

试验设计基础

2022

六西格玛黑带课程培训



课程内容

1

试验设计概述

2

试验设计术语

3

试验设计基本原则

4

试验设计类型

5

试验设计策略及路线图

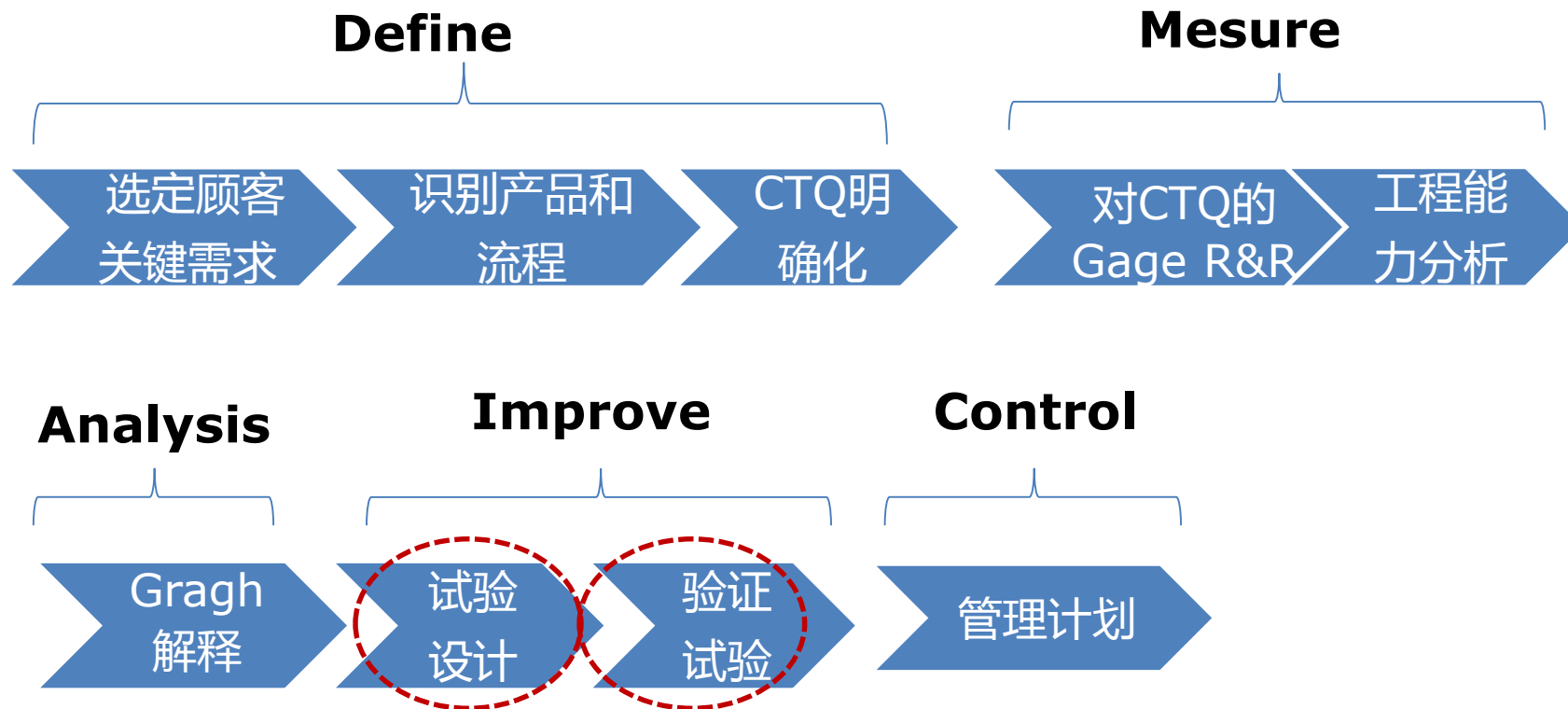
6

Minitab中的试验设计

**试验设计（DOE）是一个试验或一系列实验，
用于通过有目的地改变一个流程或系统的输入
变量，以观察或识别输出响应值相应变化的原因**

试验设计概述

何时使用试验设计 (DOE) ?



