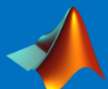


上讲内容

- 变量：命名规则，特殊变量
- 数据类型：[] {} “
- 运算符：* .* ^ .^ / ./ (数字之间运算用右除，左除专用于线性方程组求解)

	*	.*	^	.^	/	./
数-数						
矩阵-数			矩阵连乘(数为正整数)	矩阵元素乘方	数拓展为矩阵，对应元素相除	数拓展为矩阵，对应元素相除
数-矩阵			与特征值和特征向量有关	数拓展为矩阵，对应元素乘方		数拓展为矩阵，对应元素相除
矩阵-矩阵	矩阵乘法	对应元素相乘		对应元素乘方	求解线性方程组	对应元素相除

- 数据输出：disp和fprintf函数



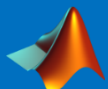
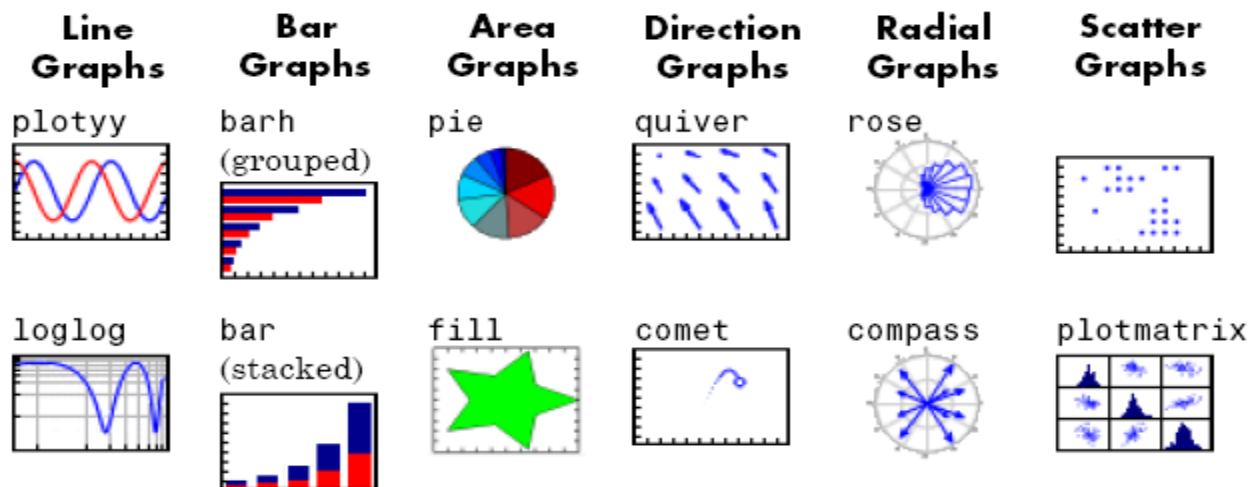
第1章 MATLAB程序设计语言与 初等数学运算

- 1.5 MATLAB图形
- 1.6 Script文件和函数文件
- 1.7 MATLAB函数



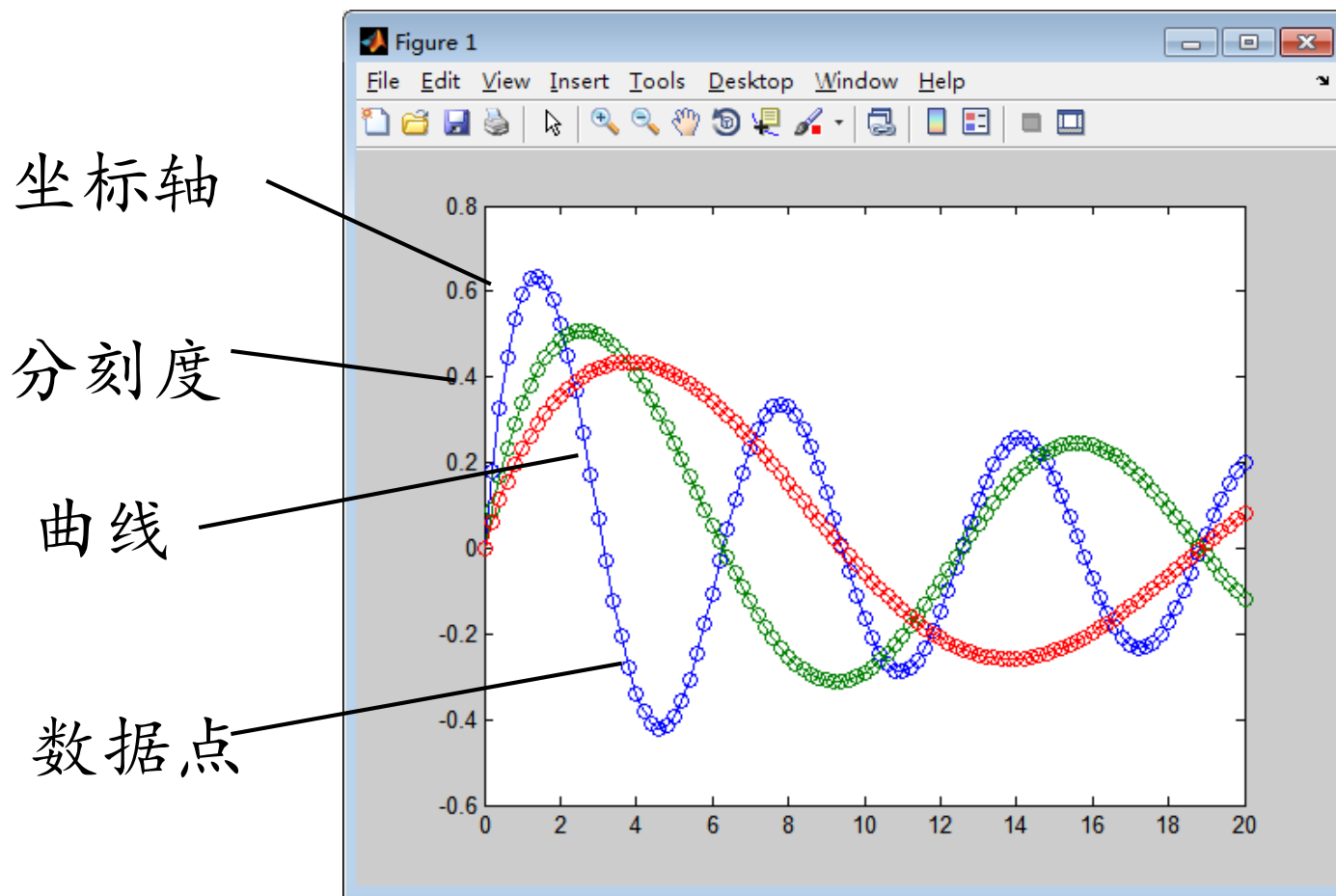
MATLAB图形

- 图形化是表示数值计算结果的最重要方式之一；
- MATLAB提供了丰富的图形命令，可以通过键入 `help graph2d`, `help graph3d`, `help specgraph` 查看所有图形命令；
- 本课程仅详细介绍二维曲线作图



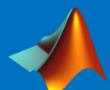
MATLAB二维曲线的基本组成

MATLAB将图形绘制在图形窗口中



二维曲线绘制的基本步骤

- 1)数据准备，即生成需要作图的数据；
- 2)采用plot命令绘图；
- 3)采用title， legend， xlabel， ylabel， text等函数给图形增加标识。
- 4)采用axis， grid等函数设置图形的坐标、网格线等格式；

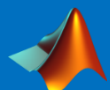


函数plot基本调用格式

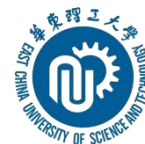
1) plot(X,Y,'s')

最常用的形式

- X、Y是同维向量时，绘制以X、Y为横、纵坐标的曲线
- X是向量，Y是有一维与X同阶的矩阵时，则绘出多根不同色彩的曲线。曲线数等于Y的另一维，X作为这些曲线共同的横坐标 将X定义为列向量，Y每列与X同阶
- X是矩阵，Y是向量时，情况与上相同，只是曲线都以Y为共同纵坐标
- X、Y是同维矩阵时，则以X、Y对应列元素为横、纵坐标分别绘制曲线，曲线条数等于矩阵的列数。

