

## 抽样方法

产品质量检验通常可分成全数检验和抽样检验两种方法。

全数检验是对一批产品中的每一件产品逐一进行检验，挑出不合格品后，认为其余全都是合格品。这种质量检验方法虽然适用于生产批量很少的大型机电设备产品，但大多数生产批量较大的产品，如电子元器件产品就很不适用。产品产量大，检验项目多或检验较复杂时，进行全数检验势必要花费大量的人力和物力，同时，仍难免出现错检和漏检现象。而当质量检验具有破坏性时，例如电视机的寿命试验、材料产品的强度试验等，全数检验更是不可能的。

抽样检验是从一批交验的产品（总体）中，随机抽取适量的产品样本进行质量检验，然后把检验结果与判定标准进行比较，从而确定该产品是否合格或需再进行抽检后裁决的一种质量检验方法。

过去，一般采用百分比抽样检验方法。我国也一直沿用原苏联 40 年代采用的百分比抽样检验方法。这种检验方法认为样本与总体一直是成比例的，因此，把抽查样本数与检查批总体数保持一个固定的比值如 5%，0.5% 等。可是，实际上却存在着大批严、小批宽的不合理性，也就是说，即使质量相同的产品，因检查批数量多少不同却受到不同的处理，而且随着检查批总体数量的增多，即使按一定的百分比抽样，样本数也是相当大的，不能体现抽样检验在经济性方面的优点。因此，这种抽样检验方法已被逐步淘汰。

人们经过对百分比抽样检验方法的研究，获知百分比抽样检验方法不合理的根本原因是没有按数理统计科学方法去设计抽样方案。因此，逐步研究和设计了一系列建立在概率论和数理统计科学基础上的各种统计抽样检验或统计抽样检查方案，并制订成标准抽样检查方案。1949 年，美国科学家道奇和罗米格首先发表了《一次抽样与二次抽样检查表》；1950 年美国军用标准 MIL—STD—105D 是有代表性的计数抽样检查方法标准；日本先后制定了 JIS Z9002，JIS Z9015 等一系列抽样检查方法标准；英国、加拿大等国也相继制订了抽检方法标准；ISO 和 IEC 又分别制订了抽样检查方法国际标准，如 ISO2859、IEC410 等。实践证明，上述抽样检查方法标准应用于产品质量检验时，虽然也存在着误判的可能，即通常所说的存在着生产方风险和使用方风险，但可以通过选用合适的抽样检查方案，把这种误判的风险控制在人们要求的范围之内，符合社会生产使用的客观实际需要，因此，很快地在世界各国得到广泛推行，取代了原先的不合理的百分比抽样检验方法。

我国至今已制定的抽样方法标准有：

GB10111 利用随机数骰子进行随机抽样的方法

GB13393 抽样检查导则

GB6378 不合格品率的计量抽样检查程序及图表（对应于 ISO3951）

GB8051 计数型序贯抽样检验方案（适用于检验费用昂贵的生产上连续批产品抽样检查）

GB8052 单水平和多水平计数连续抽样程序及抽样表（适用于输送带上移动产品的检查）

GB8053 不合格品率的计量标准型一次抽样检查程序及表

GB8054 平均值的计量标准型一次抽样检查程序及表

GB13262 不合格品率的计数标准型一次抽样检查程序及抽样表

GB13263 跳批计数抽样检查及程序

GB13264 不合格品率的小批计数抽样检查程序及抽样表

GB13546 挑选型计数抽样检查程序及抽样表

GB14162 产品质量监督计数抽样程序及抽样表

GB14437 产品质量计数一次监督抽样检验程序

GB14900 产品质量平均值的计量一次监督抽样检验程序及抽样表等标准。

这些抽样方法标准分别对企业的抽样检验与国家行业与地方的质量监督抽样检验方法作出明确的规定。

本节将以计数和计量抽样检查方法国家标准为主，介绍在质量检验中常用的几种抽样检查方法标准。

### 一、抽样检查方法的分类

目前，已经形成了很多具有不同特性的抽样检查方案和体系，大致可按下列几个方面进行分类。

#### 1. 按产品质量指标特性分类

衡量产品质量的特征量称为产品的质量指标。质量指标可以按其测量特性分为计量指标和计数指标两类。计量指标是指如材料的纯度、加工件的尺寸、钢的化学成分、产品的寿命等定量数据指标。计数指标又可分为计件指标和计点指标两种，前者以不合格品的件数来衡量，后者则指产品中的缺陷数，如一平方米布料上的外观疵点个数，一个铸件上的气泡和砂眼个数等等。

按质量指标分类，产品质量检验的抽样检查方法也分成计数抽检和计量抽检方法两类。

（1）计数抽检方法 是从批量产品中抽取一定数量的样品（样本），检验该样本中每个样品的质量，确定其合格或不合格，然后统计合格品数，与规定的“合格判定数”比较，决定该批产品是否合格的方法。

（2）计量抽检方法 是从批量产品中抽取一定数量的样品数（样本），检验该样本中每个样品的质量，然后与规定的标准值或技术要求进行比较，以决定该批产品是否合格的方法。

有时,也可混合运用计数抽样检查方法和计量抽样检查方法。如选择产品某一个质量参数或较少的质量参数进行计量抽检,其余多数质量参数则实施计数抽检方法,以减少计算工作量,又能获取所需质量信息。

## 2. 按抽样检查的次数分类

按抽样检查次数可分为一次、二次、多次和序贯抽样检查方法。

(1) 一次抽检方法 该方法最简单,它只需要抽检一个样本就可以作出一批产品是否合格的判断。

(2) 二次抽检方法 先抽第一个样本进行检验,若能据此作出该批产品合格与否的判断、检验则终止。如不能作出判断,就再抽取第二个样本,然后再次检验后作出是否合格的判断。

(3) 多次抽检方法 其原理与二次抽检方法一样,每次抽样的样本大小相同,即 $n_1=n_2=n_3=\dots=n_7$ ,但抽检次数多,合格判定数 and 不合格判定数亦多。ISO2859 标准提供了 7 次抽检方案。而我国 GB2828、GB2829 都实施 5 次抽检方案。

(4) 序贯抽检方法 相当于多次抽检方法的极限,每次仅随机抽取一个单位产品进行检验,检验后即按判定规则作出合格、不合格或再抽下个单位产品的判断,一旦能作出该批合格或不合格的判定时,就终止检验。

## 3. 按抽检方法型式分类

抽检方法首先可以分为调整型与非调整型两大类。

调整型是由几个不同的抽检方案与转移规则联系在一起,组成一个完整的抽检体系,然后根据各批产品质量变化情况,按转移规则更换抽检方案即正常、加严或放宽抽检方案的转换,ISO2859、ISO3951 和 GB2828 标准都属于这种类型,调整型抽检方法适用于各批质量有联系的连续批产品的质量检验。

非调整型的单个抽样检查方案不考虑产品批的质量历史,使用中也没有转移规则,因此它比较容易为质检人员所掌握,但只对孤立批的质量检验较为适宜。

无论哪种抽样方法,它们都具有以下三个共同的特点:

(1) 产品必须以“检查批”(简称“批”)形式出现,检查批分连续批和孤立批,连续批是指批与批之间产品质量关系密切或连续生产并连续提交验收的批。如:

①产品设计、结构、工艺、材料无变化;

②制造场所无变化;

③中间停产时间不超过一个月。

单个提交检查批或待检批不能利用最近已检批提供的质量信息的连续提交检查批,称为孤立批。

(2) 批合格不等于批中每个产品都合格,批不合格也不等于批中每个产品都不合格。抽样检查只是保证产品整体的质量,而不是保证每个产品的质量。也就是说在抽样检查中,可能出现两种“错误”或“风险”。

一种是把合格批误判为不合格批的错误,又称为“生产方风险”,常记作  $\alpha$ ,一般  $\alpha$  值控制在 1%、5% 或 10%。

另一种是把不合格批误判为合格批的错误,又称为“使用方风险”,常记作  $\beta$ ,一般  $\beta$  控制在 5%、10%。

(3) 样本的不合格品率不等于提交批的不合格率。

样本是从提交检查批中随机抽取的。所谓随机抽取是指每次抽取时,批中所有单位产品被抽取可能性都均等,不受任何人的意志支配。样本抽取时间可以在批的形成过程中,也可以在批形成之后,随机抽样数可以按随机数表查取,也可以按 GB10111 等标准确定。

## 二、抽样检查中的基本术语

### 1. 单位产品

为实施抽样检查的需要而划分的基本单位称为单位产品。例如一个齿轮,一台电视机,一双鞋,一个发电机组等。它与采购、销售、生产和装运所规定的单位产品可以一致,也可以不一致。

### 2. 样本和样本单位

从检查批中抽取用于检查的单位产品称为样本单位。而样本单位的全体则称为样本。而样本大小则是指样本中所包含的样本单位数量。

### 3. 合格质量水平(AQL)和不合格质量水平(RQL)

在抽样检查中,认为可以接受的连续提交检查批的过程平均上限值,称为合格质量水平。而过程平均是指一系列初次提交检查批的平均质量,它用每百单位产品不合格品数或每百单位产品不合格数表示。具体数值由供需双方协商确定,一般由 AQL 符号表示。

