

智能网联汽车技术概述

第六章 汽车总线及车载网络技术



授课教师：徐冰



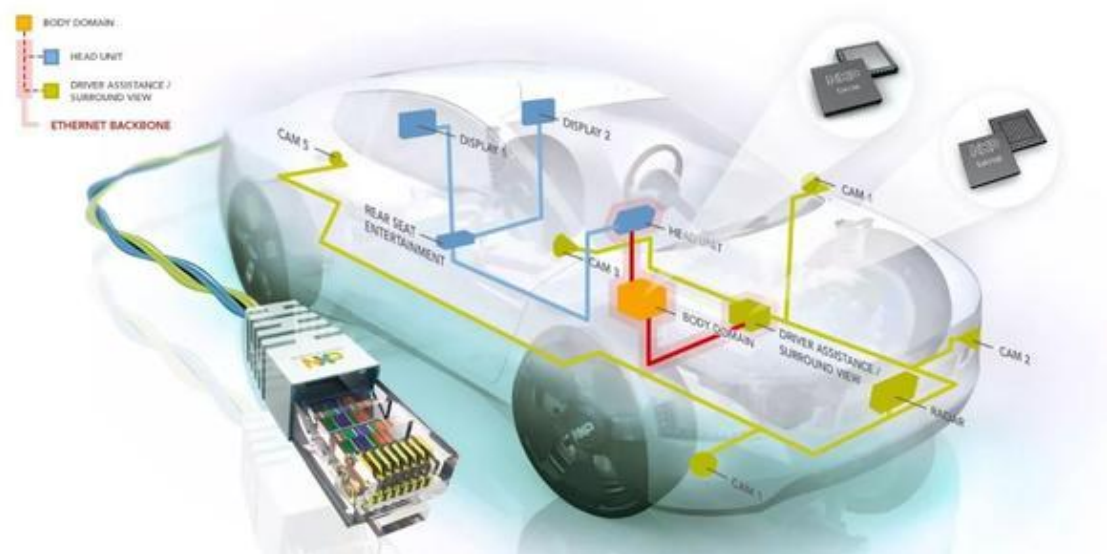
机械工业出版社

6.2

• 车载以太网

→ 车载以太网的相关技术

- 以太网（Ethernet）是互联网中使用最多和最广泛的网络技术，自从1973年5月22日作为个人计算机的局域网技术被发明以来，以太网技术快速发展并且作为IEEE 802下的一个开放标准集合。汽车智能化、网联化甚至自动驾驶时代已经到来，ADAS技术的不断创新，高质量汽车娱乐音频和视频的应用，以及OTA远程升级、V2X、大数据、云计算等技术的发展都取得了进展。车载网络容量需求的爆炸性发展明显超过了传统车载网络（如CAN或FlexRay）的承载能力，这也是以太网和汽车深度融合的机会。