试验设计术语

响应变量

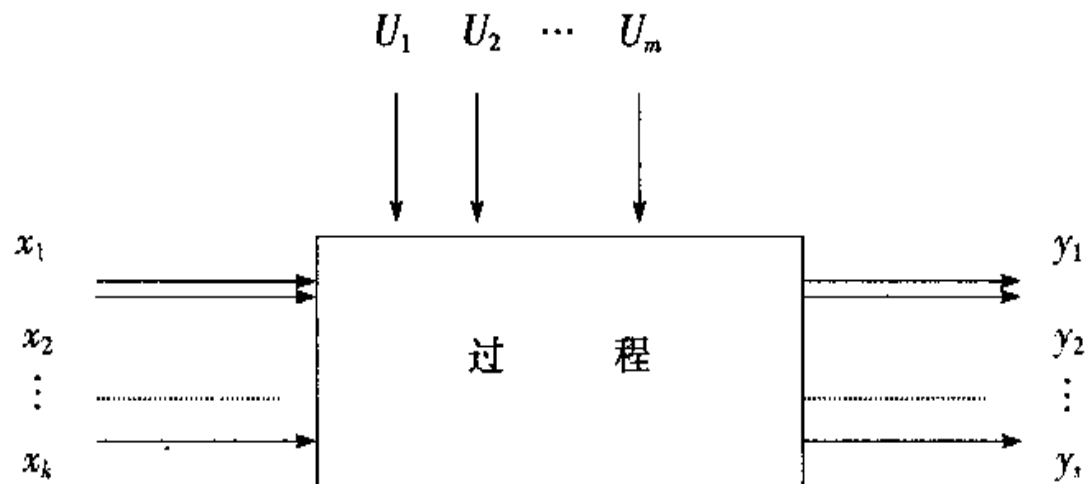
响应变量也称为指标，主要是指我们关心的输出变量。

因子

因子是影响研究的响应变量的可控或不可控变量。它可以是变量或属性数据。

水平

为了研究因子对响应的影响,需要用到因子的两个或更多的不同的取值,这些取值称为因子的水平(level)或设置(Setting)。



主效应

当某个单个因子从一个水平变化到另一个水平时，观察到的平均响应值的变化。

A的主效应= (120+150)/2-(100+130)/2=30kg

B的主效应= (130+150)/2-(100+120)/2=40kg

表 7—1 可加模型数据表

<div><div>A</div><div>B</div></div>	水少	水多
	100	120
肥多	130	150

交互作用

交互作用是两个或两个以上因子组合的效应，不包括在每个单个因子的主效应中。如果因子A的效应依赖于因子B所处的水平时，我们称A与B之间有交互作用

AB交互效应

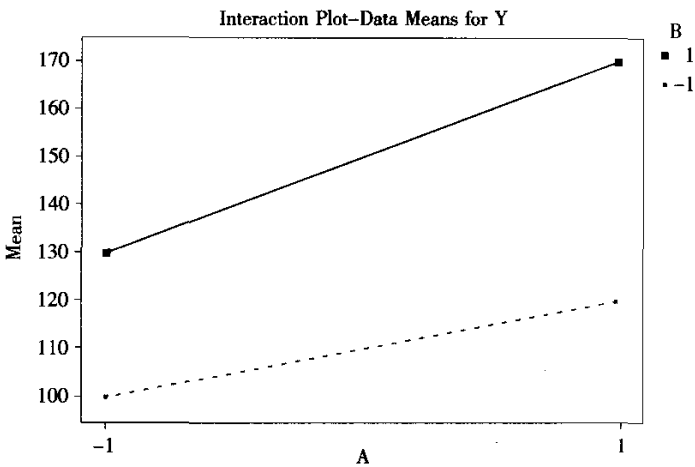
$$= (B \text{ 处于高水平时 } A \text{ 的效应} - B \text{ 处于低水平时 } A \text{ 的效应}) / 2$$
$$= [(A \text{ 高 } B \text{ 高} + A \text{ 低 } B \text{ 低}) - (A \text{ 高 } B \text{ 低} + A \text{ 低 } B \text{ 高})] / 2$$

交互效应

输入组合对响应变量造成的协同效应。

表 7—2 有交互作用的数据表

A \ B	A	
	水少	水多
肥少	100	120
肥多	130	170



AB交互效应

$$= [(170 + 100) - (120 + 130)] / 2 = 10\text{kg}$$

试验设计基本原则

重复试验 (replication)

重复试验是指一个处理施于多个试验单元，用于估计试验误差的大小。

随机化 (randomization)

随机化是指以完全随机的方式安排各次试验的顺序或所有试验单元，用于防止出现未知的但可能对响应变量产生某种系统影响的误差出现。

区组化 (blocking)

