

# 数学软件 Matlab 简介

福建师大数学与计算机科学学院

张圣贵

Matlab 名字来源于两个英语单词: Matrix 和 Laboratory. 20 世纪 70 年代, 美国墨西哥大学计算机系主任 Cleve Moler 教授为了便于教学, 为 Linpack 和 Eispack 两个矩阵运算软件包编写了接口程序, 从而为学生编写 Fortran 程序减轻负担. 这就是 Matlab 最早的版本. 现今它已成为功能齐全的科学计算软件, 被广泛应用于工业和工程领域. 此外, Matlab 也成为大学本科课程《线性代数》的标准教学工具.

下面将介绍在 Matlab 的命令窗口 (Command Window) 的基本的输入方式和基本命令.

Matlab 所用的基本元素是矩阵. 一旦矩阵被输入或者生成, 你就可以简单编程进行复杂的计算.

## 1. 基本数据 — 矩阵

Matlab 中输入矩阵很简单.

例如, 输入矩阵

$$A = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 8 & 5 \\ 7 & 5 & 6 & 4 \\ 3 & 7 & 4 & 7 \\ 3 & 3 & 7 & 6 \end{pmatrix}$$

只要在命令窗口从键盘键入:

```
A=[8 3 8 5; 7 5 10 4; 3 7 4 7; 3 3 7 6]
```

或者

```
A=[8    3    8    5
    7    5   10    4
    3    7    4    7
    3    3    7    6]
```

输入矩阵  $A$  之后, 有两种方法修改它的元素:

(1) 在命令窗口键入命令:

```
A(2,3)=10
```

则矩阵  $A$  的第 2 行第 3 列的元素变为 10, 其余元素不变.

(2) 在工作间浏览器 (Workspace Browser) 中点击  $A$ , 在  $A$  的相应位置修改元素的值.

又如, 输入等步长的向量, 如  $x = (2, 3, 4, 5, 6, 7)$ , 可以键入:

```
x=2:7
```

生成

```
x =  
      2      3      4      5      6      7
```

键入:

```
x=1.2:0.2:2.2
```

生成

```
x =  
  1.2000  1.4000  1.6000  1.8000  2.0000  2.2000
```

2. 子矩阵

键入

```
C=A(2:3,2:4) % A的2至3行与2至4列交叉点元素组成的子矩阵
```

生成

```
C =  
    5    10     4  
    7     4     7
```

键入

```
E=A([1,3],[2,4]) % A的1, 3行与2, 4列交叉点的元素组成的子矩阵
```

生成

```
E =  
    3     5  
    7     7
```

键入

```
D=A(:,2:3) % A的2至3列的所有元素组成的子矩阵
```

生成

```
D =  
    3     8  
    5    10  
    7     4  
    3     7
```

键入

```
F=A(4,:) % A的4行的所有元素组成的子矩阵
```

生成

```
F =  
    3     3     7     6
```

### 3. 生成矩阵

用 Matlab 中的函数生成矩阵. 例如  
键入

```
B=rand(4) % 生成4阶随机矩阵
```

输出

```
B =  
0.9355    0.0579    0.1389    0.2722  
0.9169    0.3529    0.2028    0.1988  
0.4103    0.8132    0.1987    0.0153  
0.8936    0.0099    0.6038    0.7468
```

键入

```
E=eye(4) % 生成4阶单位矩阵
```

输出

```
E =  
1     0     0     0  
0     1     0     0  
0     0     1     0  
0     0     0     1
```

键入

```
L=zeros(3,4) % 生成3行4列的零矩阵
```

输出

```
L =  
0     0     0     0  
0     0     0     0  
0     0     0     0
```

键入

```
N=ones(3,4) % 生成3行4列的元素全为1的矩阵
```

输出

```
N =  
    1    1    1    1  
    1    1    1    1  
    1    1    1    1
```

键入

```
M=magic(4) % 生成4阶行和与列和都相等的元素取自1到16的矩阵
```

输出

```
M =  
   16     2     3    13  
     5    11    10     8  
     9     7     6    12  
     4    14    15     1
```

键入

```
format rat
```

```
H=hilb(4) % 生成4阶Hilbert矩阵
```

输出

```
H =  
    1          1/2          1/3          1/4  
    1/2        1/3          1/4          1/5  
    1/3        1/4          1/5          1/6  
    1/4        1/5          1/6          1/7
```

键入

```
P=pascal(4) % 生成4阶Pascal矩阵
```

输出

```
P =  
    1     1     1     1  
    1     2     3     4  
    1     3     6    10  
    1     4    10    20
```

键入

```
format rat  
c=[1 2 3 4] % 定义向量c  
r=[1.2 2.3 4.5 5.1] % 定义向量r  
T=toeplitz(c,r) % 生成4阶Toeplitz矩阵
```

