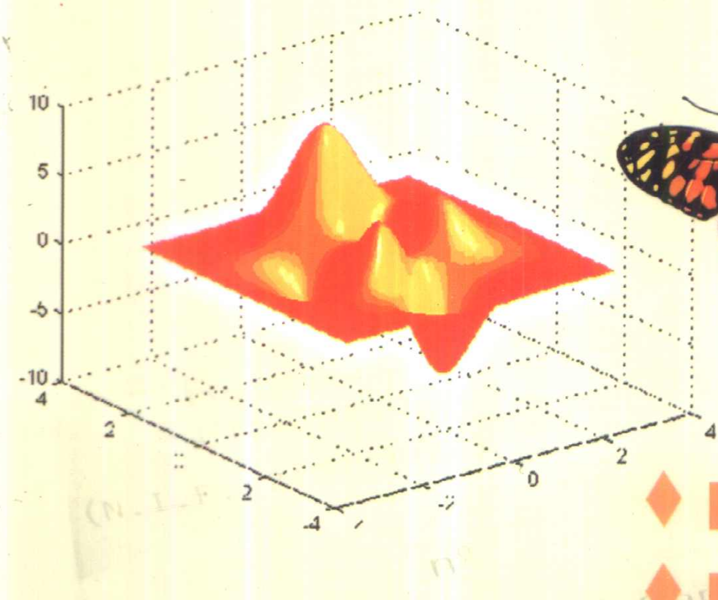
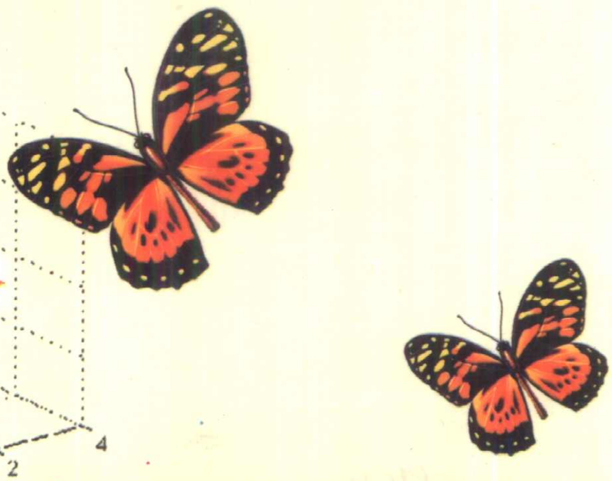
MATLAB6.0 SHUXUESHOUCE

