

《MSA-测量系统分析》

主讲：杨朝盛老师

【课程背景】

在制造业和质量控制领域，数据是决策的基础。我们依靠测量数据来判断产品是否合格、过程是否稳定、改进是否有效。然而，一个至关重要且常常被忽视的问题是：我们用来做决策的测量数据本身可靠吗？

如果测量系统本身存在巨大误差，那么基于这些不可靠数据所做的任何决策——无论是调整工艺、接受或拒收产品，还是评估改进效果——都像是在流沙上盖房子，根基不稳，风险巨大。这会导致：

- ◇ 良品被判为不良品，造成不必要的报废和返工，增加质量成本。
- ◇ 不良品被判为良品，流入市场或下道工序，引发客户投诉和信誉损失。
- ◇ 过程调整方向错误，基于失真的数据对过程进行错误干预，越调越乱。
- ◇ 无法准确评估供应商和内部过程的能力，使质量体系形同虚设。

因此，对测量系统进行科学、客观的评估，不仅是 ISO/IATF16949 等质量体系的核心要求，更是企业实现数据驱动决策、稳定生产过程、降低质量风险、提升核心竞争力的基石。本课程旨在系统性地解决上述问题，为企业培养具备 MSA 实战能力的专业人才！

【课程收益】

- **掌握核心知识**：系统理解测量系统的构成、统计特性（偏倚、线性、稳定性、重复性和再现性）及其对测量数据的影响。
- **提升实战技能**：熟练运用 MSA 的方法，独立策划并完成计量型和计数型测量系统的分析（包括 GRR、偏倚、线性、稳定性分析、属性一致性等）。
- **具备判断能力**：能够正确解读 MSA 分析结果（如 %GRR，ndc）。
- **掌握问题解决思路**：当测量系统不合格时，能够系统地分析误差来源，并提出有效的改进方向和措施。

【课程对象】

质量经理、质量工程师（QE）、产品/工艺工程师（PE）、实验室负责人及测量人员、生产现场主管、班组长、研发、测试人员、任何需要依赖数据进行分析和决策的技术与管理人员等

【课程时间】

1 天（6 小时/天）

【课程大纲】

一、MSA 概述

1. 什么是测量系统

案例分析：(1) 等离子荧光光谱仪 (ICP)；(2) 某理化实验室工作现场。

2. 我们对测量数据有什么期望？

- 准确性
- 重复性
- 再现性
- 属性一致性
- 稳定性

3. 测量系统分析的定义

4. 测量系统分析的目的

5. IATF16949:2016 对 MSA 的要求

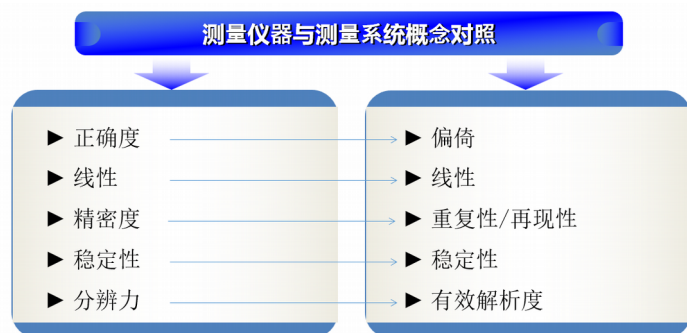
6. 测量系统分析的时机是什么？

- 包括：MSA 在 APQP 中出现的最佳时机。

7. AIAG-MSA 参考手册介绍

8. 几个重要的术语与概念

- 分辨力
- NDC
- 标称范围
- 测量范围
- 准确度 accuracy
- 精密度 precision
- 测量仪器与测量系统概念对照...



