

汽车整车性能对标方法研究

王路野^{1,2} 吴赫^{1,2} 包英豪^{1,2} 王熠喆^{1,2} 石津铭^{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】王路野, 吴赫, 包英豪, 等. 汽车整车性能对标方法研究[J]. 汽车文摘, 2024(9): 15-19.

【Cite this paper】WANG L Y, WU H, BAO Y H, et al. Research on Performance Benchmarking Methods for Automotive Vehicles[J]. Automotive Digest (Chinese), 2024(9): 15-19.

【摘要】针对当前的整车性能对标体系已无法满足新能源产品开发需求, 本研究提出了一种全新的整车性能对标方法。该方法通过优化核心竞品选定方式, 并通过竞品总线信号解析与试验总线数据相结合的手段来获取关键性能参数和控制策略。结果表明, 本研究提出的整车性能对标方法, 使得核心竞品选择更加精准, 使整车性能对标的深度和广度得到明显提升, 弥补了新能源竞品性能对标工作中的不足, 实现了对整车产品性能开发的全面支撑。

关键词: 整车性能; 信号解析; 控制策略; 对标分析

中图分类号: U426.3 文献标志码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20230176

Research on Performance Benchmarking Methods for Automotive Vehicles

Wang Luye^{1,2}, Wu He^{1,2}, Bao Yinghao^{1,2}, Wang Yizhe^{1,2}, Shi Jinming^{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】The current vehicle performance benchmarking system is inadequate for the development needs of new energy products. This study proposes an innovative method for vehicle performance benchmarking. This method optimizes the selection process of core competitors and obtains key performance parameters and control strategies through a combination of competitor bus signal analysis and experimental bus data. The results indicate that the vehicle performance benchmarking method proposed in this study enhances metrics and control strategies and significantly improves the depth and breadth of vehicle performance benchmarking. It effectively fills the gaps in the performance benchmarking of new energy competitors and offers comprehensive support for the development of vehicle product performance.

Key words: Vehicle performance, Signal analysis, Control strategy, Benchmarking analysis

0 引言

政策扶持和科技创新推动了国内新能源汽车产业的迅猛发展。2023年我国新能源汽车产销分别完成958.7万辆和949.5万辆, 同比增长率分别为35.8%和37.9%^[1]。汽车传统制造商及新兴造车企业紧跟国内新能源转型步伐, 加大新能源产品开发投入, 力争在新能源市场做出爆款产品, 增强市场竞争力。

新能源汽车市场竞争日益激烈, 为了满足消费者对新能源汽车产品的高性能要求, 整车性能对标工作成为产品开发过程中不可或缺的一环。当前国内很

多学者均提出了整车性能对标方法。陈锦霞^[2]针对底盘系统性能目标设定提出了一种对标方法, 首先依据市场表现选定标杆竞品, 然后利用测试设备对竞品展开悬架、转向等总成性能测试, 获取客观性能参数, 支撑本品的底盘性能目标设定。但是该方法未从汽车专业角度进行竞品选定, 所选竞品的性能未达到同级最优, 获取的性能参数不具备参考价值。袁祥^[3]等对整车性能设计中的对标分析方法展开了研究, 通过对动力经济性表现优异的某日系车型进行动力总成相关结构参数测量, 将结果应用到本品参数设计中, 实现了本品动力经济性的提升。但该方法未进行软件层级的深入对标, 竞品参数获取局限于尺寸测量, 对

标不够充分。刘玉振^[4]等对纯电动汽车的动力性对标方法展开了研究并提出动力性指标的测试方法,但是该方法只能获取加速时间等易测量的参数,无法获取电机扭矩上升速率、油门响应时间等对动力性的达成有关键影响的参数,故无法探究竞品动力性达成的达成路径,对标效果不佳。综上所述,当前的整车性能对标方法,存在着核心竞品选取不专业、性能参数获取渠道较单一、无法探究竞品性能达成路径的缺陷。

基于上述整车性能对标现状及存在的问题,本研究提出一种全新整车性能对标方法,在传统整车性能对标方法的基础上,增加整车性能感知评价和总线信号解析,优化核心竞品选取方式,拓宽数据获取渠道,有效地支撑本品性能工程目标设定。此外,本文引入整车控制策略对标分析,深入探究竞品的控制策略设计方案,进一步促进本品整车性能工程目标的实现。

