

白皮书 测试

2

测试一览

不同层次的测试

3

- PCB通断测试
- PCBA加工焊接测试
- 元器件功能测试
- 板卡功能测试
- 系统功能测试
- 稳定性测试、耐久性测试需要专题讨论，不在此列

PCB通断测试

4

- 故障原因
 - 铜箔断裂
 - 短路
- 测试手段
 - PCB厂家飞针测试
 - 回板后万用表测试

PCBA加工焊接测试

5

- 故障原因
 - 虚焊/开路/短路
 - 连锡/短路
- 测试手段
 - JTAG
 - 飞针
 - 诊断代码（需要烧写固件到MCU内部或者CPU外部Flash、固件需要诊断功能）

元器件功能测试

6

- 故障原因
 - ▣ 焊接问题(参看上页“PCBA加工焊接测试”)
 - ▣ 器件问题
- 测试手段
 - ▣ JTAG（比如与JTAG器件相连的Flash）
 - ▣ 诊断代码（需要烧写固件到MCU内部或者CPU外部Flash、固件需要诊断功能）

板卡功能测试

7

- 故障原因
 - 加工焊接问题
 - 器件问题
 - 设计问题（如不同器件配合、不同批次的离散性暴露的系统设计裕量不够等问题）
- 测试手段
 - 诊断代码（需要烧写固件到MCU内部或者CPU外部Flash、固件需要诊断功能）
 - 直接运行应用程序
- 常见例子
 - 计算机的上电自检(POST)，检测内存、显卡、键盘等等

系统功能测试

8

- 故障原因
 - ▣ 加工焊接问题
 - ▣ 器件问题
 - ▣ 设计问题（如板卡配合问题）
- 测试手段
 - ▣ 诊断代码（需要烧写固件到MCU内部或者CPU外部Flash、固件需要诊断功能）
 - ▣ 直接运行应用程序

9

JTAG

为什么选择JTAG测试

10

- 现在复杂IC大都支持JTAG
- JTAG测试不增加额外设计工作，基本上不增加成本
- 通用性好，与板卡外形无关，对生产环节计划几乎无成本叠加
- JTAG测试可以自动化

什么是JTAG

11

- **Joint Test Action Group**首字母缩写
- 也被成为“边界扫描”
- 相关协议族
 - ▣ **IEEE Std 1149.1 (1990, 2001) IEEE Standard Test Access Port and Boundary-Scan Architecture**
 - ▣ **IEEE Std 1149.4 (1999) IEEE Standard for a Mixed-Signal Test Bus**
 - ▣ **IEEE Std 1149.5 (1995) IEEE Standard for Module Test and Maintenance Bus**
 - ▣ **IEEE Std 1149.6 (2003) IEEE Standard for Boundary-Scan Testing of Advanced Digital Networks**
 - ▣ **IEEE Std 1149.7 (?) IEEE Standard for Reduced-pin and Enhanced-functionality Test Access Port and Boundary-Scan Architecture**

