

智能泊车辅助系统驾驶体验测评指标构建

竹利江¹, 邹波¹, 李林学¹, 袁圆¹, 马媛媛¹, 宋斌², 周汉彪³

(1. 中国汽车工程研究院股份有限公司, 重庆 401122;
2. 重庆铃耀汽车有限公司, 重庆 401320; 3. 重庆交通大学, 重庆 400074)

摘要: 针对当前行业内智能泊车辅助系统用户驾驶体验测试评价指标不完善的问题, 提出了驾驶体验主客观测评指标并进行了试验验证及相关性分析。基于智能泊车辅助系统的功能逻辑, 构建了智能泊车辅助系统驾驶体验闭环控制系统。结合闭环系统, 采用体验阶梯金字塔模型构建主观评价指标体系, 还采用GSM模型进行了客观指标构建。针对7款车型进行了实车测试, 并利用皮尔逊相关性系数进行了分析。试验结果表明, 所提出的评价指标适用于测试对象的驾驶体验测评, 且主客观相关性系数全部 >0.5 , 能为智能泊车辅助系统的设计和测评提供参考。

关键词: 智能泊车辅助系统; 驾驶体验; 主观评价; 客观测试; 相关性分析

中图分类号: U471.15 文献标志码: A DOI: 10.3969/j.issn.2095-1469.2024.03.06

Construction of Driving Experience Evaluation Indexes for Intelligent Parking Assist Systems

ZHU Lijiang¹, ZOU Bo¹, LI Linxue¹, YUAN Yuan¹, MA Yuanyuan¹,
SONG Bin², ZHOU Hanbiao³

(1. China Automotive Engineering Research Institute Co., Ltd., Chongqing 401122, China;
2. Chongqing Lingyao Automobile Co., Ltd., Chongqing 401320, China;
3. Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: Aiming at the current industry issue of inadequate testing and evaluation indexes for the driving experience of intelligent parking assist system users, the paper proposes both subjective and objective evaluation indexes for driving experience. These indexes are experimentally validated and analyzed for correlation. Firstly, based on the functional logic of the intelligent parking assist system, a driving experience closed-loop control system is established. Subsequently, combined with the closed-loop system, the subjective evaluation index system is constructed using the experience ladder pyramid model. Then, the objective indexes are developed by using the GSM model. Finally, real-vehicle tests were conducted on seven car models and analysis was performed using Pearson correlation coefficients. The test results show that the proposed evaluation indexes are suitable for assessing the driving experience, with all subjective and objective correlation coefficients above 0.5, which provides guidance for the design and evaluation of intelligent parking assist systems.

Keywords: intelligent parking assist system; driving experience; subjective evaluation; objective testing; correlation analysis

收稿日期: 2024-01-02 改稿日期: 2024-01-15

基金项目: 国家重点研发计划项目(2023YFB25045); 乘用车智能线控一体化底盘关键技术及产业化

参考文献引用格式:

竹利江, 邹波, 李林学, 等. 智能泊车辅助系统驾驶体验测评指标构建[J]. 汽车工程学报, 2024, 14(3): 387-394.

ZHU Lijiang, ZOU Bo, LI Linxue, et al. Construction of Driving Experience Evaluation Indexes for Intelligent Parking Assist Systems[J]. Chinese Journal of Automotive Engineering, 2024, 14(3): 387-394. (in Chinese)



智能泊车辅助系统 (Intelligent Parking Assist System, IPAS) 是高级驾驶辅助系统中重要的子产品之一, 其目的是在紧张的城市泊车环境中, 能降低驾驶员在泊车过程中的精神负荷和繁琐操作, 辅助或代替驾驶员操纵车辆快速、安全地驶入泊车位, 使驾乘的安全性和舒适性显著提高, 也提升了驾驶体验, 在新车上的装载量大幅增加^[1-2]。

