



智能座舱标准体系 研究报告

汽标委智能网联汽车分标委
资源管理与信息服务标准工作组

2022年12月

前 言

在此衷心感谢参加研究报告编写的各单位、组织及个人。

本报告编制过程中参考了行业很多研究成果，在此一并感谢。

组织单位：全国汽车标准化技术委员会智能网联汽车分标委、德国汽车工业联合会

牵头单位：中国汽车技术研究中心有限公司、东风汽车集团有限公司技术中心、惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司

参与单位：大众汽车（中国）投资有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、华为技术有限公司、博泰车联网科技（上海）股份有限公司、一汽解放汽车有限公司、岚图汽车科技有限公司、东软集团股份有限公司、极氪汽车（宁波杭州湾新区）有限公司、北京地平线机器人技术研发有限公司、高通无线通信技术（中国）有限公司、北京汽车研究总院有限公司、深圳慧拓无限科技有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、重庆渝微电子研究院有限公司、上海汽车集团股份有限公司创新研究开发总院、上海临港绝影智能科技有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、上海商泰汽车信息系统有限公司、北京车和家汽车科技有限公司、蔚来汽车科技（安徽）有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、安谋科技、奇瑞汽车股份有限公司、北京百度智行科技有限公司、吉利汽车研究院（宁波）有限公司、上汽大众汽车有限公司、中国第一汽车股份有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、上海智能网联汽车技术中心有限公司、博世汽车部件（苏

州)有限公司、东风汽车有限公司东风日产乘用车公司、国汽智控(北京)科技有限公司、惠州华阳通用电子有限公司

参与人员：孙航、张路、陈化荣、林永彬、龚诗祺、张琳、董倩倩、王诗萌、毕腾飞、王鑫、黄振瑜、张岚、孙琬、王玮、刘坚坚、梁群、马涛、时红仁、张瑜、卢晶、夏晓东、孟健、王镭、赵秋俊、刘启辉、郭俊辰、张亚楠、张莹、李畅、张永基、彭方强、宋晓鹏、陶冶、纪嫣静、邓棋文、陈书平、王海川、张文博、周锐、孙佳优、汪杰、郭海清、漆奇、张冀青、姚静、范亦卿、陈川宇、刁楷、苟现敏、魏昌、汤轲、汤文君、庄垚、刘志腾、张春旺、吴羽熙、孟智明、王潇屹、邵笠琦、王骏超、舒杰、郭同刚、贾元辉、盛了、夏欢、凌岑、黄燕文、张兴坤、高长胜、王淑琴、陈程、邓宇、张义、王潼、秦文刚、袁静、夏永峰、万昕、梁石杨、武扬、黄小云、丛炜、何庆、周望。

目录

1 研究背景	1
1.1 概述	1
1.2 智能座舱技术发展	2
1.2.1 智能座舱整体技术发展概述	2
1.2.2 国外智能座舱技术发展	3
1.2.3 国内智能座舱技术发展	4
1.2.4 智能座舱标准化意义	11
1.3 智能座舱人机界面交互的趋势发展	11
2 智能座舱技术范畴	16
2.1 智能座舱定义与技术内涵	16
2.2 智能座舱术语定义	16
2.3 智能座舱技术分类	21
2.4 智能座舱技术及功能应用	22
2.4.1 基础技术	24
2.4.2 设备终端	30
2.4.3 功能应用	62
2.5 智能座舱评价	77
3 智能座舱标准研制路线图	83
3.1 智能座舱标准研制思路	83
3.2 国内外智能座舱标准研究现状	86
3.3 标准制定原则	94

3.4 智能座舱标准体系架构.....	96
3.5 智能座舱标准规划.....	107
附录 引用文件.....	109

1 研究背景

1.1 概述

当下，汽车智能座舱技术发展方兴未艾，智能座舱领域相关功能产品正在快速迭代，加紧上车，这极大地丰富了座舱的功能应用，提升了用户体验。同时，智能座舱产品直接关系到用户体验，已成为汽车产品竞争优胜的关键因素之一。但现有智能座舱产品部分性能与用户需求不匹配，亟需优化提升。

纵观汽车产业的发展历史与汽车产品的演化历程，可以看到，智能座舱的发展主要经历以下三个阶段，分别为 2000 年以前机械时代，其主要由机械式仪表盘及简单的音频播放设备构成，物理按键功能单一，集成度较低，无智能化。2000 年-2015 年电子时代，此时期仍多为物理按键，极少数为触屏，且集成度较低，智能化程度较低。2015 年至今智能时代，智能座舱正朝着以驾乘需求、用户情感为中心，以场景为驱动，满足驾乘人员不同需求的方向发展。其主要由更为丰富的大型全液晶仪表盘、全面触控的中控设备、先进的车载信息娱乐系统、便利的生物识别系统等为驾驶员及乘客在座舱内营造出全新的用户体验。

随着新能源汽车产业蓬勃发展，智能座舱软硬件产业链迎来需求爆发期。数据显示，目前国内座舱智能配置水平的渗透率约为 48.8%^{Error! Reference source not found.}，到 2025 年中国智能座舱新车市场渗透率预计将超过 75%，到 2030 年市场规模将超过 1600 亿元^{Error! Reference source not found.}。

智能座舱领域起步晚、爆发快，由于新技术的快速融入，智能座舱不可逆转地出现越来越多不同的产品形态，人机交互也呈现出多样化的发展趋势，但诸多相关技术仍在发展进步中，故产品力表现与用户需求存在偏差，同时导致智能座舱领域标准体系建设严重滞后，现行相关标准相对传统，未成体系，主要针对产品硬件输出水平提出技术要求与试验方法，尚未完全涵盖座舱内外交互功能、视听触嗅交互终端、通信等各细分领域新兴系统功能产品以及控制器、传感器等基础技术乃至座舱智能化分级、座舱评价等顶层设计领域。

因此，构建一套以人机交互为核心，涵盖软硬件、设备、技术、功能、通用接口以及测评方法等方面的智能座舱标准体系是智能座舱发展的重要支撑。

1.2 智能座舱技术发展

1.2.1 智能座舱整体技术发展概述

智能座舱是智能网联汽车的重要组成部分，在全球汽车产业“新四化”不断深入发展的今天，座舱的智能化程度和差异化不仅是现阶段各主机厂竞争的新卖点，也是消费者购车的重要考虑因素。未来随着智能化技术的不断普及，用户对驾乘体验要求更高，汽车将不再仅仅是交通工具，如何使人与车辆之间更加方便、智能的沟通交互，在满足驾驶与安全需求的基础上，成为个性化的第三生活空间，是智能座舱的使命也是未来重要的发展方向。

在智能座舱中，涉及到多种技术的发展，包括有基础技术类、硬件终端类和功能类，其中基础数据类主要包括芯片、座舱域控制器、

操作系统、云服务平台、通讯等，硬件终端类包括传感器、控制器、交互终端等，功能类包括识别及监测类、语音交互系统、手势交互系统、车机互联、显示类交互、环境类、多模交互等。

1.2.2 国外智能座舱技术发展

1.2.2.1 欧美系

美系企业的电子架构通过中央计算模块（CCM）对不同的区域控制单元及其部件进行统一管理，对传统汽车电子架构进行了全方位的创新，实现了“软件定义汽车”，加快了汽车产品迭代速度。

欧洲座舱系统，通过氛围灯、迎宾灯和智能设备的应用，使车内娱乐性更强；可变换的座舱形式，集办公、休息、娱乐为一体，家居化的设计成为主流；城市、电动化的设计更为凸显；共享 + 按需出行更为广泛。在未来，智能座舱在操作方式上，将以语音 + 手势为主，再辅以生物识别、眼球追踪、全息影像等方式，通过全方位的感知系统来加深对人类习惯和不同时间情绪和状况反应来搭建不同的驾驶座舱，使设计更加人性化。

硬件方面，欧系车型更偏向于成熟稳定的 SoC，美系车型则追求更强悍的性能和大算力；欧美系车型主要将领先的屏幕显示技术应用于舱内，但并不追求屏幕的尺寸与数量，其更多在于根据车辆的定位来设计面向驾驶员或舱内人员的车辆信息、娱乐信息及安全提示等信息的展现与交互形式。

软件方面，智能座舱操作系统目前国内外的智能座舱操作系统主要以 QNX、Linux 以及 Android 为主，其中 QNX 在全球市场份额最高，

其安全性强、实时性高；Linux 性能稳定的系统，开源免费，Android 则拥有强大的生态而发展迅速。另一方面，大部分欧美车厂采取自研操作系统的业务模式。交互方面，语音已经成为了智能座舱的核心交互方式，也几乎成为了车辆标准配置。目前以 DMS 与手势识别为主的主动视觉交互逐步成为了下一阶段舱内交互的发展方向。

1.2.2.2 日韩系

日韩系车型更多注重在车内传统体验方面，通过多场景设计，满足人们在不同场景下的出行。AR-HUD、面部识别等高科技的应用，体现了更加人性化的设计。比如座椅应用了新技术，可根据乘客的体型和体重自动调整等，为用户提供了舒适便捷的驾乘体验。

1.2.3 国内智能座舱技术发展

1.2.3.1 基础技术方面

芯片——汽车的大脑，功能与功能之间的配合需要芯片来助力，尤其是在智能座舱大力发展的阶段，运算处理复杂度呈指数级增加，传统的芯片已经不再能满足当前需求。必须选择集成了中央处理器（CPU）、AI 处理单元、图像处理单元（GPU）、深度学习加速单元（NPU）等多个模块的系统级 SoC 芯片。随着各个主机厂越来越倾向于采用硬件预埋的方式进行智能化军备竞赛，采用单个更高算力 SoC 芯片或多个 SoC 芯片也是主流趋势之一。

座舱域控制器——在操作系统上通过加载新虚拟机来实现对多个系统的控制。目前随着软件不断成熟及新 ARM 架构的应用，软件安全性有望显著提高，座舱域控制器将开始快速渗透。座舱域控制器作

为智能座舱的必备部件，共经历了三个阶段，分别为分离式、分域式、集中域式，且其增长确定性高，尽管存在一定技术壁垒，国内供应商已初露头角，如德赛西威、诺博科技、博泰、均胜电子、航盛电子、远峰科技等。尽管国内参与者大多入局相对较晚，考虑到国内车企对智能座舱的布局节奏提速，以及国内供应商在成本、服务端优势明显，国内座舱域控制器的龙头企业在自主、合资市场具有较强的竞争实力。

车载操作系统——主要涉及到两种操作系统，一种是车控操作系统，另外一种则是座舱操作系统，其中车控操作系统主要负责车辆底盘控制、动力系统和自动驾驶；而座舱操作系统要为车载信息娱乐服务以及车内人机交互提供控制平台，是汽车实现座舱智能化与多源信息融合的运行环境。

云服务平台——存在于互联网中，能够扩展、向其他用户提供基础服务、中间件、数据服务、软件服务的平台，它贯穿于车企的研发、生产、销售、管理、服务等各环节，可有效助力车企提升汽车产品、用户体验与服务生态，是车企数字化转型的核心与基础平台。云平台可划分为：IaaS（Infrastructure as a Service）基础设施平台即平台，PaaS（Platform-as-a-Service）平台即服务，SaaS（Software-as-a-Service）软件即服务。

1.2.3.2 硬件终端方面

近年来智能座舱在新的汽车车型中普及速度不断加快。硬件终端所包含的各种传感器、视听交互终端、通讯终端、座舱环境类终端也随之发展，中控大屏、连屏，智能通讯，OTA升级等功能成为加装最

多，也最常见的部分，已逐渐成为判断该车是否配置智能座舱的重要标准。

传感器——智能座舱乃至整个智能汽车产业发展的关键环节之一，汽车智能化的程度将会成为决定汽车性能和功能的关键因素，而智能化的基础之一就是感知技术。可以说汽车就是一个安装传感器的平台，各种物理量、化学量、生物量的传感器随着汽车智能化的发展将会越来越多地应用于汽车当中。随着自动驾驶级别的提升，单车传感器的数量呈倍级增加。预计自动驾驶 Level1-2 级需要 10-20 个传感器，Level3 级需要 20-30 个传感器，Level4-5 级需要 40-50 个传感器。在未来，汽车中的多传感器融合将成为主流趋势，在提高感知准确度、增加感知维度的同时增强环境适应能力，进一步提升系统决策可靠性。其次，传感器与人工智能技术的结合也会变得越来越紧密，感知人的情绪和行为，为安全驾驶提供帮助。

屏幕，音响——随着手机上的物理按键被越来越大的液晶屏所取代，通过语音、手势等操作就可以丝滑地完成指令。汽车座舱同样也经历了从机械式向智能化的演变，早期的驾驶座舱主要由机械表盘和简单的娱乐系统构成，当座舱娱乐系统不断丰富，智能座舱通过视觉、听觉、触觉等多样的交互终端与驾驶员和乘客进行交互，而不是原来的物理按键。显示屏是视觉交互的主要终端，是让驾乘人员快速获取丰富信息的主体媒介，大屏、高清显示、多屏幕组合、曲面显示等将会是一个长时间的发展走向。

从近两年新上市车型看，车载显示大屏化、多屏化已成为趋势，

高端车型开始搭载 4 个以上的车载显示屏，副驾娱乐屏、控制屏、后排娱乐屏、流媒体后视镜等产品逐渐开始应用，且大尺寸屏幕的需求量增长迅猛。未来，随着标准法规的进一步健全，车载显示屏的应用数量将进一步增长。除屏幕外，音响也是现在座舱内主要的一个交互终端，在用户更注重车内体验的当下，各家车企都在尝试重新定义车内音响体验。

T-BOX——智能网联汽车的关键零部件，其主要作用是实现汽车上网，打通手机端、车端和云端之间的信息交互，既可以执行车主发送到云端服务器的车辆控制指令、实现远程车辆控制等功能，也可以主动采集必要的车况信息，通过云端服务器将信息主动推送给车主。5G 技术和云端的发展让车联网功能变得越来越丰富，逐渐被应用于智能家居互联方面，比如，用户可以从车辆启动洗衣机、空调、打开电饭煲等。随着 5G 基站的铺设覆盖，云平台的计算、存储能力和 5G 的传输速度为智能座舱大数据量、低延时的传输需求提供了保障。主流云计算供应厂商提出了车联网硬件解决方案；芯片厂商、通信运营商等各方面积极推行 V2X (Vehicle to Everything) 相关技术，以期在未来向车载 5G 车与车联网中实现平滑演进。

随着智能座舱的发展，座舱内环境也是不容忽视的一个方面。为此，很多车企也提出了“防病毒汽车”、“清洁驾驶舱”、“紫外线技术”、“健康盒子”、“车载中药香氛保健”等诸多防疫设计。

1.2.3.3 功能方面

伴随我国经济飞速发展，电子信息化时代也逐渐到来并进入人们

的生活。座舱功能也从仅有的行车便捷变成带有电子娱乐设备的多功能场所，曾经人和机械按键之间的互动也变成了人和 AI 智能系统的交互体验。与众多成熟市场相比，早已对移动互联网与智能手机形成依赖的中国用户对座舱的智能科技配置有着更高的关注度，相关配置在中国消费者的购车决策中起到更为重要的作用。

目前国内市场上车型的智能座舱功能主要集中在语音识别、车内空调、显示、车联网应用、增强感知、手机连接、车内灯光、噪声控制以及车内气味等领域。

语音识别作为目前普及率和认知度最高的生物识别技术，能够实现在不同场景下语音控制车内的诸多功能，提升了驾驶的安全性。针对座舱的语音控制功能，目前可以通过语音进行控制的座舱领域包括娱乐领域、空调领域以及车身领域，如图 1 所示。目前可以实现语音控制娱乐领域的车辆款型比例超过 60%左右，实现语音控制空调领域的比例超过 30%，而实现语音控制车身领域(天窗)的比例则不到 20%。

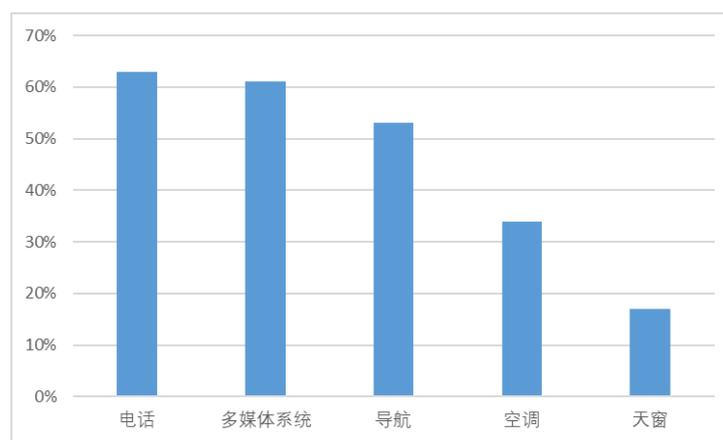


图1 语音控制功能分布

泊车影像作为泊车辅助的基础及重要功能，当前的装备率已经达到较高的水平，其中倒车影像的装备率达到 97%，而 360 度全景影像

的装备率为 63%。

满足不同位置乘员个性化需求已经成为当前座舱产品设计的一个重要趋势，其中不同乘坐位置的温度控制功能，作为座舱个性化温度自动控制的基础功能和硬件保证得到快速应用，目前温度分区最多已经达到 5 个分区。双区温控的装备率已经超过 30%，实现后排温度控制的三区、四区和五区温控装备率分别达到了 8.23%、0.25%和 0.09%。

液晶仪表作为机械仪表的升级产品，可以作为更多信息显示的载体。同时，随着液晶仪表的尺寸越来越大，也可以实现更多功能的应用。当前 10-15 英寸液晶仪表的尺寸占比达到了将近 30%，而小于 5 英寸及 5-10 英寸液晶仪表的占比分别为 10.31%和 18.02%。另外，仪表液晶屏发展也呈现了多屏布置的趋势，如使用双屏和三屏的方式来实现不同类型信息的分区显示。

中控屏作为车载娱乐系统的重要组成部分，其数量和尺寸对于智能座舱信息娱乐体验有着关键的影响作用。当前中控屏数量最多已经达到 3 个，单屏的尺寸最大达到了将近 20 寸，但是目前中控屏形式主要还是单屏，且尺寸在 10 英寸以下。车内氛围灯作为实现智能座舱场景化和情感化氛围营造的功能，目前也在逐步得到应用。当前氛围灯颜色最多已经达到 256 色，但将近 80%的车辆还没有装备氛围灯。该功能未来还有较大的发展空间。

手机在车内的连接映射以及手机在车内的使用便利性，是智能座舱的重要功能体现，也是满足用户需求的关键指标。针对手机的连接

映射,目前不同车辆的实现方案主要通过四种方式:CarPlay、CarLife、Android Auto 以及原厂互联,其中原厂互联、CarLife 以及 CarPlay 是主要的连接映射方式。

手机无线充电在非移动应用场景下已经实现了较高的渗透率,但是在车载应用场景下的应用还非常有限,尤其是后排的手机无线充电,装备率只有 0.04%。

在未来,智能座舱功能将有新的发展,将体现在驾驶态势感知功能、实时信息传递功能、驾驶者控制交互功能、驾驶状态融合和驾驶状态辅助功能等。对于驾驶态势感知功能,主要在两个场景中提供帮助,分别为:启动观察四周来车情况,由于存在视野盲区发生事故的情况;以及在极端天气和恶劣气候条件情况下能见度急剧下降,对外部的环境探测、周围的行车情况不大了解,甚至会出现因为路况差而导致事故的情况。对于实时信息传递功能,可以将实时路况进行传达,对于恶劣天气下周围环境的全息感知、汽车实时状态监控具有很大的帮助;对于驾驶者控制交互功能,实现“信息传递”仅仅是对车辆发展硬件设施的基本要求,实现“智能信息传递”,并保证驾驶过程中的舒适度,才是未来座舱升级的大势所趋。对于驾驶状态融合和驾驶状态辅助功能,在基于智能驾驶需求的基础上,未来汽车智能座舱升级,能够在一定程度上借鉴航空航天技术如合成视觉航电枢纽(SVAB),为驾驶人员提供更优质、更高效、更便捷、更安全的行驶方案,省下做决定和犹豫的时间,减轻驾驶员的负担,在行车过程当中实时感知周边行车情况,从车辆硬件设施和体验感上都带来更进一步发展。

1.2.4 智能座舱标准化意义

随着智能网联汽车的发展，智能座舱将作为汽车的标配进行普及，汽车智能座舱的设计或许成为未来汽车发展和创新的关键因素。为了打破智能座舱行业信息资源相互封闭的局面，打破技术壁垒，加强行业交流，促进资源的统一协调发展，研究制定智能座舱标准体系以指导智能座舱技术在汽车行业的高效开发和规范应用具有重要意义。

对于行业来说，通过制定智能座舱标准体系，可促进产业普及与技术创新，同时引导行业健康发展、有序运行。对于消费者来说，智能座舱的标准化为行业提供了更广阔的创新空间，同时也进一步提升了驾乘体验与个性化需求。

1.3 智能座舱人机界面交互的趋势发展

未来智能人机交互的发展是智能网联汽车发展的三大要素之一，它将是实现人与车、人与生态联通的重要纽带。人机交互的方式从之前基于物理按键、语音交互的被动式交互到现在的基于生物识别、摄像头识别的主动式交互，再到未来基于数据的个性化交互，人机交互的发展将从独立式交互转型为融合式多模态交互，在保证驾驶安全的基础上最大限度地为用户提供更好的体验。具体而言，人机交互的发展趋势可以从场景化、人性化、个性化进行总结。

1.3.1.1 交互界面趋向场景化设计

该趋势是通过挖掘“人-车生态系统”的完整价值体验，全方位分析用户在不同使用场景下的体验需求，在服务及交互体验上有所突破创新，真正粘住用户。但目前的HMI功能设计存在大量同质化功能

