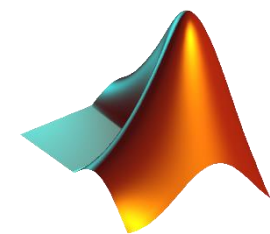


MATLAB语言及应用-基础函数库

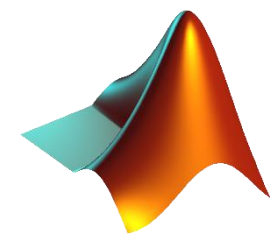
陈 宁

nchen@ecust.edu.cn



目 录

- 数据分析函数库
- 矩阵分解与变换函数库
- 多项式分析函数库
- 函数功能和数值分析函数库
- 字符串函数库
- 符号数学函数库



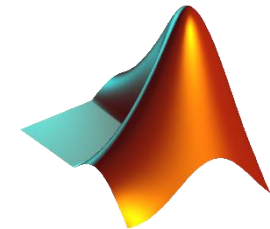
基础函数库

目录

- **数据分析和傅立叶变换函数库**
- 初等数学函数库
- 时间日期函数库
- 通用命令库
- 通用图形函数库
- 语言结构函数库
- 运算符和字符库
- 特殊图形函数库
- **多项式函数库**
- 特殊数学函数库
- 用户界面工具库
- 动态数据交换库
- 基本矩阵库
- **函数功能和数值分析函数库**
- 数据类型库
- 低层输入/出函数库
- **矩阵的分解与变换函数库**
- 二维图形库
- 三维图形库
- **符号数学函数库**
- **字符串函数库**
- MATLAB演示库

目录

□ 数据分析函数库 (datafun)



- 列向处理函数： EX411
 - **max, min, mean, std, median, sum, sort**
- 用于随机数据分析的函数： EX412
 - **hist**
- 用于相关分析和傅里叶分析的函数： EX413
 - **corrcoef**
 - **cov**
 - **conv**
 - **filter**
 - **fft**
 - **ifft**

数据分析
函数库

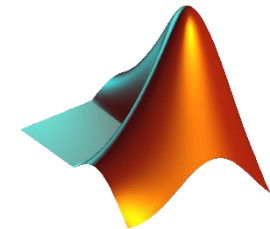
矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

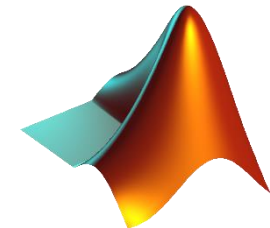


- 线性方程组的矩阵表示形式: $\mathbf{A} * \mathbf{x} = \mathbf{B}$
- 线性方程组解的存在条件: $\det(\mathbf{A}) \neq 0$
- 病态线性方程组
- 超定方程组 $m > n$
- 不定方程组 $m < n$

$$\begin{aligned}\mathbf{x} &= \text{inv}(\mathbf{A}' * \mathbf{A}) * (\mathbf{A}' * \mathbf{B}) \\ &= (\text{inv}(\mathbf{A}' * \mathbf{A}) * \mathbf{A}') * \mathbf{B} \\ &= \text{pinv}(\mathbf{A}) * \mathbf{B}\end{aligned}$$

目录

矩阵的分解 EX422



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

• $[l, u] = lu(a)$: 三角分解

• $[q, r] = qr(a)$: 正交分

• $[u, s, v] = svd(a)$: 奇异值分解

• $cond = \max(diag(s))/\min(diag(s))$: 条件数

$a =$

2	9	0	0
0	4	1	4
7	5	5	1
7	8	7	4

$q =$

-0.092857	0.22300	0.50190	0.17730
0.028571	0.22300	0.50190	0.17730
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-0.690000	0.29075	0.39870	0.52170
-0.690000	-0.06252	-0.10000	0.47110

$s =$

18.9244	0.4348	0.68880	0.00000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

$u =$

-0.4015	-0.8125	0.4186	0.0592
-0.2281	-0.3259	-0.7841	-0.4764
-0.5190	0.4041	0.3786	-0.6511
-0.7193	0.2653	-0.2582	0.5878

$r =$

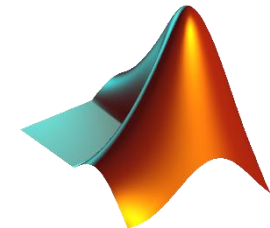
-10.7099	60.1000	-10.7099	60.1000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

$v =$

-0.5169	0.4722	0.2973	-0.5934
-0.8337	0.1542	-0.1084	-0.1355
-0.7026	0.0000	0.0000	0.0000
-0.4288	0.5479	-0.1651	0.6990
-0.2351	0.0249	-0.8962	-0.3754

