汽车与配件
AUTOMOBILE & PARTS

2026 / 18
第46卷·总第1432期
定价RMB 10元



从“卖零件”到“卖运行时间”
法兰克福汽配展三大变局，中国展商迎价值出海临界点

8月新能源渗透率再创新高，燃油车真的“卖不动”了吗？

全球电动车普及与补能基础设施发展趋势洞察

IAA 2026：零碳与智驾成为主旋律，中国商用车产业集群亮相汉诺威

2026年AQR结果发布：汽车行业质量承压，智能与三电成核心挑战

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 18

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


automechanika
SHANGHAI
2026年12月2至5日
中国·国家会展中心（上海）
创变·融合·
可持续发展
上海国际汽车零配件、维修检测诊断设备及
服务用品展览会
www.automechanika-shanghai.com
微信公众号
观众预登记
messe frankfurt
中机国际
SINOMACHINT

广告

广告

NGK
SPARK PLUGS

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



秋深处，正是锻“链”时

时序入秋，九月过半。窗外的梧桐把影子拉得很长，产业里的风却一点没慢下来。

这里的锻“链”，锻的是产业链、供应链、创新链，也是价值链。汽车行业的升级，不止是整车产品的迭代，更是汽车与配件全产业链的能力升级。如今的汽车竞争，转向智能座舱、高阶智驾、电池技术、车规芯片等领域的硬核较量，配件产业链的技术实力、品控能力、创新速度，已然成为车企突围的核心底气。

这一期付印时，行业正同时面对两条主线：一边是“十五五”智能网联新能源汽车发展蓝图徐徐铺展，产能预警、标准升级、账期治理、软件质量与缺陷管理等规范体系持续完善，推动行业迈入规范化、高质量发展新阶段；一边是全球市场机遇与挑战并存。中国汽车出海步伐持续加快，新能源汽车出口占比稳步提升，成为全球汽车绿色转型的重要力量。产品走向海外只是第一步，真正的全球化，还意味着品牌、技术、供应链、设计、服务及文化表达，全方位融入不同海外市场。

行业评价与监管导向，不再只看“跑得多快、铺得多大”，而是在问“跑得稳不稳、供得靠不靠、修得明不明白”。

九月下半月，距离年末已经不远。对于汽车行业而言，这或许又将是一个充满变量的秋天。但变化并不可怕。真正值得思考的是：在快速变化的产业环境中，我们能否守住那些真正具有长期价值的东西？

汽车工业已经走过百余年。从燃油时代到电动时代，从机械时代到AI时代，每一次技术革命都在重新定义汽车。而今天，我们恰好站在又一个转折点上。未来的汽车会是什么样？也许没有人能够给出完整答案。

这也是《汽车与配件》一直希望与行业共同完成的事情：记录变化，理解变化，见证中国汽车工业驶向更广阔的世界。每一期杂志，聚焦前沿技术，也致敬深耕技术的从业者；研判市场冷暖，也洞察行情背后的时代变化；观察企业发展，也关注企业面向未来的抉择；解读汽车产业，也见证汽车如何改变大众生活。

致敬每一位行业从业者：在仓库、产线、检测台和维修工位上，你们拧紧的，不只是螺丝，更是一辆车的信用，也是一个产业的下半场。

秋深不寒，锻“链”正好。



《汽车与配件》杂志总编辑

2026年9月



奎克好富顿电动车
工艺流体解决方案

从结构件到电机，再到电池壳体

我们拥有市场领先的工艺流体以及可实时测量、控制流体性能的在线平台QH FLUID INTELLIGENCE™，我们的解决方案能够助您在电动化的道路上更快的取得成功。

微信扫码观看奎克好富顿电动车
工艺流体解决方案视频

quakerhoughton.com

Quaker Houghton™
携手共进

广告

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9月28日出版（2026 NO.18 第46卷 总第1432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 Weiyuan
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

广告

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

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9月28日出版（2026 NO.18 第46卷 总第1432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　梅卿 autofree 快车道

平面媒体合作伙伴　轿车情报 auto.o

移动媒体合作伙伴　DM 电媒互动传媒 DIGITAL WORKSHOP

本刊网络合作伙伴

新浪汽车　凤凰网 汽车 auto.ifeng.com　腾讯汽车 AUTO.QQ.com　爱卡汽车 XCAR.COM.CN　YOUKU 优酷 世界都在看

广告

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

SEP' 2026 / NO.18 目次



18 8月新能源渗透率再创新高，燃油车真的“卖不动”了吗？

行业信息 / NEWS

12 2026年8月汽车工业产销情况

卿谈 / CONNECTIONS

18 8月新能源渗透率再创新高，燃油车真的“卖不动”了吗？

特别报道 / FEATURES

20 从“卖零件”到“卖运行时间”：
法兰克福汽配展三大变局，中国展商迎价值出海临界点

趋势 / TREND

24 全球电动车普及与补能基础设施
发展趋势洞察

专题 / FEATURES

27 IAA 2026：零碳与智驾成为主旋律，
中国商用车产业集群亮相汉诺威

34 博世以跨域创新与全球协同，
破解商用车提质与出海双重课题



24 全球电动车普及与补能基础设施发展趋势洞察



27 IAA 2026: 零碳与智驾成为主旋律，中国商用车产业集群亮相汉诺威



37 2026年AQR结果发布：汽车行业质量承压，智能与三电成核心挑战

热点 / HOT SPOT

37 2026年AQR结果发布：汽车行业质量承压，智能与三电成核心挑战

40 自主向上、合资转型、智驾下沉的背后，本届成都车展还透露出哪些趋势？

市场 / MARKET

42 零跑首位、理想反弹、鸿蒙承压，8月新势力销量谁在狂飙，谁在掉队？

44 2026乘用车第三方智驾供应商：国产替代提速，NOA赛道格局重塑

技术 / TECHNOLOGY

49 车载毫米波雷达零部件选型与智能驾驶环境感知匹配应用分析

54 基于PLC的汽车座椅装配线控制系统优化设计

57 聚丙烯汽车塑料电镀常见缺陷成因及解决对策

研究 / RESEARCH

60 新能源汽车检测与维修专业育训一体人才培养模式的探索

63 基于智能座舱的AIGC辅助车载HMI设计课程革新

66 多目标优化在新能源汽车能量管理中的应用

69 智能感知驱动下纯电动扫路车分层能效工业创新设计

广告索引

p2 上海国际汽车零配件、维修检测诊断设备及服务用品展览会

p3 特殊陶业实业（上海）有限公司

p5 奎克好富顿投资管理（上海）有限公司

p7 《汽车与配件》征订广告

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8月汽车工业产销情况

2026年8月，多地汽车消费补贴持续升级，车企促销活动活跃，汽车产销环比增长、同比小幅下降。其中，国内市场继续承压，销量同比降幅连续5个月超过20%；出口保持高速增长，月度出口量连续3个月超过100万辆；新能源汽车主导地位持续巩固，月度销量占比再创新高。

2026年8月，汽车产销分别完成268.4万辆和271.2万辆，环比分别增长4.3%和4.9%，同比分别下降4.7%和5.1%。2026年1—8月，汽车产销分别完成2025.5万辆和2031.5万辆，同比均下降3.8%。

2026年8月，乘用车产销分别完成236.9万辆和238.3万辆，环比分别增长5.5%和5.1%，同比分别下降5.3%和6.2%。2026年1—8月，乘用车产销分别完成1733.9万辆和1737.3万辆，同比分别下降5.4%和5.5%。2026年1—8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）产销增长，其他三大类乘用车品种产销呈不同程度下降。

2026年8月，商用车产销分别完成31.5万辆和32.8万辆，产量环比下降3.8%，销量环比增长3.6%，产量同比下降0.1%，销量同比增长3.8%。2026年1—8月，商用车产销分别完成291.6万辆和294.2万辆，同比分别增长7.5%和7.2%。

2026年8月，客车产销分别完成4.9万辆和5.2万辆，产量环比下降1.5%，销量环比增长10.4%，同比分别增长8.7%和16.7%。2026年1—8月，客车产销分别完成37.6万辆和37.8万辆，同比分别增长7.4%和7.5%。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8月，货车产销分别完成26.6万辆和27.6万辆，产量环比下降4.2%，销量环比增长2.5%，产量同比下降1.5%，销量同比增长1.7%。2026年1—8月，货车产销分别完成254万辆和256.5万辆，同比分别增长7.5%和7.2%。在货车主要品种中，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8月，新能源汽车产销分别完成165.3万辆和164.3万辆，同比分别增长18.9%和17.8%。2026年1—8月，新能源汽车产销分别完成1066.8万辆和1065万辆，同比分别增长10.8%和10.7%。

2026年8月，汽车国内销量完成170.1万辆，环比增长10.4%，同比下降24.2%。2026年1—8月，汽车国内销量1316.2万辆，同比下降21.8%。

2026年8月，汽车出口101万辆，环比下降3.2%，同比增长65.3%。2026年1—8月，汽车出口715.3万辆，同比增长66.7%。

数据来源：中国汽车工业协会

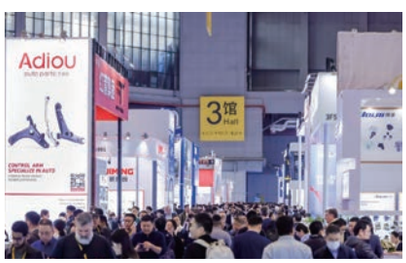
2026年Automechanika Shanghai聚焦生态协作与商用车转型

面对日益复杂的市场格局，企业的发展扩张正从单点突破转向生态化协同。这一转变推动了整个汽车产业网络的交互融合，使企业得以携手开拓全新市场空间，触达更多细分领域与广阔区域版图。同时，随着电动化在商用车市场的持续渗透，该趋势正变得尤为显著。Automechanika Shanghai将集中呈现这些趋势，助力行业参与者对接资源、共谋海内外发展机遇。本届展会将于2026年12月2—5日在国家会展中心（上海）举行，汇聚7600家参展企业，全面覆盖搭载多种动力总成的乘用车与商用车全矩阵产品。

全球汽车零部件市场增速持续攀升，推动着供应链体系重塑和变革。从内燃机到电驱动，从乘用车到商用车，各个领域的细分市场都在高速增长中不断创造新的价值空间。生态扩容正是供应链升级的重要方向，汽车企业正积极寻求多方合作，构建更具韧性与本地化优势的产业网络，与值得信赖的伙伴携手拓展市场。

在商用车领域，生态化发展则更为复杂。电动化与智能化转型正在快速推进，商用车及车队需要更多零部件、技术和服务来支撑整个供应链的出口。该领域可借鉴乘用车的既有经验，众多制造商正积极扩充产品线，以把握蓬勃发展的商用车市场机遇。

Automechanika Shanghai将汇聚7600家参展企业，横跨七大产品板块及多个特色专区，全面覆盖乘用车与商用车两大市场。



舱内传感器赋能乘员感知与防护，ZF LIFETEC升级自适应被动安全技术

作为全球领先的乘用车被动安全系统制造商，ZF LIFETEC推出一套融合乘员感知与乘员防护的一体化安全解决方案。企业将乘员监控与自适应约束系统相结合，开发出可依据乘员实际状态调节安全气囊与安全带保护策略的一体化安全方案，旨在为不同乘员提供更具个性化、自适应的防护能力，同时满足现行及未来欧洲新车安全评鉴协会（Euro NCAP）安全法规要求。在2026欧洲InCabin展会的演示车辆上，ZF LIFETEC将展示摄像头、座椅传感器、安全带传感器以及智能算法如何协同工作，构成一套完整的安全体系。

ZF LIFETEC工程高级副总裁哈拉尔德·卢茨表示：“座舱感知技术的真正价值不在于数据采集本身，而在于智能运用数据，提升乘员安全。”随着座舱设计革新、车辆自动化程度提升以及安全法规日趋严苛，高精度乘员检测的重要性持续凸显。与此同时，Euro NCAP发布至2030年的发展路线规划，愈发重视约束系统在防护过程中，能够兼顾不同乘员体型与坐姿。卢茨补充道：“车辆座舱愈发趋向个性化，能够识别乘员状态并对应调整防护功能的系统，其重要性也持续提升。因此，感知技术与约束技术的融合，将成为未来车辆安全的核心组成部分。”ZF LIFETEC将于2026年9月22—24日，在巴塞罗那举办的2026欧洲InCabin展会，展示底层技术与整套系统方案。

摄像头、座椅传感器和安全带传感器可采集乘员体重、位置与坐姿信息。通过整合多源数据，系统能够全面掌握乘员状态，以此作为自适应约束策略的基础。气囊与安全带可针对不同乘员和碰撞场景做适配调整。方案目标是提升防护性能，同时应对现代汽车座舱日益复杂的挑战。



途虎养车成为2026世界技能大赛金牌赞助商

近日，途虎养车正式官宣成为2026世界技能大赛金牌赞助商。这是途虎养车首次牵手国际顶级职业技能赛事，途虎将围绕专业技师认证、赛事级技术标准及产教融合人才培养等方向展开深度合作，共同推动中国汽车后市场服务标准的升级。

作为全球影响力最广的职业技能顶级竞赛，2026世界技能大赛于9月22—27日在上海举办，这也是中国首次正式举办世界技能大赛。本届世赛以“技能改变世界，技能照亮前程”为核心主题，聚焦各行业顶尖技能比拼与技术革新。其中，车身修理、汽车技术、汽车喷漆三大赛项，与途虎养车深耕汽车养护的专业定位高度契合，也成为此次双方深度合作的核心基石。

深耕汽车后市场多年，途虎养车始终把技师技能、服务品质放在发展的核心位置。途虎养车相关负责人表示，此次牵手世界技能大赛，是企业对标国际优秀汽修能力的重要实践。途虎养车希望借助世赛这一全球技能舞台，把“金牌技能”标准从赛场带进途虎的每一家工场店，带给每一位技师和用户，转化为全国工场店可落地、可普及的日常服务标准。

“十五五”时期，中国汽车年销量有望达3500万~4000万辆

近期，车百会研究院理事长张永伟表示，“十五五”时期，中国汽车产业可期待的年销量为3500万~4000万辆。

在车百会研究院举办的媒体沟通会上，张永伟谈及中国汽车产业发展时表示，从长周期看，以燃油车为主的传统动能已逐渐迁移到电动化、智能化、全球化的新轨道上，这一基本架构已经形成，并且不可逆转。新动能中，电动化已成为主导，智能化逐年提升，国际化异军突起，有效支撑了产业大盘。

他进一步指出，从市场层面看，保持中国汽车市场稳定，既是汽车产业自身发展的需要，也是支撑宏观经济发展的重要任务。2026年中国汽车市场进入调整期，预计全年表现“以稳为主”，其中内需深度调整，出口形成有力支撑。从需求侧看，“十五五”时期，中国汽车产业可期待的年销量为3500万~4000万辆，其中，国内市场年销量2500万辆。

谈及汽车出海，张永伟表示，国际化带来难得的战略性机遇，也是产业转型的关键突破口。面对地缘政治、关税壁垒等严峻挑战，他建议积极构建全球化产业布局，并发挥跨国企业的作用。

保时捷与车主及粉丝共庆中国内地第100万辆新车交付里程碑

“尽享跑车日”全球社群共庆之际，保时捷邀请车主、粉丝欢聚一堂，共同见证品牌在中国内地市场的又一里程碑时刻——第100万辆新车正式交付。

在交车仪式上，保时捷中国首席运营官尉岚峰亲手将钥匙递交到第100万位车主手中。这一数字背后，既印证了保时捷在中国市场二十五载耕耘的坚实步伐，更承载着中国客户对品牌的信任、热爱与忠诚。同时，这也标志着保时捷在中国内地市场由此迈入一个全新的发展阶段。

尉岚峰表示：“过去二十五年间，保时捷深耕中国内地市场，始终以打造卓越的跑车产品为使命。百万次的交付，代表了百万次的信任，也是百万次梦想的回响。我们为无数心怀跑车梦的人们带来超越期待的产品与服务，更以跑车而连结起一个强大的粉丝社群，令赛车精神在这片土地生根发芽、枝繁叶茂。站在100万辆新车交付的新起点，我们满怀感激，这也将激励我们与每一位保时捷爱好者继续并肩驰骋，共赴下一程。”

中国内地第100万台保时捷车主靳先生，是与品牌结缘十余年的资深车主。在他看来，保时捷的设计美学与扎实的制造实力，都与他自身的价值取向高度共鸣。

面对百万交付这一里程碑的达成，靳先生表示：“很荣幸成为这百万分之一，在如此特别的日子里与保时捷社群同享这份惊喜。多年来，保时捷早已融入我的工



作和生活，不只带给我驾驶的乐趣，更是一种无可替代的生活方式与精神寄托。我希望保时捷能够初心不改，依然保持那份对跑车的执着和对人的温度，继续陪伴我们这些爱车的粉丝，驶向更远的路，遇见更美的风景，创造更多的非凡时刻。”

面向未来，保时捷将继续深耕中国市场，以优质产品和服务回馈热爱，与中国本地社群一同开启下一个二十五年的崭新征程。

中国香港：便利跨境车辆往来，推进跨境自动驾驶发展

2026年9月16日，中国香港特区政府正式公布《香港特别行政区经济和社会发展第一个五年规划（2026—2030年）》。

中国香港特区行政长官李家超表示，便利跨境车辆往来，推进跨境自动驾驶发展；继续优化便利跨境车辆往来的措施（包括“港车北上”及“粤车南下”）、推动充电基础设施互联互通，更有效地回应与日俱增的跨境出行及通勤需求。中国香港将主动规划并落实具战略意义的跨境自动驾驶示范项目，推动其规模化和商业化发展。

东风建行业首个光氢电一体化智慧能源站

近日，东风汽车完全自主研发的行业首个光氢电一体化智慧能源站（SHES）在新疆柯坪县盖孜力克镇玉斯屯喀什艾日克村建成落地。该能源站的投运为当地提供了一套完整的清洁能源系统，支持离网独立供电与并网调峰。该能源站采用20尺集装箱式设计，内部集成光伏发电、储能电池、PEM电解水制氢、固态储氢和燃料电池五大核心系统。依托智慧能源管理平台，系统可自动切换运行模式：日间光照充足时光伏优先供电，富余绿电转化为氢气储存；夜间或阴天由电池平抑波动，电量不足时自动启动燃料电池发电；电网故障时则自动切换至离网运行，保障供电连续性。其中，固态储氢环节可在常温常压下安全储存氢气，具备储氢密度高、无泄漏风险等特点。

上汽通用五菱在印度、印尼、埃及等多国市场推进车型量产

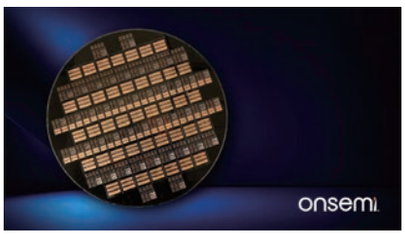
近期，上汽通用五菱在印尼、泰国、越南、菲律宾、印度、墨西哥、埃及等市场推进项目节点，产品覆盖新能源乘用车与商用车。在印度市场，F520SREV于8月26日上市，9月3日通过SOP-PQRR审议进入量产阶段，累计订单超1万辆。在印尼市场，E112CR于9月10日开启SOP阀门，累计下线1923辆并交付1012辆；E260RMY26车型完成迭代开发，已协同供应链完成1440辆套量产订单交付。在埃及市场，310SCKD项目于9月3日实现SOP，该车型首次导入埃及市场。在泰国与中国香港市场，E112CR于9月9日开启S&SOP阀门，首批216辆量产订单车下线。在越南市场，F520M、N510M与E110C三款车型CKD项目已实现总装下线。在菲律宾市场，N350VEV9座客车投产，适配欧标充电系统，从立项到投产耗时3.5个月。在墨西哥市场，F520S在墨西卡利通过48°C~51°C高温环境实车试验，计划于9月底SOP。

安森美推出嵌入式电源平台：面向AI时代的突破性架构

最近，安森美发布嵌入式电源平台（EPP），这是一项突破性架构，以硅晶圆本身作为封装载体，并引入高度集成的电源系统设计方法。EPP是可扩展的平台，从设计之初便整合电气、机械和热设计，面向AI、电气化和自动驾驶应用，帮助客户实现更高的功率密度、提升系统性能，并加速开发进程。

“几十年来，半导体和封装一直被视为两项独立技术。EPP通过使硅本身成为系统架构的一部分，改变了这一点，”安森美总裁兼首席执行官Hassane El-Khoury说，“EPP将先进半导体技术、制造能力以及系统级优化整合到一个通用架构中，并可随未来创新不断演进。这一方法有望重新定义电源系统的构建方式，并为AI基础设施、电气化和自动化奠定新的基础。”

EPP重新定义封装在系统架构中的作用，使其从被动的物理外壳转变为提升系统性能的关键组成部分。通过采用硅晶圆本身作为封装载体，EPP可在高度集成的晶圆级架构中，无缝集成并互连硅、碳化硅（SiC）和氮化镓（GaN）技术。FET、驱动器和控制器等多个器件可共同嵌入单一封装中，并针对电气、热和机械性能进行协同优化。这使完整的电源系统协同设计成为可能，设计人员从设计初期即可同步评估和优化电气、热和机械特性，从而提升功率密度和系统性能，降低开发复杂性，并加快产品上市进程。

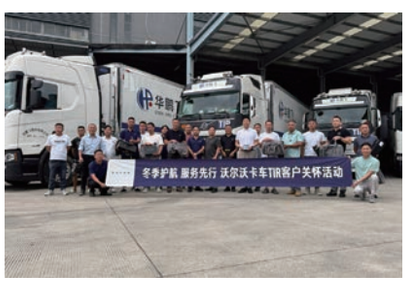


EPP还借助安森美的标准12英寸硅晶圆制造能力，将关键集成工艺纳入半导体晶圆厂的精密制造与控制体系。这意味着可将成熟的半导体设计工具、晶圆级制造和先进仿真能力应用于电源系统集成，有助于提升性能并加速创新。

斯巴鲁公司是EPP首批早期合作伙伴之一，正与安森美合作评估该平台如何支持未来电动化汽车架构。通过此次合作，斯巴鲁将提前获得工程样品、仿真模型和技术资源与支持，双方将共同探索如何提升车辆性能、简化开发流程并加速创新。

冬季护航，服务先行——沃尔沃卡车启动2026年TIR客户关怀活动

随着TIR（国际公路运输）持续发展，越来越多中国运输企业依托不断完善的跨境公路网络，深入连接欧亚市场，运营版图不断拓展，运输距离日益延伸。与此同时，冬季低温、冰雪等复杂环境对车辆可靠性、运营效率和运输安全提出了更高要求。为积极应对冬季运营挑战，沃尔沃卡车正式启动2026年TIR客户关怀活动。



2026年9月至2027年2月期间，沃尔沃卡车将携手全国授权经销商，围绕车辆检测与维保、冬季驾驶培训、驻点服务以及专业技术支持等多个维度，为参与活动的客户提供贯穿整个冬季运营周期的专项保障，以更加主动、系统和全面的服务支持，提升车辆出勤率和运营效率，助力跨境运输企业高效连接欧亚市场，确保跨境运输业务安全、顺畅运行。

沃尔沃卡车中国服务副总裁郭力表示：“对于跨境运输企业而言，冬季运营往往伴随着更加严峻的挑战。极寒天气不仅考验车辆性能，也对驾驶员操作和服务保障能力提出了更高要求。沃尔沃卡车始终关注客户真实运营需求，希望将服务支持进一步前移，覆盖车辆准备、驾驶员培训及运输途中的专业响应等关键环节。此次客户关怀活动，不仅是一次冬季服务行动，更是沃尔沃卡车围绕客户运营场景打造的系统性保障计划。我们期待通过更专业、更主动的服务支持，帮助客户从容应对冬季运营挑战，让每一程跨境运输更加高效、稳健、安心。”

近年来，TIR正在成为连接中国与欧亚市场的重要跨境运输方式之一。根据国际道路运输联盟（IRU）数据，2024—2025年，中国获许可的TIR运输企业数量增长近45%，TIR车辆数量接近此前三倍。目前，中国已有超过50个口岸及内陆城市开展TIR业务，跨境TIR线路超过80条，覆盖电商、冷链、重型货物、电子产品等多元运输需求。

FIAA 2026首秀，苏州金龙海格重磅产品亮相西班牙马德里

9月22—24日，苏州金龙海格客车将首度登陆西班牙马德里国际客车展（FIAA 2026），迎来其在南欧顶级行业舞台的惊艳首秀。作为南欧最具影响力的客车行业盛会，本届FIAA汇聚全球100余家整车与供应链企业，覆盖从车辆制造、新能源技术到数字化出行服务的完整产业价值链。苏州金龙海格将携多款重磅产品登场，覆盖城际客运、旅游客运、零排放城市出行等多元运营场景，以硬核实力展现其深耕欧洲市场、深化全球布局的坚定步伐。

FIAA作为南欧客车行业的标杆舞台，正是苏州金龙展现实力底蕴与产品矩阵的最佳平台。此次展车阵容与FIAA 2026“电气化、技术、效率”的展会主题高度契合，而这三者恰是海格欧洲产品战略的核心所在。深耕欧洲市场多年，苏州金龙海格始终致力于为欧洲运营商提供覆盖全场景的产品解决方案——无论是高端旅游出行，还是零排放城市公交服务，皆能提供精准适配之选。

作为FIAA首秀，本届展会苏州金龙重点展示四款明星产品：海格 V13——基于全新 V 系平台打造的 13 m旗舰客车，凭借高端乘客体验与灵活的柴油 / 电动动力选择，满足长途客运、旅游及包车运营需求；海格Azure 9——专为欧洲市场开发的9 m纯电低地板城市公交，兼具零排放、低地板大空间、低能耗与长续驶优势，适配城市及城郊线路；FENCER f6纯电城际巴士与f1纯电城市巴士底盘——同属高端零碳子品牌FENCER纯电产品矩阵，依托自研高度集成底盘，最大化释放驾乘空间，助力运营商创造更高收益，以前沿研发技术赋能欧洲绿色低碳发展。



地平线第1500万颗征程芯片搭载大众ID. AURA T6，HSD V2.1 即将推出

2026年9月15日，地平线在上海临港地平线科技园举办“地平线智驾芯片量产突破1500万见证仪式”。地平线创始人兼CEO余凯博士宣布，第1500万颗征程®芯片将搭载在一汽-大众全新合作车型——ID. AURA T6上。HSD V2.1版本即将推出，首发全场景倒车能力，体验再进一步。

一汽-大众汽车有限公司（商务）副总经理、一汽大众销售有限责任公司党委书记、总经理王胜利也来到仪式现场，公布余凯博士成为ID. AURA T6的001号车主。

从2015年作为首家聚焦深度神经网络计算方向的公司起步，到2025年征程6系列量产，再到2026年征程家族累计量产超1500万套，十一年时间，地平线完成了从“中国首款车规级智驾芯片”到“中国智驾芯片市场份额第一”的成果跨越，也完成了从市场跟随者到市场引领者的转变。在中国的大地上，每三台带有智能驾驶的汽车，有一台是搭载地平线的芯片。

地平线创始人兼CEO余凯博士在分享中表示：“规模，是对安全可靠最好的背书。”征程家族已累计出货超1500万套。有超800万辆车搭载征程芯片每日行驶在道路上。每一颗在路上跑的征程芯片，都是一次真实场景的验证。超千亿公里真实道路行驶里程，覆盖全球、全天候、全工况的泛化能力，让征程把真实道路经验转化为量产安全底气。



徐工汉境新能源重卡全球首发

9月20日，以“汉启智境 驭拓万疆”为主题的徐工全新一代新能源重卡全球发布会在江苏徐州举行。徐工集团旗下商用车板块徐工汽车正式发布面向干线物流的新能源重卡“汉境”。与以往面向港口、矿区、短倒运输的局部应用不同，这是新能源重卡首次以跨区域长途干线为主战场完成整体产品发布。

当前，徐工已构建起完整的三电技术与核心零部件产业布局，纯电动、混合动力、氢燃料电池三条技术路线均处于行业领先水平，在高效率电驱桥、高性能中央计算单元、智能座舱等关键核心技术领域取得重要突破，正加速成为全球领先、创新驱动的新能源商用车引领者。

2026年8月全国乘用车市场回顾

零售：2026年8月全国乘用车市场零售154.1万辆，同比下降23.6%，环比增长5.5%；2026年以来累计零售1171.6万辆，同比下降20.8%。8月国内乘用车市场呈现“总量弱修复、环比走强、结构极致分化”的运行态势，淡季尾部阶段正在“筑底蓄力”，行业结构性调整进一步深化。

2026年8月车市零售环比回升5.5%，是油价高位压制、宏观景气偏弱、政策预期升温、成都车展带动等多重因素交织共振的结果。地缘冲突持续困扰霍尔木兹海峡的通航，推动国际油价维持高位震荡，2026年国内汽油价格累计上调已超1720元/t，尤其7月底以来上涨了180元，大幅抬高了燃油车用车成本，国内燃油乘用车消费需求持续剧烈萎缩。

8月制造业PMI环比回升0.6%至49.8%，仍处于荣枯线之下，终端内需边际虽回暖但力度有限。8月上中旬高温假抑制终端到店客流、下旬成都车展带动市场热度回升、月末冲量拉动日均零售修复，终端订单与客流呈现前低后高走势。

此外，新能源安全新国标落地后合规产品集中迭代上市，技术门槛抬升推动行业从“价格内卷”转向“价值竞争”。叠加2026年7月政治局会议明确财政加力、加码扩内需促消费政策持续落地，为车市提供底部支撑，因此本轮市场下行属于阶段性结构性波动，并非行业趋势性恶化。

综合来看，2026年8月乘用车市场呈现五大鲜明特征：

其一，总量环比修复但同比仍承压，结构性分化极致放大，“燃油深度降温、新能源强势领跑”成为市场主线，高油价持续加速“油电替代”的节奏；

其二，燃油车全线收缩，8月燃油车零售同比下降超40%，近乎腰斩式下滑，普混车型相对抗跌；

其三，新能源渗透率持续突破新高，8月新能源零售100.5万辆，同比下降10.1%，环比增长5.7%，渗透率达65.2%，再创历史新高；

其四，出口持续发挥托底作用，有效稳住车企批发与产能，8月厂商批发235.3万辆，同比仅下降5.3%，环比增长4.5%，批发同比增速较零售高出18.3个百分点；

其五，行业库存持续下降，高油价冲击燃油车明显，经销商生存压力大、信心不足，国内“批售弱、零售不强”格局下渠道端持续承压。

出口：根据乘联数据，2026年8月乘用车出口（含整车与CKD）88.8万辆，同比增长77.8%，环比下降4.2%，占乘用车厂商销量38%（上月41%，2025年同期20%）。8月新能源车占出口总量的58.4%，较同期大幅增加18个百分点。8月自主品牌出口达到78.0万辆，同比增长82%；合资与豪华品牌出口10.8万辆，同比增长53%。

生产：2026年8月乘用车生产234.8万辆，同比下降4.5%，环比增长5.7%。8月豪华品牌生产同比下降24%，环比增长2%；合资品牌生产同比下降26%，环比增长14%；自主品牌生产同比增长4%，环比增长4%。

批发：2026年8月全国乘用车厂商批发235.3万辆，同比下降5.3%，环比增长4.5%；受出口暴增的促进激励，8月乘用车批发同比增速较零售增速高出18.3个百分点。

8月自主车企批发182.2万辆，同比增长5%，环比增长5%。主流合资车企批发33.3万辆，同比下降32%，环比增长6%。豪华车批发20万辆，同比下降24%，环比下降3%。