区组化是指将各试验单元进行分组，保证每组内差异较小（同质齐性），可以在很大程度上消除由于较大试验误差带来的分析上的不利。

试验设计类型

试验类型的选择依据

在选择试验时，须至少考虑以下因素：

- 1.研究目标：即通过试验希望达到什么目地，解决什么问题
- 2.因子和水平数：我们的调查、分析范围
- 3.每次的试验成本

试验设计类型

试验类型

根据不同的因子类，我们可以按以下分类：

试验类型	目标	典型可控因子数
1.全因子试验（所有因子和水平的组合）	1.寻找最有利于输出的因子水平 2.建立可评估所有交互影响的数学模型	4因素以内
2.部分因子试验（所有组合的一个子集）	1.寻找最有利于输出的因子水平 2.建立可评估部分交互影响的数学模型	5因素以上
3.因子筛选设计	从大量因子中发现少量关键因子（不评估因子的交互作用）	7因子以上

试验设计类型

试验类型	目标	典型可控因子数
4.回归设计	1.优化 2.建立非线性影响存大时的数学模型（如响应曲面方法）	3因子以上
5.稳健参数设计	1.提高系统的抗干扰能力 2.在存在噪声因子变化的场合发现输出最小变异时对应的因子水平	5因子以上
6.混料设计	1.解决配方问题 2.优化组分和工艺条件 3.研究产品中各个分量所占比率	7因子以上

试验设计策略：

- 1.用部分因子设计进行因子的筛选
- 2.用全因子试验设计法对因子效应和交互作用进行全面的分析
- 3.用响应曲面方法（RSM）确定回归关系并求出最优设置

试验设计策略及路线图



1 按照业务衡量指标定义实际问题

- RTY
- COPQ
- DPMO
- C_p , C_{pk} , P_{pk}

2 定义统计问题

- 输出平均值，方差或者两者

3 定义目标

- 通常按照输入对输出的影响来陈述
 - 研究KPIV与需要优化性能的CTQ产品特性之间的因果关系

4 定义关键按照业务衡量 输出变量 (KPOV' s)

- 连续数据

- 离散数据

- 对 “新的” 测量系统进行Gage R&R

5 定义关键流程输入变量 (**KPIV's**)

- 团队合作
- 头脑风暴
- 因果分析
- FMEA
- QFD
- 流程图

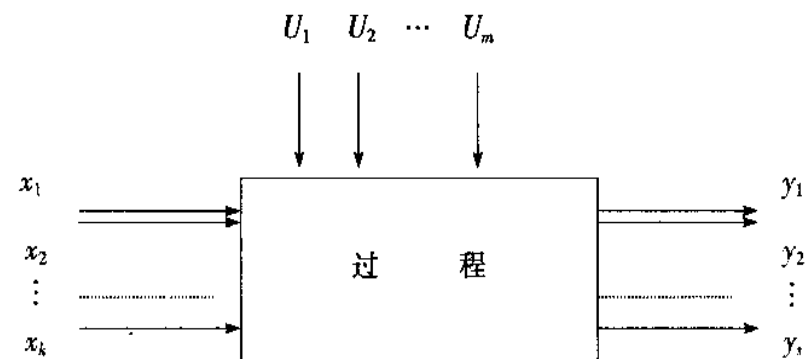
- 相关性
- 回归分析
- 多变量分析
- 书面回顾
- 来自多方的建议
- 科学理论

