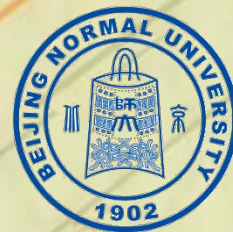


建立符号对象

北京师范大学物理系 彭芳麟



建立符号对象的指令

`sym, syms`

建立一个或多个符号变量

`assume; assumeAlso`

设置条件

`compose`

建立复合函数

`vpa`

转换为浮点数

`double`

转换为双精度数

`digits`

确定浮点数的小数位

`subs`

替代

`subexpr`

替代子表达式

`pretty`

将表达式显示为打印式(数学式)

建立符号变量, 符号函数与符号表达式

```
>>y = sym('y') %建立单一符号变量
y = y
>>syms a b c x y %建立多个符号变量
>>a=2,b=5 %给符号变量赋值
a=2, b=5
>>phi=((1+sqrt(sym(5)))/2) %符号数
phi = 5^(1/2)/2 + 1/2
>>p = a*x^2 %符号表达式
p = a*x^2
```

```
>> eqn=p==0 %建立方程
eqn = a*x^2 == 0
>> subs(p,{a,x},[2,3])
ans = 18 %令a=2,x=3注意p不变
>> f(x)=x^2 %建立一元符号函数
f(x) = x^2
>>f(x, y) = x^3*y^3 %建立多元函数
f(x, y) = x^3*y^3
>> f(2,3) %求函数值,注意f不变
ans = 216
```



设置符号量条件

```
syms x y
syms k real           % k是实数
syms n positive       % n是正数
assume(x>1&y>=0)      % x>1,y>=0
assume(k~-1)          % k≠-1
assume(x,'clear')      % 删除条件
assumeAlso(n,'integer') % n也是整数
isAlways(sqrt(x^2) > 1) % 检验条件成立否
```

复合函数

```
>> syms x y z t u
>> f=1/(1+x^2);g=sin(y);
>> h=x^t; p=exp(-y/u);
>> a=compose(f,g)
a = 1/(sin(y)^2 + 1)
>> b=compose(f,g,t)
b = 1/(sin(t)^2 + 1)
>> c=compose(h,g,x,z)
c = sin(z)^t
>> d=compose(h,g,t,z)
d = x^sin(z)
>> e=compose(h,p,x,y,z)
e = exp(-z/u)^t
>> f=compose(h,p,t,u,z)
f = x^exp(-y/z)
```

%f,g为单变量函数

%h, p为双变量

%以函数g替代函数f中的变量

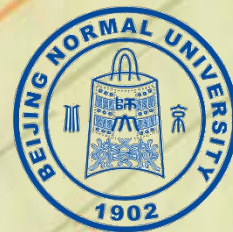
%指定复合函数中变量为t

%用g替换h中的x, 并将g的变量换成z

%用g替换h中的t, 并将g的变量换成z

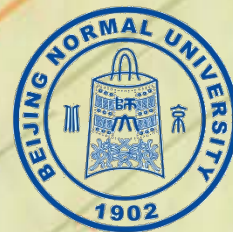
%用p替换h中的x, 用z替换p中的y

%用p替换h中的t, 用z替换p中的u

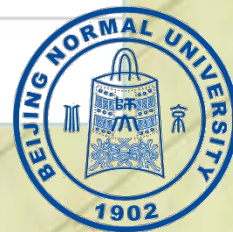


符号计算中有三种数值计算方式

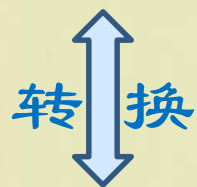
- **精确数计算**: 用指令sym.符号计算可使用完全精确的数如有理分数 $1/3$, 无理数 $\text{sqrt}(2)$, 计算不产生舍入误差.但计算慢, 占用内存多.
- **可变精度计算(Variable Precision)**: 用指令vpa, 可变精度计算可以计算到小数点后面40位, 可以根据内存和速度来选择使用的小数位数.
- **双精度计算(Double Precision)**: 用指令double.双精度计算是固定取小数后面16位, 在MATLAB的数值计算默认选择这个精度.



