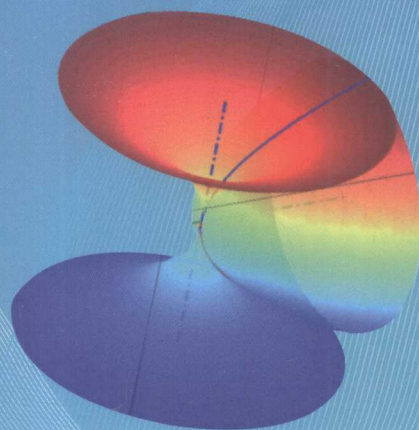




普通高等学校“十三五”规划教材
财政部文化产业发展专项资金资助项目

MATLAB 可视化 高等数学 上册

周群益 马传秀 罗 汉 蔡孟秋 编著



湖南大学出版社



普通高等学校‘十二五’规划教材
财政部文化产业发展专项资金资助项目

MATLAB 可视化 高等数学 上册

周群益 马传秀 罗 汉 蔡孟秋 编著

湖南大学出版社

内 容 简 介

本书是 MATLAB 与高等数学相结合的教材,分为上、下两册。MATLAB 是一种图形功能和计算功能都十分强大的计算机语言。本册第零章主要介绍 MATLAB 的绘图知识,其他四章分别介绍函数、极限、导数、不定积分和定积分知识,并用 MATLAB 可视化。除了第零章,全书的各章分为两大部分,第一部分是基本内容,第二部分是范例的解析,图示和算法以及程序(包括说明)。本书的基本内容涵盖了高等数学的基本知识,包括定义、定理等等。第二部分将高等数学的例题和习题分类,以范例的形式提出,然后解析,通过图像说明结果,提出算法,设计程序。书中每条指令都有简要说明,使读者易学易懂,为读者提供了许多解决问题的方法和技巧。为了减少篇幅,书中只列出了部分纸质版的程序,方便读者阅读和理解。本书的程序都在网站中,读者可以从网站下载,很容易装载和执行程序,观察结果。网址为: <http://www.hnupress.com> 或者 <http://www.yunjiaoshi.cn>。

本书适合大学各年级学生学习高等数学和 MATLAB 编程,也可以作为数学建模的参考资料。本书也可以作为科研工作者设计 MATLAB 程序的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 可视化高等数学(上册)/周群益,马传秀,罗汉,蔡孟秋编著. —长沙:湖南大学出版社,2016.5

ISBN 978-7-5667-1010-9

I. ①M… II. ①周… ②马… ③罗… ④蔡… III. ①Matlab 软件—应用—高等数学—高等教育—教材 IV. ①O13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 265164 号

MATLAB 可视化高等数学(上册)

MATLAB KESHIHUA GAODENG SHUXUE (SHANG CE)

作 者:周群益 马传秀 罗 汉 蔡孟秋 编著

责任编辑:黄 旺 责任校对:全 健 责任印制:陈 燕

印 装:虎彩印艺股份有限公司

开 本:787×1092 16 开 印张:25 字数:608 千

版 次:2016 年 5 月第 1 版 印次:2016 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5667-1010-9/O·109

定 价:52.00 元

出版人:雷 鸣

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山 邮 编:410082

电 话:0731-88822559(发行部),88821315(编辑室),88821006(出版部)

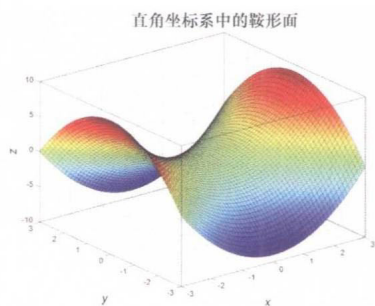
传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

网 址:<http://www.hnupress.com>

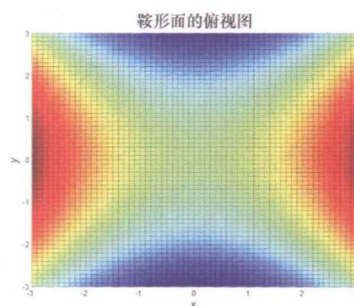
电子邮箱:274398748@qq.com

版权所有,盗版必究

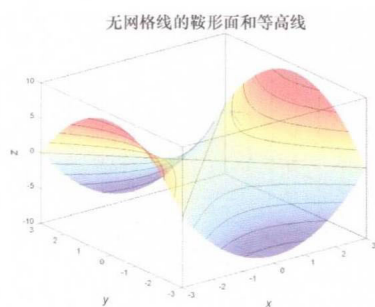
湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系



