

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.03.021

某防空导弹武器系统遥码通信设备检测系统

姜广顺¹, 杨召甫¹, 黄伟²

(1. 空军 23 厂 研究所, 北京 102200; 2. 天津光电通信技术有限公司 技术中心, 天津 300211)

摘要: 针对某型防空导弹武器装备结构复杂, 功能检测和维护保障难度大, 修理周期长, 修复质量难以保证等问题, 基于 PXI 总线, 应用模块化测试仪器及虚拟仪器技术研制了一套遥码通信设备检测系统。检测系统采用统一硬件系统、统一软件开发平台, 进行开放式体系结构和标准化设计, 根据不同被测单元的测试特点编制相应的测试与诊断程序, 具有集成度高、扩展性好等特点, 已用于修理线建设和应急抢修中。

关键词: 防空导弹武器; 遥码通信设备; PXI 总线; 检测系统; 虚拟仪器

中图分类号: TP274 **文献标志码:** A

Test System for Certain Type Air Defense Missile Weapon System Remote Communication Equipment

Jiang Guangshun¹, Yang Zhaofu¹, Huang Wei²

(1. Institute, No. 23 Factory of PLA Air Force, Beijing 102200, China;
2. Technology Center, TOEC Technology Co., Ltd., Tianjin 300211, China)

Abstract: Aiming at the problems that remote communication equipment in some air defense missile weapon system has complicated architecture, function test and maintenance difficulty, long repair cycle and unsure repair quality, a test system for the equipment is developed based on PXI bus, with the application of modular instrument and virtual instrument technology. The same hardware system and the same software development platform are adopted during the design of the open system architecture and standardization in test system. According to the characteristic of each unit under test (UUT), the different test and diagnose programs are developed. The test system has characteristics of high integration and extension and so on, and is already used in the formation of the maintenance line and emergency maintenance system.

Keywords: air defense missile weapon; remote communication equipment; PXI bus; test system; virtual instrument

0 引言

遥码通信设备是某型防空导弹武器系统的关键设备之一, 用于制导雷达与发控装置之间的指令和信息交换, 一旦出现故障将导致武器系统瘫痪, 影响到整个火力单元作战效能的发挥。

由于遥码通信设备结构复杂, 功能检测和维护保障难度大, 修理周期长, 修复质量难以保证。因此, 有必要研制一套针对遥码通信设备所有组成单元的检测系统, 将故障定位在单元内部的可更换模块(板级), 以缩短检测时间、提高维修效率、降低维修成本。

由于 PXI 总线在数据传输速率、兼容性、互操作性、尺寸和结构等方面的巨大优势, 且价格仅为 VXI 总线的一半, 已迅速发展成为在各个领域被广泛应用的测试平台^[1]。笔者采用 PXI 总线技术和虚拟仪器技术, 对遥码通信设备检测系统进行设计。

1 检测系统硬件设计

1.1 检测系统硬件组成

检测系统采用一个通用的硬件平台, 通过连接

不同的测试适配器实现对不同被测单元(UUT)的测试。检测系统硬件组成如图 1。

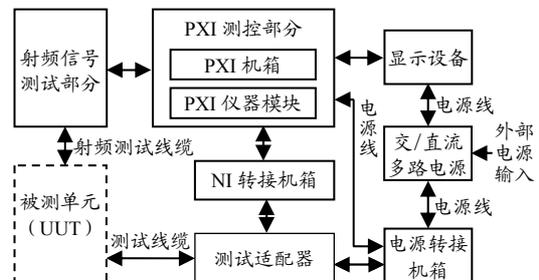


图 1 检测系统硬件组成

遥码通信设备检测系统硬件部分主要由 PXI 测控部分、测试适配器、NI 转接机箱、电源系统、显示设备、射频信号测试部分、电源转接机箱、测试线缆等组成, 分别安装在 2 个减震机箱及线箱中。

PXI 测控部分包含 PXI 机箱和各种 PXI 测控仪器模块, 通过仪器模块生成对 UUT 工作时序的控制信号, 完成激励信号的生成, 各种数字量、模拟量的采集和总线任务信息的发送、接收。其中, PXI 机箱选用 NI 公司的 PXI-1045 机箱, 具有 18 个 PXI 扩展

收稿日期: 2010-10-21; 修回日期: 2010-12-10

作者简介: 姜广顺(1967—), 男, 山东人, 硕士, 工程师, 从事装备维修和保障技术研究。

槽；主控计算机选用 NI 公司的 PXI-8105 控制器，双核 PXI 嵌入式控制器 8105 具有 2.0 GHz Intel Core 2 Duo 处理器 T2500,适用于多任务环境和多线程应用。

测试适配器实现 UUT 输入、输出信号的转接和处理，并产生测试所需的部分激励信号。NI 转接机箱主要用于连接各个 PXI 仪器模块和测试适配器，对各种仪器模块及各个测试适配器的输出信号进行分配。电源系统提供 UUT 和检测系统工作所需的多组交、直流电压。显示设备为 1 个 1U 的显示器，集成了键盘及鼠标。射频信号测试部分实现 UUT 射频信号的衰减、阻抗变换、放大及隔直等功能。电源转接机箱主要进行交、直流信号的分配。

