

基于 LXI 总线的网络化测试控制系统设计

姜云涛 田宇 刘永

(北京航天自动控制研究所系统工程第一研究室 北京 100854)

摘要:目前在武器测试控制领域,系统设计中仍然在广泛采用 CAN 总线、485 总线等总线控制技术,而单机内部往往采用 CPCI 总线或 PXI 总线。基于 CAN 总线设计的控制系统往往集中在车上或一个测试房间中,无法通过网络扩展实现规模化控制或远程控制。建立基于 LXI 总线的大带宽、大容量、自动化的网络化测试控制系统符合系统研制迫切的需求,也是武器实战化设计的必备技术。通过设计网络化测试控制系统可以实现系统的自动测试、远程监控、远程数据记录与分析,可以实现多系统规模化测试与控制,而且不必亲临现场,极大节省人力资源。

关键词:测试与控制;网络化测试;网络控制;控制系统;LXI 总线

中图分类号: TP2 TN98 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510

Design of networked test and control system based on LXI bus

Jiang Yuntao Tian Yu Liu Yong

(The First Department of Systems Engineering, Beijing Aerospace Automatic Control Institute, Beijing 100854, China)

Abstract: The bus control technology of CAN bus and 485 bus is widely used in the system design, at present in the field of missile test launch and control. The unit often using the internal CPCI bus or PXI bus. The control system based on CAN bus is often concentrated in the car or a test room, which can not be extended to achieve large-scale control or remote control. To establish the network measurement and control system of large bandwidth, large capacity, automation. LXI bus meets the system requirements based on the development of the necessary technology is urgent. The system can realize the automatic test system, remote monitoring, remote data recording and analysis through the design of network test control. It can achieve large-scale test and control system, and do not have to visit the site, greatly saving human resources.

Keywords: test and control; network testing; network control; control system; LXI bus

1 引言

传统武器系统研制均采用小步快跑的设计模式,对资源的积累要求较低,可借鉴技术较多。然而,随着武器系统研制进度的加快与系统批量生产,工业设计单位及用户对武器系统自动化及规模化测试、控制的需求均在提高,基于人员现场操作的测试控制系统缺点越来越突出。目前传统的武器测试控制系统只能实现近端人员操作控制,还无法实现自动化测试、远程控制、远程数据收集、数据分析。从而导致武器测试效率低下,武器性能掌握不全面,测试数据分析不到位,影响到武器系统实战化和研制过程充分挖掘数据信息的需要。

近些年来,在商业应用领域的牵引下,测试技术向着分布式测试、远程控制、网络控制、多功能集成控制、单机

小型化方向发展。尤其是以太网技术、计算机技术为中心的网络技术快速发展,正在极大的影响着下一代测试控制系统的设计与使用方式。采用基于网络的测试控制系统,可以降低对分布在试验或控制现场的处理器要求,现场测试设备可以通过网络将测试数据回传至控制中心,实现测试数据的共享。分布在试验现场的控制设备在取得系统的测试数据后,可以通过网络发送至控制中心,从而实现测试数据的集中处理与分析。

通过设计网络化测试控制系统^[1]可以实现系统的自动测试、远程监控、远程数据记录与分析,可以实现多系统规模化测试与控制^[2],而且不必亲临现场,极大节省了人力资源。网络化技术与测试控制系统相结合,是网络技术发展的必然结果,已成为现代测试技术发展的大趋势。

收稿日期:2017-02

2 LXI 总线测试技术

安捷伦公司和 VXI 公司在 2004 年 9 月联合研制并推出了 LXI 总线技术。LXI 将以太网技术引入到分布式控制领域,各种总线设备基于以太网技术构成一个新的集成化测试控制平台。LXI 技术采用了广泛使用而且技术成熟的 IEEE802.3、TCP/IP 协议,引入网络浏览器作为测试与控制媒介,通过增加 IVI_COM 驱动及时钟同步协议实现精确的网络控制^[3]。同时 LXI 定义了标准的单机结构尺寸^[4],符合 LXI 标准的设备或功能模块均带有处理器、以太网连接、电源。

LXI 总线在设计过程中充分借鉴了 Ethernet、VXI、PXI、GPIB 等网络总线^[5]与单机内部总线的优点^[6],其设计具有以下特色。

1) 兼容以太网技术

目前,以太网是应用最成功的工业标准,LXI 在以太网的基础上进行开发设计无疑于站在了巨人的肩膀上。LXI 基于以太网技术,增加了检测与控制领域所需要的接口规范、通讯协议等内容,形成新一代基于以太网的仪器设计规范。以太网技术应用非常广泛、技术成熟,基于 TCP/IP 协议的以太网技术在错误检测、远程传输、大容量带宽及星形的拓扑结构均比目前在测试与控制领域应用的总线技术要优越。

