

# 硬件可靠性测试，连接器气密性测试方法

产品名称	硬件可靠性测试，连接器气密性测试方法
公司名称	无锡万博检测科技有限公司
价格	100.00/件
规格参数	
公司地址	无锡市经开区太湖湾信息技术产业园16楼
联系电话	13083509927 18115771803

## 产品详情

### 硬件可靠性测试，连接器气密性测试方法

某种产品，要求在 90% 的信心度下 MTBF 为 20000H，因单价较贵，只能提供 10 台左右的产品做测试，请问如何

判定此产品的可靠性是否达到规定的要求？

还是转化为测试。即使有 10 台产品全部用于测试，20000H 的 MTBF 也需要测 2000H 左右，这个时间太长，应该怎么办？

此时一般用到加速测试。对一般电子产品而言，多用高热加速，有时也用高湿高湿加速。根据加速模型（Arrhenius Model），

得知加速因子的表达式为：

$$AF = \exp\left\{\left(\frac{E_a}{k}\right) \left[\left(\frac{1}{T_u}\right) - \left(\frac{1}{T_s}\right)\right] + (RH_u^n - RH_s^n)\right\}$$

$E_a$  为激活能（eV）， $k$  为玻尔兹曼常数且  $k=8.6 \times 10^{-5} \text{eV/K}$ 。T 为\*\*温度、RH 指相对湿度（单位%）、下标 u 指常态、

下标 s 指加速状态（如  $RH_u^n$  指常态下相对湿度的 n 次方），一般情况下 n 取 2。

$E_a$  根据原材料的不同，有不同的取值，一般情况下：

氧化膜破坏 0.3eV

离子性（SiO<sub>2</sub> 中 Na 离子漂移）1.0—1.4eV

离子性（Si-SiO<sub>2</sub> 界面的慢陷阱）1.0eV

由于电迁移而断线 0.6eV

铝腐蚀 0.6—0.9eV

金属间化合物生长 0.5—0.7eV

根据产品的特性，取  $E_a$  为 0.6eV，则在 75%、85%RH 下做测试 1h，相当于在室温（25%、75%RH）的加速倍数为：

$$AF = \text{EXP}(0.6 * ((1/298) - (1/348)) * 10^5 / 8.6 + (0.85^2 - 0.75^2)) = 34$$

若允许一次失效，在 90%的置信度下，需要测试的时间为： $T_{\text{test}} = A * \text{MTBF}$ ，A 的计算同上用 EXCEL 计算，即：

$$A = 0.5 * \text{CHIINV}(1 - 0.9, 2 * 2) = 0.5 * \text{CHIINV}(0.1, 4) = 0.5 * 7.78 = 3.89;$$

所以要求的室温下的测试时间为： $T_u = 3.89 * 20000 = 77800\text{H}$ ；

换算后，在高温下的测试时间为： $T_a = 778000 / AF = 2288\text{Hrs}$ ；

后，测试方案就是：将 10 台设备在 75%、85%的下进行 228.8Hrs 的测试，如果失效次数小于或等于一次，就认为此

产品的 MTBF 达到了要求。

还有一种情况就是，不知道  $E_a$ ，公司内部以前没有数据、行业也没有推荐使用的具体值。此时就只能近似估计。具体方法

如下：在三个高温（ $t_1, t_2, t_3, t_1 < t_2 < t_3$ ）下做测试， $t_1$  下的产品较多（建议在 50 台）， $t_2$  下的产品其次（建议在 30 台）， $t_3$

下的产品\*少（建议在 10 台），计算出三个温度下产品的寿命，然后计算出此产品对应的  $E_a$ 。只考虑温度时，产品寿命

$\text{Life} = \text{EXP}(E_a / kT)$ ，对方程式两边取对数  $\ln(\text{life}) = (E_a / k) * (1 / T)$ ，将三个温度点下对应  $\ln(\text{life})$  和  $(1 / T)$  画图，拟合直线的斜率

