

doi: 10.7690/bgzd.2016.01.013

1553B 数据总线综合测试系统

欧 剑

(绵阳职业技术学院信息工程系, 四川 绵阳 621000)

摘要: 为解决某 X 型飞行器的 1553B 数据总线网络装机前的实验和调试一直处于低效率低可靠性的问题, 综合测试系统分析了总线综合测试系统的工作原理, 利用 MIL-STD-1553B 协议与 PC 机构成, 并通过软件进行测试验证, 研制成功了一种 SMBUS-11 控制试验器。该系统不仅可以完成多路 1553B 数据总线网络和总线器件的性能检测工作和故障的诊断, 还可以作为网络中的耦合器并对总线端接器进行测试检查。它主要用于某 X 型飞行器的 1553B 数据总线网络进行装机前的实验和调整, 也可以广泛应用于航空、航天、舰船、导弹和装甲车等各种 1553B 总线系统的仿真/测试中。该系统是目前国内外功能最完整、使用最方便、可靠性最高的 1553B 总线仿真/测试系统, 具有可靠性高, 通用性好, 实用性强和操作简单等特点。

关键词: 1553B; 数据总线; 综合测试系统; 仿真; 软件

中图分类号: TP311.52 **文献标志码:** B

General Test System Based on 1553B Date Bus

Ou Jian

(School of Information Engineering, Mianyang Polytechnics, Mianyang 621000, China)

Abstract: Because the test and debug of 1553B date bus network of the plane X has been in low efficiency and poor reliability before it is installed. The comprehensive test system developed a SMBUS-11 control tester, by analyzing the bus test system working principle, using MIL-STD-1553B protocol and PC, and through the software testing and verification. The system can not only complete the performance testing and fault diagnosis of the multi-channel 1553B data bus network and bus, but also can be used as a coupler in the network and test the bus terminal. Although it is mainly used for the experiment and adjustment before the 1553B data bus of the plane X is installed. It can also be used for simulation and test of 1553B bus system for aviation, aerospace, ships, missiles and armored vehicles and other various. The system is the most complete functions at home and abroad, using the most convenient, high reliability of 1553B bus simulation/test system, with high reliability, high universality, strong practicability and the characteristics of simple operation.

Keywords: 1553B; date bus; general test system; simulation; software

0 引言

MIL-STD-1553B (Digital internal time division command/response mulit-plex data bus) 是一种数据总线或称为总线协议, 为传输提供一套编解码的标准, 原本是美军航空电子综合系统的标准总线, 被用来为各种系统之间的数据和信息的交换提供媒介^[1]。我国 GJB 289A—1997《飞行器内部时分制指令/响应型多路传输数据总线》正是引用了这个标准。目前它是国际公认的数据总线标准, 在许多军事平台上应用并逐渐进入一些空白的非军事领域, 比如测试设备、模拟器和训练器等。

某 X 型飞行器是我国自行研制的一种新型飞行器, 其 1553B 数据总线网络装机前的实验和调整一直处于一种低效率低可靠性的局面^[2]。为了克服这一缺陷, 利用 MIL-STD-1553B 总线协议与 PC 机

结合研制了 SMBUS (system management bus)-11 控制试验器, 是一个 1553B 数据总线综合测试系统。SMBUS-11 控制试验器不仅可以完成多路 1553B 数据总线网络、总线器件的性能检测工作和故障诊断, 为某 X 型飞行器的 1553B 数据总线网络进行装机前的实验和调整, 而且可以作为网络中的耦合器并对总线端接器的测试检查, 以保障总线网络系统装机后正常可靠地工作; 因此, 笔者对 1553B 数据总线综合测试系统设计进行研究。

1 总线综合测试系统的工作原理

如图 1 所示, 总线综合测试系统的核心部件为 EXC-1553 PCI/MCH 总线 PC 插卡, 该卡是一种具有智能化、通用化和标准化特征的 1553B 多路总线通信接口模块。该卡插入 PC (工控机) PCI 插槽, 为其提供符合 MIL-STD-1553B 标准的通信接口, 使

