



对应元素的运算要加 “.” ,(.*, ./, .^2) ; 两者的维数要匹配(除非一个是标量)

```
a=[1 2 3];b=[4;2;1];
```

```
a.*b , a./b , a.^b → all errors
```

```
a.*b.', a./b.', a.^(b.') → all valid
```

乘法可以是标准的乘或对应元素相乘; 标准乘(*)是矩阵乘积(线性代数里的乘), 要求左矩阵的列数和右矩阵的行数相同;

标准幂运算 (^)只能在方阵或标量上进行;

左除“ \” ,右除 “/” 分别相当于用下面矩阵的逆矩阵左乘、右乘。

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = 11$$

$$1 \times 3 * 3 \times 1 = 1 \times 1$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} ^2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$$

Must be square to do powers

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 6 & 9 \\ 6 & 12 & 18 \\ 9 & 18 & 27 \end{bmatrix}$$

$$3 \times 3 * 3 \times 3 = 3 \times 3$$

Mathematical Experiments

MATLAB简介

—— 二维绘图



重庆大学数学与统计学院



A

基本的绘图命令

B

坐标系的控制

C

图形标注

D

多幅子图的创建



`plot(x,y)`将坐标为 (x, y) 的点依次用直线段连接起来，可以作函数曲线，如：

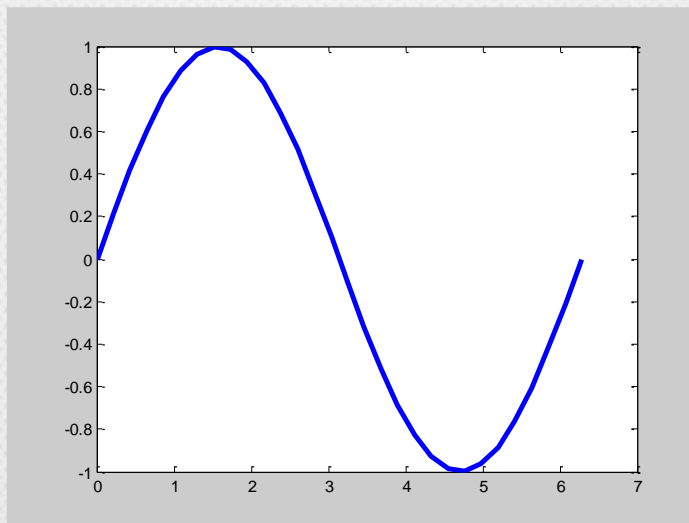
```
x=linspace(0, 2*pi, 30); %产生区间 $[0, 2\pi]$ 的30个等间隔数赋值给变量x
```

```
y=sin(x); % 计算正弦函数在x中30个点处的函数值赋值给变量y
```

```
plot(x, y) % 作出以x为横坐标，y为纵坐标的30个点依次连接的折线图
```

曲线：

```
y=sin(x)
```





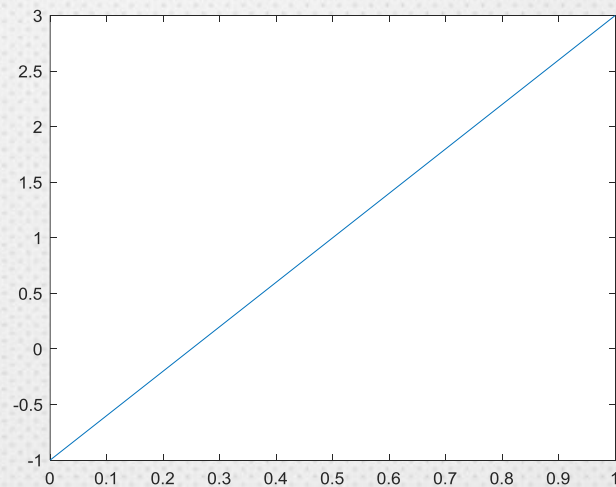
(1) `plot(x,y)`中，向量 x 与 y 的长度要相同，否则会出错。

```
>> plot([1, 2], [2, 3, 4])
```

(2) 怎么画直线？

两点可以确定一条直线，因此只要把直线段的两个端点连起来就可以了。

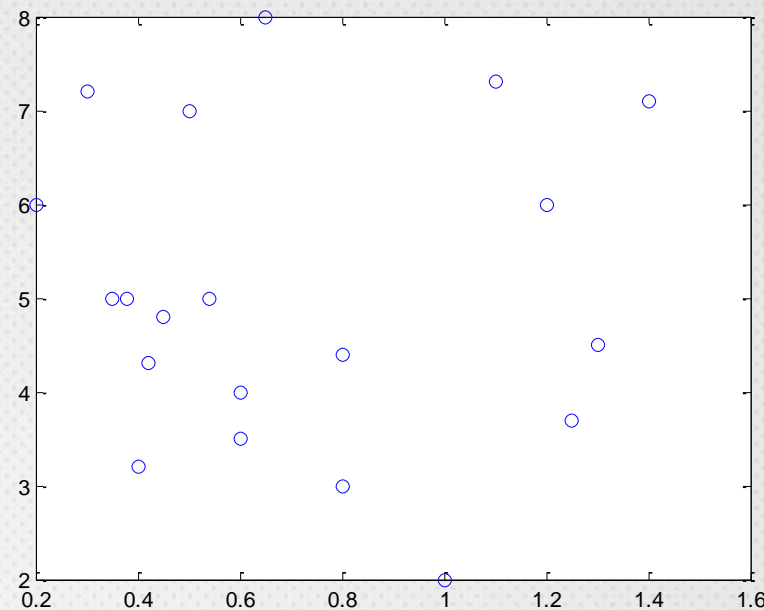
```
>> plot([0, 1], [-1, 3])
```





`plot(x,y, 'o')` 可以作散点图

如，绘右图的程序：



```
x=[0.8,0.35,0.65,0.8,0.2,1, 1.2,1.4,0.42,0.38,0.54,0.6,...
```

```
0.45,0.3,1.3,1.1,1.25,0.6,0.5,0.4]; % 将20个数构成的一维数组赋值给变量x
```

```
y=[3,5,8,4.4,6,2,6,7.1,4.3,5,5,3.5,4.8,7.2,4.5,7.3,3.7,4,7,3.2];
```

```
% 将20个数构成的一维数组赋值给变量y
```

```
plot(x,y, 'o'); %用圆圈标示出以x中数字为横坐标， y中数字为纵坐标的20个点
```



基本的绘图命令plot

Mathematical Laboratory

plot(x, y, 'CLM')

点的坐标

连线颜色、线型、数据点图标

曲线颜色字符	曲线颜色	RGB值
b	蓝色(Blue)	(0,0,1)
c	青蓝色(Cyan)	(0,1,1)
g	绿色(Green)	(0,1,0)
k	黑色(Black)	(0,0,0)
m	紫黑色(Magenta)	(1,0,1)
r	红色(Red)	(1,0,0)
w	白色	(1,1,1)
y	黄色(Yellow)	(1,1,0)