在抽样检查中,认为不可接受的批质量下限值,称为不合格质量水平,用 RQL 符号表示。

### 4. 检查和检查水平(IL)

用测量、试验或其它方法,把单位产品与技术要求对比的过程称为检查。检查有正常检查、加严检查和放宽检查等。

当过程平均接近合格质量水平时所进行的检查,称为正常检查。

当过程平均显著劣于合格质量水平时所进行的检查,称为加严检查。

当过程平均显著优于合格质量水平时所进行的检查,称为放宽检查。

由放宽检查判为不合格的批，重新进行判断时所进行的检查称为特宽检查。

### 5. 抽样检查方案

样本大小或样本大小系列和判定数组结合在一起，称为抽样方案。而判定数组是指由合格判定数系列和不合格判定数或合格判定数系列和不合格判定数系列结合在一起。

抽样方案有一次、二次和五次抽样方案。人次抽样方案是指由样本大小 $n$ 和判定数组( $A_c$ 、 $R_c$ )结合在一起组成的抽样方案。

$A_c$ 为合格判定数。判定批合格时，样本中所含不合格品( $d$ )的最大数称为合格判定数，又称接收数( $d \leq A_c$ )。

$R_c$ 为不合格判定数，是判定批不合格时，样本中所含不合格品的最小数，又称拒收数( $d \geq R_c$ )。

二次抽样方案是指由第一样本大小 $n_1$ ，第二样本大小 $n_2$ ，...和判定数组( $A_{c1}$ 、 $A_{c2}$ 、 $R_{c1}$ 、 $R_{c2}$ )结合在一起组成的抽样方案。

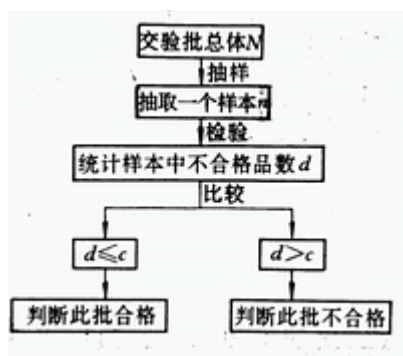
五次抽样方案则是指由第一样本大小 $n_1$ ，第二样本大小 $n_2$ ，...第五样本大小 $n_5$ 和判定数组( $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $A_4$ 、 $A_5$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ )结合在一起组成的抽样方案。

## 三、计数抽样方法

### 1. 计数抽样方法概述

按抽样次数，分为一次、二次和多次计数抽样检查方法。

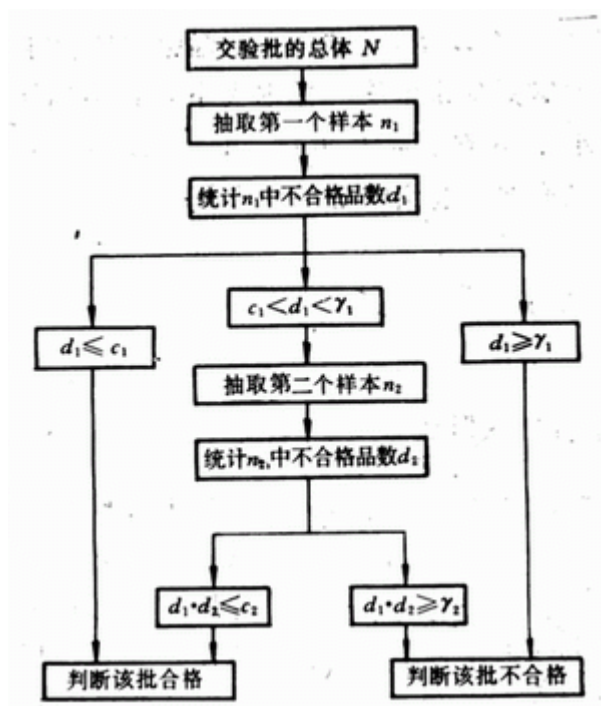
(1) 计数一次抽样检查方法 这是一种最基本和最简单的抽样检查方法，它对总体 $N$ 中抽取 $n$ 个样品进行检验，根据 $n$ 中的不合格品数 $d$ 和预先规定的允许不合格品数 $C$ 对比，从而判断该批产品是否合格。下图表示了其基本内容。



(2) 计数二次抽样检查方法 这种抽检方法是在一次抽检方法的基础上发展起来的。它是对交验批抽取两个样本 $n_1$ ， $n_2$  (GB2828 中规定 $n_1=n_2$ ) 对应也有二个合格判定数 $c_1$ 和 $c_2$ ，不合格判定数为 $\gamma_1$ ， $\gamma_2$ ，两次样本中的不合格数分别为 $d_1$ 和 $d_2$ ，其抽检和判断过程如下：

①先抽取第一个样本 $n_1$ ，检验后如不合格品数是 $d_1 \leq c_1$ ，判为合格，如 $d_1 \geq \gamma_1$ 判为不合格，当 $c_1 \leq d_1 \leq \gamma_1$ ，则需由第二个样本来判定。

② $n_2$ 中的不合格品数 $d_2$ ，由 $d_2$ 和 $d_1$ 加在一起与 $c_2$ 的 $\gamma_2$ 进行比较，如 $d_1 + d_2 \leq c_2$ ，判为合格，当 $d_1 + d_2 \geq \gamma_2$ 判为不合格。如下图所示：



### (3) 计数多次抽样检查

计数多次抽样检查的程序与计数二次抽检相似，但抽检次数多，合格判定数和不合格判定数亦多，因每次抽取样本大小相同，因此抽检次数多的样本小。我国 GB 2828 和 GB 2829 规定是五次抽检方案，而 MIL-STD-105D 和 ISO2859 标准原规定的却是七

次。但到 1987 年 9 月通过了中国提案后，也改为五次。

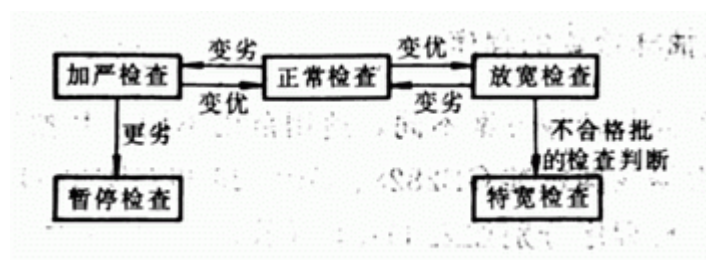
## 2. 计数抽样检查的程序

产品批不同，抽检方案不同，适用范围不同，其抽检程序也是不同的。根据我国标准 GB 2828、GB 2829 和 GB 13264 的规定，它们的计数抽检程序分别如表所示：

抽检程序	逐批检查计数抽检方案		周期检查计数抽检方案（适用于生产过程稳定性检查）
	适用于连接批	适用于孤立批	
	GB 2828	GB 13264	GB 2829
1	规定单位产品的技术要求	规定双方风险质量	规定检查的周期
2	规定不合格的分类	规定抽样方案类型	选择试验项目并组成试验组
3	规定合格质量水平		规定试验方法和技术要求
4	规定检查水平	选择抽样方案	规定不合格的分类
5	组成与提出检查批	抽取样本	
6	规定检查的严格度	检查样本	规定不合格质量水平
7	选择抽样方案类型	判断批质量	规定判别水平
8	检索抽样方案	作出处理	选择抽样方案类型
9	抽取样本		检索抽样方案
10	检查样本		抽取样本
11	判断逐批检查合格或不合格		检查样本
12	逐批检查后的处置		判断周期检查合格或不合格
			周期检查后的处置

## 3. GB 2828 《逐批检查计数抽样程序及抽样表》及其应用

GB 2828 属于调整型计数抽样方法、标准，它可以在连续批产品质量检验中，随着产品质量水平的状况，随时调整抽检方案的严格程度，见下图：



GB2828 标准中抽样方案的五个要素：

应用 GB2828 确定适当的抽样方案，必须事先确定好五个要素，即批量（N）合格质量水平（AQL）、检查水平（IL）、检查次数和严格度。

### （1）批量（N）

GB2828 根据实践经验和经济因素，规定批量分为 15 档。如 1~8 为第一档，9~15 为第二档，16~25 为第三档……一直到≥500



001 为第 15 档为止。

## (2) 合格质量水平 (AQL)

GB2828 中把 AQL 从 0.010 至 1000 按  $R_s$  优先数系分为 26 级, 其公比大约为 1.5 (见 GB2828 中抽样方案表)。

AQL 的确定, 原则上应由供需双方商定, 也可以在相应的标准或技术条件中规定, 具体地说可以有定性确定与定量确定。

从定性确定上说:

单位产品失效后会给整机带来严重危害的, AQL 值选用较小数, 反之, 可选用较大的;

A 类不合格原则上不用抽样检查, B 类不合格的 AQL 值小, C 类不合格的 AQL 值大;

