

电子器件可靠性试验简介

产品名称	电子器件可靠性试验简介
公司名称	深圳市讯道技术有限公司检测认证
价格	.00/个
规格参数	
公司地址	深圳市宝安区航城街道九围社区洲石路723号强荣东工业区E2栋华美电子厂3层
联系电话	075523312011 13378656621

产品详情

1、引言

光电子器件的可靠性研究，正日益受到各行业的重视，特别是光电器件作为军品使用时，它的可靠性就越显得格外重要。我国对光电子器件可靠性的研究，与国外相比，存在很大的差距。这些可靠性问题的解决，除与资金有关外，还有赖于全体科技人员质量意识的提高和对可靠性知识的掌握。本文以此为指导思想，试图就可靠性试验的一般知识作一简要介绍。

2、概述

可靠性试验是指在试验室里，用模拟现场工作和环境条件进行试验，以确定产品可靠性的方法。电子元件的可靠性试验包括模拟现场使用条件的一般失效率试验和大应力强度的加速寿命试验。而对电子设备而言，则是指模拟现场工作条件和环境条件而进行的可靠性试验。任何与失效或失效效应有关的试验都可认为是可靠性试验，常用的可靠性试验项目见图1所示。

可靠性试验的目的有：

- (1) 在研制阶段使产品达到预定的可靠性指标；
- (2) 在生产过程中不断监控以提高产品质量；
- (3) 制订合理的工艺筛选条件，
- (4) 对产品进行可靠性鉴定或验收，
- (5) 研究器件的失效机理。

通常产品寿命期分为三个互相连接的阶段，如图2。

(1) 老炼期，这个阶段中由于存在早期失效，失效率较高，这个区域通常也称为早期失效区。其特点是产品的失效率随时间的增长而迅速下降。

(2) 使用寿命期，通常也称为偶然失效区。这一阶段的特点是时间长，产品的失效率高，并且近似稳定为一个常数。

(3) 耗损期，在这一阶段中由于有寿命期的元器件开始老化产生老化失效，失效率较高。这个区域通常也称耗损失效区。其特点是产品失效率随时间增加而增加，表现为机械零件损坏，元器件大量衰老，故这个区域也可称为衰老期。

可靠性试验通常是在使用寿命期中进行为用户对这一阶段感兴趣。

3、可靠性试验种类

按试验的目的可靠性试验又可分为高效应力筛选试验、可靠性增长试验、可靠性鉴定试验、可靠性验收试验。

3.1 高效应力筛选试验

可靠性筛选试验的目的是为选择具有一定特性的产品，或是为剔除早期失效稳定失改率而进行的一种试验。它是提高产品使用可靠性的一项有效措施。在正常情况下，通过筛选的产品的失效率可以降低半个到一个数量级，个别的甚至可以达二个数量级。

电子产品的固有可靠性取决于产品的可靠性设计，但是在产品的制造过程中，由于人为的因素或原材料、工艺条件、设备条件的波动，终制造出的产品不可能全部达到预期的固有可靠性水平，在一批产品中总有一部分产品存在各种潜在的缺陷，其寿命远远低于产品的平均寿命。这种提前失效的产品称为早期失效产品。

图3示出产品筛选前的寿命分布。通常由两个分组组成：一个为优品分组，它们有长的寿命和小的离散性；另一个为劣品分组，它们的寿命较短，离散性较大。图4表示修正的浴盆曲线。适用于半导体器件。早期失效阶段的失效半有个峰值，偶然失效阶段的失效率随时间缓慢下降，通常服从于对数正态分布。单纯的热、电应力施加于半导体器件时，观察不到耗损失效迹象，故长期电老炼有利于降低器件的现场失效率。考虑到潮湿、热疲劳等各种环境应力的影响，器件在实际使用中还是存在耗损失效阶段的，但一般电子设备中的半导体器件都不到耗损期。

可靠性筛选通常要对产品施加各种应力或采用特殊手段，尽可能地剔除早期失效产品，使挑选出的产品具有较高的使用可靠性。筛选是一种百分之百的检验程序，在筛选以前，产品的参数性能一般都是合格的，只有对产品施加各种应力后或采用特殊的检查手段以后，才能发现有隐患的早期失效产品。

理想的筛选是要剔除所有的“劣品”而不损伤“优品”，但实际上是做不到的，因为有些“劣品”很可能漏网，而有些筛选项目有一定的破坏性，有可能损伤“优品”。由此观之，产品的筛选试验方案或项目一定要慎重制订，方能达到预期的筛选目的。

