

HB

中华人民共和国航空工业部部标准

HB/Z112-86

材料疲劳试验统计分析方法

1986-10-01发布

1987-01-01实施

中华人民共和国航空工业部

批准

材料疲劳试验统计分析方法

本标准适用于材料的疲劳性能试验。为了提供比较准确、可靠的数据，保证试验结果的“可比性”与“再现性”，本标准根据数理统计学原理，提出几种试验方法和数据处理方法。按一定置信度和误差要求，给出了确定最少试样个数的准则。在进行统计分析时，假定对数疲劳寿命遵循正态分布。

1 名词、术语和定义

1.1 母体（总体）——所有可能的研究对象的假想集体。

1.2 个体——构成母体的一个基本单元。例如某一试样的对数疲劳寿命。

1.3 子样（样本）——从母体中抽取的一部分个体。

1.4 子样大小（样本容量）， n ——子样所包含的个体的数目，即在相同条件下取得的一个试验组的观测值的个数。

1.5 子样平均值， \bar{x} ——一个试验组中各个观测值 x_i ($i = 1, 2, \dots, n$)的平均值，即：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

1.6 子样中值——如果一个试验组中的观测值为奇数，则子样中值就是所有的观测值按大小顺序排列居于正中间的数值。如果观测值为偶数，则子样中值是两个居于中间数值的平均值。

1.7 子样方差 s^2 ——一个试验组中各观测值 x_i ($i = 1, 2, \dots, n$)与子样平均值 \bar{x} 之差的平方之和除以 $n - 1$ ，即

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2)$$

1.8 子样标准差（子样均方根差）， S ——子样方差的平方根，即

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

s 可作为观测数据分散性的度量， s 愈大，表明数据分散性愈大。

1.9 子样变异系数， C_v ——子样标准差与子样平均值之比，即

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (4)$$

1.10 母体平均值, μ ——随着子样大小 n 的无限增大, 子样平均值任意接近母体平均值的概率趋于 1。母体平均值的无偏估计量是子样平均值。

1.11 母体方差, σ^2 ——随着子样大小 n 的无限增大, 子样方差任意接近母体方差的概率趋于 1。母体方差的无偏估计量是子样方差。

1.12 母体标准差, σ ——母体方差的平方根。对于正态母体, 母体标准差的无偏估计值 $\hat{\sigma}$ 可由下式表示:

$$\hat{\sigma} = \beta S \quad (5)$$

式中 β 是标准差修正系数 (可由附表 8 查得)。

1.13 疲劳破坏——在循环应力或应变作用下, 试样出现一定长度的裂纹或完全断裂。

1.14 疲劳寿命, N ——在循环应力或应变作用下, 试样疲劳破坏前所经受的循环次数。对数疲劳寿命即疲劳寿命的对数值 $\lg N$ 。

1.15 应力水平——确定应力循环的一对应力分量: 最大应力 σ_{\max} 和最小应力 σ_{\min} , 或者应力幅 σ_a 和平均应力 σ_m 。当给定应力比 $R = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}$ 或 σ_m 时, 相应地应力水平分别由 σ_{\max} 或 σ_a 表示。疲劳寿命的长、短一般取决于应力水平的高低。应变水平定义方法与上述相同。

1.16 P 存活率的疲劳寿命, N_p ——在给定应力水平下, 母体的 P (百分数) 能够超过的疲劳寿命。

1.17 中值疲劳寿命, N_{50} ——具有 50% 存活率的疲劳寿命。母体的 50% 大于 N_{50} ; 母体的 50% 小于 N_{50} 。

1.18 安全寿命, N_p ——具有较高存活率 P 的疲劳寿命。此时可取存活率为 90%、99%、99.9% 等。

1.19 P 存活率的对数疲劳寿命, x_p ($\lg N_p$)——在给定应力水平下, 母体的 P (百分数) 能够超过的对数疲劳寿命。当对疲劳寿命遵循正态分布时, x_p 由下式表示:

$$x_p = \mu + u_p \sigma \quad (6)$$

式中: μ ——对数疲劳寿命母体平均值;

σ ——对数疲劳寿命母体标准差;

u_p ——与存活率 P 对应的标准正态偏量 (可由附表 7 查得)。

P 存活率的对数疲劳寿命估计量 \hat{x}_p 为

$$\hat{x}_p = \hat{\mu} + u_p \hat{\sigma} \quad (7)$$

式中: $\hat{\mu}$ ——对数疲劳寿命母体平均值估计量;

$\hat{\sigma}$ ——对数疲劳寿命母体标准差估计量。

1.20 中值对数疲劳寿命, x_{50} ($\lg N_{50}$)——具有 50% 存活率的对数疲劳寿命, 当对数疲劳寿命遵循正态分布时, 中值对数疲劳寿命等于对数疲劳寿命母体平均值 μ ;