

• 电路与控制 •

基于PXI总线的自动测试系统设计

张蕊¹, 郎杰²

(1. 中国电子科技集团公司光电研究院, 天津 300000; 2. 国营第七二二厂, 广西 桂林 541001)

摘要: 针对电子设备的测试需求、系统开放性和可扩展的要求, 开发了一种基于PXI总线的自动测试系统。详细说明了此系统的硬件构成和软件设计方法。该系统以PXI内嵌主控计算机为核心, 以LabVIEW软件为开发环境, 并综合运用标准接口和总线技术来实现系统的综合设计。系统具有良好的人机交互界面, 在使用过程中运行稳定可靠、测试效率高、使用维护方便。

关键词: PXI; LabVIEW; 自动测试系统; Visual C++

中图分类号: TP302.1

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2014)-03-0044-04

Design of Automatic Test System Based on PXI Bus

ZHANG Rui¹, LANG Jie²

(1. Academy of Opto-Electronics, China Electronics Technology Group Corporation (AOE CETC), Tianjin 300000, China; 2. State No.722 Factory, Guilin 541001, China)

Abstract: According to the requirements of electronic equipment test, system openability and expansibility, an automatic test system based on PCI extensions for instrumentation (PXI) bus is developed. Hardware structures and software design methods of the system are described in detail. PXI embedded main control computer is used as the key part in the system and LabVIEW software is used as development environment. And the integrated design of the system is realized with standard interface and bus technology. The system has good man-machine interaction interface. It is stable and responsible in operation with high testing efficiency. And it is easy to be used and maintained.

Key words: PCI extensions for instrumentation (PXI); LabVIEW; automatic test system (ATS); Visual C++

随着微电子技术、计算机技术的发展, 电子测试技术与计算机技术结合的逐渐深入, 测试设备向着智能化、模块化、小型化和通用化的方向发展。其中测试总线经历了从 GPIB、VME、VXI 的变革, 目前 PXI 总线是最为成熟的测试总线之一。PXI (PCI eXtensions for instrumentation) 是以 PCI (peripheral component interconnect) 及 CompactPCI 为基础, 增加 PXI 特有信号组成的一个架构, 它兼顾了 PCI 总线的高速传输速率 (最高 532 Mbps) 和 CompactPCI 总线的高可靠性, 主要用于自动化仪器仪表及自动测试设备 (ATE) 中。

目前, ATE 已经成为电子设备研制、生成、测试

和维修保障过程中必不可少的工具之一。与传统的测试系统比较, 基于 PXI 总线技术的测试系统有着技术成熟、测试成本低、开发周期较短等优点, 是目前自动测试系统的主流方案。

1 系统总体方案

自动测试系统 (ATS) 由自动测试设备 (ATE)、测试程序集 (TPS) 和测试环境 (TE) 三部分组成。通过三者的结合, 自动完成被测单元的性能检测、数据分析处理、故障识别与定位等^[1]。其中 ATE 是基于 PXI 总线的模块, TPS 通过虚拟仪器编程语言