8月乘用车主力厂商总体批发格局持续变化，上汽乘用车、零跑汽车、极狐汽车、理想汽车、广汽埃安、北京汽车等车企实现同比20%以上高增长。8月车市集中度进一步推升，10万辆以上批发销量的乘用车厂商7家（7月为5家，2025年同期6家），占整体市场份额59.1%（上月50%，同期50%）。5万~10万辆批发量的乘用车厂商份额占比15.0%（上月19%，同期23%），1万~5万辆批发量的乘用车厂商份额占比23.9%（上月27%，同期25%）。

库存：由于2026年8月厂商生产安排极其谨慎，8月厂商批发高于生产0.5万辆，而厂商月度国内批发低于国内零售7.6万辆。2026年去库存特征突出，1—8月总体乘用车行业库存下降73万辆（2025年同期下降31万辆、2024年同期下降76万辆、2023年同期下降20万辆）。

新能源：2026年8月新能源乘用车生产达152.8万辆，同比增长19.2%，环比增长5.0%。1—8月累计新能源乘用车生产达到975.8万辆，同比增长9.8%。

8月新能源乘用车批发销量达到151.0万辆，同比增长16.4%，环比增长3.9%；1—8月新能源乘用车批发销量达到977.8万辆，同比增长9.1%。

8月新能源乘用车市场零售100.5万辆，同比下降10.1%，环比增长5.7%；1—8月新能源乘用车市场零售667.4万辆，同比下降12.1%。8月常规燃油乘用车零售54万辆，同比下降40%，环比增长5.1%。

8月新能源乘用车厂商出口51.8万辆，同比增长154.7%，环比下降5.0%；1—8月新能源乘用车厂商出口332.9万辆，同比增长135.1%，8月常规燃油乘用车出口36.9万辆，同比增长25%，环比下降3%。

数据来源：乘联分会

8月新能源渗透率再创新高，燃油车真的“卖不动”了吗？

文/梅卿

2026年8月，中国乘用车市场迎来一个标志性节点。乘联分会数据显示，当月新能源乘用车零售达到100.5万辆，零售渗透率攀升至65.2%，再创历史新高。这意味着当前国内乘用车市场中，每成交十辆新车，就有超六成是新能源车型。与此同时，常规燃油乘用车零售仅54万辆，同比大幅下滑，市场份额持续收缩。单月零售销量排行榜前十车型中，燃油车2026年第二次全部出局——1月还有7款燃油车型稳居前十，5月首次出现前十榜单无燃油车的情况，8月再度无一入列。





渗透率新高，并非单纯依靠新能源暴涨

8月国内狭义乘用车大盘处于阶段性收缩状态，新能源车型销量同比也有小幅回落，只是跌幅远小于燃油车型。燃油车市场的大幅萎缩，才是此次新能源渗透率突破历史峰值的核心推手——大盘收缩之下，市场结构此消彼长，渗透率被动抬升。从细分市场格局来看，不同品牌的电动化转型节奏截然不同，市场分化特征十分明显。目前自主品牌电动化进程较为彻底，新能源渗透率已然处于超高水平，而豪华品牌的新能源渗透率明显低于行业整体水平，豪华乘用车市场中，燃油车仍然拥有稳固的消费基本盘。与此同时，燃油车阵营内部也并非全线溃败，混动车型实现销量正增长，足以说明消费者并非排斥带发动机的动力方案，只是不再接受高能耗、低性价比的传统纯燃油车型。

燃油车销量走低，是多重市场因素共同作用

当下燃油车市场的持续降温，并非单一因素导致，而是消费环境、产品迭代、市场竞争、用户认知等多重因素长期叠加的结果。在日常用车场景中，居高不下的油价让燃油车的通勤、长途出行成本持续高于新能源车型，对于注重经济性的家庭用户而言，新能源车型的性价比优势被持续放大，成为购车决策的重要考量。

然而，油价只是催化剂，更深层的变量在于产品力的代际落差。多数主力燃油车型在智能化迭代上明显滞后，智能座舱算力、传感器配置等方面，普遍与同价位新能源车拉开明显差距。现有车型的配置、智能化体验更新滞后，产品吸引力持续下降。



> 燃油车不是“卖不动”，而是“卖车的方式和卖车的逻辑”正在被彻底改写。伴随技术与基础设施持续迭代，电动化转型还将继续深化，燃油车也将依托混动化转型与全球化布局，在细分赛道完成平稳过渡。

同时，新能源车型不断下探定价，全面覆盖从十万级入门家用车到高端旗舰车型的所有价格区间，精准抢占了传统燃油车的核心消费市场，形成了全方位的市场挤占。对于越来越多把智能化视为购车标配，而非额外选配的消费者而言，燃油车在体验维度上的短板正在变得难以忽视。

消费心理的迁移同样不可忽略。越来越多的消费者在选车时不再问“要不要买新能源”，而是问“为什么要买燃油车”。伴随着国内充电基础设施的覆盖率大幅提升，用户对于新能源车的续驶能力、维保成本、使用稳定性的认知不断成熟，对新能源车型的接受度大幅提升。如今，多数家庭置换、增购第二辆车时，都会优先选择新能源车型，传统燃油车的消费需求自然持续被分流。除此之外，燃油车经销商面临着库存积压、盈利困难的困境，进一步加剧了燃油车的终端销量下滑。燃油车“随加随走”的补能优势，在城市场景中持续弱化，但在部分偏远区域仍具备不可替代性。

燃油车并未出局

销量大幅收缩，并不代表燃油车彻底失去市场。在长途穿越、偏远地区出行等场景下，受充电覆盖不足、补能耗时等问题制约，燃油车随加随走、补能高效的优势依旧无可替代。

同时，仍有大量用户坚定选择燃油车。部分消费者受限于小区、车位无固定充电条件，无法便捷使用新能源车；还有用户顾虑电池衰减、冬季续航缩水等问题，且更熟悉燃油车成熟的维保体系，更看重用车的稳定省心。从市场结构来看，大排量燃油车、硬派越野、高性价比入门燃油车，各自在专属圈层中保有稳定受众。整体而言，燃油车正从全民主流车型逐步转型为细分市场专属选择，市场体量虽持续收缩，但并不会快速退出市场。

行业长期趋势

纵观国内汽车行业发展轨迹，电动化、智能化是不可逆转的长期发展主线，新能源渗透率持续上行已是行业共识。燃油车海外出口保持稳步增长，但新能源车出口增速显著更高，行业出口结构正在快速迭代。

在动力形式过渡阶段，混动车型作为燃油与纯电之间的过渡产品，较好地契合了大量纠结于油电选择的消费者需求，兼具低能耗、无续驶焦虑两大优势，将长期承接传统燃油车用户的置换需求，成为油电市场过渡的核心载体。

结语

8月新能源渗透率再创新高，标志着国内乘用车市场已经进入电动化深度转型期。回到“燃油车真的卖不动了吗？”这个问题，答案取决于衡量的尺度：从国内零售市场看，燃油车正以超出多数人预期的速度退守；但放到出口、存量市场、专业场景与特定消费群体，它依旧保有稳定且扎实的市场需求。更准确的判断是，燃油车不是“卖不动”，而是“卖车的方式和卖车的逻辑”正在被彻底改写。伴随技术与基础设施持续迭代，电动化转型还将继续深化，燃油车也将依托混动化转型与全球化布局，在细分赛道完成平稳过渡。A

从“卖零件”到“卖运行时间”：法兰克福汽配展三大变局，中国展商迎价值出海临界点

文/艾克

2026年9月12日，2026年法兰克福国际汽车零部件、汽车技术及服务展览会（Automechanika Frankfurt）圆满落幕，为期五天的行业盛会、来自173个国家和地区的逾112 000名专业观众、80个国家和地区的4400家参展商，在超过30万m^2的展览空间里，共同勾勒出全球汽车售后市场的最新版图。



展会聚焦人工智能、软件定义车辆、智能网联汽车、驾驶辅助及自动驾驶系统，并重点探讨这些技术对维修、服务及车辆全生命周期管理的影响。

表面看，这是一场零部件、设备、诊断工具和维修方案等的集中展示；往深处看，它更像一次全球汽车售后市场的“换挡宣言”。博世以“Master the job every day——从容应对每一天”为主题，采埃孚反复强调“助力最大化出行运行时间——Maximizing Uptime”，舍弗勒以“持续运转，开创未来”重新定义车辆全生命周期解决方案，博格华纳推出“博格华纳售后一体化——One BorgWarner Aftermarket”，海拉与Hello Gutmann Solutions主打“完美匹配”，欧摩威则把充电基础设施、车辆零部件与VDO Fleet车队管理打通……跨国巨头们的口号和产品，不再是单点技术炫耀，而是对同一个问题的回答：当车辆变得更电动、更软件、更复杂，售后市场到底靠什么活下去、长起来？

从这些动向中，可以清晰看到汽车售后市场的三个主要现状与趋势：AI与数字化从概念走向维修厂日常生产力；电动化与多动力总成把售后推进“全生命周期”深水区；绿色合规与开放生态把竞争从产品转向平台和体系。而中国展团以近800家参展商、超过15 000 m^2参展面积亮相，既展示了中国制造的规模与进步，也暴露出从“规模出海”到“价值出海”之间仍有一段不短的路。

AI不再是展台噱头，而是维修厂的“新扳手”

本届展会上，AI几乎无处不在，但真正值得关注的，不是“AI”这个词本身，而是它开始嵌入维修厂的真实工作流。

博世以“从容应对每一天”为主题，展示的是一套智能互联、集成化的系统解决方案。新一代ESI[tronic]诊断软件集成AI助手，可以分析诊断数据、调取汽车制造厂商提供的维修指南及原始文档，并给出合适解决方案，帮助技师更快得出正确诊断结果。博世还推出DAS 3000校准系统中的SOVAL技术，简化ADAS校准流程，技术人员无需再手动对准车辆与校准设备，只需按平板电脑指引绕车一周，系统自动识别车辆位置、参考点和标定需求。这背后是一个明确判断：维修厂未来的效率，不只取决于技师经验，更取决于诊断软件能否把复杂车辆数据翻译成可执行步骤。

采埃孚售后的AI语音助手则把AI推向维修厂“前台”。它集成于ZF[pro]Manager平台，支持自然、开放的语音对话，能识别车辆品牌、车型和服务类型等专业术语，并实时查询车间预约、协助客户完成预约。对于维修厂而言，这意味着减少漏接电话、缓解前台压力、7×24 h接听来电，还能自动将新客户信息录入系统。

海拉与Hella Gutmann Solutions的“完美匹配”更具代表性。海拉将125年原厂专业能力、约50 000个产品编号和零部件专长，与Hella Gutmann的AI支持诊断结合。其核心是macsNova——一个AI诊断助手，也是新mega macs PRO诊断平台的核心组件。与通用AI不同，macsNova只使用Hella Gutmann自有知识库，该知识库由真实维修案例、故障码分析、参数测量和数十年热线经验构建。它分析复杂故障模式，对可能原因排序，建议下一步测试，但决策责任始终由技术人员承担。

马勒则把AI装进MAHLE Connect App。其智能助手MIA借助马勒原厂和服务专业知识，在技术问题、故障诊断和服务信息获取方面支持技术人员；自动车辆识别可通过车牌或VIN照片识别车辆，并将数据直接传输到ArcticPRO®设备；技术人员还能通过智能手机监控和控制服务流程、自动生成服务文档。再加上Wi-Fi连接、自动软件更新、云连接，设备、文档和服务信息始终可用且保持最新。

这些案例说明，AI在售后市场已经越过“炫技阶段”，进入诊断、预约、标定、文档、零件订购和培训等具体场景。未来维修厂的竞争力，不是有没有一台诊断仪，而是有没有一套能减少错误、缩短时间、提高一次性修复率的智能工作流。谁掌握高质量维修数据和开放接口，谁就掌握下一代售后入口。

电动化改写“维修清单”：从换机油到高压电、电驱维修、再制造

如果说AI改变的是维修厂的“大脑”，电动化改变的则是维修厂的“题库”。本届展会上，跨国零部件企业几乎都在回答同一个问题：当电动车、混合动力车和多种动力总成同时存在，售后市场该卖什么、修什么、怎么修？

采埃孚售后持续推进“维护、维修、更换”（Maintain-Repair-Replace）战略，针对电气化动力总成推出全新定向售后解决方案，覆盖电机、混合动力模块、逆变器、机电一体化系统以及电驱动单元减速器等关键部件。依托超过600万台原厂电机的研发与生产经验，采埃孚推出电动化维修套件系列，未来几周还将陆续推出100多种电驱桥维修套件型号。其面向电动车的整体零部件产品组合已覆盖欧洲TOP 20电动车保有量的92%，再制造变速器产品组合约2400个SKU，并计划自2027年起进一步扩大对新兴汽车品牌的售后支持，包括中国新能源汽车品牌。

博格华纳以“博格华纳售后一体化”展示统一售后组织下的产品、服务和支持。公司继续扩展涡轮增压技术、发动机正时系统、驱动与传动技术、进排气管理、热管理、点火技术和柴油冷启动技术，2026年将推出800多款新产品；BERU重新确立为博格华纳专属点火与柴油冷启动专家品牌，计划推出235款以上新产品。同时，展台还展示功率集成电子和电驱动技术产品。这些展品让观众一窥未来几年维修厂将要服务的车辆技术。



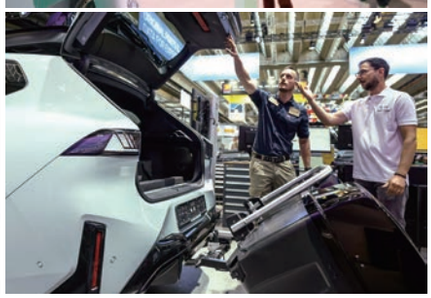


博世既服务内燃机，也服务电动化的产品包括其全新DCP 800测试台加快高压共轨泵测试，热管理产品组合扩展到内燃机和电动车辆的冷却与空调系统等。马勒新一代ArcticPRO®空调服务设备支持R134a、1234yf以及新型混合制冷剂R444A和R456A，专为混合动力和电动车辆空调系统服务设计，并集成冲洗功能。欧摩威依托VDO品牌推出全新充电解决方案，将电动车辆核心零部件、充电基础设施与数字化车队管理深度打通，通过VDO Fleet生态系统整合充电状态、能耗水平、车辆可用情况及充电会话信息。

行业数据也在验证这一趋势。德国汽车贸易与维修中央协会（German Federation for Motor Trades and Repairs-ZDK）预测，2026年德国新登记纯电动汽车将达817 000辆，其中私人新登记纯电动汽车将超过370 000辆；在有明确购车计划的消费者中，36%





首选纯电动汽车，但购置成本和运营费用仍是核心考量。ZDK主席Thomas Peckruhn表示，随着电动出行市场份额持续攀升，企业面临的重大挑战是如何以具备经济效益的方式推进转型。

这给售后市场带来的启示是：电动化不是“未来时”，而是“现在进行时”。维修厂若只会在内燃机世界里换机油、换制动摩擦片，未来将被高压电系统、电驱桥、逆变器、热管理和软件标定挡在门外。独立售后必须建立高压电安全培训、诊断检测、部件级维修和再制造能力。谁能让电动车“修得起、修得快、修得可靠”，谁就能在下一轮售后竞争中拿到入场门票。

绿色合规与开放生态：欧VII、循环经济、平台协同把售后变成“团战”

本届展会另一个强烈信号是：可持续与合规不再是企业社会责任报告里的漂亮话，而是实打实的产品准入、维修方案和商业模式。

采埃孚售后发布全新天合TRW DTEC制动片与制动盘，专为欧VII法规对制动颗粒物的严苛要求设计。采埃孚还首发TRW DOT4 ESP环保再生型制动液，采用60%循环再生材料制成，符合ISO 14021标准，适配ESP车身稳定系统。

博世则把循环经济提升到战略层面。通过再制造eXchange等项目，博世将原厂品质再制造零部件重新投放市场，并与PreZero宣布战略合作，加强循环经济和欧洲材料循环体系合作，目标让有价值的零部件和原材料尽可能长时间留在欧洲经济循环体系内。

舍弗勒车辆全生命周期解决方案以“一个品牌、一个产品组合、一种服务体验”亮相，将机械、电子和软件支持的维修解决方案，与维修厂服务、数字平台、知识转移和基于数据的服务结合。舍弗勒还明确把“可维修性”作为资源节约战略贡献，通过延长车辆使用寿命和针对性维修减少废弃物，支持再制造等循环模式。

更值得注意的是，售后市场的竞争正在从“单打独斗”转向“生态团战”。博世通过Bosch Car Service和AutoCrew等维修站合作体系，将设备、诊断软件、培训、技术信息和国际品牌整合为合作伙伴方案，并用基于数据的服务帮助车队运营商及早识别维护需求。采埃孚售后已连接超过2000家车队客户和50 000家维修车间，通过ZF Bus Connect实现远程诊断，通过ZF[pro] Manager连接车队与维修厂，通过Vandy集成车队服务平台，通过ZF MultiScan覆盖欧洲道路上95%乘用车车型，并将诊断数据直接接入经销商订购系统，实现从诊断到零件识别和订购的无缝衔接。欧摩威VDO Fleet生态系统则把车辆、充电基础设施和数字应用数据打通，让车队运营方清晰掌握哪些车辆已就绪、哪些需要充电、如何把充电计划纳入日常运营。

这些动作说明，售后市场的价值逻辑正在改变：过去是“卖出一个零件，赚一次差价”；未来是“让车辆保持更长时间正常

运行，赚全生命周期服务费”。绿色合规决定能不能进场，开放生态决定能走多远，数据协同决定效率高低。独立维修厂不必也不可能自建所有能力，但必须选择一个开放、可靠、能接入原厂技术和数据的生态。谁能帮助维修厂提升运行时间，谁就能成为售后市场的新枢纽。

中国展团：规模已到场，价值出海还差品质、服务与品牌的最后一公里

在本届展会上，中国展团以近800家参展商、超过15 000 m^2参展面积集体亮相，分布于1.1、1.2、3.0、3.1、4.1、5.1、8.0、9.0、10.1、10.2、10.3及11.1号馆，特装搭建展位面积占比超过50%，宁波华翔、万安集团、拓普集团、亚太机电、安徽中鼎等中国头部汽车零部件企业均有参展。从基础材料到精密总成，从机械加工到电子智能，从传统部件到新能源汽车零部件，中国展团凭借广泛产品覆盖、庞大产业协同和强劲创新动能，为全球买家呈现多样化专业解决方案。这是中国制造规模优势的直观体现，也是中国展商品牌化、专业化形象的一次集中展示。

进步是真实的。中国展商不再只是“低价替代品”的提供者，而是在新能源零部件、电子智能、精密制造等领域展示出越来越强的产品能力。近800家企业的集体亮相，本身就是中国汽车供应链深度和广度的证明。在法兰克福这样的全球舞台上，中国展团已经从“有没有”走向“全不全”，从“能不能做”走向“能不能规模且稳定交付”。

但问题同样尖锐。一位中国参展商在展后感悟：“这几天跟欧洲客户聊下来，发现他们最在意的不是价格，而是品质、细节和售后解决方案。很多客户说，他们在中国采购过，但收到货以后有20%甚至50%的产品有问题，因此对中国制造开始怀疑。许多中国企业的推销逻辑只有一个：这个产品我有，我的价格更低，我的账期更长。把内卷的利润给了客户，把刺刀留给了自己。很显然：低价换不来忠诚，规模换不来尊重。”

这段话刺痛，却极具价值。它点出了中国展商当前最核心的短板：不是产能、不是速度、不是价格，而是品质一致性、售后责任和品牌信任。

对比跨国巨头，中国展商的差距不在展位大小，而在价值深度。毫无疑问，中国展商的出路，不是放弃性价比，而是把性价比建立在品质、服务和品牌之上。

第一，把质量当底线，而不是卖点。欧洲市场对产品一致性、可追溯性和责任承担的要求只会越来越高，20%甚至50%的不良率传闻，足以摧毁一个区域市场对中国制造的信任。

第二，把服务当产品。售后市场不是一锤子买卖，交付之后的诊断支持、技术培训、质保响应、零件供应，才是客户复购的理由。





第三，把数据当资产。跨国企业已经在用AI诊断、远程数据、车队管理和零件智能订购构建护城河，中国展商需要尽快补上数字化和标准化短板。

第四，把合规当门票。欧VII、循环经济、再制造、材料回收，这些不是可选项，而是进入欧洲市场的硬约束。

第五，把品牌当复利。品牌不是展台大小，而是客户在出问题时第一个想到你、信任你、愿意为你承担溢价。

2026年法兰克福汽配展已经闭幕，但全球汽车售后市场的转型才刚刚进入深水区。AI正在成为维修厂的新扳手，电动化正在改写维修清单，绿色合规与开放生态正在重新分配价值链利润。对中国展商而言，这是一次成人礼：我们已经站上世界舞台，但要从“规模出海”走向“价值出海”，还必须跨过品质、服务与品牌的最后一公里。A

全球电动车普及与补能基础设施发展趋势洞察

文/罗兰贝格

罗兰贝格最新《智能电动车补能生态体系指数》显示，2025年全球新车市场中电动车销售渗透率达到四分之一。中国正在重塑全球市场格局，电动车新车销售渗透率已达50%。欧洲公共充电桩中快充占比仅略超20%，落后于中国和东南亚。

近日，罗兰贝格发布第七期《智能电动车补能生态体系指数》（以下简称“报告”）。报告指出，电气化出行领域已达成新的全球里程碑：2025年，全球新车市场中电动车销售渗透率达到四分之一。由此，全球汽车市场的转型正以前所未有的速度推进。

2025年，全球电动车销量同比增长超过20%。其中，欧洲在经历前一年增长低迷后强势回暖，电动车新车销量增长约三分之一，达到370万辆。受此推动，电动车在欧洲新车销量中的占比接近30%。亚太市场同样保持强劲增长，2025年电动车销量接近1500万辆，其中约九成来自中国；中国新车市场中电动车销售渗透率已达到50%，继续引领全球电气化进程。相比之下，北美市场则因政策前景不明、消费者信心疲软而出现增速放缓。

罗兰贝格全球高级合伙人、亚洲区汽车业务负责人郑赟指出：“中国已经成为全球电气化转型的重要引领力量。随着电动车从早期普及走向主流消费，中国正依托本土车企的快速产品迭代能力、动力电池技术进步和日趋优化的成本结构，持续影响全球电动车竞争格局。下一阶段，行业竞争焦点将从单纯的销量增长，转向高功率快充、补能效率和用户体验的系统性提升。”

2025年，全球新增公共充电桩约110万个，较前一年略有回落。然而，这并非意味着投资力度减弱，而是市场日趋成熟的体现：行业重心正稳步从补能网络规模扩张转向基础设施效能提升；与此同时，快充与超快充（150 kW及以上）占比持续攀升。这一趋势主要受到两方面的推动：用户对缩短补能时长的需求日益增长，以及大功率补能基础设施的商业吸引力不断提升。

罗兰贝格合伙人庄景乾指出：“补能基础设施正在从规模扩张迈向效能提升。中国公共补能网络的快充化进程持续领先，额定功率22 kW以上的公共充电桩占比已接近50%。相比单纯增加点位，快充及超快充设施能够显著提升单桩服务能力和补能网络运营效率，这也体现出公共补能体系正进入更加成熟的发展阶段。”

2025年，全球电动车（EV）销量同比增长超过20%。全球新车市场中，电动车［包括纯电动车（BEV）与插电式混动汽车（PHEV）］销售渗透率达到四分之一。本次研究重点覆盖的34个国家中，电动车保有量突破7300万辆，占存量乘用车及轻型厢式货车总量的5%以上。

随着各大市场逐步走向成熟，短期波动的参考意义持续减弱。本期《智能电动车补能生态体系指数》相较往年精简篇幅，重点剖析或将主导行业未来发展的结构性趋势。区域市场格局分化依旧显著：亚太与欧洲市场增长提速，两大区域电动车销售渗透率同比均提升约7个百分点；但受政策阻力、消费者信心走弱影响，北美与日本的电动车销售占比出现下滑。中国主机厂依旧是多维度的核心力量：持续压低整车成本、推动新兴市场电动车普及，并重塑欧洲、东南亚及土耳其等地的行业竞争格局。

2025年新增公共充电桩约110万个，较前两年每年130万个的新增规模有所回落。这一现象并非行业收缩，而是成熟市场发展阶段转变的体现——行业重心已从大规模基建扩张转向运营效能提升。大功率快充普及是影响更为深远的趋势：所有区域内，额定功率22 kW以上充电桩的占比持续攀升，其中超快充充电桩（150 kW及以上）是增速最快的细分品类。

电气化转型进程仍处于早期阶段，发展不均衡特征突出：亚洲及欧洲多数地区引领转型，北美市场进展迟缓。全球其他地区最终将走向何种发展态势，将是未来数年行业的核心议题。

全球电动车销量稳步增长，欧洲与亚太市场增长强劲

在本次调研涉及的市场范围内，2025年全球电动车销量同比增幅超20%，增长动力主要来自欧洲和亚太地区。

欧洲市场复苏态势亮眼：经历2024年增长低迷后，该区域强势回暖，电动车新车销量增长三分之一，达到370万辆。亚太市场持续保持强劲上行势头，销量接近1500万辆，同比上涨21%。中国是亚太增长的核心驱动力，亚太地区约九成电动车销量来自中国。

美洲市场表现截然不同。该区域电动车销量维持在200万辆

左右，同比持平；政策前景不明、消费者购买意愿低迷带来持续压力，美国、加拿大所受冲击最为明显。

中东北非市场规模尚小，但发展态势向好，2025年电动车销量增幅约50%。

亚洲、欧洲电动车渗透率大幅攀升，北美市场占比下滑

2025年，全球每售出四台新车，就有一台为电动车，但各区域市场格局分化显著。亚太地区电动车新车销量占比超40%；欧洲这一比例接近30%。依托扶持政策、日益丰富的车型矩阵与持续下行的购车成本，两大区域渗透率同比均提升约7个百分点。磷酸铁锂（LFP）电池成本下降、中国整车厂商带来愈发激烈的市场竞争，叠加市场向中型车型倾斜，共同推动电动车普及门槛不断降低。

中国电气化进程持续领跑：2025年，国内售出的乘用车与轻型货车中，半数为电动车。荷兰、瑞典的电动车新车占比约达六成。中东北非市场体量虽小，但增长提速；土耳其市场增长势头强劲，其本土品牌Togg与特斯拉、比亚迪一同大力拓展市场。

北美与日本市场呈现反向走势。受政策阻力叠加消费者信心趋于谨慎的影响，美国、加拿大电动车销量占比较2024年有所回落；日本电动车销量占比更是从3%下滑至2%。

纯电动车持续占据主流，插电式混动汽车重拾增长动能

全球新车市场中，纯电动车约占电动车总销量的三分之二，长期稳定在65%~70%区间。在实施免税、购车补贴等扶持政策的市场，纯电动车销量占比涨幅最为突出，典型市场包括中国、北欧以及比荷卢地区。近两至三年，在东南亚、土耳其等市场，消费意愿、政策导向与整车厂商布局形成同向支撑，纯电动车份额同样快速攀升。

欧洲与北美的插电式混动汽车扭转了此前的发展颓势。在欧洲，插电式混动汽车在电动车新车销量中的占比大幅提升。部分原因在于，中国品牌未受欧盟对中国纯电车型加征关税影响，从而占据了欧洲插电式混动车型约20%的市场份额。

中国市场插电式混动汽车销量占比稳定维持在19%。西欧市场整体插电式混动车型份额由7%提升至10%；但比利时、法国等市场调整相关政策，取消插电式混动车型税收优惠后，该品类市场占比出现下滑。

多数市场电动车保有量持续高速增长

随着市场日渐成熟，整体同比增速将逐步放缓，但全球电动车保有量仍保持强劲增势。2025年，本次调研覆盖的34个市场中的

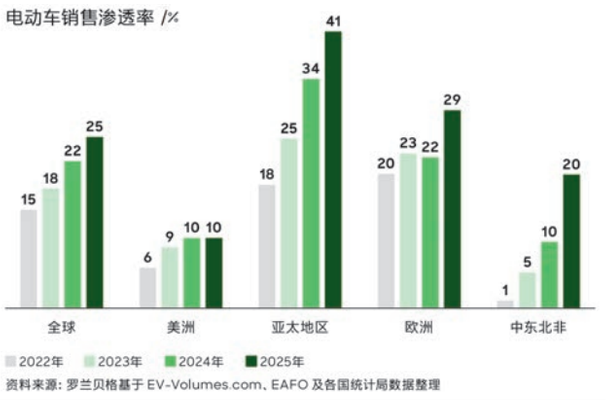


图1 亚太地区电动车销售渗透率引领全球

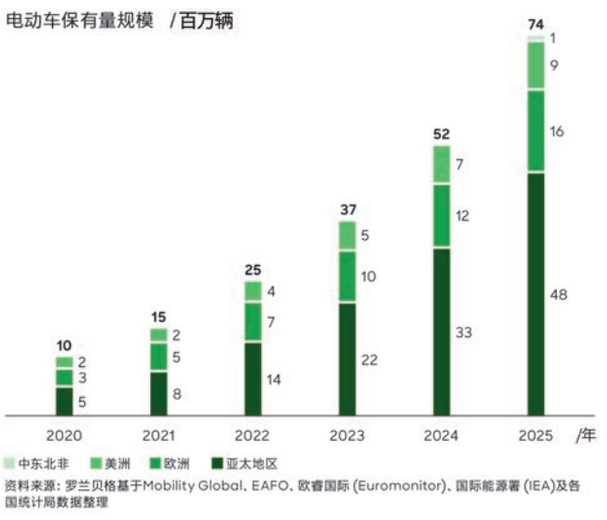


图2 电动车保有量规模持续增长

电动车保有量连续第二年实现40%的增长，总量达到7300万辆。目前，电动车在全部乘用车与轻型货车中的保有量占比已超过5%；而2024年年底，这一比例仅为4%，对应车辆数为5200万辆。

分区域来看，亚太与欧洲电动车保有量渗透率最高，分别达到8%和5%，大幅高于美洲（2%）、中东北非地区（1%），后两大区域2025年保有量渗透率增幅十分有限。

西欧聚集了保有量渗透率领先的国家：挪威道路上每三台车辆中就有一台为电动车，瑞典渗透率为15%；比利时、荷兰在2025年均突破10%关口。西欧以外仅有中国的表现能与之比肩，其电动车保有量渗透率快速攀升，现已达到13%。

市场逐步成熟，公共充电桩增速小幅放缓

2025年公共充电桩持续投建，但建设节奏相较前两年略有回落，中国与欧洲大部分地区表现尤为明显。本次重点研究国家范围内，全年新增公共充电桩约110万个；2024年新增数量略低于130万个，2023年则略高于130万个。

电动车保有量持续攀升，充电桩投放增速回落看似有悖常理，实则源于行业步入成熟阶段。诸多市场的政府与运营企业曾超前布局公共补能网络，以此降低大众选购电动车的门槛。随着基础设施形成规模临界点，充电桩建设节奏趋于平稳，设施利用率正逐步跟进提升。在上一期《智能电动车补能生态体系指数》调研中，四分之三的受访者认为公共补能便利性持续改善，印证前期基建投入初见成效。

不过，充电桩建设节奏存在显著区域差异：东欧、东南亚等发展尚不成熟的市场，充电桩投放进程有所提速。美国公共补能网络覆盖短板问题广受关注，尽管当地电动车新车销量增速放缓，2025年新增充电桩数量仍实现回升。

快充设施在各区域持续普及

新增充电桩规模增速看似放缓，另一项原因在于行业持续向快充基础设施转型。快充设备功率更高；相较于慢充，同等用电需求下快充能够承载更大充电通量，因此所需布设的桩体数量更少。