曲线样式字符串	曲线样式
-	实线(默认值)
--	虚线
:	点线
-.	点虚线



曲线线标字符串	线标说明
O	圆形
+	加号
X	叉号
*	星号
.	点号
^	朝上三角形
V	朝下三角形

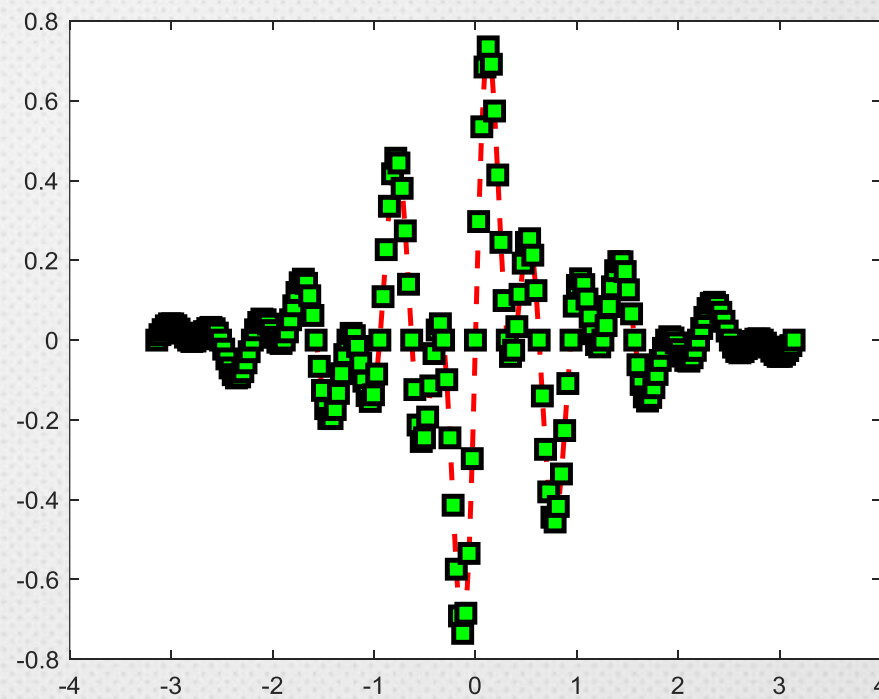
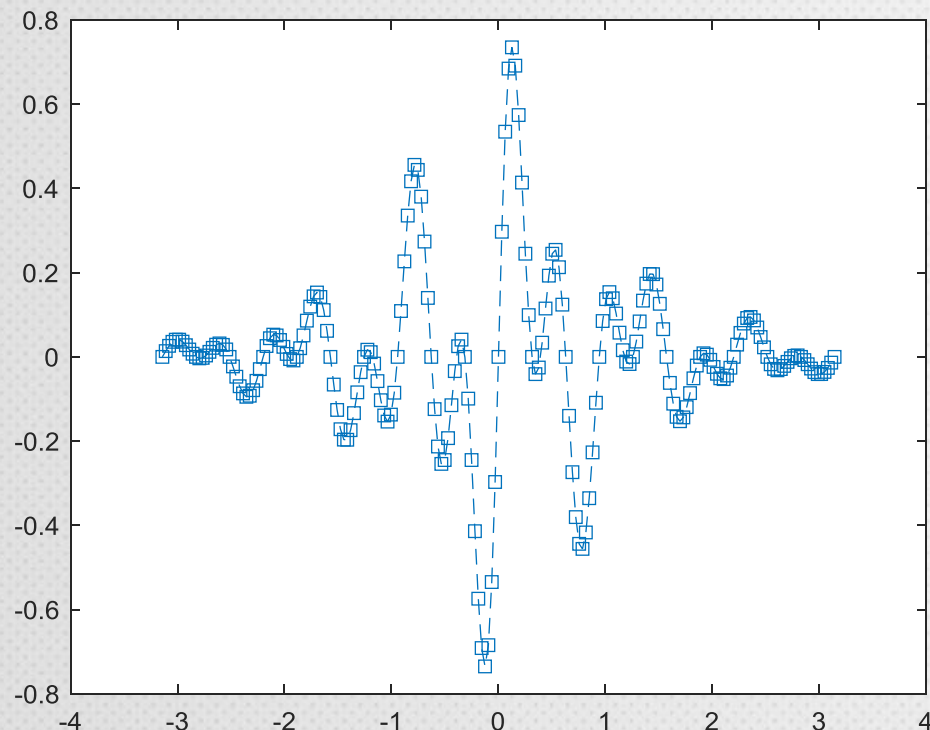


曲线线标字符串	线标说明
>	朝右三角形
<	朝左三角形
square	方形
diamond	菱形
pentagram	五角星形
hexagram	六角星形
None	无符号(默认值)



plot 还可以对线、点进行个性化的设置

```
x=-pi:pi/100:pi; y=cos(4*x).*sin(10*x).*exp(-abs(x));  
plot(x,y,'--s','LineWidth',2,'Color',[1 0 0],'MarkerEdgeColor','k',...  
      'MarkerFaceColor','g','MarkerSize',10)
```





plot 还可以对线、点进行个性化的设置

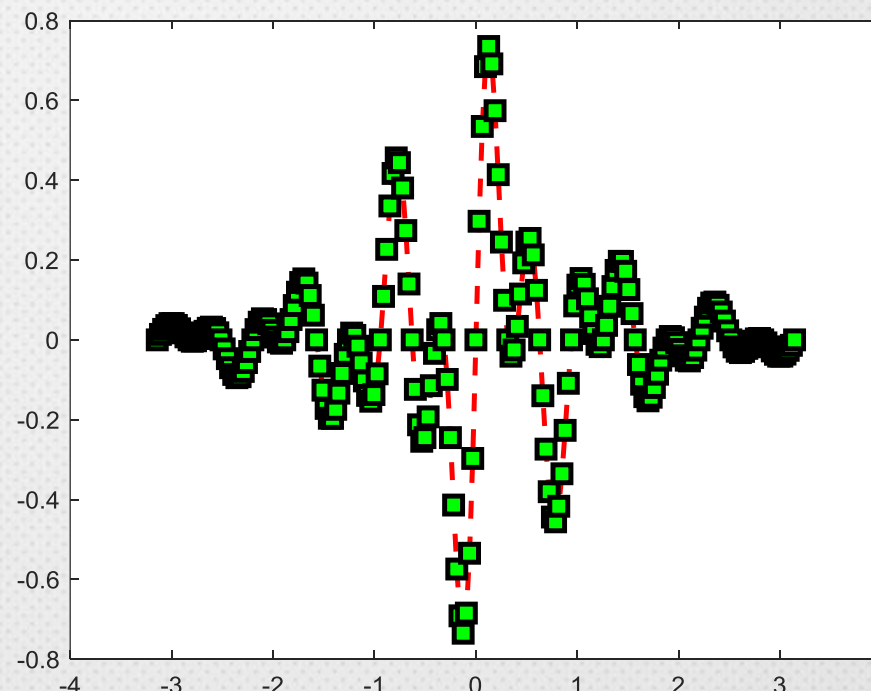
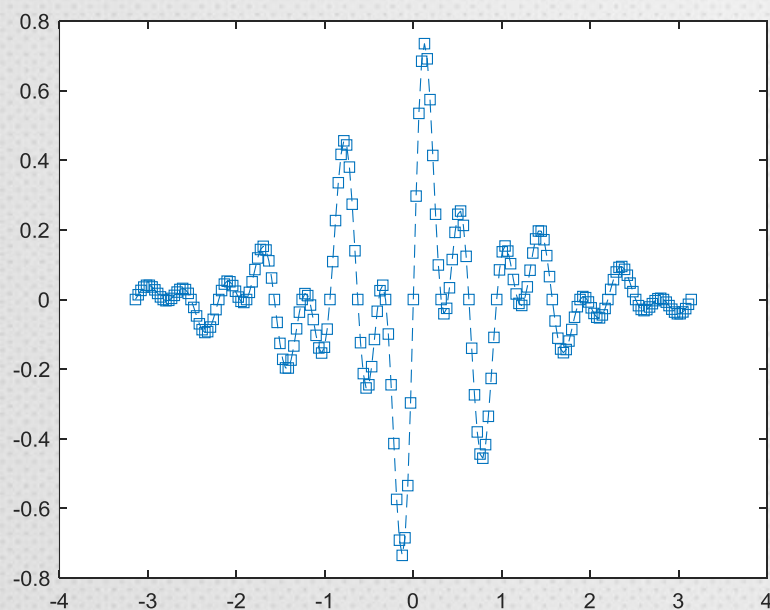
```
x=-pi:pi/100:pi; y=cos(4*x).*sin(10*x).*exp(-abs(x));
```

```
plot(x,y,'--s','LineWidth',2,...
```

```
'Color',[1 0 0],... %可以用[R,G,B]向量或'g','k'等来设置颜色
```

```
'MarkerEdgeColor','k', 'MarkerFaceColor','g','MarkerSize',10)
```

