

汽车与配件

AUTOMOBILE & PARTS

2026 / 12
第46卷·总第1426期
定价RMB 10元

微利时代的生存法则 汽车零部件企业如何重塑盈利逻辑

车企布局第二品牌：是突围破局，还是全新赛道？

《54号文》约束下汽车制造企业挑战与转型路径
消费电子产业的集成化发展趋势研究及其对汽车企业转型的启示

机器人与汽车产业：同源共生，双向融合

国内统一连续出版物号 CN31-1219/U
国际标准连续出版物号 ISSN1006-0162

ISSN 1006-0162



9 771006 016265



关注官方微信



关注官方微博

主办：上海百联汽车服务贸易有限公司



Auto Aftermarket
Guangzhou

19 – 21.8.2026

中国 • 广州保利世贸博览馆
PWTC Expo, Guangzhou, China



广州国际汽车 零部件及改装用品 售后市场展览会

Guangzhou international
auto parts and
aftermarket exhibition



NGK
SPARK PLUGS

广告

G-POWER 系列火花塞

性价优选 适配广泛

GP双贵 金属火花塞 品质领驭 轻松价驭

原厂底蕴*

双贵材质

高性价比

一型多配



*NGK是全球众多汽车生产厂家的火花塞原厂配套供应商。



官方微信

Niterra 特殊陶业实业(上海)有限公司



行至半山，向新而行

六月的风，裹挟着初夏的热烈，也吹响了车市半年考的号角。当我们翻过六月的上半月，站在年中的节点回望，2026年的中国汽车产业，正在经历一场前所未有的“压力测试”。

这六个月，行业的聚光灯依旧呈现两极分化：一端是燃油车型存量博弈的压力肉眼可见；另一端则是智能化的极速狂飙，技术迭代日新月异，前行节奏让从业者既满怀兴奋，也心生焦虑。作为观察者，我们深知价格的下探是存量市场博弈的必然，而价值的上升则是品牌向上突破的刚需。在这“一上一下”之间，考验的是企业的体系力、定力和面向未来的判断力。

行业一路向前，层出不穷的新技术、新概念不断出圈，很多企业追逐热点、紧跟节奏。但汽车产业并非跟风逐流的赛道，以人为本、深耕不辍，远比盲目追赶更为重要。守住品质底线，贴合大众出行所需，便是长久发展之道。一辆好车的安心驾乘，离不开每一枚零部件的精工打磨，离不开每一道生产工艺的严谨把控，离不开后市场每一次贴心维保。

科技赋能出行，终究要回归于人的温度。智能化让出行更便捷，新技术让用车更多元，技术的使命是守护安稳、赋能美好。无论是智能交互、辅助驾驶，还是整车升级、配套优化，所有产业创新，都只为适配日常出行，守护每一段路途平安，让汽车兼具科技感与烟火温度。

行业有热潮，发展有快慢，市场有起伏。不必焦虑一时快慢，不必纠结短期得失。比起追逐流量热度，沉下心打磨产品，真诚链接用户，扎实做好产业配套，保持从容笃定，方能穿越行业起伏，稳步前行。

行至半山不止步，中流击水再出发。对于《汽车与配件》而言，我们始终坚持做冷静的记录者和深度的思考者。我们不追逐喧嚣的表象，致力于挖掘热潮背后的商业逻辑与产业本质，以专业视角剥离繁杂信息噪声，呈现一个真实、立体、前瞻的汽车世界。让我们在变局中保持清醒，在挑战中寻找机遇。愿每一位汽车人，都能在这个充满不确定性的时代守住本心，在不确定性中锚定属于行业与自身的确定性。

感谢您与《汽车与配件》一路同行。

《汽车与配件》杂志总编辑
2026年6月

汽车与配件
AUTOMOBILE & PARTS
45
Since 1981
创刊四十五周年

《汽车与配件》领军行业45年 中国汽车界的 时代周刊

邮局订阅邮发代号：4-429
零售价10元·全年240元



电子杂志

网站

微信

微博



官方微信 / 官方微博 / 官方网站 / 电子杂志



广告投放热线
021-62351533



创刊时间：1981年
2026年6月28日出版（2026 NO.12 第46卷 总第1426期）

《汽车与配件》	QI CHE YU PEI JIAN
刊期	半月刊
主管	百联集团有限公司
主办	上海百联汽车服务贸易有限公司
出版	《汽车与配件》编辑部

General Editor 总编	陶萍 Tao Ping
Chief Editor 主编	朱敏慧 Lisa Zhu
Executive Chief Editor 执行主编	张颖 Zhang Ying
Editor 编辑	陈琦 River Chen
	李玉玲 Echo Li
	高驰 Gao Chi
Senior Art Designer 资深设计	徐云 Cloudie Xu
Editorial Hotline 编辑部电话	(8621) 62351533
Editorial E-mail 编辑部邮箱	soam@oauto.com
联系方式	微信公众号“汽车与配件”



Advertising Director 广告总监	陆玮媛 Lu Wei yuan
Advertising Executive Director 广告执行总监	卢捷 Lu Jie
Advertising 广告部	吴文倩 Wendy Wu

International Standard Serial Numbering 国际标准连续出版物号

ISSN1006-0162

CN Serial Numbering 国内统一连续出版物号

CN31-1219/U

2026年7月2日-5日 | 国家会展中心(上海)
July 2nd-5th, 2026 | National Exhibition and Convention Center (Shanghai)



广告

2026上海 SHANGHAI AUTO CARNIVAL 2026 国际汽车嘉年华



www.gsashow.com

2026上海国际新能源汽车及智慧出行展览会



GREEN
and **SMART**
AUTO SHANGHAI

技术引领
跨界创新

Technology Leading,
Cross-border Innovation



www.gsashow.com

2026年7月2日-5日 | 国家会展中心(上海)
July 2nd-5th, 2026 | National Exhibition and Convention Center (Shanghai)

订阅价 全年240元

技术 市场

半月刊 零售价10元
邮发代号：4-429
国内订阅：全国各地邮局

本刊法律顾问 上海市广发律师事务所

根据《中华人民共和国著作权法》，结合本刊具体情况，我编辑部郑重声明：

1. 《汽车与配件》杂志版权属上海《汽车与配件》杂志社有限公司所有，未经书面许可，本刊任何部分均不得以任何形式翻印、转载、复制、存储于检索系统提供给公众或私人使用。
2. 若在投稿后2个月内未收到录用通知，作者可另投他刊。
3. 拒绝一稿多投。
4. 本刊已被“中国知网”、万方数据“数字化期刊群”、维普资讯“中文科技期刊数据库”、“automobileandparts.com”、“龙源期刊网”收录。凡向本刊投稿者，均视为作者同意在上述网站刊用。若不同意，请在来稿中特别注明。

汽车与配件 AUTOMOBILE & PARTS

2026年6月28日出版（2026 NO.12 第46卷 总第1426期）

Address 地址 上海市仙霞路319号远东国际广场A座2311室
Room2311, No.319 Xianxia Road, Shanghai
Post Code 邮编 200051
Issue Dept. 发行部电话 (8621) 62351533

Domestic General Distribution 国内总发行 上海市报刊发行局
Domestic Subscription 国内订阅 全国各地邮局
Post Issue Code 邮发代号 4-429
General Distributor Overseas 国外总发行 中国国际图书贸易总公司 北京399 信箱
Issue Code Overseas 国外发行代号 WK1413
Price 定价 RMB10.00元/本

Plate Making 制版 上海安枫印务有限公司
Printing 印刷 上海安枫印务有限公司

印刷质量承诺：读者凡发现本刊有掉页、残缺等印刷、装订质量问题，
请直接将杂志邮寄到以下地址，印刷厂负责特快专递将无质量问题的杂志寄还给读者，并致谢忱。
地址：上海市闵行区双柏路528号
联系人：彭懿军 电话：13901643357

梅卿传媒集团出品

电视合作伙伴



平面媒体合作伙伴



移动媒体合作伙伴



本刊网络合作伙伴



汽车与配件 小程序上线

微信即扫即读，无需下载



汽车专业人士及供应采购商
优选的商业信息指南



汽车与配件
AUTOMOBILE & PARTS

CONTENTS

JUN' 2026 / NO.12
目次



18

《54号文》约束下汽车制造企业
挑战与转型路径

行业信息 / NEWS

12 2026年5月汽车工业产销情况

政策 / POLICY

18 《54号文》约束下汽车制造企业挑战与转型路径

卿谈 / CONNECTIONS

22 车企布局第二品牌：是突围破局，还是全新赛道？

专题 / FEATURES

25 微利时代的生存法则：
汽车零部件企业如何重塑盈利逻辑

28 告别“堆料时代”，三大信号揭示车市正从
“规模领先”走向“技术领先”

足迹 / FOOTPRINT

32 场景驱动竞争：
2026 CAPAS上的商用车电动化新叙事



22 车企布局第二品牌：
是突围破局，还是全新赛道？



42 机器人与汽车产业：
同源共生，双向融合



48 二手新能源乘用车残值评估标准的
理论困境与重构方向

观点 / VIEW POINT

36 2026年新能源汽车行业十大趋势

趋势 / TREND

40 消费电子产业的集成化发展趋势研究
及其对汽车企业转型的启示

42 机器人与汽车产业：同源共生，双向融合

海外 / OVERSEAS

45 新形势下中国车企开拓哈萨克斯坦市场的破局之道

行业 / INDUSTRY

48 二手新能源乘用车残值评估标准的
理论困境与重构方向

研究 / RESEARCH

51 基于大数据技术驱动的自动化识别技术

54 基于5G车联网的车路通信能效提升关键技术研究

57 新能源汽车地下智能升降式无人充电系统的研发与应用

60 基于DINO的汽车轮毂缺陷检测方法

技术 / TECHNOLOGY

63 新能源汽车高压线束的安全防护技术与选型策略

66 滚筒制动台日常使用中的常见问题
与计量保障技术探讨

69 整车式电子汽车衡与联体秤的应用

广告索引

- p2 广州国际汽车零部件及改装用品售后市场展览会
- p3 特殊陶业实业（上海）有限公司
- p5 《汽车与配件》征订广告
- p7 2026上海国际新能源汽车及智慧出行展览会
- p9 《汽车与配件》小程序广告
- 封底 《汽车与配件》新媒体广告

2026年5月汽车工业产销情况

5月，汽车产销环比增长、同比小幅下降。受政策调整、市场结构变化、宏观环境承压等多重因素影响，国内市场同比继续呈现两位数下滑；出口发展强劲，延续快速增长态势。分车型看，乘用车销量同比小幅下滑，商用车销量继续保持增长，新能源汽车市场企稳回升。

2026年5月，汽车产销分别完成261.6万辆和262.9万辆，环比分别增长1.6%和4.1%，同比分别下降1.2%和2.1%。2026年1—5月，汽车产销分别完成1223.5万辆和1220.7万辆，同比分别下降4.6%和4.2%。

2026年5月，乘用车产销分别完成224.1万辆和225.3万辆，环比分别增长2%和5.8%，同比分别下降3.1%和4.2%。2026年1—5月，乘用车产销分别完成1034.9万辆和1031.8万辆，同比分别下降6.6%和6.2%。2026年1—5月，在乘用车主要品种中，与2025年同期相比，运动型多用途乘用车（SUV）产销小幅增长，其它三大类乘用车品种产销呈两位数明显下降。

2026年5月，商用车产销分别完成37.5

万辆和37.6万辆，环比分别下降0.8%和5.1%，同比分别增长11.8%和12.5%。2026年1—5月，商用车产销分别完成188.6万辆和188.8万辆，同比分别增长8%和7.7%。

2026年5月，客车产销分别完成5.2万辆和5.3万辆，环比分别增长2.5%和0.3%，同比分别增长19.9%和22.8%。在客车细分品种中，与4月相比，中型客车产销两位数增长，大型客车产量小幅下降、销量微增，轻型客车产量小幅增长，销量微降；与2025年同期相比，大型客车产销呈不同程度下降，其它两大类客车品种产销呈不同程度增长。2026年1—5月，客车产销分别完成21.9万辆和21.7万辆，同比分别增长3.3%和2.1%。在客车主要品种中，与2025年同期相比，大型客车产销呈不同程度下降，其它两大类客车品种产销呈不同程度增长。

2026年5月，货车产销均完成32.3万辆，环比分别下降1.3%和6%，同比分别增长10.5%和11%。在货车细分品种中，与4月相比，中型货车产销呈不同程度增

长，微型货车产销呈两位数明显下降，其它两大类货车品种产量微增、销量小幅下降；与2025年同期相比，微型货车产销呈不同程度下降，其它三大类货车品种产销均呈不同程度增长。2026年1—5月，货车产销分别完成166.7万辆和167.2万辆，同比分别增长8.7%和8.5%。在货车主要品种中，与2025年同期相比，轻型货车产量微增、销量微降，其它三大类货车品种产销均呈不同程度增长。

2026年5月，新能源汽车产销分别完成155.4万辆和149.6万辆，同比分别增长22.4%和14.4%。2026年1—5月，新能源汽车产销分别完成584.1万辆和580.2万辆，同比分别增长2.5%和3.5%。

2026年5月，汽车国内销量170万辆，环比增长4.6%，同比下降20.4%。2026年1—5月，汽车国内销量814.7万辆，同比下降20.6%。

2026年5月，汽车出口93万辆，环比增长3.1%，同比增长68.7%。2026年1—5月，汽车出口405.9万辆，同比增长63%。

长城汽车全球总部正式启用

近日，长城汽车3000多名员工迎来了在长城汽车全球总部开工的第一天。这座面向未来20年设计的大型办公综合体，不仅为员工提供了开放创新的现代办公环境，更承载着长城汽车“在保定，为全球”的企业初心和产业使命。

长城汽车全球总部位于保定朝阳南大街，与长城汽车技术中心、文化馆及原总部建筑群比邻而居。对于长城汽车而言，将新总部定位为全球总部，更体现着“在保定，为全球”的前瞻性思考。

这份底气，首先来自长城在保定三十六年的深耕。集团总部与技术中心比邻而立，莲池区与徐水区两大全工艺整车生产基地提供制造核心支撑。其中，徐水智慧工厂总投资超300亿元，涵盖三个整车厂、核心零部件园及试验场，通过垂直整合实现发动机、变速器、车灯等核心零部件60%以上的自主配套率。

长城在零部件领域同样根基深厚。蜂巢汽车、诺博汽车、精工汽车均跻身全球汽车零部件百强榜，曼德电子电器也进入

中国汽车供应链百强榜。它们的总部与研发业务全部落地保定，与整车业务共同构筑起多物种相互作用、高效协同、持续进化的“森林生态体系”。

正是这样一套完整的产业生态，支撑起长城汽车“在保定，为全球”的步伐。过去5年，长城积极布局新能源、智能化和全球化战略，海外销量从2021年的14.3万辆增至2025年的50.6万辆，占比从11.1%跃升至38.2%。海外业务已成长为强劲的第二增长曲线。

法雷奥与日产签署智能电动车充电及V2G（车网互动）重大合同

近日，法雷奥与日产宣布达成协议，将面向欧洲市场推出全面的电动车充电解决方案，率先在英国启动。

这一举措推出两项互补方案：一款符合英国EVSCP标准的智能单向（V1G）交流充电桩，以及一款高级双向（V2G）交流充电桩，为日产将向客户提供的车联万物（Vehicle-to-Everything）能源服务提供支持。通过本次合作，法雷奥为日产的综



合能源生态系统提供电气化技术，进一步扩大双方在电动车市场的布局。

电动汽车已不再仅仅是一种交通工具——它正成为能源生态系统的积极参与者。此次发布正体现了这一根本性转变：日产电动车车主可以从优化的单向充电，升级为智能双向能源交换。

法雷奥的充电方案覆盖全场景需求。

联网单向（V1G）：智能充电桩，可根据电网信号和电价自适应调整，完全符合英国EVSCP（电动车智能充电桩）标准。车主无需任何复杂的硬件配置，即可享受优化的充电成本，同时助力电网稳定。

智能双向（V2G-车网互动）：实现电动车与电网之间持续、智能的对话。当用电高峰时，可将车辆电池中储存的电能回

馈电网——降低成本、平衡电网，并为车主创造新价值。

法雷奥的双向（V2G）充电技术使日产兼容电动汽车化身移动储能站，可向更广泛的电网输送电力。

对客户而言，好处既立竿见影又着眼长远。

降低能源成本：车主可在电价最低时充电，从而降低电费。系统还允许车主在电价高峰期使用车辆储存的电能为家庭供电，或最大限度地利用自家太阳能发电。

助力可持续发展：通过积极参与电网平衡，车主直接支持可再生能源的并网整合。

商业推广将率先在英国的日产网络启动，随后扩展至其它欧洲国家。

曼恩&卢森宝亚全新电动登高消防车全球首发

近日，曼恩商用车（MAN Truck & Bus）联袂消防车制造商卢森宝亚（Rosenbauer），在2026年德国国际消防展（INTERSCHUTZ 2026）上发布全球首创车型——卢森宝亚L32A-XS电动登高消防车。该车型首次搭载全新MAN eTGM纯电动专用底盘，将先进纯电底盘技术与零排放、超静音电动登高作业系统深度融合，打造消防登高装备领域的全新行业标杆。

该车总质量低于16 t，后轴载荷低于10 t，成为全球首款符合德国消防作业区域载重限值的同类车型。同时，车辆满足23/12级全自动登高平台核心性能标准DIN EN 14043，可在12 m作业半径内，从23 m高空实施人员救援。展会期间，首台量产

车型也已正式交付至首家客户——北莱茵-威斯特法伦州消防学院（IdF NRW）。

基于MAN eTGM底盘打造的卢森宝亚L32A-XS电动登高消防车，在实现本地零排放、超静音运行的同时，保留了完整作战能力。车辆搭载MAN eCD210中央驱动单元，集成电机与MAN TipMatic两挡变速器，布局于车架中央，持续输出功率210 kW（285 PS），扭矩800 Nm；高扭矩机械取力器（mPTO）为登高平台提供动力。专为应急车辆研发的应急驾驶模式，搭配强劲动力总成，可进一步优化行驶动态，实现优异的加速性能。

车辆搭载两组锂离子电池，总容量

178 kW/h，可用容量160 kW/h。城市工况下，无需中途补电即可满足约10次常规出勤（单次里程约8 km）；城郊工况可满足约4次出勤（单次响应里程约20 km）。直流快充功率最高250 kW，电量从5%充至80%仅需约33 min。



采埃孚商用车同轴电驱桥在嘉兴首发量产

6月22日，以“传承卓越，电驱新程”为主题的采埃孚商用车全集成式同轴电驱桥AxTrax 2首台下线仪式在嘉兴举行，这是该产品在全球的首次量产。来自嘉兴市政府、客户及采埃孚集团的高层代表共同出席，见证这一里程碑时刻。作为采埃孚商用车深耕本土市场的又一力作，AxTrax 2将为商用车客户提供综合价值更优的电驱解决方案，全面赋能物流运输的绿色升级。

中国商用车行业正加速向新能源转型，底盘布置、可靠性、系统效率及能耗是主机厂和终端用户在开发及运营过程中的突出痛点。聚焦这些核心需求，采埃孚AxTrax 2电驱桥应运而生。

AxTrax 2深度融合了采埃孚在变速器、车桥及控制系统领域的领先技术及经验，通过创新的“同轴一体化”设计，形成了紧凑、轻便且动力强大的系统。不仅

最大程度地释放了底盘可用空间，也提升了整车设计的灵活性；它集成了800 V碳化硅逆变器与发卡式油冷电机，配备3速变速器及电动换挡执行器，可实现全工况下的高效率，延长车辆续航里程，优化用户运营成本；同时符合ISO/SAE 21434信息安全标准和ISO 26262功能安全要求，以高可靠性和安全性支持终端运营。

此外，AxTrax 2可与制动、ADAS高级辅助驾驶及自动驾驶等关键整车系统深度协同，实现高效的能量回收，进一步提高整车能效与安全。



AxTrax 2包含单电机和双电机两个版本，持续功率分别达210 kW和380 kW，支持4×2，6×2，6×4驱动形式，适用于纯电动、燃料电池及无轨电车等多种中重型新能源商用车车型，覆盖快递快运、普货运输、集装箱运输和煤炭运输等诸多应用场景。

依托与德国同步的严苛工艺标准与本土智能制造优势，采埃孚嘉兴工厂具备完善的生产体系和稳定的量产能力。同时，采埃孚正稳步推进供应链本土化，以提升响应速度和竞争力。

在研发方面，采埃孚在嘉兴布局了全球除德国总部外唯一的商用车电动化研发中心，本土研发工程人员全程深度参与了投产电驱桥的设计、试验和验证。同时，三台全功能电驱测试台架和配套样机实验室已建成并投入使用，在建的结构耐久测试平台也将很快落成。

兆易创新推出GD33AP236x系列车规级SBC，进一步完善汽车电子布局

最近，半导体器件供应商兆易创新GigaDevice宣布，推出全新GD33AP236x系列车规级SBC（系统基础芯片）。

该系列集成LDO、电源管理单元、CAN FD与LIN收发器，满足AEC-Q100 Grade车规级要求，可全面适配车身域控、车身控制、车灯控制、空调/热管理控制器等主流车载电气化场景。GD33AP236x SBC的推出，能够与GD32A5x、GD32A71x系列车规级MCU形成系统级解决方案，将进一步完善兆易创新在汽车电子领域的产品矩阵。

当前，汽车电子电气架构稳步迈向

域控化、集成化阶段，车载控制模块对供电稳定性、通信可靠性、功耗管理与功能安全等级要求不断攀升。传统分立器件方案器件数量多、PCB占用面积大，且存在兼容性不足、故障防护薄弱等问题。兆易创新推出的GD33AP236x系列对标行业主流产品规格，升级供电架构、通信适配及安全监控体系，契合新一代车身ECU设计标准。

GD33AP236x系列集成三路可配置LDO，供电架构与市场上主流产品兼容，同时优化了负载适配能力，满足车载多电压域的稳定供电需求。

兆易创新副总裁、汽车事业部总经理李文雄表示：“汽车电子电气架构正加速转型，系统设计面临提升集成度、降低功耗等挑战。兆易创新全新推出的GD33AP236x系列SBC将与GD32A7x系列MCU形成完善的组合方案，全面满足新一代汽车电子电气架构需求。”



欧摩威集团与英唐智控签署战略合作备忘录，共拓车载智能近场投影解决方案

近期，欧摩威集团宣布与半导体综合解决方案供应商英唐智控正式签署战略合作备忘录。双方将充分发挥各自优势，围绕车载智能近场投影解决方案等创新产品领域展开深度合作。

本次合作将加速MEMS激光束扫描技术LBS（Laser Beam Scanning）在车规级领域的商业化落地，推动智能汽车光学交互场景的规模化应用，为车载投影产业的标准化与生态共建注入新动能。

根据战略合作备忘录，双方将充分发挥欧摩威在全球汽车客户资源与车载系统集成方面的深厚积累，以及英唐智控在MEMS激光束扫描（LBS）投影、车载芯片领域的核心技术能力，联合开发并推广包

括车载车外地投灯在内的创新车载产品。基于此，双方将以更快的开发速度、更优的系统成本，打造高性价比、可快速迭代的车载智能近场投影解决方案。

欧摩威中国区首席技术官陈远表示：“与英唐智控达成战略合作，是欧摩威深化中国本土产业生态布局的重要举措，也是我们联合本土力量，以创新服务中国市场的又一重要实践。依托英唐智控在MEMS芯片领域的自主研发优势，双方将从底层技术创新出发，共同推动下一代汽车智能投影交互方案的发展，为客户带来更具竞争力的产品和创新体验。”

通过这一“芯片定制+系统集成”的高效协同，双方可以大幅降低产品成

本、提升开发效率，实现从方案设计到市场应用的快速迭代，并目标于2027年年初具备量产能力，以更好地满足主机厂对高性价比智能投影解决方案不断增长的需求。基于欧摩威的全球化客户与渠道资源，双方打造的车载智能近场投影解决方案将有望进一步推向海外市场，为全球消费者提供安全且更具交互性的智能出行体验。

欧摩威集团将持续深耕中国本土化研发，携手本土伙伴共建产业价值链。此次与英唐智控的战略携手，不仅是双方技术优势的互补，更是欧摩威扎根中国、联合本土力量、以创新服务中国市场的又一重要实践。

中国汽车在欧洲的销售份额2026年将超过10%

据预测，中国汽车在欧洲的销售份额2026年将超过10%，在纯电动汽车（EV）比例很高的挪威已达到14%，在意大利和西班牙也达到9%。欧盟对中国车出口扩大日趋警惕，对中国产纯电动汽车加征关税，计划将区域内生产和采购作为发放补贴的条件。

中国整车企业陆续开设欧洲基地，进行采购和生产。奇瑞汽车于2026年4月在西班牙巴塞罗那成立欧洲统括基地，负责当地的业务运营和供应链的协调。浙江零跑科技开始在位于西班牙的斯特兰蒂斯工厂组装SUV B10。

在中国市场上，价格更低的国产电动汽车不断蚕食市场份额，挤占了宝马、奔驰、大众汽车和斯泰兰蒂斯等欧洲汽车制造商所擅长的传统高端燃油车市场。结果是这些车企的汽车销量遭受重创。在高峰年份，中国市场贡献了宝马和梅赛德斯-奔驰约一半营业利润，但如今利润已缩小。大众2025年来自中国合资企业的营业利润几乎减半，降至9.58亿欧元。

优科豪马在中国推出专属产品，从产品定义端本地化

最近，优科豪马在宁波国际赛车场发布面向中国市场的焕新品牌系列“YUYU TIGER 优游虎”，并同步首发三款产品——Sport（操控运动）、Comfort（静音舒适）、GT（长途巡航），强调全系适配新能源车车辆。

优科豪马中国区董事长范明称，该系列并非既有产品线简单延展，而是结合中国道路条件、新能源车身特性与使用场景做的体系化落地，并通过赛道体验/麋鹿测试等环节直观演示性能差异。

这次产品发布的大背景很明确，中国新能源车渗透率与用户对NVH、能耗、磨损敏感性更高，外资品牌要守住替换与配套份额，必须从产品定义端本地化，而不是把海外胎型直接拿来标“EV Ready”。

Momenta通过港交所聆讯，冲刺“物理AI第一股”

Momenta已通过港交所聆讯并刊发聆讯后资料集，正式进入IPO冲刺阶段。成功挂牌后，Momenta将以物理AI基座模型的构建者及高达65%的第三方城市NOA销量市占率，冲刺“物理AI第一股”，这也标志着物理AI技术走向规模化量产的新突破。

招股书显示，Momenta近三年营收规模实现跨越式增长：2023—2025年，Momenta营业收入从7.43亿元增长至24.13亿元，年均复合增长率超80%。

Momenta营收主要由技术开发收入与许可收入两部分构成，其中，许可收入增速表现尤为亮眼，从2023年的0.23亿元

大幅增长至2025年的9.68亿元，三年翻42倍。截至2025年年底，公司现金储备超100亿元，为加速Robo市场和全球化发展提供了有力支撑。

Momenta的股东阵容汇聚了核心产业和科技战略投资人，以及全球财务投资人。产业资本囊括全球汽车产业链的核心玩家，包括上汽、通用、奔驰、丰田、比亚迪、现代、奇瑞等7家全球顶级车企，Uber、Grab、Stone Venture等Robo合作伙伴。科技巨头则包括腾讯、阿里云、蚂蚁集团、京东等。

Momenta已与全球24家车企建立合

作关系，客户已覆盖国内全部主流乘用车企，且全球排名前10大车企中已有9家与其合作。搭载Momenta系统的量产车辆规模已超90万辆，已成功交付超100款量产车型，累计定点车型数超210款。2026年4月，Momenta R7世界模型实现量产首发，标志着物理AI正式从技术理念走向规模化量产落地。

招股书披露，Momenta持续通过大量研发投入来加强技术领导地位。2025全年，Momenta研发投入为18.69亿元，占其年度收入的77.5%，近三年累计研发投入达46.6亿元。

亚洲保时捷卡雷拉杯与ARbox达成冠名合作伙伴关系

保时捷亚太赛车运动官方宣布，旗下亚洲保时捷卡雷拉杯（PCCA）与中国顺林模型旗下潮流车模品牌ARbox达成冠名合作伙伴关系，赛事全称亚洲保时捷ARbox卡雷拉杯。双方在上海保时捷体验中心签署合作协议，标志着这一全新的赛事跨界合作正式启动。

此番携手为杯赛注入了全新的文化视角，ARbox不仅是其首个汽车模型类合作伙伴，也是首次与中国本土品牌开展冠名合作，双方的合作将来自中国的匠心精神与德国的赛道精神深度融合。通过车模这一微缩载体，车迷得以跨越时空界限，触摸赛车文化的脉搏，感受赛道激情。此次冠名合作将进一步加强保时捷赛车运动文化在中国及亚洲市场的推广，助力其以更亲

民、更具收藏价值的方式步入大众生活。

在签约仪式现场，全新设计的亚洲保时捷ARbox卡雷拉杯（PACCA）官方赛车合作涂装首次公开亮相。

保时捷亚太赛车运动董事总经理季博安表示：“保时捷始终致力于赛车文化的推广与传播。我们欢迎ARbox的冠名合作，期待着通过这一创新的跨界合作，让更多车迷感受到赛车运动的独特魅力，共同书写亚洲赛车文化推广的新篇章。”

顺林模型董事长刘学深表示：“我们对本次全年的深度合作充满期待。未来，ARbox将全力以赴，把赛道上的激情转化为手掌中精美的模型艺术，让更多人感受到赛车运动与精密模型的魅力。”

40城汽车流通改革试点落地

商务部等8部门办公厅联合印发《关于公布汽车流通消费改革试点城市名单的通知》，正式确定40个城市开展汽车流通消费改革试点。

二手车流通是此次改革的重头戏。沈阳、大庆、福州、芜湖、成都、绵阳、西安、乌鲁木齐等城市均以二手车流通为重点方向。这意味着二手车限迁、交易流程繁琐等长期制约行业发展的“老大难”问题，有望在这些城市率先突破。

