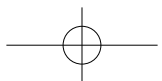
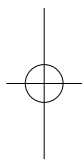
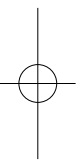
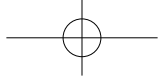


第 1 章

智能座舱人机 交互介绍





1.1 智能座舱 HMI 概览

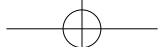
1.1.1 智能座舱的定义和发展史

汽车圈里面都在谈“智能座舱”，但是目前“智能座舱”正在经历一个动态的技术演变过程，在这个过程中智能座舱的分级、设计、评价、体验等很多问题尚未被很好地定义或解决。如果抛开定义来看，智能座舱包括车内需要的与人交互的各种软硬件，其中硬件包括中控、仪表盘、HUD（Head Up Display，平视显示）、流媒体后视镜、智能座椅、方向盘、氛围灯、车门、车窗等，软件则包括操作系统、虚拟层、中间件、应用软件等。

智能座舱是庞大复杂的系统工程：一方面随着汽车向电动化、智能化、网联化、共享化发展，座舱提供了更多元的应用场景和功能体验；另一方面数据和算力的不断提升，座舱的人机交互和智能化体验越来越丰富。从座舱的形态和组成来看，其发展经历了三个主要阶段：20 世纪 90 年代以前的机械时代；21 世纪初的电子时代；2015 年至今的智能时代。

在 20 世纪的机械时代，座舱产品主要包括机械式仪表盘及简单的音频播放设备，功能结构单一，基本都是物理按键形式。20 世纪初的车载中控还只是一个收音机，1924 年雪佛兰搭载世界上首款车载收音机，标志着车载信息娱乐时代正式开启，但当时车载收音机不仅体积巨大且成本高昂，直至 20 世纪 50 年代才进入快速普及期。这一时期的车载系统功能相对单一，能够为车主提供的驾驶乐趣较为有限。

到 21 世纪初的电子时代，随着信息技术和消费电子技术的发展，车载系统开始集成更多功能。在上一代车机基础上升级了听觉体验，引入 DVD 播放、MP3 播放等功能之外，更重要的是车载导航的使用，解决了很多路盲的问题。但无论是原厂卫星导航还是便携式导航仪，它们内置的地图数据都是固定的，更新速度



跟不上道路基础设施的高速发展，而且大部分更新费用需要用户自行承担。这时的车机虽然有了导航、音视频播放、蓝牙连接、触控等功能，但智能化程度依然较低，迭代更新速度慢。

2015 年以后，随着汽车“四化”（电动化、网联化、智能化、共享化）的发展，智能座舱进入智能时代。智能座舱开始向大屏化、多屏联动、多模交互方向发展，并且在语音控制、多媒体、辅助驾驶、手机车机互联等方面有更大的提升。车载系统早期使用的 WindowsCE 逐渐被 Android 取代，形成现在以 QNX、Android、Linux 系统为主的形式。车机芯片也从早期 MCU（Micro Control Unit，微控制单元）时代过渡到芯片时代，其中高通于 2019 年发布的 8155 芯片就比 3 年前的 820a 芯片在 CPU 算力上提高了近 2 倍，GPU 算力翻了近 4 倍。而两年后发布的 8295 芯片，其 AI 算力比 8155 芯片提升了 8 倍，相应的车机流畅性得到大幅提升，车内导航精确度提升到了可以直接用车机导航的程度，车内的影音娱乐体验也越来越丰富。更重要的是，这时的车机采用了兼容性更强、更智能的安卓系统，可使用的应用更多。车内还通过各式各样的传感器、汽车驾驶辅助系统以及人机交互系统来增加行车安全性，同时还实现了人与车、车与外界的信息通信。

除了芯片和算力的提升外，车载系统也在软件系统层上更新迭代。目前车载操作系统可大致分为三类：定制型操作系统、ROM（Read Only Memory，只读存储器）型操作系统和超级 App，如图 1-1 所示。定制型操作系统是在基础型操作系统之上进行深度定制化开发，如修改内核、硬件驱动、应用程序框架等。ROM 型操作系统是基于 Linux 或 Android 等基础系统进行有限的定制开发，不涉及系统内核的修改。超级 App 只在应用层调用系统已有接口相关功能，其余层级则完全沿用已有系统架构。

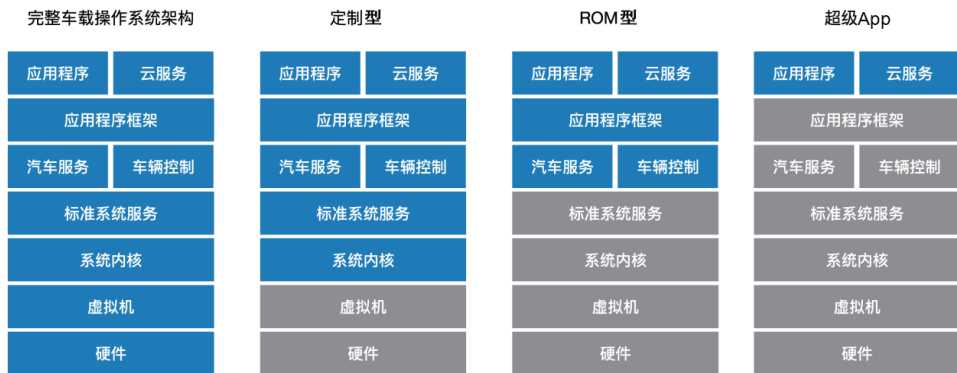
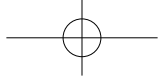