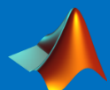


曲线的色彩、线型和数据点型貌

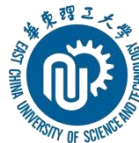


线型	符号	-	:	-.	--
	含义	实线	虚线	点划线	双划线

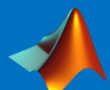
色彩	符号	b	g	r	c	m	y	k	w
	含义	蓝色	绿色	红色	青色	品红	黄色	黑色	白色



曲线的色彩、线型和数据点型貌

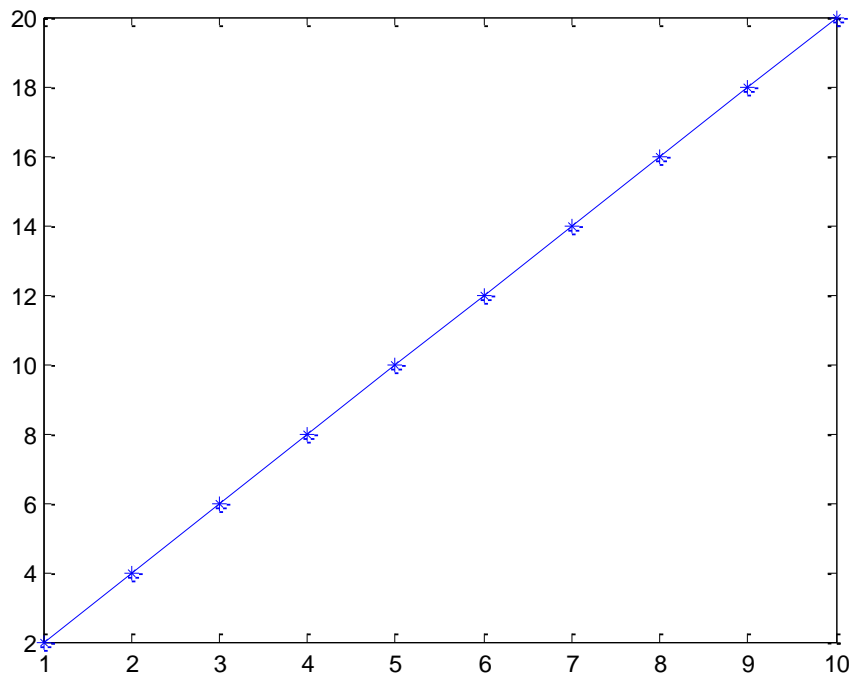


符号	含义	符号	含义
.	实心黑点	d	菱形
+	十字	h	六角星符
*	八线符	o	空心圆圈
^	上三角	p	五角星符
>	右三角	s	方块
<	左三角	x	叉字符
v	下三角		



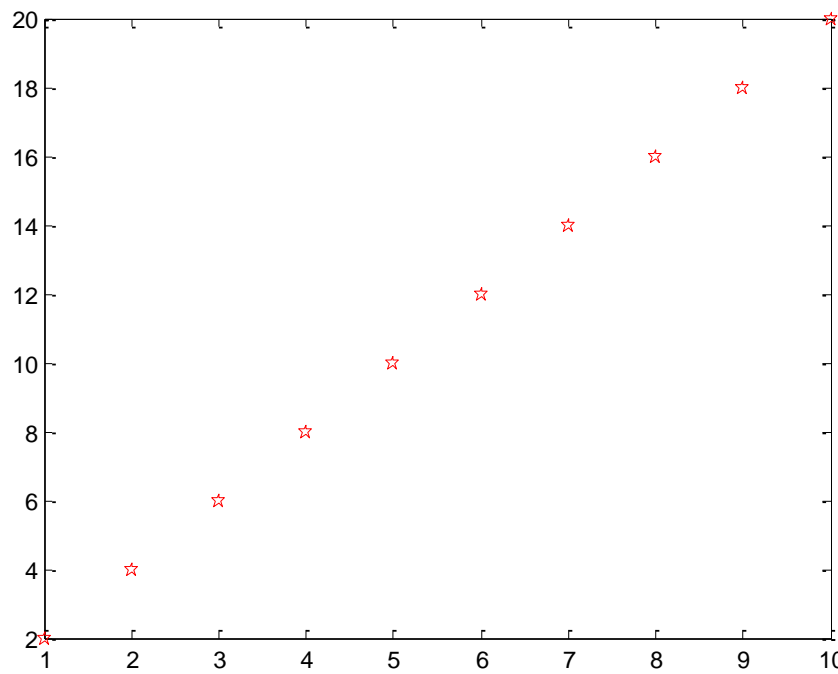
plot命令的使用

已知 $a=1:10$; $b=2:2:20$; 写出下列图形的绘制命令。



蓝色实线，*表示数据点

```
>> plot(a,b,'b-*')
```

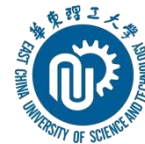


散点图，五角星表示数据点

```
>> plot(a,b,'rp')
```

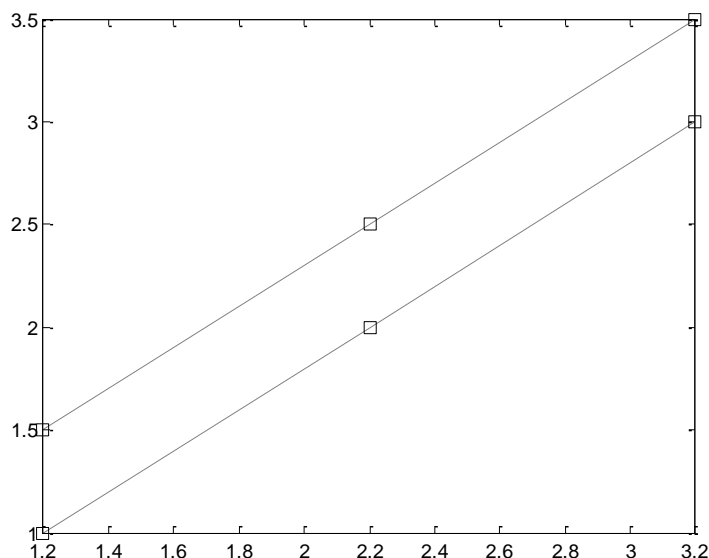


plot命令的使用

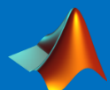
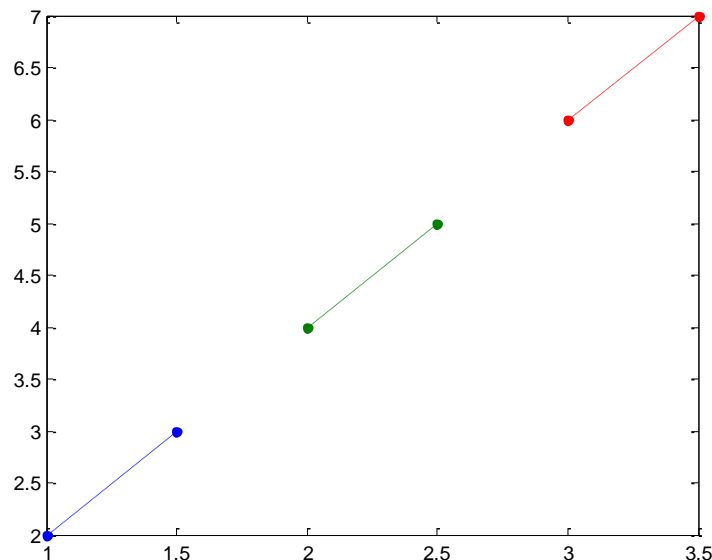


已知 $a=[1 \ 2 \ 3; 1.5 \ 2.5 \ 3.5]$; $b=[2 \ 4 \ 6; 3 \ 5 \ 7]$; $c=[1.2 \ 2.2 \ 3.2]$, 以下语句所绘制图形是怎样的?

```
>> plot(c,a, 'sk')
```