汽车后市场则是改革的另一大板块。天津聚焦汽车改装、传统经典车和汽车赛事；扬州主攻房车露营；渭南侧重报废车回收利用；海南发力汽车租赁、改装和传统经典车。

2026年5月乘用车厂商批发销量榜单

排名	厂商当月	2026年5月销量/辆	环比/%	同比/%	份额/%
1	比亚迪汽车	376990	20.0%	0.0%	17.0%
2	奇瑞汽车	237169	-1.5%	20.5%	10.7%
3	吉利汽车	235319	0.1%	0.0%	10.6%
4	上汽乘用车	100429	-3.2%	37.7%	4.5%
5	长安汽车	96563	4.1%	-30.5%	4.4%
6	长城汽车	86682	-2.6%	0.0%	3.9%
7	特斯拉中国	85982	8.2%	39.4%	3.9%
8	零跑汽车	81569	14.3%	81.0%	3.7%
9	上汽通用五菱	81073	21.1%	-3.8%	3.7%
10	一汽大众	72413	9.7%	-34.2%	3.3%
排名	厂商累计	2026年1—5月销量/辆	同比/%	份额/%	
1	比亚迪汽车	1380083	-20.5%	13.5%	
2	吉利汽车	1179841	0.6%	11.6%	
3	奇瑞汽车	1059669	7.1%	10.4%	
4	长安汽车	518017	-26.1%	5.1%	
5	一汽大众	441645	-25.0%	4.3%	
6	上汽乘用车	434099	42.5%	4.3%	
7	长城汽车	396848	5.5%	3.9%	
8	特斯拉中国	378858	29.4%	3.7%	
9	上汽通用五菱	324590	-21.5%	3.2%	
10	广汽丰田	291600	6.6%	2.9%	

2026年5月新能源厂商零售销量榜单

排名	厂商当月	2026年5月销量/辆	环比/%	同比/%	份额/%
1	比亚迪汽车	207372	13.9%	-29.2%	21.8%
2	吉利汽车	109198	14.2%	-16.3%	11.5%
3	长安汽车	62865	-2.5%	-15.0%	6.6%
4	零跑汽车	61401	7.4%	48.3%	6.5%
5	特斯拉中国	47281	82.2%	22.5%	5.0%
6	上汽通用五菱	47191	36.8%	-15.9%	5.0%
7	鸿蒙智行	46124	40.8%	3.8%	4.9%
8	蔚来汽车	37617	28.3%	61.9%	4.0%
9	赛力斯汽车	34320	48.2%	-6.3%	3.6%
10	理想汽车	33350	-2.2%	-18.4%	3.5%
排名	厂商累计	2026年1—5月销量/辆	同比/%	份额/%	
1	比亚迪汽车	766401	-39.1%	20.7%	
2	吉利汽车	470396	-17.6%	12.7%	
3	长安汽车	254767	-12.5%	6.9%	
4	鸿蒙智行	191592	26.5%	5.2%	
5	零跑汽车	187817	20.1%	5.1%	
6	特斯拉中国	186035	-7.9%	5.0%	
7	理想汽车	162577	-3.0%	4.4%	
8	上汽通用五菱	159307	-39.8%	4.3%	
9	小米汽车	150317	13.5%	4.1%	
10	蔚来汽车	150123	68.4%	4.1%	

2026年5月乘用车厂商零售销量榜单

排名	厂商当月	2026年5月销量/辆	环比/%	同比/%	份额/%
1	比亚迪汽车	207372	13.9%	-29.2%	13.7%
2	吉利汽车	169344	11.1%	-17.4%	11.2%
3	长安汽车	92322	-1.9%	-31.8%	6.1%
4	一汽大众	83750	11.7%	-33.2%	5.5%
5	奇瑞汽车	67113	1.0%	-33.8%	4.4%
6	零跑汽车	61401	7.4%	48.3%	4.1%
7	上汽大众	55700	21.6%	-36.2%	3.7%
8	广汽丰田	55048	1.7%	-14.7%	3.6%
9	上汽通用五菱	54207	28.5%	-17.6%	3.6%
10	特斯拉中国	47281	82.2%	22.5%	3.1%
排名	厂商累计	2026年1—5月销量/辆	同比/%	份额/%	
1	吉利汽车	848116	-17.7%	11.9%	
2	比亚迪汽车	766401	-39.1%	10.8%	
3	一汽大众	476982	-20.6%	6.7%	
4	长安汽车	447716	-19.0%	6.3%	
5	奇瑞汽车	338065	-36.9%	4.8%	
6	上汽大众	317980	-25.6%	4.5%	
7	广汽丰田	280748	-5.2%	4.0%	
8	一汽丰田	229830	-24.7%	3.2%	
9	上汽通用五菱	215153	-32.2%	3.0%	
10	长城汽车	194189	-20.2%	2.7%	

2026年5月皮卡厂商零售销量榜单

排名	厂商当月	2026年5月销量/辆	2025年5月销量/辆	同比/%
1	长城汽车	13628	15510	-12.1%
2	郑州日产	7014	4559	53.8%
3	上汽大通	6599	4329	52.4%
4	长安汽车	6316	4389	43.9%
5	江淮汽车	6104	6798	-10.2%
6	江铃汽车	4938	3954	24.9%
7	比亚迪	4233	4572	-7.4%
8	北汽福田	4010	2914	37.6%
9	雷达新能源汽车	2318	1567	47.9%
10	江西五十铃	1940	1784	8.7%
排名	厂商累计	2026年1—5月销量/辆	2025年1—5月销量/辆	同比/%
1	长城汽车	78500	83015	-5.4%
2	长安汽车	29139	20214	44.2%
3	上汽大通	28933	24431	18.4%
4	江淮汽车	27525	28889	-4.7%
5	郑州日产	26241	17171	52.8%
6	江铃汽车	24047	22788	5.5%
7	北汽福田	19372	15882	22.0%
8	比亚迪	16037	23246	-31.0%
9	江西五十铃	8686	9389	-7.5%
10	雷达新能源汽车	8511	6160	38.2%

数据来源：乘联分会

《54号文》约束下汽车制造企业挑战与转型路径

文/方红燕 郭羽杉（中国汽车技术研究中心有限公司）

2026年6月3日，国务院办公厅印发《关于加强监管防范风险促进私募投资基金高质量发展的指导意见》（国办函〔2026〕54号，以下简称《54号文》），作为私募基金“1+N+X”制度体系顶层纲领文件，完成监管范式根本性重构，制定了前置会商准入、一类一策分类监管、国家级数字化穿透监测、国资基金专项管控、市场化强制出清全周期治理体系，从资本供给渠道、自有产业投资平台、投融资交易架构、地方产业扶持资金四大路径深度重塑汽车产融生态。现有研究多聚焦私募机构自身改革，缺少实体制造企业微观落地视角，未区分国有整车、民营新势力、县域零部件厂商的差异化冲击。本文系统拆解政策传导逻辑、分层经营挑战，构建分主体转型实施框架与多方协同保障体系，为汽车企业规范产业资本运作、对接政策导向型耐心资本提供理论依据与可落地实操方案。

2023年《私募投资基金监督管理条例》（762号令，简称《条例》）首次划定了法律红线，搭建行业法治化底线框架解决了无法可依问题，但准入形式化、监管自律主导、央地权责割裂等结构性问题一直未得到根本性解决。《54号文》作为国务院办公厅指导性文件，解决《条例》落地实操堵点，统筹跨部委、央地监管权责，配套完善立法与司法工具包，有利于推动修订证券投资基金法、出台私募涉刑司法解释、统一募集、托管、信披、对赌专项规则，构建了上位法律、行政法规、国办顶层意见、部门配套细则完整监管体系。

《54号文》核心创新点

一是审批流程方面，重构准入机制，由事后宽松转为事前实质审核，异地壳私募、无投研挂靠机构直接阻断；政府基金增设上级政府审批附加条件，县区原则上不得新设，确有必要新设的应当报上级人民政府批准。

二是明确出资主体、产品类型两大分类维度，配套差异化准入、监测、考核、处置标准，是全文核心制度创新。

三是明确建设国家级私募基金风险集中监测平台，归集五大类数据，包括管理人运营数据、托管资金流水、工商股权信息、司法诉讼记录、中介审计材料，构建主体、资金、底层资产三层穿透筛查指标。

传统准入流程



新规准入流程

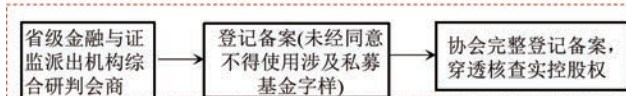


图1 新旧私募基金准入流程对比

成本分化直接加剧行业马太效应，5亿元以下中小私募年均新增合规成本接近管理费总收入30%，生存压力显著放大。

四是明确国资基金专项管控两大硬性约束条件，县区原则上不得新设政府投资基金，确需设立必须上报市级、省级政府审批，省级已有同类基金禁止新增，强制合并同质化存量。截至2025年年底，全国县区级引导基金1247支，预计2026—2028年整合清退比例超40%，闲置财政资金回流省级统筹科创领域财新网；存量全流程穿透，国企基金强制搭建底层项目信息化台账，高管不得录用行业黑名单人员，考核取消短期IRR权重，产业带动指标权重提升至50%以上，杜绝依靠基金进行隐性利益输送、国资流失。



《54号文》对汽车行业的影响

汽车产业技术迭代周期长、重资产投入高、产业链分层复杂，高度依赖长期股权资本，政策通过四层机制自上而下重塑行业投融资格局。

汽车产业高度依赖私募资本完成长周期技术研发、产业链并购、初创零部件孵化，截至2026年上半年，国内头部整车集团均设立专属CVC平台，全国县区级汽车产业引导基金超320支，私募股权对汽车产业链年度投资规模超4200亿元。行业产融长期存在四大与新规冲突的历史遗留问题：一是大量车企产业基金异地注册、股权代持、底层项目台账缺失，无法满足穿透监管要求；二是地方政府基金考核以招商引资落地规模为核心，短期财政导向偏离硬科技长期培育；三是投融资普遍设置企业层面收益兜底、股权回购，形成变相债权融资；四是部分车企依托私募基金开展地产、理财类跨行业套利，主业投资资金被分流。《54号文》落地后，历史运作模式将会受限，行业迎来强制性产融体系重构。自有产业CVC合规改造成本激增，存量架构整改压力突出

其一，准入与数字化系统刚性投入大幅挤压研发预算，按照新规数字化改造成本测算标准，中型车企CVC年均新增合规投入480万~880万元，小型零部件产业基金年均投入270万元以上；管理人前置会商、工商字号审批、统一实体办公场地带来一次性场地、人员、系统改造大额资本开支，新能源研发资金被挤占。其二，国企基金人事与考核机制全面重构，文件要求产业基金高管筛查行业黑名单、严格任职回避，原有财务型投资团队需大规模调整；考核体系取消短期IRR权重，产业协同、技术落地指标权重提升至50%以上，传统以财务套利为目标的基金盈利逻辑失效，短期账面投资收益下滑。其三，存量违规项目限期清理，政策严

表1 四类主体监管标准量化对比

分类维度	私募证券	股权创投	政府投资基金	国企产业基金
准入会商标准	最严格，核查交易、量化、杠杆团队	中等，重点核查产业投研	极高，县区原则禁新设，需上级批复	严格，核查主业匹配度、高管黑名单
监管监测强度	实时交易穿透、高频数据报送、月度风险筛查	季度底层项目穿透，监测投向	月度财政绩效、产业落地统计	全流程信息化穿透、国资定期审计
现场检查频次	高风险机构每年≥2次联合稽查	合规机构2~3年1次	每年全覆盖专项督查	年度国资与证监联合检查
业务负面清单	严禁高杠杆、程序化对倒、通道配资	严禁名股实债、短平快纯套利	严禁借基金举债、化债、违规担保	严禁脱离主业、多层财务嵌套
考核导向	中长期资产配置、弱化短线收益	投早投小硬科技、退出多元	产业带动、科创落地、招商引资质量	主责主业协同、国有资产保值
政策支持	培育机构资金、丰富均衡策略	备案绿色通道、嵌套豁免、税收优惠	省级统筹资金、存量合并提质	并购专项额度、长期激励机制
违规处置力度	限制新发、暂停产品、注销登记	限期整改、压缩套利业务	财政追责、撤销基金、通报问责	高管任职禁止、资产专项清查

表2 不同规模私募数字化合规改造成本 /万元/年

管理人规模	风控交易投入	合规人力成本	数据运维	年均总增量成本
5亿以下小型私募	180~250	60~90	30~50	270~390
5亿~100亿中型私募	300~600	120~180	60~100	480~880
百亿以上头部私募	650~1200	300~500	150~260	1100~1960

数据来源：监管科技服务商行业测算、券商私募产业研报

表3 《54号文》对汽车产业四层传导路径

传导层级	政策核心约束	对汽车行业直接影响	核心变化
第一层：车企自有CVC监管	国企基金全流程穿透、统一注册经营地、清理非主业投资	国有整车、上市车企产业投资平台	存量基金整合、数字化系统投入、考核体系重构
第二层：地方政府汽车引导基金	县区原则禁新设、存量同质化整合、投向限定硬科技	县域零部件、本地自主品牌	地方财政资本供给收缩，募资产门槛抬升
第三层：市场化PE/VC投向管控	优先投早投小硬科技，严控燃油产能、夹层套利项目	全产业链整车、零部件企业	资金向三电、自动驾驶集中，燃油项目融资遇冷
第四层：投融资交易结构约束	严禁名股实债、刚性回购、抽屈对赌、份额代持	中小零部件、民营新势力	传统兜底融资架构失效，交易模式全面重构

禁名股实债、多层嵌套、刚性对赌，大量零部件、新势力存量融资项目附带回购兜底条款，需重新协商调整交易架构，部分项目面临提前清算，集团现金流承压。

地方汽车产业引导基金供给收缩，中小制造企业融资分化加剧

《54号文》明确县区不得新设政府投资基金，全国1247支县区级引导基金整合清退比例超40%，直接冲击县域整车配套厂商资金供给。第一，县域中小零部件企业失去本地财政基金稳定出资渠道，仅可对接省级整合后的百亿母基金，募资门槛显著抬高；第二，地方产业基金投向被严格限于车规芯片、固态电池等硬科技，传统燃油零部件、低端整车扩产项目不再获得国资LP出资；第三，严禁依托私募基金为车企、地方平台变相举债，高负债民营新势力、弱势自主品牌流动性缓冲渠道消失。叠加私募行业马太效应，头部整车持续吸引长期国资资金，二线车企、县域配套企业融资缺口持续扩大。

市场化私募投资导向重构，传统燃油类项目资金持续流出

政策在备案、募投环节给予创投、硬科技并购基金差异化扶持，压缩传统产业套利类资金投放。自2026年下半年起，市场化PE/VC逐步减持燃油整车、低端混动零部件标的，资金集中流向三电、高阶自动驾驶、碳化硅等前沿赛道。对于燃油车营收占比偏高、电动化转型缓慢车企，外部股权融资难度持续上升；同时政策封堵车企通过私募基金布局地产、非标理财的对冲收益，整车经营利润承压，进一步压缩技术迭代预算。此外全国统一风险监测平台实现资金全流向穿透审查，私募基金不得向车企发放变相流动资金贷款，过桥融资模式全面取缔。

行业产融马太效应固化，大中小企业发展差距持续拉大

合规成本、资金渠道双重约束形成分层冲击，头部整车自有千亿级CVC具备完整数字化投管系统，可对接保险、养老金、省级母基金长期耐心资本，依托产业并购完成上下游整合；中型国有地方车企合规投入挤压新能源研发，外部募资渠道持续收窄；县域小型配套厂商既无能力自建私募基金，也难以对接头部GP，股权融资渠道近乎闭塞。长期来看，资本资源向硬科技龙头集中，中小零部件、弱势自主品牌并购重组频次大幅提升，行业集中度进一步走高。

不同类型汽车制造企业分层转型实施路径

头部整车集团整合规范CVC，打造合规科创投资平台

第一，存量基金瘦身整合，统一合规运营架构。全面注销集团旗下跨区域、脱离主业的财务型私募基金管理人，合并同类产业基金；统一CVC注册地与实体经营场地，完成省级综合研判会商全套备案流程；搭建适配国家级风险监测平台的底层资产数字

化投管系统，实现募投管退全流程数据自动报送。规范投融资协议，删除企业层面刚性回购、差额补足条款，以供应链定点、联合研发、产能落地等产业协同条款替代金融兜底，规避名股实债监管红线。第二，重构人才与长效考核体系。设立独立合规风控部门，高管、投研人员入职完成行业黑名单筛查，严格执行集团内部任职回避制度；建立产业协同优先考核机制，弱化短期财务收益指标，将芯片自研、电池回收、轻量化技术落地纳入核心考核维度，常态化开展私募监管政策培训。第三，依托创投差异化政策布局长期硬科技赛道。充分利用股权创投备案绿色通道、一层嵌套豁免等扶持政策，设立7年期以上产业链并购基金、早期零部件孵化基金，重点投资车载操作系统、固态电池、碳化硅功率器件等“卡脖子”领域，主动对接省级母基金、保险资金、养老金等长期LP，构建整车制造与前沿科创孵化产融协同闭环。

地方国有车企、中型零部件企业依托省级国资资本，轻资产产融合作

一是放弃自主新设私募基金管理人模式，委托头部合规GP合作设立汽车专项子基金，大幅降低数字化、专职人力固定合规投入；主动对接省级整合后的百亿产业母基金，设计新能源产业链返投方案，匹配政府基金硬科技投向要求，获取低成本长期财政资本。二是组建区域产业投资联合体，县域零部件厂商联合本地龙头主机厂共同申报科创产业基金，以产业集群提升硬科技属性，分摊研发与合规成本，单独企业难以满足的募资门槛由集群协同突破。三是剥离跨行业金融投资业务，清理地产、理财类私募存量投资，将闲置资金集中用于混动、纯电平台迭代；综合运用绿色科创贷、碳中和债券补充流动性，减少对短期私募过桥资金依赖，缓解资本供给收缩带来的现金流压力。





《54号文》重构私募基金全链条监管规则，从自有产业CVC运作、地方政府产业基金供给、市场化私募投向、投融资交易结构四大维度对汽车制造企业形成系统性约束，短期带来合规成本抬升、融资渠道收缩、存量项目整改多重阵痛，长期推动汽车产业产融模式实现根本性转型升级。

民营新势力、县域小型配套厂商聚焦细分科创赛道，拓宽产业链直投渠道

第一，强化细分赛道硬科技属性，贴合私募投资导向。缩减低效燃油车型产能投放，加大增程式、车载感知、电池梯次利用等特色技术研发，提升股权融资吸引力；同步降低双积分采购成本，释放内部经营现金流，减少外部融资依赖。第二，规范投融资交易架构，规避穿透监管连带责任。彻底取消抽屉回购、股权代持、变相兜底等违规安排，聘请专业律所、审计机构完成投融资全流程合规尽调，建立完整业务留痕档案，应对监管联合稽查。第三，优先对接头部车企CVC战略直投，替代短期财务VC。依托供应链定点合作关系获取整车产业资本长期出资，绑定整车研发、订单资源，形成技术落地与资本供给双向循环，降低市场化私募募资不确定性。

全行业通用配套保障措施

一是建立季度穿透自查机制。车企设立专职产融合规岗位，对照《54号文》国资基金、私募负面清单，每季度对自有CVC、外部合作基金、存量投融资项目开展底层资产穿透体检，提前整改风险事项，避免行政处罚、高管追责。二是产融规划与低碳产品路线协同。将私募政策导向纳入企业中长期战略，同步布局新能源、轻量化、电池回收赛道，同时匹配双积分低碳政策与私募硬科技扶持导向，实现产业、资本双向适配。三是长期绑定托管、律所、合规咨询第三方中介。前置开展管理人会商辅导、监管数据报送、投融资架构合规设计，借助中介专业能力降低政策误判、连带追责风险。

结论

《54号文》重构私募基金全链条监管规则，从自有产业CVC运作、地方政府产业基金供给、市场化私募投向、投融资交易结构四大维度对汽车制造企业形成系统性约束，短期带来合规成本抬升、融资渠道收缩、存量项目整改多重阵痛，长期推动汽车产业产融模式实现根本性转型升级。从挑战层面看，新规抬高车企自有产业基金运营门槛，压缩地方县域财政产业资本供给，倒逼市场化私募资金向硬科技集中，行业产融马太效应持续强化，国有整车、民营新势力、县域零部件企业面临差异化资本压力；从转型逻辑来看，头部整车集团具备资源优势，可通过整合规范CVC、布局长期科创并购基金充分享受创投差异化政策红利；地方国有车企、中型零部件企业适合依托省级母基金、产业联合体走轻资产合作路线；民营新势力、小型配套厂商需要聚焦细分硬科技赛道、对接整车产业链直投，降低对短期财务私募依赖。

长期来看，汽车制造企业必须彻底摒弃产业经营与金融套利传统产融模式，构建以硬科技创新为核心、合规产业资本为支撑的新型产融体系。企业需要同步联动地方政府、行业协会、第三方中介搭建长效合规保障机制，将私募监管导向融入电动化、智能化、低碳化中长期战略，在强监管周期下稳定获取耐心资本，依托产业资本突破“卡脖子”技术、完善新能源产业链布局，助力汽车产业高质量发展与新质生产力培育。后续随着《证券投资基金法》修订、私募专项配套细则落地，产业CVC、政府汽车基金监管标准将进一步细化，车企需持续动态调整资本运作架构，持续适配不断完善的行业监管制度体系。A

车企布局第二品牌：是突围破局，还是全新赛道？

文/梅卿

过去，行业更多探讨车企如何打造出一个成功的品牌；如今，大家的目光转向第二品牌、第三品牌乃至多品牌体系的搭建。业内传出小米汽车着手筹备第二品牌，零跑汽车推进第二品牌战略落地，行业双品牌布局热度再度走高。汽车产业电动化、智能化转型已步入深水区，市场从增量扩张转向存量博弈。用户圈层分化加剧，单一品牌难以兼顾多元需求，增量红利消退叠加行业格局固化，多品牌矩阵正从战略选修课变为头部车企的必修课。

经过多年市场深耕，车企主品牌已确立定位、积累用户口碑，牢牢守住销量基本盘，但固有品牌标签会限制市场覆盖与增长空间。独立第二品牌可凭借专属定位与差异化路线，切入主品牌无法覆盖的细分赛道，拓宽市场边界。

存量博弈之下，从选修课到必修课

底层逻辑上，全行业布局第二品牌的思路高度趋同——依靠品牌分层实现赛道错位竞争。主品牌守住主流家用基本盘，第二品牌依托集团全产业链深耕特色赛道，规避内部同质化竞争，补齐企业全域市场版图。

汽车行业一直有这样一种说法，树立品牌往往需要20年沉淀，而品牌口碑的流失却可能发生在朝夕之间。品牌的市场形象与定位一旦固化，就会形成明确的价格与场景边界，很难兼顾高低端不同圈层用户，这也是车企独立打造第二品牌、精细化切割细分市场的原因。真正的第二品牌，绝不是简单新增车型后缀、增设线下门店。它是企业层面的战略布局，拥有独立名称、视觉标识、市场定位与完整运营体系，运作模式趋近于独立公司。打造全新品牌，首先要建立专属的视觉与命名体系，同时搭配独立或分区管理的渠道、服务体系，规避品牌间的价格内耗。品牌还要确立清晰差异化路线，要么攻坚高端市场，要么深耕特定人群、垂直细分市场。

两种范式：向上突围与横向破圈

据悉，零跑汽车已正式确认筹备全新独立高端第二品牌，新品牌将于2026年年底或2027年年初亮相，2027年年中至下半年正式上市，主攻30万元以上高端新能源赛道，目前品牌名称、具

体车型等细节暂未披露。零跑当下核心痛点并非产销体量不足，而是高销量固化性价比品牌标签，盈利长期承压：其一季度营收108.2亿元，交付量突破11万辆，但盈利表现不佳。30万元以上的市场，考验的不是性价比的堆砌，而是品牌溢价的叙事能力。因此扩牌目标明确：另起炉灶，借独立高端品牌撬动高毛利增量。但行业共识同样清晰——换标不等于高端化，涨价不等于豪华化。

再来看小米汽车，聚焦年轻运动、前沿科技与极致性能，面向追求科技体验与驾驶乐趣的群体。据行业消息，小米正在打造全新独立子品牌“SKYNOMAD”（寻天），聚焦增程式家用SUV与户外露营细分市场，补齐自身在增程赛道的空白。小米首款增程SUV将归入寻天品牌，采用全新标识、独立渠道与专属运营方案，和现有纯电产品形成差异化区隔。

零跑向上冲锋与小米横向破圈，恰好勾勒出第二品牌布局的两种典型范式。前者是利润焦虑下的高端化自救，后者是场景焦虑下的生态位补缺。零跑要解决的是卖得多、赚得少的生存质量，小米要解决的是纯电天花板见顶的增长空间。

汽车已从代步工具演变为承载审美与生活方式的移动智能空间，消费圈层随之加速分化。年轻群体、家庭用户、高端圈层用车诉求差异化显著，消费分层倒逼车企告别单一品牌全域运营模式。立足这一消费格局，多品牌矩阵依靠赛道细分、用户分层实现错位互补：主品牌稳住销量基本盘，新品牌挖掘增量市场，既能匹配多元用车需求，也能提升企业抗风险能力与长期经营韧性，这也是存量精细化竞争下，头部车企主动布局第二、第三品牌的重要原因。

主品牌运营久了容易形成固定用户标签，主打性价比的车



型若沿用原有品牌冲击高端市场，会形成极强的用户认知壁垒，企业重塑品牌心智成本极高。独立第二品牌能够摆脱原有体系束缚，从零搭建专属设计语言、技术平台、产品配置以及完整销售售后体系，既是突破增长局限、完成全域布局的关键手段，发展路径也不只局限于冲高端，深耕特色细分场景同样可行。此外，第二品牌还具备独特资本价值，可拓展全新价格赛道，拥有独立融资、引入战略投资乃至后期分拆运营的空间。而判断新品牌能否长期成功，标准在于能否自主良性经营、真正触达全新市场与人群。

多品牌布局可最大化激活集团内部协同价值，成熟研发、产能、供应链体系为新品牌赋能，降低赛道试错成本、加速产品迭代；新老渠道互相补足，完善全域市场覆盖，同时矩阵布局可适配各地政策与消费偏好，支撑车企全球化出海。

新品牌可作为企业技术、模式创新试验载体，试错新兴赛道，且不会影响主品牌正常经营，为车企战略创新预留容错空间。第二品牌绝非跟风营销噱头，而是新能源下半场车企生存的关键布局，核心准则清晰：定位精准方能挖掘增量，边界模糊只会催生内部内耗。行业竞争早已走出单一品牌规模化扩张阶段，正式迈入精细化、分层化、场景化的矩阵博弈周期。头部车企拆分新品牌是顺应行业趋势的必然选择，唯有拥有独立定位、完备运营体系的全新品牌，才能抢占细分增量、重塑行业格局；只做外观更名、小幅配置调整、缺少核心差异化的伪新品牌，终将在激烈竞争中被市场淘汰。

案例镜鉴：扩牌没有标准答案

各家企业基于自身发展阶段、技术储备与市场定位，走出了截然不同的扩牌路径。有的搭建完整品牌矩阵实现全价位覆盖，有的则审慎克制、坚持单品牌精品化发展。这些样本的成败得失，为行业提供了最直观的参照。

造车新势力擅长依托细分赛道打造差异化子品牌，蔚来是典型代表。其搭建三级品牌架构：蔚来主品牌扎根30万元以上高端纯电市场，面向高净值人群；乐道聚焦大家庭实用出行；萤火虫瞄准年轻人短途代步。集团统一运营换电、服务等重资产基建，多品牌共享资源压缩运营成本。三大品牌价格、人群、场景完全区隔，不存在内部竞争，持续贡献销量增量，印证分层布局的可行性。

小鹏汽车则代表审慎扩牌思路，曾规划打造独立入门子品牌MONA下沉低端市场，为规避资源分流，最终取消独立品牌建制，将该产品线归入主品牌体系，集中研发渠道资源深耕主业。

实际上，多品牌战略并非新能源时代新生模式，大众、丰田等海外传统巨头，比亚迪、吉利、奇瑞、长安等自主品牌，发展至规模化阶段，均会依托多品牌矩阵完成战略扩张。比亚迪形成完整层级体系：王朝、海洋覆盖主流家用；腾势定位高端家用；方程豹深耕越野圈层；仰望承载顶级技术；2026年全新独立品牌领汇进一步完善价格布局。长城六大品牌分工明确，哈弗、魏牌、坦克、欧拉、长城皮卡、灵魂摩托各司其职，错位发展形成协同合力。



判断新品牌能否长期存续，核心不在于品牌数量，而在于能否复用集团成本、渠道与服务资源。大众依托模块化技术搭建价格梯队，丰田以金字塔架构区隔家用与豪华，均验证了精准分层的有效性；而通用汽车曾因品牌冗余、管理臃肿被迫收缩。扩牌比拼的不是品牌规模，贴合企业实力、精准错位布局才能稳步发展。

传统合资车企早已落地成熟双品牌错位模式，奥迪采用双品牌协同运营模式：四环奥迪兼顾燃油与高端纯电豪华车型，服务传统高端客群；AUDI字母标品牌专注纯电智能新品，面向新生代科技高端用户。

综合海内外车企案例可知，多品牌已是行业不可逆趋势，但扩牌并非稳赚不赔，高度依托企业综合实力。多数新品牌经营遇阻，根源在于定位模糊、差异化缺失、赛道同质化。部分新品牌产品、客群与主品牌高度重合，无法挖掘新增量，反而分流用户、分散集团资源，造成无效内耗。新品牌与主品牌差异不足，既难以积累自身口碑，也会稀释主品牌长期沉淀的品牌价值。同时车企资源具备上限，倾斜资源孵化新品牌，会挤压主品牌研发迭代资源，削弱基本盘竞争力；渠道、价格内卷也会压缩经销商利润，破坏品牌定价体系，降低消费者品牌忠诚度。

“ ”

复盘车市竞争演变，行业比拼重心从发动机、电池、智驾技术，逐步延伸至品牌体系化运营能力。单一品牌印证造车硬实力，双品牌体现市场研判力，多品牌彰显全域体系力。

打造第二品牌，是对车企战略、技术、资金、统筹能力的全方位考验。多品牌战略无优劣之分，成败依托车企综合实力：规划有序、定位清晰即可全域拓市，布局混乱、实力不足则会拖累集团整体发展。

国内新能源赛道同质化加剧，同价位车型软硬件差距持续缩小，价格战、产品迭代难以实现长效突围，单一品牌增长天花板固定。品牌分层、赛道细分成为车企破局内卷、实现销量与品牌价值双向突破的核心方式。当下行业淘汰逻辑已定：唯有垂直赛道、特色鲜明的细分品牌能够留存，跟风扩牌、内部内卷的伪新品牌终将被市场清退。

