

21世纪高等学校数学系列教材


大学数学MATLAB应用教程

- 主 编 龙 松
- 副主编 柯 玲 张文钢



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

 **21**世纪高等学校数学系列教材

大学数学MATLAB应用教程

- 主 编 龙 松
- 副主编 柯 玲 张文钢



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学数学 MATLAB 应用教程/龙松主编. —武汉:武汉大学出版社, 2014.7

ISBN 978-7-307-13347-1

I. 大… II. 龙… III. Matlab 软件—应用—高等数学—高等学校—教材 IV. O13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 098621 号



责任编辑:胡 艳

责任校对:鄢春梅

版式设计:马 佳

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:武汉珞珈山学苑印刷有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:22.5 字数:529千字 插页:1

版次:2014年7月第1版 2014年7月第1次印刷

ISBN 978-7-307-13347-1 定价:46.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

21 世纪高等学校数学系列教材

编 委 会

- 主 任 羿旭明 武汉大学数学与统计学院, 副院长, 教授
- 副 主 任 何 穗 华中师范大学数学与统计学院, 副院长, 教授
- 叶牡才 中国地质大学(武汉)数理学院, 教授
- 蹇 明 华中科技大学数学学院, 副院长, 教授
- 曾祥金 武汉理工大学理学院, 数学系主任, 教授、博导
- 编 委 (按姓氏笔画为序)
- 王绍恒 重庆三峡学院数学与计算机学院, 教研室主任, 副教授
- 叶子祥 武汉科技学院东湖校区, 副教授
- 刘 俊 曲靖师范学院数学系, 系主任, 教授
- 全惠云 湖南师范大学数学与计算机学院, 系主任, 教授
- 何 斌 红河师范学院数学系, 副院长, 教授
- 李学峰 仰恩大学(福建泉州), 副教授
- 李逢高 湖北工业大学理学院, 副教授
- 杨柱元 云南民族大学数学与计算机学院, 院长, 教授
- 杨汉春 云南大学数学与统计学院, 数学系主任, 教授
- 杨泽恒 大理学院数学系, 系主任, 教授
- 张金玲 襄樊学院, 讲师
- 张惠丽 昆明学院数学系, 系副主任, 副教授
- 陈圣滔 长江大学数学系, 教授
- 邹庭荣 华中农业大学理学院, 教授
- 吴又胜 咸宁学院数学系, 系副主任, 副教授
- 肖建海 孝感学院数学系, 系主任
- 沈远彤 中国地质大学(武汉)数理学院, 教授
- 欧贵兵 武汉科技学院理学院, 副教授

赵喜林 武汉科技大学理学院，副教授
徐荣聪 福州大学数学与计算机学院，副院长
高遵海 武汉工业学院数理系，副教授
梁 林 楚雄师范学院数学系，系主任，副教授
梅汇海 湖北第二师范学院数学系，副主任
熊新斌 华中科技大学数学学院，副教授
蔡光程 昆明理工大学理学院数学系，系主任，教授
蔡炯辉 玉溪师范学院数学系，系副主任，副教授
执行编委 李汉保 武汉大学出版社，副编审
胡 艳 武汉大学出版社，编辑

序

数学是研究现实世界中数量关系和空间形式的科学。长期以来，人们在认识世界和改造世界的过程中，数学作为一种精确的语言和一个有力的工具，在人类文明的进步和发展中，甚至在文化的层面上，一直发挥着重要的作用。作为各门科学的重要基础，作为人类文明的重要支柱，数学科学在很多重要的领域中已起到关键性、甚至决定性的作用。数学在当代科技、文化、社会、经济和国防等诸多领域中的特殊地位是不可忽视的。发展数学科学，是推进我国科学研究和技术发展，保障我国在各个重要领域中可持续发展的战略需要。高等学校作为人才培养的摇篮和基地，对大学生的数学教育，是所有的专业教育和文化教育中非常基础、非常重要的一个方面，而教材建设是课程建设的重要内容，是教学思想与教学内容的重要载体，因此显得尤为重要。