图 1-1 不同类型车载操作系统架构



定制型操作系统研发成本高、开发难度大，投入时间和成本都比较高，但自主性好，长期来看是较优的选择。如特斯拉 Version、大众 VW.OS、Android Automotive OS、华为鸿蒙 OS、阿里巴巴 AliOS 等均属于自研的定制型操作系统。ROM 型操作系统研发难度相对较低，耗时较短，能快速实现座舱系统的落地，大部分主机厂一般都选择开发 ROM 型操作系统，例如奔驰 MBUX、宝马 iDrive、蔚来 NIO OS、小鹏 Xmart OS、比亚迪 DiLink 等。

定制型操作系统和 ROM 型操作系统都能较好地与汽车本身结合，实现较为完整的车辆控制、数据调用等功能。华为的鸿蒙系统采用定制型的方式，在智能设备的互联上更简单直接。华为手机通过“碰一碰”即可与鸿蒙车机连接，进行文件互传、地址导航发送等功能。在手机上拨打中的电话也可以直接转移到车机上，通过车内摄像头、麦克风、扬声器继续通话，无缝衔接车上车下的生活。定制型操作系统给予设计师和开发者更多的自由度，能够从底层重构用户体验，带给用户最极致的体验。蔚来的 NIO OS 采用 ROM 型的方式，可便捷操控车辆。不仅可以远程开锁、开空调，还能远程一键启动，并设置挂挡时限，允许非车主在车主不在场的情况下挪车。ROM 型操作系统在个性化定制方面有足够的自由度，且在成本方面相对可控，是较为理想的研发方式。

超级 App 又叫手机映射系统，它不是完整意义上的汽车操作系统，而是将手机的丰富功能映射到汽车中控，实现成本更低，同时也可以满足用户在驾驶时的基本导航、娱乐需求，如苹果 CarPlay、谷歌 Android Auto、百度 CarLife、华为 Hicar 等。苹果的 CarPlay 最初由 iOS in the Car 更名而来，随着 iOS 的更新而更新，从 iOS9 到 iOS15，CarPlay 逐渐支持车机和手机的无线连接，实现控制车内空调和收音机、收听短信语音、通过语音发送短信、支持第三方地图、查看日历等功能。在 2022 年 WWDC（苹果全球开发者大会）上，苹果更是推出了下一代 CarPlay，如图 1-2 所示，支持车机内多个屏幕的场景，适应了现代车机多屏化的趋势。尽管功能越来越丰富，但因为超级 App 不是车机上直接集成的系统，需要和车企谈合作才能支持，而车企如今都在研发自主的车机系统，导致超级 App 的生存空间被压缩。

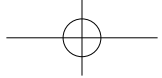


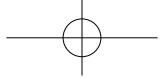
图 1-2 苹果的 CarPlay 2022

定制型和 ROM 型的操作系统能够更好地塑造品牌、打造竞争壁垒以便掌握话语权，在人机交互上能从底层实现更多创新的功能，比如多屏联动、多设备无缝切换等。而超级 App 是在汽车本身的软硬件还不成熟时高效获得丰富应用的方式，目前仍然有一定的应用空间。

从以上发展史可以看出，智能座舱在时代的红利下，正迎来一个蓬勃发展的时期，各大企业纷纷投入研发，通过各种方式抢占移动出行的流量入口。智能座舱发展日新月异，给用户带来了新颖的体验。

1.1.2 智能座舱 HMI 的发展趋势

人机交互（Human Machine Interaction, HMI）是一门研究系统与用户之间的交互关系的学科，与认知心理学、人机工程学、多媒体技术、计算机科学、设计学等学科深度交叉。在智能座舱的发展过程中，狭义的汽车 HMI 主要是界面（interface）设计，更多强调系统和用户之间进行交互和信息交换的媒介，比如中控屏、数字仪表还有语音交互界面，关注的是信息在不同媒介之间的信息流转，包括中控的布局、按钮、仪表的显示及语音交互界面设计等。广义的交互（interaction）更加宏观，强调不同技术、不同媒介、不同座舱布局等宏观信息给用户带来的主观感受，侧重的是人与自动驾驶系统、人与车机界面、人与其他车



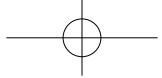
内硬件的交互体验。在硬件配置上，车内屏幕越来越大、越来越多，分辨率也越来越高。在软件配置上，车内的应用生态越来越丰富，满足了用户的多种需求。在交互模式上，多模交互、主动式交互让人机交互更加自然，给用户创造了更加轻松愉悦的出行体验。

大屏化以特斯拉作为开端。2012 年，特斯拉推出 Model S，全面取消中控屏物理按键，配以 17 英寸大屏，彻底颠覆车载中控设计理念。后续其他车厂纷纷跟进，车载屏幕逐渐向大屏方向演进。高工智能汽车研究院监测数据显示，2022 年上半年，中国市场乘用车新车标配搭载 10 英寸及以上中控大屏 467.77 万辆，搭载率达到 52.58%。新车型越来越多地把中控屏做成大屏，有的直接做成一块大的中控屏，比如极氪 001、问界 M5，有的则把中控屏、仪表盘、副驾屏做成一块大连屏，比如理想 ONE。屏幕的尺寸也越来越大，吉利星越 L 中控屏达到 1 米 IMAX 巨屏，福特 EVOS 搭载了 27 英寸 4K 显示中控大屏，凯迪拉克 Lyriq 搭载了 33 英寸一体显示屏。奔驰 EQS 搭载的 MBUX Hyperscreen 由 3 块屏幕无缝衔接组成，总体尺寸达到 56 英寸，如图 1-3 所示。比拼屏幕尺寸似乎成了一种潮流，车企用大屏来宣示自己的革命性变化。



