

智能网联汽车主观评价 标准化需求研究

版权所有：汽标委智能网联汽车分技术委员会

全国汽车标准化技术委员会
智能网联汽车分技术委员会

2022年7月

引言

随着汽车电动化、智能化、网联化技术加速演进，融合物联网、云计算、大数据、人工智能等多种创新技术的智能网联汽车产业正在进入新的发展阶段。近年来，我国搭载驾驶辅助系统的乘用车新车渗透率持续提高，一定程度上降低了驾驶员的驾驶任务强度；智能座舱系统也逐渐装配到主流车型，开始为越来越多的乘车人提供更丰富多彩的乘车体验。

主观评价多年来广泛应用于全球汽车产业，服务于相关产品的开发、测试及使用等环节，是传统汽车测试评价体系的重要组成部分。智能网联汽车因其技术路线多样、产品形态各异及更新迭代快等特点，在客观技术指标评价基础上，对主观评价体系方案的需求更为迫切。近年来已有许多企业和机构对智能网联汽车产品开展主观评价工作，形成了一定的实践经验，但整体来看，针对驾驶辅助、自动驾驶及智能座舱等产品和功能的主观评价没有形成行业普遍认可的方法论，包括智能网联汽车主观评价的作用范围、基础要素、评价维度和操作原则等。

本研究由整车企业、技术供应商和第三方检测机构共同参与，依据智能网联汽车行业发展现状和智能网联汽车主观评价及其标准化的发展现状，论证了智能网联汽车主观评价的必要性；开展了智能网联汽车主观评价的基础研究；确定了评价对象的范围并提出了评价层级和基础要素；建立了智能网联汽车主观评价体系，并通过科学的方

法对各层级的权重进行了研究；提出了智能网联汽车主观评价标准化的建议，为下一步标准制定提供参考。

在本研究报告编制过程中，各起草单位参阅了大量材料，并借鉴了行业的部分素材，鉴于篇幅有限，这里不一一列举，仅作诚挚的感谢！

在此，感谢参与研究报告编写的各个单位和组织：中国第一汽车集团有限公司，中国汽车技术研究中心有限公司，一汽解放汽车有限公司，比亚迪汽车工业有限公司，襄阳达安汽车检测中心有限公司，中国汽车工程研究院股份有限公司，东风日产乘用车公司，北京百度智行科技发展有限公司，北京国家新能源汽车技术创新中心有限公司，东风柳州汽车有限公司，上汽通用五菱汽车股份有限公司，华人运通（江苏）有限公司，惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司，吉利汽车研究院（宁波）有限公司，华为技术有限公司，广汽丰田汽车有限公司，安徽江淮汽车集团股份有限公司，宇通客车股份有限公司，上海蔚来汽车有限公司，北京滴滴无限科技发展有限公司，海南热带汽车试验有限公司，一汽丰田技术开发有限公司，奇瑞新能源汽车股份有限公司，广州汽车集团股份有限公司，重庆长安汽车股份有限公司，上海汽车集团股份有限公司，东风商用车有限公司技术中心，北京车和家汽车科技有限公司，均胜汽车安全系统（上海）有限公司。

主要编写人：高长胜、雷斌、张惠、陈帅、郑建明、王明剑、余忠皋、安珂、梁荣亮、张琳琳、张惠林、罗婵、刘延、林杰、周金应、

王冠翎、戴冕、沈时钊、刘爽爽、夏刚、杨滕辉、武平平、周欣、谢业军、刘书友、赵帅、汪志坚、李恩海、彭艺、刘航、郑芳芳、徐富水、许孟闯、田思波、李世通、林剑超、杨子江、李洋、石胜文、陈明明、张超尘、贾磊、潘定海、杨凯、徐名赫、童宝峰、张譞、沈超、梁耀斌、赵荀、刘鹏、姬崔艳、林俊山、王宣锋、孙建、李沅芳、张庆、刘振华、李晓勇、何国民、甘坚南、郑磊、谢春燕、黄明珠、周庆伟、卢冶、樊景帅、袁成、张春旺、吕帅、鲁延国。

版权所属：汽标委智能网联汽车分标委

目 录

引言.....	1
1 智能网联汽车主观评价必要性.....	1
1.1 智能网联汽车技术和产品发展现状.....	1
1.1.1 技术发展现状.....	1
1.1.2 产品发展现状.....	5
1.1.3 主客观评价的需求.....	10
1.2 智能网联汽车主观评价意义.....	11
1.2.1 对产品开发的意义.....	11
1.2.2 对测试评价的意义.....	12
1.2.3 对应用推广的意义.....	14
2 智能网联汽车主观评价发展现状.....	15
2.1 汽车主观评价理论现状.....	15
2.1.1 传统汽车主观评价理论.....	15
2.1.2 智能网联汽车主观评价理论.....	17
2.2 智能网联汽车主观评价的应用实践.....	19
2.2.1 “双百+”评价体系.....	20
2.2.2 CC-1000T 评价体系.....	23
2.2.3 i-VISTA 智能汽车指数评价体系.....	25
2.2.4 ICVT 评价体系.....	28
2.2.5 汽车之家评价体系.....	30
2.2.6 太平洋汽车评价体系.....	32

2.2.7	奥地利 ECS 主观评价体系	36
2.2.8	中国汽车消费者研究与评价 (CCRT) 评价体系 ..	37
3	智能网联汽车主观评价标准化发展现状	41
3.1	主观评价国际标准、法规发展现状及其适用性分析	41
3.2	主观评价国内标准、法规发展现状及其适用性分析	42
4	智能网联主观评价基础研究	44
4.1	主观评价相关概念	44
4.2	评价对象的范围	45
4.3	评价层级的限定	50
4.4	评价的基础要素	52
4.4.1	主观评价场景选取	52
4.4.2	主观评价车辆选取	58
4.4.3	主观评价人员选取	58
5	智能网联汽车主观评价体系研究	62
5.1	现有主观评价体系分析	62
5.2	评价维度	64
5.2.1	评价维度定义原则	64
5.2.2	评价维度定义	65
5.3	评分方法	68
5.3.1	评分方法研究	68
5.3.2	智能网联汽车主观评价的评分方法建议	69
5.4	权重分配	70

5.4.1	评价权重分配方法研究.....	70
5.4.2	智能网联汽车主观评价权重分配方法建议.....	76
5.5	评价体系	77
5.5.1	评价体系整体框架.....	77
5.5.2	评价流程.....	80
6	智能网联主观评价标准化建议.....	82
6.1	智能网联主观评价标准化对象的建议	82
6.2	智能网联主观评价标准化路线的建议	82
6.3	智能网联主观评价标准化需求研究总结与展望	83

版权所属：汽标委智能网联汽车分标委

1 智能网联汽车主观评价必要性

截至 2020 年，我国主流车企部分新车已陆续搭载 ICA（智能巡航辅助）、TJA（交通拥堵辅助）、IPA（智能泊车辅助）等 L2 级功能，为下一步高等级自动驾驶功能的实施打下基础。目标至 2030 年，未来社会将以新一代人工智能技术、信息通信技术、云计算技术与能源技术深度融合为基础，将无处不在的传感器、终端智能控制系统、通信设施和出行装备整合形成智能网络。人的需求通过海量数据进行分析处理，并由智能网络在衣、食、住、行各环节自主做出判断、选择、控制，整个过程用户可全程参与交互，智能网络根据需求进行调适，全面整合出行与生活资源，融合人、车、生活场景，全面实现美好生活、美妙出行的愿景。

为了更准确地描述和分析智能网联汽车在美好生活、美妙出行愿景上的用户驾乘体验，需要制定一份科学、规范的智能网联汽车主观评价规范。同时也有助于在产品端提升用户体验，促进智能网联汽车行业发

1.1 智能网联汽车技术和产品发展现状

1.1.1 技术发展现状

1) 智能驾驶技术方面

智能驾驶技术包括感知融合技术、规划决策、车辆控制、系统工程等四个技术集，逐步攻克智能汽车多渠道信息感知、厘米级定位、自动换道、轨迹规划、轨迹预测以及智能驾驶控制器集成等十余项关键技术。同时，为保证车辆的安全有效的运行，需要架构设计、传感器技术、硬件设计、软件设计、执行器技术等基础技术领域取得相应

的突破。

随着辅助驾驶系统搭载率的提升，驾驶辅助功能已经愈发先进。基于单目、双目和三目摄像头以及毫米波雷达和激光雷达的车辆纵向控制能力已经在市场使用中越发成熟，主要性能差别体现在安全、准确、及时和顺畅上。同时基于摄像头的横向控制也逐渐能够应用于包含车道保持、自动变道超车、进出匝道等场景上，大大减轻了驾驶人的工作强度。

2) 智能座舱技术方面

智能座舱是一个完整的用户驾乘体验生态系统，是智能网联产品面向用户的集中呈现载体——包括用户在车内“看到的、用到的、感受到的”，涵盖座椅、内饰、灯光、信息娱乐、HMI（人机交互介质、界面等）、互联服务和车联生态等方方面面，是为车主提供有情感、有温度、有智慧的专属空间。

“十三五”期间，随着智能化和网联化技术的进步，国际、国内的各大主流车企都非常注重用户新型体验技术的开发与应用，表现为车载功能与网联服务应用越来越多，液晶显示面积也越来越大，信息交互的方式也越来越多。

“十四五”期间，HMI设计将更加趋向智能化和情感化，更加趋同于人与人沟通、交流的方式。这些都对座舱的交互体验带来很大的挑战，整个座舱不仅包括车内狭义交互，而且包括车外的交互，例如车与车、车与环境、车与行人间的交互，是一个广义的“大交互”概念。

为打造能够实现畅享、智趣的出行体验，提供优质智慧服务的座舱平台，智能座舱技术逐渐在以下方面取得突破：

(1) 硬按键、触控、语音、手势等多模态交互技术，以及基于人工智能技术的语义理解、手势识别、眼动交互等交互技术。

(2) 逐步升级屏幕显示技术，如多屏互动，HUD-Pro、AR-HUD等，另一方面需要很高的系统算力来保证服务过程的流畅与视听体验的舒适。

(3) 智能灯光 ADB 技术，汽车灯具是车辆颜值的重要表达方式，灯光是用户感受畅享体验的重要部分，随着汽车 LED 光源技术的成熟应用，汽车智能灯光技术发展迅速。ADB 将逐渐成为前部照明的标配技术，其像素数由目前的 32 像素将逐步发展到百级像素，未来可达到千级甚至万级像素。

(4) 座舱域控制技术与车身域控制技术，实现系统平台化、控制集成化、接口标准化、硬件模块化、软件解耦化。

3) 网联应用技术

信息与通信技术（ICT，information and communications technology）作为智能化、共享化的技术根基，同时作为技术跨界融合的创新载体，支撑车企打造“智能驾驶+智慧服务”创新出行模式。

汽车网联化的发展至今仅十余年，从以远程呼叫、远程控制、车况查询、驾驶行为分析等技术为代表的信息交互阶段开始，至近年来网联化技术的内涵不断延伸，特别是在 5G、云计算、人工智能、大数据挖掘与应用技术的驱动下，“十四五”期间汽车网联化将跨越到协同感知层次。

到 2025 年，打造“数字生态+融合空间”的产品形态，基于 5G 智能网联汽车云服务平台实现车内、车与车、车与路、车与人、车与服务平台的万物互联，围绕车生态、交通生态、城市生态、人生态、家生态、娱乐生态、金融生态、零售生态等构建生态赋能的个性化、私人专属定制的服务，打造更丰富、更多元的出行模式及生活方式，为车主提供畅享充满智趣的出行体验。

4) 智能交互技术方面

当前，多模融合的智能交互方式正成为汽车行业技术发展的新趋势之一。

车载交互输入方式，从传统的融合物理按键\旋钮、触摸板\条，扩展到通过触摸屏、语音、手势、指纹等新式交互途径，到车载生理体态、表情、语气、情绪、行为监控的机器主动识别。对车内感知能力的日益整合，将催生出独立的“感知层”。同时抬头显示（HUD）、从文本到语音（TTS, TextToSpeech）、香薰、震动、虚拟音等技术的成熟，也提供了更多的车载交互的反馈方式。

通过语音、视觉、触摸等多模态融合的交互，可以有效的实现减少车主输入操作频次、更精准的意图识别、使指令触达路径更短，进行更高效率的执行与反馈；同时，也有利于人工智能深度理解车主意图，辅助车主决策，提升驾驶的安全性和用户体验。

多模态交互方式中，语音交互是目前最为符合人类自然习惯的交互方式，因此，全场景的闭环自然语言交互应以自然语言为主、辅以

通用性视觉算法及生物识别技术的多模态融合交互。此交互技术是目前研发的重点。

5) 智能推荐技术方面

人工智能技术将从智能感知、智慧服务、智能交互、智慧出行、智能制造、智能物流 6 个方向全方位推动汽车产业变革。其中智慧服务通过挖掘分析智能网联汽车及周边生态数据，给汽车行业全产业链提供产品策划、驱动研发、精准营销、数据增值等一系列服务；智能交互通过多模态的智能传感器，深层次理解用户的需求，为用户提供精准服务；智慧出行借助人工智能、大数据、物联网等先进技术和理念，实现线上资源合理分配，线下高效优质运行；融合智能网联汽车、生态、销售、售后、互联网等数据，利用机器学习、深度学习、知识图谱等多种技术手段，开展用户画像、连贯场景、情绪识别、智能推荐算法等个性化智慧服务全流程核心技术研究，提升产品自主开发和产品迭代升级能力，持续输出技术成果，为车主打造全场景、跨领域贴心智慧服务。

1.1.2 产品发展现状

智能网联汽车目前正处于渗透率快速提升的阶段，智能网联汽车能够将手机的百万数量级的应用融合到汽车中，实现汽车应用的量级突破。智能网联汽车有望继智能手机之后，成为新一代的超级终端。

据 2021 中国电动汽车百人会云论坛等会议公布的数据显示，2020 年我国 L2 级智能网联乘用车市场渗透率达到了 15%至 20%；北

京市政府印发《北京市“十四五”时期高精尖产业发展规划》指出：

“要坚持网联式自动驾驶技术路线，推动车端智能、路端智慧和出行革命，加速传统汽车智能化网联化转型，力争到 2025 年汽车产业产值突破 7000 亿元，智能网联汽车（2 级以上）渗透率达到 80%”，其他省市也均有类似目标。

近期发布的 GB/T 40429-2021《汽车驾驶自动化分级》提出了 L0~L5 级，共 6 个等级的驾驶自动化功能分类方法，符合国内汽车市场的发展模式，给国内汽车行业提出了更为具体、全面、统一的自动驾驶分类，给政府行业管理部门、企业产品开发及宣传、消费者提供了可靠的参照标准，为自动驾驶时代的到来做好了准备。M 类载客汽车和 N 类载货汽车均可参照该国标分级，以驾驶自动化系统能够执行的动态驾驶任务的程度为区分，根据在执行自动驾驶任务过程中驾驶自动化系统与驾驶员（安全员）参与驾驶控制主次为范围，将驾驶自动化划分为 0 级至 5 级，共 6 个等级的驾驶自动化。

0 级驾驶自动化（应急辅助）系统不能持续执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，但具备持续执行动态驾驶任务中的部分目标和事件探测与响应能力。此阶段的车型仅配备自动紧急制动和定速巡航功能，虽然可以通过前置毫米波雷达探测目标物但不具备持续执行动态响应的能力。此阶段产品性能差别主要体现在：1、自动紧急制动的误触发频次；2、定速巡航加减速控制舒适性；3、负载变化时动力总成转速保持能力。

1 级驾驶自动化（部分驾驶辅助）系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向或纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与响应能力。这个级别的车型往往具备自适应巡航功能，可以实现纵向控制功能并在高速路段具备一定的用户应用体验。此阶段产品的自动紧急制动误触发问题已经基本解决，主要性能差别体现在纵向跟车控制的及时性、舒适性和安全性上。这个级别的车型还会具备车道保持功能，可以实现横向控制功能，使车辆保持在车道内行驶。

2 级驾驶自动化（组合驾驶辅助）系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向和纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与响应能力。这也是目前阶段市面上主流产品的水平，各整车厂均有自己开发或整合的系统，分别使用不同的技术路线实现相似的功能和用户体验。如小鹏的 XPILOT 3.0 使用 3 目前置摄像头匹配激光雷达实现了全域导航辅助驾驶等功能，理想 AD 辅助驾驶功能使用 800 万像素高清前置摄像头同样实现了导航辅助驾驶的功能。传统整车厂主要将 2 级辅助驾驶作为高配车型的主要卖点，如奔驰和宝马的驾驶辅助系统均具备完整的横纵向驾驶辅助功能。此阶段是市场上大多数产品已经或即将具备的功能，用户体验上呈现巨大的差别，在横纵向控制上的舒适性、及时性和安全性上差距较大，同时在接管率和实际降低驾驶员工作强度上不同产品的性能呈现较大差异性。

