

团 体 标 准

T/CSAEXX—20XX

车载音视频桥（AVB）技术要求

Technical requirements of automotive audio video bridge (AVB)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	1
3.1. 术语、定义	1
3.1.1. 节点	1
3.1.2. 桥节点	1
3.1.3. 源节点	2
3.1.4. 目标节点	2
3.1.5. 端节点	2
3.1.6. 信道	2
3.1.7. 车载音视频网络	2
3.1.8. 域	2
3.2. 缩略语	2
4 车载 AVB 网络架构	3
5 功能要求	4
5.1. 以太传输	4
5.2. 时钟同步	4
5.2.1. 同步精度	4
5.2.2. 节点和端口时钟类型	4
5.2.3. 邻节点传输延迟	5
5.2.4. 同步信息发送间隔	5
5.3. 传输调度	6
5.3.1. 带宽预留	6
5.3.2. 调度机制	6
5.4. 流过滤和管控	6
5.5. 业务封装	6
5.6. 数据加密和完整性保护	7
5.7. 链路冗余	7
6 网元要求	7
6.1. 桥节点	7
6.2. 源节点	7
6.3. 目标节点	8
参 考 文 献	9

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国智能网联汽车产业创新联盟提出。

本标准起草单位：华为技术有限公司、中国信息通信研究院、国汽（北京）智能网联研究院有限公司、浙江吉利汽车研究院有限公司、长城汽车股份有限公司、帝亚一维新能源汽车有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、苏州裕太车通电子科技有限公司、是德科技（中国）有限公司、东软集团（大连）有限公司、上海博泰悦臻电子设备制造有限公司、杭州云动智能汽车技术有限公司。

本标准主要起草人：张兴新、李巍、常伟、王学寰、户亚松、傅强、李晨博、王意、李爽、严伟、周轩羽、李利平、李春林、郑洪江、全剑敏、朱正龙、王传鑫

车载音视频桥（AVB）技术要求

1 范围

本技术要求规定了车载音视频应用对车载通信网络的要求和性能指标。
本技术要求适用于车载音视频通信网络，其他车载通信网络应用也可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IEEE 802.1BA	IEEE 局域和城域网标准—音视频桥接系统（IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Audio Video Bridging (AVB) Systems）
IEEE 802.1AS	IEEE 局域和城域网标准—桥接局域网时间敏感应用的定时和同步（IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks — Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks）
IEEE 802.1Qav	IEEE 局域和城域网标准—虚拟桥接局域网 补丁 12：时间敏感业务流的转发与排队（IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Virtual Bridged Local Area Networks—Amendment 14: Forwarding and Queuing for Time-Sensitive Streams (FQTSS)）
IEEE 802.1Qat	IEEE 局域和城域网标准—虚拟桥接局域网 补丁 14：流预留协议（IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Virtual Bridged Local Area Networks—Amendment 14:Stream Reservation Protocol）
IEEE 1722	IEEE 桥接局域网时间敏感应用的传输协议（IEEE Standard for a Transport Protocol for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks）

3 术语、定义和缩略语

下列术语、定义和缩略语适用于本文件。

3.1 术语、定义

下列术语、定义适用于本文件。

3.1.1 节点

车载音视频网络中，桥节点、端节点的统称。

3.1.2 桥节点

车载音视频网络中，中转音视频流的桥接设备。

3.1.3. 源节点

车载音视频网络中，音视频流的源终端设备。

3.1.4. 目标节点

车载音视频网络中，音视频流的目标终端设备。

3.1.5. 端节点

源节点、目标节点的统称。

3.1.6. 信道

车载音视频网络中，连接端节点和桥节点的有线以太网缆。

3.1.7. 车载音视频网络

端节点、桥节点、信道共同构成的连续集合。

3.1.8. 域

车载音视频网络中，支持相同流预留类别(SR Class)的节点构成的逻辑集合。对于一个车载音视频网络有多个车载音视频域的情况，用“域+数字”的方式区分不同域。

3.2. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AAF	AVTP Audio Format	AVTP 音频格式
AN	Auto-negotiation	自动协商
AV	Audio/Video	音视频
AVB	Audio/Video Bridging	音视频桥接
AVTP	Audio Video Transport Protocol	音视频传输协议
BMCA	Best Master Clock Algorithm	最佳主时钟算法
CBS	Credit-Based Shaping	基于信用的整形
CVF	Compressed Video Format	压缩视频格式
C-VLAN	Customer VLAN	用户虚拟局域网
EEE	Energy Efficient Ethernet	高效以太

