



连接器设计培训系列

连接器的测试与可靠性

- 连接器的测试与可靠性简介
- 连接器测试种类
- 连接器鉴定测试/Qualification
- 连接器可靠性测试/Reliability
- 知名机构对连接器不良统计

案例, 数据, 图示, 图片培训时提供



连接器测试与可靠性简介



连接器测试的目的: 评估连接器在工作状况下的性能

正确选择/设置测试内容的前提:

- 理解存在的失效机理 – 决定测试类型
- 理解工作环境/条件下触发连接器失效机理的负荷水平/程度 (severity of stresses) – 决定测试条件/测试程度 (levers of test conditions)

失效机理的两种类型:

- 内在固有的失效机理, 如锡层的微动腐蚀, 设计(材料)所决定
- 外因引起的失效机理, 如界面污染, 刮伤, 外因(如应用环境)所决定

适当的测试设计/设置能评估触发失效机理和产品失效(失效机理产生的退化达到一定程度)的可能性

应用环境: 在一定应用环境下产品的负荷状况决定失效机理, 故评估应用环境甚为重要, 而不至于设计的试验没有触发实际应用中存在的失效机理或触发了实际应用中不存在的失效机理. 评估应用环境的内容如下:



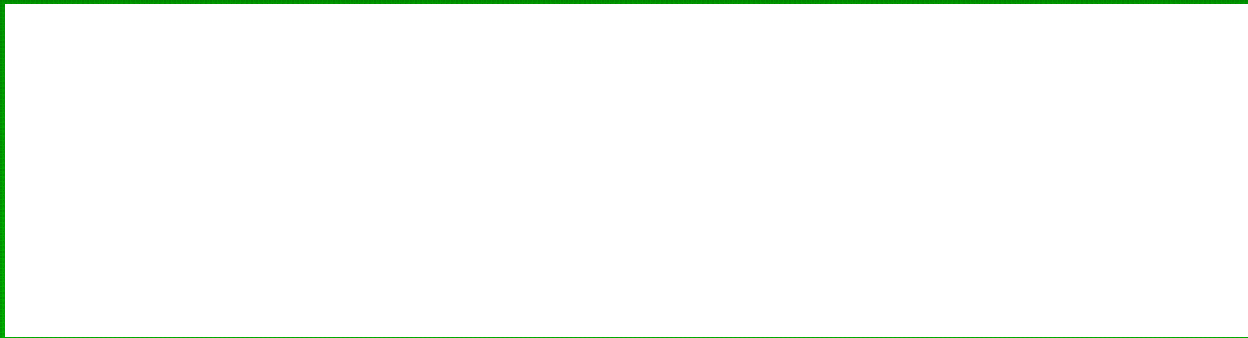
连接器测试与可靠性简介



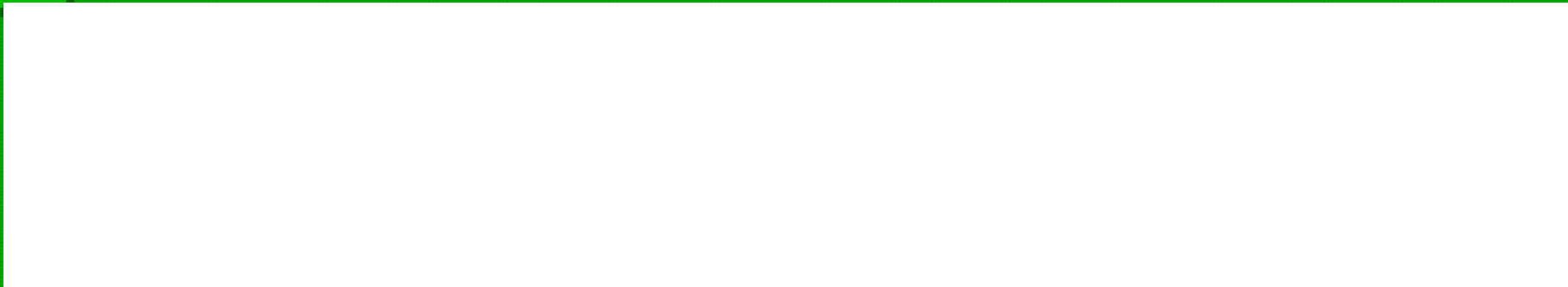
连接器类别及应用环境要求（1）



L1



L2



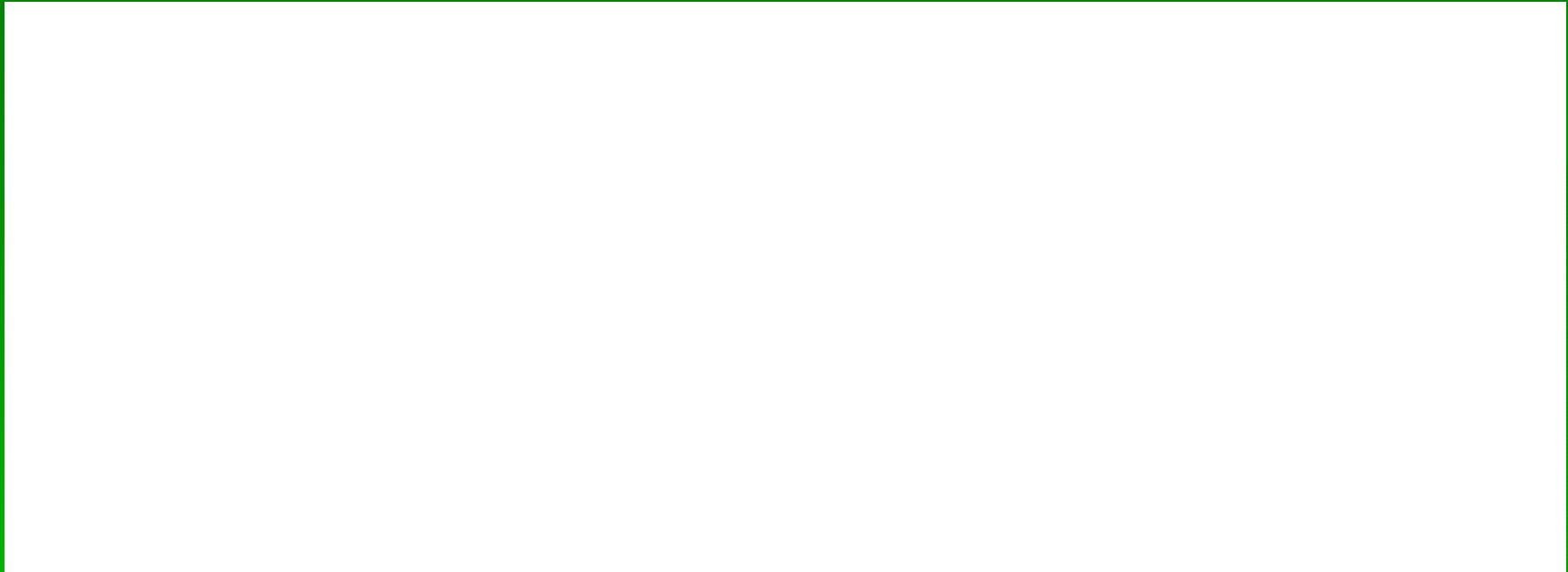


连接器测试与可靠性简介



L3

连接器类别及应用环境要求（2）



L4





连接器测试与可靠性简介

ENCNN

连接器类别及应用环境要求（3）

L5

L6

Encnn enables connection!
www.encnn.com



连接器测试种类



连接器测试的本质: 使产品的负荷控制在一定条件内, 看失效机理是否触发, 若触发, 产品退化/降解的程度是否令产品失效. 具体的测试类型的选择决定于关注的失效机理. 测试可分为验收性测试和评估性测试.

