



中华人民共和国国家军用标准

FL 5900

GJB 2823—97

电子元器件 产品出厂平均质量水平评定方法

Electronic parts
Assessments of outgoing average quality level of products

1997—05—23 发布

1997—12—01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

中华人民共和国国家军用标准

电子元器件 产品出厂平均质量水平评定方法

Electronic parts
Assessments of outgoing average quality level of products

GJB 2823—97

1 范围

1.1 主题内容

本标准对准备装运的电子元器件规定了以百万分不合格品率来评定产品出厂平均质量水平方法(PPM法)。

1.2 适用范围

本标准适用于生产稳定而且连续批量生产的电子元器件,用于评估产品的平均质量水平而不适用于逐批验收方案。

1.3 应用指南

产品规范引用本标准,在规定 PPM 质量特性水平时,应规定数据累积周期(见第 8 章),计算 PPM 值的方法(见第 6 章)和数据排除与否的选择方案(见第 9 章)。

由于评定百万分率的出厂平均质量水平需要累积多批产品以产生足够的检验数据来表征电子元器件的质量特性,因此,参与累积数据的产品生产,应处于统计控制的稳定制造状态。

2 引用文件

本章无条文。

3 定义

本标准中一些术语定义如下:

3.1 准备装运的产品 shipment-ready product

已经过了全部制造装配并通过了检查、试验和最终验收过程而准备装运交付给用户使用的产品。

3.2 验收程序 acceptance procedure

确定产品或产品批是否符合规定要求的检验或试验程序,采用这种程序所产生的结果是接收或拒收产品(或产品批)。

3.3 审核 audit

预定可以用来收集评定产品质量信息的检验程序。审核的结果将导致对产品的生产过程

国防科学技术工业委员会 1997—05—23 发布

1997—12—01 实施

采取改进措施。

4 产品质 特性数据的来源

评定不合格品率时,可以采用下列任一方法累积数据:

a. 从准备装运的各产品批中随机抽取供审核用的样本进行检验,PPM 质量特性的评定是以对样本进行这种检验审核的结果为依据。

b. 利用各批产品的最终验收检验的数据。当选择本方法来累积数据时,只有全部满足 9.2 条的各项规定,才能从 PPM 质量特性的计算中排除不合格批的有关数据。不合格批的产品均应进行百分之百的重新处理并剔除所有不合格品,或者不考虑装运并予以报废。

5 PPM 质量特性的分类

按本标准进行质量评定的产品,其不合格品应按下列一种或多种进行分类(任何不合格品在下列五类的任何一类中只能计算一次)。

5.1 PPM-1 仅功能方面的不合格品

这样的不合格品是不能工作的。

5.2 PPM-2 电气性能方面的不合格品

不符合规定的电气参数要求的产品(包括 PPM-1 中电气不合格品)。

5.3 PPM-3 外观和机械方面的不合格品

不符合规定的外观和机械参数要求的产品(包括 PPM-1 中外观或机械不合格品)。

5.4 PPM-4 密封方面的不合格品

不符合规定密封要求的产品(包括 PPM-1 中密封不合格品)。

5.5 PPM-5 所有不合格品

不符合产品规范任何规定要求的各种不合格品,PPM-5 包括 PPM-2, PPM-3, PPM-4 及不符合规范中其它技术要求的不合格品(PPM-5 类不合格品数的计算方法见 6.4 条)。