GM	Grand Master	时钟源
IEC	International Electrotechnical Commission	国际电工委员会
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气电子工程师协会
LAN	Local Area Network	局域网
LPI	Low Power Idle	低功耗空闲模式
MAC	Media Access Control	媒质接入控制
PSFP	Per Stream Filter and Policing	基于流的过滤策略
QoS	Quality of Service	服务质量
SR Class	Stream Reservation Class	流预留类别
SRP	Stream Reservation Protocol	流预留协议
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VID	VLAN identifier	虚拟局域网标识

4 车载 AVB 网络架构

本技术要求约束车载音视频桥(AVB)网络的层2传输。车载 AVB 网络可能包括以下网元：

- a) 源节点
- b) 目标节点
- c) 同时作为源和目标的节点
- d) 桥节点
- b) 信道

车载 AVB 网络的一个架构示例，如下图 1。

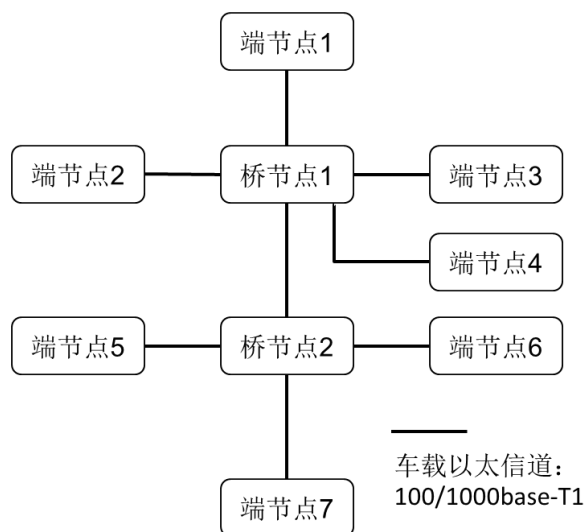


图 1：车载 AVB 网络架构示例

端节点 1~7 与桥节点 1~2，通过符合 IEEE802.3bw (100base-T1)要求的单对双绞线连接，形成一个车载 AVB 网络。

车载 AVB 网络中，由于节点配置的 SR Class 参数不同，可能形成 2 个或多个 AVB 域。如图 2 所示，域 1 由端节点 1~4、桥节点 1 构成，在域 1 内，音视频业务使用 SR Class A，优先级 3 进行传输。域 2 由端节点 5~7、桥节点 2 构成，在域 2 内，音视频业务使用 SR Class A，优先级 2 进行传输。

