

·中国一汽红旗数智化研发创新管理体系专题·

基于用户使用需求的性能开发体系研究

李坤远^{1,2} 刘元治^{1,2} 霍云龙^{1,2} 张昶^{1,2} 王燕^{1,2} 王天娇^{1,2}

(1. 中国第一汽车股份有限公司研发总院, 长春 130013; 2. 高端汽车集成与控制全国重点实验室, 长春 130013)

【欢迎引用】李坤远, 刘元治, 霍云龙, 等. 基于用户使用需求的性能开发体系研究[J]. 汽车文摘, 2024(7): 12-17.

【Cite this paper】LI K Y, LIU Y Z, HUO Y L, et al. Research on Performance Development System Based on User Needs [J]. Automotive Digest (Chinese), 2024(7): 12-17.

【摘要】为了满足用户日益增长的使用需求, 打造基于用户实际行驶需求的开发体系是新能源汽车发展的重要任务。通过建立车辆仿真模型、大数据分析模型和实车验证等手段, 从用户性能需求识别、大数据开发、性能设计、性能仿真和性能验证5个方面进行了用户使用需求的性能体系研究。结果表明, 建立考虑用户行驶需求的开发体系, 能够有效提高新能源汽车产品的市场竞争力, 提高产品黏性。研究认为, 结合相关技术办法, 在研发过程中考虑用户使用需求并建立基于用户使用需求的性能开发体系, 对新能源汽车研发具有重要意义。

关键词: 性能需求; 大数据分析; 性能设计; 性能仿真; 性能验证

中图分类号: U464.12+3 文献标识码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20230263

Research on Performance Development System Based on User Requirements

Li Kunyuan^{1,2}, Liu Yuanzhi^{1,2}, Huo Yunlong^{1,2}, Zhang Chang^{1,2}, Wang Yan^{1,2}, Wang Tianjiao^{1,2}

(1. Global R&D Center, China FAW Corporation Limited, Changchun 130013; 2. National Key Laboratory of Advanced Vehicle Integration and Control, Changchun 130013)

【Abstract】In order to meet the increasing needs of users, it is an important task to build a development system based on the actual driving needs of users for the development of new energy vehicles. This paper analyzes the performance system of the users' needs from 5 aspects: user performance demand identification, big data development, performance design, performance simulation and performance verification by establishing a vehicle simulation model, big data analysis model and real vehicle verification. The results show that the establishment of a development system considering the driving needs of users can effectively improve the market competitiveness of new energy vehicle products and improve product stickiness. It is believed that it is of great significance for the research and development of new energy vehicles to consider the needs of users in the research and development process and establish a performance development system based on the needs of users in combination with relevant technical methods.

Key words: Performance requirements, Big data analysis, Performance Design, Performance simulation, Performance verification

0 引言

性能是汽车的内涵, 从性能角度进行开发是提高自主品牌核心竞争力的关键^[1], 性能开发体系是企业汽车产品开发体系中的重要组成部分。性能开发体系的完备性、合理性以及运行有效性, 直接影响汽车产品的品质、用户满意度和企业品牌形象^[2]。国内车企一般都采用传统的V字形开发流程, 见图1^[3]。从性能设计到

试验验证, 对于传统燃油车性能开发, 该通用开发流程较为完备且能够满足大多数用户需求。随着国内经济水平的提高与汽车产业的飞速发展, 国内造车新势力异军突起, 汽车的功能从代步工具向移动用户终端转变, 用户的用车需求从单一向多维转变, 人与车之间的关系从“人用车”到“人车交互”方向转变^[4]。在用户需求多样性的催化下, 各大车企致力于探索适合企业发展、合理且完善的性能开发体系, 满足用户需求, 减少

用户抱怨,进而提升产品竞争力和品牌影响力^[5-8]。本文基于用户使用需求,从用户性能需求识别、大数据开发、性能设计体系、性能仿真体系和性能验证体系等5个方面进行用户使用性能开发体系研究。

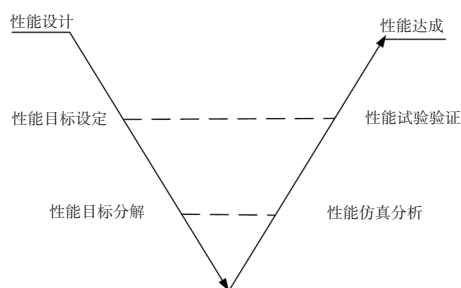


图1 性能开发流程^[8]

