双纵坐标图

```
x=0:0.01:20;
y1=200*exp(-0.05*x).*sin(x);
y2=0.8*exp(-0.5*x).*sin(10*x);
plotyy(x,y1,x,y2);
```

$$\text{绘制椭圆曲线} x^2+\frac{y^2}{4}=1$$

```
ezplot('x^2+y^2/4-1')
ezplot('x^2+y^2/4=1')

syms t;
x=cos(t);
y=2*sin(t);
ezplot(x,y)
```

平面图

```
x=0:pi/10:2*pi;
y1=sin(x);
y2=sin(x-0.25);
y3=sin(x-0.5);
plot(x,y1,'g',x,y2,'b--o',x,y3,'c*');
legend('sin(x)','sin(x-0.25)','sin(x-0.5)')
xlabel('x');
ylabel('y');
```

```
x=0:pi/10:2*pi;
y1=sin(x);
y2=sin(x-0.25);
y3=sin(x-0.5);
plot(x,y1,'g',x,y2,'b--o',x,y3,'c*');
subplot(3,1,1);
plot(x,y1,'g');
title('sin(x)');
xlabel('x');
ylabel('y');
subplot(3,1,2);
plot(x,y2,'b--o');
title('sin(x-0.25)');
xlabel('x');
ylabel('y');
subplot(3,1,3);
plot(x,y2,'c*');
title('sin(x-0.5)');
xlabel('x');
ylabel('y');
```

极坐标

```
绘制枫图案
t=-pi/2:0.05:1.5*pi;
f=100./(100+(t-pi/2).^8)*2-sin(7*t)-cos(30*t)/2;
polar(t,f,'r')
```

三维曲线图

```
t=0:0.05:20*pi;
x=sin(t);
y=cos(t);
z=t.*sin(t).*cos(t);
plot3(x,y,z);
xlabel('x');
ylabel('y');
zlabel('z');
grid on
```

三维网格图

```
x=-3:0.05:3;
y=-5:0.05:5;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=(sin(X.*Y)+eps)./(X.*Y+eps);
mesh(X,Y,Z)
```

三维曲面图

```
x=-3:0.05:3;
y=-5:0.05:5;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=(sin(X.*Y)+eps)./(X.*Y+eps);
surf(X,Y,Z)
```

四维图形

$$\text{可视化函数} v = xe^{-(x^2+y^2+z^2)} \text{其中} -2 <= x <= 2, -2 <= y <= 2, -2 <= z <= 2$$

```
[x,y,z]=meshgrid(-2:0.2:2,-2:0.25:2,-2:0.16:2);
v=x.*exp(-x.^2-y.^2-z.^2);
xslice=[-1.2:0.8:2];
yslice=2;
zslice=[-2:0];
slice(x,y,z,v,xslice,yslice,zslice)
colormap hsv
```

三维散点

```
z=linspace(0,4*pi,250);
x=2*cos(z)+rand(1,250);
y=2*sin(z)+rand(1,250);
scatter3(x,y,z,'filled');
view(-30,10)%设置视点
```

函数的导数

$$\text{求函数} y = log(x + \sqrt{1 + x^2}) \text{的一阶和二阶导数}$$

```
syms x;
y=log(x+sqrt(1+x^2));
dydx=diff(y,x);
dydx=simplify(dydx)
dydx2=diff(y,x,2);
dydx2=simplify(dydx2)
```

隐函数求导

$$设 e^y + xy - e = 0 求 \frac{dy}{dx}$$

$$公式 \frac{dy}{dx} = -\frac{f_x}{f_y}$$

```
syms x y;
f=exp(y)+x*y-exp(1);
dfdx=diff(f,x);
dfdy=diff(f,y);
dydx=-dfdx/dfdy
```

参数方程求导

$$设参数方程 \begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases} 确定的函数 y = f(x), 则 \frac{dy}{dx} = \frac{y'(t)}{x'(t)}$$

$$设 \begin{cases} x = a(t - sin(t)) \\ y = a(1 - cos(t)) \end{cases} 求 \frac{dy}{dx}$$

```
syms a t;
dxdt=diff(a*(t-sin(t)));
dydt=diff(a*(1-cos(t)));
dydx=dydt/dxdt
```

积分

$$1) \int \frac{1}{1+\sqrt{1-x^2}} dx$$

$$2) \int_0^1 \frac{1}{1+\sqrt{1-x^2}} dx$$

$$3) \int_0^\infty \frac{sinx}{x} dx$$

```
syms x;
I=int(1/(1+sqrt(1-x^2)));
pretty(I)
int(1/(1+sqrt(1-x^2)),0,1)
int(sin(x)/x,0,inf)
```

平面图形的面积

$$A = \int_a^b |y_2(x) - y_1(x)| dx$$

$$求由 y = e^x, y = e^{-x}, x = 1 所围成图形的面积$$

```
x=-1:0.1:2;
y1=exp(-x);
y2=exp(x);
plot(x,y1,x,y2);
hold on
plot([1 1],[-1 7]);
x=0:0.1:1;
y1=exp(-x);
y2=exp(x);
fill([x fliplr(x)],[y1 fliplr(y2)],'b')
```

```
syms x;
y1=exp(-x);
y2=exp(x);
a=0;
b=1;
area=int(abs(y1-y2),a,b)
```

旋转体体积

$$V=\int_a^b \pi[f(x)]^2 dx$$

求椭圆$y=\frac{b}{a}\sqrt{a^2-x^2}$绕$x$轴旋转而成的椭球体积

```
a=1;
b=2;
x=-a:0.1:a;
f=b/a*sqrt(a^2-x.^2);
[X,Y,Z]=cylinder(f);
Z=Z*a*2-a;
surf(X,Y,Z)
```

```
syms x a b;
f=b/a*sqrt(a^2-x^2);
y=int(pi*f^2,-a,a)
```

已知截面面积的立体体积

$$V=\int_a^b A(x)dx$$

求已知截面面积$A(x)=3*x^4+6*x-5,x\in[0,5]$的立体体积

```
syms x;
A=3*x^4+6*x-5;
int(A,0,5)
```