用命令doc LineSpec查看所有属性



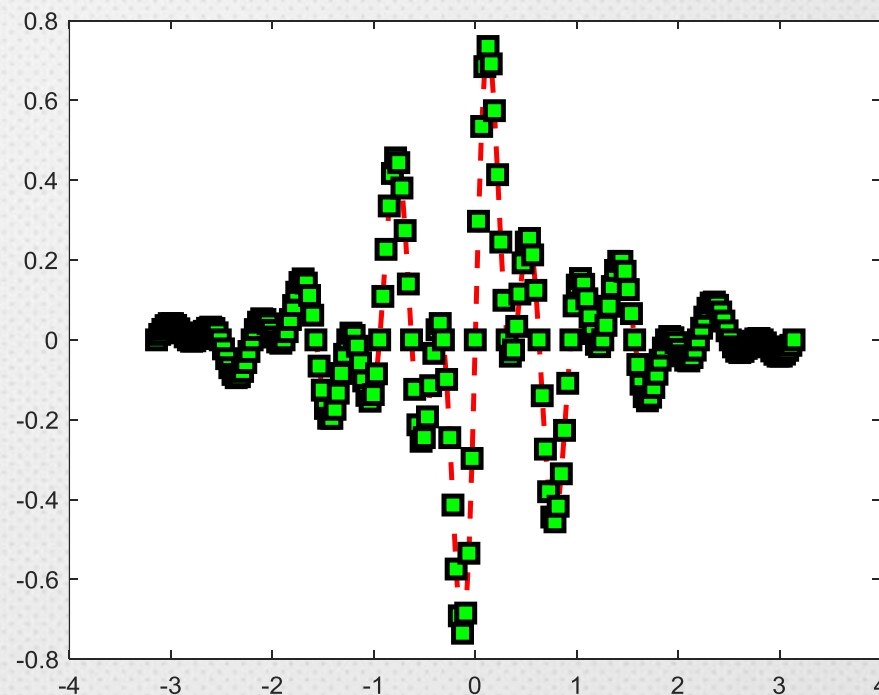
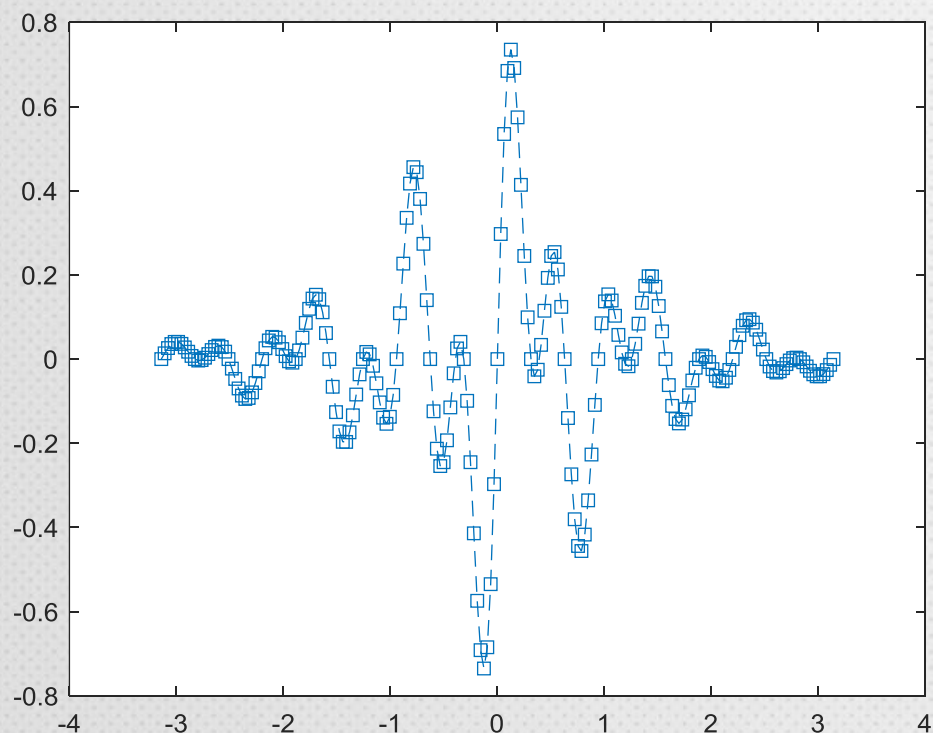


图形窗口的图可以复制、粘贴到其他的文档中 (word, ppt等)

