

数学实验

张晓伟

zhangxiaowei@uestc.edu.cn

<http://staff.uestc.edu.cn/zhangxiaowei>

第一章 MATLAB入门

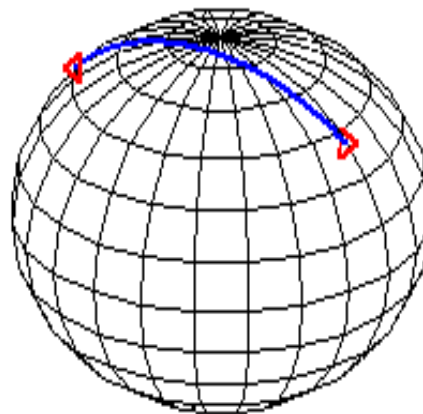
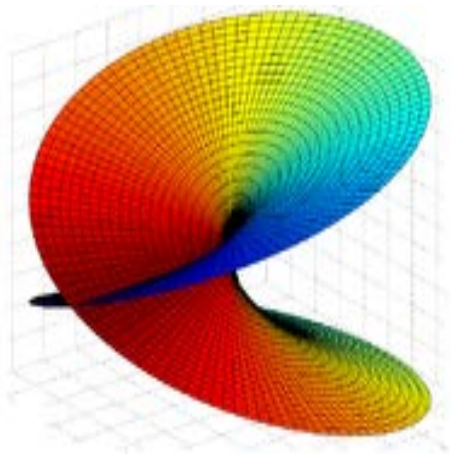
- ➔ 数学实验与MATLAB
- ➔ 向量创建与一元函数图形
- ➔ 矩阵创建与二元函数图形
- ➔ 数据显示与字符串操作

实验是获取**信息**的一种活动

——观察→猜测→验证→获取信息

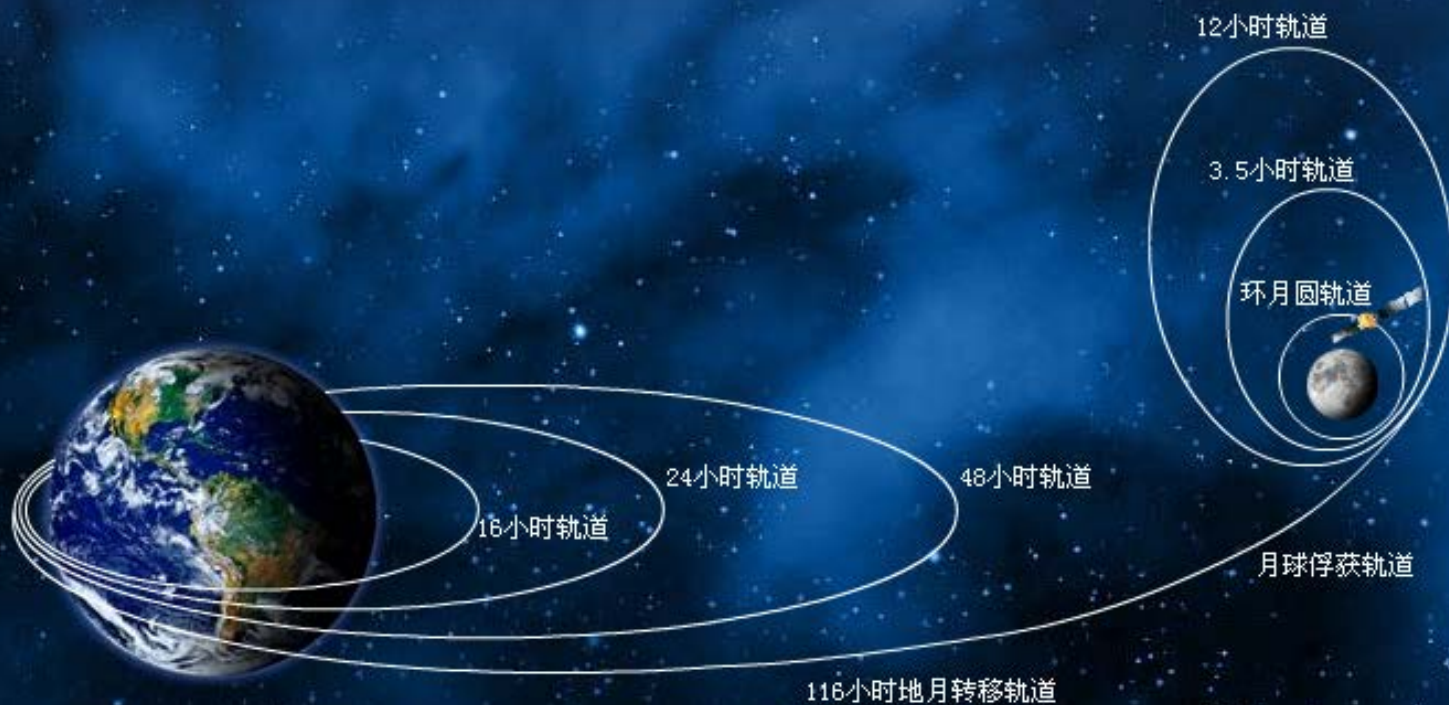
数学实验——使用数学软件**快速获取**有价值数据

- 熟练掌握***MATLAB***的命令操作方式
- 掌握***MATLAB***程序设计方法
- 以***MATLAB***为操作平台完成实验作业



思考问题，完成实验报告，提升数学能力

嫦娥探月轨道图



MATLAB (***MATrix LABoratory***)

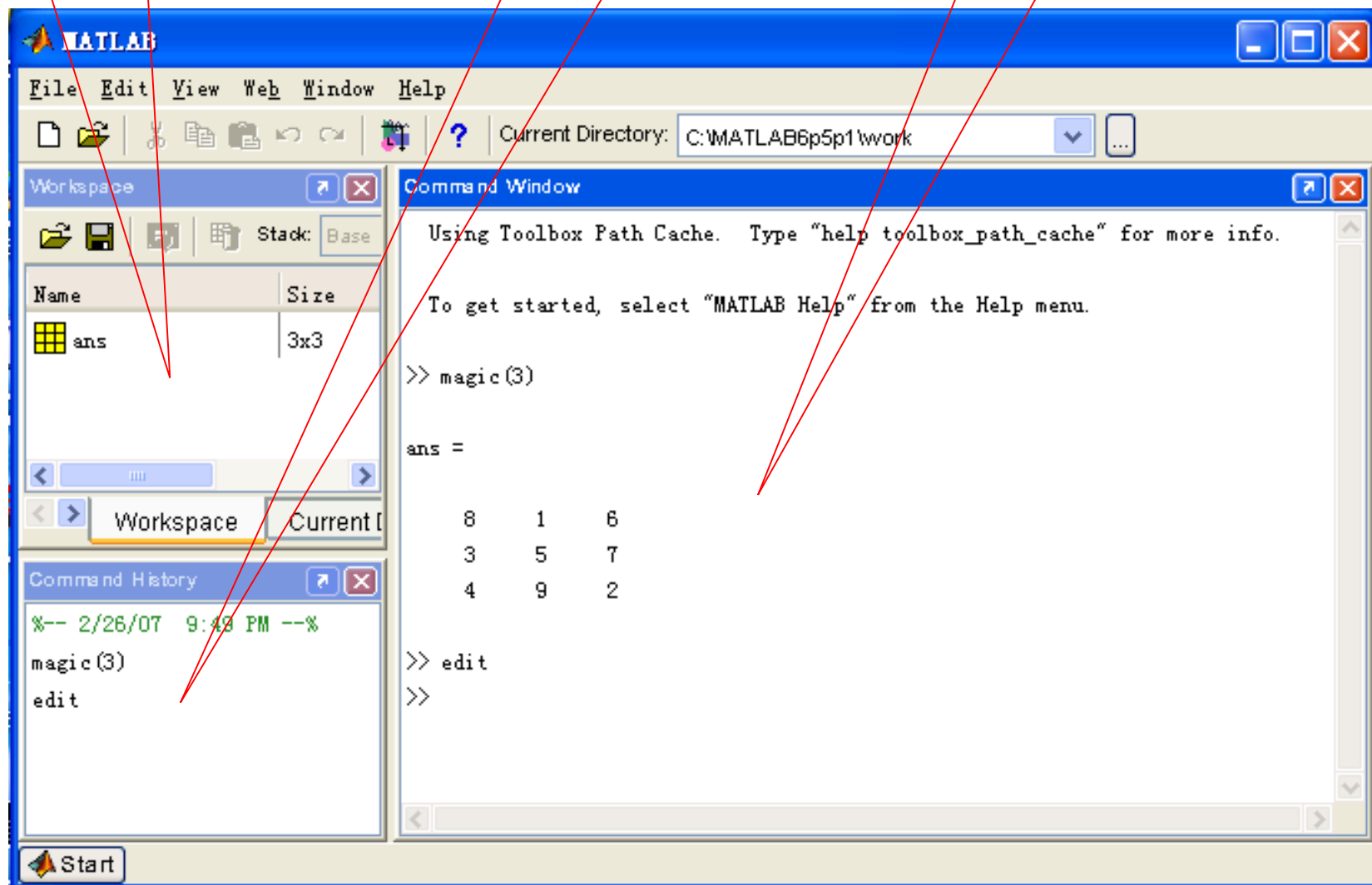
一种解释式语言. 易学易用、代码短效率高、
具有强大的数值计算和绘图功能、扩展性强.