图 1-3 奔驰 EQS 搭载的 MBUX Hyperscreen

如今屏幕不仅越做越大，还越做越多。在你想到或想不到的地方，都可能出现屏幕。液晶仪表盘、中控屏、副驾娱乐屏是最常见的，还有流媒体后视镜、后排操控屏、后排娱乐屏，甚至在车门上都能有一小块屏幕。理想 L9 搭载了 5 块屏幕，红旗 E-HS9 搭载了 8 块屏幕，高合 HiPhi X 搭载了 9 块屏幕，屏幕数量一家比一家多。车企似乎都在通过屏幕的数量和尺寸来告诉消费者：“我很智能，我不便宜。”



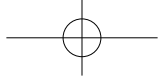
在屏幕的操控上，车厂也是各显身手。智己 L7 和岚图 FREE 的大连屏都支持升降，降下去可以减少对驾驶员视线的遮挡，升上来可以显示更多信息。高合 HiPhi z 的中控屏甚至用机械臂来承载，能实现三维空间中的多维度移动和转动。即便这样复杂的操控可能需要翻倍的设计和开发工作量，车企依然愿意投入精力来展示其独特性。

在屏幕硬件升级的基础上，屏幕软件也日新月异，不仅能用更加智能精确的导航、环车影像等协助用户更好地完成驾驶任务，还通过音视频、游戏等应用让非驾驶任务更加丰富多彩。许多手机软件开始上车，QQ 音乐、微信、爱奇艺等让行车过程不再枯燥。Unity、Unreal 等 3D 引擎引入了座舱，拓展了更多的使用场景。中控、仪表等开始使用 3D 模型来直观地展示车辆状态。车门是否关好、后备箱是否开启、车辆周围有哪些车辆或行人都能清楚直观地看到。此外，还能拓展出一些游戏娱乐的场景。斑马与 Unity 合作开发的 IMOS 智能座舱，可实现全屏、跨屏的动态繁花盛开美景，并支持触点交互，花朵指尖绽放，营造独有的沉浸感官体验。随着 3D 技术的不断完善，未来还有更多可拓展的设计想象空间。

除了在车内有更丰富的应用之外，智能座舱也在拓展车外的场景。通过手机和车机互联，与智能家居联动等，打造无缝衔接的智能生活。

手机和车机互联让用户能实时掌控车辆状况。手机可以远程控制车辆的车窗、空调、门锁、座椅通风加热、方向盘加热等，并可实时查看车辆电量、胎压等情况。当你的车不在身边时，可以方便地进行远程操控。用户带着手机靠近车辆时，蓝牙钥匙功能能让车辆自动解锁，没有实体钥匙也可以启动车辆，这也为借车提供了方便。用户无须将实体钥匙交给借车人，而是直接通过手机授权，借车人用该车的 App 即可启动车辆。用完车之后，车主关闭授权即可收回权限。在华为的 Harmony 车机系统上，车机与华为手机的联动更加紧密，电话、视频通话可在手机和车机上自动转换。当驾驶员在通话时进入汽车，汽车就能识别到驾驶员在车内，通过车内摄像头和麦克风接管此次通话，不用驾驶员一直举着手机，给予用户无缝衔接的车内外生活。

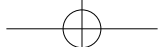
另外，智能座舱也通过连接智能家居来实现车和家的互动。在车里可以实时查看家里家电的运行情况，控制灯、空调、电视、扫地机器人、电动窗帘、空气净化器等的开关。用户可以设置条件，比如在车快要到家时，开启智能家居的“回家模式”，系统会根据主人的行为和习惯，打开或关闭家用电器。也可以在开车



上班离开家之后激活安全系统，实时监控家里的情况。华为鸿蒙 OS、小鹏 P7 的“米家”应用系统、宝马的 iDrive、奔驰的 MBUX 都能实现在车中对家里智能家居的控制。用户动动口就能知道家里灯是不是忘了关，并及时操作。随着智能家居的普及，能够预见的是，未来将会有更多的车型搭载智能家居解决方案，将车辆打造成智能家居的“移动中控”。

智能座舱的软硬件功能不断升级，最终都是为了服务用户。如何让用户在驾驶场景下用好这些功能而不影响行车安全，成为对设计师的一大挑战。目前车企多采用多模交互的方式来进行信息传达，尽量避免过多地占用视觉通道，避免分心和疲劳。语音交互是其中重要的一个模态，现在的车机系统，用户基本都可以用语音控制车辆开关窗户、调节空调温度和风速、开关座椅通风和加热、播放音乐、发起导航等，用户不需要再边开车边寻找各种操控按钮。另外，触觉模态也被用到交互中，用户通过方向盘、按钮、座椅、安全带、脚踏板等可以感受到触觉信号，无须看屏幕即可完成交互，更高效也更安全。

用户不仅可以主动发起指令进行交互，还可以被动等待汽车提供服务，汽车正在从被动式交互向主动式交互转变。主动式交互基于大数据和多种传感器，它以机器为起点，主动输出执行结果或使用建议给用户，用户根据结果或提供的建议完成具体的交互任务。在这个过程中，人的思考负担减少了，机器能主动猜测你有什么需求，并及时提供服务，成为一个贴心的好伙伴。上车前，汽车能通过传感器识别到用户靠近车辆，无须动作配合，即可主动为用户打开车门，快速登录车机系统，保障座舱系统高效运行。上车时，人脸识别、情绪识别、眼球跟踪等技术能够读懂用户当时的心情和精神状态，判断用户心情低落时，能主动和人聊天、播放有趣的内容等。当用户累了，还会为用户提供按摩服务。当用户心情比较好时，汽车会主动提供舒适的音乐推荐，同时通过调整座舱内灯光、温度、气味等来提供更好的乘坐环境。当监测到驾驶员昏昏欲睡时，系统会通过方向盘振动、播放音乐等来进行唤醒。目前，汽车可以通过 DMS（Driver Monitoring System，司机监测系统）、OMS（Occupancy Monitoring System，乘客监测系统）、IMS（In-cabin monitoring System，车内监测系统）来实时监测车内驾驶员、乘客、宠物等的生理体征，并根据情况进行分神预警、疲劳预警、危险驾驶提醒、情绪识别安抚等。车内智能摄像头还能分析驾驶员面部血氧含量，测量心跳、压力、呼吸等生物体征，并对驾驶员的健康状态进行分析和提醒，在用户疏忽大意或行



