



电子可靠性工程 技术实践

课程目的



了解电子可靠性工程的基本概念，指导电子产品硬件可靠性设计和硬件问题分析，帮助客户有效提高产品的质量 and 可靠性。

课程简介

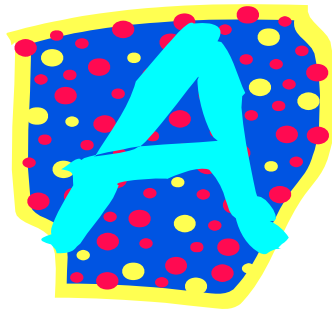
本课程完整介绍了电子可靠性工程的知识体系，包括器件选型认证、可靠性设计技术、生产和维护、失效分析和流程保障五个方面。学习后可以掌握如何通过物料的选型与认证来保证物料的基本可靠性，了解可靠性设计的14种方法，电子产品的器件失效分析，以及加工过程中的产品可靠性保证方法。这些技术构成的全新电子可靠性工程大大超越了传统可靠性的方法，使可靠性成为一种具有**很强操作性**的工程技术，具有明显的实用价值，对电子产品可靠性的改进效果在短期内就显著可见。

目录

1. 电子可靠性工程概述
2. 电子可靠性工程的基础知识
3. 电子可靠性工程流程体系
4. 基本可靠性保证(物料选型与认证)
5. 可靠性设计
6. 失效分析
7. 生产加工可靠性保证

开展电子可靠性工程工作的意义

- 中国现在是制造大国，还不是制造强国，为什么？
- 国内电子厂家经常面临问题：由于产品问题多导致客户满意度下降；价格只是国外竞争对手的几分之一，利润低。但是还是竞争不过，竞争力差，为什么？
- 作为消费者，我们都喜欢买美欧日进口产品，为什么？



开展电子可靠性工程工作的意义

- 重要原因是：我们的产品质量和可靠性差，国内电子产品和国外领先企业的差距已经不是功能性能的差距，而是质量和可靠性上的差距。
- 质量和可靠性差的主要原因是：设计水平低，缺乏硬件应用经验，缺乏电子可靠性系统工程方法。

开展电子可靠性工程工作的意义

- 我们认为：仅靠个人经验和责任心是无法根本提高设计水平的，最主要的是缺乏一套完整的系统方法，“君子授人以鱼，不如授人以渔。”
- 电子可靠性工程，就是帮助大幅提高可靠性的利器。它可以显著降低器件失效率以及器件失效造成的影响，是提高产品可靠性的重点，也是最容易产生效果的措施，投入一分可以获得十分的效果。

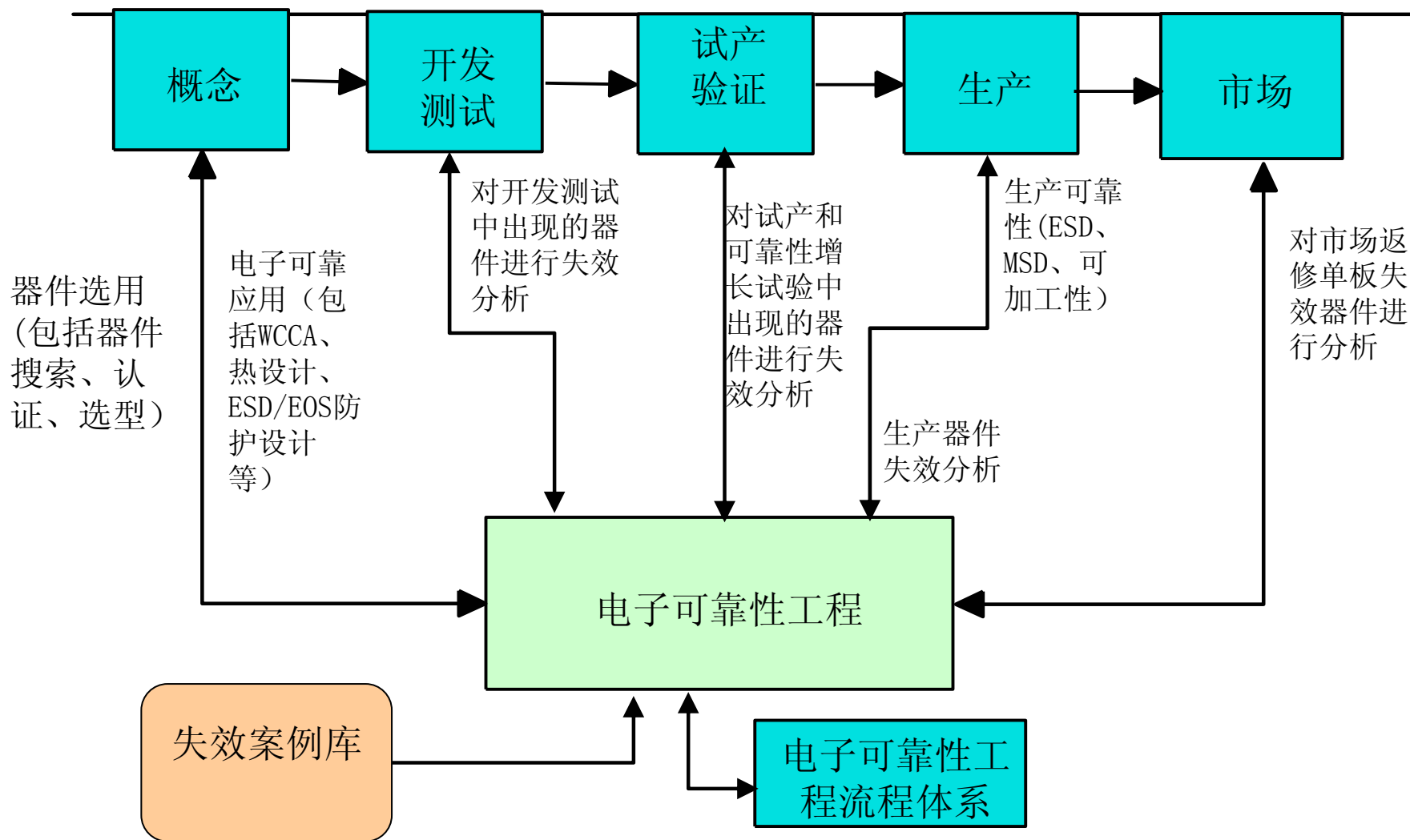
易瑞来科技的优势

- 目前国内企业普遍没有系统开展电子可靠性工程工作，也说明有很大的提升潜力。
- 深圳市易瑞来公司的主要技术专家，均有在国内领先电子企业中从事多年可靠性技术的经历，通过和欧美发达国家的顶尖可靠性专家进行学习交流，汲取国外最新的可靠性设计理念和技术方法，辅以在产品设计中的大量成功实践经验，在国内率先推出了全新的实用电子可靠性工程技术！
- 在实践中证明，只要全面采用易瑞来公司的电子可靠性工程技术，产品的可靠性一定会有大幅的提高，至少提高10倍以上，达到国际领先水平！