LEI Bin等^[3]基于典型停车场景, 对泊车辅助系统的主观评价方法进行了研究, 从人机交互、操作逻辑、停车搜索能力、停车完成性、停车舒适性5个方面进行主观评价。蒙昊蓝等^[4]提出了一种基于测试用例集的测试评价方法, 并利用乔哈里视窗理论建立了结果分析矩阵, 从性能局限、测试方法局限两方面对结果进行分析。闫晓雷等^[5]通过实地调研, 选取平行泊位和垂直泊位作为测试场景, 评价维度分为车位搜索能力与泊车能力。马煜森^[6]提出一种基于场景的测试方法, 设计了自动泊车系统的测试内容, 提出了车位识别率、车位释放能力、泊车能力等评价指标。张强等^[7]基于自然驾驶数据, 对APS系统测试评价场景进行研究, 对平行车位、垂直车位的布置要求进行规定, 评价指标包含安全性指标及少部分体验性指标。李韬^[8]对泊车辅助系统的测试场景、测试设备等作了介绍, 提出根据泊车流程, 需要对寻找车位过程、泊车过程、泊车结束、激活条件和退出条件进行测试。周竞等^[9]等介绍了自动泊车系统的典型测试场景和主客观评价方法。刘普辉等^[10]介绍了汽车加速驾驶品质的主客观测试评价方法。

ISO16787: 2017^[11]对泊车辅助系统的性能和试验要求进行了规定, 我国第三方测评机构——中国汽车工程研究院股份有限公司发布的中国智能汽车指数 i-VISTA SM-ADAS-IPAT-A0-2019 智能泊车辅助试验规程^[11], 规定了丰富的测试场景及客观性能评价指标, GB/T 41630—2022^[13]规定了典型的测试场景。但是, 以上研究主要测试IPAS功能, 并未深入涉及驾驶体验, 且评价指标缺乏明确的主客观关联。

由于产品最终是由用户买单, 所以用户的驾驶体验至关重要, 针对当前行业内IPAS用户驾驶体验的测试评价指标不完善的问题, 在参考现有相关研究的基础上, 提出了驾驶体验主客观测评指标并进行了试验验证及相关性分析, 结果表明: 所提出的评价指标可适用于测试对象的驾驶体验测评, 且主客观相关性良好。

1 IPAS 驾驶体验闭环控制系统构建

1.1 IPAS 运行模式分解

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的系统^[13], 主要用于辅助驾驶员进行泊车, 自动泊车激活后驾驶员仅需要在发生危险场景时及时停止车辆, 标准泊车过程的车辆横向纵向移动均由系统自动控制。由于IPAS的技术发展已经相对成熟, 本文中的IPAS指的是全自动智能泊车辅助系统, 速度及挡位均由系统控制。

功能逻辑跳转条件受泊车过程中安全、算法、控制等因素的影响, 图1为跳转框图, 典型的IPAS工作可分为车位扫描, 功能激活、中断或退出, 泊车过程中, 泊车完成等运行模式。

1.2 IPAS 驾驶体验闭环控制系统构建

汽车驾驶体验通常被认为是衡量整个驾驶操作过程而产生的主观感受^[10]。IPAS驾驶体验反映了使用IPAS的驾驶员的主观感受, 整个过程中驾驶员接受了大量信息并予以评价(动态感知), 同时不断通过理论值和实际值的比较来完成控制, 驾驶员-车-环境一起构成了闭环控制系统, 如图2所示。

主观评价或客观测试各有优缺点^[14], 因此, 本文采用主客观结合的方法进行评价。结合IPAS主要运行模式, 构建其驾驶体验闭环控制系统, 为后续的测试评价指标构建提供参考。