- ✓ 矩阵的数值运算、数值分析、数值模拟
- ✓ 数据可视化、绘制 2维/3维 图形
- ✓ 可以与FORTRAN、C/C++做数据链接
- ✓ 几百个核心内部函数
- ✓ 几十个工具箱(信号处理、自动控制、…)

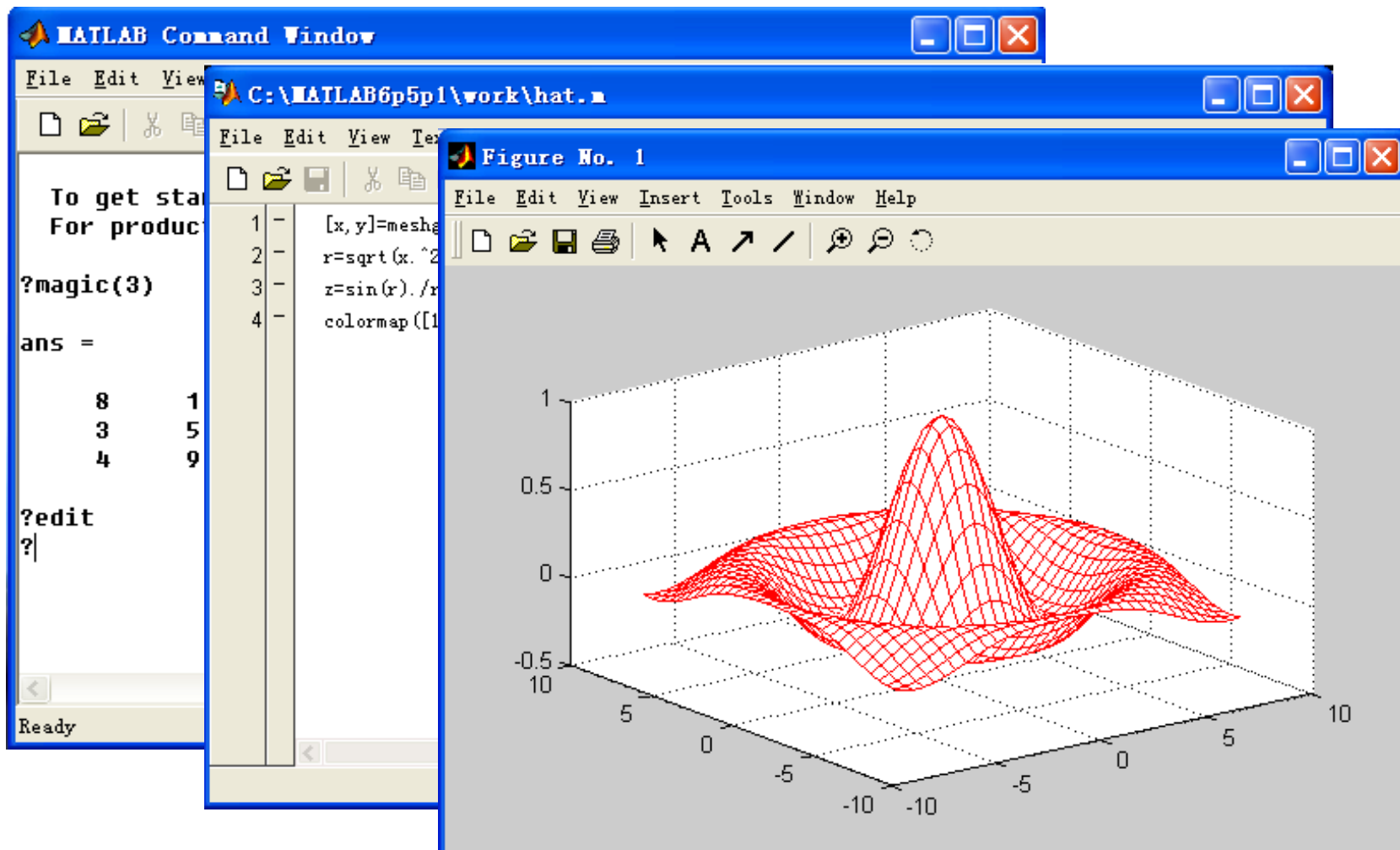
工作空间窗口

命令历史窗口

命令窗口



命令窗口、编辑窗口、图形窗口



命令窗口操作

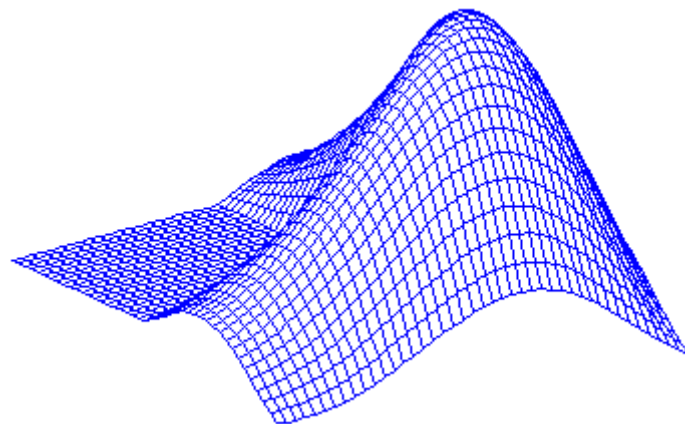
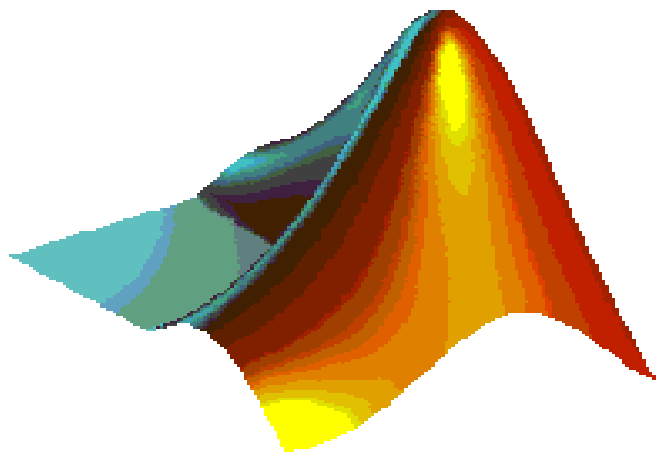
例1.1 `A=magic(3)`

A =

8	1	6
3	5	7
4	9	2

例1.3 `logo`

`load logo; mesh(L)`



例1.5 国际象棋发明人向印度国王求赐大麦, 希望得到大麦数量由如下规则计算. 在国际象棋棋盘的64个方格中, 第一格放一粒麦粒, 第二格放两粒, 第三格放四粒,, 以此类推. 每格比前一格麦粒数多一倍, 直到放满64格为止. 计算麦粒数表明这些大麦几乎可以覆盖地球表面.

$$\text{级数: } S=1+2+2^2+2^3+\cdots+2^{63}=\sum_{n=0}^{63} 2^n = 2^{64} - 1$$

$$\text{方法一: } N=2^{64}-1 \quad N = 1.8447\text{e}+019$$

$$\text{方法二: } n=0:1:63; S=\text{sum}(2.^n)$$

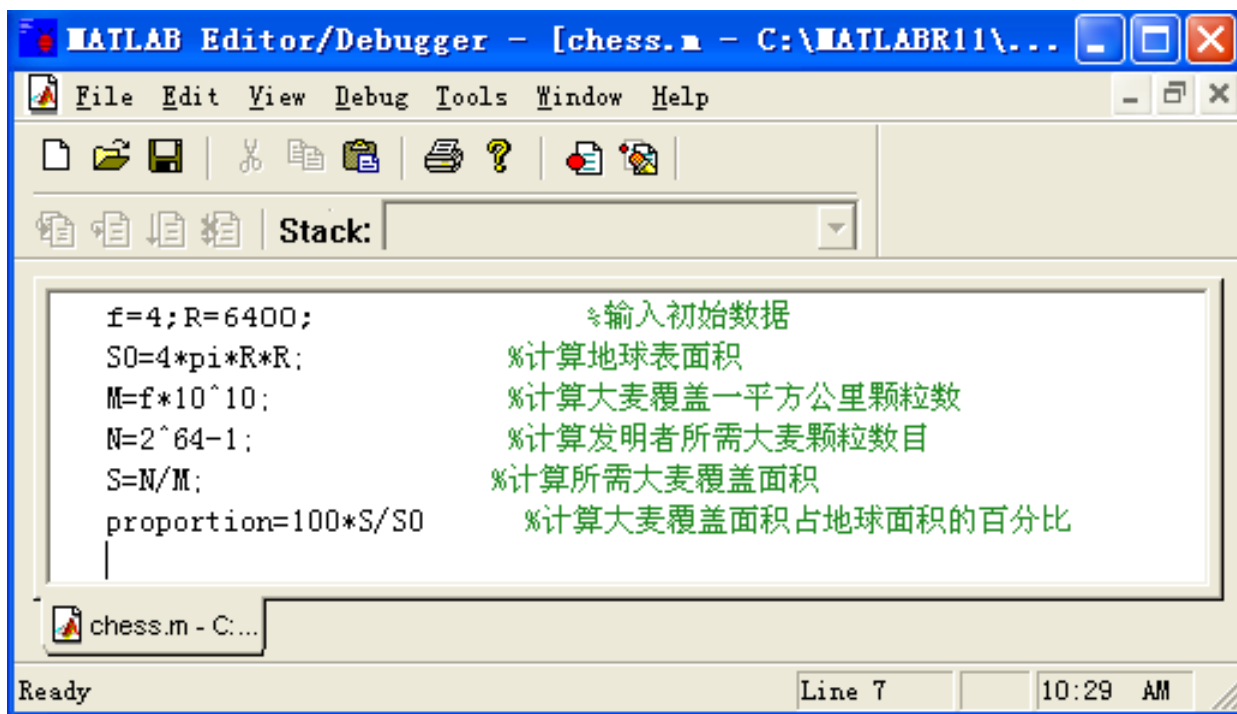
$$S = 1.8447\text{e}+019$$

程序窗口操作

录入程序,调式成功后,将程序文件存盘、命名。在命令窗口中键入文件名并回车

chess

proportion = 89.5963
(覆盖地球面百分比)



创建向量三种基本方法:

使用方括号、使用冒号、使用等分函数。

例1.6 给定 $\alpha=15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$, 计算 $\sin \alpha$ 的值

```
alpha=[15, 30, 45, 60]*pi/180;
```

```
sin(alpha)
```

```
ans = 0.2588    0.5000    0.7071    0.8660
```

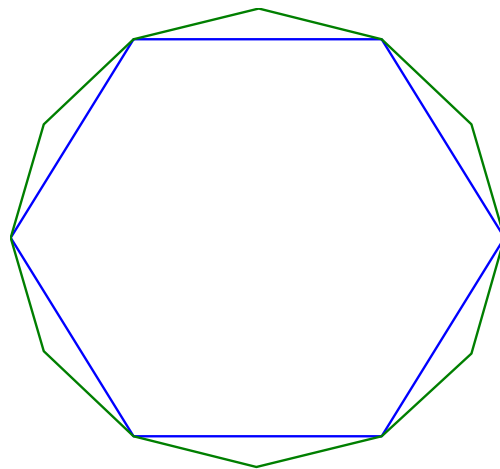
方括号直接输入法是创建向量(和矩阵)的常用方法, 输入时将向量元素用方括号 “[]”括起来, 元素之间用逗号(或空格)隔开.