平面曲线的弧长

$$S=\int_a^b \sqrt{1+y'^2}dx$$

$$S=\int_\alpha^\beta \sqrt{\varphi'^2(t)+\psi'^2(t)}dt$$

$$S=\int_\alpha^\beta \sqrt{r^2(\theta)+r'^2\theta}d\theta$$

$$\begin{cases} x=a(t-sint) \\ y=a(1-cost) \end{cases} (0<=t<=2\pi)\text{的长度}$$

```
a=1;
syms t;
x=a*(t-sin(t));
y=a*(1-cos(t));
ezplot(x,y,[0,2*pi]);
grid on;
```

```
syms t a;
x=a*(t-sin(t));
y=a*(1-cos(t));
int(sqrt(diff(x)^2+diff(y)^2),0,2*pi)
```

单调区间

$$\text{求函数} y=x^3-2*x+1\text{的单调区间}$$

```
syms x;
y=x^3-2*x+1;
dydx=diff(y);
x=-4:0.1:4;
y=eval(y);
dydx=eval(dydx);
plot(x,y,x,dydx);
xlabel('x');
ylabel('y,dy.dx');
legend('y(x)','dy/dx');
grid on
```

```
syms x;
y=x^3-2*x+1;
dydx=diff(y);
zeroPoint=solve(dydx,x);
subs(dydx,x,-1)
subs(dydx,x,0)
subs(dydx,x,1)
%1 -2 1
```

$$\text{在}\left(-\infty,-\frac{\sqrt{6}}{3}\right)\quad\left(\frac{\sqrt{6}}{3},\quad+\infty\right)\text{单调递增}$$

$$\text{在}\left(-\frac{\sqrt{6}}{3},\frac{\sqrt{6}}{3}\right)\text{单调递减}$$

凹凸区间

$$\text{求函数} y=\frac{1}{1+2x^2} \text{的凹凸区间和拐点}$$

```
syms x;
y=1/(1+2*x^2);
dydx2=diff(y,2);
x=[-3:0.1:3];
y=eval(y);
dydx2=eval(dydx2);
plot(x,y,x,dydx2,'--');
xlabel('x');
ylabel('y, dy/dx2');
legend('函数','二阶导数');
axis([-3,3,-5,2]);
grid on
```

```
syms x;
y=1/(1+2*x^2);
dydx2=diff(y,2);
zeroPoint=solve(dydx2,x);
zeroPoint=simplify(zeroPoint)
subs(y,x,double(zeroPoint))
```

$$\text{在} \left(-\infty,\frac{1}{\sqrt{6}}\right) \quad \left(\frac{1}{\sqrt{6}},\quad +\infty\right) \text{二阶导数大于零,下凸}$$

$$\text{在} \left(-\frac{1}{\sqrt{6}},\frac{1}{\sqrt{6}}\right) \text{二阶导数小于零,上凸}$$

$$\text{两个拐点分别是} \left(-\frac{1}{\sqrt{6}},\frac{3}{4}\right) \text{和} \left(\frac{1}{\sqrt{6}},\frac{3}{4}\right)$$

极值

$$\text{求函数} y=\frac{x}{1+x^2} \text{的极值}$$

```
syms x;
y=x/(1+x^2);
ezplot(y,[-10,10]);
```

利用极值判定定理

```
syms x;
y=x/(1+x^2);
zeroPoint=solve(diff(y),x);
%-1 1
%驻点为x=1或x=-1
subs(diff(y,2),x,double(zeroPoint));
% -1/2 1/2
%二阶导
%x=-1 二阶导为1/2 极小值
%x=1 二阶导为-1/2 极大值
subs(y,x,double(zeroPoint))
%-1/2 1/2
%极小值为-1/2 极大值1/2
```

利用优化函数

```
f=@(x) x/(1+x^2);
[xmin,ymin]=fminbnd(f,-2,0);%在(-2,0)求极小值
ff=@(x) -x/(1+x^2);
xmax=fminbnd(ff,0,2);%求极大值转化为求极小值
ymax=f(xmax);
```

拉格朗日中值定理

对函数 $f(x)=ln(1+x)$在 $[0,4]$上观察拉格朗日中值定理的几何意义

```
syms x;
f=log(1+x);
figure;
ezplot(f,[0,4]);
hold on;
ab=[0,4];
fab=subs(f,ab);
kab=(fab(2)-fab(1))/(ab(2)-ab(1));
plot(ab,fab);
hold off
```

```
syms x;
f=log(1+x);
hold on;
ab=[0,4];
fab=subs(f,ab);
kab=(fab(2)-fab(1))/(ab(2)-ab(1));
xi=eval(solve(diff(f)-kab))
```

```
figure;
ezplot(f,[0,4]);
hold on;
plot(ab,fab);
y=subs(f,x,xi)+kab*(x-xi);
ezplot(y,[0,4]);
axis([0,4,-0.5,2]);
hold off;
```

偏导数及高阶导数

$$设z=e^{2x}(x+y^2+2y)求\frac{\partial z}{\partial x},\frac{\partial z}{\partial y},\frac{\partial^2 z}{\partial x^2},\frac{\partial^2 z}{\partial y^2},\frac{\partial^2 z}{\partial x\partial y}$$

```
syms x y;
z=exp(2*x)*(x+y^2+2*y);
dzdx=diff(z,x)
dzdy=diff(z,y)
dzdx2=diff(z,x,2)
dxdy2=diff(z,y,2)
dzdxdy=diff(diff(z,x),y)
```

多元函数全微分

$$已知z=(x^2+y^2)sin(xy)，求dz$$

```
syms x y
z=(x^2+y^2)*sin(x*y);
dz=diff(z,x)*'dx'+diff(z,y)*'dy'
```

$$已知z=3x^2y^3+ln(xy)求当x=2,y=3,\Delta x=0.02,\Delta y=0.01时，求dz$$

```
syms x y;
z=3*x^2*y^3+log(x*y);
dzdx=diff(z,x);
dzdy=diff(z,y);
x=2;y=3;
dzdx=eval(dzdx);
dzdy=eval(dzdy);
dx=0.02;dy=0.01;
dz=dzdx*dx+dzdy*dy
```

