

## MATLAB02 初等数学运算

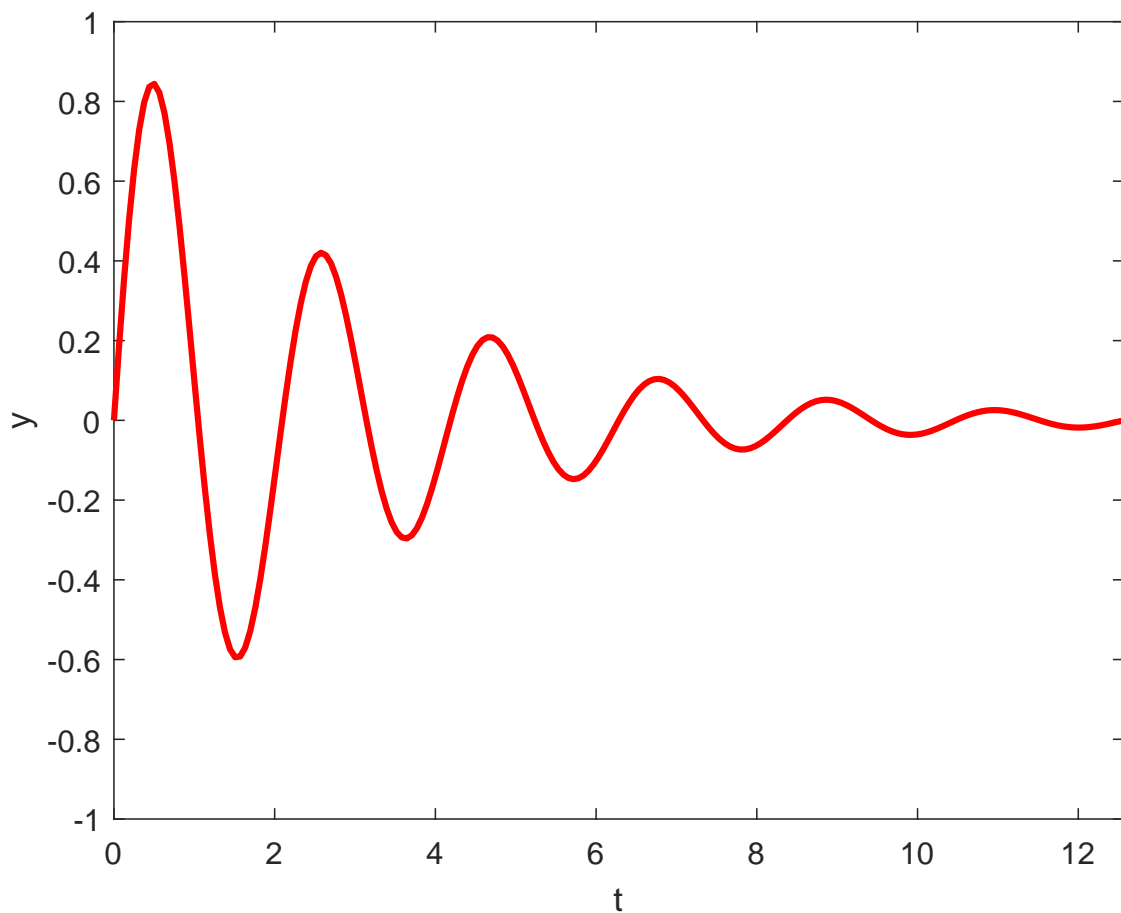
首先介绍一下 M 文件的初步知识，M 文件按调用方式分为脚本文件和函数文件。

M 脚本文件不需要输入任何参数，也不会输出任何参数。运行时系统读取文件中的每条命令，送到命令窗口中执行。M 脚本文件中创造的变量在工作空间中可以继续使用。

使用 M 脚本文件时，在命令窗口直接输入不带拓展名的文件，如

```
%exml.m as a Matlab script  
t = 0:pi/50:4*pi;  
y = exp(-t/3).*sin(3*t);  
plot(t,y,'-r','LineWidth',2)  
axis([0,4*pi,-1,1])  
xlabel('t'),ylabel('y')
```