测试加速因子: 指测试中的时间/循环次数与应用中产品的寿命的关系, 如测试中的5天相当于应用中的5年, 则加速因子是365: $5 \times 365 / 5 = 365$.

测试时间与应用时间的关系未必是线性的.

常见各种失效机理对应的测试类型:

A, 温湿循环 (Temperature cycling with humidity)

加速因子: 如果试验中的温湿对应应用中的温湿状况, 试验的一个循环可能对应应用中的一个循环.

注意事项:

如果试验温度极限过大于应用极限, 负荷可能应发实际不可能出现的失效模式



连接器测试种类



常见各种失效机理对应的测试类型: B, 热冲击 (thermal shock)

加速因子: 如果试验中的温湿对应应用中的温湿状况, 试验的一个循环可能对应应用中的一个循环.

注意事项:

如果试验温度极限过大于应用极限, 负荷可能应发实际不可能出现的失效模式

C, 混合气体
(Mixed flowing gas)



连接器测试种类



常见各种失效机理对应的测试类型:

D, 振动 (vibration)



连接器测试种类

常见各种失效机理对应的测试类型:

E, 机械冲击 (mechanical shock)



连接器测试种类

常见各种失效机理对应的测试类型:

F, 高温老化 (High temperature – heat age)





连接器测试种类

常见各种失效机理对应的测试类型:

G, 插拔循环 (Durability/mating-unmating cycling)



连接器测试种类



评估性测试:

评估性测试包括确认测试 (verification testing), 验证测试 (validation testing), 开发测试 (development testing). 这种类型的测试是为了了解特定设计的性能如何, 没有合格不合格的标准.

评估性测试用于新设计或设计变更, 样品不必是量产产品-事实上该阶段不存在量产产品. 评估性测试的程度决定于设计的新颖性. 采用传统的, 设计依据经过很好认证的设计可以不要求什么测试, 因为这些设计不会被怀疑是否能达到期望的性能.

验收性测试:

验收性测试包括鉴定测试 (qualification testing), 可靠性测试 (reliability testing). 这种类型的测试是根据具体的标准来测试产品是否满足要求.

鉴定测试是评估产品设计满足通用要求的能力, 这些通用要求一般已被采用较长时间. 目的是证明相对各种失效机理产品能提供稳定的性能.

典型的测试是, 经过一定的预处理后的样品只涉及单个负荷. 如引发应力松弛的高温老化试验与引发腐蚀的MFG试验一般不会在一起. 故鉴定测试中以分组的形式很常见.

在实际应用中, 连接器可能同时经历多种失效机理而且失效机理间可能相互影响使性能的退化比单个失效机理作用下的退化明显. 故在单负荷分组试验中要求允许的性能变化很小. 如实际应用中可能允许几十毫欧的电阻差只允许几毫欧.

Encnn enables connection!

www.encnn.com



连接器测试种类

鉴定试验是为一定应用范围(如办公室环境+家用环境+...)而开发的,它不能提供显示产品在特定应用下的性能数据,它表明产品性能在一定范围内,只要在这范围,产品的性能在适用鉴定试验的范围内能满足性能要求.

信号端子与电源端子的鉴定试验:

信号端子与电源端子的分类:

信号端子用单负荷分组法做鉴定试验,而电源端子鉴定载流能力时用多负荷法.



连接器测试种类



鉴定试验

信号分离界面鉴定试验
分组.

第一组测试机械性能

第二组测试应力松弛

第三组测试抵御环境腐蚀
性能

第四组测试绝缘外壳性能

Encnn enables connection!

www.encnn.com



连接器测试种类



鉴定试验

电源分离界面鉴定试验
分组.

