



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

数学实验

Experimental Mathematics

李秀珍 张晓平 ◎主编

第3版



书内扫码获取资源



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

数 学 实 验

第 3 版

主 编 李秀珍 张晓平
副主编 葛 倩 丁友征



机 械 工 业 出 版 社

第3版前言

本书第1版是“21世纪普通高等教育基础课规划教材”，并获得“山东省高等学校优秀教材一等奖”，第2版是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。第3版是在第2版的基础上修订而成的，修订中编者结合课堂教学、在线课程等教学实践心得，加入了近五年的教学改革成果，对本书进行了以下几个方面的修订：

1. 为适应数学实验课程教学形式的先进性和互动性，增加了数学文化、演示视频、知识拓展等课程资源。

2. 增加综合实验一章，介绍建立数学模型和应用数学软件求解模型的基本方法，强化学生解决复杂问题的综合能力。

3. 结合了教材使用学校课堂教学及在线课程教学的反馈，听取了部分专家、一线教师和其他读者的意见，对教材内容进行了优化，相对于第2版更贴近学生学习实际，更便于教学。

4. 对课后实验任务进行了修改，使实验任务由易到难具有层次性，便于学生巩固所学内容，强化知识应用能力的训练。

参加本次书稿修订的有：李秀珍、张晓平、葛倩、丁友征；参加课程资源制作的有：葛倩、丁友征、田洁、吕秀敏、谷振涛、于艳红、郑宗剑，书稿和课程资源由李秀珍教授统稿。限于编者水平，书中难免还有不当和错误，恳请广大读者批评指正。

编者

第 2 版前言

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材，第 1 版是“21 世纪普通高等教育基础课规划教材”，并获得“山东省高等学校优秀教材一等奖”。第 2 版是在第 1 版的基础上修订而成的，修订中编者结合使用心得，加入了近几年的教学改革成果，对本书进行了以下几个方面的修订：

1. 全书中的 MATLAB 命令全部更新至 MATLAB R2012b 版本，所有命令、程序均在此版本下运行通过。

2. 本次修订听取了部分专家、一线教师和其他读者的意见，删除了不必要的理论推导，对内容进行了优化组合，相对于第 1 版的内容更加丰富，更适合于学生，更便于教学。

3. 对部分例题进行了修改，删除了一些过时、繁冗的例题，并增加了部分适合时代要求的应用实例。

参加本次修订的主要有李秀珍、庞常词、张晓平、丁友征。另外，葛倩修改了第 1 章，对第 5、8 章及实验 4.1、实验 4.2 的程序进行了调试。机械工业出版社的领导和郑玫编辑对本次再版也给予了大力支持，在此一并表示衷心的感谢。限于编者水平，书中难免还有不当和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

第 1 版前言

数学教育在整个人才培养过程中的重要性是人所共知的，特别是进入 21 世纪以来，随着科学技术的迅速发展和计算机的日益普及，人们对各种问题的解的要求越来越精确，使得数学的应用越来越广泛和深入。传统的数学课程一般偏重于介绍数学的概念、理论和方法，而对数学模型的建立则讨论较少，致使不少学生虽然学了不少数学知识，但是不会应用它分析、解决实际问题。在这样的背景下，许多学校相继开展数学建模课程，大学生数学建模竞赛也在全国蓬勃开展，这是培养学生应用数学能力的有益尝试。开展数学实验课是在总结开展数学建模教学和竞赛活动的基础上，为进一步提高学生应用数学能力而进行的又一数学教学改革试验。数学实验是计算机技术和数学软件引入教学后出现的新事物，是数学教学体系、内容和方法改革的一项尝试，是高等数学、线性代数、概率论与数理统计等大学数学课程实践教学的重要组成部分。它将数学的基础理论、数学建模与计算机应用三者融为一体。通过“数学实验”，学生能够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，提高进行数值计算与数据处理的能力，强化运用所学知识建立数学模型、使用计算机解决实际问题的能力。

数学实验强调以学生动手为主，在教师指导下用学到的数学知识和计算机技术，选择合适的数学软件，分析、解决一些经过简化的实际问题，因此数学实验课程和本书的指导思想是：在教学过程中，以学生为中心，充分发挥学生的主动性。在学习过程中，教师是组织者、指导者、启发者、帮助者。借助计算机软件通过学生自己发现、探索、研究总结及学生之间的相互讨论交流，提高学生运用所学数学知识解决实际问题的能力。