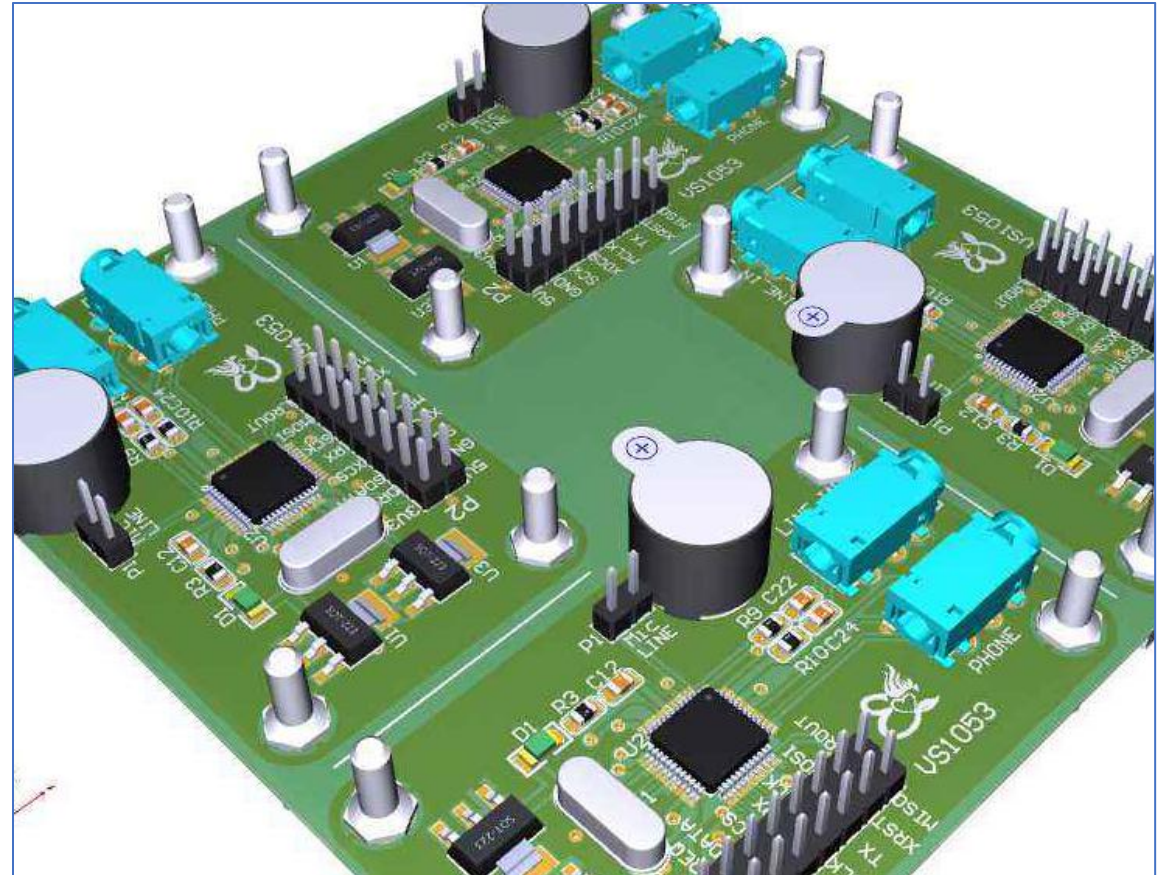
• 1. 现有的主流车载网络技术

常见车载网络对比

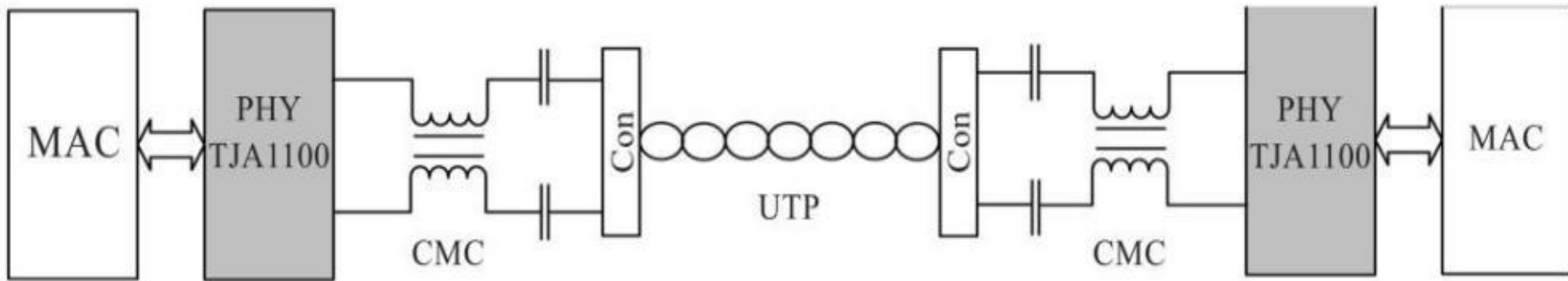
协议	最高带宽	传输介质	最大载荷	拓扑	实时	成本
CAN	1 Mb/s	双绞线	8	多主	否	低
LIN	19.2 Kb/s	单缆	8	单主	否	低
TTP/C	10 Mb/s	双绞线/光纤	128	单主	是	高
FlexRay	10 Mb/s	双绞线/光纤	254	单主	是	中
LVDS	850 Mb/s	双绞线串/并行		多主	否	低
MOST	150 Mb/s	双绞线/光纤	3 072	多主 单主	否	高
AVB	100 Mb/s	非屏蔽双绞线	1 500		否	高
Ethernet	1 Gb/s	非屏蔽双绞线	1 500		否	低