的堆砌，没有充分挖掘用户实际的出行场景需求。未来 HMI 将向着如下几个方向实现场景化设计的发展：

（1）最大化挖掘用户使用场景

用户的使用场景涵盖在“人—车”互动的全生命周期，我们要挖掘老人、新手等不同用户的不同潜在场景，还要在车辆购买、使用、社交、保养等流程中挖掘需求价值点。

（2）基于使用场景的功能互通及技术应用

目前很多车内 HMI 都具备看似非常丰富的各种功能模块，娱乐、新闻、生活服务等等，同时很多车厂也可以成功研究出指纹识别、人脸识别、自驾技术、手势交互等功能技术，但当这些技术和功能被放到实际的用户使用场景中后，有时候却一文不值，完全不是用户需要的。优质体验的 HMI 提供的功能，将不再是简单孤立的、无关联的功能模块堆砌。

未来的 HMI 设计更多的应该是依据用户场景，建立车内各功能之间的相互联动互通，依据用户场景提供合理的功能跳转，同时基于场景需求，选择利用合适的技术和交互方式，实现完整的场景化设计。

（3）高度场景化的信息及任务提供

由于技术的发展，汽车上的科技配置以及功能越来越多，结果过多功能的操作和信息反馈很容易给驾驶员造成“信息过量”的现象，增加驾驶员的认知负荷。HMI 的信息及任务提供应该是高度基于用户场景和驾驶数据的，所以未来汽车的 HMI 设计，需要在尽可能的情况下，用智能的、可适应的方式，把有限的、最重要的信息，根据不同

的使用场景和驾驶状况来提供给驾驶者；而且要基于当前驾驶数据及路况信息，将对行车安全构成威胁的道路信息（例如障碍物、行人等）经过加工，以更加简洁、方便的方式主动提供给用户，并进行提醒及选择性的引导。

1.3.1.2 交互界面趋向人性化设计

人性化的 HMI 体验，要能够最小化驾驶者分心程度，最大化 HMI 输入输出数据的信息效用，同时使用最恰当的交互方式让用户高效、轻松、愉悦地完成操作任务。主要包括以下几个方面：

（1）最大限度降低用户的视觉停留

未来 HMI 设计的核心是尽量减少不必要的视觉内容，尽量弱化视觉形式，减少驾驶员的在开车过程中的信息负荷和干扰。车内环境下的视觉交互，必须以用户（驾驶员和乘客）而不是设计师的角度去考虑设计，视觉体验的首要目的是安全和高效，而不是创新和新颖，必须保证驾驶员要花尽量少的时间在这些视觉信息上，要保证用户的目光集中在前方道路上。

（2）多通道交互的配合

把驾驶者的眼睛和耳朵作为系统交互的主要途径，交互途径过于单一是目前车内交互普遍存在的问题。利用多通道交互方式，减轻驾驶过程中视觉和听觉过多的信息处理负担，把信息平衡到所有感知器官中。未来的 HMI 交互操控设计，将会基于场景任务的特性，综合考虑不同交互通道的应用和配合使用。任务操控过程中，某一交互通道为主，同时辅助以其他交互通道的方案，将会是未来多通道交互设计

的趋势，例如语音 + 手势，语音 + 按钮。例如手势控制搭配简单的语音命令组合，可以发挥两者的交互优势，流畅的完成离散控制类任务和连续控制类任务。

（3）提升 HMI 可视化设计

未来的车内 HMI 设计应该尽量从用户认知角度出发，对于车辆状态等信息，更多使用视觉化设计，更多的采用图像化/拟物化风格，提供更加简化易懂高效的提示，尽量避免或减少使用复杂的、过于专业的、技术性的图标和术语，从而避免让用户长时间盯着屏幕，尽量减少用户思维理解时间，要保证用户的目光集中在前方道路上。

（4）融入情感化设计

对于驾驶者来说，未来的 HMI 将会更多的去机器化，去技术化，人和 HMI 之间不再是冷冰冰的人和机器的关系。HMI 将融入更多的情感化设计，体现出行过程中的人性关怀和情感互动，增加用户信赖感，同时赋予用户更多的驾驶乐趣和情感体验。

1.3.1.3 交互界面趋向个性化设计

基于不同人群/汽车品牌/使用场景的考虑，车内 HMI 从功能服务到交互操作未来需要体现更多个性化及差异化设计。主要包括以下几个方面：

（1）针对不同用户群的差异化设计

目前已经有针对不同用户人群的车型及硬件配置设计，但是车内 HMI 从功能服务到交互操作，仍然缺少针对不同用户群的差异化设计。HMI 设计需要对用户进行细分，从而定位想要的覆盖的主要人群，更

多挖掘不同的用户群特征、消费观念、地域差异、生活方式、行为习惯等，为汽车用户提供多元化、个性化、差异化的产品。

（2）个性化操作模式

对于家庭用车，以及未来越来越多的共享出行场景下，车内 HMI 设计需要更多关注“个性化交互操控”的应用。不同家庭成员在使用家庭共用车辆时，都能够记忆和形成适合自己的交互操控模式及界面，满足不同家庭成员的体验需求和驾驶行为习惯。

针对共享出行，通过车中装配的面部识别摄像头，识别驾驶者面部特征，判断是否开启汽车，以及自动选择驾驶者的个性化驾驶方式及 HMI 界面，按照用户本身习惯的方式来操作。这个功能在未来共享出行或分时租赁时，可以有更大的想象空间。

（3）通过设计体现品牌 DNA

目前行业内的车内 HMI 设计趋于同质化，缺少能够体现品牌形象的差异化设计。HMI 设计过程中需尽量挖掘不同品牌的自身特色，提炼品牌 DNA、创建品牌故事线并将其贯穿于整个 HMI 设计中，从而实现差异化设计，提高 HMI 的品牌识别度。

汽车 HMI 的设计，其最终目的无非在于更好的集成信息，提供良好用户体验的出行服务，增强用户的驾驶乐趣或驾驶过程中的操作体验。但相比于互联网的用户体验，HMI 的设计最为不同的是其独特的环境，这个环境更加注重驾驶的安全性。因此，未来 HMI 设计无论如何发展创新，必须在好的用户体验和安全之间做平衡，很大程度上安全始终是第一位的。

2 智能座舱技术范畴

2.1 智能座舱定义与技术内涵

智能座舱的核心内涵是通过支撑功能实现的硬件终端及技术，具备以人的感知为核心的智能化功能（非智能驾驶功能），实现“自主学习、自进化、自成长”的软硬兼备的智能化终端。

智能座舱是指配备传感器、控制器、显示终端、通讯终端、环境终端等设备，并运用云服务、网络传输、操作系统、芯片等基础技术，实现人车智能交互，具备信息娱乐、人机交互、安全提醒、网联服务、万物互联、舒适性智能体验等功能，打造“安全、舒适、便捷、个性”的智慧空间。



2.2 智能座舱术语定义

2.2.1 车载信息娱乐系统

车载信息娱乐系统（In-Vehicle Infotainment 简称IVI），是采用车载专用中央处理器，基于车身总线系统和互联网服务，形成的车载综合信息处理系统。

IVI 包括但不限于车辆信息、车辆设置、导航、多媒体、游戏、在线应用、休闲娱乐。

2.2.2 人机交互

人机交互是通过视觉、语音、听觉、触觉、嗅觉等交互方式，让智能座舱系统能更懂得驾乘人员的意愿。

人机交互包含单模交互和多模交互：

1. 单模交互包括但不限于人脸识别、手势识别、情绪识别、眼球跟踪、语音识别、气味传导、触摸控制；

2. 多模交互是在场景运用中的多种单模交互结合的人机交互模式。

2.2.3 安全提醒

安全提醒是指在座舱内通过声、光、图文信息或震动等方式，将车辆、ADAS 预警等信息呈现给驾乘人员。

安全提醒的呈现载体包括但不限于仪表、中控、HUD、座椅、方向盘、安全带。

2.2.4 网联服务

网联服务是基于云的软件平台和数据分析，呈现在座舱系统的应用服务。

网联服务包括但不限于出行服务、生活社交、个性化服务、车主服务、车队服务。

2.2.5 万物互联

万物互联是座舱和外部终端的连接和协议交互，为驾乘来自外部终端的信息娱乐、语音服务、电话、地图定位、数字钥匙等服务，包

括但不限于座舱与手机互联、座舱与穿戴智能设备互联、座舱与智能家居互联。

2.2.6 智能灯语

智能灯语是指以外部车灯（远近光灯、外部信号灯、外部氛围灯等灯具）和室内灯具（氛围灯、室内灯等）为载体，可自定义显示亮度、动态点亮效果，甚至投影图案、视频动画等方式，实现对灯与驾驶员或其他道路使用者进行提醒和气氛互动的交互技术。

2.2.7 智能表面

智能表面是在汽车内饰（如车门扶手、方向盘等）中增加电子功能的产品结构，让内饰实现触摸后光电显示、震动反馈等功能。

2.2.8 智能座椅

智能座椅是根据不同场景，将座椅调整到合适姿态的功能。智能座椅除了水平、高度、靠背常规调节，还支持旋转、腿托、肩部、侧翼等方向调节来实现舒适坐姿，同时支持加热、通风、按摩、记忆、迎宾等功能，满足驾驶和乘坐的舒适感。

2.2.9 智能拍照

智能拍照是指通过车载摄像头，配合按键、手势等交互方式，使用人脸监测及 AI 处理实现拍照、相册等功能，为车舱乘员提供个性化、娱乐化服务。

2.2.10 AR 导航

车载 AR 导航利用摄像头（可融入 ADAS 识别结果）把前方道路的真实场景进行实时捕捉，然后将汽车定位、地图导航信息以及场景 AI 识别，进行融合计算，生成虚拟的导航指引模型，并叠加到真实道路

上，从而创建出更贴近驾驶者真实视野的导航画面，使得用户理解地图的难度大大降低。

2.2.11 驾驶员监测系统（DMS）

驾驶员监测系统（DMS）是利用系统感知能力监测并理解人类驾驶员的驾驶状态，对不规范驾驶行为进行及时的多维干预，以提供有利于驾驶安全的辅助功能。

2.2.12 乘员监测系统（OMS）

乘员监测系统（OMS）是驾驶员监测系统的延伸，可以通过监测座舱内乘客的感知数据来进一步提升汽车的安全性能。

2.2.13 车外监测系统

车外监测系统是基于车外摄像头、雷达、震动传感器等方式，有效检测停车、离车状态下的外界威胁或车辆破坏行为，并触发录像保存、车辆远程告警通知等不同策略的功能。

2.2.14 手势交互

手势交互是指通过座舱的传感器（摄像头、红外等），能够让驾乘人员通过手势进行隔空交互的功能，是能够增加交互趣味性、表达情感、传达情绪的另一个自然交互方式。

常用的手势包括但不限于单指滑动（上下左右）、双指滑动（左右）、双指点击等。

2.2.15 语音交互

语音交互是指通过座舱的拾音和外放设备，能够让驾乘人员通过自然语音给座舱下达指令、同座舱进行情感交流的功能。

语音交互的主要过程包括能听、会说、懂你。

2.2.16 生物识别

生物识别是计算机与光学、声学、生物传感器和生物统计学原理等高科技手段密切结合，利用人体固有的生理特性（如指纹、脸象、虹膜等）和行为特征（如笔迹、声音、步态等）来进行个人身份鉴定的技术。

目前座舱主要配备语音识别、面部识别、指纹识别、掌纹识别、虹膜识别、视网膜识别、体态识别等。

2.2.17 数字钥匙

数字钥匙是一种虚拟钥匙，没有实体形态，通过手机或智能穿戴设备，只需要走近车辆，即可实现钥匙功能。

数字钥匙主要包括低功耗蓝牙 BLE、近场通信 NFC、超宽带 UWB 三条技术路线。

2.2.18 汽车远程故障诊断系统

汽车远程故障诊断系统是指汽车在启动时，获知汽车的故障信息，并把故障码上传至数据处理中心。

2.2.19 紧急救援（E-Call）

紧急救援（E-Call）是指在车辆发生事故的时候，会自动/手动触发报警，告诉救援人员需要救援人员所在的地理位置，事故的严重程度，以便尽早组织救援。

2.2.20 抬头显示系统（HUD）

抬头显示系统（HUD）是通过光学器件将图像（虚像）投射在挡风玻璃上，可以使驾驶员不需要低头或转头就可获取车速、导航、故障报警等行车重要信息。

2.2.21 电子内外后视镜（CMS）

电子内外后视镜（CMS）是通过布置在车身摄像头，获取后方行车环境信息和两侧环境信息在车内通过显示屏进行实时视频显示，视角可调，亮度自适应，雾天雨天恶劣环境下保障行车安全，驾驶无忧。

2.3 智能座舱技术分类

智能座舱技术包含众多的功能运用，技术的分类方式也是多样的，其原则为智能座舱技术覆盖全面，同时不超过其技术范畴，为使智能座舱技术分类清晰、明确、全面、准确，给出以下四种分类手段：

1) 按照物理形态分类

智能座舱的功能是基于硬件终端实现的，硬件终端的分类原则是根据数据的采集、传输和运算处理，以及硬件的作用域来划分。

这种方式将智能座舱分为传感器、控制器、显示终端、通讯终端、环境终端等五类。

2) 按照交互能力分类

智能座舱的功能是服务于驾乘人员的，更强调人机交互，人机交互的分类原则是根据人的感知和感知融合来划分。

这种方式将智能座舱分为视觉交互、语音交互、听觉交互、触觉交互、嗅觉交互、多模交互等六类。

3) 按照迭代升级分类

智能座舱的智能化在于“自学习、自进化、自成长”的人工智能，通过迭代升级的方式来实现，迭代升级的原则是根据座舱产品生命周期来划分。

这种方式将智能座舱分为软件升级（硬件预埋）、软硬件整系统升级等两类。

4) 按照应用空间分类

智能座舱不同空间区域的功能有所不同，应用空间的分类原则是根据功能的作用区域和整体属性来划分。

这种方式将智能座舱分为驾驶域座舱、非驾驶域座舱、第三空间座舱等三类。

2.4 智能座舱技术及功能应用



图3 智能座舱参考架构

当下，汽车电子电气架构的重构正在推动功能域融合向基于空间域和中央计算的架构转变。与此同时，软件定义汽车（Software Defined Vehicle，SDV）和面向服务架构（Service-Oriented Architecture，SOA）在汽车软件架构领域得到快速发展和应用。

在新的技术背景推动下，智能座舱技术架构也进行了变革，主要体现在以下几点：

1) 软硬分离

在软件定义汽车大背景下，基于面向服务架构 SOA，软硬解耦成为必然趋势。座舱软件平台产品也正从碎片化向模块平台化逐步演进，且呈现分层设计趋势——OS、中间件、基础软件平台、应用软件平台、应用生态服务等分层设计布局，软件科技公司纷纷推出了座舱软件平台产品。

软硬分离要求汽车软件系统架构每一层都实现接口标准化，同时汽车软件服务实现灵活部署和动态部署。通过软件平台的标准化、模块化、可复用，可显著缩短软件开发周期，简化开发流程，同时应用软件与服务可根据不同需求定制，为用户提供差异化功能及体验。

2) 跨域融合

在 EEA 集中化、高算力芯片、软件开发能力提升等推动下，座舱域不断集成新的功能，智能座舱正从单域向跨域融合方向演进，如座舱域与 ADAS 域融合。

3) 车云一体

相比传统座舱，智能座舱不再是信息孤岛，而是集车云服务和万物互联的智慧终端。

由于 5G 的普及以及带宽的增长，汽车厂商发现将后台处理系统放在云服务空间里，和将汽车前台的终端展示以及信息搜集的功能赋予车机，这样能大大简化智能化座舱部署的难度，提高智能化座舱运营的水平 and 效率，最终提升消费者在使用汽车时的舒适度和科技感。

以下基于智能座舱技术背景生成智能座舱技术全景图：

智能座舱技术全景图

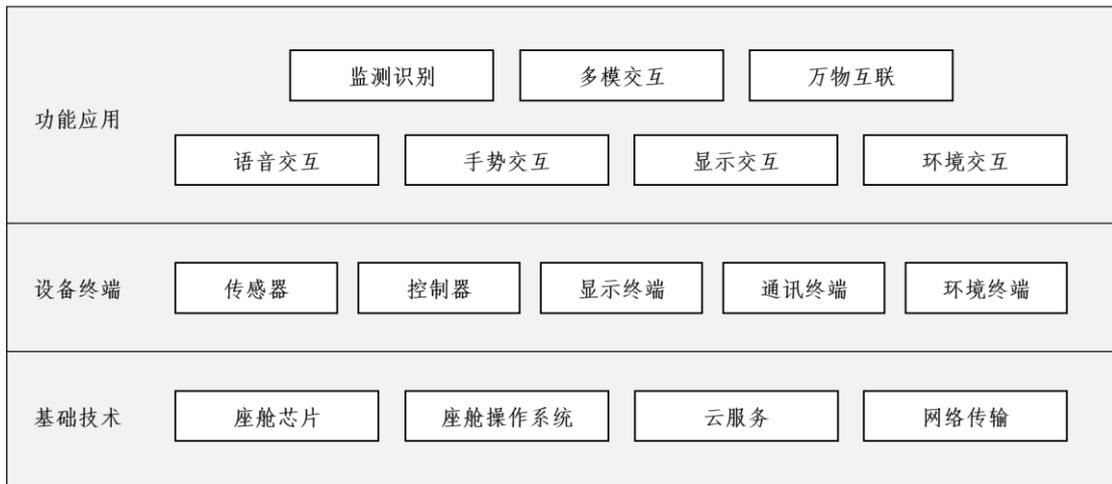
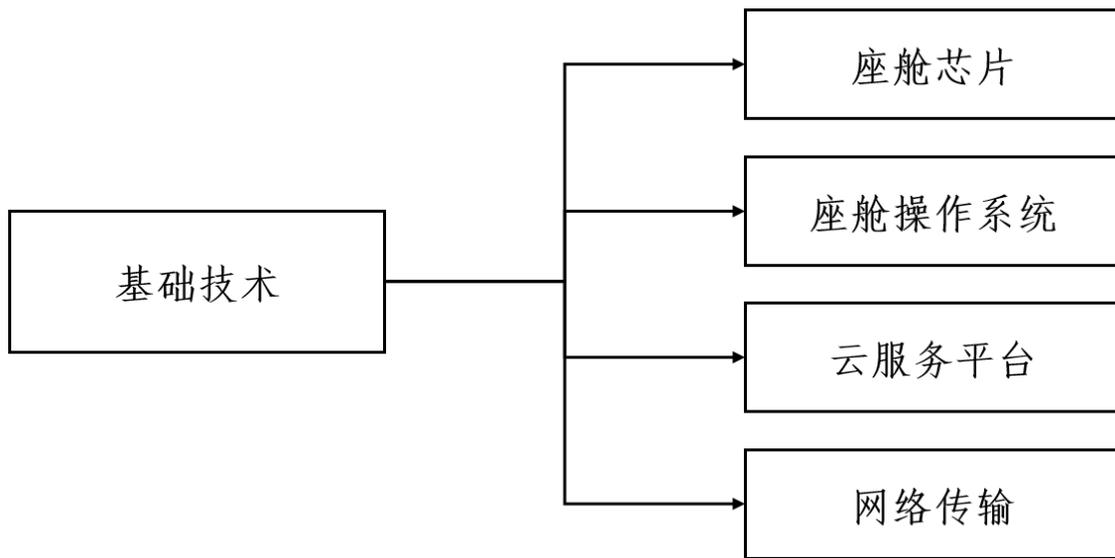


图 4 智能座舱技术全景图

2.4.1 基础技术



2.4.1.1 座舱芯片

汽车座舱为了实现更高级功能和更集中架构，其核心就是车规级、高性能、多核处理单元，例如由 CPU（中央处理单元）、GPU（图形处理单元）、AI 处理单元、DSP（数字信号处理）、ISP（图形信号处理单元）等的 SoC（片上系统）。

座舱芯片也需要考虑芯片信息安全和数据安全，在 SoC 上同时

运行安全和非安全工作负载（混合关键性）是当前智能座舱的另一个核心价值。

2.4.1.2 座舱操作系统

推荐性国家标准《智能网联汽车 术语和定义》（报批稿）中明确定义车载操作系统为“运行于车载芯片上，管理和控制智能网联汽车车载软件、硬件资源的软件集合，为智能网联汽车提供除驾驶自动化功能实现以外的服务，包括车载信息娱乐、网联、导航、多媒体娱乐、语音、辅助驾驶、AI 等服务。

车载操作系统架构可从车载操作系统应用、车载操作系统软件架构两个维度进行分类：

1) 从车载操作系统应用角度，可分为中控操作系统架构、仪表操作系统架构、T-box 操作系统架构；

2) 从车载操作系统软件架构角度，可分为单系统架构和多系统架构。两类架构均可实现一芯多屏（多屏融合、多屏互动）、单屏多系统（虚拟运行环境、多应用生态融合）、一芯多功能单元（信息娱乐、T-box 等）应用。

随着车辆的功能从单一的安全驾驶功能逐步向智能化、娱乐化、个性化过渡，车载操作系统逐渐由单系统向多系统架构、单核向多核的技术演进以支持不同的车载应用，多样化的基础服务（包括但不限于互联服务、辅助驾驶服务、AI 服务），并提供适配硬件和应用的统一接口，为后续产品的封装和模块化提供有力支持。

2.4.1.3 云服务

云服务技术是汽车网联化的核心支撑，面向智能座舱的网联功能主要包含交互智能和服务智能。

交互智能是在把智能座舱变成一个“助手”，能帮用户解决一些问题，缓解焦虑。当用户和“助手”间有了情感共鸣，助手就会成为“伴侣”，具有了知识百科和共情记忆，能感知用户状态，能管理用户健康。同时，配合着车内空间上也要有生活化的设计。

服务智能主要服务于住宿饮食和社交娱乐等，这些是基于场景来驱动的，需要识别出场景，并以场景提供服务。

设备上云、数据上云、服务上云是当前车辆网联化的最基本的形态和要求。而为了实现 V2X，构建车与车、车与路、车与人、车与物的全方位网络连接，提升车辆整体智能驾驶水平，为用户提供安全、舒适、智能、高效的驾驶体验和交通服务，提升交通运营效率和社会交通服务智能化水平，这都将需要高性能、高可扩展的云端平台来进行支撑。

