

高等职业技术教育课程改革新规划教材

计算机及其相关专业系列

基于MATLAB

高等数学实验

桂占吉 陈修焕 杨亚辉 主编

王恩周 主审



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

教育部高等学校理工类本科数学类教学指导委员会
《工科类数学基础课程教学基本要求》(2011年修订版)

教育部高等学校理工类本科数学类教学指导委员会
《工科类数学基础课程教学基本要求》(2011年修订版)

高等数学实验

主编 王 明 副主编 王 明 王 明 王 明
王 明 王 明



清华大学出版社
Tsinghua University Press

高等职业技术教育课程改革新规划教材
计算机及其相关专业系列

基于 MATLAB 高等数学实验

桂占吉 陈修焕 杨亚辉 编著
王恩周 主 审

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书是与高等数学课程配套的实验教材。书中的内容按照高等数学课程的章节展开,并增加了线性代数、概率与统计及综合实验,使其体系更为完整。设计实验项目时强调问题驱动和可操作性,以提高学生学习数学的兴趣和信心,培养学生从学数学到用数学的思维转变。

本书内容包括:MATLAB 基本操作,一元函数的图形,极限、导数及其应用,一元函数积分,空间曲线与空间曲面,二元函数的微分学,二元函数的积分,级数及其运算,常微分方程,线性代数,概率与统计,综合实验,MATLAB 常用指令集。

本书可作为高等院校各专业的数学实验课和数学建模课教材,也可供一般数学爱好者、工程技术人员、经济管理人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

基于 MATLAB 高等数学实验/桂占吉 陈修焕 杨亚辉 编著. —武汉:华中科技大学出版社,2010.9

ISBN 978-7-5609-6543-7

I. 基… II. ①桂… ②陈… ③杨… III. 高等学校-实验-计算机辅助计算-软件包,MATLAB-高等学校-教材 IV. ①O13-33 ②O245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 172754 号

基于 MATLAB 高等数学实验

桂占吉 陈修焕 杨亚辉 编著

策划编辑:谢燕群

责任编辑:朱建丽

封面设计:潘 群

责任校对:张 琳

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉市兴明图文信息有限公司

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:11.25

字 数:216 千字

版 次:2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:18.80 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高等职业技术教育课程改革新规划教材
计算机及其相关专业系列

编 委 会

顾 问 王恩周
主 任 魏应彬
副 主 任 陈修焕 桂占吉
编委会成员 (以姓氏笔画为序)
王弗雄 车广秀 白晓波
刘来权 严丽丽 何君余
吴恒玉 李俊青 李维涛
肖友荣 陈鹤年 周仁云
周 恩 季文天 符应彬
符策红 覃学锋

总 序

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。当前,高等职业教育呈现前所未有的发展势头,国家在已建设 100 所国家示范性高等职业院校的基础上,2010 年又新增 100 所左右骨干高职院校,以此继续推进“国家示范性高等职业院校建设计划”。国家正在深化高等职业教育深层次的重大改革,加大力度推动生产、服务第一线真正需要的应用型人才的培养。

海南软件职业技术学院为适应当前我国高等职业教育的发展形势,根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》精神,组织本校的骨干教师及 IT 行业工程师,共同创建工学结合人才培养模式,探索并实施案例、项目式等教学方法,编写这套符合当前职业教育改革精神的实用型教材——“高等职业技术教育课程改革新规划教材计算机及其相关专业系列”。

本系列教材充分体现了高等职业教育的特点,突出了理论和实践的紧密结合,以充分掌握基本技术技能和必要的基本知识为出发点,强调学生创造能力、创新精神和解决实际问题能力的培养。

本系列教材在组织、策划和编写中尽可能地适应当今高等职业教育领域教学改革和教材建设的新需求和新特点,具有如下特色。

(1) 突出“实用”。概念理论取舍得当,够用为度,降低难度。对概念和基本理论,基本上用案例自然引出,有的用工程案例或典型案例贯穿教材始终。

(2) 基本操作环节讲述具体详细,可操作性强,使学生很容易掌握基本技能。

本系列教材第一批共有 5 本,包括《Java EE Web 高级开发案例》、《基于 MATLAB 高等数学实验》、《Java 入门级案例开发》、《JavaScript 应用开发》和《数据结构》。