良性多品牌遵循一主一辅错位逻辑，主品牌筑牢销量根基，第二品牌开拓增量赛道，双向互补拓展企业市场边界。未来汽车行业竞争，是车企体系实力、战略布局、精细化运营能力的全域博弈。拥有清晰品牌矩阵、差异化优势的头部车企将持续抢占份额，布局杂乱、缺乏核心竞争力的车企将逐步边缘化。

双品牌博弈，是突围红海，还是自筑高墙？零跑向上，小米破圈。当第二品牌成为头部车企标配，行业核心疑问依旧值得深思：布局新品牌，是开辟全新战场，还是加固现有护城河？答案，依托车企综合实力各有不同。

设计一套新Logo很容易，但重塑一个深入人心的品牌灵魂，需要一代产品的周期。迭代车型依托现有体系即可落地，而从零打造独立新品牌，则意味着研发、生产、渠道、服务的全链路重构。布局得当，多品牌便是集团军协同作战；布局失当，则沦为左右手互搏的内耗。

复盘车市竞争演变，行业比拼重心从发动机、电池、智驾技术，逐步延伸至品牌体系化运营能力。单一品牌印证造车硬实力，双品牌体现市场研判力，多品牌彰显全域体系力。主品牌为企业发展之根，第二品牌为行业破局之翼，二者共生构筑良性品牌生态。多品牌的终极博弈，不在于集团军阵容有多庞大，而在于每一个独立品牌都具备清晰独特、难以复制的用户标签。A

微利时代的生存法则： 汽车零部件企业如何重塑盈利逻辑

文/罗兰贝格

近期，A股汽车零部件板块2025年年报已基本披露完毕。从营收端看，行业景气度尚可，多数企业仍能延续规模扩张步伐，整体取得增长；然而，利润端的表现却不那么令人惊喜——毛利率继续下滑，净利表现头部企稳、尾部恶化，分化格局进一步加剧。这也代表着行业的结构性变迁进入深水区，未来五年将是企业重塑竞争格局、优胜劣汰的关键阶段。对于每一位零部件企业的管理者而言，真正需要回答的问题已经不是何时能回到从前，而是思考在新常态下，如何活下去且活得更好。

行业的盈利下滑短期内难以快速逆转

根据行业统计显示，2025年A股汽车零部件板块整体毛利率回落至18.5%左右，相较2024年继续下滑0.5个百分点。虽然新能源、智能化的新技术层出不穷，但行业整体毛利率较2019年前的燃油车时代下降超过三个百分点。

挤压行业利润的力量主要来自四个结构性的方向，短期内这些力量预计将持续存在，难以松动。首先，整车市场增速放缓、产品同质化加剧，主机厂为抢占市场份额持续压价，这一趋势短期内难以结束。价格战向上游无保留传导，几乎所有品类都面临着主机厂明确的降本要求，部分零部件品类的年降幅度进一步扩大。其次，原材料与能源成本出现阶段性上涨，人工、合规、数字化改造等刚性成本走高，侵蚀着本就较为稀薄的利润。第三，技术迭代倒逼研发支出不断膨胀。为获得下一代车型的定点，企业通常明知盈利微薄，也仍持续加码投入。以智能底盘和自动驾驶相关零部件为例，项目研发费用高昂，但定点之后的量产周期却不断压缩。第四，零部件企业海外业务收入占比已经普遍达到三成，原本较好的毛利也因为人民币升值而稀释。许多企业陷入不投入则落后、投入则回报堪忧的两难境地。

与此同时，整车行业的集中度也在进一步提升。头部主机厂的市场份额与议价能力持续增强，对于成本控制也更加系统性和精细化。在此背景下，行业整体难以在不改变自身盈利模式和成本结构的情况下自然修复利润。零部件管理者需要接受一个现实：利润挤压将成为未来相当长一段时间内的常态。提升利润水平更取决于企业自身的正确战略选择和精细化运营，而非依赖行业回暖。

下滑之中有分化，品类命运截然不同

尽管整体盈利承压，但不同产品系统的处境存在明显差异。目前，仅有较少的品类及头部阵营企业能够维持相对健康的利润水平。理解这种分化，是零部件企业找准自身定位、思考下一步应对策略的前提。

利润水平保持坚挺的品类，往往具备难以复制的技术壁垒或很强的成本转嫁能力。例如激光雷达、车载高端光学镜头、车载软件等，凭借复杂的制造工艺与算法集成，头部玩家的毛利率仍能维持在30%以上；又如汽车玻璃，受益于高度集中的全球供给格局，叠加全景天幕、HUD、调光玻璃等高附加值产品渗透率的持续提升，尤其在中高端车型中单车价值量有所提升，头部企业平均毛利率也仍在30%以上；再如座椅头枕、扶手等看似基础的功能件，由于主机厂极少参与自制，新进入者又难以在短期内突破客户认证和成本壁垒，细分市场中的隐形冠军仍能稳定在25%左右的毛利率水平。

温和承压但仍享有一定利润空间的品类，以动力电池头部阵营、域控制器、车灯系统等为代表，普遍毛利率落在18%~25%区间。这些品类虽同样遭受年降压力，但凭借规模效应和持续的供应链降本，尚能进行部分对冲。然而，这一区间的利润对外部波动较为敏感，一旦遭遇原材料价格波动或核心客户订单下滑，利润水平或受到显著冲击。

利润压力较为突出的品类，主要出现在产品同质化严重的制造环节，以及资产负担沉重的集成业务。例如部分内外饰件，由于许多产品差异化程度较低、主机厂年降压力持续，毛利率已普遍降至10%~15%的区间，利润空间有限；又如车载摄像模组



的组装环节附加值较低，模组厂的毛利率正逐步回落至个位数。二三线动力电池企业在产能出清过程中，已出现了多个毛利转负的情况。

除了品类利润分化，更大的挑战则是：在新能源继续快速转型的背景下，不少零部件品类面临着不可逆的需求萎缩。新能源车对燃油车的逐步替代，使得多种传统动力总成部件进入下滑通道。与此同时，电子电气架构走向更加集中化的过程，低压线束和简单电控单元等部件需求也进入削减通道。这些品类面对量利双重压力，生存空间受到压缩。根据罗兰贝格对三十余个汽车零部件品类的梳理，已有约一半的细分领域缺乏增长动力，未来几年甚至可能出现绝对的体量收缩。

重新理解盈利：四种竞争模型与深层逻辑

单一的利润率指标并不能有效衡量业务的盈利健康度与可持续性。企业应以动态、全面的眼光看待自身盈利位置，评估长期盈利潜力，综合考量赛道内部的竞争格局、头部企业的示范效应、技术迭代速度以及下游车企的自研深度等核心因素。不少企业和资本习惯性扎堆关注高增长、高毛利的赛道，却忽略这类赛道很难实现全行业受益，成长红利大多仅被少数头部企业占据。相反地，增长和盈利水平看似平平的赛道，往往隐藏容易被忽视的盈利公式。

在当前的行业格局下，罗兰贝格识别出四种赛道的盈利范式。理解自身处于哪一象限，对于企业制定相应的竞争策略具有重要的指导意义。

较高毛利、百花齐放型

这类赛道技术门槛较高，产品差异化显著，客户愿意为性能提升而支付溢价，技术创新路线也仍在不断探索中。该赛道的大

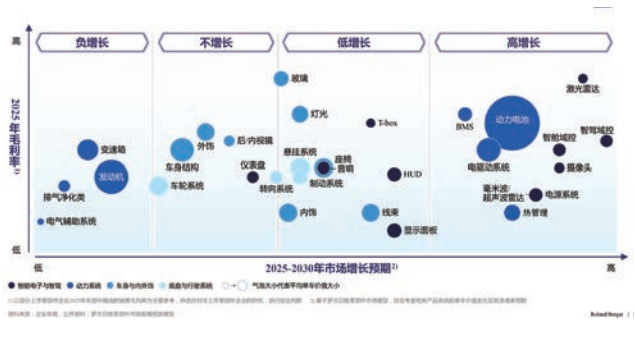


图1 汽车零部件赢利性及未来增长预期

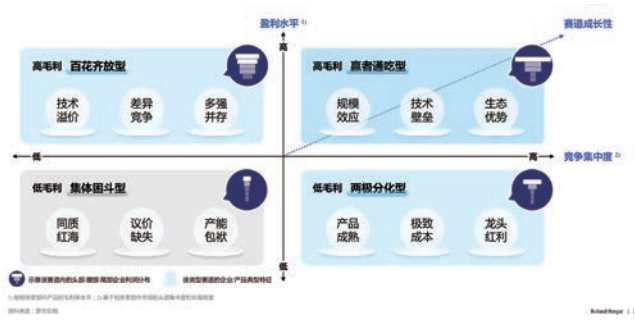


图2 汽车零部件细分赛道的盈利范式

多参与者都能获得较优的毛利表现。对于这些企业而言，真正的挑战在于如何避免陷入无节制的研发军备竞赛，导致利润受到低效研发投入的吞噬。

较高毛利、赢者通吃型

这类赛道由于规模效应显著、核心技术发展投入要求高，少数几家掌握核心技术与规模效应的企业享受着远超同业的利润水平，而追赶者却举步维艰。对于头部企业而言，护城河虽深，但风险同样存在。例如，技术路线的快速变化或下游客户的深度自研自制决策，都可能带来行业格局的变数。而对于非头部玩家而言，若无法在窗口期内跻身第一阵营，就应进行更深入的战略性思考，例如选择一个高度差异化的细分市场、寻求业务或区域快速多元化发展，甚至主动寻求在合适时间点接受整合。

较低毛利、两极分化型

这类赛道行业平均利润较薄，但头部企业仍能凭借极致的运营效率、垂直整合和规模优势等，实现超越同业的盈利水平。保持领先的护城河在于优秀的内部体系化管理能力，即从采购、

生产、物流到销售的全链条精细化管控，以及持续的成本优化机制。在这种格局下，企业之间的竞争本质上是运营效率的较量，只有那些在成本控制、良率提升和交付响应等方面持续优于同行的企业，才能在行业洗牌后占据有利位置。

较低毛利、集体困斗型

这类赛道产品高度同质化，客户集中度高，零部件企业缺乏与主机厂谈判的有效筹码；叠加较为沉重的资本开支，企业难以实现长期稳定盈利。短期内，企业的现金流水平和业务稳固度很大程度上决定了企业的生存韧性。转型能力则变得至关重要，企业应争取向第二或第三象限迁移，或者寻求高经济性的退出方式。

零部件企业破局之路：认清位置，果断行动

看清现实并明确自身产品品类的定位和所处的环境，是零部件企业转型的第一步。在行业盈利提升空间受限的周期下，企业应更加主动寻求变化，围绕业务组合、客户结构、区域布局和价值链定位等战略维度重新思考，并基于自身体系和能力禀赋落地决策。对于身处量利双杀品类的企业，最忌犹豫不决。与其在萎缩市场依靠低价换取低效份额，不如依托现有的精密制造、供应链管理或客户关系等核心能力，果断切入仍有增长潜力的相关领域。

对于处在量增利薄赛道的企业，需将领先的产品塑造和合理的成本控制刻入组织基因。例如，通过高度的自动化和数字化排产，优化产能利用效率；通过向上游材料端延伸，管控原料价格波动；通过贴近客户的卫星工厂布局，压缩物流费用与响应时间。该赛道的利润难以通过传统的业务决策设计得来，而需从每一个运营细节中挖掘而来。运营能力领先的企业，可凭借可持续的发展势能成为行业整合者，依托规模优势持续拉动整体盈利水平。对于尚处高毛利区域的企业，同样需要居安思危。当前的利润水平可能源自当下的技术代差或专属客户关系，若行业投资动向和偏好发生改变，后来者的追赶速度或将超出预期。企业应加速落地技术商业化变现，同时积极探索硬件、软件、数据服务等多元的复合型商业模式，构建长期生态，抬高竞品入局的门槛和代价。

最后，无论企业身处何种格局，以下转型准则值得零部件企业重点关注。

第一，现金流远比账面利润更真实。

在行业下行周期，审慎把控每项资本开支，将资金集中投入能直接产生客户价值或构建核心竞争力的环节。确保常备可支撑整年运营现金流的储备。

第二，全球化是分散风险的必选项，而非加分项。

在中国市场极致内卷的环境下，具备实力的企业要坚定不移地走出去，在海外市场争取更合理的定价和更稳定的客户关系；在跟随中国主机厂出海的同时，也获得进入全球主机厂区域供应链体系的机会。然而，企业应清醒地认识到，海外经营是一场比国内更复杂的管理大考，切忌抱着短期套利思维匆忙上阵。

第三，积极寻找第二增长曲线，但切忌盲目。

机器人、低空飞行器等新兴领域在精密制造、减速机构、电机、传感器和执行器等方面与汽车产业存在不少协同之处，零部件企业可以发挥制造能力优势审慎切入。在制定市场进入规划时，企业需要客观评估技术门槛、市场窗口和组织能力匹配度等，避免只是追逐概念，防止第二曲线发展成为现金流黑洞。

第四，重新审视行业整合机遇。

对于身处较低毛利、较低增长区间的企业来说，应寻找更多行业并购机会，进一步强化规模效应及渠道优势。这既是抵御外部压力的有效手段，也是从被动承压转向主动布局的关键路径。通过合理的并购整合，企业可以优化产能结构、增强议价能力，并为长期发展储备资源。

结语

未来五年，汽车零部件行业的出清将进一步提速。历史经验表明，每一次行业洗牌都会淘汰一批企业，同时也会催生一批更具韧性与竞争力的新生力量。认清自身所处的位置，用极致的清醒和果敢的行动应对新常态，才是企业当下的重中之重。 **A**



告别“堆料时代”，三大信号揭示车市正从“规模领先”走向“技术领先”

文/威尔森

如果用一个词形容刚刚落幕的2026年粤港澳大湾区车展，那便是“重构”。展馆内，零跑用8.1万辆月销宣告“品价比”时代的巅峰，鸿蒙智行携“五界”合围高端市场，蔚来多品牌矩阵初显成效，而传统合资&豪华品牌的展台前，昔日的长队已不复存在。

这场以“面向科技、面向未来、面向市场”为主题的展会，不仅是中国汽车发展的“湾区风向标”，更是汽车产业变革的“中场哨声”。汽车产业的竞争早已从单一车企的“产品对决”演化为“品牌集团+科技联盟”的“体系对决”，而大湾区车展恰恰是这场决战的最佳观察哨。

以下是威尔森在现场观察到的三个行业信号：

- ①新三大件全面落地，从配置内卷到架构决战。
- ②新势力第二春，结构化分层与体系力决胜。
- ③价格战的休止符与价值重构的信号。

这三个信号共同指向一个结论，中国新能源汽车产业已经走过了“拼配置、拼规模、拼价格”的上半场，正式进入“拼技术、拼体系、拼生态”的中场决战阶段。

新三大件全面落地，从配置内卷到架构决战

如果说此前的车展，“冰箱彩电大沙发”还是各大展台吸引观众眼球的标配，那么在2026年的粤港澳大湾区车展上，面对早已熟知新能源路数的消费者来说，这些曾经的“流量密码”已经变得司空见惯。取而代之的是技术展台前，不少人正认真听着工程师讲解超高压平台、自研高算力芯片和线控智能底盘的工作原理。

这不是简单的消费偏好变化，而是行业竞争逻辑的底层翻转，从“表面配置的加法竞争”转向“整车架构的重构竞争”。冰箱彩电大沙发本质是可快速复制的座舱体验升级，边际成本低、同质化严重，而新三大件是决定车辆未来5~8年竞争力的核心资产，属于高壁垒、长周期、可OTA持续进化的底层技术。



1.超高压平台：能耗与补能效率齐翻倍

本届车展上，超高压平台已经从过往高端车型的“专属配置”变成了不少主流品牌的“入场券”。比亚迪、零跑、蔚来、极氪、AUDI等品牌，在近期发布的新车中，几乎都少不了900 V及以上超高压平台的身影。

在比亚迪展馆内，还有公开现场演示的闪充技术，实测5 min补能超400 km，已经无限接近传统燃油车的加油速度，同时搭配“闪充中国”战略计划，预计将在2026年年底建成20 000座闪充站。

2.自研高算力芯片：技术主权的核心战场

当前国内头部车企自研车规芯片，已从研发落地迈入规模化装车的分水岭，各厂商路线分化鲜明。例如在车展现场，比亚迪所展示的璇玑A3 4nm辅助驾驶芯片，依托其晶圆制造全链条自研，兼顾成本与供应链安全；华为以昇腾架构为根基，面向全行业提供智能化解决方案；小鹏自研图灵AI芯片主打端侧大模型落地与跨场景复用（汽车、具身智能、飞行汽车）。

蔚来、理想以自研芯片落地自身高阶辅助驾驶大模型，成为品牌从座舱配置堆砌转向新三大件技术竞争的核心抓手；小米玄戒系列芯片，依托消费电子芯片积淀，采用Chiplet路线布局“人车家一体化”。整体行业正逐步告别盲目堆砌算力的军备竞赛，转向芯片架构优化、算力利用率与大模型原生适配的深层比拼。

3.线控智能底盘：重塑“四肢与神经网络”

如果说超高压平台和自研芯片解决的是“能源”与“大脑”的问题，那么线控智能底盘就是重塑车辆的“四肢与神经网络”。本届车展上，线控智能底盘技术成为了各大品牌比拼的新焦点，2026年或将成为线控智能底盘从概念验证迈向规模化量产的标志性拐点。

一方面，线控转向在经历了多年的验证后，终于顺利转正，实现机械转向柱的全面量产。当前已有蔚来ET9、蔚来ES9、理想L9 Livis、小鹏GX、问界M9 Ultimate、智己LS8等车型完成搭载上市。同时EMB线控机械制动从奇瑞星途EX7率先上市量产，到理想L9 Livis搭载量产，并实现制动响应时间相对传统液压制动缩短约100 ms。

另一方面，全主动悬架当前也呈现出多条技术路线并行演进，其中以理想L9 Livis为代表的800 V分体式方案，单轮举升力超1 t，适合重载SUV及高性能场景，而蔚来ET9和ES9为代表的48 V集成式方案，响应速度达毫秒级，更适合城市路况舒适性优化。此外，以比亚迪仰望U7所搭的云辇-Z为代表的800 V直线电机直驱方案，彻底取消了液压介质，响应速度更是提升至5 ms。

当然，新三大件的普及是分层的。在15万元以下的入门级市场，仍会长期主打“冰箱彩电大沙发+性价比”，而来到15万~30万元的主流级市场，将是两者的混合体，而30万元以上的高端市场，新三大件将有望成为标配，并成为品牌间技术溢价的主要差异。

新势力第二春，结构化分层与体系力决胜

与此同时，一个关于品牌格局的微妙变化也在展台上演。业内常有人讨论“新势力是否焕发第二春”？从本届车展看，答案并非简单的“是”或“否”，而是呈现“头部稳固、腰部井喷、尾部清洗”的三层分化。



头部集团如“零鸿蔚极理小”等品牌已跨过生死线，不再依赖榜单证明生存，而是通过自研芯片、全主动悬架等硬核技术进行品牌向上。而腰部则涌现出大量与传统车企深度绑定的“新实力”，启境、猛士、AUDI、安徽大众等品牌密集参展，它们背靠广汽、东风、上汽、大众的制造底蕴与供应链优势，以灵活体制和智能化合作快速抢占中高端市场。

至于尾部，曾经耳熟能详的一些名字已从展馆消失，资本退潮与核心技术缺失让淘汰赛加速收尾。大湾区车展像一面镜子，照出了新能源江湖的“新常态”，没有单纯的新旧之分，只有体系能力的强弱之别。

1.头部：销量稳固，盈利转正，技术壁垒成型

本届车展上，零跑、华为（鸿蒙智行/华为乾崮）、蔚来、极氪、理想、小鹏、小米等品牌占据了超过50%的展馆面积，人气也更为火爆。这些品牌的共同特点是：月交付量已稳步迈入3万辆门槛，已实现盈利或单季盈利，并且在新三大件领域逐渐建立了自己的技术壁垒。

零跑以8.1万辆的单月交付量蝉联新势力冠军，其全产业链自研能力和品价比路线成为核心竞争力；鸿蒙智行凭借“五界”矩阵和华为技术赋能，5月交付量环比增长44%；蔚来公司三品牌战略初见成效，乐道品牌成为新的增长引擎；极氪则实现了量价齐升，5月单车成交均价同比增长52.4%。

头部品牌已经进入了“技术投入-销量增长-利润提升-更多技术投入”的正向循环，它们的市场地位在未来2~3年内或将难以撼动。

2.腰部：传统+科技，优势互补，快速崛起

本届车展上另一股不可忽视的中坚力量，无疑是由传统车企与科技公司合作诞生的腰部“新实力”品牌。一方面，如启境（广汽+华为）、猛士（东风+华为）、华境（上汽通用五菱+华为）等品牌，凭借“传统制造能力+科技智能化赋能”的组合优势，正在快速布局15万~40万元主流市场。

而另一方面，不少传统合资豪华品牌也纷纷加速转型，如大众安徽、上汽奥迪AUDI、FREELANDER神行者等品牌，借助着国内优秀供应链与研发制造集群“重塑”合资典范，彻底抛弃“全球车型中国改造”的旧路径，迈入“中国定义中国智造”的全新赛道。

这些腰部品牌的崛起，本质是产业分工细化的结果。传统车企提供成熟的制造、供应链和资金支持，科技公司提供座舱、辅助驾驶和生态技术，双方优势互补，风险共担，能够在1~2年内快速推出有竞争力的产品。这也是为什么在短短两年时间内，涌现出了这么多新品牌的核心原因。

“”

大湾区车展现场观察到的三个行业信号：

①新三大件全面落地，从配置内卷到架构决战。②新势力第二春，结构化分层与体系力决胜。③价格战的休止符与价值重构的信号。



价格战的休止符与价值重构的信号

然而，光鲜的展示背后，也有沉重的行业现实，在同期举办的第四届未来汽车先行者大会上，利润率的大幅缩水已成为无法回避的行业硬伤。

2025年中国汽车销量突破3440万辆，行业利润率仅为4.1%，而2026年前两个月，这一数字进一步下滑至2.9%。蔚来李斌、阿维塔王辉、零跑徐军等多位车企负责人集体敲响警钟，直言“没有利润的销量是伪销量，靠价格战换来的规模是虚假繁荣”。这不是唱衰，而是行业走到转折点的真实写照，价格战打到今天，



再“卷”下去，输的不是对手，而是整个产业的盈利能力。

因此，车展上释放的第三个重要信号，是行业正从“降价内卷”转向“降本升维”。大家不再比拼“谁降得狠”，而是比拼“谁在产品定义和成本控制上跑得更快”。王辉透露，长安集团的车型规划从原来的63款直接砍到36款，少做车、做精品，正成为新的方向。

这与大湾区市场“高渗透、高要求、高效率”的特质完全吻合。在湾区市场近60%的新能源渗透率下，用户早已越过“油转电”的教育阶段，市场已逐步进入“从有到优”的新层次。

拾级而上，中国汽车产业的未来已来

从“冰箱彩电大沙发”到“新三大件”，我们看到了行业从配置内卷到技术竞争的转变；从“野蛮生长”到“结构化第二春”，我们看到了行业从资本驱动到体系力驱动的成熟；从“价格战”到“价值重构”，我们看到了行业从粗放以价换量向产品技术溢价的迭代。这三个转变，正在逐步构成中国新能源汽车产业中场决战的核心图景。

过去三十年，我们在中国看全球汽车；未来三十年，全球市场看中国汽车。站在2026年这个行业分水岭上，我们有理由相信，那些拥有核心技术、强大体系力和完整生态的中国汽车品牌，终将在全球汽车产业的舞台上占据主导地位。A





场景驱动竞争： 2026 CAPAS上的商用车电动化新叙事

文/艾克

第十二届成都国际汽车零配件及售后服务展览会 (CAPAS) 5月在成都世纪城新国际会展中心开幕。5.3万m²的展馆内，805家参展企业、27场同期活动、56个来自全球的专业买家团，勾勒出一幅西南汽车产业生态图。而在这幅画卷中，商用车电动化无疑是最鲜明的线条。

CAPAS已经成功举办十二届，从2026年展会的布局来看，一个明显的变化是：新能源与智能网联领域相关产品的展示规模翻番，商用车电动化首次被提升到核心内容。参展品牌数量大幅提升，北汽福田、柳汽乘龙、一汽解放、广通汽车、蜀都客车、犀牛、重汽成都等纷纷带来新能源重卡及轻卡等新款车型。展会同期还举办了两场商用车电动化主题论坛——新能源商用车（西南）服务生态大会与物流场景电动化大会-成都站，为产业链上下游提供前瞻洞察与决策参考。这与行业数据形成呼应：2026年4月，商用车新能源渗透率达到34%，重卡新能源渗透率已攀升至31%。电动化不再是

“要不要做”的问题，而是“怎么跑通”的问题。

在为期三天的展会期间，笔者采访了驰田汽车、米麦运力、法士特、中国汽车维修行业协会商用车分会等企业及机构。这四家分属不同赛道——从整车制造到核心零部件，从物流运营到维修培训，但它们共同指向一个命题：新能源商用车正加速从“概念验证”走向“场景落地”。电动化上半场拼的是三电技术，下半场拼的则是对不同场景的理解深度与定制能力。从矿区短倒到干线物流，从城市环卫到港口转运，谁能在特定场景中跑通经济模型，谁就掌握了竞争的新规则。



矿区场景：先理解工况，再定义产品

在驰田汽车的展台前，一台双平衡重载矿卡模型车吸引了来自中亚、南美的采购商。他们关心的不是“百公里加速”，而是“在40度坡道上满载能爬多久”“轮胎在碎石路面能用多少公里”。驰田的答案是：用场景倒推设计。驰田海外营销部部长肖均阳向笔者详细解释了这一逻辑：“不同区域的矿区差异极大。东南亚和非洲市场更关注可靠性和维修便利性；中东看重高温稳定性；南美和中亚则对矿山运输的认证和本地服务能力提出更高要求。”

这并非销售话术，而是基于真实工况的系统工程。驰田的CT150KD型矿卡搭载了“双平衡悬架系统”和“动态载荷分配体系”，核心部件更换时间缩短60%，轮胎寿命延长40%。这些指标并非实验室数据，而是在新疆、蒙古等矿区的重载连续作业中迭代出来的。

肖均阳特别强调：“新能源矿卡出海的关键不是单车性能参数，而是整套运营场景是否跑得通。”他举例，在中亚矿区，驰田针对高寒多尘环境优化了全域热管理系统，实现-30℃~55℃宽温运行；在封闭矿区和短倒运输场景中，纯电矿卡的能耗成本较传统车型降低50%以上，维护成本下降30%。

这正是场景驱动竞争的第一层含义：不再问“我的车有多强”，而是问“你的工况需要什么样的车”。驰田的产品矩阵覆盖纯电、混动、柴混等多种技术路线，但技术路线本身不是卖点，卖点在于“在矿山里能稳定出勤、能降低吨公里成本”。

展会期间，不止一家主机厂表达了类似观点。西南地区公路充换电设施的快速完善，让商用车电动化在矿区、港口、城建等封闭场景中率先跑出了经济性。而驰田的策略是先将这些“可复制的场景”打透，再逐步向更复杂的工况延伸。

谈到本次参展CAPAS，肖均阳表示收获很大，每天都有很多来访者咨询，驰田还将参与2026年Automechanika Shanghai，他也更加期待。

干线物流场景：精细化运营才是护城河

如果说矿区是“强环境、弱网络”的场景，干线物流则是“弱环境、强网络”——车辆续航、补能密度、电价波动、司机管理，每一个变量都会影响最终的经济账。

米麦运力董事长裴广超对此有切身体会。这家从河南起步的物流企业，目前运营超过400辆新能源重卡，已经成为农牧运输电动化领域的头部力量。在展会同期的物流场景电动化大会上，裴广超分享了公司跑出来的真实数据：郑州至洛阳单趟省200元，郑州至南阳市350元，商丘至济南省500元。这些数字引发了现场不小的骚动——对于利润微薄的中小物流企业，这就是决定生死的差距。



但裴广超并不讳言困境：“传统油车时代，80%的运力是个体司机，他们可以忍受更低的价格，因为车是自己的，不跑就没有收入。这种内耗让大车队很难依靠规模获利。”电动化改变了什么？改变的是运营的组织化门槛。电车依赖充电网络和谷电价格，个体司机很难独自拿到优惠电价，也无法通过系统优化线路和电耗。而这恰恰是米麦的切入点和优势。

在采访中，裴广超解读了公司自研的运营系统：每一条线路都会根据装车时间、卸车时间、充电站分布、电价时段等数据建模，形成标准SOP。系统实时监测电耗，一旦超过阈值就报警提示司机减速；通过AI自动审核每趟运输的效率和成本，不断刷新最优方案。“电车的数据是实时传输的，我们可以做到比油车精细得多的管理。比如轮胎，哪个轮位、什么里程上车、预期寿命多少，系统全程追踪，出现异常磨损就能追溯到驾驶行为或路况。”

更关键的是，米麦将车辆以租赁或承包的方式交给司机，司机只要按照标准流程跑车，就能获得稳定收入。公司负责揽货、补能网络协调、金融支持和数据系统。“没有人能管得住司机，必须利益捆绑。”裴广超说。这种“平台+个体”的模式，在电动化背景下找到了新的平衡点。

场景驱动竞争在干线物流中体现为：不是买最便宜的车，而是找到适合自己线路特征、货物特性和管理能力的运营组合。米麦的经验证明，电动化的经济性不是天然存在的，而是靠精细化运营“抠”出来的。

CAPAS打造的是一场多元融合的行业盛会，论坛中思想碰撞，展馆内产品展示，互为支撑、相得益彰。裴广超在论坛上的演讲引起了不小的关注，会后各方的交流也非常积极，碰撞出不少行业共识与合作契机。

零部件与后市场：场景倒逼系统集成

在新能源汽车产教融合活动区内，一台法士特FS4E200A-2J电驱动系统总成格外醒目。工作人员向笔者介绍，这款产品采用碳化硅控制器，最高效率达99.7%，是目前商用车电驱系统中功率最大的扁线电机。法士特从2015年布局新能源，到2025年新能源产品年产能突破25万台，背后的逻辑同样与场景有关。

“针对山区，推出动力强的产品；针对城区环卫，匹配轻量化方案；针对矿区，提供支持无人驾驶的大吨位电驱系统。”不同场景对功率、扭矩、热管理、可靠性的要求差异巨大，零部件企业必须从“卖标准件”转向“提供场景化系统集成方案”。

