



第七章 制造（服务）过程控制

2009-4-13

苏秦主编《质量管理与可靠性》
机械工业出版社



第一节 质量变异及变异特性

2009-4-13

苏秦主编《质量管理与可靠性》
机械工业出版社

质量变异

- ❖ 在质量控制中，产品实际达到的质量特性值与规定的质量特性值之间发生的偏离称为质量变异或质量波动。
- ❖ 质量变异主要来自以下方面：
 - ❖ 1) 人(Man): 操作者的质量意识、技术水平、熟练程度、正确作业和身体素质的差别等。
 - ❖ 2) 机器(Machine): 机器设备、工夹具的精度和维护保养状况等。
 - ❖ 3) 材料(Material): 材料的化学成分、物理性能及外观质量的差别等。

质量变异

- ❖ 4)方法(Method): 生产工艺、操作规程以及工艺装备选择的差别等。
- ❖ 5)测量 (Measure) : 测量方法的差别。
- ❖ 6)环境(Environment): 工作地的温度、湿度、照明、噪声以及清洁条件的差别等。

质量变异的规律

❖ 质量变异可分为正常变异和异常变异两大类：

(1) 正常变异。正常变异又称随机变异，是由偶然因素引起的，这些因素在过程中始终存在，其原因不易识别。正常变异是可以预测但不可消除的变异。

(2) 异常变异。异常变异又称系统变异，它是由系统因素或称异常因素引起的，这些因素数目不多，对产品质量不经常起作用，但一旦出现了这类因素，就会使质量特性发生显著变化。这类因素是质量控制的主要对象。

过程状态的模式

- ❖ 正常变异的过程状态称为统计控制状态，简称稳定状态；
- ❖ 有异常变异的过程状态称为非统计控制状态，简称失控状态；
- ❖ 过程状态处于统计控制状态且过程又能满足规定的要求，则称为受控状态。

过程状态的模式

- ❖ 处于稳定状态下的过程应具备以下几个条件：
- ❖ ①原材料或上一过程半成品按照标准要求供应；
- ❖ ②本过程按作业标准实施，并应在影响过程质量各主要因素无异常的条件下进行；
- ❖ ③过程完成后，产品检测按标准要求进行。

质量控制中的数据

- ❖ 质量管理中的数据可以分成两大类：计量值数据和记数值数据。
- ❖ 产品质量数据的变异一般表现为分散性和集中性两种基本特性。
- ❖ 质量数据有两类常用的统计特征：一类是表示数据集中性的特征数，如平均值、中位数等；另一类是表示数据分散程度的特征数，如极差、标准差等。



第二节 过程能力分析

2009-4-13

苏秦主编《质量管理与可靠性》
机械工业出版社

过程能力

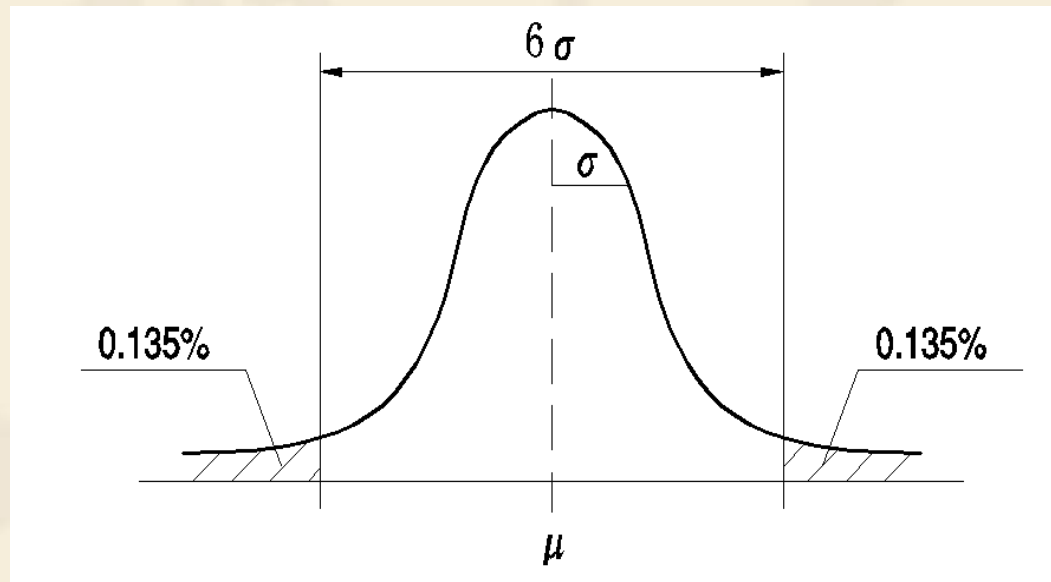
- ❖ 过程能力（**Process Capability**）是指处于稳定状态下的过程满足质量要求的能力。
- ❖ 过程满足质量要求的能力主要表现在以下两方面：①质量是否稳定，②质量精度是否足够。
- ❖ 在只有偶然因素影响的稳定状态下，质量数据近似地服从正态分布 $N(\mu, \sigma^2)$ 。
- ❖ 由概率理论可知，当分布范围取为 $\mu \pm 3\sigma$ 时，产品质量合格的概率可达99.73%，废品率仅为0.27%

过程能力

- ❖ 因此以 $\pm 3\sigma$ ，即 6σ 为标准来衡量过程的能力是具有足够的精确度和良好的经济性的。
- ❖ 在实际计算中就用 6σ 的变异范围来定量描述过程能力。记过程能力为B，则过程能力 $B=6\sigma$ 。
- ❖ 6σ 数值越小，说明质量特性值变异范围越小，过程能力越强； 6σ 数值越大，质量特性值变异范围越大，过程能力越弱。

