路28号
电话: (029) 82664924
E-mail: jtlv@xjtu.edu.cn

ISBN 978-7-269-2984-6/O · 284
2008年10月第1版
2008年10月第1次印刷
16.00元

陕西
真
价
16.00元

地址: 西安市雁塔区雁塔西路28号
电话: (029) 82664924

责任编辑: 李换琴
封面设计: 李换琴

ISBN 978-7-269-2984-6/O · 284
2008年10月第1版
2008年10月第1次印刷
16.00元

“十一五”规划教材

西安交通大学

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 软件与基础数学实验/朱旭等编著. —西安:西安交通大学出版社,2008.10
(西安交通大学“十一五”规划教材)
ISBN 978-7-5605-2964-6

I. M… II. 朱… III. 高等数学-实验-计算机辅助计算-软件包, MATLAB-高等学校-教材 IV. 013-33 0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 141807 号

书 名 MATLAB 软件与基础数学实验
编 著 朱 旭 李换琴 籍万新
责任编辑 叶 涛

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西江源印刷科技有限公司

开 本 727mm×960mm 1/16 **印张** 12.125 **字数** 220 千字
版次印次 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-2964-6/O·284
定 价 16.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgj@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

随着数学科学和计算机技术的飞速发展与广泛应用,综合利用数学知识建立数学模型、进行科学计算,研究和揭示自然科学发展中的变化规律,解决工程领域中的实际问题,已成为科学研究的一种重要方法。数学作为科学知识的基础学科,它遍及科学研究和工程技术的各个领域,是几乎所有大学生必修的一门基础课。对大学生来讲,在学习数学理论知识的同时,学习探究知识、解决问题的思想方法,将理论知识与实际应用相结合,培养进行科学研究意识,锻炼自主解决问题的能力,开启自身的创新思维,是一件非常重要的事情。正是在这样的背景下,许多高校对数学的教学内容和课程体系进行了一系列的改革,相继开设了数学实验和数学建模课程。

数学实验就是依托现代计算机技术和数学软件平台,综合应用所学过的数学和其它科学的知识,使学生经历从建立实际问题的数学模型,选择适当数学方法进行数值计算和数值分析,检验所得到的数值结果的正确性,到修改和完善数学方法和数学模型,重新进行计算分析和检验的全过程,培养和提高学生分析问题,解决实际问题的能力。数学实验是数学教学过程中重要的实践性环节,它对激发学习数学的兴趣,体会数学理论和方法的重要性,培养开拓创新精神,均有积极的作用。由于一年级本科生基本上没有接触过数学实验和计算机编程,因此,要在一年级大学生中开设这门课程,就需要一本起点低、内容较为全面系统的入门教材。基于这样的认识,我们编写了本书。

作为数学实验和数学建模的入门教材,本书起点设计为“从零开始”,逐步引向深入,适用于理、工、管、经等各个专业的学生。它可以配合一年级学生在数学理论课教学过程中同步穿插进行。

数学实验是依托相应的数学软件来完成,因此了解并掌握一种数学软件是非常必要的,本书选用 MATLAB 软件(6.5 版)作为实验平台。全书内容分为三个部分:第一部分包含两个实验(实验 1、2),详细介绍了 MATLAB 软件的部分基本命令和绘图命令以及它们的使用方法,可以安排 2 至 4 个学时学习;第二部分包含两个实验(实验 3、4),详细介绍了 MATLAB 软件编程的主要命令结构和语法规则,并给出了具体的编程实例,可以安排 4 个学时学习;第三部分则是结合高等数

学、线性代数等基本知识,从六个简单实际问题出发编写了六个实验(实验 5~10),对每个问题分别进行分析、建模,给出了较为详尽的求解分析过程、实验程序和上机实验结果。这六个实验相对独立,可自主筛选,每个实验可讲授两学时,上机练习两小时。

