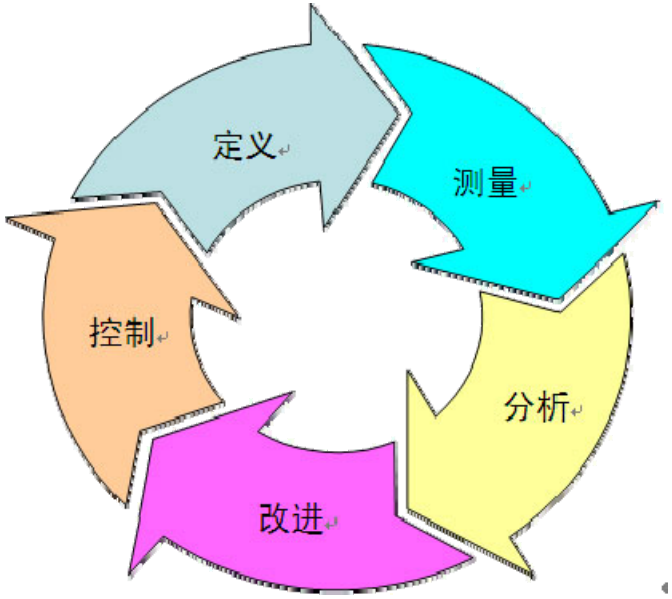
6 Sigma 绿带课程

Measure测量阶段



六西格玛绿带培训课程

— 测量(Measure)阶段概述

目　录

1 Measure 阶段总体概述

2 用语说明

3 Y现水准测定及确定改善目标

4 找出潜在X因子及优先顺序

1. Measure 阶段总体概述

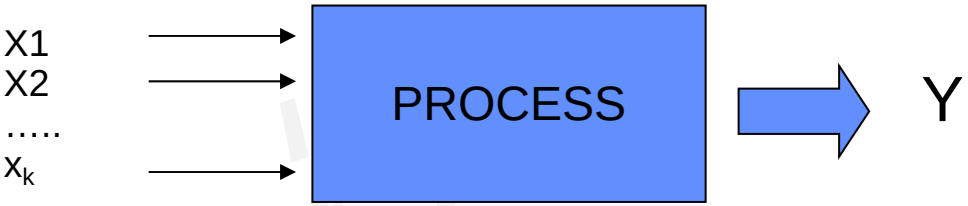
- Measure Phase是用过去的Data确定Y的现水准和目标;查找影响Y的潜在X因子并分析其优先顺序.

Process	利用工具(tool)
Y的测量系统分析	MSA
工程能力分析	Capability study
查找潜在X因子	Process mapping, 特性要因图
潜在X因子优先顺序	C & E matrix
优先风险评价分析 (即实践项目找出/改善)	PFMEA
初期管理计划树立	Control plan

2. 用语说明

在SIX SIGMA活动中，任何现实问题可以用一个算式来表示：

$$Y=f(x_1, x_2, x_3, x_4, \cdots..)$$



- f（x）表示将原因转化为结果的内在联系，即过程。
- Y表示结果，即输出，x表示原因，也就是输入。有因必有果，有果也必有因。
- 生产过程中，Y指良品率、不良率、顾客返品率等结果指数，x指原材料、作业者、加工设备、工艺设定、测量器具、环境，即5M1E。
- 服务过程的Y指顾客满意度、营业额、投诉率等结果，x指场所设施、服务规定、人员、服务程序等，指4P分类法。

3. Y现水准测定及确定改善目标

确认Y的 测量系统

↓

确认Y 稳定性

↓

确定Y 现水准

↓

确定改善目标

- 测量系统不信赖时,Y水准也不信赖.
- 测定系统改善后再测定 Y 水准

- 使用Graph确认Y的稳定性(SPC)

- 计算工程能力
  (CP/CPK/西格玛水准)

• 以现象为根据选定 Strength Goal

4. 找出潜在X因子及优先顺序

确定Process

↓

Input List

↓

优先排序

↓

故障模式分析

- 制作决定Y关联的Process
  - 业务流程
- 查找预想的影响Y的Input List
  - Tool: Process Mapping, 特性要因图
- 已查找的Input按重要度优先排序
  - Tool: C & E matrix
- 为了减少故障发生的风险对X因子优先排序
  - 实施即实践改善项目并树立管理计划

六西格玛绿带培训课程

— 测量系统分析（MSA)

目　录

1 测量系统分析概述

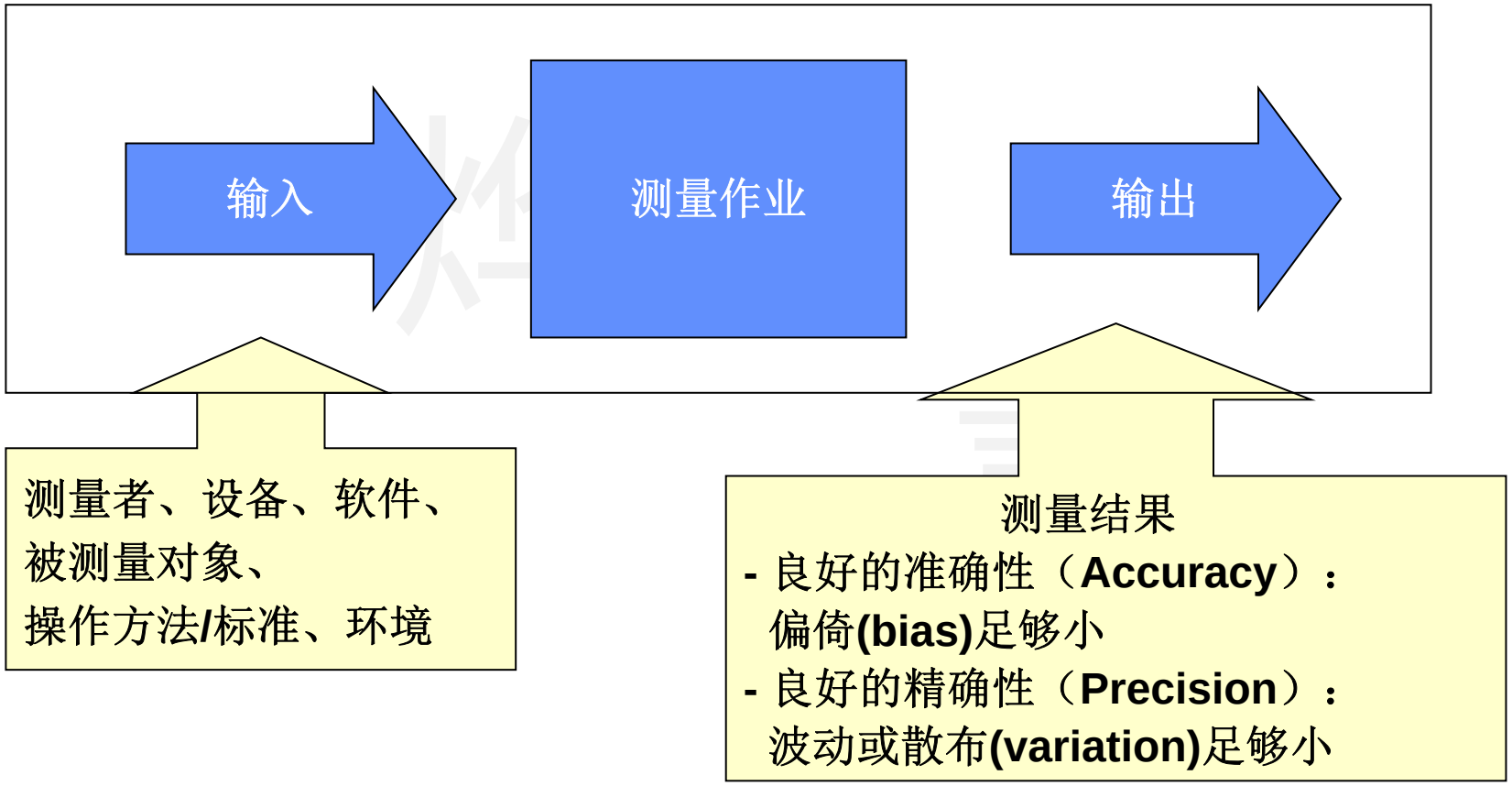
2 测量系统分析

3 计量型 Gage R&R分析

4 计数型 Gage R&R分析

1. 测量系统分析概述

□ 测量系统

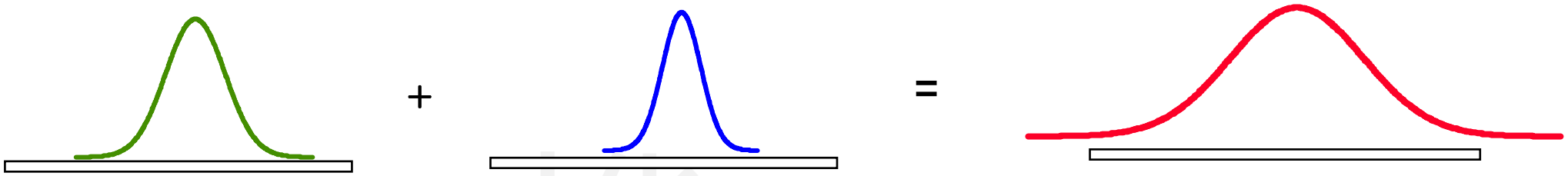


❑ MSA 定义

是Measurement System Analysis的简称，是确保数据的信赖性的分析方法，通过分析测量系统发生的变动对工程变动的影响，来判断测量系统的适合与否，并分析测量系统的精密度 (Gage R&R)、正确度等.

※ 不单指设备，是包含测量仪器、测量者、测量材料及测量环境等的综合概念。

❑ 测量值的组成要素



真实值 (实际产品散布)	测量误差 (测量散布)	测量值 (观察的散布)

通过测量用数字体现的数据，并不是总能代表事实。

因此，有必要对数据的信赖性进行确认。

•测量误差 = 正确性(平均) + 精密性(散布)

平均

$$\mu_{总} = \mu_{产品} + \mu_{测量系统}$$

测量系统偏离-通过“校准研究”决定

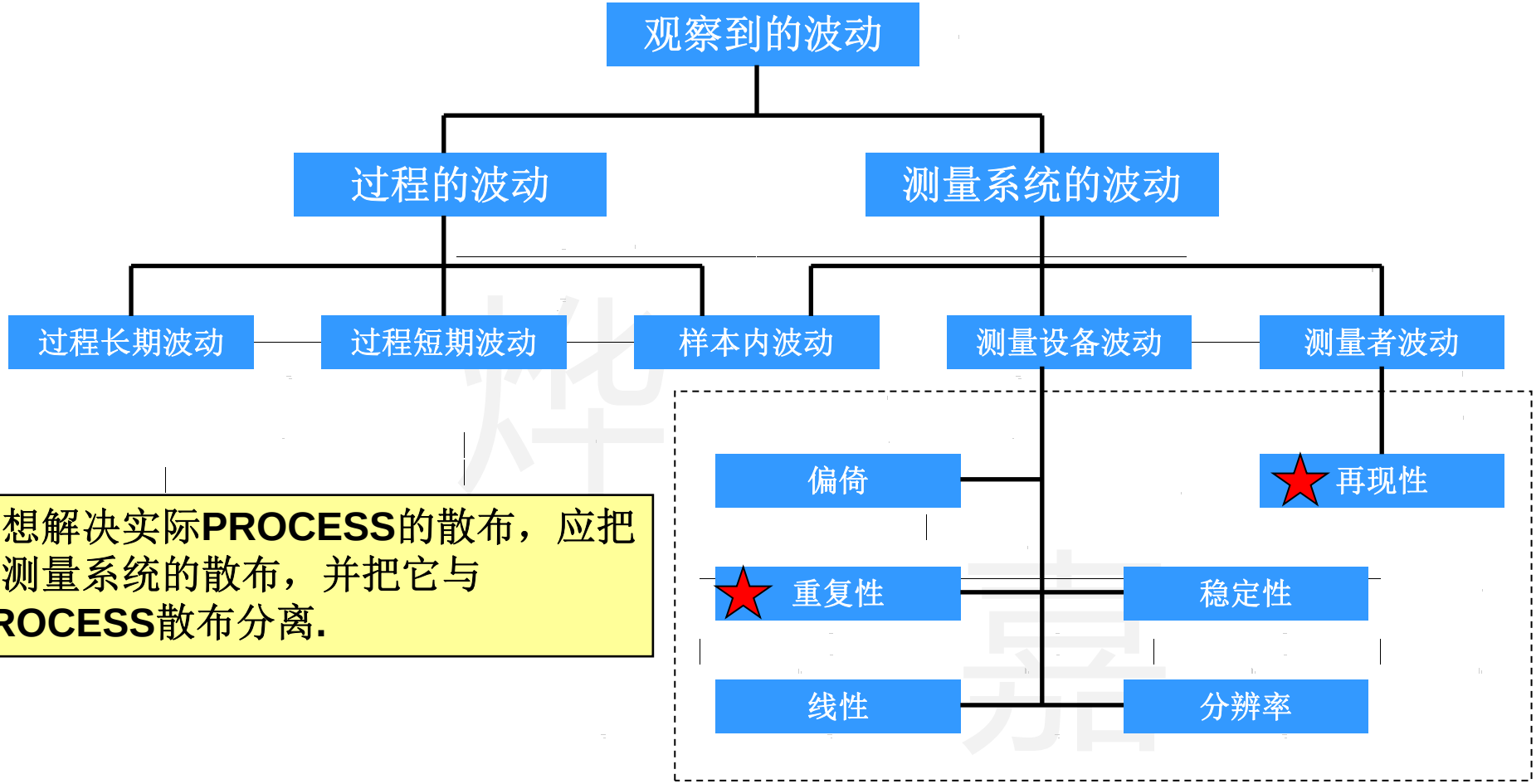
正确度

散布

$$\sigma^2_{总} = \sigma^2_{产品} + \sigma^2_{测量系统}$$

测量系统散布 - 通过“R&R 研究”决定

精密性



要想解决实际**PROCESS**的散布，应把握测量系统的散布，并把它与**PROCESS**散布分离.

要观察测量误差的主要原因,“反复性**(repeatability)**” 和“再现性**(reproducibility)**”.

❑ 测量系统相关的用语

- ***正确度（Accuracy）相关术语***
  - 真实值（**True value**）
  - 偏倚（**Bias**）
  - 线性（**Linearity**）
  - 稳定性**(Stability)**

- ***精密度（Precision）相关术语***
  - 反复性（**Repeatability**）
  - 再现性（**Reproducibility**）

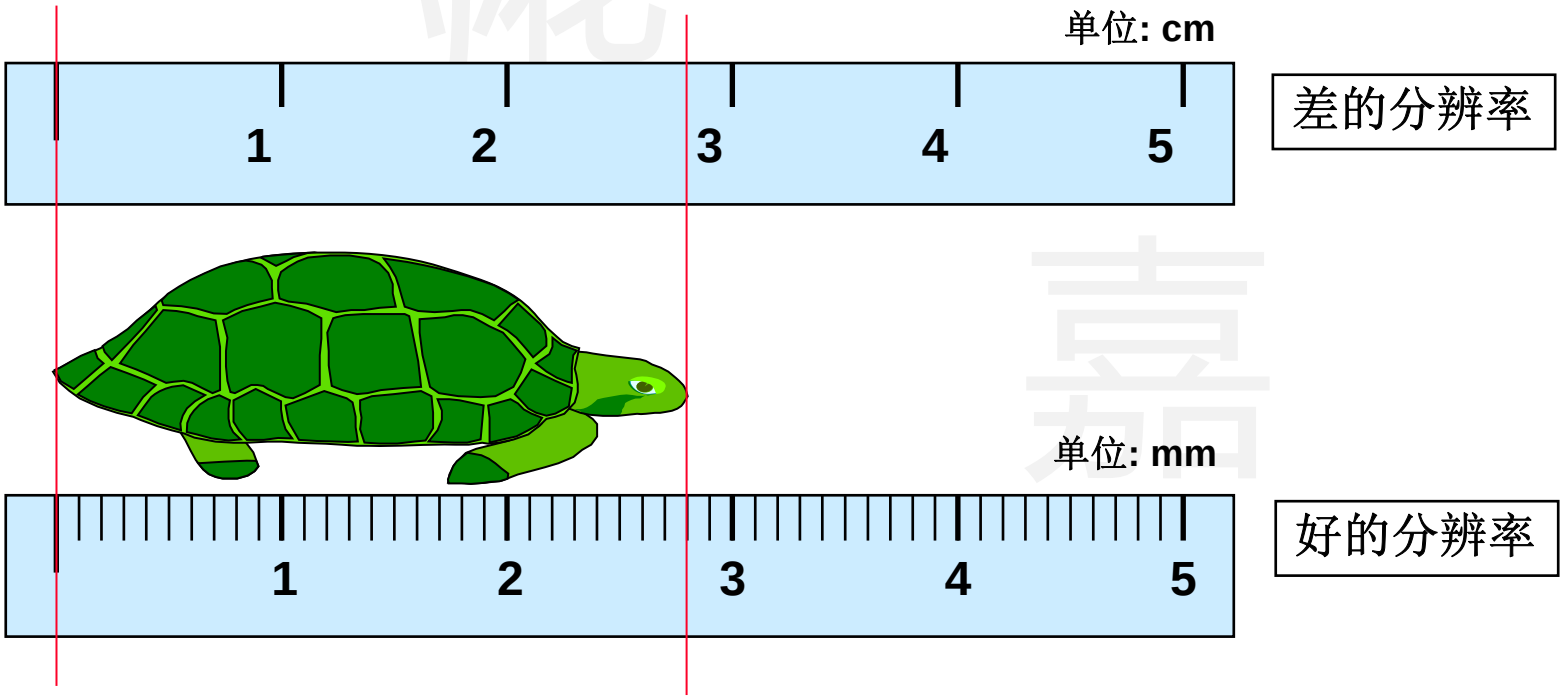
- ***分辨率（Discrimination）***

2. 测量系统分析

❑ 分辨率

是指测量系统能够测量到的小数点数. 测量刻度应为产品规格或工程散布的十分之一.

允许公差：1.0cm 计测器分辨率：0.1cm 测定者别 A、B、C

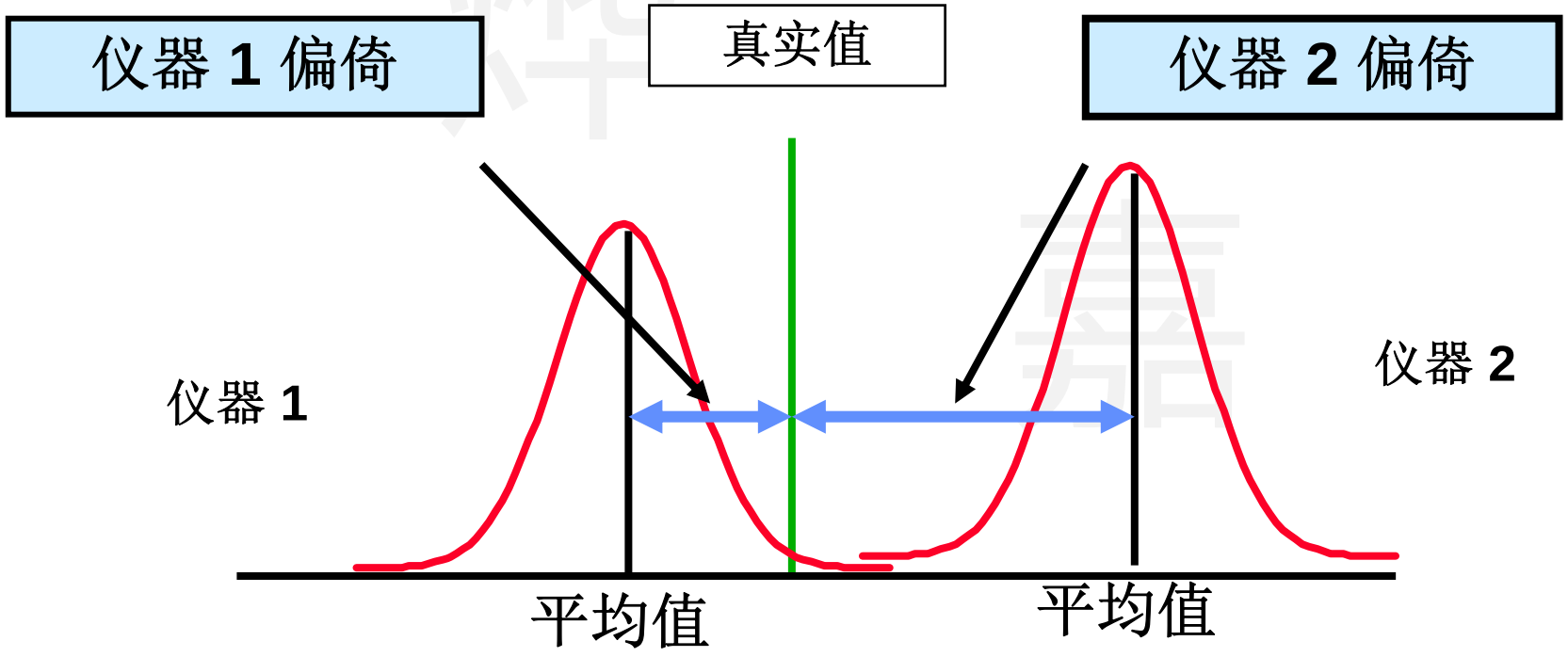


❑ 真实值

理论上的真实值

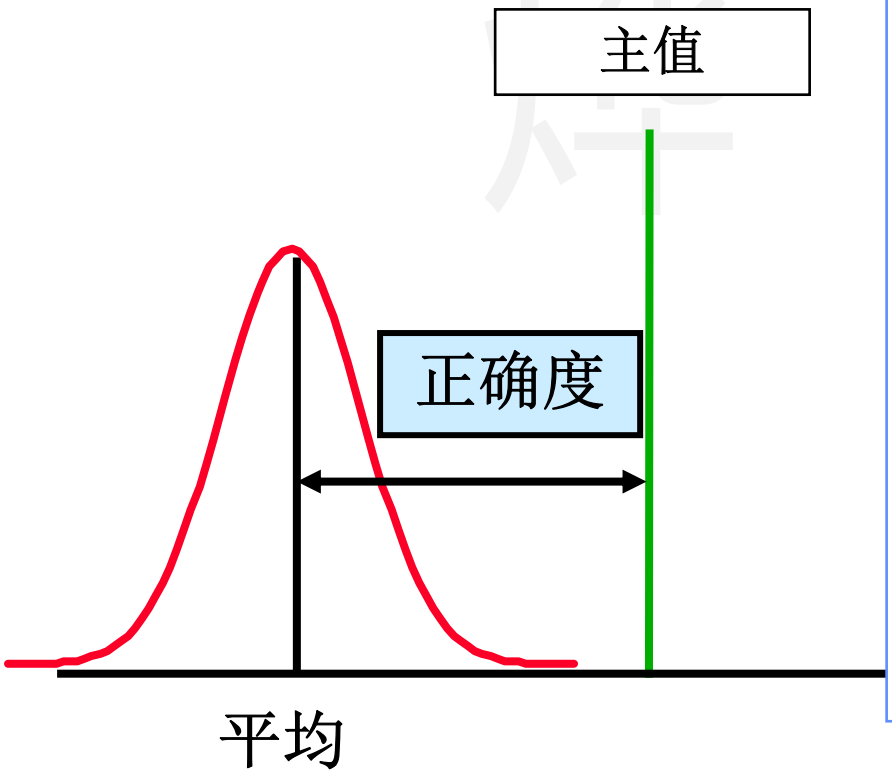
❑ 偏倚 (Bias)

测量值平均和真实值的差异



❑ 正确度

测量仪器的正确度是观察到的测量 *平均值* 和 *“真实”值* 间的差异



正确性低的潜在原因

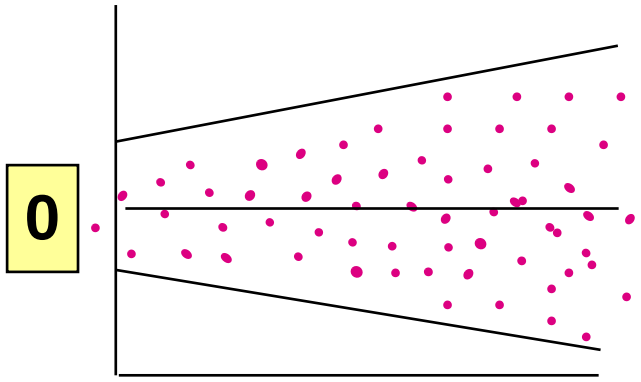
- 测量仪的刻度调整不恰当
- 作业者没有正确的使用测量仪
- 不明确的步骤
- 人的局限性

❑ 线形性

全部测量范围内的偏离差异

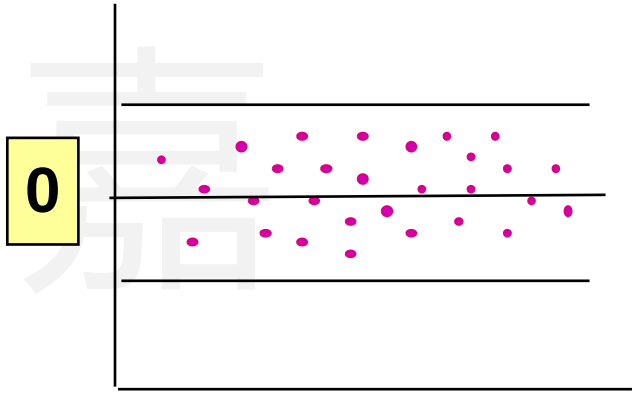
在全部测量范围内，测量值和基准值的差异保持稳定，说明其线形性好.

仪器 1 : 线形性有问题.



测量单位

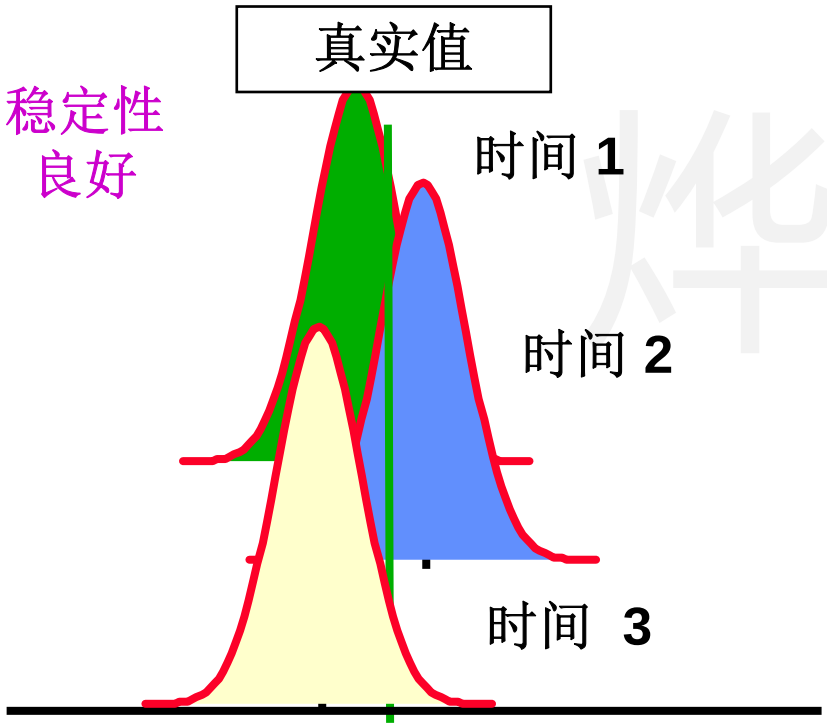
仪器 2 : 线形性没有问题.

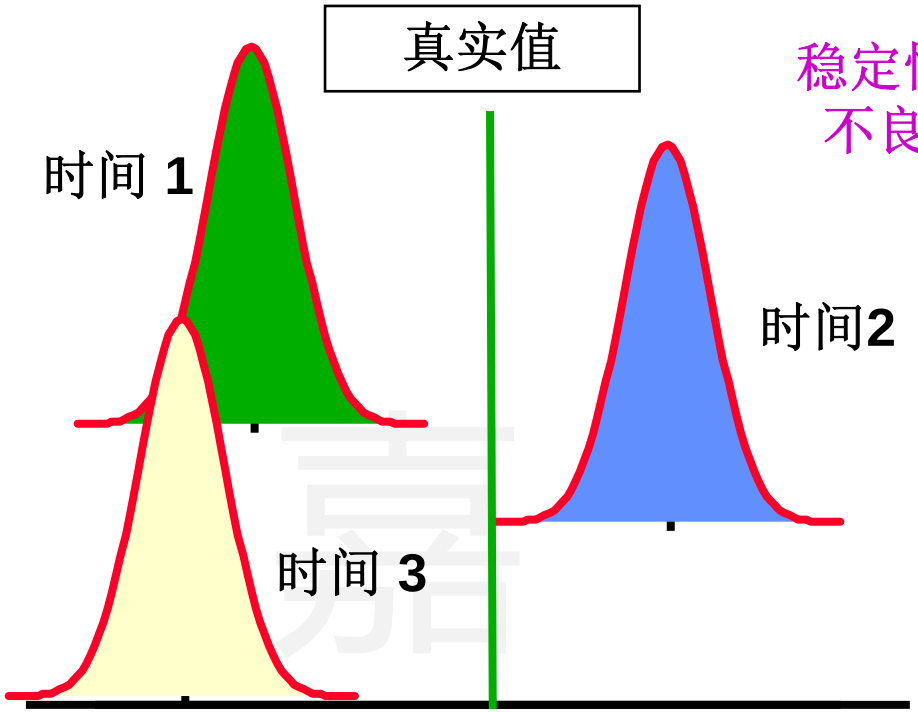


测量单位

❑ 稳定性 (X-R 或 X-s控制图)

是指同样的部品在不同的地点用同样的测量仪器测量的结果的差异．根据时间的推移测量结果互不相同时，说明该测量系统缺乏稳定性.





❑ 精密度

- 测量系统的总散布
- 通过反复测量获得的测量值的自然散布

反复性 再现性

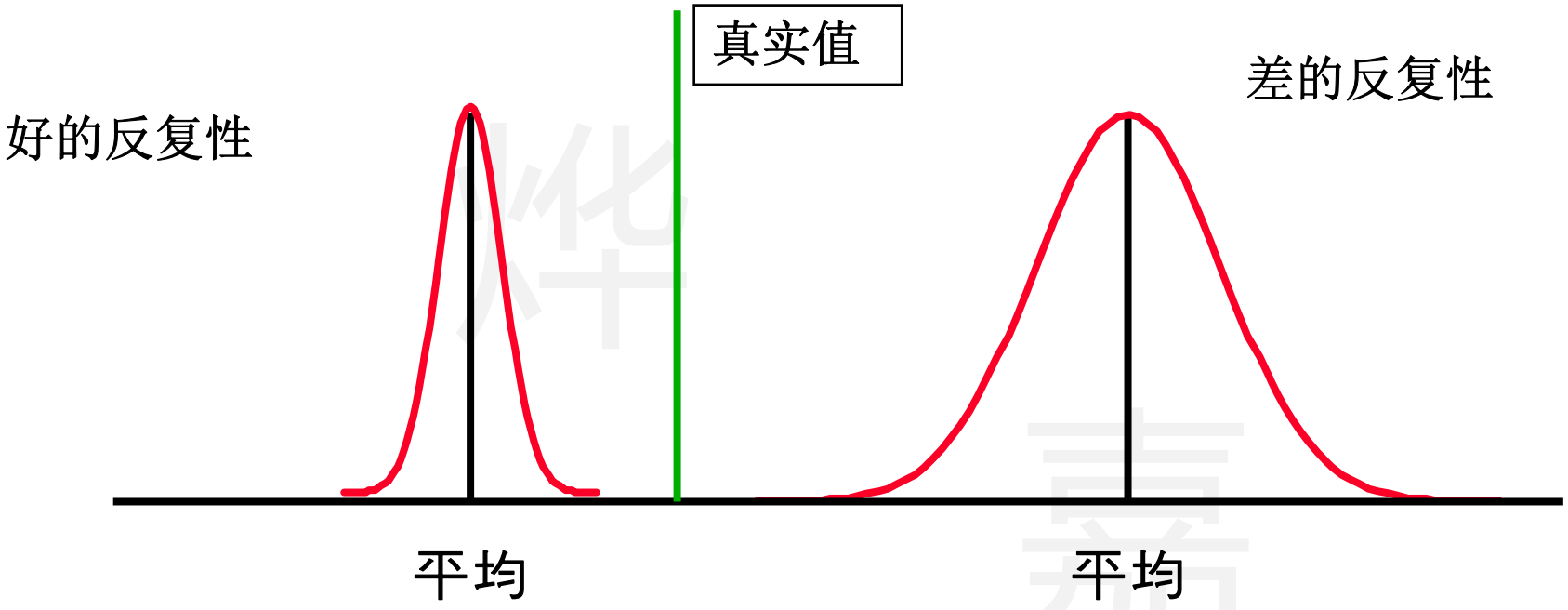
$$\sigma_{MS}^2 = \sigma_{rpt}^2 + \sigma_{rpd}^2$$

•MS= 测量系统，rpt = 反复性，rpd = 再现性

•如果每个测量者对n个对象实施m次测量

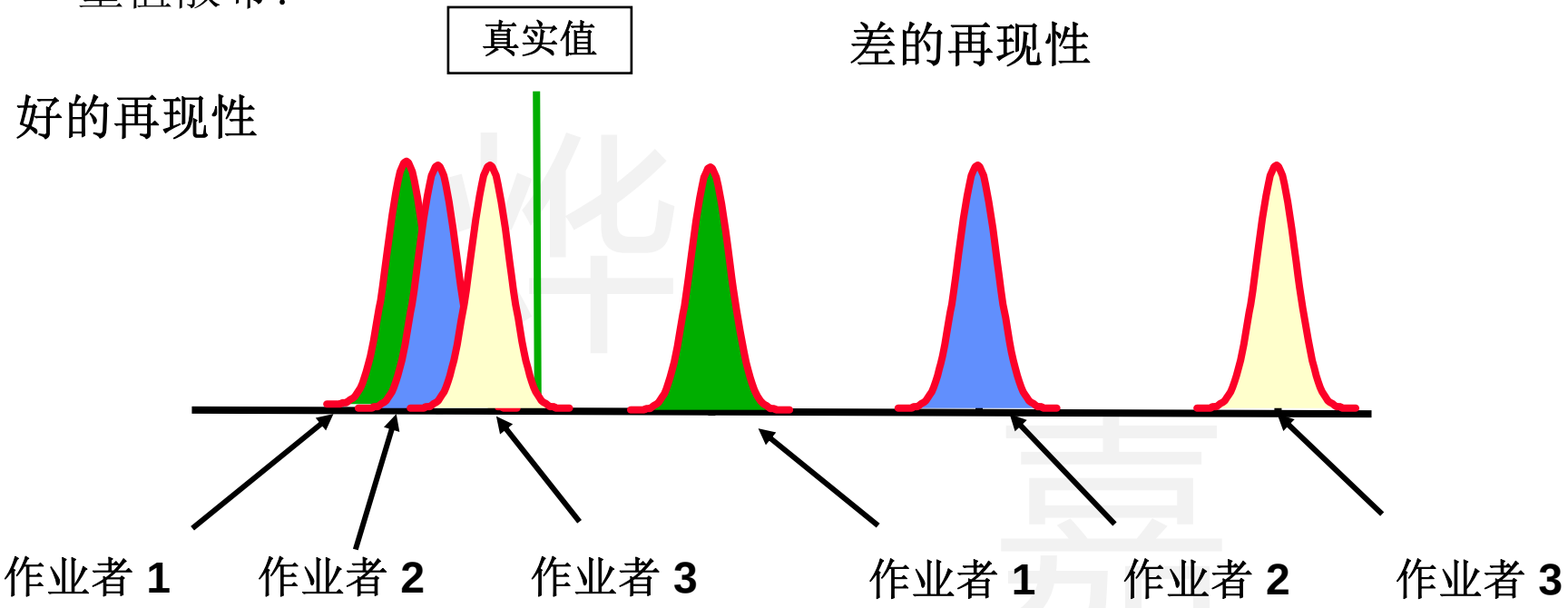
❑ 反复性

- 是指同一个测量者用同一个仪器反复测量同一个部品时的测量值的散布



❑ 再现性

- 是指用同一个仪器对同一个部品，由不同的作业者进行测量时的 测量值散布.



