

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.12.015

航空军械 1553B 总线监测技术

肖楚琬^{1,2}, 谢晓方¹, 李德栋¹, 涂帅¹

(1. 海军航空工程学院 兵器科学与技术系, 山东 烟台 264001; 2. 中国人民解放军 92514 部队, 山东 烟台 264001)

摘要: 针对 1553B 测试设备存在的不足, 在构建监测系统的组成框架的基础上, 提出对系统软件进行模块化设计的思路。对系统软件各模块化功能进行描述, 介绍其设计流程。对实时采集数据、避免应答冲突等关键技术进行分析, 实现了基于 1553B 总线的航空军械监测系统。应用结果表明, 该技术可完成各模式选择、数据接收和发送、编程消息间隔、自动重试、可编程中断等功能, 修改后可扩展到其它 1553B 系统的检测。

关键词: 1553B; 总线监测; 航空军械

中图分类号: TP306 **文献标识码:** A

Aviation Ordnance 1553B Bus Monitor Technology

Xiao Chuwan^{1,2}, Xie Xiaofang¹, Li Dedong¹, Tu Shuai¹

(1. Dept. of Ordnance Science & Technology, Naval Aeronautical & Astronautical University, Yantai 264001, China;

2. No. 92514 Unit of PLA, Yantai 264001, China)

Abstract: Referring to the 1553B test equipment's shortcoming, based on constructed the system frame, proposed modular design of the system software ideas. Described each modular's function, introduced the design process. Analyzed the key techniques, such as Real-time data collection, avoid conflict response Etc. realized aviation ordnance 1553B bus monitor. The application results show that the technology to complete the mode selection, data transmission, programmable message interval, auto-retry, programmable interrupt function Etc, it can be expanded to monitor other 1553B systems after revised.

Keywords: 1553B; bus monitor; aviation ordnance

0 引言

1553B (MIL-STD-1553B) 是 20 世纪 70 年代由美国公布的一种串行多路数据总线标准。它具有可靠性高、传输率较高、技术成熟、易于扩展等优点, 已在航空、航天、军事等领域电子联网系统中得到了广泛的应用^[1]。目前, 在航空军械设备维护过程中, 1553B 测试设备存在专用性不强, 价格昂贵, 携带不便, 检测项目不全等问题。故在构建监测系统的组成框架基础上, 提出了系统设计思路, 完成了系统的功能设计, 探讨了关键技术实现, 为设备数据分析、故障定位、系统排故提供了有力保障。

1 1553B 总线概述

1553B 数据总线具有双向传输特性、实时性和可靠性高, 广泛应用在军用飞机上。该总线上的位传输速率是 1 Mb/s, 采用曼彻斯特 II 型码, 半双工工作方式, 由总线控制器 (BC)、远程终端 (RT)、总线监视器 (BM)、数据总线组成, 其结构如图 1^[2]。

总线控制器 (Bus Controller, BC) 是总线系统中组织信息传输的终端。总线监视器 (Bus Monitor, BM) 是总线系统中指定做接收且记录总线上传输的信息并有选择地提取信息以备后用的终端。

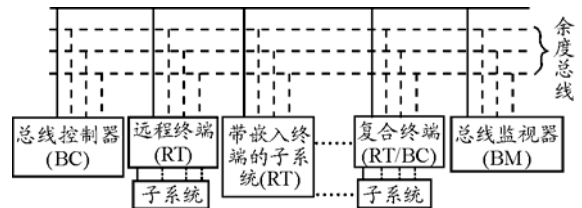


图 1 1553B 总线结构图

远程终端 (Remote Terminals, RT) 是总线系统中除总线控制器或总线监视器之外的所有终端。

数据总线 (简称总线) 指在各终端之间提供一路单一数据通路所需要的包括双绞屏蔽电缆、隔离电阻、耦合变压器等在内的所有硬件。

2 系统硬件组成



图 2 系统结构示意图

收稿日期: 2010-06-14; 修回日期: 2010-08-02

作者简介: 肖楚琬 (1985-), 男, 湖南人, 硕士研究生, 助理工程师, 从事计算机技术应用、嵌入式系统研究。

系统由便携式计算机、USB-1553B 总线转换器、数据存储终端和打印机等组成。其结构如图 2。便携式计算机完成和用户的交互任务, 进行相关功能选择, 显示输出等。USB-1553B 总线转换器主要完成 USB 和 1553B 的协议转换功能, 将从 1553B 总线采集的数据经协议转换后发送给主机。

