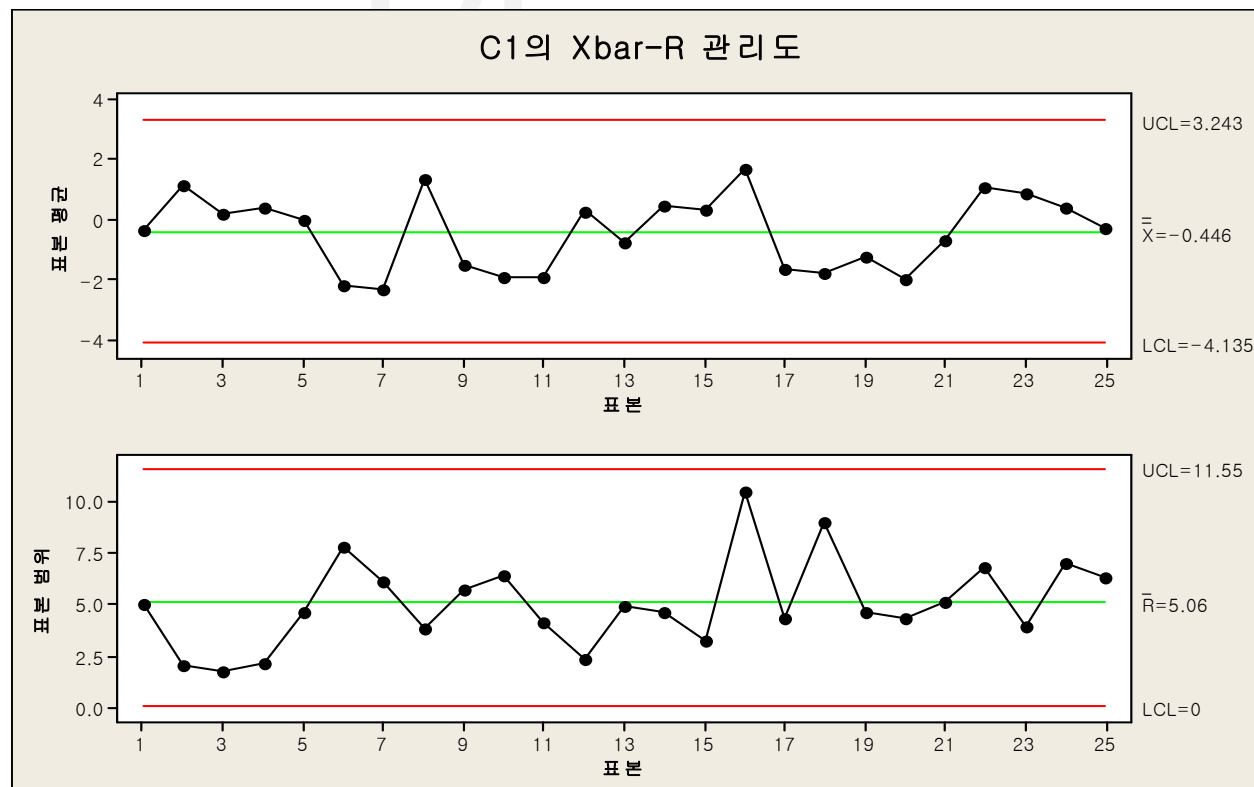
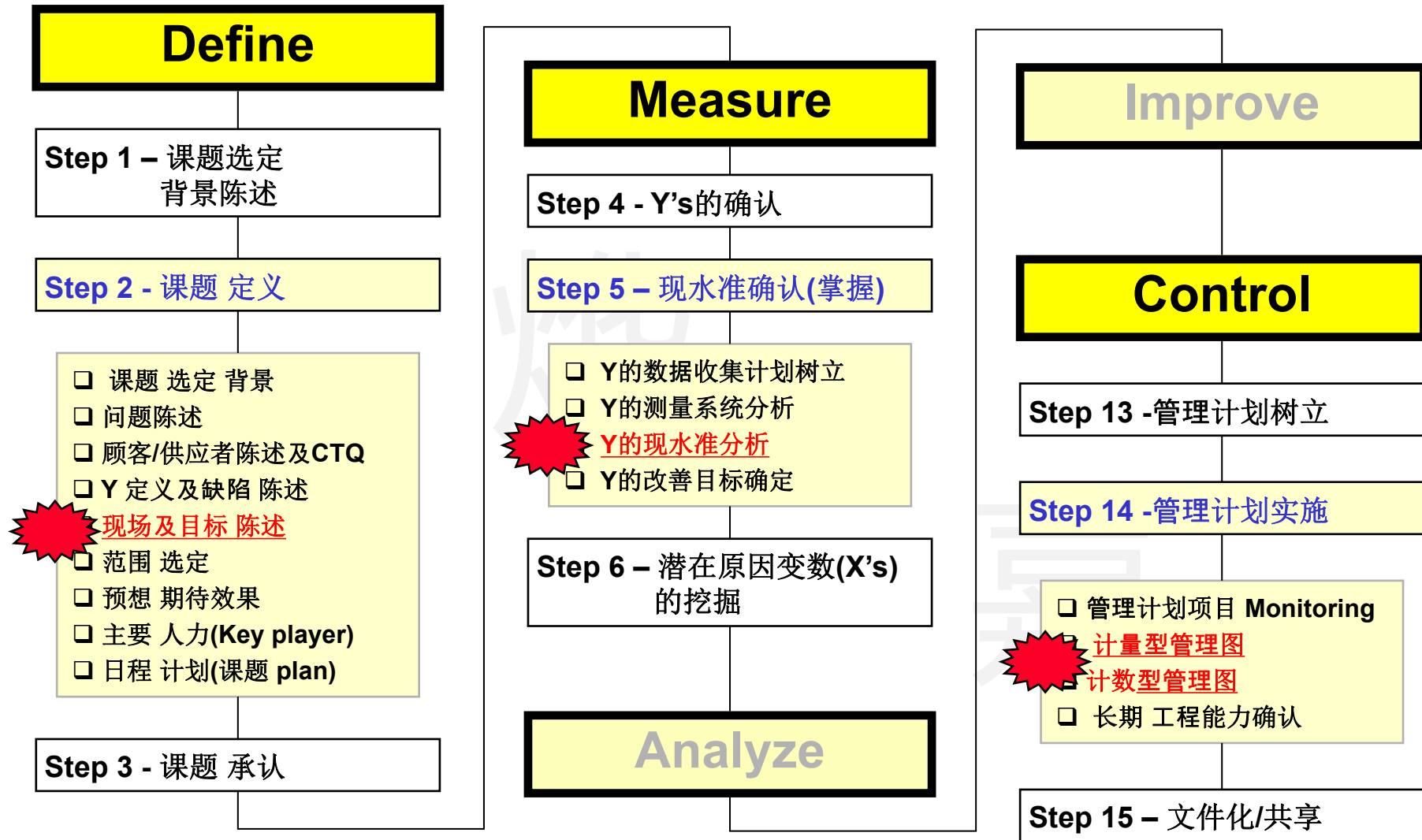


# Statistical Process Control

## (统计工程管理)



# DMAIC Roadmap



# 学习目标

## 1. 了解变动。

- 变动的要因：偶然要因， 异常要因

## 2. 理解SPC的概念。

- SPC的定义
- SPC的原理
- 管理 界限

## 3. 理解及适用数据种类不同的管理图制作步骤。

- 计量型管理图
- 计数型管理图

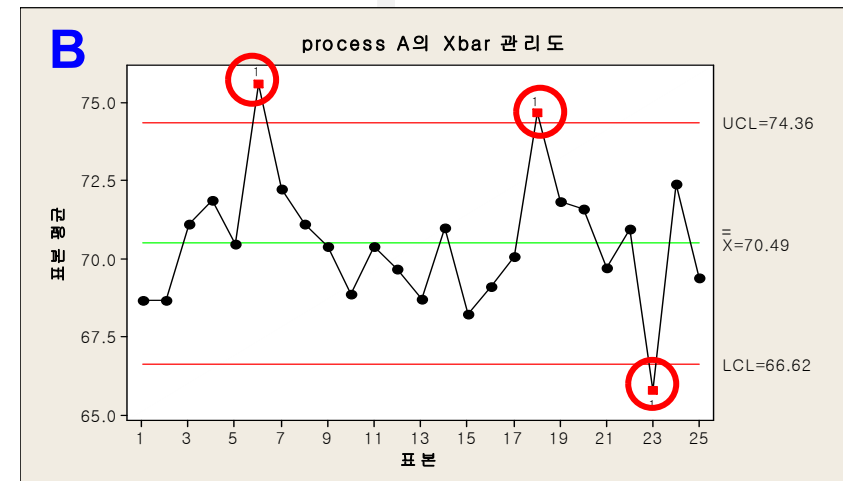
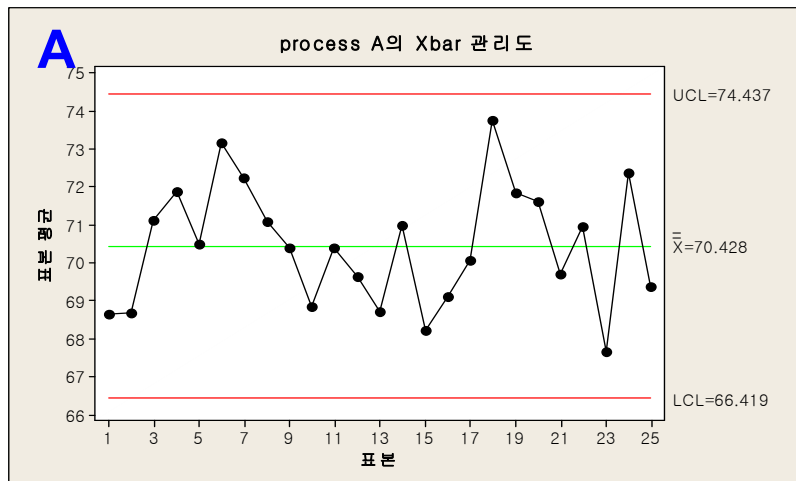
# 目录

□ 变动的理解	5
□ <b>SPC</b> 是	10
□ 管理图	
- 概要及构成	19
- 计量型管理图	33
• <b>I – MR</b> 管理图	34
• <b>X bar – R</b> 管理图/( <b>X bar – S</b> 管理图)	42
- 计数型管理图	49
• <b>P</b> 管理图	51
• <b>NP</b> 管理图	57
• <b>C</b> 管理图	60
• <b>U</b> 管理图	63
□ 学习理解 问题确认	65
□ 参考资料 –代表性管理图的管理界限	69

# 变动的理解

## □ Process的稳定性(Stability)

- 所有 **Process**都拥有散布(变动)。
- **Process**的稳定性? 根据时间的流失**Process**预测可能的**Process**的能力。
- **A**的平均不会随时间变化, 因为能够预测散布, 是安定的被管理的流程
- **B**中发生了管理脱离点, 因此是预测不可能, 不稳定的**Process**。
- 稳定性(Stability)是与散布的大小无关的问题。



# 变动的理解

## □ **Process**的散布 (变动的要因)

### 1.管理的散布 (Controlled Variation : **Noise**)

- 经过一段时间也会呈现出安定的散布状态。
- 与**偶然要因(Common causes)**有关， 为了减少散布， 流程的根本变化很有必要。  
→ 是说**Process**在严格的管理状态下也发生某程度不可避免的变动原因， 如服务员的熟练度差异、作业环境的差异、原资材间的细微差异及相同设备间的差异等。

- **Natural** : 对特定 **Process**的预想变动
- **Random** : 经过一段时间 **Process**中偶然发生的变动

偶然要因变动的状态， 过后可能对发生的事件可以进行预测， 并在预测限界内可管理**Process**。

# 变动的理解

## □ Process的散布 (变动的要因)

### 2. 无法管理的散布 (Uncontrolled Variation : **Signal**)

- 根据时间的流失散布变化及无法预测的。
  - 与异常要因有关联，散布是通过 **Process**管理、**monitoring** 等急需进行改善。
- 是说服务员的不注意、不良资材的使用、生产设备上的异常等，这些原因不是慢性的存在，而是散发的发生而引起品质变动。

- **Unusual** : 对特定的**Process**来说，不是预想的变动
- **Sporadic** : 在特定的时间发生的变动
- **Specific** : 在特定的情况下发生的变动

异常要因变动部分是预测不可能及无法进行管理的。

# 变动的理解

## □ 偶然原因 vs。 异常原因

区分	偶然原因( <b>Chance Causes</b> ), 一般原因( <b>Random Causes</b> )	异常原因( <b>Assignable Causes</b> ), 特殊原因( <b>Special Causes</b> )
现象	所有资料中类似的部分	一部分资料中与平时不同的部分
构成	多数 很小的原因	少数主要 原因
性格	安定, 预测 可以	散发的, 预测 不可
占有率	全体的 <b>85%</b> 内外	全体的 <b>15%</b> 内外
改善 活动	系统式的改善活动 ( <b>6sigma</b> 课题)	现场管理及即实践 课题
担当者	工程师	现场 负责人及作业者

Process 改善对象

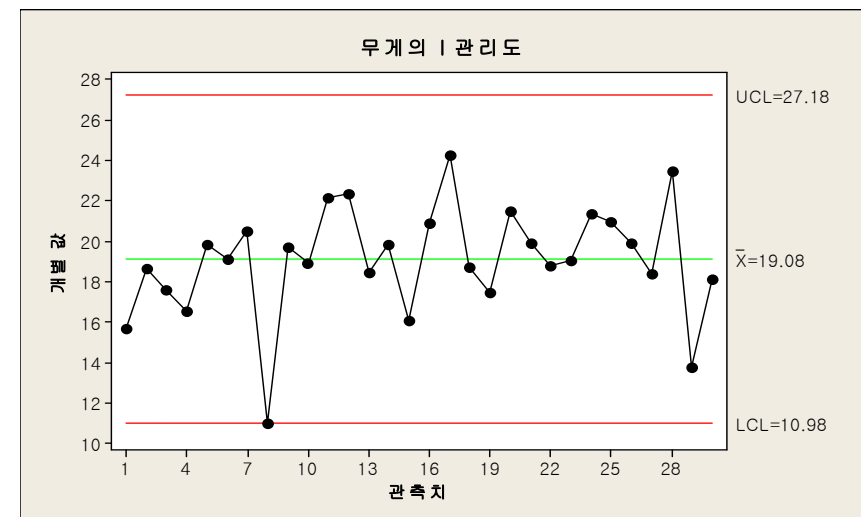
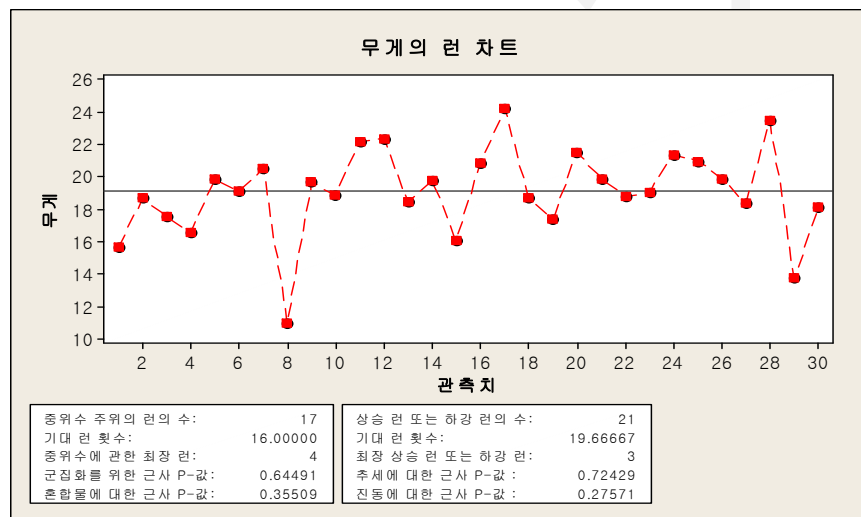
Process管理对象



# 变动的理解

## □ Process 散布的特征

- 所有**Process**是以因果关系相连接的**Process**来构成的。
- 散布是生产制品或服务时，意味着在相同的**Process**下无法制作出一定制品的意思。
- 所有的**Process**都存在散布。
- **Input** 变数， **Process** 变数的异常变动带来 **Y**变数的变动。



# SPC是

## □ 定义

- 以**Data**为基础，分析**Data**拥有的变动并及时把握变动大的原因，为了以后变动量的最小化的**Process**管理的统计方法。
- 为了达成 **Process**中要求的品质或生产性目标，使用 **PDCA Cycle** 利用统计方法效率的运营**Process**的方法。

\* PDCA : Plan – Do – Check – Actio

n

**S (Statistical)** : 通过统计资料和分析技法的帮助  
**P (Process)** : 掌握给**Process**变动的原因和**Process**能力的状态  
**C (Control)** : 为了让给予的**Process**达成目标，使用 **PDCA Cycle** 形成持续的**Process**改善的活动