exml



# 目录

MATLAB02 初等数学运算1

MATLAB 数据类型2

专用变量 . . . . . 2

数值类 . . . . . 2

整数 . . . . . 3

浮点数 . . . . . 3

MATLAB 数组运算6

数组 . . . . . 6

数组元素的标识与寻访 . . . . . 11

数组运算 . . . . . 13

MATLAB 矩阵运算17

## MATLAB 数据类型

Matlab 的数据类型：

N 维数组 (Array) - 全元素 (Full) / 稀疏 (Sparse)

N 维数组 (Array) - 数值类 (Numeric) / 字符串类 (Character) / 函数句柄 (Function handle) / 异构器类 (Heterogeneous container) / 逻辑类 (Logical)

数值类 (Numeric) - 双精度 (Double) / 单精度 (Single) / 整数 (Integer)

异构器类 (Heterogeneous container) - 胞元 (Cell) / 构架 (Structure)

### 专用变量

i 或 j，Inf，NaN 已被介绍过，还有如：

- realmin 最小的正浮点数
- realmax 最大的正浮点数
- eps 浮点数相对精度

### 数值类

只使用十进制表示，缺省的数据类型为 Double。

显示格式控制命令：

- `format short %3.1416`
- `format short e %3.1416e+00`
- `format long %3.141592653589793`
- `format long e %3.141592653589793e+00`
- `format rat %355/113`
- `format hex %400921fb54442d18`

## 整数

Matlab 提供四种带符号整数和四种不带符号整数。

- `int8 -27~27-1`
- `int16 -215~215-1`
- `int32 -231~231-1`
- `int64 -263~263-1`
- `uint8 0~28-1`
- `uint16 0~216-1`
- `uint32 0~232-1`
- `uint64 0~264-1`

获得某整数类型上下限的函数：`intmax()`，`intmin()`

不同的整数类型之间不能运算。整形类型可以与双精度标量进行数值运算，结果将被转化为整数型。

## 浮点数

Matlab 提供两种浮点数：

- `single`，需要 32 位存储空间，占 4 字节
- `double`，需要 64 位存储空间，占 8 字节

复数的运算：

```
z1 = 4 + 3*i
```

```
z1 = 4.0000 + 3.0000i
```

```
z2 = 1 + 2*i
```

```
z2 = 1.0000 + 2.0000i
```

```
z3 = 2*exp(i*pi/6)
```

```
z3 = 1.7321 + 1.0000i
```

```
z = z1*z2/z3
```

```
z = 1.8840 + 5.2631i
```

```
real_z = real(z)
```

```
real_z = 1.8840
```

```
image_z = imag(z)
```

```
image_z = 5.2631
```

```
magnitude_z = abs(z)
```

```
magnitude_z = 5.5902
```

```
angle_z_radian = angle(z)
```

```
angle_z_radian = 1.2271
```

```
angle_z_degree = angle(z)*180/pi
```

```
angle_z_degree = 70.3048
```

当处理  $(-8)^{1/3}$  时，用求幂算符只能得到第一象限的根

```
a = -8;  
r_a = a^(1/3)
```

```
r_a = 1.0000 + 1.7321i
```

