



智能网联汽车接口标准体系 研究报告



全国汽车标准化技术委员会
智能网联汽车分技术委员会

2023 年 11 月

目 录

前 言	1
1 概述	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究范围	2
1.3 研究目的	2
2 智能网联汽车接口标准体系关键技术分析	3
2.1 物理电气接口关键技术分析	3
2.1.1 数据传输用连接器与线缆	3
2.1.2 供电用连接器与线缆	9
2.2 通信协议接口关键技术分析	10
2.2.1 有线通信协议	10
2.2.2 无线通信协议	21
2.3 系统软件接口关键技术分析	24
2.3.1 车控操作系统系统软件接口	24
2.3.2 车载操作系统系统软件接口	25
2.4 逻辑语义接口关键技术分析	26
2.5 设备服务接口关键技术分析	31
2.6 车外信息交互接口关键技术分析	32
3 智能网联汽车接口标准现状	34
3.1 物理电气接口标准	34

3.1.1	数据传输用连接器与线缆标准	34
3.1.2	供电用连接器与线缆标准	36
3.2	通信协议接口标准	37
3.2.1	有线通信协议标准	37
3.2.2	无线通信协议标准	44
3.3	系统软件接口标准	46
3.3.1	车控操作系统系统软件接口标准	46
3.3.2	车载操作系统系统软件接口标准	46
3.4	逻辑语义接口标准	47
3.5	设备服务接口标准	49
3.6	车外信息交互接口标准	51
4	智能网联汽车接口标准研制路线图	54
4.1	智能网联汽车接口标准化需求分析	54
4.1.1	标准化需求调研	54
4.1.2	调研结果分析	54
4.2	智能网联汽车接口标准体系框架	56
4.2.1	体系架构	56
4.2.2	体系内容	57
4.3	智能网联汽车接口标准规划	63

前 言

随着汽车智能化、网联化程度的不断加深，汽车软件和硬件的复杂度不断增加，对汽车行业的开发效率和成本提出了严峻挑战。为了降低适配成本，减少定制，提升产业协同效率，行业愈发需要一套完善的接口标准体系，以标准促进协同，以协同加速创新。因此，专门的、系统化的接口标准化研究正当其时。

本研究项目广泛联合整车企业、零部件供应商、检测机构等行业力量，以支撑智能网联汽车发展为宗旨，以接口为着力点，调研行业痛点，梳理标准现状，在此基础上形成接口标准体系框架，提出标准研制路线，为下一步接口标准制定提供参考。本研究不是结束，只是开端，仍需继续建立健全智能网联汽车接口标准体系，推动智能网联汽车产业发展。

在此衷心感谢参加研究报告编写的各单位、组织及个人。

组织指导：全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分标委

牵头单位：华为技术有限公司，中国汽车技术研究中心有限公司，东风商用车有限公司

参与单位：比亚迪汽车工业有限公司，重庆长安汽车股份有限公司，北京汽车研究总院有限公司，东风汽车集团有限公司，中国第一汽车股份有限公司，东软集团股份有限公司，博泰车联网科技(上海)股份有限公司，安徽江淮汽车集团股份有限公司，一汽解放汽车有限公司，舍弗勒智能驾驶科技(长沙)有限公司，中兴通讯股份有限公司，上海机动车检测认证技术研究中心有限公司，国汽智控(北京)

科技有限公司，金龙联合汽车工业（苏州）有限公司，厦门金龙旅行车有限公司，博世（中国）投资有限公司，极氪汽车(宁波杭州湾新区)有限公司，北京地平线信息技术有限公司，上海临港绝影智能科技有限公司，国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司，北京智能车联产业创新中心有限公司，北汽福田汽车股份有限公司，高通无线通信技术（中国）有限公司，上海集度汽车有限公司，岚图汽车科技有限公司，北京百度智行科技有限公司，大陆投资（中国）有限公司，国汽智图（北京）科技有限公司。

参与人员：张路，马涛，高永强，韩光省，郑继翔，李阳，刘姣，潘俊家，牛增良，王巍，张正琴，余小勇，宗文栋，张文博，范志容，郑方，高仕宁，杜雁南，韩洪学，徐立群，陈兆喜，唐焱，吴成东，李东浩，李一鸣，张桂平，詹松林，卢刚，陈晓，李玉鹏，管达志，邹涛，刘曰，黄小云，刘明春，陈琛，石添华，张文超，荆喆，李恺祺，彭方强，解瀚光，王勇，尹鸿苇，赵琳，任贵超，梁长乐，李明辉，郭海清，陈书平，殷悦，杨磊，王晓航，司华超，方伟家，程周，彭伟，赵晶，廖鹏凌，张珣，范晓宇。

1 概述

1.1 研究背景

随着汽车智能化、网联化程度的不断加深，汽车软件和硬件的复杂度也迅速暴涨，对汽车行业传统的开发方式造成了严峻挑战。汽车行业存在大量的私有和定制接口，造成汽车设计开发、测试验证的低效和浪费，已经越来越不能满足智能网联汽车发展的需求。软件上的私有接口带来大量的接口适配、驱动适配、重复标定和调整通信矩阵工作，严重制约了软件开发效率。硬件上的私有接口造成大量的硬件定制、线束定制和重复认证，拉升了硬件管理成本，增大了备件库存压力。

推动行业接口标准化是应对智能网联汽车挑战的必由之路，既有利于企业降本增效，也有助于全行业提升协同效率。接口标准化至少能够带来四个方面的价值：

1) 减少定制化开发：接口标准化能够有效降低硬件和软件接口的定制和适配，支撑产品跨车型、跨平台重用。

2) 缩短 OTA 升级周期：接口标准化有助于减少待升级部件和周边部件的适配开发、联调和测试工作量，支持部件独立升级。

3) 提升供应柔性：接口标准化有利于提供关键零部件的供应链稳健性，避免单一供货。

4) 使能新商业模式：接口标准化可能催熟硬件可扩展可更换，“即插即用”的新商业模式，使得售出车辆产品持续创造价值。

受益于接口标准化带来的产业链分工精细化和协同效率的提升，

消费者、开发者、零部件供应商、整车厂都能从接口标准化中获益。因此，构建一套涵盖各类接口范围、体现行业需求的智能网联汽车接口标准体系是智能网联汽车发展的重要支撑。

1.2 研究范围

在全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分标委于 2022 年组织开展的《智能网联汽车新型电子电气架构标准化需求研究》项目中，已经明确识别开展接口标准体系研究的必要性，并提出应规范硬件类接口和软件类接口。在此研究基础之上，项目组进一步对接口类型接口进行细分，并确定为物理电气接口、通信协议接口、系统软件接口、逻辑语义接口、设备服务接口、车外信息交互接口共 6 类。接口类型的定义和技术分析说细见第 2 章。

项目组按照接口分类在行业内开展了广泛的接口标准需求调研工作，对每一类接口的用途、标准化内容与价值进行了深入分析，最终形成了接口标准体系框架和标准研制路线图。

1.3 研究目的

本项目旨在从国内外行业技术发展现状及趋势、国内外标准现状等方面出发，联合行业力量，研究面向支撑智能网联汽车发展的接口标准化需求，梳理形成标准体系框架，提出相关的标准化路线与指导建议。项目成果将成为行业制定一套满足智能网联汽车发展需求的接口标准体系的坚实基础，从而加快推动我国智能网联汽车产业化。

2 智能网联汽车接口标准体系关键技术分析

2.1 物理电气接口关键技术分析

物理电气接口是车载部件之间用于信息传输或能量交互的硬件接口，即连接器和线缆。物理电气接口可根据用途分为数据传输用连接器与线缆和供电用连接器与线缆。

2.1.1 数据传输用连接器与线缆

数据传输用连接器与线缆根据数据传输速率的高低可以分为高速数据传输用和低速数据传输用两类。

2.1.1.1 高速数据传输用连接器与线缆

目前常用的车载高频高速连接器按照传输信号类型可分为同轴类和差分类两大类。同轴类连接器包括 Fakra、Mini-Fakra、DMFP 等，差分类连接器包括 HSD、H-MTD 等。

1) Fakra

Fakra 是德语 FAchkreis Automobil 汽车专家组的简称。同样由 RF 射频同轴连接器演变而来，公端由带防错结构、锁止结构的注塑外护套、冲压外导体、压铸外导体、注塑绝缘介质、冲压公内导体组成；母端连接器由带防错结构、锁止结构的注塑外护套、冲压弹性外导体、注塑绝缘介质、冲压弹性内导体、冲压压接套环组成。图 1 是非防水 Fakra 连接器结构示意图，因车身布置位置不同有外露的防水要求，防水 Fakra 公母连接器须增加防水密封圈，压接电缆部位的防水密封堵等功能附件。Fakra 还有一种连接器结构是由 RF 连接器 SMB 演变而来的射频同轴连接器，也称为 Fakra-SMB 连接器。

Fakra 连接器常用于摄像头、仪表、显示屏等连接器，用于传输视频信号。关键技术参数包括插拔循环次数（次）、插入力（N）、最大保持力（N）、环境温度（℃）、振动等级、热冲击、热老化、耐高压（V）、特性阻抗（ Ω ）、绝缘电阻（ Ω ）、使用频率（Hz）、RF 泄露（dB@Hz）、回波损耗(dB@Hz)、插入损耗(dB@Hz)等指标。



图1 Fakra 连接器示意图

3) Mini-Fakra

Fakra 连接器的下一代设计，对比具有高传输带宽，高传输速率，小型化，集成化优点。常用的 Mini-Fakra 公端由带防错结构、锁止结构的注塑外护套、冲压外导体、压铸外导体、压铸后盖、注塑绝缘介质、冲压公内导体组成，母端连接器由带防错结构、锁止结构的注塑外护套、冲压弹性外导体、注塑绝缘介质、冲压弹性内导体、冲压压接套环组成。图 2 是非防水 Mini-Fakra 连接器结构示意图，因车身布置位置不同有外露的防水要求，防水 Mini-Fakra 公母连接器须增加防水密封圈，压接电缆部位的防水密封堵等功能附件。

Mini-Fakra 连接器常用于摄像头、仪表、显示屏等连接器，用于传输视频信号。关键技术参数包括插拔循环次数（次）、插入力（N）、最大保持力（N）、环境温度（℃）、振动等级、热冲击、热老化、耐高压（V）、特性阻抗（ Ω ）、绝缘电阻（ Ω ）、传输速率（Gbps）、使

用频率 (Hz)、RF 泄露 (dB@Hz)、回波损耗(dB@Hz)、插入损耗 (dB@Hz)等指标。



图2 Mini-Fakra 连接器示意图

4) DMFP

多腔 Mini-Fakra 的拓展版本，外接了可拆卸式 power pin 结构，外接 power pin 主要应对高清屏幕单独供电需求，应用于其他模块时可拆除 power pin 用于传输高频高速信号。DMFP 公端连接器由带防错结构，锁止结构的注塑外护套，冲压外导体，压铸外导体，压铸后盖，注塑绝缘介质，冲压公内导体，注塑外护套，冲压公端子组成；DMFP 母端连接器由带防错结构，锁止结构的注塑外护套，冲压弹性外导体，注塑绝缘介质，冲压弹性内导体，冲压压接套环组成。图 3 是 DMFP 连接器示意图。

DMFP 连接器常用于摄像头、仪表、显示屏等连接器，用于传输视频信号。关键技术参数包括插拔循环次数 (次)、插入力 (N)、最大保持力 (N)、环境温度 (°C)、振动等级、热冲击、热老化、耐高压 (V)、特性阻抗 (Ω)、绝缘电阻 (Ω)、传输速率 (Gbps)、使用频率 (Hz)、RF 泄露 (dB@Hz)、回波损耗(dB@Hz)、插入损耗(dB@Hz)等指标。

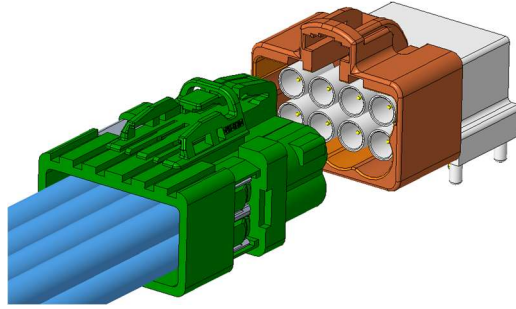


图3 DMFP 连接器示意图

5) HSD

HSD 是一种用于传输高速差分信号的高速连接器。公端连接器由带防错结构、锁止结构的注塑外护套、冲压外导体、压铸外导体、压铸后盖、注塑绝缘介质、冲压公内导体、注塑外护套、冲压公端子组成；母端连接器由带防错结构、锁止结构的注塑外护套、冲压弹性外导体、注塑绝缘介质、冲压弹性内导体、冲压压接套环组成。图 4 是 HSD 连接器示意图。