输出

```
c =  
    1     2     3     4  
r =  
    6/5    23/10    9/2    51/10  
T =  
    1    23/10    9/2    51/10  
    2     1    23/10    9/2  
    3     2     1    23/10  
    4     3     2     1
```

键入

```
v=[2 3 1 2] % 定义向量v  
V=vander(v) % 生成范德蒙矩阵
```

输出

v =

2 3 1 2

V =

8 4 2 1  
27 9 3 1  
1 1 1 1  
8 4 2 1

还可以生成分块矩阵, 例如键入

```
E=[eye(3), ones(3,2);zeros(2,3), [2 3;4 5]]
```

输出

E =

1 0 0 1 1  
0 1 0 1 1  
0 0 1 1 1  
0 0 0 2 3  
0 0 0 4 5

#### 4. 矩阵运算

键入

```
A=rand(4)
```

```
B=rand(4)
```

```
C=A+B
```

```
D=A*B
```

输出

```
A =  
    0.7948    0.1730    0.8757    0.8939  
    0.9568    0.9797    0.7373    0.1991  
    0.5226    0.2714    0.1365    0.2987  
    0.8801    0.2523    0.0118    0.6614
```

```
B =  
    0.2844    0.5828    0.4329    0.5298  
    0.4692    0.4235    0.2259    0.6405  
    0.0648    0.5155    0.5798    0.2091  
    0.9883    0.3340    0.7604    0.3798
```

```
C =  
    1.0792    0.7557    1.3086    1.4237  
    1.4261    1.4032    0.9633    0.8397  
    0.5874    0.7870    0.7163    0.5078  
    1.8685    0.5863    0.7721    1.0413
```

```
D =  
    1.2474    1.2864    1.5706    1.0545  
    0.9764    1.4192    1.2145    1.3643  
    0.5801    0.5897    0.5939    0.5928  
    1.0232    0.8468    0.9478    0.8816
```

解放成组  $Ax = C$ , 其中  $A = rand(4)$ ,  $C = rand(4, 1)$ .  
键入

```
A=rand(4)  
C=rand(4,1)  
x=A\C
```

输出

```
A =  
    0.7833    0.7942    0.4154    0.7680  
    0.6808    0.0592    0.3050    0.9708
```



```
0.4611    0.6029    0.8744    0.9901
0.5678    0.0503    0.0150    0.7889
C =
0.4387
0.4983
0.2140
0.6435
x =
-0.3119
0.4041
-1.0406
1.0343
```

键入

```
W=rand(4)
C=W^2 % 矩阵乘法
D=W.^2 % 矩阵对应元素乘积
```

输出

```
W =
0.3200    0.7446    0.6833    0.1338
0.9601    0.2679    0.2126    0.2071
0.7266    0.4399    0.8392    0.6072
0.4120    0.9334    0.6288    0.6299
C =
1.3689    0.8633    1.0345    0.6962
0.8043    1.0735    1.0217    0.4435
1.5149    1.5949    1.6762    1.0804
1.7444    1.4214    1.4037    1.0270
D =
0.1024    0.5544    0.4669    0.0179
```

```
0.9218    0.0718    0.0452    0.0429
0.5280    0.1935    0.7043    0.3687
0.1697    0.8712    0.3954    0.3968
```

## 5. 矩阵函数

键入

```
A=rand(4) % 定义矩阵A
[X,D]=eig(A) % 求A的特征值和相应特征向量
```

输出

```
A =
    0.3705    0.0272    0.6831    0.6085
    0.5751    0.3127    0.0928    0.0158
    0.4514    0.0129    0.0353    0.0164
    0.0439    0.3840    0.6124    0.1901

X =
    0.6626          -0.0892 - 0.4088i  -0.0892 + 0.4088i    0.1460
    0.5242          -0.1225 + 0.3423i  -0.1225 - 0.3423i  -0.6836
    0.2928          -0.3356 + 0.2590i  -0.3356 - 0.2590i    0.4632
    0.4477           0.7163              0.7163          -0.5448

D =
    1.1050           0              0              0
         0          -0.1680 + 0.3799i          0              0
         0              0          -0.1680 - 0.3799i          0
         0              0              0              0.1395
```

键入

```
[Q,R]=qr(A) %对A进行QR分解
```

输出

```
Q =
    -0.4513    0.2120    0.8143   -0.2970
    -0.7007   -0.3101   -0.4682   -0.4401
    -0.5500    0.3062   -0.1036    0.7701
    -0.0535   -0.8747    0.3271    0.3536
```

```
R =
   -0.8208   -0.2590   -0.4256   -0.3049
         0   -0.4231   -0.4088   -0.0371
         0         0    0.7094    0.5486
         0         0         0   -0.1079
```

