

A Course in Mathematics Experiment Based on MATLAB



宁夏大学“十一五”教材建设丛书

陈育宁 主编

MATLAB 数学实验教程

胡
华
主
编

宁夏人民教育出版社

MATLAB

数学实验教程

胡 华 主编



宁夏人民教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 数学实验教程 / 胡华主编. —银川: 宁夏人民教育出版社, 2007. 9

宁夏大学十一五教材建设图书

ISBN 978-7-80596-991-6

I. M… II. 胡… III. 高等数学 - 实验 - 计算机辅助计算 - 软件包, MATLAB- 高等学校 - 教材 IV. 013-33 0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 136520 号

MATLAB 数学实验教程

胡 华 主编

责任编辑 杨立国 纳 莉

装帧设计 郭红霞

责任印制 来学军

宁夏人民教育出版社出版发行

出版人 高 伟

地 址 银川市北京东路 139 号出版大厦

印 刷 宁夏华地彩色印刷厂

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 16.5

字 数 330 千

印 数 1250 册

版 次 2007 年 9 月第 1 版

印 次 2007 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-80596-991-6/G·938

定 价 25.00 元

版权所有 翻印必究

宁夏大学“十一五”教材建设丛书

编委会

主 编 陈育宁

副主编 王燕昌 赵 明

委 员 (以姓氏笔画为序)

于有志 马春宝 王玉炯 王宏伟

石文典 田军仓 田振夫 刘 明

刘万毅 刘旭东 米文宝 李宁银

李建设 何凤隼 张秉民 张馨兰

周玉忠 俞世伟 郭 琳 樊静波

霍维洮

出 版 人 高 伟

选题策划 巴 岱 杨立国

选题统筹 马红薇 张燕宁

特约审读 导 夫

序

陈育宁

教材建设是高等学校教学基本建设的重要组成部分,选用和编写高质量的教材,是高校不断提高教学水平、保障教学质量的基础。

为了落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和宁夏大学“十一五”教学工作规划及教材建设的主要任务,更新课程体系,提高教学质量,以适应现代化建设和市场经济的需要,适应培养面向21世纪新型高素质人才的需要,启动宁夏大学“十一五”教材建设工程,编写、出版“宁夏大学‘十一五’教材建设”丛书,是必要和及时的。

这套丛书的编写和出版,必须坚持为我校的教育教学工作服务,要根据我校专业建设、课程建设、生源状况、教学水平及师资力量等实际情况,充分发挥我校学科优势和专业特长,努力使教材建设不断深化,整体水平不断提高;要逐步建立以国家规划教材的使用为重点,特色鲜明的自编教材为补充的学校教材建设与管理体制;要不断扩大教材种类,提高教材质

量,探索教材建设与供应新途径,建立教材编写与选用新机制,开拓教材使用与管理新局面。

近年来,我校的教育教学工作随着学校规模的不断扩大和办学实力的增强,有了新的发展和提高。2005年,教育部与宁夏回族自治区政府签署协议,共建宁夏大学,为我校加快发展提供了新的机遇。实现学校的发展目标,培养高素质的建设人才,主动服务于国家和地方经济社会发展,是我校面临的重要战略任务。而高层次、高质量的人才培养,必须要求有高水平、高质量的教材建设。为此,本科教育的学科、专业及课程设置,都要作相应的调整。“宁夏大学‘十一五’教材建设”丛书的编写和出版,要适应这一调整,紧紧把握中国高等教育改革与发展的脉搏,与时俱进,面向未来,服务社会;要结合21世纪社会、经济、科技、文化、教育发展的新特点,吸收新成果,解决新问题;要根据素质教育和学分制教学管理的需要,突出适用性和针对性;要在加强基础课、实验课教材编写与出版的同时,不断深化基础理论研究,拓宽教材知识面,努力实现整套教材科学性、系统性、开放性、前瞻性和实践性的有机结合,充分体现起点高、水平高,结构严密、体系科学,观点正确、应用性强的特点。

我们相信,在我校广大教师和科研骨干的努力下,在出版界同仁的支持下,“宁夏大学‘十一五’教材建设”丛书的编写出版,必将提高质量,多出精品,形成特色;必将面向市场,走向社会,服务教学,为宣传宁夏大学,树立宁夏大学学术形象,推动宁夏大学本科教学水平不断提高发挥积极作用。