我们期望,本系列教材的编写和推广,能够进一步推动高等职业信息类专业的教学模式、课程体系和教学方法的改革,使我国信息类职业技术教育日臻成熟和完善。同时,欢迎更多兄弟院校的老师参与到本系列教材的建设中来。

编委会

2010 年 4 月 20 日

前 言

本书是在贯彻落实教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求精神的基础上,结合当前大多数本、专科院校的学生基础、教学特点和教材改革精神进行编写的。全书按照常规大学数学的内容体系设置了 11 个基于 MATLAB 数学平台的实验,涉及微积分、常微分方程、线性代数、概率统计等课程,比较系统地介绍了大学数学实验教学内容。通过本书的学习,学生能进一步理解相关的数学概念、思想和方法,能熟练地使用 MATLAB 软件解决大部分高等数学中的问题,并能运用所学知识建立数学模型、解决一些综合性问题。

本书特点如下。

- 问题驱动:首先提出一个问题,如“求隐函数的导数及由参数方程确定的函数的导数”,然后以这个问题为导向,驱动后续的工作。

- 内容丰富:除了 11 个传统意义上的数学实验外,还增加了综合实验,进一步扩展数学实验的范围和 MATLAB 的应用;书末还附录了“MATLAB 常见指令集”,供读者参考。

- 实用:书中的实验都选自大学数学中最常用、最重要的内容。

- 严谨:书中所有的例题都在 MATLAB 7.0 上调试通过。

- 易学:本书语言简明、结构合理、风格清新、举例丰富、讲解透彻、难度适宜。当问题明确后,书中罗列出解决该问题所需的 MATLAB 函数和语句的使用方法,并通过典型的、难度适中的例题进行演示或实验。学生一看便懂,一用便会。

本书用法建议如下。

- 尽可能多地上机实验。亲自动手将书中所举的例题及练习题在计算机上认真地实验一番是学习本书最好的方法。

- 与高等数学课程的学习结合起来。这样做可以帮助学生进一步加深对高等数学知识的理解,提高学习的兴趣和效率;与此同时,学生可以更好地理解数学实验的方法、原理和结果。高等数学和数学实验两者相互促进,能起到事半功倍的效果。

- 查阅更多的资料。本书并未对 MATLAB 的用法进行全面讲解,也未对相关的数学知识进行重述,因此当您在阅读过程中碰到陌生的或不太熟悉的知识时,请查阅更多的资料。

- 树立将 MATLAB 作为一种学习数学和解决数学问题(特别是在数值计算

方面)的有力工具的观念。MATLAB 使我们相信,在机器计算环境下,庞大或复杂的计算不再是令人头疼的事情。熟练地掌握并主动地使用这个工具,数学学习将变得轻松,而问题的解决也将更加高效。

桂占吉负责本书策划和统稿,并编写了实验一和实验二,陈修焕编写了实验三至实验九,杨亚辉编写了实验十至实验十二及附录。由于水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。如果您有好的建议,也欢迎联系我们,我们的电子邮件地址:yyh9@yahoo.cn。

最后,诚挚地感谢为本书的编写提供帮助的领导、同事、朋友、家人和学生,其中严丽丽老师为本书的出版发行做了大量的前期工作,陈兴婉老师、齐圆华老师对本书进行了仔细的审阅,王博、杨冬冬、洪英创、张菲菲等四位同学调试了本书相当一部分的 MATLAB 代码。