可以使用方程

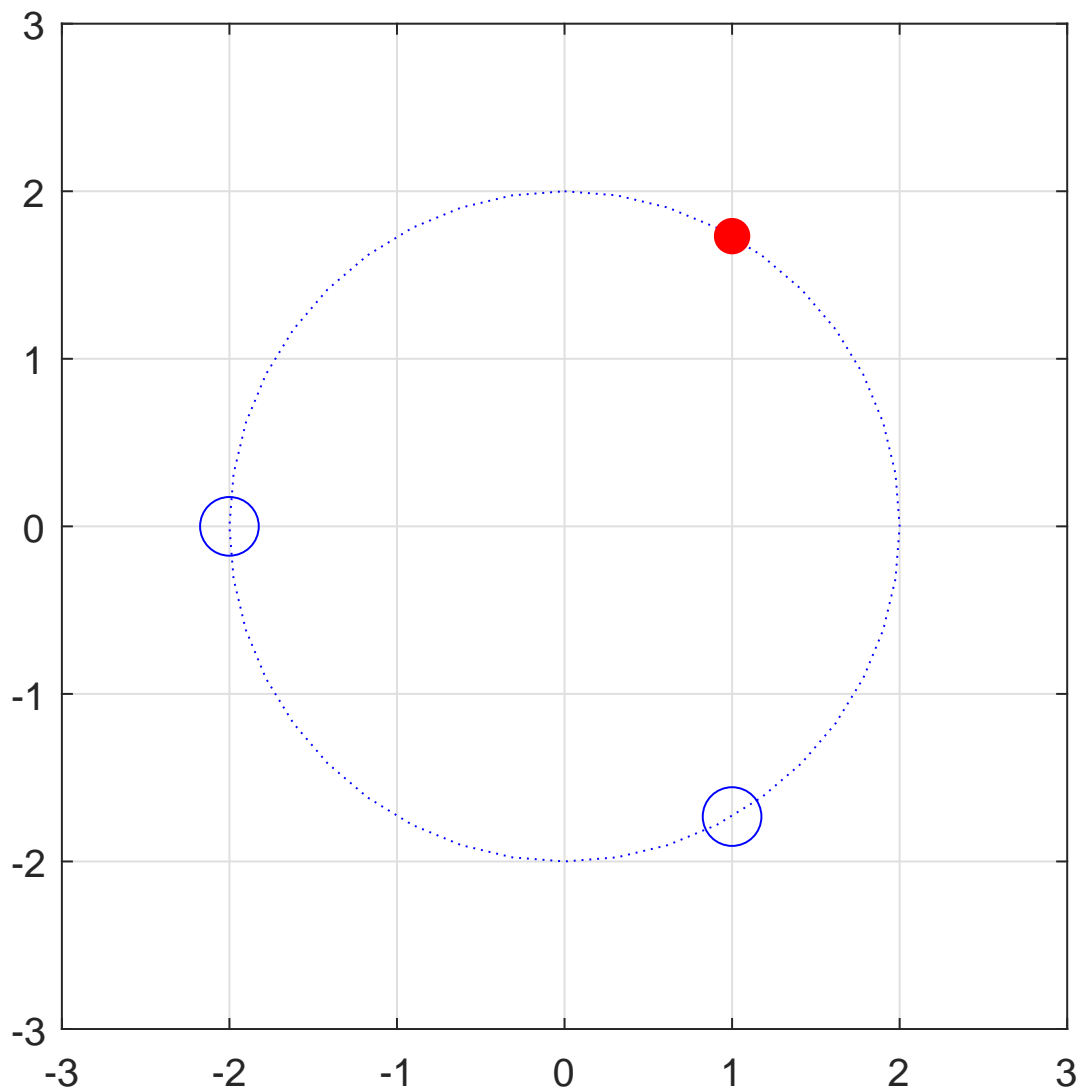
```
p = [1,0,0,-a];  
R = roots(p)
```

```
R = 3x1 complex  
-2.0000 + 0.0000i  
1.0000 + 1.7321i  
1.0000 - 1.7321i
```

```

clear p=[1,0,0,8];
R=roots(p);
MR=abs(R(1));
t=0:pi/20:2*pi;
x=MR*sin(t);
y=MR*cos(t);
plot(x,y,'b:'),
grid on
hold on
plot(R(2), '.', 'MarkerSize',30, 'Color','r')
plot(R([1,3]), 'o', 'MarkerSize',15, 'Color','b')
axis([-3,3,-3,3]), axis square, hold off

