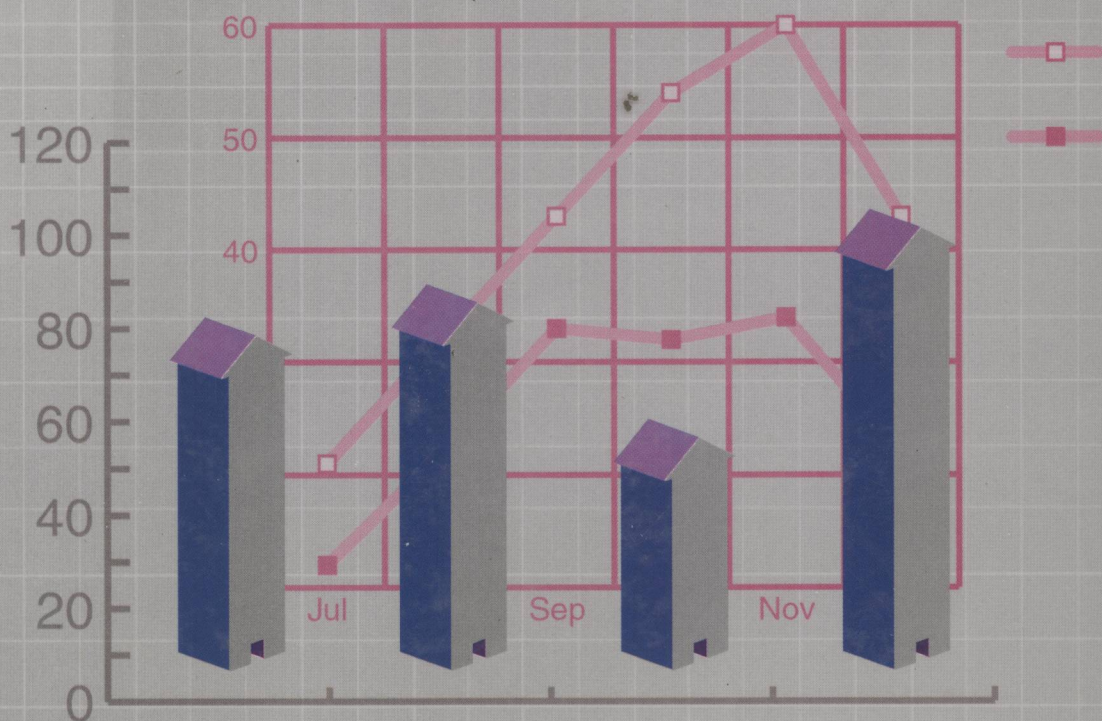


最新 统计方法技术应用 与标准规范

实用手册

主编：张国新



北京广播学院音像教材出版社

最新统计方法技术应用与 标准规范实用手册

主编 张国新

(三卷)

本书是《最新统计方法技术应用与标准规范实用手册》光盘的使用说明与对照阅读手册

广播学院音像教材出版社

目 录

三 卷

第七篇 统计过程控制(续)

第四节 p 图(不合格品率控制图)	(1023)
第五节 u 图(单位缺陷数控制图)	(1026)
第六节 控制图的观察与分析及使用程序	(1028)
第七节 问题与讨论	(1030)
第三章 相关国家标准	(1034)
控制图 通则和导引	(1034)
常规控制图	(1046)

第八篇 统计推断

第一章 参数估计	(1097)
第一节 参数点估计	(1097)
第二节 参数的区间估计	(1099)
第三节 样本容量的确定	(1108)
第二章 假设检验	(1112)
第一节 假设检验的一般问题	(1112)
第二节 一个正态总体的参数检验	(1119)
第三节 两个正态总体的参数检验	(1124)
第四节 假设检验中的其他问题	(1133)
第三章 非参数统计	(1139)
第一节 什么是非参数统计方法	(1139)