编者

2010年6月

目 录

实验一	MATLAB 基本操作	(1)
1.1	实验目的	(1)
1.2	实验内容	(1)
1.2.1	MATLAB 概况	(1)
1.2.2	MATLAB 的安装与启动	(2)
1.2.3	数组及其运算	(3)
1.2.4	MATLAB 的图形功能	(6)
1.2.5	MATLAB 程序设计	(9)
1.2.6	MATLAB 帮助系统	(15)
1.3	实验练习	(16)
实验二	一元函数的图形	(17)
2.1	实验目的	(17)
2.2	实验内容	(17)
2.2.1	一元函数作图	(17)
2.2.2	二维参数方程作图	(21)
2.2.3	极坐标方程作图	(22)
2.2.4	隐函数作图	(24)
2.2.5	分段函数作图	(25)
2.3	实验练习	(26)
实验三	极限、导数及其应用	(27)
3.1	实验目的	(27)
3.2	实验内容	(27)
3.2.1	求极限	(27)
3.2.2	求函数的导数(含高阶导数)	(29)
3.2.3	求隐函数的导数	(31)
3.2.4	求方程的近似根	(32)
3.2.5	求一元函数的极值和最大值	(33)
3.3	实验练习	(38)

实验四 一元函数的积分	(39)
4.1 实验目的	(39)
4.2 实验内容	(39)
4.2.1 不定积分的计算	(39)
4.2.2 定积分的计算	(41)
4.2.3 定积分的应用	(42)
4.3 实验练习	(46)
实验五 空间曲线与空间曲面	(47)
5.1 实验目的	(47)
5.2 实验内容	(47)
5.2.1 绘制空间曲线	(47)
5.2.2 一般二元函数作图	(51)
5.2.3 二次曲面	(53)
5.2.4 曲面相交	(55)
5.3 实验练习	(56)
实验六 二元函数的微分	(58)
6.1 实验目的	(58)
6.2 实验内容	(58)
6.2.1 求二元函数的极限	(58)
6.2.2 求二元函数的偏导数	(59)
6.2.3 求二元函数的极值、最值	(63)
6.3 实验练习	(70)
实验七 二元函数的积分	(71)
7.1 实验目的	(71)
7.2 实验内容	(71)
7.2.1 二重积分的计算	(71)
7.2.2 二重积分的应用	(74)
7.3 实验练习	(77)
实验八 级数及其运算	(78)
8.1 实验目的	(78)
8.2 实验内容	(78)
8.2.1 常数项级数	(78)
8.2.2 幂级数	(82)

8.3 实验练习	(85)
实验九 常微分方程	(86)
9.1 实验目的	(86)
9.2 实验内容	(86)
9.2.1 常微分方程(组)的通解	(86)
9.2.2 常微分方程(组)的特解	(88)
9.3 实验练习	(89)
实验十 线性代数	(90)
10.1 实验目的	(90)
10.2 实验内容	(90)
10.2.1 行列式计算	(90)
10.2.2 矩阵的生成	(91)
10.2.3 矩阵的运算	(92)
10.2.4 解线性方程组	(96)
10.3 实验练习	(101)
实验十一 概率与统计	(103)
11.1 实验目的	(103)
11.2 实验内容	(103)
11.2.1 概率与频率	(103)
11.2.2 常见的概率分布密度函数及其图形	(106)
11.2.3 绘制频数直方图或频数表	(114)
11.2.4 参数估计	(116)
11.2.5 正态假设检验	(118)
11.3 实验练习	(121)
实验十二 综合实验	(122)
12.1 实验目的	(122)
12.2 实验内容	(122)
12.2.1 节水洗衣机	(122)
12.2.2 地中海鲨鱼问题	(128)
12.2.3 导弹追踪问题	(133)
12.2.4 Hill 密码问题	(135)
附录 MATLAB 常用指令集	(140)
参考文献	(169)

实验一

MATLAB 基本操作



1.1 实验目的

掌握 MATLAB 的基本操作方法和基础知识,为后续学习打下坚实的基础。

1.2 实验内容

1.2.1 MATLAB 概况

MATLAB 软件是由美国 MathWorks 公司开发的集数值计算、符号计算和图形可视化三大基本功能于一体、功能强大、操作简单的软件,是全世界公认的优秀数学应用软件之一。

