

中华人民共和国

国家标准

# 寿命试验和加速寿命试验的图估计法 (用于威布尔分布)

GB 2689.2—81

## 1 范围和用途

本标准规定了用于恒定应力寿命试验和加速寿命试验的图估计法的程序。它适用于电子元器件产品(以下简称产品)的寿命服从威布尔分布,其形状参数 $m > 0$ ,特征寿命 $\eta > 0$ ,位置参数 $\gamma = 0$ 的情况。可以用来估计产品寿命特征;判断整个试验数据是否有异常情况或判断试验结果是否符合数值分析法的试验假设。

## 2 符号和意义

- $n$  试验样品数;
- $r$  截尾失效数,  $r = 1, 2, \dots, n$ ;
- $j$  失效样品序号,  $j = 1, 2, \dots, r$ ;
- $i$  应力水平序号,  $i = 1, 2, \dots, l$ ;
- $n_i$  第 $i$ 个应力水平的试验样品数;
- $r_i$  第 $i$ 个应力水平的截尾失效数;
- $t_j$  第 $j$ 个失效样品的失效时间;
- $t_r$  第 $r$ 个失效样品的失效时间;
- $m$  威布尔分布的形状参数;
- $\eta$  威布尔分布的特征寿命;
- $\gamma$  威布尔分布的位置参数;
- $T$  绝对温度( $^{\circ}\text{K}$ );
- $V$  电应力;
- $k$  波尔兹曼常数,  $k = 0.8617 \times 10^{-4} \text{ eV} / ^{\circ}\text{K}$ ;
- $E$  激活能;
- $\bar{m}$   $m_i$  的加权平均值;
- $t_E$  平均寿命;
- $t_R$  可靠度为 $R$ 的可靠寿命;
- $a$  加速方程的截距;
- $b$  加速方程的斜率;
- $c$  逆幂律的常数。

## 3 寿命试验的图估计法程序

### 3.1 试验截尾和失效样品的处理

一般情况,试验截尾时间应使失效数有 $r \geq 30\% n$ ;当失效数无法达到 $30\% n$ 时,至少有 $r \geq 4$ 。非产品本身的原因所造成的失效样品,不应计入投试样品数 $n$ 内。

3.2 失效时间的处理 失效样品的失效时间按GB 2689.1—81《恒定应力寿命试验和加速寿命试验方法总则》第6条确定,将失效时间从小到大顺序排列,并按表1的格式进行处理。

国家标准总局发布  
中华人民共和国第四机械工业部 提出

1981年10月1日 试行  
四机部标准化研究所 起草

表1

样品型号 _____ 样品数量 _____ 试验时间 _____		应力条件 _____ 失效标准 _____ 生产时间 _____	
失效样品序号 $i$	样品失效时间 $t_j$	累积失效概率 $F(t_j)$	
1	$t_1$		
2	$t_2$		
⋮	⋮		
$r$	$t_r$		

表中： $F(t_j)$ 值根据投试样品数量按下式计算：

$$F(t_j) = \begin{cases} \frac{j}{n+1} & (j=1,2,\dots,r) \quad n < 50 \\ \frac{j}{n} & (j=1,2,\dots,r) \quad n \geq 50 \end{cases} \quad (1)$$

3.3 估计程序

3.3.1 配置分布直线 配置分布直线时，必须注意下述原则：

- a. 分布直线必须使数据点交错散布在直线两边；
- b. 分布直线两边的数据点不要相差悬殊；
- c.  $F(t) = 0.5 \sim 0.6$ 附近的数据点与分布直线的偏差应尽可能小。