```



```
whos
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
Lt	1x61	61	logical	
MR	1x1	8	double	
R	3x1	48	double	complex
a	1x1	8	double	
angle __ z __ degree	1x1	8	double	
angle __ z __ radian	1x1	8	double	
image __ z	1x1	8	double	
magnitude __ z	1x1	8	double	
p	1x4	32	double	
r __ a	1x1	16	double	complex
real __ z	1x1	8	double	
t	1x41	328	double	
tt	1x61	488	double	
x	1x41	328	double	
y	1x41	328	double	
yy	1x61	488	double	
z	1x1	16	double	complex
z1	1x1	16	double	complex
z2	1x1	16	double	complex
z3	1x1	16	double	complex

## MATLAB 数组运算

### 数组

数组是按行和列顺序排列的实数或复数的有序集。数组中的每一个数叫做一个元素，由行和列标识，这个标识也叫下标或索引。标量被视为 1\*1 的数组。

数组 (Array) - 行列数组，向量 (row vectors, column vectors, vectors) \ 二维数组 (matrix) \ 高维数组

```
a = [0 1 + 6]
```

```
a = 1x2
    0    7
```

```
b = [a 6 7]
```

```
b = 1x4
    0     7     6     7
```

```
c = [6 3* 7]
```

```
c = 1x2
    6    21
```

```
d = [6 c 7 a+c]
```

```
d = 1x6
    6     6    21     7     6    28
```

```
a = [1 3 pi 3+5i]
```

```
a = 1x4 complex
    1.0000 + 0.0000i    3.0000 + 0.0000i    3.1416 + 0.0000i    3.0000 +
    5.0000i
```

```
% x = ...
    a:inc:b中，a表示第一个元素，inc表示步长，缺省值为1，最后一个元素不超过b
b = 1:10
```

```
b = 1x10
    1     2     3     4     5     6     7     8     9    10
```

```
c = 1:2:10
```

```
c = 1x5
    1     3     5     7     9
```

```
d = 1:2:9
```

```
d = 1x5
    1     3     5     7     9
```

```
e = 1:-2:10
```

```
e =
```

空的 1x0 double 行向量

```
f = 1:0:10
```

```
f =
```

空的 1x0 double 行向量

```
% x = ...  
    linspace(a,b,n) 中，a为第一个元素，b为最后一个元素，n为行向量的列数，缺省值为100  
x = linspace(1,2,5)
```

```
x = 1x5  
    1.0000    1.2500    1.5000    1.7500    2.0000
```

```
% x = ...  
    logspace(a,b,n) 中，10^a为第一个元素，10^b为最后一个元素，n的缺省值为50  
x = logspace(1,5,3)
```

```
x = 1x3  
    10    1000  100000
```

```
x = [1;2;3]
```

```
x = 3x1  
     1  
     2  
     3
```

```
x = [1 2 3]'
```

```
x = 3x1  
     1  
     2  
     3
```

```
x = [1  
     2  
     3]
```

```
x = 3x1  
     1  
     2  
     3
```

```
reshape(1:24,8,3) % 排列
```



```
ans = 8x3
     1     9    17
     2    10    18
     3    11    19
     4    12    20
     5    13    21
     6    14    22
     7    15    23
     8    16    24
```

```
ones(3) %全一数组
```

```
ans = 3x3
     1     1     1
     1     1     1
     1     1     1
```

```
zeros(3) %全零数组
```

```
ans = 3x3
     0     0     0
     0     0     0
     0     0     0
```

```
rand(3) %均匀分布随机数组
```

```
ans = 3x3
    0.1576    0.4854    0.4218
    0.9706    0.8003    0.9157
    0.9572    0.1419    0.7922
```