1 现状和问题

传统乘用车性能开发流程基本完备,但新能源汽车与传统乘用车性能开发体系差异较大,用户对新能源汽车的需求与传统燃油车的需求也存在很大差异^[9-10]。尤其在智能化和网联化发展趋势下,新能源汽车用户呈现年轻化、个性化,沿用已有的性能开发流程已无法支撑新能源汽车的性能开发。国内各大自主品牌均在积极探索适合自己企业的性能开发体系,但目前仍存在以下问题:

(1)对国家标准依赖性较强,缺少极端工况的使用场景标准。在性能指标设定方面,现有国家标准中涉及的动力性和经济性指标缺少针对高低温工况相应的指标设定,然而实际开发过程中新能源汽车动力电池在高低温工况下性能差异较大。在性能仿真分析方面,按照传统车的仿真模式仅针对国家规定的标准工况仿真,难以覆盖新能源汽车全部用车工况。在性能达成验证方面,国家标准中对高低温工况下车辆性能也没有对应的验证标准与办法。

(2)对用户需求的把控不精准,缺少开发环节的用户需求定义。当今新能源汽车市场,基于用户需求的产品开发成为了产品畅销的关键因素,提升用户体验,就是提高产品竞争力、提升品牌形象^[11-12],但现有开发体系中各项指标仍以传统工程目标为主,尚缺少用户使用需求向工程目标转化的开发体系。

通过分析性能开发体系的现状以及存在的问题,分析了现有性能开发体系无法满足用户使用需求的原因。为提升新能源汽车性能开发水平,提高产品竞争力,本文基于用户实际使用需求,从用户性能体系建设等5大方面,系统研究了如何建立满足用户使用需求的性能开发体系。

2 基于用户使用需求的性能开发体系

本文研究的基于用户使用需求的性能开发体系,在传统V字形开发流程的基础上,将用户性能体系、大数据开发体系、性能设计体系、性能仿真体系和性能验证体系5个方面融入开发流程,建立了基于用户使用需求的性能开发体系(图2),从而实现提高产品使用性能、提高用户体验、提升品牌竞争力的目标。

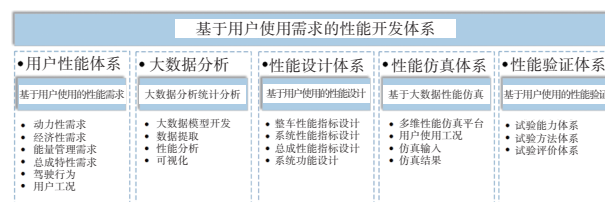


图2 性能开发体系

2.1 用户性能体系

用户性能体系围绕用户5大使用需求,基于用户实际行驶工况,应用有效办法充分挖掘用户行驶场景,分析车辆实际行驶中的性能表现^[13-14],从用户角度分解对整车以及总成的性能需求,并将各项需求指标向工程目标转化,建立一套结合性能识别、性能分解、目标转化全过程的用户性能体系,该体系框架示意图见图3。

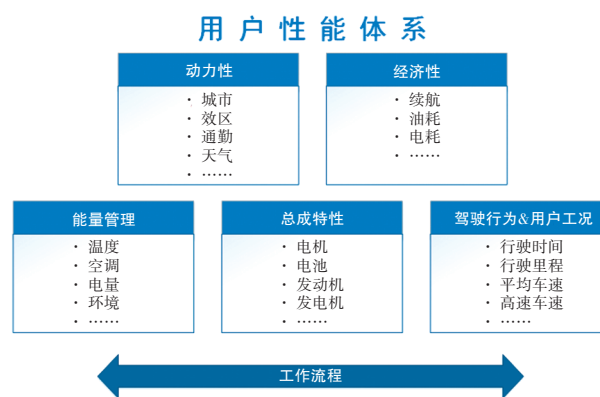


图3 用户性能体系框架示意

2.1.1 用户性能需求

a. 动力性需求与传统燃油车开发目标基本相同,该体系主要从爬坡、加速性和最高车速3个方面分析用户动力性需求^[15]。但新能源汽车动力电池等在极端温度下的性能会有不同程度衰减^[16],所以在性能开发体系中融入对不同环境温度的考虑,根据用户在城市高温、城市低温、城市郊区等实际使用场景,梳理用户爬坡度和爬坡车速需求、用户起步加速和超车加速需求、用户短时最高车速和长时最高车