6 PPM 值的评定

PPM 质量水平的评定,可利用 6.2 条或 6.3 条规定的任一方法进行,当给出一个 PPM 值时,承制方应说明所采用的计算方法。

注:两种计算方法的比较见附录 B(参考件)。

6.1 前提条件

按本标准进行质量水平评定的产品,应符合下列全部条件。

6.1.1 累积数据时的计数抽样检验,是对已完成全部制造过程的产品进行的。

6.1.2 产品的制造过程保持统计控制状态。

6.1.3 若不符合 9.2 条规定的条件,未能通过验收检验的产品批应进行百分之百的重新处理,并剔除所有不合格品或用合格品来替换。

6.1.4 所有重新处理的产品批(第二次或多次提交的批)应与未抽样的批分开。第二次或多

次提交的批中获得的数据,不能用来计算 PPM 值。

6.1.5 对于每个评定的 PPM 值,承制方应说明实际上测量和使用哪些参数来计算。

6.1.6 与产品无关的不合格(如行政管理的差错)不应用来计算 PPM 值。

6.1.7 在确定一个样本中的不合格品数时,即使已经达到或超过抽样方案的拒收数,或达到或超过本标准表 1 中相应的界限值,也必须对整个样本进行检验。这样就可形成 9.2 条所需的数据。

6.1.8 免去试验要求或使用隔批抽样而没有进行检验的产品,对其所作出推测的产品质量数据不能用于 PPM 值的评定。

6.1.9 不同场所或不同生产线上生产的产品,不可以组合其数据而形成合成的 PPM 值。

6.2 方法 A

用本方法对不合格水平的评估,其计算公式如下:

$$PPM - \# = \frac{0.7 + \sum_{i=1}^m D_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \times 10^6 \dots\dots\dots (1)$$

式中: m —— 受试的产品批数;

n_i —— 第 i 批产品中受试的产品数;

D_i —— 第 i 批的 n_i 个产品中所检出的不合格品数;

$\#$ —— 指定的 PPM 质量特性类别,见第 5 章。

注:本方法计算公式的说明见附录 A(参考件)。

6.2.1 抽样要求

6.2.1.1 D_i 和 n_i 都是在一个产品批装运给用户之前进行最终审核时或一个产品批在最终验收时所确定的。抽样程序的唯一要求是随机抽取样本。

6.2.1.2 除 9.2 条规定的批之外,1 至 m 批必须包括从第 1 批到第 m 批的所有被抽取样本的批。

6.2.2 为了在一个类别内(第 5 章规定的不合格品类别)组合各小类的数据,对于本方法(方法 A)应采用下列等式:

$$PPM - \# = \frac{0.7 + D_i}{n_i} \times 10^6 \dots\dots\dots (2)$$

式中: D_i —— 各小类不合格产品的总数;

n_i —— 受试的产品总数。

在计算 D_i 时,一个产品有多个小类不合格,应只计算一次,见 6.4.1 条。

6.3 方法 B

6.3.1 本方法采用下列符号:

D —— 检出的不合格产品的总数;

n —— 受试产品的总数;

p —— 平均不合格产品的比例,即 D/n ;

p' —— 出厂平均不合格品率;

LR——拒收批总数；
 L——所有抽样批的总数；
 LAR——批接收比率，即 $1 - (LR/L)$ ；
 N——在总体中产品的总数。

6.3.2 程序

6.3.2.1 利用第一次提交最终验收检验的结果，汇总所检出的不合格产品的总数(D)，汇总受试的产品的总数(n)，汇总所有抽样批的总数(L)，以及汇总拒收批的总数(LR)。

6.3.2.1.1 应按照第5章规定的不合格品类别，分别整理有关数据。

6.3.2.2 利用 6.3.2.1 条统计的数据，按下列公式计算 PPM-# 值。

$$PPM - \# = P' \times 10^6 \dots\dots\dots (3)$$

式中： $P' = P \times LAR$ ——出厂平均不合格品率。

6.3.2.3 为了在电气、机械或密封类别中组合多批数据，应采用下列公式：

$$PPM - \# = \frac{\sum_{i=1}^L P'_i \times N_i}{\sum_{i=1}^L N_i} \times 10^6 \dots\dots\dots (4)$$

式中： P'_i ——第 i 批中的 P' ；

N_i ——第 i 批产品的总数。

6.4 PPM-5 的计算

由于 PPM-2, PPM-3 和 PPM-4 均是单独的不合格品类别，如果对于不同的类别采用各自独立的样本，那么计算 PPM-5 时就必须将各种 PPM-2, PPM-3 和 PPM-4 的值相加。如果采用同一的样本来确定 PPM-2, PPM-3 和 PPM-4，则任何一个产品中出现多种不合格类别时，可利用 6.4.1 条或 6.4.2 条规定的方法来计算。

