

## 第 1 讲 MATLAB 系统环境与运算基础

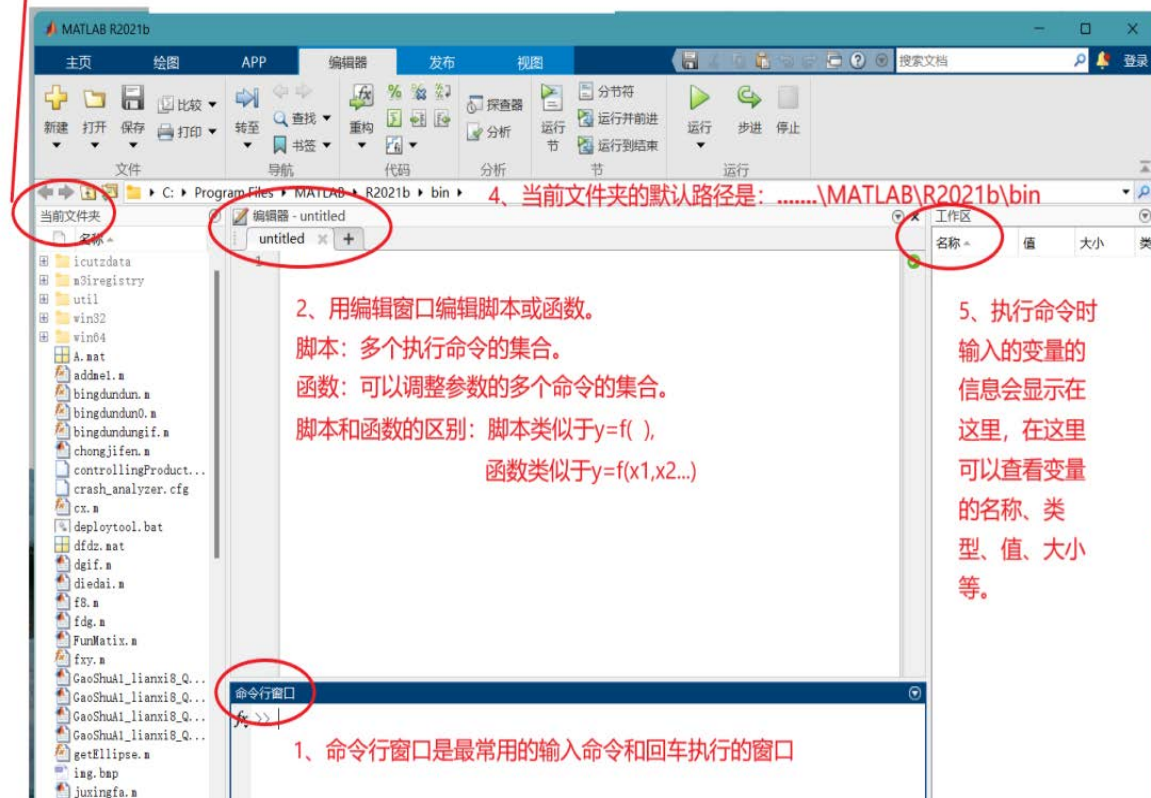
(第 1 章 MATLAB 系统环境 第 2 章 MATLAB 数据及其运算)

目的:

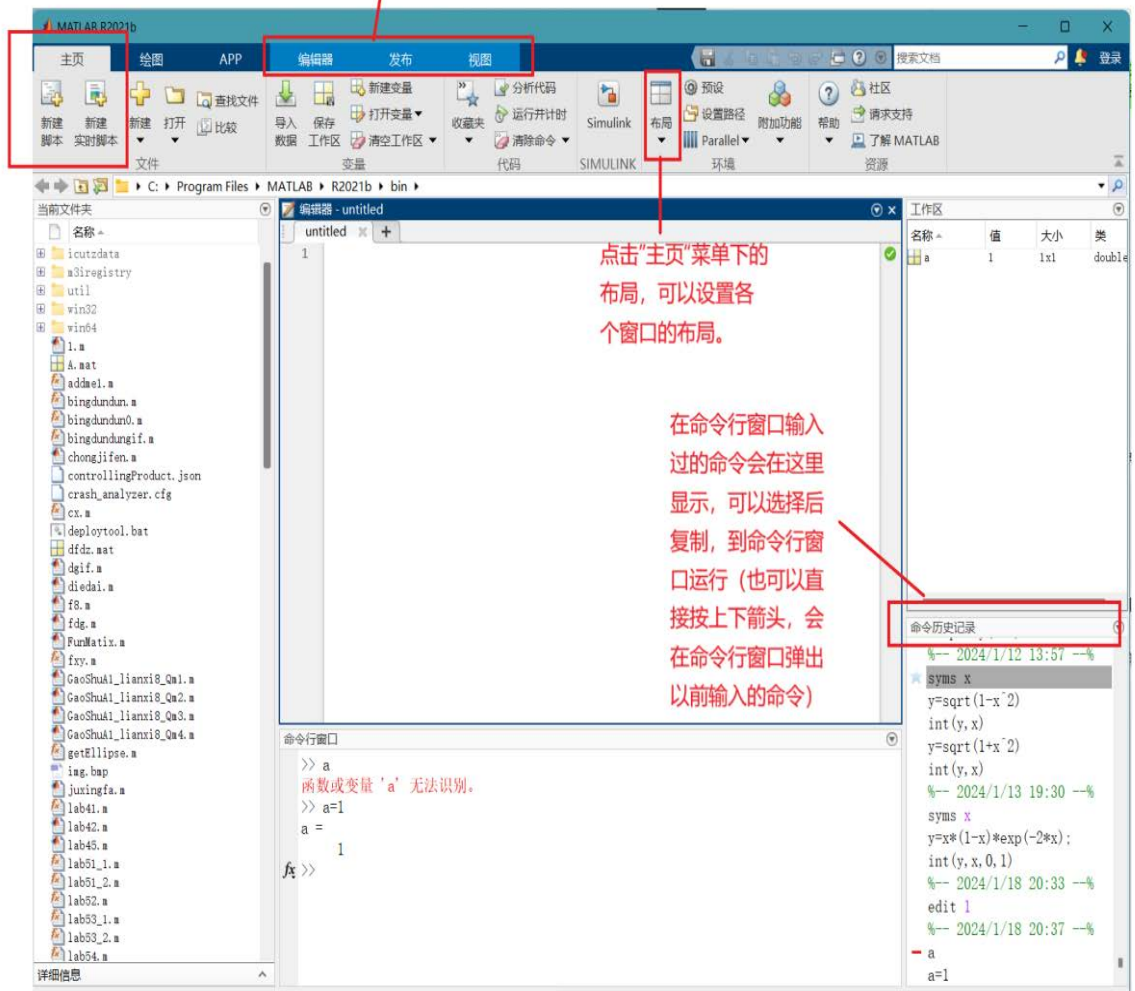
- 一、掌握 MATLAB 操作界面的组成。
- 二、尝试在命令行窗口运行命令
- 三、掌握矩阵的录入方法以及矩阵的运算符
- 四、提高熟练度的练习以及 MATLAB 中的 find 函数的使用方法。

