



中华人民共和国国家标准

GB 6990—86

IEC 409—1981

电子设备用元器件(或部件)规范中 可靠性条款的编写指南

Guide for the inclusion of reliability clauses
into specifications for components (or parts)
for electronic equipment

1986-11-19 发布

1987-10-01 实施

国 家 标 准 局 批 准

目 录

1	目的	(1)
2	范围	(1)
3	引言	(1)
3.1	方法 A——可靠性验证试验	(1)
3.2	方法 B——可靠性测定试验	(1)
4	定义	(1)
4.1	可靠性验证试验	(1)
4.2	可靠性测定试验	(1)
4.3	鉴定批准	(2)
4.4	鉴定批准的维持	(2)
4.5	可靠性鉴定的扩展(升级试验)	(2)
5	规范中应包含的内容	(2)
5.1	基本的管理概念	(2)
5.2	目标的陈述	(2)
5.3	试验方法	(2)
5.4	失效判据	(3)
5.5	试验周期	(3)
5.6	失效时间的分布	(3)
5.7	数据的累积	(3)
5.8	数据的剔除	(3)
5.9	试验结果的表示	(3)
5.10	鉴定批准程序	(4)
5.11	确定抽样数量	(4)
5.12	鉴定批准的维持或取消	(6)
6	估计的失效率	(6)
6.1	优先采用的失效率水平	(7)
6.2	置信水平	(7)
6.3	失效率、置信水平、接收数和抽样数之间的关系	(7)
7	可靠性试验方法	(7)
7.1	根据失效的时间分布而定的方法	(7)
7.2	固定失效数试验	(8)
7.3	加严失效判别界限的试验	(8)
7.4	计量型试验	(8)
8	制订可靠性规范时所要考虑的因素	(8)

电子设备用元器件(或部件)规范中 可靠性条款的编写指南

**Guide for the inclusion of reliability clauses
into specifications for components (or parts)
for electronic equipment**

UDC 621.3-192
: 001.5(083
.1)
GB 6990—86
IEC 409—1981

本标准等同采用国际标准 IEC 409—1981《电子设备用元器件(或部件)规范中可靠性条款的编写指南》。

1 目的

本标准的目的是使规范的制订者和各技术委员会在编写电子设备用元器件规范定量可靠性条款的过程中,面临必须考虑的各种因素时,能从中得到指引。

2 范围

本标准主要适用于元器件的失效率假定为常数的情况。在元器件规范中,对于各种不同类型的可靠性条款,本指南通常适用于成品,且与根据试验所估计的失效率有关。

3 引言

本标准有两种基本方法,可以根据规范的不同目的来进行选用。

这两种方法对本质上是连续生产的元器件的试验或某一个孤立检验批的试验都是适用的。

3.1 方法 A——可靠性验证试验

当主要目的是为了确定元器件产品是否已经符合某规定的失效率时,应采用方法 A。供货方的义务是,在所要求的置信水平下,验证产品已经符合所要求的失效率水平。由于供货方同意提出失效率不比规定水平更差的元器件产品,所以试验工作量是按被鉴定的元器件的合格失效率来确定的。

3.2 方法 B——可靠性测定试验

当主要目的是为了估价产品的可靠性时,应采用方法 B。供货方的义务是按照规定进行试验,并就试验结果提出报告。所确定的失效率可以与同类试验相比较。所报告的失效率与试验的总工作量有关。

一个规范可以同时包含可靠性验证试验和可靠性测定试验。

当两者都包括在内时,应清楚地区别哪一个试验是可靠性验证试验,哪一个试验是可靠性测定试验。

注:失效率可以用小时、距离、周期、其他适当的量或单位来表示。

4 定义 (GB 3187—82《可靠性基本名词术语及定义》中的那些术语是适用的)