第一组测试机械性能

第二组测试载流能力-多负
荷-EOL

第三组测试绝缘外壳性能



连接器测试种类

鉴定试验

卷曲 (crimp) 永久连接界面鉴定试验内容

混合气体试验的水平与应用环境的对应关系。

ENCNN



连接器测试种类

鉴定试验

连接器与PCB焊接连接鉴定试验



连接器测试种类 鉴定试验

EIA的连接器的鉴定试验标准-EIA
TS1000.01

---多负荷方式
---客户定义验收要求.



连接器测试种类

可靠性测试

可靠性是指产品在一定的工作环境下(如一定温度,应力)在寿命期间性能满足要求的可能性.

可靠性测试的3大因素:

失效标准;

寿命要求(年限或插拔循环);

应用场合(环境,机械,电气)

可靠性评估的方法:

实际使用法:最准确的评估方法;建立监控系统很费事;很费时间——一批产品使用完才有结果;应用系统和监控系统的可靠性不可知——要求额外系统——系统要有足够寿命以便试验产品改良;评估只对试验的场合有效;应用有限.



连接器测试种类

预测法 (predictive) :可靠性测试

基于以往试验研究和测试而开发的模型来预测产品的可靠性. 该模型需确定关键参数, 如材料, 应用环境, 机械应力, 应用性能要求, 负载持续率 (duty cycle), 制造技术. 一般先赋予一个基本失效率然后乘以关键参数决定的各因子.

样本有美军标Mi1-HDBK-217; 西门子标准SN29500; 贝尔试验室的TR-NWT-000332.

能早期预测产品可靠性 (产品被制造前); 模型建立后预测简便; 准确性和有效性局限于确定关键参数和因子的研究水平; 模型无法考虑到制造商的历史, 制造商不同的工艺水平, 管控方法; 精确性受限;

该方法适用于失效机理较少, 失效标准简单, 数据充分, 研究水平较高的产品.

该方法不适合连接器这种失效机理受环境和载荷影响较大, 失效标准决定于应用场合/要求, 失效分析数据较少的产品. 但对连接器不同设计方案能提供可靠性相对等级的信息. 很少用于精准评估连接器可靠性.



连接器测试种类

可靠性测试

失效物理 (Physics of failure) 法:

失效物理法要求识别潜在的失效机理并开发出能触发该失效机理的试验. 目的是在一定速率 (具有一定加速因子) 使产品产生在实际应用中会出现的性能退化/降解.

这种方法的主要局限是开发试验的能力 - 该实验以一定加速因子准确触发典型的性能退化. 但不太可能以相同的速率同时触发各种潜在的失效机理. 若充分理解潜在的失效机理和测试技术, 能够获得有关产品可靠性的信息.

若试验科学合理, 失效物理法比预测法更准确, 比实际使用法应用场合更广, 试验周期更短, 更易操作.

开发失效物理法试验的评估因素:

设计/材料: 设计和材料的选择决定了固有的失效机理, 故引导我们选择应采用的试验方法, 所选的方法应该是能触发所关注的失效机理

应用环境下的负荷: 实际环境下的负荷状况决定测试的程度/级别, 也可能指示需增加哪些试验内容来评估外在的失效机理 (如颗粒污染)

性能要求: 决定允许的性能退化; 包括寿命要求 - 确定试验周期.

只有明确加速因子的试验在可靠性测试才有实际的意义.

Encnn enables connection!

www.encnn.com



界面可靠性评估： 非导电膜

连接器测试种类 可靠性测试

研究证明,触点间是密封的(airtight),较长时间内(几十年)不会形成腐蚀物,腐蚀物只能在触点周边形成,故非导电膜只能在触点接触前形成。

界面电阻可靠性试验的焦点是:导致界面错动的因素和形成非导电膜的因素
应力松弛

前面指出足够的正向力能确保界面不产生错动,但应力松弛会使正向力降低,时间应用中无法避免应力松弛,故可靠性试验应包含应力松弛(退化机理)的试验内容

界面错动前,即使正向力变化较大,电阻变化不大---弹性恢复区间接触面积变化不大
---见相关培训



可靠性测试

界面可靠性评估:

焦点是引起非导电膜的形成,正向力降低和界面错动的失效机理.

