

·信号与信息处理·

1394B 总线信号质量测试系统设计与实现

胡亮, 张志伟

(中国电子科技集团公司光电研究院, 天津 300308)

摘要:随着1394总线在机载领域的广泛应用,出于低成本和灵活性考虑,地面配置、仿真、测试、监控和试验等环节急需建立一套完整的1394总线信号质量测试系统。可靠的总线信号质量测试系统可实现产品的模块级和系统级信号质量测试,同时最大程度地缩短系统研制周期,节省开发成本。提出一种1394总线信号质量测试系统的设计方案,在充分理解1394总线协议的基础上,分别从硬件架构、软件构架和测试构型方面介绍了1394总线信号质量测试系统的设计与实现,为基于1394B总线通讯的机载设备开发和验证提供可靠的技术保障。

关键词:1394B总线;信号质量测试;机载模块

中图分类号:TN914

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2018)-03-0052-06

Design and Implementation of Signal Quality Testing System of 1394B Bus

HU Liang, ZHANG Zhi-wei

(Academy of Opto-Electronics, China Electronics Technology Group Corporation (AOE CETC), Tianjin 300308, China)

Abstract: With the widely application of 1394 bus in the field of airborne, taking account of low cost and flexibility, a complete set of 1394 bus signal quality testing system is needed to be established for the process of configuration, simulation, testing, monitoring and test. The signal quality testing for product module level and system level can be realized by the reliable bus signal quality testing system, at the same time, the development cycle of the system is shortened and the development cost is saved greatly. A 1394 bus signal quality testing system design scheme is proposed. Based on the full understanding of 1394 bus protocol, the hardware, software and testing architectures, the design and implementation of 1394 bus signal quality testing system are introduced, which can provide reliable technical guarantee for the development and verification of the airborne equipment based on 1394B bus communication.

Key words: 1394B bus; signal quality testing; airborne module

随着微电子、计算机及控制理论的发展,使得航空电子系统在近些年发展更为迅速。1394总线是由IEEE制定的一种高性能串行总线标准,又名火线(fire wire)。IEEE1394协议分为1394A和1394B,其中1394B可支持高达3.2 Gbps传输速率,并支持光纤传输。基于1394B总线的军事应用,对于提高电子战系统和航电系统数据通讯的快速性和准确性具有重要意义。IEEE1394B总线已经使用在军用飞机上,并作为F22战机的视频总线,同时

在F35上也有所应用^[1]。

针对1394B总线的信号质量测试,对1394B总线的开发和验证工作有着重要意义。

1 测试系统设计实现

测试信号质量是对信号参数进行分析。测试的主要参数包括波特率、共模电压、差分电压、抖动和差分偏斜。信号质量好坏直接影响数据传输的

准确率。1394B总线信号质量测试系统主要对基于1394B总线通讯的设备与系统进行底层信号质量测试。其中包括1394B总线误码率测试模块、1394B总线信号品质测试模块与1394B总线协议符合性测试模块,能够详尽的对1394B总线的物理层、链路层、协议层进行测试并生成测试报告,协助开发者对基于1394B总线通讯的产品与系统进行优化设计^[2]。系统设计框图如图1所示。

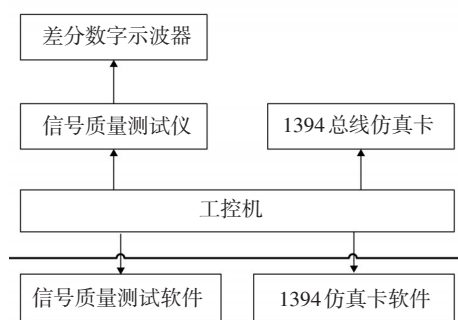


图1 系统设计框图

1.1 硬件构架

1394总线信号质量测试系统包含支持S200、S400速率模式的信号质量测试仪、频率为8GHz的差分示波器、1394总线仿真卡和运行测试软件的工控机。

1.1.1 1394信号质量测试仪

信号质量测试仪是1394B总线信号质量测试系统的关键组成部分,是专门用于测试支持S200、S400速率模式信号的专用设备^[3]。在进行总线误码率测试时,它做为误码测量数据的数据源与接收方,对收发数据进行实时比对分析,计算误码率指标。在进行1394总线信号质量测试时,由信号质量测试仪控制差分数字示波器进行总线数据的抓取,将抓取数据进行上报并最终计算出测量结果^[4]。如图2所示。