速行驶需求等。

b. 新能源汽车用户对于经济性需求主要集中在续驶里程、油耗、电耗等方面^[17-19],需分析用户长时间行驶和短时间行驶需求,分析市区工况、市郊工况和高速工况行驶需求,不同环境温度下用户出行需求。

c. 能量管理需求主要从温度、空调及电量控制等方面^[20],分析用户实际行驶环境条件,分析空调使用需求、电池电量使用需求。

d. 总成特性需求主要从电机、电池和发动机等总成方面,分析电池电量需求、功率和扭矩能力需求。

e. 驾驶行为需求主要从车辆驾驶模式、加速踏板和制动踏板等方面,分析用户驾驶模式使用需求、加速踏板使用需求、制动踏板使用需求。

f. 用户工况需求主要从市区、市郊和高速等方面,分析用户在各个行驶工况下的行驶特点,包括行驶时间、行驶里程、平均车速、最高车速等。

2.1.2 固化工作流程

建立以用户性能需求为导向的开发机制和工作流程,贯穿项目节点,见图4。技术魅点严格根据用户需求定义,整车产品定义和指标策划通过院级技术委员会评审后下达项目;整车产品方案需进行用户需求专项评审,尤其是魅点技术,需结合用户体验、方案成本等方面开展评审。同时完善用户体验评价标准,OTS验证阶段后以主观评价体验为主,客观指标为辅。主观评价团队需要涵盖不同领域、不同背景、不同年龄的客户群体,能够代表目标销售客户群体的意愿,对性能(动力性)、家庭、年龄(舒适性)等需求,制定个性化评价标准。



图4 用户性能开发体系(部分)

2.2 大数据开发体系

大数据时代深刻影响着汽车行业的发展^[21],如何充分利用大数据相关功能,深度挖掘用户需求,优化汽车性能开发体系,提高产品价值,是当今车企亟待解决的命题之一^[22]。因此,本文通过建立大数据开发体系,支撑用户性能开发,提高车辆用户使用性能。该体系核心功能为利用大数据埋点手段,针对用户使用性能需求,通过对车辆行驶大数据的分析,对前期性能指标的制定进行优化。大数

据开发体系中主要包括大数据平台开发与大数据模型应用。

2.2.1 大数据平台开发

内部组建大数据模型开发团队和大数据分析团队,同时联合外部专业大数据团队,打造如图5所示的大大数据开发平台,以支撑大数据开发体系。



图5 大数据平台示意

模型开发团队首先针对用户使用性能需求,编写大数据模型开发需求标准文档,包含开发目的、模型说明、字段需求、数据切分规则、模型输出方案等。在标准编写完成后,利用Python编程软件建模。模型开发完成后利用试验车辆进行有效性验证,利用信号实际值有效性判定、实车验证数据对比的方式,对大数据模型进行精准化调教,以确保得到较为精确的模型。依托网页或数据库,将大数据分析得到的性能结果可视化展示,采用图、表等形式,按照用户使用需求类别分类展示,支撑用户性能分析。

大数据分析团队可利用模型中数据实时展示、下载接口,进行后台实时数据提取。分析团队成员可按照研发目标和需求原则,进行单车、多车数据提取或单日、多日数据提取。

数据分析团队对原始数据进行清洗、去重、处理和转换,以确保数据的质量和可用性,包括处理缺失值、异常值和重复数据等^[23],进一步进行数据需求挖掘,如统计分析、机器学习、数据可视化等。基于数据分析的结果,建立模型和算法来描述和预测现象,对预测和决策提供支持。同时,不断优化模型和算法,提高预测准确性和模型效果。

2.2.2 大数据模型应用

充分利用大数据模型针对提取后的数据进行统计分析,一般情况下采用求和、积分、差分、最大值、最小值和逻辑判断等函数,也可以使用支持向量回归(Support vector regression, SVR)等方法,得到用户使用需求对应的性能指标。

基于大数据埋点和事件埋点数据的故障分析统计系统,开发预测性诊断、影子模式等新的技术模式提前预判用户车辆状态,开发基于统一诊断服务(Unified diagnostic services, UDS)协议栈的系列远程故障追踪系统及后台大数据分析系统,基于知识图谱和大语言模型开发技术故障专家系统。