键入

```
[L,U]=lu(A) %对A进行LU分解
```

输出

```
L =
    0.6441   -0.4838    1.0000         0
    1.0000         0         0         0
    0.7849   -0.6458    0.3857    1.0000
    0.0763    1.0000         0         0
```

```
U =
    0.5751    0.3127    0.0928    0.0158
         0    0.3601    0.6053    0.1889
         0         0    0.9162    0.6898
         0         0         0   -0.1401
```

## 6. 编程

高级计算机语言的流程控制结构，在 Matlab 中都有，例如，for 循环，while 循环，if 判断等。需要注意：Matlab 的每一个命令都输出结果，为了不输出中间结果，必须在每个命令之后加分号”；”。

## 7. M- 文件

Matlab 的程序以扩展名. m 保存, 所以称为 M- 文件. 在 Matlab 的 M- 文件编辑器中, 编写如下计算随机矩阵  $A$  的伴随矩阵的程序, 并保存为 adjoint.m.

```
n=8;
A=rand(n)
AD=zeros(n);
for i=1:n
    for j=1:n
        AD(j,i)=((-1)^(i+j))*det([A(1:i-1,1:j-1) A(1:i-1,j+1:n);
                                   A(i+1:n,1:j-1) A(i+1:n,j+1:n)]);
    end
end
AD
E=AD*A
```

点击此编辑器的工具栏中的 run 图标, 运行这个 M- 文件, 在命令窗口输出:

A =

0.8447	0.2344	0.3972	0.7165	0.7036	0.6739	0.0493	0.8030
0.3678	0.5488	0.4136	0.5113	0.4850	0.9994	0.5711	0.0839
0.6208	0.9316	0.6552	0.7764	0.1146	0.9616	0.7009	0.9455
0.7313	0.3352	0.8376	0.4893	0.6649	0.0589	0.9623	0.9159
0.1939	0.6555	0.3716	0.1859	0.3654	0.3603	0.7505	0.6020
0.9048	0.3919	0.4253	0.7006	0.1400	0.5485	0.7400	0.2536
0.5692	0.6273	0.5947	0.9827	0.5668	0.2618	0.4319	0.8735
0.6318	0.6991	0.5657	0.8066	0.8230	0.5973	0.6343	0.5134

AD =

-0.0020	0.0366	-0.0194	-0.0012	0.0165	-0.0053	0.0404	-0.0504
0.0131	0.0440	-0.0326	0.0054	0.0189	0.0105	0.0419	-0.0760
0.0204	0.0144	-0.0433	-0.0293	0.0610	0.0293	0.0396	-0.0555

-0.0008	-0.0297	0.0263	0.0095	-0.0146	-0.0131	-0.0505	0.0504
-0.0057	-0.0027	0.0119	0.0009	-0.0079	0.0043	0.0004	-0.0075
-0.0086	-0.0217	0.0050	0.0018	-0.0079	-0.0003	-0.0075	0.0267
-0.0034	-0.0282	0.0311	0.0039	-0.0358	-0.0189	-0.0337	0.0544
-0.0130	-0.0095	0.0113	0.0032	-0.0242	-0.0026	-0.0211	0.0384

E =

-0.0116	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	-0.0116	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000
-0.0000	-0.0000	-0.0116	-0.0000	0	-0.0000	-0.0000	-0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	-0.0116	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.0000	0.0000	0.0000	0	-0.0116	0	-0.0000	0.0000
0	-0.0000	0	0	0	-0.0116	0	0
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0116	0.0000
0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	0	0	-0.0116

则矩阵

$$A = \begin{pmatrix} 0.8447 & 0.2344 & 0.3972 & 0.7165 & 0.7036 & 0.6739 & 0.0493 & 0.8030 \\ 0.3678 & 0.5488 & 0.4136 & 0.5113 & 0.4850 & 0.9994 & 0.5711 & 0.0839 \\ 0.6208 & 0.9316 & 0.6552 & 0.7764 & 0.1146 & 0.9616 & 0.7009 & 0.9455 \\ 0.7313 & 0.3352 & 0.8376 & 0.4893 & 0.6649 & 0.0589 & 0.9623 & 0.9159 \\ 0.1939 & 0.6555 & 0.3716 & 0.1859 & 0.3654 & 0.3603 & 0.7505 & 0.6020 \\ 0.9048 & 0.3919 & 0.4253 & 0.7006 & 0.1400 & 0.5485 & 0.7400 & 0.2536 \\ 0.5692 & 0.6273 & 0.5947 & 0.9827 & 0.5668 & 0.2618 & 0.4319 & 0.8735 \\ 0.6318 & 0.6991 & 0.5657 & 0.8066 & 0.8230 & 0.5973 & 0.6343 & 0.5134 \end{pmatrix}$$

