

SAE J1939 多包传输协议及应用分析

谢娟娟¹, 李 晋¹, 郑创明²

(1. 周口师范学院 机械与电气工程学院, 河南 周口 466001;

2. 周口师范学院 物理与电信工程学院, 河南 周口 466001)

摘 要: 描述一种 SAE J1939-21 协议应用于商用车车载 CAN 网络系统设计过程的多包数据传输协议的传输原理、传输过程, 结合工程实践, 分析了多包传输协议在商用车整车 CAN 网络系统开发过程中的应用, 该协议对处理诊断报文等数据具有重要的意义。

关键词: 多包数据; 传输协议; SAE J1939

中图分类号: U463.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-9476(2016)02-0066-05

DOI: 10.13450/j.cnki.jzkn.2016.02.015

SAE J1939 网络协议规范定义的数据帧中, 数据场的长度不能超过 8 个字节。在工程应用中, 发动机信息及诊断报文等信号需要传输的数据长度会达到几十个字节甚至上百字节。这些长度大于 8 个字节的消息是无法用单个 CAN 数据帧来装载。在这种情况下, 需要使用 SAE J1939 “多包数据传输协议”^[1-3]。多包数据传输的总体思路是: 将长数据拆分为若干个小的数据包, 然后使用单个的数据帧对其逐一传送, 接收节点再将接收的数据进行重组还原^[4]。

通过介绍 SAE J1939 协议定义的多包数据传输原理和传输过程, 并结合工程实践, 对多包传输协议的应用过程进行了分析。

文中涉及的术语及缩写如表 1 所示。

1 SAE J1939 多包数据传输协议

SAE J1939 协议在数据链路层定义了多包数据传输的方法。多包传输协议定义了两个方面的内容: 消息的拆装和重组以及连接管理^[5-6]。

(1) 数据的拆分、打包和重组。SAE J1939 协议定义 CAN 数据帧数据域的长度为 8 字节。在进行长数据传输时, 组成长信息的单个数据包必须能被识别出来以便接收节点正确重组。为此便于识别, 把单个数据包的数据域首字节定义为数据包的编

号, 每个数据包都会被分配到一个从 1 到 255 的序列编号; 数据域的后 7 个字节用来存放有效的数据。最后一个数据包如果有未使用的位, 均以 0xFF 填充。消息帧被接收节点接收以后, 接收节点按数据域首字节中的序号重新组合出原来的数据。

表 1 术语及缩写

缩写	术语	中文释义
TP	Transport Protocol	传输协议
CM	Connection Management	连接管理
RTS	Request to Send	请求发送
CTS	Clear to Send	允许发送
/	EndOfMsgAck	结束应答
/	Abort	放弃连接
BAM	Broadcast Announce Message	广播公告报文
DT	Data Transmission	数据传输

(2) 连接管理。数据传输需要首先在节点之间建立连接。连接管理主要是对节点之间连接的建立和关闭、数据的传送过程进行管理。SAE J1939 协议中定义了用于点对点会话的请求发送帧、允许发送帧、结束应答帧、放弃连接帧及用于全局会话的广播帧 5 种帧结构。

收稿日期: 2015-11-12; 修回日期: 2015-12-10

作者简介: 谢娟娟(1985-), 女, 河南新郑人, 助理实验师, 硕士, 主要从事实验室建设管理、机械工程专业教学与研究。

2 连接管理(TP.CM)

SAE J1939-21 协议中定义的连接管理有两种类型^[7]:

(1) 点对点会话.多包消息需要发送到指定目标地址时使用的一种连接管理,这种类型的连接管理用于处理节点间虚拟连接的打开、使用和关闭.

(2) 广播会话.如果消息是发送到多个节点或者是全局,则不需要数据流控制和关闭的管理功能,只需要通过广播消息来通知信息的发送即可.

SAE J1939-21 协议定义了一个专用的 PGN 参数组(60416(00EC00₁₆)) 用于多包传输的连接管理.该报文中,数据域的首字节为控制字节,通过改变控制字节的数据可以实现不同的控制功能,完成数据传输过程的连接管理.