```
diag([1,2,3]) %对角数组
```

```
ans = 3x3
     1     0     0
     0     2     0
     0     0     3
```

```
diag([1,2,3;4,5,6;7,8,9]) %取对角元
```

```
ans = 3x1
     1
```

```
5
9
```

```
eye(3) % 单位数组
```

```
ans = 3x3
     1     0     0
     0     1     0
     0     0     1
```

```
magic(3) % 魔方数组
```

```
ans = 3x3
     8     1     6
     3     5     7
     4     9     2
```

```
randn('state',0) % 发生器置零
randn(3) % 正态分布随机数组
```

```
ans = 3x3
    -0.4326    0.2877    1.1892
    -1.6656   -1.1465   -0.0376
     0.1253    1.1909    0.3273
```

```
A = randsrc(5,2,[3,4,6]) % 指定字符集上的均匀随机数组
```

```
A = 5x2
     6     6
     4     6
     3     6
     6     4
     6     4
```

对于复杂的数组，也可以使用数组编辑器或 M 文件。数组编辑器的使用方法是：工作区-新建-输入变量名-双击变量的值进行编辑-[Enter] 键保存。

```
n = ndims(A) % 获得维数
```

```
n = 2
```

```
d = size(A) % 获得各维度的规模
```

```
d = 1x2
    5    2
```

```
[m,n] = size(A)
```

```
m = 5
n = 2
```

```
m = size(A,1)
```

```
m = 5
```

```
L = length(A) % 获得各维度规模的最大值
```

```
L = 5
```

```
Ne = numel(A) % 获得元素总数
```

```
Ne = 10
```

## 数组元素的标识与寻访

标识方法：

- 全下标法，即 `a(2,3)`，或者对于一维数组 `a(2)`
- 单下标法，将所有元素排成一个长列
- `:` 可以表示遍历，如 `a(2,:)`，`a(:)`

二维数组可以“单下标”或“全下标”方式访问、赋值；“单下标”方式赋值时，等号两边的元素个数必须相等；“全下标”方式赋值时，等号右边数组的大小必须等于原数组中涉及元素构成的子数组的大小。

```
A(true) % 随便得到一个元素
```

```
ans = 6
```

```
A(false) % 得到空值
```

```
ans =
```

```
[]
```

```
[I,J] = ind2sub([3 3],4) % 由单下标到全下标
```

```
I = 1
J = 2
```

```
A = magic(3);
A(4,4) = 4 % 拓展数组
```

```
A = 4x4
     8     1     6     0
     3     5     7     0
     4     9     2     0
     0     0     0     4
```

```
repmat(A,2,2) % 块排列
```

```
ans = 8x8
     8     1     6     0     8     1     6     0
     3     5     7     0     3     5     7     0
     4     9     2     0     4     9     2     0
     0     0     0     4     0     0     0     4
     8     1     6     0     8     1     6     0
     3     5     7     0     3     5     7     0
     4     9     2     0     4     9     2     0
     0     0     0     4     0     0     0     4
```

flipud() 以数组”水平中线”为对称轴，交换上下对称位置的数组元素

fliplr() 以数组”垂直中线”为对称轴，交换左右对称位置的数组元素

rot90() 把数组逆时针旋转 90deg

高维数组的建立