试验数据解读:

22 cycle 变化不大;

MFG 变化不大;

Tem cycle 界面很轻微错动;

1-2 cycle 界面重建.



连接器测试种类

可靠性测试

评估连接器可靠性的测试方法:

基本的可靠性测试顺序是:

- 将接触界面的稳定性降到与产品在实际应用中的水平;
- 将接触界面的状况调控成: 在界面形成与实际应用相当的非导电性污染或使界面腐蚀成与实际应用相当的状况
- 将接触界面处于应用中典型的振动环境.

实际应用中产品同时受各种负荷而在实验中无法同时加载各种负荷. 因为各种实验有不同的加速因子, 而且测试条件也不相同, 如MFG测试的腐蚀在30° 可加速-加速因子的温度参数是30° 而应力松弛的加速往往在95-120° 范围, 故试验要顺序进行.

定义合理的试验顺序将样品调试到产品寿命临终的状态, 故样品评估的是产品在寿命临终的可靠性, 用统计技术能得出产品在临终时的可靠性的具体数字.

顺序加速测试法无法评估产品在任何应用时段的可靠性, 因为样品是处于EOL状态.



可靠性测试

界面可靠性试验顺序

信号连接器的主要测试参数是接触电阻。
电源连接器的主要测试参数是温升。在合适的时机对参数进行测试,如试验之初与试验之末。



可靠性测试



可靠性评估案例

材料: ph-bronze; 工作环境温度: 135° ; 寿命: 3h/d X 20y; 电流:7.5A; 插拔寿命: 产品寿命期间长期配合; 非振动非颗粒污染环境; 镀层: 金或锡.

可靠性测试

可靠性评估案例

60个数据来自30个连接器中的2pin.



可靠性测试

可靠性评估案例

试验数据解读





可靠性测试

可靠性测试数据的统计分析

可靠性测试的数据一般是从端子获得,但客户关心的是整个连接器的性能,一个端子有问题即整个连接器被认为有问题,如何从端子的可靠性数据得出连接器的可靠性数字

pin位置相互独立的方法:



即使Pin的可靠性很高,但pin数很多时,连接器的可靠性可能不是很理想,
99.9999%—99.99% (100pins);
99.99%—99.5% (50pins)

Pin极限值法

连接器的可靠性决定于性能最差的Pin
从结构上确定连接器性能最差的pin —
如最边缘的pin — 腐蚀最严重
如不同失效机理的pin



连接器不良统计

ENCNN

HP统计:

percentage

severity

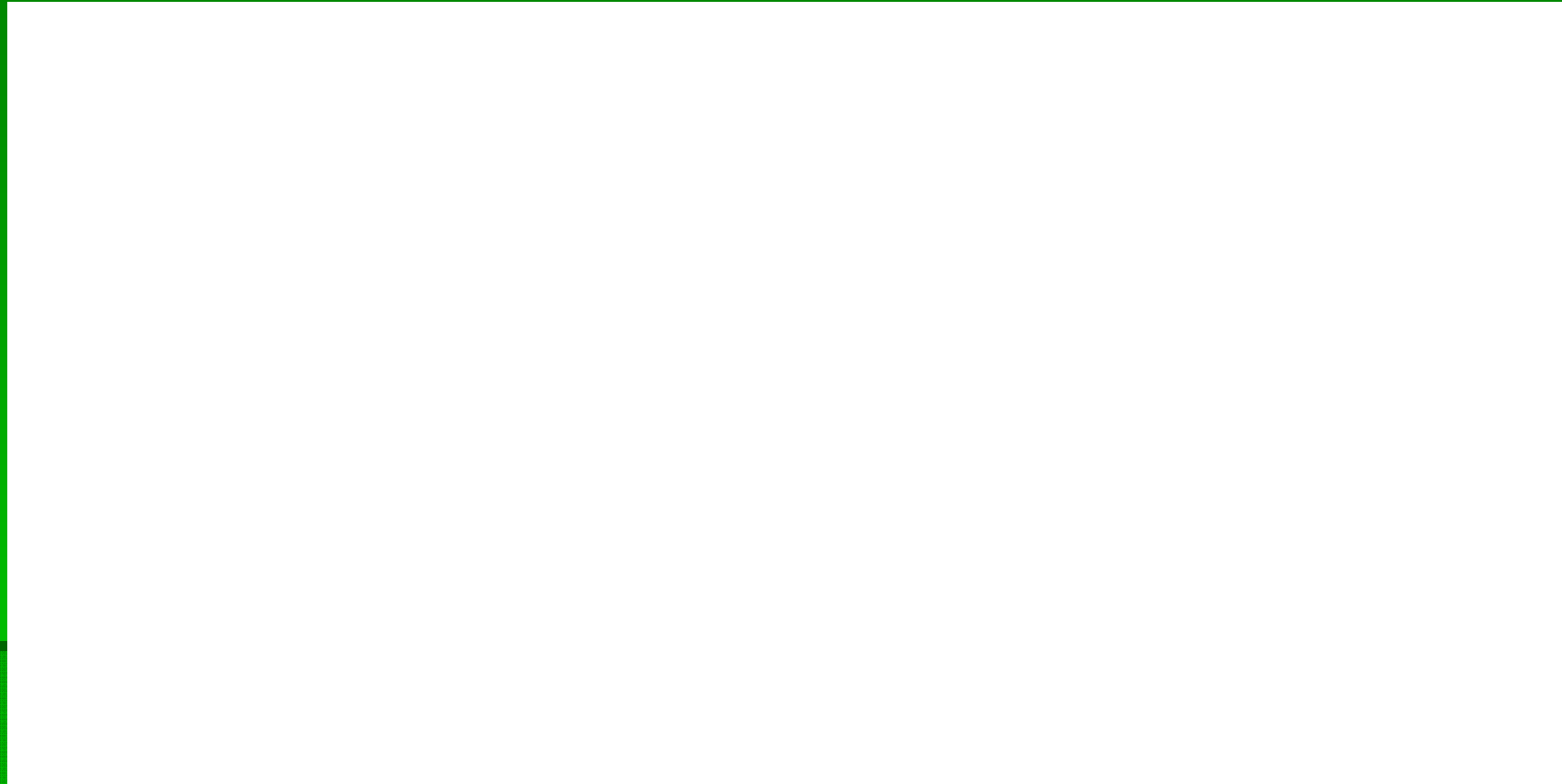
Encnn enables connection!
www.encnn.com



连接器不良统计

ENCNN

IERI/international electronics reliability institute 统计:



FIT: Failure unit, one failure in 10 billion hours
1 FIT \approx 1百万产品十年出现一次故障

Encnn enables connection!
www.encnn.com



连接器不良统计

ENCNN

连接器协会统计:

连接器失效
模式统计

Encnn enables connection!
www.encnn.com



连接器不良统计



连接器协会统计:

连接器开路(open)
和过热(overheat)
失效原因统计(1)
-供应商方面



连接器协会统计：连接器不良统计

连接器开路(open)和过热(overheat)失效原因统计(2)
-供应商方面

没有较突出的原因,需系统性改善,如用FMEA方式.



连接器不良统计



连接器协会统计:

连接器开路(open)
和过热(overheat)
失效原因统计(3)
-客户方面

主要原因是压接工
具,压接工具调试
和超出产品应用规
格.



连接器协会统计: 连接器不良统计



连接器开路(open)和过热(overheat)失效原因统计(4)
-客户方面

措施:
培训客户