车联网云平台一般分为 IaaS、PaaS、SaaS 三层结构。IaaS 层一般由各云服务器厂商提供，负责基础设施的构建，包括云主机、云存储、云网络以及基础安全服务等。PaaS 层为快速迭代部署、持续化集成提供了支撑。一个设计灵活的 PaaS 平台，需要满足支持系统的自动重启、系统的快速自动扩容、支持多租户的隔离接入、资源的动态调度、应用的快速上线预览、代码的自动化测试与构建等。同时，PaaS 平台还需要为 SaaS 层提供基础的对象存储、消息队列、

负载均衡、日志统计分析、统一账户管理、搜索引擎、系统安全管理等服务。SaaS 层根据业务的不同，又可以分为设备连接与控制平台、用户管理平台、大数据平台、地图与交通信息平台、语音平台、AI 平台、SaaS 服务管理平台、IoT 聚合平台、OTA 升级管理平台、CPSP 数据交换与服务融合平台、支付与金融管理平台、整车智能化服务平台、车企数字化赋能平台、运营服务平台、运维管理平台等等。

- PaaS 平台

1、功能简介

在平台即服务(Platform as a Service, PaaS)出现之前，企业 IT 需要单独购买、部署、维护和升级操作系统及一些强依赖的中间件产品或工具，而且这些产品的复杂性随着业务的不断扩展而遭遇挑战，这对企业 IT 维护来说是一种痛苦的负担。这时 PaaS 应运而生，PaaS 平台把这些中间件集中管理起来，并对外提供了标准化的 API 套件，同时承诺了生产级的 SLA 保障。PaaS 平台让开发者无需关心底层硬件、中间件许可/部署/维护、应用程序运行环境及其他开发工具等资源，只需要关注业务本身代码即可实现商业价值。开发人员只需要提交提交业务代码，PaaS 平台即可完整管理应用的生命周期：构建、测试、部署、管理、更新等。

2、技术要求

(1) 所有应用容器化部署

(2) 支持冷热业务分离

- (3) 自由选型微服务注册发现组件
- (4) 全平台持续集成与交付
- (5) 智能监报告警平台
- (6) 完善的平台安全保护策略
- (7) 具备服务的链路追踪
- (8) 具备资源的动态调度能力
- (9) 能根据业务响应结果及延迟等性能指标设置服务熔断策略，
保证整体系统可用
- (10) 可根据故障域来就近分发流量，既能保障业务可用性，
又能降低服务间调用延迟
- (11) 可观测的灰度发布系统帮助业务快速上线，并能提前排
查新版本故障，缩小影响范围

- 车联网连接与控制平台

1、功能简介

负责车辆各部件的接入管理与通信管理。

2、技术要求

(1) 支持多设备的接入能力

(2) 支持多协议适配，包括 GB32960、JT808、及私有协议的接
入、扩展

(3) 支持多种消息通道的适配能力（TCP、HTTPS、MQTT 等）

- 大数据平台

1、功能简介

大数据平台主要对企业内外提供稳定的数据支撑，数据探索以及数据存储服务。同时为企业内各部门提供数据洞察，分析及赋能的主要工具。需要做到降低业务人员获取数据，操作数据的基础门槛，并解放出一直处于重复工作的数据研发人员，达到降本增效，全员数据洞察，数据赋能的目的。

2、技术要求

(1) 具备自定义埋点事件、用户路径设定、A/B 转化分析等能力

(2) 需采取存算一体与存算分离的技术架构，进行冷热数据的逻辑区分

(3) 需达到湖仓一体的存储形态

(4) 在数据存储之上进行统一的查询抽象，使开发者不需要关心数据底层的存储方式及提取逻辑，仅需要关心程序本身

(5) 需将所有数据库元数据进行统一管理，实现统一的数据治理，建立企业级数据字典，统一数据口径，消除冗余，降低沟通成本，达到降本增效的目的

(6) 具备可视化查询、可视化监控、可视化 ETL 以及元数据集成功能

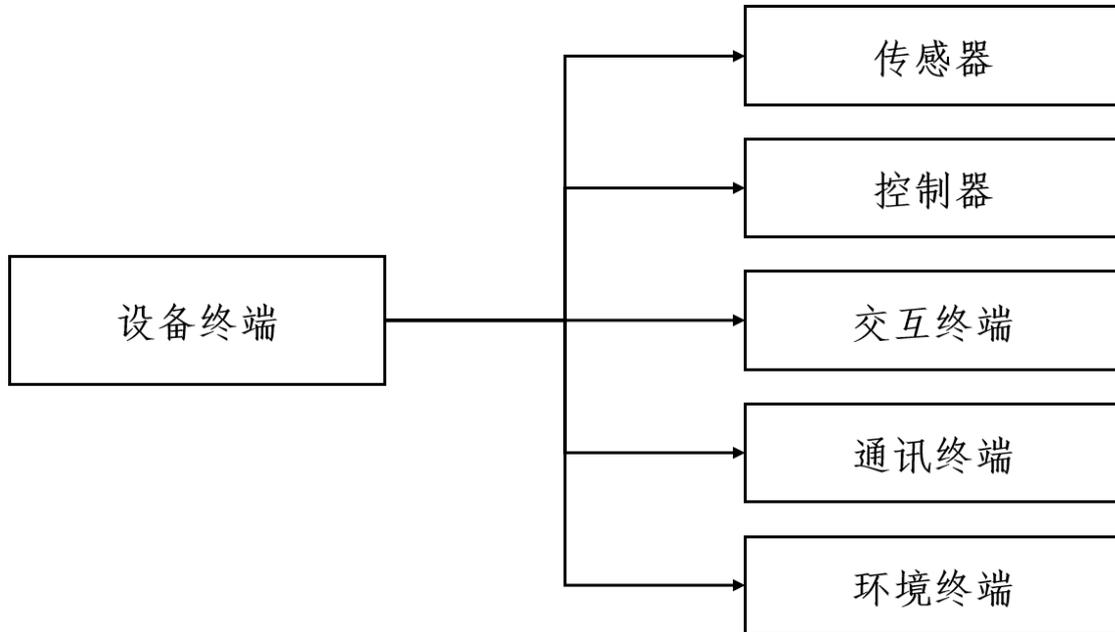
2.4.1.4 网络传输

智能座舱运用到的网络传输技术从物理上有两种分类：一种是有线和无线，一种是局域和广域。

网络传输技术主要包括车内总线通讯（Ethernet/CAN/LIN）、

车内局域通讯(蓝牙/Wi-Fi/UWB/NFC/USB)、短程通讯(LTE-V/DSRC)、广域通讯(5G)、通讯框架及协议。

2.4.2 设备终端



2.4.2.1 传感器

传感器相当于汽车的“五官”，用来感知判断周围的环境，为汽车智能提供重要的数据来源。

当前，AI 技术已在座舱传感器方面得到广泛应用，感知人的情绪和行为，为安全驾驶提供帮助。它可以处理来自摄像头、麦克风、生物传感器甚至雷达的实时数据，然后帮助汽车做出决策。

除了对人的感知，传感器还能感知外部设备（如无线充电器）。

随着芯片算力和 AI 精度要求的提升，智能座舱对传感器的性能指标要求越来越高，传感器正向高性能、高精度、大数据量等趋势发展。

- 车用摄像头

1、功能简介

车用摄像头一般由镜头(Lens)，图像传感器(Image Sensor)，图像信号处理器(Image Signal Processor, ISP)，串行器发送(Serializer)组成。一般步骤是，镜头采集到物体的基本信息然后由 Image Sensor 进行一定处理后再交于 ISP 处理之后串行化传输。

车用摄像头是智能座舱和自动驾驶的重要传感器，不同于手机摄像头，车用摄像头的模组工艺难度较大，主要因为车用摄像头需要在高低温、湿热、强微光和震动等各种复杂工况条件下长时间保持稳定的工作状态。整体而言，车用摄像头的技术壁垒明显高于手机摄像头。

车用摄像头在智能座舱的应用领域包括 DMS、OMS、CMS、倒车辅助等。

2、技术架构

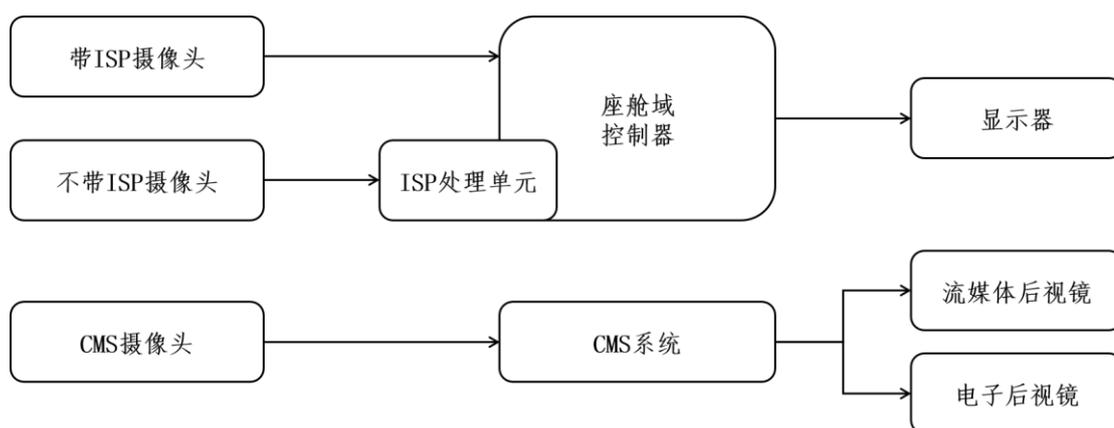


图 5 座舱摄像头系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

(1) 摄像头有带 ISP 和不带 ISP 区分，不带 ISP 的摄像头要求先经过 ISP 处理单元处理后，再给到座舱域控器；

(2) ISP 处理单元可以是座舱控制器内置和外置两种方式；

(3)考虑显示实时性要求,CMS 系统需要单独的系统进行处理；

(4) 摄像头传输方式可分为在同轴电缆或双绞线上基于 LVDS 传输或者直接通过以太网传输。

3、痛点分析

车用摄像头发展已经相对成熟，但随着芯片算力提升，以及智能座舱和自动驾驶的发展要求，车用摄像头也面临更多挑战和发展。相较于传统工业摄像头、手机摄像头，车用摄像头的工作环境要更加严苛，这就要求摄像头在高低温、强微光、湿热、极端天气等环境下保证工作状态，此外，像素升级、高动态要求也是重点关注对象。

4、标准化前景

车用摄像头已有标准：QCT 1128-2019《汽车用摄像头》。

- 舱内雷达

1、功能简介

舱内雷达通常是使用毫米波雷达对驾乘人员进行生命体征监测，在应用上还可以和车内的摄像头协同，监测面部特征和生命体征，以确保驾驶员的注意力。

毫米波雷达的生命体征探测，是应用波达方向谱估计生成运动信号的距离-角度热图，来综合分析舱内是否存在生物活体，并快速锁定活体所在位置。它可以通过加窗滤波，来消除干扰性杂波，对各占位分区进行频谱分析得到该分区目标的呼吸心跳等生命体征信

息，从而准确的判断活体存在与否。然后，再通过多通道虚拟孔径技术，将空间探测的角度分辨率大幅提升，以此来捕捉占位信息，从而快速锁定活体位置。

实际应用中，可以在车门锁闭后，毫米波雷达可以迅速检测座舱内是否有生命体征信号，一旦发现存在生命体征信号，可以迅速通过手机(车辆管理平台或者车辆本身)等多种途径进行报警提示，避免意外伤害事故发生。

2、技术架构

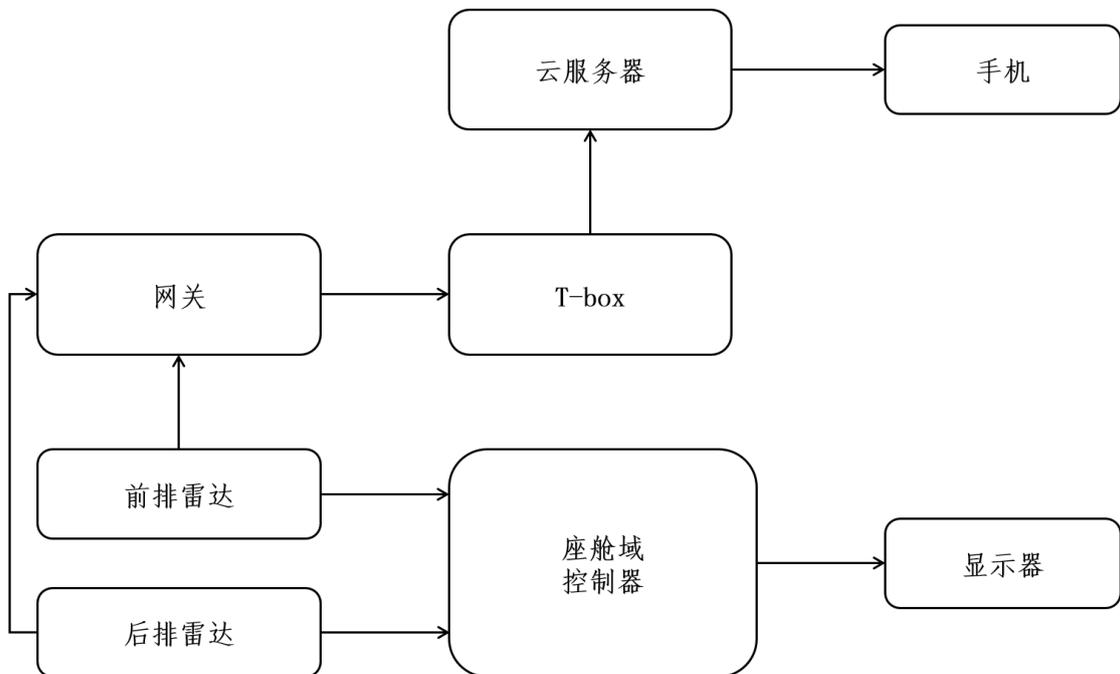


图6 舱内雷达系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

- (1) 舱内雷达可分前排雷达和后排雷达；
- (2) 雷达生命体征数据可给到座舱域控制器，通过显示器展示给驾乘人员；
- (3) 在车辆进入低功耗状态下，雷达生命体征数据也可通过网

关 T-box 传到云服务器，通过手机展示给用户；

(4) 舱内雷达通常输出的是目标数据，带宽要求不高，输出接口可以是 CAN、LIN、Ethernet 等。

3、痛点分析

当前，舱内雷达并没有普及，存在行车时无法使用等问题，且监测精度也是行业挑战，容易存在漏报和误报等情况。可以和摄像头、健康手环、智能方向盘等进行融合，形成互补，提供更准确的生命体征数据。

4、标准化前景

舱内雷达可以实现舱内健康监测，而健康座舱是智能座舱的一个重要分支，通过多传感器手段监测驾乘人员状态是座舱安全的重点方向。

舱内雷达可在安装位置、角度、精度等指标上进行标准化，形成行业指导性意义标准。

以下是座舱重要的传感器参数指标：

摄像头		
位置	种类	主要指标参数
DMS 摄像头	普通摄像头	帧率
OMS 摄像头	红外摄像头	有效像素
手势摄像头	广角摄像头	视场角
人脸摄像头		MTF 值
直播摄像头		SNR

CMS 电子后视镜摄像头		动态范围 最高照度 最低照度 光轴中心精度 自动增益 白平衡 启动时间 系统延时 色彩还原 炫光 鬼像
--------------	--	---

舱内雷达		
位置	种类	主要指标参数
前排雷达 后排雷达	毫米波雷达	频率 调频方式 探测距离 水平 FOV 垂直 FOV 水平分辨率 垂直分辨率 尺寸

		重量
		防护等级

2.4.2.2 控制器

控制器是智能座舱的“主机”，负责整个智能座舱的逻辑控制，集成了运算单元、输入接口、输出接口，不同的控制器负责不同功能域的逻辑控制。

控制器包括但不限于座舱域控制器、门控制器、座椅控制器和空调控制器。

- 座舱域控制器

1、功能简介

座舱域控制器主要包含娱乐信息系统、舱内监测系统、仪表盘、AR HUD 等功能。

在设计上，通常会包括 SoC 和 MCU 两颗芯片。

MCU 主要负责电源管理，实现功能安全，打通整车网络，和 SoC 之间进行数据交换等。在 SOA 的发展趋势下，整车网络可直接对接 SoC，不经过 MCU。

SoC 通常采用 Hypervisor 运行 QNX 和 Android 两个系统，QNX 用来处理快速启动或实时性较高的功能，如仪表、DMS、OMS、AR HUD 等，Android 用来实现大部分人机交互功能，与云服务器连接，支持导航、语音、在线应用等。在 SOA 的发展趋势下，座舱域控制器的功能也可以实现动态部署，如安全级别较高的功能，也可以挪到 ADAS 域控制器。

2、技术架构

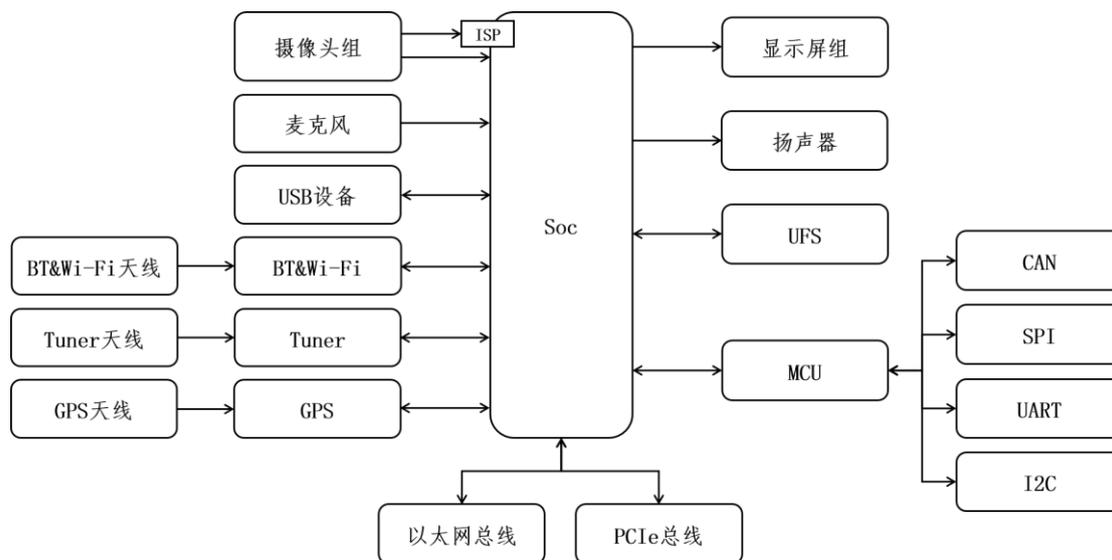


图 7 座舱域控制器系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

- (1) 座舱域控制器主要包含 SoC、MCU、以及外围 IC 和接口设计；
- (2) MCU 外部接口主要包含 CAN、SPI、UART、I2C；
- (3) SoC 和 MCU 之间可通过 SPI 进行通讯；
- (4) SoC 挂载以太网总线和 PCIe 总线，以太网总线主要负责 SOA 通讯, 相关协议如 SomeIP、DDS 等，PCIe 总线主要负责数据流传输，如视频数据流等。

3、痛点分析

- (1) 硬件电气接口没有标准化

座舱域控制器对外一般会有视频输入输出、音频输入输出、CAN/LIN、以太网、USB、控制接口、天线空口、电源等等接口，

当前，座舱域控制器在行业并没有对电气接口进行标准化，导

致硬件过于依赖外围设备，可修改性较差。开发前期，需要花费大量时间考虑元器件选型，担心缺芯断供等问题，往往因为缺料问题导致硬件重新设计。

在标准化上，可以从接口定义、连接器型号等方面去进行整合和标准化。

(2) 功能接口没有标准化

座舱域控制器需要在一些功能模块的接口上进行标准化，比如4G/5G、Wi-Fi、蓝牙、定位、核心板等等。

4、标准化前景

统一硬件和功能的接口，有以下的优势：

(1) 节省成本：不同主机厂、Tier1的接口统一，不再因为接口定义、连接器的变化而更改硬件，降低了硬件变更的成本。

(2) 节省时间：节省了因为接口变更带来的讨论、设计变更、测试验证的时间。

(3) 资源重用：不同厂家、平台的设备可以通用，方便替换、资源重用。

(4) 硬件升级：对于车主而言，可以在车辆的生命周期内，多次升级硬件，提升用车乐趣，满足车主不断增长的用车需求。

- 车身控制器

1、功能简介

车身控制器 (body control module, 简称 BCM), 又称为车身电脑 (body computer), 在汽车工程中是指用于控制车身电器系统的电子控制单元 (ECU), 是汽车的重要组成部分之一。

