

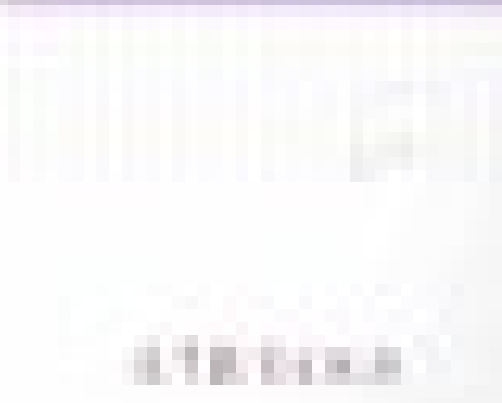
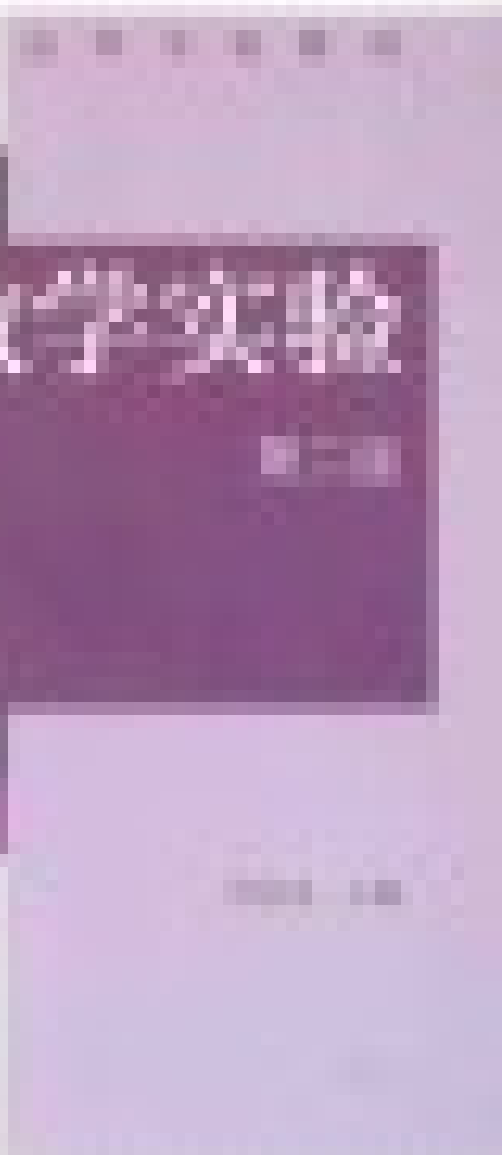
高等学校教材

数学实验

第二版

李继成 主编

高等教育出版社



高等学校教材

数学实验

Shuxue Shiyan

第二版

李继成 李 萍 赵小艳 主编
李继成 李 萍 赵小艳 编著

高等教育出版社·北京

内容提要

本书主要是为理工科院校各专业在开设大学数学课程时,同步开设数学实验课程而编写的教材。书中实验将大学数学的部分内容、应用数学与计算数学中的一些基本方法、具有实际背景的应用实例与 MATLAB 数学软件进行了科学整合,内容选择适合培养学生利用数学知识解决实际问题的能力。全书内容编写简单易懂,相对独立,由简单到复杂,各专业可根据所安排数学实验教学时数的不同自行删减或者选讲一部分内容。

教材内容分为三部分:基础实验篇的内容包括如何使用 MATLAB 进行简单的数值运算和符号运算,以及如何使用 MATLAB 辅助理解高等数学、线性代数和概率统计等课程中的一些抽象内容;综合实验篇以具有实际应用背景的问题为实验示例,介绍一些常用的数值计算方法;简单建模实验篇精选几个简单的建模案例,为学生将来参加数学建模竞赛打下基础。

