

汽车与配件

AUTOMOBILE & PARTS

2026 / 11
第46卷·总第1425期
定价RMB 10元

从扎根到引领： 海斯坦普的中国本土化 与全球协同之路

海斯坦普亚太区CEO

洛安东

Antonio López

中国车企竞争同质化，何时再现百花齐放？

安全论证、人工智能、车路云一体化……
CICV 2026有哪些关键词？

解锁全链检测，
中国汽研华东总部基地的底气从何而来？

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

ISSN 1006-0162



9 771006 016265



关注官方微信



关注官方微博

主办：上海百联汽车服务贸易有限公司

轻松把握方向，
安全驶向未来！



“合”平台管柱式电动助力转向系统
Column Electrical Power Steering System
(EPS_c)



平行轴式电动助力转向系统
Axial-Parallel Electrical Power Steering
Gear (EPS_a)



单齿轮式电动助力转向系统
Single-Pinion Electrical Power Steering
Gear (EPS_p)



双齿轮式电动助力转向系统
Dual-Pinion Electrical Power Steering Gear
(EPS_d)

博世华域转向系统有限公司

中国上海市嘉定区永盛路2001号/201821

电话：+86 21 6707 9000

传真：+86 21 6707 9087

No.2001, Yongsheng Road, Jiading Industrial
Development Zone, Shanghai, P.R. China / 201821

Tel: +86 21 6707 9000

Fax: +86 21 6707 9087

博世华域转向系统（烟台）有限公司

山东省烟台市福山区永达街1000号/265500

电话：+86 535 380 3055

传真：+86 535 380 3055

No.1000, Yongda Road, Fushan, Yantai,
Shandong, P.R.China / 265500

Tel: +86 535 380 3055

Fax: +86 535 380 3055

博世华域转向系统（武汉）有限公司

湖北省武汉市江夏区金港新区通用大道66号/430208

电话：+86 27 5910 6600

传真：+86 27 5910 6601

No. 66, General Motors Avenue, Jiangxia DVZ,
Wuhan, Hubei, P.R. China / 430208

Tel: +86 27 5910 6600

Fax: +86 27 5910 6601

博世华域转向系统有限公司南京分公司

江苏省南京市经济技术开发区炼西路1号/210033

电话：+86 25 6698 4738

传真：+86 25 6698 4880

No.1,Lianxi Road, Nanjing Economic and Technology
Development Zone,Jiangsu,P.R.China/210033

Tel: +86 25 6698 4738

Fax: +86 25 6698 4880

DXQ - DIGITAL INTELLIGENCE BY DÜRR

FACTORY



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



深耕：于沉淀中笃行，于细分中破局

六月的风，带着盛夏来临前的蓬勃气息，也吹拂着全球汽车产业加速变革的浪潮。站在上半年收官的关键关口，中国汽车产业依旧在热度与焦灼、创新与博弈中持续前行。百年未有的产业变局持续深化，电动化技术迭代升级，人工智能深度赋能智能驾驶，中国品牌出海步伐持续提速，低空经济、飞行汽车逐步走出概念、落地应用。

如今的产业竞争，不再局限于单一的动力升级与产品迭代，而是升级为技术创新、用户体验、生态构建、全球化布局的多维综合较量。行业发展正从过去的规模领先，迈向高质量发展的价值引领阶段。无论是前沿动力电池、AI大模型智能座舱、固态电池等核心技术的自主突破，还是中国车企深度参与全球规则制定、输出中国技术与中国方案，都印证着中国汽车产业在全球舞台上的稳步崛起与自信成长。

市场进入存量博弈时代，高质量发展不再是行业口号，而是所有企业必须直面作答的生存命题。消费认知愈发理性成熟，行业逐步褪去粗放增速的浮躁，深耕核心技术、打磨产品品质、精进全链服务，成为企业穿越行业周期的坚实底气。

技术迭代永无止境，但科技进步的核心意义，不止于效率维度的突破，更在于温暖人本的价值坚守。当自动驾驶逐步落地普及，智能汽车成为主流出行载体，行业需要保持清醒思考：科技该如何更好地服务于人？技术快速迭代的赛道上，汽车产业该怎样守住初心、留存温度？答案始终笃定：所有技术革新、产品升级、生态扩容，最终的落脚点，都是为了打造更安全、更舒适、更人性化的出行体验。

整车品牌的每一次突破向上，都根植于产业链底层的深耕。车规芯片、新材料、精密工艺、核心零部件、后市场服务等细分领域，以持续的技术精进与极致的品质打磨，筑牢中国汽车供应链的坚实底座，支撑产业行稳致远、稳步进阶。

汽车产业发展并非决胜一时的百米冲刺，而是一场考验定力、耐力与初心的长期马拉松。行业拥有层出不穷的热点与流量，真正稀缺的，是沉心深耕、专注技术、坚守品质、精进服务的长期主义者。相较于短期销量数据与市场热度，经得起时光检验的产品质量、稳定可靠的技术体系、可持续沉淀的品牌价值，是企业立足长远、穿越周期的核心基石。

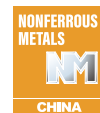
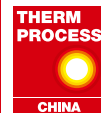
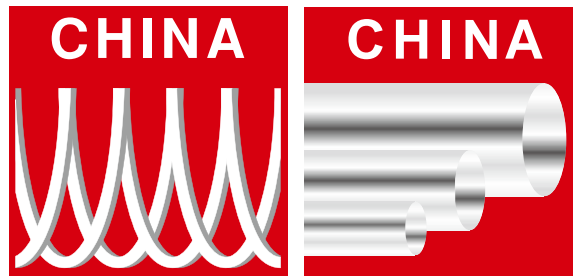
作为产业的观察者、记录者，《汽车与配件》始终坚持理性观察、深度思考。我们既见证行业前沿的高光突破，也聚焦产业链深处的细分深耕；既解读技术变革的底层逻辑，也传递产业发展的人文价值。

六月，是承上启下的复盘节点，也是重整步履、蓄力前行的全新起点。祝各位读者六月顺遂，笃行致远！

《汽车与配件》杂志总编辑
2026年6月



wireTube



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**



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



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



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

电子杂志

网站

微信

微博



官方微信 / 官方微博 / 官方网站 / 电子杂志



广告投放热线
021-62351533



创刊时间：1981年
2026年6月15日出版（2026 NO.11 第46卷 总第1425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 Wei yuan
Advertising Executive Director 广告执行总监	卢捷 Lu Jie
Advertising 广告部	吴文倩 Wendy Wu

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

ISSN1006-0162

CN Serial Numbering 国内统一连续出版物号

CN31-1219/U

VT 2-4 轴类立式车床 高效加工

广告



加工时间短



辅助时间短



装夹时间短

配备2 X 11工位刀塔
4轴加工
实现高效生产率

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

VT 2-4

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

订阅价 全年240元

技术 市场

半月刊 零售价10元
邮发代号：4-429
国内订阅：全国各地邮局

本刊法律顾问 上海市广发律师事务所

根据《中华人民共和国著作权法》，结合本刊具体情况，我编辑部郑重声明：

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

汽车与配件 AUTOMOBILE & PARTS

2026年6月15日出版（2026 NO.11 第46卷 总第1425期）

Address 地址 上海市仙霞路319号远东国际广场A座2311室
Room2311, No.319 Xianxia Road, Shanghai

Post Code 邮编 200051

Issue Dept. 发行部电话 (8621) 62351533

Domestic General Distribution 国内总发行 上海市报刊发行局

Domestic Subscription 国内订阅 全国各地邮局

Post Issue Code 邮发代号 4-429

General Distributor Overseas 国外总发行 中国国际图书贸易总公司 北京399 信箱

Issue Code Overseas 国外发行代号 WK1413

Price 定价 RMB10.00元/本

Plate Making 制版 上海安枫印务有限公司

Printing 印刷 上海安枫印务有限公司

印刷质量承诺：读者凡发现本刊有掉页、残缺等印刷、装订质量问题，

请直接将杂志邮寄到以下地址，印刷厂负责特快专递将无质量问题的杂志寄还给读者，并致谢忱。

地址：上海市闵行区双柏路528号

联系人：彭懿军 电话：13901643357

梅卿传媒集团出品

电视合作伙伴



平面媒体合作伙伴



移动媒体合作伙伴



本刊网络合作伙伴



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



广告

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



www.gsashow.com

2026上海国际新能源汽车及智慧出行展览会



GREEN
and **SMART**
AUTO SHANGHAI

技术引领
跨界创新

Technology Leading,
Cross-border Innovation



www.gsashow.com

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

汽车与配件
AUTOMOBILE & PARTS

CONTENTS

JUN' 2026 / NO.11
目次



行业信息 / NEWS

12 上汽集团成为中国汽车行业首家亿级车企

封面 / COVER

16 从扎根到引领：海斯坦普的中国本土化与全球协同之路
——访海斯坦普亚太区CEO洛安东

新能源 / NEW ENERGY

21 2035年全球电动汽车保有量将达5.1亿辆

卿谈 / CONNECTIONS

22 当汽车遇见艺术：三访现代汽车文化空间的观察与思考

对话 / INTERVIEW

24 中国车企竞争同质化，何时再现百花齐放？

观点 / VIEW POINT

26 解锁全链检测，中国汽研华东总部基地的底气从何而来？

28 安全论证、人工智能、车路云一体化……
CICV 2026有哪些关键词？

30 智汇万链，零启新篇：2026汽车零部件产业发展大会召开

研究 / RESEARCH

32 从场景到灵魂：座舱人智交互的进阶之路

34 QNX：随着物理AI加速发展，
软件已成机器人创新关键瓶颈



企业 / ENTERPRISE

- 36 为了加快本土落地速度, 欧摩威用户体验事业群作了哪些调整?
- 39 初心笃行三十载, UFI集团索菲玛上海工厂盛典启新章

热点 / HOT SPOT

- 40 未来十年, 新能源汽车终局指向何处?
- 42 全球汽车产业呈现“东升西降”新格局

政策 / POLICY

- 44 工信部2026年汽车标准化工作要点解析

设计 / DESIGN

- 46 冬季新能源汽车换电螺栓结冰问题及解决方案研究
- 50 面向轻量化的汽车底盘关键部件结构优化方法
- 53 汽车电气设备自动化测试系统设计与开发
- 56 绿色低碳导向下低熔点无溶剂涂层的配方优化及成型机理分析

行业 / INDUSTRY

- 59 基于信息安全保护的智能汽车供应链准入审核机制重塑
- 62 中国-印尼新能源汽车现代工匠学院多元协同治理机制创新研究
- 65 产教融合视角下高职汽车专业活页式英语教材的创新路径
- 68 面向智能时代的汽车工程教育与拔尖人才培养模式重塑

广告索引

- p2 博世华域转向系统有限公司
- p3 杜尔涂装系统工程(上海)有限公司
- p5 第12届中国国际线缆及线材展览会
- p7 埃马克(中国)机械有限公司
- p9 2026上海国际新能源汽车及智慧出行展览会
- p71 《汽车与配件》公益广告
- 封底 《汽车与配件》小程序广告

上汽集团成为中国汽车行业首家亿级车企

2026年5月28日，“上汽集团全球第一亿位用户交车仪式”在上海北外滩世界会客厅举行。上汽旗下十余个整车品牌、十九款车型，以“全球接力交付”的方式，横渡山海、联动全球，上汽集团由此成为首个累计产销量突破一亿辆的中国汽车集团，为中国汽车行业铸就新的里程碑。

1955年，上海内燃机配件制造公司成立，上海汽车工业由此起步。1958年，工人用榔头敲出第一辆“凤凰牌”轿车，实现上海轿车制造“零的突破”。七十年来，上汽亲历并推动了中国汽车工业从



无到有、从弱到强的全过程：1983年桑塔纳下线开启合资合作；1997年上海通用成立，创造23个月建厂出车的“上海速度”；2006年自主品牌荣威诞生；2016年推出全球首款互联网汽车荣威RX5；2020年高端智能电动品牌智己汽车成立。

据介绍，第一亿辆交付车型智己LS9 Hyper是上汽七十余年技术积淀的集大成之作，开启了新能源车“新三大件”的崭新时代。它搭载了下一代底盘技术，同级首发的全线控四轮转向；下一代智驾硬件，520线超视域激光雷达+英伟达Thor芯片，下一代三电——全域800 V高压平台与恒星级增程；全面预埋了面向L3及以上高阶智驾持续进化的冗余能力。同时，智己LS9 Hyper首搭上汽金标飓风三电机，从容跻身性能3 s俱乐部；更联合紫金山实验室，全球首发“内生安全”技术，将汽车安全边界从“物理安全”拓展至“信息与系统安全”，是AI时代的必备安全基石。

赛豆科技发布AI汽车品牌AIVA

6月9日，赛豆科技在北京正式发布AI先锋生态出行品牌AIVA，提出“AI定义汽车，先有AI，再有车”的造车路径。发布会上，AIVA Origin Concept概念车同步亮相，首款量产车型AIVA ME7将于年内亮相，全系车型覆盖20万元以上主流市场。

赛豆科技希望以AI技术为驱动，将汽车打造为能够理解用户、陪伴用户、服务用户的具身AI生命体。

AIVA总裁、产品经理李博在发布会上表示：“过去是人在前面挖矿，现在是AI在前面挖矿，人在后面淘金。”AI将参与数据分析、趋势洞察和需求推理，从源头重新定义产品。



同日，AIVA官宣携手火山引擎，联合定义、联合设计、共同打造AI汽车体验。火山引擎将为AIVA提供豆包大模型、智能座舱等技术服务。

据悉，赛豆科技由国资平台、赛力斯、宁德时代及多方产业资本共同参与设立，独立运营。赛力斯在整车制造与供应链方面提供支持，宁德时代提供电池技术与能源解决方案。

蔚来ES9首发蔚来世界模型全新版本

2026年5月，蔚来世界模型迎来新一轮更新，全新版本首发搭载于行政旗舰SUV蔚来ES9，现有Banyan、Cedar、Cedar S智能系统车型的用户也在6月收到全新版本的推送。

2026年1月，蔚来宣布将采用“世界模型+闭环强化学习”技术架构的智能辅助驾驶版本，全量推送至搭载Banyan、Cedar、Cedar S智能系统的数十万辆车型上。在国内，这是这一技术架构首次完整应用于智能辅助驾驶的研发，引领行业在智能辅助驾驶研发范式上向前迈出了关键一步。

蔚来用户也用真实的使用情况验证了这一技术路线的价值。在1月版本更新后的3个月时间里，蔚来用户城区领航辅助的使用里程和时长环比分别提升了92%和116%，使用智能辅助驾驶的信心越来越足。

据悉，蔚来从2023年投入“世界模型”技术路线研发，2024年在国内率先发布该技术，到2026年已经成为智能辅助驾驶领域逐步收敛的技术路线。同样，2025年蔚来在智能辅助驾驶领域率先开启闭环强化学习研发，并在2026年1月量产，成为行业首个完整应用强化学习研发并且实现大规模跑通的车企，这个范式近期也被行业广泛跟进。

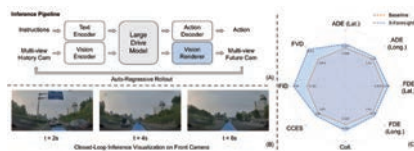


小鹏集团发布X-Foresight

继2026年3月发布X-World、4月发布X-Cache之后，近日小鹏集团正式发布X-Foresight，一套基于预测式世界模型（Predictive World Modeling）的视觉-动作因果预测网络。

X-Foresight把世界建模直接嵌入自动驾驶的VLA架构，通过联合预测未来画面与驾驶动作，从海量真实驾驶视频中习得物理世界的运行规律，更好地执行控车决策，实现驾驶能力的本质跃升。

大语言模型在编程、数学领域的能力突破，源于文本模态承载了对应领域的全部知识，模型通过海量文本训练即可完成知识学习。知识的承载模态，决定了模型的学习与建模方式。



基于这一核心逻辑，小鹏提出物理AI领域的关键判断：自动驾驶所需的世界知识，并非存在于纯文本或图文对中，而是密集编码于驾驶视频内。没有一本书会记录在突发行人鬼探头场景中，行人如何反应、自车如何决策。相反，海量驾驶视频会存储静态场景、交通控制、自车行为、周围物体行为等多维度世界信息。如同大语言模型依托文本习得数理编程知识，自动驾驶系统需通过世界模型从视频中萃取物理世界知识，X-Foresight正是小鹏打造的专属物理世界知识学习引擎。

麦格纳获得欧洲车企驾乘监测系统订单

麦格纳宣布正式获得欧洲车企驾驶员及乘员监测系统（DMS/OMS）项目定点。本项目意味着麦格纳DMS/OMS系统在全球整车平台上的布局实现重大突破，其后视镜集成式系统正式成为下一代整车架构的基础核心组件。

麦格纳的DMS/OMS系统与车内后视镜集成，在不增加座舱内饰复杂度、无需增设外露硬件的基础上，赋予车辆先进的驾驶员及乘员感知能力。该系统采用镜内隐藏摄像头架构，依托软件实现多元功能；麦格纳自研DMS算法软件并提供全套系统集成支持，可完美适配整车中央计算平台。



麦格纳机电、车镜与照明事业部总裁马泰奥·德尔·索博（Matteo Del Sorbo）表示：“本次获得客户的项目定点，再一次印证了驾驶员监测技术的规模化落地迎来了行业变革：此项功能不再作为独立配置存在，而是成为整车集成架构的有机组成部分。我们独创的后视镜集成方案，既能助力车企搭载高阶安全性能，又可有效管控系统复杂度，同时为整车平台后续迭代软件定义功能做好前瞻布局。”

全球范围内，驾驶员感知、行车安全及法规合规要求持续升级，车企亟需在不重新设计座舱、不新增外露硬件的前提下，完成新功能的集成落地，行业压力与日俱增。麦格纳后视镜集成式DMS/OMS，将感知传感、补光照明、电控硬件与软件算法高度集成于单一总成，完美破解了这一行业难题。

舍弗勒与中科创达签订战略合作协议

舍弗勒与中科创达正式签订战略合作协议，双方共同致力开发满足下一代汽车架构需求的中央计算平台，助力汽车行业向软件定义汽车及人工智能定义汽车转型。双方合作将专注于模块化、可扩展的解决方案，既能降低研发投入与系统复杂度，也为集中式软件和数据架构奠定基础。

在本次合作中，舍弗勒将贡献其在汽车复杂电子系统研发、产业化及大批量生产方面的丰富经验，尤其包括与安全相关的驾驶功能、动力系统、底盘解决方案以及电池与能量管理等领域。中科创达则凭借在中央车载软件平台、操作系统，以及面向车载娱乐与驾驶辅助系统的高性能计算架构领域的专业能力，与舍弗勒形成能力互补。同时，中科创达还拥有广泛且成熟的技术生态系统。

通过深度合作，以往分散部署在多个控制单元上的各类功能可集成至中央车载计算平台，从而降低系统复杂度、缩短研发周期，并可在不同车型及市场中实现灵活、高性价比的规模化应用。

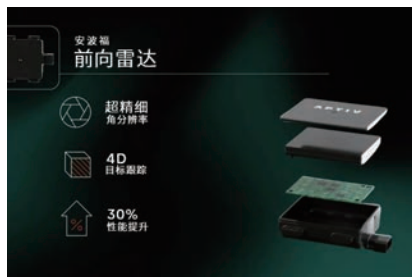
作为合作的一部分，两家公司未来还计划开发整车计算机平台全集成解决方案，在共享、灵活的硬件架构上，集成驾驶辅助、车载娱乐及整车行驶域的各类功能。