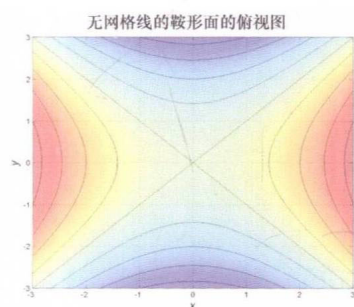
P0-19-1a 图



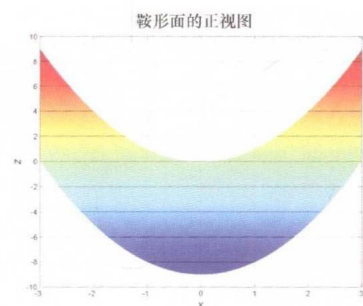
P0-19-1b 图



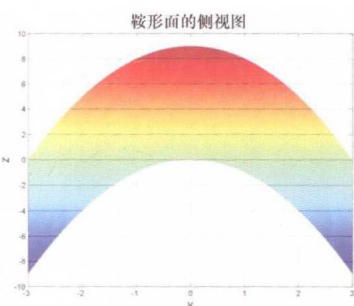
P0-19-1c 图



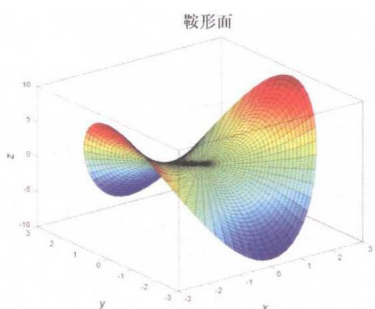
P0-19-1d 图



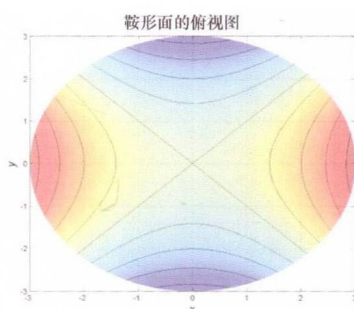
P0-19-1e 图



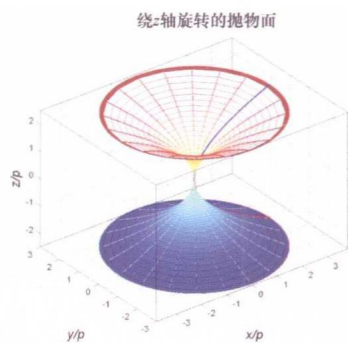
P0-19-1f 图



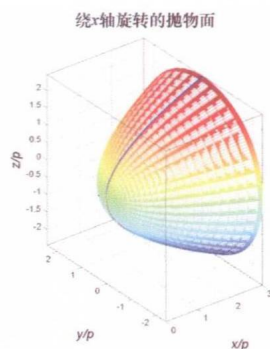
P0-19-2a 图



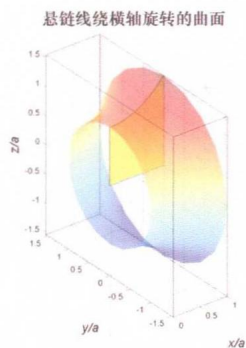
P0-19-2b 图



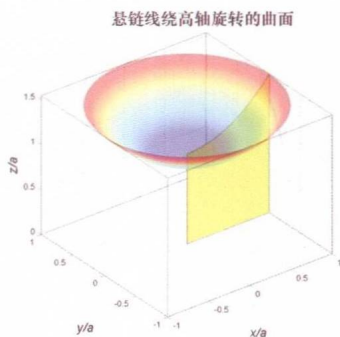
P0-20-1b 图



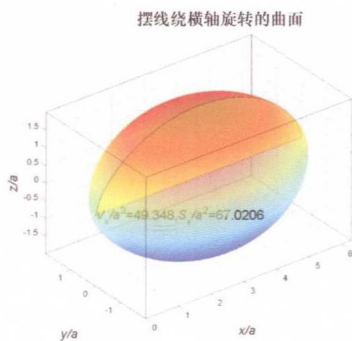
P0-20-2b 图



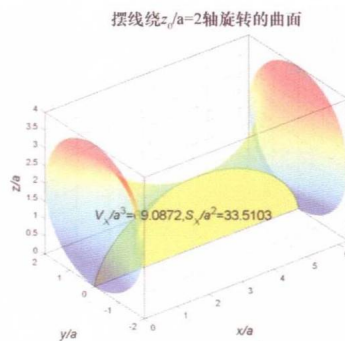
P4-17-1b 图



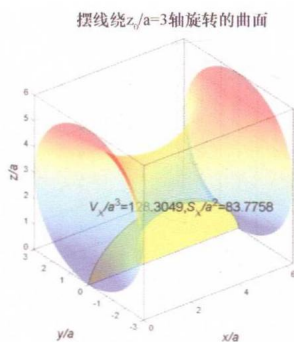
P4-17-2b 图



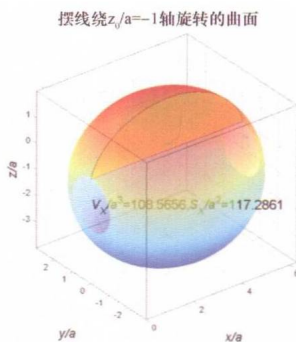