• 2. 车载以太网的物理层技术

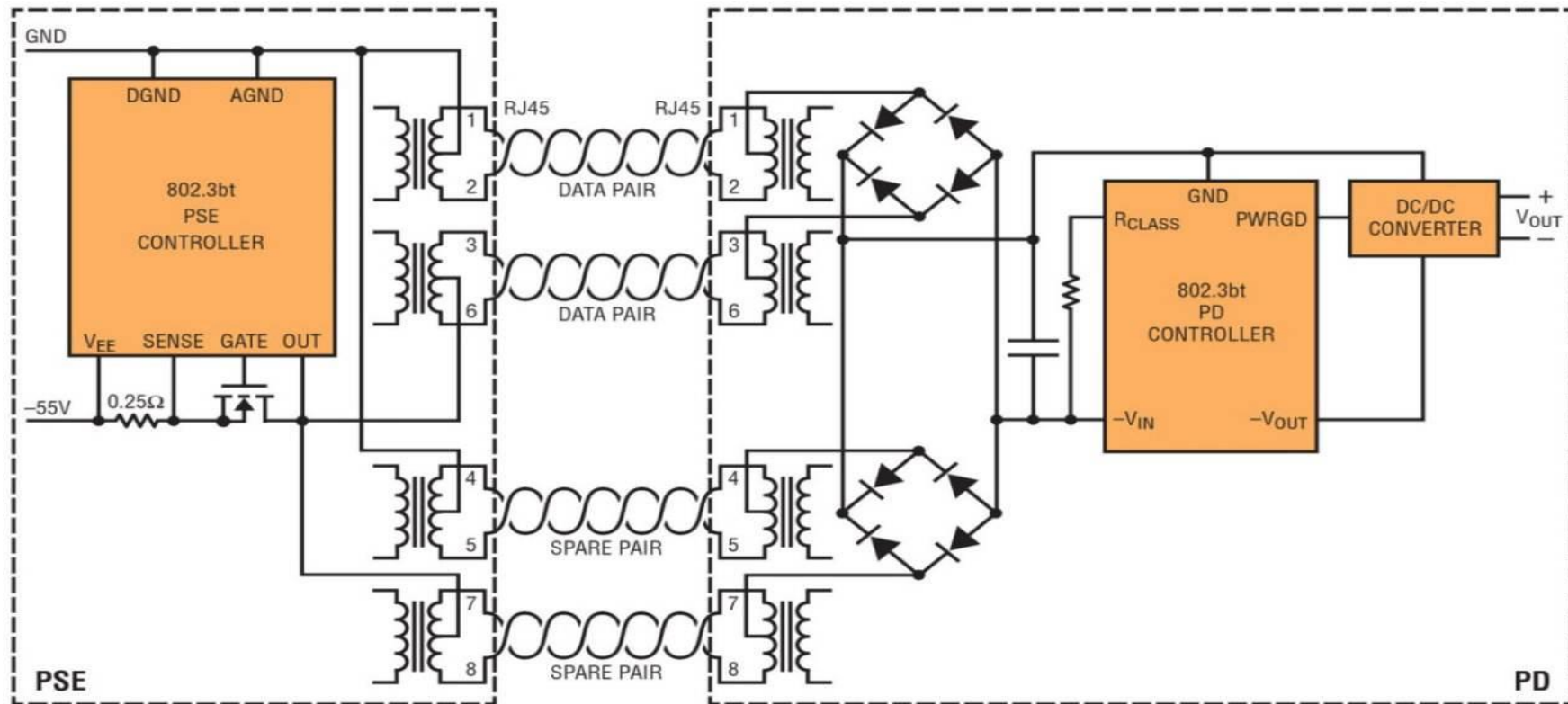
- (1) 适合车辆环境的以太网物理层元件
- 迈威尔 (Marvell) 与麦瑞半导体 (Micrel) 在 2012 年 9 月发布了全球首款完全符合 IEEE 802.3 标准的用于车载网络的以太网实体元件, 最高可支持 100 Mbit/s 的速率。麦瑞半导体推出以太网物理层芯片支持高达 125 °C 的环境温度, 目前市场上符合 AECQ-100 标准的以太网设备也并不单一, 而且针对汽车市场的需求加强了 ESD 保护 (静电保护), 可以很好地适应汽车环境变化。