4.1 可靠性验证试验

为确定产品的可靠性特征量是否达到所要求的水平而进行的试验。

4.2 可靠性测定试验

为确定产品的可靠性特征量的数值而进行的试验。

注：在可靠性测定中，还要分析可使用的数据。

4.3 鉴定批准

用以证明制造厂有能力生产符合规范要求的元器件的过程。

4.4 鉴定批准的维持

为证明制造厂生产的元器件继续符合规范要求而采用的程序。

4.5 可靠性鉴定的扩展（升级试验）

为证明制造厂生产的元器件的失效率水平是否比鉴定的失效率水平更好而采用的程序。

5 规范中应包含的内容

5.1 基本的管理概念

5.1.1 孤立批管理

元器件可靠性的所有必要的有关数据，都是从每个孤立批产品上得出的。每批元器件的特性都是用该批所得的数据来表征的。

这一概念在技术上是可取的。在满足下列条件之一时应采取这一概念：

- a. 对所估计的失效率来说，这样做是经济可行的；
- b. 不符合连续生产的条件。

5.1.1.1 方法 A（可靠性验证试验）

从一批产品中产生足够的数据，以确定在规定的失效率水平上能否接收该批产品。

5.1.1.2 方法 B（可靠性测定试验）

没有失效率水平的要求。在这种情况下，规定该批产品的可靠性试验及其报告试验结果的方法。

5.1.2 连续批管理

有关元器件可靠性的数据是通过连续多批产品来累积的。这一概念可能用于本质上是连续生产的元器件产品。而且为了保证可靠性的稳定性，要求过程处在控制之下。这里，“过程”一词的意思是指设计、制造、试验和质量管理等全部活动。

注：对于一个给定的估计失效率值（无论是测定的失效率值或者是所要求的失效率值）来说，连续批管理的费用总是低于孤立批管理的费用。

5.2 目标的陈述

5.2.1 对于方法 A（可靠性验证试验），规范应直接陈述所要提出的失效率及其与等级有关的置信水平。

5.2.2 对于方法 B（可靠性测定试验），规范应直接陈述所要提供的的数据量及收集这些数据的时间周期。

5.3 试验方法

规范应对用于估计元器件可靠性的试验（通常为耐久性试验）进行规定。同时，还要说明试验的严格程度和持续时间，以及元器件是在额定条件下还是在其他条件下进行试验的。

5.3.1 一般情况下，对试验所规定的应力水平应当是元器件的最大额定应力。

5.3.2 如果加速系数是已知的，为了减少试验时间；或者在失效率是常数时，为了降低抽样数量和（或）缩短试验时间，试验的应力水平可以比最大额定值高。

5.3.2.1 加速系数已被定量证明

在规范的说明性条款和接收要求中可以规定所要进行的试验，以控制这个数值（加速系数）的稳定性。如果没有规定，那么对于已稳定生产的型号，可以根据试验结果给出一个加速系数的约定值。

这种试验可以要求每隔一定时间（例如每三年一次），或每隔一定数量（例如在生产出规定数量的产品之后）进行一次。规范应说明试验的样品是如何从每个生产批中抽取的。

5.3.2.2 加速系数的数值未知

规范可以只在说明性条款中规定为了得出适用于某种特定元器件的加速系数数值而应遵循的规则（尤其是在以比较结果为目的的统计试验中）和应进行的试验，这些试验可以在交货开始前完成，或者也可在用非加速试验来验收的交货阶段完成。

5.4 失效判据

规范应规定用以判断在 5.3 条规定的试验中元器件是否失效的失效判据。

5.4.1 失效判据可以是元器件的完全失效，也可以是所选定的参数的一定程度的降低。

5.4.2 只有在元器件设计时所考虑的典型使用条件下具有重要意义的那些参数，才应规定为测定失效率所必须测量的参数。

5.4.3 适当情况下，对于特殊元器件的某一给定的参数可以规定二个或二个以上的失效判据。至少有一个失效判据应适用于元器件的完全失效。完全失效也应算作一次退化失效。估计失效率时取决于已发生的各种失效的总数。