P4-18-1a 图



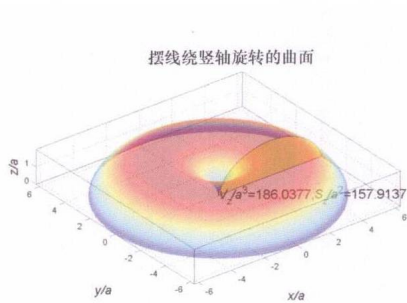
P4-18-1b 图



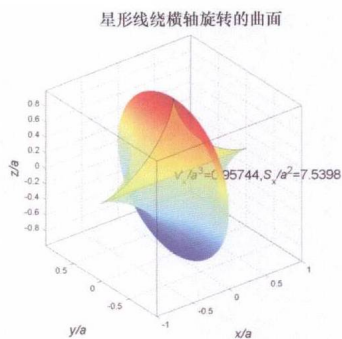
P4-18-1c 图



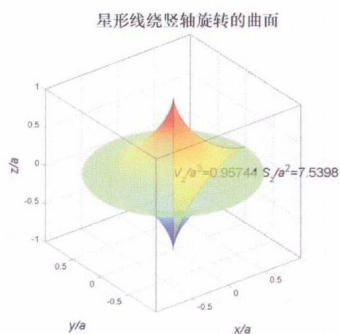
P4-18-1d 图



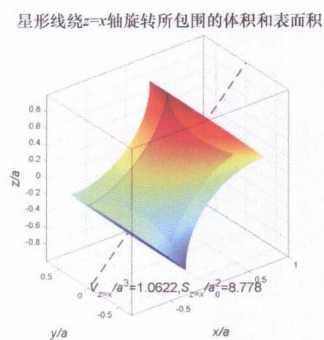
P4-18-2 图



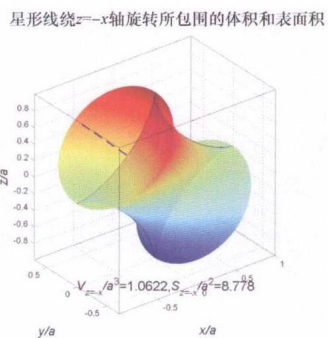
P4-18-3a 图



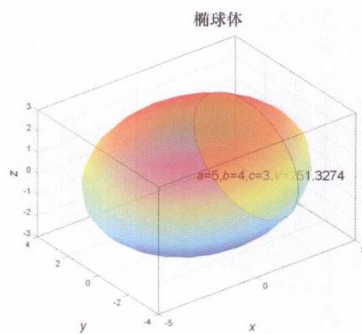
P4-18-3b 图



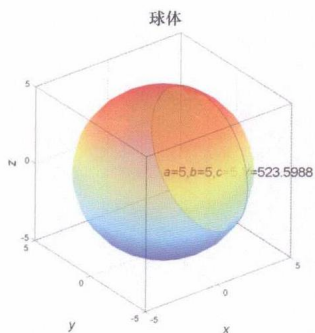
P4-18-3c 图



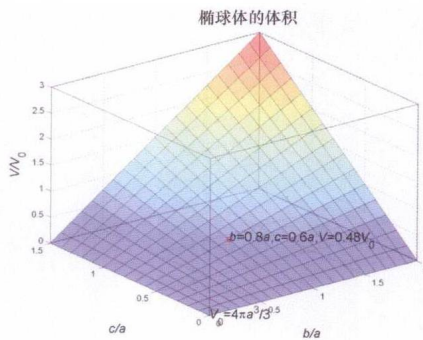
P4-18-3d 图



P4-19-1a 图

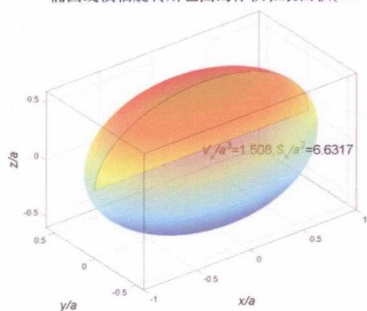


P4-19-1b 图



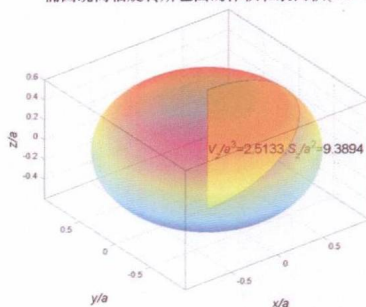
P4-19-1c 图

椭圆线横轴旋转所包围的体积和表面积($b/a=0.6$)



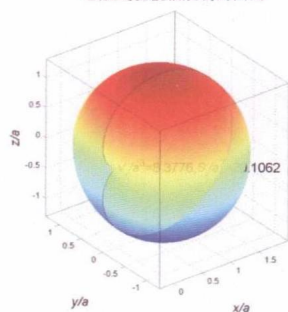
P4-19-2b 图

椭圆绕高轴旋转所包围的体积和表面积($b/a=0.6$)