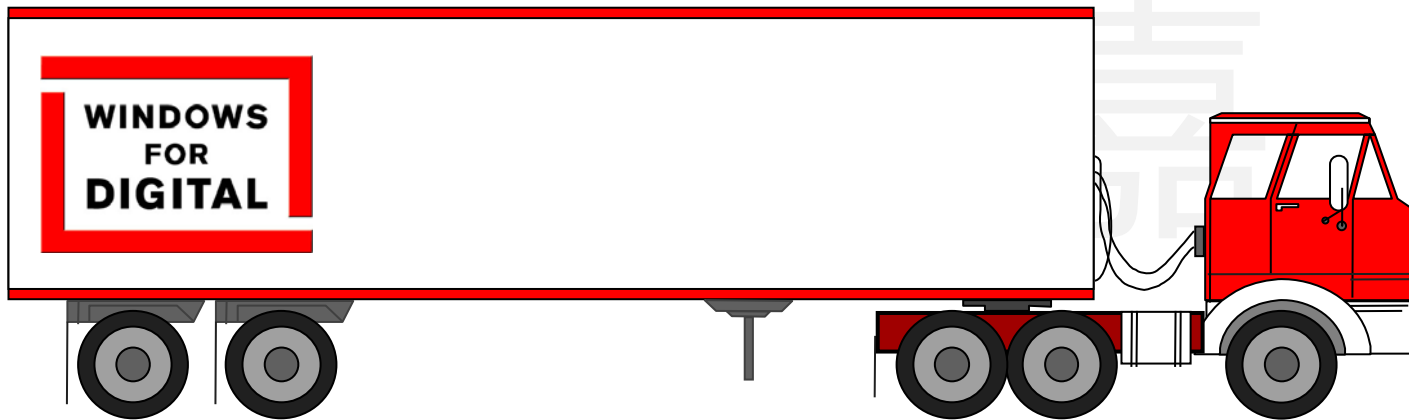
➤ SPC的主要工具 : 管理图 (**Control chart**)

# SPC是

## □案例研究- 直观 SPC

金司机 是有名的最优秀的驾驶员之一。

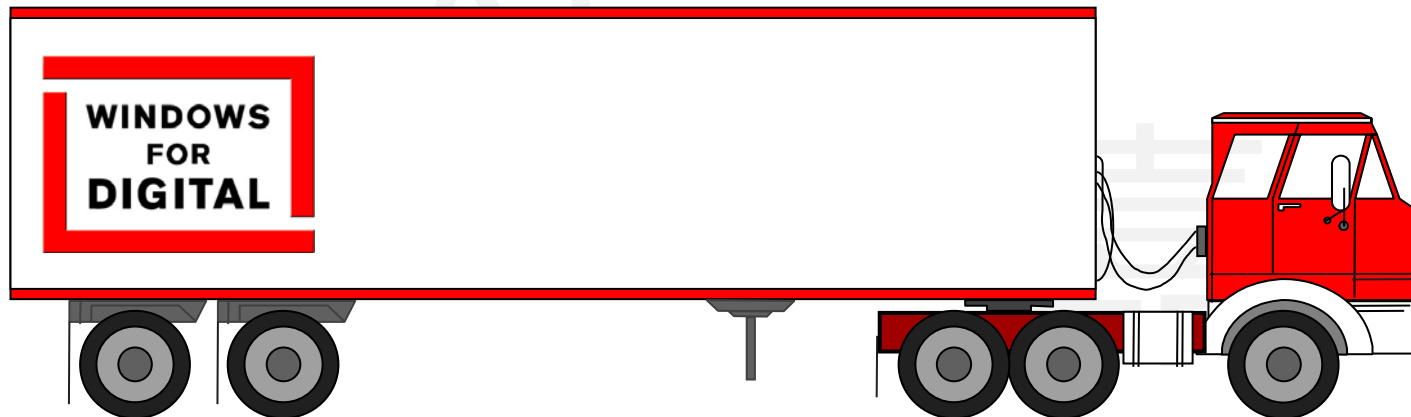
- 有一天， 他喝了1瓶烧酒后说还能沿着一条直线驾驶卡车。
- 于是同事们就要求他证明给他们看。



# SPC是

## □案例研究- 直观 SPC

- 证明他确实沿着一条直线驾驶是一件困难的事情。
- 这时有人想起他的卡车一向漏油。
- 为了看他能否沿着一条直线驾驶， 到公路行使了1英里左右， 调查了公路上漏油的痕迹。

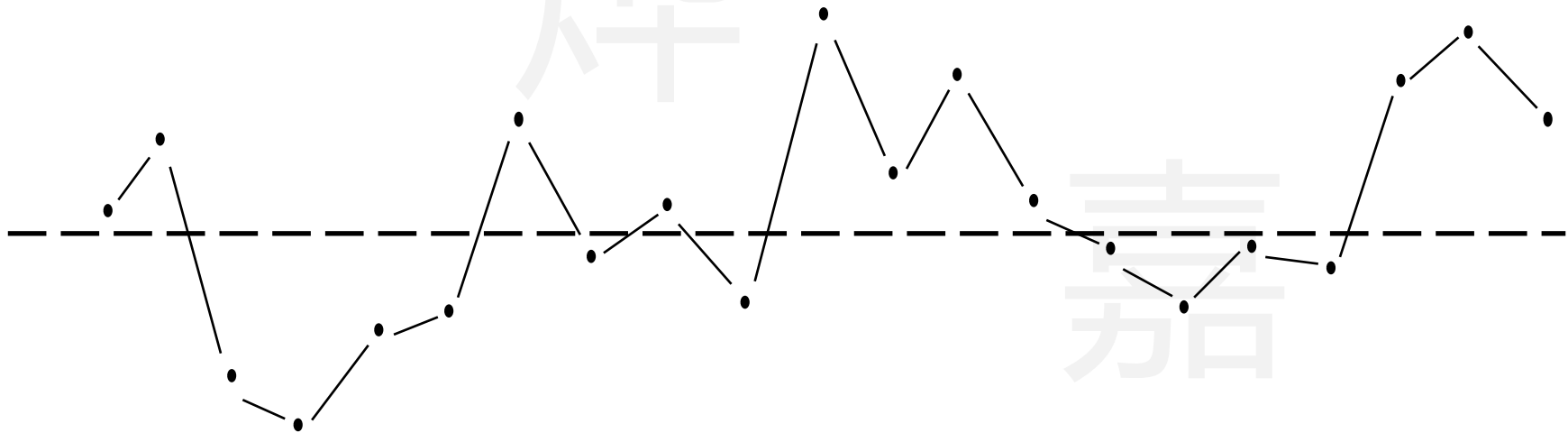


# SPC是

## □案例研究- 直观 SPC

由你做出决定：金司机的驾驶路径是一条直线吗？

请看从高处往下看的(**Birds-eye View**) 公路的形象。



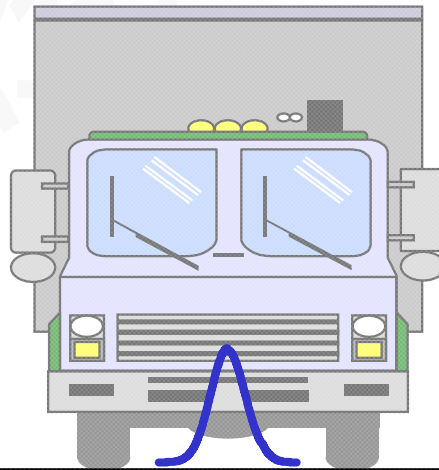
# SPC是

## □案例研究- 直观 SPC

想想下一步: 油会如何滴下来?

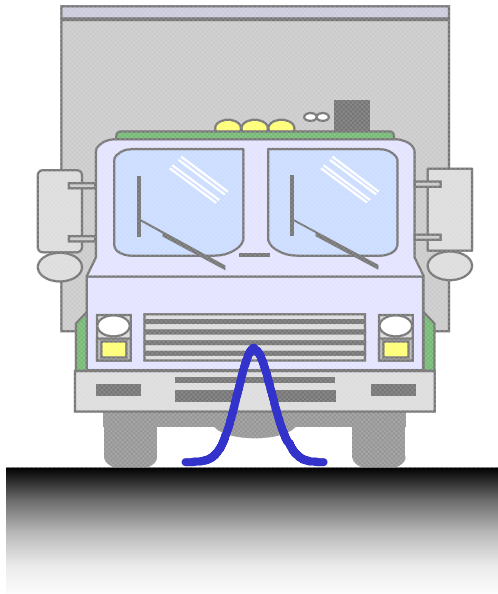
如果卡车是静止的。。。

油会滴到同一个点上吗?

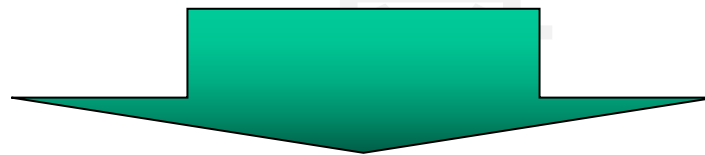


# SPC是

## □案例研究- 直观 SPC



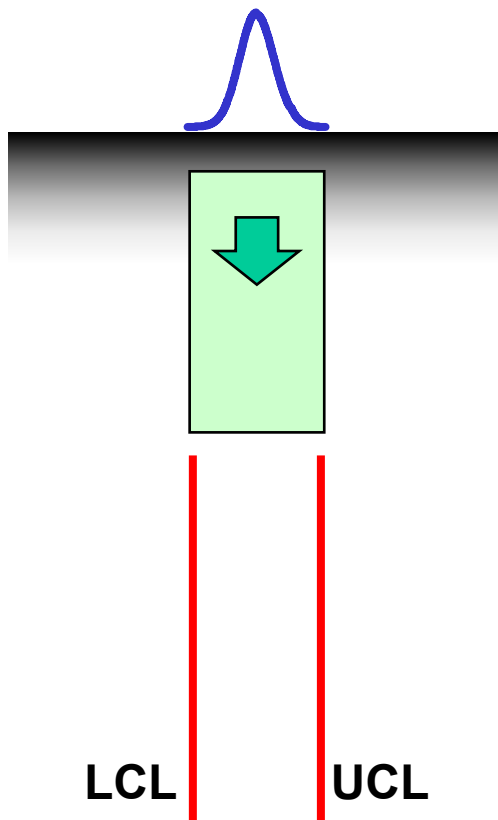
- 根据金司机方向盘技能的变动与“油滴间变动”进行分离的方法存在的话，是否会有帮助？
- 管理图理论(**Control Chart Theory**)是自然的偶然要因变动，利用在对金司机驾驶变化的掌握方法中。



变动的原因 = 自然的“油滴间的变动”

# SPC是

## □案例研究- 直观 SPC



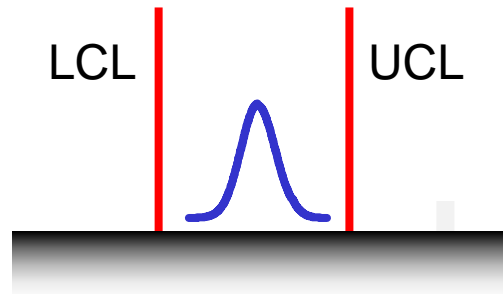
- 为了制定流程的基准性能(**baseline**)，形成了对“偶然要素”引起的变动的研究“。在这种情况下，我们认为“油滴间变动”是偶然要素。
- 以基准性能（现在的水准）为基础，设定**data**的包含**99.7%**的流程持续警戒范围。我们把这个警戒叫做管理限界（上限及下限）。
- 在这个限界外分布的**data**点被认为是因异常要素造成的(异常状态)。

管理限界周围的**data**分布状态提供可能存在异常状态的情报  
(出现其他变动要因)

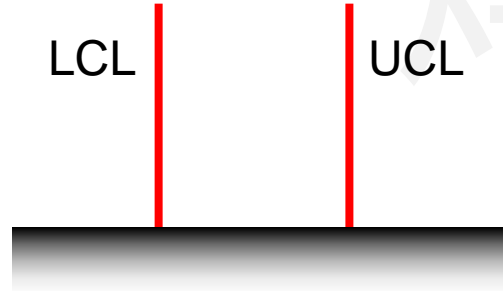


# SPC是

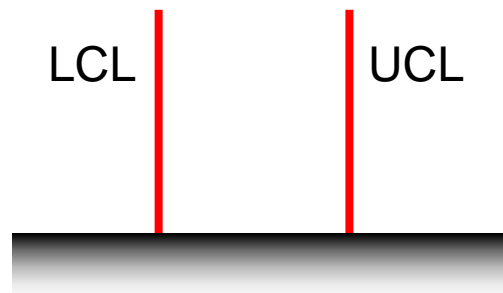
## □案例研究- 直观 SPC



油滴间的变动



油滴间的变动+风



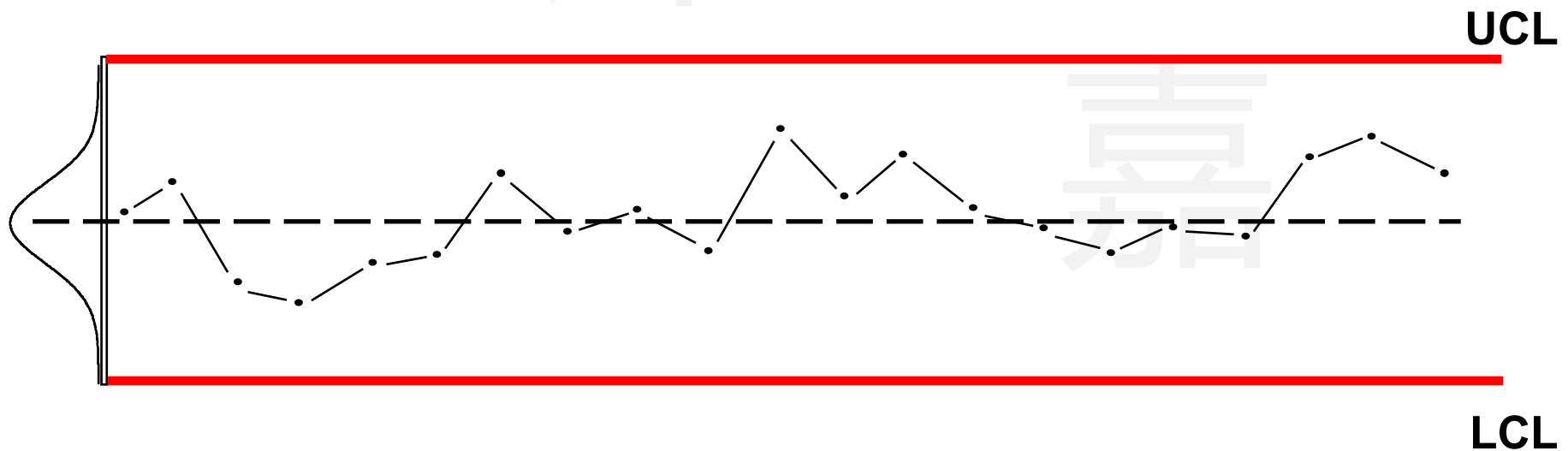
油滴间的变动 + 风 + 驾驶技能变动

# SPC是

## □案例研究- 直观 SPC

由你做出决定:保尔的驾驶路径是一条直线吗?

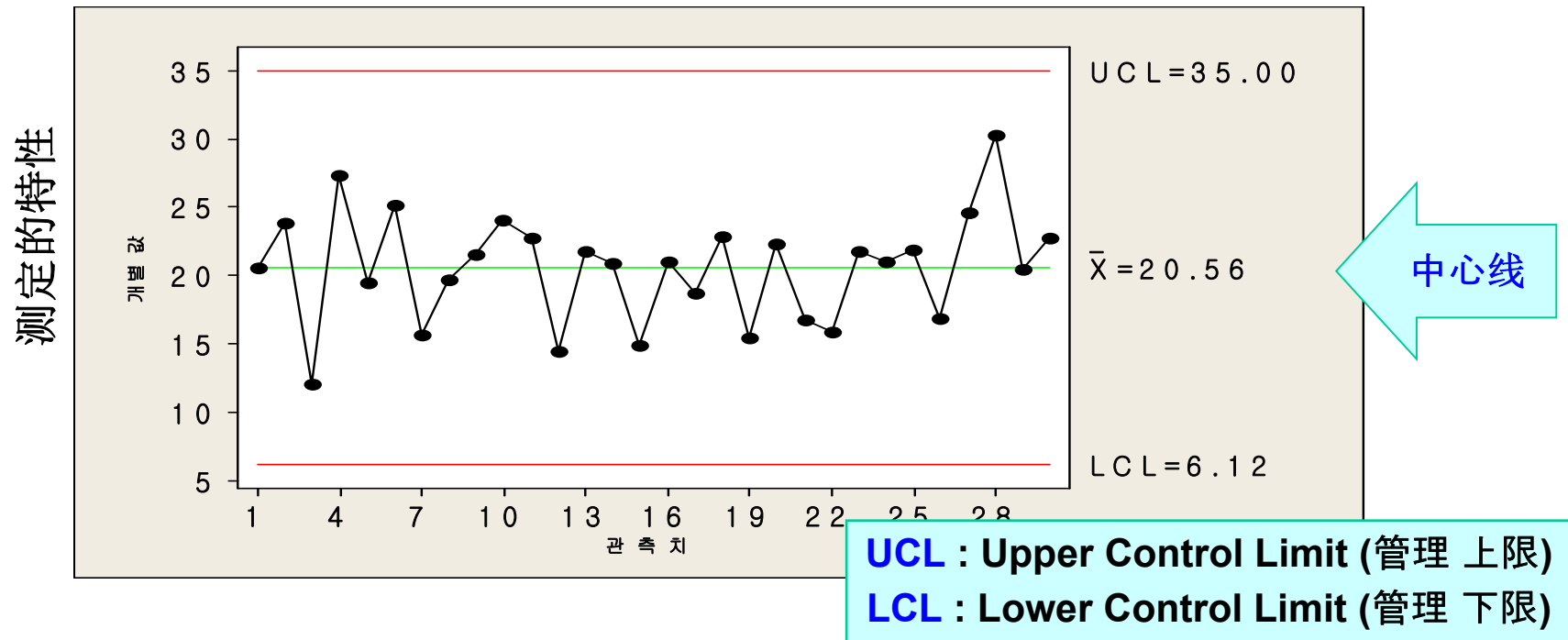
- 没有对卡车移动路径“中心值变动” (“centering”的变化)的统计证据。。
- **Data**点的“在中心线上下的分布 (wiggling)”是因为噪音。



# 管理图

## □ 概要及构成

-1924年 Bell 研究所 - W. A. Shewhart 创始。



- 所有点的位置在管理界限内，点的移动没有 **pattern**时，判断为 **Process**在管理状态下。
- 如果有某个点脱离了管理界限或发现了某 **pattern**时，判断这个 **Process**有某个异常状态的可能。

