

基于边界扫描技术的新一代电路板测试平台

高天虹

北京中科泛华测控技术有限公司

摘要: 随着电子设备复杂程度的日益提高,其核心电路板品质已成为决定电子设备质量和性能的重要因素,而电路板的测试主要面临技术、周期和费用3大方面的挑战,集成最新技术的电路板测试平台被越来越多的测试工程师所关注。基于泛华电路板测试平台可以实现电路板的功能测试与诊断,利用边界扫描技术,能够快速适应多种类电路板的共平台测试,基于云端数据服务与专家库技术,能够快速进行故障定位。

1 引言

随着电子装备技术复杂程度的日益提高,电路板的功能与性能是决定电子产品品质的关键因素,工程师迫切需要一套综合性的电路板测试平台。电路板测试是典型的小批量、多型号共平台测试的应用,泛华电路板测试平台基于开放COTS的硬件架构与资源管理软件后台引擎,使得测试序列集(TPS)的编辑开发与并行执行具有良好的适应性与扩展性,针对大规模集成电路,提供边界扫描技术,该技术是一种完整且标准化的测试方法,极大地提高了电路板诊断测试的智能化与通用化水平。

2 电路板测试所面临的挑战与技术难点

电路板测试被广泛应用于测试测量的各种场合,根据使用场合不同,可以分为研发类电路板测试、电路板标准测试产品、自动化系统测试产品等。随着厂商对测试效率和成本要求

的不断苛刻,电路板测试的平台化解决方案是理想选择。构建一台理想的电路板测试平台,在实际测试环节中面临着众多挑战,包括:电路板种类的多样性要求、单板信号复杂性不断提升、测试速度要求、测试流程要求、测试的一致性要求、测试设备的可靠性与长期维护要求等。另外,针对不同的测试场合,有时甚至在电路板测试平台上实现模拟实际工况与环境的测试,比如高低温环境试验、拉偏试验等。

通过上述分析不难得出,电路板测试所面临的技术难点众多。在设计前期,需要大量的前期沟通与技术细节探讨,才能明确测试需求与测试项目。加工过程对于工艺质量的要求苛刻,涉及机电一体化设计、接线与抗干扰技术、安全防护设计等。在测试的过程中还需要高效调配测试资源、测试数据的可靠性与实时多点共享也是需要考虑的。

3 电路板测试平台的硬件架构

泛华电路板测试平台采用了模块化的设计理念,使得平台所用到的仪器能够更为方便地利用标准的商用产品COTS(commercial-off-the-shelf),以保证较高的可靠性和兼容性,只需通过不同功能的选型配搭就能够实现不同的测试需求,从信号源、通信设备、电源与负载、信号测量等,通过选型更快地搭建系统。并且基于泛华电路板测试平台的专利硬件驱动技术,可实现同类型硬件无缝更换不同级别的测量功能,例如,安捷伦34401A为6位半万用表可无缝更换为3458A 8位半万用表,以实现检测测量向计量级的扩展,在实际应用中保障了测试平台的可扩展性。

由于大量地采用COTS技术,势必要有混合总线设备实现仪器设备之间的通信与互联,混合总线即兼容PXI、VXI、PCI、GPIB、LXI、RS232/RS485等通信形式,可进行

各类仪器的资源扩展,其中通信和控制(资源调度和分配在无特殊需要的情况下全部采用LAN总线)即基于TCP/IP,具备总线和触发扩展能力。

4 电路板测试平台的信号互联技术

可配置的海量互联技术能够轻易实现电路板测试过程中的大规模信号

的快速接插,支持提供广泛的连接类型,比如,功率信号、同轴信号、气动信号等,电流最大高达50 A,频率高达40 GHz。PXI板卡和海量互联模块间采用DAK(direct access kit)直连,如图1所示,保证更好的屏蔽,隔离的电气特性,中间采用PCB板可以快速自定义调理电路,同时插拔次数高达200 000次。