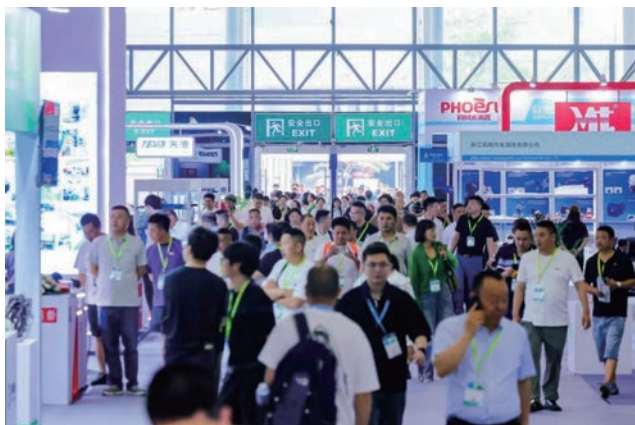
这一转型并不容易。当前部分主机厂的三电系统来自不同供应商，数据接口和通讯协议各异，整车层面难以形成统



一的技术闭环。但法士特凭借在传统传动领域的积累和对电驱系统的深度自研，正试图成为“系统集成者”——谁能在不同场景中提供更高匹配度的动力总成，谁就掌握了产业链的新话语权。

而场景驱动的链条还在延伸。新能源商用车售后维修培训现场，坐满了商用车维修站的技师。中国汽车维修行业协会商用车分会维修技术专家组组长马永翔告诉笔者：“车型和配置不断升级，售后维修人员对新技术完全不了解，培训需求非常大。”

矿区、干线等高频使用场景对出勤率要求极高，车辆一旦停摆，损失巨大。但新能源商用车维修人才缺口巨大，全国具备三电维修资质的技师不足10万人，重卡领域更少。2026年4月起实施的六部委73号令要求车企开放三电维修核心数据，这为第三方维修提供了突破口。而市场对新能源商用车专业技术培训的迫切需求，正是场景驱动竞争在人才端的映射——没有充足的后市场服务能力，电动化场景就难以闭环。



从“产品出海”到“方案出海”：场景驱动的全球化

2026 CAPAS迎来28个国家及地区的观众，其中，海外买家团覆盖了阿联酋、巴西、墨西哥、中亚等新兴市场。在驰田展台，肖均阳与几位中亚客商洽谈了近一小时。他事后总结：“海外竞争最后拼的不是车价，而是交付能力、配件能力、服务能力和停机时间控制能力。”

这恰恰是场景驱动竞争在全球化维度的延伸。驰田的策略是“抱团出海”——与主机厂、底盘企业、贸易商、金融机构、本地服务商协同，针对不同区域的运输场景提供组合式解决方案。在中亚矿区，他们不仅要卖矿卡，还要配套充电方案、操作培训和常用配件包。

肖均阳的判断是：“先在封闭矿区和成熟项目中渗透，再逐步扩展。”这与他反复强调的“场景适配”一脉相承。不追求在所有市场同时爆发，而是找准那些电力条件、服务能力、项目规模都具备的区域，把经济模型跑通，再复制推广。

米麦运力也在进行类似的探索。裴广超透露，已有南非客户找到他们，希望复制米麦的运营模式到刚果金的锂矿运输中。“我们输出的是管理经验和系统能力，而不是单纯卖车。”

场景驱动竞争的最高形态，或许就是“方案出海”——将在中国西南矿区、干线、港口等场景中验证成功的运营模式，连同车辆、充电、系统、培训打包输出到全球新兴市场。

结语：竞争的新叙事已经开启

从驰田的矿区矿卡，到米麦的干线车队，从法士特的场景化电驱系统，到新能源商用车的后市场培训——这些故事勾勒出一个清晰的结论：新能源商用车的竞争，已经不再是一张参数表的较量，而是一场关于“谁能更深刻地理解用户工况、谁能在特定场景中跑出更优经济账”的长跑。

“电动化不是一个单点问题，而是一整套系统。”这套系统包括车辆、补能、金融、数据、维修、人才……而连接这些模块的那条主线，就是场景。

当展会落幕，真正的考验才刚刚开始。那些在真实场景中积累的里程数据、故障案例、成本模型，将成为企业最核心的资产。而场景驱动竞争的叙事，也将在矿山、公路、港口、城市的大地上，被一笔一笔写实。

随着全球物流运输向低碳化、电动化、智能化进程加速，与CAPAS同为法兰克福展览交通运输及物流板块的上海国际汽车零配件、维修检测诊断及服务用品展览会（Automechanika Shanghai），也将持续加码布局电动物流与新能源商用车领域。本届展会定于12月2—5日在沪举办，集中亮相智慧物流领域前沿技术与创新产品。展会同期还将整合全球新能源商用车、物流、能源、基础设施等全产业链优质资源，通过专题研讨、商务对接、实地观摩、国际合作洽谈等丰富形式，促进产业链上下游深度联动，助力行业协同高质量发展。^[A]



2026年新能源汽车行业十大趋势

文/睿信研究院

作为全球汽车产业转型的核心方向，新能源汽车行业正经历从“规模扩张”向“高质量发展”的关键跨越。步入2026年，恰逢“十五五”规划开局之年，叠加全球能源结构调整与科技竞争加剧的双重背景，行业发展逻辑发生深刻变革。2026年中国新能源汽车市场将呈现“总量企稳、结构优化、外需补位”的核心特征，智能化进入关键突破期，全球化布局迈向“整车+智能化+电池+零部件+服务”生态协同阶段，产业竞争焦点从单一产品比拼升级为生态体系较量。

从行业基本面的来看，多重信号已勾勒出转型脉络：新能源汽车渗透率有望突破60%，市场进入普及深化阶段；L3级自动驾驶商业化临界点临近，在政策与技术双轮驱动下，2026年或成落地元年；海外出口持续高增，2025年前三季度出口同比增长89%，预计2026年全年汽车出口量将突破680万辆，新能源外需占比过半；全固态电池技术路线逐渐收敛，关键技术进入兑现应用期。这些变化表明，2026年新能源汽车行业将围绕“智能化突破、全球化升级、政策规范化、产业融合化”四大核心命题展开，其发展路径不仅关乎行业自身提质增效，更将重塑全球汽车产业格局，为双碳目标实现与制造业高质量发展提供重要支撑。本文结合权威机构研判、最新政策导向及行业实践案例，对2026年新能源汽车行业十大趋势进行深度解析，为行业企业、投资者及政策制定者提供参考。

趋势一：市场渗透率突破60%，结构优化与政策对冲并行

2026年，中国新能源汽车市场将告别高速增长“增量时代”，进入“总量企稳、结构优化”的高质量发展阶段。尽管受到新能源汽车购置税补贴退坡、产能过剩等因素影响，行业可能面临价格战冲击，整车及零部件企业利润承压，但市场渗透率有望突破60%，标志着新能源汽车已全面替代传统燃油车成为市场主流。在此背景下，“以旧换新”政策将发挥重要对冲作用，2026年该政策预计覆盖全国十余个城市，通过补贴平台服务企业优化实施，有效对冲购置税减半征收带来的需求下滑，促进低价车市场稳定。

从市场结构来看，消费需求呈现显著的分层特征：一方面，中高端市场聚焦智能化、个性化与豪华感，搭载高阶自动驾驶、车载大模型的产品成为竞争焦点；另一方面，入门级市场强调性价比与实用性，续驶里程、充电效率与安全性能成为核心考量因素。同时，商用车电动化进程加速，2025年商用车电动化率已达24%，增速接近乘用车两倍，在国家“十五五”规划推动新能源比例提升的政策导向下，叠加物流、采矿、城市配送等运营场景适配需求，新能源商用车凭借运营成本优势，成为存量更新首选，渗透率将快速提升。东吴证券预测，2026年乘用车总外需销量将达到641万辆，其中新能源外需352万辆，同比增长43.9%，外需市场成为对冲内需周期波动的核心变量。

趋势二：智能化竞速升级，L3商用落地与算力迭代双突破

2026年将是新能源汽车智能化发展的分水岭，智能驾驶成为国际科技竞争的重要领域。从技术落地节奏来看，L2级组合驾驶辅助进入普及阶段，L3级自动驾驶商业化临界点临近，政策与技术双轮驱动下，2026年或成落地元年。多家车企和机构预判，2026年将实现高速场景下L3量产落地，2027年逐步拓展至城区低速L4场景，2028年推广至无人干线物流领域，智能驾驶技术进入阶梯式落地阶段。

技术层面，车载算力、车端大模型等智能化关键技术将加速迭代。为适配高阶自动驾驶需求，单车算力将迎来指数级增长，激光雷达、高清摄像头、毫米波雷达等传感器的融合应用更为成熟，推动感知、决策、控制全链路能力提升。同时，车路协同技

术持续完善，通过“车-路-云”一体化架构，实现车辆与基础设施的实时数据交互，大幅提升智能驾驶的安全性与可靠性。尤为值得关注的是，车载大模型的应用将重塑人车交互体验，实现语音交互、场景化服务的精准匹配，华为乾昆智驾、鸿蒙座舱等已成为车企标配，生态竞争取代单一产品竞争成为主流范式，推动车企向人工智能驱动的科技公司转型。

趋势三：全球化布局进入深水区，生态协同出海成主流

出口已成为中国新能源汽车产业的重要增长极，2026年海外市场将继续保持高速增长，且布局模式从单纯的产品贸易升级为“整车+智能化+电池+零部件+服务”的生态协同输出。2025年前三季度中国新能源汽车出口同比增长89%，展现出强劲的全球竞争力，多家券商乐观预测，2026年中国汽车出口有望继续实现百万辆级增量，出口乘用车总量超过680万辆，其中新能源汽车占比超50%，成为全球新能源汽车市场的核心供给方。

从区域布局来看，出口市场呈现多元化拓展特征：欧美市场凭借高购买力与严格的环保标准，成为高端新能源汽车的核心增量空间，2025年中国品牌在欧美市场已实现15万~20万辆增量，2026年高增态势将延续；东南亚、非洲、中东地区受当地基建、采矿、资源运输需求驱动，新能源商用车与经济型乘用车需求旺盛，具备持续增长动力；拉美市场成为新的蓝海，中国品牌加大资源投入，市场份额将持续提升。更重要的是，本土化制造成为全球化布局的核心策略，比亚迪匈牙利工厂预计2025年年底至2026年年初投产，成为中国在欧洲首个完整乘用车基地；奇瑞与西班牙Ebro合资工厂同期扩产，泰国作为右舵出口枢纽辐射澳新、英国；比亚迪巴西和印度尼西亚工厂锁定南美和东盟市场，通过本地化生产应对关税和贸易不确定性。同时，技术授权模式兴起，部分中国车企将成熟的电动平台、智能驾驶解决方案提供给传统跨国车企或区域性品牌，开辟新的利润增长点。随着宁德时代、国轩高科等供应链企业同步海外布局，中国汽车产业将实现“技术+产能+服务”的体系化出海，重塑全球汽车产业格局。

趋势四：电池技术路线分野，全固态商业化与多元方案并行

2026年，新能源汽车动力电池技术将迎来突破性进展，电池技术从单一性能竞赛转向针对不同需求的多元解决方案。全固态电池技术路线逐渐收敛，有望在未来两年实现小批量上车，开启动力电池的“后锂电时代”。相较于传统锂离子电池，全固态电池具有能量密度高、充电速度快、安全性强等核心优势，能够有效解决当前新能源汽车的续航焦虑与安全隐患，成为行业技术

竞争的核心制高点。值得注意的是，2026年将成为半固态电池规模化装车的元年，率先在高端车型上实现续航超1000 km的量产应用，在能量密度与成本之间实现平衡。

在技术路线布局上，多元方案协同发展：主流市场持续迭代磷酸铁锂，通过结构创新（如宁德时代麒麟电池、比亚迪刀片电池迭代），进一步提升系统能量密度和低温性能，巩固其成本与安全优势；钠离子电池凭借低成本、高安全性的优势，在入门级新能源汽车、储能等领域得到广泛应用，丰富动力电池技术路线；超快充技术与800 V高压平台深度绑定，支持4C甚至6C充电的电池成为高端标配，“充电10 min，续航400 km”成为核心卖点。同时，电池回收利用体系持续完善，随着《电动汽车用动力电池安全要求》（GB38031-2025）等政策的实施，电池全生命周期管理成为行业标配，推动产业绿色可持续发展。

趋势五：政策监管趋严升级，精准引导与规范竞争并行

2026年，随着新能源汽车市场走向成熟，政策红利从普惠式转向精准引导，行业政策呈现“高标准、严监管、重规范”的核心导向，通过完善标准体系、强化监督检查，引导行业从“野蛮生长”向“高质量发展”转型。安全与合规成为政策监管的核心



重点,《电动汽车用动力蓄电池安全要求》(GB38031-2025)将于2026年7月1日起实施,明确将“不起火、不爆炸”列为强制性要求,倒逼企业提升动力电池安全性能。

在市场竞争规范方面,《汽车行业价格行为合规指南》正式落地,为汽车生产、销售企业划定明确的价格行为“红线”,遏制低价竞争、价格欺诈等不正当竞争行为,缓解行业“内卷”问题。此外,在碳足迹管理、新能源汽车积分交易、充电基础设施建设等领域,政策体系将进一步完善:碳足迹核算与披露逐步制度化,欧盟等市场将强制执行产品全生命周期碳足迹核算,成为企业参与市场竞争的重要指标;新能源汽车积分交易机制优化,引导企业加大节能减排技术研发投入;充电基础设施的标准化与互联互通水平提升,解决充电难、充电慢等用户痛点为行业发展营造良好环境。

趋势六:产业融合深化,“汽车+N”开辟新赛道与新服务

2026年,新能源汽车行业将打破产业边界,与机器人、低空经济、能源、数字服务等领域深度融合,形成“汽车+N”的多元融合生态,拓展产业发展空间。

汽车与机器人产业的融合尤为显著,两者供应链重合度达70%,AI底层技术支持共享,推动零部件企业向“一变多”转型,开发适用于汽车与机器人的通用零部件,提升产业协同效率。低空经济领域,新能源汽车企业通过技术延伸,参与无人机配送、低空物流网络配套设施建设,进一步拓展业务边界。

在“汽车+能源”领域,新能源汽车与储能、智能电网的协同发展成为趋势。车辆V2G技术加速普及,新能源汽车成为分布式储能单元,实现电能的双向流动,提升能源利用效率;车企通过布局充电桩、换电站、储能电站等能源基础设施,构建“车—能—网”一体化生态,延伸产业链价值。在“汽车+数字服务”领域,数字服务、软件升级、AI远程诊断等新服务形态快速发展,智能网联新能源汽车后市场全面扩容。商业模式创新加速推进,软件订阅服务普及化,高级辅助驾驶、特定性能升级等按月或按年付费的订阅服务被更多用户接受;“硬件预埋+软件解锁”模式成为主流,车辆出厂时预埋高性能硬件,用户可根据需要付费开通相关功能,车企实现从“卖产品”向“卖服务”的转型,提升用户粘性与盈利能力。

趋势七:Robotaxi商业化加速,城市场景运营成突破重点

随着L3级自动驾驶技术的商用落地,2026年Robotaxi(自动



驾驶出租车)商业化进程将显著加速,从试点运营逐步走向规模化推广,开启智慧出行服务新篇章。值得关注的是,2026年中高端车型将普遍搭载可在大多数城市道路使用的NOA(领航辅助驾驶)功能,用户体验从“偶尔用”变为“天天用”,为Robotaxi商业化奠定技术基础。在北上广深等一线城市,Robotaxi将实现特定区域、特定时段的常态化运营,覆盖机场、高铁站、商业中心、城市主干道等核心场景,为用户提供便捷、安全的出行服务。

商业模式方面,Robotaxi将探索“巡游+预约”的混合运营模式,通过精准的定价策略与优质的服务体验,提升市场接受度。同时,车企与出行平台、地方政府的合作更为深入,形成“技术研发—场景落地—政策支持”的协同体系。例如,车企与出行平台联合组建Robotaxi运营公司,共享技术与运营资源;地方政府通过划定自动驾驶测试与运营区域、完善法律法规,为Robotaxi商业化落地提供保障。随着L3级功能落地,事故责任如何从“人”转向“车/企”成为全球监管与法律界亟待解决的核心议题,保险模式也将随之变革。Robotaxi的规模化运营将显著降低出行服务成本,重塑出行行业格局,同时为高阶自动驾驶技术的迭代提供丰富的真实路况数据。

趋势八:跨国车企深化本土化,“在中国、为中国”与全球输出并行

面对中国自主品牌新能源汽车的崛起,2026年跨国车企将进一步深化本土化战略,通过“在中国、为中国”的研发本土化与“在中国、为世界”的全球推广战略,深度融入中国市场,行业竞争将更为激烈。跨国车企加大在中国的研发投入,建立本土化的研发团队与研发中心,针对中国消费者的需求开发定制化产

品，重点提升智能座舱、自动驾驶的本土化适配能力，提升产品竞争力。

在供应链布局方面，跨国车企加速推进核心零部件的本土化采购，与中国的电池、芯片、传感器等零部件企业深度合作，降低成本、提升供应链稳定性。同时，跨国车企借助中国在新能源汽车领域的技术优势与产业集群优势，将中国研发生产的产品出口至全球市场，实现“在中国、为世界”的战略目标。此外，跨国车企通过与中国车企、科技公司组建合资公司，共同研发智能驾驶、智能网联等核心技术，弥补自身技术短板。本土品牌与跨国品牌的正面竞争将聚焦于智能化技术、产品性能、品牌力与服务体验等核心维度，推动行业整体技术水平与服务质量的提升。

趋势九：智能底盘批量应用，核心零部件集群化发展

2026年，新能源汽车底盘技术迎来革命性突破，智能底盘有望规模化应用，开启汽车“第三空间”的底层技术支撑。技术层面，悬架、转向和制动系统加速电动化、智能化升级，线控底盘技术打破国外技术壁垒，实现核心部件的自主可控，单车价值量显著提升。智能底盘通过“机电一体化”设计，实现底盘系统的精准控制与动态调节，为高阶自动驾驶提供稳定的硬件基础，同时提升车辆行驶的安全性及舒适性。

商业化层面，2026年将成为智能底盘批量应用的关键窗口，头部车企将在中高端车型上率先搭载智能底盘，形成差异化竞争优势。随着技术普及，智能底盘将逐步向中端车型渗透，带动相关零部件需求增长，形成高技术门槛的零部件企业集群。在供应链布局上，核心零部件企业加速与整车企业协同研发，推动线控转向、线控制动等关键部件的国产化替代与规模化生产。同时，智能底盘与电池、电驱系统的集成化趋势明显，进一步提升整车空间利用率与能源效率，推动新能源汽车产业向更高质量的集成化发展阶段迈进。

趋势十：市场分化加剧，头部决战与专业化求生并存

2026年，新能源汽车行业市场分化将进一步加剧，呈现“头部效应凸显、专业化细分并存”的格局，市场从“百花齐放”转向“寡头化与生态位竞争”。头部车企凭借技术、资金、品牌与供应链优势，将占据更大的市场份额，全球及中国市场将各自形成3~5家销量与利润双高的绝对龙头，行业集中度持续提升。这些企业通过大规模生产、全球化布局与生态化运营，实现规模效应与协同效应，降低成本、提升盈利能力。从行业动态来看，造车新势力中零跑、小鹏等增速翻倍，理想、赛力斯等出现下滑，品牌分化趋势已提前显现。

与此同时，部分中小车企将向专业化、差异化方向转型，聚焦特定细分市场，如高端豪华新能源汽车、硬派越野、个性化改装、特定商用车场景等，凭借精准的市场定位与核心技术优势，在细分赛道占据一席之地。此外，行业并购重组事件将增多，缺乏核心技术、资金或独特定位的二三线品牌，将面临生存危机，兼并重组与退场将成为常态，弱势企业将被市场淘汰或被头部企业收购，优质资源向头部企业集中，推动行业生态优化。对于零部件企业而言，市场分化同样显著，具备核心技术优势的零部件企业将与头部车企深度绑定，实现同步发展；而技术含量低、竞争力弱的零部件企业将面临淘汰压力，行业洗牌加速。

2026年，新能源汽车行业正处于智能化突破与全球化升级的关键十字路口，“技术驱动、生态融合、全球竞争”成为行业发展的核心逻辑。传统的产品竞争模式逐步被生态体系竞争替代，新兴技术与新兴领域的融合不断催生新的增长机遇，市场分化与行业洗牌加速推进。对于行业企业而言，这既是挑战，更是机遇。唯有主动拥抱产业变革，加大技术创新投入，推进全球化布局，构建多元融合生态，才能在新一轮行业竞争中实现蜕变升级。

从行业长远发展来看，2026年的产业变革将为新能源汽车行业奠定高质量发展的基础。未来，新能源汽车将不仅是交通工具，更是智能移动终端、能源存储单元与数字服务载体，行业本质从汽车制造转向“移动智能终端+可持续能源载体+数据服务平台”。在推动全球能源转型、重塑出行格局、促进制造业升级等方面，新能源汽车行业将发挥更重要的作用。中国新能源汽车行业凭借完整的产业链优势、领先的技术实力与广阔的市场空间，有望在全球产业变革中占据主导地位，为国民经济高质量发展注入持久动力。A



消费电子产业的集成化发展趋势研究 及其对汽车企业转型的启示

文/范营营 张嵩印 杨泽宇 (中国第一汽车集团有限公司)

当前消费电子已迈入硬件集成、软件赋能与生态增值的一体化新阶段,其集成化发展路径与核心经验,为汽车产业向“新”向“智”转型提供重要参考借鉴。本文通过剖析消费电子产业集成化的技术创新推动、平台架构迭代、功能聚合降本、软硬一体生态四大核心特征,启示传统车企转型应着重提升三方面能力,即技术平台架构的集成化开发、核心产业价值链的自主可控、产业生态联盟的构建,以实现向科技公司的战略转型目标。

“集成化”以前所未有的速度重构消费电子产业的底层逻辑,其核心不仅在于产品物理形态的合并,更在于通过技术创新实现集成产品功能、丰富软件服务、协同外部生态的价值链全面升级。其在技术创新、架构演进、生态构建方面的行业发展历程,对当前汽车产业的转型升级具有重要的借鉴价值。

消费电子产品集成化趋势与核心特征

技术创新推动产品迭代,集成化水平不断提高。半导体与电子信息技术的不断创新是消费电子产业发展的根本动力,底层核心技术的突破为电子产品的性能跃迁与高效集成提供有力支撑。自1965年提出摩尔定律以来,芯片技术长期遵循这一发展规律:集成电路上的晶体管数量约每18~24个月翻一番,EUV光刻机的普及突破DUV技术极限,制程工艺已从早期的微米级逐步演进至3 nm量产商用、2 nm实现技术突破,让更多功能模块可集成于单一芯片,实现芯片集成度大幅提升、体积显著缩小、功耗持续降低、性能呈指数级增强。Chiplet芯粒等封装技术打破单芯片瓶颈,将不同功能裸片集成封装,推动手机、平板等产品向轻薄化、高性能化迭代,大幅提升集成化水平。

技术平台架构的演进是集成化的核心标志。技术平台架构作为消费电子产品的“骨架”,其演进本质是功能模块整合与协同效率升级。架构迭代不仅优化硬件布局,更通过重构模块关联、简化冗余链路,实现多功能深度融合。ARM架构的“工艺迭代+架构革新+IP核集成”协同演进模式最具代表性,通过每一代架构升级同步优化制程工艺,持续将CPU、GPU、NPU、ISP等核心模块深度集成于单芯片平台,实现算力性能与集成度的同步跃升。英特尔经典的Tick-Tock模式曾通过交替推进CPU的工艺和架构迭代,不断将缓存、图形处理等模块集成于CPU核心,成为早期芯

片架构集成化的行业标杆。

集成化实现产品的功能聚合、成本优化、质量提升。集成化的核心价值是将产品外部功能模块、配件整合至内部,实现三重效益。一是功能聚合,一体化笔记本等设备将摄像头、扬声器、麦克风、指纹识别等功能模块深度集成,大幅简化用户的外设适配与操作流程,提升使用体验;二是成本优化,单芯片集成多模块可大幅减少外围零部件的采购品类、数量与整机组装工序,实现全链条成本优化;三是质量提升,内部集成减少接口,降低故障率且提升结构稳定性。苹果Apple Watch Ultra是功能聚合的典型,将处理器与心率、血氧等数十个传感器、通信模块高度集成,打破品类边界,开辟高端智能穿戴蓝海。大疆Mavic系列依托自研一体化飞控等系统,通过核心架构复用降低边际成本,快速覆盖全球市场,凸显集成化价值。

软硬件一体化构造多元生态,催生新商业模式。软硬件一体化是消费电子产品集成化的高阶核心特征,也是实现生态增值与商业价值延伸的关键载体。通过标准化硬件和软件开发接口,实现产品与外设、软件服务的无缝对接,构建生态并催生新商业模式。硬件提供基础能力与兼容接口,软件通过OTA升级并提供第三方开发者SDK,满足多元需求。这一变革推动商业模式从一次性产品交付,转向全生命周期运营服务与生态赋能。任天堂Switch通过开放开发工具吸引第三方内容创作,持续拓展外设周边,通过主机、会员与IP的订阅模式,将硬件销售延伸为长期内容消费,深度挖掘用户生命周期价值。

汽车产业的加速重构与传统汽车企业转型启示

随着智能网联新能源汽车的发展,汽车产业的发展逻辑与核心特征已与电子产业高度趋同,消费电子产业的集成化发展路径

与成功实践，能够为正处于转型关键期的传统汽车企业提供重要参考，助力其实现向科技公司的战略转型目标。

汽车技术平台架构加速迭代，集成化趋势明显

一是电子电气架构持续演进，从“分布式”向“中央集成”发展。传统分散的电子控制单元正加速融合为“中央计算+区域控制”新架构，彻底打通数据壁垒，成为软件定义汽车的物理基石。其最直观标志是线束大幅缩短，特斯拉将整车线束从传统燃油车的5000 m减至Model 3的1200 m，零跑LEAP 3.5架构更是实现996 m线束布局，既减轻车重、提升系统效率，也为车辆全生命周期OTA迭代预留充足的硬件冗余。

二是三电系统加速集成迭代，舱驾融合与多合一电驱成为主流。座舱域与智驾域控制器加速融合，高通骁龙SA8797P、地平线征程6等舱驾融合芯片方案，将座舱、智驾、车控三域控制器整合为单一中央总控模块，系统集成度与算力效率显著提升。电驱系统加速集成化演进，华为DriveONE“七合一”电驱、比亚迪“八合一”电驱等产品，深度融合驱动电机、电控、减速器、车载充电机（OBC）、直流变换器（DCDC）、高压配电（PDU）等核心部件，大幅缩小体积、降低重量，实现动力高密度与高效率输出。

三是底盘加速线控一体化进程，实现X-Y-Z三向协同控制。中国工程院院士李骏在2025年电动汽车智能底盘大会上指出，依托底盘域内融合和跨域协同技术，智能底盘将打破转向、制动与悬架壁垒，实现X、Y、Z三轴联合控制，解决高阶自动驾驶极限工况安全痛点。时代智能首席技术官蔡建永指出，滑板底盘的本质是“内部集成+上下解耦+对外开放”，其通过集成电池、驱动、热管理、高压配电、低压控制、转向、制动等七大核心系统，实现电芯到底盘的一体化集成（CTC）技术落地，大幅提升底盘组件效率、降低综合成本、减轻整车重量，同时释放更多车内空间，支撑多场景造车需求。

四是热管理系统打破传统分系统边界，实现座舱、电池、电驱全域协同控制。通过整合座舱、电池、电驱三大系统原本分散的冷却部件，以及各自独立的循环水泵、阀门与换热器，零部件数量可减少60%，装配效率大幅提升，单台整车成本可节约千元以上；系统通过AI算法统一调度全域冷热源，实现余热高效回收与跨系统复用，相较于传统分立式热管理系统，可将电动车在-10℃低温环境下的能量利用率提升20%以上。

五是车身各总成零件持续迭代，功能集成度不断提升。电芯底盘一体化（CTC）、电芯车身一体化（CTB）技术快速落地，电池包上盖与车身地板合二为一，使电池包从储能件转变为增强车身刚性的结构件。一体化压铸技术实现数十个零件一次成型，

大幅减少生产工序，既提升车身刚度，也实现轻量化升级，兼顾安全性与经济性。

汽车产业发展加速重构，企业转型需打破多重边界

一是在智能化和新能源化的发展趋势下，技术平台架构的先进性成为车企的核心竞争力。架构是产品“根基”，唯有具备先进的集成化平台架构，才能实现电子电气、三电系统、底盘等核心模块的高效协同，才能支撑软件定义汽车（SDV）落地，进而搭载高阶智能驾驶、全域热管理等先进技术。产品的竞争本质上是平台架构的竞争，车企纷纷加速平台架构的迭代，转向“用户定义架构”，提前预判用户未来三到五年的使用需求，在架构中预留充足的算力冗余与标准化技术接口，坚持“研发一代、储备一代、应用一代”的迭代节奏，通过持续的技术深耕与架构升级构筑长期竞争优势。

二是汽车产品的集成化发展趋势将重构整零关系与合作生态，利益分配面临重大调整。汽车技术平台架构集成化的深入推进，是驱动产业生态与供应链体系持续变革的核心动力，整零关系、合作生态及利益边界正经历不可逆的深度重构。架构的集成化调整，直接引发整车与零部件企业开发分工的根本性改变，原有分散的执行部件及其控制器被逐步集成，传统单一功能零部件企业的生存空间受到挤压，行业利润向具备集成化系统研发能力的核心供应商集中，原有供应链利益格局被彻底打破。供应链体系正从“分散配套”向“协同集成”转型，价值链重心持续向高度集成的核心部件转移，谁掌握了电池、电驱、芯片、域控制器等集成部件的研发与制造主动权，谁就掌控了产业价值链的核心环节。