# 管理图

## □管理图的定义

- 把品质的变动情况以图表表示出来。
- 对**Process**的情报推定或制定**Process**能力时利用，还可以提供有意的情报。
- **Process**中发现异常要因时，采取修订措施或事前压制不良的发生。
- 把品质的变动效果可减少到一定的限度。

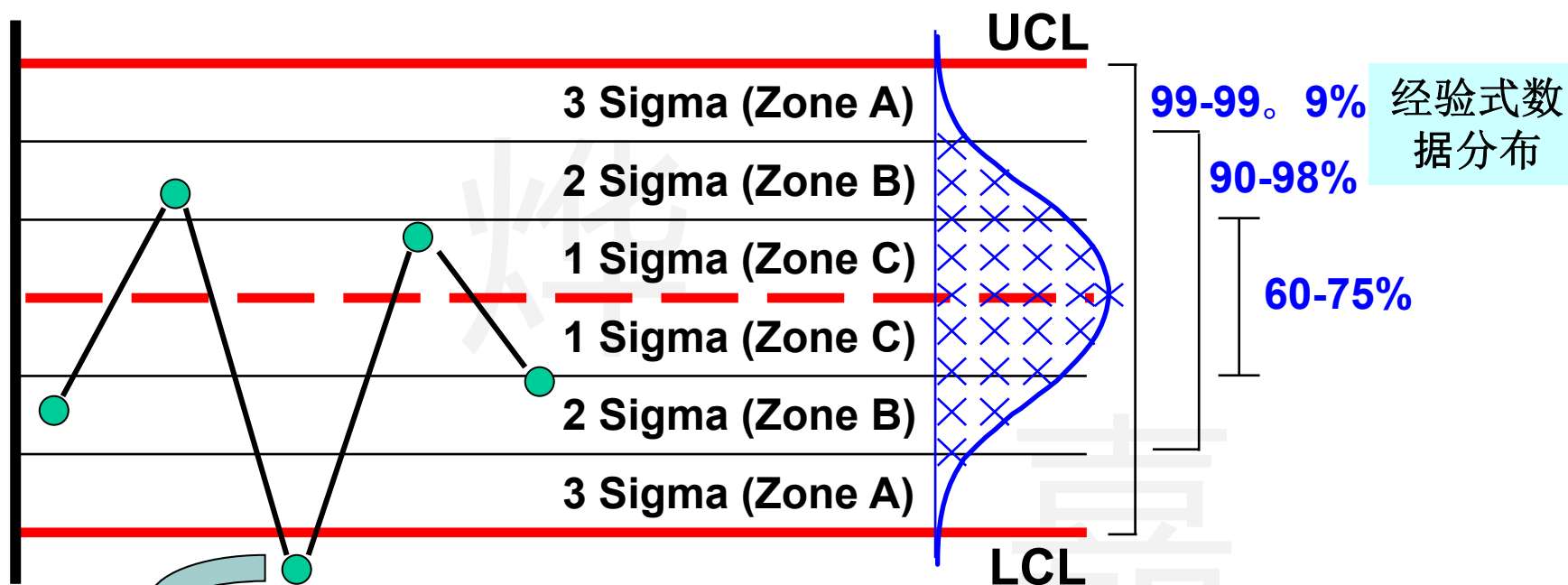
## □管理图 使用的理由

- 管理图是对**Process**管理可能或预测与否进行的说明。
- 管理图在 **Process X's** 或 对**Process Y's**进行使用时有效。
- 管理图会告诉你 **Process**中会对预测不到的变动，应采取怎样的措施。
- 管理图提供了**Process**诊断情报。

# 管理图

## □管理脱离的统计意思

- 假如有1个数据在3 Sigma界限之外时？



这个数据在(3 Sigma界限外)的概率：

$$N(0, 1^2) \sim P(Z \geq 3) \times 2 = 0.00135 \times 2 = 0.0027 (0.27\%)$$

(Calc > Probability Distributions > Normal > Cumulative Probability)

➡ 这种事发生的概率很低 但是发生了! 这个就是异常(Signal)!

# 管理图

□ 管理界限幅设定时考虑到计算的便利利用标准偏差的**3**倍数。

□ 假设验证中的有意水准(范第1种错误的概率)，如同采纳了

$$\alpha = P\{|W - \mu_0| > 3\sigma_w\} = 0.0027 \quad .$$

-管理图上的某点脱离管理界限的概率是 **0.0027**。

□ 管理图的心线和 上·下限

- 样本 统计量(  $\bar{W}$  ),  $\bar{W}$ 的平均 (  $\mu_{\bar{W}}$  ), 标准偏差 (  $\sigma_{\bar{W}}$  )时 ;

$$UCL = \mu_{\bar{W}} + 3\sigma_{\bar{W}}$$

$$CL = \mu_{\bar{W}}$$

$$LCL = \mu_{\bar{W}} - 3\sigma_{\bar{W}}$$

利用这样原理的管理图叫 **Shewhart**管理图

# 管理图

## □ Minitab的管理脱离基准

(统计学 > 管理图 > 对个体的计量型管理图 > I-MR管理图 > I-MR 验证)

개선택 옵션

S 한계 한 다음

Box 저장

3 표준

1. 脱离管理 界限의1个点

3. 连续的6个点增加或减少时

5. 3个点中2个点出现 A zone时

7. 15个点连续出现 C zone时

2. 中心线为基准在某一侧连续出现9个点时

4. 连续的14点上下 1次的 Plot的时候

6. 5个点中4个点在 B zone 或 之外时

8. 连续的多个点在 C zone 之外时

도움말 확인(O) 취소

# 管理图

## □ 根据使用目的不同的管理图的种类

- 工程 分析用

工程 规格 满足 与否。 规格设定中的必要情报, 生产工程的修改或保全设定时 或 检查步骤设定关联的情报收集是主要目的时使用

- 工程管理用

探知到工程有可能发生异常的要因, 因此采取必要的措施为了维持管理状态时使用

- 对生产的制品进行 合格·不合格的判定用



# 管理图

## □管理图的制作阶段

阶段 1：选定管理图制作的恰当的输出变数。

阶段 2：合理的小集团/频度及恰当的样本大小制定。

阶段 3：选定恰当的管理图。

阶段 4：数据收集 相同 稼动。

阶段 5：中心线 及管理 界限计算。

阶段 6：记住 数据。

阶段 7：观察是否脱离了管理状态 (**Out Of Control:OOC**)。

阶段 8：解释结果后，对特别原因变动进行调查后，提出必要的提案。

# 管理图 — 合理的子群 理解

## □ 分成合理的子群

### (管理什么及应采取哪些措施?)

- 子群内样本相同的子群选定。
  - 合理子群构成原理：子群间变动大，子群内变动要小 (子群内散布的最小化)
- 通过样本群内散布的最小化，我们能很容易知道样本群之间的散布和异常原因事件。
- 一般的合理子群的大小；
  - 计量型管理图：5个到 10个之间
  - 计数型管理图：至少1个以上的缺陷/缺陷 发生 概率为基础

**“如果data没有被整理成合理的样本群,  
管理图只能做壁纸” Donald Wheeler**

# 管理图－合理的子群理解

## □ 合理的分组(组成潜在子群的战略)

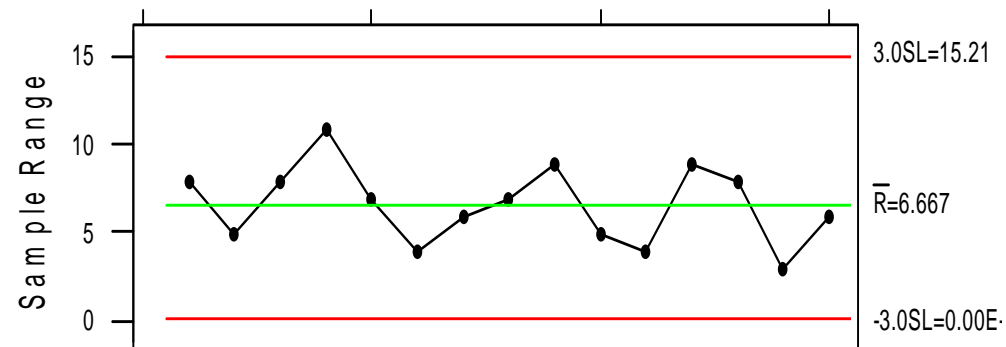
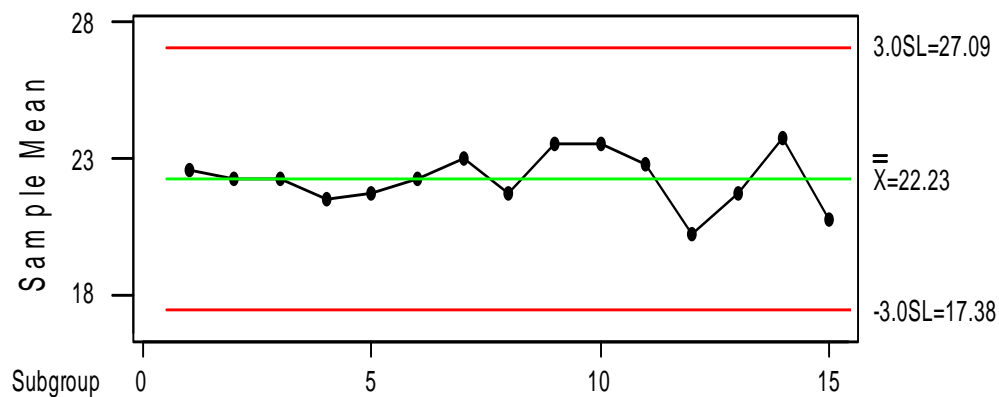
- 一般的方法 (想要知道的群间情报基准)

- 根据作业
- 根据部属
- 根据机器
- 根据顾客
- 根据供给者
- 根据原材料类型
- 根据日期
- 根据地域 。 。 。 。

# 管理图 — 合理的子群案例

## Peanut Butter Fill Weight Case 1. 个机器别 每天 构成1个 群时

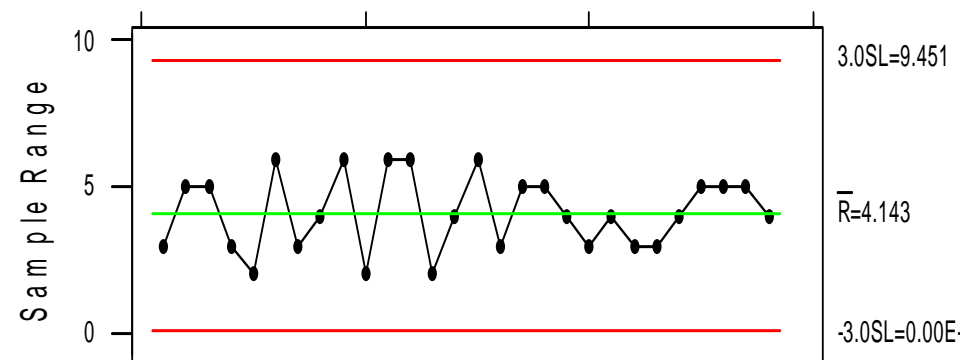
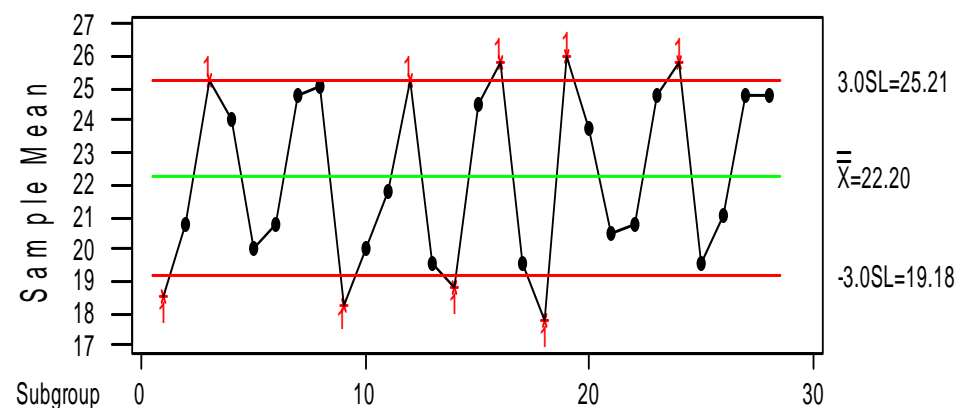
Subgroup#	Mach.A	Mach.B	Mach.C	Mach.D	X-bar	R
1	19	19	25	27	22.50	8
2	22	22	20	25	22.25	5
3	18	19	26	26	22.25	8
4	16	18	25	27	21.50	11
5	21	18	25	23	21.75	7
6	20	21	24	24	22.25	4
7	22	20	26	24	23.00	6
8	20	19	22	26	21.75	7
9	21	20	24	29	23.50	9
10	21	22	25	26	23.50	5
11	21	21	25	24	22.75	4
12	17	16	25	23	20.25	9
13	18	21	22	26	21.75	8
14	23	23	26	23	23.75	3
15	19	18	24	22	20.75	6



# 管理图 — 合理的子群案例

## Peanut Butter Fill Weight Case 2. 把每4台机器组成群时

Subgroup#	obsv1	obsv2	obsv3	obsv4	Avg	R	Machine
1	17	18	19	20	18.50	3	A
2	24	20	19	20	20.75	5	B
3	25	27	27	22	25.25	5	C
4	26	23	24	23	24.00	3	D
5	21	19	20	20	20.00	2	A
6	19	18	24	22	20.75	6	B
7	25	25	26	23	24.75	3	C
8	23	26	27	24	25.00	4	D
9	20	21	15	17	18.25	6	A
10	20	19	21	20	20.00	2	B
11	23	20	25	19	21.75	6	C
12	26	23	29	23	25.25	6	D
13	19	19	19	21	19.50	2	A
14	17	19	18	21	18.75	4	B
15	26	27	24	21	24.50	6	C
16	24	27	25	27	25.75	3	D
17	18	18	23	19	19.50	5	A
18	17	20	19	15	17.75	5	B
19	24	26	28	26	26.00	4	C
20	24	24	22	25	23.75	3	D
21	23	19	21	19	20.50	4	A
22	22	20	19	22	20.75	3	B
23	25	25	23	26	24.75	3	C
24	24	25	28	26	25.75	4	D
25	17	22	21	18	19.50	5	A
26	19	21	20	24	21.00	5	B
27	22	24	27	26	24.75	5	C
28	25	24	23	27	24.75	4	D



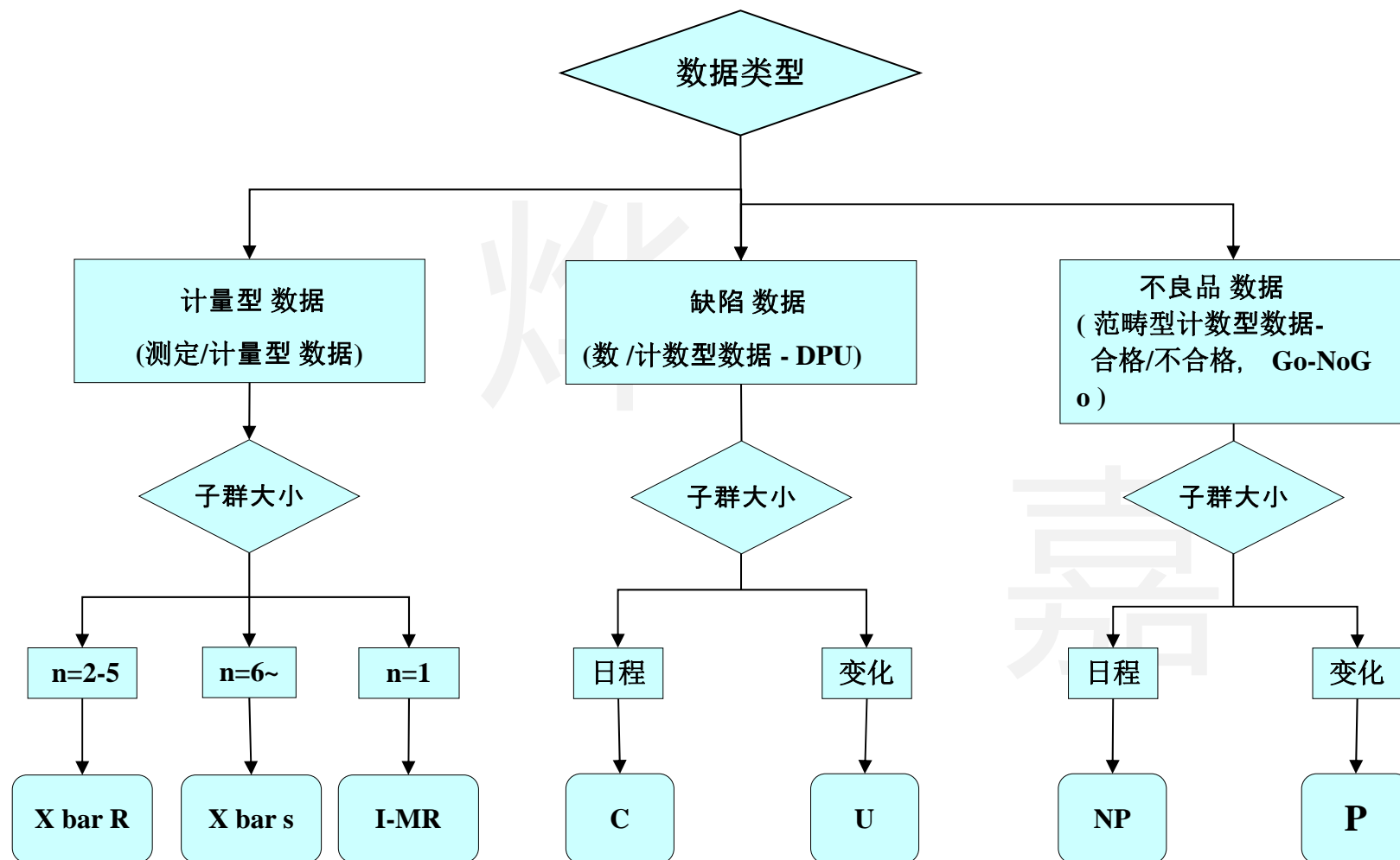
# 管理图 — 合理的子群讨论

## 讨论主题

1. **Case 1**和**2**的平均和范围的大小各多少?
2. **Case 1**中可知道的是什么?
3. **Case 2**中可知道的是什么?
4. 比如你在散布改善的立场时，怎样的构成群你觉得最有利?  
理由是?