安波福第八代雷达获沃尔沃定点

安波福宣布，其第八代（Gen 8）雷达平台已获沃尔沃汽车项目定点，将自2028年起搭载于沃尔沃汽车新一代车型。该平台将全面支撑各类安全及驾驶辅助功能，双方亦将持续围绕软件定义汽车架构共同推进产品矩阵升级。

此次战略合作彰显了双方在安全理念上的高度契合。将安波福的智能感知技术与沃尔沃汽车守护车内外人员安全的核心使命相结合，共同朝着降低道路事故与人员伤害的未来愿景稳步迈进。



安波福传感与计算高级副总裁 Matthew Cole表示：“沃尔沃汽车对于守护车内及车外人员安全的坚持，为汽车安全树立了标杆。安波福第八代雷达平台的设计初衷亦是如此：提供稳定可靠的高清感知能力，可适配全场景和各类复杂路况环境。我们非常荣幸能够助力沃尔沃汽车在未来车型中持续推进其安全愿景。”

安波福第八代雷达平台旨在支持下一代安全与自动驾驶功能，具备以下核心优势：

凭借卓越的角度测量与分辨能力，能够精准识别并处理复杂交通环境；

在恶劣天气及复杂城市路况等挑战性场景下，依然保持稳定可靠的性能；

支持与摄像头及其他感知技术的无缝集成，大幅提升融合感知效能；

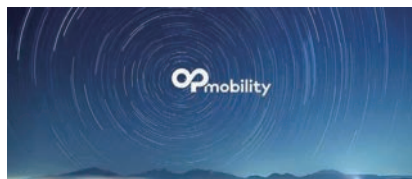
灵活可扩展的系统架构使其适用于全球市场下的多种车型平台，便于规模化部署。

延锋彼欧完成业务升级

为加速在华业务布局、深化与快速增长的中国车企合作，OPmobility与延锋官宣完成合资公司延锋彼欧的合作升级。

自2026年6月1日起，OPmobility与延锋将旗下模块装配业务整合并入延锋彼欧，并新增标志性灯光和装饰性照明解决方案。延锋彼欧主要面向国内主机厂，提供全面、差异化的产品组合，涵盖外饰车身系统、标志性灯光与装饰性照明、模块总成和外饰系统集成解决方案。

延锋彼欧是国内领先的汽车外饰零部件企业，主营保险杠、尾门等汽车外饰件产品。目前在全国拥有30余家工厂和1个研发中心，员工约3000人。此次整合将释放工业与商业协同效应，以满足中外车企在国内市



场对集成化解决方案日益增长的需求。

“延锋彼欧自2007年由OPmobility与延锋携手创立以来，凭借多年稳健运营，已成为双方合作的标杆。此次合作升级，充分彰显了OPmobility深耕中国市场的长期承诺与发展信心，也标志着双方合作迈入全新阶段。通过产品与技术矩阵的扩容，助力延锋彼欧进一步强化高附加值解决方案能力，这也与我们在区域、技术、客户层面的多元化战略高度契合。”OPmobility首席执行官Félicie Burelle表示。

高通宣布车端人工智能Claw生态计划

在2026高通汽车技术与合作峰会上，高通技术公司与诚迈科技、车联天下、斑马智能、德赛西威、镁佳科技、中科创达等生态企业，宣布车端人工智能Claw生态计划，这是行业首个旨在加速AI智能体助手在车端规模化部署的生态计划。基于可扩展的模块化架构，此项生态计划将骁龙® 数字底盘解决方案与高通智能体AI运行环境结合，并发挥各家生态企业在座舱、车载操作系统、智能体中间件、AI应用和量产交付方面的能力。

这一计划旨在消除长期阻碍下一代汽车智能开发的碎片化问题，为车企提供一条从概念验证到量产落地更快速、更集成化的路径。通过车端人工智能Claw生态计划，高通技术公司与生态企业致力于将AI智能体和多模态大模型直接部署到车端，推动汽车从“移动工具”进化为“智能伙伴”。

通过车端人工智能Claw生态系统和智能体AI运行环境，高通技术公司致力于将骁龙数字底盘，与在车内高效运行AI所需的工具和技术进行整合。生态企业则基于此进行开发，为车企提供了一套完整、即用型框架，用于开发和部署智能车载体验——从支撑AI运行的硬件，到驾驶员日常交互的应用全面覆盖。



伟巴斯特就拟入股中国玻璃合资企业少数股权签署协议

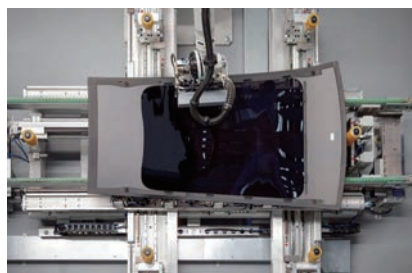
伟巴斯特计划与中国玻璃制造商浙江福佳科技有限公司（简称“FJT”）成立一家合资公司，签署协议持有30%股权。该交易仍需获得中国反垄断监管机构的批准。双方合作计划旨在共同开发并生产适用于中国市场快速增长的固定式玻璃车顶（Fixed Transparent Modules，简称“FTM”）需求。

通过这一合资项目，伟巴斯特将在中国这个全球最大汽车市场获得FTM领域的竞争优势。一个关键的成功因素在于玻璃加工领域的价值创造扩大：与FJT合资，伟巴斯特会系统性地拓展自身能力——从玻璃预加工，到将创新技术集成到车顶系统。

FJT将贡献其在玻璃生产加工领域的深厚专业经验及本土市场优势；伟巴斯特则发挥其在汽车车顶系统领域长期积累的系统和集成经验能力。双方计划共同为中

国整车厂开发技术先进且具有成本效益竞争力的FTM解决方案，聚焦在车顶玻璃新功能上，包括集成氛围灯、智能遮阳解决方案、太阳能技术及娱乐功能。

中国的汽车制造商正日益重视创新的内饰和舒适性理念，其中，FTM和可开启玻璃车顶发挥着核心作用。FTM和大尺寸可开启全景天窗车顶兼具现代设计、技术功能性及高性价比，这对本土制造商越来越重要。



赢彻科技新一代自动驾驶计算平台量产交付

近日，赢彻科技新一代自动驾驶计算平台Taurus实现量产，并率先交付头部物流公司投入实际运营。Taurus计算平台通过算法与硬件的深度协同设计，在提升计算性能与功耗表现的同时，有效降低了系统复杂度，显著提升了赢彻卡车NOA（导航辅助驾驶）的驾驶体验与运营效率，实现了安全、舒适、降本、提效等多重用户价值的显著提升。

该计算平台搭载地平线单颗征程6M芯片，成为卡车智能驾驶领域首批应用单颗征程6M并实现规模化商业落地的量产方案，为商用车智能驾驶的快速渗透提供了加速度。

作为赢彻科技全栈自研的新一代平台，Taurus具备“高效算力、精准定位、精简架构、卓越能效”四大核心特性。该

平台采用地平线“征程6M”单芯片方案，具备137 KDMIPS+128 TOPS的综合算力，内部集成了CPU、BPU与MCU，并内置高精度惯组组合模块，大幅提升系统性能。同时，平台采用风冷散热方案，可以满足85°C环温下长期工作的车规级要求。

依托这四大特性，Taurus计算平台全面支持感知模型升级至Transformer架构。



欣旺达获全球首张动力电池焕新DEKRA Seal证书

近日，欣旺达动力电池有限公司自主研发的HVBTTTER动力电池包总成成功通过DEKRA德凯测试，荣获全球首张动力电池焕新DEKRA Seal证书。

欣旺达此次获证，不仅意味着其产品全面达到中国最高电池安全标准，更是对国际市场需求的有力回应。DEKRA德凯作为多国市场准入认证服务的权威机构，其颁发的证书将为欣旺达拓展海外市场、增强国际客户信心提供强有力的权威背书。

本次欣旺达的全套测试在动力电池新国标强检公告实验室、DEKRA德凯战略合作伙伴CATARC中汽中心进行，覆盖多个方面。

电气安全：过充、短路、热失控等极端工况下的防护能力。

机械可靠性：振动、冲击、挤压等环境适应性，涵盖新增的底部撞击测试。

环境适应性：温湿度循环、盐雾、防水防尘。

性能耐久：新增的快充循环后安全测试，充分验证长期快充场景下的可靠性。

随着全球新能源汽车产业快速发展，欧盟新电池法规等国际准入要求日趋严格。新国标GB 38031-2025在修订过程中，充分考虑了与国际标准（如UN ECE R100）的协同，并建立了中国—东盟共建“一带一路”互认互通政策。

从扎根到引领： 海斯坦普的中国本土化与全球协同之路

——访海斯坦普亚太区CEO洛安东

文/张颖

海斯坦普，这家总部位于西班牙的全球汽车零部件巨头，业务遍及24个国家，拥有115家工厂。而在其全球版图中，中国市场占据着举足轻重的位置——自2007年进入以来，已在中国扎根近二十年。

海斯坦普亚太区CEO洛安东（Antonio López）是这段历程的亲历者与推动者。他在海斯坦普度过了三十个春秋——在集团1997年正式成立前，他便已加入。其中十七载在中国度过，大半职业生涯扎根于此。从财务分析师到亚太区CEO，他见证了海斯坦普集团从起步阶段的两座工厂逐步发展壮大，到全球115座工厂的跨越，也形成了“以战略为导向、视人才为基石”的管理哲学。在他的带领下，海斯坦普在中国走出了一条独特的本土化之路。

近期，洛安东接受本刊记者专访，就市场布局、技术创新、在华发展战略与可持续发展等话题分享了深度见解。

问：2025年海斯坦普全球营收113.49亿欧元。请问亚太区尤其是中国市场的表现如何？您如何看待当前中国市场的挑战与机遇？

洛安东：2025年，中国市场实现营收14.4亿欧元（约合116.9亿元人民币），占集团全球总营收的12.6%，亚太区的78%。毫无疑问，中国市场是海斯坦普全球战略的绝对重心。

与此同时，中国市场正逐步向以技术差异化为核心的竞争方向演进。整车厂在轻量化、安全性能和智能配置方面持续投入，以提升国际竞争力。先进的车身安全解决方案和轻量化电池盒，已成为电动车平台的关键支撑。海斯坦普的中国战略正是面向本土电动车平台进行研发与生产，同时依托我们在全球24个国家的布局，为整车厂客户提供协同支持。

我们看到，轻量化对电动车尤为关键，它能够有效减轻电池模块的重量，同时严格满足安全标准。以集团的核心技术——热冲压成型为例，钢材结构件减重可高达15%，从而降低排放并提升能效。



海斯坦普亚太区CEO 洛安东（Antonio López）

同时我们也清醒看到，国内轻量化赛道本土供应商快速崛起、行业技术迭代持续加速，叠加汽车产业链价格博弈常态化，中国市场竞争依旧激烈。这也倒逼我们持续深耕技术创新、优化本土成本与响应效率，牢牢稳固长期竞争优势。

放眼未来，依托我们的全球专利技术矩阵和广泛分布的研发网络，亚太区域市场中长期增长空间广阔。

问：2025年，在行业整体波动的背景下，海斯坦普中国区实现营业收入116.9亿元人民币。回顾2021—2025年，您如何总结公司在华业务的增长表现？

洛安东：中国已是海斯坦普全球三大重点市场之一，集规模、速度与创新于一体。

回顾过去五年，我们的增长主要得益于在核心技术领域的前瞻性布局。我们率先开发了先进的车身安全架构和高精尖的轻量化电池盒解决方案。中国新能源汽车的加速发展，进一步拉动了相关业务的显著增长。

与此同时，我们始终与客户保持紧密的合作关系。目前，我们在华拥有13家工厂，总厂区面积超过40万m²，并设有上海和昆山两大研发中心。通过本土研发实力，我们不断提升生产效率和敏捷性，在优化成本的同时缩短交付周期，使我们成为整车厂真正值得信赖的战略合作伙伴。

问：海斯坦普在华已建成13座工厂。面对中国市场的激烈竞争和价格压力，是否有进一步扩产的计划？未来会重点布局哪些技术方向或区域市场？

洛安东：目前我们在中国的13座工厂布局已经相当完整，具备承接新项目的技术储备与产能支撑。同时我们也清醒地认识到，国内汽车产业普遍存在产能过剩的问题。因此，在新增投资或布局新产能时，我们会秉持审慎理性原则，避免重复投资和资源浪费。我们更希望与客户及合作伙伴建立更紧密的合作关系，寻求双赢契机，在产能布局和技术能力上实现互补。

在技术方向上，我们在中国的战略重点是持续深耕电动化领域。我们正加大研发投入，针对新能源汽车平台，重点布局轻量化电池盒、轻量化车身结构，以及先进的底盘与车身安全解决方案。

近期，我们的Ges-Gigastamping™超大型一体化热冲压技术取得了成功。这项技术将原本需要多个模具的零部件整合为一个大型件，大幅降低了模具数量，同时简化了整车厂的装配流程，实现了减重和降低碳排放。在超大尺寸白车身零件的制造中，连接技术同样发挥着关键作用。为此，我们开发了Ges-Wire®，这是

一种专用于定制焊接板的激光焊接解决方案，将专用焊丝与精密激光焊接技术相结合。相比传统拼焊板工艺，Ges-Wire®提供了更大的灵活性、更短的开发周期，并能降低零部件复杂度，是更智能、更具成本效益的替代方案。

在底盘领域，我们最新的设计理念致力于将所有零部件集成至车身结构中。我们的多驱动复合型前副车架优势显著：通过提供通用零部件和平台化方案来匹配不同车型，可使模具成本降低50%；同时减少独立零部件数量，实现装配流程的成本效益优化。底盘正越来越被视为重要的安全零部件，从碰撞角度看，其作用与车身保险杠同样重要。因此，我们正推进车身与底盘技术融合研发，打造一体化系统解决方案。

在电动车领域，我们的GES-ENUBOX®产品系列在安全防护、轻量化和成本优化方面发挥着至关重要的作用。电池盒是该架构中的核心部件，这款经过高度工程化设计的产品，在为电池提供可靠防护的同时，能够实现极致轻量化与最高效能。我们与客户联合开发解决方案，采用钢材、铝材与复合材料，打造符合最高质量标准的产品。

在制造层面，我们将继续优先推进工业4.0与智能制造升级，包括数字孪生、先进自动化和智能生产系统，以提升生产效率、保障产品质量，并增强可持续发展能力。海斯坦普已在中国工厂落地智慧工厂理念，并获得了众多整车厂客户的高度认可。在数字化的下一阶段，我们正在开发人工智能应用，用于检测生产过程中可能存在缺陷的部件，帮助团队优化并精简流程，从而缩短生产作业与研发周期。

此外，供应链深度本土化是我们在华发展的重中之重。当前海斯坦普几乎所有的物流与采购环节都在国内完成，尤其是在采购和开发新材料方面，我们致力于最大限度地提升成本效益、响应速度与供应链韧性。



Ges-Gigastamping™超大型一体化白车身部件系列

问：中国已成为海斯坦普全球最重要的市场之一，除了市场规模，中国在技术研发、供应链创新、数字化转型等方面，对海斯坦普的全球业务有哪些“反哺”作用？是否有由中国团队主导、推广到全球市场的技术或管理模式？

洛安东：中国的供应链与本土市场已从成本驱动型成功转型为创新引领型，并正在深刻影响全球产业格局。

首先，中国目前在新能源汽车与动力电池领域已处于全球技术领先地位，相关企业正主导制定行业标准。全球约70%的电动车产量来自中国，这一规模本身就决定了中国创新对全球的辐射力。中国市场的开发周期明显更短，产品发布与技术迭代速度优于全球其它地区，同时在全链条成本优化方面也具备显著优势。这种敏捷性使中国整车厂和供应商在应对市场变化、推动新技术应用与全球化、规模化落地时，拥有了决定性优势。

更为重要的是，中国汽车供应链已与全球整车制造企业实现深度协同融合，同时中国车企正加速海外布局。因此，中国汽车在电动化、智能制造、数字出行生态等多个领域的发展正重塑着全球行业的轨迹。

在技术研发领域，中国同样扮演着关键角色。海斯坦普在华运营两大研发中心，其研发成果不仅服务于本土市场，还广泛应用于公司的全球技术布局，在欧洲、美洲及其它亚洲区域均有落地。中国的创新速度、产业规模以及对新能源汽车的高度聚焦，使其成为海斯坦普全球范围内的创新引擎。海斯坦普中国是一体化热冲压、模块化电池盒等核心技术的研发与落地的重要参与者，并向全球提供成熟的工程方案与本地化制造支撑。

此外，中国在复杂零部件装配工艺中采用的方案，例如钢材、铝材、塑料等多材料复合连接技术，正逐步推广至海斯坦普全球其它工厂。中国团队在加速零部件开发、工艺优化及运营效率提升方面的最佳实践经验，也成为海斯坦普其它生产基地的重要参考标杆。

需要强调的是，中国市场客户需求多元、产品开发周期短、市场响应速度要求极高。这推动我们必须变得更敏捷、反应更快，同时保持成本优势，且不能牺牲产品质量和交付周期。以往，我们更多是单方面接受全球其它研发中心提供的领先技术或新工艺；但如今，由于中国市场要求更多、反应更快，许多新需求和客户诉求正从中国影响到全球其它地区。集团技术与经验流转实现了从单向输入到双向赋能、全球协同的核心转变。我们采用“中心-辐射”的运营模式：全球总部制定长期战略方向，本土研发中心针对区域平台进行快速迭代，确保我们始终引领技术变革。中国独一无二的超大规模市场环境，在给本土研发中心与生产基地带来全新挑战与发展压力的同时，也全面锤炼、提升了我

们的核心竞争力，并将这些核心能力持续反向输出至全球各地，助力集团全球业务高质量发展。

问：在中国汽车零部件市场，海斯坦普既面临国际Tier 1的竞争，也面临本土供应商的价格冲击。您认为海斯坦普的核心差异化优势是什么？这些优势如何转化为客户的长期选择？

洛安东：正是多重优势的叠加，使我们成为全球整车厂眼中高附加值的长期技术合作伙伴。

首先，全链条综合竞争力是我们的核心差异化优势。它源于精益卓越运营，旨在打造高效且具备成本优势的生产工艺。我们通过盘活现有资产、优化利用存量设备，显著提升了成本竞争力。数字化转型进一步强化了这一优势，助力我们实现更高效的运营。

其次，创新领域的持续投入，孕育出我们的自主专利技术与产品。如前所述，我们的超大型一体化热冲压和先进连接技术已在多个产品线落地。值得一提的是，中国是海斯坦普全球首个落地一体式双门环解决方案的市场，这个产品已被若干国内客户采用，为客户提供了成本与性能双优的系统化方案。综合来看，这些工艺和技术在实现轻量化的同时，有效降低了综合成本。

问：中国汽车品牌正在加速“出海”，海斯坦普作为全球性供应商，如何利用自身全球网络帮助中国车企拓展海外市场？

洛安东：海斯坦普的业务布局覆盖全球主要汽车产业核心区域，既具备全球化视野，又在每一个服务客户的区域积累了深厚的本土化运营经验和属地化专业能力。

我们拥有成熟的跨地域运营经验，对全球主要汽车市场的行业动态与监管环境有深刻理解。更为重要的是，我们的中国团队深刻理解中国本土市场和中国客户，知道中国客户在出海时的期望与要求。我们通过国内外团队多层级协同联动，由中国团队担任沟通桥梁，助力中国车企与海外属地团队实现高效精准对接。