为了提高高等学校数学课程教材建设水平，由武汉大学数学与统计学院与武汉大学出版社联合倡议、策划，组建 21 世纪高等学校数学课程系列教材编委会，在一定范围内，联合多所高校合作编写数学课程系列教材，为高等学校从事数学教学和科研的教师，特别是长期从事教学且具有丰富教学经验的广大教师搭建一个交流和编写数学教材的平台。通过该平台，联合编写教材，交流教学经验，确保教材的编写质量，同时提高教材的编写与出版速度，有利于教材的不断更新，极力打造精品教材。

本着上述指导思想，我们组织编撰出版了这套 21 世纪高等学校数学课程系列教材，旨在提高高等学校数学课程的教育质量和教材建设水平。

参加 21 世纪高等学校数学课程系列教材编委会的高校有：武汉大学、华中科技大学、云南大学、云南民族大学、云南师范大学、昆明理工大学、武汉理工大学、湖南师范大学、重庆三峡学院、襄樊学院、华中农业大学、福州大学、长江大学、咸宁学院、中国地质大学、孝感学院、湖北第二师范学院、武汉工业学院、武汉科技学院、武汉科技大学、仰恩大学(福建泉州)、华中师范大学、湖北工业大学、湖北科技职业学院等 20 余所院校。

武汉大学出版社是中共中央宣传部与国家新闻出版署联合授予的全国优秀出版社之一。在国内有较高的知名度和社会影响力、武汉大学出版社愿尽其所能为国内高校的教学与科研服务。我们愿与各位朋友真诚合作、力争将该系列教材打造成为国内同类教材中的精品教材，为高等教育的发展贡献力量！

21 世纪高等学校数学系列教材编委会

2007 年 7 月

前 言

在传统的应试教育的引导下，学生学习方式显得单调枯燥，学习上只重知识的堆积而不重概念的理解，只是死记硬背数学公式而不注重应用背景，只是一味的接受知识而不去探索，“合作”、“创新”等学习方法对学生来说，只是一个十分陌生的名词。

而在工程实践和科学研究中，将相应具有严格的条件限制、缜密的逻辑推理的定理以及公式直接在现实中进行应用，几乎是不可能的，甚至一个貌似简单的计算都要花费很长的时间。因此，在大学数学教学中，特别是在非数学类专业的数学教学中，如何把复杂的理论学习与具体的应用实践结合起来，就成了我们研究的重点。本书也正是因此而编写。

随着近几年计算机技术的飞跃发展，各种数学软件的功能越来越强大，这些强有力的计算工具为数学教育改革提供了良好的契机，而在这些计算软件中，最流行的科学计算软件莫过于 MATLAB，该计算软件语言优美，接近人们的思维，是一个“演算纸”式的科学计算语言。更重要的是，MATLAB 将矩阵运算、数值运算、符号运算、图形处理、编程技术等功能有机地结合在一起，为用户提供了一个强有力的科学计算及程序设计的平台。

在美国及其他发达国家的理工科院校里，MATLAB 已经成为了一门必修的课程，是攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的基本工具；而如今，在我国的科研院所、大型公司或企业的工程计算部门，MATLAB 也是最为普遍的计算工具之一。许多高校，MATLAB 课程的开设已不再仅仅局限于校选课，而逐渐成为校公共基础课。本书作者在多年从事 MATLAB 教学及组织并辅导全国大学生数学建模竞赛的基础上，编写了这本教材，旨在为广大读者提供较系统的大学数学的 MATLAB 应用及求解。