收稿日期: 2015-10-20; 修回日期: 2015-11-26

作者简介: 欧 剑 (1964—), 男, 四川人, 副教授, 从事电气工程、自动控制系统、建筑智能系统研究。

PC(工控机)能够连接 1553B 总线网络,成为网络中的一个终端,实现与某 X 飞行器的 1553B 总线设备进行实时通信,从而达到对其进行测试的目的。

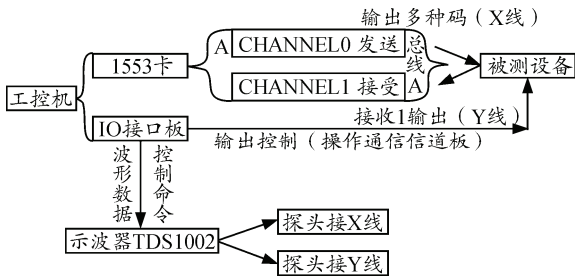


图 1 MIL-STD-1553B 总线测试系统框图

系统选用了一块 EXC-1553PCI/MCH 双通道多功能卡,其硬件组成如图 2 所示,主要包括 386EX 处理器、516 KB 双口共享存储器、1553B 通信控制器、隔离变压器、32 K*16 KB 程序存储器、32 K*16 KB 数据存储器、时钟电路和中断控制器等。其中,386EX 用来实时监视并处理 1553B 信息,通信控制器(BU-61580)用于实现 1553B 通信接口控制(MANCHESTER 码编码/译码等功能),时钟电路提供 386EX 及 BU-61580 所需时钟,32 K*16 KB 程序存储器用于存放实时处理程序,32 K*16 KB 数据存储器用于存放实时处理程序的数据资源,516 KB 双口存储器用于与主机(PC)进行命令及数据交换,中断电路实现中断处理,变压器为接口电路。

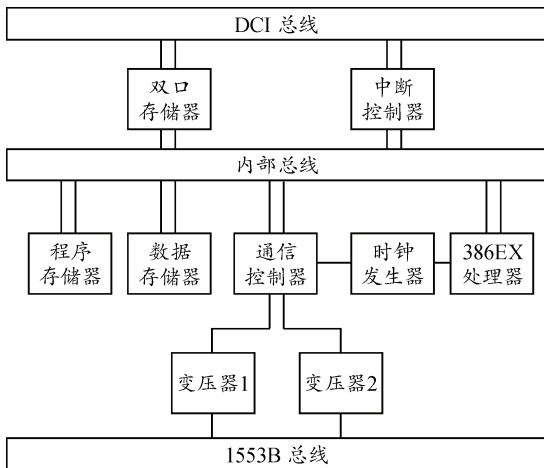


图 2 EXC-1553PCI/MCH 的硬件组成

在测试系统中,令 EXC-1553PCI/MCH 其中的一个通道(CHANNEL0)用于发送/接收通信信号(BC/RT/MT),而令另一通道处于终端状态(remote terminal, RT)或总线监视(bus monitor, MT)状态,完成对总线上信号的各种处理,从而实现判断信号的品质及对总线端接器和耦合器等进行检查。

系统采用数字量 I/O 模块 PCL1734 控制自制的

通信信道控制板,控制 BUS A(CH0/CH1)、BUS B(CH0/CH1)总线信号,并可通过扩展其他 MT 通道(EXC-1553PCI/MCH 上的 CHANNEL1)连接覆盖所有的短截线端头(图 1 仅表示其中部分接口)。

系统还采用具有计算机接口的示波器(TDS220),可以在测试中接入 1553 总线数据网络测试所需的总线信号传输性能(信号峰值、上升下降时间、信号扰动等)。实现信号对比及各种所需测量的结果。

所有硬件系统的应用软件的控制下成为一个有机整体,完成要求的测试功能。

2 测试的实现

1) 网络端点信号品质的检测。

EXC-1553PCI/MCH 的通信控制器采用的是美国 EXCALIBUR 公司生产的内部自带芯片。该芯片可以产生符合 MIL-STD-1553B 标准的总线信号,可进行网络端点信号品质的检测,检测范围可覆盖总线的所有短接端头。由于本测试系统的外部提供了通信信道控制板,其可实现同一种接线的的所有 12 个接点的任意两者的接线测试切换,可以对它们完全覆盖^[1]。其实现方式如图 3 所示。

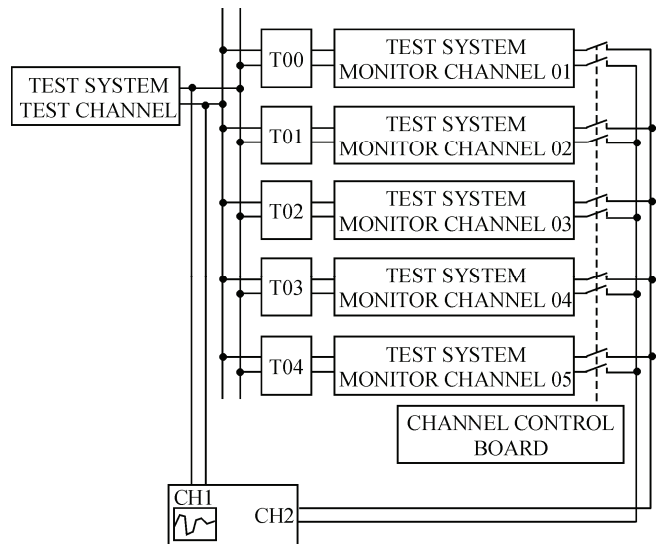


图 3 测试端接器端接短头示意图

如图 3 所示,笔者将测试系统的测试通道连接入待测总线网络,待测试的短接端头接入测试系统的监控通道,将数字式示波器 CH1 通道接到测试通道、CH2 通道接到监控通道。程序控制 EXC-1553PCI/MCH CHANNEL0 工作于 BC 方式,并发出命令信息,通过通信信道控制板将指令送到待测的总线上;通信信道控制板控制监控通道的选择,可以实现 12 选 1 功能。EXC-1553PCI/MCH