	Symbolic	Variable Precision	Double Precision
例子	$a = \text{sym}(\pi)$ $\sin(a)$	$b = \text{vpa}(\pi)$ $\sin(b)$	$c = \text{double}(\pi)$ $\sin(c)$
	$a =$ π $\text{ans} =$ 0	$b =$ $3.1415926535897932384626433832795$ $\text{ans} =$ $-3.2101083013100396069547145883568\text{e-}40$	$c =$ 3.1416 $\text{ans} =$ $1.2246\text{e-}16$
指令	sym	vpa digits	double
舍入误差	无,得到精确结果	是, 取决于所选用的精度	是
计算速度	最慢	较快, 取决于所选用的精度	较快
占用内存	最多	可调整, 取决于所选用的精度	最少



数值量



符号量

- 输入数值量如下,

```
>>N1 = 1/7,      N2 = pi,      N3 = 1/sqrt(2)
```

```
      N1 = 0.1429,  N2 = 3.1416,  N3 = 0.7071
```

- 用sym转换为符号量时修正了舍入误差.

```
>>S1 = sym(N1),  S2 = sym(N2),  S3 = sym(N3)
```

```
      S1 = 1/7,      S2 = pi,      S3 = 2^(1/2)/2
```

```
>> vpa(phi) %将符号量转为32位有效数字的数值量
```

```
      ans = 1.6180339887498948482045868343656
```

- 设置5位小数

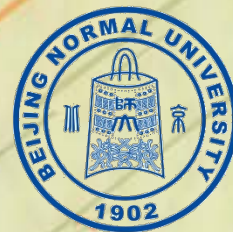
```
>> digits(5), vpa(phi)
```

```
      ans = 1.618
```

- 转化为7位小数

```
>> vpa(phi,7)
```

```
      ans = 1.618034
```



用subs替换(有程序)

```
>> syms a b c,          A=[a,b,c;b,c,a;c,a,b];  
[v,E]=eig(A)  
v =[-(a^2-a*b-a*c+b^2-b*c+c^2)^(1/2)/(a-c)-(a-b)/(a-c),      ...  
     (a^2-a*b-a*c+b^2-b*c + c^2)^(1/2)/(a-c)-(a-b)/(a-c),      1]  
-----  
     [(a^2-a*b-a*c+b^2-b*c+c^2)^(1/2)/(a-c)-(b-c)/(a-c),      ...  
     - (a^2-a*b-a*c+b^2-b*c +c^2)^(1/2)/(a-c)-(b-c)/(a-c),      1]  
-----  
     [1,                  1,                  1]  
-----  
  
E =[(a^2-a*b-a*c+b^2-b*c+c^2)^(1/2),      0,      0]  
    [0,                  -(a^2-a*b-a*c+b^2-b*c+c^2)^(1/2),      0]  
    [0,                  0,      a+b+c]
```



```
>> v=subs(v, (a^2-a*b-a*c+b^2-b*c+c^2)^(1/2), 'S')
v =[-S/(a-c)-(a-b)/(a-c),      S/(a-c)-(a-b)/(a-c),      1]
    [S/(a-c)-(b-c)/(a-c),      -S/(a-c)-(b-c)/(a-c),      1]
    [1,                        1,                        1]
```

```
>> E=subs(E, (a^2-a*b-a*c+b^2-b*c+c^2)^(1/2), 'S')
E=[S,      0,      0]
   [0,     -S,      0]
   [0,      0,  a+b+c]
```



用pretty显示结果

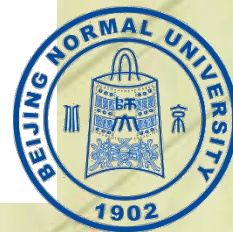
```
>>syms x
```

```
>>s=solve(sqrt(x)+1/x==1, x)
```

```
s=
```

```
(1/(18*(25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108)^(1/3)) - ...  
(3^(1/2)*(1/(9*(25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108)^(1/3)) - ...  
(25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108)^(1/3))*1i)/2 + ...  
(25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108)^(1/3)/2+1/3)^2 ...  
((3^(1/2)*(1/(9*(25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108)^(1/3)) - ...  
(25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108)^(1/3))*1i)/2+1/(18*(25/54 - ...  
(23^(1/2)*108^(1/2))/108)^(1/3))+ ...  
(25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108)^(1/3)/21/3)^2
```

```
>>pretty(s)
```