5.4.4 在一定条件下，对于确定失效而规定有若干个参数的元器件，可以考虑规定一个以上的失效率。

5.4.5 如果没有其他不同的规定，在一个样品上出现多于一个失效判据的失效时，只能认为是一个失效，而且也只能算作一个不合格品。

5.5 试验周期

规范应规定完成 5.3 条所规定的试验的试验周期。这些规定应按逐批的和（或）每隔一定的时间或每生产一定数量的产品这样的原则来确定。

5.6 失效时间的分布

本标准的主要内容限于已知失效时间的分布是指数分布（即失效率为常数）这一事实的。或者是限于能够合理地假定其失效时间的分布是指数分布这样的情况。如果适用的话，规范应该说明产品的早期失效期和耗损失效期的开始时间。

5.7 数据的累积（仅适用于连续批）

规范应说明哪些数据应予累积，以及可以这些数据的时间周期和目的。

为了计算所要达到的估计失效率，第 5.3 条所规定的试验结果应该在规定的时间内进行累积（见第 6 章）。

试验所提到的信息还可用来表示元器件典型特性的变化。

用于表示上述内容的方法应尽可能从 GB 6991—86《电子元器件（或部件）可靠性数据的表示方法》所给出的方法中选择。

5.8 数据的剔除

试验一旦开始，来自连续生产过程的各批产品完成的所有试验结果都应进行累积。但是，也可能发现一批产品是有缺陷的，不能代表正常的生产情况。如果可以确定失效机理而且能向鉴定机构充分证明，在今后的生产中不会再发生这种情况，那么该批产品的数据可以从累积的数据中剔除。然而，数据摘要中应指出被这样剔除的各批的数量。

5.9 试验结果的表示

规范应叙述用于表示 5.3 条所规定的试验结果的术语。

5.9.1 方法 A（可靠性验证试验）

方法 A 的结果应采用一个规定水平的失效率来表示。这个规定水平的失效率由单侧置信区间的上限来确定。对于鉴定，采用 60% 或 90% 的置信水平。对于鉴定的维持，采用 10%，60% 或 90% 的置信水平。对于鉴定批准试验，应优先采用 60% 的置信水平，而对于鉴定维持试验则优先采用 10% 的置信水平。

5.9.2 方法 B (可靠性测定试验)

方法 B 的结果应清楚地指出受试样品的数量, 观察到的不合格品的数量和累积的试验时间。结果中还应包括根据累积的试验结果所计算出来的估计失效率。这个估计失效率是由置信水平为 60% 或 90% 的单侧置信区间的上限来确定的。但应优先采用 60% 的置信水平。

试验结果最好每隔六个月提供一次。此外, 可以提供一直累积到三年的试验结果。

5.10 鉴定批准程序

鉴定批准可以分成两个不同的部分:

- a. 批准规范中除可靠性以外的所有要求;
- b. 专门批准可靠性条款。

本指南只论及 b 项所指的内容。

注: 虽然为了澄清概念作了上述的划分, 然而应当指出, 这两种鉴定是可以被包含在同一个试验组中的。

规范应叙述在授予元器件鉴定批准地位之前所要采取的程序。

规范应说明用以进行 5.3 条规定试验的样品是从一个检验批中抽取的还是从若干个检验批中抽取的。在后一种情况下, 规范还应说明这些批是连续的还是按一定时间周期获得的。

当试验结果符合要求, 则对于一个确定的失效率 (上限) 的初始鉴定就被通过。

此后, 应按照与初始鉴定相同的规则进行向较低失效率水平扩展的鉴定 (即升级鉴定) 或者进行提高失效率 (当不能维持原来水平的鉴定时) 水平的鉴定。

5.11 确定抽样数量

规范应该说明进行 5.3 条所规定的试验的样品数量。或者, 可以引用抽样方案, 从中得到抽样数量。

5.11.1 根据所要求的失效率求得抽样数量 (对可靠性验证试验而言)