2 主观评价指标体系构建

“体验阶梯金字塔”模型是评价产品体验的一

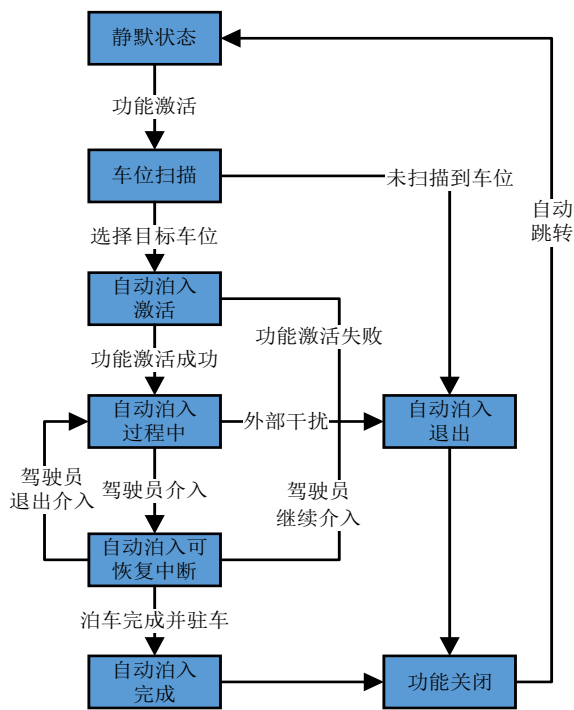


图1 典型IPAS状态跳转框图

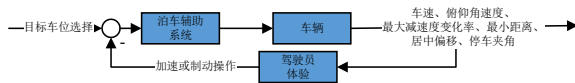


图2 IPAS 驾驶体验人-车-环境闭环控制系统

种常用模型，它包含能用、可靠、可用、易用、愉悦、意义等6个层次，并可以分为基础、中级、高级3个大的层次。结合IPAS的闭环控制系统，以“体验阶梯金字塔”模型为参考，对主观评价评语进行归纳、分类与总结，最终划分了包含安全性、易用性、舒适性3个方面的驾驶体验主观评价维度，建立了IPAS的体验阶梯金字塔模型，如图3所示，以此建立用户视角的驾驶体验主观评价指标体系。

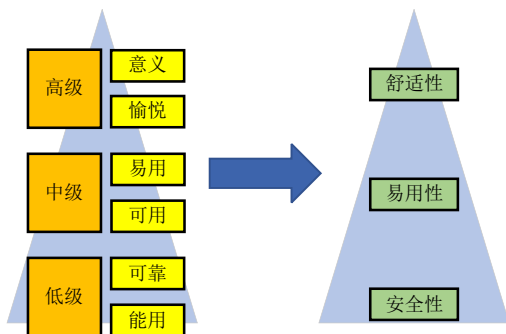


图3 IPAS体验阶梯金字塔模型

2.1 安全性指标

安全是底线，如果用户对产品的安全性没有信心，会严重影响驾乘体验，比如泊车过程中与障碍物距离太近，会引起部分用户的心理不安，所以需要考虑距离控制。此外，如果系统具备应急停车等安全性功能，也会给系统的驾乘体验加分，因此，安全性需要考虑距离控制和应急停车功能。通过归纳评价人员的评语数据，影响安全性指标的主要因素包括：距离控制、是否具备安全性功能，如应急停车等。

2.2 易用性指标

系统的功能激活、中断或退出，涉及到按钮、触屏操作或语音交互，用户使用该功能，首先需要学习该功能，所以应该考察学习该功能的难易程度，如果学习难度较高，会影响用户的体验。学习完成后，需要考虑操作性，即用户操作的难易程度，如正常驾驶姿态下，能否操作到触摸面板的任何位置等。即使容易操作，还需考虑效率性，泊车效率也会严重影响驾乘体验，如果IPAS不能比用户自己泊车更有效率，那该系统的价值将大大降低。根据功能逻辑，效率性主要涉及车位搜寻过程中、泊车过程以及泊车完成。此外，还需要考虑容错性，如出错和帮助的提示内容是否能引导用户快速找到解决方案等。因此，影响易用性指标的主要因素包括：易学习性、易操作性、效率性和容错性。

2.3 舒适性指标

在泊车过程中，如果车速过快，将给用户带来心理不适感。此外，车速的波动、车身的顿挫俯仰都会影响用户的舒适性体验，因此，影响舒适性指标的主要因素包括：车速控制、车体控制。