第二节 单样本问题	(1140)
第三节 两样本问题	(1149)
第四节 多样本问题	(1157)
第五节 秩相关分析	(1163)
第六节 概率密度估计	(1167)
第七节 U 统计量方法	(1171)
第八节 Jackknife 方法	(1174)
第九节 Bootstrap 方法	(1181)
第四章 统计预测	(1188)
第一节 统计预测概述	(1188)
第二节 统计预测的方法	(1189)
第三节 预测误差分析	(1203)
第五章 信息资料的决策分析	(1206)
第一节 统计决策概述	(1206)
第二节 决策的标准与决策的概率	(1211)
第三节 不确定型决策	(1215)
第四节 风险型决策	(1220)
第五节 边际分析	(1224)
第六章 相关国家标准	(1228)
数据的统计处理和解释 统计容许区间的确定	(1228)
数据的统计处理和解释 均值的估计和置信区间	(1250)

第九篇 方差分析与回归分析

第一章 单因子方差分析	(1259)
第二章 两因子方差分析	(1269)
第三章 一元线性回归	(1280)
第四章 多元线性回归	(1295)
第一节 模 型	(1295)
第二节 参数估计	(1297)
第三节 回归方程的显著性检验	(1300)
第四节 回归系数的显著性检验	(1303)
第五节 预 测	(1305)
第六节 选择回归模型的若干准则	(1307)
第七节 逐步回归	(1310)
第八节 数量化方法	(1316)
第九节 多项式回归与正交多项式回归	(1318)

第十节 加权最小二乘估计	(1322)
第五章 回归诊断	(1325)
第一节 残差与投影矩阵	(1325)
第二节 对线性回归模型中假定的诊断与处理	(1327)
第三节 对数据的影响分析:异常点与强影响点	(1338)
第六章 最小二乘估计的改进	(1341)
第一节 多重共线性	(1341)
第二节 岭估计	(1343)
第三节 主成分估计	(1346)
第四节 R 估计	(1348)
第五节 M 估计	(1351)
第七章 协方差分析	(1354)
第八章 相关国家标准	(1360)
数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验方法	(1360)

第十篇 多元分析

第一章 多元正态分布	(1393)
第一节 p 元正态分布的定义与性质	(1393)
第二节 三个重要的抽样分布	(1394)
第三节 来自多元正态分布常用的描述性统计量及有关的抽样分布	(1397)
第四节 参数估计	(1398)
第五节 假设检验	(1402)
第二章 判别分析	(1413)
第一节 概 述	(1413)
第二节 距离判别	(1413)
第三节 费希尔线性判别	(1416)
第四节 贝叶斯判别	(1419)
第五节 逐步判别	(1422)
第三章 聚类分析	(1426)
第一节 距离与相似系数	(1426)
第二节 系统聚类法	(1429)
第三节 动态聚类法	(1432)
第四节 有序样本的聚类	(1435)
第四章 主成分分析	(1438)
第一节 主成分的定义	(1438)
第二节 样本主成分的求法及其性质	(1438)

第三节 主成分个数的选取	(1439)
第五章 因子分析	(1442)
第一节 因子分析的模型	(1442)
第二节 参数的估计方法	(1443)
第三节 因子的旋转	(1444)
第六章 典型相关分析	(1448)
第一节 典型变量与典型相关系数的定义与求法	(1448)
第二节 广义相关系数的定义与几种常用的广义相关系数	(1452)

第十一篇 试验设计

第一章 设计试验的一般考虑	(1457)
第二章 区组设计	(1462)
第一节 完全随机设计	(1462)
第二节 随机区组设计	(1463)
第三节 平衡不完全区组设计(BIB 设计)	(1464)
第四节 链式区组设计	(1470)
第三章 正交设计	(1477)
第一节 正交表	(1477)
第二节 正交设计的一般考虑	(1479)
第三节 数据分析	(1480)
第四节 水平数不同的正交设计	(1493)
第五节 水平数不同的全因子试验	(1501)
第四章 参数设计	(1507)
第一节 参数设计的基本思想	(1507)
第二节 稳健设计与分析	(1509)
第三节 灵敏度分析	(1517)
第四节 综合噪声因子	(1520)
第五节 动态特性参数设计	(1521)
第五章 回归设计	(1528)
第一节 回归模型	(1528)
第二节 一次回归设计	(1530)
第三节 中心组合设计	(1539)
第四节 二次回归正交设计	(1541)
第五节 二次回归旋转设计	(1544)
第六节 时间飘移与正交区组	(1551)
第七节 三次回归旋转设计	(1553)

