

10.16638/j.cnki.1671-7988.2018.24.016

基于 ISO15765 的车载 CAN 网络诊断 网络层策略解析

董宏兴, 初洪超

(安徽江淮汽车技术中心新技术研究院, 安徽 合肥 230009)

摘要: 伴随着 CAN 总线在车载网络中的应用, 基于 CAN 总线的汽车网络诊断通信标准 ISO15765 受到广泛关注。致力于该诊断标准的网络层处理策略的研究与解析, 对基于 ISO15765 的车载网络诊断设备的研发提供一定参考价值。

关键词: ISO15765; 解析; 诊断

中图分类号: U462 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-7988(2018)24-50-03

Based on ISO15765 vehicle CAN network diagnostic network layer strategy parsing

Dong Hongxing, Chu Hongchao

(Technology Center of JAC, Advanced Technology Research Institute, AnHui Hefei 230009)

Abstract: With the CAN bus in vehicle network based on CAN bus automotive network diagnostic communications standard ISO15765 attracted widespread attention. Devoted to the diagnostic criteria of the network layer processing strategy and analysis, based on ISO15765-vehicle network diagnostic equipment R & D to provide certain reference value.

Keywords: ISO15765; Analysis; diagnostic

CLC NO.: U462 **Document Code:** B **Article ID:** 1671-7988(2018)24-50-03

引言

随着汽车工业和信息技术的飞速发展, 汽车通信策略标准逐渐由分散走向统一。K 线诊断由于单线通讯而无法容错, 通讯效率低等缺点, 满足不了日益复杂的汽车网络, 其逐渐被基于汽车网络诊断通信标准 ISO15765 的 CAN 总线所取代。致力于研发适于该体系的诊断设备, 为未来车载诊断所需。

1 诊断协议分层结构

ISO15765 体系中明确定义了基于 CAN 的汽车故障诊断通讯机制, 如图 1:

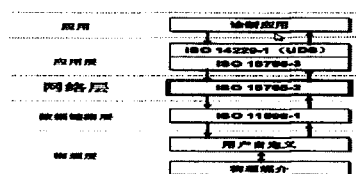


图1 CAN线分层结构

诊断协议体系结构分为4层: 应用层, 网络层, 数据链路层和物理层。

应用层将诊断服务数据处理成 CAN 数据帧, 在传输过程中, 进行数据打包, 解包, 协调上下层工作, 其打包方式按照 A_PDU、N_PDU、L_PDU 的顺序发送, 解包方式反之; 网络层则通过定时参数等处理 Tester 与 ECU 之间的时间关系; 数据链路层则按照 ISO11898-1 转化为有效的 CAN 数据帧, 最后经过物理层的电平信号实现设备与节点, 节点与

作者简介: 董宏兴, 就职于安徽江淮汽车技术中心新技术研究院。

节点之间的通讯。

2 诊断测试策略

目前诊断存在 3 种诊断结构：

- (1) Tester 与 ECU 处于同一网络，其可以直接通讯，如图 2。
- (2) Tester 与 ECU 之间通过网关通讯，如图 3。
- (3) Tester 在主网络，被测 ECU 在某子网络，Tester 通过兼有网关功能的子网络的主节点转发信息，实现与 ECU 的网络通讯。

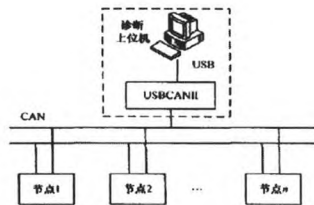


图 2 Tester 与 ECU 处于同一网络

目前汽车厂商出于技术及操作性方面考虑，大多使用不浪费帧资源的第一种方案。

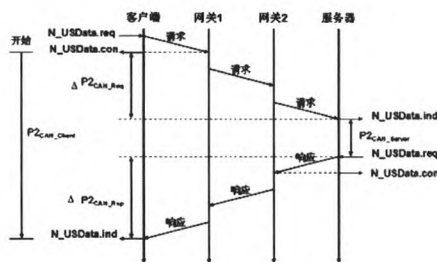


图 3 Tester 与 ECU 之间通过网关连接

3 诊断网络层通信策略

UDS_CAN 线诊断流程为：在 ECU 软件复位后，Tester 以集寻址信息，协议控制信息及数据信息的诊断报文，通过总线向 ECU 发出功能寻址或物理寻址请求，ECU 在地址信息相符情况下，根据报文中的控制信息及数据信息，以形式类似的报文反馈或不反馈 Tester，其反馈形式中分为正响应和否定响应。测试中按照模式、服务项、子功能、长度等方面确定 ECU 的功能信息、故障代码及安全验证相关等，其中，在 ECU 支持编程模式下可以对 ECU 进行软件刷写。以最大限度维护 ECU 厂商、主机厂利益并处理 ECU 的常见的问题，保证 ECU 的功能及信息唯一性。