图书在版编目(CIP)数据

数学实验/李继成主编.--2版.--北京:高等教育出版社,2014.9

ISBN 978-7-04-040635-1

I. ①数… II. ①李… III. ①高等数学-实验-高等学校-教材 IV. ①O13-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 152012 号

策划编辑	杨帆	责任编辑	杨帆	特约编辑	董达英	封面设计	张雨微
版式设计	杜微言	插图绘制	黄建英	责任校对	刁丽丽	责任印制	毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landraco.com
印 刷	国防工业出版社印刷厂		http://www.landraco.com.cn
开 本	787mm×960mm 1/16	版 次	2006 年 10 月第 1 版
印 张	19.75		2014 年 9 月第 2 版
字 数	360 千字	印 次	2014 年 9 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	31.00 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 40635-00

第二版前言

数学教育在人才培养的整个过程中至关重要,从小学到中学,再到大学乃至更高层次的科学研究都离不开数学。

传统学习数学的方法是老师讲、学生练。这种模式过分强调了教师在学生学习过程中的主导地位,忽视了充分发挥学生学习的主观能动性;在教学过程中也过分注重培养学生进行精确计算、严密而巧妙的逻辑推理能力,而忽视了培养学生自主思考、自主实践、自主创新的能力。在这种教学模式的引导下,学生对数学的认识就仅仅是停留在记公式、记定理、做计算题和复杂的理论证明题上,与当今信息化社会对人才的要求相差甚远。

不断提高学生的创新能力和应用能力、加强实践教学环节是当前高等学校大学数学教学改革的核心内容,也是21世纪大学数学课程教学内容和课程体系改革的亮点。飞速发展的计算机技术和不断研发的计算机软件为学生将所学的数学理论知识应用于实践提供了操作手段和实验平台。数学实验课程就是在这种背景下建设的,其教学的目的是使学生真正做到“学数学,用数学”,从而激发学生学习的潜能和培养学生学习数学的兴趣。全国大部分高校都已经开设了数学实验课程,并取得了一些成功经验。

我们对数学实验课程教学的认识主要包括两个方面:一是将一些抽象的、难以理解的数学概念和理论结果,通过优秀的数学软件在视觉上进行形象化再现,以加深理解;二是把它理解为数学建模的基础和数学理论知识的简单应用,也就是使学生从实际问题出发,经过认真分析研究,建立简单的数学模型,借助于先进的计算机技术,亲自动手编程、上机操作,找出解决问题的一种或者多种方案,在实验的过程中学会应用数学、体验数学。

基于对数学实验课程的上述认识,我们在编写本教材时不过分强调数学理论的推导,而是注重加强实验操作,强调学生自主探索、自主创新能力的培养。从实验选题到内容的编写都给学生留有一定的思考空间,由学生自主探索、自主创新、自主实践。在内容编排上则体现由简单到复杂、由具体到抽象、由线性到非线性,注重概念之间的横向衔接。内容编写深入浅出,伸缩性强,既可简单讲解,也可展开深入细究,每个问题都给学生留有足够的探索、创新、实践空间。每个实验内容都配有相应的练习题,供学生自己上机实践,教师通过批改实验报告来了解学生对相关内容的掌握程度。

教材内容分为三部分:基础实验篇、综合实验篇和简单建模实验篇。基础实验篇主要围绕高等数学、线性代数、概率统计等课程的一些基本概念,除讲解如何利用 MATLAB 进行一些简单的基本计算外,还将一些数学概念和数学理论通过图形化方法,使读者容易理解其内涵。综合实验篇主要介绍一些简单的计算方法,并用这些方法解决一些简单的实际问题,所涉及的数学方法包括迭代法、最优化方法、数据拟合、数据插值、数值积分和微分方程的数值解方法等。简单建模实验篇主要通过几个简单的建模案例,讲解如何针对实际问题进行数学建模和模型求解,为学生进一步学习数学建模课程或者参加数学建模竞赛打下基础。

考虑到各个专业对数学的要求不同以及能够安排的数学实验教学时数不等,本教材的各实验内容相对独立,教师可以根据各专业的不同要求任意选做某一个或者某一部分实验。教材中使用的数学软件 MATLAB 以 7.0 版本为准,书中程序均在个人计算机上调试通过。书中程序编写时,因主要考虑便于初学者容易读懂程序,所以没有考虑程序的优化设计问题。