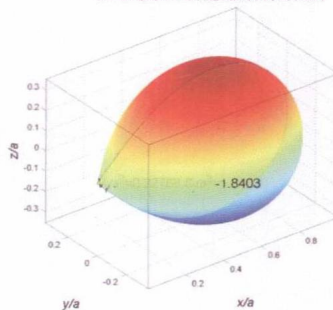
P4-19-3b 图

心脏线绕极轴旋转的曲面



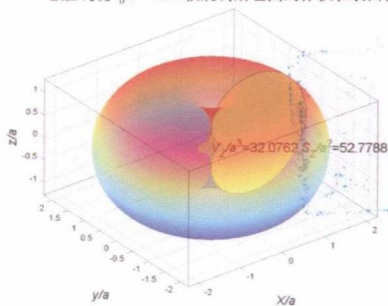
P4-20-1a 图

双纽线的右支绕极轴旋转的曲面



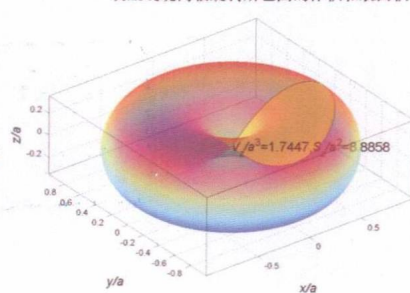
P4-20-1b 图

心脏线绕 $x_0/a=-0.25$ 轴旋转所包围的体积和表面积



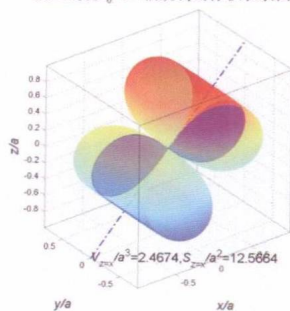
P4-20-2a 图

双纽线绕高轴旋转所包围的体积和表面积



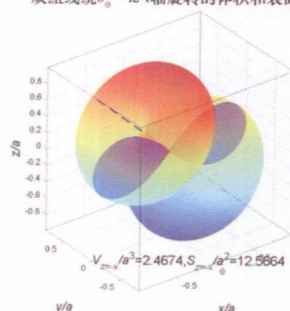
P4-20-2b 图

双纽线绕 $\theta_0=\pi/4$ 轴旋转的体积和表面积



P4-20-3a 图

双纽线绕 $\theta_0=-\pi/4$ 轴旋转的体积和表面积



P4-20-3b 图

前言

高等数学是大学理工科学生的一门最基础的课程,学生在学习高等数学的过程中,通常需要阅读例题并且做大量的习题,才能很好地掌握基本内容.大学生学习高等数学存在着学习强度大、学习后不会应用、容易淡忘等问题.将高等数学与现代计算机编程技术相结合,是掌握高等数学基本知识和方法的重要途径.为了提高学习效率,本书力求用 MATLAB 帮助大学生高效学习高等数学.

MATLAB 的直译是矩阵(MATrix)实验室(LABoratory),这是一种计算功能和图形功能都十分强大的数学软件,可以帮助大学生高效率地学习高等数学和其他学科的知识.

一、MATLAB 的基本功能

(1) MATLAB 的基本功能之一是数值计算功能.

MATLAB 的数值计算功能十分强大,可以解决各种计算问题.

① MATLAB 的函数十分丰富,各种公式都能简单地计算出数值,从而解决了手工计算的麻烦.

② 计算数值极限.

③ 计算数值导数.

④ 计算数值积分.

⑤ 求微分方程的数值解.

⑥ 求无穷级数.

MATLAB 还有许多工具箱,能够解决许多专业问题.

(2) MATLAB 的基本功能之二是绘图功能.

MATLAB 的图形功能十分强大,使作图的工作特别简单,一些疑难问题也能够作出图形.

① 函数曲线一般具有增减性和凹凸性,通过画出函数曲线和导数以及二阶导数的曲线,能够直观地说明函数曲线的增减性和凹凸性.

② 有些含参数的数学公式可以画曲线族,展现极值的分布规律和拐点的分布规律.

③ 对于二元函数可以画出曲面.

④ 对于二元函数还可以画出等高线.零值等高线就是隐函数曲线.

⑤ 对于三元函数可以画出等值面.

⑥ 对于矢量可以画箭头.

⑦ 对于一阶微分方程可以画出流线,显示出奇点.

⑧ 通过曲线动画演示曲线的走向.

⑨ 通过数值替换可以演示图形动画.

(3) MATLAB 的基本功能之三是符号计算功能.

MATLAB 的符号计算功能十分强大,可以完成手工很难完成的计算工作.

① 推导公式和化简公式.有一些公式用手工推导之后,可以用 MATLAB 检验推导的正确性.有一些复杂的公式,手工推导十分麻烦,用 MATLAB 推导就简单得多.当然,不是所有公式都能化简.

②求代数方程(组)的符号解. 有些代数方程是超越方程, 利用 MATLAB 可以求出符号解.

③求数列和函数的符号极限. 不过, 有的数列的极限没有解析解.

④求函数的符号导数和二阶导数, 求函数的零点、极值点和拐点的坐标.

⑤求函数的符号不定积分和定积分. 一些积分问题能够直接解决, 一些积分问题通过换元和部分积分法也能够解决, 而一些很复杂的积分问题能够简单地解决. 只有很少的不定积分无法求出解析解.

⑥求微分方程的符号解. 符号计算是首选, 在符号计算失效的情况, 可以用数值计算.

在一般情况下, 数值计算和符号计算的结果可以通过图形相互检验.

二、MATLAB 在高等数学中的应用

首先, 利用 MATLAB 的三大功能, 可以减轻学习负担.

(1) 高等数学的例题和习题数以千计, 大多数问题可以编程解决, 因而可以将学生从繁杂的计算中解放出来.

(2) 推导和证明公式是一件比较复杂的工作, 有些工作可以直接用 MATLAB 完成.

(3) 通过分析可以发现, 高等数学的例题和习题可以分为若干类, 同一类的问题可以用同一种方法解决, 因而可以用类似的程序计算和画图. 同一类的不同问题往往有一些不同, 通过作图能够显示它们的区别.