➔ `alpha=(15:15:60)*pi/180;sin(alpha)`

冒号表达式创建向量使用格式 $x = x0:step:xn$
当步长 $step=1$ 时可省略为 $x = x0:xn$
当步长 $step$ 为负数时 $x0$ 应大于 xn

例1.8 用**线性等分函数** `linspace()` 创建 $[0, 2\pi]$ 上的等分点, 绘出正六边形和正十二边形.

```
alpha=linspace(0,2*pi,7)
bata=linspace(0,2*pi,13);
x1=cos(alpha);y1=sin(alpha);
x2=cos(bata);y2=sin(bata);
plot(x1,y1,x2,y2)
```



向量访问

A=1:10

a=A(2)

b=A([1 3])

c=A(10:-3:1)

A = 1 2 3 4 5 6 7 8 9

10

a = 2

b = 1 3

c = 10 7 4 1

三角函数与双曲函数

\sin	正弦函数
\arcsin	反正弦函数
\cos	余弦函数
\arccos	反余弦函数
\tan	正切函数
\arctan	反正切函数
\cot	余切函数
arccot	反余切函数
\sec	正割函数
arcsec	反正割函数
\csc	余割函数
arccsc	反余割函数

\sinh	双曲正弦函数
arsinh	反双曲正弦函数
\cosh	双曲余弦函数
arcosh	反双曲余弦函数
\tanh	双曲正切函数
artanh	反双曲正切函数
sech	双曲正割函数
arsech	反双曲正割函数
csch	双曲余割函数
acsch	反双曲余割函数
\coth	双曲余切函数
acoth	反双曲余切函数

<code>abs(x)</code>	绝对值
<code>sqrt(x)</code>	开平方
<code>conj(z)</code>	共轭复数
<code>round(x)</code>	四舍五入
<code>floor(x)</code> [- ∞]	舍去正小数
<code>rat(x)</code>	分数表示
<code>gcd(x,y)</code>	最大公因数
<code>exp(x)</code>	自然指数
<code>log(x)</code>	自然对数
<code>log10(x)</code>	10底对数

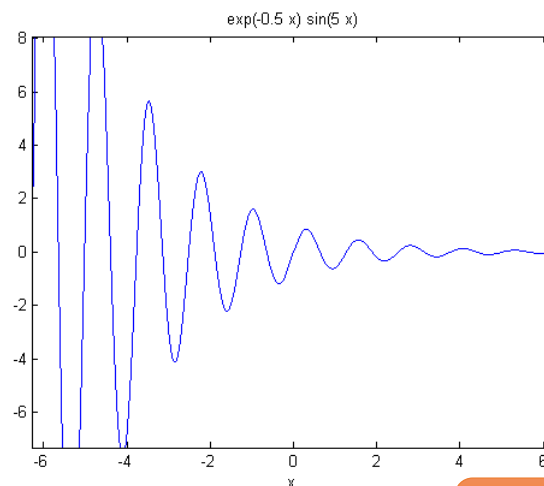
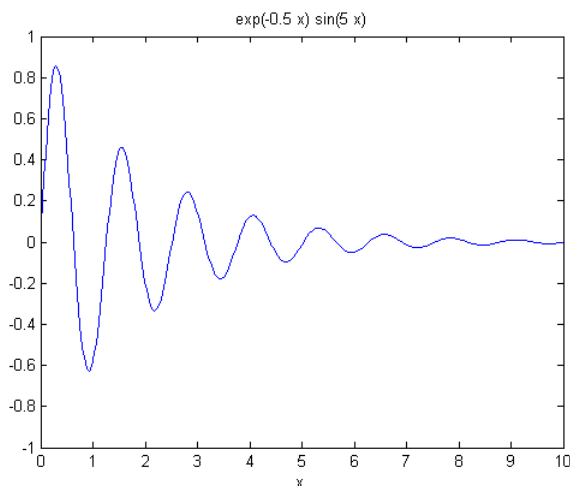
<code>angle(z)</code>	复数z的相角
<code>real(z)</code>	复数z的实部
<code>imag(z)</code>	复数z的虚部
<code>fix(x)</code> [0]	舍去小数取整
<code>ceil(x)</code> [+ ∞]	加入正小数取整
<code>sign(x)</code>	符号函数
<code>rem(x,y)</code> [<code>mod(x,y)</code>]	求x除以y的余数
<code>lcm(x,y)</code>	最小公倍数
<code>pow2(x)</code>	以2为底的指数
<code>log2(x)</code>	以2为底的对数

例1.10 用ezplot()命令绘衰减振荡曲线函数:

$$y=e^{-0.5x} \sin 5x$$

图形.

`ezplot('exp(-0.5*x)*sin(5*x)',[0,10,-1,1])`



`ezplot('exp(-0.5*x)*sin(5*x)')`

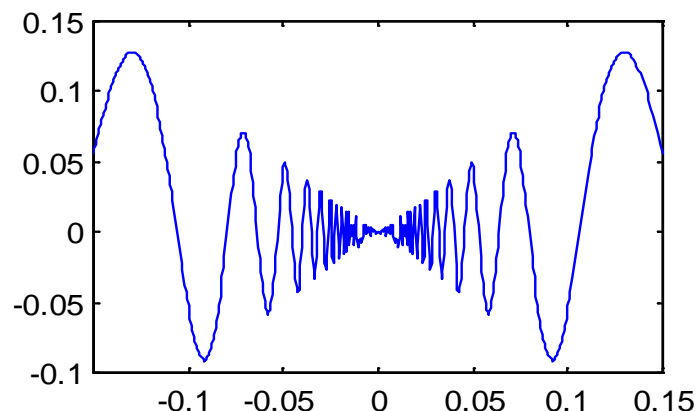
$(-2\pi, 2\pi)$

在解决实际问题时, 如果频繁使用同一个数学表达式, 则应该定义一个临时函数以方便操作.

定义方法: 函数名 = **inline**(‘表达式’)

例1.11 定义函数 $f(x) = x \sin \frac{1}{x}$ 并分析函数性质。

```
fun=inline('x.*sin(1./x)')  
fplot(fun,[-0.15,0.15])  
N=1:5;x=2./(2*N+1)/pi;  
y=fun(x)
```



y =

-0.2122 0.1273 -0.0909 0.0707 -0.0579

```
ezplot('exp(-0.5*x)*sin(5*x)',[0,10,-1,1])
```

```
ezplot('exp(-0.5*x)*sin(5*x)',[0,10])
```

```
ezplot('exp(-0.5*x)*sin(5*x)')
```

ezplot可以省掉参数

```
fplot('exp(-0.5*x)*sin(5*x)',[0,10,-1,1])
```

```
fplot('exp(-0.5*x)*sin(5*x)',[0,10])
```

或用 `fun=inline('exp(-0.5*x)*sin(5*x)')` 替换
第一部分

MATLAB 一元函数绘图方法

ezplot() 简易绘图方法, 优点: 快速方便

fplot() 函数绘图方法, 与简易绘图相似. 要给定自变量变化范围

plot() 基本绘图方法, 利用一元函数自变量的一系列数据和对应函数值数据绘图。具有很大灵活性

省参数:'b-.'[默认值]

例如 `plot(X,Y),` `plot(x1,y1,x2,y2,'ro')`
`plot(X,Y,'r'),` `plot(x1,y1,'r',x2,y2,'b')`

例1.13用基本绘图方法绘衰减振荡函数

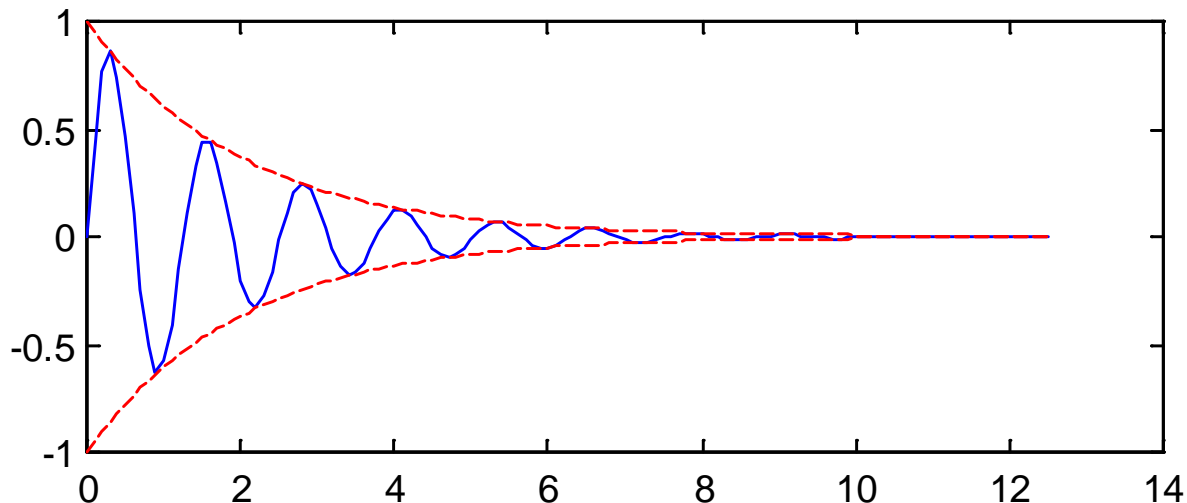
$$y = e^{-0.5x} \sin 5x$$

的图形并用虚线表示振幅衰减情况。

```
x=0:0.1:4*pi;
```

```
y= exp(-0.5*x) ; y1=y .*sin(5*x);
```

```
plot(x,y1,x,y,'--r',x,-y,'--r')
```



1.直接输入法; 2.特殊矩阵函数法; 3. 数据文件输入 注意事项

- ① 矩阵元素必须在方括号[]之内;
- ② 同一行相邻元素间用逗号或空格分隔;
- ③ 矩阵的行与行之间用分号分隔.