车身控制器常见的功能包括控制电动车窗、电动后视镜、空调、大灯、转向灯、防盗锁止系统、中控锁、除霜装置等。车身控制器可以通过总线与其他车载 ECU 相连。

2、技术架构

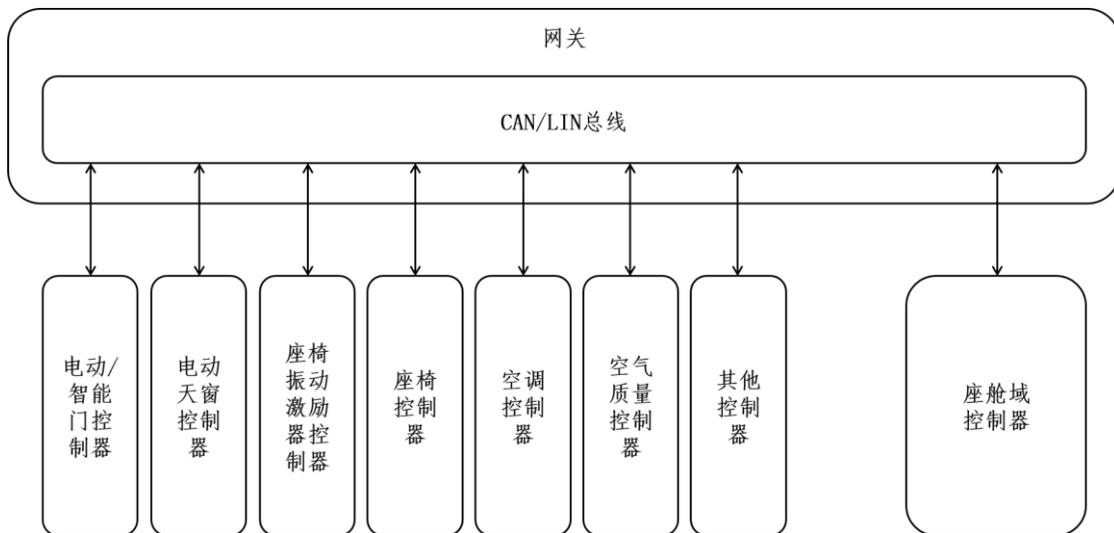


图 8 分布式车身控制系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

- (1) 各个控制器通过 CAN/LIN 总线挂接到网关；
- (2) 座舱域控制器通过 CAN/LIN 总线与各个控制器进行通讯。

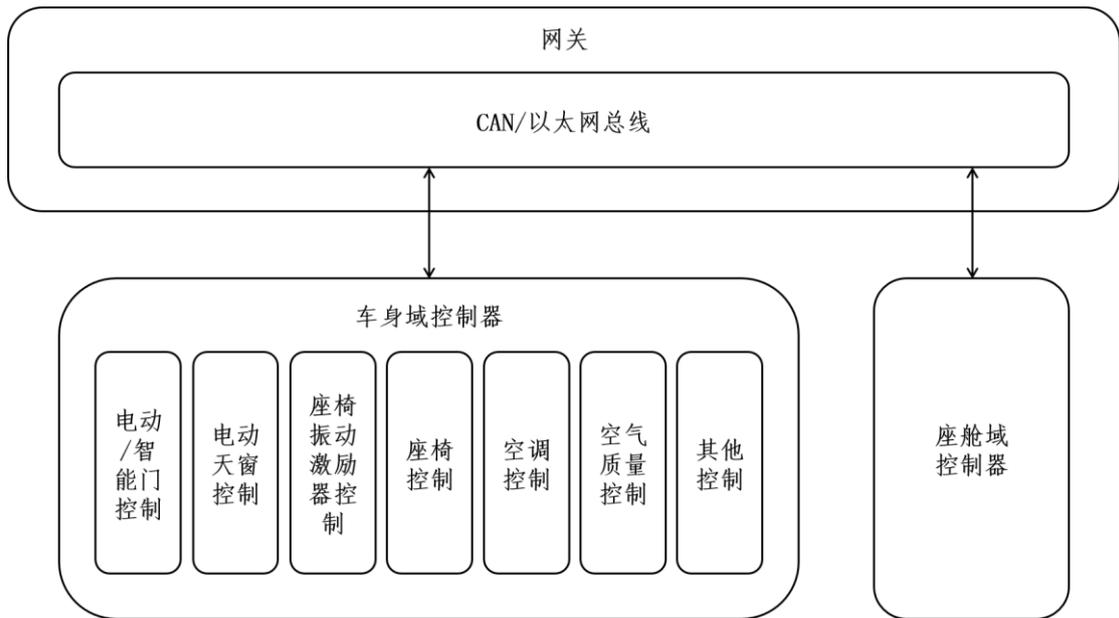


图9 集中式车身控制系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

- (1) 与分布式不同，车身域控制器集成了车身控制功能；
- (2) 车身域控制器和座舱域控制器通过 CAN/以太网总线挂接到网关进行通讯；
- (3) 网关往往也会集成到车身域控制器中。

3、痛点分析

传统的汽车电子电气架构采用分布式架构，各个 ECU 通过 CAN 和 LIN 总线进行连接，随着汽车技术发展，汽车 ECU 总数越来越多，导致线束复杂，成本上升，且难以满足汽车智能化和网联化发展。

车身域控制器可以解决分布式的问题，各 OEM 把很多相似功能的 ECU 集成到车身域控制器，同时车身域控制器往往也集成网关功能，通过总线与外界通讯。

4、标准化前景

汽车电子电气架构从分布式到集中式，正朝着中央计算方向发展，

车身控制系统从功能架构、安全架构、通讯接口、通讯协议等，都需要有标准化定义。

以下是座舱重要的控制器参数指标：

种类	主要外部接口	主要指标参数
座舱域控制器	CAN/CAN FD	算力
电动/智能门控制器	LIN	存储
座椅振动激励器控制器	FlexRay	启动时间
器	Ethernet	响应时间
座椅控制器	PCIe	电压范围
空调控制器	UART	电流范围
空气质量控制器	GPIO	温度范围
	USB/SD	静态电流
	LVDS	散热能力
	JTAG	

2.4.2.3 显示终端

显示终端是智能座舱的交互视觉窗口，负责整个智能座舱的人机显示交互输入输出控制。随着用户对交互体验质量要求提升，显示终端在感官上更趋向极致、精致、高效等方面发展。

显示终端包括但不限于显示屏、灯具。

- 显示屏

1、功能简介

显示方面，涉及到一机多屏、多屏联动等技术。

(1) 一机多屏

一个车机支持多个显示屏，成本低、时延短，能更好地支持多屏联动等复杂电子座舱功能。

(2) 多屏联动

多屏之间互相关联、互相操控、互相分享。

2、技术架构

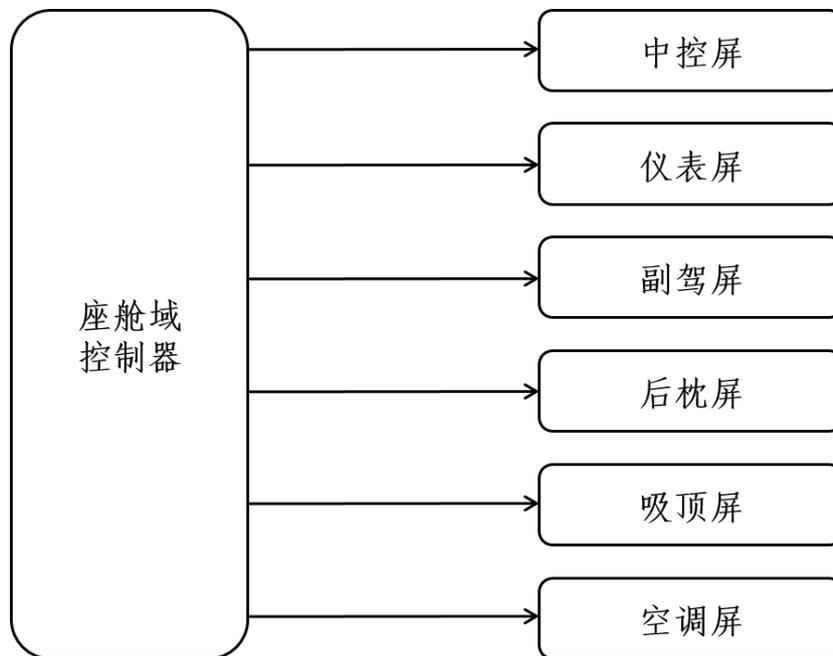


图 10 车载显示系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

(1) 车载显示屏通常连接座舱域控制器，将人机界面呈现给驾乘人员；

(2) 车载显示屏通常支持 GMSL 和 FPD-Link 两种传输接口。

3、痛点分析

传统汽车显示屏多为小尺寸、低分辨率、弱交互性、嵌入式的

方式。随着汽车电动化时代的开启，全液晶仪表和中控屏大屏逐渐进入量产车，标志着汽车行业真正的进入了全液晶显示屏的时代，短时间内，各大车企品牌纷纷聚焦到显示屏的应用创新上，大屏、双屏、三屏组合等产品形态也随之量产入市。

虽说大屏提升了人机交互，但也确实存在不易操作、影响驾驶等问题。因此大屏的普及，相应的人机交互设计也需要更加人性化，更符合安全驾驶。

4、标准化前景

智能座舱未来将向着大屏化、多屏化方向发展。

(1) 大屏化

中控显示屏、副驾显示屏、后座显示屏的显示区域尺寸在 15" 以上，分辨率达到标清、2K，甚至 4K。

(2) 多屏化

显示屏数量增加，仪表显示屏、中控显示屏、副驾显示屏、后座显示屏、电子后视镜显示屏、智能表面显示等等。

当前柔性屏幕也开始引入智能座舱中，柔性屏幕一般采用 OLED 技术进行显示，具有功耗低、亮度高、对比度高、可视角度广等优点，并且由于柔性特性，可以在曲面、可折叠、可伸缩显示上应用。

车载显示屏主要参照的标准有《GBT 22630-2008 车载音视频设备电磁兼容性要求和测量方法》、《IEC/EN 62471 灯和灯系统的光生物安全性》和《SJT 11272-2002 车载彩色显示器通用规范》等，主要检测项目可分为光色性能检测、安全及可靠性检测两大类。

- HUD

1、功能简介

目前 HUD 主要产品被分为了三种类型,分别为:C-HUD(组合型)、W-HUD(风挡型)、AR HUD(增强现实型)。

(1) C-HUD

由于显示效果差,显示区域小等缺点,已逐步退出市场。

(2) W-HUD

是目前市场主流,直接投影到前挡风玻璃。

(3) AR HUD

基于 AR 技术,将驾驶相关的提示信息投射到前挡风玻璃,并与现实画面融合,在画面呈现上更为真实和人性化,正在逐步导入市场。

在三种产品中,AR HUD 技术含量更高,也是未来趋势。AR HUD 包括 AR Creator、光机、电子显示等部分,涉及到光学投射技术、AR 技术。

2、技术架构

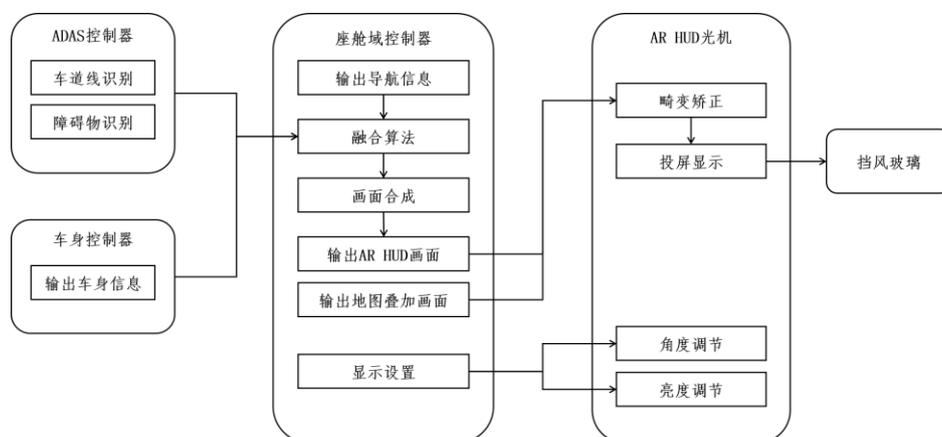


图 11 AR HUD 系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

(1) AR HUD 主要包括 AR Creator、光机和挡风玻璃，同时还关联到 ADAS 控制器、车身控制器、座舱域控制器；

(2) 对座舱域控制器来说，AR HUD 是一个显示设备，AR HUD 画面需要在座舱域控制器完成；

(3) AR HUD 内部 MCU 需要完成畸变矫正算法和投屏显示；

(4) MCU 控制电机进行角度调节，控制光机进行亮度调节。

3、痛点分析

HUD 系统覆盖了光学、硬软件、结构、工艺、标准的研发等，存在较高的技术门槛。AR HUD 车载量产还需要解决多种技术难题，包括如由于增加成像区域大小带来的严重阳光倒灌问题，以及体积偏大、功耗、成本偏高等等行业痛点。

4、标准化前景

HUD 未来将向增强现实方向发展，前方行驶方向、红绿灯提示、POI 提示等信息均可与现实画面融合，提升驾驶安全性、便捷性。

当前，《乘用车抬头显示系统性能要求及试验方法》（以下简称“HUD 标准”）国家标准起草团队正深入开展其技术内容的制定及验证等工作。

以下是座舱重要的显示终端参数指标：

显示屏			
位置	形态	显示模式	主要指标参数

仪表	横屏	单色屏	显示屏尺寸
中控	竖屏	AMLCD	像素尺寸
副驾	联屏	AMOLED	PPI
仪表+中控	长屏	DLP	Gamma
中控+副驾	异形屏	LCOS	颜色数量或位数
仪表+中控+副驾	曲面屏	OLED	曲率半径
空调控制			亮态亮度
内后视镜			暗态亮度
CMS 屏			对比度
HUD			视角亮度
智能表面			视角对比度
后座娱乐			颜色
扶手屏			反射率
吸顶屏			

灯具		
种类	位置	主要指标参数
氛围灯	仪表、中控、脚踏、门板 位置汽车 logo、格栅、 车身装饰、门把手、轮 圈、迎宾踏板、空调出风 口、副驾仪表台、中控背	色度 光强 均匀性 闪烁特性

	光区、车内顶部、储物盒、杯架、音箱、卡扣、后备箱等	
迎宾灯	车门底部 大灯前贯穿灯 外后视镜	色度 光强
阅读灯	车顶	色度 光强 均匀性
智能前照灯（像素大灯）	车前方	色度 光强 响应时间
数字化信号灯	车辆后方，车辆前方	色度 光强

2.4.1.5 通讯终端

通讯终端是智能座舱的数据通讯载体，负责整个智能座舱的数据传输控制。目前智能座舱复杂程度越来越高，对数据链路的传输效率和带宽要求就越大。

通讯终端包括但不限于网关、V2X、T-box 通讯终端。

— 网关

1、功能简介

网关是汽车内部通信局域网的核心，通过它可以实现各条总线上信息的共享以及实现汽车内部的网络管理和故障诊断功能。

网关控制器主要有以下 3 个作用：

(1) 报文路由：网关具有转发报文的功能，并对总线报文状态进行诊断。

(2) 信号路由：实现信号在不同报文间的映射。

(3) 网络管理：网络状态监测与统计，错误处理、休眠唤醒等。

2、技术架构

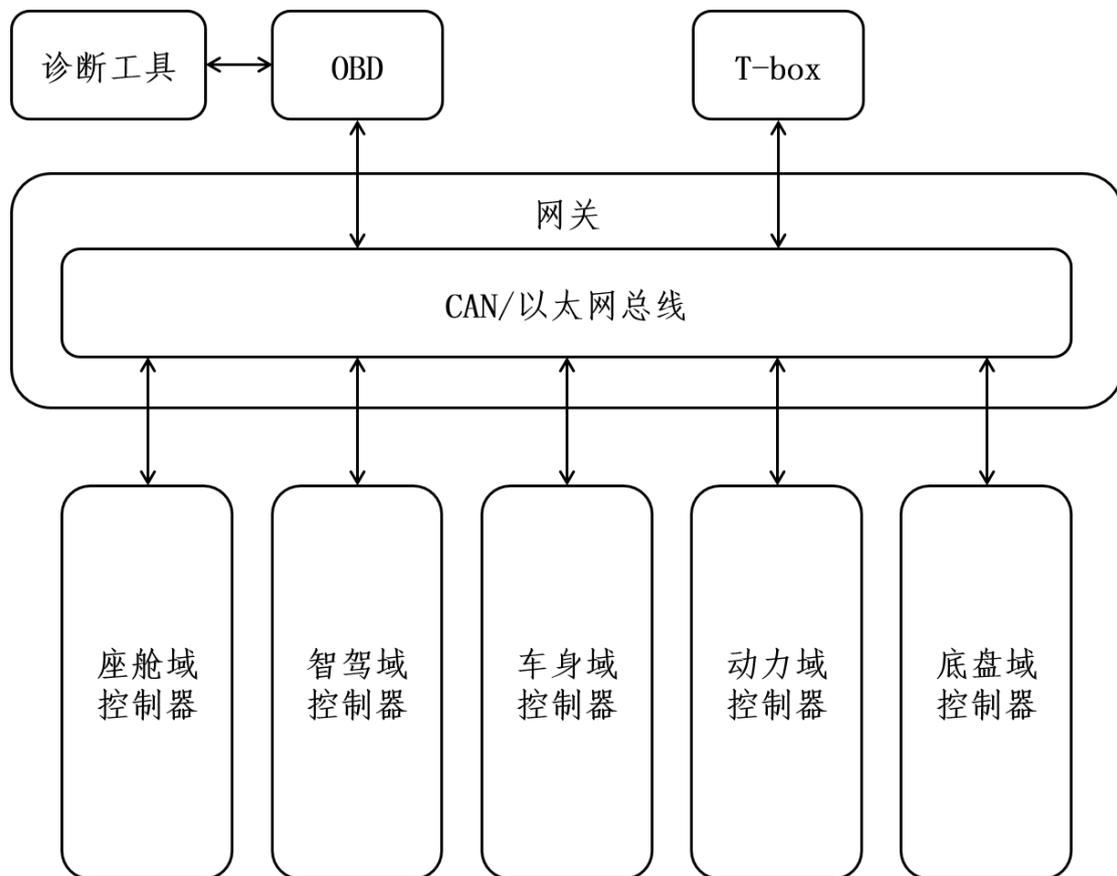


图 12 集中式网关系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

(1) 网关打通整个各个域控制器、外部诊断、T-box 之间的连接；

(2) 各个通讯节点通过 CAN/以太网总线进行数据交换。

3、痛点分析

汽车电子电气架构从分布式到集中式，再到中央计算，对网关带来不少挑战：

(1) 网关在新的复杂网络环境下的网络安全问题，如何保证数据安全和通讯安全；

(2) 网关需要更高的算力适应车内的高带宽数据传输；

(3) 传统车载网关更多关注数据的实时转发，在新的 EE 架构及 SDV 趋势下，网关需要满足 SOA 服务化。

4、标准化前景

汽车行业网关趋势：

(1) 以太网将取代 CAN 成为车内的骨干网，中央网关也会从 CAN 往以太网升级；

(2) 中央网关与车身域控制器集成，合二为一成为中央服务器。

(3) 汽车从 ECU 分布式架构往多域控制器架构转变，中央网关变成“服务型网关”；更长期多个域控制器融合为一个中央计算平台时，“服务型网关”将进一步演变为“区域网关”。

结合行业趋势，网关系统从功能架构、安全架构、通讯接口等，都需要有标准化定义。

- V2X

1、功能简介

V2X (Vehicle to Everything / Vehicle to X) 无线通信技术，是以车辆为中心，与周边车辆、设备、基站通信，从而获取实时路况、道路信息、行人信息等一系列交通信息，以提高驾驶安全性、减少拥堵、提高交通效率、提供车载娱乐信息等，是未来智能交通运输系统的关键技术。

我们通常认为 V2X 技术包含以下几个类别：

- (1) 车辆与车辆 V2V (Vehicle-to-Vehicle)：常见应用如防碰撞安全系统；
- (2) 车辆与基础设施 V2I (Vehicle-to-Infrastructure)：交通信号指示与时间提醒；
- (3) 车辆与行人 V2P (Vehicle-to-Pedestrian)：行人单车安全距离警报；
- (4) 车辆与外部网络 V2N (Vehicle-to-Network)：实时地图，云服务等。

2、技术架构

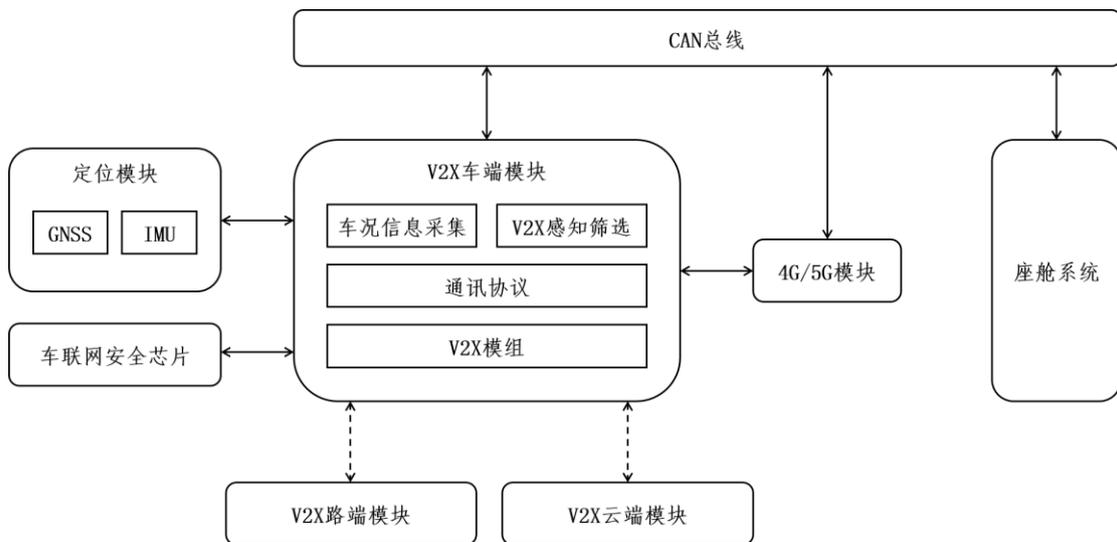


图 13 V2X 车端系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

(1) V2X 车端系统主要包含 V2X 车端模块、4G/5G 模块、定位模块、车联网安全芯片，通常会集成在一个控制器中；

(2) V2X 车端模块负责与 V2X 路端模块和 V2X 云端模块进行数据交换；

(3) 4G/5G 模块负责与云服务进行数据交换；

(4) V2X 车端模块与 4G/5G 模块通过 CAN 总线和汽车内部控制器进行数据交换；

(5) 座舱系统通过 CAN 总线获取 V2X 数据，满足舱内交互场景。

3、痛点分析

就 V2X 发展而言，主要挑战之一是需要广泛的网络覆盖以支持所有领域，大规模连通性以及对道路基础设施数字化的需求也很重要。

- T-box

1、功能简介

T-box (Telematics Box, 远程通信终端)，集成车身网络和无线通讯功能的产品，可提供 Telematics 业务。T-box 是一个基于 Linux 操作系统的带通讯功能的盒子，内含一张 SIM 卡，一般是中国联通和移动的 SIM 卡，还会内置 GPS 模块，与这个盒子配套硬件还有 4G/5G 天线，GPS 天线等。