据实验表明，有效的筛选可使元器件的使用失效率下降一个数量级，严格的筛选有可能下降两个数量级。不同的筛选项目可以暴露产品的不同失效机理，应当根据各种元器件的工艺、结构特点，适当地选择筛选项目。

3.2可靠性增长试验

可靠性增长试验是通过重复“试验—分析—解决”的途径，暴露产品缺陷，采取纠正措施，从而及早地解决大多数可靠性问题。可靠性增长试验（及可靠性研制试验）不是以评定某个统计试验方案是否通过为目的，而是通过试验—分析—改进—再试验的方法，以求得产品可靠性增长的一种试验。

可靠性增长的三要素为：

- (1)产品失效的检测和分析；
- (2)产品有问题部分的反馈和分析，
- (3)执行纠正措施并重新试验。

产品可靠性增长的速率取决于完成这三要素的速率。

任何一种产品的初期可靠性都不可能达到预期的可靠性水平，都要通过采取各种纠正措施的增长过程。可靠性增长是在研制期间或在以后的制造或工作期间促使产品达到它预期可靠性的综合措施。

在早期研制阶段和试验过程中，所达到的可靠性远远低于设计分析及由分析预计出的预期值。从工业部门获得的数据表明，生产厂初出厂的产品的MTBF（平均无故障工作时间）约为按零件性能（失效率）预计的固有可靠性水平的10%。这是由于存在着初期设计缺陷、工程缺陷及制造上的各种缺陷。随着研制和试验过程的进展，以及对有问题的部分的解决，所测得的可靠性就接近固有（设计的）可靠性值了。图5描述了其整个过程。

从图5可看出，可靠性的降低都出现在生产的开始，这主要是由于对工艺不熟悉，加工过程的偏差和对质量的疏忽等工艺失误所致，这些工艺失误会使产品的可靠性低于预期值。随着生产的进展和技术水平的提高，所测得的可靠性会重新开始接近于固有可靠性。当然，失效的纠正措施不可能总是正确的，不是每个失效的原因都能发现和都能采取措施消除掉的，失效也不是发生在同一时刻，每个失效机理的纠正措施周期不一定相同。由于这些原因，设备使用时的实际可靠性水平达到预计的可靠性水平的程度，以及可靠性增长的增长率（即增长指数），都受到一定的限制。根据国外有关资料介绍，实际可以达到的可靠性增长指数一般为0.5~0.6左右。

可靠性增长试验在研制阶段通常有三种方法。

方法一：试验—问题记录—再试验。这种方法就是把初步研制的产品，通过试验发现的问题集中分析进行改进，然后再试验。通过这种试验，可使产品的固有可靠性水平有一个较大的改进；

方法二：试验—改进—试验。这种方法就是把初步研制的产品，通过试验暴露产品的薄弱环节，分析产品的失效模式和失效机理，找出问题立即改进，然后再试验，证实所解决的问题，使产品的固有可靠性得到增长。

方法三：含延缓改进的试验—改进—再试验。这种方法是上述两种方法的结合，试验过程发现问题后，有些改进在试验中立即进行，有些延缓到试验结束后再作改进。经全面改进后再试验验证，使产品的固有可靠性得到全面的生长。

可靠性增长试验是一个反复完善的过程，通过试验产品的可靠性一个循环比一个循环向上增长。

3.3可靠性鉴定试验和可靠性交收试验

当产品通过设计评审后，即可进行较大批量的试制性生产，以考核设计文件（草图）、工艺、装备和措施的可行性，以及原材料、零部件的质量一致性，暴露设计和生产中的问题，落实改进措施，为正式定型和生产创造条件。

产品从样品研制出来后就进入定型阶段，为了验证产品能否在规定的条件下满足规定的性能及可靠性要求，就必须进行可靠性鉴定试验。而可靠性交收试验是为了确定定型和批量生产的产品是否在规定条件下都能满足规定的性能及可靠性要求的试验。一般验收试验是周期性的，不一定每批都进行。产品通过周期性的可靠性交收试验，可以及时检验产品批量生产过程质量的变化情况。