什么是电子可靠性工程

- 电子可靠性工程是保证器件在产品整个生命周期中可靠工作的系统工程。
- 简单地说电子可靠性工程就是通过保证使用可靠的器件和可靠地使用器件，避免器件失效，来保证电子产品的质量和可靠性。
- 建立电子可靠性工程流程体系，系统开展器件质量可靠性认证、电子可靠应用设计以及对测试、验证、生产、市场上的失效器件进行根原因分析。

产品生命周期中的电子可靠性工程



市场竞争的需要

- 对于高端设备如通信产品、汽车电子，只有采用电子可靠性工程的系统方法才能保证高可靠、高稳定性的基本要求。
- 即使对于消费级类的低端产品，采用电子可靠性工程的系统方法，质量和可靠性在业界达到领先水平后，不但可以大大降低返修成本和售后服务成本，而且极大提升产品品牌价值，提升竞争力。

国产手机**2004**年占有率比**2003**年大幅退步以及赢利能力较差的很大原因是返修率要远高于国外先进公司。

电子可靠性工程需要长期的积累

电子可靠性工程技术提升需要长期积累。

XX通讯公司从事电子可靠性工程有超过**100**名博士。

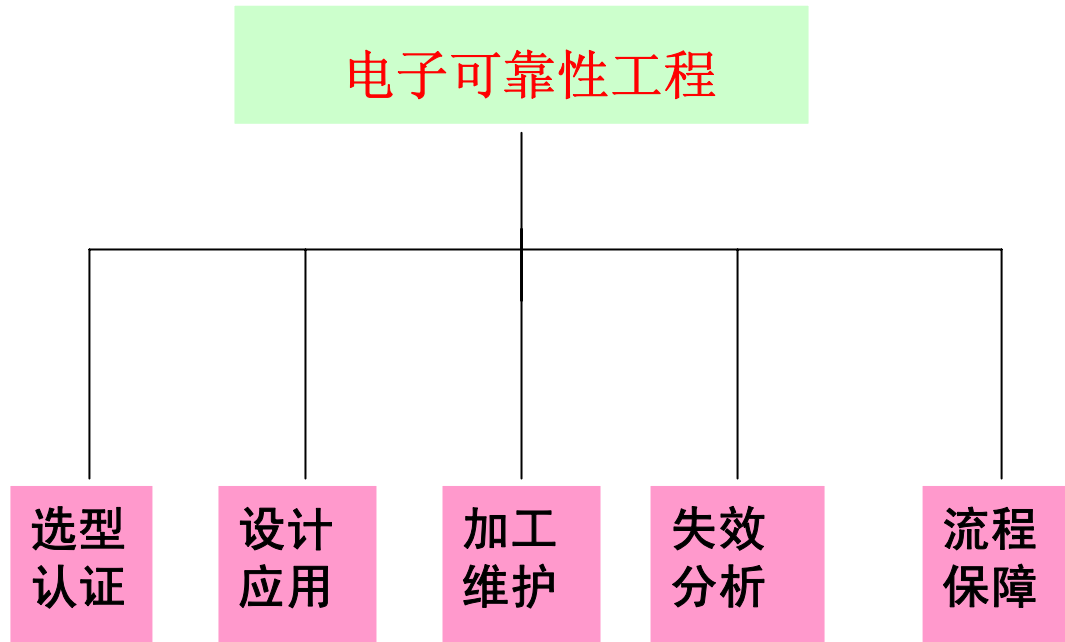
国内的先进公司也重点开展电子可靠性工程。

.....

电子可靠性工程主要内容

- 电子可靠性工程的基础知识
- 电子可靠性工程流程体系
- 基本可靠性保证
- 可靠性设计
- 失效分析
- 生产加工可靠性保证

电子可靠性工程主要内容



通过正确的选型认证来保证构成产品的物料的基本可靠性

物料选型与认证是一项产品工程，是硬件开发活动的重要组成部分。产品一旦选用了某物料，其质量、成本、可采购性基本上60%都已固化，后期的一系列改进、保障策略所达到的效果只能占到40%，物料选型影响重大。如何确定物料的规格，如何识别不同厂家的物料优劣，如何对物料厂家进行认证，如何监控物料厂家的质量波动，这些专项技术，在国际领先公司都有专业的团队来进行研究，并有系统化的流程来保障物料选用，而目前国内厂家普遍比较薄弱，因此从物料选用开始，产品质量就和业界领先公司拉开了差距，可以说是输在了起跑线上。

易瑞来公司的专家按照器件类别进行分工，可以帮助企业建立各类器件的认证规范和选型指导，提升器件选用过程的效率和质量。

通过正确合理的设计方法保证应用可靠性

常用的可靠性设计方法有如下14种，在产品开发过程中，这些方面都要考虑到，包括借助相应的仿真工具进行分析，才能够保证设计的产品可靠性。

- 1) 可靠性预计
- 2) FMEA
- 3) 可靠性指标论证、分配与冗余设计
- 4) 电应力防护设计
- 5) ESD防护设计
- 6) 容差分析
- 7) 降额设计

通过正确合理的设计方法保证应用可靠性(续)

- 8) 升额设计
- 9) 热分析和设计
- 10) 信号完整性分析
- 11) EMC设计
- 12) 安全设计
- 13) 环境适应性设计
- 14) 寿命与可维护性设计

国际领先的大公司，对这些设计方法均有专业团队来保障，为了满足国内企业的需求，针对每种设计方法，深圳市易瑞来公司均有专家负责研究和追踪业界最新的进展，实践经验丰富，可以帮助企业建立自己的设计规范，帮助电子工程师迅速掌握这些方法并指导实践。

在加工维护过程中保证不引入对器件的损伤（续）

在生产加工过程中，影响可靠性的最主要的因素是ESD、MSD和焊点可靠性，这三方面的控制技术目前发展得较为成熟，也有对应的国际标准，但是国内很多厂家还做得不够完善，如产品线的ESD控制水平是多少，MSD控制可以达到几级潮湿敏感器件，影响焊点可靠性的主要因素是怎样控制的？象MSD控制不好引发的可靠性问题，往往是在产品到用户手里半年以上才会大量暴发，ESD损伤对器件的长期可靠性的影响也很大，因此怎样控制加工过程，保证对不引入对器件的损伤需要引起重视。在产品维护保养过程中同样要考虑可靠性问题，避免引入对产品的损伤。易瑞来科技在ESD控制、MSD控制、焊点可靠性等领域均有经验丰富的专家，并和这些领域的国际专家有密切的合作关系，可以帮助企业建立或者完善内部规范和操作指导书。

失效分析

通过对开发、测试、小批量试产，量产阶段、用户现场的器件失效分析，找到失效的根本原因和改进措施，及时纠正和预防失效的发生。发现问题越早，解决问题的成本也就越低，因此即使是开发调试过程中出现的个别器件失效，也要进行彻底的失效分析，明确失效机理，进而采取对应的解决措施以及预防措施。

易瑞来公司提供微电子器件和集成电路的失效分析专业服务，是国内第一家提供失效根本原因（ROOT CAUSE）分析服务的公司。现有失效分析人员拥有数十年工作经验，擅长元器件失效分析和器件应用分析相结合的综合分析。