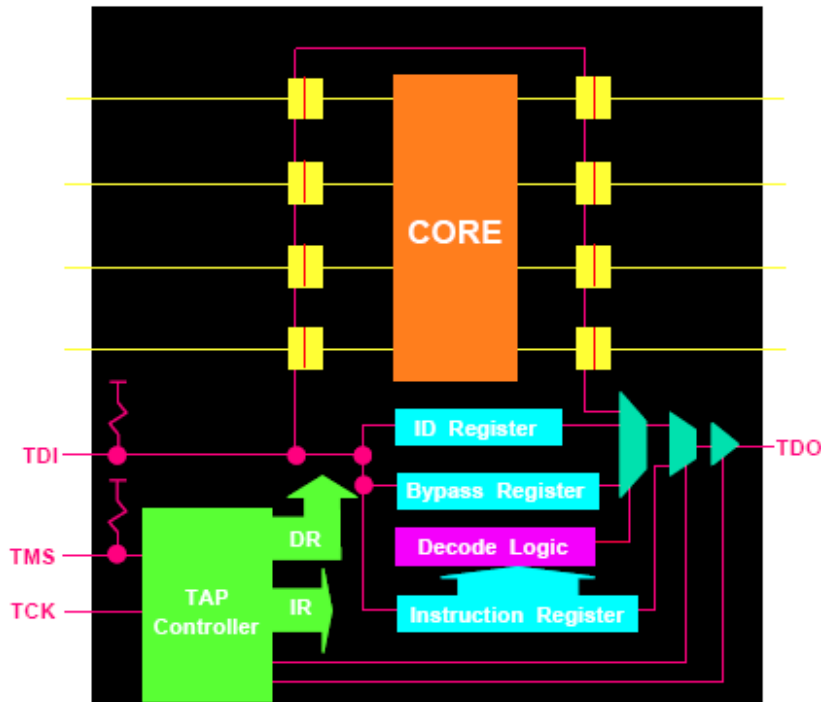
JTAG可以做什么

12

- 测试
 - 外部测试: 互联测试, 单个测试
 - 内部测试
- 编程/加载
 - Lattice: ispLever/ispVM(E), Diamond...
 - Xilinx: ISE/iMPACT, ...
 - Altera: Max+plus II Programmer, Quartus Programmer...
 - 众多其他厂家
- 调试
 - 各种MCU, CPU, DSP,
- ...

JTAG 内部工作机制

13



- Boundary scan and other test data registers operate under control of instruction register
- Data is scanned from TDI to TDO through selected test data register or instruction register under control of Test Access Port (TAP) controller
- TAP operates synchronously to TCK using TMS for state selection

14

哲发产品

开发调试工具软件与管理系统

15

- 杭州哲发**JTAG**综合应用系统等开发调试工具软件与管理系统，是众多杰出工程师在十多年电子通信产品开发过程中，根据工作需要，在实践中建立并完善起来的一套硬件调试调测维修系统及开发设计辅助工具。产品经过大量验证，此外公司根据市场反馈不断完善该系统，持续推出更新版本。