❑ % R & R

$$\%R\&R = \frac{\sigma_{MS}}{\sigma_{Total}} \times 100$$

通常用%表示

- 总散布中测量误差占据的比重。
- 包含了反复性和再现性.
  - % R & R <10% ： 非常好
  - 10% ~ 30 % ： 允许范围
  - % R & R > 30% ： 不适合

❑ P/T 比

$$P/T = \frac{6 * \sigma_{MS}}{Tolerance}$$

通常用%表示

- 公差中测量误差占多少%.
- 包含了反复性和再现性.
  - 作业者 x 样品 x 测量次数
- 最好 ： 10%, 允许: 30%

3. 计量型 Gage R&R分析

❑ 计量型 Gage R&R的判断基准

区分	%Study Variation 或 %Tolerance	Number of catagories
满足	< 10%	> 10
考虑费用/重要性	10~30%	5~9
不可使用	> 30%	< 5

– %Study Var 或 %Tolerance是 10%以上的时候,对反复性和再现性进行区分评价之后,对每个影响的原因进行查明后应采取措施。

– 根据用途的不同优先参照评价指标

- 在制品管理的侧面制品的合格与不合格的判断更重要时
  →优先确认%Tolerance
- 工程管理用或工程监控时
  →优先确认%Study Var

- 一般对2-3名作业者进行
- 一般用10个样品作为测量对象
- 每个作业者对每个样品进行2-3次的反复测量

❑ 注意事项

- 样品要能够代表PROCESS
- PROCESS内平时的作业者作为评价对象
- 不要让作业者知道自己在测量样品

❑ 作业者数

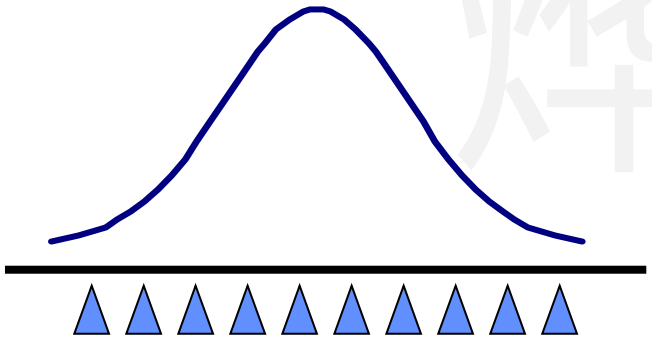
- 在多名作业中，随意挑选2-4名
- 如果PROCESS中只有一名或没有作业者时，可以排除作业者的影响，即排除再现性

❑ 样品数

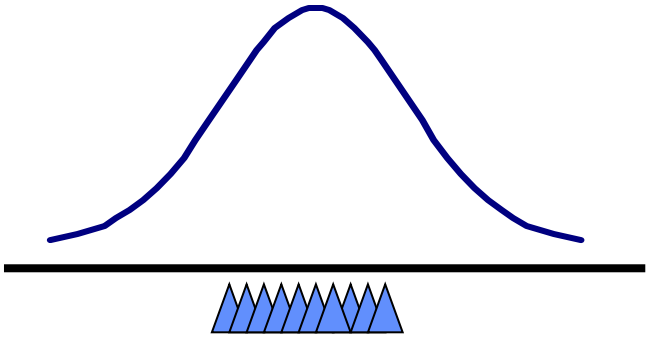
- 要有足够的样品
- （样品数）*（作业者数）> 15
- 如果现实无法做到上述要求，可以对测量次数进行如下调整
  - if S * O < 15, trials = 3
  - if S * O < 8, trials = 3 to 4
  - if S * O < 5, trials = 4 to 5
  - if S * O < 4, trials = 6 to 6
  - S是样品数，O是作业者数，trial是测量次数

❑ 样本的选定方法

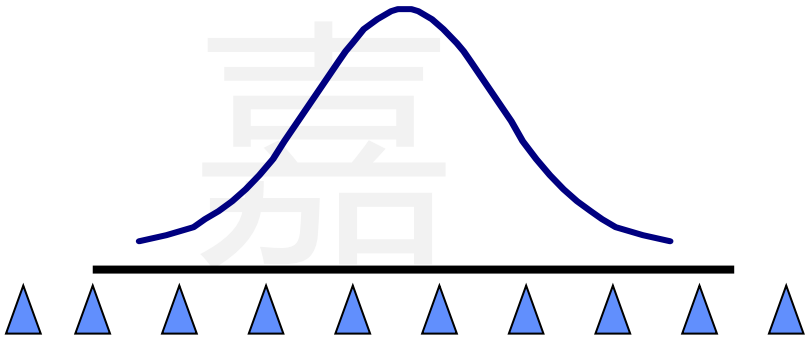
样本普通以10个进行,但必须是可代表工程散布。



样本正常的代表了制品的散布 (工程变动)时才有意义。



- 抽取样本时不能抽取接近工程平均的样本,因为这样抽取的样本测量能力评价指标会比实际的指标更差。



- 样本跟工程散布比较,如果抽取的范围更广时出现的测量能力指标会比实际更好。

□ R&R 分析程序

- A. 调整测量仪器的刻度，确认刻度是否合适.
- B. 1号作业者按照随意的顺序对所有样品进行一次测量.
- C. 2号作业者按照随意的顺序对所有样品进行一次测量.
- D. 依次类推，让所有作业者都测量一次.
  (这是一次测量)
- 根据测量次数，重复B~D过程.
- 利用以下内容决定R&R 统计量.
  - 反复性
  - 再现性
  - 反复性和再现性的各自的标准偏差
  - %R&R
  - P/T 比
- 对结果进行分析，必要时决定后续的措施.

❑ 测量能力的评价指标

- % Study variation = $\frac{\sigma_{MS}}{\sigma_{Total}} \times 100\%$ (% R&R)
- % Tolerance = $\frac{6 \times \sigma_{MS}}{Tolerance} \times 100\%$ (P/T比)
- Number of Distinct Categories = Round($\frac{\sigma_{Part}}{\sigma_{MS}} \times 1.41$)

  (测量系统能够区分的区间数)

❑ 判定基准

区　分	% R&R, P/T比	Number of Distinct Categories
满意	< 10%	> 10
允许	10~30%	5~9
不适合	> 30%	< 5

❑ Minitab 分析结果

- Minitab 产生解析的和图表的分析信息
  - 解析结果
    - ANOVA 表格
    - 散布构成
    - 百分比占有率表
  - 图表结果
    - X-Bar / R 图
    - 散布构成
    - 操作者*部品交互作用图
    - 操作者别和部品别图
- 让我们先看解析结果，然后再看图表结果

❑ 会话窗口 解释

包含交互作用的双因子方差分析表

来源	自由度	SS	MS	F	P
Sample	9	2.05871	0.228745	39.7178	0.000
Operator	2	0.04800	0.024000	4.1672	0.033
Sample * Operator	18	0.10367	0.005759	4.4588	0.000
重复性	30	0.03875	0.001292		
合计	59	2.24913			

删除交互作用项选定的 Alpha = 0.25

- 如果是好的测量系统则在 **ANOVA table**里 **Sample**项表现为非常显著，而**Operator**表现为不太显著

❑ 会话窗口 解释

量具 R&R

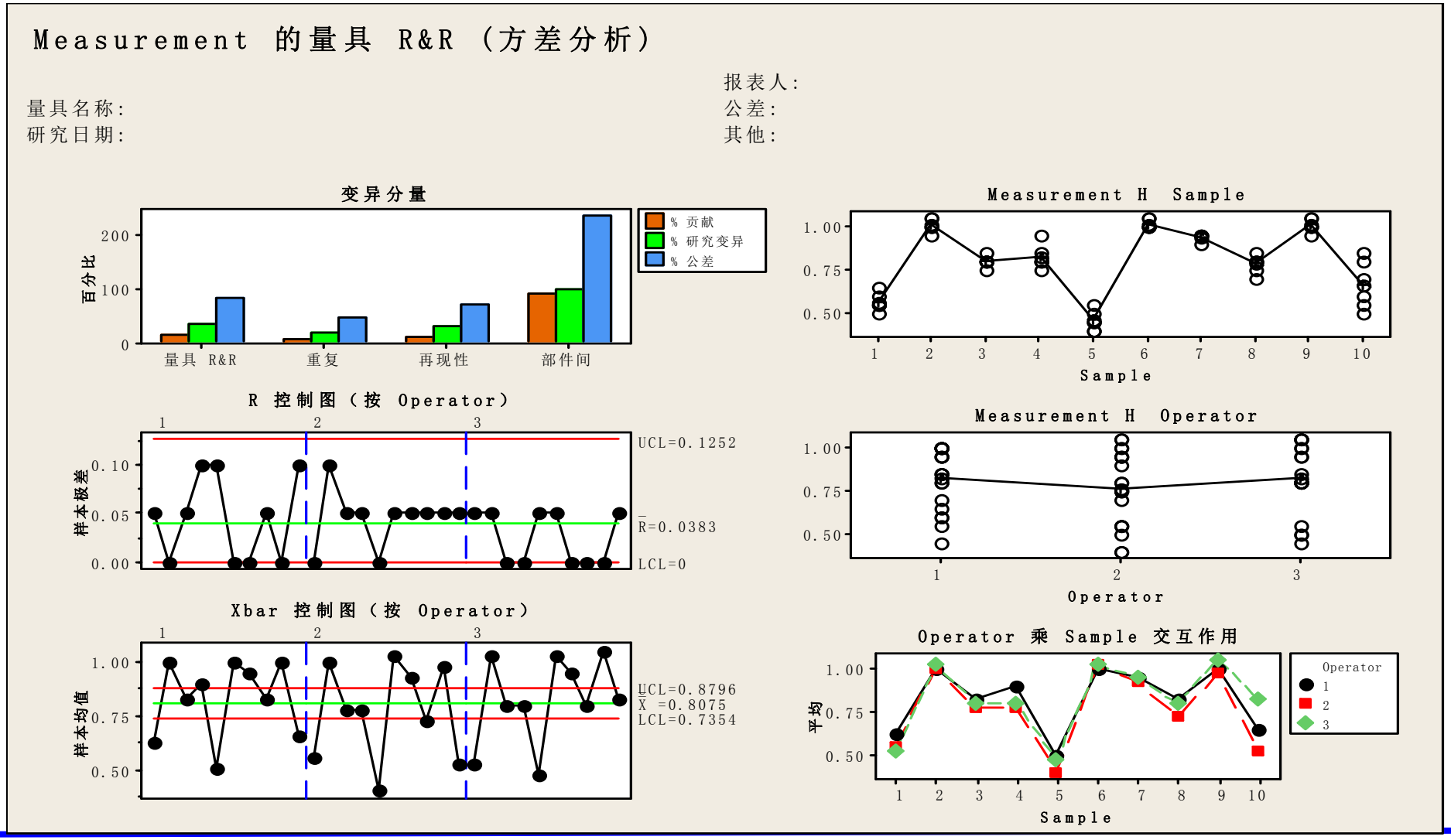
来源	方差分量	方差分量贡献率
合计量具 R&R	0.0044375	10.67
重复性	0.0012917	3.10
再现性	0.0031458	7.56
Operator	0.0009120	2.19
Operator*Sample	0.0022338	5.37
部件间	0.0371644	89.33
合计变异	0.0416019	100.00

过程公差 = 0.5

来源	标准差(SD)	研究变异 (6 * SD)	%研究变异 (%SV)	%公差 (SV/Toler)
合计量具 R&R	0.066615	0.39969	32.66	79.94
重复性	0.035940	0.21564	17.62	43.13
再现性	0.056088	0.33653	27.50	67.31
Operator	0.030200	0.18120	14.81	36.24
Operator*Sample	0.047263	0.28358	23.17	56.72
部件间	0.192781	1.15668	94.52	231.34
合计变异	0.203965	1.22379	100.00	244.76

可区分的类别数 = 4

图表解释

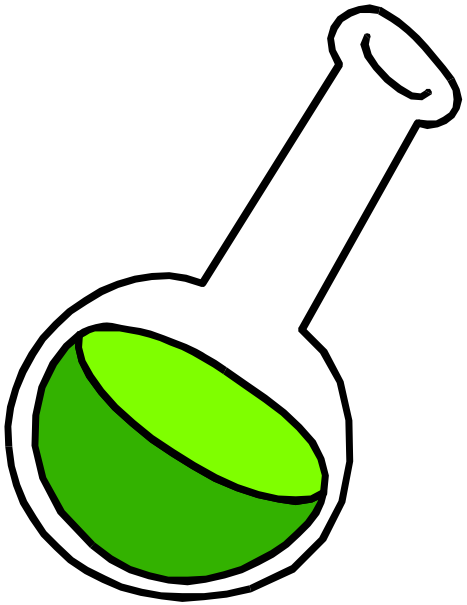

Measurement 的量具 R&R（方差分析）
量具名称:
研究日期:
报表人:
公差:
其他:
变异分量
百分比
200
100
0
量具 R&R
重复
再现性
部件间
% 贡献
% 研究变异
% 公差
Measurement H Sample
1.00
0.75
0.50
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Sample
R 控制图（按 Operator）
1 2 3
样本极差
0.10
0.05
0.00
UCL=0.1252
R=0.0383
LCL=0
Measurement H Operator
1.00
0.75
0.50
1 2 3
Operator
Xbar 控制图（按 Operator）
1 2 3
样本均值
1.00
0.75
0.50
UCL=0.8796
X =0.8075
LCL=0.7354
Operator 乘 Sample 交互作用
平均
1.00
0.75
0.50
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Sample
Operator
1
2
3

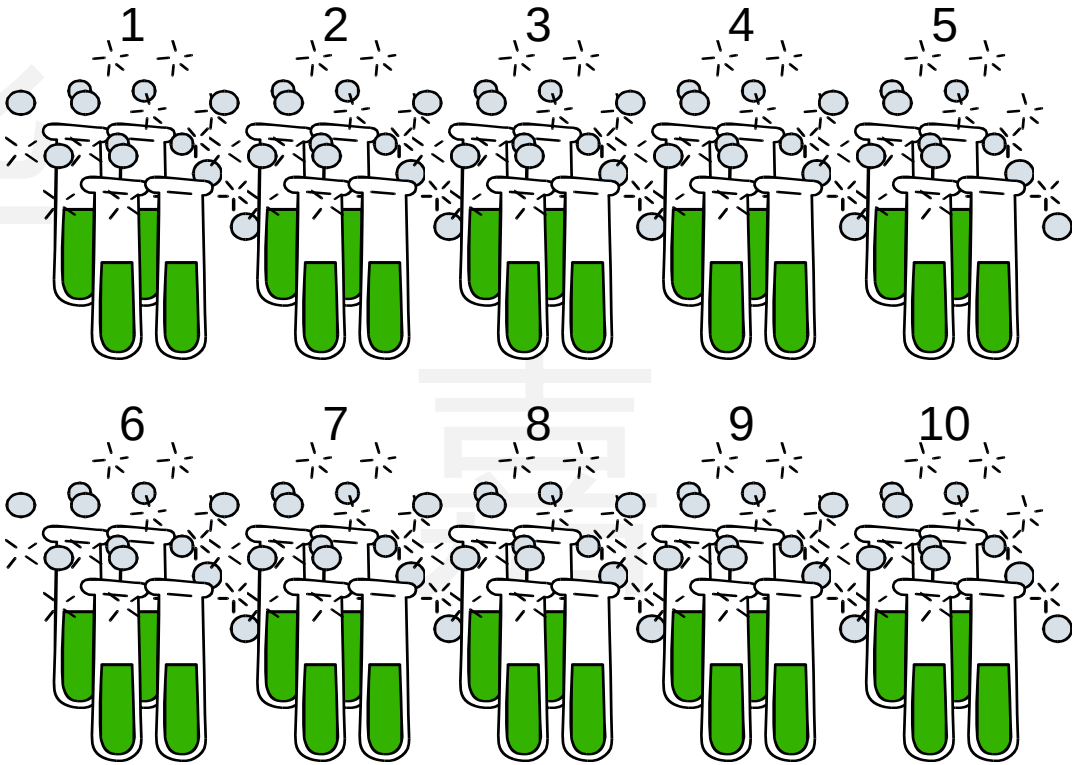
破坏性实验MSA

- 样本选择是与破坏和在线测量系统相关的问题
- 可以以下方式进行样本选择以使部品间的散布最小化
  - 收集你的研究中所必需的“标准” 样本数
  - 把它们划分成足够小的样本，以覆盖操作者 x 样本 x 测试值
- 假设
  - 较小样本的散布是可以忽略的，而且能够忽略

破坏性实验MSA

假设我们希望作有2个操作者，2测试，10个样本的研究
我们需要10个标准样本和 2 x 2 x 10 = 40 较小样本



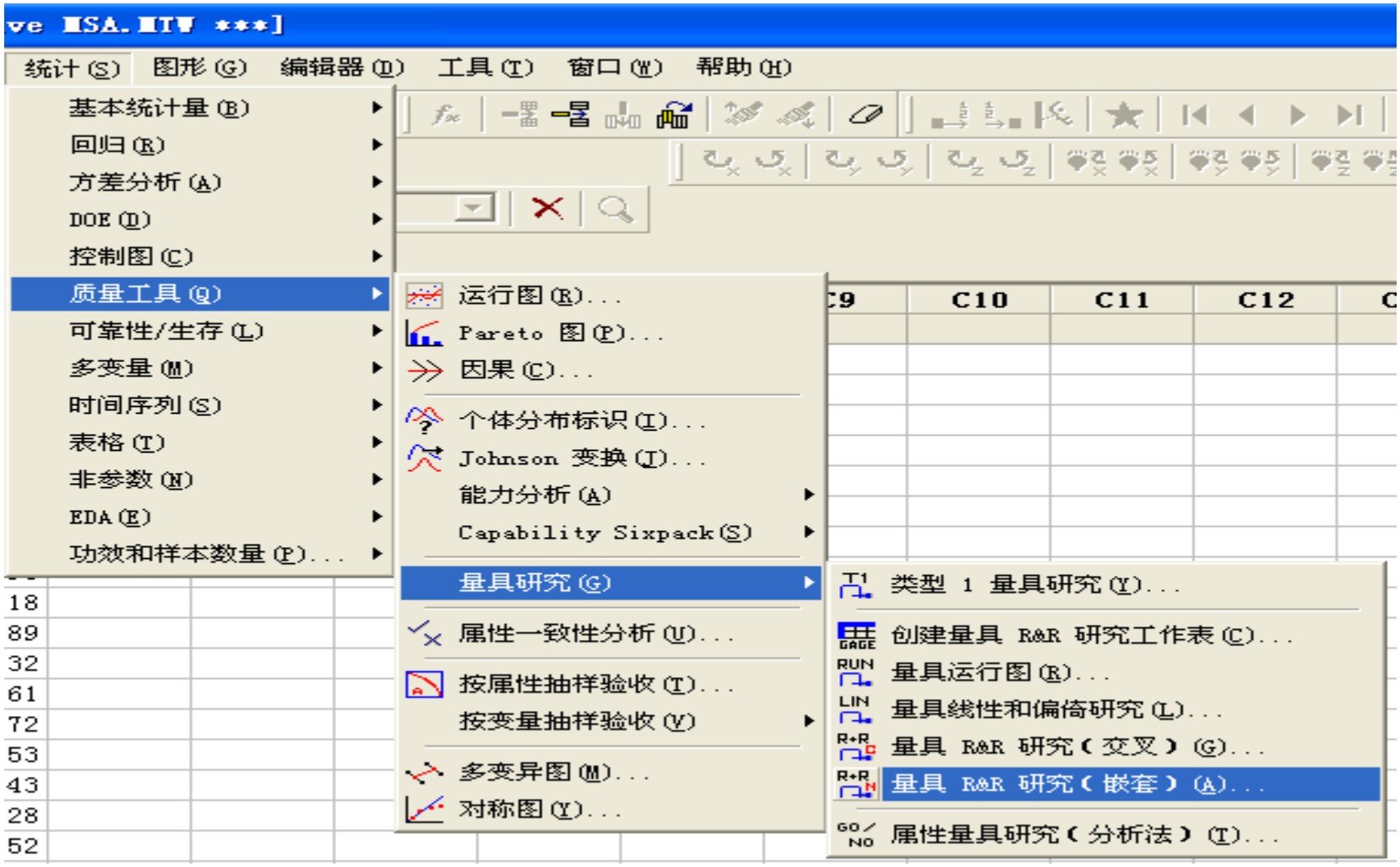


破坏性实验MSA

- 程序
  - 对于每个操作者 / 测试 / 样本组合，从相应的组里随机抽取较小样本
  - 每个操作者独立进行测量

不要把所有的较小样本混在一起！

破坏性实验MSA

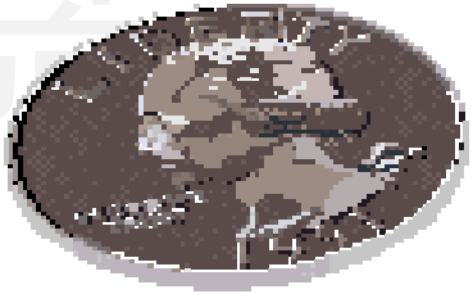

统计(S) 图形(G) 编辑器(D) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
基本统计量(B)
回归(R)
方差分析(A)
DOE(D)
控制图(C)
质量工具(Q)
可靠性/生存(L)
多变量(M)
时间序列(S)
表格(T)
非参数(N)
EDA(E)
功效和样本数量(P)...
运行图(R)...
Pareto 图(P)...
因果(C)...
个体分布标识(I)...
Johnson 变换(J)...
能力分析(A)
Capability Sixpack(S)
量具研究(G)
属性一致性分析(U)...
按属性抽样验收(T)...
按变量抽样验收(V)
多变异图(M)...
对称图(Y)...
类型 1 量具研究(Y)...
创建量具 R&R 研究工作表(C)...
量具运行图(R)...
量具线性和偏倚研究(L)...
量具 R&R 研究(交叉)(G)...
量具 R&R 研究(嵌套)(A)...
属性量具研究(分析法)(T)...
C10
C11
C12

4. 计数型 Gage R&R分析

❑ 计数型 R&R

使用计数型 R&R的理由

- 为了了解与交接班或机器无关的情况下检查者在同一基准下对良品与不良品的判断基准是否明确?
- 为确认检查者的一致性
- 为确认检查者判定是否与真实一致
  - 作业者将实际不良品判定为良品的频率
  - 作业者将实际良品判定为不良品的频率
- 为了知道如下事项
  - 需要训练的部分
  - 标准程序不足的部分



- 数据收集的范围是?
  - 符合品 50%, 不符合品50%为对象
    40%是确切的符合品,40%是确切的不符合品
    20%收集为不容易区别的

- 应收集多少数据?
  - 一般情况收集 100个左右。

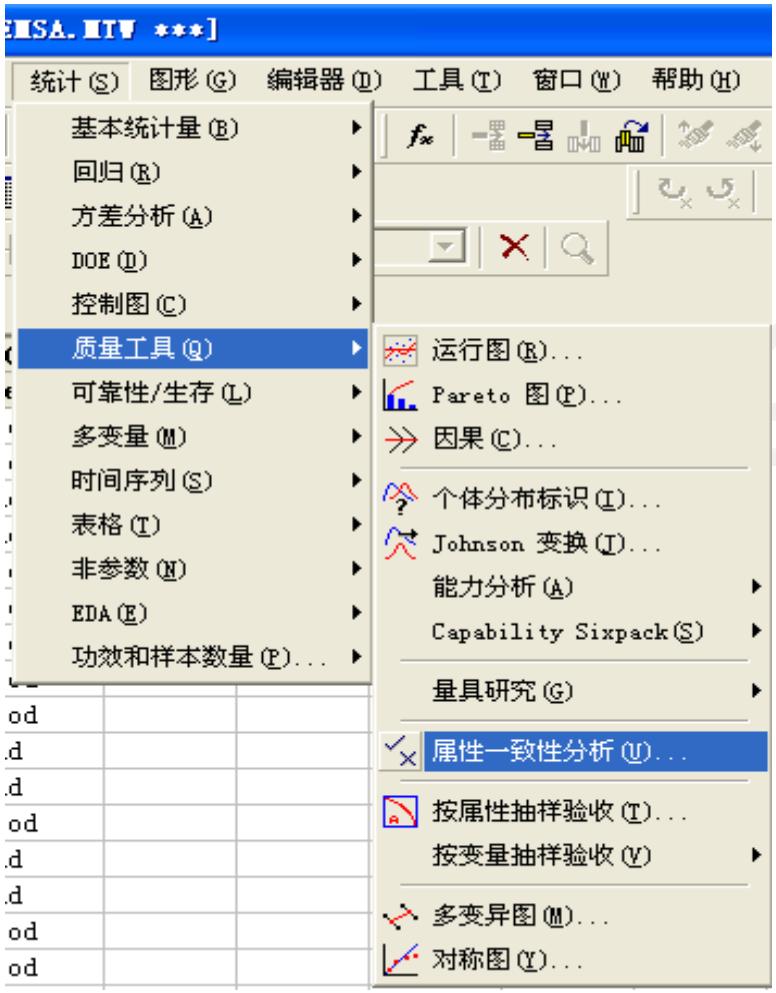
检查者数	样本数	各样本的反复评价
3	30个以上	2次 以上

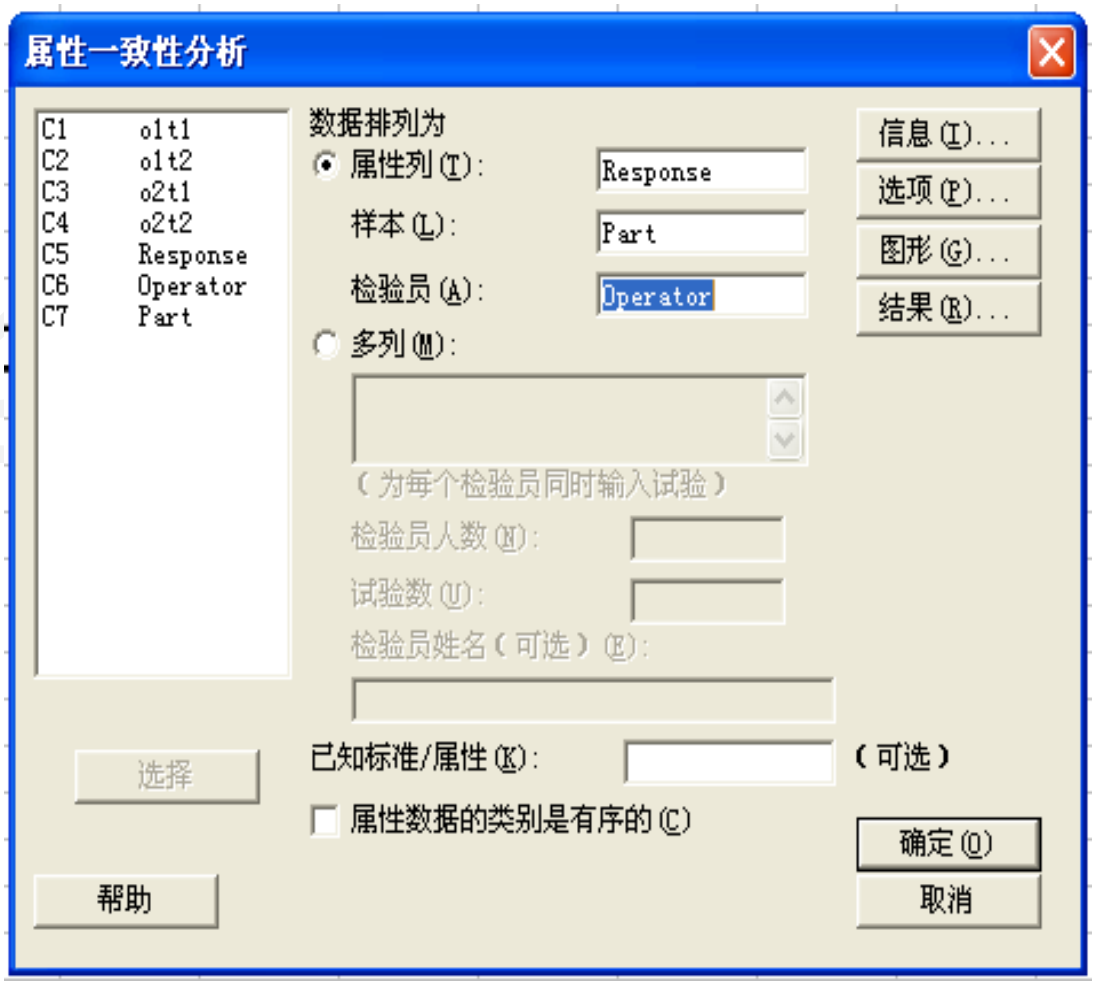
- 测量系统的评价基准是什么?
  - 一般情况计数型 MSA的目标是80% , 或 这以上的再现性和反复性的数值

❑ 典型的格式

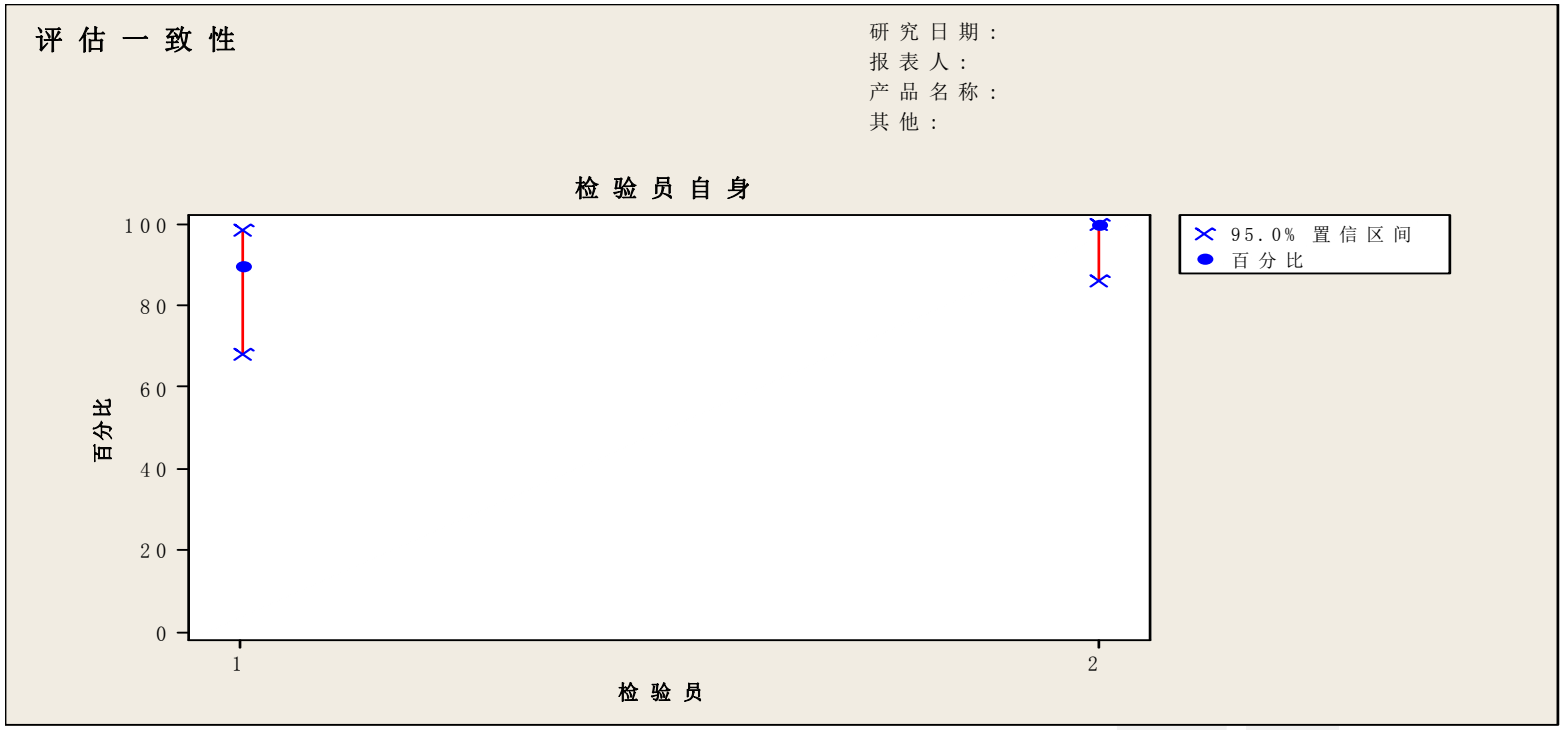
12个部品，3名检查者，反复2次后 收集了如下数据

部品符号	真值	检查者A		检查者B		检查者C	
		反复1	反复2	反复3	反复4	反复5	反复6
1	不良	不良	不良	良品	良品	不良	不良
2	良品	良品	良品	不良	良品	良品	良品
3	良品	良品	良品	良品	不良	不良	良品
4	不良	良品	良品	不良	良品	不良	不良
5	不良	不良	不良	良品	不良	不良	良品
6	良品	良品	良品	良品	良品	良品	良品
7	不良	不良	不良	良品	不良	不良	良品
8	良品	良品	良品	良品	良品	良品	良品
9	良品	良品	良品	良品	良品	良品	良品
10	不良	良品	不良	不良	良品	不良	不良
11	良品	良品	良品	良品	良品	良品	良品
12	不良	不良	良品	不良	不良	良品	不良


统计(S) 图形(G) 编辑器(D) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)
基本统计量(B)
回归(R)
方差分析(A)
DOE(D)
控制图(C)
质量工具(Q)
可靠性/生存(L)
多变量(M)
时间序列(S)
表格(T)
非参数(N)
EDA(E)
功效和样本数量(P)...
运行图(R)...
Pareto 图(P)...
因果(C)...
个体分布标识(I)...
Johnson 变换(J)...
能力分析(A)
Capability Sixpack(S)
量具研究(G)
属性一致性分析(U)...
按属性抽样验收(T)...
按变量抽样验收(V)
多变异图(M)...
对称图(Y)...


属性一致性分析
C1 o1t1
C2 o1t2
C3 o2t1
C4 o2t2
C5 Response
C6 Operator
C7 Part
数据排列为
属性列(T): Response
样本(L): Part
检验员(A): Operator
多列(M):
(为每个检验员同时输入试验)
检验员人数(N):
试验数(U):
检验员姓名(可选)(E):
已知标准/属性(K):
(可选)
属性数据的类别是有序的(C)
选择
帮助
信息(I)...
选项(P)...
图形(G)...
结果(R)...
确定(O)
取消

❑ MINITAB Graph 分析



- 每一作业者的观测值通过一定程度的信赖区间确认.
- 通过GRAPH可见作业者 1的一致率比作业者 2低

  需要对作业者 1进行培训.

六西格玛绿带培训课程

— 流程控制图

目　录

1 SPC的概要

2 控制图的类型

3 控制图的使用方法

4 计量型控制图

5 计数型控制图

1. SPC的概要

❑ SPC的历史

- 1924年 Bell 研究所 – W. A. Shewhart创始.
- 为了把握可管理的变动和不可管理的变动而使用.
  - 常规原因(Chance Cause, Common Cause).
  - 特殊原因(Assignable Cause, Special Cause).
- 在所有噪音存在下找流程的异常信号.
- 主要的工具使用控制图 (Control Chart).
- 今天的 SPC 的意义

  Statistical = 为了调查流程变动使用的统计方法.

  Process = 流程, 意味着所有的流程.

  Control = 通过积极的管理，管理流程.

.

散布的要因

常规原因 (噪音)

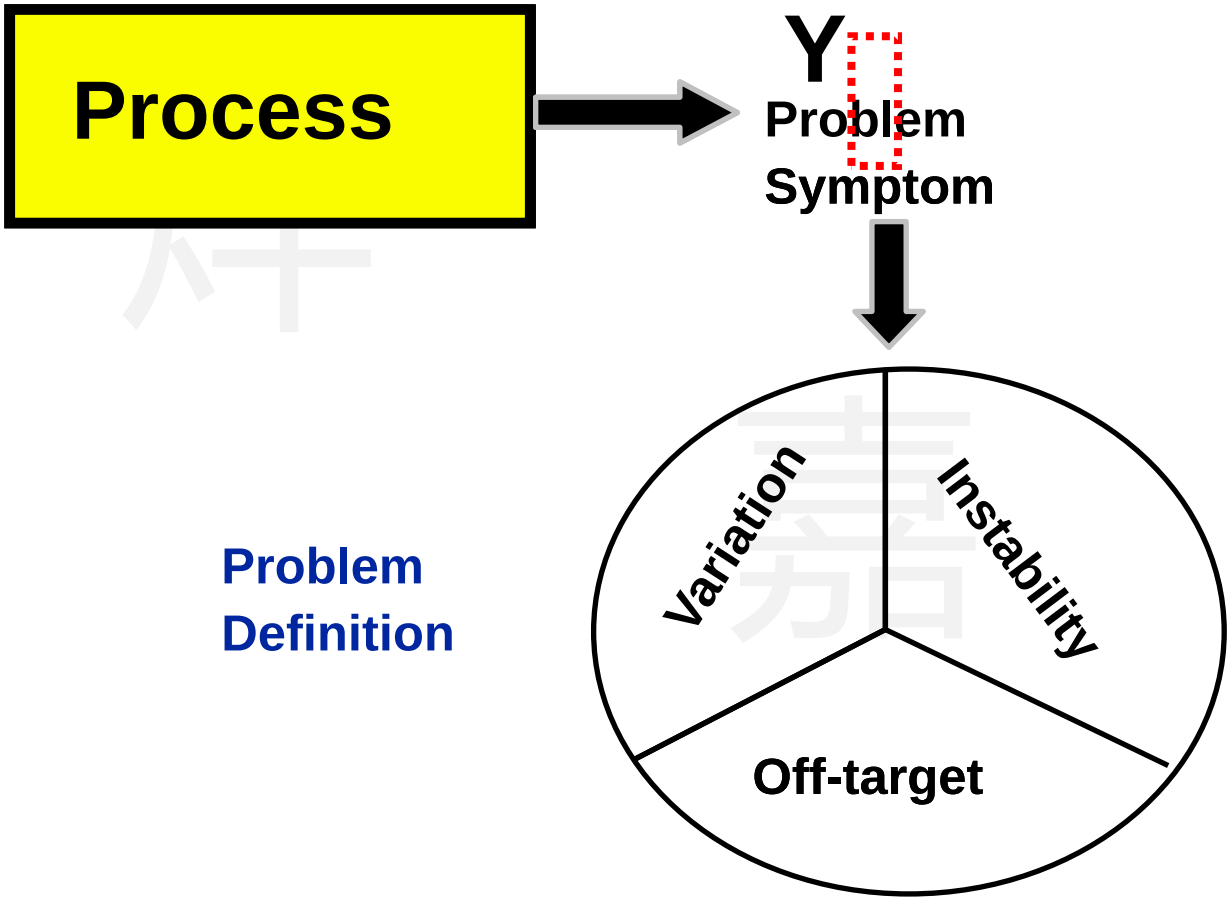
•存在于所有工程. (工程在管理状态下)
•根据工程本身(我们做事的方法)发生.
•排除也可以减少为此要求工程上的根本性变化.