二重积分

$$\iint_D xy^2dxdy其中D为由x+y=2,\ x=\sqrt{y},y=2所围成有界区域$$

```
syms x y;
[x y]=solve(y==2-x,y==x^2,x>=0,x,y);
xpoints=[vpa(x) 0 sqrt(2)];
a=min(xpoints);
b=max(xpoints);
x=a-1:0.1:b+1;
y1=2-x;
y2=x.^2;
y3=0*x+2;
plot(x,y1,x,y2,x,y3);
hold on
x=a:0.1:1;
y1=2-x;
y3=0*x+2;
fill([x fliplr(x)],[y1 fliplr(y3)],'b');
x=1:0.1:b;
y2=x.^2;
```

```
y3=x*0+2;
fill([x fliplr(x)],[y2 fliplr(y3)],'b');
syms x y
int(int(x*y^2,x,2-y,sqrt(y)),y,1,2)
```

$$计算\iint_D e^{-(x^2+y^2)}dxdy \quad D为x^2+y^2\leqslant 1$$

```
syms x y r theta;
x=r*cos(theta);
y=r*sin(theta);
xy2r=simplify(x^2+y^2);
f=exp(-xy2r);
int(int(f*r,r,0,1),theta,0,2*pi)
```

三重积分

$$\iiint(x^2+y^2+z)dxdydz是由曲面z=\sqrt{2-x^2-y^2}与z=\sqrt{x^2+y^2}围成$$

$$曲面z=\sqrt{2-x^2-y^2}与z=\sqrt{x^2+y^2}交线在xoy平面上的投影为\begin{cases}\sqrt{2-x^2-y^2}=\sqrt{x^2+y^2}\\ z=0\end{cases}$$

$$得\begin{cases}x^2+y^2=1\\ z=0\end{cases}$$

柱面坐标

$$\begin{cases}x=rsin\theta\\ y=rcos\theta\\ z=z\end{cases}$$

$$\iiint f(x,y,z)dxdydz=f(rsin\theta,rcos\theta,z)rdrd\theta dz$$

```
syms x y z;
z1=sqrt(2-x^2-y^2);
z2=x^2+y^2;
[X Y]=meshgrid(-1:0.1:1);
Z1=eval(subs(z1,{x,y},{X,Y}));
Z2=eval(subs(z2,{x,y},{X,Y}));
surf(X,Y,Z1);
hold on
surf(X,Y,Z2)
xlabel('x轴');
ylabel('y轴');
syms t theta;
x=r*cos(theta);
y=r*sin(theta);
f=x^2+y^2+z;
z1=sqrt(2-x^2-y^2);
z2=sqrt(x^2+y^2);
int(int(int(f*r,z,z2,z1),r,0,1),theta,0,2*pi)
```

球坐标

$$\begin{cases} x = rsin\varphi cos\theta \\ x = rsin\varphi sin\theta \\ z = rcos\varphi \end{cases}$$

$$\iiint f(x,y,z)dxdydz = f(rsin\varphi cos\theta, rsin\varphi sin\theta, rcos\varphi)r^2 sin\varphi drd\theta d\varphi$$

```
syms r phi theta;
x=r*sin(phi)*cos(theta);
y=r*sin(phi)*sin(theta);
z=r*cos(phi);
f=x^2+y^2+z;
int(int(int(f*r^2*sin(phi),r,0,sqrt(2)),phi,0,pi/4),theta,0,2*pi)
```

求弧长

$$\int_L f(x,y)ds = \int_a^b f(x(t),y(t))\sqrt{x'^2(t)+y'^2(t))}dt$$

$$\int_L f(x,y,z)ds = \int_a^b f(x(t),y(t),z(t))\sqrt{x'^2(t)+y'^2(t)+z'^2(t))}dt$$

$$计算\int_L \sqrt{y}dsL为y=x^2上O(0,0)到B(1,1)一段弧$$

```
syms t;
x=t;
y=t^2;
z=0;
f=sqrt(y);
s=int(f*sqrt(diff(x,t)^2+diff(y,t)^2+diff(z,t)^2),t,0,1)
```

$$求锥面x^2+y^2=z^2,z>=0与柱面x^2+y^2=x交线的长度$$

$$\begin{cases} x = cos^2(t) \\ y = sin(t)\cos(t);\ t \in [-pi/2, pi/2] \\ z = cos(t); \end{cases}$$

```
u=linspace(0,pi,50);
figure;
v=linspace(0,pi*2,50);
[u,v]=meshgrid(u,v);
x=sin(u).*cos(v);
y=sin(u).*sin(v);
z=sin(u);
surf(x,y,z)
hold on
t=linspace(0,pi*2,50);
z1=linspace(0,1.2,50);
[t,z1]=meshgrid(t,z1);
surf(cos(t).^2,cos(t).*sin(t),z1);
t=linspace(-pi/2,pi/2,50);
figure
plot3(cos(t).^2,cos(t).*sin(t),cos(t));
syms t;
x=cos(t)^2;
y=cos(t)*sin(t);
```

```
z=cos(t);
f=1;
s=int(f*sqrt(simplify(diff(x,t)^2+diff(y,t)^2)+diff(z,t)^2),t,-pi/2,pi/2)
```

多元函数极值

$$求\ f(x,y)=x^3-y^3+3x^2+3y^2-9x的极值$$

高等数学法

```
syms x y;
f=x^3-y^3+3*x^2+3*y^2-9*x;
dfdx=diff(f,x);
dfdy=diff(f,y);
[x0,y0]=solve(dfdx,dfdy,x,y);
xmax=[];
xmin=[];
for k=1:length(x0)
    A=subs(diff(dfdx,x),[x,y],[x0(k),y0(k)]);
    B=subs(diff(dfdx,y),[x,y],[x0(k),y0(k)]);
    C=subs(diff(dfdy,y),[x,y],[x0(k),y0(k)]);
    if double(A*C-B^2)>0
        if double(A)<0
            xmax=[xmax;[x0(k),y0(k)]];
        else
            xmin=[xmin;[x0(k),y0(k)]];
        end
    end
end
if ~isempty(xmax)
    fmax=subs(f,[x,y],[xmax(:,1),xmax(:,2)]);
else
    fmax=[];
end
if ~isempty(xmin)
    fmin=subs(f,[x,y],[xmin(:,1),xmin(:,2)]);
else
    fmin=[];
end
[xmax fmax]
[xmin fmin]
```

等高线法

```
x=-4:0.2:3;
y=-1:0.2:3;
[x,y]=meshgrid(x,y);
f=x.^3-y.^3+3*x.^2+3*y.^2-9*x;
figure
surf(x,y,f);
figure
contour(x,y,f,50);
hold on
grid on
[px,py]=gradient(f,0.2,0.2);
quiver(x,y,px,py)
```