# 管理图

## □ 根据Data Type的管理图适用 Roadmap



## 符合下列情况的管理图是？

- 1.焊接工程为确认焊接的强度，从每个班次焊接品中取样，通过强制性的破坏，测量拉力强度，收集管理其数据( )
- 2.材料供应工程每天从5家供应商收到同种药品。由于需要药品的总量管理，要从数据中对适当数量的变动进行管理。( )
- 3.用水供应商每天直接生产用水，给10个Team分别提供10~15桶。交货的水桶中有时出现漏税，或水桶肮脏，造成退货。因此需要对退货的管理。( )
- 4.有一个流程订单是制作织物后，交给顾客的。该工程按每天生产订单进行生产，在长的期间里每天供给同一数量。但在出货检查时偶然会发现织物的面被污染或撕裂。( )
- 5.塑料工程对优秀特性的管理已经收到了内外部的肯定。尤其是，塑料制尺度的标度的准确度完全符合顾客规格，而且工程管理非常优秀，也处于工程管理状态。但标度的准确度是作为尺度应有的品质，需要继续判断与规格比较的工程管理有无。此时，会使用的管理图是什么?( )



# 管理图 - 计量型管理图

## □ 计量型管理图

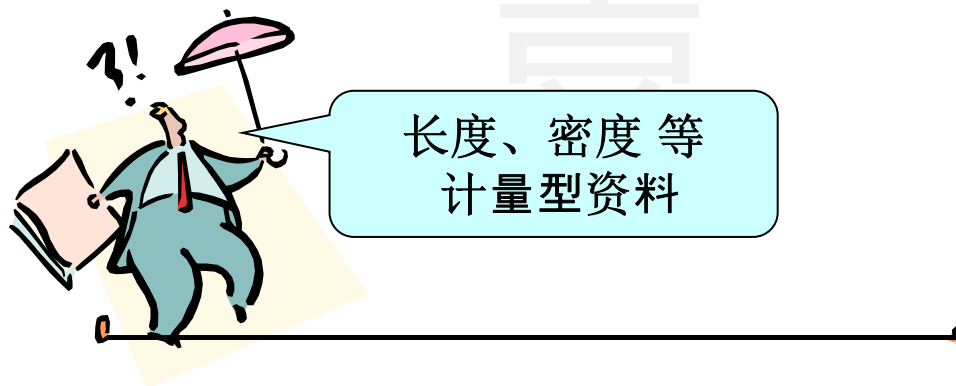
- 利用测定值：

  - 长度、密度、纯度、温度、湿度、重量、体积等

- 一般情况管理图上只表现出**1**个品质特性。

- 虽然费用很多但是可以得到很多情报。

- 工程的平均及散布直接影响着不良率，因此平均和散布都要进行管理。



# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)

## □ I - MR管理图

- 得出资料的时间区间较大或在工程只能测定1个值时使用。
  - 为了对工程平均的管理 把各个的个别数据进行Plot
    - 个别值(Individuals, **I**)管理图
  - 为了工程标准偏差的管理, 临近的2个数据间的范围(**n=2**)使用
    - 移动范围(Moving Range, **MR**)管理图
- ※也可能是“X- Rs管理图”。



# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)

## □ I-MR管理图练习

下面表格是在液状食品制造工程中对混合流动体的密度进行测定的资料。这个制品以配置单位形式生产，一直到配置度生产需要多个时间，因此一次只能收集一个数据。

子群号码	密度	移动范围	子群号码	密度	移动范围
1	1.65		11	1.62	0.13
2	1.25	0.40	12	1.27	0.35
3	2.00	0.75	13	1.50	0.23
4	1.82	0.18	14	1.54	0.04
5	1.45	0.37	15	1.13	0.41
6	1.22	0.23	16	1.84	0.71
7	1.68	0.46	17	1.75	0.09
8	1.27	0.41	18	1.33	0.42
9	1.52	0.25	19	1.51	0.18
10	1.49	0.03	20	1.38	0.13
			计	30.22	5.77
			平均	1.51	0.30

# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)

统计学>管理图 > I-MR...

파일(F) 편집(E) 데이터(A) 계산(C) 통계학(S) 그래프(G) 편집기(D) 도구(T) 창(W) 도움말(H)

기초 통계학(B)  
회귀(B)  
분산 분석(A)  
DOE(D)  
**관리도(C)**  
품질 도구(Q)  
신뢰성/생존 분석(L)  
다변량 분석(M)  
시계열 분석(S)  
표(T)  
비모수 통계학(N)  
탐색적 데이터 분석(E)  
검정력 및 표본 크기

Box-Cox 변환(B)...  
부분군에 대한 계량형 관리도(S)  
개체에 대한 계량형 관리도(I)  
계수형 관리도(A)  
시각 가중 관리도(I)

I-MR(B)...  
Z-MR(Z)...  
Z-PMR(Z)...  
Z-PMR(Z)...

개체-이동 범위 관리도

변수(V):  
density

指定有密度数据的栏。

선택

도움말

확인(O)

취소

척도(S)... 레이블(L)...  
다중 그래프(M)... 데이터 옵션(A)... I-MR 옵션(P)...

# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)

观察一下追加的功能...

The image displays four screenshots of the '개체-이동 범위 관리도' (Individual-Moving Range Control Chart) software interface, illustrating various configuration options for the I-MR control chart.

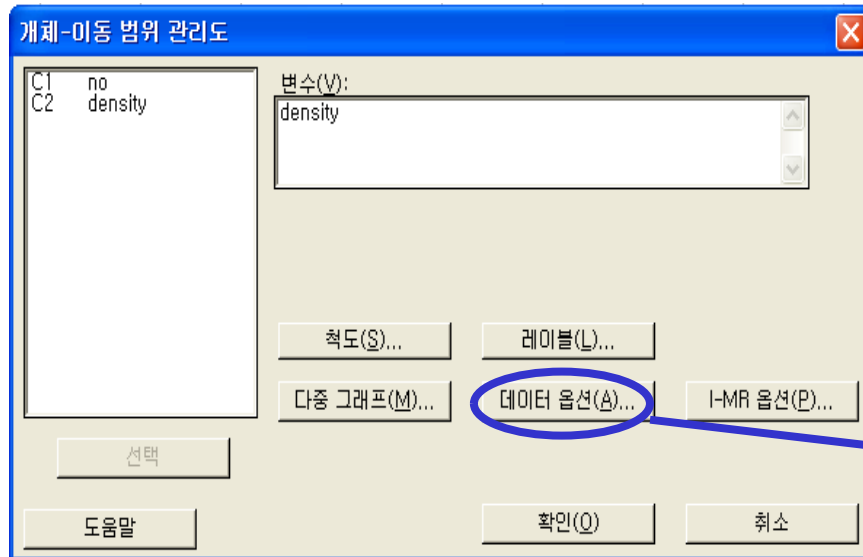
**개체-이동 범위 관리도 (Main Window):** This window shows the main control chart area. It includes a list of variables (C1: no, C2: density) and a '변수(V):' field set to 'density'. Below the chart area, there are buttons for '척도(S)...' (Scale), '레이블(L)...' (Labels), '다중 그래프(M)...' (Multiple Graphs), '데이터 옵션(A)...' (Data Options), and 'I-MR 옵션(P)...' (I-MR Options). The '선택' (Select) button is also present.

**개체-이동 범위 관리도 - 레이블 (Labels Window):** This window allows for setting the title and subtitle for the control chart. It includes fields for '제목/각주' (Title/Annotation), '제목(T):' (Title), '부제 1(S):' (Subtitle 1), '부제 2(U):' (Subtitle 2), '각주 1(E):' (Annotation 1), and '각주 2(N):' (Annotation 2). A text box explains: "• 管理图의 题目, 副题目, 角柱表示时使用" (Use for title, subtitle, and corner column representation of the control chart).

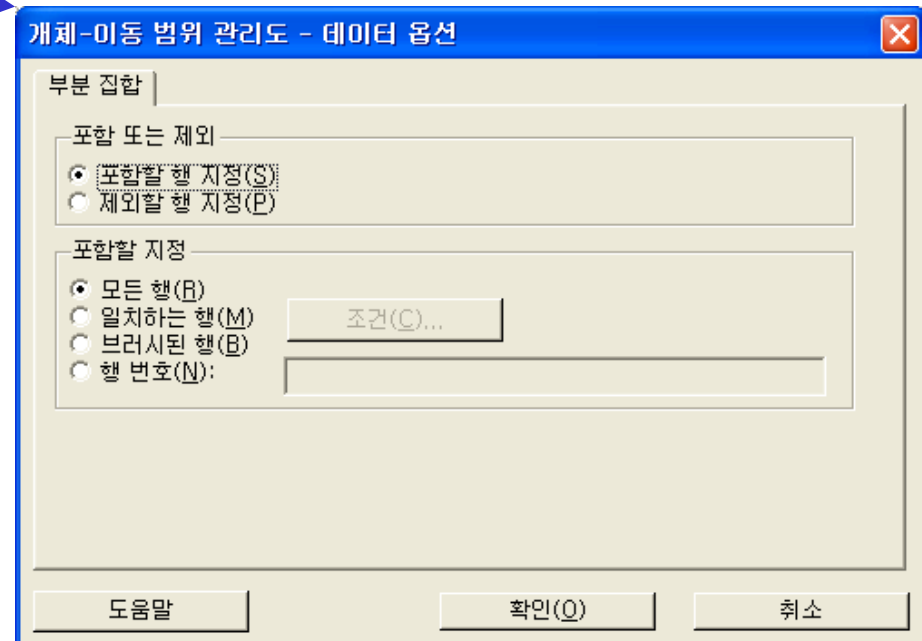
**개체-이동 범위 관리도 - 척도 (Scale Window):** This window allows for setting the scale and grid lines for the control chart. It includes a '시각' (View) tab and a '축 및 눈금' (Axis and Scale) section. The 'X 척도' (X Scale) is set to '인덱스(I)' (Index). A text box explains: "• 更换行纵轴的基准情报时使用 (轴尺度, 格子线, 基准线情报)" (Use when changing the reference information of the vertical axis (axis scale, grid lines, reference line information)).

**개체-이동 범위 관리도 - 다중 그래프 (Multiple Graphs Window):** This window allows for setting the multiple graphs for the control chart. It includes a '다중 변수' (Multiple Variables) section. The '상이한 변수용 척도' (Scale for different variables) is set to '동일 Y(Y)' (Same Y). A text box explains: "• 对每个群的移动范围管理图相互比较时 为了容易的进行比较, 把所有管理图的 y 尺度设定为相同时使用" (When comparing moving range control charts for each group, use the same y scale for all control charts to make comparison easier).

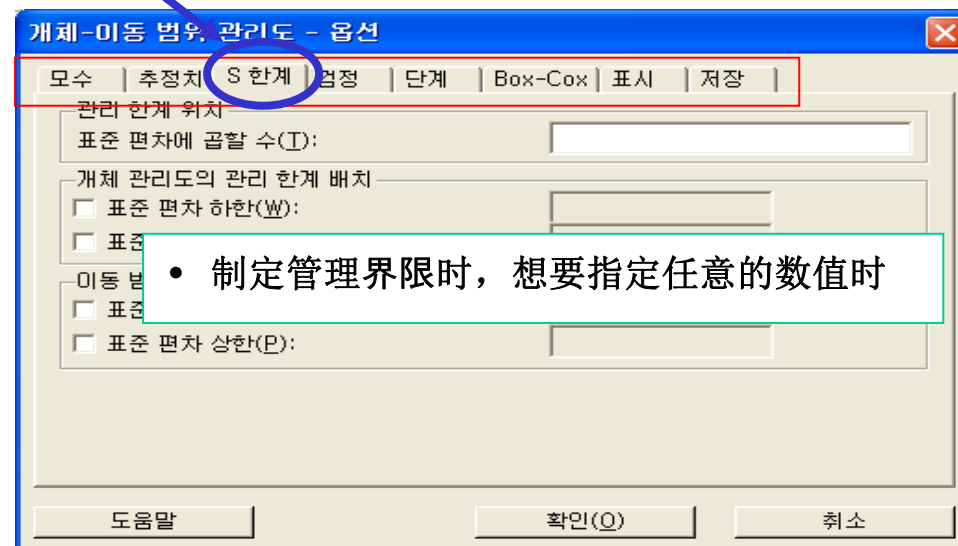
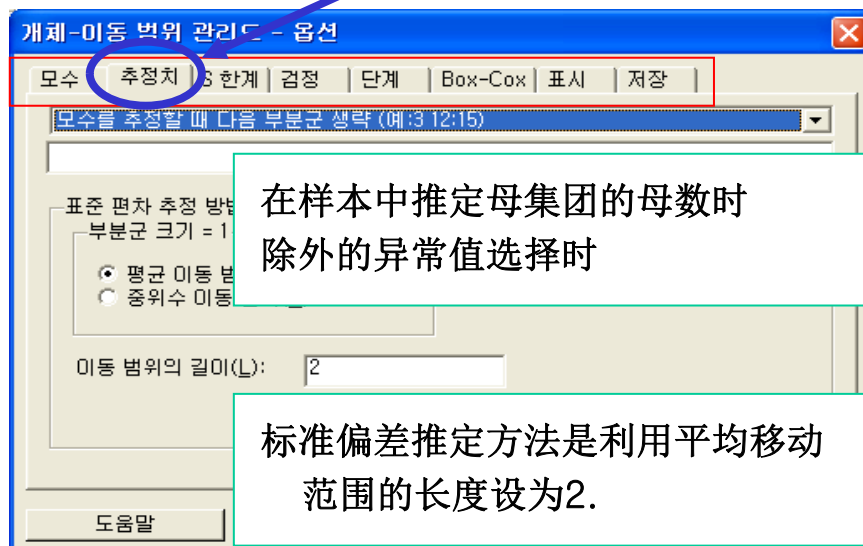
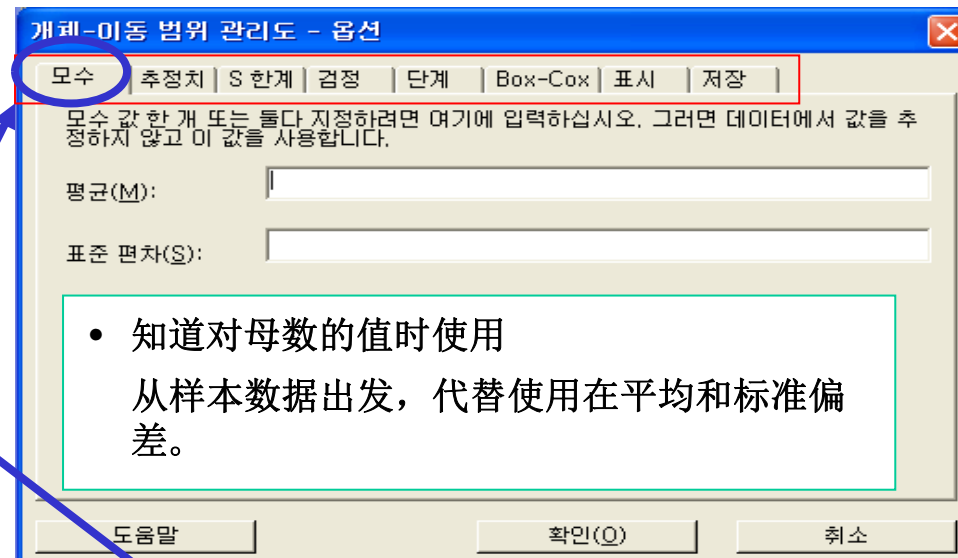
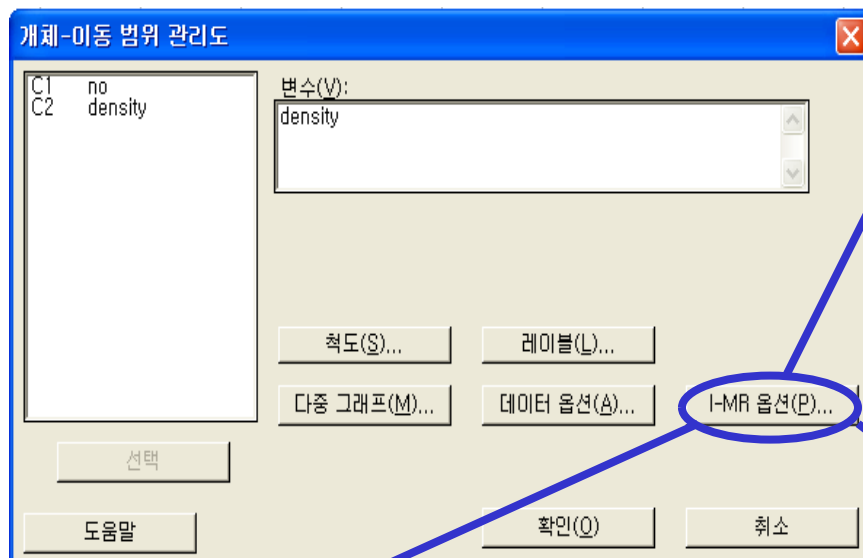
# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)