过程能力

6 σ 过程能力



过程能力指数

- ❖ 过程能力指数表示过程能力对过程质量标准的满足程度。
- ❖ 过程质量标准是指过程必须达到的质量要求，通常用标准、公差、允许范围等来衡量，一般用符号T表示。
- ❖ 质量标准T与过程能力B之比值，称为过程能力指数，记为 C_p 。
- ❖ 过程能力指数越大，说明过程能力越能满足质量要求，甚至有一定的能力储备。

过程能力指数

- ❖ 给定双侧标准，质量分布中心 μ 与标准中心 M 相重合

- ❖ $C_p = \frac{T}{6\sigma} = \frac{T_u - T_l}{6\sigma} \approx \frac{T_u - T_l}{6S}$

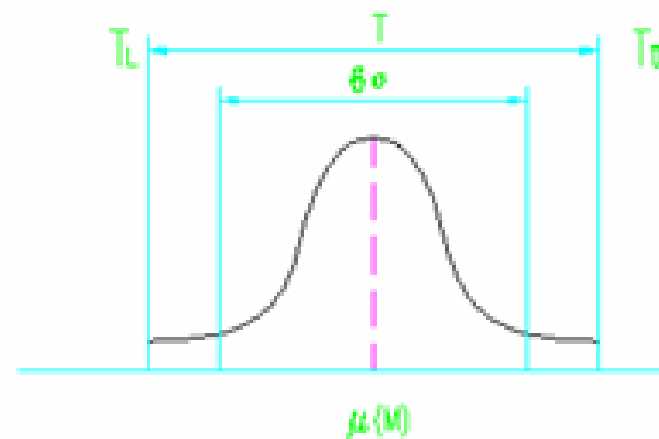
T ——标准范围

σ ——总体标准偏差；

S ——样本标准偏差；

T_u ——质量标准的上限值；

T_l ——质量标准的下限值。



分布中心与标准中心重合

过程能力指数

- ❖ 给定双侧标准，质量分布中心与标准中心不重合

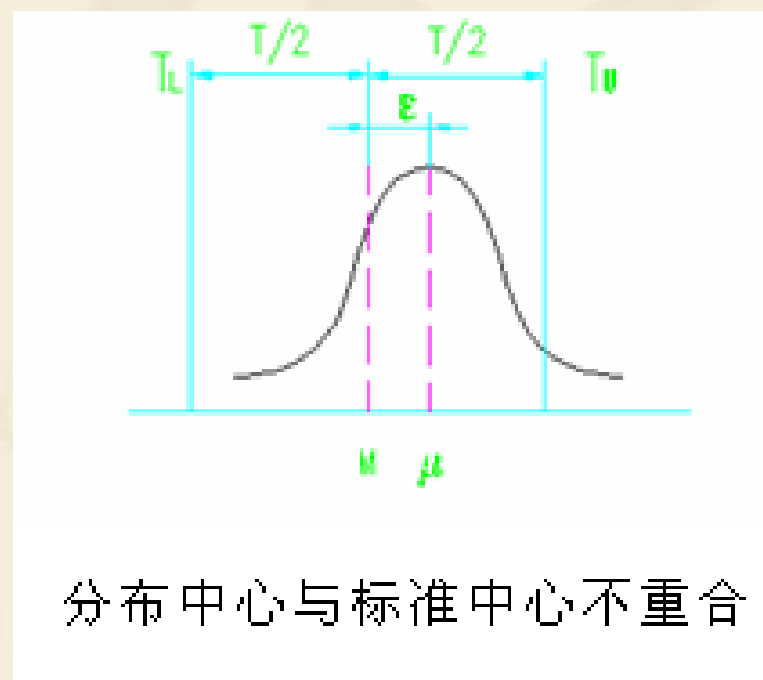
- ❖ $C_{pk} = (1-k) C_p = \frac{T - 2\varepsilon}{6S}$

ε —绝对偏移量 $\varepsilon = |M - \mu|$;

M —标准中心， $M = (T_U + T_L) / 2$;

μ —实际分布中心;

k —相对偏移量， $k = \varepsilon / (T/2)$

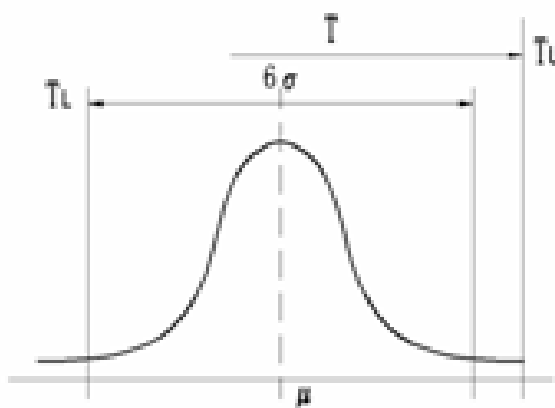


过程能力指数

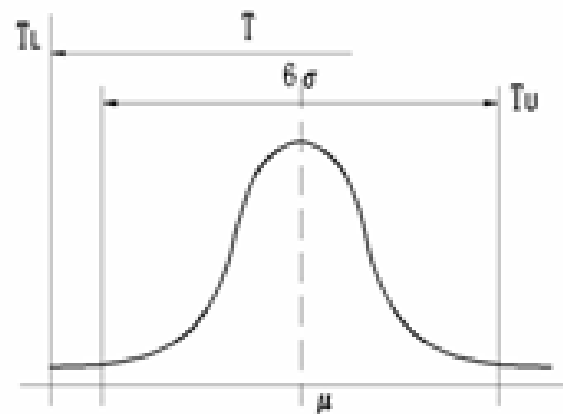
❖ 单侧标准的情况

只规定上限时 $C_p = \frac{T_U - \mu}{3\sigma} \approx \frac{T_U - \bar{x}}{3S}$

只规定下限时 $C_p = \frac{\mu - T_L}{3\sigma} \approx \frac{\bar{x} - T_L}{3S}$



只规定上限时



只规定下限时

过程不合格品率的计算

- ❖ 当过程的质量特性呈正态分布时，过程能力指数对应于一定的不合格品率。
- ❖ 分布中心与标准中心重合的情况

若以 P_U 表示质量特性值超出标准上限而造成的不合格品率，则

$$\begin{aligned}P_U &= P(x > T_U) = P\left(\frac{x - \mu}{\sigma} > \frac{T_U - \mu}{\sigma}\right) \\&= P\left(t > \frac{T/2}{\sigma}\right) = P\left(t > \frac{3\sigma_p}{\sigma}\right) \\&= 1 - P(t < 3C_p) = 1 - \Phi(3C_p)\end{aligned}$$

