汽车与配件
AUTOMOBILE & PARTS

2026 / 17
第46卷·总第1431期
定价RMB 10元

从“中国速度”到“中国定义”
——哈曼本土战略再进化

哈曼中国智能座舱事业部业务副总裁

李培治

2026成都车展：
技术加速普惠，车市赛道分化

探索汽车产业全球合作新路径

更轻、更安全、更多电芯，
一体成型电池壳体来了

国内统一连续出版物号 CN31-1219/U
国际标准连续出版物号 ISSN1006-016

ISSN 1006-0162
9 771006 016265 17>

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

广告

SAVE THE DATE:
2027年4月20-23日

请至我们展位
E1A33
获取更多
展会资讯

杜塞尔多夫/德国

焊接与切割的巅峰世界

URBAN STEEL EXPO

USE-EXPO.COM

中国地区参展报名请联系：
杜塞尔多夫展览（中国）有限公司
顾欣 先生
Tel: +86-21-61698373
Email: alex.gu@mds.cn
杨滢 女士
Tel: +86-21-61698399
Email: mara.yang@mds.cn

Messe Düsseldorf

DÜRR

DIGITAL

DXQ – DIGITAL INTELLIGENCE BY DÜRR

DXQ 数字化产品——把握涂装车间脉搏

杜尔 DXQ 数字化产品为工厂运营、分析和控制（MES）提供量身定制的软件解决办法，助力涂装车间实现更高的可用性、更优的质量和更好的性能！

关注杜尔公众号，
解锁更多信息

广告

九月，车轮上的“新”与“心”

各位读者朋友，大家好。

九月的风，带着初秋的凉意，汽车行业也正式迈入“金九银十”的关键赛段，处在稳中提质、蓄力进阶的窗口期，为年末冲刺积蓄动能。

回望刚刚过去的夏天，行业热度不减，变局持续。价格战的硝烟尚未散尽，技术竞争的鼓点愈发密集。我们见证了合资品牌在电动化浪潮中的艰难转身，也看到自主品牌在智能化赛道上的加速突围。

2026年行业的一大突出亮点，是高端技术的全面普惠。曾经专属高端车型的800 V高压平台、激光雷达、城市NOA，如今快速下沉，普及至10万~20万元主流家用车型，成为大众化产品的核心竞争力。而技术下放的背后，是零部件供应链的成熟迭代与成本优化。

变局之下，行业发展始终围绕两个关键词：一是“新”，二是“心”。

所谓“新”，在于新势力、新模式、新生态的持续涌现。不过真正的创新，绝非参数堆砌与话术包装，而是底层技术逻辑的重构、用户体验的升维。行业正在告别粗放的规模扩张，转向高质量的价值创造。在这一进程中，深耕技术的零部件企业，正是产业创新的核心根基。

所谓“心”，是喧嚣市场中难得的初心与恒心。行业在追逐智能迭代、体验升级的同时，安全永远是那条不可退让的底线。车企需要回归造车本质，坚守安全、品质与服务的底线；行业媒体更需要坚守专业本心，在信息洪流中剥离浮躁，输出理性、深度的产业洞察。快节奏的行业里，《汽车与配件》始终选择沉淀深耕，以扎实内容陪伴行业看清趋势、笃定前行。

在全球产业链重构的当下，中国汽车出海已然告别“以量取胜”的初级阶段，迈入“提质升级”的新阶段。从单纯的产品贸易，转向技术输出、方案输出，中国汽车的全球话语权持续提升。而中国零部件产业，也正从产业链的“替代者”，稳步成长为技术与标准的“定义者”。

九月，是收获的季节，也是播种希望的季节。愿大家都能在这个秋天，耕耘有回响，收获有分量。

《汽车与配件》杂志总编辑

2026年9月

广告

TRUMPF

TruLaser Tube 7000

旗舰机型 —— 全维度绝不妥协

可对外圆 12-290 mm 全规格管材实现极致生产效率，调试与编程工作量降至最低，实现无缝流程集成

1 高动态

包括激光功率高达9kW的固体激光器以及 RapidCut

2 毫不妥协的品质

全工况灵活适配，大小工件皆可胜任

3 易于接近

得益于智能光束防护装置和开放式机床设计

4 稳定可靠

配备从 ObserveLineEdge 到 Condition Monitoring（状态监测）的各种功能

通快（中国）有限公司
江苏省太仓市经济开发区南京东路68号 邮编 215400
电话 +86 512 5328 7700 **传真** +865125328 7751
邮箱 info@cn.trumpf.com **网址** www.trumpf.cn

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15日出版（2026 NO.17 第46卷 总第1431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	陈琦 River Chen
Editor 编辑	张颖 Zhang Ying
	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

wire China CHINA

Tube China CHINA

THERM PROCESS CHINA

SAW AND LASER CUTTING CHINA

NONFERROUS METALS CHINA

ufi Approved Event

第12届中国国际线缆及线材展览会
第12届中国国际管材展览会

2026.9.21-24

上海新国际博览中心
Shanghai New International Expo Centre

wire China 观众预登记

Tube China 观众预登记

亚洲专业的线缆线材、管材行业盛会！

报名热线：+86 21-6169 8369　www.wirechina.net | www.tubechina.net

主办单位
Organisers

SECRI

上海电缆研究所有限公司
Shanghai Electric Cable Research Institute Co., Ltd.

Messe Düsseldorf Shanghai

杜塞尔多夫展览(上海)有限公司
Messe Düsseldorf (Shanghai) Co., Ltd.

MC

中国国际贸易促进委员会冶金行业分会
冶金工业国际交流合作中心
Metallurgical Council of the China Council for the Promotion of International Trade Metallurgical Center for International Exchange and Cooperation

广告

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15日出版（2026 NO.17 第46卷 总第1431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，并致谢忧。
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

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 汽車 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

含回收材料TPE助力
可持续性

AVIENT™
埃万特集团

应用于汽车内饰的reSound™ REC 含回收成份TPE

- 含有近55%的消费后可回收（PCR）材料成份
- 性能可与传统TPE相媲美
- 具有低VOC、低气味、低雾度和UV稳定性
- 减少废弃物，支持循环经济
- 可根据特定应用需求定制性能特性

扫码获取埃万特
Chinaplas 2026展会详情

扫码关注
埃万特公众号

如需了解更多详情，请访问**avient.com**
或致电 **+86.21.60284988**

广告

汽车与配件
AUTOMOBILE & PARTS

CONTENTS

SEP' 2026 / NO.17 目次

22 2026成都车展：技术加速普惠，车市赛道分化

行业信息 / NEWS

14 零跑汽车与中国一汽签署深化战略合作协议

封面 / COVER

18 从“中国速度”到“中国定义”
——哈曼本土战略再进化

卿谈 / CONNECTIONS

22 2026成都车展：技术加速普惠，车市赛道分化

新能源 / NEW ENERGY

24 关于新能源车“内卷”及技术路线，万钢这样说

专题 / FEATURES

25 焊接与切割迈入新时代，
首届USE如何打造高价值的行业交流平台？

27 热处理工艺持续升级，
阿瑞斯工业炉如何应对行业需求？

30 重新定义线材性能边界，
锐创新能源正在积极布局创新应用

32 面向未来的管材激光加工理念，
通快为行业带来全新思路

热点 / HOT SPOT

34 探索汽车产业全球合作新路径

36 更轻、更安全、更多电芯，
一体成型电池壳体来了

威猛集团

“重磅”推出-微量注塑机

- 全电动注塑机
- 可扩展为整体生产单元 – 模块化 & 高灵活性
- 完美适用洁净室应用和医疗应用
- 注射量 50 mg ~ 4 g
- 锁模力 15 t

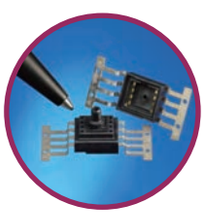
“占地面积小 高精度 功能强大”

WITTMANN GROUP

MicroPower

- All electric machine
- Extendable to a production cell - modular and flexible
- Perfect for clean-room and medical applications
- Shot weight below 50 mg up to 4 g
- Clamping force 15 t

"Small in area, high precision, powerful in function"



Chinaplas 2026
4.1D41

WeChat 微信

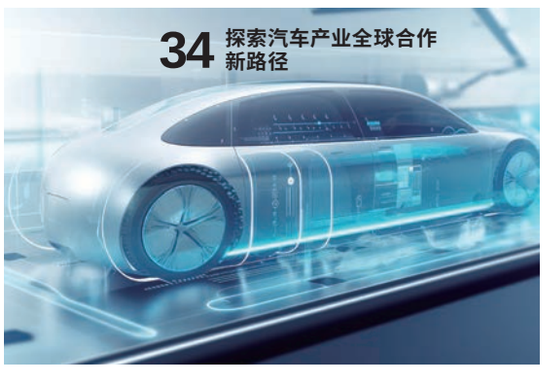
威猛巴顿菲尔机械设备（上海）有限公司
江苏省昆山市淀山湖镇威猛路1号
+86 512 5749 3088
info@wittmann-group.cn
www.wittmann-group.com

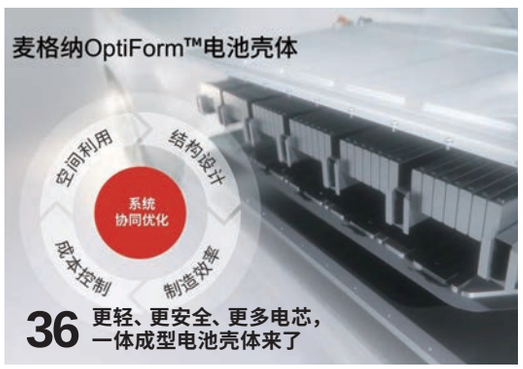
广告

汽车与配件
AUTOMOBILE & PARTS

CONTENTS

SEP' 2026 / NO.17 目 次





足迹 / FOOTPRINT

38 从规模红利到技术红利：商用车“十五五”开局之年的转型答卷

观点 / VIEW POINT

42 值得信赖的机器人，始于值得信赖的基础软件

44 当前汽车市场形势研判与企业应对策略

行业 / INDUSTRY

46 价值创造范式转变及其对汽车行业的影响研究

政策 / POLICY

48 利好频出，8月汽车消费政策盘点

展会 / EXHIBITION

50 2026年AAG圆满闭幕，规模创历届新高链动汽车后市场新机遇

设计 / DESIGN

51 汽车软件开源生态构建过程中的知识产权保护困境与出路

54 工业机器人在汽车涂装工艺优化中的应用研究

57 软件定义汽车背景下车载应用商店的平台责任界定机制

60 电动汽车旋转变压器的检测

63 机动车安全技术检测结果一致性评价体系构建

66 基于数学模型的汽车配件库存管理与成本优化策略

69 服务乡村振兴的“光储充”高职新能源汽车人才育人实践

广告索引

p2 杜塞尔多夫展览集团公司

p3 杜尔涂装系统工程（上海）有限公司

p5 通快（中国）有限公司

p7 第12届中国国际线缆及线材展览会

p9 埃万特集团

p11 威猛巴顿菲尔机械设备（上海）有限公司

p13 埃马克（中国）机械有限公司

封底 《汽车与配件》小程序广告

广告

VT 2-4 轴类立式车床
高效加工

亮点

- 操作方便，访问性佳，保证了极短的调试时间
- 毛坯件和成品件存储装置集成在机床内部
- 机床上下料同时进行，缩短了闲置时间
- 机床采用立式设计，结构紧凑，因而占地面积极小
- 四轴加工，极大缩短了加工时间

EMAG

埃马克（中国）机械有限公司太仓分公司
地址：江苏省太仓市陈门泾路101号工业园区2号厂房
邮编：215400 · 电话：0512-53574098 · 传真：0512-53575399
网址：www.emag.com · 邮箱：info.china@emag.com

官方抖音

官方微信

零跑汽车与中国一汽签署深化战略合作协议

2026年8月24日，零跑汽车与中国一汽在长春举行深化战略合作协议签署仪式。

根据协议，双方将围绕资本合作、新能源整车、智能辅助驾驶、动力总成、动力电池、智能底盘、车身工艺装备、轻量化部件、具身智能机器人、金融等领域开展深度协同，合力提升技术创新能力与市场竞争力。

继2025年3月战略合作谅解备忘录签署以来，零跑汽车与中国一汽稳步推进股权投资、新能源整车联合开发及产品导入、产业链及产业生态建设等各项工作，基于双方优势资源联合开发的首款车型即将量产，“旗新”动力混动发动机为零跑汽车全球车型提供配套服务，合作取得积极成效。未来，零跑汽车将与中国一汽共同构建“资本+产业+产品+技术+生态”全面深化合作的新篇章，双方将高效统筹各类资源，凝聚协同创新合力，共同开创融合共生发展新格局，为中国新能源汽车产业高质量发展注入新动能。

舍弗勒与宁德时代签署战略合作备忘录

近日，舍弗勒与宁德时代签署合作备忘录。此次合作以双方已取得的客户项目为基础，围绕汽车电池管理系统、多合一能量仓等方向开展联合开发。通过此次合作，双方将进一步深化战略合作，整合各自在技术研发与产业化方面的优势，共同推动面向欧洲市场及其它海外市场的创新电动化解决方案落地。

作为双方深化战略合作的重要举措，此次合作聚焦两大方向：一是联合开发面向欧洲整车厂商需求的电池管理系统解决方案，现阶段已获得欧洲某客户项目定点；二是携手打造多合一能量仓产品，推动高压电子与机电系统的深度融合。通过优势互补，双方将共同为打造高性能、高集成度且具备竞争力的电动化解决方案奠定坚实基础。

舍弗勒在欧洲市场拥有完整的汽车电池管理系统能力，具备成熟的硬件与软件开发、系统集成、功能安全、测试验证及本地化量产能力；宁德时代在电芯制造、电池系统设计及规模化产业化方面积累深厚。双方在技术能力、产业布局与市场资源方面高度互补，为后续在欧洲电池电动化市场开展长期合作提供了有力支撑。

法雷奥新一代双电控产品成功量产

法雷奥于江苏常熟举行庆典，庆祝动能系统事业部新一代双电控产品量产，助力国内某头部车企新一代新能源车型成功上市，充分彰显了法雷奥在电动化领域的深厚技术积淀与“中国创造”的强劲实力。

法雷奥创新推出的全新一代一体化双电控解决方案通过深度集成和架构优化，确立了效率与紧凑性的新基准。新一代产品通过突破性的单板单芯片集成设计，实现了双电控功能的高度集成，并且具有广泛的兼容性，无论是高性能碳化硅半导体SiC、成熟的硅基半导体Si还是混合SiC/Si方案均能灵活兼容。同时，法雷奥作为一级供应商，其平台化快速响应和模块化灵活配置，可以更好地适应“中国速度“的要求。法雷奥的高可靠安全体系，让新产品能够以行业最高安全等级为整车系统提供安全保障，成为提升混动系统性能的关键组件。

中国已成为全球汽车产业变革的引领者，尤其是在汽车电动化这一关键领域。该双电控项目是法雷奥新一代平台在中国的首次量产，由法雷奥中国团队立足本土市场需求定义与开发，法雷奥的平台化战略确保了该先进解决方案在一年内即实现快速量产交付，以满足中国市场对高效、紧凑动力系统的迫切需求，依托中国创新生态正面向全球市场推广。

小米汽车发布龙甲电池战略合作

2026年9月4日，小米汽车在北京举办龙甲电池战略合作发布会，正式官宣中创新航、欣旺达动力为两大电池战略合作伙伴，并同步推出“小米龙甲电池安心保障计划”。

龙甲电池不是小米自产电芯，而是小米主导定义的一套电池技术体系。 按照公布的合作分工，小米负责产品定义、主导电池包设计开发、参与电芯设计开发并实施全流程质量管控；中创新航据小米定义定制开发电化学体系与材料，欣旺达动力提供电芯制造能力，双方均打造专属产线。小米通过“影子工厂”机制在产线设置8000多个质量检查点，质量专家常驻供应商产线，对一级、二级分供方实施穿透式管理，并应用X光全检、CT检测、AI判定，制程信息全量存档15年。

安全标准上，小米称龙甲电池在六大维度超越国标：底部撞击采用直径25 mm撞击头、500 J能量（新国标为30 mm、150 J），且要求撞击后电池功能不失效；热安全方面实现55 °C高温满电下单电芯热失控无热蔓延（国标为常温）；电芯循环寿命超2000次，为国标要求的两倍；另有毫秒级机械闸刀、ASIL-D功能安全等级设计，以及10倍国标采集频率、3倍国标采集量的24 h车云协同预警。

最受关注的是保障计划。 该计划免费赠予搭载龙甲电池车型的首任非营运车主，无里程限制、公户私户同权，包含两项终身权益：因原厂电池质量问题导致自燃且车辆达到报废条件，补偿同等配置新车；因碰撞或底盘剐蹭导致电池起火且车辆报废，补偿车损险保单额与保险实际赔付金额的差额。

Momenta联合XHEART、QNX共建全球安全标准自动驾驶平台

近日，Momenta、新芯航途（XHEART）与BlackBerry有限公司旗下业务部门QNX三方达成合作，将基于QNX®安全操作系统，联合打造符合全球安全标准的物理AI自动驾驶平台。

该量产级解决方案融合了Momenta全栈自动驾驶方案、新芯航途（XHEART）X7车规级SoC（集成系统型芯片），以及基于QNX® SDP 8.0构建的QNX安全操作系统。三方合作打造的量产级自动驾驶平台，旨在助力全球车企加速智能驾驶技术落地，同时满足全球功能安全标准要求。

该解决方案已通过TÜV莱茵ISO 26262 ASIL D最高等级功能安全认证，在提升车辆行驶安全性与智能化水平的同时，为OEM开发面向严格监管市场的智能汽车提供功能安全基础，例如满足欧洲UN R171（驾驶员控制辅助系统，DCAS）等法规要求的车型。

天纳克全球创新中心在昆山正式启用

2026年9月3日，天纳克全球创新中心在昆山正式启用。这座整合动力总成、空气净化与点火技术的研发中心冠以“全球”之名，背后是天纳克中国市场角色的重新定位。

据悉，天纳克昆山全球创新中心整合了原先分布在多个地点的工程资源，将产品开发、工程验证和系统集成集中于同一平台，200余名研发和技术人员、30多个测试台架及认证实验室，形成覆盖材料研究、仿真分析、测试与验证的全流程研发能力。

空气净化、动力总成与点火技术三条技术线在这里同园布局、协同研发。

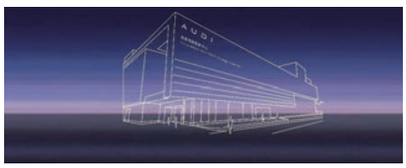
“把全套产品能力汇集到同一个测试、工程研发场地，客户来合作时，可以一站式获取多元产品方案。”天纳克全球集团执行副总裁兼空气净化、动力总成和火花塞事业集团总裁Nathan Bowen如此表示。

近年来，昆山工程团队主导并支持了多个全球开发项目，已获得超过400项专利，其中包括15项全球专利，并参与开发了混动车辆、中国国七商用车应用以及数据中心发电设备等相关技术。

奥迪创新技术中心落户上海

2026年9月3日，奥迪创新技术中心（AUDI Innovation & Technology Center, AITC）于上海正式成立。作为奥迪股份公司与上汽集团共同组建的新合资公司，奥迪创新技术中心是专为AUDI品牌打造、具备整车开发与端到端能力的研发实体。AITC总部设于上海，此举彰显了奥迪深耕中国市场的长期承诺，更确立了AUDI品牌进一步加强在华产品布局的战略步伐。

奥迪创新技术中心是奥迪在华双品牌战略的重要基石。继AUDI品牌及首批两款车型奥迪E5 Sportback和奥迪E7X成功推出后，奥迪与上汽集团进一步深化合作，将“美美与共”的愿景提升至全新高度。通过融合奥迪百年积淀的精密工程技术实



力、上汽领先的本土创新能力，以及中国供应链优势与深刻的市场洞察，此次合作进一步强化了奥迪对中国市场坚定不移的战略聚焦。

奥迪·上汽战略合作CEO、奥迪创新技术中心董事会主席舒睿泽（Fred Schulze）表示：“这是AUDI品牌发展的历史性里程碑。全新的奥迪创新技术中心将成为我们下一代产品的创新驱动力。随着奥迪ADP 2.0智能数字平台的开发推进，我们正在为中国市场量身打造全新的产品基因。”

耐世特常熟年产量突破30万件

近日，耐世特常熟工厂庆祝其电动助力转向系统（EPS）年产量突破30万件。该厂自2025年1月投产以来，主要生产DPEPS、REPS以及线控转向、后轮转向等先进转向产品，并兼顾零部件垂直整合，是目前耐世特全球制造系统中产品种类最丰富、运营复杂度最高的工厂。

这一里程碑的达成，标志着常熟工厂从投产运营到规模化量产的持续进阶，也进一步彰显了耐世特深化亚太核心产能布局、提升区域客户服务能力的坚定步伐。

耐世特自主研发的高性能电机与精准控制算法，可以使转向响应延迟低于行业标准，实现毫秒级随动效果，为驾驶者带来更直接、自然的“人车合一”操控体验。凭借高度模块化的紧凑型设计，耐世特EPS能灵活适配从微型车到大型SUV各类车型的电子电气架构与车身布局。其独特设计、高性能转向系统和静音技术，在提升车辆操控便利性的同时，有效兼顾驾乘舒适性与行驶安全性。

耐世特常熟工厂集国际领先的自动化生产线、先进测试验证实验室、全场景模拟测试跑道于一体，可精准复现全球各类极端路况与环境条件，为产品研发迭代与品质严苛验证筑牢坚实基础。自2025年投产运营以来，依托高效精益的运营体系、深度协同的本地化供应链，专业稳定的人才团队，以及对安全与质量底线的坚守，常熟工厂稳步推进智能制造升级与产能爬坡。

采埃孚同轴电驱系统获两家国内车企项目定点

近日，采埃孚电驱动业务在中国新能源市场迎来重要里程碑进展，旗下同轴电驱系统（Coaxial eVD）先后获得两家国内领先汽车制造商的项目定点。

采埃孚基于SELECT电驱平台打造了同轴电驱系统。该系统凭借紧凑化设计、高效动力输出以及灵活拓展能力，精准匹配下一代新能源汽车平台各类电驱系统需求。采埃孚800 V平台同轴电驱系统采用高度集成化设计，可提供最高300 kW电驱功率和5000 Nm峰值扭矩，并支持升压充电、充配电及电子限滑等功能拓展，为不同车型平台提供灵活配置选择。

该产品具备五大核心优势。

同级领先的紧凑设计：采用同轴构型及镁合金壳体设计，整体体积优化25%，为整车轻量化和空间布局提供更多可能。

高效电驱性能：系统综合效率超过93.5%，通过智能可变门级驱动、行星齿轮系及创新冷却润滑设计，实现高效动力输出。

提升的NVH表现：依托行星齿轮系均载设计和运行平顺性优化，相比传统方案整车NVH噪声降低约3~5 db，提升驾乘体验。

先进的车辆动态性能：与传统架构相比，该设计为车辆动态性能开辟了新的可能性。

灵活可拓展：支持eLSD电子限滑模块拓展，进一步提升车辆操控性、舒适性及泛越野能力。

小马智行与Uber扩大合作

小马智行与全球出行平台Uber宣布，双方进一步扩大战略合作，将在欧洲5个城市部署超过2000辆小马智行Robotaxi。这是小马智行推进全球增长战略的重要里程碑，标志着欧洲自动驾驶行业将迈入千辆级规模的新阶段。

此次合作将在克罗地亚萨格勒布现有商业化Robotaxi运营的基础上，扩展至包括萨格勒布在内的5个欧洲城市，各城市具体落地计划将在后续分阶段公布。双方同时宣布，萨格勒布服务即将接入Uber平台，用户打开Uber App即可呼叫小马智行Robotaxi。除欧洲外，双方还将深化中东地区合作，扩大全球运营版图。

这是小马智行“共建车队”合作模式在海外取得的里程碑式突破。该模式通过引入出行服务及车队运营合作伙伴，以多方共赢的方式向全球输出车辆和商业能力，支撑公司全球化战略落地。

“共建车队”模式整合了Robotaxi规模化运营所需的三大核心能力：自动驾驶技术、出行平台的用户触达，以及车队日常运营。在这一框架下，技术方、平台方和运营方高效协同，各方也可根据市场条件承担多重角色，车辆的资金投入和资产归属更为灵活。

斯维图与欧摩威共同推进面向汽车应用的光学膜片发展

斯维图（原巴斯夫涂料业务部）已与欧摩威集团达成战略开发与合作协议，双方将共同推进斯维图旗下凯密特尔品牌面向汽车应用的微结构光学膜片发展。该合作将助力开发用于车载显示和抬头显示技术（HUD）的创新解决方案，并供应全球客户。

随着汽车电动化进程与自动驾驶技术的不断发展，高端显示技术作为车辆核心交互界面的重要性正在被日益凸显，从而推动市场对高性能、高性价比光学组件的需求增长。

应对这一趋势，欧摩威与斯维图达成战略合作，通过整合先进光学膜片，赋能下一代汽车用户体验（UX）系统。

斯维图表面处理业务执行副总裁樊纳柏（Frank Naber）表示：“汽车应用是我们功能性膜片业务的重要增长领域。微结构光学膜片为车载显示及抬头显示技术中的光线管理带来了全新的可能性。通过与欧摩威合作，我们能够更加高效地将创新光学解决方案引入未来汽车平台。”

欧摩威集团用户体验（UX）业务领域战略与产品组合总监Ulrich Lueders表示：“高端显示技术对于提升车内用户体验的重要性正在被日益凸显。通过将斯维图在微结构光学膜片领域的技能专长与我们在汽车集成和制造领域的优势相结合，我们能够将全新光学概念转化为可扩展的解决方案，以满足未来出行需求。”

地平线征程®智驾芯片量产突破1500颗

2026年9月3日，地平线正式宣布征程®智驾芯片量产突破1500万，凭借量产规模第一与市场份额第一的双领先优势，持续领跑中国智驾芯片市场。

作为中国首款实现大规模前装量产、累计出货量最高的车载智能芯片，地平线征程®智驾芯片已累计赋能800万名车主，与超40个品牌达成合作，中国前十大车企全部在列。

自2020年开启前装量产以来，地平线征程芯片实现从0到1000万量产用时5年，而从1000万到1500万的跨越，仅用时12个月，年增速达39%。出货量的持续加速，印证地平线规模化量产交付能力的稳步跃升。

截至目前，地平线已累计斩获500款量产车型定点，其中中高阶智能驾驶领域定点接近130款，在手定点总量超2000万套。随着定点项目陆续进入量产周期，充足的车型储备将持续转化为稳定的出货增长动能。

随着高阶辅助驾驶进入规模化普及周期，国产智驾芯片正从跟随者走向引领者，产业主导权正加速向中国方案转移。据新华社中国经济信息社发布的《中国自动驾驶规模化应用蓝皮书》显示，2026年上半年，地平线全阶智驾芯片市场份额达31.94%，蝉联行业第一，英伟达以29.38%的份额紧随其后。

从“中国速度”到“中国定义”——哈曼本土战略再进化

文/高驰

随着新能源汽车在中国市场成为主流，行业竞争焦点逐渐从电动化的上半场转向智能化的下半场。2026年是汽车智能化水平深化的关键节点，智能座舱和L2辅助驾驶即将实现全价位车型的标配化。未来，围绕智能化的角逐将不再是简单的堆砌配置，而是不断打磨终端用户体验，形成差异化的竞争优势。

中国市场的崛起颠覆了传统汽车供应链的格局，当中国走在智能化变革的前沿，跨国供应商的本土战略也在悄然发生转变。以往由总部导入技术，国内落地应用的模式，已经难以适应当下主机厂愈发密集的车型上市节奏。与此同时，中国市场也在承担全球创新策源地的角色，越来越多先进技术率先在中国落地生根，继而输出至世界各地。

受这些趋势影响，众多跨国供应商选择将中国作为核心战略板块，并且希望以中国为引擎，驱动全球业务增长，其中就包括哈曼。

哈曼是一家全球领先的汽车电子供应商，致力于打造卓越的座舱体验与音响解决方案。近年来，哈曼敏锐地捕捉到中国市场巨大的发展潜力，积极地投入本土能力和体系的构建。如今，伴随一系列由中国本土团队打造的创新解决方案陆续进入市场应用阶段，哈曼的本土战略价值正在加速兑现。

中国汽车智能化的演进，主要体现为两个明显变化：竞争从“功能更多、迭代更快”走向“架构更高效、体验更懂人、量产更可靠”；创新也从单点应用走向软硬件、AI、音频、显示和安全的系统协同。在这一背景下，哈曼中国汽车事业部的角色也在同步升级——既要以中国速度服务本土客户，也要把本土定义、本土工程和本土生态转化为可复制的全球能力。哈曼的核心，是把消费者熟悉的数字体验，以汽车级的安全、质量、可靠性和全生命周期管理带入车内。

哈曼中国智能座舱事业部业务副总裁李培治接受本刊记者采访时表示，2025年哈曼正式成立了中国战略团队，集团对在华业务的长期重视可见一斑。

作为一家深度布局全球化的企业，哈曼深知扎根本地市场的重要性。现阶段，哈曼中国汽车事业部不仅是全球研发体系的执行者，更是创新技术的先行者。无论是对舱驾融合的深度思考、车载声学的持续进化，还是对智能座舱的场景化革新，哈曼希望以中国速度推进量产级创新，以全球工程能力保障汽车级品质，以开放生态帮助主机厂更快推出有差异化的智能座舱和舱驾融合体验。

从概念走向落地，舱驾融合方案准备就绪

在汽车行业层出不穷的技术演进中，关于电子电气架构的升级尤为关键。其中，舱驾融合是近几年最热门的趋势之一。

随着整车架构向中央计算演进，将过去分立的智能驾驶和智能座舱两个域控制器合二为一，已成为行业明确的技术方向。2026年更是被业界视为舱驾融合的量产元年，未来数年内，预计将有一大批单芯片舱驾一体方案加速落地。

在全球市场，哈曼是座舱域控制器的佼佼者，而在中国，哈曼也是该领域强有力的竞争者。面对主机厂对智驾和座舱融合的浓厚兴趣，哈曼拥有自身独到的理解。

在李培治看来，舱驾融合之所以按下加速键，背后有着多重驱动力。首先整车电子电气架构正从大量分布式ECU向域控制、跨域控制乃至中央计算演进。过去座舱和辅助驾驶各自拥有计算、存储、网络和软件栈，重复资源较多，数据也容易形成孤岛。架构集中后，可以减少重复硬件和数据搬运，为整车轻量化、能耗优化以及全生命周期升级创造条件。

其次，由于系统复杂度大幅降低，成本方面的优势显而易见，并且有助于进一步压缩研发和交付的周期。

另外，近年来由于AI的大趋势，汽车产业时不时出现存储芯片、MCU、PCB等供应链危机，单一零部件短缺经常导致主机厂成本陡升，甚至车型面临停产风险，这也在一定程度上推动行业