异常原因 (信号)

•大部分存在于运转/工程上. (因管理不足发生的散布)
•根据一连独特的变动引起.
•基本性工程管理和通过监测排除或能减少.

SPC的必要性

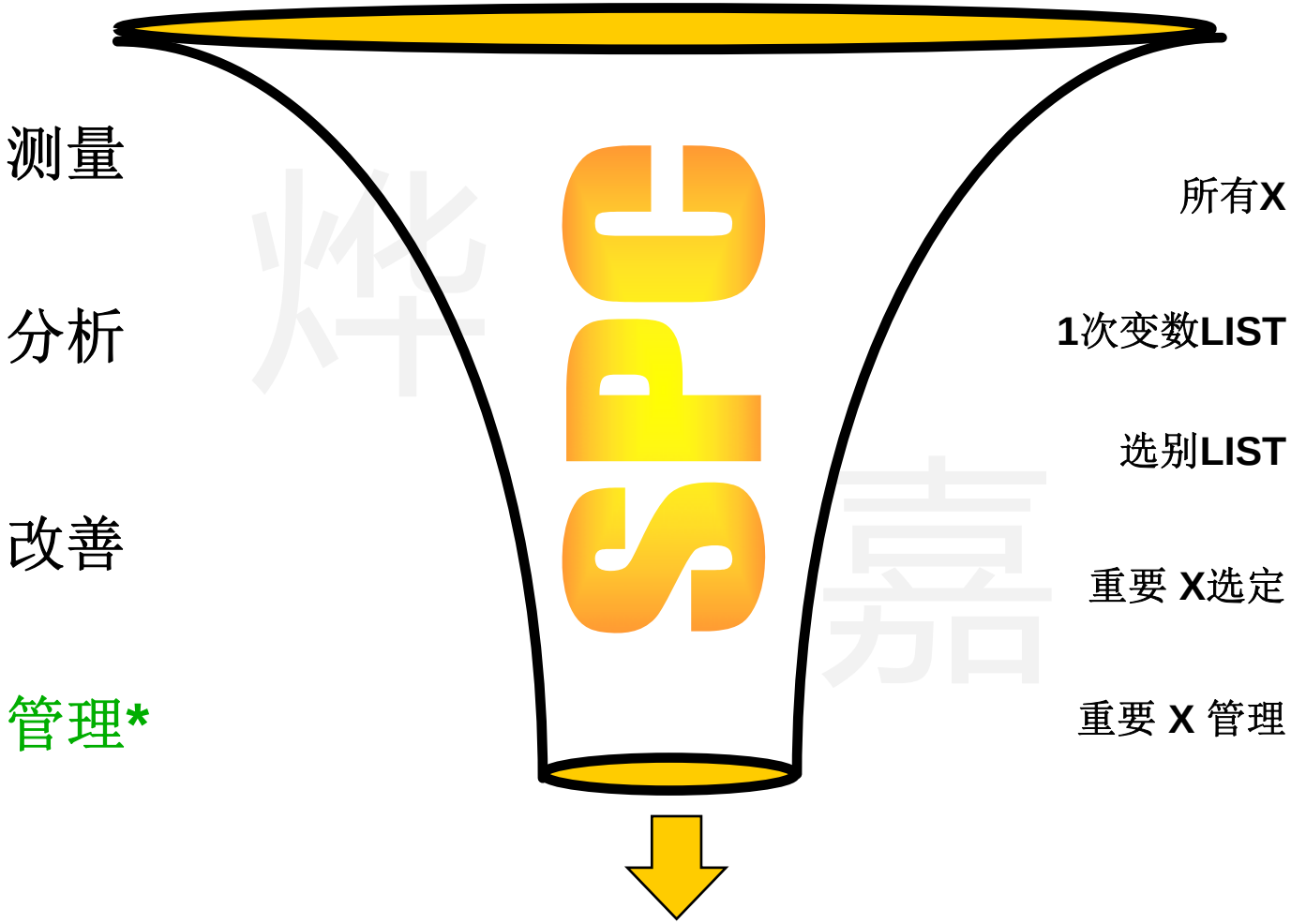
通过SPC诊断问题的症状.



Problem
Definition

漏斗效果 (Funneling Effect)

-SPC是控制图以外的工程测量,分析,改善的作用.



2. 控制图的类型

Types of Data

计数值 (Attribute Data)

- 是/不是
- 良好/不良
- 营业所1,2,3
- 交代组 1,2,3组
- 能数 (文件里的错别字, 选定的商品数等)

计量值 (Variable Data)

- 连续数据(小数点也用意义)
  - 时间 (秒)
  - 速度 (ft/min)
  - 长度 (inches)

计数值/计量值？

(1) 公司生产的每台洗衣机的RPM

(2) 一个班次生产的部品的平均RPM

(3) 拖板标签上的打印缺陷数

(4) 每份销售合同的打字错误数

(5) 月生产中脱离规格的部品数

(6) 月生产中脱离规格部品的%

(7) 汇总一个应收款所花费的时间

(8) 每生产100件部品中有缺陷部品的数量

控制图类型介绍

计量型控制图

Individual-X and Moving Range Chart

X-Bar / R Chart

计数型控制图

np-Chart

p-Chart

c-Chart

u-Chart

练习: 用哪种控制图?

(1) 公司生产的每台洗衣机的RPM

(2) 一个班次生产的部品的平均RPM

(3) 拖板标签上的打印缺陷数

(4) 每份销售合同的打字错误数

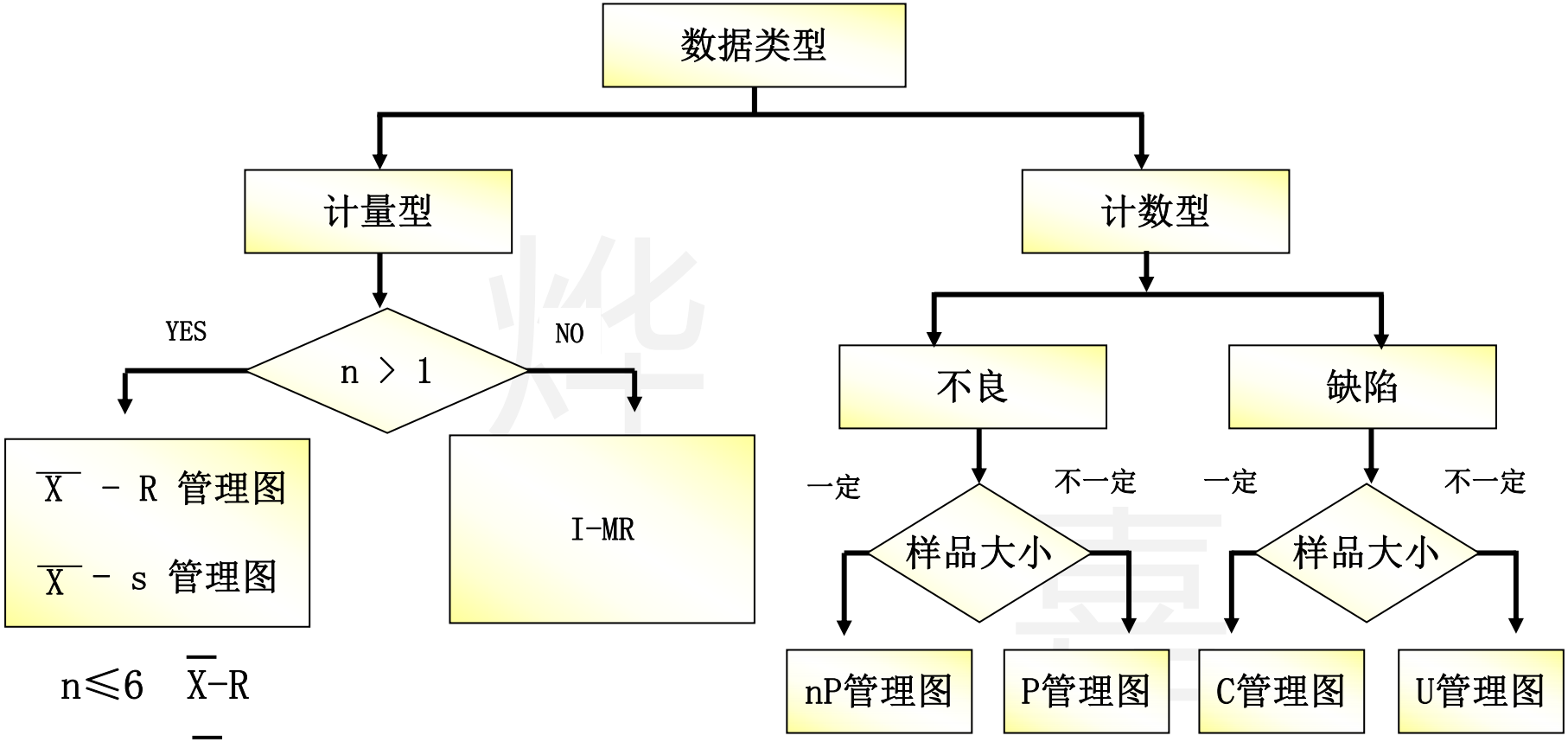
(5) 月生产中脱离规格的部品数

(6) 月生产中脱离规格部品的%

(7) 汇总一个应收款所花费的时间

(8) 每生产100件部品中有缺陷部品的数量

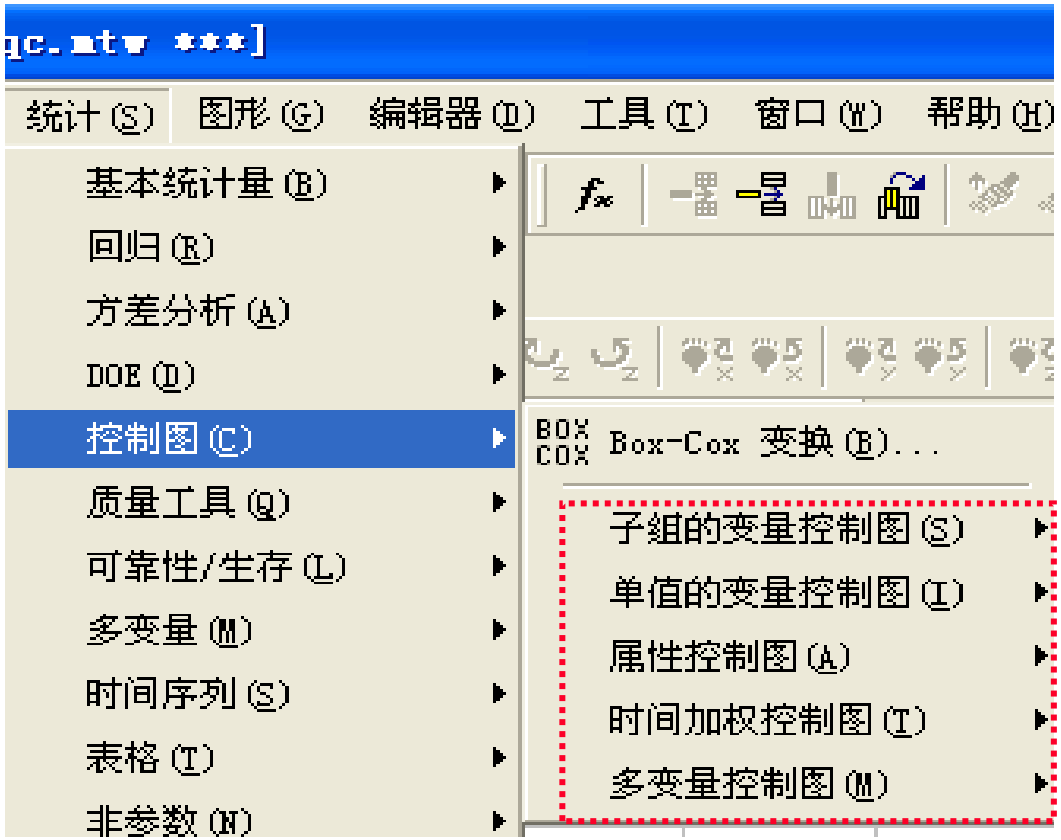
3. 控制图使用方法



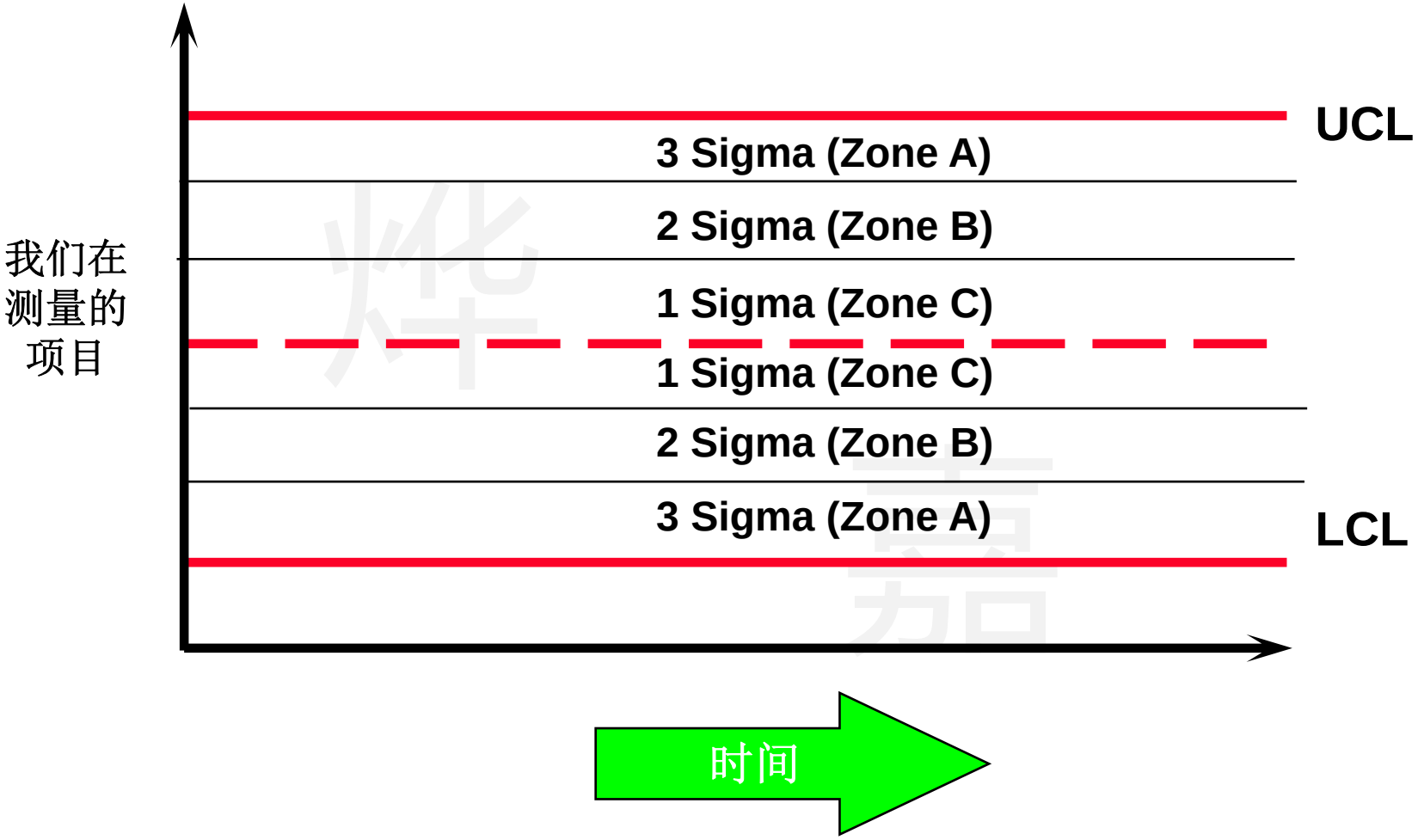
$n \leqslant 6$ $\overline{X}$-R

$n > 6$ $\overline{X}$-S

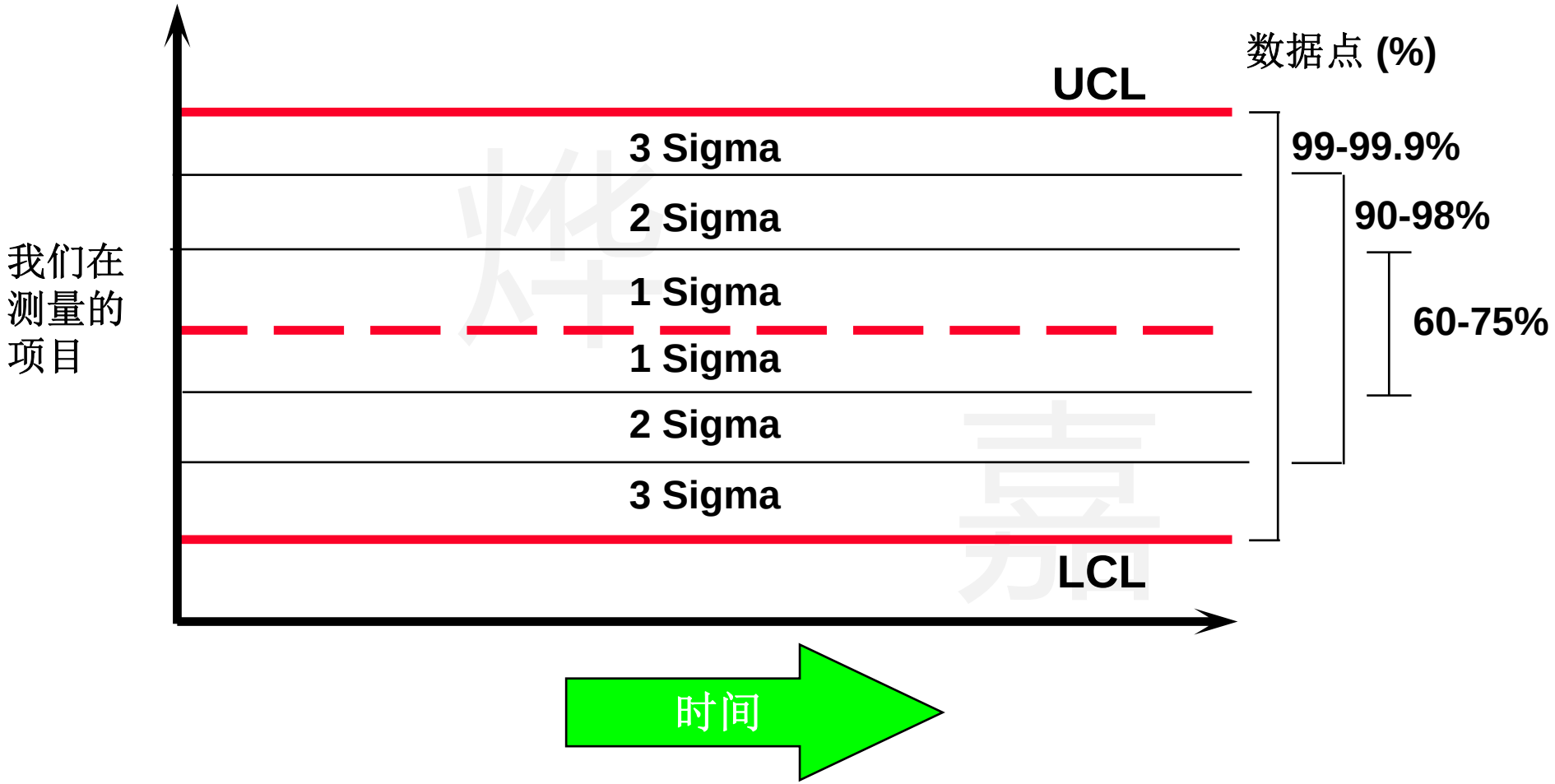
MINITAB控制图


qc.mtw ***]
统计(S)
图形(G)
编辑器(D)
工具(T)
窗口(W)
帮助(H)
基本统计量(B)
回归(R)
方差分析(A)
DOE(D)
控制图(C)
质量工具(Q)
可靠性/生存(L)
多变量(M)
时间序列(S)
表格(T)
非参数(N)
Box-Cox 变换(B)...
子组的变量控制图(S)
单值的变量控制图(I)
属性控制图(A)
时间加权控制图(T)
多变量控制图(M)

使用规则


我们在
测量的
项目
UCL
3 Sigma (Zone A)
2 Sigma (Zone B)
1 Sigma (Zone C)
1 Sigma (Zone C)
2 Sigma (Zone B)
3 Sigma (Zone A)
LCL
时间

标准偏差的规则

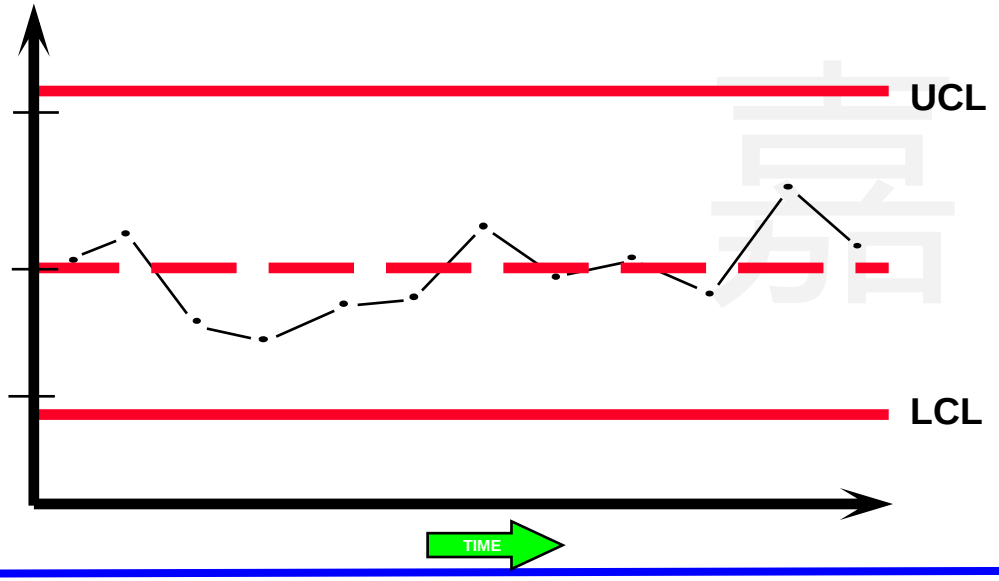

数据点 (%)
UCL
3 Sigma
2 Sigma
1 Sigma
1 Sigma
2 Sigma
3 Sigma
LCL
99-99.9%
90-98%
60-75%
我们在测量的项目
时间

UCL 和LCL vs. USL 和 LSL

管理上限 = **UCL**
管理下限 = **LCL**

规格上限 = **USL**
规格下限 = **LSL**

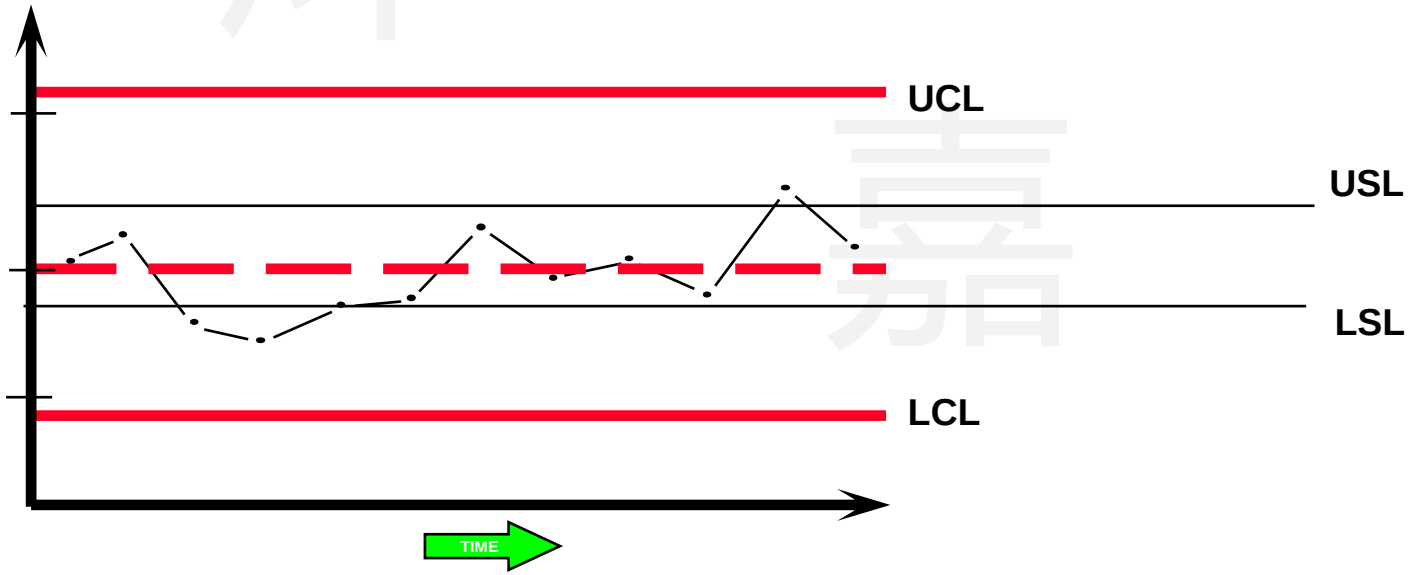
一个数据要处在管理上限或管理下限时是在制造不良吗?



管理上限 = **UCL**
管理下限 = **LCL**

规格上限 = **USL**
规格下限 = **LSL**

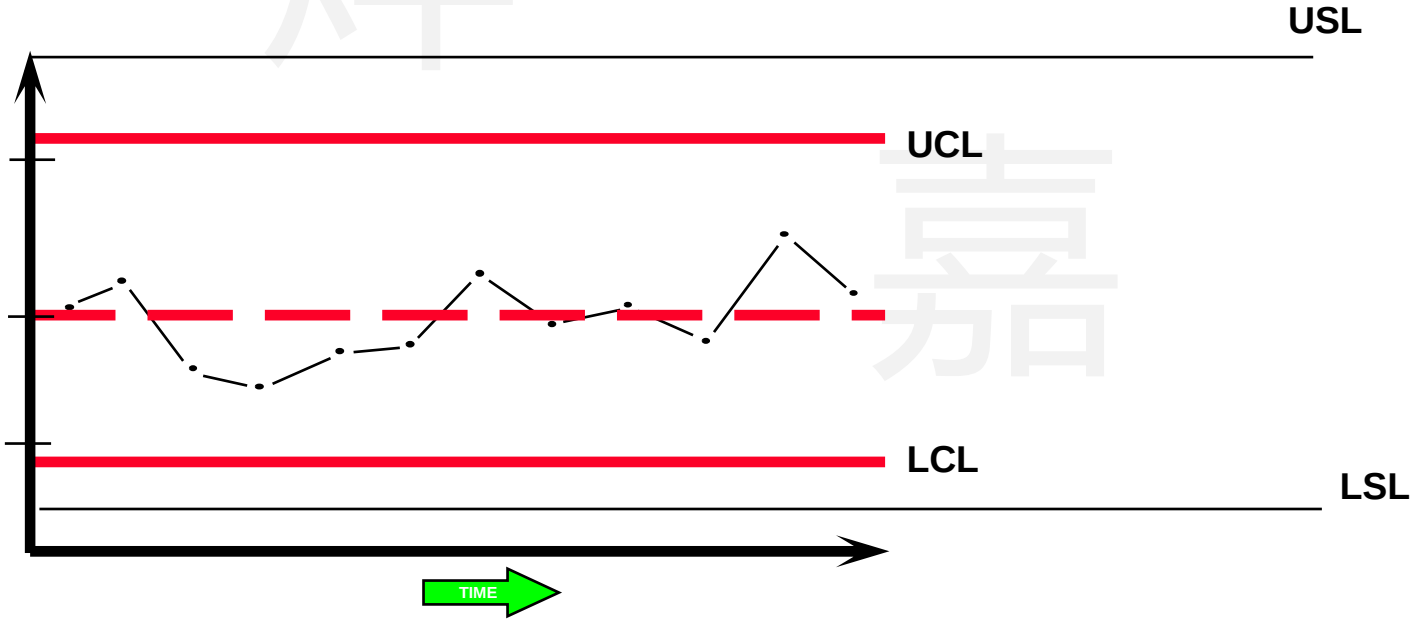
下列工程在制造不良吗?



管理上限 = **UCL**
管理下限 = **LCL**

规格上限 = **USL**
规格下限 = **LSL**

下列工程在制造不良吗?



4. 计量型控制图

❑ X bar - R 控制图

管理对象

工程抽取的试料的特性值为计量值数据时

例) 长度, 重量, 时间, 硬度, 拉长强度, 收率等

X bar 控制图(平均控制图)

观察平均的变化, 群间变动 (Between Sub - Group).

R 控制图 (散布, 范围控制图)

观察散布的变化, 群内变动(Within Sub - Group).

4. 计量型控制图

X bar – R 控制图

- 优点

  算法简单

  对工程变化很敏感

- 局限

  所研究的每个质量特性需要一个管理图

4. 计量型控制图

❑ X bar – R 控制图

建立步骤:

1) 收集数据

- 为子群定义合理的原则
- 选择子群大小
- 选择子群频率
- 建立图表然后记录原始数据
- 计算每个子群的X-bar 和R
- 定义管理图范围
- 画每个子群的X-bar 和R

4. 计量型控制图

❑ X bar – R 控制图

2) 计算 X, R 和 控制限

计算 R 和 X

$$R = \Sigma R_k \ / \text{子群数 } (k)$$

$$X = \Sigma X_k \ / \text{子群数 } (k)$$

计算控制限

$$UCL_R = D_4 R$$

$$LCL_R = D_3 R \ \ (0 \text{ if } n < 7)$$

$$UCL_X = X + A_2 R$$

$$LCL_X = X - A_2 R$$

为X和R 画控制限

4. 计量型控制图

❑ X bar – R 控制图

样品大小	A2	D3	D4
2	1.88	0	3.267
3	1.023	0	2.574
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.114
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.308	0.223	1.777

$\overline{X}$-R 控制图案例

某公司对一个关键尺寸进行监控，每小时抽一次样，每次连续抽样5件，如下表：

序号	测量值					序号	测量值				
	X1	X2	X3	X4	X5		X1	X2	X3	X4	X5
1	5.51	5.52	5.51	5.53	5.50	14	5.49	5.47	5.50	5.49	5.51
2	5.49	5.49	5.48	5.49	5.52	15	5.50	5.51	5.53	5.52	5.51
3	5.50	5.51	5.53	5.53	5.52	16	5.51	5.49	5.51	5.52	5.51
4	5.52	5.52	5.49	5.51	5.51	17	5.51	5.50	5.51	5.49	5.48
5	5.49	5.50	5.49	5.50	5.51	18	5.52	5.49	5.51	5.53	5.49
6	5.49	5.48	5.47	5.47	5.50	19	5.49	5.50	5.48	5.49	5.47
7	5.46	5.48	5.50	5.49	5.49	20	5.48	5.51	5.49	5.49	5.51
8	5.51	5.52	5.51	5.50	5.48	21	5.51	5.50	5.51	5.52	5.53
9	5.49	5.51	5.51	5.48	5.49	22	5.48	5.49	5.52	5.51	5.50
10	5.46	5.47	5.48	5.46	5.49	23	5.48	5.49	5.51	5.50	5.52
11	5.49	5.47	5.50	5.48	5.47	24	5.50	5.52	5.48	5.49	5.48
12	5.50	5.51	5.51	5.49	5.50	25	5.51	5.51	5.49	5.50	5.50
13	5.51	5.49	5.50	5.49	5.51						

❑ I-MR (Individuals and Moving Range) 控制图

- 制品或制造工程的特性上,只能得到一个制品时
- 生产速度过慢,很难形成两个以上制品的部分群
- 测定费用过高,非经济时
- 为进行工程的标准偏差管理,临界的两个数据间的范围
  => 称为移动范围(Moving Range).
- I-Chart上的一个点,每个数据都要打点
- MR-Chart上打点的是范围的连续值的差异

I-MR控制图案例

对某个制品的一个特性,对每个 Lot抽取1个进行测定，得出了如下结果。

请回答提问（规格上限：31.5　　规格下限：26.5）

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DATA	27	29	21	28	30	31	30	32	31	32	28	27	27	29	28

1. 应使用哪个控制图?
2. 如选择了恰当的控制图时，请求出中心值，管理上限，管理下限
3. 分析Pattern后，如果有异常原因时 请全部罗列出。

缺陷与不良品

- 缺陷 是与指定接受的标准相比较，不一致的各种项目
- 不良品 是与指定的标准相比较，有1个或多个不一致项目的制品

计数型控制图类型

- 缺陷性
  - **np** 画不合格个体的数
  - **p** 画不合格个体的百分数

- 缺陷
  - **c** 画缺陷数
  - **u** 画“每检查个体”的缺陷数

np-Chart

- 监视缺陷性项目最简单的方式
- 需要恒定的样品大小
- 画每个样品缺陷性项目数

- 中心线

$$\overline{np} = {np}/{k}$$

(np = 缺陷性数; k = 子群数)