七、分析生产过程是否处于统计控制状态

经分析生产过程处于统计控制状态。

八、计算过程能力指数

1. 求 C_p 值

$$C_p = \frac{T}{6\sigma} = \frac{T}{6R_s/d_2(2)} = \frac{1.4}{6 \times 0.40/1.128} = 0.66$$

式中 $d_2(2)$ 查控制图系数表, $n=2$ 时, $d_2(2)=1.128$

2. 求修正系数 k

$$k = \frac{|\mu - T_m|}{T/2} = \frac{|\bar{x} - T_m|}{T/2} = \frac{|12.75 - 12.80|}{0.7} = 0.07$$

3. 求修正后的过程能力指数 C_{pk}

$$C_{pk} = (1 - k) C_p = (1 - 0.07) \times 0.66 = 0.61$$

九、过程平均不合格品率 p

$$\begin{aligned} p &= 2 - \Phi[3C_p(1 - k)] - \Phi[3C_p(1 + k)] \\ &= 2 - \Phi[3 \times 0.66 \times (1 - 0.07)] - \Phi[3 \times 0.66 \times (1 + 0.07)] \\ &= 2 - \Phi(1.84) - \Phi(2.12) = 2 - 0.9671 - 0.9830 \\ &= 4.99\% \end{aligned}$$

$p < 5\%$ 满足生产过程质量要求,于是可以将此分析用控制图转化为控制用控制图,对今后的生产过程进行连续监控。

第四节 p 图(不合格品率控制图)

P 图用于判断生产过程不合格品率是否处于或保持在所要求的受控状态。它虽然适用于样本大小 n_i 不相等的情况,但 n_i 也不宜相差太大,否则控制图的上、下限不是一条直线,而是阶梯式的。下面举例说明其制作方法。

【例 2-4-1】为控制某无线电元件的不合格品率,而设计 p 图。生产过程质量要求为平均不合格品率超过 2%。

一、收集数据

在 5MIE 充分固定,并标准化的情况下,从生产过程中收集数据。数据见表 2-4-1 所示。

表 2-4-1 某无线电元件不合格品率数据表

样本 序号	n_i	k_i	$P_i(\%)$	i	n_i	k_i	$P_i(\%)$
1	835	8	1.0	15	830	14	1.7
2	808	12	1.5	16	798	7	0.9
3	780	6	0.8	17	813	9	1.1
4	504	12	2.4	18	818	7	0.9
5	860	14	1.6	19	581	8	1.4
6	600	5	0.8	20	550	6	1.1
7	822	11	1.3	21	807	11	1.4
8	814	8	1.0	22	595	7	1.2
9	618	10	1.6	23	500	12	2.4
10	703	8	1.1	24	760	7	0.9
11	850	19	2.2	25	620	10	1.6
12	709	11	1.6	Σ		17775	248
13	700	10	11.4	平均		711	1.40
14	500	16	3.2				

表中 n_i 为样本大小, k_i 为样本中的不合格品数, $p_i = k_i/n_i$ 为样本中的不合格品率。

二、计算样本中的不合格品率 P_i

$$p_i = k_i/n_i \quad i = 1, 2, \cdots k \tag{2-4-1}$$

三、求过程平均不合格品率 $\bar{p}$

$$\bar{p} = \sum_{i=1}^k k_i / \sum_{i=1}^k n_i = \frac{248}{17775} = 1.40(\%) \tag{2-4-2}$$

四、计算控制线

$$p \text{ 图 } \begin{cases} \text{UCL} = \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{n_i}} \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})} \\ \text{CL} = \bar{p} \\ \text{LCL} = \bar{p} - \frac{3}{\sqrt{n_i}} \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})} \end{cases} \tag{2-4-3}$$

从上式可以看出,当 n_i 不相等时, UCL, LCL 随 n_i 的变化而变化,其图形为价梯式的折线而非直线,为了方便,若

$$\begin{aligned} n_{\max} &\leq 2\bar{n} \\ n_{\min} &\geq \bar{n}/2 \end{aligned} \quad (2-4-4)$$