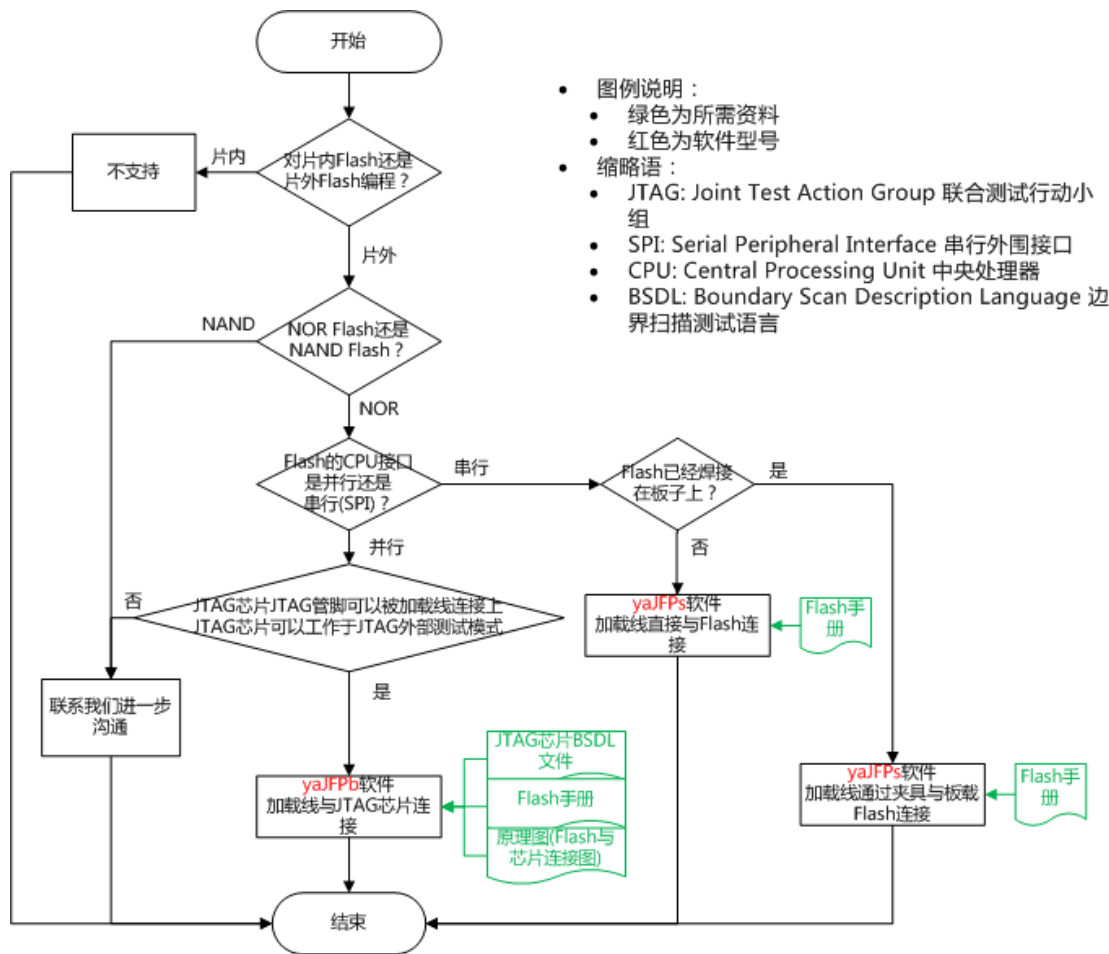
JTAG 产品

16

- yaJFP: Yet Another JTAG Flash Programmer
 - ▣ 2个商用版本
 - yaJFPb: Boundary Scan Test Sub-edition
 - yaJFPs: Serial Interface Sub-edition
- BSTest: Boundary Scan Test