我们为中国整车厂开拓海外市场提供全面的、端到端的支持服务。为此，我们会结合每个项目的具体特点，协助其选址与项目落地；协助其与关键政策决策者及官方机构建立可靠的联系；并在监管体系、商业投资优惠政策等方面提供专业建议。比如在欧盟，我们与当地政府机构保持长期良好合作关系，可以从不同层面为客户提供支持。

全球化布局是我们的核心优势之一，尤其在创新领域更为突出。海斯坦普在华研发中心深度参与本土车企项目，将全球技术适配应用于新能源汽车与智能出行领域。

除与整车厂合作外，我们也在积极寻求与产业链上下游企业、投资机构、甚至竞争对手建立战略合作的机会。通过联合技术开发、精益运营管理、存量资产盘活等方式，共同挖掘中国及全球市场的发展机遇。

在此过程中，我们始终重视稳健的盈利水平与可持续发展。不少中国整车厂出海时选择收购现有工厂或组建合资公司，这是较为理性的模式。我们的建议是，无论是海外布局还是国内投资，都应秉持充分盘活现有资源、保障长期盈利的理念，摒弃短期投机式投资，坚定布局长期可持续发展战略。

问：海斯坦普自2014年起连续发布可持续发展报告，十年来坚守承诺。您如何评价公司这十年在ESG领域的发展？其全球ESG战略的核心驱动力是什么？

洛安东：过去十年，海斯坦普在ESG领域的发展坚定且体系化。我们推行的ESG战略，不仅为利益相关方创造了价值，也构筑起企业的核心竞争优势。

从战略层面看，我们致力于为汽车行业的脱碳做出切实贡献。海斯坦普的既定目标非常明确：到2030年将范围一和范围二碳排放减少70%，到2045年实现范围一和范围二的碳中和，到2050年实现范围三的碳中和。凭借在可持续发展方面的卓越表现和坚定承诺，海斯坦普入选了标普全球《可持续发展年鉴》，在2025年位列全球汽车零部件行业排名前3%。

在生产工艺与技术创新方面，我们正加快工业流程的绿色转型，聚焦电动化、能效提升和可再生能源应用。具体措施包括：逐步以电炉替代燃气炉，大幅降低碳排放的同时提升生产运营效率；同时在多家工厂铺设光伏板，实现绿电自产。以中国为例，分布式光伏已在各工厂广泛落地，年发电量超过1780万kWh，每年可减少二氧化碳排放约24.8万吨。此外，我们前两年还投资了一家西班牙钢铁废料回收公司，与其展开大规模合作，将循环经济理念贯穿于生产过程。

在社会责任领域，公司依托旗下海斯坦普基金会开展各项工作，以创造发展机遇、实现可持续成长为宗旨，助力全球员工实现个人成长与职业发展。各项公益项目主要围绕教育、出行以及生态环保三大方向，已在全球多国落地实施。

在中国，我们于2025年发起了“感瞳声受”公益系列活动，通过季度性公益活动聚焦视障与听障群体，推广无障碍沟通理



海斯坦普2025“感瞳声受”系列公益活动

念。2026年，海斯坦普以“万物共生”为主题，将关怀从人群延伸至野生动物，组织开展生物多样性保护行动。过去一年，我们也收获了多项行业认可：先后荣获“2025年度杰出公益传播影响力企业”“2025年度（十佳）影响力公益项目”和“2025年度慈善助老之星”等称号。这些荣誉，是对我们ESG实践的充分肯定。

问：中国本土车企与外资品牌在技术需求上有何不同？海斯坦普如何通过本土研发与全球资源协同，满足不同类型客户的出海需求？

洛安东：从整体来看，中国本土车企和外资品牌在核心技术指标与性能需求上并无本质差异。真正的区别体现在开发节奏、决策效率与落地路径上。

中国汽车品牌在核心技术指标与性能表现上已达到世界一流水准，这得益于中国在新能源汽车技术领域的飞速发展、成熟完善且强劲的供应链体系，以及竞争充分的市场环境。中国车企更注重通过新技术实现成本效益优化、加快产品迭代速度、缩短产品上市周期。目前国内一款车型从项目启动到量产落地，周期远远短于海外传统车企的开发节奏。因此，如何跟上客户节奏、高效协同跨部门任务与沟通变得至关重要。我们坚持从项目早期深度介入，全程参与客户开发过程，以精准适配其开发节点与交付要求。

在深化本土战略合作方面，我们于2018年与北汽集团旗下北京海纳川成立合资公司，成为海斯坦普深度融入中国汽车产业生态的典型范例。通过与本土伙伴紧密协作，我们共同推动电动化与智能出行领域创新解决方案落地。值得一提的是，2025年西班牙国王费利佩六世专程到访海斯坦普北京工厂，实地考察其为北京奔驰、理想汽车及小米汽车等整车厂供应车身结构件与电池盒等产品的前沿技术和先进工艺，并对双方多年来的精诚合作作出了高度评价。

注：
范围一为直接排放，企业直接拥有或控制的碳排放源产生的排放；
范围二为间接排放，由企业购买能源（电力）产生的间接排放；
范围三为其他间接排放，与供应链相关的间接排放，涵盖上游（原材料供应）和下游（产品使用及废弃）环节。



西班牙国王费利佩六世参观海斯坦普北京工厂

采访接近尾声，当被问及在亚太区多年工作经历中最大的成就感时，洛安东的回答朴素却饱含力量：并非某一个标杆项目，亦不是一组亮眼的业绩数字，而是亲眼见证员工怀揣热爱投身工作，并在岗位上收获属于自己的成就感与价值感。洛安东坦言，多年的财务背景让他对经营数字格外敏锐，但在他心中，安全才是企业发展首要的核心KPI。旗下工厂布局广泛、一线员工数量庞大，安全生产是不可触碰的发展底线，而这也正是海斯坦普始终坚守并做到行业领先的核心领域。

洛安东表示，企业要实现长远发展，必须在员工价值、客户需求与长期发展战略之间找到最佳平衡点，让每一位从业者都能在工作中收获归属感与愉悦感。“公司对我而言，不仅是一支并肩作战的团队，更是一个温暖相融的大家庭。”这句质朴的话语，也成为读懂海斯坦普在华近二十年深耕历程、读懂企业发展初心的最佳注脚。A



2035年全球电动汽车保有量将达5.1亿辆

文/国际能源署

随着电动汽车成本竞争力不断增强,以及更严格的二氧化碳和燃油效率标准,到2035年,全球电动汽车保有量将达到5.1亿辆,较2025年增长6倍以上。届时,电动汽车在全球汽车销量中的份额将提升至约50%。相较之下,内燃机汽车的份额将持续萎缩,销量难以回到2017年的峰值。

国际能源署近日发布《2026全球电动汽车展望》报告(以下简称“报告”)显示,2025年全球电动汽车势头强劲,在近100个国家和地区的销量创下纪录,销量同比增长20%,突破2000万辆,占全球新车销量的四分之一。

在当前中东冲突引发的能源危机推动下,预计2026年全球电动汽车销量有望继续上涨,将达到2300万辆,占全球新车总销量近30%。

报告显示,2025年,随着欧盟汽车二氧化碳排放标准收紧,欧洲市场电动汽车销量同比增长超30%,市场份额达28%,成为主要市场中增速最快的地区;美国市场相对平稳,电动汽车占新车销量比例接近10%。值得关注的是一些新兴市场电动汽车销量的大幅增长,其中,东南亚地区2025年电动汽车销量实现翻番,市场份额接近20%;越南、印度尼西亚和泰国的电动汽车销量也纷纷大幅增长。在拉丁美洲,得益于巴西和墨西哥市场表现活跃,电动汽车整体销量增长了75%。

2026年,电动汽车将在全球汽车总销量中占据更大份额。其中,欧洲电动汽车市场增幅最大,预计销量将增长约20%;中国市场销量也将实现增长,市场份额或将接近60%;除中国以外的亚太地区国家电动汽车销量预计增长50%以上;拉丁美洲的销量将增长45%。相关数据表明,在燃油供应不足或燃油价格涨幅特别大的国家和地区,电动汽车销量将快速增长。

2026年一季度,全球电动汽车销量约为390万辆,同比下降8%。虽然整体数据有所下降,却难以掩盖众多国家的强劲增长。2026年一季度,欧洲电动汽车销量同比增长近30%;除中国以外



的亚太地区国家同比增长80%;拉丁美洲销量增长75%。2026年3月,近90个国家和地区实现电动汽车销量同比增长,其中约30个国家和地区创下月度销量新高。

报告预计,随着电动汽车成本竞争力不断增强,以及更严格的二氧化碳和燃油效率标准,到2035年,全球电动汽车保有量将达到5.1亿辆,较2025年增长6倍以上。届时,电动汽车在全球汽车销量中的份额将提升至约50%。相较之下,内燃机汽车的份额将持续萎缩,销量难以回到2017年的峰值。

报告显示,电动汽车的普及提高了能源安全效益,特别是依赖石油进口的国家。2025年,全球电动汽车存量每日减少约170万桶石油的消费需求。在全球范围内,电动汽车对石油的年替代量到2030年将达到每日约500万桶。▲

当汽车遇见艺术： 三访现代汽车文化空间的观察与思考

文/梅卿

韩国四百余所高校中，超百所开设各类设计相关专业，几乎每三所高校就有一所深耕设计教育，构筑起成熟且庞大的设计人才培养体系。一个国家的设计审美与产业底蕴，终会走出校园、渗透全产业链生态，为科技与制造业升级赋能，也悄然融入大众日常出行的场景之中。现代汽车，正是韩国本土顶尖设计基因最忠实的承接者、实践者与先锋表达者。

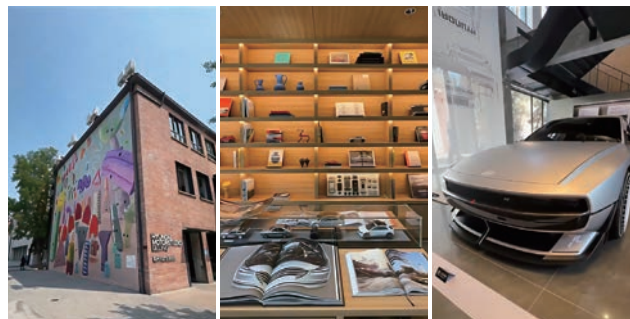
提起现代汽车（Hyundai Motor），大众的第一印象往往是深耕智造、持续迭代技术的汽车制造商。而在先后探访北京现代汽车文化中心、高阳现代汽车工作室、首尔现代汽车工作室三座跨城文化地标后，我读懂了品牌超越造车的深层价值。现代汽车始终在践行一个极具意义的品牌命题：让硬核的汽车品牌，成为艺术、设计与大众生活的温暖连接者。工业硬核实力与人文美学温度的深度融合，打破了传统车企的刻板边界。技术构筑起品牌的坚实筋骨，人文赋予品牌独特的灵魂，这也是现代汽车在行业转型浪潮中脱颖而出的核心竞争力。

北京798：艺术与汽车的相遇

位于北京798艺术区核心街区的现代汽车文化中心，是我初识现代汽车文化理念的重要窗口，也是品牌扎根中国、联动本土艺术生态的核心阵地。798作为中国当代艺术的标杆地标，自带老旧工业肌理与先锋文艺氛围，而由老厂房改造而成的现代汽车文化中心，自然且完美地融入了这片独特的城市肌理。

场馆由老旧厂房改造而来，将现代极简几何设计与低碳环保理念融为一体，塑造出极具张力的独特视觉质感。场馆外壁巨型壁画《我们都是独一无二的》已是798地标之一。

在这里，汽车不再是单一的出行展品，而是当代艺术叙事的重要载体。现代汽车将文化中心落地于此，已然传递出鲜明的品牌态度：汽车的价值不止于出行，更在于深度参与城市文化的构建。漫步场馆之中，全然不见传统4S店的商业化气息，取而代之的是开放、包容、多元的艺术氛围。这场工业与艺术的跨界融合，让汽车品牌拥有了超越产品本身的深层文化表达。



韩国高阳：一座汽车工业的“透明工厂”

如果说北京798让我窥见现代汽车的艺术浪漫，那么，韩国京畿道高阳市的现代汽车工作室，则让我读懂了品牌深耕工业的硬核创造力量，解锁了汽车工业的另一重美学维度。这座体量恢弘的工业空间，依托“天、地、林”三大设计理念打造，实现了工业美学、自然生态与前瞻科技的共生共融。

这里最大的特点是“透明”。这里没有晦涩生硬的技术说教，把造车原理、复杂的机械结构、漫长的技术迭代历程，转化为可触摸、可体验、可感知的实景叙事。从矿石原料甄选到整车完整成型，一条完整的汽车诞生链路，化作一场生动直观的工业文明公开课。

我印象最深的是展馆对于“人”的强调。让硬核技术走出实验室与生产线，以实景化、可视化的展陈方式，拆解汽车研发、制造、迭代的完整逻辑，让冰冷的工业制造，成为承载前沿科技、绿色理念与未来出行想象的真实载体。汽车不再只是钢铁与



机械的组合，而成为无数人智慧与创造力共同完成的作品。这让我想到，真正伟大的工业文明，不是冰冷的机器，而是机器背后的人。

首尔现代汽车工作室：未来生活方式的实验场

如果说高阳现代汽车工作室见证了汽车工业的智造底气，那么首尔现代汽车工作室，便是奔赴未来的先锋实验场。这座被摩天楼宇与都市喧嚣环抱的独栋建筑，在繁华闹市中自成一方静谧天地，集品牌历史、先锋美学、前沿科技与都市生活于一体，承载着品牌对未来出行生态的全新思考与探索。

整座场馆本身就是一件先锋艺术作品。开放式的空间布局、沉浸式的主题展陈、多元化的数字化互动装置，彻底打破了工业科技与大众生活的壁垒。场馆聚焦未来出行革新、前沿设计创新与可持续发展三大核心方向，以场景化、艺术化的呈现方式，生动演绎自动驾驶、新能源转型、人机协同等前沿行业命题，为大众勾勒出清晰可感的未来都市生活图景。

无论科技如何迭代、行业如何变革，未来出行的终极目标，始终是赋能生活、优化人居、提升大众的出行幸福感。场馆分层打造多元沉浸式体验空间，汽车主题图书馆沉淀百年汽车行业的美学底蕴，性能与量产车型展区覆盖全场景出行需求，纯电专属



展区直观展现品牌电动化前沿布局，社群空间则解锁了汽车超越出行的社交与文化属性。

众多品牌执着于技术参数的比拼、产品性能的快速迭代，但真正能长久打动大众的不是冰冷的硬件与数据。汽车是便捷的出行工具，更是多元的文化载体；品牌深耕产品技术研发，也深度参与城市文化建设；企业坚守商业价值，亦主动肩负公共美育与社会文化责任。

结语

北京、高阳、首尔三处文化空间，串联起现代汽车独有的品牌文化路径，也构建起从艺术共生、工业人本到未来探索的完整价值体系。它让大众看见，一个汽车品牌不止有速度与力量，更有艺术底蕴与人文温度。

当下科技飞速迭代，汽车的智能化程度不断提升，但越是技术飞速向前，我们越需要珍视那些无法被算法取代的价值——艺术、文化、情感与人文关怀。三访现代汽车文化空间，我看到的不只是一个汽车品牌的多元展示体系，更窥见了新时代企业长效发展的核心密码：技术决定产品的高度，文化决定品牌的温度。真正伟大的品牌，永远能实现技术硬实力与人文软实力的双向兼具、双向赋能。

离开首尔现代汽车工作室时，暮色中的汉江大桥正亮起流光灯带。那些光点恍若现代汽车散落在世界各地的文化据点，它们用艺术柔化了工业的棱角。在这个钢铁与代码构筑的时代，或许最有温度的科技，正是让机器学会吟诗。**A**

中国车企竞争同质化，何时再现百花齐放？

文/陈琦

在高油价的重压下，电动汽车重受欢迎、峰回路转。而行业挑战来自国内的同质化竞争及进一步“内卷”。中国市场逐渐演变为全球车企的研发中心，跨国车企也越来越多地在中国本土寻求更好的技术和更完备、更具竞争力的产业链，以提升它们的整体实力。



瑞银中国汽车行业研究主管
巩旻

在近期举行的瑞银媒体分享会上，分析师们将话题聚焦于中国汽车产业，特别是电动汽车的发展近况，以及企业扎堆进军的人形机器人赛道。

瑞银中国汽车行业研究主管巩旻讲解了中国电动车行业的发展亮点。在他看来，在高油价的重压下，电动汽车重受欢迎、峰回路转。而行业挑战来自国内的同质化竞争及进一步“内卷”。

瑞银证券中国工业行业分析师王斐丽则分享了人形机器人投资及研究亮点。从数据来看，2025年整体人形机器人的出货量、融资情况与2024年相比，皆有大幅增长。人形机器人行业投资机遇颇多，未来可期。

高油价压力之下，电动车峰回路转

自2026年3月以来，高油价的环境令中国电动汽车行业进入峰回路转的阶段，人们对购置电动汽车的意愿进一步增强。

自2025年9月底美国取消对电动车7500元美金的补贴政策后，业界看到一个风向，就是西方的主流车企重新拥抱燃油车。同时也能看到，不少美国车企推迟电动车研发进程，甚至取消相关规划，并做了大量减值。直到同年3月初，人们依然能够看到某家日本主流车企宣布放弃纯电动车研发。

然而，伴随着石油危机的发生，油价的高涨令这个大背景发生变化。

从之前某些观察来看，美国放弃了对电动汽车的补贴，欧洲至少在媒体层面表示放弃2035年的“禁燃令”。但实际上，欧洲的相关政策是改成“2035年减排90%”，而不是100%。这也就意味着，欧美国并非真正地放弃，而是在向现实妥协。

当前高油价的环境证明了新能源车战略的重要性，也就是能源自主的重要性。例如在澳洲，电动汽车的销量越来越好；在欧洲，调研显示人们对电动汽车的搜索量成倍增加；在美国，新能源车的二手车价值跑赢了部分燃油车；在中国，燃油车销量下滑，而新能源车的占比第一次达到60%以上。

在以美国车企为首的西方传统车企意图放弃电动车战略时，人们却看到中国新能源车进入更先进的“闪充时代”。在这一刻，可以说中国车企相对西方传统车企，在新能源汽车技术上进一步拉开差距。

业界能看到全球市场对于电动车需求的重归，这对中国企业来说又是一个新机遇。自2026年以来，中国汽车出口量持续超预期，4月出口的新能源车占比第一次超过50%。中国新能源车的出口，实际上也在帮助世界上其它地方更快地实现电动化转型及能源自主可控。

巩旻补充道：“中国市场逐渐演变为全球车企的研发中心，跨国车企也越来越多地在中国本土寻求更好的技术和更完备、更具竞争力的产业链，以提升它们的整体实力。”

竞争进一步同质化，何时再现百花齐放？

电动汽车行业机遇与挑战并存，国内竞争进一步同质化。

以刚刚过去的2026北京车展为例，巩旻指出：“这可能是过去10年来，我们所看到的车展最同质化的一年。过去，我们还能在车企之间发现区分，一些车企做换电、一些车企做增程、一些车企做自动驾驶，总会有多方面的探索。但这一次，车企展示的展车进一步同质化，譬如座舱内布满大屏幕。

如今，车型可售卖的周期进一步缩短，有不少车型推出3~6个月内销量见顶，12个月之后销量已萎靡不振。车企花几亿元开发车型，如果只能售卖一年甚至几个月，显然难于回收开发成本。

2025年我国推出“反内卷”政策，但“内卷”的行业核心本质还是太多参与方投身于同质化竞争中，很难有企业能真正地有效退出。由此，人们在2026北京车展期间看到的同质化现象，将会是行业持续存在的一大挑战。