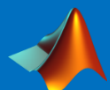


```
>> plot(a,b, '-. .')
```



2) plot(X,'s')

- X为实向量时，以该向量元素的下标为横坐标、元素值为纵坐标画一条连续曲线
- X是实矩阵时，则按列绘制每列元素值相对其下标的曲线，曲线数目等于X的列数
- 's'是用来控制线型、色彩、数据点型的选项字符串。s可以缺省，此时曲线按MATLAB默认设置绘制。s的取值见下节



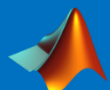
函数plot基本调用格式

3) `plot(X1,Y1,'s',X2,Y2,'s',...)`

- 此格式可以将多组数据表示的曲线同时绘制在一个图形窗口中；
- 每个绘线“三元组” $(X,Y,'s')$ 的结构和作用与上相同。
- 不同“三元组”之间没有约束关系。

4) `plot(X,Y,'s','PropertyName',PropertyValue,...)`

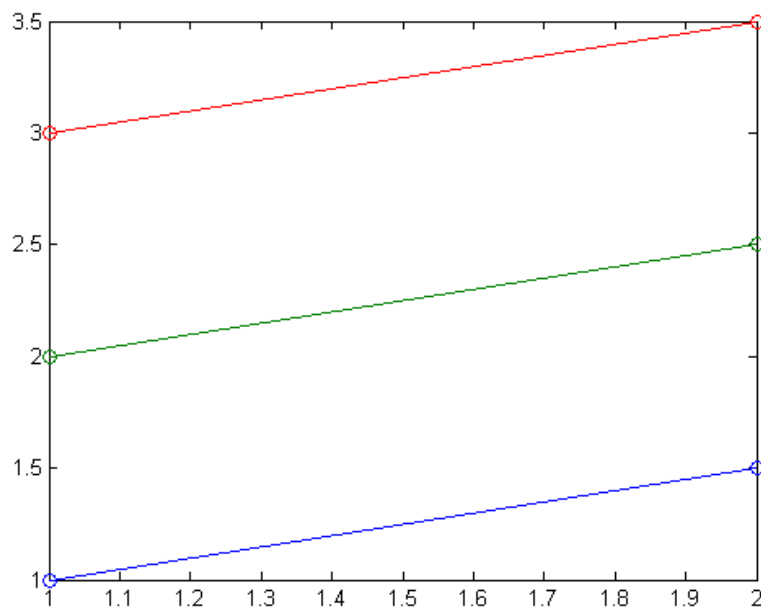
- 除了利用控制曲线的线型、色彩和数据点类型外，还可以通过此格式对曲线宽度、数据点大小等性质进行控制。



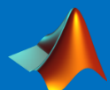
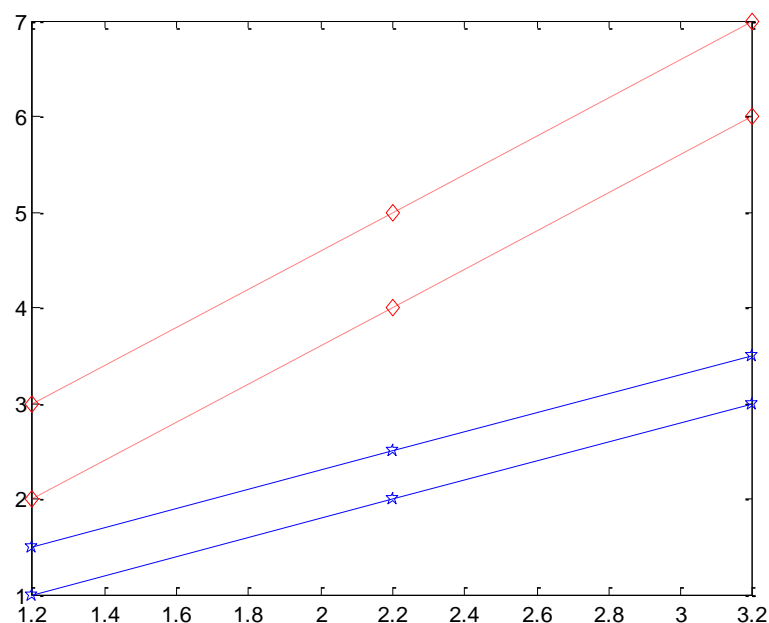
plot命令的使用

已知 $a=[1 \ 2 \ 3; 1.5 \ 2.5 \ 3.5]$; $b=[2 \ 4 \ 6; 3 \ 5 \ 7]$; $c=[1.2 \ 2.2 \ 3.2]$, 以下语句所绘制图形是怎样的?

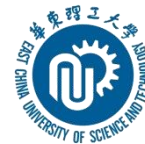
```
>> plot(a,'-o')
```



```
>> plot(c,a,'b-p',c,b,'r:d')
```



图形标识



坐标轴名

y

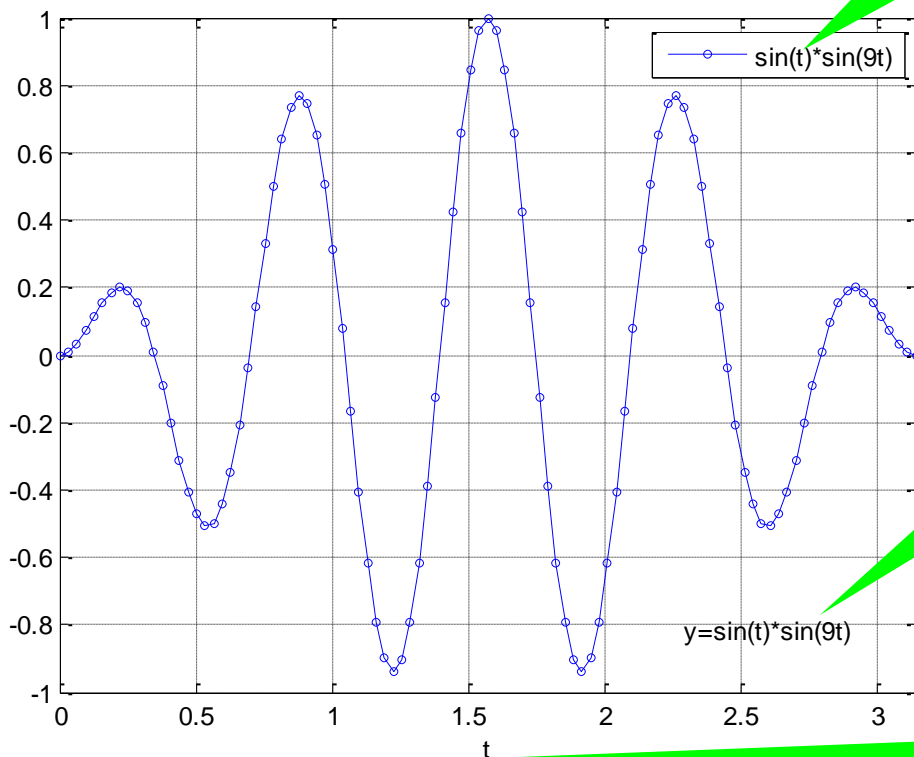
图题

Wave

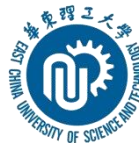
图例

文本注释

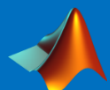
坐标轴名



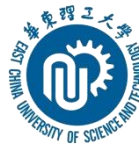
图形标识函数



图形标识	命令及调用格式
图名	<code>title('text')</code> <code>title('text','Property1',PropertyValue1,'Property2',PropertyValue2,...)</code>
坐标轴	<code>xlabel('text')</code> 或 <code>ylabel('text')</code> <code>xlabel('text','Property1',PropertyValue1,'Property2',PropertyValue2,...)</code>
文本注释	<code>text(X,Y,'string')</code>
图例	<code>legend(string1,string2,string3, ...)</code>