HSD 连接器常用于 USB、数字广播、显示屏等连接器，用于传输音视频信号。关键技术参数包括插拔循环次数(次)、插入力(N)、最大保持力(N)、环境温度(°C)、振动等级、热冲击、热老化、耐高压(V)、特性阻抗(Ω)、绝缘电阻(Ω)、接触电阻(Ω)、使用频率(Hz)、回波损耗(dB@Hz)、插入损耗(dB@Hz)、屏蔽衰减(dB@Hz)、差分对内信号传播偏差(PS)、近端串扰(dB@Hz)、远端串扰(dB@Hz)等指标。



图4 HSD 示意图

6) H-MTD

H-MTD 连接器公端由带防错结构、锁止结构的注塑外护套、冲压外导体、压铸外导体、压铸后盖、注塑绝缘介质、冲压公内导体组成；母端连接器由带防错结构、锁止结构的注塑外护套、冲压弹性外导体、注塑绝缘介质、冲压弹性内导体、冲压压接套环组成。图 5 是非防水 H-MTD 连接器结构，因车身布置位置不同有外露的防水要求，防水 H-MTD 公母连接器须增加防水密封圈，压接电缆部位的防水密封堵等功能附件。

H-MTD 连接器常用于域控制器间连接器，用于传输高速率信号。关键技术参数包括插拔循环次数(次)、插入力(N)、最大保持力(N)、环境温度(°C)、振动等级、热冲击、热老化、耐高压(V)、特性阻抗(Ω)、绝缘电阻(Ω)、接触电阻(Ω)、使用频率(Hz)、回波损耗(dB@Hz)、插入损耗(dB@Hz)、屏蔽衰减(dB@Hz)、差分对内信号传播偏差(PS)、近端串扰(dB@Hz)、远端串扰(dB@Hz)、纵向转换损耗(dB@Hz)等指标。



图5 H-MTD 连接器示意图

目前常用的车载高频高速线缆按照传输信号类型可分为同轴类和差分类两类。

同轴类线缆包括适配 Fakra-SMB、Fakra、Mini-Fakra 连接器的

RG174、RTK031、1.5DS、RTK044 同等规格的同轴电缆；适配 Fakra-SMB、Fakra 连接器的 RG58 同等规格同轴电缆等。

差分类线缆包括适配 HSD 连接器的 Dacar 535、Dacar 636、Dacar 566、G&G K6750、X6656、G&G X9207、G&G X6238 同等规格的差分电缆；适配 H-MTD 连接器的 Daca 676、Dacar 575-3、Dacar 647、Dacar 647-4 同等规格差分电缆。

除上述连接器与线缆外，随着数据带宽需求的发展，车载光通信成为有前景的技术领域。目前行业研究的光纤一般分为单模光纤和多模光纤，代表为多模光纤 OM3 和单模光纤 G.657。多模光纤 OM3 可用于车载以太网光纤传输，单模光纤 G.657 可用于车端点对多点的光纤传输。多模光纤和单模光纤的连接器的接口差异较小，主要是插芯尺寸大小的不同，一般包括 SC、LC、FC 连接器等。SC 连接器外壳采用模塑工艺，用铸模玻璃纤维塑料制成，所采用的插针与耦合套筒的结构尺寸与 FC 型完全相同。由于其采用插拔销闩式进行紧固，因此不需旋转，插拔操作方便，价格低廉，介入损耗波动小，抗压强度较高，安装密度高。LC 连接器采用模块化插孔闩锁机理制成，操作方便，尺寸是普通 SC、FC 等尺寸的一半，因此可提高光纤配线架中光纤连接器的密度，就目前来看，LC 型连接器实际已经在单模光纤占据了主导地位，并且在多模方面中的应用也在迅速增长。FC 连接器外部加强方式为采用金属套，紧固方式为螺丝扣，抗拉强度高。FC 连接器可用于单模光纤或多模光纤，结构简单，操作方便，制作容易，但它的光纤端对微尘敏感，且易产生菲涅尔反射，回波损耗较大。光

纤连接器关键技术参数包括插入损耗、回波损耗、插拔循环次数、连接器根部抗拉力、温度要求、防护等级等。

2.1.1.2 低速数据传输用连接器与线缆

低速数据传输用连接器和线缆规格种类很多，不同厂商差异较大，在此不一一罗列。

2.1.2 供电用连接器与线缆

供电用连接器与线缆根据供电电压的高低可以分为高压供电用和低压供电用两类。

2.1.2.1 高压供电用连接器与线缆

常用的高压连接器一般为快插式高压连接器。快插式高压连接器由插头（自由端）和插座（固定端）两部分组成，通过插头与插座的插合分离，可实现电路的快速接通与断开。高压连接器一般由壳体、绝缘体、接触件、屏蔽件、密封件、尾部附件、CPA 以及互锁结构组成。

高压连接器可以进一步分为高压小电流连接器和高压大电流连接器。高压小电流连接器一般电流不大于 45A，常用于交流充电、动力电池给空调压缩机或 PTC 供电等场景。高压大电流连接器一般电流大于 45A，常用于直流充电、动力电池给驱动电机供电等场景。

高压连接器关键技术参数包括机械性能参数、电气性能参数和环境参数等指标。机械性能参数包括插拔力 (N)、保持力 (N)、插入力 (N)、止推力 (N)、解锁力 (N)、拉脱力 (N)、插拔循环次数 (次) 等。电气性能参数包括绝缘电阻 (Ω)、接触电阻 (Ω)、耐高压 (V)、

温升(K@A)、屏蔽连接直流电阻(mΩ)等。环境参数包括机械冲击、振动、机械耐压、环境温度(°C)、冷热冲击、恒定湿热、交变湿热、阻燃等。

2.1.2.2 低压供电用连接器与线缆

常用的供电低压连接器分为板端和 inline 连接器，连接器常用端子类型为 MQS 系列，MCP 系列，根据端子尺寸大小，铜材，电镀规格以及 pin 数量决定连接器耐电流大小，主要传输车身系统电流信号。公端连接器结构由带锁止结构、TPA 及可选的 CPA 结构的注塑护套、冲压端子组成，母端连接器结构由带锁止结构、TPA、可选 CPA 结构、可选助力机构的注塑护套、冲压端子组成。

低压连接器一般用于冷却系统、热管理、变速器、电驱、发动机、充电等系统接口，用于给各个模块和系统传输电流。

低压线缆一般由铜芯加塑胶外被组成，线缆截面积大小决定传输电流能力，适配各响应尺寸的端子。

2.2 通信协议接口关键技术分析

通信协议接口是车载电子控制单元之间用于传输信息的协议。通信协议接口可分为有线通信协议和无线通信协议。

2.2.1 有线通信协议

车内使用的有线通信协议包括 CAN/CANFD、LIN、K 线、Ethernet、MOST、FlexRay、LVDS、HSMT 等。

2.2.1.1 CAN/CAN FD

控制器局域网(CAN)是最早开发的车载网技术之一，它仍在广

泛使用中。它的开发始于 1983 年的博世公司，1987 年初第一台 CAN 控制器公开发布。戴姆勒在 1992 年成为第一个引入 CAN 的汽车制造商。

传统 CAN 总线通信速率最高可达 1Mb/s（此时距离最长 40m），节点数实际可达 110 个，采用短帧结构，每一帧的有效字节数为 8 个，每帧信息都有 CRC 校验及其他检错措施，数据出错率极低，通信介质可采用双绞线、同轴电缆和光导纤维，一般采用廉价的双绞线即可，无特殊要求，节点在错误严重的情况下，具有自动关闭总线的功能，切断它与总线的联系，以使总线上的其他操作不受影响。通常用于车内传统网络中分布式电子控制单元间通讯。传统 CAN 报文数据帧格式如图 6 所示。

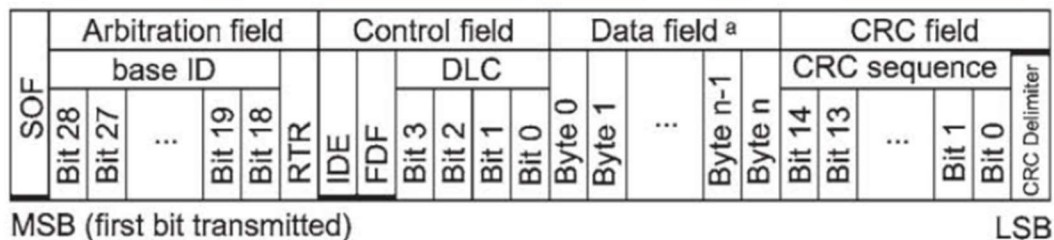


图6 CAN 报文数据帧格式

由于车内功能日益复杂，传统 CAN 总线逐步升级为 CANFD (CAN with Flexible Data rate)，继承了绝大部分传统 CAN 的特性，相比传统 CAN，其数据场可用长度可达 64bytes，理论速率可达 5Mbps~8Mbps，协议格式较传统 CAN 格式有所调整。在传统分布式电子电气架构及域集中式电子电气架构的域内分布式网络中普遍应用。CANFD 数据帧格式如图 7 所示。

CAN 和 CANFD 的常见网络管理技术参数如下表所示：

网络管理类型	参数
OSEK NM 定时参数	节点发送 Ring 报文的延迟时间
	两帧 Ring 报文允许的最大时间间隔
	节点发送两条 Limpome 报文的时间间隔 TError
	从网段上出现睡眠应答位等于 1 的网络管理报文到节点进入睡眠状态的时间 TWaitBusSleep
AUTOSAR NM 定时参数	T_REPEAT_MESSAGE, 节点在重复报文状态 (RepeatMessageState) 中持续的时间
	T_NM_TIMEOUT, 节点进入 NM 模式后, 即开启该定时器
	T_WAIT_BUS_SLEEP, 确保所有的节点都有时间停止其网络活动
	T_WakeUp, 从唤醒事件发生, 到发出第一帧网络管理报文的最大允许时间间隔
	T_START_NM_TX, 节点从准备总线睡眠模式、常规运行状态或准备睡眠状态进入重复报文状态, 到发出第一帧网络管理报文的最大允许时间间隔。
	T_START_App_TX, 在成功发送出第一帧网络管理报文后, 节点应发送出应用报文的最大时间间隔
	T_NM_ImmediateCycle Time, 节点启动快速发送机制时, 需以此参数作为网络管理报文的发送周期
	N_ImmediateNM_TIMES, 当节点处于重复报文状态并启用快速发送机制时, 节点使用 T_NM_ImmediateCycleTime 为周期发送网络管理报文的数量
T_NM_MessageCycle, 在 NM 模式中, 节点应以此参数作为网络管理报文的发送周期	

CAN 和 CANFD 的常见诊断技术参数如下表所示：

参数	参数说明举例
非诊断数据填充	0x00 或 0xAA 或 0xCC 或 0xFF
网络层参数, 举例如下: BS, Block Size 是 Sender 收到一	BS=0 或 BS=8 N_As、N_Ar 设置为 70ms 或

包流控帧后，发送连续帧的个数，0 代表无限制，收到流控帧后可以一直发连续帧，直到数据发送完毕 N_As: 表示 CAN 数据帧从请求数据链路层发送至接收到对应的 ACK 的最大时间间隔 N_Ar: 表示接收方从请求数据链路层发送流控帧至接收到对应的 ACK 的最大时间间隔	50ms
ECU 诊断电压范围	和 ECU 工作电压关联
关于 DLC 不足 8 的报文的处理	所有诊断请求和应答帧的数据长度为 8 字节，否则电控单元将忽略该诊断帧。 对于 DLC 不等于 8 字节的诊断报文，接收方将其定为格式无效并作舍弃处理；但 ECU 不应拒绝填充字节不是 0x00 的诊断请求报文。
ECU 必须遵守的诊断服务	各厂家不同
否定响应码及其优先级定义	各厂家不同
诊断请求/响应 ID—ECU 级别	各厂家不同
ECU 的 PID、DID、CID、RID、BT 流程—ECU 级别	各厂家不同

2.2.1.2 LIN

汽车上有许多功能，只需要简单的传感器-执行器通信和具有单线通信系统的稳定性，例如电动车窗、中央门锁、后视镜调整，电动座椅调整、雨量传感器、光传感器、电动天窗、空调控制等。这些应用领域对成本非常敏感，除此之外几乎没有要求。CAN 对这些应用来说性能过高，因此被认为过于昂贵。

因此，1998 年奥迪、宝马、戴姆勒、大众、沃尔沃、飞思卡尔和

MentorGraphics 创立了局域互连网络 (LIN) 联盟, 规范各自的解决方案。LINv1.3 发布于 2002 年 11 月, 随后, LIN2.0 在 2003 年 9 月发布。在美国, SAE 在 2005 年 9 月发布 J2602, 是带有一些较小偏离的 LIN2.0 版本, 并被认为是可更好地满足成本目标的版本。2013 年, LIN 被转换成 ISO17987。

LIN 是单端的, 不是差分/对称的。常见的电子噪声会影响 LIN, 即限制抗扰性并增加干扰。然而, 为了满足 EMC 要求, 数据速率被限于 19.2 kbit/s。反过来这也意味着一个基本时钟同步机制和简单的驱动程序就足够了。