目录

矩阵的特征值分析EX423



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

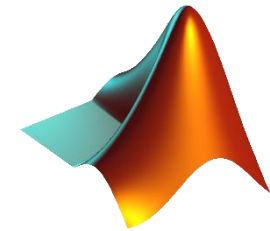
字符串函
数库

符号数学
函数库

- $[e,r]=\text{eig}(a)$: 求方阵的特征根和特征向量
- $p=\text{poly}(a)$: 求矩阵的特征方程的系数
- $\text{roots}(p)$: 根据特征方程的系数求特征根

a =
2 9 0 0
0 4 1 4
7 5 5 1
7 8 7 4

```
e =  
0.2568 + 0.0000i 0.6051 + 0.0000i 0.6051 + 0.0000i 0.6167 + 0.0000i  
0.3481 + 0.0000i 0.0841 + 0.3502i 0.0841 + 0.3502i 0.1850 + 0.0000i  
0.4682 + 0.0000i -0.1540 + 0.5397i -0.1540 + 0.5397i -0.6624 + 0.0000i  
0.7705 + 0.0000i -0.3492 + 0.2591i -0.3492 + 0.2591i 0.3829 + 0.0000i  
ans =  
1.0000 -1.5000 + 0.0000i 1.0000 -0.2750 + 0.0000i  
14.2004 + 0.0000i 5.0000 + 0.0000i 5.0000 + 0.0000i 5.0000 + 0.0000i  
0.0000 + 0.0000i 0.7495 + 5.2088i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i  
0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i -0.6993 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i  
0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i -0.6993 + 0.0000i
```



MATLAB 中多项式

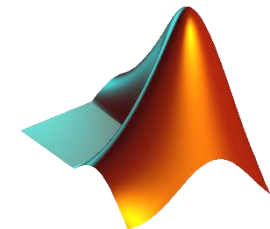
$$a(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \cdots + a_1 x + a_0$$

表示为 $[a_n, a_{n-1}, \cdots, a_1, a_0]$

- **conv** : 多项式相乘
- **系数向量求和** : 多项式相加
- **deconv** : 多项式相除

目录

多项式的四则运算-例题EX431



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

$a = [2, 4, 6, 8];$

$b = [3, 6, 9];$

$c = \text{conv}(a, b),$

$d = a + [0, b],$

$[q, r] = \text{deconv}(c, a)$

$a1 = a + 1$

$[q1, r1] = \text{deconv}(c, a1)$

$\text{conv}(q1, a1) + r1$

$c = 6 \quad 24 \quad 60 \quad 96 \quad 102 \quad 72$

$d = 2 \quad 7 \quad 12 \quad 17$

$q = 3 \quad 6 \quad 9$

$r = 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0$

$a1 = 3 \quad 5 \quad 7 \quad 9$

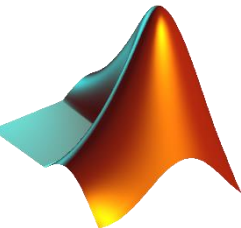
$q1 = 2.0000 \quad 4.6667 \quad 7.5556$

$r1 = 0 \quad 0 \quad 0 \quad 7.5556 \quad 7.1111$
 4.0000

$\text{ans} = 6.0000 \quad 24.0000 \quad 60.0000$
 $96.0000 \quad 102.0000 \quad 72.0000$

目录

□ 多项式求导、求根和求和 EX432



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

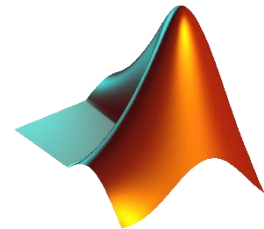
多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

- **polyder**: 多项式求导
- **roots**: 多项式求根
- **polyval**: 多项式求值



- 线性常微分方程的解可用拉普拉斯算子s表示

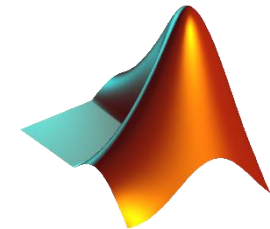
$$Y(s) = \frac{B(s)}{A(s)}$$

- 用 $[r,p,k] = \text{residue}(b,a)$ 求出 $Y(s)$ 的极点组 p 和留数组 r , 这样 $Y(s)$ 可表示为

$$Y(s) = \frac{r(1)}{s - p(1)} + \frac{r(2)}{s - p(2)} + \frac{r(3)}{s - p(3)} + \dots$$