A=hilb(3)	%用函数创建希尔伯特矩阵
B=invhilb(3)	%创建希尔伯特矩阵的逆阵
A*B	%验证B为A的逆

A =		B =		ans =				
1	1/2	1/3	9	-36	30	1	0	0
1/2	1/3	1/4	-36	192	-180	0	1	0
1/3	1/4	1/5	30	-180	180	0	0	1

zeros(m,n)	$m \times n$阶零矩阵
eye(m,n)	$m \times n$阶单位矩阵
ones(m,n)	$m \times n$阶全1矩阵
rand(m,n)	$m \times n$阶随机矩阵
randn(m,n)	正态随机数矩阵
magic(n)	n阶魔方矩阵
hilb(n)	n阶Hilbert矩阵
invhilb(n)	逆Hilbert矩阵
pascal(n)	n阶Pascal矩阵
vander(C)	由向量C生成范德蒙矩阵

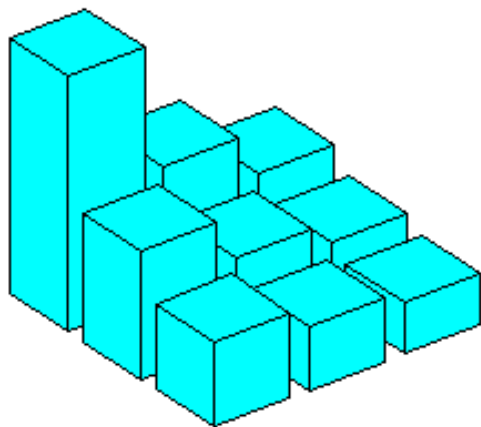
例1.17 用直接方法创建3阶希尔伯特矩阵

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 \\ 1/2 & 1/3 & 1/4 \\ 1/3 & 1/4 & 1/5 \end{bmatrix}$$

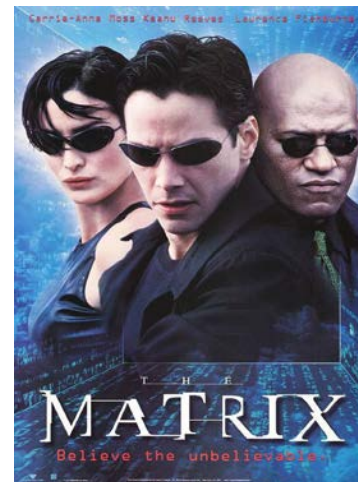
`format rat`

`H=[1,1/2,1/3;1/2,1/3,1/4;1/3,1/4,1/5]`

`bar3(H)`



$H =$			
	1	1/2	1/3
	1/2	1/3	1/4
	1/3	1/4	1/5



例: 创建4阶幻方矩阵A,并验证矩阵A各列元素之和、各行元素之和以及各对角元之和均为常数 34 。

A=magic(4)

sum(A)

%求列和

sum(A')

%求行和

sum(diag(A))

%求A对角和

B=A(:,4:-1:1)

%矩阵翻转

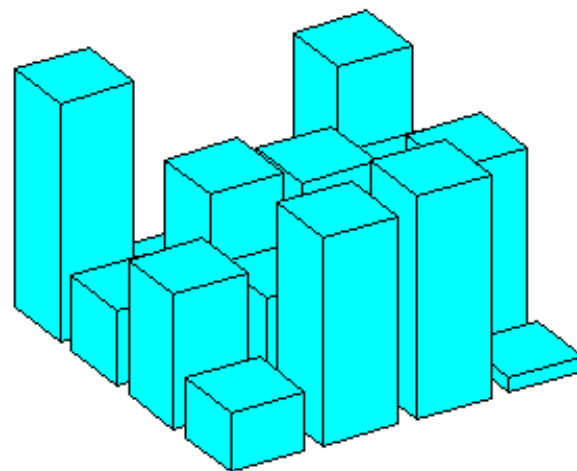
sum(diag(B))

%求B对角和

ans = 34 34 34 34

A =

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



二元函数图形绘制方法：

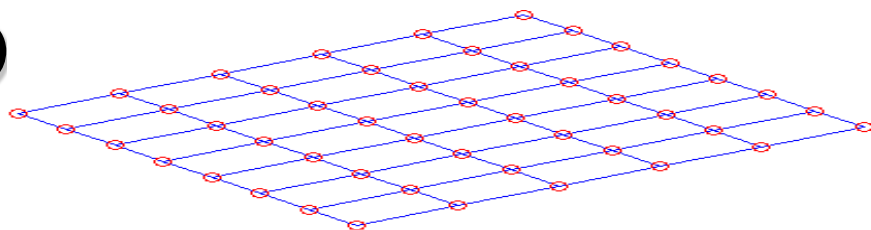
矩阵表示网格、计算网格(X,Y)上函数值、绘网面

创建网格矩阵命令：[X, Y]=meshgrid(x, y)

例1.19 计算二元函数 $z = x \exp(-x^2 - y^2)$ 网格点值

[X,Y]=meshgrid(-2:2,-2:2)

Z=X.*exp(-X.^2-Y.^2)



X =

-2	-1	0	1	2
-2	-1	0	1	2
-2	-1	0	1	2
-2	-1	0	1	2
-2	-1	0	1	2

Y =

-2	-2	-2	-2	-2
-1	-1	-1	-1	-1
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2

向量访问

A=pascal(3)

a=A(2,3)

A =

1	1	1
1	2	3
1	3	6

a =

3

```
b=A( :, 2 )
```

```
c=A( 3, [1 3] )
```

```
d=A( :, 3:-1:1 )
```

```
b =
```

1

2

3

```
c =
```

1

6

```
d =
```

1

1

1

3

2

1

6

3

1

将几个矩阵合成一个：

$A = [1 \ 2; \ 3 \ 4]$

$B = [A, [5;6]]$

$C = [A; [5,6]]$

$A =$

1	2
3	4

$B =$

1	2	5
3	4	6

$C =$

1	2
3	4
5	6

创建网格矩阵原理和方法

```
x=1:6; y=1:8;           %创建两个向量  
[X,Y]=meshgrid(x,y)    %将x和y分别扩充为8行6列
```

```
[X,Y]=meshgrid(1:6,1:8) %直接创建两个矩阵X和Y
```

X =

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

Y =

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

绘网面命令mesh()使用格式:

mesh(x,y,z) 或 mesh(z)

例1.20 绘二元函数 $z = x \exp(-x^2 - y^2)$ 的图形。

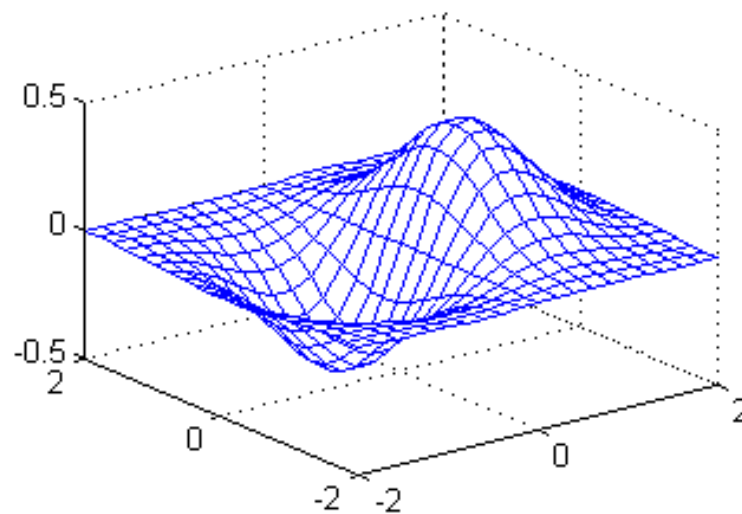
```
[x,y]=meshgrid(-2:0.2:2);
```

```
z=x.*exp(-x.^2-y.^2);
```

```
mesh(x,y,z)
```

```
colormap([0 0 1])
```

注记: x,y是维数相同的矩阵;
表达式中 “.*”和 “.^”运算
使得z是与x,y维数相同矩阵。



功能相同的绘图命令: **contour, contour3, surf,**
meshc, meshz,

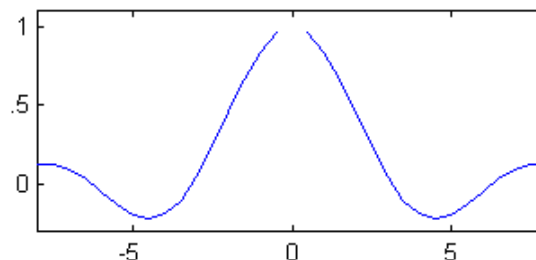
例1.16 绘制一元函数 $y = \sin x / x$ 在 $[-8, 8]$ 上图形。

```
x=-8:8;y=sin(x)./x;
```

Warning: Divide by zero.

```
plot(x,y)
```

浮点数相对精度
(2.2204e-016)



除零错误导致残缺图形

分母加**eps**方法避免出错

例1.21 绘二元函数 $z = \frac{\sin \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ 图形

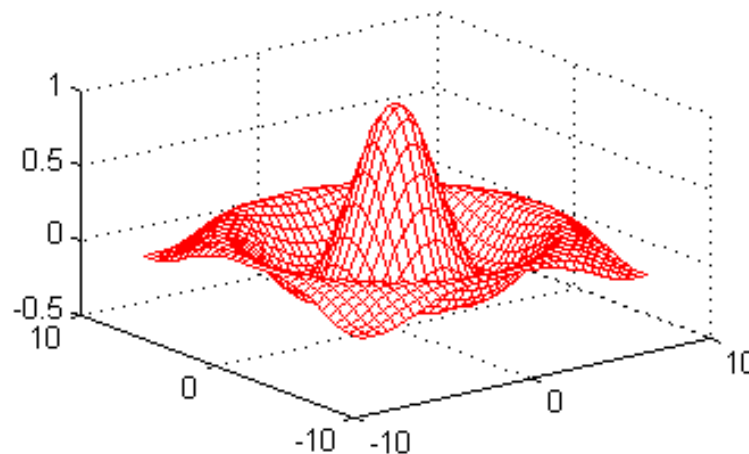
```
[x,y]=meshgrid(-8:0.5:8);
```

```
r=sqrt(x.^2+y.^2)+eps;
```

```
z=sin(r)./r;
```

```
mesh(x,y,z)
```

```
colormap([1,0,0])
```