T-box 通讯终端解决座舱同广域网的通讯，是座舱对外通讯的

重要载体。T-box 实现车云交互，并衍生各种应用场景，包括但不限于远程监控、在线应用、在线升级、实时定位。

2、技术架构

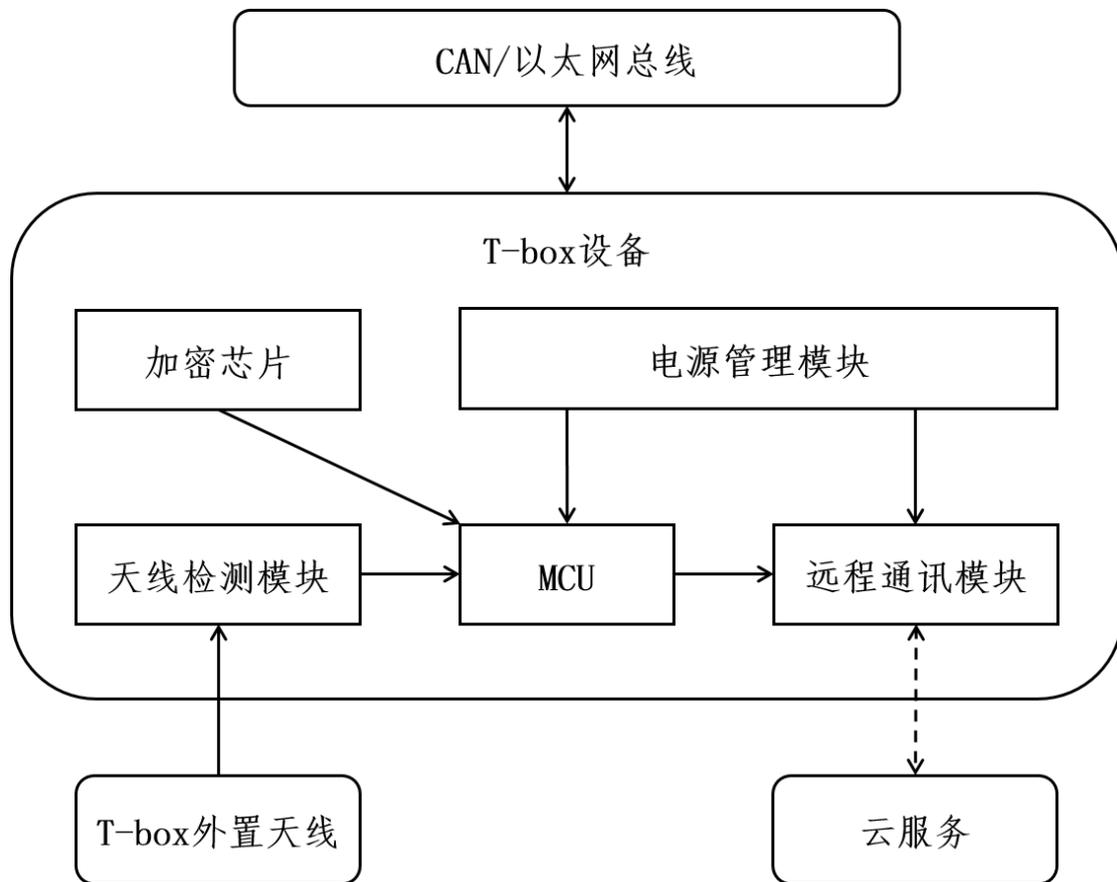


图 14 T-box 系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

(1) T-box 系统包含电源管理模块、MCU、远程通讯模块、天线检测模块、外置天线；

(2) 远程通讯模块支持 4G/5G，提供外网连接功能，实现与云服务进行数据交换，是 T-box 的关键能力；

(3) T-box 的电源管理需要支持低功耗远程唤醒；

(4) T-box 挂接 CAN/以太网总线，可以实时获取相关车端信号

上传云端，还能实现远程诊断和远程控制；

(5) 加密芯片保障 T-box 通讯安全。

3、痛点分析

随着车联网发展，T-box 存在以下挑战：

(1) 5G 网络稳定性；

(2) 随着 CAN 数据增多，CAN 数据全采全存对性能要求较高。

4、标准化前景

目前 T-box 需要符合《电动汽车远程服务与管理系统技术规范》(GB/T 32960) 国家标准。

2.4.2.5 环境终端

环境终端负责智能座舱对内外环境的交互，以及驾乘人员对舱内外环境的感受。

环境终端包括但不限于车厢质量保障系统、香氛系统、功放、扬声器。

- 车载空气质量保障系统

1、功能简介

IAQS (Indoor Air Quality System) 车厢空气质量保障系统可作为车厢气候控制系统的辅助设备使用。IAQS 由一个过滤器和一个感知器组成。过滤器是一个浸渍过活性炭的元件，它可清除进入车厢内的空气中所含的颗粒和花粉。活性炭可吸收各种气体和臭味。现在柴油或汽油发动机所排放出的尾气中主要成分是二氧化氮、一氧化碳和碳氢化合物等有害物质，IAQS 感知器可检测周围空气内的

这些有害物质，并迅速清除。

2、技术架构

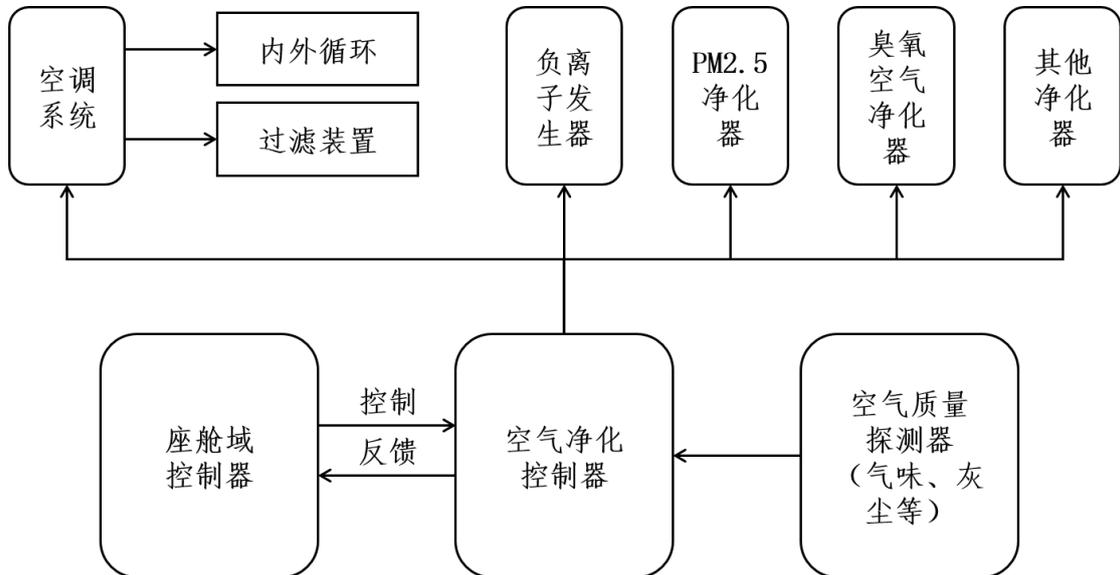


图 15 车厢空气质量保障系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

(1) IAQS 核心器件包含空气净化控制器、空气质量探测器、空调系统、净化器；

(2) 空气净化控制器负责接收座舱域控制器指令，进行开关控制等；

(3) 空气质量探测器发现空气质量异常，会通知空气净化器去启动空调系统和净化器，进行闭环机制；

(4) 空气净化控制器控制反馈接口可以是 CAN、LIN、Ethernet 等。

3、当前痛点

当前，IAQS 往往价格较高，同时用户对空气质量安全意识也不够，缺乏直观地视觉冲击给到消费者，因此，IAQS 没有大量普及。

- 车载香氛系统

1、功能简介

现在大部分的豪华车上都配置了车载香氛系统来提升整车的豪华感，带来更好的乘车体验了。

车内香氛装置工作原理是把香水通过空调均匀的释放到车内，同时还可以根据挡位调节香味的浓烈。通常原车会推出一些适合本车的香水，车主也可以根据自己的喜好自行替换或添加香水。车内香氛装置的作用是保持车内空气洁净，起到一定净化空气的作用，营造更为舒适的车内氛围，提升整车质感及豪华感。香料盒一般放置于手套箱内，方便与空调系统连接，同时也会占据一定的空间。厂家一般会提供多种味道的香氛供车主选择，部分车型可以同时安装两个香氛盒，两种香味可以在车内交替使用或混合使用。

2、技术架构

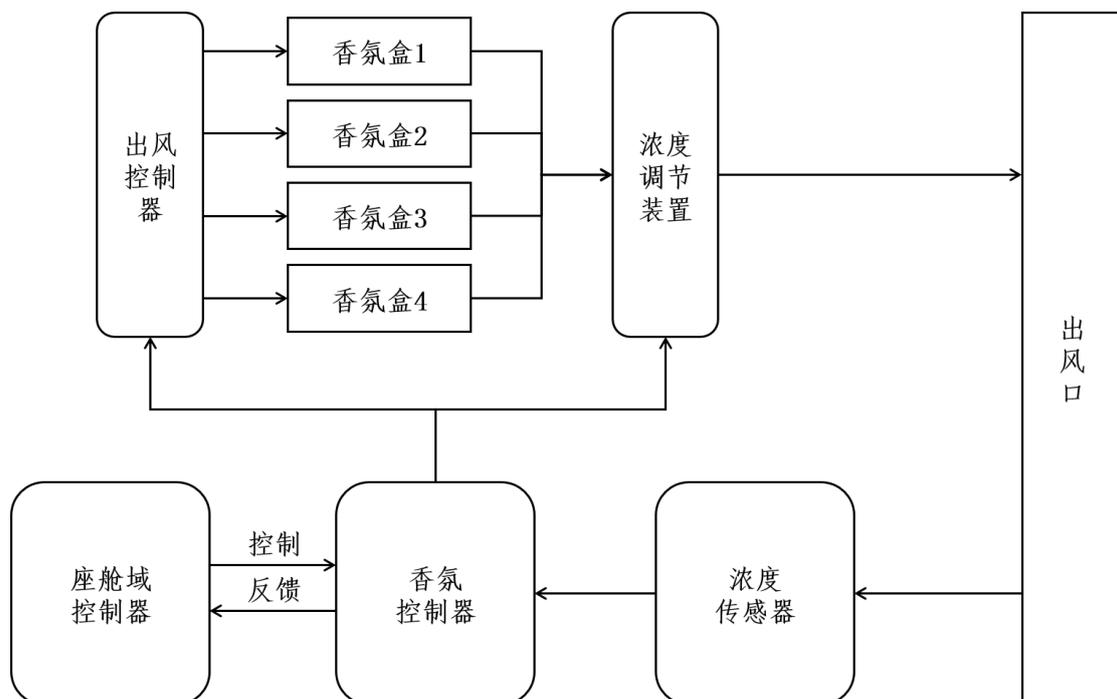


图 16 车载香氛系统参考架构

以下是对参考架构的说明：

(1) 车载香氛系统核心器件包含香氛控制器、浓度传感器、出风控制器、香氛盒、浓度调节装置；

(2) 香氛控制器负责接收座舱域控制器指令，进行香氛调节；

(3) 出风控制器选择对应香氛盒，通过浓度调节装置出风；

(4) 浓度传感器检测当前车厢香氛浓度，通知香氛控制器动态调节浓度，形成闭环机制；

(5) 香氛控制器控制反馈接口可以是 CAN、LIN、Ethernet 等。

3、当前痛点

前装香氛系统还不够普及：

(1) 严苛的汽车安全标准令合规车载产品成本高昂，除了家用香氛需要关注的原材料安全性（如 IFRA 法规、MSDS 检测等），更要通过高低温、耐久、碰撞等车辆安全性试验，这样的门槛不是一般生产家用香薰的小作坊所能跨越的，其成本也就远高于零售价几十块钱的普通车用香水了；

(2) 传统的单一应用场景没有激发起用户多大的购买冲动，一个系统所散发的单一气味无法满足所有乘客或场景的需求，能选的香味屈指可数，更别说个性化自定义的香味了；

(3) 各主机厂香氛盒接口不统一，香氛盒可选品牌受限，很多通过滴精油不换盒方式，又容易导致不同精油串味。

4、标准化前景

前装车载香氛可在通讯接口上进行标准化，包括与座舱域控通

讯接口、香氛盒替换接口。

前装车载香氛可在参数指标上进行标准化，包括气味、温度（耐热安全）、挥发速度、使用时间等。

- 车载音响系统

1、功能简介

车载音响(auto audio)为减轻驾驶员和乘员旅行中的枯燥感而设置的收放音装置。最早使用的是汽车调幅收音机，后来是调幅调频收音机、磁带放音机，发展至 CD 放音机和兼容 DCC、DAT 数码音响。现在汽车音响无论在音色、操作和防振等各方面均达到了较高的标准，能应付汽车在崎岖的道路上颠簸，保证性能的稳定和音质的完美。

车载音响系统的功用是：

(1) 功率放大，将主机输出的音频，放大增益输出到车身的各个扬声器。

(2) 调音分配，将多媒体输出的音源，按照不同的调音分配到车身不同位置不同类型的扬声器，形成特定的声场效果。

(3) 混音策略，将不同音频，按照整车厂的混音策略，实施不同的混音方式。

(4) 模拟声效，根据整车厂的定义，功放根据车辆的实时数据，发出不同的声音。比如模拟发动机声浪的效果，或者反向降噪的效果。

2、技术架构

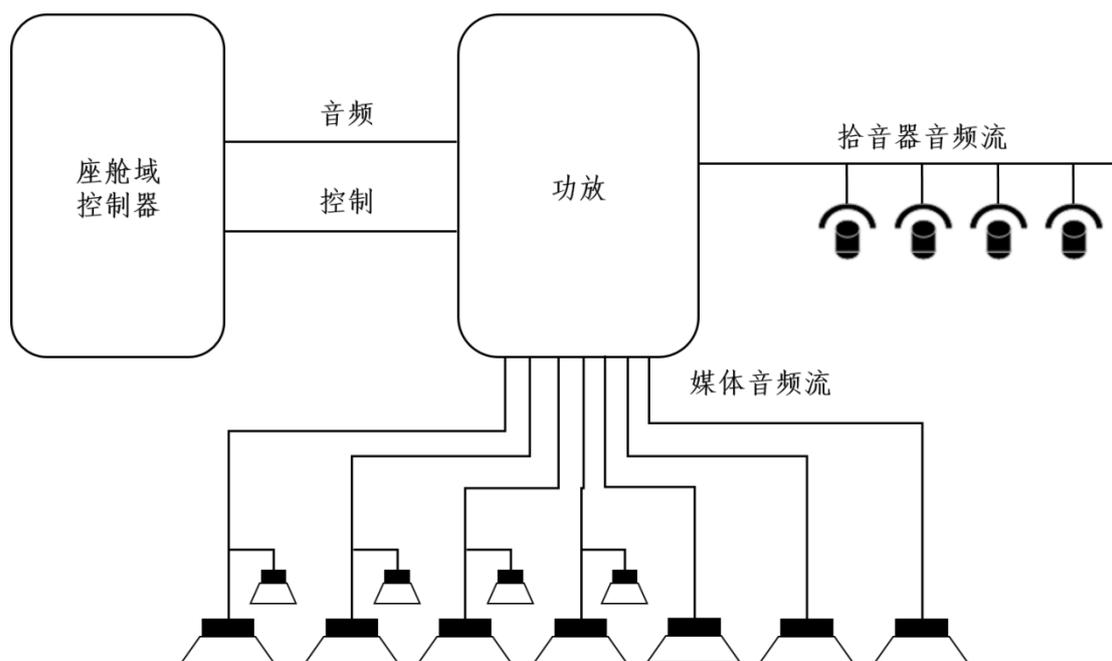


图 17 车载音响系统参考架构（内外置功放均适用）

以下是对参考架构的说明：

- (1) 车载音响系统核心器件包含功放、拾音器、扬声器；
- (2) 功放支持音频流接口包含 A2B、SPIDIF、MOST 等；
- (3) 外置功放控制反馈接口可以是 CAN、LIN、Ethernet 等；
- (4) 内置功放控制反馈接口可以是 SPI、I2C、UART 等。

3、当前痛点

行业对车载音响评价标准不一，评价能力不足，部分依赖大品牌音响的影响力。功能变更受制于供应商标准，用户定制化和个性化的能力较弱。

4、标准化前景

车载音响在参数和评价上可进行标准化，可对出声时间、底噪、信噪比、频响、总体延时等指标进行标准化，以及主观评价和客观评价等内容进行标准化

以下是座舱重要的环境终端参数指标：

空气质量检测		
模块	检测范围	主要指标参数
AQS 传感器	主要监测空气中的温度、湿度、气压、光照、PM2.5、PM10、TVOC 等数值，还有氧气(O ₂)、二氧化碳(CO ₂)、一氧化碳(CO)、甲醛(CH ₂ O)等气体浓度。	精度 线性范围 灵敏度 稳定性 频率响应

空气净化		
种类	净化范围	主要指标参数
滤网型空气净化器	PM2.5	洁净空气量 (CADR)
静电集尘型空气净化器	有毒有害气体 (甲醛、苯系物、	净化能效 噪声
臭氧空气净化器	TVOC 等)	适用面积
净离子群空气净化器	异味	累积净化量 (CCM)
水过滤空气净化器	细菌病毒	净化寿命 待机功率 有害物质释放量 微生物去除 (抗菌、防霉、除菌)

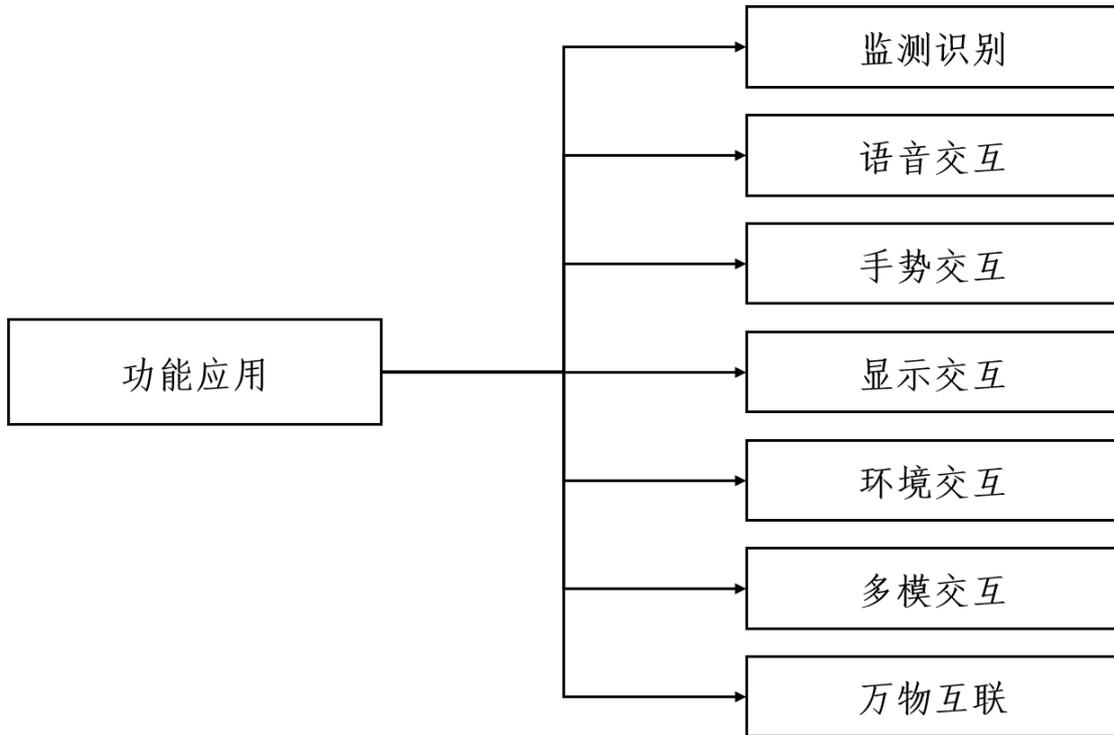
香氛		
位置	种类	主要指标参数
空调出风口	香氛包含固态香氛和	气味
仪表板内	液态香氛。	温度（耐热安全）
副驾手套箱	座舱香氛多采用电子	挥发速度
扶手箱	喷雾式，按香型可分：	使用时间
转向管柱旁	祛味除臭型	香气
	清新空气型	色泽
	理疗功能型	清晰度
		微生物含量
		禁限用物质
		急性吸入毒性
		急性眼刺激性
		致敏成分含量
		PH 值
		相对密度
		折光指数
		闭杯闪点
		VOC

功放		
种类	输出能力	主要指标参数

A/B/AB/D 类功放 内置/外置功放 模拟/数字 特制功放：降噪功 放/头枕功放等类 型	通道数量：8，16， 24，32 通道 立体声/环绕算法/ 全景声算法 音质还原 降噪算法 虚拟发动机声音算 法	底噪 输出功率 频响曲线 总谐波失真加噪声 (THD+N) 信噪比
---	---	--

扬声器		
位置	种类	主要指标参数
前置 车门 头枕 顶棚 脚坑 后平台	按频率分布： 高/中/低音/ 重低音 材质划分：铁 氧体和钹铁硼	短期最大功率/长期最大功率/额定 正弦功率 频率特性 指向特性 额定阻抗 总谐波失真 灵敏度 抗干扰 频率范围