各区域额定功率22千瓦以上的公共充电桩占比持续提升，但普及程度差距悬殊。中国这一占比已接近50%，东南亚多数地区占比更高。

欧洲公共充电桩中快充占比仅略超20%，区域内部分化显著。西班牙、葡萄牙、波兰、英国、挪威均突破25%。部分原因在于上述地区私人充电桩普及率高，居民区对公共慢充设施需求较低。与之形成对比的是荷兰，快充占比仅5%，根源在于当地早年大规模铺设交流慢充网络，同时部分区域电网条件制约大功率设备落地。

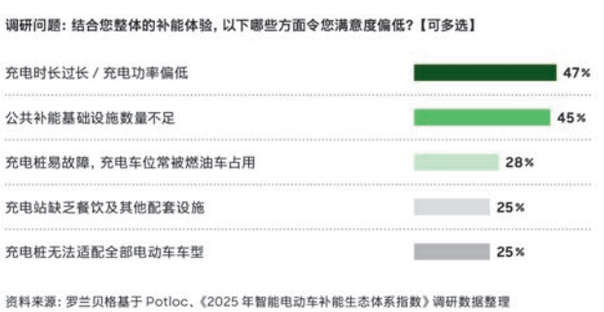


图3 用户诉求：增设更多、功率更高的公共充电桩

连续五年《智能电动车补能生态体系指数》用户调研结论趋于一致：车主希望增设公共充电桩，并且重点诉求为大功率快充。充电桩运营商正顺应这一趋势。在持续扩容的直流快充体系中，超快充充电桩（150 kW及以上）是增长最快的品类。如今欧洲具备超快充能力的充电桩占全部快充桩比重超50%，而五年前该比例仅约25%。交流慢充与中功率直流充电仍具备重要价值，作为成本更优的方案，尤其适用于车辆停留时间较长或是电网容量受限的场景。

充电桩需求增速超过供给

2025年在绝大多数市场中，存量电动车与已投运公共充电桩的配比小幅攀升，纯电动车与快充桩的配比同样走高。两项趋势对于充电桩运营商而言均为积极信号：需求增长速度高于供给。

但部分市场当前配比仍远低于具备经济可持续性的合理水平。目前西欧平均每台快充桩对应约45辆纯电动车，而市场普遍预期的中期合理目标值超过100辆。受电动车使用模式、补能习惯影响，各市场的适配标准存在差异，但长期发展方向十分明确。补齐这一差距尚需数年时间，关键在于快充设施的投放规模能够跟上纯电动车持续普及的节奏。

四大核心结论

电气化进程持续推进，但区域发展不均衡

2025年，全球每售出四辆新车就有一辆为电动车，但领先市场与后进市场之间的差距持续拉大。亚洲、欧洲电气化步伐不断加快，北美市场增长遇阻，其余地区仍处在发展抉择阶段。

中国引领行业发展节奏

中国电动车销售渗透率已经突破50%大关，亚太地区绝大部分电动车销量来自中国。依托本土整车企业、电池技术及成本优势，中国正在重塑全球市场格局。

插电式混动汽车打破衰退预期

2025年，北美、中东北非、亚太市场的插电式混动汽车销量占比逆势上行。欧洲市场增幅最为显著，部分原因是中国品牌出口的插电式混动车型无需缴纳欧盟针对纯电动车征收的额外反补贴关税。

补能基础设施步入成熟期，并非发展停滞

2025年新增充电桩数量较前几年有所回落，这一现象源于市场基础设施已形成规模临界点，同时行业布局重心向快充、超快充设施倾斜。A

IAA 2026：零碳与智驾成为主旋律，中国商用车产业集群亮相汉诺威

文/编辑部

9月14日，第72届德国汉诺威国际交通运输博览会（IAA Transportation 2026）正式拉开帷幕。作为全球商用车行业规格最高的技术交流与产品展示平台，本届展会国际化程度再创新高，1364家参展商中中国大陆企业达277家，参展数量仅次于东道主德国，占全部参展商比重20.3%，中国商用车军团成为现场备受关注的力量。

本届展会超70%参展商来自德国境外，约三分之一为首次参展企业，现场共带来150余款全球首发新品。展会聚焦零排放商用车、创新驱动技术、数字化货运解决方案、智能与自动驾驶等技术方向。零部件企业依旧占据参展主力，766家零部件供应商、240家上装企业集中亮相。面对脱碳减排、交通安全，以及商用车软件系统复杂度持续攀升等行业共性难题，各类前沿创新技术给出解决方案。受各区域法规、基建条件、技术落地节奏差异影响，未来商用车产业，正走向更加灵活多元的技术发展路径。

一汽解放重磅发布前瞻概念卡车

一汽解放以“ENGINEERING THE NEXT HORIZON, DELIVERING THE NEXT JOURNEY（匠心至远 交付新程）”主题参展，携5款整车、9款核心动力总成等最新技术成果与解决方案亮相。开幕日当天，隆重举行TL.X前瞻概念卡车发布、CORTRON CS整车产品品鉴等活动。

作为一汽解放展台活动的重头戏，一汽解放董事长、党委书记李胜隆重发布TL.X前瞻概念卡车。李胜指出，一汽解放将从“共享、共创、共赢”三个维度，把TL.X前瞻概念卡车打造成开放共享的技术生态平台。面向全球商用车行业，一汽解放也将坚守“匠心至远”的初心，持续交付饱含创意和温度的中国方案和解放力量。

本次展会，一汽解放设置“低碳、零碳、生态、未来”四大展区，形成从当下产业实践迈向未来技术构想的叙事主线，以最新技术成果与解决方案，共探绿色智能运输的无限可能，为欧洲高端市场带来覆盖燃油与纯电两大能源路线的全球车型。

低碳展区，展示两款CORTRON CS600燃油车型与低碳GD300动力域、24 V钠离子启驻动力电池、智能网联系统（鱼快、卓驭）等产品，解锁高效降本、节能低碳的运输新路径。CORTRON CS600重型牵引车严格符合欧盟WVTA准入法规，搭载解放6DV1欧VI发动机，最大功率600 Ps、峰值扭矩3000 Nm，热效率达50%，适配欧洲长途干线物流场景；CORTRON CS600 XXL主打长途居家化驾乘体验。

零碳展区，展示CORTRON CS925纯电车型与零碳ER540动力域等产品，展示R11E300S3重型电驱桥、E-Shift S7重型电驱箱、CAPE1-240燃料电池发动机、CA6HV3氢气直喷发动机、浸没式冷却电池包等新能源技术成果。CORTRON CS925 EV纯电牵引车搭载800 V高压平台与双枪快充技术，充电45 min补能90%，满载续驶超550 km。

生态展区，围绕整车、零部件、补能生态与数字化服务，呈现一汽解放全方位解决方案的综合实力。

最引人瞩目的未来展区，1956年新中国第一辆汽车解放CA10与TL.X前瞻概念卡车同框而立，从1956年到2026年再到2036年，勾勒出中国商用车的辉煌发展轨迹，实现匠心传承与新时代科技致远的跨时空对话。

东风汽车：与全球共享氢能发展答卷

本届展会，东风汽车以“乘东风·氢同行（With DONGFENG, DriveHYDROGEN）”为主题，携三款氢能整车，与全球首发400 kW燃料电池产品及关键技术亮相，以“全球零碳价值合作伙伴”的姿态向世界展示中国汽车品牌在氢能领域近30年的深耕成果与商业化解决方案。

2026年，全球商用车加速零碳转型浪潮，氢能作为零碳物流的重要答案，其规模化、商业化落地方案，成为全球商用车车企的战略重心。在此之前，东风汽车前瞻布局氢燃料电池研发应用与整车制造，近30年深耕不辍。截至目前，已构建起从材料到整





车的全栈自研体系，覆盖20~400 kW全场景应用需求，并在中国40多个城市完成氢能商业化验证，累计运营车辆超10 000辆。

东风汽车发布会的关键点，是T1商用车新能源平台，这是行业首个基于场景正向开发、软硬件一体化设计的全新平台。T1平台涵盖燃料电池模块、储氢模块、动力电池模块、电驱系统模块、中央域控系统、集成热管理模块六大核心模块。400 kW氢燃料电池电堆，通过催化剂革新与膜电极优化，常用工况效率突破58%；储氢模块一次加氢可实现1700 km超长续驶；集成热管理模块可实现30余种智能模式精准控温、降低能耗。六大模块协同发力，凝聚为“低氢耗、轻量化、长寿命、高安全”四大核心用户价值，基于大功率燃料电池全工况智能协同控制技术——预见性巡航（PCC）与V2X融合感知，实现从被动响应到主动预判的动力系统代际跨越，显著优化长途重卡等效氢耗及燃料电池系统耐久性。整车自重低至8.8 t、百公里氢耗小于7 kg、氢堆耐久性突破33 000 h（等效寿命），全面满足商业化运营需求。

此外，现场还展出了采用120 kW、150 kW、400 kW氢燃料电池电堆的三款氢燃料电池系统，以及一款氢内燃机混动系统，全面展示东风汽车在氢能领域的全栈技术布局。

福田汽车探索中国商用车价值链全球化扩张新模式

北汽福田展出整车及自研零部件，多款产品海外首秀。企业发布欧洲市场战略、全球化发展里程碑与全新旗舰产品，从传统整车出口转向全价值链国际化发展模式。

北汽福田全球第1300万辆整车正式交付，该车型为在西班牙完成测试的GALAXUS 9，标志着福田在欧洲高端长途运输市场取得突破。福田业务覆盖140余个国家。企业设定2030年发展目标：新能源车型销量占比50%，海外销量占比40%。欧洲是福田的核心枢纽。秉持“In Europe, For Europe”（立足欧洲，服务欧洲）理念，福田聚焦本地化产品、生态能力建设与合作伙伴关系布局，提供纯电动、混动及氢燃料电池车型，涵盖重卡、客车、轻型商用车与皮卡品类。福田计划于2028年建成本地化新能源生态体系，产品进入近20个欧洲市场，设立300余家服务网点、一个德国零部件中心，并落地本地组装业务。旗下子公司BROCK为车辆提供网联服务支持。

零碳智能长途重卡CAVAN BEACON迎来全球首发。该平台可衍生15款车型，覆盖纯电、换电、气态氢与液态氢技术路线。兆瓦级快充可实现18 min完成20%~80%补能；纯电续驶超600 km，氢燃料续驶超1000 km。车辆搭载ICA/HWP驾驶辅助系统，具备22项功能，支持L4级自动驾驶拓展。能耗降低15%；6×4纯电车型能耗为115 kWh/百公里。驾驶室升级舒适性配置，搭载AI语音助手、双屏以及1000 mm宽卧铺。

福田现场展出7款整车，包括GALAXUS R9 PHEV、CAVAN BEACON、eGALAXUS D3、DAYSTAR、CAVAN C1、TUNLAND V9 PHEV、eAURORA，以及电池、电控、电驱桥、兆瓦级充电设备等六大核心零部件。产品矩阵覆盖多种动力形式，适配全球多元应用场景。

中国重汽服务全球运输市场 提供多元动力与产品选择

立足全动力、全场景的多元动力路线，中国重汽重点展示汕德卡6×2纯电动载货车与汕德卡4×2燃油牵引车两款标杆产品，直面全球市场差异化的转型节奏与真实运营痛点，以匹配场景的产品方案服务全球运输市场。





汕德卡6×2纯电动载货车针对长距离、重载、严寒、多点运输的货运工况打造，围绕经济、高效、安全、可靠、舒适五大维度完成整车开发。超长轴距释放底盘空间，货箱容积超过45 m^3，饮料、箱货、包裹，每趟装得更多。往返时间缩短，能耗下降，单班收益提升。支持全挂运输，平台最高支持64 t级作业，有效提升单次载货量，降低运营成本。整车搭载580 kWh磷酸铁锂电池，续驶可达400 km，整车设计寿命120万km。

汕德卡6×2纯电动载货车配备六项智能辅助驾驶系统：AEB自动紧急刹车、DDAW驾驶员注意力监测、BSIS盲区监测、ISA智能限速、LDW车道偏离预警、MOIS低速起步提醒，从城市街道到高速公路，每一公里都有保障。电池模组支持灵活选配，可适配城市配送、干线长途、单车及全挂等多种运营模式，为全球多点长途货运提供可靠的电动化解决方案。

针对长途干线物流行业司机短缺、疲劳驾驶事故多发的行业痛点，汕德卡4×2燃油牵引车围绕智能、安全、高效、舒适四大维度开发，助力长途运输更简单、更安全、更盈利。

车辆搭载中国重汽自主研发的第三代高阶智能辅助驾驶系统，构成“人-车-路”立体式感知网络，全车雷达合计6个，其中激光雷达1个、毫米波雷达5个、摄像头6个。系统一方面可以实时感知车辆周边的道路环境，实现自动换道超车，智能上下匝道，以及对障碍的自动避让功能；同时，车辆配置的AEB系统与盲区监测系统相互配合，实现自动紧急制动，全面提升主动安全性。除此之外，智驾系统可导入道路高清地图，提前识别前方道路情况，自动调整车速和换挡策略，在保障安全的同时，最大程度实现高效节油。这套智驾系统已实现25亿km零事故。安全可靠，可缓解长途行业司机缺口难题。

江淮汽车“For Greener Cities, NOW”品牌主张下的欧洲参展阵容

这是江淮汽车第二次登上汉诺威国际商用车展的舞台，向欧洲运输与物流行业展示其面向欧洲市场的最新电动化成果：电动轻卡N90 EV和N42 EV、纯电厢式车SUNRAY PRO、混动皮卡T9 PHEV。

过去两年间，中国汽车制造商在欧洲的存在感显著提升。从商用车到乘用车，从整车进口到本地化生产，中国品牌正在参与欧洲交通电气化进程的构建。而这种变化的背后，是一批具备技术积累和全球化运营能力的中国企业的持续投入。江淮汽车正是其中代表之一。

对于欧洲物流运营商而言，过去几年车队决策的核心议题发生了明显变化。随着欧盟环保新规的确定，未来十年内，欧洲道路上的商用车将逐步电动化。但这并不是一个简单的“燃油换电池”的过程——它关乎充电基础设施的布局、全生命周期成本的重构，以及车队运营模式的系统性调整。

江淮汽车正是看到这一变化，于2024年汉诺威国际商用车展上首次发布欧洲战略，提出“For Greener Cities, NOW”的品牌主张。近两年来，这一战略从发布走向落地：JAC意大利子公司成立，打造辐射欧洲地区的产品、营销、服务、备件中心；西班牙、德国、波兰、捷克等市场快速布局营销服务网络，并与多家头部集团展开合作。

本届汉诺威车展，江淮汽车展出的四款产品分别对应不同的欧洲运营场景——从城内配送到城际物流，从插混到零排放物流。

N90 EV——9吨级纯电轻卡，载重提升。搭载宁德时代100.46 kWh电池，WLTP续驶达180 km，100 kW快充，补能迅速。





N42 EV——全新封闭式前脸，搭载宁德77.28 kWh电池，同级更大电量，WLTP续驶接近200 km。

SUNRAY PRO——滑板底板原生纯电厢式车，8.3 m^3载货空间，最大承载1.3 t，同级最低货台，以原生纯电架构重新定义物流车辆的空间布局逻辑。

T9 PHEV——行业首发4DHT解耦式越野电混系统，综合续驶达1000 km。T9 PHEV兼顾商用与家用双场景兼容的跨界产品定位，旨在为欧洲市场提供具备技术差异化与场景适应性的新能源动力解决方案。

对欧洲物流行业而言，“绿色”意味着车队碳排放的下降与欧盟减排目标的落地。江淮汽车的理解不止于卖新能源汽车，而是以各个场景化车型为触点，通过链接能源、金融、上装、物流等资源，从产品提供者转向绿色物流生态伙伴的组织者。在欧洲本地，意大利子公司、德国经销商网络与次日达配件物流体系已投入运转。

吉利远程汉诺威车展首秀背后的全球布局

吉利远程新能源商用车携星瀚H、超级VAN、星享V7E三款旗舰产品首次登陆汉诺威车展。

作为全球首个达成60万辆销量的新能源商用车品牌，吉利远程的出海之路已从“产品出海”升级为“生态扎根”。这一进程的背后，离不开“一个吉利”乘商协同优势——远程共享吉利全球技术积淀与欧洲二十余年本地化运营资源，将乘用车成熟的新能源、智能化技术成功导入商用车领域，为欧洲市场带来“乘用车级”的智能驾乘体验与可靠品质。

截至目前，吉利远程业务已覆盖70个国家，建成150多个销售网点和超200个海外服务中心。2026年上半年，吉利远程海外累计出口量位居行业第一，同比增长123%，在英国、澳大利亚、阿联酋等28个国家和地区位列出口量榜首。8月，国际发运量延续增势，同比大涨99.1%，海外市场势能爆发。

在欧洲，吉利远程的战略布局尤为扎实。继欧洲总部Farizon Mobility Europe B.V.投入运营，德国与法国子公司相继落地后，今年已正式登陆德、法两大核心市场，全球化布局从广度覆盖走向纵深扎根。与此同时，德国加格瑙欧洲备件仓投入运营，联动宁波国际备件分拨中心构建“国内欧洲”双仓体系，显著缩短欧洲备件交付周期。印尼KD工厂实现整车下线，首个海外组装工厂进入规模化运营，实现从整车出口向本地制造的升级。

“我们不只是来卖车的，而是带着完整的欧洲运营体系来服务客户。”这套全生态解决方案覆盖了用户从购车、使用、维护到置换的全生命周期，真正回应了欧洲物流企业对“可靠伙伴”的深层需求。

本次参展全部车型基于纯电数智架构正向研发，遵循联合国欧洲经济委员会ECE法规，取得欧盟市场准入认证，覆盖干线物流、城市配送等主流商用场景。

星瀚H：作为吉利远程的技术母体，欧洲版纯电重卡搭载600 kWh电池，续驶超500 km，B10设计寿命150万km，满足欧洲严苛运营标准。

超级VAN：最大空间13 m^3，可容纳5个欧标托盘；斩获IVOTY 2026国际年度厢式车大奖亚军及What Van 2026年度零排放厢式车大奖，安全获Euro NCAP五星评级。

星享V7E：装载空间6.95 m^3，续驶328 km，载重1373 kg，标配14项以上ADAS；入围IVOTY 2027决赛前三。

戴姆勒卡车庆祝卡车诞生130周年，持续推动交通运输业向前发展

在2026年汉诺威国际商用车及零部件展（IAA）上，戴姆勒卡车旗下梅赛德斯-奔驰卡车集中展示了交通运输核心领域的多项创新成果。依托纯电动、氢能车型，高效柴油技术，安全辅助功能，数字化解决方案，服务与自动驾驶等，戴姆勒卡车持续推动行业转型，并为客户运营提供全方位支持，创造长期价值。

戴姆勒卡车在零排放运输领域已取得了显著的进展。2026年上半年，梅赛德斯-奔驰卡车在欧洲零排放中重型卡车市场的份额约为38%，继续保持领先地位。立足扎实的商业化落地成果，戴姆勒卡车在本届 IAA 展会集中呈现面向未来交通运输的全景式技术布局，通过多元动力、智能安全和数字化服务的完整体系，提供前瞻性、一体化解决方案，助力全球货运加速迈向可持续发展。

IAA期间，梅赛德斯-奔驰卡车首次公开展示全新的eActros Lowliner，以回应大容积长途物流领域对零碳排放运输解决方案日益增长的需求。该车型计划于2026年第三季度起在欧盟30国市场以及其他国际市场开放订购，并于2027年第二季度在梅赛德斯-奔驰沃尔特工厂投产。

eActros Lowliner采用4×2低底盘牵引车结构，轴距4000 mm，驾驶室宽2.50 m。通过优化电池布局，此车型实现了较传统同类车型更低的鞍座高度，可在符合法定总高要求的同时，保障货舱内部高度最高可达3 m。eActros Lowliner可选配两或三组磷酸铁锂（LFP）电池组，每组容量207 kWh。此款车型满载情况下续驶里程约为500 km，技术亮点还包括成熟的电驱桥以及800 V电气架构。

经过广泛的客户测试，梅赛德斯-奔驰新一代氢燃料电池卡车NextGenH2作为旗舰氢能车型首次亮相IAA。该车型标志着氢能长途运输量产进程迈入新阶段，首批100辆小规模量产车型计划于2026年年底前交付客户投入运营。

NextGenH2沿用液氢技术路线，并搭载由cellcentric公司生产的BZA150燃料电池，该燃料电池已在第一代车型的实际应用中证明了其可靠性和高效性。新车型单次加氢后续驶可显著突破1000 km，同时具备补能迅速的优势，能充分满足重型长途运输的真实运营需求。

沃尔沃卡车电动产品阵容荣获“2027国际年度卡车”

在德国汉诺威国际商用车展（IAA）期间，沃尔沃卡车电动产品阵容荣获“2027国际年度卡车”大奖。这是沃尔沃卡车第八次摘得这一行业权威奖项，也是沃尔沃FH电动卡车继荣膺“2024





国际年度卡车”后再次获此殊荣。这一奖项充分印证了电动运输正加速迈向更广泛的应用场景，并成为越来越多运输需求的可行选择。

凭借最高可达700 km的续驶里程，沃尔沃卡车重型电动产品阵容获评“2027国际年度卡车”。获奖车型包括沃尔沃FH、FM、FMX电动卡车以及FH Aero电动卡车。与上一代产品相比，全新一代沃尔沃电动卡车续驶里程更长、有效载荷能力更强、充电耗时更短，可满足区域运输、长途干线、城市配送、建筑施工及市政作业等多样化运输需求。

评审会对沃尔沃卡车突破单一车型和特定应用场景限制的电动化产品布局给予高度评价。评审会特别指出，凭借更长的续驶能力、多样化的驾驶室与底盘配置，以及灵活多元的解决方案组合，沃尔沃卡车能够针对不同运输任务提供更具针对性的电动化解决方案。

国际年度卡车大奖评审会主席Florian Engel表示：“沃尔沃卡车此次获奖的产品阵容，代表了其重型纯电动卡车产品的重要升级，也充分展现出重型电动运输正在快速突破特定应用场景，迈向满足更广泛运输需求的综合性运输解决方案。”

自2019年以来，7000辆沃尔沃电动卡车已在全球累计行驶5亿km。如今，来自50多个国家和地区的近2000家客户在日常运营中使用并信赖沃尔沃电动卡车。

博世：积极塑造货运交通的现在和未来

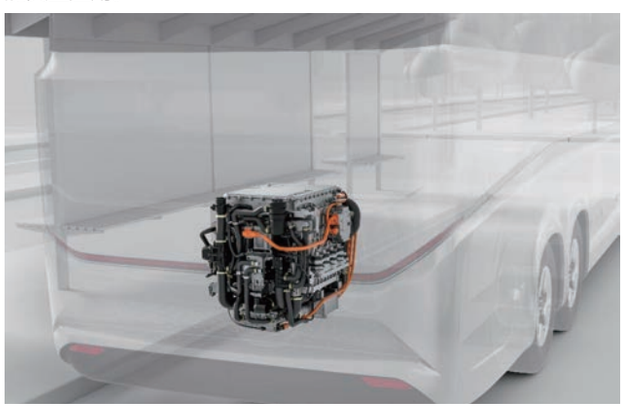
博世为轻型和重型商用车提供从单个部件到整体系统的电气化解决方案。其中，适用于18~49 t重型商用车的重型电驱桥集成了电驱动动力总成的核心部件，如电机、减速箱、桥腿。该电驱桥有助于降低整车重量，相比传统的中央驱动方案有更高的运行效率。再配合效率高达99.6%的博世第四代碳化硅控制器，重型电驱桥能显著降低货运运营成本。博世凭借全球化的生产制造布局和供应链，为全球市场稳定、可靠地供货。

作为商用车的零排放能源方案，燃料电池系统将氢气与氧气转化生成电能和水。与纯电动动力总成相比，该技术具有系统重量更轻、续驶里程更长和加氢时间更短等优势。博世紧凑、高度集成的燃料电池系统产品组合覆盖了100~300 kW的功率范围，让城市客车、长途卡车和固定式应用等场景实现环境友好型运行。

2026年年中起，欧盟要求所有新注册商用车配备基于传感器的驾驶员预警系统，以防止因注意力不集中或疲劳驾驶引发事故。博世在积极推进这项欧盟法规的落地，在数字后视镜的左侧显示屏中集成摄像头，用于监测驾驶员注意力，整车制造商无需额外安装。目前，已有两家欧洲商用车制造商将该方案作为标配。当前仍需单独的控制单元处理图像，未来这一任务将由中央域控制器承担。

商用车已配备多个摄像头和雷达传感器以感知周围环境。博世第四代多功能摄像头是首款可在摄像头内部实现众多环视传感器数据融合的产品。相比上一代产品，博世将计算能力提升了20倍，并运用人工智能改进车道偏离预警、紧急制动辅助等驾驶辅助功能。该系统专为商用车使用环境设计，将于2027年投入量产。

为应对商用车日益增长的复杂度，博世正在开发中央式电子电气架构，搭载功能强大且可扩展的车载计算机。例如，座舱集成平台涵盖所有驾驶员交互功能，从操作信息娱乐系统到各类座舱交互应用。



采埃孚商用车业务实现持续增长

随着商用车行业持续向零排放、零事故和软件定义汽车转型，采埃孚商用车解决方案事业部凭借客户信任、技术实力和市场表现推动业务持续增长：客户赢单率近90%，2026年斩获超50亿欧元新业务订单，在不断变化的市场环境中依然保持强劲的增长势头。

商用车向低排放运输转型过程中，受应用场景、区域市场特点以及充电基础设施建设水平等因素影响，客户会选择从混合动力到纯电驱动等多元化技术路线。凭借广泛的产品组合及可扩展的平台战略，采埃孚能够为客户提供相应的脱碳解决方案，帮助客户应对复杂挑战，并加速创新。

TraXon Hybrid传胜混动变速箱基于成熟的变速箱平台，为长途运输提供切实可行的电动化路径；CeTrax 2中央电驱系统的功率水平提升、应用范围更广，并可选取力器（PTO）功能；AxTrax 2电驱桥系统输出扭矩更高，支持更大的车辆总重以及更广泛的应用场景；模块化电驱套件采用可扩展的电驱模块，为电驱系统解决方案奠定基础。

效率提升绝不仅限于传动系统，采埃孚空气管理业务就是一个有力的例证。2026年，采埃孚将迎来双级压缩空压机累计生产并交付100万台的重要里程碑。该技术于2006年在IAA率先推出，至今已有20年。智能空气管理单元将电动空压机与空气处理技术集成，打造高效的一体化系统。先进制动技术同样能够进一步提升效率。采埃孚此次推出的MAXX Uniper代表了新一代盘式制动器技术。

随着商用车自动化、网联化进程加快，安全正从一项法规要求转变为关键的业务差异化优势。采埃孚持续为客户提供可扩展的安全及制动技术，帮助提升车辆安全防护、运营表现，并为更高水平的自动驾驶做好技术储备。

软件定义汽车是当前商用车行业的核心议题之一。对采埃孚



而言，软件定义商用车已不再只是未来愿景。通过渐进式技术路径，其首批创新成果已经落地，在提升车辆出勤率、降低维保成本、满足法规要求及提供网联化服务等方面，为客户创造可量化的价值。

博格华纳以创新技术助力商用车提升效率与可持续性

博格华纳在2026汉诺威国际交通运输博览会上全面展示了其面向商用车领域的最新技术。博格华纳重点展示了其广泛的电气化、动力系统及热管理解决方案，彰显这些技术如何帮助制造商提升各类商用车应用的效率、性能与可持续性。

博格华纳还在欧洲展会首次展示其新一代磷酸铁锂电池紧凑型电池包（LFP Compact Pack）。该产品采用全新设计架构，在重量、占用空间和成本方面实现进一步优化。全新设计不仅提升了产品性能和能源效率，还延长了设备运行寿命。

博格华纳执行副总裁兼首席战略官Paul Farrell博士表示：“商用车制造商需要在日益复杂的要求之间实现平衡，包括减少排放、提高能源效率，以及兼顾性能、耐久性和成本。汉诺威国际交通运输博览会为我们提供了一个绝佳平台，充分展示博格华纳的技术产品组合如何帮助客户应对当前挑战，同时为未来出行需求做好准备。”

博格华纳还展示了适用于多种动力平台的技术，体现公司通过动力系统多元化与技术创新推动交通运输行业降低排放的均衡发展路径。

宁德时代发布TECTRANS II 加速全球商用车电动化进程

宁德时代新能源科技股份有限公司（CATL）推出新一代商用车电池解决方案TECTRANS II（天行II）。

宁德时代海外业务执行总裁李小宁表示：“商用车电动化正成为全球能源转型的第三波浪潮。宁德时代将围绕产品、能源、服务与生态，携手全球合作伙伴紧抓这一机遇。”

TECTRANS II是面向商用车电动化打造的模块化平台，适配多元商用车应用与运营需求。通过配置不同数量的标准化电池包，TECTRANS II可满足不同电量与载重需求，车辆最大续驶里程可达1000 km。

该平台兼容电驱桥与中央驱动两种架构，支持充电与换电模式灵活切换。一套硬件配置，全生命周期兼容：平台统一外部尺寸、电气接口与通信协议，电池技术与电池包设计可迭代升级。新款及现有车型均可受益于后续技术升级，无需对整车平台进行大规模改动。

模块化设计可帮助整车厂将车辆开发周期缩短50%，研发成本降低60%~70%，助力车型更快落地，降低适配成本。





TECTRANS II 提升车辆全生命周期收益，模块化平台无需为每一款车型单独开发专用电池系统，帮助整车厂压缩开发成本、缩短上市周期，降低前期投入风险。

TECTRANS II可从以下方面提升车队经济效益。

更高能量密度：电池质量能量密度达170 Wh/kg，较行业平均水平高出约13%。在电池容量不变的前提下，车辆可额外承载约0.6 t有效载荷。

更长续驶、更快补能：顶配版本续驶可达1000 km，搭载兆瓦级快充，25 min即可充至80%电量，减少长途干线运输的充电等待时间。

更高能效：全球首创全极耳低阻抗设计，系统往返效率(RTE)可达96%，降低充电损耗，为日常运营提供更多可用电能。

更高保值率：用于重卡的TECTRANS II电池设计寿命12年、行驶里程150万km，容量保持率可达70%，有效提升车队资产的保值率。

展会期间，宁德时代还与DHL集团签署谅解备忘录。双方在2024年9月合作协议的基础上，将在欧洲打造多条绿色货运走廊。合作方将依托DHL的物流网络、运营经验与实际运输需求，结合宁德时代的电池技术与电动化生态体系，联合整车厂及其他合作伙伴，共同开发专用电动车辆并开展试点落地。A

博世以跨域创新与全球协同，破解商用车提质与出海双重课题

文/张颖

在2026汉诺威国际交通运输博览会上，中国商用车整车企业集中参展，成为展会一道标志性风景。而零部件巨头博世的参展策略，提供了全新的行业观察视角。不同于单纯展示零部件硬件产品，博世打出“跨域系统创新 + 本土X全球协同”的组合拳，一方面顺应中国商用车由规模扩张向效益竞争转型的发展需求，另一方面着力破解国产商用车出海面临的合规、场景、服务三重核心困境。

全球商用车格局重构，中国商用车实现换道领跑

全球商用车的竞争格局正在发生深度分化。中、欧、美三大核心市场的发展差异，不仅体现在销量数据层面，更根植于产业发展底层逻辑的本质区别。欧洲依托严苛的碳排放法规倒逼技术迭代，凭借完善的认证体系抬高外来品牌市场准入门槛；北美市场以车队TCO（总拥有成本）为核心导向，长途重载是主流应用场景；中国市场在政策引导与市场驱动的双重作用下，新能源商用车实现爆发式增长。