产品检查项目少时, 值选用较小的 AQL, 检查项目多宜选用较大的 AQL;

产品价格较高时, 用较小的 AQL, 反之, 可用较大的 AQL;

电气性能宜用小的 AQL, 机械性能居中, 外观质量可用较大的 AQL;

同一产品中, B 类不合格用较小的 AQL, C 类不合格用较大的 AQL, 重要检验项目的 AQL 较小。次要项目的 AQL 较大等。

定量确定 AQL 值的方法也有几种:

第一种是计算法。它根据损益平衡点  $P=P_b$  时, 盈亏平衡公式:

$$A = R = \frac{I}{P_b} + c$$

式中: A——接收不合格品单位产品的损失;

R——拒收单位产品的费用;

$P_b$ ——不合格品率;

I——检查一个单位产品的费用;

c——将一件不合格品代之以一件合格品的费用;

$$P_b = \frac{I}{A - c}$$

还可得出:

再根据计算出来的  $P_b$  求出相应的质量平衡点  $KP_b$ , 找出对应的 AQL。即

$$KP_b = \frac{P_b}{AQL}$$

第二种是统计平均法。它通过统计过程平均不合格品率  $P$ , 了解本单位的生产能力。如某单位某年的各月样本不合格品率统计如下表。

各月样本不合格品统计率

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P_i(\%)$	0.79	0.83	0.85	0.85	0.92	0.93	0.81	0.82	0.78	0.90	0.97	0.94

上表中 11 月的  $P$  值最大为 0.97, 则可取  $AQL=1.0$  也就是说当  $AQL=1$  时, 绝大多数产品可以高概率地通过。

第三种是因素图解法。先将合格质量水平 AQL 值的确定因素分解成 4 个指标, 每个指标又分成三种程度不同的情况加以区分。

### ① 如何发现可能忽略的缺陷

- 简单、容易地发现;
- 经过一般检查才能发现;
- 经拆卸等较复杂的手段才能发现。

### ② 排除这些缺陷所需的成本或消耗

- 不花或极少花费成本与时间消耗;
- 中等的成本和时间消耗;
- 长时间、高成本、损失较大。

### ③ 缺陷一旦产生后在本企业带来的后果

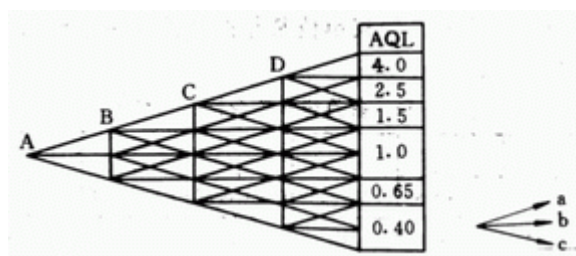
- 可以容忍;
- 需返修, 某些情况下需拆卸产品本身;
- 要换件 (即需报损某些零部件), 影响交货期。

### ④ 有缺陷的产品一旦销售出去以后带来的后果

- 用户不满;

- b. 用户要求索赔；
- c. 制造厂信誉损失。

当确定了上述四种指标中的某一情况以后，在下图中，按小图所示次序依次查找，即可查得合格质量水平 AQL 值。



还有一种经验确定数据方法，如按产品的使用要求，可参照下表中 AQL 值。

使用要求	特高	高	中等	低
AQL	≤0.1	0.15--0.65	1.0--2.5	≥4.0
实例	导弹、卫星、飞船等	飞机、舰艇、主要工业品	一般车、船、重要工业品	生活用品

如按产品性能，可参照下表确定 AQL 值。

性 能	电 气	机 械	外 观
AQL	0.4--0.65	1.0--1.5	2.5--4.0

如按检验项目多少确定 AQL 可参照下表。

检验项目数		1-2	3-4	5-7	8-11	12-19	20-48	>48
AQL	重	0.25	0.40	0.60	1.0	1.5	2.5	4.0
	轻	0.05, 0.10	1.5	2.5	4.0	≥6.5		

### (3) 检查水平 (IL)

所谓检查水平就是按抽样方案的判断能力而拟定的不同样本大小。显然样本大小  $n$  大些，其判断能力就大些。因此如检验费用较低，就可把  $n$  选大些。

GB2828 对检查水平分为两类：

一类是一般检查水平，用于没有特别要求的场合它又分为 I、II、III 三级，一般如无特殊说明，则先选取第 II 级检查水平。

另一类是特殊检查水平，用于希望样本大小  $n$  较少的场合。GB2828 规定有 S—1、S—2、S—3 和 S—4 共四级。一般用于检查费用极高场合。如破坏性检查，寿命试验，产品的单价又较昂贵。其中 S—1、S—2 又适用于加工条件较好，交验批内质量较均匀的状况，而 S—3、S—4 则适用于交验批内质量均匀性稍差的场合。

选择检查水平一般遵循下列一些原则：

- a. 当没有特殊规定时，首先选用一般检查水平 II；
- b. 为了保证 AQL，使劣于 AQL 的产品批尽可能少地漏过去，宜用高的检查水平，以保护消费者利益；
- c. 检验费用较低时，宜用高水平，使抽检样本多些，误判就少些；
- d. 产品质量不够稳定，有较大波动时，宜用高的检查水平；
- e. 检查是破坏性的或严重降低产品性能的，可采用低检查水平；
- f. 产品质量较稳定时可用低水平。

总之，检查水平的选定涉及到技术、经济等各方面因素，必须综合研究，才能合理选定。

### (4) 选定抽检样本次数

GB2828 规定抽取样本的次数为三种，即一次、二次和五次。

一次抽检方案最简单，也很易掌握，但它的样本  $n$  较大，所以其总的抽检量反而大一些。

二次和五次抽检方案较复杂些，需要有较强的管理水平才能很好实施，每次抽取的样本大小  $n$  较小，但每次抽取样本大小都相同，并且在产品质量很好或很差时，用不着抽满规定次数即可判定合格与否，所以，总的抽检量反而会小些。

当检查水平相同时，一次，二次与五次抽检方案的判断结果基本相同。

三种抽检方案的抽取样本大小是不同的，所以它们之间一般存在着下列关系：

$$n_1: n_2: n_3=1: 0.63: 0.25$$

$$\text{即: } 2n_2=1.26n_1$$

$$5n_3=1.25n_1$$

#### (5) 抽检方案的严格度

抽检方案的严格度是指采用抽检方案的宽严程度。GB2828 规定了三种宽严程度，即正常检查、加严检查和放宽检查。

正常检查适用于当过程平均质量状况接近 AQL 时；

加严检查适用于当过程平均质量状况明显地比 AQL 劣时；

放宽检查是适用于在过程平均质量状况明显地比 AQL 优时。

此外还有一种特宽检查，只用于当采用放宽检查发现不合格批时，重新进行判断所采用的一种抽样方案。它仅适用于放宽检查时发现的不合格批本身，而不能用于其它批的检查。

如无特殊规定，一般均先用正常检查。

##### ①从正常检查转到加严检查

当进行正常检查时，如在五批或不足五批中就出现二批经初次检查不合格，则从下一批检查转到加严检查。

##### ②从加严检查到正常检查

当进行加严检查后，如质量好转，连续五批均合格，则从下一批转到正常检查。

##### ③从正常检查到放宽检查

从正常检查转为放宽检查，要全部满足以下四个条件：

a. 连续十批，经正常检查合格；

b. 在连续十批或按GB2828 中表 1 界限数 ( $L_R$ ) 所述更多批所抽取的样本中，不合格品 (或不合格) 总数小于等于表 1 中规定的界限数；

c. 生产正常；

d. 主管质量部门同意转到放宽检查。

##### ④从放宽检查到正常检查

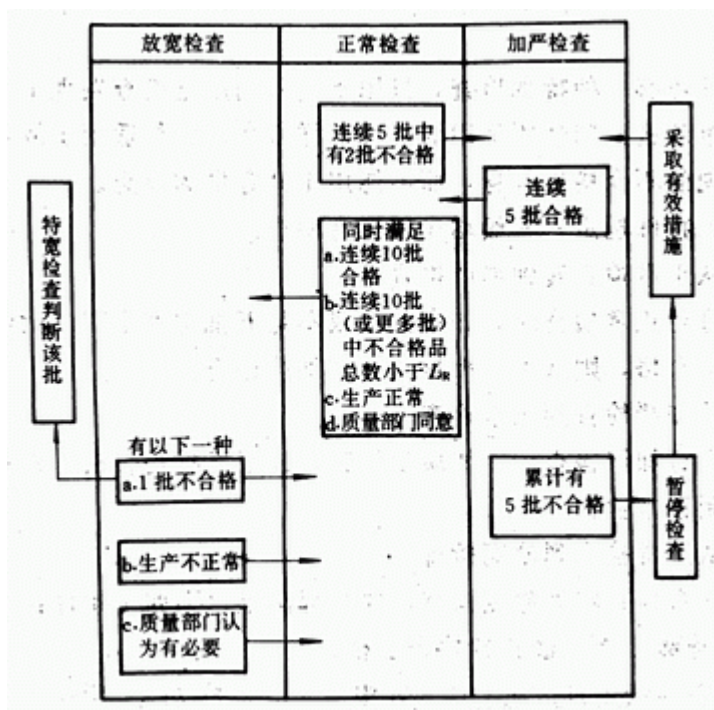
在进行放宽检查时，如出现下列任一情况，则从下批起又转为正常检查。

a. 有一批放宽检查不合格；

b. 生产不正常；

c. 主管质量部门认为有必要回到正常检查。

综上所述,GB2828 规定的转移规则可用下图表示。



#### 应用实例

已知提交检查的产品，每批批量  $N=1000$ ，采用检查水平 II 和一次正常检查方案，检查主要性能指标 a、b、c 三个项目，现确定 a 参数 AQL=1.0, b 参数的 AQL=0.1, c 参数的 AQL=0.01, 试用 GB 2828 抽样检查。