本书内容从易到难,深入浅出,讲解详尽,只要读者具有微积分和线性代数的基本知识就可读懂。因此,适合大学本科一年级学生在数学课程学习过程中同步进行学习,也可以在学完高等数学和线性代数以后进行学习。只要读者具有微积分和线性代数的基本知识就可读懂,因此,教师要少讲精讲,重点引导;学生要多练勤练,重视上机实践,积极钻研、掌握基本原理和方法。为了便于学习,书中列举了较多实例;每个实验之后,留有相关的上机练习题,供学生们上机练习,并且配有两个综合练习题,可作为课程期中或期末测试使用;书后附有 MATLAB 软件使用常见问题解答、常用的函数命令集和实验报告的要求;书中有关程序资料和教学课件提纲存放在工科数学教学基地网站(<http://imb.xjtu.edu.cn>)中,欢迎使用者查看。

本书编写过程中得到了西安交通大学教务处、西安交通大学出版社的大力支持和资助,西安交通大学国家工科数学基地王绵森教授对本书提出了许多宝贵的意见,作者在此表示衷心的感谢。

本书作者均是西安交通大学理学院长期从事数学实验教学的教师,实验 1 至实验 9 由朱旭负责编写,实验 10 由李换琴负责编写,籍万新负责全书的统编、校对、附录编写和书中所有程序的调试。该书在正式出版之前作为西安交通大学数学实验课程的校内讲义已使用两年,学生反映效果良好,但由于作者水平有限,书中难免有不当之处,欢迎读者批评指正。

本书编写过程中得到了西安交通大学教务处、西安交通大学出版社的大力支持和资助,西安交通大学国家工科数学基地王绵森教授对本书提出了许多宝贵的意见,作者在此表示衷心的感谢。

本书作者均是西安交通大学理学院长期从事数学实验教学的教师,实验 1 至实验 9 由朱旭负责编写,实验 10 由李换琴负责编写,籍万新负责全书的统编、校对、附录编写和书中所有程序的调试。该书在正式出版之前作为西安交通大学数学实验课程的校内讲义已使用两年,学生反映效果良好,但由于作者水平有限,书中难免有不当之处,欢迎读者批评指正。

本书编写过程中得到了西安交通大学教务处、西安交通大学出版社的大力支持和资助,西安交通大学国家工科数学基地王绵森教授对本书提出了许多宝贵的意见,作者在此表示衷心的感谢。

本书作者均是西安交通大学理学院长期从事数学实验教学的教师,实验 1 至实验 9 由朱旭负责编写,实验 10 由李换琴负责编写,籍万新负责全书的统编、校对、附录编写和书中所有程序的调试。该书在正式出版之前作为西安交通大学数学实验课程的校内讲义已使用两年,学生反映效果良好,但由于作者水平有限,书中难免有不当之处,欢迎读者批评指正。

本书编写过程中得到了西安交通大学教务处、西安交通大学出版社的大力支持和资助,西安交通大学国家工科数学基地王绵森教授对本书提出了许多宝贵的意见,作者在此表示衷心的感谢。

本书作者均是西安交通大学理学院长期从事数学实验教学的教师,实验 1 至实验 9 由朱旭负责编写,实验 10 由李换琴负责编写,籍万新负责全书的统编、校对、附录编写和书中所有程序的调试。该书在正式出版之前作为西安交通大学数学实验课程的校内讲义已使用两年,学生反映效果良好,但由于作者水平有限,书中难免有不当之处,欢迎读者批评指正。