同时满足,也即 n_i 相差不大时,可以令 $n_i = \bar{n}$,使得上、下限仍为常数,其图形仍为直线。

本例 $\bar{n} = 711$, 诸 n_i 满足条件 2-5-7, 所以

$$P \text{ 图 } \left\{ \begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{\bar{n}}} \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})} \\ &= 0.0140 + \frac{3}{\sqrt{711}} \sqrt{0.0140(1-0.0140)} = 2.72(\%) \\ \text{CL} &= \bar{p} = 1.40(\%) \\ \text{LCL} &= \bar{p} - \frac{3}{\sqrt{\bar{n}}} \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})} \\ &= 0.0140 - \frac{3}{\sqrt{711}} \sqrt{0.0140(1-0.0140)} = 0.08(\%) \end{aligned} \right.$$

五、制作控制图

以样本序号 i 为横坐标, 样本不合格率 p_i 为纵坐标, 作 p 图如下(见图 2-4-1)

六、描点

根据每个样本中的不合格品率 p_i , 在图上描点。

七、分析生产过程是否处于统计控制状态

从图上可见, 第 14 点超出控制上界, 出现异常现象, 此说明生产过程处于失控状态。

尽管 $\bar{p} < 2\%$, 但由于生产过程失控, 即不合格品率波动大, 所以不能将引分析用控制图转化为控制用控制图, 应查明第 14 点失控的原因, 并制订纠正措施。

图 2-4-1 某无线电元件的 p 图

第五节 u 图(单位缺陷数控制图)

u 图亦称为单位缺陷数控制图,用于判断生产过程的单位产品缺陷数是否处于或保持在所要求的受控状态。 u 图亦适用于样本大小 n_i 不等的情况,但 n_i 也不宜相差太大,否则控制图的上、下限也是阶梯式的,而非直线。

下面举例说明其制作方法:

【例 2-5-1】 漆包线针孔数据如表 2-5-1 所示,生产过程质量要求每米长的漆包线平均针孔数不超过 4,试设计 u 图。

表 2-5-1 漆包线针孔数据表

样本 序号	n_i	c_i	u_i	i	n_i	c_i	u_i
1	1.0	4	4.0	15	1.2	6	5.0
2	1.0	5	5.0	16	1.2	4	3.3
3	1.0	3	3.0	17	1.2	0	0
4	1.0	3	3.0	18	1.7	8	4.7
5	1.0	5	5.0	19	1.7	3	1.8
6	1.3	2	1.5	20	1.7	8	4.7
7	1.3	5	3.8	21	2.0	7	3.5
8	1.3	3	2.3	22	2.0	8	4.0
9	1.3	2	1.5	23	2.0	10	5.0
10	1.3	1	0.8	24	2.0	6	3.0
11	1.3	5	3.8	25	2.0	8	4.0
12	1.3	2	1.5	Σ		35.4	114
13	1.3	4	3.1	平均		1.42	
14	1.3	2	1.5				3.22

一、收集数据

大 5MIE 充分固定,并标准化的情况下,从生产过程中的收集数据,确定样本大小时,应使每个样本平均来说至少有一个缺陷,样本个数 $k \geq 25$ 。

二、计算样本中的单位缺陷数 u_i

$$u_i = C_i / n_i \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (2-5-1)$$

数据见表 2-5-1。

三、求过程平均缺陷数 $\bar{u}$

$$\begin{aligned} \bar{u} &= \frac{\sum_{i=1}^k C_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= \frac{114}{35.4} = 3.22 \end{aligned} \quad (2-5-2)$$

四、计算控制线

$$u \text{ 图 } \begin{cases} \text{UCL} = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \\ \text{CL} = \bar{u} \\ \text{LCL} = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \end{cases} \quad (2-5-3)$$

从上式可以看出 u 图的上、下限也随着 n_i 的变化而变化。

但本例 $\bar{n} = 1.42$, 诸 n_i 满足公式所示条件, 即 n_i 相差不大, 所以可用 $\bar{n}$ 代替 n_i , 即

$$u \text{ 图 } \begin{cases} \text{UCL} = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}} = 3.22 + 3\sqrt{\frac{3.22}{1.42}} = 7.74 \\ \text{CL} = \bar{u} = 3.22 \\ \text{LCL} = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}} = 3.22 - 3\sqrt{\frac{3.22}{1.42}} < 0 \end{cases}$$