例1.22 用contour() 命令绘二元函数 $z = x \exp(-x^2 - y^2)$ 等高线

```
[X,Y]=meshgrid(-2:0.2:2);
```

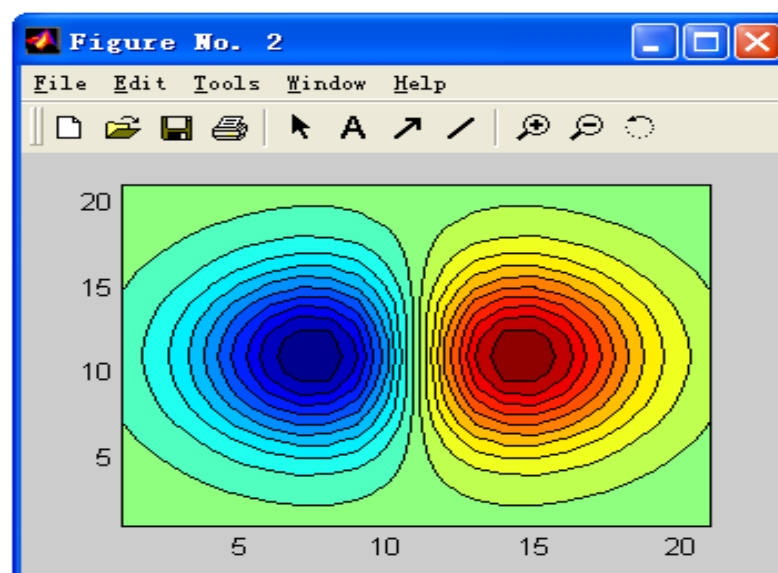
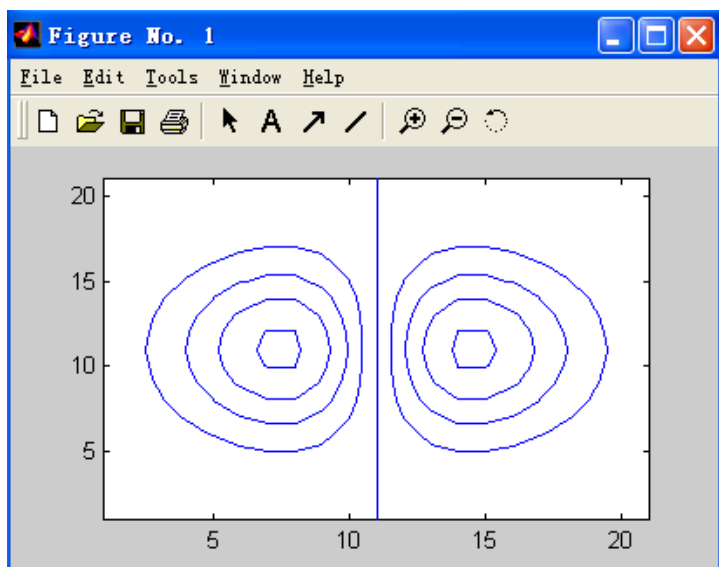
```
Z=X.*exp(-X.^2-Y.^2);
```

```
figure(1),contour(Z)
```

%创建1号图形窗口

```
figure(2), contourf(Z,20)
```

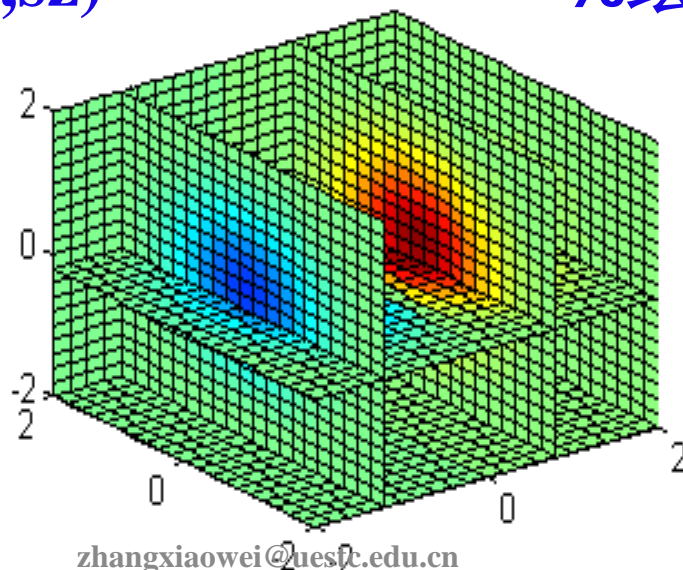
%创建2号图形窗口



例 使用slice()命令绘三元函数 $u = x e^{-x^2-y^2-z^2}$

在 $D = \{(x, y, z) \mid -2 \leq x \leq 2, -2 \leq y \leq 2, -2 \leq z \leq 2\}$
上的切片色图

```
[x,y,z]=meshgrid(-2:2:2);      %创建空间网格  
u=x.*exp(-x.^2-y.^2-z.^2);    %计算三元函数值  
sx=[-1.2,0.8,2];sy=2;sz=[-2,-0.2]; %确定切片位置  
slice(x,y,z,u,sx,sy,sz)       %绘切片图
```

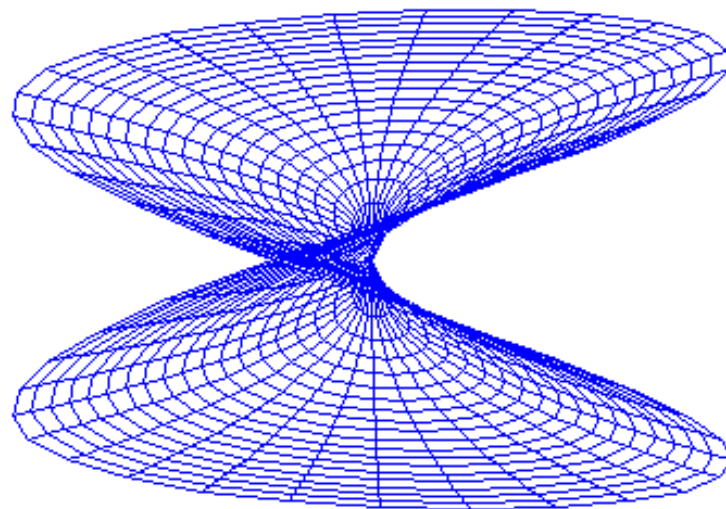


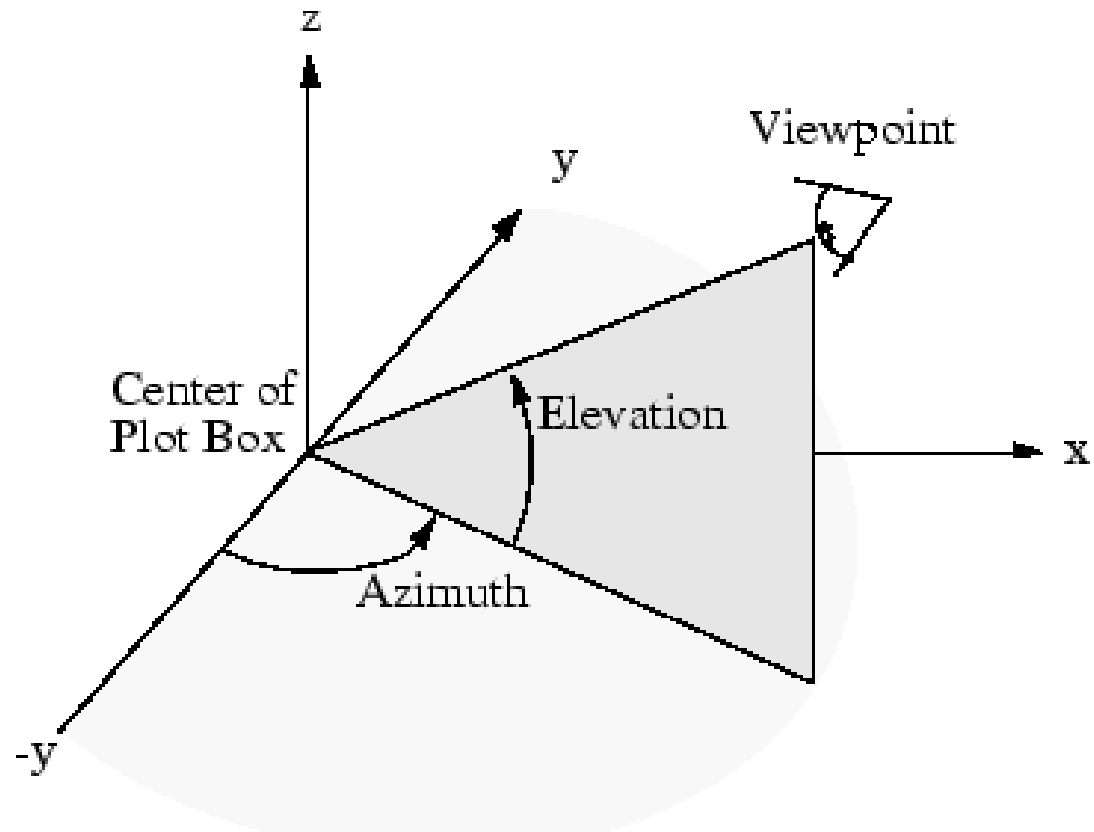
圆域上的复变函数图形

例1.28 复变量 $z = \rho \exp(i\theta)$ 满足 $|z| \leq 1$

以复变函数 $u = \sqrt{z}$ 的实部为二元函数绘图

```
r=linspace(0,1,20);r=r';  
theta=linspace(-2*pi,2*pi,50);  
z=r*exp(i*theta);  
u=r.^(1/2)*exp(i*theta/2);  
x=real(z);y=imag(z);  
s=real(u);  
mesh(x,y,s)  
colormap([0 0 1])  
axis off  
view(-74,0)
```





view(Azimuth,Elevation)

