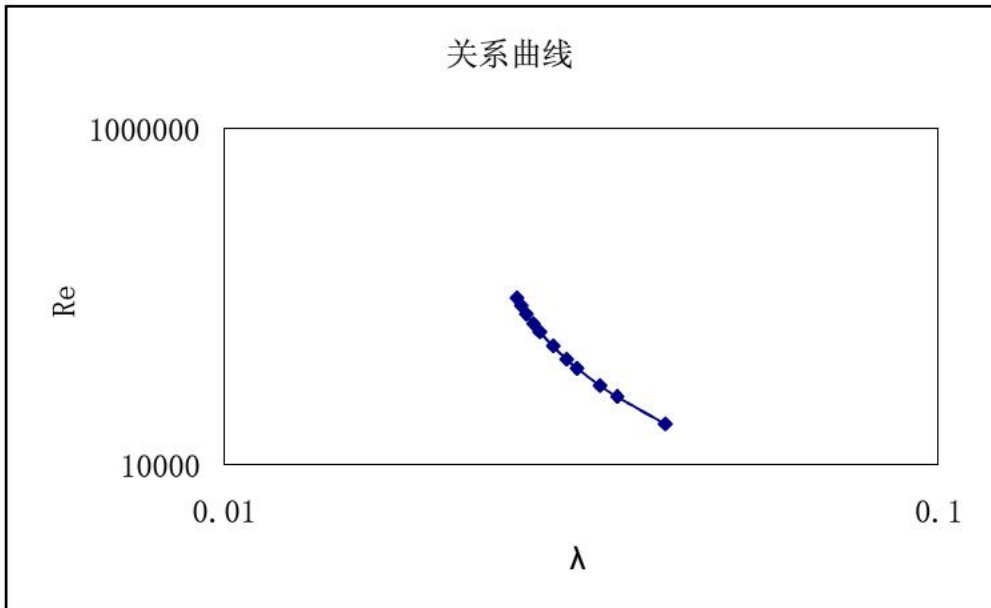


试验设计与数据处理课后习题

第二章习题答案

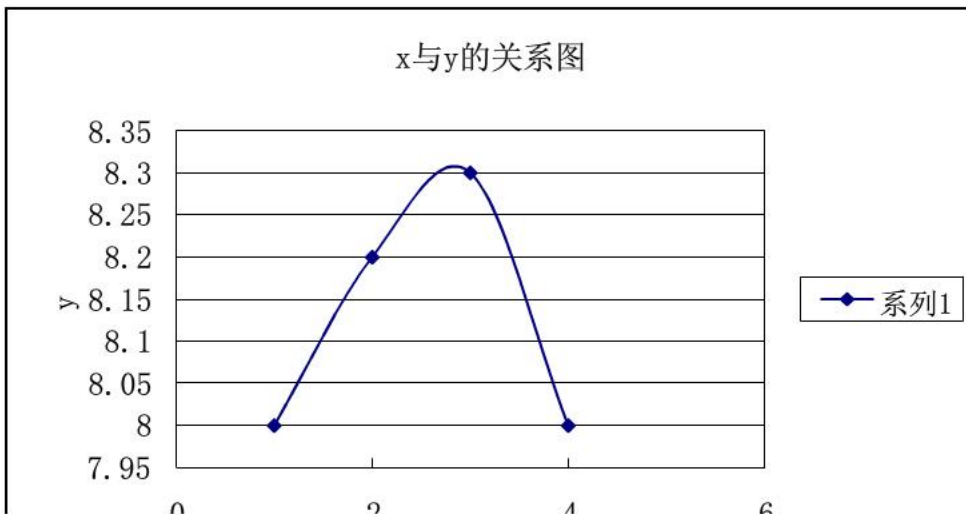
2.1

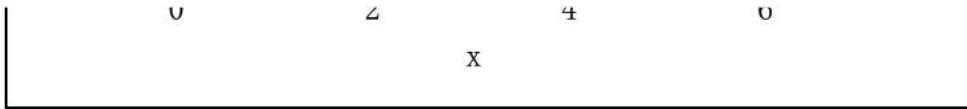
λ	0.0415	0.0355	0.0336	0.0312	0.0302	0.0289	0.0277
Re	17500	25500	29700	37600	42400	50900	61800



2.2

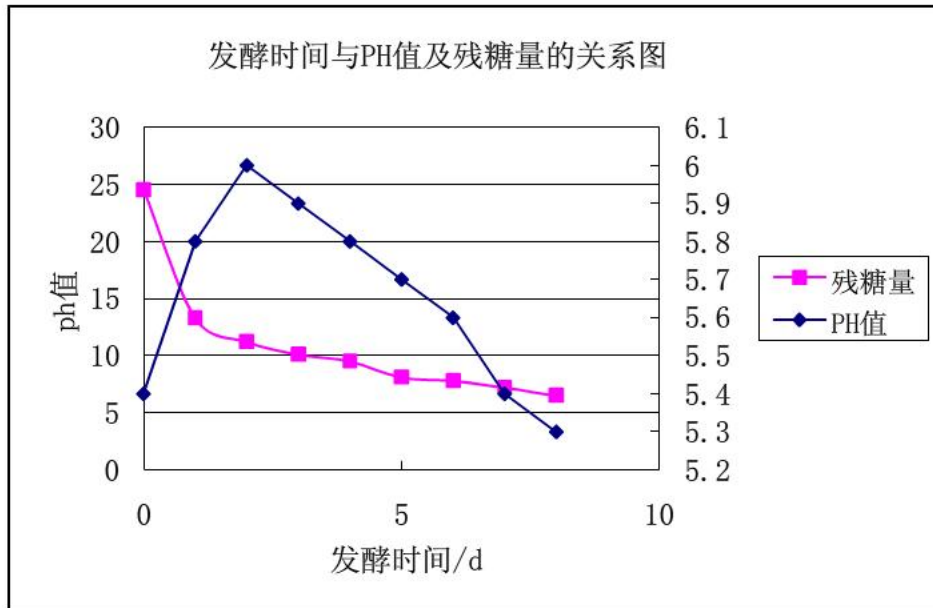
x	1	2	3	4 $M_x=1/\Delta$ $x=20\text{mm}$
y	8	8.2	8.3	8 $M_y=1/\Delta$ $y=5\text{mm}$





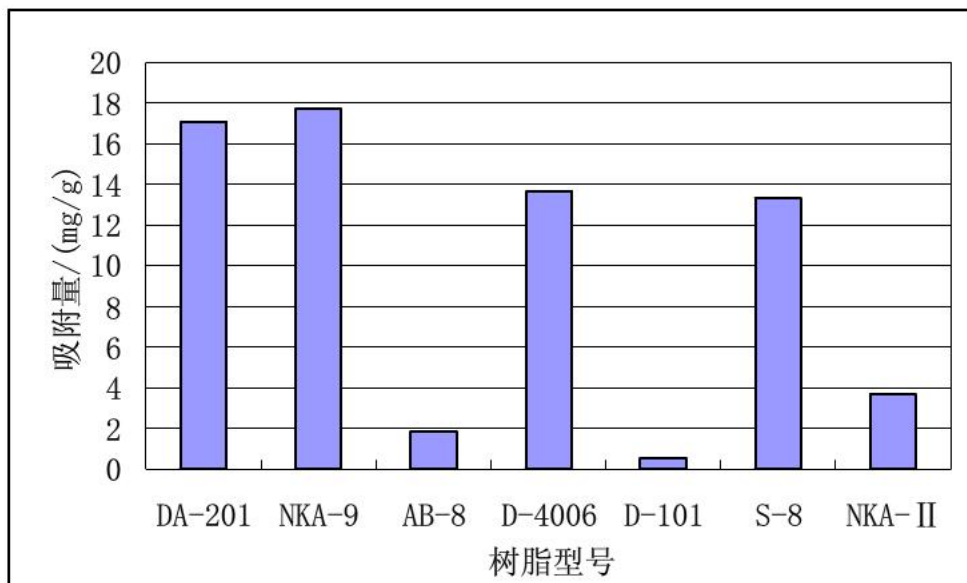
2.3

发酵时间/d	0	1	2	3	4	5
PH值	5.4	5.8	6	5.9	5.8	5.7
残糖量/(g/l)	24.5	13.3	11.2	10.1	9.5	8.1



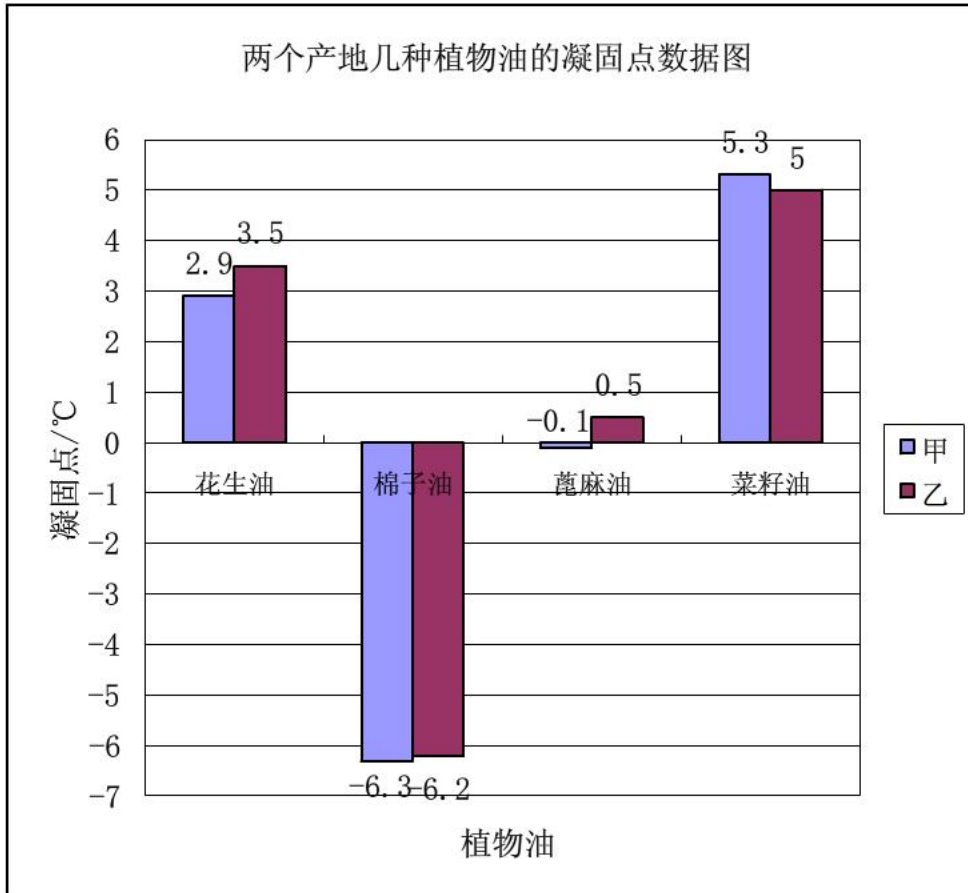
2.4

树脂型号	DA-201	NKA-9	AB-8	D-4006	D-101	S-8	NKA-II
吸附量/(g)	17.14	17.77	1.87	13.71	0.55	13.33	3.67



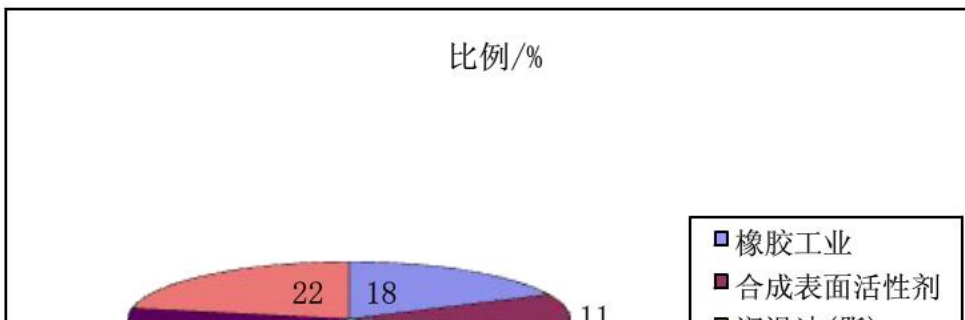
2.5

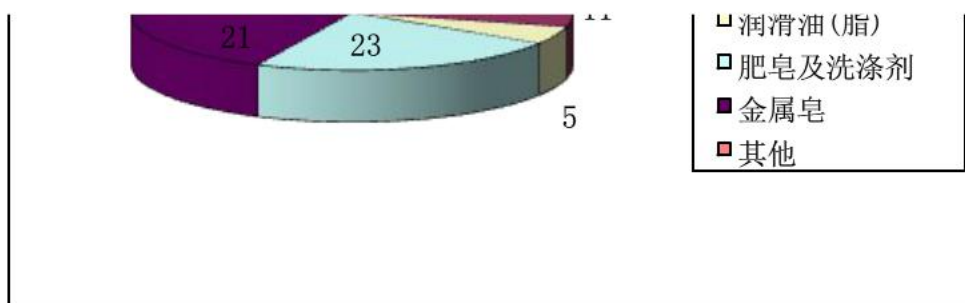
植物油	凝固点/°C	
	甲	乙
花生油	2.9	3.5
棉子油	-6.3	-6.2
蓖麻油	-0.1	0.5
菜籽油	5.3	5



2.6

应用领域	橡胶工业	合成表面活性剂	润滑油(脂肥皂及洗)	金属皂	其他
比例/%	18	11	5	23	21





3.1

第三章习题答案

3.1

颜色	销售额/万元				
	26.5	28.7	25.1	29.1	27.2
橘黄色	26.5	28.7	25.1	29.1	27.2
粉色	31.2	28.3	30.8	27.9	29.6
绿色	27.9	25.1	28.5	24.2	26.5
无色	30.8	29.6	32.4	31.7	32.8

方差分析：单因素方差分析

SUMMARY

组	观测数	求和	平均	方差
行 1	5	136.6	27.32	2.672
行 2	5	147.8	29.56	2.143
行 3	5	132.2	26.44	3.298
行 4	5	157.3	31.46	1.658

方差分析

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F crit
组间	76.8455	3	25.61517	10.4862	0.000466	3.238872
组内	39.084	16	2.44275			
总计	115.9295	19				

3.2

乙炔流量 / (L/min)	空气流量/ (L/min)				
	8	9	10	11	12
1	81.1	81.5	80.3	80	77
1.5	81.4	81.8	79.4	79.1	75.9
2	75	76.1	75.4	75.4	70.8

2.5 60.4 67.9 68.7 69.8 68.7

方差分析：无重复双因素分析

SUMMARY	观测数	求和	平均	方差
行 1	5	399.9	79.98	3.137
行 2	5	397.6	79.52	5.507
行 3	5	372.7	74.54	4.528
行 4	5	335.5	67.1	14.485
列 1	4	297.9	74.475	96.7425
列 2	4	307.3	76.825	42.2625
列 3	4	303.8	75.95	27.89667
列 4	4	304.3	76.075	21.4625
列 5	4	292.4	73.1	15.9

方差分析

差异源	SS	df	MS	F	P-value	F crit
行	537.6375	3	179.2125	28.61486	9.44E-06	3.490295
列	35.473	4	8.86825	1.415994	0.287422	3.259167
误差	75.155	12	6.262917			
总计	648.2655	19				

3.3

铝材材质	去离子水	自来水
1	2.3	5.6
1	1.8	5.3
2	1.5	5.3
2	1.5	4.8
3	1.8	7.4
3	2.3	7.4

方差分析：可重复双因素分析

SUMMARY	去离子水	自来水	总计
1			
观测数	2	2	4
求和	4.1	10.9	15
平均	2.05	5.45	3.75
方差	0.125	0.045	3.91

2			
观测数	2	2	4
求和	3	10.1	13.1
平均	1.5	5.05	3.275
方差	0	0.125	4.2425

3			
观测数	2	2	4
求和	4.1	14.8	18.9
平均	2.05	7.4	4.725
方差	0.125	0	9.5825

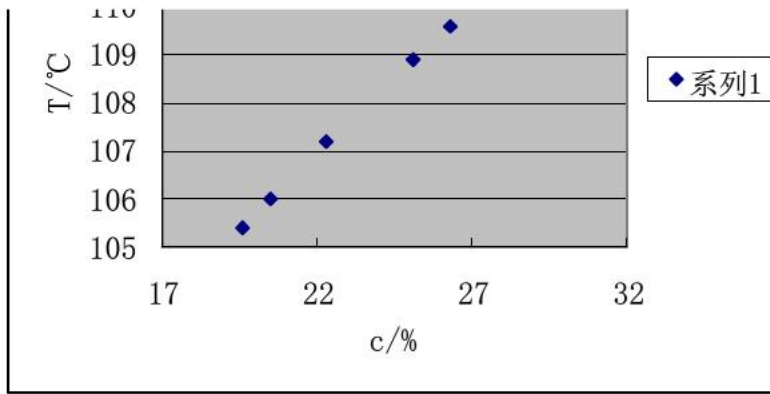
总计			
观测数	6	6	
求和	11.2	35.8	
平均	1.866666667	5.966667	
方差	0.130666667	1.298667	

方差分析						
差异源	SS	df	MS	F	P-value	F crit
样本	4.371666667	2	2.185833	31.22619	0.000673	5.143253
列	50.43	1	50.43	720.4286	1.77E-07	5.987378
交互	2.355	2	1.1775	16.82143	0.003467	5.143253
内部	0.42	6	0.07			
总计	57.57666667	11				

4.1

c/%(x)	T/°C (y)
19.6	105.4
20.5	106
22.3	107.2
25.1	108.9
26.3	109.6
27.8	110.7
29.1	111.5





i	x	y	x_i^2	y_i^2	$x_i y_i$
1	19.6	105.4	384.16	11109.16	2065.84
2	20.5	106	420.25	11236	2173
3	22.3	107.2	497.29	11491.84	2390.56
4	25.1	108.9	630.01	11859.21	2733.39
5	26.3	109.6	691.69	12012.16	2882.48
6	27.8	110.7	772.84	12254.49	3077.46
7	29.1	111.5	846.81	12432.25	3244.65
总和	170.7	759.3	4243.05	82395.11	18567.38
平均	24.38571	108.4714286			

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.999752712
R Square	0.999505486
Adjusted	0.999406583
标准误差	0.056916528
观测值	7

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	1	32.73809	32.73809	10105.94	1.85E-09
残差	5	0.016197	0.003239		
总计	6	32.75429			

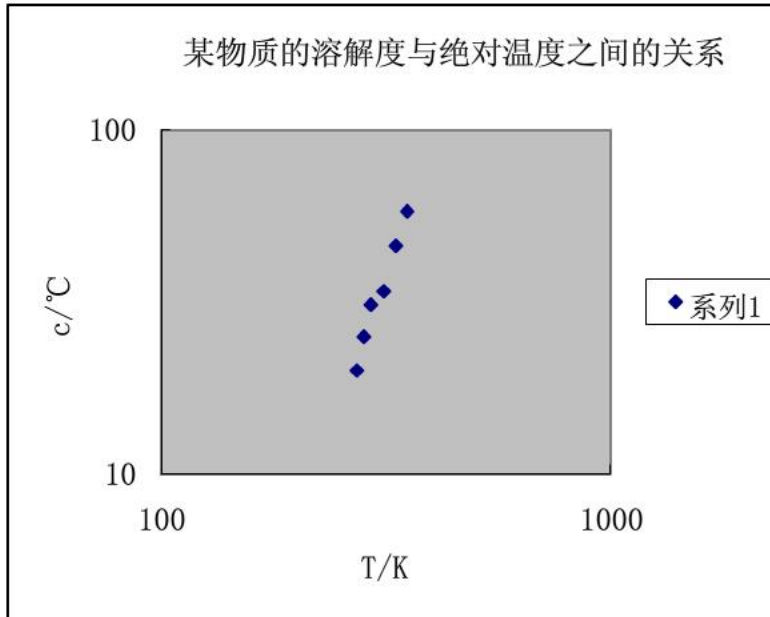
	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	92.91137938	0.156271	594.5544	2.55E-13	92.50967	93.31309
X Variabl	0.638080517	0.006347	100.5283	1.85E-09	0.621764	0.654397

4.2

T/K	c/%	lnT	lnc
273		20	2.436163
283		25	2.451786
293		31	2.466868
313		34	2.495544
333		46	2.522444
353		58	2.547775

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.987715
R Square	0.97558
Adjusted	0.969475
标准误差	0.029578
观测值	6



方差分析

	df
回归分析	1
残差	4
总计	5

Coefficients	
Intercept	-8.1419
X Variabl	3.887206

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.987714594
R Square	0.97558012
Adjusted	0.969475149
标准误差	0.029578225
观测值	6

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	1	0.139805	0.139805	159.801	0.000225
残差	4	0.003499	0.000875		
总计	5	0.143305			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-8.141896159	0.76478	-10.6461	0.000441	-10.2653	-6.01853
X Variabl	3.88720636	0.307502	12.64124	0.000225	3.033444	4.740969

0.000291

4.3

试验号	煎煮时间/min	煎煮次数	加水量/倍	含量/(mg/L)	y
1	30	1	8	15	
2	40	2	11	37	
3	50	3	7	46	
4	60	1	10	26	
5	70	2	6	34	
6	80	3	9	57	
7	90	3	12	57	

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.992299718
R Square	0.984658731
Adjusted	0.969317462
标准误差	2.742554455
观测值	7

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	3	1448.292	482.7641	64.18366	0.003211
残差	3	22.56481	7.521605		
总计	6	1470.857			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	-12.61111111	5.352918	-2.35593	0.099767	-29.6465	4.424264
X Variabl	0.175	0.066911	2.615396	0.079315	-0.03794	0.387942
X Variabl	13.71296296	1.561268	8.783223	0.003109	8.744312	18.68161
X Variabl	1.287037037	0.537147	2.39606	0.096215	-0.42241	2.996479

4.4

试验号	T/°C	Na ₂ O(x1)	SiO ₂ (x2)	CaO(x3)/%	X1=x1	X2=x1x2
1	1029	14	72	9.1	14	1008
2	1011	14	72	8.1	14	1008
3	1016	14	72	7.1	14	1008
4	1006	14	73.3	8.8	14	1026.2
5	993	14	73.3	6.8	14	1026.2
6	1004	14	73.3	8.1	14	1026.2
7	967	14	73.3	7.1	14	1026.2
8	999	14	73.3	6.1	14	1026.2
9	992	14	74.3	7.8	14	1040.2
10	980	14	74	7.1	14	1036
11	980	14	74	6.1	14	1036
12	984	14	74	7.1	14	1036
13	965	15	71	6.1	15	1065
14	1006	15	71	9.1	15	1065
15	988	15	72	7.1	15	1080
16	984	15	72	9.1	15	1080
17	967	15	72	8.1	15	1080
18	987	15	72	7.1	15	1080
19	979	15	72	8.1	15	1080
20	988	15	72	6.1	15	1080
21	968	15	73	8.1	15	1095
22	940	15	73	7.1	15	1095
23	956	15	73	6.1	15	1095
24	956	15	73	8.1	15	1095
25	925	15	73	6.1	15	1095

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.866175908
R Square	0.750260704
Adjusted	0.714583661
标准误差	12.79120464
观测值	25

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	3	10322.09	3440.696	21.02923	1.57E-06
残差	21	3435.913	163.6149		
总计	24	13758			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	1557.058911	96.99556	16.05289	2.89E-13	1355.346	1758.772
X Variab]	38.64532374	15.36278	2.515516	0.020093	6.696666	70.59398
X Variab]	-1.121266308	0.249355	-4.49666	0.000198	-1.63983	-0.6027

所以得到的线性回归方程表达式为： $y=1557.06+38.65x_1-1.12x_1x_2+6.48x_3$
 根据偏回归系数的大小，可知三个因素的主次顺序为： $x_1>x_3>x_2$ 。

5.1

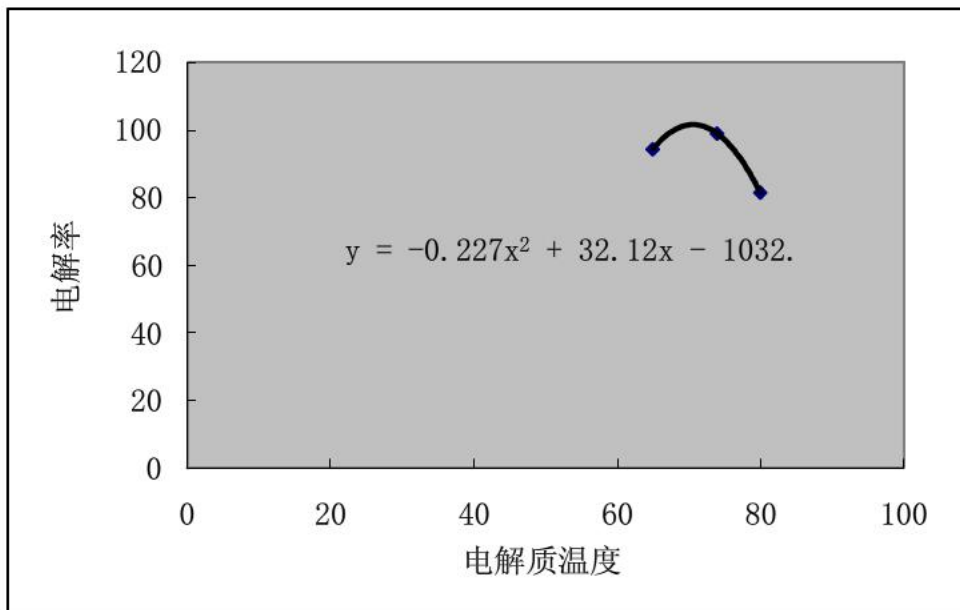
优选过程：

- 1、首先在试验范围0.618处做第一个实验，这一点的温度为： $x_1=340+$
- 2、在这点的对称点，即0.382处做一个实验，这一点的温度为： $x_1=420$
- 3、比较两次的实验结果，发现第一点比第二点的合成率高，故舍去370
- 4、比较两次的实验结果，发现第一点比第三点的合成率高，故舍去380
- 5、比较两次的实验结果，发现第一点比第四点的合成率高，故舍去401

5.2

电解质温/	65	74	80
电解率	94.3	98.9	81.5

$$x_4 = \frac{1}{2} \frac{y_1(x_2^2 - x_3^2) + y_2(x_3^2 - x_1^2) + y_3(x_1^2 - x_2^2)}{y_1(x_2 - x_3) + y_2(x_3 - x_1) + y_3(x_1 - x_2)}$$



目标函数

101.4993 $x=$ 70.62664887

则下一个实验点为70.63℃。

5.4

黄金分割法

首先在实验范围的0.618处做第一个实验，这一点的碱液用量为

$$x_1 = 20 + (80 - 20) * 0.618 = 57.08 \text{ (ml)}$$

在这一点对称点，即0.382处做第二个实验，这一点的碱液用量为

$$x_2 = 80 - (80 - 20) * 0.618 = 42.92 \text{ (ml)}$$

比较两次试验结果，第二点较第一点好，则去掉57.08以上的部分，然后在20ml与57.08ml

$$x_3 = 57.08 - (57.08 - 20) * 0.618 = 34.165 \text{ (ml)}$$

比较第二点与第三点，第二点较好，则去掉34.165以下的部分，然后在34.165ml与57.08ml

$$x_4 = 34.165 + (57.08 - 34.165) * 0.618 = 48.326 \text{ (ml)}$$

比较第二点与第四点，第四点较好，则去掉42.29以下的部分，然后在42.29ml与57.08ml

$$x_5 = 42.29 + (57.08 - 42.29) * 0.618 = 51.43 \text{ (ml)}$$

由于 x_5 属于50ml到55ml之间，则为最佳点。

5.5

对开法

在直角坐标系中画出一矩形代表优选范围： $20 < x < 100, 30 < y < 160$.

在中线 $x = (20 + 100) / 2 = 60$ 上用单因素法找到最大值，设最大值在P点。

再在中线 $y = (30 + 160) / 2 = 90$ 上用单因素法找到最大值，设最大值在Q点。

比较P和Q的结果，如果Q大，去掉 $x < 60$ 部分，否则去掉另一半。再用同样的方法来处理余不断地去其一半，逐步得到所需要的结果。

5.6

解：由于实验范围在3到8桶之间，中间正好有5格，则第一次实验点在3/5处，即6桶处，第二次实验点在3/5的对称点2/5处，即5桶处。比较两个实验点的结果，第一点处较好，则去掉5桶以下的部分，实验范围在5到8桶之间，中间正好有3格，第三次试验点选在2/3即7桶处。比较第一点与第三点的结果，第一点较好。则最佳点是第一点，即6桶。

第六章习题答案

6.1

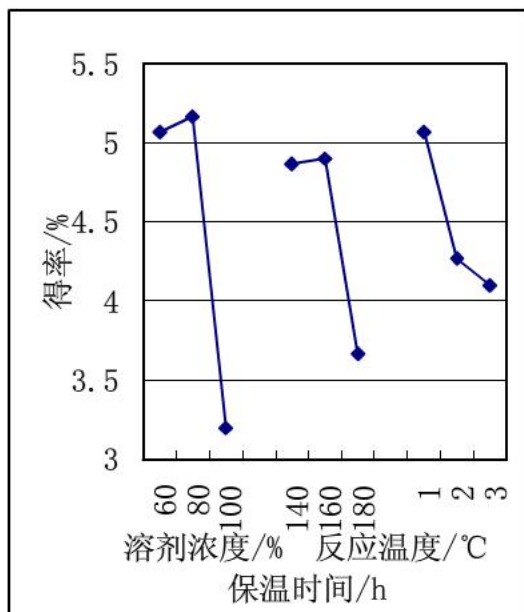
水平 (A) 溶剂浓度、% (B) 反应温度、°C (C) 保温时间 / h

1	60	140	3
2	80	160	2
3	100	180	1

$L_9 (3^4)$ 试验号	A	B	C		y
1	1	1	1	1	5.3
2	1	2	2	2	5
3	1	3	3	3	4.9
4	2	1	2	3	5.4
5	2	2	3	1	6.4
6	2	3	1	2	3.7
7	3	1	3	2	3.9
8	3	2	1	3	3.3
9	3	3	2	1	2.4
K 1		0	0	0	
K 2		0	0	0	

K 3	0	0	0	0
k 1	0	0	0	0
k 2	0	0	0	0
k 3	0	0	0	0
极差 R	0	0	0	0
因素主→		ABC		
优方案		A2B2C2		

趋势图工160
80
100
140
160
180
1
2
3



6.2

水平	(A) 反应温度/°C	(B) CU ²⁺ 与CuSO ₄ 溶液浓度 / (g/ml)
1	70	01:00.0 0.125
2	80	01:00.5 0.5
3	90	01:00.5 1

L ₉ (3 ⁴)	试验号	A	B	C	转换率
	1	1	1	1	40.26
	2	1	2	2	40.46
	3	1	3	3	61.79
	4	2	1	2	60.15
	5	2	2	3	73.97
	6	2	3	1	91.31
	7	3	1	3	73.52
	8	3	2	1	87.19
	9	3	3	2	97.26
	K 1	0	0	0	0
	K 2	0	0	0	0
	K 3	0	0	0	0
	k 1	0	0	0	0
转换率	k 2	0	0	0	0

k 3	0	0	0	0
极差 R	0	0	0	0
因素主→次		ABC		
优方案		A3B3C1		
K 1	0	0	0	0
K 2	0	0	0	0
K 3	0	0	0	0
k 1	0	0	0	0
铜粉松密度 k 2	0	0	0	0
k 3	0	0	0	0
极差 R	0	0	0	0
因素主→次		BCA		
优方案		B2C2A1		
最终优方案	A3B2C2			

6.3

L ₉ (3 ⁴) 试验号	A	B	C	包合率	包合物收率
1	1	1	1	12.01	61.8
2	1	2	2	15.86	84.31
3	1	3	3	16.95	80.15
4	2	1	2	8.6	67.23
5	2	2	3	13.71	77.26
6	2	3	1	7.22	76.53
7	3	1	3	6.54	58.61
8	3	2	1	7.78	78.12
9	3	3	2	5.43	77.6
K1	0	0	0	0	
K2	0	0	0	0	
K3	0	0	0	0	
k1	0	0	0	0	
k2	0	0	0	0	
k3	0	0	0	0	
极差 R	0	0	0	0	
因素主→次		ABC			
优方案		A1B2C3			

6.4

L ₈ (2 ⁷) 试验号	A	B	A×B	C	空列	空列	空列
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2	2
3	1	2	2	2	1	1	2
4	1	2	2	2	2	2	1
5	2	1	2	2	1	2	1
6	2	1	2	2	2	1	2
7	2	2	2	1	1	2	2

	8	2	2	1	2	1	1
K1		0	0	0	0	0	0
K2		0	0	0	0	0	0
k1		0	0	0	0	0	0
k2		0	0	0	0	0	0
极差R		0	0	0	0	0	0
因素主→		A*B C A B D					

因素A*B水平搭配表

	A1	A2
B1	69.5	71.5
B2	72	64.5

6.5

L_8 ($4^1 \times 2$)	试验号	A	B	C	D	空列	得分 y_i	
	1	1	1	1	1	1	195	
	2	1	1	2	2	2	205	
	3	2	2	1	1	2	220	
	4	2	2	2	2	1	225	
	5	3	3	1	2	1	210	
	6	3	3	2	1	2	215	
	7	4	4	1	2	2	185	
	8	4	4	2	1	1	190	
K1			0	0	0	0		
K2			0	0	0	0		
K3			425					
K4			375					
k1			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
k2			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
k3			212.5					
k4			187.5					
极差R			212.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
因素主→			ABCD或者ABDC					
优方案			A2B2C2D2或A2B2D2C2					

6.6

L_9 (3^4)	实验号	C	C (虚拟) B	A	D	酸洗时间/
	1	1	1	1	1	36

2	1	1	2	2	2	32
3	1	1	3	3	3	20
4	2	2	1	2	3	22
5	2	2	2	3	1	34
6	2	2	3	1	2	21
7	2	3	1	3	2	16
8	2	3	2	1	3	19
9	2	3	3	2	1	37
K1	88		74	76	107	
K2	149		85	91	69	
K3			78	70	61	
k1	29.33333333		0	25.33333	35.66667	
k2	24.83333333		28.33333	30.33333	23	
k3			26	23.33333	20.33333	
极差R	-4.5		28.3	7.0	15.3	
因素主→}		DABC				
优方案		D3A3B1C2				

6.7

$L_8 (2^7)$	试验号	A	B	A×B	C	A×C	B×C	
	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	2	2	2
	3	1	2	2	2	1	1	2
	4	1	2	2	2	2	2	1
	5	2	1	2	2	1	2	1
	6	2	1	2	2	2	1	2
	7	2	2	2	1	1	2	2
	8	2	2	2	1	2	1	1
K1		0	0	0	0	0	0	0
K2		0	0	0	0	0	0	0
k1		0	0	0	0	0	0	0
k2		0	0	0	0	0	0	0
极差R		0	0	0	0	0	0	0
因素主→}			A A×C B D A×B B×C C 或 A A×C B D B×C A×					

因素A×C水平搭配表

	A1	A2
C1	1.07	0.895
C2	1.195	0.68

因素B×C水平搭配表

	B1	B2
C1	1.02	0.945
C2	1.065	0.81

6.8

L ₂₇ (3 ¹³)	试验号	1		2		3		4		5		6	
		A	B	(A×B)1	(A×B)2	C	(A×C)1						
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
	4	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
	5	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	6	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	7	1	1	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1
	8	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
	9	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	10	2	2	1	2	2	3	3	3	1	1	2	2
	11	2	2	1	2	2	3	3	3	2	2	3	3
	12	2	2	1	2	2	3	3	3	3	3	1	1
	13	2	2	2	2	3	3	1	1	1	1	2	2
	14	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3
	15	2	2	2	2	3	3	1	1	3	3	1	1
	16	2	2	3	3	1	2	2	2	1	1	2	2
	17	2	2	3	3	1	2	2	2	2	2	3	3
	18	2	2	3	3	1	2	2	2	3	3	1	1
	19	3	3	1	3	3	2	2	2	1	1	3	3
	20	3	3	1	3	3	2	2	2	2	2	1	1
	21	3	3	1	3	3	2	2	2	3	3	2	2
	22	3	3	2	1	1	3	3	3	1	1	3	3
	23	3	3	2	1	1	3	3	3	2	2	1	1
	24	3	3	2	1	1	3	3	3	3	3	2	2
	25	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	3	3
	26	3	3	3	2	2	1	1	1	2	2	1	1
	27	3	3	3	2	2	1	1	1	3	3	2	2
	K1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	K2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	K3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	极差R		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SS		-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31
	总和T		2396										
	P=T ² /n		212622.8148										

方差分析表

差异源	SS	df	MS	F	显著性
-----	----	----	----	---	-----

A	-31	2	-15.5	#DIV/0!	**
B	-31	2	-15.5	#DIV/0!	
AB	-62	4	-15.5	#DIV/0!	
C	-31	2	-15.5	#DIV/0!	
AC	-62	4	-15.5	#DIV/0!	
D	-31	2	-15.5	#DIV/0!	**
BC	-62	4	-15.5	#DIV/0!	*
E	-31	2	-15.5	#DIV/0!	*
F	-31	2	-15.5	#DIV/0!	
误差e	2167.185185	2	1083.593		
误差eΔ	2105.185185	6	350.8642		
F0.05 (2,	5.14	F0.01 (2,	10.52		
F0.05 (4,	4.53	F0.01 (4,	9.15		

平均搭配表	B1	B2	B3
C1	86	88	91.33333
C2	90	88.66666667	88.66667
C3	90.66667	86.66666667	88.66667

优方案 A1D1E1B3C1

6.9

L ₉ (3 ⁴ 试验号	A	B	C	y	
1	1	1	1	5.3	
2	1	2	2	5	
3	1	3	3	4.9	
4	2	1	2	5.4	
5	2	2	3	6.4	
6	2	3	1	3.7	
7	3	1	3	3.9	
8	3	2	1	3.3	
9	3	3	2	2.4	
K 1	0	0	0	0	
K 2	0	0	0	0	
K 3	0	0	0	0	
极差 R	0	0	0	0	
SS	0	0	0	0	SST=
总和T	40.3				
P=T ² /n	180.4544444				

方差分析表

差异源	SS	df	MS	F	显著性
A		0	2	0	0
B		0	2	0	0

C	0	2	0	0
误差e	12.31555556	2	6.157778	
误差e Δ	12.31555556	2	6.157778	
F0.05 (2,	19			

6.1

L ₈ (4 ¹ ×2 试验号	A	B	C	D	空列	得分y _i
1	1	1	1	1	1	195
2	1	2	2	2	2	205
3	2	1	1	1	2	220
4	2	2	2	2	1	225
5	3	1	2	1	2	210
6	3	2	1	2	1	215
7	4	1	2	2	1	185
8	4	2	1	1	2	190
K1		0	0	0	0	
K2		0	0	0	0	
K3		425				
K4		375				
极差R	425.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
SS	-177628.125	-0.175	-0.175	-0.175	-0.175	SST=
总和T	1645					
P=T ² /n	338253.125					

方差分析表

差异源	SS	df	MS	F	显著性
A	-177628.125	3	-59209.4	#DIV/0!	**
B	-0.175	1	-0.175	#DIV/0!	*
C	-0.175	1	-0.175	#DIV/0!	
D	-0.175	1	-0.175	#DIV/0!	
误差e	179100.525	1	179100.5		
误差e Δ	179100.175	3	59700.06		
F0.05 (1,	10.13	F0.01 (1,	34.12		
F0.05 (3,	9.28	F0.01 (3,	29.46		

6.11

L ₉ (3 ⁴) 实验号	C	C (虚拟)	B	A	D	酸洗时间/
1	1	1	1	1	1	36
2	1	1	1	2	2	32
3	1	1	1	3	3	20
4	2	2	2	1	2	22
5	2	2	2	2	3	34

	6	2	2	3	1	2	21
	7	2	3	1	3	2	16
	8	2	3	2	1	3	19
	9	2	3	3	2	1	37
K1		88		74	76	107	
K2		149		85	91	69	
K3				78	70	61	
SS		40.5		20.66667		78 402.6667	SST=
总和T		237					
$P=T^2/n$		6241					

方差分析表

差异源	SS	df	MS	F	显著性
A		78	2	39	#DIV/0!
B	20.66666667		2	10.33333	#DIV/0!
C	40.5		1	40.5	#DIV/0! *
D	402.6666667		2	201.3333	#DIV/0! **
误差e	4.166666667		2	2.083333	
误差eΔ	4.166666667		2	2.083333	
F0.05 (2,		19	F0.01 (2,	39	
F0.05 (1,		18.51	F0.01 (1,	38.51	

第七章习题答案

7.1

水平	丙烯酸用量x1/r	引发剂用	丙烯酸中	甲醛用量	吸盐水倍率y
1	12	0.4	64.5	1.25	34
2	14.5	0.6	86.5	1.1	42
3	17	0.8	59	0.95	40
4	19.5	1	81	0.8	45
5	22	0.3	53.5	0.65	55
6	24.5	0.5	75.5	0.5	59
7	27	0.7	48	0.35	60
8	29.5	0.9	70	0.2	61
9	32	1.1	92	1.4	63

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.99300126
R Square	0.986051502
Adjusted	0.972103004
标准误差	1.802775638
观测值	9

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	4	919	229.75	70.69231	0.000578
残差	4	13	3.25		
总计	8	932			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	18.58484848	3.704123	5.017342	0.007399	8.300556	28.86914
X Variabl	1.644444444	0.126686	12.98046	0.000203	1.292707	1.996182
X Variabl	-11.66666667	3.167154	-3.68364	0.021136	-20.4601	-2.87324
X Variabl	0.101010101	0.057585	1.754116	0.154273	-0.05887	0.260891
X Variabl	-3.333333333	2.111436	-1.5787	0.189547	-9.19562	2.528953

回归方程: $y=18.585+1.644x_1-11.667x_2+0.101x_3-3.333x_4$

因素主次 $x_1 > x_2 > x_3 > x_4$

又 x_3x_4 对应的偏回归系数不显著, 故归入残差项, 重新进行回归分析如下:

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple R	0.986424302
R Square	0.973032904
Adjusted R Square	0.964043872
标准误差	2.046677524
观测值	9

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	2	906.8667	453.4333	108.2467	1.96E-05
残差	6	25.13333	4.188889		
总计	8	932			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	20.39333333	2.549736	7.998213	0.000204	14.15435	26.63231
丙烯酸用	1.72	0.12204	14.09371	7.97E-06	1.421378	2.018622
引发剂用	-10.33333333	3.051007	-3.38686	0.014733	-17.7989	-2.86779

简化后的方程非常显著, 两偏回归系数也都显著, 所以得到最终的二元线性方程 $y=18.585+1.644x_1-11.667x_2$

7.2

序号	废弃塑料质量 x_1	改性剂用 x_2	增塑剂用 x_3	混合剂用 x_4	x_1x_2	x_3x_3
1	14	7	12	58	98	144
2	16	10	18	68	160	324
3	18	13	5	56	234	25

4	20	5	14	66	100	196
5	22	8	19	54	176	361
6	24	11	8	64	264	64
7	26	15	16	52	390	256
8	28	6	20	62	168	400
9	30	9	10	50	270	100
10	32	12	17	60	384	289

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.997692974
R Square	0.995391271
Adjusted	0.986173814
标准误差	3.039793997
观测值	10

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	6	5987.179	997.8632	107.9898	0.001361
残差	3	27.72104	9.240348		
总计	9	6014.9			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	275.8513061	46.78305	5.896394	0.009738	126.9668	424.7359
废弃塑料用	-9.164049588	1.288022	-7.11482	0.005714	-13.2631	-5.06499
改性剂用	-21.90324594	3.378473	-6.48318	0.007449	-32.6551	-11.1514
增塑剂用	-21.1426109	2.603757	-8.12004	0.003905	-29.4289	-12.8563
混合剂用	1.402877792	0.191033	7.343644	0.005218	0.794926	2.01083
x1x2	1.16458603	0.138149	8.429919	0.003503	0.724934	1.604238
x3x3	0.727523817	0.097581	7.45562	0.004996	0.416979	1.038069

回归方程: $y=275.851-9.164x_1-21.903x_2-21.143x_3+1.403x_4+1.16x_1x_2+0.73x_3x_3$

因素主次 $x_1x_2 > x_3 > x_4 > x_1 > x_2$

方程非常显著，偏回归系数也非常显著，所以四个因素对试验结果都有非常显著影响。
下面用规划求解来求得最大值

x1	14	127.179
x2	5	
x3	5	
x4	68	

试验号	z1	z2	z1z2	z3	z1z3	灰化温度
1	1	1	1	1	1	700
2	1	1	1	1	-1	700
3	1	-1	-1	-1	1	700
4	1	-1	-1	-1	-1	700
5	-1	1	-1	1	-1	300
6	-1	1	-1	-1	1	300
7	-1	-1	1	1	-1	300
8	-1	-1	1	-1	1	300

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.994230144
R Square	0.988493579
Adjusted	0.959727528
标准误差	0.007905694
观测值	8

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
z1	1	0.000761	0.000761	9.51E-05	
z2	1	0.009113	0.009113	0.001139	
z3	1	0.000181	0.000181	2.26E-05	
z1z2	1	0.000265	0.000265	3.31E-05	
z1z3	1	0.000421	0.000421	5.26E-05	
回归分析	5	0.010739	0.002148	34.3632	0.028518
残差	2	0.000125	6.25E-05		
总计	7	0.010864			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	0.50475	0.002795	180.5848	3.07E-05	0.492724	0.516776
z1	0.00975	0.002795	3.488266	0.073266	-0.00228	0.021776
z2	0.03375	0.002795	12.07477	0.006789	0.021724	0.045776
z1z2	0.00475	0.002795	1.699412	0.231342	-0.00728	0.016776
z3	-0.00575	0.002795	-2.05718	0.175939	-0.01778	0.006276
z1z3	0.00725	0.002795	2.593839	0.122018	-0.00478	0.019276

回归方程: $y=0.50475+0.00975z_1+0.03375z_2+0.00475z_1z_2-0.00575z_3+0.00725z_1z_3$
 由该回归方程中偏回归系数绝对值的大小,可以得到各因素和交互作用的主次

由方差分析的结果可知,只有z2因素对试验指标有非常显著的影响,故可把其

第二次方差分析表

	df	SS	MS	F	显著性
z2	1	0.009113	0.009113	33.62546	**

残差e'	6	0.001626	0.000271
总计	7	0.010864	

因素z2对试验指标y有非常显著的影响，因此回归方程可以简化为：
 $y=0.50475+0.03375z_2$

又 $z_2=(x_2-2100)/300$ ，回带得方程 $y=0.2685+0.0001125x_2$

8.2

试验号	z1	z2	z3	提取率y/%
1	1	1	1	8
2	1	1	-1	7.3
3	1	-1	1	6.9
4	1	-1	-1	6.4
5	-1	1	1	6.9
6	-1	1	-1	6.5
7	-1	-1	1	6
8	-1	-1	-1	5.1
9	0	0	0	6.6
10	0	0	0	6.5
11	0	0	0	6.6

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.990265441
R Square	0.980625644
Adjusted	0.972322348
标准误差	0.121074733
观测值	11

方差分析

	df	SS	MS	F	Significance F
z1	1	2.10125	2.10125	#DIV/0!	
z2	1	2.31125	2.31125	#DIV/0!	
z3	1	0.78125	0.78125	#DIV/0!	
回归分析	3	5.19375	1.73125	118.1008	2.34E-06
残差	7	0.102614	0.014659		
总计	10	5.296364			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	6.618181818	0.036505	181.2932	4.1E-14	6.53186	6.704503
z1	0.5125	0.042806	11.97251	6.46E-06	0.411279	0.613721
z2	0.5375	0.042806	12.55654	4.69E-06	0.436279	0.638721
z3	0.3125	0.042806	7.300313	0.000163	0.211279	0.413721

回归方程： $y=6.618+0.5125z_1+0.5375z_2+0.3125z_3$

由该回归方程中偏回归系数绝对值的大小，可以得到各因素和交互作用的主次
 由方差分析的结果可知，z1z2z3三个因素对试验指标都有非常显著的影响，所

失拟性检验

差异源	SS	df	MS	F	F _{0.1}
失拟 (Lf)	0.09594697	5	0.019189	5.756818	9.25
重复试验	0.006666667	2	0.003333		

由 $F_{Lf} < F_{0.1} = 9.25$ ，故失拟性不显著，回归模型与实际情况拟合得很好。

回归方程的回带

$$z_1 = (x_1 - 7) / 2 \quad z_2 = (x_2 - 70) / 2 \quad z_3 = (x_3 - 2) / 1$$

整理后得：

$$y = -0.2818 + 0.05125x_1 + 0.26875x_2 + 0.3125x_3$$

8.3

试验号	z1	z2	z1z2	z1'	z2'	y	
1	1	1	1	1	0.367583	1	423
2	1	-1	-1	-1	1	1	486
3	-1	1	1	-1	1	1	418
4	-1	-1	-1	1	1	1	454
5	1.078	0	0	0	1.162084	0	491
6	-1.078	0	0	0	1.162084	0	472
7	0	1.078	0	0	0	1.162084	428
8	0	-1.078	0	0	0	1.162084	492
9	0	0	0	0	0	0	512
10	0	0	0	0	0	0	509
$\sum z_i^2$	6.324168	6.324168					

SUMMARY OUTPUT

回归统计	
Multiple	0.997863793
R Square	0.99573215
Adjusted	0.990397338
标准误差	3.484618488
观测值	10

方差分析

df	SS	MS	F	gnificance F
----	----	----	---	--------------

回归分析	5	11331.93	2266.386	186.648	7.93E-05
残差	4	48.57026	12.14257		
总计	9	11380.5			

	Coefficients	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	468.5	1.101933	425.1619	1.84E-10	465.4405	471.5595
z1	9.089258856	1.38565	6.559563	0.002794	5.242078	12.93644
z2	-26.5634942	1.38565	-19.1704	4.36E-05	-30.4107	-22.7163
z1z2	0	1.742309	0	1	-4.83743	4.837426
z1'	0	2.120134	0	1	-5.88644	5.886436
z2'	-41.73590203	2.120134	-19.6855	3.93E-05	-47.6223	-35.8495