LabVIEW 开发并实现人机接口,TE 通过自研的接口适配器实现与各种设备的接口转换。系统组成见图 1。

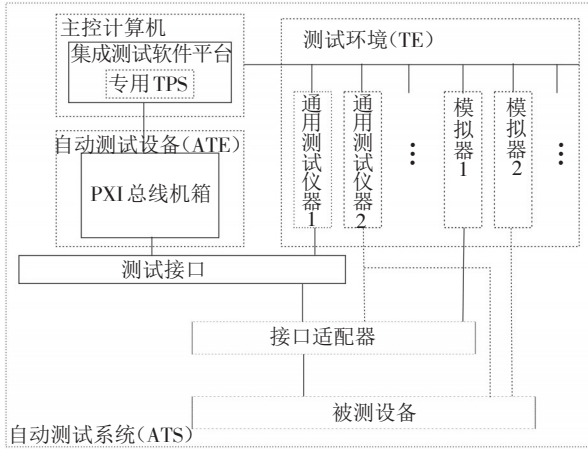


图1 自动测试系统组成框图

1.1 主控计算机

主控计算机是操作员和测试系统间的信息交换桥梁,也是整个自动测试系统的控制中心。在其上运行全部测试程序集,通过光纤与PXI总线机箱点对点通信。

1.2 PXI总线机箱

PXI总线机箱是自动化测试设备的核心部件,采用PXI总线模块作为主要硬件平台,通过运行测试程序集,接收主控计算机的测试命令,实时发送测试信号并采集被测设备的输出,经过处理后发送至主控计算机。

1.3 接口适配器

接口适配器实现测试设备与被测设备之间的信号连接,把仪器资源分配给被测对象,完成对被测对象直接施加的激励和电平级信号转换。

2 硬件设计

主控计算机采用研华610L工控机,内置NI PCI-8336光纤通信卡,与PXI总线机箱中的NI PXI-8336控制卡通信。

PXI总线机箱根据实际使用需要,选用18槽的标准PXI机箱JV39101,便于升级扩展、组合使用。测试模块组件,主要是PXI总线的商用产品,选择方案见表1。

表1 测试系统PXI总线模块选择方案

模块名称	型号	功能	数量
总线扩展控制器模块	JV31421-J	通过PCI-E接口,外接主控计算机,实现对PXI机箱模块的控制。	1
高速数字I/O模块	JV31619-J	特性为32路,每通道数据率80 Mbit,以满足高速数字I/O的测试要求。	1
数字I/O模块	JV31610-J	特性为96路,TTL/CMOS,24 mA/通道,以满足通用数字I/O的测试要求。	1
任意波形发生器模块	JV31332-J	特性为2通道,采样率50 MSa/s,以满足低频波形发生的测试要求。	1
数字多用表模块	JV31270-J	作为常用的测试模块,用于测量电压、电阻和电流,可以测量0~300 V的电压,0~1 A的电流,0~100 MΩ的电阻。	1
数据采集模块	JV31223-J	特性为8通道,采样频率100 kHz;16 bit,以满足系统数据采集的测试要求。	1
串行通信接口模块	JV31718-J	满足系统多通道串行通信的测试要求。	
矩阵开关模块	JV31512-J	具有通道数量多(8×16路或4×32路),低导通电阻,开关承受功率大(最大通断能力110 VDC/2A),矩阵结构形式灵活,软件驱动标准规范等特点。	

接口适配器采用总线模块化结构,测试时根据被测对象接口的不同,选择不同的接口组件,以完成对不同信号的接口转接控制。适配器主要包括控制模块、转换模块和调理模块。

接口适配器应具有以下功能:

- (1)连接并固定相应的UUT,并分配测试资源管脚;
- (2)具有防插错功能;
- (3)具备对输入/输出信号的初步处理和调理功能。

3 软件设计

测试程序集是决定测试系统功能和质量的重要因素,也是制约系统开发周期的重要因素。为了既快又好地实现测试软件,该测试系统软件在 WindowsXP 平台下,使用 NI 公司面向自动测控领域的图形虚拟仪器平台 LabVIEW (laboratory virtual instrument engineering workbench) 进行软件开发。该工具集成了基于 VXI、PXI、GPIB、RS232、RS422、

RS485、TCP/IP 等协议硬件的主要库函数,还集成数学计算、波形分析、高性能傅里叶变换等面向各类应用的函数库,同时支持自定义的 ActiveX 控件集成。所以,使用 LabVIEW 进行自动化测试系统开发是简便、可靠的。