流程保障

电子产品可靠性工程是非常严谨的系统工程，需要高效、明确的流程来保证。可靠性保障流程主要有三个：

- 1) 选用可靠物料流程，包括物料选型，物料认证，供应商认证，供应商质量控制等方面；
- 2) 产品开发中的可靠性设计流程，在产品开发过程中保证上文提到的14种方法的使用以及明确评审要求，通过可靠性设计来保证产品的可靠性。
- 3) FRACAS流程，通过对故障数据的分析处理，找出异常问题，启动根本原因分析，找到解决措施和预防措施，使所有问题都能够闭环，以保证产品的可靠性。

目录

1. 电子可靠性工程概述
2. 电子可靠性工程的基础知识
3. 电子可靠性工程流程体系
4. 基本可靠性保证(物料选型与认证)
5. 可靠性设计
6. 失效分析
7. 生产加工可靠性保证

2 电子可靠性工程基础知识

2.1 质量与可靠性的关系

2.2 可靠性发展的历史

2.3 可靠性的层次

2.4 可靠性指标

2.5 寿命周期费用

2.6 可靠性数学基础

2.7 可靠性试验基础



结论

- 电子可靠性只有从了解器件的失效物理机理，知道器件会怎么坏，才能做到“使用可靠的器件”和“可靠地使用器件”。
- 器件的一些参数如绝对最大值(**AMR**)包含一些可靠性信息，器件应在**AMR**下使用，由于制造工艺偏差每个器件的**AMR**存在一些差异，因此工艺能力对电子可靠性有重要影响，工艺技术成熟的电子可靠性较高，与供应商合作，了解工艺动态对“使用可靠器件”很有帮助。
- 容易获得的电子可靠性数据如**EFR**、**LFR**并不包含电子可靠性的全部特性，正确认识器件的可靠性需基于器件的失效物理，而不是器件的统计数据。
- 对于电子产品，可靠性预计实际工程意义不大，有意义的是可靠性改进。

目录

1. 电子可靠性工程概述
2. 电子可靠性工程的基础知识
3. 电子可靠性工程流程体系
4. 基本可靠性保证(物料选型与认证)
5. 可靠性设计
6. 失效分析
7. 生产加工可靠性保证

3 电子可靠性工程流程体系

3.1 基本可靠性保证流程

3.2 产品开发过程中的可靠应用流程

3.3 FRACAS流程

3.1.1 物料选型认证流程

3.1.1 物料选型认证流程

1 物料选型认证团队运作流程

2 新物料认证流程

3 物料替代

4 定制件质量控制流程

5 **PCN** 处理流程

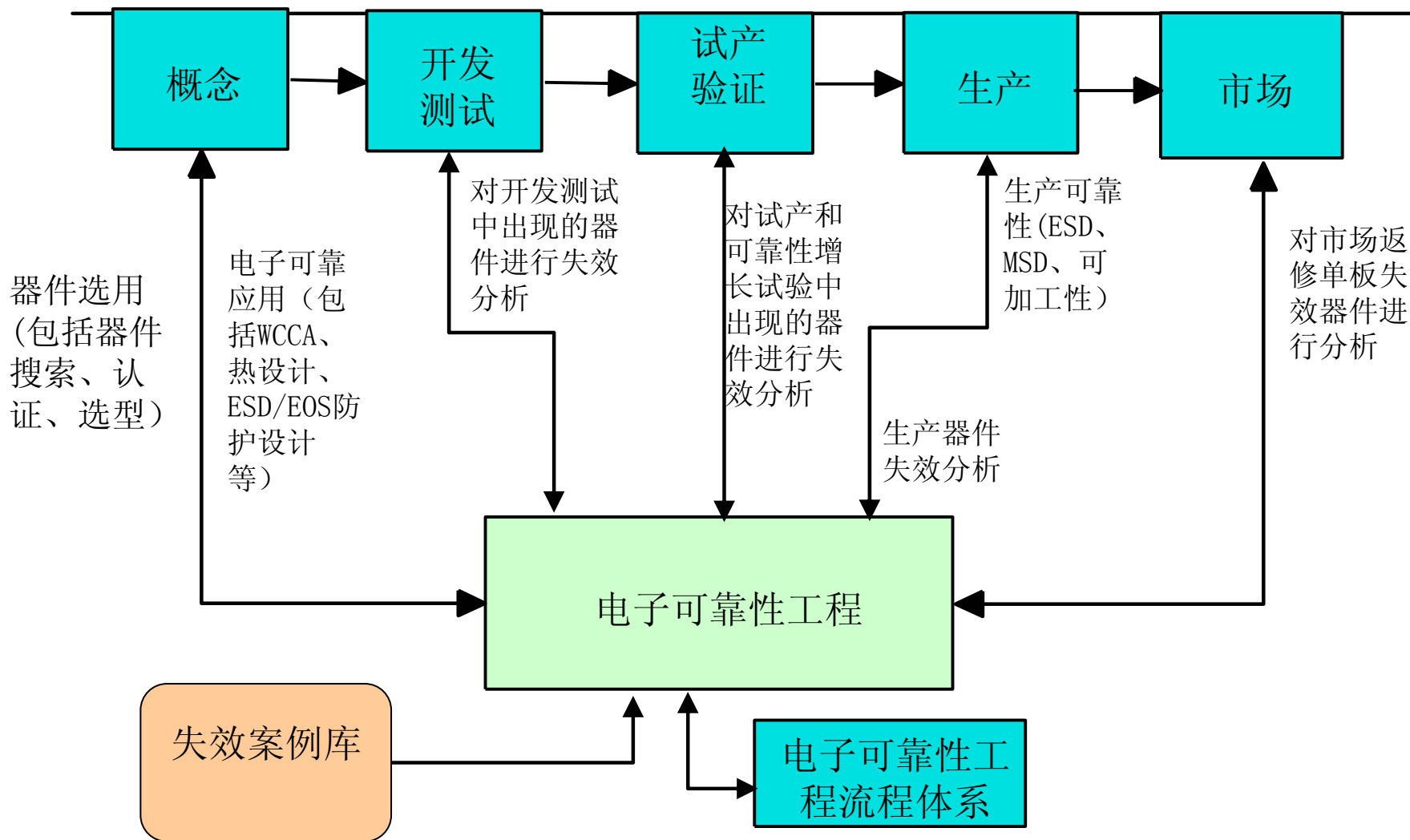
6 物料问题处理流程

3.1.2 供应商认证和控制流程

- 1 供应商认证流程
- 2 供应商品质控制
与改进流程



3.2 产品开发过程中的可靠应用流程



3.3 FRACAS流程

- 1 器件失效数据搜集和分析流程
- 2 器件失效根原因分析流程
- 3 维护闭环流程

目录

1. 电子可靠性工程概述
2. 电子可靠性工程的基础知识
3. 电子可靠性工程流程体系
4. 基本可靠性保证(物料选型与认证)
5. 可靠性设计
6. 失效分析
7. 生产加工可靠性保证

4 选用可靠的器件(物料选型与认证)