- $Y(s)$ 的反变换 $y(t)$ 可表示为

$$y(t) = r(1) * \exp(p(1) * t) + r(2) * \exp(p(2) * t) + r(3) * \exp(p(3) * t) + \dots$$



设: 微分方程为

$$y''' + 5y'' + 4y' + 7y = 3u'' + 0.5u' + 4u$$

求: 输入信号 $u(t)$ 为单位脉冲和单位阶跃信号时方程的解析解。

解: 对方程两边求拉普拉斯变换, 得出输出的拉普拉斯算子 s 的表示

$$y(s) = \frac{3s^2 + 0.5s + 4}{s^3 + 5s^2 + 4s + 7} * u(s)$$

目录

数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

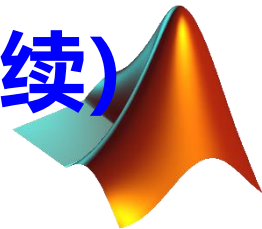
多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

□ 留数法解线性常微分方程-例题 (续)



输入为脉冲信号 (即 $u(s)=1$) 时

$$y(s) = \frac{3s^2 + 0.5s + 4}{s^3 + 5s^2 + 4s + 7}$$

输入是阶跃信号 (即 $u(s)=1/s$) 时

$$y(s) = \frac{3s^2 + 0.5s + 4}{s^4 + 5s^3 + 4s^2 + 7s}$$

用 $[r,p,k]=\text{residue}(b,a)$ 求出留数 r 和极点 p

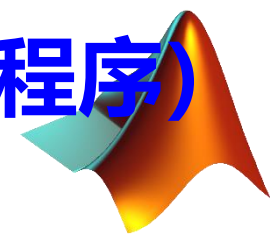
$$y(s) = \frac{b(s)}{a(s)} = \frac{r(1)}{s - p(1)} + \frac{r(2)}{s - p(2)} + \cdots + \frac{r(n)}{s - p(n)}$$

反变换为

$$y(t) = r(1) \cdot \exp(p(1) \cdot t) + r(2) \cdot \exp(p(2) \cdot t) + \cdots + r(n) \cdot \exp(p(n) \cdot t)$$

目录

□ 留数法解线性常微分方程-例题 (程序)



输入是单位脉冲信号时的解

数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

```
a=[1,5,4,7];
```

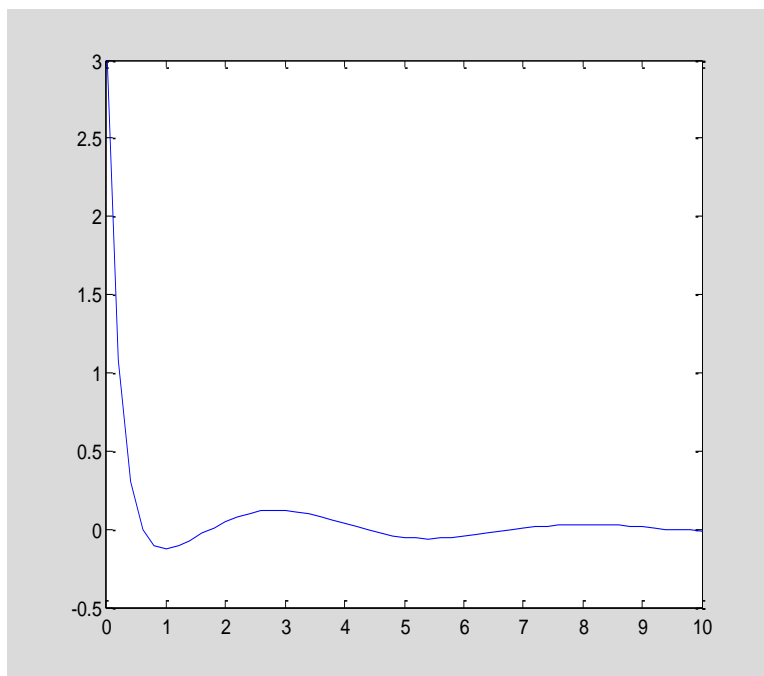
```
b=[3,0.5,4];
```

```
[r,p,k]=residue(b,a);
```

```
t=0:0.2:10;
```

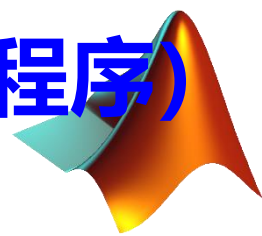
```
yi=r(1)*exp(p(1)*t)+r(2)*exp(p(2)*t)+r(3)*exp(p(3)*
```

```
plot(t,yi)
```



目录

□ 留数法解线性常微分方程-例题 (程序)



