

通用自动检测系统开发研究*

李宝利, 刘 星, 张 凌, 李小平

(中国兵器工业第 203 研究所, 西安 710065)

摘 要: 主要介绍了以 PXI 总线为主, 采用组合式总线结构, 测控操作、流程及结果数据分离的通用软件架构, 设计并实现了通用自动检测系统。该系统模块化程度高、重组升级性能好, 适应现代高新技术装备的维修保障要求。

关键词: 通用自动检测系统; 总线技术; 武器装备

中图分类号: TJ760.6 文献标志码: A

Research on Developing of Universal Automatic Test System

LI Baoli, LIU Xing, ZHANG Ling, LI Xiaoping

(No. 203 Research Institute of China Ordnance Industries, Xi'an 710065, China)

Abstract: This paper mainly introduces a common auto-detection system based on the common software architecture. It uses a combined bus structure with PXI device that measurement and control operations, flows and data are separated. The system is higher in modularity and easy to reorganization. It meets the maintenance and support requirements of modern high-tech equipment.

Keywords: universal automatic test system; bus; weapon

0 引言

随着 VXI、PXI 总线技术和 GPIB 程控仪器技术的不断发展和在军事领域的广泛应用, 其模块化、即插即用和便于快速系统集成等特点日渐突出。它们为各种复杂的和系列的武器装备自动检测和故障诊断提供了丰富的资源, 同时 LabVIEW 和 Labwindows/CVI 图形化检测软件为自动检测系统提供了良好的软件开发环境。这就使得以总线技术为核心组建通用自动检测系统平台成为可能。

针对关于新型通用军械装备保障资源配套建设、某工程火控综合维修检测系统及多年来从事武器系统检测维修设备的研制经验, 就基于总线技术的通用自动检测系统开发方法进行阐述。

1 通用自动检测系统开发基本原则

通用自动检测系统的研制开发应遵循以下基本原则。

1.1 通用化原则

各类检测诊断设备采用同一硬件架构、装备检测采用同一测试流程描述方法, 应能满足针对同类武器装备开发的测试适配器, 测试流程描述语言是唯一的, 能在各级维修机构中的相应检测诊断设备上使用。

1.2 模块化原则

硬件结构要按模块化进行设计, 具有开放性和互换性, 软件系统可重构, 升级组件可重用, 以便实现检测诊断设备的灵活组建, 满足不同被测装备对象的检测诊断功能和系统扩展的需求。

1.3 标准化原则

检测诊断设备的仪器和功能模块应采用统一标准, 并尽可能遵循相关国际标准, 接口和附件应进行标准化设计, 且具有通用性, 软件具有可移植性。先进性原则: 硬件采用先进、成熟的仪器和功能模块构成, 用先进、适宜的技术和方法进行融合集成, 选用的软件系统应与国际发展趋势相一致。

* 收稿日期: 2009-03-10

作者简介: 李宝利(1968—), 女, 陕西宝鸡人, 高级工程师, 工程硕士, 研究方向: 测试技术。

2 通用自动检测系统开发策略

在设计通用自动检测系统的开始阶段,首先要确定测试平台所要覆盖的被测对象范围。在确定了覆盖范围后,一般应进行项目需求分析、可行性论证、技术途径分析等。

2.1 需求分析

需求分析是组建通用自动检测系统的最重要一步。主要分析某一大类被测对象(UUT)的信号(或功能)特征,在详细分析和理解被测对象功能和工作原理的基础上,定义被测对象所需信号的种类、范围和精度要求;被测对象送出的被检参数的形式(如被检参数的性质、是数字量还是模拟量、是直流信号还是交流信号、频率范围如何等等),同时考虑某些信号参数的折中处理、系统的规模要求、应用的环境要求及可行的技术途径等。

需求分析尤其是被测对象的信号或功能特征是系统方案设计、资源配置及检测方法选取的重要依据,是系统拥有足够的激励、测量和开关资源、并具有良好的资源复用能力的重要保障。

2.2 硬件设计

硬件设计包括硬件设备的选型(包括资源选型和接口选型)、系统配置、系统结构设计(包括资源结构设计和接口适配器结构设计)。在满足检测信号指标的前提下,通常体积大小和费用因素决定测试仪器的选用形式(GPIB 总线、VXI 总线、PXI 总线或混合系统),程控电源系统一般选成熟可靠的 GPIB 总线产品。当某些测试需求无法采用现成的测试仪器实现时,可能需要调整相应的参数或变通实现的技术途径。但尽量不要研制专用的测试仪器,否则会给检测系统未来的维护和升级带来麻烦。同时,了解仪器的工作原理和正确理解厂商的参数指标,是合理选择测试仪器的关键。