解：由  $N=1000$ , 检查水平 II，查样本大小字码表为 J。

根据 J, 查 GB 2828 中一次正常抽样方案表, 查知样本大小  $n=80$ 。因 a 参数  $AQL=1.0$ , 判定数组为 [2, 3]。因 b 参数的  $AQL=0.1$ , 判定数组为 [0, 1], 但因查时为箭头向下 (↓) 才找到的 [0, 1], 因此  $n=125$ 。c 参数的  $AQL=0.01$ , 同理判定数组为 [0, 1],  $n=1250$ 。

这样 a、b、c 三个参数所查  $n$  不等, 要分别进行判断:

①当  $AQL=0.01$ ,  $n_c=1250$   $\therefore n_c > N$  则说明对 c 参数要全数检查, 判定数组仍用 [0, 1], 说明只要有一个不合格品则拒收。

若  $AQL=0.01$  检查 c 参数合格后, 再从  $N$  中随机抽取  $n_b=125$  个样品进行 b 参数检查, 判定数组也仍用 [0, 1]。如  $AQL=0.1$  时, 检查 b 参数仍为合格批, 再从 125 个产品中随机抽取  $n_a=80$  进行 a 参数检查, 判定数组为 [2, 3], 如只有 2 个不合格品就接收, 如出现 3 个不合格品就拒收。

②如标准规定 a、b、c 三个参数检查顺序不能变更, 也可先抽  $n_a=80$  检查, a 参数合格后再补抽  $n_2=n_b-n_c=45$ , 检查 b 参数也合格, 则全数检查 c 参数。

上述两种检查方法中, 只要 a、b、c 三个参数中有一个参数的检查未通过, 都应停止检查, 可以判该批产品为不合格。

#### 4. GB2829 《周期检查计数抽样程序及抽样表》

GB2829 规定了以不合格质量水平 (用每百单位产品不合格品数或每百单位产品不合格数表示) 为质量指标的一次、二次、五次抽样方案及抽样程序。它适用于产品定型检查时对过程稳定性, 产品定型后验证生产线, 生产工艺是否继续保证技术条件或产品标准中所规定的要求。

除了用于定型时的试验和型式 (例型) 试验外, 凡提交周期检查的产品, 必须先经过逐批检查合格或全检的批产品, 经周期检查合格后, 上述检查合格批, 方能作为产品合格批。因此, 该标准又适用于产品质量考核和评比。

确立周期检查抽样方案的四个要素:

GB2829 规定了周期检查抽样方案, 为了在 GB2829 中确定具体的抽样方案, 必须事先规定四个要素, 即不合格质量水平  $RQL$ , 判定数组, 判定水平和抽样次数。现按 GB2829 逐一作些说明。

##### (1) 不合格质量水平 (RQL)

不合格质量水平 ( $RQL$ ) 是生产过程不稳定时, 允许的最低的不合格品率。也就是说, 不合格品率  $P$  达到甚至超过  $RQL$  时, 就说明生产正处于不稳定状态。

$RQL$  是选择抽样方案的主要依据。GB2829 已把  $RQL$  按优先数系划为 31 级, 小于 100 的不合格质量水平可以是每百单位产品不合格品数, 也可以是每百单位产品不合格数, 大于或等于 100 的不合格质量水平, 则仅仅是每百单位产品不合格数。产品标准或合同中必须采用 GB2829 中的  $RQL$  值。否则 GB2829 中规定的抽样方案也无法使用。

原则上按每个试验组分别叙定不合格质量水平, 另外可以考虑在同一试验组中, 针对不同类不合格再规定不合格质量水平, 还可考虑在不同试验组之间或不同试验组相同不合格类之间再规定不合格质量水平。

通常对 A 类规定的不合格质量水平要小于对 B 类规定的不合格质量水平, 对 C 类规定的不合格质量水平要大于对 B 类规定的不合格质量水平。

不合格质量水平的数据应当来自生产过程不稳定时的状态, 有以下三个定量确定方法。

##### ① 计算法

从过去定型试验中不合格时样本大小和不合格品数, 可用下列公式:

$$P_{\min} = \left[ \frac{d}{n} - 1.65 \sqrt{\frac{d}{n} \left( 11 - \frac{d}{n} \right)} \right] \times 100$$

式中:  $P_{\min}$ ——不合格品率的下限值;

$n$ ——样本大小但  $n \geq 25$ ;

$d$ ——样本中的不合格品数。

求出  $P_{\min}$  后, 应调整或稍小的优先数才可作为  $RQL$  值。

##### ② 统计数据法

先求出历次定型试验不合格的  $P_{\min}$ , 然后再从中的最小值去取  $RQL$  值。这样较为准确些。

如定型的有五次不合格, 其  $P_{\min}$  值如下表。

试验次数	1	2	3	4	5
$P_{\min}$	11.5	13.6	14.7	12.8	10.9

表中  $P_{\min}$  的最小值为 10.9, 从而取  $RQL=10$ 。

##### ③ 经验确定法

根据不同产品的使用要求和实践经验, 选取不同的  $RQL$  值 (如下表)

使用要求	特 高	高	中	低
------	-----	---	---	---



RQL	≤8	10--15	20--30	≥40
示 例	卫星、导弹、飞船	飞机、舰艇、重要军品	一般军品 工业品	日用品

## (2) 判定数组

周期检查抽样方案，对于同一个 RQL 值有多种判定数组方案，因此要先给定判定数组。

考虑判定数组时，应考虑样本大小、试验费用等问题。一般情况下优先使用的判定数组是 [0, 1]，[1, 2] 及对应的二次、五次判定数组。

因为在 RQL 相同情况下，判定数组 [0, 1] 所需样本最小。

当然在技术条件与经济上允许的情况下，可以选择其它判定数组，以减少判定风险。

也可以首先计算单位产品的批质量估计值，然后根据选择的判别水平查 GB2829 中有关表而得。

例：已知 RQL=30, n=10, d=0 判别水平为 II，求判定数组。

解：求  $\hat{P}$  值

先计算  $F$  分布中  $\gamma=2(d+1)=2$

$$\gamma=2(n-d)=20$$

查 GB 4086.4 《统计分布数值表  $F$  分布》中分位数值表查出  $F_{0.5}(\gamma_1, \gamma_2)=0.7177$

$$\begin{aligned}\hat{P} &= \frac{\gamma_1 \times F_{0.5}(\gamma_1, \gamma_2)}{\gamma_2 + \gamma_1 \times F_{0.5}(\gamma_1, \gamma_2)} \times 100 \\ &= \frac{2 \times 0.7177}{20 + 2 \times 0.7177} \times 100 \\ &= 6.697\%\end{aligned}$$

计算：

再查 GB 2829 中表（运用于判别水平 II），由 RQL=30 所在行水平方向向右找到满足  $P \leq 0.95$  最大的值， $\hat{P}=6.697\% > P_{0.95}=6.2\%$ ，则  $P_{0.95}=6.2\%$  向上找到判定数组 [2, 3]。

## (3) 判别水平

判别水平就是判断能力的高低。当产品的不合格品率恰好等于不合格质量水平 RQL，即  $P=RQL$  时，其误判为合格的概率  $\beta=L(RQL)$  越小，表示其判断能力越高。反之， $\beta$  越大，则判断能力就越低。

GB2829 规定了三种判别水平如下：

判别水平 I，误判概率  $L(RQL)$  约 40%（36.08%~45.79%）

判别水平 II，误判概率  $L(RQL)$  约 20%（17.62%~26.49%）

判别水平 III，误判概率  $L(RQL)$  约 10%（9.10%~13.6%）

当没有特别要求时，一般应采用判别水平 III。当愿承担较大风险时，希望减少样品数和降低试验费用可选取判别水平 II，产品制造工艺复杂或批量较小时也可采用判别水平 II。只有在产品造价昂贵或试验费用高或测试困难等情况时，使用方愿承担更大风险而要达到减少样品数的目的时才使用判别水平 I。