t 为标准正态分布值

过程不合格品率的计算

- ❖ 若以 P_L 表示质量特性值超出标准下限而造成的不合格品率，则同理可得：

$$P_L = 1 - \Phi(3C_p)$$

- ❖ 总不合格品率为：

$$P = P_U + P_L = 2[1 - \Phi(3C_p)] = 2\Phi(-3C_p)$$

过程不合格品率的计算

❖ 分布中心与标准中心不重合的情况

1) 分布中心向标准上限偏移时, 总不合格品率为: $P=P_U+P_L=2-\Phi[3C_p(1-k)]-\Phi[3C_p(1+k)]$

2) 分布中心向标准下限偏移时, 总不合格品率为: $P=P_U+P_L=2-\Phi[3C_p(1+k)]-\Phi[3C_p(1-k)]$

过程能力的分析

- ❖ 当过程能力指数求出后，就可以对过程能力是否充分做出分析和判定。即判断 C_p 值在多少时，才能满足质量要求。

过程能力指数评定分级表

等级	C_p 或 C_{pk}	P (%)	过程能力判断
特级	$C_p > 1.67$	$P < 0.00006$	过程能力过于充足，允许较大的外来变异，以提高效率；可考虑收缩标准范围；可放宽检查等。
一级	$1.67 \geq C_p > 1.33$	$0.006 > P \geq 0.00006$	过程能力充足，允许小的外来干扰引起的变异；对不重要的工序，可放宽检查；过程控制抽样间隔可放宽些。
二级	$1.33 \geq C_p > 1.00$	$0.27 > P \geq 0.006$	过程能力尚可，需严格过程控制，否则易出现不合格品；检查不能放宽。
三级	$1.00 \geq C_p > 0.67$	$4.55 > P \geq 0.27$	过程能力不足，必须采取措施提高过程能力；加强检查。
四级	$C_p \leq 0.67$	$P \geq 4.55$	过程能力严重不足，需采取紧急措施提高过程能力，可考虑放宽标准范围；可全数检查。

过程性能指数

- ❖ 长期过程能力指数也称过程性能指数（Process Performance Index），用 P_p 、 P_{PK} 表示，它反映长期过程能力满足技术要求的程度。

- ❖ 当总体分布中心和标准分布中心无偏移时，应计算无偏移的过程性能指数 P_p

$$P_p = T / (6S), \text{ 式中 } S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

❖ 给定单侧上限标准时，无偏移上单侧过程性能指数

$$P_{PU} = (T_U - \mu) / 3s$$

❖ 给定单侧下限标准时，无偏移下单侧过程性能指数

$$P_{PL} = (\mu - T_L) / 3s$$

❖ 有偏移过程性能指数定义为 $P_{PK} = \min(P_{PU}, P_{PL})$ 可以证明它等价于： $P_{PK} = (1-K) P_P$

- ❖ 过程性能指数与过程能力指数的区别
- ❖ 过程性能指数反映的是当前的过程能力满足技术要求的程度，并不考虑过程的稳定与否。
- ❖ 过程能力指数是在对过程的稳定性确认后计算的指标，因此它反映的是一种理想状态下的质量状况。



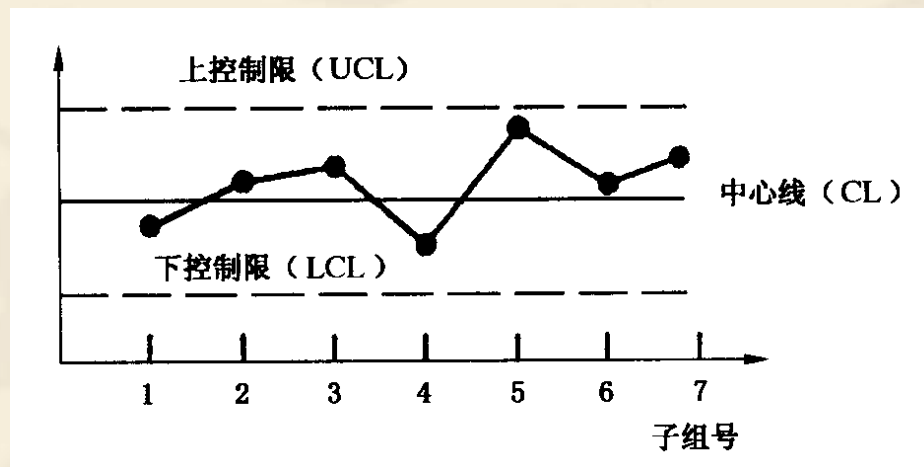
第三节 过程控制图

2009-4-13

苏秦主编《质量管理与可靠性》
机械工业出版社

控制图概述

- ❖ 控制图是美国贝尔通信研究所的休哈特（Walter Stewhart）博士于1924年首先推出的，是用来监视、控制质量特性值随时间推移而发生变异的图表。



控制图概述

- ❖ 控制图的横坐标表示时间或按时间顺序抽样的样本编号，通常称为子组号。纵坐标表示质量特性值或质量特性的统计量（如子组平均值、子组极差**R**或标准差**S**）。
- ❖ 控制图就是给定的子组特性值与子组号对应的一种图形，它包含一条中心线（**CL**），通常为所考察数据的平均值。还包含由统计方法确定的两条控制界限，一般用虚线表示，位于中心线上侧的称为上控制限**UCL**(Upper Control Limit)，位于中心线下侧的称为下控制限**LCL**(lower Control Limit)