(4) 虽然学习 MATLAB 增加了学习量, 但是可以大大提高学生的学习能力, 从长远的角度来看, 学生的学习负担还是减小了.

注意: 虽然 MATLAB 可以帮助学生解决大量的计算问题, 但是在培养逻辑思维能力和演算能力的过程中, 手工训练也是必不可少的. 学生最好把手工训练的过程和程序设计过程相结合, 综合培养和提高逻辑思维能力和演算能力.

其次, 利用 MATLAB 的三大功能, 可以进行探索性学习, 不断发现问题和提出问题, 设法解决问题, 进行创造性的思维.

(1) 更新概念. 有些教材中的图形不太精确, 应用 MATLAB 可以画出精确的曲线和曲线族, 从而形成正确的概念. 例如, 通过作图可以发现: 阿基米德螺线在原点处是很尖的.

(2) 总结数学知识. 例如, 双曲线可以用直角坐标方程表示, 也可以用三角函数的参数方程表示, 还可以用双曲函数的参数方程表示, 将曲线族画出来, 就能掌握三种作图的方法. 又例如, 曳物线下的面积可以用直角坐标方程求得, 也可以用三角函数和对数函数表示的参数方程求得, 还可以用双曲函数表示的参数方程求得, 用手工求解时, 各种方法的难易程度不同, 但是, 用 MATLAB 求解都是十分容易的.

(3) 解答疑难问题. 对于数学公式, 特别是复杂的数学公式, 最简单的方法就是设计 MATLAB 程序, 把曲线画出来, 通过分析, 发现规律.

(4) 验证公式的正确性. 在手工推导公式时, 其形式都会发生改变, 画出前后图形就能验证结果的正确性. 有的公式还能够直接用 MATLAB 推导.

(5) 发现新的现象. 例如, 画出心脏线的渐屈线之后, 猜想渐屈线是较小的反向的心脏线, 通过画曲线可以验证猜想, 通过推导可以证明渐屈线实际上是较小的心脏线. 又例如, 渐屈线往往存在尖点, 通过作图可以发现: 尖点对应于曲率半径最大或最小的点.

(6) 参数不同的函数往往存在极值分布线和拐点分布线, 进而推导出极值分布和拐点分布线方程.

(7) 当函数项数列和级数随下标变化时, 可以发现数列和级数趋于极限函数的速度有快有慢.

(8)通过曲面可以显示二元函数的几何形状和极值分布规律.

(9)利用二元函数不但能画出隐函数曲线,还能取出数值,进一步计算导数,画出导数曲线.

(10)微分方程解的积分常数往往存在临界常数,所决定的曲线称为临界曲线,临界曲线两边的曲线族具有不同的特性.

(11)通过曲线动画可以发现,不同的参数方程,其曲线有不同的走向.例如,对于笛卡儿叶形线,取不同的参数方程和极坐标方程,曲线的起点和走向就有所不同.

(12)通过图形动画可以发现,曲率圆与曲线有内切和外切以及割切三种情况,最大曲率圆与曲线是外切,最小曲率圆与曲线是内切,在一般情况下,曲率圆与曲线是割切.

(13)通过旋转曲线的动画显示曲面的形成过程.

(14)在对坐标的曲线积分中,在积分曲线上取点,画出向量线和箭头,可以说明积分正负的原因.在对坐标的曲面积分中,在积分曲面上取起点,画出向量线和箭头,也可以说明积分正负的原因.

总之,MATLAB 可以帮助读者用全新的方法,高效率 and 深入地学习高等数学.

三、本书的特点

与一般的高等数学教材相比,本书有一些新的特点.

(1)介绍了 MATLAB 的基本知识.本书专门编写了第零章,介绍 MATLAB 的命令窗口的操作,程序的结构和常用绘图指令.在下面所述的各章中,第零章除外.

(2)数学知识完备.作者参考了大量经典著作,精选出核心内容,涵盖了高等数学的各方面的基本知识.基本知识中的手工图形用 A 开头,公式编号用小数点(.)分隔,第一个数字是章的编号,第二数字是节的编号,第三个数字表示公式的序号.例如,公式(5.3.8)表示第 5 章,第 3 节的第 8 个公式,以便于引用.一些比较疑难的内容用星号(*)标记.

(3)范例经典.本书在每一章中都精选和自编了 20 道范例,代表各种类型的例题和习题.范例的编号用半字线(-)分隔,前面的数字是章的编号,后面的数字表示范例的序号.例如,{范例 5-3}表示第 5 章的第 3 个范例.一些比较疑难的范例用星号(*)标记.

(4)解析详尽.解析的过程在[解析]之中.本书对所有范例都做了详细的解析,阐明问题的来龙去脉,使读者数学思路畅通.范例中的手工图形用 B 开头,公式编号的前部与范例的编号相同.

(5)方法多样.有一些范例采用了多种方法求解并验证,有些程序采用了多种方法设计.

(6)图像丰富.图示的说明在[图示]之中.本书的一个突出特点是将数学问题可视化,就是用 MATLAB 画出图像或动画.数学问题比较抽象,可视化不但用于解决和验证问题,还能发现新的问题,以便进一步解决.用 MATLAB 画出的图像用 P 开头,编号的前部与范例相同.例如,P5-4-2a 图表示第 5 章第 4 个范例第 2 个小题的 a 图.

