

统计方法在控制产品质量中的应用

张世泽

(营口广播电视大学 辽宁 营口 115000)

摘 要 :分析了抽样检验统计方法的优势 ,详细介绍了这种统计方法在实际中的应用过程 ,并利用“ $X-R$ ”管理图控制产品质量 , P_n 控制图判断不合格产品的分布规律 .应用实践证明 :该方法可明显提高经济效益 .

关键词 :统计方法 ;控制 ;质量 ;抽样 ;检验

中图分类号 :O 213.1 文献标识码 :A

0 引言

某无线电厂于 1997 年引入日本录音机芯生产线 ,两条生产线班产量为 1600 ~ 2000 只机芯 ,预计年产量 60 万只 ,由于生产节拍较快 ,过去的全数检验法已不适应现在的产品检验 .而且 ,现代化管理也要求由过去的单纯事后“ 把关型 ”转变为生产过程的事前预防——过程控制 ,使最佳废品率始终处于最低水平 ,并趋于稳定状态 .为此使用计量值抽样检验 ,采用“ $X-R$ ”管理图^[1]控制产品质量 , P_n 控制图来判断不合格品分布规律 ,控制装配质量 ,检验批产品的接收概率 ,成为可能且为必须 .

1 计数值抽样检验控制产品质量

实践中 ,采用系统抽样和随机抽样方法对机芯产品的质量进行检验 ,利用不合格产品数控制图(P_n 控制图)控制装配质量 .两条生产线班产机芯 1600 只 ,以每 200 只为一批交验 ,检验人员按着国家规定的检验标准进行抽样检验 ,每 200 只随机抽取 32 只全数检验 .按产品结构性能特点、整机生产方式、产品质量检验难易程度及用户使用要求等确定为合格质量水平按一般检查水平 II 水平 , $AQL = 1.5$ 的标准进行抽样检查验收 ,若出现 2 只重缺陷 ,则该批机芯被拒收 ,200 只机芯要全部返回车间进行逐台检验修整 ,直到二次交检验合格为止 .其中部分合格机芯也被当作不合

格品拒收 ,这里机芯生产者要付出重复劳动的风险即生产方风险 .如果该批机芯发现一个不合格品 ,则该批机芯作为合格批被验收 ,机芯使用厂家也存在着产品使用中再出现不合格品风险 ,即使用风险 .该批机芯被接收的概率保证程度是多少 ,也就是说该批机芯做为合格验收的把握多大 ,要计算样本的概率范围来估计总体 .

1.1 检验批机芯被验收的可能

用数理统计假设检验方法^[2]检验总体的不合格品率(当采取样本足够时 ,其分布情况近似正态分布) .

4 月 10 日生产一批机芯 200 只 ,抽取样本数 $n = 32$ 只 ,发现不合格品数 $d = 1$,该批机芯的不合格品率 : $\bar{P} = d/n = 1/32 \approx 0.031$.

设总体不合格品率 $\bar{P}_0 = 0.05$;

保证条件 $n\bar{P}_0 > 5, \bar{P}_0 \leq 1/2$;

假设检验 $H_0: \bar{P} = \bar{P}_0, H_1: \bar{P} \neq \bar{P}_0$;

确定置信度 $\alpha = 0.05$;

查正态概率分布表^[3]得

$$\mu(\alpha) = \mu(0.05) = 1.96 .$$

求统计量 μ ,由公式

$$|\mu_0| = |(\bar{P} - \bar{P}_0)| / \sqrt{\bar{P}_0(1 - \bar{P}_0)/n}^{\frac{1}{2}} = |0.031 - 0.05| / \sqrt{0.05(1 - 0.05)/32} = 0.494 .$$

比较 μ_0 和 $\mu(\alpha)$,若 $|\mu_0| \geq \mu(\alpha)$,则放弃原假设 H_0 ;反之 ,则接收原假设 H_0 .

因 $|\mu_0| = 0.494 < \mu(\alpha) = 1.96$.

收稿日期 :1999 - 10 - 15 ,修订日期 :1999 - 11 - 16

作者简介 张世泽 (1963 -)男 ,辽宁省营口市人 ,营口广播电视大学讲师 ,主要从事经济应用数学、教育市场经济方面的研究 .
万方数据

样本与原总体的不合格品率无显著差异 ,故接收原假设 H_0 . 则该批机芯有 95% 的把握被验收 .

同理 ,当检验样本发现 2 只不合格品时 ,尚有被接收的可能 ;当发现 3 只以上不合格品时有显著差异被拒收 .