3.3.2 估计分布参数

3.3.2.1 估计形状参数  $m$  值

3.3.2.2 估计特征寿命  $\eta$  值

3.3.3 估计产品的可靠性特征量

3.3.3.1 估计任意时刻的累计失效概率  $F(t)$  值

3.3.3.2 估计任意时刻的可靠度  $R(t)$  值

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (2)$$

3.3.3.3 估计可靠寿命  $t_R$  值

3.3.3.4 估计平均寿命  $t_E$  值。

4 寿命试验异常数据的直观判断

4.1 可疑数据点在分布直线的下端，即  $F(t) \leq 0.3$  的判断

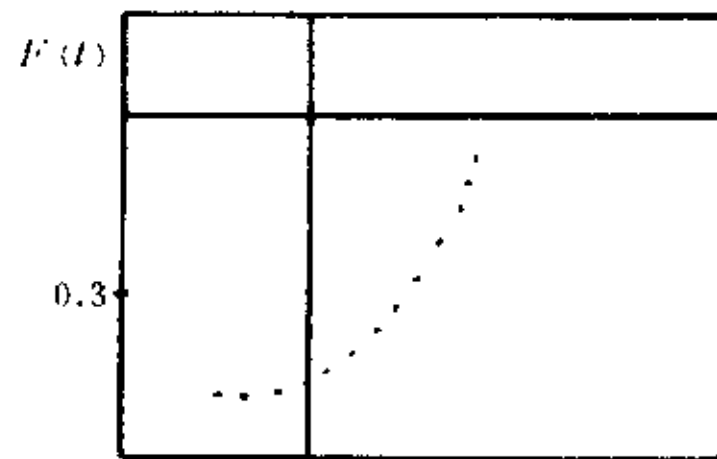


图1

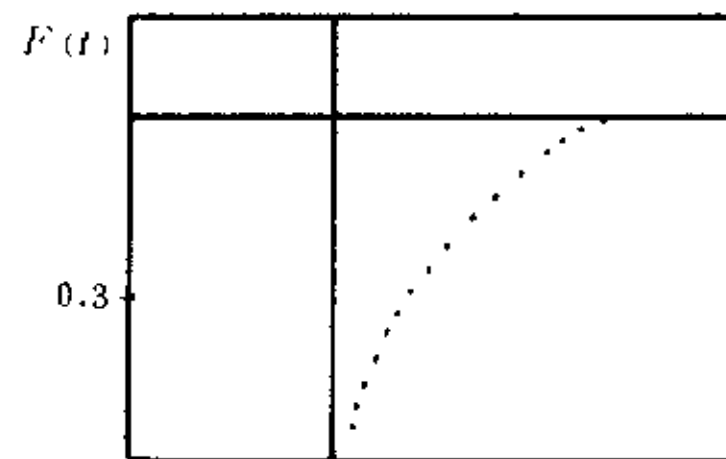


图2

如图1和2所示，在分布直线的下端数据点偏离直线较远。这些偏离直线的数据点，可视为异常数据点。它们分属为：

a. 非产品本身的原因。结合物理分析, 判断为非产品本身的原因, 产生的异常数据点, 这些异常点应从整个投试样品数  $n$  和失效数  $r$  中扣除, 并重新计算累计失效概率。

b. 根据失效物理分析, 产品的寿命分布属于早期失效型。此种情形可拟合为复合威布尔分布。若失效数  $r < 5\% n$  时 (或  $r \leq 4$ ) 此时可作为单一分布处理; 否则可作为复合分布处理。作为复合分布处理时, 只用前一段数据作为分析产品寿命特征的次序统计量。这时样品总数  $n$  不变。

c. 位置参数  $\gamma \neq 0$ 。当有充分理由确定该产品的位置参数  $\gamma \neq 0$  时, 按  $\gamma \neq 0$  的情况进行处理; 反之按第 (2) 种情况进行处理。