- (2) BroadR-Reach的100 Mbit/s汽车以太网解决方案
- BroadR-Reach 是博通公司针对汽车环境开发的数据传输技术，其特点是可用一对 UTP（非屏蔽双绞线）实现 100 Mb/s 的传输速度，如图6-29所示，相对普通百兆以太网连接电缆开销已经显著降低。

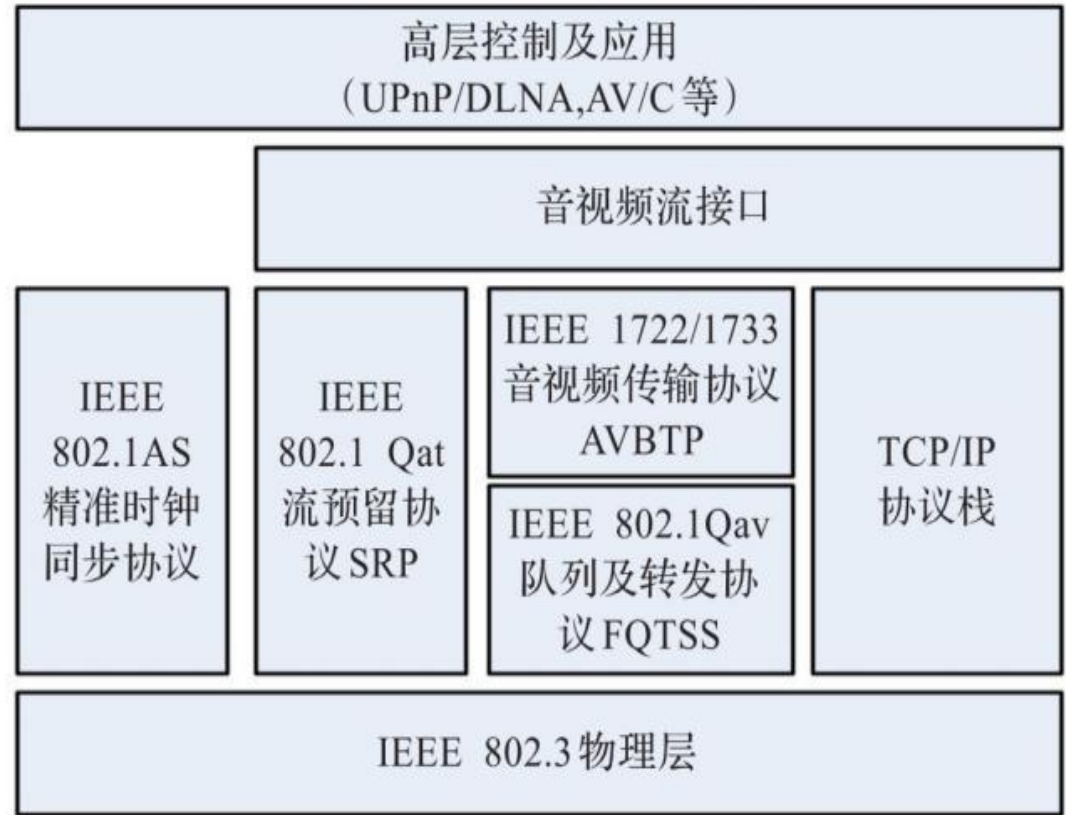


- (3) IEEE RTPGE 及 PoE 技术
- 以太网供电技术 (PoE) 是一种可以通过 CAT5 线缆传输数据信号的同时为该以太网设备进行直流供电的技术。IEEE 802.3af (15.4 W) 是第一个 PoE 标准, 是现在 PoE 应用的主流实现标准。IEEE802.3at (25.5 W) 应大功率终端的需求而诞生, 在兼容 IEEE 802.3af 的基础上, 提供更大的供电需求, 可以满足视频监控系统等大功率应用的需求。