图2 信号质量测试仪

1.1.2 差分数字示波器

差分数字示波器为1394B总线信号质量测试系统的核心组件,通过差分数字示波器将总线上高速1394B信号进行数据采集与记录,使用信号质量测试软件的数据分析功能将记录总线信号的物理信息进行分析,就可得到总线信号质量的参数指标。如图3所示。

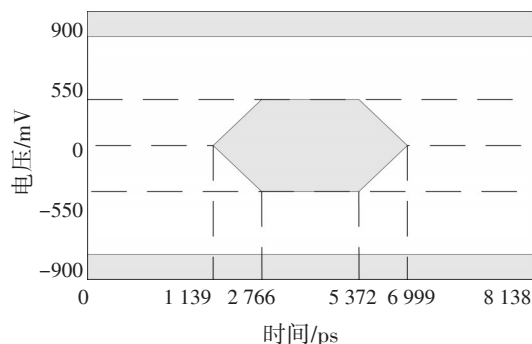


图3 信号质量测试眼图模板(示意)

1.1.3 1394总线仿真卡

1394总线仿真卡可对基于1394总线通讯的设备进行全面的总线仿真测试,1394总线仿真卡可进行对1394总线数据进行数据仿真、数据监控及拓扑显示等功能,帮助开发者快速定位总线故障,协助用户完善产品开发^[5]。如图4所示。



图4 1394总线仿真卡

1.1.4 工控机

航空总线协议测试系统采用标准上架式工控机,并可扩展多张PCI与PCIE设备。工控机作为整个测试平台的核心,对所有参与信号质量测试设备进行协调与命令下达,协同不同设备发起对被测设备的信号质量测试。用户通过工控机与其配套操作显示终端,可对测试进行全程控制与监控,并对测试结果予以保存于分析。如图5所示。



图5 标准上架式工控机

1.2 软件构架

1.2.1 信号质量测试仪配套软件

(1)功能描述

信号质量测试软件为信号质量测试仪的配套核心控制软件,面向用户开放信号质量测试的底层配置,方便用户对测试项目进行先择调整,同时,简洁的用户界面方便用户进行测试操作,在测试完成后将测试结果生成报告,供开发者查阅。面向底层测试设备,它控制着差分数字示波器与总线信号测试仪之间的协同,掌控着测试的正常执行。

(2)软件实现

软件环境:Windows XP;

软件实现:软件采用VS2008集成开发环境,开发语言采用C#或其他开发语言,调用差分数字示波器开放接口远程控制差分信号示波器的的工作。同时控制信号质量测试设备,进行信号质量测试;

软件规模:50KSLOC。

(3)实现效果预览

效果预览见图6,图7,图8和图9。

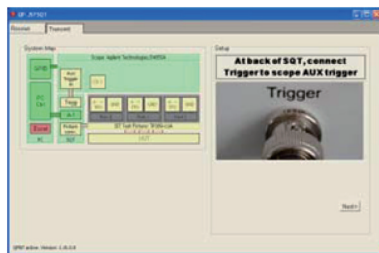


图6 信号质量测试主界面

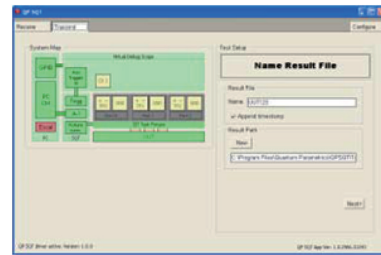


图7 新建测试界面



图8 测试设置界面

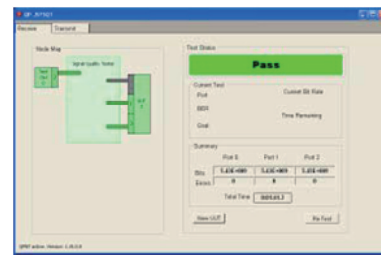


图9 测试完成

1.2.2 1394总线仿真卡软件

1394总线仿真卡按照层次划分为五层,自上而下依次是应用层、驱动层、传输层、数据链路层和物理层,具体的层次结构划分如图10所示。

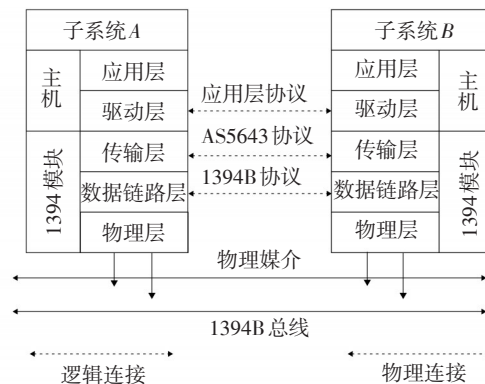


图10 Mil-1394通信系统框架

仿真卡的物理层与数据链路层由仿真卡上的硬件实现; AS5643 协议通过硬件逻辑实现; 应用软件和驱动软件驻留在上位主机中, 其中应用软件和特定的子系统有关, 应用软件通过调用仿真卡驱动软件实现子系统功能要求^[6]。

