

基于 BIT 设计的电子设备验证平台

靳为东¹, 赵杰²

(1. 中电科思仪科技股份有限公司, 山东 青岛 266555)

摘要: 机内测试 (BIT) 是应用于复杂电子系统中非常重要的一种自测试手段, 是测试性设计实现的重要保证。嵌入式测试能力的好坏直接关系到系统或设备内部检测和隔离故障的能力优劣。针对电子设备中BIT与功能设计脱节、测试总线资源不足、电子设备难以直接嵌入测试等难题, 本文提出基于BIT设计的电子设备验证平台的构建方案, 并结合典型案例实物进行BIT设计和电子设备验证平台的搭建, 对典型案例实物完成了测试性分析、BIT设计、故障注入系统的设计、综合诊断和性能验证, 从而提高电子设备的可测试性和维修性、简化测试和维修设备、提高测试和维修效率、为电子设备的综合诊断和健康管理提供案例性能验证支撑。

关键词: BIT; 测试性; 故障注入; 综合诊断; 健康管理

Electronic Device Verification Platform Based on BIT Design

Jin Weidong¹, ZhaoJie²

(1. China Electronics Science and Technology Co., Ltd, Qingdao 266555, China)

Abstract: Built-in Test (BIT) is a very important self-test method used in complex electronic systems, and is an important guarantee for the realization of testable design. The quality of embedded testing ability is directly related to the ability of detecting and isolating faults within the system or equipment. Aiming at the problems of disconnection between BIT and functional design in electronic equipment, insufficient test bus resources, and difficulty in directly embedding electronic equipment for testing, this paper proposes a construction plan for an electronic equipment verification platform based on BIT design, and carries out BIT design and electronic equipment verification in combination with typical cases. The construction of the platform has completed the testability analysis, BIT design, fault injection system design, comprehensive diagnosis and performance verification of typical cases, thereby improving the testability and maintainability of electronic equipment, simplifying test and maintenance equipment, and improving test and maintenance. Maintenance efficiency, providing case performance verification support for comprehensive diagnosis and health management of electronic equipment.

Keywords: BIT Testability Fault injection Comprehensive diagnosis Health management

1 研究背景

随着电子设备信息化与数字化的快速发展，结构也变得高度集成化和复杂化，电子设备的 BIT 设计与其功能设计存在脱节和缺乏规范性，使得 BIT 功能电路本身成为了电子设备中的一个不可控风险。在 BIT 设计时电子设备的设计已经定型，无法对电子设备功能、结构、体积等相关设计进行更改，尽管在电子设备 BIT 设计时有考虑可测性设计，但是由于设备本身的设计已经定型，无法进行根本的更改，使得电子设备的 BIT 的引入和电子设备本身功能及指标的保证之间形成了一种不可调和的矛盾。电子设备内部的高度集成和有限的测算总线资源都给电子设备的性能测试、综合诊断、健康管理和现场维修检测都带来了挑战，因此针对电子设备系统进行基于 BIT 和功能一体化设计的电子设备验证平台的设计和实现非常重要。

2 研究内容

本文介绍了基于 BIT 设计的电子设备验证平台的总体设计方案和相应的设计步骤，并结合典型研究案例实物完成了电子设备验证平台的设计和实现。首先针对典型研究案例进行了故障模式分析和基于多信号测试性建模的测试点优选；然后基于测试性建模测点优选基础上完成原电子设备 BIT 设计的整改，来完成 BIT 采集单元设计；接着通过设计的故障注入系统完成对典型案例实物的故障模拟和故障注入；最后基于验证平台配套的数据监测与诊断软件基于多总线传输来获取 BIT 采集单元上传的状态监测数据，基于统计分析对典型研究案例实物的测点来完成对应的数据监测与综合诊断。

基于 BIT 设计的电子设备验证平台的设计流程，主要包括测试性分析建模、BIT 设计、故障注入系统和数据监测与诊断软件四个功能单元。本论文基于 BIT 设计的电子设备验证平台总体实现方案如图 1 所示，主要包括两方面内容：第一是基于测试性分析的电子设备的 BIT 设计，第二是基于 BIT 设计的电子设备的性能验证。基于测试性分析的电子设备的 BIT 设计，从设计之初就开始对整个电子设备进行测试性分析，并且设计标准化的 BIT 采集单元和配套的 BIT 设计软件。基于 BIT 设计的电子设备的性能验证，开发了相应的验证平台，配合相应的故障注入系统，基于故障检测率和故障隔离率等指标，来对电子设备进行 BIT 设计后的性能验证。