1 整车性能对标方法

1.1 整车性能感知评价

整车性能感知评价是从用户视角出发对目标细分市场竞品车型开展场景体验,并对整车性能维度进行快速主观打分的过程^[5]。表1为整车性能感知评价内容,具体评价项目因车企和车型而异,由项目组结合自身需求制定。

整车性能感知评价的主要目的是在用户体验场景下对竞品进行评价,分析竞品在使用过程中的优势与不足。项目组综合考虑评价结果与产品策划内容,选定针对各性能维度的核心竞品,制定整车性能对标方案。如某项目开展的整车性能感知评价活动,参评人员为项目组成员和相关设计师,评价采用10分制。竞品A和竞品B在车辆加速性能方面得分较高,后续项目组将针对这2款车展开动力性客观测试,获取其加速性能指标,为本品的动力性能指标设定提供参考。

1.2 竞品总线信号解析

竞品总线信号解析是指通过特定手段,对控制器局域网(Controllor Area Network, CAN)总线上的信号进行逆向破解以获取竞品通讯协议的过程^[6]。表2列出了CAN信号解析主要工具。信号解析完成后,可在竞品整车性能对标过程中接入车辆的CAN总线以获取关键参数,该步骤是开展竞品控制策略对标的基础。

表1 整车性能感知评价内容

场景	功能	评价维度
远程控制车	远程控制车辆启动、调节空调以及车门开启或关闭	操作便利程度、界面高级感程度
上下车及操作便利性	车门关闭或开启方式、上车体验感及后备箱使用的便利性	是否配备电动门、迎宾踏板、电动尾门响应速度以及后备箱空间
	座椅调节	调节范围、调节方式
	车内储物功能	使用便利性
	无线充电功能	使用便利性、充电效率
乘坐体验	空调体验	制冷或制热效果、舒适性
	车内气味	气味主观感受
	座椅舒适性	舒适性主观感受
行驶状态	转向系统	转向精准度、舒适度
	加速性能	急加速响应感受
	制动减速	制动响应主观感受
	过减速带	平顺性主观感受
	噪声、振动与声振粗糙度(Noise Vibration Harshness, NVH)	NVH主观体验
	切换驾驶模式	模式差异性、驾驶模式主观感受
	车身稳定性	紧急加减速时车身的反馈感受
泊车	全景影像	清晰度、响应速度
	自动泊车	操作便利性、精准度
视觉美学	外观、内饰、精良性等	评价内外饰、感知质量
智联交互	生态丰富度、功能实现、人机交互	评价座舱表现

表2 CAN信号解析主要工具

序号	工具名称	作用
1	DB9接头	获取竞品CAN总线差分信号
2	CAN报文采集硬件	采集竞品CAN总线报文
3	CAN报文解析软件	解析竞品CAN总线通信协议
4	解析工作站	支持CAN解析软件运行
5	诊断仪	支持CAN解析信号标定

解析工作分为以下4个步骤:

(1)使用信号采集设备接入竞品的CAN总线,确保CAN总线能够采集有效报文。

(2)结合CAN信号解析需求设定解析工况,解析工况如表3所示。

(3)按照解析工况获取总线报文后,利用信号解析软件进行信号定位、可视化处理、标定、验证。

图1为某竞品信号解析过程中获得的发动机扭矩信号随时间变化曲线,该信号在预设的工况下的曲线形状是唯一且确定的,故可通过线形定位此信号。

(4)编制整车通信协议文件。

表3 解析工况

需求信号	信号解析工况
加速踏板开度、状态信号	原地3~8次全油门工况
制动踏板开度、状态信号	原地3~8次制动工况
车速、轮速、电机转速	全油门加速工况(车速低于140 km/h)
电机实际扭矩、电机扭矩指令	全油门加速工况(车速低于140 km/h)
电机母线电流、母线电压	全油门加速工况(车速低于140 km/h)
电机实际扭矩、扭矩指令、参考扭矩	全油门加速工况(车速低于140 km/h)
电机温度、电机冷却水温度	全油门加速工况(车速低于140 km/h)
电机逆变器温度、逆变器冷却温度	全油门加速工况(车速低于140 km/h)
转向盘转速、转向盘转角	原地操作转向盘
中控按钮状态信号	原地开启或关闭各种中控按钮3~8次
电池包电流、电压、电池包温度	整车静止直流充电
表显电池荷电状态(State of Charge, SOC)、实际SOC、剩余能量	整车静止直流充电
纵向加速度	全油门加速后紧急制动
侧向加速度	行驶过程中快速大幅调整转向盘转角再回正转向盘
防抱死装置(Antilock Braking System, ABS)状态位	紧急制动触发ABS功能
牵引力控制系统(Traction Control System, TCS)状态位	转向盘转角调至最大后,全油门起步使车轮打滑
电子控制悬架系统(Electronic Control Suspension System, ECS)标志位	全油门加速后紧急制动
空调压缩机电流、电压	原地静止启动压缩机
热敏电阻(Positive Temperature Coefficient, PTC)功率	原地静止启动PTC

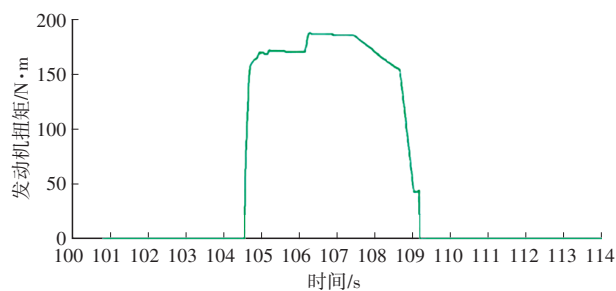


图1 某竞品信号解析过程中发动机扭矩变化

表4展示了已解析的某车型CAN总线信号列表,基本涵盖了竞品所有关键电控系统零部件总成,可满足竞品控制策略对标分析需求,该信号解析的数量与车上安装传感器数量相同。

表4 某车型CAN信号列表

分类	信号名称	分类	信号名称
整车信号	车辆速度	电池信号	电池包电流
	表显车速		电池包电压
	左前轮轮速		2 s 回充功率限制
	右前轮轮速		2 s 放电功率限制
	左后轮轮速		实际SOC
	右后轮轮速		最大电压荷电状态
	轮速方向		最小电压荷电状态
	行驶里程		直流充电口温度 1
	油门踏板开度		直流充电口温度 2
	变速器档位		电池出水温度
	驾驶模式		电池进水温度
	雨刮器状态		电池模组 1 温度
	转向盘转角		电池模组 2 温度
	转向盘转速		电池模组 3 温度
	转向盘力矩		电池模组 4 温度
	纵向加速度		电池模组 5 温度
	横向加速度		电池模组 6 温度
	横摆角速度		电池模组 7 温度
	制动主缸压力		电池模组 8 温度
	制动踏板状态		电池单体电压
DC/DC 信号	高压输入电流	发电机信号	扭矩最大值
	低压输出电流		扭矩最小值
	高压输入电压		发电机转速
	低压输出电压		发电机实际扭矩
发动机信号	节气门实际开度	绝缘栅双极晶体管(Insulate-Gate Bipolar Transistor, IGBT)的U相温度	直流母线电流
	发动机实际扭矩		直流母线电压
	发动机转速		发电机温度
	发动机冷却液温度		IGBT的V相温度
空调热管理信号	鼓风机档位	驱动电机信号	电机转速
	左侧温度设定		电机三相电流有效值
	右侧温度设定		电机母线电压
	PTC 状态		电机扭矩最大值
	PTC 进水温度		电机扭矩最小值
	PTC 电流		电机实际扭矩
	PTC 电压		电机温度
	PTC 出水温度		电机IGBT温度

1.3 整车性能对标测试

整车性能对标测试内容包括主观评价和客观测试。原则上,所有通过客观参数表征的性能维度均需客观化。然而在实际评价过程中,某些与用户体验相关性较大的性能指标无法客观化,只能通过主观评分的方式代替。主观评分标准需与本品整车工程目标的验收标准保持一致。表5展示某C级轿车驾驶性主观评价部分内容,该评价用于指导本品驾驶性开发和整车工程目标验收相较于整车性能感知评价,内容更细致。