LIN 可以用来说明如何通过通信协议来增强现有串行接口以实现简单的总线系统。LIN 被设计为高达 16 个 ECU 共享总线提供的介质。多用户访问协议是通道访问的主-从概念, 即总线上的一个单元被指定成主节点并且只有在带有相应报头的主节点轮询之后, 从节点才可以发送。由于 LIN 是一个总线系统, 主节点启动的通信也可以发生在两个从节点之间, 总线上的所有信息都可能被附着在它之上的任何单元读取。

2.2.1.3 K 线

宝马在 1987 年推出了第一辆带有通信总线的车。应用于发动机控制单元的诊断, 因此被称为“D-Bus”, 所使用的通信方法是基于“K-Line” (K 线), 一种异步数据速率达 10.4 kbit/s 的单端 (即单线) 总线。目前 K 总线已逐渐被淘汰。

2.2.1.4 Ethernet

以太网协议是一组分层协议簇，日益复杂的需求带来的带宽需求提升以及汽车电子电气架构变化等需求，推动了车载以太网的发展。

百兆车载以太网在物理层主要有 **BroadR-Reach** 和 **100Base-T1** 两个规范，它们之间有很多重叠；千兆车载以太网的物理层技术标准主要是 **1000Base-T1**。在单对非屏蔽双绞线上可实现 **100Mbit/s**、**1 Gbit/s** 甚至更高的数据传输速率，同时满足汽车行业高可靠性、低电磁辐射、低功耗、带宽分配、低延迟以及同步实时性等方面的要求，相比传统以太网降低了线束的成本和重量，主要用于域集中式电子电气架构主干网络通信以及车内音视频、激光雷达等带宽需求高的功能场景。**100Base-Tx** 往往应用于车载诊断 (OBD)。2~4 层通常采用 **TCP/IP** 协议簇。随着车载光通讯的发展，基于光纤的高速车载以太网技术也在发展中，满足 **Gbps** 以上的更大速率数据传输需求。

车载以太网常用于高速数据传输场景，也是 **SOA** 面向服务架构的主干通信协议。

2.2.1.5 TSN

TSN 是一项从音视频领域延伸至工业、汽车、移动通信领域的技术，最初来源于音视频领域的应用需求，最初该技术被称为 **AVB**，由于针对音视频网络需要较高的带宽和最大限度的实时，借助 **AVB** 能较好地传输高质量音视频数据。

2005 年，**IEEE802.1** 工作组成立 **AVB** 音视频桥任务组，并在随后的几年里成功解决了音频视频网络中数据实时同步传输的问题。这

一点立刻受到来自汽车和工业等领域人士的关注。2012 年，AVB 任务组在其章程中扩大了时间确定性以太网的应用需求和适用范围，并同时将其任务组名称改为现在的 TSN 任务组。

不论是 AVB 和 TSN，都主要定位于数据链路层（如图 9 所示）。AVB 协议族包括 IEEE802.1AS、IEEE802.1Qav、IEEE802.1Qat 等协议，通常用于车内音视频传输；TSN 部分继承 AVB 的标准，在其基础上更新了 IEEE802.1AS 协议，增加了 IEEE802.1Qbv、IEEE802.1Qbu、IEEE802.3br、IEEE802.1QCi、IEEE802.1CB 等协议正在逐步推广应用，以满足自动驾驶、音视频传输、5G-V2X 等场景需求，另有一些标准在制定中。

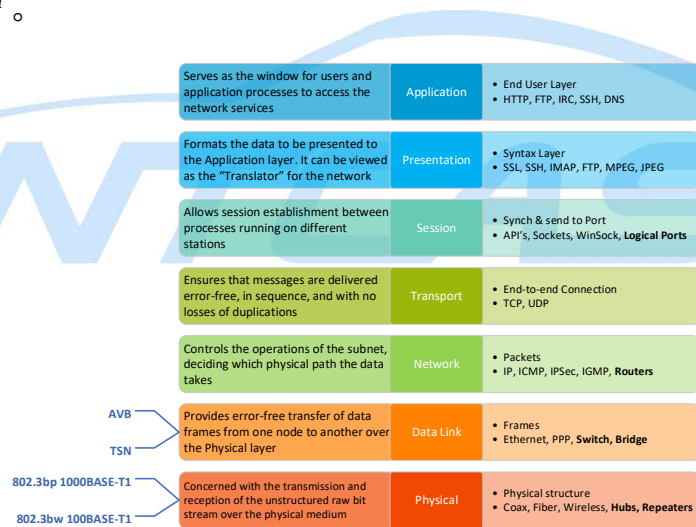


图9 以太网 7 层模型结构

2.2.1.6 MOST

20 世纪 90 年代末，对汽车中复杂的音频应用的需求变得日益迫切。不仅音频 CD 不可逆转地取代了模拟音乐存储媒体，而且用户对导航系统和移动电话的使用也越来越感兴趣。在汽车内部，这些应用程序引起的不同音频流必须相互协调，并且需和驱动程序辅助功能中

的额外警告通知相配合，同时提供最佳的声音体验。

在 1998 年，宝马、(哈曼)贝克尔、戴姆勒和绿洲成立了 MOST 公司 (MOSTCo) 开发 MOST，并将 MOST 确立为行业标准。其他感兴趣的公司也被欢迎加入 MOSTCo。MOST 主要包括四个变种：MOST25，由宝马在 2001 年首先推出的光传输方案；MOST50，丰田在 2007 年率先推出的 UTP 电缆方案；MOST150，奥迪在 2012 年首先推出的光学版以及使用同轴电缆的 MOST150，并推向市场。由于如下的讨论仅涉及基本原则，因此将使用 MOST25 为例展开。

MOST 技术定义了对应 ISO/OSI 分层模型的全部 7 层的通信。因此，MOST 协议比前面描述的 CAN 协议或 LIN 协议更复杂，MOST 是第一个支持基于服务方法的车载网技术，这一方法意味着在按需操作时可以请求的功能和服务。在 MOST 的功能块 (FBlock) 中详细描述了可用的函数接口。

MOST 支持两个系统频率：专业音频 48kHz 和音频 CD 的 44.1kHz。如果以 44.1kHz 发送帧，MOST25 在控制信道上可分享的带宽为 705.6 kbit/s。控制消息的接收需要被应答。剩余 60Byte，即 44.1kHz 的 21.2Mbit/s 或 48kHz 的 23Mbit/s，可分为同步部分和异步部分。同步部分用于传输音频，异步部分用于应用数据的传输，如来自导航系统的地图信息或 TCP/IP 流量。

MOST 通常采用虚拟的或实际的环形拓扑结构，它可以处理多达 64 个 ECU。每个 ECU 根据其在环中的位置进行寻址。一个用作“定时主节点”的 ECU 不断发送前导码，它是每个在环的帧的起始位并

使所有的 ECU 保持同步。网络、连接和供电主节点的附加协调功能不必由同一单元处理（但一般是同一单元）。连接主节点管理同步通道，网络主节点控制系统状态，电源主节点监视 MOST 网络的启动和关闭。

MOST 可以用于车载娱乐系统实现实时声音、视频的传输；也可以用在车载摄像头等。

2.2.1.7 FlexRay

当汽车行业对“X-by-Wire”应用产生浓厚兴趣时，FlexRay 被适时开发出来。在 2000 年宝马和其他一些汽车公司同意在 FlexRay 联盟内发展一项新技术。核心合作伙伴有飞思卡尔（原摩托罗拉，现为 NXP）、NXP（原飞利浦）宝马、戴姆勒，以及随后加入的博世、通用汽车（欧宝）和大众。2009 年，FlexRay3.0 完成后，该项任务视为结束，FlexRay 标准被转移到 ISO。

FlexRay 仅定义了物理层（PHY）和数据链路层（DLL）。其他层由其他的标准组织来覆盖。FlexRay 的关键要求是可靠性，因此 FlexRay 提供了许多相应的特性，如决定性和冗余性。

首先，FlexRay 通信基于由开发商所配置的时隙和周期。每个周期包括一个静态时间段和一个网络空闲时间，但还可以额外包含一个动态时间段。静态和动态段的多用户访问的处理方式不同：在静态部分的访问是由 TDM 来定义的，即单元在每个周期的前面获得一定的时隙分配。动态段采用了一种所谓的“mini-slot（微时隙）”方法，它结合多用户访问计数器并使用由 FrameID 预设的顺序。与静态段内不

同，除非要发送数据，否则在一个单元的发送时序里将不做这样的处理。在这种情况下，各单元增加它们计数器的值，同时那些具有下一个 FrameID 的单元可以在下一个微时隙里开始传输而不必等待。

FlexRay 是一个非常适合于动力传动和底盘控制的车载网络技术。主要负责引擎控制、ABS、悬挂等。在 BMW 车系 F01/F02 车型中，通过 FlexRay 总线系统以跨系统方式实现汽车行驶动态管理系统和发动机管理系统的联网。

2.2.1.8 LVDS

LVDS (Low Voltage Differential Signaling) 是一种小振幅差分信号技术，它使用非常低的幅度信号 (250mV~450mv) 通过一对平行的 PCB 走线或平衡电缆传输数据，其低信号幅度 (0.35V) 和差分结构最大限度地减少了电磁辐射，理论传输速率可高达几百兆。在车内多用于大带宽需求的视频数据传输，比如车机与屏之间、车载摄像头。

2.2.1.9 HSMT

随着车用传感器 (摄像头或激光雷达) 及屏幕的数量增多，连接所需的带宽需求也随之快速增长，HSMT(High-speed Media Transmission) 是一种新提出的车载有线高速媒体传输技术。HSMT 可支持 10Gbps+ 的超高速率及多档位速率的需求 (1 对线可支持 12Gbps@15m, 速率档支持 4/6.4/8/12.8Gbps), 且考虑到节点低功耗的需求支持正反向非对称业务流速率, 此外还具有高可靠 (BER 为 10^{-12} , FEC+PHY 重传)、抗干扰、低时延 (<50us)、接口归一化 (大屏和摄像头统一标准)、易适配 (不同分辨率、不同线缆等) 的特点。

目前 HSMT 的标准和生态正在完善发展中。

2.2.2 无线通信协议

车内使用的无线通信协议包括 WLAN、蓝牙、UWB、NFC、星闪等。

2.2.2.1 WLAN

WLAN 涉及的标准比较多，包括 IEEE 802.11a/b/g/n、IEEE 802.11ac/ad 等，涉及的频率范围主要有 2.4GHz 频段和 5GHz 频段。2.4 GHz 是全世界公开通用使用的无线频段，在 2.4 GHz 频段下工作可以获得更大的使用范围和更强的抗干扰能力。5GHz 总共涉及 300 MHz 的射频信道，其中两个相邻 WLAN 物理信道中心频率相距 20 MHz，信道带宽 16.6 MHz。每个工作信道与相邻信道都不重叠，不产生干扰。WLAN 在车内主要用于车内设备或用户终端接入互联网。

2.2.2.2 蓝牙

蓝牙 Bluetooth，是一种工作在免费的 ISM ((即工业、科学、医学)频段的短距离无线通信技术，在各种设备之间实现灵活、低成本、低功耗的语音和数据通信。它采用自适应跳频技术，可以和多种无线通信共存于 ISM 频段。蓝牙常常用于用户终端与车机连接，用于实现接听电话、音乐播放、数字钥匙等功能。

2.2.2.3 UWB

UWB 技术是一种使用 1GHz 以上频率带宽的无线载波通信技术。它不采用正弦载波，而是利用纳秒级的非正弦波窄脉冲传输数据，因此其所占的频谱范围很大，尽管使用无线通信，但其数据传输速率可

以达到几百兆比特每秒以上。使用 **UWB** 技术可在非常宽的带宽上传输信号。**UWB** 的定位精度相比蓝牙更高，因此 **UWB** 在车内常用于数字钥匙。

2.2.2.4 NFC

近场通信 **NFC**(Near Field Communication)是一种短距低频的无线电技术，在 13.56MHz 频率运行于 10 厘米距离内。其传输速度有 106 kbit/s、212 kbit/s 或者 424 kbit/s 三种。车主就可以用 **NFC** 卡片或带有 **NFC** 功能的手机来充当汽车的数字钥匙。

2.2.2.5 星闪

在成本控制、汽车轻量化以及灵活部署等方面的诉求驱动下部分有线功能展现出无线化趋势，车载应用功能无线化对现有无线短距通信技术在低时延、高可靠、精同步、高并发、高信息安全和低功耗等方面提出严苛需求。然而，现有主流无线短距通信技术，如蓝牙的速率和时延等劣势、**WiFi** 的异步和系统效率等问题、**UWB** 的成本和组网等短板导致其无法提供在智能网联汽车场景下低时延、高可靠、高安全和确定性服务质量的要求。行业和社会亟需更加匹配业务需求和发展趋势的无线短距通信技术，星闪技术在此需求背景下应运而生。