2.4.3 功能应用



2.4.3.1 监测识别

1、技术分类

生物识别技术从功能维度可以分为身份识别和状态监控两类。

当前主流技术可参考下图。

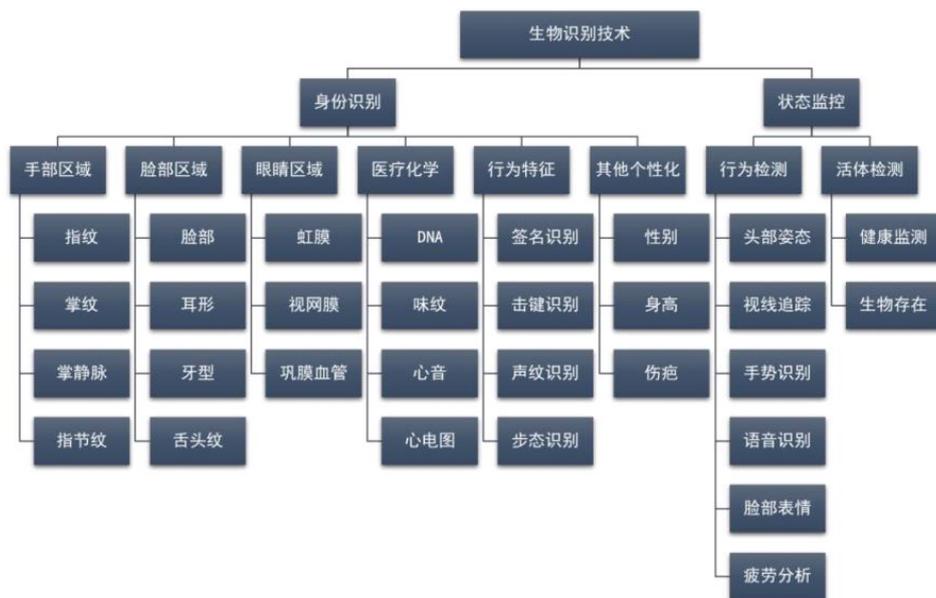


图 18 生物识别技术分类参考

身份识别技术主要包括但不限于人脸识别、指纹识别、声纹识别、虹膜识别，通过车机或控车 APP 进行身份注册后，驾驶员可通过人脸/指纹/声纹/虹膜等方式对车辆进行解闭锁，以及登录座舱账号系统等场景应用。

状态监测技术主要包括但不限于驾驶员监控系统（DMS）、乘客监控系统（OMS）、车外检测。

智能网联汽车设计的重点在于用户安全和用户体验，因此大量车载应用程序都会收集用户的生物特征数据，以下为几个典型的应用场景：

身份认证：基于安装在方向盘、B 柱、后视镜等临近主驾驶位置的指纹、面部、声线等识别设备，通过面部扫描、虹膜扫描、声纹识别、指纹跟踪等手段，确认驾驶员的身份，身份确认后可解锁车门、后备箱和车机系统。

个性服务：在车辆识别出用户身份之后，根据记忆功能对车辆进行个性化配置，如车内座椅、音乐、空调、导航等设备；通过人脸识别技术判断脸部表情变化以识别情绪，来播放不同的音乐。

驾驶员监测：主要通过面部识别检测技术来检测车内驾驶员的疲劳程度和身体状况，以及利用眼球追踪技术检测驾驶员是否分心，并判断其是否有能力从自动驾驶系统重新接管车辆，从而确保驾驶的安全性。

健康监测：利用方向盘和安全带上的一系列传感器来监测驾驶员的健康状态，例如，安全带上的压电传感器捕捉呼吸、红外传感

器测量体温、导电传感器测量心率。通过分析驾驶员心率、血压等信息，车辆可调整情绪照明系统，帮助减少压力或实现健康提醒。当监测到驾驶员出现医疗紧急情况时，车辆会发出语音提醒以提示驾驶员放慢车速，或主动拨打紧急求助电话。

生物存在检测：通过直接或间接感知技术，检测车内生物存在的情况，如检测车内是否有被遗留的儿童或宠物。当检测出车内有被遗留的生物时，系统将阻止车门上锁并发出警报以提醒驾驶员、乘客或者周围的人，以防止生物在车内发生意外。

未来汽车将逐渐实现多种生物识别技术融合的多模态生物识别功能，识别方式和应用场景也将越来越多样化，如行为测量（通过识别移动速度、力度、倾斜度等要素来预测车内乘员的进一步动作并进行验证）、DNA 识别、生物识别防盗器等。更人性化的车载交互功能也将随着技术的进步越来越多地应用到汽车上。

4、痛点分析

摄像头成像：采用摄像头的技术方案，无论是何种摄像头，外界光线等环境要素的变化，都可能导致整体画面过暗、过亮或阴阳脸等；也会由于用户佩戴眼镜、帽子、口罩等配饰，导致人脸的局部区域被遮挡，并因此导致在最终成像时出现无法识别人脸或者人脸特征点不清晰的情况，使得产品功能失效。当前，为解决这一痛点，通常会通过硬件 ISP 或者软件 ISP 功能对画质成像进行调节。但类似试图修复画质的方法依然存在一定的局限性，特别是很难保证极端光线下的场景效果。未来，预期可通过多技术融合手段解决。

活体攻击：人脸或者指纹识别应用于认证授权均面临着伪造、重放等被攻击的风险。相比人脸识别，指纹复刻和造假技术更简单、快捷。为解决这一痛点，除了建立相关技术保护机制外，还应当通过针对性的测试来验证并最终提升相关产品的抗攻击能力。

构建测试集：类似于产品抽样，构建测试集的方法既希望测试集的样本量足够多以尽量覆盖所有使用场景、又希望在构建测试集时能控制成本。然而，由于硬件原理、生物识别算法计算原理不同，行业很难构建公用测试集。指纹识别的硬件原理单一且受到外界环境影响因素少，传感器选择较为单一，受光照因素影响较少，尚可以构建部分公用测试集；相比之下，受传感器、模组、光照的影响，基于视觉的人脸识别在这方面的痛点更为明显。为解决这一痛点，可以通过规范相关测试方法、明确对应的摄像头成像质量、规定验证时信息比对测试集方案来降低相关风险、减少痛点应对成本。

乘客监控：基于传统传感器的方案，识别准确率高、但痛点在于功能单一，若实现更丰富功能就必然要求安装更多数量传感器、导致成本上升。基于摄像头的方案，大部分情况下只要安装一个或两个摄像头就能覆盖全车场景和多个功能，但其对座椅位置识别准确率较低。在成本可接受的情况下，不仅可以安装多个传感器来确保其稳定性，也可以通过多传感器融合的方式来弥补相关的不足。当成本受限时，可以通过调整安装传感器的位置或者摄像头的安装位置来覆盖重点区域。

生物存在检测：间接检测技术的测评方法较为明确，按照需要

报警和防止误报警的儿童遗留用车场景进行开关门、放置儿童、行车、锁车等不同流程。但间接检测需要客户严格按照相关方法来进行执行，一旦中间某个步骤和间接检测方案冲突就会有一定的误判出现。

健康监测：目前，在乘员健康监测方面，主要运用的传感器有视觉相机、红外相机等，同时基于超声波的非接触血流感应也处于研究阶段。而在系统的开发成本中，由于目前尚未大批量铺开，故系统的硬件成本存在进一步降低的空间；软件算法方面，对人体状态的进一步理解也需要大量的实际数据为支撑，丰富训练数据集，从而提高对人体所处状态的识别能力。通过压力传感器/电容传感器等判断车内各个座位的使用情况，以及通过车内面向乘客的摄像头判断车内情况，都是目前主要的技术。前者硬件成本相对较高，虽然其可以比较高精度地判断人的位置，但是容易对重物相关的内容进行误报；摄像头方案在基于可见情况下的准确率更高，硬件成本更低，但是在不可见时的准确率比硬件传感器更低。

2.4.3.2 语音交互

语音交互是车内最简洁、自然、安全的交互方式，已经成为最主要的车内交互方式。

智能语音交互主要涵盖语音唤醒、ASR (Automatic Speech Recognition, 自动语音识别)、NLP (Natural Language Processing, 自然语言处理)、语音合成等技术。其中，NLP 包括 NLU (Natural Language Understanding, 自然语言理解) 技术、NLG (Natural

Language Generation, 自然语言生成) 两个部分。

2020 年智能座舱中自然语音识别搭载率大约为 67%，预计 2024 年可达 84%。

无人驾驶时代还将加入不同声音类型的识别（如救护车、消防车声音识别）、声源识别、声音情绪识别、声纹识别等技术。

车载语音助手的主要应用场景，发生在打电话、问路、发送短信、播放音乐、找电台、询问天气、找饭店等高频应用上。

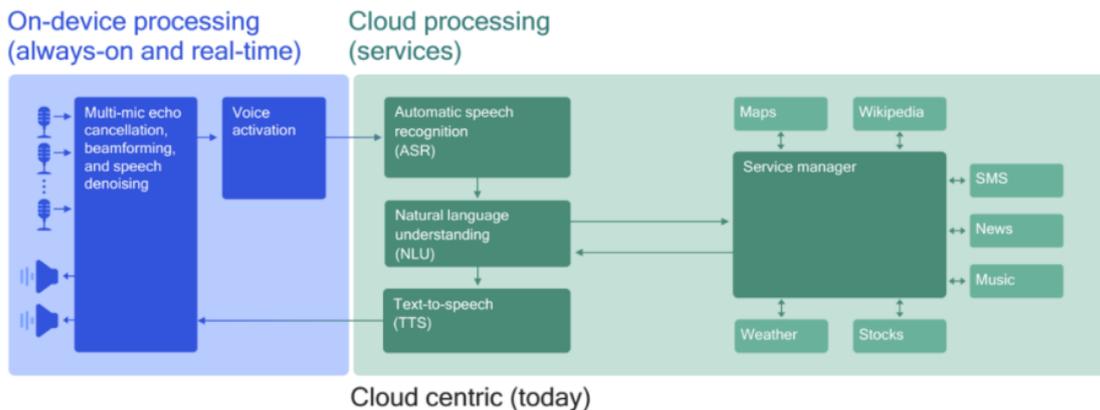


图 19 语音助手在线方式（资料来源：德州仪器）

中低端车的车载语音助手大部分都是采用在线方式，少部分豪华车采用离线与在线结合的方式。

在线方式过程如下：地端由麦克风阵列拾取人声，对人声进行 ADC 模拟数字转换，然后过滤掉噪音和背景声以及远离拾音区的信号，再将过滤后的信号上传到云端，云端服务器主要进行 ASR 和 NLU，识别后返回原通道再转换为命令或规划给汽车 MCU。

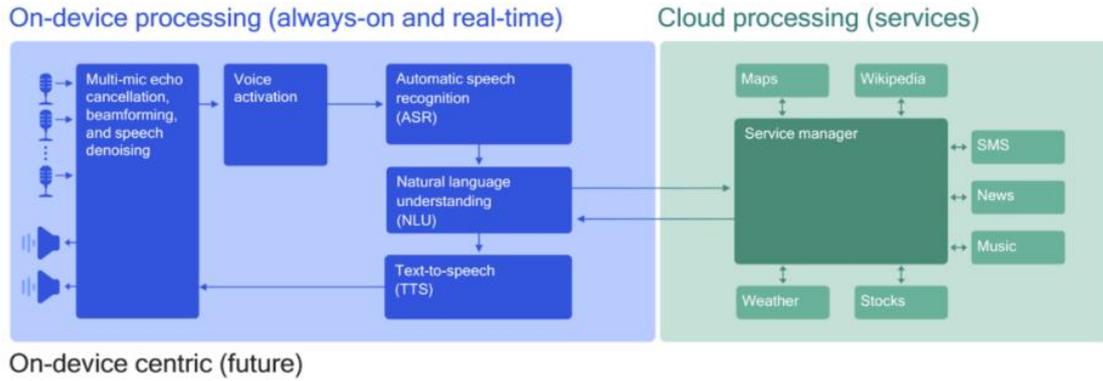


图 20 语音助手离线与在线结合方式（资料来源：德州仪器）

离线与在线结合的方式过程如下：将 ASR 和 NLU 也加入车机，联网情况下用云端服务器，不联网也可以本土离线使用。离线使用也可最大限度保留隐私和保证数据安全，其他优点还有延迟时间短，表现稳定。

语音助手在技术上有三大难点：一是准确拾音，消除噪音，即 SSE（Speech Signal Enhancement）。二是深度学习训练模型的语料问题。三是语音识别特征抽出模型的并行计算。

语料即语音识别的训练数据，与家用不同，车载要特别考虑车载环境，并且是不同的车型车载环境，比如电动车的车内噪音与燃油车差别就很大，柴油车与汽油车的车内噪音差别也不小。需要针对车型搜集相关数据，这导致开发成本高企和开发周期很长。

最后是并行计算问题。车载语音助手有 4 个环节需要用到深度学习，分别是 SSE、ASR、NLU、TTS。与图像类深度学习不同，运算量最大的是 LSTM（Long Short-Term Memory，长短期记忆网络），也就是一种 RNN（Recurrent Neural Network，递归神经网络）。目前来说 RNN 是最成熟最主流的技术，但是 RNN 本身的序列依赖结

构对于大规模并行计算来说相当之不友好。

而车载的运算资源主要就是并行运算资源，如 GPU，串行计算一般由 CPU 或特制的 NPU 完成，强大的 CPU 意味着高昂的成本，大多数芯片里的 NPU 都是针对图像深度学习的，或者说是针对 CNN 的，这也是为什么大家都不愿意做离线方案的原因。

2.4.3.3 手势交互

手势交互是一种隔空交互技术，可以减少驾驶员操控屏幕的风险，提升驾驶便利性和安全性。

智能座舱运用到的手势交互技术可分为简单手势和复杂手势。

简单手势是利用摄像头或红外光源等传感器，能识别简单地上下左右或者挥动等二维手势。

复杂手势是利用 3D 摄像头和快速调制红外光源进行飞行时间测量，可以识别出三维手势。

2.4.3.4 显示交互

智能座舱的显示交互是基于用户视觉，并通过显示设备呈现的功能服务，这些功能服务包含出行服务、生活社交、个性化服务、车主服务、信息娱乐。

出行服务不仅仅是向运动或休息中的驾驶员或乘客提供服务。它们可以是对汽车等交通工具的访问，还可以是汽车共享服务、停车位或电动汽车充电站位置等内容或服务的交付。出行服务还包括各种交通工具的组合，以助您到达目的地。这些服务由数字化生活方式、车联网和共享经济推动。

生活社交打通了车主和外界的交流，包括但不限于车友圈、组队出行、在线聊天、支付、订餐、订酒店。

个性化服务结合驾乘人员行为习惯，生成个性化的需求，包括但不限于个性化关怀、智能场景、情景模式。

车主服务是指在非出行状态下的车主服务，包括但不限于智能提醒（维修保养提醒、油耗/电耗管理、保险等）、车辆安全报警（货箱监控、油箱防盗等）、远程诊断。

信息娱乐是智能座舱对驾乘人员的信息窗口，同时提供座舱休闲娱乐功能，包括但不限于车辆信息、车身控制、导航、多媒体、游戏、在线应用。

2.4.3.5 环境交互

智能座舱运用到的环境交互技术包含座舱内外部环境交互，交互内容包括但不限于空气质量、气味控制（香氛等）、音效控制、噪声检测、环境温度感知、智能灯语。

空气质量通过检测座舱环境是否含有污染物，通过净化过滤等方式改善座舱内部空气质量。

气味控制目前主要通过香氛来实现，可手动或自动的方式来调节座舱气味，增加驾乘人员嗅觉体验。

音效控制通过音效 IC、功放和音响，来提升座舱声音的空间感、立体感，增加驾乘人员的听觉体验。

噪声检测通过检测座舱内噪声指数，通过主被动降噪方式降低座舱噪声。

环境温度感知通过检测座舱内温度，动态调节空调控制器，保持座舱内部处于舒适温度。

智能灯语包含内饰氛围灯和车外灯光交互：

(1) 车外灯光交互通过车灯投影、灯组显示屏等方式在符合法规的前提下向外界传达信息，车灯交互为驾驶员与车外互动提供了渠道。在自动驾驶落地之际，智能灯语使自动驾驶汽车能够与周围环境进行通信。

(2) 内饰氛围灯是一种能够起到装饰作用的照明灯具，可根据车辆状态、环境以及个人喜好来改变其亮度和颜色，可以提高车内人员的乘车体验。律动氛围灯控制电路，通过控制器将 LED 工作状态的相应数据以 PWM 信号形式输出给驱动 MOS 管，通过脉宽调制方式控制 R、G、B 每种颜色(具体颜色参考 B11B 全色域配色方案 V010C)，最终实现 RGB LED 三基色混光配色及调光，达到实现彩色氛围灯单色静止、单色呼吸、变色呼吸和律动多功能效果。内饰氛围灯的光源一般为 RGB-LED 光源，基于红绿蓝三基色的加性混光原理，对红光、绿光和蓝光进行混光，得到不同照明色彩，实现光源颜色的变化；又通过输出波形的 PWM，即调节 LED 导通的占空比，得到不同照明亮度，实现光源亮度的变化，便可得到用户需求的颜色和亮度。

2.4.3.6 多模交互

智能座舱运用到的多模交互技术是通过融合多个单模交互，并结合座舱功能生成智能场景。

在智能座舱领域，将视觉、语音、听觉、触觉、嗅觉全部调用

起来，更好的实现智能座舱交互已成为重要的研究分支。

常用的多模交互如“语音+视线”、“语音+唇语”。

(1) “语音+视线”：语音交互对包含“这个、那个”等模糊指代词的识别能力几乎为零，这种情况下若加入视线追踪，由视线锁定的方向，再通过语音发出指令，可极大提高指令的响应率。

(2) “语音+唇语”：与唇动识别融合下的语音交互将极大提高语音识别性能，不同语言下的唇部动作不同，在嘈杂的座舱环境下，即使系统接收到声音很小，结合唇部动作也可以保障较高的语音识别率。

2.4.3.7 万物互联

万物互联技术通过将移动终端与传统车辆融合，利用移动终端侧已经成规模的应用生态，向传统车端用户提供更丰富的信息服务内容和增值服务。

智能座舱运用到的万物互联技术包括但不限于手机投屏、数字钥匙、健康监测、蓝牙音乐、AR/VR眼镜、车云协同、手机-汽车互联。

(1) 手机投屏

当前各手机厂商，手机系统供应商，及软件供应商提出各自的手机投屏方案，方案成熟，应用广泛且和自家产品强绑定，以提升手机产品线的竞争力。如谷歌的 Android Auto，华为的 HiCar，百度 Carlife，苹果 CarPlay。在今年的 WWDC22 苹果开发者大会上，苹果公司将 CarPlay 进行大幅度的升级，让 CarPlay 不再是 iOS 系

统在中控系统上的简单投射，而是要让 iOS 充满整个车内屏幕中。

手机投屏通过 USB/蓝牙/Wi-Fi 等底层连接技术，将移动设备和汽车连接起来，利用汽车和移动设备的强属性以及多设备互联能力，把手机的应用和服务延展到汽车，实现手机为核心的全场景体验。用户可通过车机端触屏、物理按键、语音接收装置等使用手机提供的导航、音乐、电话等服务。

手机投屏包括但不限于 Miracast、MirrorLink、Apple Carplay、Android Auto、Carlife、HiCar。

以 Android Auto 为例：

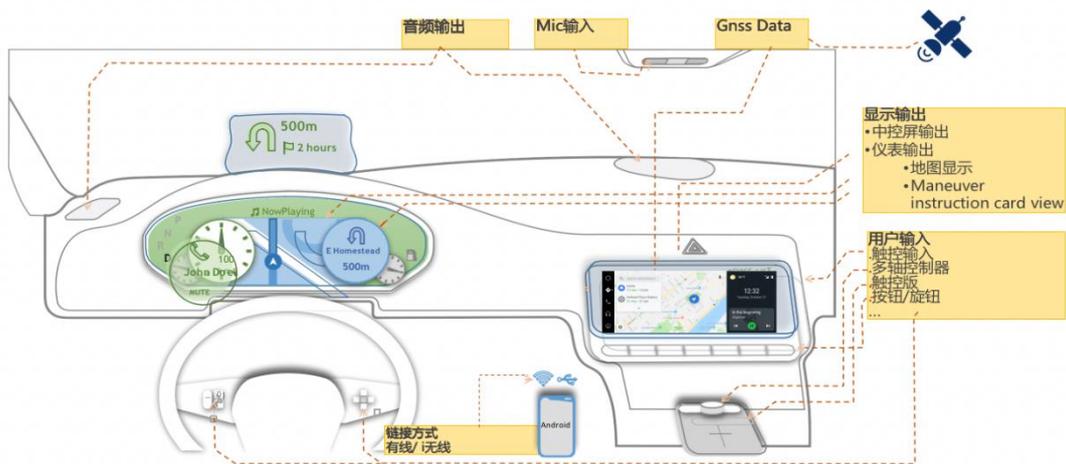


图 21 手机投屏技术原理

手机投屏存在以下痛点：

- a. 手机投屏方案须对应各手机厂商，开发费用高；
- b. 不同的手机投屏方案都需要过认证，认证花费高。

手机厂商将手机投屏作为差异化发展重点，为其创新的主要方向之一，标准化阻碍其创新热情，既得利益大场预计配合度低。但其他手机厂商试图打破当前现状，试图推动标准化，比如由小米、

oppo、vivo 发起的智慧车联开放联盟正在做这方面的努力。

（2）数字钥匙

当前，数字车钥匙已得到了大规模量产应用，技术相对成熟。同时由智慧车联产业生态联盟 (ICCE) 和 Car Connectivity Consortium(CCC) 联盟制定了数字钥匙相关的标准，并在产业上得到了应用。

数字钥匙利用了精准定位和高安全等特性，让以智能手机为媒体的智能终端实现数字密钥，达到了远程启动车辆、个性化设置、ADAS 设置、车主认证等场景。

（3）健康监测

部分车辆会配备对应手环获取驾驶员对应的生理信息，例如心率、呼吸频率、血压饱和等，来判断驾驶员是否处于疲劳、危险驾驶或者休克状态。

（4）蓝牙音乐

蓝牙音乐基于蓝牙技术 (Bluetooth® A2DP/AVRCP Profile) 将智能手机终端上播放的音频流投射到车机系统，技术成熟可靠，渗透率极高，现已广泛搭载在车机系统和智能手机系统。

Bluetooth SIG (蓝牙技术联盟) 负责推动蓝牙技术为宗旨的跨国组织。它拥有蓝牙的商标，负责认证制造厂商，授权他们使用蓝牙技术与蓝牙标志，但是它本身不负责蓝牙装置的设计、生产及贩售。