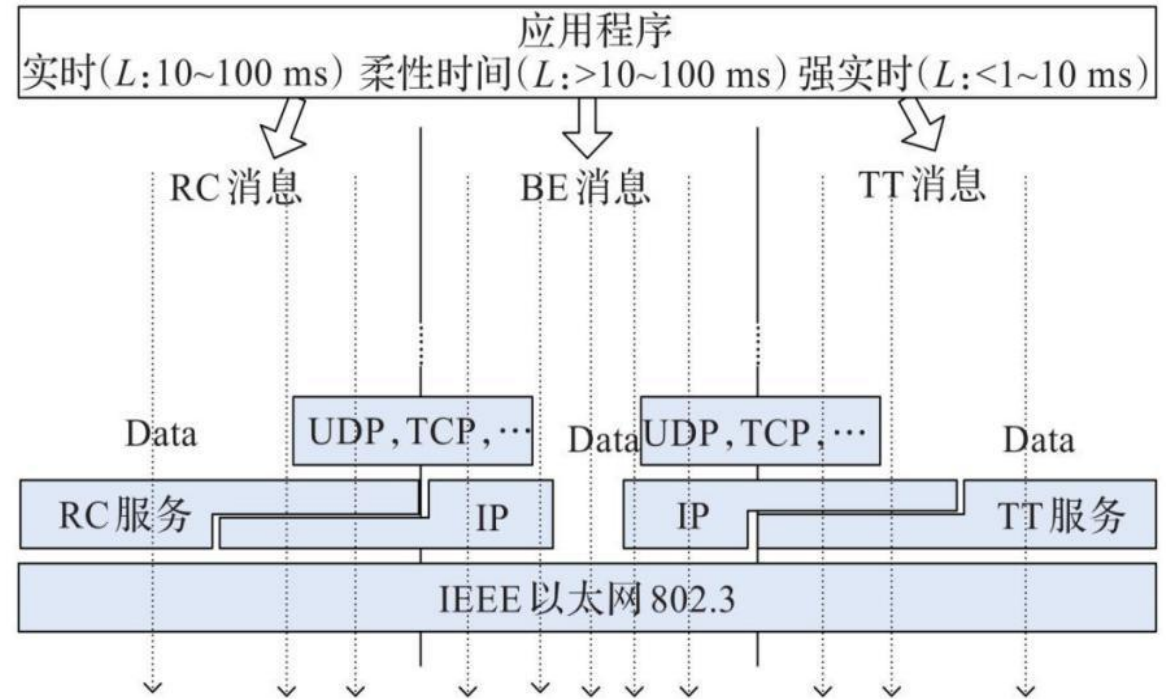
• 3. 车载以太网的链路层协议

- (1) IEEE时间敏感网络TSN
- 以太网音频视频桥接技术 (Ethernet Audio/Video Bridging , EAVB) 是在传统以太网的基础上，使用精准时钟同步，通过保障带宽来限制传输延迟，提供高级别服务质量以支持各种基于音视频的媒体应用。



- (2) TTEthernet

- 时间触发以太网 (Time Triggered Ethernet, TTEthernet) 是一种基于IEEE 802.3以太网之上的汽车或工业领域的实时通信候选网络, 它允许实时的时间触发通信与低优先级的事件触发通信共存, 使以太网具备满足高安全等级的系统要求的同时, 依然可以承担对实时性要求不过分严格但仍然有高带宽的以太网传输需求。
- TTEthernet协议控制框架如图6-31所示, TTEthernet在单一网络中可以同时满足不同实时和安全等级的应用需要, 支持三种不同的消息类型, 时间触发 (TT)、速率约束 (RC) 和尽力而为 (BE)。TT消息优先于所有其他类型, 而 RC帧是保证提供预留的带宽, BE帧可以看作是标准以太网。