2025年全球电动卡车销量突破44万辆，其中中国市场贡献超40万辆，占全球总量九成以上。国内新能源重卡销量达23.11万辆，同比增长182%，渗透率攀升至28.9%，标志着重卡电动化正式完成从政策拉动向市场驱动的根本性转折。依托国内完备的“材料—部件—系统—整车”全产业链体系，三电技术持续快速迭代，商用车自动驾驶技术也从示范试点阶段加速迈向量产落地。在亮眼的产销数据背后，行业新矛盾逐步凸显：电动化产业规模持续扩容，但多数产品仍停留在硬件堆叠的浅层发展阶段，整车系统协同性不足，进而引发车辆能耗偏高、运营出勤率不及预期、TCO表现未达用户预期等一系列现实问题。这也是博世在本届IAA展会重点倡导跨域协同创新的核心行业背景。





用户更加注重TCO，博世跨域系统创新破解运营痛点

过往零部件企业多聚焦单一部件的性能优化，但进入新能源

与智能驾驶新时代，仅依靠电机、制动、转向等单一硬件升级，已无法实现整车性能的跨越式提升。商用车动力、底盘、智能驾驶、热管理系统深度耦合、相互联动，单一系统的调整会对其他模块产生连锁影响，跨域协同创新的核心价值由此凸显。

博世依托跨域协同创新，全面升级商用车主动安全体系。凭借高性能中央计算架构，博世实现动力、底盘、驾驶辅助系统的一体化统一调度，通过电驱桥、电控气压制动（EBS）与转向系统的协同控制，大幅提升车辆在低附着路面、长下坡、紧急避障等极端复杂工况下的操控稳定性。以电控气压制动系统为例，该系统集成ABS、ASR、ESC等全套车身稳定功能，相较于传统制动系统，控制响应速度提升约40%，空满载状态下制动减速度偏差控制在10%以内。在此基础上，EBS制动系统与驾驶辅助系统深度协同，将AEB从信号决策到稳定制动的全程耗时缩短约50%。

在整车层面，底盘功能集成与驾驶辅助系统实现深度融合。通过对驱动、制动、转向及车身姿态的多维度协同调控，底盘执行系统可快速响应、精准落地智驾系统的轨迹规划指令，将“规划层面的安全”切实转化为“执行层面的安全”。依托制动、转向系统的多重冗余设计，整车运动控制系统可在执行层出现偶发故障时持续保障行车安全，可无缝适配智慧港口、封闭园区等无人化运营场景，目前相关技术正在国内市场加速验证与规模化落地。博世将依托经过市场规模化验证的执行层技术，为商用车高阶自动驾驶落地提供坚实的系统级安全支撑。

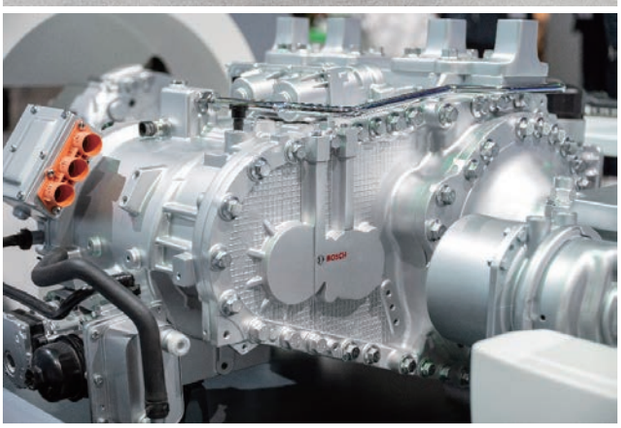
系统协同创新的核心价值，最终聚焦于车队TCO优化，这也是当前商用车终端用户最核心的考量指标。用户已摒弃单纯对比车辆采购单价的传统思维，转而聚焦车辆全生命周期运营成本，综合考量载货能力、能耗水平、故障停机时长等核心维度。

在硬件协同优化的基础上，博世依托车辆海量运行数据与工况自适应算法，针对矿区重载、港口短驳、高速干线等差异化运营场景，匹配最优能量流控制策略，让TCO从购车时静态的理论参数，转变为车辆全生命周期内可测量、可迭代、可持续优化的动态核心指标。通过VCU软件算法调控，实现驾驶辅助、动力系统、线控制动、热管理等核心部件的最优协同匹配，助力车辆综合能耗再降3%~5%。实测数据显示，轻卡常温工况节能10%，冬季低温工况节能20%；重卡综合工况节能4%~8%，按重卡月行驶里程1.5万km计算，可为司机每月节省电费超1000元。

IAA展的硬核产品，实现从中国研发到全球落地

本届IAA展会，博世重磅展出五款核心创新产品，其中一大核心亮点备受行业关注：全系产品并未直接照搬欧洲成熟方案，而是立足中国重载工况、复杂道路环境完成本土化定制开发，这一





“中国研发，全球落地”的模式，正成为跨国零部件企业深耕中国市场的全新发展趋势。

重型电驱桥HD eAxle精准贴合国内重卡“油改电”转型痛点，适配18~49 t全谱系重型商用车，设计使用寿命达150万km，国内累计运营里程已突破1亿km，支持取力器、差速锁配置，可适配矿山、港口等高强度复杂运营场景。电控气压制动EBS完全贴合国内营运货车法规标准，兼顾节能、安全与驾乘舒适性，同时作为高阶智能驾驶的核心执行底座，已批量搭载于多家国内主流车企车型。融合式热管理系统TMS、300 kW氢动力模块FCPM-C300、ServoE全电动转向系统，则分别针对整车高效散热、长途零排放运营、线控底盘与高阶自动驾驶落地提供核心技术储备。

> 中国商用车形成双线发展格局：国内市场告别粗放式规模竞赛，全面转向TCO精细化运营；海外市场以法规适配、场景落地为首要关卡，本地化服务与供应链建设是长期发展命题。





中国商用车百万出口背后的机遇与挑战

国内市场竞争聚焦TCO精细化运营，而中国商用车出海则面临一套全新的考核体系。2025年中国商用车出口量突破百万辆，标志着行业正式迈入规模化出海全新阶段，但产品出口并不等同于全球化成功。当前国产商用车出海面临多重叠加挑战：欧洲认证体系繁琐、审核周期漫长；海外道路环境与国内差异显著，长下坡、冰雪路面、老城窄巷等场景对车辆可靠性提出更高要求；海外售后网点覆盖率不足，直接降低车辆运营出勤率；本地供应链体系不完善，进一步放大海外落地难度。简言之，整车产品可顺利出海，但合规适配、场景匹配、售后保障能力的短板，制约了可持续海外商业模式的构建，这也是博世推出“本土协同×全球资源”发展模式的核心价值所在。

博世本土化深耕中国商用车市场二十余年，深度洞悉国内主机厂产品特性与市场需求；同时依托全球化网络，精准掌握各国法规标准与区域场景特征，可提供覆盖出海筹备、落地运营、长期运维的全周期系统解决方案，助力车企全方位破解海外合规认证、场景适配、服务保障三大核心难题。

依托IAA 2026这一行业观察窗口，梳理商用车产业发展脉络，可总结出四大核心启示。第一，零部件企业角色实现质变，从传统硬件供应商升级为整车系统解决方案合作伙伴，软件算法、跨域集成、本土化定制成为核心核心竞争力。第二，中国商用车形成双线发展格局：国内市场告别粗放式规模竞赛，全面转向TCO精细化运营；海外市场以法规适配、场景落地为首要关卡，本地化服务与供应链建设是长期发展命题。第三，电动化只是产业转型的起点，而非终点，底盘硬件升级、安全冗余优化、多元动力迭代与软件定义汽车的深度融合，将重塑未来商用车全球竞争格局。第四，出海绝非整车企业的单打独斗，亟需具备全球化能力的供应链企业协同赋能，单一产品出口模式已无法支撑长期全球化发展。

IAA 2026见证中国商用车全球影响力持续攀升。在规模领跑全球之后，提质增效、高阶智能化、高质量出海成为行业全新时代课题。软硬件深度融合、全域系统协同的价值愈发凸显，这既是博世本次展会的核心参展逻辑，更是中国商用车产业高质量发展的核心发展命题。A

2026年AQR结果发布：汽车行业质量承压，智能与三电成核心挑战

文/编辑部

2026年中国汽车产品质量表现研究（AQR）结果在北京揭晓。受产品快速迭代影响，汽车行业整体质量承压，智能座舱、智驾辅助与三电系统成为质量矛盾的核心集中点，用户投诉量显著走高。尽管传统零部件质量稳步提升，但软件类、用户感知类质量问题日益突出。

9月16日，车质网、凯睿赛驰咨询联合主办的2026年中国汽车产品质量表现研究（AQR）结果发布暨颁奖典礼在北京举行。会议以“快迭代 护底线”为主题，邀请整车及零部件企业高层、行业专家、学者齐聚一堂，共同探讨产业快速迭代背景下汽车产品质量的底线坚守与长期价值。

车质网、凯睿赛驰咨询董事长、总裁唐卫国在开场致辞中表示，2026年上半年，汽车产品迭代的速度继续加快，但质量承压问题日益凸显。2026年1—8月，车质网受理有效投诉量近18万宗，同比增长15.46%，其中质量类投诉占比达77.07%，投诉量较2025年同期增长78.86%。智能座舱、驾驶辅助及三电系统质量下滑明显，NOA功能错误识别与响应不及时、电池续驶不准、无法充电等问题困扰车主。同时，高影响力意见领袖对智能化与三电技术关注度更高，夸大宣传带来的负面口碑扩散风险正加剧企业舆情压力。

尽管整体质量承压，但行业在传统动力总成、外观质量等方面仍呈改善趋势。此外，政策监管与标准建设也在加速推进。面对这样的变化，车质网和凯睿赛驰咨询牵头编制了行业首个三电系统用户感知质量评价团体标准——《新能源汽车电池、电机及电控系统用户感知质量评价指南》。唐卫国还指出，用户体验正在成为新的生产力，希望与合作伙伴一道，在智电时代构筑持久竞争力。

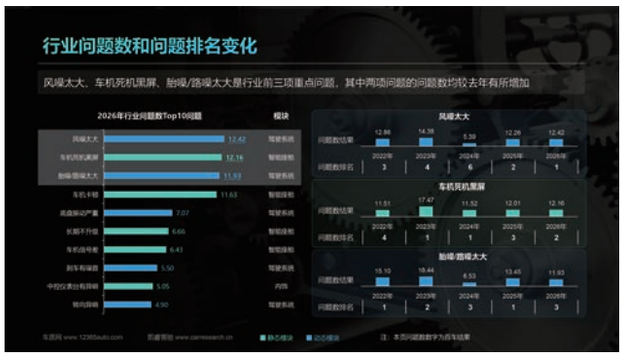
国家信息中心经济咨询中心高级经济师、专业总师路遥表示，受长期趋势、周期调整与短期政策因素叠加影响，2026年国内乘用车内需整体承压，但新能源需求规模持续扩大，渗透率持续攀升。汽车出口延续高增长，2026年增量将创历史新高，其中1—8月新能源乘用车出口336万辆，超过传统燃油乘用车出口。她认为，汽车行业仍值得深耕，结构性机会丰富，随着中系车整体竞争力提升，其全球份额将稳步提升，国际化将保持良好态势。



车质网、凯睿赛驰咨询董事长、总裁 唐卫国

车百会副理事长、教授级高级工程师师建华解读中国汽车产业发展趋势。他表示，全球汽车电动化和智能化趋势仍在加快，预计2030年全球新能源销量占比将超过四成。国内汽车市场进入高销量低增长周期，新能源汽车成为主流，2026年新能源汽车销量（含出口）有望达到2000万辆。他同时指出，汽车消费需求正从“品牌信仰”转向“价值至上”，辅助驾驶规模化上车，汽车新生态服务成为重要赛道。他认为，智能化提速、消费模式重构、全球化布局将是“十五五”期间三大发展主线。

2026年，车质网和凯睿赛驰咨询首次发布的《2026年中国汽车净推荐口碑（NPS）指数研究报告》显示，2026年行业NPS指数为32.8。纯电车型与豪华品牌表现领先；产品体验仍是口碑基石，提及率高达70.6%；结合NPS影响力×满意度矩阵，品牌营销是唯一落入亟待改善区间的维度，是口碑突破的关键瓶颈。









研究还发现，贬损者与意见领袖在用户画像与体验诉求上存在一定的差异：前者更多为年轻首购群体，聚焦实用经济性；后者多为注重品质感与长期价值的车主。基于此，报告建议车企采取“靠产品体验与质量托底，靠品牌突破上限”的改善策略，以场景化思维改善产品体验，以长期主义重塑品牌信任，构建可持续的正向口碑生态。

2026年的专项研究继续关注新能源汽车电池、电机、电控的市场质量表现。《2026年中国新能源汽车三电系统质量表现研究》发现，三电系统质量表现整体有所下滑，用户抱怨度略有回落但问题数量上升，续驶相关问题是当前三电质量的最主要短板。

报告显示：

·自主品牌三电质量整体仍优于海外品牌，但两者质量差距较2025年有所收窄。

·增程式车型在三类动力技术路线中质量表现最佳，纯电动车型虽有改善，但仍相对偏弱。

·消费者对纯电续驶的关注度持续提升，续驶显示不准、充电效率与宣传不符等感知类问题，正逐步取代传统硬件故障，成为三电质量领域的核心用户痛点。

《2026年中国汽车产品质量表现研究（AQR）》报告显示，行业市场质量表现得分29.14，同比增加7%（数据为负向数值，数值越低，质量越好），整体质量水平下降，主要由问题数量增加引发。

研究显示：

·发动机、变速器等传统硬件模块质量表现持续改善，智能座舱、智驾等软件强相关模块下滑明显，车机问题是燃油车与新能源车的共同痛点。

·新车平均首次出现质量问题的时间缩短至7.4个月，新能源车更短。

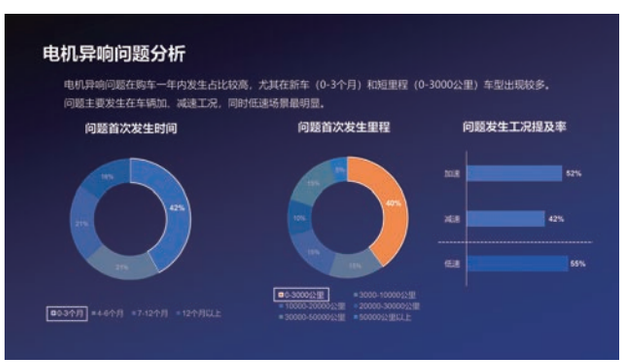
·行业存在三类验证盲区，分别是硬件缺陷验证盲区，软件策略验证盲区，制造装配验证盲区。

研究还从产品全生命周期及舆情应对角度提出七项治理方向：设计开发环节，建立车型质量数据库和预警机制，前置规避共性问题；供应商管理环节，强化二级供应链管控和零部件批次动态监测；整车试验环节，结合极端天气更新验证标准；软件测试环节，新增以用户场景为核心的体验评测，完成全场景验证；试生产与量产环节，引入用户与工程师共同评测调研，弥合视角









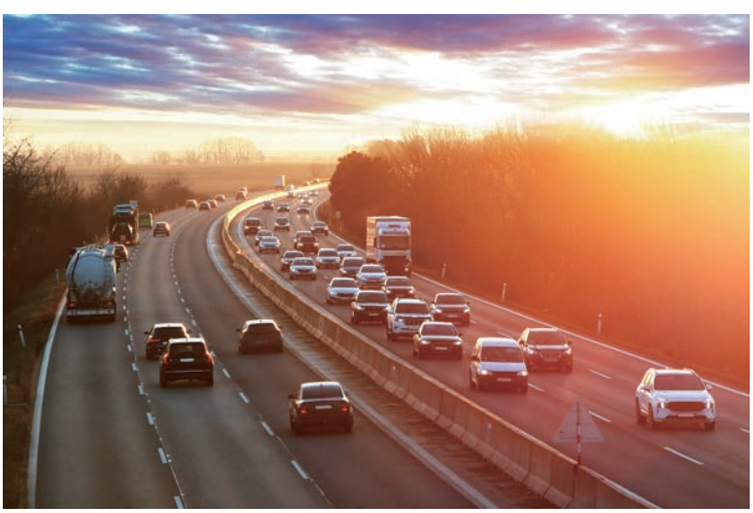
差距，建立快速反馈机制；对标评价环节，组建独立团队持续滚动对标竞品，适应车型快速迭代；舆情方面，依托第三方检测结果客观澄清负面舆情。

根据《2026年中国新能源汽车三电系统质量表现研究》结果，车质网和凯睿赛驰咨询公布了新能源汽车三电系统质量表现最佳供应商。格雷博、华域电动、亿纬锂能分别获得新能源乘用车经济型车型动力总成、中高端车型动力总成及电池系统供应商质量表现第一名。

现场还依据《2026年中国汽车产品质量表现研究（AQR）》结果，揭晓了整车各细分市场质量表现最佳车型及质量体验最佳车型。中国汽车产品质量表现奖获奖车型，在产品可靠性与稳定性方面领先于细分市场，是对整车在质量控制与耐久性方面表现的有力印证。中国汽车产品质量体验奖获奖车型，在舒适性、便利性、驾乘感受等方面表现卓越，能够更好满足消费者核心用车需求。

2026年，车质网、凯睿赛驰咨询继续开展年度中国汽车产品质量突出贡献人物推选宣传活动，展现管理者在产品质量创新与持续改进中的实践成果，为行业提供应对质量挑战的新思路。

2026年度中国汽车产品质量突出贡献人物分别是（按姓氏笔画排序）：蔚来量产产品质量部助理副总裁陈剑、上汽大通汽车有限公司副总经理浦登翔、中国一汽研发总院副院长梁伟朋、赛力斯汽车有限公司质量体系副总经理缪杰。他们通过质量管理革新，打破传统品控边界，将用户全链路体验纳入企业核心价值标尺。

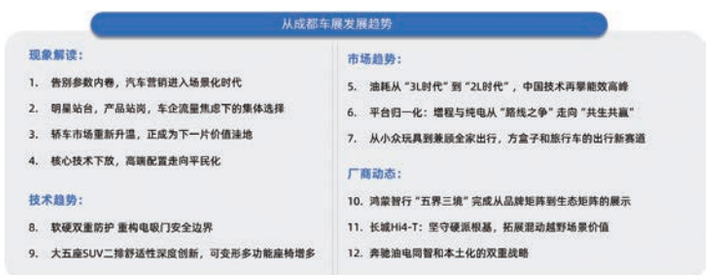


自主向上、合资转型、智驾下沉的背后，本届成都车展还透露出哪些趋势？

文/威尔森

刚刚落下帷幕的2026年成都车展，是一场关于“谁在定义下一个十年”的预演。自主品牌从单点突破走向体系作战，合资与豪华品牌放下身段加速本土化，智能化从旗舰专属下沉为标配刚需，这三股力量在同一时空交织，共同指向一个结论：中国汽车产业的竞争，已经告别“一辆爆款打天下”的时代，全面进入“体系能力决胜”的新阶段。当22万m^2的展馆被拆解成一个个战略信号，成都车展留给行业的，远不止是那1600台展车。那么，本届车展究竟透露出哪些行业趋势？又有哪些新车值得大家重点关注？







成都车展参展车型多达137款，全新车型达72款；新能源车型121款，其中纯电车型占比达49%。SUV最受关注，参展车型多达94款，主要集中在A0级SUV至D级SUV区间；自主品牌百花齐放，已成为本届车展主角。

从成都车展看发展趋势

轿车市场重新升温，正成为下一片价值洼地

2026年成都车展上，轿车品类的强势回归绝非偶然，它标志着中国汽车市场正从“SUV单极狂热”走向多元理性的新阶段。在SUV市场极度内卷、同质化严重的背景下，厂商与消费者不约而同地将目光重新投向轿车，这里既有自主品牌借高端电动轿车冲击价格天花板的野心，也有技术下放与激进定价共同构筑的“性价比吸引力”。

平台归一化：增程与纯电从“路线之争”走向“共生共赢”

增程与纯电不再是二选一的技术路线，而是通过同一模块化平台实现兼容共生。本届车展上，艾尼氪V（E-GMP平台）、东风日产NX8（天演架构）、零跑D19（旗舰D平台）、大众ID.ERA家族等重磅车型，均基于同一平台同步开发纯电与增程版本。 这一“一平台双动力”模式，让车企以更低的研发成本和更快的产品迭代速度，实现对不同用户

需求的全覆盖，标志着新能源竞争已从单一动力参数的比拼，升级为平台化体系能力的较量。由此可见，平台归一化，增程与纯电从“路线之争”走向“共生共赢”成为每家车企的必修课。

从小众玩具到兼顾全家出行，方盒子和旅行车的出行新赛道

越野端，“方盒子”全面爆发。享界G9、猛士X700等十余款新车集中亮相。越来越多方盒子轻越野车型的亮相，标志着国内越野市场逐渐从“小众玩具时代”迈入“全家拓界时代”。旅行端，“瓦罐”同样迎来电动化新生，如领克07 GT综合续驶达1422 km，让诗和远方不再焦虑。这两大品类的共同逻辑是，技术下放与场景扩容，让专业能力成为一种“生活储备”。











成都车展重点车型

小鹏汽车MONA L05

新车小鹏MONA L05定位中型SUV，在成都车展期间正式发布，提供纯电、增程两种动力版本。

新车看点：图灵AI芯片+VLA2.0、AI天玑座舱、无边框车门、半隐藏式门把手。

比亚迪大汉

全新比亚迪大汉已在成都车展完成亮相，预计三季度上市，新车定位D级旗舰级轿车，级别远高于汉L。

新车看点：天神之眼5.0+DiLink 5.0、第二代刀片电池+闪充、云辇A+后轮转向、帝瓦雷音响、PDLC可调光玻璃。

吉利银河战舰700

本届成都车展上吉利银河战舰700迎来了首次公众亮相，官方将它定位为AI全地形硬核SUV。

新车看点：三电机四驱插混系统、AI全地形系统、双腔空悬+CDC、千里浩瀚+超级EVA、18.5 L车载冰箱、支持浮水模式。

启境GX7

广汽与华为联合打造的启境品牌首款SUV，启境GX7于本届车展正式亮相，新车定位“越级7系”，计划于9月内正式上市。

新车看点：四颗激光雷达、华为乾崑ADS 5+鸿蒙座舱Space 6、前排双15.6英寸屏幕、20 s一键成床、800 V平台5C超充、赤兔AI悬架。

零跑首位、理想反弹、鸿蒙承压，8月新势力销量谁在狂飙，谁在掉队？

文/威尔森

告别了二季度市场震荡与新车迭代的阵痛，2026年8月新能源市场稳步回暖，传统“金九银十”旺季也已临近。各大新势力在月初如期交出了各自的月度答卷，无论是榜单席位、销量梯队，亦或是各自增长逻辑，都发生了不小的变化。接下来，就让我们一起看看8月交付榜里，都透露出哪些信息？

零跑汽车

零跑8月全球交付103 129辆，同比增长80.7%。从3月到8月，零跑已连续6个月实现环比增长，过去四个月里连续跨过8万、9万和10万辆三道关口。支撑这一增长的是覆盖6万~30万元市场的A、B、C、D四个产品系列。A系列在10万元以下走量，B、C系列守住主流价格带，D19/D99尝试把价格往上抬，多条产品线同时贡献销量，让零跑不再依赖某一款车型。海外市场也提供了重要增量，零跑上半年出口96 294辆，占同期交付量的约27%。前8个月累计交付超56万辆，距离全年100万辆目标虽仍有差距，但连续两个月站上10万辆台阶，至少证明这个目标并非遥不可及。

鸿蒙智行

鸿蒙智行8月交付42 101辆，同比下降5.6%，环比下降6.5%，已连续两个月回落。这也是其月度交付同比增速首次转负。尽管仍位列第二，但这一现状值得注意。整个鸿蒙智行体系的交付基本盘仍然高度依赖问界品牌。纵然享界G9上市24 h大定突破5000辆，尊界V800、V680上市24 h大定突破3500辆，但这些订单能否如期转化为交付，将对后续排位起到关键作用。

小鹏

小鹏8月交付39 107辆，同比增长4%。在同行动辄翻倍的背景下，这个数字显得克制，但更值得关注的是其后续发展节奏。













MONA M03已经连续23个月蝉联10万~20万辆纯电轿车销冠，支撑着基本盘；GX连续3个月环比增长，产能仍在爬坡。此外，还有MONA L05&G9L两款重磅新车等待上市，小鹏的目标是四季度挑战单月6万辆，就目前情况来看，定价似乎不成问题，核心问题则是产能和交付到底何时才能跟上订单节奏。

理想

理想8月交付37 679辆，同比增长32.1%，环比大涨23.7%。终于结束了此前连续多月的销量下滑局面。理想曾在6月、7月连续出现同比、环比双降，8月的反弹显得尤为关键。但这并不意味着理想已经走出困境。前8个月累计交付约26万辆，全年目标约48万辆，后4个月月均需约5.7万辆，以当前节奏看，压力依然不小。理想手上除了新一代旗舰MPV MEGA、新形态家庭旗舰SUV i9外，还有就是当前销量支柱i6的改款车型，这些新品能否持续拉动交付，将是其下半年能否维持增长的核心变量。

极氪

极氪8月交付36 981辆，同比增长109.8%，连续7个月实现同、环比双增长。前8个月累计交付超25万辆，已完成30万辆年度目标的83.7%。在已公布目标的新势力中进度最快，按当前节奏极有可能提前达标。极氪汽车当前的销量表现，一方面得益于009、9X、8X持续冲击高端市场，其他车型依旧稳定输出维持基本盘，另一方面，面向海外市场，极氪也在加速扩张，现已实现覆盖50多个国家和地区。

蔚来公司

蔚来公司8月交付35 836辆，同比增长14.5%。前8个月累计交付超26万辆，同比增长57.9%。但旗下三品牌表现各有差异：其中，蔚来品牌21 174辆（同比+101.2%）、萤火虫5852辆（同比+34.7%）均实现正增长，而乐道8810辆（同比-46.4%）则出现明显回落。高端市场是蔚来最深的护城河。ES8上市335天累计交付突破14万辆，稳居40万级SUV销冠；ES9历时73天破2万辆，刷新50万级纯电SUV最快交付纪录。但挑战同样存在，在下半年缺失新车型的窗口期，能否持续兑现产品价值，将会成为蔚来下半年最大的考验。

随着9月传统销售旺季开启，叠加地方购车补贴落地、新车产能持续释放、消费者观望情绪消退，2026年后半程的新能源市场竞争将愈发激烈。此外，可以明确的是，新势力决赛圈的竞争，早已不是单一车型、单一价格的比拼，而是技术自研、成本控制、产品矩阵、生态服务、全球化布局的全方位体系博弈。唯有具备完整核心竞争力的品牌，才能在终局洗牌中站稳脚跟、持续领跑。A

2026乘用车第三方智驾供应商：国产替代提速，NOA赛道格局重塑

文/佐思汽车研究

2026年6月，工信部正式发布强制性国家标准GB 47955-2026《智能网联汽车 组合驾驶辅助系统安全要求》，该标准将于2027年1月1日正式落地实施，标志着国内L2组合辅助驾驶行业彻底告别粗放式野蛮生长，全面迈入合规化、标准化、高质量发展新阶段。新规覆盖单车道L2、多车道L2+、高速及城市领航NOA三类核心组合驾驶辅助形态，搭建起国内L0～L2+全层级辅助驾驶的法定安全底线。

政策落地重塑行业供需格局，对供应链而言，新规设立硬性行业准入门槛，加速缺乏核心技术与验证能力的中小厂商出清，推动行业洗牌与资源集中。相较于外资Tier 1全球化通用方案适配性弱、迭代周期长、难以贴合国内复杂路况合规要求的短板，本土厂商长期深耕国内长尾场景，拥有成熟的本土化标定、快速OTA迭代、全流程合规验证能力，完美匹配新规严苛要求。

分层来看，在L2~L2+辅助驾驶赛道，国产替代红利持续释放，本土厂商份额自2024年起持续攀升。

在高速/城市NOA增量赛道，合规壁垒有效筛选优质供给，具备全栈自研、规模化量产、安全体系完善的第三方头部厂商，将持续承接传统车企智能化升级需求，实现市占率稳步提升，成为行业扩容的核心受益者。

基于此，佐思汽研针对新规覆盖的三类组合驾驶辅助细分市场展开系统性研究，深度剖析国内乘用车智能辅助驾驶第三方供应商的市场格局、迭代逻辑与未来发展趋势。

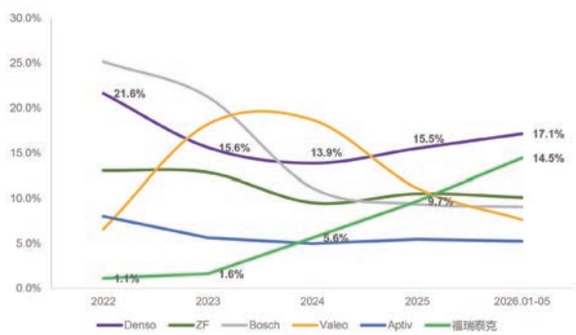


图1 2022—2026年5月国内乘用车市场主流L2~L2+ ADAS智驾厂商的市占率变化趋势

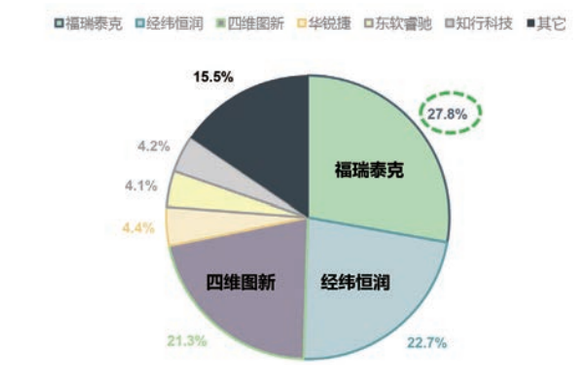


图2 2024—2026年5月国内L2~L2+ ADAS第三方智驾国内厂商市占率分析

国内乘用车驾驶辅助系统之L2~L2+ADAS市场五大洞察

洞察一

L2~L2+智驾市场，近3年依然是最大的基本盘

无智驾（NL）车型规模持续收缩，国内乘用车智驾整体装配率呈刚性上行态势。NL无智驾车型装车量由2022年的987.2万辆下滑至2026年前5月的150.6万辆，市场占比自49.6%大幅回落至21.8%。伴随传统燃油低配代步车型加速出清，基础驾驶辅助逐步成为新车标配，行业形成共识：车企大幅削减NL无智驾车型产能。

L2~L2+为近三年市场核心基本盘，持续担当行业压舱石，装车规模稳居各等级首位。该等级乘用车搭载量由2022年的607.6万辆增长至2024年峰值1027.3万辆；2025年虽回落至859.9万辆，依旧是装车体量最高的智驾品类，装配率达到37.5%。尽管NOA领航组合驾驶辅助快速渗透，标准L2~L2+仍是近三年出货规模最大、覆盖范围最广的主流配置，也是本土Tier 1企业（福瑞泰克、经纬恒润等）订单的核心支撑。

NOA领航组合驾驶辅助（高速NOA与城市NOA）迎来爆发式放量，成为驱动行业结构升级的核心主线。

洞察二

L2~L2+ADAS智驾市场以第三方智驾供应商为主，其中第三方智驾供应商市场占比超9成

国内L2~L2+ADAS市场由第三方智驾供应商占据绝对主导，2022—2026年前5月第三方装车占比持续稳定在97%以上，主机厂自研份额长期不足3%，市场格局十分稳固，仅有少数车企布局L2~L2+自研路线。

对比来看，主机厂自研装车量受车型周期、企业战略影响波动显著，第三方供应商依托多客户布局，出货表现与行业大盘同步、稳定性更强。中长期维度，主机厂受制于研发投入、成本与开发周期约束，能够持续规模化自研的车企属于少数，市场或将长期维持第三方Tier 1为主、少数头部车企自研并行的二元结构，L2~L2+赛道依旧是本土第三方智驾供应商（福瑞泰克、经纬恒润等）稳固的订单基本盘。