由图 1 可知，基于 BIT 设计的电子设备验证平台总体的设计步骤如下：

①测试性分析：首先对电子设备硬件单元的各子功能框图进行分析，选择出提供能表征各个功能单元的故障模式和测试点，然后在故障检测率和隔离率等指标约束下，通过可视化测试性建模与分析软件对电子设备进行多信号建模来完成测试性分析来完成测点优选。

②BIT 设计：以电子设备功能单元进行测试性分析优选的测点的基础上，结合电子设备硬件在设计之初预留对应的测点和对应数据传输的总线资源，并把电子设备对应的测点与设计的 BIT 采集单元进行连接，

结合多信号测试性分析和 BIT 采集单元进行电子 BIT 设备的一体化设计，来完成基于 BIT 设计的电子设备。

③故障注入系统设计：包括软故障注入和硬故障注入两种工作模式。软故障注入首先通过基于 BIT 设计的电子设备的多故障模式来建立对应的故障知识库，然后设计的故障注入软件基于总线层对电子设备的原数据传输通信接口进行故障模拟和注入，最终来实现模拟电子设备实际发生的对应故障模式；硬故障注入模式是基于通过专用的硬件注入单元对电子设备的物理层进行故障注入，来完成对底层硬件的短路或者强制引脚变化等故障操作。

④性能验证：通过 BIT 采集单元对基于 BIT 设计的电子设备的测点进行多维数据的实时监测和采集，并把相应监测数据通过预留的多总线资源将数据上传到监测与诊断软件完成数据监测和综合诊断，基于统计分析算法等来完成电子设备的综合诊断，结合故障检测率和故障隔离率等指标，完成基于 BIT 设计后的电子设备验证平台性能验证。

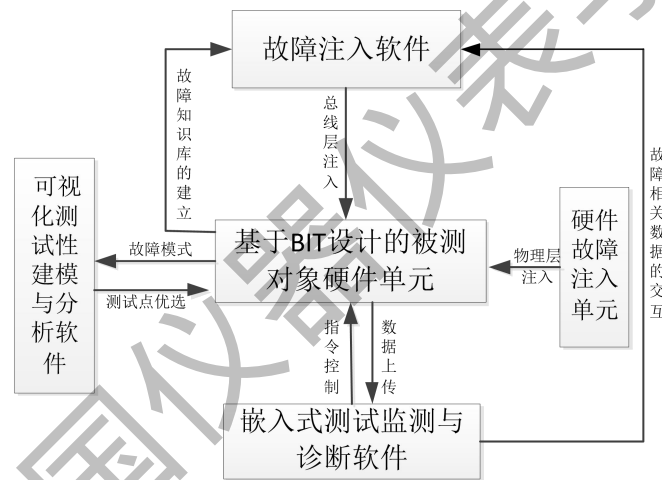


图1 基于 BIT 设计的电子设备验证平台总体设计

3 结论

本文简要陈述了基于 BIT 设计的电子设备验证平台总体方案和相关设计步骤，着重描述了基于 BIT 设计的典型案例的电子设备验证平台构建。本文以 VPX 高速数字收发模块作为典型案例进行基于 BIT 设计的电子设备验证平台的搭建，完成了对该模块的测试性分析的测点优选、BIT 设计、基于软件和硬件的故障注入系统的设计、平台配套软件的综合诊断和性能验证。本文通过搭建基于 BIT 设计典型案例电子设备验证平台，解决电子设备实物进行嵌入式设计和验证难的问题，实现嵌入式测试能力与标准化的提升，能够为有效的为电子设备的嵌入式测试与健康管理的提供验证支撑。

参考文献

[1] 陈希祥, 邱静, 刘冠军. 装备系统测试性方案优化设计技术研究[J]. 北京: 中国机械工程, 2010, 21(2): 141-145.

装备测试性大纲: GJB2547-2012[S].

中国仪器仪表学会