

# 经典 DOE 和混料试验设计培训大纲 (5 天)

**【课程名称】** 经典 DOE 和混料试验设计培训

**【课程对象】** 研发、工程、设计、质量、生产、各部门工程师、企业中高层管理人员等。

**【学员要求】** 工作 3 年以上、职位工程师以上、有管理工作经验，最好有理科背景。

## **【课程收益】**

1. 理解 DOE 的基础概念
2. 掌握实验设计的逻辑思路
3. 掌握实验设计的实施流程
4. 能够应用单因子实验设计方法进行数据分析和解决问题
5. 能够应用全因子实验设计方法进行数据分析和解决问题
6. 能够应用筛选因子实验设计方法进行数据分析和解决问题
7. 能够应用响应曲面实验设计方法进行数据分析和解决问题
8. 能够应用稳健参数实验设计方法进行数据分析和解决问题
9. 能够应用混料设计实验设计方法进行数据分析和解决问题
10. 能够运用 MINITAB 软件进行数据和图表分析实验设计问题

## **【课程特色】**

- 案例分析研讨：以案例深入分析和研讨的方式学习 DOE。
- 注重实际应用：学员需亲身参与项目应用，在应用中消化和解决问题。
- 针对需求指导：老师针对不同学员需求指导，保证学习质量。
- 团队共同学习：学员分组学习，模拟实际工作中的团队协作解决问题。
- 课后跟踪效果：课后考试、项目发表、保证学员通过持续应用，实现个人价值。
- 企业持续受益：培训完成后免费解答企业各类口头和书面的疑难问题。

**【获取证书】** 考试合格的学员可获得培训合格证书。

## **【上课原则】**

- 1、 最好带项目学习，边学习边完成项目。
- 2、 每阶段回顾，必须让学员熟练掌握。
- 3、 学员上课需自带电脑，以做 MINITAB 软件操作使用。
- 4、 完成学习需通过考试，没通过考试的学员不能发证书。

## [课程介绍]

实验设计 (Design of Experiments, 缩写成 DOE), 是研究如何制定适当的实验方案, 对实验数据进行有效的统计分析的数学理论与方法。它对于解决多因素优化问题, 有效的提高产品质量, 降低生产成本卓有成效。现已为美国和日本企业广泛使用。实验设计还可应用于改进企业管理, 调整产品结构, 制定高效生产计划等。

实验设计是 DMAIC 路径中改善阶段的主要工具之一。企业选送参加培训的人员, 将在我们的专家指导下, 接受集中训练, 通过教学实践和案例讲解, 更好地理解实验设计的基本工作路径, 掌握实验设计与数据处理的基本原理和应用方法, 从而能够在今后实际工作中设计合理的实验方案及合理处理有关实验数据, 解决实际问题。

## [课程大纲]

### 第 1 天

#### 1. 试验设计基础

##### 1.1. 什么是试验设计?

##### 1.2. 试验设计的基础术语

- 响应变量、因子、水平、处理、模型、试验误差
- 主效应和交互效应、设计均衡、正交和正交表

##### 1.3. 试验设计的类型

##### 1.4. 试验设计的应用

##### 1.5. 试验设计的原则

##### 1.6. 试验设计逻辑

###### 1.6.1 试验设计策划

###### **练习 1: 因子筛选**

###### **练习 2: 因子水平设置**

###### **练习 3: 试验设计计划**

###### 1.6.2 试验设计步骤

#### 2. 正交试验-极差法

##### 2.1 田口式正交表多因子实验设计

##### 2.2 田口式正交表 2K 因子实验法

#### 3. 单因子试验设计与分析

##### 3.1 单因子试验的两个目的

##### 3.2 正交试验法

##### 3.3 单因子试验设计

###### MINITAB 练习应用

##### 3.4 假设检验补充知识

假设检验概念、二类错误、二种假设、显著性水平  $\alpha$ 、P 值、自由度、HT 案例

###### **假设检验 MINITAB 练习应用**

##### 3.5 单因子试验设计多项式回归

###### **回归分析 MINITAB 练习应用**

##### 3.6 相关与回归补充知识

相关与回归的概念、相关类别、相关系数、回归类别、最小二乘法

###### **MINITAB 练习应用**

### 第 2 天

#### 4. 全因子设计与分析

- 4.1 全因子试验的概念
- 4.2 代码化及其计算
- 4.3  $2^k$ 全因子设计计划及实例
  - 多因子设计矩阵、因子平衡原则、中心点设计原则
  - 练习： $2^k$ 全因子试验设计计划 MINITAB 应用**
- 4.4  $2^k$ 全因子设计分析及实例
  - 4.4.1 拟合选定模型
    - 分析评估回归的显著性：总效果、失拟、弯曲
    - 分析评估回归的总效果： $R^2$ 和  $R_{adj}^2$ 、 $s$  或  $s^2$ 、PRESS 和预测的  $R^2$
    - 分析评估各项效应的显著性：Pareto 效应图
  - 4.4.2 进行残差诊断
    - 正态效应图、四合一图、残差与自变量图