目 录

第一篇 MATLAB 软件介绍与实验

实验 1	MATLAB 基本特性与基本运算	(1)
1.1	MATLAB 基本特性	(3)
1.1.1	数值和变量	(4)
1.1.2	运算符	(5)
1.1.3	标点	(6)
1.1.4	常用函数	(7)
1.1.5	语句	(8)
1.1.6	在线帮助及功能演示	(9)
	应用举例	(11)
	上机练习题	(11)
1.2	MATLAB 中数组及矩阵运算	(12)
1.2.1	基本运算	(12)
1.2.2	向量和矩阵的建立与访问	(12)
1.2.3	矩阵运算与函数	(18)
	应用举例	(19)
	上机练习题	(21)
1.3	MATLAB 中函数的数值运算	(21)
1.3.1	数值函数的建立	(21)
1.3.2	数值函数的运算	(22)
	应用举例	(27)
	上机练习题	(28)
1.4	MATLAB 中的符号运算	(28)
1.4.1	符号函数表示	(29)
1.4.2	符号函数的求值	(29)
1.4.3	符号函数运算	(30)
	上机练习题	(33)
实验 2	用 MATLAB 绘制二维、三维图形	(34)
2.1	二维图形的绘制	(34)

2.1.1	二维绘图的基本命令	(34)
2.1.2	图形的标识与修饰	(35)
2.2	三维图形的绘制	(39)
2.2.1	三维曲线的绘制	(40)
2.2.2	三维曲面的绘制	(41)
(1)	2.2.3 特殊图形和简易绘图命令	(43)
(3)	应用举例	(44)
(4)	上机练习题	(46)
(6)		
(8)		
	第二篇 MATLAB 程序设计与实验	
	实验 3 MATLAB 编程介绍与循环结构	(48)
(8)	3.1 MATLAB 编程介绍	(48)
(9)	3.1.1 建立、运行 M-文件的步骤	(48)
(11)	3.1.2 MATLAB 程序的基本结构	(49)
(11)	3.1.3 M-文件中的输入、输出方式	(49)
(13)	3.2 MATLAB 循环结构与应用	(50)
(13)	3.2.1 有限次循环(for-end)结构	(51)
(13)	3.2.2 条件循环(while-end)结构	(53)
(15)		
	实验 4 MATLAB 选择结构与应用实验	(56)
(14)	4.1 MATLAB 选择结构	(56)
(15)	4.1.1 单项选择判断(if-end)结构	(56)
(15)	4.1.2 多项选择判断(if-else-end)结构	(57)
(15)	4.2 MATLAB 程序流程控制	(58)
(15)	4.2.1 break 语句	(58)
(15)	4.2.2 return 语句	(59)
(15)	4.2.3 pause 语句	(59)
(15)	4.3 简单问题应用举例	(61)
(15)	上机练习题	(68)
(16)		
(16)		
	第三篇 基础数学实验	
	实验 5 开普勒方程近似解与方程求根	(70)
(18)	实验问题	(70)
(18)	实验目的	(70)

实验内容	(70)
(71D) 1. 绘图并观察函数零点的分布	(71)
(71D) 2. 利用 MATLAB 中 fzero 命令求解	(71)
(71D) 3. “二分法”	(72)
(71D) 4. “切线法”	(74)
(81D) 5. 一般迭代法	(77)
(81D) 6. 非线性方程组求解	(78)
(85D) 上机练习题	(81)
实验 6 Logistic 方程求解与混沌	(83)
(90D) 实验问题	(83)
(181D) 实验目的	(83)
(181D) 实验内容	(83)
(181D) 1. 建立生物种群增长模型(Logistic 方程)	(83)
(88D) 2. 方程迭代序列的收敛与发散	(84)
(88D) 3. 数值实验与分析	(84)
(139D) 上机练习题	(91)
(85D)	
实验 7 π 的计算与数值积分	(92)
(90D) 实验问题	(92)
(88D) 实验目的	(92)
实验内容	(92)
(92D) 1. 古典方法	(92)
(90D) 2. 级数逼近方法	(93)
(88D) 3. 数值积分方法	(96)
上机练习题	(101)
实验 8 河流流量估计与数据插值	(102)
实验问题	(102)
实验目的	(103)
实验内容	(103)
1. 数据插值	(103)
2. 实验问题求解	(110)
上机练习题	(113)