4.2 可疑数据点在分布直线的上端, 即  $F(t) > 0.3$  的判断

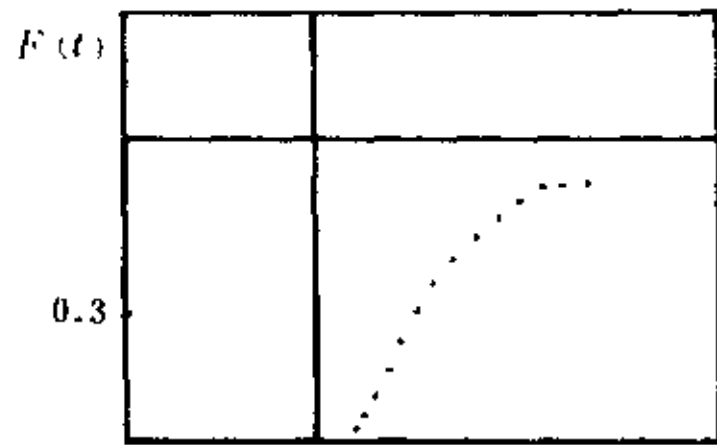


图 3



图 4

如图 3 和 4 所示, 在分布直线上端数据点偏离直线较远, 这些偏离直线的数据点, 可视为异常数据点。它们分属为:

- a. 非产品本身的原因。
- b. 产品的分布是复合分布或混合分布类型。

无论属于第 a 或 b 种情况, 在作数据处理时, 都用前一段数据作为分析产品寿命特征量时的次序统计量, 这时试样总数  $n$  不变。

4.3 如图 5 和 6 所示, 应判断为试验不正常, 或试验样品不是一个试验批。

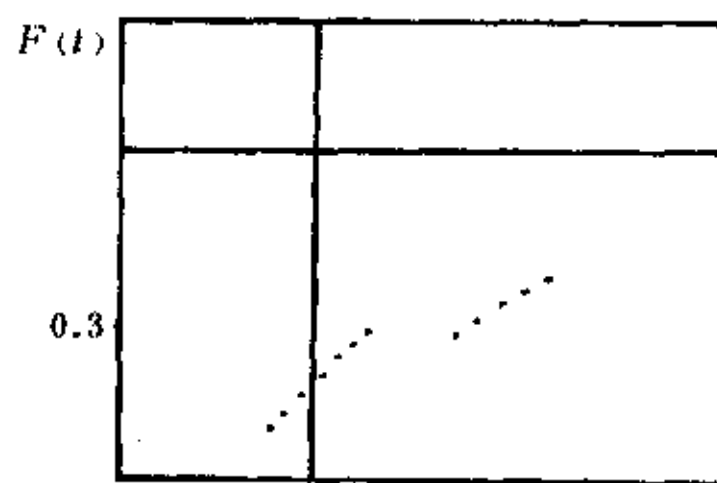


图 5

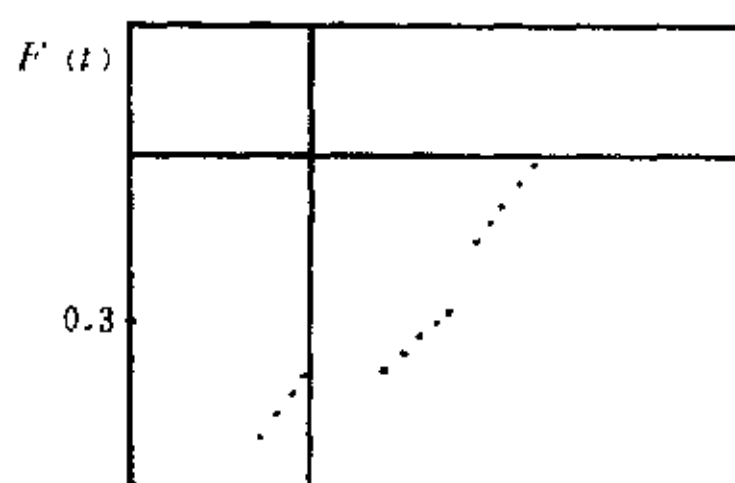


图 6

5 温度应力加速寿命试验的图估计程序

5.1 试验假设

- a. 形状参数  $m$  与温度应力无关。
- b. 特征寿命  $\eta$  与温度  $T$  ( $^{\circ}\text{K}$ ) 的关系符合阿伦尼斯方程;

即: 
$$\eta = 10^{a + b/T}$$

- c. 一般情况下, 截尾失效数应有  $r \geq 30\% n$ ; 当失效数无法达到  $30\% n$  时, 至少有  $r \geq 4$ 。

5.2 估计程序

5.2.1 配置各温度水平的分布直线。