编辑→复制选项→图窗复制模板

改变前端大小，线的属性；事先为word和 ppt设置好

编辑→选择“复制图窗”实现图形的复制→粘贴到你的文档中





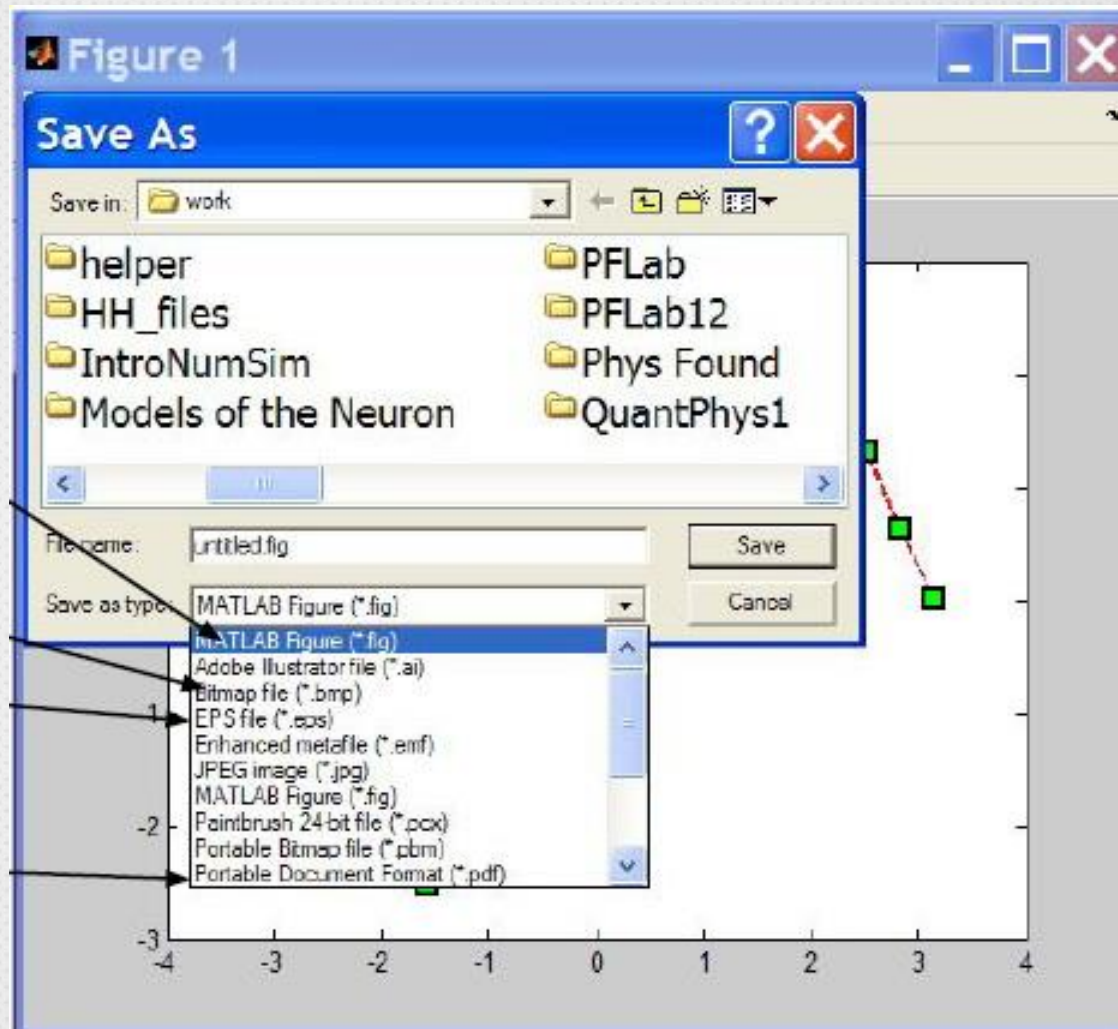
图形窗口的图可以存为多种格式，常见的有

.fig 保留所有信息

.bmp 未压缩的图像

.eps 高质量的可缩放格式

.pdf 压缩了的图像



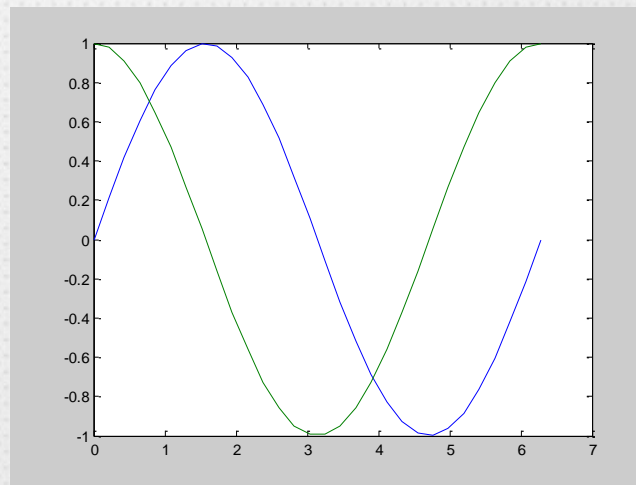


`plot(x,y)`当 y 是矩阵时可以画多条曲线，一行对应一条线。

`x=linspace(0,2*pi,30);` %产生 $[0, 2\pi]$ 的30个等间隔数赋值给变量 x

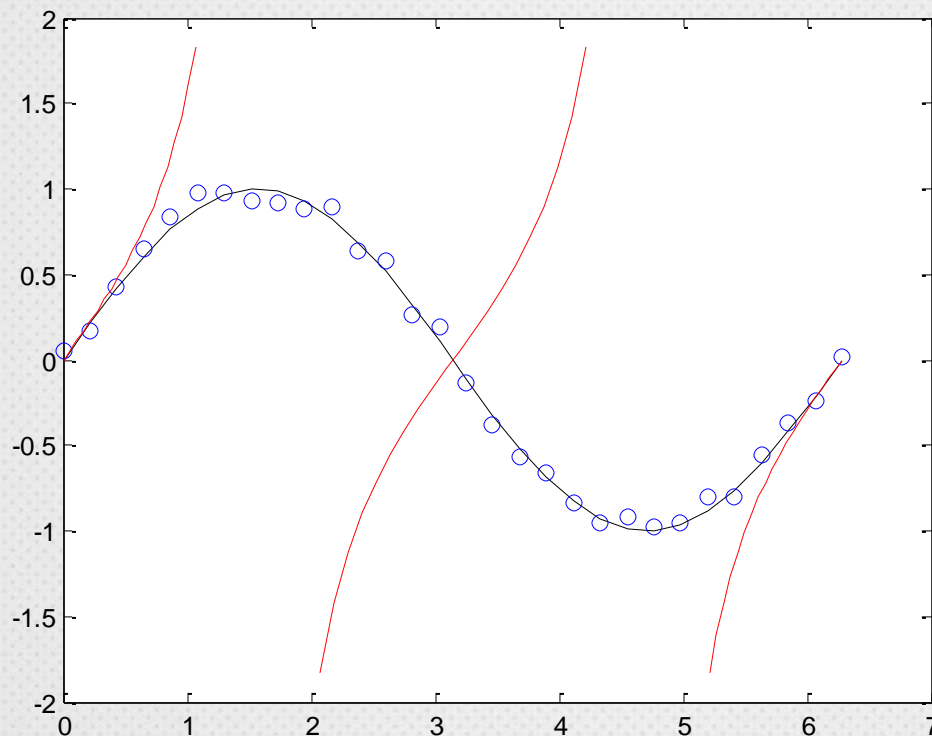
`y=[sin(x);cos(x)];` % 产生两行的矩阵赋值给变量 y , 第1行为正弦函数在
% x 的函数值, 第1行为余弦函数在 x 的函数值。