(07)	.....	容内錄夾	
实验 9 人口预测与数据拟合	.....		(117)
(17)	实验问题	.....	(117)
(27)	实验目的	.....	(117)
(37)	实验内容	.....	(117)
(77)	1. 数据拟合(最小二乘法)	.....	(118)
(87)	2. 实验问题求解	.....	(121)
(18)	上机练习题	.....	(127)
实验 10 最优投资方案与优化问题的计算机求解	.....		(130)
(38)	实验问题	.....	(130)
(38)	实验目的	.....	(131)
(38)	实验内容	.....	(131)
(38)	1. 线性规划问题及其数学模型	.....	(131)
(48)	2. 求解线性规划问题的单纯形法	.....	(133)
(48)	3. 线性规划问题的 MATLAB 软件解法	.....	(136)
(10)	4. 线性规划应用举例	.....	(139)
	5. 多目标规划	.....	(142)
(20)	6. 无约束最优化	.....	(148)
(20)	7. 最大最小化问题	.....	(150)
(20)	上机练习题	.....	(153)
(20)	.....	容内錄夾	
附录 1 MATLAB 使用过程中的常见问题	.....		(155)
附录 2 MATLAB 主要函数命令一览	.....		(169)
附录 3 实验报告要求	.....		(185)
(101)	.....	圖区表册上	
(S01)	.....	圖辭圖錄已竹奇量系系所	8 錄夾
(S01)	.....	圖回錄夾	
(E01)	.....	圖目錄夾	
(E01)	.....	容内錄夾	
(E01)	.....	圖辭圖錄 .1	
(011)	.....	圖宋圖回錄夾 .S	
(E11)	.....	圖区表册上	

第一篇 MATLAB 软件介绍与实验

概 述

MATLAB 是建立在向量、数组和矩阵基础上的一种分析和仿真工具软件包，集数学运算、图形处理和程序设计为一体，包含处理各类问题的“工具箱”。如数学方面常用的矩阵代数运算、方程求根、优化计算、统计分析、神经网络以及函数的求导、积分、泰勒展开等符号运算。矩阵是 MATLAB 的核心，MATLAB 中的所有数据都以矩阵形式存贮。数量(标量)和向量看成是 1×1 的矩阵或仅有一行或一列的矩阵。同时，MATLAB 具有类似于其它计算机语言的编程特性；还可绘制二维、三维图形，使输出结果可视化。对于这些特性和功能，MATLAB 提供了大量的使用方便有效的命令函数。正是因为实现了矩阵数据结构、语言可编程及绘图方便三方面的有机结合，使得 MATLAB 成为一个强有力的工具，适用于解决众多领域的问题。目前，MATLAB 已成为工程领域中较常用的软件工具包之一。

本书将对 MATLAB 一些简单常用的主要功能、命令进行讲解，作出适当的总结，并给出部分示例，并配备适量的练习供同学们自行实验。对于 MATLAB 有关“工具箱”的使用，以及具有专门功能的命令，本书都未涉及，将来需要使用时，读者可以参阅有关专门介绍 MATLAB 使用的书籍，自行学习。书中使用的或总结出的部分 MATLAB 命令函数，有关它们的进一步信息请大家参阅其它相关资料，或使用在线帮助。

字体符号约定

为了表述简洁，本书字体使用下列约定：

成并存盘的命令程序默认生成 m-文件。程序运行的结果和相关信息显示在命令窗口中。

1.1.1 数值和变量

MATLAB 的数值(常数)用十进制来表示,亦可用科学记数法来表示一个数。以下都是合法的 MATLAB 数值:8, -30, 0.01, 4.5e5, 1.2e-2, 其中 4.5e5 表示 4.5×10^5 , 1.2e-2 表示 1.2×10^{-2} 。另外, MATLAB 还提供了复数的表达和运算功能。

MATLAB 的变量是以矩阵或数组方式存储的,每个变量通常赋予一个变量名,它将对应的值存储在计算机内存中的相应单元中。

MATLAB 对变量名规定如下:

- (1) 变量名由字母打头,之后由字母、数字或下划线组成,字符间不可留空格,不能有标点符号和运算符号;
- (2) 变量名中的字母大小写是有区别的,表示不同的变量;
- (3) 变量名最多不超过 19 个字符,超出部分将被忽略。

MATLAB 中变量常用的有以下几种类型:

单值变量,如:

```
a=1; ab=2; Ab=3; ...
```

其中字母的大写与小写表示不同的变量。

矩阵变量,如:

```
x=[1,3,5,-2,-3]; ...
```

这里 x 为一行向量,其 5 个分量 x(1), x(2), x(3), x(4), x(5) 分别对应 5 个数值。

```
A=[1,2,3;4,5,6]; ...
```

这里 A 为 2×3 的矩阵, A(i,j) 为 A 中第 i 行、第 j 列上的元素。

复数变量,如:

```
c = 2+3*i ; d=6-sqrt(-2) ; ...
```

其中 i 为虚数单位,即 $i = \sqrt{-1}$, sqrt 为开方命令。

字符(串)变量,如:

```
s = 'a' ; S='abCD' ; ...
```

除了用户自己定义的变量外, MATLAB 还提供了几个特殊变量,见表 1-1。每当 MATLAB 启动,这些特殊变量就被产生。用户在编写程序时,尽可能不要对这些特殊变量重新赋值,以免产生混淆。

5-1 素数

表 1-1 MATLAB 的特殊变量

特殊变量名称	含义	符号	类型
ans	如果用户未定义变量名,系统用于存储计算结果		
pi	圆周率($\pi=3.1415926\dots$)		
inf	无穷大 ∞ 值,如 1/0	/	
eps	浮点数的精度,也是系统运算时计算机的最小值		
NaN 或 nan	不定量(非数),如 0/0-或 inf/inf		
i 或 j	虚数 $i=j=\sqrt{-1}$		

[说明]

(1) 与一般程序设计语言不同,使用 MATLAB 的变量无需进行变量声明。当系统遇到一个新变量名时,它会自动生成变量,并指定合适的存储空间。如果该变量早已存在,系统会自动更新内容,在必要情况下它还会指定新的存储空间。

(2) 在 MATLAB 中,如希望得知变量当前的数值,只需直接输入变量名后回车即可。

(3) 当工作在命令窗口时,可用 whos 来查看当前工作区的变量和详细信息。

(4) 使用 clear 命令可删除所有定义过的变量,如果只是要去掉其中的某几个变量,则应在 clear 后面指明要删除的变量名称。

(5) 在命令窗口可使用 \uparrow 、 \downarrow 键搜索以前使用过的命令,用 \leftarrow 、 \rightarrow 移动光标修改命令,重新执行;可用 clc 命令清除窗口(不清除内存中变量)。

1.1.2 运算符

MATLAB 的运算符分为五大类:算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、位运算符和集合运算符。表 1-2 列出了算术运算符、关系运算符和逻辑运算符。有关它们的使用,将在后面的应用中详细介绍。

表 1-2 MATLAB 的基本运算符

类别	运算符	含义
	+	加
	-	减
	*	矩阵乘
	.*	数组乘

表 1-1 MATLAB 的运算符

续表 1-2

类别	运算符	含义	含义量变操作
算术运算符	\wedge	幂运算	矩阵幂 \wedge
	\backslash	左除	数组左除 \backslash
	$\backslash\backslash$	右除	矩阵右除 $\backslash\backslash$
	$\backslash\backslash$	右除	数组右除 $\backslash\backslash$
	$\backslash\backslash$	右除	数组右除 $\backslash\backslash$
关系运算符	$<$	小于	
	$<=$	小于或等于	
	$>$	大于	
逻辑运算符	$&$	与	
	$|$	或	
	\sim	非	