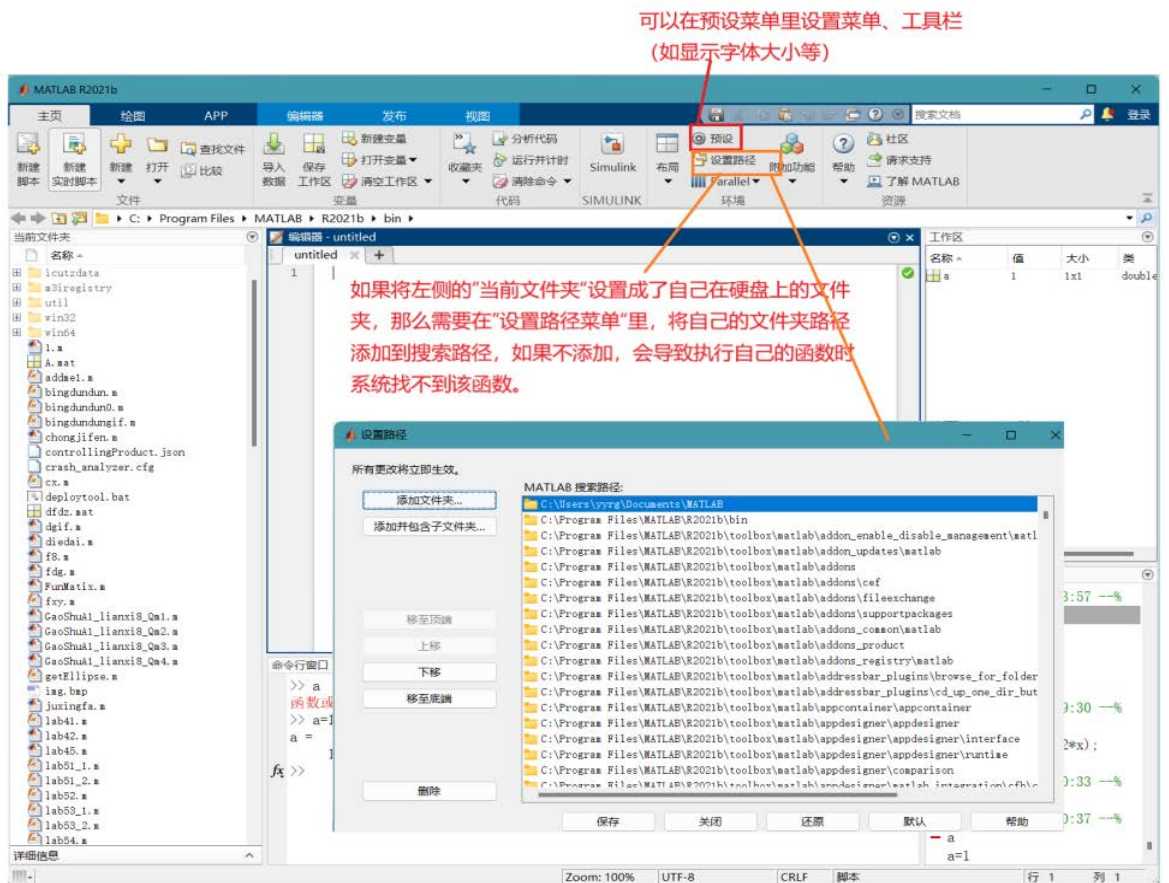
### 一、掌握 MATLAB 操作界面的组成。

- 3、当前文件夹: 点保存时, 自己设计的脚本或文件会保存在这个文件夹。当在命令行窗口输入一个函数命令并回车执行时, 系统会优先在这个文件夹里搜索该函数, 如果在这里找不到该函数, 系统才会在其它路径搜索。



1、编辑窗口有些时候没显示，这时候可以在“主页”菜单下点击“新建脚本”就会弹出编辑菜单和编辑器窗口。





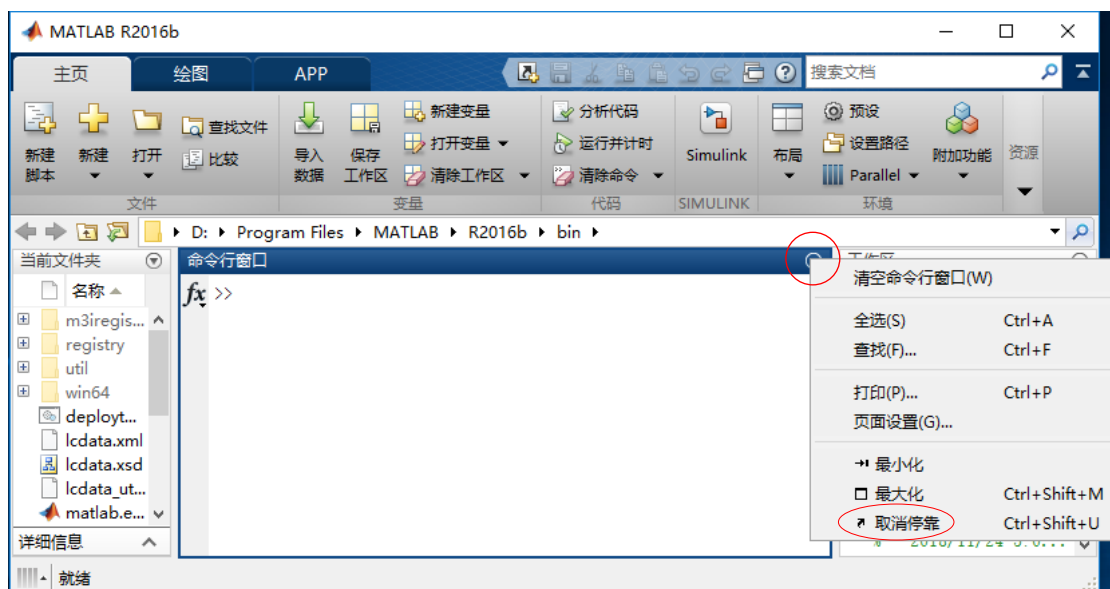
### 练习 1：用对话框将自定义文件夹设置到 MATLAB 搜索路径下。

- (1) 在 D 盘下建立名为 accc 的文件夹；（或者你 U 盘上的某个文件夹）
- (2) 在“主页”菜单下单击“设置路径”按钮；
- (3) 弹出“设置路径”框，单击“添加文件夹...”或“添加并包含子文件夹...”按钮；
- (4) 弹出“将文件夹添加到路径”框，找到并选中 D 盘 accc 的文件夹，单击“选择文件夹”按钮；
- (5) 返回“设置路径”框，依次单击“保存”、“关闭”按钮；
- (6) 在命令行窗口输入 help accc 后回车，显示“accc 是一个文件夹”说明设置成功，若显示“未找到 accc”说明设置不成功。

