

32-34, 43

企业、质量管理、统计、过程控制

现代质量工程方法讲座(十二)

Lectures on Modern Quality Engineering Method(12)

F273.2 F222

第十三讲 统计过程控制

· 王秉刚

关键词:统计 过程控制

1 基本概念

1.1 统计过程控制和过程控制系统

1.1.1 统计过程控制(SPC——Statistical Process Control),是应用统计技术对过程进行控制,以预防不合格的产品或服务产生,减少浪费和对过程进行持续改进的技术。

1.1.2 过程控制系统是如图1所示的包括人、机、料、法、环各因素构成的输入,以满足顾客需要为目的的产品或服务为输出,以过程统计特性及顾客不断变化的需要为反馈信息的闭环系统。

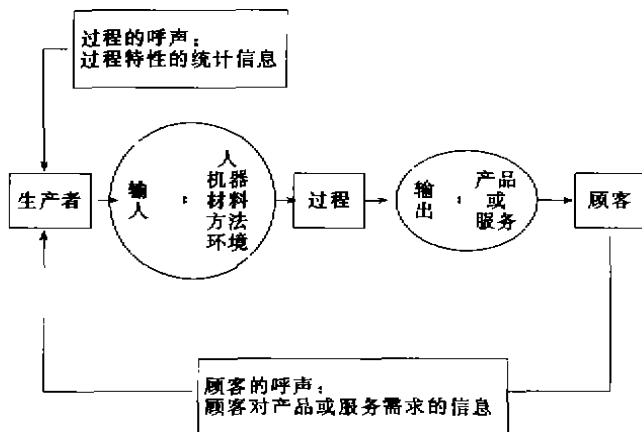


图1 过程控制系统

1.2 产品特性的变差及其原因

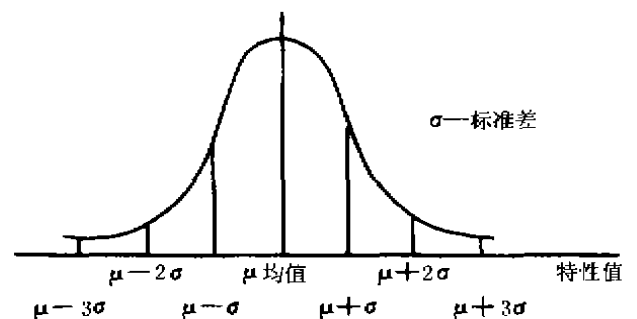
1.2.1 产品特性的变差:由于人、机、料、法、环等随机因素的影响,过程的输出特性是呈某种分布的随

机变量,其变化的范围称为变差。在正态分布的情况下,以 $\pm 3\sigma$ 来度量(σ ——正态分布的标准差)。见图2。

1.2.2 两类变差原因:变差的原因按其不同的性质,分为普通原因和特殊原因(见图3)。

a) 普通原因:产生随时间变化而稳定分布的变差的原因,当过程输出的变差只存在普通原因时,过程统计是稳定的,其分布是可预测的,称过程是处于“统计受控状态”,简称受控。

b) 特殊原因:引起过程输出特性分布发生变化的原因,当特殊原因存在时,过程处于不稳定的状态,其输出的分布是不可预测的,称该过程“不受控”。



正态分布概率

$\mu \pm \sigma; 0.682689$	$\mu \pm 4\sigma; 0.99993657$
$\mu \pm 2\sigma; 0.954499$	$\mu \pm 5\sigma; 0.999999742$
$\mu \pm 3\sigma; 0.997300$	$\mu \pm 6\sigma; 0.999999998$

图2 正态分布的概率

1.3 过程能力与能力指数

1.3.1 过程能力

当过程处于受控状态(即只存在变差的普通原因),并假设特性分布服从正态分布(在工程实践中,在多数情况下这种假设是成立的)时,过程能力用其输出特性的变差即 $\pm 3\sigma$ 来表示。