1.1.3 标点

在 MATLAB 中一些标点符号也赋予特殊的意义,或表示要进行一定的运算,见表 1-3。

表 1-3 MATLAB 的标点

运算符	名称	含义
:	冒号	有多种运算功能,用于定义行向量、截取指定矩阵中的部分
=	等号	赋值
;	分号	分隔矩阵行、屏蔽显示等
.	小数点	域访问等
%	百分号	注释语句

1-1 表

续表 1-3

运算符	名称	含义	函数
...	续行符号	续行	(x)nlj
,	逗号	分隔矩阵列、函数参数等	(x)log
'	单引号	矩阵转置运算、复数的共轭值、字符串定义符等	(x)lqol
!	感叹号	在 MATLAB 中调用操作系统命令	(x)lqol
[]	方括号	创建和表示矩阵	(a,x)lqv
()	圆括号	函数调用和指定运算顺序	(x)lil,(x)lruol
{ }	大括号	构成单元数组等	(x)llool,(x)llee

1.1.4 常用函数

MATLAB 提供了各种各样功能丰富的函数,用户可以调用这些函数来进行数据处理。函数由函数名和参数组成,函数调用格式为:

函数名(参数)

例如,在命令窗口输入命令:a=sin(b),表示计算 b 的正弦值并赋给变量 a。

表 1-4 给出了部分常用函数。我们可以利用 help 命令查询函数,了解其功能及使用方法。

有关函数的更多信息可参考附录 2:MATLAB 主要函数命令一览。

表 1-4 常用函数

函数	含义
abs(x)	求 x 的绝对值、复数 x 的模,或求字符 x 的 ascii 码
sqrt(x)	求 x 的平方根
exp(x)	指数运算: e^x
sin(x)	求 x 的正弦值
asin(x)	求 x 的反正弦值
cos(x)	求 x 的余弦值
acos(x)	求 x 的反余弦值
tan(x)	求 x 的正切

表 1-4

续表 1-4

函数	含义	格式	备注
atan(x)	求 x 的反正切	atan(x)	...
log(x)	求以 e 为底的对数, 即自然对数	log(x)	.
log10(x)	求以 10 为底的对数	log10(x)	.
log2(x)	求以 2 为底的对数	log2(x)	!
vpa(x,n)	显示实数 x, 整数部分同小数部分共显示 n 位	vpa(x,n)	[]
round(x), fix(x)	x 的四舍五入取整、向 0 取整	round(x), fix(x)	()
ceil(x), floor(x)	x 的向右、向左取整	ceil(x), floor(x)	()
gcd(x,y), lcm(x,y)	求整数 x 和 y 的最大公约数、最小公倍数	gcd(x,y), lcm(x,y)	
mod(x,y)	求 x/y 的余数	mod(x,y)	
imag(x), real(x)	取出复数 x 的虚部、实部	imag(x), real(x)	
angle(x)	取出复数 x 的相角	angle(x)	
conj(x)	求复数 x 的共轭	conj(x)	
find	寻找、搜索	find	
sort	数组元素按从小到大进行排序	sort	
norm	求向量的模或矩阵的范数	norm	
sum	数组元素求和	sum	
roots	求多项式方程的根	roots	
axis	设置坐标轴	axis	

说明	函数
----	----

- [说明]
- (1) 函数均为英文小写字母, 使用时一定是出现在等号的右边。
 - (2) 每个函数对其自变量的个数和格式都有一定的要求, 如使用三角函数时角度的单位是“弧度”而不是“度”, 例如: $\sin(1)$ 表示的不是 $\sin 1^\circ$, 而是 $\sin 57.28578^\circ$ 。
 - (3) 函数允许嵌套, 例如: 可使用形如 $\text{sqrt}(\text{abs}(\sin(225 * \text{pi}/180)))$ 的形式。

1.1.5 语句

MATLAB 是命令行式的表达式语言, 每一个命令行就是一条语句, 其格式与书写的数学表达式十分相近。用户在命令窗口输入语句并按下回车后, 该语句就由系统解释运行, 并立刻给出运行结果。MATLAB 的语句形式一般为: