

# 部分因子实验 设计与分析

2022

六西格玛黑带课程培训



# 课程内容

1

实验设计基础知识回顾

2

为何需要部分因子实验设计

3

部分因子实验的设计

4

部分因子实验设计分析实例

5

BB考试例题讲解

# 课程内容

1

实验设计基础知识回顾

2

为何需要部分因子实验设计

3

部分因子实验的设计

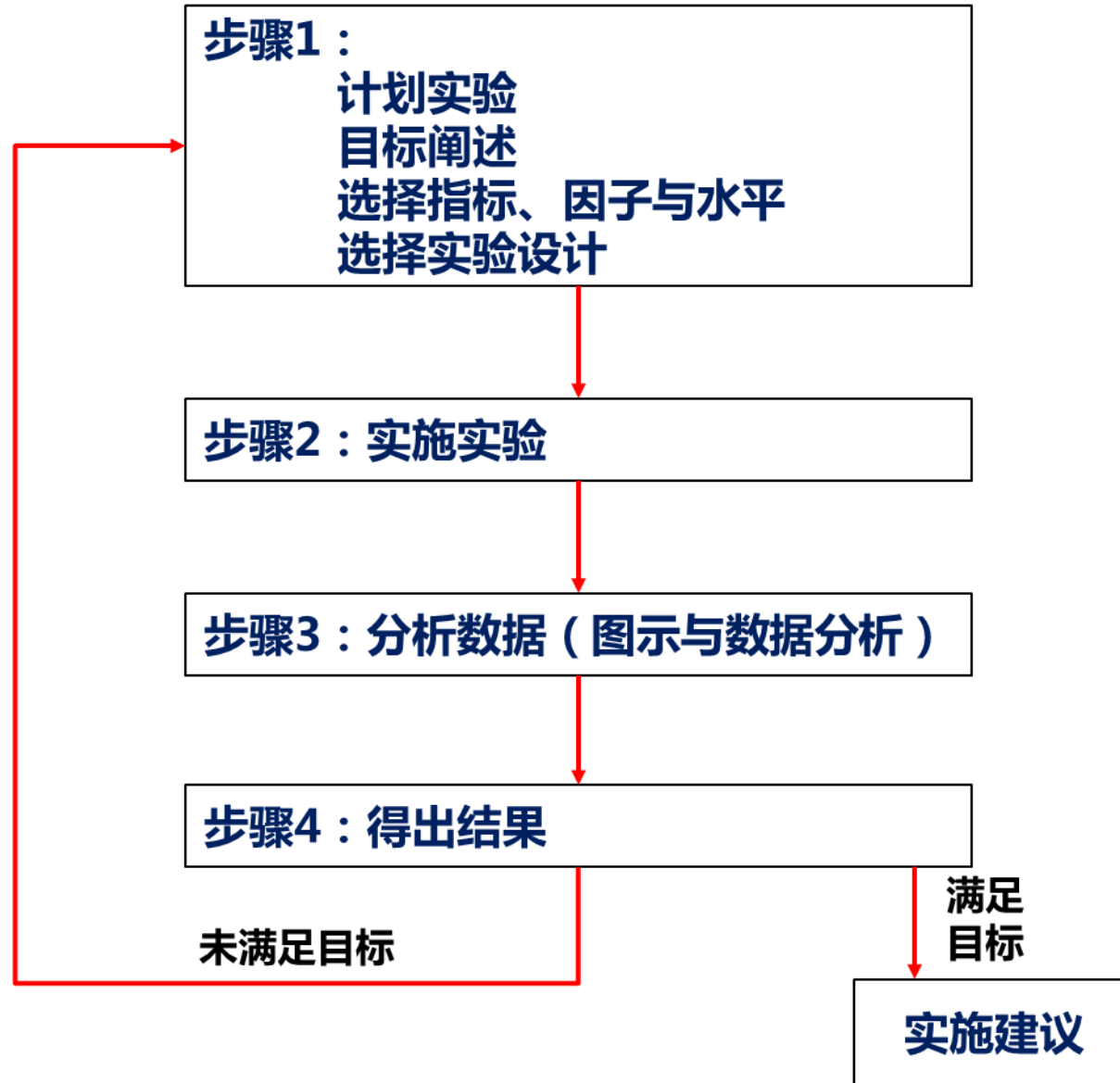
4

部分因子实验设计分析实例

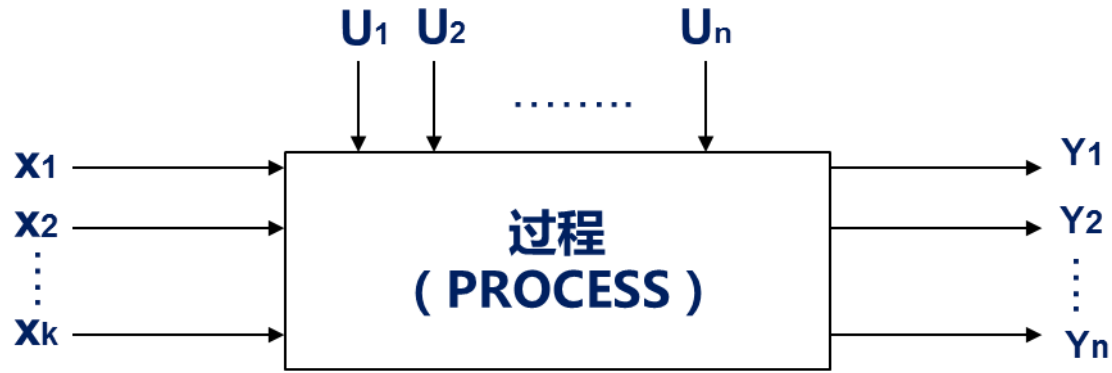
5

BB考试例题讲解

# 实验设计基础知识回顾（基本步骤）



# 实验设计基础知识回顾（术语）



**响应变量 (Response)** : 整个过程中关心的若干输出变量

**因子 (Factor)** : 将影响响应变量的那些变量称为实验中的因子

**水平 (Level)** : 为研究因子对响应的影响，需要用到因子的两个或更多的取值，这些取值称为因子的“水平”

**望大 (小、目)** : 响应输出的需求

**A的主效应** =  $[Y \text{ 的平均值} | A = \text{高}] - [Y \text{ 的平均值} | A = \text{低}]$

**AB交互效应** = **BA交互效应** =  $[(A_{\text{高}}B_{\text{高}} + A_{\text{低}}B_{\text{低}}) - (A_{\text{高}}B_{\text{低}} + A_{\text{低}}B_{\text{高}})] / 2$

# 课程内容

1

实验设计基础知识回顾

2

为何需要部分因子实验设计

3

部分因子实验的设计

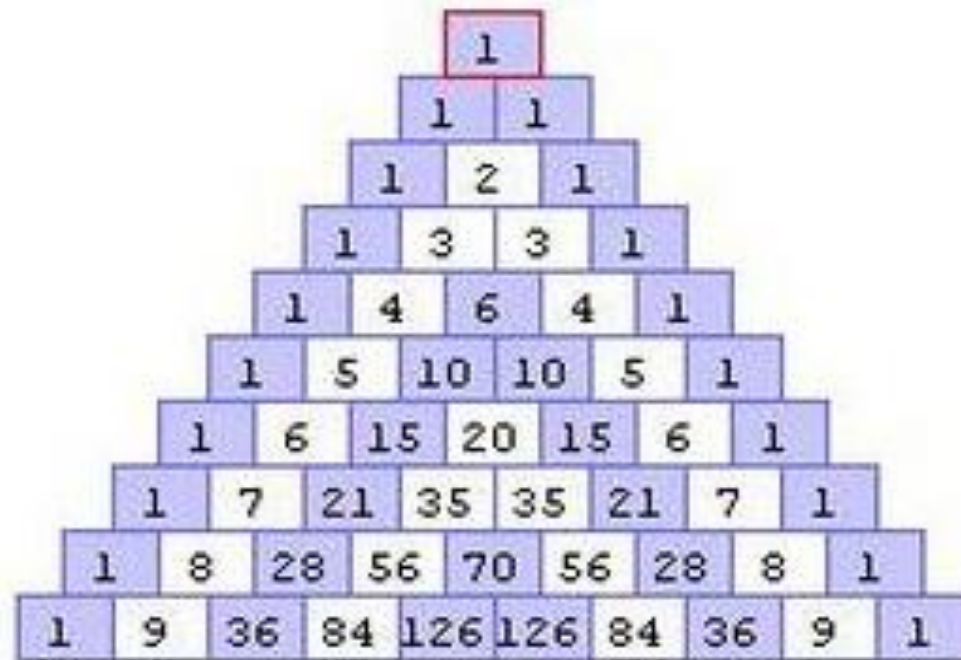
4

部分因子实验设计分析实例

5

BB考试例题讲解

# 为何需要部分因子实验设计



←  $2^5 = 32$

←  $2^8 = 256$

..... ←  $2^{13} = 1594323$

- 假设一共有**13**个因子，每次实验花**3分钟**，每天工作**8小时**，一年工作**250天**，共需要约**40年**的时间！
- 假设一共**8**个因子，要估计的主效应项**8项**，二阶交互效应**28项**，三阶交互效应**56项**.....

# 为何需要部分因子实验设计

一个 $2^8$ 的完全因子实验的效应项数	
常数	1
主效应	8
二阶交互效应	28
三阶交互效应	56
四阶交互效应	70
五阶交互效应	56
六阶交互效应	28
七阶交互效应	8
八阶交互效应	1
总计	258

由前述内容可知：三阶以上交互效应在物理上已经没有实际意义，因此自然提出问题：**能不能少做些实验，但还能估计出方程中的常数项、1阶及2阶系数呢？**



# 课程内容

1

实验设计基础知识回顾

2

为何需要部分因子实验设计

3

部分因子实验的设计

4

部分因子实验设计分析实例

5

BB考试例题讲解

# 部分因子实验的设计

一个例子

4因子，2水平，预计安排8次试验，如何使试验效果最优？

A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1
-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1
-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1
1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1
1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1
1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1
-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1
1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1
-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1

# 部分因子实验的设计

4因子，2水平，预计安排8次试验，如何使试验效果最优？

方案一：随机挑选8组

A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD
1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1
-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1
1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1
1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1
-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1

- 通过分析，可以发现每个因子取高水平和低水平的次数并不恰好相等
- 正交试验设计的“均匀分散，整齐可比”的优点不复存在
- 故此方案不可行！

# 部分因子实验的设计

4因子，2水平，预计安排8次试验，如何使试验效果最优？

方案二：取ABCD=1的8组试验

A	B	C	D	AB	AC	AD	BC	BD	CD	ABC	ABD	ACD	BCD	ABCD
1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1
1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1
-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1
-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1
1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1
-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

A	BCD	B	ACD	C	ABD	D	ABC	AB	CD	AC	BD	AD	BC	ABCD
1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1
1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1
-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1

- 通过分析，可以发现每个因子取高水平和低水平的次数相等
- 正交试验设计的“均匀分散，整齐可比”的优点依然保存
- 故此方案可行！

# 部分因子实验的设计

通过上例，可以看出当取 $ABCD=1$ 时，会产生 $A=BCD$ 、 $B=ACD$ 、 $C=ABD$ 、 $D=ABC$ .....则产生如下定义：

- 若 $ABCD=1$ ，则分别称 $A$ 与 $BCD$ 、 $B$ 与 $ACD$ .....各列的效应相**混杂 ( Confounded )**；
- 或 $A$ 与 $BCD$ 、 $B$ 与 $ACD$ .....互为**别名 ( alias )**。

**混杂效应的性质：**

- 若 $ABCD=1$ ，则可推出 $A=BCD$ 、 $B=ACD$ 、 $C=ABD$ 、 $D=ABC$ 、 $AB=CD$ 、 $AC=BD$ 、 $AD=BC$ （可以不严格的认为这是因为  $|A|=|B|=|C|=|D|=1$ ）；
- 即表示混杂的关系式中，任何字母在等式两侧都可以随意移动。

# 部分因子实验的设计

## 其他重要的概念

- 上例中的 $D=ABC$ ，称为“生成元”（generator）
- $ABCD=1$ 称为“定义关系”（definition relation），或字（word）

部分因子实验的标记： $2_{R}^{k-p}$

K代表全部因子的个数，p代表新安排的因子个数。

R代表分辨率。

# 部分因子实验的设计

- **分辨率**：所有的字中字长最短的那个字的长度称为整个设计的分辨率（resolution），例**ABCD=1**的分辨率就是**IV**，**ABC=1**的分辨率就是**III**

- **分辨率的性质**

分辨度为**III**的设计：各主效应间没有混杂，但某些主效应与某些二阶效应相混杂（**1+2**）；

分辨度为**IV**的设计：各主效应间没有混杂，主效应与二阶效应没有混杂；但主效应与某些三阶效应相混杂（**1+3**），某些二阶效应之间相互混杂（**2+2**）；

分辨度为**V**的设计：主效应会与某些四阶效应混杂（**1+4**），二阶效应与某些三阶效应相混杂（**2+3**），其余效应之间不发生混杂。

# 部分因子实验的设计

## 思考题

有A、B、C、D、E、F共6个可控2水平实验因子，要在16次试验中取得最好的混杂结果，现有两种方案，请比较优劣：

方案A：令生成元为 $E=BCD$ ， $F=ABCD$ ；

方案B：令生成元为 $E=ABC$ ， $F=ABD$ 。

## 分析过程

- ✓ 方案A:由生成元关系可得定义关系： $I=BCDE=AB CDF$ ，既得 $E=AF$ ， $A=EF$ ， $F=AE$ 。即主效应与某些二阶效应相混杂，辨识度为Ⅲ；
- ✓ 方案B：由生成元关系可得定义关系： $I=ABCE=ABDF$ ，即得 $CEDF=1$ ，辨识度为Ⅳ；
- ✓ 综上所述：方案B优于方案A！



# 部分因子实验的设计

部分因子试验分辨度表

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	FULL	III													
8		FULL	IV	III	III	III									
16			FULL	V	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III	III
32				FULL	VI	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
64					FULL	VII	V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
128						FULL	VIII	VI	V	V	IV	IV	IV	IV	IV

第一行：试验因子个数；  
第一列：试验的总次数（不含中心点）

用途：  
1.明确试验的最佳分辨度值；  
2.保证分辨度值的情况下，确定试验次数

# 部分因子实验的设计

## 如何使用分辨率表？

- 要考察8个因子，做多少次实验可以保证分辨率不低于IV？
- 条件限制最多做16次试验，如何确保分辨率不低于V？

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	FULL	III													
8		FULL	IV	III	III	III									
16			FULL	V	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III	III
32				FULL	VI	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
64					FULL	VII	V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
128						FULL	VIII	VI	V	V	IV	IV	IV	IV	IV

# 部分因子实验的设计

## 如何设计部分因子实验？

- ◆ 熟悉实验背景，哪些是重点关心的，哪些是无所谓的？
- ◆ 如何选择生成元？
- ◆ 全部的定义关系（字）是什么？
- ◆ 哪些效应间会产生混杂？

利用成熟软件（**MINITAB**）

# 部分因子实验的设计

## 背景描述（创制工作台平面的工艺条件实验）

再用刨床创制工作台平面实验中，考察影响其工作台平面光洁度的因子，并求出使光洁度达到最高的工艺条件。共考察6个因子：

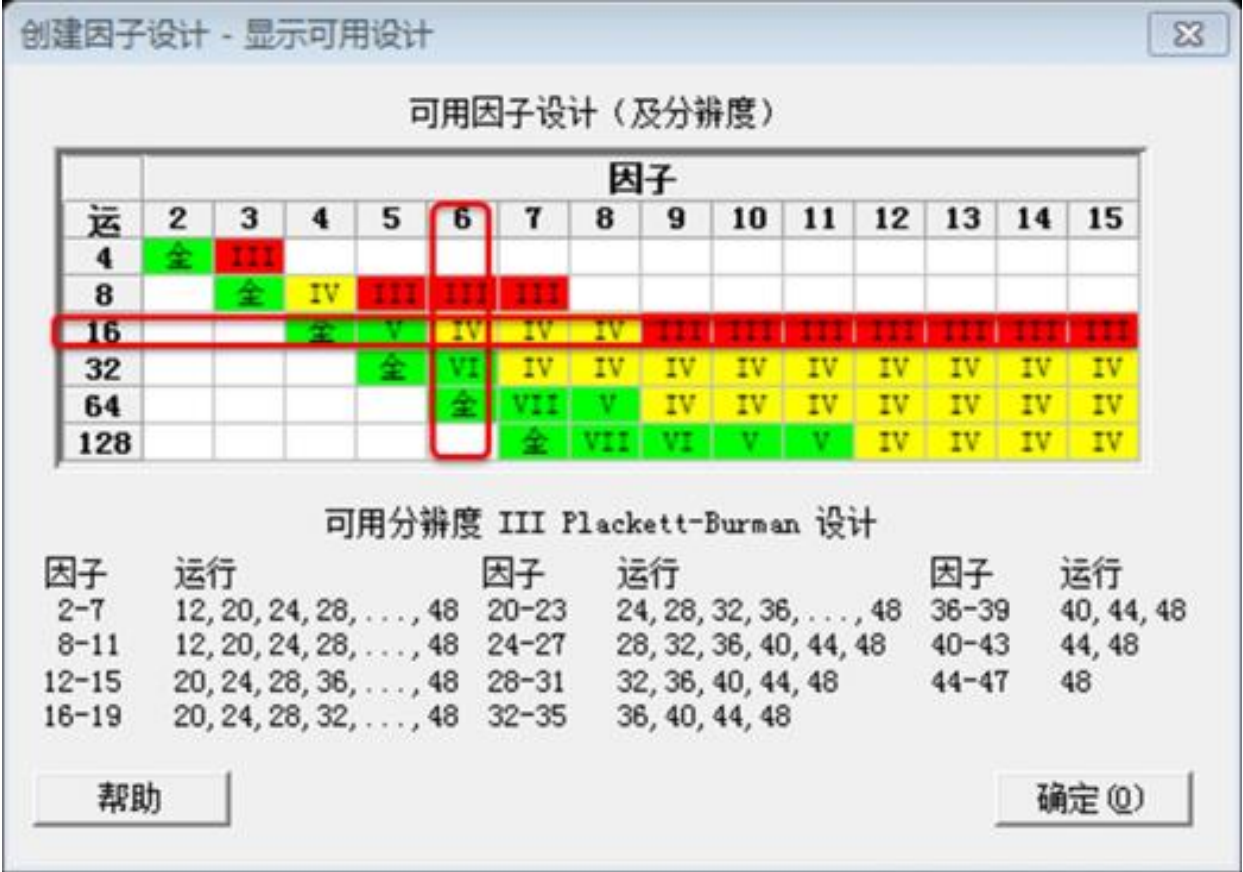
序号	因子名称	单位	低水平（-1）	高水平（+1）
A	进刀速度	mm/刀	1.2	1.4
B	切削角度	度	10	12
C	吃刀深度	mm	0.6	0.8
D	刀背后角	度	70	76
E	刀前槽深度	mm	1.4	1.6
F	润滑油进给量	毫升/分钟	6	8

要求：连中心点在内不超过20次试验，考察各因子的主效应和二阶效应AB、AC、CF、DE是否显著。

# 部分因子实验的设计

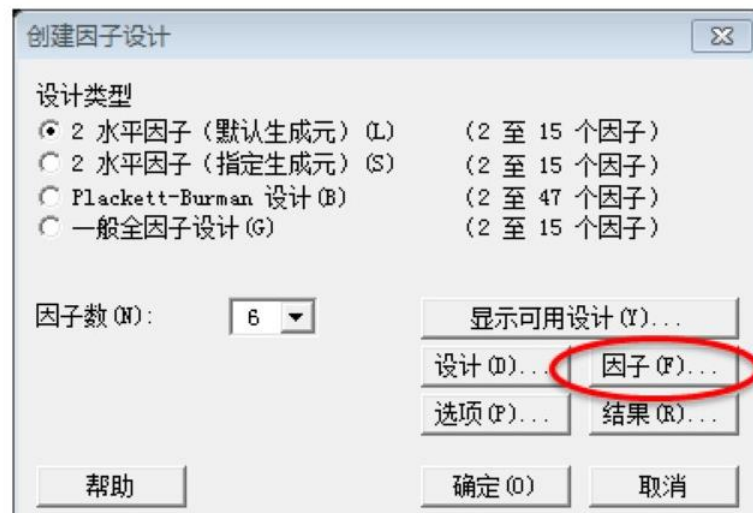
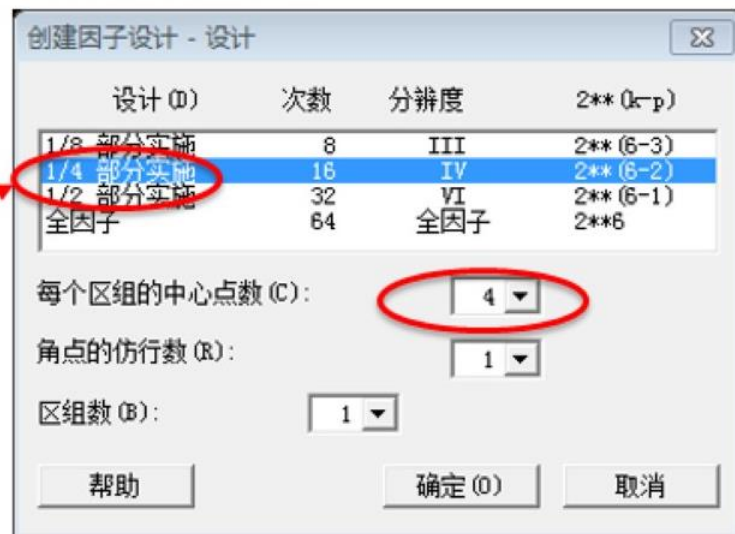
## 初步分析（创制工作台平面的工艺条件实验）

由实验要求可知分辨率至少要达到**IV**，并确保AB、AC、CF、DE之间不发生混杂。



# 部分因子实验的设计

## 软件操作（创制工作台平面的工艺条件实验）



# 部分因子实验的设计

## 软件操作（创制工作台平面的工艺条件实验）

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	标准序	运行序	中心点	区组	A进刀速度	B切削角度	C吃刀深度	D刀背后角	E刀前槽深度	F润滑油量
输入方向	9	1	1	1	1.2	10	0.6	76	1.4	8
2	12	2	1	1	1.4	12	0.6	76	1.4	6
3	15	3	1	1	1.2	12	0.8	76	1.4	8
4	16	4	1	1	1.4	12	0.8	76	1.6	8
5	17	5	0	1	1.3	11	0.7	73	1.5	7
6	4	6	1	1	1.4	12	0.6	70	1.4	8
7	8	7	1	1	1.4	12	0.8	70	1.6	6
8	1	8	1	1	1.2	10	0.6	70	1.4	6
9	3	9	1	1	1.2	12	0.6	70	1.6	8
10	18	10	0	1	1.3	11	0.7	73	1.5	7
11	14	11	1	1	1.4	10	0.8	76	1.4	6
12	2	12	1	1	1.4	10	0.6	70	1.6	6
13	11	13	1	1	1.2	12	0.6	76	1.6	6
14	7	14	1	1	1.2	12	0.8	70	1.4	6
15	10	15	1	1	1.4	10	0.6	76	1.6	8
16	20	16	0	1	1.3	11	0.7	73	1.5	7
17	19	17	0	1	1.3	11	0.7	73	1.5	7
18	13	18	1	1	1.2	10	0.8	76	1.6	6
19	6	19	1	1	1.4	10	0.8	70	1.4	8
20	5	20	1	1	1.2	10	0.8	70	1.6	8

设计生成元：E=ABC，F=BCD

□ 仅仅得到实验计划表是不够的，还要检验所出现的混杂是否能满足实验的要求

A + BCE + DEF + ABCDF  
C + ABE + BDF + ACDEF  
E + ABC + ADF + BCDEF  
**AB** + CE + ACDF + BDEF  
AD + EF + ABCF + BCDE  
AF + **DE** + ABCD + BCEF  
BF + CD + ABDE + ACEF  
ABF + ACD + BDE + CEF

B + ACE + CDF + ABDEF  
D + AEF + BCF + ABCDE  
F + ADE + BCD + ABCEF  
**AC** + BE + ABDF + CDEF  
AE + BC + DF + ABCDEF  
BD + **CF** + ABEF + ACDE  
ABD + ACF + BEF + CDE  
I + ABCE + ADEF + BCDF

如果发生因子的混杂怎么办？

- ◆ 将因子名称互换一般可以解决
- ◆ 自行选定设计生成元
- ◆ 所提出的实验要求是无法满足的。



# 课程内容

1

实验设计基础知识回顾

2

为何需要部分因子实验设计

3

部分因子实验的设计

4

部分因子实验设计分析实例

5

BB考试例题讲解



# 部分因子实验设计分析实例

## 软件操作（微型变压器耗电量问题）

在微型变压器生产的6S改进活动中，经过团队成员头脑风暴，认为影响变压器耗电量的因子有4个必须考虑：绕线速度、矽钢厚度、漆包厚度和密封剂量。根据经验已知绕线速度和密封剂量间无交互作用，且实验成本很高，最多安排12次试验。各因子水平如下：

序号	因子名称	单位	低水平 (-1)	高水平 (+1)
A	绕线速度	圈/秒	2	3
B	矽钢厚度	mm	0.2	0.3
C	漆包厚度	mm	0.6	0.8
D	密封剂量	mg	25	35

# 部分因子实验设计分析实例

## 实验设计（微型变压器耗电量问题）

由实验要求限制，可以安排8组部分因子试验，中心点数=4，所设计实验的分辨度可以达到IV。

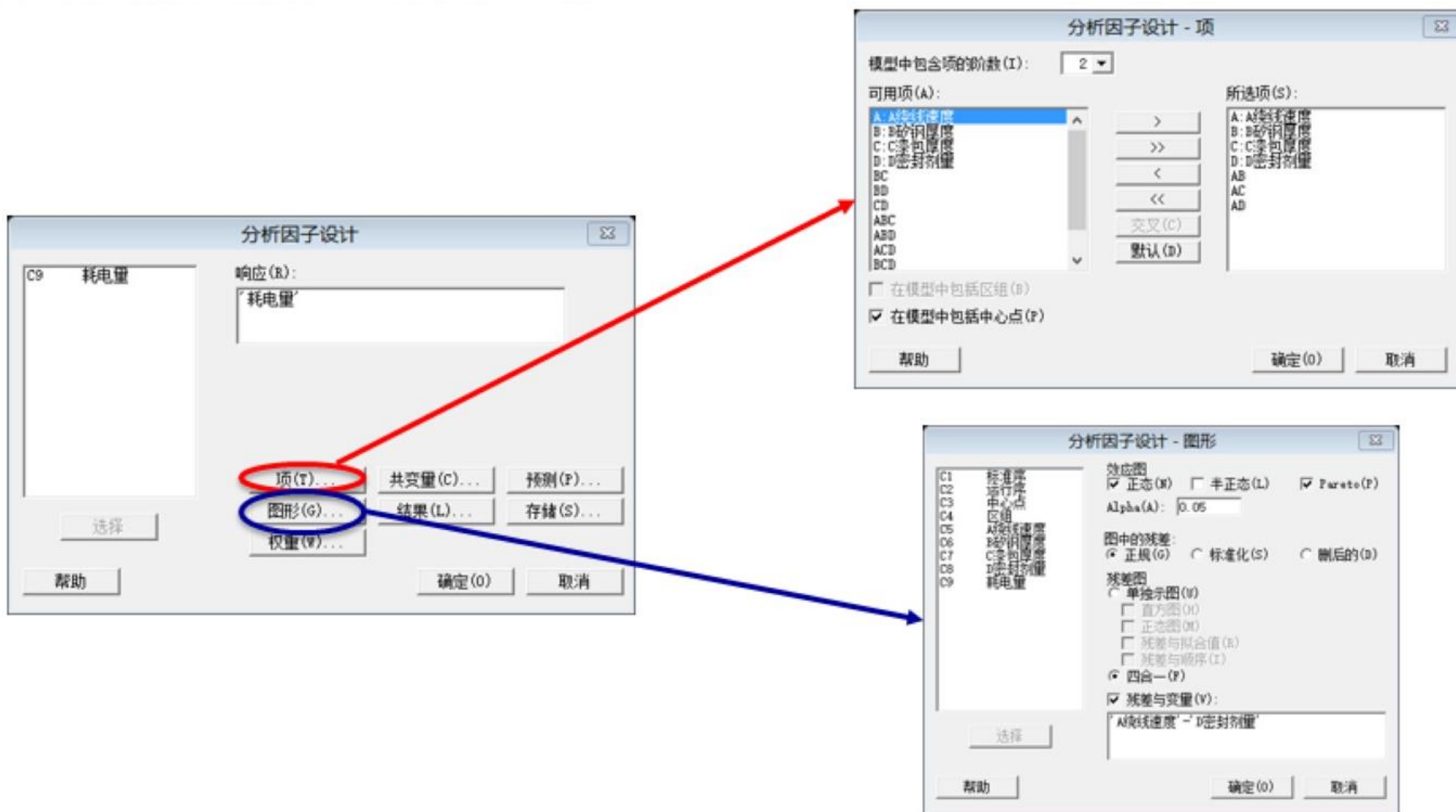


4	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	标准序	运行序	中心点	区组	A线速度	B砂钢厚度	C漆包厚度	D密封侧壁
1	10	1	0	1	2.5	0.25	0.7	30
2	8	2	1	1	3.0	0.30	0.8	35
3	12	3	0	1	2.5	0.25	0.7	30
4	7	4	1	1	2.0	0.30	0.8	25
5	5	5	1	1	2.0	0.20	0.8	35
6	6	6	1	1	3.0	0.20	0.8	25
7	11	7	0	1	2.5	0.25	0.7	30
8	3	8	1	1	2.0	0.30	0.6	35
9	4	9	1	1	3.0	0.30	0.6	25
10	9	10	0	1	2.5	0.25	0.7	30
11	2	11	1	1	3.0	0.20	0.6	35
12	1	12	1	1	2.0	0.20	0.6	25

- I + ABCD
- A + BCD
- B + ACD
- C + ABD
- D + ABC
- AB + CD
- AC + BD
- AD + BC

# 部分因子实验设计分析实例

## 模型拟合（微型变压器耗电量问题）



# 部分因子实验设计分析实例

## 模型拟合（微型变压器耗电量问题）

拟合因子：耗电量 与 A绕线速度，B矽钢厚度，C漆包厚度，D密封剂量

耗电量 的效应和系数的估计（已编码单位）

项	效应	系数	系数标准误差	T	P
常量		246.50	2.189	112.61	0.000
A绕线速度	2.00	1.00	2.189	0.46	0.679
B矽钢厚度	49.00	24.50	2.189	11.19	0.002
C漆包厚度	-33.50	-16.75	2.189	-7.65	0.005
D密封剂量	-19.50	-9.75	2.189	-4.45	0.021
A绕线速度*B矽钢厚度	-1.00	-0.50	2.189	-0.23	0.834
A绕线速度*C漆包厚度	-1.50	-0.75	2.189	-0.34	0.754
A绕线速度*D密封剂量	-44.50	-22.25	2.189	-10.16	0.002

⑤主效应检验，除了A之外，别的都显著。

⑥小心!!!  
从分析结果看，AD显著。但根据前述混杂表，AD=BC，且实验背景中AD无交互影响，故实际为BC显著!!!

④R-Sq&R-Sq（调整）都很好，说明回归效果度量也很好。

S = 6.19139 PRESS = \*  
R-Sq = 99.03% R-Sq（预测） = 94.53% R-Sq（调整） = 96.46%

对于 耗电量 方差分析（已编码单位）

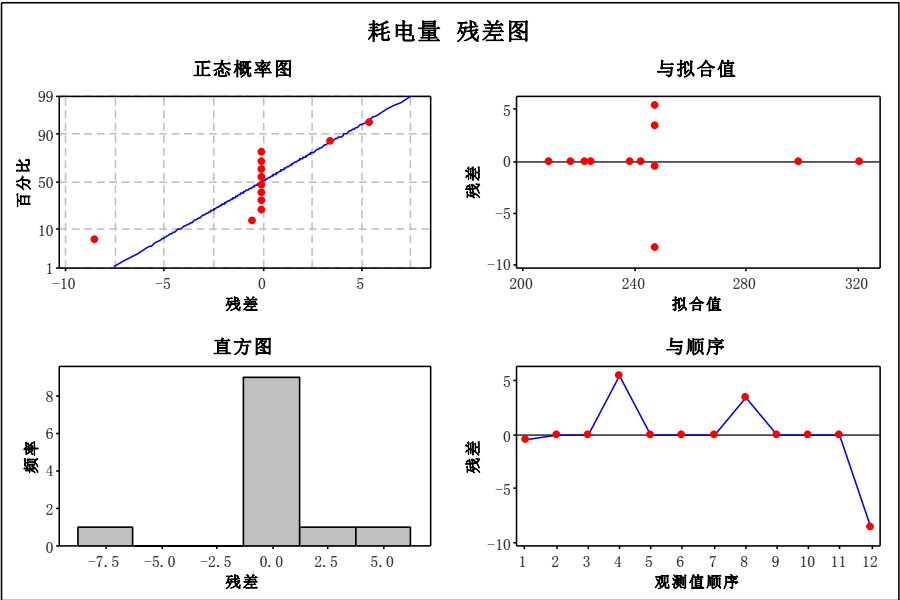
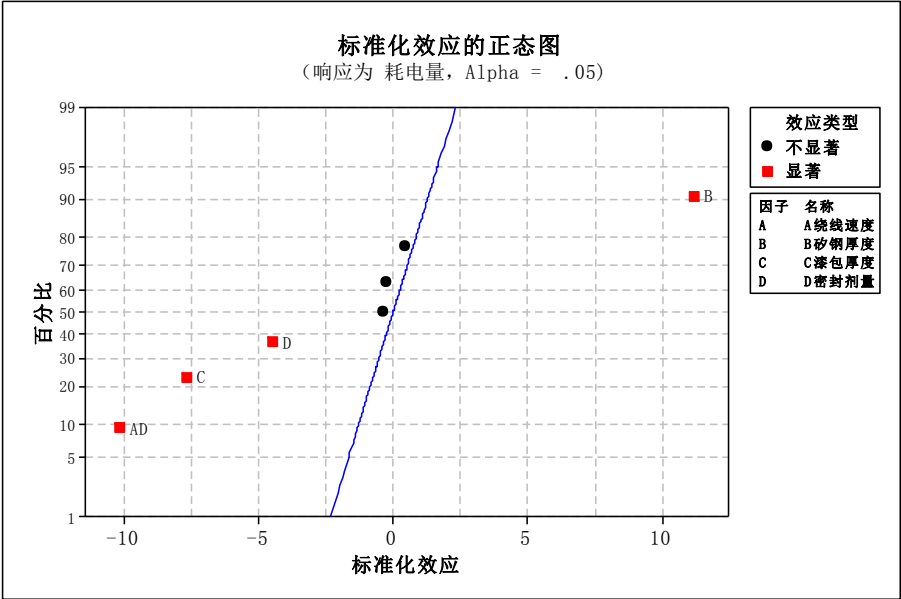
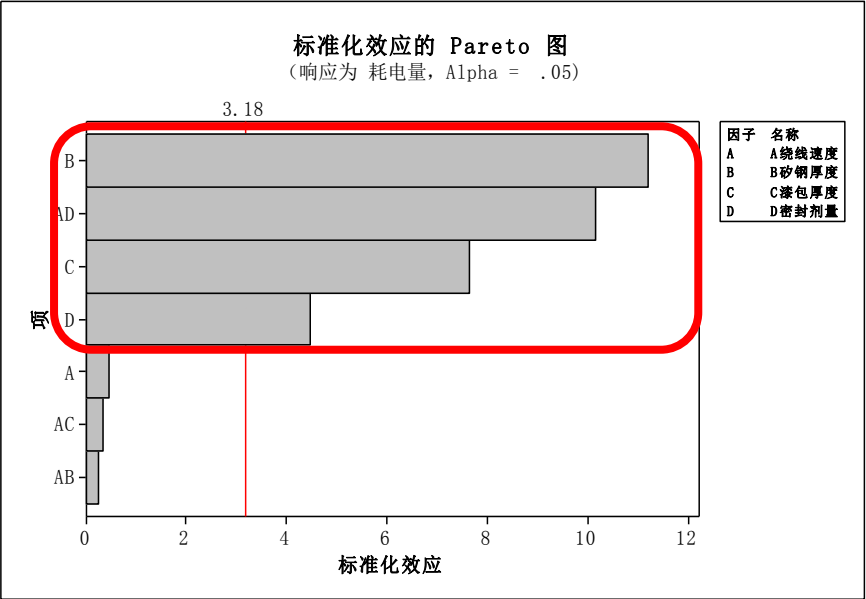
来源	自由度	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
主效应	4	7815.0	7815.00	1953.75	50.97	0.004
2因子交互作用	3	3967.0	3967.00	1322.33	34.50	0.008
弯曲	1	2.7	2.67	2.67	0.07	0.809
残差误差	3	115.0	115.00	38.33		
纯误差	3	115.0	115.00	38.33		
合计	11	11899.7				

①p<0.05，模型整体有效

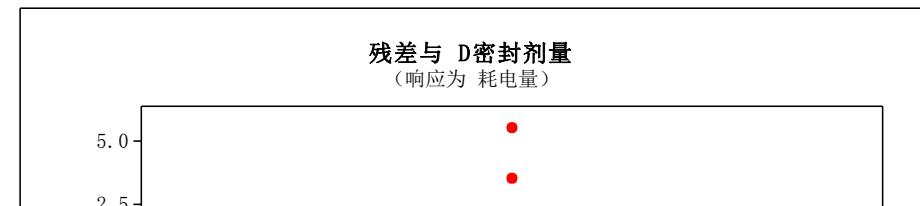
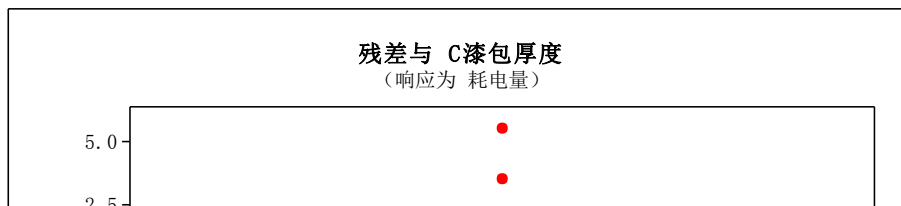
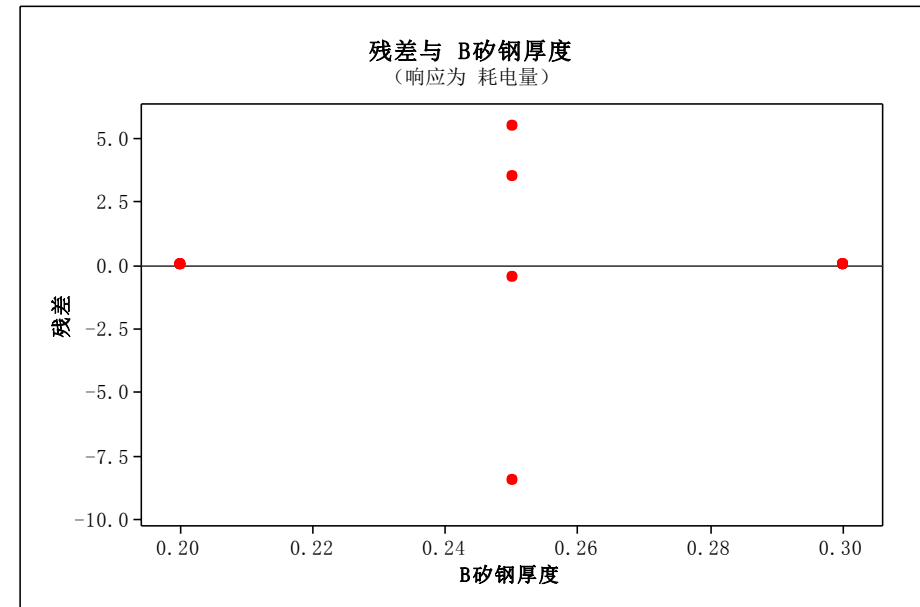
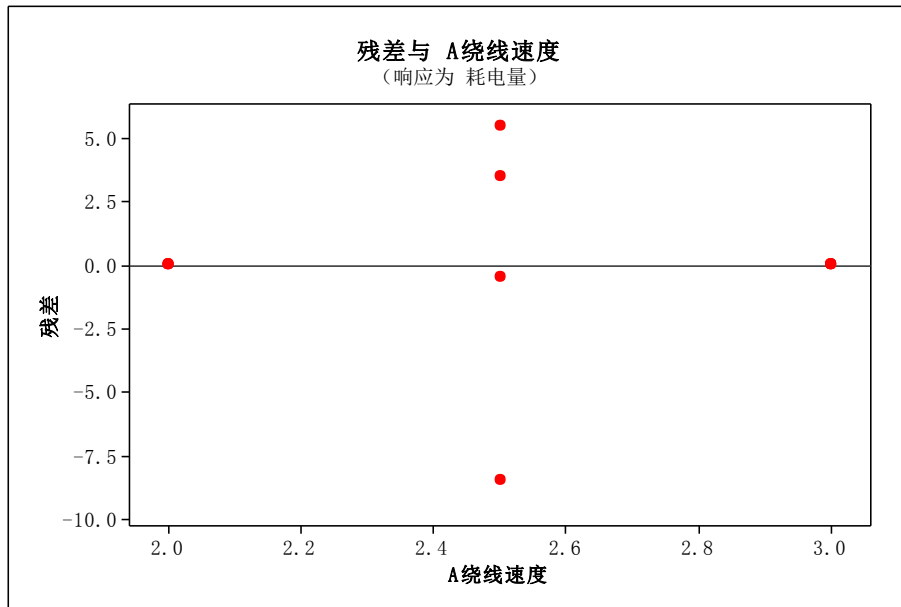
②p<0.05，二阶效应整体显著

③p>0.05，数据无弯曲

# 部分因子实验设计分析实例



# 部分因子实验设计分析实例



总结：

- 与全因子试验相比，当某些2阶效应显著时，不能仅从表面上的结果进行取舍，要结合混杂结构，根据实际背景材料予以判断，最终决定谁入选。
- 从本实验残差图可以看出，不存在任何问题。

# 部分因子实验设计分析实例

## 改进：模型优化（微型变压器耗电量问题）

拟合因子：耗电量 与 B矽钢厚度, C漆包厚度, D密封剂量

耗电量 的效应和系数的估计（已编码单位）

项	效应	系数	系数标准误差	T	P
常量		246.50	1.643	150.07	0.000
B矽钢厚度	49.00	24.50	1.643	14.92	0.000
C漆包厚度	-33.50	-16.75	1.643	-10.20	0.000
D密封剂量	-19.50	-9.75	1.643	-5.94	0.001
B矽钢厚度*C漆包厚度	-44.50	-22.25	1.643	-13.55	0.000

S = 4.64579      PRESS = 258.540  
R-Sq = 98.91%    R-Sq（预测） = 97.83%    R-Sq（调整） = 98.00%

对于 耗电量 方差分析（已编码单位）

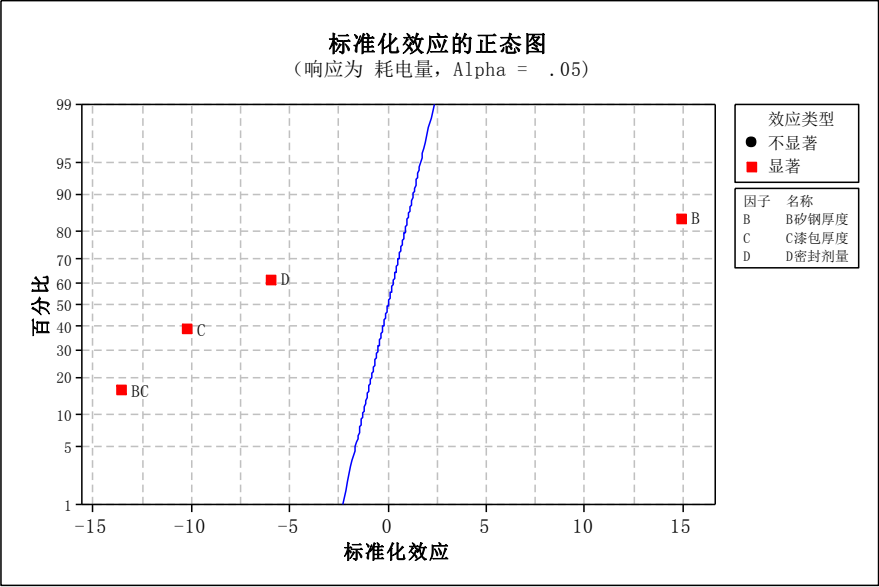
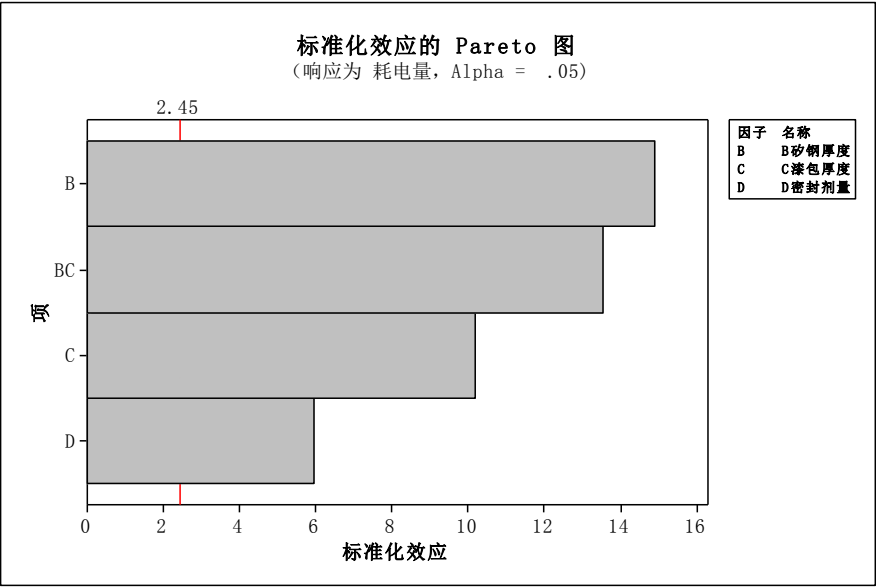
来源	自由度	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
主效应	3	7807.0	7807.00	2602.33	120.57	0.000
2因子交互作用	1	3960.5	3960.50	3960.50	183.50	0.000
弯曲	1	2.7	2.67	2.67	0.12	0.737
残差误差	6	129.5	129.50	21.58		
失拟	3	14.5	14.50	4.83	0.13	0.939
纯误差	3	115.0	115.00	38.33		
合计	11	11899.7				

ALL PASSED!

# 部分因子实验设计分析实例

## 模型优化（微型变压器耗电量问题）

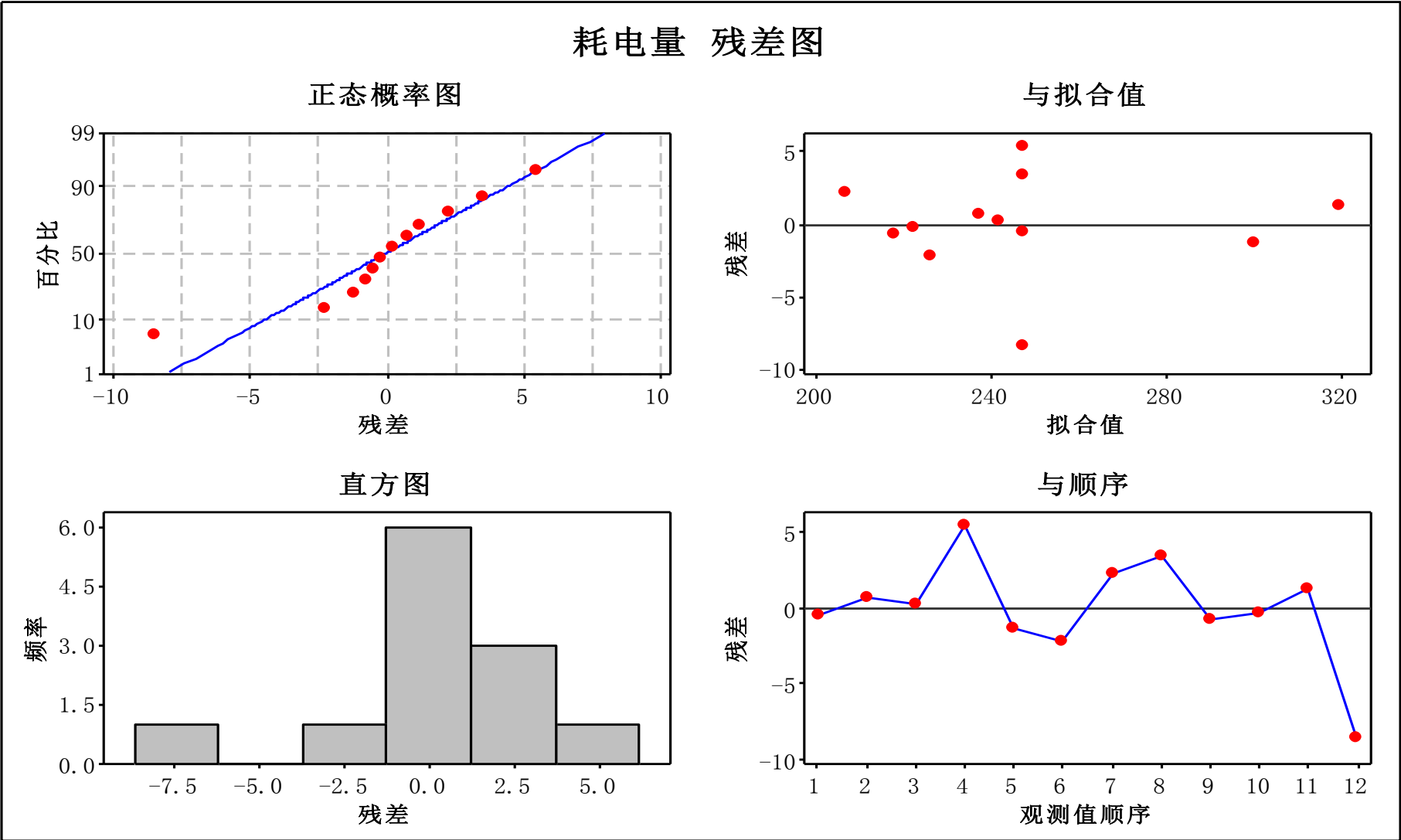
	全模型	变化	缩减模型
R-Sq	99.03%	↓	98.91%
R-Sq（调整）	96.46%	↑	98.00%
S	6.19139	↓	4.64579
R-Sq（预测）	94.53%	↑	97.83%