动不便时及时主动提供服务。

总体来看，智能座舱在朝着大屏化、多屏化、多模交互、主动式交互方向发展，车辆功能和应用逐渐增加，能够满足用户的多种需求。车不只是交通工具，更是用户出行的好伙伴。

1.1.3 智能座舱 HMI 的场景设计

汽车的功能最终都是服务于人的，人在不同的场景下使用车辆，可能是上班通勤、郊区短游、长途旅行等，不同的场景有不同的需求。进行场景设计时，需要考虑三要素：人、车、环境。用车人可能是年轻人、老人、小孩，可能是都市白领抑或企业老板，车内可能有 1 个人、2 个人、3 个人等，不同的人有不同的需求，人与人组合在一起又产生了更多的需求。其次要考虑车辆状态和周边环境，车辆可能处于播放音乐、蓝牙连接、加速、减速、倒车、驻车等状态。周边环境可能是高速路、收费站、城市道路、郊区等，天气可能是晴天、阴天、雾霾等。人、车、环境组合在一起，产生了无数的排列组合，用车场景复杂度较高，如表 1-1 所示。以下几个核心场景举例讲解目前车企的解决方案。

表 1-1 场景设计要素

环境			车	人	
时间	天气、气象环境	地点、路段	车辆状态	人物角色	行为、情绪、感觉
凌晨	晴天	收费站	L3 自动驾驶	一人	补妆
清晨	炎热	社区	L4 自动驾驶	一人带婴儿	照镜子
早高峰	阴天	充电站	远程控制	一人带幼儿	换装
日间	雾天	4S 店	倒车	一人带青少年	换尿布
晚高峰	霜雪	大型商超	爬坡	老人一人	换隐形眼镜
夜间	雷电	车站	下坡	一人带宠物	加热水
深夜	冰雹	酒店	刹车	一人带二孩	喂奶
周末	雷雨天气	学校	急刹车	一人带多孩	吃零食
传统节日	阵风	公车站	加速	一人和朋友	用水杯喝水
西方节日	大风	便利店	变道超车	一人和亲属	喝咖啡、奶茶等
重大事件	雾霾	公园	紧急制动	一人和同事	抽烟
	雨夹雪	机场	ABS	夫妻	吃饭



续表

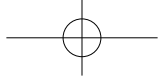
环境			车	人	
时间	天气、气象环境	地点、路段	车辆状态	人物角色	行为、情绪、感觉
	高盐雾	郊外人文景区	停车	夫妻带婴儿	看手机视频
	小雨	郊外自然景区	空挡滑行	夫妻带幼儿	听歌
	大雨	市内人文景区	左 / 右转	夫妻带儿童	唱歌
	阵雨	市内自然景区	并道	夫妻带青少年	玩手机游戏
	扬尘	办公楼	会车	老人夫妻	看书
	潮湿	医院	掉头	夫妻带宠物	聊天
	干燥	路口	碰撞	夫妻带二孩	打闹嬉戏
	闷热	桥梁	颠簸	夫妻带多孩	睡觉
	结冰	国道	点火		

1. 场景一：都市白领日常通勤

日常通勤是最常见的用车场景，用户开车过程中，导航是跟驾驶任务最直接相关的，导航体验的好坏直接影响驾驶感受。导航的路线是否拥堵、是否好开、导航的信息是否清晰展示、显示的位置是否在人眼舒适的视野范围内是重要的考量因素。日常通勤时，出发地和目的地相对明确，用户可以设置好家和公司的位置，通过说“回家”“去公司”就能直接发起导航。通过大数据的统计分析，汽车还能根据用户上车时间和地点预判他想去的地方，主动询问是否要回家，用户只需回答“是”即可发起导航。导航过程中，能够提前帮用户规避拥堵路段。且对于新手司机，导航能推荐适合新手的驾驶路线，减少窄路、崎岖路段的推荐。结合 HUD，导航信息能够直接展示在前挡风玻璃上，让用户能眼不离路安全驾驶。

开车过程中听音频是另一个重要场景，日常听新闻、听歌、听书是常用的功能。智能座舱不仅能够在用户发起指令时播放音频，还能在用户上车时，自动从上次音频断点继续播放，减少用户的操作。如果上次连接了手机蓝牙播放，下次上车时能自动连接蓝牙并播放，无须用户做任何操作。

忙碌的都市白领在开车过程中可能需要参加线上会议，智能座舱通过车载腾讯会议、车载钉钉、WPS 等办公软件，为用户创造了移动办公的条件。上班迟到也不会错过早会，突破时间和空间的限制，实现高效办公。



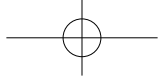
2. 场景二：全家坐一辆车出游

周末或者小长假，带上家人一起出游是常见场景之一。全家男女老少，不同年龄、不同性别有不同的需求。首先对于空调温度，大家的舒适温度可能不同。不同位置的乘客能够通过语音直接调节本位置的空调温度，以及控制座椅通风、加热、按摩，享受最舒适的乘坐体验。此外，座椅的位置、角度调节能够适应不同人的需求。蔚来 ES8 的女王副驾、问界 M7 的零重力座椅更提供了极致舒适的乘坐体验。女王副驾通过增加腿托、脚托，以及可极大角度倾斜的靠背，让用户可舒服地半躺在车上，享受旅途时光。零重力座椅通过整个椅子的角度调节，能让腿部和心脏在同一水平线上，让臀部、腿部、背部来均匀分担身体的重力，从而模拟出“零重力”环境，让乘坐人达到最放松舒适的状态。