控制图的统计原理

❖ 3σ 原理

- ❖ 常规控制图的控制界限分别位于中心线两侧的 3σ 距离处。其中 σ 为所点绘统计量的总体组内标准差。组内变异是用来度量随机变差的， σ 可用子组标准差或子组极差的适当倍数进行估计。 3σ 控制限表明，若过程处于统计控制状态，则大约有99.73%的子组值将落在控制界限之内。也就是说，当过程受控时，大约有0.27%的风险，描点会落在控制界限之外。
- ❖ 由于描点超出控制限确实是由偶然事件引起的而非真实信号的可能性很小，因此当一个点超出控制限时，就应采取某种行动，故 3σ 控制限有时也称“行动限”。

控制图的统计原理

❖ 两类错误

- ❖ 第一种错误称作第一类错误。这是当所涉及的过程仍然处于受控状态，但有某点由于偶然原因落在控制限之外，而得出过程失控的结论时所发生的错误。此类错误将导致对本不存在的问题去寻找原因而增加无谓的费用。出现这类错误的概率称为第 I 类风险，记作 α 。

控制图的统计原理

- ❖ 第二种错误称作第二类错误。当所涉及的过程失控，但所产生的点由于偶然原因仍落在控制限之内，而得出过程仍处于受控状态的错误结论。此时由于未检出不合格品的增加而造成损失。第二类错误的风险是以下三项因素的函数：控制限的间隔宽度、过程失控的程度以及子组大小。上述三项因素的性质决定了对于第二类错误的风险大小只能做出一般估计。出现这类错误的概率称为第Ⅱ类风险，记作 β 。

控制图的统计原理

- ❖ 常规控制图只考虑了第一类错误，对于 3σ 控制限而言，发生这类错误的可能性为 **0.27%**。由于在给定情形下，对于第二类错误的损失做出有意义的估计是不实际的，故采用 3σ 控制限，并将注意力集中于控制和改进过程本身的性能是适宜可行的。

控制图的统计原理

控制图类型及控制界限计算公式

类型	名称	代号	标准值未给定	
			中心线	UCL 与 LCL
计量控制图	均值-极差控制图	$\bar{X}-R$	$\bar{\bar{X}}$ \bar{R}	$\bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}$ $D_4 \bar{R}, D_3 \bar{R}$
	均值-标准差控制图	$\bar{X}-s$	$\bar{\bar{X}}$ \bar{s}	$B_3 \bar{s}, B_4 \bar{s}$ $D_4 \bar{R}, D_3 \bar{R}$
	单值-移动极差控制图	$\bar{x}-R$	$\bar{\bar{X}}$ \bar{R}	$\bar{\bar{X}} \pm E_2 \bar{R}$ $D_4 \bar{R}, D_3 \bar{R}$
计数控制图	不合格品率控制图	p	\bar{p}	$\bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$
	不合格品数控制图	np	$n\bar{p}$	$n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
	不合格数控制图	c	\bar{c}	$\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$
	单位产品不合格数控制图	u	\bar{u}	$\bar{u} \pm 3\sqrt{\bar{u}/n}$

注：对于单值-移动极差控制图， \bar{R} 表示 $n=2$ 时观测值的平均移动极差，系数 D_3 、 D_4 、 E_2 ($=3/d_2$) 由表 7-4 中 $n=2$ 行查得。

机械工业出版社

控制图的种类

2009-4-13

建立控制图之前的预备工作

- ❖ 质量特性的选择
- ❖ 选择控制方案的质量特性时，首先应选择那些对产品或服务的质量有决定性影响的特性，可以是所提供服务的特征，或者是所用材料或产品零部件的特征，也可以是提供给购买者的成品的特征。

建立控制图之前的预备工作

- ❖ 控制图的选择
- ❖ 1) 首先应根据所控制质量特性数据的性质来选择控制图;
- ❖ 2) 均值控制图比单值控制图有较高的检出力。
- ❖ 3) 均值控制图比单值控制图应用范围广。

建立控制图之前的预备工作

- ❖ 4) 单值控制图比均值控制图所需样本容量小，经济性好，适用于质量均匀、检验费用高的过程。
- ❖ 5) **S**控制图和极差**R**控制图均反映质量数据差异程度的变化，极差图计算方便，但不如**S**图反映过程变异精确
- ❖ 6) 当质量特性的数据为记件值时应选择**p**控制图或**pn**控制图，数据为记点值时应选择**c**控制图或**u**控制图。

建立控制图之前的预备工作

- ❖ 合理子组的选择
- ❖ 控制图的基础是休哈特关于将观测值划分为所谓“合理子组”的中心思想,即将所考察的观测值划分为一些子组,使得组内变差可认为仅由偶然原因造成,而组间的任何差异可以由控制图欲检测的可查明原因造成。

建立控制图之前的预备工作

- ❖ 在尽可能的范围内，应保持子组大小 n 不变，以避免繁琐的计算和解释。当然，常规控制图原理对于 n 变化的情形也同样适用。
- ❖ 关于子组频数或子组大小，无法制定通用的规则。子组频数可能决定于取样和分析样本的费用，而子组大小则可能决定于一些实际的考虑。

计量控制图

- ❖ 计量控制图一般适用于以计量值为控制对象的场合。
- ❖ 计量控制图通常成对绘制并加以分析：其中一个是关于位置的控制图；一个是关于离散程度的控制图。

计量控制图

- ❖ 计量控制图作图示例（—**R**控制图，标准值未给定情形）：
- ❖ 平均值与极差控制图是计量控制图中最常用的一种质量控制工具。（）控制图是用来控制平均值的变化；极差（**R**）控制图是用来控制加工误差的变化。它是通过调查平均值和极差**R**是否有异常变化来对过程进行控制的。一般将图画在**R**图的上方。

