

# 电子元器件使用过程中的可靠性试验

## Reliability Experiment about Applied Process of Electronic Component

李树生<sup>1</sup>，王东<sup>2</sup>

(1. 中国电子科技集团公司第41研究所, 青岛 266555; 2. 将军烟草集团有限公司 济南卷烟厂技术设备处, 济南 250100)

Li Shu-Sheng<sup>1</sup>, Wang Dong<sup>2</sup>

(1. The 41st Research Institute of CETC, Qingdao, 266555 China; 2. Jinan Cigarette Rolling & Technique Setup Plant, General Tobacco Group Co. Ltd, Jinan 250100 China)

**摘要:** 本文介绍了影响电子元器件可靠性的因素和可靠性试验的原理, 主要阐述在电子产品生产过程中, 为确保产品的可靠性, 如何对电子元器件进行可靠性试验。

**关键词:** 电子元器件; 可靠性试验; 使用过程

中图分类号: TN306

文献标识码: A

文章编号: 1003-0107(2005)11-0033-03

**Abstract:** This paper simply introduces influencing factors about reliability of electronic component and principle of reliability experiment, mainly elaborates how to carry out reliability experiment about applied process of electronic component, in order to ensure reliability of electronic product.

**Key words:** Electronic component; Reliability experiment; Applied process

CLC number: TN306

Document code: A

Article ID: 1003-0107(2005)11-0033-03

### 一. 引言

在二十一世纪的今天, 电子产品可谓无处不在。大到一个国家的工业、农业、国防、科研, 小到我们日常生活的每一天都离不开电子产品。从使用者角度看, 电子产品在基本性能指标满足使用要求的前提下, 最重要的指标是可靠性, 所谓可靠性是指电子产品在规定条件下和规定时间内完成规定功能的能力, 随着电子产品的功能越来越多, 程度越来越复杂, 使用条件越来越恶劣, 对电子产品的可靠性要求也就越来越高。

电子产品是由电子元器件(以下简称元器件)经一定的电气连接和机械连接构成的, 所以元器件是完成电子产品功能的基本单元, 一台电子产品的可靠性在相当大的程度上取决于元器件的可靠性, 也就是说元器件可靠性的好坏直接影响着电子产品的可靠性, 直接关系到电子产品的使用性能, 关系到国计民生。可见, 元器件的可靠性是十分重要的, 而保证和提高元器件可靠性水平的重要手段是开展元器件的可靠性试验。

元器件的可靠性试验种类很

多, 在元器件使用过程中, 如何选择恰当的可靠性试验来保证元器件的可靠性水平, 是每个电子产品生产厂家要面对的一个重要的问题。

### 二. 元器件可靠性试验的原理

#### 1. 影响元器件可靠性的因素

影响元器件可靠性的因素很多, 总的来说分为内因和外因。引起元器件失效的内因一般由设计缺陷, 制造工艺不良或生产过程中的其他因素而引起的元器件自身的缺陷。比如: 芯片键合点缺陷、键合工

艺缺陷、芯片沾污、芯片金属化条腐蚀和缺损、电阻器金属引线损伤或端头涂层裂纹等; 引起元器件失效的外因就是存储、运输和工作过程中的气候环境条件、机械环境条件、生物条件、化学条件、电与电磁条件、辐射条件、系统连接条件和人的因素等, 如低温环境下, 石英晶体器件不振荡就是因其材料变脆和收缩而造成。