巩旻表示，车企应走出不同的方向。但在当下，或者说过去一年中，人们看到的是“趋同”。然而，也不排除汽车会变得像手机一样，手机在过去10年里从硬件到软件也存在趋同性发展；甚至于很多家电从设计到优化的过程中，从百花齐放变成“趋同”的模样。

“我们也不能排除‘趋同’是一种新常态，这是个很好的课题，值得我们去探讨。”巩旻如是所言。



瑞银证券中国工业行业分析师
王斐丽

中国企业投身人形机器人赛道，更聚焦AI

瑞银证券中国工业行业分析师王斐丽分享了人形机器人投资及研究亮点。她指出，2025年全球人形机器人的出货量逼近1.9万台。与2024年的2000多台出货量相比，是非常大幅的提升。

在所有出货量中，中国企业占主导地位。和海外企业相比，中国企业将人形机器人更多地用于自我训练，所披露的细节数据比较有限，但中国企业显然主导了全球的人形机器人出货量。

从下游布局来看，人形机器人大部分用于研发及数据采集中心，也包括一些商业或娱乐用途，真正用于工业场景的还比较少。瑞银预测，2026年人形机器人全球出货量在3万台左右。

回望2025年整体融资情况，全球私人的人形机器人融资高达52亿美金，相较2024年有超过200%的同比增速。整体融资国家中，美国、中国体量最大，美国占比达一半以上，而中国则接近40%。

2026年人形机器人融资方面，中国制造商更聚焦于AI。很多主机厂关注AI大模型，零部件企业则聚焦一些更核心的零部件，譬如灵巧手。

王斐丽指出，2026年是比较关键的年份，瑞银建议投资机构着重关注人形机器人订单的进展，尤其是其复购率。回顾2025年，工业端产生了一些非大批量的订单，如果这些零星订单交付给工业场景的客户后，接下来能产生复购订单，那么，这就是值得投资方关注的方向。

整体来讲，人形机器人产业未必能在2026年进入真正的商业化拐点。当前的出货更多地流向了文艺表演领域，包括研究机构、数据采集中心等，但这些都并非用于真正的工作场景。真正用于工作场景的商业化用途、能胜任实际工作的机器人目前还比较少。

瑞银认为，未来几年里，人形机器人的上游零部件产业可能更具优势，比如传感器、关键模组中的滚珠丝杠和减速机，以及大脑部分的芯片等。如果上游零部件企业拥有强大的核心业务、特别是非人形机器人的主营业务较强，在人形机器人领域钻研门槛较高的核心零部件，有能力进入海外的供应链体系，那么，这些企业有望被投资方优先考虑。 **A**

解锁全链检测， 中国汽研华东总部基地的底气从何而来？

文/陈琦

2026年5月，一场关乎汽车安全迭代的重磅活动在苏州启幕。这场由中国汽研主办、中国汽研江苏公司承办的“智探华东，鉴领新程”2026中国汽研华东总部基地媒体探秘活动，掀开了10个行业领先试验室的“神秘面纱”，也一举揭晓华东总部基地的核心试验能力。全程体验之后，本刊记者真切感受到中国汽研助力新能源汽车、智能汽车安全迭代升级，解锁全链检测的那份创新底气和硬核科技实力。

锚定战略支点，筑牢汽车零部件质量防线

毋庸置疑，华东总部基地是中国汽研面向华东乃至全国汽车产业的核心战略支点。

以此为志的华东总部基地，建设了100余个高水平专业试验室、搭载了1000余套国内外先进测试验证装备，覆盖从纳米到整车的“材料-芯片-零部件-整车”全链条研发测试体系，聚焦智驾智舱、新能源、无线通信、电磁兼容、智能底盘、信息安全、人工智能、芯片测评等前沿领域，能提供从底层芯片到顶层整车应用的全栈式高效研发测试评价服务。

在探秘路线中，10个试验室全方位展现了中国汽研在信息智能、零部件及新能源检验检测领域的前沿技术实力。

特别是零部件检测板块，系统呈现中国汽研在材料耐久性、腐蚀可靠性、空气动力学等核心领域的深厚检测积淀。其中，四分之一头盔风洞试验室给本刊记者留下了深刻印象。

据工作人员介绍，这是国内唯一的四分之一头盔风洞试验室，可以开展头盔、摩托车及自行车模型、零部件风压等多场景测试，填补了国内运动装备气动测试基础设施的关键空白，有效降低零部件产品在气动领域的测试成本，助力国产运动装备自主研发提速。

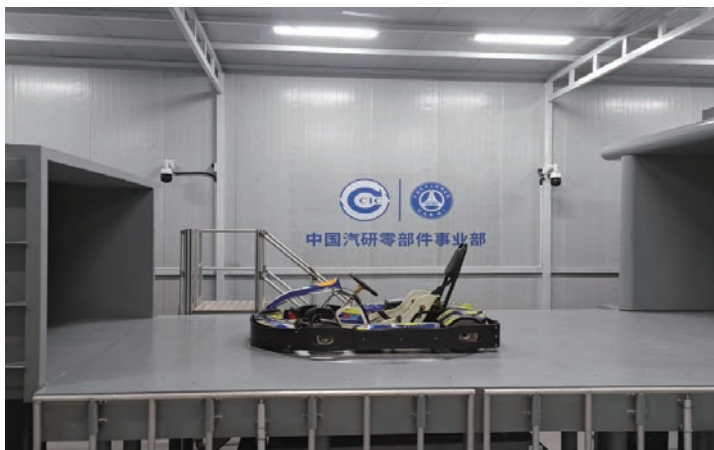
值得注意的是，四分之一头盔风洞试验室明确了“一站式运动装备空气动力学验证平台”的行业定位，致力于进一步加速国产头盔品质升级与品牌出海。

探秘路线汇聚诸多亮点，例如华东地区最大整车阳光模拟试验室，配置全光谱阳光模拟设备，支持“阳光辐照+高温+湿度+冷热冲击”复合循环工况，可以真实模拟全球不同地域强日照、



紫外线及红外热辐射环境，覆盖内外饰零部件老化、变形、褪色等全类型耐久测试，堪称从零部件到整车的老化“极限考场”。

再譬如环境可靠性试验室，其以“全覆盖”见长，试验能力涵盖恒定高低温、温湿度交变、盐雾腐蚀、温湿度循环加振动等



市场上所有环境可靠性试验类型，依托多矩阵并行测试能力大幅缩短测试周期，为车辆电气功能可靠性提供了有力保障。

可以看见，华东总部基地通过打造硬核环境“演练场”，为零部件产业筑牢质量防线。

紧跟主流趋势，助力汽车产业高质量发展

当下，智能化、电动化已成为全球汽车行业发展的“主旋律”。华东总部基地的试验室亦紧跟行业主流趋势，在各大赛道持续发力。

华东总部基地信息智能检测板块的5个试验室悉数亮相，覆盖智能座舱、芯片、车载通信乃至低空飞行器检测，全面展现了中国汽研在智能网联领域，从研发到测试、从验证到认证的硬实力。

其中，中国汽研智能座舱声学试验室是汽车座舱音效测评领域的国内首个、全球领先的第三方试验平台，由中国汽研与哈曼（HARMAN）合作建设。更具意义的是，双方共建的智能座舱声学测评联合研究中心在活动现场揭牌。

远眺未来，依托试验室先进硬件设施及行业领先的声学测评专业团队，中国汽研与哈曼（HARMAN）将持续打造高质量标准化、专业化的智能座舱音效主客观评价体系，为汽车产业座舱音响产品开发及消费者体验升级提供第三方赋能。

当然，面对发展前景广阔的低空飞行，华东总部基地也倾注心血、提前布局，完成了重点投入。

例如汽车检测行业尺寸最大的10 m法半电波暗室，内设29.5 m×25.5 m×9 m超大空间，可承接18 m以内、35 t以下全品类车辆全项EMC测试。尤为突出的是，该暗室在国内率先具备飞行汽车、eVTOL低空航空器的专业EMC测试能力，开拓了低空经济电磁兼容测试的全新领域。



此外，华东总部基地开放的新能源整车测试试验室，采用“轻舱+重舱”双试验室布局，轻舱覆盖轻型车辆-42℃~60℃全温域多工况试验，重舱则适配重型车辆的全环境测试需求，核心配备额定输出总功率大于等于1 MW超充电桩，率先实现2200 A超大电流充电，通过整车、环境舱、充电桩多通道数据融合与深度数据挖掘，实现新能源整车能效精准优化，为轻重型新能源车辆研发提供全流程、高精度的测试评价解决方案。

写在结尾

通过10个匠心独具的行业领先试验室，华东总部基地展现了“材料—芯片—零部件—整车”全链条研发测试生态，亦呈现中国汽车检测技术从“跟随”到“引领”的历史性跨越。

这背后，凝聚着中国汽研在汽车检测技术服务领域的不懈耕耘，以及不断完善全链条测评能力、突破关键核心技术的雄心壮志。这份底气，也将继续支持中国汽研助力汽车产业高质量发展，为加快建设汽车强国注入源源不断的动力。 **A**

安全论证、人工智能、车路云一体化…… CICV 2026有哪些关键词？

文/高驰

现阶段，智能网联汽车的商业化探索正在稳步推进。经过早期大量的技术验证、试点示范，发展到如今，L2级以上辅助驾驶渗透率快速提升，高级别自动驾驶示范有序推进，产业正加速从示范应用走向规模商业化。



在产业朝着高质量发展的路径前行的关键时刻，智能网联汽车将面临哪些技术迭代和生态变革？

5月21—22日，第十三届智能网联汽车技术年会（CICV 2026）在上海国际汽车城举办。开幕式上，多位重量级嘉宾围绕“智启新程 云联未来，构建智能网联汽车新生态”的主题，就智能网联汽车产业趋势、人工智能、车路云一体化、安全与测试等关键议题展开深入探讨，为行业发展建言献策。

锚定“十五五”新起点，产业链共绘发展蓝图

2026年是“十五五”规划开局之年，“十五五”规划明确提出全方位推进数智技术赋能，在这一背景下，智能网联汽车产业发展迎来重要机遇期。

中国汽车工程学会理事长、国家智能网联汽车创新中心执行主任张进华指出，过去一年在人工智能赋能下，全球智能网联汽车产业出现前所未有的活力，智能网联汽车的技术路线清晰化、产业生态协同化、应用场景多元化成为显著特征，我国智能网联汽车在“车路云一体化”中国方案引领下，关键技术持续突破，L2级以上辅助驾驶渗透率快速提升，高级别自动驾驶示范有序推进，产业正加速从示范应用走向规模商业化。

当然，产业高速发展的同时也伴随着多重挑战，张进华将其归纳为几个方面：一批关键核心技术有待于持续突破、跨行业的融合仍需要不断深化、标准法规有待于持续的完善，安全风险也不容忽视。基于这些共识，需要全产业链携手努力共同突破。

智能网联汽车在发展过程中遇到的难点，需要“政-产-学-研-用”各方协力推动解决。上海市嘉定区委常委、副区长朱效洁表示，嘉定作为上海汽车产业发源地和智能网联汽车先行区，已经累计开放测试道路超过1148 km，测试场景日益丰富，产业集聚效应持续彰显。面向“十五五”，嘉定将着力打造世界级智能网联汽车产业创新高地。

工业和信息化部装备工业发展中心副主任刘法旺则从生产准入管理角度分析了产业挑战。他指出，行业面临凝聚共识、迁移替代、管理创新、协同共治等四大挑战。智能驾驶下半场不仅是技术竞赛，更是信任竞赛，需要全体业界同仁戮力同心，共促产业健康有序发展。

值得一提的是，CICV 2026期间，“车路云一体化”中外车企协同开发测试行动（上海）启动仪式同步举行。据介绍，该项目由国家智能网联汽车创新中心和清华大学牵头，目前已经集聚21家车企和自动驾驶公司、多家行业研究机构与相关生态企业参与，旨在加快推动车路云一体化规模落地。

筑牢安全底座，加速构建车路云一体化

辅助驾驶、自动驾驶的技术演进必须以安全为基础，无论是架构、算法、通信还是数据，必须在每一个环节筑牢安全底座。

中国汽车工程学会名誉理事长、中国工程院院士、清华大学车辆与运载学院教授、中国智能网联汽车产业创新联盟理事长李骏强调，2026年是自动驾驶安全监管结构性的拐点，当下自动驾驶安全技术正进入“Safety Case（安全论证）时代”。全球主要自动驾驶安全法规正在从“满足条款”向“安全论证”转变。基于此，李骏院士提出几点建议：一是从国家层面建议设立国家级ADS-AI安全的工程项目；二是从联盟层面去推进基础设施，包括法规、工具、工具链等等；三是从企业层面，头部的OEM应当主动开展ADS Safety case的试点示范，从而推动我国自动驾驶特别是高阶自动驾驶更安全发展。

另一方面，车路云一体化是智能网联汽车中国方案的核心优势，也是实现自动驾驶规模化落地构建产业新生态的关键支撑。对此，中国汽车工程学会副理事长、中国工程院院士、清华大学车辆与运载学院教授、国家智能网联汽车创新中心首席科学家李克强指出，单车智能是基础，车路云一体化是升级版，能够在真正意义上实现超视距协同感知与全局优化。通过车路云一体化，在云的支持下，能够真正基于信息物理系统解决交通问题。

公安部道路交通安全研究中心副主任、交通管理科学研究所所长刘东波从交通管理视角出发作出了分享，他认为，通过“交通数字信号”的上云、上车，可以有效赋能单车智能。基于数字信号实现云管云、端管端这样的新的交通指挥调度的模式，当通行权、车道通行权和路权发生变化的时候，可以提供预期时间和空间。通过数字信号可以增强辅助驾驶功能来提前判断决策，让车辆更安全地变道、平顺地加减速以及控制车速。

技术突破与生态建设，企业加速商业化落地

在CICV 2026开幕式上，多位智能网联领域领军企业的代表分享了各自的最新商业化探索。

比亚迪集团高级副总裁、汽车新技术研究院院长杨冬生指出，辅助驾驶L2强标即将要实施，针对L3、L4的征求意见稿也已发布，中国正在标准上实现引领。他还分享了比亚迪天神之眼辅助驾驶的大规模应用数据与安全成果，据介绍，目前比亚迪辅助驾驶系统的用户激活率处在非常高的水平，尤其是泊车场景。

东风汽车集团有限公司科技创新管理部副总经理张衡表示，东风未来5年将持续深耕“一核双基双元”战略，以全域融合构建

汽车具身智能根基。此外，东风正坚定推进“车路云一体化”在港口、零部件物流、智慧出行等场景的落地，并呼吁行业加速标准化建设，构建可信数据闭环。

上海汽车集团股份有限公司创新研究开发总院长王从鹤提出，AGI（通用人工智能）正推动汽车从“软件定义”迈向“AI定义”。上汽围绕AGI等技术打造智能体框架和中央控制硬件架构，倡导共建开放协同的Agentic生态。他着重介绍了上汽的AI原生智能体架构，并宣布其将有望于2026年下半年落地AI原生汽车产品“家越”，实现从工具到伙伴的跨越。

广汽集团平台技术研究院院长梁伟强强调，电子电气架构与芯片是智能化的核心基座。他透露，广汽已完成全国首台芯片100%国产化的智能网联新能源汽车，并预计2026年9月量产广汽新一代4.0架构，2027年5.0架构也即将量产。

长安汽车总裁助理、首席智能驾驶技术官陶吉认为，用户信任是智驾规模化落地的关键。他总结了这种信任的三大支柱：标准可以让安全被验证，透明可以让边界被理解，责任可以让用户敢于长期使用。他还表示，长安已获得首批L3牌照，并正基于端到端技术申请第二批测试。2026年第一款搭载长安自研端到端城区领航的车型将实现量产。

引望智能驾驶产品线总裁李文广分享了最新安全数据：我国人类驾驶员每180万km会出一次严重事故，而在华为ADS 4.1版本的智驾状态下，这一数字达到720万km，提升了4.37倍，泊车场景的提升更为明显。他还预测，Robot Taxi场景有望在2028年实现商用。▲



智汇万链，零启新篇： 2026汽车零部件产业发展大会召开

文/陈琦

近期，由中国汽研主办的2026汽车零部件产业发展大会在苏州召开。本届大会以“智汇万链，零启新篇”为主题，聚焦汽车零部件产业电动化、智能化、产业化转型升级，通过1场开幕大会、5场专题研讨会及1场科技成果博览展，汇聚来自政府机构、行业协会、院士专家、国内高校、整车企业及核心零部件供应商等500余位代表参会，聚力谱写零部件产业高质量发展新篇章。中国汽研党委副书记、董事、总经理刘安民出席会议并致辞。

行业同仁共话，解码汽车零部件产业转型密码

江苏省工业和信息化厅装备工业二处副处长杨婷在致辞中表示，“十五五”开局之年，江苏省将持续强化政策供给，以更有力的举措支持零部件企业创新发展，围绕“强化技术创新攻关”、“加快智改数转步伐”及“持续优化产业生态”三个方向发力，精准赋能行业创新升级。

中国汽车工程学会副秘书长、汽车轻量化技术创新战略联盟秘书长梁东明表示，本届大会紧扣国家战略和产业需求，聚焦技术攻关，促进产业生态协同，既立足当下解决实际问题，又立足长远布局创新生态，给全行业搭建了一个高水平、专业化的交流合作平台。

中国汽研党委副书记、董事、总经理刘安民表示，新能源与智能化浪潮正在为中国汽车零部件产业打开一扇通往全球的大门。中国汽研愿与行业同仁一道，以技术为根基，以标准为引领，以协同为纽带，共同推动汽车产业向高端化、智能化、绿色化坚定迈进，为中国汽车产业强国梦贡献智慧与力量。

中国汽车工业协会总工程师叶盛基分享了当前汽车产业发展的宏观脉络和零部件产业的战略方向，并指出要立足国内看全局，放眼世界寻机遇。

中国机电产品进出口商会汽车分会秘书长陈菁晶分析了中国汽车零部件出口形势，并阐述其从“产品出海”向“产业出海”的转型路径。

重庆碳纤维轻量化技术研究院院长、俄罗斯外籍院士荣毅超，为汽车产业拓展了新材料赋能的新视野。

多项核心成果发布，为零部件产业发展注入新动能

作为行业协同的重要平台，本届大会相比往届全面升级，集中发布两大成果、启动三大仪式。

成果之一，中国汽研华东总部基地零部件能力正式发布。这标志着中国汽研立足华东区域，已构建起“1+2+n”的全国属地化服务网络。

另一大成果是汽车供应链绿色低碳全链路服务体系创新实



江苏省工业和信息化厅装备工业二处副处长 杨婷



中国汽车工程学会副秘书长、汽车轻量化技术创新战略联盟秘书长 梁东明



中国汽研党委副书记、董事、总经理 刘安民



中国汽车工业协会总工程师 叶盛基



中国机电产品进出口商会汽车分会秘书长 陈菁晶



重庆碳纤维轻量化技术研究院院长、俄罗斯外籍院士 荣毅超



践。该实践通过技术、标准、平台与服务的协同创新，构建了覆盖全链条的绿色低碳服务体系，助力汽车产业实现碳达峰、碳中和目标。

在本届大会上，“汽车用纺织品联合测试研究中心”揭牌仪式正式举行。这一联合研究中心的成立将为汽车用纺织品的标准研究、测试认证提供更加专业高效的平台，从材料端的联合攻关到企业端的科学评价标准体系建设，为产业高质量发展筑牢根基。