哈曼中国智能座舱事业部业务副总裁 李培治

重新审视舱驾融合的必要性。

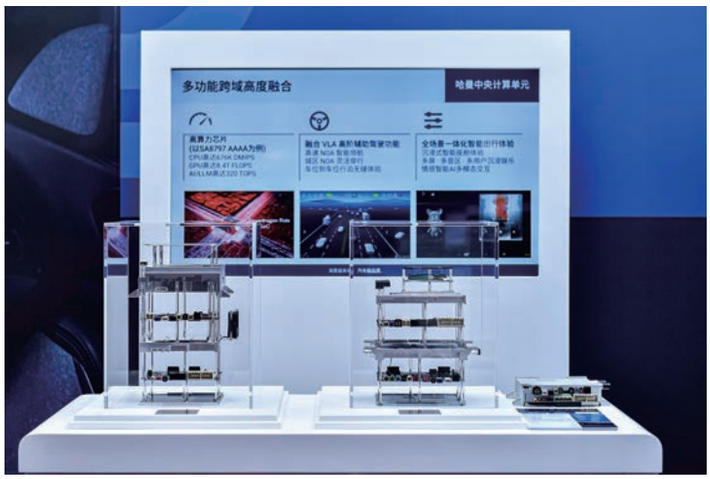
面向市场对舱驾一体平台的旺盛需求，哈曼现阶段的重点产品是基于高通骁龙Ride Flex平台（SA 8775）打造的中央计算单元（CCU）量产级方案。通过单颗SA 8775 SoC芯片，哈曼将L2+辅助驾驶系统和智能座舱功能深度融合在提供极具性价比的同时，哈曼凭借一如既往的出色工程能力，能够保证交付的质量和安全性。

前不久，记者实车体验了哈曼的这套单SoC方案，在车况复杂的城市拥堵场景中，无论是系统搭载的Momenta L2 + 级ADAS功能，还是哈曼的强项诸如驾驶员监测系统（DMS）、360 °环视、智能语音助手、多域娱乐等功能，哈曼的CCU方案均表现得游刃有余，无任何卡顿或延迟现象。

另一方面，哈曼基于高通骁龙 SA 8775打造的单芯片舱驾融合方案的一大显著优势在于，其不仅面向新能源汽车的电气化架构而打造，在燃油车型上，这套基于SA 8775的方案同样十分适用，真正意义上实现了“油电同智”。考虑到除中国市场外，全球其它市场中燃油车仍是销售主力，哈曼的这一方案也为其打开了更广阔的全球市场空间。

此外，得益于架构灵活的模块化设计，平台可以高效地适应不同的软硬件接口。散热方面，平台能够兼容风冷与水冷两种散热形式，均能保障通过主机厂85°C的环境测试，这意味着哈曼的方案可以根据客户的需求提供定制化的选择。

8775单芯片舱驾融合方案座舱功能演示台架



8775/8x97主机平台硬件结构展示

与此同时，哈曼熟知客户现阶段对存储芯片波动的担忧， 积极地对LPDDR5（第五代低功耗内存）、UFS（通用闪存存储）、带宽及re-qualify等风险进行端到端的系统性评估，为平台的落地扫清障碍，确保量产之路平稳顺畅。

“虽然当下舱驾融合仅仅处于早期阶段，但行业朝着这一方向发展的趋势已然明朗。除了支持高通SA8775芯片外，哈曼也针对更高算力的SA 8797和SA 8397芯片专门设计了模块化的解决方案，并支持更丰富的端侧AI和更复杂的跨域负载，为高端车型和后续功能演进预留空间来覆盖不同价位的车型。”李培治介绍道。

目前，哈曼的SA 8775方案已经准备就绪，随时可以投入量产，在不调整硬件的情况下，能够在8个月之内实现落地。而哈曼下一代基于高通高算力SA 8397/8797的AI座舱及舱驾融合平台也正在全力开发中，预计2026年第四季度全功能落地。

从执行者到定义者，中国战略定位发生深刻变化

毫无疑问，在全球汽车智能化转型的变革中，中国走在了时代的前沿。中国已成为全球规模最大、迭代最快的智能汽车市场。据权威机构数据显示，现阶段国内智能座舱渗透率突破80%，L2级组合驾驶辅助功能在乘用车新车中的渗透率超过70%，并且这些配置正从高端车型快速普惠至中低端车型。

如此庞大的市场基数与多元化的用户需求，为跨国供应商提供了技术落地与规模验证的绝佳场景，也促使它们重新审视中国在其全球版图中的战略定位——中国已不仅是规模可观的销售市场，更是定义产品方向、验证技术路线的核心试验场。

哈曼在中国的发展历程，恰恰折射出跨国汽车供应商在华角色演变的完整轨迹。据李培治回忆，哈曼在2005年左右进入中国，以享誉全球的品牌音响打开了市场知名度。2012年，哈曼在中国真正开始进军车载娱乐系统和座舱领域。彼时，中国团队的工作基本聚焦在依托全球研发体系，在中国进行项目落地。

“近年来，在电动化、智能化的趋势影响下，中国汽车供应链经历了深刻的颠覆，起点是中国客户对舱驾融合、成本效率、快速开发和本土生态接入的真实需求，哈曼也在不断调整在华发展的战略，力争以全新的面貌融入本土创新生态。”李培治坦言，本土化不是简单替换来源，而是建立从需求响应、技术支持到量产交付的能力闭环。中国速度和中国创新比全球跑得更快、更领先，如果继续采取原先的研发模式，势必无法跟上市场的迭代节奏。

正是基于这一判断，哈曼于2025年做出了一个关键决策——在中国专门成立本土战略团队，赋能中国，把脉公司未来在华发展方向。据透露，该团队得到了来自哈曼全球总部的充分信任与授权，拥有极大的自主决策权。

自2025年8月接受这一使命后，李培治作为负责人立即投入项目的建设，涵盖团队的组建、生态体系以及供应链的搭建、产品方向等。经过近一年的努力，如今中国战略团队不仅建设完成，而且开始发挥实效。

本土化的目标不是把体系做得更封闭，而是把交付做得更近、响应做得更快、系统做得更有韧性。通过一套完整的本土化定义与执行框架，哈曼的本土响应能力得以全面增强。目前中国

团队负责把这些需求转化为平台架构、功能组合和验证计划，并与高通、辅助驾驶和座舱生态伙伴进行深度集成与本地化量产交付。举例而言，在CCU方案中，哈曼本土团队在硬件和软件方面仅分别用时4个月和5个月，就完成了项目从开发到验证的全过程，得到了主机厂客户的高度评价。

目前，哈曼越来越多的先进技术选择在中国量产首发，背后离不开本土团队的快速落地能力。2026年北京车展期间，哈曼Ready Display显示屏在北汽极狐问道V9车型上全球首发量产，哈曼首次将母公司三星的高端Neo QLED显示屏应用于汽车座舱。

在制造端，哈曼对中国市场的重视体现在对产能的持续投入。除了配备业界领先的座舱和中央域控的自动化产线外，2025年4月，哈曼苏州工厂新建了一条完整的车载显示智能制造产线，从背光自动叠膜、盖板贴合到成品组装，实现了全链条覆盖。

此外，哈曼对于中国市场的生态合作始终持开放姿态。2026年4月，哈曼与中国汽研达成了战略合作，旨在推动行业深化对车载声学品质的认知与测评体系升级。在该项目中，哈曼将提供音频领域专业技术与分析支持，助力中国企业构建更完善的音质评价体系与听音测评方法。

从中国到全球，驱动新一轮增长

过去几年，哈曼全球业务取得了符合预期的增长。如果将目光放长远，哈曼的目标是到2031年，汽车业务营收突破150亿美元，这是一个相对激进的目标，但从哈曼近期的增长轨迹和未来规划来看，该目标并非空中楼阁。除了巩固自身传统优势业务的市场影响力外，哈曼在多个具有潜力的细分领域，均进行了前瞻性的布局。这些研发成果并非只停留在概念阶段，而是已经或者有望在未来实现商业闭环。

例如，针对目前热门的AI在汽车场景的应用，哈曼已经进行了广泛的探索，在一系列产品中深度融合AI。在输出端，哈曼的Ready Engage（Luna AI助理）产品聚焦上下文感知和车内意图理解。在输入端，凭借AI的赋能，Ready Care提供更强的舱内感知能力，Ready Display则能进一步优化车载显示效果。另外，哈曼的高性能计算平台作为“中央大脑”，可以为AI功能的实现提供硬件基础。

在哈曼“2031目标”的指引下，中国将承担怎样的角色？对于这一问题，李培治指出，中国无疑是哈曼未来业务增长的重要来源，更关键的是，集团希望赋能中国，将中国打造成驱动全球发展的核心引擎，这标志着未来将有更多在中国率先量产的技术及经验，输出至全球市场。哈曼的本土战略也将从“在中国，为中国”全面升级为“在中国，为全球”。

> 哈曼希望以中国速度推进量产级创新，以全球工程能力保障汽车级品质，以开放生态帮助主机厂更快推出有差异化的智能座舱和舱驾融合体验。

当然，中国“跑得快”并不意味着本土团队的研发工作需要从零做起。事实上，哈曼遵循“全球一盘棋”的研发理念，能够保证中国团队高效地复用全球成果，将创新快速转化为可以稳定交付的产品。

值得一提的是，随着中国自主品牌加快出海的步伐，哈曼也在积极助力国内主机厂客户开拓海外市场。凭借遍布全球的研发网络和工程能力以及全球范围的制造工厂，哈曼能够为客户的全球化征程提供从产品定义、合规认证到本地化适配和制造的全链路支持。

“对于哈曼来说，现阶段正处于转型的关键时期，我们只能成功，不能失败。集团的目标很清晰：通过中国速度和成本，驱动技术创新为客户塑造消费级体验，汽车级品质的差异化竞争力。在这一过程中，中国市场将成为哈曼全球化的桥梁，藉由中国速度和成本，越来越多在中国的创新技术和量产经验将反哺全球，驱动集团全球业务的增长。”采访的最后，李培治展望道。A

2026成都车展：技术加速普惠，车市赛道分化

文/梅卿

2026年8月21—30日，第二十九届成都国际汽车展览会在中国西部国际博览城举行。作为下半年国内首场A级车展，本届成都车展以“领潮而立，向新而行”为主题，展览总面积22万m^2，汇集近120个主流汽车品牌、约1600辆展车。扎根中西部核心消费市场，这场为期十天的展会既是新车技术的展示舞台，也是洞察国内电动化、智能化转型，观察西部汽车消费活力与地方汽车产业实力的重要窗口。在产业转型的深水区，这场西部车市盛宴既承载着市场期待，也直面着行业变革的阵痛与机遇。

热闹之下，缺席名单同样引人关注。据不完全统计，超过20家知名汽车品牌缺席了本届成都车展。各类品牌缺席的原因各有侧重，部分超豪华品牌基于成本效益考量，选择战略性放弃大型车展参展席位。行业趋势已然发生深刻变革，车展不再是车企品牌曝光的“硬性考核指标”，转而成为一道权衡投入与回报的商业选择题。车企会结合自身产品迭代节奏、目标客群定位，自主抉择参展与否，线上内容传播、线下门店深度体验、区域专属巡展等多元化形式，已然成为大型车展之外重要的补充营销路径。

自主新能源强势突围，旗舰矩阵集中释放技术势能

从自主车企集体出击，到造车新势力的加速突围，再到豪华合资品牌的本土化深耕，本届成都车展呈现出全赛道品牌同场竞技、多元共生的产业新格局。从展馆布局不难看出，多家自主车企集团采用包馆模式集中展示全品牌产品矩阵。

比亚迪在9号馆设立集团专属展馆，王朝、海洋、方程豹、腾势、仰望全系品牌齐聚蓉城，以前沿落地技术与重磅新车，全方位展现中国新能源全产业链的硬核实力。其中，比亚迪王朝网旗下全新D+级旗舰轿车——大汉EV正式开启预售。室外展区打造比亚迪专属科技开放体验区，设置腾势易三方科技体验、无人漂移体验、方程豹豹力体验、仰望45°坡挑战区、U8 应急浮水体验区等，打造沉浸式技术体验营地，带来可感知、可体验的硬核技术展示。

奇瑞集团以“中国汽车 全球冠军”为主题，携旗下奇瑞、星途、捷途、iCAR、纵横五大品牌共38款车型重磅亮相。长城汽车集结哈弗、魏牌、坦克SUV、欧拉、长城炮、长城灵魂摩托六大品牌，带来长城H10、魏牌V8X、全新坦克300等多款重磅车型。

新能源赛道上，造车新势力持续推陈出新，多款全新产品与迭代车型集中亮相。鸿蒙智行携问界、智界、享界、尊界、尚界五大品牌集体登场，带来多款重磅新车；小米汽车全系车型亮相展台，小米澎程双车开放公众上车体验；全新一代智己L6 Prof. JimmyChoo高定限量版与Sean Lee特别版惊艳亮相。

本届车展 “成都造” 车型矩阵看点十足，在蓉整车企业携多款 “成都造” 车型集中亮相，形成贯通高端市场与大众消费市场的完整产品谱系。同时，车展创新设立 “成都造” 智能网联汽车产业链专区，集中展示 “成都造” 整车、氢燃料电池、汽车电子、智能座舱等前沿技术与优质产业链资源。

豪华与合资车企加快新能源转型步伐，推进本土化布局

梅赛德斯-奔驰长轴距GLE SUV在本届成都车展迎来全球首秀，新世代BMW iX3于车展首日正式开启全国预订；一汽奥迪携

24款车型强势登场，上汽奥迪推出E7X先锋quattro热爱版；奇瑞与捷豹路虎联手打造的FREELANDER神行者品牌，首款车型神行者8重磅亮相。东风标致、东风雪铁龙携多款主力车型亮相。北京现代高端新能源艾尼氪品牌首款车型艾尼氪V开启预售，新车由现代中国设计中心主导研发，在承袭全球高标准技术体系的基础上，完成全面本土化产品打磨。

本届成都车展上，上汽大众ID. ERA 9X、ID. ERA 5S、ID. ERA 8X、ID. ERA 5X四款车型首次完整集结，全面展现品牌新能源进取形象。其中，“德系超混智能家轿”ID. ERA 5S正式上市，以12万元级定价落地城市NOA高阶智能驾驶能力，将高端智能出行体验普及至更广的家庭用户群体。新车承袭桑塔纳、朗逸、帕萨特三代国民家轿的可靠基因，在新能源时代实现智能配置、整车品质与驾乘体验的全方位跃升。

面对国内日趋激烈的新能源市场竞争，合资品牌全面调整产品开发逻辑，主动吸纳本土供应链与本土化智驾解决方案，精准适配中国用户出行场景。从豪华品牌电动化深耕到主流合资品牌本土化迭代，国际车企全面以中国市场为核心重构产品战略，完成从“海外车型移植” 到“中国定义、中国适配”的深度转型。

高端技术加速普惠

随着新能源技术快速迭代下放，后轮转向、空气悬架、高阶智能驾驶等传统旗舰专属配置，持续覆盖主流家用价位段。硬件同质化大势下，行业竞争维度全面升级，算法调校、精细化底盘标定、整车耐久控制等软性体系能力，成为车企拉开产品差异化的核心壁垒。

“技术普惠”是本届成都车展核心的行业信号。以往仅搭载于旗舰车型的800 V高压平台、CDC可变阻尼悬架等前沿配置，如今大规模下放至主流家用价格区间，从高端车型专属选装变为多款主力车型的全系标配，真正实现高端新能源技术的全民普及。

补能技术层面，800 V高压平台已实现大面积量产普及，10分钟快充补充数百公里续驶的能力不再局限于高端车型。电池低温优化技术同步下放，有效缓解用户冬季充电慢、续驶衰减的用车痛点。

智能驾驶迈入全民普惠阶段，高速领航、自动泊车等辅助驾驶落地家用轿车与SUV。同时，AI大模型座舱完成升级，从基础语音交互迭代为多模态智能交互，精准适配导航出行、影音娱乐、亲子互动等家庭用车场景。

本届成都车展集中亮相的华为乾崑智驾ADS 5、6C超快充、全线控转向等前沿技术，也印证了智能化、电动化技术的量产落地趋势。技术下放并非单纯的硬件叠加，而是车企围绕普通家庭真实出行场景的深度适配，让消费者以家用预算，享受以往豪华旗舰级的用车体验。

家庭用户成为市场核心，产品贴合真实消费诉求

当前国内车市置换升级、多成员家庭增购需求持续旺盛，家庭用户是本届成都车展的核心目标客群。展台上，新车普遍针对多人出行场景优化后排乘坐体验；插混、增程车型持续走热，有效解决家庭用户里程焦虑，兼顾城市通勤纯电出行、长途出游油电混用的双重需求。同时，适配露营、户外休闲的场景化配置成为家用车重要加分项，对外放电、大容量储物空间、舒适静谧座舱等配置，全面适配周末家庭短途出游等生活化场景。

消费端的迭代趋势同样清晰，逛展的家庭消费者选车不再单一看重品牌光环，而是优先考量续驶能力、补能效率、智驾实用性、后排空间、整车安全配置等实用维度。10万~25万元价格区间是家庭购车的绝对主战场，自主品牌在该价位段产品供给充足、性价比优势突出。当下，普通家庭的真实用车诉求，正在反向引导车企的产品定位、功能取舍与迭代方向。

结语

2026成都车展，是当前国内汽车市场格局直观的缩影。自主品牌牢牢站稳市场主场，依托技术普惠趋势，将高端新能源配置与整车能力下沉至广大家庭消费市场；合资与豪华品牌进入本土化调整、电动化深耕的防守迭代阶段。多家品牌的战略性缺席，也印证了行业营销模式的深度变革，车展价值从品牌排场比拼，转向产品力、技术实力与实际用车价值的真实竞争，回归消费者核心需求。

本届成都车展顺利完成新车发布、技术落地、产业输出、消费拉动的多重使命，完整勾勒出中国汽车产业电动化、智能化深度转型的全新格局，为2026年下半年国内车市的竞争走向与发展节奏埋下关键伏笔。A

关于新能源车“内卷”及技术路线，万钢这样说

文/编辑部

中国新能源汽车的产销、出口和产业链规模稳居世界前列。围绕业内热点话题，中国科协名誉主席万钢分享了他的观点。

发展新能源汽车是“迈向汽车强国的必由之路”。万钢指出，理解“必由之路”，必须了解国家启动863计划电动汽车专项的三方面考虑：

一是保障能源安全。我国石油资源匮乏，随着“汽车进家庭”的需求上升，按当时保有量增速推算，进口石油量将远超国内自给能力，这是现实的安全底线。

二是治理大气污染。我国在2000年出现空气污染问题，汽车尾气排放是重要来源之一，国家当时启动了清洁汽车行动。

三是推动产业发展。当时，国际上电动汽车和混合动力技术刚起步，我国与之差距不大，但如果跟在别人后面，又会回到大量引进的老路上，核心技术受制于人、关键产业链可能被遏制，因此要把核心技术掌握在自己手中，以自主创新推动产业发展。

万钢理解的“汽车强国”，“强”有双重内涵，一是实现国家汽车产业自身的强大，二是带领世界汽车产业往这方面转向。

首先是老百姓要有更好的用车体验。从经济的角度上，它是支柱产业，能创造很多经济价值；从社会发展的角度上，它能减少碳排放，保障了气候环境。

“强”代表汽车产业的“强”，也代表国家的“强”。通过中国的实践，实现对全球汽车产业的引领，把自主产品、技术带到全世界，使国际社会能够分享中国的成果，努力让世界汽车产业都能强起来，解决所有人的共同问题：石油、排放、百姓用车、气候环境等。

纯电动汽车肯定是一个长期方案。我国电力系统结构正在发生变化，目前可再生能源发电量占比达到38%，预计到2030年非化石能源发电量比重会超过50%。同时，源网荷储体系协同发展，使得可再生能源供电更加稳定。

这些变化为纯电动汽车发展提供了底层支撑，使得纯电具备从可行性走向必然性的现实基础。

有人会问，燃油汽车还要不要发展？增程式汽车还有没有前途？我国自2015年决定不再推行大型的内燃机生产线，但内燃机的应用还有很长的周期，需要平稳过渡，比如各类重载汽车、工程机械、农机等还离不开内燃机。经过这些年的研发，插电、增程式汽车专用内燃机的热效率明显提高，在北方地区新能源汽车推广中发挥了很大作用。尽管目前增速放缓，但在高寒地区仍有较大的市场。预计未来纯电和插电式（含增程式）混合动力汽车的市场占比大致会在65% ：35%或70%：30%，实现互补共存。

中国科协名誉主席 万钢

“内卷”背后是焦虑。从汽车产销量看，从2021年的2600万辆到2025年的3400万辆——没有哪个国家能在短时间内提升如此庞大的规模，而增长的主力是新能源汽车。这么大一块蛋糕，大家都想争，于是一拥而上，随之而来的就是焦虑。传统车企面临两难困境，燃油汽车不敢放松、新能源汽车不得不争。各自的焦虑演变为非理性竞争，在“新蛋糕”的争抢中迷失了自我。

靠一款车“打天下”的时代已经过去。车企要细分市场，做好后市场服务。车企从客户那里学到的东西，才是下一代产品最好的输入。车企在喜爱自身产品的客户群中稳住基本盘，并不断扩大这一类客源，如果能做到这一点，或许可以在很大程度上避免“内卷”。

“内卷”也有外溢的现象。无论走到哪，车企都必须面对当地客户的需求，提高产品质量和服务水平。“说到底，人民的向往就是我们的努力方向。这句话要具体落到每一辆车上，虽然并不容易，但要用好信息化优势，努力地做。”万钢如是所言。A

焊接与切割迈入新时代，首届USE如何打造高价值的行业交流平台？

文/格林

在自动化、机器人、人工智能、先进制造等趋势的影响下，焊接与切割行业正面临一场深刻的变革。敏锐地洞察到该行业旺盛的交流与合作需求，杜塞尔多夫展览集团将于2027年4月20—23日，在杜塞尔多夫展览中心举办首届焊接与切割世界（USE – URBAN STEEL EXPO），这将是一场专为焊接和切割行业及相关技术设计的新颖的、国际化的贸易展会。

继wire（全球线缆线材展览会）、Tube（全球管材管道展览会）等享誉全球的工业展之后，杜赛尔多夫展览集团希望将成功经验推广至全新的领域，旨在为全球焊接与切割行业带来结合技术、商业、创意与社群的新一代展会理念。

近期，本刊记者与焊接与切割世界（USE）总监Daniel Ryfisch展开深度交流，他为我们详细分享了展会的核心理念。据介绍，USE展会不只关注产品展示，更致力于创造有价值的商业机会，推动全行业的深入对话。

记者：您认为当前全球焊接与切割行业正面临怎样的市场变化？哪些契机促使杜塞尔多夫展览集团决定于2027年推出焊接与切割（USE）这一全新的专业展会？从战略层面来看，在金属加工领域孵化一个全新的展会品牌对于集团来说意味着什么？

Daniel Ryfisch：焊接与切割行业正在经历深刻的变革。数字化、自动化、人工智能、机器人以及可持续发展都正在不断改变生产流程。与此同时，企业也面临着越来越大的压力——既要提升生产效率、更加高效地利用资源，又要应对技术人才短缺等挑战。

以上发展趋势也正在改变人们对贸易展会的期待。如今，企业参展已不再满足于单纯的产品展示，而是更希望通过展会挖掘商机、深入了解新技术，并开展有价值的交流。

USE正是在这样的背景下应运而生。杜塞尔多夫展览集团在国际金属加工领域拥有几十年的贸易展会经验和强大的全球网络。我们清晰看到打造一个切割与焊接行业全新专属平台的巨大潜力。因此，USE的推出是我们现有展会的自然延伸——它将商业与技术相结合，同时融入全新的行业交流与体验方式。

记者：请您概括一下USE的核心理念以及行业定位？与该领域的其它展会相比，USE最显著的差异化优势体现在哪些方面？另外，您能否透露下展会期间还将有哪些创新形式和特色活动值得期待？

Daniel Ryfisch：商业始终是USE的重中之重，但我们希望技术不只是被展示，更能够被真正体验。我们的目标是汇聚完整的产业价值链——从国际技术供应商和行业领军企业，到技术使用方、决策者、初创企业、科研机构以及新一代专业技术人才，让产业链各环节在这里实现交流、互动与连接。

USE的一大特色，在于将专业贸易展览与互动式、沉浸式体验相结合。参观者可以亲眼看到这些技术在实际应用中的表现，并能在真实的应用场景中亲身体验。

展会期间我们将会推出创新主舞台、USE学院，以及DIY体验区、创客空间等互动体验区域。与此同时，我们还将与IIW联袂举办首届焊接艺术世界锦标赛，并在2027年USE展会期间同步举办国际决赛。

记者：USE 2027目前的筹备进展如何？有哪些我们耳熟能详的行业领军企业计划参展？首届展会将聚焦哪些主题？对于USE的未来发展，杜塞尔多夫展览集团又有哪些长期规划？

Daniel Ryfisch：目前，USE 2027的筹备工作进展顺利，行业反响也十分积极。已有众多知名企业确认参加首届USE，其中包括Kemper、Fronius、DAIKO、EWM、BLM、CLOOS、Air Liquide、ESAB、Siegmund、Valk Welding、Weldas、Optrel和ABICOR BINZEL等，这里仅列举部分参展企业。

USE将聚焦于正在塑造行业未来的几大关键主题，包括数字化与工业4.0、人工智能、自动化与机器人技术、增材制造与新材料、可持续发展与能源效率，以及高性能激光切割技术。

对我们而言，实际落地是关键，即探讨这些技术如何优化生产流程、助力专业技术人才工作并提升效率。

从策展之初，USE就定位于打造面向全球切割与焊接行业的新一代国际专业贸易展会，希望将行业领军企业、前沿技术和业界决策者汇聚一堂，并通过现场应用展示、特色主题区域以及全新的交流与互动形式，构建更加多元、深入的行业交流平台。

记者：中国制造目前处于高速的发展中，您认为中国企业参加海外举办的USE，能够获得哪些独特价值？

Daniel Ryfisch：中国是全球最重要的工业市场之一，拥有雄厚的制造业实力和高度活跃的技术产业。我们希望通过USE汇聚国际切割与焊接产业，因此中国企业是我们的重要参展商群体。

对于中国企业而言，参加USE不仅能够接触国际专业观众，拓展全球市场，还能够进一步提升自身的曝光度，尤其是在欧洲市场。同时，企业也可以借此机会与潜在客户、经销商以及技术合作伙伴建立联系、拓展业务。

值得一提的是，2027年首届展会还带来一个额外优势：从首届开始参展的企业可以抢占先机，及早建立并深化与行业伙伴的关系，还可随着USE后续各届展会的举办，逐步确立其作为行业重要参与者的地位。

记者：您目前负责wire、Tube和USE三大品牌。近年来，wire & Tube在中国市场保持稳健增长。您认为，集团能够在中国市场取得成功的关键因素是什么？这些经过实践验证的成功经验将如何运用于USE品牌的建设与发展？

Daniel Ryfisch：在中国取得成功的一大关键因素是与市场建立长期关系。这要求我们深入了解市场，倾听行业的声音，并与企业、行业协会以及当地合作伙伴保持紧密合作。

wire & Tube的发展充分证明，信任与强大的国际网络需要经过多年的积累和沉淀才能建立。这份经验对于USE的发展而言极具意义。

与此同时，USE也在逐步塑造自身独特的品牌定位。我们以积累多年的国际经验和全球网络为基础，致力于打造全新一代贸易展会——在加强满足企业需求的同时，引入全新的行业交流、知识分享和技术亲自体验形式。

焊接与切割世界（USE）总监 Daniel Ryfisch

> USE定位于打造面向全球切割与焊接行业的新一代国际专业贸易展会，希望将行业领军企业、前沿技术和业界决策者汇聚一堂，并通过现场应用展示、特色主题区域以及全新的交流与互动形式，构建更加多元、深入的行业交流平台。

记者：在您看来，如今推出一个全新的展会品牌，最大的挑战是什么？作为全球领先的展览集团，杜塞尔多夫展览集团在这一过中具备哪些竞争优势？

Daniel Ryfisch：最大的挑战在于确保展会真正与行业需求紧密契合。如今，企业对于时间、人力和预算的投入都更加审慎，因此，一个全新的专业展会必须从一开始就能够为参展企业和观众创造清晰而切实的价值。

这意味着，展会不仅要吸引合适的参与者，创造真正的商业机会，还要聚焦行业真正关注的议题；与此同时，还需要将专业贸易展会所具备的深度与互动性、体验感更强的活动形式结合起来，让整个展会真正与众不同。

我诚挚邀请来自中国以及世界各地的企业于2027年4月来到杜塞尔多夫，亲身体验USE的魅力。从首届开始参展，成为新一代专业贸易展会的重要展商。A

Tube China 2026 专访 |

热处理工艺持续升级，阿瑞斯工业炉如何应对行业需求？

阿瑞斯工业炉销售总监 王铁臣

文/高驰

最近一段时间，叫停“速成车”成为汽车行业热议的焦点。从相关部门密集出台的一系列管控举措中不难看出，国内汽车产业发展的重心正逐步从规模扩张转向质量提升，这也意味着汽车制造的各个环节将更加重视高质量创新和长期技术积累。

其中，热处理作为影响金属材料组织与性能的重要制造工艺，与汽车关键零部件的强度、韧性、疲劳性能、尺寸稳定性及使用可靠性密切相关，长期受到汽车及零部件行业的高度重视。

总部位于天津的天津阿瑞斯工业炉有限公司（以下简称“阿瑞斯工业炉”）是一家从事钢铁、机械、汽车、有色金属等行业热处理设备研发、设计与制造的专业技术工程公司，隶属于德国西马克集团。深耕热处理领域近二十年，阿瑞斯工业炉已形成覆盖特殊钢、铝合金等多个领域的技术与产品体系，并积累了80余项有效专利及大量定制化工程应用经验。

汽车及相关零部件领域是阿瑞斯工业炉重要的下游应用市场之一。随着新能源汽车快速发展以及汽车轻量化水平不断提升，对材料性能、尺寸稳定性、生产一致性和制造效率提出了更高要求，热处理装备在其中发挥的作用也愈发重要。

2026年9月21—24日，第12届中国国际管材展览会（Tube China 2026）将在上海新国际博览中心举办。本届展会预计将吸引来自全球的近400家展商，展出面积达到3.5万m^2，整体规模较2024年进一步扩大。届时，阿瑞斯工业炉也将再次参展，展示一系列热处理装备及相关技术。

“2026年是阿瑞斯工业炉连续多届参加Tube China这一行业盛会。阿瑞斯工业炉的业务方向与展会聚焦的管材及相关金属加工领域具有很高的契合度，无论是在公司的核心业务特殊钢领域，还是近年来持续发展的铝合金领域，都能够与展会的专业观众形成较好的交流。往届Tube China对于公司的业务拓展和品牌传播都发挥了积极作用。”

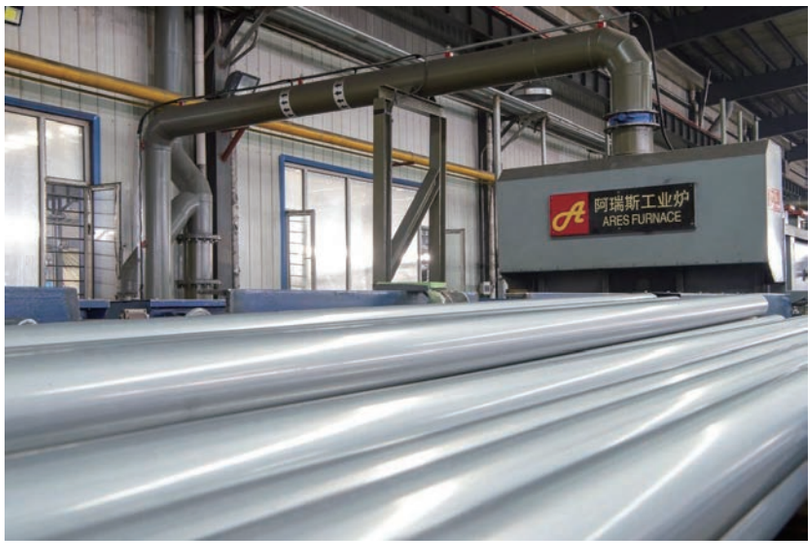
谈及过往参展经历时，阿瑞斯工业炉销售总监王铁臣高度认可Tube China在行业中的影响力。

