

doi: 10.7690/bgzdh.2016.02.008

# 一种通用装甲车辆串行总线性能测试方法

刘军辉<sup>1</sup>, 屈金标<sup>2</sup>

(1. 装甲兵工程学院信息工程系, 北京 100072; 2. 军械工程学院教练团, 石家庄 050000)

**摘要:** 针对现有车辆总线测试设备仅能完成单一类型网络数据链路层传输性能测试, 无法满足串行总线测试通用性需求的问题, 在分析 CAN、1553B、MIC 总线传输协议特点的基础上, 提出一种通用装甲车辆串行总线性能测试方法, 并通过对 CAN 和 1553B 性能测试进行了实验验证。结果表明, 利用物理层采样数据与软件译码方法可以实现对现有车辆串行总线性能测试通用性要求。

**关键词:** CAN 总线; 1553B 总线; 性能测试; 软件译码

**中图分类号:** TJ811 **文献标志码:** A

## A Universal Armored Vehicle Serial Bus Performance Test Method

Liu Junhui<sup>1</sup>, Qu Jinbiao<sup>2</sup>

(1. Department of Information Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China;

2. Coach Team, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050000, China)

**Abstract:** The armored vehicle bus test equipment on active duty can only complete transmission performance test of data link layer to single bus network, can't meet different kind serial bus system performance test. A universal test method to armored vehicle serial buses was proposed based on the transmission protocol features of CAN bus, 1553B bus and MIC bus. The experiments to CAN bus and 1553B bus have been completed. The experiments show that the test method based on physical data sampling and software decoding can meet the universality to different kind vehicle serial bus system.

**Keywords:** CAN bus; 1553B bus; performance test; software decoding

### 0 引言

装甲车辆综合电子信息系统性能已成为衡量装备性能的重要指标<sup>[1]</sup>。车辆总线网络的可靠性直接影响综合电子信息系统性能与装备技术指标; 因此, 对总线网络性能测试与可靠性分析尤为重要, 目前, 针对车辆总线网络性能测试存在问题包括:

1) 现有总线测试设备仅能完成单一类型网络数据链路层传输性能测试, 无法满足串行总线测试通用性需求。比如 CAN 总线的接口控制芯片是 SJA1000<sup>[2-3]</sup>, 而 1553B 总线的接口控制芯片是 BU-61580<sup>[4-5]</sup>, 基于 SJA1000 的总线测试设备是无法测试 1553B 总线的传输性能。

2) 有的总线接口适配器由于禁运造成性能测试困难。如 MIC<sup>[6]</sup>总线的接口芯片因其技术封锁, 很难实现对 MIC 总线的全面性能测试。

针对上述问题, 笔者在认真分析 CAN、1553B、MIC 总线传输协议的基础上, 提出一种适用于多种车载串行总线性能测试的方法。

### 1 通用车载总线性能测试设计思路

目前对串行总线接口的监测是通过采用各自的总线接口适配器接入到总线网络中获取总线上

传输的数据帧, 并对这些获取的数据帧进行分析后, 完成对串行总线网络数据链路层的性能测试。CAN 总线测试模型如图 1 所示。

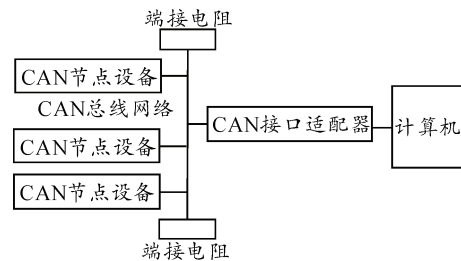


图 1 CAN 总线数据链路层测试示意图

由于各自总线的的数据链路层测试设备采用的接口适配器不同, 不同种类总线的测试设备不通用, 如采用 1553B 总线接口适配器的测试设备无法测试 CAN 总线的传输性能。然而, 无论哪一种总线, 其在总线上传输信号的物理表现形式都是高/低电平, 都有一个最大的传输速率, 比如 CAN 总线最大传输速率是 1 Mbit/s, 1553B 总线的最大的传输速率是 4 Mbit/s, MIC 总线的最大传输速率是 2 Mbit/s; 因此, 根据奈奎斯特采样定律, 只要采集卡的采样速率大于这几种总线的最大采样速率的 2 倍, 就能够通过采样数据恢复出总线上传输的数据信号, 这就为在物理层上采集总线传输数据提

收稿日期: 2015-10-22; 修回日期: 2015-11-18

作者简介: 刘军辉(1971—), 男, 湖南人, 副教授, 从事信号采集与处理、多源传感器信息融合等研究。

供了依据。如设计通用总线数据获取设备采用的采集卡的采样速率为 10 M,就能够满足上述 3 种总线网络物理层数据采样速率需求,但需要解决好高速数据采集与大容量数据存储的问题。