### 第3天

- 4.4.3 模型改进判断
    - 标准化残差、删后残差
  - 4.4.4 模型分析
    - 主效应图、交互效应图、立方图
    - 等值线图、响应曲面图
    - 响应优化器
  - 4.4.5 目标确认实验验证
    - CI 置信区间、PI 预测区间
  - 4.5 **练习： $2^k$ 全因子设计 MINITAB 练习应用**
5. 部分因子试验
- 5.1 部分因子试验的概念
  - 5.2 部分因子试验的实施原理
  - 5.3 分辨率
  - 5.4 部分因子试验的设定
  - 5.5 部分实施因子设计的计划
    - 练习：部分因子试验设计计划**
  - 5.6 部分实施因子设计的实例
    - 练习：部分因子 MINITAB 练习应用**
  - 5.7 Plackett-Burman 试验设计
  - 5.8 三水平部分因子实验分析
    - 练习：三水平部分因子 MINITAB 练习应用**

### 第4天

6. 响应曲面设计与分析
- 6.1 响应曲面设计概念
  - 6.2 响应曲面设计逻辑
  - 6.3 响应曲面设计类型
    - 6.3.1 CCD：
      - 中心复合表面设计 CCF
      - 中心复合序贯设计 CCD
      - 中心复合有界设计 CCI
    - 6.3.2 BOX- Behnken 试验设计
  - 6.4 响应曲面设计试验次数

- 6.5 响应曲面设计计划
- 6.6 响应曲面设计的分析及实例
- 6.7 多响应曲面设计的最优分析
- 6.8 响应曲面设计练习

MINITAB 练习应用

## 7. 稳健参数设计

- 7.1 稳健参数设计的概念
- 7.2 稳健参数设计的模型
- 7.3 稳健参数设计的计划
- 7.4 静态稳健参数设计的实例
- 7.5 动态稳健参数设计的实例

练习：稳健参数设计 MINITAB 练习应用

## 第5天

## 8. 混料设计

### 8.1 混料设计的概念

- 8.1.1. 混料、分量
- 8.1.2. 三线坐标系
- 8.1.3. 混料设计类型

### 8.2 混料设计计划

#### 8.2.1. 单纯形质心法设计计划

- 3 因子单纯形质心法设计计划
- 4 因子单纯形质心法设计计划
- MINITAB 单纯形质心法设计计划案例

练习：MINITAB 单纯形质心法设计计划

#### 8.2.2. 单纯形格点法设计计划

- 格子点集
- 3 因子 3 阶单纯形格点法设计计划
- 未增强型单纯形格点设计示意图
- 增强型单纯形格点设计示意图
- 4 因子 3 阶单纯形格点法设计计划
- MINITAB 单纯形格点法设计计划案例

练习：MINITAB 单纯形格点法设计计划

#### 8.2.3. 极端顶点法设计计划

约束条件

- MINITAB 极端顶点法设计计划案例
- 练习：MINITAB 极端顶点法设计计划

### 8.3 单纯形格点法设计

MINITAB 单纯形格点法设计案例分析

- 方差分析结果分析
- 决定系数、标准差结果分析
- 方差膨胀因子果分析
- P 值分析
- 等值线图-曲面图结果分析
- 响应优化器结果分析

练习：MINITAB 单纯形格点法设计案例

### 8.4 单纯形质心法设计

MINITAB 单纯形质心法设计案例分析

-方差分析结果分析

-决定系数、标准差结果分析

-方差膨胀因子果分析

-P 值分析

-等值线图-曲面图结果分析

-响应优化器结果分析

练习：MINITAB 单纯形质心法设计案例

#### 8.5 极端顶点法设计

MINITAB 极端顶点法设计案例分析

-方差分析结果分析

-决定系数、标准差结果分析

-方差膨胀因子果分析

-P 值分析

-等值线图-曲面图结果分析

-响应优化器结果分析

练习：MINITAB 极端顶点法设计案例

#### 9. DOE 常见问题