三是技术平台架构的集成化开发、核心产业价值链的自主可控、产业生态联盟的构建，是传统车企转型的关键。面对集成化趋势与产业重构浪潮，传统汽车企业向科技公司转型，首先，要通过提升集成化研发能力，掌握集成电路与电子电控、智慧座舱与智能驾驶、电池化学体系、电驱及底盘集成设计、全域热管理等核心技术，确保技术平台架构的先进性。其次，要打破原有分布式架构下形成的利益格局，重构产业价值链分配体系，将产业链核心环节牢牢掌握在自己手中，实现核心技术与供应链的自主可控。部分企业通过自研自制突破核心技术实现转型，部分企业则联合Tier 0.5（如芯片厂商）开展深度协同。同时，技术平台架构的集成化迭代开发需要大量的开发资源投入，也需要共平台多车型的成本共担，如何构建强大的产业联合共同体、打造统一的技术架构标准、实现技术成果共用共享、放大规模效应，成为车企在行业竞争中胜出的关键，参照电子产业的发展趋势，汽车产业竞争加剧也会促进产业共同体的加速形成。A

机器人与汽车产业： 同源共生，双向融合

文/罗兰贝格

机器人产业当前仍处于需求快速增长阶段。随着人工智能逐渐从数字世界向物理世界延伸，机器人也成为AI最具想象空间的产业化方向之一。



机器人与汽车行业的发展背景

汽车产业：规模大、增长难、利润薄

当前，汽车产业是全球最大的制造业之一，全球整车需求长期维持在每年约9000万辆的规模。然而，从增长趋势来看，行业已经进入成熟阶段。全球汽车销量在2017—2018年达到历史高点，此后受宏观经济、疫情及区域市场波动影响，行业长期处于恢复周期之中，预计到2030年前后才有望恢复至疫情前水平，但远期仍较难实现过去的大规模增量增长。

与此同时，汽车零部件行业也正在经历明显的结构性变化。我们预计未来有一半细分领域已经缺乏增长动力，行业四大结构性原因导致利润承压。

机器人产业：需求旺、技术多、模式新

从应用场景来看，机器人当前主要覆盖四类需求方向：面向工业与农业等生产环节的生产服务机器人、面向城市运营与线下商业体系的商用服务机器人、面向家庭生活辅助与消费场景的家用服务机器人、应用于高危、极端环境的特种作业机器人等。不同场景对于机器人在稳定性、交互能力、自主性与环境适应能力方面的要求存在明显差异。

纵观全局，机器人产业当前仍处于需求快速增长阶段。随着人工智能逐渐从数字世界向物理世界延伸，机器人也成为AI最具想象空间的产业化方向之一。无论是传统制造机器人，还是配送、巡检、清扫等新兴服务机器人，近年来均保持两位数复合增长。预计2025年全球机器人市场规模约为4000亿元，到2035年有

望增长至约21 000亿元。其中，人形机器人因更适用于家庭与通用服务场景，将成为行业后期最重要的增长动力之一。

同时，机器人产业的技术路径高度多元化。灵巧手、伺服电机、减速器等核心环节目前均存在3~5种不同技术路线，不同方案在性能、成本与可扩展性方面等各有优劣。当前，行业整体仍处于技术快速迭代阶段，许多关键技术路线尚未完全收敛，因此企业对于技术方向的押注也仍存在一定不确定性。

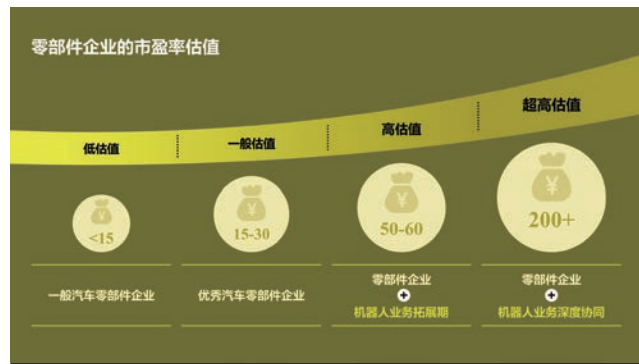
机器人产业的商业模式非常灵活，除整机销售外，机器人企业通常还同时提供软件系统、算法能力及后续运维服务，行业整体以“硬件+软件+服务”的一体化解决方案为主要形态。此外，租赁、订阅、按使用付费等模式也正在逐渐出现，“销售+租赁”“订阅+服务”等模式进一步丰富了行业的商业化路径。

汽车与机器人产业融合的底层逻辑

汽车产业与机器人产业的融合，本质上是利益驱动、技术同种与场景孵化三要素结合的自然结果。

利益驱动

对于当前的汽车产业而言，在全球需求增长放缓与行业利润率持续承压的背景下，企业正在不断寻找新的增长空间。在众多行业中，机器人是少数在产业规模上能够与汽车产业形成对应关系的领域。当前，全球汽车产业规模约15万亿元人民币，而机器人产业预计2035年市场规模将超过2万亿元，远期则有望达到5万亿~10万亿元规模。因此，唯有机器人才能成为与汽车产业体量



相当的转型赛道。

技术同种

汽车与机器人两者之间也存在较高的技术同源性。以人形机器人为例，约80%的核心供应链与汽车产业存在共通，包括动力电池、控制器、线束线缆等，同时两者也均依赖复杂的电子电气架构与系统集成能力。即便是传统工业机器人与服务机器人，其与汽车产业之间仍存在约30%~50%的核心零部件共通。也就是说，对汽车企业而言，进入机器人赛道并非进入完全陌生的领域，而更接近于自身制造能力与供应链体系的自然延伸。

场景孵化

汽车产业本身也为机器人提供了天然的大规模应用环境。汽车企业同时拥有生产制造、仓储物流以及终端服务等复杂运营体系，作为产值达15万亿元的庞大产业，汽车行业积淀了海量应用

场景，而这些场景本身正是当前机器人最主要的落地方向，可帮助机器人完成最关键的产业孵化阶段。

正因如此，过去两三年，全球已经有超过20家主流车企和超过40家规模型零部件企业宣布进入机器人产业，如博世、舍弗勒、法雷奥、拓普、三花、均胜等一众头部玩家。而资本市场对于相关企业的估值逻辑也开始发生变化，具备机器人业务布局的汽车与零部件企业受到资本市场追捧。

汽车产业进入机器人赛道的四个关键问题

对于汽车产业，考虑进入机器人赛道是尝试在一个存在不确定的新产业周期中重新定义自身未来的增长方向，因此企业在进入机器人赛道前，需要围绕战略目标、赛道选择、技术路径以及兼并收购等四个核心问题建立清晰判断。



1. 明意图

战略意图的定义是企业进入机器人赛道前最核心的问题之一。当前，机器人产业虽然整体增长迅速，但不同机器人应用与形态的发展阶段差异明显，商业价值兑现周期也存在较强不确定性。与此同时，地缘政治、供应链安全以及全球技术竞争等进一步增加了产业发展的复杂性。对此，车企布局机器人赛道，首先需明确定位：是以财务投资、跟踪行业动态为目标？还是深度参与实体运营？这一选择将直接决定后续的资源投入策略与产业布局思路。

2. 选赛道

赛道选择更加决定企业未来的产业定位。当前，专业机器人与人形机器人的商业化节奏存在明显差异，专业机器人如工业六轴、物流、医疗、扫地等场景已经形成相对成熟的需求，而人形机器人仍偏长期方向。因此，对于汽车产业而言，更合理的切入方式往往不是直接押注终极形态，而是从人形机器人的核心零部件出发，优先寻找能够在成熟机器人场景中同步复用的方向。例如，头部交互系统企业需要进一步判断其在不同专业机器人中的通用性，再结合自身的能力优势领域做最终选择，包括技术能力也包括应用场景孵化能力。通过这种方式，企业既能够获得相对确定的短期商业回报，也能够为未来长期发展预留足够空间。

3. 择路径

技术路径的判断则相对复杂。当前机器人几乎所有核心环节都存在多种技术路线，不同技术路线在性能、成本以及可扩展性方面各有优劣，而机器人产业本身又仍处于需求快速演化阶段，而企业不应同时面对“技术路径不确定”与“需求方向不确定”的双重风险。换言之，企业至少需要保证其中一端具备确定性：若下游需求已经相对明确，即便技术路线判断失误，仍然存在产



图5 选赛道：人形机器人与专业机器人的零部件通用性交叉分析，然后匹配企业自身能力



图6 机器人不同领域的技术路径

业空间；若技术路径已经形成较强行业共识，即便需求节奏存在波动，也仍值得提前布局。反之，倘若需求本身尚未成熟，技术路线又存在多重分化，产业化风险将进一步放大。

4. 看标的

收购更多考验的是企业对于产业节奏与资源整合能力的判断。随着机器人产业持续升温，2026年预计将有超过30家机器人本体与核心零部件企业陆续上市，产业整体估值或将被显著推高。基于此，汽车需更谨慎评估收购项目质量与估值合理性。汽车产业真正的优势仍在于自身技术能力与真实应用场景双重赋能，因而更适合通过项目合作、联合开发以及场景验证等与生态伙伴逐步建立合作关系。待商业模式成功落地、形成产业协同后，再推进深度资本绑定。

结语

当前，大模型热度持续攀升，AI技术正加速从虚拟场景落地现实。机器人作为AI在物理世界的重要载体，发展潜力广阔，但产业化之路仍需不断探索与实践。A

新形势下中国车企开拓哈萨克斯坦市场的破局之道

文/赵炳峰 凌云（中国汽车技术研究中心有限公司）

近年来, 中亚地区逐步成为我国自主品牌汽车出海的核心阵地, 我国对中亚五国整车出口实现跨越式增长, 出口总额从2020年的5.4亿美元增长至2025年近百亿美元。哈萨克斯坦是中亚地区仅有的两个具备汽车产业基础的国家之一, 但尚未形成本土品牌, 仍以外资车企合作组装为主。俄乌冲突后, 中国品牌汽车迅速占据俄罗斯市场主导地位, 在哈萨克斯坦同样呈现大幅增长态势。本文深入分析中国车企在哈萨克斯坦的最新发展态势, 并研提相关建议。

哈萨克斯坦汽车市场概况 整体市场情况

哈萨克斯坦汽车产业近年来呈现强劲增长态势, 已成为该国工业经济的重要支柱。2025年, 哈萨克斯坦汽车产量达17.1万辆, 同比增长17.8%, 创下历史新高, 总产值超过2.3万亿坚戈（约合50亿美元）。汽车制造业占全国机械工程总产出的41.7%, 约占整个制造业的8%。就业方面, 汽车制造业展现出显著的拉动效应。2025年行业从业人员达1.12万人, 较2024年的6875人增长62%。2025年哈萨克斯坦汽车销量达23.7万辆, 同比增长14.4%。

市场竞争格局

从2025年全年来看, 哈萨克斯坦汽车市场的品牌格局相对稳定, 同时中国品牌整体存在感进一步增强。现代和雪佛兰继续领跑, 全年销量分别为50868辆和38880辆, 合计接近9万辆, 在本地生产、渠道布局和用户基础方面保持明显优势。起亚以23402辆位居第三, 在主流市场中保持稳定。

未来增长趋势

哈萨克斯坦汽车市场正从高速扩张转向质量提升阶段。2026年销量预计约25万辆, 增速回落至5%左右。品牌格局深刻重塑: 中国品牌份额已从2020年的2%跃升至2025年的约39%, 预计2026年进一步逼近韩系; 现代、起亚虽仍居前列, 但份额持续收窄, 雪佛兰凭借深度本地化保持强劲增长。新能源处于政策驱动的早期爆发期: 电动车免征关税及增值税延长至2026年年底, 但充电设施不足和补贴退坡构成瓶颈, 2030年电动车保有量目标为



占比10%。出口方面, 俄罗斯“灰色通道”成本优势消失, 行业需从“进口替代”转向融入欧亚生产网络, 巩固中亚基本盘并试探欧洲市场。

中国与哈萨克斯坦汽车产业合作情况 中国与哈萨克斯坦汽车贸易情况

2025年, 哈萨克斯坦是中国第十大汽车出口市场, 中国对哈萨克斯坦出口汽车整车21.1万辆, 同比增长70.2%, 贸易额为37.3亿美元, 同比增长46.0%; 其中, 新能源汽车出口4.4万辆, 同比增长134.8%, 贸易额为11.8亿美元, 同比增长55.0%。

表1 2020—2025年哈萨克斯坦汽车销量情况

排名	年份	销量/万辆	同比
1	2020年	9.4	23.7%
2	2021年	12.1	28.7%
3	2022年	12.5	3.3%
4	2023年	20.0	60%
5	2024年	20.7	3.5%
6	2025年	23.7	14.4%

表2 2025年哈萨克斯坦汽车品牌销量TOP 10

排名	品牌	销量/辆	同比	份额
1	现代	50868	19.3%	21.7%
2	雪佛兰	38880	26.5%	16.6%
3	起亚	23402	1.9%	10.0%
4	奇瑞	14570	-7.0%	6.2%
5	捷途	14507	55.6%	6.2%
6	哈弗	11688	7.8%	5.0%
7	丰田	11338	2.9%	4.8%
8	长安	11260	31.6%	4.8%
9	江淮	10330	-13.4%	4.4%
10	吉利	9621	16.6%	4.1%

中国汽车品牌当地发展情况

近年来，中国汽车品牌在哈萨克斯坦市场实现了爆发式增长，已成为当地汽车市场最具活力的参与者。2025年，中国品牌在哈萨克斯坦新车销量达8.6万辆，市场份额稳定在39%，较2020年的2%实现了近20倍的跃升。2025年销量排名显示，奇瑞（14570辆）和捷途（14507辆）位列第四、第五位，仅次于现代、雪佛兰和起亚。哈弗（11688辆）、长安（11260辆）、江淮（10330辆）和吉利（9621辆）也稳居前十。比亚迪作为新能源代表，2025年销量达3245辆，正式进军哈市场。

中国车企当地投资布局情况

中国车企在哈投资持续加码，中哈汽车产业合作全面深化。当前中国车企在哈投资处于中期阶段，市占率较高，建议以贸易出口为主、组装为辅，深耕市场。目前共有4家企业在哈布局，



产能合计约11万辆：一是江淮汽车联合中国机械进出口集团收购阿鲁尔汽车工业集团股权并成为控股股东，经多年发展已实现全品类汽车在哈组装制造；二是宇通客车与哈方技术公司在卡拉干达州萨兰市合作建设CKD工厂；三是中国重汽在卡拉干达州萨兰市建厂，主要生产豪沃等商用车；四是捷途国际与阿鲁尔汽车工业集团签署KD项目战略协议，在其科斯塔奈工厂装配生产捷途汽车。

中资车企当地发展面临的主要问题
政策环境收紧与合规门槛不断抬升

哈萨克斯坦作为欧亚经济联盟（EAEU）成员国，近年来不断收紧汽车进口政策，对中资车企构成日益严峻的挑战。自2025年10月起，哈国实施新的进口车辆规则，对“个人自用”渠道进行严格限定，只允许清单内的车型通过个人渠道清关，灰色清关空间被大幅挤压。进入2026年，政策进一步加码：电动汽车进口不再享受增值税豁免待遇，需按16%的税率缴纳增值税，此前通过配额免征增值税的优惠期已正式结束。同时，EAC认证强化化要求出口车辆必须持有完整、有效的认证文件，仅凭车辆型式认证副本已无法完成清关。这一系列政策调整意味着中资车企过去依靠低价电动车铺货、借助灰色渠道绕开认证的粗放式发展模式已难以为继，合规成本显著上升，出口门槛全面提升。

供应链瓶颈及地缘政治

哈萨克斯坦本地零部件配套体系薄弱，关键零部件如发动机、变速器仍依赖进口，导致供应链韧性不足。此外，本地熟练技术工人短缺，企业需投入大量资源培训哈萨克斯坦工程师和技

术人员，以减少对中国外派人员的依赖。哈萨克斯坦作为欧亚经济联盟（EAEU）成员，其政策受俄罗斯影响较大。近年来，俄罗斯提高车辆报废税并限制平行进口，导致经哈萨克斯坦转口俄罗斯的业务受阻，迫使中国车企调整区域布局。

基础设施滞后与售后服务短板制约市场深耕

尽管中国品牌汽车在哈萨克斯坦新车销售中的占比在40%左右，但充电基础设施严重匮乏，新能源车型推广面临根本性障碍。目前哈萨克斯坦电动汽车充电站稀少，且大多集中在主要城市，农村和偏远地区充电选择极为稀缺，难以支撑电动汽车长途出行需求，成为制约新能源市场拓展的关键瓶颈。更严峻的挑战在于售后服务领域：部分通过平行进口渠道进入哈国市场的中国车辆，缺乏系统的本土化调校和售后支持，直接沿用国内车型适应恶劣路况和极端气候的能力不足。哈萨克斯坦冬季严寒、路况复杂，部分车型防腐处理薄弱、电子模块耐久性欠佳等问题在消费者反馈中时有提及，售后服务短板不利于中国品牌汽车在哈可持续发展。

对策建议

建立双边政策沟通机制与合规支持体系

建议中哈两国政府层面建立汽车产业合作专项对话机制，定期就税收政策、劳工法规、环保标准等关键议题进行沟通协调，为企业应对哈国新税法典及频繁变动的法律政策提供预警和缓冲空间。针对转移定价新规、劳务签证配额压缩等合规难题，可推动设立中资企业法律服务中心，联合当地律所和会计师事务所提供属地化合规咨询，帮助企业建立税务防御体系和用工合规方案。此外，应积极推动两国在汽车技术标准、认证体系方面的互认互通，减少重复检测和认证成本，降低制度性交易成本，增强中资车企在哈投资的政策确定性和法律可预期性。

推动供应链协同出海与区域产业集聚

引导中资零部件企业与整车企业协同布局哈萨克斯坦，形成“整车+配套”的产业集群效应。针对哈国零部件本地化率要求提高但本土配套基础薄弱的矛盾，可依托奇瑞、长安、长城等已签署建厂协议的品牌，带动电池、电机、电控及传统零部件供应商组团投资，充分利用哈政府提供的六年关税减免等优惠政策，在阿拉木图、科斯塔奈等汽车产业基础较好的地区建设产业园区。同时，应发挥哈萨克斯坦作为欧亚经济联盟成员国的区位优势，将哈国打造为面向中亚及俄罗斯市场的区域性汽车零部件集散中心，通过与乌兹别克斯坦等周边国家形成供应链协同，扩大市场规模效应，降低单一市场容量有限带来的经营风险，逐步提升本地化率并增强供应链韧性。

共建基础设施与本土化人才培养体系

推动将新能源汽车充电基础设施建设纳入中哈产能合作重点项目，通过政府引导、企业参与的模式，在阿拉木图、阿斯塔纳等核心城市及主要交通干线加快布局充电网络，破解当前充电站的瓶颈，为新能源汽车推广创造条件。同时，针对哈萨克斯坦消费者偏好二手车、新车市场培育难现状，可探索建立二手车出口与新车销售联动机制，通过以旧换新、金融分期等方式激活新车消费。在人才方面，建议推动两国职业院校共建汽车专业，开展“订单式”技能人才培养，既满足哈国本土化用工比例要求，又解决中资企业面临的国际化人才匮乏问题，实现技术转移与本地就业的双赢。A

“ ”

中国车企在哈投资持续加码，中哈汽车产业合作全面深化。当前中国车企在哈投资处于中期阶段，市占率较高，建议以贸易出口为主、组装为辅，深耕市场。



二手新能源乘用车残值评估标准的理论困境与重构方向

文/郭广乾 樊伟伟（河南机电职业学院汽车工程学院）

二手新能源乘用车市场在不断扩大,但现有残值评估体系大多采用传统的燃油车评估模式,难以适应动力电池衰减、智能系统更新等特有价值特征,存在理论适配性差、专项体系不健全等问题,影响了行业的规范化发展。本文以现行评估规章及行业技术规范为依据,对残值评估标准的现实理论困境进行系统剖析,从多维理论融合、专属指标创建、政企市场协同更新这三个方面给出体系重塑途径,以期充实新能源二手车残值评价理论体系,满足各类技术路线车型的评价需求。

新能源汽车具有较强的经济性优势,更环保、更智能化,符合未来的技术发展方向。我国二手车市场和二手车交易量持续繁荣,首批销售的新能源汽车开始逐步进入置换期,但新能源汽车存在充电难、续航里程短等原因导致其保值率过低、估值难等诸多问题有待解决。动力电池性能衰减、智能电控系统更新换代、政策补贴减少等因素共同形成了新能源汽车特有的价值衰减逻辑,传统以行驶里程、车龄、机械磨损为评价标准的模式已不适应。理论供给与实践需求之间出现错位,既妨碍了二手车交易效率的改善和消费者信心提振,又给新能源产业的良性循环带来了干扰。基于此,本文从评估标准的基本理论和核心组成入手,对目前的体系存在的理论困境进行梳理,并从多个方面理论融合、专业化的指标体系构建以及理论与市场协同迭代三个方面提出重构路径,旨在为二手新能源乘用车残值评估的标准化建设提供系统的理论参考和实践启示。

二手新能源乘用车残值评估标准理论基础与核心构成残值评估的基础理论支撑

二手新能源乘用车残值评估标准的建立从已有资产评估通用准则、汽车流通行业技术规范和新能源汽车专项技术标准三方面进行理论上的衔接和逻辑上的统一。在法律和行政管理层面,《二手车流通管理办法》为评估活动设定了法定合规底线,该办法规定了评估主体执业资质要求、评估过程应当遵守的公平公正原则、评估报告应该具备的规范格式和信息披露的义务,从程序正义的角度上保障了残值评估工作具有公信力。从技术经济理论角度来讲,汽车技术经济理论融合了交通工具全生命周期价值衰减的基本规律,为认识机动车类资产随着使用年限、行驶强度、

维护情况等要素的变化而出现的非线性价值递减现象赋予了普遍的剖析范式。但真正形成二手新能源乘用车评估理论独特性的是以T/CADA 17-2021《二手纯电动乘用车鉴定评估技术规范》为依托的行业技术标准,该标准对传统燃油车评估理论不能涵盖的动力电池健康度量化、电控系统故障诊断和性能下降、高压电气系统绝缘状况判断等专门的部件损耗逻辑给出了比较系统的检测指标和判定准则。该技术标准的出台表明,评估理论由机械总成通用框架转向了以电化学储能系统和电子控制系统为特点的专业化方向,为二手新能源乘用车残值评估提供了具有技术针对性和行业公信力的理论规范支撑。

残值评估标准的核心组成内容

当前,我国二手新能源乘用车残值评估标准体系的内容结构是以国家规章为主导、行业标准为主体、地方规范为补充的三层结构。国家基础规章层面,《二手车流通管理办法》是该领域基础性法律文件,确立了评估活动的基本法律框架,对评估机构的市场准入条件、评估人员的职业资格管理、评估程序的合规要求、评估报告的法律效力等作出了原则性规定提供了制度底座。行业通用技术标准层面,T/CADA 17-2021《二手纯电动乘用车鉴定评估技术规范》把抽象的法律原则转化成具体、可执行的技术细节,将动力电池容量保持率、电池单体电压一致性、驱动电机绝缘电阻、电控系统故障代码读取结果、整车工况实际续航达成率等作为核心技术性评估指标,并且规定了统一的检测方法、计算口径和等级划分标准。该层次解决的是由于检测手段、判定标准不同而造成评估结果不同的问题,使不同地区评估报告能够横向比较。在地方细化标准方面,以部分先行地区发布的二手新能源车地方鉴定评估规范为代表,在遵守国家规章和行业标准的基

础上，根据区域市场实际流通情况、消费者认知水平、地方监管需求等各方面因素，对评估流程的细化操作规范、评估结果的认定细则、评估机构的经营管理要求等作出补充规定。三个层面的内容共同构成二手新能源乘用车残值评估工作从法律合规、技术落地、区域适配的制度和保障屏障。

二手新能源乘用车残值评估标准存在的理论困境
传统评估理论适配性存在局限

现有的二手新能源乘用车残值评估标准体系的理论依据仍然是传统燃油汽车评估理论，但这一理论所假设的一些条件和新能源乘用车的技术特点之间存在矛盾。传统评价理论将残值核算的主要变量定在使用年限、行驶里程、机械磨损情况、事故历史修复状况等方面，其背后的隐含假定是车辆价值的减少主要是由于机械部件的物理疲劳和正常损耗造成。然而，对于新能源乘用车而言，动力电池是车辆价值构成中权重最大、衰减最复杂的部件之一，动力电池性能衰退是由充放电循环次数、使用环境温度、充电习惯、电池管理系统策略等许多因素相互作用造成的非线性过程。智能电控系统、自动驾驶辅助系统软件、硬件的更替改变了原来判定车辆价值的标准，一辆智能配置版本已落后于市场主流水平的纯电动车型，即使行驶里程低、机械状况良好，其市场竞争力和残值水平也会低于预期。T/CADA 17-2021标准虽然已经将电池健康度和电气系统状态作为主要评价指标，但目前主流的理论测算模型并没有很好地吸收这些技术因素，导致标准条款在理论层面缺少了与之相匹配的、可描述动力电池衰减曲线和智能系统折旧规律的专业定价模型。由于理论供给和技术发展的不匹配，造成评估结果在解释市场真实成交价格的时候出现偏差，削弱了评估报告的行业公信力。

专项评估理论体系尚未完善

尽管T/CADA 17-2021等行业的团体标准已实现了初步的标准化建设，但关于这些标准条款的专项评估理论体系还没有形成成熟、完善的体系。目前标准体系的内容构成更加注重技术检测流程的规范化、单项指标的明确化，缺少对这些指标之间内在联系及价值转化逻辑的理论解释框架。具体而言，标准规定了电池容量保持率的检测方法和合格判定阈值，但未建立从技术指标到车辆整体残值系数的映射模型。检测人员可以准确地知道一块电池的健康状态是优秀、良好或者一般，但是缺少理论依据来说明该等级对应的残值折减幅度。

同时，就新能源汽车智能座舱系统的人机交互性能、智能驾驶辅助功能的配置等级和版本更新状况而言，标准中还未给出包含这些内容的评估体系及价值量化方法；且现有理论框架只对单

次检测时点的静态价值进行判断，未形成包含车辆从出厂到报废全过程的动态价值变化理论，也未将电动汽车和插电式混合动力汽车作为不同的技术路线车型进行考虑。电池换新服务的剩余价值、整车质保权益的可转让性、智能系统OTA升级对未来价值的影响等新型价值要素，在目前的理论体系中几乎找不到成熟的衰减逻辑阐释，标准条款对于这些维度的表述多为“需考虑”或者“酌情调整”，缺乏系统理论支撑，导致评估结果的规范性和可重复性受到严重影响。

理论与行业实践衔接不够紧密

二手新能源乘用车残值评估的现行标准条款的制定逻辑主要从技术检测和合规判定的角度出发，对于消费者基于品牌口碑、售后服务网络覆盖、充电便利性、保值率预期等主观感知因素所形成的判断未进行深入的介入，因此出现了典型的矛盾现象。按照标准规定的流程和理论模型计算出来的评估残值，常与同一车型、同一车况在交易市场上实际成交的价格存在着较大差距，有的车型则相差很大。标准理论框架未能很好地吸收的市场变量、区域市场保有量的差异，造成供需结构失衡，以及不同品牌新能源车企在电池质保、换电服务、官方二手车回购等政策上的差异化配置，造成品牌溢价或折价效应。另外，新能源汽车业态正处在高速变化中，智能驾驶配置的更新功能、电池终身质保权益的可继承性、车企为了拓展用户生态而推出的一些个性化售后权益等新的价值变量不断出现，每一个新的要素的加入都会对车辆的残值产生实质性改变。然而，现行标准和配套理论体系的标准更新速度远远跟不上市场创新的速度，标准条款对以上变量要么未涵盖，要么只是以原则性的表述一笔带过，缺少可操作的指引和测算依据，因此评估工作的专业性和权威性也受到了影响。

二手新能源乘用车残值评估标准的重构方向
优化多维度融合评估理论框架

重建二手新能源乘用车残值评价标准体系，需实现由单一学科支撑到多学科交叉融合的转变。这一转型的起点是以《二手车流通管理办法》确立的合规准则为制度基础，以T/CADA 17-2021技术规范规定的指标为技术坐标系，在此基础上引入资产评估学中关于资产价值衰减的折旧模型理论、新能源汽车工程领域中对于动力电池电化学特性循环寿命衰减模型和容量估计方法、市场经济学中消费者支付意愿、品牌溢价效应、供需弹性分析的定价逻辑。三大学科理论要素需按照合规锚定、技术分段、市场定价的递进逻辑来进行系统整合，即先用法律法规来确定评估活动的底线边界和程序正义的要求，再用车辆工程技术手段来建立动力电池、电控系统、驱动电机等核心部件的健康度客观量化标准，

最后用市场数据的统计分析来校准技术参数和市场价值之间的转化系数。

评估理论框架重构的重点是补齐传统静态评价理论缺少的专属逻辑闭环，这包括将动力电池健康度衰减描述为充放电循环次数、使用温度累积效应、充电习惯模式三者共同作用下的非线性函数；智能电控和智能驾驶系统价值贬损可按照硬件配置代际差异、软件版本迭代节奏分别建立折旧曲线；政策补贴、双积分政策等制度性变量的波动可用政策性折价因子来刻画。完成了这一理论层面的系统性重塑后，官方标准将能够实现合规要求、技术特点和市场价值规律三者内在统一，从而促进二手新能源汽车流通市场规范化发展。

构建专业化专属评估指标体系

二手新能源乘用车残值评估理论框架的重新构建需落实到可量化、操作的评价指标上，应对标T/CADA 17-2021行业标准以及各地陆续出台的地方评估规范，将目前标准中比较模糊或者缺失的部分细化并量化，形成涵盖新能源车价值衰减全过程的专属指标体系。新的指标体系应以动力电池健康度、整车电控工况、智能配置适配等级、物理车况综合评定和市场政策适配度五个模块作为评价框架。动力电池健康度模块应将电池单体压差一致性、内阻变化率、充放电倍率性能衰减、热管理系统效率、电池管理系统记录的异常事件频次纳入，作为关键评估指标，形成复合式电池健康指数。智能配置适配等级模块需按照智能座舱芯片算力等级、智能驾驶功能配置是否完备及OTA系统更新迭代的最新版本状态来评定该配置与目前市场主流水平之间的代差系数，让智能系统的价值量化由笼统估计转变为精确计算。

另外，还应根据纯电动、插电混动、增程式三种主流技术路线的车型建立不同的指标权重和衰减核算系数的设定方法。其中，纯电动车型以动力电池健康度、电驱系统性能为主要高权重指标，重点核定电池容量衰减、内阻损耗等主要参数；插电混动车型兼顾电池损耗和燃油机械部件磨损，均衡设置电气和机械指标权重；增程式车型侧重发电机、增程器工况损耗评价，合理调节动力系统衰减系数。将整车质保权益、电池换新服务、智能系统版本迭代等新的价值要素加入到指标体系中，统一各种车型官方评估标准，以保证评估指标同最新的官方标准、行业技术现状完全一致，从而提高残值评估结果的公正性及准确性。