热处理环节面临迭代需求

通过可控的加热、保温和冷却过程，热处理能够调整钢铁、铝合金等金属材料的组织状态，从而获得设计所要求的力学性能及使用性能。

相关金属材料制成的管材、棒材、线材以及铝合金结构件等，广泛应用于汽车稳定杆、管路、转向系统、车架、弹簧、传动轴及底盘结构件等重要零部件。因此，对于日益重视安全性、可靠性和轻量化的汽车行业而言，热处理是制造过程中的重要工艺环节。

另一方面，随着新能源汽车快速发展，汽车轻量化需求进一步提升。如何在降低结构重量的同时，保持甚至提升原有的安全性和使用性能，对材料、结构设计以及制造工艺都提出了新的要求。



对于热处理而言，这意味着温度均匀性、过程控制、冷却能力、工艺稳定性以及生产一致性等指标都需要进一步提升。在客户要求不断提高的推动下，热处理工艺和装备也在持续迭代。

王铁臣指出，热处理从基本原理来看，是对材料进行加热、保温和冷却的过程，但真正的技术门槛往往隐藏在对整个工艺窗口的精确控制之中。

“设定温度、保温时间、升降温过程以及冷却速度等参数都需要彼此匹配。对于一些对组织和性能高度敏感的材料而言，工艺参数的波动可能进一步影响零件的力学性能、尺寸稳定性和疲劳性能。因此，设备能否长期、稳定、均匀地执行工艺，是热处理装备非常核心的能力。”

以新能源汽车大型铝合金结构件为例，随着轻量化、一体化和大型化趋势不断发展，零部件尺寸越来越大、结构越来越复杂，对热处理过程中的温度均匀性、冷却均匀性以及变形控制提出了更高要求。

对于需要进行热处理的铝合金结构件，如果加热过程中不同区域温差较大，或者淬火冷却不均匀，就可能增加零件变形以及性能离散的风险，对后续装配和批量生产一致性造成影响。

先进工艺解决行业痛点

“热处理工艺的核心之一就是‘精准’——在满足材料性能要求的前提下，使温度、时间、气氛、冷却等工艺参数保持稳定并相互匹配，这也对热处理设备提出了很高的要求。”王铁臣用一句话概括了热处理装备的重要性。

阿瑞斯工业炉长期坚持的技术方向，是在满足材料及零件工艺要求的同时，帮助客户持续改善变形控制、生产效率、能源利用以及生产稳定性等问题。围绕这些目标，公司长期投入资源开展设备和工艺技术研发。

经过近二十年的技术积累，阿瑞斯工业炉已经形成了一系列面向不同材料和工艺需求的工业炉产品，并完成多个具有行业代表性的工程项目。现阶段，公司拥有80余项有效专利，其中包括多项发明专利，并持续开展新技术及新产品研发，为不同客户提供定制化的非标热处理装备和工程解决方案。

具体来看，在特殊钢领域，阿瑞斯工业炉拥有用于汽车钢管等产品热处理的“辊底式保护气氛钢管热处理炉”；针对特殊钢棒材，公司开发了连续调质热处理生产线，可应用于齿轮钢、花键轴、传动轴等汽车零部件用钢，以及轨道交通等领域相关材料的热处理。

这些装备的技术重点不仅在于完成加热和冷却过程，更在于炉温均匀性、气氛控制、自动化输送、淬火冷却、过程稳定性以及长期连续运行能力。

在铝合金领域，经过多年持续投入，阿瑞斯工业炉也逐步形成了较为完整的产品和工程应用体系。

目前，阿瑞斯工业炉已服务于多家业内知名整车企业及汽车零部件供应商，相关热处理装备广泛应用于铝合金副车架、控制臂、转向节及其它汽车轻量化结构件的生产。

其中，“铝合金固溶/时效热处理炉”是阿瑞斯工业炉在汽车轻量化领域的重要产品之一。围绕铝合金固溶、淬火、时效等关键工艺，公司在炉温均匀性、快速转移、淬火均匀性、变形控制及自动化生产等方面积累了较为丰富的工程经验。

> 经过近二十年的技术积累，阿瑞斯工业炉已经形成了一系列面向不同材料和工艺需求的工业炉产品，并完成多个具有行业代表性的工程项目。现阶段，公司拥有80余项有效专利，其中包括多项发明专利，并持续开展新技术及新产品研发，为不同客户提供定制化的非标热处理装备和工程解决方案。

数字化赋能产品进阶

当前，国内热处理装备市场竞争日益激烈，汽车行业对于设备交付、生产节拍、质量稳定性和设备可维护性的要求也不断提高。

除了设备本身的机械、热工及控制水平之外，数字化正在成为工业炉技术持续升级的重要方向。

如何更全面地记录和分析工艺数据，如何对设备运行状态进行实时监测，如何通过数据分析辅助设备维护和故障诊断，以及如何提高生产过程的可追溯性，都正在成为热处理装备新的技术能力。

“数字化系统有些类似汽车的智能驾驶辅助系统。设备的核心能力首先来自机械、热工和控制系统本身，而数字化则能够进一步提升设备的可视化程度、管理效率以及使用体验。”王铁臣表示。

早在五六年前，阿瑞斯工业炉便组建了专门的数字化团队，加强工业软件、数据采集与分析以及控制系统等方面的开发，探索如何更加充分地利用设备运行和工艺数据的价值。虽然相关投入很难在短期内直接体现收益，但公司始终坚持这一方向。

目前，阿瑞斯工业炉已将自主开发的软件系统、控制算法及数据服务逐步应用于实际热处理装备。

从2022年起，阿瑞斯工业炉开始研发“工业炉数字孪生系统”；2023年，公司开发的辊底式热处理炉数字孪生系统完成验收并投入运行，实现了数字化技术与实际工业炉生产线的结合。

与传统意义上的设备监控相比，数字孪生技术可以进一步将实体设备、实时运行数据以及数字模型关联起来，为设备状态展示、数据分析、运行管理以及后续工艺优化提供更丰富的数据基础。

在客户服务方面，阿瑞斯工业炉也搭建了“远程数据管理服务平台RDMS”。

在获得用户授权并满足客户信息安全管理要求的前提下，平台可以与阿瑞斯工业炉交付的相关设备建立远程连接，为用户提供设备运行数据监测、远程诊断、故障分析及远程技术支持等功能。

通过数字化手段，部分过去必须由技术人员到现场完成的故障判断和技术沟通，可以在线上提前完成分析，从而提高售后技术支持效率，并进一步提升设备全生命周期服务能力。

写在最后

2026年9月21日—24日，Tube China 2026将在上海新国际博览中心启幕，阿瑞斯工业炉将携一系列热处理装备和相关技术亮相W1馆G01展位。

届时，阿瑞斯工业炉诚邀业界同仁共同探讨特殊钢、铝合金及汽车零部件领域热处理技术的发展趋势与更多可能。

随着制造业对材料性能、生产稳定性、能源效率和数字化水平提出越来越高的要求，热处理装备也正在从传统的单一加工设备，逐步向更加精准、高效、智能和可追溯的生产系统演进。

阿瑞斯工业炉也将继续依托在热处理装备领域长期积累的工程经验和技术能力，持续推动热工装备、自动化控制与数字化技术的融合，为客户创造更加稳定和可持续的价值。

wire China 2026 专访 |

重新定义线材性能边界，锐创新能源正在积极布局创新应用

锐创新能源（浙江）有限公司（总经理）国卿

文/高驰

驱动未来汽车发展的关键因素是什么？有人认为是三电和智能驾驶的不断进化，也有人认为汽车行业的本质是芯片的持续迭代。但这些核心因素的背后，都离不开材料的升级，尤其是遍布全身的线束导体材料，决定着各类功能在整车全生命周期中能否平稳落地。

第12届中国国际线缆及线材展览会（wire China 2026）将于9月21—24日在上海新国际博览中心隆重举办，锐创新能源（以下简称“锐创”）将亮相E1馆F23展位，展示围绕下一代导体材料形成的技术体系。

“连续参加过往几届wire China后，我们最大的感受是，线材行业的竞争逻辑经历变革。行业正在加速从传统的产品制造，走向先进导体材料和应用解决方案。”锐创新能源（浙江）有限公司（总经理）国卿告诉记者。

从下一代FFC扁平线束扁线导体，到铜钢复合特殊线束，再到新能源汽车电池镍包铜连接材料，锐创正在以精密扁线与复合导体技术参与汽车导体材料的新一轮升级。本届wire China 期间，锐创希望通过不同材料截面、重量、电阻和机械性能的对比，向客户直观呈现在用一个应用目标下，如何采用不同的材料设计路径。

造车逻辑生变，线束材料成为落地关键

随着软件定义汽车成为共识，智能新能源汽车的逻辑发生了根本变化。车辆功能越来越多地由电子电气架构、软件、芯片、传感器和数据来定义。产品在交付之后还可以通过软件持续升级，电子电气架构也从大量分散控制器向集中计算、域控制和区域控制演进。

聚焦到线束领域，在智能化、电动化的推动下，车辆线束承担的角色早已不同于以往。在传统造车逻辑中，线束容易被理解成后期的配套部件；而在新的造车逻辑中，线束实际上是整车电子电气架构的物理载体。

“电池输出的电能、控制器发出的指令、传感器采集的数据以及座舱中的音视频信息，最终都需要通过导体和连接系统进行传输。因此，线束的重量、体积、布置方式、制造效率和可靠性，会直接影响整车架构能否真正落地。”国卿进一步解释道。

新能源汽车现在面对的材料问题，与光伏产业高度相似：既要提高效率和可靠性，又要降低重量、体积与材料消耗；既要快速迭代，又必须具备稳定量产能力。

作为一家以光伏业务闻名的企业，过去十余年，锐创伴随光伏技术的升级，产品从传统焊带不断拓展到MBB、SMBB、0BB、BC等更精细的导体材料。如今进军汽车材料领域，锐创瞄准的正是造车底层逻辑变化所带来的机遇。

值得一提的是，锐创的目标不是简单地把光伏焊带设备用于生产汽车材料，而是将在光伏新能源行业已经得到验证的精密轧制、连续制造、复合材料和客户联合开发能力，延伸到FFC扁平线束、汽车轻量化导体、高强度复合导体和新能源汽车电池连接材料。

加速创新，推动FFC和复合导线上车应用

现阶段，新能源汽车渗透率仍在持续攀升，随着新能源汽车对高压、减重、高速传输的要求愈发严格，汽车线束行业必须不断升级以跟上整车创新的步伐。在材料端，FFC扁平线束和复合

材料的应用成为显著的发展方向，而这两大领域也是锐创发力的重点所在。

“FFC不是简单的把圆线压扁，而是让线束从‘跟着车身布置’转向‘围绕电子架构设计’。”在国卿看来，FFC的本质，不在于改变一根线的截面，而是改变整套线束的组织方式，它把多根导体按照固定间距排列在同一平面内，使线路的位置、间距、截面积和走向能够在产品设计阶段被准确确定。

概括而言，FFC在汽车场景的应用，给整车带来的价值主要体现在四大方面，涵盖空间利用率、轻量化、自动化，以及平台化和一致性。

当然，FFC的上车也面临严峻的挑战，精密导体、连续覆膜、绝缘材料、端接工艺、自动化装备和车规验证必须形成一条稳定的产业链，任何一个环节不稳定，最终都难以实现汽车级量产。

因此，未来FFC产业真正的竞争，不是谁先做出一个样品，而是谁能够把导体材料、连续制造、连接工艺和整车验证变成一个稳定的工程体系。当下锐创正在朝着这个方向大力投入研发和验证。

另一方面，汽车线束对于导体性能的多元化需求，也在推动复合材料的上车应用。

国卿指出，“复合材料不是在金属之间做替代，而是在系统性能之间做分工”。未来汽车材料的开发思路，将越来越多地从“选择一种材料”转向“设计一套性能架构”。

具体来看，线束复合材料有多种不同的形式，例如，铜铝复合能够解决导电与轻量化的平衡；铜钢复合可以解决导电与机械强度的平衡；镍铜复合则有助于解决高导电与镍表面功能的平衡。

针对复合材料，锐创的思路很清晰，即“按需设计材料”，并非为了降低某一种金属的用量而简单替代，而是根据应用的真实需求，把导电、重量、强度和表面功能分配给最合适的材料。

从“懂材料”到“懂应用”，构建长期的核心竞争力

除了材料本身之外，汽车行业的颠覆性变革也在重新定义材料供应商与客户的合作模式。

传统材料供应模式比较清晰：客户确定材料牌号、尺寸、公差和机械性能，材料企业按照图纸生产。

而对于诸如FFC和复合导体这样的前沿产品，客户首先提出的可能是工作电流、允许温升、安装空间、弯曲半径、抗拉要求、连接方式、减重目标、成本目标和生命周期要求。材料企业需要根据这些边界条件，反向设计材料体系、复合比例、截面积、机械状态和表面结构。

“材料企业需要从‘懂材料’转变为‘懂应用’，才能适应当下行业的高要求。”国卿用一句话概括了材料企业的全新挑战，企业必须深刻理解客户的应用问题，迅速形成材料方案，并把方案转化成稳定、可验证、可追溯的量产能力。

聚焦锐创未来的发展规划，锐创认为，未来汽车不会被一种线束或一种金属统治，因为架构越智能，材料越需要按场景分工。锐创预计，未来3~5年，FFC和复合导体会呈现“局部快速放量、多种方案长期共存”的格局。

据国卿透露，锐创汽车业务接下来将重点布局五个方向：

第一，继续发展汽车FFC和高精度扁线导体，提升微小规格、高宽厚比、直线度、表面质量和长卷一致性能力。

第二，建立覆盖铜、铜合金、铜包铝及其它复合材料的扁平导体平台，使客户可以根据电流、重量、强度和成本选择合适的材料结构。

第三，发展以铜包铝为代表的汽车轻量化导体，重点服务加热、音视频、低压辅助及其它适合工程化减重的线束。

第四，发展铜钢高强度复合导体和镍包铜电池用材料，分别解决机械强度与电池连接中的功能分工需求。

第五，建设更加完整的汽车应用测试、联合开发和质量管理能力。

写在最后

2026年9月21—24日，wire China 2026将在上海隆重开幕，届时锐创将再次重装亮相这一行业盛会，展示围绕下一代导体材料形成的技术体系。锐创希望通过本届wire China传递一个观点：下一代线材创新，不一定依赖发现一种全新的金属，更可能来自重新设计金属之间的分工、导体的形状，以及材料与整个系统之间的关系。A

Tube China 2026专访 |

面向未来的管材激光加工理念，通快为行业带来全新思路

文/格林

随着市场对管材生产的效率、成本、精度等多元化要求持续上升，管材激光加工行业正面临新一轮的技术变革。激光加工设备不仅要朝着更高功率与更强切割速度快速发展，还需在智能化、低碳化等多方面实现新的突破。

2026年9月21—24日，第12届中国国际管材展览会（Tube China 2026）将在上海新国际博览中心举办。本届展会预计将吸引来自全球的近400家展商，展出面积达到3.5万m^2，整体规模较2024年进一步扩大。作为管材行业重要的一环，激光加工将成为本届展会重点聚焦的领域之一。

总部位于德国的通快（TRUMPF）是全球闻名的工业用机床、激光技术和电子技术领域的领先企业。在工业激光技术方面，通快的一系列解决方案应用场景十分广泛，并且收获了市场的高度认可。本届Tube China期间，通快将重磅亮相W1展馆H14展位，面向全行业展示其前沿的产品和技术。

“Tube China 是管材行业重要的专业交流平台。通过这一展会，我们能够与来自各个不同领域的客户深入交流，了解行业正在发生的变化，也能够更直接地展示管材激光加工技术的发展方向。”通快（中国）有限公司 激光切管机产品经理杨鲤嘉在接受本刊记者采访时谈道。

记者：本次参加Tube China 2026，通快将重点展示哪些创新产品和技术？公司希望向行业传递怎样的信号？

杨鲤嘉：2026年，通快展示的重点之一是全新一代TruLaser Tube 7000系列。其核心升级之一，是激光源最高可达9 kW。得益于更高的激光功率，设备能够实现更快的切割速度，并加工更大的壁厚：碳钢最大可达14 mm，不锈钢和铝材最大可达12.5 mm，铜和黄铜最大可达5 mm。与6 kW相比，生产率最高可提高30%，进给速度最高可提高150%。

与此同时，7000系列进一步扩展了加工范围，最大方管尺寸可达203.2×203.2 mm，最大圆管直径可达273 mm，最大矩形管的最大对角线可达290 mm。

在工艺和智能功能方面，我们将展示RapidCut、ScanLine、Quality Pilot、Spatter Guard、Smart Profile Detection和ObserveLine Comfort等技术。这些功能分别面向加工速度、材料公差补偿、原材料质量评估、内部飞溅控制、复杂型材识别以及过程质量监控，帮助客户提升设备利用率、加工可靠性和良品率。

此外，我们希望通过展会向行业传递一个重要的信号：管材激光加工正在从单纯追求更高功率和更快速度，转向效率、质量、可靠性、自动化和数字化的综合提升。通快将持续通过软硬件协同，为客户提供面向未来的管材加工解决方案。

记者：在激光加工领域，目前管材行业主要的发展趋势，以及客户当下最大的痛点分别是什么？为了满足行业不断涌现的新需求，通快近年来研发了哪些行业领先的技术？

杨鲤嘉：当前管材激光加工主要呈现几个趋势：第一，加工材料和壁厚范围不断扩大；第二，客户对生产效率和单件成本提出了更高要求；第三，管材和型材形状更加多样化，开口型材、复杂型材的加工需求增加；第四，客户希望减少人工干预和后续工序，通过自动化和数字化提高整体生产效率；第五，生产不仅要快，还要稳定、精准，并保持较高的良品率。

在上述趋势影响下，客户的痛点往往不只是设备的切割速度，而是如何在实际生产中持续获得稳定的产出。材料公差、原材料质量波动、复杂型材识别、管材内部飞溅、废料脱落以及后续钻孔和螺纹加工等问题，都可能影响节拍、质量和成本。

针对这些需求，通快研发了多项技术。例如，RapidCut 面向薄壁型材进行超快加工，加速度最高可达4倍，有助于缩短单件加工时间。ScanLine 能够测量原材料公差并进行补偿；Quality Pilot 则会在工艺开始时自动评估原材料质量，并自主决定是否进行 ScanLine 测量以及测量频率，从而避免不必要的测量循环，同时确保工件质量。

此外，Spatter Guard可减少管材内部飞溅物的形成，并且能够与主加工并行工作，不必担心影响产出效率；Smart Profile Detection通过摄像头识别复杂型材，帮助实现以正确的方向自动上料，实现稳定的加工一致性；ObserveLine Comfort自动检查废料是否已经从切割轮廓中脱落，从而提升过程安全性、质量和良品率。

记者：除了先进的激光切割技术之外，通快还能为客户提供哪些额外的服务？作为一家百年企业，您认为通快在市场中最独特的竞争力体现在哪些方面？

杨鲤嘉：除了设备本身，通快还重视软件、自动化以及整个生产过程的数字化。高性能的编程Programming Tube和Tube Design设计软件，可以帮助客户更快速、更优化地完成管材产品设计和生产编程，并为管材和型材产品的设计带来新的思路。

在更完整的生产流程中，订单管理、生产规划与机器之间可以实现通信，帮助客户优化生产流程。根据客户的具体需求，通快还能够围绕自动化物料物流、加工工序衔接、自动化上下料以及生产管理等环节，提供相应的软硬件解决方案。

通快的独特竞争力，首先在于能够提供来自单一来源、彼此匹配的系统：激光源、切割参数、切割头、自动化、软件和激光器等，均由通快自主研发或深度整合，能够实现更好的协同。

其次，通快关注的不只是设备参数，而是客户的整体生产结果，包括机器可用性、单件成本、过程稳定性和长期生产效率。对于一家拥有长期技术积累的企业而言，持续研发、可靠性和对客户应用场景的理解，是我们能够与客户建立长期合作关系的重要基础。

记者：通快不仅是单纯的设备提供商，而是整条管材加工链的解决方案供应商，如何理解这一定位？您认为在管材制造的全链条中，通快如何协同合作伙伴，发挥最大价值？

杨鲤嘉：通快将自身定位于“整条管材加工链的解决方案供应商”，这意味着公司关注的是客户从订单、设计、编程、原材料物流、激光加工，到后续管材折弯、卸料、焊接和生产管理的整体流程，而不是只关注一台设备的单点性能。

在管材制造过程中，任何一个环节出现等待、重复搬运或信息断点，都可能影响最终的交付效率和成本。因此，通快通过设备、软件、自动化和数字化之间的协同，帮助客户优化整个流程。

同时，我们也重视与合作伙伴的协作。例如，在自动化物料物流方面，可以与STOPA合作；在管材折弯方面，可以与transfluid合作；在自动化卸料方面，可以与Starmatik 合作。通过开放协同，将不同环节连接起来，减少人工搬运和信息断点。

在编程方面，通快也在持续推进自动化编程，让生产准备更加高效。通快的价值不只是提供单台机器，而是结合客户的产品、产能和工艺需求，协同合作伙伴打造更加智能、精益且具备成本效益的整体方案。

记者：通快从2000年开始就进入中国市场，并且逐步完善本土化体系，在华取得不俗的发展。接下来，通快如何继续加深本土化战略？

杨鲤嘉：中国是全球重要的制造业市场，也是管材激光加工技术应用和创新的重要市场。通快长期服务于中国客户，并持续关注中国市场在汽车、机械工程、农业机械、家具、建筑、运输和管材加工等领域的实际需求。

未来，通快会继续围绕中国客户的产品结构、材料变化、生产节奏和本地服务需求，持续加强市场支持、应用技术支持、软件和自动化能力，以及与本地客户和合作伙伴的沟通协作。

值得注意的是，本土化并不只是产品在本地销售，更包括对本地应用场景的深入理解、快速响应客户需求，以及将全球技术积累与中国制造现场相结合。通快将继续根据市场需求，提升面向中国客户的解决方案能力和服务能力。

记者：展望未来3~5年，激光切割技术最大的技术突破方向是什么？通快将如何持续保持领先地位？

杨鲤嘉：激光切割技术的发展不会只体现在激光功率继续提升，还将更多体现在“功率、工艺、软件、自动化和数据”的协同优化上。

一方面，设备需要覆盖更广的材料、壁厚和型材范围，同时保持高速度和高质量；另一方面，设备需要具备更强的自适应能力，能够识别材料和型材状态，自动调整测量、补偿和加工参数，减少人工干预。

此外，管材加工将进一步向自动化、少人化和数字化发展。设计、编程、生产计划、物料物流、加工设备和质量监控之间，需要形成更加顺畅的信息流。只有这样，客户才能真正获得更高的机器可用性、更低的单件成本和更可靠的生产过程。

通快将继续坚持软硬件一体化的研发方向，持续投入激光源、切割头、工艺技术、传感器、软件、自动化和数字化解决方案，并通过与客户和合作伙伴的共同开发，将技术优势转化为可落地的生产价值。

对于客户而言，领先并不只是拥有更高的功率，而是能够在真实生产环境中持续、稳定、经济地完成订单。这也是通快未来保持竞争力的核心方向。A

探索汽车产业全球合作新路径

文/车百会研究院

当前，汽车产业正进入新一轮全球化发展阶段。过去的汽车全球化主要由欧美日韩等传统汽车强国推动，它们依托燃油车技术优势实现全球产业布局；而新一轮全球化由电动化、智能化、低碳化等新技术驱动。

“在‘油降电升’的过程中，中国汽车产业正从过去的全球化参与者，转变为推动者和组织者。”车百会研究院理事长、车百国际首席专家张永伟在日前举行的新能源汽车全球合作发展论坛上表示，中国与全球汽车产业关系的变化，意味着中国汽车全球化从“中国机遇1.0”迈向“中国机遇2.0”，即从过去相对被动地融入世界，转向更加主动地经略全球市场。

量质并举

与国内汽车市场需求承压不同，2026年我国汽车出口继续保持强劲增长，呈现量质并举特征。

商务部原副部长蒋耀平分析，从“量”看，规模实现历史性飞跃。中国汽车出口连续3年居全球第一位。2026年前7个月累计出口639.9万辆，同比增长53.7%；6月单月首次突破百万辆大关，7月再达109.2万辆，连续两个月站稳百万辆级台阶，全年有望突破千万辆大关。

具体到企业，2026年前7个月，奇瑞集团出口达到114.6万辆，同比增长71.2%；比亚迪出口94.9万辆，同比增长82%；吉利汽车出口57.9万辆，同比增长166.6%。“基于吉利汽车良好的发展势头，我们将全年海外销量目标由64万辆上调至92万辆，并将挑战百万销量目标。”吉利汽车控股有限公司行政总裁淦家阅说。

从“质”看，结构实现根本性跃升。2026年前7个月，我国新能源汽车出口达290.9万辆，同比增长1.2倍；7月单月出口55.3万辆，增长1.5倍，占汽车出口的比重首次过半。出口车型从低端经济型转向高端智能化引领，目标市场从少数传统市场拓展至全球覆盖。

值得关注的是，在全球汽车市场高地欧洲，尽管贸易门槛越来越高，中国汽车品牌的新车注册量依然连续两个月超越日系车企，仅次于欧洲本土汽车品牌。在中东地区，尽管局势剧烈动荡，中国品牌市场数据也没有下降，反而较前期有所回暖。同时，中国汽车出口价格在历经两年连续下降之后，也开始企稳并略有增长。

为什么中国汽车越来越受海外消费者青睐？

张永伟表示：一是技术优势。在电动化领域，中国已经形成了较强的技术积累，同时正在加速推动智能化与汽车融合发展。这些技术能力不仅能够服务中国市场，也能向全球输出。

二是供应链优势。围绕新能源汽车和智能汽车，中国已经形成完整的产业链体系，既能够支撑国内制造，也能够向全球市场辐射。以动力电池为例，中国已经成为全球最大的动力电池生产基地，全球前十大动力电池企业中有多家中国企业，中国企业全球市场份额超70%，宁德时代连续9年居全球第一位。可以说，中国已成为全球汽车制造业的供应链中心。

三是消费定义能力。过去，汽车消费趋势更多由欧美等成熟市场引领，中国消费者主要接受全球成熟车型和消费理念。但进入电动化时代，中国消费者正在重新定义汽车。智能化配置、产品形态和使用体验等方面，中国市场形成的新需求正在影响全球汽车消费趋势。经过几轮国际车展，中国车企推出的车型也越来越受到海外消费者认可，意味着中国正在逐步获得汽车消费和产品定义的话语权。

深耕本地化

日前，奇瑞汽车宣布在英国贝德福德郡设立乘用车研发中心，以便将对英国用户的洞察更好地转化为产品开发。吉利汽车则与福特汽车达成协议，双方将在西班牙巴伦西亚成立合资公司，通过共享产能，生产面向欧洲市场的新能源汽车。吉利汽车集团副总裁南圣良表示，此次合作是吉利全球化发展的重要里程碑，将进一步夯实吉利在欧洲的本地化布局。

“对很多国家来说，汽车不只是消费品，也是经济支柱、就

业来源、税收来源，甚至关系到产业安全和国家竞争力。当中国汽车大规模进入海外市场，当地政府和产业界一定会提出更高的本地化要求。”中国汽车技术研究中心有限公司资深首席专家吴松泉说，“十五五”期间，中国汽车出口规模有可能达到一个峰值。深入推动全球化就必须更多依靠当地生产、当地销售和当地服务，这也是日本、韩国汽车企业曾经走过的路。

岚图汽车董事长卢放认为，当前中国汽车全球化正从“走出去”向“走上去”、“融进去”深化。“走出去”要以过硬产品和本地化适配打开市场；“走上去”要从规模优势转向价值优势；“融进去”要从单纯产品输出转向生态共建。

“过去10年，中国汽车依靠供应链优势、成本效率解决了‘能出去’的问题，近3年进入‘卖得好’的阶段。未来5~10年，中国汽车要实现‘进得去、立得住’，还需破解品牌溢价、量利失衡和本地化根基三大挑战。”长安汽车副总裁狄智睿表示，汽车产业全球合作的新路径，即以本地化为根、以协同为翼、以规则为桥。

长城汽车技术中心副总经理朱永青认为，全球化不是“一款车卖全球”的简单复制，而是场景化造车，扎根当地，服务当地。汽车产业全球合作也不是单一企业的“单打独斗”，应依托技术与生态底座，实现技术共生、生态共生、价值共生。

“创新合作是破解全球增长困境的必然选择，新一轮科技革命和产业变革中，没有任何一个国家、任何一家企业可以包打天下。”蒋耀平表示，探索全球合作新路径需把握三个方向：一是共建，从产品出海到生态共建；二是共认，从适应规则到标准互认；三是共赢，从单向输出到双向赋能。

面向未来生态共建，德赛西威高级副总裁林广球建议，主机厂出海应灵活选择三种路径：一是自带供应链出海，从零搭建本地化体系；二是携手具备成熟全球化能力的中国Tier1，或与当地国际零部件企业合作；三是推动国内外主机厂、零部件企业协同，赋能本土产业升级，而非替代原有生态。

借船出海

8月20日，由神龙汽车、东风汽车集团、斯泰兰蒂斯集团等合资成立的神龙汽车科技（武汉）有限公司在武汉经开区揭牌。“34年前，东风汽车与斯泰兰蒂斯集团前身PSA（标致雪铁龙）共同组建神龙汽车，成为中国最早一批轿车合资企业之一，开启中国家轿普及时代；34年后，神龙科技从这里再出发。”东风汽车集团董事长杨青表示，神龙科技将秉持“在中国、为全球”理念，依托本土前沿创新能力反哺全球市场，实现“中国创新、全球共享”，开创合资车企全球化发展的新范式。

斯泰兰蒂斯集团首席执行官安东尼奥·菲洛萨透露，作为全新合作项目的专属执行平台，神龙科技支持首批两款Jeep品牌车型和两款标致品牌车型的开发与产业化。这些车型将从2027年起，由神龙汽车武汉工厂生产，并通过斯泰兰蒂斯集团的国际销售和分销网络销往全球，为中国及全球客户带来具有鲜明特色、富有竞争力的电动化车型。

此前，广汽集团与本田汽车签署合资续约协议，将合作期限延长至2038年；上汽集团与通用汽车签署合资续约20年协议，将合作期限延长至2047年；再加上大众汽车集团与上汽集团等合资车企的续约，到期后的合资车企均已陆续完成续约工作。

与早年“市场换技术”的合资签约不同，如今续约的合资内涵和外延已发生根本改变。“今天跨国巨头纷纷将中国视为全球研发与制造高地，不仅主动采用中方最新技术、更多倚靠中国研发和营销团队，而且尝试将中国制造的产品向全球输出。”中国国际贸易促进委员会汽车行业分会会长王侠表示，随着越来越多的合资车企战略从“在中国，为中国”升级为“在中国，为全球”，新时代的合资车企将成为中国汽车国际化的一支生力军。

“跨国车企成熟的国际网络与品牌影响力，扮演链主或渠道整合者角色，能帮助中国供应链企业以更低成本、更高效率进入海外市场。”张永伟称，“借船出海”这种新的合作模式不仅能强化中国制造在全球供应链中的话语权，也为中外企业协作共赢提供新路径。

“2026年上半年，零跑汽车全球交付35.65万辆，同比增长60.8%。其中，海外出口近10万辆，占比27%，已超2025年全年出口规模。”零跑汽车副总裁、CFO李腾飞预计，2026年零跑汽车海外销量有望突破20万辆，2027年达35万~40万辆。