1.2 PXI 测控部分设计

PXI 测控部分是遥码通信设备检测系统的核心，其维修保障性制约着整个系统的使用效能^[2]。PXI 测控部分的设计采用 NI 公司的 PXI 仪器模块，以遥码通信设备中结构复杂、具有最大信号量的无线调制解调组合为选型依据，并考虑了系统的扩展性。PXI 测控部分构成如图 2。

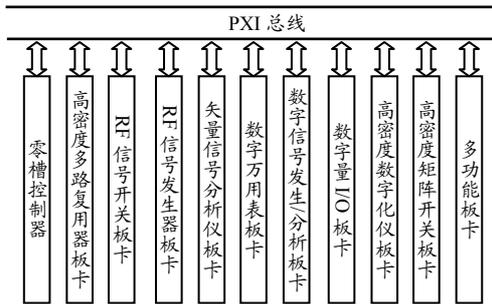


图 2 PXI 测控部分构成

测控部分各种激励和测量仪器模块包括：PXI-4071 数字万用表、PXI-5105 高密度数字化仪、PXI-5661 矢量信号分析仪、PXI-2596RF 信号开关模块、PXI-2530 高密度多路复用器/矩阵开关、PXI-5651RF 信号发生器、PXI-6541 数字发生器/分析仪、PXI-6509 数字量 I/O、PXI-2532 高密度矩阵开关和 PXI-6259 多功能模块。

1.3 测试适配器设计

由于测试适配器必须根据 UUT 测试需求进行专门设计，因此，测试适配器是检测系统中必须由客户设计的硬件单元，是系统开发的重要内容。

测试适配器需要处理的接口信号种类、数量繁多，采取模块化设计原则，不同的 UUT 对应不同的测试适配器。测试适配器主要由发送部分、接收部

分和信号调理部分组成。

发送部分用于将 PXI 测控部分生成的激励信号通过 NI 转接机箱输出，生成相应的 TTL 信号，这类信号经过信号调理部分转换为 UUT 所需的信号。发送部分采用单片机作为控制器件，由 FPGA 生成复杂时序关系信号，与上述信号共同形成 UUT 的激励信号。信号调理部分则采用了继电器、接口转换芯片等进行信号的变换。接收部分用于接收 UUT 返回的测试信号，通过单片机、FPGA 处理后，送到 NI 转接机箱中，然后送给 PXI 测控部分进行测试。测试适配器接口结构如图 3。

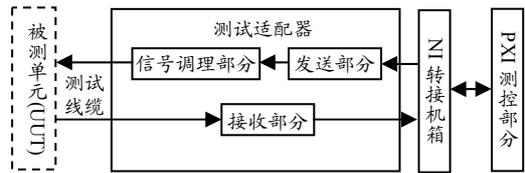


图 3 测试适配器接口结构

1.4 硬件设计中考虑的问题

1) 应用最少的接口解决海量信号的测试问题。测试时，应用大量继电器进行切换，继电器矩阵部分包含的继电器级联数为若干级，包含的继电器数量为若干个；通过对不同的排列组合进行计算，采用三级级联的方式，同时结合单片机控制，进行分时测试的软硬件一体化方案，降低了检测设备所需的测试接口数量，提高了检测设备的利用率。

2) 抗干扰设计。由于 UUT 有时会带有故障，为防止损坏 UUT 和仪器，在硬件设计中考虑了电路自检和保护措施。测试适配器采用铝焊接技术，NI 信号转接机箱等采用全金属屏蔽，有效减小了外部信号的干扰。信号处理过程增加了信号的防抖处理、高速脉冲取样处理等功能，提高了信号的抗干扰能力。

2 检测系统软件设计

软件系统是检测系统的重要组成部分，检测系统的性能在很大程度上取决于系统的软件设计。PXI 计算机中的主控软件是基于 WINDOWS XP 操作系统平台，采用 NI 公司的虚拟仪器开发环境 LabVIEW 开发^[3]。

软件系统遵循自顶向下的设计思想，采用模块化方式，特定的模块完成特定的功能^[4]。系统操作方便，实现了显示与硬件无关性，便于硬件升级改造，软件具备二次开发，可在后续应用中增添新功能和系统维护。检测系统软件构成如图 4。