洞察三

2024年是行业切换拐点，本土智驾供应商快速崛起，自主方案对外资的替代趋势持续强化

2022年外资供应商市占率高达94.8%，近乎垄断市场，本土厂商仅有5.2%份额；2024年是国内L2~L2+ADAS市场格局切换关键拐点，依托性价比、迭代速度与本土化场景适配优势，国内本土智驾供应商实现快速崛起，国产方案对外资Tier 1的替代趋势持续强化，市占率不断攀升，2024年提升至26.9%、2025年达32.4%，2026年前5月进一步达到32.7%，外资份额同步持续回落。

与此同时行业头部集聚效应凸显，2024至2026年前5月TOP 8供应商合计占据76.1%的市场份额；外资厂商仍保有Denso、法雷奥、博世、采埃孚四大头部席位，福瑞泰克以8.3%的市占率领跑本土第三方方案商，与经纬恒润（6.8%）、四维图新（6.3%）共同构成本土厂商第一梯队。本土供应商在成本控制、开发模式、驾乘体验等维度已形成显著比较优势。长期来看，本土供应商份额仍具备上行空间，外资传统Tier 1在L2~L2+基础ADAS赛道主导地位持续承压。

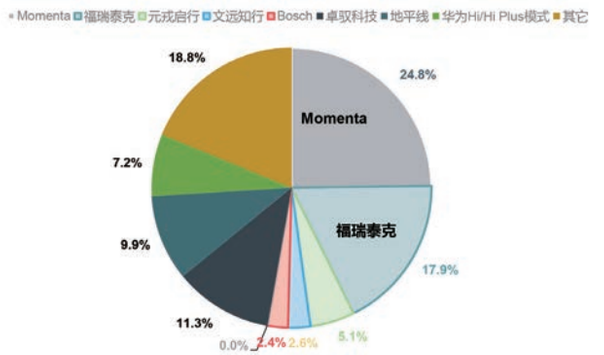


图3 2026年1—5月NOA第三方智驾厂商(0~20万元车型)的市占率分析

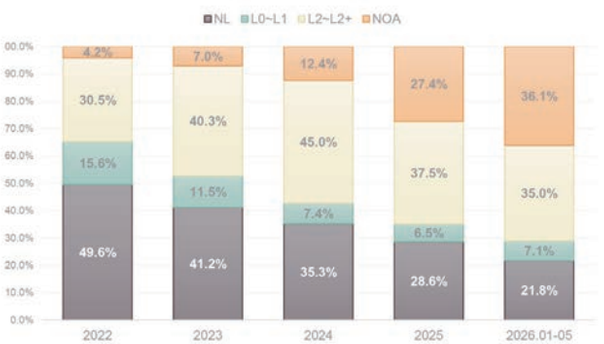


图4 2022—2026年5月中国乘用车各智驾等级装配率变化

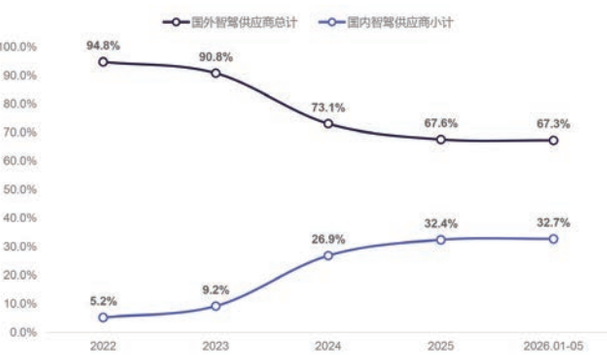


图5 2022—2026年5月L2~L2+ ADAS国内/国外智驾厂商市占率演进趋势对比

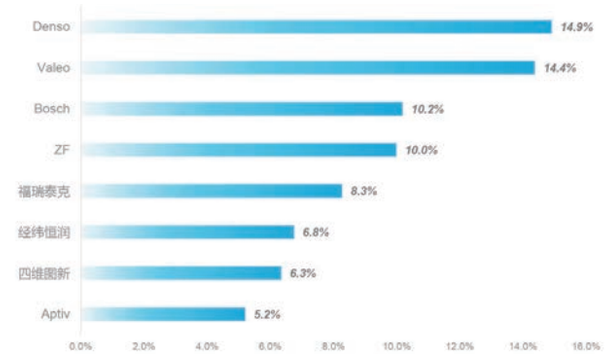


图6 2024—2026年5月，国内乘用车L2~L2+ ADAS细分市场Top 8智驾供应商排名

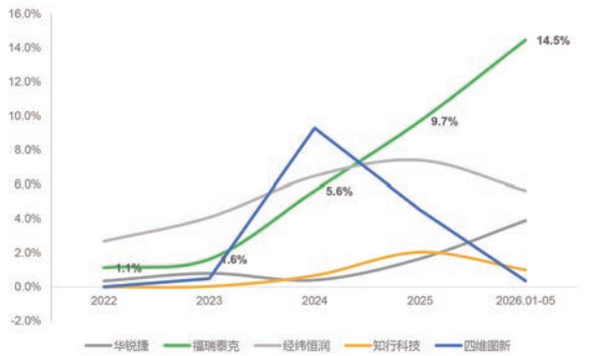


图7 2022—2026年5月， 国内乘用车市场国内L2~L2+ ADAS智驾厂商的市占率变化趋势

洞察四

从市场格局来看，2022—2026年5月期间，多数厂商份额波动调整，福瑞泰克凭借持续量产落地能力，2026年1—5月，位列L2~L2+ADAS细分市场第二，本土智驾厂商第一

2022—2026年5月国内L2~L2+ADAS市场迎来份额大洗牌，绝大多数海内外厂商市占率震荡下行，行业竞争格局重构，国内第三方智驾厂商逐步实现对海外传统Tier 1的份额替代。福瑞泰克凭借稳定的定点交付与规模化量产实力，成为唯一连续5年市占率快速攀升的第三方智驾供应商，其市占率由2022年的1.1%攀升至2026年1—5月的14.5%，正式反超博世、采埃孚、法雷奥、安波福、维宁尔等一众外资老牌Tier 1，位列L2~L2+ADAS细分市场第二，本土智驾厂商第一。

洞察五

2026年国内多家整车企业战略目标升级，加速迈向全球化汽车集团，L2 ADAS与L2+（LCA）成为中国车企出海车型主流智能化配置

2026年，国内头部车企战略重心持续升级，发展路径由深耕国内、辐射海外，转向打造具备全球研发、制造、渠道与品牌能力的全球化汽车集团。

现阶段NOA领航辅助受海外各地法规、道路场景条件约束，短期内难以实现规模化落地；L2/L2+（搭载LCA主动变道）是全球范围内更易合规落地、主机厂采购意愿更强的方案，标准化L2~L2+仍是全球智驾市场中长期商业化基本盘。随着国内多家自主品牌车企2026年战略锚点升级，加速向全球化车企转型，将海外市场视为未来第二增长曲线。本土智驾供应商迎来随车出海黄金窗口，过去本土Tier 1主战场局限于国内市场，伴随国内自主品牌车企大规模海外投放新车，L2~L2+方案需求持续扩容，有效对冲国内市场内卷、价格战压力。

以国内本土智驾厂商福瑞泰克为例，福瑞泰克全球化以东南亚为起步基本盘，目前已在马来西亚实现智驾方案前装量产，并成功打入澳大利亚、新西兰高标准发达国家市场，中长期持续布局中东、南美市场。

国内乘用车智能驾驶辅助系统之NOA领航辅助驾驶五大趋势拆解

智驾技术演进呈现清晰路线：沿高速NOA→城市通勤NOA→无图城市NOA→体验深耕与安全精细化→L3/L4高阶落地向上迭代，同时持续向下渗透，迈向全民智驾。

趋势一

全民智驾时代加速落地，10万~15万元车型为NOA核心增量，10万元以下市场将开启下一增长周期

2022—2026年前5月，国内NOA领航辅助驾驶完整经历两轮发展周期：第一阶段为NOA高端导入期（2022年），功能供给集中于30万~35万元价格带，高阶NOA是高端车型塑造差异化竞争力的核心卖点；第二阶段为NOA加速下沉期，依托域控制器、感知硬件成本显著下降，自2024年起NOA大规模上车10万~15万元主流车型，2025年智驾大模型量产落地进一步降低算法开发与场景适配门槛，带动NOA向10万元以下入门市场渗透。2026年前5

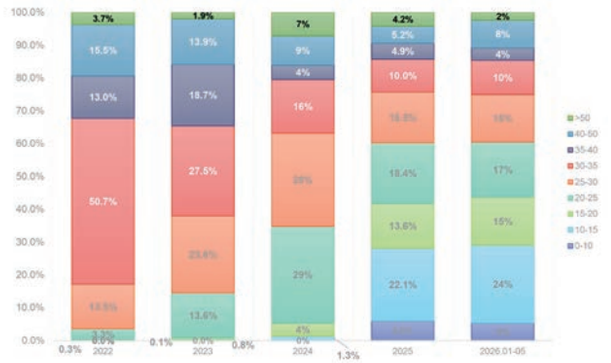


图8 2022—2026年1—5月国内乘用车分价格区间NOA领航辅助驾驶渗透率动态变化趋势

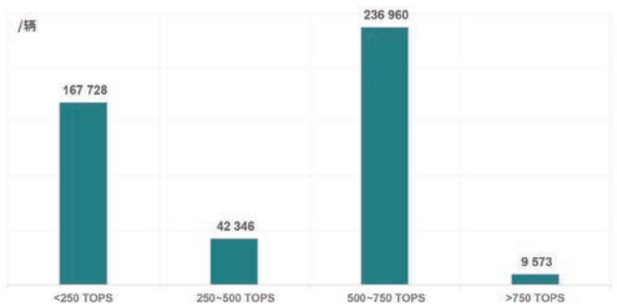


图9 2026年1—5月新上市车型：四大智驾算力梯队NOA装配规模对比分析

月，10万~15万元价位车型NOA装车规模反超高端市场，成为核心承载区间，标志NOA正式从豪华车型专属选配，转型为大众车型普及性功能。中长期来看，随着智驾硬件成本持续下行、端到端大模型规模化量产、本土智驾供应链日趋成熟，10万~15万元主流市场与10万元以下入门市场，将持续贡献NOA渗透率上行的核心增量。

趋势二

告别算力军备竞赛，转向算法效率竞争，中低端算力方案成NOA落地主流方案之一

行业早期高阶智驾竞争普遍以堆砌高算力芯片为核心卖点，各大主机厂竞相推出大算力域控方案，形成“算力军备竞赛”。随着端到端大模型、轻量化感知、无图路线持续成熟，算法架构迭代大幅降低了对硬件算力的依赖，行业竞争逻辑随之切换，不再单纯比拼峰值TOPS，而是聚焦模型轻量化、感知融合效率、时序推理优化、算力调度等综合算法工程能力，以更低硬件成本实现可用、好用的NOA功能。

结合2026年1—5月NOA新车装配数据来看，行业算力需求呈现显著的结构性两极分化特征，整体可划分为四大智驾算力梯队。其中＜250 TOPS低算力芯片、500~750 TOPS中高算力芯片占据市场绝对主流，装配份额分别达37%、52%，合计覆盖超八成装车需求；而750 TOPS以上的超高算力芯片，受成本、功耗、整车BOM约束，仅搭载于高端旗舰车型，整体落地体量有限。

趋势三

端到端智驾大模型已成为NOA规模化落地的主流技术方案

NOA智驾算法层面，国内第三方智驾厂商的端到端智驾AI模型已形成E2E端到端、VLM视觉语言大模型、VLA视觉语言动作模型、世界模型四大核心技术方向，2026年行业呈现多技术路线深度融合、协同迭代的发展态势，各家厂商差异化技术布局持续落地。

趋势四

第三方Tier 1批量入局，NOA量产玩家扩容，双类型供应商差异化竞争

2022—2025年国内NOA装配量整体持续走高，主机厂自研与第三方供应两条路线同步扩容，主机厂自研方案自2022年65.9万台增长至2025年495.1万台，是NOA智驾市场的核心增长驱动力；第三方NOA装车量平稳上行，从17.3万台增至峰值131.3万台，更多服务于研发资源有限的车企，帮助品牌快速补齐高阶智驾能力。整体行业呈现新势力车企自研主导、传统车企外购补充的稳定格局，两条路线长期共存；自研路线增长上限更高，第三方路线量产落地稳定性更强。国内已有多家第三方智驾企业实现NOA规模化量产上车，华为（HI模式/HI PLUS）、Momenta、福瑞泰克、卓驭科技、轻舟智航、元戎启行、文远知行、博世、千里科技等。

从行业技术布局与商业模式维度划分，当前NOA智驾厂商可清晰分为两大阵营：一类是聚焦算法迭代优化的纯软件供应商，专注智驾软件技术研发与输出，典型代表包括Momenta、元戎启行；另一类为系统级全栈自研供应商，可为主机厂提供“硬件+软件+系统集成”一体化一站式智驾解决方案，典型代表包括福瑞泰克、卓驭科技、华为等企业。

表1 部分NOA第三方智驾厂商端到端智驾大模型对标分析

端到端系统厂商	技术路径	端到端系统架构方案	端到端系统发布时间	发展现状	合作智驾芯片	量产现状及车型代表
地平线	一段式E2E+VLM+强化学习+世界模型	**HSD V1.6 一段式端到端架构**，引入端到端强化学习，支持 VLM/VLA 大模型高效落地；配套 **KaKaClaw 咖咖虾整车智能体操作系统**，实现舱驾融合，算力560 TOPS，4 核 BPU 架构，存储带宽 250 GB/s地平线	2025.04（2026 年迭代 HSD V1.6）	2026 年 4 月发布 HSD V1.6，新增遥控泊车、悬空障碍物识别、误踩油门防护等功能；iCAR、星途 ET5 全球首发，完成奇瑞“猎鹰”、星途品牌量产交付；是国内首个规模化落地的国产一段式端到端系统地平线	征程 ®6P、星空系列芯片	奇瑞猎鹰、星途ET5、iCAR全系，2026年实现10万~20万元级车型普惠落地
Momenta	一段式 + 世界模型+强化学习	**IM AD ZETA 端到端大模型 + R7 强化学习世界模型**，采用 DDOD+DDLD 数据驱动感知模型 + DLP 深度学习规划模型，新增**三层物理 AI 架构**（世界模型预训练→虚拟仿真推演→强化学习迭代），内化物理规律、因果逻辑Momenta	2026.04(最新版)	最新**R7 强化学习世界模型**2026 年 4 月北京车展发布，基于百亿公里驾驶数据构建虚拟仿真环境，可自主学习极端 / 长尾场景决策；累计量产装车超 80 万台，获 BBA、上汽通用等头部车企定点，物理 AI 技术实现从“识别物体”到“理解物理”的技术跃迁	英伟达 Thor (2026)、高通 8797	智己全系列、广汽 AION V、别克至境 E7、上汽通用全系，2026 年 Q2 完成 R7 模型全域 OTA 推送
福瑞泰克	引入云端FUGA-VL大模型+端侧E2E	全栈自研智驾AI大模型：引入**云端FUGA-VL大模型+端侧E2E**，涵盖感知、预测/规划/决策/控制，以及**二段式和一段式E2E算法**，适配不同算力需求的**L0-L3级别产品**	2025.04：ODIN3.0 平台首次披露具备端到端 CNOA 通行能力； 2026.04：推出FUGA 4.0 数据平台，同步发布自研 FUGA-VL 多模态大模型	2025 年 4 月发布基于ODIN3.0的**ADC25“智享全民版”方案落地融合端到端 CNOA 能力**，该方案基于 128 TOPS 中等算力硬件实现城区 NOA 通行，目前已规模化量产落地； 未来将进一步深化全域端到端物理AI能力	地平线J6M	银河A7、银河M7、银河星舰7、银河星耀6等；预计银河E5将2026Q4通过OTA，落地NOA智驾功能
华为	世界模型	**ADS 5.0 WEWA（世界引擎 + 世界行为模型）架构**，采用 MoE 混合专家架构，针对 1% 难例场景专项优化；实现**无图全域通行 + 高精地图场景增强**，端到端时延降低 50%	2025.04（2026 年迭代 ADS 4.0 Ultra）	2026 年完成高速 L3 商用落地，云端完成超 12 亿公里仿真验证；	昇腾 910B、昇腾 920	享界、智界、问界、阿维塔、极狐全系列

来源：《2026年国内乘用车智能辅助驾驶第三方智驾供应商研究报告》

其中，福瑞泰克以全栈AI量产底座为核心业务根基，深耕前装量产智驾赛道，聚焦服务整车主机厂，具备成熟、可规模化落地的智驾量产交付能力。在行业战略升级背景下，公司提出全新发展目标：将智驾领域长期沉淀的软硬件研发、数据闭环、工程化量产全套核心能力跨场景复用，延伸至所有需要物理环境感知与智能决策的智能载体领域，实现从汽车Tier 1供应商向面向物理世界的通用AI基础设施提供商的战略升级。

趋势五

2026年NOA市场格局走向分层竞争

2022—2026年5月，第三方智驾供应商搭载量呈稳步逐年上行态势，其中2026年1—5月，NOA第三方智驾厂商占比已达新高，装配量占比从2025年的11.2%上升至21.2%。以福瑞泰克为例，在0~20万元乘用车市场，其NOA搭载市占率自2024年0.7%快速攀升至2025年18.5%；增长势头延续至2026年1—5月。当前0~20万元区间第三方NOA赛道已形成本土厂商主导+分层格局的态势，其中华为Hi/Hi Plus模式、Momenta、福瑞泰克分别占此价格区间市占率的7.2%、24.8%、17.9%。

整体来看，2026年国内乘用车智驾行业正处于政策合规化、技术轻量化、市场普惠化、供应链本土化的四重变革周期。

中长期维度，国内智驾行业将维持“第三方供应+新势力车企自研”的稳定格局，叠加车企全球化提速、海外智驾法规持续完善，本土第三方智驾供应商将持续受益于国内存量升级与海外增量扩容双重红利。凭借本土化场景适配、敏捷迭代、全栈量产与全球化布局优势，本土厂商将持续深化国产替代，在全民智驾普及与全球汽车智能化浪潮中，持续打开长期成长空间。A



车载毫米波雷达零部件选型与智能驾驶环境感知匹配应用分析

文/王静（上海东海职业技术学院机电学院）

随着智能驾驶技术向高阶自动驾驶迭代，环境感知系统作为车辆决策、规划、控制的前置核心环节，其性能直接决定车辆行驶安全性与智能化水平。当前智能驾驶感知体系融合了摄像头、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等多类传感器，其中，毫米波雷达凭借不受光照、雨雪、雾霾等恶劣环境影响，测距测速精度高、成本可控、稳定性强的独特优势，成为量产车型标配的核心感知设备，广泛应用于自动紧急制动、自适应巡航、变道辅助、盲区监测等核心功能场景。

车载毫米波雷达的探测性能由硬件零部件参数与集成方案直接决定，不同频段、芯片架构、天线布局、信号处理模块的组合，适配的探测距离、角度分辨率、测速精度、抗干扰能力存在显著差异。现阶段行业普遍存在零部件选型与场景感知需求不匹配的问题，部分车型存在硬件性能冗余或关键参数缺失的情况，导致复杂路况下出现目标漏检、误检、轨迹跟踪偏移等问题，制约智能驾驶功能的落地效果。因此，精准梳理毫米波雷达零部件选型标准，构建硬件参数与多场景环境感知需求的匹配体系，对提升智能驾驶感知系统稳定性具有重要工程意义。本文结合主流77 GHz车载毫米波雷达技术架构，系统开展零部件选型分析与感知匹配研究，为高阶智能驾驶感知系统优化提供理论与实践支撑。

车载毫米波雷达工作原理与硬件架构

核心工作原理

当前车载主流毫米波雷达均采用调频连续波（FMCW）工作机制，核心原理为雷达发射天线发射高频调频连续波信号，信号接触车辆、行人、障碍物等目标后产生反射回波，接收天线捕获回波信号，通过对比发射信号与回波信号的频率差、相位差，结合算法解算目标的距离、相对速度、方位角度等核心参数，实现环境目标的实时探测与跟踪。相较于脉冲雷达，FMCW雷达功耗更低、测距测速精度更高、无距离盲区，完全适配车载动态行驶场景的感知需求。目前车载毫米波雷达主要分为24 GHz与77 GHz两大频段，24 GHz多用于短距离盲区监测，77 GHz凭借波长短、

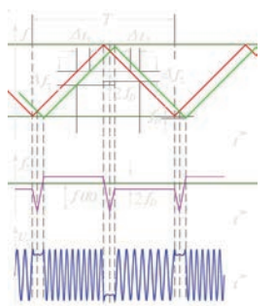


图1 FMCW雷达工作原理示意图

分辨率高、探测范围广的优势，成为中长距离主雷达的主流频段，适配绝大多数智能驾驶核心感知场景。

FMCW雷达通过VCO产生线性调频信号，经功率分配后分别馈入发射天线和混频器本振端；接收天线捕获目标回波，混频后得到中频（IF）信号，再经滤波、放大和ADC采样，由数字信号处理解算目标距离、速度与方位角。该机制是车载77 GHz雷达测距测速的基础。

整体硬件架构

车载毫米波雷达硬件系统采用模块化集成架构，整体可分为射频前端模块、核心处理模块、电源模块、天线模块与外围适配模块五大核心部分，各模块协同完成信号发射、回波采集、数据解算、信号输出全流程工作。射频前端为雷达信号收发核心，包

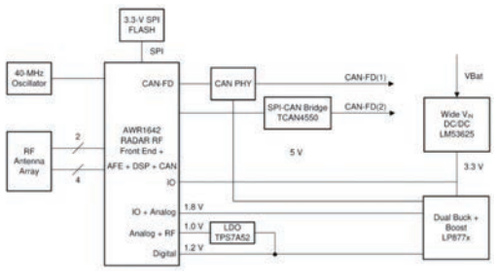


图2 车载毫米波雷达模块化集成架构



图3 雷达硬件模块实物图

含单片微波集成电路（MMIC）、功率放大器、低噪声放大器等器件；核心处理模块由主控MCU与DSP处理器组成，负责信号算法处理与数据输出；天线模块决定雷达探测视场角与角度分辨率；电源模块为整机提供稳定低噪声供电；外围模块包含滤波器、晶振、匹配电路等，保障雷达抗干扰与运行稳定性，各零部件性能相互制约、协同决定雷达整体感知能力。

车载雷达采用模块化集成架构，主要包括射频前端（MMIC）、天线阵列、电源管理（PMIC）、信号处理单元（MCU/DSP）及车载通信接口（CAN-FD/Ethernet）。各模块协同完成chirp发射、回波采集、目标解算与数据输出，构成完整感知链路。

该模块集成3发4收微带贴片天线、射频前端与FPGA信号处理链路，具备IP65防护等级，适用于短距碰撞预警、区域监测等车载近距感知场景，体现了雷达硬件模块化、小型化的工程实现形态。

车载毫米波雷达核心零部件选型准则与参数分析

射频芯片（MMIC）选型

MMIC射频芯片是车载毫米波雷达的核心器件，芯片内部集成压控振荡器、信号混频单元、收发通道、模数转换电路等核心功

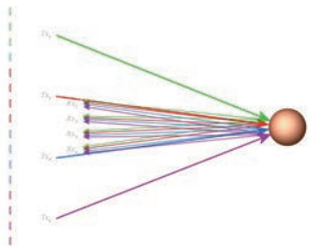


图4 MIMO虚拟阵列原理示意图

能模块，其性能参数直接决定雷达工作频段、信号带宽、探测精度、动态响应与抗干扰能力，是零部件选型的核心控制点。当前车载商用MMIC芯片主要以TIAWR系列、NXPTEF系列、英飞凌系列为主，同时森思泰克、楚航科技等国产芯片企业已实现量产落地，逐步完成车载毫米波雷达领域的国产化替代。

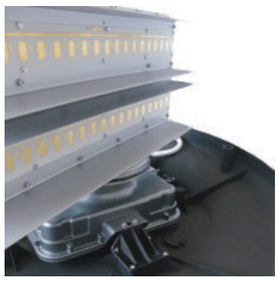
MMIC芯片选型需重点围绕通道配置、工作频段、信号带宽、工作功耗与集成度五大核心指标开展。多发多收（MIMO）通道数量是决定雷达角度分辨率与多目标区分能力的关键参数：2发4收架构多用于短距盲区监测雷达，可满足低速辅助驾驶的基础感知需求；3发4收架构适配中距常规探测场景，可支撑自适应巡航等基础自动驾驶功能；4发8收及以上高阶架构可实现四维空间探测，精准获取目标高度信息，有效解决传统雷达地面杂波误检、高架桥与路面目标识别混淆等行业痛点。

频段选型优先采用76~81 GHz高频频段，相较于传统24 GHz雷达，该频段波长更短、带宽更大，角度分辨率与测距精度可提升40%以上，能够精准区分近距离并排目标，适配复杂道路密集目标探测需求。同时车载工况温度跨度极大，选型需保证芯片可在-40°C~85°C宽温域范围内稳定工作，满足整车严苛的环境适配与可靠性要求。

在MIMO体制下，各发射通道采用可区分波形，接收端可将回波重新分配至对应发射源，形成规模为K×N的虚拟阵列，等效扩大接收孔径，显著提升角度分辨率与多目标区分能力，是4发8收及以上高阶成像雷达的核心技术基础。

天线模块选型

天线作为毫米波雷达电磁波收发的核心载体，其阵列布局、天线增益、极化方式、视场角参数直接决定雷达探测覆盖范围与角度识别精度，是连接硬件性能与环境感知效果的关键部件。当前车载雷达普遍采用微带阵列天线，具备体积小巧、集成度高、成本低廉、适配车载轻量化安装需求等优势，完全适配整车量产装配要求。



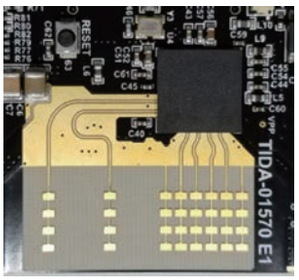


图5 微带阵列天线示意图

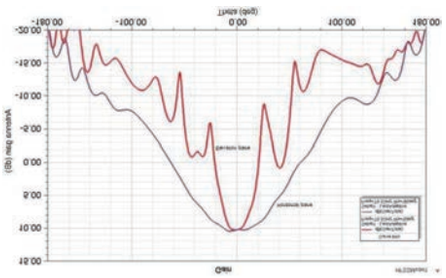


图6 PCB微带天线参考设计

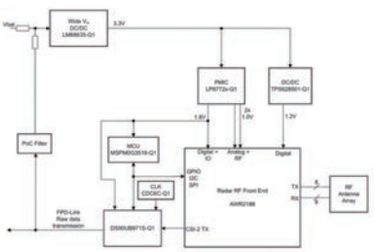


图7 雷达电源管理电路原理图

天线模块选型核心指标包含视场角、角度分辨率、天线增益与极化方式。视场角需根据应用场景差异化匹配：长距前向主雷达采用±15°窄视场、高增益设计，聚焦远距离车道目标探测，减少侧向杂波干扰；中短距侧向、后向雷达采用±60°~±90°宽视场设计，全面覆盖车身周边盲区区域。角度分辨率是区分近距离相邻目标的核心指标，传统普通雷达角度分辨率为3°~5°，难以区分拥堵路段密集目标；高阶成像雷达通过优化阵列天线布局，可实现1°以内超高角度分辨率，有效解决多目标重叠误判问题。

极化方式优先选用水平极化模式，可大幅削弱地面反射杂波干扰，提升雨雪、颠簸路面的探测稳定性。同时，车载天线需具备防水、防尘、抗震动、抗老化特性，适配车辆复杂行驶工况，避免车身振动、雨水附着、灰尘堆积造成的信号衰减与探测失效问题。

车载雷达广泛采用微带阵列天线，具备体积小、易集成、成本低的优势。通过MIMO与波束赋形，可实现窄视场长距探测或宽视场盲区覆盖等不同场景需求。

参考设计中采用PCB蚀刻2发4收微带天线，通过MIMO虚拟阵列实现目标距离与方位角估计；该方案体积小、成本低、易与MMIC共板集成，是量产车载雷达天线模块的主流实现方式。

核心处理芯片选型

雷达核心处理芯片包含主控MCU与专用DSP处理器，主要承担回波信号预处理、快速傅里叶变换、CFAR恒虚警检测、DOA测向算法、多目标轨迹跟踪、车载数据交互等核心功能，芯片算力、运算延迟、接口兼容性与功能安全等级直接决定雷达感知数据的实时性与准确性。

选型需依据驾驶功能等级差异化配置：常规辅助驾驶雷达可选用中端工业级MCU，满足基础测距、测速运算需求；高阶自动驾驶雷达必须搭配专用雷达DSP处理器，支撑复杂算法运算，实现每秒百级目标的实时解算与动态跟踪。为保障高速行驶工况下的感知实时性，雷达整体运算延迟需严格控制在20 ms以内，避免感知滞后导致的车辆决策延迟、制动不及时等安全隐患。

同时，车载雷达处理芯片需满足ISO 26262 ASIL-B及以上车载功能安全等级，具备故障自检、容错运行、异常复位能力，适配整车安全管控体系。目前量产主流选型以英飞凌AURIX TC3xx系列、TI配套专用DSP芯片为主，国产化高算力车载处理器已逐步完成技术适配与量产替代。

毫米波雷达回波经混频后得到同相（I）与正交（Q）两路基带信号，ADC对I/Q采样后进行FFT、CFAR检测、DOA测向及多目标跟踪等处理；处理芯片算力与延迟直接决定感知数据输出的实时性。

电源与外围零部件选型

电源模块、晶振、射频滤波器、匹配电路等外围零部件虽不直接决定核心探测性能，但直接影响雷达运行稳定性与抗干扰能力。电源模块选型需满足低噪声、宽电压输入、稳压精度高的要求，车载电压波动范围较大，需通过专用电源管理芯片（PMIC）实现电压稳定输出，避免电压波动导致的信号频率偏移、探测精度下降。晶振需选用高精度温补晶振，保障雷达信号频率稳定

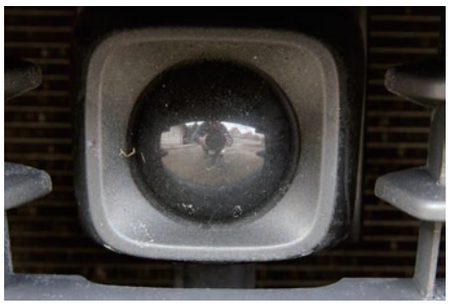


图8 ACC前向毫米波雷达安装布置图

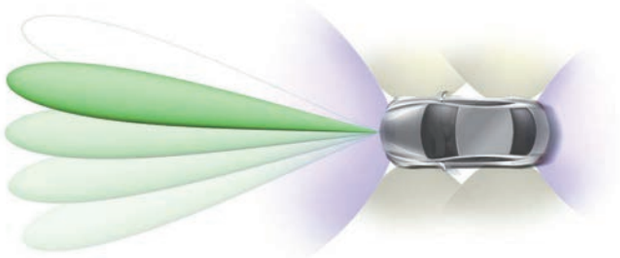


图9 车身雷达分布与功能配置图

性，降低相位噪声。射频滤波器需针对车载电磁干扰环境选型，有效过滤车载电器设备产生的射频杂波，避免信号干扰导致的目标误检。整体外围零部件选型遵循高稳定性、高抗干扰、宽温域适配原则，保障雷达全工况稳定运行。

车载电池输入经宽输入Buck预稳压后，由雷达专用PMIC生成1.0 V、1.8 V等低噪声电源轨，为MMIC与ADC供电；电源纹波与噪声会直接影响VCO频率稳定与相位噪声，是保障测距测速精度的关键外围环节。