计量控制图

- ❖ 计量控制图的控制程序与解释
- ❖ 控制图显示过程平均的中心位置，并表明过程的稳定性。图从平均值的角度揭示组间不希望出现的变差。**R**控制图则揭示组内不希望出现的变差，它是所考察过程的变异大小的一种指示器，也是过程一致性或均匀性的一个度量。

计量控制图

- ❖ **R**控制图的失控状态也会影响到图。由于无论是对子组极差还是对子组平均的解释能力都依赖于件间变异的估计，故应首先分析**R**图。应遵守下列控制程序：
 - ❖ 1. 收集与分析数据，计算平均值与极差。
 - ❖ 2. 首先点绘**R**图。
 - ❖ 3. 剔除所有受到某种已识别的可查明原因影响的子组；然后重新计算并点绘新的平均极差(**R**)和控制限。

计量控制图

- ❖ 4. 若根据已识别的可查明原因，从R图中剔除了任何一个子组，则也应该将它从控制图中除去。
- ❖ 5. 当极差控制图表明过程处于统计控制状态时，则认为过程的离散程度(组内变差)是稳定的。
- ❖ 6. 点绘控制图，与控制限比较，检验数据点是否有失控点，或有无
- ❖ 异常的模式或趋势。
- ❖ 7. 当用来建立控制限基准值的初始数据全部包含在试用控制限内时，则在未来时段内延长当前时段的控制限。

计数控制图

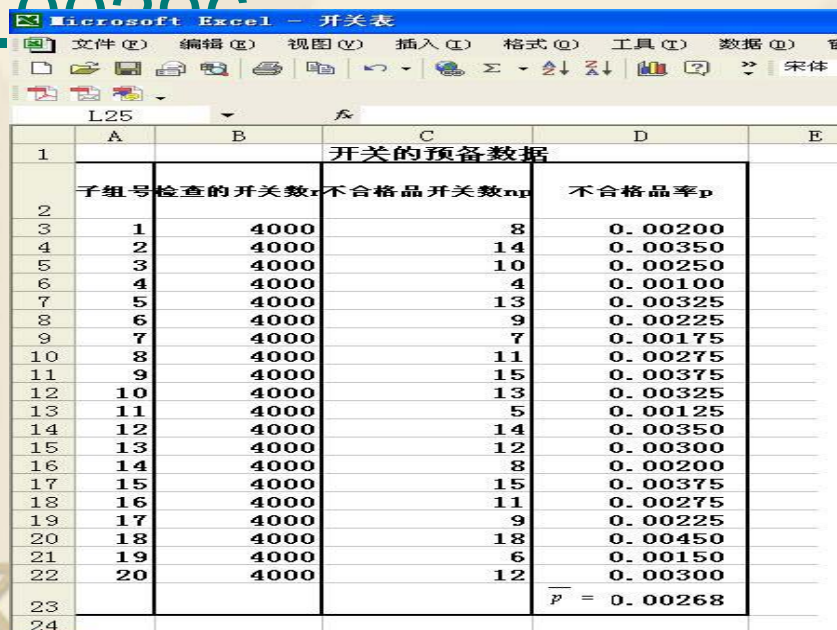
- ❖ 记数数据表示通过记录所考察的子组中每个个体是否具有某种特性（或特征），计算具有该特性的个体的数量，或记录一个单位产品、一组产品、或一定面积内此种事件发生的次数所获得的观测值。
- ❖ 在计量控制图情形下，按通常惯例采用一对控制图，其中一个用于控制平均值，另一个用于控制离散。

计数控制图

- ❖ 对小型开关使用自动检测装置进行全检所发现的关于开关失效的每小时不合格品数如图的Excel表格中所示。小型开关由一自动装配线生产，由于开关失效是严重的质量问题，要利用控制图对装配线进行监控。收集25组数据作为预备数据，绘制p图和np图。

计数控制图

- ❖ (1)将收集到的数据输入Excel表格中，先计算出第一子组的不合格品率 $p=0.002$ ，下拉鼠标即可得各子组的不合格品率，然后利用函数AVERAGE可求得各子组的平均不合格品率 $=0.00268$



子组号	检查的开关数n	不合格品开关数np	不合格品率p
1	4000	8	0.00200
2	4000	14	0.00350
3	4000	10	0.00250
4	4000	4	0.00100
5	4000	13	0.00325
6	4000	9	0.00225
7	4000	7	0.00175
8	4000	11	0.00275
9	4000	15	0.00375
10	4000	13	0.00325
11	4000	5	0.00125
12	4000	14	0.00350
13	4000	12	0.00300
14	4000	8	0.00200
15	4000	15	0.00375
16	4000	11	0.00275
17	4000	9	0.00225
18	4000	18	0.00450
19	4000	6	0.00150
20	4000	12	0.00300
P = 0.00268			

计数控制图

❖ (2) 计算中心线和控制界限

$$p \text{ 图: } CL = \bar{p} = 0.00268 \approx 0.0027$$

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0027 + 3 \sqrt{\frac{0.0027(1-0.0027)}{4000}} = 0.0052$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = 0.0027 - 3 \sqrt{\frac{0.0027(1-0.0027)}{4000}} = 0.0002$$