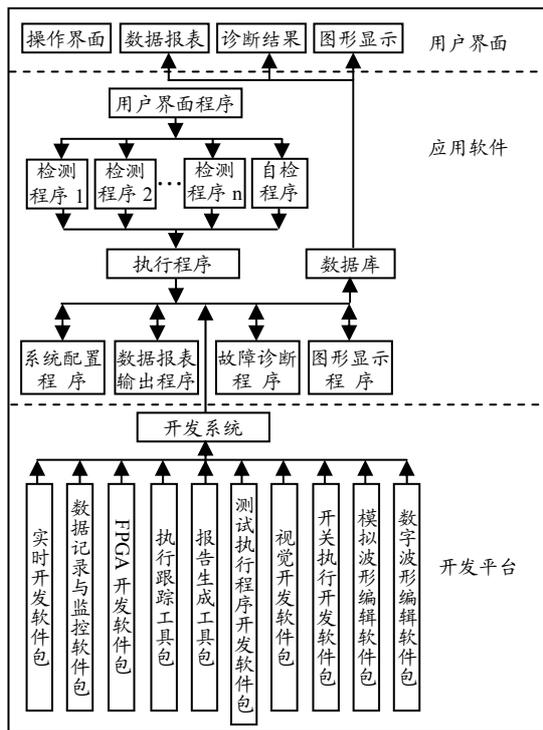


图4 检测系统软件构成

2.1 检测软件

检测软件与系统硬件设备配合, 完成对 UUT 的数据采集、测试和故障诊断, 并完成测试数据、诊断结果的显示、存储和打印。

检测软件主要包括执行程序、检测程序、系统配置程序、用户界面程序、数据报表输出程序、故障诊断程序、图形显示程序、自检程序等。

- 1) 执行程序: 检测主程序, 完成检测程序的选择、检测过程控制和诊断过程控制, 是用户的最终可执行程序;
- 2) 检测程序: 对 UUT 的检测流程, 每个 UUT 有各自的检测程序;
- 3) 系统配置程序: 完成被测信号与测试仪器端口的映射配置;
- 4) 用户界面程序: 完成检测执行界面的自定义设置, 是系统开发人员根据最终系统的使用人员和使用单位而设计和创建的最终用户使用界面;
- 5) 故障诊断程序: 完成检测数据的诊断和分析工作;
- 6) 自检程序: 按流程完成对检测系统各功能电路的检测。

2.2 检测软件开发平台

检测软件的开发是在检测软件开发平台上完成的, 包括: 开发系统、实时开发软件包、数据记录与监控软件包、FPGA 开发软件包、执行跟踪工具包、报告生成工具包、测试执行程序开发软件包、视觉开发软件包、开关执行开发软件包、模拟波形编辑软件包、数字波形编辑软件包。检测系统工作流程如图 5。

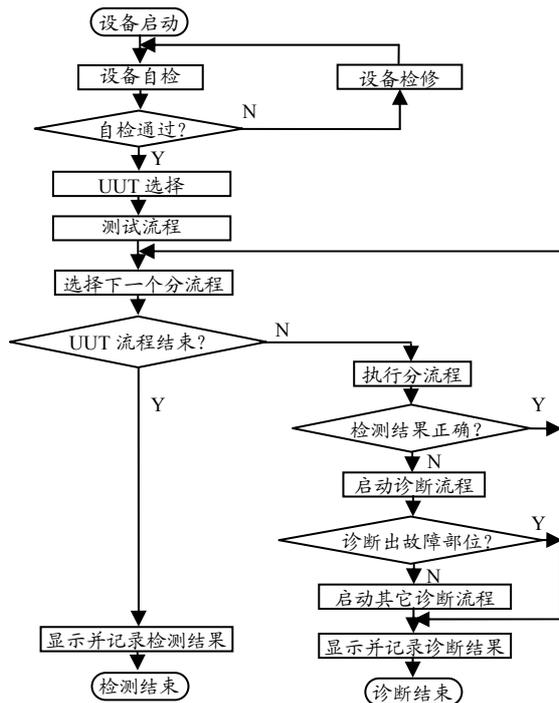


图5 检测系统工作流程

检测系统启动后, 首先进行设备自检, 自检通过后进入所选 UUT 测试流程。UUT 测试流程按功能分为若干分流程, 在每一个分流程完成后对测试结果进行分析和诊断, 如果出现故障, 则启动分流程对应的诊断流程; 如果还没有诊断出故障模块(板级), 则继续启动附加诊断流程。诊断结束后自动进入下一个分流程, 直到完成测试并得到测试和诊断结果记录数据。

3 结束语

该检测系统能完成对某型防空导弹武器系统遥码通信设备所有组成单元的检测, 并能够在复杂环境条件下工作, 便于携带和运输, 易于重组和功能扩展, 通用性能较好。该系统已在工厂装备修理及部队应急抢修中得到了应用检验, 结果表明: 该系统完全能够满足 UUT 的检测要求, 具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 刘洪. PXI 技术的发展和[J]. 测控技术, 2006(6): 51-53.
- [2] 常正林, 等. 防空导弹发射装置测试诊断系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2006, 14(12): 1665-1666.
- [3] 李玺, 等. 基于 PXI 总线的某型空空导弹总体性能测试系统设计. 计算机测量与控制, 2008, 16(12): 1897-1899.
- [4] 尹明, 等. 基于虚拟仪器技术的制导装置测试系统设计[J]. 电子测量技术, 2009, 32(12): 123-126.