考虑到本书的教学对象是工科学生，我们选择了合适的数学软件 MATLAB，基本上能够方便地实现书中内容的主要算法。本书第 1 章结合高等数学、线性代数的相关内容，介绍了数学软件 MATLAB 的用法。第 2 章至第 8 章分别介绍了方程及方程组的解、最优化方法、数值计算、数理统计基本原理、模糊综合评判及其 MATLAB 实现。各章所用方法简单实用，注重说明数学问题的实际含义，以及建立实际问题的数学模型，直接用 MATLAB 求其解，对于所用算法不做证明，也不再详细介绍其解法。

本书由李秀珍教授组织编写和统稿，具体编写情况如下：

李秀珍：第 2 章实验 2.2，第 4 章实验 4.1、实验 4.2，第 5 章；

庞常词：第1章，第2章实验2.1，第3章，第4章实验4.3、实验4.4，第6章；

丁友征：第7章；

张晓平：第8章.

山东大学博士生导师 **韦忠礼** 教授不辞辛劳地完成了本书的审稿工作，并提出了许多建设性的建议，在此编者向他表示衷心的感谢！

本书的编写参阅了许多专家、学者的论著文献，并参考了部分论著中的例子，恕不一一指明出处，在此一并向有关作者致谢！

数学实验作为一门新课程，其内容和方法在国内外均不很成熟，教材内容取舍不易把握，加之编者水平有限，编写时间紧张，书中难免存在疏漏和谬误，恳请读者给予批评指正.

编 者

目 录

第3版前言

第2版前言

第1版前言

第1章 准备实验	1
实验 1.1 MATLAB 的基本用法	1
一、MATLAB 简介	1
二、矩阵的输入	3
三、数组的输入及运算	4
四、常量、变量与表达式	6
五、函数	7
六、帮助系统	9
七、数据显示格式	9
实验任务	10
实验 1.2 矩阵的运算	12
一、矩阵的四则运算	12
二、矩阵的转置、行列式、秩和逆	12
三、对角阵、上（下）三角阵和稀疏矩阵	13
四、特征值与特征向量	15
实验任务	17
实验 1.3 M 文件与程序设计	19
一、M 文件	19
二、关系运算与逻辑运算	20
三、程序控制结构	21
四、函数文件	28
实验任务	30
实验 1.4 MATLAB 绘图	32
一、二维数据曲线图	32
二、其他二维图形	39
三、隐函数绘图	41
四、三维图形	42
五、图形修饰处理	47

实验任务	50
实验 1.5 MATLAB 符号计算	52
一、MATLAB 的符号功能	52
二、求极限	52
三、求导数	53
四、求积分	54
五、级数的和	55
六、泰勒多项式	56
七、解代数方程（组）	56
八、解常微分方程（组）	58
九、其他	60
实验任务	60
第 2 章 方程及方程组的解	62
实验 2.1 线性方程组的解	62
一、解线性方程组的 MATLAB 实现	62
二、应用举例	67
实验任务	71
实验 2.2 非线性方程的解	73
一、二分法	73
二、简单迭代法	75
三、牛顿迭代法	78
四、应用举例	81
实验任务	84
第 3 章 最优化方法	86
实验 3.1 线性规划	86
一、线性规划的概念	86
二、线性规划的图解法	88
三、解线性规划的 MATLAB 实现	89
四、应用举例	92
实验任务	96
实验 3.2 非线性规划	98
一、非线性规划的概念	98
二、二次规划	99
三、无约束非线性规划	100
四、带约束非线性规划	102
五、应用举例	105
实验任务	108
第 4 章 数值分析	110
实验 4.1 插值	110