大会期间还举行了汽车零部件企业评价团标启动仪式，旨在通过建立科学的团体标准评价体系，以标准引领质量、以评价促提升，助力零部件行业迈向更高质量、更可持续发展。

角模块共研倡议工作组成立仪式也同步举行，标志着行业在智能底盘关键共性技术攻关上迈出开放合作的重要一步。吉林大学教授靳立强围绕AI赋能汽车产业发表了《AI时代底盘变革与自动轮赋能主题报告》。

专题研讨+成果展览，加速零部件技术成果转化

大会同期举办5场专题研讨会，40余位行业资深专家、企业技术代表及高校科研学者围绕“高性能复合材料”、“智能底盘一体化”、“制动系统”、“汽车异响”及“电子电器”等方向，聚焦技术前沿与标准攻坚，凝聚行业创新共识，并通过行业报告及主题演讲，为零部件产业技术升级搭建了高效的学术交流与技术对接平台。

大会同期举办的科技成果博览展设置了产品展示、互动体验等区域，20余家产业链代表企业集中展示轻量化材料、智能底盘等零部件前沿技术及产品。通过多元展示与互动体验，科技成果博览展促进了产业链资源整合与项目对接，推动了创新技术落地转化，助力构建协同共赢的产业生态。

本届大会为汽车零部件产业提供了开放协作、共谋发展的高水平交流平台，凝聚了产业高质量发展的广泛共识。未来，中国汽研将持续发挥技术服务、标准引领、平台对接优势，深化“政产学研用”协同创新，为推动汽车零部件产业高端化、智能化、绿色发展提供坚实保障，助力行业迈向高质量发展新征程。**A**



中国汽研华东总部基地零部件能力正式发布



汽车供应链绿色低碳全链条服务体系创新实践



“汽车用纺织品联合测试研究中心”揭牌仪式



汽车零部件企业评价团标启动仪式



角模块共研倡议工作组成立仪式

从场景到灵魂：座舱人智交互的进阶之路

文/J.D. Power

中国汽车市场已步入智能化深水区，算力竞赛与屏幕内卷正将行业带入一个尴尬的瓶颈期：配置越堆越高，功能越做越全，但用户对产品的感知却日趋“钝化”。当同质化抹平了品牌棱角，单纯的硬件堆砌已无法驱动溢价。如何在千篇一律的智能座舱中，挖掘出能与用户达成底层共鸣的竞争优势？



同济大学教授、人车关系实验室/蜂火智能实验室创始人 马钧教授

在2026 J.D. Power中国区年度论坛上，同济大学教授、人车关系实验室/蜂火智能实验室创始人马钧教授，围绕“座舱人智交互的进阶之路”，提出了“车即搭子”的全新理念，强调情感化设计与车格塑造的重要性。

他指出，当前汽车行业深陷结构同质化、功能过窄等“陷阱”，未来汽车的核心竞争力将聚焦于意义性设计与用户情感共鸣，通过AI技术实现场景能力的提升，让汽车真正成为贴合用户需求的“情感伙伴”。

洞察 >> 警惕品牌基因稀释的“同质化陷阱”

马钧在演讲开场直指行业普遍存在的“深度焦虑”，并点明车企正面临三大隐性挑战。

结构同质化：各家硬件和配置高度雷同，难以形成真正的体验差异。

功能过窄：车企往往陷入“客户要什么就给什么”的被动满足，缺乏对用户深层需求的引导。

品牌稀释：缺乏独特的设计DNA，导致品牌形象在同质化竞争中逐渐模糊，品牌难以向上突破。

“我们不应只关注2026年和2027年的销量，更要思考五年后的‘终局’。汽车正从单纯的出行工具演变为AIDV（AI定义汽车）时代的生命体，其核心竞争力将不再是算力，而是意义性设计带来的情感回响。”马钧说道。

重塑 >> 打造“车格”，让汽车成为懂你的“搭子”

针对交互同质化的痛点，马钧提出两大原创核心理念，重新定义人车关系。

AI定义汽车时代，汽车不再是被动执行指令的助手，而是能提供稳定情绪价值的“搭子”。依托端侧大模型与用户行为数据，座舱可读懂情绪、理解偏好、把握分寸，实现从“功能交互”到“情绪陪伴”的本质升级。

马钧认为，“搭子”是当下年轻人最认可的情感关系形态，汽车不应只是冰冷的功能载体，而应是能提供高情绪价值、有性格分寸感的伙伴。

如何打造“车格”？团队采用了年轻人最易接受的MBTI人格分类。他举例同一个“冬天上车很冷”的场景：

INTP（思想家）：侧重高效直接，AI回应：“外面2°C，已开启最快加热，预计2 min达22°C。”

ESFJ（执行官）：侧重关怀体贴，AI回应：“帮你把车内调暖，先暖暖手，一会儿就舒服了。”



ENFP（倡导者）：侧重趣味延伸，AI回应：“天气这么冷，要不要导航去最近的咖啡店买杯咖啡暖身？”

通过这种差异化、有温度的“车格”表达，汽车才能真正与用户产生情感共鸣，这也是品牌DNA直观的体现形式。

正如乔布斯所言，AI时代最珍贵的是品味与审美。

如果无法在人文学与心理学等“心智层面”达成价值评估，汽车交互就永远无法做到极致。

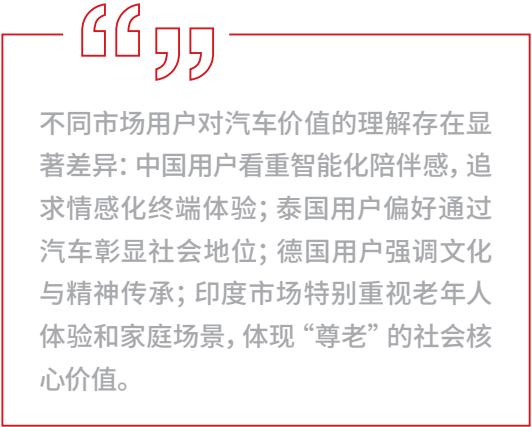
拓展» 出海不仅是翻译，更是“价值观的互锁”

演讲后半程，马钧将视角延伸至全球市场。他分享了团队在巴西、印度、泰国、德国等地的实地调研成果，揭示中国车企出海面临的文化适应性挑战。

“海外看我们的车型，还是戴着他自己的眼镜。”马钧指出，文化研究是融入各个市场的关键一步。

调研发现，不同市场用户对汽车价值的理解存在显著差异：中国用户看重智能化陪伴感，追求情感化终端体验；泰国用户偏好通过汽车彰显社会地位；德国用户强调文化与精神传承；印度市场特别重视老年人体验和家庭场景，体现“尊老”的社会核心价值。

基于这些洞察，马钧团队构建了“翻译库、文化库、场景库”三库体系，并开发C-Score与P-Score评估工具，帮助车企判断产品设计与目标市场文化的契合度。从语言翻译到UI/UX设计方法，一直到用车场景，最后形成各个市场不同的用车价值观——这便是出海本土化的四个台阶。



“汽车曾经很辉煌的百年，从最早的出行效率到现在L4/L5 AI时代的大幕，全新的意义到底是什么？”演讲临近尾声，马钧抛出深远思考，将这份对行业未来的深切追问，留给在场的每一位从业者。

从场景到灵魂，从功能到共鸣，从同质化陷阱到意义性设计——智能座舱的进阶之路，正在情感化设计与人智交互的探索中逐渐清晰。A

QNX: 随着物理AI加速发展, 软件已成机器人创新关键瓶颈

文/编辑部

《机器人软件架构基准研究报告》指出, 在未来3~5年内, 软件将在机器人领域发挥更重要的作用, 团队最大的投资方向将集中在AI驱动的决策能力和网络信息安全, 其次是操作系统和实时控制软件。这进一步反映, 随着机器人系统日益复杂、互联程度不断加深且分布式特征愈发明显, 软件基础能力正变得越来越具有战略意义。



最近, BlackBerry有限公司旗下业务部门QNX发布最新研究报告《机器人软件架构基准研究报告》, 深入分析了在机器人系统日益由软件驱动、具备AI能力, 并越来越多地部署在人类工作和生活中的背景下, 机器人开发方式正在发生的变化。

该研究基于对全球1000名开发者的调研, 揭示了当前制约行业进展的关键因素、系统愿景与实际能力之间的差距, 以及开发者对行业未来的看法。

硬件不再是瓶颈, 软件成为主导因素

研究显示, 27%的开发者将“软件架构与系统集成”视为最大性能瓶颈, 而仅有16%的受访者将“硬件”视为主要问题。这表明, 未来行业进步不再依赖硬件突破, 而更多取决于能否构建具备可预测性、高安全性以及支持混合关键性等级的系统架构。

这一趋势在中国市场体现得尤为明显: 60%的中国受访者将“调试与测试”列为软件开发中的主要挑战, 高于41%的整体平均水平; 另有70%的中国受访者表示, 架构相关问题会增加调试或维护工作量。随着机器人逐步从受控环境走向城市道路、工厂车间等复杂真实场景, 开发者愈发意识到, 软件基础能力将决定创新能否成功落地。

85%的开发者预计, 在未来3~5年内, 软件将在机器人领域发挥更重要的作用, 团队最大的投资方向将集中在AI驱动的决策能力和网络信息安全 (均为 51%), 其次是操作系统和实时控制软件 (38%)。这进一步反映出, 随着机器人系统日益复杂、互联程度不断加深且分布式特征愈发明显, 软件基础能力正变得越来越具有战略意义。

面向人类环境部署, 对系统提出更高标准

这种变化并不只停留在战略层面, 也正在实际部署和开发过程中转化为更具体的要求与压力。超过五分之四 (83%) 的受访者表示, 其系统已经与人类协同运行, 即使在尚未实现人机共存的企业中, 也有三分之二 (67%) 预计将在未来3~5年内实现。从手术室到繁忙的生产车间, 机器人正不断拓展至这些控制程度较低的环境, 由此对可靠性、功能安全与行为可预测性提出了更高要求。几乎所有受访者 (95%) 都表示, 确定性实时执行能力对于他们所开发的系统至关重要。在中国, 这一要求更加突出: 98%的中国受访者认为确定性实时执行至关重要; 同时, 所有中国受访者都表示, 其当前架构能够在真实工作任务下持续实现确定性行为。

但现实情况是，尽管这一需求几乎成为行业共识，大多数开发团队仍在使用并非为实时或安全关键型场景设计的软件。研究显示，91%的受访者表示至少在部分实时或安全关键任务中使用GPOS，在中国，这一比例为94%，尽管经过安全认证的商业解决方案被认为更适合其需求。在这种落差之下，86%的GPOS用户表示愿意更换操作系统，这一现象也折射出随着机器人规模化部署推进，系统灵活性与对可预测、可保障行为的需求之间的张力正不断加大。

认证延迟与安全要求带来新的压力

除了架构和实时性方面的挑战外，监管与合规要求进一步加剧了挑战。三分之二（66%）的受访者表示，其项目因认证流程而延迟，在英国和德国这一比例接近70%。尽管中国受访者因行业认证导致项目延误的比例为56%，低于整体平均水平，但合规与安全压力依然突出：67%的中国受访者将机器人及自主系统的“功能安全标准”视为主要合规挑战，61%的中国受访者将“安全威胁或漏洞”视为未来机器人发展的“最大担忧”。无论认证延误比例高低，相关合规要求都会直接影响开发成本、交付周期及商业风险。

高期望下，物理AI落地准备仍不均衡

即便面临多重挑战，整个行业的雄心和乐观情绪依然高涨。物理AI已被明确纳入发展路线图。89%的受访者认为，具备感知、推理与自主行动能力的AI机器人将在未来3~5年对其组织战略至关重要，中国更是处于全球领先位置。尽管对物理AI的长期潜力充满信心，但实际准备程度仍不均衡，仅有29%的受访者对其系统在真实环境中做出安全、可预测决策的能力表示“非常有信心”。



QNX大中华区首席代表董渊文表示：“机器人团队正在加速迈向更智能、更自主的系统，但数据也清晰表明，他们正遭遇架构本身的限制。这些架构最初并非为如此复杂、且责任要求极高的场景而设计。开发者持续指出四大核心挑战，即系统集成复杂性、认证延迟、人机交互中的功能安全风险，以及在关键时刻实现可预测行为的难度。与此同时，中国市场对物理AI的发展前景展现出强劲信心和明确投入意愿，这也意味着机器人产业正在从概念验证走向更高水平的规模化落地。QNX希望通过安全、实时和经过认证的基础软件，帮助开发者更高效地应对这些挑战，为新一代安全、可靠且高度自主的机器人提供坚实支撑。”

QNX提供高性能基础软件，助力解决机器人、汽车、医疗设备、工业控制、商用车、铁路和航空航天与国防等行业中复杂的技术挑战。QNX赋能企业在高性能边缘计算、标准虚拟化技术及云集成等领域释放更多创新潜力。A

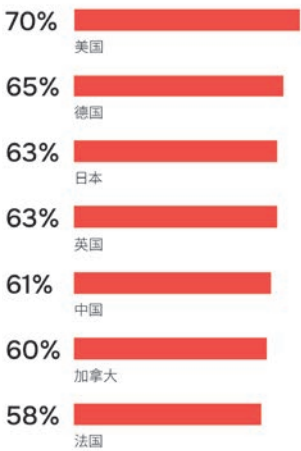


图1 各国企业对混合架构的采用比例

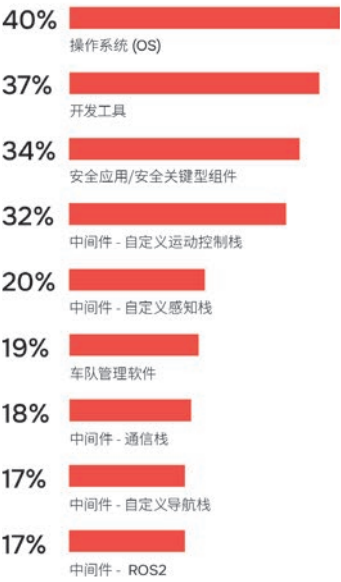


图2 企业机器人系统中最关键的软件组件

为了加快本土落地速度， 欧摩威用户体验事业群作了哪些调整？

文/高驰

欧摩威的显示屏解决方案业务隶属于其用户体验事业群（UX），该事业群的另一项核心业务是近年来搭载率逐年提升的抬头显示器。值得一提的是，欧摩威在这两大业务中均占据全球头把交椅，另外，欧摩威的液晶显示仪表业务也位居全球前二。

差不多2015-2016年前后，奔驰E级用一块全球首发的、集成了12.3寸液晶仪表+12.3寸中控的双联屏，开启了座舱显示屏设计的新时代。此后，双联屏引领了十年间汽车座舱设计的潮流。

双屏一体的设计思路从概念走向主流，离不开背后的供应商。而当初奔驰E级上的那块双联屏，就是出自欧摩威之手，足可见其在汽车显示领域的行业地位。

欧摩威的显示屏解决方案业务隶属于其用户体验事业群（UX），该事业群的另一项核心业务是近年来搭载率逐年提升的抬头显示器。值得一提的是，欧摩威在这两大业务中均占据全球头把交椅，另外，欧摩威的液晶显示仪表业务也位居全球前二。

在中国，欧摩威用户体验事业群（UX）将生产布局重心主要放在了芜湖龙山工厂，目前该工厂已覆盖从注塑、粘接到总装的完整生产流程，并配备实验室测试能力，在芜湖形成了一条完整的本地价值链。此外，南京的研发办公室则在创新方面提供支持。

最近，本刊记者实地探访了欧摩威的芜湖工厂，并且在展车上实际体验了欧摩威一大批即将或已经量产的前沿显示技术。这些创新产品，无疑将引领下一个十年的设计潮流。

组织架构和战略目标迎新变化

2025年9月18日在法兰克福独立上市后，欧摩威延续了原先大陆集团四大事业群的框架，即自动驾驶及出行事业群、架构与网联方案事业群、安全与动态控制事业群，以及用户体验事业群。

2025年，用户体验事业群（UX）在全球拥有一万多名员工，实现了约30亿欧元的销售额。

如今，欧摩威用户体验事业群（UX）的研发与生产基地早已遍布全球。比如美洲的巴西和墨西哥，欧洲的捷克、德国、罗马尼亚和塞尔维亚，亚洲的中国、印度、马来西亚和韩国。

亚洲市场方面，欧摩威在中国和韩国既有生产基地又有研发中心，而印度和马来西亚承担生产基地的角色。

值得一提的是，作为已经在汽车显示市场上占据领先身位的玩家，欧摩威仍然在积极地对业务作出调整，期望更进一步地释放中国本土业务潜力。

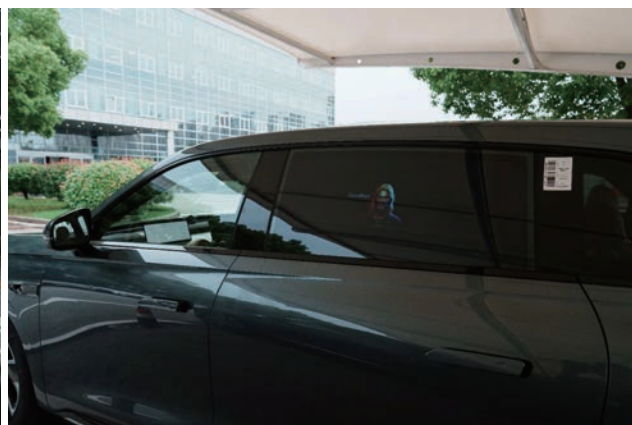
“从2026年1月1日开始，用户体验事业群（UX）正式把中国市场从原先的亚洲Segment中单独分出来，直接向全球负责人汇报。”欧摩威集团用户体验事业群中国区负责人从怡娜透露了这一重要信息。如此一来，过往的亚洲Segment一分为二，分为“日韩、印度客户”以及“中国客户”部门。

原来，用户体验事业群（UX）的组织架构并不是按产品划分，而是按照客户划分，公司内部称其为Segment。此次单独设立中国Segment，中国市场的核心地位可见一斑。

事实也确实如此，在中国，欧摩威用户体验业务早期还是聚焦在奥迪、宝马、奔驰、大众等国际客户。随着中国主机厂的迅速崛起，欧摩威近年来对奇瑞、上汽、吉利、长城等国内品牌愈发重视。

另外，欧摩威还设立了单独的大客户部门，分为负责大众集团（不含中国市场）的部门，以及奔驰、宝马这两大核心客户的部门。针对具有可观提升空间的业务，欧摩威的“新用户开拓”部门将发挥作用。

在欧摩威用户体验事业群最新的组织架构图中，“中国赋能全球转型”赫然在列。对此，从怡娜介绍道，该部门的职责主要



是把中国创新、速度和成本上的一系列改革经验，反哺到欧美市场。

不难看见，在欧摩威用户体验事业群（UX）全新的组织架构中，中国市场的重要性已经上升到前所未有的程度。目前，在研发层面，欧摩威可以做到100%的本土化。基于此，公司为中国业务的发展制定了新的战略目标。

首先，在出口方面，芜湖的研发和生产团队所承接的不仅仅是国内主机厂的业务，全球平台项目中，国内研发人员也会参与其中。

据介绍，现阶段芜湖工厂的生产制造已有一部分出口。未来随着“中国赋能全球转型”项目的推进，欧摩威将让芜湖工厂承担更多使命。

在欧摩威的战略规划中，到2030年，芜湖工厂国内和国际业务的产量份额将各占一半。

一大批前沿技术将投入市场

在高层交流之后，欧摩威还安排了一辆展车供媒体们体验最新的汽车显示屏、投影、抬头显示等技术。

其中，屏下摄像头解决方案尤为引人注目。未来DMS等驾驶监测功能将成为标配，但是许多人还是难以接受一个摄像头时刻对准自己，将摄像头隐藏在屏幕之中，就有助于改善这一问题。