`plot(x,y);` % 分别作出以 x 为横坐标, y 的第 i 行($i=1, 2$)为纵坐标的30个
% 点依次连接的两条折线图





有了hold on这个命令可以在同一坐标下不断添加点或线或其他图形？



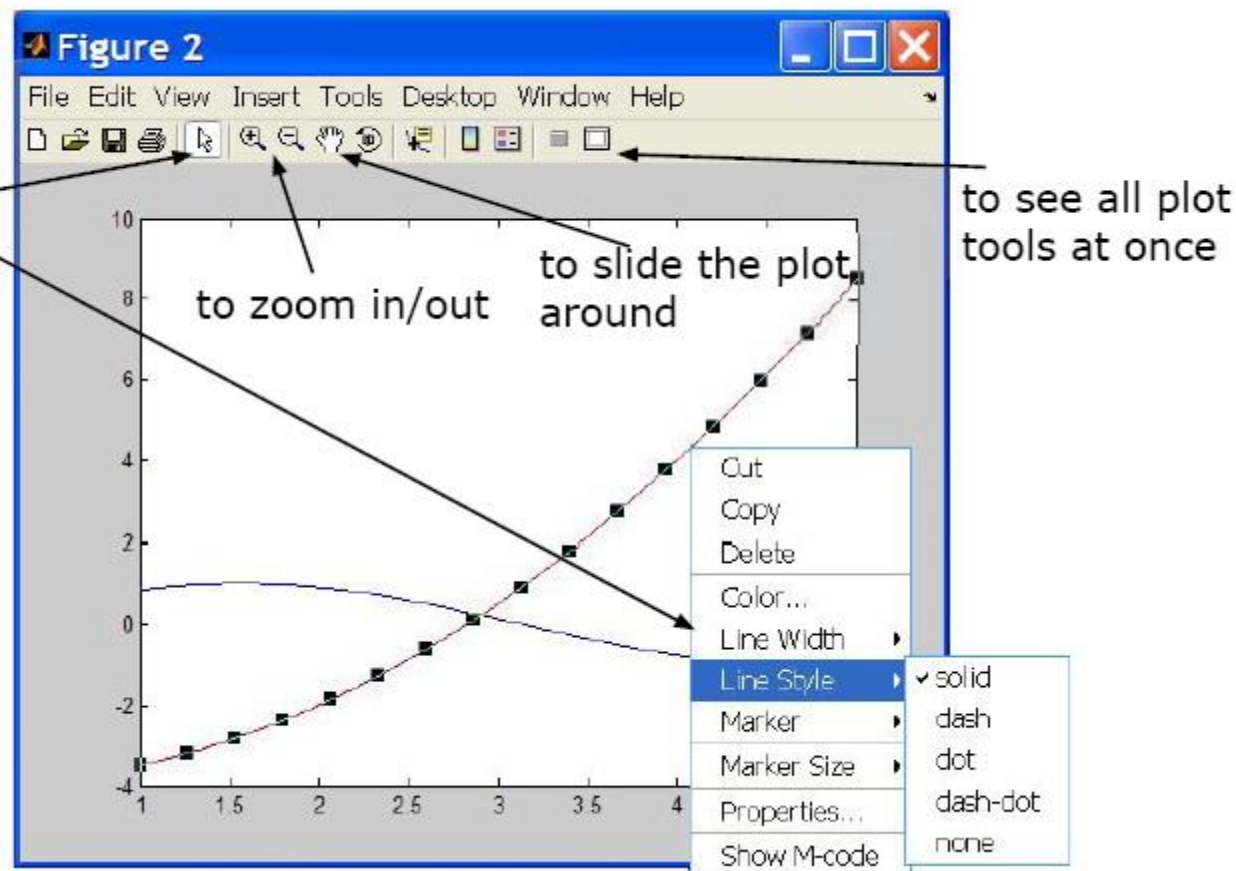
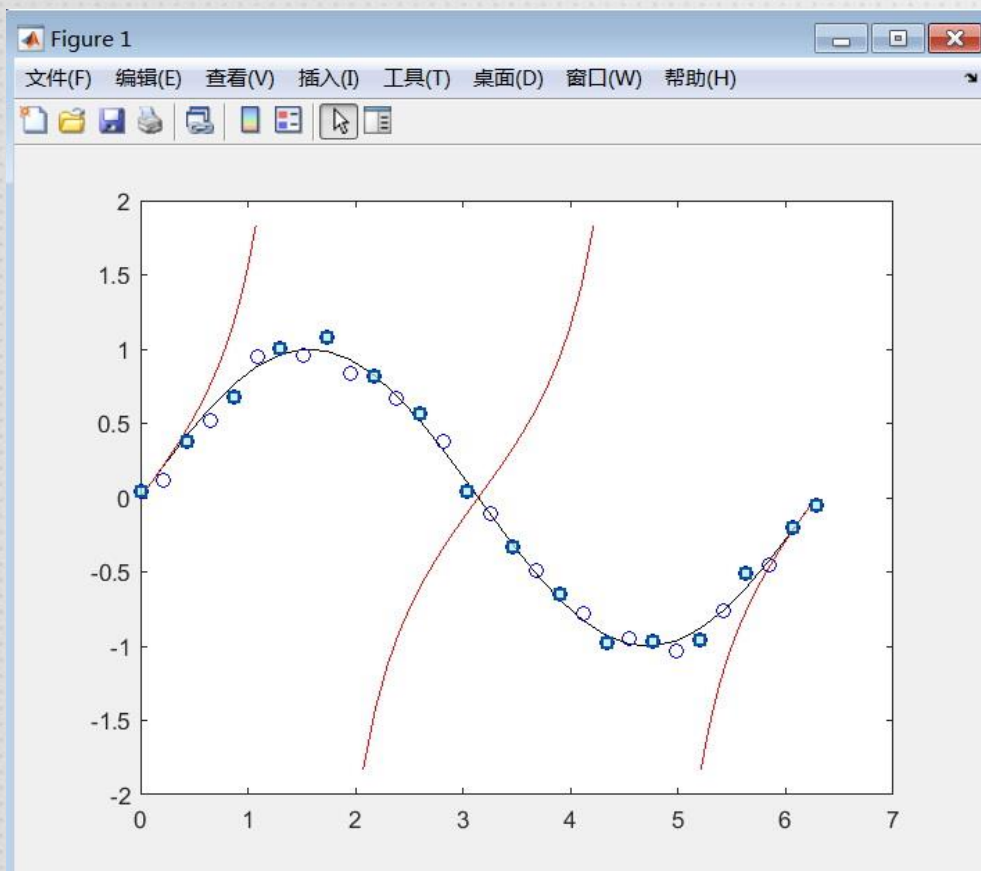


如何用hold on在同一坐标下画多条曲线或离散点？

```
x=linspace(0, 2*pi,30); %产生区间 $[0, 2\pi]$ 中的30个等间隔数赋值给变量x
y=sin(x); %计算正弦函数在x中30个点处的函数值并赋值给变量y
plot(x,y, 'k' ); %作出以x为横坐标，y为纵坐标的30个点依次连接的% 黑色折线图， 'k' 表示黑色
hold on % 图形窗口绘制新图时旧图仍然保留直到出现 " hold off" 语句
r=(rand(size(x))-0.5)*0.2; % rand(size(x))为与x同样型号的随机数矩阵
y2=sin(x)+r;
plot(x,y2, 'bo' ); %用蓝色圆圈标出以x为横坐标，y2为纵坐标的30个点
x1=linspace(0, pi/2-0.5,20); %产生 $[0, \pi/2-0.5]$ 的20个等间隔数赋值给变量x1
x2= linspace(pi/2+0.5, 3*pi/2-0.5 ,20);
x3= linspace(3*pi/2+0.5,2*pi,20);
y1=tan(x1);y2=tan(x2);y3=tan(x3);
plot(x1,y1, 'r' ,x2,y2, 'r' ,x3,y3, 'r' ) %分别作出以x1, x2, x3为横坐标，
% y1, y2, y3为纵坐标的点依次连接的红色折线图， 'r' 表示红色
hold off % 图形窗口还原为 "每次作图都覆盖之前的图" 的状态
```



可以在图形窗口对图形进行各种操作





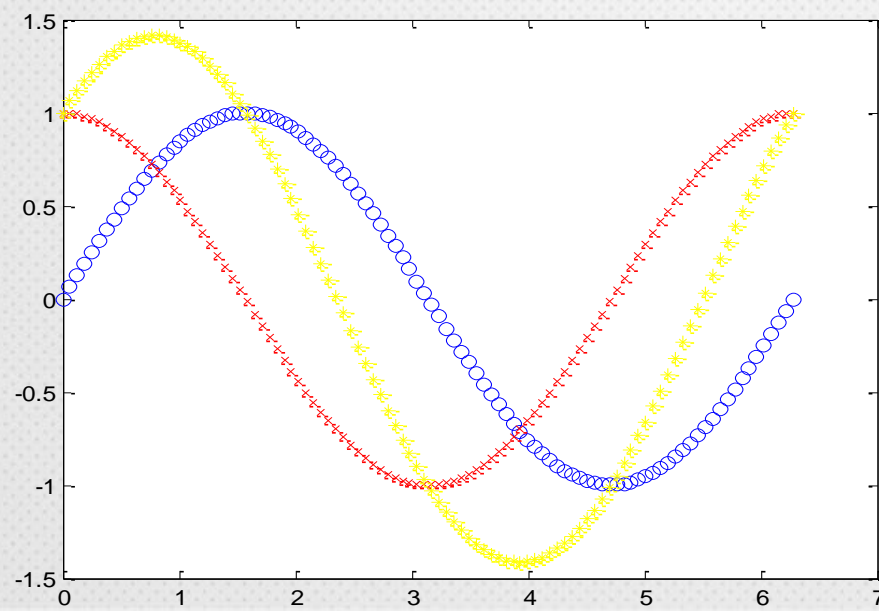
例：在同一个坐标系下以不同的标记作出三个函数 $\sin(x)$, $\cos(x)$ 以及 $\sin(x)+\cos(x)$ 的图形

`x = linspace(0, 2*pi, 50);` %产生区间 $[0, 2\pi]$ 上的50个等间隔数，并存放到变量x中

`plot(x, sin(x), 'bo', x, cos(x), 'rx', x, sin(x)+cos(x), 'y*');`

%用蓝色圆圈('bo')来标示横坐标为x,纵坐标为 $\sin(x)$ 的50个点；红色叉号('rx')

%标示x, $\cos(x)$ 中的50个点; 黄色星号('y*')标示x, $\sin(x)+\cos(x)$ 中的50个点。





axis([xmin xmax ymin ymax])

