23 混料设计

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

上海质量管理科学研究院
Shanghai Academy of Quality Management

关于这个模块...

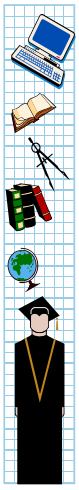
有许多设计它们关注的响应变量是一个用公式表达的不同成分的比例函数。这种特殊类型的响应曲面设计称为混料设计。

六西格玛，一种对流程完美，
实现目标和减少变异的追求

\DataFile\YarnMix.mtw
\DataFile\WarrMix.mtw
\DataFile\WarrMix.mpj
\\Program Files\mtbwin\Deodoriz.mtw

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

我们将学到



1. 混料设计有什么不同
2. 因子约束
3. 单纯形坐标体系
4. 混料设计的类型
   - 单纯形格点设计
   - 单纯形质心设计
   - 通过轴点和中心点增强设计
5. 模型适合性
6. 响应图

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

什么是混料设计？

- **混料实验：**
  一种特殊类型的响应曲面实验，它的因子是一个混料中的成分/分量，且响应是每个成分的比例函数。

- **因子水平**
  不能被单独选择，而是：

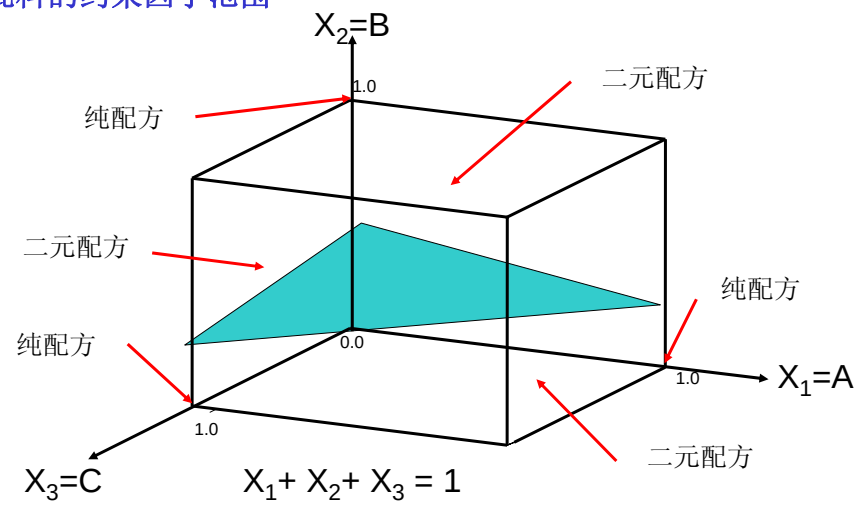
$$x_i \geq 0, i = 1,2,...q$$

$$\sum_{i=1}^{q} x_i = x_1 + x_2 + ... + x_q = 1$$

- **推断范围**
  对于三个分量，最可行的混料实验范围是三角形，每个顶点是相应的纯配方，也就是说，顶点是由100%的单一分量组成，而边线则是二元配方。