本教材第一版于 2006 年出版,在连续多年的使用中也发现了不少问题。在总结和征求部分使用该教材教师的意见和建议的基础上,对教材的全部内容进行了修订。由于数学实验教学内容到目前为止还没有一个统一的标准,各个高校都在探索,自然也有各自的风格和特点。因此,本教材编写的内容与各位专家、同仁们的看法肯定有所不同,敬请提出宝贵意见。同时,由于时间仓促,书中定有许多不足之处,恳请各位读者多提宝贵意见,给以指正,编者在此表示感谢!

教材第一版中实验一、二、三、四、五、七、十、十二、十四由李继成负责编写,实验六、八、九由李萍负责编写,实验十一、十三由朱旭负责编写。本次修订由李继成、李萍和赵小艳共同负责全部内容的整理和修订工作。

本教材编写得到西安交通大学“985”人才培养经费的资助,在此表示感谢!同时也感谢在教材编写过程中给予帮助和建议的部分同事。

编者

2014 年 4 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

基础实验篇	1
实验一 MATLAB 软件基本操作	2
实验目的	2
实验内容	2
1. MATLAB 软件的启动	2
2. 命令窗口的操作	4
3. 变量的命名规则	5
4. 命令窗口中常用的命令	6
5. 基本运算符	8
6. 逻辑与判断操作	8
7. 命令行中的标点符号	10
8. 一些常用函数	11
9. 特殊函数	11
10. 矩阵输入法	11
11. 矩阵与数组的运算	15
12. 文件的编辑、存储、执行和个性化路径添加	16
13. MATLAB 软件帮助	19
实验二 MATLAB 软件绘图	21
实验目的	21
实验内容	21
1. 绘制二维曲线	21
2. 绘制特殊的二维图形	33
3. 绘制三维曲线	35
4. 绘制曲面图	36

5. 图形标识与图形修饰	43
6. 截面法认识曲面	50
实验三 MATLAB 软件程序设计	54
实验目的	54
实验内容	54
1. MATLAB 软件程序的输入输出方式	54
2. MATLAB 软件程序结构	55
3. MATLAB 软件流程控制语句	63
4. 函数调用	66
5. 曲线、曲面的动态可视化	69
实验四 MATLAB 软件的基本运算	75
实验目的	75
理论知识	75
1. 极限、连续	75
2. 导数	75
3. 积分	76
实验内容	76
1. MATLAB 软件的数值运算	76
2. MATLAB 软件的符号运算	80
3. 解代数方程	96
4. 符号运算与数值运算的转换	97
5. 数值积分	99
实验五 行列式、矩阵与线性变换	106
实验目的	106
理论知识	106
1. 行列式	106
2. 线性方程组	107
3. 正交矩阵、正交变换	108
实验内容	108

1. MATLAB 软件的矩阵操作命令	108
2. 整数逆矩阵加密法	114
3. 空间中的线性变换	117
4. 空间中的正交变换	119
实验六 随机变量数据模拟	126
实验目的	126
理论知识	126
1. 随机变量	126
2. 几种常见的概率分布	126
3. 数学期望与方差	127
实验内容	128
1. 用 MATLAB 软件生成服从特殊分布的样本随机数	128
2. 用 MATLAB 软件计算随机变量的概率分布	131
3. 绘制统计图	134
4. 统计量数据模拟实验	138
实验七 无理数的近似计算	143
实验目的	143
理论知识	143
1. 泰勒定理	143
2. 无理数 e	144
3. 欧拉常数 C	144
实验内容	145
1. 圆周率 π 的近似计算	145
2. 无理数 e 的计算	156
3. 欧拉常数 C 的计算	160
综合实验篇	163
实验八 线性函数极值求解	164
实验目的	164