(7)公式约化.有些函数公式不需要处理,可以直接画图,函数图形是单一曲线.但是,有些函数含有参数,参数不同,曲线就有所不同,这种不同参数的曲线称为曲线族.以开口向右的标准抛物线 $y^2 = 2px$ 为例,取不同的参数 p ,可以画出抛物线族.图形显示: p 越大,抛物线的开口就越大,从而反映了参数的意义.注意到 p 具有长度的单位或量纲,取 p 为坐标单位,从而取 $x^* = x/p$ 为无量纲的或相对横坐标,取 $y^* = y/p$ 为无量纲的或相对纵坐标,标准抛物线就简化为无量纲的形式或相对形式 $y^{*2} = 2x^*$,其曲线就是唯一的.将坐标和方程无量纲化或相对化,就称为约化,这种相对坐标和方程就是约化坐标和约化方程.约化抛物线的长度单位就是 p ,约化抛物线与横轴之间的面积的单位就是 p^2 .对于含单一参数的函数,往往可以取参数为单位,将自变量和函数约化,画出单一曲线.不过,并不是所有含单一

参数的曲线都能够约化.有些函数含有双参数或多参数,可以取某一参数为单位,将自变量和函数以及其他参数约化,通过作图反映函数随自变量的变化规律和其他参数的影响.将公式约化是本书的另一个突出特点.

(8)算法简单.算法的说明在[算法]之中.对于每个问题,本书都提出算法,包括公式的约化、计算函数和作图指令的用法等等.在[算法]中,约化公式的编号与[解析]中的公式编号相同,但是在编后后面增加了星号,以便于识别.

(9)程序丰富.本书对每一个问题都设计程序解决,为读者提供了大量程序的设计方法和技巧.本书大部分程序都在[程序]之中,为了节省页面,本书将多行指令合并为一行.程序名用P开头,编号用下划线分隔.例如,P5_4_2.m表示第5章第4个范例第2个小题的MATLAB程序.全部程序都在网站中,网址为<http://www.hnupress.com>或者<http://www.yunjiaoshi.cn>,读者很容易下载.根据程序名,读者在文件夹中很容易查找,装载和执行.

(10)程序规范.本书的所有程序都经过认真设计和反复调试,以保证程序的正确性,同时使程序精简和通用.每一个程序具有一定的代表性,不但能够解决问题,也易于仿造、移植和提高,使读者触类旁通.

(11)说明清晰.在程序的每一条指令后面都有注释,使读者易学易懂.有些指令还需要深入解释,这些解释都在[说明]之中,帮助读者进一步理解指令的功能和注意事项以及程序设计的思路.

(12)习题丰富.作者在本书的编写过程中,将数以千计的例题和习题都设计为MATLAB程序,进行了计算和可视化处理;作者还自编了一些习题,同时将大量习题进行了分类.虽然本书的习题很多,但是,以大量的范例为参考,读者都能比较简单地用MATLAB求解,在不作图的情况下求解更加简单.

高等数学和MATLAB的知识都十分丰富,在教学过程遇到的突出问题是课时不够.建议教师精讲,让学生多练,适时解决学生在MATLAB程序设计中的具体问题,同时引导学生应用MATLAB发现问题和解决问题.大学生蕴藏着深厚的学习潜力,一旦积累了足够多的知识和经验,掌握了程序设计的基本方法,形成了自己的思维,许多问题都能够自己解决.教学实践表明:当学生能够自己设计程序解决问题时,能够获得极大的成功感.MATLAB在高等数学中还有许多应用,等待读者去发掘.

周群益老师负责上册第零章到第四章的编写和下册第七章到第九章的编写,马传秀老师负责下册第五章和第六章的编写.马传秀老师还负责全书的审核.罗汉教授和蔡孟秋教授负责全书的规划,并提出了许多宝贵意见.

本书在编写过程中得到许多同事和领导的关心.特别感谢杨旭静教授,在为本书提供教学实践良机的基础上,对教材的规划、内容结构和组织形式提出了许多有益的建议和指导.感谢所有上课的大学生,他们在学习过程中提出了许多有趣的问题,作者在教学过程中,特别是在帮助他们解决问题的过程中积累了丰富的教学经验.感谢卢宇编辑和黄旺编辑,他们为本书的出版做了大量的工作.

由于水平和时间的关系,本书还存在一些差错,希望读者批评指正.本书的一些说法可能不是很严谨,读者不妨提出质疑,进而提出改进的意见.另外,本书的有些程序还能进一步优化,读者不妨多多尝试.作者希望大学生能够借助于本书学好高等数学,并掌握编程的方法,通过编程解决数学问题.