```
M(:, :, 1) = [1 0 2 5; 4 1 8 7; 3 2 6 3];
M(:, :, 2) = [3 5 4 1; 2 6 2 1; 4 2 3 0]
```

```
M =
M(:, :, 1) =
```

```
     1     0     2     5
     4     1     8     7
     3     2     6     3
```

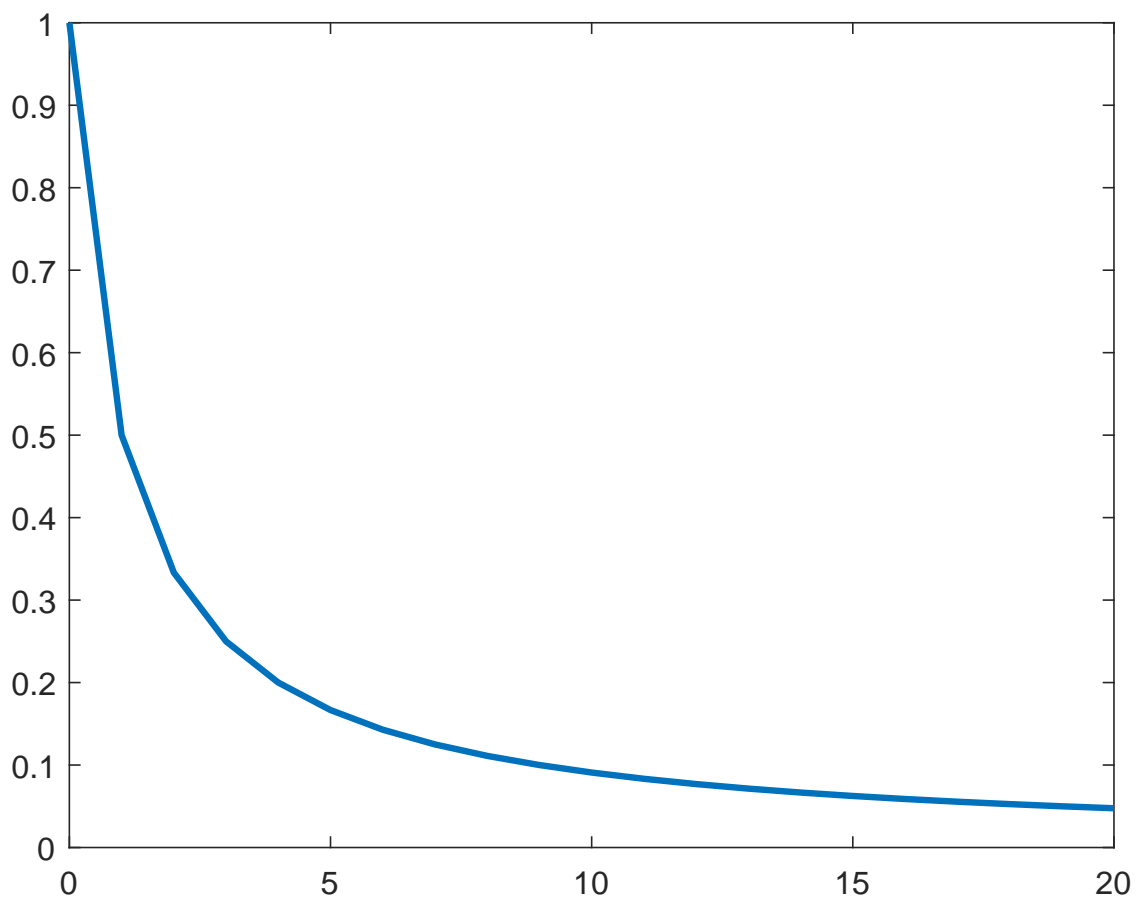
$M(:, :, 2) =$

3	5	4	1
2	6	2	1
4	2	3	0

## 数组运算

### 基本数组运算