% []中分别给出x轴和y轴的最小、最大值

axis equal **%x轴和y轴的单位长度相同**

axis square **%图框呈方形**

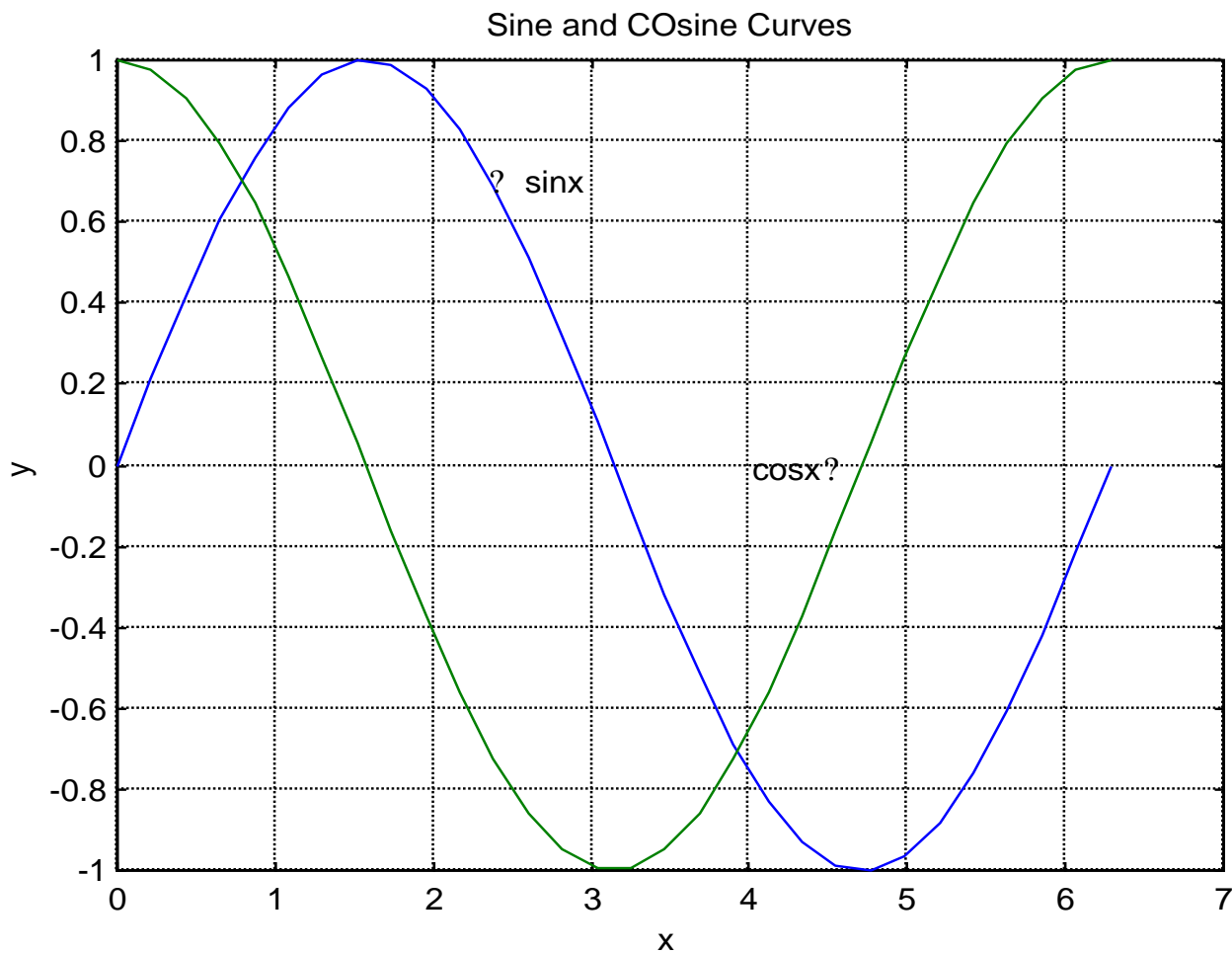
axis tight **%坐标轴与数据适应**

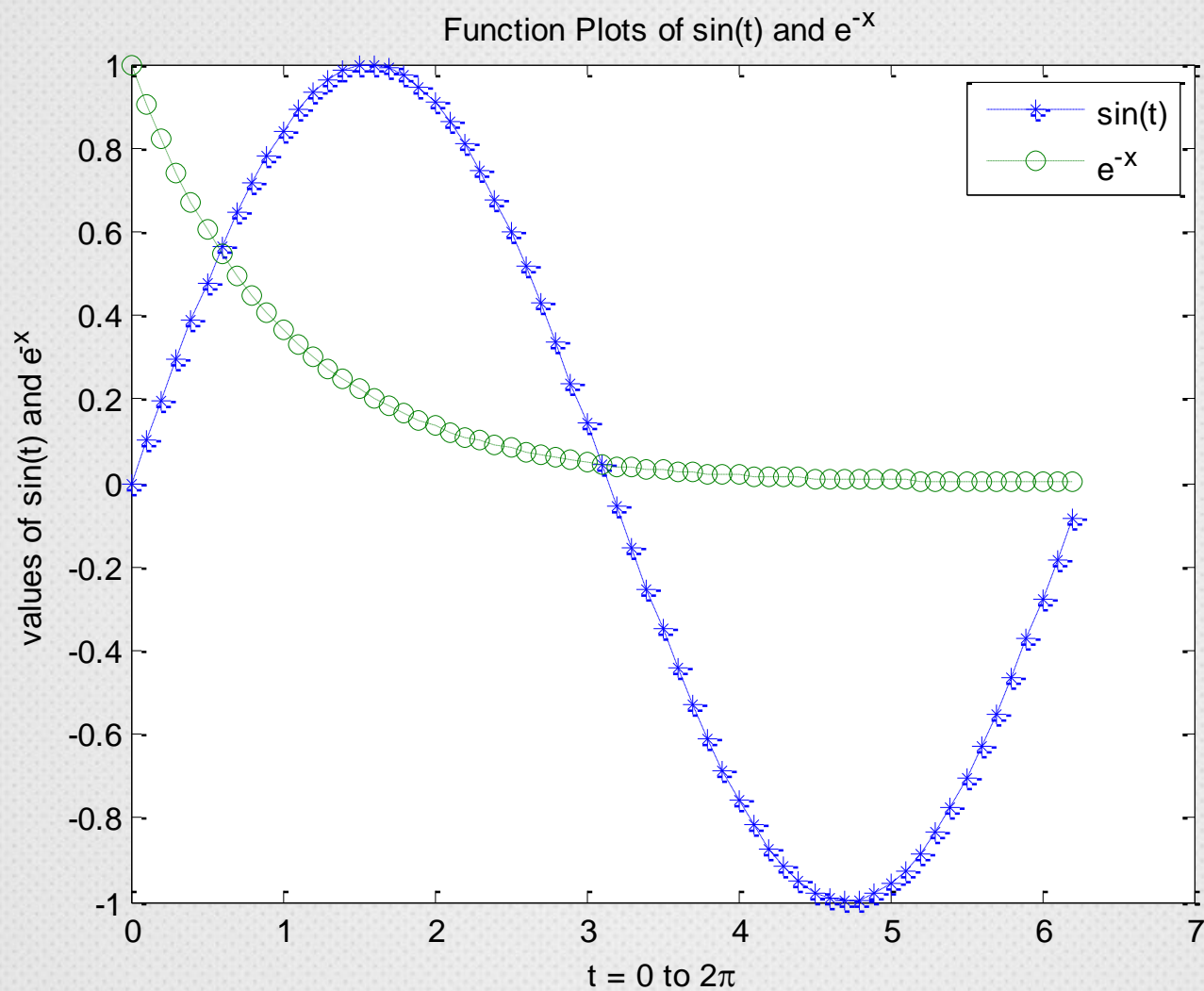
axis xy **%坐标轴原点在左下角 (plot的缺省模式)**

axis ij **%坐标轴原点在左上角 (数字图像images的缺省模式)**

grid on(off) **%添加 (取消) 坐标网格线**

axis off **%取消坐标轴**







在图形或坐标轴加入说明文字，增进整体图形的可读性

命令	说明
title	图形的标题
xlabel	x 轴的说明
ylabel	y 轴的说明
zlabel	z 轴的说明(适用于立体绘图)
legend	多条曲线的说明，在图形上生成一个图例框，用户可以输入文字对图形进行注释
text	在图形中指定位置，并在该位置加入文字
gtext	将输入的文字放在鼠标点击的位置