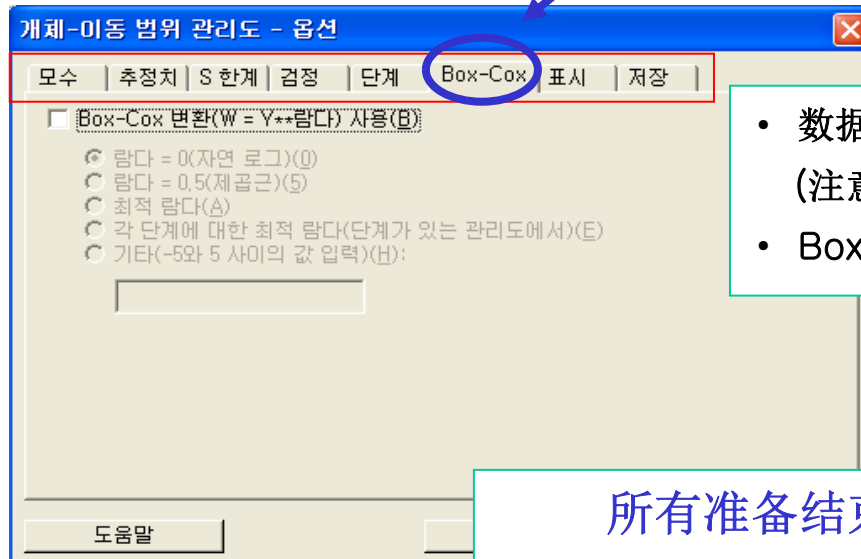
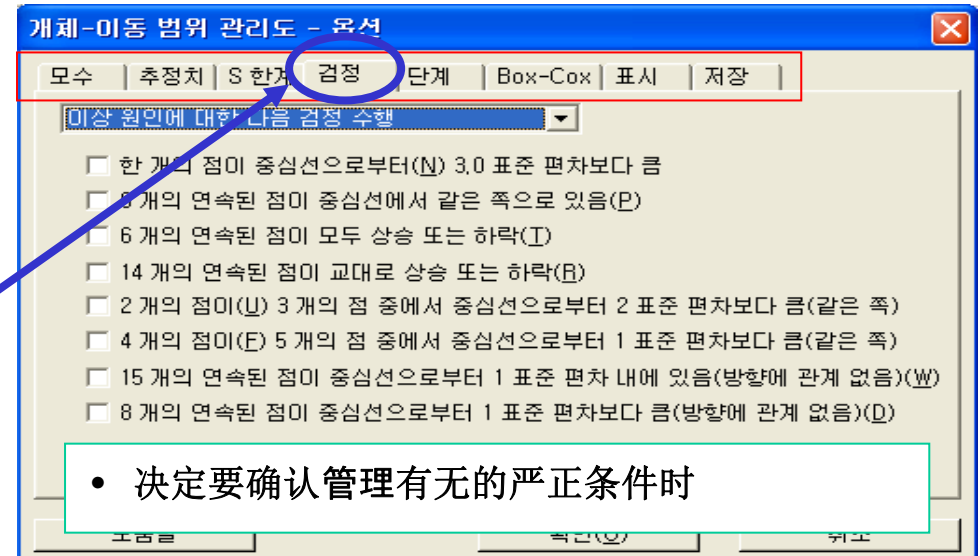
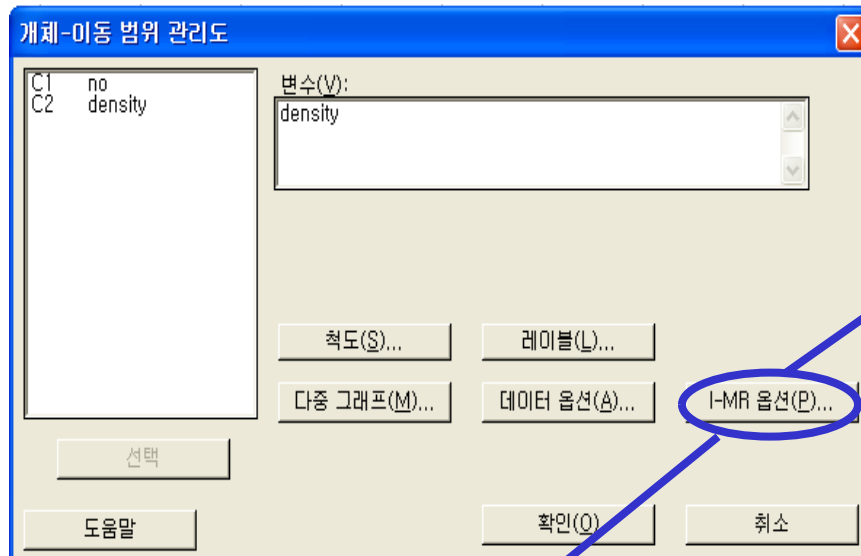
- 工作表中把包含或除外的行指定后，要确定管理图时使用的技能
- 以工作表的行和全部为对象 **Default**.



# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)



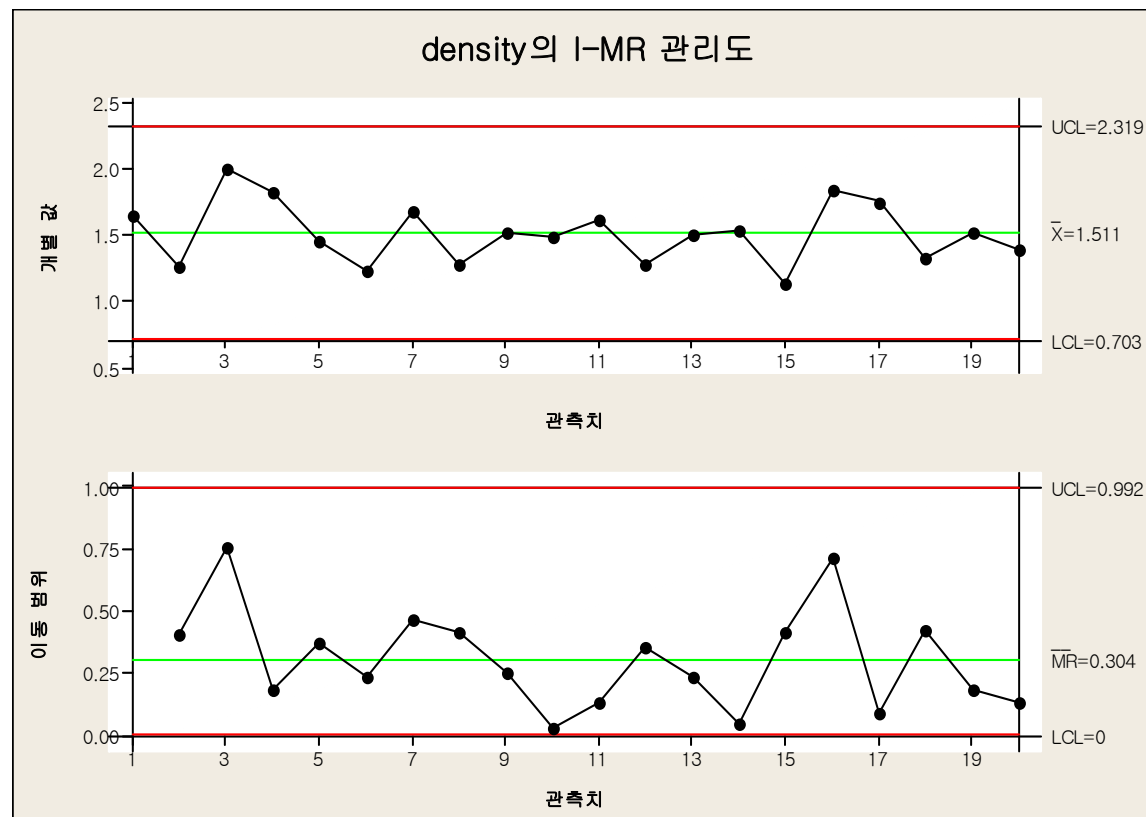
# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)



所有准备结束后，点击“OK”!



# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)



在管理状态中



I-MR管理图中所有点都在管理界限内，因为这些点没有特别的倾向，因此 **Process**在管理状态内。

# 管理图 - 计量型管理图 ( $\bar{X}$ - R管理图)

## □ $\bar{X}$ 管理图

- 为了管理工程平均，使用  $\bar{X}$ 。

## □ R 管理图

- 为了管理工程的散布，在样本内的观测值中使用最大值和最小值间的差异即范围(Range)。

## □ $\bar{X}$ - R 管理图

- 同时要管理工程的平均和散布时使用。

平均和散布  
同时管理

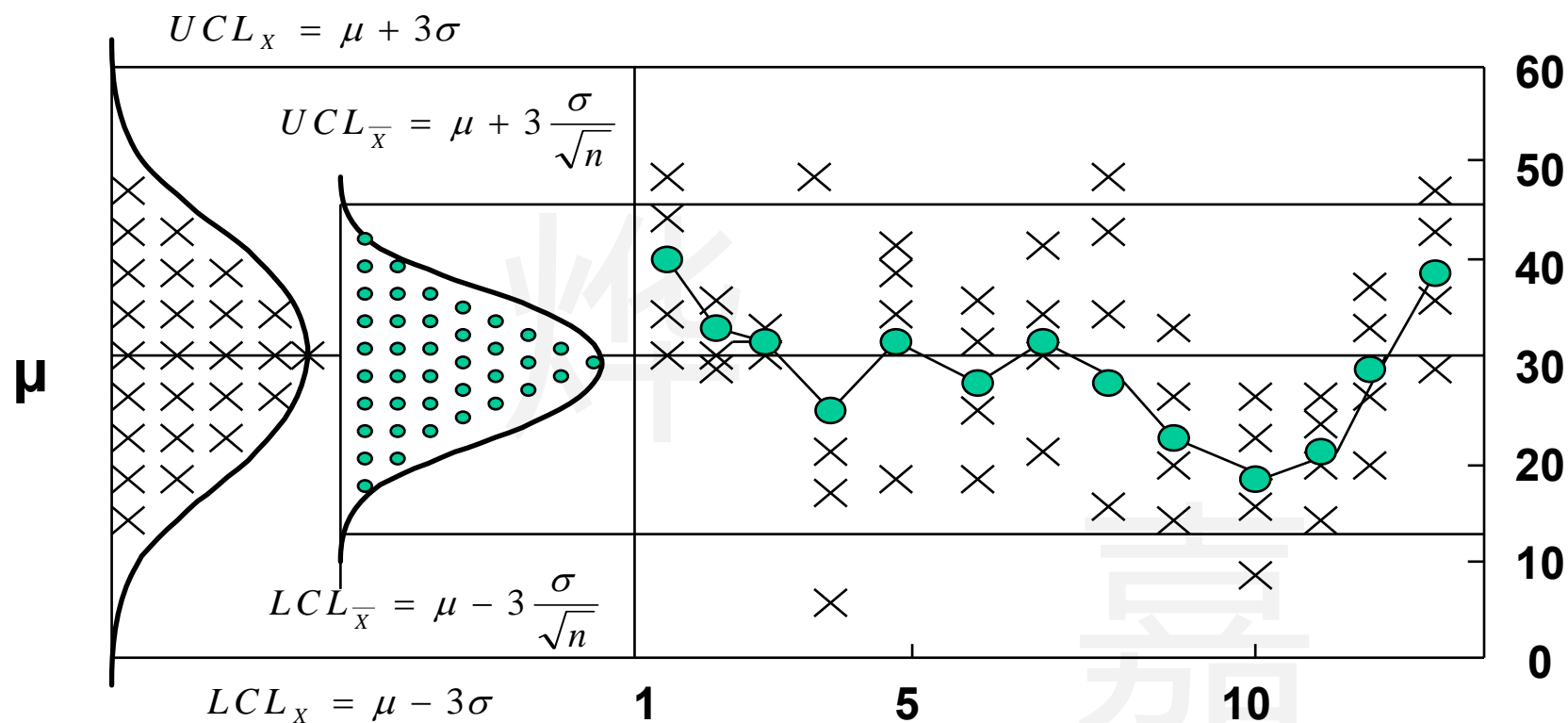


## ※ 对 $\bar{X}$ - s 管理图

- 若子群的大小较大 ( $n > 5$ )，要管理 **Process** 散布，使用范围 **R** 不如使用标准偏差 **s**，因此与 **R** 管理图相比，使用 **s** 管理图更妥当。

# 管理图 - 计量型管理图 (X bar - R管理图)

## □ X管理图 vs。 X bar管理图



看成是 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 中平均是 $\mu$ , 标准偏差是 $\sigma$ 的正态母集团中取出的大小为 $N$ 的样本时, 把他看成是样本 $\bar{X}$ 平均是 $\mu$ , 标准偏差是 $\sigma/\sqrt{n}$ 的正态分布。(中心极限定理)

# 管理图 - 计量型管理图 (X bar - R管理图)

## □ X bar - R管理图练习

Subgroup No	X1	X2	X3	X4	X5
1	601.6	600.4	598.4	600.0	596.8
2	602.8	600.8	603.6	604.2	602.4
3	598.4	599.6	603.4	600.6	598.4
4	598.2	602.0	599.4	599.4	600.8
5	600.8	598.6	600.0	600.4	600.8
6	600.8	597.2	600.4	599.8	596.4
7	600.4	598.2	598.6	599.6	599.0
8	598.2	599.4	599.4	600.2	599.0
9	599.4	598.0	597.6	598.0	597.6
10	601.2	599.0	600.4	600.6	599.0
11	602.2	599.8	599.8	601.0	601.6
12	601.6	600.2	601.8	601.2	597.6
13	599.8	602.8	600.0	599.6	602.2
14	603.8	603.6	601.8	602.0	603.6
15	600.8	600.2	600.4	600.2	602.2
16	598.0	598.4	600.8	602.8	597.6
17	601.6	603.4	597.0	599.8	597.8
18	602.4	602.2	600.6	596.2	602.4
19	601.4	599.2	601.6	600.4	598.0
20	601.2	604.2	600.2	600.0	596.8

把A制品的电阻看成管理特性而收集的数据。

请制作X bar - R 管理图及求出 UCL/LCL。

C1	C2	C3	C4	C5	C6
Subgroup No	X1	X2	X3	X4	X5
1	601.6	600.4	598.4	600.0	596.8
2	602.8	600.8	603.6	604.2	602.4
3	598.4	599.6	603.4	600.6	598.4
4	598.2	602.0	599.4	599.4	600.8
5	600.8	598.6	600.0	600.4	600.8
6	600.8	597.2	600.4	599.8	596.4
7	600.4	598.2	598.6	599.6	599.0
8	598.2	599.4	599.4	600.2	599.0
9	599.4	598.0	597.6	598.0	597.6
10	601.2	599.0	600.4	600.6	599.0
11	602.2	599.8	599.8	601.0	601.6
12	601.6	600.2	601.8	601.2	597.6
13	599.8	602.8	600.0	599.6	602.2
14	603.8	603.6	601.8	602.0	603.6
15	600.8	600.2	600.4	600.2	602.2
16	598.0	598.4	600.8	602.8	597.6
17	601.6	603.4	597.0	599.8	597.8
18	602.4	602.2	600.6	596.2	602.4
19	601.4	599.2	601.6	600.4	598.0
20	601.2	604.2	600.2	600.0	596.8

# 管理图 - 计量型管理图 (X bar - R管理图)

统计学 > 管理图 > Xbar-R...

选择使用Stack 或 Unstack

Xbar-R 관리도

C1	Subgroup No
C1	X1
C2	X2
C3	X3
C4	X4
C5	X5

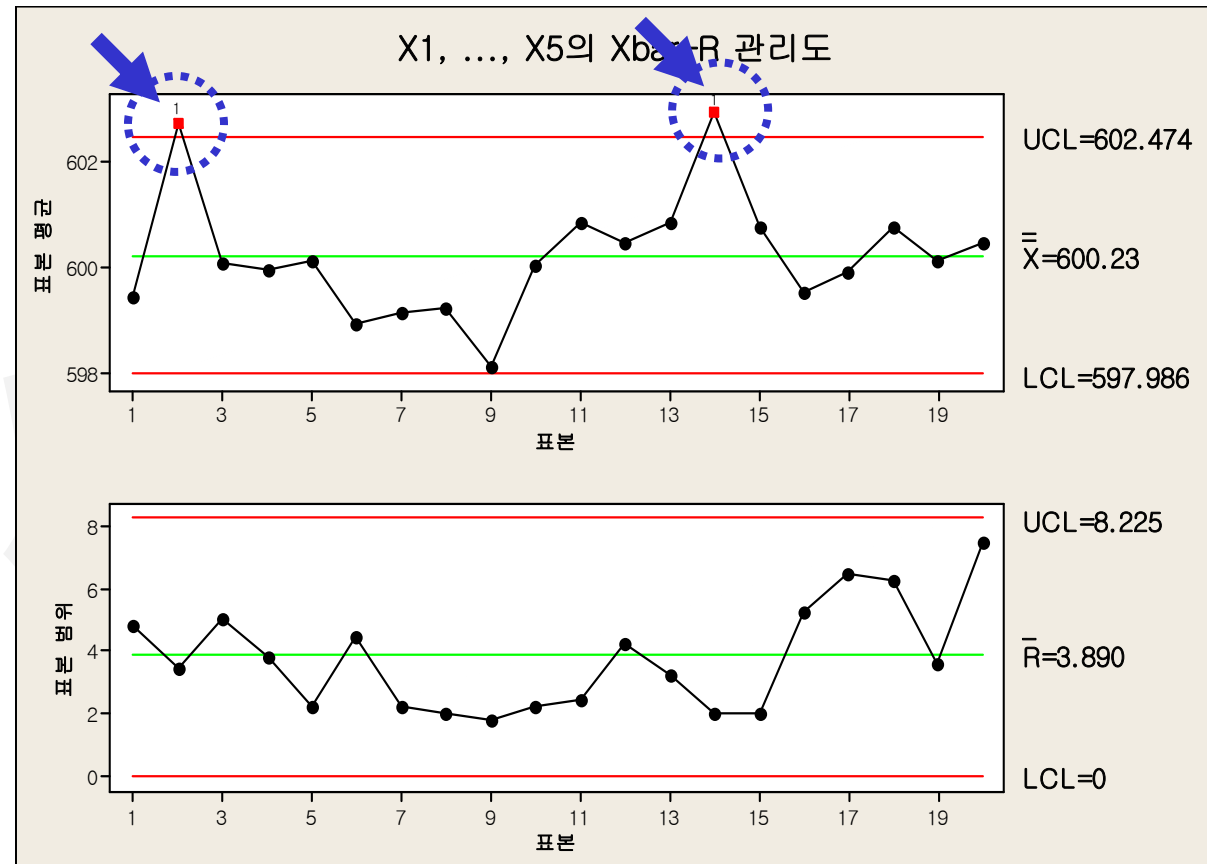
선택

도움말

확인(O)

취소

# 管理图 - 计量型管理图 (X bar - R管理图)



**X bar**管理图中 2个点脱离了管理界限可看出这个 **Process**是不稳定的。  
但，**R**管理图中没有出现管理脱离点。

# 管理图 - 计量型管理图 (X bar - R管理图)

**Minitab中“Stack” 偏爱数据!** (数据> 쌓기 > 행)

The screenshot shows the Minitab software interface. The 'Data' menu is open, and the 'Stack' option is selected. The 'Stack Rows' dialog box is open, showing a list of columns to be stacked. A green arrow points from the 'Stack Rows' menu option to the dialog box.