作 者

2015.12

目次

CONTENTS

第 0 章	MATLAB 的程序设计和绘图基础	1
0.1	MATLAB 的基本知识	1
0.2	MATLAB 的窗口操作	1
0.2.1	数值计算	1
	{范例 0-1}向量的形成和操作	1
	{范例 0-2}矩阵的操作	4
	{范例 0-3}公式的计算	8
0.2.2	字符处理	10
	{范例 0-4}字符的连接和转换	10
0.2.3	关系运算和逻辑运算	11
	{范例 0-5}关系运算和逻辑运算的结果	11
0.2.4	符号计算	13
	{范例 0-6}代数方程的解和公式的展开与推导	13
0.2.5	曲线的基本画法	17
	{范例 0-7}点、直线和曲线的画法	17
0.3	MATLAB 的程序设计	19
0.3.1	程序文件的建立	19
0.3.2	程序的顺序结构	20
	{范例 0-8}坐标系的建立和坐标网格的画法	20
	{范例 0-9}恒等式的验证和曲线族的画法	24
0.3.3	程序的分支结构	26
	{范例 0-10}矩形和三角形的判断与关系运算和逻辑运算	26
	{范例 0-11}半角公式的验证和逻辑运算	30
0.3.4	程序的循环结构	31
	{范例 0-12}菲波那契数列和黄金分割数与固定循环和不定循环	31
	{范例 0-13}乘法口诀表和贾宪三角的形成与双重循环	34
0.3.5	函数文件的建立	36
	{范例 0-14}矩形和立方体的绘制与函数文件	36
0.4	常用绘图方法	39

{范例 0-15} 正多边形的画法和圆的走向(曲线动画)	39
{范例 0-16} 摆线的画法(图形动画)	42
{范例 0-17} 极坐标曲线的画法(曲线动画)	45
{范例 0-18} 箭头的画法和流线的画法	45
{范例 0-19} 曲面的画法	48
{范例 0-20} 旋转曲面的画法(图形动画)	50
练习题	53
第 1 章 函数和图像	55
I 基本内容	55
1.1 实数	55
1.2 复数	56
1.3 函数	57
1.4 初等函数	58
II 范例的解析、图示、算法和程序	60
{范例 1-1} 绝对值函数和相关函数的功能	60
{范例 1-2} 符号函数的功能和应用	62
{范例 1-3} 取整函数和四舍五入函数	63
{范例 1-4} 幂函数的画法	65
{范例 1-5} 指数函数和对数函数的画法	66
{范例 1-6} 三角函数和反三角函数的画法	67
{范例 1-7} 三角函数恒等式的验证	71
{范例 1-8} 双曲函数和反双曲函数的画法	74
{范例 1-9} 三角函数与双曲函数之间的关系	77
{范例 1-10} 双曲函数恒等式的验证	80
{范例 1-11} 抛物线的画法	82
{范例 1-12} 椭圆的画法	83
{范例 1-13} 双曲线的画法	85
{范例 1-14} 反函数的画法	86
{范例 1-15} 复合函数的画法	89
{范例 1-16} 包含调制线的函数的画法	91
{范例 1-17} 函数的求法	93
{范例 1-18} 超越方程和方程组的解法	94
{范例 1-19} 圆的渐开线和圆摆线的形成(图形动画)	96
{范例 1-20} 双纽线和圆锥曲线的画法	101
练习题	102
第 2 章 极限和函数的连续性	107
I 基本内容	107
2.1 数列	107

2.2	函数的极限	108
2.3	无穷小量	109
2.4	无穷大量	110
2.5	极限的存在定理	110
2.6	极限的运算规则	111
2.7	函数的连续性	111
2.8	函数的间断点	112
2.9	渐近线方程	112
II	范例的解析、图示、算法和程序	113
	{范例 2-1}数列的极限	113
	{范例 2-2}根数列和幂指数列的极限	116
	{范例 2-3}幂数列与指数数列和对数数列的比较	118
	{范例 2-4}关于 e 的数列和 e 的多位精确值的计算	120
	{范例 2-5}递推数列的极限	126
	{范例 2-6}有理函数的极限	129
	{范例 2-7}变幂有理函数的极限	131
	{范例 2-8}含参数的有理函数的极限	133
	{范例 2-9}根函数的极限	136
	{范例 2-10}多次根函数的极限	138
	{范例 2-11}含参数的根函数的极限	140
	{范例 2-12}三角函数的极限	144
	{范例 2-13}含参数的三角函数的极限	147
	{范例 2-14}幂指函数的极限	151
	{范例 2-15}含参数的指数函数和幂指函数的极限	155
	{范例 2-16}对数函数的极限	159
	{范例 2-17}左右极限不相等的函数	161
	{范例 2-18}函数项数列的极限函数	163
	{范例 2-19}函数项递推数列的极限函数	166
	{范例 2-20}显函数和隐函数的渐近线	170
	练习题	176
第 3 章	函数的导数	183
I	基本内容	183
	3.1 导数的概念	183
	3.2 求导法则	183
	3.3 导数的基本公式	185
	3.4 二阶导数	186
	3.5 n 阶导数	186
	3.6 n 阶导数的基本公式	187
	3.7 中值定理	188

