# 实验 2: 微积分实验

目 录

```
      1 微积分实验
      1

      1.1 基础训练
      1

      1.2 综合训练
      2
```

- 1 微积分实验
- 1.1 基础训练
- 1. 已知函数  $y = \frac{ae^x}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ , 求解该函数在 x = 5a 处的二阶导数值.

编写本问题的函数文件第一行格式如下(函数名、文件名自己设定):

function r=myfun

%变量r存储导数值

解:

```
function r=myfun
syms x a;
y=a*exp(x)/sqrt(a^2+x^2);
d=diff(y,x,2);
r=subs(d,x,5*a);
```

#### 运行结果:

>> file2\_1

ans =

 $(a*exp(5*a))/(26*a^22)^*(1/2) - (a*exp(5*a))/(26*a^22)^*(3/2) - (10*a^2*exp(5*a))/(26*a^22)^*(3/2) + (75*a^3*exp(5*a))/(26*a^22)^*(5/2)$ 

2. 使用符号工具箱计算函数  $y = \frac{1}{1+x^2}$  的 6 阶麦克劳林多项式. 要求编写一个 function 文件返回该多项式. [本题不给出运行结果]

解:

```
function r=myfun
syms x;
y=1/(1+x^2);
r=taylor(y,x,0,'order',7);
```

# 3. 编写程序求定积分 $\int_0^{\pi} e^{2\cos x} \cos x dx$

解:

syms x;

 $y=\exp(2*\cos(x))*\cos(x);$ s=int(y,x,0,pi)

运行结果:

>> file2\_3

s =

pi\*besselj(1, -2i)\*li

### 1.2 综合训练

#### 问题来源

### 全国数学建模竞赛 1997 年 A 题

一件产品由若干零件组装而成,标志产品性能的某个参数取决于这些零件的参数。零件参数包括标定值和容差两部分。进行成批生产时,标定值表示一批零件该参数的平均值,容差则给出了参数偏离其标定值的容许范围。若将零件参数视为随机变量,则标定值代表期望值,在生产部门无特殊要求时,容差通常规定为均方差的3倍。

进行零件参数设计,就是要确定其标定值和容差。这时要考虑两方面因素:

- 一、各零件组装成产品时,如果产品参数偏离预先设定的目标值,就会造成质量损失, 偏离越大,损失越大;
- 二、零件容差的大小决定了其制造成本,容差设计得越小,成本越高。试通过如下的具体问题给出一般的零件参数设计方法。

$$y = 174.42 \left(\frac{x_1}{x_5}\right) \left(\frac{x_3}{x_2 - x_1}\right)^{0.85} \times \sqrt{\frac{1 - 2.62 \left[1 - 0.36 \left(\frac{x_4}{x_2}\right)^{-0.56}\right]^{3/2} \left(\frac{x_4}{x_2}\right)^{1.16}}{x_6 x_7}}$$

y 的目标值(记作  $y_0$  )为 1. 50, 当 y 偏离  $y_0 \pm 0.1$  时,产品为次品,质量损失为 1 000 元; 当 y 偏离  $y_0 \pm 0.3$  时,产品为废品,损失为 9 000 元.

零件参数的标定值有一定的容许变化范围;容差分为A、B、C三个等级,用与标定值的相对值表示,A等为 $\pm 1\%$ ,B等为 $\pm 5\%$ ,C等为 $\pm 10\%$ 。7个零件参数标定值的容许范围,及不同容差等级零件的成本(元)如下表(符号/表示无此等级):

	标定值容许范围	C等	B等	A等
$X_1$	[0. 075, 0. 125]	/	25	/
$X_2$	[0. 225, 0. 375]	20	50	/
$X_3$	[0. 075, 0. 125]	20	50	200
$X_4$	[0. 075, 0. 125]	50	100	500
$X_5$	[1. 125, 1. 875]	50	/	/
$X_6$	[12, 20]	10	25	100
$X_7$	[0. 5625, 0. 935]	/	25	100

现进行成批生产,每批产量1000个,在原设计中,7个零件参数的标定值为:

$$x_1 = 0.1, x_2 = 0.3, x_3 = 0.1, x_4 = 0.1, x_5 = 1.5, x_6 = 16, x_7 = 0.75$$

请你综合考虑y偏离 $y_0$ 造成的损失和零件成本,重新设计零件参数(包括标定值和容差),并与原设计比较,总费用降低了多少。

#### 一. 实验任务

1. 请编程计算函数  $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$ 的一阶偏导数  $\frac{\partial f}{\partial x_i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, 7$ ,并

创建 inline 函数或匿名函数,以便于计算这些偏导数函数的函数值.

2. 编程计算 y 在点  $x_1 = 0.1, x_2 = 0.3, x_3 = 0.1, x_4 = 0.1, x_5 = 1.5, x_6 = 16, x_7 = 0.75$  的一阶泰勒多项式,并计算其在以下点的函数值。

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
点 1	0.1	0.3	0.1	0.1	1.5	16	0. 75
点 2	0.11	0.36	0.08	0.09	1.6	14	0.65
点 3	0.09	0.25	0.08	0.11	1. 7	18	0.9

提示:下面代码声明符号变量,以及描述函数的符号变量的创建.

for i=1:7,%声明符号变量,借助eval执行字符串语句实现eval(strcat('syms x',num2str(i)))

end

funy = 
$$174.42*(x1/x5)*(x3/(x2 - x1))^0.85*...$$
  
sqrt( $(1 - 2.62*(1 - 0.36*(x4/x2)^(-0.56))^(3/2)*(x4/x2)^1.16)/(x6*x7));$ 

#### 二. 实验目的

熟悉 Matlab 符号计算函数;

掌握 inline 函数的创建方法.

熟悉字符串操作函数 sprintf;

熟悉 eval 函数用法;

了解查看变量类型函数 class 的用法;

#### 三. 实验过程

```
1.
for i=1:7
    eval(strcat('syms x',num2str(i)));
end
funy = 174.42*(x1/x5)*(x3/(x2 - x1))^0.85*sqrt((1 - 2.62*(1 - 0.36*(x4/x2)^(-0.56))^(3/2)*(x4/x2)^1.16)/(x6*x7));
for j=1:7
    eval(['d',num2str(j),'=diff(funy,x',num2str(j),',1);'])
    eval(['df',num2str(j),'=inline(d',num2str(j),')'])
end
```

#### 运行结果:

```
>> file2_4_1
                              (-x3./(x1-x2)) \cdot (1.7e+1./2.0e+1) \cdot (2.7e+1./2.0e+1) \cdot (2.7e+1./2.0e+1) \cdot (2.7e+1./2.0e+1) \cdot (2.7e+1./2.0e+1) \cdot (2.7e+1./2.5e+1) \cdot (2.7e+1./2.5e+1./2.5e+1) \cdot (2.7e+1./2.5e+1) \cdot (2.7e+1./2.5e+1) \cdot (2.7e+1./2.5e+1) \cdot (2.7e+1./2.5e+1) \cdot (2.7
                            | **Takenama: | 
                            79Anisiss. df4(x1, x2, 33, x4, x5, x6, x7) = (x1, x((1, 0, /(x4, /x2), ^(2, 0, /5, 0), *scnrt(1, 0, /(x4, /x2), ^(1, 4e+1, /2, 5e+1), x(-9, 0, /2, 5e+1)+1, 0), x7, 9288e-1), /x2+((x4, /x2), ^(4, 0, /2, 5e+1), x(-9, 0, /2, 5e+1
                        ryskums:

475(x1, 22, 32, x4, x5, x6, x7) = x1. *1. 0. /x5. ^2 *(-x3. /(x1-x2)). ^(1. 7e+1. /2. 0e+1). *sgrt(-((x4. /x2). ^(2. 9e+1. /2. 5e+1). *(1. 0. /(x4. /x2). ^(1. 4e+1. /2. 5e+1). *(-9. 0. /2. 5e+1). 
                        PIRKEIDS: 43, 74, 75, 76, 77 = (x1. +1. 0, /x5. <sup>*</sup>2. *(-x3. /(x1-x2)). *(1.7e+1. /2.0e+1). *((x4. /x2). *(2.9e+1. /2.5e+1). *(1.0. /(x4. /x2). *(1.4e+1. /2.5e+1). *(-9. 0. /2.5e+1)+1.0). *(3. 0. /2.0). *(1.3e+2. /5.0e+1)-1.0). *1.0
                             47(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x^7) = (x_1.*1.0./x^7.^2.*(-x_3./(x_1-x_2)).^*(1.7e+1./2.0e+1).*((x_4./x_2).^*(2.9e+1./2.5e+1).*(1.0./(x_4./x_2).^*(1.4e+1./2.5e+1).*(-9.0./2.5e+1)+1.0).^*(3.0./2.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.0).*(1.31e+2./5.0e+1)-1.
 2.
   for i=1:7
                                  eval(strcat('syms x',num2str(i)));
 end
 funy = 174.42*(x1/x5)*(x3/(x2 - x1))^0.85*sqrt((1 - 2.62*(1 -
 0.36*(x4/x2)^{(-0.56)}^{(3/2)}*(x4/x2)^{1.16}/(x6*x7));
 A = [x1 \ x2 \ x3 \ x4 \ x5 \ x6 \ x7];
 A1=[0.1 \ 0.3 \ 0.1 \ 0.1 \ 1.5 \ 16 \ 0.75];
A2 = [0.11 \ 0.36 \ 0.08 \ 0.09 \ 1.6 \ 14 \ 0.65];
A3=[0.09 0.25 0.08 0.11 1.7 18 0.9];
 r=taylor(funy, A, [0.1 0.3 0.1 0.1 1.5 16 0.75], 'order', 2)
 for i=1:3
                                    eval(['r',num2str(i),'=subs(r,A,A',num2str(i),');'])
                                               eval(['R', num2str(i), '=double(r', num2str(i), ')'])
 end
 运行结果:
 >> file2 4 2
   (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25)^{\circ}(3/2))/5400)^{\circ}(1/2))/500 - ((49419*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25)^{\circ}(3/2))/5400)^{\circ}(1/2))/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25)^{\circ}(3/2))/5400)^{\circ}(1/2))/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25)^{\circ}(3/2))/5400)^{\circ}(1/2))/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25))^{\circ}(3/2))/5400)^{\circ}(1/2)/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25))^{\circ}(3/2))/5400)^{\circ}(1/2)/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25))^{\circ}(3/2))/5400)^{\circ}(1/2)/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25))^{\circ}(3/2))/3400)^{\circ}(1/2)/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25))^{\circ}(3/2))/3400)^{\circ}(1/2)/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(21/25)*(1 - (9*3^{\circ}(14/25))/25))^{\circ}(3/2))/3400)^{\circ}(1/2)/2000 - (2907*2^{\circ}(3/20)*(1/12 - (131*3^{\circ}(14/25))/25))^{\circ}(3/2)/2000 - (2907*2^{\circ}(14/25))/2000 - (2907*2^{\circ}(14/25))/200
                1.7256
                1.4668
                  0.9351
```

## 四. 实验自评与改进方向

本实验总体做起来难度不大,但存在有些命令命令不熟悉的情况,需要用 help 和 百度解决。

# 五. 实验体会, 收获及建议

基础实验较为简单,花的时间较少;综合实验较为复杂,做题花了较多时间;做题时发现对 eval 命令掌握不是很好,于是通过重新看上课的 PPT 和百度搜索相关博客深入学习,现在已经可以熟练掌握该命令。