五、制作控制图

以样本序号 i 为横轴, u_i 为纵轴, 作图如图 2-5-1 所示。

六、描点

根据各样本的单位缺陷数 u_i 在图上描点。

七、分析生产过程是否处于统计控制状态

经分析,生产过程处于统计控制状态。

八、转化为控制用控制图

本例 $\bar{u} < 4$, 满足过程质量要求, 且生产过程处于统计控制状态, 故可以将上述分析用控制图转化为控制用控制图。

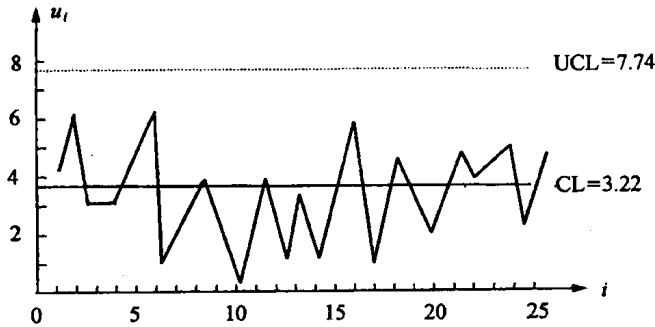


图 2-5-1 漆包线针孔数的 u 图

第六节 控制图的观察与分析及使用程序

一、控制图的观察与分析

在使用控制图时,除了根据上述判断规则对生产过程作出正确判断以外,下面所列举的几种观察和分析方法亦是十分重要的。

1. 几种常见的图形及原因分析

(1) 点子出现上、下循环移动的情形

对 $\bar{x}$ 图:其原因可能是季节性的环境影响或操作人员的轮换;

对 R 图:其原因可能是维修计划安排上的问题或操作人员的疲劳。

(2) 点子出现朝单一方向变化的趋势

对 $\bar{x}$ 图:其原因可能是工具磨损,设备未按期进修检验;

对 R 图:原材料的均匀性(变好或变坏)。

(3)连续若干点集中出现在某些不同的数值上

对 $\bar{x}$ 图:机器、操作人员、原材料或定位的变化;

对 R 图:原因同上。

(4) $\bar{x}$ 图(或 x 图)与 R 图(或 R_s 图)的关联变化

如 $\bar{x}$ 图的变化与 R 图的变化(或 x 图与 R_s 图的变化)趋于同一方向,则说明数据所来自的总体的分布是正偏斜的,即在大的一边,密度曲线的尾巴长;

如 $\bar{x}$ 的变化与 R 图的变化(或 x 图与 R_s 图的变化),趋于相反方向,则说明数据的来自的总体的分布是负偏斜的,即在小的一边,密度曲线的尾巴长。

(5)太多的点子接近中心线

若连续 13 点以上落在中心线附近 $\pm \sigma$ 的带形区域内,此为小概率事件,出现这一情况也应判为异常。

其原因有三:控制图使用太久而没有加以修改,以致失去控制作用;或者数据不真实;或者分组方法不合适,即组内差别大,而组之间差别小。

2. 各种情形下应采取的措施

据国著名质量管理专家朱兰博士的建议,控制图在表 2-6-1 所示的各种情形下,应采取相应的对策措施。

表 2-6-1

各种情况及相应对策

	产品符合公差的要求		产品不符合公差的要求	
	过程波动小 $6\sigma < \frac{1}{3}T$	过程波动大 $6\sigma < \frac{2}{3}T$	过程波动小 $6\sigma < \frac{1}{3}T$	过程波动大 $6\sigma > \frac{2}{3}T$
生产 过程 处于 受控 状态	(1)可考虑降低对过程精度的要求,以减少成本(2)让设计人员加严公差,以提高产品的等级	一般不要采取措施	过程平均数定位不当,一般不难加以校正	(1)过程可能定位不当,且太分散,先校正定位(2)采用较精密的生产方法,或放宽公差,或对产品加以挑选,并比较其经济效益