表5 某C级轿车驾驶性评价内容

评价项目		描述
动力性	起步	起步响应较及时,起步能力无问题,车速建立过程线性
	加速响应	1. 舒享驾乘模式下各车速区间加速响应存在轻微的迟滞,比较符合驾驶员的加速预期 2. 各车速区间全油门加速动力响应及时且无明显迟滞
	动力感	1. 加速时动力响应后整体加速线性感良好 2. 中低车速的动力性较好,全油门加速时推背感明显 3. 高车速的加速延展感较好,主观感觉动力储备较充沛
	道路适应性	无问题
	电量衰退	不同电量状态动力性能无明显差异

在整车性能客观测试中,除传统整车性能对标内容外,需对受电控系统零部件影响的性能维度进行总线数据采集,分析该系统零部件控制策略,在获得传统整车性能参数的同时,获取竞品电控系统零部件核心技术指标及控制过程,以支撑整车性能对标分析。

1.4 整车性能对标分析

本研究提出的整车性能对标分析方法包括传统整车性能对标分析和整车控制策略对标分析。传统的整车性能对标分析即充分对比本品和竞品性能参数,结合产品特征目录需求,为本品设计方案提出优化建议。如表6所示,通过对比分析本品和竞品尺寸参数,项目组可以通过降低本品车宽的方式实现减重降本。在空间及乘降性方面,本品后排乘员腿部空间及上下车门洞尺寸均小于竞品。项目组可以参考竞品尺寸数据,优化本品空间及乘降性,提高车辆交付后的用户满意度。

整车控制策略对标分析的目的是分析整车功能、性能的实现过程。基于竞品CAN总线信号,针

对工程师的控制策略对标需求设定测试工况,通过数据采集和数据处理分析,获取竞品控制策略,满足产品开发对标需求。常见的控制策略对标内容包括驱动控制策略、续驶里程能量管理策略^[7]、充电能量管理策略、智驾策略、驾驶性策略、热管理策略及其他功能类策略^[8-10]。图2为某车型坡起及动力驻坡控制策略对标成果。该试验背景是某整车产品开发项目计划搭载某款变速器,但工程师无法确定该变速器的性能水平能否满足本品的性能工程目标要求,且输入边界不清晰,导致仿真结果可靠性不确定。因此,项目组对市面上某款搭载同款变速器的P2构型的插电混动车型开展对标测试,表7展示了具体测试工况。测试过程中,项目组采用CAN总线数据采集与外接传感器相结合的方式获取关键参数(表8)。试验结果表明,在坡度为29%的坡道上,该车型在分动器4L挡位下,在第20s驻坡开始,变速器油温为82℃,系统扭矩在42~45 N·m内波动,发动机扭矩在47~55 N·m内波动,电机扭矩在-10~-5 N·m内波动。波动现象持续存在88s,此时变速器油温为90℃。108s后,3个扭矩趋于稳定,系统扭矩为42 N·m,发动机扭矩为50 N·m,电机扭矩为-5 N·m,变速器油温逐渐升至94℃。驻坡共持续180s,油门开度全程均小于5%,最后主动松开油门下坡结束该工况。此外,对该车辆进行连续20次冲坡测试,其性能对标成果可以满足本品的工程目标设定需求。通过对测试中采集的参数进行分析,可以明确该车型在此工况下的发动机与驱动电机动力分配策略以及发动机和变速器热管理策略,为本车型的控制策略开发提供参考,有助于达成本品工程目标。

表6 某车型整车性能对标分析成果 mm

参数	本品A	竞品B	竞品C
长	4 770.0	4 787.0	4 690.0
宽	1 910.0	1 842.0	1 863.0
高	1 465.0	1 503.0	1 417.0
轴距	2 870.0	2 752.0	2 877.0
二排有效腿部空间	863.0	942.0	844.0
前后排R点水平距离	886.0	963.3	1 014.0
前排R点进入高度	762.0±5.0	783.0	783.0
前排门槛离地高度	420.0±5.0	397.0	405.0
后排R点进入高度	740.0±5.0	744.0	715.0
后排门槛离地高度	425.0±5.0	403.0	400.0