TP.CM 的具体信息如表 2 和表 3 所示:

表 2 TP.CM 参数组描述^[8]

参数组名称	连接管理(TP.CM)
更新速率	由传递的 PGN 决定
数据长度	8 字节
DP	0
PF	236
PS	DA
P	7
PGN	60416(00EC00 ₁₆)

表 3 TP.CM 参数组功能的参数范围^[8]

参数组功能描述	参数范围
控制字节	0-15,18,20-31,33-254 保留给 SAE 分配
报文大小,字节数	9-1 785(2 字节) , 0-8,1 786-65 535 禁用
全部数据包数	2-255(1 字节) ,0 禁用
最大数据包数	2-255(1 字节) ,0-1 禁用
能够发送的数据包数	0-255(1 字节)
要发送的下一个数据包编号	1-255(1 字节) ,0 禁用
包编号	2-255(1 字节) ,0 禁用

2.1 点对点会话

当多包消息需要发送到指定目标地址,需要使

用点对点会话模式.具体过程如下^[9-10]:

首先在发送节点与接收节点之间建立连接.节点之间连接的建立通过发送节点向接收节点发送请求帧而建立.发送节点发送一条请求发送消息(TP.CM_RTS) 给接收节点.在接收到 TP.CM_RTS 以后,接收节点可以根据实际情况选择是接受或者拒绝.

接收节点如果有足够的空间来接收数据并且数据有效,则发送 1 个允许发送帧(TP.CM_CTS) .当发送节点接收到 TP.CM_CTS 后,就认为连接已经建立了,数据传输正式开始.接收节点在数据接收全部完成后,发送 1 个结束应答帧“TP.CM_End-OfMsgAck”给消息的发送者来释放连接,连接关闭,数据传输结束.

如果存储空间不够或数据无效等原因,接收节点需要拒绝连接,则发送放弃连接的消息(TP.CM_Abort) ,连接关闭.

在点对点模式的数据传输过程中,由接收节点负责调整节点间的数据流控制.如果连接已经建立,接收节点想停止数据流,它可以再 TP.CM_CTS 中把要接收的数据包数目设置为零,以此来停止数据的传送.当数据流传输需要暂停几秒时,接收节点必须每 0.5 秒(T_h) 重复发送一次 TP.CM_CTS,来告知发送者连接没有中断.

点对点会话过程中,发送节点或者接收节点在任何时候都可以使用 TP.CM_Abort 消息来终止连接.当接收到 TP.CM_Abort 时,所有已传送的数据包将被丢弃.

点对点会话中用到的连接管理报文的参数如表 4 所示.

2.2 广播会话

当多包消息不需要发送到指定目标地址时,可以使用广播会话.

发送节点首先要发送一条广播公告消息 TP.CM_BAM,向其他节点声明自己要发送多包消息.之后直接开始发送数据,而不必等待接收节点的响应.数据发送完毕后也没有关闭连接的操作.

在 BAM 消息中,包含了即将广播的长消息的参数组编号、消息大小和它被拆装的数据包的数目^[11-12].TP.CM_BAM 的具体参数如表 5 所示.

表 4 连接管理报文的参数描述

数据域 消息类型	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6~8
TP.CM_RTS	16	整个报文的大小,字节数		全部数据包数	响应一个 CTS 能够发送的最大数据包数, FF ₁₆ 表明对发送节点没有限制	打包报文 PGN
TP.CM_CTS	17	能够发送的数据包数,不能超过 RTS 中 Byte5 的数值	要发送的下一个数据包编号	SAE 保留,以 FF ₁₆ 填充		
TP.CM_Abort	255	放弃连接的原因: 1.已存在点对点会话,不支持其他的点对点会话; 2.系统资源被占用,此会话被终止; 3.超时,本次连接放弃并关闭; 4.250 保留; 251 – 255 遵循 SAE J1939-21	SAE 保留,以 FF ₁₆ 填充			
TP.CM_EndofMsgAck	19	整个报文的大小,字节数		全部数据包数	SAE 保留,以 FF ₁₆ 填充	