不同的环境条件及各种不同环境条件的恶劣程度对元器件的可靠性影响是不一样的。那些来自设

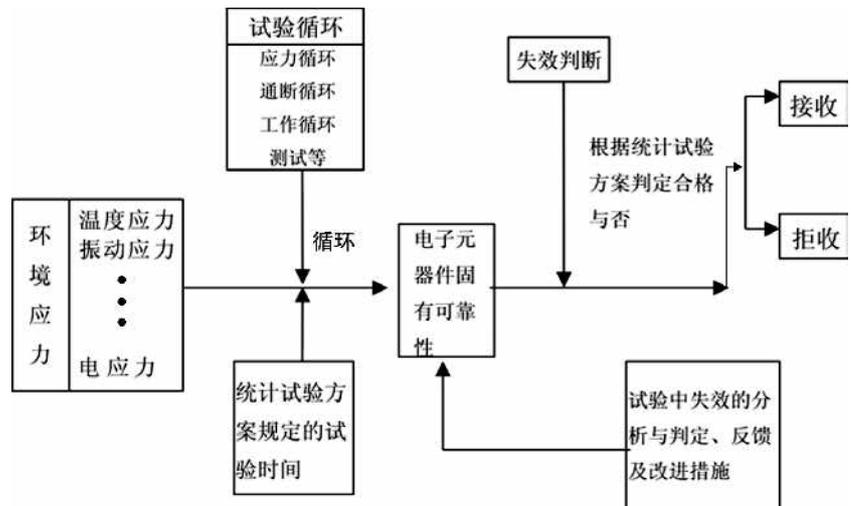


图1 元器件可靠性试验原理框图

计、制造等因素所造成元器件的固有缺陷，在一定的外因作用下就导致元器件的失效，乃至整个电子产品出现故障。

## 2. 可靠性试验的原理

可靠性试验就是为评价分析产品的可靠性而进行的试验，其试验的原理即模拟现场工作条件和环境条件，将各种工作模式及环境应力按照一定的时间比例，按一定的循环次序反复施加到受试产品上，经过失效的分析与处理，将得到的信息反馈到设计、制造、材料和管理等部门进行改进，以提高产品的固有可靠性。同时通过试验的结果对产品的可靠性做出评定，为电子产品设计者提供设计的可靠性依据。可靠性试验要达到预期的效果，要特别重视试验条件的选择、试验周期的设计和失效判据的确定。图1为元器件可靠性试验原理框图。

## 三．元器件使用过程的可靠性试验

### 1. 可靠性筛选试验

元器件在设计完成后，其设计可靠性水平已经基本确定。但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，最终导致制造的产品不可能全部达到设计的可靠性水平。在一批产品中总是有一部分产品存在各种潜在的缺陷，致使其寿命远远低于其平均寿命，这就是早期失效产品。在实际使用过程中，早期失效对产品的危害是相当严重的。不仅给用户带来经济损失，更为严重的是给生产企业带来的信誉损失。为了剔除这些早期失效产品，往往要进行元器件的可靠性筛选试验。可靠性筛选试验的目的在于提高元器件批可靠性水平。

筛选是一种百分之百的检验程序，在筛选前元器件的参数、性能均检验合格，只有对产品施加各种

应力后或采用特殊的检查手段，才能发现有隐患的早期失效产品。理想的筛选应力及其条件应是使筛选后的批产品的失效率达到偶然失效期的失效率，实际工作中，为有效地进行筛选，就得科学地确定筛选项目、筛选应力、筛选试验时间及容易变化的参数，并制定出恰当的失效标准。有效的筛选可以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。

元器件可靠性筛选的方法有很多，筛选应力也可以有很多种，筛选效果与筛选条件关系非常密切。对于电子产品生产厂家来说，选择合适的筛选条件和方法是十分重要的，在元器件应用阶段经常采用高温储存、功率老化、温度循环和热冲击筛选等四种筛选方法。

高温储存筛选是利用元器件的失效大多数是由于体内和表面的各种物理、化学变化所引起，和温度有密切关系。温度升高后，化学反应速率大大加快，失效过程得到加速，使有缺陷的元器件能及时暴露，加以剔除。它的优点是操作简便，效果明显，费用较少，可以实现很多种类的器件的筛选，可批量进行。因此在电子产品生产厂家在关键元器件的筛选中应用广泛。

功率老化筛选又称为电老化或电老炼，就是在热电应力的共同作用下，暴露元器件表面和体内的潜在缺陷。是电子产品生产厂家对关键元器件进行筛选经常采用的方法。由于功率老化需要专门的试验设备，费用较高，并且针对不同器件及要求，需要选择不同的筛选条件和筛选时间，比较烦琐。

电子产品在使用过程中会遇到不同的温度条件，由于热胀冷缩的应力会是内部热匹配性能不好的元器件失效。温度循环和热冲击筛选是利用了极端高温和极端低温间的热胀冷缩应力，剔除有热性能缺陷

的元器件。

### 2. 例行可靠性试验

在实际生产过程中，元器件的例行试验是对产品实行质量控制的主要措施之一。生产中使用的电子元器件，究竟可靠性如何，还需要定期地从批产品中抽取一定数量的样品，通过有关试验进行质量考核，这就是例行试验。实际上，电子产品生产厂家对进厂的元器件进行的检验就是一种例行试验。

通过例行试验可以了解进厂元器件的稳定性，确保进入生产车间的元器件都是能满足产品可靠性要求的。例行试验以抽样的方式进行，抽取的样品必须有代表性。它包括一系列的环境试验和寿命试验项目，个别特殊用途的器件还包括某些特殊的试验项目。例行试验必须对所有的特性参数进行全面测试并保存原始记录，同时还要分析参数的偏差，以及暴露与各种测试条件下的变化，从而对生产过程中的电子元器件的可靠性进行监控。

### 3. 元器件的加速寿命试验

元器件的使用寿命决定着电子产品的使用寿命。在电子产品的设计和生产过程中，需要对电子产品使用寿命做出综合评价，也就要求利用元器件的寿命试验对所使用的元器件的寿命做出评价。

元器件的寿命试验是评价和分析元器件寿命特征的试验，模拟实际工作状态或存储状态，投入一定样品进行试验，试验中记录样品失效的时间，并对这些失效时间进行统计和分析，评估元器件的可靠度、失效率以及平均寿命等可靠性数量特征。但是在正常使用的应力下做长期的寿命试验太耗费人力、物力和时间了，一般均采用加速寿命试验。加速寿命试验就是用大应力的方法促使样品在短时期内失效，从而预测元器件正常储存条件