零部件选型与智能驾驶环境感知的场景匹配分析

高速巡航场景感知匹配

高速自适应巡航（ACC）场景核心感知需求为远距离、高精度、高稳定性探测，需精准识别前方150 m内车辆，实时监测相对速度与车距，适应高速匀速、变道、减速等动态工况。该场景对硬件选型匹配要求极高，核心适配77 GHz长距毫米波雷达。MMIC芯片优选4发4收及以上架构，带宽≥1 GHz，保障远距离测距精度（±0.5 m）与测速精度（±0.5 km/h）；天线采用窄视场角、高增益阵列设计，聚焦正前方车道探测，规避侧向杂波干扰；核心处理芯片需具备高速运算能力，快速响应前车速度变化，实现平稳跟车调速。若零部件选型通道数量不足、带宽过小，会导致远距离目标分辨率不足，出现前车漏检、速度测算偏差，引发跟车过近、急加减速等安全问题。

图8为大众Golf VII前保险杠内安装的ACC 毫米波雷达，属于77 GHz长距前向雷达典型布置方式，用于150 m量级前车探测、相对速度监测及跟车调速，对应高速巡航场景对远距离、高精度、高稳定性的感知需求。

城市复杂路况感知匹配

城市道路场景具有目标密集、工况复杂、干扰源多的特点，需同时识别车辆、行人、非机动车、红绿灯、路障等多类目标，应对拥堵路段、路口交汇、非机动车横穿等复杂工况，核心感知需求为高角度分辨率、多目标区分能力、强抗杂波干扰能力。该场景适配中短距融合雷达，零部件选型需侧重MIMO通道数量与抗干扰性能。优先选用4发8收高阶MMIC芯片，搭配高密度阵列天线，实现1°以内超高角度分辨率，精准区分近距离相邻车辆与行人；外围搭配高精度射频滤波器与低噪声电源模块，过滤路面井盖、减速带、建筑反射等杂波干扰，降低误检率。传统2发4收低通道雷达因分辨率不足，无法区分密集小目标，极易出现行人漏检、障碍物误判问题，无法适配城市复杂感知需求。

级联方案采用2颗AWR2243实现6发8收、48虚拟通道MIMO阵列，方位角分辨率约3°，可支撑城市拥堵、路口交汇等多目标密集场景的高分辨率探测与相邻目标区分。

车身盲区与泊车场景感知匹配

盲区监测（BSD）、变道辅助（LCA）、自动泊车（APA）场景聚焦车身周边近距离感知，探测范围主要为0~50 m，核心需求为宽视场覆盖、快速响应、高灵敏度，无需超长探测距离。该场景可适配24 GHz短距雷达或轻量化77 GHz雷达，零部件选型侧重宽视场天线与高灵敏度接收通道。MMIC芯片选用2发4收轻量化架构，降低硬件成本与功耗；天线采用大角度宽视场设计，覆盖车身侧后方盲区；信号处理芯片简化算法逻辑，提升近距离目标响应速度。该场景硬件选型无需追求高算力、长距离探测性能，避免性能冗余导致的成本浪费，实现感知需求与硬件成本的最优匹配。

车载雷达按功能分布于车身四周：前向雷达支撑ACC/AEB，侧向雷达实现BSD/LCA，后向雷达覆盖RCTA与泊车辅助。侧后向场景侧重宽视场与0~50 m近距高灵敏度探测。

恶劣天气场景感知匹配

雨、雪、雾、夜间等恶劣场景下，摄像头感知能力大幅下降，毫米波雷达成为核心感知依托，核心需求为强穿透性、抗环境衰减、稳定探测能力。该场景对零部件的抗衰减、稳定性要求极高，频段优先选用77 GHz高频频段，穿透性优于24 GHz频段；MMIC芯片需具备动态增益调节功能，可根据环境信号衰减程度自适应调整发射功率与接收增益；天线选用低损耗材质，降低雨雪附着导致的信号衰减；外围电路强化防水、防尘、抗电磁干扰设计，保障恶劣工况下信号稳定传输。选型中若采用低增益、窄带宽硬件配置，会导致恶劣天气下探测距离大幅缩减，目标识别失效，无法保障行车安全。

当前选型与感知匹配存在的问题及优化策略

现存核心问题

当前车载毫米波雷达工程应用中，零部件选型与环境感知匹配主要存在四大核心问题。其一，选型同质化严重，场景适配性不足，多数车型采用统一硬件配置，未根据高速、城市、泊车等差异化场景优化参数，出现高端场景性能不足、低端场景性能冗余的问题。其二，硬件参数匹配失衡，部分产品片面追求通道数量与探测距离，忽视天线分辨率、电源稳定性、抗干扰等配套参数优化，导致核心性能达标但综合感知稳定性差，杂波误检、目标跟踪漂移问题频发。其三，软硬件匹配度不足，高端硬件搭配基础算法，无法充分发挥MIMO多通道、高带宽硬件优势，感知精度与智能化程度受限。其四，国产化零部件适配性不足，部分国产芯片与车载外围电路、主控系统兼容性较差，出现数据传输延迟、信号失真等问题。

优化匹配策略

针对上述问题，结合场景感知需求与硬件特性，提出多维度优化策略。第一，推行场景化定制选型体系，根据车辆定位与核心应用场景差异化配置硬件，高速主力车型强化长距高精度探测配置，城市代步车型侧重高分辨率多目标探测配置，泊车辅助车型采用轻量化低成本配置，实现硬件性能与场景需求精准匹配。第二，优化零部件参数协同匹配，摒弃单一参数优先的选型逻辑，统筹通道数量、带宽、天线分辨率、抗干扰性能等参数，实现射频、天线、处理、电源模块的性能协同，提升雷达综合稳定性。第三，强化软硬件协同优化，基于硬件参数适配优化CFAR检测、多目标跟踪、杂波过滤算法，充分挖掘硬件性能潜力，提升复杂场景感知精度。第四，完善国产化零部件适配调试，优化国产MMIC芯片与外围电路、车载总线的兼容性，通过批量工况测试优化参数，提升国产化雷达的场景适配能力。第五，建立选型验证测试体系，针对不同工况开展高低温、雨雪、电磁干扰等环境测试，验证硬件选型与感知场景的匹配度，迭代优化选型方案。



图10 多传感器融合感知体系架构

高阶自动驾驶感知体系通常融合毫米波雷达、激光雷达、摄像头等传感器，雷达负责全天候测距测速，激光雷达与视觉提供高分辨率语义信息；多传感器融合是提升全场景感知稳定性的重要路径。

结论

车载毫米波雷达的环境感知性能由零部件选型精准度与场景匹配合理性共同决定，射频芯片、天线、处理芯片、电源及外围器件的参数配置与集成方案，直接影响智能驾驶系统的探测精度、运行稳定性与行车安全性。本文系统梳理了77 GHz车载毫米波雷达的工作原理与模块化硬件架构，明确了核心零部件的选型准则与关键参数指标，针对高速巡航、城市复杂路况、车身盲区泊车、恶劣天气四大典型智能驾驶场景，完成硬件参数与感知需求的匹配分析。

研究总结出当前行业存在选型同质化、参数匹配失衡、软硬件适配不足、国产化适配度低等核心问题，并针对性提出场景化定制选型、全参数协同匹配、软硬件协同优化、国产化迭代升级、标准化测试验证五大优化策略。随着高阶自动驾驶技术持续迭代，智能驾驶环境感知对雷达的分辨率、抗干扰性、多维探测能力要求持续提升，4D成像毫米波雷达将成为行业主流发展方向。

未来车载毫米波雷达零部件选型将向精细化、定制化、高适配化方向发展，依托国产化芯片技术迭代升级，持续优化硬件架构与场景匹配体系，结合多传感器融合技术，可有效提升智能驾驶系统全天候、全场景环境感知能力，为高阶自动驾驶技术的规模化量产落地提供坚实的技术支撑。A

基于PLC的汽车座椅装配线控制系统优化设计

文/杨晶晶 李俏 何宇云 （广东理工学院智能制造学院、肇庆市先进制造技术与装备重点实验室）

汽车座椅装配线通常有着多车型混流生产的特性，传统控制系统在设备协同与故障处理方面渐渐暴露不足，限制装配效率。本文围绕基于PLC的汽车座椅装配线控制系统优化设计来展开研究，梳理当前控制系统在通信响应、生产切换、故障诊断方面所存在的主要问题。依据这些问题，文章提出了有针对性的优化设计想法，其中涵盖硬件配置的调整与程序结构的完善，同时说明了优化方案的部署与调试过程。研究结果可为汽车座椅生产企业改进装配线控制水平提供一定参考，也可为同类混流装配场景的控制系统升级积累相应经验。

可编程逻辑控制器（PLC）凭借响应速度快、抗干扰能力强、编程灵活等特点，已经成为座椅装配线自动化控制的主流选择，广泛应用于工位联动、信号采集及设备协同等环节。然而，随着座椅车型种类不断增加，生产节拍要求不断提高，传统PLC控制系统在通信效率、柔性切换及故障诊断等方面逐渐暴露出局限性，一些企业的装配线因此出现停机频繁、换型耗时较长的现象。面对这样的生产压力，如何优化座椅装配线的PLC控制系统，让控制逻辑更加贴合混流生产的实际需求，成为汽车零部件制造企业亟待解决的问题。

汽车座椅装配线PLC控制系统的现状与需求

汽车座椅装配线的生产特点

汽车座椅装配线需在同一条产线上完成多种型号座椅的装配任务，靠背骨架、坐垫总成及面套等部件的装配顺序因车型而异。装配计划根据主机厂订单排定，各型号投产顺序需兼顾物料齐套和工位负荷。装配线由多个工位串联组成，每个工位承担螺栓紧固、线束连接或部件合装等特定作业，工位间通过传送装置衔接。由于车型切换频繁、各工位节拍不完全一致，工时较长的工位易成为瓶颈，导致等待或积压。不同车型在滑轨长度、靠背角度调节方式等结构细节上存在差别，同一工位装配不同座椅时需调用不同作业参数。座椅装配与整车总装线同步供货，装配节奏滞后将影响整车下线连续性。上述特点对控制系统的协同能力和响应速度提出了较高要求。

PLC控制系统在装配线中的功能定位

在座椅装配线中，PLC负责协调各类设备动作，控制工位设备的启停与装配顺序，同时处理传感器信号。PLC通过输入接口读取限位开关与光电传感器等现场信号，判断工件就位状态后输出指令驱动执行机构。传送装置运行速度、夹具定位动作及螺栓紧固设备的作业顺序均依此逻辑执行。在自动化程度较高的工位，PLC还需与机器人控制器进行数据交换，协调机械手抓取路线与放置方位，防止骨架转运偏移或碰撞。PLC还具备计数功能，可记录各型号座椅班次完成数量，为产量核对提供参考。多台设备同时运作时，PLC依靠逻辑运算使各设备按统一节奏运行，确保工位间衔接顺畅。

座椅装配线对控制系统的性能要求

座椅装配线对控制系统的性能提出了多方面要求，实时性是其中较为突出的一项。装配节拍通常以秒为单位进行控制，PLC需要在极短时间内完成信号采集、逻辑运算和指令下达，若响应出现延迟，装配节拍的准确性容易受到影响。装配精度也是控制系统需要满足的重要指标，座椅的靠背角度、滑轨行程和螺栓扭矩等参数都需要控制在设定范围之内，控制系统的输出精度直接决定了产品的装配质量。装配车间的环境相对复杂，振动、粉尘和电磁干扰在生产过程中较为常见，控制系统需要具备一定的抗干扰能力，以便在复杂环境下保持稳定运行。控制系统还需要具备一定的可维护性，程序注释和参数说明应当清晰完整，方便维护人员在设备出现异常时快速查阅相关资料。除此之外，座椅装配线经常需要根据订单变化调整生产计划，控制系统还应具备一定的兼容能力，方便后续功能扩展和参数调整，避免因为需求变化而频繁更换整套硬件。

汽车座椅装配线PLC控制系统存在的问题

通信响应滞后问题

汽车座椅装配线的工位数量较多，各工位设备通过通信网络与主控PLC保持连接，网络负载会随着工位数量增加而上升。当

机械手、传送装置和检测设备同时向PLC传输数据时，通信通道容易出现拥堵，控制指令的下达随之出现延迟。部分座椅装配线仍采用单一通信协议连接全部设备，不同厂家生产的传感器和执行器在接口标准上存在差异，PLC在处理这些异构信号时需要额外的转换环节，进一步拉长了信息传递的路径。多数装配线的通信网络采用单一主干线路连接各工位，某个节点出现故障时，故障信号还可能沿主干线路影响其他工位的设备，扩大异常的波及范围。指令延迟对装配线的影响体现在动作不同步上，机械手抓取工件的时机和传送带的运行节奏原本应当紧密配合，通信出现滞后时，抓取动作可能与工件到位时间错开，造成装配失败或设备空转。设备协同能力不足的问题在混流生产阶段表现得尤为明显，不同型号座椅切换时对同步精度的要求更高，操作人员往往需要放慢生产节奏来规避同步误差带来的风险，装配线的实际产出也因此低于设计能力。

生产切换灵活性不足

现有座椅装配线的PLC控制程序大多针对固定车型编写，控制逻辑与特定的装配工艺紧密绑定。当生产计划中需要加入新的座椅型号，或者对现有工艺进行调整时，工程师往往需要重新梳理程序结构，逐条修改控制逻辑，整个过程耗时较长。部分装配线在新增设备或更换执行机构时，工程师还需要对硬件接口进行改动，程序中相应的输入输出地址也要同步调整。程序修改后，装配线如果缺乏版本记录，新逻辑出现异常时，工程师往往难以快速找到修改前的版本，只能凭记忆重新调整参数，排查时间因此进一步增加。程序结构缺乏统一规范也是常见现象，不同批次的程序由不同工程师编写，后续人员接手维护时需要花费更多时间理解原有逻辑。座椅生产企业为满足客户订单的多样化需求，经常需要在多个型号之间切换生产任务，程序切换的效率因此直接关系到装配线的产能利用率。切换过程中产生的调试时间和停机时间，压缩了装配线实际用于生产的时间，也增加了企业的运维成本，年度换型次数越多，这部分损耗就越突出。

故障排查效率偏低

座椅装配线的故障处理目前主要依靠人工排查，操作人员发现异常后，需要依次检查PLC程序、传感器信号和执行机构状态，才能锁定问题所在。故障排查过程对人员的经验水平要求较高，处理效率因此难以保持稳定。部分装配线的HMI界面仅具备基础的报警提示功能，只能显示故障发生的大致区域，无法进一步定位到具体的信号点或程序模块，操作人员仍需借助万用表等工具逐一排查线路。报警信息目前也没有分级显示，无论是影响装配安全的严重故障还是轻微的参数波动，界面都以相同的方式提示，操作人员难以判断应当优先处理哪一类问题。运维数据的记录方式同样较为零散，多数装配线尚未建立完整的故障档案，相同问题反复出现时，缺乏历史记录作为参考，排查效率难以得到有效提升。多数装配线目前也不具备远程诊断能力，设备厂商的技术支持人员无法在异地查看现场的运行参数，遇到复杂故障时往往需要专程前往现场处理。装配线发生停机后，后续工位的物料供应和人员安排也会受到牵连。

表1 汽车保险政策法规体系

性能要求	具体内容
实时性	需在极短时间内完成信号采集、逻辑运算和指令下达
装配精度	靠背角度、滑轨行程、螺栓扭矩等参数需控制在设定范围内
抗干扰能力	需应对振动、粉尘、电磁干扰等复杂车间环境
可维护性	程序注释和参数说明需清晰完整，便于维护人员查阅
兼容能力	需支持功能扩展和参数调整，适应订单变化

表2 汽车座椅装配线PLC控制系统存在的主要问题

问题类型	具体表现
通信响应滞后	网络负载升高导致指令延迟、协议不统一增加转换环节、单一主干线路存在单点影响风险
生产切换灵活性不足	程序按固定车型编写、新增设备需改动硬件接口、缺乏版本记录、程序规范不统一
故障排查效率偏低	依赖人工经验排查、HMI报警功能基础、报警未分级、记录零散、缺乏远程诊断能力

汽车座椅装配线PLC控制系统优化设计策略

通信响应能力优化设计

针对座椅装配线通信存在响应滞后情况，工程师可以在硬件配置与通信协议两方面展开调整。硬件方面，主控PLC能搭配备用控制器，借由同步模块维持数据镜像，主控设备异常时备用控制器可及时接管控制任务，降低因单点故障致使整线停机的可能性。分布式输入输出模块的信号采集速度还能适度提高，促使传感器信号更快传至主控制器，缩短系统反应时间。通信协议方面，关键控制指令的传输优先级可适当上调，使机械手和夹具等对实时性需求较高的设备优先获取网络资源。同时，控制信号与监控数据可以划分到不同网络通道，防止人机界面的数据上传占用控制指令的传输带宽，让机械手和夹具等设备动作响应更及时。针对不同型号座椅切换时存在的同步需

求，企业也可以为关键工位的伺服参数建立单独的调用表，减少人工重新设定所带来的等待时间。装配线的通信网络可以采用环形冗余结构，当某一段线路发生中断的时候，数据能够通过另一条路径继续传输，防止整条产线因为局部线路故障而停止运行。系统还可以增加通信状态的实时监测功能，将各节点的信号质量以曲线的形式呈现在人机界面上，方便工程师提前发现潜在的通信隐患。在正式投入使用以前，工程师要针对调整后的网络参数进行现场测试工作，以此确认各个工位设备在实际负载状况下依旧能够维持稳定连接。

模块化程序设计

面对座椅装配线生产切换灵活性不足的问题，模块化程序设计是较为有效的解决思路。控制逻辑可以按照功能拆分为初始化模块、动作控制模块和故障处理模块等独立单元，每个模块对应装配线上的具体设备或工序。当装配任务涉及新的座椅型号时，工程师只需要调用已有的功能模块，并结合该型号的工艺参数进行组合，无需从头编写控制程序。针对靠背骨架、滑轨和坐垫等不同装配对象，工程师可以分别建立对应的功能块，通过参数化设置适配不同尺寸和结构的座椅部件。针对不同型号座椅在夹具和传感器安装位置上的差异，企业可以为每种型号建立对应的参数配置文件，操作人员在切换生产任务时只需要调用相应的配置文件，减少人工手动调整传感器位置的工作量。工程师还可以在程序中预留标准化的接口，方便后续新增工位或设备时进行功能扩展。功能模块的命名和注释也应当统一规范，便于不同工程师之间的交接和维护，减少因人员变动造成的理解成本。企业还应当为程序修改建立版本管理机制，每次调整后保留修改记录和修改人信息，便于后续追溯变更原因，也能够在出现异常时快速回退到此前稳定运行的版本。座椅装配线新增机械手或检测设备时，工程师同样可以通过新建功能块的方式接入系统，不必对原有的主体程序进行大范围改动，缩短设备上线前的准备周期。每个功能块编写完成后，工程师先在离线环境下进行单独测试，确认动作逻辑正确后再接入现场设备，降低程序上线后出现异常的概率。

故障诊断功能优化设计

针对故障排查效率偏低的问题，企业可以从故障诊断功能设计入手进行改善。人机界面可以设置分层次的故障提示，第一层显示发生异常的工位和设备编号，第二层进一步关联具体的信号点和程序模块，操作人员可以逐层查看，快速缩小排查范围。界面同时可以集成生产数据的可视化模块，通过曲线或图表展示各工位的装配节拍和设备运行状态，方便操作人员及时发现节拍异常的工位。历史故障记录也应当纳入诊断系统，每次报警发生后自动保存故障类型、处理时间和处理方式，形成可查询的故障档案，为后续同类问题的处理提供参考依据。诊断功能的操作界面需要贴合现场习惯，将报警信息、参数设置和运行状态分区显示，减少操作人员在界面切换上花费的时间。针对座椅型号较多的产线，故障提示信息也应当按照车型分类显示，操作人员可以更快地判断异常是否与特定型号的装配工艺相关。系统同时可以设置报警等级，将影响装配安全的故障与一般性的参数偏差区分开，让操作人员优先处理等级较高的问题。为解决现场技术支持不足的问题，诊断系统可以进一步预留远程访问接口，设备厂商的技术人员在获得授权后，能够通过网络查看现场的运行参数和报警记录，协助现场人员判断故障原因，减少专程赴现场处理的次数。诊断系统记录的故障类型和处理方式，也可以与备件库存信息关联起来，仓库管理人员据此判断哪些部件更换频率较高，提前安排相应的备件储备。对于反复出现的故障类型，系统还可以给出以往的处理建议供操作人员参考，缩短判断和决策所需要的时间。

表3 汽车座椅装配线PLC控制系统优化设计策略

优化方向	具体措施
通信响应能力优化	硬件冗余配置、通信协议优先级调整、网络通道划分、线缆屏蔽、环形冗余结构、实时监测
模块化程序设计	按功能拆分模块、参数配置文件、标准化接口、版本管理机制、离线测试
故障诊断功能优化	分层次故障提示、数据可视化、历史故障档案、报警分级、远程访问接口、备件关联

结语

本文围绕基于PLC的汽车座椅装配线控制系统的优化设计进行剖析，详细梳理了当前控制系统所存在的问题，并分别从硬件架构、程序设计及人机交互三个角度给出了对应的优化策略。硬件冗余配置和通信协议调整有助于缓解通信响应滞后的问题，采用模块化程序设计方式可以降低生产切换时的调试成本，而具有分层次特点的故障诊断功能，为运维效率的提高奠定了技术基础。对于其他面临多品种混流生产压力的汽车零部件装配产线，上述的思路同样具备一定的参考意义。A

课题项目：广东省高等教育教学改革项目：“竞赛驱动的混合式教学研究与实践——以PLC控制技术为例”（编号：2025-1140）；广东理工学院高等教育教学改革项目：“竞赛驱动的混合式教学研究与实践——以 PLC 控制技术为例”（编号：JXGG2025006）；肇庆市先进制造与装备重点实验室（编号：202422-9）。

聚丙烯汽车塑料电镀常见缺陷成因及解决对策

文/金良文 朱志贤 韦伴帅 邓鹏飞（江门市德众泰工程塑胶科技有限公司）

聚丙烯由于具有轻质、耐腐蚀等特点在汽车电镀零部件生产中被广泛应用，但受自身材料特性及工艺管控影响，电镀成品常出现质量缺陷。本文主要研究聚丙烯基材镀层结合强度低、表面不平整、耐环境老化性能差这三种典型缺陷产生原因，发现粗化工艺参数适配性差、电镀过程工艺参数波动、后续防护处理不完善都会引发电镀缺陷。通过改良基材预处理工艺，准确把控电镀关键参数，完善成品后处理防护体系，可明显改善聚丙烯汽车塑件电镀品质，提升产品服役稳定性和合格率。

塑料电镀是改进塑料制件表面性能，延长使用寿命，扩大使用范围的一种重要手段。塑料经电镀后，表面具有金属光泽，提高了耐热性、耐磨性、热稳定性及抗蚀能力。因此塑料电镀制件可广泛地用于电子工业、汽车制造业、无线电工业、日用品工业和家用电器等方面。塑料电镀工艺主要分为两种：一种是传统湿法电镀（水电镀），另一种为真空电镀。水电镀相对于真空电镀，其镀层结合力高、成本低、加工效率高，因此是目前主流塑料电镀工艺。目前适合水电镀的车用塑料品种主要有丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）、聚酰胺（PA）、聚碳酸酯/丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（PC/ABS），其中，聚酰胺需要专用电镀线，原材料成本相对ABS和PC/ABS高，因此整体成本高，应用领域较窄。目前市场上主流电镀材料为ABS和PC/ABS，但是由于目前市场竞争激烈以及欧盟拟计划对部分领域的ABS电镀材料进行禁用，因此对低成本高性能电镀新材料有非常大的期待。聚丙烯（PP）是半结晶非极性高分子材料，作为五大通用塑料之一，其全球年产量约为ABS的10倍，销售单价便宜20%以上，而且密度更低，因此是非常理想的替代方案。但是，PP表面能低、无极性官能团，水电镀适应性远低于ABS，因此要想将其应用于电镀行业，需对其进行改性。本文结合汽车电镀生产实际，对三种主要缺陷产生原因进行分析，并提出相应的工艺改进措施，旨在为车用PP电镀件质量控制和工艺改进提供参考。

聚丙烯基材电镀基础特性与工艺体系

聚丙烯基材表面结构

聚丙烯属于典型的半结晶非极性高分子材料，分子链中不含羟基、羧基等极性官能团，整体表现出很强的疏水性，表面自由能较低，相比ABS等常规电镀塑料，基材表面对电镀液的润湿性差，无法形成均匀连续的完整液膜，直接影响了金属离子的均匀沉积。该材料结晶度高，成型后的塑件表面致密光滑，缺少容易被粗化液侵蚀的无定形区域，常规铬酸-硫酸粗化体系很难在基材表层形成稳定、致密的微孔锚固结构，这是聚丙烯电镀镀层机械结合力较弱的主要原因。同时，注塑成型和存放时聚丙烯制品表面容易残留脱模剂、润滑助剂等低表面能物质，材料内部功能性小分子助剂不断向表面迁移析出，形成致密的界面污染层，大大减弱了预处理除油、粗化的效果。相较适配电镀的车用塑料，聚丙烯自身界面电镀缺陷更加严重，必须采取强化、有针对性的预处理工艺才能达到汽车塑件电镀对镀层结合强度和外观质量的要求。

汽车聚丙烯零部件电镀工艺流程

车用聚丙烯塑料电镀采用非金属化学镀和电解电镀相结合的复合工艺，整体工序连续且关联性强，工艺稳定性直接影响成品质量。从电镀工艺角度来讲，聚丙烯可以分为普通型、电镀型和导电型三类，这三种类型的工艺流程存在较大差别。普通型聚丙烯电镀尺寸精度低、粗化难，在浸蚀粗化之前必须用有机溶剂进行溶胀处理，常用的溶剂有二甲苯。溶胀处理可以增大聚丙烯表层分子链间距，为后续化学粗化液渗透创造条件；溶胀后按照ABS塑料的粗化、敏化、活化等工艺程序进行处理。电镀级聚丙烯是在聚丙烯塑料中加入一定比例的氧化锌、二氧化钛等无机填料，在化学浸蚀粗化过程中，这些填料会被酸液溶解形成均匀细密的微观粗糙表面，从而大大提高镀层结合力。电镀型聚丙烯可

按照ABS塑料的电镀工艺流程操作，不同之处在于化学浸蚀时溶液温度需提高至70 ℃~80 ℃，以保证填料充分溶解并形成有效的锚固结构。导电型聚丙烯是在聚丙烯基体中加入质量分数为30%的石墨粉制成，石墨具有良好的导电性，因此可直接用金属件的电镀工艺进行电镀，省去了化学镀步骤，工艺流程大大简化。

在生产线实际运行中，无论是采用何种类型的聚丙烯，整个电镀过程都包含前处理、化学镀、电镀、后处理四个阶段。其中，前处理阶段包括除油、溶胀、粗化、中和、敏化、活化等工序，是决定镀层结合力的重要环节；化学镀阶段利用化学还原反应在基材表面沉积一层薄的镍或者铜导电层，从而为后续电解电镀提供导电通道；电解电镀阶段按照产品所要求的功能，分步骤为产品镀上半光镍、全光镍、铬等金属层；后处理阶段包含清洗、干燥、封闭等工序，可提高镀层的耐腐蚀性及外观质量。各工序之间溶液成分、温度、时间的任何变化都会沿着生产线传递放大，影响最终成品质量。

聚丙烯汽车塑料电镀典型缺陷及成因

镀层结合强度不良的产生机制

镀层结合力不足是聚丙烯电镀最常见的一种缺陷类型，主要表现为镀层起皮、鼓泡、剥离甚至大面积脱落，在工件的边角处、曲面过渡处和浇口处较明显。该缺陷产生的根本原因是基材和金属镀层之间未形成良好的界面结合。其中前处理除油工序控制不严是主要原因，聚丙烯基材表面残留的脱模剂、防锈油、指纹汗渍等污染物未能完全清除，在基材和化学镀层之间形成一层低表面能的物理隔离层，阻止金属镍或者铜的成核和生长。脱模剂一般为有机硅、蜡类物质，常规碱性除油很难全部去除，需采用超声波、有机溶剂辅助清洗。

粗化环节参数选择不合理也会造成同样的问题，聚丙烯基材结晶度高、表面致密，如果粗化液温度过低、浸泡时间不足或铬酸浓度过低，就难以在基材表面形成足够深度和密度的微孔结构。镀层和基材之间主要依靠机械锚固作用，微观粗糙结构不足会造成锚固点数量减少、结合力下降。相反，如果粗化过多，则会对基材表面造成破坏，引起局部应力集中。此外，敏化和活化工序中催化颗粒分布不均也会对结合强度造成影响。活化液中钯离子浓度过低以及工件挂具设计不合理都会使基材表面的催化活性位点分布稀疏、不均匀，造成化学镀时镍层在局部区域沉积稀疏甚至缺失，形成镀层薄弱点。以上因素相互影响，造成镀件结合强度无法达到汽车零部件装配完好率及长期使用可靠性要求的标准。

镀层外观平整度不良的产生机制

镀层表面平整度失衡主要表现为针孔、麻点、橘皮纹理、镀层厚薄不均、局部露镀等外观缺陷，影响汽车内外饰零部件的装饰效果和产品合格率。其中，针孔和麻点的产生主要是由于预处理时基材的清洁度控制不严造成。工件表面存在微粉尘、油污残留或者粗化残渣等杂质，在电镀过程中形成局部屏蔽区，阻止金属离子在此处进行还原沉积，杂质脱落后留下肉眼可见的微小凹坑。

镀液中悬浮的颗粒、阳极泥渣以及前道工序带入的不溶性杂质也会在沉积过程中嵌入镀层，从而产生针孔缺陷。橘皮纹理和镀层厚薄不均主要源于电镀过程中工艺参数的控制不当，而镀液温度分布不均、电流密度在工件表面分布不均是核心诱因。对形状复杂的汽车零部件，如格栅、饰条等，挂具设计不合理会造成工件不同区域与阳极之间的距离差异较大，电流密度随之出现明显梯度，电流密度高的地方沉积速度较快、镀层较厚；电流密度低的地方沉积速度较慢、镀层较薄，厚度上的差异在宏观上形成了橘皮状的波纹纹理。

注塑成型阶段引入的基材原始缺陷也不能忽视，聚丙烯在注塑过程中熔体温度控制不严、模具排气不良以及保压压力不足均会在制品表面留下微凹坑、流痕、缩水印，这些基材缺陷本身并不明显，但在电镀过程中会被金属镀层逐层放大，造成成品表面出现肉眼可见的凹陷、纹理错位等缺陷。

镀层耐环境老化性能不足的产生机制

镀层耐候性差主要表现为汽车零部件长时间使用后产生变色、锈蚀、微裂纹、镀层剥落等失效形式，无法适应车内或者车外复杂的温差、湿度交变环境。核心原因是电镀层的致密性不足，金属沉积层中存在大量微观孔隙和缺陷通道。镀液中的杂质离子过多，铁、铜、锌等金属离子含量偏高，在电镀时与镍、铬共沉积形成夹杂物，从而破坏镀层的晶格结构以及致密度。镀液pH值的频繁波动则会改变镍离子的沉积过电位，造成镀层内部出现层状疏松结构，孔隙率明显增大。微观孔隙为水汽和氧气的渗透创造了条件，在潮湿环境下，水分和氧气穿过镀层到达基材界面引起电化学腐蚀，导致汽车聚丙烯电镀构件出现锈斑、鼓泡、镀层变色问题。