9. 统计学基本概念

- 位置变差：均值 (μ)
- 散度变差：标准差 (σ)

案例分析：模拟的制程 A 与 B，哪一个制程的能力更好？

10. 过程能力与 MSA 的关系

11. 测量系统分类

- 不同角度的分类法
- 计量型测量系统、计数型测量系统 (属性量具)

课堂练习：对不同的实例测量系统进行归类

12. MSA 分析周期制定原则

影响因素 \ 影响等级(T _i)	A (5~4分)	B (3~2分)	C (1~0分)	加权系数 (P _i)
1. 测量系统对产品质量、安全、环保的关系	攸关	密切	一般	3
2. 测量设备产生故障的难易程度	每年2次	每年1~2次	每年0次	2
3. 量具失准的程度	每年2分度值	每年1分度值	每年0分度值	2
4. 量具准确度与公差范围之比	>3/10	3/10~1/10	≤1/10	2
5. 测量人员的专业程度	在岗小于3月	在岗3~12月	在岗12月以上	2
6. 测量程序及方法的缺陷	有影响的	可接受的	可忽略的	2
7. 使用频度	连续	间歇	偶尔	1
8. 维护保养情况	差	一般	好	1
9. 关键部件松动易耗的程度	大	一般	小	1
10. 环境对测量系统的影响程度	大	一般	小	1

二、MSA 研究的内容

1. 变差研究树状图

2. 有效解析度 (NDC)

深度剖析：为什么 NDC 要 ≥ 5？原理是什么？

3. 偏倚 (Bias) 与线性 (Linearity)

4. 重复性 (Repeatability)

5. 再现性 (Reproducibility)

6. 属性一致性 (Agreement)

7. 稳定性 (Stability)

➤ 统计稳定性

➤ 测量稳定性

8. MSA 六大特性总图

9. 测量系统分析方法一览表 (第四版)

10. MSA 分析替代方法

➤ 假设检验的原理

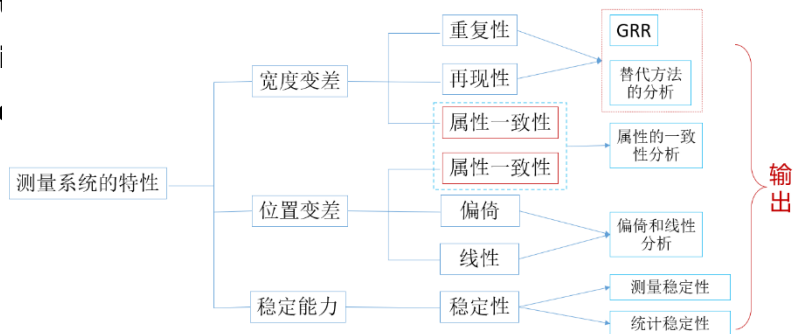
➤ 双样本-t 检验

➤ 配对-t 检验

➤ 单因素 ANOVA 分析

➤ F 检验

➤ Bartlett 检验



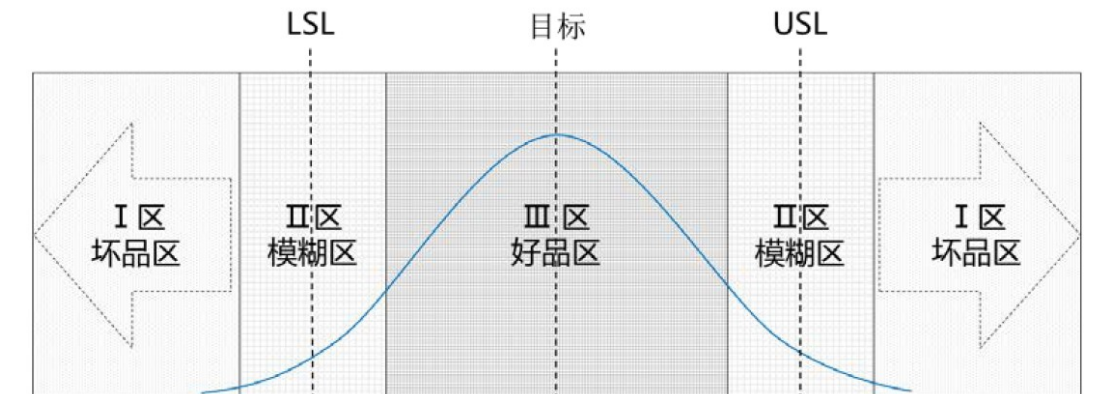
- Mann-Whitney 检验
- Kruskal-Wallis 检验
- Mood's 中位值检验
- Levene's 检验
- 等比率 P 检验