20 世纪 70 年代,美国新墨西哥大学计算机科学系主任 Cleve Moler 为了减轻学生编程的负担,用 FORTRAN 语言编写了最早的 MATLAB 软件(以下简称 MATLAB)。1984 年,由 Little、Moler、Steve Bangert 合作成立的 MathWorks 公司正式把 MATLAB 推向市场。到 20 世纪 90 年代, MATLAB 已成为控制界的标准计算软件。

MATLAB 的应用范围非常广,包括信号和图像处理,通信、控制系统设计、测试和测量,财务建模和分析及计算生物学等应用领域。附加的工具箱(单独提供的专用 MATLAB 函数集)扩展了 MATLAB 环境,用以解决这些应用领域特定类型的问题。

1. MATLAB 产品族应用范围

- ▶ 数值分析;

- ▶ 数值和符号计算;
- ▶ 工程与科学绘图;
- ▶ 控制系统的设计与仿真;
- ▶ 数字图像处理技术;
- ▶ 数字信号处理技术;
- ▶ 通信系统设计与仿真(MATLAB 在通信系统设计与仿真的应用);
- ▶ 财务与金融工程。

2. MATLAB 优势

- ▶ 友好的工作平台和编程环境;
- ▶ 简单易用的程序语言;
- ▶ 强大的科学计算数据处理能力;
- ▶ 出色的图形处理功能;
- ▶ 应用广泛的模块集合工具箱;
- ▶ 实用的程序接口和发布平台;
- ▶ 强大的应用软件开发环境(包括用户界面)。

3. MATLAB 网络资源

- ▶ MATLAB 官方网站:<http://www.mathworks.com/>。
- ▶ MATLAB 中国:<http://www.mathworks.cn/>。
- ▶ MATLAB 中文爱好者论坛:<http://www.matlabfan.com/>。
- ▶ MATLAB 中文论坛:<http://www.ilovematlab.cn/>。
- ▶ MATLAB 百度贴吧:<http://tieba.baidu.com/f?kw=matlab&fr=ala0>。

1.2.2 MATLAB 的安装与启动

MATLAB 下载网站:<http://www.mathworks.cn/>。

MATLAB 的硬件要求及支持的系统平台如下。

CPU Intel Pentium3/Athlon; 内存 128 MB; 硬盘 1.00 GB;

操作系统 Windows 98/Me/NT/2000/XP/2003/Vista/7。

1. MATLAB 的安装

安装 MATLAB 的方法有以下几种。

(1)将下载到的 ISO 镜像文件刻录成光盘,再执行 setup.exe 文件进行安装。

(2)将下载后的 ISO 镜像文件通过虚拟光驱软件装载到本地盘符,再执行 setup.exe 文件进行安装。

(3)使用压缩工具打开 ISO 镜像文件,直接执行 setup.exe 文件进行安装。由于 MATLAB 指定了默认的解压缓存路径,因此不必事先对镜像文件进行解压缩。

执行 setup.exe 文件后的安装过程与其他应用软件的安装过程类似,可按照安装向导进行安装,这里不再赘述。

2. MATLAB 的启动

与常规的其他应用软件相同,安装完 MATLAB 后,在桌面上会生成一个快捷方式,双击该快捷方式即可完成 MATLAB 的启动。启动 MATLAB 后,将打开一个 MATLAB 的欢迎界面,随后会看到一个 MATLAB 的命令窗口,如图 1-1 所示。键入的命令及计算结果都显示在此窗口中。在命令窗口左侧还有一个工作目录和历史命令窗口。



图 1-1 MATLAB 7.0 的默认桌面(Desktop)

1.2.3 数组及其运算

我们先用 MATLAB 进行一些简易的数学运算,这个过程会让读者感到 MATLAB 是简单易用的。就像使用普通的计算器一样,在 MATLAB 中计算数学式非常直截了当。如果要算 $12+25-33$ 及 $\sin \frac{\pi}{7}$ 这两个式子,则在命令提示符 \gg 之后键入以下语句, MATLAB 将计算的结果以 ans 为结果变量。

```
 $\gg$  12+25-33
```

```
ans =
      4
>> sin(pi/7)
ans =
    0.4339
```