2.3 性能设计体系

性能设计体系由整车性能指标设计、系统性能指标设计、总成性能指标设计、系统功能设计等构成,需保证设计的性能指标能够满足用户的使用需求,同时,也要保证其满足国家标准法规。

针对性能指标设计,要形成设计规范,并推广至其他开发项目,使得各个车型在开发过程中能够实现统一,避免出现性能疏漏的情况。根据实际情况建立专业级、部门级、企业级设计规范。

设计规范中,性能指标项目根据用户性能体系进行设定,性能指标值从用户使用需求出发^[24],并结合整车及系统方案的可实现性进行确定,满足用户使用的同时,减小企业的开发负担。

性能设计体系中的性能指标,应根据用户性能需求和用户行驶大数据分析得到的性能结果进行设定,但也要有所区分,需要对用户性能需求进行分解,对大数据分析结果进行筛选。用户性能需求及性能结果一般只作为车辆常用行驶状态进行设计,对于极限工况和极限性能,仍需参考车辆规划需求和行业现状,比如车辆极限车速,并不能按照用户实际行驶的大数据分析结果进行设计。

性能指标设计时,性能指标达成情况通过离线仿真的形式确认。性能仿真需覆盖常温、低温和高温环境,覆盖动力性工况和经济性工况,覆盖市区、市郊和高速工况。

2.4 性能仿真体系

性能仿真体系贯穿项目开发全过程,其在项目前期支撑性能指标设定,在项目开发后期起到性能达成验证的作用。为支撑用户使用性能设计和验证,建立多维性能仿真平台,作为性能仿真体系的核心板块。性能仿真体系主要由多维性能仿真平台、场景定义模块和仿真输入模块3部分组成,见图6。

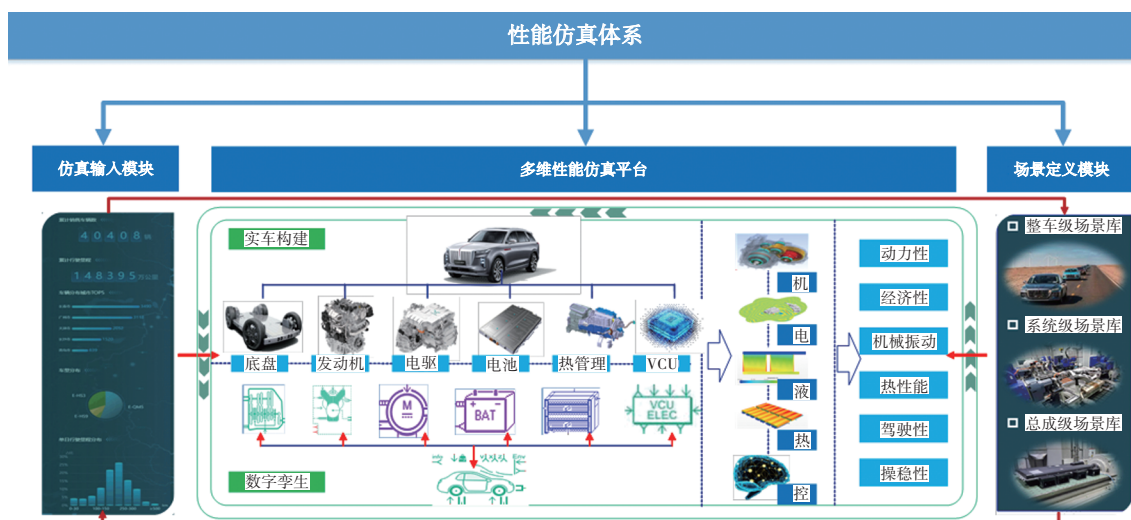


图6 性能仿真体系构成

多维性能仿真平台基于AMESim软件搭建,包含车辆模块、驾驶员模块、发动机模块、电机模块、电池模块、附件模块和整车控制器(Vehicle Control Unit, VCU)模块等,每个模块都应具备温度、流量等接口。VCU模块作为仿真平台的大脑,与实车控制策略保持高度一致,实现精准的车辆运行状态模拟。