理论知识	164
1. 线性规划(线性函数极值)模型	164
2. 线性规划模型 II 的解法	165
实验内容	166
1. 用 MATLAB 软件求解一般线性规划问题	166
2. 用 MATLAB 软件求解 0-1 规划问题	174
3. 最佳投资组合	181
实验九 非线性函数极值求解	185
实验目的	185
理论知识	185
1. 极值	185
2. 二次型	185
实验内容	185
1. 用 MATLAB 软件求无约束条件函数的极值	186
2. 用 MATLAB 软件求有约束条件函数的极值	192
3. 用 MATLAB 软件求二次规划问题	194
实验十 矩阵特征值与迭代法	200
实验目的	200
理论知识	200
1. 矩阵特征值与特征向量	200
2. 向量序列收敛性	200
实验内容	201
1. 矩阵谱半径的特征	201
2. 线性方程组的迭代解法	208
实验十一 非线性方程(组)求解	217
实验目的	217
理论知识	217
1. 零点定理	217
2. 压缩映射原理	217

实验内容	217
1. 用 MATLAB 软件求方程的解	217
2. 二分法	220
3. 迭代法	222
4. 分叉与混沌	228
5. 非线性方程组求解	232
简单建模实验篇	237
实验十二 微分方程模型	238
实验目的	238
理论知识	238
1. 微分方程及其解析解	238
2. 微分方程的数值解	238
实验内容	243
1. 用 MATLAB 软件求微分方程的解析解	243
2. 编程计算微分方程的数值解	244
3. 用 MATLAB 软件求微分方程数值解	247
4. 微分方程模型实验: 缉私艇追赶走私船	253
实验十三 数据拟合与数据插值	261
实验目的	261
理论知识	261
1. 数据拟合	261
2. 数据插值	263
实验内容	269
1. 用 MATLAB 软件进行数据拟合	269
2. MATLAB 软件实现数据插值	277
3. 人口数量预测模型	285
实验十四 水塔水流量估计模型	291
实验目的	291

实验内容	291
1. 问题分析	292
2. 模型假设	293
3. 流量估计方法	293
4. 结果分析	302
5. 实验小结	302
主要参考文献	304

基础实验篇

实验一 MATLAB 软件基本操作

实验目的

1. 了解 MATLAB 软件,学会 MATLAB 软件的一些基本操作.
2. 熟悉 MATLAB 软件的一些数值计算功能.
3. 掌握用 MATLAB 软件对数组进行操作.
4. 学会使用 MATLAB 软件帮助系统.


实验内容

MATLAB 软件是一个功能强大的常用数学软件,其名字由 Matrix 和 Laboratory 的前三个字母组合而成.它是 MathWorks 公司于 1984 年推向市场的,其内核采用 C 语言编写,已经推出了很多版本,现已成为世界流行的科学计算软件之一.它不但可以解决数学中的数值计算问题,而且可以解决符号演算问题;不但可以进行矩阵运算,求解微分方程、优化问题和统计问题等,而且可以方便地绘制各种函数图形和进行图像处理、信号处理等.它具有功能强大、简单易学、界面友好、使用方便等特点.现在 MATLAB 软件包含 30 多个学科工具箱,应用范围非常广泛.用户也可以根据自己的需要建立新的库函数,提高 MATLAB 软件的使用效率.

本次实验主要介绍 MATLAB 软件的常用命令、基本操作、数值运算、逻辑运算、矩阵操作、帮助等.

本书编程基于 MATLAB 软件 7.0 版本.

1. MATLAB 软件的启动

用户安装 MATLAB 软件后,桌面就会出现 MATLAB7.0 图标 ,用鼠标双击此图标,就可进入 MATLAB 软件的界面,如图 1.1 所示.界面包括菜单,工具栏和常用窗口.