例：投资者的行为理性吗？

Mathematical Experiments

从2015年1月到2016年1月每月月末的沪深两市融资
余额和上证指数数据

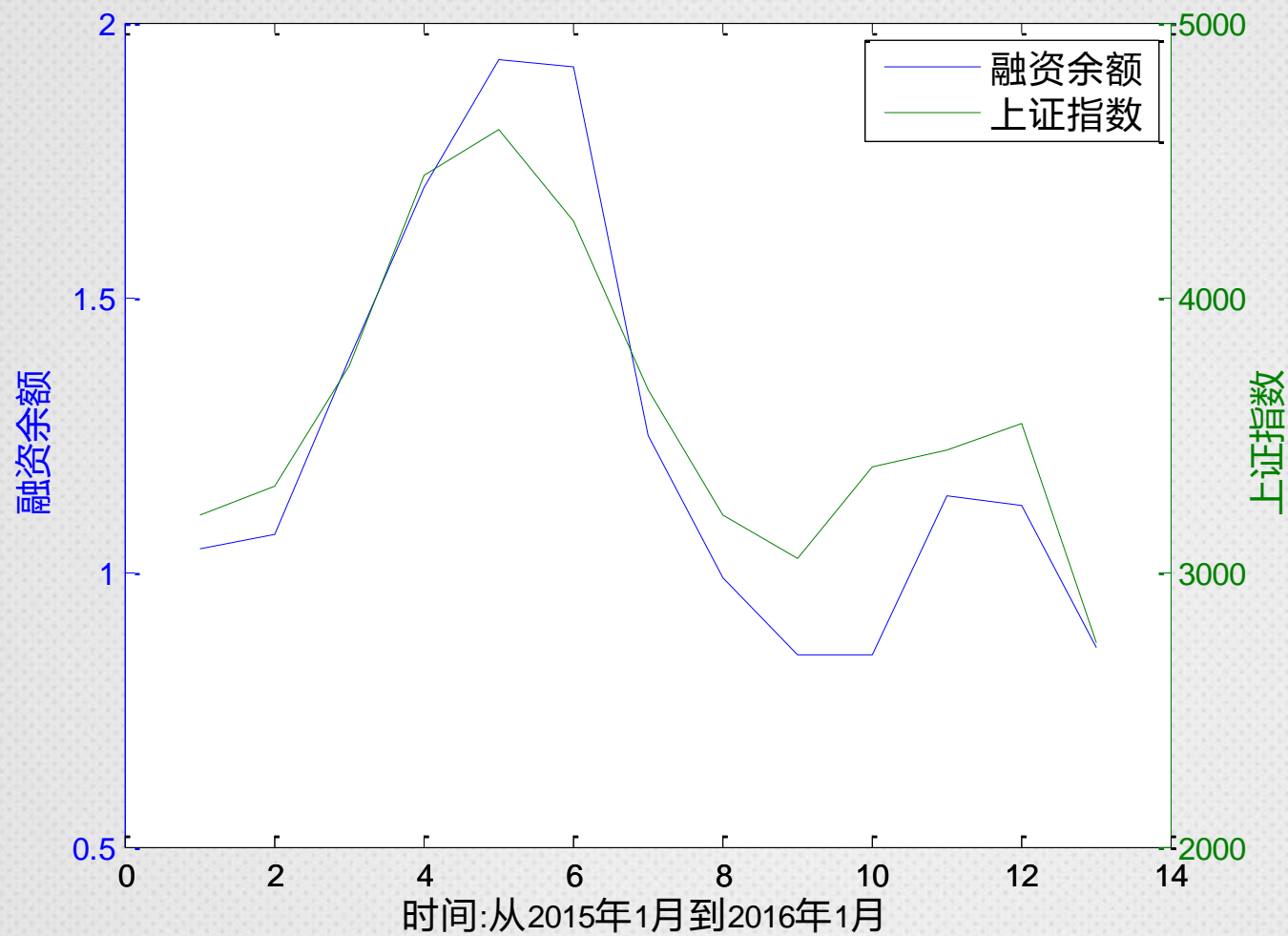
月份	201501	201502	201503	201504	201505	201506	201507
融资余额（万亿）	1.04	1.07	1.39	1.7	1.93	1.92	1.25
上证指数	3210	3310	3747	4441	4611	4277	3663
月份	201508	201509	201510	201511	201512	201601	
融资余额（万亿）	0.99	0.85	0.85	1.14	1.12	0.86	
上证指数	3205	3052	3382	3445	3539	2737	

融资余额可以看成是借钱炒股的资金量。



例：投资者的行为理性吗？

Mathematical Experiments



融资余额和上证指数的走势图



例：投资者的行为理性吗？

Mathematical Experiments

■ 用plotyy画出两个刻度不同的 y 轴

```
A=[1  2  3  4  5  6  7  8  9  10 11 12 13
1.04 1.07 1.39 1.7 1.93 1.92 1.25 0.99 0.85 0.85 1.14 1.12 0.86
32103310 3747 4441 4611 4277 3663 3205 3052 3382 3445 3539 2737]
```

%构造以月份，融资余额和上证指数为各行元素的矩阵，并存放于变量A中

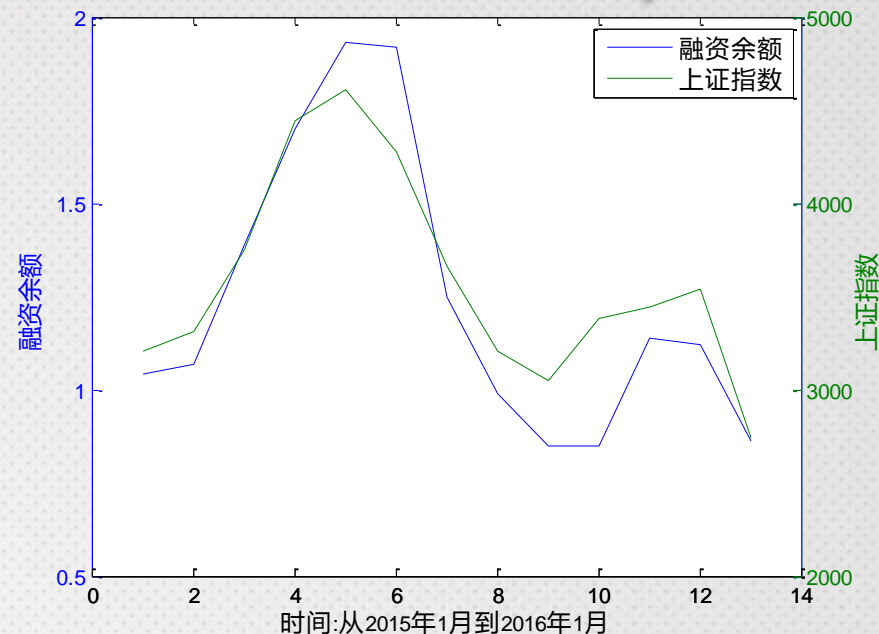
```
[AX,H1,H2]=plotyy(A(1,:),A(2,:),A(1,:),A(3,:));
```