输入是单位阶跃信号时的解

```
a=[1,5,4,7,0];
```

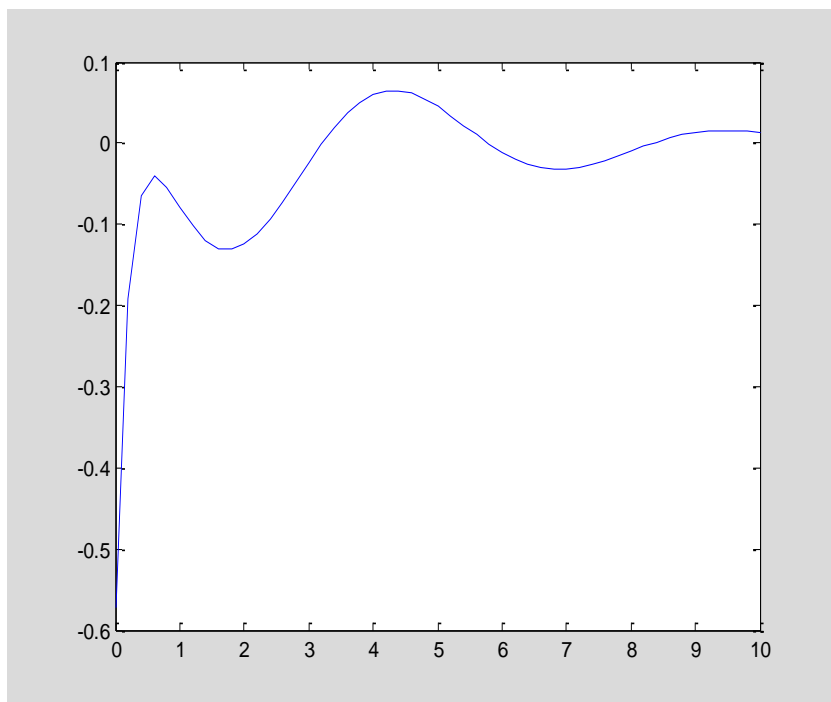
```
b=[3,0.5,4];
```

```
[r,p,k]=residue(b,a);
```

```
t=0:0.2:10;
```

```
yi=r(1)*exp(p(1)*t)+r(2)*exp(p(2)*t)+r(3)*exp(p(3)*
```

```
plot(t,yi)
```



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

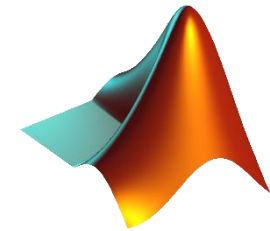
函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

目录

本函数库的主要子程序



- 对任意非线性函数的分析（包括求极值、过零点等）
- 求任意函数的数值积分（包括定积分和微分方程的数值解）

数据分析
函数库

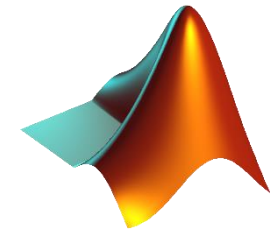
矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库



数据分析
函数库

fplot: 绘制函数的曲线

`fplot('函数名' , [初值x0, 终值xf])`

矩阵分解
与变换函
数库

ezplot: (默认自变量范围为 $[-2\pi, 2\pi]$)

`ezplot 函数名`

多项式分
析函数库

fminbnd: 求函数极值

`fminbnd('函数名' , 初值x0, 终值xf)`

函数功能
和数值分
析函数库

fzero: 求函数零点

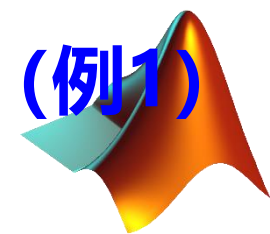
`fzero('函数名' , 初猜值x0)`

字符串函
数库

符号数学
函数库

目录

非线性函数的分析-绘制函数图线 (例1)



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

```
figure(1)
```

```
subplot(221)
```

```
fplot('humps',[0,2])
```

```
subplot(222)
```