2005年8月于银川

MATLAB

数学实验教程

Contents 目录

第 1 章 矩阵及其基本运算	001
1.1 矩阵的表示	003
1.2 矩阵运算	012
1.3 矩阵分解	034
1.4 线性方程组的求解	041
1.5 特征值与二次型	048
1.6 秩与线性相关性	052
第 2 章 数值计算与数据分析	055
2.1 基本数学函数	057
2.2 插值、拟合与查表	073
2.3 数值积分	081
2.4 常微分方程的数值解	085
2.5 偏微分方程的数值解	088
第 3 章 符号运算	093
3.1 算术符号操作	095
3.2 基本运算	097
第 4 章 概率统计	137
4.1 随机变量的概率密度计算	139
4.2 随机变量的累积概率值(分布函数值)	146
4.3 随机变量的逆累积分布函数	149

目录 Contents

4.4 随机变量的数字特征	151
4.5 统计作图	163
4.6 参数估计	167
4.7 假设检验	173
4.8 方差分析	180
第 5 章 优化问题	183
5.1 线性规划问题	185
5.2 非线性规划问题	187
5.3 多目标规划问题	195
5.4 最小二乘最优问题	199
5.5 非线性方程(组)求解	204
第 6 章 绘图与图形处理	207
6.1 二维图形	209
6.2 三维图形	227
6.3 通用图形函数命令	242
后记	260

MATLAB

数学实验教程



第 1 章

矩 阵 及 其
基 本 运 算

MATLAB,即“矩阵实验室”,它是以矩阵为基本运算单元.因此,本书从最基本的运算单元出发,介绍 MATLAB 的命令及其用法.

1.1 矩阵的表示

1.1.1 数值矩阵的生成

1. 实数值矩阵输入

MATLAB 的强大功能之一体现在能直接处理向量或矩阵.当然首要任务是输入待处理的向量或矩阵.

不管是任何矩阵(向量),我们可以直接按行方式输入每个元素:同一行中的元素用逗号(,)或者用空格符来分隔,且空格个数不限;不同的行用分号(;)分隔.所有元素处于一方括号([])内;当矩阵是多维(三维以上),且方括号内的元素是维数较低的矩阵时,会有多重的方括号.如:

```
>> Time = [11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10]
```

```
Time =
```

```
11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

```
>> X_Data = [2.32 3.43;4.37 5.98]
```

```
X_Data =
```

```
2.32 3.43
```

```
4.37 5.98
```

```
>> vect_a = [1 2 3 4 5]
```

```
vect_a =
```

```
1 2 3 4 5
```

```
>> Matrix_B = [1 2 3;
```

```
>> 2 3 4;3 4 5]
```

```
Matrix_B = 1 2 3
```

```
2 3 4
```

```
3 4 5
```

```
>> Null_M = [] %生成一个空矩阵.
```

2. 复数矩阵输入

复数矩阵有两种生成方式.

第一种方式:

例 1-1

```
>> a=2.7;b=13/25;
```





```
>> C=[1,2 * a+i * b,b * sqrt(a); sin(pi/4),a+5 * b,3.5+1]
```

```
C=
```

```
1.0000      5.4000 + 0.5200i  0.8544  
0.7071      5.3000      4.5000
```

第二种方式:

例 1-2

```
>> R=[1 2 3;4 5 6], M=[11 12 13;14 15 16]
```

```
R =
```

```
1  2  3  
4  5  6
```

```
M =
```

```
11 12 13  
14 15 16
```

```
>> CN=R+i * M
```

```
CN=
```

```
1.0000 +11.0000i  2.0000 +12.0000i  3.0000 +13.0000i  
4.0000 +14.0000i  5.0000 +15.0000i  6.0000 +16.0000i
```

1.1.2 符号矩阵的生成

在 MATLAB 中输入符号向量或者矩阵的方法和输入数值类型的向量或者矩阵在形式上很相像,只不过要用到符号矩阵定义函数 `sym`,或者是用到符号定义函数 `syms`,先定义一些必要的符号变量,再像定义普通矩阵一样输入符号矩阵.

1. 用命令 `sym` 定义矩阵

这时的函数 `sym` 实际是在定义一个符号表达式,这时的符号矩阵中的元素可以是任何符号或者是表达式,而且长度没有限制,只是将方括号置于用于创建符号表达式的单引号中.如下例:

例 1-3