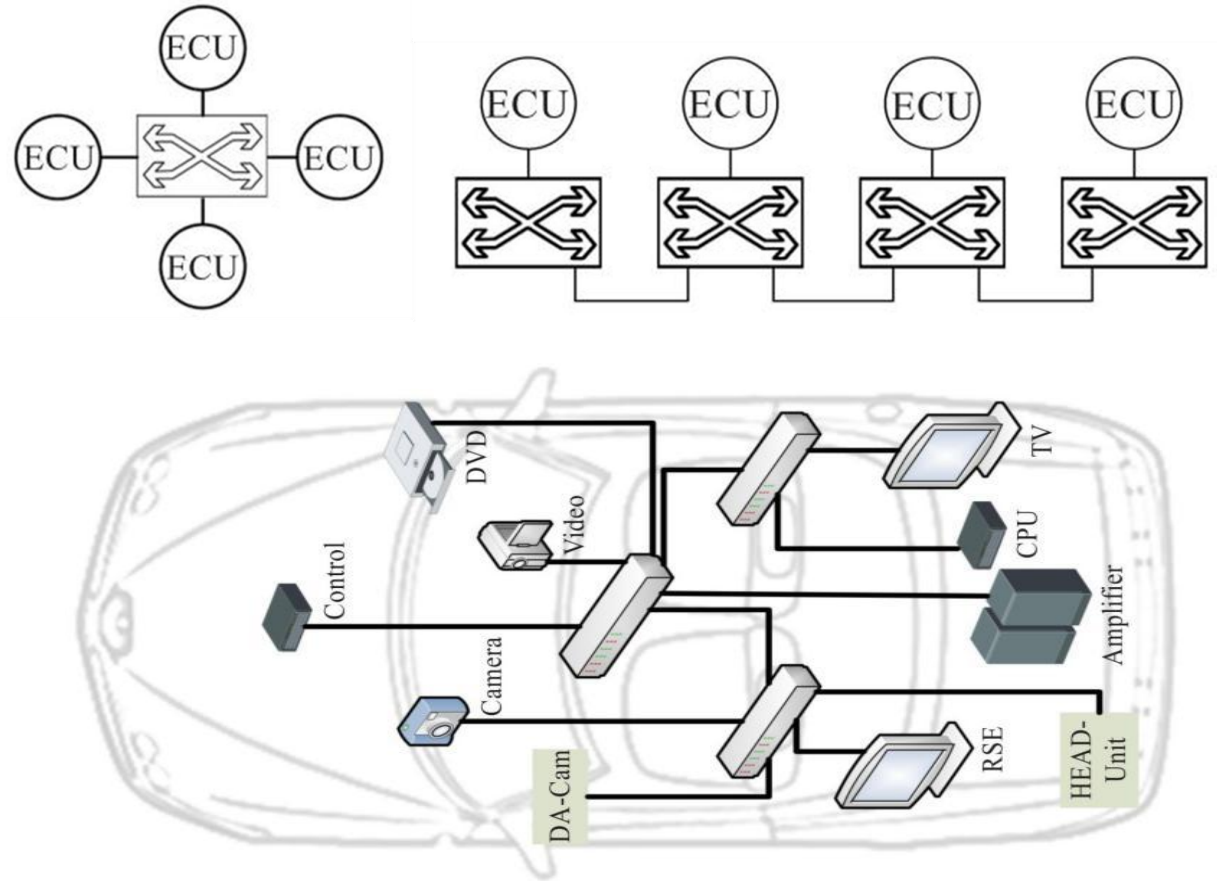


TSN和TTE对比

以太网技术	时间敏感网络 TSN	TTEthernet
消息类型	速率约束(RC) 实时通信 A,B 尽力而为(BE)	时间触发(TT) 速率约束(RC) 尽力而为(BE)
时间同步	IEEE 802.1AS 精准时钟定时和同步(gPTP)	IEEE 1588 V2
交换机技术	IEEE802.1Qav 时间敏感流的转发和排队(FQTSS) IEEE802.1Qat 流预留协议(SRP)	TT 消息具有最高优先级 Time Triggered 周期性任务表
数据帧格式/Byte	Header:18 StreamID:8 TimeStamp:4 AVB stream data:34-1488 CRC:4	CT-Marker:4 CT-ID:2 TTEthernet-payload:46-1500 CRC:4