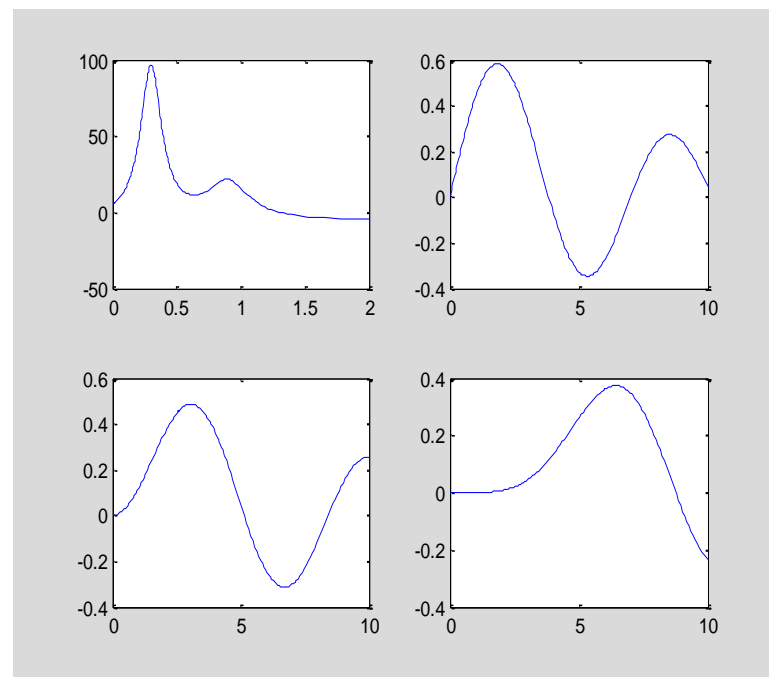
```
fplot('besselj(1,x)',[0,10])
```

```
subplot(223)
```

```
fplot('besselj(2,x)',[0,10])
```

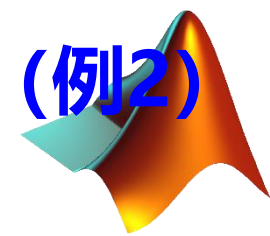
```
subplot(224)
```

```
fplot('besselj(5,x)',[0,10])
```



目录

非线性函数的分析-绘制函数图线 (例2)



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

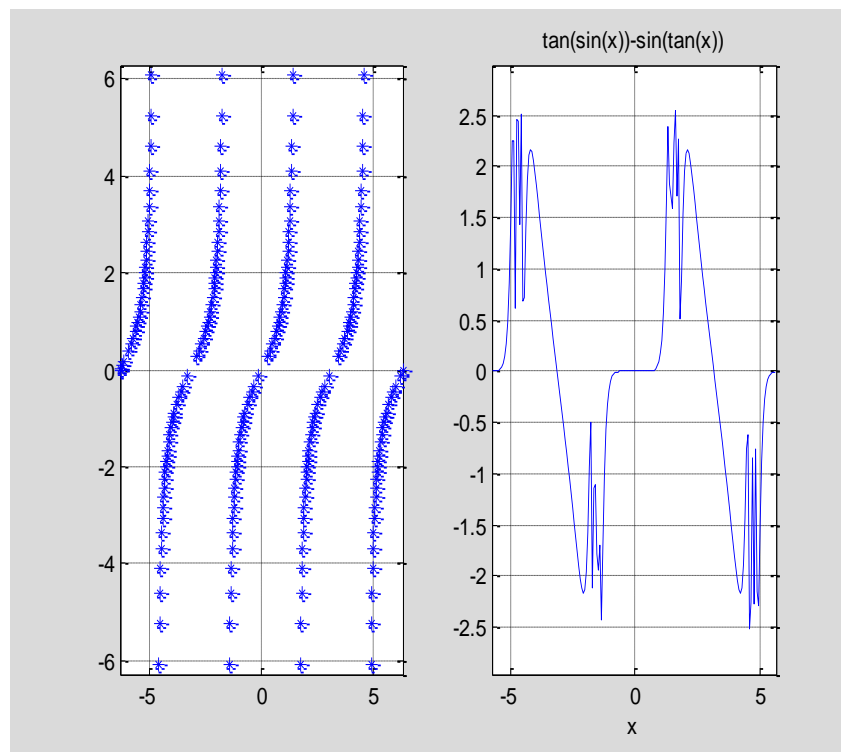
多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

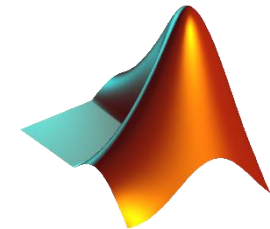
符号数学
函数库

```
subplot(1,2,1),  
fplot('tan',[-2*pi 2*pi -2*pi 2*pi],'*'),grid  
subplot(1,2,2),  
ezplot (tan(sin(x))-sin(tan(x)),grid
```