图形标识



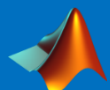
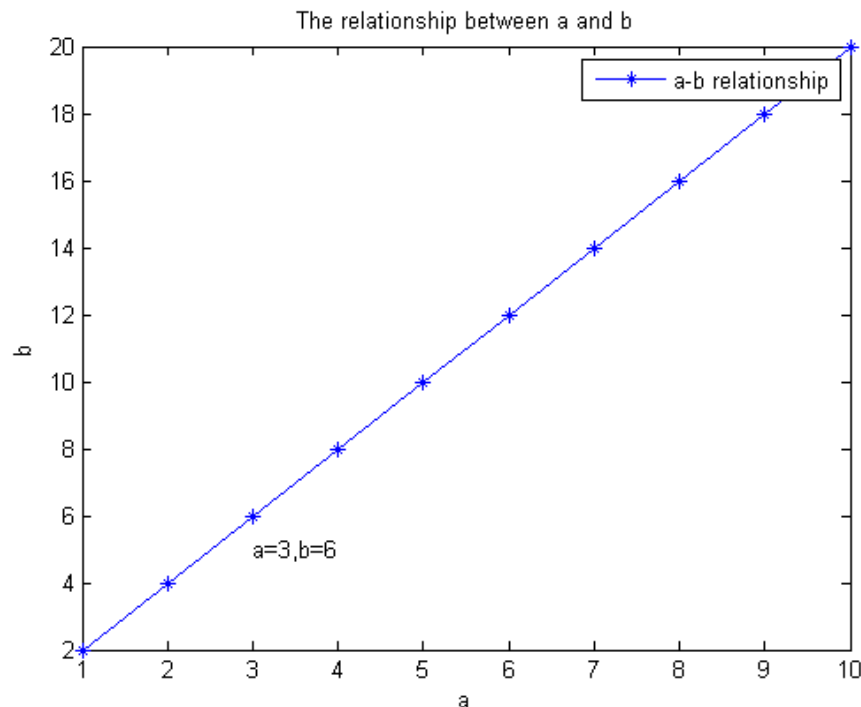
```
>> title('The relationship between a and b')
```

```
>> xlabel('a')
```

```
>> ylabel('b')
```

```
>> legend('a-b relationship')
```

```
>> text(3,5,'a=3,b=6')
```



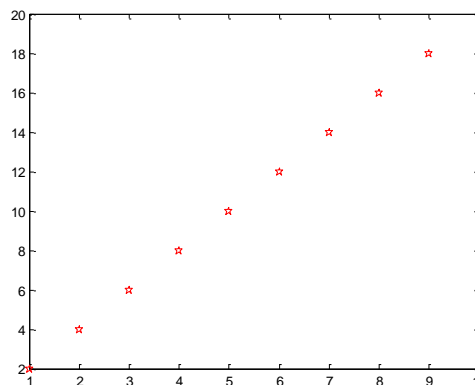
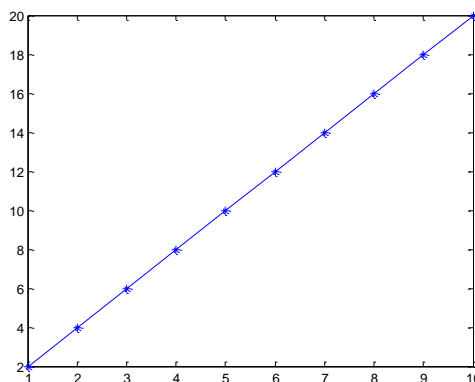
图形窗的打开与保持

图形窗打开命令：figure

```
>> plot(a,b,'b-*')
```

```
>> figure
```

```
>> plot(a,b,'rp')
```

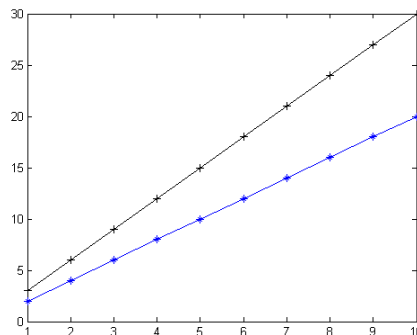


图形窗保持命令：hold

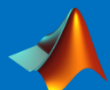
```
>> plot(a,b,'b-*')
```

```
>> hold on
```

```
>> plot(a,c,'k-+')
```

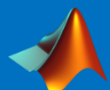


如果此后不想在同一窗口中绘制新的曲线时，则需输入hold off命令。

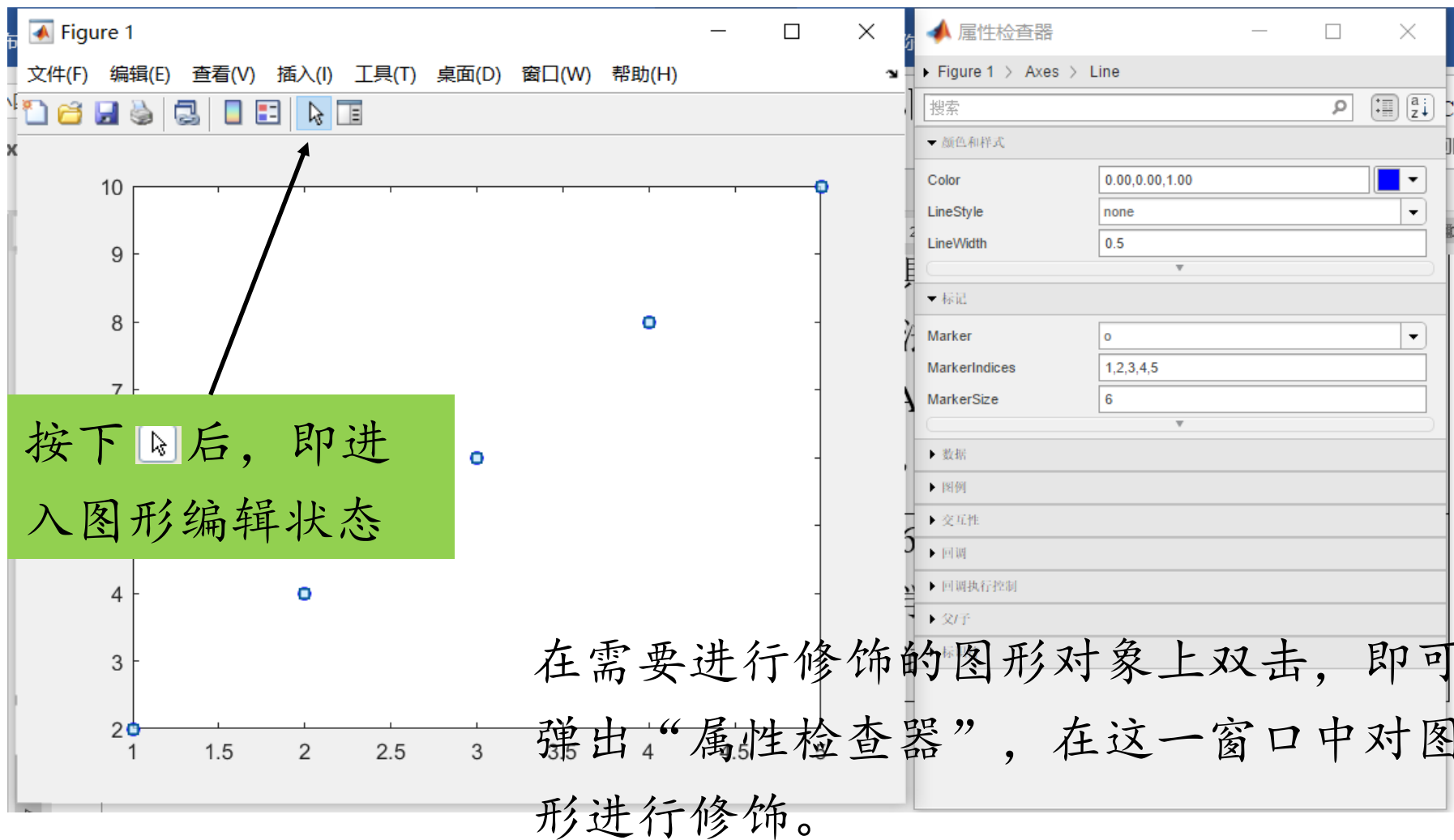


图形的保存


1. 在图形窗口的File菜单中选择save as，将图形保存为*.fig文件，该文件可以被MATLAB图形窗口打开，再进行编辑。
2. 在图形窗口的Edit菜单中选择copy figure选项，然后可将图形粘贴于Word，Powerpoint，画图等软件中
 - 注意：复制图形的格式可以在File菜单中的Preference选项中设置



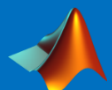
图形窗口中曲线的修饰



The image shows a MATLAB environment with a 'Figure 1' window and a '属性检查器' (Property Inspector) window. The Figure window displays a scatter plot with blue square markers at approximately (1, 2), (2, 4), (3, 6), (4, 8), and (5, 10). An arrow points from a green text box to the 'Edit' button (a mouse cursor icon) in the Figure window's toolbar. The Property Inspector window is open on the 'Line' properties for the selected series. The '颜色 and 样式' (Color and Style) section shows 'Color' as '0.00,0.00,1.00' (blue), 'LineStyle' as 'none', and 'LineWidth' as '0.5'. The '标记' (Marker) section shows 'Marker' as 'o', 'MarkerIndices' as '1,2,3,4,5', and 'MarkerSize' as '6'. The '数据' (Data) section is also visible.