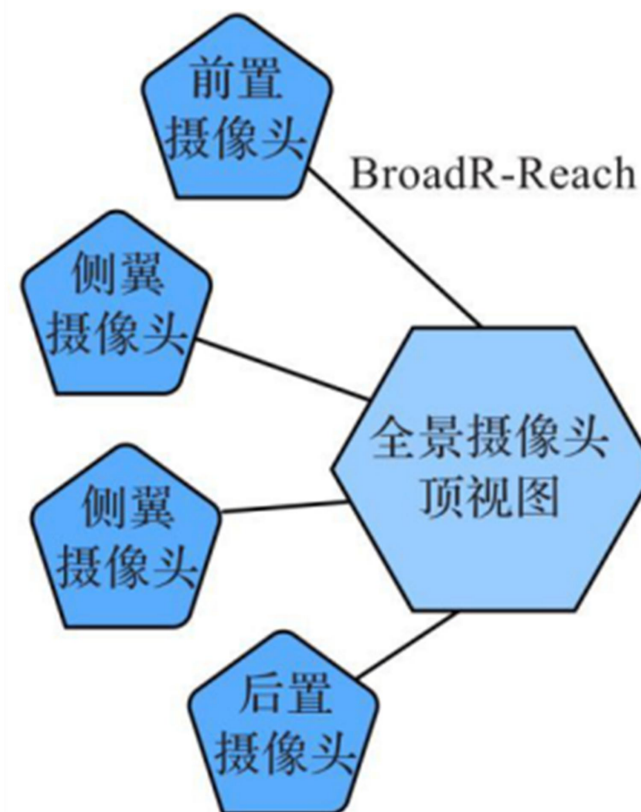
4. 车载以太网拓扑

- 车载以太网常见的拓扑结构有星型、菊花链型和树型，这些结构在交换式以太网中支持 IEEE 802.3和IEEE 802.1Q标准。
- 星型拓扑结构特点是管理方便、极易扩展、安装维护成本低，但由于要专用的网络设备（如交换机）作其核心节点，对核心设备的负担较重，可靠性要求高，各站点的分布处理能力较低。菊花链型拓扑结构特点是由星型结构的基础网络构成，通过菊花链或串行的方式增加下一个节点。菊花链型拓扑结构容易扩展，各站点可以分布处理，网络设备的负担相对较轻，但节点之间的通讯相对较复杂，安装维护成本较高。
- 结合以上两种拓扑结构实现了树型结构，在汽车网络中权衡了良好的分布处理性能和安装维护成本，图6-34给出了一种树型结构的车载以太网实施方法。