北美特斯拉基于纯视觉感知的 Full Self-Driving 系统已经提供给用户进行测试，该系统在具备横纵向控制的基础上，能够通过测试数据来完善自身，进而将驾驶员转变为安全员，从而接近 3 级驾驶自动化。在国内，小马智行已在北京、广州等多个城市开启自动驾驶出租车试运营，同时百度 Apollo 也可以通过“5G 云代驾”技术快速从云端接管车辆，保障车辆安全，其计划在获得牌照后进行自动驾驶出租车的运营，并将在法律法规允许的前提下探索主驾去安全员自动驾驶车辆的运行，进而逐步达到更高级别的汽车驾驶自动化。

相较于受到法律法规影响的公共道路，在封闭场地内运行的港口、矿区和园区物流车已经能够或部分能够实现 4 级驾驶自动化，即将驾驶员的概念完全转化为安全员。如从上汽旗下“科创小巨人”友道智途获悉，友道智途自主研发的全新无人纯电智能转运车（AIV）已在宁波大榭招商国际码头圆满完成 34 项基础指标测试和 16 项的单车测试，并在规控、感知、安全方面表现突出。如东风天龙 KC 自动驾驶工程车等工程车也将在未来 3 至 5 年实现仅搭载安全员的自动驾驶。同时在全国各地区，低速无人物流配送车已经有了相对较大的部署量，如美团无人物流配送车，在执行短距离配送业务时完全不需要人类驾驶员或安全员的工作，可独立自主的以低于 30km/h 的车速完成最后几公里的配送任务。

现阶段在特殊场景里，无人驾驶汽车已经活跃在真实路面上。如：美团、NURO 等无人物流配送车，Waymo、百度 apollo 等无人驾驶

出租车以及大量港口无人物流配送车。但是距离 5 级自动驾驶，还有很多技术和法规问题需要解决。

近年来嵌入式设备的发展，使车载 Windows CE 系统完全被 Linux、Unix 和 Android 系统所取代，使得车载多媒体系统除了导航和音视频播放外，能够提供更多的人机交互功能，包括语音识别和控制，在线控制和娱乐等功能。2016 年，代号 W213 的第六代奔驰 E 级上市，让车载大屏和多屏系统成为新的设计潮流。理想 ONE 的发布为副驾驶员提供了专有娱乐屏幕并能通过车机系统对中控屏幕进行一定功能的联控。随后智能座舱的概念被提出并逐步完善，如吉利星越 L 将三联屏投入到主流消费市场，使智能座舱的概念被大众所接受，并通过提供智能交互功能，与智能驾驶结合在一起，从而提供更好的驾乘体验。

与其他厂商不同的是，特斯拉基于 X86 架构的 MCU3.0 已经全面装备至 Model Y，其标配的 Ryzen 处理器和 RDNA2 架构独立显示计算单元使车辆具备强大的横纵向控制能力的同时，还将在座舱内提供相当于 PS5 主机的娱乐能力。高通骁龙 8155 则作为 ARM 架构的代表为其他厂商提供了流畅的汽车座舱芯片。

X86 和 ARM 两个技术路线，ARM 架构的平台具有更好的软硬件兼容性，同时作为嵌入式系统对于工作环境的要求也更低。X86 平台具备指令集优势，相同算力下可以进行更复杂的运算，搭载更复杂的程序，能够为驾乘人员提供跨时代的娱乐交互体验。

随着我国 5G 网络已经基本完成覆盖，车路协同的网联服务开始进入实际发展期，团体标准 T/CSAE 53-2020《合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用数据交互标准（第一阶段）》中发布的 17 种 V2X 应用场景已经为行业广泛接受，并已经由华为、希迪智驾、海康智联、大唐高鸿、星云互联等公司开发了成套的车载通讯单元和路侧通讯单元，这些网联单元在现阶段已经可以完全实现现有的交通信息报警广播功能，并为第二阶段提出的与智能驾驶交互提供了硬件和网络架构支持。

1.1.3 主客观评价的需求

目前面向智能网联汽车发展迅速，产品不断迭代，功能更新迅速，新产品新功能快速推出。由于受工况环境与人为因素影响较大，往往在零部件和子系统功能验收时需要进行大量场景和用例的客观测试。这些场景和用例提取自用户实际工况，测试结果能够证明各功能在规定的场景和工况下是否能够执行设计范围内的动态驾驶任务，测试用例和测试结果呈现间隔式的分布，测试目的主要是为了验证在约定的场景和用例下，功能是否正常工作，整车控制是否安全。因此，需要一种能够从真实世界用户角度补充地描述整车在智能网联方面的用户体验的方案。

随着智能驾驶相关法规和标准的建立，客观测试的场景和用例越来越复杂，但是越来越多的测试用例仅能够验证其安全性和特定条件下准确性，对于识别和控制的及时性与顺畅性，目前并没有完善的评

价手段。在整车开发流程中，随着技术的迭代升级，智能驾驶不仅仅需要安全和准确，而是需要更好的客户体验。在整车开发过程中，应在客观测试的基础上增加主观评价，以及及时了解产品当前的性能水平，进而有针对性的进行优化。

智能网联汽车的广泛应用，愈发增多的测试场景和测试工况使得整车厂在测试过程中的人力物力成本急剧加大，却依然难以覆盖碎片化的测试场景。

总结以上分析可知，在智能网联汽车测试评价方面主要存在以下痛点：

(1) 新产品新功能迭代迅速，为了提升用户体验需要完善的评价体系；

(2) 智能网联汽车开发过程中的主观性能目标缺乏科学性和一致性；

(3) 智能网联汽车客观测试过程中难以覆盖真实世界用户用车场景，客观测试结果不能完整地体现车辆的全部性能；

(4) 客观测试结果的表达通常技术性较强，用户难以将其与自身用车体验对标，因此难以对智能网联汽车的推广产生积极效应。

综上，开展基于智能网联汽车的主观评价十分必要。

1.2 智能网联汽车主观评价意义

1.2.1 对产品开发的意义

当前，许多汽车生产厂商以及零部件供应商在智能网联功能开发

过程中，将大量测试资源用于客观测试，而对主观评价仅实施于少量项目，对于主观评价中的测试项目、权重划分、评分原则以及结果的等级划分等，没有形成规范化的体系。

智能网联汽车主观评价体系的研究可以在驾驶习惯百分位分布、驾驶员心里诉求解析方面为开发者提供目标，并通过优化内部参数过度梯度及增加相关场景过度参数与程序等方法来达成目标，进而提高开发水平。因此探索一套切实可行又尽量符合客户使用习惯的主观评价体系对产品开发意义重大。

在整车开发流程中，评价和测试部门基于整车开发项目目标对包含驾驶辅助、自动驾驶、智能座舱和网联通信功能进行客观测试和主观评价，从而发现问题点或不符合用户使用需求的风险点，进而推动产品进行规避风险的设计修订，最终达到规避设计风险点的目的。由于客观测试的公式化和流程化，整车验证体系里包含主观评价可更完整地覆盖用户体验。主观评价可以基于用户和市场的角度，在保证科学性的前提下，更灵活更全面的评估整车在用户工况下可能遇到的问题点和不满之处，进而推动设计端进行优化，并最终在整车开发过程中最大限度地避免风险点。

1.2.2 对测试评价的意义

智能网联汽车当前的测试评价主要集中在仿真测试和实车测试两个方面，各方面的测试都是基于测试场景和测试工况进行操作，并基于所记录的数据进行处理分析，发现功能性能等层面的问题并反馈开

发和匹配端解决。上述测试活动主要还是针对功能算法问题的发现和
改进，以便使得最终功能的性能参数同需求相匹配。

然而，智能网联功能面向的应用对象是广大的普通驾乘人员，需
要客观测试与主观评价相结合才可以全面描述用户用车时的主观体
验不足。例如，智能领航跟车舒适性，除同功能设计之初确定的加减
速度上下限、加减速度变化率上下限、执行机构响应曲线等客观指标
有关外，还与车辆整体运动学表现等有关。通过一定程度的主观评价，
可以在上述客观评价的基础上，发现更多直接与功能体验相关的不足，
反馈给集成标定团队进行细化调整，从而使得功能最终有着更好客户
体验。

主观评价能使测试评价更全面。当前围绕客观评价的测试评价体
系，更多的是发现功能是否满足开发时设定的开发指标，而开发指标
设定的合理性无法完全通过客观评价来验证。比如，自适应巡航的切
入切出场景，开发阶段设定了某个响应指标，最终可以通过客观的场
地测试或实际道路测试来验证功能是否满足该开发指标。但是，响应
指标的设定是否令用户感到舒适则无法通过上述测试活动进行评价。
而通过合理的主观评价，可以发现该响应指标是否会让大部分驾乘人
员感到紧迫或不适，从而发现设计开发指标设定的不足。因此，主客
观评价结合，可以让测试评价更加全面。

智能网联汽车客观评价还需要借助于完善的工具链，而随着更高
阶智能网联功能的开发落地，工具链的发展相对系统更加滞后，因此

对于一些高阶功能无法完全通过客观评价进行测评，而主观评价能够更方便快捷地开展，因此主观评价能更加契合智能网联功能发展。

1.2.3 对应用推广的意义

主观评价的分数相较于客观测试，能更好地被没有基础和不了解测试用例的用户所接受。形成一份科学且合理的智能网联汽车主观评价规范可以让消费者更顺利的选择智能网联汽车，同时也降低了用户门槛，使得每一个用户都可以在自己关注的性能指标上选择合适的车辆，进而提高智能网联汽车的市场渗透率。

主观评价可以更好的从人的体验和角度出发，去评价和感受智能网联功能本身所带来的舒适、便捷、安全、高效。通过主观评价的结果和评级，可以用消费者更容易理解和感受的方式给出功能的优良中差，更好的指导消费者选购符合自身驾驶喜好的功能车辆，对于智能网联汽车相关功能的推广应用带来更大的便利。

当前智能网联汽车功能的开发普遍遵循以功能开发为导向的开发流程。通过功能需求分析，完成功能需求设计任务，进而开展满足所需功能的系统层级的设计分析以及软硬件实现。在功能需求分析阶段，无论是竞品还是需求分析体验，都可通过主观评价，发现已有功能的不足并可基于此开展新功能的需求设计优化，以便让新功能从设计之初打造更好的客户体验。在功能算法开发实现阶段，通过主观评价可以发现系统当前状态与功能需求目标的差异，指导功能算法的迭代优化。

2 智能网联汽车主观评价发展现状

2.1 汽车主观评价理论现状

2.1.1 传统汽车主观评价理论

2.1.1.1 基于心理学知识的车辆评价理论基础

人对事物的感知可以分为感觉和知觉。

心理学中的感觉是指感觉器官，如眼、耳、鼻、皮肤和舌，产生对事物的个别属性的认识。感觉系统的主要功能是：感知外界的物理刺激、把信息传递到大脑、在信息处理之前对其进行必要的加工。感觉信息的方式是“自下而上”的，即依赖于感觉器官对外部的物理事件编码的信息。“下”指人体的感觉器，通常对外部物理世界直接反应；“上”指人的大脑，具有信息加工包括记忆和组织信息的功能。

由于大脑的处理，人不仅仅可以认识事物的个别属性，而且可以获得事物各种属性之间的关系的认识，成为知觉：对感觉信息的整合并建立联系，形成抽象的概念。知觉同时包括“自下而上”和“自上而下”的因素，即知觉不是被动的获取外部事件的信息，而是主动地、积极地、有组织地获取信息。

感觉与知觉是有区别的，感觉是呈现自感觉器官的、未经精细加工的信息；而知觉是有组织的，是对感觉信息的组合，并赋予感觉以意义。

由这些感觉整合到一起的知觉，到底是什么，在认知之中处于什么水平，不仅仅依赖于接收到的感觉信息与信息之间的关系，还要进

行判断，而判断就需要基准或参考系。知觉不单纯是客观世界的映像，而且还包含着对物体的解释。知觉不可能只单纯从刺激一方描述，人的过去经验在知觉中起着重要的作用。经验不仅影响对已有感知的判断，也影响着对未知的预期。

综上所述，车辆主观评价的基本原理是：以感觉为基础，整合联系形成知觉，再与经验比较判断得出认知：这是一台什么车，水平如何？精简归纳为：感觉、知觉、比较，以下分别展开分析。

2.1.1.2 感觉的有效性

因为感觉是整个主观评价的基础，有效性是感觉阶段的首要目标。从感觉的实施过程看，包含以下几方面的要求：评价人员：参与车辆主观评价的人员必须具备敏锐的感觉能力；评价工况：车辆必须还原到实际的用户工况中进行全面的感受；评价视点：定义从哪些关注点去感觉车辆，以及这些关注点的组织方式。

2.1.1.3 知觉的整合加工

整体思维：车辆提供给用户的感受信息丰富，所有特征都是服务于整车风格，整体思维应贯穿车辆主观评价全过程；知觉的非线性：实际人类的知觉认知可能仅仅在有限的区间内是理性的、线性的，认识到知觉的非线性，才能避免落入理想数学模型困境，以更贴近用户的方式形成整车认知；通感与抽象知觉：评价过程中要重视抽象知觉的相关路径分析，正确地将感觉整合为知觉。

2.1.1.4 比较所需的参考基准

如何对知觉的好坏、水平、程度开展判断，需要参考基准进行比较。较简单的方式是与具体的参考基准比较，即与实际的车辆进行比较。更复杂的方式是与抽象的用户期望比较，判断评价对象对用户期望的满足程度。用户期望的形成：首先是既往的自身经验；然后是宏观的社会环境影响并修正客户对车辆的期待；最后是用户个性化的内因驱动。主观评价对水平的判断最终还是比较的过程，无论是与实际车辆的比较，还是与抽象的用户期望比较，如果缺乏参照，就无从评价。

2.1.2 智能网联汽车主观评价理论

智能网联汽车作为近些年新发展出来的技术产品，在类人、拟人、替人的路线上不断突破，赋予汽车新的科技属性和用户吸引力。而这些新技术、新场景以及新的用户需求，必然会对主观评价工作带来新的课题：

感觉阶段，评价对象的要求可以事先约定，评价人员可以训练，评价视点可以根据功能的创新与升级而不断推演迭代，真正困难的是评价工况的代表性与可行性：智能网联汽车新功能多，总体行驶里程少，特情与事故的历史数据少，挑选、设计有代表性的评价工况充满挑战；同时评价工况经常需要包含其他交通行为参与者，评价的功能又关乎行车安全，如何安全地、准确地实现复杂的评价工况是难上加难。要解决以上难题，一方面需要注重智能网联汽车的道路工况收集

与整理，科学地抽取出典型的使用场景与工况¹；另一方面要依赖于软件在环（SIL）、硬件在环（HIL）、整车在环（VIL）与场景重构的技术进步，用接近现实的模拟场景和实车响应来提供可信赖的评价工况，将虚拟评价与实车评价有机地结合起来。

知觉阶段，抽象知觉的形成因为评价对象的更新而需要重新梳理，比如 AEB 的安心感的相关感觉构成分析，但难度并不太大。

比较阶段，如果与实际车辆比较，由于功能创新过快，竞品车的水平可能并不理想，或者因为技术路径的差异导致功能不具备可比性，这时实际车辆或许不再是可靠的参考基准；如果与用户期望比较，由于车辆与功能太新，用户缺乏使用经验，舆论口碑被厂家宣传所左右，可能用户都很难说清楚自己到底期望什么、或者期望的水平是什么；更进一步，使用车辆方式的变化，从驾驶车辆到监控车辆行驶到乘坐车辆抵达目的地，用户期望必定有颠覆性的变化。基于不再可靠的、缺乏经验的、不清晰的、甚至颠覆变化的参考基准，如何评判水平好坏、是否满足用户期望，是智能网联汽车主观评价当前最大的难题。

从智能网联汽车测评的整体角度来看，主要关注两个方面，一个是系统安全，另一个是智能体验。细分一下，其中系统安全可以从被动安全、主动安全、功能安全、预期功能安全、信息安全等方面进行客观测试，智能体验方面可以从网联体验、交互体验、驾乘体验进行测评。这两个维度，其实第一个就是保障安全，主要是监管部门要考