按下  后，即进入图形编辑状态

在需要进行修饰的图形对象上双击，即可弹出“属性检查器”，在这一窗口中对图形进行修饰。



命令行修饰曲线格式

```
plot((X,Y,'s','PropertyName',PropertyValue,...)
```

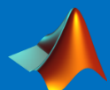
```
set(H,'PropertyName',PropertyValue,...)
```

```
>> plot(a,b,'b-o','LineWidth',2,'MarkerSize',10,'MarkerFaceColor','r')
```

```
>> xlabel('a','FontSize',16,'Fontname','Arial','color','r')
```

```
>> set(gca,'FontSize',16,'Fontname','Arial','xlim',[1 10])
```

对提高图形质量帮助很大，但考试不做要求。



例题6

计算在1/2英寸不锈钢管中，以2000lb/hr流量输送水，当水的温度为10、20、30、40、50℃时，压降分别为多少？结果输出如以下样图所示，其中曲线采用蓝色实线，线宽2磅，数据点采用空心圆点，大小为10磅，图题The T~pressure drop relationship，字体大小为16磅；x和y轴坐标名分别为Temperature [°C]和Pressure drop [psi]，字体大小为16磅；坐标轴刻度字体大小16磅。试写出MATLAB命令。

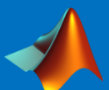
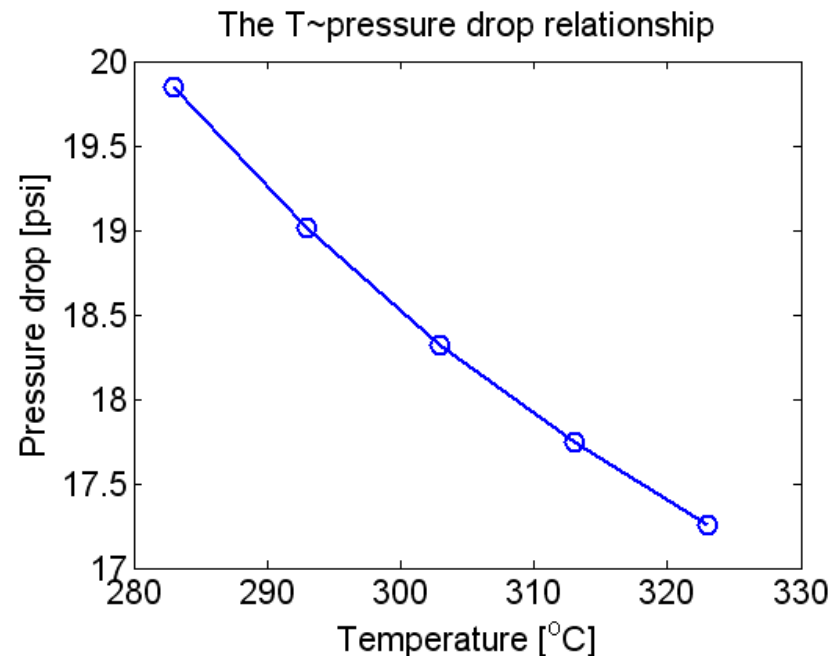


例题6

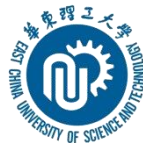


...

```
>> plot(T,deltP,'b-o','Linewidth',2,'Markersize',10)
>> title('The T~pressure drop relationship','FontSize',16)
>> xlabel('Temperature [^oC]','FontSize',16)
>> ylabel('Pressure drop [psi]','FontSize',16)
>> set(gca,'FontSize',16)
```



双纵坐标和多子图

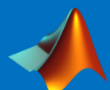


双坐标图

`plotyy(X1,Y1,X2,Y2)`以左右不同纵轴分别绘制X1-Y1、X2-Y2两条曲线

多子图

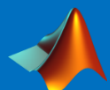
采用`subplot(m,n,k)`使 $(m \times n)$ 幅子图中的第k个成为当前子图，再采用其它的图形绘制指令则可将图形绘制到指定的子图中。子图序号的编制原则是：左上方为第1幅，向右向下依次增大。



例题7

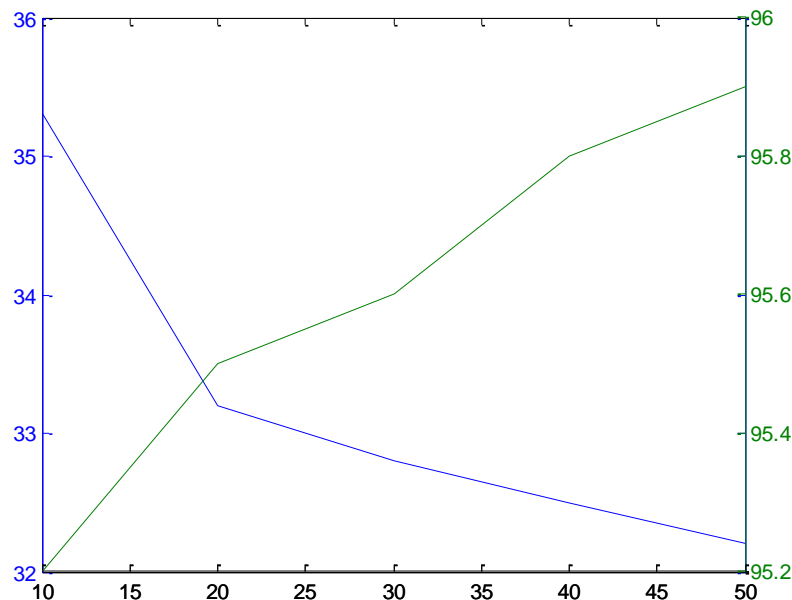
反应时间 (min)	A转化率 (%)	B选择性 (%)	C选择性 (%)	D选择性 (%)
10	35.3	95.2	2.6	2.2
20	33.2	95.5	2.4	2.1
30	32.8	95.6	2.3	2.1
40	32.5	95.8	2.0	2.2
50	32.2	95.9	2.1	2.0

- 1) 采用plotyy命令，在同一图形窗口中绘制反应时间~转化率和反应时间~B选择性曲线；
- 2) 采用subplot和plot命令，将反应时间与转化率和各产物选择性关系图分别绘制在1~4号子图中，给每个子图加上图题。

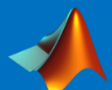


例题7

```
>> t=10:10:50;  
>> A=[35.3 33.2 32.8 32.5 32.2];  
>> B=[95.2 95.5 95.6 95.8 95.9];  
>> C=[2.6 2.4 2.3 2.0 2.1];  
>> D=[2.2 2.1 2.1 2.2 2.0];  
>> plotyy(t,A,t,B)
```