星闪技术提供了 **SLB**（星闪基础接入技术）和 **SLE**（星闪低功耗接入技术）两种无线通信接口。两种接口技术面向不同的应用场景，其中 **SLB** 采用超短帧、多点同步、双向认证加密、跨层调度优化等多项技术，具备低时延、高可靠、高同步精度、支持多并发和高信息安全的技术特点；**SLE** 采用 **Polar** 信道编码提升传输可靠性，减少重

传节省功耗，同时支持最大 4MHz 传输带宽、最大 8PSK 调制，支持 1 对多可靠组播，支持 4KHz 短时延交互等特性。

星闪技术的低时延、高可靠、精同步、多并发等特点使得星闪适用于车载无线音响和主动降噪系统。星闪技术的低时延、高可靠、精同步等特点使得星闪适用于 360 全景环视系统，特别能够解决牵引车和挂车之间机械伸缩导致的连接可靠性，节省部署安装时间超过 90%。星闪的高可靠、高并发、低时延、高安全等特点使得星闪适用于无线 BMS 系统，可支持模组级和电芯级电池安全监测。星闪的定位精度和安全性更高，适用于数字钥匙系统。此外星闪还可用无线氛围灯、无线投屏等场景。

除了车载应用领域外，星闪还可以支持智能家居、智能终端、智能制造等领域，如图 10 所示。

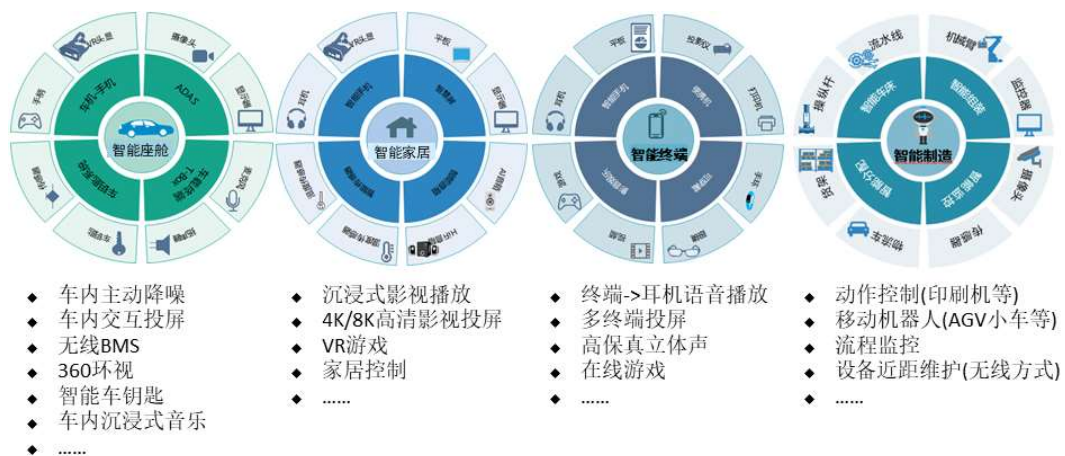


图10 星闪应用领域

2.3 系统软件接口关键技术分析

系统软件接口是车载电子控制单元内部为车载软件提供运行环境的软件接口。系统软件接口可分为车控操作系统接口和车载操作系统接口。

2.3.1 车控操作系统系统软件接口

车控操作系统可进一步细分为安全车控操作系统和智能驾驶操作系统，如图 11 和图 12 所示。



图11 安全车控操作系统分层示意图



图12 智能驾驶操作系统分层示意图

安全车控操作系统面向车辆动力系统、底盘系统、车身系统等传统控制领域，负责整车控制；其需要极高的实时性，可靠性，（功能和信息）安全性。安全车控操作系统主要采用车规实时操作系统 RTOS 内核，应用对象是 ECU。ECU 对安全车控操作系统最基本的要求是高实时性，系统需要在规定时间内完成资源分配、任务同步等指定动

作，实时性要求通常在毫秒或者微秒级别。安全车控操作系统系统软件接口一般兼容国际主流的系统软件中间件标准如 AUTOSAR CP(即 classic AUTOSAR)标准等。

智能驾驶操作系统面向智能驾驶领域，应用于智能驾驶域控制器，要求较高的安全性和可靠性，同时对性能和运算能力的要求也较高。目前智能驾驶操作系统仍在快速发展中。智能驾驶操作系统系统软件接口可能会兼容 AUTOSAR AP(即 Adaptive AUTOSAR)和 ROS(Robot Operating System)等标准。

2.3.2 车载操作系统系统软件接口

车载操作系统主要面向信息娱乐和智能座舱，主要应用于车机中控，对于安全性和可靠性的要求处于中等水平，对于生态的要求较高。车机操作系统的功能包括管理车载系统的硬件、软件及数据资源，控制程序运行，改善人机界面，为上层软件提供支持，让车机系统的资源，以及接收到数据、信号、音频、视频最大限度地发挥作用，提供各种形式的用户界面（UI）。

在车载操作系统的使用上，QNX 系统，Linux 系统，安卓 Android 系统是构成智能座舱车载操作系统的三大阵营。车载操作系统系统软件接口也根据所选择的操作系统阵营选择对应的接口标准。在国际市场上，多以 QNX 和 Linux 系统为主竞争格局，安卓系统的使用还处于上升阶段。在国内市场上，安卓系统已经占据了智能座舱市场的主导地位，QNX 和 Linux 系统主要应用在仪表和 T-BOX 等产品中。由于国内 Android 应用生态更好，国内自主品牌和造车新势力大多基于

安卓系统定制汽车操作系统。除了安卓系统外，目前国内部分车企也开始在车载操作系统领域使用国内自主研发的鸿蒙操作系统 HarmonyOS，HarmonyOS 能够兼容安卓应用。目前 HarmonyOS 的生态正在迅速发展，基于 HarmonyOS 开发的车机应用也逐步上车。

Linux 以它的高效性和灵活性著称，是一个基于 POSIX 和 UNIX 的多用户、多任务、支持多线程和多 CPU 的操作系统。它能运行主要的 UNIX 工具软件、应用程序和网络协议。在车载操作系统上，大多数车机的 OEM 厂商是基于 Linux Kernel LTS（长期支持版本）版本，然后自己通过裁剪和配置，完成车载操作系统的开发。

QNX 以其安全性和实时性著称，所以它的突破口是汽车的仪表（Cluster）。QNX 操作系统是第一个符合 ISO26262 ASIL D 规范的实时操作系统，能满足数字化仪表盘功能性安全的要求。用户可以基于安全的内核进行系统开发，从而保证整机系统的安全可靠。

Android 安卓是基于 Linux Kernel 开发的终端用户操作系统。目前在国内车载操作系统市场上逐渐占据了主导地位。Android 安卓车载操作系统能得到厂商和用户的认可，主要在于 Android 安卓庞大的生态，在手机 Android 上安卓开发了数之不尽的应用，并且大多数应用已经深入人心。目前越来越多的手机应用正在移植到车机中来，给用户提供了更好更便捷的车机娱乐体验。

2.4 逻辑语义接口关键技术分析

逻辑语义接口是为车载电子控制单元之间交互消息或信号的语义。可以按照车载电子控制单元的功能域划进行分类：智驾域逻辑语

义接口、座舱域逻辑语义接口、动力底盘域逻辑语义接口、车身域逻辑语义接口、域间逻辑语义接口等。在接口设计里需要明确接口的长度、周期、取值范围等。

智驾域逻辑语义接口主要包括智驾功能域内功能实现所需要的逻辑语义接口，涉及到驾驶辅助控制、泊车辅助控制、环视、设置及显示信息等功能。重点是智驾传感器(激光雷达、摄像头、毫米波雷达等)与智驾域控制器的接口。在接口设计里需要明确接口的最小值最大值、长度、周期等。

座舱域逻辑语义接口主要包括座舱功能域内功能实现所需要的逻辑语义接口，涉及到氛围灯控制、语音功能、设备无线充电管理、低速行人报警、播放功能、外设管理、电话、车机系统设置、识别功能、抬头显示、行车信息、行车记录显示、电子后视镜显示、多屏互动、驾驶信息等功能。功能举例如下表所示。

功能模块	描述
氛围灯控制	控制氛围灯功能，以提升整车仪式感
语音功能	语音识别类的功能
设备无线充电管理	用户可将带无线充电功能的充电设备放置在充电板上，充电板会对设备进行电量监控并充电
低速行人报警	低速行人报警可根据车辆行驶工况，模拟发动机引擎音，提示其他交通参与者

	注意避让
播放功能	包括收音机、音乐、视频的播放功能
外设管理	对蓝牙和 USB 设备进行管理，针对蓝牙功能主要管理蓝牙的开启/关闭/连接/断开等功能；针对 USB 设备主要管理 USB 设备内的文件和文件的查询等功能
电话	蓝牙电话功能是定义用户通过操作车辆实现电话的接听、挂断等功能
车机系统设置	用户可通过 HMI 操作车机系统设置，以实现车机系统显示风格调整及车辆信息、车机系统信息查看。
识别功能	包括人脸识别与语音识别
WHUD 抬头显示	获取车辆状态信息、导航信息和 ADAS 信息的转移视线的时间，将这些信息投影到用户视线的前方
行车信息	行车信息功能为用户提供基本行车信息、动力系统指示及里程小计信息
行车记录显示	显示和记录车辆前方影像
电子内后视镜显示	显示后方视野同时可显示指南针、海拔高度等信息，并具有自动防眩目功能。

多屏互动	仪表、HUD 显示屏、中控屏之间可以进行导航信息的传输、展示、控制等操作，多个屏幕同时共享展示内容
驾驶信息	主要显示驾驶员信息

动力底盘域逻辑语义接口主要包括动力底盘域内功能实现所需要的逻辑语义接口，涉及到制动控制、转向控制、悬架控制、驾驶模式、档位管理、扭矩控制、能量管理、安全管理、外接充/放电管理、热管理等功能。功能举例如下表所示。

功能模块	描述
制动控制	纵向及稳定性控制
转向控制	横向控制
悬架控制	控制悬架
驾驶模式	控制车辆驾驶模式
档位管理	车辆 P、R、N、D 四种档位的切换管理与控制，使能条件判断
扭矩控制	对扭矩输入与需求进行管理
能量管理	对车辆高低压进行能量管理，包括本地高压能量管理、低压能量管理、预测性能量管理
高压电源管理	主要包括高压上下电、高压安全、充放

	电等功能
安全管理	对绝缘、高低压互锁、碰撞等安全进行控制和故障判断
外接充/放电管理	对直流、交流、预约充电等场景进行控制
热管理功能	电池热管理、电机热管理、空调热管理等

车身域逻辑语义接口主要包括车身功能域内功能实现所需要的逻辑语义接口，涉及到车身附件控制、开闭控制、座椅储物控制、信息提醒、车身控制、空调控制、冰箱控制、香氛控制、车灯控制、雨刮控制、后视镜控制、座舱交互舒适控制等功能。功能举例如下表所示：

功能模块	描述
车身附件控制	车窗控制、天窗控制、遮物帘控制、敞篷控制等
开闭控制	电动行李箱控制、电动滑门控制、电动口盖控制、电动踏板控制等
座椅、储物控制	座椅控制、座椅记忆、储物箱盖控制
信息提醒	胎压监测、安全带未系提醒
车身控制	电源档位控制、门锁及防盗、光线雨量

	处理
空调控制	空调控制、智能出风、绿净系统、负离子系统、香氛系统、除霜除雾等
车灯控制	车内、外灯控制
雨刮控制	雨刮控制
视镜控制	外后视镜加热、折叠控制、电子流媒体后视镜控制
座舱交互舒适控制	背光控制、冷暖杯托控制、方向盘加热、手机无线充电

除了功能域内的逻辑语义接口外，还包括不同功能域之间交互消息或信号的语义接口，例如智驾功能域与动力底盘域、智驾功能域与座舱域之间等。

2.5 设备服务接口关键技术分析

设备服务接口是为车载软件提供基础功能的服务化接口。在服务化架构下，一个服务可以通过定义的接口提供可用的功能，每个服务都有一个用于服务注册和发现的唯一的 ID，服务消费者应使用这个 ID 来识别服务并按照定义的接口来消费功能。服务提供者是服务的实例化，具有提供服务功能的具体作用，服务提供者按照定义的服务接口提供服务。

传统汽车采用的面向信号的架构，可扩展性差，升级和成本高。借鉴 IT 行业发展经验，汽车行业也开始引入 SOA 面向服务架构，有

利于实现软硬件解耦，并加速汽车软件开发。

与设备服务接口相比，逻辑语义接口更多地用于传统的非服务化架构。与逻辑语义接口分类方式相同，设备服务接口同样可以分为以下几类：智驾域设备服务接口、座舱域设备服务接口、动力底盘域设备服务接口、车身域设备服务接口、域间设备服务接口等。在设备服务接口设计里需要明确接口的服务名称、函数原型、返回值、参数类型等。