目录

非线性函数的分析-求函数的零点



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

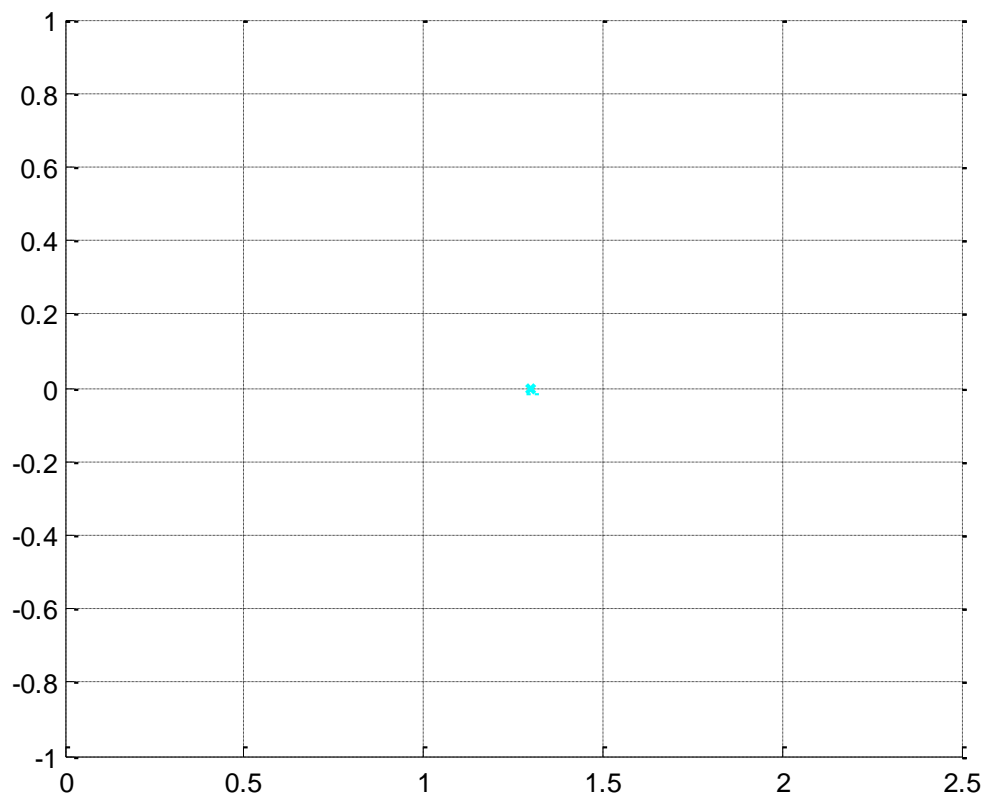
函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

```
z=fzero('humps',1),grid,  
hold on,  
h=plot(z,0,'cx');  
set(h,'linewidth',2)
```

z =
1.2995



目录

数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

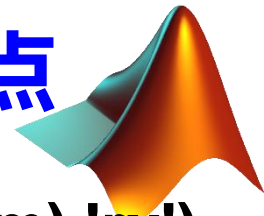
多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