$$np \text{ 图: } CL = n\bar{p} = 4000 \times 0.00268 = 10.72$$

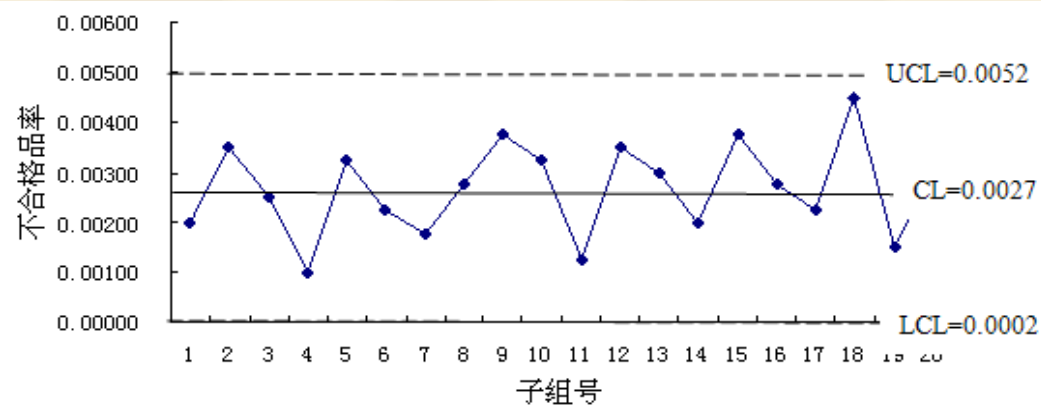
$$UCL = n\bar{p} + 3 \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 10.72 + 3 \sqrt{10.72(1-0.0027)} = 20.53$$

$$LCL = n\bar{p} - 3 \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 10.72 - 3 \sqrt{10.72(1-0.0027)} = 0.91$$

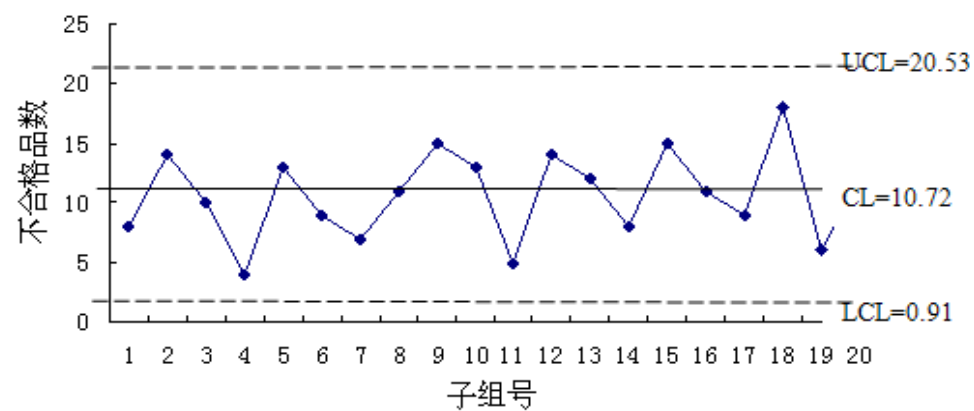
计数控制图

- ❖ (3) 利用Excel表格中的各子组不合格品率数据 p 和不合格品数数据 np 分别生成折线图, 在图上画出中心线和控制界限, 在各控制界限的右方记入相应的UCL, CL, LCL符号与数值, 即为该过程的P控制图和 np 控制图。

计数控制图



开关数据的 p 控制图



开关数据的 np 控制图

2009-4-13

机械工业出版社

计数控制图

- ❖ 由p控制图的控制界限计算公式可知，当子组大小发生变化时，p控制图各子组控制界限不同，判断过程稳定性有些困难。在实际应用中，当子组大小变化较大时，可以采用利用标准化变量的方法，即不点绘p值，而改为点绘标准化值Z，有：
$$Z = \frac{p - \bar{p}}{\sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})/n}}$$
- ❖ 这样，中心线和控制线如下所示为常数，而与子组大小无关：CL=0, UCL=3, LCL=-3

计数控制图

- ❖ **P**图用来确定在一段时间内所提交的平均不合格品率。该平均值的任何变化都会引起过程操作人员和管理者的注意。
- ❖ **P**图判断过程是否处于统计控制状态的判断方法与 **R**控制图相同。若所有子组点都落在适用控制限之内，并且也未呈现出可查明原因的任何迹象，则称此过程处于统计控制状态。在这种情形下，取平均不合格品率为不合格品率 p 的标准值。记为 p_0 。

计数控制图

- ❖ 在记数控制情形下则不同，所假定的分布只有一个参数，即平均值水平，故用一个控制图就够了。**P**图和**np**图基于二项分布，而**c**图和**u**图则基于泊松分布

控制图的观测分析

- ❖ 判异的8种常用检验模式，如果控制图出现这些模式，我们可以合理地确信过程是不稳定的。
- ❖ 检验1：1个点落在A区以外
- ❖ 检验2：连续9点落在中心线同一侧
- ❖ 检验3：连续6点递增或递减

控制图的观测分析

- ❖ 检验4：连续14点中相邻点交替上下
- ❖ 检验5：连续3点中有2点落在中心线同一侧的B区以外
- ❖ 检验6：连续5点中有4点落在中心线同一侧的C区以外
- ❖ 检验7：连续15点落在中心线两侧的C区内
- ❖ 检验8：连续8点落在中心线两侧且无一在C区

控制图的应用

- ❖ 控制图的用途一是分析用，二是控制用。
- ❖ 分析用是利用控制图判断过程是否稳定，分析各种因素对质量特性的影响，如果发现异常变化，就及时采取措施，调查原因，消除异常，使过程稳定。
- ❖ 控制用的控制图是在已作好分析用控制图的基础上，进行日常控制，在过程中定期采集数据，在控制图上打点。如果有点子越出界限或者虽然在界限内，但点子非随机排列，就表明有异常，就要采取措施，使之恢复稳定状态。



第四节 过程控制的实施

2009-4-13

苏秦主编《质量管理与可靠性》
机械工业出版社

过程控制概述

- ❖ 程控制就是维持工作长期处于稳定受控状态的活动
- ❖ 为了搞好过程控制，必须具备以下条件
- ❖ 1. 要制定过程控制所需要的各种标准，包括产品标准、作业标准、设备保证标准等。这些标准是作为判断过程是否处于稳定状态的依据。
- ❖ 2. 要建立一套灵敏的信息反馈系统，把握过程实际执行结果及其可能发展的趋势。
- ❖ 3. 要具有纠正执行结果同原有结果之间所产生偏差的措施。没有纠正措施，过程控制就失去意义。