CHANNEL1 工作于 RT 方式, 将所选择的端接器端短头处所接收到的数据送 PC 进行对比处理^[3]。数字示波器显示发出接收到的信号波形供人工对比, 并计算出信号发生畸变的概率, 或令 PC 通过读取数字示波器波形自动比较网络中信号的品质。

2) 检验特定短截线接点的总线信号传输性能。

该测试系统还可检验特定短截线接点的总线信号传输性能, 提供人机对话窗口, 便于被测短截线接点的设置。

系统连接方法同上, 程序控制 EXC-1553PCI/MCH CHANNEL1 工作于 MT 方式, EXC-1553PCI/MCH CHANNEL0 工作于 BC 方式, 提供人机界面, 选择待测试的短截线所在通道, 通信信道切换板切换到相应的通道, EXC-1553PCI/MCH CHANNEL0 发出命令指令及相应的数据字、状态字, EXC-1553PCI/MCH CHANNEL1 接收总线上的信号并送 PC 处理, 如果两信号相同, 则可根据测试结果设置短截线; 数字示波器显示发出接收到的信号波形供人工进行对比, PC 通过读取数字示波器波形数据能自动比较网络中信号的品质。由于系统采用 TECTRONIC 的 TDS1002 型示波器, 可以实现对总线电缆网络短截线端点总线收/发信号波形质量定量测试。测量参数包括信号峰值、上升/下降时间、过零偏和信号扰动。

3) 自动完成接点的设置和分析。

在观察被测网络特定短截线接点的总线信号传输性能时, 测试系统可自动完成收、发短截线接点的设置, 与示波器配合可进行总线信号的分析。

系统连接同上, 程序控制 EXC-1553PCI/MCH CHANNEL1 工作于 RT 方式, EXC-1553PCI/MCH CHANNEL0 工作于 BC 方式, 提供人机界面, 为用户提供几个方案选择, 确定方案后, 由控制通信信道切换板切换到相应的通道。EXC-1553PCI/MCH CHANNEL0 发出命令指令, EXC-1553PCI/MCH CHANNEL1 接收总线上信号并送 PC 处理, 如果信号相同, 则可根据测试结果设置短截线。数字示波器显示发出及接收到的信号波形供人工进行对比, PC 通过读取数字示波器波形能自动比较网络中信号的品质。可检测故障: 短截线芯线短路/开路、短截线芯线交叉、短截线与电缆屏蔽网短路、主总线芯线短路/开路、主总线芯线交叉、主总线端接匹配电阻开路。

4) 测试航空电子子系统通信能力。

当测试航空电子子系统通信时, 可以确定航电子系统链路层和通信层是否出现故障。

测试系统的物理层主要是指用于信息传输的物理媒体, 即双绞线和同轴电缆等链路层实现在相邻节点间的线路上以帧为单位的信息传输; 主要包括实现 1553B 通信协议的芯片及辅助电路; 传输层实现以数据组或包为单位的信息传输; 驱动层实现以报文为单位的信息传输; 应用层通过控制调度驱动层实现不同节点上的应用进程之间的信息传输。在 5 个层次中, 物理层各链路层属于硬件范畴, 传输层以上属于软件范畴。

将测试系统接入相应的总线系统中, 由于测试系统可以自检, 当接入被测系统, 由 EXC1553PCI/MCH CHANNEL0 发送相关命令后, 如不能得到相应返回, 此时可判断为系统的链路层或物理层出现问题; 当确定双绞线和同轴电缆为正常后, 即可得到相应的链路层出现故障; 当返回数据格式不合法情形出现时, 就可判断系统的通信层(传输层)出现故障。

5) 其他测试功能。

除以上测试外, 该系统还能修改测试信号的指令和数据, 能对测试信号的指令字和数据字进行修改。系统提供友好的人机对话窗口, 用户可对指令字及数据字进行修改, 并能自动检验用户输入指令的正确性; 还能检查测试信号在网络中传送前后的指令字、数据字状态字的具体内容, 当系统接收到总线上的数据时, 将提供保存数据(文件)的功能, 用户可用程序所带的编辑器进行查看, 也可打印出来以便于阅读^[4]。