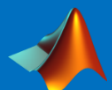
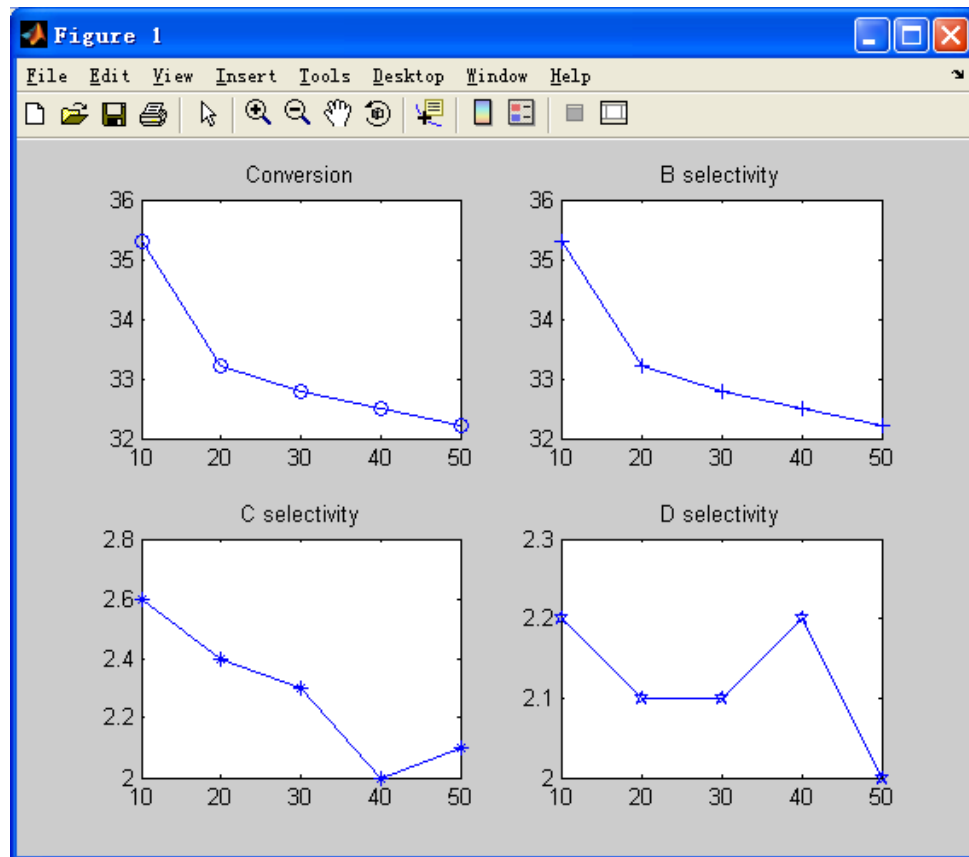


plotyy函数中不能直接设定两条曲线的格式，可通过图形句柄利用set函数或直接在图形窗口中进行设定



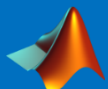
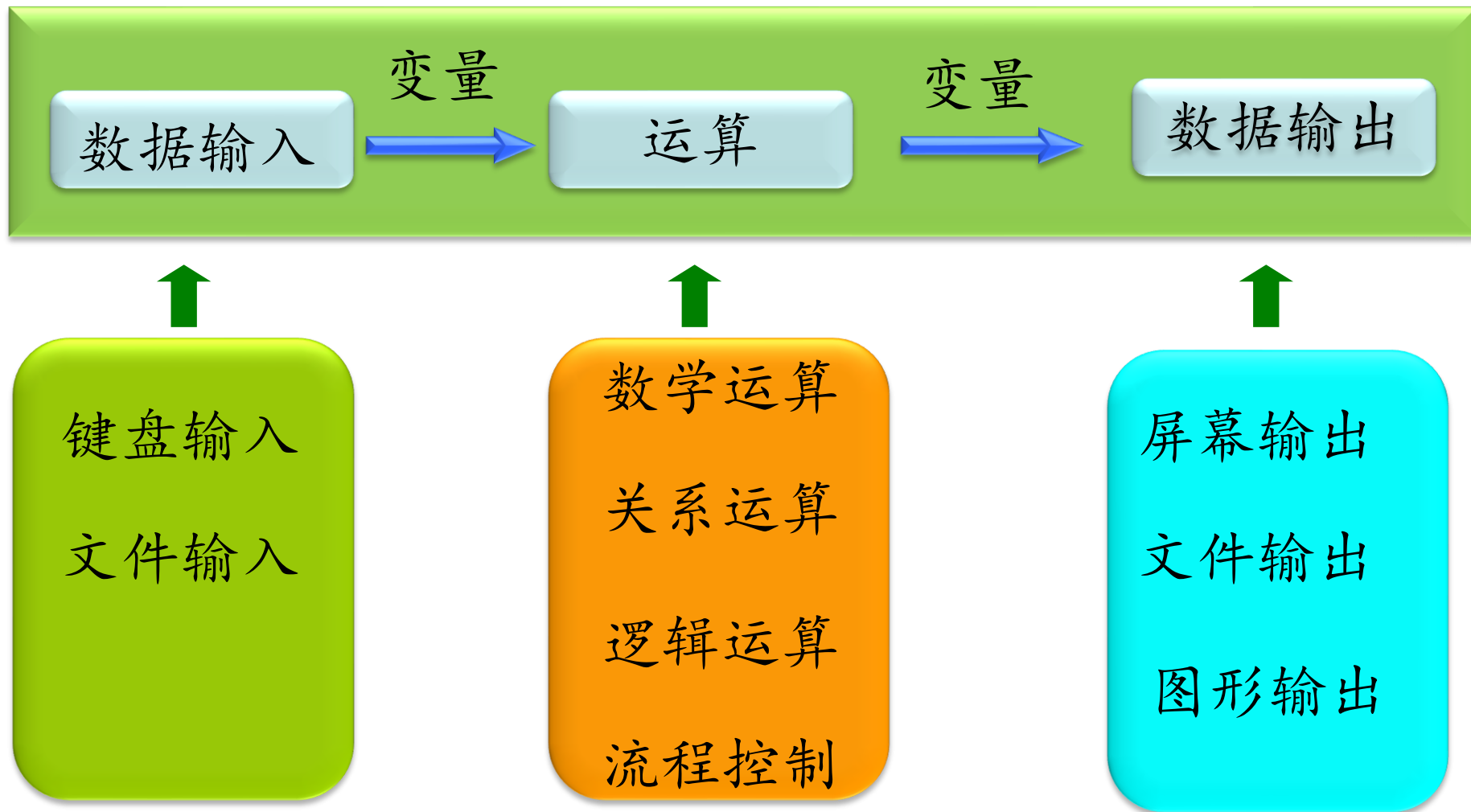
例题7

```
>> t=10:10:50;
>> A=[35.3 33.2 32.8 32.5 32.2];
>> B=[95.2 95.5 95.6 95.8 95.9];
>> C=[2.6 2.4 2.3 2.0 2.1];
>> D=[2.2 2.1 2.1 2.2 2.0];
>> subplot(2,2,1)
>> plot(t,A,'-o'),title('Conversion')
>> subplot(2,2,2)
>> plot(t,B,'-+'),title('B selectivity')
>> subplot(2,2,3)
>> plot(t,C,'-*'),title('C selectivity')
>> subplot(2,2,4)
>> plot(t,D,'-p'),title('D selectivity')
```