蓝牙音乐将驾乘人员智能设备上播放的多媒体声音通过蓝牙无

线传输至座舱系统，并从座舱音响输出。

驾乘人员可通过座舱系统的语音输入/用户界面操作/方向盘按键等输入方式控制远端智能设备多媒体播放。

(5) AR/VR 眼镜

在座舱内加入对应的 AR 和 VR 眼镜，来消除车内部分屏幕信息和导航状态，增强车内和车外交互体验。车辆可以根据驾驶员或者乘客的需要，将行驶路线、路况、车外信息等实时反馈给驾驶员或者乘客，从而使驾驶感受带来极大的乐趣。乘客也可以通过 AR/VR 眼镜来体验驾驶的乐趣，在虚拟现实中体验车辆的驾驶感受和技术。

(6) 车云协同

汽车 EE 架构向整车集中+区域、整车集中不断进化。域控制器承担整车主要逻辑，基于 SOA 设计思想的服务化通讯协议在汽车领域的应用成为了新的技术趋势。SOA 不仅实现了整车能力的跨域融合，也实现了车云之间的服务化通信的能力。

车云协同基于标准化的车云统一接口，构建云端数字汽车，支持远程访问，与其他物联网设备协同交互。在应用场景上，可通过车云之间的服务化通信，实现车云之间能力的高效协同。也可通过自由组合车云之间的能力，提升整车的智能化体验。

车云协同当前痛点主要是车云接口标准不统一，接入 IoT 平台需要做大量的适配工作，及接入后如何做到受控访问，通过标准化可以减少因为标准不统一导致的大量适配工作，避免出现类似 IoT 协议和标准的高度碎片化问题。

国内车云协同在标准化上可定义统一标准的车云接口，跟现有的 IoT 平台协同，实现万物互联。比如国外的互联汽车系统联盟 (COVESA) 制定的车辆信号规范 (VSS)、W3C 制定的 WoT 规范及车辆信息服务规范 (VISS)。

(7) 手机-汽车互联

手机和汽车的互联，目前大部分还停留在投屏和手机单向利用车机资源阶段(如 Miracast、Mirrorlink、AndroidAuto、CarPlay、CarLife)，很少有手机和汽车能做到硬件软件协同。部分实现类似功能的（比如华为的鸿蒙），使用的是自己私有的内部协议。

手机-汽车互联涉及高安全高速率的协议通信、设备发现和服务发现、设备硬件资源共享、标准化应用服务等技术，存在如下优势：

a. 手机通过互联，使用车辆丰富的硬件资源，比如大屏幕、多分区麦克风、丰富的车辆传感器等

b. 车机通过互联，使用手机丰富的软件生态、AI 芯片算力、5G 通信速率、手机厂家特有的内容服务等

手机-汽车互联存在如下痛点：

a. 车机硬件型号多、OS 版本多、OS 差异性大、软件协议定制多

b. 手机 OS 版本多，更新频率快，互联协议多

由于车机研发周期长，更新换代时间慢，通过对接互联标准，借助更新迭代快、硬件升级迅速的手机终端，实现车辆智能化长时间延续。

可联合手机、车机厂家，共同制定互联协议，打通手机、车机、

IoT 设备之间的界限，实现万物互联。目前国内已经有部分厂家自发的形成了类似的联盟，如智慧车联开放联盟（ICCOA）、智慧车联产业生态联盟（ICCE）。

2.5 智能座舱评价

在智能座舱的发展中，不同参与者，正尝试从不同的角度，采用不同的方法对智能座舱开展评价。基于不同的评价目的，智能座舱体验评价的范畴和内容也有所不同。

1. 从主机厂的角度：开展基于设计和研发的智能座舱体验评价
部分主机厂会根据其在不同研发、设计阶段需要达成的目标，搭建测试台架和设备，开展智能座舱的体验评价。体验评价的内容主要包含交互体验评价和性能体验评价。

2. 从汽车软件供应商的角度：开展基于可用性的智能座舱方案评价

部分汽车软件供应商在项目方案设计时会通过可用性测试来进行方案的验证和迭代。例如 Thoughtworks 推出了 HMI 可用性评价体系，聚焦开车时常用功能对驾驶的影响，并对其进行量化测评。

3. 从汽车媒体的角度：开展贴近消费者视角的主观评价

近年来，各汽车媒体通过在汽车论坛、网站和微信视频公众号上发布测评文章和测评视频的方式，以贴近消费者的视角对已上市车型进行智能座舱的体验评价。例如新出行推出 XCX-IC Test 评测体系，对车内仪表和中控中的语音、地图、娱乐等系统展开主观评价，不使用打分的形式，直接呈现实际体验的结果；车云网推出 CC-

1000T 评测体系，对仪表、IVI 和用车场景，从智能表现、易用性、数字化创新等方面，采用打分和主观评价相结合的方式进行体验测评。

4. 从第三方测评机构的角度：开展全面、客观、量化的智能座舱体验评价

作为第三方测评机构，需要站在消费者与汽车客户企业之间，兼具消费者和汽车专业视角，对智能座舱展开全面、客观、量化的体验评价。一方面，对 HMI、语音交互、场景化功能等开展安全、有用、高效、智能等方面的主客观体验评价；另一方面，对智能座舱中影响用户体验的其他内容，例如气味、材质、图像显示效果等展开客观测评。帮助汽车客户企业及时发现研发过程中的体验问题，同时为消费者选车、购车提供座舱体验方面的专业建议。

表 1 智能座舱体验评价体系研究

体验评价体系	评价对象	评价项目	评价子项	评价方式
新出行 XCX-IC Test	仪表	语音交互系	仪表盘	主观评价
	中控	统	唤醒方式	
		地图导航系	语音识别	
		统	率	
		娱乐影音系	导航偏好	
统	设置			
	生态互联		
			

车云网 CC-1000T	IVI 仪表 用车场景	智能表现 易用性 外观 数字化创新	功能多样性 速度 车机 UX 语音车控	评分 主观评价
Thoughtworks HMI 可用性测评	HMI	可用性	任务完成 时间 总扫视时 长 单次扫视 时长	评分 客观评价
中国汽研 CN95 智慧健康座舱测评	语音交互 性能 车内空气 质量	语音交互有 效性 语音交互准 确性 Voc	语音识别 率 语音打断 成功率	评分 客观评价
中国汽研 智能座舱交互 体验测评	性能体验 HMI 交互 屏幕内容	安全 有用 高效 智能	稳定性 视线偏移 任务时间 逻辑结构	评分 主观评价 客观评价

	场景化功能	
--	----------------	-------	-------	--

智能座舱体验评价主要包括评测方法、评测对象、评测体系、评测流程四部分内容。

1) 评测方法

评测方法可分为主观评价和客观评价：

	主观评价	客观评价
测量手段	人体	仪器
测量过程	心理、生理感受	物理法
输出	语言描述	数值
准确度	低	高
校正	困难	容易
灵敏度	良好	有限
再现性	低	高
疲劳和适应	大	小
训练效果	大	小
环境影响	大	小
实施容易性	简便、快捷	必须有仪器
测量范围	大（能测量满意度）	小（不能测满意度）
综合判断	容易	困难

评测方法包括但不限于传统方法、心理方法、生理方法：

方法	描述
传统	包括但不限于问卷调查、采访、用户日记、观察法
心理	包括但不限于 SUS 问卷、PANAS 量表、PrEmo 测量法、Mood Board、Probe 探测法、PPP 测量法
生理	包括但不限于行为记录法、表情测量、眼动追踪法

2) 评测对象

评测对象包括但不限于色彩、空间、氛围、交互、质感、气味、布局、音效。

3) 评测体系

序号	维度	指标项
1	视觉吸引力	1. 美学 2. 色彩 3. 创意
2	使用感知	1. 可见性 2. 注意力 3. 知觉引导 4. 经验期待 5. 可识别性 6. 反馈性
3	认知专注	1. 记忆负荷 2. 思维 3. 图表识别 4. 操作理解
4	可用性	1. 功能性 2. 安全性 3. 满意度
5	情感体验	1. 使用乐趣

		2. 使用意愿 3. 感官享受
--	--	--------------------

4) 评测流程

1. 构建评测体系

对象确认

维度确认

指标确认

评测标准确认

2. 场景任务设计

测试场景设计

测试任务设计

被试招募

设备安排

3. 测试开展

测试人员安排

测试流程设计

测试开展

用户访谈

4. 数据收集分析

数据整理

数据分析

结果输出

3 智能座舱标准研制路线图

3.1 智能座舱标准研制思路

3.1.1 智能座舱标准需求分析

3.1.1.1 智能座舱标准化需求调研

为充分了解当年中国市场智能座舱技术应用状态，项目组共开展两轮智能座舱调研，调研范围涉及汽车、电子、信息通信等行业，各主机厂、零部件企业及检测机构参与问卷调研并反馈。

第一轮调研问卷包含对智能座舱定义、已量产及规划中的智能座舱产品、智能座舱标准化需求以及智能座舱技术和功能范畴。基于行业现状的原则，将智能座舱分为座舱芯片、操作系统、云平台、网络传输等基础技术，传感器控制器、交互通讯环境终端等设备终端及监测识别、万物互联、交互等功能应用三个层次。

基于第一轮调研结果，项目组经过三轮研讨，对基础技术、设备终端、功能应用初步形成智能座舱技术范畴及标准化需求项目，并开展第二轮问卷调研，问卷对 66 项智能座舱功能及技术展开调研，调研维度主要包括技术成本、技术成熟度、消费者接受度及标准化需求时间，为完成智能座舱技术标准制定路线图提供重要依据。具体评分方法如表 1 所示。

表 1 评分方式

调研项目	评分方法
技术成本	1分：成本很高 2分：成本较高 3分：成本一般 4分：成本较低 5分：成本很低
技术成熟度	1分：尚在概念阶段，预计5年以上量产 2分：技术尚不成熟，3~5年内量产 3分：技术较为成熟，1~3年内量产 4分：技术已经成熟，已小规模量产 5分：技术很成熟，已大规模量产
消费者接受度	1分：不接受 2分：接受 3分：一般 4分：喜欢 5分：很喜欢
标准化需求时间	1分：2027年及以后 2分：2026年 3分：2025年 4分：2024年 5分：2023年

3.1.1.2 问卷结果分析

智能座舱技术应用状态评价综合考虑成本、技术成熟度、消费者接受度及标准化需求时间思想因素，按照其重要性选取不同的权重系数进行总得分加权计算。技术成熟度是产品技术发展水平的综合评价，产品的落地投产程度体现了技术的发展水平，是技术应用的首要考量；标准化需求体现了行业对于智能座舱技术的关注程度，以及对于行业统一规范的需求，同样是技术应用的首要考量；技术成本的高低对企业是否向市场投放该技术有着较大影响，是产品是否能真正应用的重要因素，但成本基于企业不同的技术路线可能有所不同，因此是技术应用的次要考量指标；消费者接受度决定了产品的实际应用状态和生命周期，但具有一定的主观因素，所以同成本作为技术应用的次要考

量指标。

根据上述分析对智能座舱调研的四项指标重要性排序如下：技术成熟度（系数 0.3）=标准化需求（系数 0.3）>技术成本（系数 0.2）=消费者接受度（0.2）。按照上述权重系数对智能座舱技术应用评价因素进行加权计算。

根据上述分析，基本的计算公式为：智能座舱各项技术应用状态得分=各评价因素得分加权平均值

根据上述分析，基本的计算公式为：

智能座舱各项技术应用状态得分=各评价因素得分加权平均值-各评价因素得分方差加权平均值

由上述公式计算出的各项目评分结果如表 2 所示。

表 2 智能座舱技术应用状态综合评分结果

序号	调研对象	分值	序号	调研对象	分值
1	汽车蓝牙通讯终端	4.4790	34	智能前照灯	3.6779
2	蓝牙音乐	4.4595	35	车辆远程诊断	3.6772
3	汽车 WLAN 通讯终端	4.3818	36	手势识别及交互功能	3.6459
4	阅读灯	4.3151	37	噪声监测与控制	3.6090
5	手机无线充电	4.3141	38	气味控制	3.5836
6	仪表屏	4.3038	39	AI 助手	3.5820
7	手机车机互联	4.2865	40	车载指纹身份识别	3.5439
8	中控屏	4.2268	41	声场控制（智能音箱）	3.5240
9	车辆远程启动	4.2040	42	后排屏	3.5150
10	氛围灯	4.1978	43	AR-HUD	3.4828
11	环境温度控制（智能空调系统）	4.1879	44	扶手屏	3.4784
12	智能导航（行程规划）	4.1550	45	CMS 屏	3.4615
13	语音识别及交互功能	4.1426	46	健康监测（心率等）	3.4583
14	数字钥匙	4.1311	47	座舱域控制器	3.3865

15	座舱账号	4.1269	48	汽车 UWB 通讯终端	3.3337
16	汽车 NFC 通讯终端	4.0854	49	车载声纹身份识别	3.3153
17	驾驶员监测	4.0748	50	吸顶屏	3.2908
18	手机车机映射	4.0634	51	数字化信号灯	3.2887
19	空气质量监测	4.0554	52	3D 显示	3.2425
20	蜂窝通讯终端	4.0001	53	多模态交互功能	3.2416
21	云服务（例如，联网的第三方服务）	3.9824	54	情绪识别	3.2269
22	车载人脸身份识别	3.9216	55	智能灯语	3.1244
23	汽车卫星定位通讯终端	3.9078	56	眼球识别	3.0234
24	汽车直连通讯终端	3.9024	57	车载虹膜身份识别	2.9227
25	智能提醒（维修提醒、个性化推荐）	3.8940	58	智能表面	2.7667
26	副驾屏	3.8570	59	透明 A 柱	2.7458
27	汽车不停车收费通讯终端	3.8333	60	唇语识别	2.7441
28	乘员监测	3.8157	61	全息投影	2.3867
29	环境湿度控制	3.7842	62	虚拟现实显示（AR/VR 眼镜）	2.3733
30	生物存在监测（儿童、宠物滞留）	3.7738	63	车窗显示	2.1408
31	内后视镜屏	3.7487	64	主观评价	2
32	座舱安防	3.7330	65	客观评价	2
33	智能座椅	3.69			

3.2 国内外智能座舱标准研究现状

3.2.1 国外智能座舱现有相关标准

目前，国外智能座舱现有相关标准主要由 UN ECE WP.29 以及 ISO TC22 道路车辆技术委员会下辖各分技术委员会提出并归口。

经过调研发现，如图 22 目前国际智能座舱的主要相关标准都是面向驾驶的主被动安全，与驾驶舒适性相关的标准相对较少；同时国际标准相对集中在驾驶员监控系统、中控屏功能、人机交互、E-call 等

各个功能领域，没有形成统一的标准体系；在视觉、触觉、听觉、嗅觉和味觉的智能座舱五感数据中，标准主要涉及视觉、听觉和触觉。

智能座舱国际标准		智能座舱功能				五感数据					主被动安全	
		驾驶员监控	人机交互	中控屏	紧急呼叫	视觉	触觉	听觉	嗅觉	味觉	主动	被动
ISO系列												
16505	Road vehicles Ergonomic and performance aspects of Camera Monitor Systems Requirements and test procedures	o				o						o
22736	Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles	O				o						o
21956	ROAD VEHICLES — ERGONOMICS ASPECTS OF TRANSPORT INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS — HUMAN MACHINE INTERFACE SPECIFICATIONS FOR KEYLESS IGNITION SYSTEMS		o				o					o
16352	ROAD VEHICLES — ERGONOMIC ASPECTS OF IN-VEHICLE PRESENTATION FOR TRANSPORT INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS — WARNING SYSTEMS		o			o	o	o				o
17361	Intelligent transport systems — Lane departure warning systems — Performance requirements and test procedures		o			o						o
22411	Ergonomics data for use in the application of ISO/IEC Guide 71:2014		o			o	o	o				o
20071-15	Information technology — User interface component accessibility — Part 15: Guidance on scanning visual information for presentation as text in various modalities		o			o						o
80416-4	Basic principles for graphical symbols for use on equipment — Part 4: Guidelines for the adaptation of graphical symbols for use on screens and displays (icons)			o		o						o
15638-10	Intelligent transport systems — Framework for cooperative telematics applications for regulated commercial freight vehicles (TARV) — Part 10: Emergency messaging system/eCall				o							o
20530-1	Intelligent transport systems — Information for emergency service support via personal ITS station — Part 1: General requirements and technical definition				o							o
29341-26-10	Information technology — UPnP Device Architecture — Part 26-10: Telephony device control protocol — Level 2 — Call management service				o							o
IEC系列	Audio/video, information and communication technology equipment											
63246	Multimedia systems and equipment for cars - Configurable Car Infotainment Services (CCIS) – Part 4: Protocol	o				o						o
63033	2022 RLV Redline version Multimedia Systems and equipment for vehicles Surround view system - Part 2: Recording methods of the surround view system	o				o						o
EN系列												
614	Safety of machinery – Ergonomic design principles		o			o	o					o
62368-1	Audio/video, information and communication technology equipment			o								o
55032	Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission			o								o
62311	Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)			o								o

图 22 智能座舱国际标准清单

(1) 生物识别/监测

涉及生物识别/监测的国际标准主要包括 4 项：

ISO 16505-2015 Road vehicles Ergonomic and performance aspects of Camera Monitor Systems Requirements and test procedures

标准主要涉及：**CMS** 结构（摄像头、显示屏、电源、数字状态输出）、功能结构（图像采集、处理与显示）、水平视角和垂直视角大小、相机放大系数、角分辨率、信噪比、点光源、眩光场景、停车状态、调制传递函数。

ISO/SAE PAS 22736:2021 Taxonomy and definitions for terms

related to driving automation systems for on-road motor vehicles

标准主要涉及：主动安全系统和自动驾驶系统定义、调度和驾驶自动化的定义、驾驶员支持功能、无人驾驶任务、无人驾驶操作、故障缓解策略、车辆的横向与纵向控制、最小风险条件、系统故障、对象和事件检测、监视器设置运行域、远程驾驶与协助、干预请求与监督。对 L2-L3 级自动驾驶进行监控，对比驾驶员当前状态和阈值状态来决定是否干预，干预使得驾驶员状态提升后结束，形成闭环。

IEC TR 63246-4 ED1 Multimedia systems and equipment for cars - Configurable Car Infotainment Services (CCIS) - Part 4: Protocol

标准主要涉及：系统模型、用户和服务流程（用户类型、各类客户的服务流程）

IEC 63033 :2022 RLV Redline version Multimedia Systems and equipment for vehicles Surround view system - Part 2: Recording methods of the surround view system

标准主要涉及：录像、记录、观察者、摄像头图片质量（分辨率、图像质量），相机校准，FOV 视野，时间特性（启动时间、帧速率和延迟）。

(2) 人机交互

ISO 21956:2019 ROAD VEHICLES — ERGONOMICS ASPECTS OF TRANSPORT INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS — HUMAN MACHINE INTERFACE SPECIFICATIONS FOR KEYLESS IGNITION SYSTEMS

标准主要涉及：无钥匙点火的人机交互，为了减少用户的操作失误，是对 SAE J2948 的补充。包括，无法启动和停止车辆推进系统；在自动变速器处于非驻车档时退出车辆；在车辆推进系统启用时退出车辆；在车辆推进系统禁用但附件或电气系统激活时退出车辆；启动配备自动启动/停止系统的无钥匙点火控制；在紧急情况下启动或停止车辆推进系统；在钥匙电池电量低的情况下启动推进系统无；钥匙密码携带装置的无钥匙点火控制启动；使用特定用例示例确定详细警报和状态指示的建议。

ISO/TR 16352:2005 ROAD VEHICLES — ERGONOMIC ASPECTS OF IN-VEHICLE PRESENTATION FOR TRANSPORT INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS — WARNING SYSTEMS

标准主要涉及：警报信号（效应、无效信号种类、紧急映射、报警理论和设计建议）、心理与生理因素（人类处理报警信号的流程、工作负担、感官模式、预期和个体化差异）、视觉警告信号（生理和心理基础、视觉显示的类型、设计参数）、听觉警告（生理和心理基础、听觉的优势、音调信号和听觉图标、语音输出、输出信号和音调信号的比较）、动作警报（触觉优势、设计参数）、信息冗余（视觉/听觉/触觉组合、显示器的视觉/听觉质量和指示、主警报）、警告类型的比较（非语言编码的视觉/听觉表现、抽象和空间信息等）、辅助驾驶系统的警报（距离告警、碰撞、侧面障碍物、车道偏离、低速操作的辅助驾驶、信息可用性）。

ISO 17361:2017 Intelligent transport systems — Lane departure warning systems — Performance requirements and test procedures

标准主要涉及：系统功能、系统分类、可选功能、测试环境条件（测试过程条件、测试车辆条件、测试系统安装和配置、测试程序和通过标准）、可从数据记录恢复的参数、警告生成测试、重复性测试、假报警测试。

ISO/TR 22411:2021, Ergonomics data for use in the application of ISO/IEC Guide 71:2014

标准主要涉及：数据选择与格式、感官特性和能力（视觉、听觉、触觉、热感）、身体特征和能力（体型、手、上身、下身、肌肉）、认知特征和能力（注意力、信息处理、记忆、语言和文字）。

ISO/IEC TS 20071-15:2017 Information technology — User interface component accessibility — Part 15: Guidance on scanning visual information for presentation as text in various modalities

标准主要涉及：视觉信息扫描（内容、框架、设备、软件、扫描模式、设备类型、软件类型）、扫描信息显示模式（选型设置、扫描信息处理）和文本呈现（条形码识别、短文本识别、打印文本识别、物体颜色识别、特定对象识别、形状和数字识别、标志识别）。

EN 614, Safety of machinery - Ergonomic design principles

标准主要涉及：设计原则（特殊人群的无障碍设计、考虑人的身体尺寸与运动等的设计、考虑人的心理能力、考虑物理工作环境影响对人的影响）和基于人机工程学的机械设计。

(3) 显示屏

ISO 80416-4:2005 Basic principles for graphical symbols for use on equipment — Part 4: Guidelines for the adaptation of graphical symbols for use on screens and displays (icons)