全书共分为 4 个部分。其中第一部分主要介绍 MATLAB 的基础知识，旨在为后面的应用部分打下坚实的基础，包括 MATLAB 简介、数值及符号矩阵的运算，程序语句设计以及数学图形的绘制等；第二部分主要介绍 MATLAB 在高等数学中的应用，包括极限、导数、定积分、多重积分、线面积分、微分方程、无穷级数等的计算与求解；第三部分主要介绍 MATLAB 在线性代数中的应用，包括行列式、矩阵的相关计算，线性方程组的求解，矩阵的相似对角化以及二次型等；第四部分主要介绍 MATLAB 在概率论与数理统计中的应用，包括密度函数、分布函数的计算以及统计作图、参数估计、假设检验、方差分析、回归分析等的 MATLAB 求解。附录 1 对 MATLAB 命令按功能的不同进行了分类，附录 2 按字母的顺序对 MATLAB 命令进行分类，以便读者查找。

为了学生自学方便，本书的第二、三、四部分每章都给出了习题，同时也附上了详细的参考答案。

本书的最大的特点之一是针对大学数学的基础课程(高等数学、线性代数、概率论与数理统计)，分科目和章节，有层次地通过大量的实例，对其 MATLAB 的应用求解进行了

详细的介绍，从而大大地方便了学生对知识点的查找与引用。本书知识点的介绍也是由浅入深、循序渐进地展开，既适合初学者，也适合部分较熟练读者的查阅与学习。

本书的另一特点就是所选用的例子大多是大学数学教材中实例，这样使学生很方便地通过例子举一反三，快速求解教材中的其他例子和习题，以真正实现数学计算的电算化。

本书由龙松任主编，柯玲和张文钢任副主编，同时，参加程序调试和习题编写的还有徐彬、李春桃、沈小芳、朱祥和、张丹丹、张秋颖等，在此，对他们的工作表示感谢！

在教材的编写中，多次与华中科技大学武昌分校基础科学部主任齐欢教授，数学教研室主任叶牡才教授进行了讨论，他们提出了许多宝贵的意见，对本书的编写与出版产生了十分积极的影响，在此表示由衷的感谢！

在教材的编写中，参考了相关书籍，均列于书后的参考文献中，在此也向有关作者表示感谢！

最后，本书作者在此再次向所有支持和帮助过本书编写和出版的单位和个人表示衷心的感谢。

由于作者水平的限制，书中的错误和缺点在所难免，欢迎广大读者批评与指教。

作 者

2014 年 4 月

目 录

第一部分 MATLAB 基础

第 1 章 MATLAB 简介	3
1.1 MATLAB 是 21 世纪最流行的科学计算软件	3
1.2 MATLAB 的基本操作	3
第 2 章 MATLAB 变量与常用函数	11
2.1 MATLAB 的变量	11
2.2 MATLAB 的表达式与常用函数	14
第 3 章 MATLAB 数值矩阵及运算	19
3.1 MATLAB 数值矩阵的生成和修改	19
3.2 MATLAB 矩阵的保存与提取	24
3.3 MATLAB 数值矩阵的基本运算	25
3.4 MATLAB 的向量运算	28
3.5 MATLAB 的阵列运算	30
3.6 关系运算与逻辑运算	32
第 4 章 MATLAB 字符串	37
4.1 字符串的生成	37
4.2 字符串的简单操作	37
4.3 字符串的函数运算	38
第 5 章 MATLAB 符号运算	43
5.1 符号矩阵的生成	43
5.2 符号矩阵的运算	44
第 6 章 MATLAB 程序语句	54
6.1 M 文件及 M 函数	54
6.2 MATLAB 语句	57

第 7 章 数学图形的绘制	68
7.1 二维图形绘制	68
7.2 三维图形绘制	82
第二部分 MATLAB 在高等数学中的应用	
第 8 章 基本数学函数	95
8.1 三角函数与双曲函数	95
8.2 其他部分常用函数	104
第 9 章 函数的极限与微分	112
9.1 函数的极限(符号解法)	112
9.2 微分	113
第 10 章 函数积分	124
10.1 符号积分	124
10.2 数值积分	127
第 11 章 函数零值问题	140
11.1 代数多项式方程的求根	140
11.2 函数零点值求解	141
11.3 方程组数值求解	143
11.4 代数方程的符号解析求解	145
第 12 章 函数极值	149
12.1 线性极值(线性规则)	149
12.2 0-1 整数规划求极值	155
12.3 整数规划求极值	159
12.4 非线性函数求极值(非线性规则)	163
第 13 章 曲线与曲面积分	176
13.1 曲线积分	176
13.2 曲面积分	178
第 14 章 无穷级数	184
14.1 符号函数的 Taylor 级数展开式	184
14.2 Taylor 级数计算器	188
14.3 级数求和的计算	189