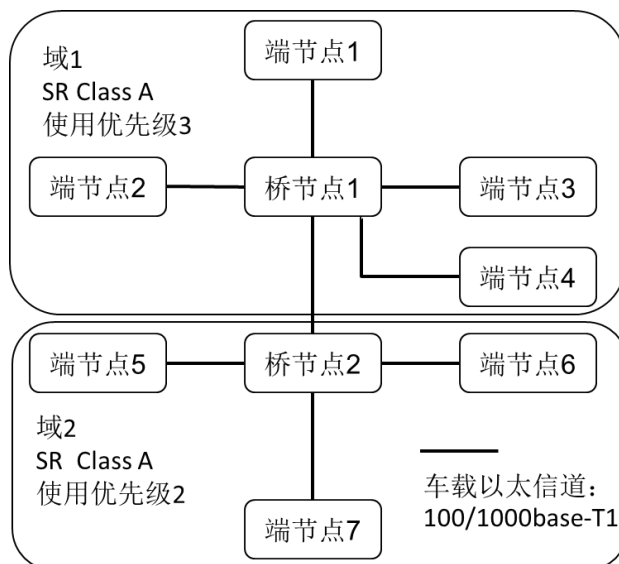


图 2：包含 2 个域的车载以太 AVB 网络架构示例

AVB 域为时钟同步域和 SRP 域的交集，时钟同步域和 SRP 域的定义参考 5.2 和 5.3。

本技术要求适用于音视频等时延敏感业务在车载 AVB 域内的 QoS 传输保障。跨 AVB 域的业务传输 QoS 不在本技术要求范围内。

5 功能要求

本章节从功能层面，细化保障 AVB 域内业务传输 QoS 的特定要求。

5.1. 以太传输

芯片&信道：支持至少 100Mbps 传输速率，符合车载以太传输标准，如 IEEE802.3bw、IEEE802.3bp。

自动协商 AN：承载音视频端口对应的 PHY 使用 IEEE802.3bp 以太传输标准时，建议不开启 AN。

高效以太 EEE：承载音视频的端口建议不启用 EEE。

包长约束：建议以太包净荷不超过 1500 字节，保持更好的前向兼容。

5.2. 时钟同步

符合 5.2 下述要求的连续节点构成时钟同步域。同一车载音视频域内的所有节点，属于同一个时钟同步域。

5.2.1. 同步精度

本技术要求采用 IEEE 802.1as 定义的时钟同步机制，为车载音视频应用的对口型、多屏同步播放等需求提供时钟同步基础。在支持 802.1as 的不超过 7 跳的车载网络中，任意两个节点间的时钟误差不超过 $1\mu\text{s}$ 。

5.2.2. 节点和端口时钟类型

为了更好地支持快速启动，建议不启用 BMCA，使用预配置方式确定端节点和桥节点在同步域中的角色，以及音视频端口时钟类型。在车内封闭环境中，时钟域内有且只有一个节点作为 GM，其余

节点均为 Slave。如图 3 所示，端节点 1 位 GM，对接桥节点 1 的端口为时钟 Master 端口，桥节点与端节点 1 对接的端口为时钟 Slave 端口。

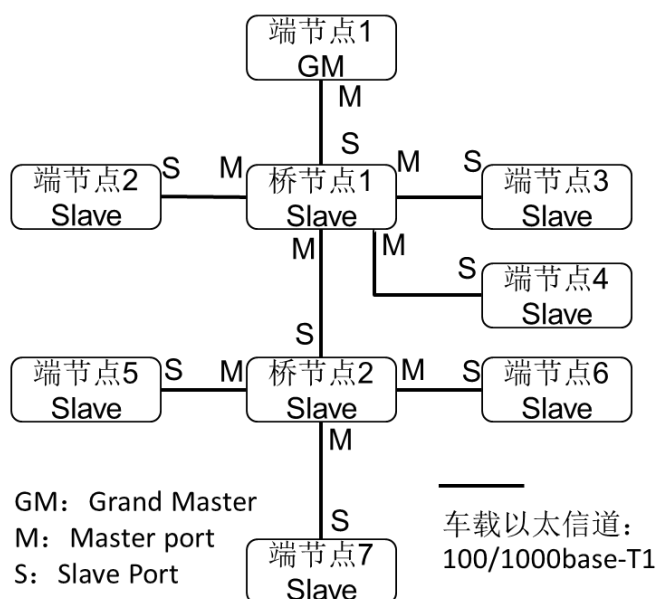


图 3：包车载以太网同步域示例

5.2.3. 邻节点传输延迟

为了更好的支持快速启动需求，可以根据信道长度等信息，预先计算出与相邻节点间的邻节点传输延迟，并存储在相应的 Slave 节点的不可破坏存储中。在启动阶段，直接使用该参数修正 Slave 节点的本地时钟。完成启动后，切换到 802.1as 定义的标准模式下工作。标准模式下获得稳定的测量值，可以用于刷新邻节点传输延迟。当测量值与邻节点传输延迟差异超过预设的阈值时，如 100ns，将测量值赋给邻节点传输延迟。多种滤波方法可以用于获得“稳定”的测量值，本技术要求不做限定。