试生产中，通过工序检验，工艺筛选和逐批检验的产品，认为质量稳定时，即可按GB5080-86、SJ2166-82、SJ2064-82等标准的要求，或其它有关标准制订可靠性鉴定试验或可靠性交收试验方案。拟定的试验方案，既要考虑到制订的条件不能过分苛刻，又要显示产品本身应有的水平，不能走向两个极端——即太宽松和太苛刻。后按试验方案实施，具体的实施过程由各单位的质量部门完成。

4、环境试验

环境试验是指模拟产品可能遇到的自然环境，在这种条件下进行试验。以检验产品适应环境的能力的方法。环境试验的目的是用尽可能短的时间再现与实际环境产生的相同影响。通过施加能加速性能退化过程的应力来模拟元器件的寿命。这些试验在元器件上产生的性能变化应尽可能地接近元器件寿命期间观测到的影响，它是可靠性试验的重要组成部分之一。

4.1温度循环试验

试验的目的是考验产品在较短时间内对极端高温和极端低温的承受能力，以了解是否因为热胀冷缩的应力引起内部热匹配性能不好的元器件失效，如材料开裂，接触不良，参数恶化等。试验在高低温试验箱中进行。

高温和低温状态的平衡时间取30分，室温过渡时间小于1分，这比实际条件更为严酷，循环次数由有关标准规定3次或5次。

4.2低温试验

试验的目的是考核低温对产品的影响，确定产品在低温条件下工作和贮存的适应性。试验在高低温试验箱中进行。试验温度等级和试验时间见表1，各任选其中一种。试验结束后恢复时间为1~2小时。

4.4高温试验

试验的目的是考核高温对产品的影响，确定产品在高温条件下工作和贮存的适应性。试验在高低温试验箱中进行，箱内的湿度，空气中的水蒸汽不应超过20克/米³（相当于35℃时相对湿度50%）。试验温度等级和试验时间见表2，各任选其中一种。试验结束后，在正常大气条件下恢复1~2小时。

4.4恒定湿热试验

试验的目的是确定产品在高相对湿度条件下工作和贮存的适应性。本试验主要是用于观察在规定时间内恒温高湿的影响。试验在恒温恒湿试验箱中进行，温度为 40 ± 2 ℃，相对湿度为 $(93 \pm 3)\%$ 。试验时间按试品的使用场合及材料性能选定下列时间中一种：2、4、6、10、21、56（天）。试验结束后，应除去器

件外表水汽，在正常大气条件下恢复1~2小时。恢复期结束后立即开始测量，并且应首先测量那些对湿度改变敏感的参数。通常在1~24小时内测量完毕，如果停留时间太长，进入器件的水汽会基本跑出来，有问题的器件就可能被漏过。

湿热试验对于某些器件还可以作为一项检漏试验，并列为工艺筛选项目。

4.5 振动试验

试验的目的是确定产品承受规定振动等级的能力，试验设备为振动台，用来考核产品的结构，可做三个方向的振动。在固定频率、固定加速度的振动试验中，结构牢固的半导体器件很少失效。试验时其振动等级由频率范围、振动幅值及耐振时间决定（见表3）。

在变频振动试验中，半导体器件失效较多，通常表现为外引线折断，内部键合点脱开以及瞬时短路、断路等。结构不良和粘片、键合不牢以及芯片有裂纹或外来微粘的器件一般可用变频振动试验检查出来，必要时也可作为高可靠器件的筛选项目，但其效果有时不如离心加速和碰撞试验。

4.6 碰撞试验

试验的目的是确定电子元器件在运输或使用过程中经受重复碰撞的能力或评定其结

构的完整性，试验在碰撞台上进行，可进行三个方向的碰撞。对于结构良好的器件，在加速度100g的碰撞试验中很少失效。碰撞速率为每分钟40~80次。加速度等级和总碰撞次数见表4，各任选其中一种。

4.7 恒加速度试验

试验的目的是确定产品在稳态加速度下的适应能力或评定其结构的牢靠性。试验在离心机上进行。改变离心加速度的大小，就相当于改变给予芯片或键合点的拉力，粘片、键合不良的器件就能剔除。由于离心加速度试验是一种逐渐增大的“静态”应力，破坏性较小，对于粘片、键合质量良好的器件不会受到损伤。加速度等级和试验时间（见表5），各任选其中一种。

5、结束语

可靠性试验是提高产品可靠性水平的重要手段，在产品可靠性工程中占有很重要的地位。产品从研制开始就应重视可靠性试验，充分利用这一重要的手段，以提高设计与生产的产品的可靠性水平