1.2 对不合格品数的控制

为了控制不合格品数的发生 ,我们采用不合格数控制图(P_n 控制图^[1])对流水线组装机芯加以控制 ,采取等数抽样的方法分别计算出不合格数的控制界线 (见抽样数据表 1) .

表 1 机芯抽样数据 只

组号	交验数	样本数 n	不合格数 P_n	组号	交验数	样本数 n	不合格数
1	200	32	1	14	200	32	3
2	300	32	0	15	200	32	1
3	200	32	1	16	200	32	0
4	200	32	2	17	200	32	2
5	200	32	0	18	200	32	1
6	200	32	1	19	200	32	0
7	200	32	1	20	200	32	1
8	200	32	2	21	200	32	1
9	200	32	0	22	200	32	2
10	200	32	1	23	200	32	1
11	200	32	0	24	200	32	2
12	200	32	1	25	200	32	0
13	200	32	2	合计	5000	800	26

首先计算不合格品率

$$\bar{P} = d/n = 26/800 = 0.0325 .$$

式中 : d 为不合格品数 ; n 为抽样总数 .

计算控制界限的中心线为

$$CL = \bar{P}_n = (\sum P_n)/K = 26/25 = 1.04 .$$

式中 :不合格总数 $\sum P_n$ 为 26 ;抽样组数 K 为 25 .

上控制线为

$$UCL = \bar{P}_n + 3 (\bar{P}_n (1 - \bar{P}))^{\frac{1}{2}} = 1.04 + 3 \sqrt{1.04 (1 - 0.0325)} = 4.049 .$$

下控制线为

$$LCL = \bar{P}_n - 3 (\bar{P}_n (1 - \bar{P}))^{\frac{1}{2}} = 1.04 -$$

$$3 \sqrt{1.04 (1 - 0.0325)} = - 1.96 (\text{可以不考虑}) .$$

根据以上数据 ,作 P_n 控制图如图 1 所示 .该控制图计算简单、易懂 ,工人易掌握 .从图中可以明显看出 ,不合格品数的点子排列围绕中心线波动 ,但均在上控制线以内 ,居中心控制线以上点子较多 ,批次返修率较高 .采用控制图管理后 ,机芯交验批次合格率由原来的 72% 提高到 88% ,见图 2 所示 . 万方数据

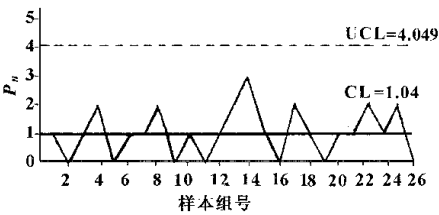


图 1 样本不合格数控制图

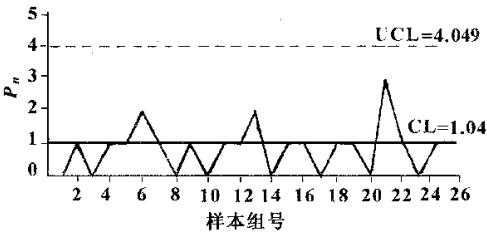


图 2 改进管理后控制图

2 计算抽样误差

在抽样检验中 ,判断产品批被验收和被拒收的可能时 ,会产生一定的抽样误差 .抽样的随机性误差无法消除 ,有抽样法就必然有这种偶然性的抽样误差 ,但它可以用大数定律的数学公式^[2]加以计算 .表 2 为某日产品抽样合格率表 ,根据表 2 的数据可计算抽样误差 .

表 2 抽样合格率 只

序号	交验数量	样本数量	样本合格数	抽样合格率/%
1	200	32	31	96.8
2	200	32	30	93.7
3	200	32	32	100
4	200	32	29	90.6
合计	800	128	122	95.3
样本平均值 \bar{x}		32	30.5	
样本标准差 S			1.29	

2.1 抽样平均数的抽样误差

$$\mu_{\bar{x}} = S/\sqrt{n} ,$$

由表 2 知 $S = 1.29 , n = 122 ,$

则 $\mu_{\bar{x}} = S/\sqrt{n} = 1.29/\sqrt{122} = 0.1167 .$

2.2 抽样成数(合格率)的抽样平均误差

$$\mu_p = \sqrt{P(1 - P)/n} ;$$

由表 2 知 $P = 0.953 ; n = 122 .$

则 $\sqrt{P(1 - P)/n} = \sqrt{0.953 (1 - 0.953)/122} = 0.01916 .$

该批机芯的允许误差将落在某个区间 ,由概率论正态分布理论可以证明 ,抽样误差范围与概率(把握程度)间有密切的数量关系 .扩大或缩小以后的抽样误差叫允许误差 ,允许误差等于 t 倍的抽样误差 .