场景定义模块来源于用户性能体系,与用户性能指标对应。该模块工程师负责将场景需求转化为仿真平台的输入。例如对于动力性相关工况,可通过给

定固定车速实现,也可通过控制加速踏板开度或制动踏板开度实现;对于经济性相关工况,应转化为时间-车速曲线,并通过坡度、温度的设定,实现用户使用工况和环境的模拟。

仿真输入模块主要指各总成的特性参数,主要包括扭矩曲线、效率曲线、电压曲线、内阻曲线等,输入的特性参数要包含温度或电压等维度。仿真输入一般以清单列表的形式体现。

2.5 性能验证体系

性能验证体系主要包括试验能力、试验方法和试

验评价。本文中针对用户使用性能的验证,从整车性能验证方面进行性能验证体系建设,支撑整车性能开发体系,其框架如图7所示。



图7 性能验证体系

2.5.1 试验能力

试验能力是硬件能力和试验开展能力的有机统一。硬件能力主要指试验设备,针对动力性和经济性方面的性能验证,拥有完备的、先进的转鼓实验室、浸车室和室外汽车试验场。在性能研发的不同阶段,充分利用硬件能力完成车辆研发。例如在转鼓试验室中,完成两驱车和四驱车的排放和油耗测试、电流电压采集和充电等相关经济性测试;在浸车仓中进行环境模拟,以围绕用户性能需求完成低温和高温环境模拟测试;在室外汽车试验场,利用直线跑道、环形跑道、坡道等完成加速性能测试、最高车速测试、爬坡性能测试等相关动力性测试。

试验开展能力主要包括试验流程设计、试验项目制定、试验方案设计、试验标准制定和试验结果。

(1)试验标准制定。针对试验项目,编写试验标准,规定相关的试验要求、操作方法、结果处理等。试验标准的制定要从用户使用性能需求出发,同时满足国家法规的相关规定。

(2)试验流程设计。根据试验样车交付日期,设定各试验项目的先后顺序,确定各试验项目的试验周期,明确试验开展的前提条件,包括各试验样车阶段。

(3)试验项目制定。试验项目需包含国家标准中规定的标准工况和用户要求工况,覆盖高低温环境条件、不同电池初始SOC等工况。试验项目中,优先开

展重要度高的试验项目,针对不同车型开发的特点,可制定特殊的试验项目,或根据实际开发情况减少试验项目。

(4)试验方案设计。针对每一项试验进行研究,根据试验目的明确试验要求,确定试验测试方法,明确试验工况,并组织开展试验。

2.5.2 试验方法

试验方法由专业标准、企业标准和国家标准等组成,对于国家标准,应该根据企业的开发策略,二次开发转化为对应的专业标准或企业标准。对于已经存在的试验方法,在试验过程中应严格执行。如果标准的适用性存在问题,或标准的规定已不满足当前车型的开发要求,应及时进行标准的二次开发。

对于没有试验方法的试验项目,应参照相近的试验方法,结合试验项目的特点进行开展,根据试验实际开展情况,形成试验标准并推广。

2.5.3 试验评价

试验评价由主观评价和客观评价2方面组成^[25]。主观评价通过人的主观感受,来评价车辆性能的优劣,主观性强,评价标准界定不清晰,但更贴近用户真实驾驶;客观评价通过开展试验测试,得到各性能指标项对应的性能结果,并根据性能结果,量化对比性能优劣,评价标准及方法统一,评价结果清晰,但数据表征很难与真实的驾驶感受相对应,感知性不强。对于性能评价,应采用主观评价与客观评价相结合的方式^[26],建立起客观指标与主观感受的联系,在健全评价标准的同时,提升用户感知。

3 结束语

随着新能源汽车的不断发展,电动化和智能化逐渐深入,用户使用需求也会日益增加。本文在当今社会的大背景下,通过分析现阶段新能源汽车性能开发流程体系存在的问题,从用户性能体系、大数据开发体系、性能设计体系、性能仿真体系和性能验证体系5个方面,系统地研究了满足用户使用需求的性能开发体系。研究表明,利用本文所述的开发体系进行新能源汽车性能开发,有望提高车辆的用户满意度。在未来,随着大数据、万物互联的发展,以及仿真精度的不断提高,性能开发体系也需要适应性提高精度与置信度。

参考文献

- [1] 吴宪. 中国自主品牌电动汽车前景性能开发是关键[J]. 国际技术装备与贸易, 2013(5):1.