续表

	产品符合公差的要求		产品不符合公差的要求
生产过程失控	一般不要采取措施	研究失控的原因,据纠正措施的经济效果来决定纠正措施	过程可能定位不当或游移不定,或二者皆有,先校正定位,检查失控原因,可考虑采用较精密的生产方法,或放宽公差,或对产品加以挑选,看哪一种在经济上更有利

二、控制图的使用程序

使用控制图的过程可归纳为以下几个步骤:

- ①选定产品的质量特性及所用的控制图。
- ②收集预备数据作分析用控制图。

③用分析用控制图判断生产过程是否处于统计控制状态,若发现有异常,需针对异常找出原因,并将异常数据剔除,重新计算控制限;或者重新收集数据,重复 2~3。

④判断生产过程是否能够满足规定质量要求,如能够满足,则可将此时的分析用控制图转化为控制用控制图,否则则应重新调整生产过程有关要素,直至生产过程能够满足规定要求,方可将分析用控制图转化为控制用控制图。

⑤用控制用控制图对生产过程进行监控。在生产过程中取样,并将其结果在控制图上画点,用判断规则对生产过程状态进行判断,一旦发现生产过程处于非统计控制状态,则要针对异常数据点,查明原因,并加以消除。

⑥修改控制图。控制图使用一段时间后,如出现下述情况之一,应重新计算中心线和控制界限线:

- 大修或停产;
- 工况发生较大变化;
- 质量发生明显改进,原控制界限显得太宽已失去控制作用。

第七节 问题与讨论

1. 数据如何合理分组?

答:使用控制图的一个基本点是:应根据合理分组的思想收集数据,不同的数据分组方式可能会产生截然不同的分析结果,一般我们对合理分组的基本要求是:

①使同一组内的数据具有同一性,即组内数据只有因随机误差引起的微小波动。

②使组与组之间的数据具有可识别性。即当过程异常时,能够使组内标准差与组间标准差的差别最大化。

时间顺序往往是最好的分组方法,它能够使我们觉察随时间而出现的异常原因,这里推荐两种分组方式:第一种是使同一组内各样品在尽可能近的短时间内生产出来,这种方式的优点是,尽可能地减小了组内波动,当过程出现异常时,容易发现异常;第二种方式是在抽样时间间隔内平均分散抽样,其优点是能够使样本真正成为该时间间隔内生产出来的所有产品的代表,主要用于对产品指标进行验收的场合,其缺点是当过程在抽样时间间隔变化较大时,这种方式往往会降低控制图的检出效率。

2. 如果一组可获得 n 个数据,是设计 $\bar{x} - R$ 图好,还是先作代换, $y = \bar{x}$, 然后再设计 $y - R_y$ 图好?

答:这要取决于实际情况, $\bar{x} - R$ 图 $y - R_y$ 图的区别在于: $\bar{x} - R$ 图是用组内极差估计总体标准差,并以此检验组间标准差与总体标准差有无显著性差异。而 $y - R_y$ 图则是用相邻小组间移动极差估计总体标准差,并以之检验组间标准差与总体标准差有无显著性差异。如果技术上有理由确信组内数据无本质差异,其波动的主要原因是测量误差,多测的目的仅是为了提高测量的精确度,则可以使用 $y - R_y$ 图。否则的话,则应使用 $\bar{x} - R$ 图,因为 $\bar{x} - R$ 图包容的信息量大,有较好的灵敏度。

3. 对 $\bar{x} - R_s$ 图,为何不用 $S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ 估计总体标准差,而且 $\bar{R}_s/d_2$ 估计总体标准差?

答:控制图的控制限是根据随机误差所引起的波动大小而设计的,它要检测的是随时间的变化而出现的异常原因,所以控制图的设计应尽量使总体 σ 的估计只包括随机误差引起的波动, $\bar{R}_s/d_2$ 是用相邻数据的移动极差估计总体方差 σ ,在最大程度上消除了时间因素对数据造成的影响,而 $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$ 中既包含了随机误差引起的波动,也包含了随时间因素而出现的异常波动,用它估计总体标准差 σ 的大小,无疑会夸大随机波动,扩大控制限范围,从而降低控制图的灵敏度。

4. 计量值控制图如何计算过程平均不合格品率 p ?