2.6 车外信息交互接口关键技术分析

车外信息交互接口是车载电子控制单元与车外进行信息交互的接口。根据面向不同的车外对象，可以分为网联接口、诊断端接口、充放电端接口等。

此处的网联接口泛指广义的车外通信，不特指某一项具体技术。可包括云端接口、路侧端接口、移动端接口等。

云端接口的应用场景包括车辆数据上报、远程控车、远程升级、远程诊断等。车辆数据上报通过云端接口将车辆状态数据上传到云平台。远程控车功能通过云端接口将用户的控车请求下发到车端进行控车，包括开关锁、开关空调、寻车等。远程升级功能通过云端接口将新版本软件更新指令下发到车辆，通过 CDN 将新版本软件下发到车辆并更新。远程诊断通过云端接口采集车辆运行和故障数据并进行实时诊断或预警，提升车辆可靠性和安全性。

车端与云端的数据格式可以是 JSON(通常在 HTTP 的传输协议下)，采用 MQTT 协议或者 TCP 协议时，也可以是车端与云端约定自

定义的消息报文格式。云端接口需要重点考虑车端与云端数据的传输安全，例如使用加密算法对数据进行加密，确保数据在传输过程中不被窃取或篡改；使用数字签名对数据进行认证，确保数据的完整性和真实性；采用 SSL/TLS 等安全传输协议，确保数据在传输过程中不被窃取或篡改等。

路侧端接口的应用场景主要包括车路协同，一般通过 V2X 技术实现车辆与道路设施之间的信息交换和共享。V2X 技术涉及到定位、通信、数据处理、安全等方面。具体场景举例如下：通过路侧端接口可以实现车辆与交通信号灯之间的通信，提高交通信号灯的智能化程度。例如，当交通信号灯检测到某个路口的车辆拥堵时，可以通过路侧端接口向周围车辆发送路况信息，引导车辆绕行，从而优化交通流量。通过路侧端接口可以将道路设施信息传输给自动驾驶车辆，包括路标、路牌、障碍物等，从而帮助车辆更加准确地识别道路环境，提高行驶安全性。

移动端接口的应用场景包括车机手机互联、数字钥匙、近场控车等。车机手机互联通过支持手机、平板电脑等移动设备上的内容通过移动端接口投射到车载娱乐系统的屏幕上，实现在车内观看视频、播放音乐、导航等功能。数字钥匙支持通过移动设备的应用程序通过移动端接口控制汽车的锁定、解锁、启动和关闭等功能。

诊断端接口的应用场景主要是汽车故障诊断仪通过诊断端接口读取汽车电控系统中的状态信息与故障，方便查明发生故障的部位及原因。目前标准的诊断端接口为 OBD，通过 OBD 接口还可以监测排

放指标。

充放电端接口的应用场景包括新能源车的充电桩充电和手机充电等场景。还包括越野、露营等用车场景的放电场景。

3 智能网联汽车接口标准现状

3.1 物理电气接口标准

3.1.1 数据传输用连接器与线缆标准

3.1.1.1 高速数据传输用连接器与线缆标准

目前 Fakra 系列连接器已经有 ISO 国际标准，例如 ISO 20860-1:200 《Road vehicles — 50 ohms impedance radio frequency connection system interface — Part 1: Dimensions and electrical requirements》和 ISO 20860-2:2009 《Road vehicles — 50 ohms impedance radio frequency connection system interface — Part 2: Test procedures》，ISO 标准正在转化为国标《道路车辆 50Ω 阻抗射频连接系统接口 第 1 部分：尺寸和电气要求》和《道路车辆 50Ω 阻抗射频连接系统接口 第 2 部分：测试方法》，国标正在审查中尚未发布。此外，行业中使用较多的 Fakra 连接器标准还有 USCAR 发布的 USCAR 系列标准。

Mini-Fakra 连接器已经有正在制定的 ISO 国际标准 ISO 8092-7 《Road vehicles — Connections for on-board electrical wiring harnesses — Part 7: Electrical connection requirements, test methods and interface definition for miniaturized coaxial connections》，目前正在制定中。待发布后也将会转化为国标。此外，行业中使用较多的 Mini-Fakra 连接器标准还有 USCAR 发布的 USCAR 系列标准。

HSD 连接器行业中用得较多得主要是有 USCAR 发布的 USCAR 系列标准。

以太网连接器是近年来随着以太网技术在车内使用而发展起来的，以太网连接器目前行业中已有数十种产品，ISO 正在制定标准 ISO 8092-6 《Road vehicles — Connections for on-board electrical wiring harnesses — Part 6: In-vehicle Ethernet, general performance requirements and interface definitions》，目前正在制定中。待发布后也将会转化为国标。目前行业内也在讨论推动形成适合国内应用情况的车载以太网连接器界面标准。

同轴线缆已经有国标 GB/T 25087-2010 《道路车辆 圆形、屏蔽和非屏蔽的 60V 和 600V 多芯护套电缆》，对应的 ISO 国际标准为 ISO 14572:2006 《Road vehicles — Round, screened and unshielded 60 V and 600 V multi-core sheathed cables — Test methods and requirements for basic and high-performance cables》。以太网已经有国标 GB/T 25089-2010 《道路车辆 数据电缆》，对应的 ISO 国际标准为 ISO 16553:2006 《Road vehicles — Data cables — Test methods and requirements》，此外 Open Alliance 联盟的 TC9 工作组也在制定车载以太网的标准。对于更高速的数据传输电缆已经有行标《道路车辆 带宽至 10 GHz 屏蔽平衡电缆》，目前已经征求意见，预计 2024 年发布，该标准规定了带宽至 10 GHz 的以太网的 0.13mm² 及以上规格屏蔽对绞电缆的结构、尺寸、性能、包括高频传输性能和试验方法，可以满足最高到 25 Gbps 的以太网系统的数据传输要求。

3.1.1.2 低速数据传输用连接器与线缆标准

低速数据传输用连接器的通用性能要求已有行业标准《QC/T 1067-2017 汽车电线束和电气设备用连接器》，但是低速数据传输用连接器种类很多，界面和尺寸不兼容，不同车企往往会使用各自的企业连接器标准。低速数据传输用线缆有国家标准 GB/T 25085.3-2020《道路车辆 汽车电缆 第3部分：交流 30V 或直流 60V 单芯铜导体电缆的尺寸和要求》和 GB/T 25085.4-2020《道路车辆 汽车电缆 第4部分：交流 30 V 或直流 60 V 单芯铝导体电缆的尺寸和要求》，对应的 ISO 国际标准为 ISO 19642-3:2019《Road vehicles — Automotive cables — Part 3: Dimensions and requirements for 30 V a.c. or 60 V d.c. single core copper conductor cables》和 ISO 19642-4:2019《Road vehicles — Automotive cables — Part 4: Dimensions and requirements for 30 V a.c. and 60 V d.c. single core aluminium conductor cables》，国内车企往往采用德标或日标型号线缆（如 DIN 72551 和 JASO D608 等）。

3.1.2 供电用连接器与线缆标准

3.1.2.1 高压供电用连接器与线缆标准

高压供电用连接器已经有国家标准 GB/T 37133-2018《电动汽车用高压大电流线束和连接器技术要求》，但是缺乏高压连接器界面的规范，各个厂家有自己的企业标准，安装界面和尺寸互不兼容。目前该标准正在修订中，修订后名称改为“电动汽车高压连接系统”，内容也包括高压连接器的安装尺寸。电动汽车产业技术创新战略联盟提出的 T/CSAE 178-2021《电动汽车高压连接器技术条件》规定了电动

汽车高压连接器的性能要求以及试验方法，同时推荐了连接器的典型安装界面。

高压线缆已经有国家标准 GB/T 25087-2010《道路车辆 圆形、屏蔽和非屏蔽的 60V 和 600V 多芯护套电缆》，还有行业标准 QC/T 1037-2016《道路车辆用高压电缆》，对于新能源汽车使用的 600V 以上的高压线缆进行了规范，国际标准有 SAE 提出的 SAEJ1654/SAEJ1673/SAEJ1742 等标准。

3.1.2.2 低压供电用连接器与线缆标准

低压连接器的通用性能要求已有行业标准 QC/T 1067-2017《汽车电线束和电气设备用连接器》，但是低压连接器种类很多，界面和尺寸不兼容，不同车企往往会使用各自的企业连接器标准。低压线缆与低速数据传输用线缆参考同类标准。

3.2 通信协议接口标准

3.2.1 有线通信协议标准

3.2.1.1 CAN/CAN FD

CAN/CANFD 通信采用 ISO 定义的 OSI(Open System Interconnect, 开放系统互连) 层次模型，其协议架构示意图如图 13 所示。

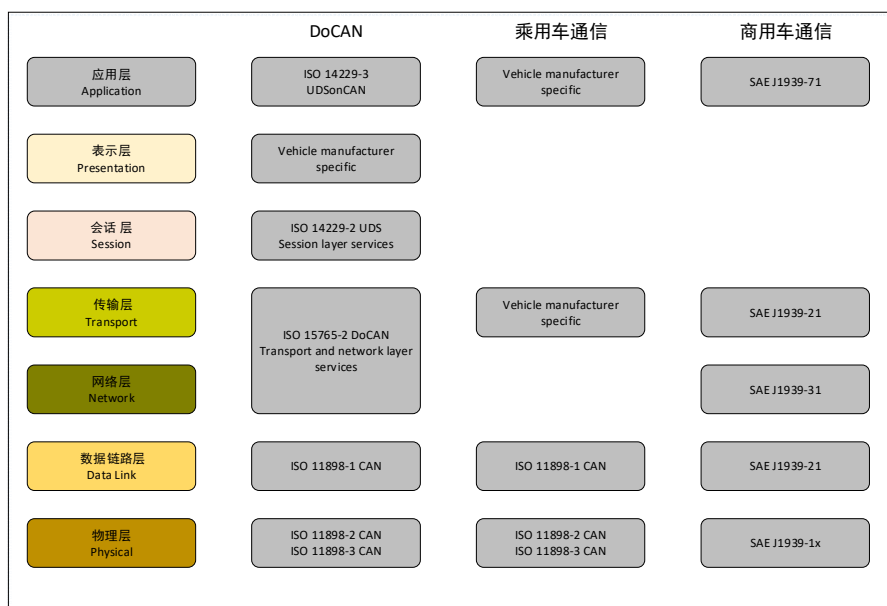


图13 CAN/CANFD 协议架构

1)针对 CAN/CANFD 诊断:采用 DoCAN 协议,除表示层由 OEM 自行定义外,其他各层均由 ISO 定义了相应的通信协议标准。

2)针对乘用车 CAN/CANFD 通信:通常不使用网络层、会话层和表示层;ISO 定义了物理层和数据链路层通信标准;传输层和应用层标准由 OEM 自行定义,因此每个 OEM 的应用层标准均不同,这给控制器在不同 OEM 车辆上的匹配应用带来很大困难。例如,控制器 ECU1 已经在 OEM1 车辆上量产应用,如计划将控制器 ECU1 移植到 OEM2 车辆上,则必须对控制器 ECU1 的通信软件进行适应性更改,随之带来了开发成本、开发进度、多品种零部件管理等系统问题。

3)针对商用车 CAN/CANFD 通信:通常不使用会话层和表示层;SAE 定义了物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层通信标准;但相关国际标准还不够完善(例如 SAE J1939 标准只支持 CAN 通信、不支持 CANFD 通信),需要整车厂根据车辆应用的实际需求对上述

标准进行的修改和补充。

与之对应的国家标准包括 GB/T 36048-2018《乘用车 CAN 总线物理层技术要求》、GB/T 41588.1-2022《道路车辆 控制器局域网(CAN) 第 1 部分：数据链路层和物理信令》、GB/T 41588.2-2022《道路车辆 控制器局域网(CAN) 第 2 部分：高速媒介访问单元》、GB/T 41588.3-2022《道路车辆 控制器局域网(CAN) 第 3 部分：低速容错、媒介相关接口》、GB/T 41588.4-2022《道路车辆 控制器局域网(CAN) 第 4 部分：时间触发通信》等。

3.2.1.2 LIN

LIN 的国际标准包括 SAEJ 2602 系列标准和 ISO 17987 系列标准。ISO 系列标准转化成的国家标准包括 GB/T 42691 系列标准，包括：GB/T 42691.1-2023《道路车辆 局域互连网络（LIN） 第 1 部分：一般信息和使用案例定义》、GB/T 42691.2-2023《道路车辆 局域互连网络（LIN） 第 2 部分：传输层协议和网络层服务》、GB/T 42691.3-2023《道路车辆 局域互连网络（LIN） 第 3 部分：协议规范》、GB/T 42691.5-2023《道路车辆 局域互连网络（LIN） 第 5 部分：应用程序接口》、GB/T 42691.6-2023《道路车辆 局域互连网络（LIN） 第 6 部分：协议一致性测试规范》、GB/T 42691.7-2023《道路车辆 局域互连网络（LIN） 第 7 部分：电气物理层（EPL）一致性测试规范》、GB/T 42691.8-2023《道路车辆 局域互连网络（LIN） 第 8 部分：电气物理层（EPL）规范：直流电源线上的局域互连网络（DC-LIN）》等。