用户身体达到最舒适状态的同时，用户的心理也通过车内丰富的应用生态得到满足。用户可以用“QQ 音乐”“网易云音乐”等听音乐，用“微信读书”“喜马拉雅”等听书，用“凯叔讲故事”等给小孩讲故事，还能在娱乐屏上用“爱奇艺”“哔哩哔哩”等追剧，甚至还能在车内打游戏、唱歌。在理想 L9 上，用户可以用中控屏、副驾屏、后排娱乐屏连接 Switch、手机、平板电脑、PS5、XBOX 等，如图 1-4 所示，通过车内的多块屏幕，坐在不同位置的家人都可以一起玩游戏，享受亲子陪伴时光。用户也可以把车变成移动的 K 歌厅，用“全民 K 歌”“唱吧”等应用，结合车内氛围灯，享受一场氛围满满的 K 歌盛会。



图 1-4 在理想 L9 上玩游戏



全家出游时，若家中有小孩，他往往不会安安静静地坐在位置上，而是喜欢调皮捣蛋。车内智能语音能播放儿童故事，给小孩提供娱乐。当他用语音瞎指挥车内设备时，驾驶员可以关闭小孩所在音区的特定响应，让他无法操作车内设备，保障行车安全。蔚来的语音机器人 NOMI 通过萌萌的表情包、可爱的声音、上下左右转动的小脑袋，以及可自定义的帽子，吸引了小孩子的注意力，让他安静下来不调皮捣蛋。

3. 场景三：多个好友组队出游

在风和日丽的日子里，约上几个好友组队出游也是常见的场景。在多辆车共同前往某个目的地时，如何让车里的人保持通信不掉队，为用户创造一个美好的共同出行体验，是智能座舱要考虑的重要设计点。腾讯 TAI 3.0 利用腾讯天然的社交优势，为用户连接微信好友，可在微信好友中发起组队出行。一起出行的车辆能够互相看到对方的位置，同时，用户也可通过车载微信收发微信消息，互相语音聊天，确保大家走同一条路，不掉队。蔚来 NIO OS 3.0 也推出了组队出行功能，用户可以通过一个 6 位数口令自建队伍或者加入别的队伍，组队的人可以实时共享位置，也可以实时对讲，非常便于车友们组织活动，共同出游。

当到达目的地时，车辆可以开启露营模式对外放电，给其他电器供电，连接电热水壶、电磁炉、意式咖啡机等电器，享受一段悠闲美好的户外时光。组队出游也为车辆本身带来更多的曝光，给品牌带来知名度的提升及更多潜在用户。

4. 场景四：停车休息

坐在车里休息片刻，是远离工作喧嚣和家庭压力的宝贵时间。车里创造的宜人的氛围能让我们更好地放松休息。车内的香氛、空气净化器、可躺倒座椅、氛围灯、音乐等元素可以创造出令人心旷神怡的小憩环境。

智己 L7 在驻车时可以调节为小憩模式，如图 1-5 所示。小憩模式下，车门落锁、车窗关闭、屏幕熄灭、座椅靠背向后倾斜，并开启按摩功能，空调保持在合适的温度，香氛“柏木檀香”缓缓释放，音响可选择播放睡眠歌单，令身心彻底放松。在繁花模式下，还可以出现全屏、跨屏的繁花盛开的动画，结合香氛的飘香，音响播放《花与人》专属音效，仿佛置身美丽的花园中，给用户带来舒适放松的体验。

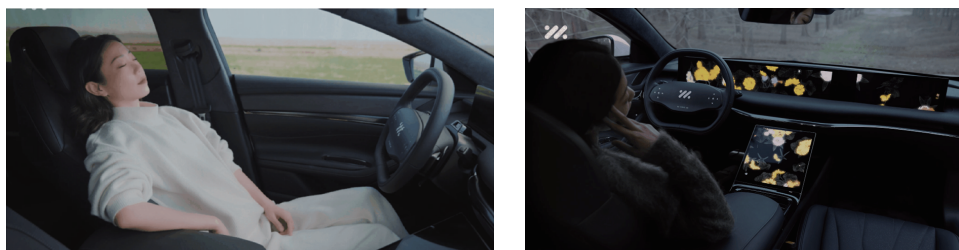
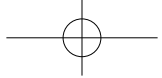


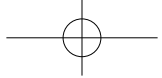
图 1-5 智己 L7 小憩模式

在小鹏 P5 中，甚至可以把车变成一张大床，铺上床单睡个觉。与其他车直接放倒座椅拼接大床不同的是，小鹏 P5 的 X-Sleep 睡眠场景在此基础上增加了充气床垫，如图 1-6 所示。床垫下面可以完美贴合座椅线条，上面则完全平整，用户躺在车上就像躺在床上一样舒适。铺好床之后，关闭天幕遮阳帘，大屏亮度调暗，助眠音乐和香氛也可以开启，创造一个舒适的睡眠环境。不睡觉的时候，还能打开车载投影仪和配套幕布，看看电影，看看球赛，俨然成了一个小小的私人影院。后排座椅中间还有个车载冰箱，拿出一瓶冰镇饮料边喝边看电影，舒适至极。