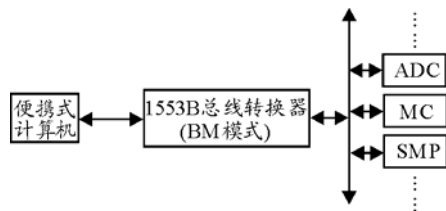


图 3 BM 模式连接示意图

数据存储终端 (服务器) 和打印机等外围设备主要完成数据存储、打印显示等功能, 将从总线采集的数据存储到数据库, 方便以后调用和查找。1553B 控制软件主要完成数据组织处理功能。对 1553B 总线的数据进行解包分析, 并完成系统的各

种功能。系统有 3 种工作模式, 对应 2 种连接方式。当系统工作在 BM 模式时, 它作为总线的子系统, 直接挂在总线上工作, 通过计算机监视总线信息, 定位故障设备。其连接方式如图 3。

当系统工作在 BC 或者 RT 模式时, 它和被测设备单独组成一个监测系统, 通过计算机完成各种监测功能。其连接方式如图 4。

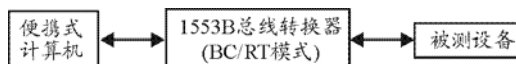


图 4 BC/RT 模式连接示意图

3 系统软件设计

3.1 软件详细设计

为了实现 1553B 监测软件基本的监测功能, 同时还要对数据进行有效的管理, 系统将 1553B 软件由主模块、初始化模块、工作模式选择模块、通讯模块、控制模块、显示模块、数据处理模块几部分组成^[3]。其基本工作流程如图 5。

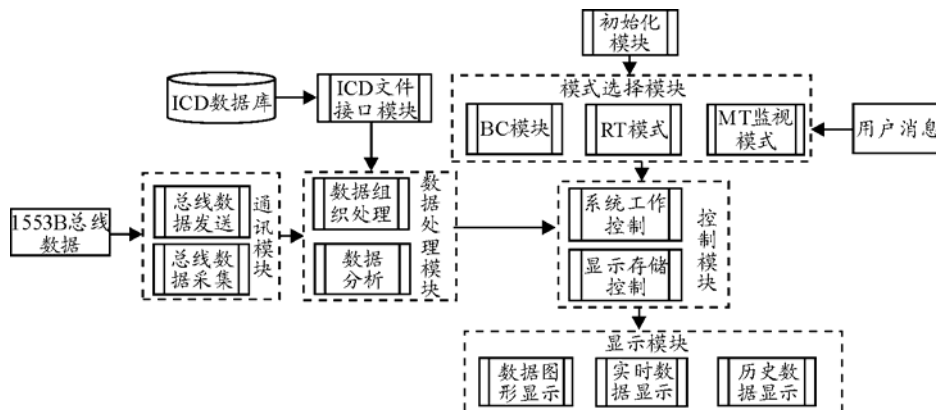


图 5 模块工作流程

3.1.1 主模块设计

主模块是整个软件的主干, 包含函数的整体框架, 预留各个功能函数接口, 并根据系统当前的任务状态, 调用功能模块, 控制系统软件工作流程。软件主界面如图 6。



图 6 软件主界面

3.1.2 初始化模块设计

初始化模块包括硬件初始化模块和软件初始化模块。其中, 硬件初始化包括在设备连接到主机

后, 通过驱动程序对总线接口板进行识别、设置初始时钟等硬件初始化工作。软件初始化主要是完成各功能模块和变量的初始化。

3.1.3 模式选择模块设计

模式选择模块主要完成系统的 3 种模式选择功能, 包括接收用户输入的各种消息, 并依据消息内容选择 BC、RT、BM 模式。在每一个模式中, 都需要通过选择面板设置相应的功能, 包括是否进行自动重试、设置消息边界等。在 3 种模式中, BM 模式是监测系统的设计重点。它有 2 种监测模式提供选择^[4]: 1) 字监视模式, 实时监视总线上传的所有命令字、数据字和状态字; 2) 选择监视模式, 通过设定 RT 地址, 记录特定的某个或几个 RT 地址的数据收发情况, 并将记录的信息显示给用户。

3.1.4 控制模块设计

控制模块包括系统工作控制模块和显示存储控制模块。系统工作控制模块主要用来控制系统的工作流程,包括系统的启动操作和系统的暂停操作;显示存储控制模块主要用来控制系统接收数据的显示或存储,其显示与存储的控制需结合系统工作模式选择模块来进行相应的设置。若系统工作在实时测试模式下,则可在显示与存储之间进行用户需要的切换操作。若系统工作模式是在回放模式下,则只有显示功能,不能进行存储操作。