3.2.1.3 K 线

K 线的国际标准有基于 K 线的诊断通信标准 ISO 14230 系列标准，已转化为国家标准，包括：GB/T 41590.1-2022 《道路车辆 基于 K 线的诊断通信 第 1 部分：物理层》、GB/T 41590.2-2022 《道路车辆 基于 K 线的诊断通信 第 2 部分：数据链路层》、GB/T 41590.3-2022 《道路车辆 基于 K 线的诊断通信 第 3 部分：应用层》、GB/T 41590.4-2022 《道路车辆 基于 K 线的诊断通信 第 4 部分：排放相关系统要求》。

3.2.1.4 Ethernet

车载以太网通信也采用 ISO 定义的 OSI(Open System Interconnect, 开放系统互连) 层次模型，其协议架构示意图如图 14 所示。

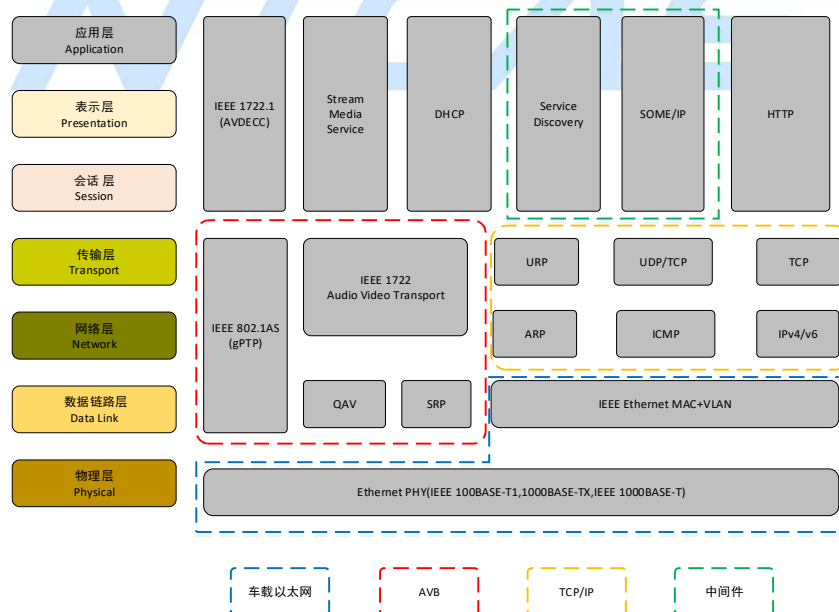


图14 车载以太网协议架构示意图

车载以太网相关的国际标准和行业标准分别来自 RFC、IEEE、ISO、AUTOSAR 和 OPEN ALLIANCE 联盟等国际化组织。车载以太

网的国际标准为 ISO 21111 系列标准（包括 ISO 21111-1:2020 《Road vehicles In-vehicle Ethernet Part 1: General information and definitions》、ISO 21111-2:2020 《Road vehicles In-vehicle Ethernet Part 2: Common physical entity requirements》、ISO 21111-3:2020 《Road vehicles In-vehicle Ethernet Part 3: Optical 1-Gbit/s physical entity requirements and conformance test plan》等），目前正在转化为国家标准《道路车辆 车载以太网》。

国内各整车厂根据自身特点，参考国际标准和行业标准制定了各自的车载以太网配置规范，目前基本上以企业标准的形式存在，还没有在汽车行业范围标准化。

3.2.1.5 TSN

TSN 已有的 IEEE 标准包括：

- 1) IEEE 802.1AS: 精准时钟同步协议 (general Precision Time Protocol, gPTP)
- 2) IEEE 802.1Qat: 流预留协议 (Stream Reservation Protocol, SRP)
- 3) IEEE 802.1Qav: 时间敏感流的转发和排队 (Forwarding and Queuing Enhancements for Time Sensitive Streams, FQTSS)
- 4) IEEE 802.1BA: 音频视频桥接系统, 定义 AVB 配置文件 (Audio Video Bridging Systems)

更名为 TSN 后，AVB 对部分原标准进行了修订，同时新增了几个性能改进标准：

- 5) IEEE 802.1ASbt: 增强功能和性能改进，基于 IEEE 802.1AS-

2011 修订定时和同步

6) IEEE 802.1Qbu: 帧抢占机制

7) IEEE 802.1Qbv: 计划流量的调度。

TSN 中各部分协议日渐完善，从四个方面（时间同步、延迟、可靠性、资源管理）分类汇总如图 15 所示。

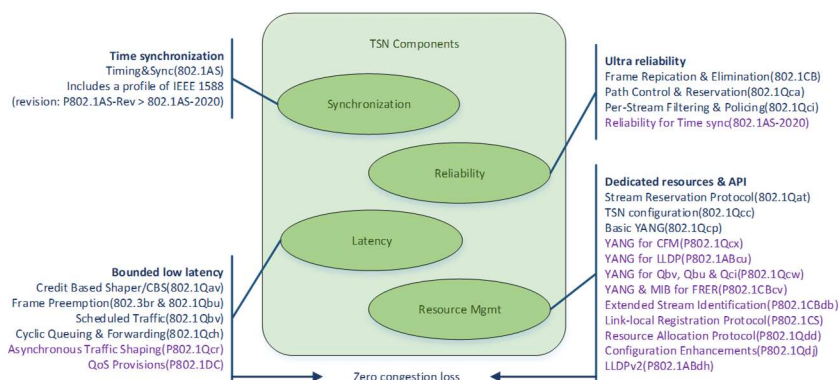


图15 TSN 协议汇总

TSN 已经有国家标准，例如 GB/T 42561-2023 《信息技术 系统间远程通信和信息交换 实时以太网适配时间敏感网络技术要求》、GB/T 42586-2023 《信息技术 系统间远程通信和信息交换 时间敏感网络配置》等。

3.2.1.6 MOST

MOST 已经有国际标准 ISO 21806 系列（包括 ISO 21806-1:2020 《Road vehicles Media Oriented Systems Transport (MOST) Part 1: General information and definitions》、ISO 21806-2:2020 《Road vehicles Media Oriented Systems Transport (MOST) Part 2: Application layer》、ISO 21806-3:2020 《Road vehicles Media Oriented Systems Transport (MOST) Part 3: Application layer conformance test plan》等）。

3.2.1.7 FlexRay

FlexRay 已经有国际标准 ISO 17458 系列(包括 ISO 17458-1:2013 《Road vehicles FlexRay communications system Part 1: General information and use case definition》、ISO 17458-2:2013 《Road vehicles FlexRay communications system Part 2: Data link layer specification》、ISO 17458-3:2013 《Road vehicles FlexRay communications system Part 3: Data link layer conformance test specification》、ISO 17458-4:2013 《Road vehicles FlexRay communications system Part 4: Electrical physical layer specification》、ISO 17458-5:2013 《Road vehicles FlexRay communications system Part 5: Electrical physical layer conformance test specification》)。

3.2.1.8 LVDS

LVDS 在下列两个标准中作了定义：

1) IEEE P1996.3 (1996 年 3 月通过), 主要面向 SCI (Scalable Coherent Interface) .定义了 LVDS 的电特性, 还定义了 SCI 协议中包交换时的编码;

2) ANS/EIA/EIA-644 (1995 年 11 月通过, 2001 年修订), 主要定义了 LVDS 的电特性, 并建议了最大传输速率及理论极限速率等参数。

3.2.1.9 HSMT

全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会 (SC34) 的网联功能与应用 (CFA) 标准工作组于 2020 年 2 月启动推荐性行

业标准《车载有线高速媒体传输系统技术要求及试验方法》标准研究工作，并于 2023 年 6 月正式公开征求意见，预计 2024 年发布。该标准规定了 HSMT 的技术要求（包括节点状态、传输速率、连通性、误码率、电气指标等）和试验方法。

该标准主要用于高速视频传输场景，目前也正在规划启动针对音频场景的 HSMT 协议标准制定。为了兼容未来的音频标准，该标准已改名为《车载有线高速媒体传输 万兆全双工系统 技术要求及试验方法》，规划中的音频传输标准名称为《车载有线高速媒体传输 百兆时分双工系统 技术要求及试验方法》。

3.2.2 无线通信协议标准

WLAN 无线通信涉及的标准比较多，包括 IEEE 802.11a/b/g/n、IEEE 802.11ac/ad 等。

蓝牙协议标准主要为 IEEE 802.15.1 系列标准，此外蓝牙技术联盟（SIG）也会制定一系列规范协议确保不同厂商的蓝牙设备互相兼容，目前已经发布的最新版本为 Bluetooth 5.4。

UWB 协议的标准主要为 IEEE 802.15.4 系列标准，目前最新的为增强了测距精度和安全性的 IEEE 802.15.4z 标准。

NFC 的标准主要为 ISO/IEC 18092:2013（《Information technology Telecommunications and information exchange between systems Near Field Communication》）和 ISO 14443 系列标准。

星闪技术相关标准由星闪联盟定义和维护。星闪 Release 1.0 系列标准于 2022 年完成制定并发布。该系列标准主要由星闪接入层规范、

基础服务层规范、基础应用层规范及其配套的支撑性规范构成。星闪 1.0 系列标准共由 10 余项标准组成，包括接入层、基础服务层、通用（架构、标识等）、安全以及测试等部分。星闪 2.0 系列标准已启动部分标准立项，将聚焦在接入层能力扩展以及星闪原生应用定义。星闪 1.0 标准列表如下所示。

标准名称	分类
星闪无线通信系统 架构	架构
YD/T 4007-2022《无线短距通信 车载空口技术要求和测试方法》	星闪接入层
星闪无线通信系统 接入层 低功耗技术要求	
星闪无线通信系统 基础服务层 设备与服务发现	基础服务层
星闪无线通信系统 基础服务层 传输与控制	
星闪无线通信系统 基础服务层 QoS 架构与管理	
星闪无线通信系统 基础服务层 多域协调与管理	
星闪无线通信系统 基础服务层 5G 蜂窝网络融合技术	
星闪无线通信系统 网络安全 通用要求	安全
星闪设备媒体接入层标识分配机制	地址分配
星闪无线通信系统 测试规范 接入层设备要求和测试方法	测试认证
星闪无线通信系统 测试规范 接入层设备安全要求和测试方法	测试认证

QC/T 《车载专用无线短距传输系统技术要求和试验方法》	车载应用要求
JT/T 《营运车辆全景环视系统技术要求和试验方法》	

其中 QC/T 《车载专用无线短距传输系统技术要求和试验方法》标准于 2020 年 2 月在全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分技术委员会网联功能与应用工作组正式启动，2023 年 6 月进行意见征集，预计 2024 年发布。该标准定义了车载无线短距传输系统的性能要求、协议层要求、信息安全要求、车载环境要求和试验方法等。

3.3 系统软件接口标准

3.3.1 车控操作系统系统软件接口标准

国际主流的系统软件中间件如 AUTOSAR CP(即 classic AUTOSAR)标准中定义了安全车控操作系统系统软件接口标准等。智能驾驶系统软件中间件如 AUTOSAR AP(即 Adaptive AUTOSAR)和 ROS(Robot Operating System)等定义了智能驾驶操作系统系统软件接口标准。

国标《智能网联汽车 车控操作系统技术要求及试验方法》于 2021 年 10 月正式立项启动制定，用于规定智能网联汽车车控操作系统的一般要求、通用技术要求、信息安全要求、功能安全要求和试验方法，预计 2025 年发布。目前未定义系统软件接口的具体形式，对接口的类型和信息安全提出了要求。

3.3.2 车载操作系统系统软件接口标准

主流的车载操作系统系统都定义了系统软件接口标准，例如安卓

Android 针对车载场景定义了 Android Automotive Car API, QNX 定义了 Car Platform API 等。

国标《智能网联汽车 车载操作系统技术要求及试验方法》于 2021 年 10 月正式立项启动制定, 用于规定智能网联汽车车载操作系统的通用要求、基础库、协议栈、基础服务、程序运行框架、多系统、性能要求、信息安全要求、功能安全要求和试验方法, 预计 2025 年发布。目前暂未定义接口的具体形式, 但在制定过程中对接口标准化提出了诉求。

3.4 逻辑语义接口标准

目前逻辑语义接口一般由车企自行定义, 这给控制器在不同车型车辆上的匹配应用带来很大困难, 随之带来了开发成本、多品种零部件管理等问题, 需要行业尽快明确标准化的接口定义。

智驾域逻辑语义接口标准已有 ISO 国际标准 ISO 23150:2023 《Road vehicles - Data communication between sensors and data fusion unit for automated driving functions - Logical interface》, 于 2023 年发布。标准规定了车载环境感知传感器(例如毫米波雷达、激光雷达、摄像头、超声波雷达)和融合单元(基于传感器检测的车辆周围环境的数据生成周围模型数据)之间的逻辑接口。逻辑接口以信号的格式描述表示并提供目标级别的信息(例如潜在移动目标、道路目标、静态目标)以及有关特征和检测级别以及传感器特有的具体信息, 信号格式包括类型、范围、单位、取值等。只依赖单一传感器或者传感器簇信息的跟踪算法提供的目标质量有限, 融合单元可以通过使用目标级融