综上所述，建立智能泊车辅助系统驾驶体验主观评价指标体系，如图4所示。

3 客观测试评价指标构建

为了将度量标准更好地应用于实践，Google的UX团队提出了GSM模型，其中G是Goal，S是

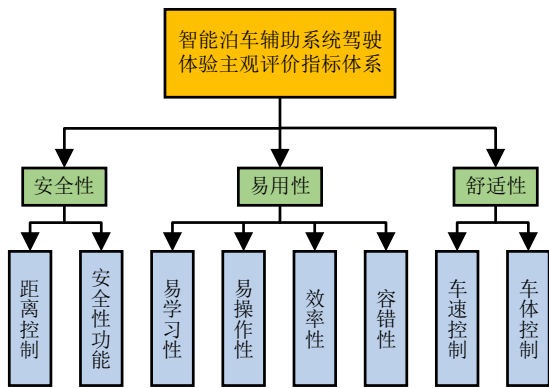


图4 IPAS驾驶体验主观评价指标体系

Signal, M是Metric, 这是一种遵从“目标-信号-指标”的过程来定义数据指标的方法。本文以上述主观评价指标体系为基础, 以GSM模型为参考, 增加相对应的客观评价指标, 建立主客观评价指标, 见表1。

其中, 主要客观测试指标计算公式具体如下。

3.1 安全性指标

车身距离控制 S_1 由客观数据车身和障碍物的最小距离 P_1 体现, 计算式为:

$$S_1 = P_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [d_{\min}]_i \quad (1)$$

式中: S_1 为车身距离控制; P_1 为多次测试中测试车辆在泊车过程车身和障碍物的最小距离的平均值;

N 为测试车辆在某个测试场景下的测试次数; d_{\min} 为单次泊车过程中离障碍物的最小距离 (d 等于0则定义单次泊车失败)。

3.2 易用性指标

易用性指标以主观评价为主, 包含部分客观测试指标。

3.2.1 车位搜寻效率

车位搜寻效率 S_2 由客观数据车位识别率 P_2 体现, 计算式为:

$$S_2 = P_2 = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (2)$$

式中: S_2 为用户车位搜寻的效率性体验; P_2 为测试车辆的车位识别率; n 为测试车辆在某个泊车环境附近识别到泊车场景的次数; N 为测试车辆在某个测试场景下的测试次数, $3 \leq N \leq 5$, 超过5次都未成功则定义测试车辆在该场景下的车位识别率得分为0。

3.2.2 泊车过程效率

$$S_3 = P_3 = \frac{8 - \bar{Q} + 1}{8} \times 100\% \quad (3)$$

式中: S_3 为样车泊车过程中的效率性; P_3 为样车的揉库系数; \bar{Q} 为样车泊车成功的平均揉库次数 (单次泊车揉库次数超过8次则定义为单次泊车失败),

表1 主客观评价指标

目标	信号	主观评价指标	客观测试指标	备注
安全性		距离控制	最小距离、居中偏移及停车夹角	泊车过程中是否存在距离控制导致的心理不适, 评价泊车完成后车位姿态造成上下车的安全性等
		安全性功能如应急停车能力		系统是否具备应急停车能力等
易用性		易学习性		用户首次或开始使用时, 学习该功能的难易程度 (包含是否配置使用说明及其学习难易程度)
		易操作性		正常驾驶姿态下, 能否操作到触摸面板的任何位置? 操作触摸设备的姿势是否合适? ……
		效率性	车位识别率	车位识别的条件是否便捷, 效率如何?
			揉库系数	泊车过程中揉库需要多少次, 是否快速泊入?
舒适性		容错性	泊车成功率	泊车的成功比例如何?
		车速控制	最大车速、俯仰角速度峰值、最大减速度变化率	出错和帮助的提示内容是否友好自然, 简洁易懂? 出错和帮助的提示内容是否能引导用户快速找到解决方案? ……
		车体控制		泊车过程中是否存在车速过快造成心理不适, 评价过程中的顿挫、俯仰晃动等

用差值法计算揉库系数 P_3 。

3.2.3 泊车完成效率

泊车完成效率体验使用泊车成功率进行评价，其计算式参考式 (2)，即泊车成功率等于泊车成功的次数与测试次数的比值，泊车完成以成功泊入车位不压边界线或系统提示泊车完成为标志。

3.3 舒适性指标

3.3.1 车速控制

泊车过程的车速控制 S_4 由客观数据最大车速 P_4 体现。

$$P_4 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [V_{\max}]_i \quad (4)$$