MATLAB6.0数学手册

蒲 俊 吉家锋 伊良忠 ◎ 编著



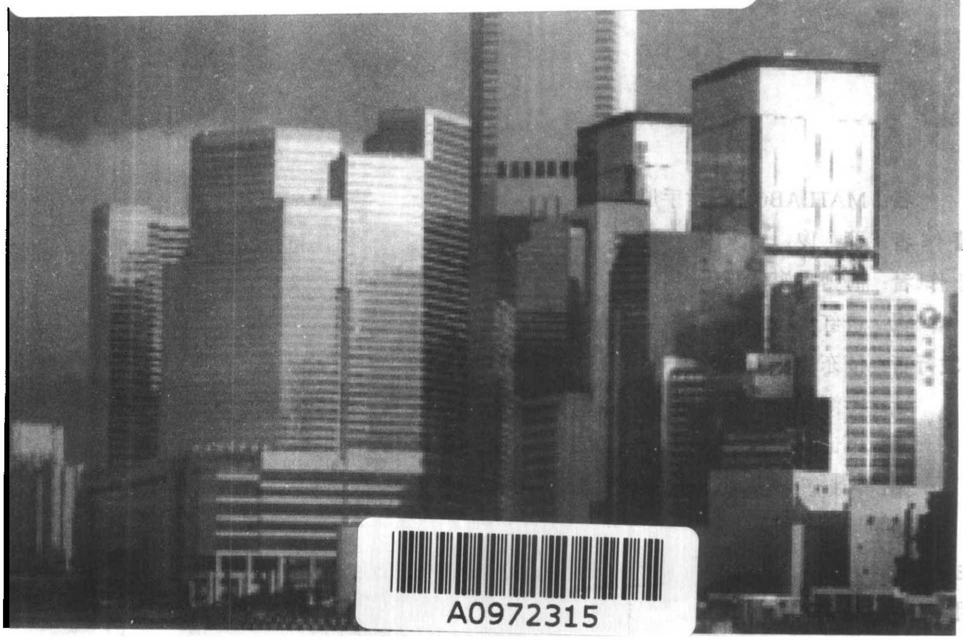


- 讲解MATLAB在数学各分支中的应用
- 讲解MATLAB函数和命令
- 荟萃MATLAB应用实例及技巧
- 提供实例丰富的多媒体光盘

浦东电子出版社
Pudong ePress

MATLAB6.0 数学手册

蒲 俊 吉家锋 伊良忠 编著



浦东电子出版社
PeP Pudong ePress

内 容 提 要

MATLAB 已成为多学科、多种工作平台的功能强大、界面友好、语言自然并且开放性强的大型应用软件，目前的最高版本是 6.0 版。本教程以 6.0 版为基础，从高等工科院校的数学课程出发，提供了使用 MATLAB 的实践性指导。本教程以教学的手段，系统详细地介绍了 MATLAB 在高等数学、数值分析、函数作图、线性代数、概率统计和优化理论中的应用，并配备了大量的例题，让读者能很快掌握 MATLAB 的运算技巧。

本教程按逻辑编排，自始至终用实例描述，既适用于初学者自学，也适用于高级 MATLAB 用户。可作为高等数学、数值分析、工程数学、数学建模、线性规划等课程的教学参考书，也可作为科技工作者学习和使用 MATLAB 的参考书，还可作为数学实验的教学用书，特别适合用作理工科大学生学习数学课程的教学辅导书。

本教程的光盘内容详尽、实例丰富：包含了 MATLAB 实例的源文件，函数/命令及注解，程序实例。

书　　　名：MATLAB6.0 数学手册
文本著作者：蒲　俊　吉家锋　伊良忠
CD 制 作 者：海搏多媒体制作中心
责 任 编 辑：舒红梅
出版、发行者：浦东电子出版社
地　　　址：上海浦东郭守敬路 498 号上海浦东软件园内　201203
电话：021-38954510，38953321，38953323（发行部）
经　　　销：各地新华书店、软件连锁店
排　　　版：四川中外科技文化交流中心排版制作中心
CD 生 产 者：东方光盘制造有限公司
文本印刷者：成都地图出版社印刷厂
开 本 / 规 格：787×1092 毫米　16 开本　19.5 印张　240 千字
版 次 / 印 次：2002 年 1 月第一版　2002 年 1 月第一次印刷
印　　　数：0001——8000 册
本　版　号：ISBN 7—900346—16—3
定　　　价：33.00 元（1CD 配使用手册）

说明：凡我社光盘配套图书有缺页、倒页、脱页、自然破损，本社发行部负责调换。

前 言

MATLAB 是美国 MathWorks 公司自 20 世纪 80 年代中期推出的数学软件，优秀的数值计算能力和卓越的数据可视化能力使其很快在数学软件中脱颖而出。到目前为止，其最高版本 6.0 版已经推出。随着版本的不断升级，它在数值计算及符号计算功能上得到了进一步完善。MATLAB 已经发展成为多学科、多种工作平台的功能强大的大型软件。在欧美等高校，MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、概率论及数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具，是攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。

MATLAB 的主要特点是：

- 有高性能数值计算的高级算法，特别适合矩阵代数领域；
- 有大量事先定义的数学函数，并且有很强的用户自定义函数的能力；
- 有强大的绘图功能以及具有教育、科学和艺术学的图解和可视化的二维、三维图；
- 基于 HTML 的完整的帮助功能；
- 适合个人应用的强有力的面向矩阵(向量)的高级程序设计语

言；

- 与其它语言编写的程序结合和输入输出格式化数据的能力；
- 有在多个应用领域解决难题的工具箱。

本教程提供了使用 MATLAB 的实践性指导，它基于 MATLAB6.0 版，内容由浅入深，特别是本书对每一条命令的使用格式都作了详细而又简单明了的说明，并配备了例题加以说明其用法，因此，对于初学者自学是很有帮助的；同时，又对数学中的一些深入问题如数值分析、稀疏矩阵、优化理论以及模糊数学等问题进行了较为详细的论述，因此，该书也可作为科技工作者的科学计算工具书。

本教程的具体特点是：

- 它是以简明方法写就的一本易于掌握的数学手册；
- 编写逻辑性强，内容由浅入深，对于初学者能很快掌握 MATLAB 的用法；
- 易于查找命令和问题，给读者灵感与启迪，以解决实际问题；
- 对每一条命令，都进行了详细论述；
- 对于每一条命令，几乎都有易懂的实例；
- 内容按数学分类进行描述。

