

# 中华人民共和国国家标准

GB 5080.4—85

GB 5080.4—85

## 设备可靠性试验 可靠性测定试验的点估计和区 间估计方法（指数分布）

Equipment reliability testing  
Procedure for point estimates and confidence  
intervals from reliability determination tests  
(Exponential distribution)

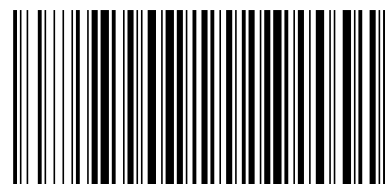
中华人民共和国  
国家标准  
设备可靠性试验  
可靠性测定试验的点估计和区  
间估计方法（指数分布）  
GB 5080.4—85

中国标准出版社出版  
（北京复外三里河）  
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售  
版权专有 不得翻印

开本 880 × 1230 1/16 印张 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 字数 26,000  
1986年3月第一版 1986年3月第一次印刷  
印数 1—6,000

书号：15169·1-3343 定价 13.00 元

标目 27—30



GB 5080.4—1985

1985-04-17发布

1986-01-01实施

国家标准局 批准

式中： $T_r$ ——截止试验以前，直到最后一个失效的累积相关试验时间；

$t_{m,j}$ ——所有试验样品中发生最后一个失效以后，第 $m$ 个产品的第 $j$ 个相关试验周期。

上述公式也适用于不可修复的产品，对不可修复产品而言只是每个受试产品发生第一次失效以后的相关试验时间不存在。

#### 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。

# 设备可靠性试验 可靠性测定试验的点估计 和区间估计方法(指数分布)

Equipment reliability testing  
Procedure for point estimates and confidence  
intervals from reliability determination tests  
(Exponential distribution)

UDC 621.3—192.001.4

:001.5:519.25

GB 5080.4—85

## 1 用途

本标准规定了寿命服从指数分布，或近似服从指数分布的产品的可靠性测定试验的点估计、置信限的数值法和图估法。

本方法适用于任何时间或任何试验次数以后的可靠性试验。在数据处理中，更多的信息对得到较高精度的置信限和估计是有用的。本方法可以使用以往试验的现存数据或现场数据，假若提供的这种数据是充分完整的，便能很好地确定产品的可靠性。本方法对不同原始资料汇集起来的数据（例如来自不同试验条件下的原始数据）不适用。

本标准中用到“时间”单位的地方，可以用距离、周期或其他适用的量来代替。

受试产品可以是可修复的，也可以是不可修复的产品。但是图估法不适用于首次失效后经修复再投入试验的产品。

若要对成功率进行测定试验，可以用第6章的方法。这些方法是建立在试验次数或受试样品的数基础上的。由于成功率试验是按成功与失败进行分类，因此使用这种方法依赖失效或失败的次数。