标准主要涉及：屏幕和图形显示器的设计原则（图标类型、图形符号、颜色），图标构建（单元格大小、位置、线条绘制、分辨率、填充区域、可区分性、箭头）和图标行为（状态指示、动画图标、动态图标）。

EN 62368 - 1 2020 Audio/video, information and communication technology equipment

标准主要涉及：多媒体设备的防护类型（电气、机械、热造成的损伤）、技术人员的防护措施与防护设备、电气火灾模型、保护措施（火源、温度、电压和电流）、能源分类、防爆要求等。

EN 55032 2012-07 Electromagnetic compatibility of multimedia equipment - Emission

标准主要涉及：多媒体设备电磁辐射（传导、辐射组合、落地式测量、桌面式测量）、电缆布置、测量仪器和程序、检测器的决策树模型、电压源匹配网络、电缆绝缘屏蔽。

EN 62311 2020 Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz - 300 GHz)

标准主要涉及：评估方法（辐射频率范围、评估流程）、不确定

性与合规性、非均匀场与多频源、极限合规性评估（评估项目、评估方法、结果分析）和使用外部天线的设备。

(4) E-CALL

ISO 15638-10:2017(en) Intelligent transport systems — Framework for cooperative telematics applications for regulated commercial freight vehicles (TARV) — Part 10: Emergency messaging system/eCall

标准主要涉及：车辆数据服务要求、数据应用服务（质量要求、测试要求、标签）、受监管服务特征（通用原则、共同特征、操作顺序、服务质量、信息安全、数据命名内容和质量、软件工程质量体系、质量监控站、审计、数据访问政策）和紧急呼救（服务描述和范围、操作概念、命名内容的操作顺序）。

ISO 20530-1:2020(en) Intelligent transport systems — Information for emergency service support via personal ITS station — Part 1: General requirements and technical definition

标准主要涉及：整体框架、用例实施（用例簇、案例）、数据交换消息定义（碰撞检测、车速、安全气囊展开检查、翻车检查、事故数据发送）。

ISO/IEC 29341-26-10:2017 Information technology — UPnP Device Architecture — Part 26-10: Telephony device control protocol — Level 2 — Call management service

标准主要涉及：电话呼叫服务的符号和规定（文本、数据类型、供应商定义）、服务规模定义（服务类型、呼叫管理服务架构、状态

变量、事件和调节、操作和服务行为模型)和 XML 服务描述附件。

3.2.2 国内智能座舱现有相关标准

目前,国内智能座舱现有相关标准主要由 TC 114 全国汽车标准化技术委员会下辖各分技术委员会提出并归口。

汽标委归口的现有相关主要标准包括(编制中及已发布): GB 15084-XXXX《机动车辆 间接视野装置 性能和安装要求》,GB/T《道路车辆 导航定位系统性能要求及试验方法 卫星导航》,GB/T《乘用车抬头显示系统性能要求及试验方法》,GB/T 38892-2020《车载视频行驶记录系统》,GB/T 26775-2011《车载音视频系统》,GB/T《驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法》,QC/T 1166-2022《汽车用流媒体后视镜》,GB/T《道路车辆 免提通话和语音交互性能要求及试验方法》,GB/T 41484-2022《汽车用超声波传感器总成》,GB/T《汽车用主动红外探测系统》,GB/T《汽车用被动红外探测系统》,GB/T《汽车车内可视信号 技术要求和试验方法》,GB/T《智能网联汽车 车载操作系统技术要求及试验方法》

与此同时,TC 485 全国通信标准化技术委员会针对车联网相关标准,主要为公共电信网增强的车联网应用、车载通信设备等开展标准化工作;TC 268 全国智能运输系统标准化技术委员会针对涵盖 ITS 的车载信息交互、导航定位、驾驶辅助、交通信息采集、电子收费、通信和信息安全等开展标准化工作;TC 576 全国道路交通管理标准化技术委员会针对包括交通信息采集、道路状况监测等领域开展标准化工作;TC 28 全国信息技术标准化技术委员会针对包括车联网相关

电子电气设备、软件技术、数据应用、平台和服务规范等开展标准化工作；TC 242 全国音频、视频及多媒体系统与设备标准化技术委员会针对车载音视频设备等领域开展标准化工作；TC 260 全国信息安全标准化技术委员会针对围绕汽车电子系统网络安全、车载信息服务安全等方向开展标准化工作。

3.2.3 现有相关标准适用性分析

现有国内外智能座舱相关标准，数量庞大，受篇幅所限暂不一一分析其与智能座舱的适用性，但国内外智能座舱相关标准可按标准项目的标准化工作进程时间段概略分析其在起草编制、技术验证的标准化工作过程中，有无考虑“智能座舱”范围内概念及其主要技术特征，是否有基于“智能座舱”相关功能针对性地提出技术要求与试验方法。按行业发展、技术进步的时间节点，2020 年及之后，标准项目处于预研、起草编制、技术验证等标准化工作阶段中的标准项目，可认作与智能座舱的适用性较高，2020 年以前已完成技术工作的标准项目，可姑且认作与智能座舱的适用性较差，仍需独立判别其与智能座舱的适用性。

3.3 标准制定原则

3.3.1 基本原则

立足国情、统筹规划，基于我国智能座舱技术和发展现状及未来规划，为支撑智能座舱标准技术发展及产品落地，发挥主管部门从顶层设计、组织协调和政策制定等方面的主导作用，建立适合我国国情的汽车智能座舱标准体系。

综合考虑技术及标准的特征，加快基础通用和关键技术标准的研制，作为智能座舱标准体系的支撑；结合智能座舱技术成熟度及应用需求，合理安排技术标准的制修订工作规划，积极推进急需标准的研究制定。

加强跨领域、跨行业合作，充分调动汽车、通信等行业资源，带动整车企业、供应商企业及检测机构共同参与智能座舱相关标准研制，促进产业发展。

围绕影响用户安全健康、用户使用频率高，用户体验感知明显的产品或者功能项开展相关标准研究，通过标准体系的建立，引领智能座舱产品技术发展，提升用户满意度。

结合国内外智能座舱标准现状，优先布局国际标准空缺的智能座舱标准，提升我国在智能座舱领域的话语权，同时基于国际标准协调的考虑，加强先进国际标准转化和同步制定。

3.3.2 标准制定优先级原则

基于基础通用、技术应用状态、安全关联性和政策推动四个因素综合评价智能座舱标准制定的优先级顺序，对四个因素说明如下：

(1) 基础通用：评价该标准是否属于基础通用类标准，参考《国家车联网产业标准体系建设指南(智能网联汽车)》中智能网联汽车标准体系表中基础及通用规范类标准。

(2) 技术应用状态：来源于本文“表 16 智能座舱技术应用状态综合评分结果”，其中将表中排名前 50%的项目评价为“应用状态好”。

(3) 安全关联性：评价该标准是否与行车安全强相关，主要考

虑该技术/功能使用中是否会影响行车安全。

(4) 政策推动：来源于 GB 7258-2017 中涉及的相关强制安装项目等。

优先级的评定遵循如下逻辑：划√数量为 0：低；划√数量为 1：中；划√数量大于 1：高。

根据优先级顺序制定智能座舱标准规划，优先级评定为高的项目于 2022 年及以前启动标准制定工作；优先级评定为中的项目与 2023 年启动标准制定工作；优先级评定为低的项目于 2024 年及以后启动标准制定工作。各项目的预研周期则根据各项目的复杂程度灵活调整。

3.4 智能座舱标准体系架构

3.4.1 体系架构

智能座舱标准体系框架定义为“基础”“通用”“产品及技术应用”“相关标准”四个部分。同时根据各具体标准在内容范围、技术等级上的共性和区别，对四部分做进一步细分，如图 23 所示。

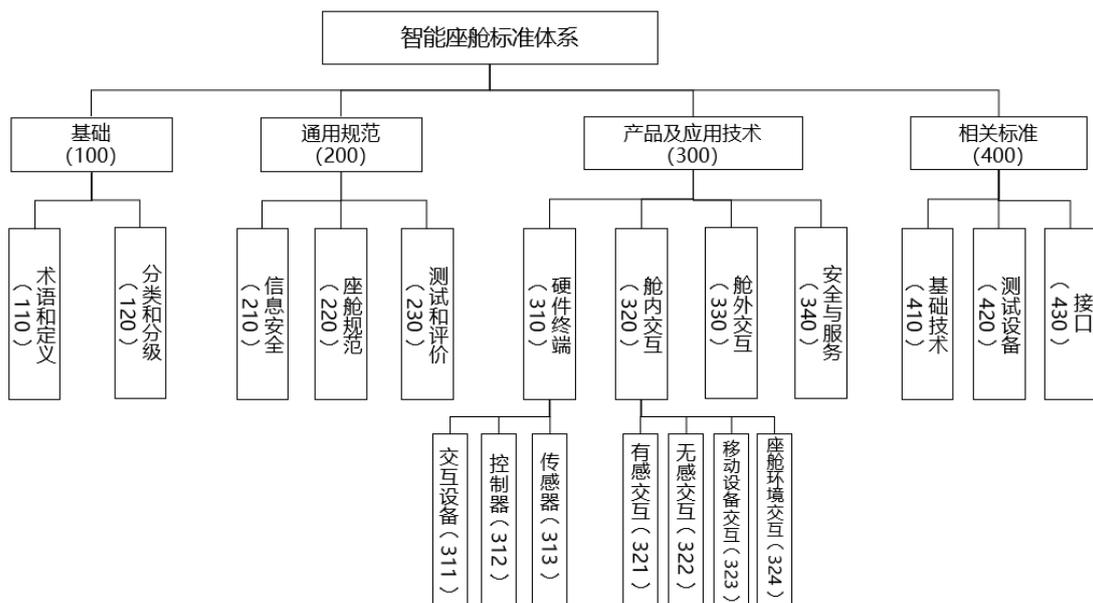


图 23 智能座舱标准体系框架

3.4.2 体系内容

1、基础（100）

基础类标准包括智能座舱的术语和定义、分类和分级等两类基础标准。术语和定义标准用于统一智能座舱软硬件及功能相关的基本概念，为行业提供智能座舱相关的通用类语言，同时为其它各部分标准的制定提供支撑。分类和分级标准主要针对智能座舱交互功能进行分类和分级的研究，用于后续的功能评测和安全性要求。

2、通用（200）

通用类标准分为信息安全、座舱规范以及测试和评价标准。信息安全主要针对支撑智能座舱功能的通信安全、座舱系统数据采集、存储的用户（环境）数据安全及个人隐私保护。座舱规范包括与驾驶员或其他乘员在使用非驾驶类功能或支撑功能实现的视觉、听觉展示的安全性规范。测试与评价主要针对座舱功能的安全性与可用性提出统一的测试评价方法。

3、产品及技术应用（300）

产品及技术应用类标准包括硬件终端、舱内交互、舱外交互三类标准。

硬件终端类标准主要指实现智能座舱交互功能的设备终端以及相关控制器的性能要求及试验方法类标准。舱内交互主要指车内非驾驶类交互功能的相关规范，包括基于血压、心电、脑电、虹膜、肢体行为等生物信息识别的无感交互功能，基于眼动、手势、语音、触控等有感交互类功能，使用手持式、穿戴式等智能移动终端进行交互的

功能以及座舱内声场、空气质量(温湿度、气味)等环境交互类功能。舱外交互主要指车辆通过灯光、声音、无线连接与外部交通参与者产生的交互类功能。舱外交互主要指车辆与外部交通参与者产生的交互类功能。

4、相关标准(400)

相关标准指支撑智能座舱功能实现的基础技术及接口标准,辅助进行功能测试与评价的测试设备标准,以及与座舱硬件设备相关的内饰与材料类标准。

表 3 智能座舱标准体系框架

标准项目及分类		标准类型	标准性质	状态	替代标准/采标	优先级
基础 (100)						
术语和定义 (110)						
	110-1	汽车智能座舱术语和定义	国标	推荐	待启动	高
分类和分级 (120)						
	120-1	汽车座舱智能化分级	国标	推荐	待启动	高
通用 (200)						
信息安全 (210)						
	210-1	智能座舱通信信息安全技术要求	国标	推荐	待启动	高
座舱规范 (220)						

		220-1	智能网联汽车 用户使用非驾驶任务 功能 通用安全规范	国标	推荐	待启动		高
		220-2	智能网联汽车 信号提示通用规范	行标	推荐	待启动		高
		220-3	智能网联汽车 驾驶自动化系统与外 部交通参与者的交互规范	国标	推荐	待启动		中
		220-4	汽车智能座舱视觉显示规范	国标	推荐	待启动		高
		220-5	汽车智能座舱听觉展示规范	国标	推荐	待启动		高
测试和评价 (230)								
		230-1	汽车智能座舱功能评价规范	行标	推荐	待启动		中
产品及技术应用 (300)								
硬件终端 (310)								
交互设备 (311)								

		311-1	车载显示系统性能要求及试验方法	国标	推荐	预研中	ISO/AWI TS 8231	高
		311-2	座舱显示屏通用技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		中
		311-3	智能网联汽车 3D 显示通用要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		311-4	智能网联汽车 投影显示通用要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		311-5	智能网联汽车 虚拟现实显示技术要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		311-6	汽车智能表面显示通用要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低

		311-7	乘用车抬头显示系统性能要求及试验方法	国标	推荐	预研中	ISO/AWI TS 21957	高
		311-8	智能头戴显示设备性能要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		311-9	汽车透明 A 柱显示系统性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		311-10	汽车用流媒体后视镜	行标	推荐	已发布 QC/T1166 -2022		高
		311-11	智能前照灯性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		中
		311-12	数字化信号灯性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低

		311-13	功率放大器性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		311-14	扬声器性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		311-15	车载无线通信终端	国标	推荐	已立项 20193386 -T-339		高
		311-16	汽车蓝牙通讯终端技术要求及试验方法	行标	推荐	待启动		中
		311-17	汽车 WLAN 通讯终端技术要求及试验方法	行标	推荐	待启动		中
		311-18	汽车 NFC 通讯终端技术要求及试验方法	行标	推荐	待启动		中

		311-19	蜂窝通讯终端技术要求及试验方法	行标	推荐	待启动		中
		311-20	汽车 UWB 通讯终端技术要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		311-21	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	申请立项		高
		311-22	基于 5G-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	预研中		中
		311-23	车载定位系统技术要求及试验方法 第 1 部分：卫星定位 第 2 部分：惯性导航	国标	推荐	第 1 部分 申请立项 第 2 部分 预研中		高

		311-24	不停车收费系统 车载电子单元	国标	推荐	已发布		高
		控制器 (312)						
		312-1	座舱域控制器通用技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		312-2	车门控制器通用技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		312-3	座椅控制器通用技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		312-4	空调控制器通用技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		传感器 (313)						
		313-1	汽车用摄像头	行标	推荐	已发布		高

		313-2	汽车毫米波雷达整车性能要求及试验方法	国标	推荐	预研中		低
		313-3	空气质量传感器性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
舱内交互 (320)								
有感交互 (321)								
		321-1	智能网联汽车 手势交互系统性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		321-2	道路车辆免提通话和语音交互性能要求及试验方法	国标	推荐	已立项 20213581 -T-339		高
		321-3	智能网联汽车触觉交互系统性能要求	国标	推荐	待启动		低

		321-4	多模交互系统性能要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		321-5	智能座椅系统性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		321-6	车载游戏生态应用技术要求 和试验方法	行标	推荐	待启动		低
		无感交互 (322)						
		322-1	智能网联汽车 车载人脸识别系统技 术要求及试验方法	国标	推荐	预研中		中
		322-2	智能网联汽车 车载掌纹识别识别系 统技术要求及试验方法	国标	推荐	预研中		低
		322-3	智能网联汽车 车载指纹识别系统技 术要求及试验方法	国标	推荐	预研中		低
		322-4	智能网联汽车 车载声纹识别系统技 术要求及试验方法	国标	推荐	预研中		低

		322-5	智能网联汽车 车载虹膜识别系统技术要求及试验方法	国标	推荐	预研中		低
		322-6	驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法	国标	推荐	已发布 GB/T 41797- 2022		高
		322-7	智能网联汽车 生物滞留监测系统性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		高
		322-8	汽车乘员情绪识别系统性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		322-9	汽车乘员健康监测系统性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		移动设备交互 (323)						

		323-1	智能网联汽车 数字钥匙性能要求及 试验方法	国标	推荐	预研中		高
		323-2	舱内移动设备无线充电性能要求	国标	推荐	待启动		中
		323-3	移动终端与车载设备互联性能要求 及评价规范	国标	推荐	待启动		中
		座舱环境交互 (324)						
		324-1	座舱内声场分区技术要求及试验方 法	国标	推荐	待启动		低
		324-2	座舱内主动降噪系统技术要求及试 验方法	国标	推荐	待启动		低
		324-3	座舱内空气质量诊断系统技术要求 及试验方法	国标	推荐	待启动		中
		324-4	座舱内空间声技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低

		324-5	座舱内灯光性能要求和试验方法	国标	推荐	待启动		中
		324-6	座舱内智能温度控制技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		中
		324-7	座舱内智能湿度控制技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		中
		324-8	车辆远程控制系统技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		中
		324-9	智能网联汽车气味控制性能要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
	舱外交互 (330)							
		330-1	汽车智能灯语性能要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		330-2	车外发声系统技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低

		330-3	车外语音识别系统技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
安全及服务 (340)								
		340-1	车用地图应用要求及评价方法	国标	推荐	待启动		高
		340-2	座舱账号信息安全要求	行标	推荐	待启动		高
		340-3	汽车座舱安防系统性能要求及试验方法	国标	推荐	待启动		高
		340-4	车辆远程诊断技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
相关标准 (400)								
基础技术 (410)								
		410-1	通讯协议通用技术要求	行标	推荐	待启动		低
		410-2	智能网联汽车云服务平台技术规范	行标	推荐	待启动		中

		410-3	车联网运营平台功能要求及试验方法	行标	推荐	待启动		中
		410-4	软件升级通用技术要求	国标	强制	征求意见		高
		410-5	汽车智能座舱计算芯片技术要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		410-6	汽车中控娱乐控制芯片技术要求及试验方法	行标	推荐	待启动		低
		410-7	汽车网关通用技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		410-8	T-box 通用技术要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
	测试设备 (420)							
		420-1	道路车辆 智能网联汽车网联功能测试设备	国标	推荐	待启动		中

		420-2	道路车辆 智能网联汽车测试对象监 测和控制技术规范 第 1 部分：功能需求、规范和通信 协议 第 2 部分：测试场景描述格式	国标	指导	待启动		中
	接口 (430)							
		440-1	硬件电气接口要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		440-2	软件功能接口要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		440-3	TSP 平台与终端接口要求及试验方 法	国标	推荐	待启动		低
		440-4	智能网联汽车 应用软件技术规范	行标	推荐	待启动		低
		440-5	智能网联汽车 交互数据接收接口技 术规范	国标	推荐	待启动		低

		440-6	车载控制器与显示终端接口要求及 试验方法	国标	推荐	待启动		低
		440-7	汽车娱乐外设接口要求及试验方法	国标	推荐	待启动		低
		440-8	儿童座椅通讯接口要求和规范	国标	推荐	待启动		低

3.5 智能座舱标准规划

基于智能座舱标准体系框架，结合标准制定优先级结论，后续智能座舱相关标准建议制定时间如表 4 所示。

表 4 智能座舱推荐性国家标准规划

序号	标准项目	2022	2023	2024	2025	2026
1	汽车智能座舱术语和定义		▶			
2	汽车座舱智能化分级		▶			
3	智能座舱通信信息安全技术要求		▶			
4	用户使用非驾驶任务功能 通用安全规范		▶			
5	驾驶自动化系统与外部交通参与者的交互规范		▶			
6	汽车智能座舱视觉显示规范		▶			
7	汽车智能座舱听觉展示规范		▶			
8	汽车智能表面显示通用要求及试验方法				▶	
9	手势交互系统性能要求及试验方法				▶	
10	智能网联汽车触觉交互系统性能要求				▶	
11	智能座椅系统性能要求及试验方法				▶	
12	生物识别系统技术要求及试验方法	▶				
13	驾驶员注意力监测系统性能要求及试验方法	▶				
14	生物存在系统性能要求及试验方法		▶			
15	汽车乘员情绪识别系统性能要求及试验方法				▶	
16	汽车乘员健康监测系统性能要求及				▶	

	试验方法					
17	移动终端与车载设备互联性能要求及评价规范					
18	数字钥匙性能要求及试验方法					
19	座舱内空气质量诊断系统技术要求及试验方法					
20	座舱内智能温度控制技术要求及试验方法					
21	座舱内智能湿度控制技术要求及试验方法					
22	道路车辆 智能网联汽车网联功能测试设备					
23	道路车辆 智能网联汽车测试对象监测和控制技术规范 第1部分：功能需求、规范和通信协议 第2部分：测试场景描述格式					
24	智能网联汽车 交互数据接收接口技术规范					

附录 引用文件

- [1] 冯远洋,孙锐,王洪艳,孙靖,孙佳宁. 汽车智能座舱发展现状及未来趋势[J]. 汽车实用技术,2021,46(17):201-206. DOI:10.16638/j.cnki.1671-7988.2021.017.057.
- [2] 彭思雨. 智能座舱赛道前景广阔[N]. 中国证券报,2022-07-19(A07).
- [3] 苏小敏. 智能座舱市场与技术发展趋势研究白皮书. IHS Markit,2021-07
- [4] 汽车智能座舱白皮书(2021). 佐思产研, 2021-12
- [5] 李浩诚. 2021 中国汽车座舱智能化发展市场需求研究报告. 亿欧智库
- [6] 孙莹,高宇航. 2022 中国智能汽车发展趋势洞察报告. 21 世纪新汽车研究院, 汽车之家研究院
- [7] 智能汽车感知产业深度研究报告. 国信证券,2022-01-12
- [8] 张乐,闫俊刚,李爽,邓崇静,徐鸣爽. 汽车智能座舱产业市场机会深度分析报告. 广发证券,2021-05-09
- [9] 刘泽晶. 智能汽车软件梳理: 智能座舱. 华西证券,2021-01-11