**Stack Rows Dialog Box:**

- Stack to open (B): X1-X5
- Stacked data storage location (S): c8
- ☒ Row number storage location (U): c7
- ☐ Column number storage location (C):
- ☐ Rows are stacked and the next column is expanded (E):
- Expanded column storage location (X):

**Columns to be stacked:**

Subgroup No	X1	X2	X3	X4	X5
1	600.0	596.8	604.2	602.4	
2	600.6	601.0	601.2	599.6	602.0
3	600.2	602.8	601.6	603.4	597.0
4	602.4	602.2	600.6	596.2	601.4
5	601.4	599.2	601.6	600.4	601.2
6	601.2	604.2	600.2	600.0	

# 管理图 - 计量型管理图 (X bar - R管理图)

统计学 > 管理图 > Xbar-R...

The screenshot shows the Minitab software interface. The '관리도(C)' menu is open, and the 'Xbar-R(B)...' option is selected. The 'Xbar-R 관리도' dialog box is shown with 'C8' selected for the data column and 'C7' for the subgroup size. A yellow starburst callout says '结果是相同的' (The result is the same).

통계학(S) | 그래프(G) | 편집기(E) | 도구(T) | 창(W) | 도움말(H)

기초 통계학(B) | 회귀(R) | 분산 분석(A) | DOE(D) | 관리도(C) | 품질 도구(Q) | 신뢰성/생존 분석(L) | 다변량 분석(M) | 시계열 분석(S) | 표(T) | 비모수 통계학(N) | 탐색적 데이터 분석(E) | 검정력 및 표본 크기(P)

Box-Cox 변환(B)...

부분군에 대한 계량형 관리도(S) | Xbar-R(B)... | Xbar-S(A)... | I-MR-R/S (사이/내부)(I)...

개체에 대한 계량형 관리도(I) | 계수형 관리도(A) | 시각 가중 관리도(T) | 다변량 관리도(M)

Xbar-R 관리도

한 관리도에 대한 모든 관측치를 한 열에: C8

부분군 크기(U): C7 (숫자 또는 ID 열 입력)

群情报输入 : 这里是 C7

데이터 옵션(A)... | Xbar-R 옵션(P)...

선택 | 도움말 | 확인(O) | 취소

结果是相同的



# 管理图 -计数型管理图

## □计数型管理图

- 特性值的测定不容易时使用。
- 对合格/不合格, 好/坏, **Go/No-Go**, 缺陷数的情报利用。
- 在一个管理图中表示多个特性值。
- 离散型管理图中使用的概率分布是**2**项分布和 **Poisson**分布。
- 资料收集的费用很少, 但与计量型管理图比较时可期待更多的情报。
- 一个管理图 可代替**2**个管理图。 **R**管理图中没有。

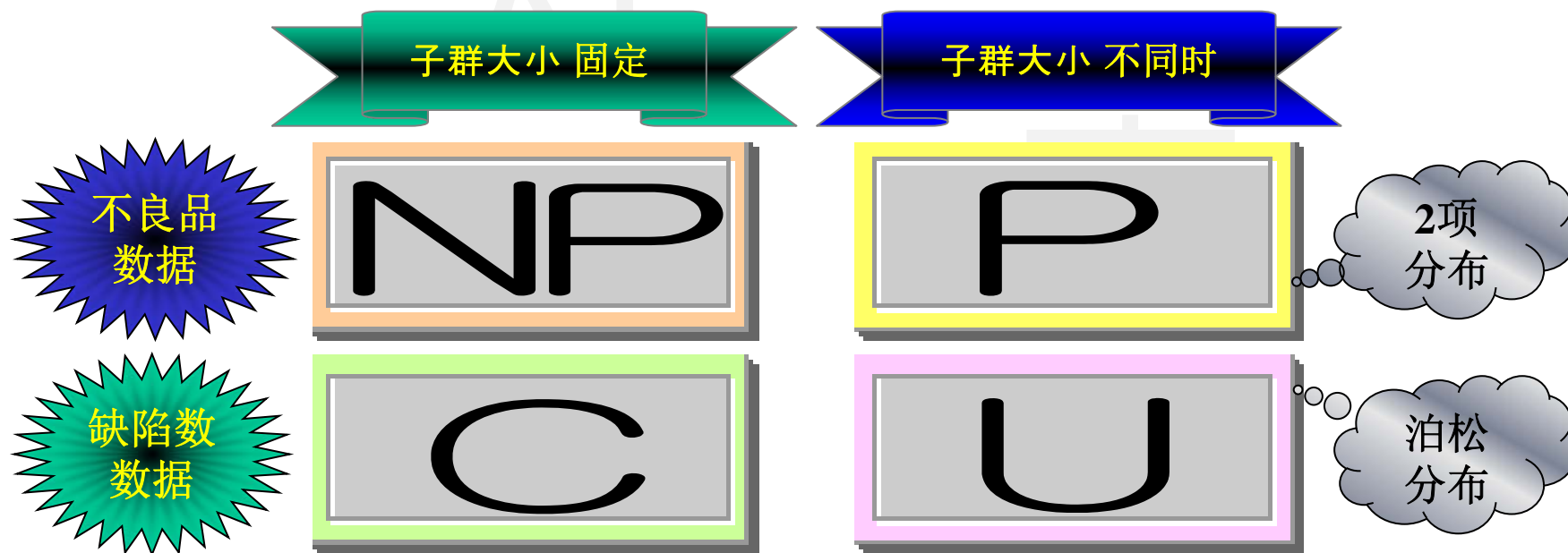
## □ 不良 vs。 缺陷

- **不良 (Defective)** : 是指在样本内与标准有一个或一个以上的不一致**产品**
- **缺陷 (Defect)** : 是指不符和标准的各种**要素**

# 管理图 -计数型管理图

## □计数型管理图的种类

- 不良
  - $np$  把不合格的unit数量图表化
  - $p$  把不合格的unit比率图表化
- 缺陷
  - $c$  把缺陷数图表化
  - $u$  把每个“检查单位”的缺陷数图表化



# 管理图 -计数型管理图 (P管理图)

## □ P管理图的概要

- 要对不良率 进行管理时
- 拥有多样的子群大小。
- 以**2**项分布为根据。
- **P**值小的时候，首先制定一个子群内至少包含**1**个以上不良品的概率后，在决定子群的大小。



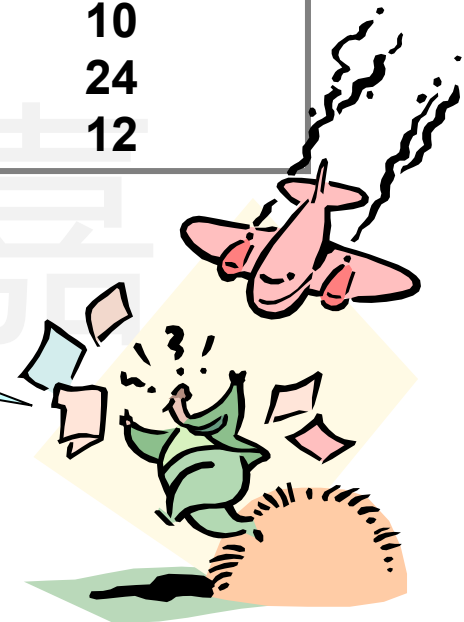
# 管理图 -计数型管理图 (P管理图)

## □ P管理图练习

检查制造工程A生产的制品结果， 对样本数(子群的大小)的不良品数调查的结果如下面的资料。 请制作P管理图。

子群大小	不良个数	子群大小	不良个数
968	8	995	15
1216	13	1202	13
1004	13	1028	10
1101	16	1184	24
1076	14	992	12

不好! 不良飞机。。



# 管理图 -计数型管理图 (P管理图)

파일(F) 편집(E) 데이터(A) 계산(C) 통계학(S) 그래프(G) 편집기(D) 도구(T) 창(W) 도움말(H)

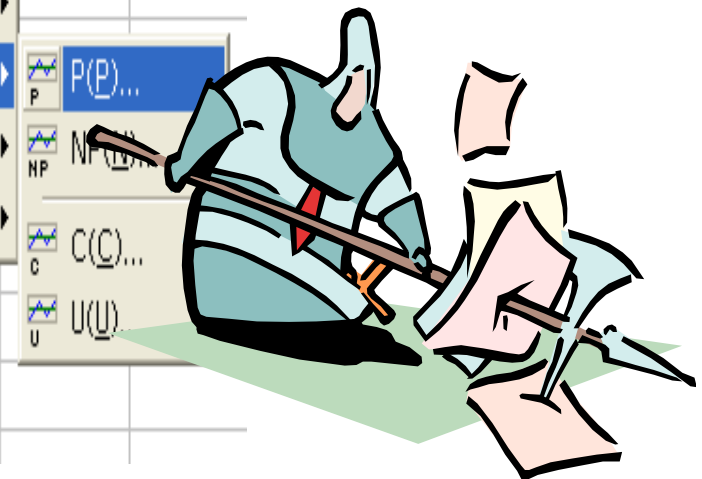
기초 통계학(B) 회귀(R) 분산 분석(A) DOE(D) 관리도(C) 품질 도구(Q) 신뢰성/생존 분석(L) 다변량 분석(M) 시계열 분석(S) 표(T) 비모수 통계학(N) 탐색적 데이터 분석(E) 검정력 및 표본 크기(P)

Box-Cox 변환(B)... 부분군에 대한 계량형 관리도(S) 개체에 대한 계량형 관리도(I) 계수형 관리도(A) 시각 가중 관리도(T) 다변량 관리도(M)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
sub group	Defectives								
968	8								
1216	13								
1004	13								
1101	16								
1076	14								
995	15								
1202	13								
1028	10								
1184	24								
992	12								

P(P)... NP(NP)... C(C)... U(U)

子群의 크기와  
不良个数掌握



# 管理图 -计数型管理图 (P管理图)

The screenshot shows the 'P 관리도' (P Chart) window. On the left, a list box contains 'C1 sub group' and 'C2 Defectives'. The main area has a '변수(V):' label and a text box containing 'Defectives'. Below this is a label '부분군 크기(U):' followed by a text box containing 'sub group' and a note '(숫자 또는 크기를 포함한 열 입력)'. A group of buttons is enclosed in a dashed pink box: '적도(S)...', '레이블(L)...', '다중 그래프(M)...', '데이터 옵션(A)...', and 'P 관리도 옵션(P)...'. At the bottom are buttons for '선택', '도움말', '확인(O)', and '취소'. A large green arrow points from the pink box to a text box at the bottom.

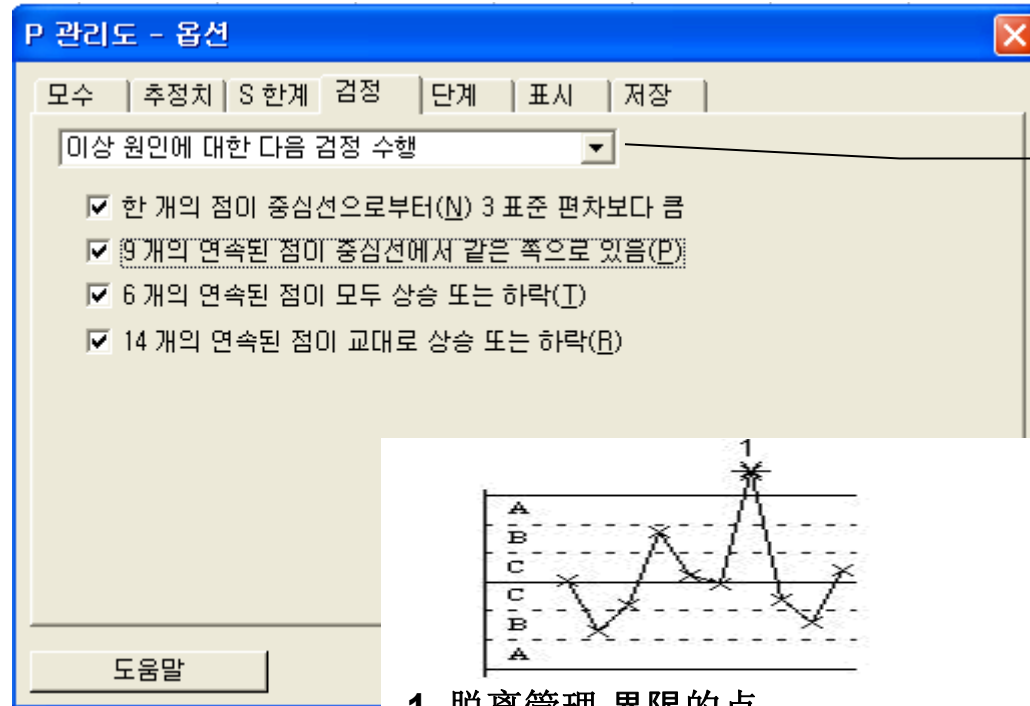
选择并点击有不良个数的栏。

子群的大小相同时直接输入常数或点击有子群大小情报的栏

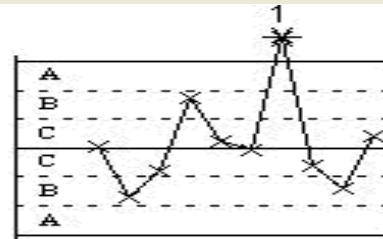
追加技能提供的和计量型管理图很类似。

# 管理图 -计数型管理图 (P管理图)

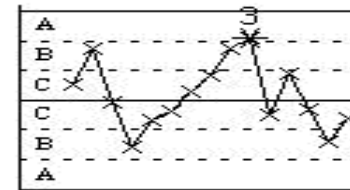
观察异常要因发现规则... (追加技能 中 “Tests”)



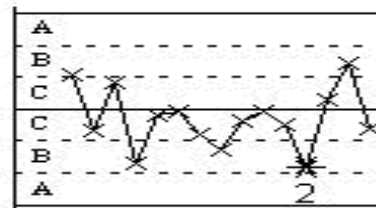
计数型管理图中提供了4种 异常要因发现规则，选择性的使用可以。



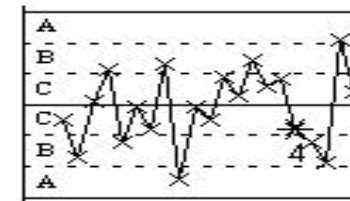
1. 脱离管理 界限的点



3. 连续的出现6个点增加或减少时

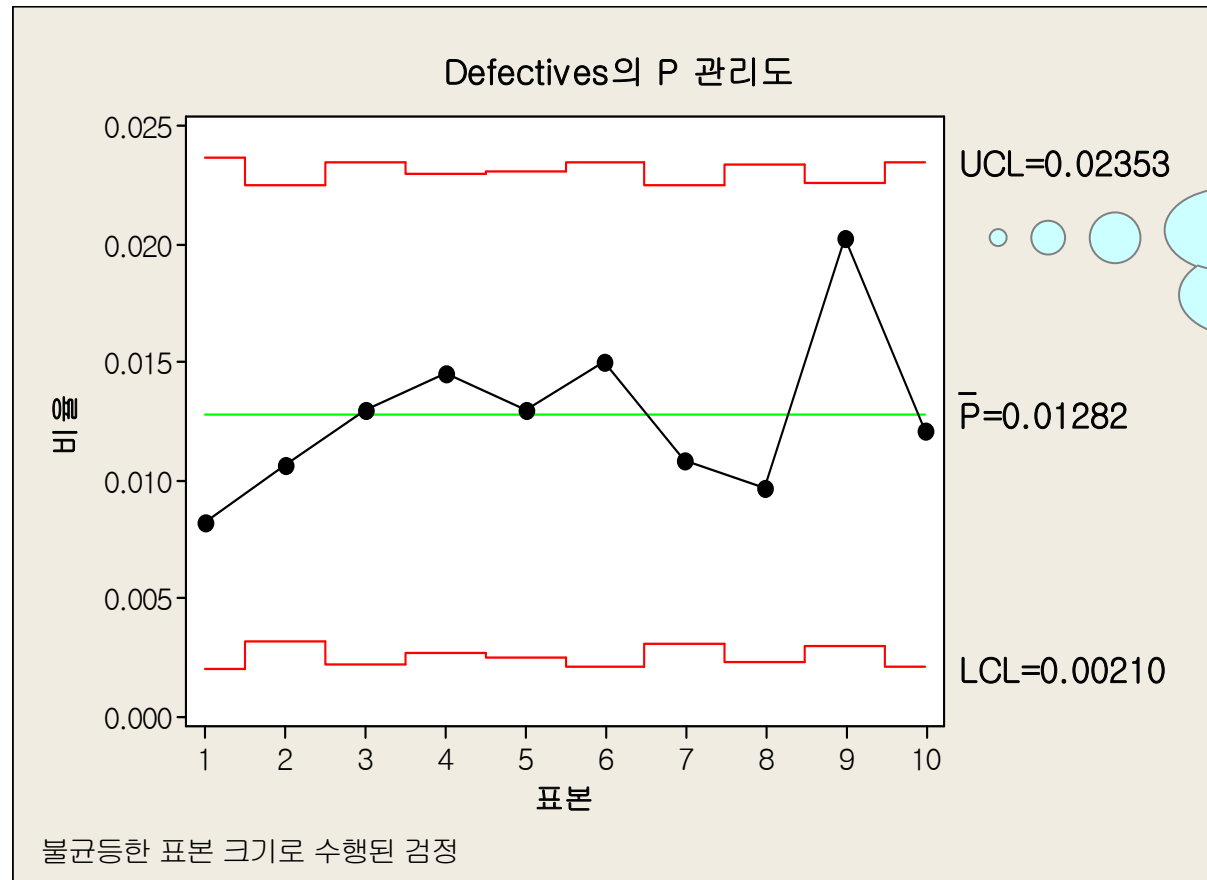


2. 以中心线为基准在某一侧连续的出现9个点时



4. 连续的14个点 上下 1次的Plot时

# 管理图 -计数型管理图 (P管理图)



因子群의大小不同, 因此, 管理界限不是直线

在管理状态。

所有的点都在管理界限内 并且没有特殊的倾向, 因此可以说这个Process在管理状态内。



# 管理图 -计数型管理图 (NP管理图)

## □ NP管理图的概要

- 假如要管理工程生产的制品不良品数时使用
- 各子群的大小相同时使用

工程 不良率  $p$  不知道时, 应推定单位区间的 $p$ 后 进行使用。

## □ NP管理图练习

子群大小 **50**的样本中 抽取检查的结果, 调查到了如下的不良品数。  
请判断管理状态。

日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
不良品数	12	15	8	10	4	7	16	9	14	10	5	6	17	12	22
日期	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
不良品数	8	10	5	13	11	20	18	24	15	8	12	7	13	9	6

# 管理图 -计数型管理图 (NP管理图)

统计学 > 管理图 > NP...