本教程的光盘内容详尽、实例丰富：包含了 MATLAB 实例的源文件，函数/命令及注解，程序实例。

目　　录

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 =
            2.43  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 2 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的符号或者是表达式，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=cat(n,A1,A2,…,Am)

说明 n=1 和 n=2 时分别构造[A1; A2]和[A1, A2],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×n 全零阵

B = zeros(m,n) %生成 m×n 全零阵

B = zeros([m n]) %生成 m×n 全零阵

B = zeros(d1,d2,d3…) %生成 d1×d2×d3×…全零阵或数组

B = zeros([d1 d2 d3…]) %生成 d1×d2×d3×…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×n 单位阵

Y = eye(m,n) %生成 m×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×n 全 1 阵

Y = ones(m,n) %生成 m×n 全 1 阵

Y = ones([m n]) %生成 m×n 全 1 阵

Y = ones(d1,d2,d3…) %生成 d1×d2×d3×…全 1 阵或数组

Y = ones([d1 d2 d3…]) %生成 d1×d2×d3×…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 均匀分布随机矩阵

函数 **rand**

格式 Y = rand(n) %生成 n×n 随机矩阵，其元素在（0，1）内

Y = rand(m,n) %生成 m×n 随机矩阵

```
Y = rand([m n])              %生成 m×n 随机矩阵
Y = rand(m,n,p,…)            %生成 m×n×p×…随机矩阵或数组
Y = rand([m n p…])           %生成 m×n×p×…随机矩阵或数组
Y = rand(size(A))            %生成与矩阵 A 相同大小的随机矩阵
rand                         %无变量输入时只产生一个随机数
s = rand('state')            %产生包括均匀发生器当前状态的 35 个元素的向量
rand('state', s)             %使状态重置为 s
rand('state', 0)             %重置发生器到初始状态
rand('state', j)             %对整数 j 重置发生器到第 j 个状态
rand('state', sum (100*clock))   %每次重置到不同状态
```

例 1-9　产生一个 3×4 随机矩阵

```
>> R=rand(3,4)
R =
    0.9501    0.4860    0.4565    0.4447
    0.2311    0.8913    0.0185    0.6154
    0.6068    0.7621    0.8214    0.7919
```

例 1-10　产生一个在区间[10, 20]内均匀分布的 4 阶随机矩阵

```
>> a=10;b=20;
>> x=a+(b-a)*rand(4)
x =
   19.2181   19.3547   10.5789   11.3889
   17.3821   19.1690   13.5287   12.0277
   11.7627   14.1027   18.1317   11.9872
   14.0571   18.9365   10.0986   16.0379
```

命令　正态分布随机矩阵

函数　**randn**

格式

```
Y = randn(n)                 %生成 n×n 正态分布随机矩阵
Y = randn(m,n)               %生成 m×n 正态分布随机矩阵
Y = randn([m n])             %生成 m×n 正态分布随机矩阵
Y = randn(m,n,p,…)           %生成 m×n×p×…正态分布随机矩阵或数组
Y = randn([m n p…])          %生成 m×n×p×…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 1-11　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 产生随机排列

函数 **randperm**

格式 p = randperm(n)　　%产生 1～n 之间整数的随机排列

例 1-12

```
>> randperm(6)
ans =
     3     2     1     5     4     6
```

命令 产生线性等分向量

函数 **linspace**

格式 y = linspace(a,b)　　%在(a, b)上产生 100 个线性等分点

y = linspace(a,b,n)　　%在(a, b)上产生 n 个线性等分点

命令 产生对数等分向量

函数 **logspace**

格式 y = logspace(a,b)　　%在（10^a, 10^b）之间产生 50 个对数等分向量

y = logspace(a,b,n)

y = logspace(a,pi)

命令 计算矩阵中元素个数

n = 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 out = blkdiag(a,b,c,d,…)　　%产生以 a,b,c,d,...为对角线元素的矩阵

例 1-13

```
>> 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 = 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 1-14 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 1-15

```
>> 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 1-16

```
>> 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 1-17　产生一个 3 阶 Hilbert 矩阵

```
>> format rat      %以有理形式输出
>> H=hilb(3)
    H =
         1          1/2         1/3
        1/2         1/3         1/4
        1/3         1/4         1/5
```

命令　逆 Hilbert 矩阵

函数　**invhilb**

格式　H = invhilb(n)　　%产生 n 阶逆 Hilbert 矩阵

命令　Magic(魔方)矩阵

函数　**magic**

格式　M = magic(n)　　%产生 n 阶魔方矩阵

例 1-18