另外,信号接口装置(测试资源和被检对象间的接口即接口适配器)的设计也是通用自动检测系统开发的关键环节。由于被检对象的输入/输出接口类型和信号定义各式各样,要实现自动检测设备与被检对象间的规范、快速物理连接,必须经过接口适配器。针对多种被检对象最好

采用通用接口方式,就是每个被检对象或一组被检对象对应一个接口适配器,自动检测系统资源统一连接到通用接口上,通过接口适配器实现检测所需的信号的转接。

2.3 软件设计

软件设计包括软件框架设计、设备驱动程序设计、被检对象检测流程设计等。软件用在该通用自动检测系统中,最重要的要具有“通用性”。要求软件既要具有较为全面的检测功能,又要具有快速重构的能力,以适应不同的被检对象。专业软件开发平台的选择应符合 PnP 规范软件开发平台以简化开发工作量和难度。检测软件采用通用的软件框架结构、测控操作、流程及结果数据分离,这样检测程序更灵活、易于维护、修改和扩充。

2.4 验证

系统调试和验证是重要的一步工作。由于被检对象型号不同,控制方法和信号类型也千差万别,这不仅要求有庞大的仪器模块资源和仪器驱动程序支持,也要求有完善的检测流程参数库。所以,要对系统仔细的调试,在调试过程中不断完善、改进、优化,进一步验证是否能达到预期的结果。

3 硬件功能及结构

在通用测试平台的硬件设计中,系统的模块化程度和重组升级性能是设计的核心内容。在系统设计和开发中,主要以 PXI 模块的硬件形式来完成系统的基本控制和测量功能。通过对现役、在研和未来武装直升机机载导弹武器系统的分析及相关信息整理,确定测试平台的功能和结构。

3.1 硬件功能

通过对 5 个武装直升机机载导弹武器系统检测任务的分析,重点针对其主要电子设备的装机状态、工作原理、性能参数、维修方式等进行了详细需求分析,对检测量和控制信号的分类整理,确定了测试平台应具有的功能包括:

- 1) 对被测对象的供电控制(包括过流、过压保护功能);
- 2) 开关量输入/输出功能;

- 3) 开关量检测功能;
- 4) 模拟量(包括电压、电流、电阻等)检测功能;
- 5) 时间量检测功能;
- 6) 数字通讯功能(包括 RS232、RS422、RS485、ARIN429、GPIB 等等);
- 7) 信号分配和调理功能;
- 8) 导弹飞行陀螺、地平仪信号的模拟;
- 9) 专用信号发生器功能(模拟角度和高度信号等)。

3.2 硬件组成结构

为了实现自动检测系统的通用性和使用的方便性,系统硬件组成结构开发采用积木式模块化。通用自动检测系统硬件采用“主控计算机 + PXI 总线卡式仪器 + 台式仪器 + 连接器 + 适配器”的结构。硬件组成结构示意图如图 1 所示。

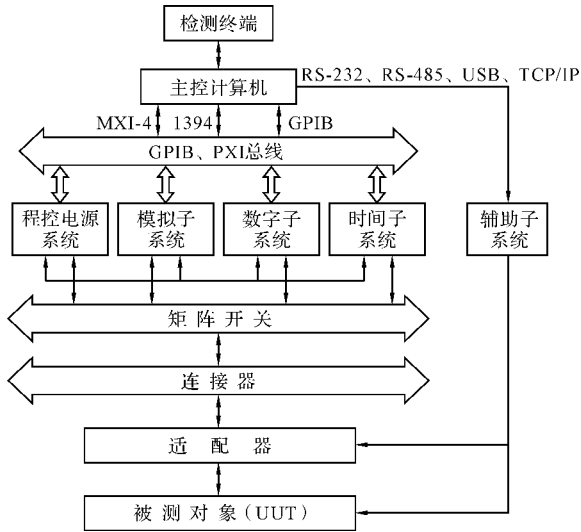


图 1 硬件组成结构示意图

主控计算机可采用外置式或嵌入式两种形式。外置主控计算机采用通用工业控制计算机或台式计算机;嵌入式主控计算机采用 PXI 嵌入式计算机。主控计算机通过标准总线接口与仪器资源和开关系统连接,管理和控制系统的运行,是整个自动检测系统的核心,完成的功能包括检测控制、故障诊断控制、用户界面和数据显示及系统管理等。

