

二十一世纪高职高专规划教材

数学实验 与建模

主 编 徐仁旭 孔亚仙

湖南师范大学出版社

二十一世纪高职高专规划教材

数学实验与建模

主 编 徐仁旭 孔亚仙

湖南师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数学实验与建模 / 徐仁旭, 孔亚仙主编. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2011. 6
ISBN 978-7-5648-0576-5

I. ①数… II. 徐…孔… III. ①实验与建模-高等学校-教材 IV. ①E0
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 049486 号

数学实验与建模

主编: 徐仁旭 孔亚仙

◇全程策划: 凌永淦

◇组稿编辑: 刘 伟

◇责任编辑: 欧继花

◇责任校对: 胡晓军

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址/长沙市岳麓山 邮编/410081

电话/0731. 8853867 8872751 传真/0731. 8872636

网址/http: //press. hunnu. edu. cn

◇经销: 全国新华书店 北京志远思博文化有限公司

◇印刷: 北京百善印刷厂

◇开本: 789 × 1092 1/16

◇印张: 11.25

◇字数: 261 千字

◇版次: 2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月第一次印刷

◇书号: ISBN-978-7-5648-0576-5

◇定价: 28.00 元

高等院校教育

教材研究与编审委员会

主 任:陈德怀

常务委员:胡宝华 李 雷 潘力锐 龚 波

夏 巍 丽 平 刘铁明 朱志峰

委 员:(排名不分先后)

江 敏	吴志全	刘庚碧	邓有林	朱长元
黄 海	韩丽莎	刘仁芬	张叶栩	刘志东
阳 源	初秀伟	李以渝	刘建国	徐春桥
禹利萍	周启胜	万智勇	李建宁	熊 婷
刘 涛	高 进	吴志明	郑 晖	叶春辉
李裕民	夏洁云	吴立炎	黄伟祥	钟建坤
喻凤生	侯德宏	武怀军	赵锦权	冯国敏
吴士田	彭继玲	李友云	蔡映红	郑明娥
陈灵仙	丁良南	刘 永	张洪雷	绳传冬
杨中纲	李庆东	田 嘉	李丰雪	张 华
赵海燕	王 军	郭伟伟	刁 俊	吴 坤
郑 涛	杨 耘	齐振东	顾美君	陈华平
张宏旭	姜胜中	霍义平	李志敏	诺 敏
龚云平	李 梅	沈易娟	袁 芬	魏 宁
郑 聪	刘 延	汤伟光	张海彬	李 霞
王志强	彭晓娟	那仁图亚		

前 言

数学实验是利用现代技术手段处理数学问题的一把钥匙，数学建模是连接数学和现实世界的桥梁。数学实验与建模课程是学生把数学理论知识应用于实践的一种教学模式，能把数学直观、形象思维与逻辑思维结合起来，能把抽象的数学公式、定理通过实验得到验证和应用、进一步解决实际问题，从而激发学生的学习兴趣。

随着数学实验和数学建模教育的普及，数学实验课已经在国内外高校广泛开设，围绕着数学建模的实践活动在国内外也开展得如火如荼。数学实验与建模课程的方法与内容不断融入大学主干课程，正是要加强培养学生用数学工具分析解决实际问题的意识和能力。这符合教育改革的要求，更适应高职“工学结合”教学改革的思路。

本书是为高职院校开设数学实验与建模课程编写的教材，是与高等数学课程配套实施的实验教材，积累了我院多年来在高职数学教学改革和数学实验、数学建模教学改革等方面的综合成果。它将经典数学知识、数学建模与计算机应用三者融为一体，使学生深入理解高等数学基本概念，熟悉常用的数学软件，既培养了学生进行数值计算和数据处理的能力，也锻炼了学生应用数学知识建立数学模型、解决实际问题的能力。

在教材编写过程中，力求体现以下特点：

- 1) 数学实验安排层次分明，紧密结合高等数学知识，易教易学。
- 2) 数学建模所涉及高等数学知识难度不大，合适高职学生学习。
- 3) 采用的数学软件 MATLAB、LINDO、LINGO 等可操作性强，功能强大。
- 4) 既可以作为高等数学学习的教辅用书，也可以作为数学建模竞赛的辅导用书。