计算机浮点数表示法

$$6.378137 \times 10^3 \rightarrow 6.378137 \text{ e } +003$$

$$2.99792458 \times 10^5 \rightarrow 2.99792458 \text{ e } +005$$

例1.24近似计算地球表面积,并以不同格式输出数据

R=6378.137; S=4*pi*R^2

format long,S

format bank,S

format short	短格式	5.1121e+008
format long	长格式	5.112078933958109e+008
format bank	银行格式	511207893.40
Format rat	分式格式	511207893

***MATLAB*内部常数**

常 数	返 回 值
ans	默认变量名，保存最近的结果
eps	浮点数相对精度(2.2204e-016)
realmax	最大浮点数(1.7977e+308)
realmin	最小浮点数(2.2251e-308)
pi	圆周率 (3.1416)
i,j	虚数单位
inf	无限大
NaN	不合法的数值，非数值

MATLAB具有一种称为VPA类型的数据显示格式. VPA的全称是可变精度浮点算法 (Variable precision arithmetic). 显示S的D位数方法如下

$$\mathbf{R=vpa(S, D)}$$

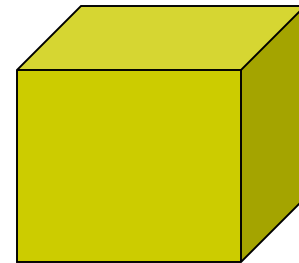
例1.25立方倍积问题: 求作一立方体, 使其体积为已知立方体的二倍. 如果已知立方体体积为 $V_0=1$, 要作的立方体体积为 $V=2$, 则所求立方体高度为 $2^{1/3}$

在命令窗口中直接使用命令

$$\mathbf{h=vpa(2^{1/3}, 40)}$$

数据结果为

$h = 1.259921049894873190666544360283296555281$



使用 $h = \text{vpa}(2^{1/3}, 40)$ Matlab 的计算过程是先计算表达式的 16 位近似, 再交给 vpa 转化为 40 位数。

字符串变量：将字符串用单引号括起来赋值给变量

例1.26 三个名人Euler, Elizabeth, Plato职业分别是mathematician, movie star, philosopher, 编写程序正确联接他们的名字和职业并输出

```
n1='Euler';n2='Elizabeth';n3='Plato';  
p1='mathematician';p2='movie star';  
p3='philosopher';  
s1=strcat(n1,'--',p1), s2=strcat(n2,'--',p2),  
s3=strcat(n3,'--',p3)
```

拼接字符串命令：strcat(T1,T2,T3)

将整数转换成字符命令：int2str()

```
s='abc'  
t='1234'  
s1=[s,t]  
s2=['abc','1234']  
s3=strcat(s,'123','--',t)  
m=['abc';'123']  
s2(3)  
m(2,:)
```

```
s =  
abc  
t =  
1234  
s1 =  
abc1234  
s2 =  
abc1234  
s3 =  
abc123--1234  
m =  
abc  
123  
ans =  
c  
ans =  
123
```


int2str (str2int)	整数 ↔ 字符串	strmatch	查找
num2str (str2num)	数值 ↔ 字符串	strcat	连接
upper (lower)	大小写转换	abs	ASCII码
strcmp	比较	strcmpi	比较(忽略大小写)
findstr	查找	strrep	替换

例1.27 生肖问题——08年是鼠年还是狗年？

```
n=input('input n:=');  
S='鼠牛虎兔龙蛇马羊猴鸡狗猪';  
k=rem(n-4,12)+1;  
s=S(k);  
s=strcat(int2str(n), '年是', s, '年')
```

input n:=2006

s= 2006年是狗年

input n:=2008

s=2008年是鼠年

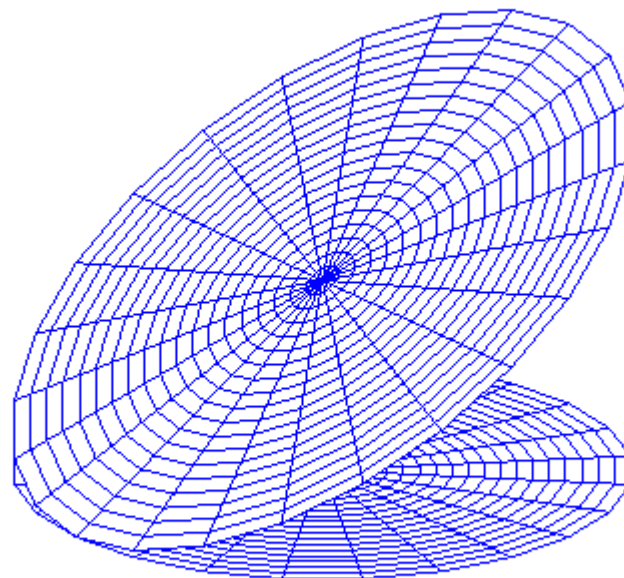
```
n=input('input n:=');  
S='猴鸡狗猪鼠牛虎兔龙蛇马羊';  
k=rem(n,12)+1;  
s=S(k);  
s=strcat(int2str(n), '年是', s, '年')
```

复变函数图形

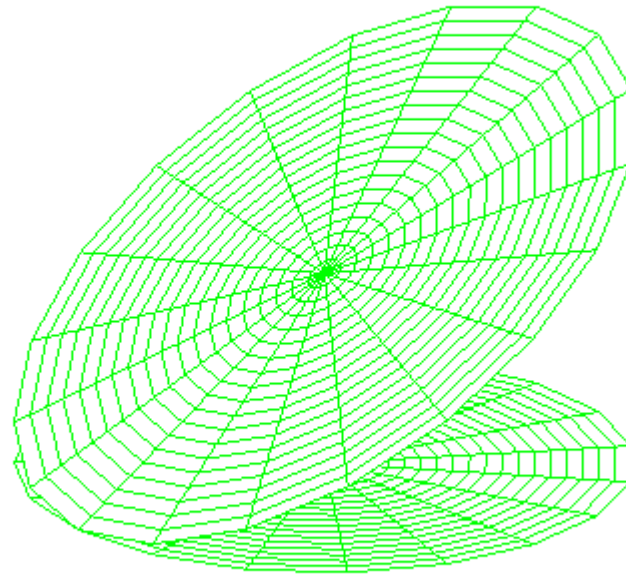
设有复平面上单位圆域内变化的变量 $z = r \exp(i\theta)$

以 $u = z$ 的实部函数绘图并输出图形文件

```
r=linspace(0,1,20);  
theta=linspace(-pi,pi,25);  
z=r'*exp(i*theta);  
x=real(z);  
y=imag(z);  
mesh(x,y,x);hold on  
colormap([0 0 1])  
mesh(x,y,-ones(size(x)))  
axis off
```



```
[r,theta]=meshgrid(0:1/19:1,-pi:2*pi/19 :pi);  
z=r.*exp(i*theta);  
x=real(z);  
y=imag(z);  
mesh(x,y,x);hold on  
colormap([0 1 0]) ;  
mesh(x,y,-ones(size(x)));  
axis off
```



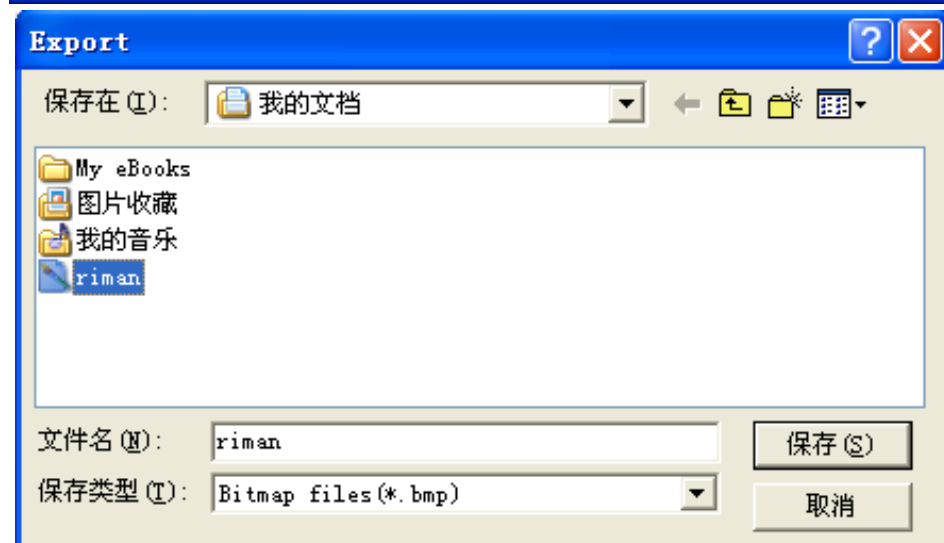
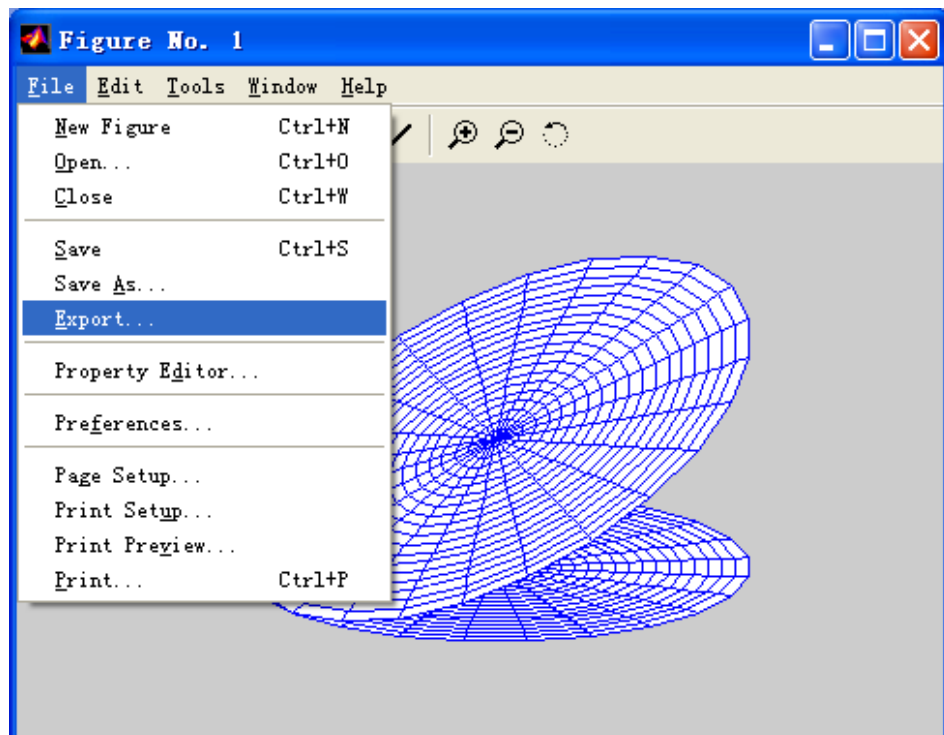
```
r=linspace(0,1,20);  
theta=linspace(-pi,pi,25);  
z=r'*exp(i*theta);
```

```
[r,theta]=meshgrid(0:1/19:1,-pi:2*pi/19 :pi);  
z=r.*exp(i*theta);
```