菜单项主要有以下几种:

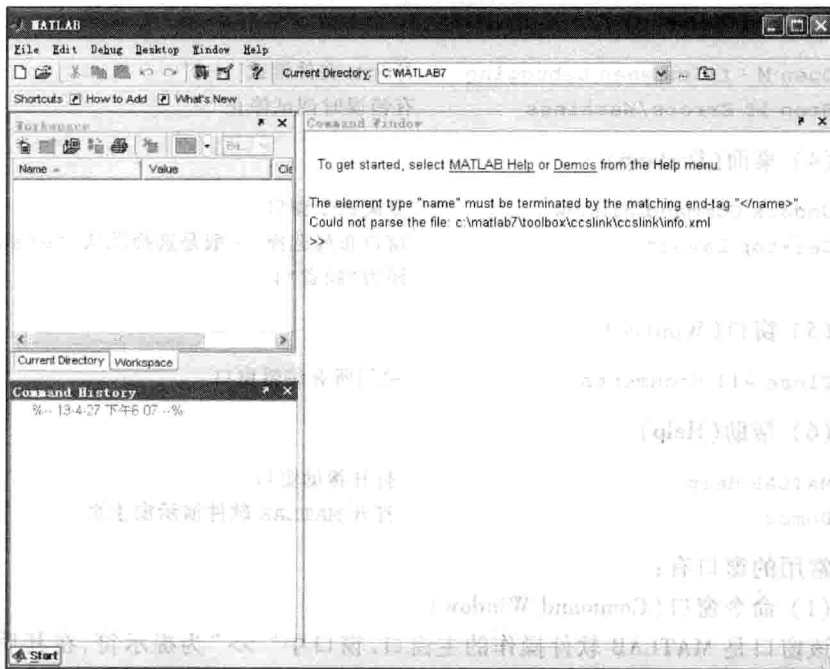


图 1.1 MATLAB 软件命令窗界面

(1) 文件 (File)

New	打开编辑/调试器/新图形窗
Open	打开已有的 M 文件
Import Data	导入数据
Save Workspace As	将 MATLAB 软件工作内存中的所有变量存为 MAT 文件
Set Path	路径设置
Preferences	调用 MATLAB 软件指令窗环境设置卡
Page Setup	页面设置
Print	打印命令窗口中的内容
Print Selection	打印命令窗口中所选定的内容
Exit MATLAB	退出 MATLAB 软件

(2) 编辑 (Edit)

Cut	剪切
Copy	复制
Paste	粘贴
Select All	选择命令窗口中的所有内容

(3) 调试(Debug)

Open M - files when Debugging	打开 M 文件调试
Stop if Errors/Warnings	有错误时调试停止

(4) 桌面(Desktop)

Undock Command Window	分离命令窗口
Desktop Layout	窗口布局选择,一般是选择默认(Default也译为“缺省”)

(5) 窗口(Window)

Close All Documents	关闭所有编辑窗口
---------------------	----------

(6) 帮助(Help)

MATLAB Help	打开帮助窗口
Demos	打开 MATLAB 软件演示窗主页

常用的窗口有:

(1) 命令窗口(Command Window)

该窗口是 MATLAB 软件操作的主窗口.窗口中“>>”为提示符,在其后面可以输入运算命令和运行程序,按回车键即可执行,并显示运算结果.若所写程序不符合要求,则会出现错误提示信息.

(2) 当前目录窗口(Current Directory)

该窗口列出 work 文件夹(MATLAB 软件默认的当前路径)中的所有程序文件(*.m)和数据文件(*.dat),用户可使用鼠标选中该文件,可以进行编辑及运行等操作.

(3) 工作区(Workspace)

它是 MATLAB 软件提供的一个工作环境,可列出所有变量的名称(Name)、值(Value)、类型(Class)等,用户可对其编辑、保存、修改等.

(4) 命令历史窗口(Command History)

该窗口记录已经运行过的函数及表达式,允许用户对其进行复制、删除及再运行等操作.

此外, MATLAB 软件还有 M 文件编辑/调试器(Editor/Debugger)、帮助窗口、图形窗口等,读者可自行学习.

2. 命令窗口的操作

示例 1 计算表达式 $1.369^2 + \sin\left(\frac{7}{10}\pi\right)\sqrt{26.48} \div 2.9$ 的值.