根据项目需求,软件包括参数设置模块、测试控制模块、数据处理模块、数据存取模块、显示及报表生成模块、打印输出模块。软件整体组成见图 2。

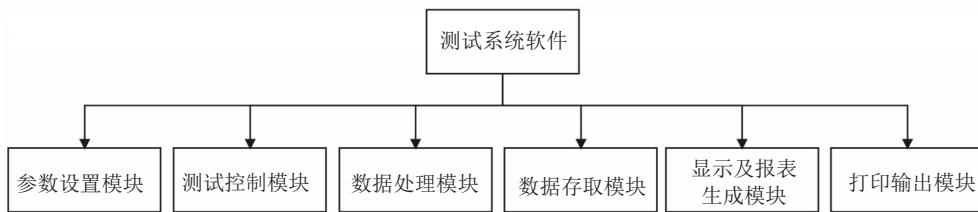


图2 测试系统软件组成

测试控制模块功能包括:

(1)测试项目选择功能;(2)根据选择的测试项目动态加载 TPS 模块和数据分析模块;(3)发送测试命令;(4)控制 TPS 模块接收测试数据并转发至数据分析模块;(5)将分析结果发送至显示及报表生成模块;(6)控制数据存取模块对测试数据、测试参数及判定结果进行存取。

参数设置模块用于根据不同的测试项目,输入测试参数和判定阈值。

数据处理模块用于根据不同测试项目的采集数据、设置的参数和判定阈值,进行数据分析并生成判定结果。

数据存储模块功能包括:

(1)将测试数据、测试参数及判定结果等存储至数据库中;(2)从数据库中加载测试项目的预定义测试参数;(3)从数据库中读取某项测试的测试数据、实际测试参数及判定结果。

显示及报表生成模块功能包括:

(1)实时显示接收到的测试数据;(2)显示测试结果;(3)根据需要已报表的形式显示测试报告;(4)显示从数据库中读取的数据记录。

打印输出模块用于打印输出测试报告。

测试系统执行流程见图 3。

LabVIEW 虽然能够缩短设备的开发周期、提供界面友好的开发环境、测试系统具有良好的模块

性、移植性、扩展性和维护性,对高采集率获得的大量数据的实时处理分析有待进一步提高,而利用 C++ 语言运算的高效性、实时性,恰好能够弥补软件在此方面的不足,实现对获取的大量测量数据的实

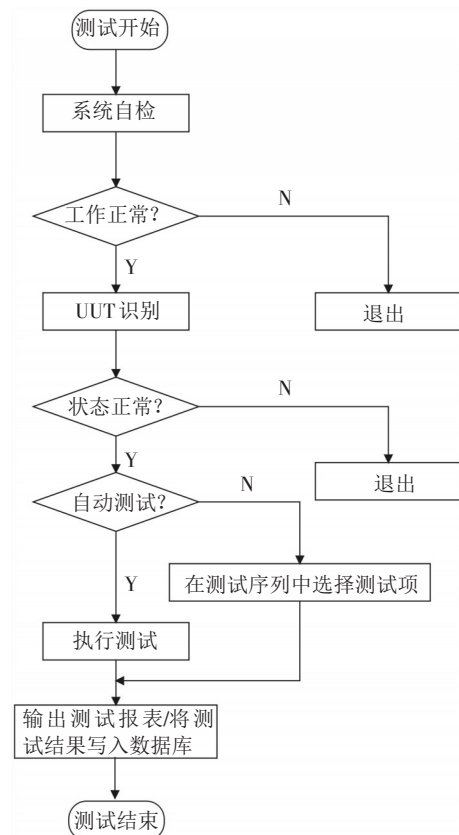


图3 测试系统软件流程

时分析处理,获取数据内在关系,在开发TP测试时,采用 Visual C++编写数据分析模块,为TP提供数据分析接口函数,实现对采样频率高达 20 MHz 的脉冲数据的分析处理,极大地降低TP的运行时间,提高了系统故障检测效率。