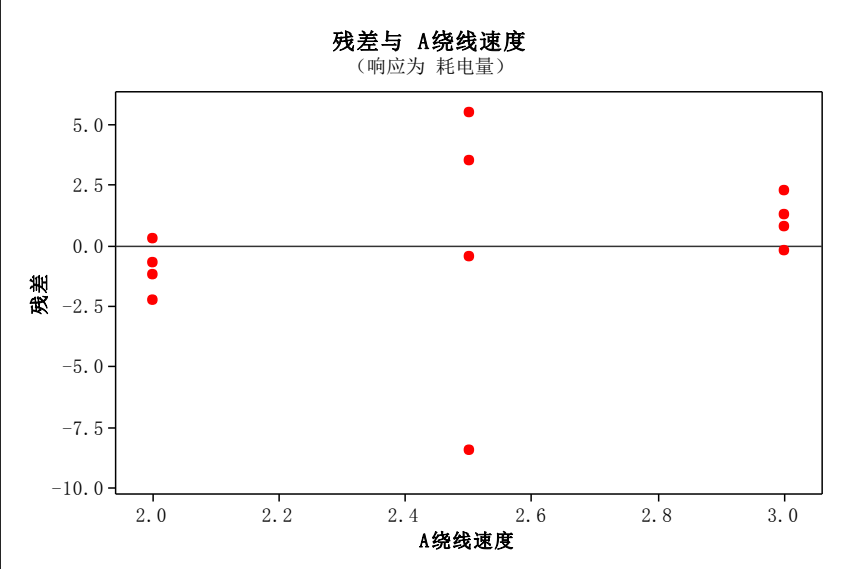
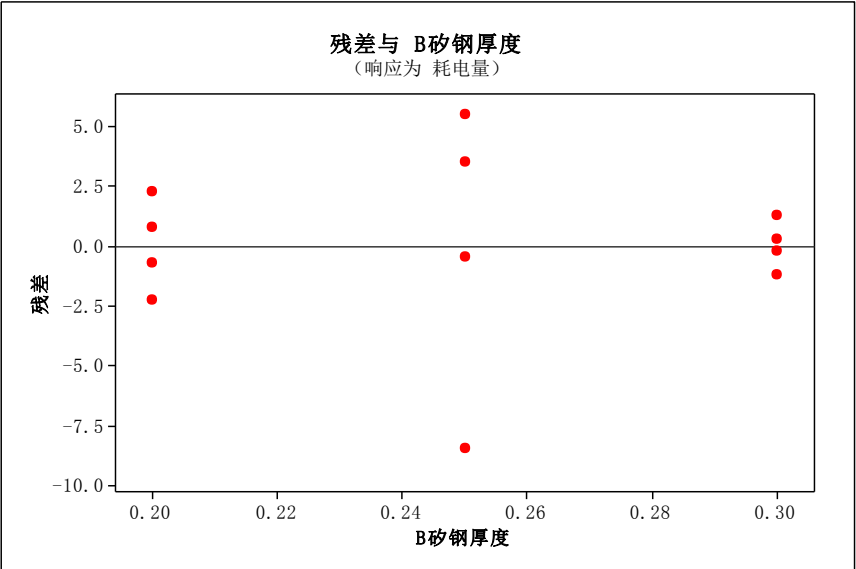
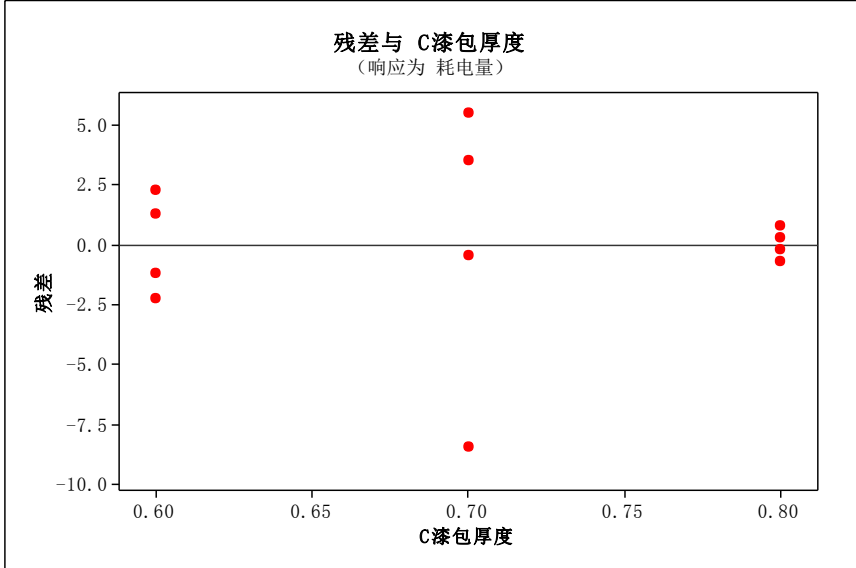
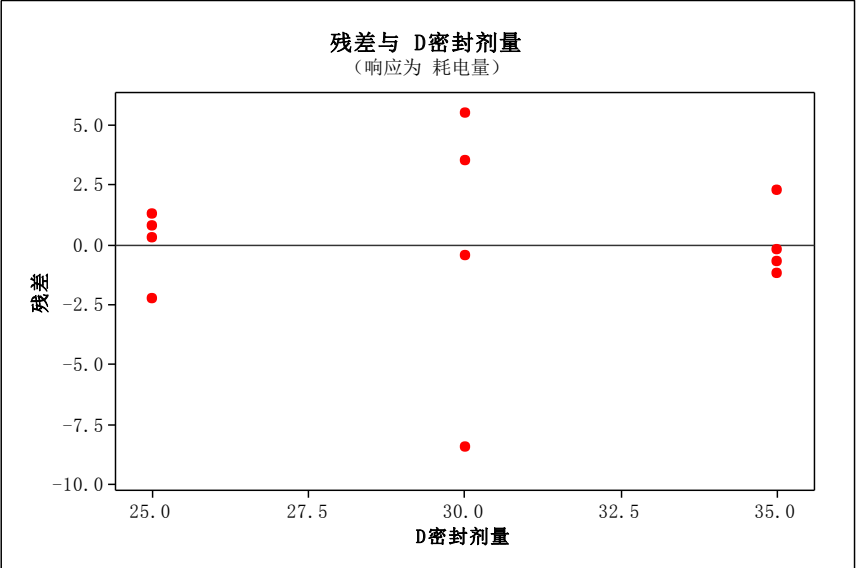
# 部分因子实验设计分析实例