图 1-6 小鹏 P5 的 X-Sleep 睡眠场景

蔚来 et7 则为用户提供了车机端的潮汐冥想 App，它有冥想、小憩、呼吸三种模式可供用户选择。在小憩的模式下，会缓缓放下的座椅，播放山泉、林海、鸟鸣等声音，用户可以让自己沉浸在安静、惬意的智能睡眠舱中。用户可以自己设定小憩时长，在时间结束时，闹钟会响起，座椅会回到原来的位置，将用户唤醒。冥想模式是 10 分钟的短暂休息，通过自动关窗、关灯等营造出安静的物理环境，打造一个闹中取静的移动冥想室。呼吸模式则是通过引导用户缓慢而有意识地一呼一吸，帮助用户彻底放松身心，进而舒缓压力，恢复身体的最佳状态。



通过对用车人的深度理解，对用车场景的深度挖掘，车企能够更精准地开发功能来满足用户需求，击中用户痛点，在特定领域形成口碑，为用户带来更美好的用车体验的同时，也带来更高的销量。

1.2 智能座舱 HMI 中的机会和挑战

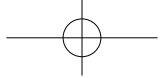
智能座舱的发展机会，主要来自政府的大力支持及技术、市场的成熟。在政策上，政府为支持智能汽车产业高质量发展，陆续颁布《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》《智能汽车创新发展战略》等政策，鼓励智能汽车及相关产业的发展。在技术上，人工智能、大数据、物联网、云计算、车载高精度传感器、车规级芯片等的发展，为智能座舱的快速发展提供了强大的技术支撑。高可靠、低延时、大宽带的 5G 通信技术的应用，能够实现车与车、车与路、车与人之间的实时通信，为丰富的车联网场景提供了重要的技术支撑。随着技术的发展，中控屏、液晶仪表、HUD 和娱乐屏等实现多屏融合，能够打破不同系统之间的技术壁垒，实现多屏联动。此外，电子后视镜、流媒体后视镜等也逐步发展，在视觉算法的加持下，成像更清晰，视野更广。技术的发展为智能座舱的发展奠定了基础，为新功能的推出创造了更多可能性。

在市场接受度上，智能手机的普及让用户习惯了在大屏上操作，对实体按钮的需求减弱。这也让智能座舱的大屏化、多屏化更容易被用户接受。调查中显示超过 80% 的用户对座舱智能配置表现出了强烈的购买意愿，其中对信息娱乐系统、HUD、中控智能屏幕的购买意愿相对其他智能产品的呼声更高，预计未来消费者对手机应用的喜好会迁移到车机的信息娱乐系统上，如导航、音乐、视频、微信等社交功能软件。尽管很多实体按钮的取消可能对驾驶安全有影响，但消费者仍然乐此不疲。智能座舱因此也获得了很多创新的机会。

在多方利好的加持下，智能座舱的创新日新月异，然而其发展还处于较早期阶段，整体还不够成熟，如今仍面临着许多挑战。

1.2.1 驾驶安全的挑战

智能座舱的设计创新一方面给用户带来了丰富的体验，另一方面却对驾驶安全造成挑战。首先在配置上，大屏取代实体按钮的做法减少了驾驶员盲操作的可



能性。当驾驶员低头查看仪表盘上的信息时，所消耗的时间为1~3秒。以城市道路的平均车速60km/h来计算的话，注意力离开路面1秒就相当于闭着眼睛行驶了17米。屏幕内容是否清晰、交互方式是否简单直接、设备响应时长是否足够短，这些都会影响到操作时间，从而影响行车安全。屏幕上丰富的应用给车内驾乘人员提供了多种娱乐、生活的可能性，乘客可以唱K、看剧、玩游戏，但过多的信息可能导致信息过载，以致驾驶员对突发事件响应不足。

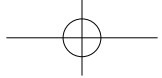
驾驶任务的多样性也对驾驶安全构成挑战。驾驶场景中拥有自然环境、车况、路况、司机驾驶水平、紧急情况等若干个参数，每个参数结合在一起可以得到不尽的驾驶场景。在《汽车人因工程学》中，作者盖伊·H.沃克设计的驾驶层次任务包含了1600个子任务和400个计划，涉及驾驶前的准备阶段、驾驶时的操控、驾驶后的停车离开等。而一旦系统中缺少了对某种场景的预判，就可能对行车安全造成威胁。

目前，智能座舱通过几种方式来应对驾驶安全的挑战。HUD的应用在某种程度上减少了分心，让驾驶员眼不离路就能获得重要的车速、导航等信息。多模交互通过语音、震动、手势等方式来弥补大屏操作的不足，减少分心的可能性。车机芯片、算力的提升让系统更流畅，响应更快。辅助驾驶系统通过大数据不断学习新的场景，避免在新场景时发生危险。

此外，限制驾驶员在驾驶状态的行为也是应对驾驶安全挑战的方法。美国国家道路交通安全管理局（National Highway Traffic Safety Administration，NHTSA）制定了车内电子设备指南，对车内电子设备交互行为的安全性做了相应的指导，用以下几条要求来规范驾驶行为以及指导座舱设计。

1. 原则性要求

- 驾驶员的眼睛应该一直注视着前方道路。
- 驾驶员在执行次要任务时应该保证至少一只手在方向盘上（无论是执行驾驶相关的任务还是不相关的任务）。
- 驾驶时执行的任何次要任务引起的分心不应超过与基准参考任务（手动收音机调谐）相关的分心。
- 司机执行的任何任务在任何时候都应是可中断的。
- 驾驶员而不是系统/设备控制任务交互的速度。
- 显示器应便于驾驶员查看，显示的内容应易于识别。



2. 体验设计要求

- 对于视线偏离：规定驾驶员执行任务时视线偏离道路的时长：平均视线偏离时间不超过 2 秒；85% 的视线偏离时长不超过 2 秒；累计视线偏离时长不超过 12 秒。或者是利用视觉遮挡技术得出需要保证驾驶员在一系列 1.5 秒的视线偏离内完成任务，而累计视线偏离不超过 9 秒。
- 对于手部偏离：所有设备功能都不能使驾驶员使用超过一只手操作。
- 对于设备：建议每个设备的主动显示器应尽可能靠近驾驶员的视线。