3.8	函数的展开式	189
3.9	罗必塔法则	191
3.10	函数的增减性和凹凸性	191
* 3.11	曲率圆和渐屈线	193
II	范例的解析、图示、算法和程序	194
{ 范例 3-1}	幂函数的导数	194
{ 范例 3-2}	三角函数的导数和反三角函数的导数	198
{ 范例 3-3}	指数函数的导数和对数函数的导数	204
{ 范例 3-4}	双曲函数的导数和反双曲函数的导数	206
{ 范例 3-5}	多项式和有理分式的增减性和凹凸性	211
{ 范例 3-6}	含参数的函数的增减性和凹凸性	215
{ 范例 3-7}	曲线的切线和法线(图形动画)	218
{ 范例 3-8}	取对数求导数的方法	220
{ 范例 3-9}	星形线的导数和切线在两坐标轴间的长度(图形动画)	223
{ 范例 3-10}	函数的高阶导数	226
{ 范例 3-11}	导数的连续性	232
{ 范例 3-12}	反函数的增减性和凹凸性	235
{ 范例 3-13}	中值定理的验证	237
{ 范例 3-14}	麦克劳林展开式和泰勒展开式	240
{ 范例 3-15}	罗必塔法则和麦克劳林展开式的应用	246
* { 范例 3-16}	隐函数的增减性和凹凸性	251
* { 范例 3-17}	抛物线的曲率半径和渐屈线	255
* { 范例 3-18}	曳物线的长度、曲率半径和渐屈线(图形动画)	258
* { 范例 3-19}	椭圆的曲率半径和渐屈线(图形动画)	260
* { 范例 3-20}	极坐标的曲率半径和渐屈线(图形动画)	265
练习题		270
第 4 章	函数的积分	280
I	基本内容	280
4.1	不定积分	280
4.2	基本积分公式	281
4.3	不定积分的基本计算方法	282
4.4	典型的不定积分	282
4.5	定积分的概念	284
4.6	积分限是变量或函数的定积分	285
4.7	定积分的计算方法	286
4.8	广义积分	287
4.9	定积分在几何中的应用	288
II	范例的解析、图示、算法和程序	292
{ 范例 4-1}	曲边梯形的面积与定积分之间的关系	292

{范例 4-2}定积分的换元法和分部积分法	297
{范例 4-3}三角复合函数的定积分	299
{范例 4-4} n 次三角函数的定积分	304
{范例 4-5}广义积分的计算	306
{范例 4-6}积分上限函数	310
{范例 4-7}不定积分的换元法和分部积分法	313
{范例 4-8}含线性函数 $ax-b$ 的不定积分	317
{范例 4-9}含线性函数根式 $\sqrt{ax-b}$ 的不定积分	322
{范例 4-10}含平方函数 ax^2+c 的不定积分	325
{范例 4-11}含平方函数 $(x^2 \pm a^2)$ 和平方函数根式 $\sqrt{x^2+a^2}$ 的不定积分	329
{范例 4-12}含平方函数根式 $\sqrt{a^2-x^2}$ 和 $\sqrt{x^2-a^2}$ 的不定积分	333
{范例 4-13}含三角函数的不定积分	336
{范例 4-14}悬链线和标准抛物线的面积和长度	341
{范例 4-15}摆线和星形线的面积和长度以及曳物线的面积	343
{范例 4-16}叶形线和心脏线所包围的面积和长度	349
{范例 4-17}旋转悬链线所包围的体积和表面积(图形动画)	353
{范例 4-18}旋转摆线和星形线所包围的体积和表面积(图形动画)	356
{范例 4-19}椭球体的体积和旋转椭圆所包围的体积和表面积(图形动画)	363
{范例 4-20}旋转心脏线和双纽线所包围的体积和表面积(图形动画)	367
练习题	372
主要参考文献	385

MATLAB 的程序设计和绘图基础

0.1 MATLAB 的基本知识

MATLAB 是一门功能强大的高级计算机语言,其名称是由 MATrix(矩阵)和 LABoratory(实验室)两个单词的前三个字母组成的,直译为矩阵实验室. MATLAB 有多种版本,各种版本指令的功能大同小异. 一般说来,新版本的功能更强. 这里主要介绍学生版,许多高等数学问题都能用 MATLAB 的学生版顺利解决.

购回一套 MATLAB 学生版之后,根据提示就能安装在电脑上. 在桌面上用鼠标双击图标,就能顺利启动 MATLAB 系统. MATLAB 的界面与其他系统的界面类似,很容易操作.

启动 MATLAB 的学生版之后,界面上有版本说明、命令菜单和工具行等. 界面的右边有一个命令窗口,“EDU>>”是学生版的提示符,一般版本的提示符是“>>”. 初学者首先要掌握命令窗口的操作.

0.2 MATLAB 的窗口操作

0.2.1 数值计算

MATLAB 的首要功能是数值计算.

{范例 0-1} 向量的形成和操作

(1) 形成 10 以内正整数、奇数和偶数向量,求正整数的和与积.

(2) 形成 20 以内的素数,任取其中的素数,求相邻两个素数之和.

[操作](1) 初学者应该首先要学会窗口操作.

① 正整数的形成. 要形成从 1 到 10 的正整数,就在命令窗口输入指令

```
EDU>>a=1:10 ✓
```

其中,1 是初值,10 是终值,冒号是形成向量的分隔符号. 这个指令称为赋值指令或赋值语句,就是将结果赋给变量 a. 变量由字母数字和下划线组成,第一个符号必须是字母. 同一个字母的大小写表示不同的变量. 一个变量一旦赋值,即被定义. 回车就是执行指令,回车符常用箭头✓表示. 指令执行之后,在命令窗口显示结果

```
a =
```

```
1      2      3      4      5      6      7      8      9     10
```