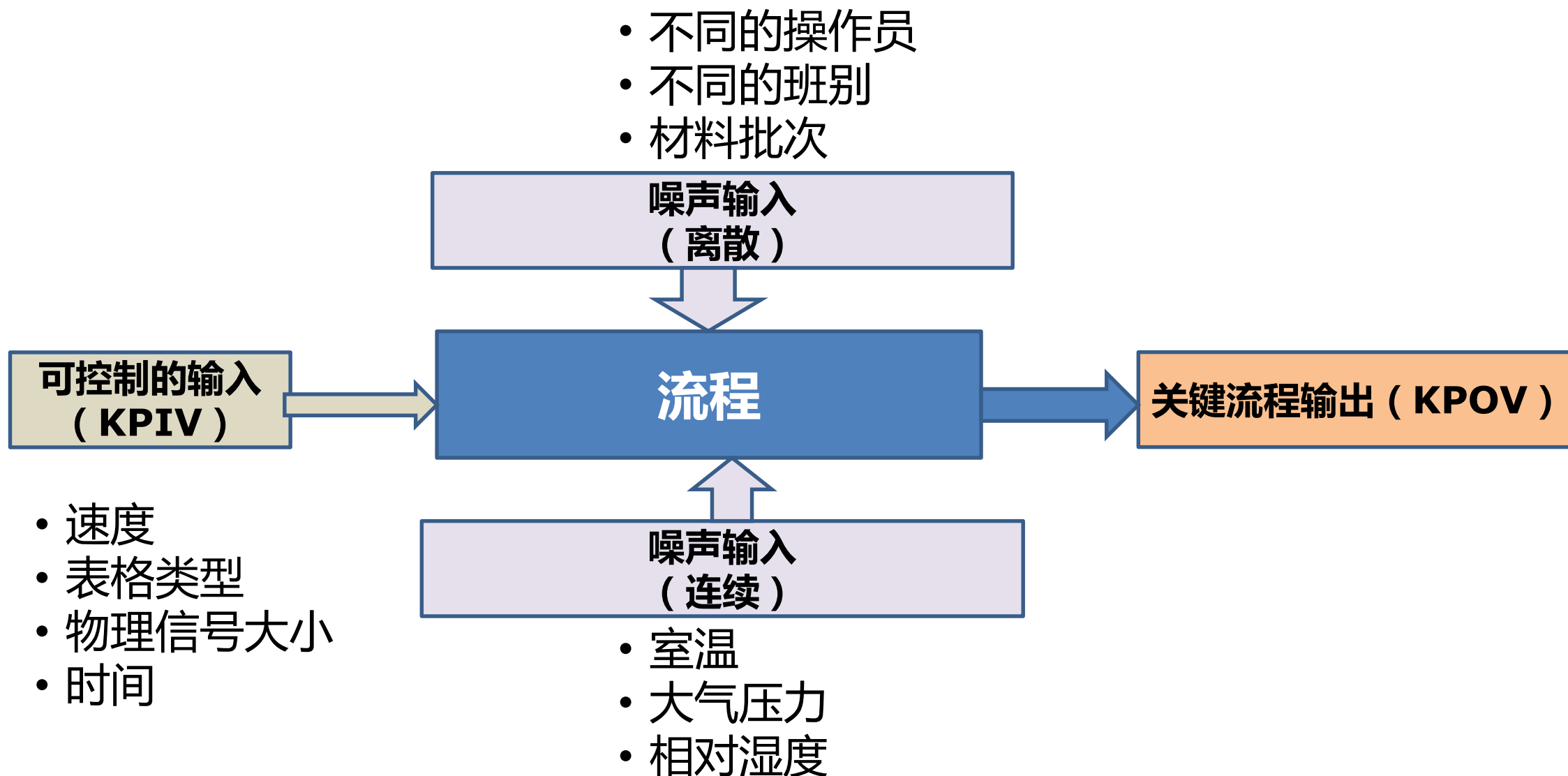
5 定义关键流程输入变量（**KPIV's**）

因子：影响响应变量的变量

➤ **定量因子 可变数据**
(温度-度，时间-秒，信号大小-dbm)

➤ **定性因子 属性数据**
(不同的机器，不同的操作员，运算法则A或B)





6 选择因子水平

- **水平** 用于研究因子对响应的影响而取的值
- **试验设计的目的是捕捉试验因子对指标的最大影响，因此因子水平的选择范围要适当，不可过宽或过窄。**

7 选择试验设计类型

- **响应曲面法**
- **全因子试验**
- **筛选或部分因子试验**

	计划和分配资源
8	
	试运行
9	
	收集数据
10	
	分析数据
11	
	做出统计结论
12	
	验证结果
13	
	做出实际结论
14	

8 - 14	实施与分析
--------	-------

- 8. 计划
 - 确定区组状态
 - 确定试验次数
 - 按随机化原则安排试验顺序及试验单元的分配
 - 初始信息文件化
- 9. 试验试运行，确定或改进数据收集过程
- 10. 观察和记录任何来自外部的变异
- 11. 迅速的分析数据，分析方法应与所应用的设计类型相适应
- 12. 做出统计结论
 - 提出重要因子的最佳设置及响应变量的预测
- 13. 做验证试验以验证最佳设置是否有效
- 14. 做出实际结论