“World Automobile” №5, 1999

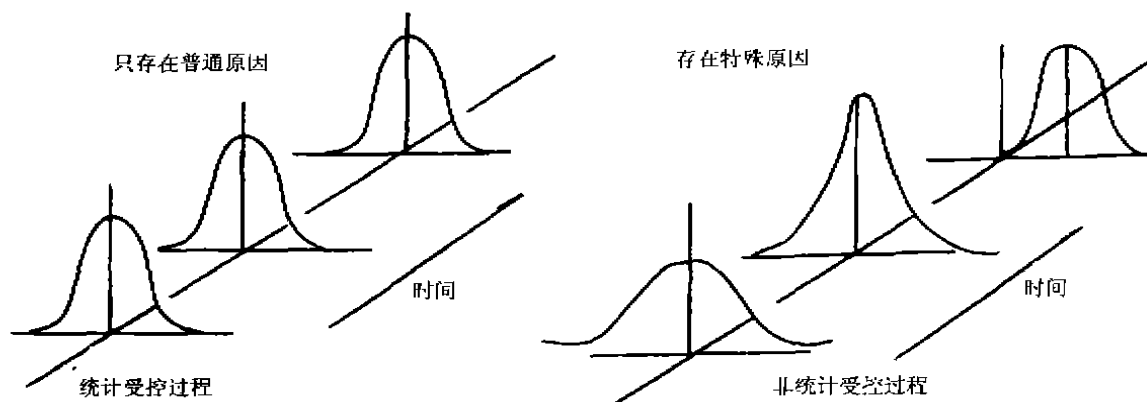


图3 受控过程与非受控过程

1.3.2 过程能力指数

我们用过程能力指数表示过程能力满足技术规范的程度,见图4。

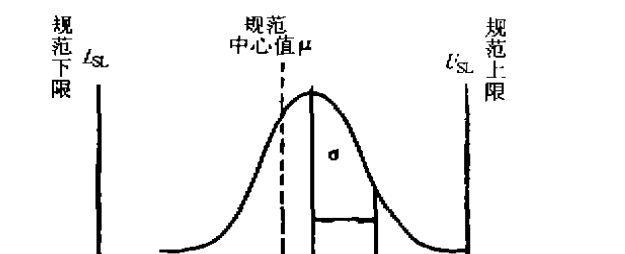


图4 过程能力与技术规范的关系

单侧过程能力指数 C_{pk} 取以下两值中最小值:

$$\text{上限侧: } C_{pk} = \frac{U_{SL} - \mu}{3\sigma}$$

$$\text{下限侧: } C_{pk} = \frac{\mu - L_{SL}}{3\sigma}$$

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{U_{SL} - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - L_{SL}}{3\sigma} \right\}$$

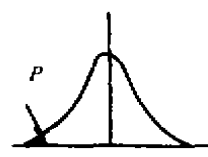
双侧过程能力指数 C_p :

$$C_p = \frac{U_{SL} - L_{SL}}{6\sigma}$$

当特性分布的均值 μ 与技术规范中心值重合时, $C_{pk} = C_p$ 。

C_{pk} 值大小与特性超出技术规范的概率如下:

表1 C_{pk} 值与不合格概率关系

	C_{pk}	单侧超出规范的概率 P
	1	0.00135
	1.33	0.000032
	1.67	0.00000015

1.4 过程控制与过程改进

1.4.1 四类过程

按过程是否受控及过程特性是否满足顾客要求(即是否可接受),将过程分为四类,如表2:

表2 四类过程

是否满足顾客要求 \ 是否受控	受控	不受控
可接受	1类	3类
不可接受	2类	4类

1类过程是理想的过程,过程受控又满足要求;这类过程应维护并保持,并持续改进。

2类过程虽然受控,但不要求,必须降低普通原因造成的过大的变差。

3类过程可接受,但存在特殊原因的变差,通常要设法找出特殊原因并消除。只有在个别情况下,如特殊原因已查明,并具有一定的稳定性,消除措施成本过大,顾客特许时可以保留。