一、拉格朗日插值法	110
二、分段线性插值	113
三、三次样条插值	114
四、应用举例	115
实验任务	117
实验 4.2 离散数据的曲线拟合	118
一、离散数据的多项式拟合	118
二、曲线拟合的线性最小二乘法	120
三、应用举例	121
实验任务	123
实验 4.3 MATLAB 数值积分与微分	125
一、数值积分	125
二、数值微分	129
实验任务	134
实验 4.4 常微分方程的数值解	136
一、几种求常微分方程数值解的方法	136
二、应用举例	141
实验任务	144
第 5 章 数据的统计与分析	146
实验 5.1 统计作图	146
一、频数直方图	146
二、统计量	149
三、常用概率分布的 MATLAB 实现	151
四、应用举例	153
实验任务	156
实验 5.2 参数估计	158
一、参数的估计	158
二、参数估计的 MATLAB 实现	158
三、应用举例	160
实验任务	165
实验 5.3 假设检验	166
一、参数的假设检验	166
二、参数假设检验的 MATLAB 实现	167
三、应用举例	170
实验任务	175
第 6 章 方差分析	176
实验 6.1 单因素方差分析	176
一、方差分析概述	176



二、单因素方差分析·····	177
实验任务·····	182
实验 6.2 双因素方差分析·····	185
一、无交互作用的双因素方差分析·····	185
二、有交互作用的双因素方差分析·····	187
实验任务·····	190
第 7 章 回归分析·····	192
实验 7.1 一元回归分析·····	192
一、一元线性回归分析·····	192
二、一元非线性回归分析·····	195
三、回归分析的 MATLAB 实现·····	196
四、应用举例·····	203
实验任务·····	205
实验 7.2 多元回归分析·····	207
一、多元线性回归分析·····	207
二、逐步回归分析·····	215
三、多元非线性回归分析·····	221
四、应用举例·····	225
实验任务·····	230
第 8 章 模糊综合评判·····	232
实验 8.1 单层次的模糊综合评判·····	232
一、单层次模糊综合评判·····	232
二、应用举例·····	236
实验任务·····	240
实验 8.2 多层次（或多级）的模糊综合评判·····	241
一、多层次模糊综合评判·····	241
二、应用举例·····	242
实验任务·····	245
第 9 章 综合实验·····	247
实验 9.1 数学建模简介·····	247
一、数学建模的基本思想·····	247
二、数学建模的要求和步骤·····	248
三、应用举例·····	249
实验任务·····	251
实验 9.2 手机模型·····	252
一、问题描述·····	252
二、模型准备·····	252
三、模型假设·····	254



四、模型构成与模型求解.....	254
五、模型的推广.....	260
实验任务.....	260
实验 9.3 传染病模型	261
一、问题描述.....	261
二、模型准备.....	261
三、模型假设.....	261
四、模型构成与求解.....	261
五、模型检验与改进.....	262
实验任务.....	271
附录 MATLAB 命令与函数清单.....	272
参考文献	286

实验 1 MATLAB 的基本用法

实验目的

通过本实验掌握 MATLAB 的基本操作, 能进行矩阵和数据的输入及输出的运算, 了解 MATLAB 中的各种函数以及变量表示格式和帮助系统等。

一、MATLAB 简介

MATLAB 是英文 Matrix Laboratory (矩阵实验室) 的缩写, 是一款由美国 MATHWORKS 公司出品的教学软件, 初学者会经常看到它的名称。MATLAB 最早是 C. Moler 为了给学生上课而设计的, 后来他正业破产了, 后来他与另外两个人合作成立了 MATHWORKS 公司, 正式把 MATLAB 推向市场。1977 年 C. Moler 因发明 MATLAB 的贡献当选为美国工程科学勋章!

MATLAB 将计算、可视化和编程功能集成在非常便于使用的环境中, 是一个交互式、以矩阵计算为基础的科学和工程计算软件。在欧美高等院校, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具, 也是攻读学位的研究生、硕士生和博士生从事课题的工具。MATLAB 的特点可以概括地归纳如下:

- 编程效率高。与 Fortran、C 语言等相比, 它更接近人们通常进行计算时的思维方式和习惯, 就像在纸上书写公式, 编程时间和程序量大大减少。

- 容易学易懂。它以下列必须掌握的数学和数值为主要教授对象, 标量和向量计算, 标量运算, 标量和向量运算, 非常适用于做科学和工程计算。

- 操作简便。其语言灵活、方便、将编辑、连接、执行融为一体, 可在同一窗口上完成全部, 其界面清晰, 加快了图形编写、修改、调试程序的速度, 计算结果也输入到窗口