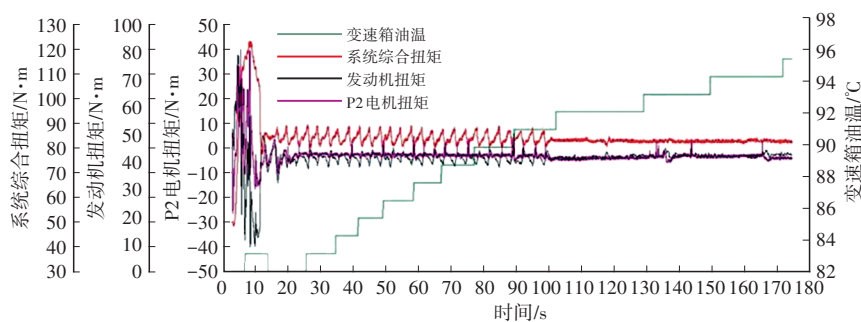


图2 某车型动力驻坡控制策略对标成果

表7 某车型坡起控制策略对标测试工况

分动器设置	整车前进(D)挡	整车倒车(R)挡
分动器4L挡	动力驻坡或反复冲坡	动力驻坡或反复冲坡
分动器4H挡	动力驻坡或反复冲坡	动力驻坡或反复冲坡

表8 某车型坡起控制策略对标测试采集参数

油门开度	车辆速度
发动机转速	发动机扭矩
发动机进气温度	发动机水温
发动机油温	变速器油温
P2电机扭矩	动力系统综合扭矩

2 结束语

本研究在现有整车性能对标方法的基础上,提出了一种全新的整车性能对标方法,优化了整车性能对标中核心竞品的选定方式,同时引入了CAN总线信号解析,拓宽了整车性能对标中的数据获取渠道。在软件定义汽车趋势愈发明显的背景下,本研究提出的整车性能对标方法可以实现软件层面的控制策略对标,将性能对标从单纯的整车层级性能指标获取拓展到了探究系统零部件层级的性能指标的实现途径,从而为本品的控制策略提供优化方案,更有效地支撑本品整车工程目标的实现。

未来,随着数字化和智能化方法在汽车研发领域的深入应用,整车性能对标方法将持续得到优化。通过对标成果的积累,可以整合性能对标数据、控制策略分析成果以及测试数据,利用数智化手段构建性能数据库。设计师可以实时查看不同工况下关键总成系统零部件的参数变化,支撑产品开发项目设

计方案优化和决策,推动性能对标成果在新能源产品开发当中的作用发挥,进一步提升产品性能和市场竞争能力。

参考文献

- [1] 中汽协会行业信息部. 2024年1月中国汽车工业协会信息发布会[EB/OL]. (2024-01-12)[2024-02-29]. http://www.caam.org.cn/chn/1/cate_29/con_5236356.html.
- [2] 陈锦霞. 整车性能对标方法及应用[J]. 汽车实用技术, 2019, 289(10): 181-183.
- [3] 袁祥, 杜忠仁, 韩殿清, 等. 对标分析在整车设计中的应用[J]. 重型汽车, 2018(3): 27-28.
- [4] 刘玉振, 郑冬冬, 王学军, 等. 纯电动汽车动力性测试方法分析[J]. 汽车实用技术, 2019(19): 20-21.
- [5] 宋文强, 刘素珍. 汽车商品性主观评价方法[J]. 汽车工程师, 2018, 260(12): 51-54.
- [6] 樊金娜, 马欢欢, 刘娇杨. 基于相似性原理的CAN信号解析[J]. 汽车实用技术, 2022, 47(23): 29-33.
- [7] 金士伟, 马超, 闫德超, 等. 双电机串联驱动PHEV能量管理策略研究[J]. 汽车实用技术, 2021, 46(5): 13-15.
- [8] 姜文华. 基于满足用户需求的整车性能主观评价[J]. 南方农机, 2020, 51(7): 29-33.
- [9] DUOBA J M, LOHSE-BUSCH H, CARLSON R, et al. Analysis of Power-Split HEV Control Strategies Using Data from Several Vehicles[J]. SAE International, 2007(116): 367-386.
- [10] LI J, WU X, XU M, et al. A Real-Time Optimization Energy Management of Range Extended Electric Vehicles for Battery Lifetime and Energy Consumption[J]. Journal of Power Sources, 2021, 498: 229939.

(责任编辑 梵玲)