2) 分布式测试与控制

LXI 总线分布式解决方案,提高了系统设计的灵活性。LXI 单机或模块均自带处理器和以太网连接,可以从以太网直接接收控制指令,既可以单独备置,也可以安装在标准机架上与其他设备共同构成测试系统^[7]。

LXI 设备可以分布在世界任何地方,从任何地方进行访问。

3) Windows 操作系统

LXI 设备采用 Windows 操作系统进行设备控制,采用 C/C++、VisualBasic、LabVIEW 作为编程语言进行系统开发。同时,LXI 设备可以提供用于远程操作的网络界面。

3 基于 LXI 总线的测试控制系统设计

随着智能控制设备的发展,系统测试控制过程中产生的数据量越来越大,采用 CAN 总线作为现场总线的测试控制系统已经无法满足日益增加的数据传输要求。同时,由于远程控制需求的普及,以 CAN 总线为代表的现场总线控制技术已经无法适用于现在的控制需求。

基于 LXI 总线的测试控制系统设计可以满足目前系统所需要的带宽高、实时性高、易于远程控制、高度开放等技术要求。具体设计如图 1 所示。

一套测试控制系统由中心控制计算机、电源设备、守时设备、装载车控制设备、指挥设备、数据库及网络交换机组成。其中,中心控制计算机运行核心测试程序,可对被

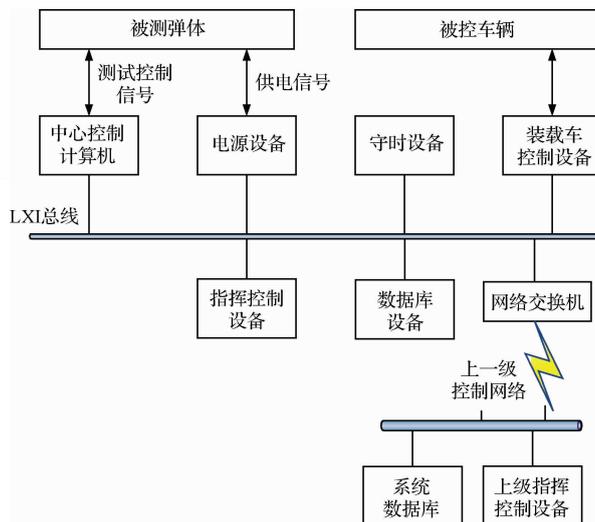


图 1 基于 LXI 总线的测试控制系统

测武器进行直接通讯、检测或控制,装载车控制设备控制装载车实现升车、起竖等功能。守时设备及数据库设备均作为共享设备挂在 LXI 总线上,可以向中心控制计算机、指挥设备或装载车控制设备提供时间信息及存储测试数据。指挥设备主要用于驱动流程进行,并实现重要参数计算下发功能。

多套测试控制系统通过网络交换机远程连接至上级指挥网络中,可实时向上级网络传输测试信息,并接收上级下发的控制指令。

在基于 LXI 总线的测试控制系统中,要求中心控制计算机、装载车控制设备等集成控制设备全部采用 LXI 总线板卡,在集成控制设备内部将 LXI 定义为 A 级总线,使其在设备内部具备硬件触发机制,将相互之间通讯实时性要求较高的测试控制仪器安装在集成控制设备内部。集成控制设备内部可根据需要选择是否配备 CPU 控制器,所有的 LXI 板卡均可直接接收来自于 LXI 总线的控制命令,与各测试设备具有对等的地位。可以在集成控制设备内部装入主机板、故障诊断板、I/O 测试板、A/D 测试板、1553B 测试板、网络交换板等功能板卡。

各种控制设备之间采用 B 级 LXI 总线,使各设备之间可以完成精确的时间协议同步,系统运行时在守时设备中获取统一的时钟基准。

系统 LXI 总线通过网络交换机与上一级的控制网络采用 C 级 LXI 总线互联,上级控制网络可以直接向下级 LXI 总线指挥控制设备发出控制命令,以驱动整个测试控制网络工作^[8]。上级控制网络还可以从数据库设备中读取当前系统运行信息及历史运行系统,实现系统集中监控功能。

电源设备可以直接接收指挥控制设备输出的各种指令,完成对被测对象的供配电功能。

4 基于 LXI 总线的规模化测试系统设计

在设备维护、设备定检、多型号系统研发过程中,均存在着规模化测试的需求^[9]。由于原系统总线的封闭性,导致各种测试设备、控制设备无法共用。网络的最大特点就是可以实现资源共享,使现有资源得到充分利用,从而实现多系统、多专家的协同测试与诊断,它解决了已有总线在仪器台数上的限制,使一台机器为更多的用户使用,实现测量信息的共享,实现整个测试过程的高度自动化、智能化^[10],同时减少了硬件的设置,有效降低了测试系统的成本。另外,网络可以不受地域的限制,这就决定了网络化测试系统可以实现远程测控,使测试人员不受时间和空间的限制,随时随地获取所需信息,同时网络化测试系统还可以实现测试设备的远距离测试与诊断,提高测试效率。