- [2] SKIPPON S M. How Consumer Drivers Construe Vehicle Performance: Implications for Electric Vehicles[J]. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 2014, 23(4): 15-31.
- [3] 魏小玲, 曹勇, 詹国强, 等. 整车集成正向开发价值能力评价模型[J]. 汽车工程学报, 2024, 14(1): 125-130.
- [4] 张颖. 明确目标用户的核心需求, 力求“更懂”消费者—2023年中国汽车产品质量表现研究(AQR)结果发布[J]. 汽车与配件, 2023(20): 52-55.
- [5] 廖云霞, 罗未锋, 刘荣昌, 等. 汽车产品开发试验验证体系研究[J]. 汽车文摘, 2020(11): 6.
- [6] 张佳欣. 消费者纯电动汽车购买行为的驱动机理及引导政策仿真研究[D]. 北京: 中国矿业大学, 2023.
- [7] 毛恩荣, 张红, 宋正河. 车辆人机工程学(2版)[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007:172-185.
- [8] 陈炜. 纯电动乘用车整车性能集成管理研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2023.
- [9] 刘伟喆. 汽车研发体系的建设[J]. 轿车情报, 2008(1): 90-91.
- [10] YANG B, CARDIE C. Context-aware Learning for Sentence-level Sentiment Analysis with Posterior Regularization[C]// Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Baltimore, Maryland, USA: Association for Computational Linguistics, 2014: 325-33.
- [11] GREEN E H, SKERLOS S J, WINEBRAKE J J. Increasing Electric Vehicle Policy Efficiency and Effectiveness by Reducing Mainstream Market Bias[J]. Energy Policy, 2014 (65): 562-566.
- [12] HOEN A, KOETSE M J. A Choice Experiment on Alternative Fuel Vehicle Preferences of Private Car Owners in the Netherlands[J]. Transportation Research Part A, 2014(61): 199-215.
- [13] ONAN A, KORUKOĞLU S, BULUT H. Ensemble of Keyword Extraction Methods and Classifiers in Text Classification[J]. Expert Systems with Applications, 2016 (57): 232-247.
- [14] MA D, LI S, WU F, et al. Exploring Sequence-to-Sequence Learning in Aspect Term Extraction[C]//The 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 2019: 3538-3547.
- [15] 周胜. 纯电动汽车动力性及经济性分析[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.
- [16] 刘春生. 低温工况纯电动汽车热管理系统多目标控制策略研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2023.
- [17] 朱成, 刘頔, 滕欣余, 等. 新能源汽车综合经济性对比分析及预测研究[J]. 汽车工程. 2023, 45(2): 333-340.
- [18] 阿江佑宜, 胡瑞娟. 新能源汽车市场的发展与预测[J]. 汽车与新动力. 2020, 3(6): 36-40.
- [19] ALIREZA A, MOHAMMAD B, JADIDAHARI J, et al. Ali Development of Vehicle Body-in-White Section Optimization Framework for Crash Performance by Introducing A Combined Collapse Capacity Criterion[C]//Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 2022.
- [20] WANG Z P, YAO L M, SUN F C. Preliminary Study on Evaluation System of EV Energy Consumption Economy [J]. Journal of Beijing Institute of Technology, 2005, 25(6): 479-482.
- [21] 乔露露, 文森森. 浅析大数据在汽车产品研发中的应用[J]. 内燃机与配件, 2023(17): 115-117.
- [22] 冯大强. 新能源汽车领域应用大数据的可行性分析[J]. 内燃机与配件, 2021(18): 198-199.
- [23] 黄亚娟. 大数据分析技术在新能源汽车行业的运用[J]. 时代汽车, 2020(7): 69-70.
- [24] ALBERS A, HAUG F, FAHL J. Customer-Oriented Product Development: Supporting the Development of the Complete Vehicle through the Systematic Use of Engineering Generations[C]//2018 IEEE International Systems Engineering Symposium (ISSE). Rome, Italy: IEEE, 2018.
- [25] 刘道东, 王铁, 高昱, 等. 汽车整车性能评价方法的研究[J]. 机械科学与技术, 2012(3): 40-44.
- [26] 董学兵, 杨智, 李盈. 城市居民可持续消费行为的影响因素[J]. 城市问题, 2012(10): 55-61.

(责任编辑 明慧)