## 模型优化（微型变压器耗电量问题）



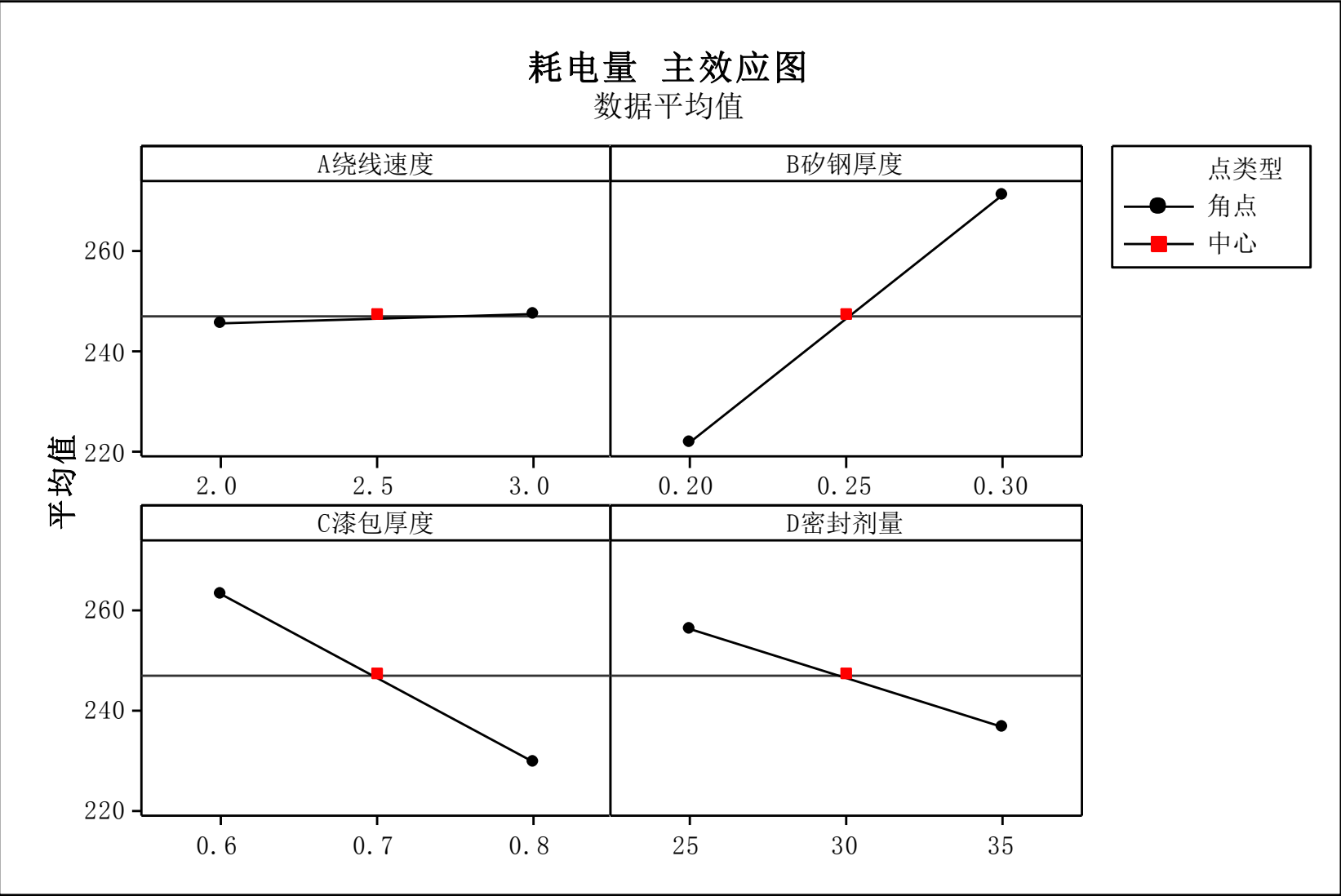
# 部分因子实验设计分析实例

## 模型优化（微型变压器耗电量问题）



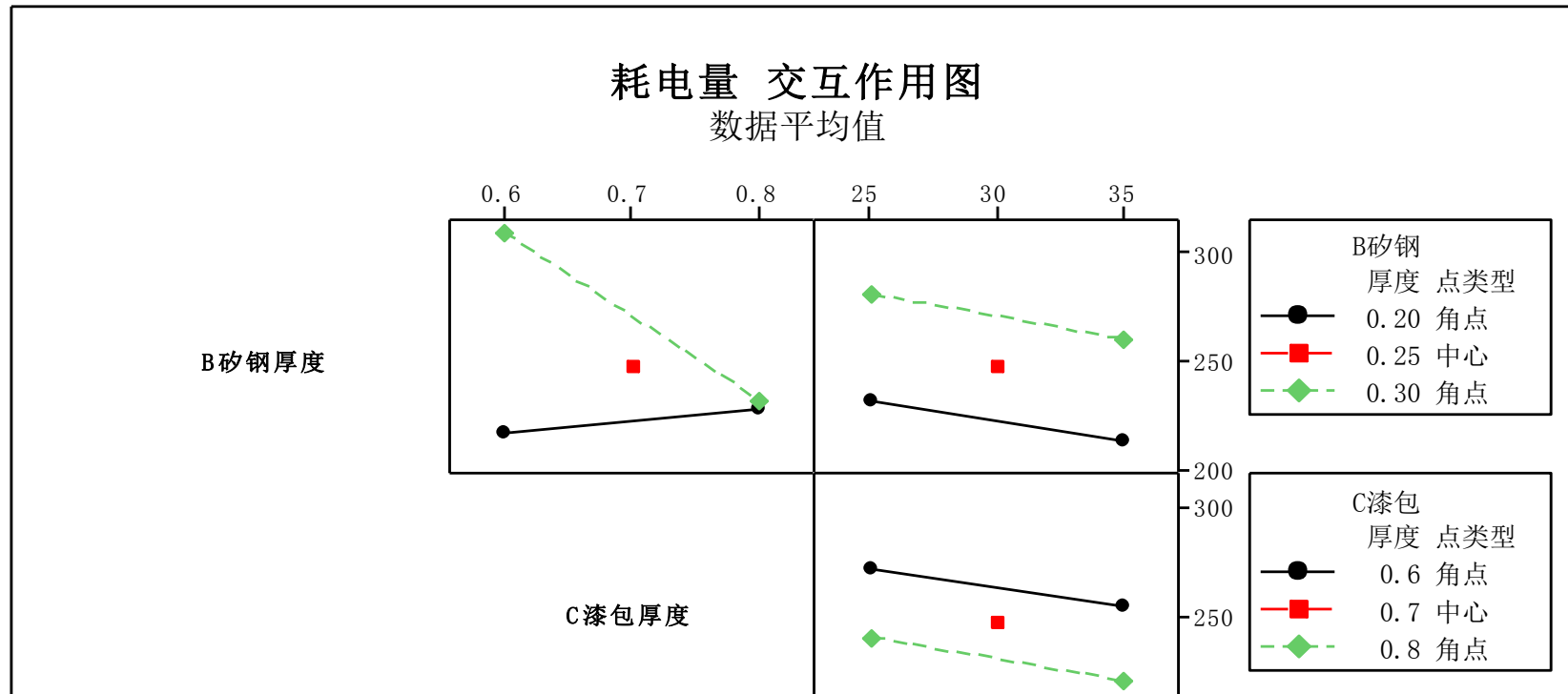
# 部分因子实验设计分析实例

## 模型解释分析（微型变压器耗电量问题）



# 部分因子实验设计分析实例

## 模型解释分析（微型变压器耗电量问题）

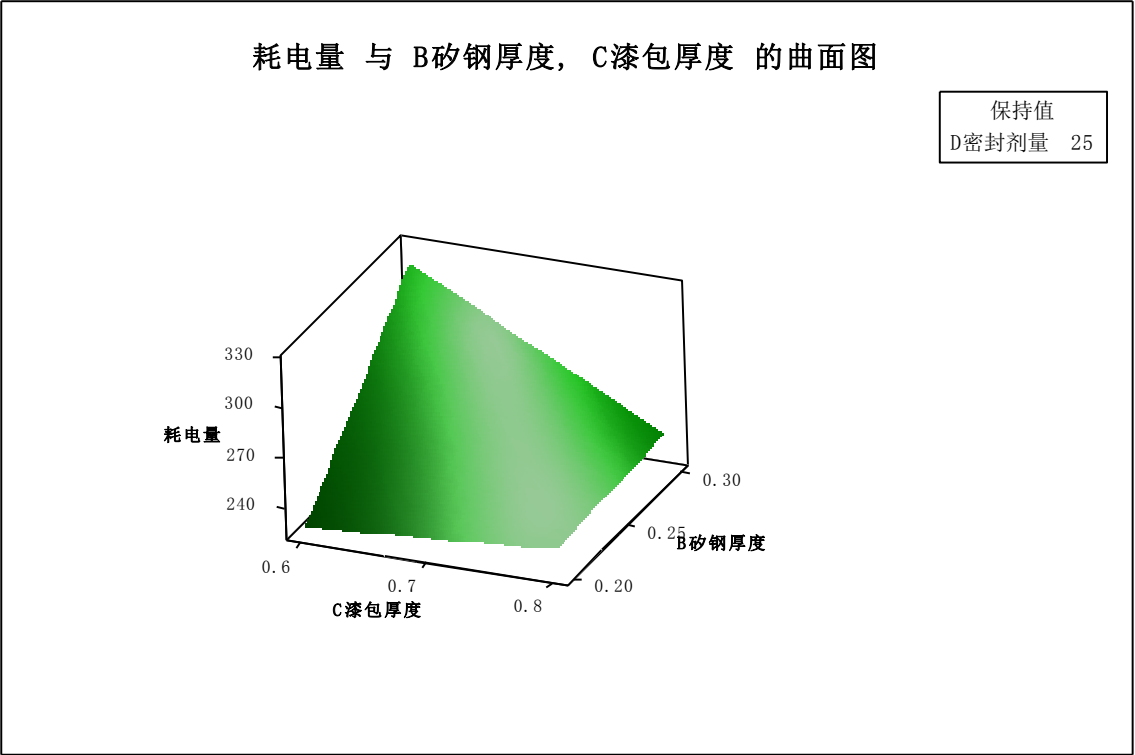
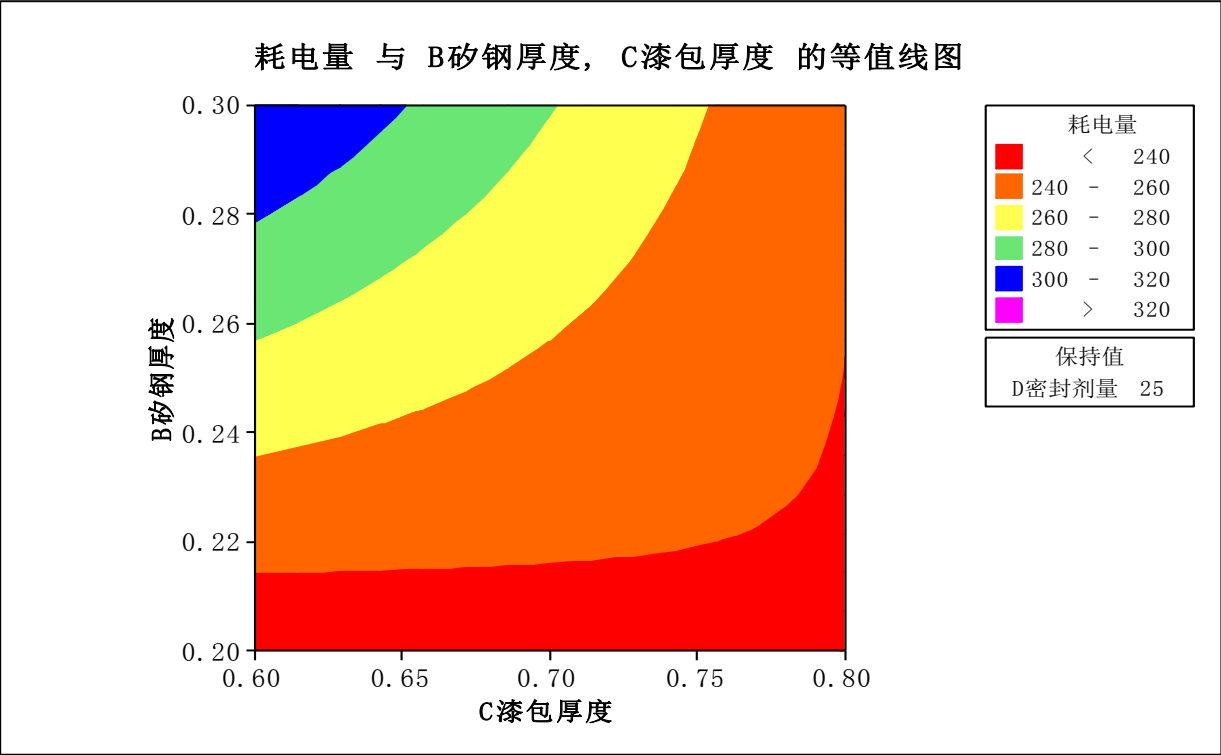