6.4.1 对于方法 A，PPM-5 的计算公式为：

$$PPM - 5 = \frac{0.7 + D_t}{n_t} \times 10^6 \dots\dots\dots (5)$$

式中： D_t ——PPM-2, PPM-3 和 PPM-4 三类不合格产品的总数。有多种类别不合格的任何产品，在计算 D_t 时应只计算一次；

n_t ——受试产品的总数。

示例：

受试产品总数 = 100 000

不合格品细分为：

PPM-2 类有 5 个产品

PPM-3 类有 3 个产品

PPM-4 类有 3 个产品

假定，PPM-4 类有 2 个不合格品包含在 PPM-3 类的 3 个不合格品之中，但不包含在 PPM-2 类的不合格品中；而 PPM-2 类有 1 个不合格品也包含在 PPM-3 类中，但不包含在 PPM-4 类中。结果，不合格品总个数为 $(5 + 2 + 1) = 8$ 。因此：

$$PPM - 5 = \frac{0.7 + 8}{100000} \times 10^6 + 87(PPM)$$

6.4.2 对于方法 B, PPM-5 的计算公式为:

$$PPM - 5 = \frac{D_i \times LAR}{n_i} \times 10^6 \dots\dots\dots (6)$$

式中: D_i ——PPM-2, PPM-3 和 PPM-4 三类不合格产品的总数(见 6.3 条)。当计算 D_i 时, 有多种类别不合格的任何产品, 应只计算一次;

n_i ——受试的产品总数。

示例:

受试产品总数 = 100 000

不合格品细分为:

PPM-2 类有 5 个产品

PPM-3 类有 3 个产品

PPM-4 类有 3 个产品

这些不合格品是包含在来自 10 批每批抽取 10000 个产品的 10 个样本之中, 并且 10 批中有三批被拒收, 因此, LAR 为:

$$LAR = (1 - 3/10) = 0.7$$

假定, PPM-4 类有 2 个不合格品包含在 PPM-3 类的 3 个不合格品之中, 但不包含在 PPM-2 类的不合格品中; 而 PPM-2 类亦有 1 个不合格品是 PPM-3 类的 1 个不合格品, 但不是 PPM-4 类的不合格品。结果, 不合格品总数为 $(5 + 2 + 1) = 8$ 。所以,

$$PPM - 5 = \frac{8 \times 0.7}{100000} \times 10^6 = 56(PPM)$$

7 评定结果

应按 PPM 质量特性类别分别来评定结果, 如 PPM-1, PPM-2, PPM-3, PPM-4 和 PPM-5。类别术语“PPM”在没有后缀类别标志时不得使用。当结果是某一不合格类别中各小类的组合时, 对于方法 A, 见 6.2.2 条; 对于方法 B, 见 6.3.2.3 条。此外, 对于每种 PPM 类别, 必须说明下列事项:

- a. PPM 值的评估方法(见 6.2 条或 6.3 条);
- b. 数据排除与否的选择方案(见 9.1 条或 9.2 条);
- c. 累积数据的周期(见第 8 章);
- d. 受试的产品总数;
- e. 所发现的不合格品总数。

8 累积数据的周期

为评定 PPM 值而累积数据的周期应由承制方确定, 但不应超过两年。当表述一个计算的 PPM 值时, 承制方必须说明累积数据的时间周期。

9 数据排除与否方案

数据可以排除,亦可以不排除,视承制方的选择而定。其选择方案如下:

9.1 方案 1

不允许数据的排除、修正或调整。在初次提交最终验收检验期间所确认的所有不合格,均应用来计算 PPM 值。

9.2 方案 2

在已经按照 6.2 条或 6.3 条的规定,用 PPM 值对不合格水平作出一次评估后,此后当满足下列所有条件时,可以排除审核抽样或批最终验收抽样检验所获得的数据。