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

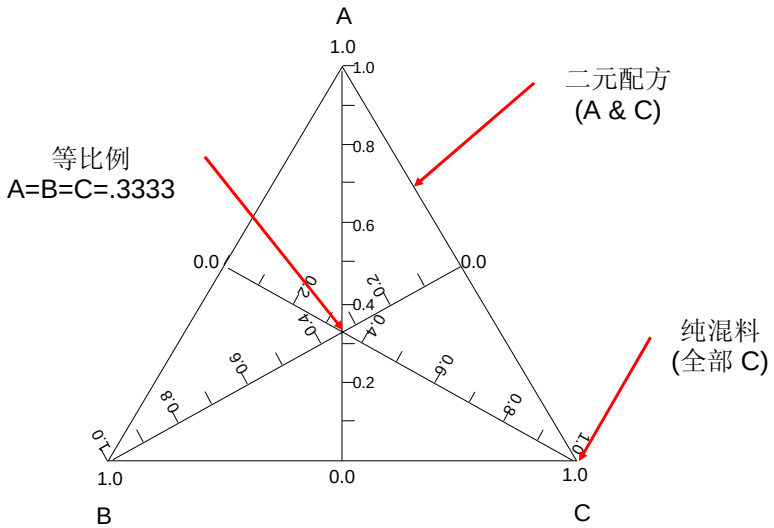
混料的约束因子范围



混料的推断范围

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

单纯形坐标系统



上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

混料实验的类型

混料	仅取决于成分的相对比例。	柠檬水的味道取决于柠檬，果汁，糖和水的比例。
混料-过程变量	成分的相对比例以及流程变量。流程变量是因子但不是混料的一部分，但是会影响混料的混合比例。	蛋糕的味道取决于蛋糕混合成分的比例，加上烘烤的时间和温度。
混料-总量	成分的相对比例以及混料总量。	农作物的产量取决于肥料成分的比例和肥料的施用量。

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

上海质量管理科学研究院
Shanghai Academy of Quality Management

选择一个设计

在使用Minitab之前决定哪个设计最适合。

Minitab 提供：
- 单纯形质心
- 单纯形格点
- 极端顶点

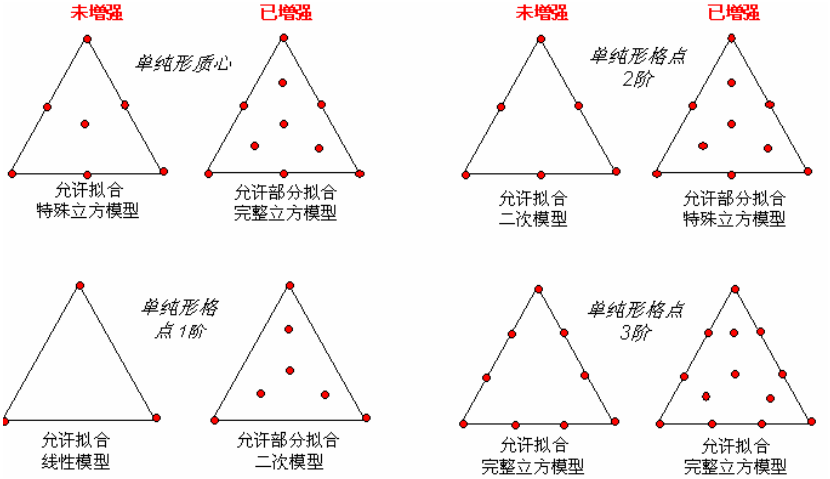
何时选择一个设计：
- 识别关注的分量，流程变量和混料总量
- 确定要拟合的模型 *(请参见选择模型项)*
- 确保在响应曲面上足够覆盖要关注的区域
- 确定其他考虑事项 (例如成本，时间，设备的可用性或上下限约束) 对你设计选择的影响。

下一页的图释展现了使用三角坐标系的设计点。三角形上每个点表示实验中使用一种成分配方。为简单起见，这些图只显示含有三种成分的设计。Minitab 还可以创建最多 10 阶的单纯形格点设计以及极端顶点设计。

对于三角坐标系的解释，请查看Minitab帮助中的
三角坐标系(Triangular Coordinate Systems)