3.1.5 数据处理模块设计

数据处理模块是整个软件设计的重要组成部分,包括数据组织处理和数据分析两个模块,主要完成数据解码、译码、数据分析处理等功能。数据组织处理模块主要完成对消息的译码、编码工作,并将数据传递给控制模块和数据分析模块。

数据分析模块有 2 种工作模式:1) 在线分析功能。主要是在接收到总线数据之后,根据编写好的分析函数对每一条消息进行分析,通过对每个字的读取分析,判断是否改写消息完成、消息发送成功等状态位,设置相应变量,并将变量传递给控制模块,由控制模块控制完成相应系统操作;2) 离线数据分析功能。在离线情况下,将各种数据回调出来进行分析、处理,从而摆脱数据分析对网络依赖性。

3.1.6 ICD 文件接口模块设计

ICD 文件接口模块主要包括各 ICD 文件定义。系统在数据的发送和接收过程都需要用到 ICD 文件进行编解码,软件利用 C++ 结构来表示 ICD 文件,可以从界面直接输入,也可以从其他文件导入,从而建立数据和 ICD 文件的联系。ICD 数据信息传递给数据处理模块,由分析模块对采集的信息与 ICD 文件进行信息比对、分析,显示分析结果。

3.1.7 通讯模块设计

通讯模块包括数据接收和发送模块,主要完成总线数据的实时采集和发送任务。在数据发送不成功时记录通讯故障次数,并将所有数据记录到数据库中,作为原始数据,以便以后进行数据分析处理。

3.1.8 显示模块设计

显示模块主要包括数据图形显示、历史数据显示、实时数据显示 3 个模块。它可以根据用户要求选择显示实时数据或者在服务器中的历史数据。用户通过主界面可以选择显示二进制、十进制、十六进制等格式,并且还可以将数据转换为图形输出。

3.2 软件流程

根据 1553B 总线监测系统的功能要求和软件设计思想,主模块根据当前的任务状态,控制整个软件流程,调用相应的功能模块,完成用户要求。软件主流程图如图 7。

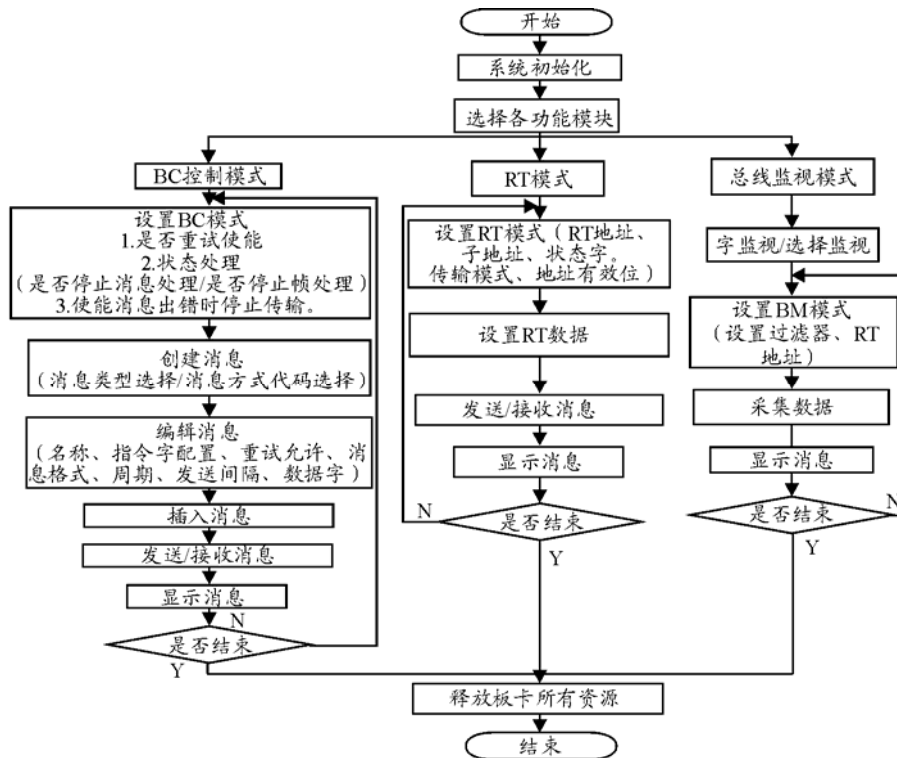


图 7 软件主流程图

(下转第 72 页)