- 管理下限(Control limit)

$$UCL_{np} = \overline{np} + 3\sqrt{\overline{np}(1 - p)}$$

$$LCL_{np} = \overline{np} - 3\sqrt{\overline{np}(1 - p)}$$

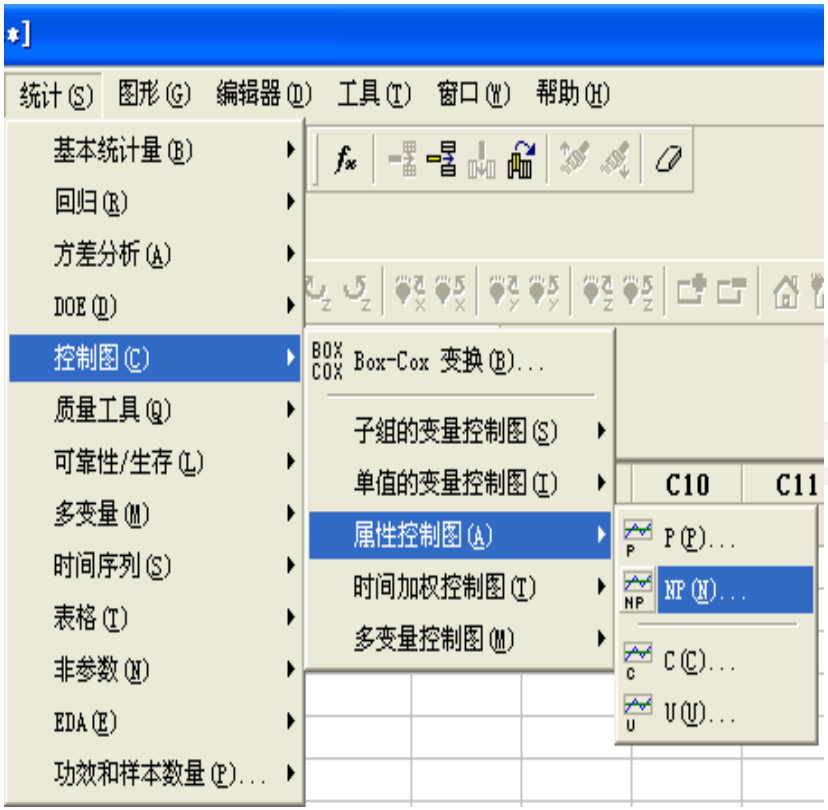
Minitab 例题 - np Charts 例题

- 假设我们有一套数据 (工作表 ***np Chart***)，描述一周的62批缺陷性工资支票数

每天缺陷性单位数

2 5 4 3 3 6 5 0 7 5 4 1 2 3 6 3 8 4 4 4 6 4 2 3 7

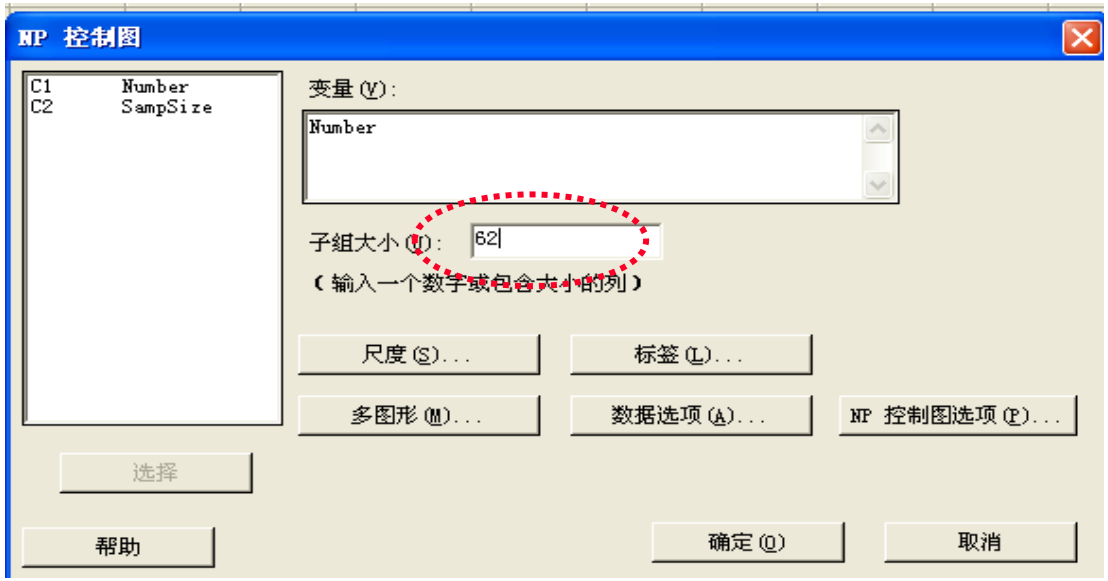
时间 →

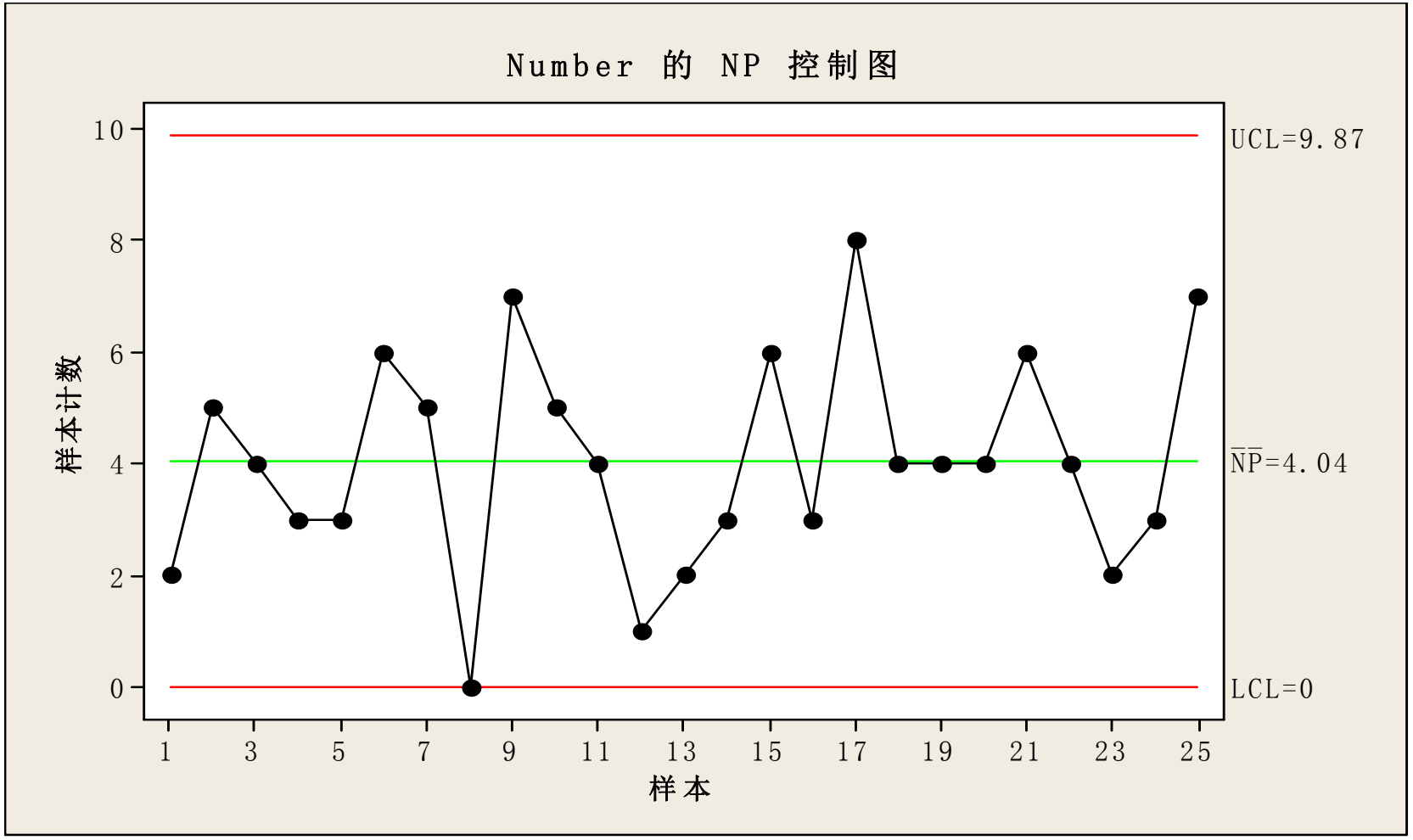


打开工作表 ： NP Chart

统计 > 控制图 > 属性控制图> NP控制图

变量：Number 子组大小：62





注意到控制限有那些特殊吗？

p Chart

- 作缺陷性图时使用
- 即可用于恒定的也可用于变化的样品大小
- 基于二项分布
- 既可以画分数式也可以画百分数式缺陷性

- 中心线

$$\bar{p} = np/n$$

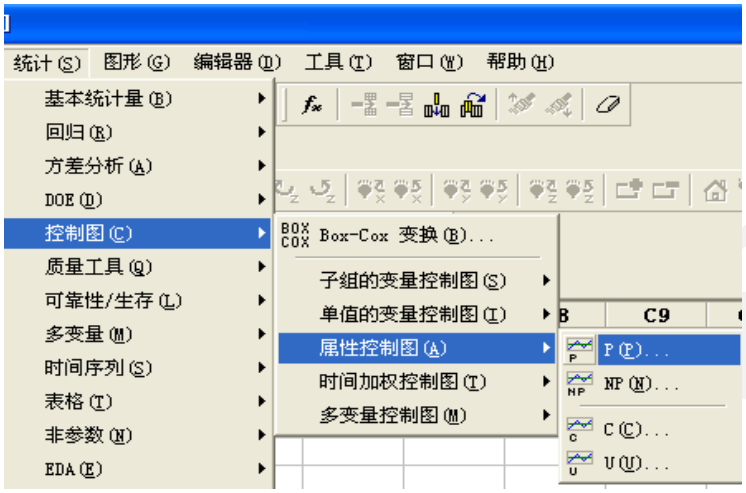
(np = 缺陷性数 n = 子群内样品大小)

- 控制限

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n} \qquad UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$$

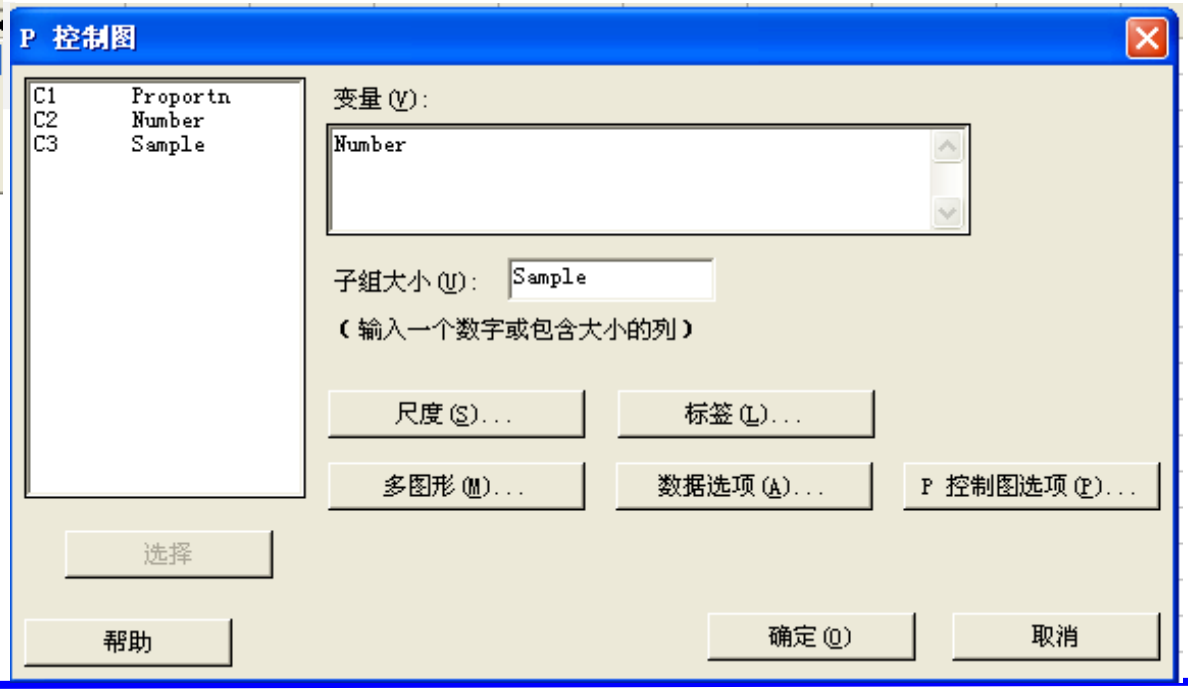
Minitab 练习 - p Charts 例题

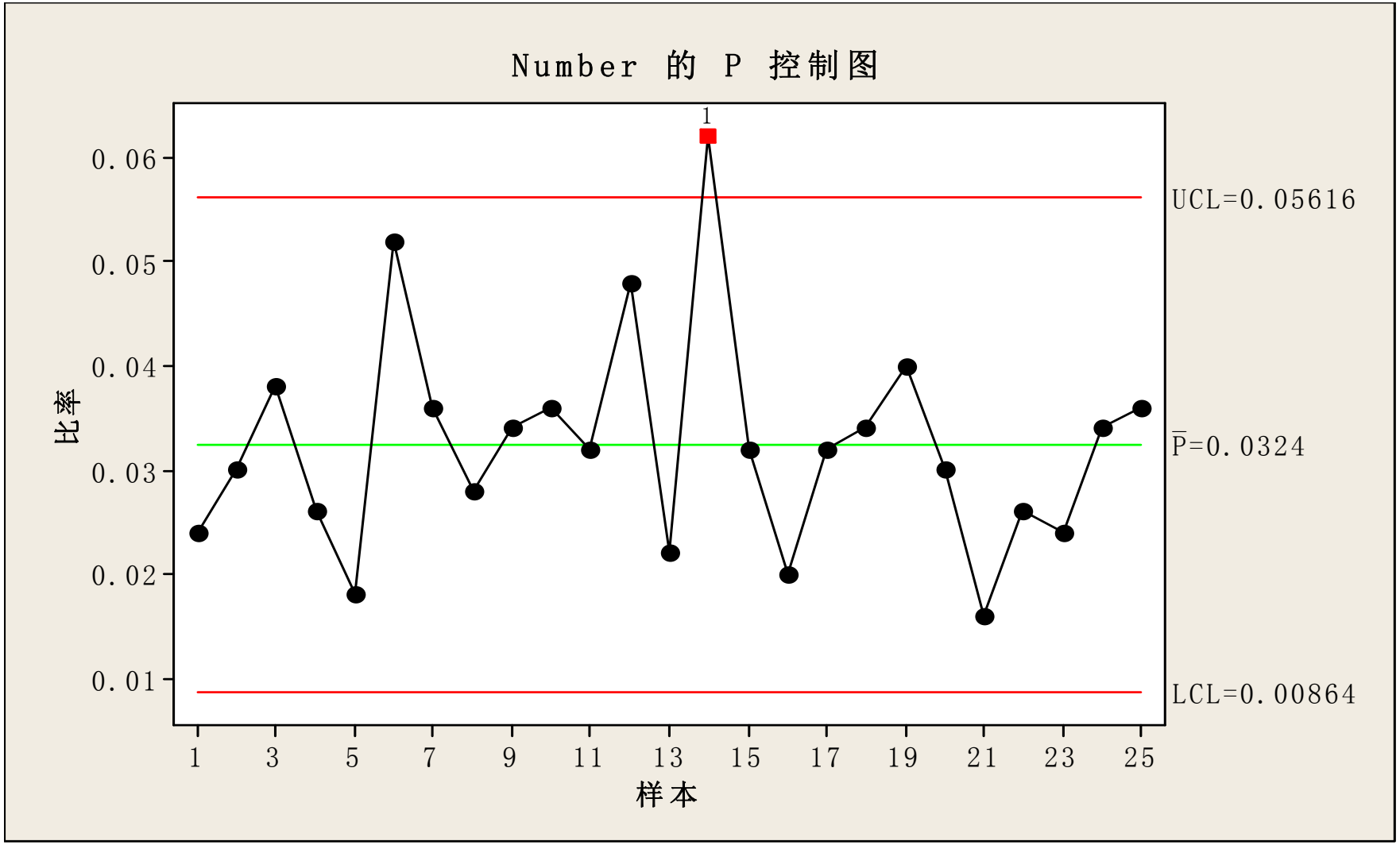
- 假设有这样的日控制图数据 (打开工作表 ***p-Chart***)



统计 > 控制图 > 属性控制图> P控制图

变量：Number　　子组大小：Sample




Number 的 P 控制图
1
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
比率
UCL=0.05616
P̄=0.0324
LCL=0.00864
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
样本

违反了那条规则？

c Control Chart

- 是监视缺陷的最简单的形式
- 基于泊松分布
- 需要恒定的样品大小
- 画每个样品每个检查个体的缺陷数

- 中心线

$$\bar{c} = c/k$$

(c = 缺陷数 ; k = 子群数)

- 控制限

$$LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \qquad UCL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

Minitab 例题 - c Charts 例题

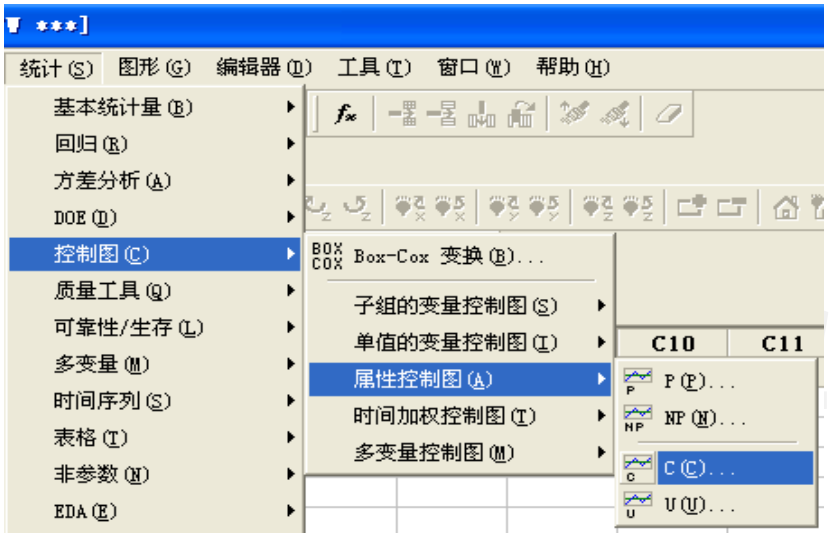
- 试想我们有一套数据 (工作表 ***C Chart***) 描述一个用视力检查每个运输批号的瓶子，批号的大小为**2000**个瓶子
- 此数据描述观察到的没有完全装满的瓶子数

没有完全装满的瓶子数

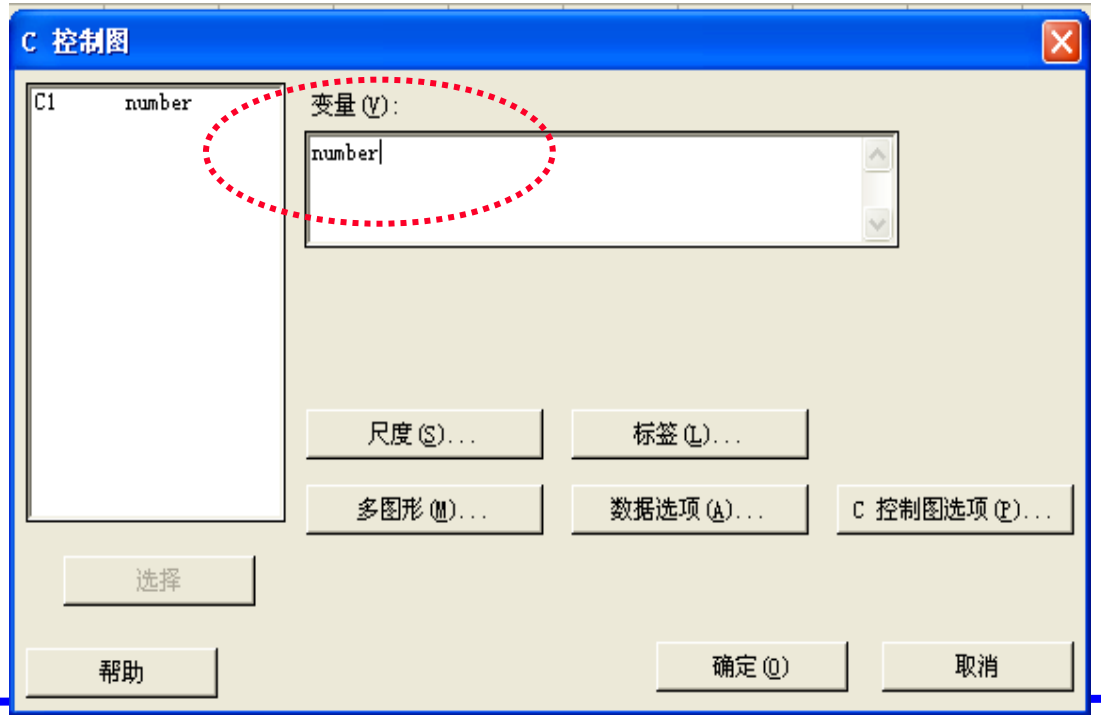
9 15 11 8 17 11 5 11 13 7 10 12 4 3 7 2 3 3 6 2 7 9 1 5 8

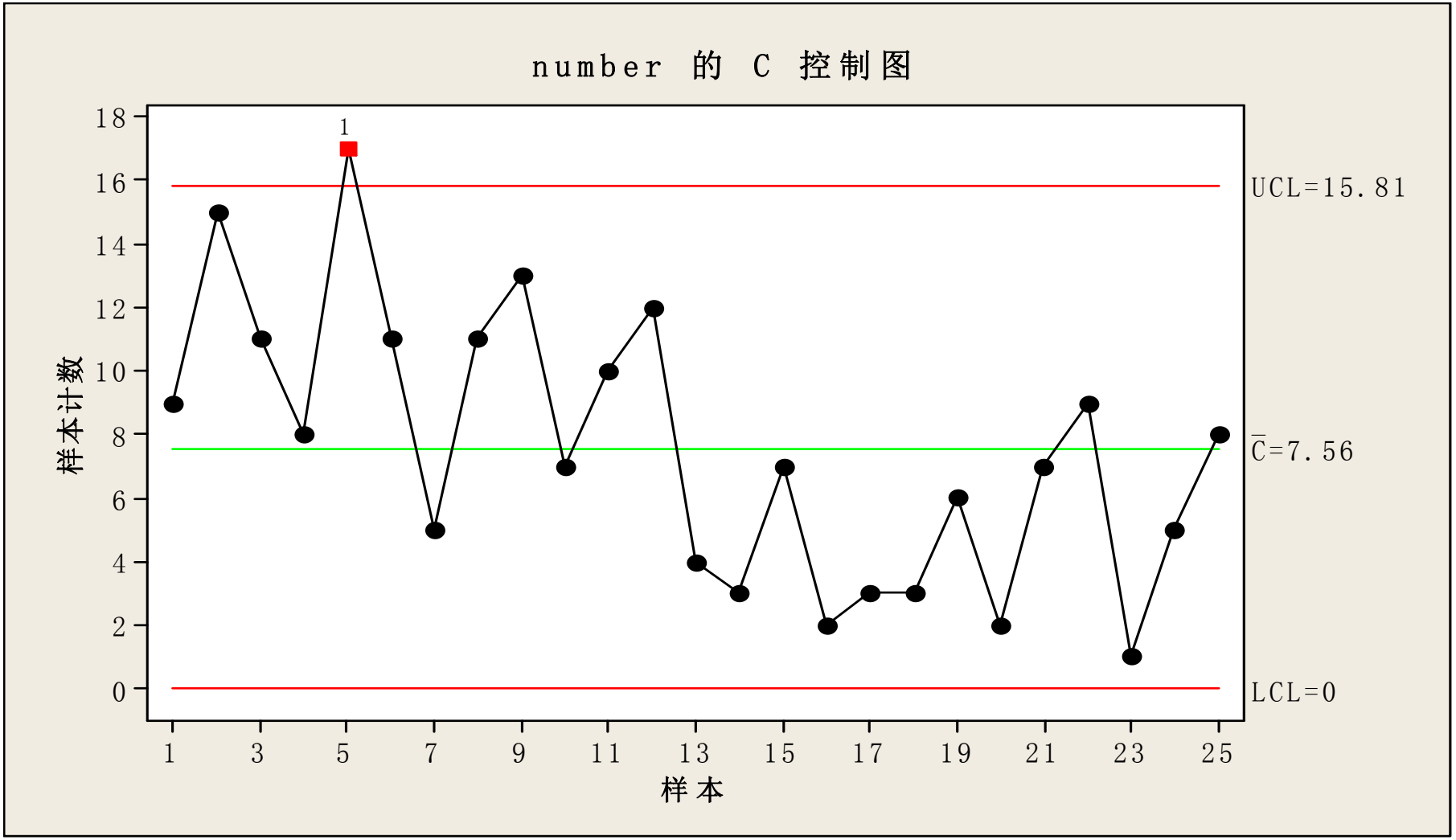
时间 →

- 动起手来，打开工作表 ***C-Chart***)



统计 > 控制图 > 属性控制图> C控制图
变量：Number





关于工程，控制图告诉我们了什么？

u-Chart

- 用来监视 缺陷
- 既可用于恒定也可用于变化的样品大小

- 中心线

$$\bar{u} = c/n$$

(c = 缺陷数 ； n = 群内样品大小)

- 控制限

$$LCL_u = \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}/n} \qquad UCL_u = \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}/n}$$

Minitab 例题 - u Chart 例题

- 假设我们有一套数据 (工作表 ***u Chart***) 描述在运输码头进行的检查

- 每天为检查损坏情况取样**8**个单位

在所有的**8**个单位发现的缺陷数

8 17 18 15 23 9 19 6 14 17 13 15 16 22

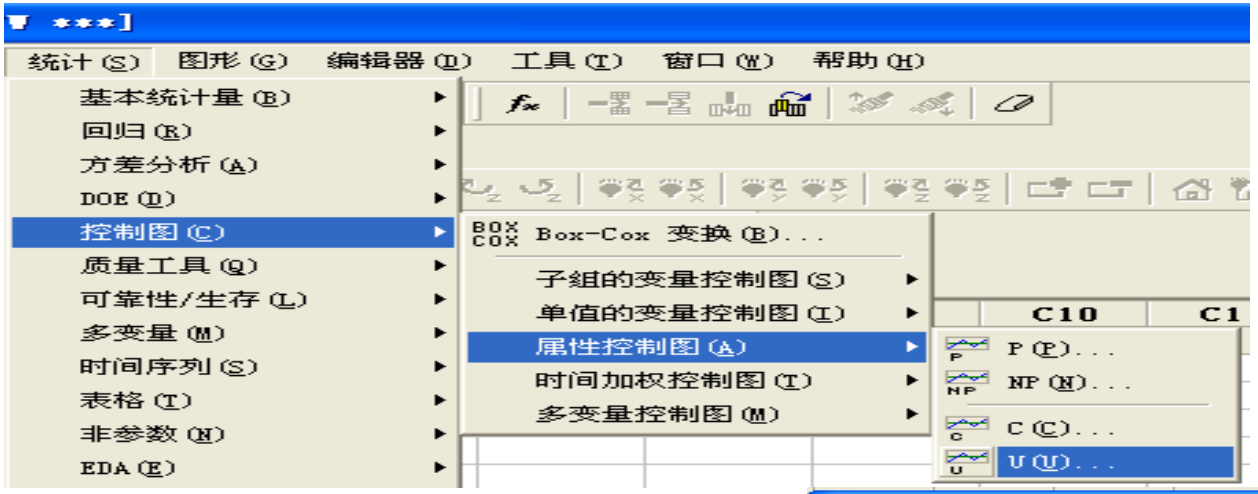
缺陷比例

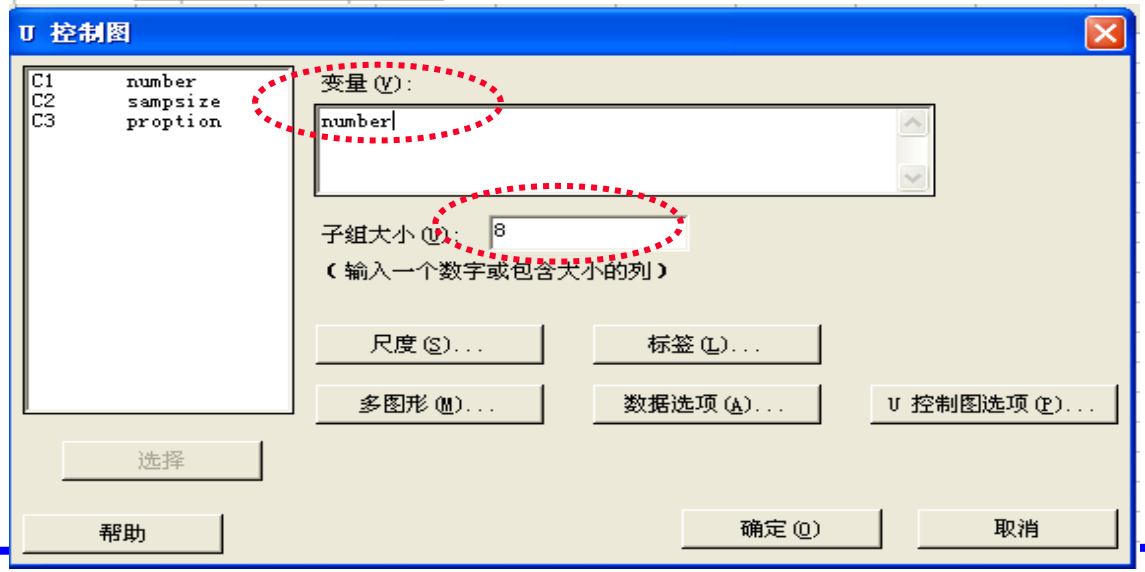
1.0 2.1 2.3 1.9 2.9 1.1 2.4 .8 1.8 2.1 1.6 1.9 2 2.8

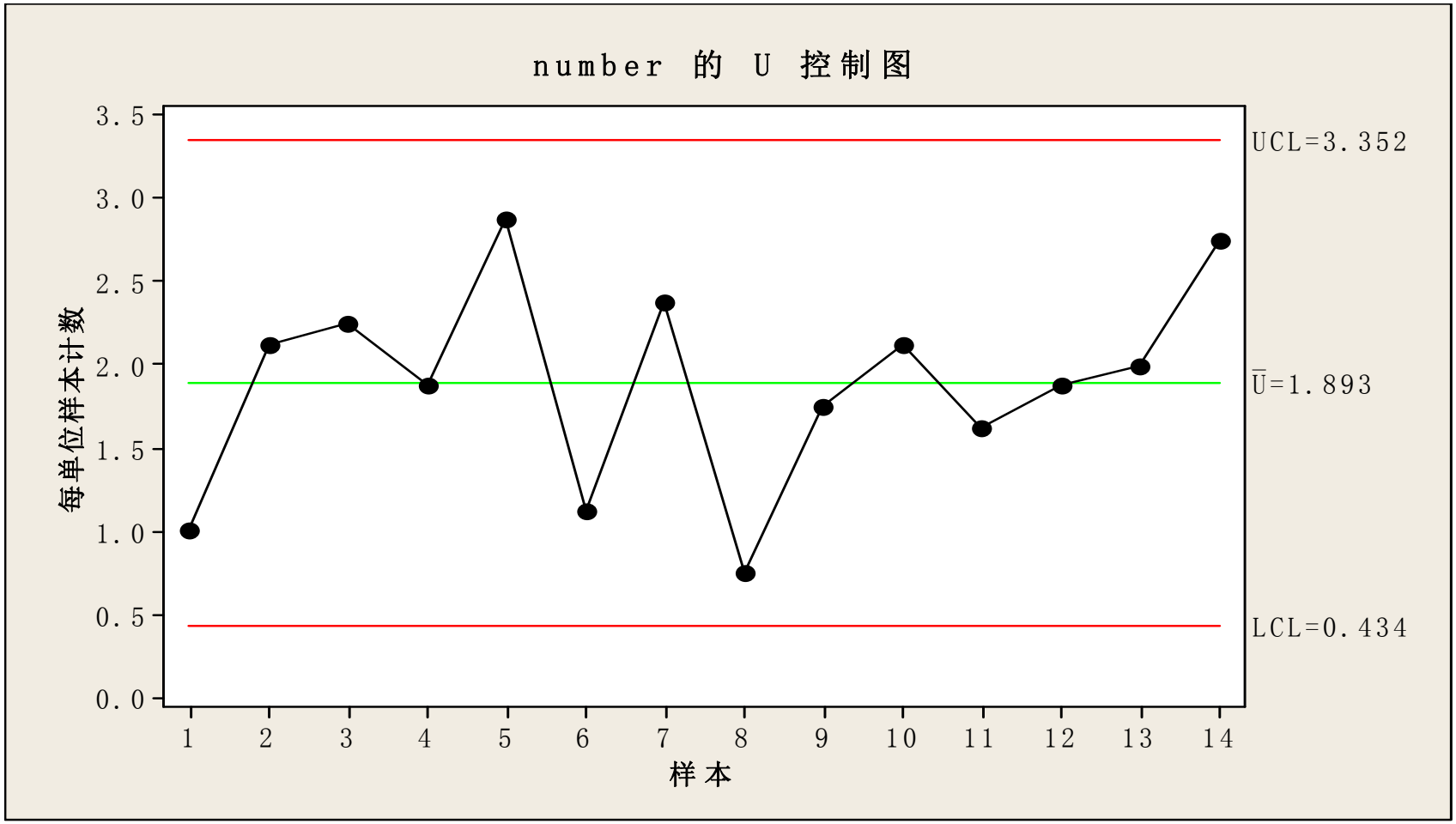
时间 →

统计 > 控制图 > 属性控制图> u控制图

变量：Number　　子组大小：8







关于工程,控制图告诉了我们什么？

六西格玛绿带培训课程

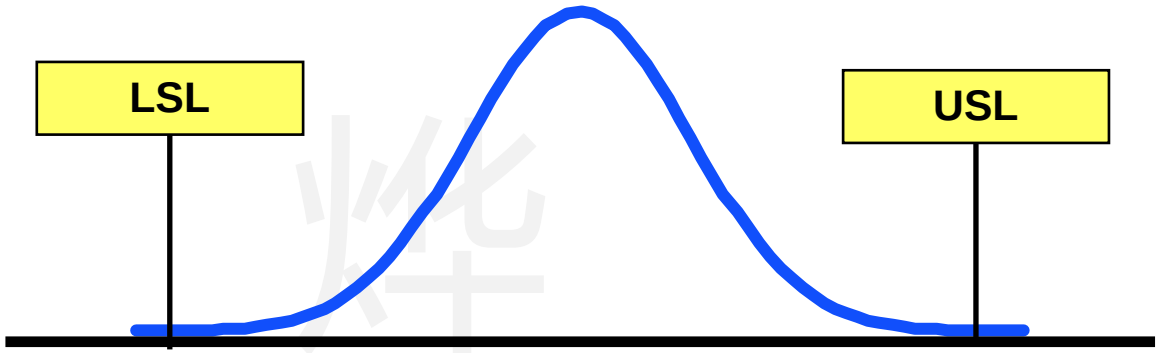
— 流程能力分析

目　录

- 流程能力介绍
- 计数型流程能力
- 计量型流程能力
- 流程能力指数
- 短期/长期流程能力分析
- 流程能力练习

1. 流程能力是 ？

- 流程在管理状态时所表现出的产品或服务的品质变动程度



当我们继续收集该流程的数据时，我们会有如下疑问：

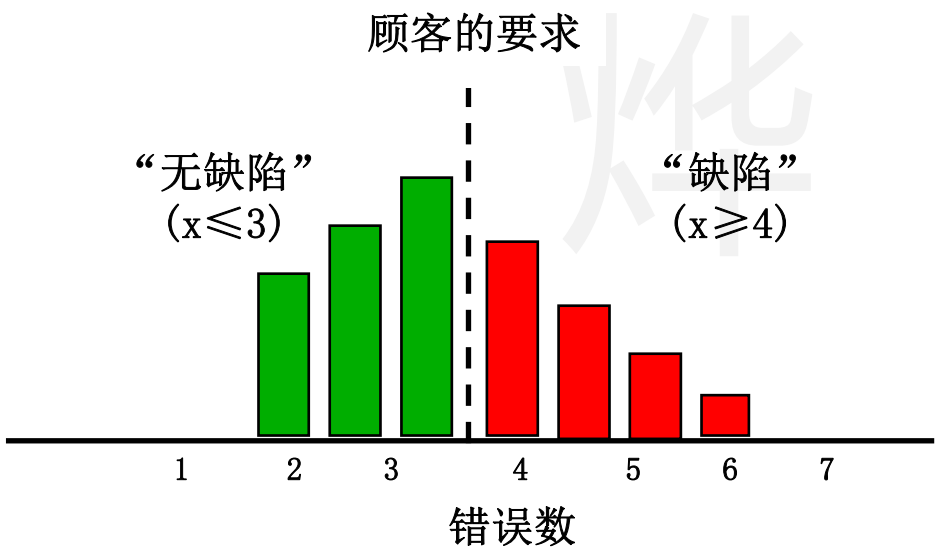
“这个流程有能力不产生不良吗?”

要求数据收集分析.