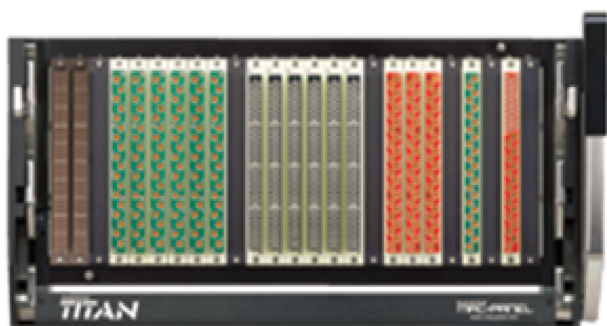


图1 PXI板卡和海量互联模块间采用DAK直连

另外,一般传统的适配器中会有大量的转接线缆,用于从ITA模块到最终接口的转换,但这种方式会提高焊接成本并降低可靠性,泛华设计团队在结合电路板测试的技术特点后,

将适配器的转接电缆全部由背板电路板和适配板代替,ITA的模块插针直接焊接在背板电路板中,在项目调试完成后即可定型,降低MTTR时间。

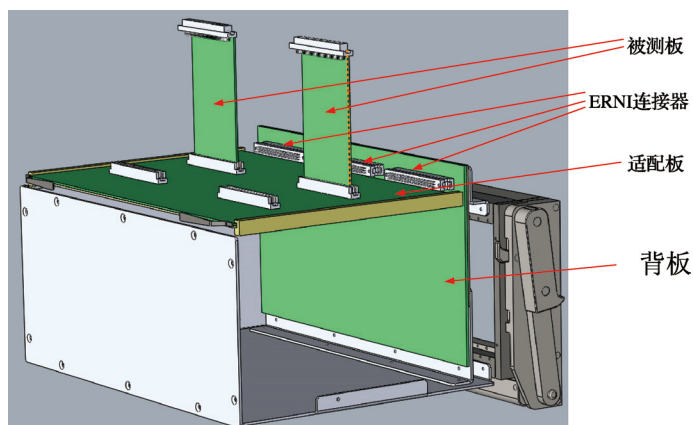


图2 泛华电路板测试中适配器连接方式

5 电路板测试平台的软件架构

针对电路板进行测试诊断时,往往面临“以一当十”的现实需求,往往无法预先确定测试步骤、测试序列、方法,甚至是被测对象,因此如何通过软件把硬件灵活调动起来,如何能够友好便捷地让使用者自由配置测试序列,如何高效解析并执行这些序列,如何很好的处理测试序列执行与所需硬件资源之间的联系,以最终实现真正意义上的并行测试,最大限度利用资源,提高测试效率等,变成了主要挑战,基于Test On Demand测试序列管理软件平台开发的电路板诊断测试软件具有如下特点:

- 1)遵循ATML标准的测试程序集(TPS);
- 2)测试流程的编辑及执行;
- 3)广泛的驱动支持与API;
- 4)多线程并行测试;
- 5)二次开发功能。

另外,结合电路板测试的需求,加入PCB显示功能,即通过导入PCB文件,在屏幕中可动态闪烁正在测试的元器件,配合诊断程序可定位故障元器件,减少测试和维修人员的操作时间。PCB文件支持标准的ODB++/GenCAD/FATFA数据源,可导入CADENCE、Altium Designer、MENTOR/PADS等常用的EDA软件,后期可增加测试覆盖率统计等功能。

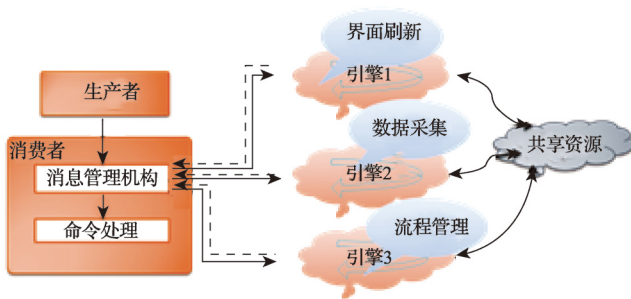


图3 消息队列管理机制保证软件测试效率

6 边界扫描技术与选型

边界扫描测试(boundary-scan-TEST)是一种基于集成电路可测性设计的测试技术,通过对IC内部测试寄存器输入测试图形后输出响应的分析完成电路系统的测试及故障诊断。边界扫描测试是一个国际承认的标准测试方法,在数字电路系统中对芯片管脚的测试可提供100%的故障覆盖率。具有通用性强、对测试系统要求较低、测试能力强和可以缩短产品周期等特点。



图4 边界扫描设备

泛华选用德国GOEPEL公司的边界扫描产品,针对待测电路板的

复杂程度和测试效率要求不同,提供多个产品系列选择,包括:适用于演示教学的PicoTAP系列、适用于简单电路板测试的SCANBOOSTER系列以及适用于大规模复杂电路板测试的SCANFLEX系列,该系列可以扩展到16个TAP口,实现并行高效测试。