另外,无论哪一种总线,其帧格式都是固定的(如 CAN 总线,只有 4 种帧格式:数据帧、远程帧、错误帧、异常帧,而 1553B 总线也只有 10 种消息,3 种消息字:数据字、指令字和状态字);所以基于采样数据是能够依靠软件译码的方法来实现数据帧的解译和获取的。

综上所述:通过设计不同的解译程序恢复从不同车辆总线协议物理层采集到的数据信号,来分析不同总线网络性能和物理电气特性的方法是可行的,技术的关键是高速数据采集、大容量数据存储与软件译码程序设计。笔者只介绍软件译码设计过程。高速数据采集与存储方案可参考其他文献。

### 2 CAN、1553B、MIC 总线波形译码设计

通用总线数据解译流程如图 2 所示。其中,读入采样数据就是把相应格式的采样数据存储文件读入程序,采样数据预处理就是消除因高斯白噪声给信号带来的不良码元,波特率自动识别设计和帧起点/同步头获取设计都是根据每一种总线的报文帧或消息字特征利用软件来实现的,这里不再赘述。笔者只详细介绍报文帧或消息字类型判断和数据获取模块设计。由于各种总线的帧格式定义是不同的,笔者主要介绍 3 种总线报文帧或消息字识别与获取设计。

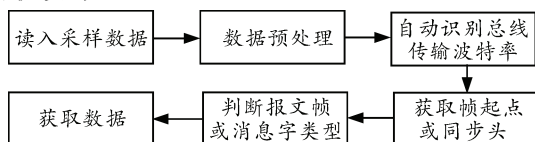


图 2 通用总线数据解译流程

#### 2.1 CAN 总线报文帧识别与获取设计

为了解析出 CAN 总线数据波形,对于一个已定的 CAN 总线通信系统,首先需要利用波特率自动识别技术计算出 CAN 总线波特率,以便确定 CAN 总线报文帧的每一位宽度,这里用 L 标记。这样,从帧起始开始算起,每隔一个 L 位长算作一位,高电平为逻辑 1,低电平为逻辑 0。

在程序的设计中,为方便波形译码,文中定义一个帧的数据流结构体指针如下:

```

struct CAN_STREAM
{
    __int64 Offset;//帧数据流起点的偏移量,用来计算帧的时间标签

```

```

BYTE Start; //起始位
DWORD Arbitration;//仲裁域
BYTE RTR;//是否远程帧
BYTE SRR;//是否扩展帧
BYTE IDE;
BYTE Control;//控制域
__int64 Data;//数据
WORD CRC;//CRC
BYTE Delimiter;//界定符, 1
BYTE ACK;//应答位, 01
BYTE End;//帧结尾,连续 7 个 1};

```

在数据译码过程中,需要对 CAN 总线上传输的报文帧类型进行判断。根据 CAN 总线报文帧结构定义,除了起始位外,CAN 总线报文帧的第 13 位、14 位和 33 位是 CAN 总线报文帧的特征位。

当第 13、14 位为 00 时,最后解析出的报文帧是数据帧(标准帧);当第 13、14 位为 10 时,最后解析出的报文帧是远程帧(标准帧);当第 13、14 位为 01 时,最后解析出的报文帧是错误帧;当第 13、14 位为 11 时,此时第 33 位若为 0,则最后解析出的报文帧是数据帧(扩展帧),此时第 33 位若为 1,则最后解析出的报文帧是远程帧(扩展帧)。CAN 总线报文帧类型判断流程如图 3 所示。

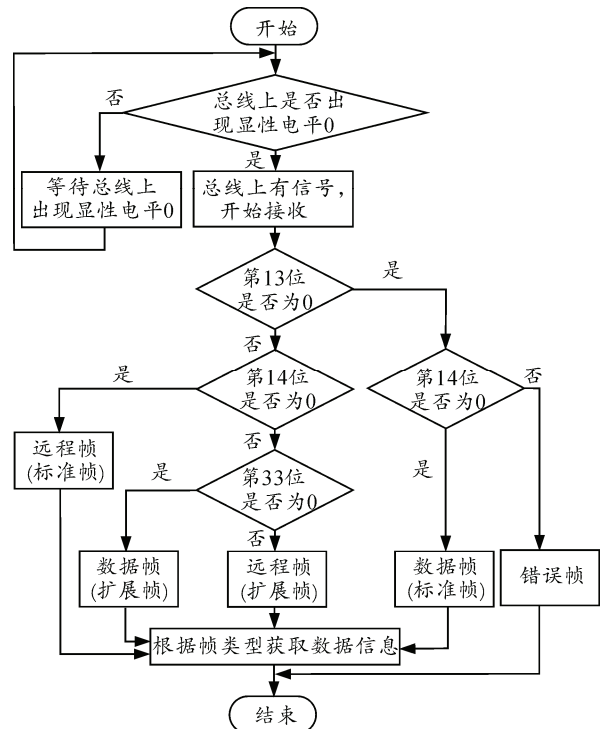


图 3 CAN 总线数据获取流程

#### 2.2 1553B 总线消息字识别与获取设计

为了解析出 1553B 总线数据波形,对于一个已

定的 1553B 总线系统,首先跟 CAN 总线系统一样,用波特率自识别技术计算出 1553B 总线波特率,确定 1553B 总线每一位位宽,这里用 L1 表示。这样从消息字同步头开始,每隔半个 L1 位长接收一次,高电平为 1,低电平为 0,在同步头之后再接收 17 位就算作一个字。