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

使用三角坐标系的数据点

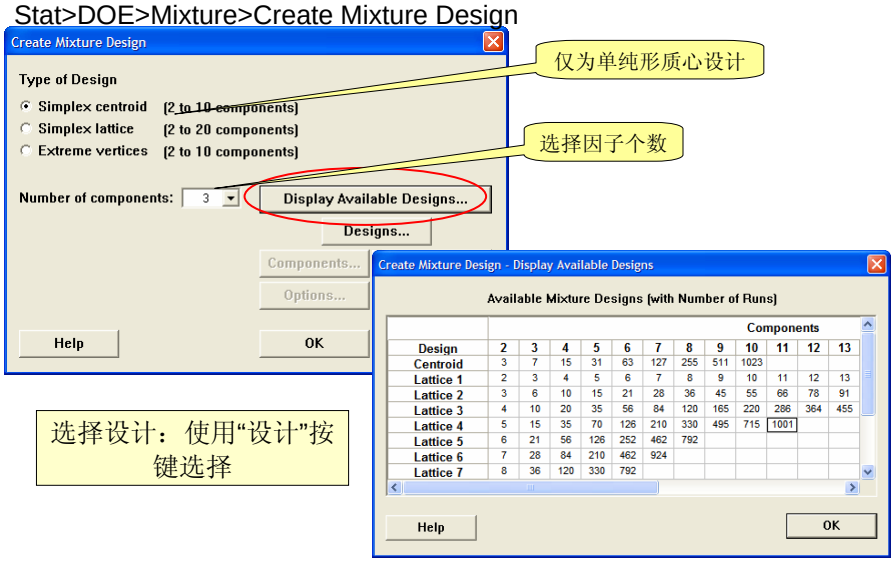


注意：混料实验经常需要更好级数(二次或立方)的模型！

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

在 Minitab 中创建混料设计

Stat>DOE>Mixture>Create Mixture Design

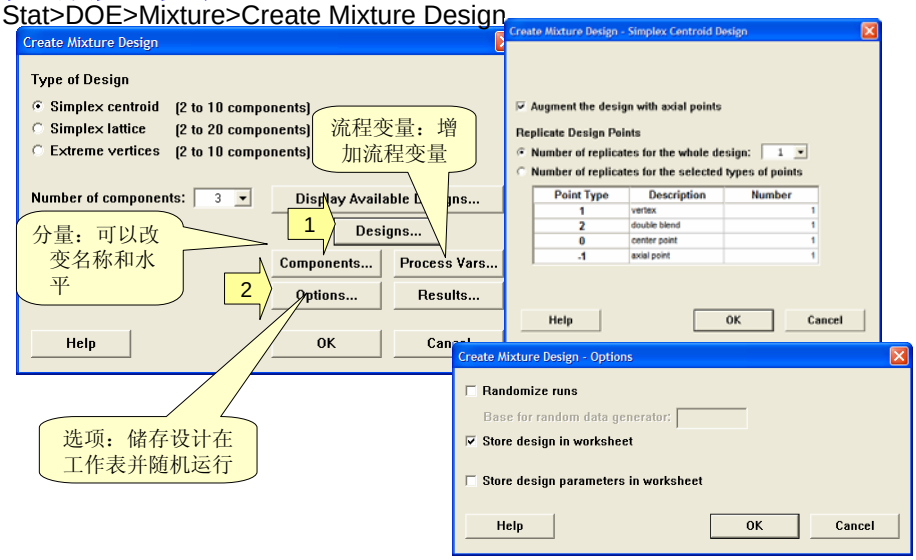


选择设计：使用“设计”按键选择

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

单纯形质心设计

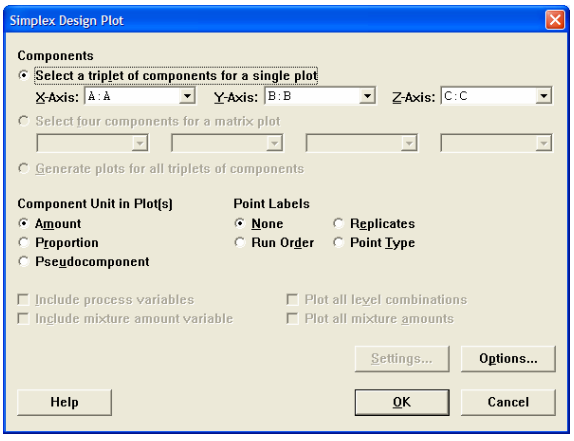
Stat>DOE>Mixture>Create Mixture Design

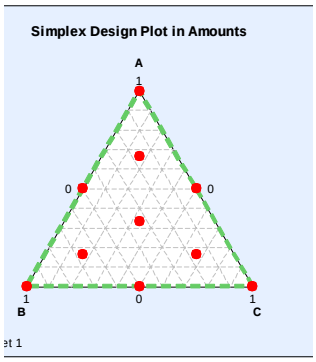


上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

设计结果

Stat>DOE>Mixture>Simplex Design Plot





设计得出的图形

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

单纯形质心案例

文档 = *Deodoriz.mtw*

我们正在确定草本配方的家用除臭剂中各种成分的比率在气味上如何影响产品的接受程度 。

有三种成分：

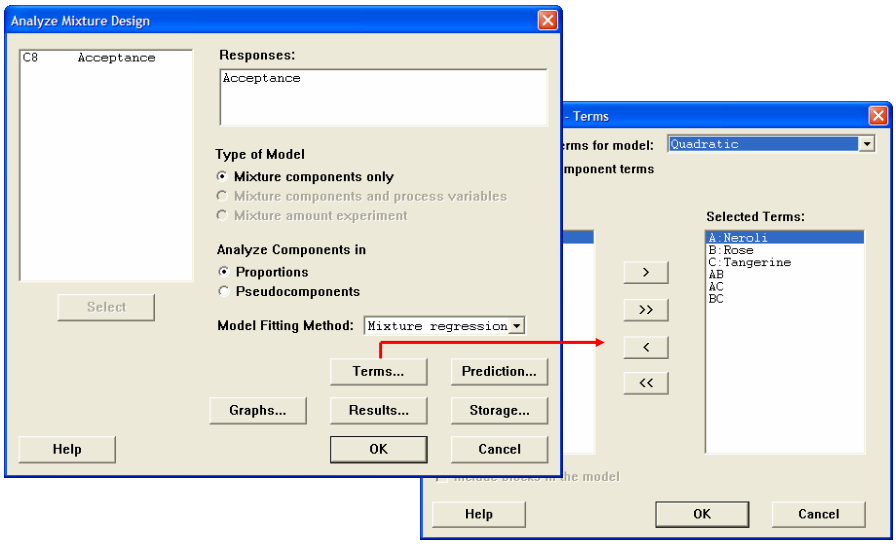
- 橙花油(neroli oil)
- 玫瑰花油(rose oil)
- 红桔油(tangerine oil)

根据设计点，10种配方被混合和检验。

响应度量（接受程度）是每种配方的 5 个接受程度分数的平均值。

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

分析单纯形质心设计



上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

混料实验的ANOVA表

Regression for Mixtures: Acceptance versus Neroli, Rose, Tangerine

Estimated Regression Coefficients for Acceptance (component proportions)