## (4) 抽样次数

抽样次数与 GB2828 类似，也是分一次、二次和五次抽样。

一次抽样较简单易掌握，但其平均样本大小较大，所以总的抽检量较大。

二次抽样和五次抽样较复杂，但在质量较好或太差时，能较快作出合格与否的判断，不用抽满次数，所以其平均抽检量反而会小些。

使用 GB2829 应遵循下列程序：

### ① 规定检查周期

根据产品生产过程稳定的大约持续时间，产品作一次试验所需时间及试验费用，适当地规定周期检查的周期，一般为三个月、半年、一年等，最长可到三年，最短不能小于一个月。

### ② 确定产品质量标准

确定产品质量标准目的是要把合格与不合格的划分标准写清楚，以作出对每个样品合格与否判断的依据。

标准规定不要过严也不能太松，要恰如其分，若过严会使多数试验批通不过，过松又会放过劣质产品，一般要略比逐批检查

松一些。

### ③规定判别水平

根据产品的复杂程度、造价高低、试验费用和试验时间等因素决定判别水平，一般情况都取判别水平Ⅲ。

### ④确定不合格质量水平 RQL

根据产品实际情况分别规定适当的 RQL 值。

### ⑤规定抽样方案

对产品质量水平不很了解时，最好采取一次抽样方案。

### ⑥规定判定数组

### ⑦抽取样本

应在检查周期内从各批产品中随机抽取样本。

### ⑧检查样本

在进行周期检查前，应对每个样品单位按逐批检查项目逐个检查，若发现不合格的样本单位，应随机抽取同一周期内的合格品代替。

### ⑨判定周期检查的结论

例 1：检验部门要对某产品作周期检查，若产品的周期检查为一年，取判别水平Ⅲ，一次抽样方案，RQL=20,如允许样品中最多发生 1 只不合格品，求 n 的大小。

解：由题意可知判定数组为[1, 2]，查取判别水平Ⅲ的一次抽样方案 RQL=20 的“列”找到对应判定数组为[1, 2]的 n 为 20。

例 2：某产品的 RQL=8，取判别水平Ⅱ的二次抽样方案，判定数组为[A<sub>c1</sub>=0, R<sub>e1</sub>=3, A<sub>c2</sub>=3, R<sub>e2</sub>=4]如果出现 d<sub>1</sub>=1 怎么处理？若 d<sub>1</sub>=0 或 d<sub>1</sub>=3 怎么处理？若 d<sub>1</sub>=1, d<sub>2</sub>=3 怎么处理？若 d<sub>1</sub>=2, d<sub>2</sub>=1 或 d<sub>1</sub>=2, d<sub>2</sub>≥2 怎么处理？

解：根据题意在 GB 2829 中判别水平为Ⅱ的二次抽样方案表中找到 RQL=8 的列，找到判定数组  $\begin{bmatrix} 0, 3 \\ 3, 4 \end{bmatrix}$ ，水平方向向左找到样本大小为 n<sub>1</sub>=n<sub>2</sub>=32 若 n<sub>1</sub>中发生的不合格品 d<sub>1</sub>=1,2,则动用第二样本 n<sub>2</sub>进行检查。如 (d<sub>1</sub>+d<sub>2</sub>) ≤ 3 判合格，(d<sub>1</sub>+d<sub>2</sub>) ≥ 4 则判不合格。

如 n<sub>1</sub>中发生的不合格品 d<sub>1</sub>=0，则判周期检查合格，不必再对第二样本 n<sub>2</sub>进行检查。

如 n<sub>1</sub>中发生的不合格数 d<sub>1</sub>=3 判本次周期检查不合格，也不必动用第二样本 n<sub>2</sub>。

### ⑩周期检查后的处理

周期检查判为合格，表示该产品在本周期内的生产过程稳定性符合质量要求，因此，本周期内原经逐批检查合格的批，均应允许出厂或入库。如经周期检查不合格，生产企业就应认真分析不合格的原因，提出下列具体处理意见：

- 若是试验设备出故障或操作上的漏误造成不合格的，可允许重新进行周期检查；
- 若造成周期检查不合格的原因能马上纠正，则允许纠正后生产的产品进行周期检查；
- 若造成周期检查不合格的产品能通过筛选的方法剔除或可以修复，则允许用经过筛选或修复后的产品进行周期检查；
- 如周期检查不合格不属上述情况，那么它所代表的产品应暂时停止生产和逐批检查，并停止交货，只有当采取纠正措施后，又经周期检查合格后，才能恢复正常批量生产和逐批检查。

经周期检查的作品不能再作正品，一般不应出厂。如还有剩余使用价值，应标明是经验品降价出售。

## 四、计量抽样方法

计量抽样检查适用于有较高要求的质量特征值，而它可用连续尺度度量，并服从于正态分布，或经数据处理后服从正态分布。产品质量也有用不合格品率表述的，如电器元件的温升。绝缘层的漏电，发动机的节油性能，钢材中某一元素的含量等等。

### 1. 计量抽样检查中的基本术语

#### (1) 规格限

规定的用以判产单位产品某计量质量特征是否合格的界限值。

规定的合格计量质量特征最大值为上规格限 (U)；规定的合格计量质量特征最小值是下规格限 (L)。

仅对上或下规格限规定了可接受质量水平的规格限称为单侧规格限；同时对上或下规格限规定了可接受质量水平的规格限是双侧规格限。

对上、下规格限分别规定了可接受质量水平的双侧规格限是分立双侧规格限。对上、下规格限规定了一个总的可接收质量水平，又对其中一侧规格限单独规定了一个可接受质量水平的双侧规格限为复合双侧规格限。

#### (2) S 法和 σ 法

利用样本平均值和样本标准差来判断批接收与否的方法叫 S 法。

利用样本平均值和过程标准差来判断批接收与否的方法称 σ 法。

#### (3) 上、下质量统计量

上规格限、样本均值和样本标准差（或过程标准差）的函数是上质量统计量。符号为 Q<sub>u</sub>。

$$Q_u = \frac{U - \bar{X}}{S} \text{ 或 } Q_u = \frac{U - \bar{X}}{\sigma}$$

式中：X——样本均值；

S——样本标准差；

$\sigma$ ——过程标准差。

下规格限，样本均值和样本标准差（或过程标准差）的函数是下质量统计量。符号为 $Q_L$

$$Q_L = \frac{\bar{X} - L}{S} \text{ 或 } Q_L = \frac{\bar{X} - L}{\sigma}$$

（4）可接收质量水平（AQL）

为了进行抽样检查，而对一系列连续提交批规定的，认为可接收的过程平均不合格品率的上限值。符号为 AQL。

（5）接收常数（k）

由可接收质量水平和样本大小所确定的用于判断批接受与否的常数。它给出了可接收批的上质量统计量和（或）下质量统计量的最小值。符号分别为k、 $k_{\Delta}$ 、和 $K_c$ 。

（6）最大样本标准差（MSSD）和最大过程标准差（MPSBD）

在给定条件下，可接收批的样本标准差的最大值为最大样本标准差。符号为 MSSD。

在给定条件下，可接收批的过程标准差的最大值是最大过程标准差。符号为 MPSD。

## 2. 计量抽样检查的程序

我国已制订了一系列计量抽样检查方法标准，其中常用的二个标准规定的抽样检查程序如下表所示。

计量抽样程序表

抽检程序	不合格率的计算 抽样检查程序 GB 6378	不合格品率的计量 标准型一次抽检程序 GB 8053	平均值的计量 标准型一次抽检程序 GB 8054
1	选择检查方式	选择抽样检查类型	
2	规定检查水平	确定抽样检查方式	
3	规定可接收质量水平	规定合格质量水平与极限质量水平	
4	规定抽样方案的严格度	检索抽样方案	
5	提交产品	构成检查批与抽取样本	
6	检索抽样方案	检查样本与计算结果	
7	抽取样本	判断批是否接收	
8	检查样本	处理检查批	
9	判断批接收与否		
10	处理检查批		

## 3. GB6378《不合格品率的计量抽样检查程序及图表》及应用

它适用于连续批检查。在检查实施前，应做好检查方式的选择、检查水平和可接收质量水平的规定。

（1）选择检查方式

选择检查方式需选取规格限和取定 S 法和  $\alpha$  法。S 法和  $\alpha$  法都有五种检查方式。即；

- ①上规格限；
- ②下规格限；
- ③分立双侧规格限；
- ④综合次例规格限。
- ⑤复合双侧规格限。

单侧或双侧规格限的选取，取决于技术标准，订货合同及有关文件中对计量质量特征规格限的规定。

当需要分别控制超出上规格限和低于下规格限的不合格品率时，采用分立双侧规格限；当只需控制总的不合格品率时，采用综合双侧规格限；如果不仅要控制总的不合格品率，而且还要控制其中一侧规格限的不合格品率时，采用复合双侧规格限。

一般应从 S 法开始，应用  $\sigma$  法时，事先要确定过程标准关。

（2）规定检查水平

GB6378 规定了三个一般检查水平 I，II，III，和二一个特殊检查水平 S—3 和 S—4。

通常使用检查水平 II，当允许降低抽样方案对批质量的判别力时，采用检查水平 I，当需要提高抽样方案对批质量的判别力

时, 采用检查水平Ⅲ。

特殊检查水平 S—3 和 S—4, 主要用于要求尽量减少样本大小的场合, 但将增加误判的风险。

### (3) 提高可接收质量水平

对单侧规格限, 只对需要控制的规格限规定可接收质量水平 AQL 值;