结论：

- ✓ 从主效应图中可知，B,C,D影响确实很显著，A确实不显著；
- ✓ 从交互效应图可知，B,C对耗电量影响确实显著，由于BC交互作用太强，单纯从主效应最优考虑的设置不一定是最好设置，还要结合等值线图和曲面图综合分析。

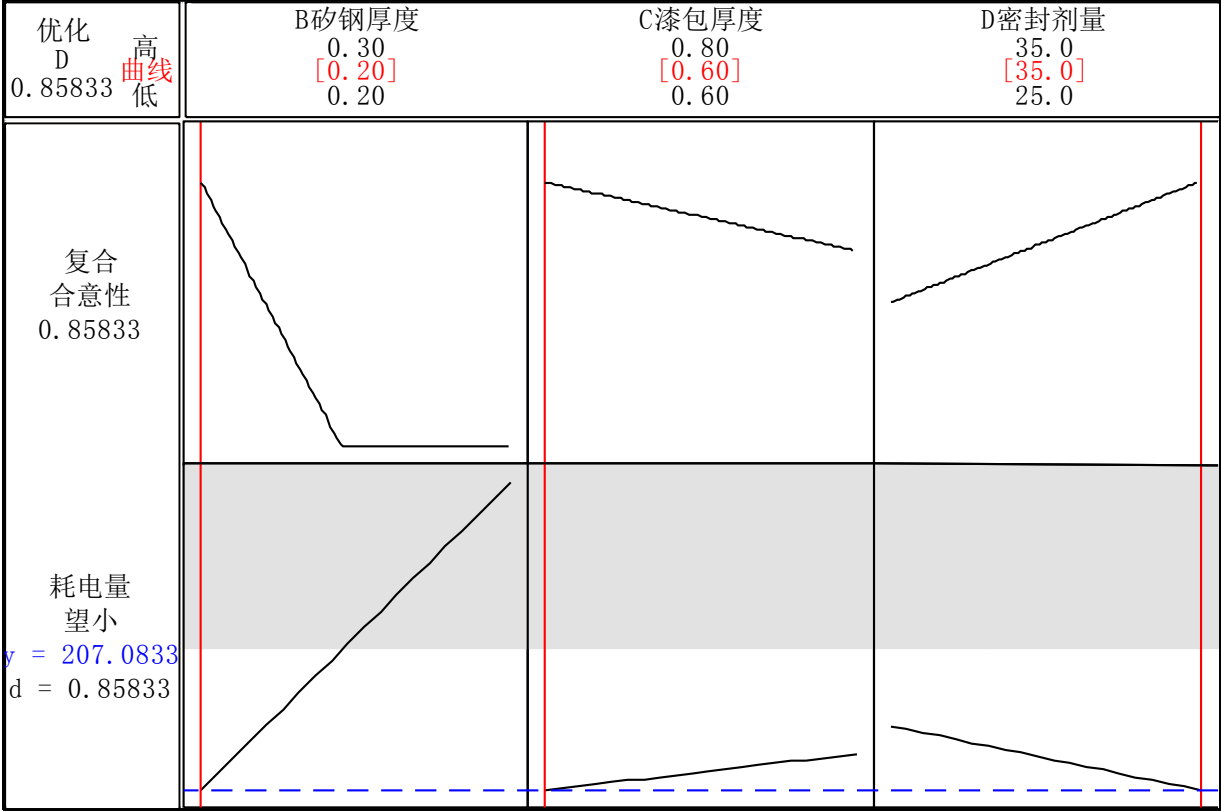
# 部分因子实验设计分析实例

## 模型解释分析（微型变压器耗电量问题）



# 部分因子实验设计分析实例

## 实现最优化（微型变压器耗电量问题）



点	拟合值	拟合值标准误	95%置信区间	95%预测区间
1	207.083	3.319	( 199.236,214.931 )	( 194.154,220.012 )

# 课程内容

1

实验设计基础知识回顾

2

为何需要部分因子实验设计

3

部分因子实验的设计

4

部分因子实验设计分析实例

5

BB考试例题讲解

# BB考试例题讲解

65. 某工序过程有六个因子A、B、C、D、E、F，工程师希望做部分因子试验确定主要的影响因素，准备采用 $2^{6-2}$ 设计，而且工程师根据工程经验判定AB、BC、AE、DE之间可能存在交互作用，但是MINITAB给出的生成元（Generators）为  $E = ABC$ ,  $F = BCD$ ，为了不让可能显著的二阶交互作用相互混杂，下列生成元可行的是：

- A.  $E=ABD$ ,  $F=ABC$
- B.  $E=BCD$ ,  $F=ABC$
- C.  $E=ABC$ ,  $F=ABD$
- D.  $E=ACD$ ,  $F=BCD$

**解题思路：**

**A.  $I=ABDE=ABCF \rightarrow AB=DE$ ，不可行！**

**B.  $I=BCDE=ABCF \rightarrow DE=BC$ ，不可行！**

**C.  $I=ABCE=ABDF \rightarrow BC=AE$ ，不可行！**

**D.  $I=ACDE=BCDF$ ，可行！**



# BB考试例题讲解

69. 经过团队的头脑风暴确认，影响过程的因子有 A、B、C、D、E 及 F 共六个。其中除因子的主效应外，还要考虑 3 个二阶交互效应 AB、AC 及 DF，所有三阶以上交互作用可以忽略不计。由于试验成本较高，限定不可能进行全面的重复试验，但仍希望估计出随机误差以准确检验各因子显著性。在这种情况下，应该选择进行：

- A. 全因子试验
- B. 部分实施的二水平正交试验，且增加若干中心点
- C. 部分实施的二水平正交试验，不增加中心点
- D. Plackett-Burman 设计

**解题思路：**

**实验成本高，则实施部分因子实验；**

**增加中心点，可以估计随机误差。**

**故选B**

# BB考试例题讲解

70. 在部分实施的因子试验设计中，考虑了 A, B, C, D, E 及 F 共 6 个因子，准备进行 16 次试验。在计算机提供的混杂别名结构表 (Alias Structure Table) 中，看到有二阶交互作用效应 AB 与 CE 相混杂 (Confounded)，除此之外还有另一些二阶交互作用效应相混杂，但未看到任何主效应与某二阶交互作用效应相混杂。此时可以断定本试验设计的分辨率 (Resolution) 是

- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 6

**解题思路：**

**2+2，分辨率=IV**

# BB考试例题讲解

71. 在部分实施的因子设计中，如何利用下面这张表格来制订试验计划非常重要。六西格玛团队在分析过程改进时，大家共同确认至少要考虑 7 个因子。经费的限制使得连中心点在内的试验总次数不能超过 20 次。对于在试验中是否应考虑第 8 个因子，大家意见不统一。你赞成下列哪个人的意见？

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Full	III												
8		Full	IV	III	III	III								
16			Full	V	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III
32				Full	VI	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
64					Full	VII	V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
128						Full	VIII	VI	V	V	IV	IV	IV	IV

- A. 由 7 个因子增加到 8 个因子，必然要增加试验次数，既然试验总次数限定了，不可能考虑增加此因子。
- B. 从表中看到，7 个因子在 16 次试验时可以达到分辨度为 4，8 个因子在 16 次试验时也可以达到分辨度为 4，多增加因子没使试验计划分辨度减小，所以可以增加到 8 个因子。
- C. 正交试验着重看正交表中一共有多少列。16 次的正交表 (L16) 中，共有 15 列，可以一直增加到 15 个因子，增加到 8 个因子当然没问题了。
- D. 这张表根本决定不了最多可以排多少因子，要根据实际经验判断第 8 个因子是否重要，然后根据其重要性再决定是否选入。

# BB考试例题讲解

72. 六西格玛团队在研究过程改进时，大家共同确认要考虑 8 个因子。经费的限制使得试验总次数应尽可能地少，但仍希望不要使主效应与二阶交互作用相混杂。除了应安排 4 个中心点外，对于还该进行多少次试验，大家意见不一致。参考有关表格，你赞成下列哪个人的意见？

- A. 32 次。
- B. 16 次。
- C. 12 次 (Plackett-Burman 设计)。
- D. 8 次。

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Full	III												
8		Full	IV	III	III	III								
16			Full	V	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III
32				Full	VI	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
64					Full	VII	V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
128						Full	VIII	VI	V	V	IV	IV	IV	IV

# BB考试例题讲解

在部分因子设计中，利用下面这张表格来制定试验计划非常重要，六西格玛团队在分析过程改进时，大家共同确认至少主要考虑9个因子。但试验目标中，不但要考虑9个因子的主效应，还要求这 9 个主效应不能与任何二阶交互作用效应相混杂（Confounded），试验者还想知道 9个因子的影响是否存在弯曲性，考虑增加4个中心点。这时安排试验至少要多少次？

- A.32
- B.36
- C.68
- D.132

B

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Full	III												
8		Full	IV	III	III	III								
16			Full	V	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	III	III
32				Full	VI	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
64					Full	VII	V	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
128						Full	VIII	VI	V	V	IV	IV	IV	IV

THANK YOU !