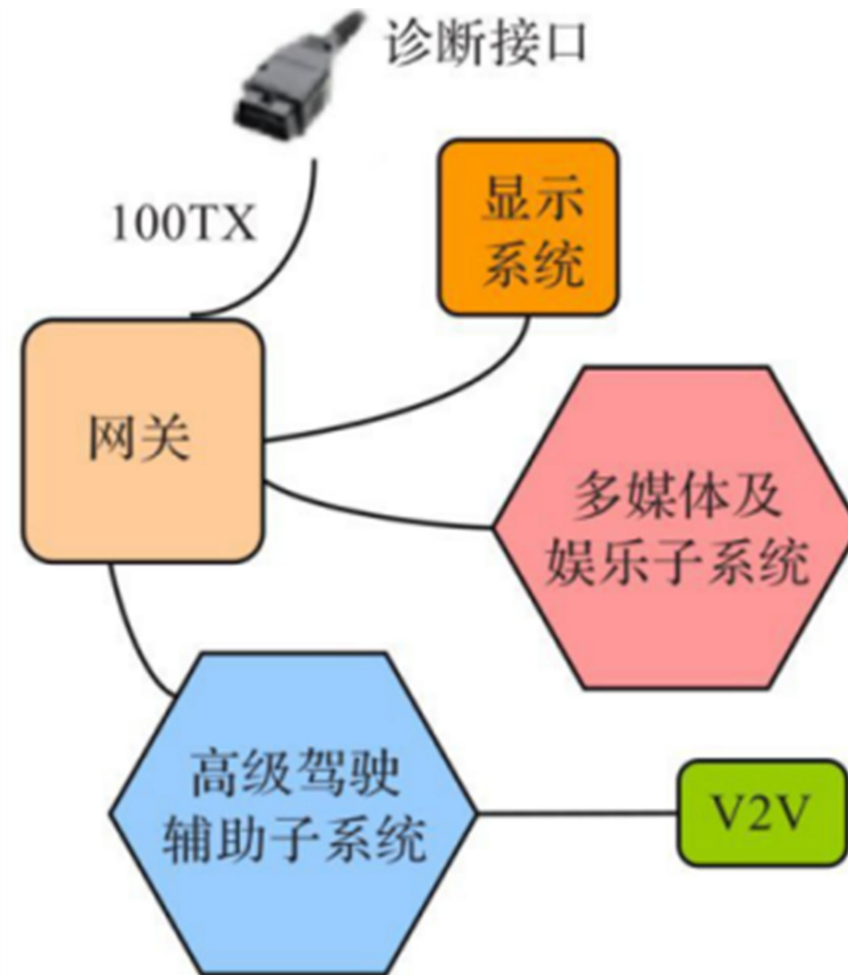


- **以太网以其通用性、开放性、高带宽、易扩展、易互联等特性，成为一种新型的车载网络，目前可以预期的车载以太网的发展可分为三个阶段：**

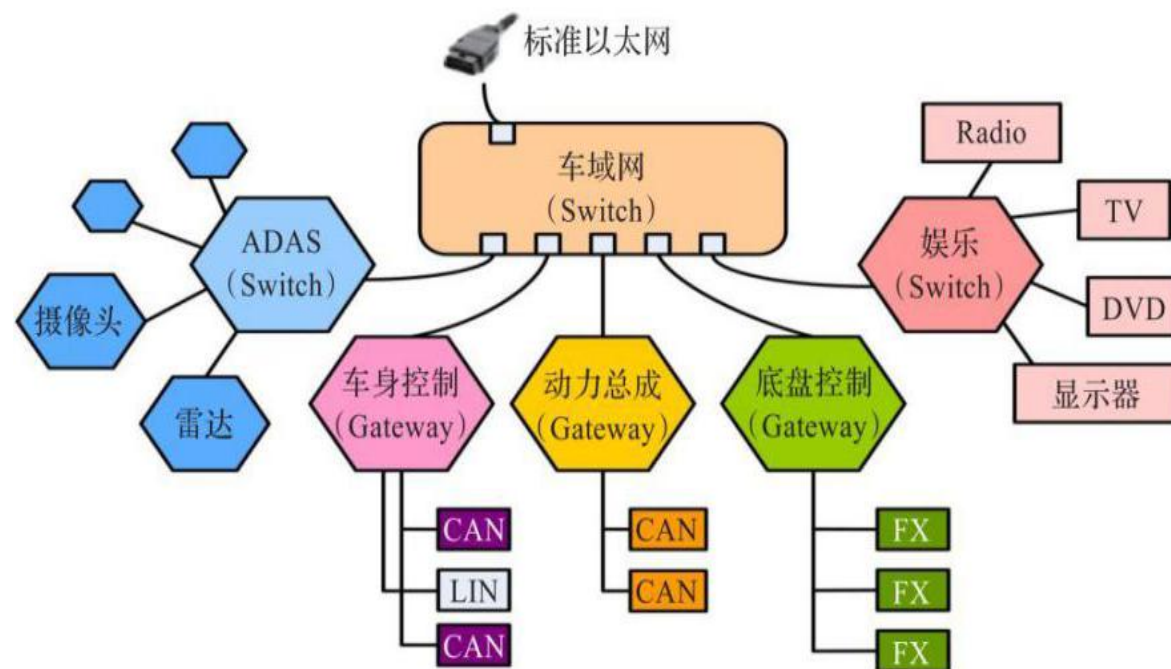
- 第一阶段：子系统级别
- 单独在某个子系统使用以太网。这一阶段的衍生产品目前已经在整车上实施，如基于 DoIP 标准的 OBD 诊断设备；或已有示例应用，如使用 IP 摄像头的驾驶辅助系统。



- 第二阶段：架构级别
- 将几个子系统功能整合，形成一个拥有功能集合的小系统将多媒体，驾驶辅助和诊断界面结合在一起，融合了传感器、全景摄像头及雷达等多种数据。因为可以保证更高的带宽和更低的延迟，在涉及安全方面的应用，摄像头可以使用更高分辨率的未压缩的数据传输，从而避免如压缩失真等导致障碍物检测失败的问题。



- 第三阶段：域级别
- 前两个阶段专注于一个特定的应用领域，第三阶段使用以太网为车载网络骨干，集成动力总成、底盘、车身、多媒体、辅助驾驶，真正形成一个域级别的汽车网络。
- 辅助驾驶系统可以采用以太网传输高清摄像头和高精度雷达数据，娱乐系统可以使用以太网传输视频和音频数据，车辆相关数据（车辆状态数据、道路环境高清视频数据、雷达数据）可以通过远程信息处理模块或V2X传输到外部云端平台、基站、数据控制中心等，车辆娱乐系统控制器可以通过4G/5G/Wi-Fi、蓝牙等方式下载音频和视频。





感谢聆听