多层镀层厚度配比不合理也是造成镀层缺陷的原因之一，汽车塑料电镀一般采用半光镍、全光镍、微孔镍、铬层等多层镀层，各层厚度及内应力大小存在严格的关系。半光镍层过厚、微孔镍层过薄时，镀层体系整体内应力呈拉应力状态，在温度交变工况下，聚丙烯基材的热膨胀系数约为金属镍的5~10倍，基材与镀层之间热膨胀差异会在界面处产生剪切应力，长期循环作用下诱发镀层微裂纹。微裂纹出现后，腐蚀介质会直接沿着裂纹进

入，加快镀层失效。

此外，电镀后清洗和封闭防护工序执行不到位也会对聚丙烯电镀构件耐候性造成严重损害。聚丙烯基材表面有孔隙和沟槽结构，电镀后如果只用单级常温水洗，残留在镀层缝隙和基材凹陷处的酸液、碱液、盐类将难以完全清除。残留的药液长时间存放对镀层造成了化学侵蚀，使镀层由内而外地被腐蚀。以上机制共同作用，造成聚丙烯电镀件在汽车实际工况下耐候性差、使用寿命难以达到设计要求。

聚丙烯汽车塑料电镀缺陷解决工艺对策

优化基材预处理工艺提升镀层结合性能

为改善聚丙烯汽车塑料电镀镀层结合强度不足的缺陷，可对基材预处理工艺进行改进，主要从除油、粗化、活化三个工序的精细控制入手。除油采用碱性除油和超声波精细除油相结合的方式，使用复配碱性药剂体系去除工件表面附着的各种油脂污染物，再利用超声波空化效应产生的微射流作用，剥离工件微孔、凹槽和隐蔽部位残留的脱模剂和微量污渍，全程控制作业强度，防止超声处理对聚丙烯基材表面造成损伤。粗化工序根据聚丙烯基材品类差异来调控工艺，普通型聚丙烯粗化前需使用专用溶胀试剂对表层进行溶胀处理，扩大基材表层分子链结构，为粗化液的渗透扩散创造有利条件。完成溶胀预处理后，通过铬酸—硫酸复合粗化方法进行强化粗化作业，在基材表面形成均匀细密的微孔锚固结构。电镀型聚丙烯也需要高温粗化条件，保证内部的无机填料充分溶蚀成型，改善基材微观粗糙结构。敏化、活化工序执行标准化流水线作业，可采用常规氯化亚锡敏化体系和氯化钯活化体系，稳定工件输送节奏和处理流程，保证基材表面催化活性位点分布均匀，使化学镀镍形成连续致密的优质打底层，从源头提高镀层和聚丙烯基材的界面结合可靠性。

调控电镀核心工艺改善镀层表面质量

为有效改善聚丙烯汽车电镀构件镀层外观瑕疵和平整度偏差，需建立稳定、规范的电镀工艺控制体系，从镀液运维、挂具适配、来料管控等方面进行优化升级。镀液日常管理实行常态化的过滤和保养制度，引入高精度连续循环过滤设备持续清除镀液内的悬浮杂质、阳极泥渣和工序夹带的不溶性颗粒物，保证镀液处于清洁状态。生产过程中定时检测镀液理化状态，及时校准参数偏差，严格控制各种有害金属杂质的累积，一旦出现镀液性能劣化、杂质超标问题，采用电解净化的方式改善镀液环境，防止杂质引发的针孔、麻点等外观缺陷。挂具适配方面，根据汽车异形零部件的结构特点设计出适合的挂具，使用多点可靠的导电结构，避免由于接触不良造成局部缺镀情况发生，并配合辅助阳极和屏蔽结构均衡工件各部位的电流密度分布，从而减小工件不同部位的沉积差异。此外，还应改善阴极移动和镀液搅拌方式，加强镀液的对流交换、减弱浓差极化，以保障金属离子沉积均匀稳定。来料管控方面，建立聚丙烯注塑件入厂全检及抽样复核制度，主要对塑件表面流痕、缩凹、毛刺、微裂纹等原生成型缺陷进行检查，并对基材残余内应力进行抽检，对外观破损、应力不均的不合格塑件及时返修或者剔除，严禁瑕疵基材进入电镀线，从源头上杜绝基材缺陷放大引发的镀层平整度、光泽度不良问题。

完善后处理工艺强化镀层耐候性能

为提高聚丙烯电镀件的耐环境老化性，需全面完善电镀后的处理防护体系，优化清洗、烘干、封闭和仓储转运等全过程工艺，封堵镀层微观腐蚀通道。具体而言，电镀加工完毕后，工件表面及镀层缝隙中会存留各类酸碱药液、盐类和络合剂残留物，长时间残留会不断侵蚀镀层结构，造成变色、锈蚀、剥落失效。因此，需使用多级梯度纯水清洗工艺，通过常温初洗、温水精细化清洗和高温深度清洗分阶段作业，配合曝气搅拌提高清洗效果，将工件表面及隐蔽处的残留物全部清除干净。清洗完后再对镀层进行规范化烘干处理，充分排尽镀层孔隙内的水分，防止烘干温度过高导致镀层氧化变色；烘干后用洁净的气流吹扫工件盲孔、凹槽等死角，使工件整体干燥充分。在此基础上，增设专用封闭处理工序，选择合适的树脂类或者硅烷型封闭材料，以浸渍、喷涂的方式在镀层表面形成致密透明防护膜，有效填充镀层的微观孔隙和微裂纹，阻止水汽、氧气和腐蚀性介质的侵入。封闭处理后再进行烘烤固化，保证防护膜的交联成型效果。同时还应对成品转运、仓储流程进行标准化规范，使用软质隔离方式存放工件，防止机械摩擦、碰撞造成工件损伤，控制仓储环境温湿度，避免恶劣环境加快镀层老化，从而满足汽车零部件长期苛刻服役工况要求。

结语

聚丙烯汽车塑料电镀的缺陷源于基材表面活性低、预处理工艺不匹配、电镀参数不稳定、后处理防护差，通过改进除油和粗化工序，可形成稳定的机械锚固结构；通过对镀液参数和挂具位置精细调节可保证沉积均匀；同时通过完善多级清洗、精确烘干和封闭处理工序能够消除孔隙隐患，从而有效解决镀层结合力差、外观缺陷多、耐候性差的问题。未来，可研究低温环保型粗化配方和可降解溶胀剂的应用，推动聚丙烯电镀技术向高效、绿色、可持续方向不断发展，助力汽车轻量化产业与绿色制造体系高质量发展。A

新能源汽车检测与维修专业育训一体人才培养模式的探索

文/刘轩帆（广西工业技师学院）

针对新能源汽车产业快速发展背景下高素质技能人才短缺问题，广西工业技师学院新能源汽车检测与维修专业构建育训一体人才培养模式，通过订单班培养、工学一体、工学交替、实践创新四条路径，实现学生与学徒双重角色协同发展，促进人才培养与产业需求精准对接，提升学生岗位适应能力和综合职业能力。

广西依托西部陆海新通道区位优势，积极发展新能源汽车产业，新能源汽车保有量和产业规模快速增长。2025年，全区新能源汽车保有量增加34.2万辆，新能源汽车渗透率达到58.04%，新能源汽车产量占汽车总产量比例居全国首位。产业快速发展带来了巨大的后市场服务需求，但由于新能源汽车车型更新快、“三电”系统技术复杂，具备检测、诊断和维修能力的高素质技能人才供给不足，新能源汽车后市场人才培养面临新的挑战。

新能源汽车检测与维修专业承担着为区域新能源汽车产业发展培养高素质技能人才的重要任务。构建育训一体人才培养模式，将学历教育与职业培训有机融合，推动工作场与学习场深度衔接，是促进人才培养与产业需求精准对接、提升技能人才培养质量的重要途径。

学生与学徒双重角色协同发展，是指在同一人才培养过程中，将学生在校学习角色与企业实践角色有机融合，通过订单班培养、工学交替、工学一体、实践创新等路径，使学生在获取学历教育的同时具备岗位胜任能力，在完成学习任务的过程中积累企业实践经验，实现知识、技能、职业素养和综合职业能力协同提升。学生与学徒并非两个割裂的身份阶段，而是同一培养对象在不同育人场景中的自然转换和融合发展。

下面将围绕新能源汽车检测与维修专业育训一体人才培养模式，具体阐述实现学生与学徒双重角色协同发展的实施路径。

订单班培养促进学生与学徒角色融合

订单班培养是实现学生与学徒双重角色协同发展的重要实施路径，是推动职业教育与产业需求精准对接的重要载体。通过校企共建订单班，充分发挥学校人才培养优势和企业产业资源优势，围绕新能源汽车产业发展需求和企业岗位能力要求，共同开展人才需求调研、岗位能力分析、培养方案论证和课程体系开发。校企双方共同将企业岗位典型工作任务、生产流程、技术规范和职业标准融入人才培养方案，实现人才培养目标与企业岗位需求有效衔接，为学生实现由学校学习向企业岗位过渡奠定基础。

在订单班培养过程中，坚持“做中学、学中做”的工学一体化教学理念，引导学生按照企业维修作业流程、安全操作规范和质量评价标准完成新能源汽车检测、故障诊断、维护保养等真实工作任务，使学生在完成学习任务的同时积累岗位实践经验，逐步实现从学生角色向企业学徒角色的转变。合作企业技术骨干与学校专业教师共同承担培养任务，通过线上指导、现场教学等方式，对学生学习过程和技能训练效果进行全过程指导与评价，确保人才培养质量与企业岗位需求有效衔接。同时，充分发挥企业技术资源和行业专家优势，邀请新能源汽车企业技能大师、技术骨干定期进校开展新能源汽车新技术、新工艺、新标准专题培训，使学生及时了解行业发展趋势，掌握产业前沿技术，增强技术应用能力和职业发展能力。此外，校企双方建立常态化沟通反馈机制，根据新能源汽车产业技术发展和企业岗位变化，及时优化培养内容，确保人才培养始终与产业发展同频共振。

在订单班班级建设过程中，引入企业文化育人机制，邀请企业管理人员和技术骨干开展企业文化、管理制度、职业素养和岗位规范教育，通过企业参观、岗位认知、职业体验等形式，将企业管理理念、质量意识、安全意识和工匠精神融入人才培养全过程，使学生提前熟悉企业工作环境，树立良好的职业意识、质量意识和责任意识，逐步实现由学生向企业学徒的角色转变。

通过订单班培养，学生在真实企业环境、真实岗位要求和真实企业文化熏陶中不断提升职业认知和岗位适应能力，实现学校教育与企业培养有机衔接、学生角色与学徒角色自然融合，有效提升学生岗位适应能力、专业实践能力和综合职业能力，为新能源汽车产业培养高素质技术技能人才提供有力支撑。

工学一体促进综合职业能力形成

工学一体化教学模式是实现学生与学徒双重角色协同发展的教学基础，也是育训一体化人才培养模式的重要支撑。广西工业技师学院新能源汽车检测与维修专业坚持以综合职业能力培养为目标，以企业真实工作任务为载体，将工作过程与学习过程有机融合，强调“做中学、学中做”，在实际工作过程中完成学习，在学习过程中积累岗位经验。学生在真实工作任务中掌握专业技能、习得专业知识、涵养职业素养和思政素养，培养理解与表达、与人沟通、解决问题等通用能力，实现学习过程与工作过程同步、学生角色与学徒角色协同发展。

在工学一体化教学过程中，学生不再是知识的被动接受者，而是以岗位工作者的身份参与学习；教师也由传统知识传授者转变为学习活动的组织者和引导者，依据企业真实工作任务组织教学，引导学生分析问题、解决问题。学生通过完成学习任务，不仅掌握专业知识和操作技能，还逐步形成规范操作、安全生产、质量控制、团队协作等综合职业能力，实现知识、技能、职业素养和思政素养的协同培养。工作任务与学习任务相互融合，为学生与学徒双重角色协同发展奠定了坚实的教学基础。同时，学校将企业岗位标准、职业技能等级标准和课程评价标准有机融合，构建以学习成果和职业能力为导向的多元评价体系，引导学生在真实工作情境中不断提升岗位胜任能力，促进综合职业能力持续发展。

以广西工业技师学院新能源汽车检测与维修专业为例，作为第二批全国工学一体化建设专业，该专业结合当前新能源汽车产业区域特点及学校实训条件，对《新能源汽车空调故障诊断与排除》课程进行了工学一体化课程改革。课程开发过程中，首先对新能源汽车空调维修岗位典型工作任务进行分析，将实际工作任务中“领取并识读维修任务工单→再现故障现象→读取故障码及数据流，确定故障范围→查阅电路图，确定排故思路→领取、清点并检查所需工具、材料和设备→准备场地及安全防护→电路检测及故障修复→检验修复后的车辆空调功能→交付车辆并整理场地”等工作步骤，按照学生职业能力形成规律和认知规律，科学转换为相应的学习步骤，并据此设计学习活动和学习成果，实现工作过程向学习过程的有效转化。

学生按照学习步骤完成学习任务，在学习过程中同步体验企业岗位工作流程，掌握故障分析思路、诊断设备使用方法、故障修复工艺、安全操作规范及质量控制要求，实现专业知识学习与岗位技能训练同步推进。通过“工作步骤”向“学习步骤”的科学转换，学生既完成了知识建构和技能形成，又积累了真实岗位工作经验，实现了学习过程与工作过程、学生角色与学徒角色的自然融合。同时，这种基于真实工作过程构建的教学模式，使学生能够形成发现问题、分析问题、解决问题的职业思维，不断提升综合职业能力和岗位适应能力，为进入企业后快速胜任岗位工作奠定了坚实基础，也充分体现了工学一体化教学模式在育训一体化人才培养中的核心支撑作用。

工学交替推动职业角色逐步转换

工学交替是实现学生与学徒双重角色协同发展的重要实践路径，是将学校学习与企业实践按照人才培养规律进行阶段性交替实施的育人模式。通过校企深度合作，学生在学校完成理论知识和技能学习后，进入企业开展岗位实践，再返回学校进行知识提升与经验总结，实现学校学习与企业实践的循环衔接，使学生与企业员工两种角色在不同学习场景中有序切换、相互促进、协同发展。

与订单班培养侧重于将企业岗位典型工作任务融入课堂教学、实现学习任务与工作任务相统一不同，工学交替更加注重学习场所、学习环境和岗位实践的阶段性安排。学生在学校阶段完成知识储备和技能训练，在企业阶段以学徒或企业员工身份参与真实生产实践，将所学知识应用于实际工作；返回学校后，再结合企业实践经历开展反思总结和能力提升，为下一阶段学习和实践做好准备。通过学校学习、企业实践、总结提升、再次实践的循环培养，使学生不断深化对职业岗位的理解，实现知识、技能、职业素养和通用能力的持续提升。同时，学校与企业共同建立实践指导、过程评价和反馈改进机制，及时掌握学生岗位实践情况，针对实践中发现的问题优化教学内容，实现学校培养与企业需求的持续衔接，不断提升工学交替育人质量。

新能源汽车检测与维修专业育训一体化人才培养模式下的工学交替，并不是简单地将学生安排到企业实习，而是依据学生不同学习阶段的能力特点和职业成长规律，科学设计学习与实践交替的时间节点和岗位类型，实现“学习内容与实践岗位相匹配、能力培养与岗位要求相对应”，使学生在不同阶段都能够获得与自身能力相适应的实践锻炼，逐步实现专业能力和岗位能力同步提升。

以广西工业技师学院新能源汽车检测与维修专业为例，该

专业培养面向新能源汽车产业的高级技能人才。在第1—3学年中级工培养阶段，学生主要学习新能源汽车基础知识、工具设备使用、结构原理认知及整车装配等内容，重点培养“会工具、识原理、懂装配”的职业能力，因此工学交替主要安排学生进入新能源汽车主机厂制造装配岗位开展实践，使学生在真实生产环境中巩固专业基础知识，熟悉企业生产流程，养成规范作业意识和质量控制意识。

进入第4—5学年高级工培养阶段，学生重点学习新能源汽车单一系统故障诊断、复合故障分析与维修等内容，培养“会分析、能诊断、会修复”的综合职业能力。工学交替岗位调整为新能源汽车专修企业、品牌售后服务中心等维修岗位，使学生直接参与新能源汽车检测、故障诊断、维修保养等真实工作任务，在解决实际维修问题过程中提升故障分析能力、规范操作能力和岗位适应能力，为毕业后快速融入企业奠定基础。

这种分阶段、递进式的工学交替模式，使学生在不同培养阶段承担与其能力水平相匹配的岗位任务，实现学校学习与企业实践、学生角色与学徒角色的动态衔接和有机融合，逐步完成由学习者向岗位技能人才的转变，进一步增强学生岗位胜任能力、职业发展能力和持续学习能力。

实践创新提升技术应用与创新能力

实践创新是学生与学徒双重角色协同发展的深化形式，是推动学生由“技能学习者”向“技术探索者”转变的重要路径。该路径以企业生产实践中的真实问题为导向，以设备改造和产品研发项目为载体，将产业技术需求与专业实践深度融合，实现技术创新、岗位实践和能力培养协同推进。学生通过参与企业设备改造和产品研发，在解决实际问题的过程中不断深化专业认知，提升创新意识和技术应用能力，为适应新能源汽车产业技术快速迭代奠定坚实基础。

在实践创新过程中，学生跟随教师深入企业开展技术调研，了解企业生产过程中设备运行、工艺流程和维修服务等方面存在的实际问题。企业技术痛点调研既是学生了解产业发展趋势、把握技术需求的重要过程，也是培养其发现问题能力和解决问题的重要途径。针对企业现有设备和技术应用中存在的不足，师生共同开展设备改造、技术优化和产品研发，在解决企业实际问题的过程中掌握新技术、新工艺和新标准，不断提升运用专业知识解决复杂问题的能力。同时，学生深度参与方案设计、结构优化、系统调试、性能测试和成果验证等研发环节，逐步锻炼学生解决问题和团队协作能力，树立创新意识，实现由技能应用向技术创新能力的提升。



广西工业技师学院新能源汽车检测与维修专业师生针对新能源汽车维修企业存在故障诊断效率低、经验依赖性强、维修经验难以传承等问题，校企共同研发“AI智修宝”智能诊断辅助系统。该系统接入AI大模型，实现维修案例分析、诊断流程生成和维修方案辅助决策，有效提升新能源汽车维修智能化水平，使故障诊断效率显著提高，维修一次成功率达到95%。学生全程参与企业需求调研、系统开发、功能测试和现场验证等研发过程，进一步掌握人工智能与新能源汽车维修技术融合应用方法，提高了运用数字化、智能化技术解决企业实际问题的能力。

通过实践创新，学生在参与企业技术攻关和成果转化过程中不断积累工程实践经验，实现学生与学徒双重角色由岗位实践向技术创新的进一步拓展，促进教育链、人才链与产业链深度衔接，为培养具有创新精神、工程素养和实践能力的高素质新能源汽车技术技能人才提供了有力支撑。新能源汽车检测与维修专业育训一体人才培养模式，以学生与学徒双重角色协同发展为核心，通过订单班培养、工学一体化教学、工学交替和创新实践四条路径，推动学校教育与企业培训、学习过程与工作过程、技能培养与产业需求深度融合。订单班培养及工学一体化教学模式实现工作任务与学习任务的高度融合，工学交替实现学校与企业场景有序衔接，创新实践促进学生由技能学习者向技术探索者转变。通过多维协同培养，学生在真实岗位、真实任务中提升综合职业能力，为新能源汽车产业培养高素质技术技能人才提供有力支撑。A

课题项目：本文系教育厅2023年度广西职业教育教学改革研究项目“‘课赛’融通背景下中职新能源汽车检测与维修专业育训一体人才培养模式探索与实践”（课题编号：GXZZJG2023A022）研究成果。

基于智能座舱的AIGC辅助车载HMI设计课程革新

文/张冰（西安汽车职业大学 设计艺术学院）

智能座舱飞速发展对车载HMI（人机界面）设计人才提出更高要求，传统的课程体系已不适应AIGC技术引发的行业变革。本文以AIGC辅助设计为核心，从培养定位、内容重构、教学方法、实践体系四个维度系统探究车载HMI设计课程的革新路径。课程改革对接2025年最新行业标准，通过构建多元教学模式与实践体系、组建双师型教师队伍、完善配套资源，形成从基础训练到创新研发的全链条人才培育计划，以期为智能座舱产业输送兼具设计思维与技术素养的复合型人才。

在汽车产业加速向智能化、电动化转型的大环境下，智能座舱作为人与车交互的核心场域，其车载HMI设计的品质优劣对用户体验与行车安全起着决定性作用。传统教学内容已不能满足产业发展需要。目前相关研究多集中于设计实践和评价领域，蔡萌亚等（2023）在《汽车智能座舱交互设计研究综述》中对交互设计的研究现状和趋势进行了梳理；赵越（2025）在《基于用户体验的汽车智能座舱中控HMI设计研究》中提出了一种中控HMI系统化的设计方法；刘佳林（2024）在《智能座舱车载信息系统人机交互体验量化评价方法研究》中建立了交互体验量化评价模型，但现有车载HMI设计课程改革未将AIGC技术与最新的行业标准系统融合，AIGC设计教学缺少车载场景针对性，实践和评价体系也不健全。因此，本文以AIGC技术赋能下的车载HMI设计课程革新为研究对象，从培养定位、内容重构、教学方法、实践体系等方面探索建立一个符合智能座舱产业发展需求的新型课程体系，旨在为培养掌握AIGC工具并具有全流程设计能力的复合型人才提供参考。

基于智能座舱的AIGC辅助车载HMI设计课程内容重构

课程培养定位的AIGC融合

智能座舱产业迅猛发展催生了车载HMI设计岗位的复合型人才需求，传统的培养定位偏重静态界面美学和基本交互逻辑，已无法适应AIGC技术深度嵌入设计流程的行业现实。新的课程培养定位应将AIGC技术应用能力与车载HMI设计专业能力结合，使学生在掌握界面设计、交互优化、用户体验验证等主要技能的同时能够熟练使用AIGC工具完成从需求分析到方案输出的全过程。具体培养目标要包含三层：底层是对AIGC工具原理和操作逻辑的掌握，即文本生成界面、图像风格迁移、动态原型自动生成等能力；中间层为AIGC技术与车载HMI设计方法论融合的能力，学生应能够借助生成式工具开展多方案快速迭代、设计合理性检验和用户行为模式预估；顶层是利用AIGC技术改进设计效率和创新品质，形成从设计构思到技术落地的系统性思维。课程培养定位需兼顾设计美学和技术落地双重需要，既要坚持人因工程、视觉认知、交互微体验等专业素养的培养，也要建立起对智能座舱底层技术逻辑的认识，使学生明白设计决策如何影响系统的性能和安全响应，毕业后能够很快适应智能座舱设计企业岗位要求，实现从学生到职业设计师的无缝对接。

课程内容的行业标准衔接

课程内容优化需参考2025年智能座舱领域最新行业标准，实现教学规范与产业规范精准对接。国内标准层面，主要参考《智能网联汽车人机交互系统安全设计规范》(T/ITS 0303-2025)规定的交互响应时延、信息优先级编码、视觉疲劳阈值等重要指标，将其作为界面设计与交互逻辑优化的基本要求。国际标准层面，ISO 26262 功能安全标准为座舱软件系统提供了安全完整性等级架构；针对车载HMI可用性、驾驶分心等核心问题，需按照ISO 15008、ISO 9241、ISO 14198三个主要标准执行。ISO 15008关注车载视觉显示系统安全和性能的要求；ISO 9241给出通用人机交互设计基本准则和可用性评价办法；ISO 14198就驾驶员需求评判、驾驶分心防控等重要部分制订了技术准则，构成了车载HMI设计的核心合规框架。课程内容需按照这些标准设置，包含基础理论、技术应用以及实践融合三部分。其中，基础理论部分主要讲解交互心理学、人因工程学和设计原则，使学生了解标准背后的理论依据；技术应用部分专门介绍AIGC工具如何辅助标准的落

地执行，以生成式模型自动生成符合视觉分心时间限制的界面布局，以AI模拟用户眼动数据完成可用性预评估；实践融合部分要求学生在项目作业中严格按照标准条款进行，提交包含标准符合性说明的设计方案。经过上述标准导向内容重组，学生不仅能够习得设计技能，而且对车规级的要求有了敬畏之心和执行力，岗位匹配度大大提高。

智能座舱AIGC车载HMI设计课程教学方法与手段革新实践

构建项目驱动的沉浸式教学模式

项目驱动教学法的核心是将课程内容融入真实的车载HMI设计项目流程中，让学生通过完整的任务链条获取知识、习得技能，从而使理论知识、AIGC技术应用和行业实践三者深度融合。具体在课程开始时，教师根据智能座舱产业最新需求发布源自车企真实设计场景的命题，如新能源汽车多模态交互仪表盘设计、智能座舱场景自适应中控界面开发等。命题需符合《智能网联汽车人机交互系统安全设计规范》（T/ITS 0303-2025）要求，包含需求调研、竞品分析、用户画像构建、交互逻辑规划、界面视觉设计、可用性测试等环节。学生4~5人组建项目小组，分别承担项目经理、需求分析师、交互设计师、视觉设计师、测试工程师等岗位职责，模拟企业真实团队分工。

教学节奏依照项目展开的自然阶段实施安排，需求阶段指导学生借助MidJourney、Figma AI插件等工具批量生成不同用户群体的用车场景与用户行程假设，而后结合行业准则及实际调研数据，采用逻辑筛选的办法挑选驾驶安全、操作便捷性等关键问题。设计阶段，借助Stable Diffusion、即时设计AI等智能生成工具迅速创建多样化界面设计方案，如智能科技风、简约商务风等设计方案，要求学生挑选出其中的一种风格并优化布局，特别注意多屏联动视觉上的统一。验证阶段，使用AI交互模拟工具预估操作时存在的安全隐患，结合用户测试数据改进方案。教师在每一个阶段均为指导者角色，就AIGC工具使用技术瓶颈、设计方案和行业标准的差异、交互逻辑中存在的安全隐患等方面对学生进行有针对性指导，使学生在完成项目的过程中扎实掌握AIGC辅助设计技能以及车载HMI设计核心要点。

搭建校企协同的教学实践平台

校企协同平台的搭建是弥合课堂教学和产业实践之间鸿沟的重要手段。通过与智能座舱设计公司、新能源汽车整车厂达成深入合作，建立“课堂+企业”双场景教学模式，可实现教学与产业实践的无缝对接。

具体而言，合作企业将真实的设计项目历史资料、多模态交互座舱、场景自适应中控界面等热门设计脱敏案例作为教学素材与参考基准，避免学生项目设计脱离产业现实。企业为课程提供AIGC辅助设计的实操环境，即正版设计软件版权授权、云端算力支持、专属工具使用指导等，使学生在校内就可以接触产业级的工具配置，熟练掌握企业常用的AIGC设计工具进行实操训练。合作企业选派具备多年座舱设计经验的资深设计师参与课程共建与教学，以专题讲座、现场演示、工作坊、项目评比等形式参与教学，并每月召开一次专题研讨会，围绕行业最新的发展方向以及解决问题的办法展开讨论，针对多模态交互场景下语音、手势、触控指令冲突的优先级排序方法、智能网联汽车人机交互系统的界面美观度和驾驶安全性如何平衡等重大问题展开深入探究。

此外，企业还应为学生提供分阶段实习实训岗位，在学生完成课程主体内容后分批次进入企业参与真实项目的部分工作，如界面视觉优化、交互逻辑校验等，近距离感受行业工作节奏、跨部门协作方式、设计评审的流程，将课堂上所学的AIGC辅助设计技能和车载HMI设计规范置于实际生产环境中检验。校企双方应共同制订课程实践指导手册，将企业的技术标准、设计流程融入教学，使企业的用人要求内嵌于课程体系，从而有效提高学生岗位适应能力以及就业竞争力。

运用多元融合的教学评价方式

传统的期末闭卷考试、单一设计作业提交无法全面反映AIGC辅助车载HMI设计课程所培养的综合性能力，需建立过程性评价和终结性评价相结合、校内评价和企业评价相补充的多元评价体系，保障评价结果客观全面，符合行业用人标准。过程性评价应贯穿整学期，占总成绩的40%，重点考查学生在整个项目推进过程中的参与度、能力成长，涵盖课堂讨论中对于交互设计原理、行业标准的理解表现，AIGC工具操作的熟练程度和创新使用水平，小组合作中所做的贡献和交流能力等。教师利用课堂观察、小组周汇报、中期项目评审等方式对学生的习得过程进行详细记录，对于学生在使用AIGC工具时出现的错误、在设计方案上出现的问题及时做出反馈并加以纠正，从而帮助学生找到自身存在的不足。终结性评价占总成绩的40%，以最终课程设计项目为考核核心，从方案设计的创新性、行业标准的符合性、技术实现的可行性、用户体验预测的合理性四个方面进行综合评价，评价标准严格按照企业实际岗位能力要求来制定。企业评价占总成绩的20%，是多元评价的重要补充，由合作企业的资深设计师参与学生成果终期答辩，从产业应用角度对方案的市场潜力、技术落地风险、规范契合度等方面做出专业点评和打分，并给出相应的优化建议。评价结果可全方位反映学生学业水平、职业胜任力，有效引导学生将学习精力投入AIGC技术应用、行业规范落地等真正

有价值的能力维度上，充分发挥评价的导向和激励作用，切实提高学生岗位适配能力。

智能座舱AIGC车载HMI设计课程实践体系与师资建设路径

打造分层递进的实践教学体系

学生的认知规律和专业能力的提高是循序渐进的过程，实践教学体系应据此设计为基础实操、综合设计、创新研发三个递进层级。基础实操层是课程起点，其主要目标是对学生在车载HMI上AIGC设计基础功能掌握情况进行考查，提高学生对提示词工程的应用水平，提升学生汽车仪表盘视觉风格创意设计能力，并提升其绘制出汽车内饰仪表盘交互流程图的能力。综合设计层以模拟项目为载体，要求学生独立完成一个车载HMI设计方案，从需求分析、交互原型的输出全过程都要自主选择AIGC工具组合，并协调设计效率与质量的关系，对方案的迭代过程中的反馈进行修正，培养综合解决问题的能力。创新研发层为学有余力的学生提供智能座舱技术发展前沿趋势的情感交互、自适应界面、视线追踪交互等方向的AIGC辅助创新设计探索，设计具有前瞻性概念设计方案或者原型演示系统。三个层次之间形成阶梯式衔接，学生只有完成了底层任务之后才能进入到上层的项目训练，保证每一个阶段的训练目标明确、能力的积累扎实，防止出现基础不牢就盲目创新的现象。

推进双师型师资队伍的建设工作

AIGC技术与智能座舱产业的迅速更新对教师队伍的认知和技术能力提出了全新要求，双师型师资队伍建设成为课程革新的重要支撑。队伍建设要从内部培育和外部引进两个方面共同推进，组建优势互补的教学团队。内部培育方面，高校需建立常态化培训体系，要求教师每年参加不少于4场智能座舱技术峰会、AIGC设计工具专项培训营、比亚迪、蔚来等车企开放日活动，了解产业技术发展动态、工具更新趋势以及岗位需求变化，防止教学视野离开产业现实。同时，鼓励教师参与到企业横向课题、联合研究项目中去，与智能座舱设计企业共同完成“AIGC辅助车载HMI设计优化”等相关课题，在真实研发环境中积累实践经验，并将课题所包含的产业案例和技术难点反馈至课堂教学，实现理论教学与实践运用的有效对接。