过程控制概述

- ❖ 过程控制内容主要有：
- ❖ 1. 对生产条件的控制。
- ❖ 2. 对关键工程的控制。
- ❖ 3. 计量和测试的控制。
- ❖ 4. 不合格品控制。

过程控制概述

- ❖ 过程控制的实施是指为实现产品的符合性质量而进行的有组织、有系统的过程管理活动。过程控制的实施实际上是对过程的分析、控制和改进。
- ❖ 根据过程控制的对象和范围不同，可将过程控制划分为管理点、生产线和生产现场控制三个层次，即点、线和面的控制。

过程分析方法

- ❖ 技术分析方法
- ❖ 技术分析方法主要依据工程技术手段和长期生产实践经验来进行，必须对所分析过程的专业技术有较深入的了解，才能对过程做出正确的分析。技术分析的方法适用于一些数据搜集困难的过程。
- ❖ 统计分析方法
- ❖ **ISO9000**推荐的统计技术有：试验设计/析因分析；方差/回归分析；安全性评价/风险分析；显著性检验以及统计抽样检验等。

过程分析步骤

- ❖ 过程分析，即判断过程的运行状态是否符合产品质量要求，它是进行过程设计，设备选择及制定操作标准，技术规范的基础。



过程分析方法

❖ 过程适宜性分析的方法

1. 直接测定法。直接测定过程质量因素的技术特性，判断其是否达到所规定的标准，从而对未来的过程运行的可能状态做出预测。
2. 差错分析法。差错是指操作、技术文件阅读、传递等方面出现的失误。
3. 实际产品测量法。依据一定的规律抽取样品，进行检测而判断过程的适宜性。
4. 过程能力分析法。

过程分析方法

- ❖ 过程主导因素分析
- ❖ 主导因素也称支配性因素或主要因素，是指在众多的过程质量因素中，对产品质量特性值有决定性影响的因素。它是事物的主要矛盾，与无关紧要的多数相比，它是极其重要的少数，他决定整个过程的优劣。过程的主导因素往往是由特定的加工方式和性质决定的，人们可以凭借专业技术和实践经验来加以识别。

过程控制计划和实施

- ❖ 过程控制计划包括各过程全面控制计划与过程管理点的控制计划两类。
- ❖ 过程全面控制计划

编制质量控制过程表：在过程流程图的基础上，通过过程分析，明确过程重要度（即划分关键、重要及一般过程，确定过程控制的质量特性值（或项目）、控制方法等。

编制各个过程的控制文件：根据各个过程的质量要求，编制相应的各种实施控制的标准文件，信息记录表，传递和反馈程序，检查、考核、奖惩制度等。

过程控制计划和实施

- ❖ 过程管理点控制计划
- ❖ 过程管理点是为了保证过程处于稳定状态，重点控制质量特性、关键部位以及主导因素等。
- ❖ 设置管理点
- ❖ 对管理点的要求
- ❖ 过程管理点控制图标和文件编制
- ❖ 过程管理点的管理方法

2009-4-13

苏秦主编《质量管理与可靠性》
机械工业出版社



第五节 红珠实验和漏斗实验

2009-4-13

苏秦主编《质量管理与可靠性》
机械工业出版社

红珠实验

❖ （一）实验材料

1. 4000粒木珠，直径大约3厘米，其中800粒为红色，3200粒为白色；
2. 一把有50个孔的勺子，要求能够用来盛起50粒木珠；
3. 两个长方形容容器，一大一小，容器的大小只要确保能放的下4000粒珠子和勺子。

红珠实验

- ❖ （二）实验程序
- ❖ 首先领班宣布，公司将为一位新客户建设新厂生产珠子。这个新客户要求很奇怪，他只需要白色的木珠而不需要红色的木珠，但公司的进料中确混合有红珠。根据建厂的需要，公司准备招收**10**名新员工，要求如下：
- ❖ 1. 六名作业员，要求工作努力积极，教育程度可以不限，但必须要有倒珠子的工作经验；
- ❖ 2. 两名检验员，要求能够区分红珠和白珠，并掌握基本的计数能力，无需工作经验；
- ❖ 3. 一名检验长，要求同2；
- ❖ 4. 一名记录员，要求书写工整，擅长加法和除法，并且反应灵活。

红珠实验

- ❖ 所有员工都是从参加研讨会的学员中选出，员工选定以后走上前台来，领班告诉他们整个生产过程如下：
- ❖ 1. 混合进料。具体做法是握住大容器的宽边，将珠子由大容器边角斜倒出，不必振摇。
- ❖ 然后以同样的方法，将珠子由小容器倒回大容器。
- ❖ 2. 使用有50个孔的勺子取出珠子。具体做法为握住勺子的长柄，把勺子插入大容器内搅拌，然后把勺子以倾斜44度的方式抽出，以便每个孔内都要有珠子。

红珠实验

- ❖ 3. 检验。作业员先将“成果”带到第一位检验员处，由他来检视“成果”，并默默地登记其中红珠的数目。然后作业员再把“成果”带到第二位检验员处，同样由他默默地登记红珠的数目。接着由检验长比较两个检验员的记录，如果数目不同，则必然有错；如果数目相同，仍然有可能是两个人同时数错。最后的数目以检验长的点算为准，他会大声地宣布红珠的数目。