4.1 什么是物料选型与认证

4.2 新物料选用方法

4.3 物料选型与认证流程

4.4 交付件和选型工具

4.5 供应商认证

4.6 物料品质控制体系与方法

4.1 什么是物料选型与认证

- 物料选型与认证是一项产品工程，是硬件开发活动的重要组成部分。
- 物料可用性、可采购性、成本和供应商支持能力满足产品要求。

4.1.1 物料选型与认证的目的



通过系统化的物料选型与认证活动，可以保证选用物料的可用性、可采购性、成本和供应商支持能力（包括技术和商务能力）。

4.1.2 物料选型与认证的主要活动

物料选型和认证是密不可分的产品系统工程。

主要包括：

物料选型方法

物料选型和认证的流程体系

物料认证报告包

供应商认证

供应商品质控制和改进。



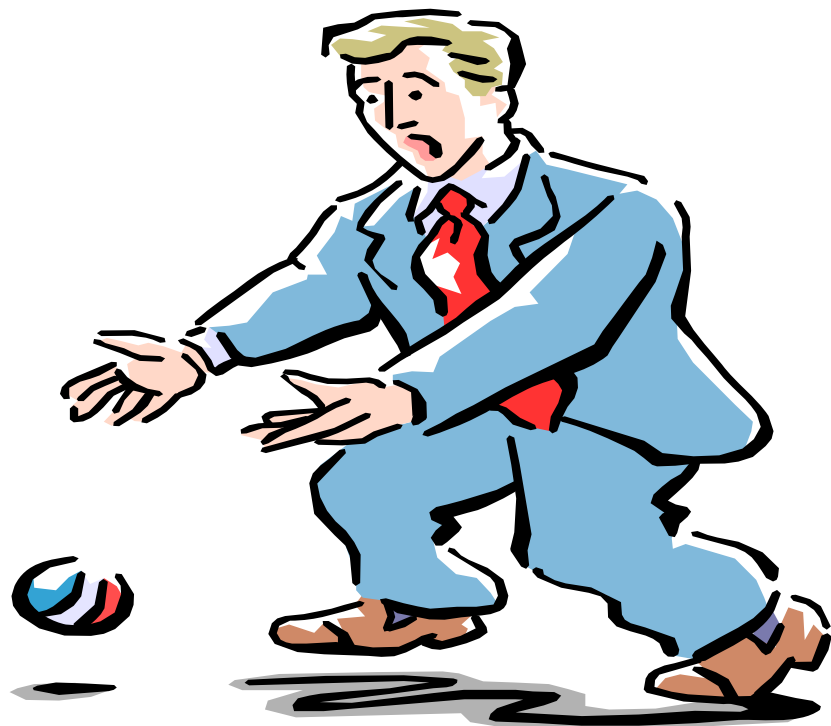
4.1.3 案例

硬盘、晶振、电源模块.....

成果:

产品质量大幅提高。

采购价格大幅度降低。



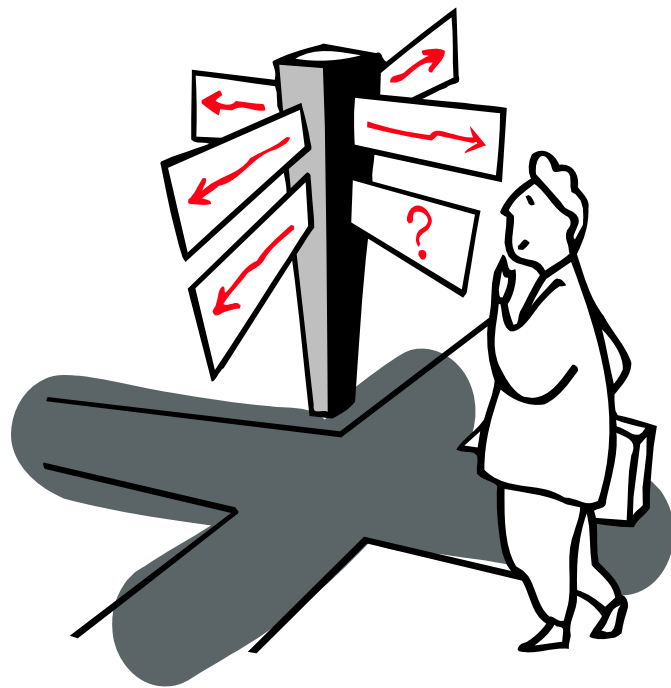
4.2 新物料选用方法

4.2.1 常用概念

4.2.2 选用原则和基本要求

4.2.3 选型要点

4.2.4 选型方法



4.2.1 常用概念

- 1、 物料型号
- 2、 物料状态
- 3、 物料生命周期
- 4、 物料指标



4.2.2 新物料选用基本原则和要求

物料选型基本要求：

（1）物料的技术性能、质量指标、使用条件、成本和供应商技术支持应满足产品的要求，并符合本公司生产加工工艺要求；

（2）优先选用经实践证明（内部、行业、对手已大量使用）质量稳定、可靠性高、有发展前途且供应渠道可靠、技术与商务支持强、交货及时的标准物料。尽量不要选用处于工程样片阶段的物料。

（3）应从整个产品设计角度考虑，最大限度地压缩物料的品种、规格及其生产厂家；

（4）通用物料必须有**PIN-PIN**替代物料，关键物料特别是量大或核心关键物料，必须有方案级替代。

4.2.3 物料选型考虑要素

➤ 物料技术品质（可用性）考虑要素

物料选型时，不仅要仔细分析物料参数正常条件下是否满足设计要求，而且要分析在应用环境下存在的可能异常应力对物料产生的影响，要考虑物料容差、容限、降额、应力、物料成熟度等容易忽视的五个方面。

➤ 物料风险防范（可采购性）考虑要素

➤ 物料成本考虑要素

4.2.4 关键物料选型方法

采用业界通用方法，由采购和研发及其他相关利益体组成物料选型与认证团队，发挥各自的优势，相互配合，规避现有的弊端，共同作好选型。



4.3 物料选型与认证流程

- 1 物料选型认证团队运作流程
- 2 新物料认证流程
- 3 物料替代
- 4 定制件质量控制流程
- 5 **PCN** 处理流程
- 6 物料问题处理流程



4.4 交付件和工具

- 1 物料规格模板
- 2 优选物料库
- 3 选型规范和选型路标
- 4 供应商物料技术路标
- 5 失效数据和可靠性
- 6 物料资料
- 7 物料认证报告（含工艺报告）
- 8 物料信息库
- 9 物料选型工具主要集成厂家



物料选型工具主要集成厂家

- (1) **ASPECT**公司;
- (2) **ORACLE**公司
- (3) **PTC**公司;
- (4) **INNOVEDA**公司
- (5) **CADENCE**公司
- (6) **ENOVIA**公司
- (7) **PATNAVIGATOR**公司
- (8) **NITIDUS**公司
- (9) **EDS**公司
- (10) **SDRC**公司
- (11) **SOLID WORK**公司
- (12) **I2**公司
- (13) **SELECTRON**公司
- (14) **E3**公司
- (15) **LOGILITY**公司
- (16) **Manugistics**公司