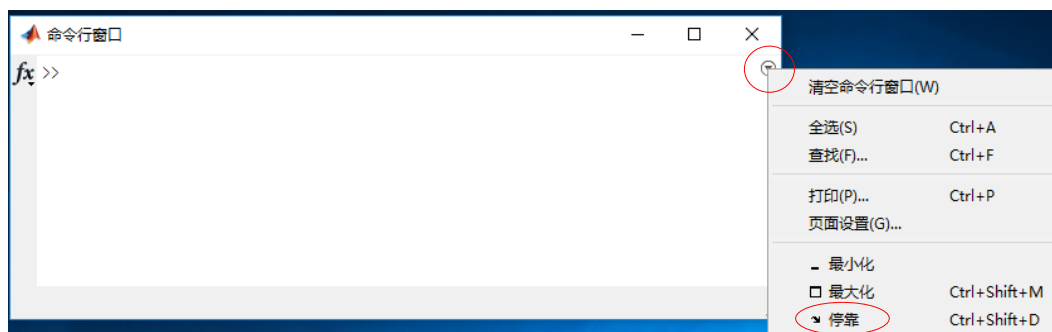
注：按道理按上上面操作完成后该文件夹里保存的脚本或函数就可以被搜索到并可以执行，但由于莫名其妙的原因，按步骤完成后有时仍会出现找不到函数的情形，如果出现着这种情况，可以试着关闭重启 matlab 再尝试执行。

## 练习 2：将命令行窗口从主窗口提出来成悬浮窗口

(1) 点击命令行窗口右上角的“显示操作”按钮▼，再从展开的菜单中选择“取消停靠”命令；

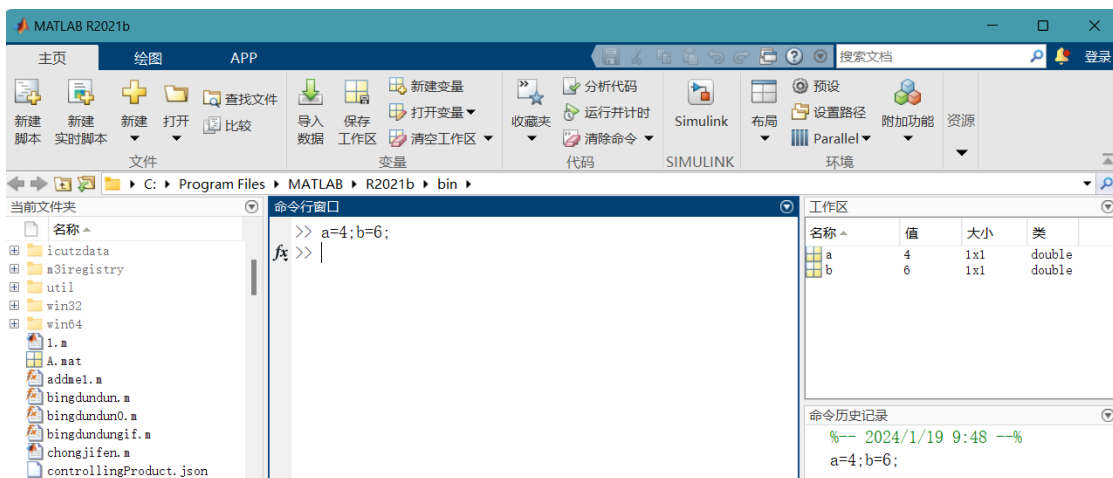


(2) 命令行窗口从主窗口提出来成悬浮窗口，类似地，可选“停靠”，将恢复原状。



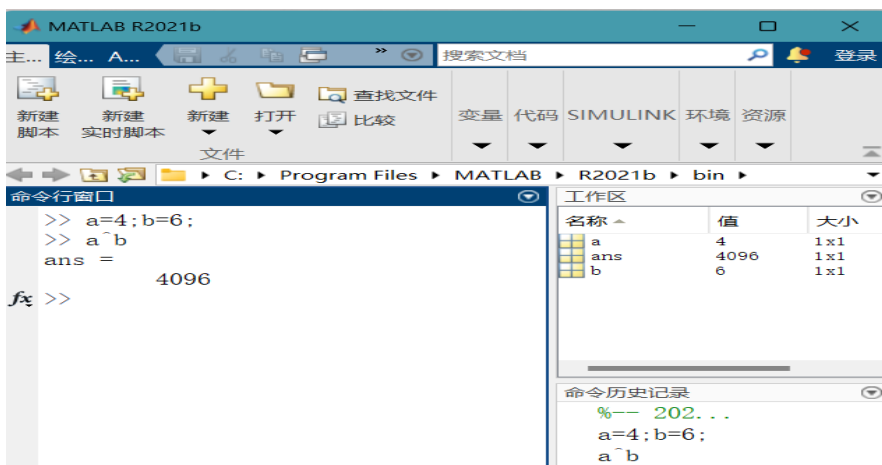
## 二、尝试在命令行窗口运行命令

Matlab 不需要申明变量即可直接使用，例如，如果想定义两个变量 a,b 且分别赋值 4, 6, 则只需在命令行窗口输入“>> a=4; b=6; ”并回车即可。如图所示