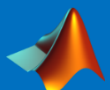
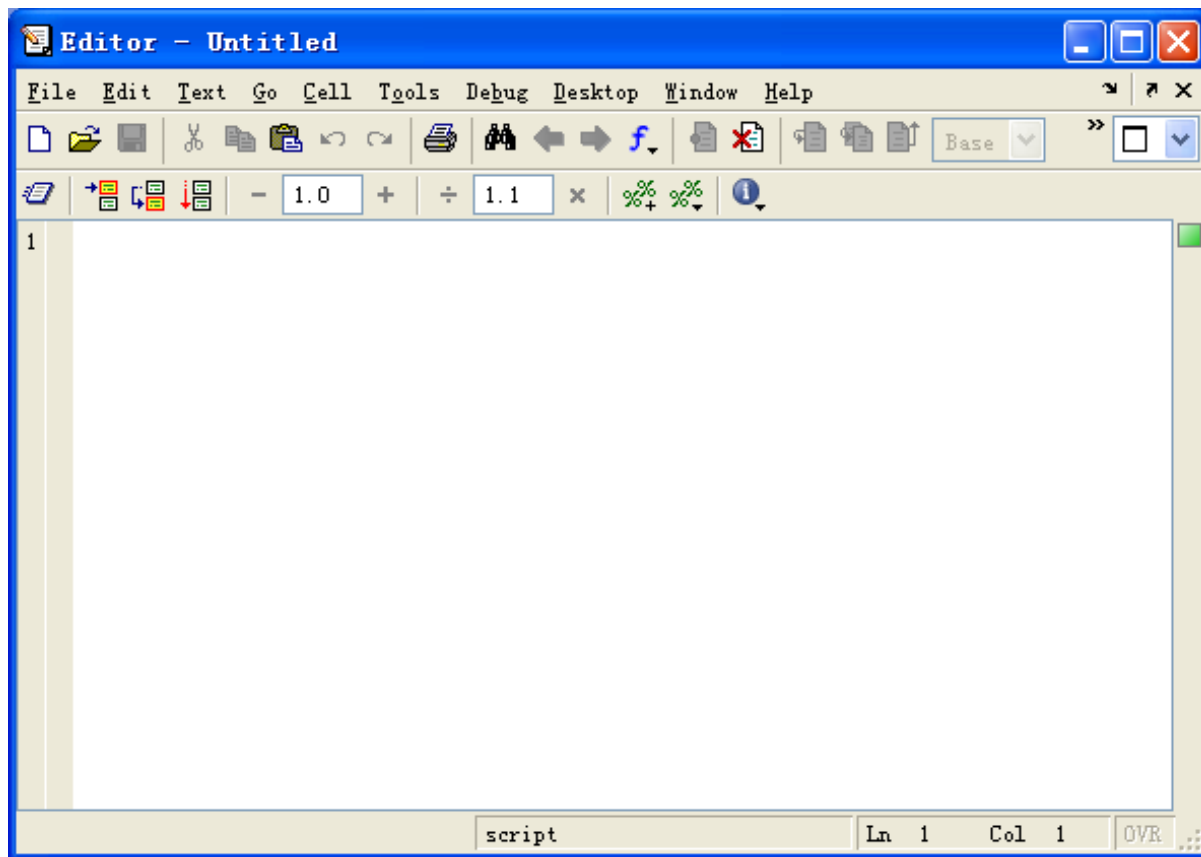
程序的组成

程序可以保存为脚本（Script）文件或函数文件



脚本编辑窗口

在命令窗口中单击快捷按钮 ，或依次单击菜单 **File**→**New**→**M-File**，打开如下脚本编辑窗口，在这一窗口中可以编辑程序，并将其保存为文件。

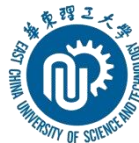


脚本(Script)文件

- ❑ 脚本文件仅仅是一连串可执行的MATLAB命令，它具有**全局性**
- ❑ 当执行一连串的命令，且这些命令需要执行多次时，创建脚本文件是比较有效的
- ❑ 脚本文件可直接在命令窗口中执行，也可在其他脚本文件和函数中调用
- ❑ 要执行脚本文件，只需在命令窗口键入：
`>>xScript`（脚本文件名）
- ❑ 脚本文件执行后，所有变量均保存在变量空间中；
- ❑ 不推荐以脚本文件的形式保存程序



例题




编写一个Script文件计算两变量($a=3$, $b=4$)之和, 文件名为 SumAB1

1. 编写:

在编辑窗口中输入以下内容:

```
a=3;  
b=4;  
c=a+b
```

2. 保存:

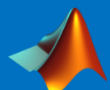
输入完毕后, 按  将文件保存在默认目录下, 文件名为 SumAB1

3. 调用: 在命令窗口中键入命令

```
>>SumAB1
```

4. 观察结果: 命令窗口可见运算结果为 $c=7$

此时可以在workspace观察到a,b,c三个变量已经存在

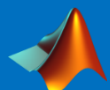


函数文件

函数文件是能够创建局部独立空间的程序文件。在函数内定义的所有变量仅对本函数有效，不影响其它脚本和函数文件中同样的变量名

在MATLAB中使用函数文件的原因有以下几个：

- 1) 避免代码重复
- 2) 限制因改变特定代码段而带来的影响
- 3) 提高代码重用性
- 4) 减少整体代码的复杂性，增加可读性和可管理性
- 5) 隔离复杂操作
- 6) 提高移植性
- 7) 更易于调试和隔离错误



函数声明语句与函数文件

函数文件开头一定是以function关键字引导的函数声明语句！

```
function [y1,y2,...,yn] = FuncName(x1,x2,...,xn)
```

1. 只有function和FuncName是必须存在的；
2. 文件名的命名与变量的命名规定相同；
3. 函数文件的调用是通过文件名调用，m文件名应和函数名相同；
4. 输出变量[y1,...,yn] 和和输入变量(x1,...,xn)根据需要可有可无；如果有，这些变量仅在本函数内有效；
5. 在声明语句以下为可执行语句，与脚本文件相同



函数文件的规定

以下函数声明语句语法正确的是哪些？

A. function 10165170



B. function T1=HeatExchange



C. function (y1,y2)=Tower(x1,x2)



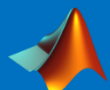
D. function Distillation([C1,C2,T])



E. function [T1,C1,C2]=Extraction([Cin1,Cin2],100)



F. function C([1,2])=Adsorption



例题

按要求编写函数计算两变量($a=3$, $b=4$)之和

1. 函数名SumAB2, 输入变量为 x,y ; 输出变量为 z ;
2. 函数名SumAB3, 输出变量为 z , 无输入变量;
3. 函数名SumAB4, 无输入输出变量

编写函数

```
function z=SumAB2(x,y)
z=x+y;
```

```
function z=SumAB3
a=3;b=4;
z=a+b
```

```
function SumAB4
a=3;b=4;
c=a+b
```

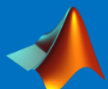
调用函数

在命令窗口输入以下命令

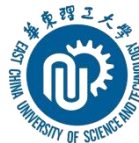
```
>> a=SumAB2(3,4)
```

```
>> SumAB3
或
>> z=SumAB3
```

```
>> SumAB4
```

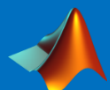


例题8

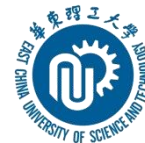


计算在1/2英寸不锈钢管中，以2000lb/hr流量输送水，当水的温度为10、20、30、40、50、60、70、80°C时，压降分别为多少？

编写一个名为DeltP的函数文件求解该的问题，要求温度作为输入变量，dP作为输出变量，并计算T=283°C时的压降值。



例题8

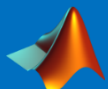


1. 在编辑窗口输入以下内容，并保存为DeltP.m文件

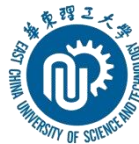
```
function dP=DeltP (T)
M=2000;D=0.5;
density.A=0.3471;density.B=0.274;density.Tc=647.
13;density.n=0.28571;
Rho=(density.A.*density.B.^(-(1-
T./density.Tc).^density.n))/0.2323
mu.A=-10.2158;mu.B=1.7925e3;mu.C=1.773e-2;mu.D=-
1.2631e-5;
vis=10.^(mu.A+mu.B./T+mu.C.*T+mu.D.*T.^2);
deltP=(M^1.8)*(mu.^0.2)./(20000*D^4.8.*Rho);
```