3 仿真功能

当 EXC-1553PCI/MCH 在程序控制下工作于 BC/RT/BM 方式时, 测试系统完成仿真功能。

1) 仿真 BC 设备。

由于在一个 1553 网络中, 仅有一个设备工作于 BC 方式下, 所以仅将 TEST CHANNEL 0 接入所需仿真设备所在的总线网络中, 将所在总线网络中的所有设备电源打开; 设置 EXC-1553PCI/MCH CHANNEL 0 工作于 BC 方式, 能通过系统的人机界面为用户提供被仿真 BC 的实际命令及数据的编辑或载入。用户可通过系统提供的人机界面选择测试的对象, 向测试设备发送同步命令或初始化自检命令, 开始纪录从命令发出到对方应答的时间, 显示应答时间及应答结果。

2) 仿真 RT 设备。

将 TEST CHANNEL 0 及 MONITOR CHANNEL 1 连接入所需仿真设备所在的总线网络中，将所在总线网络中的所有设备电源打开；设置 CHANNEL 1 和 CHANNEL 0 工作于 RT 方式，然后通过系统提供的人机界面选择测试的对象及所仿真的 RT 地址，软件设置 CHANNEL 1 和 CHANNEL 0 的 RT 地址，开始准备接收被测设备的命令；操作被测设备，发出指令信息，程序控制 CHANNEL 1 和 CHANNEL 0 进行响应，分别给出正确及错误的响应以观察被测设备的反应。此时可以最多仿真 31 个 RTs.为用户

3) 仿真 BM 设备。

将 TEST CHANNEL 0 及 MONITOR CHANNEL 1 连接入所需仿真设备所在的总线网络中，设置 CHANNEL0 或 CHANNEL 1 工作于 MT 方式，开始记录总线上的信号，并送 PC 进行处理。

4) 仿真航空电子系统的背景环境。

系统通过用户提供的背景环境情况，通过振动台或手动外加控制相应网络扰动，仿真实际背景下的航空电子工作情形。为用户提供良好的人机接口，实时控制及实现环境仿真并给出相应结论。将 TEST CHANNEL 0 及 MONITOR CHANNEL 1 连接入所需测试的网络中，在 TEST CHANNEL 0 端人工接入噪声源，将 CHANNEL 0 设置工作于 BC 方式；然后通过系统提供的人机界面选择测试的对象，向测试设备发送同步命令或初始化自检命令，开始纪录从命令发出到对方应答的时间，显示应答时间及应答结果^[5]。

4 测试软件

测试软件用于 MIL-STD-1553A/B 总线网络测试仪的自动控制，它在 WINDOWS 2000 Professional 操作系统下安装运行，要求硬件主频不得低于 CPU: PIII 866，内存 128 MB，主板 I-LAS-6169V，硬盘 40G 等，如图 4 所示。

该测试软件具有完整的仿真/测试功能，能够仿真和测试 MIL-STD-1553B 总线系统的数据，实时监视、记录图形显示所关心的任何 MIL-STD-1553B 总线数据。同时它采用多用户管理级别，可以有效地防止重要文件被复制，提高了型号研制的安全性，

并具有良好的人机操作界面，操作简单、灵活、实用，用户无需进行培训就能使用，并且不需要特别维护。



图 4 SMBUS-11 测试软件测试界面

5 结束语

该总线综合测试系统彻底改变了 1553B 总线系统仿真/测试设备的研制一直处于高投入、低效率、低可靠性的局面。它主要用于某 X 型飞行器的 1553B 数据总线网络进行装机前的实验和调整，也可以广泛应用于航空、航天、舰船、导弹和装甲车等各种 1553B 总线系统的仿真/测试中。在多个飞行器型号和航天领域中的验证结果表明：该系统是目前国内外功能最完整、使用最方便、可靠性最高的 1553B 总线仿真/测试系统，具有可靠性高、通用性好、实用性强和操作简单的特点。

参考文献：

- [1] MIL-STD-1553 DESIGNER'S GUIDE SIXTH EDITION [Z]. U.S.A and Canada: ILC Data Device Corporation, 1998: 1-1-5.
- [2] 郭恩全, 赵兴奋. 虚拟仪器发展趋势及其对军用测试技术的影响[J]. 计算机自动测量与控制, 1999(3): 151-157.
- [3] GJB 289A—1997 数字式时分制指令/响应型多路传输数据总线[S]. 北京: 中国标准出版社: 1997.
- [4] 刘金梅, 许振忠, 张明明. 基于 1553B 总线的测试系统的设计与实现[J]. 北华航天工业学院学报, 2015, 25(2): 8-11.
- [5] 梁四洋, 崔少辉. 基于 VXI 总线的电子装备自动测试系统研究[J]. 兵工自动化, 2003, 22(1): 11-14.