指定有不良数的栏。

输入子群的大小(样本书)。

통계학(S) | 그래프(G) | 편집기(E) | 도구(T) | 창(W) | 도움말(H)

기초 통계학(B) | 회귀(R) | 분산 분석(A) | DOE(D) | 관리도(C) | 품질 도구(Q) | 신뢰성/생존 분석(L) | 다변량 분석(M) | 시계열 분석(S) | 표(T) | 비모수 통계학(N) | 탐색적 데이터 분석(E) | 검정력 및 표본 크기(P)

Box-Cox 변환(B)...

부분군에 대한 계량형 관리도(S) | 개체에 대한 계량형 관리도(I) | 계수형 관리도(A) | 시각 가중 관리도(T) | 다변량 관리도(M)

P(P)...

NP(N)...

NP 관리도

변수(V): defectives

부분군 크기(U): 50

(숫자 또는 크기를 포함한 열 입력)

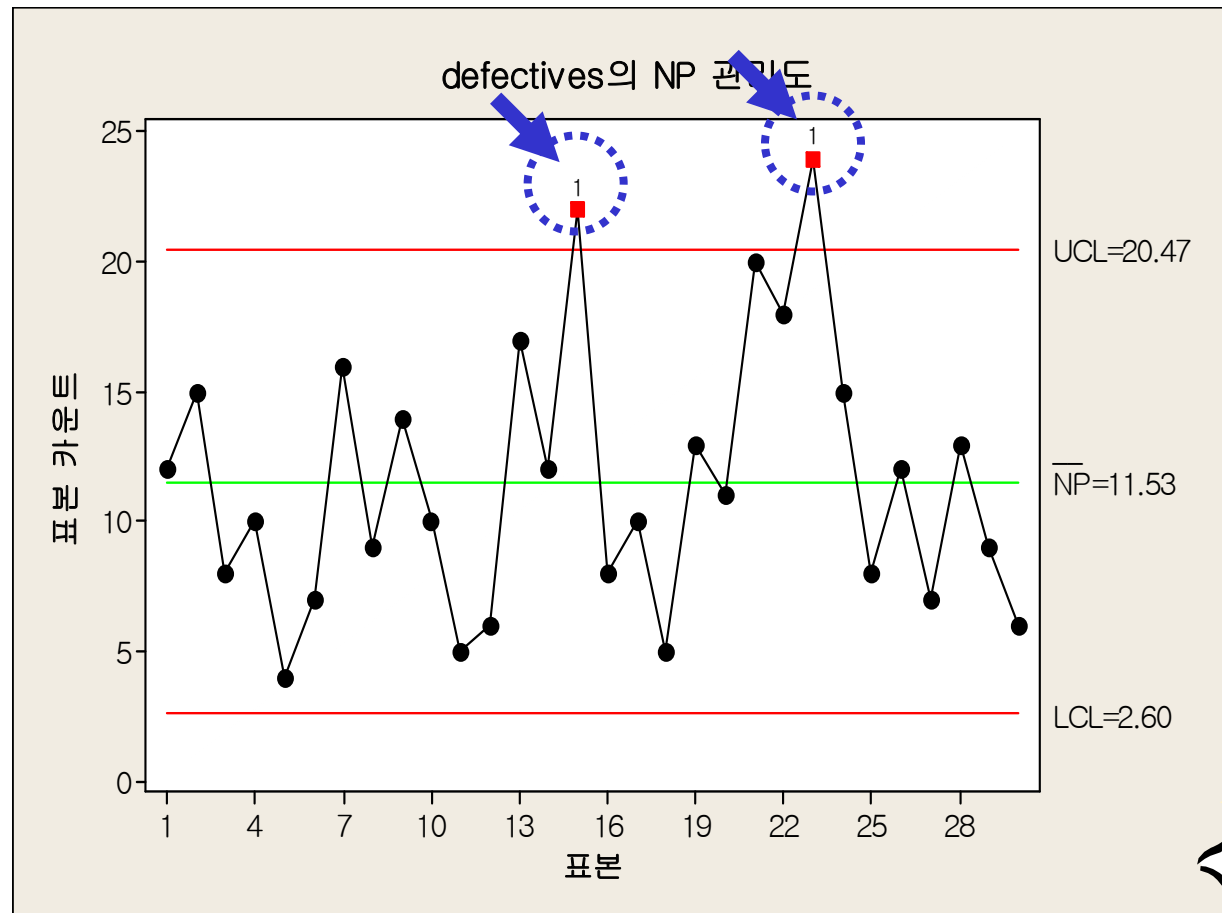
척도(S)... | 레이블(L)...

다중 그래프(M)... | 데이터 옵션(A)... | NP 관리도 옵션(P)...

선택

도움말 | 확인(O) | 취소

# 管理图 -计数型管理图 (NP管理图)



Process의异常

可以看出第**15**个数据和第**23**个数据脱离的管理上下限。  
因此，可以说这个**Process**有异常。

# 管理图 -计数型管理图 (C管理图)

## □ C管理图的概要

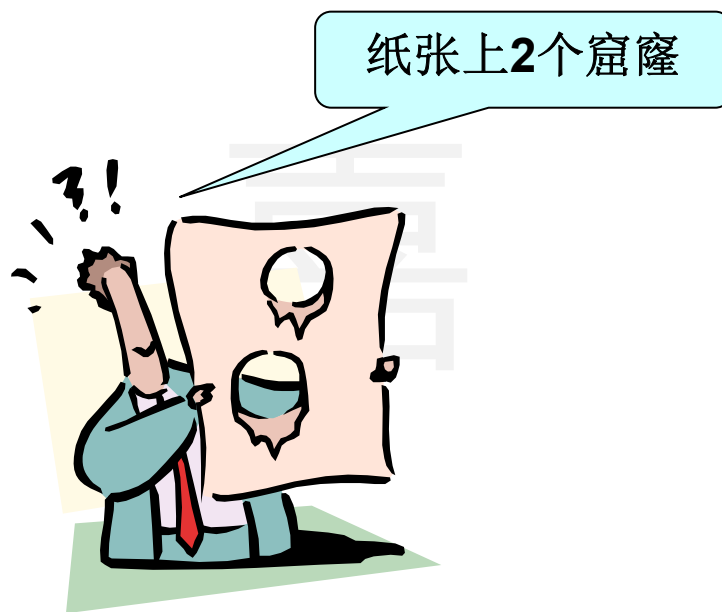
- 生产工程中管理每单位缺陷数的管理图
- 检查单位应该是固定的。
- 检查单位不能包含1个以上的单位。
- 不区分缺陷的种类进行管理时使用

## □ $c$ = 每单位的缺陷数

$$P(X = x) = \frac{e^{-c} c^x}{x!}, \quad x = 0, 1, \dots$$

$$E(X) = c$$

$$\text{Var}(X) = c$$



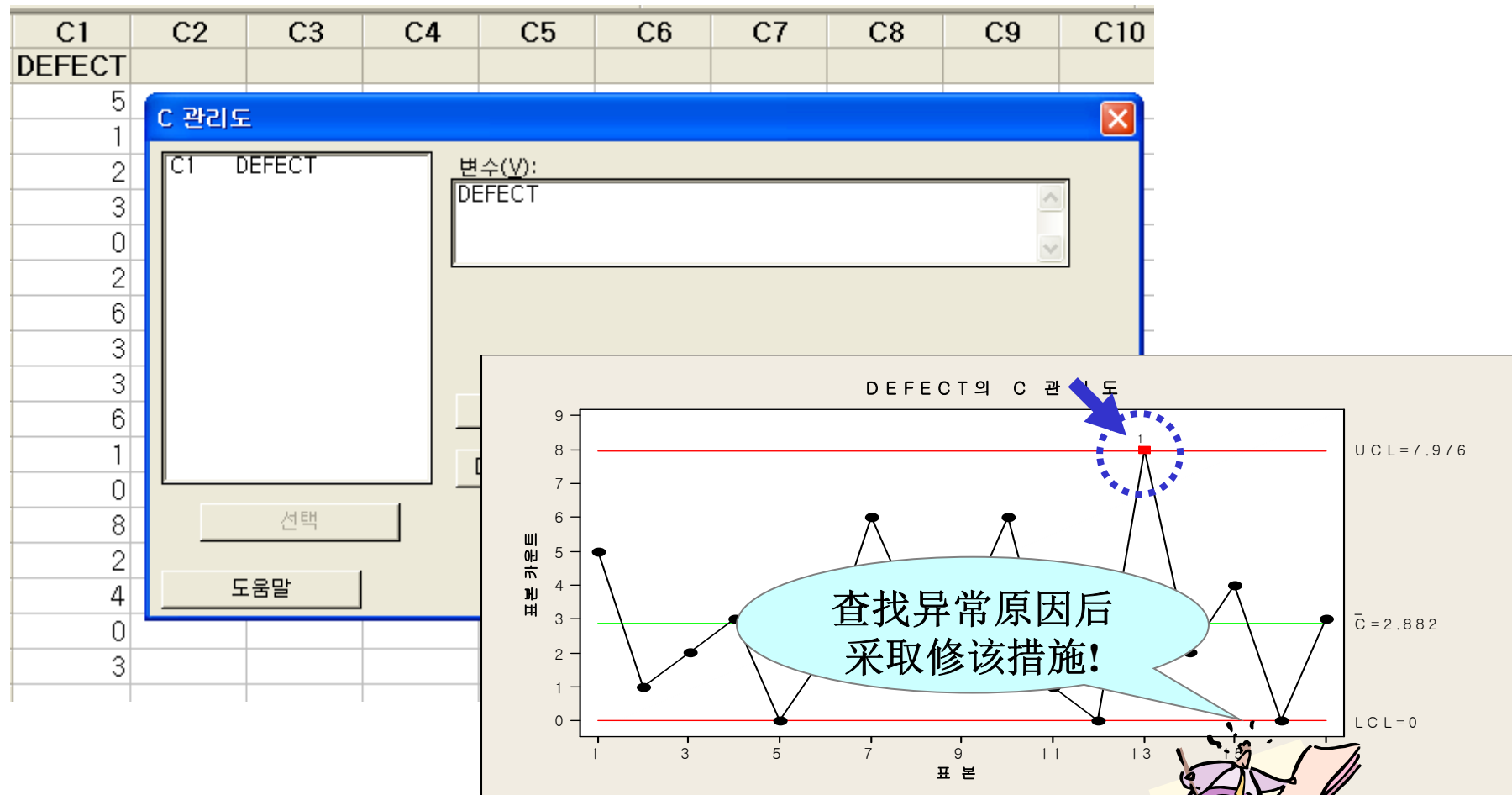
# 管理图 -计数型管理图 (C管理图)

## □ C管理图练习

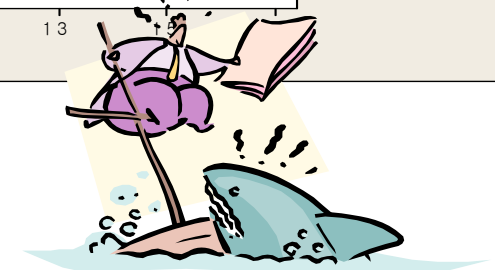
下面是把某个 **Glass 100m<sup>2</sup>**看成是一个检查单位时,  
在这个 **Glass**的最终检查中发现了 如下的缺陷数。

子群 号码	缺陷数	子群 号码	缺陷数	子群 号码	缺陷数
1	5	7	6	13	8
2	1	8	3	14	2
3	2	9	3	15	4
4	3	10	6	16	0
5	0	11	1	17	3
6	2	12	0		

# 管理图 -计数型管理图 (C管理图)



第13各点脱离了管理上下限。  
因此，**Process**中有异常状态。



# 管理图 -计数型管理图 (U管理图)

## □ U管理图的概要

- 对每单位的缺陷数进行管理时
- 检查单位 不一定的時候

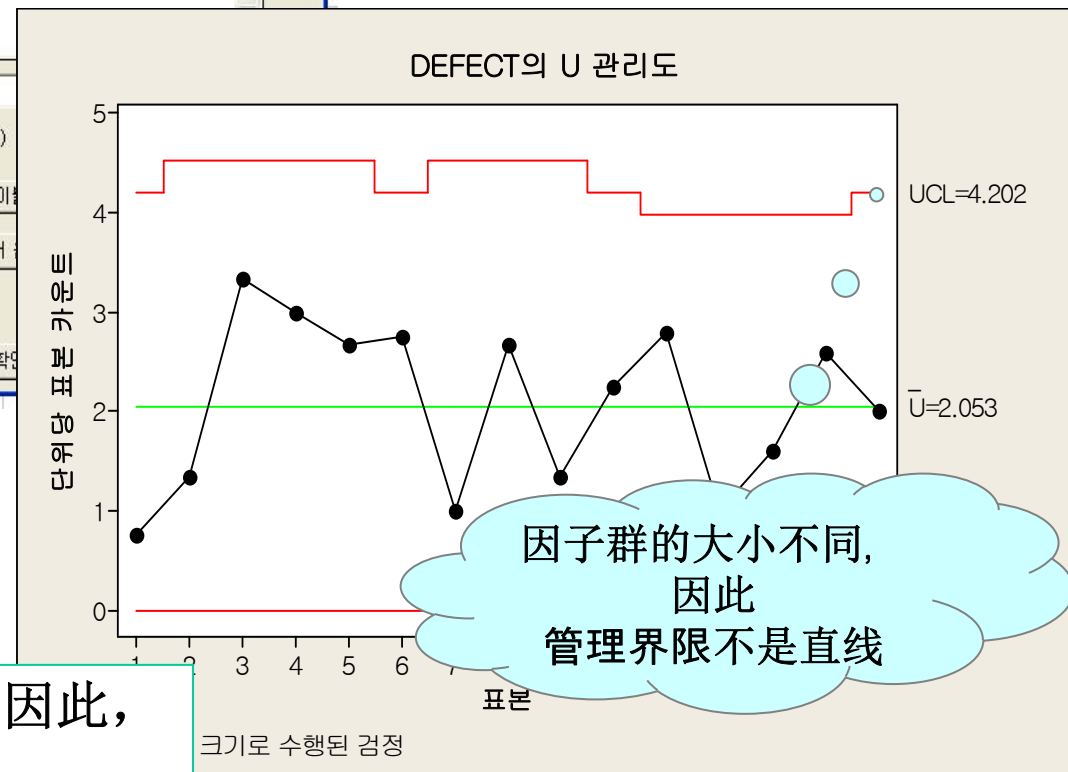
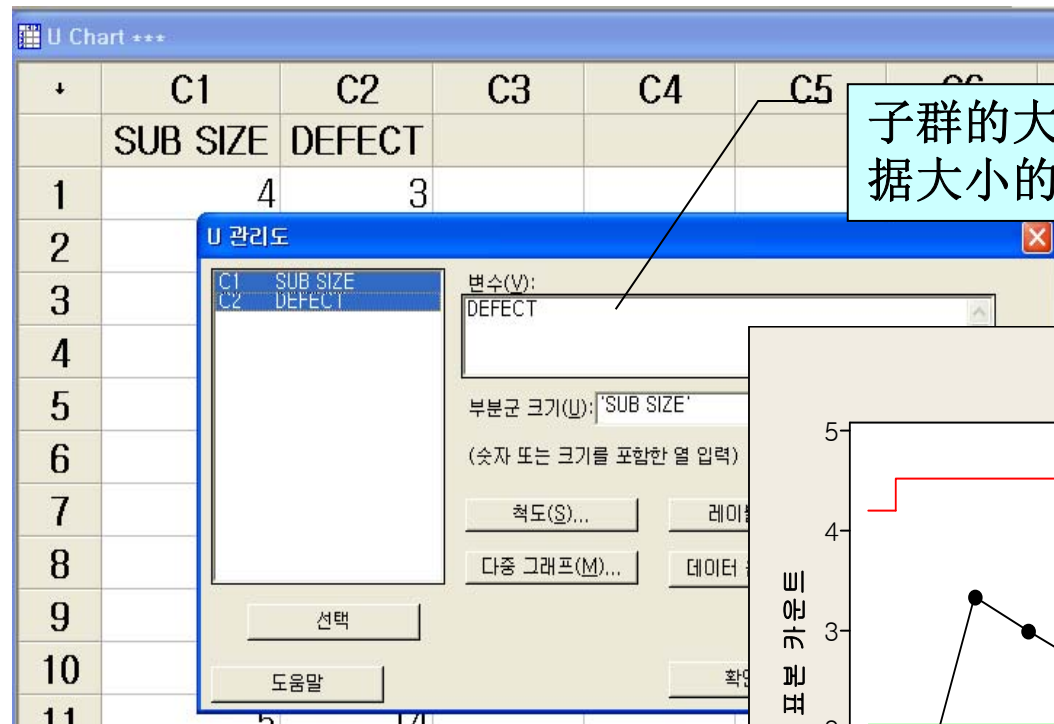
每单位的缺陷数