802.1as 中，邻节点传输延迟超过邻节点传输延迟门限范围时，会导致该端口同步失败。本技术协议不允许该行为发生。

预先配置节点本地时钟间的频率差异也可能有助于加速同步，但由于这个值随时间（时飘）和温度（温飘）变化较大，作用可能有限。

5.2.4. 同步信息发送间隔

在同步的不同阶段，灵活调整时间同步信息的发送间隔，有利于平衡快速启动、低功耗、低带宽占用。初始同步阶段，配置较短的发送间隔，加快同步收敛，支持快速启动。同步维持阶段，配置较长的发送间隔，降低设备负载，减少带宽占用。推荐的时钟同步信息发送间隔如表 1 所示。

消息类型	初始同步阶段	正常维持阶段
Sync	31.25ms~125ms	125ms~1s
PdelayReq	1s	1s~8s

表 1：推荐的时钟同步信息发送间隔配置

同步信息发送间隔调整由 Slave 节点触发。Slave 节点应在完成时钟同步后 60s 内发送该调整信息，该调整信息携带希望使用的 Sync/PdelayReq 消息发送间隔。Slave 桥节点应该选择所有活跃时钟 Master 端口上的调整信息携带的最大间隔，调整 Sync/PdelayReq 消息发送间隔。

5.3. 传输调度

车载以太视频网络中，通过带宽预留+基于信用的调度机制，保证时间敏感业务的传输 QoS。符合 5.3 下述要求的连续节点构成 SRP 域。同一车载音视频域内的所有节点，属于同一个 SRP 域。

5.3.1. 带宽预留

通过预配置方式实现传输带宽预留。任一支持时延敏感业务的端口上，建议所有时延敏感业务的预留带宽和占比不超过端口总带宽的 75%。

5.3.2. 调度机制

车载以太音视频节点支持绝对优先级和 CBS 调度机制，时延敏感音视频业务优先级高于非时延敏感业务。优先级的定义，参考 IEEE802.1Q。

根据预留带宽，使用基于信道的调度机制，在满足时延敏感业务带宽需求的基础上，平滑时延敏感业务在整个系统中的传输，减少网络拥塞，确保时延上界在该业务所在 QoS 类型对应的范围内。具体细节，参考 IEEE802.1Qat。

针对时延敏感的音视频业务，本技术要求定义了 4 类 SR Class 模板，如表 2 所示。

SR Class 模板	Temple1	Temple2	Temple3	Temple4
带宽占用测量周期	125.00us	250.00us	1333.33us	1451.25us
最大传输时延	2ms	10ms	15ms	15ms

表 2 SR Class 模板

建议实际应用中选择其中最多 2 种用于传输时延敏感的音视频业务，分别对应 SR Class A 和 SR Class B。其中 SR Class A 对应时延要求较高的 SR Class 模板，在传输中使用优先级 3，SR Class B 对应时延要求较低的 SR Class 模板，在传输中使用优先级 2。

SRP 域由满足以下条件的相互连接的节点组成：

- 1) 支持 SR Class 模板相同
- 2) SR Class 模板与优先级的映射关系相同

IEEE 802.3 定义的 MAC control PAUSE、Priority-based flow control 可能影响音视频传输的 QoS 性能，建议在传输音视频的端口上不启用上述两个功能。

5.4. 流过滤和管控

使用同一 SR Class 的多条流，共用该 SR Class 预留的传输带宽。当某一个流出现异常突发时，可能挤占对其他正常流的带宽。

为了应对上述情况，可参考 IEEE Std 802.1Qci PSFP 特性，对异常流进行过滤，避免对其他正常流的影响。

5.5. 业务封装

本技术要求中，音视频业务通过 IEEE 1722 协议进行封装传输。1722 帧头中的 Presentation Time、Maximum Timing Uncertainty 与 SR Class 的对应关系如下表 3。

SR Class 模板	Temple1	Temple2	Temple3	Temple4
带宽占用测量周期	125.00us	250.00	1333.33us	1451.25us
Presentation Time	2ms	10ms	15ms	15ms
Maximum Timing Uncertainty	125us	1000us	500us	500us