物料选型工具主要集成厂家（续）

各厂家产品主要区别：

- 1、侧重点不同：如物料管理、库存管理、需求预测、供应计划、与**EDA**工具集成；
- 2、物料管理：物料分类方法和标准、检索方式；
- 3、供应商评价方法
- 4、支持外部物料数据库：是否支持，支持标准，是否能及时检索和索取到全球最新数据。
- 5、支持物料信息维护和新物料引入 workflow
- 6、辅助设计人员的物料选用。如对不同物料选型方案的成本、物料性能、可靠性的比较。方便查找和比较新物料。
- 7、数据集成能力，能否与各种**ERP**、**PDM**和**CAD**系统连接，共享数据；二次开发

4.5 供应商认证

- 1 供应商调查
- 2 供应商商务评审
- 3 供应商技术质量分析
- 4 供应商考察和评估
- 5 建立优秀供应商表

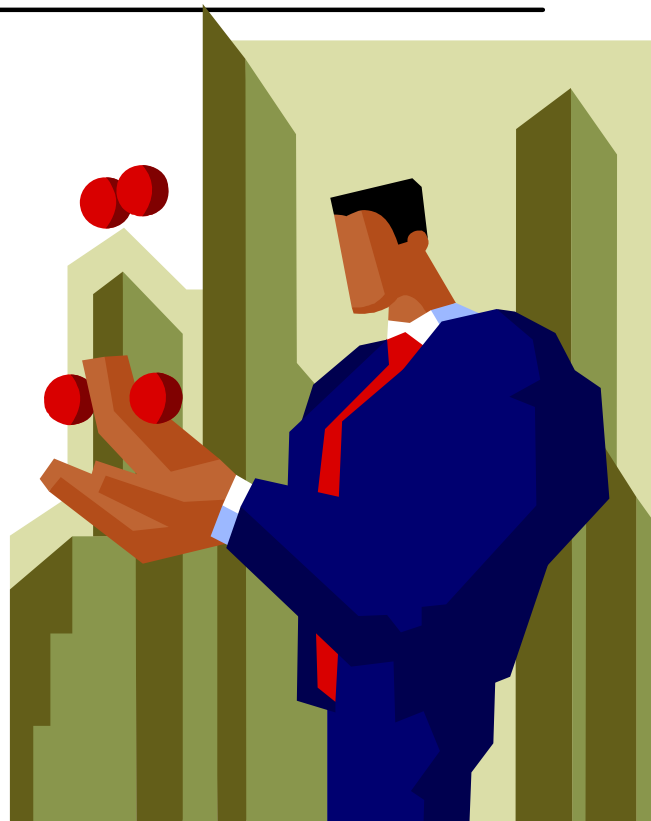


4.6 物料品质控制体系与方法

4.6.1 物料品质控制方法

4.6.2 供应商质量管理

4.6.3 供应商失效分析



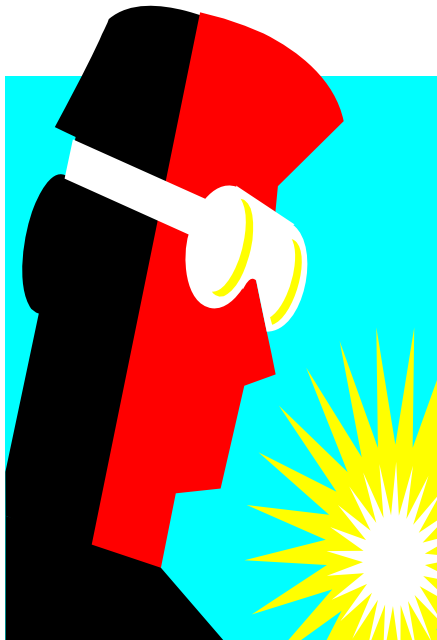
供应商失效分析

优势：供应商一般都有较为完善的物料失效分析流程，失效物料原则上都要委托供应商进行分析，找到失效原因。

缺点：

- 1) 当供应商证明自己的物料没有问题或者是用户的使用问题时，问题解决往往停滞。
- 2) 供应商有时会利用技术不对等进行敷衍甚至推卸责任。

供应商失效分析



对策：企业有自己的**物料失效分析专家**，并和业界建立广泛的联系，可以评估供应商失效分析结论的正确性，以配合供应商或者专业的失效分析机构开展失效分析。

目录

1. 电子可靠性工程概述
2. 电子可靠性工程的基础知识
3. 电子可靠性工程流程体系
4. 基本可靠性保证(物料选型与认证)
5. 可靠性设计
6. 失效分析
7. 生产加工可靠性保证



5 可靠性设计

在本章中重点介绍电子产品可靠性设计的常用方法，常用器件的应用要点以及电子产品可靠性设计的审查准则。

5.1 可靠性设计方法

5.2 各类电子可靠应用指南

5.3 可靠性设计检视准则

5.1 可靠性设计方法

- 5.1.1 可靠性预计
- 5.1.2 FMEA
- 5.1.3 可靠性指标论证、分配与冗余设计
- 5.1.4 电应力防护设计
- 5.1.5 ESD防护设计
- 5.1.6 容差分析
- 5.1.7 降额设计
- 5.1.8 升额设计
- 5.1.9 热分析和设计
- 5.1.10 信号完整性分析
- 5.1.11 EMC设计
- 5.1.12 安全设计
- 5.1.13 环境适应性设计
- 5.1.14 寿命与可维护性设计

5.1.1 可靠性预计

现有的可靠性预计软件较多，主要方法：
元件计数法，应力分析法，相似产品类比论证法等

易瑞来科技的观点：

可靠性预计的目的是可靠性改进，预计的具体数值准确性是多少并不重要，重要的是通过预计找到薄弱点，提出改进措施，促进增长，切忌纠缠于具体数值的计算。

5.1.2 FMEA

5.1.2.1 FMEA分析的基本概念

5.1.2.2 SFMEA

5.1.2.3 DFMEA

5.1.2.4 PFMEA



CA分析

FMEA分析一般只能做定性的分析，发现产品可能存在的薄弱环节。但是在**FMEA**分析的基础上进行延伸，做危害度（**CA**）分析的话，也是可以做定量评估的。

目前**CA**分析较多的应用于具体的、比较小的模块级的方案上，比如电源过压保护电路，电源备份电路，电源接入滤波电路。具体操作方法参见教材《电子产品**FMEA/FMECA**分析指导》。

5.1.3 可靠性指标论证、分配与冗余设计

1 可靠性指标论证

提出可靠性指标，也是产品认证的需要。

2 可靠性分配

3 冗余设计：器件或者单板基本可靠性无法满足要求时采用。

5.1.4 电应力防护设计

- 1 电过应力来源、危害及防护措施分析
- 2 带电插拔导致的电应力防护需求分析
- 3 电源电路的电应力要求
- 4 各类器件的电应力需求

1 电过应力来源、危害及防护措施分析

电过应力（**Electrical OverStress, EOS**）是主要指生产、测试、调试、使用过程中，因意外因素使元器件承受超过自身最大负荷能力的电应力（**ESD**除外），通常有电压/电流的瞬变/浪涌、过压、过流、过功率等。电过应力会使器件性能降低，功能失效甚至损伤或烧毁器件。