就是  $E_a / K$ 。

实际工作中，没有那么样品，只能用\*少的样品数：9 台（每个温度下各三台）。具体做法是：

a. 取三台设备在高温 T 下运行，观察产品的失效情况。若产品较快失效，则取  $t_1 = T$ ， $t_2 = t_1 - 15$ ， $(1 / t_3) - (1 / t_1) =$

$2((1 / t_2) - (1 / t_1))$ ；若产品长时间没有失效，则取  $t_3 = T$ ， $t_2 = t_3 + 15$ ， $(1 / t_3) - (1 / t_1) = 2((1 / t_2) - (1 / t_1))$ 。

b. 根据三个温度点对应的产品寿命时间，计算出此产品的  $E_a$ 。

上面的方法对元器件都比较适用，对一些系统，可能就不太合适了。

## 2、基本 MTBF 的计算

因为 MTBF 是一个统计值，通过取样、测试、计算后得到的值与真实值有一定的差异；而且具体到每个产品时，其失效间

隔时间与 MTBF 又有一定的差异，又有置信度的概念，这样您的计算值与客户的要求高出一些（如多出 1 个数量级），就

可以接受。如客户要求产品的 MTTF 为 20 年，我们计算出来为 100 年，是可以接受的，如果计算出来刚好是 20 年，反

而让人觉得是不是用不到 20 年。如何计算产品的 MTBF，这里给出两个我用到的方法。

一个日本客户要求我们的“光隔离器”（一种用在光路上的不可修复的元器件，只能让光顺行而不能逆行，相当于电路上的

二极管）的产品寿命为 20 年，我们进行了如下动作。

第一步：找到计算公式；我们使用 Bellcore 推荐的计算公式： $MTBF = T_{tot}/(N*r)$ ；

说明：N 为失效数（当没有产品失效时 N 取 1）；r 为对应的系数（取值与失效数与置信度有关）；

$T_{tot}$  为总运行时间；

第二步：找到可靠性测试的数据；我们直接采用我们做过的“高温高湿贮存”的结果：11 个样品在 85%RH、85 °C 下贮存

2000Hrs 时没有失效发生；

第三步：找到对应的激活能（ $E_a$ ）；我们采用 Bellcore 推荐的  $E_a$ ，为 0.8eV；

第四步：计算在温室下的运行时间；

因为没有样品失效，所以  $N = 1$ ；

r 取 0.92（对应 60%的置信度）或 2.30（对应 90%的置信度）；

光隔离器在室温下运行，相当于 40 °C /85%的贮存；

$E_a$  为 0.8eV，计算得到从 85 °C /85%到 40 °C /85%的加速倍数为 42；

60%的置信度下， $MTBF = T_{tot}/(N*r) = (11 * 2000 * 42) / (1 * 0.92)$ ,结果即为 114 年；

90%的置信度下， $MTBF = T_{tot}/(N*r) = (11 * 2000 * 41.6) / (1 * 2.30)$ ,结果即为 45 年；

从上面的计算可以看出，此计算用到了两个条件：进行了高温高湿测试、产品对应的激活能取 0.8，这两个条件在 Bellcore

里、针对光隔离器的文件 1 221 中有推荐使用。很多时候，因为测试时间太长（如 1 000H、5000H 等）没有进行、激活能

难以确定用多少才合适，所以不可直接计算，需要进行一些相关的测试。

取9个样品，分三组，分别在 85 、 105 、 127 下运行，运行过程中“在线监测”产品性能（虽然产品本身有很多参

数要测试，在我们的测试中取\*主要的参数 IL 监测，光通信业认为当产品的 IL 变化量超过 0.5dB 时就认为产品 Fail）。实

际测试中，产品在 127 下运行很快 Fail，当产品在 105 下运行 Fail，停止了测试，各种数据如下表：

温度值 (A) 初始 IL (B) 停止时间 (C) 停止 IL (D) 变化量 (D-A) 变化量均值

127 0.31 300 0.81 0.50 0.50

0.46 500 0.96 0.50

0.37 400 0.87 0.50

105 0.35 800 0.85 0.50 0.446667