红珠实验

- ❖ 4. 记录结果。当检验长宣布结果后，记录员就要把红珠数目写在记录表上。不过，在作业员实习期间，记录员不需要做记录。

红珠实验

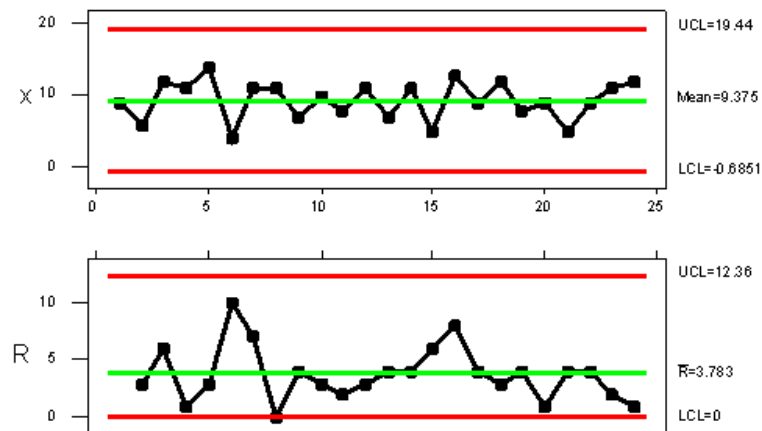
- ❖ 领班向作业员们说明他们必须要参加三天的实习，以学习整个工作。在实习期间，他们可以提问，但是一旦开始生产，就不可以提问，也不能评论，只能埋头苦干。领班强调整个生产程序是非常严格的，不能随意变动，因此在绩效上是不会有变异的。同时领班也强调员工们能否保住自己的职位完全取决于个人的表现，解雇没有什么正式的程序，被免职的人只要结算清自己的工资就可以走下讲台，台下还有很多人可以替代他们的工作。

红珠实验

❖ (二) 实验结果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	作业员姓名	日期							
2		1	2	3	4	总和	5		
3	Jeff	9	11	7	8	35	16	11	
4	Dave	6	11	11	9	37	8	10	
5	Tom	12	7	5	5	29	6	9	
6	Dennis	11	10	13	9	43			
7	Marty	14	8	9	11	42			
8	Ann	4	11	12	12	39			
9	六人总和	56	58	57	54	225	60		
10	累计平均数	9.3	9.5	9.5	9.4	37.5			

单值和移动极差控制图



2009-4-13

红珠实验

- ❖ （四）红珠实验的启示
- ❖ 1. 实验本身来说是一个稳定的系统，工人的产出及其变异程度其实都是可以预测的。
- ❖ 2. 所有的变异——包括工人之间产出的红珠数量的差异，以及每位工人每天产出红珠数量的变异——均完全来自与过程本身。没有任何证据显示，哪一位工人比其他工人更优秀，因此也就没有最佳工人这一说法。

- ❖ 3. 工人的产出（白珠）显然是处于一种稳定的状态，如表7—6所示。在现有的状况下，工人已经尽力了，不可能再有更好的表现了。
- ❖ 4. 对工人进行奖励或者惩罚，是完全没有意义的。因为工人的表现完全与努力与否无关，而只受到工作过程的左右。
- ❖ 5. 过程改进的责任在于管理层。在这个实验中，由于程序僵化，工人们根本没有机会提出改进过程的建议。

漏斗实验

- ❖ 该实验的目的在于想让人们知道对于过程进行人为的干预将会产生不必要的差异，进而导致损失。
- ❖ （一） 实验材料
 - ❖ 1. 漏斗一个。一般厨房用的漏斗就可以，因为这并非是实验室的正规实验。
 - ❖ 2. 一粒可以通过漏斗的弹珠。
 - ❖ 3. 一张桌子，最好能铺上桌布，以便能标出目标点以及弹珠落下后静止的位置

漏斗实验

❖ （二）实验程序

- ❖ 首先在桌子上标出一点作为目标。我们按照以下的规则让弹珠从漏斗中通过，以便击中目标。
- ❖ **规则1：** 将漏斗口瞄准目标点。保持这个状态，将弹珠由漏斗口落下**50**次，然后在弹珠每次的静止的位置作记号。

漏斗实验

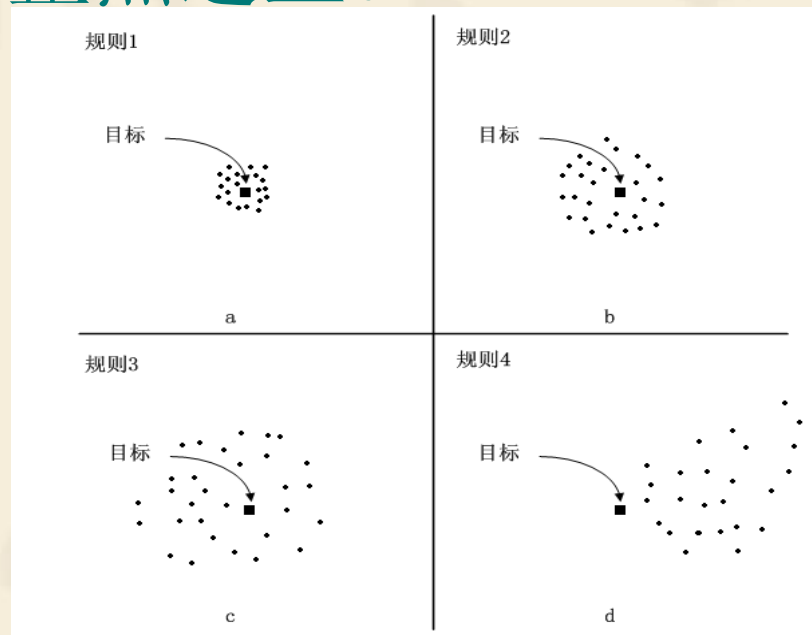
- ❖ **规则2：** 根据每次弹珠落下后的静止位置与目标位置的差距，将漏斗由现有的位置移动，以弥补前次的偏差。例如弹珠停在目标点东北30厘米处，则将漏斗由现在的位置往西南移30厘米。

漏斗实验

- ❖ **规则3：** 每次弹珠落地后调整漏斗位置，但以目标点作为移动的参考点。按照落点与目标的差距，把漏斗移往与目标点等距但相反方向的位置，以弥补前次的误差。

漏斗实验

❖ **规则4:** 在每次弹珠落地之后, 就将漏斗移至该静止点之上。



漏斗实验