式中： S_4 为自动泊车过程中的车速控制； P_4 为测试车辆在泊车过程中的最大车速； N 为测试车辆在某个测试场景下的测试次数； V_{\max} 为单次泊车过程中的最大车速。

3.3.2 车体控制

车体控制通过俯仰角速度峰值及减速度变化率来进行测试，其中俯仰角速度峰值即俯仰角速度的最大值，其计算式参考式 (4)，减速度变化率即减

速度的微分或可通过设备直接采集计算得出。

4 试验验证及相关性分析

本次试验验证选取了7台近3年上市的车型进行主客观测评。

4.1 测评场景

现实生活中的泊车场景是多种多样的，为了测评的一致性，本文的测评场景选择了垂直车位，该类型车位是国内主流车位中排名靠前的车位类型，占比25%^[7]，车位尺寸参考 i-VISTA SM-ADAS-IPAT-A0-2019 智能泊车辅助试验规程^[11] 中双边界车辆垂直车位，或白色标线垂直车位的規定。

4.2 主观评价试验验证

4.2.1 主观评价评分方法

主观评价评分方法一般有 SAE 评分法 (10 分制)、德国贝尔评分法 (10 分制)、日本评分法 (7 分制)、5 分制评分法等，LEI Bin 等^[3] 推荐 10 分制。本文采用 SAE 评分法 (10 分制)，见表 2，评估者根据车辆实际性能和完善程度之间的差距对每个指标进行评分。

表 2 SAE 主观评价评分基准

评价分值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
满意度	完全不满意				很不满意	有点不满意	可以接受	满意		非常满意

4.2.2 主观评价人员选择

主观评价人员的选择是主观评价的关键，主观评价师的要求参考 T-CAAMTB 61-2021 汽车驾乘性体验测试评价规程^[15]。“专业测评人员”指受过专业训练并具有基本车辆动力学知识的专业人员，从事车辆驾乘性能主观或者客观测评 3 年以上。

为了保证评分的公正性，由至少 3 名受训的专业测评人员根据 SAE 评分表以及表 1 进行打分，最后进行平均计算并四舍五入，以 0.25 作为最小间隔，确定该车型最终的主观评价分值。主要测试设备见表 3。

4.3 客观测试试验验证

参考 i-VISTA SM-ADAS-IPAT-A0-2019 智能泊车辅助试验规程完成测试，并提取评价指标，其中客观数据采用 12 极点无阶巴特沃夫滤波器进行过滤，截止频率 10 Hz，并参考 3.1~3.3 节中的计算式或通过测试直接采集得出客观指标值，如图 5 所示。

4.4 主客观相关性分析

本文采用皮尔逊相关系数进行相关性分析，皮尔逊相关性系数公式为：

$$\rho_{XY} = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - E(X))(Y_i - E(Y))}{n \sigma_X \sigma_Y} \quad (5)$$

式中： $Cov(X, Y)$ 为 XY 的协方差； σ_x 、 σ_y 分别为 XY 的标准差； X_i, Y_i 为样本值； $E(X)$ 、 $E(Y)$ 为 XY 的数学期望。



图5 某试验车客观测试

皮尔逊相关性系数范围为 $-1\sim 1$ ，数值越接近 -1 表示强负相关，越接近 1 表示强正相关。一般认为，相关性系数绝对值 ≥ 0.8 ，可认为两变量间高度相关； $0.5 \leq$ 相关性系数绝对值 < 0.8 ，可认为两变量间中度相关； $0.3 \leq$ 相关性系数绝对值 < 0.5 ，可认为两变量间低度相关。

根据前文方法，得出主观评价得分和客观指标数值。主观评价中，因为权重确认的变量因素太多，本文暂不涉及权重，要求评价人员根据主观评价对安全性、易用性、舒适性进行总体打分。整理数据结果，相关性分析见表4。