对分立双侧规格限, 应分别对上、下规格限规定可接收质量水平 AQL 值, 这两个可接收质量水平可以相同, 也可以不同;

对综合双侧规格限, 只对上、下规格限规定一个总的可接收质量水平 AQL 值;

对复合双侧规格限, 除必须对上、下规格限规定一个总的可接收质量水平 AQL 值外, 还要对需控制的某一侧规格限再规定一个可接收质量水平 AQL 值。

### (4) 规定抽样方案的严格度及转移规则

如无特殊规定, 开始应使用正常检查抽样方案。

在特殊情况下, 经负责部门指定, 开始也可使用加严检查或放宽检查抽样方案。

在抽检中, 根据产品质量变化情况, 按下述转移规则进行:

#### ①从正常检查到加严检查

当进行正常检查时, 若在不多于 5 批的连续批中有 2 批经初步检查拒收, 则从下批起执行加严检查。

#### ②从加严检查到正常检查

当进行加严检查时, 若连续 5 批经初步检查接收, 则从下一批起执行正常检查。

#### ③从正常检查到放宽检查

当执行正常检查时, 如能满足下列条件, 则可从下一批起执行放宽检查。

- 初次检查中连续 10 批均接收;
- 经可接收质量水平, 加严一级判断后, 这些批仍被接收;
- 生产正常;
- 负责部门同意转到放宽检查。

#### ④从放宽检查到正常检查

在进行放宽检查时, 如出现下列情况之一, 则从下一批起执行正常检查。

- 一批经初检查拒收;
- 生产不正常;
- 负责部门认为有必要回到正常检查。

#### ⑤从加严检查到暂停检查

加严检查开始后, 如拒收的批数累计到 5 批时, 暂时停止检查。由供货方采取有效改进措施, 改善产品质量后, 方可恢复抽样检查、原则上应从加严检查开始, 不许从放宽检查开始。

### (5) 检索抽样方案

S 法的数值法程序仅用于单侧规格限和分立双侧规格限情况。

首先根据批量和检查水平, 从 GB6378 中 8.1 表查出样本大小字码; 然后根据样本大小字码和可接收质量水平, 从 GB6378 中 8.3 表查出正常检查抽样方案  $(n, k)$  或  $(n_L, K_L)$  与  $(n_u, k_u)$ 。

如是加严检查和放宽检查, 则分别从 8.4 表、8.5 表中查出抽样方案。

对分立双侧规格限的两侧, 检索出两个抽样方案的样本大小不同, 则取其中大者作为通用的样本大小, 而接收常数不变。如  $AQL_L=0.15\%, AQL_U=0.25\%$ , 字码为 E, 从表 3 查出正常检查抽样方案为  $(10, 2.24)$  和  $(7, 2.00)$ , 那就实际使用  $(10, 2.24)$  和  $(10, 2.00)$  这两个抽样方案。

综合双侧规格限和复合双侧规格限的抽样方案检索分别按 GB6378 中 6, 1, 2, 3 条和 6, 1, 2, 4 条规定。

σ 法的数值法程序也仅适用于单侧规格限及分立双侧规格限情况 (详见 GB6378 中 6.2.1 条)。

### (6) 判断批接收与否

抽取大小为 n 的样本, 测量其中每个单位产品的计量质量特性值 X, 然后计算样本均值  $\bar{X}$  和样本标准差 S。

对于单侧上规格限, 计量上质量统计量。

$$Q_U = \frac{x_U - \bar{x}}{S}$$

若  $Q_U \geq k$ , 则接收该批;

若  $Q_U < k$ , 则拒收该批。

对于单侧下规格限, 计算下质量统计量。

$$Q_L = \frac{\bar{X} - x_L}{S}$$



若 $Q_L \geq k$ , 则接收该批;

若 $Q_L < k$ , 则拒收该批。

对于分立双侧规格限, 同时计算上、下质量规格限。

若 $Q_L \geq k_L$ , 且 $Q_U \geq k_U$ , 则接收该批;

若 $Q_L < k_L$  或  $Q_U < k_U$ , 则拒收该批。

#### (7) 应用示例

某高速钢刀具再热处理后硬度值HRC规定为 58--62, 已知 $N=80, L=58, U=62, AQL_L=0.25\%, AQL_U=1.0\%$ , 检查水平 II, 假设是加严检查, 试根据抽样测试结果判断该批是否接收? 附抽样结果 (HRC) 为: 58.5, 58.0, 60.0, 60.5, 59.5, 60.5, 58.0, 61.5, 60.0。

解: 由 $N=80$ , 检查水平 II 查 GB 6378 中 8.1 表获字码 E, 由 S 法加严检查, 字码 E,  $AQL_L=0.25\%, AQL_U=1.0\%$  查标准中 8.4 表得:

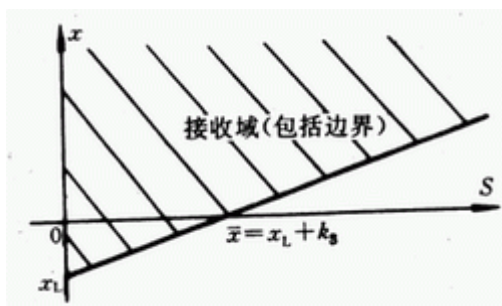
$AQL_L=0.25\%$  的抽样方案  $(n_L, k_L)$  为 (10, 2.24)

$AQL_U=1.0\%$  的抽样方案  $(n_U, k_U)$  为 (7, 1.75)。但按标准规定应改为 (10, 1.75)。所以从批中随机抽取 10 个单位产品是正确的。根据检验结果, 分别计算:

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 59.75 \\ S &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 1.23 \\ Q_U &= \frac{x_U - \bar{x}}{S} = 1.03 \\ Q_L &= \frac{\bar{x} - x_L}{S} = 1.42\end{aligned}$$

由于 $Q_L=1.42 < k_L=2.24$ , 所以拒绝接收。

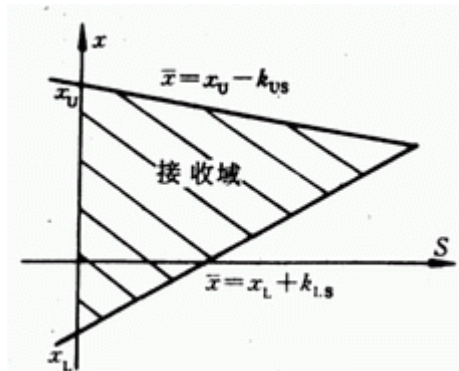
判断批接收与否还可利用图解法, 如对单侧规格线, 在使用 S 法检索出抽样方案  $(n, k)$  后, 可以在以横轴表示样本标准差 S, 纵轴表示样本均值, 在坐标纸上画出如下接收曲线 (见下图)



对于上规格限 $X=X_U-k_s$ 或对于下规格限 $X=X_L+k_s$

在抽取大小为 n 的样本, 测量其中每个单位产品的计量质量特征值 X, 然后计算样本均值  $\bar{X}$  和样本标准差 S, 把点  $(S, \bar{X})$  描在上述图上, 若该点落在接收域内, 则接收该批, 否则就拒收该批。

分立双侧规格限的图解法原理一样, 其接收域为两条直线所夹的阴影区间, 如下图所示。



综合双侧规格限和复合双侧规格限的  $S$  法,图解法见 GB6378 中 6, 1, 2, 3 条和 6, 1, 2, 4 条。 $\sigma$  法图解法见 6. 2. 2 条。

值得注意的是在检查样本中,要按规定的测量、试验方法,检查结果要完整、准确地记录在专用记录图表中,以免失真,引起判断失误。对于异常数据,应首先查找产生原因,以便纠正,如无法查找,要按 GB4883《数据的统计处理 and 解释, 正态样本异常值的判断和处理》执行。剔除异常数据后,一般应再补抽样本到规定样本大小。

#### 4. GB8053《不合格品率的计量标准型一次抽样检查程序及图表》及应用

该标准适用于非连续批的单位产品质量由计量值进行度量时的抽样检查,并且  $\alpha=0.05, \beta=0.10$ , 在实际生产中,非连续批是常有的,这时不能应用 GB6378, 而 GB8053 适用于以批不合格品率为质量指标的非连续批计量抽样检查。现简要叙述一下其抽样方法。

##### (1) 选择抽样检查类型

产品质量稳定,并有近期质量管理或抽样检查的历史数据能预先确定批标准差时,可选用  $\sigma$  法,如无历史数据或即使有历史数据,但质量不稳定时,应选用  $S$  法。

当供需双方有较长供货期时,无论采用  $S$  法或  $\sigma$  法,都要以控制图方式记录样本均值和样本标准差。如在应用  $S$  法过程中,控制图显示样本标准差已处于统计控制状态时,允许由  $S$  法转入  $\sigma$  法。在应用  $\sigma$  法过程中,控制图显示样本标准差已失去控制,应由  $\sigma$  法转回  $S$  法。