电过应力的危害

EOS是元器件在使用过程中最常见的失效原因之一，据有关资料统计超过**60%**的器件失效是由于**EOS/ESD**导致的。随着微电子器件集成密度的提高和几何尺寸的缩小，其承受电过应力的能力越来越低，也就更容易产生电过应力失效。因此，电子系统的电过应力防护问题日益显得突出和重要。

怎样防止电过应力

通过掌握的器件关键要点对设计进行电过应力审查，是确保产品的可靠性的重要方法。

为便于硬件人员有效进行电过应力审查分析，我们开发了业界独有的教材，从电过应力的来源入手，详细分析了各类电过应力的危害以及防护措施，带电插拔设计指导，并对各类器件的电应力薄弱点整理和汇总，用于指导在硬件开发过程中的电过应力分析。

电过应力

2 带电插拔导致的电应力防护需求分析

3 电源电路的电应力要求

4 各类器件的电应力需求

以上内容略，详细参见课程《电子产品电应力防护设计基础》。

5.1.5 ESD防护技术

ESD防护技术提升是长期和艰巨的过程。从多个国际大公司的发展历程来看，主要分为以下三大阶段：

- 1 基础建设：该阶段的主要任务就是针对生产线进行ESD防护整改，并建立全流程的ESD控制管理体系。
- 2 全面发展：在产品设计开发过程中全面开展ESD防护设计，从产品设计开始就构筑高品质和高可靠性。
- 3 高难技术突破：展开ESD专项技术研究或者专项技术引进，使ESD防护控制技术达到业界先进水平。

5.1.5 ESD防护设计（续）

为什么产品常常被ESD损坏？重要原因是产品的ESD防护能力低，加强ESD防护设计、提高产品的抗ESD能力是提高产品可靠性的有力措施。

《产品开发防静电设计技术指导》课程简介：

介绍了产品开发需要采取的静电防护设计技术要求，包括产品防静电规格的确定、防静电设计、测试验证和评估要求。对防静电设计方法进行了详细论述，如静电敏感器件的选用、防护电路的设计、单板工艺设计、结构设计、生产工艺及工序的设计等。

5.1.6 容差分析

为什么在实验室测试通过的产品在市场上经常出现故障？

环境变化（包括温度、湿度、气压、机械应力等。）和寿命影响（包括加电寿命aging和不加电寿命life）改变了器件应力和器件强度的对比。

5.1.6 容差分析



- 能否用三流的器件设计出一流的产品？

如果充分了解该器件的强度（即参数容差范围），即使是三流的器件，只要保证器件承受的应力低于器件强度范围，就可以大幅提高器件可靠性。

5.1.6 容差分析

最坏情况电路分析（**Worst Case Circuit Analysis**, 简称为**WCCA**）是目前主要的容差分析技术，也是目前最先进实用、分析最全面的可靠性技术。它确定在极端环境下器件参数发生的变化，分析这种变化引起的电路性能变化是否满足该电路的规格要求，以及器件承受的应力是否超过器件的额定最大值。

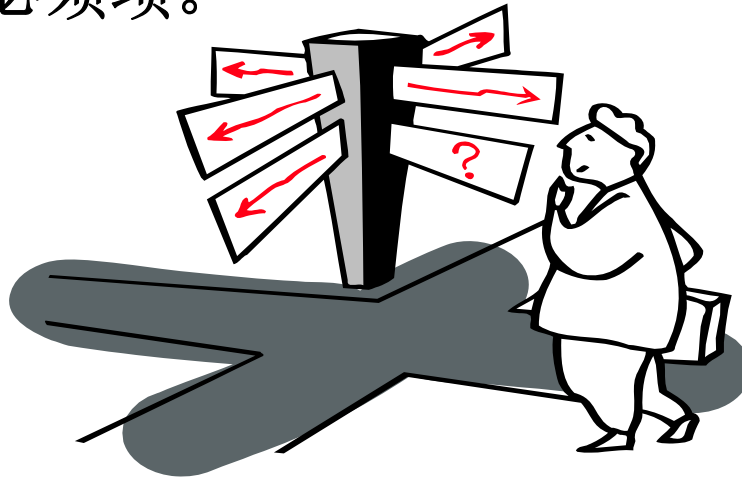
- ✓ **WCCA**主要包括三个部分：
 - ✓ 建立器件参数变化数据库（**WCDB**）
 - ✓ 最坏情况电路性能分析（**WCPA**）
 - ✓ 最坏情况器件应力分析（**EPSA**）
- ✓ 分析方法有：敏感度分析（**SA**）、极值分析（**EVA**）、和方根分析（**RSS**）、蒙特卡罗分析（**MCA**）。

5.1.6 容差分析

国外现在已经将容差设计等可靠性技术从军事航天领域应用到商业领域，如：电信系统、电子器件、电气、医疗，汽车电子、电梯等产品。

WCCA已经被**FDA**接受为产品可靠性设计验证工具。

很多对可靠性要求较高的公司都将**WCCA**做为开发过程中必须项。



5.1.7 降额设计

- 1 元器件应力降额导论；
- 2 降额的发展；
- 3 近20类器件的具体降额分析。
- 4 运用仿真工具PSPICE对电路中的器件进行降额。



5.1.7 降额设计（续）

- 降额设计是一种比较传统的设计技术。以前做降额设计时，先估计器件上的电压、电流和功率，然后套用器件降额表，确定器件的降额系数。这种估计的方法取决于个人经验，也主要是估计器件上的静态电应力，无法准确估计器件的瞬态应力，可以说是一种“静态”的方法，同时这种方法也比较耗费时间。

5.1.7 降额设计（续）

- 但是根据我们的失效分析经验，器件失效的主要原因是受到瞬态的过电应力。所以我们新的降额设计主要是采用对电路的仿真方法，准确分析电路中的各个器件的瞬态电应力和器件的结温，然后直接在仿真软件中设置器件的降额系数，直接输出器件的应力分析和降额情况。大大提高了降额设计的准确性和效率。

5.1.8 升额设计

通过对升额国标的深入理解，以及对各种器件低温可靠性的深入研究，可以对器件升额设计提供指导。

- 1 升额基础理论；
- 2 升额的标准（IEC62240）分析；
- 3 低温设计方法；
- 4 研究案例。



5.1.9 热分析和设计

器件应用失效**80%**以上是由于器件温度过高造成的，对硬件电路进行热设计是分析器件温度，解决散热问题的关键技术，我们有实力帮助硬件、结构和热设计工程师等提高热设计能力，大幅提高产品的可靠性。

5.1.9 热分析和设计

电子可靠性工程中的热设计和一般的热设计不一样，一般的热设计主要是对整个系统的散热通道进行分析，对电路中的器件只是进行稳态的功耗假定。

而电子可靠性工程的热设计主要是对其中的大功率器件的瞬态温度进行分析，看是否超过器件的绝对温度范围。这种器件级的瞬态热分析是当前热设计领域中的最新发展，也是器件可靠性设计中的最新重要部分。