利用优化函数

```
%rand(2,4)，则会得到一个2行4列的在1以内的随机矩阵
fun=@(x) x(1)^3-x(2)^3+3*x(1)^2+3*x(2)^2-9*x(1);
[xmin,fmin]=fminsearch(fun,rand(1,2))
fun1=@(x) -(x(1)^3-x(2)^3+3*x(1)^2+3*x(2)^2-9*x(1));
[xmax,fmax]=fminsearch(fun1,rand(1,2))
```

数值积分计算问题

$$\text{计算} \int_0^1 e^{-x^2}\,dx$$

矩形法

```
n=1000;
a=0;
b=1;
h=(b-a)/n;
x=a:h:b;
y=exp(-x.^2);
L=sum(y(1:end-1))*h
R=sum(y(2:end))*h
```

梯形公式

```
n=1000;
a=0;
b=1;
h=(b-a)/n;
x=a:h:b;
y=exp(-x.^2);
Q=trapz(x,y)
```

辛普森方法

```
a=0;
b=1;
y=@(x) exp(-x.^2);
Q=quad(y,a,b)
```

数据拟合

```
x=0:0.1:1;
y=[-0.447,1.978,3.28,6.16,7.08,7.34,7.66,9.56,9.48,9.3,11.2] ;
plot(x,y,'k.','markersize',25)
p3=polyfit(x,y,3);
p6=polyfit(x,y,6);
t=0:0.05:1.2;
s=polyval(p3,t);
s1=polyval(p6,t);
hold on
plot(t,s,'r-','linewidth',2);
plot(t,s1,'b--','linewidth',2);
```

```
axis([0 1.3 -2 16])
grid on
%多项式曲线拟合:  polyfit.
%y0=polyval(p,x0)
%p=polyfit(x,y,m)
%其中, x, y为已知数据点向量, 分别表示横,纵坐 标, m为拟合多项式的次数, 结果返回m次拟合 多项式系数, 从高次到低次存放在向量p中.
%可求得多项式在x0处的值y0
```

```
t=[0:1:16];
y=[30.0 29.1 28.4 28.1 28.0 27.7 27.5 27.2 27.0 26.8 26.5 26.3 26.1 25.7 25.3 24.8 24.0];
plot(t,y,'*');
a=polyfit(t,y,1)
y1=-0.3012*t+29.3804
hold on
plot(t, y1)
```

$$输入信号u(t)=e^{-5t}cos(2t+1)+5求下面微分方程的通解$$
$$y^{(4)}+10y^{(3)}+35y^{(2)}+50y^{(1)}+24y(t)=5u^{(2)}+4u^{(1)}+2u(t)$$

```
syms y(t) u(t);
u=exp(-5*t)*cos(2*t+1)+5;
y=dsolve(diff(y,4)+10*diff(y,3)+35*diff(y,2)+50*diff(y,1)+24*y==5*diff(u,t,2)+4*diff(u,t)+2*u);
```

分段函数的写法

```
f(x)=sinx(x>=0), x^3(-2<x<0), -8(x<=-2)
F=@(x)sin(x).*(x>=0)+(x.^3).*(x>-2&x<0)+(-8)*(x<=-2);
```

dot(A,B)	计算数组a和b的叉积(向量积)
cross(数组a，数组b)	计算数组a和b的点积(数量积)
A([i1，j1]，[i2，j2])	返回二位矩阵中第i1行的前j1个数以及第i2行的前j2个数
inv(A)	返回A的逆矩阵
det(A)	返回行列式
int(待求表达式，自变量)	求不定积分(只有一个自变量可省略)
int(待求表达式，自变量，积分上限，下限)	求定积分(省略任意常数C，∞为inf，-∞为-inf)
rank(A)	返回A的秩
solve(方程)	解方程(如果多解按照列向量输出)
solve(方程，x)	解方程，关于x的解析式
min(数组)	输出每一个列向量中最小数
max(数组)	输出每一个列向量中最大数
vpa(数字，位数)	过程中每次运算都为有效数字的有效数字
figure	创建一个新窗口，其他参数采用默认
feval(函数表达式，[需要求的点(之间逗号隔开)])	计算函数
dsolve(常微分方程)	解常微分方程，结果中的C为任意常数
trapz(x，y)	x是一个数组，y是关于x的函数，关于y对x积分

dot(A,B)	计算数组a和b的叉积(向量积)
quad(f，a，b)	f是要积分的函数，A和B是积分上下限
int(f，v，a，b)	求解定积分和不定积分和广义积分，a，b是积分上下限，f是待求解的函数，v是积分变量
disp(‘字符串’)	输出字符串
disp(数字)	输出数字
disp([‘ 字符串‘，数字])	同时输出字符串和数字
ezplot(f，[a，b])	绘制函数f在a<x<b上的图形
plot3(x，y，z，‘选项1’)	三维曲线图(linewidth为线的粗细，后面跟一个数字)；例子：plot3(x，y，z，'linewidth'，2)
grid on	绘制网格线
title(‘图形名称’)	加图形标题
subplot(列数，行数，子窗口位置)	切割窗口(横着数)
[X，Y] = meshgrid (x，y)	X，Y是向量，将其转换成网格坐标
mesh(X，Y，Z)	绘制三维网格曲面
surf(X，Y，Z)	绘制三维实曲面
ezplot(f)	绘制函数f在区域为2pi<x，y<2pi上的图形

iskeyword：获得关键字的列表

变量	说明
ans	预设的计算结果的变量名
eps	定义正的极小值=$2.2204*10^{-16}$
pi	π 值
inf	∞ 值，无限大
NaN	无法定义一个数目(零做分母)
i 或 j	虚数单位 i = j =$\sqrt{-1}$

clear all:如果变量用户不用clear清除它，或对它重新进行赋值，那么该变量一直保存在变量空间中，直到本次指令窗口关闭为止。

clc：清除所有指令

函数	运算法则	实例
floor	向下取整	floor(3.5)=3;floor(-3.5)=-4
ceil	向上取整	ceil(3.5)=4;ceil(-3.5)=-3

函数	运算法则	实例
round	取最接近的整数，如果小数部分是0.5，向绝对值大的方向取整	round(1.4)=1;round(3.5)=4;round(-3.5)=-4
fix	向0取整	fix(3.5)=3;fix(-3.5)=3