```
>> sym_matrix = sym('[a b c;Jack, Help Me!,NO WAY!],')
```

```
sym_matrix =
```

```
[a      b      c]  
[Jack  Help Me! NO WAY!]
```

```
>> sym_digits = sym('[1 2 3;a b c;sin(x) cos(y) tan(z)]')
```

```
sym_digits =
```

```
[1  2  3]  
[a  b  c]  
[sin(x) cos(y) tan(z)]
```

2. 用命令 `syms` 定义矩阵

先定义矩阵中的每一个元素为一个符号变量，而后像普通矩阵一样输入符号矩阵。

例 1-4

```
>> syms a b c ;
>> M1 = sym('Classical');
>> M2 = sym('Jazz');
>> M3 = sym('Blues')
>> syms_matrix = [a b c; M1, M2, M3;int2str([2 3 5])]
syms_matrix =
      [ a      b      c]
      [Classical Jazz Blues]
      [ 2      3      5]
```

把数值矩阵转化成相应的符号矩阵。

数值型和符号型在 MATLAB 中是不相同的，它们之间不能直接进行转化。

MATLAB 提供了一个将数值型转化成符号型的命令，即 sym。

例 1-5

```
>> Digit_Matrix = [1/3 sqrt(2) 3.4234;exp(0.23) log(29) 23^(-11.23)]
>> Syms_Matrix = sym(Digit_Matrix)
```

结果是：

```
Digit_Matrix =
      0.3333  1.4142  3.4234
      1.2586  3.3673  0.0000

Syms_Matrix =
      [1/3,          sqrt(2),          17117/5000]
      [5668230535726899 * 2^(-52),7582476122586655 * 2^(-51),
      5174709270083729 * 2^(-103)]
```

注意：矩阵是用分数形式还是浮点形式表示的，将矩阵转化成符号矩阵后，都将以最接近原值的有理数形式表示或者是函数形式表示。

1.1.3 大矩阵的生成

对于大型矩阵，一般创建 M 文件，以便于修改。

例 1-6 用 M 文件创建大矩阵，文件名为 example.m

```
exm=[ 456 468 873 2 579 55
      21 687 54 488 8 13
      65 4567 88 98 21 5
      456 68 4589 654 5 987
      5488 10 9 6 33 77]
```

在 MATLAB 窗口输入：



```
>>example;
>>size(exm)    %显示 exm 的大小.
ans=
    5 6    %表示 exm 有 5 行 6 列.
```

1.1.4 多维数组的创建

函数 cat

格式 $A = \text{cat}(n, A_1, A_2, \dots, A_m)$

说明 $n=1$ 和 $n=2$ 时分别构造 $[A_1; A_2]$ 和 $[A_1, A_2]$, 都是二维数组, 而 $n=3$ 时可以构造出三维数组.

例 1-7

```
>> A1=[1,2,3;4,5,6;7,8,9];A2=A1';A3=A1-A2;
```

```
>> A4=cat(3,A1,A2,A3)
```

```
A4(:,:,1) =
```

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

```
A4(:,:,2) =
```

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

```
A4(:,:,3) =
```

```
    0   -2   -4
    2    0   -2
    4    2    0
```

或用另一种原始方式可以定义:

例 1-8

```
>> A1=[1,2,3;4,5,6;7,8,9];A2=A1';A3=A1-A2;
```

```
>> A5(:,:,1)=A1, A5(:,:,2)=A2, A5(:,:,3)=A3
```

```
A5(:,:,1) =
```

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

```
A5(:,:,2) =
```

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



```
A5(:, :, 3) =
    0  -2  -4
    2   0  -2
    4   2   0
```

1.1.5 特殊矩阵的生成

命令 全零阵

函数 zeros

格式 B = zeros(n) %生成 $n \times n$ 全零阵.

B = zeros(m,n) %生成 $m \times n$ 全零阵.

B = zeros([m n]) %生成 $m \times n$ 全零阵.

B = zeros(d1,d2,d3...) %生成 $d1 \times d2 \times d3 \times \dots$ 全零阵或数组.

B = zeros([d1 d2 d3...]) %生成 $d1 \times d2 \times d3 \times \dots$ 全零阵或数组.

B = zeros(size(A)) %生成与矩阵 A 相同大小的全零阵.

命令 单位阵

函数 eye

格式 Y = eye(n) %生成 $n \times n$ 单位阵.

Y = eye(m,n) %生成 $m \times n$ 单位阵.

Y = eye(size(A)) %生成与矩阵 A 相同大小的单位阵.

命令 全 1 阵

函数 ones

格式 Y = ones(n) %生成 $n \times n$ 全 1 阵.

Y = ones(m,n) %生成 $m \times n$ 全 1 阵.

Y = ones([m n]) %生成 $m \times n$ 全 1 阵.

Y = ones(d1,d2,d3...) %生成 $d1 \times d2 \times d3 \times \dots$ 全 1 阵或数组.

Y = ones([d1 d2 d3...]) %生成 $d1 \times d2 \times d3 \times \dots$ 全 1 阵或数组.

Y = ones(size(A)) %生成与矩阵 A 相同大小的全 1 阵.

命令 正态分布随机矩阵

函数 randn

格式 Y = randn(n) %生成 $n \times n$ 正态分布随机矩阵.

Y = randn(m,n) %生成 $m \times n$ 正态分布随机矩阵.

Y = randn([m n]) %生成 $m \times n$ 正态分布随机矩阵.

Y = randn(m,n,p,...) %生成 $m \times n \times p \times \dots$ 正态分布随机矩阵或数组.

Y = randn([m n p...]) %生成 $m \times n \times p \times \dots$ 正态分布随机矩阵或数组.

Y = randn(size(A)) %生成与矩阵 A 相同大小的正态分布随机矩阵.

randn %无变量输入时只产生一个正态分布随机数.

s = randn('state') %产生包括正态发生器当前状态的 2 个元素的向量.