表 5 TP.CM_BAM 参数描述

广播公告(TP.CM_BAM):全家目标地址	
Byte1	控制字节=32
Byte2,3	整个报文的大小,字节数
Byte4	全部数据包数
Byte5	SAE 保留,以 FF ₁₆ 填充
Byte6~8	打包报文 PGN

3 数据传输(TP.DT)

SAE J1939-21 协议定义了一个专用的 PGN 参数组(60160(00EB00₁₆)) 来传输拆分后的数据.数据传送报文 TP.DT 的参数组结构如表 6 所示:

在数据传送报文中,数据域的第 1 个字节用作消息帧的序号,后 7 个字节用来存放有效数据.单次可以发送 255×7=1 785 个字节的数据(255 表示最大能够发送的包数; 7 表示每包消息帧的字节数).数据包按照包编号顺序逐个发送,最后一个数据包中未用的字节按规定进行填充.

4 多包传输协议的应用分析

4.1 点对点会话

点对点会话的过程如图 1 所示.图 1 描述了基于请求、应答模式的连接管理及数据传输.

表 6 TP.DT 参数组描述

参数组名称	数据传输(TP.DT)
更新速率	由传送的 PGN 决定
数据长度	8 字节
DP	0
PF	235
PS	DA,对于 TP.CM_BAM,DA=255
P	7
PGN	60160(00EB00 ₁₆)
Byte1	包编号
Byte2~8	打包的数据内容.如果最后一包不足 8 个字节,剩余的字节以 FF ₁₆ 填充

发送节点首先发送 TP.CM_RTS 报文到接收节点,目的是请求传输一个 PGN 为 65259 的数据包,

该数据包字节长度为 23 字节,分为 4 包进行传输。

接收节点收到请求消息后,发送 TP.CM_CTS 报文,依据该报文,允许单次连续发送 2 包的数据。

传输过程中,接收节点通过将 TP.CM_CTS 报文中要接收的数据包数目设置为零,中止了数据的传送,之后重新发送 TP.CM_CTS 报文,从第 3 包数据开始重新接收。

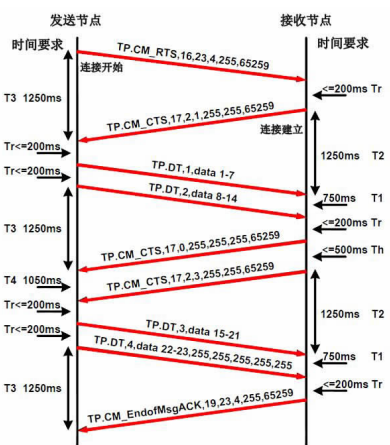


图 1 点对点会话过程图

Time	PGN	Na	Event Type	SendNode	ReceiveNode	Scr	D...	Pr...	Dir	DLC	Data	J1939 Interpretation	J1939V
13.102338	EA00p		CAN Frame	ECU 24	EMS	18	00	6	Tx	3	CA FE 00	[RqST] Request PGN:FECap	
13.106102	EC00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	10 52 00 0C FF CA FE 00	[TP] RTS PGN:FECap Size: 82 Packets: 12	
13.262410	EC00p		CAN Frame	ECU 24	EMS	18	00	6	Tx	8	11 0C 01 FF FF CA F1 00	[TP] CTS PGN:FECap Next: 1 Packets: 12	
13.266046	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	01 57 FF 5B 00 04 05 6E	[TP] Sequence: 1	
13.266618	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	02 00 03 02 6C 00 04 02	[TP] Sequence: 2	
13.267175	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	03 0D 0E 02 0D A8 00 10	[TP] Sequence: 3	
13.267727	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	04 04 A5 02 03 1B 94 04	[TP] Sequence: 4	
13.268283	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	05 03 02 69 00 03 02 66	[TP] Sequence: 5	
13.268840	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	06 00 04 02 9D 00 03 34	[TP] Sequence: 6	
13.269400	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	07 61 00 03 05 64 00 02	[TP] Sequence: 7	
13.269956	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	08 02 3F 0A 04 08 9A 0C	[TP] Sequence: 8	
13.270508	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	09 09 05 08 11 03 04 E1	[TP] Sequence: 9	
13.271657	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	0A 06 03 06 0E 06 0B 1B	[TP] Sequence: A	
13.272213	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	0B EE 10 04 08 21 0D 04	[TP] Sequence: B	
13.272773	EB00p		CAN Frame	EMS	ECU 24	00	18	6	Rx	8	0C 05 21 0D 02 06 FF FF	[TP] Sequence: C	
13.470802	EC00p		CAN Frame	ECU 24	EMS	18	00	6	Tx	8	13 52 00 0C FF CA FE 00	[TP] EoMA PGN:FECap Size: 82 Packets: 12	
13.470802	FECap		DM1 J1939 Frame	EMS	ECU 24	00	--	6	Rx	82	57 FF 5B 00 04 05 6E 00 03...		