4类过程既不受控,又不可接受。应采取措施,消除变差的特殊原因和降低普通原因的变差。

1.4.2 对不同性质的变差原因采取正确的措施

利用控制图等技术找出变差的特殊原因和普通原因。

首先要采取措施消除变差的特殊原因。它通常由该过程的直接操作人员和现场管理人员来解决。

在消除特殊原因之后,若过程仍不能满足顾客的要求,则可采取以下途径:

a) 将特性的均值与技术规范的中心值调整一致;

b) 对系统采取措施,降低普通原因造成的变差;

c) 当上述措施成本过高,应确保产品质量的前提下考虑放宽技术规范的可能性。

解决普通原因的变差问题,通常要由负责系统的管理人员和技术人员来研究实施。

1.4.3 过程改进

在过程受控且满足技术规范要求后,除监控与保持外,还应进行“持续改进”活动,其目的是:进一步减少普通原因造成的变差,不断提高产品质量,向“世界级”水平前进,同时寻找降低成本,减少浪费,提高产品或服务的竞争力。

2 控制图技术

2.1 控制图——统计过程控制的工具

2.1.1 控制图的功用

a) 区分变差的普通原因和特殊原因,便于采取正确的措施;

b) 当出现特殊原因变差时,控制图将给出讯号;

c) 当过程受控时,控制图可用来估计过程能力;

d) 过程改进后,控制图反映改进效果;

e) 使用简便,适于操作者现场使用。

2.1.2 控制图分类

表3、表4分别列出各种计算型数据和计数型数据的控制图种类及其应用特点。

表3 计量型数据控制图分类表

类 型	优 点	应 用
均值—极差图 $\bar{X}-R$	较简便,对子组内特殊原因较敏感	广泛
均值—标准差图 $\bar{X}-S$	S 较 R 更准确有效,尤其在大样本容量时	计算机实时记录,样本容量大
均值—标准差图 $\bar{X}-R$	用 \bar{X} 代替 \bar{X} ,连接描点,不用计算机	车间工人更易掌握
单值—移动极差图 $X-M_R$	用单值代替均值,用 M_R (相邻数值之差)代替极差	用于测量费用很高的场合

2.2 控制图的应用

2.2.1 准备工作

a) 选择作图的过程特性。这些过程特性的选择原则是:产品或过程的重要特性,对过程改进影响大

的特性,顾客关心的特性,对质量及成本有潜在问题的特性,诸特性中具有代表性的特性。

b) 选用测量系统。测量系统应具有足够的分辨力和统计稳定性(或称为量具的双性 $R\&R$)。

表4 计数型数据控制图分类表

类 型	应 用 范 围
不合格品率 P图	广泛
不合格品数 nP图	• 不合格品数比不合格品率更有意义; • 各个时期子组的容量不变
不合格数 c图	连续的产品流上(如布匹); 单个检验中发现不同原因造成的不合格(如车辆维修)
单元不合格数 u图	适用于与c图相同的数据,但不同时期的样本容量不同时,必须采用u图

2.2.2 收集数据

选定子组容量及检测频率。对初始研究可连续采集,对长期研究视情况决定。

2.2.3 数据处理并作图

按子组依次记录在控制图的表格中,并连接成连续的折线图。

2.2.4 分析控制图

下列情况出现时,多数存在特殊原因变差或其它不正常的因素,见图5。

a) 超出控制限的点;

b) 链:连续七点位于平均值的一侧,或连续七点上升或下降(含相等的相邻点)。

c) 明显的非随机图形;

d) 落在均值与控制限间靠近均值 $1/3$ 区域点的数目小于总数的 $2/3$ 。

消除特殊原因的变差后,修正原控制图或重新采集数据,制作新控制图,重新计算控制限。

当新的控制图上未发现上述不正常点或图形后,表明过程处于统计受控状态。则延长此时的控制限作为过程控制之用。

2.2.5 过程能力及能力指数计算

确认过程受控后,计算过程能力指数。

2.2.6 过程保持及改进

在生产过程中,应用控制图对过程进行监控,随时消除出现的特殊原因变差。

同时,继续改进过程,减少普通原因变差,提高产品质量,降低成本。

(下转第43页)