向推理。其中，正向推理又叫数据推理，其基本思想是：从已知证据信息处出发，使规则前体与证据匹配，若匹配成功，则把该规则的结论部分作为新的证据重复上述过程，直到求出问题的解或没有可匹配的规则为止。正向推理的优点是允许用户主动提供有用的信息，不足之处在于规则的激活与执行没有目的，推理效率较低。反向推理的基本思想是：选定一个目标，然后在知识库中查找能导出该目标的规则集，若这些规则集中的某条规则前提与数据库匹配，则执行该条规则。否则，将该条规则作为子目标，递归执行上述过程，直到总目标被求解或没有寻出目标的规则。反向推理的优点是只考虑能导出某个特定目标的规则，因而推理效率较高，不足之处是选择目标比较盲目。单独的正向推理和反向推理都不能满足专家系统的推理要求，故采用正、反向推理相结合的控制策略。对于在线诊断采用以正向推理为主的方式诊断目标故障，而对于离线的数据则采用反向推理对目标故障进行求解。

2) 推理控制策略。主要是推理方向的控制及推理规则的选择策略和各种搜索策略。根据上述推理

(上接第 54 页)

4 关键技术

航空军械总线各个终端存在很大的差异，且交联关系十分复杂，1553B 总线承担着所有消息的传输，消息多且频率比较高，根据长期积累的工作经验和资料，监测系统设计过程中有以下几个关键技术需要注意^[5]。

4.1 实时采集数据

总线上的终端数量众多，大多数工作在实时状态，尤其是对于自控、仪表等设备，通讯的畅通和及时尤其重要。解决实时性比较好的方法是采用中断技术，每当一个消息传输完毕或者错误等情况发生时产生中断，由中断服务程序进行处理。由于 Windows 对中断不开放，故笔者采用应用软件和低层通信软件相结合的方法解决这个问题。低层通信软件固化在板卡上，它规定了 17 个中断向量，每当一个中断产生时，它会判断是哪种中断，然后传递给上层应用软件。上层应用软件在 Windows 中建立一个线程和中断服务表，该线程一般处于“睡眠”状态，当查询到有中断产生时，线程被“唤醒”，根据中断服务表，调用相应的中断函数进行处理。

方向设计，该专家系统推理控制策略如图 6。

3 结论

目前，该系统已研制成功并交付使用。实际应用情况证明，该故障检测系统能很好地解决某型自行火炮火控系统故障排除的难题，缩短了火控系统维修的周期，具有操作简便、灵活机动、便于携带、适应性强等特点，非常适合在野战条件下使用。

参考文献：

- [1] 李炜, 等. 设备故障诊断技术的现状及其发展[J]. 甘肃工业大学学报, 1998, 24(2): 66-69.
- [2] 张孝虎, 等. 某型空空导弹测试仪故障诊断专家系统[J]. 指挥技术学院学报, 1999(10): 57-60.
- [3] 宝音贺喜格, 等. 航天器推进系统故障诊断专家系统的研制开发[J]. 推进技术 1999, 20(5): 17-20.
- [4] 吴海桥. 现代大型客机故障诊断专家系统的研究与开发[D]. 南京航空航天大学博士论文, 2002.
- [5] F. Hayes-Roth, D. Waterman and D B. Lenat. Building Expert Systems[M]. Addison-Wesley, Reading, MA, 1983.
- [6] 余浩章, 陈新华. 基于故障树的故障诊断推理新方法[J]. 上海海运学院学报, 2001, 22(3): 65-67.

4.2 避免应答冲突

总线上的终端使用微处理器进行通讯处理，由于每个终端的响应时间不完全一致，并多在中断下进行，如果终端不是处理堆栈下通讯的消息活动，则会出现终端丢失消息或消息处理冲突。故系统采用最大时间化的方法解决此问题。当系统作为 BC 控制时，仅对某一个 RT 进行访问，在完成消息传递后再访问下一个 RT。

5 结束语

经过局部验证和应用，该技术可以完成各模式选择、数据接收和发送、编程消息间隔、自动重试、可编程中断等功能，在进行修改后还可扩展到其它 1553B 系统的监测，为进一步监测及分析验证 1553B 总线传输打下了良好的基础。

参考文献：

- [1] 吴汉平. 军用航空电子系统[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 81-85.
- [2] 王勇. 机载计算机总线技术[M]. 西安: 空军工程大学工程学院, 2005: 82-83.
- [3] DDC. MIL-STD-1553A/B Designer's Guide[S]. U.S.A: DDC Date Device Corporation., 1999.
- [4] 顾明剑. 1553B 总线控制方法研究[J]. 红外, 2004, 21(12): 21-27.
- [5] 史国庆. 1553B 总线检测仪系统软件设计[J]. 火力指挥与控制, 2009, 34(6): 141-144.