表 3 1722Presentation Time、Maximum Timing Uncertainty 与 SR Class 的对应关系

建议支持的 1722 业务类型：

a) AAF(AVTP Audio Format)

16bit/24bit PCM 量化、48Khz /44.1Khz 采样率、正常/稀疏的时间戳模式。当目标节点支持的声道数低于源节点时，目标节点仅播放其声道数对应的音频采用。当源节点音源的声道数变化时，源节点通过 AAF 帧头的 Event 域指示声道变化。更多细节，参考 IEEE1722-2016 第 7 章。

b) CVF(Compressed Video Format)

H.264, MJPEG (Motion JPEG)

c) IEC 61883/II DC Format

MPEG2-TS

5.6. 数据加密和完整性保护

本技术要求暂不设计对车载音视频的数据加密和完整性保护约束。

5.7. 链路冗余

链路冗余有助于进一步提升音视频业务传输的可靠性。当源节点和目标节点之间存在多条传输路径，通过数据拷贝，使用不同的径传输，可以避免某条链路被干扰或失效导致的业务丢包或中断问题。源节点数据拷贝、目标节点重复丢弃的具体细节，参考 IEEE802.1CB-2017。

6 网元要求

本章节从网元层面，拆解车载 AVB 网络中对各网元的要求。其中基本要求为必选特性，附加要求为可选特性。

6.1. 桥节点

桥节点中，至少两个端口需要满足以下要求。

基本要求：

- a) 支持 gPTP 时钟同步
- b) 支持端口时钟角色、邻节点传输延迟配置
- c) 支持 Sync/PdelayReq 传输周期调整
- d) 支持静态带宽预留，所有 AVB 业务总带宽占该端口带宽的比例不超过 75%
- e) 至少支持 2 类优先级，其中至少一种用于音视频业务，至少一种用于非音视频业务
- f) 至少支持一种 SR Class 模板，且该 SR Class 模板与 FQTSS 支持的优先级关联
- g) 支持 SR Class B

附加要求：

- h) 支持 IEEE Std 802.1Qci PSFP
- i) 支持 IEEE802.1CB-2017

6.2. 源节点

源节点设备需要满足以下要求。

基本要求：

- a) 支持 gPTP 时钟同步
- b) 支持端口时钟角色、邻节点传输延迟配置
- c) 支持 Sync/PdelayReq 传输周期调整
- d) 支持至少 1 条音视频流发送

- e) 支持静态带宽预留，所有 AVB 业务总带宽占该端口带宽的比例不超过 75%
- f) 支持 5.5 中 Presentation Time、Maximum Timing Uncertainty 的填写
- g) 支持 5.5 中至少一种 1722 业务封装
- h) 至少支持一种 SR Class 模板，且该 SR Class 模板与 FQTSS 支持的优先级关联
- i) 支持 SR Class B

附加要求：

- j) 支持 IEEE802.1CB-2017

6.3. 目标节点

目标节点设备需要满足以下要求。

基本要求：

- a) 支持 gPTP 时钟同步
- b) 支持端口时钟角色、邻节点传输延迟配置
- c) 支持 Sync/PdelayReq 传输周期调整
- d) 支持至少 1 条音视频流接收
- e) 支持 5.5 中 Presentation Time、Maximum Timing Uncertainty 的读取
- f) 支持 5.5 中的所有 1722 业务封装

附加要求：

- g) 支持 IEEE802.1CB-2017

参 考 文 献

- [1] Automotive Ethernet AVB Functional and Interoperability Specification Revision 1.5-2016
 - [2] 802.3bp-IEEE Standard for Ethernet Amendment 1: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 100Mb/s Operation over a Single Balanced Twisted-Pair Cable
 - [3] 802.3bw-IEEE Standard for Ethernet Amendment 4: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 1 Gb/s Operation over a Single Twisted-Pair Copper Cable
 - [4] 802.1Q-IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks— Bridges and Bridged Networks
-