武器网络化测试设计如图 2 所示。

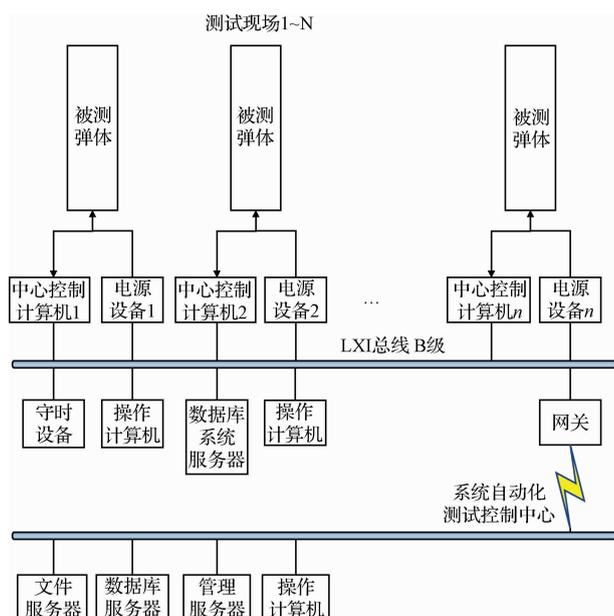


图 2 基于 LXI 总线的测试控制系统

一套测试设备由一台中心控制计算机及一台电源设备组成。每个武器设备均由一台电源设备为其进行供电,同时配备一台中心控制计算机实现对被测武器产品的直接通讯、检测或控制。

多套测试设备均通过 B 级 LXI 总线连接在一起,组成一个测试现场,该测试现场共享守时设备、操作计算机、数据库系统服务器。

系统自动化测试控制中心采用 C 级 LXI 总线连接多个测试现场,实现系统自动化测试的远程监视与控制。

中心控制计算机内部将 LXI 定义为 A 级总线,设备

之间的 LXI 总线定义为 B 级总线。测试现场与系统自动化测试控制中心之间采用 C 级 LXI 总线连接。

在每个 LXI 测试现场中只需要配备一个守时设备、一个数据库系统服务器及数个操作计算机,即可实现对测试现场的控制、提供时钟、数据记录等功能。测试控制中心可以通 LXI 总线对测试现场实现远程监控功能,可以完成对测试现场的数据收集、数据分析、任务管理、报表打印、报告生成等各种功能。

5 结论

目前在军用测试控制领域,由于系统的封闭性导致重复建设、效率低下、自动化程度差等问题。本文规划了基于网络的测试控制系统,在此基础上建立的测试控制系统具有完全的接口开放性,可以实现系统的规模化扩展、实现系统的远程控制、实现数据的集中分析、处理、规划,可以更好的节省人力、物力资源。基于 LXI 总线的不断成熟,为开放系统的大规模应用提供了技术基础。

参考文献

- [1] 秘文亮,郑世勇. LXI 总线技术[J]. 四川兵工学报, 2009,30(9): 143-144.
- [2] 程相东,肖明清. 基于 LXI 技术的网络化军用 ATS 方案设计[J]. 弹箭与制导学报, 2010, 30(3): 43-45.
- [3] 刘清文. 网络化测试系统的实时性研究[D]. 太原: 中北大学, 2008.
- [4] 刘伟伟. 电磁兼容自动测试的仪器程控研究及数据预处理[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2011.
- [5] 张光铁,许爱强,宋振宇. 三种测试总线的总线控制方法研究[J]. 仪器仪表用户, 2005,12(3): 3-5.
- [6] 吴又美,鄢小清. 基于 LXI 仪器总线的分布式测试系统[J]. 计算机测量与控制, 2007,15(12): 1685-1687.
- [7] 邱畅,李龙,郑艳梅. 基于 LXI 总线 PCI 接口的软件设计[J]. 国外电子测量技术, 2016,35(5): 100-103.
- [8] 毕崇伟,孙涛. LXI 总线在导弹测试系统中的应用研究[J]. 兵工自动化, 2008,27(7): 11.
- [9] 同江,蔡远文. LXI 总线在运载火箭测试中的应用[J]. 导弹与航天运载技术, 2009(2): 45-47.
- [10] 蔡远文,梁晓朋,同江. 基于 LXI 总线技术的虚拟仪器测试系统[J]. 兵工自动化, 2010,29(5): 40-43.

作者简介

姜云涛, 1986 年出生, 工学硕士, 工程师、技术负责人, 主要研究方向为控制系统综合设计。

E-mail: taoyunjiang@163.com