图 2 某发动机控制单元点对点会话图

4.2 广播会话应用分析

图 3 描述了基于广播模式的多包数据传输过程: 发送节点首先发送一条广播消息, 请求传输一个 PGN 为 65260 的数据包, 字节长度为 17 字节, 包长度为 3 包; 之后无需等待任何节点的响应, 直接开始顺序发送数据。

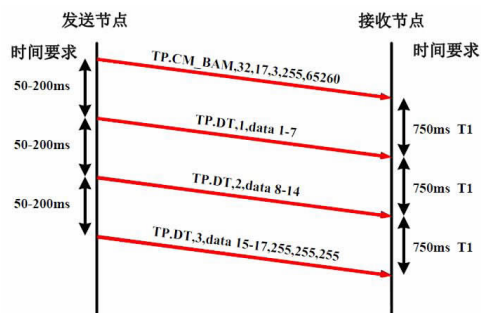


图 3 广播公告传输过程图

下面以国内某发动机控制单元 EMS 为例, 介绍点对点会话在工程实践中的应用, 该实例中, 数据传输过程如图 2 所示:

(1) 首先, 使用测试设备模拟一个仿真节点用来激活发动机控制单元, 节点源地址为 24(即下图 ECU24)。仿真节点发送一则请求 EMS 系统 DM1 报文 PGN 的报文: Request Message ID: 18EA0018, DLC: 3, Data: CA FE 00;

(2) EMS 在接收到 Request Message 后发送 TP.CM_RTS 报文, 请求发送多包报文, 数据长度为 82 个字节, 整个数据分为 12 包进行传输;

(3) 仿真节点模拟接收节点, 发送一则 TP.CM_CTS 报文, 准许 EMS 发送数据, 要求是: 从第一包数据开始, 连续发送完所有 12 包数据;

(4) EMS 收到消息后, 通过 TP.DT 报文, 顺序连续发送数据;

(5) 仿真节点在接收完最后一包数据后(包编号为: C₁₆), 发送 TP.CM_EndofMsgAck 报文(图中 EoMA)来释放连接, 连接关闭。

下面以国内某厂家发动机控制系统 EMS 为例, 介绍广播传输的过程, 该 EMS 支持广播公告。某工况下, EMS_DM1 报文长度为 78 个字节, 整个数据的传输分为 12 包, 其传输过程如图 4 所示。

5 结论

SAE J1939 协议定义的多包数据传输机制在商用车 CAN 网络系统设计中有着广泛的应用。在 ECU 开发过程中, 如果没有考虑到多包数据的传输需求, 并按照统一的收发机制进行设计, 很可能造成网络节点不兼容的现象, 影响网络系统的功能。充分理解和掌握多包数据传输机制, 才能更好地指导 CAN 网络系统的设计和零部件的开发, 提升网络系统的质量。