¹ 使用场景主要指外部环境、人员使用和用途，工况主要指车辆自身的内在运转状态

虑；第二个体验测评，就是说如果智能网联汽车作为一个产品，不能给用户和消费者带来很好的体验，那么这个产品就不具备产品力。这些评价指标的测试需要用到一个多层级的测试技术手段，包括场地测试、实车路测、仿真测试、试验室测试以及审核评估多种测试评估技术。

与传统汽车一样作为交付用户使用的产品，智能网联汽车的主观评价依然遵从传统汽车的理论体系，即从感觉、知觉与比较三个阶段来得到评价结果，而在新功能配置的评价视点与架构、评价工况选择与实现、期望基准的建立与迭代等方面，则需要克服新的困难，做大量的研究和尝试。

2.2 智能网联汽车主观评价的应用实践

当前行业内已发布的代表性智能网联相关主观评价方法有：中国汽车消费者研究及测试中心的“双百+”评价体系、车云的 CC-1000T 的评价体系、中国汽车工程研究院股份有限公司的 i-VISTA 智能汽车指数评价体系、上海交通大学汽车工程学院的 ICVT 评价体系、汽车之家评价体系、太平洋汽车评价体系 ICT-300、奥地利 ECS 主观评价体系。这些评价方法从基础功能，到细分场景，再到交互体验，结合评价人员亲身体验完成了各自的体系构建。消费者对于这种基于主观的评测体验有一定的认可度，对于消费者而言这也成为衡量车辆智能网联相关能力的一个重要参考。下面对各评价方法体系进行详细介绍。

2.2.1 “双百+”评价体系

“双百+”评价体系来源于中国汽车消费者研究及测试中心。主要围绕整体外观、功能配置、智能交互功能体验、生态互联等四个主观方面，结合特色功能加分，从主观与客观两个维度进行评价，对当前的智能座舱进行相对全面的评价，“双百+”评价体系的主要评价内容及权重见图 2-1。



图 2-1 “双百+”评价体系的主要评价内容及权重

整体外观：驾乘人员接触车辆的直观印象是对整体外观的感知，整体外观的设计是日常车辆应用中最直接的感受。整体外观总分 10 分，包括整体设计的座舱设计和夜光模式；分项设计的仪表盘、中控屏、舱内摄像头和其他设计，整体外观评价内容细分及打分准则见表 2-1。

表 2-1 整体外观评价内容细分及打分准则

类别	评测内容	客观		主观		
		内容	打分	内容	打分	
整体外观 (10)	整体设计	座舱设计	通过仪表盘、中控屏的布局等数据进行	2	整体布局与设计的感受	3
		夜光模式	黑暗开灯模式下的灯光颜色、亮度、识别性、误识别率等	2	黑暗灯光下的感受	2
	分项设计	仪表盘	倾角、尺寸、屏幕参数（清晰度等）、视野遮挡等	1	显示效果、信息获取	1
		中控屏	倾角、尺寸、屏幕参数（清晰度等）、强光下显示等	3	舒适程度、行驶过程中的信息观察，易操控度，夜光模式下对驾驶影响等	2
		舱内摄像头	位置，对美观设计的影响程度等	1	对驾乘人员的感受压力	1
		其他设计	造型、其他屏幕（副驾屏、方向盘屏、玻璃屏等）	1	是否可以大幅提升驾乘人员的交互体验	1

系统实体交互功能配置：智能座舱的设计与体验很重要的一个方面来源于其集成的音、视、振等类型的具体交互功能。系统实体交互功能配置总分 25 分。包括视觉维度的仪表盘显示、中控屏、HUD、视频流显示、氛围灯、透明 A 柱、全息影像；声音维度的声音告警、导航多媒体状态；振动维度的方向盘振动、座椅振动，实体交互功能配置评价内容细分及打分准则见表 2-2。

表 2-2 实体交互功能配置评价内容细分及打分准则

类别	评测内容	客观		主观		
		内容	打分	内容	打分	
系统实体交互功能配置 (25)	视觉	仪表盘显示	功能区域分布，信息显示	4	行驶过程中的信息显示与体验等	4
		中控屏	交互区域分布、菜单等级、流畅程度	11	实际驾乘过程中的操控便捷与准确性等	11
		HUD	能显示的信息种类，各类光影响下的显示	2	应用逐步普遍，显示功能与体验	2
		视频流显示	内外后视镜的视频流显示功能	1	驾乘过程中的显示体验	1
		氛围灯	类别数量、灯光颜色、灯光动画等，氛围切换方式等	1	对于氛围的实际感受，以及氛围的变化差异及体验；	1
		透明A柱	是否具备功能	0.5	使用体验	0.5
		全息影像	是否具备功能	0.5	使用体验	0.5
	声音	声音告警	声音提示等级分布与设计	2	不同状态下的告警体验及反馈状态	2
		导航及多媒体状态	导航及多媒体开启状态下的声音层级设计	2	驾乘过程中的声音提示体验	2
	振动	方向盘振动	是否具备功能及等级设计	0.5	驾驶过程中的提示体验	0.5
座椅振动		是否具备功能及等级设计	0.5	驾驶过程中的提示体验	0.5	

智能交互功能: 智能座舱的设计与体验的另一重要来源是搭载的系统功能的具体表现, 一般不同类型的车辆具体功能表现差异相对比较大。智能交互功能总分 50 分。包括学习操作说明和操作演示类, 具体有语音识别、视觉交互、气味、健康座舱。智能交互功能评价内容细分及打分准则见表 2-3 (1), 视觉交互、气味、健康座舱评价内容细分及打分准则见表 2-3 (2)。

表 2-3 (1) 智能交互功能评价内容细分及打分准则

类别	评测内容	客观		主观		
		内容	打分	内容	打分	
智能交互功能 (50)	学习操作说明 (新手初体验)	是否具备	1	易接受与掌握程度	1	
	操作演示等	是否具备	1	界面渲染及演示效果	1	
	语音识别	控制功能类别	通讯、车控、导航、多媒体、查询、闲聊等	5	功能是否满足日常需求	4
		唤醒率	系统在不同用户、不同工况下的综合唤醒率	3	功能唤醒使用体验	3
		指令执行率	系统在不同指令、不同工况下的执行效果与表现	8	常用功能的执行结果	8
		响应时间	分别在不同工况下的功能响应时间	3	反应时间可接受范围	3
		语音识别与意图理解	针对不同用户群体的语音指令识别率	7	指令识别的人性化表现	8
		语音高级应用	声源定位、连续指令、中途打断、多人指令等具体功能	7	语音指令在应用过程中的个性化表现	7
		容错能力	误唤醒、误识别等表现	3	语音指令引发的误操作与使用故障等	3

表 2-3 (2) 视觉交互、气味、健康座舱评价内容细分及打分准则

类别	评测内容	客观		主观		
		内容	打分	内容	打分	
视觉交互 气味 健康座舱	视觉交互	FaceID	是否搭载及延伸功能	2	脸部识别的功能体验	2
		手势识别	是否搭载以及能识别的手势	2	手势识别灵敏度、种类、负荷表现、抗干扰等	3
		驾驶员状态监控	驾驶员情绪、抽烟、打电话等检测能力	2	状态告警形式、灵敏度、误报警等	2
		结合生理数据监控	是否具备功能	2	生理数据与主观体验感受匹配度等	1
	气味	VOC	-	0	挥发性气味感知体验	0.5
		气味香氛	相关功能及香氛类型数量	1	驾乘人员对于气味的体验感	0.5
	健康座舱	活体检测	是否搭载相关功能以及实现方式	1	对应功能的感知灵敏度与告警形式	1
		生理数据状态检测	是否具备相关功能	0.5	具体功能表现	0.5
		健康生活推送	是否具备相关功能	0.5	具体功能表现	0.5
		网络医生	是否具备相关功能	0.5	具体功能表现	0.5
	紧急呼叫	是否具备相关功能	0.5	具体功能表现	0.5	

生态互联: 由于万物互联的发展趋势, 车辆作为第三空间, 与其

他交互功能的互联程度是未来的一个重点关注方向。生态互联总分15分，包括OTA升级、联网账号同步、智能家居控制APP扩展。生态互联评价内容细分及打分准则见表2-4。

表2-4 生态互联评价内容细分及打分准则

类别	评测内容		客观		主观	
			内容	打分	内容	打分
生态互联 (15)	OTA升级		OTA升级效果	3	OTA操控体验	3
	联网账号同步 (手机手表账号绑定)	音乐	音乐账号是否同步	1	同步体验与音效感受	1
		网购	是否具备网购的同步	1	网购功能的切换与行驶过程中的体验	1
		出行	日常地点与导航	2	出行习惯与导航切换	2
		视频软件	视频软件的同步功能	1	同步与切换体验感受	1
		生活应用	美食、住宿、机票预定等	2	日常使用体验	2
		输入法	输入同步功能	0.5	输入习惯的转移与体验	0.5
	智能家居控制	智能家居	空调、灯光、音乐等	2	连接与控制体验	2
		室内厨具	车辆对家庭厨具的互联功能	0.5	功能的体验与反馈	0.5
	app扩展	车载应用商店	是否具备应用商店安装app功能以及app的丰富度		app数量与功能实现	2

特色分数调整：最后基于不同的车企设计理念，针对座舱方向独具特色的功能或表现极其优异的功能，可适当进行0-10分(主客观各5分)的加分。例如虚拟形象、舱外摄像头、其他优异的标杆功能等。

2.2.2 CC-1000T 评价体系

采用CC-1000T的评价体系来源于车云。CC的含义是车云与计算和通信；1000的含义是评测体系基础分为1000分，另外，对创新项设置不设上限的加分；T的含义是基于上车实测打分，基于评分标准及测试用例。CC-1000T评测树见图2-2。

模型架构——评测树

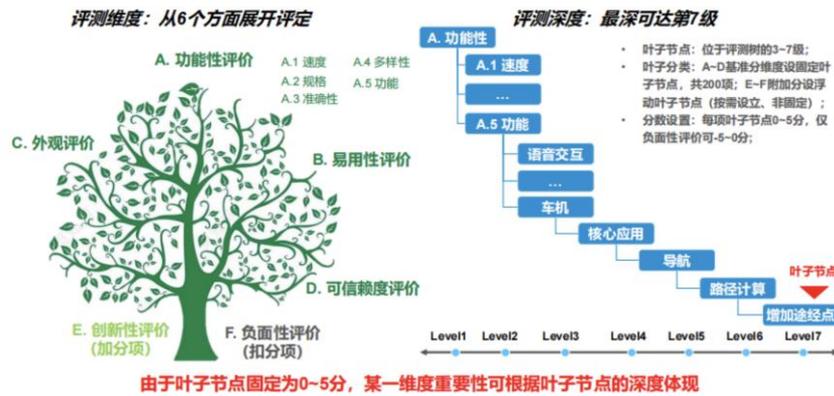


图 2-2 CC-1000T 评测树

评测维度从以上 6 个方面展开评定：A. 功能性评价、B. 易用性评价、C. 外观评价、D. 可信赖度评价、E. 创新性评价（加分项）、F. 负面性评价（扣分项）。每个维度最深可达第 7 级，叶子节点设置：位于测评树的 3-7 级。叶子分类：A-D 基准分维度设固定叶子节点，共 200 项；E-F 附加分，设浮动叶子节点（按需设立、非固定）；分数设置：每项叶子节点 0-5 分，仅负面性评价可-5-0 分。叶子节点评测标准为 5 分，在 4 分基础上，能让人感受到情感及人设；4 分：能解决用户问题且足够精炼；3 分：基本可用，问答逻辑正确；2 分：能识别关键词，但答非所问；1 分：完全答非所问，以及含有不友好内容或不适合语音播报的特殊内容。CC-1000T 评价体系见图 2-3。



图 2-3 CC-1000T 评价体系

评价指标主要有四个, 功能性、易用性、外观性、可信赖性。权重分配是功能性 70%、易用性 10%、外观性 10%、可信赖度 10%。在功能性评价中, 功能占总比重 48.5%、反应速度占总比重 9%、规格与准确性占总比重 8%、多样性占总比重 4.5%; 在易用性评价中, 交互体验占总比重 7%、友好性占总比重 3%; 在外观性评价中, 美观占总比重 4%、界面设计占总比重 2%、用户主观感受 (科技感、豪华感、仪式感) 占总比重 4%; 在可信赖度评价中, 安全占总比重 8%、质量与可靠性占总比重 2%。

2.2.3 i-VISTA 智能汽车指数评价体系

基于 i-VISTA 示范区平台, 中国汽车工程研究院股份有限公司在中国汽车工业协会和中国汽车工程学会的联合指导下, 充分研究并借鉴国内外智能网联汽车试验评价方法, 结合中国自然驾驶数据和中国驾驶员行为统计特性分析的研究成果, 经过多轮论证, 形成 i-VISTA 智能汽车指数评价体系。

2020 版测评规程由智能行车、智能泊车、智能安全、智能交互、

智能能效五大板块组成，新增智能星级综合评定规则，由五大板块分项评价加权计算，与测试车辆的分项评价结果同时发布更全面地评价具备智能驾驶、智能座舱等智能化功能的传统能源乘用车和新能源乘用车。

1) 智能行车

针对高速公路、城市道路、乡村道路等行车类的自动驾驶功能进行评价。2020版测评规程评价对象包括L1级的自适应巡航控制ACC、L2级的交通拥堵辅助TJA和高速公路辅助HWA等系统。2020版测评规程以中国自然驾驶数据和驾驶员行为统计数据为基础，借鉴国内外相关标准，根据车辆单车道纵向控制能力、单车道横向控制能力、单车道纵横向组合控制能力、换道辅助能力四大核心功能，设计试验场景，包括目标车静止、目标车低速、目标车减速、前车切入、直道居中行驶、直道驶入弯道、盲区无车、盲区有车共8个试验场景。

2) 智能泊车

针对低速自动泊车与远程召唤等与泊车辅助相关功能进行测试评价。2020版测评规程评价对象为L2泊车类驾驶辅助系统，增加白色标线车位的占比，去掉了大车位试验场景，丰富了停车位环境参照物；测评规程对双边界车辆/白色标线平行车位、双边界车辆/白色标线/方柱垂直车位、双边界车辆/白色标线斜向车位等7大类场景的泊车能力进行评价。智能泊车辅助系统在车辆泊车时，自动检测泊车空间并为驾驶员提供泊车指示和/或方向控制等辅助功能，辅助驾驶员

完成泊车。

3) 智能安全

针对智能汽车安全保障的相关功能进行测试与评价，包括主动安全、信息安全等在内的所有与安全强相关的功能将逐步纳入测评体系。2020 版测评规程测评内容包括：AEB 车对车，AEB 车对弱势群体，LSS 车道辅助，SSS 侧向辅助四个子系统。车对车 AEB 测试场景不变，调整了主车与目标车相对速度；增加行人与骑行者 AEB 测试内容，包含了能够反映中国交通特点的试验场景，覆盖了白天、夜间试验场景，以及成人/儿童横穿、纵向试验场景；LSS 的测评内容在原来的 LDW 车道偏离预警基础上增加了 LDP 车道偏离辅助的试验场景；SSS 的测评内容在之前 BSD 盲区监测的基础上增加了 DOW 开门预警功能的试验场景。

4) 智能交互

智能交互板块是 2020 版测评规程全新增加的板块，主要针对的是智能汽车的交互与网联化水平进行评价，包括人车交互、车车交互、车路交互等。而 2020 版测评规程评价对象为车载语音交互、触屏交互系统。众所周知，在驾驶过程中，驾驶员的手和眼睛都被任务所占据，因此车载场景对于语音的免提交互功能有更高的要求。新版的测评规程结合用户需求及市场现状设计车内智能交互测试工况，从语音唤醒、语音功能满足度、语音功能丰富度、语音方言支持度四个角度进行考量，较全面的测评语音交互系统的实用性。另一方面，触屏交

互通过触屏可用度、触屏丰富度、触屏应用启动时间以及触屏流畅度 4 个方向进行测试，主要考验车机系统的流畅度以及系统内置功能的丰富度。

5) 智能能效

智能能效为新能源汽车单独测评项目。该版块对新能源汽车的能效管理水平进行测试，主要从工况适应性、环境适应性、充电效能等维度进行评价。2020 版测评规程已在 2021 年 1 季度正式发布。新能源汽车指的是采用新型动力系统，完全或主要依靠新型能源驱动的汽车，主要包括纯电动汽车、插电式混合动力（含增程式）汽车、燃料电池汽车。