用subexpr简写结果

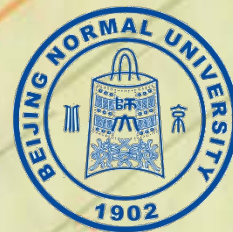
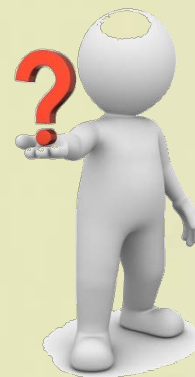
```
>>[s1,t]=subexpr(s,'t')      %指定替代变量
s1=(1/(18*t^(1/3))-(3^(1/2)*(1/(9*t^(1/3))) -...
    t^(1/3))*1i)/2+t^(1/3)/2+1/3)^2 ...
    ((3^(1/2)*(1/(9*t^(1/3)))-t^(1/3))*1i)/2 +...
    1/(18*t^(1/3))+t^(1/3)/2+1/3)^2
t = 25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108
```

```
>>[s2,sigma]=subexpr(s)      %不指定替代变量
s2=(1/(18*sigma^(1/3))-(3^(1/2)*(1/(9*sigma^(1/3))) -...
    sigma^(1/3))*1i)/2+sigma^(1/3)/2+1/3)^2 ...
    ((3^(1/2)*(1/(9*sigma^(1/3)))-sigma^(1/3))*1i)/2+...
    1/(18*sigma^(1/3))+sigma^(1/3)/2+1/3)^2
sigma=25/54-(23^(1/2)*108^(1/2))/108
```

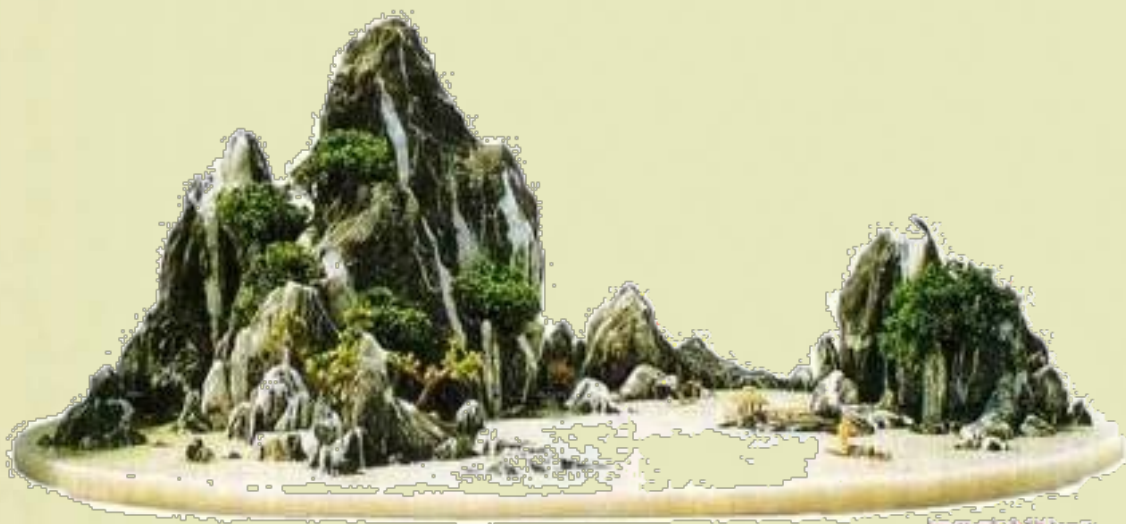


思考题

符号计算中采用的数值计算方式有几种?
用什么指令将符号量转变为数值量?



谢谢!



<http://www.3dmodel.com/>