输出图形文件

1.在图形窗口用鼠标点击窗口左上方的菜单栏“file”，选择下拉菜单中的“Export”. (在高版本中选择“Save As”)

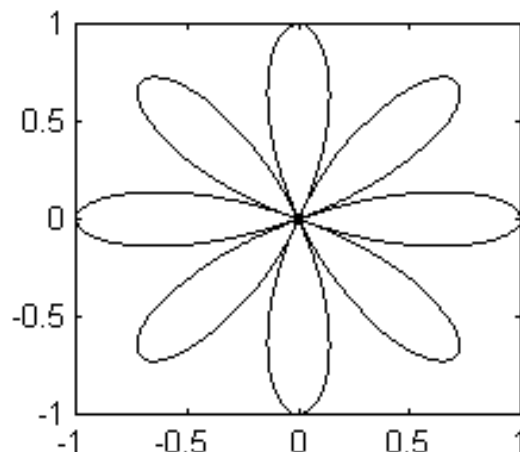
2.在对话框中选择文件类型“bmp”格式，将图形文件命名为riman.



极坐标绘图

例 玫瑰线极坐标方程为 $\rho = a \cos n\theta$ 或 $\rho = a \sin n\theta$ ，其图象形似玫瑰。

它们是由以原点为公共点的玫瑰花瓣环线组成。用极坐标绘图命令 **polar()** 可实现快速绘图，几何图形表现出完美的对称性。

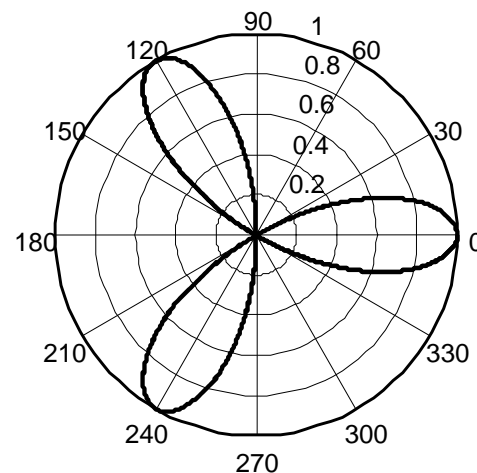


三叶玫瑰线方程 $\rho = a \cos 3\theta$

theta=0:0.001:2*pi;

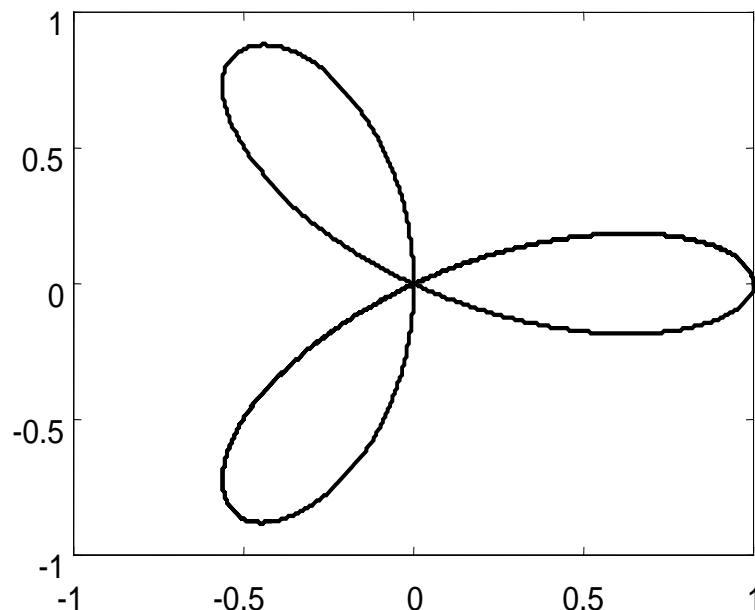
r=cos(3*theta);

polar(theta,r,'k')

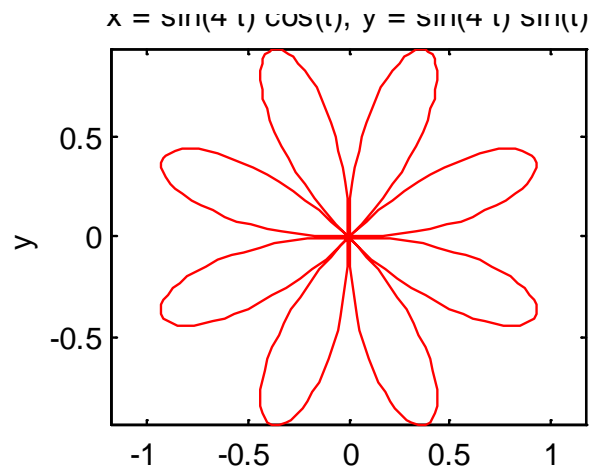
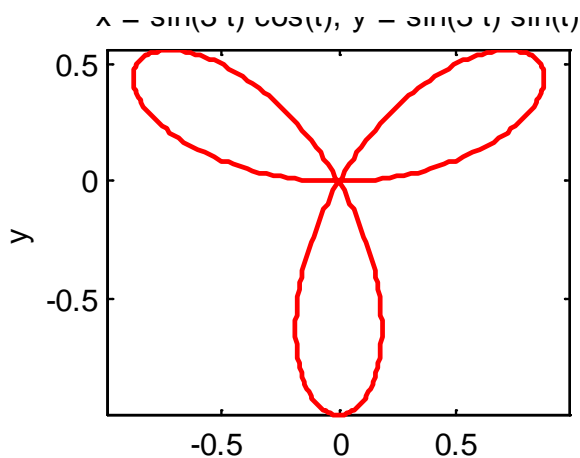


MATLAB程序(mlab1.m)

```
n=3;N=10000;  
theta=2*pi*(0:N)/N;  
r=cos(n*theta);  
x=r.*cos(theta);  
y=r.*sin(theta);  
comet(x,y)
```



```
ezplot('sin(3*t)*cos(t)','sin(3*t)*sin(t)',[0,pi])
```



马鞍面绘图实验

正方形区域上马鞍面 $z = x^2 - y^2$

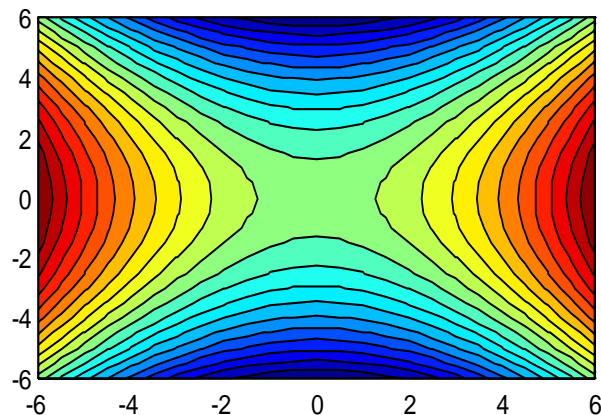
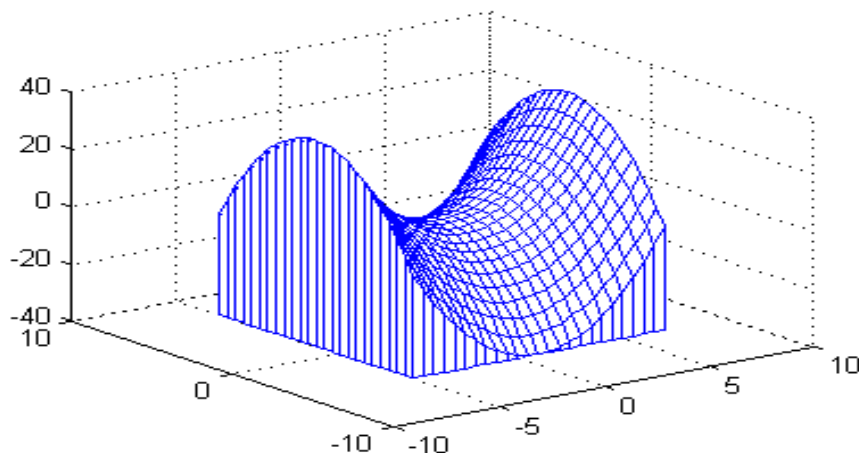
$$D = \{(x, y) \mid -6 \leq x \leq 6, -6 \leq y \leq 6\}$$

```
[x,y]=meshgrid(-6:0.5:6);
```

```
z1=x.^2-y.^2;
```

```
figure(1),meshz(x,y,z1)
```

```
figure(2), contourf(x,y,z1,20)
```



圆域上的马鞍面 $z = x^2 - y^2$

$$D = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 \leq r^2\}$$

```
t=linspace(0,2*pi,60);
```

```
r=0:0.1:2;
```

```
[t,r]=meshgrid(t,r);
```