2.2.4 ICVT 评价体系

ICVT 是上海交通大学汽车工程学院开发，各高校研讨论证的评价体系，主要由网上车市评价使用。ICVT 智能网联汽车评价标准，从需求度（功能是否需要）、实用性（功能是否好用）、操作性（操作是否便捷）、价值性（功能是否值得）四个维度入手，涉及 125 项评价点。

模型一级架构由占比 40%的人车交互实现、占比 40%的智能化功能实现、占比 20%的生态服务圈实现组成。ICVT 评价体系模型见图 2-4。



图 2-4 ICVT 评价体系模型

人车交互实现为聪明、体贴、人性化的人车交互，总分值 100 分。其中语音交互 35 分，评价维度包括识别功能范围、识别准确率、灵敏度；视觉交互 35 分，评价维度包括屏幕尺寸、视觉布局、显示效果、系统人性化；物理交互 30 分，评价维度包括按键反馈、触感、布局合理性。

智能化功能实现为更舒适便利的驾乘体验，总分值 100 分。其中导航服务 30 分，评价维度包括导航易用性、延展性、信息共享、显示效果；泊车影像 25 分，评价维度包括视觉效果、清晰度、泊车轨迹、障碍物响应灵活度；娱乐系统 25 分，评价维度包括体验效果、功能扩展度；远程控制 20 分，评价维度包括远程功能可实现数量、OTA。

生态服务圈为智能化场景的互通互联，总分值 100 分。其中救援维保 35 分，评价维度包括使用便捷性、响应速度、服务跟进；硬件互联 35 分，评价维度包括手机、智能可穿戴设备、智能家居等实现互联；智能支付 30 分，评价维度包括可支付场景丰富度、使用便捷

性。

2.2.5 汽车之家评价体系

模型一级架构由占比 30%的人车交互、占比 50%的功能实现、占比 15%的服务生态、占比 5%沟通友好度组成。

人车交互满分 100 分，评价点包括中控屏幕、语音交互、物理/触控按键和仪表盘。其中，中控屏幕：系统易用性 14 分，屏幕质感 10 分，屏幕尺寸 8 分，显示效果 8 分；语音交互：识别准确率 15 分，功能满足度 15 分；物理/触控按键：易用性 12 分，按键反馈 8 分；仪表盘：屏幕尺寸 5 分，显示效果 5 分。

功能实现满分 100 分，评价点包括娱乐系统、地图导航、泊车影像、通讯、系统功能、远程控制、映射功能。其中娱乐系统：功能满足度 10 分，功能实现效果 10 分，乘坐人员体验 5 分；地图导航：功能满足度 5 分，显示扩展性 2 分，易用性 3 分，信息共享 2 分，功能实现效果 8 分；泊车影像：清晰度 6 分，泊车轨迹 5 分，响应速度 2 分，功能满足度 2 分；通讯：功能满足度 8 分，功能实现效果 7 分；系统功能：功能满足度 8 分，功能实现效果 7 分；远程控制：远程功能满足度 4 分，OTA 1 分；映射功能：功能满足度 5 分。

服务生态满分 100 分，评价点包括：生活和支付、维保救援、硬件生态。其中生活和支付：功能适用性 50 分；维保救援：车内场景功能满足度 20 分，App 场景功能满足度 10 分；硬件生态：硬件适用性 20 分。

沟通友好度满分 100 分。评价点关注情感沟通，其中逻辑算法 50 分，实现形式 50 分。汽车之家评价体系见图 2-5。



图 2-5 汽车之家评价体系

在每一个评价维度中，都采取了百分制的评分方法。每一个维度的得分乘以所占权重并相加，最终得出被测车载互联系统的整体得分。根据系统评测的得分情况，最终以星级的形式给出系统的最终评价，根据得分情况，评测人员会给出★到★★★★★☆不等的等级。

对于语音识别功能，有 50 个标准化测试语句进行识别测试，最终依据系统的识别度和功能的实现率进行打分；对于车载屏幕会依据屏幕尺寸以及屏幕的 PPI 值评分；对于操控逻辑合理性，依据对具体功能的实现步骤进行评分。

对于人机交互易用性以及界面设计等主观评测维度，在评价标准中也给出了详尽的评价方法和得分标准。对于比较容易产生分歧和争议的评测项目，例如界面设计的美观程度等，组织了由汽车之家资深编辑组成的评审团，经过所有成员讨论表决后得出最终得分。

对于每一具体项目得分，都依据标准对于所得分数离散化处理并精确到小数点后一位，将得分划分为若干档次，避免不同评测人员给出的分数产生细小差异的积累导致大的分数差异产生。

2.2.6 太平洋汽车评价体系

太平洋汽车评测标准简称 ICT-300，分为自动驾驶、智能座舱、性能测试三个大类，每一大类分为硬件指标和软件指标两个维度，分40余个具体的评分项目进行打分。

1) 自动驾驶评价体系

自动驾驶评价体系满分152分，分为传感器、可实现功能（也称为封闭场地单项测试）、升级能力、自动驾驶主观感受（也称开放道路综合测试）四个部分。其中传感器、可实现功能、升级能力三项为客观评价，自动驾驶主观感受为主观评价。具体各项评价指标及打分细则详见图2-6。

类别	评测内容	评分范围	评分标准	
自动驾驶	传感器 (客观, 10分)	配备微波雷达	0~2	无0分 有2分
		配备毫米波雷达	0~2	无0分 有2分
		微波雷达、毫米波雷达搭配 远距离高清摄像头	0~4	无0分, 有远距离高清摄像头4分
		微波雷达、毫米波雷达搭配远 距离高清摄像头与激光雷达=2 分	0~2	无0分, 有激光雷达2分
	封闭场地单项测试 (客观, 82分)	高速弯车道保持	0~2	无0分, 能够居中2分
		主动刹车	0~2	无0分, 有2分
		特殊地形的识别 (桩桶道路收窄)	≤6	无识别0分 能够识别or预警2分 有主动规避动作4分
		自适应巡航能力	0~4	有限速度的巡航2分 全速域的巡航2分
		全速域自适应巡航下的能力	≤6	车道保持功能2分 车距是否可调2分 能够减速至0后再起步2分
		高低难度场景的自动泊车能力	≤14	倒车入库测试成功得6分 有侧方障碍的停车侧方位成功得8分
		给予指令后自动完成变道	0~4	有变道功能2分 无后车时变道是否迅速2分
		自我完成变道 (地图导航能力)	0~4	不支持0分 支持地图导航状态下的自动变道4分
		自动驾驶辅助状态中可上匝道	0~8	不支持0分 支持地图导航状态匝道识别进入8分
		复杂场景的行人识别与规避	≤20	40km/h续航移动假人横穿测试6分 40km/h移动假人鬼探头测试8分 50km/h固定假人 (小孩) 测试6分
		复杂场景车辆紧急加塞 识别与规避	0~8	能够识别或警示2分 能够做出明显减速的规避动作2分 避免碰撞4分
		复杂场景隧道内 障碍车的识别与规避	0~4	不通过测试0分 通过4分
	升级能力 (客观, 20分)	车机类功能的更新	0~5	仅支持车机功能的OTA=5分
		能够基于传感器等硬件 对全功能方面进行升级	≤15	空调、锁车等常规控制更新5分 调用传感器对自动驾驶能力更新5分 调用传感器对加速、制动性能更新5分
	开放道路综合测试 (主观, 40分)	自动泊车感受 (准确度、速度、适应能力)	≤10	车位识别是否迅速3分 停车过程是否准确、迅速3分 自动泊车功能的易用程度4分
		自适应巡航感受 (跟线过弯准度、自然程度)	≤10	高速弯车道居中是否准确2分 加减速是否自然4分 综合体验、拟人化程度4分
		完全自动驾驶辅助感受 (为驾驶人分担程度)	≤10	在巡航、变道等少部分工况为人工分担5 分 能够在复杂工况下为人工分担5分
		特殊功能: 赛道模式、智能召 唤、收费站识别	≤10	召唤功能2分 赛道模式2分 自动识别进入收费站6分

图 2-6 太平洋汽车自动驾驶评价体系

传感器满分 10 分，按照微波雷达、毫米波雷达、高清摄像头的配置进行打分。

可实现功能满分 82 分，包括被动式辅助驾驶和主动式辅助驾驶。被动式辅助驾驶包括 L2 级别的基本辅助功能（大约占 1/4 分值），基于 L2.5 的进阶辅助功能（大约占 1/4 分值）。基于智能汽车主动识别、自我判断的辅助驾驶大约占 1/2 分值。

升级能力满分 20 分，主要为对 OTA 能力的评价，包括 OTA 更新的范围以及更新的深度。

自动驾驶主观感受满分 40 分，是基于实测环境下对自动驾驶辅助功能进行打分，包括自适应巡航、自动泊车、完全自动驾驶辅助以及新奇功能（自动驾驶辅助进阶）四个方向评价。

2) 智能座舱评价体系

智能座舱评价体系满分 100 分，共分为屏幕效果、车机性能、语音交互、智能化进阶需求四个部分，除屏幕效果外，其余全部为主观打分。具体各项评价指标及打分细则详见图 2-7。

类别	评测内容	评分范围	评分标准	
智能座舱	屏幕效果 (10分)	尺寸	5~7英寸=1	
			7~14英寸=2	
			>14英寸=3	
		分辨率	0~2	短边像素<720=1
				短边像素>720=2
		可视角度、亮度	0~3	屏幕有明显反光且影响观看=0
				屏幕有明显反光但不影响观看=1
				无明显反光=2
		屏幕盖板玻璃、防划涂层	0~2	完全不反光=3
	明显划痕=0			
	细微划痕=1			
	车机性能 (45分)	系统流畅程度	0~10	无划痕(特殊涂层)=2
		易用性、UI交互设计 (分数叠加项目, 最高10分)	0~10	有明显掉帧或等待时间过长=0~5
				否则按实际情况=5~10
		中控屏幕丰富度, 体验效果 (分数叠加项目, 最高10分)	0~10	空调、导航的打开步骤少于2步=2
				自带音乐播放器/车辆设置放在第一屏=2
				具备快捷通知/快捷设置栏=1
		仪表盘功能丰富度 (分数叠加项目, 最高8分)	0~8	主观评价=0~5
				在线地图=1
				在线音乐播放器/视频播放器=1
		扩展性第一部分 (中控屏幕)	0~2	车辆能耗信息=0~2
	360行车影像=0~2			
	主观评价=0~4			
扩展性第二部分 (手机互联) (分数叠加项目, 最高5分)	0~5	能耗信息显示 (包括剩余续航、平均电耗) =1		
		音乐播放器显示=1		
		车辆设置=1		
语音交互 (35分)	常规功能支持 (分数叠加项目, 最高14分)	0~14	导航信息显示=1	
			主观评价=0~4	
			无软件商城=0	
	识别速度、纠错能力	0~9	有软件商城但可下载的软件很少=1	
			软件商城可下载的软件很多 (像手机一样多) =2	
多轮对话、语句联想能力	0~12	苹果手机映射=2		
		安卓手机映射=2		
智能化进阶需求 (10分)	智能化、情感化、有温度	0~2	支持无线映射=1	
			支持导航唤醒并导航到指定目的地=2	
			温度调节=2	
	OTA、更新频率以及更新内容	0~2	车窗调节=2	
			点播音乐及调节音量=2	
辅助驾驶信息输出丰富程度	0~2	主观评价=0~6		
趣味性 (彩蛋、游戏、KTV)	0~2	识别速度=0~3		
		粤式普通话纠错能力=0~6 (每句得2分)		
手机远程操控 (分数叠加项目, 最高2分)	0~2	每句得2分		
		支持开窗开空调=1		
辅助驾驶信息输出丰富程度	0~2	支持遥控挪车/泊车=1		
		主观评价=0~2 (包括路况识别、车辆状态、路牌显示/美观度、方向盘震动、声音提示)		

图 2-7 太平洋汽车智能座舱评价体系

屏幕效果满分 10 分，主要包括尺寸、显示细腻程度/分辨率、可视角度/亮度、屏幕盖板玻璃用料四个方面。可视角度越大、屏幕亮度越高，在强光环境下人眼更容易识别屏幕内容，此外，好的屏幕盖板玻璃可以减少指纹、划痕的出现，因此也列入评价指标中。

车机性能满分 45 分，占据智能座舱评价体系的一大部分。车机性能最先考虑的是流畅性，其次是易用性和 UI 交互设计，此外，在车机功能丰富程度上分了中控和仪表屏幕两个维度进行评价。

语音交互满分 35 分，细分了三个项目，包括常规的功能实现、识别速度与纠错能力、以及多轮对话、语句联想能力等。

智能化进阶需求满分 10 分，针对基础的智能化标准，针对用户更高要求进行打分，包括情感化、趣味性、OTA、手机远程控制等。

3) 性能评价体系

性能评价体系满分 50 分，分为 0-100km/h 加速测试、100-0km 制动测试、18 米蛇形绕桩、麋鹿测试、噪音测试五个部分，除 18 米蛇形绕桩为主观打分外，其余全部为客观打分。具体各项评价指标及打分细则在此不再赘述。

2.2.7 奥地利 ECS 主观评价体系

在商用车整车主观评价领域，奥地利 ECS 主观评价体系较为成熟完备，该评价体系将综合商品性主观评价分为静态评价和动态评价 2 部分，针对车辆各系统和性能用 1-10 分制的等级评分法进行打分评价。评价体系见图 2-8。

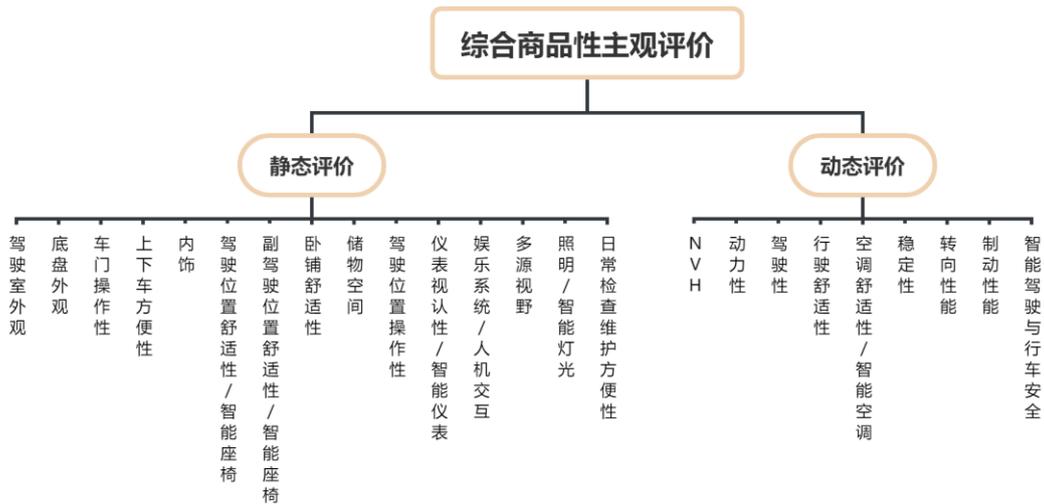


图 2-8 奥地利 ECS 主观评价体系

在图 2-8 ECS 主观评价体系中，针对智能驾驶相关功能建立的主观评价体系包含在最后条目“智能驾驶与行车安全”中，该评价体系以独立的智能驾驶相关功能为基础评价对象，包括 ACC、FCW、LDW、AEBS、DMS、LKA、BSD、360°环视影像、电子外视镜等，对功能评价分为一级、二级或多级评价层级，每一层级均按照等级评分法进行主观评价评分。

以 ACC 等功能评价为例，第一层级评价项目包括功能启用条件、人机交互、控制策略、跟车间距、响应速度、加减速平顺性等评价项目，第二层级根据第一层级各项目继续分解，如人机交互可分解为视觉效果、听觉效果、按键操作等评价项目。以此类推，直至最深层细分项，对细分项的评分规则和主要关注点有操作指导文件进行支撑。

2.2.8 中国汽车消费者研究与评价（CCRT）评价体系

中国汽车消费者研究与评价（CCRT）评价体系，由中国汽车技术研究中心有限公司推出，在 CCRT 评价体系内目前关于智能网联汽车

主观评价的评测规程中，覆盖范围最广、评测角度最全的规程是 CCRT(智能电动汽车) 2020 版，在该版本中智能网联汽车主观评价归属于智能体验评价，主要围绕智能提示、智能驾乘、智能交互三个方面开展评价。CCRT 评价体系的主要评价内容及权重见表 2-5。