由于水平有限，书中误漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2011 年 6 月

目 录

上篇 数学实验

第一章 MATLAB 基础知识	(1)
§ 1-1 MATLAB 概况	(1)
§ 1-2 数组及其运算	(2)
§ 1-3 MATLAB 的图形功能	(5)
§ 1-4 MATLAB 程序设计	(7)
§ 1-5 MATLAB 帮助系统	(10)
实验习题 1	(12)
第二章 一元函数的图形	(13)
§ 2-1 一元函数图形	(13)
§ 2-2 二维参数方程作图	(17)
§ 2-3 极坐标方程作图	(19)
§ 2-4 隐函数作图	(20)
§ 2-5 分段函数作图	(21)
§ 2-6 数据拟合	(23)
实验习题 2	(25)
第三章 极限、导数及其应用	(27)
§ 3-1 求极限	(27)
§ 3-2 求函数的导数	(30)
§ 3-3 求隐函数的导数	(32)
§ 3-4 求方程的近似根	(33)
§ 3-5 求一元函数的极值和最值	(34)
实验习题 3	(37)



第四章 一元函数积分	(39)
§ 4-1 不定积分的计算	(39)
§ 4-2 定积分的计算	(40)
§ 4-3 定积分的应用	(41)
实验习题 4	(46)
第五章 空间解析几何	(47)
§ 5-1 绘制空间曲线	(47)
§ 5-2 一般二元函数作图	(50)
§ 5-3 二次曲面	(52)
实验习题 5	(55)
第六章 二元函数的微积分	(56)
§ 6-1 二元函数的极限、偏导数	(56)
§ 6-2 求二元函数的极值	(58)
§ 6-3 二重积分的计算	(60)
§ 6-4 二重积分的应用	(61)
实验习题 6	(63)
第七章 常微分方程和级数	(65)
§ 7-1 常微分方程的通解	(65)
§ 7-2 常微分方程的特解	(67)
§ 7-3 常数项级数	(68)
§ 7-4 幂级数	(71)
实验习题 7	(73)

下篇 数学建模

第八章 数学建模简介	(75)
§ 8-1 数学模型	(75)
§ 8-2 数学建模竞赛	(78)
§ 8-3 建模实例	(81)
建模习题 8	(84)
第九章 初等模型	(86)
§ 9-1 椅子能在不平的地面上放稳吗	(86)

§ 9-2 抢渡长江·····	(88)
§ 9-3 存储模型·····	(91)
建模习题 9 ·····	(94)
第十章 线性规划模型 ·····	(96)
§ 10-1 利用 LINDO 求解线性规划模型 ·····	(96)
§ 10-2 平板车装货和自来水运输·····	(102)
建模习题 10 ·····	(107)
第十一章 非线性规划模型 ·····	(109)
§ 11-1 利用 LINGO 求解非线性规划模型 ·····	(109)
§ 11-2 接力队选拔与原油采购·····	(112)
§ 11-3 大规模数学规划·····	(119)
建模习题 11 ·····	(123)
第十二章 微分方程模型 ·····	(125)
§ 12-1 几个简单实例·····	(125)
§ 12-2 人口增长模型·····	(127)
§ 12-3 发射卫星为什么用三级火箭·····	(131)
建模习题 12 ·····	(137)
第十三章 概率模型与层次分析法 ·····	(139)
§ 13-1 航空公司超额预售的最优策略·····	(139)
§ 13-2 层次分析法·····	(142)
建模习题 13 ·····	(149)
附录 全国大学生数学建模竞赛优秀论文 ·····	(151)

上篇 数学实验

第一章 MATLAB 基础知识

本章实验的目的是掌握 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。

§ 1-1 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。

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。附加的工具箱扩展了 MATLAB 环境,用以解决这些应用领域特定类型的问题。

MATLAB 安装成功后,第一次启动时,将打开一个欢迎界面,主界面如下图所示:

其中:

① 是命令窗口(Command Window),是 MATLAB 的主窗口,默认位于 MATLAB 界面的右侧,用于输入命令、运行命令并显示运行结果。

② 是历史命令窗(Command History),位于 MATLAB 界面的左下侧,默认为前台显示。历史命令窗用于保存用户输入过的所有的命令,为用户下一次使用同一个命令提供方便。