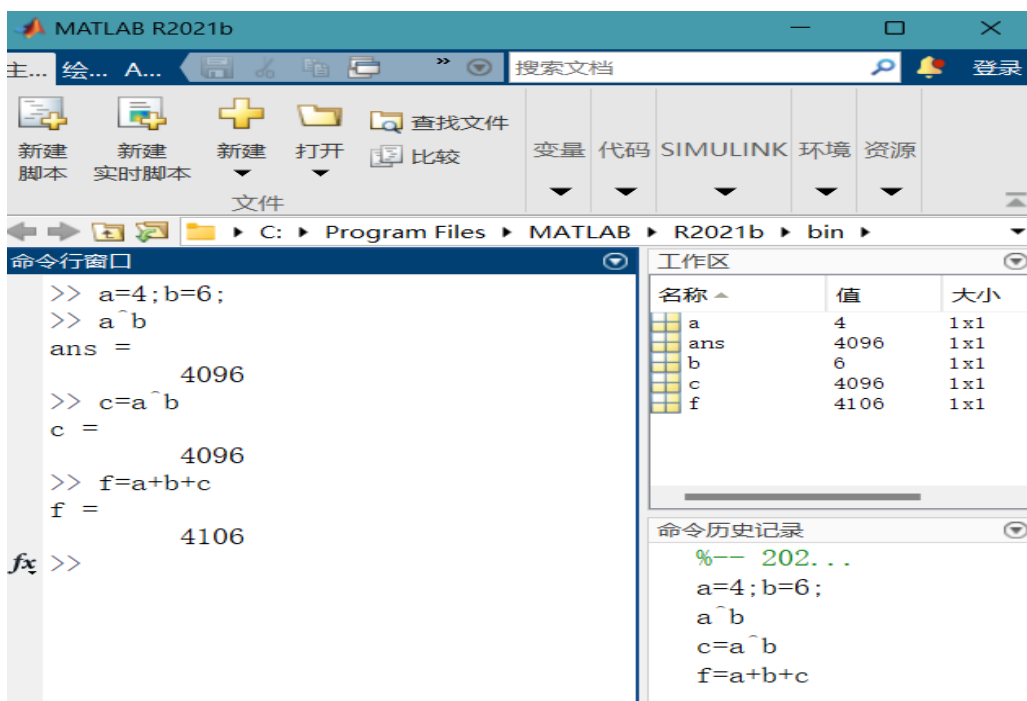


从图中右侧的工作区可以看到，此时产生了两个变量  $a$ ,  $b$  其值分别为 4, 6，默认类型为双精度浮点实数(double 型)，由于 matlab 将操作对象当成矩阵看待，因此单个数会被视作  $1 \times 1$  的矩阵，因此  $a$ ,  $b$  两变量的大小为  $1 \times 1$ 。输入的单个命令行语句可以以分号“`;`”或者逗号“`,`”，“或者不用任何符号结尾，输入后回车即可；如果想要在一行里输入多个命令，则各个命令间必须要用分号或者逗号隔开。

定义了变量后就可以直接使用，例如计算  $a^b$ ，如图所示输入 `a^b` 并回车，结果如图。



如果像上图中一样，没有指定输出变量，那么 matlab 会自动生成一个输出变量 `ans`，用它来表示运算结果，`ans` 变量总是用来表示最后一次未指定输出变量的运算结果，因此如果需要反复用到前面的运算结果，建议大家指定一个变量来存储前面的运算结果。例如



另外，我们从上图右侧下方的“命令历史记录”窗口可以看到，前面输入过的命令都在里面。如果想要重复使用以前的命令，可以复制它们到命令窗口。也可以直接按动键盘上的上下方向键，命令行窗口会自动弹出以前输入过的命令。

如想选择以前输入的多个命令，则可以在命令历史记录窗口，先选中某个命令，然后左手按住键盘上的“shift”键不放，右手按动方向键，这样就可以选择多个以前输入的命令进行复制。

**练习 3：**在 MATLAB 命令行窗口输入命令，分别选择以分号逗号或者不用符号结尾，观察命令行窗口显示的结果的不同区别。

```
>>x=0:pi/10:2*pi; y=sin(x);
```

**注 1：掌握冒号“：”赋值符。冒号赋值符的使用如下**`>> x=a: 步长: b;`

该命令产生一个行向量矩阵  $x$ ，该矩阵的第一个值为  $a$ ，第二个值为  $a + \text{步长}$ ，第三个值为  $a + 2 \times \text{步长}$ ，…，最后一个值为  $a + n \times \text{步长} \leq b$ 。例如

```
>>x=0:0.3:1; 结果是 x=[0, 0.3,0.6,0.9]。
```