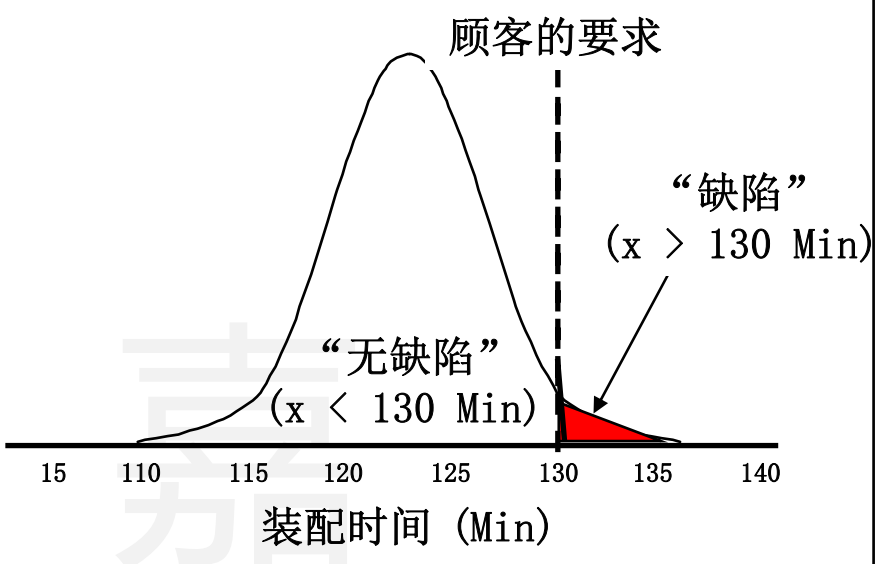
“流程能力研究”

数据分类

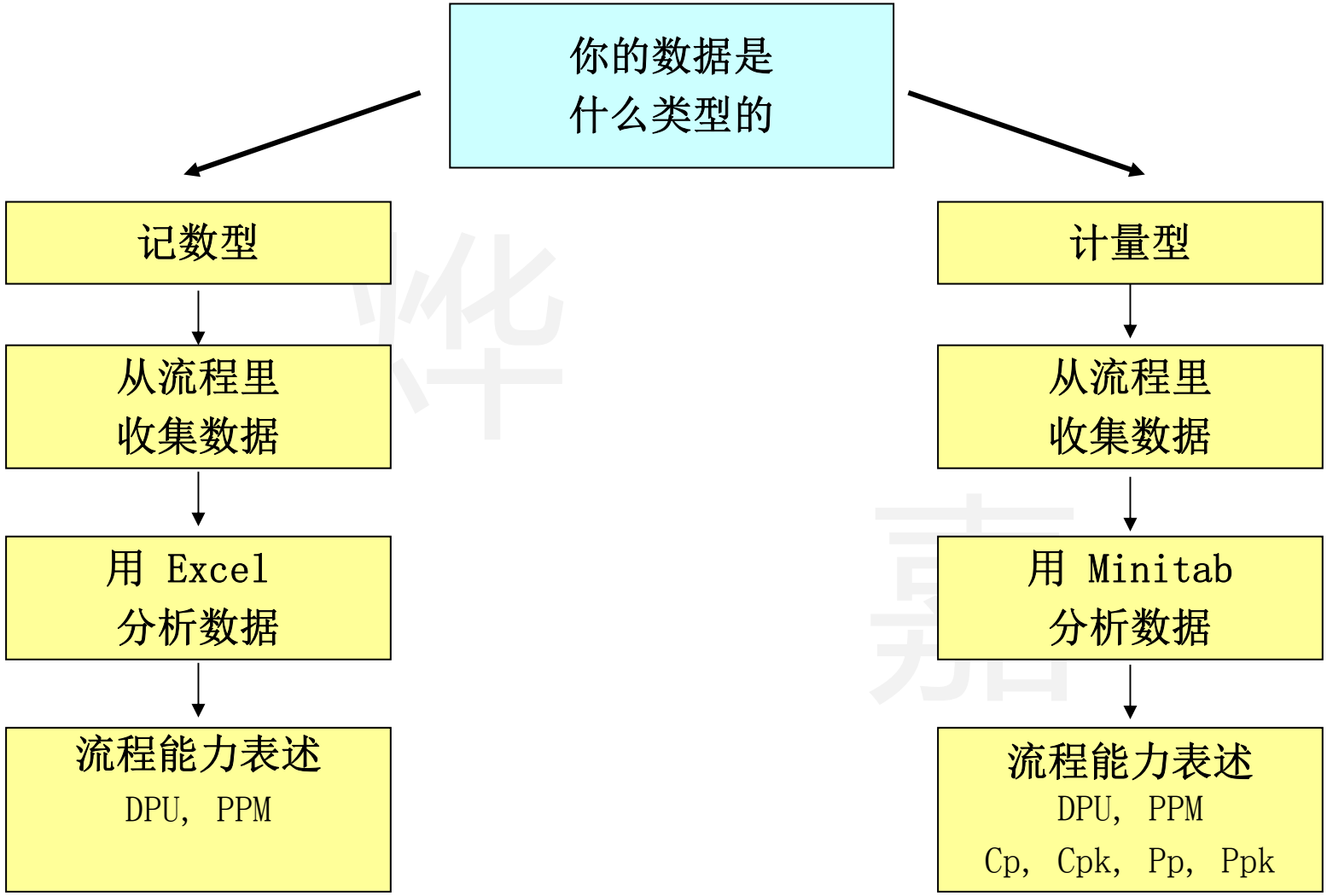
记数型


顾客的要求
“无缺陷”
(x≤3)
“缺陷”
(x≥4)
1
2
3
4
5
6
7
错误数

计量型


顾客的要求
“缺陷”
(x > 130 Min)
“无缺陷”
(x < 130 Min)
15
110
115
120
125
130
135
140
装配时间 (Min)

流程能力研究路径


你的数据是
什么类型的
记数型
从流程里
收集数据
用 Excel
分析数据
流程能力表述
DPU, PPM
计量型
从流程里
收集数据
用 Minitab
分析数据
流程能力表述
DPU, PPM
Cp, Cpk, Pp, Ppk

2. 计数型流程能力

计算单位产品缺陷数(DPU)：

$$\mathrm{DPU} = \frac{\text{缺陷总数}}{\text{生产的产品总数}}$$

Defects per unit

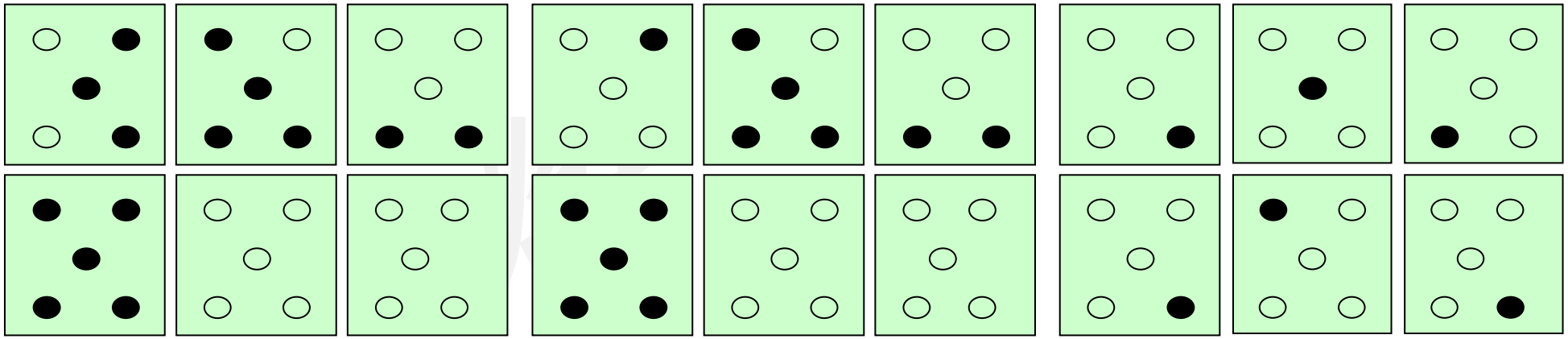
计算每百万机会的缺陷数(DPMO)：

$$\mathrm{DPMO} = \frac{\text{单位产品缺陷数}}{\text{机会 / 单位产品}} x1{,}000{,}000$$

Defects per million Opportunities

2. 计数型流程能力

指标比较 DPMO与DPPM



Day 1 第一天　　Day 2 第二天　　Day 3 第三天

○ 表示出现缺陷的机会　　● 表示出现的缺陷

PPM: Parts per million -百万分之几,即每百万个产品中的不合格品数

Dppm: Defective parts per million -百万分之不良率

2. 计数型流程能力

记数型 Sigma 计算器

研究的对象:	清洁器
产品数	10
缺陷机会 / 单位产品	10
缺陷数	4
DPU	0.4
DPMO	40000
SIGMA (包括移动)	3.25

Attribute Sigma Calculator.XLS

或=normsinv(1- 40000/1000000)+1.5

记数型练习： 制造部门

DPU, DPMO, 和 Sigma 是多少?

- #1 不良的洗衣机
  - 工厂刚生产完一批共40,000台洗衣机,其中发现100台洗衣机有缺陷。

DPU = 0.0025 DPMO = 2500 Sigma = 4.31

- #2 不良性批号

在3月份,有12,412台A型电机被组装到干燥机中,每台电机有3个被正确制造的机会(分别是功率、振动和总重)。在本月中,发现了200个不良发生。

DPU = 0.0161 DPMO = 5371 Sigma = 4.05

- #3 不良性批量
  - 工厂刚生产出一批共400台冰箱（每台冰箱有134个部件）。在生产中,发现了12,312个不良（错组装或损坏）部件。

DPU = 30.078 DPMO = 229,701 Sigma = 2.24

记数型练习：非制造部门

- #1 有缺陷的购买定单
  - 在3月中,共有764份购买定单交付,其中321份有缺陷。

    DPU = 0.4202 DPMO = 420,157 Sigma = 1.70

- #2 迟到的出货
  - 在2000年,共出货42,100 批更换部件,其中有4,100批晚到

    DPU = 0.0974 DPMO = 97,387 Sigma = 2.80

- #3 不正确购买单据
  - 在3月份,交付了764份购买单据,每份单据要填8处信息,共发现1234处不正确信息。

    DPU = 1.615 DPMO = 201,897 Sigma = 2.33

3. 计量型流程能力

Z-变换

- 一般形式:

$$Z = \frac{(x - \bar{x})}{\sigma}$$

- 这个变换产生的值来自一个平均值=0 和σ= 1的分布 。这个值以标准偏差为单位显示了原来的数值离平均值有多远。
  - 例如，如果 Z = 2，说明问题中的数值偏离平均值2个标准偏差
- 用这种方法，我们能在那个产品的输出平均值和σ的基础上计算产品脱离规格的比例。

Z-变换示例

请看下面的150个熔化指数的测量值

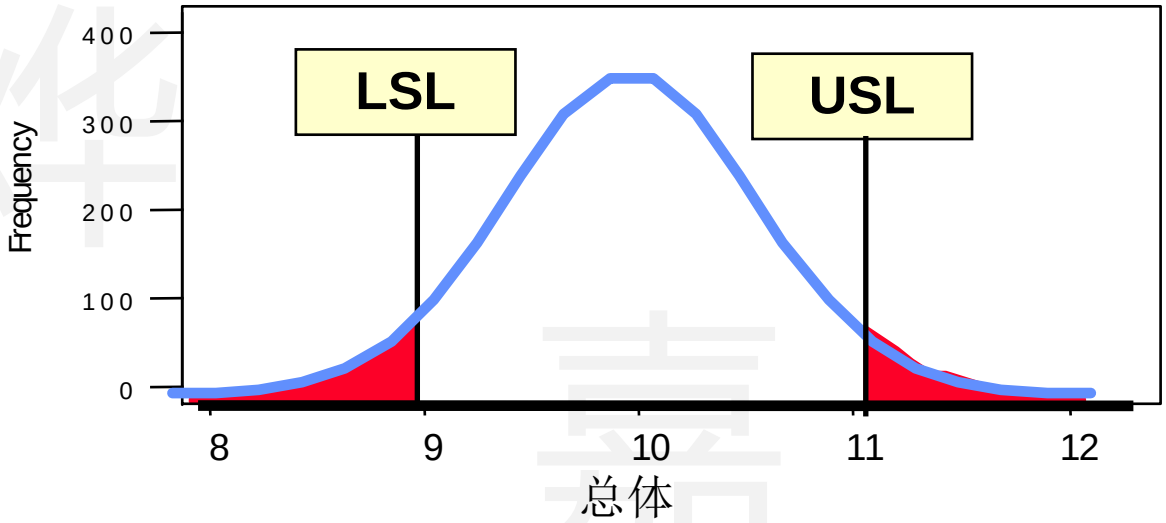
平均值 = 10

σ = 0.5

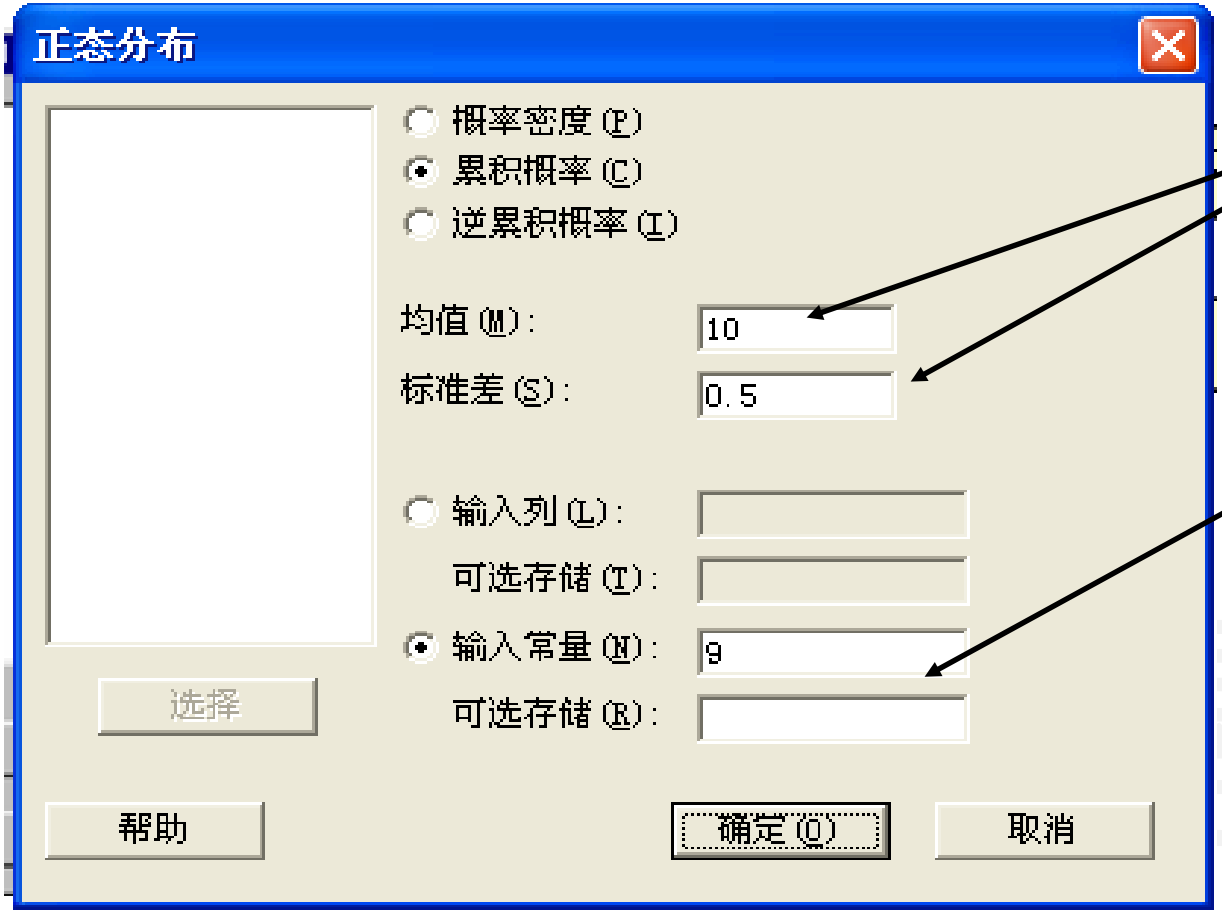
假设:

LSL = 9

USL = 11



问题: 本分布脱离规格的百分比约是多少?



平均值和 **Sigma**

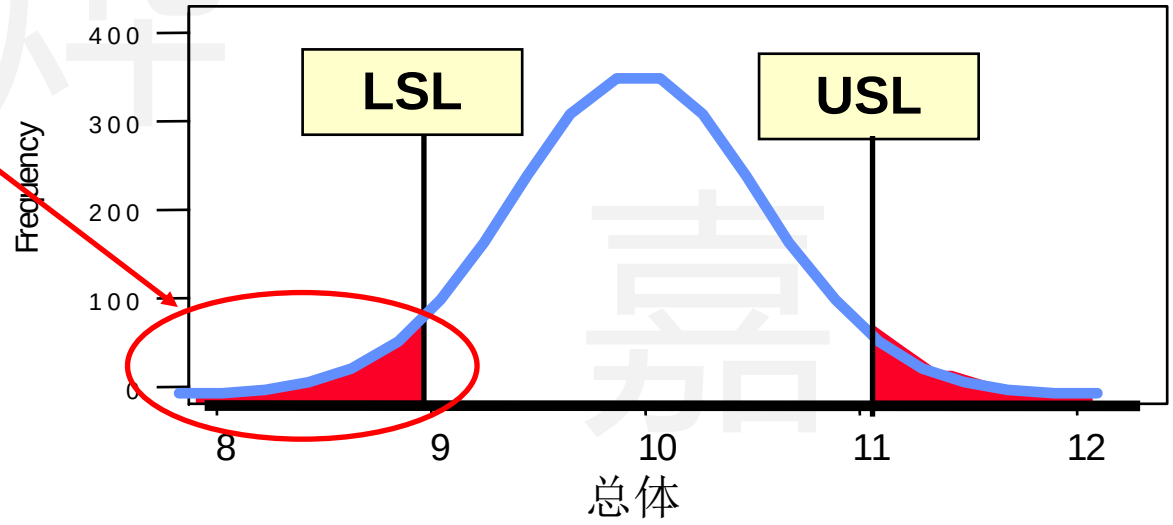
规格下限

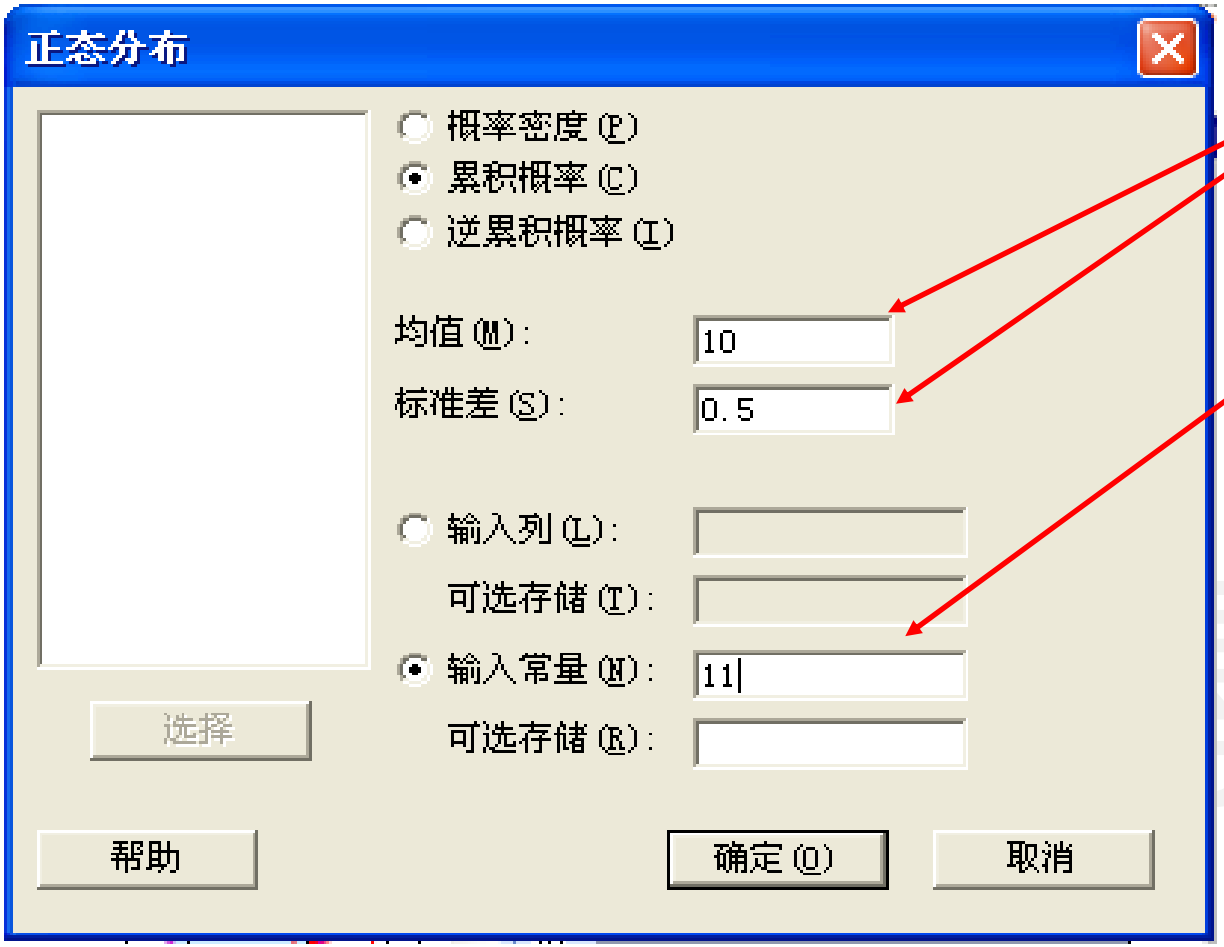
累积分布函数

正态分布，平均值 = 10 和标准差 = 0.5

x	P(X <= x)
9	0.0227501

LSL





平均值和 **Sigma**

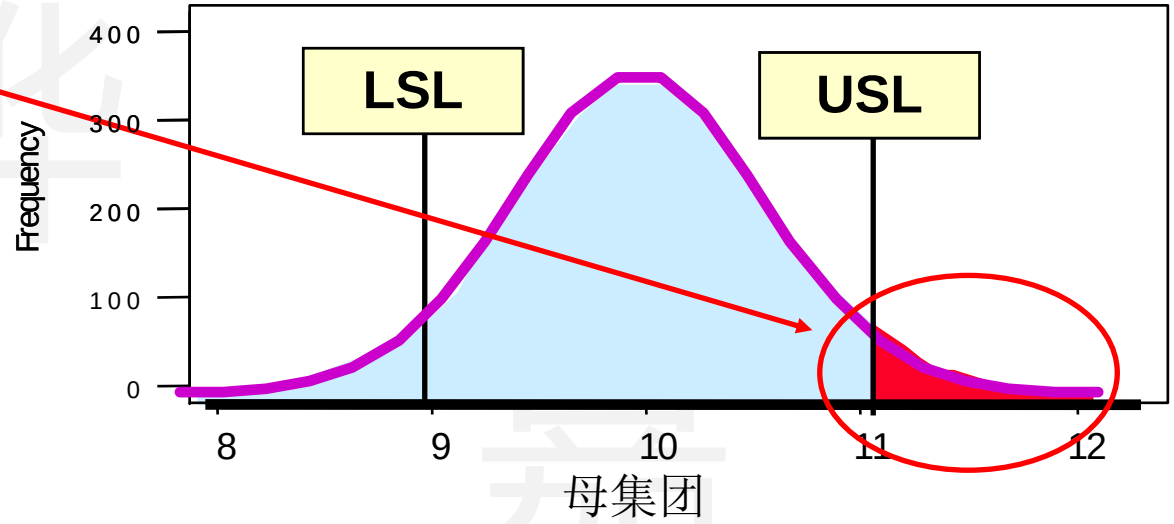
规格上限

累积分布函数

正态分布，平均值 = 10 和标准差 = 0.5

x	P(X <= x)
11	0.977250

USL



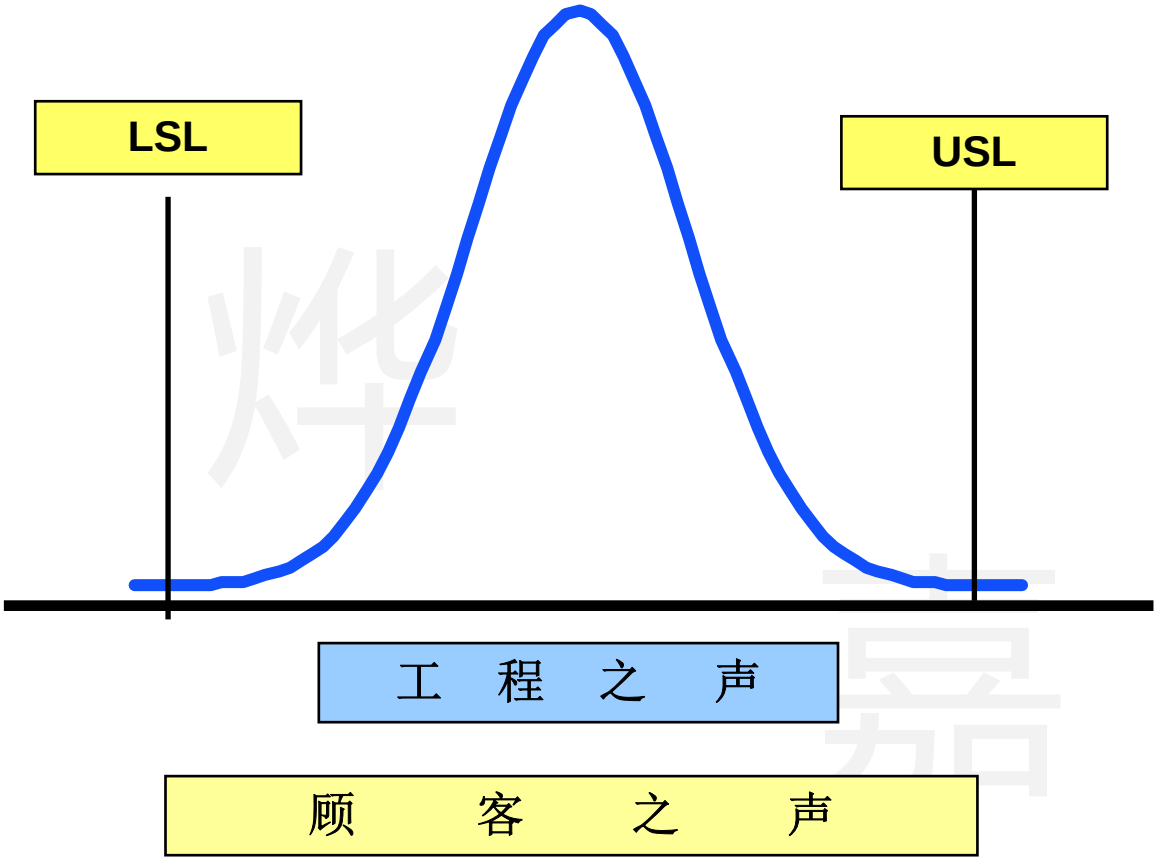
1- .9772 = .0228

规格限外部的比例可使用 Minitab 来计算

$$\Pr(x \le 9) + \Pr(x \ge 11) = \Pr(Z \le -2.00) + \Pr(Z \ge 2.00)$$

$$= 2.28\% + 2.28\% \cong 4.56\%$$

4. 流程能力指数



统计学为测量流程能力发展了2个关键的方法

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$C_{pk} = Min\left(\frac{\overline{X} - LSL}{3\sigma}, \frac{USL - \overline{X}}{3\sigma} \right)$$

流程能力指数(Cp)

$$C_p = \frac{\text{顾客的声音}}{\text{流程的声音}}$$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$C_p = \frac{\text{总公差}}{\text{流程的散布程度 (散布)}}$$

流程能力指数-Cpk

$$C_{pk} = \mathrm{Min}\left(\frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma}, \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \right)$$

$$C_{pL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \qquad C_{pU} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}$$

- 为了反映流程 Shift

5. 流程能力分析

- 短期/长期数据

短期数据	长期数据
– 只存在偶然原因的影响 – 在狭窄的推论空间里收集 –在一个轮班里 –使用一台机器 –使用一名作业者 –一个批量的原材料 – 只有极少数流程有可能提供真正的短期样本	-不只是偶然原因存在，异常原因也存在 -在广泛的推论空间里收集 -几个倒班内 -使用多台机器 -多名作业者 -多个批量的原材料 -从大部分流程中收集的数据都是长期的

- 比较从短期和长期的数据进行流程散布的估计

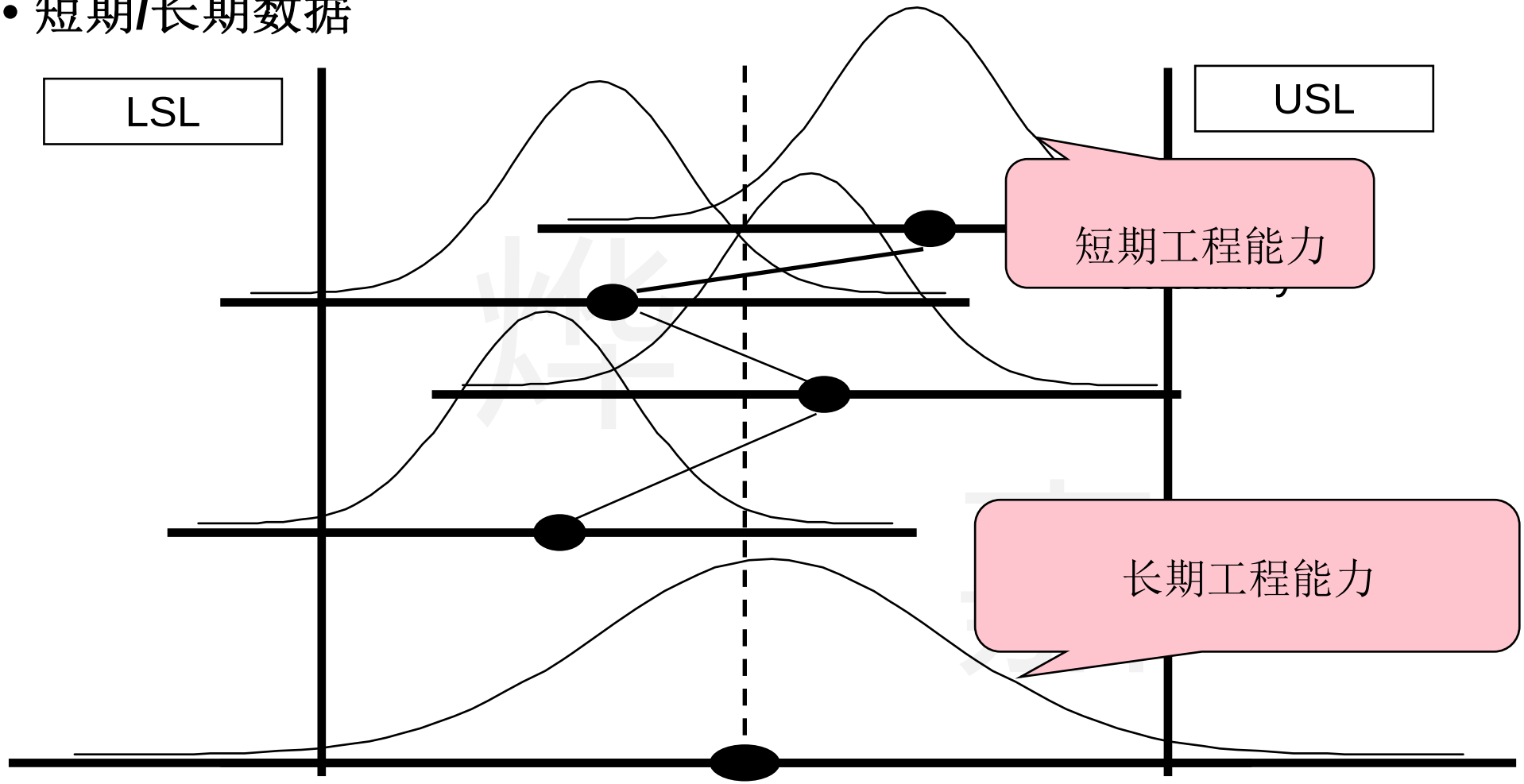
Descriptive Statistics

变数	个数	平均	中央值	标准偏差
短期	30	**-0.069**	-0.034	**1.108**
长期	180	**0.014**	0.235	**3.064**

短期数据和长期数据有什么差异？

这给流程能力研究提供了什么提示?

- 短期/长期数据

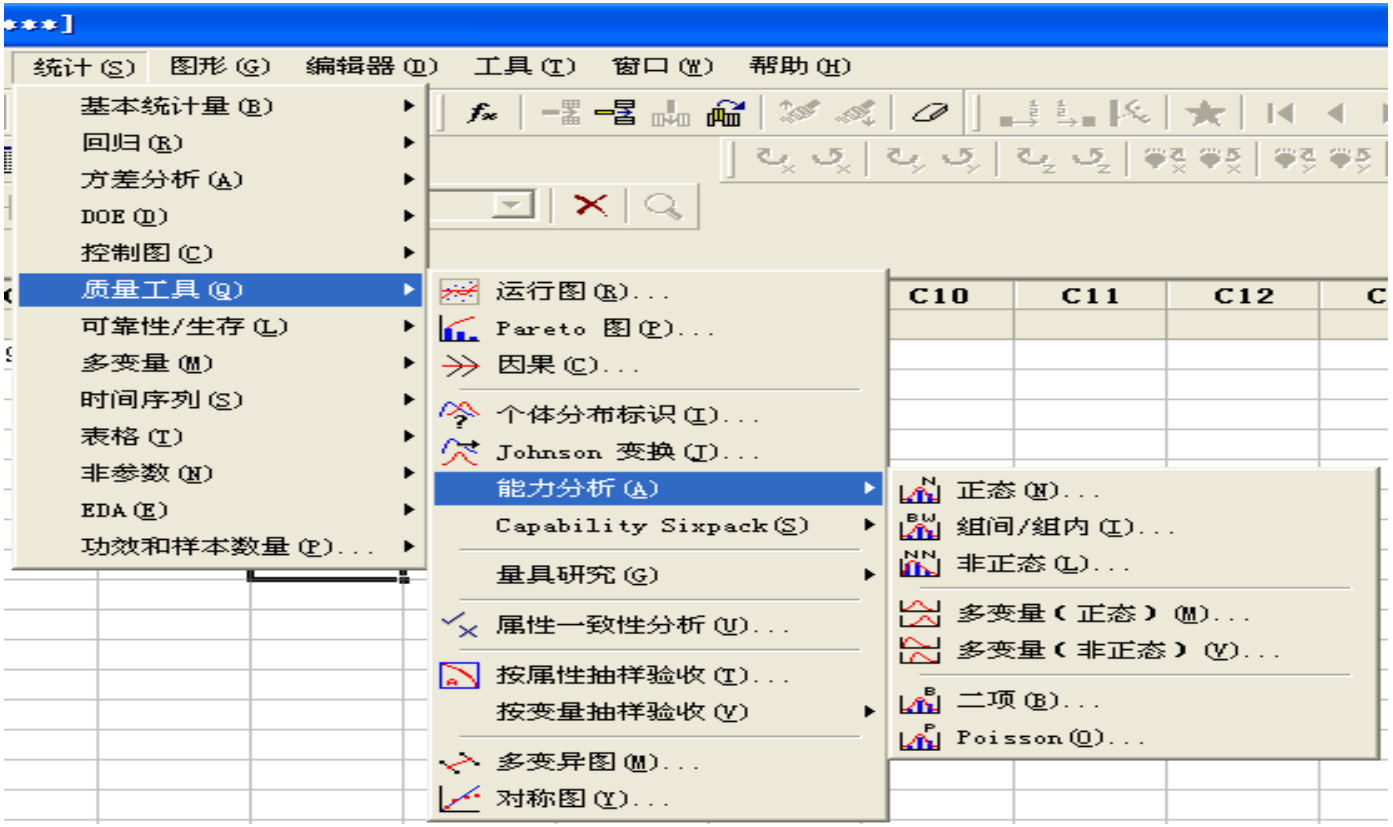


在时间上，工程趋向于大约1.5σ 的漂移

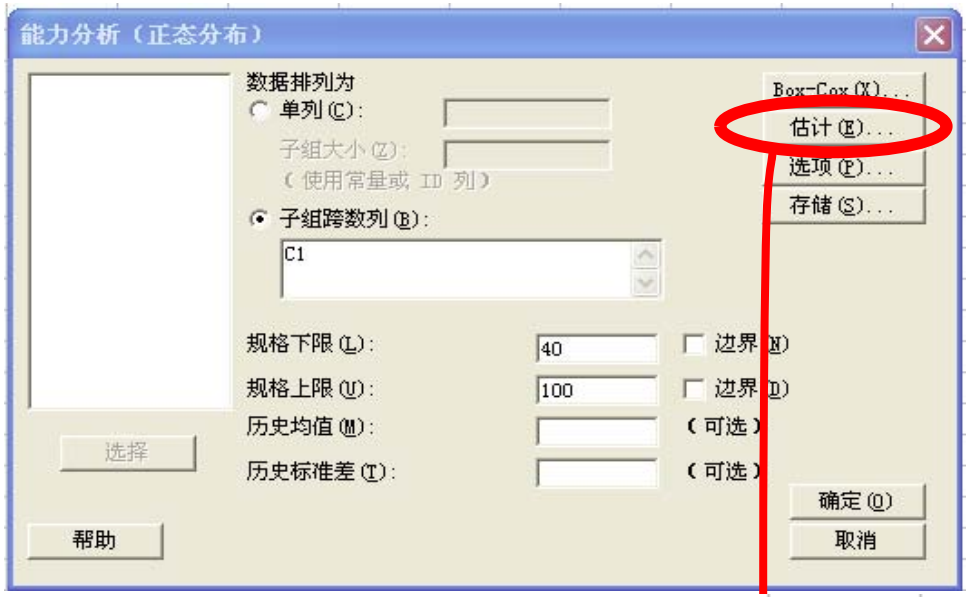
MINITAB流程能力分析

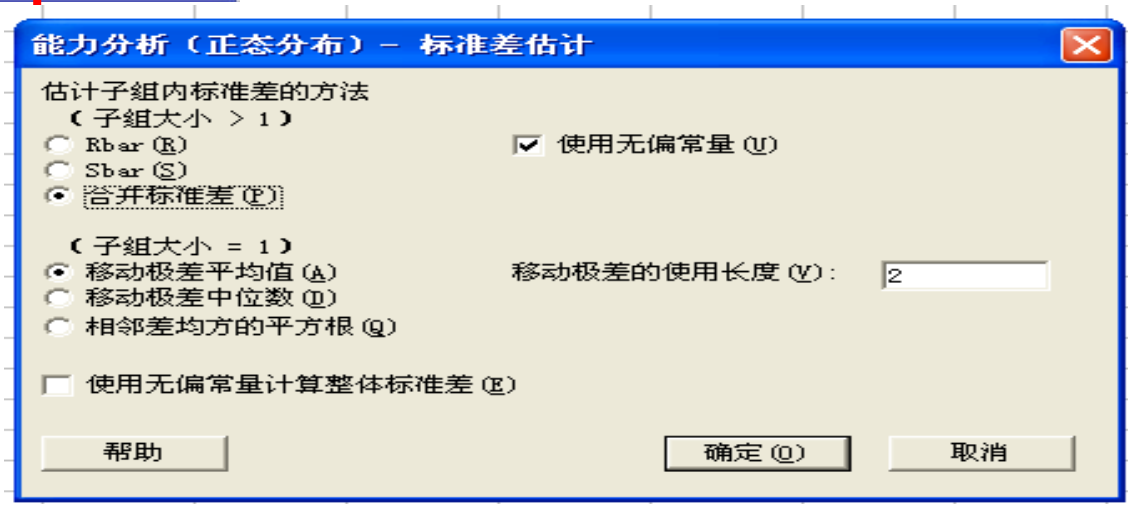
- 6 Sigma 方法论要求在测量阶段进行短期流程能力研究以建立流程基线
- 在这个领域 Minitab 具有很多工具能帮助你