③ 是当前目录浏览器(Current Directory),位于 MATLAB 界面的左上侧,默认为前台显示。该窗口用于显示当前目录和目录中的所有文件。

④ 是工作空间窗(Workspace),默认位于 MATLAB 界面左上侧的后台。可以通

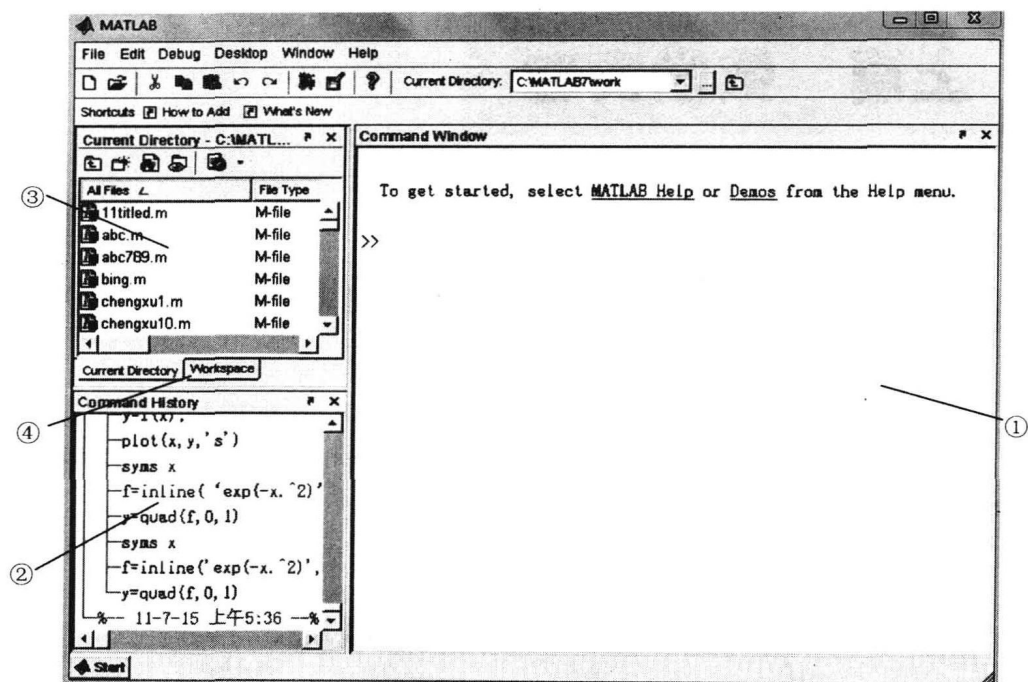


图 1-1

过点击左上方的“Workspace”按钮使之在前台展现。

§ 1-2 数组及其运算

MATLAB 可以进行一些简易的数学运算. 在命令提示符>>之后键入命令语句, MATLAB 将计算结果以 ans 为结果变量. 例如:

```
>>100+12-46
```

如果输入语句 $a = 100 + 12 - 46$, 则显示 a 的值. MATLAB 提供基本的运算有: 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=3;% 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值格式显示, 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, 即可制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.

运行后输出

```
b =
     0    0.2000    0.4000    0.6000    0.8000    1.0000
```

输入语句 `c=[1:5]` % 当增量为 1 时可以省略

```
d=[1:1:5]
```

运行语句后输出

```
c =
     1     2     3     4     5
d =
     1     2     3     4     5
```

输入语句 `e=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 4 个等长的子区间

运行语句后输出



e =

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 =

6

数组的运算是针对对应元素之间的点运算,和矩阵的运算并不一样,必须仔细区分.

输入语句

`A=[1,2,4;3,5,8]; B=[-1,5,-2;3,0,8]; A+B`

运行语句后输出

ans =

0 7 2
6 5 16

输入语句

`A.*B` %数组乘法

运行语句后输出

ans =

-1 10 -8
9 0 64

输入语句

`A.^2`

运行语句后输出

ans =

1 4 16
9 25 64

输入语句

`2.^A`

运行语句后输出

ans =

2	4	16
8	32	256

§ 1-3 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.强大的计算工程与图形功能相结合,为 MATLAB 在科学技术和教学中的应用提供了更加广阔的天地.