在练习 1 中， $\sin(x)$  会计算  $x$  中每个元素对应的正弦值，产生的结果是和  $x$  同维的矩阵  $y$ 。

**注 2：**表达式后加逗号，或不加逗号直接回车，则结果会在命令行窗口显示。

表达式后如果加分号，则结果不会在命令行窗口显示，但结果值是存在并被存储了的（这可以



在右侧的工作区窗口看到)。

### 3. 计算数学表达式

常用数学函数

函 数 名	功 能	函 数 名	功 能
sin/sind	正弦函数，输入值为弧度/角度	abs	绝对值函数
cos/cosd	余弦函数，输入值为弧度/角度	rem	求余数(向 0 方向取整并求余)
tan/tand	正切函数，输入值为弧度/角度	mod	求余数（向下取整并求余）
asin/asind	反正弦函数，返回值为弧度/角度	fix	向零方向取整
acos/acosd	反余弦函数，返回值为弧度/角度	floor	不大于自变量的最大整数
atan/atand	反正切函数，返回值为弧度/角度	ceil	不小于自变量的最小整数
sinha/sinh	双曲正弦函数/反双曲正弦函数	round	四舍五入到最邻近的整数
cosh/acosh	双曲余弦函数/反双曲余弦函数	sign	符号函数
tanh/atanh	双曲正切函数/反双曲正切函数	gcd	最大公因子
sqrt	平方根函数	lcm	最小公倍数
log	自然对数函数	factorial	阶乘
log10	以 10 为底的常用对数函数	isprime	判断是否为素数
log2	以 2 为底的对数函数	primes	生成素数列表
exp	自然指数函数	perms	生成所有排列
pow2	2 的幂	randperm	生成任意排列

常用的预定义变量

预定义变量	含 义	预定义变量	含 义
ans	计算结果的默认赋值变量	nargin	函数输入参数个数
eps	机器零阈值	nargout	函数输出参数个数
pi	圆周率 $\pi$ 近似值	realmax	最大正实数

i, j	虚数单位	realmin	最小正实数
inf,Inf	无穷大, 如 1/0 的结果	lasterr	存放最新的错误信息
NaN,nan	非数, 如 0/0、inf/inf 的结果	lastwarn	存放最新的警告信息

**注：**如果不清楚某个函数或命令的使用，可以在命令行窗口输入 `>>help 函数名` 并回车，则系统会在命令行窗口弹出该函数的使用说明。例如：

```

>> help sin
sin - 参数的正弦，以弧度为单位
此 MATLAB 函数 返回 X 的元素的正弦。sin 函数按元素处理数组。该函数同时接受实数和复数
输入。对于 X 的实数值，sin(X) 返回区间 [-1, 1] 内的实数值。对于 X 的复数
值，sin(X) 返回复数值。

Y = sin(X)

See also sind, asin, asind, sinh, sinpi

sin 的文档
名为 sin 的其他函数
  
```

如果想知道更具体的使用说明可以点击此链接

**练习 4：**求  $z_1 = \frac{2\sin 85^\circ}{1+e^2}$  （注：此处记得需要将度数转为弧度再计算）

```

>> z1=2*sin(85*pi/180)/(1+exp(2))

z1 =

    0.2375
  
```

**练习 5：**求  $z_2 = \frac{\pi}{x+y}$ ，其中  $x=12, y=10^{-5}$ 。

**给出命令行窗口中的执行过程：**

```

>> x=12; y=10^(-5);

>> z2=pi/(x+y)

z2 =

    0.2618
  
```



### 【提示】

- matlab 中用 pi 表示 $\pi$ ，用 inf 表示无穷，负无穷就是-inf，正无穷就是+inf。
- 输入  $10^{(-5)}$ 表示 $10^{-5}$ 。注意指数函数  $e^5$  不能输入为  $e^5$ ，必须使用  $\exp(5)$ 。

## 三、掌握矩阵的录入方法以及矩阵的运算

### （一）矩阵的录入

Matlab 中用中括号表示矩阵（必须时英文中括号）

#### （1）方法一：直接输入

举例：输入矩阵  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 3 & 0 & 5 \end{pmatrix}$ ，在命令行窗口依次输入 `A=[1 2 1; 3 0 5]` 回车即可。