非线性函数的分析-求函数的极值点

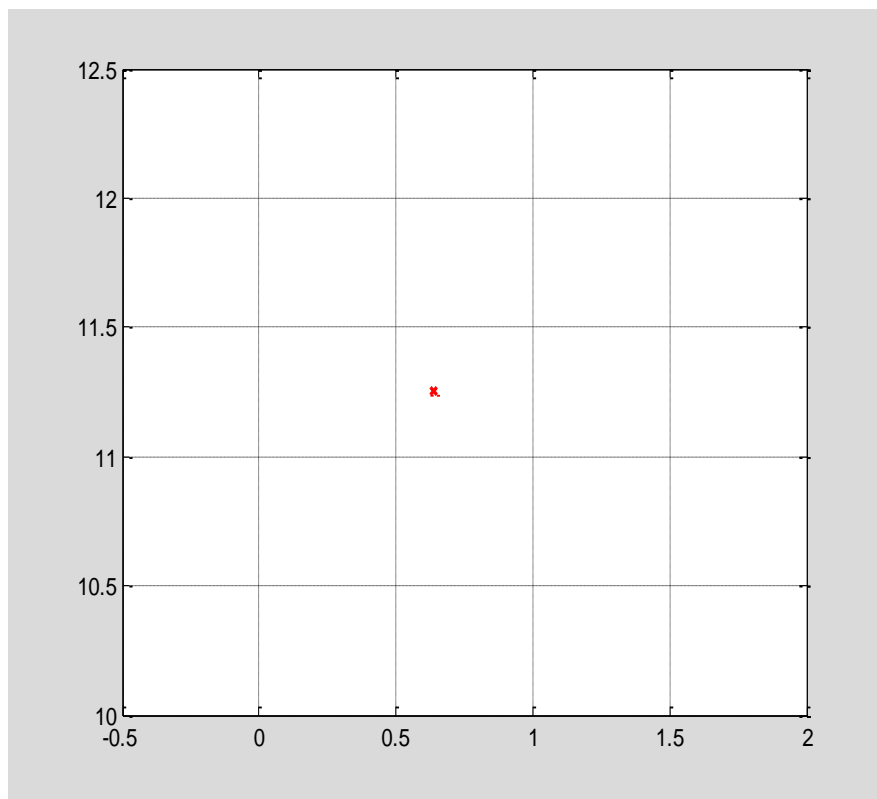


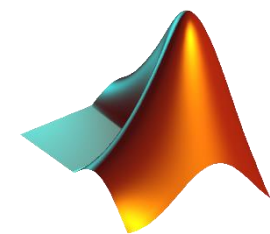
```
m=fminbnd('humps',0,1.5),h=plot(m,humps(m),'rx')
```

```
set(h,'linewidth',2),grid on
```

```
m =
```

```
0.6370
```

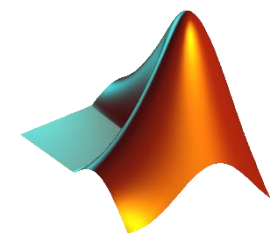




- 定积分分子程序: quad、quad8、quadl
`quad('函数名' , 初值x0, 终值xf)`

- 例题:

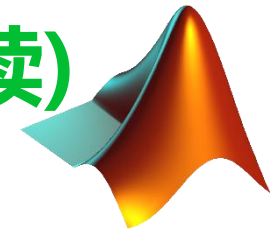
```
r=2;
s=quad('humps',1,2)
s =
-0.5321
```



- ode23, ode45, ode113
- 可解形如 $y' = \frac{dy}{dt} = f(t, y), y(t_0) = y_0$ 的微分方程组在给定初值的数字解。
- 调用格式为：
 - $[x, y] = \text{ode23}('odefun', xspan, y0)$
 - $xspan = [x0, xf]$: 自变量的初值和终值组
 - $y0$: 输出变量初值
 - $odefun$: 描述导数的函数 $f(t, y)$

目录

□ 微分方程数值解：ode函数(例题-续)



数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

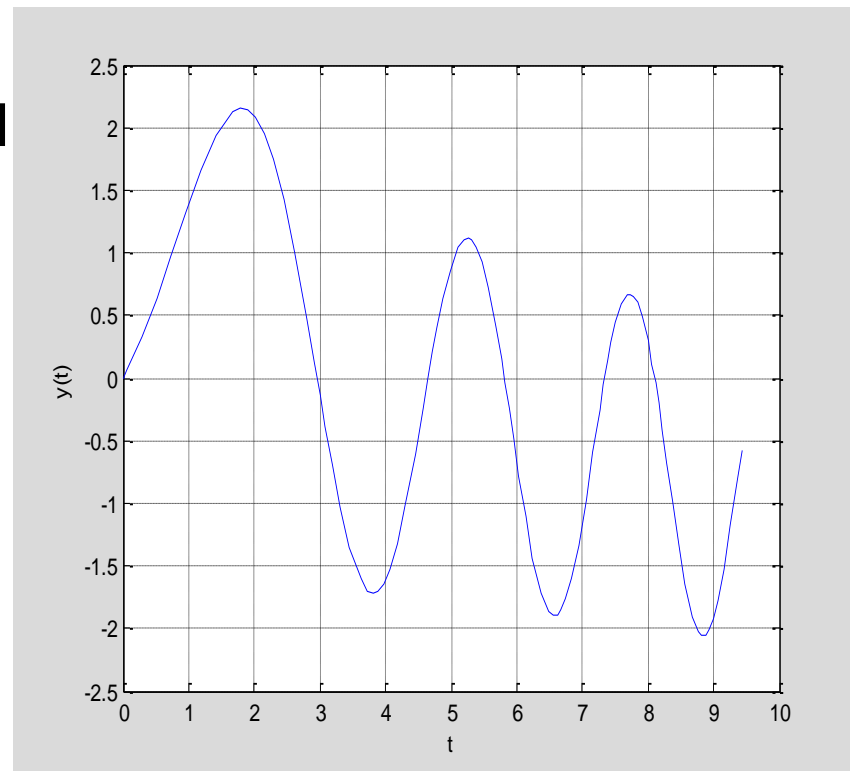
函数功能
和数值分
析函数库

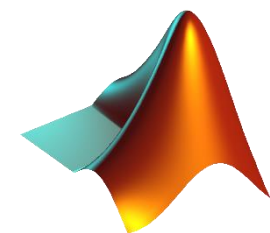
字符串函
数库

符号数学
函数库

```
function ydot=EX443f(t,y)
u=1-(t./pi).^2;
ydot=[0 1;-t 0]*y + [0;1]*u;
```

```
t0=0;tf=3*pi;y0=[0; 1];
[t,y]=ode23('EX443f',[t0,tf],y0);
Y=y(:,1);
plot(t,Y)
xlabel('t'),ylabel('y(t)'),grid
```