3. 设备响应要求

指南建议车内电子设备对于系统输入的最大系统响应时间不应超过 250ms。如果系统响应时间预计超过 2s，则应显示一条消息，指示系统正在响应。

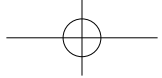
许多国家也已经为驾驶行为做了相应的立法，对于驾驶过程中拨打电话、浏览电子设备、收发短信等行为做出了明确规定。相应的，在智能座舱 HMI 的设计上，也会对驾驶员的行为做出限制。比如，在车速大于 15km/h 时，自动收起 360° 全景影像。在驾驶状态下，中控屏禁用视频播放功能，减少驾驶员分心看屏幕的可能性。当有来电时，通过方向盘按键而不是中控屏来控制接通或挂断。车内收发信息通过语音交互配合方向盘按键，避免司机打字发消息的情况，减少分心。

系统还需实时监测驾驶员的生理、心理状态，来保证其驾驶的安全性。当驾驶员出现疲劳、酒驾、手离方向盘等危险情况时，系统应当通过相应的操作来解除危险。目前车内的 DMS 系统可以对驾驶员进行疲劳监测、分心监测、危险行为监测等，根据驾驶员的闭眼、打哈欠、视线偏移、人脸角度偏移，以及危险动作如抽烟、打电话、饮食等行为，结合行车时间、行车速度等因子，来判断驾驶员的状态，并给予相应的提示，如声音警报、语音警报、安全带收紧、仪表警报等。

驾驶安全在智能座舱设计中至关重要，它可能不像炫酷的屏幕那么直接可见，但它默默地在保护着驾驶员和乘客的安全。智能座舱 HMI 在做创新和吸引眼球的亮点时，应当时刻考虑其对驾驶安全的影响，不能喧宾夺主。

1.2.2 智能驾驶的挑战

智能驾驶的 L0 ~ L5 级别，对应着不同的设计需求。当前绝大多数车辆的智能驾驶水平处于 L2 ~ L3 级，汽车可以完成车道保持、自适应巡航等功能，能让

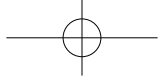


驾驶员从一些驾驶任务中解脱出来。但是智能驾驶的不成熟以及其行为的不可预测性让人产生不安，很多人不信任智能驾驶，导致智能驾驶的使用率不高以及使用过程中产生紧张焦虑的情绪。在设计智能驾驶体验时，需要在满足用户的安全感的基础上去做设计，通过提升驾驶员的掌控感可以满足其安全感需求。

掌控感首先体现在启动和接管智能驾驶上。启动辅助驾驶的操作方式应当简单直接且不易误操作，启动之后的提示可结合语音提示、视觉提示来告知用户已在辅助驾驶状态中。在辅助驾驶时，让驾驶员可以方便快捷地调节车速、跟车距离，这些都能给驾驶员掌控感。仪表盘可通过路况显示、即将要完成的动作提示等方式来给驾驶员建立预期，避免出现出乎意料的驾驶行为。此外，驾驶过程应当更符合人类的习惯和预期，从而在用户心中建立起信任。比如在前车加塞的场景下，智能驾驶是应刹尽刹，优先保障安全，还是与前车博弈，减少刹车从而让用户更舒适，智能驾驶系统需要做到微妙的平衡。当车辆在和大车并行的情况下，人类驾驶员会感到压迫感和恐慌感，智能驾驶系统能否考虑到驾驶员的心理感受，把车辆稍微往大车的另一边偏移，而不是保持在车道正中间。同时配合车载中控屏、语音、座椅和安全带等的交互，让用户对智能驾驶有清晰的掌控感。

对于 L2 ~ L3 级的智能驾驶，驾驶员必须保持对周围环境的监测，随时准备好接管车辆，对大多数关键安全功能负责。因此，如何顺滑地让人类接管车辆也是一大挑战。在智能驾驶开启一段时间后，驾驶员往往会放松警惕。当前面突然出现智能驾驶无法识别的障碍物，需要驾驶员立马接管车辆的时候，往往需要较长的反应时间。驾驶员需要马上判断车辆所在车道、车速、距离障碍物的远近、周围车辆的车速、当前是否在智能驾驶状态等信息，并及时进行操作。系统在需要用户接管时，应当提前提示，给用户预留足够的反应时间，接管操作要自然且不易误操作，在接管后通过适当的反馈来告诉用户已完成接管。提醒接管的视觉和语音提示应当更强烈，音效短促有力，视觉变化明显，避免驾驶员因分心而忽略提示。

现有的车型在智能驾驶的功能体验上还存在一些问题。用户学习成本高，应急辅助类的预警和制动机制复杂，用户难以全部掌握，若系统失效或超过限制，用户无法感知；辅助驾驶图标对应了大量图标，用户须记住每个图标的含义，区分待激活态、激活态、故障态等，不常使用的图标会带来理解问题，对驾驶造成干扰，增大驾驶员的认知负荷；当前声音提示多且缺乏排序，当多个 ADAS



（Advanced Driving Assistance System，高级驾驶辅助系统）功能同时触发声音，且与车内导航、音乐并发时，缺少优先级，用户难以分辨；当处于 L2 级以上驾驶场景较长时间，用户容易困倦、放松警惕，甚至过度信任而松开方向盘，导致对突发事件响应不足。

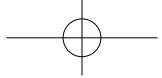
智能驾驶的出现一方面提升了驾驶体验和驾驶安全性，另一方面也带来新的挑战。随着智能驾驶等级的逐步提高，智能座舱所面临的挑战又会不一样。当等级提升到不再需要用户随时准备接管车辆的时候，面临的挑战则会变成如何为用户创造更美好的出行体验。