仿真卡驱动软件驻留在主机内存中, 为应用软件提供实现 1394 总线通信的驱动接口。应用软件与仿真卡驱动软件的调用关系如图 11 所示。

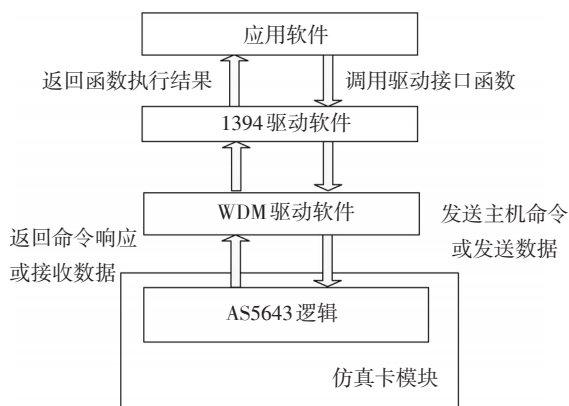


图 11 应用软件与 1394 驱动软件的调用关系

仿真卡驱动软件内部根据子系统应用所设置的工作模式来执行 RN 功能。仿真卡驱动软件为 Windows 平台应用环境下的驱动接口版本。Windows 平台的仿真卡的软件设计主要由 1394 驱动软件和 WDM 驱动软件组成。软件实现效果如图 12、图 13 和图 14 所示。

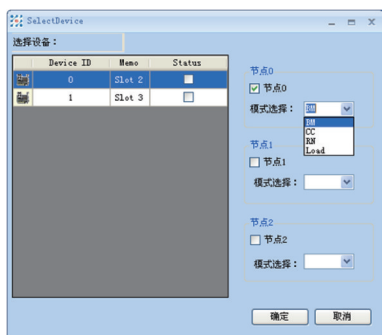


图 12 软件的初始化配置界面

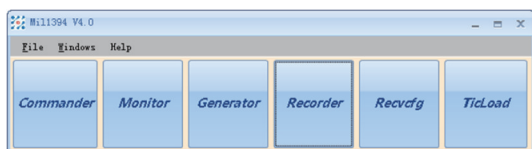


图 13 主界面

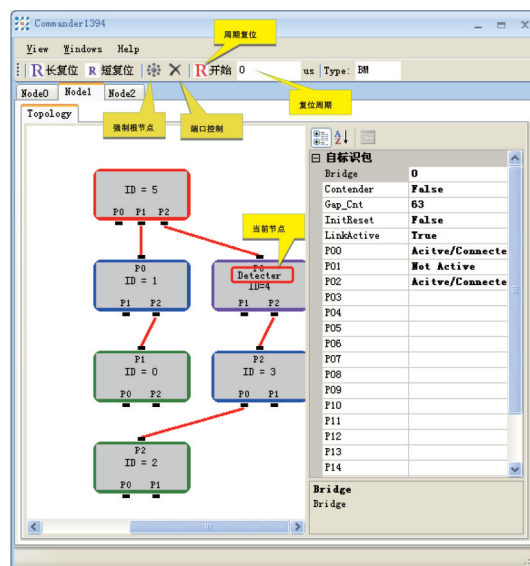


图 14 拓扑监控界面

2 测试构型

1394B 总线信号质量测试系统可以分别进行 1394 总线误码率测试、1394 总线信号品质测试和 1394 总线协议符合性测试。在三种测试模式中信号质量测试仪和仿真卡所采用的测试构型与担当角色各有不同, 下文中将三种不同测试构型进行说明^[7]。

2.1 1394 总线误码测试时的测试构型

如图 15 所示, 在进行总线误码测试时, 被测设备的两个待测 1394 总线接口 P0 与 P1 和信号质量测试仪 C1 与 C2 接口相连, C1 端口发送测试数据流, C2 端口接收数据流, 通过实时的数据比对来进行误码率测试^[8]。