如果输入语句 $a=12+25-33$, 则显示 a 的值。MATLAB 提供基本的算术运算有: 加 (+)、减 (-)、乘 (*)、除 (/)、幂次方 (^)。

在 MATLAB 中, “%”之后的任何文字都被视为注解, MATLAB 不执行。例如

```
>> r= 2; % 键入半径
>> area= pi*r^2; % 计算面积
```

MATLAB 可以将计算结果以不同精确度的数字格式显示, 在命令窗口的功能菜单 Options 下选择 Numerical Format, 或者直接在命令窗口键入表 1-1 所示的不同数字显示格式的指令, 即可指定计算结果的显示格式。表 1-1 表示 π 在不同数字显示格式要求下的显示结果。

表 1-1 计算结果以不同精确度、数字格式显示

指 令	数 字 格 式	说 明
format short	3.1416	预设的 4 位有效小数位数
format long	3.14159265358979	14 位有效小数位数
format short e	3.1416e+000	4 位有效小数位数加上指数表示格式

MATLAB 以数组作为基本运算单元, 这样一方面可以使计算程序简明易读, 另一方面可以提高计算速度。数组运算是 MATLAB 最鲜明的特点。

数组的输入和分析如下。

(1) 直接用“[]”输入一个数组。

输入语句

```
a= [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
```

运行语句后输出

```
a =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```

(2) 用冒号运算或语句 linspace 生成等差数列构成的一维数组。例如

输入语句

```
b = [0:0.2:1]
```

```
%生成一个以 0 为初值,0.2 为增量,1 为终值的一维数组
```

运行语句后输出

```
b =
```

```
0 0.2000 0.4000 0.6000 0.8000 1.0000
```

输入语句

```
d = [1:5] %当增量为 1 时可以省略
```

```
e = [1:1:5]
```

运行语句后输出

```
d =
```

```
1 2 3 4 5
```

```
e =
```

```
1 2 3 4 5
```

输入语句

```
f = linspace(1,14,5) %在区间[1,14]内输出 5 个等距离的数据  
%点,或者理解为将[1,14]分为 5-1= 4 个等长的子区间
```

运行语句后输出

```
f =
```

```
1.0000 4.2500 7.5000 10.7500 14.0000
```

输入语句

```
size(a) %查询二维矩阵的结构(行列数)
```

运行语句后输出

```
ans =
```

```
3 3
```

输入语句

```
length(b) %一维数组的长度
```

运行语句后输出

```
ans =
```

```
5
```

数组的运算是指对应元素之间的点运算,和矩阵的运算不一样,必须仔细区分。矩阵的运算将在实验十详细介绍。

输入语句

```
A = [1 4 5;5 7 1]; B = [-2 4 -3;6 0 7]; A+B
```

运行语句后输出


```
ans =
    -1     8     2
    11     7     8
```

输入语句

```
A.*B
```

运行语句后输出

```
ans =
    -2    16   -15
    30     0     7
```

输入语句

```
A.^2
```

运行语句后输出

```
ans =
     1    16    25
    25    49     1
```

输入语句

```
2.^A
```

运行语句后输出

```
ans =
     2    16    32
    32   128     2
```

1.2.4 MATLAB 的图形功能

MATLAB 拥有大量简单、灵活、易用的生成二维和三维图形的语句,可以方便地用于实现数据的可视化。强大的计算功能与图形功能相结合,为 MATLAB 在科学技术和教学中的应用提供了更加广阔的天地。这里举几个例子演示一下。

1. 已知数据的图形绘制

输入语句

```
x=[1:10];
y=[10 2 30 45 23 56 7 8 19 5];
plot(x,y)
```

运行语句后输出图 1-2 所示图形。