2.3 不重复抽样的允许误差

取置信度 $\alpha = 0.05$ 时,查正态分布表^[3] ,可得 t 倍抽样的误差范围在 1.96μ ,概率在 95% 情况下的允许误差为(为简便,可采用重复抽样的允许误差计算公式).

$$\Delta\mu_{\bar{x}} = t\mu_{\bar{x}} = t \sqrt{S^2/n} = 1.96 \times 0.1167 = 0.2287 .$$

合格平均数允许误差范围在 $\bar{x} \pm t\mu_{\bar{x}}$ 之间.

因为 $\bar{x} = 30.5 ; \Delta\mu_{\bar{x}} = 0.2287$,
即 $\bar{x} - \Delta\mu_{\bar{x}} \leq x \leq \bar{x} + \Delta\mu_{\bar{x}}$.
或 $30.5 - 0.2287 \leq x \leq 30.5 + 0.2287$,
即 $30.27 \leq x \leq 30.73$.

所以,有 95% 的把握说不重复抽样的允许误差范围在 30.27 ~ 30.73 .

2.4 抽样合格率的允许误差

由表 2 知抽样合格率 $P = 95.3\%$; $t = 1.96$;
 $\mu_P = 0.01916$. 抽样合格率的允许误差为

$$\Delta P = t\mu_P = t \sqrt{P(1 - P)/n} =$$
$$1.96 \times 0.01916 = 0.0375 .$$

抽样合格率允许误差范围在 $P \pm t\mu_P$ 之间 ,
也就是说该批机芯总体合格率在样本合格率与允许误差之间.

即 $P - t\mu_P = 0.953 - 0.0375 = 0.9155$;
 $P + t\mu_P = 0.053 + 0.0375 = 0.9905$.

当 $t = 1.96$ 时,查正态概率表^[3] ,可得概率为 0.95 ,故有 95% 的把握说该批机芯抽验合格率误差范围在 0.91 ~ 0.99 ,其抽样总体均能被接收.

3 效益评价

经过半年的考核验证,统计抽样检验能有效地控制和预防机芯产品质量,取得显著效果.

(1)假设检验方法验证了抽样方案,并纳入质量管理责任制中,提高了机芯产品质量,从而增加了产量,扩大了销售.见表 3.

表 3 Lxy - 815 型机芯实验前后比较

项目	实验前	实验后
年产量/万只	58	100.65
销售收入/万元	1871	3995
年利润/万元	167	344
单只成本/元	32.3	29.33

试验前机芯平均价格为 1871 万元/58 万只 = 32.3 元/只 ;试验后机芯平均价格为 3995 万元/10064 万只 = 39.6 元/只 ,质量提高产量增加的效益为(39.6 元/只 - 32.3 元/只) \times 100.65 万/只 = 734.7 万元.

(2)采用 P_n 管理图控制装配不良品数,可降低返修率,节约返修费用 2033 千元.

(3)统计抽样控制材料消耗.冲压涂塑车间主要材料聚钾醛单只机芯消耗计划定额 40 g ,实际消耗 28.125 g ,每只机芯节约材料 11.875 g ,年节约 11.87 吨,每吨价格按 11500 元计算,共节约 18.4 万元.

综合效益(质量提高增加效益 + 减少反修增加效益 + 节约材料增加效益)为 :734.7 万元 + 0.2033 万元 + 18.4 万元 = 753.3 万元.

参考文献 :

[1] 辽宁质量管理协会.全面质量管理基本知识[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1988.
[2] 华伯泉.简明数理统计学[M].天津:天津人民出版社,1988.
[3] 罗扎·塞克斯.应用统计手册[M].罗永泰,史道济,译.天津:天津科技翻译出版公司,1988.

Function of Statistics Method in Controlling the Quality of Products

ZHANG Shi - ze

(Yingkou Broadcast & TV Education School ,Yingkou 115000 ,China)

Abstract :This paper analyses the advantages of statistics method in sample examination and introduces the practical usage of this statistics method in detail.By compounding $\bar{X} - R$ Administrative chart ,it makes a quite effective use in controlling the products ' quality and efficiently improving the economic.

Key words :statistics method ; control ; quality ; sample ; examine