合以及特征和/或检测级融合来合并不同级别的信息改进目标识别或者跟踪的质量。国标《道路车辆 自动驾驶传感器与数据融合单元间数据通信 逻辑接口》是 ISO 23150 的转化标准，于 2021 年 8 月立项启动，预计 2025 年发布。

在动力底盘域，针对商用车的 CAN 通信，车企普遍都遵循行业通用的应用层标准 SAE J1939-71，SAE J1939-71 详细定义了各个信号的数据长度、精度、偏移、数据范围以及在报文中的位置。所以各 OEM 的网络通信矩阵定义基本相同，这给控制器在不同 OEM 车辆上的匹配应用带来极大便利。但 SAE J1939-71 定义的信号并不全面（例如：不能够支持智能网联汽车和新能源汽车的全部功能需求），仍需要各整车厂根据车辆应用的实际需求不断进行完善。中国汽车工程学会团体标准《T/CSAE 234-2021 智能网联汽车线控转向及制动系统数据接口要求》于 2021 年 10 月发布，是业内首个首个线控接口标准，规定了线控转向及制动系统的数据接口要求，包括与域控制器及其他电控单元交互的信号定义。标准中已定义 114 个信号（例如制动减速度指令、方向盘转角指令、轮速等），近年来智能驾驶功能和线控技术发展迅速，标准中定义的信号需要扩充和修改。总体来说动力底盘域逻辑语义接口缺乏适用的国家或行业标准。

国际联盟 COVESA 提出了汽车信号规范参考(即 VSS - Vehicle Signal Specification)，提供了一种基于车辆域分类的结构化定义车辆信号（以及信号目录）的参考标准。重点关注车辆传感器、执行器等通过总线传输的原始数据与信息娱乐系统相关数据。VSS 信号规范旨

在提供独立于供应商，同时兼容符合 VSS 语法规则的供应商实施特定扩展和改编的参考规范，目前已涵盖智驾域、座舱域、车身控制域、动力底盘域等。

3.5 设备服务接口标准

随着智能汽车需求的增加和快速迭代，汽车行业正在采用 SOA 作为架构开发模式，通过标准化的服务接口、松散耦合的服务机制以及可组合扩展的服务特性应对智能网联汽车需求的快速迭代更新。分层解耦，服务接口协同统一，是实现 SOA 架构的关键。通过设备服务接口的标准化，使得不同厂商的硬件、软件、平台等具有互操作性，即不同车型和不同部件，能够用相同的语言完成跨域调用、交换和共享信息的能力，减少定制，从而提升产业协同效率。

中国汽车工业协会于 2020 年 8 月成立 SDV 工作组，联合汽车上下游企业制定并发布了《软件定义汽车服务 API》规范，目前已经发布了第三版。规范对 SOA 架构进行分层解耦，将设备服务接口分为设备抽象 API 和原子服务 API，架构如图 16 所示。其中设备抽象层对传感器、执行器、Legacy ECU 等硬件资源进行抽象，通过设备抽象 API 向上为服务提供设备访问接口，屏蔽设备功能实现差异，减少定制化与重复劳动。原子服务层实现一定的数据融合或控制逻辑，作为服务的最小单位与单一执行实体，通过原子服务 API 向上为应用提供可按需编排的基础服务，使能一次开发多次重用，最大化提升开发效率。目前已发布原子服务 API 400 多个、设备抽象 API 300 多个，覆盖动力底盘、智驾、车身等功能域。在此规范基础上，已于

2023 年 1 月在中国汽车工业协会正式立项团标《智能网联汽车原子服务与设备抽象 API 接口规范》。



图16 《软件定义汽车服务 API》架构

中国汽车工程学会团标《智能网联汽车设备抽象与感知服务接口规范》针对智驾域定义了车内传感器（主要为摄像头（智能单目/双目摄像头）、激光雷达、4D 毫米波雷达）以及 V2X 设备（主要为 OBU 设备）的设备抽象服务和感知服务的接口规范。标准于 2022 年 11 月立项，目前正在起草中。

中国汽车工程学会团标《车控操作系统功能软件架构及接口要求》定义了功能软件层，即面向智能驾驶功能的共性服务软件集合。标准规定了功能软件面向应用软件提供的针对驾驶自动化功能的配置接口、加载接口和数据交换接口要求等，标准于 2021 年 3 月立项，目前处于送审阶段。

总体来说目前 SOA 架构在车内的应用还处于发展初期，相关的标准化工作还有待进一步开展。

3.6 车外信息交互接口标准

网联接口的云端接口标准包括一系列联网和交互标准，比如 HTTP、MQTT、TLS 等。其中，在车辆状态数据上报的领域有国家标准 GB/T 32960《电动汽车远程服务与管理系统技术规范》，要求所有电动汽车按照标准定义的格式和上报车辆状态数据，包括整车数据、驱动电机数据、发动机数据、车辆位置数据等，便于对新能源汽车进行监管和数据分析，提升新能源汽车的安全性。目前该标准正在修订中，增加了数据上报要求。车辆数据采集类接口需要重点考虑信息安全和数据安全。万维网联盟 W3C 提出车辆信息服务规范参考（VISS—Vehicle Information Service Specification），使用 JSON 格式并支持 HTTP、MQTT 协议，支持访问车辆信息的服务。目前在《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023 版）》已规划了《智能网联汽车 车用数据格式及编码》的标准方向，可用于规范车辆数据采集的格式。《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023 版）》规划了“智能网联汽车云控平台技术规范”标准规范，其中包括车辆与云控平台数据交互接口。

网联接口的移动端接口往往通过无线通信协议与移动终端联接，常见的应用场景包括手机投屏。投屏协议标准包括 MirrorLink、CarPlay 等。移动端典型应用还包括数字钥匙，国际车连接联盟 CCC (Car Connectivity Consortium) 在制定数字钥匙技术规范。目前国标

GB/T《汽车数字钥匙系统技术规范》正在制定中，其中包含了统一接口的内容。

网联接口的路侧端接口包括正在制定中的国标 GB/T《基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求及试验方法》，其中规范了车辆通过 V2X 与外部（包括路侧）进行信息交互的消息接口。

诊断端接口包括基于 CAN 线的诊断标准(ISO 14229, GB/T 39851 等)和基于因特网协议的诊断协议 (ISO 134500) 等。现有的国标包括 GB/T 40430-2021《道路车辆 基于控制器局域网的诊断通信 符号集》、GB/T 40822-2021《道路车辆 统一的诊断服务》、GB/T 39851.2-2021《道路车辆 基于控制器局域网的诊断通信 第 2 部分：传输层协议和网络层服务》、GB/T 39851.3-2021《道路车辆 基于控制器局域网的诊断通信 第 3 部分：排放相关系统的需求》、GB/T 41590.4-2022《道路车辆基于 K 线的诊断通信 第 4 部分 排放相关系统要求》、GB/T 42193.1-2022《道路车辆 车辆和外部设备之间排放相关诊断的通信 第 1 部分：一般信息和使用案例定义》、GB/T 42193.2-2022《道路车辆 车辆和外部设备之间排放相关诊断的通信 第 2 部分：术语、定义、缩写和缩略语的指南》、GB/T 42193.3-2022《道路车辆 车辆和外部设备之间排放相关诊断的通信 第 3 部分：诊断连接器和相关电路的要求及使用》、GB/T 42193.4-2022《道路车辆 车辆和外部设备之间排放相关诊断的通信 第 4 部分：外部测试设备》、GB/T 42193.7-2022《道路车辆 车辆和外部设备之间排放相关诊断的通信 第 7 部分：数据链安全》。另外还启动了《道路车辆 基于因

特网协议的诊断通信(DoIP) 第 2 部分:传输协议与网络层服务》、《道路车辆 基于因特网协议的诊断通信(DoIP) 第 3 部分:基于 IEEE 802.3 有线车辆接口》、《道路车辆 基于因特网协议的诊断通信(DoIP) 第 4 部分:基于以太网的高速数据链路连接器》等国家标准项目。

充电端口已经有国家标准用于保证新能源汽车与充电基础设施的互联互通,其中涉及快充过程信息交互的已有国标 GB/T 27930-2023 《非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议》,规定了适用于 GB/T 18487.1-2023 附录 B、附录 C 和附录 E 固定的充电系统。同时 2023 年 9 月 7 日,由工业和信息化部提出、全国汽车标准化技术委员会归口的 GB/T 20234.1-2023 《电动汽车传导充电用连接装置 第 1 部分:通用要求》和 GB/T 20234.3-2023 《电动汽车传导充电用连接装置 第 3 部分:直流充电接口》两项推荐性国家标准正式发布。为配合做好 GB/T 20234.3—2023 直流充电接口标准实施工作,支撑实现大功率充电、即插即充、预约充电等功能,全国汽车标准化技术委员会先以附件的形式发布“2015+”配套的控制导引和通信协议文件:《附件 1:电动汽车传导充电系统(用于 GBT20234.3 的直流充电系统)》和《附件 2:非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议(用于 GBT20234.3 的通信协议)》,供电动汽车、充电设施等相关行业开展技术研究、产品研发、测试验证与示范试点等工作使用。同时开展 GB/T 《非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议 第 2 部分:用于 GB/T 20234.3 的通信协议》的标准立项工作。

4 智能网联汽车接口标准研制路线图

4.1 智能网联汽车接口标准化需求分析

4.1.1 标准化需求调研

为充分了解智能网联汽车接口标准化需求与相关痛点，项目组共开展了两轮接口标准化需求调研，多家整车厂、零部件供应商及检测机构参与调研。

第一轮调研问卷主要用于调研企业内部接口的应用情况和标准化需求，根据接口类型（物理电气接口、通信协议接口、系统软件接口、逻辑语义接口、设备服务接口）进行分类调研，调研维度包括应用场景、企标情况、接口适配成本、标准优先级等。基于第一轮调研结果，项目组经过四轮研讨，对接口类型定义、标准体系框架等达成共识，初步梳理现有标准情况，在此基础上开展第二轮调研。

第二轮问卷调研主要在前期调研及标准现状梳理的基础上，征集参与企业的具体接口标准化建议，调研维度包括标准化内容、标准必要性、标准化难点、标准落地计划等。通过第二轮问卷调研，对各类接口的标准化需求特别是高优先级标准化需求有了更加清晰和具体的认识。

4.1.2 调研结果分析

通过两轮调研和多轮研讨，按照物理电气接口、通信协议接口、系统软件接口、逻辑语义接口、设备服务接口、车外信息交互接口的分类，以行业需求为指引，综合考虑标准化的必要性及可行性，对接口标准体系进行了较为全面的梳理，重点识别了高优先级的标准化需

求。

物理电气接口方面，对于高速连接器与线缆的标准化需求最为强烈，其中 Fakra 和 Mini-Fakra 连接器已经相对成熟且有相关标准，以太网连接器仍在发展中，需要通过标准牵引行业发展并规范市场。以太网连接器标准需要首先标准化界面，支持互插互配，同时应该提出符合中国行业的应用情况要求的界面标准。随着车载光通讯的发展，光纤连接器和光纤的技术标准也可启动研究。除了高速连接器外，还应标准化高压连接器的界面，规范安装和对插尺寸，支持产品互换，减少重复测试成本，目前相关国标正在修订中。

通信协议接口方面，传统 CAN 等总线已经有事实标准且相对成熟，随着车内应用对大带宽的需求，行业亟需车载以太网和专用于承载音视频流的音视频高速传输标准。车载以太网在国外已经有相对成熟的标准，国标已经开始转化。目前行业缺少音视频高速传输标准，应率先进行标准化。随着对部署和成本更高的要求，车内通信呈现无线化趋势的发展，在已有无线通信协议基础上，需要一种更加适用于车载业务场景的无线短距通信标准。

系统软件接口方面，目前已经有在研国标规范车控操作系统和车载操作系统的技术要求，其中涉及到系统软件接口的安全要求。操作系统的系统软件接口主要由采用的操作系统及中间件决定，系统软件接口标准与操作系统的生态挂钩，单独制定系统软件接口标准的优先级相对不高。若制定系统软件接口标准，可以分为系统软件面向硬件的接口和面向上层应用的接口两类。

逻辑语义接口方面，逻辑语义接口的标准化有利于降低零部件在不同车型上的接口适配和定制成本，缩短软件开发周期，提升车载软件质量。由于逻辑语义接口与功能实现相关，应该首先标准化共性的、基础的、较为成熟的信号，车企可在此基础上进一步开发差异化功能。综合来看，动力底盘域的功能相对收敛稳定，信号成熟，标准化优先级最高。