推动理论标准与市场实践协同迭代

二手新能源乘用车残值评估体系的重塑需依靠政策引导和行业自律双管齐下，创建起评估理论革新、标准条款修订、市场实践反馈三者互相联系的动态更新机制，破解当下评估标准跟不上行业发展和市场发展现实状况的问题。基于此，对于数据的支

持，车企应将各类涉及二手车交易的相关数据，以及包含在其中和车企售后检修相关的全部数据、电池管理系统远程监测的有关数据等信息统一存储于车辆整个生命周期内残值判定能力的综合数据库中。依托大量的真实市场样本，不断调整评价模型核心测算参数、不同车型动力部件衰减系数、多维指标权重配比，及时修正传统理论模型测算误差，使标准化评价结果越来越接近市场的实际成交区间。

标准更新层面，需创建与新能源汽车技术更新速度、消费政策变动周期以及用户认识改变趋向相适应的定期修订制度，缩减标准条款的版本更新间隔。每一次修订都需要吸纳最新的市场动态，智能驾驶系统配置更新产生了新的价值梯度，电池换电模式推行后改变了残值评定时电池价值的计算方式，碳积分交易或低碳出行奖励政策催生了可量化的低碳价值因子，这些都需要在标准的补充条款里做出回应并加以明确。通过理论迭代给标准更新提供认知根基，标准更新为行业实践赋予操作准则，市场实践又经由数据回馈修正理论假设，这样的闭环机制不断运转，使得二手新能源乘用车残值评价标准体系真正具备适应行业高质量发展和车辆规范化流通现实需求的持续生命力。

结语

二手新能源乘用车残值评估标准的理论困境源于传统评估范式同新兴技术特点之间存在的结构性差异以及由于专项理论创建滞后于市场发展而产生的时差。破解该困境需建立融合资产评估、新能源汽车工程和市场经济学理论的多维框架，以及与指标体系相契合、与市场数据相校准的动态更新机制。未来，随着动力电池数据越来越容易获得、智能驾驶配置趋于标准化、国家以旧换新等存量激活政策不断推进，二手新能源乘用车残值评估标准的理论完备性、实践适应性将会得到系统性改善，为新能源汽车流通市场规范化运行提供更有力的制度支撑。A



基于大数据技术驱动的自动化识别技术

文/李乐乐 [广电计量检测(天津)有限公司]

在数字经济与实体经济深度融合背景下,自动化识别技术作为连接物理世界与数字世界的核心枢纽,面临多模态数据爆发、实时性要求提升、复杂场景适配等挑战。本文提出一种基于大数据技术驱动的自动化识别技术体系,通过理论层、数据层、算法层、评估层的协同创新,破解传统识别技术在准确率、效率及泛化能力上的瓶颈。首先,构建多源异构数据的全域接入;其次,利用数据平滑技术和回归插值技术进行数据清洗;然后,利用全流程协同模型识别算法自动化识别类别;最后,基于多分类混淆矩阵建立多维度指标的性能评估体系。为智能制造、数据安全等领域的数字化转型提供核心技术支撑。

随着物联网、5G、人工智能等技术突破,自动识别技术已发展为涵盖计算机视觉、生物识别、多模态融合的立体矩阵。预计到2030年,中国该市场规模将超5000亿元,年复合增长率保持高位,应用覆盖智能制造、智慧物流、医疗健康、数据安全等领域。但目前自动识别技术仍面临以下三大挑战:一是数据层面,多源异构数据接入和处理难,缺陷样本少、标注成本高;二是算法层面,单一模型难以满足动态数据的实时性与复杂性,“先识别、后分类”的分离模式响应慢、协同差;三是应用层面,行业个性化需求导致适配成本高、泛化能力弱。

大数据技术的兴起为解决上述挑战提供了新的路径。通过海量数据的并行处理、特征挖掘与模型优化,可实现自动化识别技术的精准化、高效化与智能化升级。本文为了解决快递业务网络庞大、集散快、智能化不足的问题,提出大数据驱动的寄递行为异常检测与风险预警方法。该方法先明确两类异常寄递行为的定义与特征,重点分析基于深度学习的异常检测路径,最后通过对比,探讨时空大数据驱动方法在该场景下的应用优势与现存不足,该方法为快递业务的发展提供了理论支撑。本文为解决传统地铁运维故障预判不足、成本高、效率低的问题,提出大数据驱动的地铁车辆智能运维方法。该方法围绕智能运维系统研究,构建感知、分析、决策、执行的四级体系,并结合上海地铁、深圳地铁GoA4级全自动运维案例解析。为地铁运维从“定期维修”向“预测性维护”转型提供技术框架与实践参考。为了解决电动汽车充电基础设施负荷管理

的问题,本文提出大数据驱动的电动汽车充电负荷分析系统构建方法,以深圳南山科技园为实践基地,集成物联网采集、数据清洗与LSTM预测功能。通过多源数据融合、张量分解及改进Z-score标准化提升数据质量,实际运行成效显著:预测准确率提高27.3%,峰谷负荷差异降低31.5%,充电站利用率提升36.6%,用户等候时间减少69.6%。该系统有效应对充电负荷波动,为电网调度与设施规划提供科学支撑,应用前景广阔。因此,开展基于大数据技术驱动的自动化识别技术研究,具有重要的理论意义与工程应用价值。



综上所述,为了解决自动化行业多源异构数据标注成本高、难以满足动态数据的实时性与复杂性、泛化能力弱的问题,本文提出大数据技术驱动的自动化识别方案。该方案通过数据层、算法层、应用层的协同创新,破解传统识别技术在准确率、效率及泛化能力上的固有瓶颈。这一技术突破不仅是攻克行业核心技术难题的关键路径,更是保障数据要素合规流通、充分释放数字经济价值的重要支撑。

技术路线

本文按照理论构建、数据处理、算法设计及性能评估的四层递进式技术路线。

理论构建指的是搭建适配多源异构场景的技术体系框架,厘清关键模块及协同逻辑;数据处理指的是数据处理模型,可以有效解决数据噪声、缺失值等实际问题;算法设计指的是融入大数据驱动模型,强化算法的适应性、实时性与泛化能力;性能评估即制定系统级优化策略与多维性能评估公式,构建闭环反馈机制,保障方法在准确率、效率与鲁棒性上的综合优势。本文整体技术路线图如图1所示。

理论构建

自动化识别技术

自动化识别技术以模拟人类感知为核心,依托计算机系统自主完成多模态信息的获取、分析、处理、识别与分类,相较传统方法,自动化识别技术具数据依赖强、自学习突出、多模态融合及实时响应等特征。

大数据驱动理论

大数据驱动机制以海量、高速、多样的数据集为核心,构建包含数据采集、预处理、特征挖掘、模型训练与迭代优化的闭环流程,助力识别技术性能持续提升。

统计模式识别理论

统计模式识别作为自动化识别的基础理论,其核心思想首先在于将识别对象转化为高维特征空间中的向量表示,进而运用概率统计方法完成类别的划分与判定。假设样本空间为 $D \subseteq R^n$,类别空间为 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_t\}$,其中 n 为特征维度, t 为类别数。对于任何一个样本 d ,其类别后验概率可通过贝叶斯公式计算,贝叶斯公式数学表达式如公式(1)。

$$P(y_c | d) = \frac{P(d | y_c)P(y_c)}{\sum_{i=1}^t P(d | y_i)P(y_i)} \quad (1)$$

式中: $P(y_c)$ 为分类类别先验概率, $P(d | y_c)$ 为类条件概率密度。基于贝叶斯决策理论,样本 d 将被分类到后验概率最大的类别。

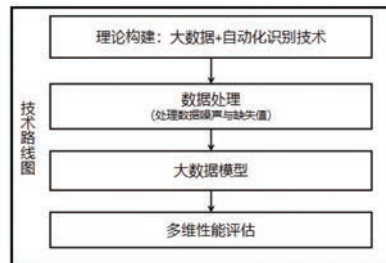


图1 整体技术路线图

数据处理

数据采集

工业自动化中的数据采集是通过传感器、网络及计算机管理,实时获取并处理设备状态、工艺参数、产品质量等制造数据,是智能制造的基础。技术路线上主要分为协议采集、传感器采集和人工录入三类,本文采用“协议采集+人工录入”方式获取数据。其中,协议采集指的是通过设备通讯协议直接读取数据,如Modbus、OPC UA、PROFINET等,数据准确、实时性高,但需要设备支持相应协议;人工录入作为补充方式,用于质检数据、异常记录等无法自动获取的信息。

数据接入率是衡量数据层全域覆盖能力与接入稳定性的核心指标,指单位时间内成功接入并完成格式标准化的有效数据量占待接入数据总量的比例,综合反映数据源适配成功率、传输可靠性与存储可用性。数据接入率计算公式如公式(2)所示。

$$C = \frac{N_{\text{success}}}{N_{\text{total}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: C 表示数据接入率, N_{success} 为成功接入的数据源数量, N_{total} 为目标数据源总数。在工程生产设计中,该指标需要满足大于等于99%,以确保数据的全域覆盖。

处理数据噪声

在数据科学与工程中,利用数学模型来应对数据噪声,其核心可以理解为:把噪声看作信号中混入的随机干扰或无关波动,然后借助数学变换、统计推断或优化方法,从被“污染”的数据中尽可能还原出真实的信息或潜在的结构。本文去除噪声采用人工初筛+数据平滑技术,假设原始连续时间序列为 $t_1, t_2, \dots, t_n$,数据观测值为 $d_1, d_2, \dots, d_n$,窗口大小为 k ,权重依次为 $w_1, w_2, \dots, w_n$ 。先用人工初筛技术剔除明显无效数据,然后再利用数据平滑技术处理数据,时刻 t 的平滑值计算公式如公式(3)所示。

$$\bar{d}_t = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} w_{t+1} \cdot d_{t-i}}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (3)$$

式中： $\bar{d}_t$ 表示平滑后的数据，分子函数式表示窗口内数据与对应权重相乘的求和，分母表达式表示权重归一化，目的是消除权重绝对值影响。

处理缺失值

数据集中部分特征常因采集遗漏、设备故障等导致取值未记录或无法获取，通常以NaN、None、NULL等标准化符号标识。这类缺失值的影响具有多维度传导性，若处理不当，会从数据层扭曲分布特征、降低样本代表性，进而导致模型训练偏误，最终传导至业务决策环节引发系统性风险。本文采用回归插补模型进行处理，该方法适用于时间序列或有序数据，假设相邻点之间存在平滑变化，其核心思想是：利用其他完整变量与缺失变量之间的相关关系，建立回归模型，进而预测缺失值。回归插补模型的数学表达式如公式（4）。

$$\bar{y}_i = f(\{y_j\}_{j \in \Omega_{\Delta_i}}) \quad (4)$$

式中： $\bar{y}_i$ 表示缺失值的估计值，f为插值函数。

标准化标注技术

以统一的数据标注规范与标准化操作流程为体系基石，同时构建贯穿始终的标注质量评估机制。在此基础上，实施“线上+线下”融合的培训模式，定向培养专业标注人才，从而形成“标准—执行—反馈—提升”的闭环。标注效率与准确率的计算公式如公式（5）和公式（6）。

$$N_e = \frac{N_{time}}{N_{total}} \times 100\% \quad (5)$$

式中： N_e 为标注效率， N_{time} 为单位时间内标注的数据量， N_{total} 为总标注时间。

$$N_A = \frac{N_{time_corr}}{N_{time}} \times 100\% \quad (6)$$

式中： N_A 为标注准确率， N_{time_corr} 为单位时间内正确标注的数据量， N_{time} 为单位时间内标注的数据量。

大数据模型

本文构建了基于识别、分类、分级及管控的四级协同模型，实现从原始信息输入到最终决策输出的端到端闭环。整个过程可通过以下步骤实现。

（1）识别结果

假设识别结果为 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ 。

（2）类别映射

将识别标签映射到 y_i 类别体系C中，即 $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ 。

（3）类别分级

基于类别特征与业务场景，计算每个级别的得分 S_i ，具体表达式如公式（7）。

$$S_i = \sum_{j=1}^k w_j \cdot f_{i,j} \quad (7)$$

式中： w_j 为第j类的类别因子权重； $f_{i,j}$ 为样本i在第j个类别上的得分。

（4）分类管控

按照每个样本在不同级别的得分，按照规则进行分类管控。

多维性能指标

本文研究涉及多分类问题，故采用多分类混淆矩阵开展多维性能指标评价。作为评估多类别分类模型性能的核心工具，多分类混淆矩阵通过交叉映射样本真实类别与模型预测类别，能够直观呈现各类别正确分类的效果，同时清晰揭示不同类别间的误分类规律，为全面评估模型性能提供可靠支撑。混淆矩阵得分如公式（8）所示。

$$CM_{i,j} = \sum_m \Pi(y_m = c_i \text{ and } \bar{y}_m = c_j) \quad (8)$$

式中： $CM_{i,j}$ 表示真实为i类别且被预测为j类别的样本数，行索引i表示真实类别，列索引j表示预测类别。同时通过公式（8）可以得到对角线 CM_{ii} 为各类别的正确预测数，非对角线 $CM_{ij} (i \neq j)$ 为各类别的错误预测数。宏平均指数指的是对每个类别计算指标后取算术平均，宏平均指数计算公式如公式（9）。

$$M - P = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \frac{CM_{ii}}{CM_{ij}} \quad (9)$$

未来展望

本文聚焦大数据技术驱动的自动化识别技术开展深度研究，理论构建、数据处理、算法设计、性能评估的四级技术体系。创新的引入基于识别、分类、分级、管控的全流程协同模型，打破传统模式，同步建立涵盖精度、效率、鲁棒性等维度的性能评估体系，确保模型在实际应用中的可靠性与可解释性。

未来研究可从融合多模态与垂直行业大模型、运用自适应噪声抑制技术及跨行业标准化建设等三方面深化。其中，融合多模态与垂直行业大模型，可以提升复杂场景识别能力及少样本学习效率，降低数据标注成本。运用自适应噪声抑制技术，可以强化极端环境下的识别鲁棒性。推进跨行业标准化建设与自动化适配，可以实现技术跨场景自动迁移与快速部署，降低适配成本与实施门槛，助力打造更智能、鲁棒、通用的自动化识别技术体系。■

基于5G车联网的车路通信能效提升关键技术研究

文/炎士涛 李士勇（河南科技学院计算机科学与技术学院）

针对5G车联网大规模部署中资源配置失衡、车路通信能耗偏高及交通通行效率不足等核心痛点，本文聚焦车路通信能效提升关键技术展开系统研究。通过构建MVN（MEC-VANET Networks）架构下的动态资源配置体系、深度强化学习驱动的能量优化模型及“转控分离”的智能交通信号调控方案，实现了网络部署成本优化、通信能效提升与交通通行效率改善的多重目标。仿真验证与场景测试结果表明，本文提出的核心算法相较于传统方案，在保证97.2%通信质量的前提下节约48.3%能耗，交通高峰时段平均旅行时长缩短27.5%，紧急车辆响应效率提升55%以上。

5G通信技术与车联网的深度融合是智能交通系统发展的核心方向，车路通信（V2I）作为车联网关键组成部分，在提升交通安全性、通行效率和智能化水平方面作用显著，国家相关政策也明确要求推进5G网络在车联网领域的全覆盖及车路通信技术的研发应用。当前5G车联网车路通信应用仍面临网络资源分配缺乏针对性、路侧单元（RSU）因交通流时空分布不均导致能源浪费严重、交通信号控制难以实时适配动态交通流等技术瓶颈，为此，本文围绕5G车联网车路通信能效提升展开研究，从网络资源配置、路侧单元能耗优化、交通通行效率提升三个维度提出关键技术方

引言

研究背景与意义

在数字经济与智能交通深度融合的背景下，5G车联网作为国家战略性新兴产业，已成为推动交通智能化转型的核心引擎。国家先后出台《5G应用“扬帆”行动计划（2021—2023年）》《智能网联汽车“车路云一体化”应用试点通知（2024—2026年）》《“十四五”全国城市基础设施建设规划》等一系列政策文件，明确提出要加快5G网络与车联网协同部署，构建智能化道路基础设施体系，推动车路协同技术规模化应用。截至2024年底，我国智能网联汽车试点区域已实现5G通信网络全覆盖，智能化道路建设里程突破4500 km，车联网产业进入高质量发展期。

然而，当前5G车联网在实际部署与应用中仍面临三大核心技

术瓶颈：一是5G基站与MEC（多接入边缘计算）节点部署成本高昂，传统方案缺乏对区域用户需求差异的动态适配性，导致资源配置与网络性能难以统筹兼顾，部分区域出现资源冗余而部分区域服务能力不足的失衡问题；二是车路通信能量优化缺乏与实际交通流的精准匹配分析，路侧单元（RSU）长期处于低负荷或空载运行状态，基础能耗占比超过65%，能源浪费现象突出；三是传统交通信号控制方式（固定配时、自适应控制）无法实时适配动态交通流变化，面对城市交通“潮汐现象”及紧急车辆通行需求时响应滞后，通行效率受限且安全风险较高。

基于此，本文聚焦5G车联网车路通信能效提升关键技术，通过算法创新、模型优化与仿真验证，系统性解决资源配置、能量消耗与通行效率三大核心问题。研究成果不仅能够降低5G车联网部署与运营成本，还能提升交通系统的安全性与流畅性，对于推动智能交通系统升级、促进新能源与交通产业融合、助力“双碳”目标实现具有重要的理论意义与实践价值。

研究内容与技术路线

核心研究内容

本文围绕5G车联网车路通信能效提升目标，重点开展三方面核心研究：

（1）MVN架构下的容量资源配置算法研究：针对5G微基站与MEC节点部署优化问题，构建以最小化网络部署成本为目标的整数线性规划模型，综合考虑网络连通性、设备容量、通信距离等约束条件，设计适配大规模网络场景的快速求解算法，实现拓扑结构与资源配置的联合优化。

(2) 基于深度强化学习的V2I通信能量优化研究：引入交通流行经路侧单元的时长特征与V2I通信流量的周期性统计规律，建立路侧单元单位能耗工作效率最大化模型，采用深度强化学习方法求解最优调度方案，动态调整路侧单元工作状态以实现能耗节约与通信质量保障的平衡。

(3) 智能道路交叉口虚拟交通信号调控方法研究：借鉴SDN（软件定义网络）“转控分离”思想，构建“控制层—转发层”二级交通调控架构，设计冲突避免算法与令牌机制，实现虚拟交通信号的分布式智能控制，优先满足紧急车辆通行需求，提升交通网络整体通行效率。

技术路线

本文遵循“问题提出—模型构建—算法设计—仿真验证—成果凝练”的逻辑展开研究，具体技术路线如下：（1）前期调研与问题分析：系统梳理国内外5G车联网、车路通信能效优化、交通信号控制等领域的研究现状，结合政策要求与实际应用场景，明确资源配置、能量消耗与通行效率三大核心痛点；（2）模型构建与算法设计：针对各研究内容构建相应的数学模型，设计MVN架构下的资源配置算法、深度强化学习驱动的能量优化算法及智能交通信号调控算法，完成算法逻辑推导与流程设计；（3）仿真平台搭建与测试验证：基于SUMO（交通仿真工具）、Python、Gurobi求解器等工具搭建综合仿真平台，采集真实交通流数据与通信数据作为输入，从资源利用率、能耗水平、通行效率等多维度验证算法有效性；（4）成果优化与总结：根据仿真测试结果优化算法参数与模型结构，形成标准化技术方案、算法文档与应用指南，完成论文成果凝练。

核心技术与研究成果

MVN架构下的容量资源配置技术

针对5G车联网基础设施部署成本高、资源分配不合理的问题，本文提出了基于MVN架构的容量资源配置算法（MCRAA），构建了“模型建模—快速求解—动态适配”的完整技术体系。

数学建模

以最小化网络部署总成本为目标，综合考虑目标路段全覆盖、网络连通性、设备容量上限、通信距离限制等约束条件，建立整数线性规划（ILP）数学模型，实现5G微基站（gNB）与MEC节点的最优部署规划。模型目标函数与核心约束如公式（1）所示：

$$\min Z = \sum_{m=1}^M C_m \cdot x_m + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N L_{ij} \cdot y_{ij} \quad (1)$$

式中： C_m 为第m类MEC设备的部署成本， x_m 为第m类MEC设备的部署数量， L_{ij} 为节点i与节点j间的通信链路成本， y_{ij} 为节点i与节点j间通信链路的部署状态（1为部署，0为不部署）。每个区域

至少被一个MEC节点覆盖、MEC节点容量不超过上限、通信链路距离不超过设备最大通信范围等。

算法设计

针对大规模网络场景下ILP模型求解效率低的问题，首先设计基于MVN架构的贪心算法（MGA）与启发式算法（MHA）：MGA算法通过局部最优选择逐步构建网络拓扑，快速获得可行解；MHA算法通过引入邻域搜索机制，在MGA算法结果基础上优化局部解，提升解的质量。在此基础上，提出容量资源配置算法（MCRAA），通过动态调整MEC设备容量等级实现资源精准匹配。该算法将MEC设备分为M个容量等级，根据不同区域的车辆终端数量、通信请求频率等需求特征，自适应分配对应等级的MEC设备，避免高容量设备服务低需求区域造成的资源浪费。

验证效果

仿真结果表明，MCRAA算法相较于传统MHA算法，在平均每个场景仅增加0.382s求解时长的前提下，资源配置精度提升25%，MEC资源利用率从62%提升至97%，网络部署成本降低21%，可有效适配城市主干道、郊区道路、物流园区等不同车辆终端分布密度的场景。

V2I通信能量优化模型与算法

为解决车路通信能耗过高的问题，本文构建了融合交通流特征的V2I通信能量优化模型，提出基于深度强化学习的智能调度方案，实现能耗与通信质量的动态平衡。

模型构建

引入交通流行经各路侧单元的时长统计特征与V2I通信流量的周期性特征作为模型输入，其中交通流行经时长服从正态分布，V2I通信请求次数服从泊松分布，每次请求的通信需求量服从正态分布。以路侧单元单位能耗工作效率（WEPE）最大化为优化目标，定义WEPE如公式（2）所示：

$$WEPE = \beta \cdot TPE = \frac{M}{\sum_{j=1}^N \sum_{n=1}^N k_{nj}} \cdot \frac{M}{\sum_{j=1}^N P_j} \quad (2)$$

式中： β 为V2I通信需求完成度，TPE为单位能耗传输流量，M为实际传输的V2I通信流量总量， k_{nj} 为第n个路侧单元覆盖范围内分配给第j个工作路侧单元的通信需求量， P_j 为第j个路侧单元的总能耗。

路侧单元能耗计算如公式（3）所示：

$$P_j = \begin{cases} P_0 + \frac{\sum_{n=1}^N k_{nj}}{\mu_j \cdot \omega} \cdot P_{com}, & y_j = 1 \\ P_{sleep}, & y_j = 0 \end{cases} \quad (3)$$

式中： P_0 为路侧单元基础能耗， P_{com} 为通信能耗系数， μ_j 为交通流行经第j个路侧单元的平均时长， ω 为通信速率， y_j 为第j

个路侧单元工作状态（1为开启，0为休眠）， P_{sleep} 为休眠状态能耗。

算法实现

采用深度强化学习（DRL）方法对模型进行求解，设计五层神经网络结构（输入层—三层隐藏层—输出层），隐藏层神经元数量分别为450、250、120，采用ReLU作为激活函数，Adam作为优化器，学习速率设置为0.0012。将路侧单元状态（通信需求量、未分配任务量、已分配任务量）作为状态空间，路侧单元开启/休眠作为动作空间，WEPE值作为奖励函数，通过多次迭代训练得到最优调度策略，形成Traffic Flow-based RSU Schedule调度方案。该方案可根据不同时段交通流变化，动态调整路侧单元工作状态，关闭空闲路侧单元以节省能耗。

验证效果

基于模拟实验环境交通流数据与通信数据进行测试，结果显示：该方案在保证97.2% V2I通信质量的前提下，相较于路侧单元全开模式，节约48.3%的能源消耗，单位能耗传输流量（TPE）从7.15 MB/kW提升至12.86 MB/kW，提升约1.8倍；在交通流稀疏场景（如夜间道路），能耗节约比例可达63%以上，优势更为显著。

智能交通信号调控技术

针对传统交通信号控制适应性差、紧急车辆响应滞后的问题，本文借鉴SDN网络“转控分离”思想，提出“控制层—转发层”二级交通调控架构，构建了兼具高效性与鲁棒性的智能调控方案。

架构设计

控制层：基于图论方法构建交通网络拓扑模型，将交叉路口视为节点，道路视为边，引入路段距离、车流密度、平均车速三个核心指标，通过加权求和计算路段通行“代价”，优化目标函数如公式（4）所示：

$$F = \min \sum (\alpha l_{ij} + \beta k_{ij} + \gamma u_{ij}) \quad (4)$$

式中： l_{ij} 为交叉路口i与j间的路段距离， k_{ij} 为路段车流密度， u_{ij} 为路段平均车速， α 、 β 、 γ 为各指标权重系数。采用Dijkstra算法求解最优路径，确保车辆通行距离最短、拥堵概率最低。

转发层：采用分布式控制模式，每个交叉路口独立执行信号调控，基于冲突避免（CA）算法与令牌机制实现虚拟交通信号控制。系统通过路侧单元实时采集路口车辆信息，判断各方向车辆到达时间，按照“先来先服务”原则发放通行令牌，令牌时效根据车辆到达时间动态计算，确保无碰撞通行；当检测到紧急车辆请求时，立即触发优先通行机制，预留专用通行时段，确保紧急车辆快速通过。

算法验证

在SUMO与Python搭建的仿真平台中，基于8个交叉路口组成的城市交通网络进行测试，对比传统定时控制、自适应控制与本文提出的CA算法效果：（1）相较于传统定时控制：交通高峰时段车辆平均停车次数从4.5次减少至1.9次，平均旅行时长从86.7 s缩短至63.9 s，缩短27.5%；（2）相较于自适应控制：平均停车次数从3.2次减少至1.9次，平均旅行时长从74.8 s缩短至63.9 s，改善14.6%；（3）紧急车辆响应：紧急车辆平均通行延误从48 s缩短至21.6 s，响应效率提升55%，且未对普通车辆通行造成显著影响。同时，该算法复杂度低〔时间复杂度为 $O(n)$ ， n 为路口车辆数〕，无需大规模训练数据，可快速适配不同规模交通网络，移植性强。

结语

本文围绕5G车联网车路通信能效提升核心需求，系统性突破了资源配置、能量优化与交通调控三大关键技术，完成了从理论建模、算法设计到仿真验证的全流程研究工作，取得了以下成果：（1）技术成果：形成3套核心算法（MCRAA资源配置算法、深度强化学习能量优化算法、CA交通信号调控算法）、2套数学模型（网络部署优化模型、V2I通信能量优化模型）、1个仿真验证平台，算法性能指标均达到预期目标；（2）文档成果：编制《5G车联网资源配置技术手册》《V2I通信能量优化算法实施指南》《智能交通信号调控应用规范》等3份标准化文档，为技术推广提供支撑；（3）应用价值：论文成果可直接应用于城市智能道路、高速公路、物流园区等场景，能够降低5G车联网部署成本21%以上，减少车路通信能耗48%以上，提升交通通行效率25%以上，具有显著的经济、社会与环境效益。

本文研究成果具有广泛的应用场景与推广价值，后续将重点推进三方面工作：（1）场景落地：选取城市主干道、高速公路出入口、智慧物流园区等典型场景开展试点应用，结合实际路况进一步优化算法参数，验证技术在复杂环境下的适应性与稳定性；（2）产业化：深化与交通设备厂商、通信运营商、整车企业的合作，将核心算法嵌入路侧单元、交通信号控制器等硬件设备，形成标准化产品解决方案，推动技术成果产业化；（3）技术拓展：后续将拓展V2V（车对车）通信协同优化研究，融合车车通信数据进一步提升资源配置精度与能量优化效果；同时研究极端天气、交通事故等突发场景下的应急调控策略，增强系统鲁棒性。■

基金项目：2025年河南省科技攻关项目“基于5G的车联网车路通信能效提升关键技术及应用”（编号：252102210244）。

新能源汽车地下智能升降式无人充电系统的研发与应用

文/张恩威（黑龙江旅游职业技术学院）

随着新能源汽车保有量快速攀升，充电基础设施供需矛盾日益凸显，地下车库、老旧小区等场景普遍存在车位占用、通行受阻、改造难度大、人工运维成本高、安全隐患突出等问题。针对以上痛点，本文研发一套地下智能升降式无人化充电系统，集成升降充电终端、智能机械对接机构、AI视觉定位、云端调度平台及用户端小程序五大核心模块，实现设备地下隐藏部署、车辆停稳后全流程无人化充电。本文阐述系统总体架构、核心模块工作原理与技术优势，通过多场景试验验证可行性与实用性。结果表明，该系统定位精准、充电高效、调度智能，有效解决传统充电设施短板，适配地下车库、老旧小区、商圈等场景，为新能源充电设施智能化升级提供新型技术方案。

绪论

研究背景与意义

在全球能源转型与我国“双碳”战略驱动下，新能源汽车产业高速发展。截至2025年，国内汽车保有量突破5000万辆。充电基础设施作为产业普及的关键配套，在地下车库应用中短板明显：传统固定充电桩占用车位、干扰通行，设备裸露易损坏；老旧小区配电改造难度大、成本高，难以规模化布设；人工插拔充电运维成本高、安全风险大，无法满足便捷高效的补能需求。

研发地下智能升降式无人充电系统，实现充电设备与地下空间一体化融合，破解车位占用、通行干扰、改造成本高等难题，具有重要工程应用价值。系统可提升充电服务安全性与便捷性，降低运营成本，推动充电设施集约化、智能化建设，助力城市交通能源转型，支撑新能源汽车产业可持续发展。

国内外研究现状

当前无人化充电技术主要分为移动充电机器人、固定无人值守充电桩两类。国外移动充电机器人依靠机械臂实现自主插拔，定位精度较高，但设备造价昂贵、续航受限，难以适配地下密集车位场景。国内智能充电技术发展迅速，空中移动充电机器人、立体泊车充电系统已落地应用，但多为空中布设或与立体车库集成，空间占用大、改造难度高，不适用于老旧小区地下车库轻量

化改造。

现有技术尚未形成地下隐藏、升降部署、一机多车位共享的一体化方案，难以兼顾空间友好、改造便捷与服务高效。因此，研发适配地下场景的升降式无人充电系统，可有效填补现有技术空白。