## □ U管理图练习

样本大小	缺陷数	样本大小	缺陷数	样本大小	缺陷数
4	3	4	11	5	14
3	4	3	3	5	5
3	10	3	8	5	8
3	9	3	4	5	13
3	8	4	9	4	8

# 管理图 -计数型管理图 (U管理图)



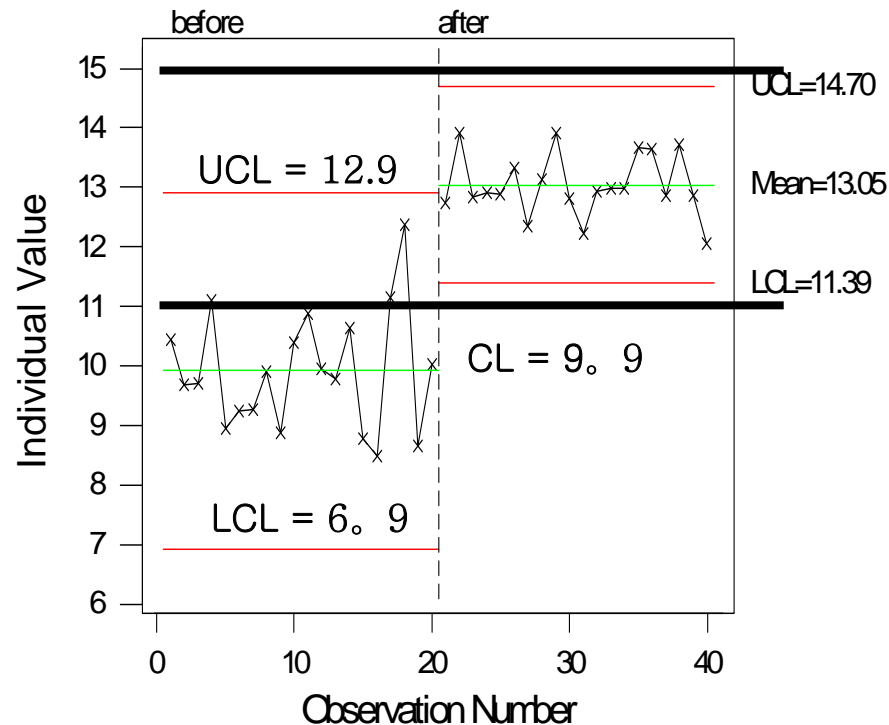
所有的点都没有脱离管理界限，因此，此工程在管理状态中。



# 学习理解确认问题1

[规格中心：13， SU:15， SL:11]

I Chart for C2 by C1



旁边的管理图是有个BB为了比较改善前后的效果而制作的。看下面的说明正确用 [T]， 错误时用[X]， 不清楚时用[?]来表示。

- (1) 为了确认改善前后的工程管理状态，使用了不良率管理图。( )
- (2) 改善后的工程管理状态虽然很良好，但改善前是多少有些不稳定。( )
- (3) 改善前工程的问题点与规格比较时，CP是 1 以下看起来成为问题，但 CPK没有太大的问题。( )
- (4) 改善后的性能与改善前比较时，平均差异虽然大，但，散布效果最大是30%。( )
- (5) 改善前的不良率比较，改善后的效果很大，因此可以说课题成功的完成了。( )
- (6) 改善后 y的变动，看成是因偶然原因所引起的变动也是无妨的。( )
- (7) 把上面改善前后的性能和效果看成是系统的改善活动还不如判断为现场的实践问题解决和现场的管理。( )

# 学习理解确认问题2

下面是对管理图一般的使用内容。请选出正确的？（      ，      ）

1. 制定管理图的管理上下限时，通过顾客的采访决定的是最安全的。
2. 管理图中判断管理有无的基准大体是使用 $\pm 3\sigma$ ，但不良率管理图的时候管理下限我们设为 0.
3. 管理图中设定子群时，子群间的变动应该大一些，子群内变动应设为小一些这样它的管理图有效性才更大。
4. R管理图中的范围是通过过去的数据和现有的数据间的差异值求出。
5. 管理图可以说是对顾客来说是重要的Y 或 工程上查明为影响 Y的核心X变数的维持管理中使用的很有用的统计工具。

# 学习理解确认问题3

对某个制品的一个特性每个 Lot 别抽取1个进行测定，得出了如下结果。

请回答提问 (但，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.应使用哪个管理图?

计数值

n	$A_2$	$D_3$	$D_4$	d2
2	1.88	*	3.267	1.128
3	1.023	*	2.574	1.693
4	0.729	*	2.282	2.059
5	0.577	*	2.114	2.326

2.如选择了恰当的管理图时，请利用上面的计数值求出中心值，管理上限，管理下限 (包含计算过程)。(但，假设测定的Data是正态分布)

3. 分析패턴后，如果有异常原因时 请全部罗列出后 简略的进行说明。

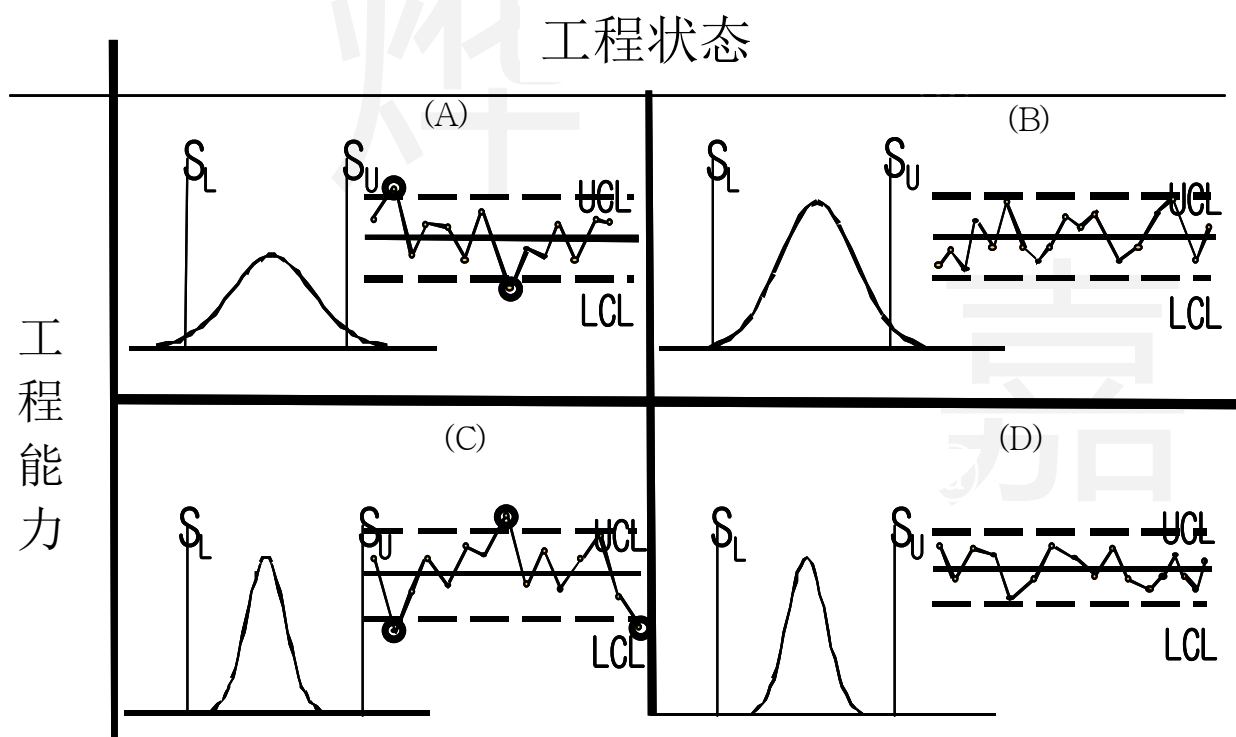
# 学习理解确认问题4

下面图标是针对4个工程的Output。

1. 请选出符合 (A)工程的最适当的改善输序。( )

1) (A)→(B)→(C)    2) (A)→(C)    3) (A)→(B)→(D)

2. 观看C工程和 D工程比较时不足的部分是哪个，如果 C工程需要进行改善时，潜在顾客的观点上进行说明



# 关于代表性管理图的管理界限计算的 参考资料

# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)

## □ I管理图的中心线及3σ管理界限

- 知道 $\mu$ ,  $\sigma$ 的时候

$$UCL_X / LCL_X = \mu \pm 3\sigma, \quad CL_X = \mu$$

- 不知道 $\mu$ ,  $\sigma$ 的时候

$\mu$  的推定值:  $\bar{X}$

$\sigma$  的推定值:  $\bar{R}m / d_2$

$$UCL_X = \bar{X} + 3 \frac{\bar{R}m}{d_2} = \bar{X} + E_2 \bar{R}m$$

$$CL_X = \bar{X}$$

$$LCL_X = \bar{X} - 3 \frac{\bar{R}m}{d_2} = \bar{X} - E_2 \bar{R}m$$

( 但,  $E_2 = 3 / d_2$  )

为了 $\sigma$  推定的 $d_2$ 值  
(以table 提供。)

子群大小	$d_2$
2	1.128
3	1.693
4	2.059
5	2.326
6	2.534
7	2.704
8	2.847
9	2.970
10	3.078
...	...

# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)

## □ MR管理图的中心线及3σ管理界限

- σ知道的时候

$$UCL_{Rm} = \mu_R + 3\sigma_R = (d_2 + 3d_3)\sigma = D_2\sigma$$

$$CL_{Rm} = \mu_R = d_2\sigma$$

$$LCL_{Rm} = \mu_R - 3\sigma_R = (d_2 - 3d_3)\sigma = D_1\sigma$$

- σ不知道的时候

σ 的推定值:  $\bar{Rm} / d_2$  利用

$$UCL_{Rm} = \bar{Rm} + 3d_3 \bar{Rm} / d_2 = D_4 \bar{Rm}$$

$$CL_{Rm} = \bar{Rm}$$

$$LCL_{Rm} = \bar{Rm} - 3d_3 \bar{Rm} / d_2 = D_3 \bar{Rm}$$

# 管理图 - 计量型管理图 (I - MR管理图)

❖ 参考 : 管理图用计数表 (R, MR管理图用)

子群大小	$d_3$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$
2	0.853	0	3.686	0	3.267
3	0.888	0	4.358	0	2.575
4	0.880	0	4.698	0	2.282
5	0.864	0	4.919	0	2.115
6	0.848	0	5.078	0	2.004
7	0.833	0.205	5.203	0.076	1.924
8	0.820	0.387	5.307	0.136	1.864
9	0.808	0.546	5.394	0.184	1.816
10	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
...	...	...	...	...	...



# 管理图 - 计量型管理图 ( $\bar{X}$ - R管理图)

## □ $\bar{X}$ 管理图的中心线及 $3\sigma$ 管理界限

- 知道 $\mu$ ,  $\sigma$ 的时候;

$$UCL_{\bar{X}} = \mu + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \mu + A\sigma$$

$$CL_{\bar{X}} = \mu$$

$$LCL_{\bar{X}} = \mu - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \mu - A\sigma \quad (\text{但, } A = 3/\sqrt{n})$$

- 不知道 $\mu$ ,  $\sigma$ 的时候;  $\mu$ 的推定值:  $\bar{\bar{X}}$  ( $\bar{\bar{X}}$  k 群)

$\sigma$ 的推定值:  $\bar{R}/d_2$  利用 ( $\bar{R} = \sum R/\text{群}$ )

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \left(\frac{3}{\sqrt{n}}\right)\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - \left(\frac{3}{\sqrt{n}}\right)\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (\text{但, } A_2 = 3/\sqrt{nd_2})$$

# 管理图 - 计量型管理图 (X bar - R管理图)

## □ R管理图的中心线及3σ管理界限

- 知道σ的时候

$$UCL_R = \mu_R + 3\sigma_R = (d_2 + 3d_3)\sigma = D_2\sigma$$

$$CL_R = \mu_R = d_2\sigma$$

$$LCL_R = \mu_R - 3\sigma_R = (d_2 - 3d_3)\sigma = D_1\sigma$$

- 不知道σ的时候

σ 的推定值： $\bar{R}/d_2$ 利用

$$UCL_R = \bar{R} + 3d_3\bar{R}/d_2 = D_4\bar{R}$$

$$CL_R = \bar{R}$$

$$LCL_R = \bar{R} - 3d_3\bar{R}/d_2 = D_3\bar{R} \quad (\text{但, } A = 3/\sqrt{n} \quad )$$

# 管理图 - 计量型管理图 ( $\bar{X}$ - R管理图)

❖ 参考 : 管理图用计数表 ( $\bar{X}$  管理图用)

子群大小	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
2	2.121	1.880	2.659
3	1.732	1.023	1.954
4	1.501	0.729	1.628
5	1.342	0.577	1.427
6	1.225	0.483	1.287
7	1.134	0.419	1.182
8	1.061	0.373	1.099
9	1.000	0.337	1.032
10	0.949	0.308	0.975
...	...	...	...

# 管理图 - 计量型管理图 ( $\bar{X}$ - $s$ 管理图)

## □ $s$ 管理图的中心线及 $3\sigma$ 管理界限

- 知道 $\sigma$ 值的时候；

$$\mu_s = c_4 \sigma$$

$$\sigma_s = \sigma \sqrt{1 - c_4^2} \quad \text{利用}$$

$$UCL_s = c_4 + 3\sigma \sqrt{1 - c_4^2} = B_6 \sigma$$

$$CL_s = c_4 \sigma$$

$$LCL_s = c_4 - 3\sigma \sqrt{1 - c_4^2} = B_5 \sigma$$

- 不知道 $\sigma$ 值得时候；

$$UCL_s = B_6 \bar{s} / c_4 = B_4 \bar{s}$$

$$CL_s = \bar{s}$$

$$LCL_s = B_5 \bar{s} / c_4 = B_3 \bar{s}$$

# 管理图 - 计量型管理图 (X bar - s管理图)

□ 利用s的  $\bar{X}$ 管理图的中心线及3σ管理界限

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \frac{3(\bar{s} / c_4)}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s}$$

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - \frac{3(\bar{s} / c_4)}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s} \quad (\text{但, } A_3 = 3 / (c_4 \sqrt{n}))$$

❖ 参考：管理图用计数表(s管理图用)

子群的大小	C <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
2	0.7979	0	1.943	0	3.267
3	0.8862	0	1.858	0	2.568
4	0.9213	0	1.808	0	2.266
5	0.9400	0	1.756	0	2.089
6	0.9515	0.026	1.711	0.030	1.970
7	0.9594	0.105	1.672	0.118	1.882
8	0.9659	0.167	1.638	0.185	1.815
9	0.9693	0.219	1.609	0.239	1.761
10	0.9727	0.262	1.584	0.284	1.716

# 管理图 -计数型管理图 (P管理图)

## □ P管理图的管理 界限

- $p$  : 工程 不良率
- $n$  : 子群的大小
- $X$  : 不良个数

不良数

$$X \sim B(n, p)$$

$$E(X) = np$$

$$V(X) = np(1 - p)$$

不良率

样本的不良率 :  $\hat{p} = \frac{X}{n}$

$$E\left(\frac{X}{n}\right) = p$$

$$V\left(\frac{X}{n}\right) = \frac{p(1 - p)}{n}$$

# 管理图 -计数型管理图 (P管理图)

□ 知道P的时候

$$UCL = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$CL = p$$

$$LCL = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

□ 不知道P的时候：P的推定值使用  $\left( \bar{p} = \frac{\text{不良品总数}}{\text{检查总数}} = \frac{\sum X_i}{\sum n_i} \right)$

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$CL = \bar{p}$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

# 管理图 -计数型管理图 (NP管理图)

## □管理界限

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

$$CL = np$$

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



不知道工程不良率  $p$  时，应推定单位区间的  $p$  后使用



# 管理图 -计数型管理图 (C管理图)

## □管理界限

- 知道 **c** 的时候 ;

$$UCL = E(x) + 3\sqrt{Var(x)} = c + 3\sqrt{c}$$

$$CL = E(x)$$

$$LCL = E(x) - 3\sqrt{Var(x)} = c - 3\sqrt{c}$$

- 不知道 **c** 的时候 ;

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$CL = \bar{c}$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$\bar{c} = \frac{\text{发现的总缺陷数}}{\text{总检查单位制品数}} \quad \text{使用}$$