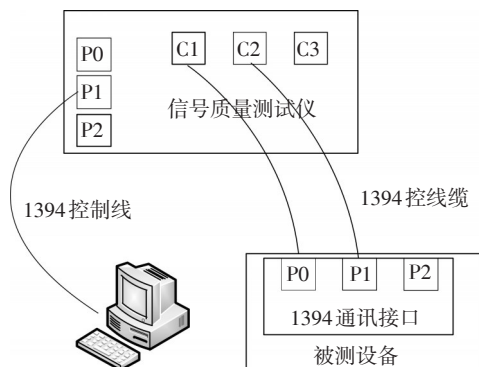


图 15 进行总线误码率测试时的测试构型

2.2 1394总线信号品质测试构型

图16为信号品质测试的测试构型,在进行信号品质测试时,信号质量测试仪与被测设备建立数据连接,信号质量测试仪控制差分数字示波器对总线信号进行采集,取得总线数据信号的物理参数,对物理参数进行分析,对比测试指标进行测试结果的输出。在进行总线信号品质测试时,依据不同的测试线缆长度,测试可分为近段测试与远端测试^[9]。

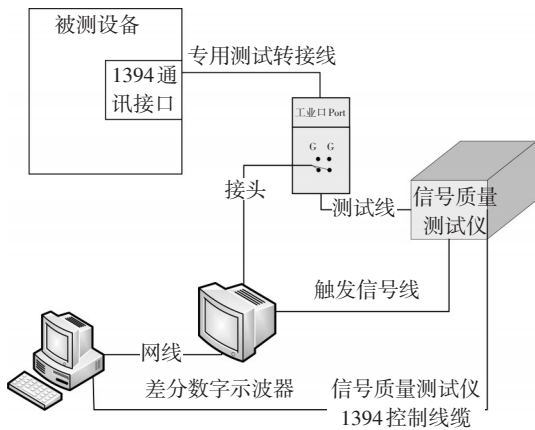


图16 进行信号品质测试时的测试构型

2.3 1394总线信号协议符合性测试构型

图17为信号协议符合性的测试构型,在进行信号协议符合性测试时,1394总线仿真卡与被测设备建立数据连接,通过仿真卡软件,对1394协议符合性进行测试。

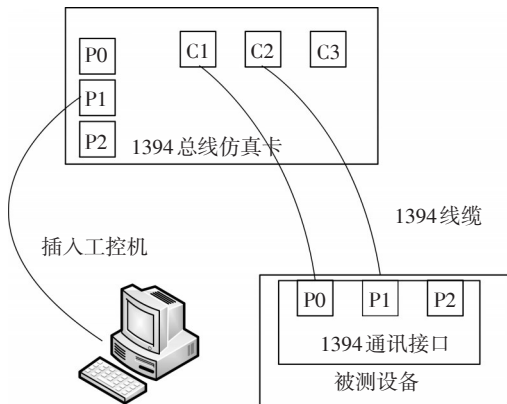


图17 进行信号品质测试时的测试构型

3 测试与验证

根据1394总线协议、测试构型及被测设备的功

能、性能及电气特性要求,分别对被测设备的1394B总线误码率、1394B总线信号品质和1394B总线协议符合性等进行了全面测试。测试系统实物如图18所示。测试结论如图19所示。

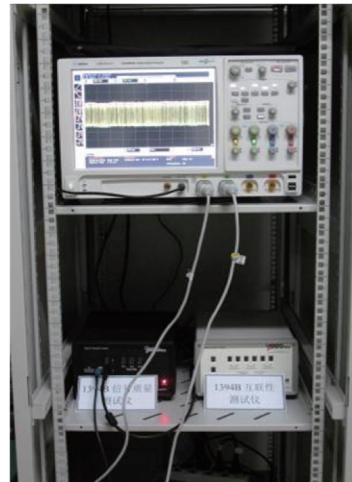
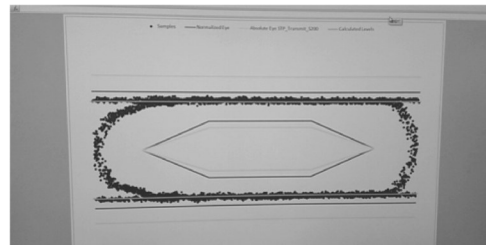


图18 1394总线信号质量测试系统



(a)信号质量波形

User Configurable Parameters			
	BER	Risk Goal	Z Goal (σ)
Debug	1.00E-10	99.900%	-3.09
Acceptance	1.00E-11	99.900%	-3.09
Qualification	1.00E-12	99.900%	-3.09

