



# 关于硬件基础知识

- **硬件测试概述**
- 测试前准备
- 硬件测试的种类与操作
- 硬件测试的级别
- 可靠性测试
- 测试问题的解决
- 测试效果评估
- 测试规范的制定
- 测试人员的培养

## 1、硬件测试的概念

- 测试是为了发现而执行操作的过程
- 测试是为了证明设计有错，而不是证明设计无错误
- 一个好的测试用例是在于它能发现至今未发现的错误
- 一个成功的测试是发现了“至今未发现的错误”的测试

## 2、硬件测试的目的

测试的目的决定了如何去组织测试，如果测试的目的是为了尽可能多地找出错误，那么测试就应该直接针对设计比较复杂的部分或是以前出错比较多的位置。如果测试目的是为了给最终用户提供具有一定可信度的质量评价，那么测试就应该直接针对在实际应用中会经常用到的商业假设。

## 3、硬件测试的目标——产品的零缺陷

- 关注点：产品规格功能的实现，性能指标，可靠性，可测试性，易用性等
- 实现的保障：产品的零缺陷构筑于最底层的设计，源于每一个函数、每一行代码、每一部分单元电路及每一个电信号。测试就是要排除每一处故障和每一处隐患，从而构建一个零缺陷的产品。
- **MTBF**不是计算出来的，而是设计出来的。



## 4、硬件测试的意义

- 测试并不仅仅是为了要找出错误。通过分析错误产生的原因和错误的分布特征，可以帮助项目管理者发现当前设计过程的缺陷，以便改进。同时，这种分析也能帮助我们设计出有针对性地检测方法，改善测试的有效性
- 没有发现错误的测试也是有价值的，完整的测试是评定测试质量的一种方法。

## 5、目前业界硬件测试的开展状况

随着质量的进一步要求，硬件测试工作在产品研发阶段的投入比例已经向测试倾斜，许多知名的国际企业，硬件测试人员的数量远大于开发人员。而且对于硬件测试人员的技术水平要求也要大于开发人员。