5.1.10 信号完整性分析

- 模拟电路仿真及应用实战—**PSPICE**
- 数字电路时序仿真及应用实战
- 如何高效建立器件仿真模型

5.1.11 EMC设计

开发有专业课程，详细介绍了电磁兼容（**EMC**）较完整的知识体系，帮助电子行业工程技术人员提高在**EMC**设计方面的专业技能，为企业培养优秀的电磁兼容工程师。加强产品在**EMC**等方面的性能，提高产品质量和可靠性，顺利通过产品的**3C**认证，增强产品在国内国际的市场竞争力。

SI和EMC分析

在复杂系统设计中往往要做**SI**分析和**EMC**分析的。随着**SI**和**EMC**仿真工具日益发展，实用化程度大大提高，今天的**SI**和**EMC**分析已经越来越多由传统的测试试验方法转变为采用仿真分析的方法。以往高速电路设计一直是困扰设计人员的难题，往往只有资深的工程师凭借经验进行分析，如今凭借这些工具，即使年轻的工程师也有可能设计出高质量、高可靠性的电路，充分体现出了可靠性技术发展的力量。

在**SI**分析中现在又派生出了一个新的分支——**PI**（电源完整性分析），主要就是分析电源电路在高频情况和必须考虑器件的分布参数时，其电平输出性能变化。

这些都是电子可靠性工程中的重要组成部分。

5.1.12 安全设计

- **DELL**笔记本电脑电源适配器召回案例
- 某单板起火案例

- 1 安全设计的意义
- 2 安全基本概念
- 3 **PCB**的安全设计
- 4 安规认证
- 5 安规器件介绍



5.1.12 安全设计

电子产品发生燃烧事故将对供应商的信誉造成重大影响。而燃烧产品的失效分析也是非常困难的，易瑞来科技在大量燃烧失效分析的基础上，总结出一整套产品燃烧后的分析方法和程序，并可以对防止燃烧事故发生的安规设计方法进行指导。

5.1.12 安全设计

安全设计主要关注的是电路中各器件的安全性选型、电路中**PCB**走线的爬电距离是否符合安全间距规范、器件在发生失效的情况下也不会输出过高的电压，以免引起内部和外部电路的重大安全隐患，特别是不引起明火等。

5.1.13 环境适应性设计

恶劣的环境会加速器件的性能退化，甚至会导致器件功能丧失，产品设计时要根据应用环境合理选择器件或者采取保护措施，如选用抗硫化的器件，如设计防尘网，采用涂敷工艺等。

在这里的环境应力主要考虑除温度和震动冲击以外的环境应力，温度、振动冲击对电子可靠性影响较大，而潮湿、灰尘、盐雾、气压等对电子可靠性的影响相对较小，但这些因素组合在一起，可以产生难以预计的后果。

案例……

损失惨重！假如设计时能够考虑到环境应力可靠性设计，只要很小的成本即可避免。

提供业界独有的《环境应力可靠性设计指导》，内有大量的案例和设计指导。

5.1.14 寿命与可维护性设计

《寿命与可维护性指导》给出需要在设计中重点关注的器件的具体寿命、影响寿命的主要因素和预防措施。

案例：电池、接插件、FLASH……

5.2 各类电子可靠应用指南

器件专家团可以对几乎所有的电子器件提供可靠应用指南和局部典型电路设计、分析。例如：

- 5.2.1 分类器件降额设计
- 5.2.2 开关电源设计和分析
- 5.2.3 存储器可靠应用指南
- 5.2.4 运放可靠应用指南
- 5.2.5 光藕可靠应用指南
- 5.2.6 锁相环可靠应用指南
- 5.2.7 射频器件可靠应用指南
- 5.2.8 光器件可靠应用指南
-

5.3 可靠性设计模板和检视准则

针对各类器件的可靠应用要点，结合可靠应用设计方法，总结出电子可靠性设计检视准则。

提供通用的电子产品可靠性设计模板，用于指导产品开发。

目录

1. 电子可靠性工程概述
2. 电子可靠性工程的基础知识
3. 电子可靠性工程流程体系
4. 基本可靠性保证(物料选型与认证)
5. 可靠性设计
6. 失效分析
7. 生产加工可靠性保证

6 失效分析

6.1 失效分析基础

6.2 器件失效分析流程

6.1 失效分析基础

- 1、失效分析的产生与发展
- 2、失效分析的目的和意义
- 3、失效分析的基本内容

1、失效分析的产生和发展（续）

- 可靠性研究首先是从评价可靠性开始的，但研究重点现在已逐渐转向如何提高可靠性方面。
- 可靠性研究更重要的是为了提高可靠性，所以失效分析和失效物理成为可靠性研究的重点。
- 可靠性预计发展到可靠性改进。

2、失效分析的目的和意义

器件失效分析是对失效器件进行的分析，从材料、结构、设计、制造工艺和使用等方面，通过物理、化学的分析方法来确定失效模式，分析失效机理，定位失效原因，判断失效性质。

不仅仅是传统的失效模式和机理的分析，而是根本原因（Root Cause）分析，找到根本原因，提出改进措施，解决问题，更重要的是提出预防措施，在新产品开发中避免类似的问题发生。