零跑汽车的全球化没有选择自建渠道的重资产模式，而是与全球第四大汽车制造商斯泰兰蒂斯集团合作，实现“借船出海”。2023年，斯泰兰蒂斯集团以15亿欧元入股零跑汽车，持股约20%。随后双方成立合资公司“零跑国际”，负责大中华区以外的销售、渠道、本地化生产及法规对接。目前，零跑国际已在超45个国家和地区建立1000多家销售与售后服务网点，其中欧洲900多家。依托斯泰兰蒂斯集团现有品牌经销商，零跑汽车大幅降低了独立拓展的时间和成本。

“要积极‘借船出海’，尝试各种新型合资合作，特别要与当地企业深入合作，充分利用当地资源，共同打造国际化的新体系与新能力。”清华大学汽车产业与技术战略研究院院长赵福全认为，在相当长一段时间内，“借船出海”应成为企业的首选战略，这是企业能够以最快速度、最低投入、最小风险实现本地化产销的最佳途径。A

更轻、更安全、更多电芯，一体成型电池壳体来了

文/高驰

说到动力电池，大家的关注点多集中在电芯的能量密度，有哪些冷却技术，BMS怎么做，归根结底还是想多抠出一丝续驶里程。

现在，有一种新的技术，通过电池壳体的重新设计，就能够在电池包节省的空间里多塞些电芯，最多能多出10%的电量。

而且，划重点，不仅把价格打下来了，而且制造效率更高，安全性还更好。

这项黑科技就是麦格纳的OptiForm™技术。

准确来说，这不是某一个单项的技术，而是一整套一体成型的解决方案，不用焊接那么麻烦，也不像普通的冲压方案牺牲了空间利用率。

以更少的零件，更高的集成度，重新定义电池壳体形态，这就是麦格纳的基本思路。

最近麦格纳的专家向媒体详细解答了几个问题：OptiForm™先进在哪？为什么对主机厂如此有吸引力？它能带来哪些额外的价值？

一体成型好在哪？

想要知道一体成型好在哪，得先了解现在主流方案的瓶颈在什么地方。

眼下电池壳体的成型，大致分为两派：拼焊和“传统”冲压。

拼焊又分为两种：铝挤压型材和高强度辊压。

铝型材的方案，最大的优势显然是重量轻，耐腐蚀，劣势也很明显，成本太高了。

钢辊压方案，价格是低了，而且强度也高，但比起铝合金，还是太重了，这是电动汽车绝不能接受的。

而且这两个拼焊方案还有一大“死穴”——太复杂。

改变不了由“很多零件拼起来”的本质，拼焊会导致三大核心问题：焊缝多、热变形、密封性全仰仗拼焊质量。

不管用铝材还是钢材，拼焊的特性决定了会存在焊缝这个不好把控的变量。

所以，这些年来越来越多主机厂倾向于转向冲压的方案。

冲压意味着不再需要很多根梁焊成一个框，而是用一整块钢板，直接冲压成一个托盘，内部再配上加强结构。

这样就解决了拼焊的先天劣势：焊缝少了，泄露风险降低；热变形少了，尺寸进度更好控制；电池托盘做成一体化了，密封不成问题。

既然传统的冲压方案在汽车行业用了那么多年，已经非常成熟了，为什么在电池壳体中应用还有疑虑呢？

底层原因在于，传统冲压的天花板定死在成型能力上。

为了保证电池壳体不开裂，传统冲压必须做两件事：留较大的拔模角，也就是侧壁得往外斜；留大的圆角半径，四个角不能做得太利落。

这一点边边角角的不足，却踩中了电动汽车的痛处。壳体的尺寸没变，里面能装的电芯却少了，续驶就缩水了，这怎么行？

麦格纳OptiForm™就是在这一背景下应运而生的。

与传统的冲压不同，OptiForm™通过更先进的一体成型工艺，利用钢制深拉延技术，减少壳体的焊缝和密封界面。

与此同时，OptiForm™实现接近垂直的侧壁和小圆角设计，在空间利用率、密封可靠性、制造简化和系统成本之间取得更好的平衡。

如何重新定义电池壳体？

无论用钢材还是铝材，电池壳体未来努力的方向，无外乎三点：

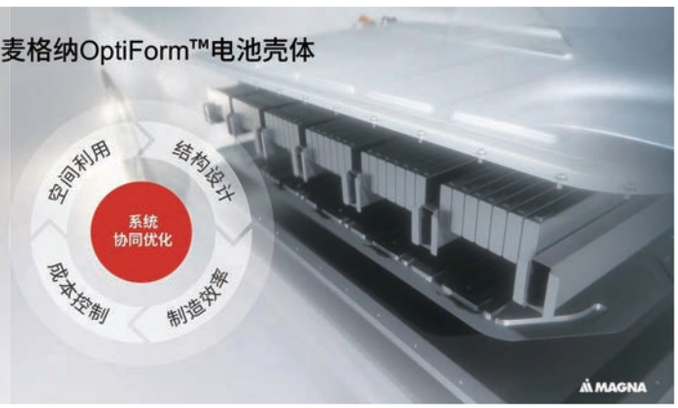
用更少的零件，实现更多的功能；用更简单的结构，满足更高的性能；用更成熟的工艺，支撑更大规模的量产。

麦格纳就是按照这些思路研发的OptiForm™方案。

OptiForm™的核心，当然是一体成型设计，将结构和工序彻底简化，排除焊缝多导致的一系列问题，从根本上解决泄露的风险。

究竟如何优化传统冲压方案带来的空间利用率低的问题，麦

> **从材料怎么选，到结构怎么设计，从成形工艺怎么做，再到仿真怎么优化，麦格纳能够提供一套覆盖所有环节的解决方案。**



格纳用数据说话。

采用OptiForm™技术制造的电池壳体，拔模角可以低至1.5°，底部圆角低至4 mm，投影圆角低至75 mm，这些因素叠加，留给电芯布置的空间就十分可观了。

据麦格纳计算，节省出的内部空间，最终可以为车辆额外增加10%的电量。

从整体来看，OptiForm™电池壳体的投影尺寸达到了2.8 m×1.5 m，拉延深度160 mm，几乎可以覆盖主流纯电电池包尺寸。

整个壳体的料厚可以覆盖0.9~1.8 mm的选择空间，也为客户的轻量化和成本需求留足了空间。

成本方面，零件少、工序少、装配环节少，成本自然而然就下来了，而且麦格纳的冲压工艺本身就非常成熟，不用担心能否规模化量产。

除了工艺本身，麦格纳还提供了一整套完整的解决方案和落地场景，比如针对电池碰撞结构的差异，麦格纳设计了不同的方案。

现阶段电池包是否要承担碰撞功能，行业分化出了两条路线。

其一是非常规的碰撞结构，在这种结构下，电池包不用承担碰撞功能，电池壳体就可以回归承载和保护电芯的本质了。

去除冗余的碰撞结构后，OptiForm™让电池壳体的整体结构大幅简化。此外，由于只保留了单一的密封面，成功减少了焊缝，增加了空间利用率，电芯容量也随之增加。

在传统的碰撞结构中，对于主机厂来说，现有的电池架构无需重做，麦格纳的热成型高强钢及软钢等材料可以灵活匹配不同平台。

此外，麦格纳设计的冲压补片对侧面结构进行了加强，使其满足侧碰性能。底部防护方面，由于高强钢和热成型托盘的应用，底护板有望取消，由此零件数量能够进一步减少，满足轻量化的极致需求。

工程能力是落地的关键

了解了OptiForm™如此多的优势之后，可以明显感受到，OptiForm™为客户提供的，不是一种材料或者一道工序，而是麦格纳完整的系统能力。

从材料怎么选，到结构怎么设计，从成形工艺怎么做，再到仿真怎么优化，麦格纳能够提供一套覆盖所有环节的解决方案。

至于在具体的落地过程中，如何协同客户快速、高效地投入量产，麦格纳领先全球的工程能力将发挥重要的作用。

OptiForm™的一个突出优势是，使用目前现有的冲压设备就可以完成，不用进行升级和改造。相较于传统冲压方案，OptiForm™的挑战更多体现在前期工艺分析、模具开发和调试阶段。而这恰恰是麦格纳的强项。

在高端车型的车身上，麦格纳攒下了不少高难度成形的经验。例如小圆角怎么成形、反弧面怎么控制、复杂曲面怎么不起皱，这些方面麦格纳均有自己的深厚经验。

与此同时，借助于近乎垂直的拔模角度以及极致的小圆角，麦格纳能在不影响外尺寸的情况下，实现对现有辊压及型材方案的完美替代，对客户的产线几乎不会造成影响。当然，毕竟产品设计发生了改变，相关的整车验证还是必须严格执行的。

在电池壳体的应用中，麦格纳的竞争力还在于不仅具备高难度成形能力，也具备钢铝材料、连接、车身结构和底盘结构的综合工程能力，可以帮助OEM做系统级权衡和验证。

据麦格纳透露，目前已经完成了 OptiForm™ 的软模试制，电池壳体样件已经下线，可以支持客户开展后续的装包验证。期待麦格纳今后再挖掘电池壳体工艺的更多可行性。A

从规模红利到技术红利：商用车“十五五”开局之年的转型答卷

文/艾克

2025年，中国商用车市场产销规模重回400万辆高位，新能源重卡渗透率逼近30%，出口首破百万辆大关。进入“十五五”开局之年，行业电动化进一步提速，根据交通运输部等多部委发布的《推动新能源重卡规模化应用实施方案》，2030年要求新能源重卡渗透率达到40%。

2026年12月2—5日，第22届Automechanika Shanghai将在国家会展中心（上海）盛大召开。据悉，本届展会的总面积将达到390 000 m^2，启用16个展馆及夹层展示空间，聚集7600家参展企业。这个集信息交流、市场推广、商贸对接和产业教育于一体的行业平台，又将为海内外广大从业者带来哪些新看点，令人充满期待。

值此之际，《汽车与配件》联合展会主办方，深度对话克诺尔、恒隆集团、东风德纳、三鹰、双星轮胎五家产业链代表性企业，呈现中国商用车产业在绿色转型与智能化升级中的技术创新成果与实践探索。

绿色转型：从政策驱动到市场驱动的跨越

新能源商用车渗透率的跨越式攀升，标志着行业已从“政策驱动”迈入“市场驱动”的新阶段。从“政策暖房”到“市场竞跑”，考验的不仅是整车企业的产品力，更是整个产业链上游核心供应商的技术储备与场景理解能力。

克诺尔商用车系统中国区销售副总裁张云飞对此深有感触：“电动化对克诺尔而言从来不是风险，而是更大的机遇。我们在中国成立了专门的电动化创新部门，核心就是围绕电动商用车的新架构，提供安全、可靠且节能的系统级解决方案。”

面对纯电、混动、氢燃料电池等多元技术路线，张云飞给出的策略是“不偏废、重兼容”：“无论哪种动力形式，底层对制动、转向和空气供给系统的安全与能效要求高度一致。我们的策略是打造通用的系统级底座，以不变应万变。”具体到产品，克诺尔新推出的全电动助力转向系统（EPS）相比传统转向可降低高达90%的能耗，全新MTP无油电动空压机主打极致节能与低噪；新一代全球可扩展制动控制系统（GSBC）把制动和电机动能回收深度打通，最大化回收能量；计划2027年量产的rGSBC冗余制动系统则为L4级自动驾驶提供坚实的安全底座。

湖北恒隆汽车系统集团有限公司总裁助理侯学为介绍了恒隆四代阶梯式产品矩阵的战略思考：“我们用了五六年时间，

从六七种技术路线中筛选验证，形成了以车型吨位、运营场景分层配置的完整体系。”从传统液压循环球产品作为存量替代基础，到电液混合iRCB产品实现L2+级自动驾驶批量出口，再到第三代eRCB纯电动产品实现L2到L4自动驾驶需求，直至第四代线控转向布局，恒隆完成了从微型商用车到重卡的全技术覆盖。

东风德纳车桥有限公司副总经理王军则从电驱桥角度给出了答案：“我们已形成单电机、单电机+AMT、双电机+AMT三条技术路线，覆盖同轴、平行轴、分布式三种构型，实现卡车、客车电驱桥全场景覆盖。用模块化平台承接多路线，针对性降低主机厂集成成本。”目前其EP系列电驱桥已覆盖轻卡、重卡、公交全场景，依托客车桥国内与出口市场占有率“双第一”的深厚积累，正加速向新能源卡车桥领域全面延伸。

商用车多场景属性决定了转型路径更为复杂。双星轮胎策划推广部张瑞海指出：“电动重卡自重更大、瞬时扭矩高、启停频繁，对轮胎提出全新要求。”双星从车辆性能特征出发，打造EV系列新能源专用轮胎，按港口、矿区、城市配送等细分场景精准匹配，应用超高强 CCST 胎体+稀土金耐磨技术，大幅提升胎体强度和耐磨性能。在港口倒短路试中，获得远超预期的市场反馈，以真实数据验证了场景化定制的价值。

三鹰品牌同样深耕场景化，海德科技三鹰商用车检测设备事业部总经理张承广介绍，三鹰供应六大种类、上百种型号的检测设备，适配多种作业场地，并开发了非接触式轮桥定位装备和商用车ADAS标定系统。在新能源商用车维修机会减少、技术门槛提升的趋势下，三鹰的轮桥定位、胎纹检测、驾驶辅助标定三大检测板块，正成为售后市场降本增效的关键支撑。

智能化升级：从零部件到系统级解决方案

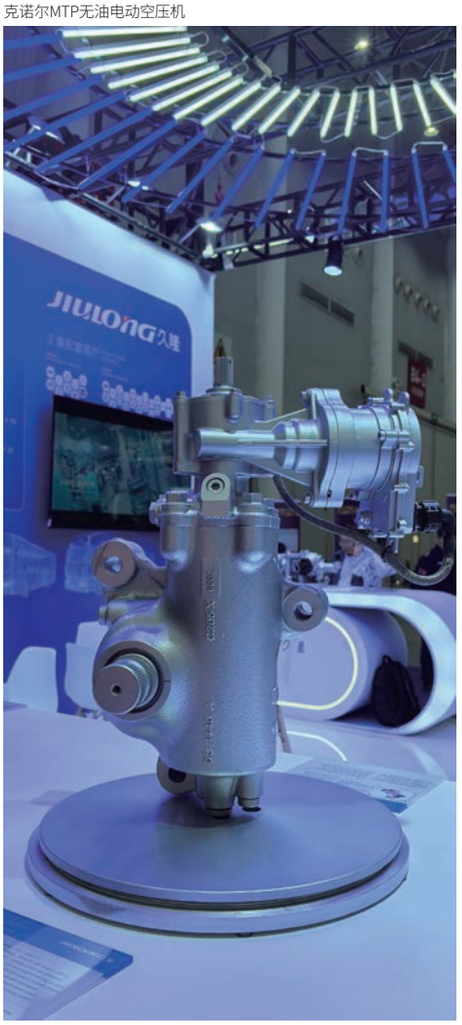
如果说电动化是商用车转型的“上半场”，智能化就是决定胜负的“下半场”。从“单一产品”到“系统集成”，从“被动响应”到“主动定义”，正在成为头部企业的共识。

张云飞直言：“商用车的下半场，拼的不再只是硬件，而是软硬件融合的‘系统级’能力。”在“车路云一体化”加速推进的背景下，克诺尔正从传统的“卖单品”思维转向“给系统、给方案”，依托全球网络将业务重心向高附加值服务市场延伸，为车队提供涵盖数据分析、预测性维护在内的全生命周期运营保障。

恒隆在转向系统智能化方面走在前列。侯学为介绍，iRCB产品2019年即实现L2+级自动驾驶版本批量出口美国，“是国内乃至亚洲地区智能循环球产品出口量最大的品种之一”。第三代eRCB实现高度集成化，达到减重、低噪声、低能耗的目标。“从拼价格时代的跟随技术转成弯道赛车，与中国电动车一样，我们在商用车转向技术上全球领先。”线控转向方面，样件三年前已发客户装车，应用场景覆盖无人驾驶客车、专用车、自动清扫车、无人快递物流车等。

东风德纳同样在布局线控底盘。王军表示，与金龙新能源战略合作正向开发线控底盘车型，其EP17CS分布式电驱桥正配套金龙高端新能源客车，同步推进多桥耦合、EXY三轴融合等前沿技术储备，为L4+级智能底盘商业化落地夯实基础。在电控层面，东风德纳已自主掌握TCU（变速箱控制单元）核心算法，形成从硬件到底层

克诺尔MTP无油电动空压机



恒隆集团电液混合iRCB产品

东风德纳EP12max能效王电驱桥

青岛双星工业4.0示范基地

软件再到应用层策略的完整开发能力，实现电驱桥系统与整车智能架构的深度协同。

“智能化升级”同样贯穿于轮胎这一关键部件的全生命周期。张瑞海介绍，双星搭建了全球领先的AI数字孪生轮胎设计平台，将研发从传统实体反复开模测试转为虚拟仿真与智能优化；在生产端，双星建成了全球轮胎行业第一个全流程“工业4.0”智能化工厂。在产品端，双星的智能轮胎内置传感器，通过实时监测胎温、胎压等数据提供安全预警，其“胎联网”业务平台已服务超过500家物流企业。

智能化升级方面，三鹰同样进行了前瞻性布局。张承广分享了三鹰在主机制造厂领域开发不同形式的联网系统，接入主服务器端口共享检测数据库，便于留痕、溯源、分析、改进；在软件设计方面，开发了AI智能计算定位系统，帮助客户更好地分析检测数据，提供全面的判断依据和准确的维修方案。其研发的新一代非接触式定位测量技术，可快速完成车轮定位参数的精准采集与分析，将检测效率提升至传统设备的两倍以上，同时大幅降低人为操作误差。这一智能检测体系将传统的“事后维修”升级为“数据驱动诊断”，为商用车维修保养提供了精准化的决策依据。

从生态协同到价值跃升：重构产业竞争新范式

当单一产品的技术壁垒被快速抹平，真正的护城河便在于产业链的协同深度与生态整合能力。而当“价格战”的硝烟逐渐散去，产业竞争正从“拼价格”走向“拼价值”，从“规模增长”走向“价值跃升”。

恒隆集团通过30多年发展，建立了关键零部件的内部产业链，掌握铸件、冲压、粉末冶金等基础件以及无刷电机、控制器、传感器等电子产业的自主配套能力。“关键零部件是我们自己掌控的，掌握了Knowhow和发展方向，包括成本控制。”侯学为说。售后市场方面，恒隆采取“配套+售后双轮驱动”，国内覆盖30个以上省级总代理、上千家终端维修网点，海外依托美国、欧洲、巴西、墨西哥的子公司逐步建立本地化仓储与远程技术支持服务体系。

东风德纳则采取“体系内+体系外”双轮驱动的协同策略。体系内与母公司东风商用车做联合标定与SOP同步；体系外与金龙新能源、犀重汽车战略合作、与徐工传动联合开发高端工程机械用减总，在前瞻客户层面推进接口联合定义。王军强调：“桥厂不能只做‘来图加工’，要从整车需求定义阶段开始介入。”

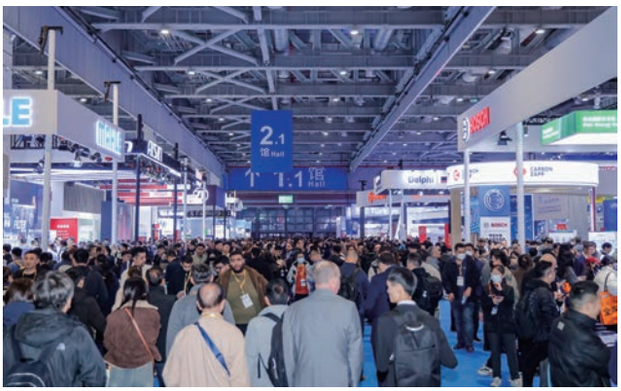
克诺尔同样发挥“链主”效应。张云飞表示，大连新工厂作为亚太旗舰基地，正吸引上下游伙伴聚集，“共同打造具有全球竞争力的核心零部件产业集群”。在售后市场，克诺尔依托数字化赋能，为客户提供智能诊断、预测性维护等全生命周期运营保障。“克诺尔不仅是供应商，更是中国车企走向世界的‘战略合伙人’。”

从生态协同到价值跃升，三家企业路径不同，指向却高度一致。张云飞认为，核心竞争力必须从“单品制造与低价”向“系统级解决方案、极致安全与运营确定性”重塑。侯学为用“护城河”形容核心竞争力：“吃一代、研发一代、再掌握一代，循环去走，永远保持领先优势。”王军则提出“技术研发定上限，系统集成定交付，场景理解定复购”的三段论，将客车领域积累的场景理解能力向卡车领域平移。

出海：从产品输出到能力输出

从“走出去”到“走进去”，从产品输出到能力输出，考验的不仅是产品竞争力，更是本地化运营与供应链协同的复合能

海德科技摄像式双相机定位仪


Automechanika Shanghai现场

力。2026年商用车出口预计达137万辆，出海已成为产业链的共同命题。

恒隆较早布局海外，在北美、南美、北非布局实体企业，并在北美和欧洲建立研发机构。侯学为总结：“心态放好，融入进去，把握好节奏，既要有中国的踏实肯干，又要结合当地文化习俗。”克诺尔依托全球网络为中国车企护航，大连新工厂构建了“研发+制造+测试”完整闭环。东风德纳新能源车桥已落地全球100多个城市，正推进右舵转向、热带高湿等本地化适配。三鹰检测设备出口上百个国家和地区，“本着将心比心的商业原则，不忽悠、不欺骗、不减配”。

从恒隆的四代产品矩阵到克诺尔的系统级解决方案，从东风德纳的“双第一”优势到双星的场景化定制，从三鹰的全供应链模式到各家的全球化布局——中国商用车产业链正在书写从“规模红利”到“技术红利”的转型答卷。“十五五”已开局，这场转型故事才刚刚进入最精彩的章节，而2026 Automechanika Shanghai，正是这个故事的重要注脚。

精彩纷呈：2026 Automechanika Shanghai

立足全球产业格局，2026 Automechanika Shanghai紧扣技术创新、产品迭代、服务升级三条核心主线，以专业展览展示结合高质量会议论坛为核心载体，搭建覆盖汽车行业与新兴支柱产业的综合性行业服务平台。

作为展会重要基石的部件与组件板块2026年预计将吸引超过4200家参展企业，持续扩容商用车领域及其上下游产业链，聚焦重载矿山、干线物流、城市配送、海外专用作业等核心场景。这些来自全球市场的优质供应商将齐聚呈现商用车整车、核心动力、底盘传动、电驱电控、智能运维等全链条技术成果。

本文中的5家受访企业都将在2026 Automechanika Shanghai现场带来前沿产品与技术的丰富展示。

位于2.1号馆的克诺尔将呈现一套“安全硬件+节能产品”的完整生态；位于3号馆的恒隆集团将重磅展示三款商用车转向创新产品：e-RCB纯电动循环球转向器、e-RCB纯电动循环球转向系统、RCB智能电控液压转向系统；位于5.1号馆的东风德纳以“中国桥・驱世界・擎未来”为主题，将全面展出商用车电驱桥全谱系；位于5.2号馆的海德科技将展示其全球首发的AI智能四轮定位仪和非接触式四轮定位仪；位于7.2号馆的双星轮胎将展出商用车“稀土金”系列、新能源重卡轮胎及乘用车“全防爆”安全轮胎。

与此同时，本届展会的超100场同期活动矩阵中，围绕商用车领域的相关主题会议活动也备受业界关注。2026电动物流与商用车国际交流论坛将立足宏观产业趋势，结合落地实践案例，围绕成本管控、合规体系建设、市场发展及出海路径展开深度研讨，为产业链上下游搭建从认知到决策的交流平台。持续升级的“技术・创新・趋势”概念展区，2026年主题为“数智物流世界”，将带领观众第一视角沉浸式体验分拣、配送、多式联运、干线运输与能源补给五大场景，呈现工业机器人、智慧重卡、充换电储能等前沿科技。展会同期规划进行的中国电动物流产业考察活动，主要面向高度关注中国市场的海外客户，带领他们观摩在真实运营状态下的重卡换电与能源服务、快递物流新能源应用、三电技术、能源系统与动力电池、新能源重卡整车与智能驾驶等。多种活动形态有机结合：论坛厘清方向与路径，展区呈现技术应用场景，考察活动用真实运营数据验证。从会议室到工厂车间，从理论探讨到实地验证，让不同需求的参与者都能找到属于自己的答案。A

值得信赖的机器人，始于值得信赖的基础软件

文/董渊文

机器人正加速从实验室走向真实应用场景，但从技术展示走向现实世界中的可靠运行，仍然存在一道关键鸿沟。在QNX大中华区首席代表董渊文看来，随着机器人承担越来越多自主决策和责任，其底层软件将决定行业未来走向：是创造能够赢得公众信任的突破性创新，还是因为失败而阻碍整个行业发展。

过去几年，机器人正加速从实验室走向真实应用场景。WAIC 2026也印证了这一趋势：机器人与具身智能成为大会最受关注的方向之一，共有200余家相关企业参展，展示机器人在制造、服务等领域加速落地的趋势。与此同时，数十台具身智能机器人在场馆内承担导览、导航、接待等任务，展现出机器人从能力展示走向实际应用的新阶段。

但从技术展示走向现实世界中的可靠运行，仍然存在一道关键鸿沟。正如无数的头条新闻和网红视频所揭示的那样，人们期待的“机器人时代”仍远未成为现实。距离机器人管家替人们劳动、无缝接管工作，并带来一个高效且物资充裕的时代，我们还有很长的路要走。

事实上，近来我们看到的更多是一些令人尴尬甚至危险的场景。2026年2月3日，某地一台正在进行动作展示的机器人因预设行进路线未能预判老人突发的避让动作，导致发生碰撞，老人因软组织挫伤送医。6月1日，某游乐园内的一台表演机器人在演出过程中意外踢到一名围观儿童，在网络上引发了关于机器人安全问题的广泛讨论。这类事件并非只发生在公共场所，高度自动化的工厂同样难以规避风险。近期，某车企前员工宣布起诉公司，索赔5100万美元，称公司一台工业机械臂曾在运行过程中将其撞倒，导致其失去意识。

这些案例揭示了一个基本事实：实现技术突破是一回事，在突破过程中不栽跟头则完全是另一回事。某海外主题乐园前不久就上演过这样的一幕：其人形机器人当场摔倒在地，令围观游客大为震惊。但每一条机器人“翻车”的视频背后，都潜藏着一个更深层的问题：随着机器人从封闭可控的实验室走入街道、办公场所等日常生活场景，其对人身安全和财产安全带来的风险正在放大。

承认与否，所有人都已经在无意间成为了一场大规模现实实验的受试者。这场实验的前提假设是，阿西莫夫机器人三定律（科幻界经典机器人安全准则）能够适用于现实世界，并且我们相信这些机器人不会伤害人类。但或许是受太多科幻片中机器人反叛人类情节的影响，要真正信任这些系统，恐怕并非易事。

从受控的实验室到复杂的现实世界

机器人的工作范围早已不再局限于可预测的运行环境，或设有围挡的工厂车间。如今，它们需要面对儿童、宠物，并且适应各类天气和交通路况，最关键的是，它们还要应对人类行为本身所带来的不确定性与复杂性。与此同时，机器人的任务也从执行单一功能，到需要在多个任务之间灵活切换。然而，任何网红视频都无法解答一个核心问题：当环境变化时，我们能否确信这些系统依然会安全且可预测地运行？

这场现实实验的风险与规模都在不断攀升。ABI Research预测，到2030年，全球机器人市场规模将从当前的约500亿美元增长至1110亿美元，届时全球部署的机器人总量将接近1300万台。与此同时，高盛（Goldman Sachs）预测，仅人形机器人的赛道，到2035年市场规模便可达到380亿美元。美国银行研究院（Bank of America Institute）则进一步预测，到2060年，全球日常应用中的人形机器人数量可能达到30亿台。

未来正以极快的速度被构建。但如果只追求速度，而缺乏稳定性作为支撑，注定会失败。

被忽视的行业瓶颈

要厘清限制机器人实现安全、规模化发展的关键因素，我们需要倾听真正参与机器人研发的一线开发者的心声。QNX委托第三方咨询机构开展的一项针对全球多个国家1000名机器人开发者的调查，揭示了其对于安全问题的看法、系统愿景与实际能力之间的差距，以及他们对行业未来发展的判断。

调查显示，硬件首次不再是限制机器人发展的主要因素，软

件成为新的瓶颈。近三成（27%）开发者表示，软件架构与系统集成已成为当前面临的最大性能瓶颈。

这一结果标志着一个关键的转变。过去，当人们谈论机器人创新时，关注重点通常集中于硬件能力——机器人是否比上一代产品更快、更强、更灵活。但如今，单纯依靠硬件性能已经无法定义机器人技术发展的边界。

随着机器人愈发频繁地与人类协同工作，比如在工厂中执行任务、穿梭于人流密集的街道、辅助医疗工作，甚至在公共场所中与消费者互动，决定产品差异化优势的核心要素，已不再只是更强大的电机或更灵敏的传感器，而是一套能够在复杂、高压环境下提供安全性、可靠性、稳定性和可预测性以及故障隔离能力的软件基础架构。越来越多的开发者意识到：再先进的机械设计，都无法弥补关键时刻软件运行不可靠所带来的安全隐患。

WAIC上的讨论也反映了这一趋势：安全不应只是AI系统部署之后增加的保护措施，而需要从系统设计和架构阶段被纳入考量。对于机器人而言，这意味着安全、可靠性和可验证性必须成为软件基础架构的一部分，而非事后补充的功能。

理想与现实之间的落差

调研结果还揭示了一个明显矛盾，在软件架构上，开发者心中的理想标准与实际部署情况存在差距。

几乎所有受访者（95%）都认为，确定性实时行为对其构建的系统至关重要。然而，几乎同样比例（91%）的开发者仍在使用通用操作系统运行安全关键任务。而这类系统在设计之初并未针对严格实时性能保障或高可靠性安全需求进行优化。

当物理AI成为机器人的发展方向后，这种不确定性进一步增加。89%的受访者表示，未来三至五年，拥有感知、推理、自主行动能力的AI机器人对其企业的机器人技术战略至关重要；而仅有不到三分之一（29%）的受访者表示，他们对其能够在安全关键场景下持续做出安全、可预测的决策表示“非常有信心”。换句话说，整个行业正在加速迈向更高等级的自主化，但对支撑这一发展的基础架构是否足够稳固普遍缺乏信心。

监管压力加剧了行业挑战

除了技术层面的瓶颈，监管层面的压力也在加剧挑战。三分之二（66%）的开发者表示，曾因需要获取特定行业的认证而直接导致项目延期；其中网络安全标准（ISO/SAE 21434）、功能安全标准（ISO 10218）是最具挑战的合规领域，选择这两项的受访者占比分别为51%、49%。与此同时，在机器人尚未完全成熟就被推向真实环境的压力，也进一步增加了行业担忧。绝大多数受访者（84%）对交付期限或预算压力可能导致机器人开发者在安全性等关键环节做出妥协表示“同意”或“强烈同意”。

这份担忧绝非没有依据。它意味着，在系统尚未真正成熟之前，风险就已被带入公共环境。日后，当你走在路上遇到一台看似轻巧无害的配送机器人时，不妨记住这一点。

谁该为此负责？

令人欣慰的是，谈及机器人故障的责任归属时，开发者并没有推卸责任。约三分之一（32%）的受访者认为，机器人故障责任应由制造商承担，其次是软件供应商（22%）、系统集成商（20%）、终端用户（13%）以及监管机构（10%）。