yaJFP选型指南

17



18

BSTest

BSTest产品特点

19

- 轻量级绿色软件；
- 使用目标器件的**JTAG**接口，无需增加额外电路；
- 允许**JTAG**链上有多个器件；

BSTest 产品功能

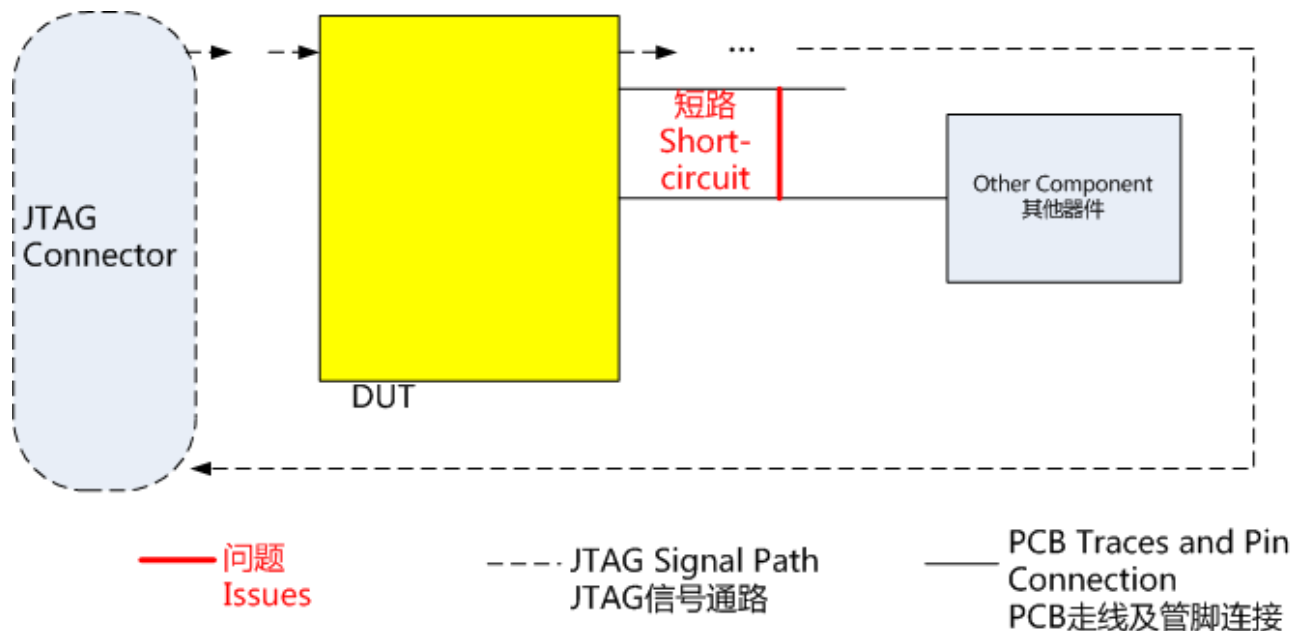
20

- 扫描检测JTAG链上的所有器件，如有ID可以分别显示并识别；
- 支持JTAG链上的器件之间的互联测试；
 - 互联测试在对网表进行分析的基础上，自动测试相关器件的连接关系，从而发现测试短路(管脚连锡、与电源/地短路)、开路(虚焊、PCB铜箔断裂)等情形；
- 支持单个器件的测试；
 - 该功能通过读取测试设置文件，自动运行，可以发现管脚（不仅仅是被测器件的管脚，包括与被测器件管脚相连的其他器件）连锡、与电源或地短路等情形；
- 支持外设测试；
 - 可以对JTAG器件相连的Flash进行ID读取自检；可以测试SRAM的数据线、地址线，包括短路、开路；
- 支持手工测试；
 - 本系统可以显示芯片管脚状态（类似于示波器/逻辑分析仪功能），可以通过控制芯片管脚输出特定电平或者波形。这样可以通过分析观察到的现象发现加工焊接问题(虚焊、短路/连锡等)或PCB制作等问题，同时也可以作为单板调试的辅助手段；
- PLD加载/编程
 - 可以脱离原厂软件独立完成；可以实现一个系统加载Lattice, Xilinx 等多个厂家的CPLD/FPGA；
 - 支持.svf和.vme文件；
 - 系统还支持通过被动串行（Passive Serial）模式加载Altera的FPGA，文件格式.rbf；同时支持从串（Slave Serial）模式加载Xilinx的FPGA，文件格式.bit；*请注意：串行方式加载时，不是JTAG模式；*
- 可以从文件中读入测试配置；测试配置可以保存为文件；
- 软件也可以设置自动运行模式，依次执行所有操作后退出程序，无需人工干预，方便与现有生产自动化系统集成；

单个器件测试

21

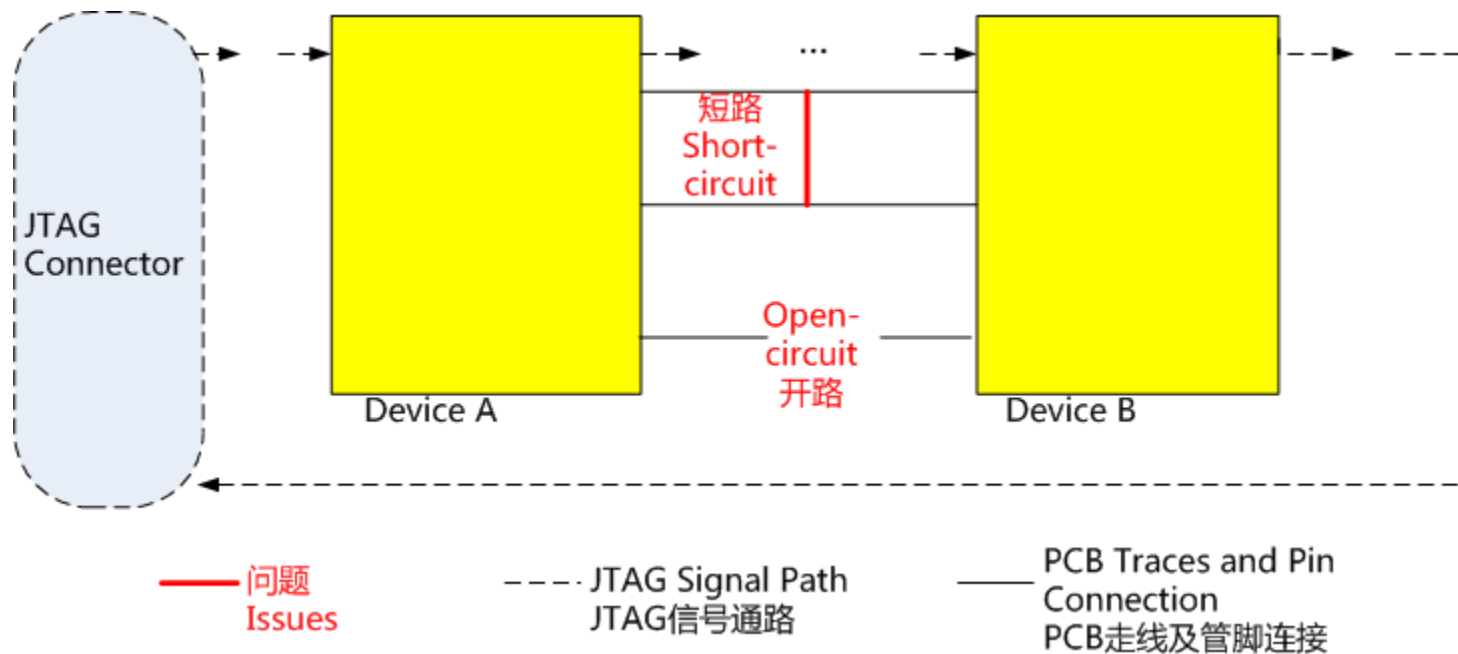
单个器件测试通过读取测试设置文件，自动运行，可以发现管脚（不仅仅是该被测器件的管脚，包括与该被测器件管脚相连的其他器件）连锡、与电源或地短路等情形。