## 6、硬件测试在企业价值链中的地位

—采购—研发—测试—生产—销售—



**测试是每项成功产品的必经环节**



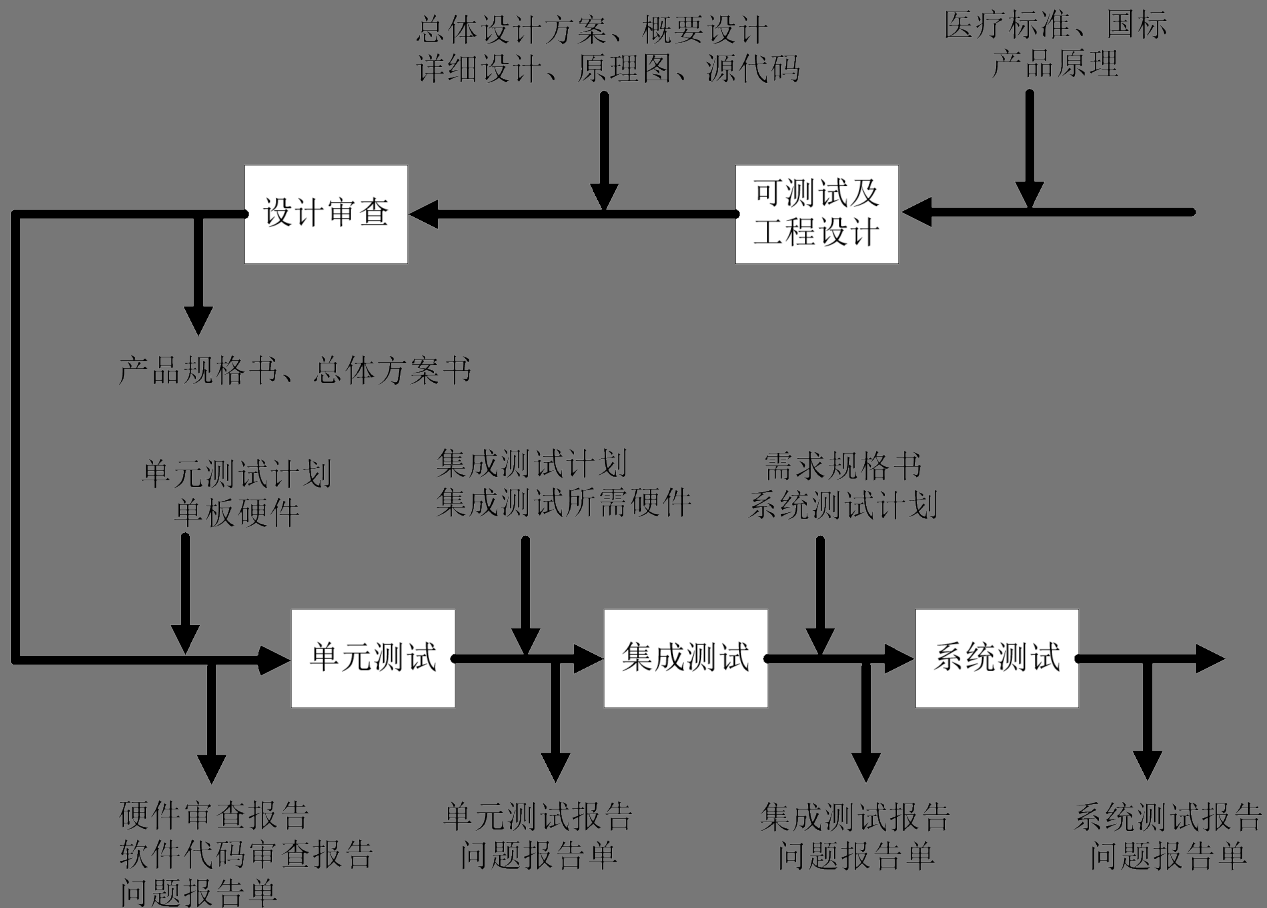
## 7、硬件测试对公司形象和公司发展的重要性

硬件测试是评估产品质量的重要方法

产品质量是公司的信誉和品牌象征

公司的信誉和质量决定了公司的发展前景

## 8、硬件测试的一般流程和各阶段点的输出文件



- 硬件测试概述
- **测试前准备**
- 硬件测试的种类与操作
- 硬件测试的级别
- 可靠性测试
- 测试问题的解决
- 测试效果评估
- 测试规范的制定
- 测试人员的培养

## 1、正规检视

- 硬件设计审查
- 原理图检视
- **PCB**检视

发现硬件设计原理缺陷

发现成本浪费问题

发现降额不规范设计

发现布局 and 布线的缺陷

发现**EMC**等专项设计缺陷

## 2、正规检视的流程

- 检视专家的确定
- 评审专家预检视
- 检视问题反馈整理
- 检视会议召开
- 检视问题确认，解决
- 检视问题跟踪

## 3、测试计划

- 描述该测试计划所应达到的目标如下（可依据项目的实际要求做适当调整）；
- 所有测试需求都已被标识出来；
- 测试的工作量已被正确估计并合理地分配了人力、物力资源；
- 测试的进度安排是基于工作量估计的、适用的；
- 测试启动、停止的准则已被标识；
- 测试输出的工作产品是以标识的、受控的和适用的；

## 测试计划的内容：

- 测试对象，明确版本，范围，任务划分；
- 角色和职责；
- 测试和不被测试的特性原因；
- 测试通过与否的标准；
- 测试任务安排；
- 测试结束的交付件；
- 工作量评估；

## 4、测试用例

- 测试用例更多的是需要描述测试方法，测试步骤，测试的预期效果，需要达到的指标。需要更加详细的对每一条测试项目进行描述；
- 测试用例是直接用来指导测试的，所以对测试项目的描述需要更具体，更便于参考操作；



## 测试用例的一般格式：

- 测试用例编号；
- 测试项目（模块或单元）；
- 测试子项目（子项目描述）；
- 测试级别（必测，选择，可测）；
- 测试条件（环境、仪器等相关要求）；
- 测试步骤和方法（具体细致的操作方法）；
- 应达到的指标和预期效果；
- 备注；