4 结 论

从硬件和软件方面描述了基于PXI总线的自动测试系统的设计与实现,满足设备自动化测试的需求,成功应用于多种设备的测试,具有较高的测试故障定位准确度和可靠性。该测试系统的突出特点是实现了平台物理资源复用,测试程序与硬件无关,在不增加其他资源的前提下,用户只要重新开发TPS,即可完成对其他设备的检测,并且新开发的TPS可大量借鉴前期已开发的TPS技术。采用标准化、模块化和开放式结构,运行安全可靠,具有良好的可维护性、可扩展性。

(上接第12页)

56.5 μm , 小于系统焦深 80 μm , 所以该设计在所要求温度范围内,像面稳定,成像质量良好。

4 结 论

利用光学被动式消热差原理,对长波红外望远型物镜系统进行无热化研究。建立望远模型得到初始的前后组光焦度分配,再根据消热差方程式、消色差方程式,利用不同材料之间热特性之间的差异对前组进行复杂化,得到初始结构,将其输入 Zemax 光学辅助设计软件,使用其热分析模块,进行分析、优化、像差校正。验证了该方法能使系统在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内成像质量稳定,调制传递函数(MTF)接近衍射极限,不同温度下系统焦距的变化不影响成像质量和性能,达到光学被动消热差的目的。

参考文献

- [1] 张春艳,沈为民.中波和长波红外双波段消热差光学系统设计[J]. 红外与激光工程, 2012, 41(5): 1323-1328.
- [2] 孟庆超,潘国庆,张运强,等. 红外光学系统的无热化设计[J]. 红外与激光工程, 2008, 37(6): 723-727.
- [3] 刘莹莹,庞博.红外无热化望远物镜设计[J]. 光电技术应

参考文献

- [1] 彭顺堂,耿向卫,倪发军,等. 基于PXI总线的某设备自动测试系统[J]. 兵工学报, 2008(5): 83-85.
- [2] 戴鹏飞.测试工程与LabVIEW应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2006.
- [3] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW 8.2 程序设计从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社, 2007.
- [4] 张茜萍,万明杰,张斌.VXI总线在军事设备精度检定中的应用与研究[J]. 火箭与制导学报, 2010, 3(1).
- [5] 曹成俊,张宏伟.自动测试系统的总线技术[J]. 现代电子技术, 2008(14).
- [6] 李云松,任艳君.智能诊断技术发展综述[J]. 兵工学报, 2010, 4(31): 122-125.
- [7] 张鸿雁,李言俊,张科.航空电子通用自动检测系统的设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2009(17): 255-257.
- [8] 孙健,张建民.电流输出控制设备在ATE上的TPS开发设计[J]. 光电技术应用, 2012, 27(1): 71-75.
- [9] 孙强,王肇圻,李凤友,等. 红外 3.2~4.5 μm 波段折射/衍射光学系统的减热差设计[J]. 光学精密工程, 2002, 10(4): 121-125.
- [10] 张续严,姜瑞凯.大相对孔径长波红外光学系统无热化设计[J]. 应用光学, 2011, 32(6): 1227-1231.
- [11] 张鑫,贾宏光.远距型红外消热差物镜设计[J]. 红外与激光工程, 2012, 41(1): 178-183.
- [12] 申碧云,高明.红外光学系统被动式无热化设计方法[J]. 电光与控制, 2012, 19(6): 70-73.
- [13] 白瑜,杨建峰.长波红外光学系统无热化设计[J]. 红外技术, 2008, 30(10): 583-585.
- [14] 牟达,董家宁.基于联合变换相关器的红外望远光学系统设计[J]. 四川兵工学报, 2012, 16(3): 8-85.
- [15] 孙强,王肇圻,李凤友,等. 红外 3.2~4.5 μm 波段折射/衍射光学系统的减热差设计[J]. 光学精密工程, 2002, 10(4): 121-125.
- [16] Jarnal T H. Thermal effects in optical systems[J]. Opt. Eng., 1981, 28(2): 156-160.