例：能力分析, Capability Sixpack(s)

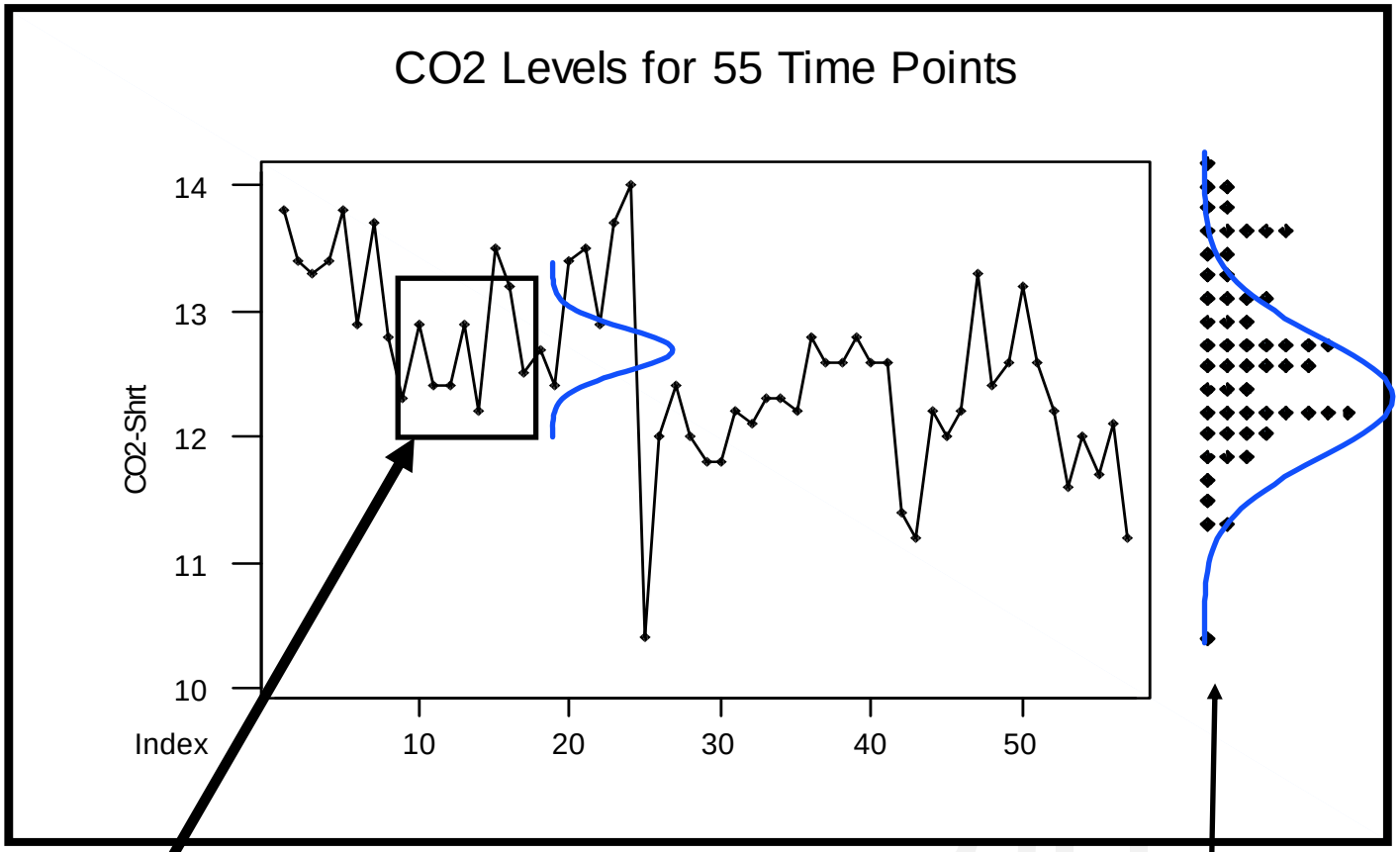


Capability Analysis





流程能力(Capability) vs 实绩(Performance)

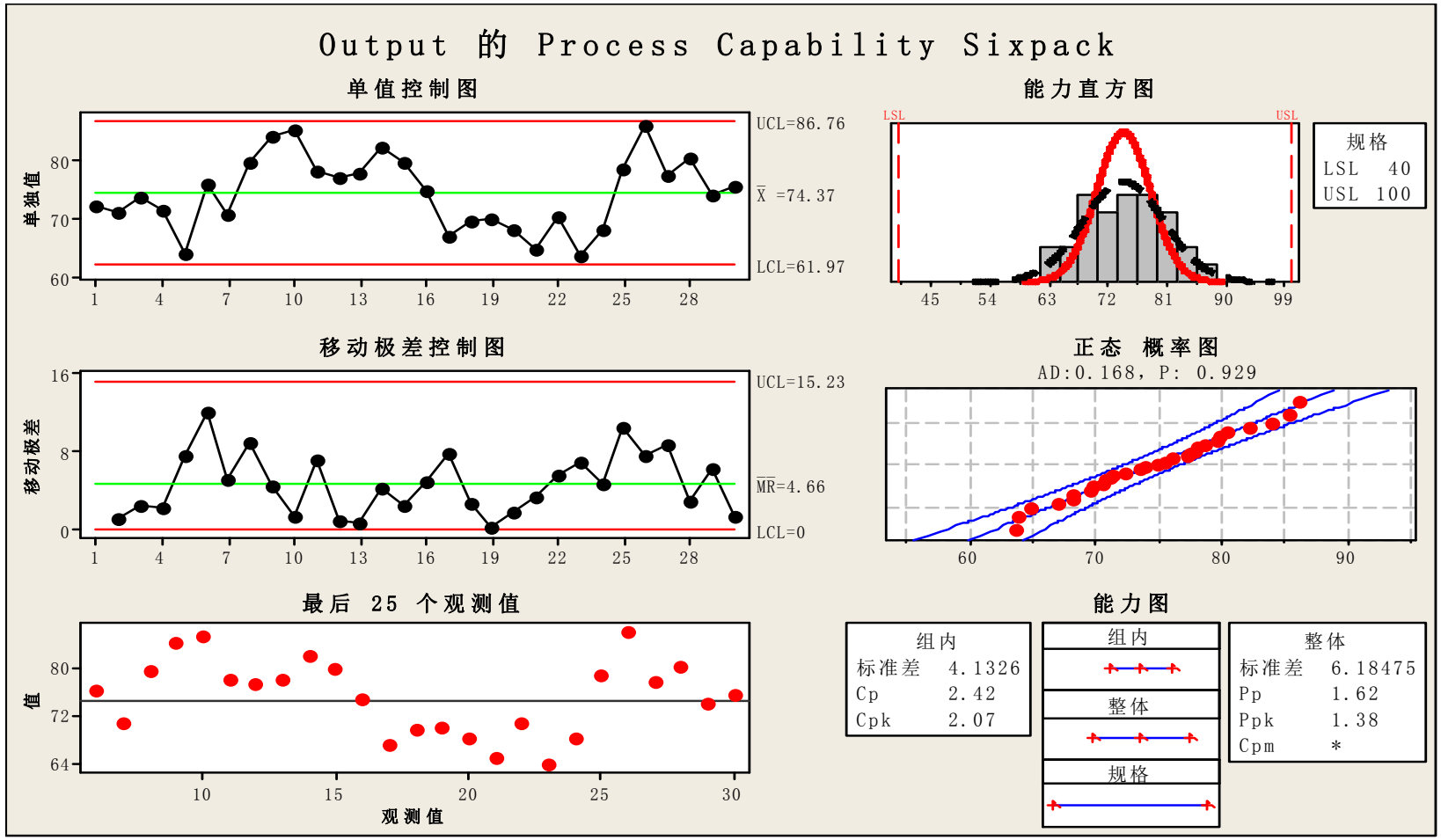


流程能力: 只包含随机和短期的散布 **(Cp & Cpk)**

流程实绩: 包括移动和漂移的总散布**(Pp & Ppk)**

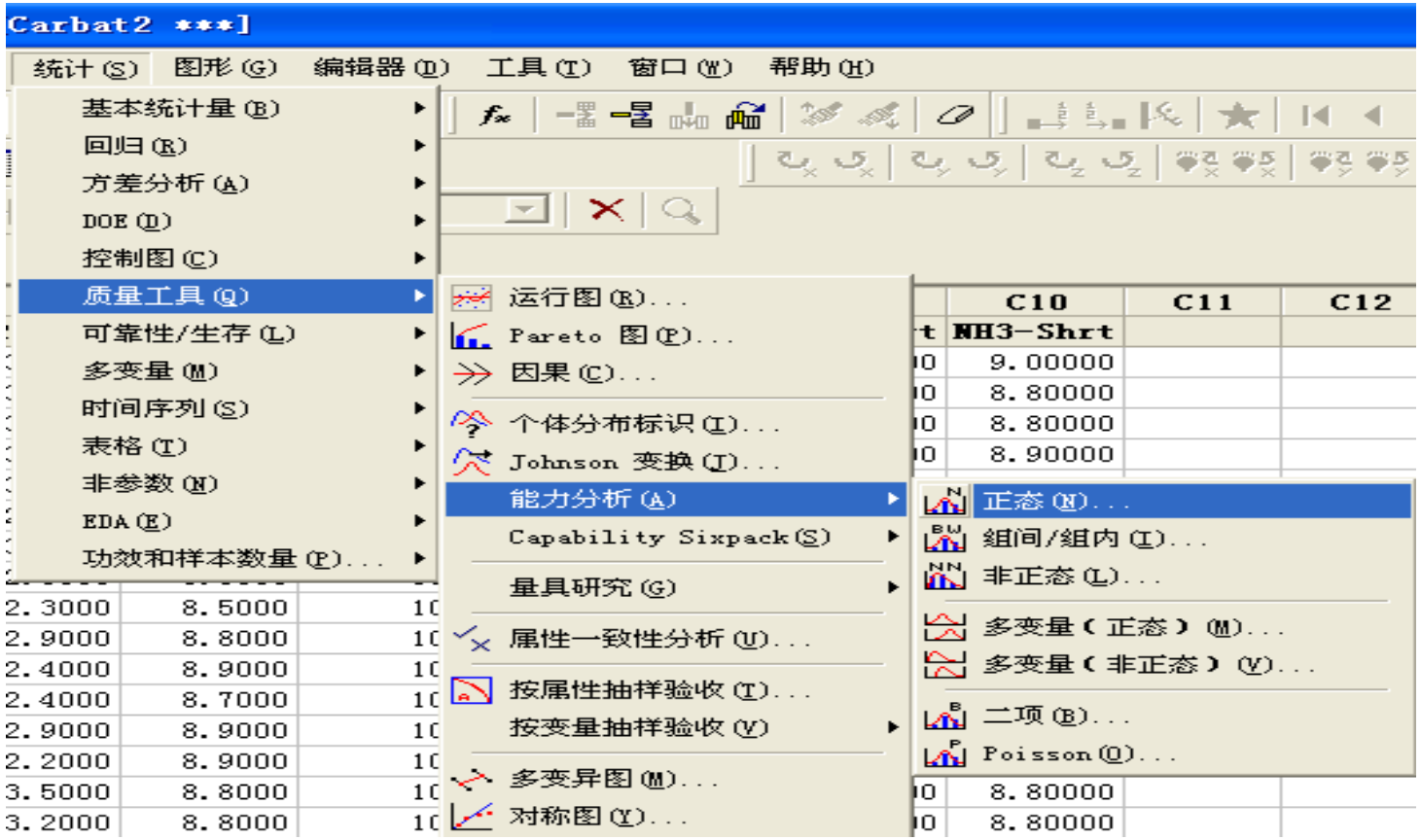
6. 流程能力练习

- 打开**Capability.MPJ** 文件的 **Rational subgroups worksheet**



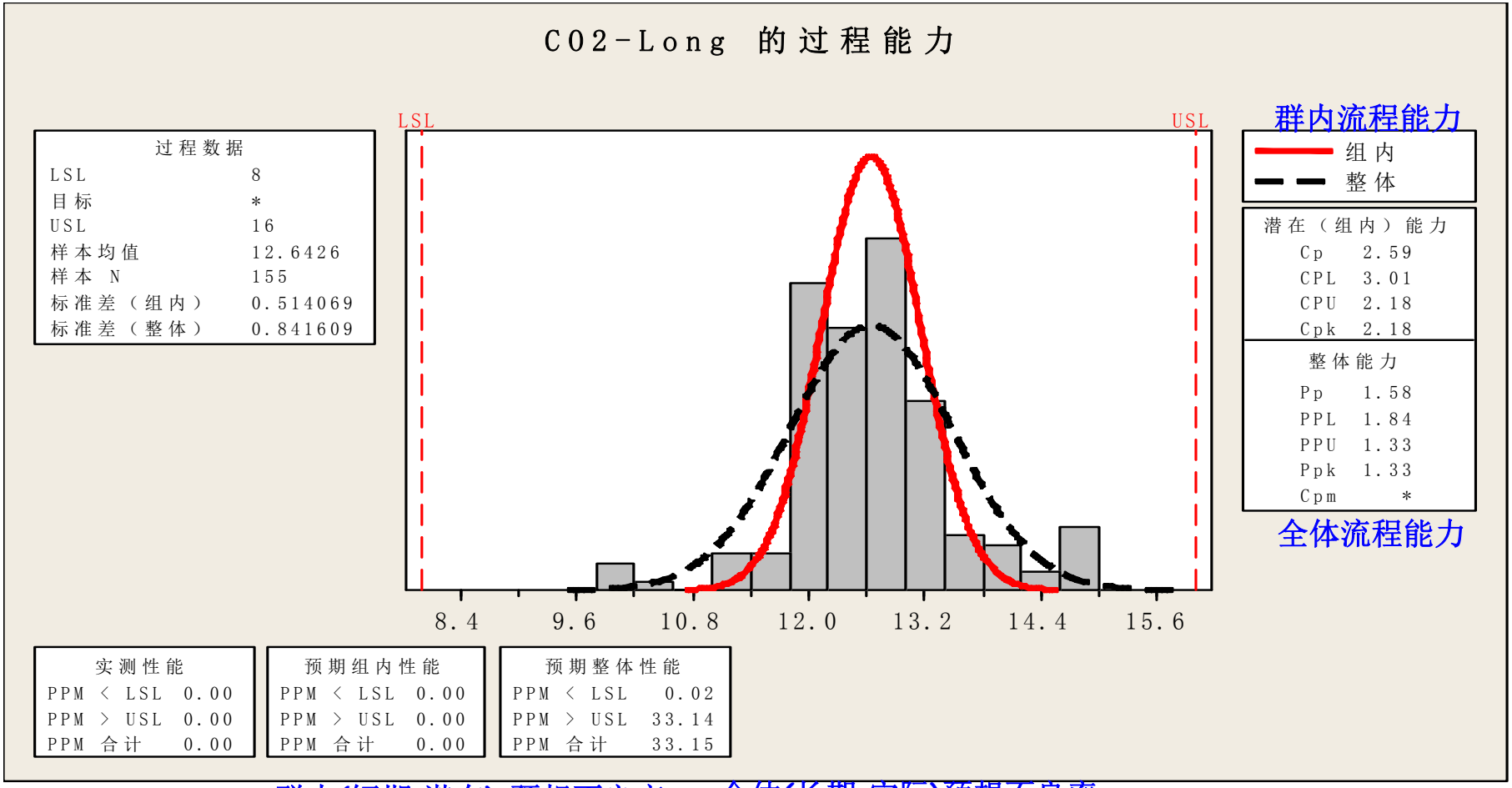
这儿发生了什么？ _____

❑ 打开Capability.MPJ 文件的 CARBAT2 worksheet



能力分析（正态分布）
数据排列为
单列(C):
CO2-Long'
1.
子組大小(Z):
1
（使用常量或 ID 列）
子組跨数列(B):
Box-Cox(X)...
估计(E)...
选项(P)...
存储(S)...
规格下限(L):
'LSL CO2'
边界(N)
规格上限(
'USL CO2'
边界(D)
2.
历史均值(
（可选）
历史标准差(T):
（可选）
选择
确定(O)
取消
帮助

对CO2-Long流程能力结果



观测到不良率　　群内(短期,潜在) 预想不良率　　全体(长期,实际)预想不良率

六西格玛绿带培训课程

— 查找影响Y的潜在因素

目　录

1 潜在因素概念

2 变量流程图

3 变量流程图案例

1.潜在因素概念

➢定义

找出所有对Y有影响的潜在因素(X’s),列举并将其优先排序.

-潜在因素是指预想对Y的变动有影响的流程变动因素

➢主要活动

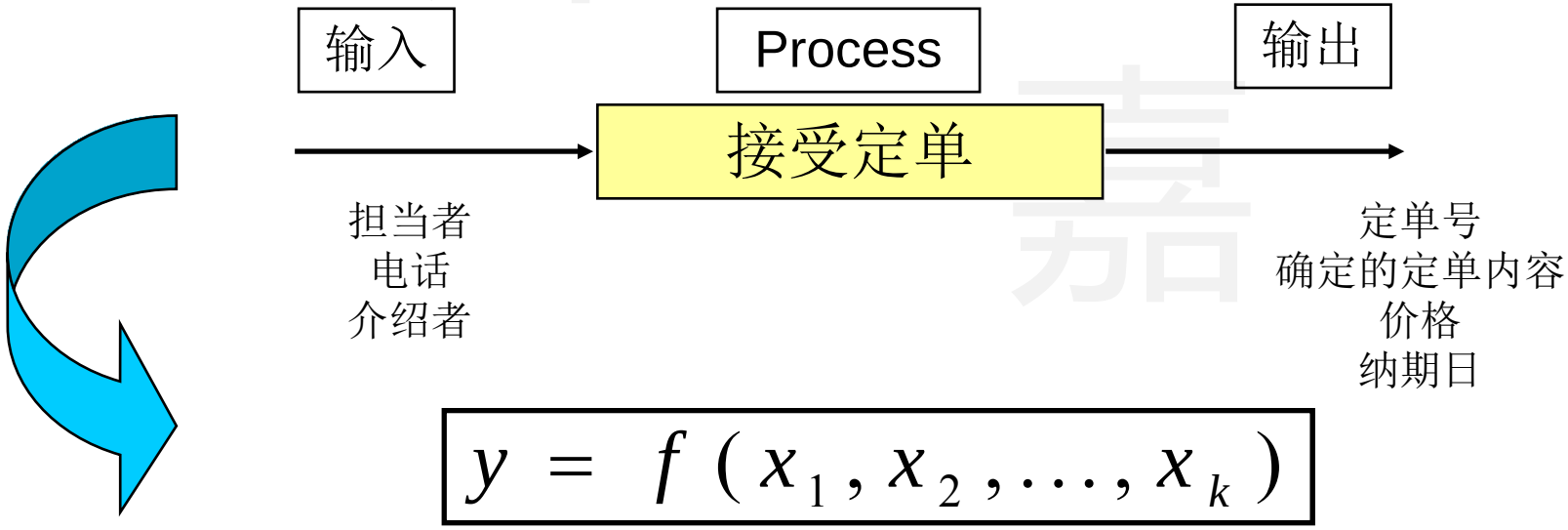
-正确理解当前的流程(As-is);

-找出流程内的所有潜在因素(X’s);

-通过分析各个X对Y的影响图,进行优先排序;

2. 变量流程图

- 使用变量流程图查找潜在因素
  - 所有业务构成相互联系的 Y=f(X)的 Process是连续的，
  - 这些Process里有输出，输出存在着变动。
  - 所有变动里有各种原因，其中几个是很重要的。
  - 重要原因可以把握，可以控制。
  - 这些原理同样可以适应到制品、工程、情报、服务的流程。



$$y = f(x_1, x_2, \ldots, x_k)$$

变量流程图的制作准备

✓参与对象

- 定义流程的人
- 实行流程的人
- 变化流程的人

✓团队的构成

- 工程师
- 现场作业者
- 设计人员
- 顾客/供应商
- 项目相关者等

✓输入要素

- 头脑风暴法
- 作业手册
- 作业指导书
- 作业者经验

✓为了揭示隐藏工程，流程图应画的详细点

变量流程图的制作

✓流程图的内容

- 主要活动及业务
- 流程范围
- 顾客及外协单位
- 下层流程
- 输入及输出
- 流程责任者

✓流程图要经常确认与更新

- 流程图不可能始终完善；
- 流程图不是列举应当进行的作业，而是用图例表示实际进行的活动；

变量流程图的制作时的考虑事项

①我想的流程

②实际的流程

③异常的流程

④可能的流程

✓每个人对流程图都有不同的认识，因此首先需要了解团队对流程是怎么想的

✓把个人认为的流程图通过现场确认，修订成实际的流程图，这是制作实际流程图必要的短期目标中其中之一

✓由项目团队一边分析流程和解决问题，一边制作好流程图；此时，应以该流程是否满足顾客要求为基准进行判断

✓考虑顾客要求事项的满足和现实性的阻碍因素，重新设计整体的流程

变量流程图的制作顺序

1、确认宏观流程，及它的外部输入和顾客输出

2、用图例明确表示流程中的所有工序阶段

3、对每一工序阶段列举关键输出变数

4、列举关键输入变数，把流程输入变数分类

-可分成：可控（C）与不可控（U）

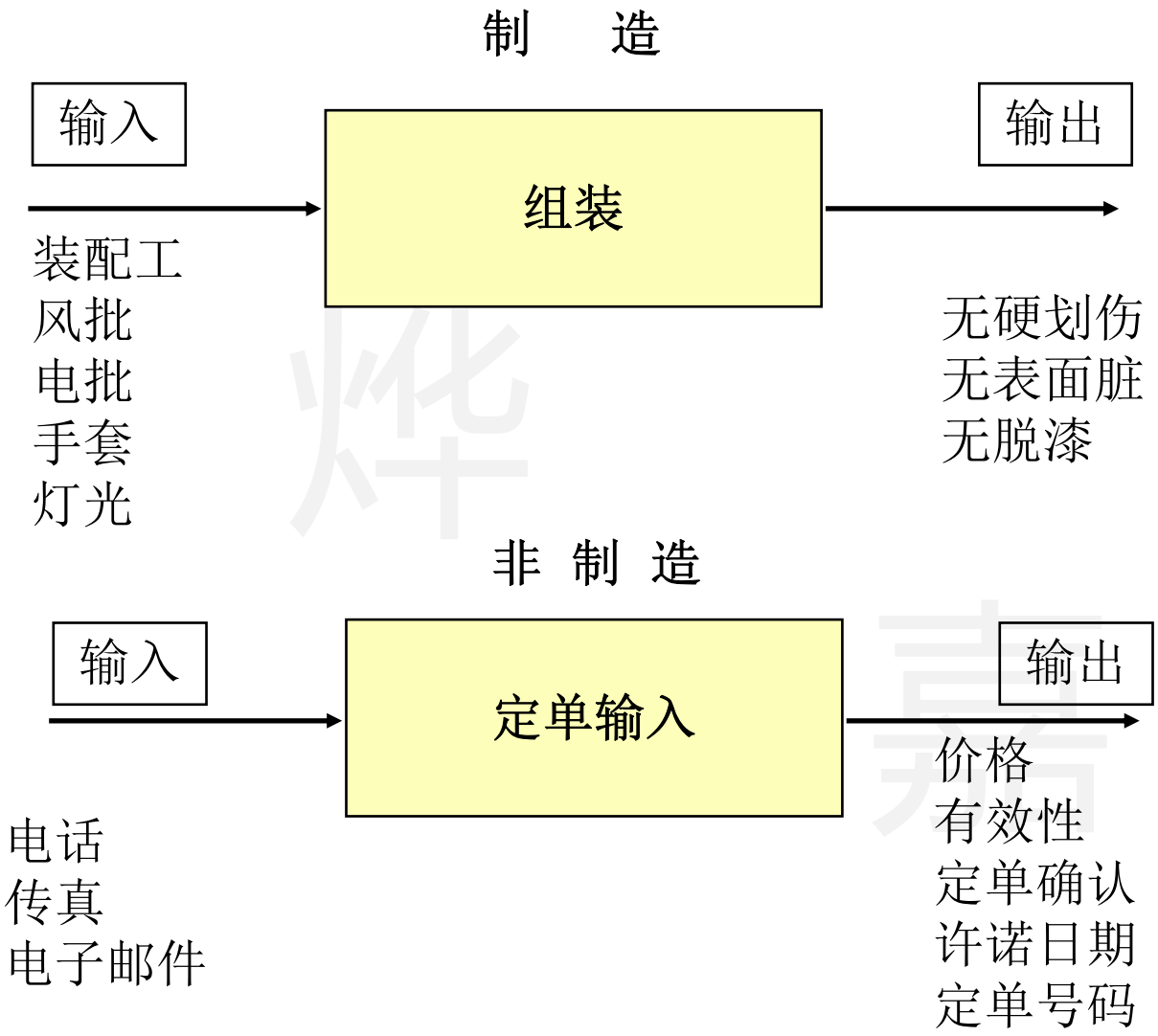
-或分成：常数因素（C），可控因素（N），噪音变数（X），标准操作程序（SOP ）

5、给输出变数和输入变数填加工程规格

步骤1：分析宏观流程与输入/输出

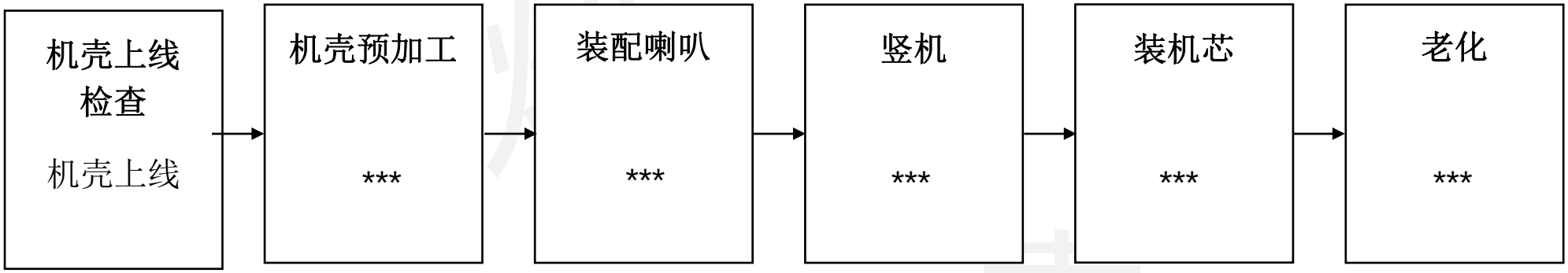
- 首先从远距离的视觉去分析.
  - 用简单的语言分析工序.
- 其次分析外部输入.
  - 原材料
  - 工程师要求事项
  - 输入信息
  - 人
- 最后分析顾客要求事项(输出).
  - 若流程在开发中,那么就使用产品特性 QFD,分析产品的规格及CTQs项目.
  - 如果不是,那么就分析正常的产品或服务.

[示 例]


制 造
输入
组装
输出
装配工
风批
电批
手套
灯光
无硬划伤
无表面脏
无脱漆
非 制 造
输入
定单输入
输出
电话
传真
电子邮件
价格
有效性
定单确认
许诺日期
定单号码

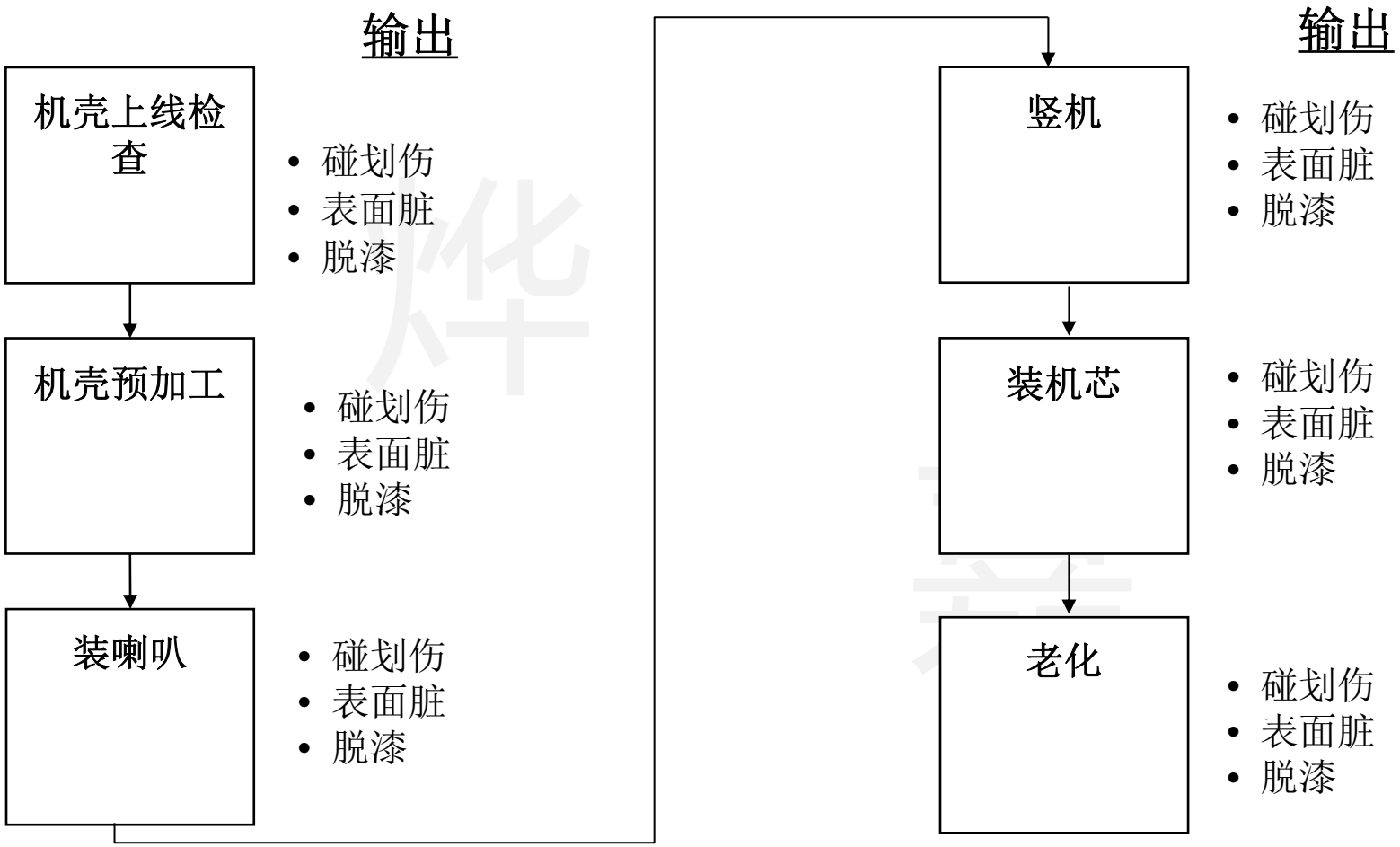
步骤 2： 确认流程的详细工序

- 包括所有带来附加值和无附加值的工序，
  - 包括检查/测试，返工返修，报废等发生位置



步骤 3： 列举关键输出变数

- 包括所有的工序和产品输出变数



步骤 4:　关键输入变数的列举和分类

- 列举所有的关键输入变数，然后按以下分类：
  - 可控输入　(C)
  - 不可控输入 (U)

可控输入:　调整后可在 KPOV上观察到影响的 KPIV,有时叫做“按钮”变数

不可控输入:　对KPOV 有影响的输入，但很难或不可能控制

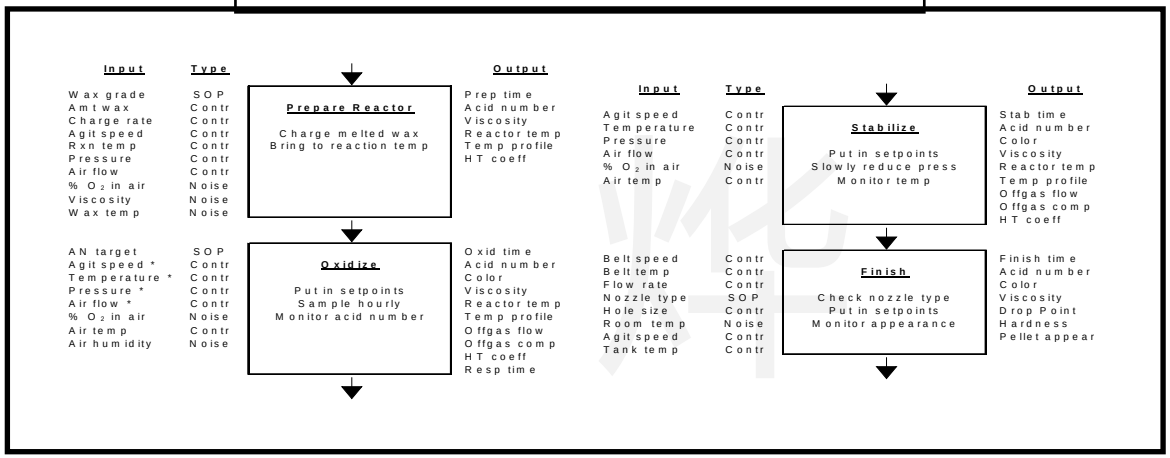
（也可能被控制，但现在还不能控制）

例如: 环境变数，湿度等

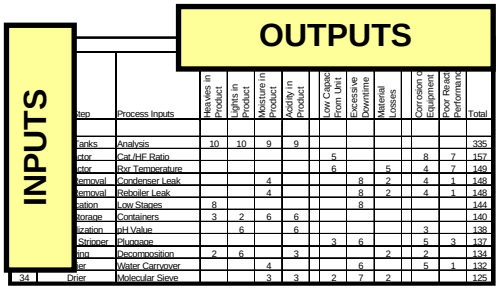
关键性输入（ Critical Inputs ）:　已经统计证明对KPOV 的散布有主要影响的KPIV

Process Map和其他工具间的关系

Process Map



C & E Matrix

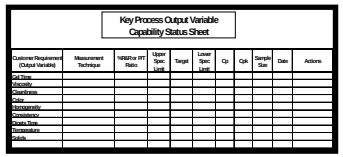


FMEA

Process Step/Part Number	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended	Resp.
COATING & INKGING	DIRTY PHOTOMASK	MICROCRACKING, DELAMINATION, STREAKS	8	LOW FREQUENCY OF CLEANING	8	SOP, VISUAL INSPECTION	7	448	INCREASE FREQUENCY TO ONCE EVERY 20 PANELS	MG
									IMPROVE CLEANING METHOD	PF
									PURCHASE OFF-LINE CLEANING SYSTEM	MG
									TEST ON LINE MASK REPLACEMENT	PF

工程能力和管理计划的初步评估

Process Step	Input	Output	Process Specification (Target, LSL, USL)	Cpk Mean - Sigma	Measurement Technique	%R&R P/T	Sample Size	Sample Frequency	Control Method	Reaction Plan
Coating	Dosage		22.5, 22, 23	1.22	UIL-1700	25%		1/hr	Auto-timer	Cross check
		Coating Height	24,23,25	1.54	Micrometer	31%/0.47	35 pts per panel	1/hr	Coating & pump speed	Adjust previous
		Coating width	14,12,16	1.78	Laser Measuring Device			1/hr		None in place
		Coating length	36,34,38	1.43	Laser Measuring Device			1/hr		None in place
	Vacuum		35" Hg		Vacuum Gauge			1/hr	Monitor	Compare guages, look for blockage



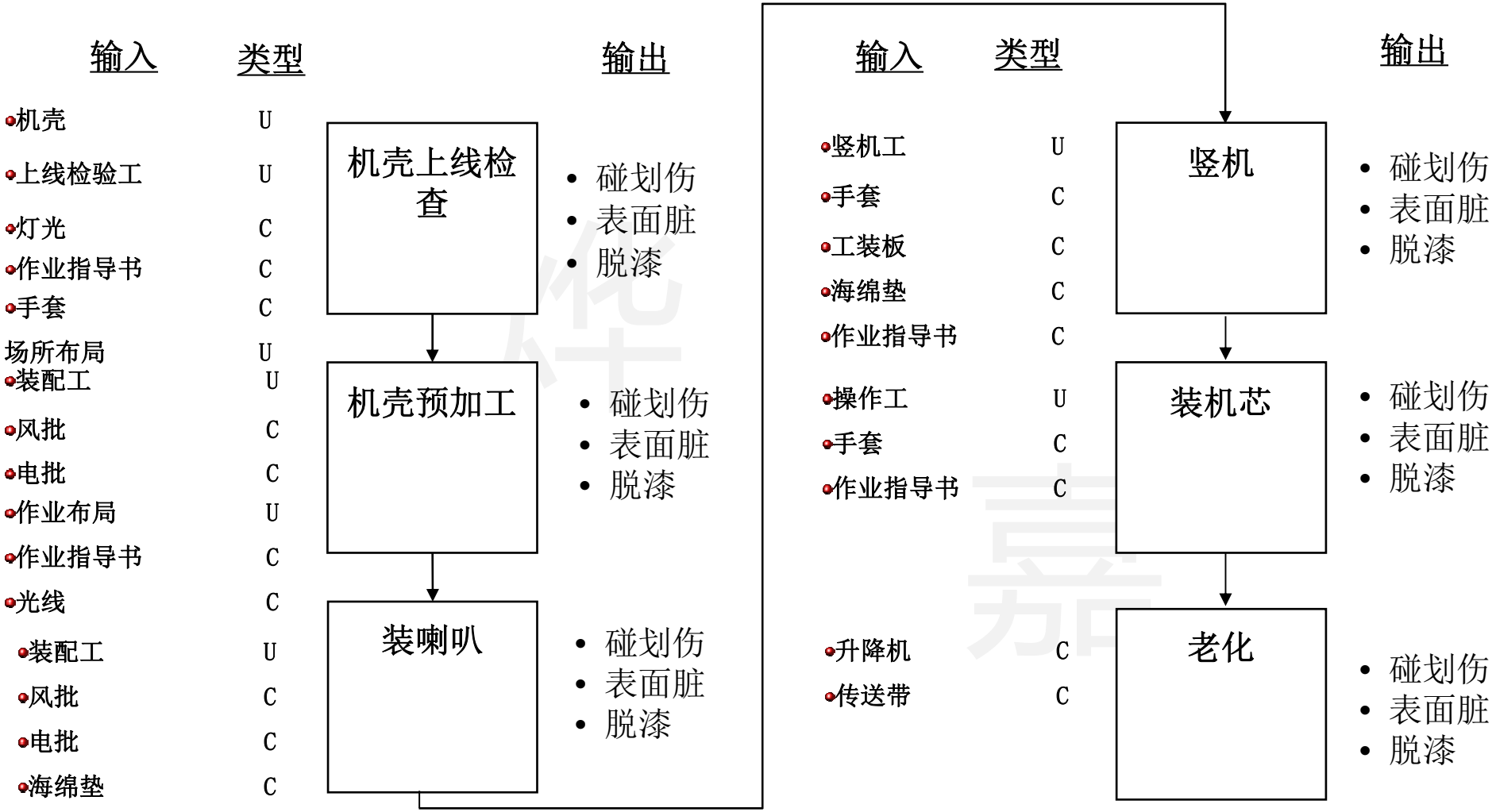
管理计划初期评价

- 在完成工程绘图后，开始管理计划的初步评估
- 给可控的、关键性的输入和输出增加测量技术，作业规格，和目标值

Current Control Plan

Process Step	Input	Output	Process Spec (LSL, USL, Target)	Cpk / Date (Sample Size)	Measurement System	%R&R or P/T	Current Control Method (from FMEA)	Who	Where	When	Reaction Plan

3. 变量流程图示例[多媒体TV制造案例]



特性要因图

烨嘉

◈ 特性要因图 ◈

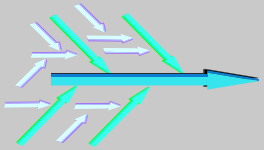
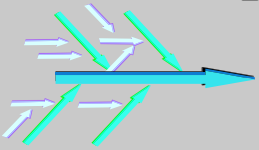
特性要因图

[定义]

特性要因图是特征结果(特性)与原因(要素)之间是怎样的关系

为了了解有什么样的关系而制作的图，选定一个特性后

将对此特性的要素按鱼刺形状排列. 所以特性要因图又被称之为

WHY型 (原因 -> 结果)	HOW型 (手段 -> 目的)
为什么会发生这样的问题？ [追求原因]	怎样才能变好？ [检查对策型]
 强度的散布过大	 要想将指标的散布较小化

◈ 特性要因图 ◈

制作方法

1. 指定品质特性.