函数	说明
x=complex(a,b)	建立一个复数a+bi
real(x)	返回复数的实部a
abs(x)	返回复数的模
conj(x)	返回复数x的共轭复数
imag(x)	返回复数的虚部a
angle(x)	返回复数x辅角

```
str='abs'
abs(str)
ans=
    97   98   99
```

函数	说明
char	转换成字符类型
int2str	将整数转化成字符串
num2str	将数值转化成字符串
str2num	将字符串转化成数值
str2double	将字符串转化成浮点数
eval	将字符串转化成matlab可执行的语句

```
num={'2.5e-1','-3.8','1.125'}
str2double(num)
ans=
    0.2500
   -3.8000
    1.1250
```

```
eval('sin(1)')
ans=
    0.8415
```

名称	含义
exp	以e为底的指数
log	自然对数
sqrt	平方根
log10	以10为底的对数
log2	以2为底的对数
pow2	2的幂

函数	说明
collect	将表达式按照其默认的符号变量的幂次由高到低，同一幂次的符号变量的系数被合并到一起
expand	将表达式展开
horner	将表达式分解成嵌套形式
factor	因式分解
simplify	表达式化简
subs	将符号表达式中的某些符号变量为指定新变量

```
syms x y a b c s
f=x^3*y+x*(y^2+6)+x*y+8*x^2+y^2*x
collect(f)
ans=
    y*x^3+8*x^2+(2*y^2+y+6)*x

expand((x-1)*(x-2)*(x-3))
ans=
    x^3-6*x^2+11*x-6

horner(x^3-6*x^2+11*x-6)
ans=
    -6+(11+(-6+x)*x)*x

factor(x^3-6*x^2+11*x-6)
ans=
    (x-1)*(x-2)*(x-3)

subs(s+a+b+c,{a,b,c},{10,10,20})
ans=
    s+40
```

%：表示注释

```
h=1+3+5 ...
+10
ans=
    19
```

MATLAB的每条命令后，若为**逗号**或**无标点**符号，则显示命令的结果；若命令后为**分号**禁止显示结果

```
%行向量
x=[1 2 3 4 5]
%列向量
x=[1;2;3;4;5]
x=1:5 %默认步长为1
x=1:2:5
x=linspace(1,5,5)%把1~5分成5份
x=logspace(a,b,n)%在 10 的幂 10^a 和 10^b（10 的 N 次幂）之间生成 n 个点
                 %生成从10的a次方到10的b次方之间按对数等分的n个元素的行向量
```

（1）**访问一个元素**： x(i)表示访问数组x的第i个元素.

（2）**访问一块元素**： x(a ： b ： c)表示访问数组x的从第a个元素开始，以步长为b到第c个元素（但不超过c），b可以为负数，b缺损时为1.

```
x=1:5
x(3)
ans=
    3
x(1:2:5)
ans=
    1 3 5
x(1:5)
ans=
    1 2 3 4 5
```

```
A=[1 2 3 4]
A'
ans=
    1
    2
    3
    4
```

$$a=[a_1,a_2,\ldots,a_n],c=\text{标量}$$
$$a+c=[a_1+c,a_2+c,\ldots,a_n+c]$$
$$a.*c=[a_1*c,a_2*c,\ldots,a_n*c]$$
$$a./c=[a_1/c,a_2/c,\ldots,a_n/c]$$
$$a.\backslash c=[c/a_1,c/a_2,\ldots,c/a_n]$$
$$a.\hat{}c=[a_1^c,a_2^c,\ldots,a_n^c]$$
$$c.*a=[c_1^a,c_2^a,\ldots,c_n^a]$$

```
A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]
ans=
    1 2 3
    4 5 6
    7 8 9
```

a=[ ]　产生一个空矩阵，当对一项操作无结果时，返回空矩阵，空矩阵的大小为零

b=zeros(m,n)产生一个m行、n列的零矩阵

c=ones(m，n) 产生一个m行、n列的元素全为1的矩阵

d=eye(m,n) 产生一个m行、n列的元素单位阵

（1）矩阵A的第r行：A（r，：）

（2）矩阵A的第r列：A（:，r)

（3）依次提取矩阵A的每一列，将A拉伸为一个列向量：A（:）

（4）取矩阵A的第$i1$~$i2$行、第j1~j2列构成新矩阵:A(i1:i2, j1:j2)

（5）以逆序提取矩阵A的第i1~i2行，构成新矩阵:A(i2:-1：i1，：)

（6）以逆序提取矩阵A的第j1~j2列，构成新矩阵:A(:，j2:-1：j1)

（7）删除A的第i1~i2行，构成新矩阵:A(i1:i2，：)=[ ]

（8）删除A的第j1~j2列，构成新矩阵:A(：，j1:j2)=[ ]

（9）将矩阵A和B拼接成新矩阵：[A B]或[A；B]

```
A=[1 2 3]
B=[2 3 4]
A.*B=[2 6 12] %对应分量相乘
A*B'=[20]  %线性代数中普通的乘
```

29. 设 $A=\begin{pmatrix} 9 & 4 & 2 \\ 4 & 7 & 1 \\ 1 & 5 & 8 \end{pmatrix}$，$b=\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ -4 \end{pmatrix}$。（1）写出利用矩阵的左除求解方程组 $Ax=b$ 的程序；（2）写出利用 solve 解方程组的程序。

```
A=[9 4 2;
   4 7 1;
   1 5 8];
b=[-2;3;-4];
sol1=A\b
syms x y z;
[x y z]=solve(9*x+4*y+2*z==-2, ...
    4*x+7*y+z==3,...
    x+5*y+8*z==-4);
sol2=vpa([x y z],4)
```

$$(2sin\frac{\pi}{5}+3)^2+\frac{4}{7}$$

```
f=(2*sin(pi/5)+3)^2+4/7
```

$$e^{2x}+sinx+3$$

```
f=exp(2*x)+sin(x)+3
```

$$ln(x+1)-cosx$$

```
f=log(x+1)-cos(x)
```

$$log_2(x^2+1)-\sqrt{x}$$

```
f=log2(x^2+1)-sqrt(x)
```

$$log_{10}(x^{\frac{1}{3}}+2)+arcsin(x)$$

```
f=log10(x^(1/3)+2)+asin(x);
```

写出生成分量0,0.2,0.4,0.6 ...0.2k ...,2的一个列向量和行向量的命令

```
x=0:0.2:2
y=x'
```

用函数文件和函数文件写出一个求和数列1，2，3，4，k，k+1...前十项和

```
x=1:10;
seriessum(x)

function S=seriessum(x)
    S=sum(x);
end

disp(['The number of series x is: s=',num2str(S)])
```

$$将多项式x^3-6*x^2+11x-6因式分解的命令是什么$$

```
syms x;
factor(x^3-6*x^2+11*x-6)
```

写出向量a=(1,2,1),b=(2,0,1)叉积，点积和分量乘的命令

```
a=[1 2 1];
b=[2 0 1];
dotab=dot(a,b)
crossab=cross(a,b)
ab=a.*b
```