表 2-5 CCRT 评价体系的主要评价内容及权重

一级指标	二级指标		
	序号	测试项目	权重
智能体验	1	智能提示	30%
	2	智能驾乘	40%
	3	智能交互	30%

智能提示主要评价车辆的前向碰撞预警、车道偏离预警、盲区监测预警、抬头显示、车门开启预警功能，主要针对于提示类驾驶辅助功能。智能提示评价项目及权重见表 2-6。

表 2-6 智能提示评价项目及权重

二级指标	三级指标		
	序号	测试项目	权重
智能提示	1	前向碰撞预警	40%
	2	车道偏离预警	30%
	3	盲区监测预警	30%
	4	抬头显示（加分项）	+5%
	5	车门开启预警（加分项）	+3%

智能驾乘主要评价车辆的自动紧急制动、车道辅助系统、自适应巡航控制、智能泊车、行车组合控制，主要针对于各类与驾乘控制相关的驾驶辅助功能。智能驾乘评价项目及权重见表 2-7。

表 2-7 智能驾乘评价项目及权重

二级指标	三级指标		
	序号	测试项目	权重
智能驾乘	1	自动紧急制动	20%
	2	车道辅助系统	20%
	3	自适应巡航控制	20%
	4	智能泊车	20%
	5	行车组合控制	20%

智能交互主要评价车辆的语音交互、移动端交互和中控屏交互，针对于车辆与驾驶员交互和网联功能进行评价。智能交互评价项目及权重见表 2-8。

表 2-8 智能交互评价项目及权重

二级指标	三级指标		
	序号	测试项目	权重
智能交互	1	语音交互	30%
	2	移动端交互	20%
	3	中控屏交互	50%

CCRT 评价规程中评分计算方法：智能体验总分根据二级指标得分及权重计算得出，二级指标得分根据三级指标得分及权重计算得出，当三级指标分别进行专家级主观评价和消费者评价时，专家级主观评价占 75%，消费者调研占 25%，两类评价的四级指标都以均权处理；

其中专家级主观评价算分方法：专家级主观评价采用等级打分评价方法，等级打分评价方法是依据规定的评分依据对车辆各项性能指标进行打分的评价方法。规程采用十分制评分，评价人员根据车辆性能指标差距进行评分，为了使主观评价数据能够体现车辆性能之间的细微差距，标准采用 0.25 分作为最小分度值，即把 1 分分为

0、0.25、0.5、0.75 四个分数档，十分制评价等级及对应分数见表。

专家级主观评价评分方法见表 2-9。

表 2-9 专家级主观评价评分方法

分数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
评价	极差	差	较差	稍差	勉强接受	接受	较好	好	很好	完美
类别	不可接受				有条件接受	可接受				
评价者	所有用户抱怨			普通用户抱怨		挑剔用户抱怨		评价师抱怨		没有抱怨
缺陷	功能丧失	严重缺陷	有缺陷	需要改进	较多	少	很少	极少	几乎感觉不到	感觉不到

消费者评价算分方法：调研消费者根据各项指标的评价指标描述和评价内容对车辆进行逐项评分，评分的范围为 1-10 分。消费者评价评分方法见表 2-10。

表 2-10 消费者评价评分方法

评分	评价
1分	表现极差，与您的需要相距甚远
2分	表现很差，与您的需要差距明显
3分	表现较差，与您的需要有一定差距
4分	表现略差，与您的需要存在差距
5分	表现稍有不足，勉强满足您的需要
6分	刚刚够用，基本满足您的需要
7分	表现稍好，稍稍好于您的需要
8分	表现较好，一定程度上好于您的需要
9分	表现很好，明显好于您的需要
10分	表现非常完美，远远超出您的需要
99	不知道或无法评价

以上，通过对现有 8 种主观评价体系的研究和分析，了解到各体系中主要包含评价功能维度、评价指标维度、评分方法、及权重，针对不同评价内容，评价指标、权重及打分基准也有所不同。

3 智能网联汽车主观评价标准化发展现状

3.1 主观评价国际标准、法规发展现状及其适用性分析

随着驾驶自动化等级的提高，智能交互以及网联应用功能的广泛应用，围绕智能网联汽车建立用户体验评价为主体的标准体系、测试场地条件以及相关测试方法的意义日渐凸显。各国的科研机构、相关企业开展了大量研究工作。

联合国在 2021 年颁布的关于自动驾驶车辆认证的统一规定 UNR157，规定了关于自动车道保持系统的技术要求、审核和报告规定以及测试方法。其中关于主观评价部分提出了“系统安全、故障安全响应及人机界面”等方面的要求。

国际标准化组织在 2019 年发布的 ISO 9241-210: 2019《人机交互系统的工效学-第 210 部分: 以人为本的交互系统设计》和 ISO 9241-220: 2019《人机交互系统的工效学-第 220 部分: 组织内实现、执行和评估以人为本设计的过程》两个通用标准，重点关注广泛行业的交互系统以人为本的设计、执行和评估过程。为智能网联汽车的交互系统体验评价提供参考和借鉴。

美国汽车工程师学会 (SAE) 在 1998 年发布的 SAE J1441《车辆操纵主观评定量表》，建立了车辆行驶和操纵的主观评价等级。其适用于评估试验场和公共道路上规定的机动道路特性和驾驶条件的车辆行驶平顺性和操纵性，其旨在作为标准实践的指南，需根据经验和技术进步进行更改。

此外，针对智能网联汽车体验评价方法的标准化研究，国际相关标准组织也纷纷成立相关工作组，进行专项讨论研究，如 UN/WP. 29/GRVA 组织和国际标准化组织 ISO/TC22 智能网联汽车工作组。但截至目前，国际上已发布的法规和标准中，尚没有完整的主观评价体系，难以指导智能网联汽车主观评价的实施，各整车企业都是基于自己内部的企标开展相应主观评价工作。UN/WP. 29/GRVA 组织架构见图 3-1。

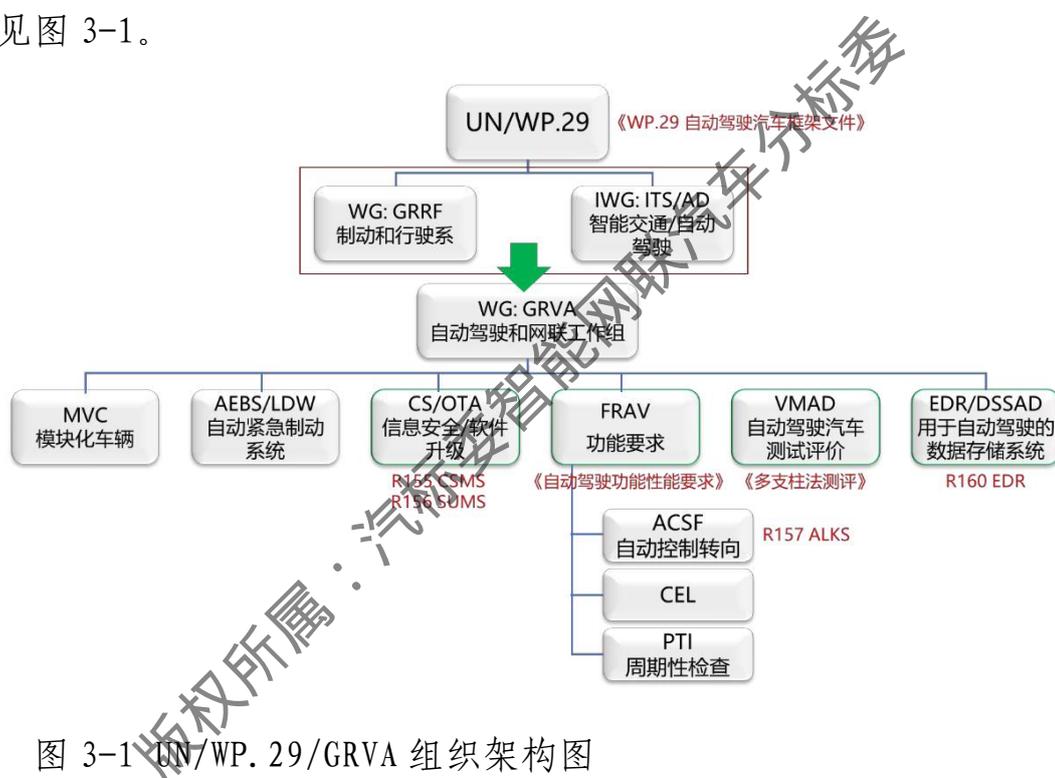


图 3-1 UN/WP. 29/GRVA 组织架构图

3.2 主观评价国内标准、法规发展现状及其适用性分析

2021 年 8 月，工业和信息化部发布关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见，支撑准入管理的各项标准的也在制定过程中。其中，国家推荐性标准《智能网联汽车 自动驾驶功能道路试验方法及要求（征求意见稿）》的试验方法及要求中提出了执行动态驾驶任务相关的主观评价要求。

其他与智能网联汽车主观评价相关的标准还包括：团体标准 T/CSAE 163-2020 《乘用车商品性主观评价方法》规定了乘用车商品性主观评价要求、评分依据、评价项目和评价方法。团体标准 T/CMA HG017-2020 《轿车轮胎性能主观评价方法》规定了轿车轮胎主观评价的术语和定义、评价项目、评价条件及准备、评价方法和评分标准。国家推荐性标准 GB/T 33723-2017 《乐器声乐品质主观评价人员等级规范》规定了乐器声乐品质主观评价人员的术语和定义及要求。这些标准与智能网联汽车主观评价具有一定的关联性，其部分基础内容、基本方法论和人员的资质和能力评价等，都对智能网联汽车主观评价具有一定的借鉴意义。

智能网联汽车因其技术路线多样、产品形态各异且更新迭代快速的特点，国内外主观评价的标准均处于相对空缺状态。各整车企业根据开发需求，基于内部企标开展主观评价工作，但行业内没有形有成通用指导意义的、各企业共同认可的评价方法。智能网联汽车主观评价标准化体系的建立，将补齐智能网联汽车测试评价体系在主观评价方面的短板，引领和指导智能网联汽车主观评价的发展。

4 智能网联主观评价基础研究

4.1 主观评价相关概念

1) 感觉评价: 感觉评价源自日本 JIS 的感觉评价 (也叫感觉检查) 是指利用人的五感 (视觉、听觉、味觉、嗅觉及包括皮肤感觉的触觉) 和体感 (深部感觉、平衡感觉、内脏感觉等) 获取有效信息, 然后对客观物体及服务质量做出评价。感觉评价用于汽车的早期评价, 随着汽车的发展, 感觉评价逐渐发展成为感性评价, 也就是“如何把人的感情及情绪变为数据, 转换成可计测的物理量”将顾客的心情 (隐含的) 转化为语言, 再通过相关的技术将语言转化为可测量的要素, 即将顾客语言转化为技术语言。

2) 广义主观评价: 通过人的感觉器官 (眼睛、皮肤、耳朵、手等) 从客体获取有效信息, 然后由大脑对信息进行综合判断处理, 最终做出客体价值的评判。广义主观评价示意图见图 4-1。

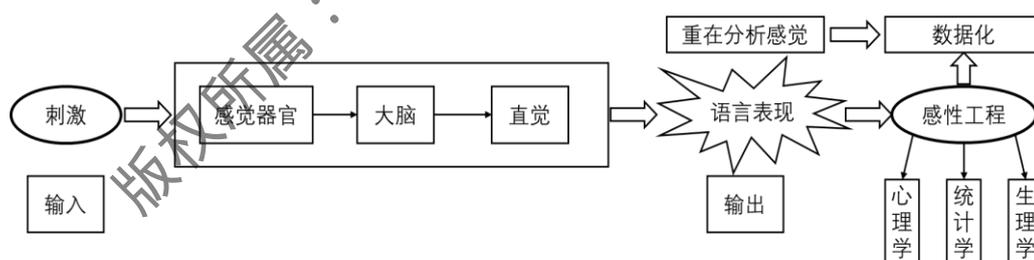


图 4-1 广义主观评价示意图

3) 主观评价: 是指经过培训的评价人员依据主观评价标准, 利用人体的视觉、听觉、触觉、体感等感觉器官, 在典型的行驶道路或评价环境中对车辆的各项性能进行评价, 并且将评价结果进行综合权衡并量化, 能够快速的评估车辆的整体性能水平。

4) 商品性主观评价: 是指从用户角度出发, 采用用户使用场景与操作工况, 评估车辆性能对用户需求满足程度的主观评价。

5) 驾驶技能: 驾驶技能是指顺利完成由一系列简单动作组成连贯的能实现移动车辆功能的活动过程。

6) 智能网联交互系统: 通过传感器(摄像头、红外、语音模块等)、控制器和车内多模态(语音、视觉、体感等)识别系统、信息终端等实现与人、车、云服务的智能人机交互和网联服务提供, 最终实现替代人来完成网联服务请求和人机操控的目的。

7) 动态感知: 乘客在自动驾驶车辆开启时对车速、转向、起步停车等驾驶状态的一种主观感觉作出评价, 如急踩油门后的车辆加速响应、加速度大小、平顺度和车身的耸动等。

8) 无人化场景: 乘客在无安全员监管的自动驾驶车辆中乘坐并抵达目的地的完整流程与相关的各环节。

4.2 评价对象的范围

合理设计评价对象是进行有效评价的基础, 直接影响评价结果的质量和有效度, 因此在制定评价对象时, 建议遵守以下原则:

1) 重要性原则, 选取的评价对象必须是用户最关注的, 它是研究评价指标体系的基础依托。

2) 简明科学性原则, 选择的评价对象应简明、合理。各对象的含义力求客观、明确, 应能准确地反映智能网联汽车关键性能的属性。

3) 实用先进性原则, 评价对象既要考虑现状, 又要考虑到智能

网联汽车产品技术的发展。

4) 评价方法高内聚、评价对象低耦合的标准化框架原则。

在评价对象划分前，首先对前文提到的各大体系进行梳理，分析后得出双百+、CC-1000T、ICVT、汽车之家等体系主要面向智能座舱；i-VISTA 评价体系面向于智能行车、智能泊车、智能安全、智能交互、智能能效五大类，智能行车、智能泊车、智能安全同属于驾驶辅助，智能交互同属于智能座舱，智能能效不属于智能网联汽车评价范围；太平洋汽车评价体系分为自动驾驶、智能座舱、性能测试，性能测试偏向基础特性测试不属于智能网联汽车评价范围；奥地利 ECS 主要面向于综合商品性主观评价，将智能驾驶相关功能放在动态评价的一个条目里。综合提炼以上几个评价体系的共性特点可得出：智能座舱、驾驶辅助及自动驾驶三个部分是智能网联汽车主观评价的主要对象。

除上文提到的共性评价体系外，各主机厂也有个性的评价体系，经整理后智能网联汽车评价对象主要有以下几种分类方式：

- (1) 智能驾驶（包含智能泊车）、智能座舱及网联服务。
- (2) 驾驶辅助、智能泊车、智能座舱、自动驾驶、网联功能。
- (3) 智能驾驶功能分类（纵向功能、横向功能、泊车功能）、功能控制性、功能操作性、人机交互、体验感受。

综合各主机厂的评价体系，主要划分维度中都包括：驾驶辅助部分、自动驾驶部分、智能座舱部分、智能泊车部分、网联功能部分。考虑到现有网联功能的发展实际，目前市场上主流的网联技术主要应

用在智能座舱相关功能中，因此本阶段暂将网联功能类划入智能座舱中评价；智能泊车方面考虑到泊车辅助同样是驾驶辅助，L3级及以上的自动泊车同属于自动驾驶，因此在评价对象中不体现智能泊车指标，将智能泊车功能根据泊车功能的层级分别划入驾驶辅助或自动驾驶，综上所述对于主机厂所采用的常见评价对象划分方法同样可以提炼出相同的部分即驾驶辅助、自动驾驶和智能座舱。

智能网联汽车主观评价贴近一般用户的实际使用感受，按照一般用户关注和熟知的功能模块，结合行业认知和评价经验，在参考国内外现有智能网联汽车主观评价分类的基础上，综合以上因素，将智能网联汽车评价对象分为驾驶辅助、自动驾驶及智能座舱三大类。