表3 测试设备

设备名称	设备品牌/型号	设备精度	主要功能	设备图片
i-tester测试系统 (主机+IMU等)	中国汽研智能网联/ i-tester AVE2100	定位：0.01 m；速度：0.072 km/h； 加速度分辨率：0.061 mg	车辆定位数据、车辆速度、 减速度等数据采集	 
传感器-高度计	Kister/HF-500C	分辨率： ± 0.2 mm	车辆俯仰角速度峰 值数据测量	

通过以上相关性分析，揉库系数、俯仰角速度峰值、最大减速度变化率相关性系数大于 0.8 ，属于高度相关；其他客观指标与主观评价的都大于 0.5 ，属于中度相关以上，相关性良好。

5 结论

本文构建了智能泊车辅助系统驾驶体验主观评价和客观测试指标，并进行了实车验证及相关性分析，结论如下。

1) 提出了契合体验阶梯金字塔模型的智能泊

车辅助系统驾驶体验主观评价的3个维度：安全性、易用性、舒适性；从“目标-指标-信号”的过程提出了俯仰角速度峰值、揉库系数、减速度变化率等客观指标，并进行了主客观相关性分析，相关系数全部 > 0.5 ，表明主客观指标相关性较好。

2) 本成果可以促进IPAS驾乘体验测试评价方法的迭代。未来，可以对完善主客观评价指标的权重以及驾驶体验生理性评价指标（如脑电、肌电等）等进行进一步研究。

表4 相关性分析

车位类型	评价指标	车型1	车型2	车型3	车型4	车型5	车型6	车型7	相关性系数
安全性	主观评价得分	7.50	6.25	6.50	7.25	7.25	6.75	7.75	
	最小距离/m	0.32	0.12	0.38	0.27	0.23	0.14	0.40	0.56
	停车夹角/(°)	1.92	4.52	2.05	0.7	1.17	1.42	1.82	-0.61
易用性	主观评价得分	8.00	6.00	7.25	6.75	6.50	6.75	6.75	
	车位识别率/%	100	33	100	100	100	100	100	0.60
	泊车成功率/%	100	66	100	100	66	100	100	0.66
	揉库系数/%	87.50	50.00	75.00	50.00	50.00	62.50	37.50	0.81
	完成时间/s	55	76	51	88	86	83	65	-0.67
垂直车位	主观评价得分	7.25	7.25	7.00	7.75	6.25	6.75	7.50	
	最大车速/(km/h)	2.41	2.24	2.51	2.71	3.21	3.22	2.28	-0.70
	俯仰角速度峰值/ [(°)/s]	7.30	7.80	8.20	7.40	8.80	7.90	7.83	-0.83
	最大减速度变化率/ (m/s ³)	1.24	1.57	1.27	0.67	1.91	1.66	0.82	-0.91

参考文献 (References)

- [1] 张成涛,覃立仁,杨航,等.自动泊车关键技术研究进展综述[J].汽车工程学报,2023,13(5):603-614.
ZHANG Chengtao, QIN Liren, YANG Hang, et al. Review on Research Progress of Key Technologies of Automatic Parking [J]. Chinese Journal of Automotive Engineering, 2023, 13(5): 603-614. (in Chinese)
- [2] 曾栋,李坤刚,程海峰,等.基于FCE-AHP的汽车驾驶体验评价方法及应用[J].现代制造工程,2019(11):67-73.
ZENG Dong, LI Kungang, CHENG Haifeng, et al. Automobile Driving Experience Evaluation Method and Application Based on FCE-AHP [J]. Modern Manufacturing Engineering, 2019(11): 67-73. (in Chinese)
- [3] LEI Bin, ZHANG Shuai, LIANG Rongliang, et al. Research on Subjective Evaluation Method of Intelligent Parking Assist System Based on Typical Parking Scenario [J]. E3S Web of Conferences, 2021, 268: 01038.1-01038.10.
- [4] 蒙昊蓝,陈君毅,左任婧,等.智能汽车自主泊车系统测试方法[J].中国公路学报,2019,32(6):158-168.
MENG Haolan, CHEN Junyi, ZUO Renjing, et al. Test Method of Autonomous Parking System for Intelligent Vehicle [J]. China Journal of Highway and Transport, 2019, 32(6), 158-168. (in Chinese)
- [5] 闫晓雷.自动泊车系统测试与评价研究[D].重庆:重庆交通大学,2018.
YAN Xiaolei. Research on Test and Evaluation of Automatic Parking System [D]. Chongqing: Chongqing Jiaotong University, 2018. (in Chinese)
- [6] 马煜森.自动泊车系统测试方法研究[J].汽车实用技术,2021,46(14):20-23.
MA Yusen. Research on Test Method of Automatic Parking System [J]. Automotive Practical Technology, 2021, 46(14): 20-23. (in Chinese)
- [7] 张强,黄俊富,张胜根,等.基于自然驾驶数据的APS系统测试评价场景研究[C]//2018中国汽车工程学会年会论文集.北京:机械工业出版社,2018.
ZHANG Qiang, HUANG Junfu, ZHANG Shenggen, et al. Research on APS System Test and Evaluation Scenario Based on Natural Driving Data [C]//2018 China Society of Automotive Engineering Annual Conference Proceedings. Beijing: China Machine Press, 2018. (in Chinese)
- [8] 李韬,张帅.智能泊车辅助系统测试方法[J].中国汽车,2019(6):32-35.
LI Tao, ZHANG Shuai. Test Method of Intelligent Parking Assistance System [J]. China Automobile, 2019, (6): 32-35. (in Chinese)