## 5、测试需求的来源

一切测试的需求都来自于产品设计的规格，规格来自于用户的需求。因此我们的测试是针对产品规格的测试。具体可以从以下几方面进行考虑：

- 产品设计功能：

根据功能的实现，分别对实现该功能的各个环节进行测试，从硬件、单板软件、高层软件到用户界面，只有各个环节都畅通无阻，才能保证该功能的正常实现；

- 可靠性：

备份、倒换、插拔、互助、自愈等；

## 测试需求的来源（续）：

- 指标性能需求：

指标包括电接口指标、光接口指标、时钟指标、传输指标和指标容差；

指标一般都有相关的标准可查。性能一般可以从容量、处理能力、容限等方面去考虑，一般是测试异常输入条件下的单元、模块、系统处理情况。性能测试的异常条件主要是指边界条件、异常条件及故障相关性；

- 组网：

组网需求：电信网组网、异种厂商的互联；

## 测试需求的来源（续）：

- 应用环境：

应用环境一般可从以下几个方面考虑：

高温、低温、高低温循环工作、盐雾、湿热、  
防尘、接地、电源、振动、冲击、存储、运输  
和电磁兼容性、断电恢复性

- 硬件测试概述
- 测试前准备
- **硬件测试的种类与操作**
- 硬件测试的级别
- 可靠性测试
- 测试问题的解决
- 测试效果评估
- 测试规范的制定
- 测试人员的培养

## 1、测试设计

测试并不是简单意义上的一些测试操作，在测试前需要有详细的设计，周密的策划，测试是一项高难度的工作。

测试设计的概念范围很广，大致可以分为以下几类：

- 设计测试平台，用此测试平台能进行通用项目的测试，或是进行能用此测试平台做一类测试；
- 设计测试工具，设计测试软件；
- 设计测试工装；
- 设计测试用例、测试方法等；

# 硬件测试的种类与操作

## 测试设计的好处：

- 良好的测试设计和有效测试工具可减少重复低效的劳动；
- 有效地开发利用测试工具可使测试更深入、更全面；
- 有些复杂的测试只能依靠测试工具进行自动测试；
- 在测试中经常进行测试设计师提升技术水平的有效手段；

我们在做测试工作时，不能因循守旧，需要时刻考虑如何改进我们的测试效果，提高我们的测试效率，在测试点上进行深入研究，开发测试工具，最终使我们的所有点的测试达到自动化。

# 硬件测试的种类与操作

良好的测试设计同样也是节约测试成本的手段。现在的测试工作中，经常会遇到一些无法在实验室模拟的情况，可能在实际现场也无法模拟，并且如果要模拟所花的代价很大，如满配置、最大负荷的情况，而这些项目的测试通过与否是检验系统性能的重要手段。这个测试任务便给我们提出了编写测试软件模拟大负荷情况的要求。不但实现和自动化，而且大幅度的节约了成本。



## 2、基础指标测试

- 信号质量测试：

基本的信号质量测试是通过测试单板上的各种信号质量，根据信号种类的不同，用不同的指标来衡量信号质量的好坏，并对信号质量的分析，发现系统设计中的不足。

测试人员根据已有的信号质量、时序调试和测试方面的规范、指导书在单板调试阶段完成对单板信号质量的全面测试并完整记录结果。

**测试仪器——示波器**

- 时序测试：

对板内信号时序进行调试，验证信号实际时序关系是否可靠，是否满足器件要求和设计要求，分析设计裕量，评价单板工作可靠性。

测试人员根据已有的信号质量、时序调试和测试方面的规范、指导书在单板调试阶段完成对单板时序（包括逻辑外部时序）的全面调试和测试。

**测试仪器——示波器、逻辑分析仪**

## 3、功能测试

功能测试是根据硬件详细设计报告中提及的功能规格进行测试，验证设计十分满足要求。

功能测试是系统功能实现的基本，是需要严格保证测试通过率的。如被测对象与其规格说明、总体/详细设计文档之间存在任何差异的均需要详细描述。

一般包括：电源、**CPU**、逻辑、复位、倒换、监控、时钟、业务等。

## 4、性能测试——容限测试

指使系统正常工作的输入允许变化范围。容限测试的目的是通过测试明确知道我们的设备到底在什么的条件范围下能够正常工作，薄弱环节到底在哪儿！

能否发现和验证器件降额的问题，系统工作允许范围内的临界点上的性能。

## 5、容错测试——FIT

指通过冗余设计等手段避免、减小某些故障对系统造成的影响以及在外部异常条件恢复后系统能够自动恢复正常的能力。容错测试的目的是要检验系统对异常情况是否有足够的保护，是否会由于某些异常条件造成故障不能自动恢复的严重后果。