Term	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Neroli	5.856	0.4728	*	*	1.964
Rose	7.141	0.4728	*	*	1.964
Tangerin	7.448	0.4728	*	*	1.964
Neroli*Rose	1.795	2.1791	0.82	0.456	1.982
Neroli*Tangerin	5.090	2.1791	2.34	0.080	1.982
Rose*Tangerin	-1.941	2.1791	-0.89	0.423	1.982

S = 0.49023 PRESS = 11.440
R-Sq = 73.84% R-Sq(pred) = 0.00% R-Sq(adj) = 41.14%

Analysis of Variance for Acceptance (component proportions)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	5	2.71329	2.71329	0.542659	2.26	0.225
Linear	2	1.04563	1.56873	0.784366	3.26	0.144
Quadratic	3	1.66766	1.66766	0.555887	2.31	0.218
Residual Error	4	0.96132	0.96132	0.240329		
Total	9	3.67461				

所选因子的回归没有统计显著性！

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

上海质量管理科学研究院
Shanghai Academy of Quality Management

ANOVA 表解释

1. T栏和P栏中的*表示这些因子不能从模型中移除。
2. t 统计量系数与系数标准误差的商。
   例如：橙花油*玫瑰花油的t值为 1.795/2.1791= 0.82。
   P = 2*{1-(t(0.82,4)} [我们这里乘以2是因为它是双边检验，4是ANOVA表中误差项的自由度量]。 P = 2*(1-0.77) = 0.46
3. 三种纯混料的系数量值表明红桔油 (7.448) 和玫瑰油 (7.141) 制成的除臭剂比橙花油 (5.856) 更受欢迎。

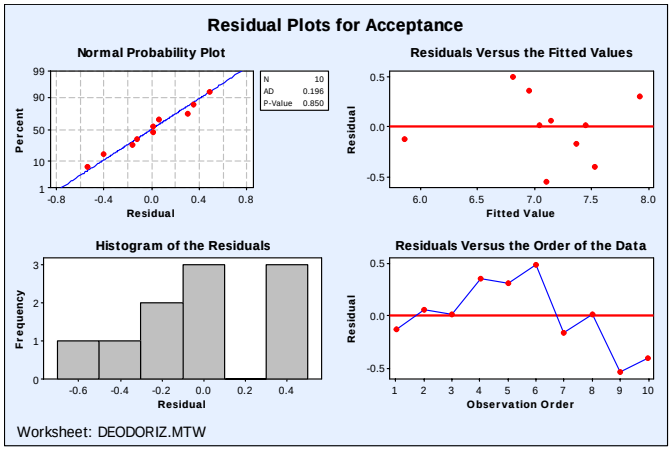
上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