“屏下摄像头是我们目前主推的产品，而且刚有新业务落地，它能为终端用户带来的好处是显而易见的。”欧摩威用户体验事业群S4客户总工程师余道和指出，移除A柱或管柱上的摄像头，整车的布置会更简洁。在屏幕中集成摄像头，是一个很大的技术突破。这项隐藏式摄像头技术可以做到兼容OLED显示屏、Mini LED或LCD等多种屏幕类型。

此外，车窗投影也是一项颇具前瞻性的技术。欧摩威现场展示了侧窗投影系统，它的原理是通过一个小型投影仪，从内部向

“”

据介绍,现阶段芜湖工厂的生产制造已有一部分出口。未来随着“中国赋能全球转型”项目的推进,欧摩威将让芜湖工厂承担更多使命。



侧窗投射画面。显示内容完全可以个性化定制,比如接贵宾时可以显示欢迎语、设置个性化头像、用于营销广告等等。可以预计的是,未来该技术大规模落地后,将引领人车交互的新趋势。

再来介绍一项革命性的技术——副驾的睿隐显示屏。实际体验中,木纹的触感和观感与传统的显示屏有着截然不同的感受。特别是在熄屏状态下,几乎可以与座舱的内饰设计融为一体。而在使用过程中,亮度和清晰度可以实现与液晶显示屏同等水平。

抬头显示方面,欧摩威的矩阵式背光斜投影抬头显示器引入了更先进的区域调光背光技术,由此在清晰度和对比度上进一步升级,变焦虚像成像技术则实现了“贴地式”信息投影。

除了上述这些解决方案外,欧摩威还展示了39英寸贯穿式显示屏、触觉反馈显示屏、17.3英寸旋转吸顶屏等最新技术,毫无疑问皆是当下最先进,并且符合终端客户需求的产品。相信随着这些解决方案陆续投入市场,汽车显示领域将迎来新的变革。

“在座舱个性化交互层面,我们会不断通过本土化的创新研发去打造不同的、创新的Demo,诠释我们对于个性化交互的理念。不管是类似语音情感伴侣的产品,还是其它致力于提升用户体验、增加产品个性化体验的产品,我们都在通过持续的创新研发不断深耕。”欧摩威用户体验事业群中国区研发负责人徐弢补充道。

发挥本土优势

目前,车型上市周期的缩短正在推动供应商不断加快研发的节奏。作为一家外资企业,如何平衡好沟通效率与本土落地速

度,将成为决定其在中国市场竞争力的重要因素。

对于欧摩威用户体验事业群(UX)而言,芜湖基地是一个集销售、研发、生产于一体的大型基地。针对前文介绍的屏下摄像头显示屏和车窗投影这两项产品,芜湖本土的研发人员有完整的能力可以直接对接终端客户,不再需要每次都由德国同事介入,因此产品落地的效率得以全面提升。

从怡娜指出,过去,公司引入新供应商的速度相对较慢,但最近两年已经可以做到无缝衔接。如果新供应商本身在市场上已经具备一定的经验,欧摩威可以直接根据项目时间节点引入。

此外,欧摩威在全流程效率上的进化还体现在两方面,一是本地决策加快。过去很多决策,比如项目定点(选择并确定供应商),需要走全球流程,速度较慢。现在欧摩威用户体验事业群(UX)已经实现中国本地决策,一些核心文件的定点甚至只要一到两周就能完成;二是价格谈判本地化,比如核心产品显示屏,过去价格要统一由全球团队去谈,现在也可以由本土团队独立完成谈判。

在研发端,欧摩威也对整个体系进行了大刀阔斧的优化。过去在开发流程中有一些叫“milestone”(里程碑)或“Gate”(关键审核流程)的节点,需要在不同阶段分别进行评审。而在新的体系下,欧摩威会对这些节点进行“捆绑”处理。以前两年可能需要做8个Gate,现在通过每8个月或12个月做一次捆绑,可以大约减少一半的Gate数量。

总结而言,欧摩威目前正在进行的改革是全方位的,涵盖了优化成本、提升速度及推动本地创新等各个方面。▲

初心笃行三十载， UFI集团索菲玛上海工厂盛典启新章

文/陈琦

2026年5月，上海索菲玛汽车滤清器有限公司喜迎建厂30周年庆典。作为UFI集团在华设立的首家全资生产基地，上海工厂既是集团布局中国市场的起点，更是其在华制造体系、客户服务能力与本土化战略的核心基石。

自1996年成立以来，索菲玛工厂与中国汽车产业同频成长。从燃油车时代到新能源汽车高速崛起，工厂持续强化制造实力与技术能力，专注过滤系统、热管理部件及新能源汽车相关产品的研发与生产。凭借稳定品质、快速响应及可靠交付，长期服务国内外主流整车厂及工业客户，助力中国汽车产业链升级。

以上海索菲玛为起点，UFI集团在华稳步扩张，目前拥有七大生产基地，业务覆盖传统过滤、热管理、电池冷却、电驱系统及氢能技术；集团三大全球研发中心之一的UFI创新中心亦设于上海，持续为中外客户输出创新解决方案。

UFI集团董事长Giorgio Girondi表示：“1996年投产的上海索菲玛，是集团在华第一座全资工业基地。20世纪80年代初，我们已向中国输出技术与授权，这座工厂是双方合作的重要里程碑。时至今日，它仍是集团极具价值的战略资产，承载UFI的核心基因——顺势迭代、预见变革、化挑战为机遇。三十年来，它见证



中国汽车工业腾飞，也陪伴UFI从‘向中国输出技术’成长为‘立足中国创新、服务全球市场’。中国是UFI未来增长的战略市场，我们将持续加大在华投入，与中国汽车产业共同成长。”

UFI亚太及印度区首席执行官Simone Trazzi表示：“上海索菲玛是UFI在华工业体系与企业文化的重要根基。三十年来，工厂培育本土人才，积累本土化生产、研发协作与客户服务经验。秉持集团‘全球视野，本土行动’理念，上海索菲玛将持续适配中国市场的速度与品质要求，以先进技术助力中国新能源汽车产业实现可持续发展。”

三十载匠心深耕，新征程聚力启航。展望未来，上海索菲玛将持续精进制造水平、坚守品质标准，依托UFI全球网络驱动创新，助力中国汽车产业迈向高端化、电气化、可持续化。A



未来十年，新能源汽车终局指向何处？

文/欧阳明高

到2035年，新能源汽车最终会走向哪里？它和新能源革命是什么关系？产业格局将如何重塑？2026年度车百会研究院专家媒体交流会暨智能电动汽车发展高层论坛媒体发布会在京召开。会上，中国科学院院士欧阳明高发表题为《中国汽车纯电驱动技术转型战略回顾与展望》的演讲，以下为演讲内容节选。

电动汽车是否属于新能源汽车？

首先，我们必须把新能源汽车放在新能源革命的大背景下来看。国家层面对新能源高度重视，明确提出到2035年风电、光伏装机规模达到36亿kW。从行业判断来看，这一目标有望提前至2030—2034年实现。届时绿电将成为电力主体，风电+光伏+水电的发电量约7.5万亿kWh。

当前关于“电动汽车是否属于新能源汽车”的讨论，本质上是阶段性问题。

新能源汽车1.0阶段是电动汽车时代：电动化爆发、智能化培育、低碳化起步。

2010年确立“纯电驱动”战略，私人购买新能源汽车补贴试点展开，市场化启动，2018年销量超过100万辆。

2021年电动化爆发，乘用车磷酸铁锂电池系统突破，纯电动和插电混动厚积薄发，年销量达到352万辆。

2025年预计超过1500万辆，随后将进入稳定增长期，年增长率下降但保有量大幅提升，2030年预计达1亿~1.6亿辆。

新能源汽车2.0阶段是智能化电动汽车时代：智能化爆发、电动化优化、低碳化加速。

2015年，特斯拉推出了半自动驾驶系统Autopilot，Autopilot是第一个投入商用的自动驾驶技术。

2025年智能化爆发，deepseek引爆政府和民间大模型热潮，L2级智能辅助驾驶技术厚积薄发，开启智驾普及时代。

2030年，预计基于先进的端到端大模型的L4级别自动驾驶乘用车在中高级乘用车规模商业化。

新能源汽车3.0阶段是新能源智能化电动汽车时代：低碳化爆发、智能化优化、电动化深化。



中国科学院院士 欧阳明高

2020年，国家提出“双碳战略”，新能源汽车能源载体开始以绿电、绿氢为发展目标。

2025年，电力全面市场化开始、风电光伏自发自用开始成为主要场景、全国车网互动城市级示范开始实施。

2030年低碳化爆发，非化石能源发电量超过50%、全车身钙钛矿薄膜和全固态动力电池规模量产、车网互动开始普及。

2035年，预计绿电成为充电主体电源，短时储能领域车网互动储能超过固定式电池储能，电动汽车保有量2亿~3亿辆。

从发展阶段看，当前新能源汽车正处于1.0向2.0过渡阶段，未来进入3.0阶段后，将实现与新能源体系的深度融合，成为真正意义上的“新能源车”。这一阶段的汽车不仅是交通工具，还具备储能与发电能力，必须从系统性、动态视角理解这一发展过程。

汽车生产关系革命与模式创新

新能源汽车生产力革命必然带动生产关系的调整，在技术竞争、市场竞争的同时，还将会有模式竞争。回顾世界汽车工业发展历史，汽车产业中心由欧洲转向美国的原因之一是福特流水线生产方式的诞生，而由美国转向日本的原因之一则是丰田精益生产方式。现在中国发展成为世界汽车产业中心也将伴随产业模式转型、价值链重组和生产方式变革。目前已经出现雏形的模式大致包括以下几种：

电动化主导的垂直整合模式：以电动化为核心+智能化赋能电动化+通过市场全球化实现巨大规模和成本优势；基本实现技术链与产业链深度融合，关键在于构建价值链，逐步实现三链融合。比亚迪是这种模式的代表。

智能化主导的横向整合模式：以智能化和品牌营销为核心，实施汽车产业价值链重构，形成非车企领导的跨车企品牌联盟；成功的关键是将西方的做事方法论和中国的做人方法论有效结合、将技术的普遍规律与中国消费者的特殊心理有效结合，功能价值与情绪价值有效结合。华为生态属于这种模式。

新势力互联网造车模式：互联网思维模式+智能终端营销模式+用户生态模式，电动化作为智能化的入口，未来有可能从汽车制造业转型出行服务业，并向具身智能（无人车、无人机、人形机器人等）横向拓展。“蔚小理”等可能向这个模式发展。

自主品牌双轮驱动模式：燃油车+电动车、国内+国际市场，这类企业具备深厚的汽车底蕴和丰富的市场经验，关键在于在双轮驱动中协调好两个轮子。今后几年，燃油车向大电池HEV发展、新能源向纯电动发展是大概率事件，如何把握动态平衡、驾驭快速变革，是核心考验。吉利、奇瑞、长城等大致可以归入此类。

国企自主+合资改革与转型模式：融合吸收各种模式优点，改革体制机制，增强市场竞争力；发挥汽车国企整体优势，同时增强跨领域国企协同整合效应。发挥国资巨大优势，开展兼并重组，把国资的正规军压舱石功能与创业游击队的鲑鱼功能有效整合。汽车央企和地方汽车国企大体属于这种模式。

为什么终局属于纯电驱动？

随着技术发展，纯电驱动新能源汽车的优势将越来越突出，关于技术与产业终局，可以形成以下判断：

一是，电动汽车是利用绿电最高效的车辆，是绿氢汽车的两倍，是电合成燃料内燃机汽车的4倍；

二是，电动汽车是与新能源融合度最高的汽车，可以车身发电，可以电池储能；

三是，电动汽车是能源成本最低的车，可以为零成本，甚至



电动化作为智能化的入口，未来有可能从汽车制造业转型出行服务业，并向具身智能（无人车、无人机、人形机器人等）横向拓展。

副成本（可以赚钱）；

四是，电动汽车是控制响应最快的车，特别适合实现自动驾驶；

五是，电动汽车是中国在全球市场最有竞争力的车，出口增速最快。

总体来看，在国家战略层面，新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路；在技术路径方面，应坚持电动化、智能化与低碳化协同推进；在市场推广层面，应以全球化为导向，将新能源汽车打造为国际竞争核心产品。

从发展终局看，未来将形成以纯电动汽车为主体、车网互动（V2G）广泛应用的能源与交通融合体系。根据新能源汽车行业技术专家达成的共识，到2035年，新能源乘用车渗透率将达到75%~85%，其中纯电动占比约70%及以上；到2040年，这一比例将进一步提升至85%~95%，剩余部分主要为大电池混合动力车型。A

全球汽车产业呈现“东升西降”新格局

文/车百会研究院

从全球化发展维度来看，中国车企正从“走出去”向“走进来”升级，从单纯的贸易出口到深度的全球化运营。车百智库预测，2030年前后，中国汽车海外销售规模达到1000万辆，其中一半为“海外生产、海外销售”。



从市场格局来看，全球汽车行业呈现“东升西降”新格局。海外传统车企利润下降，普遍出现增长停滞乃至业绩欠佳；而中国车企逆势而上，展现出强劲的发展韧性与增长动能。

2025年全球新车销量中，中国车企整体销量同比增长约一成，规模约2700万辆，超越日本车企，跃居全球首位。比亚迪以460.2万辆的销量跻身全球车企前五；全球前20大车企中，中国企业占据6席，超过日本的5家，成为上榜数量最多的国家。在新能源汽车赛道，中国车企持续领跑全球：2025年全球新能源汽车销量超40万辆的企业共19家，其中，中国企业达13家，海外企业仅6家。

从经营业绩观察，全球汽车产业“东升西降”的趋势更加清晰。2025年，除中国外的全球十大跨国车企净利润全线负增长，其中九家降幅超过20%，三家出现巨额亏损。与之形成鲜明对比的是，国内十家主流新能源车企中，六家实现净利润同比正增长，八家保持盈利状态，仅两家出现亏损。

我国新能源汽车发展取得如下成绩与经验：

一是产业规模持续领跑。2025年新能源汽车渗透率达47.9%（全口径），新能源汽车出口261.5万辆，同比增长1倍，国内国际双循环格局已基本形成。

二是技术体系基本建成，动力电池、电机、电控等核心环节具备国际竞争力，智能化水平稳步提升。

三是产业链、供应链配套完整，形成集群化、协同化发展优势。目前我国已建成3.5万个基础级智能工厂、8200多个先进级智能工厂、500多个卓越级智能工厂及15个卓越工厂；在224个国际公认的数字化转型与智能制造先进工厂中，我国占45%，为新能源汽车快速迈向数字化、网联化、智能化提供了坚实生态支撑。

四是政策与市场双轮驱动。自2020年以来，我国新能源汽车规模五年增长11倍，已从政府补贴主导阶段转向市场主导阶段。实践证明，坚持国家战略定力、稳定政策预期、推动产业链自主可控、深化开放创新融合，是新能源汽车行业行稳致远的根本保障。

从内部发展规律来看，对于部分中国新能源车企盈利偏低甚至暂未盈利的现象，应予以客观理性看待。这并非行业发展动能不足的表现，而是产业处于高速扩张、高强度投资阶段的正常特征。在产能建设、技术研发与市场拓展的集中投入期，企业短期盈利承压具有普遍性。当前，国内多数新能源车企已实现利润转正，正逐步走出高投入阶段的盈利压力。

从全球化发展维度来看，中国车企正从“走出去”向“走进来”升级，从单纯的贸易出口到深度的全球化运营。车百智库预测，2030年前后，中国汽车海外销售规模达到1000万辆，其中一半为“海外生产、海外销售”。为助力中国汽车产业高质量出海，车百智库将开展《汽车产业出海重点国家研究与出海路径》

项目，围绕汽车出海展开系统研究，选定意大利、西班牙、匈牙利等十个重点国家，从市场综合情况、合作资源、各类产业及税收政策等方面开展深度分析与跟踪。项目同时剖析国内外车企与零部件企业出海成功案例，探究产品贸易、KD组装、联合出海等多种模式的实施路径与发展要点。此外，系统梳理我国对外投资、金融保险、技术出口、贸易壁垒应对等相关出海支持政策，能为国内整车、零部件及后市场服务企业海外投资建厂、开拓市场提供专业指引。

对于跨国车企来讲，集体承压主要源于两方面结构性原因，一是其新能源布局整体晚于中国企业一个节拍，当前正处于大规模、高投入的转型攻坚期，成本压力集中显现；二是西方国家燃油车市场预期持续走弱，产品价格与盈利空间同步收缩。

跨国汽车企业是中国汽车产业的重要组成部分，也是其实现转型突破的战略阵地。报告显示，目前在华运营的跨国独资、合资整车企业约45家，占中国车企总量的40%；跨国零部件企业超过1万家。从经济贡献看，跨国企业（含整车与零部件）产值占比约为40%~45%，2024年在华直接税收贡献占全国汽车制造业税收的15%~20%。

与中国新能源车企深化合作，已成为跨国车企在“油电转换”关键期抢抓机遇、寻求突破的主流路径。以深度布局中国市场的大众集团为例，2025年其全球纯电动车型销量达98.31万辆，同比增长32%，占集团总销量的10.9%，有力支撑了其全球转型。

跨国企业在“新本土化”过程中仍面临诸多现实挑战。车百智库在课题预研中发现，主流跨国企业普遍存在产品软硬件适配不足、智能化体验不佳、产品定位模糊、销售及售后模式不便等问题。同时，研发投入过高、多方技术整合中的标准统一、数据合规与打通等系统性难题依然突出。

“十五五”期间将是跨国车企加速在华战略实施的关键窗口期。从全局审视，既要坚定走好自身的发展道路，也要充分尊重各国基于国情作出的自主选择。当前国际上各类经济体在新能源汽车发展的认知与路径上呈现明显差异。美国传统汽车产业规模庞大，油气资源充裕，电动化转型动力相对不足。欧洲汽车工业体量巨大，转型同样面临诸多挑战，但受油气资源短缺约束，仍坚持发展新能源汽车，以降低石油依赖、减少碳排放，只是在推进节奏上有所调整。日韩两国国土面积狭小、资源匮乏且电价较高，其中，日本电价约为我国的三倍，因此更倾向于发展混合动力与氢能源技术路线。对此，应秉持求同存异原则，尊重各国的战略部署与技术选择，共同为全球新能源汽车产业健康发展营造良好外部环境。📍

表1 主要跨国车企财报数据

企业	财报周期	营收	营收同比	净利润	净利润同比
丰田	2025财年前三财季 (2025年4-12月)	38万亿日元	6.8%	30309亿日元	-26.1%
本田	2025财年前三财季 (2025年4-12月)	16万亿日元	-2.2%	4654亿日元	-42.2%
日产	2025财年前三财季 (2025年4-12月)	8.6万亿日元	-6.2%	-2502亿日元	-5005.9%
宝马	2025年	1335亿欧元	-6.3%	74.5亿欧元	-3.0%
大众集团	2025年	3219亿欧元	-0.8%	69亿欧元	-44.3%
现代汽车	2025年	186万亿韩元	6.3%	10.4万亿韩元	-21.7%
梅赛德斯-奔驰	2025年	1322亿欧元	-9.2%	53.3亿欧元	-48.8%
通用汽车	2025年	1850亿美元	-1.3%	27亿美元	-55.0%
福特	2025年	1873亿美元	1.2%	-81.8亿美元	-239.0%
Stellantis	2025年	1535亿欧元	-2.0%	-223亿欧元	-505.0%