14.4	Fourier 级数展开	191
第 15 章	微分方程	196
15.1	常微分方程符号求解	196
15.2	常微分方程数值求解	198

第三部分 MATLAB 在线性代数中的应用

第 16 章	矩阵的生成	207
16.1	数值矩阵的生成	207
16.2	符号矩阵的生成	210
第 17 章	矩阵的基本计算	213
17.1	算术运算	213
17.2	MATLAB 的阵列运算	215
17.3	矩阵的其他重要运算	217
第 18 章	线性方程组求解	224
18.1	求线性方程组的唯一解或特解(第一类问题)	224
18.2	求线性齐次方程组的通解	226
18.3	求非齐次线性方程组的通解	227
第 19 章	矩阵的初等变换及二次型	233
19.1	矩阵和向量组的秩以及向量组的线性相关性	233
19.2	求行阶梯矩阵及向量组的基	233
19.3	特征值与特征向量的求法	235
19.4	正交基	236
19.5	正定矩阵	237
19.6	特征值求根	238
19.7	矩阵的对角化	239
19.8	二次型	241

第四部分 MATLAB 在概率论与数理统计中的应用

第 20 章	随机数的产生及概率密度的计算	247
20.1	排列组合	247
20.2	随机数的产生	247
20.3	随机变量的概率密度计算	250

第 21 章 随机变量的累积概率值及逆累积概率值	257
21.1 随机变量的累积概率值	257
21.2 逆累积分布函数值的计算	259
第 22 章 随机变量的数字特征	263
22.1 平均值、中值	263
22.2 数据比较	265
22.3 期望	266
22.4 方差、偏度、峰度	266
22.5 常见分布的期望和方差	268
22.6 协方差与相关系数	270
第 23 章 统计作图	274
23.1 经验累积分布函数图形	274
23.2 正整数的频率表	275
23.3 最小二乘拟合直线	275
23.4 绘制正态分布概率图形	275
23.5 绘制威布尔(Weibull)概率图形	276
23.6 给当前图形加一条参考线	277
23.7 在当前图形中加入一条多项式曲线	278
23.8 样本数据的盒图	278
23.9 样本的概率图形	279
23.10 直方图	279
23.11 附加有正态密度曲线的直方图	281
23.12 在指定的界线之间画正态密度曲线	281
第 24 章 参数估计	287
24.1 矩估计	287
24.2 极大似然估计	287
第 25 章 假设检验	293
25.1 σ^2 已知, 单个正态总体的均值 μ 的假设检验(U 检验法)	293
25.2 σ^2 未知, 单个正态总体的均值 μ 的假设检验(t 检验法)	294
25.3 两个正态总体均值差的检验(t 检验)	295
25.4 两个总体一致性的检验(秩和检验)	296
25.5 两个总体中位数相等的假设检验——符号秩检验	297
25.6 两个总体中位数相等的假设检验(符号检验)	297
25.7 正态分布的拟合优度测试(一)	298

25.8	正态分布的拟合优度测试(二)	298
25.9	单个样本分布的 Kolmogorov-Smirnov 测试	299
25.10	两个样本具有相同的连续分布的假设检验	300
第 26 章	方差分析和回归分析	304
26.1	方差分析	304
26.2	回归分析	318
附录 1	MATLAB 命令(按功能分类)	318
附录 2	MATLAB 命令(按字母顺序分类)	329
	参考文献	346