容错测试的一般方法就是采用故障插入的方式，模拟一些在产品使用过程中可能会产生的故障因素，进而考察产品的可靠性及故障处理能力的一种测试方法。

# 硬件测试的种类与操作

容错测试项目的来源主要是通过**FMEA**获得，是验证**FMEA**分析结果的一种手段。而且某些通过**FMEA**分析无法准确获得结论的项目也要通过**FIT**来进行模拟。

容错测试还包括的另外一个主要内容就是操作方面的，主要模拟在用户使用不当的时候系统的容忍错误的能力。

# 硬件测试的种类与操作

容错测试一般允许出现一些功能异常，但是不能出现功能丧失或故障扩散等严重的安全隐患。常用的故障插入测试方法有时钟拉偏、误码插入、电源加扰等，常用的测试工具有些是专用的，有些是内部开发的。

通过容错测试，还可以确定在产品的实际应用过程中哪些错事易发生的，哪些错是可以避免的，以尽量减少损失。

## 6、长时间验证测试

- 由于电子类产品很多事需要长时间运行的，所以进行长时间的验证测试是很有必要的；
- 某些器件应用不当的设计，更容易在长时间的运行中才会显露出来；
- 系统的散热能力也只有在长时间的大功率运行时才容易暴露；
- 长时间的运行才容易发生某些被忽略的偶然因素，容易发现某些潜在的问题；



## 7、一致性测试

一致性测试是指将不同批次的产品分别取样，进行测试验证，考察产品功能和性能方面的一致性的测试。

为了验证不同生产批次的产品质量和不同批次器件的质量，是否具有较高的一致性，是否能够满足产品的功能和使用条件要求。

## 测试要点

- 测试至少要包含**2**个批次以上的不同器件批次和生产批次的产品；
- 测试项目要包含所有的功能测试项目，和重要的信号质量和时序等项目；
- 重点需要验证长时间的稳定性是否一致；
- 如果具备条件，需要验证在环境条件变化时（如高温环境），各样品的一致性能；

## 8、可靠性数据预计

这里的可靠性数据一般包含**MTBF**（平均故障间隔时间）、**MTTR**（平均修复时间）、失效率、可用度、返修率等。

可靠性数据预计的集成式**FMEA**分析，通过分析获得。

- 硬件测试概述
- 测试前准备
- 硬件测试的种类与操作
- **硬件测试的级别**
- 可靠性测试
- 测试问题的解决
- 测试效果评估
- 测试规范的制定
- 测试人员的培养

## 1、黑盒测试与白盒测试

- 黑盒测试注重于测试功能性需求，将测试对象看成一个黑盒子，对外只有输入、输出。设计黑盒测试用例只对于表现在外接口的各种输入，对不同的输入，测试其表现出来的输出，从而达到测试功能的目的。
- 白盒测试主要测试模块内部的逻辑细节，各个独立的逻辑路径。黑盒测试不管多么全面，都可能忽略这些错误。设计白盒测试用例需要构造到信号、逻辑或消息级。

# 硬件测试的级别

具体测试时结合使用：

白盒测试与黑盒测试各有优势，设计测试用例时应结合使用。

举例：

对于输入开关机的测试，一般采用黑盒测试，设计的测试用例为：快速上、下电，频繁上、下电等；

对于时钟电路、锁相环等的测试，就需要设计白盒测试用例，如锁相范围、静态相差、固有抖动、抖动容限等。

## 2、测试的级别

硬件测试按照系统的复杂程度，一般分为：

- 单元测试——针对独立功能单元的测试；
- 集成测试——针对具有一定集成度的功能子系统的测试；
- 系统测试——针对完整的系统整体的测试；

- 硬件测试概述
- 测试前准备
- 硬件测试的种类与操作
- 硬件测试的级别
- **可靠性测试**
- 测试问题的解决
- 测试效果评估
- 测试规范的制定
- 测试人员的培养



## 1、EMC电磁兼容性

电磁骚扰测试：

- 辐射骚扰测试（**RE**）
- 传导骚扰测试（**CE**）
- 谐波电流骚扰测试（**Harmonic**）
- 电压波动与闪烁测试  
（**Fluctuations and flicker**）

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/89611111050011004>