检测系统资源不直接与被检对象 UUT 相连,而是通过连接器-适配器接口结构实现,如图 2 所示。连接器连接仪器资源和开关系统,适

器连接被测对象,适配器和连接器之间采用标准的口实现互连。

在适配器内部可安装信号调理电路,完成对被检测信号进行放大、滤波、提供电子负载、分配检测资源等功能。适配器结构如图 3 所示。

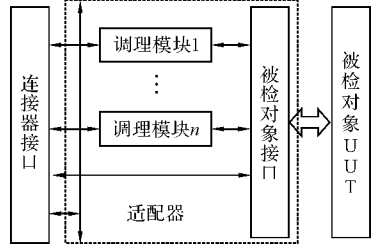


图 2 连接器-适配器结构示意图



图 3 适配器结构示意图

检测与控制功能基本上以 PXI 总线设备为主,采用组合式总线结构,提供标准接口,根据实际需求可裁减、扩展和迭代升级。由于 PXI 总线仪器可控性强、功能强大、易于操作管理和进行功能扩展。同时,标准的检测接口设计,接口的扩展能力强,功能完备。因此便于实现自动检测系统基本功能的通用性。

4 软件开发

测试软件中引入功能接口的概念。功能接口通过将所有仪器可实现的功能进行分类,并根据接口映射关系调用仪器的驱动程序,将测试流程中所描述的功能映射为具体的控制流程,实现仪器控制与测试程序的完全隔离,使软件工程师与装备工程师可各自独立的工作,解决复杂装备测试任务的开发问题,同时也大大降低了编程人员的工作量,提高了软件的可重用性和硬件无关性,使得系统具有明显的扩展优势和仪器更新换代的适应性。

操作系统采用 Windows 系列操作系统(推荐使用 Windows 2000 操作系统);采用 Microsoft Access 2003 数据库存储测试流程(数据库开发模式)与测试结果;选择 Labwindows/CVI 作为主控程序和检测程序开发工具,完成对

各被测装备检测功能的开发。Labwindows/CVI 是一种功能强大,使用方便、编程效率高、同时又可使用户能对程序的工作细节进行控制的一种 Windows 环境下的编程环境。它是一种 C 语言交互环境,具有功能强大的函数库,并可在线交互调用函数软面板执行函数,并自动生成嵌入源程序的 C 语言源代码。在此环境下开发用户程序的各个阶段都有强大的工具可以使用,用户几乎不需要直接编写代码,而是由各种工具产生,但用户又可以具体的控制程序的结构和细节。

系统软件根据检测程序到检测对象的控制流程和控制流向划分,分为检测管理层、检测程序层、仪器驱动层、操作系统层、物理硬件层等 5 层。如图 4 所示。

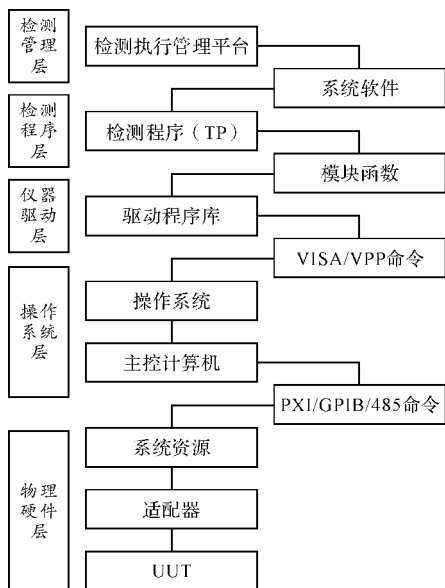


图 4 系统软件层次示意图

检测程序 TP 由自动检测模块、人工检测模块、维修指导知识库组成。自动检测模块由 TP 函数集和 TP 数据库组成。检测执行管理平台按照 TP 数据库中的检测步骤信息,以动态连接库的方式调用相应的 TP 函数集,TP 函数集实现对仪器资源的控制,对检测数据进行处理,并将检测结果返回检测执行管理平台;人工检测模块是一个独立的模块,实现虚拟手动试验器功能,执行管理平台通过动态连接库的方式调用人工检测模块;维修指导知识库是用于存储树形排故流程节点信息,以及节点之间关系的数据库。

5 结束语

通过通用自动检测系统的开发,既有效利用了 PXI 总线技术的突出特点,又使得快速完成新型号检测系统集成成为可能。因此,开发在不同检测领域内的通用自动检测系统将是检测技术发展的一个方向。开展基于总线技术的通用自动检测系统的开发研究,具有重大的理论价值和战略意义。

参考文献:

[1] 辜世勇,唐晓莉,余宏发,等. 一种基于 VXI 总线的通用硬件测试平台[J]. 国外电子测量技术,2001(4):31-32.

[2] 陈光禹,顾亚平,田书林,等. VXI 总线测试平台的研究与实现[J]. 测控技术,2001,20(9):1-3.

[3] 王承,何志伟. 虚拟仪器—现代仪器发展的新阶段[J]. 测控技术,2001,20(10):9-11.

[4] 杨锁昌,孟晨,崔少辉. 复杂装备自动检测系统开发模式研究[C]// 第十届 VXI 技术研讨会论文集,2001.