设 $A=\begin{pmatrix}1 & -2 & 4\\ 2 & 0 & 5\\ 6 & 2 & 3\end{pmatrix}$ 写出命令的运行结果

$$A(4) \quad -2$$

$$A(2,:) \quad 2 \quad 0 \quad 5$$

$$A(;,3) \quad \begin{pmatrix}4\\5\\3\end{pmatrix}$$

$$A([1,2],[1,2]) \quad \begin{pmatrix}1 & -2\\ 2 & 0\end{pmatrix}$$

给出求 A 的秩，逆矩阵和行列式的命令

$$rank(A) \quad inv(A) \quad det(A)$$

写出程序，将下列 三条曲线画在同一个图形窗口中，并给出适当的线型、标识符、颜色、标题和图形说明

$$u(x)=\frac{x(x+1)}{2} \quad v(x)=-(x+1)(x-1) \quad w(x)=0.5x(x+1)$$

```
x=linspace(-1,1,80);
u=x.*(x-1)/2;
v=-(x+1).*(x-1);
w=0.5*x.*(x+1);
plot(x,u,'r',x,v,'gp',x,w,'b--');
legend('u','v','w')
title('Three Lines')
```

写出计算下列函数的不定积分和定积分的程序

(1) $\int \frac{-2x}{1+x^2}dx$； (2) $\int \frac{x}{(1+z^2)^2}dz$； (3) $\int \frac{x}{1+x^2}dx$

(4) $\int_0^1 x\ln(1+x)dx$ ； (5) $\int_0^{\infty} \frac{2\sin x}{x}dx$

(6) $\int(\cos x+x^2+3)dx$ (7) $\int_0^1(x^2+2\sin x)dx$

```
syms x z;
f1=-2*x/(1+x^2);
I1=int(f1)
f2=x/((1+z^2)^2);
I2=int(f2,z)
f3=x/(1+x^2);
I3=int(f3)
f4=x*log(x+1);
I4=int(f4,0,1)
f5=2*sin(x)/x;
I5=int(f5,x,0,inf)
f6=cos(x)+x^2+3
I6=int(f6);
f7=(x^2+2*sin(x));
I7=int(f7,0,1)
```

10、利用 int 求由 $\dfrac{x^2}{9}+\dfrac{y^2}{4}=1$ 和 $y=1$所围成的图形的面积。

平面图形的面积：

$$A=\int_a^b|y_2(x)-y_1(x)|dx$$

```
t=0:pi/20:2*pi;
x=3*cos(t);
y1=2*sin(t);
y2=0*t+1;
plot(x,y1,x,y2)
syms x;
y1=2*sqrt(1-x^2/9);
y2=1;
x0=solve(y1==y2);
xmin=min(x0);
xmax=max(x0);
A1=vpa(int(y1-y2,x,xmin,xmax),4)
A2=vpa(pi*3*2-A1,4)
```

11、求圆柱螺线 $\begin{cases}x=2\cos(4t)\\y=2\sin(4t)\\z=t\end{cases}$ 在时间 $0\le t\le\dfrac{\pi}{2}$ 上的长度

求空间曲线的长度

$$L=\int_a^b\sqrt{x'(t)^2+y'(t)^2+z'(t)^2}\,dt$$

```
syms t;
x=2*cos(4*t);
y=2*sin(4*t);
z=t;
L=int(sqrt(diff(x,t)^2+diff(y,t)^2+diff(z,t)^2),t,0,pi/2)
```

14、定义下列分段函数，然后利用 $ezplot$ 画出该函数的图像。

$$f(x)=\begin{cases}\sin x, & x\ge 0\\ x^3, & -2<x<0\\ -8, & x\le -2\end{cases}$$

```
f=@(x) sin(x).*(x>=0)+(x.^3).*(x>-2&x<0)+(-8).*(x<=-2);
ezplot(f,[-6,6])
grid on
```

写一个程序，画出函数 $y=1+sin(x)$图像

```
syms x;
y=1+sin(x);
ezplot(y);
grid on;
title('1+sin(x)')
```

写程序，画出三维曲线 $\begin{cases} x = cos(t) \\ y = sin(t) \\ z = 2t \end{cases}$ 其中 $0 \leqslant t \leqslant 2 * pi$

```
t=linspace(0,2*pi,100);
x=cos(t);
y=sin(t);
z=2*t;
plot3(x,y,z,'g','linewidth',2);
grid on
```

给出程序，画出平面直线 $l_1 : y = 2x + 1$ 和空间直线 $l_2 : \frac{x-1}{2} = \frac{y}{-1} = \frac{z+3}{3}$

```
x=-6:0.5:6;
y=x*2+1;
plot(x,y);
grid on;
title('Plane Line');
figure
t=-1:0.01:1;
x=1+t*2;
y=-t;
z=-3+3*t;
plot3(x,y,z);
grid on
title('Space Line')
```

利用 $feval$，求 $g(x) = x^3 + 2 * x + sin(x)$ 在 $x = 0, 1$ 处的值

```
g=@(x) (x.^3+2*x+sin(x));
feval(g,[0,1])
```

15、用 $polar$ 画出三叶玫瑰线：$r = \sin(3t)$ 和 $r = \cos(3t)$，其中 $0 \le t \le 2\pi$，将两个图形并排放在一个图形窗口中，给出图形的标注。

```
t=0:0.001*pi:pi*2;
r1=sin(3*t);
r2=cos(3*t);
subplot(1,2,1);
polar(t,r1,'r');
title('r=sin(3t)');
subplot(1,2,2);
polar(t,r2,'g');
title('r=cos(3t)');
```

绘制曲面$z=e^{-x^2-y^2}$的$mesh$图和$surf$图，给出图形标注

```
x=-2:0.1:2;
y=-2:0.1:2;
[x,y]=meshgrid(x,y);
z=exp(-x.^2-y.^2);
mesh(x,y,z);
title('Mesh Figure');
figure
surf(x,y,z);
title('surf Figure')
```