器件互联测试

22

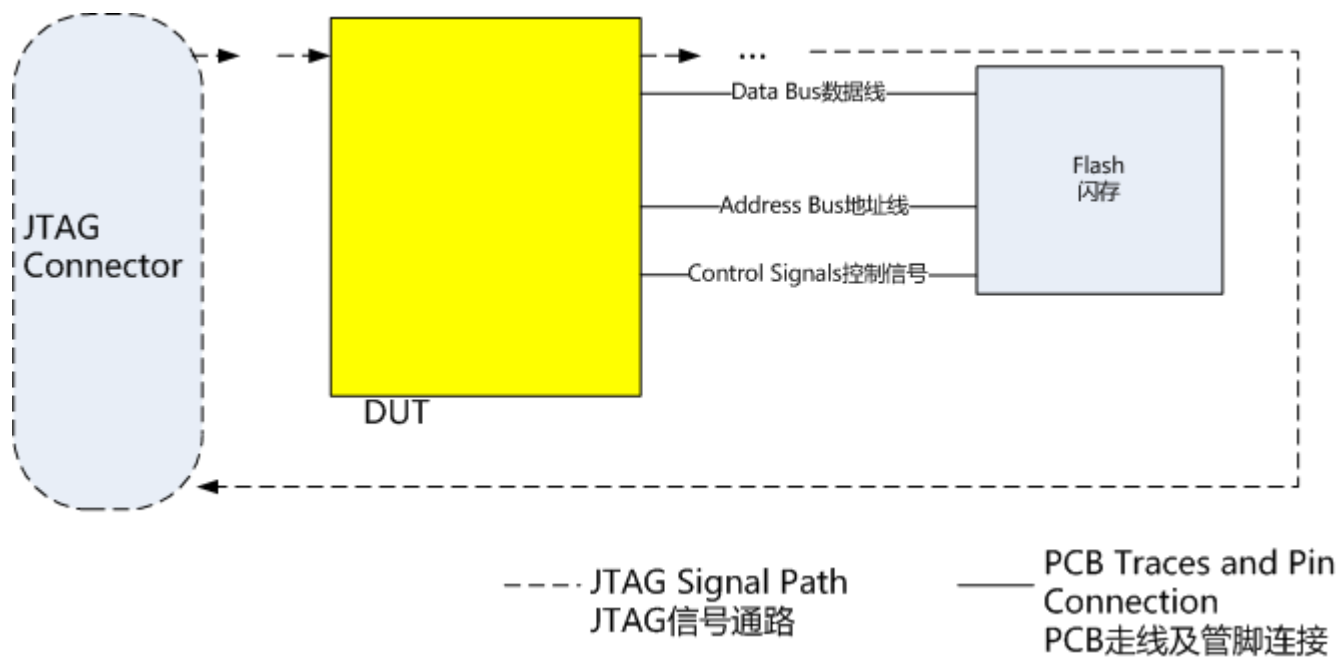
互联测试在对网表进行分析的基础上，自动测试指定的两个相关器件的连接关系，从而发现测试短路(管脚连锡、与电源/地短路)、开路(虚焊、PCB铜箔断裂)等情形。