7 案例:动车组电路板自动测试台

动车电路板通用测试系统是专门为高速列车控制单元中的信号处理板、中央控制板、电压电流监测板、逆变器监视保护板、压频转换板、电源软启动板、模拟输入输出板、110 V与TTL信号转换板、温度传感器板等上百种电路板的生产测试进行设计研发的通用测试系统。被测板所组成的牵引控制单元(TCU)和中央控制单元(CCU),是整车控制的核心“大脑”,其品质的重要性不言而喻,本系统可以满足低频段内所有的电路板测试的需求,为产品品质提供保障。



图5 动车组电路板自动测试台

系统机柜采用泛华自动测试标准19英寸产品,高度为38U。为了方便用户操作,单独设计双工位操作台。系统所覆盖的被测件种类丰富,主要TCU、CCU中的电路板类型都涵盖其中。主要可分为3类:

- 1)带大规模可编程器件的复杂数字电路板,如中央处理板、信号处理单元板、输入输出管理板等;
- 2)模拟和数字电路板,如模拟输入输出板、输入压频转换板、输出脉冲放大器板等;
- 3)电源板,如电源启动板、电源插板等铁路专用板,如逆变器监视板、输入转变二进制板、二进制输出继电器驱动板等。

系统主要功能包括:可以进行静态参数的高精度测试;动态信号指标测试及信号分析;同时针对信号处理板、中央控制板存在BGA、QFP等

高密度封装的可编程芯片和SRAM、SDRAM、FLASH等存储器件,平台嵌入边界扫描IEEE1149.1技术,可实现数字信号元器件级的测试及故障诊断功能。系统提供50 MHz的边界扫描测试时钟,扫描链数量为4条。

针对电路板的多品种、小批量测试需求,系统设计通用测试机柜加测试适配器的形式,之间采用海量互接口。

8 结束语

泛华电路板测试平台经大量实践

证明能够适用于电路板诊断测试方面的应用,在实现功能与性能测试的基础上,基于边界扫描技术能够提升测试覆盖率与测试效率,实现故障定位与诊断,符合当前电路板测试的需求。

(上接第9页)

- [2] 曾亮,张丽攀,宋凯,等.碳纤维复合材料涂层厚度涡流法测量的研究[J].仪器仪表学报,2011,32(12): 2662-2668.
- [3] 周德强,田贵云,尤丽华,等.基于频谱分析的脉冲涡流缺陷检测研究[J].仪器仪表学报,2011,32(9): 1948-1953.
- [4] MENANA H, F LIACHI M. Electromagnetic characterization of the CFRPs anisotropic conductivity: modeling and measurements[J]. The European Physical Journal Applied Physics, 2011, 53(2): 21101.
- [5] 薛英娟,郝利华.基于阻抗分析法的电桥式涡流检测系统研究[J].电子设计工程,2011,19(3): 96-99.

- [6] HUGHES R, FAN Y, DIXON S. Near electrical resonance signal enhancement (NERSE) in eddy-current crack detection[J]. NDT&E International, 2014 (66): 82-89.
- [7] 雷卫延,敖振浪,周钦强.基于STM32的在应用编程(IAP)开发[J].电子测量技术,2015,38(5):62-66.
- [8] 詹俊鹏,张鹏恺,李鹏.基于AD9958多波形雷达信号源软硬件的设计[J].电子设计工程,2009(17): 69-71.
- [9] 杜占龙,谭业双,姚振亚.基于AD9954的信号源设计与实现[J].国外电子测量技术,2011,30(2): 53-56.
- [10] 田雪,郑敏信.基于LabVIEW的光

伏储能控制系统设计[J].国外电子测量技术,2014,33(12): 53-56.

- [11] 刘正琼,胡丽莉,唐璇,等.基于虚拟仪器的肢体姿态检测系统研究[J].电子测量与仪器学报,2015,29(6): 907-913.

作者简介

郭太平,1991年5月出生,工学硕士,主要研究方向为智能传感技术及系统。

E-mail: gtp@nuaa.edu.cn

裴进浩,1963年10月出生,教授,主要研究方向为智能材料与结构,包括压电材料与器件的制备、振动与噪声控制、流动控制、健康监测、能量回收、自适应结构、压电器件的精密传感与驱动技术等。

E-mail: qiu@nuaa.edu.cn