的伴随矩阵为

$$AD = \begin{pmatrix} -0.0020 & 0.0366 & -0.0194 & -0.0012 & 0.0165 & -0.0053 & 0.0404 & -0.0504 \\ 0.0131 & 0.0440 & -0.0326 & 0.0054 & 0.0189 & 0.0105 & 0.0419 & -0.0760 \\ 0.0204 & 0.0144 & -0.0433 & -0.0293 & 0.0610 & 0.0293 & 0.0396 & -0.0555 \\ -0.0008 & -0.0297 & 0.0263 & 0.0095 & -0.0146 & -0.0131 & -0.0505 & 0.0504 \\ -0.0057 & -0.0027 & 0.0119 & 0.0009 & -0.0079 & 0.0043 & 0.0004 & -0.0075 \\ -0.0086 & -0.0217 & 0.0050 & 0.0018 & -0.0079 & -0.0003 & -0.0075 & 0.0267 \\ -0.0034 & -0.0282 & 0.0311 & 0.0039 & -0.0358 & -0.0189 & -0.0337 & 0.0544 \\ -0.0130 & -0.0095 & 0.0113 & 0.0032 & -0.0242 & -0.0026 & -0.0211 & 0.0384 \end{pmatrix}$$

## 8. 关系和逻辑算子

### (1) 关系算子:

< : % 小于  
<=: % 小于或等于  
> : % 大于  
>=: % 大于或等于  
==: % 等于  
~=: % 不等于

### 键入

```
A=randn(3,4) %按正态分布随机生成3行4列的矩阵  
B=randn(3,4) %按正态分布随机生成3行4列的矩阵  
C=A<B      % 生成0-1矩阵, 当A的(i,j)元小于B的(i,j)元, C的(i,j)元取1,  
            % 否则, 取零.
```

### 输出

```
A =  
  
-0.4326    0.2877    1.1892    0.1746  
-1.6656   -1.1465   -0.0376   -0.1867  
 0.1253    1.1909    0.3273    0.7258
```

B =

```
-0.5883    0.1139   -0.0956   -1.3362
 2.1832    1.0668   -0.8323    0.7143
-0.1364    0.0593    0.2944    1.6236
```

C =

```
0    0    0    0
1    1    0    1
0    0    0    1
```

键入

```
A=randn(4)
```

```
D=A>=0
```

输出

A =

```
-0.6918   -1.4410    0.8156    1.1908
 0.8580    0.5711    0.7119   -1.2025
 1.2540   -0.3999    1.2902   -0.0198
-1.5937    0.6900    0.6686   -0.1567
```

D =

```
0    0    1    1
1    1    1    0
```

```
1    0    1    0
0    1    1    0
```

## (2) 逻辑算子

&: % 与

|: % 或

~: % 非

逻辑算子经常用于 if 判断句.

键入

```
A=randn(4)
```

```
B=randn(4)
```

```
C=A>0
```

```
D=B<0
```

```
E=C&D
```

```
F=C|D
```

```
G=~C
```

输出

```
A =
```

```
-0.0113   -0.2640   -1.2566   -1.0211
-0.0008   -1.6640   -0.3472   -0.4017
-0.2494   -1.0290   -0.9414    0.1737
 0.3966    0.2431   -1.1746   -0.1161
```

```
B =
```

```
 1.0641    0.0714   -0.5478    2.1363
-0.2454    0.3165    0.2608   -0.2576
-1.5175    0.4998   -0.0132   -1.4095
```



0.0097    1.2781    -0.5803    1.7701

C =

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1
1	1	0	0

D =

0	0	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
0	0	1	0

E =

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	0	0

F =

0	0	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	1	0

G =

```
1    1    1    1
1    1    1    1
1    1    1    0
0    0    1    1
```

## 9. 列算子

键入

```
A=randn(4)
B=min(A) % 每列中最小数
C=max(A) % 每列中最大数
S=sum(A) % 每列和
P=prod(A) % 每列积
```

输出

A =

```
0.3255   -0.8960    1.1837   -0.6556
-1.1190    0.1352   -0.0154    0.3144
0.6204   -0.1390    0.5362    0.1068
1.2698   -1.1634   -0.7164    1.8482
```

B =

```
-1.1190   -1.1634   -0.7164   -0.6556
```

C =

```
1.2698    0.1352    1.1837    1.8482
```

S =

1.0966   -2.0633   0.9881   1.6138

P =

-0.2870   -0.0196   0.0070   -0.0407