或工作条件下的可靠性,其基本原理是把工作环境里的规定应力作为参数来观察失效和预计实际工作状态下的失效率。由于元器件的失效是因物理和化学反应所致,所以应力因子的大小决定失效的反应速度。

加速寿命试验常用与电子产品的设计和评定阶段,作为确定产品重要的工作指标和寿命指标的手段。

#### 4. 现场可靠性试验

在实验室条件下进行的元器件可靠性试验必然与真实环境下的试验有一定差距。现场可靠性试验,即在使用现场进行的可靠性试验,可以真实地反映出产品的实际使用条件下的元器件的可靠性水平。

在实际使用中,几种环境应力同时作用,对电子产品所带来的影响是复杂的,比较全面的,不是实验室试验所能达到的。元器件的现场可靠性试验就是在使用现场收集设备上所用元器件的可靠性数据,进行元器件工作可靠性统计评估,将元器件在实际使用条件下的失效率指标与实验室内规定条件下获得的失效率指标进行比较,为对元器件提出合理的可靠性指标要求提供依据。

现场可靠性试验中的工作和环境试验条件,复杂并且不受控制,因此,在可靠性试验方案中应该合理地 and 适当地规定所有工作和环境因素严酷度的极限。在试验过程中,应连续检测工作和环境试验条件,当试验条件超出规定范围时,应中断试验。

由于试验结果是从现场得来的,应在现场进行必要的实际分析,离开现场后,对现场报告中的失效分析与判断也应进行必要的再分析与再判断,以保证这些报告的可信性和完整性。

#### 5. 失效分析试验

元器件的失效分析试验是在元器件失效后,进行的寻找其失效机理的试验,其目的是为了确定失效是由使用不当造成的还是由元器件固有缺陷引起的。

失效分析试验从电子产品原理的角度,对故障产品进行测试、试验、观察分析,以确定故障部位。必要时,分解产品,进行理化分析,应力强度分析,判断故障的性质,弄清故障产生的机理。同时应进行数据统计,就是收集同类产品生产数量、试验、使用时间、以产生的故障数,估算该类故障出现的频率。通过故障分析查明故障原因和责任,若是元器件使用不当造成,应改进设计和制造工艺,若是元器件固有缺陷引起的,还要确定该种缺陷是偶然的还是批次性的,然后才能依据结论采取相应的纠正措施。

例如;某电子产品出现故障,根据现象判断两只电容漏电流太大,更换,故障排除。进行元器件失效分析试验,两只电容耐压、漏电流、容量等指标均正常,说明维修未解决根本问题,该电子产品仍存在着隐患,应跟踪处理。

#### 四. 元器件可靠性试验的管理

##### 1. 试验期间的技术管理

可靠性试验作为一种生产保障措施,需要有一定的设备支持。绝大部分的可靠性试验都需要专用设备。并且设备需要有资格的专门机构对各项功能指标进行鉴定,鉴定后贴合格证并注明有效期限。实验设备须有专人维护保养,复杂设备应设专人操作,经严格培训并发操作证。

为达到试验的理想效果,技术人员必须对试验技术和试验条件进行研究改进。一般民用设备的可靠性要求不是很高的情况下,生产厂家应根据实际情况,尽量通过投资

较少,周期短,步骤比较简单的试验,使产品达到用户满意的可靠性水平,以降低生产成本。

##### 2. 试验报告的闭环管理

可靠性试验是通过试验来研究可靠性,试验现场往往无法根据一次试验结果判断其元器件的可靠性,因此必须把试验内容全部如实记录下来,然后进行可靠性分析,即撰写可靠性试验报告。可靠性试验报告是试验的总结性报告,应包括主要的试验情况、技术数据、试验结论、提高设备可靠性的技术措施(包括技术与管理措施)等。

元器件可靠性试验的试验者应该真实、全面地记录试验数据,并在试验完成后,撰写试验报告。试验报告应交技术人员,技术人员根据试验数据和试验效果对试验技术和试验条件进行修正或改进,以达到理想的实验效果。

一份完整的元器件可靠性试验报告应归档保存,必要时可进行比对试验或验证试验,确保试验的有效性和复现性。

#### 五. 结束语

元器件可靠性的试验方法很多,电子产品生产厂家必须根据自己产品的实际情况,选择或设计合适的试验方案,保证元器件的质量与可靠性。通过开展元器件使用过程的可靠性试验,电子产品生产厂家提高了所选用的元器件的质量与可靠性,从而提高了产品的信誉度和美誉度,有利于提高电子产品厂家生产经营。

##### 参考文献:

- [1] 刘明治, 编著. 可靠性试验[M]. 电子工业出版社, 2004年.
- [2] 孙青, 庄奕琪, 王锡吉, 刘发, 编著. 电子元器件可靠性工程[M]. 电子工业出版社, 2002年.