```
x = 0:20;  
y = 1./(x+1);  
plot(x,y,'LineWidth',2)
```



### 关系运算

#### 运算法则:

- 当两个标量进行比较时，直接比较两数大小。若关系成立，结果为 1，否则为 0;

- 当两个维数相等的数组进行比较时，其相应位置的元素按标量关系进行比较，并给出结果，形成一个维数与原来相同 0、1 数组；
- 当一个标量与一个数组比较时，该标量与数组的各元素进行比较，结果形成一个与数组维数相等的 0、1 数组

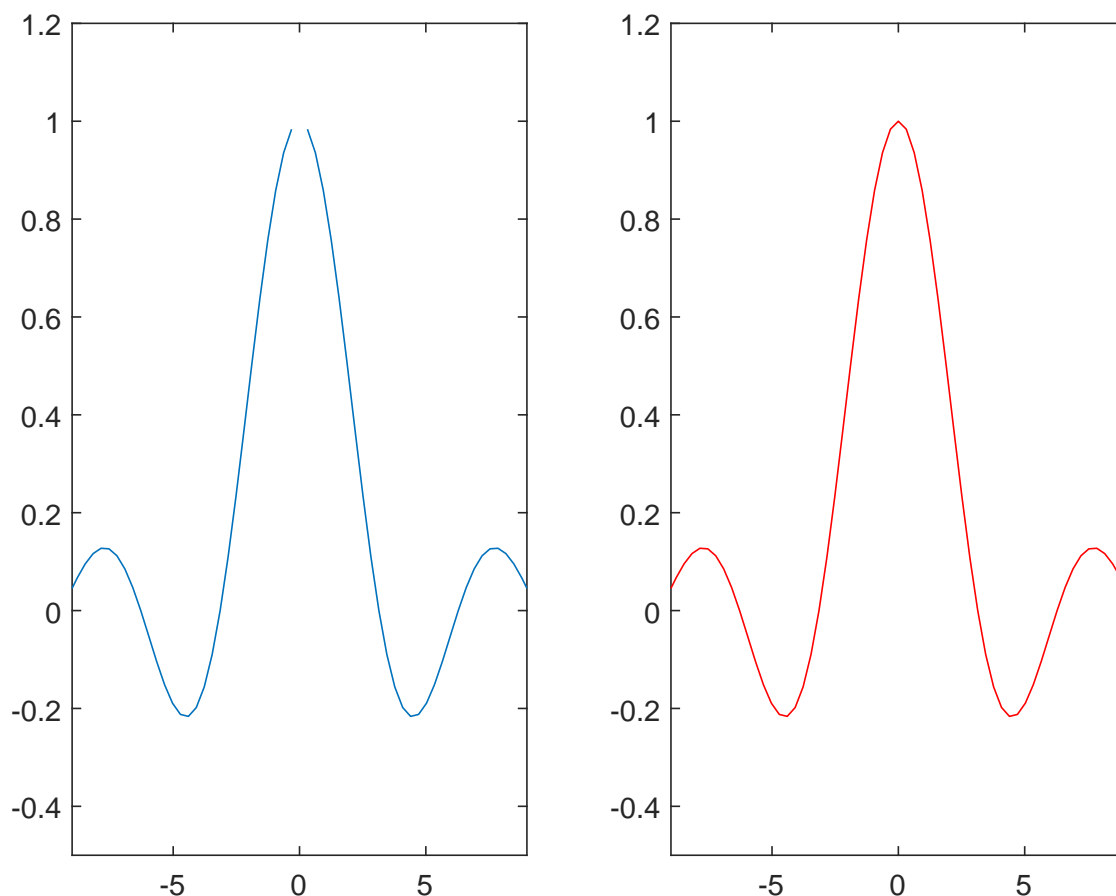
```
% 判断A中哪些元素可以被3整除
A = [24 35 13 22 63; 25 39 47 80 80; 90 41 80 29 10; 45 57 85 62 21; 37 19 ...
     31 88 76]
```

```
A = 5x5
      24      35      13      22      63
      25      39      47      80      80
      90      41      80      29      10
      45      57      85      62      21
      37      19      31      88      76
```

```
P = rem(A,3) == 0
```

```
P = 5x5 logical 数组
      1      0      0      0      1
      0      1      0      0      0
      1      0      0      0      0
      1      1      0      0      1
      0      0      0      0      0
```