ANOVA 表解释

4. 由两种(二元)成分混合的混料的正系数表明这两种成分相互起促进作用或互补。也就是说，配方的平均接受程度分数大于计算两种纯混料接受程度分数的简单平均值所得的分数。
5. 由两种(二元)成分混合的混料的负系数表明两种成分彼此排斥。也就是说，平均接受程度分数小于计算两个接受程度数据的简单平均值所得的分数。
6. 橙花油与红桔油的混料是唯一可判为显著的由两种成分混合的混料 (t = 2.34；p = 0.08) 。
7. R-Sq(adj) 告诉我们只有41.14% 的变异可以由模型中的因子解释。这也由回归的P值大于0.05得到证实。

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

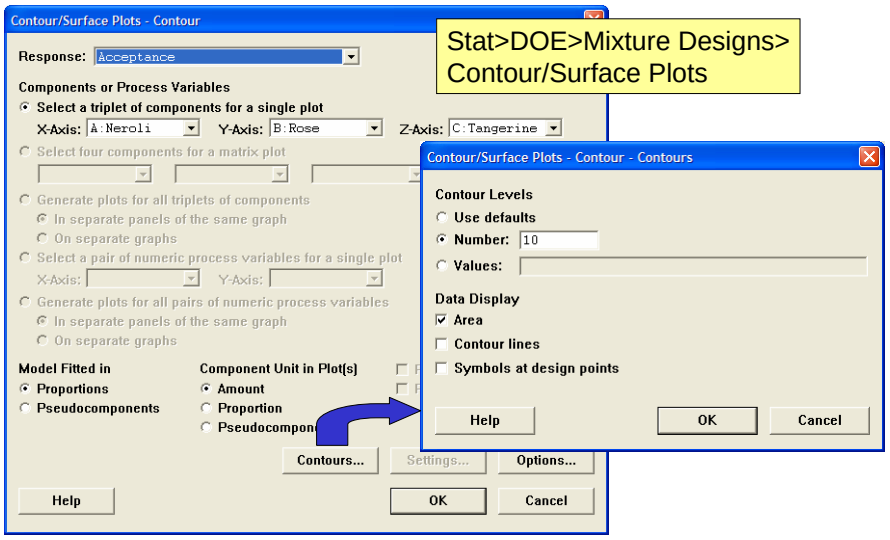
残差分析



没有理由拒绝模型。

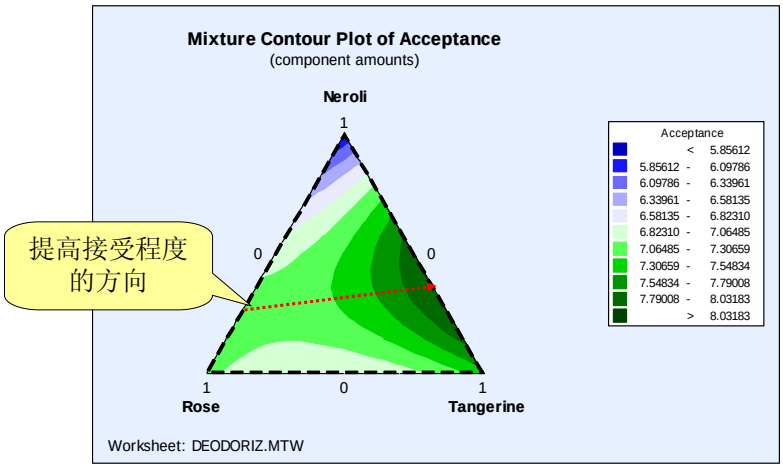
上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

设定等值线图



上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

等值线图



提高接受程度的方向

上海质量管理科学研究院（SAQM） 版权所有

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/537141116105006125