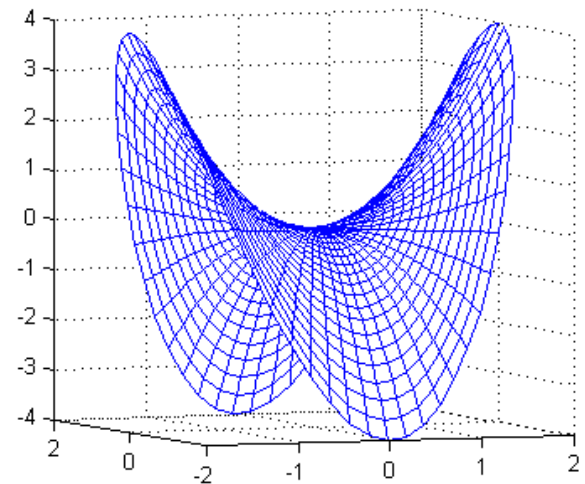
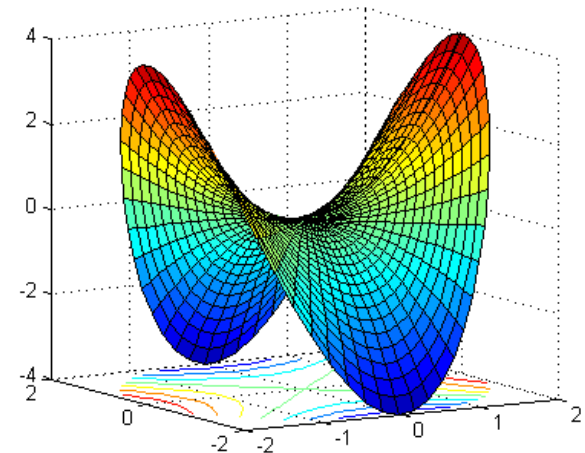
```
x=r.*cos(t);y=r.*sin(t);
```

```
z=x.^2-y.^2;
```

```
figure(1),surfc(x,y,z)
```

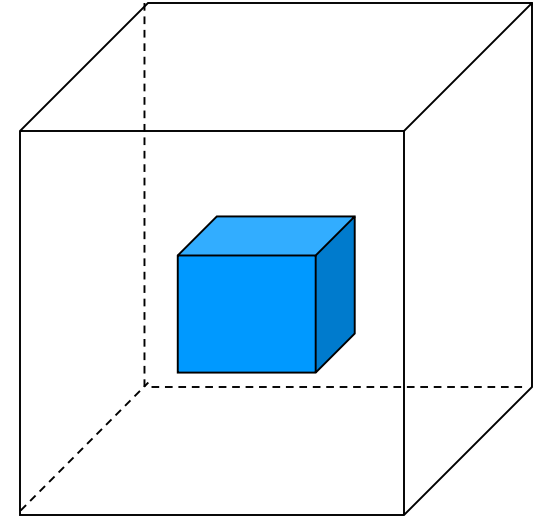
```
figure(2),mesh(x,y,z)
```

```
colormap([0 0 1])
```



宝石加工问题

宝石加工厂需要将石料内已知位置上的一块精品切割出来. 石料尺寸为 $19 \times 14 \times 12$ (cm³) , 需要切割的精品尺寸为 $5 \times 4 \times 2$ (cm³), 且二者的左侧面、前面、底面相互平行, 距离分别为 6cm, 7cm, 9cm。



切割加工费用: 垂直切割 3 元/cm² , 水平切割 5 元/cm²。

试确定切割的工作流程, 使切割的总费用最少。

(为了减少旋转刀具的次数, 要求同向切割连续两次后再旋转刀具)

19	14	12
5	4	2

5	14	12
5	4	2

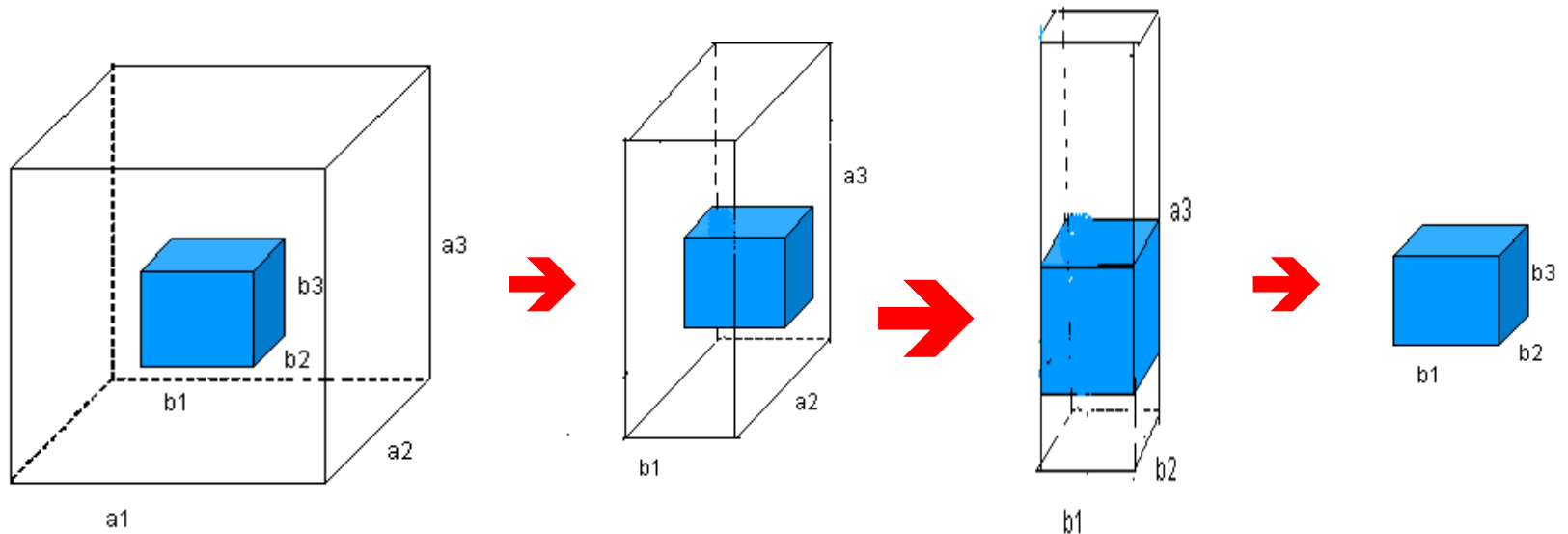
5	4	12
5	4	2

5	4	2
5	4	2

$$S_1 = 2(14 \times 12)$$

$$S_2 = 2(5 \times 12)$$

$$S_3 = 2(5 \times 4)$$



全部方案比较

1 ——左、右

2 ——前、后

3 ——上、下

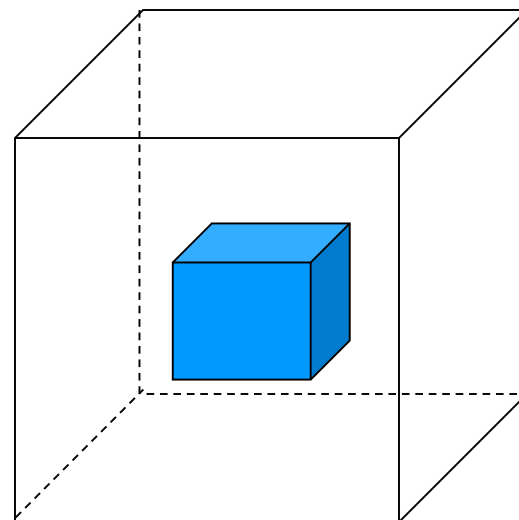
石料尺寸(cm)

石料:长 \times 宽 \times 高= $a_1 \times a_2 \times a_3$;

精品:长 \times 宽 \times 高= $b_1 \times b_2 \times b_3$;

六种方案的切割面积计算

(1,2,3)	a_2a_3	b_1a_3	b_1b_2
(1,3,2)	a_2a_3	b_1a_2	b_1b_3
(2,1,3)	a_1a_3	b_2a_3	b_1b_2
(2,3,1)	a_1a_3	a_1b_2	b_2b_3
(3,1,2)	a_1a_2	a_2b_3	b_1b_3
(3,2,1)	a_1a_2	a_1b_3	b_2b_3



MATLAB程序

```
a1=19;a2=14;a3=12;b1=5;b2=4;b3=2;
```

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

```
f1=[3;3;5];f2=[3;5;3];f3=[5;3;3];
```

```
A=[a2*a3,b1*a3,b1*b2;
```

```
    a2*a3,b1*a2,b1*b3;
```

```
    a1*a3,b2*a3,b1*b2;
```

```
    a1*a3,a1*b2,b1*b3;
```

```
    a1*a2,a2*b3,b1*b3;
```

```
    a1*a2,a2*b3,b2*b3];
```

```
q(1)=A(1,:)*f1;q(2)=A(2,:)*f2;q(3)=A(3,:)*f1;
```

```
q(4)=A(4,:)*f2;q(5)=A(5,:)*f3;q(6)=A(6,:)*f3;
```

```
[qmin,index]=min(q); operate=p(index,:)
```

```
expense=2*qmin
```

练习与思考题

- 1.三阶幻方矩阵又被称为九宫图, 如果允许将矩阵对称变换、旋转变换。问有多少种不同的三阶幻方。
- 2.使用`pascal(5)`创建5阶矩阵, 分析数字排列规律, 与杨辉三角形比较。
- 3.分析一元函数 $f(x) = x \sin(1/x)$ 的极值点, 并在函数图形上标出极值点序列。
4. 小结绘图方法: `ezplot()`、`fplot()`、`plot()`、`polar()`、`comet()`

5.如何显示出圆周率的100位数字？

6.分析复变函数计算中

```
r=linspace(0,1,20);
```

```
theta=linspace(-pi,pi,25);
```

```
z=r'*exp(i*theta);
```

```
[r,theta]=meshgrid(0:1/19:1,-pi:2*pi/19 :pi);
```

```
z=r.*exp(i*theta);
```

7.diag(A)命令 。 A为向量、方阵、矩阵

8.round(),fix(),ceil(),floor()区别

9.rem(),mod()区别

10. 用特殊矩阵函数 $V = \text{vander}([1;2;3])$ 可创建一个3阶矩阵，如何用V的主对角元构造一个对角矩阵D；

11. 命令 $[x,y] = \text{meshgrid}(1:3); H = 1./(x+y-1)$ 执行结果是三阶矩阵, 写出x和y的数据以及H的数据。

12. 绘二元函数 $z = x \exp(-x^2 - y^2)$ 图形时, 使用两个命令 $\text{mesh}(x,y,z)$ 与 $\text{mesh}(z)$ 所创建的图形有何区别

13. 2007年农历是丁亥年, 排列天干(甲乙丙丁戊己庚辛壬癸)/地支(子丑寅卯辰巳午未申酉戌亥), 用字符串数组编写程序, 要求输入年份, 输出农历纪年