组合驾驶辅助系统在其设计运行条件下持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制，且具备与所执行的车辆横向和纵向运动控制相适应的部分目标和事件探测与相应的能力。基于目前产品考虑，受限于国家法律法规，目前国内车辆智能化最高水平为基于高精地图的L2+级别驾驶辅助功能，类似于NGP、NOA等，本质上仍然属于组合驾驶辅助范畴。当前按各驾驶辅助系统功能来评价智能网联汽车性能表现是主流方法，适用于L0和L1级别驾驶辅助系统主观评价，但L2级别驾驶辅助功能的实现是基于各系统功能之间共同协调发挥的结果，单独就某个功能来进行评价时功能区分较为模糊，因此评价结果一定程度上缺乏严谨性，不利于建立普遍认可统一的智能网联汽车主观评价体系。同时由于驾驶辅助系统种类繁多，若根据驾驶

辅助系统单独建立标准，则需要随着功能开发不断建立新的标准，考虑到标准的严谨性和可持续发展性，不宜将驾驶辅助的某项具体功能设定为评价指标，因此将驾驶辅助功能进行梳理和分类，将设计思路和适用场景相近的驾驶辅助功能合并，借鉴国内外相关标准的经验，细分出涉及车辆动态驾驶任务中的纵向驾驶辅助、横向驾驶辅助和组合驾驶辅助。纵向驾驶辅助：动态驾驶任务中沿纵向方向实时、持续的车辆运动控制和辅助。横向驾驶辅助：动态驾驶任务中沿着横向方向实时、持续的车辆运动控制和辅助。组合驾驶辅助：实时监测车辆前方及相邻车道行驶环境，经驾驶员确认后自动对车辆持续进行横向和纵向控制。

该分类方法与 i-VISTA 中对于智能行车的分类方法一致性较强，i-VISTA 中智能行车分为，单车道纵向控制、单车道横向控制、单车道横纵向组合控制能力及换道辅助能力，考虑到换道辅助能力也是组合控制的一种，因此将换道辅助能力合并入组合驾驶辅助，并且在名称中不再提及单车道及多车道的名词。部分标准中（例如：i-VISTA）将智能泊车单独划分为一个评价层级，但 L2 级及以下的泊车辅助功能本质上仍然属于驾驶辅助，可以归于组合驾驶辅助的范畴之中。

自动驾驶就是类比人类驾驶，用传感器如雷达、摄像头等替代人眼，用算法芯片替代人脑，用电子控制去替代人的手脚，最终实现由智能电脑来控制汽车，实现自动驾驶。针对自动驾驶系统，由于各级别自动驾驶系统设计能够开启的区域不同、能够实现的功能不同、边

界场景及人机交互也有着明显的不同，因此评价维度及评价方法也有着明显的区别。例如：在开启区域方面，完全自动驾驶可以任意开启，有条件自动驾驶只是部分路段能开启；在边界场景及人机交互方面，有条件自动驾驶和高度自动驾驶需要评价边界场景，完全自动驾驶则不需要评价，边界场景的不同直接带来人机交互设计的不同。因此以当前汽车驾驶自动化分级标准为基础，以各生产厂家自动驾驶系统分类为依托，以市场用户普遍认识为主导，将自动驾驶的评价划分为有条件自动驾驶、高度自动驾驶和完全自动驾驶。

从用户购买决策的关键因素来看，座舱智能科技配置水平是仅次于安全配置的第二大类关键要素。智能座舱主要是指配备了智能化和网联化的车载产品，从而可以与人、车、路等进行智能交互的座舱，是人车关系从工具向伙伴演进的重要纽带和关键节点。参考前文提到的双百+、CC-1000T、ICVT、汽车之家在智能座舱方面评价体系的共同点，将不适用于标准建立的评价对象及评价方法删除，同时在广泛参照各汽车生产企业系统功能定义的基础上，将评价方法相似的系统进行合并归类，同时考虑到智能座舱科技配置的前瞻性发展，将智能座舱主观评价分为智能控制、智能提示、生态服务及智能交互。

对于智能控制，主要针对信息娱乐域控制（如车机、仪表等）、车身域控制（如座椅按摩）、跨域融合控制（如彩蛋、氛围灯律动等）进行评价；对于智能提示，主要针对车辆对驾驶员的视觉提示、听觉提示和触觉提示功能等单向提示类功能进行评价；对于生态服务，主

要针对娱乐导航系统、智能推荐服务、售后维修保养、智能网联汽车应用等服务进行评价；对于智能交互，主要针对语音交互、手势交互、触控交互等驾乘人员与车辆进行双向交互的功能进行评价。分类思路是将评价方法高度近似的同类功能整合为一个评价项目，有利于后续起草标准的通用性并有助于提高标准使用的便利性。

综合以上因素，智能网联主观评价对象设定如表 4-1 所示：

表 4-1 智能网联主观评价对象设定

评价指标		评价车型					
一级指标	二级指标	M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃
驾驶辅助	纵向驾驶辅助	●	○	○	●	○	○
	横向驾驶辅助	●	○	○	●	○	○
	组合驾驶辅助	●	○	○	●●	○	○
自动驾驶	有条件自动驾驶	●	●	○	●	○	●
	高度自动驾驶	●	●	○	●	○	●
	完全自动驾驶	●	●	○	●	○	●
智能座舱	智能控制	●	○	○	●	○	○
	智能提示	●	○	○	●	○	○
	生态服务	●	○	○	●	○	○
	智能交互	●	○	○	●	○	○

●表示该类车型参与对应指标下的全部细分内容的评价；

○表示该类车型参与对应指标下的一部分细分内容的评价；

4.3 评价层级的限定

1) 主观评价可分为用户评价和专业评价两大类，根据评价级别

又可以分为商品性评价、工程评价和开发评价，详见表 4-2:

表 4-2 主观评价分类和级别

用户评价	专业评价		
	商品性评价	工程评价	开发评价
主要以普通消费者评价为主，采取用户调研的方式进行，主要特点： 1、解决了主观评价样本量的问题； 2、经济型、耐久性、可靠性等非性能为主的指标评价；	由专业工程师进行，从用户使用角度和场景出发进行，主要特点： 1、侧重于用户出行使用场景，注重用户体验； 2、常用于竞品分析、对标评价等	由专业工程师进行，主要以工程问题解决为导向为主，偏向于性能指标达成，主要特点： 1、主要以车辆开发目标为主，略偏向于车辆极限性能；	由专业工程师进行，主要以车辆性能开发为主，偏向于车辆极限性能和基础模块设计，主要特点： 1、全新设计开发评价 2、车辆/零部件极限性能评价

2) 用户评价 (消费者调研)

用户评价是指用户在使用或者期望使用的产品的认知印象和回应，更注重实际应用时产生的效果，通俗来讲就是“这个东西好不好用，用起来方不方便”。

3) 商品性评价

商品性评价是利用人的感官（视、听、嗅、触等）和体感（如平衡感觉等）模拟用户看车、用车的行为对汽车的性能品质做出评价并按表格进行评分为产品设计开发提供指导、改善建议，开发出用户满意的产品。

商品性层级评价特点：不以产品设定的参数、技术生产标准为基准，而是以模拟用户看待、使用产品的感受为标准，对产品进行评价，提出问题。基基于用户实际用车提出的评价问题进行改进提升，使产品更符合用户的期望。

4) 工程评价和专业评价

工程评价和专业评价是依据一定的原则，采取一定的方法与手段，比较、评定产品开发设计各阶段的任务，筛选方案，适时、适当地作出判断，实现有效的设计交流，发现并解决设计中的问题，有效保证设计的质量科学，减少设计的盲目性，提高效率，降低成本，完善设计方案，推动产品开发设计创新的顺利进行。

智能网联汽车主观评价以商品性主观评价为主，从用户实际用车场景角度出发进行主观评价，通过消费者语言和工程语言的相互转化，导出工程相关问题。

4.4 评价的基础要素

4.4.1 主观评价场景选取

1) 一般要求:

主观动态评价要求的道路为清洁的混凝土、沥青或相类似的路面，

评价道路具备车道线的直道和弯道，可以包括一般社会公开道路（城区道路、郊区道路、高架快速路、高速公路、盘山公路等）和专业汽车试验场道路，其中车道线应符合 GB 5768.3《道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线》的相关要求；智能泊车按照标准车位或一般社会车位即可（露天车位、商场地下车位等），以实际发生的社会场景为主进行主观评价，交通参与者不做特殊要求。主观评价场地选取一般测试场景的优先度子集为基础，不断扩展边角及危险场景，以达成快速验证的目的。

2) 为最大限度的保证主观评价场景与用户实际使用一致，主观评价场景应尽可能选用真实场景，包括停车场/库、真实道路等场景。

场景：高速公路、城市快速路、城市道路、停车场等；

天气：良好天气、夜间、雨天、其他极端天气；

交通设施：隧道、坡道、匝道等；

交通流：通畅、拥堵；

自动驾驶场景：自动驾驶 ODD 设计运行范围内的场景选取；

无人化场景：无安全员的乘客约车和乘坐过程、站点和路线选择。

3) 主观评价公开道路场景来自真实的自然驾驶状态场景，包含自动驾驶汽车所处的人-车-环境-任务等全方位信息，一般遵循 Pegasus 提出的 6 层选取原则。主观评价公开道路场景选取层级见图 4-2。



图 4-2 主观评价公开道路场景选取层级

第一层：道路层，包含道路等级、道路几何参数、路面类型、桥梁、隧道等，道路层的选取，首先，道路指标应覆盖待评价车辆功能定义中道路许用范围，其次，应当选取中国境内的常见行驶道路，如 ACC/SACC 功能的评价中道路层一般选取车道数量超过 2 条，不同弯道半径的弯道及不同坡度的城市快速路或高速公路。道路层元素见图 4-3。



图 4-3 道路层元素

第二层：交通设施层，包含道路旁或道路上的交通标志、交通标线、交通信号灯隔离带等交通设施元素，交通设施层的选取，首先应当覆盖待评价车辆功能定义中可识别的交通设施元素，其次针对同一种交通设施，应包含不同角度、不同遮挡、多个元素重叠干扰等条件下的主观评价测试，如在评价 TSR 功能的过程中，应选择无树

叶、无其他路牌遮挡，其他相邻车道（匝道）交通标志同时出现等情况。交通设施层元素见图 4-4。



图 4-4 交通设施层元素

第三层：临时交通变化层，包含临时的交通施工标志、临时信号灯、临时的交通管制分隔带等，临时交通变化元素选取原则与第二层相当。临时交通变化层元素见图 4-5。



图 4-5 临时交通变化层元素

第四层：交通参与者层，包含自然驾驶过程中的动态交通参与者，（如机动车、非机动车、行人、动物等），主观评价过程中，应选取多种类型的交通参与者进行评价，实际评价场景中，应尽量覆盖交通参与者的不同相对速度、加速度、相对距离区间，同时应包含不同交通流状态下的交通参与者，如拥堵、畅通、严重拥堵、不同种类路口场景下的交通参与者。

针对交通参与者层，应额外考虑交通参与者与评价车辆之间的交互场景，如跟车、起停、切入、切出、弯道、坡道，以及多个交通参

与者之间的交互，评价过程中，上述交互场景，应尽可能分布在其他层级选取的元素出现的过程中。交通参与者层元素见图 4-6。



图 4-6 交通参与者层元素

第五层：环境层，包含评价过程中的时刻，天气、温度、光照、能见度等，环境层的选取，通常包括海拔高度的选择、空气质量的选择（灰尘、盐碱酸度等），同时应覆盖一天当中黎明、白天、黄昏、夜晚不同时刻，不同的地区温度及不同时刻不同天气所带来不同的光照强度及能见度等。不同车辆间的对比评价，必须建立在相同的环境下进行，这样对比评价的结果才更具有说服力，才更能说明对比车辆间的性能差异点。环境层元素见图 4-7。



图 4-7 环境层元素

第六层：数字信息层，包含车辆运行过程中所需的 V2X、高精度地图等额外的信号输入，因此，应当适当选取有无线信号干扰的地区或环境下进行测试评价。数字信息层元素见图 4-8。



图 4-8 数字信息层元素

4) 室内虚拟评价场地选取要求

针对智能网联主观评价，为了场景的覆盖度及测试安全性与便捷性，也采用室内虚拟场地进行评价，依据上文中场景选取原则，将选取的场景进行重构，将单个片段场景或模拟交通流输入仿真测试设备，设备可在有限的室内场地中，对天气，周围有限的目标车辆动作进行重构还原，评价人员驾驶真实的待评价车辆，与虚拟的目标车辆进行交互评价。一般需要较为宽域的场地，最好可让评价人员有沉浸式的驾驶体验。

5) 封闭场地选取要求

对于封闭场地，应至少满足车速 120km/h 的多车交互工况测试，路面种类应覆盖高速、城市、乡村及泊车场等典型特征，如弯度、坡度等，可柔性化布置模拟障碍物，如临时交通标志、可擦除车道线等，考虑到不同传感器对天气的要求，应有天气模拟系统及灯光模拟系统，考虑到危险、失效及边角场景的搭建，应有障碍物模拟系统，同时为了提升测试效率，应支撑虚实结合的混合仿真评价。危险场景一般基于交通事故库选取，失效用例基于以往的故障信息反馈提取，边角场景主要指数据统计分析中概率不高但较为有代表性的场景。封闭场地

场景抽取一般使用吉布斯采样。

4.4.2 主观评价车辆选取

1) 车辆状态一般要求

车辆应按照制造厂的技术要求进行检查及必要的调整，车辆需具备良好的动态性能，发动机/电动机、动力电池、底盘、车身以及电器与电子设备等无故障，车辆的轮胎气压按照车辆制造厂的规定进行调整，燃油车水温正常，轮胎应经过至少 200km 的磨合，轮胎花纹深度应不少于初始花纹深度的 75%，且胎面良好。在评价试验开始前需要明确评价车辆状态，确认对评价有重大影响的整车参数，并可正常驾驶。

2) 车辆选取：评价的对象不限开发阶段，发现问题可以进行及时整改；但是需要进行横向对比或最终确定车辆性能时，选取的评价的对象应为软、硬件固化的车辆。另外横向对比时，对比的车辆的智能网联化程度应同一个级别。

4.4.3 主观评价人员选取

主观评价人员的组成应该多元化，尽可能包括不同性别、年龄、身高及体重、驾驶经验的评价人员。来模拟尽可能广泛的客户群体，丰富评价测试结果。

针对消费者：主要选取类别包含两个方向，一是智能网联汽车的实际用户，已经购买了某款车型，并长期使用，对智能化功能有一定了解（如果已是某款车车主，在评价时应避免评价对应车型，避免评

价人员过于熟悉被评价车辆而对其各项体验优点、不足的敏感度下降);二是智能网联汽车的潜在用户,有意向购买或使用智能化功能,对智能化网联化较为感兴趣的潜在用户。

专业主观评价人员起初直接选用市场上一定数量的用户进行评价,一般评价人数较多,评价差异性也较大。随着评价者能力的提高,目前各汽车厂家均采用有驾驶经验的专业人员组成专家团队来进行评价,为了准确辨识顾客需求,应严格筛选评价人员。评价人员的选取直接影响了结果的正确性。在选取智能网联汽车专业主观评价人员时,通常对专业主观评价人员能力做出如下要求:

I 工程背景:熟知汽车基础知识及各项前沿技术。

释义:主观评价人员应该掌握汽车理论、汽车构造、汽车设计等基础理论,熟知发动机、底盘、车身及电子电器各专业系统知识和车辆动力学知识,对于整车研发制造流程较为熟悉,熟知各个流程节点的要求,同时主观评价人员需要与时俱进,了解近年来汽车发展的新技术,例如新能源汽车技术、燃料电池汽车技术、智能网联技术、整车先进驾驶辅助系统技术等。

II 高感知力:熟知汽车消费市场产品动态和用户出行使用场景,具备主观评价敏感度。

释义:主观评价人员需要具备高感知力,高感知力包括两个方面,第一方面是指要对汽车销售市场充分熟悉,不能闭门造车,要知晓目标销售人群对车辆的喜好特点,不同年龄段的消费人群喜欢什么类型、

特点的车型，当前消费者喜欢的车辆造型风格、配置情况等，同时需要掌握评测车型的竞品车型的优缺点，从而有针对性的评价评测车型与竞品车型相比的优势及劣势；第二方面是指评价人员的体感要足够敏感，具备高灵敏度，能够准确的感觉到评价车辆的性能特点及不同车辆之间的细微差异，做到评价结果准确，能够通过工程语言或工程描述来进行准确反馈，从而指导设计或工艺改进。