但这份责任担当背后，也伴随着从业者的焦虑。69%的开发者表示，他们对于机器人故障或失灵可能带来的潜在法律责任感到“比较”或“非常”担忧。

如今，机器人研发团队正在打造更加智能化、更加自主化的系统，但与此同时，他们也正面对一个现实约束：许多现有软件架构并不是为如此复杂和不可预测的应用场景设计的。系统集成复杂性、认证难题，以及确保关键时刻行为可预测性的挑战，最终都指向同一个根本性问题：软件基础设施的发展速度，尚未跟上机器人技术发展的步伐。

信任无法预设，只能构建

面对这些调研结果，人们或许会开玩笑说，每次走在路上都想把自己武装起来，以避免任何机器人相关的事故；或者对在火锅店里那台向人们打招呼的人形机器人投去怀疑的目光。话虽如此，恐惧并不能解决问题，盲目乐观也同样不可取。事实上，当下机器人行业面临的挑战并非无法解决。

打造可信赖机器人，绝非依靠炫目的演示或者更大规模的语言模型就能实现。它需要建立在从底层设计之初就将安全性、可靠性和确定性作为核心原则的软件架构之上，并能够在复杂的现实场景中稳定运行。

随着机器人承担越来越多自主决策和责任，其底层软件将决定行业未来走向：是创造能够赢得公众信任的突破性创新，还是因为失败而阻碍整个行业发展。前进的道路没有选择。倘若我们期待机器人能稳定可靠地帮我们完成家务、送餐，或是与人类安全地协作，首要之事，就是建立可信赖的软件基础，QNX通过TUV莱茵ISO 26262 ASIL D最高等级功能安全认证，以及通过ISO/SAE 21434网络信息安全认证的基础软件套件将是承载机器人底层平台的关键组成部分。A

当前汽车市场形势研判与企业应对策略

文/安庆衡

近期，车百会研究院召开“汽车市场形势分析与消费机遇前瞻”高端研讨会。会议围绕当前宏观经济走势、市场形势研判、消费趋势变化与高质量发展路径等议题展开深入研讨。以下内容为中国汽车工业咨询委员会主任安庆衡在研讨会上的发言。

当前汽车市场形势研判与企业应对策略

当前行业的现实压力与底层潜力

国内市场进入深度存量竞争，企业经营压力持续。全局社会消费品零售总额增长疲软，消费意愿下降，包括新车在内的消费信心偏弱，观望情绪浓厚。“价格战”并未完全停止，终端“以价换量”效果递减。渠道库存压力大，终端整体销量特别是乘用车国内销量明显下降。中汽协、乘联会、流通协会三个渠道信息基本一致。根据中汽协数据，2026年6月乘用车下降26.4%，超过四分之一；上半年国内乘用车总销量（含新能源）下降24.3%。行业毛利微薄，整车企业经营压力持续传导。

行业整体盈利处于低位区间。内卷叠加成本波动，车企普遍面临“量利两难”，要量就得降价，要利润提价则量上不去。单纯拼规模、拼低价的粗放式增长模式已经难以持续。全行业目前尚未找到公认可扭转盈利下降的有效办法，现实是利润还在下降。

产品同质化竞争加剧行业洗牌。不到半年时间，全国已上市544款新车，车型迭代太快、配置趋同，中小品牌生存空间被持续压缩，行业洗牌自然加速。

压力背后，产业发展的长期韧性和结构性潜力依然充足。一是出口成为稳定增长第二曲线。中国汽车需从产品出海迈向品牌出海、生态出海的新阶段。新兴市场需求逐步高于成熟市场，推动全球汽车需求总体增长。整车企业加速全球化发展，将海外市场作为企业持续发展的重要增量是当前正确的选择。中国新能源汽车在国外口碑正在快速提升，比亚迪、奇瑞、上汽、吉利等企业表现突出，出口形势良好，成为汽车保持增长的强力支持。

二是结构性增量出现新赛道。高端智能电动车持续升级，县域下沉市场需求稳定，房车文旅、汽车租赁等场景化消费开始崛起，成为潜在动能。

三是市场增长逻辑彻底切换。新车增长从首购驱动转向置换升级、存量盘活为主，二手车流通、后市场服务、以旧换新可望成为未来几年最重要的增量来源。

四是全产业链技术优势稳固。三电技术、智能座舱、自动驾驶持续迭代，中国汽车创新技术优势继续加强，智能化、电动化的长期转型趋势不会改变。处理好应对压力和加速创新成为推动发展的重要任务。

成本供需格局下的定价逻辑与利润走势

行业利润和终端定价正在进入新阶段、新平衡。上游锂价、车规芯片、大宗材料成本上升，波动反复，整车制造成本压力始终存在。在此背景下，行业价格战已经接近底线，难以持续。

短期看，降价空间收窄，行业从“恶性价格内卷”转向“结构性调价、权益收缩”。过往只要宣布大幅降价，销量随即上来的效应已不复存在，降价边际刺激效果基本趋于零。企业不会再盲目大幅降价，更多通过减少终端优惠、精简权益、分级配置调整价格，市场进入稳价修复阶段。

中长期看，行业利润将逐步筑底修复。利润改善主要依靠两条路径：一是企业向内降本，通过平台化、模块化、核心技术自研，降低供应链外部依赖；二是产品结构向上，减少低端走量车型，主推高附加值智能电动产品，依靠结构升级提升整体毛利。

成本变化传导到终端，消费分层趋势固化。低价车型稳价格、缩权益，高端车型稳体验、保溢价。消费者从单纯“比低

价”转向看技术、看体验、看保值、看长期用车成本。终端门店的盈利重心也从卖车硬件逐步转向增加服务、置换、维保等后端增值业务。提高经营利润已成为全行业持续发展的严峻挑战。

2026年、2027年销量规模与油电结构变化

2026年国内新车销量预计同比下降10%左右。1—6月国内销量已同比下滑24.3%，目前没有可预期的突变因素可扭转销量快速下滑的趋势。基于全行业下半年的攻关，年底情况预计稍有好转，但仍可能下降10%左右，甚至更多。

整车出口成为对冲内需下滑的核心支撑。按照当前出口趋势，全年整车出口量预计达到900万辆以上。上半年出口增长超过65%，6月当月出口量超过100万辆。但在恶劣的外部环境下，保持出口快速增长挑战很大，不应过于乐观。

全年整体销量预计约3300万辆，同比下降4%左右。在出口增长的支撑下，大盘整体上会度过难关，呈现前低后高并稳住阵脚。随着下半年政策落地、置换需求释放、传统消费旺季到来，市场会有所回暖，大幅失速的状况不会出现。预计全年整体销量（全口径含出口）规模约3300万辆，比2025年3434.6万辆的规模下降4%左右。

2027年行业进入稳态存量周期。国内新车总量趋于平稳，增长完全依靠置换更新和海外出口双轮驱动，不再依赖高速增量。行业竞争将从“规模扩张”全面转向“存量提质、结构优化、利润优先”的高质量发展阶段。

新能源渗透率持续走高，2026年预计突破70%。纯电牢牢占据城市通勤主流，混动、增程凭借无焦虑优势全面覆盖家用全域场景。燃油车份额持续收缩，家用燃油车的替代趋势不可逆，但收缩不代表完全退出，市场仍将保有部分份额。

决定未来两年车市走向的四个关键变量：一是居民消费信心与收入预期；二是锂资源、车规芯片的成本波动；三是全国促消费、以旧换新、二手车改革政策落地力度；四是行业调整出清速度与市场竞争秩序的改善。这四个变量向好，未来两年车市还会有新的变化。

企业破局思路

放弃全线内卷，坚持差异化定位。或者做高端智能品牌溢价，或者做下沉市场精品车型，或者深耕文旅、营运、改装等垂直赛道，应找准自身生态位，忌追求全方位面面俱到。

自研降本与供应链稳定。一方面尽量做到核心技术自主可控，一方面要科学布局研发投入规模和节奏。当前大规模、快节奏投入研发，开发大量新车而市场整体销量在下降，投入产出严重不匹配。企业需要研究研发投入的合理规模与节奏，平滑成本波动，把成本控制做成核心竞争力。

中国汽车工业咨询委员会主任 安庆衡

决定未来两年车市走向的四个关键变量：一是居民消费信心与收入预期；二是锂资源、车规芯片的成本波动；三是全国促消费、以旧换新、二手车改革政策落地力度；四是行业调整出清速度与市场竞争秩序的改善。

商业模式向后市场迁移。以整车销售为入口，依靠OTA服务、维保、二手车、车队运营赚取持续收益，摆脱单一新车毛利依赖。

国内海外双市场对冲风险。国内深耕存量置换，海外稳步本地化布局，用全球化增量对冲国内存量压力。

优先保现金流、保质量、稳健经营。不盲目追销量和排名，合理控制产能与库存，在行业洗牌期稳健穿越周期。

行业正在告别野蛮增长期，进入质量优先、利润优先、创新优先的高质量发展新阶段。只要稳住节奏、深耕创新、把握结构性机遇，坚定发力与调整，中国汽车产业依然前景广阔。A

价值创造范式转变及其对汽车行业的影响研究

文/吴海平

随着数字技术、自动驾驶技术不断落地，产品价值创造模式正在发生深刻变革。本文以David Bovet价值网理论为基础，剖析产品价值创造范式从企业单边创造价值，逐步演进为人与人协同共创，最终迈向人类—无人驾驶AI协同共创的全过程。基于此，本文提出在无人驾驶依然来临的时代背景下，车企要搭建车主UGC共创生态，为传统车企向出行服务商转型提供理论参考。

价值网迭代视角下产品价值创造范式演变

David Bovet（2000年）最早提出企业的价值网运营模式，价值网由三大子网组成：供应合作网、顾客资源网和企业内部网。三大子网通过实时系统联结而成，不仅减少供应商与企业的信息不对称，同时可以实现对顾客需求的快速反应。价值网的核心思想是建立共享平台，通过数字化链接将不同的价值链环节按照优化的流程网络化整合，将企业、供应商和客户连接成为以客户为中心，在系统合作与协同整合基础上的价值创造网络。

价值创造的逻辑并非一成不变，伴随数字平台技术迭代，学界将其划分为工业线性范式、企业-开发者平台共创范式、普通用户UGC互创范式三个递进阶段，不同范式在价值主体、价值逻辑与实践形态上存在显著差异，如表1所示。

范式的第一次突破由苹果引领的APP-Store创新实现，由此开创企业单边创造到生态共建的时代。2007年，随着苹果手机将音乐、地图、运动软件服务商推向终端前台，软件供应商由原来的后端隐秘位置走向前台，和苹果一起为客户提供服务。该阶段实现了价值创造范式的初步突破：一是价值主体从单一企业拓展为“平台+海量商业合作方”，打破企业生产垄断；二是产品价值不再由硬件参数单一决定，生态丰富度、场景体验、持续迭代能力由软件应用决定并成为核心价值构成。

范式升华在10年后开始出现，用户内容创造UGC催生了生态共建到消费者C2C互创。随着小红书、抖音兴起，用户主动产出UGC内容，用户之间开始真正实现价值互通。UGC模式的普及完成了价值创造范式的根本性、彻底性升级，将价值生产主体从专业商业机构下沉至全体普通消费者，构建起真正意义上的用户价值共创网络。这些由消费者原生生产的价值内容，会沉淀为平台公共资源，无差别服务于后续所有消费者，形成“前人生产、后人受益、全员循环、持续增值”的C2C价值闭环。

表1 不同范式阶段的差异

范式阶段	代表模式	价值创造主体	价值逻辑	核心文献依据
工业线性范式	封闭式价值链生产	企业、供应链；消费者仅被动消费	企业内部完成价值生产，单向交付给用户	Vargo & Lusch（2004年），普拉哈拉德（2004年）
平台生态共创范式（企业-开发者共创）	多边平台生态	企业+外部开发者/合作伙伴；普通用户只消费不生产	平台提供基础设施，B端开发者参与价值拓展	Bovet价值网理论，曹仰锋（2020年）
UGC用户互创范式（服务生态系统）	Web2.0 UGC社群	企业平台+普通终端消费者；消费者既是使用者也是生产者	平台赋能工具，C端用户产出内容、经验、场景，其它消费者消费该价值	简兆权等（2016年），Ho et al.（2020年）

至此，全新的价值创造范式彻底颠覆了工业时代“生产归企业、消费归用户”的二元割裂格局，确立了消费者可以独立于企业、自主为其他消费者创造价值的核心逻辑，为汽车行业的价值重构提供了核心理论依据。

C2C用户共创范式下汽车行业的价值重构探讨

传统汽车价值体系中，企业给消费者创造的价值始终围绕驾驶功能来实现。消费者无法参与价值创造。而UGC范式的核心内核是价值去中心化生产，其核心变革在于构建车主与乘客之间的C2C价值互助生态。从已有实证数据可见，UGC范式存在两条价值流向：一条是用户产出反馈回流企业，服务于产品迭代；另一条则是消费者到消费者的直接价值传递，这也是价值创造范式第三阶段最核心的特征。部分消费者生产的出行经验、场景方案、使用技巧，无需经过企业筛选、加工、版本更新，就能够被其他消费者直接采纳，改善后者的用车体验，降低试错成本，实现用户群体内部的价值循环。

表2 车企通过UGC捕捉消费者关注的产品价值点

研究/数据源	样本规模	核心实证结论
汽车之家UGC用户评论研究（2025年）	47 724条用户评测，9735位真实车主	UGC内容覆盖外观、座舱、驾乘、配置；大量产品改进线索直接来自普通车主评论
蔚来APP社区运营统计（2022年）	月均UGC产出>50 000条车主内容	车主输出用车经验、改装、出行方案；ES7座椅优化采纳1200位车主提案
UGC用于新产品开发实证Ho(2020年)	电商平台50万+用户评论数据集	用户生成信息可直接作用于产品研发，用户通过UGC塑造下一代产品定义

表3 GUC如何实现消费者互创价值

研究/数据源	样本规模	核心实证结论
车主社区出行内容效用研究（2024年）	12 619份车主问卷，覆盖国内4个主流汽车社区	71.3%受访者会参考其他车主分享的驻车点位、长途出行路线、用车小技巧；62.4%用户表示他人UGC直接提升自身用车体验，并未经过车企改造再输出
新能源汽车社区用户体验研究（2025年）	31 427条社区交互文本，2132份用户访谈	用户分享充电避坑技巧、车内收纳方案、座舱个性化设置；多数内容由用户自发产出，企业未参与编辑，其他车主直接照搬使用
汽车UGC信息获取行为回归研究（2024年）	2386位潜在及现有车主样本	相较于车企官方宣传物料，同圈层车主 UGC能够降低消费者认知成本、减少试错成本，提升用车过程中的主观满意度
Ho et al.（2020年）用户生成内容效用调研	50万+用户行为观测样本	UGC兼具双重效应：既可供企业用于产品改进，同时更大规模的价值流动发生在用户群体内部，用户之间完成场景、经验、情绪价值交换

由此汽车行业逐步形成全新的生态格局，产业核心竞争力不再仅取决于车企传统的开发制造能力，而是取决于如何利用UGC捕捉消费者的最大价值关注点，其次是如何放大用户互创价值的能力，实现了产业价值重心从企业端向用户端的根本性转移。表2反应了企业通过UGC捕捉产品价值锚点，表3反应了消费者如何互创价值。

当前汽车领域该类创造大多发生在停车状态、线上社区，并未嵌入车辆行驶过程；传统驾驶约束下，行驶中用户注意力被驾驶任务占用，很难在车载场景完成价值生产。

无人驾驶赋能：突破传统局限，全面释放C2C价值创造新范式

在无人驾驶场景下，人类彻底剥离驾驶劳动，用户注意力、双手、双眼得到完全释放，车内从高强度操作空间转变为自由休闲、创作、社交、办公的多元场景。同时，无人化架构支持车企搭载一系列仅无人驾驶场景具备价值、有人驾驶完全无意义的专属共创功能，让汽车从单纯的出行工具，升级为专业化、体系化的C2C价值生产与流转载体，彻底解决传统模式下用户共创门槛高、无工具、无场景、无闭环的痛点，让消费者互创从零星偶然行为，变为常态化、规模化、自生长的核心价值创造模式。

第一，车载沉浸式UGC内容共创功能。无人驾驶状态下，全车影音、全景拍摄、环境感知设备可自由调用，系统可自动完成行车防抖、光影适配、画面稳定，支持用户零成本录制出行测评、路况实测视频、城市出行攻略与座舱体验内容。让每一次出行都可生产高质量公共内容，为后续消费者提供真实的出行参考。

第二，用户自定义场景模板云端共享功能。无人驾驶座舱支持全维度参数开放，用户可自由搭配座椅姿态、灯光氛围、空调模式、影音系统、隐私遮蔽等配置，自主打造办公、休憩、亲子、观影、冥想等个性化座舱场景，并可将优质场景模板上传至公共生态库，供全体用户一键复用、二次优化。

第三，动态出行资源用户共建功能。依托无人车高精度定位与全域感知能力，车载系统开放轻量化用户标记端口，用户可实时标记拥堵点位、临时施工路段、隐蔽停车位、优质充电桩、小众出行打卡点等动态出行资源，数据实时同步公共出行地图，动态优化全体用户的出行路线与出行体验。该功能实现消费者实时共建、实时更新、实时受益，形成自生长的民间出行资源池。

第四，车内轻量化C2C互助社交功能。基于无人车稳定的出行场景与真实位置信息，搭建车载同城互助生态，支持用户发布顺路帮带、物品传递、长途结伴、出行答疑、资源共享等轻量化互助信息。依托真实出行场景完成用户之间的资源互通与价值互助，赋予汽车社交服务价值。

范式变革下，非Robotaxi乘用车的产品定义重构

第一，共创型硬件功能定义。轻量化驾驶硬件、前置共创型座舱硬件。释放座舱空间，重点布局全景拍摄、全域氛围可调、分布式影音、全域触控交互等共创型硬件。研发目标不再是提升驾驶性能，而是降低用户内容生产、场景创作的门槛，让座舱成为用户价值生产的专属空间。

第二，开源式座舱场景平台建设。打破车企封闭式OTA迭代逻辑，开放座舱参数编辑、模式组合、场景自定义权限，支持用户自由搭配功能、生成专属场景模板并上传共享。车企从功能垄断者转变为底层底座提供者，由用户群体自主丰富车辆场景生态，实现产品体验的用户侧自迭代。

第三，轻量化用户出行资源共建端口开发。弱化车企对高精度地图静态数据的依赖，搭建用户实时标记、动态更新、共享复用的出行资源体系，让车辆成为民间出行资源的共建载体，依托用户真实出行数据完善动态出行服务体系。A

利好频出，8月汽车消费政策盘点

文/CADA产业协调发展分会

2026年8月，汽车消费政策延续“中央搭台、地方唱戏”的方针，实现系统性升级。在中央与地方政策的合力推动下，汽车消费正从新车驱动向新车与二手车双轮驱动、城乡市场协同拓展的格局演进。

2026年8月，汽车消费政策延续“中央搭台、地方唱戏”的方针，实现系统性升级。

国家层面，财政部优化财政金融协同促内需政策，将信用卡分期购车纳入贴息范围，个人消费贷款贴息上限由3000元提高至5000元；商务部等9部门发布《关于进一步激发下沉市场活力 活跃县域消费的意见》，明确支持新能源汽车下乡、扩大农村充电设施覆盖。

地方层面创新举措持续加码，多地从扩大补贴范围（首度将二手车纳入）、优化申领流程、加大以旧换新力度等维度精准施策，购车补贴覆盖新车、二手车及摩托车等多元品类，形成差异化促消费矩阵。

在中央与地方政策的合力下，汽车消费正从新车驱动向新车与二手车双轮驱动、城乡市场协同拓展的格局演进。

▶ 国家层面

商务部等9部门：大力支持新能源汽车等下乡

商务部等9部门发布《关于进一步激发下沉市场活力 活跃县域消费的意见》，其中提出，扩大优质优价商品供应；大力支持新能源汽车、绿色智能产品、绿色建材等下乡，扩大农村充电设施覆盖范围。

▶ 地方层面

辽宁朝阳开启第二批汽车消费补贴

辽宁朝阳市于2026年8月31日开启第二批汽车消费补贴活动，购车时间为8月31日—9月15日，个人消费者在当地活动商户购买乘用车新车（不含农用车、货车）并在朝阳上牌可参与，补贴先到先得、额度发完即止，采取先购后补审核拨付模式。

福建南平市新一轮新车购置补贴活动启动

在8月28日—11月30日购车，补贴总资金125万元，先报先得、额满即止。补贴面向在南平开具购车发票、购置非营运全新乘用车（不限上牌地）的个人消费者，新能源乘用车按车价2%补贴，单车最高5000元，燃油乘用车按车价1.5%补贴，单车最高4000元。

上海开展汽车流通消费改革试点

上海市人民政府印发《上海市加快国际贸易中心建设“十五五”规划》，其中提到，延伸汽车消费链条；开展汽车流通消费改革试点，扩大新车消费，便利二手车流通交易，培育传统经典车、汽车赛事等新场景，扩大消费。

贵州纳雍启动汽车促消费活动单车最高补贴5000元

贵州纳雍县商务局推出“秋韵车享·乐购纳雍”汽车促消费活动，补贴总资金50万元，活动周期为2026年8月25日—9月30日，实行先申领先得，额度耗尽将提前关闭申报通道。本次县级补贴可叠加国家、省、市级相关购车补贴，面向在当地指定车企购置7座及以下家用新车（燃油、新能源均可）并办理以旧换新的个人消费者。

潍坊发布2026汽车以旧换新指引

潍坊市推出2026年汽车以旧换新政策，分为报废更新、置换更新两类，面向个人消费者，要求旧车需在2025年1月8日前登记在申请人本人名下，旧车处置人与新车购车人须为同一自然人。报废补贴方面，报废对应年限的旧车后，选购新能源乘用车按新车价格12%补贴，最高2万元；选购2.0 L及以下排量燃油乘用车按10%补贴，最高1.5万元，其中报废新能源旧车再买燃油新车不享受补贴。置换补贴为售卖转让名下旧车，选购新能源乘用车按新车价8%补贴，最高1.5万元；选购2.0 L及以下燃油乘用车按6%补

贴，最高1.3万元。

杭州钱塘区新一轮购车补贴开启

8月20日，杭州市钱塘区新一轮购车补贴正式推出，补贴资金总额1000万元，实行先到先得、额度用完即止，活动执行周期为2026年8月18日—9月30日。补贴面向在指定合作汽车经销商处购置7座（含）以下乘用车（包含新车、二手车）的个人消费者，购车机动车销售发票开具时间需落在活动周期内，上牌地点不受限制。

信阳平桥区汽车消费券启动

8月20日，河南信阳市平桥区“惠购新车·乐享生活”汽车专项消费补贴正式开启，补贴总规模100万元，活动时间为2026年8月20日—9月15日24时，购车发票需在此时间段开具，额度用尽活动将提前结束。

上海静安启动第二轮汽车促消费补贴申报

8月13日，为拉动汽车消费市场，上海静安区推出2026年第二轮汽车促消费专项补贴，本次补贴总资金规模达5000万元，实行先到先得规则，符合条件的个人购车者可线上申领最高1万元购车补贴。

补贴按购车发票含税价分四档阶梯发放：10万（含）至15万元（不含）补贴2000元；15万（含）至30万元（不含）补贴3000元；30万（含）至40万元（不含）补贴4000元；40万元（含）以上车型补贴10 000元。

东莞追加5000万元购车补贴

东莞市商务局发布公告，为了持续释放汽车消费潜力，当地第二轮“广东优品购”暨“乐购东莞”汽车促消费活动于8月13日新增5000万元补贴额度，活动整体周期覆盖2026年5月1日—12月31日开具购车发票的新车，4月30日及此前发票不予受理补贴申请。本次补贴按新车发票含税价分三档发放，6万元（含）至8万元（不含）车型每辆补贴2000元，8万元（含）至15万元（不含）补贴4000元，15万元（含）以上车型最高补贴5000元，车辆成交价以各类优惠抵扣后的最终开票金额为准。

合肥庐阳区投放300万元购车补贴

合肥庐阳区启动新一轮汽车消费补贴活动，本次补贴总预算300万元。补贴根据购车发票金额分三档执行：5万元（含）至10万元（不含）车型，新能源汽车补贴3000元、燃油车补贴2000元；10万元（含）至20万元（不含）车型，新能源汽车补贴5000元、燃油车补贴4000元；20万元（含）以上车型，新能源汽车补贴7000元、燃油车补贴6000元。该补贴不可与合肥市汽车消费券、国家汽车以旧换新、报废及置换补贴叠加享受，审核通过后预计4~6个月发放补贴资金。

成都两区汽车消费补贴上新

8月10日，成都两大区域推出汽车购车补贴活动，四川天府新区2026年第五轮汽车消费奖励于当天正式开启申领，锦江区第六轮“乐购锦城擎动未来”汽车消费补贴申领端口则于9月2日10点开放，两区补贴均采用消费者先购车、政府后补贴的形式，面向在辖区合作汽车销售企业购置家用燃油或新能源乘用新车的个人消费者，不限车辆上牌区域，补贴统一以云闪付红包发放，天府新区活动总预算不超过400万元，锦江区补贴总预算1200万元，两区补贴档位标准相同，按照机动车销售统一发票价税合计金额分为2000元、4000元、6000元、8000元、10 000元五档，支持符合高价位标准的车主降档申请，但严禁超档次申报，补贴额度有限均为先到先得、发完即止。

济南启动5000万元汽车购新补贴申报

济南市商务局发布消息，2026年“马力全开·泉城购”汽车购新补贴活动将正式启动申报。本次活动安排补贴资金5000万元，面向在济南参与活动的汽车销售企业购买非营运乘用车新车的个人和单位，不限户籍及上牌地区，资金用完即止。补贴标准依据购车发票金额（不含税价）分为五档。该补贴适用于2026年7月15日（含）之后开具《机动车销售统一发票》的新购车辆，且不可与2026年济南市汽车以旧换新（含报废更新和置换更新）补贴政策叠加享受，每辆新车仅可享受一次补贴。A

2026年AAG圆满闭幕，规模创历届新高 链动汽车后市场新机遇

文/编辑部

第十一届广州国际汽车零部件及改装用品售后市场展览会（AAG）已于2026年8月21日在保利世贸博览馆（广州）圆满收官。展会始终关注汽车后市场领域的双向商贸流通，助力国内品牌拓展海外市场，同时为国际企业对接国内采购商提供高效平台。本届展会规模及观众数量均创历届新高，展览面积扩容至85 000 m^2，七个展馆内迎来1818家海内外参展企业，全方位呈现行业发展成果；三天展期内先后举办了36场紧扣行业热点的同期活动；共吸引了来自93个国家及地区的54219名专业观众。AAG立足粤港澳大湾区，正成为连接中国制造与东南亚乃至全球汽车后市场的重要贸易节点，持续赋能华南汽车后市场的高质量发展与迭代升级。

2026年AAG主要数据：

- 来自93个国家和地区的54219名专业观众前来参观（人数较上届增长7.5%）
- 境外观众来源前十位国家和地区（降序排列）：俄罗斯、缅甸、泰国、也门、巴基斯坦、马来西亚、沙特阿拉伯、伊朗、乌兹别克斯坦、埃及
- 1818家参展企业
- 48个海内外专业买家团
- 整体展示面积达85 000 m^2（增长6.3%）
- 36场同期活动

2026年AAG搭建了一站式汽车后市场交流平台，参展企业阵容再创新高，在展会现场集中展示了多元化的创新产品与解决方案，获得观众广泛好评；这充分彰显了业界对汽车后市场发展的信心及增长动力。其中，部件及组件板块集结了行业标杆品牌与新兴市场力量，集中呈现了诸如悬架系统、制动系统、发动机总成、混动能源等突破性成果，体现了国内汽车零部件企业在制造工艺以及全球多车型配套领域的技术升级与产业实力；改装用品及驾驶服务板块重点展示了越野改装与露营装备、性能与内外饰改装、隔热防护膜、新能源专属养护产品等，精准呼应了华南市场对个性化升级、户外出行以及车辆养护的多元需求；再制造板块聚焦可持续发展议题，通过展出发动机、变速器、电控单元、起动机等再制造的先进技术与设备，直观呈现绿色再制造模式在产业低碳转型中的核心价值。

此外，展会期间举办了36场涵盖研讨会、实车互动、对接会等形式丰富的同期活动，汇聚了来自行业领军企业及知名学术机构的专家学者，围绕产业发展前沿议题分享真知灼见。活动内容兼具理论深度与实操指导价值，为企业拓展业务、捕捉新兴市场机遇提供有力支撑。与此同时，焕新升级的UTS改装沙龙在现场打造了沉浸式互动体验，吸引众多业内人士、改装爱好者及专业赛车手齐聚一堂，让大湾区独具魅力的汽车文化触达更广泛受众群体。

本届展会迎来了48个专业买家团到场参观，采购需求涵盖汽车零部件、改装用品等领域热门品类，不仅彰显了AAG链接国内外市场的双向纽带作用，同时也折射出粤港澳大湾区强劲的产业活力。

2026年AAG继续深化与主流媒体的战略合作，展会首日同步开启多平台现场直播，通过镜头带领线上观众“云逛展”，实时呈现展台新品与论坛精彩内容，线上线下联动，进一步扩大展会的行业触达面与影响力。A

汽车软件开源生态构建过程中的知识产权保护困境与出路

文/胡爱玲（吉利学院）

“软件定义汽车”已成为产业共识，开源模式是车用操作系统、智能驾驶等领域构建自主生态的核心路径。但开源知识产权规则与汽车产业强监管、长链条、高安全的特性存在深层矛盾，许可协议边界模糊、专利规则与标准体系冲突、产业链风险传导不畅、企业合规能力不足等问题，制约着汽车开源生态的健康发展。本文梳理汽车软件开源生态的发展现状与治理特殊性，结合国内外司法与产业经验，从制度、行业、企业、司法四个维度提出优化思路，为国内汽车开源生态知识产权保护体系构建提供参考。

汽车产业的竞争重心正快速向软件端迁移，车用操作系统、智能驾驶算法与座舱应用生态逐渐取代硬件参数成为核心竞争力。车载软件复杂度指数级上升、研发投入高企、生态碎片化严重，这些行业共性难题让开放协作、代码共享、快速迭代的开源模式成为全球车企破局的共同选择。开源共建正从技术探索逐步走向量产落地。

不少企业对开源存在认知误区，将其等同于免费无约束使用。但从法律本质看，开源是基于知识产权许可的代码授权机制，有明确的权利边界与义务要求。近年全球开源知识产权纠纷增多，GPL协议传染性争议、非专利实施主体（NPE）发起的专利诉讼早已从互联网领域蔓延到汽车产业。国内汽车开源生态尚处起步阶段，行业层面缺少统一合规标准与风险防御机制，企业稍有不慎便可能陷入侵权纠纷甚至引发供应链风险。厘清汽车软件开源背后的知识产权困境，搭建适配汽车产业特性的保护体系，对智能网联汽车走自主可控路线具有现实意义。

汽车软件开源生态的发展态势与治理特殊性

产业演进与生态格局

开源在汽车领域的应用经历了从边缘辅助工具到核心技术底座的演进，目前已渗透至车控、智驾、座舱、云服务全核心领域，成为车用基础软件的主流构建模式。Linux基金会主导的AGL项目聚集丰田、大众、通用等头部车企，是智能座舱领域影响力最大的开源方案；红帽推出经功能安全认证的车载Linux系统，与通用汽车Ultifi平台深度绑定。国内布局节奏同样加快：2023年中国汽车工业协会发起车用操作系统开源共建计划，普华“小满”安全车控系统全面开源，适配180余款主流芯片，装车量超1700万套，覆盖多域控制器，是国内首个规模化量产级开源车控系统。据行业协会披露，截至2025年国内已有超420家企业、175所高校加入车用开源社区，芯片适配、测试认证、人才培育的生态框架初步成型。