目录

数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

□ 字符串函数-字符串的赋值和存储格式

- 字符串的赋值

变量名 = '字符串'

`s='abyzABYZ0189'`

`size(s)`

`abs(s)`

`setstr(abs(s))`

`dec2hex(abs(s))`

`s = abyzABYZ0189`

`ans = 1 12`

`ans = 97 98 121 122 65 66`
`89 90 48 49 56 57`

`ans = abyzABYZ0189`

`ans =`

`61`

`62`

`79`

`7A`

`41`

`42`

`59`

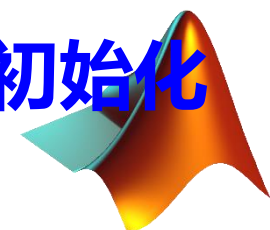
`5A`

`30`

`31`

`38`

`39`



目录

数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

□ 字符串函数-字符串串接、字符串矩阵初始化、字符串语句的执行

```
s='to China'
```

```
s1=[' welcome ',s]
```

```
s2=['a=5    ' ; 'b=2    ' ; 'c=a+b*b  ']
```

```
for k=1:3
```

```
    eval(s2(k,:)),
```

```
end
```

```
s = to China
```

```
s1 = welcome to China
```

```
s2 =
```

```
a=5
```

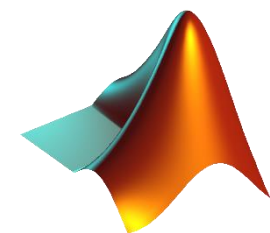
```
b=2
```

```
c=a+b*b
```

```
a = 5
```

```
b = 2
```

```
c = 9
```



目录

数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

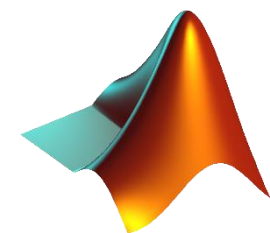
字符串函
数库

符号数学
函数库

字符串函数-字符串输入输出

```
st=sprintf(' 圆周率pi= %8.5f',pi);  
disp(st)  
x = 0:10:90;  
y = [x; sin(x*pi/180)];  
disp(sprintf('%10.2f %12.8f\n',y))
```

```
圆周率pi=  3.14159  
  0.00  0.000000000  
 10.00  0.17364818  
 20.00  0.34202014  
 30.00  0.50000000  
 40.00  0.64278761  
 50.00  0.76604444  
 60.00  0.86602540  
 70.00  0.93969262  
 80.00  0.98480775  
 90.00  1.00000000
```



目录

数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库

□ 符号数学函数库常用函数

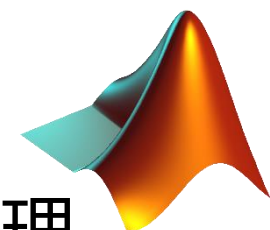
- **syms**: 符号变量的定义
- **diff**: 微分
- **int**: 积分运算

```
syms x a y
```

```
[int(x^a), int(a^x), int(x^a,a),int(a^x,a)]
```

```
diff(x^2-3)^2 ans =
```

```
[ piecewise([a = -1, 2*x], [a <> -1, x^(a + 1)/(a + 1)]),  
a^x/log(a), x^a/log(x), piecewise([x = -1, log(a)], [x <>  
-1,  
a^(x + 1)/(x + 1)])]
```



符号数学函数库常用函数

- **combine, simplify, simple:** 函数的整理和化简
- **solve, dsolve:** 解方程
- **laplace, fourier, ztrans:** 变换

syms a w t c

f = solve('a*u^2 + w^2 = 0', 'u', w = 1')
f = exp(a*t)*cos(w*t)

f = cos(x)^2 + sin(x)^2
F = laplace(f)
F = (a + s)/((a + s)^2 + w^2)

pretty(b^2 - 4*a*c)^(1/2)
r = simplify(f)

v = (b - (b^2 - 4*a*c)^(1/2))/(2*a)

-(a + (-a)^(1/2))/(a + 1)

-(a - (-a)^(1/2))/(a + 1)
(a + s) + w

目录

数据分析
函数库

矩阵分解
与变换函
数库

多项式分
析函数库

函数功能
和数值分
析函数库

字符串函
数库

符号数学
函数库