如果控制图虽未显示失去统计控制状态,但表明批标准差变小或变大时,要随时更新所采用的批标准差值。

上述控制图的使用应按 GB4091.1《常规控制图总则》和 GB4091.2《平均值-标准差控制图 X-S 图》执行。

##### (2) 确定抽样检查方式

GB8053 规定了上规格限,下规格限及双侧规格限三种抽样方式可供选用。

采用双侧规格限时,必须满足下列两个条件,才能使用 GB8053 中图表。

①当  $0.1\% \leq P_0 < 1\%$  时

$$c = (L - U) / 2\sigma < -3.7$$

当  $P_0 \geq 1\%$  时

$$c = (L - U) / 2\sigma < -3.1$$

式中:  $P_0$ ——批不合格品率的合格质量水平;

$L$ ——下规格限;

$U$ ——上规格限;

$\sigma$ ——批标准差。

在未知  $\sigma$  的  $S$  法,可由供需双方根据以往经验商定双方可接受的估计值。

②抽样检查为  $\sigma$  法时

$$\left| \frac{\phi^{-1}(P_0) - c}{\phi^{-1}(P_1) - \phi^{-1}(P_0)} \right| > 0.45$$

抽样检查为  $S$  法时

$$\left| \frac{3\phi^{-1}(P_0) - 2c}{\phi^{-1}(P_1) - \phi^{-1}(P_0)} \right| > 0.33$$

式中,  $P_1$  为批不合格品率的极限质量水平。

##### (3) 规定合格质量水平与极限质量水平

抽样检查中,对应于一个确定的比较高的接收概率的可以被认为是满意的质量水平称为合格质量水平。而对于一个确定的比较低的接收概率的可以被认为是不容许更劣的质量水平称极限质量水平。

这两个质量水平,应根据产品标准对质量的要求规定。一般标准中只规定一个,另一个质量水平则为供需双方协商确定。

有必要时，也允许产需双方协商规定与产品标准不一致的质量水平，明确规定于订货合同或有关文件之中。

#### (4) 检索抽样方案

$\sigma$  法的检索抽样方案步骤见下表。

$\sigma$  法检索抽样方案

工作步骤	工作内容	检 查 方 式		
		上规格线	下规格线	双侧规格线
1	规定质量要求	$U \quad P_0 \quad P_1$	$L \quad P_0 \quad P_1$	$UL \quad P_0 \quad P_1$
2	检索 $n$ 、 $K_p$ 值（保证批不合格品率 $\sigma$ 法的接收系数）	由标准中表 1 查出 $n$ 、 $K_p$ 值		
3	确定 $\sigma$ 值	由生产企业近期的 10--20 组 $\bar{x}$ -S(或 $R$ ) 控制图或数据 10--20 批抽样检查数据，按 GB 8054 中附录 C 的方法进行估计		
4	计算合格判定值	$X_{UP} = X_U - K_{p\sigma}$	$X_{LP} = X_L - K_{p\sigma}$	$X_{UP} = X_U - K_{p\sigma}$ $X_{LP} = X_L - K_{p\sigma}$

$S$  法检索抽样方案步骤就较简单，只要规定质量要求，就可以从标准中查出  $n$  和  $t_p$  值，即保证批不合格品率  $S$  法的接收系数。

#### (5) 构成批和样本的抽取

构成批的产品必须是同一规格型号，同一质量等级以及由同一原料成分在同一工艺条件下生产的单位产品构成。

不允许对已抽样检查后被判为不合格的批。不加任何处理重新构成批或部分地与其它新的单位产品构成批。

批量大小按销售情况和实际生产条件由产需双方商定，并明确在订货合同中规定。所需样本应从整批中随机抽取。

#### (6) 检查样本与计算结果

抽取的样本按标准或合同上有关规定逐一检验，检验结果应完整准确地记录，并计算出样本的均值与标准差。

如有明显偏离所属样本其它检查结果的个别异常数据时，首先要设法找出产生异常数据的技术原因或物理原因。无法查找时按 GB4883 标准规定剔除，但应重新从批中随机抽取单位产品补充至原有样本大小。如无法补足样本大小，应在保持原有方案的质量水平条件下由产需双方协商调整合格判定值。

#### (7) 批质量的判定和处理

批质量的判定有  $\sigma$  法判断规则和  $S$  法判断规则。具体内容见下表。

已知条件	$\sigma$ 法		$S$ 法	
	合格	不合格	合格	不合格
给定上规格限	$\bar{x} \leq X_{UP}$	$\bar{x} > X_{UP}$	$\bar{x} + t_p S \leq U$	$\bar{x} + t_p S > U$
给定下规格限	$\bar{x} \geq X_{LP}$	$\bar{x} < X_{LP}$	$\bar{x} - t_p S \geq L$	$\bar{x} - t_p S < L$
双侧规格限	$X_{LP} \leq \bar{x} \leq X_{UP}$	$X_{LP} > \bar{x} > X_{UP}$	$L \leq \bar{x} - t_p S < L$	$\bar{x} - t_p S < L$
			$\bar{x} + t_p S \leq U$	$\bar{x} + t_p S > U$

凡判为合格的批，应整批接收，判为不合格的批，不得未经任何处理再次提高检查。

#### (8) 应用实例

例 1：已知产品特征值得标准差  $\sigma=1$ ，产品标准规定单位产品特征值不低于 500 时为合格品，又确定  $P_0=0.01, P_1=0.10$  求抽样方案。

解：已知  $L=500, P_0=0.01, P_1=0.10$

由标准中查得  $P_0=0.01$  的横向行与  $P_1=0.10$  的竖向列相交位置的数为  $n=8, K_p=1.74$

因为下规格限的合格判定值为：

$$X_{LP} = L + K_{p\sigma} = 500 + 1.74 \times 1 = 501.74$$

因此，所求抽样方案为 (8, 501.74)，即从批中抽取 8 个单位产品，逐一检验后得样本平均值  $\bar{x}$ ，判定规则为：

当  $\bar{x} \geq 501.74$  时，批为合格，接收；

当  $\bar{x} < 501.74$  时，批为不合格拒收。

例 2：设某一产品，其质量特征值要求双侧规格限，分别为  $L=58, U=67$ ，又要求超出双侧规格限的不合格品  $P_0=0.05, P_1=0.16$ ，产品标准差  $\sigma=1$ ，试求抽样方案。

解：已知  $L=58, U=67, P_0=5\%, P_1=16\%, \sigma=1$

$$c = (L - U) / 2\sigma = (58 - 67) / 2 \times 1 = -4.5$$

$$\left| \frac{\phi^{-1}(P_0) - c}{\phi^{-1}(P_1) - \phi^{-1}(P_0)} \right| = \frac{\phi^{-1}(0.05) - (-4.5)}{\phi^{-1}(0.16) - \phi^{-1}(0.05)}$$

$$= \left| \frac{1.645 + 4.5}{1.914 - 1.645} \right| = 17.6$$

$\because P_0=0.05>0.01$   $c=-4.5<-3.1$  而且  $17.6>0.45$

说明符合双侧规格限两个条件, 可采用GB 8053 中图表检索抽样方案。

由已知条件, 从标准中查得 $P_0=0.05$  的横向行与 $P_1=0.16$  竖向列相交位置的数为:  $n=20$   $K_p=1.28$

这样可求得合格判定值为:

$$X_{UP}=U-K_{p\sigma}=67-1.28\times 1=65.72$$

$$X_{LP}=L+K_{p\sigma}=58+1.28\times 1=59.28$$

求得抽样方案为  $\begin{bmatrix} 65.72 \\ 20, \\ 59.28 \end{bmatrix}$

就可从批中抽取 20 个单位产品, 检验后可得X, 如:

$59.28 < X \leq 65.72$  时判为合格接收,

$59.28 > X > 65.72$  时判为不合格拒收。

#### 5. GB8054 《平均值的计量标准型一次抽样检查程序及图表》及应用

GB8054 规定了以批平均值为质量指标的计量标准型一次抽样检查程序与实施方法。它适用于产品质量特征值以计量数据表示, 且服从正态分布的  $\alpha=0.05$ ,  $\beta=0.10$  时的批检查, 有些特征值不是正态分布, 但如进行变量变换后能使其转变为正态分布, 也可采用 GB8054, 现简叙一下这种抽样检查方法。

##### (1) 选择抽样检查类型

产品质量稳定, 并有近期质量管理或抽样检查历史数据能预先确定批标准差时, 选用  $\sigma$  法, 否则, 应选用 S 法。

产品质量是否稳定, 由该产品近期质量管理或抽样检查的历史数据的批内方差是否稳定而定。对最近 10~20 组数据, 分别计

算出各组的无偏方差  $S^2$ , 并计算出批的无偏方差均值  $S^2$ 。当批内各组样本大小相等时, 根据  $n$  从 F 分布表中求  $F_{\infty}^{n-1}$  值, 再

计算  $S^2 \cdot F_{\infty}^{n-1}$  值, 以此值对照批内各组的  $S^2$  值, 没有发现超过者, 则可认为产品质量稳定。

如某建筑材料的吸水率有 16 组数据, 每组的样本大小为 14 个产品单位, 每组的  $S^2$  为:

0.003 68	0.006 50	0.004 42	0.002 13
0.001 87	0.002 88	0.008 93	0.006 05
0.002 12	0.007 23	0.006 75	0.003 35
0.008 55	0.001 78	0.006 33	0.004 37

检验其质量是否稳定?