答:我们知道,计数值特性过程平均不合格品率的估计为样本中的平均不合格品率,即 $\hat{p} = \bar{p}$,然而对于计量值特性的情形,为了得到更加精确的估计,我们应根据实际分布具体计算。

设某质量特性 X 服从正态分布 $N(\mu, \sigma^2)$, 其上下规格限分别为 T_L, T_U , 则过程平均不合格品率 p 的估计为:

$$\begin{aligned}\hat{p} &= P\{X < T_L \text{ 或 } X > T_U\} \\ &= 1 - \Phi\left(\frac{\mu - T_L}{\sigma}\right) + 1 - \Phi\left(\frac{T_U - \mu}{\sigma}\right) \\ &= 2 - \Phi\left(\frac{\mu - T_L}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{T_U - \mu}{\sigma}\right)\end{aligned}$$

对于只有上规格限 T_U 的情形, p 的估计为:

$$\begin{aligned}\hat{p} &= P\{X > T_U\} \\ &= 1 - \Phi\left(\frac{T_U - \mu}{\sigma}\right)\end{aligned}$$

对于只有下规格限 T_L 的情形, p 的估计为

$$\begin{aligned}\hat{p} &= P\{X < T_L\} \\ &= 1 - \Phi\left(\frac{\mu - T_L}{\sigma}\right)\end{aligned}$$

5. 既然是用实际数据计算分析用控制图,为何还有不少点子出界?

答:控制图设计的基本思想是:当生产过程处于统计控制状态时,其产品的质量特性值 X 服从正态分布 $N(\mu, \sigma^2)$, 这种情况下,质量特性值的绝大部分数据会落在 $[\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]$ 之中。但若过程中出现了异常,即所有实际测得的数据点合在一起已不能够服从同一个正态分布了,这时我们以前讲的 3σ 准则也就不适用了,自然会有一些数据点可能落在 $[\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]$ 之外。

6. 分析用控制图转化为控制用控制图后,判断规则有无变化?

答:有变化,控制用控制图判断规则 1 变为:每一个点子均落在控制界限内;判断规则 2 不变。

7. 如何研究测量误差对控制图的影响?

答:测量误差的存在会扩大控制图的控制界限,降低其检出灵敏度,所以我们对测量

误差有一个要求,一般用不确定度——公差比(即 P/T 比)表示:

$$\frac{R}{T} = \frac{6\sigma_{\text{测量}}}{T_U - T_L}$$

并要求 $P/T \leq 0.1 \sim 0.3$ 。

8. 望大、望小特性控制图如何设计?

答:望大、望小特性控制图的设计思想与望目特性常规控制图的设计思想是一样的,只是在对异常点的处理方式上稍有差异。比如对于望大特性,我们在均值控制图上发现大于上控制限的异常点,且极差控制图上对应点显示正常,则这时我们断定过程均值上偏,是一种好现象,应对其原因加以分析研究,并加以利用,以期改善工序。

9. 控制图除了用于对质量特性加以控制外,能否用于工艺参数加以监控?

答:能。对质量特性设计的控制图是控制结果,而对工艺参数设计的控制图则是控制影响质量特性的原因,故后者更可以起到事前预防的作用。

10. 控制图与波动图有什么区别?

答:控制图的三条线:CL, UCL 和 LCL 是根据从生产过程中收集的实际数据计算的,它的主要目的是,判断过程是否稳定;而波动图的三条线来源于规格值,即 $CL = T_m$, $UCL = T_u$, $LCL = T_L$,它的主要目的是判断产品否为合格品。此外,他们的判断规则也不相同。

11. 在 $\bar{x}$ 控制图上能否标明规格限

答:在 $\bar{x}$ 控制图上不应标明规格限,因为规格限是对单个产品要求的,而 $\bar{x}$ 图的控制限是对样本平均 $\bar{x}$ 要求的,均值 $\bar{x}$ 的波动远远小于单值 x 的变化。