表2 主要中国车企财报数据

企业	财报周期	营收(亿元)	营收同比	净利润(亿元)	净利润同比
长安汽车	2025Q1-Q3	1149.27	3.58%	30.6	-14.66%
上汽集团	2025Q1-Q3	4689.9	9.0%	81.0	17.3%
北京汽车	2025年	1640.5	-14.8%	1.2	-87.2%
广汽集团	2025年	965.4	-10.4%	-87.8	-1166.5%
比亚迪	2025年	8039.6	3.5%	326.2	-19.0%
吉利汽车	2025年	3452.3	25.1%	144.1 核心归母净利润	36.0%
奇瑞汽车	2025年	3002.9	11.3%	195.1	36.1%
长城汽车	2025年	2228.2	10.2%	98.7	-22.1%
赛力斯	2025年	1650.5	13.7%	59.6	0.2%
理想汽车	2025年	1123.1	-22.3%	11.4	-86.0%
小米集团 智能电动汽车业务	2025年	1033	223.8%	未披露	经营利润转正
蔚来	2025年	874.9	33.1%	-155.7	31.3%
零跑汽车	2025年	647.3	101.3%	5.4	119.1%
小鹏汽车	2025年	767.2	87.7%	-11.4	80.3%
岚图汽车	2025年	348.7	80%	10.2	扭亏为盈

数据来源：公开信息、企业财报

工信部2026年汽车标准化工作要点解析

文/编辑部

全面贯彻党的二十大和二十届历次全会精神,认真落实全国新型工业化推进大会部署要求,按照《国家标准化发展纲要》《工业和信息化部2026年标准化工作要点》等文件要求,为进一步健全汽车标准体系,提升标准供给质量,深化标准国际合作,以高水平标准促进高质量发展,确保“十五五”开好局、起好步,特制定本年度汽车标准化工作要点。

谋篇布局,强化标准体系顶层设计

(一) 完善汽车标准体系规划。完成汽车行业“十五五”技术标准体系建设方案编制,扎实开展标准“推转强”可行性试点研究,科学评估汽车强制性国家标准路线图实施成效并适时启动修订,健全完善并落实智能网联汽车、汽车芯片、新能源汽车、汽车低碳发展等重点领域标准体系,重点开展汽车质量可靠性、车用固态电池标准体系研究,更新和完善数据治理及应用、汽车人工智能等标准子体系,前瞻布局前沿领域标准研究。

(二) 落实重要标准专项任务。落实强制性国家标准更新升级专项行动、以标准提升引领传统产业优化升级工作、“新三样”产业标准提升行动等工作部署,进一步压实责任、提高效率,高质量完成相关标准研制任务,加快补齐重要急需标准短板,稳步推进已有重点标准适应性修订。

(三) 稳步推进标准国际化战略。稳步扩大标准制度型开放,持续深化多双边合作交流,健全合作平台与全球协作网络,推动标准互认与技术对接,探索中国标准与国际规则体系协同发展路径。推动建立由中国发起设立的汽车领域国际科技组织,前瞻策划和深入参与全球汽车产业可持续发展治理。

标准引领,赋能汽车产业高质量发展

(四) 推动产业全面提质升级。加快研制和发布主动安全、被动安全和一般安全等重要强制性国家标准,聚焦整车通用和重要系统部件等基础性标准,深入开展标准质量提升行动,不断提高标准的科学性、先进性和适用性,加快制定传统产业新技术、新结构、新装备标准规范。

(五) 引领行业绿色低碳转型。聚焦新能源汽车安全、性能与兼容等关键领域,持续提升电动汽车及动力电池安全标准要

求,优化动力电池、驱动电机等核心部件系统性能标准,推进电动汽车充换电领域标准制修订。持续推动汽车节能标准迭代升级,全面落实面向2030年能耗限值标准要求。加快汽车产品碳足迹核算、核查等相关标准研制,实现绿色低碳标准创新突破。

(六) 促进新兴领域创新发展。聚焦智能网联汽车、汽车电子、汽车芯片等领域,开展标准引领行动,鼓励创新成果转化。重点围绕驾驶自动化、网联功能与应用、信息安全与数据安全、资源管理与信息服务、汽车软件、汽车数据、“车路云一体化”等领域加速标准研制与迭代。高效开展汽车电子、汽车芯片等关键系统部件标准制修订。

(七) 加强未来技术标准预研。面向汽车人工智能、新形态汽车等未来产业方向,开展标准前瞻突破行动,提前开展标准规划布局。进一步强化汽车未来产业科技趋势预见、标准生态构建与颠覆性技术孵化,开展汽车新技术、新产品、新趋势等信息监测、识别评估与成果转化,持续开展标准科技领航项目研究。发布一批引领产业发展、具有指导规范作用的国家标准化指导性技术文件。

融通共赢,提升标准国际化工作效能

(八) 加强汽车技术法规协调。紧密跟踪联合国世界车辆法规协调组织(UN/WP.29)的国际法规发展趋势与战略动向,深度参与国际法规制定协调,持续推动自动驾驶系统、电动汽车安全、电动重型车辆车载电池耐久性等重点法规的制修订。组织开展多层次国际法规交流活动,持续优化专家队伍,持续提升我国在国际法规体系中的影响力和贡献度。

(九) 深度参与国际标准制定。积极参与国际标准化组织(ISO、IEC、ITU)及国际汽车工程师学会(SAE)等国际标准化



活动，指导ISO/TC22、IEC/TC69、IEC/SyC SET、IEC/PC131等国内对口单位履行职责，加强与标准化技术委员会的协同联动。统筹推进汽车领域国际标准培育工作，推动在大功率充电、无线充电和驱动电机等方向形成新国际标准提案及阶段性成果，加快新形态汽车及可持续交通相关国际标准预研和组织筹建工作。

（十）强化贸易便利化标准支撑。及时转化先进适用国际标准，加快提升国内国际标准一致性水平，实现汽车行业国际标准转化率达90%以上。优化完善工作流程和机制，扎实推进汽车标准外文版编译工作，聚焦新能源汽车、智能网联汽车、绿色低碳等重点领域，加快推动发布一批译文精准、使用便捷、精准赋能的外文版标准。开展重点出口区域法规跟踪研究，支持行业共建共享，提升产业海外发展合规服务能力。

（十一）构建国际交流合作新生态。优化全球标准法规合作网络，建好用好中国汽车标准国际化中心、中国汽车企业国际化发展创新联盟。依托中国—东盟、中非汽车标准化合作机制，推动联合研究成果向技术对接转化。深化中德、中欧、中英、中马等政府间框架合作，做实中英汽车标准法规工作组等平台，同步拓展与APEC经济体、上合国家、金砖国家等多边汽车标准领域对话合作。聚焦重点地区标准属地化参与路径研究，推进标准国际化人才培养等专项计划，为企业海外布局提供从标准理解与应用到主动参与的全链条支撑。

创新驱动，优化标准管理工作机制

（十二）强化组织机制保障。完成第六届全国汽车标准化技术委员会换届。持续优化完善组织架构，推动组建汽车改装分

技术委员会。全面加强委员服务和管理，建立健全多层级协同对接机制，深化与委员单位、分标委秘书处的常态化联动。健全汽车标准化协同工作机制，明确各细分领域开展标准联合攻关实施路径。深化与产业链上下游标准研究机构的交流合作，推动跨行业、跨领域深度协同融合。

（十三）优化标准工作机制。围绕汽车标准全生命周期关键节点，创新汽车标准化工作机制、模式和方法，建立重要标准绿色通道，进一步缩短标准研制周期。完善标准实施效果评估和复审工作机制，加快标准体系迭代更新。应用数智技术重构汽车标准化工作流程，探索将“人工智能+标准”应用场景延伸至标准制修订全流程。持续优化汽车标准供给结构，促进不同类型标准协调补充、衔接配套、有序发展。

（十四）加强标准宣贯实施。聚焦核心重点，创新传播形式，加强标准关键节点进展通报和成果宣传，构建全方位、多层次、立体化的标准宣传矩阵。扩大标准宣贯培训的覆盖面和影响力，提高标准解读的精准性和针对性。持续开展汽车标准化理论政策研究，总结凝练标准化工作规律、实践经验和创新成果。主动加强与行业、公众的沟通互动，凝聚社会共识，破除认知误区，化解疑虑关切。

（十五）加强标准人才培养。加大国际组织人才输送力度，选派优秀专业人才深度参与国际标准法规活动。持续优化国际专家队伍结构，系统性提升国际标准人才队伍建设水平。支持行业组织开展汽车标准化人才培养系列活动，强化汽车标准化人才梯队建设。推动汽车标准化知识融入国民教育体系，探索与高等院校合作开发汽车标准化课程或共建实验室。A

冬季新能源汽车换电螺栓结冰问题及解决方案研究

文/张恩威（黑龙江旅游职业技术学院）

在黑龙江冬季严寒多雪的气候条件下，新能源汽车换电过程中频繁出现换电螺栓被积雪覆盖、冻结的现象，导致换电流程中断、效率下降，严重影响用户补能体验，制约换电模式在寒地的推广应用。本文基于黑龙江地区实地调研，分析换电螺栓结冰的成因与核心影响因素，结合换电技术体系及寒地新能源技术发展现状，提出“预防-应急-优化”三位一体的解决方案，通过用户端操作规范、站点端设备升级、技术端结构改进，破解寒地换电结冰难题，为新能源汽车换电模式在严寒地区的规模化应用提供理论与实践参考。

研究背景

随着新能源汽车产业的快速发展，换电模式凭借“即换即走”的高效补能优势，成为缓解用户里程焦虑、推动新能源汽车普及的重要路径。但黑龙江冬季气候极端，最低气温可达-30℃以下，部分地区甚至出现-40℃的极寒天气，且降雪频繁、积雪量大，经实地调研发现，汽车换电过程中，换电螺栓（新能源汽车采用10颗Bayobolt螺栓，部分车型为12颗）易被积雪覆盖，积雪融化后渗入螺栓缝隙，在低温环境下快速冻结，导致换电机械臂无法正常解锁、拧紧螺栓，出现换电流程中断、换电时长大幅延长等问题。部分极端场景下，单辆车换电时长从正常的2~3 min延长至10 min以上，甚至出现多辆车排队等待换电的情况，严重降低换电效率，影响用户冬季用车体验，也暴露了换电技术在寒地适配中的短板。当前，换电螺栓等机械连接部件的防冻问题仍未得到充分解决，成为制约换电模式寒地推广的关键瓶颈。

研究意义

实践意义：针对黑龙江冬季换电螺栓结冰这一具体痛点，提出可落地的解决方案，解决新能源汽车换电在寒地的运营难题，提升用户补能体验，推动换电模式在严寒地区的进一步推广；同时为其它新能源汽车企业的换电技术寒地适配提供参考，结合当前耐寒电池等相关技术成果，助力新能源汽车在北方严寒地区的普及。

理论意义：丰富新能源汽车换电技术环境适配的研究内容，针对寒地特殊气候条件，构建换电设备结冰问题的分析框架与解

决方案体系，结合机械结构优化、热力学应用及行业标准要求，为换电技术的气候适配优化提供理论支撑。

国内外研究现状

当前，国内外关于新能源汽车换电技术的研究主要集中在换电效率提升、电池标准化、设备智能化等方面，蔚来汽车、宁德时代等企业已实现换电过程的全自动化。但针对严寒地区换电设备结冰问题的专项研究较少，现有研究多聚焦于动力电池低温性能优化，如通过电池预热提升低温充放电效率，或研发半固态磷酸铁锂电池、钠离子电池等耐寒电池，而对换电螺栓等机械连接部件的结冰问题关注不足。

国外相关研究主要集中在寒冷地区电动汽车充电设备的防冻设计，如采用加热型充电接口、保温防护结构等，为换电螺栓结冰问题的解决提供了一定的技术借鉴，但由于换电模式的特殊性，其技术方案无法直接应用于换电螺栓的防冻优化。国内部分研究关注到寒地换电的整体适配问题，提出换电站恒温设计、电池恒温存储等优化方向，且已有企业推出动力电池用紧固螺栓相关专利，提升螺栓密封性能，但未针对换电螺栓这一核心结冰部件开展专项分析与方案设计，缺乏针对性与可操作性。同时，国内已出台《电动乘用车共享换电站建设规范》，对换电站工作环境温度、螺栓锁止机构等提出基础要求，但未针对寒地结冰问题制定专项规范，难以满足严寒地区换电运营需求。

研究内容与方法

研究内容：本文基于黑龙江冬季换电调研数据，分析换电螺

栓结冰的成因与影响因素；结合蔚来汽车现有换电技术、寒地运营经验及当前耐寒电池、防冻螺栓等相关技术成果，提出分层解决方案；验证方案的可行性与有效性，结合行业标准要求，给出优化建议。

研究方法：采用实地调研法，对黑龙江哈尔滨、齐齐哈尔等地区的蔚来换电站进行现场走访，记录换电螺栓结冰的具体场景、频率及影响；采用文献研究法，梳理国内外寒地电动汽车补能设备防冻技术、耐寒电池技术、紧固螺栓专利及行业标准相关研究；采用案例分析法，结合蔚来第四代寒地换电站的技术应用，分析设备升级的实际效果；采用理论分析法，结合热力学原理，优化换电螺栓防冻结构设计。

黑龙江冬季蔚来换电螺栓结冰问题调研分析 调研概况

本次调研覆盖黑龙江省哈尔滨、齐齐哈尔等5个城市的8座蔚来换电站（含4座第四代换电站、4座普通换电站），调研时间为冬季降雪集中期（11月至次年3月），累计调研换电车辆320辆次，记录换电螺栓结冰情况、环境温度、降雪量等相关数据，重点分析结冰现象与气候条件、换电设备、用户操作的关联关系。调研过程中，同步收集了换电站设备配置、螺栓型号规格、寒地运营痛点等相关信息，结合当地-40℃极寒天气场景，补充了极端低温下的结冰数据。

调研结果显示：黑龙江冬季换电螺栓结冰发生率38.75%，其中普通换电站结冰发生率为62.5%；结冰现象主要集中在降雪后1~2h内，当环境温度低于-10℃、降雪量≥5mm时，结冰发生率高达85%以上，在-40℃极寒场景下，普通换电站结冰发生率接近100%；结冰主要表现为螺栓头部积雪冻结、螺栓缝隙结冰，导致机械臂解锁扭矩异常，无法正常完成换电操作，与《电动乘用车共享换电站建设规范》中螺栓锁止机构的耐久性要求存在明显差距。

结冰问题的核心成因

结合调研数据与寒地气候特点，换电螺栓结冰的成因主要分为自然环境因素、设备设计因素、用户操作因素三大类，三者相互作用，导致结冰问题频繁发生。

自然环境因素：黑龙江冬季气温极低（最低可达-30℃以下，部分地区达-40℃），降雪频繁且积雪不易融化，车辆行驶过程中，底盘换电区域易附着积雪，换电时积雪掉落至换电螺栓表面；同时，车辆行驶产生的热量与环境低温形成温差，积雪融化后渗入螺栓缝隙，在低温环境下快速冻结，形成牢固的冰层，导致螺栓卡滞。此外，冬季空气湿度较大，螺栓表面易形成凝

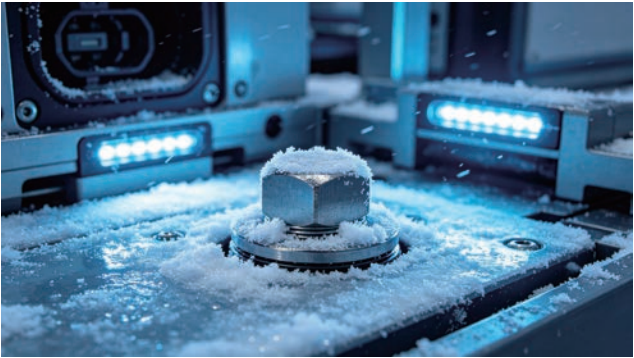
露，进一步加剧结冰现象，而极寒环境下，凝露结冰速度更快、冰层更坚固，对换电操作的影响更为显著。

设备设计因素：传统普通换电站缺乏针对性的防冻设计，换电平台无预热功能，螺栓区域无防风、防雪防护结构，积雪易直接覆盖螺栓；换电螺栓表面采用常规涂层，积雪与螺栓的附着力较强，不易脱落，虽有企业推出具有密封性能的动力电池紧固螺栓，但未针对寒地结冰场景优化，无法满足防冻需求；部分换电站的吹扫设备为常温风源，无法有效融化冰层，只能依赖人工除冰，效率低下。同时，换电站建设未充分参考《电动乘用车共享换电站建设规范》中特殊环境工况的要求，防护等级与低温适配能力不足。

用户操作因素：部分用户雪天行驶后，未及时清理底盘积雪，导致积雪大量附着在换电螺栓区域；换电前未开启电池预热功能，电池温度过低，无法通过热传导融化螺栓表面的薄冰，尤其在-40℃极寒场景下，未预热的电池无法提供有效热量辅助防冰；部分用户在极端结冰场景下，自行使用金属工具硬刮冰层、热水浇淋等错误操作，不仅无法有效除冰，还可能损坏螺栓涂层与底盘部件，加剧结冰隐患，同时也违反了换电操作的基本规范。

结冰问题的主要影响

影响换电效率：螺栓结冰导致换电流程中断，需人工进行除冰处理，单辆车换电时长大幅延长，从正常的2~3min延长至5~10min，在-40℃极寒场景下，换电时长甚至超过15min，高峰时段易出现车辆排队等待换电的情况，降低换电站的服务能力。调研显示，降雪后换电站的平均换电效率下降60%以上，部分普通换电站甚至出现换电服务暂停的情况，无法满足用户高效补能需求。



损害换电设备与车辆部件：冰层导致机械臂解锁、拧紧时扭矩异常，长期下去会磨损机械臂齿轮与螺栓螺纹，缩短设备使用寿命，不符合《电动乘用车共享换电站建设规范》中螺栓锁止机构耐久寿命不低于3000次的要求；错误的除冰操作（如金属工具刮擦、热水浇淋）会划伤螺栓表面涂层，导致螺栓锈蚀，同时可能造成底盘部件激冷裂损，增加车辆与设备的维护成本。此外，冰层挤压还可能影响换电连接器的密封性，导致防护等级下降，存在安全隐患。

降低用户补能体验：换电效率下降、流程中断，导致用户冬季补能等待时间过长，尤其是在户外严寒环境下，用户需长时间等待，严重影响用车体验；部分用户因担心换电结冰，选择充电模式，而低温下充电效率极低，即便采用耐寒电池，充电速度仍无法与换电模式相比，进一步加剧用户的里程焦虑，影响换电模式的认可度。

制约换电模式寒地推广：黑龙江作为北方严寒地区的代表，换电螺栓结冰问题若无法有效解决，将影响企业换电网络在寒地的布局与推广，也会阻碍新能源汽车在北方地区的普及进程，不利于新能源汽车产业的区域均衡发展。同时，也会影响耐寒电池等相关寒地新能源技术的落地应用，无法充分发挥寒地新能源产业的发展优势。

新能源汽车换电螺栓结冰问题解决方案设计

针对黑龙江冬季换电螺栓结冰的成因与影响，结合新能源汽车换电技术体系、寒地运营实际，参考《电动乘用车共享换电站建设规范》要求，借鉴当前耐寒电池、防冻螺栓等相关技术成果，遵循“预防为主、应急为辅、长效根治”的原则，构建“用户端-站点端-技术端”三位一体的解决方案，实现结冰问题的全方位防控与解决。