III客观公正：具备客观公正的立场和抗干扰能力。

释义：包含两个方面，第一方面是指主观评价人员应具备客观公正的立场，一切从客观实际出发，评价时需要抛弃个人的情感因素和喜好偏见，不能有车辆品牌特性的固有思维，现阶段为了迎合消费市场，各品牌车型特点变化较大，例如过往车型主要以运动性为卖点的车型可能逐渐向舒适型车辆转化，因此主观评价人员要始终保持实事求是的客观立场；第二方面是指主观评价人员要具备一定的抗干扰能力，对于主观评价结果能够坚持自己的判断，不受外界因素的打扰。

IV表达能力：具备良好的语言表达能力和沟通能力。

释义：主观评价人员需要具备良好的语言表达能力和沟通能力，由于主观评价结果的输出物就是定性的语言描述，评价人员需要将发现的主观评价问题向设计、制造部门进行反馈，这就要求主观评价人员要将问题能够详细、准确的表达出来，用词准确，语意清晰。形成书面主观评价报告时要求措辞严谨，问题分析明确，能够将主观评价问题深入浅出的表达出来。

V 驾驶能力：具备娴熟的车辆驾驶能力和车辆控制能力。

释义：驾驶能力：动态评价项目都是在专业的汽车试验场或者社会公共道路（确保安全的前提下）进行，需要评价人员具备娴熟的车辆驾驶能力和车辆控制能力，人员必须经过专业的驾驶技能培训，以满足智能网联车辆评价测试的相应要求。

VI 主观评价经验：具备丰富的评价车型经验以及各区格性能水平标杆的认知。

释义：目前主流的主观评价方式有两种，相对评价和绝对评价。相对评价指的是同一时间在同一地点由相同的评价人员按照同一评价标准对多辆车进行对比评价，采用相对评价可以较为容易的区分出不同车辆的评价结果优劣；绝对评价指的是没有目标车型参考，评价人员仅通过当前车辆的性能表现进行打分，评价难度系数较大。无论是相对评价还是绝对评价，评价人员在打分时都会和过往车型或者典型车型的分数进行对比，反复确认后进行打分。这就要求主观评价人员心中要具备一个庞大的主观评价分数数据库，数据库包含典型车辆（例如大众高尔夫轿车、宝马 3 系轿车）评价分数和过往评价车辆的分数，一个合格的主观评价人员应该具备至少百辆车型以上的评价经验，且随着评价工作的不断深入，数据库不断积累，这是能够从事汽车主观评价工作最重要的基础条件。

5 智能网联汽车主观评价体系研究

评价体系是评价的前提和基础，有了科学合理的评价体系，才有可能得出科学公正的综合评价结论，提高智能网联汽车企业的研发效率，提升智能网联汽车用户的满意度，同时推动测评监管和法律管控，促进行业知识积累和共享。

评价体系主要包含评价对象、评价场景、评价人员、评价维度、评分方法及权重分配等，评价对象、评价场景、评价人员在第四章进行了详细描述，本章主要针对评价维度、评分方法、权重分配等进行现有方法分析及针对智能座舱主观评价的方案，并给出智能网联汽车主观评价体系整体框架建议。

5.1 现有主观评价体系分析

本节针对目前市场上评价机构公开发表并且正在应用的评价体系及主机厂正在应用的评价体系（详细内容见第2章）进行了对比分析，在评价内容上，多数评价的内容是典型的驾驶辅助系统和车机娱乐系统；在评价方式上，主要以主观评价为主，也有主客观结合评价的方式；在评价权重上，基于重点评价的内容不同而各不相同，没有统一的标准；在评分方法上，基本上是采用的等级评分法，具体分析结果见表5-1。

表 5-1 现有主观评价体系分析

序号	评价体系名称	评价方式	评价内容	权重	评分
1	“双百+”评价体系	主观+客观评价	主要从整体外观、功能配置、智能交互功能体验、生态互联四个方面评价智能座舱	无	等级评分法
2	CC-1000T	主观评价	智能座舱	有	等级评分法
3	i-VISTA (2020版)	主观+客观评价	智能行车、智能泊车、智能安全、智能交互	不详	不详
4	ICVT 评价体系	主观+客观评价	智能座舱、智能泊车	有	不详
5	汽车之家评价体系	主观评价	智能座舱、智能泊车	有	不详
6	太平洋汽车评价体系	主观+客观评价	自动驾驶、智能座舱、性能	有	等级评分法
7	奥地利 ECS 主观评价体系	主观评价	主要从综合商品性的角度对智能驾驶系统进行静态和动态评价	无	等级评分法
8	CCRT 智能电动汽车管理规则 (2020 版)	主观+客观评价	智能驾驶、智能体验、续航充电 驾乘体验、健康环保、质量与保障、用车成本、造型与品质	有	不详
9	CAERI-商用车性能综合评价体系		驾乘安全、经济效率、操控舒适以及主观体验	不详	不详
10	宇通客车舒适性主观评价	主观评价	自动驾驶	无	无

5.2 评价维度

5.2.1 评价维度定义原则

汽车主观评价的高低，主要是通过分析驾驶员或乘员在使用车时对车上功能、服务的主观体验得出的。如何进行驾驶员及乘员主观体验评价，国际上有很多理论，如表 5-2 所述：

表 5-2 用户体验理论比较

提出人	体验因素			
	体验模型	使用前	使用中	使用后
诺曼 (Norman)	情感设计	内心深处的感觉	行为	反思
乔丹 (Jordan)	身心愉悦设计	生理愉悦	心理愉悦	思想愉悦
德斯梅特和赫克特 (Desmet&Hekkert)	产品体验	审美愉悦	意义归属	情感体验
哈森扎赫 (Hassenzahl)	Be-do 体验模型	肢体运动	做什么	是什么
麦卡锡和赖特 (McCarthy&Wright)	体验线路	感官线	情感线 时空线	各情绪组成部分

但从上表可以看出，这些理论有其共性，都是从感性、使用后的行为感受（如：好用）、以及使用后的情感反应（如：与自己的价值观一致），基本上是与诺曼的思路一致。因此，在设计智能网联汽车主观评价上，引用了诺曼的用户体验模型为评价指标定义原则，具体

如下：

- 1) 基于五觉的感官浅层认知评价；
- 2) 使用中的可用性评价；
- 3) 使用后的满意度评价。

5.2.2 评价维度定义

第四章中，基于市场用户关注、熟知的功能模块，并结合行业认知经验和当前技术发展水平，以及参考国内外现有智能网联汽车主观评价分类的基础上，将智能网联汽车评价对象分为驾驶辅助、自动驾驶及智能座舱三大类，本章也将围绕这三大类定义评价维度。

基于评价维度定义原则和参考现有智能网联汽车主观评价体系的分析结果（具体见 5.1 节），建议智能网联汽车评价维度如图 5-1 所示进行。

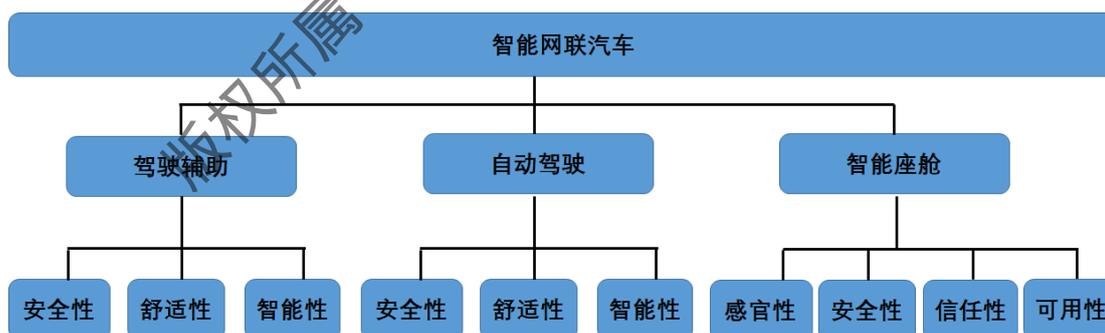


图 5-1 评价维度

驾驶辅助主要的功能是降低驾驶负荷，提升驾驶安全，安全和舒适是驾驶辅助系统设计的方向，因此将驾驶辅助系统的一级评价维度分为安全性、舒适性，和智能性。针对自动驾驶的功能性质与驾驶辅

助系统的是一致的，因此，针对自动驾驶的评价维度，建议同驾驶辅助系统的相同。

智能座舱主要的功能是为驾驶员提供驾驶辅助、乘坐舒适性、丰富多彩的功能和服务。智能座舱在保证驾驶员安全驾驶的前提下，给用户带来的不仅是使用的便利性，同时也要有视觉上的美好体验，因此，将一级评价维度定位为感官性、信任性、安全性和可用性。另外，在开始主观评价之前，要确认所评价的内容与所设计的内容一致，若不能确认一致，则评价的结果不能真实反映设计，也就失去了它的价值。

安全性：指使用该功能的时候不会威胁到驾驶员的身体、心理及生命等安全。针对汽车，主要指人机交互、各向碰撞安全感及系统误用等人体主观感受。安全性维度主要针对提示方式、提示效果、逻辑合理性等进行评价。针对驾驶辅助和自动驾驶，如前方目标车紧急制动下的本车追尾，换道过程中与临近车道内目标车碰撞，目标车压线本车不识别后的碰撞等；针对智能座舱，如界面操作给用户带来的视觉负荷、操作负荷等。

舒适性：主要指驾驶员或乘员对于智能驾驶系统本身驾驶的驾乘体验，包括运动平顺性、人机交互表达的合理性等人体主观感受。针对驾驶辅助和自动驾驶，舒适性维度主要针对加速、刹车、转向、换道、人机交互及控制时机等进行评价，如跟车起步加速顿挫、跟随过程中车辆前后耸车、车辆左右轻微摆动及跟停后溜车等；针对智能座

舱，如座椅乘坐舒适性，各种按钮使用的舒适性等。

智能性：主要指运动合理性、人机交互逻辑等人体主观感受。智能性维度主要针对跟车时距、通行效率及提示效果等进行评价。针对驾驶辅助和自动驾驶，如不合理的跟车时距，很容易被其他车辆切入，系统决策驶入错误道路或不进入待转区等，其中通行效率评价主要涉及单车、路口、某条走廊或者区域内的交通移动表现，包括用户使用的便捷性和到达目的地的效率等；针对智能座舱，如信息的主动推送，根据驾驶员的使用频率自适应调整信息娱乐屏中的功能模块布局。

感官性：主要指基于视觉、听觉，触觉等直观感官的认知。如信息娱乐系统屏内界面的美观性、界面中图标的达意性等。

信任性：指用户在使用车载功能的过程中，该功能给人一种可靠、稳定的信息反馈。如驾驶辅助系统的准确性、信息娱乐系统的稳定性，操作流转的流畅性等。

可用性：指在特定的使用场景下，产品（软/硬件产品、系统、服务）为特定用户用于特定目的时所具有的有效性、效率和主观满意度（基于 ISO-9241 标准）。其中有效性指的是用户达成某个特定目标的准确度和完成度；效率指的是达成期望目标所使用的响应速度；满意度指的是对产品、系统或服务使用上的需求与期望所产生的舒适度，同时也包含对产品、系统或服务在智能化、情感化、个性化上的满意度。如信息娱乐系统中的导航地址查询的完成度，完成时间长短，对信息娱乐系统主动提醒功能的满意度等。

另外，在实际应用中，可以根据评价对象的不同，组合不同的评价维度进行评价，并不是针对每个功能每个维度都需要测评。

5.3 评分方法

5.3.1 评分方法研究

5.3.1.1 排序法

排序法是对被评估车辆的某一方面性能进行比较，从而确定评价指标的相对等级或名次。排序法是主观评价中最简单的评分方法，仅要求评价者将各个车辆的评价结果按优劣排序。此方法操作相对简单，但有很大缺点：其一，当评价多个指标时，同一辆车往往需要反复评价，然而人的记忆短暂，一般选取样车不多于5个，否则会造成大量的排列组合，使结果不准确；其二，评价结果反映评价样车的好坏趋势，没有尺度之分，好坏程度无法衡量，因此这种评分方法常用于对被评价样车性能的粗略对比，如用户或媒体评价，而对于细致的主观评价评分则很少应用。

5.3.1.2 语义差分法

语义差分法即SD法(Semantic Differential Scale)，由奥斯顾德提出的，是一种心理测定的方法。如图5-2所示，SD法提供了一些极性的描述用语，让主观评价者从中选择，这些描述用语置于两侧，意思相反，然后划分5个、7个或更多的等级，这些等级不应太集中或太分散，这样有助于提高评价结果的可比性。此方法通俗易懂，但由于评价者往往不会选极端值，故可选评价范围较小。

非常差	相当差	稍差	相当	稍好	相当好	非常好
• -3	• -2	• -1	• 0	• 1	• 2	• 3
□	□	□	□	□	□	□

图 5-2 语义差分法

5.3.1.3 等级评分法

等级评分法是最常用的主观评分方法。它是评价者根据评价样车的表现直接进行评分，一般为 10 分制，评价者依次评价车辆的各指标，评价后给出相应分数。这种方法操作相对简单快捷，容易掌握，且结果量化，容易对比分析。但也存在一定的局限，由于技术能力差异，给出的分数可能不同；由于心理认知不同，评分范围也可能不一致，这样会造成评分波动较大，处理不当，会影响整体的评价结果。根据评价者的习惯，一般不会选择极值，一旦选择极值，会影响后续车辆的评价。

5.3.2 智能网联汽车主观评价的评分方法建议

根据上述评分方法研究和智能网联汽车的评价功能维度特点，并参考现有评价体系分析结果（具体见 5.1），智能网联汽车主观评价的评分方法采用等级评分法，并将主观评分等级分为 1-10 级，具体评价方案见表 5-3。

表 5-3 性能表现评分

分数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
评价	极差	差	较差	稍差	勉强接受	合格	较好	好	很好	完美
类别	不可接受				有条件接受	可接受				
评价者	所有用户抱怨			普通用户抱怨		挑剔用户抱怨		评价师抱怨		没有抱怨
缺陷	功能丧失	严重缺陷	有缺陷	需要改进	较多	少	很少	极少	几乎感觉不到	感觉不到
<p>分数说明：</p> <p>1~4 分：表示产品性能不可接受，所有用户对产品性能都反映差，没有达到能够上市的水平，需要对性能进行改进。</p> <p>5~6 分：表示产品性能满足最低安全要求，基于当前技术无法达到或者达到相关性能需要投入较多费用，导致产品性能可勉强接受但用户抱怨较多，需要进行性能改善。</p> <p>6~7 分：表示产品性能可以接受，产品性能达到最低要求，部分用户会产生抱怨，产品在市场上的竞争力一般。</p> <p>7~8 分：表示产品性能良好，产品性能满足开发要求，很少用户会产生抱怨。</p> <p>8~10 分：表示产品性能优异，该性能可作为产品的卖点、处在能够被推荐的状态。</p>										

5.4 权重分配

5.4.1 评价权重分配方法研究

权重计算是多指标评价体系中一个非常重要的步骤，在评价中起着举足轻重的作用。目前评价指标权重系数计算方法多达数十种，按照计算步骤及数据来源，可分为客观赋权法及主观赋权法。

5.4.1.1 主观赋权方法研究

主观赋权法则是一种由评价专家进行主观判定，获得权数，然后对指标进行综合评估的定性方法。主要包括德尔菲法（专家法）、层次分析法、模糊分析法、相邻指标比较法、序关系分析法等，其中德尔菲法、层次分析法是实际中应用较多的一种赋权方法。

1) 德尔菲法

德尔菲法在对所要预测的问题征得专家的意见之后，进行整理、归纳、统计，再匿名反馈给各专家，再次征求意见，再集中，再反馈，直至得到一致的意见。工作流程大致可以分为四个步骤，在每一步中，组织者与专家都有各自不同的任务，1、开放式的首轮调；2、评价式的第二轮调研；3、重审式的第三轮调研；4、复核式的第四轮调研；其分析方法包括指数法、最大值、经济效益综合指数。

德尔菲法的特征如下：

- (1) 吸收专家参与预测，充分利用专家的经验 and 学识；
- (2) 采用匿名或背靠背的方式，能使每一位专家独立自由地做出自己的判断；
- (3) 预测过程几轮反馈，使专家的意见逐渐趋同。