1. 已知数据的图形绘制

输入语句

`x=[1:10];` % 分号表示隐藏运行结果

`y=[8,10,4,7,30,22,15,6,13,19];`

`plot(x,y)`

运行语句后输出图 1-2 所示图形.

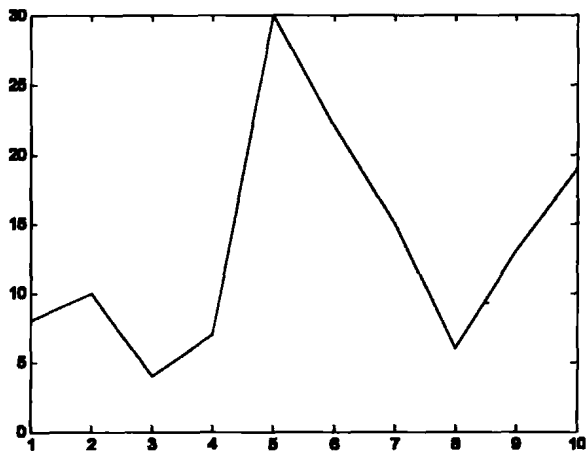


图 1-2

2. 常见二维图形的绘制

输入语句

`x=[1:10];`

`y=[8,10,4,7,30,22,15,6,13,19];`

`subplot(2,2,1),bar(x,y)`

`subplot(2,2,2),area(x,y)`



```
subplot(2,2,3),pie(x,y)
```

```
subplot(2,2,4),scatter(x,y)
```

运行语句后输出图 1-3 所示的图形。

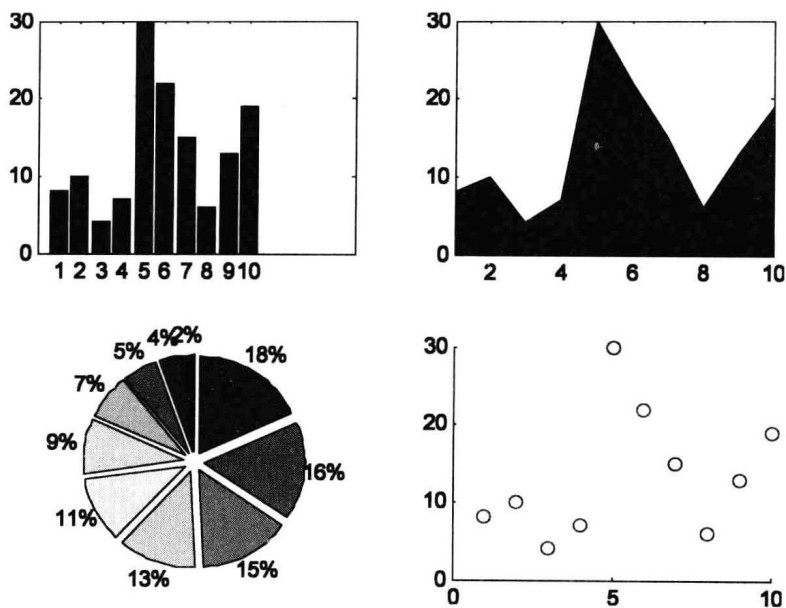


图 1-3

3. 三维图形的绘制

输入语句

```
t=linspace(0,20*pi,1000)
```

```
x=sin(t);
```

```
y=cos(t);
```

```
z=t.*sin(t).*cos(t);
```

```
plot3(x,y,z);
```

```
xlabel('x');
```

```
ylabel('y');
```

```
zlabel('z');
```

```
grid on
```