解:  $S = \Sigma S^2 / 16 = 0.004 91$

查表  $F_{\infty}^{n-1}$  (0.01), 即  $F_{\infty}^{13}$  (0.01) 表内缺, 查到  $F_{\infty}^{12}=2.18$   $F_{\infty}^{15}=2.04$

$\because$  F 值与  $(n-1)$ , 值的例数成正比例

$\therefore$  以内插法求

$$F_{\infty}^{13} = F_{\infty}^{12} - (F_{\infty}^{12} - F_{\infty}^{15}) \times \frac{\frac{1}{12} - \frac{1}{13}}{\frac{1}{12} - \frac{1}{15}}$$

$$= 2.18 - (2.18 - 2.04) \times \frac{\frac{1}{12} - \frac{1}{13}}{\frac{1}{12} - \frac{1}{15}}$$

$$= 2.126$$

$$F_{\infty}^{13} \times \overline{S^2} = 2.126 \times 0.004 91 = 0.010 44$$

对照 16 组  $S^2$  值, 均未超过 0.010 44, 故可认为该产品质量稳定。

##### (2) 确定抽样检查方式



GB8054 也规定了上规格限，下规格限及双侧规格限三种抽样检查方式。产需双方可根据产品标准对质量要求不同的规格限而选用。

但采用双侧规格限时，必须满足下列两个条件，才能使用 GB8054 中表。

$$\textcircled{1} \mu_{IU} - \mu_{OU} = \mu_{OL} - \mu_{IL}$$

$$\textcircled{2} (\mu_{OU} - \mu_{OL}) / (\mu_{OL} - \mu_{IL}) > 0.89 (\sigma \text{法})$$

$$(\mu_{OU} - \mu_{OL}) / (\mu_{OL} - \mu_{IL}) > 0.33 (S \text{法})$$

式中： $\mu_{IU}$ ——极限质量的上规格限；

$\mu_{OU}$ ——合格质量的上规格限；

$\mu_{IL}$ ——极限质量的下规格限；

$\mu_{OL}$ ——合格质量的下规格限。

### (3) 规定合格质量水平和极限质量水平

合格质量水平和极限质量水平应根据产品标准中对质量的要求确定，一般产品标准只规定其中之一的质量水平，而另一质量水平由产需双方协商确定。

同样，产需双方认为需要时可规定与标准不一致的质量水平确定于订货合同中。

### (4) 检索抽样方案

$\sigma$  法的抽样方案检索步骤如表。

工作步骤	工 作 内 容	检 查 方 法		
		上规格限	下规格限	双侧规格限
1	规定质量要求	$\mu_{OU} \mu_{IU}$	$\mu_{OL} \mu_{IL}$	$\mu_{OU} \mu_{IU} \mu_{OL} \mu_{IL}$
2	确定 $\sigma$	由生产企业近期的 10--20 组 X-S(或 R)控制图数据,或近期 10--20 批的抽样检查数据,按 GB 8054 附录 C 的方法进行估计		
3	计量质量统计表	$(\mu_{IU} - \mu_{OU}) / \sigma$	$(\mu_{OL} - \mu_{IL}) / \sigma$	$(\mu_{IU} - \mu_{OU}) / \sigma$ 或 $(\mu_{OL} - \mu_{IL}) / \sigma$
4	检索 $n, K_\mu$	由质量统计量在 GB 8054 表 1 中检索查出 $n, K_\mu$		
5	计算合格判定值	$X_U \mu = \mu_{OU} + K_\mu \sigma$	$X_L \mu = \mu_{OL} - K_\mu \sigma$	$X_U \mu = \mu_{OU} + K_\mu \sigma$ $X_L \mu = \mu_{OL} - K_\mu \sigma$

S 法的抽样方案检索步骤如表。

工 作 步 骤	工 作 内 容	检 查 方 法		
		上规格限	下规格限	双侧规格限
1	规定质量要求	$\mu_{OU} \mu_{IU}$	$\mu_{OL} \mu_{IL}$	$\mu_{OU} \mu_{IU} \mu_{OL} \mu_{IL}$
2	估计 $\sigma$	由产需双方根据以往经验商定出双方可接受的“ $\sigma$ ”值或商定出合适的抽样本大小 $n_1$ , 从检查批中抽取样本, 将样本标准差 S 作为批标准差估计值 $\sigma$		
3	计量质量统计表	$(\mu_{IU} - \mu_{OU}) / \sigma$	$(\mu_{OL} - \mu_{IL}) / \sigma$	$(\mu_{IU} - \mu_{OU}) / \sigma$ 或 $(\mu_{OL} - \mu_{IL}) / \sigma$
4	检索 $n, t_\mu$	由质量统计量在 GB 8054 表 2 中检索查出 $n, t_\mu$ (接收系数)		

### (5) 批的构成与样本的抽取

批的构成与样本的抽取均同 GB8053。

在 S 法中采取预抽  $n_1$  样本估计  $\sigma$  时，则按下列不同情况予以处理：

当  $n > n_1$  时，再从批中随机抽取其差额数补全；

当  $n = n_1$  时，不需再抽样本；

当  $n < n_1$  时，则从大小为  $n$  的预抽样本中随机抽取  $n$  个样品。

### (6) 样本的检验、计算与批质量的判定、处理

样本的检验与计算均同 GB8053 规定。批质量的判定详见下表。

抽样方式		$\sigma$ 法		S 法	
给定条件	判定规定	合格	不合格	合格	不合格
给定上规格限		$X \leq X_{\mu U}$	$X > X_{\mu U}$	$X + t_U S \leq \mu_{OU}$	$X + t_U S > \mu_{OU}$

给定上规格限	$X \geq X_{LU}$	$X < X_{LU}$	$X - t_U S > \mu_{OL}$	$X - t_U S < \mu_{OL}$
双侧规格限	$X_{LU} \leq X$ $\leq X_{\mu U}$	$X_{LU} > X$ $X > X_{\mu U}$	$X + t_U S \leq \mu_{OU}$ 且 $X - t_U S > \mu_{OL}$	$X + t_U S < \mu_{OU}$ 或 $X - t_U S < \mu_{OL}$

凡判为合格的批接收；判为不合格的批，不得未经任何处理地再次提交检查。

#### (7) 应用实例

例 1：要求固体苛性钠中的氧化铁 $Fe_2O_3$ 含量要低批平均值在 0.004%以下为合格质量，0.005%以上为不合格质量。已知标准差为 0.000 6%市确定抽样方案？

解：已知 $\mu_{OU}=0.004\%$   $\mu_{LU}=0.005\%$   $\sigma=0.000\ 6\%$

计算  $(\mu_{LU}-\mu_{OU})/\sigma=[(0.005-0.004)\times 10^{-2}/(0.000\ 6\times 10^{-2})]=1.667$

从GB 8054 中找出 1.667 所在位置 (1.463--1.689) 而得到 $n=4$   $k_U=0.822$

上规格线的合格判定值

$X_{OU}=\mu_{OU}+K_{\mu}\sigma=0.004\times 10^{-2}+0.822\times 0.000\ 6\times 10^{-2}=0.004\ 5\%$

因此抽样方案为[4, 0.004 5%]，从产品批中抽取 4 各单位产品，检查后得X

如： $X\leq 0.004\ 5\%$ ，判为合格，

$X>0.004\ 5\%$ ，判为不合格。

例 2：规定某种原材料的化学成分 $SO_3$ 低于 1.5%者为合格质量水平，超过 2.5%者不合格，由于不知其标准差，产需双方商定 $\sigma=0.85\%$ ，试用S法求抽样方案？

解： $\mu_{OU}=1.5\%$   $\mu_{LU}=2.5\%$   $\sigma=0.85\%$

则： $(\mu_{LU}-\mu_{OU})/\sigma=[(2.5-1.5)\times 10^{-2}/(0.85\times 10^{-2})]=1.176$

从GB 8054 中找出 1.176 所在位置 (1.135--1.230) 而查得 $n=8$   $t_U=0.67$ ，按 (8, 0.67) 方案，从批中抽取 8 各单位产品化验，可算出X及标准差S后，

如： $X+0.67S\leq 1.5\%$ 时，批为合格。

$X+0.67S>1.5\%$ 时，批为不合格。

此外，统计抽样方法也还应用在产品质量认证工作以及市场商品质量监督检验、厂际质量保证体系的考核及可靠性试验中。

随着社会科学技术的进步，质量管理中统计抽样方法的应用必将越来越广泛，成为统计学运用于社会实践的一个十分重要成果。