下面简单阐述 Tester 和 ECU 之间的时间处理与信号传递机制。

3.1 单帧传输

单帧传输相对简单，只需要将数据以单帧发送到网络层，对等到实体通讯即可，如图 4：

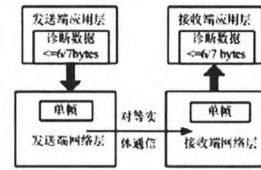


图 4 单帧传输

3.2 多帧传输

多帧传输是携带数据传输信息大于 7 个字节的传输方式，如图：

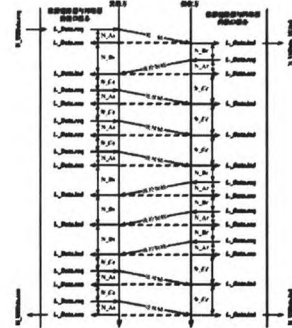


图 5 多帧传输

其中：

N_As 为发送方数据帧经数据链路层发送的时间；

N_Ar 为接收方数据帧经数据链路层发送的时间；

N_Bs 为发送方接收流控制帧的等待时间

N_Br 为接收方发送流控制帧的间隔时间

N_Cs 为发送方发送连续帧的间隔时间

N_Cr 为接收方接收连续帧的等待时间

时间参数满足：

$$(N_Br + N_Ar) < (0.9 * N_Bs \text{ timeout})$$

$$(N_Cs + N_As) < (0.9 * N_Cr \text{ timeout})$$

诊断报文在网络层中被分解成一个首帧和多个连续帧，首帧中明确定义了分段数据的总长度信息，为第一段帧；连续帧是其余分段数据组成的 CAN 帧，每个数据帧都包含拆分的顺序编号。接收端根据接收数据帧的编号重组服务数据，以完成多帧传输。

3.3 错误处理

以上时间定时参数和网络层传输协议确保了数据通讯的交互与传递的连续性，同时 ECU 或 Tester 可以识别以下几种错误方式并给出相应的处理以保证数据传输的真实性：

(1) SF_DL 错误：

当 $SF_DL=0$ 或者 $SF_DL>7$ (常规寻址)，此时接收方网络层应忽略接收到的单帧，且接收方无 indication；

(2) FF_DL 错误：

当 $FF_DL>$ 接收方的缓存，那么接收方网络层应中断报文接收，接收方发送 FC，其中 $FS=Overflow$ ，接收方无 indication；

当 $FF_DL< 8/7$ (常规寻址模式为 8，扩展或混合寻址为

7), 网络层忽略 FF, 接收方无 indication, 且不发送 FC;

(3) SN 错误:

当 CF N_PDU 中的 SN 错误, 报文接收应被中断, 接收方网络层应指示上层 $\langle \text{Result} \rangle = \text{N_WRONG_SN}$, Tester 的定时参数 N_Bs 超时, 其向上层发出 Timeout 的指令

(4) FS 错误: 发送方网络层发现接收到的 FC, FS 非法 (即 FS 错误), 那么报文发送应被中断, 发送方网络层向上层报告;

(5) N_WFT_{\max} 超时: 发送方最多只等待 FC/FS 限定次数, 然后向上层发送 $N_BS_Timeout$;

(6) ST 错误: 当设定的 ST_{\min} 值为大于 127ms 时, 发送方和接收方按照最大值 127ms 处理, 发送方和接收方均各自向上层报告;

NVL 状态	接收方 SF N_PDU	接收方 FF N_PDU	接收方 CF N_PDU	接收方 FC N_PDU	其它非预期帧
多帧报文发送过程	正常上。通过 N_LINData_Indication 向上层报告 $\langle \text{N_Message} \rangle = \text{N_LINData_P_PDU}$ 并且开始接收下一个 N_PDU 帧的开始接收。	正常上。通过 N_LINData_Indication 向上层报告 $\langle \text{N_Message} \rangle = \text{N_LINData_P_PDU}$ 以及当前接收到的 FF N_PDU 作为新的帧开始接收。	正常上。如果正在接收帧判断帧是否属于等待状态。那么继续接收的 CF N_PDU。并运行必要的帧判断 (例如 SN 是否正确的)。	正常上。如果帧子等待状态。那么继续接收 FC N_PDU。否则忽略该帧。	忽略
多帧报文接收过程	停止当前帧的接收。并发送 N_LINData_Indication 向上层报告 $\langle \text{N_Message} \rangle = \text{N_LINData_P_PDU}$ 以及当前接收到的 SF N_PDU 作为新的帧的开始接收。	停止当前帧的接收。并发送 N_LINData_Indication 向上层报告 $\langle \text{N_Message} \rangle = \text{N_LINData_P_PDU}$ 以及当前接收到的 FF N_PDU 作为新的帧的开始接收。	如果帧子等待状态。那么继续接收的 CF N_PDU。并运行必要的帧判断 (例如 SN 是否正确的)。	正常上。如果帧子等待状态。那么继续接收 FC N_PDU。否则忽略该帧。	忽略
空闲状态不处于要求过程帧子等待状态	接收到的 SF N_PDU 作为新的帧的开始接收。	接收到的 FF N_PDU 作为新的帧的开始接收。	忽略	忽略	忽略

图 6 非预期帧处理

(7) 非预期帧的处理: 在多包报文传输或空闲状态下, 当发送、接收方受到非期望报文时, 根据节点处于不同状态

给出以下处理方式, 如图 6:

4 结论

本文针对 ISO15765 协议的网络层进行通讯解析, 着重阐述了 CAN 线诊断网络层通讯机制及错误处理策略。CAN 线的诊断的网络层策略, 为 Tester 读取和刷写 ECU 提供了可靠的信息交互平台, 开发人员可基于此策略, 开发出有利于针对 CAN 线诊断网络层软件。

目前基于 ISO15765 车载网络诊断协议研发的产品较少, 主要集中在德国 Vector 及华东气电等公司开发的 CANoe 及 ETS 等仪器, 虽然其涵盖的测试项目较全, 但成本较高, 此方面技术的前瞻性及后续设计与开发价值可见一斑。

参考文献

- [1] ISO15765-1:Road Vehicles-Diagnostics on Controller Area Networks (CAN), 2004.
- [2] ISO15765-2:Road Vehicles-Diagnostics on Controller Area Networks (CAN), 2003.
- [3] 许东辉等, JAC S-II_ECU Diagnostic Specification, 安徽江淮汽车乘用车研究院, 2011, 11 (21) .
- [4] 常欣红, 于金泳, 刘志远. 汽车故障诊断标准 ISO15765 的网络层解析 2006, 05 (20) .