回归方程: $y=468.5+9.09z_1-26.56z_2+z_3$

由该回归方程中偏回归系数绝对值的大小,可以得到各因素和交互作用的主次

由方差分析的结果可知, $z_1z_2z_3$ 三个因素对试验指标都有非常显著的影响,所

答案

0.0271	0.0265	0.0261	0.0257
69300	79300	88800	98100

6	7	8
5.6	5.4	5.3
7.8	7.2	6.5

<u>下限</u>	<u>95.0%</u>	<u>上限</u>	<u>95.0%</u>
92.50967		93.31309	
0.621764		0.654397	

SS	MS	F	Significance F
0.139805	0.139805	159.801	0.000225
0.003499	0.000875		
0.143305			

标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
0.76478	-10.6461	0.000441	-10.2653	-6.01853	-10.2653	-6.01853
0.307502	12.64124	0.000225	3.033444	4.740969	3.033444	4.740969

下限 95.0%	上限 95.0%
-10.2653	-6.01853
3.033444	4.740969

<u>下限</u>	<u>95.0%</u>	<u>上限</u>	<u>95.0%</u>
-29.6465	4.424264		
-0.03794	0.387942		
8.744312	18.68161		
-0.42241	2.996479		

X3=x3	Y=T
9.1	1029
8.1	1011
7.1	1016
8.8	1006
6.8	993
8.1	1004
7.1	967
6.1	999
7.8	992
7.1	980
6.1	980
7.1	984
6.1	965
9.1	1006
7.1	988
9.1	984
8.1	967
7.1	987
8.1	979
6.1	988
8.1	968
7.1	940
6.1	956
8.1	956
6.1	925

下限	95.0%	上限	95.0%
1355.346		1758.772	
6.696666		70.59398	
-1.63983		-0.6027	

0.893954 12.07452

$(420-340) \times 0.618 = 389.44$.

$)-(420-340) \times 0.618 = 370.56$.

0.56以下部分，在370.56-420之间，找x1的对称： $x_3 = 420 - (420 - 370.56) \times 0.618 = 389.44608$.

0.44608以下部分，在389.44608-420之间，找x1的对称： $x_4 = 420 - (420 - 389.44608) \times 0.618 = 401.11767744$.

0.11767744以上部分，在389.44608-401.11767744之间，找x1的对称： $x_5 = 401.11767744 - (401.11767744 - 389.44608) \times 0.618 = 370.56$.

a_1 之间，找 x_2 的对称点

$3m_1$ 之间，找 x_2 的对称点

l 之间，找 x_4 的对称点

下的半个矩形

3处，

铜粉松密度

2.008

0.693

1.769

1.296

1.613

2.775

1.542

1.115

1.824

包合率隶属|包合物收率|综合分

25764.77	#VALUE!	#VALUE!
34024.08	#VALUE!	#VALUE!
36362.43	#VALUE!	#VALUE!
18449.38	#VALUE!	#VALUE!
29411.74	#VALUE!	#VALUE!
15488.89	#VALUE!	#VALUE!
14030.11	#VALUE!	#VALUE!
16690.25	#VALUE!	#VALUE!
11648.85	#VALUE!	#VALUE!

D	得率/%
1	65
2	74
2	71
1	73
2	70
1	73
1	62

2 67
0
0
0
0
0

'min

D	提取量/mL
1	1.01
2	1.33
2	1.13
1	1.06
2	1.03
1	0.8
1	0.76
2	0.56
0	
0	
0	
0	
0	

B C

7 (A×C)2	8 (B×C)1 D	9	10	11 (B×C)2 E	12 F	13 √强度/kg.	
1	1	1	1	1	1	1	100
2	2	2	2	2	2	2	98
3	3	3	3	3	3	3	97
1	2	2	2	3	3	3	95
2	3	3	3	1	1	1	96
3	1	1	1	2	2	2	99
1	3	3	3	2	2	2	94
2	1	1	1	3	3	3	99
3	2	2	2	1	1	1	101
3	1	2	3	1	2	3	85
1	2	3	1	2	3	1	82
2	3	1	2	3	1	2	98
3	2	3	1	3	1	2	85
1	3	1	2	1	2	3	90
2	1	2	3	2	3	1	85
3	3	1	2	2	3	1	91
1	1	2	3	3	1	2	89
2	2	3	1	1	2	3	80
2	1	3	2	1	3	2	73
3	2	1	3	2	1	3	90
1	3	2	1	3	2	1	77
2	2	1	3	3	2	1	84
3	3	2	1	1	3	2	80
1	1	3	2	2	1	3	76
2	3	2	1	2	1	3	89
3	1	3	2	3	2	1	78
1	2	1	3	1	3	2	85
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31 SST=	1795.185

12. 31556

1471.875

'min

下限	95.0%	上限	95.0%
8.300556		28.86914	
1.292707		1.996182	
-20.4601		-2.87324	
-0.05887		0.260891	
-9.19562		2.528953	

下限	95.0%	上限	95.0%
14.15435		26.63231	
1.421378		2.018622	
-17.7989		-2.86779	

程:

附着力评分y
40
45
90

41
40
90
87
40
48
100

<u>下限</u>	<u>95.0%</u>	<u>上限</u>	<u>95.0%</u>
126.9668	424.7359		
-13.2631	-5.06499		
-32.6551	-11.1514		
-29.4289	-12.8563		
0.794926	2.01083		
0.724934	1.604238		
0.416979	1.038069		

};

著地影响。

原子化温度	灯电流	x1x2	x1x3	吸光度yi
2400	10	1680000	7000	0.552
2400	8	1680000	5600	0.554
1800	10	1260000	7000	0.48
1800	8	1260000	5600	0.472
2400	10	720000	3000	0.516
2400	8	720000	2400	0.532
1800	10	540000	3000	0.448
1800	8	540000	2400	0.484

显著性 SST
0.010863

**

*

下限	95.0%	上限	95.0%
0.492724	0.516776		
-0.00228	0.021776		
0.021724	0.045776		
-0.00728	0.016776		
-0.01778	0.006276		
-0.00478	0.019276		

iz1z3
x2>x1>x1x3>x3>x1x2

其他因素归入残差项，重新进行方差分析得到如下表：

显著性

**

**

**

**

下限 95.0% 上限 95.0%

6.53186 6.704503

0.411279 0.613721

0.436279 0.638721

0.211279 0.413721

$x_3 > x_1 > x_2$

建立的方程也非常显著。

z_1^2	z_2^2	
	1	1
	1	1
	1	1
	1	1
1.162084		0
1.162084		0
	0	1.162084
	0	1.162084
	0	0
	0	0

<u>下限</u>	<u>95.0%</u>	<u>上限</u>	<u>95.0%</u>
465.4405		471.5595	
5.242078		12.93644	
-30.4107		-22.7163	
-4.83743		4.837426	
-5.88644		5.886436	
-47.6223		-35.8495	

$x_3 > x_1 > x_2$

建立的方程也非常显著。

)1. 11767744.

1. $(11767744 - 389.44608) \times 0.618 = 393.787$.