设备服务接口方面，设备服务接口标准化有利于推动软硬件解耦，提升软件复用性。由于 SOA 架构在车内的应用尚处于发展阶段，目前尚处于缺乏成熟标准。建议在已经普遍采用 SOA 的智驾域率先启动接口的标准化。

车外信息交互接口方面，识别的重点包括属于云端接口的数据采集类接口的标准化，此类接口要重点考虑信息安全和数据安全。还包括属于充电接口的高压快充接口，高压快充已经成为趋势，目前对应的国标已经发布，标准需要加速落地。

4.2 智能网联汽车接口标准体系框架

4.2.1 体系架构

智能网联汽车接口标准体系框架分为“物理电气接口”、“通信协议接口”、“系统软件接口”、“逻辑语义接口”、“设备服务接口”、“车外信息交互接口”六个部分。同时根据各具体标准在范围、用途、实现方式等区别，做进一步细分，如图 18 所示。

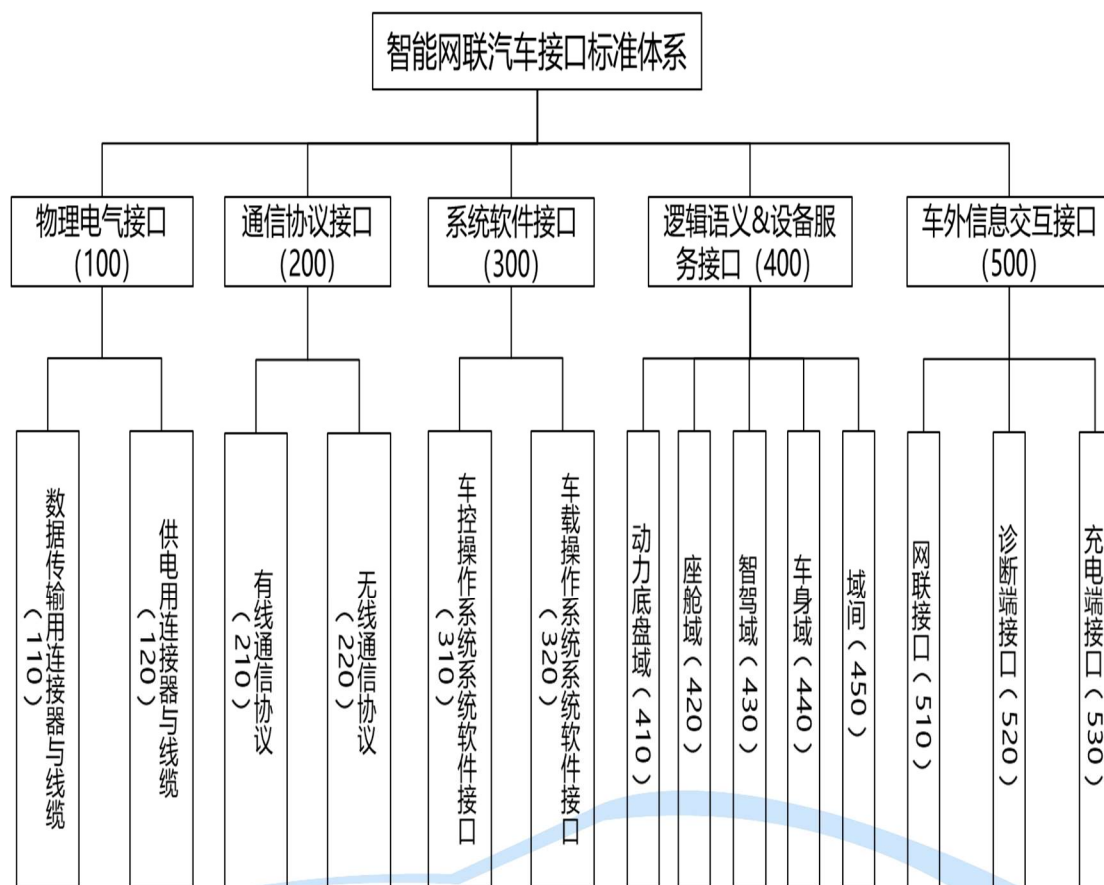


图17 智能网联汽车接口标准体系架构

4.2.2 体系内容

1、物理电气接口（100）

物理电气接口是车载部件之间用于信息传输或能量交互的硬件接口，即连接器和线缆。物理电气接口类标准分为数据传输用连接器与线缆标准和供电用连接器与线缆标准。

2、通信协议接口（200）

通信协议接口是车载电子控制单元之间用于传输信息的协议。通信协议接口类标准分为有线通信协议标准和无线通信协议标准。

3、系统软件接口（300）

系统软件接口是车载电子控制单元内部为车载软件提供运行环

境的软件接口。系统软件接口类标准分为车控操作系统软件接口标准和车载操作系统系统软件接口标准。

4.逻辑语义&设备服务接口（400）

逻辑语义接口是为车载电子控制单元之间交互消息的语义。设备服务接口是为车载软件提供基础功能的服务化接口。

逻辑语义类接口和设备服务接口类标准可以按照车载电子控制单元的功能域进行分类：动力底盘域逻辑语义接口&设备服务接口标准、智驾域逻辑语义接口&设备服务接口标准、座舱域逻辑语义接口&设备服务接口标准、车身域逻辑语义接口&设备服务接口标准、域间逻辑语义接口&设备服务接口标准等。

5.车外信息交互接口（500）

车外信息交互接口是车载电子控制单元与车外进行信息交互的接口。根据面向不同的车外设施，可以分为网联接口标准、诊断端接口标准、充电端接口标准等。

标准项目及分类			标准 类型	标准 性质	状态	优先级
物理电气接口 (100)						
数据传输用连接器与线缆 (110)						
	110-1	道路车辆 车载以太连接器基本性能要求和界面尺寸定义	国标/行标	推荐	预研中	高
	110-2	道路车辆 带宽至 10 GHz 屏蔽平衡电缆	行标	推荐	已启动	高
	110-3	道路车辆 50 Ω 阻抗射频连接系统接口	国标	推荐	已启动	高
	110-4	道路车辆 车载电气线束连接：小型同轴连接的电气连接要求、试验方法和接口定义	国标	推荐	预研中	高
	110-5	QC/T 1067-2017 汽车电线束和电气设备用连接器	行标	推荐	已发布	/
	110-6	道路车辆 100Gbit/s 以下通信用车载光纤线束的一般要求和试验方法	国标	推荐	未启动	中
供电用连接器与线缆 (120)						
	120-1	GB/T 37133 电动汽车用高压连接系统	国标	推荐	修订中	高
	120-2	GB/T 25087-2010 道路车辆 圆形、屏蔽和非屏蔽的 60V 和 600V 多芯护套电缆	国标	推荐	已发布	/
	120-3	QC/T 1037-2016 道路车辆用高压电缆	行标	推荐	已发布	/
	120-4	GB/T 25085 道路车辆 汽车电缆	国标	推荐	已发布	/
	120-5	GB/T 25087-2010 道路车辆 圆形、屏蔽和非屏蔽的 60V 和 600V 多芯护套电缆	国标	推荐	已发布	/
通信协议接口 (200)						
有线通信协议 (210)						
	210-1	道路车辆 车载以太网	国标	推荐	已启动	高
	210-2	车载有线高速媒体传输 万兆全双工系统 技术要求及试验方法	行标	推荐	已启动	高
	210-3	车载有线高速媒体传输 百兆时分双工系统 技术要求及试验方法	行标	推荐	未启动	高

	210-4	GB/T 41588-2022 道路车辆 控制器局域网(CAN)	国标	推荐	已发布	/
	210-5	GB/T 42691-2023 道路车辆 局域互联网络(LIN)	国标	推荐	已发布	/
无线通信协议 (220)						
	220-1	车载专用无线短距传输系统技术要求和试验方法	行标	推荐	已启动	高
	220-2	YD/T 4007-2022 无线短距通信 车载空口技术要求和测试方法	行标	推荐	已发布	/
系统软件接口 (300)						
车控操作系统系统软件接口 (310)						
	310-1	智能网联汽车 车控操作系统技术要求及试验方法	国标	推荐	已启动	高
	310-2	车控操作系统面向硬件的接口规范	行标/团标	推荐	未启动	低
	310-3	功能软件和系统软件层间接口规范	行标/团标	推荐	未启动	低
车载操作系统系统软件接口 (320)						
	320-1	智能网联汽车 车载操作系统技术要求及试验方法	国标	推荐	已启动	高
	320-2	车载操作系统硬件接口要求	行标/团标	推荐	未启动	低
	320-3	车载操作系统应用接口要求	行标/团标	推荐	未启动	低
逻辑语义&设备服务接口 (400)						
动力底盘域 (410)						
	410-1	动力底盘域逻辑语义接口规范*	国标/行标	推荐	未启动	高
	410-2	动力底盘域设备服务接口规范*	国标/行标	推荐	未启动	中
座舱域 (420)						
	420-1	座舱域逻辑语义接口规范*	国标/行标	推荐	未启动	中
	420-2	座舱域设备服务接口规范*	国标/行标	推荐	未启动	中

智驾域 (430)						
	430-1	道路车辆 自动驾驶传感器与数据融合单元数据通信 逻辑接口	国标	推荐	已启动	高
	430-2	智驾域设备服务接口规范*	国标/行标	推荐	未启动	中
车身域 (440)						
	440-1	车身域逻辑语义接口规范*	国标/行标	推荐	未启动	中
	440-2	车身域设备服务接口规范*	国标/行标	推荐	未启动	中
域间 (450)						
	450-1	域间逻辑语义接口规范*	行标/团标	推荐	未启动	低
	450-2	域间设备服务接口规范*	行标/团标	推荐	未启动	低
车外信息交互接口 (500)						
网联接口 (510)						
	510-1	GB/T 32960 电动汽车远程服务与管理系统技术规范	国标	强制	修订中	高
	510-2	智能网联汽车 车用数据格式及编码	国标	推荐	未启动	高
	510-3	车路云一体化系统 网联车辆与云控平台数据交互技术要求	国标/行标	推荐	未启动	低
	510-4	汽车数字钥匙系统技术规范	国标	推荐	已启动	高
	510-5	基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求及试验方法	国标	推荐	已启动	高
诊断端接口 (520)						
	520-1	GB/T 40430-2021 道路车辆 基于控制器局域网的诊断通信 符号集	国标	推荐	已发布	/
	520-2	GB/T 40822-2021 道路车辆 统一的诊断服务	国标	推荐	已发布	/
	520-3	GB/T 39851-2021 道路车辆 基于控制器局域网的诊断通信	国标	推荐	已发布	/
	520-4	GB/T 41590-2022 道路车辆基于 K 线的诊断通信	国标	推荐	已发布	/

	520-5	GB/T 42193-2022 道路车辆 车辆和外部设备之间排放相关诊断的通信	国标	推荐	已发布	/
	520-6	道路车辆 基于因特网协议的诊断通信 (DoIP)	国标	推荐	已启动	高
充电端接口 (530)						
	530-1	GB/T 27930-2023 非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议	国标	推荐	已发布	/
	530-2	非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议 第2部分：用于GB/T 20234.3的通信协议	国标	推荐	已启动	高

注：带*号表示标准方向，暂无具体标准项目名称，可能对应一个或多个标准项目



4.3 智能网联汽车接口标准规划

基于智能网联汽车接口标准体系框架以及标准化需求调研结果，建议由全国汽车标准化技术委员会主导开展国家或行业标准项目。优先级高的标准项目或标准方向建议可在 2024 年启动标准制定（包括 2024 年之前启动或在研的标准项目）；优先级中的标准项目或标准方向建议可在 2025 年启动标准制定；优先级低的标准项目或标准方向建议可在 2026 年启动标准制定。规划如下表所示，具体名称以标准正式立项时为准。

序号	标准项目/标准方向	优先级	2024 以前	2024	2025	2026	2027
1	动力底盘域逻辑语义接口规范	高		■			
2	道路车辆 车载以太网连接器基本性能要求和界面尺寸定义	高		■			
3	道路车辆 带宽至 10 GHz 屏蔽平衡电缆	高	■				
4	车载有线高速媒体传输系统技术要求及试验方法	高	■				
5	道路车辆 车载以太网系列标准	高	■				
6	车载专用无线短距传输系统技术要求和试验方法	高	■				
7	道路车辆 自动驾驶传感器与数据融合单元数据通信 逻辑接口	高	■				
8	智能网联汽车 车控操作系统技术要求及试验方法	高	■				
9	智能网联汽车 车载操作	高	■				

	系统技术要求及试验方法						
10	电动汽车用高压连接系统	高					
11	非车载传导式充电机与电动汽车之间的数字通信协议 第2部分：用于GB/T 20234.3的通信协议	高					
12	道路车辆 100Gbit/s以下通信用车载光纤线束的一般要求和试验方法	中					
13	座舱域逻辑语义接口&设备服务接口规范	中					
14	智驾域设备服务接口规范	中					
15	动力底盘域设备服务接口规范	中					
16	车身域设备服务接口规范	中					
17	域间逻辑语义接口&设备服务接口规范	低					