研究内容与技术路线

本文主要研究地下智能升降式无人充电系统研发及实际应用，包括总体架构设计、核心模块软硬件开发、关键技术攻关、多场景适配分析与试验验证。重点突破AI视觉精准定位、机械对接稳定控制、升降机构可靠运行等核心技术。

研究遵循“需求分析—总体设计—模块研发—系统集成—试验验证—总结展望”技术路线，融合机械设计、人工智能、物联网、云计算技术，实现系统全流程无人化、智能化运行。

研究创新点

一是采用地下升降式隐藏部署，设备非工作状态沉入地下，彻底解决充电桩占用车位、影响通行问题，优化空间利用效率；二是构建AI视觉定位与机械精准对接双重控制机制，攻克无人充电对接精度不足的技术难点；三是设计一机多车位共享调度模式，搭配轻量化改造方案，降低老旧场景部署成本，提升系统经济性与适用性。

系统总体设计

设计目标

结合地下场景痛点与使用需求，确定系统设计目标：空间友好，设备地下隐藏布设，不占用车位、不干扰通行；无人运行，实现自动升降、对接、充电、结算、复位全流程无人干预；精准可靠，视觉定位误差 $\leq 1\text{ mm}$ ，机械对接成功率 $\geq 99.5\%$ ；多场景适配，支持老旧小区、商圈、写字楼等轻量化改造；安全高效，具备多重电气防护，充电效率对标传统充电桩，实现多车位共享调度。

总体架构设计

地下智能升降式无人化充电系统采用“分层架构、模块协同”的设计思路，整体分为感知层、执行层、调度层、用户层四个层级，涵盖升降充电终端、智能机械对接机构、AI视觉定位、云端调度平台、用户端小程序五大核心模块，各模块协同工作，实现系统的全流程智能化、无人化运行。感知层以AI视觉定位模块为主，采集车辆位置、充电口坐标、设备状态等数据；执行层包含升降充电终端与智能机械对接机构，完成升降、插枪、充电等操作；调度层为云端平台，实现调度管控、数据处理、故障预警、费用结算；用户层为微信小程序，提供预约、查询、支付等交互服务。

核心模块协同逻辑

用户通过小程序预约或直接驶入车位，车辆停稳后AI视觉模块启动定位，将数据上传云端平台；平台下发升降、对接指令，终端升至工作高度，机械臂精准完成插枪；云端实时监控充电参数，保障安全稳定；充电结束后自动结算，机械臂拔枪，终端回落地下，全流程无需人工操作。

系统核心模块研发与实现

升降充电终端模块

升降充电终端为基础执行单元，由升降机构、充电单元、密封防护单元组成。升降机构采用“滚珠丝杠+步进电机驱动”，升降平稳、精度高，行程0~50 cm可调，复位后与地面平齐。充电单元集成直流快充、交流慢充，兼容主流充电协议，直流快充功率最高120 kW，交流慢充7 kW。防护单元达到IP67防水防尘等级，适配地下潮湿多尘环境，内置防撞传感器与状态监测模块，实时上传运行数据，实现故障预警。

智能机械对接机构

机械对接机构采用多自由度机械臂结构，搭载伺服电机与扭矩传感器，末端配备自适应充电枪夹具，可适配不同车型充电口，柔性夹持避免接口损坏。机构融合视觉定位数据与自身位置

反馈，实现 $\leq 1\text{ mm}$ 定位精度、99.5%以上对接成功率。设置紧急停止装置，异常工况下快速制动，防止设备与车辆受损。

AI视觉定位模块

视觉定位模块由高清工业相机、图像采集卡、AI算法处理器构成，融合激光雷达与视觉识别技术。车位上方相机采集车身图像，经深度学习算法识别车型与充电口三维坐标，可抵抗地下光线不足、阴影、灰尘干扰。算法具备自学习能力，持续优化不同车型定位精度，响应时间 $\leq 0.5\text{ s}$ ，定位误差 $\leq 1\text{ mm}$ ，保障机械臂高效精准对接。

云端调度平台

云端平台基于物联网、大数据技术，构建“端—边—云”协同管理模式。具备智能调度、数据存储、实时监控、自动结算、远程运维功能。采用共享调度算法实现一机多车位资源分配，提升设备利用率；实时监测各模块运行状态，异常自动预警；支持多渠道支付，结算精度0.01元；运维人员可远程排查故障、升级系统，降低人工成本，同时可对接城市充电监管平台，实现数据互通。

用户端小程序

小程序轻量化设计，无需下载，实现充电预约、进度查询、费用结算、消息推送、个人中心管理等功能。支持V2G功能预留，适配车网互动发展趋势，操作便捷，覆盖全年龄段用户，优化使用体验。

系统优势与多场景应用

系统核心优势

相较于传统充电桩与现有无人充电设备，本系统优势显著：一是空间利用率高，地下隐藏部署不占用车位，共享模式使设备





研究遵循“需求分析—总体设计—模块研发—系统集成—试验验证—总结展望”技术路线，融合机械设计、人工智能、物联网、云计算技术，实现系统全流程无人化、智能化运行。

利用率提升4倍以上；二是运维成本低，全流程无人值守，运营成本降低30%~50%；三是改造轻量化，模块化施工、开挖量小、周期短，适配老旧小区改造；四是安全可靠性强，多重电气防护与机械安全设计，故障风险低；五是经济适用性好，共享调度降低建设投入，便于规模化推广。

多场景应用分析

地下车库为核心应用场景，可解决车位密集、通行干扰问题，适配新建小区配套与老旧车库升级。老旧小区车位紧张、电力改造困难，轻量化施工可快速落地，契合社区充电“统建统服”模式。商圈、写字楼车流量大，系统24 h无人值守，提升商业配套服务能力。交通枢纽地下车库可实现高效应急补能，缓解公共区域充电压力。

系统试验验证

试验目的与环境

为验证系统性能、稳定性与实用性，选取老旧小区、写字楼两处地下车库开展30天连续试验，部署全套系统设备，选用10款不同车型测试，验证模块协同能力、定位对接精度、充电效率、安全防护与场景适配效果。

试验内容与方法

开展四项测试：核心模块协同测试，检验定位、对接、升降全流程运行效果；性能指标测试，记录定位误差、对接成功率、充电效率等参数；多场景适配测试，对比老旧小区与商业场景部署及使用效果；安全可靠性测试，模拟过压、漏电、碰撞等故

障，验证防护机制。

试验结果与分析

试验数据显示，AI视觉平均定位误差0.8 mm，响应0.4 s；机械对接成功率99.6%；升降终端运行平稳；充电效率与传统设备持平，直流快充≥90%。老旧小区改造部署仅需3天，充电成功率99.2%；写字楼场景设备利用率85%。安全测试中系统可快速触发预警，30天仅出现1次轻微卡顿故障，经远程运维修复，整体可靠性99.7%。系统运行稳定、适配性强，具备良好推广价值。

结论与展望

研究结论

本文针对地下场景充电设施现存痛点，研发集成五大模块的智能升降式无人充电系统。经理论设计与试验验证得出结论：系统采用地下隐藏、一机多车位模式，高效利用空间，轻量化改造适配老旧场景；AI视觉识别结合机械对接实现充电枪高精度无人插拔，解决对接困难问题；云端调度搭配小程序实现智能化管控，显著减少运维成本；多场景试验证实系统安全可靠、实用性强，为充电设施升级提供全新解决方案。

研究展望

后续将进一步优化视觉算法抗干扰能力，提升机械臂运行速度；引入光储充一体化技术，增强能源自给；拓展V2G车网互动、自动泊车联动充电功能；将系统推广至地面停车场、高速服务区；通过规模化生产降低成本，加速技术落地，助力智慧能源与绿色交通发展。▲

基于DINO的汽车轮毂缺陷检测方法

文/张毅（浙江工商职业技术学院人工智能学院）

汽车轮毂作为车辆安全行驶的关键部件，其表面与内部缺陷直接关系到整车质量与驾乘安全。传统的轮毂缺陷检测方法依赖人工目视或涡流探伤，存在效率低、主观性强、易漏检等问题。随着智能制造与工业视觉技术的快速发展，基于深度学习的目标检测方法逐渐成为主流。然而，轮毂缺陷往往呈现尺度小、形态多样、背景纹理复杂的特点，给高精度检测带来巨大挑战。针对上述问题，本文提出一种基于改进DINO的目标检测方法。以DINO为基线模型，针对其主干网络ResNet-50感受野有限、小目标特征提取能力不足的缺陷，引入ConvNeXt结构模块进行替换。ConvNeXt采用大卷积核与倒置瓶颈结构，增强特征提取与保留能力，避免下采样过程中小目标信息丢失。实验在真实轮毂数据集（包含X射线与RGB图像共7641张）上进行，结果表明：改进后的模型mAP@0.5达到91.5%，召回率达到92.3%，相比原始DINO分别提升1.2%和2.7%，尤其对微小缺陷（如微裂纹、细气孔）的召回率提升显著。该方法在保持端到端实时推理的同时，有效提升了检测精度，能够满足生产线的实际需求。

汽车轮毂主要采用低压铸造工艺生产，需经缺陷检测、热处理、机加工等多道工序方可出厂。受材料熔炼、铸造及加工等工艺影响，裂纹、气孔、缩孔等缺陷难以完全避免。尽管工艺优化可使合格率达95%以上，但缺陷导致的次品仍占不合格品的90%以上，因此，缺陷检测是轮毂智能制造的关键环节。从生产流程来看，轮毂铸造过程中，由于铝液含气量、模具温度分布、冷却速率不均等因素，极易在轮毂内部及表面形成微小气孔或热裂纹。这些缺陷在后续机加工或使用过程中可能扩展为严重安全隐患。因此，在铸造完成后立即进行高效、精准的缺陷检测，对于降低废品率、提升生产效益具有重要意义。

将工业视觉检测应用于汽车轮毂缺陷检测，旨在利用视觉模型对轮毂图像中的异常进行自动定位与识别。目前，主流的工业视觉检测算法大多为有监督学习，需要大量标注异常数据进行模型训练。然而，真实轮毂生产线中异常样本采集困难（例如某些裂纹类型的出现频率低于千分之一），且人工标注轮毂缺陷（如裂纹、气孔的位置与形态）难度大、精度要求高，导致有监督模型在数据准备阶段面临较大成本与时间投入。如何在有限标注样本下提升检测精度，是当前有监督方法在实际应用中需要解决的重要问题。此外，轮毂表面通常具有复杂的金属纹理和光照反

射，缺陷与正常区域之间的对比度极低，人眼或传统图像处理算法难以稳定识别。这进一步增加了对算法鲁棒性和特征辨别能力的要求。

近年来，基于Transformer的端到端检测器（如DETR、Deformable-DETR、DINO）在通用目标检测任务上取得了显著进展。与传统的卷积神经网络（CNN）相比，Transformer凭借多头自注意力机制能够捕获全局上下文依赖，这对于分布在轮毂较大范围内的细长裂纹和分散性气孔尤为关键。然而，现有Transformer检测器通常采用CNN作为主干网络进行初始特征提取，其中DINO默认使用ResNet-50。ResNet-50的感受野受限于卷积层的局部连接，且通过步长卷积或池化进行下采样时容易丢失小目标的细节信息——这一问题在轮毂微小缺陷检测中被进一步放大，因为许多缺陷的像素占比不到图像的0.1%。为克服这一局限，本文尝试引入ConvNeXt结构——一种吸收了Transformer设计理念的现代卷积网络，通过大卷积核、倒置瓶颈和更深的层级架构，在保持CNN推理效率的同时显著提升了特征表示能力。本文将ConvNeXt替换DINO原有的ResNet-50主干，并在真实轮毂X射线与RGB图像数据集上进行验证，实验结果表明该改进方案能够有效提升小缺陷的检出率。



相关工作

DINO

Transformer架构凭借自注意力机制突破了传统卷积运算的局部性限制，对计算机视觉领域产生了深刻影响。相比于卷积网络受限于固定感受野，Transformer能够捕捉全图范围的依赖关系，这一能力在汽车轮毂缺陷检测中尤为关键——裂纹、气孔等缺陷可能散落于轮毂的大面积区域中，需要模型具备全局上下文整合能力。研究人员将Transformer引入视觉任务后，ViT及其衍生模型在图像分类上取得了媲美甚至超越CNN的结果。在目标检测方向，DETR开创性地使用Transformer架构，摒弃了锚框设计、非极大值抑制等人工先验组件。后续如Deformable-DETR、DN-DETR、DAB-DETR等工作，重点聚焦于收敛速度慢与小目标检测能力不足两大难题。DINO（DETR with Improved deNoising anchOr box）作为一种端到端检测器，在DAB-DETR和DN-DETR的基础上，通过对比学习去噪训练、稳定的二分匹配以及混合查询选择策略，进一步提升了精度与效率。在COCO基准上，DINO取得了当时最先进的检测性能。选择DINO作为轮毂缺陷检测的基线模型，主要出于以下考量：轮毂表面微小缺陷（如细裂纹、针孔状气孔）通常面积占比极低且背景杂乱，DINO对小尺寸目标具有固有的检测优势；同时，生产线对实时性有较高要求，DINO的端到端设计在保持高精度的同时能够实现快速推理，与工业应用需求高度契合。基于这些原因，本文以DINO为基座并对其进行改进。

ConvNeXt

当前主流的目标检测模型仍广泛采用卷积神经网络作为特征提取主干，DINO默认使用ResNet-50完成图像编码。然而，在面对复杂多变的检测场景和细节丰富的小目标时，ResNet-50的感受野相对有限，难以充分捕获精细化的特征表征，从而限制了微小缺陷的检测精度。为了更充分地提取汽车轮毂中的细小缺陷特征，本文尝试引入表达能力更强的ConvNeXt模块来替换原有主干。

ConvNeXt的设计吸收了Transformer的若干优秀理念，核心创新包括：采用大尺寸卷积核（例如 7×7 ）、引入倒置瓶颈结构，并通过深层堆叠策略增强整体性能。这些设计元素与传统卷积网络的有机结合，显著提升了特征的抽象与保留能力。从结构对比来看，DINO原有的ResNet-50主干采用了“两端宽、中间窄”的瓶颈块设计，通道压缩过程可能导致关键信息损失；而ConvNeXt则采用“中间宽、两端窄”的倒置瓶颈结构，通过在中间层扩大通道数（通常扩展至输入通道的4倍），增强了特征的表达与保持能力。此外，ConvNeXt还借鉴了Transformer中的层归一化策略和更精简的激活函数配置，使得整体网络更加平滑高效。在实际效果上，将ConvNeXt作为主干网络，可以更高效地从轮毂图像中提取高层语义特征，减少下采样步骤中微小目标细节的丢失，从而提升对汽车轮毂细小缺陷的识别准确度。综上所述，本文选用ConvNeXt替代ResNet-50，期望通过更强的特征提取能力，弥补原模型在小目标检测上的不足。

实验

实验设备

本文实验环境为Ubuntu 20.04 LTS系统，系统运行内存128GB，CPU为Intel Xeon Gold 5218，显卡为NVIDIA RTX 4090（24GB GDDR6X显存）。深度学习框架采用PyTorch 1.12.1，CUDA版本为11.2，Python版本为3.11。所有模型均在相同环境下训练与测试，保证对比的公平性。

实验数据

本文数据集来源于宁波某轮毂生产企业真实生产数据，包含X射线图像2963张（正常2381张，异常582张）和RGB图像4678张（正常3920张，异常758张）。缺陷类型涵盖裂纹、气孔、缩孔、划痕等典型轮毂缺陷。数据按8:1:1的比例随机划分为训练集、验证集和测试集。针对异常样本较少的问题，训练过程中采用随机翻转、旋转、颜色抖动等数据增强策略，以提升模型泛化能力。

评价指标

本文采用召回率（Recall）和平均精度均值（mAP）作为核



心评价指标。

召回率衡量模型对真实缺陷的检出能力，即正确检出的缺陷数量占全部真实缺陷的比例。召回率越高，表示漏检越少。在轮毂缺陷检测中，高召回率能够有效避免不合格品流入市场，具有重要的实际意义。

平均精度均值（mAP）综合反映模型在多类别上的检测精度。首先计算每类缺陷的平均精度（AP），即精确率-召回率曲线下的面积，再对所有缺陷类别取平均值得到mAP。本文采用IoU阈值为0.5的判定标准，记为mAP@0.5。

对比实验

为验证本文方法的有效性，选取以下主流目标检测模型作为对比基线：Faster R-CNN（两阶段检测器）、YOLOX（单阶段检测器）、YOLOv8（单阶段检测器）以及原始DINO（ResNet-50主干）。所有对比模型均采用相同的训练策略和数据集划分，实验结果如表1所示。

原始DINO模型在轮毂缺陷检测任务上已显著优于Faster R-CNN、YOLOX和YOLOv8，其mAP@0.5达到90.3%，召回率达到89.6%，验证了DINO作为端到端Transformer检测器在小目标密集场景下的优势。本文方法将主干网络替换为ConvNeXt后，mAP@0.5提升至91.5%，召回率提升至92.3%。相比原始DINO，mAP提高了1.2个百分点，召回率提高了2.7个百分点，说明ConvNeXt的倒置瓶颈结构和大卷积核能够更有效地提取轮毂微小缺陷的特征，减少漏检。特别地，在裂纹类缺陷（通常细长、

表1 不同模型在汽车轮毂缺陷检测数据集上的性能对比

模型	主干网络	mAP@0.5 /%	Recall /%
Faster R-CNN	R50-FPN	81.3	82.0
YOLOX	CSPDarknet	68.9	70.3
YOLOv8	CSPDarknet	79.5	81.0
DINO	ResNet-50	90.3	89.6
本文方法	ConvNeXt	91.5	92.3

面积小）的召回率上，本文方法较DINO提升了3.5个百分点（由86.2%提升至89.7%），验证了其对小目标的敏感性。

总结

本文针对汽车轮毂缺陷检测中存在的三大核心挑战——缺陷尺度极小（部分缺陷仅占图像面积的0.05%）、背景金属纹理复杂干扰强、生产线对检测实时性要求高，提出了一种基于改进DINO的目标检测算法。具体工作包括：以DINO端到端Transformer检测器为基线模型，深入分析了其默认主干网络ResNet-50在小目标检测场景下的局限，即瓶颈结构导致的下采样信息丢失和有限感受野难以覆盖细长裂纹的全局形态。针对这些缺陷，创新性地引入ConvNeXt结构模块进行主干替换。ConvNeXt采用大卷积核（7×7深度可分离卷积）与倒置瓶颈结构（中间层通道扩展4倍），通过中间层通道扩展增强了特征的提取与保留能力，有效缓解了下采样过程中小目标信息丢失的问题。实验结果表明，改进后的模型在汽车轮毂缺陷（裂纹、气孔、划痕等）检测任务上，相比原始DINO模型在mAP上提升了1.2个百分点，召回率提升了2.7个百分点，尤其对微小缺陷（如长度小于3 mm的微裂纹）的召回率提高显著（+3.5%）。该方法在保持端到端实时推理能力（单张图像推理时间约28 ms）的同时，显著提升了检测精度，能够满足实际生产线每分钟60件以上的检测节拍要求。未来的研究工作将聚焦于两个方向：一是探索将DINO与更轻量的ConvNeXt变体（如ConvNeXt-Femto）结合，在保证精度的前提下进一步降低计算开销，以便部署于边缘计算设备；二是研究基于DINOv2的自监督预训练策略，利用大规模无标注轮毂图像进行特征学习，减少对有标注缺陷样本的依赖，从而更好地适应真实产线中缺陷分布极度不平衡的场景。A

基金项目：浙江省教育科学规划一般规划课题（理工类）“基于改进DINOv2的自监督汽车轮毂缺陷检测技术研究”（项目编号：Y202455876）

新能源汽车高压线束的安全防护技术与选型策略

文/文海袖（昌江黎族自治县职业教育中心）

新能源汽车高压平台在不断升级，高压线束长期处在振动、高低温、介质腐蚀、电磁干扰等多种复杂的工况中，容易出现绝缘老化、磨损松动等故障，存在较大安全隐患。为了规范线束防护及选型体系，本文以高压线束为研究对象，根据电气性能、安装环境和整车标准来建立完整的选型策略，提高高压线束的运行可靠性，避免线路的安全隐患，给新能源汽车高压线束的设计优化、工程选型和安全应用提供参考。

高压线束是串联动力电池、驱动电机、电控系统、车载充电机等关键高压部件的主要载体，长期处于底盘振动、高低温交替、泥水盐雾侵蚀、油污腐蚀、电磁干扰叠加的复杂恶劣工况中，易出现结构磨损、绝缘失效、连接松动等各种问题，一旦出现故障，不仅会导致整车动力中断、行驶性能下降，还极易引发漏电、短路、起火等重大安全事故，对行车安全造成极大的威胁。当前多是单一防护技术的优化或者单项选型参数分析，缺少从基础特性、工况分析、防护技术到选型体系的全链条、系统化的研究，难以满足当下高压平台车型量产的应用需求。因此，本文以新能源汽车高压线束为研究对象，对高压线束的功能结构和工况特点进行系统分析，从电气、机械、环境三个层面分别阐述高压线束的主要安全防护技术，提出适合工程实际、实用性强的线束安全应用方案，旨在为新能源汽车高压线束的安全设计、防护升级提供一定的参考。

新能源汽车高压线束功能及组成

高压线束是新能源汽车高压电气系统的中心集成部件，担负着动力电池同驱动电机、电控系统、车载充电机、空调压缩机等高压设备之间单向或者双向的电能传送任务，支持主流的400 V和800 V高压整车平台，能够满足车辆低速行驶、高速巡航、快充补能、能量回收等全部工况的电力供应要求。现代化高压线束还具备温度监测、高压互锁等功能，可以对线路接头温升、线束连接情况进行实时监测，从而实现对高压系统运行状态进行动态监控，从源头上防止高压连接失效、线路过载等安全隐患的发生，保障整车高压回路的安全可控。

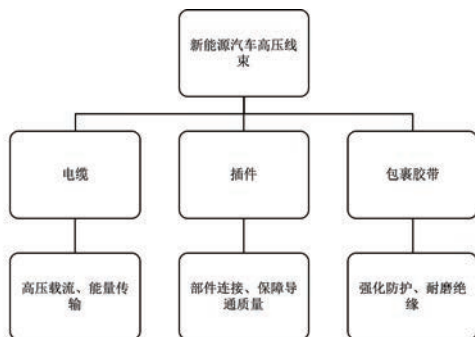
新能源汽车高压线束主要由电缆、插件和包裹胶带组成，其不仅要保障电信号的正常传输，更要确保电路连接的可靠性。电缆是主要导电载体，担负着长期高压载流和能量传递的任务，是动力回路正常工作的基础。插件是各个高压部件之间快速连接、电路导通的装置，连接精度和密封性的好坏直接影响高压回路的连通质量。包裹胶带起到加强线束外层防护的作用，提高整个高压线束的耐磨、绝缘、抗老化能力，以弥补护套防护的微小不足，全方位保证高压线束在复杂的车载工况下长期稳定的运行。新能源汽车高压线束组成架构如图1所示。

新能源汽车高压线束的车载服役环境非常复杂和严格，多种物理场、多种工况因素的叠加使得其工作条件远比传统燃油车线束复杂，对结构强度、材料性能、防护等级提出了严苛要求。

新能源汽车高压线束安全防护技术

电气安全防护技术

电气安全防护以防触电、防绝缘击穿、防短路过载、防高压异常工况为主要内容，全方位防止高压电气故障造成安全事故的发生。绝缘防护是电气防护的基础部分，选择优良的绝缘材料并合理规划绝缘结构，从根本上消除漏电、击穿的危险。目前主流高压线束绝缘材料主要是交联聚乙烯和硅橡胶，交联聚乙烯具有良好的耐热老化和耐压性能，耐温等级可达150℃，适合长期高温运行工况；硅橡胶柔韧性好、耐低温性能强，可以适应-60℃低温环境，阻燃效果好，多用于线束柔性连接处和接头位置。绝缘结构设计严格遵守高压安全标准，800 V高压平台线束绝缘层可承受3500 V以上的工频耐压测试，局部放电量很低，不会因长时间



的局放而造成绝缘老化失效，且留有20%左右的安全余量，能够很好适应工况变化引起的电压变化。整车上装有高精度绝缘检测系统，可以24 h不间断地检测高压线束对地绝缘电阻，当电阻小于500 Ω/V 时，系统将发出报警信号并断开高压回路，防止漏电。同时线束关键位置装设温度传感器，可实时监测线路温升情况、准确找到过载发热的隐患，配合高压熔断器、智能保险丝等保护装置，对短路、过载故障进行迅速切断并且器件参数和线束载流能力相匹配，从而有效避免出现误动作或者漏保护的情况。防触电防护技术则依托高压连接器的专用结构实现，连接器内设高压互锁回路，在未完全插入的情况下高压回路无法闭合，同时使用全绝缘封闭结构，因此带电部分不会外露，从操作层面避免了高压触电风险。

机械防护技术

新能源汽车行驶过程中产生的持续振动是线束机械损伤的主要原因，车身共振、路面冲击所引起的交变载荷长时间作用于车身上的线束和接插件，易造成端子磨损、导线疲劳断裂、护套开裂等问题，因此固定约束防护属于机械防护的基础部分。工程应用时采用标准化卡扣、支架对线束进行规整固定，在直线敷设区域卡扣间距控制在200~300 mm之间，弯曲段、接插件等薄弱部位则加密到100 mm左右，优先选用高弹性耐老化卡扣材料，防止长期振动造成的松脱偏移，减小线束自由振动幅度。对于摩擦和挤压的损伤，整车线束敷设时，在线束和车身钣金、锐边支架、金属部件接触处加装耐磨护套、聚丙烯防护管和穿墙护线环，隔

绝刚性摩擦和挤压冲击，以防止锐边切割损伤线束护套和绝缘层。主流防护方案中，波纹管主要采用尼龙PA6、聚丙烯PP或聚苯乙烯等材料，具有耐高温、抗机械冲击性强等特点。依靠波纹管优良的机械防护性能能够明显提高线束在碰撞挤压、路面冲击等极端工况下抗损伤的能力，被视为高压线束机械防护体系中起着非常重要的作用的防护结构。与此同时，专项抗拉防护设计也能够有效解决线束拉伸断裂问题。通常是在线束连接器尾部加装了抗拉卡箍和扎带，将拉伸载荷传递到车身固定结构，防止拉力直接作用于接线端子；线束内部绞合高强度抗拉纤维，可将整体抗拉强度提高三倍以上，从而有效地抵御装配误差、车身形变所造成的拉伸应力。另外，新能源汽车高压线束在装配时往往会留出一定的线束弯曲余量，并严格控制最小弯曲半径，采用柔性防护管固定弯折的形状，从而避免出现永久变形损伤。上述多种机械防护技术联合使用可以从不同维度对复杂的路况中高压线束进行耐久、可靠防护，保障车辆运行稳定。

环境适应性防护技术

新能源汽车高压线束的环境适应性防护技术主要针对车载极端温度、潮湿水浸、盐雾腐蚀、化学污染、粉尘侵入等各种复杂环境工况，从耐候材料选择、密封结构优化、防腐工艺升级等各方面保证高压线束在各种环境下电气、机械性能的稳定性。热环境适应性是最基本的考量维度，高压线束所在发动机舱或者底盘部位温度变化范围为-40℃~125℃，线束材料需具备宽温范围内稳定性的性能。基于此，可精确选择高性能耐高温材料，交联聚乙烯绝缘材料具有良好的抗高温老化性能，可长期承受机舱高温工况，防止绝缘层热软化、性能下降；硅橡胶材料兼具高低温性能，低温下不脆裂、高温下不变形，多用于连接器密封结构和柔性线束护套，可保证宽温区间的线束柔性和绝缘性能。绝缘老化是指在长期高温的运行工况下，新能源汽车的高压系统绝缘性能可能会出现一定的应激状态，其内部绝缘性能往往会出现一定的减弱趋势。该特点反映了高压线束对高温、老化环境有防护的需求，也是选择材料、结构防护改善的关键因素。化学腐蚀防护重点则在于路面融雪盐、机油、制动液、电池电解液等侵蚀性介质，线束外层护套使用交联聚烯烃、聚氨酯等耐化学腐蚀材料，能耐受各种介质长时间浸泡，不会出现溶胀、开裂、性能衰减等问题；接插件金属端子采用镀金、镀银防腐工艺，提高抗氧化、抗硫化能力，同时优化金属连接结构，避免异种金属接触引起的电化学腐蚀。除此之外，根据整车温度循环工况留出线束热膨胀余量，可防止温差交替变化造成的结构内应力开裂，同时加入抗氧化剂、UV稳定剂，能够有效减缓材料的老化速度，使高压线束更好地适应各种复杂的车载环境。

新能源汽车高压线束选型策略

基于电气性能的选型依据

电气性能是高压线束选型的首要依据，直接影响高压系统电能传输效率、温升控制效果和运行安全性，选型时需要根据整车回路持续工作电流、峰值电流，结合线束敷设工况进行初步选型，多条线束并排敷设、密闭高温空间布置时建议按照20%~40%比例进行载流量降额处理，防止散热不畅导致的过热问题。同时进行短路热稳定校验，800 V高压平台短路电流可达几十千安，需保证导体在保护装置动作时限内，可承受短路热效应并且温度不超过250 °C的安全限值，在工况恶劣的地方应适当增大导体截面积，提高安全裕度。高压线束的长度以刚好连接到接插件为宜，不能过长，并且不能盘绕成圈。严格控制线束敷设长度，不仅可以降低线路整体电阻、减小电能损耗和工作温升，而且也是电气性能选型匹配的重要基础条件。导体材料主要为高导电率的铜导体来保证传输效率和焊接稳定性，轻量化车型可以使用铜铝复合导体，配专用防腐连接结构。绝缘系统选型严格依照高压安全标准，根据整车最高工作电压来决定绝缘厚度和材料等级，800 V高压系统绝缘层厚度控制在1.2~2.0 mm之间，并进行3500 V以上的工频耐压测试以及1.5倍额定电压的局部放电测试，防止绝缘击穿和局放老化问题的发生。另外，还需严格控制回路整体电阻，改善线束敷设长度，将接触电阻控制在0.1 mΩ以下，减小线路的发热和电能损耗。对于高压平台的电晕放电风险，需改善屏蔽层构造，以消除绝缘层和屏蔽层之间的间隙，配合温升监测联动控制系统，实现电气参数的全方位精准匹配，从而保证高压线束在满足额定工作状况的同时能够安全稳定运作。