第一部分 MATLAB 基础

第 1 章 MATLAB 简介

1.1 MATLAB 是 21 世纪最流行的科学计算软件

在 21 世纪，知识爆炸的时代，科学的计算显得尤为重要。如今，最流行的科学计算语言就是 MATLAB。

(1) MATLAB 将数值计算功能、符号运算功能和图形处理功能高度地集成在一起，在数值计算、符号运算和图形处理上做到了无缝衔接，极大地方便了用户。

(2) 有大量事先定义好的的数学函数，并且有很强的用户自定义函数的能力，同时还提供了在多个应用领域解决难题的工具箱。

(3) 具有与其他语言编写的程序相结合的能力以及输入、输出格式化数据的能力。

(4) 具有基于 HTML 的完整的帮助功能。

(5) MATLAB 语言是一种数学形式的语言，它的操作和功能函数指令就是用平时计算机和数学书上的英文单词和符号来表达的，比 BASIC、FORTRAN 和 C 语言等更接近于人们书写的数学计算公式、更接近于人们进行科学计算的思维方式。用 MATLAB 语言编写程序，犹如在演算纸上进行公式的排列与求解，故有人称 MATLAB 编程语言为“演算纸”式科学算法语言。

由于 MATLAB 具有其他计算语言无法比拟的优势，在美国及其他发达国家的理工科院校里，MATLAB 已经成为一门必修的课程，是攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的基本工具。而如今，在我国的科研院所、大型公司或企业的工程计算部门，MATLAB 也是最为普遍的计算工具之一。许多高校、特别是重点高校，MATLAB 课程的开设已不再仅仅局限于校选课，而开始逐渐成为校公共基础课。各种 MATLAB 学习兴趣团体、学习网站层出不穷，由此可见，MATLAB 已经成为了 21 世纪真正的科学计算语言。

如无特别说明，本书将以 MATLAB7.12.0(R2011a) 版本进行介绍。

1.2 MATLAB 的基本操作

1.2.1 MATLAB 的桌面平台

MATLAB 默认设置的桌面平台，如图 1.1 所示。默认情况下的桌面平台包括 5 个窗口，分别是 MATLAB 主窗口、命令窗口、历史窗口、当前目录窗口和工作空间窗口。



图 1.1

1. MATLAB 主窗口

MATLAB7.12.0 的主窗口包含其他几个窗口。主窗口不能进行任何计算任务的操作，只用来进行一些整体的环境参数的设置。它主要包括 7 个下拉菜单和 11 个按钮控件。

7 个下拉菜单分别是【File】、【Edit】、【Debug】、【Parallel】、【Desktop】、【Window】和【Help】。这里只简单介绍与基本操作有关的部分内容。

单击【File】下拉菜单，点击【Preferences】，会弹出如图 1.2 所示的对话框，可以对各窗口的字体、字号、字符颜色、数据显示格式、图形复制等属性进行设置。如对窗口的字体进行设置，只需点击图 1.2 中的【fonts】，即可出现图 1.3，然后按照自己的要求就可以很方便地进行修改。



图 1.2

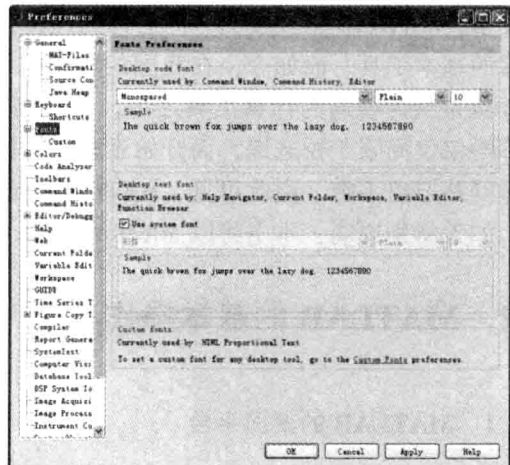


图 1.3