绘制曲面$z=xe^{-x^2-y^2}$在$[-2,2]*[-2,2]$上的曲线图$(mesh)$和表面图$(surf)$以及给出图形标注的程序

```
x=-2:0.1:2;
y=-2:0.1:2;
[x,y]=meshgrid(x,y);
z=exp(-x.^2-y.^2);
mesh(x,y,z);
title('Mesh Figure');
figure
surf(x,y,z);
title('surf Figure')
```

由$solve$求$\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{2}-\frac{z^2}{2}=1$所确定的$y$和$z$的表达式，给出程序

```
syms x y z
y=solve(x^2/4+y^2/2-z^2/2==1,y)
syms y;
z=solve(x^2/4+y^2/2-z^2/2==1,z)
```

28. 编写一个文件，生成一个 50 阶矩阵

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 3 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 3 & 1 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 & 3 \end{pmatrix}$$，和一个向量 $(4 \quad 2 \quad \cdots \quad 2 \quad 4)$。

```
for i=1:50
    for j=1:50
```

```
        if i==j
            A(i,j)=3;
        elseif i==j+1||i==j-1
            A(i,j)=1;
        else
            A(i,j)=0;
        end
    end
end
A
for i=1:50
    if i==1||i==50
        v(i)=4;
    else
        v(i)=2;
    end
end
v
```

令 $x = 1:5, y = 1:0.2:1.8, [X, Y] = meshgrid(x, y)$则 $X = \quad Y =$

$X =$____________________, $Y =$__________

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

Y=

1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.2000	1.2000	1.2000	1.2000	1.2000
1.4000	1.4000	1.4000	1.4000	1.4000
1.6000	1.6000	1.6000	1.6000	1.6000
1.8000	1.8000	1.8000	1.8000	1.8000

利用$dsolve$求解微分方程：$y'' - 3y' - 4y = 0$

```
syms y(t)
y=dsolve(diff(y,2)-3*diff(y)-4*y==0)
```

20、写出程序，求下列函数的一阶和二阶偏导数。

（1）$z = x^3 y - y^3 x$ （2）$z = \sqrt{\ln(xy)}$；

（3）$f = \ln(x^2 + 1) + \cos x$

```
syms x y
z1=x^3*y-y^3*x;
z2=sqrt(log(x*y));
f=log(x^2+1)+cos(x);
z1x=diff(z1,x)
z1y=diff(z1,y)
z1xx=diff(z1,x,2)
z1xy=diff(z1,x,y)
z1yy=diff(z1,y,2)
z2x=diff(z2,x)
```

```
z2y=diff(z2,y)
z2xx=diff(z2,x,2)
z2xy=diff(z2,x,y)
z2yy=diff(z2,y,2)
fx=diff(f,x)
fxx=diff(f,x,2)
```

求方程$x^2+y^2-1=0$所确定函数的导数，$\frac{dy}{dx}$

```
syms x y
g=x^2+y^2-1;
gx=diff(g,x);
gy=diff(g,y);
dydx=-gx/gy
```

21. 利用 for 循环语句，求下列级数的前 n 项的和，并指出敛散性。

（1） $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n(n+1)}$； （2） $1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\cdots+\frac{1}{n}+\cdots$

```
n=input('输入n的值：\n')
s1=zeros(1,n);
s2=zeros(1,n);
for k=1:n
    x(k)=1/k/(k+1);
    y(k)=1/k;
    for i=1:k
        s1(k)=s1(k)+x(i);
        s2(k)=s2(k)+y(i);
    end
end
t=[s1;s2]
disp('级数1和级数2的部分和数列为')
disp(['s1 ',' s2'])
fprintf('%6.4f%6.4f\n',t)
sn1=s1(end);
sn2=s2(end);
disp(['级数1前n项和为',num2str(sn1)])
disp(['级数2前n项和为',num2str(sn2)])
```

22、在$[-2,2]$上，将下列三个函数的图像画在同一个图形窗口中。

$l_1(x)=\frac{1}{2}(x^2- x$, $l_2(x)=1-x^2$， $l_3(x)=\frac{1}{2}(x^2+x)$

```
clc
clear all
x=linspace(-2,2,80);
l1=(x.^2-x)/2;
l2=1-x.^2;
l3=(x.^2+x)/2;
plot(x,l1,'rp',x,l2,'g*',x,l3,'m+');
grid on
legend('l1','l2','l3')
```

24. （1）设 $y=y(t)$ 满足方程 $y''+5y'+4y=0$， 求函数 y。

y =

C8*exp(-t) + C7*exp(-4*t)

（2）设函数 $u=u(x)$ 满足下列条件， 求解该问题的解。

u =sin(x) + x*(cos(x) - sin(x)) - x*cos(x) + x*sin(x)

$$\begin{cases} u''-2u'+u=-2\cos x \\ u(0)=0 \\ u'(0)=1 \end{cases}$$

```
syms y(t) u(x)
dsolve(diff(y,2)+5*diff(y)+4*y==0)
u1=diff(u);
u2=diff(u,2);
dsolve(u2-2*u1+u==-2*cos(x),u(0)==0,u1(0)==1)
```

23. 写出程序，利用 *trapz* 和 *quad* 计算下列积分值：

(1) $\int_0^1 (x^2+e^{-x}+\ln(x+1))dx$; (2) $\int_0^{\pi} \sin^2(x)dx$.

```
a=0;
b=1;
n=1000;
h=(b-a)/n;
x=a:h:b;
y=x.^2+exp(-x)+log(x+1);
I1=trapz(x,y)
g=@(x) x.^2+exp(-x)+log(x+1);
I2=quad(g,a,b)

a=0;
b=pi;
n=1000;
h=(b-a)/n;
x=a:h:b;
y=sin(x).^2;
I1=trapz(x,y)
```

```
g=@(x) sin(x).^2;
I2=quad(g,a,b)
```

25、(1) 利用$ode45$，求下列方程的数值解，并画出函数的图像。

$$\begin{cases} y' = 2t \\ y(0) = \end{cases}，其中\ t \in [0,2]$$

(2) 利用 dsolve 求此问题的解 **y =t^2**

```
tspan=[0,2];
y0=0;
f=@(t,y)2*t;
[t,y]=ode45(f,tspan,y0);
plot(t,y);

syms y(t)
dsolve(diff(y)==2*t,y(0)==0)
```