根据 1553B 总线消息字结构定义可知,指令字和状态字的区别在于第 10 位,第 10 位若为 0,则为状态字;第 10 位若为 1,则为指令字。数据字的同步头和指令字/状态字的同步头完全相反,所以从同步头就可以区分出来数据字。1553B 总线消息字类型判断流程见文献[7]。

为方便数据获取,定义了一个帧的数据流结构体指针如下:

BC 消息发送结构如下:

```

Typedef struct
{
    BOOL Retry Enable;
    BYTE ChannelSelect;
    DWOED InterMSGGapTime;
    BYTE MSGFFormat;
    WORD MSGBlock;
} SMSG_STRUCT;
消息接收结构如下:
Typedef struct
{
    WORD BSW;
    DWORD TimeTag;
    WORD MSGBlock;
} RMSG_STRUCT;

```

### 2.3 MIC 总线命令、响应识别与获取

MIC 总线的命令、响应的识别设计与上一小节 1553B 总线消息字识别设计很像,主要区别在于其特征位是功能代码域(位 15、16、17、18、19、20);因此,根据功能代码域的信息就可以判断传输的消息字是命令字、响应字、广播字或数据字。

## 3 实验验证结果

对 1553B 总线性能测试实验参见文献[7],这里仅介绍对 CAN 总线测试实验。

将 2 个 CAN 总线节点连接通信,将示波器的双通道探针和通用总线测试系统的双通道探针分别与总线的 CAN\_H 与 CAN\_L 相连,双通道探针地与公共地短接。

用上位机软件 K7120 设置 CAN 总线节点,让 CAN 总线节点 1 每隔 50 ms 就发一标准数据帧,让 CAN 总线节点 2 每隔 50 ms 就发一远程扩展帧。其

中,标准数据帧长度为 2 字节,数值为 44 55。

利用通用总线测试设备采集并分析总线传输数据,由图 4 可以看出:CAN 总线网络传输的信号电平比较平整,没有毛刺,波形正常;总线的节点差分电压,在隐性时的电压差为 0 V,在显性时的电压差为 2 V,符合车载 CAN 总线网络物理层电压标准。

另外,由图 4 也可以看出,总线上传输的信号有 2 种:一为远程帧,一为数据帧。数据帧数据为 44 55,这说明笔者设计的通用总线测试系统也能够完整地解译 CAN 总线报文帧。

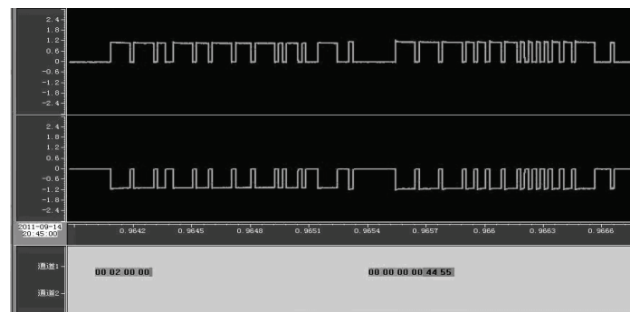


图 4 CAN 总线数据分析显示

## 4 结论

由实验结果可以看出:笔者设计的通用总线测试方法可以完成 CAN 总线和 1553B 总线的物理电气性能测试和数据帧解译,基于物理层数据采样和软件译码的车辆总线网络性能测试方法可以解决车载网络测试通用性需求。

### 参考文献:

- [1] 林锐,董治华,郑志伟. 车辆 CAN 总线性能测试方法研究[J]. 兵器试验技术, 2010(2): 32-35.
- [2] 黎新亮,关沫,马君璞. 基于 SJA 1000 的 CAN 总线通信模块的设计[J]. 沈阳工业大学学报, 2004, 26(1): 99-102.
- [3] 饶运涛,邹继军,王进宏,等. 现场总线 CAN 原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2007: 17-19.
- [4] 杨建新,刁平. 机载双余度 1553B 总线传输线路检测系统的设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2008, 16(11): 1525-1528.
- [5] 刘桂山,胡军程. 1553B 总线信息流设计[J]. 北京理工大学学报, 2003, 23(3): 301-304.
- [6] 周福宽,马彪. MIC 总线操作模式及其应用[J]. 测控技术, 2005, 24(12): 45-49.
- [7] 刘军辉,齐春,屈金标. 基于物理层采样数据和软件译码的 1553B 总线数据获取技术研究[J]. 计算机测量与控制, 2013, 21(8): 2282-2285.