技术层面，开源覆盖汽车各功能域：车身域依托开源降低底层开发成本；智能驾驶域基于OpenCV、ROS 2搭建感知与中间件体系；智能座舱域以Android、AGL等开源系统为底座构建应用生态。整体看，汽车软件开源已从单点技术复用转向全栈生态共建，知识产权规则的适配性直接决定生态发展的可持续性。

知识产权治理的行业特性

与普通软件相比，汽车产业的强监管属性与复杂产业链让开源知识产权治理呈现三个鲜明特性。

（1）功能安全合规与开源义务的矛盾

车载软件需满足ISO 26262功能安全标准、ASPICE流程认证等严苛车规要求，对代码完整性、可追溯性要求远高于消费级软件；而开源协议默认的代码公开、自由修改规则，与功能安全的封闭验证、严格变更管控存在张力。

（2）长链条供应链改变风险传导逻辑

汽车软件供应链涵盖芯片厂商、基础软件商、一级供应商、整车企业等多层主体，开源组件可在任意环节引入并向下传导。整车企业作为最终交付方往往是侵权责任首要承担者，但追溯上游代码来源、界定各环节责任的难度远高于普通软件。

（3）行业标准与开源规则深层交织

汽车标准化程度极高，AUTOSAR架构、车载通信协议、功能安全规范等与开源软件深度融合。传统标准组织的专利许可遵循FRAND原则，允许专利权人收取合理许可费；主流开源协议多要求贡献者免费授予专利许可，两套规则底层逻辑存在差异，标准必要专利嵌入开源代码后极易引发合规争议。

更宏观地看，知识产权问题还与供应链安全深度绑定。当前全球核心车用开源项目多由海外基金会主导，受境外出口管制、数据合规规则约束。汽车作为制造业核心支柱，基础软件过度依赖海外开源可能转化为供应链安全风险，知识产权自主可控关乎产业安全与技术主权。

汽车软件开源生态的核心知识产权困境

许可协议与车载场景适配不足

开源许可协议是知识产权规则的核心载体，但主流协议均面向通用软件设计，与车载场景适配性不足，是合规的首要障碍。

一套完整车载操作系统通常集成数十至上百个开源组件，涉及GPL、LGPL、Apache、BSD、MIT等多种许可类型，授权范围与义务差异显著：GPL系列具备强“传染性”，衍生作品需整体开源；MIT、BSD仅要求保留版权声明，无强制开源义务。目前司法实践对“衍生作品”的认定标准较为抽象，主要参考代码连接方式、通信机制、功能依赖度等因素，针对车载软件分布式架构、跨域调用的特殊场景尚无明确判断标尺，企业合规判断存在较高不确定性。

车规场景下的规则空白进一步加大合规难度。OTA升级、功能安全认证等车载特有需求在现有协议中缺乏对应规则。正如GPL协议要求分发衍生作品时提供完整源代码，但车载OTA增量包分发是否触发完整开源义务尚无定论；功能安全的变更管控要求与开源社区自由修改的默认规则存在流程冲突；部分安全相关核心代码若严格遵循开源公开义务，可能引发车辆安全漏洞。现有协议未针对车规场景设置例外空间，企业常陷入两难境地。

专利层面：SEP冲突与NPE诉讼

专利的独占排他属性与开源的自由共享理念存在根本冲突，叠加汽车产业专利密集、标准成熟的特点，专利风险更为复杂。汽车领域存在大量标准必要专利，当标准技术方案融入开源项目时，FRAND许可原则与开源免费专利许可要求直接冲突，若SEP持有人参与开源项目需放弃收费权利，与其自身专利策略相悖；若不参与，开源项目实施标准则面临专利侵权风险。

NPE带来的诉讼风险持续加剧。开源代码的公开性让专利权人更容易比对锁定侵权行为，汽车产业专利价值高、市场规模大，一直是NPE诉讼高发领域。随着开源软件在车载系统中应用加深，NPE可针对开源组件中的专利发起批量诉讼，而开源协议的专利报复条款对非社区主体NPE缺乏反制效力。据统计，2012—2018年美国地区法院开源相关专利诉讼中约59%由NPE发起，这一趋势正逐步向汽车领域传导。反观国内车企，专利布局长期集中于硬件领域，车载软件、算法类专利储备不足，面对海外专利诉讼时缺乏自主专利组合进行交叉许可制衡，防御能力偏弱。

长链权属模糊与责任划分不清

开源项目贡献主体多元，代码权属本身存在不确定性。在汽车产业链中，上游供应商基于开源代码二次开发后交付整车企业，二次开发成果的权属往往缺乏明确合同约定。一旦上游引入的开源代码存在版权瑕疵，整车企业将直接面临侵权指控，但追偿依据与责任划分标准尚不清晰。

当前多数车用开源项目采用产业共建模式，多家企业共同贡献代码，但项目著作权行使、维权主体资格等规则尚不健全。司法实践虽认可项目管理人的诉讼主体资格[参见最高法罗盒案，案号：(2021) 最高法知民终1348号]，但多方共同主导的产业开源项目在权利分配、收益分享、维权成本分担等方面仍存在规则空白。

商业秘密边界难把握

核心控制逻辑、算法参数是车企核心商业秘密，若自研代码与开源代码耦合过紧，可能触发GPL协议的开源义务导致泄密。如何通过技术架构隔离涉密代码，及法律上“独立作品”与“衍生作品”的边界认定是车企商业化应用开源软件的核心顾虑。

治理能力滞后

上述困境的集中出现，很大程度上源于国内汽车开源生态尚处起步阶段，从企业到行业的整体知识产权治理能力尚未跟上。企业层面，多数车企尚未建立系统化开源合规体系，开发团队对开源规则认知不足，随意引入组件、删除版权声明等行为埋下诸多隐患；多数企业缺乏专业开源法务与技术团队，缺少软件成分分析（SCA）等自动化工具，风险识别与处置能力与金融行业成熟治理体系存在明显差距。行业层面，缺乏统一的协同治理机制，尚未形成汽车领域开源知识产权联盟与专利防御组织，也缺少统一的合规标准与风险数据库，企业各自为战导致合规成本偏高；本土开源基金会的汽车项目治理规则仍在完善，贡献者协议、知识产权政策等尚不健全

经验借鉴

全球开源先行国家已形成司法规则与行业自治互补的治理模

式，不少经验值得参考。

在司法层面，欧美通过系列经典判例确立开源核心规则。美国联邦巡回上诉法院在Jacobsen v. Katzer中明确开源许可协议具备著作权授权性质，违反协议可构成著作权侵权；Artifex Software v. Hancom进一步认定GPL协议为具有强制执行力的合同；德国法院通过Welte v. D-Link等案件确立GPL协议“附解除条件合同”的定性，明确违约将导致授权自动终止。这些判例为产业传递了清晰的规则预期。

在行业治理层面，已形成多元化风险防御机制。开放发明网络（OIN）搭建了全球最大的开源专利防御池，通过成员交叉许可保护Linux等核心开源项目，成员涵盖大量主流科技与汽车企业。Linux基金会通过贡献者许可协议（CLA）、开发者原创声明（DCO）等机制厘清代码权属与专利授权，从源头降低知识产权风险。开放源代码促进会（OSI）统一开源许可认证标准，截至2016年已批准78个许可协议，有效减少协议碎片化带来的合规成本。

优化路径

破解汽车开源生态的知识产权难题，需要制度、行业、企业、司法四个层面协同发力。

制度层面，完善法律规则与行业标准体系。可在著作权法、专利法司法解释中补充开源软件相关规则，明确开源许可协议的法律性质、权利义务边界与侵权认定标准；针对GPL协议传染性认定出台细化裁判指引，明确衍生作品与聚合作品的区分标准，为车载场景合规判断提供法律依据。行业主管部门可牵头制定汽车行业开源软件知识产权合规指引，结合汽车功能安全、供应链管理特点，明确车规场景下开源义务履行标准、产业链责任划分与风险防控要求；推动制定车载开源软件行业标准，统一接口规范与合规要求，降低生态碎片化成本。

行业协同层面，搭建联防共治机制。由中国汽车工业协会等行业组织牵头，联合整车企业、零部件厂商、基础软件企业成立汽车开源知识产权联盟，搭建开源专利防御池，通过交叉许可形成集体防御屏障，共同应对NPE专利诉讼风险；联盟内共享风险信息与黑名单，发布行业风险预警，降低全行业合规成本。依托行业协会与科研机构搭建公共检测服务平台，提供开源成分识别、许可证兼容性分析、专利风险筛查等公共服务；建立汽车开源知识产权风险数据库，汇集版权瑕疵、专利风险、漏洞信息等数据。本土车用开源项目需完善内部治理，建立规范的知识产权政策与CLA机制，设立内部纠纷调解机制，降低纠纷解决成本。

企业层面，将开源知识产权管理嵌入软件研发全流程，构建内生合规能力。借鉴金融行业经验，将合规管控贯穿软件全生命周期：引入阶段建立选型评估机制，全面审查许可证类型、版权瑕疵与专利风险，优先选用宽松许可组件；开发阶段集成SCA检测工具，持续扫描开源成分、监控许可变更；发布前开展合规审核，确认版权声明、源代码提供等义务履行到位；运维阶段持续跟踪风险动态，及时处置新增风险。实施分级许可管控策略：核心涉密模块优先选用宽松许可开源组件；对GPL等强传染性代码，通过模块化设计、进程隔离等技术手段实现架构隔离，避免自研代码被传染；建立企业内部许可证兼容性矩阵，明确代码混用规则，从源头规避协议冲突。同时强化专利布局与商业秘密保护，加大车载软件、算法领域专利投入，构建自主专利组合；对核心算法、功能逻辑等不适宜开源的技术，通过加密、访问控制等措施做好商业秘密管理，划清开源代码与自有代码的边界。

司法保障层面，统一裁判尺度，优化救济方式。总结现有司法经验，结合汽车软件分布式架构、跨域调用特点，细化GPL协议传染性认定标准，综合代码耦合度、功能依赖性、部署方式等因素合理划定衍生作品边界，避免传染性过度扩张挫伤企业创新积极性。处理产业链上下游侵权纠纷时，合理划分各方责任，根据过错程度与获利情况认定赔偿责任；对无过错且能提供合法来源的下游整车企业，依法适用合法来源抗辩，平衡权利人保护与产业发展的关系。针对车载软件涉及公共安全、产品已大规模装车的场景，审慎适用停止侵权的禁令救济，参照《计算机软件保护条例》相关思路，限制停止侵权适用，平衡权利人与公众的利益。

结论

汽车软件开源是智能网联汽车产业发展的必然趋势，也是国内构建自主可控汽车软件生态的关键路径。开源在释放协同创新红利的同时，也带来了许可协议、专利、权属、合规体系等多重知识产权困境，这些困境既是通用开源规则与汽车产业特性碰撞的结果，也是国内开源生态发展初期的阶段性问题。破解需制度、行业、企业、司法协同发力：以法律规则与行业标准提供制度支撑，以产业联盟与公共平台构建联防共治机制，以全生命周期管理夯实企业合规基础，以统一司法裁判明确规则预期。唯有构建多层次、系统化的知识产权保护体系，才能有效防控开源风险，充分释放开源创新活力，推动国内汽车软件开源生态高质量、可持续发展。

基金来源：吉利学院“三个校园”教学改革研究（特色项目）“跨线校园中知识产权产教融合创新研究模式”（编号：20255CXYJ0190）

工业机器人在汽车涂装工艺优化中的应用研究

文/徐国锋（甘肃工业职业技术大学）

汽车涂装质量好坏直接影响车身的防腐性能、外观效果及整车制造水平，工业机器人给涂装工艺精确控制提供有力的支持。本文主要研究工业机器人在汽车涂装工艺优化方面的应用，对汽车涂装过程及机器人系统的组成进行了介绍，详细阐述了喷涂轨迹、喷涂距离和角度、速度和流量、多机器人协同节拍及雾化效果等各个方面的优化设计方案，并结合车身外覆盖件、复杂曲面、多车型柔性生产及在线检测反馈等场景来分析具体的运用情况。从某乘用车涂装线改造实例中可以看出，优化之后漆膜厚度波动减小，一次合格率上升，喷涂节拍变短，涂料利用率提高，说明工业机器人可以明显改善汽车涂装的质量稳定性及生产速度。

汽车涂装工艺及工业机器人技术概述

汽车涂装工艺流程

汽车涂装工艺包含前处理、电泳、中涂、色漆、清漆及烘干固化等部分，起到车身防腐、装饰和表面保护的作用。前处理用脱脂、磷化来改善金属表面的状态，磷化膜厚度一般控制在2~5 μm。电泳涂装电压约为250~350 V，漆膜厚度为18~25 μm，可以提高车身内部和焊缝的防腐性能。中涂层厚度一般为30~40 μm，色漆层约为15~25 μm，清漆层约为35~50 μm。烘干温度一般是140~180 ℃，烘干时间为20~35 min。整个过程对于温湿度、洁净度、喷涂距离和涂料黏度都有较高的要求，参数的变化会直接影响到漆膜是否均匀及表面的质量。

工业机器人系统组成

汽车涂装工业机器人系统是由机器人本体、控制器、喷涂执行单元、供漆系统、传感检测装置和生产线控制系统组成的。机器人本体大多用六轴关节式结构，重复定位精度可以达到±0.05~±0.10 mm，工作半径一般在1.8~3.0 m，适合于车身侧围、顶盖以及复杂的曲面喷涂。控制器做轨迹规划、速度调节和姿态控制。喷涂执行单元一般配有旋杯喷枪和静电发生器，旋杯转速可以达到3万~7万r/min，静电电压一般是60~90 kV。供漆系统控制涂料流量、压力，传感装置识别车身的位置、喷涂的距离，生产线控制系统使设备协同工作。

工业机器人在汽车涂装工艺中的优化设计

喷涂轨迹优化设计

喷涂轨迹优化要以车身三维模型为依托，把车门、翼子板、顶盖、立柱和保险杠这些部位分成不同的喷涂单元，依照曲面曲率，喷幅宽度以及漆膜厚度的需求来创建机器人的运行路线。轨迹规划的时候，应该让喷枪的运动方向尽可能地和车身的轮廓相吻合，在曲率急剧变化的地方不要有突然的停止或者转向，也不能出现速度的急剧改变。平面区域可以采用平行往复式的轨迹，轨迹间距控制在80~120 mm，喷幅重叠率为50%~70%；复杂的曲面部分要用分段拟合的方式，使得喷枪的姿态随着曲面的法向而连续变化。离线编程系统可以提前做轨迹仿真的工作，找出是否存在漏喷、过喷及机器人关节干涉的问题。仿真之后再把程序导入到现场机器人的控制器中，根据试喷的结果对边缘区、凹陷区和转角区的轨迹进行微调，使漆膜厚度的波动控制在工艺允许的范围内。

喷涂距离与喷涂角度优化设计

喷涂距离、喷涂角度要保持喷枪和车身表面之间有稳定的空隙。设计的时候应该把车身表面法向当作参照物来创建喷枪姿态补偿模型，让喷枪轴线尽可能地垂直于工件表面。常规外覆盖件喷涂距离一般控制在180~250 mm，喷涂角度一般控制在80°~90°。当机器人进入到门框、轮眉、A柱、B柱这些地方的时候，可以依靠视觉定位或者激光测距设备来不断检测车身的位置偏离状况，

进而对机器人的末端姿态加以调整。距离较大时，可以减小机器人末端和工件的距离来减小漆雾的扩散以及边缘虚喷，距离较近时要及时加大喷枪的退让距离，防止局部漆膜过厚、流挂。对于转角、边缘等处可以用小角度过渡轨迹，使喷枪的姿态连续变化，不会因为角度变化而产生涂层厚薄不均的现象。

喷涂速度与流量参数优化设计

喷涂速度、流量参数优化要以单位面积涂料沉积量为依据。机器人的运行速度、涂料的流量、雾化的压力以及喷幅宽度都要相互适应，不能因为一个参数的改变而使得涂层出现失衡的情况。车身外表面喷涂速度一般控制在300~600 mm/s，涂料流量可以设置成120~250 mL/min。平整区可以适当提高喷涂速度来保证生产节拍，在边角、凹槽、曲率大处要减慢速度并配合流量的变化，使涂料沉积比较平稳。色漆喷涂要着重注意颜色的一致性，可以用恒流量的方式来控制，减小色差和云斑；清漆喷涂更看重流平和光泽，可以调节雾化压力和旋杯转速，让漆雾颗粒变得更为均匀。控制系统可以创建速度-流量关联曲线，当机器人的速度发生变化的时候，计量泵会自行调节供漆的数量，进而维持漆膜厚度的连续性和稳定性。

多机器人协同喷涂节拍优化设计

多机器人协同喷涂优化要从作业区域划分、动作时序、输送链匹配这三个方面来考虑。车身喷涂面积大，一台机器人无法在规定的时间内完成全部工作，所以可以将喷涂区域分成左侧围、右侧围、顶盖、前后部和内腔等部分，不同的机器人分别负责相应的任务。区域划分的时候要减少交叉作业，防止机器人末端轨迹互相干扰。对于需要重叠喷涂的接缝部位，应该设置过渡区，使两台机器人在交界处有相同的喷涂距离、流量和重叠程度。节拍设计要和输送链的速度相适应，单个工位喷涂周期为45~70 s。控制系统要有同步启动、延时跟随、安全避让的逻辑，在车身到位之后按照顺序进入作业状态。轨迹仿真的时候还要检验各个机器人的关节空间以及喷枪的安全距离，削减停线等候和无意义的运动时间。

涂料利用率与雾化效果优化设计

涂料利用率以及雾化效果的改善要从喷枪性能，静电参数，供漆精度和边界控制这四个方面来着手。静电旋杯喷涂时，旋杯转速为30 000~70 000 r/min，静电电压为60~90 kV，成形空气压力为0.2~0.5 MPa。转速低的时候漆雾颗粒较大，会影响表面的流平性；转速高的时候漆雾扩散加剧，会加大过喷损失。因此应该按照不同的色漆、清漆、不同黏度的涂料设置相应的参数。车身大面积部位可以维持稳定的喷幅，边缘、孔洞以及窄缝处应当减小流量并缩小喷幅，从而削减涂料飞溅。供漆系统可以采用计量泵闭环控制，使流量波动控制在±2%之内。换色频繁的生产线还要改进换色阀组和管路清洗程序，缩减清洗途径，削减残留涂料。

工业机器人在汽车涂装工艺优化中的具体应用

在车身外覆盖件喷涂中的应用

车身外覆盖件有车门、发动机盖、翼子板、顶盖和后备箱盖这些部位，表面面积大并且外观要求高，属于工业机器人喷涂的主要部位。作业前把车身三维模型输入到离线编程系统里，根据覆盖件的边界来划分喷涂区域，然后产生往复式或者分区连续的轨迹。机器人到达喷涂工位之后，输送链会把车身放到指定的位置上，定位误差最好控制在±1 mm之内。视觉或者定位传感器对车身姿态进行确认之后，机器人就依照程序开始喷涂。喷枪距表面距离一般为180~250 mm，喷涂速度为300~600 mm/s。外板平面区可以保持匀速前进，边缘收枪时要提前降低流量，防止造成漆膜堆积。喷涂完毕之后，系统把实际运行轨迹、供漆流量和喷涂时间存入工艺数据库里，从而给之后的膜厚分析以及程序改良赋予参照。

在复杂曲面与边角区域喷涂中的应用

复杂曲面以及边角部分大多位于A柱、B柱、轮眉、门框、保险杠转角、车身凹槽这些地方，此处曲率发生较大改变，容易造成漏喷、薄喷或者局部流挂的情况。机器人使用的时候需要把这类部位单独创建出喷涂子程序，依照曲面法向来设定多个姿态补偿。喷涂之前，用激光测距或者视觉识别得到工件的位置偏差，然后对机器人的末端路径做相应的调整。进入边角区域之后，喷枪的角度应该控制在80°~90°，喷涂的距离要保持在180~220 mm。对于内凹的部分可以适当减慢运行速度到250~400 mm/s，缩小喷幅，让漆雾进入目标区域。转角处不能用突然停顿的方式，而要用圆弧过渡轨迹来完成姿态的变化。喷涂完成后，可以用膜厚检测结果来对薄喷点进行补偿喷涂，使复杂的区域和外板区域有比较接近的涂层状况。

在多车型柔性化涂装生产中的应用

多车型混线生产需要机器人可以对不同的车型进行喷涂程序的自动切换。应用的时候要创建车型编码、颜色代码及喷涂工艺参数三者间的对应联系。车身到达涂装工位之后，系统读取RFID或者条码的信息，然后调出相应的车型轨迹程序、喷枪参数及换色方案。由于各种车型的尺寸、门框结构、覆盖件的曲率不一样，所以机器人的工作半径、喷涂角度、轨迹长度都要根据车型程序来调节。换色环节依靠换色阀组、计量泵和清洗管路共同执行，一般情况下换色时间可以维持在10~20 s。为了减小混线误差，在喷涂之前要完成空运行校验和车身位置的确认。生产过

程中的控制系统把机器人、输送链、供漆系统和烘干设备结合起来，使得各种车型可以在同一条生产线上连续喷涂。

在涂装质量在线检测与反馈调节中的应用

涂装质量在线检测主要是为膜厚控制、表面缺陷检测、喷涂参数调整提供服务。机器人完成喷涂之后，可以用膜厚检测设备、机器视觉系统以及表面缺陷检测单元来对车身展开扫描。膜厚检测主要集中在外板中心部位、边缘部分以及复杂的曲面区域上，每个覆盖件上可以布置6~12个检测点。视觉系统采用高亮照明和工业相机来识别流挂、颗粒、缩孔、橘皮、色差等缺陷，然后把检测结果传送到控制系统。当某一个区域膜厚小于规定的范围时，在下一辆车上适当增加该处的流量或者减慢机器人的速度；当局部膜厚过高时，减小供漆量或者缩短喷涂停留时间。反馈调节不是依靠人工的经验来决定的，而是在轨迹段、膜厚值和缺陷的位置之间建立起一种对应的关系。

工业机器人在汽车涂装工艺优化中的案例分析

案例项目基本情况与涂装线配置

案例项目是某乘用车涂装生产线改造工程，主要负责轿车和SUV白车身中涂、色漆、清漆的喷涂工作，设计年生产能力约为12.5万辆。生产线采用滑橇式输送方式，单车工位节拍原来控制在68 s左右，车身定位依靠机械限位加编码器反馈来实现。改造之前外板喷涂由机器人完成，门框、轮眉和局部边角处还需要人工补喷，造成漆膜不均匀。项目改造之后，喷涂区有8台六轴涂装机器人，工作半径为2.6 m，重复定位精度±0.08 mm。每侧车身用两台机器人一起喷涂，顶盖及前后部分由单独一台机器人操作。配有静电旋杯喷枪、计量泵、换色阀组、在线膜厚检测装置等设备，用PLC和MES系统进行车型识别、颜色切换、喷涂程序调用。

工业机器人喷涂参数与工艺优化过程

工艺优化主要是轨迹重构、参数联动、在线修正。技术人员把车身三维模型导入到离线编程系统中，对车门、顶盖、翼子板、保险杠和门框等部位做分区建模，按照曲面法向来生成喷涂轨迹。平整外板用平行往复式的路径，轨迹间距控制在90~110 mm，喷幅重叠率大约是60%左右。轮眉、A柱、门框处用分段圆弧过渡轨迹，防止机器人末端突然停止及喷枪角度突然变化。喷涂距离由原来的依靠经验调节变为传感器补偿控制，外板部分保持在200~230 mm，边角部分控制在180~210 mm。喷涂速度根据区域形态分级来设置，平整区为480~560 mm/s，复杂曲面区为320~420 mm/s。涂料流量经由计量泵闭环控制，色漆层维持在160~210 mL/min，清漆层控制在190~240 mL/min。换色时同时改善阀组清洗顺序，缩减无效清洗管路，削减残留涂料。在线膜厚检测结果进入工艺数据库之后，系统会依照轨迹段的修正速度和流量来调整后续的喷涂，从而达到趋于稳定的目地。

表1 工业机器人涂装工艺优化前后效果对比

评价指标	优化前	优化后	变化情况
漆膜厚度波动/μm	8.6	4.2	降低4.4
一次合格率/%	91.8	97.6	提升5.8
单车喷涂节拍/s	68.5	59.7	缩短8.8
涂料利用率/%	61.4	70.8	提升9.4
单车清洗耗漆量/mL	146.3	112.7	降低33.6
表面返修率/%	6.9	2.8	降低4.1

优化前后效果对比分析

为检验机器人涂装优化方案的效果，在选择案例项目的时候，选取了连续一个生产周期内所有的运行记录进行比较，并且评价对象包括外板喷涂、边角补偿、换色清洗及在线检测这些部分。评价指标从质量稳定、生产节拍、材料消耗、返修控制等方面入手，可以体现出轨迹优化、参数联动、反馈调节给涂装工艺带来的全方位影响。统计口径相同，都是以同一车型、同一颜色系列、同一班次为条件进行筛选，不会因为车型大小、涂料批号、环境变化等因素而产生影响。相关对比结果见表1。

经过优化之后，漆膜厚度的波动由原来的8.6 μm降低到现在的4.2 μm，说明轨迹补偿及速度联动提高了涂层的均匀性。一次合格率由原来的91.8%提高到现在的97.6%，表面返修率由原来的6.9%降到现在的2.8%，质量稳定性得到很大提高。单车喷涂节拍由原来的68.5 s缩短为现在的59.7 s，体现出了多机器人协同对于生产效率的提高。涂料利用率由原来的61.4%提高到现在的70.8%，单车清洗耗漆量从原来的132.5 mL降到现在的112.7 mL，材料控制效果较好。

结语

汽车涂装工艺优化的关键是达到质量稳定、节拍控制和材料节省三者之间的平衡。工业机器人依靠稳定的运动控制、准确的喷涂执行以及持续的数据回馈，使得涂装生产的环节具有更好的可控性及一致性。机器人系统不是简单的代替人工的操作，它把轨迹、参数、检测及生产线等各方面的综合改善作为自己的目标，从而达到提高涂装工艺精细度的效果。未来的汽车涂装生产，还要继续推进机器人同视觉识别、膜厚检测、MES系统及工艺数据库的深度融合，促使喷涂参数由人工设置变为自动调节，进而加强涂装线对于多种车型、少量批次及环保型制造的要求。A

软件定义汽车背景下车载应用商店的平台责任界定机制

文/万全顺 申莲莲（林州建筑职业技术学院人工智能学院）

软件定义汽车改变了车辆功能的形成与更新方式，车载应用商店也由一般软件分发渠道转为参与车辆软件供应和安全管理的平台节点。应用可能调用车辆数据并接入车身功能，平台作出的审核决定与权限配置，以及后续版本处置，会直接影响用户权益和行车安全。平台责任应立足其对应用准入及运行过程的实际控制，根据功能风险和所处阶段，并结合过错程度作出判断。为使责任认定落实到具体业务，应建立贯穿上架审核和运行监测，并延伸至权限管理与事故追溯的制度安排，既防止平台规避必要的安全义务，也为车载软件创新保留合理空间。

车辆交付后，导航服务与座舱功能的远程控制仍可通过软件更新发生变化，车载应用商店也随之进入车辆功能供给过程。应用开发者借助平台接口提供服务时，可能接触车辆位置与车内语音，也可能读取驾驶状态或调用部分座舱功能。应用故障不再只是页面卡顿或付费争议，严重时还会干扰驾驶信息呈现，进而影响用户判断。车载应用商店掌握应用是否上架，也控制接口开放与版本推送，也能实施远程处置，因而具有一般移动应用商店不具备的车辆安全影响力。现有制度对网络平台和汽车产品分别形成了较为完整的治理框架，但两套规则的关注重点并不相同。前者主要处理信息服务及个人信息保护，并兼顾网络运行安全，后者侧重整车质量与软件升级，并延伸至缺陷处置。车载应用商店位于两类业务的交接位置，其运营主体有时由车企直接承担，有时则由关联公司或外部平台负责，应用功能还可能依赖操作系统和云端服务。当损害发生后，代码缺陷与车辆适配问题往往难以分开，用户也很难从后台合作结构中识别责任主体。责任认定若只依据合同名称，容易忽略平台已经掌握的技术权限；若把应用风险全部纳入整车责任，又会遮蔽开发者和平台在软件运行中的独立作用。

车载应用商店平台责任界定面临的现实困境

车企、平台运营者与应用开发者的主体关系复杂

车企可能同时提供整车与操作系统，可能直接经营应用商店，也可能把平台业务交由关联公司经营。应用开发者负责功能设计与代码维护，但软件能否稳定运行仍取决于车企开放的接口及车机环境。部分功能还需要外部云服务或地图数据支持，责任链条因而继续延长。各主体通常通过内部协议约定风险分担，普通用户却无法了解这些安排。事故发生后，平台可能主张代码由开发者提供，开发者也可能将异常归因于系统更新。若责任判断只依据合同身份，平台对上架和远程处置的实际控制便容易被忽视，用户还要承担识别后台技术关系的成本。

软件缺陷与车辆运行损害的因果关系认定困难

软件缺陷引发车辆运行损害时，原因通常难以通过单一现象判断。应用卡顿可能来自代码错误，也可能与车机算力或通信状态有关。异常提示是否干扰驾驶，还会受到道路环境和驾驶人反应影响。部分缺陷只在特定车型或特定版本中出现，事后复现并不容易。平台掌握版本日志和接口调用情况，用户往往只能描述屏幕显示或车辆反应，双方的证据条件并不对等。平台若没有保存测试材料与升级记录，损害原因将更难查明。因果审查需要还原软件版本发生变化的时间，并核对车辆当时的运行状态及权限调用情况。旧版本长期正常不能证明新版本不存在冲突，故障未能复现也不意味着软件因素可以直接排除。

数据权限调用与用户权益保护边界不清

车载应用在运行中可能持续读取位置轨迹与车内语音，也会形成反映驾驶习惯的数据。车辆由多人共同使用时，账号登记人并不一定是每次数据处理的实际对象，传统的单一用户授权模式因而受到限制。驾驶过程中不宜设置过长的弹窗说明，用户又常在首次启用时集中接受权限，知情同意很容易停留在形式层面。平台需要保证导航或紧急救援等功能正常运行，但也应限制开发

者以优化体验为由扩大数据范围。平台若只提供统一授权入口，却不审查权限与功能之间是否必要，数据收集便可能超出合理边界。另外，车载账户还会随车辆租赁或二手交易发生变化，原有授权若未及时清除，后续使用者可能接触历史数据。责任认定因此不能把数据合规完全交给开发者，而应考察平台是否能够控制接口权限，是否对授权变更作出清晰提示，以及是否提供便捷的数据清理方式。

互联网应用分发规则与车载场景适配不足

普通应用分发规则主要处理移动终端中的信息服务问题，车载场景却与驾驶任务直接相连。手机应用出现故障后，用户通常可以退出程序；车载应用在行驶中异常，可能遮挡关键提示或持续占用驾驶人的注意。车机系统对安装来源和版本选择也有较强限制，用户不能完全自主决定是否接受更新。应用下架后，平台不仅要停止新增下载，还需处理车辆端已经安装的版本，并收回不再需要的权限。若缺陷可能影响车辆安全，处置程序还应与软件升级管理和产品缺陷调查衔接。现有互联网规则对身份核验与内容管理规定较多，但对车载应用的驾驶状态限制和失效保护缺少细化要求。平台若照搬手机端交互方式，可能使用户在行驶中长时间注视屏幕。