运行语句后输出图 1-4 所示的图形。

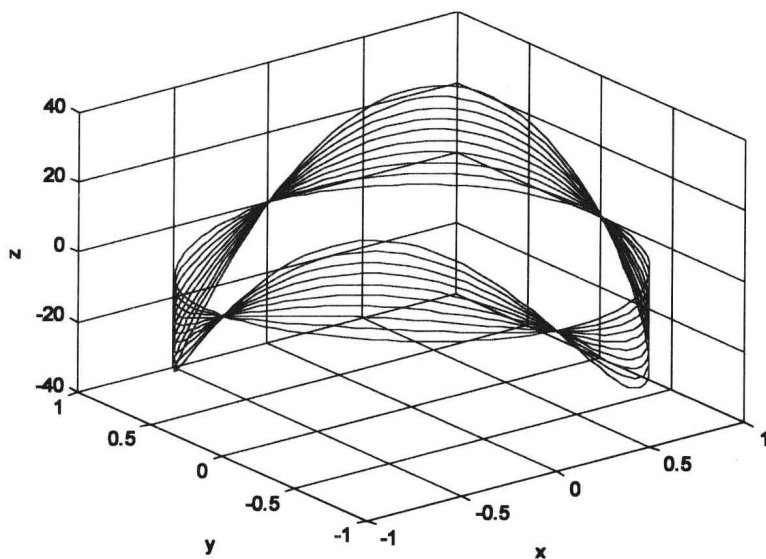


图 1-4

§ 1-4 MATLAB 程序设计

用 MATLAB 设计程序时,建议使用 MATLAB 自带的 M 文件,这样有利于保存编辑好的代码,以便不断完善和重复使用程序。

通过单击工具栏的“New M-File”按钮即可新建一个 M 文件,在 M 文件中编辑代码后,可保存文件,如保存至默认路径 (“../MATLAB7/WORK”). 在命令窗口中输入保存时设置的文件名即可运行程序代码。

MATLAB 提供了如下几种程序控制语句:for 循环语句和、while 循环语句和 if 选择语句. 这些控制语句和 C 语言支持的控制语句在调用格式上非常相似。

1. for 循环语句

for 循环语句的使用格式为

for 循环变量=循环变量初值:步长:循环变量终值

循环体语句

end

在该循环语句中,步长为 1 时一般都省略不写. 例如,要计算 $1+2+3+\dots+$



10,

使用一下代码即可实现.

```
s=0;
for n=1:10
s=s+n;
end
s
```

计算结果为

```
s =
    55
```

2. while 循环语句

while 循环语句与 for 循环语句的区别:for 循环语句是以固定次数求一组命令的值,而 while 循环语句则是以不定的次数重复执行一组语句,其使用的一般形式为

```
while 条件
    循环体语句
end
```

在该循环语句中,若条件成立,就执行循环体语句;执行后再继续判断条件是否成立,如果不成立则结束该循环.

例 1 计算 $s = \sum_{n=1}^{100} \frac{1}{n^2}$

解 输入语句:

```
clear;s=0;n=1;
while n<=100
s=s+1/n/n;
n=n+1;
end
s
```

运行语句后输出

```
s =
    1.6350
```

3. 条件语句

除了前面介绍的循环语句结构之外,MATLAB 还提供了条件转移语句,条件语句的格式为

```
if 条件表达式
    命令串
end
```

当给出的条件表达式成立时,执行命令语句,然后继续向下执行;若条件不成立,则跳出条件块而直接向下执行。循环语句和条件语句中的条件表达式用逻辑关系符号表示。如“大于等于”用“ $\geq$ ”表示,“等于”用“ $=$ ”表示,例如:

```
for n=1:4
    if n>2
        y=n^2
    end
end
```

当 $n=1,2$ 时,不满足条件,程序转而执行下面的循环。条件语句还有 if—else—end 结构,结构形式为:

```
if 条件表达式 1
    命令串 1
elseif 条件表达式 2
    命令串 2
    :
else
    命令串 n
end
```

执行上述语句时,如果条件表达式 1 的条件成立,那么就执行命令串 1;如果条件 1 不成立,条件 2 成立,则执行命令串 2;...,否则执行 else 后的命令串 n。MATLAB 允许多层不相交的条件语句嵌套及 for 和 while 循环语句互相嵌套。注意 elseif 与 else if 含义不同,elseif 是或者条件成立,else if 是嵌套条件,意思是否则如果条件成立。

另外,在执行 for 和 while 循环语句时,可以利用 if + break 语句中止该循环过程,还可以利用 if + continue 语句跳过该条件后循环。如:

输入语句:

```
sum=0;
for m=1:100                % 循环变量从 1 到 100
    if    sum>100
```