## 2 引证文件

GB 3187—82《可靠性基本名词术语及定义》；

GB 2689.1~2689.4—81《寿命试验和加速寿命试验方法》；

GB 3358—82《统计学名词及符号》。

## 3 点估计和置信限的含意

一个点估计值是单个数值，用于表示一个统计参数的未知真值。例如，失效率、平均无故障时间。这里的点估计一般是指“观测”值。

置信限规定了在估计值周围的置信区间，这个区间以确定的概率（即置信水平）包含着被估计参数的真值。

当使用的信息量较大时，有较窄的置信区间。使用的信息是有关试验时间和失效数的累计值，试验产品数或试验次数，或建立在试验基础上的试用成败次数。

置信区间可以是单边的或双边的。对于单边置信区间给出置信下限或置信上限；对于双边置信区间则应同时给出下限和上限。

本标准推荐采用90%的置信水平。按照这里推荐的置信水平，将有90%的概率包含特征量的真值。

#### 4 符号及定义

本标准使用下列符号。“观测点”是指规定的试验截止时间或规定的试验截止次数或试验中的失效数，并在测定点上来确定其估计值或置信限。

$f(t)$  = 失效时间的概率密度函数。

$F(t)$  = 失效时间的累积分布，在时间  $t$  内的失效概率。

$F_p(v_1, v_2)$  = 自由度分别为  $v_1$  和  $v_2$  的  $F$  分布的  $p$  分位数的理论值。

$i$  = 基于失效时间( $t_i$ )的失效次序数。

$m$  = 平均无故障时间的真值。

$\hat{m}$  = 平均无故障时间的点估计(观测值)。

$m_1$  = 平均首次失效时间的真值(MTTF)。

$\hat{m}_F$  = 平均首次失效时间的点估计(观测值)。

$m(0, t_0)$  = 在  $(0, t_0)$  时间内的平均无故障时间的真值。

$\hat{m}(0, t_0)$  = 在  $(0, t_0)$  时间内的平均无故障时间的点估计值(观测值)。

$n$  = 受试样品数或试验(试用)次数。

$P_{0.50}(t_i)$  =  $t_i$  的50%中位秩(见表4)。

$r$  = 在测定试验中相关失效的总数。

$R$  = 成功率真值。

$\hat{R}$  = 成功率的点估计值(观测值)。

$R(t) = 1 - F(t)$  = 成功概率。

$t$  = 时间(距离、周期次数或其他适当的量)。

$t_m^*$  = 第  $m$  个产品预定的试验时间。

$t_i$  = 按失效的顺序，第  $i$  个失效所对应的相关试验时间。

$t_p(v)$  = 自由度为  $v$  的  $t$  分布的  $p$  分位数的理论值。

$T^*$  = 到规定的截止时间所累积的相关试验时间。

$T_r$  = 到规定失效数所累积的相关试验时间。

$\lambda$  = 恒定失效率真值。

$\hat{\lambda}$  = 恒定失效率点估计值(观测值)。

$\chi_p^2(v)$  = 自由度为  $v$  的  $\chi^2$  分布的  $p$  分位数理论值。

#### 5 数据处理方法

对失效率和平均无故障时间(对可修复产品)或平均首次失效时间(对不可修复产品)的估计，以下的数值方法和图估法可同时用于“可修复”和“不可修复”的情况。这些估计依赖于到测定点的全部相关失效数和累积的相关试验时间。

在计算点估计和置信限以前，应该对恒定失效率假设的有效性作出检验。

平均无故障时间可用  $MTBF = m$ ;

平均的首次失效时间可用  $MTTF = m_F$ ;

$m_F = m$ ，以下统称平均寿命；

失效率  $\lambda = \frac{1}{m}$ 。

##### 5.1 定时试验

测定点的累积相关试验时间  $T^*$  按照附录 A 确定。下列公式对有替换或无替换、可修复或不可修复的产品同样适用。公式中  $r$  为计算到测定点为止的相关失效总数。

#### 附录 A 确定累积相关试验时间 (参考件)

当能测得每个受试样品的相关试验时间时，发生第  $k$  个失效的累积相关试验时间  $T_k$  为：

$$T_k = \sum_{m=1}^n t_{k,m}$$

式中： $n$  —— 受试产品总数；

$t_{k,m}$  —— 在受试产品总数中，序号为  $m$  的产品直到第  $k$  个失效发生时的相关试验时间。

在定时试验中，累积相关试验时间  $T^*$  为：

$$T^* = \sum_{m=1}^n t_m^*$$

式中： $t_m^*$  —— 序号为  $m$  的受试产品直到规定时间的试验时间。

如果相关试验时间用其他方法记录，在第  $k$  次失效时，累积相关试验时间  $T_k$  用下列叠加公式。这里包含直到有  $k-1$  次失效时的累积相关试验时间和在  $k-1$  次失效到  $k$  次失效时间区间内经过的相关试验时间。

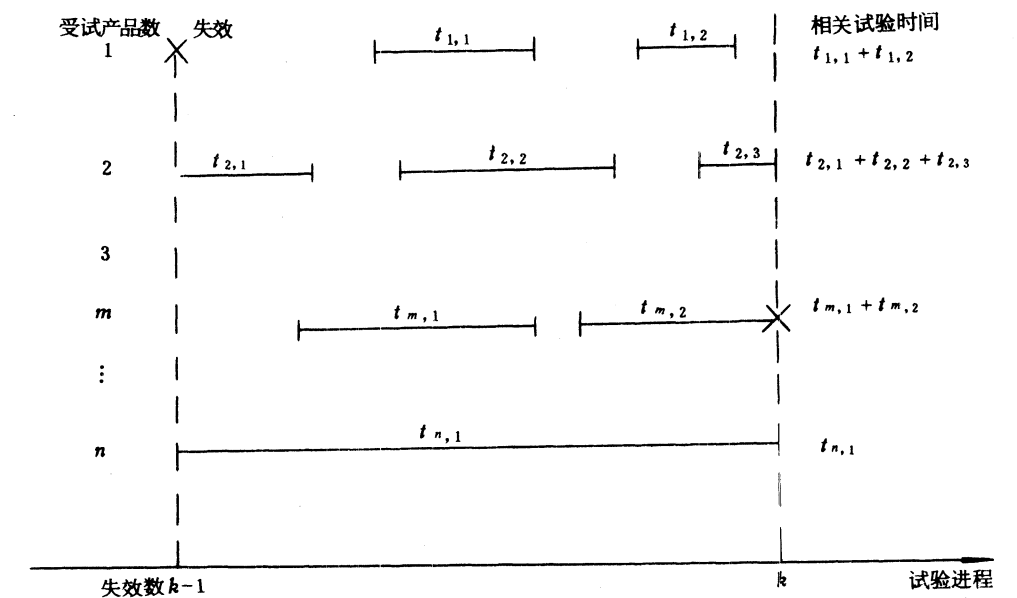
$$T_k = T_{k-1} + \sum_{m=1}^n \sum_j t_{m,j}$$

式中： $n$  —— 受试产品总数；

$t_{m,j}$  —— 受试产品总数中，在  $k-1$  个失效后，序号为  $m$  的受试产品的第  $j$  个周期的相关试验时间。

由失效  $k-1$  次和其他任何技术或管理原因引起中断，中断次数为  $j$ ，每次中断可以从一个产品变化到另一个产品。

下图说明周期数与相关试验时间的关系



定时试验的累积相关试验时间  $T^*$  为：

$$T^* = T_r + \sum_{m=1}^n \sum_j t_{m,j}$$