Time	PGN	Name	EventType	Se..	Scr..	Pr.	DLC	Data	J1939Interpretation
7.704790	EC00p	EMS_TP_CM	CAN Frame	EMS	00	6	8	20 4E 00 0C FF CA FE 00	[TP] BAM PGN:FECap Size: 78 Packets: 12
7.757231	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	01 57 FF 5B 00 04 05 6E	[TP] Sequence: 1
7.811000	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	02 00 03 02 6C 00 04 02	[TP] Sequence: 2
7.865894	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	03 0D 0E 02 0D A5 02 03	[TP] Sequence: 3
7.921112	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	04 1B 94 04 03 02 69 00	[TP] Sequence: 4
7.977274	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	05 03 02 66 00 04 02 9D	[TP] Sequence: 5
8.031037	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	06 00 03 34 61 00 03 05	[TP] Sequence: 6
8.085370	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	07 64 00 02 02 3F 0A 04	[TP] Sequence: 7
8.141119	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	08 08 9A 0C 09 05 08 11	[TP] Sequence: 8
8.197273	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	09 03 04 E1 06 03 06 0E	[TP] Sequence: 9
8.251006	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	0A 06 0B 1B EE 10 04 08	[TP] Sequence: A
8.305319	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	0B 21 0D 04 05 21 0D 02	[TP] Sequence: B
8.361169	EB00p	EMS_TP_DT	CAN Frame	EMS	00	6	8	0C 06 FF FF FF FF FF FF	[TP] Sequence: C
8.361169	FECap	EMS_DM1	J1939 Frame	EMS	00	6	78	57 FF 5B 00 04 05 6E 00 03 02 6C 00 04 02 0D 0E 02 0D A5...	

图4 某发动机控制单元广播会话图

参考文献:

- [1] 罗峰, 孙泽昌. 汽车 CAN 总线系统原理、设计与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010: 80-105.
- [2] 刘明. J1939 协议在 ECU 通信中的应用研究 [J]. 电子科技, 2015, 28(5): 36-38.
- [3] 邓刚, 杨冰. 基于 J1939 协议解析与数据库创建 [J]. 电子制作, 2015(2): 106.
- [4] 张超. 基于 CAN 总线的车载 GPS 导航系统研究 [D]. 沈阳: 东北大学, 2007.
- [5] 陈石东. 汽车 CAN 总线数字传感器数据传送技术研究 [D]. 厦门: 厦门大学, 2008.
- [6] 相铁武. 基于 CAN/LIN 总线的汽车电子网络化研究和应用 [D]. 南京: 南京理工大学, 2007.
- [7] 李永强, 宋希庚, 薛冬新. CAN 局域网及 J1939 协议在货车和客车上的运用 [J]. 汽车工程, 2003, 25(4): 377-352.
- [8] 张峰魁. 基于 CAN 总线的 LNG 气瓶监测系统的研究与实现 [D]. 西安: 电子科技大学, 2012.
- [9] 高松, 高燕. 浅谈 J1939 协议在客车 CAN 总线中的应用 [J]. 农业装备与车辆工程, 2005(2): 29-31.
- [10] 朱正礼, 孙磊, 兰志波. 商用车 OBD 诊断协议与标准 [J]. 汽车电器, 2011(8): 11-16.
- [11] 陆世鹏, 许勇, 陈伟波. 基于 SAE J1939 协议的车辆下线检测系统设计 [J]. 汽车技术, 2013(2): 41-45.
- [12] 骆志宏, 许勇, 马秋香. 商用车在线故障诊断系统设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23(4): 1098-1101.

SAE J1939 multi packet transmission protocol and application analysis

XIE Juanjuan¹, LI Jin¹, ZHENG Chuangming²

(1.School of Mechanical & Electrical Engineering, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466001, China; 2.School of Physical & Telecommunication Engineering, Zhoukou Normal University, Zhoukou 466001, China)

Abstract: In this paper, transport protocol and transport process for multiple packet data was introduced detailedly. This transport protocol was defined in SAE J1939-21 protocol and used in CAN network design of commercial vehicles. Then, the application of multiple packet transport was analyzed based on the components of CAN network. The protocol is of great significance to the diagnosis of message data processing.

Key words: multiple packet data; transport protocol; SAE J1939