车载应用商店平台责任的界定规则

根据平台控制能力确定注意义务范围

平台能够决定应用是否上架，又掌握接口开放和版本发布时，就有条件在相应环节发现并降低风险。若平台仅提供基础托管，既不能接触代码，也无权处理车辆接口，其义务可以相应收窄。控制能力的判断不能依赖合同名称，而应核实平台是否持有软件签名权，是否拥有测试条件，并能否暂停分发或远程限制功能。同时，平台掌握的异常信息也应纳入判断。即使平台不能直接修改代码，只要其能够看到集中故障并决定应用是否继续运行，就具有现实的处置能力。以实际控制为标准，可以避免平台通过业务拆分规避责任，也能防止开发者能够独立控制的代码问题被全部转移给平台。注意义务因而不是统一强度的抽象要求，而应与平台在具体业务节点上拥有的权限和信息相对应。

根据应用风险等级实行差异化责任配置

车载应用对车辆安全的影响程度并不相同，平台审核不能采用同一标准。影音娱乐类应用通常主要影响使用体验，可以适用常规身份核验和运行测试。导航或充电服务会影响行程安排，对数据准确性与服务连续性的要求更高。能够调节车窗和空调的应用已经接近车身功能，需要完成车型适配，并验证异常退出后的车辆状态。而涉及转向或制动控制的功能则不宜按照普通应用管理，应进入更严格的汽车软件安全程序。同时，风险等级会随权限变化而调整。某一应用最初只提供内容服务，后续版本若新增车辆接口或后台分析功能，原有等级便不再适用。平台应在每次重大更新时重新判断失效后果，并向开发者公开对应的测试要求。

根据应用运行阶段划分平台责任内容

平台责任应贯穿应用从接入到退出的运行周期，但不同阶段的义务内容并不一致。开发接入时，平台需要核验开发者身份，并查明应用拟使用的接口和数据范围。发布前的重点在于兼容性测试与安全评估。应用进入车辆后，平台应持续关注异常运行和用户投诉，必要时限制更新或暂停服务。版本升级若改变原有功能，就不能沿用首次审核结论，而应重新评价风险。应用退出时，平台还需停止接口授权，并处理车辆端的残留版本。责任认定应查明损害发生在哪一阶段，再判断平台是否采取了当时可以完成的措施。应用曾经通过初审，并不当然免除后续监测责任；突发问题在当时确实无法预见，也不宜仅凭损害结果推定平台有过错。按照运行阶段划分责任，可以把注意义务落到明确时点，避免责任判断只围绕一次上架决定展开。

根据过错程度合理分配损害责任

损害责任的分配需要同时考察过错程度与因果贡献。开发者编写的代码存在缺陷时，应对其直接控制的技术问题负责。平台明知应用具有安全隐患仍允许上架，或者在收到集中异常信息后迟延处置，应承担风险扩大的责任。平台已经完成与功能风险相称的测试，并在发现问题后及时限制服务，其责任可以据此减轻。车企提供的系统接口若存在设计问题，也不能把损害后果转由平台承担。责任比例不宜根据企业规模或损失数额简单确定，而应判断各主体是否能够预见风险，是否掌握阻止损害的条件，以及其行为对后果形成产生多大影响。用户对后台合作关系缺少了解时，可以先向具有对外服务地位的主体寻求救济，再由相关企业依据内部过错追偿。

车载应用商店平台责任界定机制的完善路径

建立应用准入审核与安全评估机制

平台需要建立适合车载场景的应用准入程序。开发者提交申请时，除证明主体身份外，还应说明代码来源和接口用途，并明确数据处理范围。平台可在独立环境中开展静态检查与动态运行测试，重点观察权限是否越界，程序异常是否影响驾驶信息呈现。应用涉及车辆控制或安全提示时，还应完成车型适配和失效保护验证，并由熟悉车辆安全的人员复核。审核结论应记录判断依据，而不能只保留通过或不通过的结果。功能发生实质变化后，平台还需重新确定风险等级。

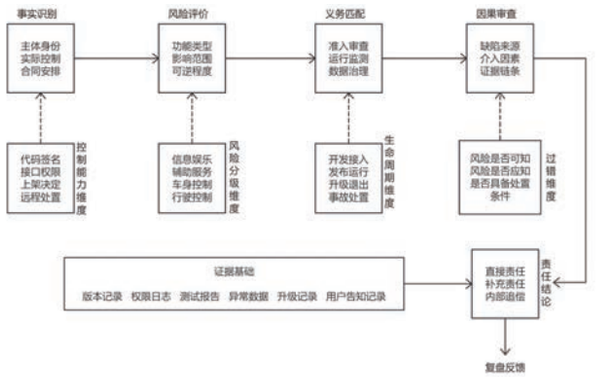


图1 车载应用商店平台责任界定机制

表1为不同运行阶段需要履行的义务及应保存的记录，可以据此把准入责任转化为可检查的工作流程。为防止商业合作影响审查，平台还应设置复核程序。

完善运行监测与软件缺陷处置机制

应用上架后，运行监测应成为平台的持续义务。监测内容可以围绕异常退出频率和权限调用变化展开，也可结合用户集中投诉判断风险，但不能借安全管理扩大数据收集。平台发现某一版本在特定车型上反复故障时，应先限制继续分发，再通过小范围测试判断是否回滚。问题可能影响驾驶显示或车辆控制时，应提高响应等级，及时暂停相关功能，并向受影响用户说明处置方式。必要时还应与车企的缺陷调查程序衔接。监测规则需要预先设定触发条件，减少完全依赖人工经验造成的迟延。平台还应保存异常出现和处理完成的时间记录，使后续审查能够还原风险如何被发现，又为何继续扩大。持续监测的重点不是追求对所有故障实时干预，而是确保平台在已经掌握明显风险时能够及时采取与后果程度相称的措施。

健全数据合规与权限调用管理机制

数据合规要求应落实到权限管理的技术过程，平台需要向开发者提供清晰的接口说明，使其了解每项权限能够读取何种数据，以及在什么条件下可以调用。应用申请权限时，应逐项说明功能必要性，不能以改善体验为由默认获取位置或车内语音。敏感信息的处理需要单独确认，乘员可能受到影响时也应提供适当提示。能够在车辆端完成的计算，应优先采用本地处理，避免无必要地上传云端。用户撤回授权后，平台应同步停止接口调用，防止应用继续使用缓存或后台服务处理数据。平台还需定期核对

表1 车载应用全生命周期的平台义务与证据记录

阶段	主要风险	平台义务	应保存的关键记录
开发接入	主体身份不实，申请权限超出功能所需。	核验主体并审核接口和数据范围。	资质材料以及权限清单与接口申请记录。
测试发布	车型适配不足，异常退出干扰驾驶。	开展静态检查和动态测试并确定风险等级。	测试报告以及风险分级与审核意见。
运行升级	版本存在缺陷，权限发生变化或异常继续扩散。	持续监测，重大变更重新审核并保留回滚能力。	运行日志和版本记录以及投诉处置材料。
退出处置	权限未被清除，历史版本仍在车辆端运行。	停止接口授权，通知用户并处理已安装版本。	下架时间以及通知范围与数据删除记录。

实际调用情况与申报内容，对长期不用的权限及时收回。车辆转让或账号注销时，应提供数据清理和授权重置功能。权限日志则应完整保留，使平台能够在争议发生后说明何时开放了何种数据，又是否及时执行了用户选择。

构建技术追溯与多主体责任分担机制

平台可为每个应用版本设置唯一标识，并保存代码签名和测试结论，同时记录发布时间与实际升级范围。车辆端日志和云端日志应保持时间一致，关键记录也需要防止事后修改。事故发生后，车企与平台应按照既定接口导出必要材料，开发者则应提供与缺陷判断有关的代码说明。证据调用仍需遵守个人信息保护边界，不能因责任调查而无限扩大数据范围。平台还可预先形成责任矩阵，明确代码问题由谁处理，接口异常由谁核验，审核遗漏和处置迟延如何追责。用户不应承担逐一识别后台主体的负担，可以通过统一入口提出投诉，再由相关企业依据证据完成内部追偿。图1为从事实识别到责任结论的分析过程，其核心是以真实控制行为和风险贡献取代形式身份。

结论

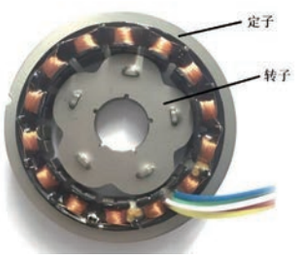
软件定义汽车使车载应用商店进入车辆功能供给与安全管理过程，平台责任已不能停留在一般软件分发义务。责任认定应从平台实际掌握的技术权限出发，根据应用可能造成的后果确定审核强度，并结合接入和运行等阶段查明具体义务。损害发生后，还需识别缺陷来源及各主体对风险扩大的影响。准入程序和持续监测能够降低软件进入车辆后的安全隐患，权限管理有助于控制数据处理边界，技术追溯则为因果判断与内部追偿提供证据。后续制度建设需要进一步衔接应用分发管理与汽车软件安全要求，使同一风险在不同业务环节中能够得到连续处理，并减少主体之间相互推诿的可能。A

电动汽车旋转变压器的检测

文/张凯（天津职业大学）

旋转变压器是电动汽车驱动电机系统中关键的传感器，用于检测驱动电机转子的位置、角速度和旋转方向，对车辆正常运行至关重要。本文详细阐述了旋转变压器的结构和工作原理，并对旋转变压器相关的故障原因进行分析，通过测量电阻和波形，可准确诊断相关故障，最后给出了旋转变压器电阻和输出波形的检测实例。

电动汽车中，驱动电机的控制策略通常采用矢量控制和直接转矩控制，传统直接转矩控制在低速时转矩脉动大，影响驾乘体验，很少独立使用，矢量控制则被广泛用于驱动电机的控制中。矢量控制的前提核心是获取实时且精确的电机转子位置信息。电动汽车中驱动电机转子的位置信息通常利用传感器获得，常用的传感器有旋转变压器、光电编码器和霍尔效应传感器。旋转变压器具有耐高温、抗振动、抗电磁干扰、可靠性高等优点，适合用于各种严苛的工况，因此，电动汽车中使用旋转变压器检测驱动电机转子的位置、角速度和旋转方向。



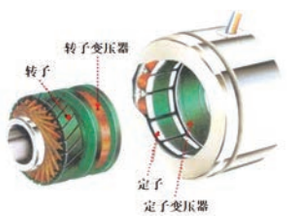


图1 磁阻式旋转变压器　图2 环形变压器式无刷旋转变压器

旋转变压器概述

旋转变压器，简称“旋变”，可从不同的角度进行分类。根据输出电压与转子位置间的函数关系可分为正余弦旋转变压器、线性旋转变压器和比例式旋转变压器。当电机转子转动时，正余弦旋转变压器的输出电压幅值与转子转角呈正弦、余弦函数关系，是最常用的旋变，广泛用于角度位置测量。

根据旋转变压器转子电信号的引进、引出方式，可分为有刷旋转变压器和无刷旋转变压器。有刷旋转变压器的转子绕组通过滑环和电刷与外部电路相连接，结构简单、成本低，但存在机械磨损、寿命相对较短，可靠性较低，目前已逐渐被淘汰。无刷旋转变压器取消了电刷和滑环，靠变压器耦合或磁阻效应传递信号，寿命长，可靠性高，应用广泛。无刷旋转变压器有两种结构形式，一种称为磁阻式旋转变压器，如图1所示，另一种称为环形变压器式无刷旋转变压器。环形变压器式无刷旋转变压器按照结构形式可分为装配式和分装式，其中分装式应用较多，本文所阐述的是分装式，分装式如图2所示。

环形变压器式无刷旋转变压器

环形变压器式无刷旋转变压器的结构组成

环形变压器式无刷旋转变压器由旋转变压器本体和附加变压器两部分组成，如图2所示，图中的定子和转子构成了旋转变压器本体，定子变压器和转子变压器构成了环形变压器即附加变压器。旋转变压器本体包括定子铁芯、定子绕组、转子铁芯、转子绕组，其中转子绕组包含一个初级绕组，定子绕组包含两个次级绕组。附加变压器包括变压器铁芯及其绕组，均为环形，分别固定在中空轴和壳体上，径向有一定的间隙。附加变压器转子上的绕组还与旋转变压器本体的转子绕组连在一起。给附加变压器定子上的绕组施加一个高频（2~10 kHz）的正弦激励信号，经过电磁感应，旋转变压器本体的定子绕组中，两个相互成90°的次级绕组，正弦和余弦绕组上就有信号输出。环形变压器式无刷旋转变压器的结构如图3所示。

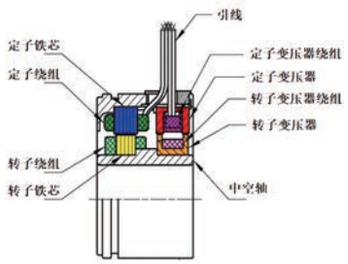


图3 环形变压器式无刷旋转变压器结构

环形变压器式无刷旋转变压器的工作原理

环形变压器式无刷旋转变压器的工作原理与普通变压器基本相同，不同之处在于旋转变压器本体的初级绕组与次级绕组不是固定安装的，初级绕组为转子绕组，次级绕组为定子绕组，两者之间有相对运动，因此在次级绕组上就得到了幅值变化的波形。

环形变压器式无刷旋转变压器中当初级绕组与次级绕组的相对位置为0°时，初级绕组输入励磁信号后，次级绕组就会输出相位相同、幅值略有减小的电压信号。当初级绕组旋转时，初级绕组与次级绕组的相对位置发生变化，导致穿过次级绕组的磁通减少，次级绕组输出相位相同、幅值减小的电压信号。当初级绕组旋转到与次级绕组的相对位置为90°时，穿过次级绕组的磁通变为0，次级绕组输出电压信号的幅值也变为0。初级绕组继续旋转，当与次级绕组的相对位置超过90°时，穿过次级绕组的磁通方向发生了变化，磁通量开始反向增大，次级绕组输出相位相反、幅值开始反向增大的电压信号。当初级绕组旋转到与次级绕组的相对位置为180°时，穿过次级绕组的磁通方向与0°时穿过次级绕组的磁通方向相反，此时，次级绕组输出相位相反、幅值达到反向最大的电压信号。通过以上分析可知，次级绕组输出电压幅值随位置变化而变化，但频率不变。

当旋转变压器的转子旋转，改变了转子磁场与两相输出绕组的磁通耦合量，感应电压幅值随转角呈正弦、余弦变化。附加变压器的定子绕组连接到高频（2~10 kHz）正弦激励信号，经过电磁感应，在变压器的转子绕组上产生相应的电压信号，该信号传到了旋转变压器本体的转子绕组即初级绕组，当转子绕组旋转一个角度时，次级绕组中的正、余弦输出绕组分别感应出电压信号，其幅值分别与转角的正、余弦信号值成正比。通过解码芯片同步解调提取正、余弦幅值，并采用一定的算法即可获得转子的旋转角度。

磁阻式旋转变压器

磁阻式旋转变压器的结构组成

磁阻式旋转变压器的结构主要包括定子和转子两大部分。定子通常有若干齿，输入绕组和输出绕组均采用集中式绕制，绕在齿上，输入绕组为励磁绕组，输出绕组有两相，分别为正弦输出绕组和余弦输出绕组。转子是由高导磁率材料如硅钢片叠压而成，其上没有绕组，通过特殊设计转子表面凸极的形状，当转子旋转时，使定子、转子之间的气隙磁导发生周期性变化。通常定子齿数与转子凸极数不同，例如：图1中的定子有14个齿，转子有5个凸极。

磁阻式旋转变压器的工作原理

磁阻式旋转变压器根据电磁感应原理，利用气隙磁导变化，改变定子、转子磁通回路的气隙磁阻，从而使正、余弦输出绕组的感应电压幅值随转子转角呈正、余弦变化，实现转子位置的测量。

磁路中的缝隙（通常为气隙）是磁阻的主要来源。当旋变的转子旋转时，整个磁路的磁阻也会周期性变化，磁阻的变化会直接影响耦合到次级绕组的磁通量。根据法拉第电磁感应定律，次级绕组感应电压的瞬时值与磁链变化率成正比，而感应电压的幅值包络由转子角度决定，通过设计转子表面凸极形状，使得气隙磁导随转子角度正余弦变化，最终，次级绕组输出两相感应电压幅值随转子角度呈正、余弦变化的波形，其包络线分别为正弦和余弦，通过解码芯片进一步处理，即可获得转子的旋转角度。

旋转变压器的检测

目前，电动汽车中，驱动电机广泛使用的是磁阻式旋转变压器，用于实时测量电机转子的位置、角速度及旋转方向，并将这些信号反馈给电机控制器，通过矢量控制精确调节三相电流的相位与幅值，保障起步、加速、匀速、回馈制动时扭矩平稳输出，同时精准控制电机的转速，提升动力响应与电能利用率，是电机正常运行的关键部件。旋转变压器通常固定在驱动电机后端端盖的内部，其转子紧套在电机的主轴上与电机转子同步旋转，励磁、正余弦输出绕组的信号线引出后，连接到电机控制器。电动汽车中，如果旋转变压器信号异常，将导致驱动电机无法启动、车辆无法正常行驶的故障。以比亚迪电动汽车为例，出现旋转变压器故障后，故障灯点亮，仪表显示“请检查动力系统”，利用诊断仪扫描后，会显示“旋变故障”的信息。

旋转变压器故障分析

旋转变压器相关的故障原因主要有：旋转变压器本体损

坏，如绕组出现断路、短路；旋转变压器与电机控制器之间的线束出现故障，如因接插件针脚松动，造成信号断路或接触不良，线束间磨损挤压引起短路等；电机控制器内部的解码芯片电路故障等。

当发生旋转变压器相关的故障后，需要对旋变进行检测，主要有：励磁绕组及正、余弦输出绕组的电阻检测；信号线束检测；利用示波器对励磁绕组及正、余弦输出绕组的电压波形进行检测。通常先进行电阻测量，如无法判断故障后，再进行波形检测，进一步分析判断故障位置。

旋转变压器的电阻检测

在实车中，检测旋转变压器的电阻时，通常断开旋变与电机控制器之间的线束插头，使用万用表电阻档测量励磁绕组、正弦输出绕组和余弦输出绕组的电阻。因型号不同，所测电阻值有区别，需要与旋变电阻的标准值进行对比。当电阻值为无穷大时，说明绕组内部出现了断路；当电阻值接近0时，说明绕组内部出现了短路；当电阻值与标准值很接近时，说明旋变本体大概率没有问题，如有故障，需要进一步排查。

图4为大众ID.4 CROZZ旋转变压器电路图，图中JX1为电驱动装置的功率及控制电子系统，G713为旋转变压器，G712为温度传感器。T10s/1与T10s/6为励磁绕组的两个针脚，对应励磁输入SIG-和SIG+；T10s/2与T10s/3为正弦输出绕组的两个针脚，对应输出SIG-S和SIG+S；T10s/4与T10s/5为余弦输出绕组的两个针脚，对应输出SIG+C和SIG-C。断开大众ID.4 CROZZ驱动电机上连接旋转变压器的线束插头，万用表选择合适的电阻档位，使用红黑表笔分别连接T10s/1与T10s/6两个针脚，测得励磁绕组的电阻为12.7 Ω，将表笔连接T10s/2与T10s/3两个针脚，测得正弦输出绕组的电阻为17.5 Ω，将表笔连接T10s/4与T10s/5两个针脚，测得余弦输出绕组的电阻为20.4 Ω。所测结果如表1所示，与标准值很接近，表明旋转变压器的电阻均正常。

旋转变压器的波形检测

本文利用电力电子与电力拖动实验装置测量旋转变压器的波形，该装置是一套能模拟实际电动汽车启停、运行的实训设备，包括BMS、整车控制器、电机控制器、驱动电机总成等部分。装置上电，并正常运行后，使用双通道示波器进行测量，将两个示波器探头的鳄鱼夹和探针分别连接到旋变正弦绕组和余弦绕组的两端，即可测量两个输出绕组的波形，所测波形如图5所示，经观察可知，两波形的包络线分别为正弦和余弦，相位相差90°，均为正常。因是实验装置，所测波形与实车的旋变波形有一定差别。在实际排故中通过测量旋变电阻，分析输入、输出波形是否正常，可确认故障位置。

表1 旋转变压器励磁、正弦、余弦绕组电阻测量

测量项目	测量值/Ω	标准值/Ω
励磁绕组	12.7	约12
正弦绕组	17.5	约17
余弦绕组	20.4	约20

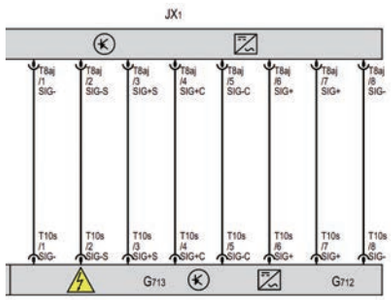


图4 大众ID.4 CROZZ旋转变压器电路图

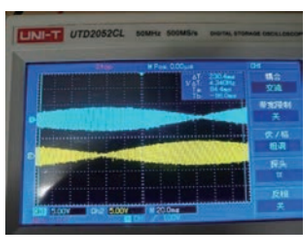


图5 所测旋变波形

结语

本文主要阐述了旋转变压器的功能和分类，重点阐述环形变压器式无刷旋转变压器和磁阻式旋转变压器的结构、原理。电动汽车中主要使用的是磁阻式旋转变压器，针对磁阻式旋转变压器常见故障原因及检测方法进行探讨。在实际应用中，通过电阻检测和波形检测相结合的方式，可高效定位旋转变压器相关的故障位置。A

机动车安全技术检测结果一致性评价体系构建

文/毛斌（绍兴柯桥诚达车辆检测有限公司）张一明（桐乡市顺通机动车检测技术有限公司）
李熙（德清乾荣机动车检测有限公司）章晓（温州城西汽车检测有限公司）

为解决机动车检测跨线、跨机构、跨时段所导致的结果可比性不足问题，围绕制动、侧滑、前照灯、车速表和外观等项目，构建了项目—过程—结果三层一致性评价体系，引入重复性与再现性限作为波动来源量化指标，选取8家机构240辆M1类车，获得1440组平行数据。结果显示：综合评价得分为91.36，前照灯垂直偏移波动较大（再现性限34.6 mm，重复性限18.2 mm）；8家机构中有3家得分低于90分，复核结果表明，设备漂移、人工复核标准不一致和环境补偿不足是主要影响因素；整改后复检吻合率由94.6%提升至97.8%，返工率下降2.9%，该方法可有效分离随机因素与系统因素导致的偏差。局限性分析表明，当前结果主要适用于M1类车，大型车辆及班内突发漂移的响应能力需进一步验证。该体系能够较好呈现检测结果的重复性、再现性和判定一致性，可为质量控制和技术升级提供量化依据。

机动车安全技术检验的核心是产出真实、稳定且可重复呈现的判定结果，监管研究也已将结果的客观、准确视为行业运行的底线。随着I/M制度持续有序推进，检测数据不仅承担安全判定功能，还与排放治理、复检复核及监管抽查相互关联。然而在实际检测过程中，同一车辆跨线、跨机构复检后，边界项目仍可能出现“首检合格、复检临界”或“单项偏差放大”的情况，进而影响车主体验、机构公信力和监管效率。造成偏差的原因既包括设备量值漂移，也包括人员操作节奏、场地环境和结果复核口径不一致。本文从指标分层、模型构建、样本验证三个方面入手，提出一套可直接服务于机构内控和区域监管的数据化一致性评价方法。在此基础上，引入重复性与再现性评估方法，通过量化重复性限与再现性限分离随机因素与系统因素导致的偏差，为波动溯源与整改优先级判定提供统计依据。

评价体系设计

指标分层与对象界定

评价对象界定为同一辆车在规定时间窗内完成的平行检测结果，体系按项目层、过程层和结果层展开。项目层关注制动率平衡、驻车制动力、侧滑量、前照灯垂直偏移、车速表示值误差等量化项目；过程层关注设备校准状态、期间核查执行比率、检测顺序一致性和人工复核差错率，其中设备全生命周期管理要求会直接影响项目重复性，期间核查是否有效，关系到漂移风险能否被及时识别；结果层以最终安全技术判定一致率、复检返工率和异常复核闭环时长反映检测输出质量。为保证样本具有可比性，本文将复检时间窗规定为24 h，并对轮胎气压、装载情形和燃油液位作一致性约束。

权重配置原则

考虑安全风险贡献及数据离散程度，采用“风险权重+变异修正”方法确定指标权重，先由5名检验工程师对项目风险进行两轮赋值，得到初步权重；随后根据样本变异系数进行修正。制动类项目与行驶安全直接相关，赋予0.38的较高权重；前照灯、侧滑和车速表项目合计赋权0.42；外观与底盘人工判定一致性赋权0.20。为防止单个项目异常放大综合分数，对超出95百分位的偏差值进行截尾处理后再开展综合评价，该处理方法考虑了检验机构溯源管理和跨线可比性的实际需求。

评价流程

评价实施采用“样本配对—数据清洗—单项计算—综合分级—偏差追因”5步法，先按照车辆识别代号和检测时间做好平行样本匹配，再剔除明显异常值和缺失记录；之后输出单项一致性系数、综合得分和等级；最后结合设备、人员及环境信息完成偏差定位。该流程既适用于单站内部质量诊断，也可用于区域平台对多站点进行横向比较。

模型构建与数据来源

样本采集与预处理

样本车辆均为待年检车辆，整备状态正常，轮胎气压、空载质量和油液状态均达到复检条件，其中包括168辆汽油车、72辆柴油车，车龄1~3年的占29.2%，4~6年的占41.7%，7年及以上的占29.1%。每辆车在24 h内完成2次检测，检测间隔不少于2 h，环境温度控制在12 ℃~28 ℃。共采集1440组项目相关数据，筛除异常值后保留1428组有效数据，有效率为99.2%；另提取240组最终判定结果进行一致率校核，契合I/M实施路径对流程衔接和监管闭环的要求。数据采集同时记录检测线编号、环境温度、设备编号和复核人员编号。

一致性计算模型

单项一致性系数按式（1）计算。

$$C_j = 1 - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|x_{ij} - x_{ij}^{ref}|}{L_j} \quad (1)$$

式中：C_j为第j项指标的一致性系数，n为有效样本数，x_{ij}为第i辆车第j项实测值，x_{ij}ref为同车平行检测参考值，L_j为该项目允许偏差限值。C_j越接近1，说明该项目结果越稳定；当C_j低于0.85时，说明项目重复性已明显不足。

综合得分按式（2）计算。

$$S = 100\sum_{j=1}^{m} w_j C_j \quad (2)$$

式中：S为综合一致性得分，w_j为第j项指标权重，m为评价指标数。为便于应用，将S≥90定义为一级一致性，85≤S<90定义为二级一致性，80≤S<85定义为三级一致性，S<80定义为需整改。与此同时，再以最终判定吻合率P作为结果层校核指标，避免出现“量值接近但结论分叉”的情况。

重复性与再现性评估方法

为量化检测结果在不同条件下的波动来源，本文引入重复性（repeatability）和再现性（reproducibility）评估指标。重复性指同一机构、同一设备、同一操作人员在短时间间隔内对同一车辆进行多次检测所得结果的一致程度；再现性指不同机构、不同设备或不同操作人员按相同方法检测同一车辆所得结果的一致程度。参照GB/T 6379标准，定义重复性标准差s_r和再现性标准差s_R如下：

$$s_r = \sqrt{\frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}(x_{i1} - x_{i2})^2}, \quad s_R = \sqrt{s_r^2 + s_L^2} \quad (3)$$

式中：x_{i1}，x_{i2}为第i辆车两次平行检测结果，s_L为机构间标准差。进一步计算重复性限r=2.77sr和再现性限R=2.77sR，若两次检测结果的绝对差值超过r或R，则提示存在显著偏差。

表1 各检测项目重复性与再现性评估结果

指标	重复性限r	再现性限R	R/r	主要偏差来源
制动率平衡偏差/%	8.6	9.4	1.09	随机因素
驻车制动力偏差/%	6.7	7.5	1.12	随机因素
侧滑量重复偏差/m/km	1.12	1.45	1.29	机构间差异
前照灯垂直偏移/mm	18.2	34.6	1.90	机构间差异
车速表示值误差/%	2.4	3.1	1.29	机构间差异
外观判定一致率	0.082	0.104	1.27	机构间差异

表2 核心指标一致性评价结果

指标	权重wj	限值Lj	一致性系数Cj	贡献得分
制动率平衡偏差/%	0.24	30	0.936	22.46
驻车制动力偏差/%	0.14	25	0.918	12.85
侧滑量重复偏差/m/km	0.12	5.0	0.887	10.64
前照灯垂直偏移/mm	0.16	100	0.861	13.78
车速表示值误差/%	0.14	10	0.905	12.67
外观判定一致率	0.20	1.00	0.948	18.96

针对本文1440组数据，计算各项目重复性与再现性限，结果见表1。

由表2可知，前照灯垂直偏移的再现性限（R=34.6 mm）显著大于重复性限（r=18.2 mm），表明机构间差异是该项目波动的主要来源；而制动率平衡的重复性和再现性限接近，说明设备自身稳定性较好，偏差主要源于随机因素。该评估方法可为机构间差异的追因提供量化支撑，也便于后续制定不同项目的核查频次阈值。

实证结果与分析

综合评价结果

从表1可见，6项核心指标中，制动率平衡的一致性系数为0.936，滚筒反力与制动力采集较为稳定；驻车制动力一致性系数为0.918，加载和锁止过程控制较好；前照灯垂直偏移一致性系数为0.861，是造成波动的主要来源；外观判定一致率为0.948，人工项目标准化后可比性较高。样本总体评分为91.36分，达到一级一致。偏差分布统计结果进一步显示，前照灯95百分位偏差为21.4 mm，明显高于侧滑量0.88 m/km和车速示值误差2.6%，说明光学类项目更易受车辆停位姿态和基准漂移影响。按不同车型分组后发现，车龄7年及以上样本的综合得分比1~3年车龄样本低2.4分，主要差异在前照灯和驻车制动力；汽油车与柴油车在制动

项目一致性上的差异不显著，表明该评价体系对不同动力类型具有良好适用性。

机构间差异特征

8家机构综合得分范围为84.7~95.1分，其中A、B、C 3家机构得分低于90分。复核结果发现，低分机构存在3类共性问题：一是当日班前未识别前照灯检测仪光轴基准漂移；二是侧滑台零点复位不到位，导致小幅偏差被放大；三是人工复核采用的口径不同，外观项目边界判定存在差异。与综合得分同步变化的判定吻合率处于93.8%~98.7%，且综合得分每提高1分，判定吻合率平均提高0.31个百分点，说明该体系能够同时识别量值偏差和结果偏差。从日内波动情况看，14:00—16:00时段前照灯偏差均值较上午上升8.7%，表明应将场地光照和设备热稳定状态纳入班次修正。

整改验证

针对低分机构实施班前核查清单、项目复核阈值和异常样本回放3项措施后，抽取60辆车进行验证，综合得分均值由88.4分提高至92.7分，前照灯项目一致性系数提升0.051，侧滑项目一致性系数提升0.028，复检判定吻合率由94.6%提升至97.8%，复检返工率由6.7%降至3.8%，说明该评价体系不仅能够发现偏差源头，还可量化整改成效。

讨论与局限性

本文所构建的一致性评价体系在实际应用中表现出良好的辨识能力，但仍存在三方面局限性。第一，样本车型覆盖有限：本实验仅选用如轿车、SUV等M1类车，未涉及M2、M3类客车及N类货车。大型车辆的制动系统结构和侧滑特性与小型车差异显著，例如气压制动的响应延迟和挂车制动力分配可能导致一致性系数计算方法需调整权重或限值。第二，环境因素量化不足：虽然采集了环境温度，但湿度、风速（对侧滑项目）和地面摩擦系数变化未纳入模型，可能低估室外检测线在恶劣天气下的偏差贡献。第三，人因变异难以剥离：外观判定一致率虽然达到0.948，但人工复核差错率的统计依赖于复核记录的真实性，不同机构对“边界缺陷”的存档习惯差异可能导致该指标横向对比存在噪声。