外设测试

23

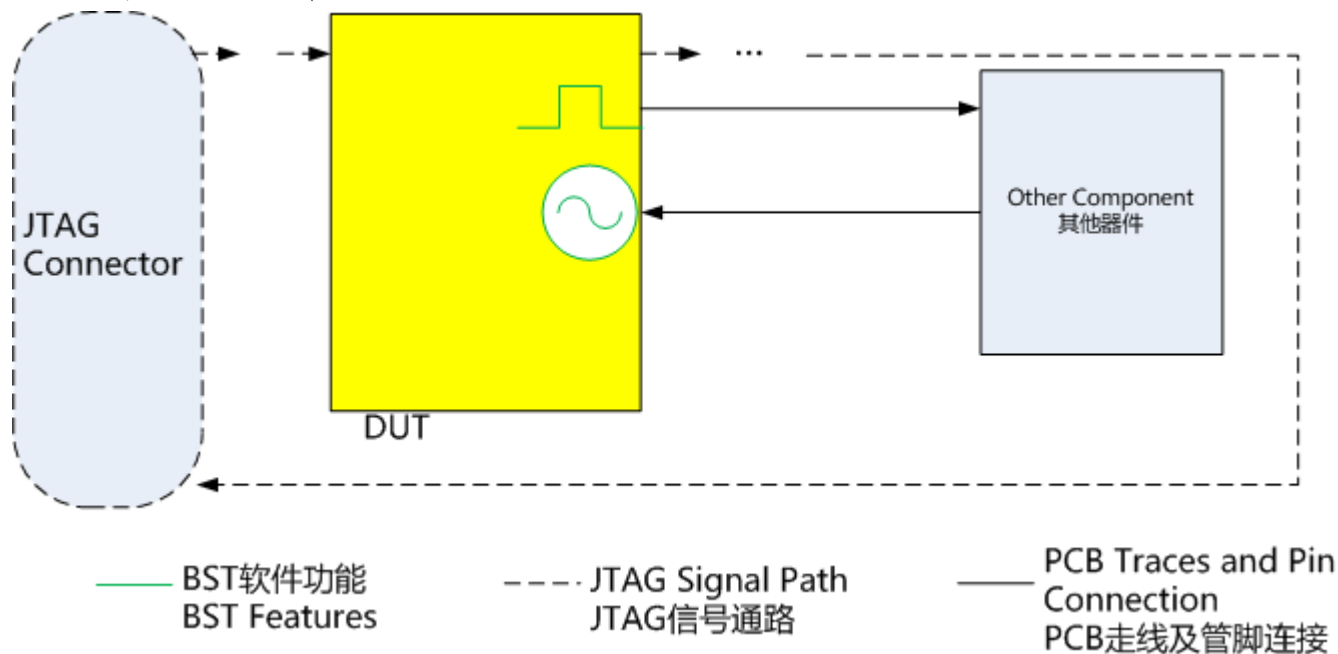
外设测试可以自动测试与JTAG器件相连的其他器件，比如对Flash的ID进行自检、对SRAM数据线/地址线进行短路/开路检测等。