11. MSA 分析替代方法选择方案

三、MSA 分析实操训练 (实操安排为 1 天时间)

1. MSA 抽样原则

- GRR 分析抽样原则
- 偏倚与线性分析抽样原则
- 属性的一致性分析抽样原则



抽样对象	最低要求 (条件不允许时)		MSA 手册 建议	通用要求 (条件允许时)	样本分布宽度		
	要求	限制条件			I 区	II 区	III 区
样本容量 (n)	n=20	5≥r≥4	n=50	20≤n≤50	≈5%	≈25%	≈70%
评价者数量 (k)	k=2	只有两名评价者	k=3	k=实际评价者数≥3			
重复测量次数 (r)	r=3	-	r=3	3≤r≤5			
测量系统的数量 (m)	m=1	所有同类测量系统处于同一测量环境下	-	所有同类测量系统处于 ξ 种测量环境下, m=ξ			

- ➤ 稳定性分析抽样原则
- 数据平移理论

2. 盲测

- 定义
- 原则
- 程序

3. GRR (交叉) 分析步骤举例 (基于 Minitab)

课堂练习：利用模拟数据进行 GRR 交叉分析 (基于 Minitab)

4. GRR (嵌套) 分析步骤举例 (基于 Minitab)

课堂练习：利用模拟数据进行 GRR 嵌套分析 (基于 Minitab)

5. 偏倚和线性分析步骤举例 (基于 Minitab)

课堂练习：利用模拟数据进行偏倚和线性分析 (基于 Minitab)

6. 属性的一致性分析步骤举例 (基于 Minitab)

课堂练习：利用模拟数据进行属性的一致性分析 (基于 Minitab)

7. 稳定性分析步骤举例 (基于 Minitab)

课堂练习：利用模拟数据进行稳定性分析 (基于 Minitab)

8. 替代 MSA 方法分析步骤举例 (基于 Minitab)

课堂练习：利用模拟数据进行以下假设检验分析 (基于 Minitab)

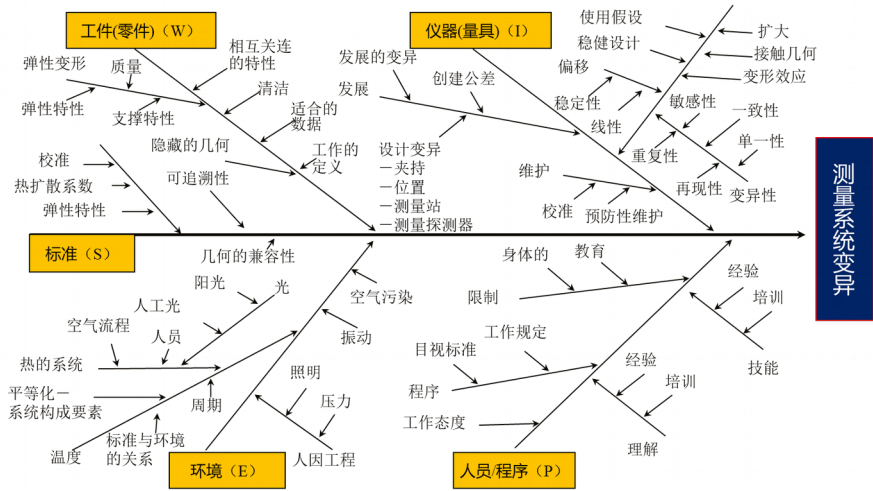
- 双样本-t 检验
- 配对-t 检验
- 单因素 ANOVA 分析
- F 检验
- Bartlett 检验
- Mann-Whitney 检验
- Kruskal-Wallis 检验
- Mood's 中位值检验
- Levene's 检验
- 等比率 P 检验

课堂练习：(1) 利用模拟数据进行测量系统的变差研究分析，分组讨论；(2) 有条件时，可直接拿客户的真实案例，由老师带学员进行一起进行异常分析，寻找解决方案。

9. 测量系统的改善

- 过程的管理
- MSA 改进的策略

➤ 变差研究 C*E 图



➤ 熵增原理在 MSA 异常分析中的应用

案例分析：IQC 用千分尺检验铜箔厚度测量偏小的改进案例