注：同一行的元素用空格或者逗号隔开，不同行用分号隔开。

#### （2）方法二：可以先输入分块，再用分块构成矩阵

举例：`>>a1=[1 2 1]; a2=[3 0 5]; A=[a1; a2]`

从上面可以看出，matlab 支持矩阵分块，所以可以用多个分块构成大矩阵，同时也支持分块运算。例如 `>> B=[a1+a2; a1-a2]`

结果是：B =

```
4      2      6
-2     2     -4
```

### （二）矩阵的运算

Matlab 中用“\*”，“\”或“/”来表示标准矩阵的乘法运算和逆矩阵运算。

在 matlab 中还有点乘“.\*”和点除“./”运算，这点一定要和标准乘除运算区分开。

**A\*B ——线性代数标准定义的矩阵乘法**

**A/B ——矩阵运算的  $A * B^{-1}$ ， A\B ——矩阵运算  $A^{-1} * B$**

上面两个是标准矩阵运算。

**A.\*B——矩阵对应位置元素相乘（结果是同型矩阵）**

**A./B——矩阵对应位置元素相除（结果是同型矩阵） A.\B——矩阵对应位置元素相除**

**A.^B—— A, B 是同型矩阵，结果是对应位置元素求幂。**

.\* \.^ ./ 称为阵列计算，matlab 中多数函数是按阵列预算来求解，即阵列函数。

如  $\cos(3)$  表示求 3 的余弦值，也可以求矩阵的余弦值，如  $\cos([1\ 2; 3\ 4])$  表示求矩阵中每个素的余弦值。

**练习 6:**  $z_3 = \frac{1}{2} \ln(x + \sqrt{1+x^2})$ ，其中  $x = \begin{bmatrix} 2 & 1+2i \\ -0.45 & 5 \end{bmatrix}$  (矩阵的录入)

这个题的意思是把  $x$  中的每个元素代入公式  $z_3 = \frac{1}{2} \ln(x + \sqrt{1+x^2})$  中，并求值。

$$\text{即求 } z_3 = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} \ln(2 + \sqrt{1+2^2}) & \frac{1}{2} \ln(1+2i + \sqrt{1+(1+2i)^2}) \\ \frac{1}{2} \ln(-0.45 + \sqrt{1+(-0.45)^2}) & \frac{1}{2} \ln(5 + \sqrt{1+5^2}) \end{bmatrix}$$

给出命令行窗口中的执行过程：（只要矩阵中有一个复数，整个矩阵就会被当成复矩阵）

```
>> x=[2,1+2i;-0.45,5]
x =
    2.0000 + 0.0000i    1.0000 + 2.0000i
   -0.4500 + 0.0000i    5.0000 + 0.0000i
>> z3=(1/2)*log(x+sqrt(1+x.^2))
z3 =
    0.7218 + 0.0000i    0.7347 + 0.5317i
   -0.2180 + 0.0000i    1.1562 + 0.0000i
```

**注 1:** 此题目中  $x^2$  需要用点幂运算  $x.^2$  (或  $x.*x$ ) 进行计算。点幂运算是计算矩阵中各个元素的平方值 (不要用  $x^2$ ,  $x^2$  是标准矩阵运算，不是算的  $x$  中的每个值的平方)。

$x.^2$ : 求  $x$  中各个元素的平方，结果是同型矩阵；

$1+x.^2$ : 上面结果矩阵中的每个元素加 1，结果是同型矩阵；

$\text{Sqrt}(1+x.^2)$ : 上面结果矩阵中的每个元素求根值，结果是同型矩阵；

$x+\text{sqrt}(1+x.^2)$ : 上面结果矩阵中的每个元素与矩阵  $x$  中对应位置元素求和，结果是同型矩阵；

$\log(x+\text{sqrt}(1+x.^2))$ : 上面结果矩阵中的每个元素求自然对数，结果是同型矩阵；

$(1/2)*\log(x+\sqrt{1+x.^2})$ ): 上面结果矩阵中的每个元素乘以 1/2, 结果是同型矩阵。

**注 2:** 如果嫌弃命令窗口显示太多, 可以用 `clc` 命令擦除命令窗口

**注 3:** 可以使用 `clear` 清除工作区中的所有变量, 使用时注意区别, 慎用 `clear` 命令。

#### 四、提高熟练度的练习以及 MATLAB 中的 `find` 函数的使用方法。

##### (一) 冒号表达式、点乘运算

**练习 7:**  $z_4 = \frac{e^{0.3a} - e^{-0.3a}}{2} \sin(a + 0.3) + \ln \frac{0.3 + a}{2}, \quad a = -3.0, -2.9, \dots, 2.9, 3.0$

给出命令窗口中的执行过程: (只复制输入的命令即可, 此题结果太长)

```
命令窗口
>> a=-3.0:0.1:3.0;%参考答案
>> z4=(exp(0.3*a)-exp(-0.3*a))/2.*sin(a+0.3)+log((0.3+a)/2)%参考答案
z4 =
    1 至 5 列
    0.7388 + 3.1416i    0.7696 + 3.1416i    0.7871 + 3.1416i    0.7913 + 3.1416i    0.7822 + 3.1416i
    6 至 10 列
fx 0.7602 + 3.1416i    0.7254 + 3.1416i    0.6784 + 3.1416i    0.6196 + 3.1416i    0.5496 + 3.1416i
```