德尔菲法的这些特点使它成为一种最为有效的判断预测法。

资源利用的充分性。由于吸收不同的专家与预测，充分利用了专家的经验 and 学识；最终结论的可靠性。由于采用匿名或背靠背的方式，能使每一位专家独立地做出自己的判断，不会受到其他繁杂因素的影响；最终结论的统一性。预测过程必须经过几轮的反馈，使专家的意见逐渐趋同。这种方法的优点主要是简便易行，具有一定科学性和实用性，可以避免会议讨论时产生的害怕权威随声附和，或固执己见，或因顾虑情面不愿与他人意见冲突等弊病；同时也可以使大家发表的意见较快收集，参加者也易接受结论，具有一定程度综合意见的客观

性。

2) 层次分析法

层次分析法是将与决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次，在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。

层次分析法的特点是在对复杂的决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上，利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化，从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法。尤其适合于对决策结果难于直接准确计量的场合。层次分析法比较适合于具有分层交错评价指标的目标系统，而且目标值又难于定量描述的决策问题。

3) 模糊分析法

在确定评价因素、因子的评价等级和权值的基础上，运用模糊集合变换原理，以隶属度描述个因素、因子的模糊界线，构造模糊矩阵，通过多层的复合运算，最终确定评价对象所属等级。

4) 主观赋权各分析法的优缺点分析

表 5-4 主观赋权法优缺点

赋权方法	优点	缺点	备注
德尔菲法	<p>① 能发挥专家会议法的优点，即能充分发挥各位专家的作用，集思广益，准确性高。</p> <p>② 能把各位专家意见的分歧点表达出来，取各家之长，避各家之短。</p>	<p>缺少思想沟通交流，可能存在一定的主观片面性；易忽视少数人的意见，可能导致预测的结果偏离实际；存在组织者主观影响。</p>	
层次分析法	<p>①系统性的分析方法,把研究对象作为一个系统,按照分解、比较判断、综合的思维方式进行决策,成为继机理分析、统计分析之后发展起来的系统分析的重要工具。</p> <p>②简洁实用的决策方法,把定性方法与定量方法有机地结合起来,使复杂的系统分解,能将人们的思维过程数学化、系统化,便于人们接受,且能把多目标、多准则又难以全部量化处理的决策问题化为多层次单目标问题,通过两两比较确定同一层次元素相对上一层次元素的数量关系后,最后进行简单的数学运算。</p> <p>③所需定量数据信息较少,主要是从评价者对评价问题的本质、要素的理解出发,比一般的定量方法更讲求定性的分析和判断</p>	<p>①不能为决策提供新方案,层次分析法只能从原有方案中进行选取,而不能为决策者提供解决问题的新方案;</p> <p>②定量数据较少,定性成分多,不易令人信服,层次分析法是一种带有模拟人脑的决策方式的方法,因此必然带有较多的定性色彩</p> <p>③指标过多时数据统计量大</p> <p>④特征值和特征向量的精确求法比较复杂</p>	
模糊分析法	/	/	

以目前常用的 CC1000T 智能座舱主观评价方法为例，其运用到的主观赋权方法包括德尔菲法、层次分析法和模糊分析法，其特点是

召集专家，从专业的角度对系统进行研讨能够快速分歧点集思广益，准确性高，再将模糊法与层次分析法相结合，可以比较科学、合理、贴近实际的量化评价，既可以比较准确的刻画被评价对象，又可以进一步加工，得到参考信息。

5.4.1.2 客观赋权方法研究

客观赋权法是一种依据原始数据，研究指标之间或指标与评估结果之间的关系来进行综合计算的方法。主要包括熵权法、主成分分析法、多目标规划法、秩和比法、相关系数法等。客观赋权法是界定评价企业竞争力的一种手段，根据原始数据之间的关系通过一定的数学方法来确定权重，其判断结果不依赖于人的主观判断，有较强的数学理论依据。

熵权法是一种客观赋权方法，在具体使用过程中，根据各指标的数据的分散程度，利用信息熵计算出各指标的熵权，再根据各指标对熵权进行一定的修正，从而得到较为客观的指标权重。熵权法的使用：
1.当业务经验不会使得权重发生失真时可直接使用；
2.若经常发生权重失真的情况，则需要结合专家打分或评判才能使用熵权法。同时，确定权重前需要确定指标对目标得分的影响方向，对非线性的指标要进行预处理或者剔除。

表 5-5 熵权法优缺点

赋权方法	优点	缺点	备注
熵权法	①能深刻反映出指标的区分能力，进而确定权重，是一种客观赋权法 ②相对主管赋权具有较高的可信度和精确度 ③算法简单	①不够智能，没有考虑指标与指标之间的影响，如：相关性、层级关系等 ②若无业务经验指导，权重可能失真 ③对样本的依赖性较大，随着建模样本不断变化，权重会发生一定波动	

5.4.1.3 主客观赋权方法研究

上述提到的主观赋权法其优势更加贴近用户的真实感受；不足：评价结果受评价人员知识水平、经验、个人感情色彩因素影响，评价结果有时是片面的、武断的。

客观赋权法优势：实事求是，用数据说话，结果公正；不足：评价参数指标难以涵盖用户的真实感受。

综合上述两种方法，主客观赋权方法从层次分析法和熵权法相结合的组合确权方法，其中层次分析法主要是考虑专家的意见，汲取了专家们的知识和经验，一般具有较高的合理性，但仍无法克服存在主观随意性较大的缺陷；熵权法能够充分挖掘原始数据本身蕴涵的信息价值，相对层次分析法而言结果比较客观，但却不能反映专家的知识经验和决策者的意见，可能会导致得到的权重与实际重要程度

不相符。采用层次分析法与熵权法的主客观结合方法其优势为更加真实准确评价智能网联汽车的特性；但其不足是既要进行主观评价也要进行客观评价，同时要确定主观评价与客观评价的结合点，评价工作量较大。

5.4.2 智能网联汽车主观评价权重分配方法建议

通过对现有评价方法的分析和上述评价权重分配方法的研究，建议智能网联汽车主观评价的权重设计采用主客观赋权，既能弥补主观赋权存在的不足，也可以弥补客观赋权法要依赖于足够的样本数据和实际的问题域，通用性和可参与性差，计算方法也比较复杂的不足。

权重打分方法如表 5-6 所示。其中 $[a_1、a_2、a_3]$ 为驾驶辅助系统的二级指标的权重 ($\sum a_i=1, i=1, \dots, 3$)； $[b_1、b_2、b_3]$ 为自动驾驶二级指标的权重 ($\sum b_i=1, i=1, \dots, 3$)； $[c_1、c_2、c_3、c_4]$ 为智能座舱二级指标的权重 ($\sum c_i=1, i=1, \dots, 4$)； $[A、B、C]$ 为驾驶辅助、自动驾驶、智能座舱三大指标的权重 ($A+B+C=1$)。考虑到不同车企及汽车评价机构的战略定位、车型规划和评价功能维度的不同，评价权重的分配应该是动态变动的，而不是唯一的，权重分配应根据车企及汽车评价机构的战略定位而定，但针对不同车辆的横向评价，必须应用同一种权重分配值。

表 5-6 评价权重示例

评价指标		权重分配				
一级指标	二级指标	二级指标分值	权重分配	一级指标分值	权重分配	综合分值
驾驶辅助	纵向驾驶辅助	10	a1	10	A	10
	横向驾驶辅助	10	a2			
	组合驾驶辅助	10	a3			
自动驾驶	有条件自动驾驶	10	b1	10	B	
	高度自动驾驶	10	b2			
	完全自动驾驶	10	b3			
智能座舱	智能控制	10	c1	10	C	
	智能提示	10	c2			
	生态服务	10	c3			
	智能交互	10	c4			

5.5 评价体系

针对智能网联汽车主观评价体系中的评价维度、评分方法、权重分配，上述的 5.2-5.4 节给出了方案建议，本节主要是针对智能网联汽车主观评价体系框架进行整体描述，并给出实战应用案例，同时给出评价流程建议。

5.5.1 评价体系整体框架

整体评价体系框架描述见表 5-7。针对权重分配和得分算法比较

复杂，没有放到表中，具体方法可以参考 5.4.4。针对各评价维度的权重分配和算法也同样可以参考 5.4.4 中的方法进行推演。

表 5-7 主观评价体系框架

评价对象		目标车类型	评分方法	评价场景	评价类型	评价维度						评价人员
一级指标	二级指标					安全性	舒适性	智能性	感官性	信任性	可用性	
驾驶辅助	纵向驾驶辅助	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●
	横向驾驶辅助	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●
	组合驾驶辅助	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●
自动驾驶	有条件自动驾驶	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●
	高度自动化驾驶	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●
	完全自动驾驶	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●
智能座舱	智能控制	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●
	智能提示	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●
	智能交互	●	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●
	生态服务	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●

注：●为强相关维度；○为弱相关维度

在实际评价工作中，应分别将评价指标和评价维度进行细化，针对不同的评价指标，制定不同的评价场景和评价类型，选取不同的评价维度进行评价，表 5-8、表 5-9 给出了实战的案例。表 5-8 是 ACC 纵向驾驶辅助系统的主观评价案例，表 5-9 是智能座舱中的信息娱乐系统、仪表和智能显示中的视觉和声音提示的主观评价案例。

表 5-8 驾驶辅助系统主观评价示例

评价对象			目标车种类	评分方法	评价场景		评价类型		评价维度	评价人员	
一级指标	二级指标	三级指标			一层场景 (道路)	二层场景 (天气)	动态实车		舒适性		
						主车车速 (km/h)	目标车速 (km/h)				
驾驶辅助	纵向驾驶辅助	加速	乘用车	等级评分法	高速良好路面	顺光	60/90/120	60	加速线性度	专业评价人员	
									响应及时性		
						顺光	60/90	120	加加速度变化		
									响应及时性		
						坡道 (上下)	顺光	40	/		加加速度变化
											响应及时性
		突兀感			
				
		巡航			良好路面	逆光	/	40-120	速度稳定性		
						颠簸路面	逆光	/	30-60		车速稳定性
						弯道行驶	逆光	/	/		速度稳定性
					
						良好路面	傍晚	60	40-70-0 (60%油门踏板 -		响应及时性
							黎明	90	40%制动踏板)		距离控制
.....							

表 5-9 智能座舱主观评价示例

评价对象			目标车种类	评分方法	评价场景		评价类型	评价维度		评价人员
一级指标	二级指标	三级指标			一层场景 (道路)	二层场景 (天气)		信任性	可用性	
智能座舱	智能控制	娱乐系统	乘用车	等级评分法	试验场	白天	静态评价	稳定性	有效性	潜在用户
								准确性	效率	
								及时性	满意度	
		顺畅性			-					
		仪表			试验场	白天	静态评价	稳定性	有效性	
								准确性	效率	
	及时性		满意度							
	顺畅性	-								
		
	智能提示	视觉提示	乘用车	等级评分法	试验场	白天	静态评价	准确性	满意度	潜在用户
								及时性	-	
								顺畅性	-	
声音提示		试验场			白天	静态评价	准确性	满意度		
							及时性	-		
								-		
.....			

5.5.2 评价流程

以下为评价具体步骤，如图 5-3。

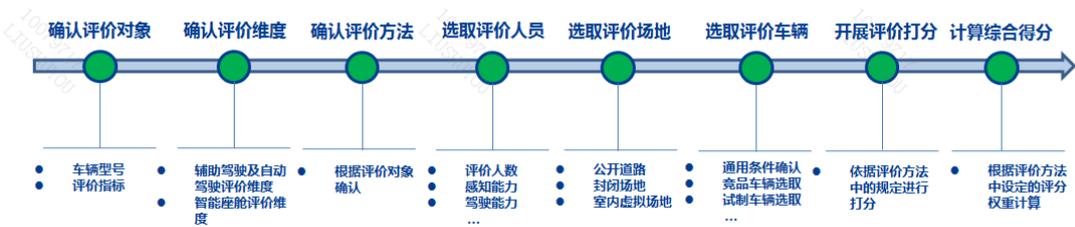


图 5-3 评价流程

- 1) 确定主观评价对象（车辆类型、评价功能等）；
- 2) 确定评价维度和评价方法；
- 3) 选取评价人员和评价场景；
- 4) 选取评价车辆；
- 5) 组织相关主观评价人员按照相关评价要求对评价对象进行主观评价，针对相关评价维度进行打分并填写相关量表；
- 6) 完成主观评价后，收集主观评价量表，确认评价量表的有效性，如有填写不清晰的，可以和评价人员进行进一步的沟通交流，以尽量保证主观评价结果真实有效；
- 7) 最后，整理主观评价量表，撰写主观评价报告。

6 智能网联主观评价标准化建议

6.1 智能网联主观评价标准化对象的建议

本文着重研究了智能网联汽车主观评价对象和评价方法，旨在建立一套评价方法高内聚、评价对象低耦合的智能网联汽车主观评价标准化框架。根据本文第四、五章的研究成果，提出智能网联汽车主观评价标准化对象体系框架如图 6-1 所示。

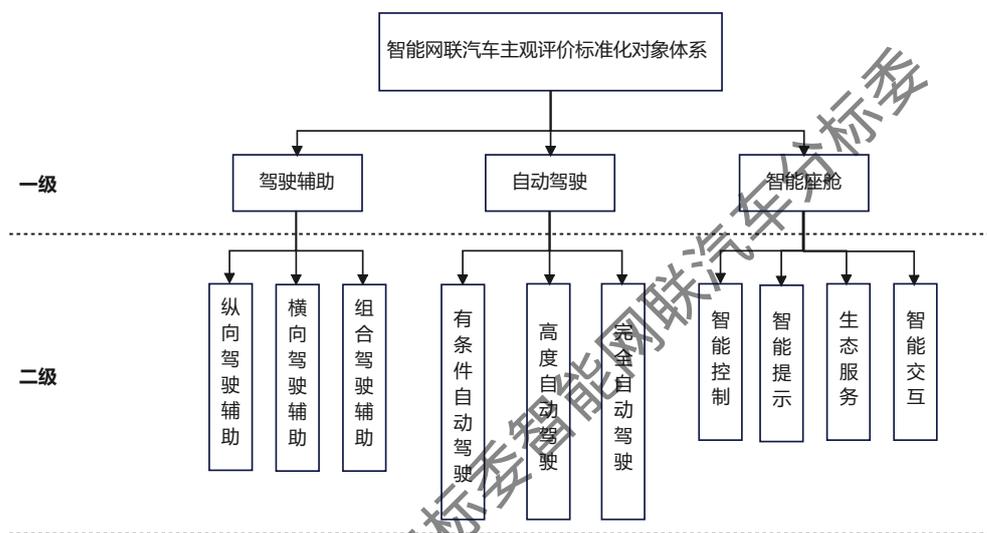


图 6-1 智能网联汽车主观评价标准体系框架

6.2 智能网联主观评价标准化路线的建议

建议一：考虑在制定中的智能网联汽车相关标准中根据需要加入主观评价的内容，完善智能网联汽车标准中关于测试评价方法的完整性。

建议二：智能网联汽车主观评价对实施评价的人员资质和能力要求较高，目前行业对评价人员应具备的资质有一定的共识，未来仍需开展相关研究进一步明确智能网联汽车主观评价人员标准化要求。

建议三：考虑使用多种标准性质制定智能网联汽车主观评价方法

指南,规范智能网联汽车主观评价的通用要素、评价对象和评价方法。

6.3 智能网联主观评价标准化需求研究总结与展望

本文调研了智能网联汽车技术与产品发展现状和发展趋势,分析了主观评价对智能网联汽车开发、测试评价及推广的意义。研究表明,由于智能网联汽车代替人类执行动态驾驶任务产生的一系列特性,主观评价已成为智能网联汽车测试评价技术不可或缺的重要组成部分。

在此基础上,本文分析了主观评价的科学理论依据和理论体系,阐明了主观评价标准化的理论基础和可行性,并简要介绍了智能网联汽车主观评价已开展的实践应用情况。本文还分析了当前国内外智能网联汽车主观评价标准化发展现状,在ISO、SAE、国家标准等层面均有可借鉴的标准化研究成果。总体来看,智能网联汽车主观评价具备标准化的理论基础、实践经验和可借鉴的成果,但目前尚未建立完善的标准体系和指导实操的方法论。

本文重点研究了智能网联汽车主观评价的概念、对象、基础要素、评价指标、评价工具和权重等,以评价对象和评价指标为横纵向维度,建立了一套稳定性较强、可扩展性较高的矩阵式评价框架,给出了智能网联汽车主观评价的标准体系框架和路线图,对进一步开展智能网联汽车主观评价标准化工作奠定了基础。

随着智能网联汽车技术演进和产品迭代,主观评价将逐步延伸到网联功能与应用领域,对其评价对象和评价方法的研究将作为下一步主观评价标准化研究的重要方向之一。