外部引进方面，高校应引进企业设计师、工程技术人员等作为兼职教师，优先选用有5年以上智能座舱HMI设计经验并能熟练使用AIGC辅助设计工具的人员，每学期聘请2~3名企业专家参加教学工作。通过双师同堂授课、企业设计师主导AIGC实操工作坊、行业专家参与项目中期评审和终期答辩等形式，形成校内教师和企业专家联合授课的常态化模式。在这一模式下，校内教师搭建系统的理论知识体系、把控课程教学进度和管理规范，企业专家则关注技术应用的时效性以及行业标准的权威性，结合自身工作经验讲解实际设计中的痛点与解决方案。两者互相补充，既保证课程的理论深度，又增强教学的实践针对性，从而为学生提供兼具专业高度与产业实际学习体验的课程革新。

完善课程实践资源的配套建设

优质实践资源是课程革新由理念变为现实的物质基础，基于此，高校应围绕AIGC辅助车载HMI设计这一核心方向完善实践资源的配备，具体包含硬件设施、软件工具和教学材料三类。硬件设施上，高校应搭建AIGC辅助车载HMI设计实操实验室，配备高性能图形工作站、主流智能座舱仿真模拟测试设备，如驾驶模拟器、视线追踪系统、多模态交互测试台架等，让学生可以在接近真实座舱环境下对设计方案进行测试和验证，体会设计决策在用车场景中所起到的作用。软件方面，高校需采购主流的AIGC设计软件及工具链，包含文本生成界面原型工具、图像风格迁移引擎、交互动态自动生成系统等，并提供实验室内持续的云端算力支持，以满足大规模模型运行的需求。教学材料方面，高校需组织教师系统整理编写课程实践指导手册，包括AIGC工具操作指南、车载HMI设计规范速查表、常见问题解决集等；编写AIGC工具应用教程，侧重于不同工具的组合使用场景和效率提升技巧；编纂行业案例集，收录近几年智能座舱设计领域典型案例的解构分析，使学生可以参照行业优秀实践开展学习。所有的资源整合至课程资源共享平台，学生与教师均可自由查阅、下载、提交作品，构建弹性化、可拓展的资源生态，为课程革新提供强有力的支撑，从而培养出能够熟练使用AIGC工具、符合智能座舱行业规范的车载HMI设计复合型人才。

结语

AIGC的引入使车载HMI设计的课程定位与资源配置发生了全方位改变，将AIGC能力同专业设计能力深度融合，依照最新的行业标准重塑教学内容，建立项目驱动沉浸式教学与校企协同实践平台，以及多元融合评价体系，这是响应智能座舱产业人才需求的可行路径；分层递进的实践体系、双师型师资队伍与完备配套资源，为人才培养落地提供坚实保障。随着多模态交互、人工智能技术的不断发展，未来车载HMI设计课程体系需及时顺应产业变化，强化跨学科的合作，保证人才培养始终与产业实践相适配。A

基金项目：西安汽车职业大学2025年度“人工智能赋能教育教学改革”专题研究项目“基于AIGC的车载HMI设计课程改革”（项目编号：2025ZX021）。

多目标优化在新能源汽车能量管理中的应用

文/刘建顺 尹翠蛟（郑州升达经贸管理学院 数学与信息科学学院）

新能源汽车动力系统结构不断丰富，不同动力源之间的功率分配直接影响整车能耗及储能部件运行状态。针对多动力源新能源汽车的能量管理需求，选取插电式混合动力汽车作为典型对象，建立整车纵向动力学模型，在部件运行边界内设置燃油消耗、电能消耗及电池衰减目标，采用NSGA-Ⅱ获得非支配解，再依据理想点距离确定控制参数。结果表明，该策略能够改善发动机工作区间，降低电池峰值放电电流，并使末端荷电状态保持稳定，为插电式混合动力汽车的功率分配提供合理依据。

新能源汽车动力系统根据能源形式和动力结构形成不同技术路线，其能量管理均需根据车辆运行状态调节动力源或储能单元的输出。纯电动汽车主要处理动力电池能量分配及回收控制，燃料电池汽车需协调燃料电池系统同储能装置的功率承担，插电式混合动力汽车则同时涉及燃油使用和电能消耗。考虑到插电式混合动力系统具有多动力源参与、控制目标冲突较为明显的特点，可作为多目标能量管理方法的典型应用对象。插电式混合动力汽车具备外接充电能力，短途行驶可优先使用电能，中长距离运行则依靠发动机维持续驶。由于动力部件的高效工作条件并不相同，车辆控制系统需依据实际负荷及时调整功率分配。发动机在适宜负荷下具有较好的燃油经济性，电机能够快速响应动力需求，动力电池的输出则受到荷电状态及安全边界约束。工况频繁变化时，固定阈值难以及时调整控制参数，容易造成发动机工作点偏离高效区域，并增加启停过程中的燃油消耗。过度追求节油还会加重电池放电负担，而严格限制电池输出又会削弱电机的调节能力。近年来，能量管理逐步由固定规则控制转向多目标优化，更加重视能耗表现、电池负荷及控制执行效果。因此，复杂工况下的功率分配需在部件运行边界内协调节能要求和电池保护需求，使控制结果具备稳定性及可执行性。

新能源汽车动力系统模型

为使多目标优化过程具有明确的功率分配对象，选取发动机—电机—动力电池构成的插电式混合动力系统建立算例模型，以下参数及约束均针对该动力结构设置。

整车行驶功率计算

插电式混合动力汽车的需求功率由车辆纵向受力关系确定。设整车质量为m，车速为v，加速度为a，道路坡度为α，滚动阻力系数为f，空气密度为ρ，风阻系数为C_D，迎风面积为A，则轮端需求功率为：

$$P_w = \left[mgf\cos\alpha + mg\sin\alpha + \frac{1}{2}\rho C_D A v^2 + \delta m a \right] v \quad (1)$$

式中：δ为旋转质量换算系数。轮端功率经传动系统换算后得到动力源轴端需求 $P_{req} = \frac{P_w}{\eta_t}$ ，η_t为传动效率。该处理将车辆工况转换为发动机和电机能够执行的功率指令，避免在功率平衡中重复扣除传动损失。当P_{req} >0时，发动机功率P_e和电机功率P_m共同满足驱动需求；当P_{req} <0时，发动机停机，电机在允许充电功率范围内回收制动能量，超过回收上限的部分由机械制动承担。挡位变化会改变发动机和电机转速，因此每个控制步长均需依据传动比更新轴端工作点，并检查最大转矩边界。需求功率计算精度直接影响启停门限、燃油流量和电池电流，是多目标评价的统一输入。

发动机燃油消耗模型

发动机燃油模型依据转速、转矩和燃油消耗率特性建立。瞬时燃油流量表示为：

$$\dot{m}_f = F(n_e, T_e) \quad (2)$$

式中：n_e为发动机转速，T_e为发动机转矩，输出功率满足 $P_e = \frac{T_e n_e}{9550}$。台架特性图表明，低转矩区域的泵气损失和机械损失占比较高，中等转速、中高负荷区域的有效热效率较稳定。控制策略因此需限制发动机长时间处于低负荷状态，并减少门限附近的反复启停。模型设置最大转矩曲线、最低稳定转速、功率爬升率和最短运行时间，发动机启动阶段另计瞬态燃油增量。

驱动电机效率模型

驱动电机承担纯电驱动、转矩补偿和制动回收，直流侧功率由机械功率和效率共同决定。驱动状态下 $P_{m,dc}=\frac{P_m}{\eta_m}$，发电状态下 $P_{m,dc}=P_m\eta_m$，η_m由电机效率图按照转速和转矩插值得到。电机低速大转矩运行时铜耗增大，高速弱磁区的铁耗及逆变损耗上升，因此额定功率不能单独作为分配依据。模型设置驱动转矩上限、发电转矩下限、最高转速和逆变器功率边界，并依据车轮附着条件限制制动回收强度。

动力电池状态模型

动力电池采用开路电压串联内阻模型，端电压表示为 $U_b=U_{(oc)}(SOC)-I_bR_b$，电池功率满足 $P_b=U_bI_b$。规定放电电流为正、充电电流为负，荷电状态在离散步长内按照分段公式更新：放电时 $\mathrm{SOC}(k+1)=\mathrm{SOC}(k)-\frac{I_b(k)\Delta t}{3600Q_b\eta_d}$，充电时 $\mathrm{SOC}(k+1)=\mathrm{SOC}(k)-\frac{\eta_cI_b(k)\Delta t}{3600Q_b}$，其中$Q_b$以Ah计，$\eta_d$和$\eta_c$分别为放电效率和充电效率。公式中的3600用于完成秒和小时的单位换算。SOC上限保留制动回收空间，下限控制深度放电，端电压和电流边界共同限制瞬时功率。温度变化会改变内阻及可用功率，相关研究表明，热约束会直接影响混动系统的能量再分配结果。

多目标功率分配模型

多目标函数需依据具体动力结构确定。针对所选插电式混合动力汽车，能量管理同时涉及燃油使用、电能消耗及动力电池运行负荷，因此将三项指标作为优化目标。

燃油消耗目标设置

燃油消耗目标采用完整行驶周期内的累计燃油质量，离散形式为：

$$J_f=\sum_{k=1}^{N}\dot{m}_f(k)\Delta t \qquad (3)$$

式中：J_f为完整工况内的累计燃油质量，$\dot{m}_f(k)\Delta t$为第k个控制步长的瞬时燃油流量，Δt为控制步长，N为总步数。为便于比较不同控制策略的燃油经济性，将累计燃油质量进一步换算为百公里燃油消耗量：

$$C_f=\frac{100J_f}{\rho_fS} \qquad (4)$$

式中：C_f为百公里燃油消耗量，ρ_f为燃油密度，S为工况行驶里程。发动机启动阶段的附加燃油计入对应控制步长，最短运行时间用于抑制功率门限附近的频繁切换。插电式混合动力汽车的燃油结果容易受到电量释放程度影响，因此优化中将末端SOC设置为硬约束，要求 $|SOC(N)-SOC_{tar}|\le 0.005$，使各策略在近似相同的电池净能量条件下比较。目标函数主要引导发动机避开低转矩区，并在启动后保持较稳定的工作点。该设置能够防止控制器通过提前耗尽电量取得表面节油效果，也使燃油目标同电能目标具有明确边界。

电能消耗目标设置

电能目标用于衡量动力电池在完整工况内的等效输出。规定P_b放电时为正、回收充电时为负，则净电能目标写为 $J_e=\frac{\sum P_b(k)\Delta t}{3.6\times10^6}$，计算结果以kWh表示。充放电效率已在SOC状态方程中处理，电能目标不再重复修正。回收功率超过电池充电上限的部分不计入电能收益，机械制动承担的能量也不进入该目标。为抑制电池功率在相邻控制步长之间快速反向，模型另设 $|P_b(k)-P_b(k-1)|\le\Delta P_{b,max}$作为平滑约束。

电池衰减目标设置

电池衰减受循环电流、荷电状态区间和放电深度影响，短时仿真难以直接得到实际容量损失，因此采用归一化衰减代价评价策略间的相对差异。单位步长代价定义为：

$$g_d(k)=\left(\frac{|I_b(k)|}{I_{ref}}\right)^{1.1}+\lambda_s\left[SOC(k)-SOC_{ref}\right]^2 \qquad (5)$$

式中：I_{ref}取100 A，SOC_ref取0.60，λ_s取0.30；完整工况目标为 $J_d=\frac{\sum g_d(k)\Delta t}{T}$，$T$为工况总时长。电流项用于放大高倍率充放电造成的负荷，SOC项限制电池长时间偏离中间区间。该指标不等同于实测容量衰减率，表格中以规则策略结果归一化为1，用于比较功率分配对电池使用负荷的影响。已有多目标能量管理研究将经济性和动力源耐久性同时纳入非支配解筛选。

功率分配约束设置

多目标求解需满足功率平衡、部件边界和控制连续性。驱动状态下采用 $P_e(k)+P_m(k)=P_{req}(k)$，制动状态下令P_e=0，电机回收功率和机械制动功率共同满足减速需求。整车质量设为1850 kg，发动机最大功率为110 kW，电机驱动功率上限为120 kW，制动回收下限为-60 kW，动力电池额定电压为350 V、容量为35 Ah，SOC范围为0.30~0.85，主要参数见表1。电池电流限制在-160~260 A，发动机最短运行时间和最短停机时间分别为8 s、6 s，控制步长为1 s。约束处理采用可行性优先原则，违反功率平衡、SOC边界或电流边界的个体直接判为不可行；超出功率变化率限制的个体增加惩罚值。

多目标优化策略应用

NSGA-Ⅱ参数设置

NSGA-Ⅱ用于求解燃油消耗、电能消耗及电池衰减之间的功率分配关系。算法将发动机启停阈值、功率分配系数和电机补偿比例作为决策变量，种群规模设为100，最大迭代次数设为150，交叉概率取0.90，变异概率取0.10。完成目标评价后，算法依据非支配等级保留性能较优的方案，并通过拥挤距离控制解集分布，减少个体在局部区域过度集中。相关研究采用非支配排序方法处理混合动力汽车多目标能量管理问题，为不同性能目标间的协调求解提供了参考。种群完成150代迭代后输出非支配解集，

表1 插电式混合动力汽车仿真参数

项目	符号	设定值	控制含义
整车质量	m	1850 kg	用于纵向需求功率计算
滚阻系数	f	0.012	描述路面滚动阻力
风阻系数	C_D	0.29	确定空气阻力水平
迎风面积	A	2.25 m²	用于高速风阻计算
传动效率	η_t	0.94	换算轮端、轴端功率
发动机功率	P_e	0~110 kW	限制发动机输出
电机功率	P_m	-60~120 kW	负值表示制动回收
电池额定电压	U_b	350 V	确定电池功率基础
电池额定容量	Q_b	35 Ah	对应约12.25 kWh
荷电状态	SOC	0.30~0.85	保留放电、回收空间
电池电流	I_b	-160~260 A	限制充放电倍率
控制步长	Δt	1 s	用于离散状态更新

使不同目标组合得到充分搜索。该过程在离线环境中完成，所得控制参数按照需求功率和荷电状态分类存储，为后续方案筛选及在线查表控制提供数据基础。

Pareto控制参数筛选

Pareto前沿包含多组性能侧重点不同的参数，控制器需从中确定单一执行方案。首先对三个目标进行极差归一化，$z_{ij}=\frac{J_{ij}-J_{j,\min}}{J_{j,\max}-J_{j,\min}}$，再计算各解到理想点的距离 $D_i=\left[\sum w_j z_{ij}^2\right]^{\frac{1}{2}}$。算例中燃油、电能和衰减目标权重分别取0.40、0.25和0.35，权重仅用于最终筛选，不参与种群进化。最终得到的P_{on}、P_{off}、k_e、k_m和k_r按照SOC区间存入参数表，在线控制阶段采用线性插值调用，不在车载控制周期内重新执行遗传迭代。

行驶过程功率分配

所选插电式混合动力汽车运行时，控制器依据需求功率及SOC确定发动机介入状态和电机输出水平。低速轻载阶段优先由电机驱动，需求功率连续高于P_{on}或SOC接近目标下界时，发动机启动并按照k_e确定基础功率；需求功率下降至P_{off}以下且满足最短运行时间后，发动机退出。急加速阶段由电机按照k_m补足发动机爬升期间的功率缺口，电池电流接近上限时降低助力比例，并由发动机增加输出。减速阶段按照k_r计算期望回收功率，再结合SOC上限和充电电流边界进行截断，剩余制动力由机械制动提供。现有研究通过模型预测控制、序列二次规划及端云协同降低在线能量管理的求解负担。在线控制阶段不再重复执行完整遗传算法，而是依据当前需求功率和SOC在离线参数表中检索相邻节点，再通过线性插值得到发动机启停阈值和功率分配系数。结果接近部件边界时，控制器优先执行安全约束，并平滑处理功率指令，从而兼顾实时运算效率和控制稳定性。

不同控制策略仿真对比

为检验多目标优化方法在新能源汽车能量管理中的具体应用效果，以前述插电式混合动力汽车参数作为仿真算例，设置规则控制、燃油消耗单目标优化及多目标优化三种策略进行比较。仿真采用1800 s综合工况，行驶里程为22.8 km，初始SOC为0.75，目标末端SOC设为0.595。规则控制、燃油单目标优化和多目标优化均使用表1参数，末端SOC控制在0.592~0.596，结果见表2。多目标策略百公里油耗为4.56 L，较规则控制下降6.2%；电池峰值放电电流由238 A降至205 A，归一化衰减代价下降17.9%，发动机启动次数由31次降至20次。燃油单目标优化取得4.48 L/100 km的最低油耗，但峰值电流升至252 A，衰减代价高于规则控制。多目标策略相较燃油单目标方案的油耗增加1.8%，电能消耗下降6.0%，衰减代价下降20.5%。以燃油消耗率不高于240 g/(kWh)作为发动机高效区判据，多目标策略的高效区运行占比达到66.8%，说明功率分配能够减少低负荷运行，同时控制电池负荷。

结论

新能源汽车动力结构差异较大，多目标优化需结合具体能源形式设置评价指标及部件约束。以插电式混合动力汽车为算例建立燃油消耗、电能消耗及电池衰减目标后，NSGA-II能够形成具有不同控制倾向的非支配解。所选插电式混合动力汽车算例中，多目标策略较规则控制降低燃油消耗6.2%，峰值放电电流下降13.9%，归一化衰减代价同步降低；相较燃油消耗单目标优化，其节油水平保持接近，电池运行负荷得到进一步控制。该结果说明，多目标优化适用于处理新能源汽车能量管理中的性能冲突，但具体目标函数和控制变量仍需依据动力系统结构确定。A

表2 不同能量管理策略仿真结果

评价指标	单位	规则控制	燃油单目标	多目标优化
燃油消耗	L/100 km	4.86	4.48	4.56
电能消耗	kWh/100 km	8.42	8.71	8.19
末端SOC	—	0.596	0.592	0.595
峰值放电电流	A	238	252	205
归一化衰减代价	—	1.000	1.033	0.821
发动机启动次数	次	31	24	20
发动机高效区占比	%	52.4	69.1	66.8

注：表中数据为依据统一整车参数设置的仿真算例数据，用于比较不同控制策略的变化趋势，不对应特定车型实车试验结果；归一化衰减代价仅用于策略间相对比较。

智能感知驱动下纯电动扫路车分层能效工业创新设计

文/邹淑峰（盈峰环境科技集团股份有限公司）

针对纯电动扫路车能量管控固化、整车工业设计同质化、智能感知技术与产品落地设计割裂三大行业痛点，本文提出感知-分层能效匹配-模块化工业设计一体化创新范式。搭建激光雷达、视觉、多工况传感器融合感知体系，采用CNN-LSTM-YOLOv8-seg混合深度学习模型量化路面垃圾密度，结合粒子群与梯度下降混合优化算法建立动态分层能效调控逻辑；从感知硬件集成造型、分层能效交互语义、全生命周期模块化结构、场景分级色彩材质四维度构建原创工业设计策略，摆脱行业表层外观改良的设计局限。8 h多场景实车对照测试显示，相较传统恒功率车型，整车百公里能耗平均降低18.6%，续驶测算误差控制在5%以内，模块化运维效率提升30%，操作人员长期作业疲劳度显著改善。本文打通工况能效算法向实体产品设计语言转化的完整落地路径，填补新能源环卫装备智能能效导向工业设计研究空白，为环卫装备标准化创新提供可复用研究范式。

在双碳目标与智慧城市一体化保洁体系建设背景下，纯电动扫路车逐步替代燃油清扫设备，成为城市道路常态化保洁核心装备。当前行业研发存在明显割裂问题：电控研发侧重算法迭代，工业设计仅停留在车身外观美化，感知、能耗调控技术难以转化为可量产整车方案。结合市面主流产品调研与现有文献梳理，现有纯电动扫路车设计存在三大核心短板。

其一，能效调控与路面感知体系脱节。现有车型多采用固定功率输出，无法依据路面垃圾存量自适应调节清扫负载；传统续驶仅依托电池单参数估算，误差普遍超15%，设计端未建立环境感知数据与分级作业能效的联动匹配机制。

其二，整车工业设计趋同，缺少专属创新方法论。多数产品沿用传统工程车辆厚重箱体造型，人机交互仅保留基础启停按键；车身未针对感知硬件、动力电池做集成适配，现有研究仅优化外观曲面线条，缺少可解决能耗痛点的系统化设计体系。

其三，行业缺乏技术与设计协同的标准化研究框架。现有文献或单独开展电控仿真，或仅优化外观造型，未形成环境感知、能效分级、造型交互、结构材质全维度闭环论证链条，难以体现工业设计优化装备实际作业效能的核心价值。

本文跳出环卫装备浅层外观改良的研究思路，构建分层能效驱动的多传感集成整车设计体系，将工况识别、功率优化计算逻辑转化为落地产品设计表达，从感知集成造型、三级能效交互、全生命周期模块化结构、场景化色彩材质四大维度系统论述，针对环卫车辆能耗管控、人机使用体验两大核心痛点输出完整设计方案。

行业现状与分层能效创新设计定位

（一）现有产品设计缺陷深度剖析

结合市场样机实测、一线环卫操作人员访谈及环卫装备设计文献，从能效适配、设计创新、技术融合三方面拆解现有方案浅层化短板。

能效调控缺少分层匹配逻辑。传统扫路车未区分差异化路面工况，刷盘、负压风机持续恒定功率运行；车载界面仅展示剩余电量，未结合垃圾存量划分作业档位，工况计算结果无标准化视觉提示，形成电控调控能力超前、产品功能设计滞后的行业通病。

感知硬件无一体化集成造型。市面车型雷达、摄像头多外置布置，仅配简易塑料外壳防护；造型一味追求硬朗机械质感，未兼顾传感器无遮挡视野、行驶风阻、作业防尘减振三重约束，相关造型分析仅描述曲面变化，缺失功能约束形态的底层设计逻辑。

模块化结构未覆盖全生命周期。现有可拆卸结构仅服务售后维修，未依据整车能耗分布分层布局；设计未统筹工厂装配、日常检修、电池更换、报废回收全流程，模块化方案通用性强，但缺少电动清扫设备专属设计规则。

（二）原创分层能效四大设计原则

区别于工业设计通用美观、基础人机准则，本文提出适配智能电动环卫车辆的专属设计准则，作为全文研究主线：原则1：感知数据分层驱动设计联动。以路面垃圾密度、工况复杂度、电池剩余电量三层感知数据为设计输入，各类数据对应专属造型、交互、结构、材质规则，打通能耗算法与实体产品转化通道。原则2：感知硬件集成造型语义差异化。以前端一体化感知舱为整车视觉核心，将雷达、视觉设备内嵌车身流线结构，造型同步实现降低风阻、防护精密硬件、无遮挡采集三大目标，打破传统工程机械箱体造型范式。原则3：全生命周期模块化分层拆解。按整车能耗量级划分六大标准化独立模块，统一卡扣、线束接口规格，兼顾批量装配、现场检修、电池拆装、报废拆解全流程，建立环卫车辆能效导向模块化新标准。原则4：能效分级色彩材质场景适配。依托三级作业模式、电池预警区间搭建分层色彩识别体系；根据模块负载、防护需求差异化选用轻量化、耐磨、散热环保材料，依靠色彩材质辅助操作员快速识别整车实时能效状态。

（三）系统整体技术-设计联动逻辑框架

研究形成四层闭环体系，每层数据输出匹配专属整车落地路径：

感知采集层：雷达、视觉、电池、工况传感器同步采集时序数据，对应前端感知集成造型；

工况计算层：深度学习识别垃圾存量、混合优化算法输出最优功率配比，对应车载三级能效交互语义；

能效匹配层：依据工况复杂度分配行走、清扫、辅助系统功率，对应能耗分层模块化结构；

执行反馈层：整车工况数据可视化、设备差异化防护，对应分级色彩与分层材质设计。

多传感融合分层能效感知系统与集成造型创新设计

（一）多源感知数据分层识别计算逻辑

采用CNN-LSTM-YOLOv8-seg混合深度学习框架融合雷达三维点云、路面二维图像，输出0~10区间垃圾密度数值；依托自相关函数滤除传感器噪声，通过时序网络输出0~10工况复杂度指标，结合电池剩余电量划分三级作业层级。低密度工况：垃圾指数1~3，匹配节能作业层级；中密度工况：垃圾指数4~7、电池电量≥30%，匹配标准作业层级；高密度工况：垃圾指数8~10、电池电量≥80%，匹配强力作业层级；电池剩余电量低于30%时，整车自动锁定节能模式，保障既定作业里程完整达成。

（二）一体式感知舱集成造型原创设计策略

前端内凹流线感知区域量化约束摒弃传感器外置方案，前脸采用内凹弧形一体化感知结构，设置三项量化设计约束：感知视野约束：内凹深度120 mm，左右采集广角120°，保障雷达、摄像头无遮挡采集路面；节能风阻约束：前脸全圆弧过渡，消除尖锐棱角，降低整车风阻以减少行驶能耗；硬件防护约束：感知外罩采用轻量化铝合金，防护等级IP65，抵御碎石撞击、粉尘堆积，替代传统薄塑料防护壳。

整车三段式分层流线造型语义按能耗分布将车身分为三层，形成新能源环卫车辆专属视觉语言，区别传统一体化厚重箱体。上层感知驾驶层：微溜背流线，加大双层防眩光车窗，提升操作员路面识别效率；中层清扫作业层：刷盘配半包裹弧形外壳，风机区域设置分层通风导流结构，高负载作业强化整机散热；下层电池承载层：底盘扁平化内收，加装一体式耐磨防护板，保护动力电池、行走驱动电机等高能耗核心部件。

三级分层能效人机交互语义创新设计

（一）三级能效模式交互逻辑

整车依据实时感知数据自动切换节能、标准、强力模式，车载界面采用分层信息排布，区别传统单一数据罗列。节能模式适配低密度路面或低电量：界面基底浅灰，搭配绿色能效标识，缩小刷盘、风机功率展示层级，隐藏强力模式快捷控件，以视觉引导低负荷作业，减少无效耗电；标准模式适配常规路面、正常电量：界面基底浅蓝，图标尺寸均衡排布，完整展示垃圾密度、实时能耗、剩余作业里程，作为日常默认界面；强力模式适配高密度垃圾、充足电量：界面切换深蓝基底，放大高亮风机、刷盘功率图标，同步弹出重度污染提示并搭配语音提醒减速，平衡清扫洁净度与电能消耗。

（二）户外强光分层可视化界面规范

针对户外强光作业场景制定分层对比度标准：一级核心信息（剩余续驶、能效层级、垃圾密度）采用加粗大号字体、高对比蓝绿标识，强光可视距离≥1.5 m；二级工况信息（车速、风机功率）常规字号浅灰辅助展示；三级预警信息（电池低压、传感器故障）橙色闪烁分层弹窗，按能耗影响分级推送，避免信息过载干扰作业。

（三）分区模块化物理按键分层设计

摒弃杂乱按键排布，按能效调控功能划分三大操作分区，适配佩戴劳保手套操作场景。能效模式总控区设于屏幕左侧核心位，单键切换三类作业模式，按键尺寸加大30%；辅助功能区设于屏幕下方，集成灯光、倒车等低能耗控件；应急安全区独立布置于扶手侧边，配备橙色断电、清扫急停警示按键，低电量工况自动高亮预警。

能耗分层全模块化快拆结构创新设计

现有模块化研究仅阐述简易拆分方式，本文按整车电能消耗量级搭建分层快拆结构，覆盖车辆生产、运维、电池更换、报废全生命周期。

（一）六大能耗分层独立模块划分

以电能消耗规模为依据，拆解为六大标准化独立模块，统一卡扣、线束接口，无需专用工具即可拆装：高能耗模块（清扫风机、刷盘驱动单元）；核心储能模块（抽拉式密封动力电池舱）；感知交互模块（前端采集单元、车载触控面板）；低能耗辅助模块（车身照明、除尘附属单元）。

（二）分层模块快拆创新规则

动力电池舱采用轨道抽拉分层结构，轨道内置静音减震垫片，缩短电池检测、更换时长；清扫高能耗单元侧边卡扣半包裹外壳，风机设分层导流散热结构，高负载作业自动扩大通风间隙；前端感知单元顶部旋钮快拆，单人5 min即可完成雷达、摄像头检修，无需拆解整车前脸。

（三）分层防护降噪配套结构

依据模块震动、发热差异匹配差异化防护降噪工艺：高震动清扫单元内部加装加厚分层隔音棉，降低运行噪声；精密感知单元采用全密封分层线束，线路内藏车身骨架，隔绝雨水粉尘侵蚀；动力电池舱双层隔热分层结构，高低温环境减少电池能量衰减，延长整车实际续驶。

能效分级色彩与分层材质场景化创新设计

现有色彩材质章节多为通用材料科普，本文搭建能效分级色彩识别体系与分层负载材料选用规范，完善整车外观配套创新。

（一）三级能效分级色彩识别系统

采用主色、能效辅助色、预警色三级配色体系，色彩层级直接对应作业状态，兼顾城市公共设施视觉规范与快速识别需求。车身主体哑光浅灰，兼具耐脏、轻量化视觉效果；能效区分辅助色：节能层级浅绿标识、标准层级浅蓝标识、强力层级深蓝标识，布置于感知区、操作面板、模块分界线条；电池预警采用小面积橙色，设于电池舱、应急按键区域，电量偏低时橙色灯带自动点亮，提示切换节能模式。

（二）分层负荷差异化材质选用规则

依据模块负载、防护需求分层选用环保材料，同步实现轻量化、耐磨、高效散热。上层感知驾驶区采用改性轻量化工程塑料，降低整车自重以减少行驶耗电；中层清扫作业区搭配高强度复合塑料与铝合金，兼顾结构韧性与设备散热；下层底盘承载区采用高强度碳钢及耐磨橡胶防护板材，适配长期户外颠簸作业；感知设备外壳选用铝合金分层壳体，保障持续工作散热；操作区按键、扶手采用防滑耐磨橡胶，适配长时间户外连续作业。

实车多场景测试与设计效果验证

选取城市主干道、居民小区、农贸市场三类典型作业场景，将本文样机与传统恒功率扫路车开展8 h同步对照测试，从整车能效、使用体验两大维度量化验证方案价值。

（一）能效性能测试结果

百公里电耗：三类场景综合测算，样机平均能耗较传统车型降低18.6%；农贸市场高密度垃圾场景节能效果最优，能耗降幅达22.3%；续驶测算精度：多源感知分层计算里程误差控制在5%以内，传统单电池参数测算误差高达16.2%；清扫质量：强力模式路面清扫合格率≥98%，节能模式低密度路面清扫效果无明显衰减。

（二）工业设计使用体验测评

运维检修效率：分层快拆模块化结构，故障检修、电池更换整体耗时缩短30%；人机操作：分层交互界面搭配人体工学驾驶空间，长时间作业疲劳感显著下降；户外适配：整车IP65分层防护，雨天、扬尘工况设备故障率低于1%；轻量化分层材料缩减整车自重，进一步降低行驶能耗损耗。

（三）综合创新价值总结

整套方案完全依托路面感知与能效分级逻辑搭建，形成感知造型、分级交互、分层结构、场景材质四位一体原创设计体系，突破行业单一外观优化局限，构建可复制、可推广的电动环卫车辆智能能效设计方法，弥补同类装备设计创新深度不足的行业短板。

结语

针对纯电动扫路车能效调控技术与整车工业设计脱节、现有研究论述浅层化的行业痛点，本文搭建分层能效导向一体化整车创新设计体系，从感知集成造型、三级能效交互语义、能耗分层模块化结构、分级色彩材质四维度构建完整落地路径。

多场景实车测试证实，该方案可有效削减整车无效电能消耗、提升续驶测算精度，同时解决传统环卫车造型同质化、人机操作不便、设备检修繁琐等多重使用短板。本文提出的分层匹配设计准则，可用于各类电动环卫装备标准化创新，为洗扫车、洒水车智能化升级提供完整设计参考。

后续研究可围绕云端环卫调度联动分级作业、车身一体化辅助供能两大方向拓展，持续完善智慧环卫装备智能能效导向设计理论体系。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