##### 【提示】

- 利用冒号表达式生成  $a$  向量。
- 求以向量  $a$  为变量的函数值, 为对  $a$  各个元素求函数值, 结果为向量。
- 向量与向量相乘用点乘运算。

**练习 8:** 矩阵运算与数组运算 (观察标准矩阵乘法运算  $A*B$  和点乘  $A.*B$  的区别)

已知:  $A = \begin{bmatrix} 12 & 34 & -4 \\ 34 & 7 & 87 \\ 3 & 65 & 7 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 & 3 & -1 \\ 2 & 0 & 3 \\ 3 & -2 & 7 \end{bmatrix}$

求  $A*B$ 、 $B*A$  和  $A.*B$ 、 $B.*A$

给出命令窗口中的执行过程: (注意比较结果)

```
命令窗口
>> A=[12,34,-4;34,7,87;3,65,7]; B=[1 3 -1;2 0 3;3 -2 7];
>> A*B, B*A %参考答案
ans =
    68    44    62
   309   -72   596
   154    -5   241
ans =
   111   -10   250
    33   263    13
   -11   543  -137
>> A.*B, B.*A %参考答案
ans =
    12   102     4
    68     0   261
     9  -130    49
ans =
    12   102     4
    68     0   261
     9  -130    49
fx >> |
```

### 【提示】

➤ 区分运算符 (\*, ./, .^ ) 与 (\*, /, ^), 初学者容易引起混乱, 要引起重视。

练习:  $A^3$ 、 $A.^3$  和  $A/B$ 、 $B\backslash A$

### (二) 完成下列数据操作 (通过练习掌握 find 函数)

find(a>2)给出 a 中满足大于 2 的元素的位置数组, 例如  $a = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 3 & 1 & 0 \\ -3 & -1 & 0 \end{bmatrix}$ , 则 find(a>2)结

果为: 2 7; 即第 2 个和第 7 个元素大于 2; 这里运算结果 2 7 是一个数组, 相当于[2,7], 所以输入语句 a(find(a>2))相当于 a([2,7]), 运算结果将是 3 3。

**练习 9:** 求[100,999]之间能被 21 整除的数的个数

**给出命令窗口中的执行过程:** (提示: 先利用冒号表达式, 再利用 find 和 length 函数)

```
>>A=100:99;
```

```
>>B=(mod(A,21)==0);  
>>K=find(B);  
>>length(K);  
>>A(K);
```

#### 步骤说明:

1、A=100: 999——用冒号表达式把[100,999]之间的整数放在一个 A 向量里;

2、B=(mod(A,21)==0):

mod(A,21)是将 A 中每个元素与 21 做商后求余数, 结果是余数构成的与 A 同型号的矩阵;

mod(A,21)==0 是进行逻辑运算, 用双等号==做逻辑判断, 判断左边 mod(A,21)矩阵中的每个元素是否等于 0, 如果是, 则赋值 1, 如果否, 则赋值 0。显然 1 表示该处的值可以整除 21, 0 表示该处的值不能整除 21。

B=(mod(A,21)==0)是用上面逻辑判断的结果形成一个和 A 同型号的矩阵 B;

3、K=find(B)是找 B 中的真值在 B 中对应的位置, 并将位置赋给矩阵 K, 此命令等同于

K=find(B==1)或者 K=find(B~=0); (matlab 中把非 0 数作为真, 0 作为假);

4、length(K)求矩阵 K 的长度;

5、如果想知道 A 中能被 21 整除的元素是哪些, 可以使用 A(K)是把矩阵 A 中对应 K 中的值 (作为位置) 的位置处的元素取出来。

**练习 10:** 建立字符串向量 A='dGH47jF&' 删除其中的大写字母。

注: matlab 中输入字符串需要用单引号括起来。

**给出命令行窗口中的执行过程:** (提示: 掌握 find 函数和并利用赋值空矩阵删除元素)

```
命令窗口
>> A='dGH47jF&' %参考答案
A =
dGH47jF&
>> B=(A>='A' & A<='Z')
B =
1×8 logical 数组
    0    1    1    0    0    0    1    0
>> K=find(B)
K =
     2     3     7
>> A(K)=[]
A =
d47j&
>> A
A =
d47j&
fx >> |
```

### 【提示】

利用 find 函数 (p38 表 2-5) 和空矩阵 (p26)。

注意使用关系运算、逻辑运算。

注意！本题中大写字母所在位置是随机的，要用关系运算和逻辑运算，以及 find 找到它们所在位置的序号。