- a. 所测量的样本中的不合格品数超过表 1 相应的界限值(见附录 A(参考件));
- b. 已辨别出事故原因,并已采取了相应纠正措施;
- c. 已拒收了由审核样本所代表的产品(批);
- d. 前 10 批检出的不合格品数,均在表 1 界限值之内;
- e. 保存所有数据排除的记录。此记录应至少包含下列内容:
 - (1) 排除批的样本结果(样本大小,所发现的不合格品数及批量大小);
 - (2) 所确定的事故原因;
 - (3) 所采取的纠正措施。

表 1 界限值

PPM 值与样本大小的乘积	界 附 值
0~215 000	1
215 001~567 000	2
567 001~1 015 000	3
1 015 001~1 527 000	4
1 527 001~2 090 000	5

附录 A

方法 A 的计算式及表 1 界限值的说明

(参考件)

A1 关于方法 A 的计算式

方法 A 的(1)式是一个近似计算式,其推导如下:

从一无限大的总体中随机抽取 n 个产品组成的样本发现 D 个不合格品时,对于总体中不合格产品比例的百分之五十上侧置信限由下式给出:

$$P = \frac{1}{1 + [(n - D)/(D + 1)] \times F_{0.5}(2n - 2D, 2D + 2)} \cdots \cdots (A1)$$

式中: $F_{0.5}(2n - 2D, 2D + 2)$ 表示分子自由度为 $(2n - 2D)$, 分母自由度为 $(2D + 2)$ 的 F 分布的第 50 个百分位。

例如:

设: $n = 500$;

$D = 2$;

$F_{0.5}(996, 6) \approx 1.12$

$$P = \frac{1}{1 + (498/3) \times 1.12} = 0.00535$$

当 $n > 250$, $D < 0.1n$ 时,式(A1)与方法 A 式(1)的计算结果近似,上例用(1)式计算时,其值为:

$$P = \frac{0.7 + 2}{500} = 0.0054$$

A2 关于表 1 的界限值

A2.1 由于在测量样本中的不合格品数超过表 1 相应界限值时,是排除其数据的条件之一(见 9.2.1 条),其理由如下:

如果按 6.2 条或 6.3 条计算的不合格水平的评估值是正确的话,那么在某个样本中的不合格品数超过界限值的概率等于 0.02 或更小,因此,可以断定不合格品数超过表 1 界限值的样本所代表总体与基本总体有着显著不同,所以这个不同样本的总体数据不能汇集在基本总体的数据中。

例如:

按 6.2 条或 6.3 条所计算的 PPM-# 等于 100,即不合格水平的比例为 $P = 0.0001$ 。对于一个样本大小(n)为 20900(即 $P \times n = 2.09$)时:

$$\begin{aligned} \text{PPM} - \# \times n &= 100 \times 20900 \\ &= 2090000 \text{ (见表 1)} \end{aligned}$$

利用泊松分布表,当 $\lambda = P \times n = 2.09$ 时,6 个或 6 个以上不合格品的概率等于 1 减去发现 0 个至 5 个不合格品的概率,即:

$$\begin{aligned}
 P(X \geq 6) &= 1 - [P(0) + P(1) + P(2) + P(3) + P(4) + P(5)] \\
 &= 1 - [0.1237 + 0.2585 + 0.2701 + 0.1882 + 0.0983 + 0.0411] \\
 &= 1 - 0.9799 \\
 &= 0.02
 \end{aligned}$$

如果样本大小(n)减少到 15271(即 $P \times n = 1.5271$)(见表 1), 6 个或 6 个以上不合格品的概率则变为:

$$\begin{aligned}
 P(X \geq 6) &= 1 - [0.217 + 0.332 + 0.253 + 0.129 + 0.049 + 0.015] \\
 &= 1 - 0.995 \\
 &= 0.005
 \end{aligned}$$

由此可见, 当 PPM-# 乘以样本大小(见表 1)的值最大时, 往往含有较高的概率, 并且绝不超过 0.02。

A2.2 样本数据排除与否的示例:

例 1: 样本数据不能排除的情况

假定现在已经收集了足够的数据, 使得能够利用 6.2 条或 6.3.2.2 条的公式计算平均不合格水平, 且此值等于 1000PPM。假定某一批中所用的验收抽样方案要求样本大小 n 的数量为 250 个, 在检验完 250 个样品后, 发现有 2 个样品不合格。以样品数量 n 与所计算的 PPM-# 值的乘积(对于本例, 此值为 250000), 查对表 1。根据表 1, 对于 PPM-# 与 n 的乘积为 250000 时的界限值为 2。因为不合格的产品数未超过界限值, 因此该试验数据不能排除。同时, 若采用方法 A, 就必须把上述数据汇总到 6.2 条的等式中去(分子加 2, 分母加 250); 若采用方法 B, 则应把上述数据汇总到 6.3.2.1 条的数据之中。此时应采用新的 PPM-# 值来计算新的 PPM-# 与 n 的乘积, 以便供下一个受检批使用。

例 2: 样本数据可以排除的情况

再次假定, 已收集了足够的数据, 使得可以利用 6.2 条(方法 A)或 6.3.2.2 条(方法 B)公式计算平均不合格水平, 且此值也等于 1000PPM。假定抽样方案要求样本大小(n)为 150 个, 且在该样本中发现 2 个不合格品。再以 PPM-# 与 n 乘积(此值等于 150000), 查对表 1, 对于此值, 表 1 所示的界限值为 1。因为发现 2 个不合格品, 这就超出了界限值, 所以这样数据可以排除, 并在下一次计算 PPM 时可以不使用上述数据。

附 录 B
计算方法及选择方案的对比
 (参考件)
 表 B1

方 法/ 选择方案	审核时间	特 点	优 点	缺 点
方法 A	产品批 最终验 收检验 之后	1. 计算中不包括批的接收率。 2. 准备装运产品的评定。 3. 不能采取诸如返工之类的后续措施改进装运产品质量水平。 4. 在 50% 置信度情况下进行 PPM 值评定。	1. 能准确评定出厂质量水平。 2. 不依赖接收/拒收准则。 3. 允许长时间累积样本大小, 这样可改善总的准确性。	1. 需要附加的试验/审核工作。 2. 试验/检验费用高。
方法 B		1. 在公式中使用的批接收率预定为 100%。	1. 与方法 A 相同。	1. 与方法 A 相同。 2. 缺乏置信水平。
方法 A	产品批 最终验 收检验 时	1. 仅用第一次提交检验的数据。 2. 评定的 PPM 水平是所审定的过程平均的衡量。 3. 由于公式中不包含批接收率, 所以拒收的返工和筛选可以改进平均出厂质量。	1. 允许使用批最终验收数据。 2. 对承制方的 PPM 水平有较好的直观性。 3. 所评定的 PPM 水平是最坏情况。 4. 费用低	1. 评定的出厂质量比批最终验收后评定的质量准确度较差。
方法 B		1. 在公式中包含批接收率 2. 预定拒收批进行 100% 返工和分类, 并用合格品代替不合格品。 3. 对平均出厂质量水平提供评定。	1. 在不增加额外的审核工作情况下, 允许使用批最终试验数据。 费用低 3. 能准确评定出厂质量水平。	1. 返工批可能不是 100% 的合格品。
方案 1	—	1. 异常批的数据不能排除	1. 包含所有批的全部数据。	1. 异常批可能影响所评定的质量水平。

续表 B1

方 法/ 选择方案	审核时间	特 点	优 点	缺 点
方案 2	—	1. 在非常严格的条件下, 可以排除异常批的数据。	1. 异常批不会影响所评定的质量水平。	1. 失去了整体异常情况的直观性。

注: 当批的接收率高时, 方法 A 和方法 B 计算的结果是相当的。

附加说明:

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由中国电子技术标准化研究所归口。

本标准由中国电子技术标准化研究所起草。

本标准主要起草人: 谢绍明、杜洪富。

计划项目代号: 5DZ14。