修改为： $dP = (M^{1.8}) * (\mu.^{0.2}) ./ (20000 * D^{4.8} * \text{Rho})$

2. 在命令窗口中键入 $P = \text{DeltP}(283)$ ，则得到结果

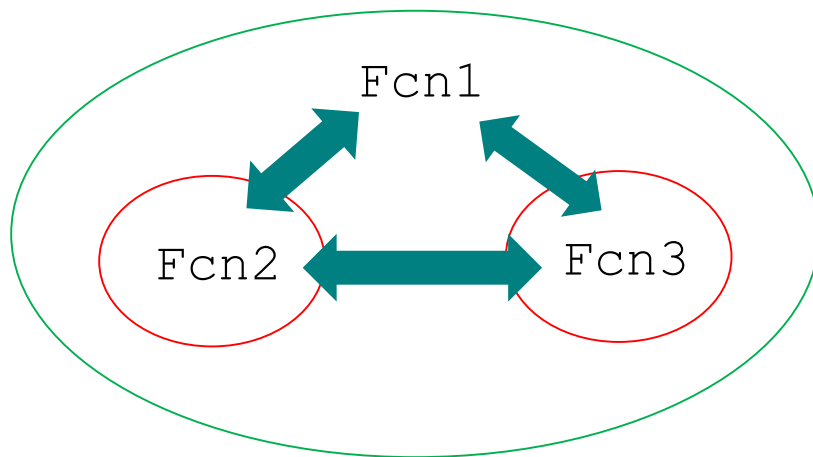


子函数



- 如果在一个函数文件中出现多个function关键字，则在第一个function之后定义的所有函数都称为子函数。
- 含有第一个function关键字的表达式叫做主函数。
- 主函数是由命令窗口、程序和其它函数调用的唯一函数。
- 子函数仅能由主函数和主函数文件中的其它子函数调用

```
function Fcn1  
.....  
function Fcn2  
.....  
function Fcn3  
.....
```



输入输出变量是函数与其它文件之间的接口！



例题11

计算在1/2英寸不锈钢管中，以2000lb/hr流量输送水，当水的温度为10、20、30、40、50、60、70、80°C时，压降分别为多少？编写一个含子函数的函数用于计算不同温度下的压降。密度和粘度的计算分别作为子函数

```
function dP=Deltp2(T)
```

```
M=2000;D=0.5; Rho=density(T); mu=viscosity(T);
```

```
dP=(M^1.8)*(mu.^0.2)/(20000*D^4.8.*Rho);
```

```
function P=density(TD)
```

```
density.A=0.3471;density.B=0.274;
```

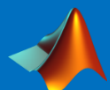
```
density.Tc=647.13;density.n=0.28571;
```

```
P=(density.A.*density.B.^(-(1-  
    TD./density.Tc).^density.n))/0.2323;
```

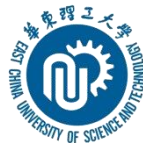
```
function V=viscosity(TV)
```

```
mu.A=-10.2158;mu.B=1.7925e3;mu.C=1.773e-2;mu.D=-  
    1.2631e-5;
```

```
V=10.^(mu.A+mu.B./TV+mu.C.*TV+mu.D.*TV.^2);
```



例题11



在命令窗口里输入

```
deltP=DeltP2([283:10:353]), 回车得到结果
```

```
deltP =
```

```
287.8191 275.7873 265.7385 257.3301 250.2922  
244.4096 239.5091 235.4500
```

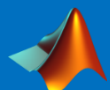
此时如果在命令窗口输入

```
>>density(283)
```

结果会返回如下错误信息

```
??? Undefined function or method 'density' for  
input arguments of type 'double'.
```

表明density这个函数是不能在命令窗口被直接调用的。



变量在函数间的传递

- 函数中使用的变量名不必和从MATLAB命令窗口、程序文件或另一个函数调用此函数时使用的名字一致。
- 圆括号内输入**变量的位置确定了信息的传递顺序**——调用语句中的函数第一个参数将值传递到函数声明语句中的第一个变量，依次类推
- 变量在传递进函数时是按照顺序与函数变量一一对应的，而不是按照变量名对应。这与变量的作用域有关



例题：变量的传递

编写函数计算 $t=0:\pi/4:\pi$, $a=1.4$, $b=2$, $c=0.75$ 时 x 和 y 的值

$$x = \cos(at) + b$$

$$y = |x| + c$$

1. 首先编写函数ComputeXY

```
function [x,y]=ComputeXY(t,a,b,c)
```

```
x=cos(a*t)+b;
```

```
y=abs(x)+c;
```

2. 在命令窗口输入

```
t=0:pi/4:pi, a=1.4, b=2, c=0.75
```

```
[u,v]=ComputeXY(a,b,c,t)
```

回车后结果为

u =

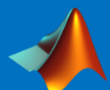
-0.1922

v =

0.1922 0.9776

1.7630 2.5484

3.3338



- 变量按照作用域的不同可以分为局部变量和全局变量
- 在默认情况下，函数内的变量属于局部变量，它只在函数内有效，而在函数外部不可用
- 全局变量对于整个程序的所有过程和函数都有效，全局变量可以用`global`关键字定义，并应同时在主调程序和被调函数中定义
- 在传递给函数变量数目很大时，创建不同函数访问全局变量是一个好的方法



全局变量

在ComputeXY函数中定义全局变量a, b, c, 修改程序如下:

```
function [x,y]=ComputeXY2(t)
```

```
global a b c %注意变量之间用空格而不是逗号或其它标  
点隔开
```

```
x=cos(a*t)+b;
```

```
y=abs(x)+c;
```

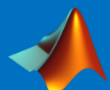
在命令窗口调用时应采用以下语句

```
global a b c
```

```
a=1.4;b=2;c=0.75;
```

```
[u,v]=ComputeXY(0:pi/4:pi)
```

则可获得正确结果



匿名函数(anonymous function)

- 匿名函数用于在命令行、函数文件或script文件中创建简单形式的函数，避免另外定义新的函数。
- 匿名函数的定义形式：

$f=@(\text{arglist}) \text{expression}$

其中arglist为自变量列表

定义一个匿名函数，计算两数之和。

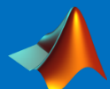
```
f=@(x,y) x+y;
```

调用：

在命令窗口中，输入：

```
>> z=f(3,4)
```

即得运算结果。



例题

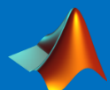
采用匿名函数计算以下表达式在 $x=5$ 时的值:

1. $f(x)=x^2$;
2. $f(x)=x^2$, $g(x)=3x$, $h(x)=g(f(x))$;
3. $\alpha=0.9$, $f(x)=\sin(\alpha x)$

1) `>>f=@(x) x.^2;`
`>>f(5)`

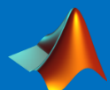
2) `>>f=@(x) x.^2;`
`>>g=@(x) 3*x;`
`>>h=@(x)`
`>>g(f(x));`
`>>f(5)`

3) `>> alpha=0.9;`
`>> f=@(x) sin(alpha*x);`
`>>f(5)`



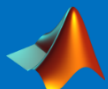
函数句柄

- 函数句柄是MATLAB用于间接调用函数的方法，
`@function_name`（`function_name`为函数名）
- 函数句柄是一个数值，可以把它视为一个地址信息
- 函数句柄可以作为参数传递给其他函数，以调用该函数句柄所属的函数
- MATLAB自有函数广泛使用函数句柄调用其它函数



本讲要点

- 1) MATLAB绘图命令plot的使用;
- 2) 匿名函数的定义与使用;
- 3) 函数文件的创建与调用;
- 4) 函数之间变量的传递



课堂练习

在同一图上画出下列函数曲线：

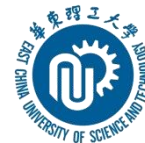
$$y1 = 10\cos x, x \in [0, 3\pi] \quad y2 = e^{\pi-3x}, x \in [0.5, 8]$$

要求y1线型为红色实线，数据点采用十字；y2线型为黑色虚线，数据点采用实心黑点；两条曲线的图例分别为10cosx和exp(pi-3x)；横轴名为x，纵轴名为y。试根据注释语句的要求补充完整以下程序。

```
x1=0:0.2:3*pi;y1=10*cos(x1);x2=0.5:0.3:8;y2=exp(pi-3*x2);  
_____ %以一条命令按题目要求绘制两条曲线  
_____ %按题目要求给图形加上图例  
_____ %按题目要求给横轴加上名称  
_____ %按题目要求给纵轴加上名称
```



作业



在公共邮箱下载文档：work03.pdf，可直接
打印或抄写完成后上交
本次作业上交时间为10.10日