*品质特性

-表示品质：产品的尺寸, 不良品, 收率

-表示原价：成本, 效率, 供需, 所需时间

-表示缴纳期：缴纳期

-其它, 安全, 环境, 其它

2. 成为主线的箭头以从左到右的方向画出

在箭头前端表明品质特性.

3. 将要素制作成中间的主线.

根据中间主线的要素可以从左至右

依次记录工程名或记录4M

(材料,机器-设备,人, 作业方法)

4. 将每组要素的小要素记录在小分支上.

(必要的话可以在小分枝上继续增加小分枝.

为了采取最末端的措施记录细部要素.)

5. 记录制作特性要因图的目的, 时间, 制作者等.

◈ 因果图 ◈

制作因果图时应注意的事项

1. 要集合全员的知识与经验。

2. 重点在解决问题，并依5W1H的方法逐项列出。绘制要因图时，重点先放在“为什么会发生这种原因、结果”，分析后要提出对策时则放在“如何才能解决”，并依5W1H的方法逐项列出。

◈ 因果图 ◈

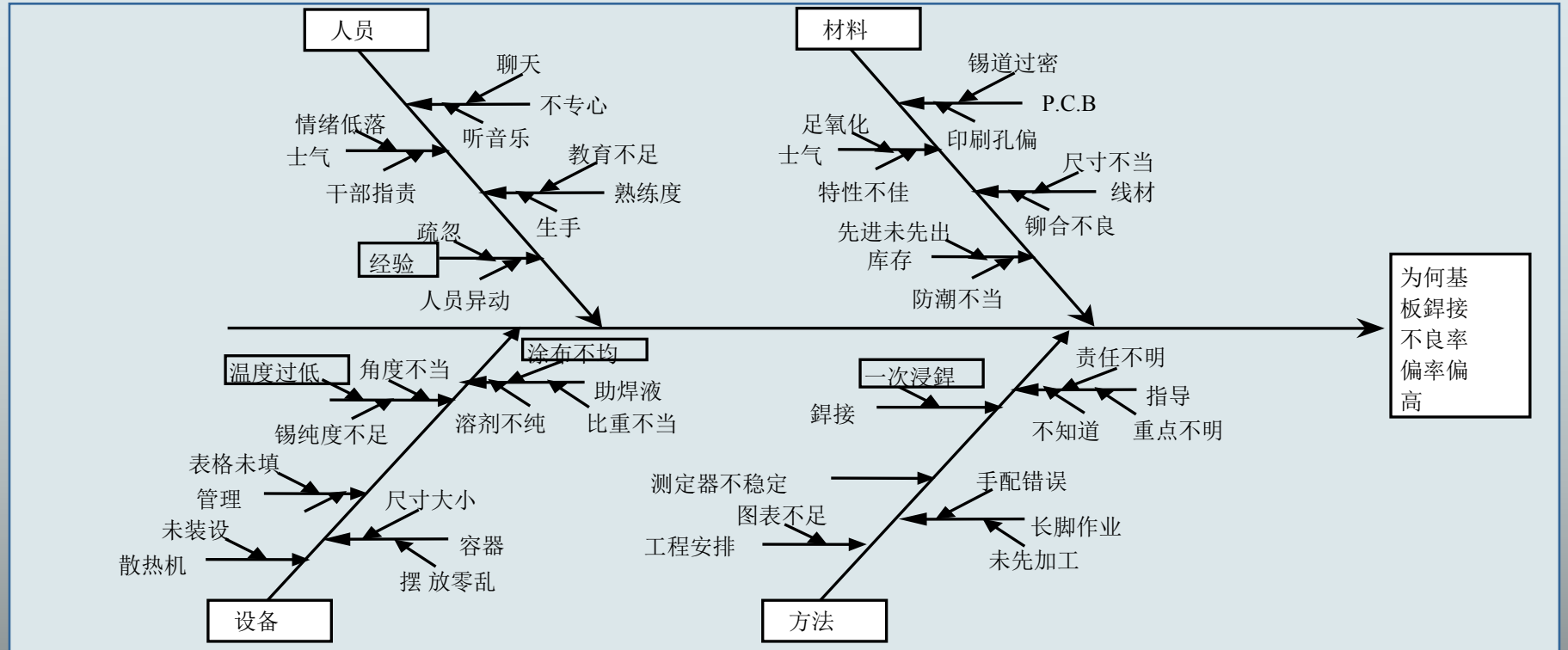
制作因果图时应注意的事项

- **why**——为何必要？（对象）
- **What** ——目的为何？（目的）
- **Where** ——在何处做？（场所）
- **When** ——何时做？（顺序）
- **Who**——谁来做？（人）
- **How** ——什么方法？（手段）

3. 原因解析-----愈细愈好，
愈细则更能找出关键或解决问题的方法

◈ 因果图 ◈

案例1：某电子厂基板焊接不良 之 因果图



六西格玛绿带培训课程

— 原因结果矩阵

目　录

1 原因结果矩阵定义

2 原因结果矩阵案例

3 制作原因结果矩阵步骤

1. 原因结果矩阵定义

- 原因结果矩阵定义
  - 是QFD(品质技能展开)单纯化的 Matrix
  - 将Process Map中掌握的INPUT变数(KPIV’s)和顾客要求事项(Requirement 或 CTQ)相关联，赋予相应分数，决定输入变数重要度的Tool :
    - ✓ 数值活用，决定其顺序，通过队员对各输出变数的重要度确认.
  - 输入变数的影响定量化:
    - ✓ 与Y相关联的X影响的大小用数值进行评价
  - Y和 X的关系具体化:
    - ✓ 通过Process Map, C&E diagram等，使掌握的X和Y的关系更具体化
  - 提示在FMEA中重点分析的部分
  - 发挥TEAM活动促进剂的作用

2. 原因结果矩阵案例

Cause and Effect Matrix

		Rating of Importance to Customer	10	5	6	
			1	2	3	
			碰划伤	表面脏	脱漆	Total
	Process Step	Process Input				
7	机壳预加工	装配工	9	9	1	141
13	装配CRT喇叭	装配工	9	9	0	135
29	后壳装配	装配工	9	3	1	111
10	机壳预加工	作业空间布局	9	3	0	105
6	机壳上线检查	场所布局	9	0	0	90
8	机壳预加工	风批	9	0	0	90
9	机壳预加工	电批	9	0	0	90
14	装配CRT喇叭	风批	9	0	0	90
15	装配CRT喇叭	电批	9	0	0	90
31	后壳装配	风批	9	0	0	90
32	后壳装配	电批	9	0	0	90
36	贴装饰片	装配工	3	9	0	75
18	装配CRT喇叭	海绵垫	1	9	3	73
22	竖机	海绵垫	1	9	3	73
44	清洁	手套	0	9	3	63
45	清洁	抹布	0	9	3	63
2	机壳上线检查	上线检验工	3	3	1	51
47	吊机	吸盘	0	9	1	51
51	包装	纸箱	3	0	3	48
5	机壳上线检查	手套	0	9	0	45
20	竖机	手套	0	9	0	45
27	老化	升降机	3	3	0	45
28	老化	传送带	3	3	0	45
1	机壳上线检查	机壳原材料	3	1	1	41
35	后壳装配	后壳原材料	3	1	1	41
49	包装	操作工	3	1	1	41
21	竖机	工装板	3	0	1	36
38	贴装饰片	装饰片原材料	3	0	0	30
3	机壳上线检查	灯光	1	1	1	21
4	机壳上线检查	作业指导书	1	1	1	21
11	机壳预加工	作业指导书	1	1	1	21
12	机壳预加工	光线	1	1	1	21
16	装配CRT喇叭	作业指导书	1	1	1	21
17	装配CRT喇叭	光线	1	1	1	21
23	竖机	作业指导书	1	1	1	21
26	装机芯	作业指导书	1	1	1	21
33	后壳装配	支架	0	3	1	21
34	后壳装配	作业指导书	1	1	1	21
39	贴装饰片	作业指导书	1	1	1	21
40	贴装饰片	灯光	1	1	1	21

3. 原因结果矩阵步骤

- 从工程图中确定关键的顾客需求（输出）
- 排序并给每个输出赋予一个优先因子（一般为1 到 10的范围）
- 从工程图中确定所有的工序和输入
- 评价每个输入对输出的关联性
  - 低分：输入变量的变化（数量，质量等 ）对输出的影响很小
  - 高分：输入变量的变化对输出的影响很大
- 把关联值和优先因子交叉相乘，然后对每个输入求和

1. 列举关键 输出

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
			要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	合计
	工序	工程输入																
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		

		Rating of Importance to Customer				
			1	2	3	
			碰划伤	表面脏	脱漆	Total
	Process Step	Process Input				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

1. 列举关键 输出

输出在工程绘图的第一个步骤中被确定

		对顾客重要度等级															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求				
	工序	工程输入															
1																	0
2																	0
3																	0
4																	0
5																	0
6																	0
7																	0
8																	0

2. 按照对顾客的重要度给输出打分

		Rating of Importance to Customer	10	5	6	
			1	2	3	
			碰划伤	表面脏	脱漆	Total
	Process Step	Process Input				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

2. 按照对顾客的重要度给输出打分

本步骤应包括市场,产品开发和制造等相关人员.如果可能，还要包括顾客代表

3. 按照工序列举关键输入

		对顾客重要度等级																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
			要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	合计
	工序	工程输入																
1																		0
2																		0
3																		0
4																		0
5																		0
6																		0
7																		0
8																		0

		Rating of Importance to Customer	10	5	6	
			1	2	3	
			碰划伤	表面脏	脱漆	Total
	Process Step	Process Input				
1	机壳上线检查	机壳原材料				
2	机壳上线检查	上线检验工				
3	机壳上线检查	灯光				
4	机壳上线检查	作业指导书				
5	机壳上线检查	手套				
6	机壳上线检查	场所布局				
7	机壳预加工	装配工				
8	机壳预加工	风批				
9	机壳预加工	电批				
10	机壳预加工	作业空间布局				
11	机壳预加工	作业指导书				
12	机壳预加工	光线				
13	装配CRT喇叭	装配工				
14	装配CRT喇叭	风批				
15	装配CRT喇叭	电批				
16	装配CRT喇叭	作业指导书				
17	装配CRT喇叭	光线				
18	装配CRT喇叭	海绵垫				
19	竖机	竖机工				
20	竖机	手套				
21	竖机	工装板				
22	竖机	海绵垫				

3. 按照工序列举关键输入

本步骤直接使用流程图中列出的工序及输入

4. 把输入和输出相联系

		对顾客重要度等级																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
			要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	合计
	工序	工程输入																
1																		0
2																		0
3																		0
4																		0
5																		0
6																		0
7																		0
8																		0

➢把输入和顾客的要求相联系

- 你准备好把顾客的要求和工程输入变量联系起来
- 关联分： 不超过 3 个等级（水平）
  - 1，5 和 9
  - 1，3 和 9
- 关联分赋值需要花很多的时间
- 为了避免花费太多的时间，明确分值的标准：
  - 0 = 没有关联
  - 1 = 工程输入仅轻微地影响顾客要求
  - 3 = 工程输入中等地影响顾客的要求
  - 9 =工程输入对顾客的要求有直接的和强烈的影响

		Rating of Importance to Customer	10	5	6	
			1	2	3	
			碰划伤	表面脏	脱漆	Total
	Process Step	Process Input				
1	机壳上线检查	机壳原材料	3	1	1	
2	机壳上线检查	上线检验工	3	3	1	
			1	1	1	
		导书	1	1	1	
			0	9	0	
		局	9	0	0	
7	机壳预加工	装配工	9	9	1	
8	机壳预加工	风批	9	0	0	
9	机壳预加工	电批	9	0	0	
10	机壳预加工	作业空间布局	9	3	0	
11	机壳预加工	作业指导书	1	1	1	
12	机壳预加工	光线	1	1	1	
13	装配CRT喇叭	装配工	9	9	0	
14	装配CRT喇叭	风批	9	0	0	
15	装配CRT喇叭	电批	9	0	0	
16	装配CRT喇叭	作业指导书	1	1	1	
17	装配CRT喇叭	光线	1	1	1	
18	装配CRT喇叭	海绵垫	1	9	3	
19	竖机	竖机工	1	1	0	
20	竖机	手套	0	9	0	
21	竖机	工装板	3	0	1	
22	竖机	海绵垫	1	9	3	

4. 把输入和输出相联系

这是关于关键输入如何影响关键输出的主观估计

5. 交叉相乘及优先顺序化

		对顾客重要度等级															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
			要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要求	要	要	要	合计
	工序	工程输入															
1																	0
2																	0
3																	0
4																	0
5																	0
6																	0
7																	0
8																	0

对所有要求的等级分 **x** 相关分 求和

Cause and Effect Matrix

		Rating of Importance to Customer	10	5	6	
			1	2	3	
			碰划伤	表面脏	脱漆	Total
	Process Step	Process Input				
7	机壳预加工	装配工	9	9	1	141
13	装配CRT喇叭	装配工	9	9	0	135
29	后壳装配	装配工	9	3	1	111
10	机壳预加工	作业空间布局	9	3	0	105
6	机壳上线检查	场所布局	9	0	0	90
8	机壳预加工	风批	9	0	0	90
9	机壳预加工	电批	9	0	0	90
14	装配CRT喇叭	风批	9	0	0	90
15	装配CRT喇叭	电批	9	0	0	90
31	后壳装配	风批	9	0	0	90
32	后壳装配	电批	9	0	0	90
36	贴装饰片	装配工	3	9	0	75
18	装配CRT喇叭	海绵垫	1	9	3	73
22	竖机	海绵垫	1	9	3	73
44	清洁	手套	0	9	3	63
45	清洁	抹布	0	9	3	63
2	机壳上线检查	上线检验工	3	3	1	51
47	吊机	吸盘	0	9	1	51
51	包装	纸箱	3	0	3	48
5	机壳上线检查	手套	0	9	0	45
20	竖机	手套	0	[illegible]	0	45
27	老化	升降机	3	[illegible]	0	45
28	老化	传送带	3	[illegible]	0	45
1	机壳上线检查	机壳原材料	3	[illegible]	1	41
35	后壳装配	后壳原材料	3	[illegible]	1	41
49	包装	操作工	3	[illegible]	1	41
21	竖机	工装板	3	[illegible]	1	36
38	贴装饰片	装饰片原材料	3	0	0	30
3	机壳上线检查	灯光	1	1	1	21
4	机壳上线检查	作业指导书	1	1	1	21

5. 交叉相乘及优先顺序化

现在我们开始感觉到对输出的散布来说哪些变量是最重要的了

下一阶段

- 管理计划检讨
  - ✓ 对C&E 矩阵Pareto图里得到的较高分数的输入进行管理计划的初步评价.
  - ✓ 得到较高分数的输出(顾客要求事项)实施同样的评价.
  - ✓ 改善Process的 Project 前面的这些部分对 “容易达成目标 (low hanging fruit)” 进行把握时有所帮助.

- 检讨工程能力
  - ✓ C&E 距阵Pareto里得到较高分数的输入检讨工程能力概要。
  - ✓ 有空格的话(不清楚的工程能力)检讨测定系统收集 BASE LINE数据 .

- FMEA
  - ✓ 利用FMEA对得到较高分数的输入进行评价。

六西格玛绿带培训课程

— 失效模式与影响分析

目　录

1 失效模式与影响分析概要

2 用语说明

3 制作失效模式与影响分析表

4 二次失效模式与影响分析

1. FMEA概要

1-1. 概念理解

- Failure Mode and Effect Analysis
  - 事先预测产品（或服务）出现不良或程序出差错（失效/不良类型/问题）的情况，评价危险度，使事先预防成为可能的一种技法。
  - 确定为了减少产品/程序在设计阶段可能发生的危险而采取措施的优先顺序
  - 评价产品设计（或流程设计）的验证计划或现在的管理计划把握出现不良品和程序出错的情况，消除危险。
- FMEA 的历史
  - 第一次使用是在1960年代的阿波罗计划中，仅在宇宙航天业使用
  - 1974年美国海军开发弹道导弹的时导入FMEA
  - 1970年代末，由于导入PL法，美国汽车业开始使用FMEA

1-2. FMEA类型

- System FMEA (SFMEA) :

  适合在初期概念与设计阶段，系统与下位系统水平为基线，分析机能上的潜在失效类型把重点放在与启动系统有关的潜在的失效模式

- Design FMEA (DFMEA):

  适用于分析在产品的设计开发阶段，由于缺陷导致的潜在的失效类型(详细设计阶段)，把重点放在产品的机能上

- Process FMEA (PFMEA):

  适用于分析由于不遵守制造和组装流程中所设计的事项或规格而可能出现的潜在失效类型（工程设计及改善阶段），分析事务业务流程时使用，把重点放到流程Input上

- Software FMEA

  适用于分析与软件启动有关的潜在失效类型

2. FMEA用语说明

FMEA样式

有多么严重?

经常发生么?

能否及时发现?

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
									0	
									0	
									0	
									0	
									0	

Input是什么?

Input 出现失效的情况?

因失效引发的,对Output的 影响是什么?

失效的 原因是什么?

怎样发现能否预防?

能够建议的行动措施是什么?

用语说明

- 失效模式（Failure Mode）：指过程中输入变量可能出错的方式
- 影响(Effect)：是对顾客要求带来一定的负面作用
- 原因(Cause)：产生失效模型的原因是什么?
- 当前控制方法(Current Controls)：为了防止发生潜在原因的控制管理?
- 严重度(SEV)：对顾客要求的影响重要程度
- 发生频率(OCC)：失效模式的发生频率?
- 探测力(DET)：能否有效发现失效的原因?
- 风险优先数（RPN）：SEV×OCC×DET

SEV : Severity　　OCC : Occurrence　　DET : Detection

RPN : Risk Priority Number

- 失效模式（Failure Mode）
  - 由于流程的 Input错误而可能出现的现象
  - 在作业者看来不对的一切都可以看作是失效模型

- 失效模式的例
  - 过高的温度
  - 业务电算化后必要情报不在
  - Dropped call（营业顾客电话不能连接的情况）
  - 销售债券的满期日不正确输入
  - 对已使用的经费的会计处理有误
  - 下午处理上午应该处理的业务

- 影响 (Effect)

  对顾客（包括内部顾客）要求事项(SPEC, CCR)的影响

  顾客的感动(顾客的意见反馈)

- 影响（例）

区分	失效模型	影响
制造	过高的温度	印章的裂缝
非制造	业务电算化后必要情报不在	电算系统活用低落
	Dropped call（营业）	顾客选择其他供应商
	对已使用的经费的会计处理有误	费用的歪曲
	下午处理上午应该处理的业务	纳期延迟一天

- 原因 (Cause)
  - 引起失效模型的 流程变动的根本原因
  - 把握原因的作业从严重度分数最高的失效模型开始

- 原因的例

区分	失效模型	原因
制造	过高的温度	热感装置的机能有误
非制造	业务电算化后必要情报不足	不充分反映现业务的CCR
	Dropped call (营业)	迅速电话应对不良
	对已使用的经费的会计处理有误	不熟练
	下午处理上午应该处理的业务	没有优先顺序的业务关系

- 现场的管理方法(Current Controls)
  - （在结果发生之前）为了预防、减少失效模型或原因*而*准备的组织化的方法/ 装置
  - 预防失误（Fool Proof)，自动管理及Set-up 验证等包括在预防中
  - 检查LIST，检查，研究所测试，教育，SOP’s，预防固定费用等包含在管理对策中。

对于改善流程，预防和检出哪个更重要?

计算RPN

- (影响的) 严重度
  - 对顾客要求事项的影响的重要度
  - 在发生失效的情况下，安全与其他危险可能有关联
  - 判断标准 ： 1 = 不严重， 10 = 非常严重
- (原因的) 发生频率
  - 由于发生特定原因，失效模型发生的频率
  - 有时也叫做失效模型的频率
  - 判断标准 ： 1 = 发生频率很低， 10 = 发生频率很高
- (现场管理的) 检出(能力)
  - 能够检出或预防的现场管理能力 ：
    - 在失效模型发生之前感知原因
    - 产生影响之前 感知失效模型
  - 判断标准 ： 1 = 检出的可能性高， 10 = 检出的可能性低

分数	严重度	发生频率	探测力
10	带来没有警报的致命影响或违反法规	3次中 1次以上	不能检出
9	同上，但有警报	3次中 1次	非常稀少
8	主要机能没有启动	8次中 1次	稀少
7	主要机能启动但满足度低	20次中 1次	检出机会很少
6	管理机能没有启动	80次中 1次	低
5	管理机能启动但满足度低	400次中 1次	中间（一般）
4	虽然是小失效 大部分顾客不满足	2000次中 1次	中间以上
3	虽然是小失效 有一半左右的顾客不满足	15,000次中 1次	高
2	小失效 且少数顾客不满足	150,000次中 1次	非常高
1	没有影响	150,000次中 1次以下	几乎日常发现

☞ 克来斯勒, FORD, GM 所使用的标准

OCC	SEV	DET	RPN	结　　果	行动
1	1	1	1	理想情况	No
1	1	10	10	一旦检出就有可能解决	No
1	10	1	10	失效不会传达到顾客	No
1	10	10	100	失效传达到顾客	Yes
10	1	1	10	小失效，可能感知，费用高	Yes
10	1	10	100	小失效，传达到顾客	Yes
10	10	1	100	小失效，重大的影响	Yes
10	10	10	1000	严重的问题 ！	Yes!

- RPN 的范围是　1 ≤ RPN ≤ 1000
- 根据想要维持的信赖度管理对象会相应的不同
- 　　90% 的信赖度 ； 1000×90% = 100　→重点管理 RPN 100 以上的失效模型
  　　99% 的信赖度 ； 1000×99% =　10　→ RPN 10 以上的失效模型

Process FMEA 制作步骤

步骤 1。 基本事项输入

步骤2。 Process 阶段 输入

(DFMEA是要求部品/技能 输入)

步骤3。 潜在的失效类型输入

步骤4。 潜在地影响 输入

步骤5。 严重度 输入

步骤6。 等级的输入

步骤7。 潜在的原因及失效结构输入

步骤8。 发生频度 输入

步骤9。 现有 Process管理状态 输入

步骤10。 检出度 输入

步骤11。 RPN 输入

步骤12。 劝告措施输入

步骤13。 措施实施责任者输入

步骤14。 实际实施状态 输入

步骤15。 RPN再计算

案例1：

1. 给核心Input(总分高的), 决定Input 出错的模式.(Failure Mode)

Process Step	Key Process Input	Failure Modes - What can go wrong?	Effects	Causes
要求事项 确认 / 紧急	部品号	顾客没有部品号.		
		顾客拥有错误的部品号.		

☞ 产品序号出错的路径至少有两种以上.

2. 决定与Input 有关的各个故障模式所带来的影响 (Effect).

Failure Modes - What can go wrong?	Effects	Causes	Current Controls
顾客没有部品号.	营业员工的顾客别订购分摊不当		CATALOG/DISK 随时更新
			None
顾客拥有错误的部品号.	营业员工错误的部品情报订购分摊		文字输入/编辑作业
			文字输入/编辑作业

内部顾客也要考虑到.

3. 把握各故障模型的潜在原因 (Cause).

Process Step	Key Process Input	Failure Modes - What can go wrong?	Effects	Causes
要求事项 确认/紧急	部品号	顾客没有部品号.	营业员工的顾客别订购分摊不可	顾客没有任何信息.
				新产品
		顾客拥有错误的部品号.	营业员工错误的部品情报订购分摊	接收错误信息的顾客
				确认产品的信息误差

☞ 在大多数情况下每个故障模式会有一个以上的原因

4. 罗列对各个原因的 现场管理方法(Current Controls).
罗列对原因的现场预防法或检出法，现在要是有SOP (Standard Operation Process)的话记录步骤顺序.

Process Step	Key Process Input	Failure Modes - What can go wrong?	Effects	Causes	Current Controls
要求事项 确认/紧急	部品号	顾客没有部品号.	营业社员的顾客别 주문할당 불가	顾客没有任何信息.	CATALOG/DISK 随时更新
				新产品	None
		顾客拥有错误的部品号.	营业社员输错的材料情报 주문할당	接收错误信息的顾客	输入文字/编辑作业
				确认产品的信息误差	输入文字/编辑作业
				顾客的材料编号不熟悉	输入文字/编辑作业

☞ 这样通过 FMEA发现管理计划初期的缺点/不足的部分，可以及时更换这些部分. 采取恰当措施之后进行第二次FMEA, RPN 再计算.

5. 给各个原因的严重度，发生频率，探测力进行评分

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN
要求事项确认/紧急	部品编号	顾客的补品编号不一样	营业员的顾客别		顾客不掌握全部的情报		CATALOG/DISK 随时更新		0
					新的制品		None		0
		拿着的是顾客的错误的补品编号	营业员输错的部品情报		接受错误情报的顾客		文字输入/编辑作业		0
					制品的情报错误确认		文字输入/编辑作业		0
					对顾客的部品编号不熟悉		文字输入/编辑作业		0

6. 决定为了减小高的 RPN 劝告的行动措施

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
要求事项确认/紧急	部品编号	顾客的补品编号不一样	营业社员的顾客别 주문할당 불가		顾客不掌握全部的情报		CATALOG/DISK 随时更新		0	주기적 갱신으로변경
					新的制品		None		0	为了DR3阶段部品能编号登录变更PROCESS
		拿着的是顾客的错误的补品编号	营业社员输错的部品情报주문할당		接受错误情报的顾客		文字输入/编辑作业		0	为了Web上能检索 变更情报体系
					制品的情报错误确认		文字输入/编辑作业		0	为了Web上能检索 变更情报体系
					对顾客的部品编号不熟悉		文字输入/编辑作业		0	为了Web上能检索 变更情报体系

案例2：

1. 给核心Input(总分高的), 决定Input 出错的模型 (Failure Mode)

Process Step	Key Process Input	Failure Modes - What can go wrong?	Effects	Causes
后热处理	温度	高		
		低		
		不均匀		

☞ 后热处理温度出错的路径至少有三种以上.

☞不要用“温度异常”等含糊概念，要用“高”，“低” 等具体的词来描述.

☞尽量用可测定的单词.

(可能“测定” 就有可能“改善”)

2. 决定与Input 有关的故障模型所带来的影响(Effect).

Process Step	Key Process Input	Failure Modes - What can go wrong?	Effects	Causes
印刷条件	温度	高	-皱纹收缩过大 -牛顿环不良发生	
		低	-皱纹收缩不足 -排气不良发生	
		不均匀	-皱纹变形 -皱纹含水不良发生	

内部顾客也要考虑.

☞制作 因故障MODE外部顾客 or 内部故障所受的影响(结果).
既以故障MODE伪 In put所发生的 Out put 的制作.

☞ 影响超过两种的情况居多. 这种时候把所有影响记录在一个箱子里
对其中最重要的影响打分。

3. 把握各故障模式的潜在原因(Cause).

Process Step	Key Process Input	Failure Modes - What can go wrong?	Effects	Causes
印刷条件	温度	高	-皱纹收缩过大 -牛顿环不良发生	- 不是最合适的温度标准 - 温度SENSOR断线
		低	-皱纹收缩不足 -排气不良发生	- 不是最合适的温度标准 -HEATER断线 及 发热量低下
		不均匀	-皱纹变形 -皱纹含水不良发生	- 区间别温度设定错误 - 区间别温度SENSOR，HEATE 障

☞ 把握发生故障模型的潜在原因.

即，假如把故障模型看作Out put时，把握造成这种现象的In put.

(向后改善不是接近于故障卫兰而是接近于潜在原因)

☞ 在大多数情况故障模型有一个以上的原因.

4. 对于各原因罗列当前的 管理方法(Current Controls).
对于各原因现在的预方法或检出法罗列，如果现在有 SOP (Standard Operation Process)的话最好是记录步骤顺序。

Process Step	Key Process Input	Failure Modes - What can go wrong?	Effects	Causes	Current Controls
印刷条件	温度	高	-皱纹收缩过大 -牛顿环不良发生	- 不是最合适的温度标准 - 温度SENSOR断线	-温度Prof 测定(1回/周) -None
		低	-皱纹收缩不足 -排气不良发生	- 不是最合适的温度标准 -HEATER断线 及 发热量低下	-温度Prof 测定(3回/周) -None
		不均匀	-皱纹变形 -皱纹含水不良发生	- 区间别温度设定错误 - 区间别温度SENSOR，HEATER故障	-温度Prof 测定(5回/周) -None

☞ 就象这样通过 FMEA发现管理计划初期缺点/不足部分及时的改善.

☞ FMEA不是完了行而是进行行. 采取一定措施后制作 2次 FMEA, 进行RPN 再计算.
(采取了好的措施的话发生频度 or 检查度等发生变化因此结果度RPN也会有所变化.)

5. 对原因的严重度，发生频率，探测力评分.

有多严重?

经常发生吗?

能及时发现吗?

Process Step	Key Process Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN
要求事项确认/紧急	部品编号	顾客没有部品编号	营业员的顾客别		顾客没有把握所有情报		CATALOG/DISK随时更新		0
					新的制品		None		0
		顾客拿的是错误的部品编号	营业员用错误的部品情报		顾客接受了错误的情报		文字输入/编辑作业		0
					制品情报错误确认		文字输入/编辑作业		0
					不熟悉顾客的部品编号		文字输入/编辑作业		0

FMEA Overview(1次)

Process Step/Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
			0		0				
			0		0		0		
			0		0		0		
			0		0		0		

Input是什么?

Input出现故障的情况?

对Output的影响是什么?

有多么严重?

原因是什么?

经常发生吗?

如何进行现场管理?

能检出多少

能劝告的行动措施是什么?

4. 二次FMEA

2次FMEA的目的

适应合理的改善方案之后，可以确认改善前后危险度是否减小.

重新确认对策事项可疑的部分，从而使根本改善能继续下去.

- 对在第一次FMEA中表现出高RPN的项目
  采取建议的行动措施.
- 采取恰当的行动措施并文件化.
- 再计算RPN’s.
- 对 RPN分数高的项目再一次实施改善。

2次FMEA的样式

Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended	Resp.	Actions Taken	SEV	OCC	DET	RPN
目前的管理方法和工程(检查和测试)是什么? 含了SOP吗?	发现原因和故障模式的程度如何?		减少发生原因或提高检查能力的改善方法有哪些? 是高的RPN分数的项目或容易改善的项目?	改善对策的责任人是谁?	已实施的改善内容是什么?				
		0							0
		0							0
		0							0
		0							0

六西格玛绿带培训课程

— 中心极限定理

目 录

- 定义
- 中心极限的应用
  1. 正态分布的例
  2. Chi-Square的例
- 标准偏差及样本数

烨嘉

中心极限定理的定义

- 在总体任意抽样.计算样本平均.

- 总体是正态分布的时候　　：样本平均也呈正态分布.
- 总体是非正态分布的时候 ：样本大小充分大时，样本平均也呈正态分布.

. 样本大小越大越逼近正态分布.
. 样本大小越大，样本平均的散布也随着变小.

- 大家很快就会观察到总体是正态分布和非正态分布的情况.

中心极限定理的定义

平均的标准偏差

- 平均分布的标准偏差称作 ***平均的标准偏差 (Standard Error of the Mean)***
  并定义如下：

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

$\sigma_{\bar{x}}$ = Standard Error of the Mean (平均的标准偏差)

σ_x = Standard Deviation for the Individual Scores (个体值标准偏差)

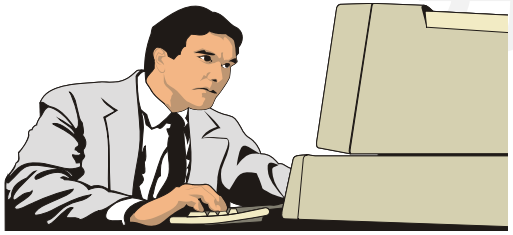
n = Sample Size for the mean (平均的样本数)

- 这个公式表明平均比个体数据更稳定，稳定因子是样本数的平方根.