Raw Data - Stored by Test System			
	Port 0	Port 1	Port 2
Errors	0	0	0
Bits	0.00E+00	9.55E+10	9.55E+10
Resets	0	0	0
Output (mV)	0	234	265
Data Rate	0	148.1	148

Test Result Confidence UUT is Compliant			
BER	Port 0	Port 1	Port 2
1.00E-10	0.000%	99.900%	99.900%
1.00E-11	0.000%	83.578%	83.579%
1.00E-12	0.000%	62.136%	62.136%

Bits required to reach risk goal			
BER	Port 0	Port 1	Port 2
1.00E-10	9.550E+10	9.550E+10	9.550E+10
1.00E-11	9.550E+11	9.550E+11	9.550E+11
1.00E-12	9.550E+12	9.550E+12	9.550E+12

Bits remaining to reach risk goal			
BER	Port 0	Port 1	Port 2
1.00E-10	9.550E+10	0.000E+00	0.000E+00
1.00E-11	9.550E+11	8.594E+11	8.594E+11
1.00E-12	9.550E+12	9.454E+12	9.454E+12

(b)测试结果

图19 信号质量波形及测试结果

4 结 论

研究了1394总线信号质量测试系统的设计与实现,从硬件构架和软件构架等方面进行了分析。通过搭建三种测试模式的测试构型,完成对被测设备的总线信号质量特性测试。

该系统集成度高,通用性强,在总线信号仿真测试应用中有效的协助了开发者对基于1394通讯设备的开发和验证,推动了1394总线通信技术在各个领域的应用,对于进一步研究1394总线有重要意义^[10]。

参考文献

- [1] 辛永利,靳伟平,贾钊,等. 1394总线三节点仿真设备设计与实现[J]. 电子技术应用,2016,42(6):17-20.
- [2] 蔡叶芳,张亚琦,牛少平,等. 飞管1394总线接口模块设计实现[J]. 电子技术应用,2016,42(6):10-12.
- [3] Society of automotive engineers. IEEE 1394b interfacerequirements for military and aerospace vehicle applications[S]. SAE Aerospace Standard 5643, 2004.
- [4] SAI Hao-wei. Analysis of a SAE AS5643 Mil-1394b based-high-speed avionics network architecture for space and-defense applications [C]//Proc of IEEE Aerospace Conference, 2007.
- [5] 张大朴,王晓,张大力,等. IEEE1394协议及接口设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004:16-50.
- [6] Don Andson,姜汉龙. FIREWIRE系统体系(第二版)[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
- [7] 李肇庆. IEEE1394接口技术[M]. 北京:国防工业出版社,2004.
- [8] 李世平,戴凡,汪旭东. IEEE1394(FireWire)系统原理与应用技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [9] 1394 Open Host Controller Interface Specification[Z]. 2000, 6.
- [10] 刘宝明,苏培培. 基于CPCI总线的IEEE1394接口模块设计与应用[J]. 计算机测量与控制,2011,19(10):2504-2506.

(上接第38页)

- [1] nology[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [2] 江铁,朱桂斌,孙奥. 全景图像拼接技术研究现状综述[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版),2012,29(12):60-65.
- [3] Wang X, Tieu K, Grimson W E L. Correspondence-free multicamera activity analysis and scene modeling[C]//Proceedings of IEEE Conference Computer Vision Pattern Recognition (CVPR), 2008: 2963-2970.
- [4] Wang X. Intelligent multi-camera video surveillance: a review[J]. Patt Recog Lett, 2013, 34 (1): 3-19.
- [5] Szeliski R, Shum H. Creating full view panoramic image mosaics and environment maps[C]//Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 1997: 251-258.
- [6] ZHONG Min, ZENG Ji-guo, XIE Xu-sheng. Panorama stitching based on SIFT algorithm and Levenberg-Marquardt optimization[J]. Physics Procedia, 2012, 33: 811-818.
- [7] 杜威,李华. 一种用于动态场景的全景表示方法[J]. 计算机学报,2002,25(9):968-975.
- [8] 封靖波,苏志勋,刘秀平. 一种基于相似性曲线的全景自动拼接算法[J]. 计算机学报,2003,26(11):1604-1608.
- [9] Kyungyoon Choi, Kyungkoo Jun. Real-time panorama video system using networked multiple camera[J]. Journal of Systems Architecture, 2015, 17(25): 1-12.
- [10] 朱庆辉,尚媛国,邵珠宏,等. 局部特征及视觉一致性的柱面全景拼接算法[J]. 中国图象图形学报,2016,21(11):1523-1529.