基于安装环境的选型方法

安装环境是新能源汽车高压线束选型的关键工程约束，不同车身敷设区域空间结构、温度状况、振动强度、介质环境存在明显差异，具体选型需联系实际情况，实现线束性能同车载工况的精准契合。对于空间狭小、弯折较多的电池包内部、车身铰链处等部位，宜选用高柔性线束，采用0.1 mm以下细单丝绞合工艺来提高导体的柔软性，配以轻薄高强度聚氨酯护套，在减小线束体积的同时保证弯折稳定性，防止狭小空间内弯折应力集中造成开裂破损，实际选型时严格按照最小弯曲半径不小于线束外径5到8倍的行业标准。对于高温工况区，如电机壳体周围、排气口附近，线束建议选用高温耐久性材料，绝缘采用硅橡胶、氟塑料等耐高温于150 °C的材质，并设限用200 °C时长热峰温度等级。高压线束的布置需要考虑电磁兼容性、干扰源，高压连接线束建议远离易干扰部件及其连接线束，最好可以单独布置。该布置选型能够适应整车复杂的电磁环境，可有效规避由于电磁干扰造成

的线路运行隐患。对于底盘等泥水飞溅、介质腐蚀严重的区域，需重点加强密封和防腐的选择，选用IP6K9K高防护等级的连接器，尾部加装热缩密封堵头；护套选用耐盐雾、耐水解、耐油污的高分子材料，适合复杂介质环境。对于振动烈度较高的电机周围、底盘固定处，则选择带有自锁锁扣、防振弹簧结构的抗振连接器，加密线束固定卡扣间距为100~150 mm，同时加装弹性减振卡扣，以有效减小振动疲劳损伤。此外，还应根据车身钣金过孔、锐边接触部位选择相应的耐磨护线环和防护套管，防止结构切割造成损伤，避免线束早期失效。

基于整车标准的选型原则

合规性是新能源汽车高压线束选型的第一个原则，所选线束的原材料、结构设计、成品性能必须全部通过耐压测试、绝缘检测、温度循环、振动耐久、盐雾腐蚀、耐磨测试、IP防护等级等全套型式试验，且各项指标都达到合格限值要求，比如振动耐久试验结束后端子接触电阻的变化幅度不超过初始值的10%。选型时优先选择车厂认证过的成熟供应商的产品和标准系列型号，以降低新型材料、非标结构造成的验证风险，保证整车高压系统的统一性和稳定性。在合规安全的基础上，根据不同的敷设区域工况差异选择合适材料，温和工况区域使用性价比高的常规材料，严苛工况区域使用高性能防护结构，实现安全性能和量产成本的平衡。二是工艺适配原则，即选型需兼顾自动化生产和整车装配要求，线束压接参数、结构形态应能够适应自动化生产线的工艺，同时对连接器朝向、线束走向进行优化，留出足够的装配操作空间和视野，降低装配难度，防止安装时造成线束破损、接口松动。三是可维护性选型原则，应选用带二次解锁、防呆功能的标准化接插件，将线束固定结构做成可拆卸式，并用激光打码的方式标注出线束型号、连接关系以及生产信息等，方便后续维修、更换以及质量跟踪工作，从而促进新能源汽车高压电气系统产业化、规范化发展。

结语

高压线束的安全防护和科学选型是新能源汽车高压电气系统安全运行的保障，涉及电气、材料、车辆工程等诸多领域，具有很强的工程实用性。本文探索建立了电气、机械、环境适应性三者安全防护体系，从电气匹配、环境适配、行业标准合规三个方面建立系统的高压线束选型策略，解决线束工况适配不足、选型不规范等问题。随着汽车高压平台不断的更新换代，高压线束也将朝着高耐压、集成化、智能化方向发展。后续，可借助新型材料和智能监测技术不断改进防护结构和选型标准，进一步提高高压系统的安全冗余，促进新能源汽车产业安全高质量发展。A

滚筒制动台日常使用中的常见问题与计量保障技术探讨

文/蒋乔建（桐乡市恒盛汽车检测有限公司） 陈伟亮（杭州华驰汽车检测技术服务有限公司）
苏琰（桐乡市恒盛汽车检测有限公司） 左建斌（海宁九方机动车检测有限公司）

滚筒制动台是机动车安全技术检验跟综合性能检测的重点设备，检测数据准确可靠关系到车辆行驶安全和社会公共安全。本文目的是整理滚筒制动台日常使用出现的常见问题，仔细地研究问题发生的原因，重点讨论计量检定/校准为重点的保障技术体系，建立包含周期性检定、期间核查、数据监控的完整计量保障方案，保证制动台测量结果准确、一致、可查，让机动车制动性能得到公正、合理的判断，给予可靠的技术帮助。

伴随我国机动车保有量持续攀升，道路交通安全方面的问题越来越突显。车辆制动性能是主动安全性的最本质保障，而滚筒反力式制动检验台（以下简称“滚筒制动台”），因其效率高、重复性好且可测项目全面等特点，已变成机动车检测机构实行制动性能台试法检测的主要装备。按照国家标准GB 38900 - 2020《机动车安全技术检验项目和方法》的要求，制动性能属于强制性检验项目且其检测数据具备法律效力。但是制动台作为一种冗杂的机电测量系统，其传感器以及机械部件在长期且高强度的使用过程中必然产生磨损、老化与漂移。检测环境的温湿度变化、电源波动及不规范操作等外部因素，也会对其计量特性造成一定干扰。若问题没能被及时发现并修正，将导致“误判”或者“漏判”情况出现，前者会损害车主利益，后者则会埋下严重的安全隐患。所以，深度领会制动台的常见故障形式，并且建立一套专业、有效、持续的计量保障技术体系，对于维持检测线的正常运行以及保障检测数据的公信力有着十分重要的现实意义。

滚筒制动台基本原理与计量特性

基本结构与工作原理

滚筒制动台主要由框架、左右对称布置的制动力测量单元（每组包含主副滚筒、第三滚筒/举升器、速度传感器、力传感器等）、指示控制装置、举升装置等组成。其工作原理是：车辆被驱动轮驶上台体，主副滚筒模拟路面，借助电机或车辆自身驱动轮驱动滚筒旋转。检测时，车辆实行制动，轮胎跟滚筒间产生摩擦力，该摩擦力对滚筒形成反向扭矩，凭借测量该扭矩（一般由安装在滚筒轴承座下的力传感器测取）并扣除台体自身阻力（囊

括机械阻力与寄生阻力），计算出车轮的最大制动力。同时，借助第三滚筒或速度传感器监测车轮是否拖死滑移，计算协调时间跟不平衡率等参数。

关键计量参数

制动台的计量性能主要凭借以下参数评定：①示值误差。制动力测量值与标准力值之间的差异，是衡量准确度的本质指标。②零值误差。空载时，示值偏离零点的程度。③示值间差。同轴左右轮制动力示值误差之差，影响不平衡率判定的准确性。④重复性。在相同条件下，对同一被测量汽车连续多次测量所得结果之间的一致性。⑤左/右滚筒组转速差。影响车辆平稳驶入及测试初态。⑥寄生阻力/当量附着系数。台体自身机械摩擦、电气噪声等引入的附加阻力，是计算净制动力必须扣除的部分，其稳定性直接影响测量准确性。⑦滚筒表面当量附着系数。表征滚筒表面跟轮胎间的最大摩擦能力，是决定能否测出真实最大制动力的核心。

日常使用中的常见问题及其机理分析

滚筒制动台的故障与性能衰减可划分为机械类、电气/传感器类、使用维护类及环境影响类。以“制动力示值偏小”问题为例，该现象是检测机构反馈频率最高的典型问题之一，其成因一般涉及多重因素的耦合作用：根本原因归因于附着系数不足，即滚筒表面因长期服役产生磨损、表面纹理磨损失效，或被油污、橡胶粉末等异物包含，导致轮胎—滚筒间摩擦系数 μ 显著减少。依据制动力测量原理，即使车辆制动系统功能正常，其产生的最大制动力亦无法凭借衰减后的 μ 有效传递至滚筒系统，最终表现为

示值偏小；间接原因涉及寄生阻力的异常变化，滚筒轴承因润滑失效或结构性损坏致使旋转阻力增大，此类在设备标定后恶化的阻力分量，使得实际寄生阻力值超出仪表存储的预设扣除值，进而致使净制动力计算结果偏低；另外，传感器自身存在的负向漂移或灵敏度下降现象，亦会直接造成输出信号幅值减少。所以，解决“示值偏小”问题不宜单纯依赖仪表软件的系数修正，而必须优先系统性地排查机械附着系数状态跟寄生阻力水平，否则将掩盖设备真实缺陷并引发误判风险。

计量保障技术体系探讨

要保证滚筒制动台可以长期稳定且准确地提供数据，必须建立并实行一个全流程计量保障技术体系，该体系包含“事前控制-事中监控-事后追溯”，此体系以周期检定为重点，以期间核查为补充，以日常数据监控作预警，构成三道防线。

周期检定与校准

国家计量检定规程JJG 906-2015《滚筒反力式制动检验台》规定，制动台要做首次检定、后续检定和使用中的检查。检定项目有此类：外观、电气安全性、零值误差、示值误差、示值间差、重复性、滚筒表面附着系数等。

核心的方法：①静态力标定，专用的杠杆以及砝码在滚筒中心垂直地加标准的力，校准力传感器的示值误差。②动态测试，带标准测力仪的惯性式或者反力式的检定装置，模拟车辆的制动过程，整体地检验整机的动态性能，包含寄生阻力扣除逻辑。③滚筒附着系数测试，专用的测试车辆或者装置，测量最大的制动力跟相应的轮荷的比值，了解滚筒的表面状态。

作用：检定后能全面地看看制动台的计量性能合不合格，发现不合格项就调整、维修甚至更换部件，出具检定证书，让它获得法定的计量地位，检定周期一般一年以内。

期间核查与内部质量控制

两次周期检定间隔期，检测机构应主动地开展期间核查，尽早地察觉设备性能的异常变化。

核查的方法：①固定式的核查装置法，台体安装可重复地施加固定力值的装置（如带有压力计的液压缸或者气动缸），按固定的时间施加一个或者几个特征点的力值，记下示值变动的情况。②标准车辆/测试块法，用一辆性能稳定的“标准车”或者已知制动力范围的“惯性测试块”，按固定的时间实行测试，比照以往的数据，看看结果是否稳定。③多台对比法，使用同一检测站，用同一辆典型车辆于不同的制动台实行测试，对比结果差异。

数据分析：建立期间核查控制图，将每次核查结果绘制在图

上，通过观察数据点是否超出控制限或表现某种趋势，来判断设备状态是否受控。

基于统计过程控制（SPC）的数据监控

利用检测线计算机系统对日常检测数据实行自动化统计分析，是实现实时预警的高级手段，其监控参数可选取“同车型同型号车辆的平均制动力”、“制动力不平衡率的统计分布”、“一次性检测合格率”等指标；预警逻辑则是当某个监控指标在连续一段时间内出现显著偏移并超出预设的统计控制限时，系统自动报警，以提示技术人员特定工位的设备可能存在问题。这一机制的作用在于将故障发现从“被动响应”转变为“主动预警”，然后可以在设备性能刚刚出现劣化苗头时及时干预，避免产生大量无效检测数据。

计量保障体系的集成应用

一个健全的计量保障体系应实现上述技术的联动。譬如：日常维护记录可作为期间核查频率调整的依据；期间核查发现的异常趋势，可触发提前实行非计划的检定或维修；而周期检定的结果，又可用于修正和改良SPC监控模型的参数与控制限。三者形成闭环管理。

实践中，某区域的机动车检测联盟建立跨机构计量保障云平台，完成滚筒制动台数据共享与分析，平台汇集联盟全部检测机构的设备检定记录、期间核查数据、日常检测的SPC监控结果，构成区域级的设备性能大数据池，技术人员可凭借平台对比不同机构同型号制动台的性能衰减规律，识别共性的问题并且制定针对性改良方案；同时，平台还有着远程诊断功能，当某机构设备出现SPC预警时，联盟专家使用共享的数据快速地定位问题根源，帮助现场人员开展准确排查以及修复。另外，集成体系也要融合设备全生命周期管理，包含设备采购阶段的计量特性验证、服役期内的动态性能监控及报废阶段的计量数据归档，保证每台制动台的计量历史能追溯也能分析，譬如，某检测机构引进新的制动台时，先按照检定规程完成首次检定，再积累3个月SPC数据建立初始的监控模型，后续融合期间核查结果持续地改良，直至设备退役，其完整的计量保障档案依然可当作同类设备选型的参照依据。这一种全链条、跨维度的集成应用，不只增进了单台设备的稳定性，更加助推了区域内机动车制动性能检测水平的整体协同增强，让道路安全更加有保障。

计量保障体系的工程验证

验证对象与基线状态

选取浙江省某检测机构一台服役6年的滚筒制动台（编号BT06）作为验证对象。该设备此前仅依赖年度检定，最近一次检

定证书显示值误差合格，但重复性已达2.1%，接近JJG 906规定的2.5%限值。该设备对应工位的制动项目一次性合格率在过去3个月为91.3%，显著低于同站另一台较新制动台的95.2%。两台工位的车型分布与操作人员一致，因此合格率差异主要归因于设备自身性能衰减。若维持现状，因设备偏差而非真实制动缺陷导致的误判会混入不合格车辆，既增加复检工作量，也削弱检测公信力。

维护前执行一次全项目期间核查，结果如表1所示。零值误差超差与转速差超限共同指向机械传动系统的劣化。拆解滚筒轴承发现润滑脂干涸结块，右侧轴承滚道出现轻微剥落。轴承间隙增大后传感器受力点发生变动，润滑不良则使寄生阻力随滚筒旋转角度周期性波动。这两类机械缺陷在静态标定时不易完全暴露，却会持续干扰动态测试结果。

维护干预与中期核查

基于以上诊断，执行以下维护措施：更换两侧滚筒轴承，清洁并重新润滑；更换第三滚筒表面磨损的橡胶套，调整弹簧预紧力至出厂值；清理滚筒表面积聚的橡胶粉末和油污。维护完成后再次核查，寄生阻力从42 daN降至28 daN，零值误差收窄至±2.3 daN，转速差降至2.1%，重复性降至1.6%。此时设备各项参数均满足规程要求，但示值一致性系数仍为0.89，略低于0.90。这说明仅靠一次性维护不足以完全恢复检测稳定性，必须引入持续监控机制。

随后启动期间核查与统计过程控制。每周一使用固定液压加力装置在三个特征力值（500 daN、1000 daN、1500 daN）下采集示值偏差，绘制控制图。同时从检测线管理系统中抽取典型车型（大众朗逸）后轴制动力的日均值作为SPC指标，控制限设为均值±3倍标准差。

SPC预警与闭环整改

实施后第二周，SPC图显示后轴制动力日均值连续4日下降，从1120 daN降至1060 daN。该趋势触发了预警规则（连续4点中3点落在中心线同一侧且偏离超过1倍标准差）。现场排查发现滚筒表面再次积聚橡胶粉末和油污，附着系数明显降低。清理后次日均值回升至1115 daN。若无SPC预警，这一问题将持续影响后续上百辆车的测试结果，且只有在下次期间核查或客户投诉时才会暴露。

第11周，核查装置在1000 daN特征点的示值偏差超出控制上限。追溯发现液压加力器轻微泄漏，导致施加的实际力值偏低。及时维修后偏差回归正常范围。第18周，左右滚筒转速差监测指标出现向上趋势。经诊断为变频器参数随时间漂移，重新校准后消除。

表1 设备A维护前关键计量参数

参数	实测值	规程限值	判定
零值误差/daN	±6.2	±5.0	不合格
左右滚筒转速差/%	6.5	≤3.0	不合格
重复性/%	2.1	≤2.5	临界
寄生阻力/daN	42	—	偏高
制动力示值一致性系数	0.84	≥0.90	不合格

表2 计量保障体系实施前后关键指标对比

指标	实施前	实施后	变化
制动力示值一致性系数	0.84	0.93	+0.09
制动项目一次性合格率/%	91.3	96.8	+5.5
重复性最大偏差/%	2.1	1.3	-0.8
零值误差/daN	±6.2	±2.1	改善
期间核查执行率/%	12	100	+88
SPC有效预警次数	0	3	—

体系实施后的效果对比

持续运行6个月后再次进行全项目核查，与基线状态对比如表2所示。从因果链条分析，维护前的重复性差和高零值误差源于轴承磨损和润滑失效，维护后机械状态恢复，重复性自然改善。SPC预警之所以能提前发现滚筒表面污染，是因为污染先导致附着系数下降，附着系数下降使同车型平均制动力系统性降低。这一趋势在4天内即可被统计检测捕捉，而人工日常巡检很难凭肉眼判断附着系数是否变化。整套体系的核心逻辑是不等待检定周期到来，而是通过持续数据反馈反向定位故障环节，使维修从被动响应转为主动干预。

验证的局限性与后续方向

该验证仅针对单一设备且周期为6个月，尚未覆盖滚筒表面严重磨损、传感器永久漂移等长周期退化模式。此外，SPC指标选取依赖于同车型样本量。该机构朗逸车型占比高，样本充足；对于保有量少的车型，日均值波动较大，误报率会上升。后续需在多设备、多车型条件下验证控制限的自适应设定方法，并探索基于物联网的实时寄生阻力监测，以进一步提升预警的及时性和准确性。▲

整车式电子汽车衡与联体秤的应用

文/程勇 朱朝晖 吴疆 (陕西省榆林市计量技术研究院)

当前国内公路计重收费与超限治理工作持续深入,为了确保计量数据精准可靠、执法工作公正规范,需高精度动态称重设备提供硬件支撑。本文以国家现行计量检定标准为依据,从技术实现逻辑、结构设计特点、计量性能、现场安装适配性及工程应用效果等角度,对整车式电子汽车衡和联体秤进行全面对比分析。实际应用中,整车式电子汽车衡采用整车完整上秤直接称量的方式,静态条件下精度表现优异,可满足法定检定的全部要求。联体秤则通过短台面采集轴重信息,再借助算法完成整车重量合成,动态运行时稳定性更强,对不同地形与场地的适配性更突出,整体建设投入与后期维护成本也更具优势。结合现场实际条件合理选型并规范使用,能有效提升称重系统运行稳定性与车辆通行效率,为公路称重系统的设计建设提供更贴合实际工程的参考。

公路运输是支撑现代物流体系运转的重要支柱,而货车超限超载带来的隐患不容忽视。这类行为不仅会加快路面与桥梁结构的损耗速度,大幅缩短交通基础设施的使用年限,还会直接降低货车制动效果与行驶操控稳定性,显著提升道路交通事故发生概率。推进精准计重收费、落实常态化超限检测,是规范运输市场秩序、保护道路公共资源、守护行车安全的重要手段。在整个系统中,称重设备的计量精准程度、长期运行稳定性、对复杂环境的适应能力及车辆通过效率,都会直接影响公路运营管理水平与执法工作的公平公正。目前在公路动态称重领域,整车式电子汽车衡与联体秤是应用范围最广、使用场景最多的两类设备,二者在机械结构形式、传感工作方式、称重实现逻辑、适用工程场景等方面都存在明显区别。把这两种设备的技术特性、工程适配能力与规范使用要点系统梳理清楚,推动设备选型与现场工况精准匹配,有助于提升公路称重系统整体建设质量,强化超限治理的实际效果,保障公路交通系统长期稳定、安全高效运行。

整车式电子汽车衡技术分析

工作原理

整车式电子汽车衡采用全承载直接称重模式,车辆完整驶上刚性秤台,由多点传感器直接采集整车重量,经信号处理后输出静态/动态称重数据,严格遵循动态公路车辆自动衡器(JJG 907)标准。

结构设计

整车式电子汽车衡采用模块化箱型梁结构,单台最大长度21 m,可覆盖主流货运车型,秤台采用高强度型钢焊接,整体刚度 $\geq 2.5 \times 10^8 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$,抗冲击系数 ≥ 1.8 ,可承受长期重载碾压。传感器居中安装,消除偏载杠杆效应,受力均匀;台板间半月板锁合,自动校正车辆行驶姿态;前固定式拉杆限位,抗水平冲击力 $\geq 50 \text{ kN}$ 。碾压区采用纹饰钢板喷砂防滑,防滑等级 $\geq$ 国标2.0级;两侧预留维修手孔,便于传感器拆装与清淤。

计量性能

整车式电子汽车衡静态称重符合GB/T 7723-2008,精度Ⅲ级,误差 $\leq \pm 0.1\%$;动态称重符合GB/T 21296.1-2020,精度Ⅰ级,误差 $\leq \pm 0.5\%$,数据全程可追溯、可复核。设备采用单车单秤模式,需车辆完整上秤、稳定停留、完全下秤后采集数据,避免多车压秤导致的重量耦合。

安装布局与短板

跨亭式布局为优先推荐方案,车辆缴费时停于秤台,支持动态复合称重,动态误差超标时可直接切换静态复秤,缩短后车等待距离,通行效率提升约20%。前置式布局适用于连续跟车,但单车单秤模式下效率偏低。坡道安装需顺坡布置,并强化限位装置,防止秤体位移与传感器偏移。设备的核心短板在于大台面基础施工复杂、工期长、造价高(较联体秤高约40%);对地基沉降(允许值 $\leq 20 \text{ mm}$)、车道坡度($\leq 1.5\%$)敏感;部件多、故障点多、运维成本高。整体结构如图1。

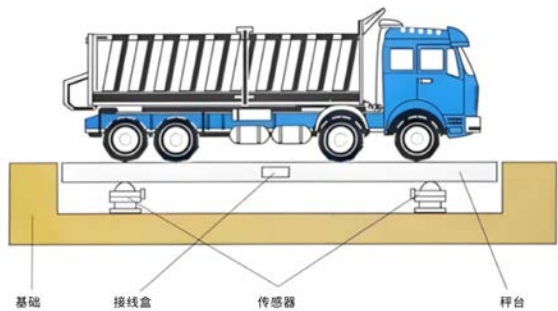


图1 整车式电子汽车衡秤台结构示意图

联体秤技术分析

工作原理

联体秤采用短台轴重采集+算法合成总重模式，1.6 m短台面采集单轴重量，经神经网络算法（GB/T 35637）处理轴重、轴距、轴型、胎型等参数，合成整车总重，动态抗干扰能力强。

结构设计

联体秤采用上翻梁式短台结构，台长1.6 m、宽度适配普通/超宽车道，体积小、重量轻，地基承载力要求 ≤ 120 kPa，适配山区、窄场地与坡道。设备配备高精度剪切梁传感器，响应快、线性好，单轴额定载重30 t、最大过载200%（引自GB/T 7721），满足重载检测需求。短台面设计减小了地基变形与坡度影响，对S型行驶、点刹、跳称等行为抑制能力强。

计量性能

联体秤静态精度为Ⅲ级，误差 $\leq \pm 0.2\%$ ；动态精度为2级，动态称重误差不大于 $\pm 1\%$ （依据JJG 907-2019）。系统关键指标为响应时间 ≤ 5 ms、单车道MTBF ≥ 20000 h、年均故障率 $< 1\%$ （厂商实测统计）；轮轴识别器故障时自动切换台体识别程序（基于压力分布特征提取，符合GB/T 28835），保障连续运行。

通行效率与短板

联体秤支持排队连续过车，无需人工引导，丢轴/丢车率 $< 0.1\%$ ，通行效率较整车式提升约50%，可同步输出轴重、轴组重、总重、行驶状态，适配计重收费与超限检测双业务。其核心短板在于静态原始精度低于整车式，在高精度执法场景中不可替代整车式设备。

核心技术对比分析

关键性能参数对比如表1。

表1 整车式电子汽车衡与联体秤核心技术参数对比

对比维度	整车式电子汽车衡	联体秤
称重原理	全承载直接称重	短台轴重+算法合成
静态精度	Ⅲ级（ $\leq \pm 0.1\%$ ）	Ⅲ级（ $\leq \pm 0.2\%$ ）
动态精度	I级（ $\leq \pm 0.5\%$ ）	2级（ $\leq \pm 1\%$ ）
响应时间	≥ 200 ms	≤ 5 ms
通行效率	单车单秤，效率一般	连续称重，效率高50%
结构尺寸	长18~21 m，占地大	长1.6 m，占地小
地基要求	高（承载力 ≥ 200 kPa，沉降 ≤ 20 mm）	低（承载力 ≥ 120 kPa，沉降 ≤ 50 mm）
建设成本	基准值100%	约65%（低35%）
年均故障率	3%~5%	$< 1\%$
适用场景	高速主线、省级超限站	山区、匝道、大流量干线

核心差异总结

从计量精度看，整车式采用直接称重模式，误差来源少，数据原始性强；联体秤则依赖算法补偿实现动态称重。从环境适配看，整车式刚性大台面抗冲击性能突出，但对地基沉降与车道坡度较为敏感；联体秤短台结构紧凑，地形适应性强，施工安装更为便捷。在运行模式上，整车式采用单车单秤的工作方式，时序控制严格；联体秤则依托智能算法实现连续过车，抗干扰能力强，通行效率更高。从运维成本看，整车式部件数量多、维护流程复杂、计量标定要求严格；联体秤结构简单、故障点少、标定周期长，整体运维成本可降低40%以上。

选型原则、使用规范与运维管理

设备选型原则

在高精度执法场景，例如高速公路主线收费站、省级固定超限检测站等对计量准确性要求极为严格的场所，应优先选用整车式电子汽车衡。该类型设备能够确保计量结果具备可检定性与可追溯性，从而在执法过程中有效减少计量纠纷，保障执法公信力。而在复杂地形条件或大流量通行场景，诸如山区公路、匝道出入口、场地狭窄区域以及存在坡道的路段，则应优先考虑采用联体秤。此类设备能够在保证称重功能稳定的前提下，更好地兼顾车辆通行效率、设备综合成本与系统运行可靠性。对于交通流量大、功能要求多样的枢纽型站点，可采用组合式部署方案：在主车道区域使用联体秤以确保车辆快速通行，维持整体效率；同

时，专门配置1~2条车道安装整车式电子汽车衡，专门用于对超限嫌疑车辆进行精确复核，以及对产生争议的称重结果进行复核。这种组合策略巧妙地实现了高效率通行与高精度计量之间的动态平衡。

使用规范建议

在设备运行过程中，必须严格执行单车单秤的作业模式，严禁车辆连续跟车过秤，以避免因多车同时上秤或动态干扰导致的计量误差超限，并防止因此引发的计量检定失效问题。在通行秩序管理方面，建议采用红绿灯信号控制系统来替代传统的栏杆机，以此引导车辆有序、间隔通过秤台，既能有效减少交通拥堵，也能降低车辆对秤体设备的瞬间冲击，延长设备使用寿命。在安装环节，布局上应优先采用跨亭式安装方式；若必须在坡道安装，需确保秤台顺坡方向布置，并特别加强限位装置的牢固性与可靠性。此外，秤台前后的引道长度应不少于3 m，且引道平整度需控制在每米不超过3 mm的范围内，以最大限度地减少车辆颠簸带来的称重误差。

运维管理建议

对于整车式电子汽车衡，应建立每6个月进行一次周期性标定的维护制度，标定工作的重点包括检查秤台偏载情况、监测地基是否发生沉降、检测各传感器受力状态是否均匀，并对秤体底部进行清淤和紧固件检查。对于联体秤，则建议将标定周期设定为每年一次，重点核查核心称重算法的运行稳定性、轮轴识别与计数的准确性、各传感器响应的一致性，以及是否存在丢轴或误判轴型等现象。日常巡检工作需每日开展，检查内容包括秤体有无位移、传感器工作状态是否正常、所有线缆是否完好无损；每月应进行一次限位装置的校验与调整，并清理秤台及周围的杂物；每季度则需对设备地基的沉降情况以及安装坡度的变化进行一次系统性评估。

故障模式与处理策略

整车式电子汽车衡的常见故障主要包括：一是偏载超差，处理策略是重新调平秤台、紧固松动的限位装置并对相关传感器进行校准；二是地基沉降，处理策略为对沉降区域的基础进行加固处理、重新找平秤台，并建立定期监测机制；三是传感器损坏，处理策略是更换为同型号、同规格的传感器，并完成更换后的系统重新标定。联体秤的常见故障则包括：一是丢轴或轴型误判，处理策略为清洁光学或感应式识别器、重新校准识别算法并检查相应传感器的工作状态；二是动态称重误差超标，处理策略为优化系统参数设置、升级称重算法软件并检查秤台台体的平整度是否符合要求；三是信号传输受到干扰，处理策略为优化屏蔽线缆的布线、加强接地措施的有效性。

电磁兼容性（EMC）分析

公路称重现场环境复杂，普遍存在高压输电线路、雷达测速设备、通信基站、过往车辆自身电器系统等多种强电磁干扰源，这些干扰极易导致称重数据发生漂移、传输信号异常甚至造成设备死机重启。干扰主要来源于工频电场、射频辐射干扰、静电放电以及雷击引起的浪涌冲击。为有效应对上述电磁干扰，确保设备稳定运行，应在设计与安装环节采取多重防护措施：设备外壳应采用防护等级不低于IP65的电磁屏蔽材质制造；所有信号传输线缆必须使用屏蔽双绞线，并穿金属管进行敷设以增强屏蔽效果；设备接地系统的电阻值应不大于4 Ω ；必须在电源及信号端口加装防雷器和浪涌保护器；同时，设备安装位置应尽可能远离已知的强电设备，保持至少5 m以上的安全距离。

研究局限与展望

研究局限

本文以定性对比与现有标准数据为主，缺乏不同车速（5~20 km/h）、不同轴型、不同坡度下的实测精度对比数据；故障分析以常见问题为主，缺少长期（3~5年）全生命周期故障率统计；电磁兼容性仅提出应对措施，缺少现场干扰测试数据支撑。

未来展望

未来的研究方向主要集中在三个方面：一是智能化升级，融合人工智能算法、物联网与边缘计算技术，实现称重设备的自动故障诊断、远程标定与数据云溯源，提升无人值守场景下的运行可靠性；二是技术融合，研发整车式与联体秤的复合称重设备，兼顾高精度计量与高效率通行，适配更多复杂应用场景；三是标准完善，推动动态称重设备在电磁兼容性、环境适应性、长期稳定性等方面的专项标准制定，进一步规范行业应用。 **A**



汽车与配件 AUTOMOBILE & PARTS

关注《汽车与配件》全媒体平台
获得最新行业资讯

官方微信 / 官方微博 / 官方网站 / 电子杂志



广告

入驻
平台