手工测试

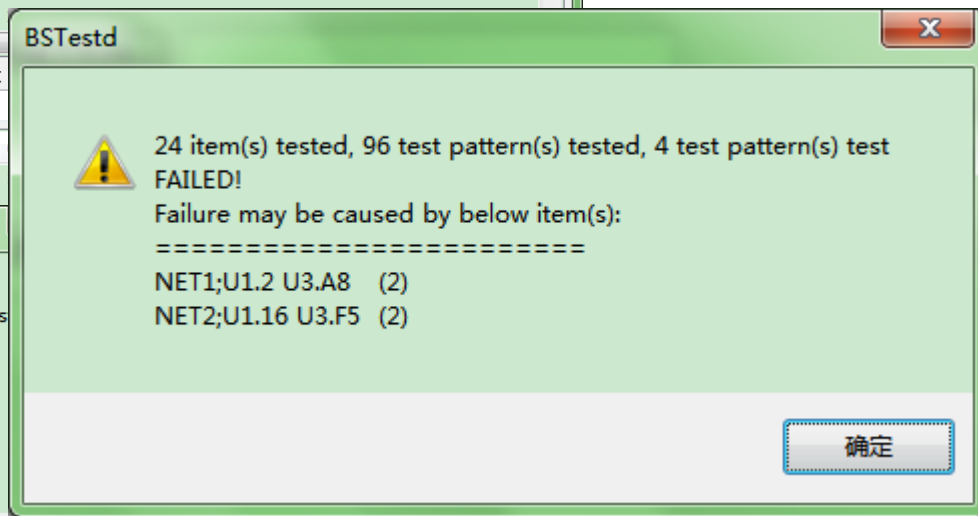
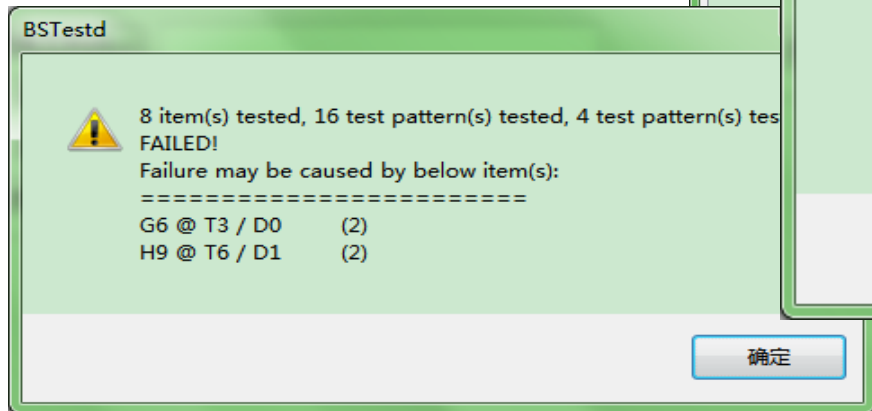
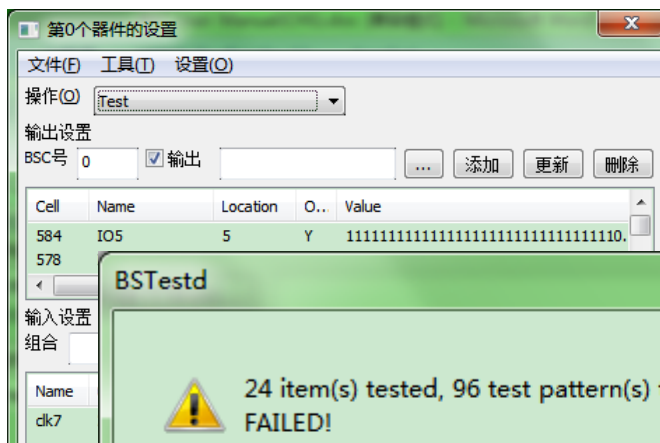
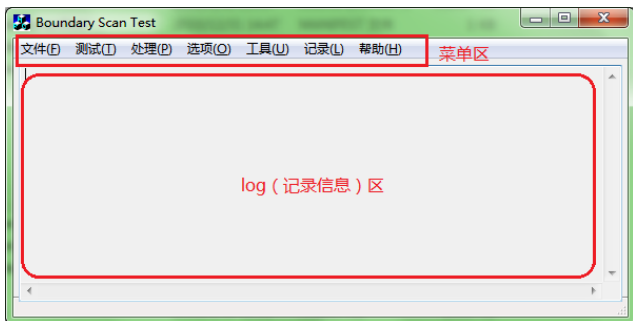
24

手工测试可以显示一个或多个芯片的管脚状态（类似于示波器/逻辑分析仪功能），用户可以通过软件控制芯片管脚输出特定电平或者波形。这样用户可以通过分析观察到的现象发现加工焊接问题(虚焊、短路/连锡等)或PCB制作等问题，同时也可以作为单板调试的辅助手段。



BSTest软件部分截图

25



26

测试覆盖率

测试覆盖率

27

- 基本上任何单一方案都做不到**100%**覆盖；
- **JTAG** 互联测试覆盖率取决于有器件间互联网表；
- **JTAG** 器件测试度取决于的内部**BSC**设置（可以从**BSDL**文件看出）；

建议多种测试方案组合

28

- 通过JTAG对JTAG链上的器件进行互联测试；
- 通过JTAG对JTAG器件周边的器件进行测试；
- 对于JTAG不能覆盖的PCB和加工部分，进行飞针测试；
- 对于功能、模块级别测试，应使用诊断程序进行测试；

29

最后.....

必须记住的原则

30

- 产品质量是**设计**出来的，不是**测试**出来的
 - ▣ 测试没有问题，不等于产品没有问题，而仅仅是测试没有发现问题
- **墨菲定律(Murphy's theorem)**
 - ▣ 如果你担心某种情况发生，那么它就更有可能发生。——所以，设计者不要有任何侥幸。

必须持有正确的心态

31

- 请比较如下两种判断/验收标准
 - ▣ 只要有一次测试不通过，就认为测试不通过
 - ▣ 只有有一次过了就算过了，不过重测，测过为止

32

谢谢!

<http://www.zhefar.com/>

杭州哲发科技有限公司