```
s = randn('state', s)    %重置状态为 s.  
s = randn('state', 0)    %重置发生器为初始状态.  
s = randn('state', j)    %对于整数 j 重置状态到第 j 状态.  
s = randn('state', sum(100*clock))    %每次重置到不同状态.
```

例 1-9 产生均值为 0.6, 方差为 0.1 的 4 阶矩阵.

```
>> mu=0.6; sigma=0.1;  
>> x=mu+sqrt(sigma)*randn(4)  
x =  
    0.8311    0.7799    0.1335    1.0565  
    0.7827    0.5192    0.5260    0.4890  
    0.6127    0.4806    0.6375    0.7971  
    0.8141    0.5064    0.6996    0.8527
```

命令 产生线性等分向量

函数 linspace

格式 $y = \text{linspace}(a,b)$ %在(a, b)上产生 100 个线性等分点.

$y = \text{linspace}(a,b,n)$ %在(a, b)上产生 n 个线性等分点.

命令 计算矩阵中元素个数

$n = \text{numel}(a)$ %返回矩阵 A 的元素的个数.

命令 产生以输入元素为对角线元素的矩阵

函数 blkdiag

格式 $\text{out} = \text{blkdiag}(a,b,c,d,\dots)$ %产生以 a,b,c,d,...为对角线元素的矩阵.

例 1-10

```
>> out = blkdiag(1,2,3,4)  
out =  
    1    0    0    0  
    0    2    0    0  
    0    0    3    0  
    0    0    0    4
```

命令 友矩阵

函数 compan

格式 $A = \text{compan}(u)$ %u 为多项式系统向量, A 为友矩阵, A 的第 1 行元素为 $-u(2:n)/u(1)$, 其中 $u(2:n)$ 为 u 的第 2 到第 n 个元素, A 为特征值, 就是多项式的特征根.

例 1-11 求多项式 $(x-1)(x-2)(x+3) = x^3 - 7x + 6$ 的友矩阵和根.

```
>> u=[1 0 -7 6];  
>> A=compan(u)    %求多项式的友矩阵.  
A =
```




```

0 7 -6
1 0 0
0 1 0

```

>> eig(A) %A 的特征值就是多项式的根.

```

ans =
-3.0000
2.0000
1.0000

```

命令 hadamard 矩阵

函数 hadamard

格式 H = hadamard(n) %返回 n 阶 hadamard 矩阵.

例 1-12

```

>> h=hadamard(4)
h =
1 1 1 1
1 -1 1 -1
1 1 -1 -1
1 -1 -1 1

```

命令 Hankel 方阵

函数 hankel

格式 H = hankel(c) %第 1 列元素为 c, 反三角以下元素为 0.

H = hankel(c,r) %第 1 列元素为 c, 最后一行元素为 r, 如果 c 的最后一个元素与 r 的第一个元素不同, 交叉位置元素取为 c 的最后一个元素.

例 1-13

```

>> c=1:3,r=7:10
c =
1 2 3
r =
7 8 9 10
>> h=hankel(c,r)
h =
1 2 3 8
2 3 8 9
3 8 9 10

```

命令 Hilbert 矩阵

函数 hilb

格式 H = hilb(n) %返回 n 阶 Hilbert 矩阵,其元素为 $H(i,j)=1/(i+j-1)$.

例 1-14 产生一个 3 阶 Hilbert 矩阵.