此外，本体系对设备漂移的识别依赖每日班前核查数据，对于如检测仪受冲击后光学基准偏移等班内突发性漂移的响应滞后。建议后续研究引入实时质控样件或标准车每日多次穿插检测，以捕捉短时漂移。另一值得探讨的问题是：综合得分S的阈值（90/85/80）基于当前样本分布设定，是否适用于不同区域或不同车型群体，尚需跨区域数据验证。最后，本体系未考虑时间序列上的累积漂移趋势，后续可结合如Shewhart图或CUSUM图等控制图，对一致性系数进行动态监控，实现预警前移。

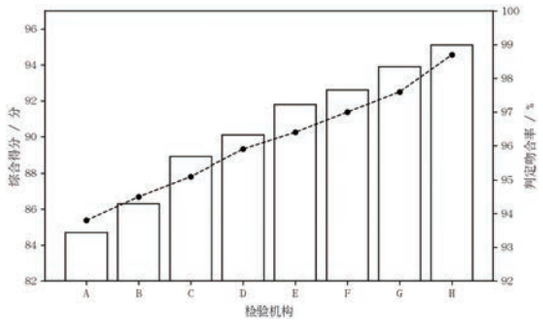


图1 8家机构综合一致性得分与判定吻合率

工程应用建议

建立分层预警机制

建议将C_j小于0.90的项目列为黄色预警，将连续3日综合得分低于85分的检测线列为红色预警，并将设备编号、人员编号和环境参数一并纳入追溯链。对于红色预警检测线，应暂停边界项目人工放行权限，优先开展零点核查、标准器比对和人员再授权等工作，这样既能定位偶发失稳现象，也能辨别系统性漂移。

强化数据闭环应用

针对复检返工样本，要形成“原始数据—复核记录—整改结果”的闭环台账，并按周输出一致性变化趋势。区域监管端可按机构、车型和项目等维度生成横向对标结果，用于监督抽检和能力分级。对于月度综合得分连续保持在93分以上的检测线，可适度降低重复抽核比例；对波动系数较大的检测线，应加大飞行检查频次，从而形成“评分—预警—复核—整改”的闭环管理机制。

结论

本文构建的机动车安全技术检测结果一致性评价体系，将量化项目稳定性、过程控制状态和最终判定一致率纳入同一框架，实现了“可估算、可比较、可追溯”的质量评价。验证结果表明，该体系能够有效识别检测差异的主要起因，对机构内部质量管控、复检管理和区域监管均具有较高应用价值。进一步通过重复性与再现性分析发现，前照灯垂直偏移的机构间差异（R/r=1.90）显著大于制动类项目，是提升一致性的关键突破口。本研究的局限性在于：样本仅限于M1类车，未覆盖大型客车和货车；环境因素（湿度、风速）和班内突发漂移的实时监测尚未整合；外观判定的人因变异难以完全量化。 后续工作将重点扩展多车型验证、引入质控样车穿插检测策略，并探索基于控制图的动态预警模型，以提升评价体系的时效性与泛化能力。

基于数学模型的汽车配件库存管理与成本优化策略

文/郜欣春（郑州西亚斯学院工学部）

汽车售后配件品类复杂，不同配件在需求规律和保障要求上存在明显差异，经验补货下容易出现库存积压或维修响应不足。围绕库存总成本控制，根据需求发生特征和供应响应能力划分配件类型，构建适配不同需求形态的库存模型，对订货点和补货批量进行联合求解，据此确定安全库存。结果表明，模型能够依据配件属性配置库存参数，压缩高价值慢动件的周期库存，同时维持关键配件的供应水平。该方法提高了补货决策的量化程度，可为汽车配件库存结构调整及成本控制提供依据。

汽车售后服务体系承担车辆维修、故障排查及日常保养任务，配件供应效率直接影响维修进度和客户交付。随着汽车产品迭代速度加快，售后配件需求结构持续发生变化。不同车型在市场保有量和使用年限上存在差异，配件消耗会随车辆进入成熟期或衰退期发生改变。部分通用件需求较为稳定，专用件受到车型结构和故障概率影响，需求发生呈现间歇特征。售后服务网络逐步扩大后，配件需要在中心仓、区域仓和维修网点之间完成配置，库存位置分散容易形成局部短缺和整体积压并存的状态。采购环节还会受到供应响应和物流时效影响，补货周期延长会增加维修等待时间。传统库存管理主要依据历史销量或经验数量确定备货标准，对需求波动的反映精度有限，资金占用同服务保障之间也缺少量化协调。因此，汽车配件库存管理需要建立精细的数量控制机制，使库存投入适应车型变化和售后服务节奏，为维修保障及经营成本控制提供稳定支撑。

汽车配件库存参数刻画

需求节奏识别

汽车配件需求记录主要反映需求发生时间和单次领用规模，两类信息分别对应需求频率和数量波动。设观察期包含N个统计周期，其中，非零需求周期数为n，则平均需求间隔为ADI=N/n；非零需求量的变异程度以CV^2表示，$\bar{q}$表示非零需求均值，σq表示标准差，计算式如下：

$$ADI = \frac{N}{n}, \quad CV^2 = \left(\frac{\sigma_q}{\bar{q}}\right)^2 \qquad (1)$$

ADI数值用于衡量需求出现频率，CV^2数值用于判断单次领用量的稳定程度。保养类配件的ADI通常较低，需求呈现连续消耗特征，可按照常规需求分布估计补货参数。电子部件和总成件的需求间隔较长，需求测算需完整保留各统计周期，使间歇性得到准确呈现。数据整理应以实际维修消耗日期为统一口径，使退货冲销、内部调拨和工单补录同库存流水保持对应。库存系统可按月更新ADI和CV^2，对临近分类边界的配件延长观察周期，再依据连续统计结果调整模型类型。

失效频率估计

历史领用数据能够反映既有需求。新车型配件和低频关键件的记录数量较少，需求强度还需结合失效频率进行估计。设配件i对应车辆保有量为Mi，单车装配数量为ki，观察期失效率为fi，则该配件的基础需求强度表示为：

$$\lambda_i = M_i k_i f_i \qquad (2)$$

式中：失效率可依据观察期内的维修更换次数和暴露车辆规模计算。考虑到配件故障概率会随车辆使用年限变化，应按照车龄划分样本区间，分别测算各阶段失效率，再结合在保车辆结构进行加权汇总。保养周期明确的配件可根据到期车辆数量修正需求基数，故障型配件则依据实际更换记录估计需求到达频率。失效率可按季度更新，样本规模较小时适当延长观察窗口，使参数变化保持平稳。通过车辆规模、装配关系和失效记录修正需求强度，可为历史序列较短的配件提供稳定参数，提高订货点计算对车型结构变化的适应程度。成熟车型配件优先依据实际领用序列估计需求强度，公式（2）主要用于新车型配件和历史样本较少的低频关键件，后续再通过实际更换数量进行滚动校准。

采购提前期拟合

采购提前期决定订货点所需覆盖的需求规模，其统计范围应以实际采购过程为依据。完整提前期从采购申请确认开始，至配

件验收入库结束，期间形成的备货时间、运输时间和复检时间均计入统计。设第j次采购的实际提前期为Lj，样本均值为（$\bar{L}$），标准差为（σL）。设月均需求率为d，采购提前期以月为单位，单位周期需求标准差为（σd），则提前期需求均值及标准差表示为：

$$\mu_{LT} = d\bar{L}, \qquad \sigma_{LT} = \sqrt{\bar{L}\sigma_d^2 + d^2\sigma_L^2} \qquad (3)$$

该公式将需求波动和交付时间变化共同纳入订货点计算。跨区域采购及进口电子件的供应周期差异较大，可按照常规供应渠道分别估计参数，使交付记录能够准确反映实际补货能力。参数估计可采用最近十二个月的滚动窗口，并依据极端延迟的实际发生频率配置权重。随着$\bar{L}$和σL持续更新，订货点能够及时反映供应状态变化，并量化交付周期缩短形成的库存资金节约。

库存成本口径设定

库存优化需要围绕补货决策引起的相关成本建立统一计量口径。采购单价在各方案中保持一致时，可作为共同项处理，将比较重点放在订货支出、库存占用和缺货损失上。设配件i的年需求量为Di，单次订货费用为Si，单位年持有成本为hi，订货批量为Qi，安全库存为SSi，单位缺货损失为pi，单个补货周期的期望缺货量为（E（Ui）），则年相关成本表示为：

$$TC_i = \frac{D_i S_i}{Q_i} + h_i\left(\frac{Q_i}{2} + SS_i\right) + p_i\frac{D_i}{Q_i}E(U_i) \qquad (4)$$

式中：第一项反映订货频次形成的处理支出，第二项反映周期库存和安全库存占用，第三项反映各补货周期期望缺货量形成的处置成本。

分层库存模型构建

配件保障等级划分

库存等级划分用于确定配件服务目标和库存模型，使补货参数能够对应实际维修影响。可从单位价值、需求频率、缺货影响和采购提前期四个方面建立保障评分，各指标经极差标准化后进入加权计算，具体公式如下：

$$G_i = 0.30V_i + 0.25F_i + 0.25P_i + 0.20T_i \qquad (5)$$

各项权重依据库存资金影响、需求稳定程度及维修停工损失确定，并结合历史缺货记录进行校准。式中：Vi表示单位价值倒向标准分，配件单价越高，资金占用压力越大，对应标准分越低；Fi表示需求频率标准分，Pi表示缺货影响标准分，Ti表示采购提前期标准分。当Gi≥0.70时，配件划入重点保障层；当0.45≤Gi＜0.70时，配件划入常规周转层；当Gi＜0.45时，配件划入审慎储备层。重点保障层配置较高周期服务水平，常规周转层侧重补货效率，审慎储备层侧重库存资金控制。系统可定期更新评分结果，人工调整需同步记录调整依据和有效期限。

常用配件连续审查

常用配件需求发生频率较高，库存状态适合采用连续审查方式控制。当库存位置下降至订货点Ri时，系统触发数量为Qi的补货订单。在采购单价保持稳定的条件下，经济订货批量根据年需求量、单次订货费用和单位持有成本计算；提前期需求接近正态分布时，订货点由平均需求和安全库存共同确定，具体公式如下：

$$Q_i^* = \sqrt{\frac{2D_iS_i}{h_i}},\qquad R_i = \mu_{LT,i} + z_i\sigma_{LT,i} \qquad (6)$$

式中：Di表示配件i的年需求量，Si表示单次订货费用，hi表示单位年持有成本，μ（LT,i）表示提前期需求均值，σ（LT,i）表示提前期需求标准差，zi根据目标周期服务水平选取。安全库存由订货点扣除提前期平均需求得到，即：

$$SS_i = R_i - \mu_{LT,i} = z_i\sigma_{LT,i}$$

库存位置由现有库存和在途数量扣除待满足需求后得到，使补货判断能够完整反映库存状态。机油滤清器等常用件可按日更新库存位置，需求参数则根据月度滚动记录进行修正。

慢动配件概率补货

慢动配件的需求记录包含较多零需求周期，其提前期需求适合采用复合泊松分布描述。设配件i的月均需求到达率为λ_i，采购提前期为L_i，单次领用数量为随机变量Y_ij，提前期内订单数为K_i，则提前期总需求X_i由各次订单需求量累加得到：

$$X_i = \sum_{j=1}^{K_i} Y_{ij}, \quad K_i \sim \operatorname{Poisson}(\lambda_i L_i), \quad P(X_i \le R_i) \ge \beta_i^0 \qquad (7)$$

式中：λi Li表示提前期平均需求，βi0表示目标周期服务水平。当单次领用数量主要为1件时，可依据泊松累积概率确定订货点Ri；单次领用规模变化较大时，则结合订单到达数量和单次领用量分布计算复合概率。补货批量可根据年需求量和单位持有成本求取，同时纳入包装规格及采购金额约束。高价值慢动件的服务目标应结合维修影响和单位持有成本设定。

关键配件服务约束

关键配件库存控制应设置周期服务水平下限，使成本优化建立在维修保障要求之上。设配件i在一个补货周期内需求得到全部满足的概率为βi，最低周期服务目标为βi0。设纳入模型的配件数量为m，采购单价为ci，订货批量为Qi，安全库存为SSi，平均在库资金限额为B，则周期服务水平约束和资金约束表示为：

$$\beta_i \ge \beta_i^0,\quad i = 1,2,\dots,m; \quad \sum_{i=1}^{m} c_i\left(\frac{Q_i}{2} + SS_i\right) \le B \qquad (8)$$

制动控制部件和核心电子模块承担较高维修时效要求，可配置较高周期服务目标；普通装饰件具备较充足的替代来源，服务标准可结合采购响应速度确定。多配件联合求解时，可计算单位库存资金带来的期望缺货损失下降额，依据边际收益安排有限预算。

库存成本优化求解

算例参数设置

为完成模型运算，选取8类具有代表性的汽车配件作为案例样本，覆盖日常保养需求、周期磨损需求和低频电子总成需求。样本年需求量介于24~1200件，采购提前期介于0.25~2个月，可体现不同周转速度和价值水平下的库存特征。订货费用根据单次采购业务所耗资源核定，单位年持有成本按采购单价的20%计算。缺货损失依据配件维修影响和补货响应成本设定，使关键程度较高的配件获得较强约束。各配件的需求分布依据第一章形成的分类结果确定，提前期需求参数和目标周期服务水平见表1。案例中的慢动配件以单次领用1件为主，复合泊松模型在该条件下转化为普通泊松模型，订货点依据提前期平均需求的累积概率确定。

订货参数联合求解

求解过程依据配件需求类型分别确定订货点。常用配件采用正态分位数计算安全库存，慢动配件通过泊松累积概率搜索满足周期服务目标的最小整数订货点。订货点确定后，常用配件采用正态损失函数计算单个补货周期的期望缺货量，慢动配件则按照超过订货点的需求数量及其发生概率进行加权，计算式为：

$$E(U_i) = \sum_{x=R_i+1}^{\infty}(x - R_i)P(X_i = x)$$

补货批量根据经济订货批量公式求得，再结合整件订购要求确定可执行整数值。安全库存按照订货点同提前期平均需求之差计算，正态需求配件采用SSi=Ri-μ（LT,i），泊松需求配件采用SSi=Ri-λi Li。各配件完成独立求解后，将平均库存金额代入资金约束进行校核。按照表1参数计算，原策略平均在库资金为104 315.75元，优化方案对应平均在库资金为62549.75元，处于65 000元限额以内。库存资金接近约束边界时，再依据前文所述边际收益原则完成预算调整。

优化结果对照检验

优化结果见表2。8类配件年相关成本由24931.00元降至20476.21元，降幅为17.87%。其中，电子总成件成本降幅达到25.18%，是整体成本下降的主要来源；传感器件和周期磨损件的成本分别下降15.44%和16.30%，常用保养件原补货参数接近经济区间，成本下降幅度相对较小。各配件订货点均达到设定的周期服务水平，成本下降期间关键配件供应标准保持稳定。

参数敏感性检验

敏感性检验选取需求强度、采购提前期、持有成本率和周期服务水平作为变化参数。年需求量提高10%时，经济订货批量按照需求量平方根变化，理论增幅为4.88%，需求增长主要通过订货频率吸收，单次补货量保持相对稳定。采购提前期延长20%后，常用配件的提前期需求均值随之增加，慢动配件的提前期平均需求由λ_i L_i调整为1.2λ_i L_i，长周期电子件的订货点上升幅度更为明显。单位年持有成本率由20%提高至25%时，经济订货批量理论下降10.56%，高价值慢动件的周期库存进一步收缩。目标周期服务水平由99.0%提高至99.5%时，泊松累积概率对应的订货点出现整数变化，部分低频配件需要增加1件库存，单位资金形成的服务改善幅度随之下降。

表1 汽车配件库存模型基础参数

配件类型	年需求量/件	单价/元	订货费/元	提前期/月
常用保养件	720~1200	35~55	80~85	0.25~0.33
周期磨损件	480	180	100	0.5
传感器件	72~96	420~560	120~140	1.00~1.20
电子总成件	24~60	780~2600	160~200	1.50~2.00

注：常用保养件包括机油滤清器、空气滤清器和火花塞，周期磨损件为制动片，传感器件包括氧传感器和ABS传感器，电子总成件包括起动机和ECU模块。

表2 汽车配件库存参数优化结果

配件类型	配件数量/类	优化前成本/元	优化后成本/元	降幅
常用保养件	3	4627.08	4451.17	3.80%
周期磨损件	1	3395.5	2842.05	16.30%
传感器件	2	5465.06	4621.48	15.44%
电子总成件	2	11443.36	8561.51	25.18%
合计	8	24931	20476.21	17.87%

注：年相关成本包括订货成本、持有成本和期望缺货成本。

结论

汽车配件库存优化的关键在于使需求参数、服务目标和成本边界形成连续计算关系。案例结果表明，分层控制能够将库存资金集中配置于维修影响较大的配件，高价值慢动件通过缩小补货批量降低周期库存，8类配件年相关成本下降17.87%。模型区分了订货点和补货批量的影响因素，使维修保障和资金控制分别进入求解过程。案例采用年度需求口径，车型保有结构和供应周期的阶段性变化仍需持续纳入。后续可结合区域仓调拨记录和车型生命周期更新需求强度，提高多仓协同配置的准确性。A

服务乡村振兴的“光储充”高职新能源汽车人才育人实践

文/刘雪（青岛港湾职业技术学院智能制造学院）苗立岐（上汽通用五菱汽车股份有限公司青岛分公司）
王宝昌（青岛港湾职业技术学院智能制造学院）

为了响应国家“双碳”目标与乡村振兴战略，应对新能源汽车“光储充”一体化产业链下沉乡村时面临的复合型人才短缺问题，本研究以青岛地区某高职院校为载体，通过重构以“岗课赛证”为核心的课程体系、搭建基于“1+N”理念的协同实践平台、实施面向乡村复杂场景的项目化教学、建设聚焦“双能素养”的结构化师资队伍以及构建贯穿教学全过程的多元化综合评价体系，探索高职人才培养与乡村绿色转型的衔接路径。实践表明，该模式促进了人才培养供给侧与乡村产业需求侧的对接，提升了学生技术整合能力与乡村服务素养，为职业教育赋能乡村绿色转型提供了可参考的“青岛实践”。

2021年3月，国家四部门联合启动新能源汽车下乡，推动乡村绿色交通与分布式能源利用。农村汽车市场由此进入快速增长期，百户保有量升至22.3辆，预计2030年千人保有量将达160辆、总保有量超7000万辆，电动汽车占比持续攀升。然而，截至2025年，乡村充电与维保体系短板依旧严峻：乡镇直流充电枪缺口约1.4万个，县级以下维保网点覆盖率不足40%，超半数乡镇无法就地解决三电故障，运维能力偏弱，“最后一公里”未打通，削弱政策落地成效。为此，国务院常务会议专项于2023年5月部署充电基础设施建设，鼓励企业下沉服务并定向培养维保技术人员；2025年政策进一步升级，深化“百县千站万桩”补短板工程，强化车型适配与售后网络覆盖；2026年启动县域充换电设施补短板试点，支持59个联合试点县，每县最高可获中央财政奖励4500万元。

青岛作为山东半岛蓝色经济区核心，兼具汽车产业基础与海尔、特锐德等新能源企业，为“光储充”模式向乡村延伸创造了有利条件。高职院校作为技术技能人才培养主阵地，亟待创新培养模式以回应区域产业链壮大与乡村振兴的叠加需求。现有研究多聚焦单一技术或宏观产教融合，对“光储充”全产业链与乡村场景深度融合的协同育人路径缺乏专门探讨。本文依托青岛某高职院校新能源汽车技术专业，将跨领域技术整合与乡土情境实践有机嵌合，系统探索产教协同、理实一体的人才培养新模式。

“光储充”产业链融合与乡村振兴的耦合点及人才需求分析

“光储充”产业链融合与乡村振兴的耦合点分析

基于教育生态学中“生态位”理论，可将乡村产业环境、技术演进与人才培养视为一个动态互哺的生态系统。生态位原指一个物种在生态系统中所占据的时空位置及其与相关物种间的功能关系。在教育生态学中，生态位被用来描述某一教育系统与其外部环境之间所形成的相对稳定的资源利用方式和功能耦合状态。我们将这一理论运用于本研究，则：乡村产业环境（分布式能源需求、绿色交通转型、新业态涌现）构成一个具有巨大吸纳潜力的“产业生态位”；“光储充”技术演进（光伏、储能、充电的集成化趋势）构成快速迭代的“技术生态位”；新能源汽车技术专业的人才培养（知识、技能、素养的供给）则构成“人才生态位”。依据该理论，“光储充”产业链与乡村振兴战略在多维度表现出强耦合关系：

一是能源赋能乡村——产业生态位为技术生态位提供应用场景。乡村地区充裕的屋顶与闲置土地资源，为分布式光伏的规模化部署创造了天然条件；融合储能与充电设施的“光储充”微网系统，能够有效弥补乡村电网结构薄弱、供电可靠性不足等短板，降低农业生产与生活用能成本，同时为乡村民宿、冷链物流等新业态的电气化转型提供稳定的能源支撑。

二是绿色交通下乡——技术生态位驱动产业生态位升级。新能源汽车的普及是实现乡村交通绿色化的关键一环，而“光储充”一体化充电站（桩）的建设，能够针对性解决乡村地区充电基础设施不足与电力增容困难的痛点，为电动农用车、乡村公交、旅游观光车等应用推广扫清了障碍。

三是产业融合发展——人才生态位作为耦合枢纽。“光储充”项目的建设、运维及服务环节可有效带动乡村本地就业，通过与农业、旅游业的深度融合，打造“农光互补”“渔光互补”等新模式催生新业态，为乡村经济注入全新活力。所有融合发展的实现，都依赖于能够同时理解乡村场景、掌握“光储充”技术、具备服务意识的复合型人才。

新能源汽车技术专业人才需求新特征

截至当前，全国新能源汽车保有量已突破3140万辆，而持有“三电”系统维修资质的技能人员尚不足10万人；在全国近400万名汽车维修从业人员中，仅12%接受过电控系统专项培训，约六成维修工难以独立完成新能源车辆的相关维修作业。伴随“光储充”产业链向乡村场景的纵深推进，产业生态位与技术生态位正发生深刻重塑，进而对人才生态位提出了系统性重构的要求。这一时期，新能源汽车技术专业人才需求集中体现为知识结构的复合化、技能体系的集成化及职业素养的多元化，这标志着人才生态位正从传统的“单一车型维保型”向“跨领域系统集成型”跃迁，以适应乡村产业—技术复合生态位的现实需要。知识复合化体现为新能源汽车技术专业人才培养需跨领域掌握新能源汽车三电技术、光伏发电原理与安装调试、储能系统管理、智能充电桩运维及能源管理系统（EMS）等知识；技能集成化要求新能源汽车技术专业人才除了传统车辆检测维修技能，还需具备“光储充”系统集成设计辅助、安装施工监管、系统调试、故障诊断与运维管理能力，并能推动相关技术在乡村复杂场景下的落地应用；素养多元化则涵盖绿色低碳发展理念、服务“三农”情怀、创新意识、乡村复杂实际问题解决能力及与农户、村镇组织、企业等多方主体的多主体协调能力。

高职新能源汽车技术人才培养的现实困境：基于青岛地区的调研分析

从生态位理论审视，当前高职新能源汽车技术人才培养面临的诸多困境，根本上源于人才培养生态位与乡村产业生态位、技术生态位之间的结构性“错位”乃至“断裂”。课题组对青岛多所开设新能源汽车技术专业的高职院校进行了调研结果如下：

一是课程体系滞后，尚未形成系统的“光储充”课程模块，教学内容与产业链前沿动态之间存在明显脱节；二是实践平台单一，实训设备多围绕车辆本身配置，缺少真实或高仿真的“光储充”一体化系统实训环境，尤其缺乏对乡村应用情境的有效模拟；三是师资能力不足，专业教师普遍欠缺“光储充”跨领域工程实践经验，对乡村应用场景的实战积累更为有限；四是产教融合不深，与本地光伏安装、储能集成、充电运营等产业链企业的合作紧密度不足，协同育人机制尚未真正建立和有效运转；五是服务乡村导向弱，现行人才培养目标和课程体系对服务乡村振兴、破解乡村能源与交通难题的指向性不强，导向仍较模糊。

基于“光储充”产业链融合的人才培养模式创新实践

重构以“岗课赛证”为核心的课程体系

为实现人才生态位对产业—技术复合生态位的主动适配，课程体系围绕“交叉复合+应用创新”的人才培养目标，以“基础夯实、交叉融合、创新驱动、树人为本”为核心理念，依据毕业能力层级框架构建双主线、四层次、三阶五模的结构化课程体系：双主线——理论课程与实践课程并行贯穿；四层次——通识课程（素养筑基）、专业基础课程（技能奠基）、专业核心课程（领域深化）、跨专业课程（融合拓展）梯次递进；三阶五模——实践课程按“基础层→提高层→创新层”分阶实施，涵盖实验、设计、实习、综合实践及军训/社会实践五大模块，形成模块化、全周期、分层进阶的实践能力培养链，举措如下：

第一，岗位需求分析：深度调研青岛特锐德（充电）、海尔新能源（储能）、本地光伏安装及乡村“光储充”项目运维企业，精准定位“光储充”系统集成助理工程师、安装调试技术员、运维服务工程师等岗位能力要求，为课程模块开发提供直接依据。

第二，模块化课程开发：构建“基础共享、模块分立、跨界融合”的课程结构，将“光储充”技术模块嵌入传统课程体系，打造“车—光—储—充—网”五位一体的知识图谱，实现从单一技能向系统集成的能力跃迁。同时，将专业职业技能等级证书（如光伏电站运维、智能新能源汽车）及技能大赛（如光伏工程、新能源汽车服务）赛项标准和技术规范等融入课程内容。

第三，乡土案例融入：将青岛西海岸新区某乡村“光伏+储能+充电桩”示范项目、莱西市电动农用车推广及配套充电案例等本土实践作为教学素材，增强学生对乡村实际问题的理解与解决能力。

搭建基于“1+N”理念的协同化实践平台

“1+N”实践平台体系构建了多生态位协同的物理空间与关系网络，“1”指校内综合实训中心，作为人才培养的核心枢纽；

“N”指涵盖产业链各环节（汽车制造、汽车营销、新能源维保、充电桩建设与运营等）的多元化校外实践基地网络。通过建设1个校内综合实训中心+N个校外实践基地，使学校、企业、乡村三个生态位得以资源互通、功能互补，实现“课堂—车间—田间”三阶贯通的生态位衔接通道，形成校内校外联动、从单学科到多学科，从基础到综合创新的协同育人网络，举措如下：

第一，校内平台升级：建设集光伏发电（模拟屋顶/地面）、多种类型储能装置（锂电、梯次利用电池）、智能充电桩（快充/慢充/V2G）、能源管理系统于一体的“光储充”综合实训中心。该中心模拟乡村电网环境，设置典型故障场景，为学生提供高度仿真的实境训练条件。

第二，校企共建基地：与特锐德、青岛交运集团新能源公司、本地光伏企业等共建校外实践基地，设立“光储充”技术订单班或现代学徒制班，邀请企业工程师深度参与教学，并提供真实项目案例反哺教学。

第三，乡村实境课堂：借助青岛周边乡镇（如平度、即墨的示范村），建立乡村实践教学点，组织学生参与乡村户用光伏巡检、村级充电站维护、电动农用车简易故障排查等真实任务，开展“光储充”科普宣传，强化学生的乡村服务意识与实践能力。

实施面向乡村复杂场景的项目化教学改革

项目化教学改革模拟并回应了乡村真实生态位的复杂性，遵循以学生为中心的教育理念，对新能源汽车技术专业的教学方式进行系统性改革，全面推行“项目引领、任务驱动”教学模式，并辅以多样化教学方法、分段式教学组织形式开展教学，举措如下：

第一，贯穿式项目教学：以“乡村活动中心设计小型光储充供电方案”（覆盖光伏组件选型、储能容量配置、充电桩布局、能效测算等知识模块）、“电动观光车充电桩选址与简易运维方案”（侧重乡村实际场景下的选址条件分析、成本效益估算、故障排查等）等真实或高度模拟项目贯穿相关课程模块的教学全过程，让学生在解决复杂实际问题中整合知识与技能。

第二，任务驱动学习：将光伏组件安装规范、储能系统参数配置、充电桩通信调试、系统能效分析等核心技能点分解为具体可操作的学习任务，引导学生在完成任务的实践中能够主动建构知识、掌握技能。

第三，引入CDIO理念：着重从构思（Conceive）、设计（Design）、实现（Implement）、运作（Operate）的全过程入手，系统地培养学生的工程思维以及解决复杂实际问题的能力，使学生更好地适应乡村综合能源项目的实施与管理需求。

建设聚焦“双能素养”的结构化师资队伍

针对新能源汽车技术专业课程体系的跨学科融合特性（涵盖三电技术、光伏工程、储能管理、智能网联等），亟需打破单一学科师资局限，通过“外引内培、校企共育”双轨机制，系统性建设结构化教学团队，举措如下：

第一，外引——校企共建产业导师库：为了更好地适应“新能源汽车下乡”对人才培养提出的要求，聚焦产业前沿（如V2G双向充电、储能热失控预警等），采用聘请专家进行实践指导、选派教师至企业一线挂职锻炼、定期组织教师学习深造等多途径，不断提升教师队伍的实践教学能力与产业洞察力。

第二，内培——校内跨专业协同机制：新能源汽车专业课程设置交叉性强，单一专业背景的教师难以满足系统性新能源汽车技术教学的现实，采用整合不同专业背景教师，共同开设新能源汽车交叉课程，协同研究教学内容、教学方法与考核评价方式，组建“领域交叉、任务耦合”教学共同体，有效破解知识壁垒，打造特色鲜明的一流教学团队。

构建贯穿教学全过程的多元化综合评价体系

为适应信息化时代学生学习新特点，并强化学生复合能力与乡村服务素养，构建了“四维三阶”综合评价体系，四维包括“主体多元—内容多维—过程动态—反馈闭环”评价体系，三阶涵盖课程学习、项目实践、乡村服务全过程，以精品在线开放课程、虚拟仿真实验项目等优质课程资源的建设与运用为抓手，开展情景教学、案例教学、线上教学等教学方法和手段的革新与实践，形成“评价—反馈—迭代—赋能”闭环机制。

第一，主体多元：教师评价（30%）、企业导师评价（40%）、乡村用户（模拟或真实）评价（20%）、学生互评（10%），以此全面反映学生在不同场景下的能力表现。

第二，内容多维：在考核知识技能基础上，重点评估学生对解决乡村实际问题的方案设计能力、动手操作能力、服务意识以及绿色素养等。如设置知识应用（40%）、实操能力（30%）、解决问题（20%）、服务意识（10%）等指标，并新增“乡村绿色素养”专项评估指标。

第三，过程动态：注重学生在项目任务完成过程中的表现，借助虚拟仿真平台记录学生任务迭代与解决过程，将过程性评价占比提至60%，引导学生关注持续改进与能力成长。

第四，反馈闭环：定期收集合作企业、乡村实践合作点对学生综合素质表现的反馈意见，并将其作为持续改进课程内容和培养方式的重要依据，构建“评价—反馈—改进”的良性循环。A

基金项目：本项目是青岛港湾职业技术学院教学改革重点研究项目“聚焦乡村振兴，面向高职新能源汽车技术专业人才培养模式探索与实践”的研究成果（立项编号：GW2023A01），主持人：王宝昌。

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