- [9] 周竞,杨良义,张强.自动泊车系统主客观综合测试评价技术研究[C]//2021中国汽车工程学会年会论文集(1).北京:机械工业出版社,2021.
ZHOU Jing, YANG Liangyi, ZHANG Qiang. Research on Subjective and Objective Comprehensive Test and Evaluation Technology of Automatic Parking System [C]// Proceedings of the 2021 Annual Meeting of China Society of Automotive Engineering (1). Beijing: China Machine Press, 2021. (in Chinese)
- [10] 刘普辉,章桐.汽车驾驶品质主客观测试评价及相关性分析[J].中国机械工程学报,2015,13(5):451-456.
LIU Puhui, ZHANG Tong. Subjective and Objective Test Evaluation and Correlation Analysis of Vehicle Driving Quality [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2015, 13(5): 451-456. (in Chinese)
- [11] Intelligent Transport Systems-Assisted Parking System (APS)—Performance Requirements and Test Procedures: ISO16787:2017[S]. Geneva: ISO, 2017.
- [12] 智能泊车辅助试验规程:i-VISTA SM-ADAS-IPAT-A0-2019[Z].重庆:中国汽车工程研究院股份有限公司,2019.
Intelligent Parking Assistance Test Procedure: i-VISTA SM-ADAS-IPAT-A0-2019 [Z]. Chongqing: China Automotive Engineering Research Institute Co., Ltd., 2019. (in Chinese)
- [13] 国家标准化管理委员会.智能泊车辅助系统性能要求及试验方法:GB/T 41630—2022[S].北京:中国标准出版社,2022.
National Standardization Administration. Performance Requirements and Test Methods for Intelligent Parking Assistance Systems: GB/T 41630—2022 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2022. (in Chinese)
- [14] 雷斌,刘德帅,梁荣亮.浅谈汽车主观评价工程师基本素质要求[J].中国汽车,2020(10):33-37.
LEI Bin, LIU Deshuai, LIANG Rongliang. Basic Quality Requirements of Automobile Subjective Evaluation Engineers [J]. China Automobile, 2020(10): 33-37. (in Chinese)
- [15] 汽车驾乘性体验测试评价规程:T-CAAMTB 61-2021[Z].北京:中国汽车工业协会,2021.
Automobile Driving Experience Test Evaluation Procedures: T-CAAMTB 61-2021 [S]. Beijing: China Association of Automobile Manufacturers, 2021. (in Chinese)

作者简介



竹利江(1984-),男,四川成都人,学士,工程师,主要研究方向为智能线控底盘测试评价技术。
Tel: 15086740092
E-mail: zhulijiang@caeri.com.cn

通信作者



邹波(1988-),男,江西南昌人,学士,工程师,主要研究方向为智能线控底盘测试评价技术。
Tel: 17783098967
E-mail: zoubo@caeri.com.cn