1.2.3 信息安全的挑战

随着汽车智能化、网联化的发展，车辆定位、导航、远程控制和诊断功能已逐渐普及，用户每次出行的路线、车速、驾驶习惯等数据都能存储在云端，车内摄像头也会采集驾驶员人脸信息、道路环境的信息等。这些功能一方面给用户带来极大的便利，可以随时在手机上查看车机的状态、进行远程操控，另一方面也带来了极大的安全隐患。一旦车机系统被黑客攻击，轻则造成数据隐私泄露，重则影响行车安全。

2019 年，以色列一家网络安全公司 Regulus Cyber 发现，利用“无线和远程方式”可攻击特斯拉 Model 3 和 Model S 的 GPS 系统，使车辆驾驶辅助功能、空气悬架工作异常，在行驶中出现突然降速或转向偏离车道等情况。2011 年，安全情报专家 Charlie Miller 和 Chris Valasek 博士成功“黑入”一辆丰田普锐斯和福特 Escape，禁用了车辆的动力转向系统，控制了车辆喇叭，还把仪表盘搞得一团糟。2022 年 1 月，19 岁德国少年 David Colombo 声称自己通过软件漏洞攻破了特斯拉系统。短短数日，他就入侵了 13 个国家中的 25 辆特斯拉汽车，并完成了远程打开门窗、控制音乐音量，无须钥匙就能启动汽车等操作，此外，他还表示能够关闭车辆的安全系统。当车辆正在行驶时，如果遇到这样的黑客入侵，对驾驶安全将造成极大的隐患。如何避免黑客攻击，保障驾驶安全，任重而道远。

此外，车内人的隐私也是一大关注因素。一辆车往往不止一个人使用，当多人同乘，或者临时借车给其他人时，如何保障各个角色的隐私，是智能座舱 HMI 的挑战之一。目前，一些车型可以通过车内摄像头识别驾驶员身份，自动切换账号，不同账号的信息相互隔离，保障隐私仅自己可见。且车主可对车内应用设置一定



的权限，当其他人借车使用时隐藏敏感信息，比如通讯录、历史导航记录、家庭单位地址、行车记录仪历史数据等。借车人也可以在离车时退出账号，即删除本账号在车上的数据，车主也无法看到借车人的隐私信息。

当车主自己一个人驾驶汽车时，可自在听音乐，外放式地接打电话。但若有其他人同乘时，如同事或朋友搭车，外放声音接打电话可能会尴尬，也可能不想让同车人看到自己车上的来电通知、历史通话记录、历史导航记录、目的地搜索记录等。目前一些车型可以设置主驾隐私模式，在该模式下，当车内有多人同乘时，车上将自动隐藏个人敏感信息，同时来电通知仅在仪表屏显示。

用户用车有多种场景，在大屏化、多屏联动、网联化的背景下，如何保障每个人的隐私，仍是智能座舱 HMI 面临的挑战之一。

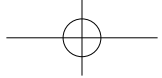
1.2.4 人因工程的挑战

智能座舱的人机交互设计，不得不考虑一个重要的因素——人因工程。人因工程学是一门研究人 - 机 - 环境三者之间相互关系的学科，简单理解的话，人因工程学研究人的身体构造和功能、生理学以及心理学特点与特性，从而了解人的能力与极限，以及人与工作系统中其他元素的关系。人作为生物，有各种生理和心理上的特征是机器所不具备的，设计智能座舱时需要充分考虑人的特点。

首先需要考虑的是人体尺寸和人眼特征。当坐在车里时，驾驶员在座舱里的操作是在空间内进行的，手部操作空间、视线范围都有一个最舒适的范围，设计师可以依据这些理论来合理布置信息的位置、大小，做出更舒适的交互体验。

其次需要考虑人的心理特征。人在驾驶时，可能出现分心、疲劳、烦躁等情况，在不同的状态下，对同一个驾驶任务的响应速度、响应方式可能有所不同。智能座舱 HMI 应当考虑驾驶员的心理状态，结合 DMS 系统，设计出尽可能保障驾驶安全的产品。多重资源理论表明，不同任务对注意力资源的分配是不同的，所造成的干扰程度也不同；耶德 - 道德森定律表明动机强度与工作效率之间不是一种线性关系，而是一种倒 U 形曲线关系，即中等强度的动机最有利于工作的完成；SRK 模型表明基于技能的操作对人的工作负荷最低，形成了习惯的行为对人的注意力要求最低，而基于知识的操作，对人的工作负荷和注意力要求最高。

从以上理论可以知道，同一个驾驶任务对于新手司机和老司机的难易程度和干扰程度是不同的。新手司机的驾驶操作仍处于知识层面，这时新手司机的工作



负荷和注意力要求是很高的,其他事项很容易影响到新手司机导致认知资源过载,很容易发生危险。但对于驾驶熟练的老司机来说,驾驶操作已经成为技能,他无须将大部分的认知资源放在路面上,这时许多简单的任务可以同时进行,他可以在处理非驾驶任务的同时,通过余光来留意前方的路况,从而判断是否继续完成当前任务。

综合人因工程的理论,设计师做设计时,需要考虑空间尺寸是否符合人体的基本尺寸,多模态交互的多种模态是否合理配置而不会互相干扰,驾驶任务的难易程度是否在一个合理的范围内,既不会太难导致分心,也不会太简单导致放松警惕,同时考虑对新手司机和老司机的影响。

总的来说,智能座舱的发展正处在一个时代的红利期,各种机会不断,但其所面临的挑战也很多。新事物总是在克服一个个困难后逐渐成熟的,相信随着技术的发展,智能座舱将会得到更好的发展。