中心极限定理的应用

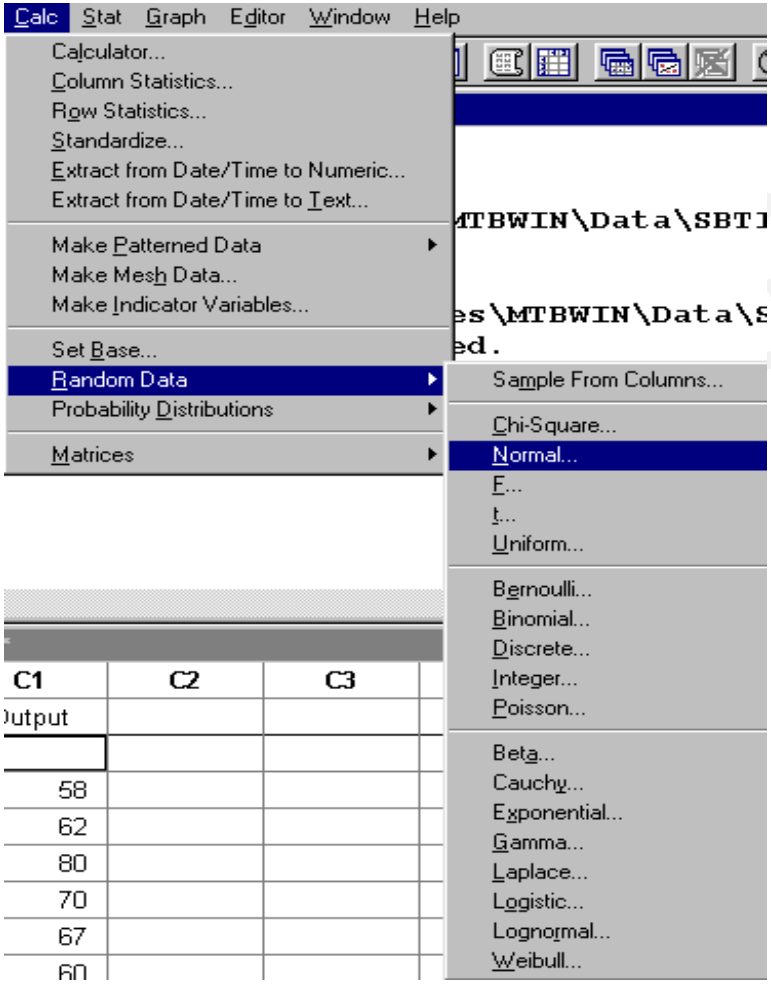
1. 正态分布的情况

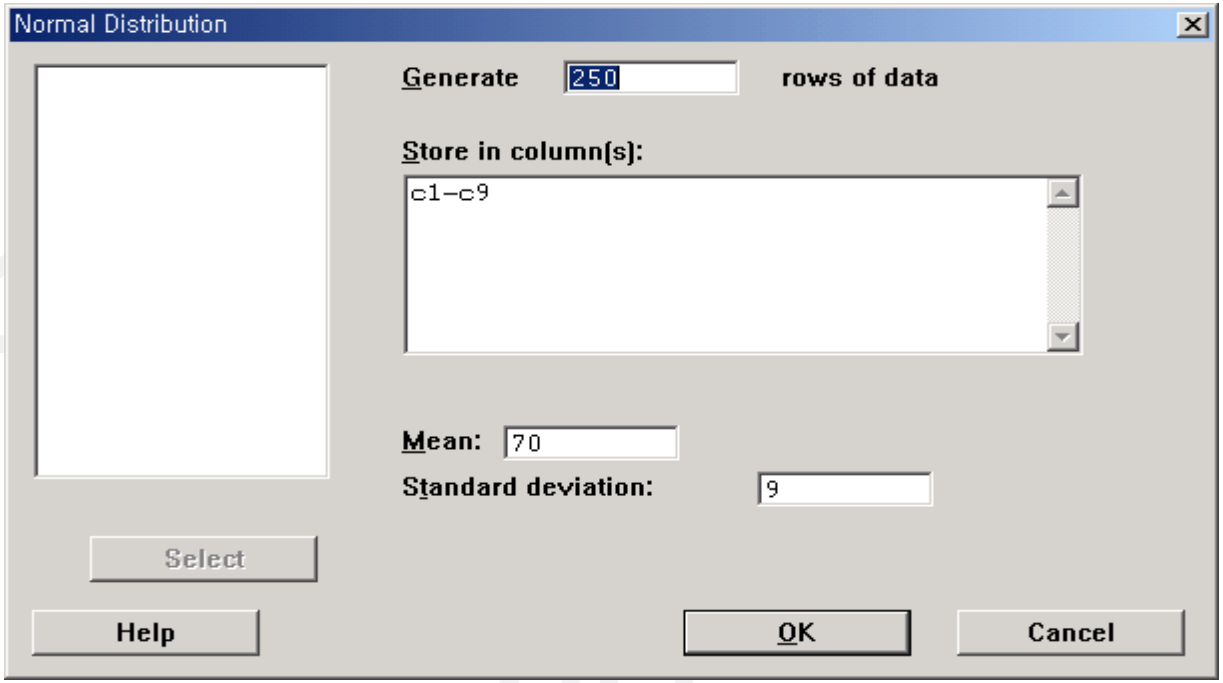
- 为了Test，用这个理论制作假想的数据.
- 用如下的办法制作满足平均为 70，标准偏差为 9 的正态分布的9列数(250).
- 列 C1-C9相当于从总体中抽取的各样本
- 列 C10相当于每次抽取样本数量为9的样本的平均值.
- 列 C10的标准偏差会有多少？实际是多少？



中心极限定理的应用

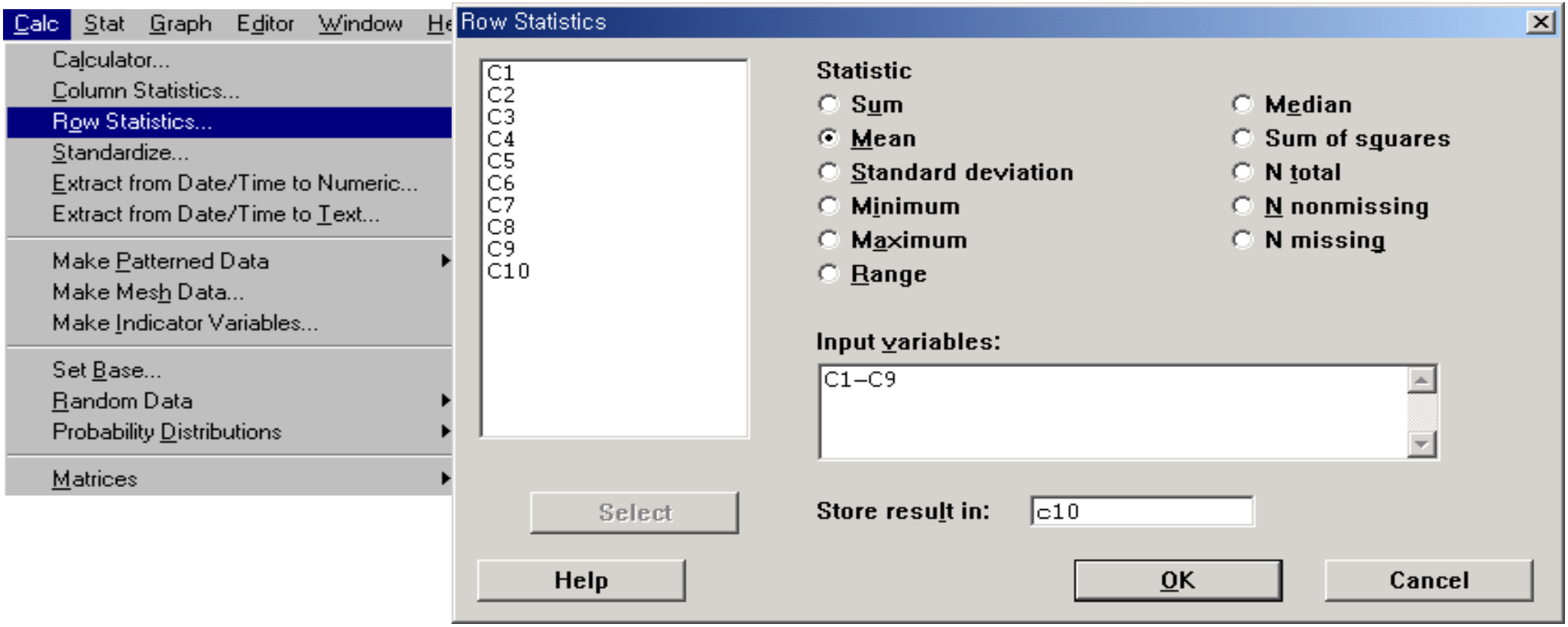
用Minitab取样





中心极限定理的应用

制作样本平均Data



中心极限定理的应用

制作样本平均Data

MINITAB - 04-1중~1.MPJ - [Worksh

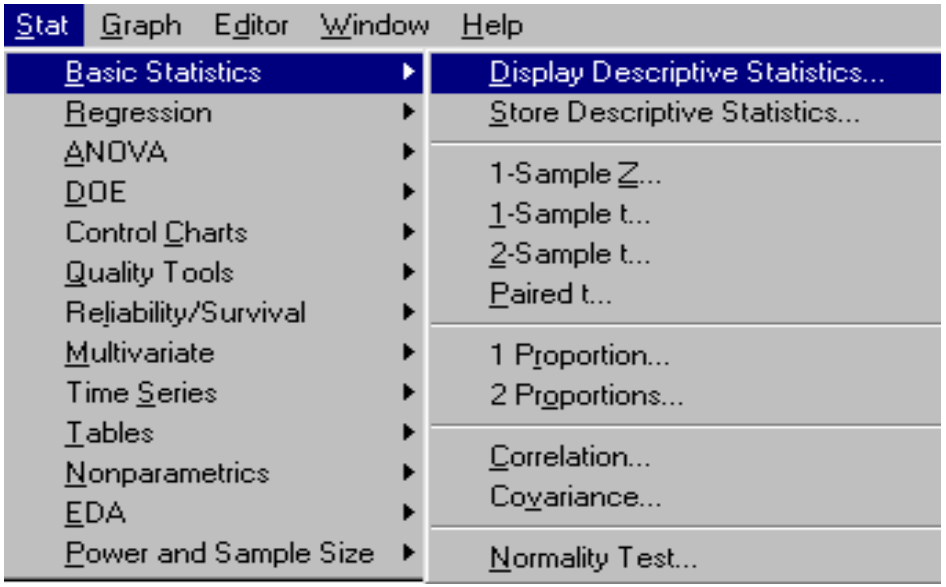
File Edit Manip Calc Stat

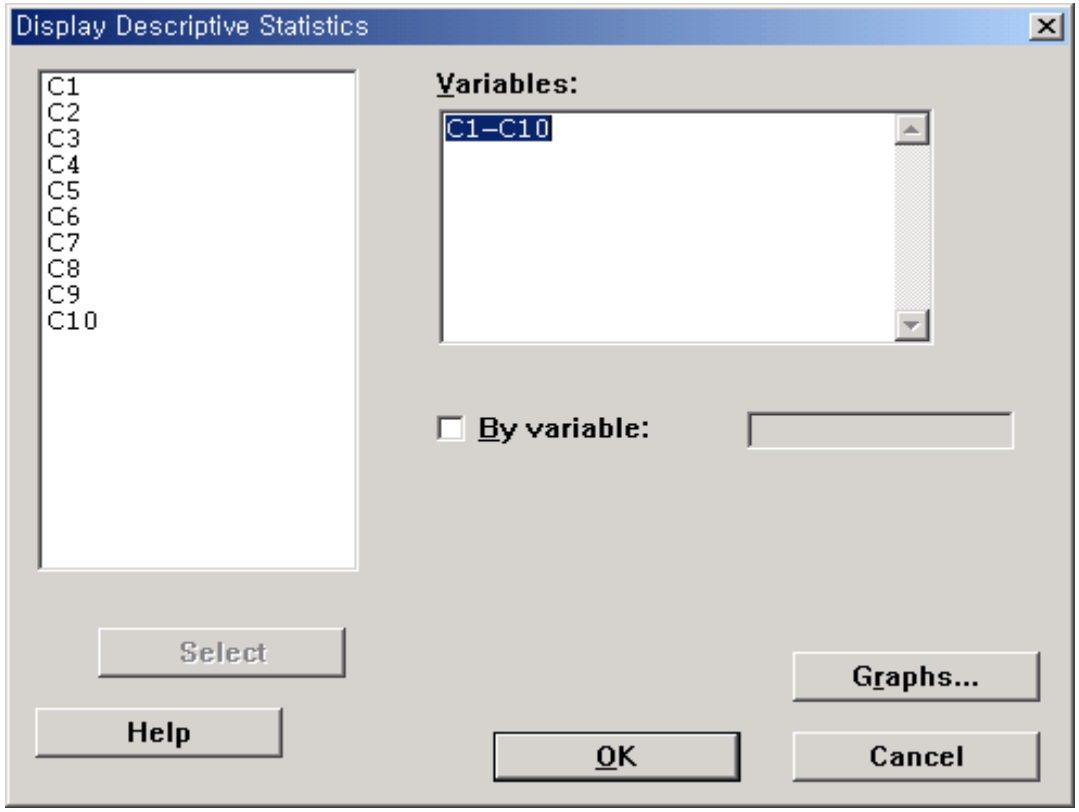
↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
1	78.3489	62.2397	83.4410	70.6496	73.3014	91.8506	70.0104	56.8885	55.8666	71.3996						
2	77.0039	63.3918	56.5045	63.7473	76.1662	56.2634	70.2136	80.8574	67.6692	67.9797						
3	69.9903	57.3674	76.9565	75.7560	67.0813	53.1708	65.2653	65.5123	57.7102	65.4233						
4	72.1141	84.5966	72.3616	77.0869	76.8387	63.8766	63.1890	86.0470	73.7383	74.4276						
5	72.6649	68.0006	68.1131	86.4918	84.8838	63.4249	71.8010	65.8276	70.2282	72.3818						
6	68.5881	69.8258	56.3336	76.1467	68.3968	66.8964	67.8599	69.9692	74.6999	68.7463						
7	69.1003	67.6686	69.4598	57.2910	79.9728	71.3205	85.9913	78.9838	72.4504	72.4709						
8	71.9431	69.5855	84.6656	63.8327	70.8127	67.2903	78.4168	68.6720	70.0555	71.6971						
9	63.2836	56.0805	60.4188	76.0426	72.6246	72.8342	68.6820	59.5356	80.0219	67.7249						
10	61.9480	72.9016	60.9942	70.6668	70.7527	68.0686	71.7722	82.7528	72.2654	70.2358						
11	58.9074	59.7547	56.1732	74.0526	82.5668	71.2894	68.8954	72.4150	44.6435	65.4109						
12	59.4847	81.4630	79.7840	55.8257	72.4581	72.3362	74.5742	73.3443	80.6996	72.2189						
13	76.9410	83.1150	64.7219	69.0659	64.6588	74.5561	80.1602	68.7935	54.8921	70.7672						
14	81.3249	73.6440	62.0806	69.2068	70.9073	62.4272	70.3861	63.4801	59.7896	68.1385						
15	50.8578	81.5731	80.6545	72.9769	75.7652	71.5634	61.1536	55.2627	88.6140	70.9357						
16	65.5244	72.7234	65.0128	61.4780	58.3099	87.2292	73.3991	79.5296	68.6123	70.2021						
17	58.0426	68.6442	72.8299	76.3049	78.4924	71.3966	77.0014	59.9566	62.0028	69.4079						
18	69.4820	71.8057	61.8200	82.3054	64.9953	60.0431	78.6809	61.5427	79.2183	69.9882						
19	60.5962	85.7894	79.6563	85.4508	56.9476	69.1437	69.5463	79.9621	54.1393	71.2480						
20	63.8822	88.9270	75.7003	70.4609	53.2912	69.2823	67.0629	67.2520	84.4498	71.1454						
21	60.9404	69.8268	68.1424	65.3758	59.5600	80.0673	75.3581	81.0447	79.9402	71.1395						
22	79.4770	62.2962	72.5520	75.7133	76.7789	85.9752	85.9447	54.9161	84.0106	75.2960						
23	65.9167	65.8086	59.1736	78.4926	90.5743	83.3174	68.1454	61.1032	82.0831	72.7350						
24	73.6143	90.1332	82.4089	72.8631	65.0199	75.5745	68.1280	47.8490	46.7481	69.1488						
25	81.0209	70.2800	76.8458	72.2970	70.5478	66.0085	67.7731	81.2916	80.0552	74.0133						
26	69.7643	74.5206	61.3086	67.9812	77.2459	70.7302	80.9602	66.9011	70.5732	71.1095						
27	66.8474	60.3605	83.7250	83.3217	79.6581	64.4023	95.4167	73.4714	81.8603	76.5626						
28	75.0012	54.9775	75.3184	80.4174	59.9100	75.1428	63.5859	65.6252	65.8287	68.4230						

Current Worksheet: Worksheet 1

中心极限定理的应用

Minitab Descriptive Statistics





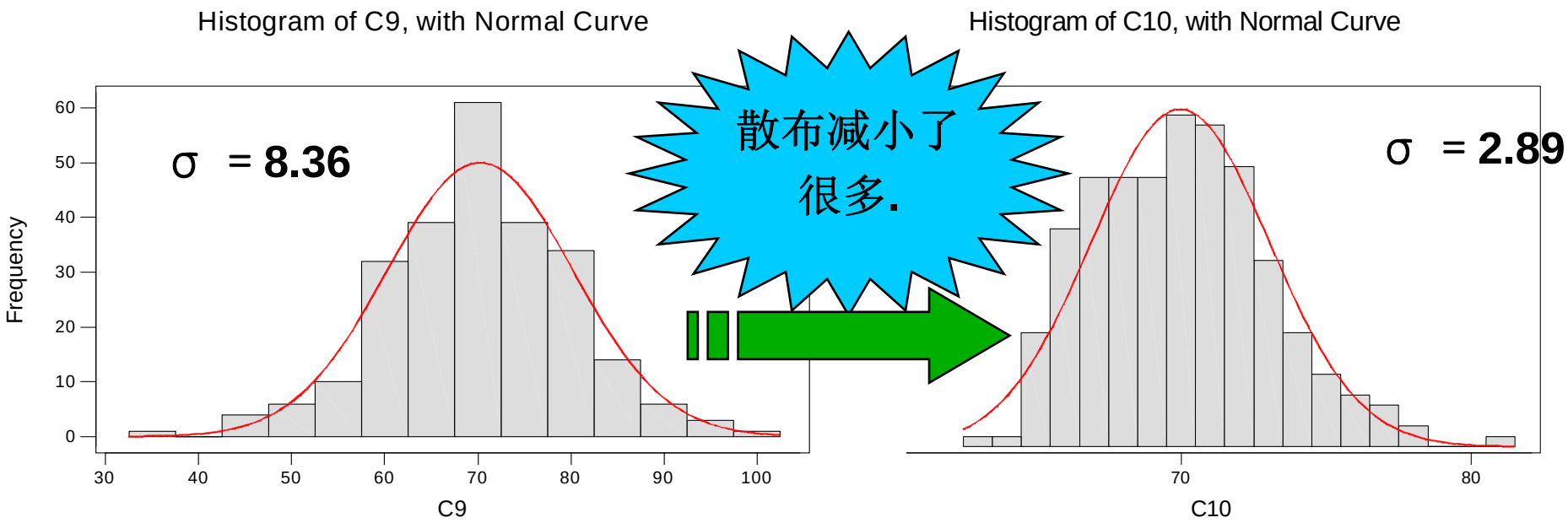
中心极限定理的应用

结果 _ 统计量比较

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SEMean
C1	250	70.069	70.651	70.172	8.876	0.561
C2	250	70.253	70.149	70.322	8.614	0.545
C3	250	70.170	70.286	70.155	8.272	0.523
C4	250	70.525	70.196	70.524	8.814	0.557
C5	250	69.123	68.492	69.215	8.637	0.546
C6	250	71.380	72.159	71.515	8.670	0.548
C7	250	69.409	69.523	69.347	8.817	0.558
C8	250	69.698	69.753	69.648	8.766	0.554
C9	250	69.472	69.439	69.625	8.362	0.529
C10	250	70.011	70.143	70.042	2.887	0.183

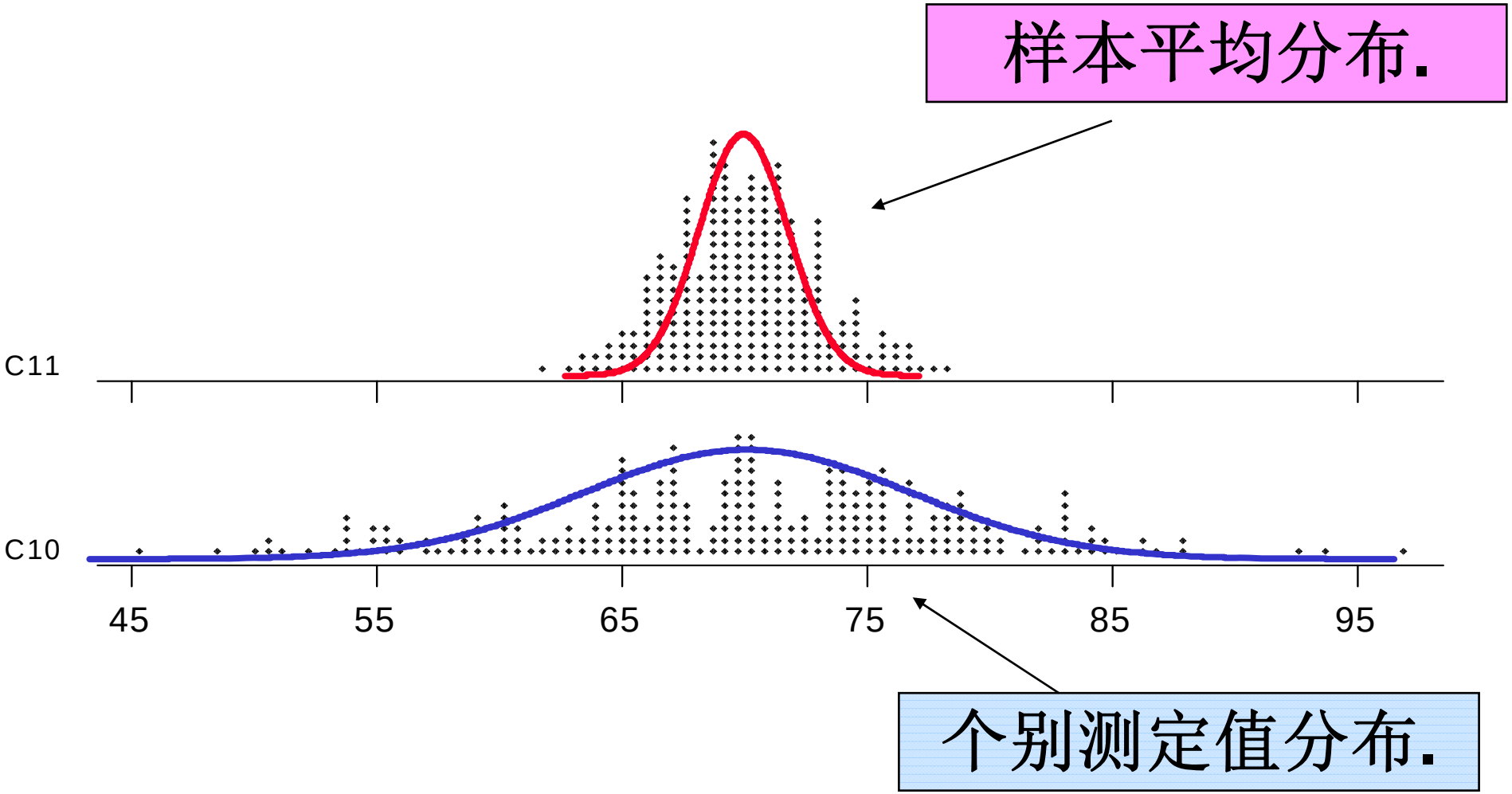
结果 _ Histogram 比较

- 比较一下样本的散布 **(C9)**和样本平均的散布**(C10).**



中心极限定理的应用

- 用dotplot比较一下频数就会很明确.。



中心极限定理的应用

2. 非正态分布的情况

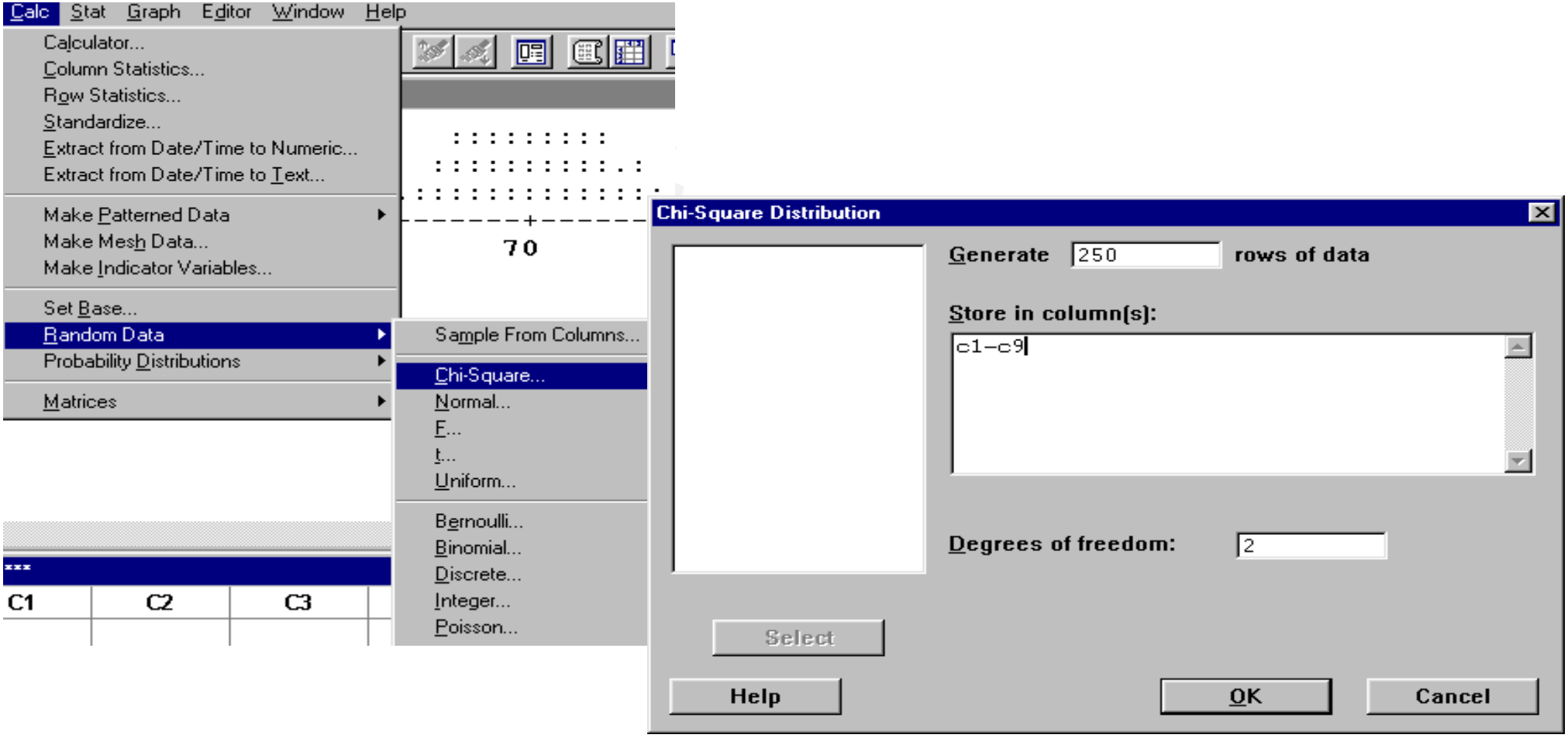
❑请反复做Data是非正态分布时，在Data中抽样 n个再测定平均(x-bar)的方法.

❑在这样的情况下 x-bar 的散布 比x散布减小，
$n \to \infty$ 时 x-bar 的散布呈正态分布.

❑为确认以上内容，在非正态分布中对偏移最大的分布中的一个 Chi-Square 分布求 x-bar， 适用中心极限定理.

中心极限定理的应用

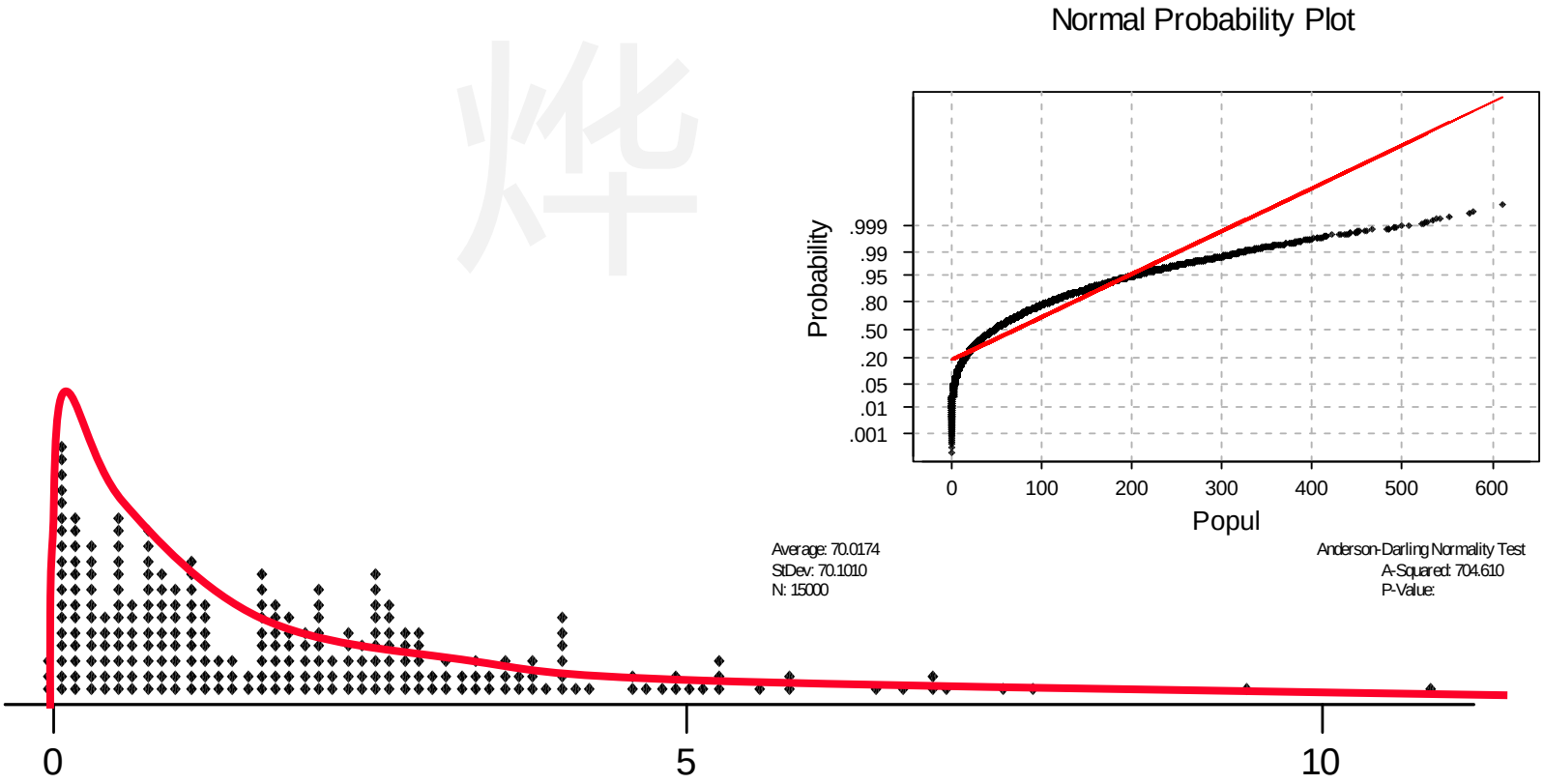
任意地找出9列有250个数据的 Chi-Square 分布.



中心极限定理的应用

Chi-Square 分布

在这里看到，这是偏移很大的分布。我们来测试中心极限定理。



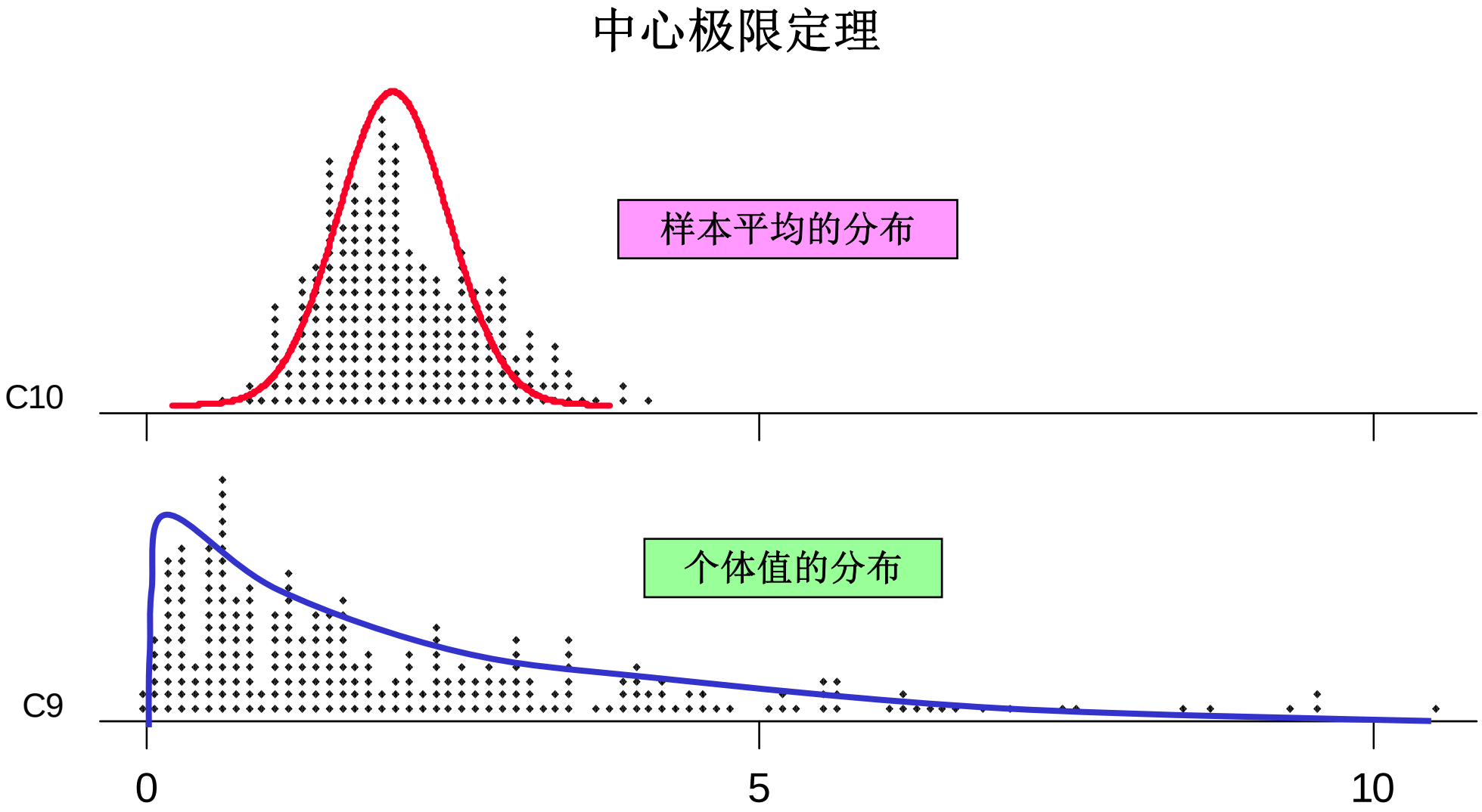
中心极限定理的应用

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
C1	250	1.932	1.575	1.743	1.804	0.114
C2	250	2.174	1.687	1.979	2.009	0.127
C3	250	2.154	1.712	1.961	1.960	0.124
C4	250	2.029	1.577	1.831	1.827	0.116
C5	250	2.033	1.368	1.793	2.084	0.132
C6	250	1.876	1.303	1.658	1.880	0.119
C7	250	2.099	1.609	1.874	2.000	0.127
C8	250	2.223	1.534	1.940	2.348	0.148
C9	250	2.155	1.463	1.935	2.057	0.130
C10	250	2.0750	1.9810	2.0537	0.6476	0.0410

C10 项是对 **C1~C9** 的平均的分布。

这样取**9**个样本来测定 求**x-bar**的散布，结果散布大大减少。

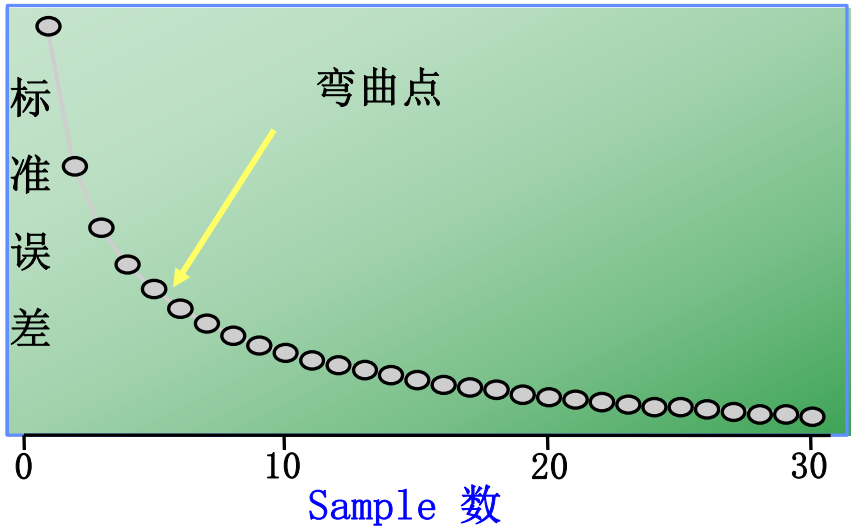
中心极限定理的应用



标准偏差及样本大小

对平均推定值的标准偏差称平均的标准偏差(SE Mean),如下定义.

一般无偏推定量时标准偏差越小推定量越好.



$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{n}}$$

$S_{\bar{x}}$ = 平均值的标准偏差

S_x = 对个体值的标准偏差

n = 平均的样本大小

标准偏差在样本大小为5,6时趋于稳定,样本大小为30时趋于平行.一般样本大小应为5以上,为了得到更精密的平均的推定值是奉劝样本大小定为30以上.