抽样数量通常应由用户和生产厂协议, 根据 GB 1772—79《电子元器件失效率试验方法》进行确定 (也可从以下表 1 和表 2 中选择)。

抽样方案是以指数分布为基础制定的, 所以, 只适用于在失效率为常数的时间周期内。

抽样数量根据下列因素确定:

- a. 所要求的失效率 (在规定的置信水平上取上限值);
- b. 允许的不合格品数 (即接收判据 c)。

这些表给出了所应累积的总元件小时数。受试元器件的数量按照所选择的试验的持续时间并根据这个总元件小时数来确定。这个试验的持续时间应优先采用 1000h 和 2000h 的数值。

5.11.1.1 鉴定试验 (即定级试验) 和鉴定的扩展 (即升级试验): 置信水平 60%。

表 1

要求的失效率		$H = (\text{累积元件小时数}) \times 10^6$					
1%/1000h	1/h	c=0	c=1	c=2	c=3	c=4	c=5
10	10^{-4}	0.00917	0.0203	0.0311	0.0418	0.0524	0.063
1	10^{-5}	0.0917	0.203	0.311	0.418	0.524	0.63
0.1	10^{-6}	0.917	2.03	3.11	4.18	5.24	6.3
0.01	10^{-7}	9.17	20.3	31.1	41.8	52.4	63
0.001	10^{-8}	91.7	203	311	418	524	630

除了给出所要鉴定的失效率以外, 还必须给出鉴定试验的时间周期。

5.11.1.2 维持鉴定试验：置信度水平 10%

表 2

要求的失效率		$H=(\text{累积元件小时数})\times 10^6$				
1%/1000h	1/h	$c=1$	$c=2$	$c=3$	$c=4$	$c=5$
10	10^{-4}	0.0053	0.011	0.0175	0.0244	0.0315
1	10^{-5}	0.053	0.11	0.175	0.244	0.315
0.1	10^{-6}	0.53	1.1	1.75	2.44	3.15
0.01	10^{-7}	5.3	11	17.5	24.4	31.5
0.001	10^{-8}	53	110	175	244	315

注：① 所规定的累积元件小时数可以从一个孤立批元器件的试验中得到，也可以从规范所规定的时间周期内生产的一系列批试验结果的累积数据中得到。

② 根据受试元器件的数量和维持鉴定的周期（参见第 5.12 条）来确定每次试验的抽样数量。』

5.11.1.3 鉴定的扩展（升级试验）

对于鉴定的扩展（升级试验），考虑到 5.3 条中规定的试验，对于恰当评价更低的失效率，规范应说明如何根据双方协议的失效率抽样方案导出的抽样数量，作出新的更严格的选择。对于评价更低的失效率之言，规范还应说明在累积的数据中，那些数据可以提供作为鉴定的依据。

5.11.2 固定的抽样数量或根据 GB 2828—81 的 AQL 表来确定抽样数量（对可靠性测定试验而言）

抽样数量可以是固定（每隔一定的时间间隔进行试验）的，或者也可以是根据生产的数量而变化的。在后一种情况下，应以 GB 2828—81《逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）》中规定的一个 AQL 和所选择的检查水平为基础来确定抽样数量。

根据：

- a. 在试验周期期间所累积的元件小时数；
- b. 观察到的不合格品数。

失效率的上限是：

$$\lambda_e = \frac{d+A}{H}$$

式中： H ——累积的元件小时数；

A ——按照观察的不合格品数和置信水平，在表 3 中给出的数值；

d ——观察到的不合格品数。

5.11.2.1 鉴定和鉴定的扩展（升级鉴定）：置信水平 60%

表 3

观察到的不合格品数	0	1	2	3	4	5
A	0.915	1.02	1.1	1.18	1.25	1.3

元器件可以被鉴定通过的那个标准失效率水平，将等于或稍低于失效率的上限值 λ_e （表 4）。

表 4

鉴定的失效率水平	1%/1000h	10	1	0.1	0.01	0.001
	1/h	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸

对于特殊元器件，规范可以根据需要给出中间水平。

5.11.2.2 鉴定的维持：置信水平 10%

鉴定是通过按 5.11.2 款及有关的 AQL 值或固定抽样数的连续试验来维持的。

5.11.2.3 鉴定的扩展（升级鉴定）

对于鉴定扩展（升级）的批准，应提出一个新的包括更严抽样检查要求的规范。

新的检查要求应从 GB 2828—81 标准中选择，而且这个选择应能反映出为证明达到了更低的估计失效率所要求增加的元件小时数量。在采用固定的抽样数的情况下，则样品数或试验的小时数应与新的估计失效率相适应。

5.12 鉴定批准的维持或取消

规范应指明导致取消鉴定批准的原因和维持鉴定批准应满足的条件。

5.12.1 时间周期

规范应叙述为维持鉴定批准而必须符合规定要求的时间周期（固定的周期或最长的周期）。

鉴定试验应当在规定的周期结束之前满意地完成，否则就取消鉴定批准。

优先采用的时间周期如表 5 所示。

表 5

失效率	优先采用的时间周期，月	
1/h	短周期	长周期
10 ⁻⁴	3	3
10 ⁻⁵	3	6
10 ⁻⁶	6	12
10 ⁻⁷	9	24
10 ⁻⁸	18	36

5.12.2 根据所要求的失效率求得抽样数量

如果从累积数据中计算出的估计失效率比所要求的并已经鉴定批准的估计失效率高，则鉴定批准应予取消（参见表 2 维持鉴定的接收判据）。

5.12.3 固定的抽样数或从 AQL 表中查得抽样数量

如果在 GB 2828—81 标准规定的条件下出现了从“正常检查转到“加严检查”并且发生“中断检查”时，则鉴定批准应予取消。

如果采用固定的抽样数，则详细规范应当规定有关取消鉴定批准所要遵循的规则。

6 估计的失效率

在元器件的规范中，应当有关于失效率水平的说明，它或者作为一种要求，或者能够通过一个规定数量的试验来证明。这个说明应清楚的指明失效率水平所用的置信水平和相应的应力水平。在购买

有可靠性指标的元器件时，应使用这些失效率水平。

注：对于负责预计设备的平均无故障时间 (MTBF) 的设计者来说，如果没有适当的预防措施就使用这样确定的失效率，那将会是危险的。

6.1 优先采用的失效率水平

在规定失效率水平时，应优先采用下列数值：

1×10^{-5} ， 1×10^{-6} ， 1×10^{-7} 和 1×10^{-8} (1/h)

除了失效率是常数的情况以外，失效率水平只适用于固定的时间周期。

注：如果在方法 A（可靠性验证试验）中，对于特殊类别的元器件需要中间失效率水平时，只要每个失效率水平可通过专门的接收试验要求来识别，那么就可以规定这些中间水平。但无论如何，在一个元器件的规范中，规定的失效率水平不能多于五个。

6.2 置信水平

估计的失效率应由一个置信水平为 90%，60%或 10%的单边置信区间的上限来确定。

对于可靠性测定试验和初始鉴定（即定级试验），应优先采用 60%的置信水平。对于连续进行的维持鉴定，应优先采用 10%的置信水平。

6.3 失效率、置信水平、接收数和抽样数之间的关系

置信水平和接收数的选定是一个综合的技术经济决策。置信水平高，要求的抽样数就多，特别是所要求的失效率低时，更是如此。

为了减少接收风险，可以考虑采用较高的接收数。

另一方面，对于任何给定的置信水平来说，采用高接收数的方案，其抽样数和试验费用也随之而增加。

表 6 第三栏中给出了第二栏中所列参数的第一个数值所要求的抽样数与第二个数值所要求的抽样数之比。

表 6

固定的参数	变化的参数	抽样数之比值
接收数 $c=0$ 固定失效率	置信水平:90%和 60%	2.5
接收数 $c=2$ 固定失效率	置信水平:90%和 60%	1.7
置信水平 60% 固定失效率	$c=2, c=0$	3.4
置信水平和接收数都不变	失效率为 0.1 和 1%	10