26. 计算由椭圆 $\dfrac{x^2}{9}+\dfrac{y^2}{4}=1$ 的上半部分绕 x 轴旋转所形成的旋转体的体积。**V =16*pi**

$$V=\int_a^b \pi\left[f(x)\right]^2 dx$$

```
syms x;
f=2*sqrt(1-x^2/9);
V=int(pi*f^2,x,-3,3)
```

27.命令 Linspace(-1,2,11) 和 logspace(0,1,5) 的运行结果是什么？

```
a =-1.0000   -0.7000   -0.4000   -0.1000    0.2000    0.5000
    0.8000    1.1000    1.4000    1.7000    2.0000
b = 1.0000    1.7783    3.1623    5.6234   10.0000
```

18、利用 diff, solve 和 subs 等函数命令讨论函数

$f(x)=x^3-6x^2+9x-2$的单调性，给出该函数的凹凸区间和拐点，并求出极值。

```
syms x;
f=x^3-6*x^2+9*x-2;
f1=diff(f);
f2=diff(f,x,2);
zp=solve(f1)
zpmin=min(zp);
zpmax=max(zp);
y1=subs(f1,x,zpmin-1);
y2=subs(f1,x,(zpmin+zpmax)/2);
```

```
y3=subs(f1,x,zpmax+1);
if double(y1)>0
    disp(['[',num2str(-inf),',',num2str(eval(zpmin)),']','is an increase
interval']);
else
    disp(['[',num2str(-inf),',',num2str(eval(zpmin)),']','is an decrease
interval']);
end
if double(y2)>0
    disp(['[',num2str(eval(zpmin)),',',num2str(eval(zpmax)),']','is an increase
interval']);
else
    disp(['[',num2str(eval(zpmin)),',',num2str(eval(zpmax)),']','is an decrease
interval']);
end
if double(y3)>0
    disp(['[',num2str(eval(zpmax)),',',num2str(inf),']','is an increase
interval']);
else
    disp(['[',num2str(eval(zpmax)),',',num2str(inf),']','is an decrease
interval']);
end

gp=solve(f2)
z1=subs(f2,x,gp-1);
z2=subs(f2,x,gp+1);
if double(z1)>0
    disp(['[',num2str(-inf),',',num2str(eval(gp)),']','is an convex interval']);
else
    disp(['[',num2str(-inf),',',num2str(eval(gp)),']','is an concave
interval']);
end
if double(z2)>0
    disp(['[',num2str(eval(gp)),',',num2str(inf),']','is an convex interval']);
else
    disp(['[',num2str(eval(gp)),',',num2str(inf),']','is an concave interval']);
end
xmax=[];xmin=[];
fmax=[];fmin=[];
for k=1:length(zp)
    A=subs(f2,x,zp(k));
    if double(A)>0
        xmin=[xmin;zp(k)];
        fmin=[fmin,subs(f,x,zp(k))];
    elseif double(A)<0
        xmax=[xmax,zp(k)];
        fmax=[fmax,subs(f,x,zp(k))];
    end
end
disp('xmin and fmin is:')
[xmin fmin]
disp('xmax and fmax is:')
[xmax fmax]
```

微分方程

$$\text{输入信号}u(t)=e^{-5t}cos(2t+1)+5\text{求下列微分方程的通解}$$
$$y^{(4)}+10y^{(3)}+35y^{(2)}+50y^{(1)}+24y(t)=5u^2+4u^{(1)}+2u(t)$$

```
syms y(t) u(t)
u=exp(-5*t)*cos(2*t+1)+5;
dsolve(diff(y,4)+10*diff(y,3)+35*diff(y,2)+50*diff(y,1)+24*y==5*diff(u,t,2)+4*diff(u,t)+2*u)
```

$$\text{输入信号}u(t)=e^{-5t}cos(2t+1)+5\text{求下列微分方程的通解}$$
$$y^{(4)}+10y^{(3)}+35y^{(2)}+50y^{(1)}+24y(t)=5u^2+4u^{(1)}+2u(t)$$
$$y(0)=3\quad y^1(0)=2\quad y^2(0)=0\quad y^3(0)=0$$

```
syms y(t) u(t)
u=exp(-5*t)*cos(2*t+1)+5;
Dy=diff(y,1);
D2y=diff(y,2);
D3y=diff(y,3);
D4y=diff(y,4);
dsolve(diff(y,4)+10*diff(y,3)+35*diff(y,2)+50*diff(y,1)+24*y==5*diff(u,t,2)+4*diff(u,t)+2*u,y(0)==3,Dy(0)==2,D2y(0)==0,D3y(0)==0)
```

$$\text{求方程组}\begin{cases} x^{(2)}+2x'=x+2y-e^{-t} \\ y'=4x+3y+4e^{-t} \end{cases}\text{的通解}$$

```
syms y(t) x(t)
[x,y]=dsolve(diff(x,2)+2*diff(x,1)==x+2*y-exp(-4*t),diff(y,1)==4*x+3*y+4*exp(-t))
```

$$\text{求解方程}x'(t)=x(1-x^2)\text{的通解}$$

```
syms x(t)
dsolve(diff(x,1)==x(t)*(1-x(t)*x(t)))
```

$$\text{求解}Lorenz\text{方程组}\begin{cases} x_1'(t)=-\beta x_1(t)+x_2(t)x_3(t) \\ x_2'(t)=-\rho x_2(t)+\rho x_3(t) \\ x_3'(t)=-x_1(t)x_2(t)+\sigma x_2(t)-x_3(t) \end{cases}$$
$$\text{其中参数}\beta=\frac{8}{3},\rho=10,\sigma=28,\text{初始条件}x_1(0)=x_2(0)=0,x_3(3)=10^{-10}$$

```
t_final=100;
x0=[0;0;1e-10];
[t,x]=ode45(@lorenzeq1,[0,t_final],x0);
plot(t,x(:,1),'-',t,x(:,2),'--',t,x(:,3),'-.');
legend('x1','x2','x3')
figure
subplot(3,1,1);
plot(t,x(:,1));
ylabel('x1')
subplot(3,1,2);
plot(t,x(:,2));
ylabel('x2')
subplot(3,1,3);
plot(t,x(:,3));
```

```
ylabel('x3')
figure
plot3(x(:,1),x(:,2),x(:,3));
```