```
clear
t = -3*pi:pi/10:3*pi;
y = sin(t)./t;
Lt = (t == 0);
tt = t + Lt*realmin;
yy = sin(tt)./tt;
subplot(1,2,1),plot(t,y);
axis([-9,9,-0.5,1.2]);
subplot(1,2,2),plot(tt,yy,'r');
axis([-9,9,-0.5,1.2])
```



## 逻辑运算

对于标量 a,b:

- $a \& b$ : a, b 全为非零时, 结果为 1, 否则为 0;
- $a | b$ : a, b 中只要有一个非零, 结果就是 1;
- $\sim a$ : a 是零, 结果为 1; a 非零, 结果为 0;
- $\text{xor}(a,b)$ : 若 a, b 中只有一个非零, 结果为 1; 若 a, b 全部为零或全部非零, 结果为 0。

当两个维数相等的数组进行比较时, 其相应位置的元素按标量关系进行比较, 并给出结果, 形成一个维数与原来相同的 0、1 数组; 当一个标量与一个数组比较时, 该标量与数组的各元素进行比较, 结果形成一个与数组维数相等的 0、1 数组。

`find()` 函数可以找到非零元素的位置。

例: 消去负半波

```
z = (y>=0).*y
z = ( (x<=pi) | (x>=2*pi) ).*y
Lt=(x>pi) & (x<2*pi);
yy=sin(x-Lt.*x)
```

## 数组运算函数

### 逻辑函数:

### 逻辑数组判断

- all(A) 数组 A 不含 0 元素, 返回 1; 否则 0
- any(A) 数组 A 不是全 0 元素, 返回 1; 否则 0

### 数据对象判断

- isempty(x) x 是 “空”, 则结果为 1
- isfinite(x) 对应 x 中有限大小元素的位置取 1, 其他为 0
- isinf(x) 对应 x 中无穷大小元素的位置取 1, 其他为 0
- isnan(x) 对应 x 中非数 NaN 元素的位置取 1, 其他为 0

### 数据类型判断

- isa(x,'name') x 是指定类型数据, 则结果为 1
- islogical (x) 是否逻辑类型
- isnumeric(x) 是否数值类型

### 生成逻辑数组

- false 按指定大小创建全 0 逻辑数组
- true 按指定大小创建全 1 逻辑数组
- logical 创建逻辑数组: 1 对应数组中非 0 元素, 其余为 0

### 指数函数:

- exp 指数
- log10 常用对数
- pow2 2 的幂
- log 自然对数
- log2 以 2 为底对数
- sqrt 平方根

### 复数函数:

- abs 模或绝对值
- conj 复数共轭
- real 复数实部
- angle 相角 (弧度)
- imag 复数虚部

### 圆整求余函数:



- ceil 向  $+\infty$  圆整函数
- rem 求余数
- fix 向 0 圆整函数
- round 向最近整数圆整函数
- floor 向  $-\infty$  圆整函数
- sign 符号函数
- mod 模除求余

非数和空数组

NaN 参与运算所得的结果也是 NaN，即具有传递性。NaN 没有大小概念，因此不能比较两个非数的大小。isnan 是唯一能正确判断非数的指令。

空数组的判断指令是 isempty。

## MATLAB 矩阵运算

$$A/B = A * \text{inv}(B)$$

$$A \setminus B = \text{inv}(A) * B$$

矩阵操作函数：

- diag 提取对角元素, 或生成对角矩阵
- flipud 矩阵上下翻转
- fliplr 矩阵左右翻转
- reshape 改变矩阵大小
- rot90 矩阵旋转 90 度
- tril 提取矩阵的下三角部分
- triu 提取矩阵的上三角部分

标量特征函数：

- rank(A) 计算矩阵 A 的秩
- det(A) 计算矩阵 A 行列式的值
- trace(A) 计算矩阵 A 的迹

eig() 函数可以返回矩阵 A 的特征值向量；[V,D]=eig() 可以返回矩阵的特征向量 V 和由特征值构成的对角阵 D。