7 可靠性试验方法

7.1 根据失效的时间分布而定的方法

失效的时间分布可根据在某一特定的时期内失效率是常数的、增加的或是减少的来加以分类。

(正如 5.6 条所述, 本指南的主要内容是针对失效率是常数的这一情况的。)

7.1.1 失效率是常数

7.1.1.1 累积元件小时的试验

每次试验的持续时间可以不同, 将各种时间周期的全部试验结果收集到一起, 并按累积的结果来计算失效率。

将每个时间周期内受试元器件的数目乘以该周期的持续时间来确定元件小时, 将所有时间周期的元件小时的乘积加起来就得到一个能代表全部试验过程的元件小时的总和。

7.1.2 失效率随时间而变化

在某些情况下, 失效时间的分布可能是未知的, 可靠性试验的方法将在很大程度上取决于这些分布的性质和对它们的了解。

7.1.2.1 可变时间的试验

在这个方法中, 失效的时间分布是估计的。这可以通过在一个固定的时间间隔内对一组样品进行试验, 并在这个时间间隔期间测量每个失效发生的时间。或者, 可以将若干组样品分别作一系列不同时间周期的试验, 然后测量每组样品在其试验周期结束时失效元器件所占的比例。

在发生早期失效的情况下, 失效率应从早期失效期終了时开始计算。

7.1.2.2 固定时间间隔的试验

在已知失效率不是一个常数或不能合理地假定失效率为一常数时, 应优先采用这一方法。所有的试验必须在一个固定的时间周期内完成。

所得到的失效率估计和所作的鉴定都只限于每个具体试验的时间周期。

例如, 一个周期为 500h 的试验, 只允许用对 500h 为 $10^{-5}/h$ 这样的说法来计算估计的失效率, 而不能从中直接作出每 1000h (或任何其他时间单位) 失效率是多少这样的估计。

7.1.2.3 序贯试验

这个方法是以失效随时间分布或二项分布为基础的。当以失效随时间分布为基础时, 将一组元器件一直试验到累积的时间和失效数足以作出判决时为止。当以二项分布为基础时, 元器件在一个固定的时间周期中进行试验。

7.2 固定失效数试验

这个方法要求将一定数量的元器件试验到产生预定数目的失效时为止。

通常必须测量每个失效发生的时间。

本方法更适用于价格昂贵的元器件, 或要求非常准确的确定失效时间的情况。

7.3 加严失效判别界限的试验

对那些与失效有关的参数预期表现出退化, 且在寿命试验期间已知并可预报其退化速率的元器件, 可以通过加严这些参数的失效判别界限的方法来缩短对试验作出结论所要求的时间。

7.4 计量型试验

如果符合采用计量型试验的条件, 应鼓励使用这种方法。一般说来, 这些条件包括:

- a. 对有关特性参数分布的详细了解, 特别是对分布尾部形状的了解。
- b. 使用从作为典型分布而观察到的计量的失效数据换算成估计失效率的一种程序。

注: 参数漂移试验的要求正在考虑中。

8 制订可靠性规范时所要考虑的因素

- a. 孤立批管理还是连续批管理。
- b. 可靠性验证试验还是可靠性测定试验。

- c. 试验方法的规范、试验应力水平、加速系数。
- d. 失效判据。
- e. 试验周期。
- f. 鉴定批准程序。
- g. 确定抽样数量：
 - 1) 根据所要求的失效率求出抽样数量；
 - 2) 固定抽样数或根据 AQL 表求抽样数。
- h. 初始鉴定（即定级鉴定试验）的准则。
- i. 鉴定所包含的周期。
- j. 鉴定的维持、扩展（升级）和取消的准则。

附加说明：

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所负责起草。