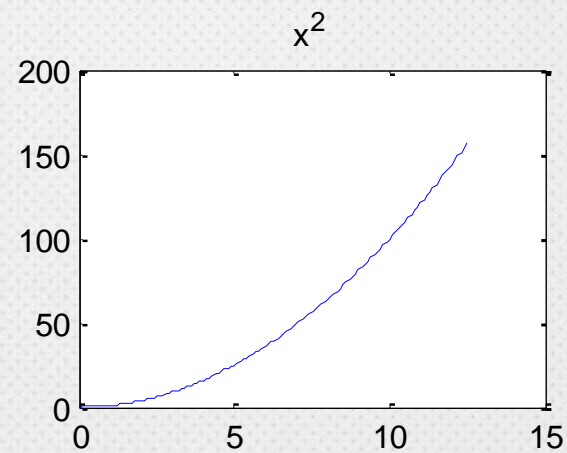
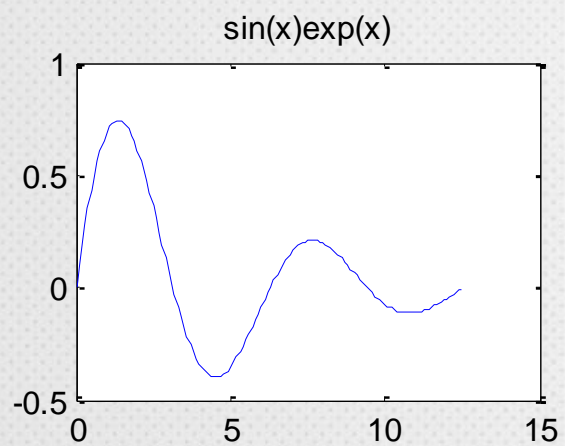
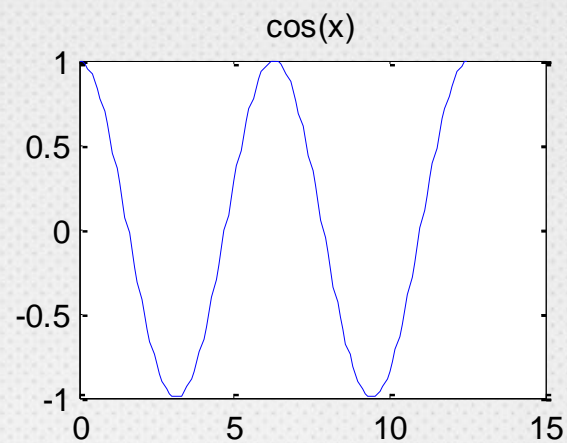
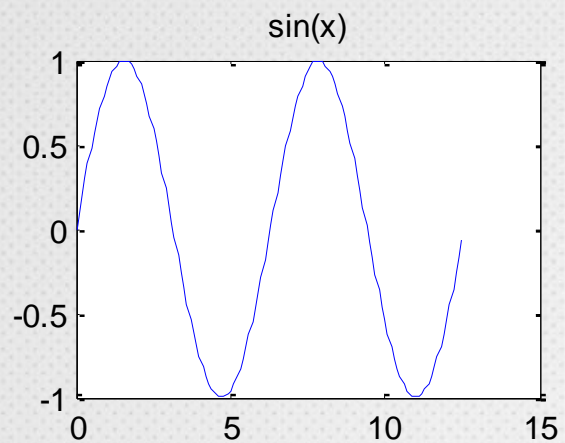
% 画出依次连接以A的第一行A(1,:)为横坐标，第二行A(2,:)为纵坐标的13个点的折线（y轴为左轴），
%画出依次连接以A的第一行A(1,:)为横坐标，第三行A(3,:)为纵坐标的13个点的折线（y轴为右轴），
%两个y 轴刻度不同。将返回的两个坐标系坐标轴句柄存放于AX中，两个图形对象的句柄存放于H1和H2中。AX(1) 是左坐标轴，AX(2)是右坐标轴。

```
legend('融资余额', '上证指数') % 给出图例说明
```

```
xlabel('时间:从2015年1月到2016年1月'), ylabel('融资余额')
```

```
set(get(AX(2),'Ylabel'),'String','上证指数') %获得右坐标轴的 'Ylabel' 句柄，并将其旁边的标注  
'String' 设置为 '上证指数'
```





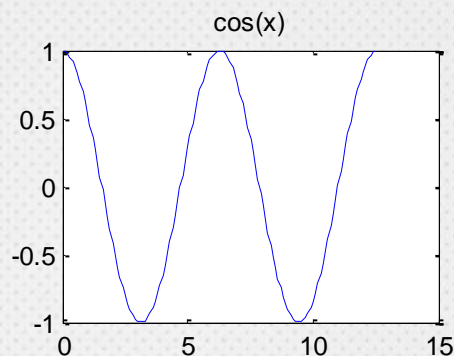
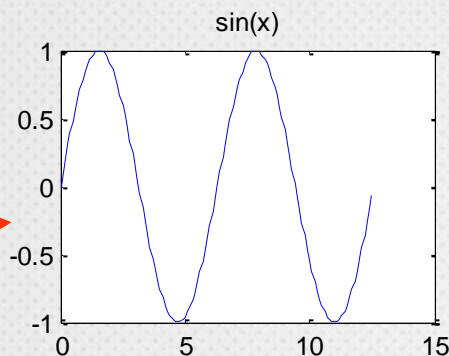
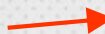


subplot —— 子图分割命令

调用格式：

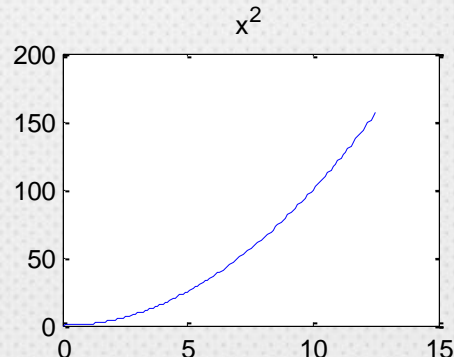
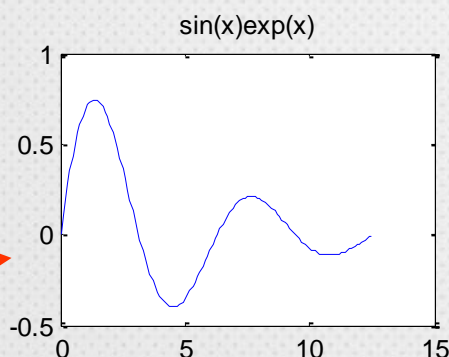
subplot(m,n,p) —— 子图按从左至右，从上至下排列

Subplot(2,2,1)



Subplot(2,2,2)

Subplot(2,2,3)



Subplot(2,2,4)



同时画出四个图于一个窗口中

```
x = 0:0.1:4*pi; %产生区间 $[0, 4\pi]$ 上以0.1为公差的等差数组，并将其赋值给x
subplot(2, 2, 1); plot(x, sin(x)); title( 'sin(x)' )
% 将图形窗口分为 $2 \times 2$ 四个区域，在1号区域（左上角）绘图，并加标题
subplot(2, 2, 2); plot(x, cos(x)); title( 'cos(x)' )
%将图形窗口分为 $2 \times 2$ 四个区域，在2号区域（右上角）绘图，并加标题
subplot(2, 2, 3); plot(x, sin(x).*exp(-x/5)); title( 'sin(x)exp(x)' )
%将图形窗口分为 $2 \times 2$ 四个区域，在3号区域（左下角）绘图，并加标题
subplot(2, 2, 4); plot(x, x.^2); title( 'x^2' )
%将图形窗口分为 $2 \times 2$ 四个区域，在4号区域（右下角）绘图，并加标题
```




matlab软件具有强大的绘图功能，为数学计算结果的可视化带来了很大方便，为科学研究，论文报告提供了强有力的支撑。

plot —— 二维坐标系中画点画线

ezplot —— 绘制二维曲线

bar —— 绘制直方图

polar —— 绘制极坐标图

hist —— 绘制统计直方图

stairs —— 绘制阶梯图

stem —— 绘制火柴杆图

rose —— 绘制统计扇形图

comet —— 绘制彗星曲线

pie —— 饼图

errorbar —— 绘制误差条形图

quiver —— 向量场图

scatter —— 离散点图

area —— 区域图

convhull —— 凸壳图

compass —— 复数向量图(罗盘图)

feather —— 复数向量投影图(羽毛图)

Thanks



重庆大学数学与统计学院