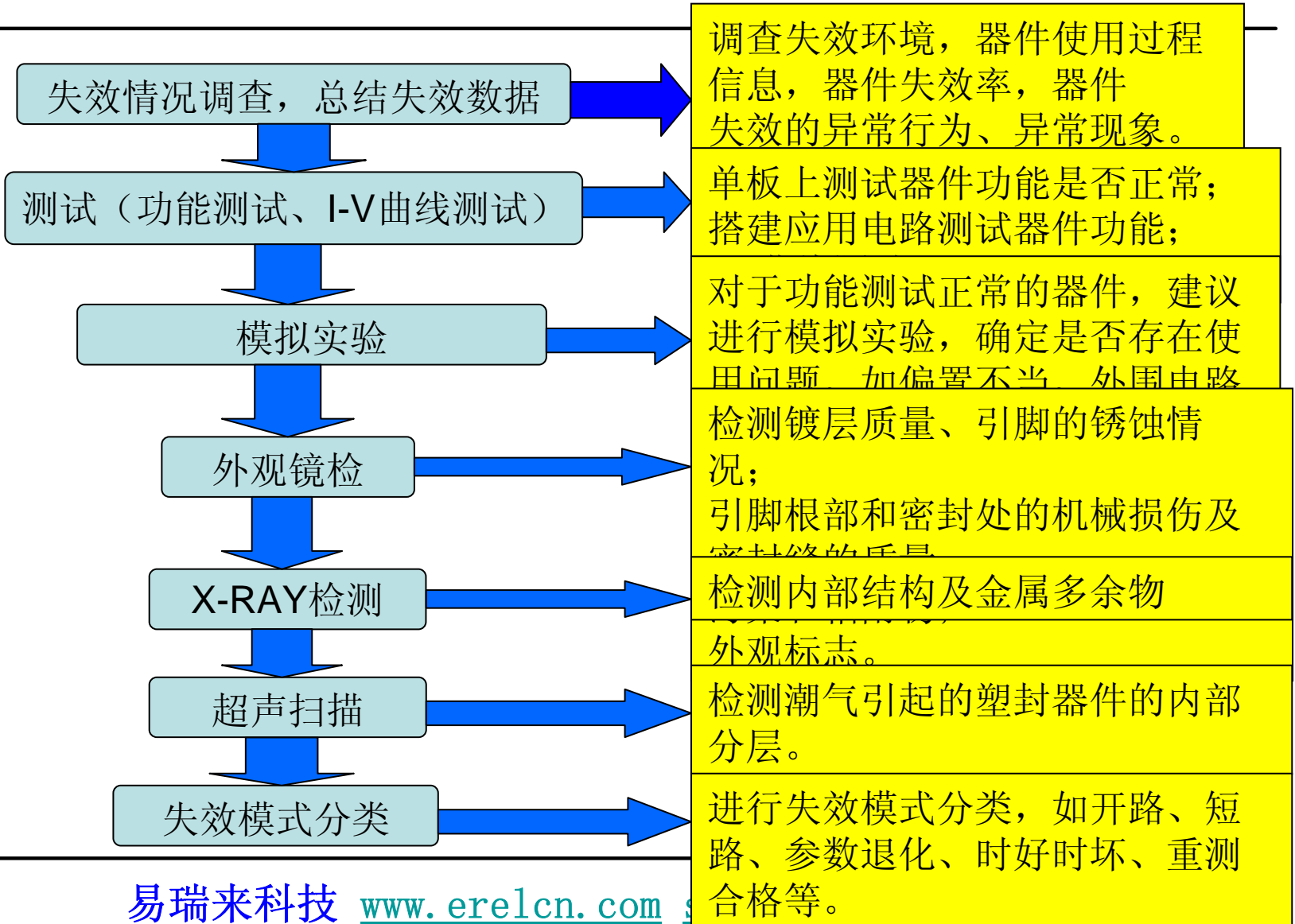
3、失效分析的基本内容

- 失效情况调查;
- 失效模式鉴别;
- 失效特征描述;
- 假设失效机理;
- 证实失效机理;
- 提出纠正措施和新失效因素。

6.2 失效分析过程

- 1 解剖前的过程
- 2 解剖方法
- 3 解剖后的分析过程
- 4 编写失效分析报告

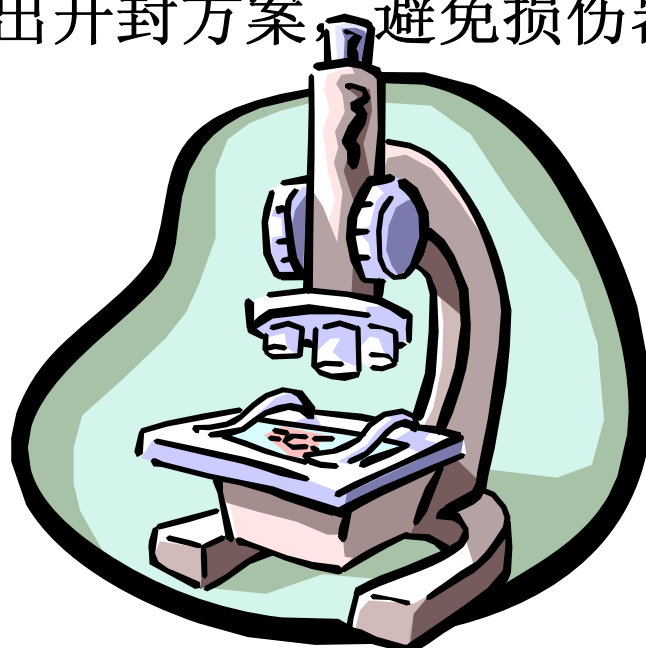
1 解剖前的过程



2 解剖方法

解剖的目的是为了对元器件内部进行仔细检查和测试。

解剖时应根据封装特点制定出开封方案，避免损伤器件内部的结构和破坏失效部位。



3 解剖后分析过程

- 光学显微镜检查;
- 电分析;
- 扫描电镜分析;
- 器件剖面分析;
- 材料成份分析;
- 模拟试验分析, 用良品进行模拟试验, 判断失效原因。

4 编写失效分析报告

根据失效分析获得的各种数据，可以证实失效机理，找出失效原因，制定防止失效再次发生的措施，并写成失效分析报告，使成果共享。



目录

1. 电子可靠性工程概述
2. 电子可靠性工程的基础知识
3. 电子可靠性工程流程体系
4. 选用可靠的器件(物料选型与认证)
5. 可靠地应用器件（可靠性设计）
6. 失效分析
7. 生产加工可靠性保证

7 生产加工可靠性保证

据**RAC**的资料显示，在生产加工过程中对器件的损伤造成的失效占器件失效的**15%**，而实际上国内电子产品生产厂家由于生产现场控制的不规范，加工过程中造成的损失比例更大，如某公司曾经因为**ESD**问题导致的单板返修率就达到**20%**，造成巨额亏损。通过对生产现场建立完善的**ESD**、**MSD**控制体系，可以完全避免该类问题的发生，对产品的可靠性提升起到重要作用。

7 生产加工可靠性保证

7.1 ESD

7.2 MSD

7.3 物料存储及使用

7.1 ESD



ESD防护设计前面已经简单介绍过，也有关于**ESD**控制的精品课程。这里主要介绍**ESD**的生产线控制技术和工程现场的注意事项。

7.1.1 ESD防护的意义

- 减少损失
- 提高产品质量和可靠性
- 提高生产效率
- 提高产品生命周期和运行稳定性
- 静电防护投入产出比极高

7.1.2 电子产品ESD防护方法

- 防护设计（电路、结构、工艺）
- 生产制造ESD控制
- 工程现场和用户使用

7.2 MSD

象静电损害一样，潮敏原因造成的器件失效或留下的质量隐患也十分严重，要提高产品的质量，我们必须象对待静电一样去看待和处理潮敏问题。但直到目前，“潮敏”在很多生产装配厂家并没有得到应有的关注。

从另一个角度来说，潮敏问题的改进有很大的空间，某著名公司在完成潮敏整改项目后，因潮敏问题导致的器件失效减少**90%**，产品可靠性得到大幅的提升。

7.2.1 潮敏操作改进的目的和意义

我们开发了业界独有的潮敏改进培训教材，从器件封装结构的基本知识开始，到了解潮敏产生的机理和预防方法。通过对操作规范的理解和学习，结合业界领先公司的经验，你能了解并掌握如何才能避免潮敏问题的发生，并享受由此带来的产品可靠性的大幅度提升。

7.2.2 潮敏控制教材的主要内容

- 1 器件封装知识
- 2 潮敏原理和案例
- 3 潮敏标准
- 4 企业内部的潮敏器件控制规范
- 5 潮敏失效分析方法
- 6 潮敏器件常用英文知识说明

7.3 物料存储及使用

以下规定了采购件在存储和使用过程需要遵循的通用要求和规定，对于存储条件和期限是参照业界标准制定的，企业可以根据自己的实际条件来验证要求是否合理，并根据试验结果进行调整。

- ❖ 存储要求
- ❖ 包装要求
- ❖ 防震要求
- ❖ 防潮要求

总结

讨论。。。