15 总结报告

报告章节

- 实施报告或概要
- 问题陈述和背景
- 目标
- 输出变量
- 输入变量
- 设计研究
- 程序步骤
- 结果及数据分析
- 结论

附件

- 详细的数据分析
- 原始数据
- 详细的使用工具或步骤

16-17 实施解决方案和控制流程

16

实施
解决方案

17

控制改变后
的流程

16 使用从试验中得到知识，在“推论空间内”设定因子在最合适的水平

— 不要把因子设定在试验中使用的因子水平范围之外进行另一个试验

17 控制改进后的流程对于保持实验中发现的收获很重要

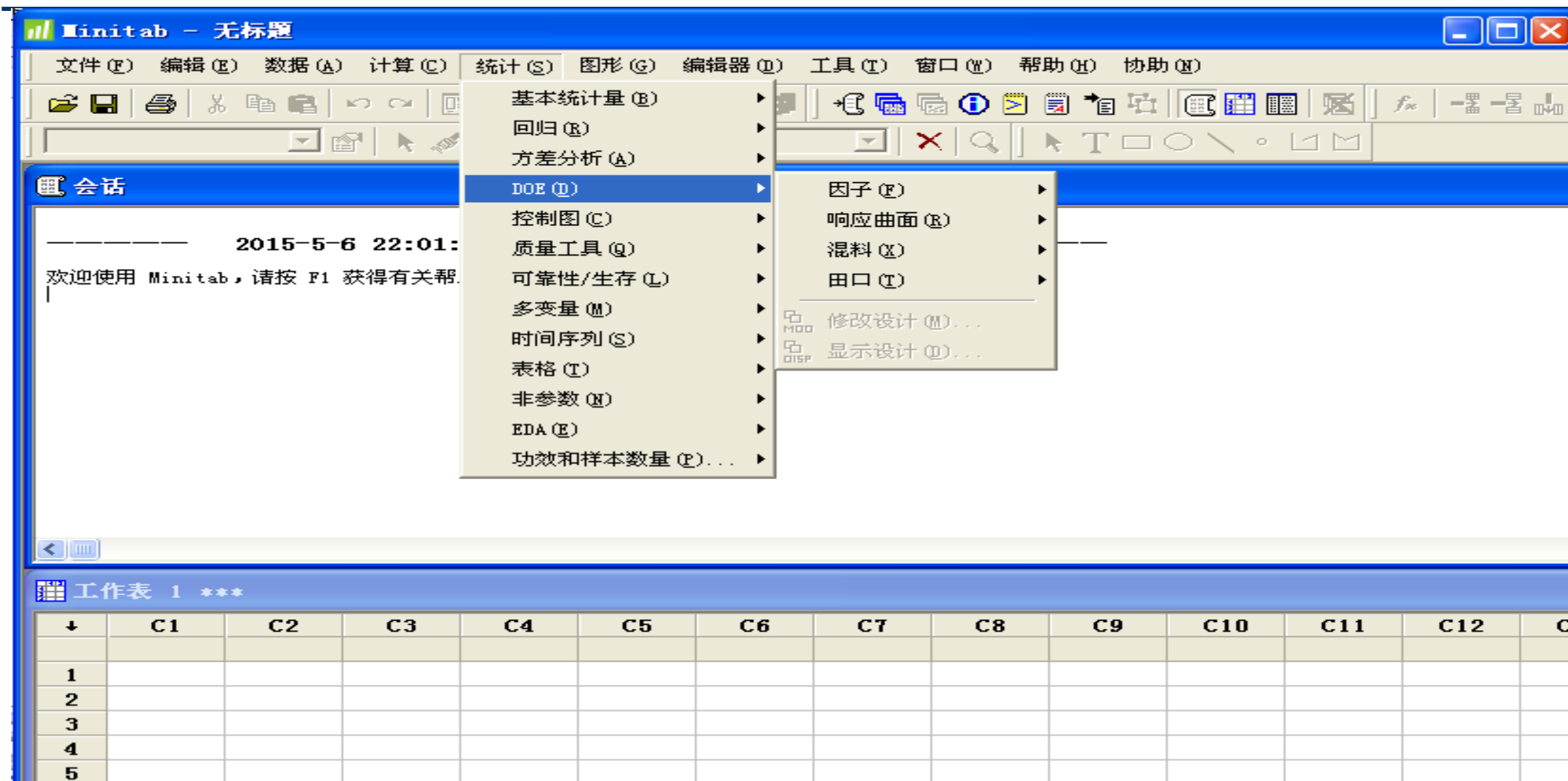
- 对于重要的X使用控制图
- 文件化所获得的流程知识
- 在需要的地方建立，不要把因子设定在试验指导书

试验设计策略及路线图

如果需要重复

- 确保项目与潜在的业务成效相关联
- 一次聚焦一个实验
- 不要试图在一次研究中回答所有的问题，而要靠一系列的研究
- 先使用两水平设计
- 总要在跟随的实验中验证结论
- 最终的报告是不可少的

Minitab中的试验设计



THANK YOU !