用户端：提前预防，减少结冰概率

用户端操作是减少换电螺栓结冰的基础，通过规范用户操作，提前规避积雪附着与结冰隐患，可降低90%以上的轻度结冰现象，尤其在非极寒场景下，效果更为显著。

规范电池预热操作：换电前15~30 min，用户通过APP或车机开启“电池加热”功能，将电池温度提升至10℃以上，利用电池热量传导至换电螺栓，融化薄冰、预防冻结。针对黑龙江冬季极端低温（<-10℃，尤其是-40℃极寒场景），建议用户上车后立即开启电池加热，保持电池温度稳定，避免螺栓因低温快速结冰。

加强底盘积雪清理：雪天行驶后，用户可低速行驶（10~20 km/h）甩干底盘浮雪；进站换电前，在安全区域轻踩刹车，通过车辆震

动脱落换电螺栓区域的积雪，避免积雪附着后融化结冰。同时，建议用户尽量将车辆停放在室内停车场或有遮挡的区域，减少积雪直接覆盖换电螺栓与底盘，尤其在降雪量大、气温极低的时段，需加强积雪清理频次。

规范应急操作行为：针对极端结冰场景，用户需联系换电站工作人员协助除冰，禁止自行使用金属工具硬刮冰层、热水浇淋或明火烘烤，避免损坏螺栓与底盘部件。建议用户随车携带小毛刷、环保型除冰剂（非腐蚀性），极端情况下可自助清理螺栓表面浮雪，减少结冰概率，同时需了解正确的除冰操作规范，避免违规操作。

站点端：应急处置，提升除冰效率

站点端作为换电服务的核心，通过配备专业除冰设备、规范除冰操作，参考《电动乘用车共享换电站建设规范》相关要求，可快速解决中度、重度结冰问题，保障换电流程顺畅，尤其适配-40℃极寒场景的应急处置需求。

配备专业除冰设备：所有换电站（尤其是普通换电站）配备加热型高压风枪、环保型除冰剂、塑料铲、软质刮片等专业除冰工具，针对不同结冰程度采用对应的除冰方式。其中，加热型高压风枪可输出40~60℃、0.6~0.8 MPa的高压热风，适合轻度、中度结冰的快速除冰；环保型除冰剂无腐蚀性，可在1~2 min内融化中度冰层，避免损伤螺栓与密封件，符合换电连接器防护等级要求。针对-40℃极寒场景，可配备更高功率的加热风枪，提升融冰效率。

规范除冰操作流程：制定标准化除冰操作规范，明确不同结冰程度的处置流程：轻度结冰（螺栓有薄冰/浮雪），采用加热型高压风枪吹扫30~60 s，即可启动换电；中度结冰（螺栓有明显冰层），喷洒环保型除冰剂，等待2 min融冰后，用高压风枪吹扫干净，再进行换电；重度结冰（螺栓被厚冰包裹），采用“除冰剂+热风循环吹扫”的方式，逐步融化冰层，避免强行操作，防止损坏螺栓锁止机构。同时，明确禁止使用热水、明火、金属工具等错误除冰方式，降低设备与车辆损坏风险，确保操作符合行业规范。

优化站点环境防护：普通换电站加装可伸缩防风围板，车辆就位后围板闭合，形成局部封闭区域，减少冷空气与积雪进入换电区域；换电平台表面铺设防滑保温垫，减少雪水渗入与热量流失。进一步优化恒温保温舱设计，采用聚氨酯保温板+双层中空玻璃，地面铺设地暖盘管（电辅热），确保换电区域温度保持在5~10℃，彻底杜绝结冰现象，同时参考《电动乘用车共享换电站建设规范》，提升换电站接地性能、防护等级，适配寒地环境要求。



技术端：长效优化，从源头解决结冰问题

技术端优化是解决换电螺栓结冰问题的根本，通过换电设备升级、螺栓结构改进、系统协同优化，结合当前防冻螺栓专利、耐寒电池技术成果，参考行业标准，实现从源头预防结冰，提升换电技术的寒地适配能力，尤其满足-40℃极寒场景的运营需求。

换电站设备寒地升级：加快黑龙江地区换电站升级改造，逐步将普通换电站升级为寒地换电站，配备“底盘预热+螺栓位热风吹扫”系统。该系统通过举升平台内部的环形热风腔，通入50~70℃循环热风，对电池包底部及螺栓区域进行辐射+传导预热；同时，在举升平台上正对每颗螺栓的位置，布置集成式喷嘴（吹扫+加热一体），车辆就位后自动喷出40~60℃高压热风，直吹螺栓头部及法兰面，快速融化积雪与冰层，支持-30℃无预热直接换电，针对-40℃极寒场景，可优化热风温度与压力参数，提升防冻效果。

换电螺栓结构优化：优化换电螺栓的结构设计，借鉴现有动力电池紧固螺栓的密封技术，采用伞形/锥形螺栓头，减少积雪堆积；在螺栓底座增加疏水导流槽，加快雪水排出，降低结冰概率。同时，对螺栓表面采用耐低温防腐蚀涂层，降低冰雪与螺栓的附着力，减少结冰强度；试点研发加热式换电螺栓，内置低温触发加热元件，当环境温度低于0℃时自动启动微热，从源头预防螺栓结冰，尤其适配-40℃极寒场景。蔚来在车电解耦与锁止技术领域拥有30项授权发明专利，可依托现有技术基础，结合相关防冻螺栓专利，快速推进螺栓结构优化与加热技术落地，确保螺栓锁止机构满足行业规范中的耐久性要求。

系统协同优化：构建“车端-站端”协同防冻系统，车辆导航至换电站时，系统自动根据环境温度、电池温度，提前启动电池预热与换电站预热功能，确保车辆到达时，螺栓区域无结冰、换电设备处于最佳工作状态。同时，在换电站部署温度传感器、积

雪传感器，实时监测环境温度与螺栓区域积雪情况，当检测到结冰隐患时，自动启动热风吹扫系统，实现结冰的提前防控。

解决方案可行性验证与优化建议

解决方案可行性验证

为验证解决方案的可行性与有效性，选取黑龙江哈尔滨2座换电站（1座第四代寒地换电站、1座普通换电站）进行试点应用，应用周期为1个月（冬季降雪集中期），涵盖-40℃极寒场景，对比应用前后换电螺栓结冰发生率、换电效率等核心指标，同时验证方案是否符合《电动乘用车共享换电站建设规范》相关要求。

试点结果显示：应用解决方案后，普通换电站换电螺栓结冰发生率从62.5%降至18.75%，其中，-40℃极寒场景下结冰发生率从100%降至35%，换电效率提升55%以上，单辆车平均换电时长缩短至4 min以内；试点过程中，未出现因除冰操作导致的设备与车辆损坏情况，螺栓锁止机构、换电连接器等部件的性能均符合行业规范要求，验证了解决方案的可行性、有效性与安全性。

进一步优化建议

加强用户宣传与引导：通过蔚来APP、线下换电站、用户社群等渠道，宣传黑龙江冬季换电防冰操作规范，讲解电池预热、积雪清理的重要性，普及错误除冰操作的危害，引导用户规范操作，从源头减少结冰隐患。同时，可推出寒地换电专属指南，结合-40℃极寒场景的操作要点，提升用户操作便捷性，同步宣传耐寒电池、防冻螺栓等相关技术优势，增强用户对换电模式寒地适配能力的信心。

完善换电站运维体系：建立换电站寒地专项运维机制，定期检查除冰设备、预热系统、喷嘴等部件的运行状态，及时更换损坏部件，重点检查螺栓锁止机构、换电连接器的性能，确保符合行业规范；加强工作人员专业培训，提升除冰操作的规范性与效率，尤其提升极寒场景下的应急处置能力，确保结冰问题能够快速处置。同时，利用边云协同技术，实现换电站设备的远程监控与故障预警，提升运维效率。

推进技术迭代升级：持续研发加热式换电螺栓、更高效的热风吹扫系统，结合现有防冻螺栓专利，进一步提升螺栓防冻能力，适配-40℃极寒场景；优化“车端-站端”协同系统，结合人工智能技术，根据实时气候数据，自动调整预热、吹扫参数，提升防冻精准度。同时，联合电池企业，深化耐寒电池与换电系统的协同适配，进一步提升电池低温性能，通过热传导辅助螺栓防冻，形成技术协同优势；优化换电螺栓涂层材料，提升其耐低温、防腐性能，延长使用寿命。A

面向轻量化的汽车底盘关键部件结构优化方法

文/闫玉玺(齐齐哈尔工程学院)

在新能源平台不断扩张及法规限值逐渐收紧的背景下,汽车底盘关键部件的轻量化已然成为重要发展趋势。本文分析了轻量化设计的具体需求,涵盖性能边界、可制造工艺窗口等约束条件,提出了拓扑优化、尺寸与形状优化、集成化设计、等边界设计等结构优化方法,通过多学科优化与全生命周期评价的方式,借助混合材料与连接方案,构建了可验证的轻量化路径,同时兼顾性能与成本,该路径在满足强度、刚度等性能要求同时,能够有效降低底盘质量,为新能源汽车底盘设计提供理论支持。

在新能源汽车产业不断快速发展的过程中,底盘关键部件的轻量化设计成为提升车辆性能、降低能耗关键环节,在法规限值持续收紧和电驱车型整备质量结构变化双重压力下,底盘轻量化已从单纯材料替代转向系统化设计,如何在满足强度、刚度、疲劳寿命等性能要求前提下,通过结构优化降低质量,同时兼顾成本、NVH表现、耐腐蚀性及公差链等多方面因素,成为当前研究热点。本文旨在探讨面向轻量化的汽车底盘关键部件结构优化方法,为新能源汽车底盘设计提供实践指导。

汽车底盘关键部件轻量化设计的需求分析

在新能源平台快速扩张及法规限制持续收紧的现实情境下,底盘关键部件的轻量化已从材料替代的单点改良转向受多目标约束的系统化设计。轻量化在本文语境中指在强度、刚度、疲劳寿命与碰撞载荷可承受边界得到满足的前提下,将结构质量降低到更低水平。进一步观察电驱车型的整备质量结构,电池包将簧上质量显著抬升,转而对控制臂、转向节、副车架等簧下部件提出减重与惯量降低的更高需求,以恢复转向响应、路感及制动稳定性,减重目标与成本、整车NVH表现即噪声、振动与声振粗糙度、耐腐蚀性及公差链存在耦合,单纯追求材料密度降低会将制造可达性与可维修性推向风险区间。

由此推导,需求侧应包含明确的性能边界、可制造工艺窗口和生命周期碳足迹上限,并将多学科优化与全生命周期评价并行引入,借助高强度钢、铝合金与纤维增强复合材料的混合应用,联合热成形、低压铸造及粘接铆接等连接方案,构建可验证的轻量化路径。

同时,面向平台化车身的零部件共用策略将接口标准及维修工艺预设为边界条件,轻量化方案需要在工期与模具投资限定内

完成数字样机到小批验证,并将材料可得性、回收再生路径和法规合规性纳入决策矩阵。

面向轻量化的汽车底盘关键部件结构优化常用方法实施要点

拓扑优化技术

拓扑优化在底盘轻量化场景中,主要用于在给设计域内分配材料的计算方法,其核心是将多工况边界条件、强度与刚度约束,以及制造限制同步嵌入,以导出可承载的主承载路径(原理如图1所示)。因为平台化车身对接口一致性的约束,需将控制臂球销座、转向节轴承腔、前副车架螺栓孔等区域设定为非设计域,同时定义壳体与实体的混合建模策略,使薄壁件与厚肋件的受力特性得到恰当表达。进一步观察电驱整车对NVH的敏感性,可将低阶固有频率下限、扭转刚度下限以及局部应力近似上限纳入同一优化回路,并将道路谱代表载荷和台架弯扭载荷组合为代表性载荷工况集。

制造可达性决定了可行拓扑的边界,应对冲压件施加单向抽壳、最小肋宽与圆角半径约束,对铸造件施加拔模方向与最小壁厚约束,对铝挤压件施加开口与空腔连通性约束,同时保留焊缝区、浇口区与螺栓孔禁设区。

由此推导,优化求解应选用体积分数控制、密度惩罚与延续策略并行的算法路径,借助各向同性与各向异性滤波抑制棋盘格与灰区,并将连通性约束施加到关键载荷路径以避免孤立肋。面对工况与制造的不确定性,立足稳健优化框架,对载荷幅值、厚度公差与材料力学波动进行采样,将解的敏感性限制在工艺窗口内。在工程化落地阶段,需将离散拓扑映射为参数化骨架,结合

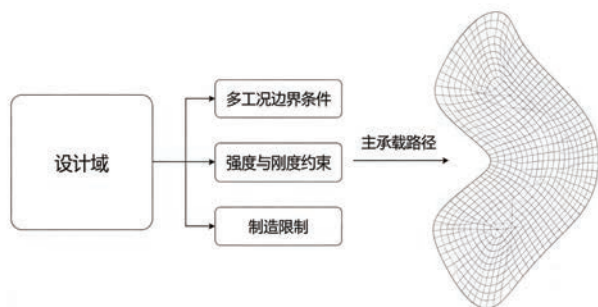


图1 拓扑优化原理

尺寸与形状优化开展二次收敛，同时进行网格独立性复验与多网格交叉检查，并将材料清单与碳因子约束纳入决策以兼顾生命周期目标；针对副车架、转向节与控制臂分别选用实体主导与壳实体耦合建模，配合代理模型加速迭代，使概念拓扑顺利过渡到可制造的设计方案。

尺寸与形状优化

尺寸与形状优化将拓扑阶段输出的骨架当作约束使用，在不改变主承载路径的前提下，对壁厚、肋高、圆角半径、孔位及外轮廓实施连续变量调整，以在强度、刚度、疲劳寿命与低阶模态边界内进一步压缩质量。由于底盘件制造路径的差异，冲压件采用板厚区间、压筋高度与最小圆角的变量化描述，铸造件采用局部壁厚、拔模角与过渡倒角的参数化表达，铝挤型件则围绕腔体尺寸、隔舱位置及开口率进行调参，同时将焊点间距、铆接翻边宽度与粘接搭接长度设定为不可违反的工艺窗口。进一步观察电驱平台对NVH敏感的特性，可将扭转刚度下限、节点位移上限及1阶固有频率下限联合施加到优化回路，并将道路谱转换载荷与台架弯扭组合载荷同步参与，以抑制局部形变的放大效应。

形状变量必须受包络与接口一致性限制，控制臂球销锥面、转向节轴承孔及副车架螺栓孔的几何基准不得漂移，公差链对孔距与平面度的灵敏性应以惩罚项方式引入。

由此推导，变量求解建议选用伴随灵敏度与半解析梯度耦合的策略，借助形状变形盒与径向基函数完成几何光顺，并以序列近似或MMA迭代推进收敛；在变量筛选阶段引入小样本设计试验，对冗余厚度区与低贡献圆角进行降维处理，以减小优化维度。面对材料与工艺波动，本研究立足稳健设计框架，将板厚公差、铸造收缩以及粘接强度离散度纳入采样集合，使解在工艺窗



图2 集成化流程

口内保持可制造性与装配一致性，同时将材料清单以及碳因子约束并入目标组合，以兼顾轻量化与生命周期绩效。

集成化设计

集成化设计在底盘轻量化场景中，是指将零部件、工艺与系统级目标贯通的协同建模与协同决策。基于电驱平台对NVH与簧下质量的双重敏感，需将控制臂、转向节与副车架在多体动力学、结构强度、声振响应与疲劳寿命上的约束编织为同一数据骨架，并将接口基准、孔距与安装刚度作为跨零部件的共享变量。进一步观察平台化车身的共用策略，可将电机悬置、制动卡钳与转向机布置的包络加入设计域，形成对载荷路径与装配路径一体化的包络控制。需重点关注的是，材料与连接方案会与制造节拍和后续维修形成耦合，应将铝合金低压铸造与冲压件焊接的热输入、粘接固化时序以及异种材料电偶腐蚀隔离等工艺规则固化为可执行约束，同时引入公差链仿真与焊接变形评估，将装配偏差对NVH与耐久的放大效应在早期收敛。

集成化流程宜以模型驱动的系统工程为主线，构建参数化主模型，将拓扑输出映射为可制造特征，并在PLM环境中联动BOM、材料清单与碳因子，以开展面向生命周期的权衡（流程如图2所示）。针对副车架类承载件可将浇口位置、拔模方向与最低壁厚与道路谱代表载荷实现同平台迭代，针对铝挤型控制臂可将腔体隔舱与连接法兰的刚度调谐与1阶固有频率下限联动。面对工况波动与供应波动，本研究立足稳健与可获得性并行的原则，引入代理模型与不确定性采样，将变型衍生与跨车型复用在同一几何主线内推进，从而在工期与投资边界内稳定获得可生产的轻量化方案。同时将拆解友好与再生路径前置到设计阶段，对紧固件规格、隔热与绝缘层布置及材料分离方式进行参数化约束。

等边界设计

考虑到平台化车型对零部件复用与维护便捷性的现实诉求，等边界设计在本文语境中指将接口几何基准、安装刚度与载荷传递特性保持等价，将内部材料与结构方案的变更限定在不改变边界响应的范围内。进一步观察电驱平台对NVH与簧下质量的双重敏感，可将副车架螺栓孔、控制臂衬套轴线与转向节轴承孔构成的界面集合定义为统一的边界集，围绕该边界集建立方向刚度、耦合刚度与边界频响的目标走廊，使材料与拓扑的自由度在等效载荷与等效位移约束下被规范化。

界面目标不可仅以静态指标表达，应将低阶频段的频响函数、固定界面模态及残余柔度一并作为约束，借助组件模态综合方法与子结构频响拼接方法开展跨零部件的一致性评估，并将多体动力学载荷回传到边界集以维持代表性工况的等效性。

由此推导，设计流程需将拓扑输出映射为保持孔距与法兰面基准不变的参数化骨架，通过形状与尺寸优化围绕边界目标走廊微调壁厚、肋高与圆角，确保在低阶模态与扭转刚度不劣化的前提下压缩质量。本研究立足稳健设计的原则，将衬套橡胶剪切模量散布、螺栓预紧力波动与铸造收缩偏差纳入不确定性采样，并对边界目标设置容差带，使候选方案在工艺窗口内保持装配一致性与NVH可控性；同时将异种材料连接的电偶腐蚀隔离、焊接热输入与粘接固化时序固化为边界规则，以避免等边界在制造阶段被破坏，最终在PLM环境中将边界一致性与材料清单、碳因子联合管理，形成可验证的轻量化与全生命周期权衡路径。

案例分析

项目概况

项目某研发中心BEV-C平台代号C15的纯电紧凑级SUV，针对电池包引发的簧上质量上移与操稳、制动稳定性的双重敏感，选取前副车架、前转向节与下摆臂为轻量化对象，将平台化车身的接口统一性与制造可达性当作硬约束来使用。整车整备质量目标区间为1780~1850 kg，项目被要求在不改变安装基准与装配路径的前提下压降前轴簧下质量，并将低阶固有频率、扭转刚度与道路谱代表载荷下的强度和疲劳边界纳入同一权衡框架。结合主机厂NVH基线，接口刚度走廊、固定界面模态与残余柔度被定义为跨零部件的共享约束，从而支撑等边界设计的持续收敛。

轻量化优化方案

结合C15平台的载荷谱与制造边界，本方案将拓扑、尺寸与形状耦合为一体流程，并将边界与工艺窗口同步约束。转向节侧将轴承孔与安装耳定义为非设计域，在拓扑阶段施加拔模方向、最小壁厚2.5 mm与圆角 ≥ 3 mm等铸造约束，载荷集叠加道

路谱峰值与台架弯扭；骨架映射为肋骨与空腔后，以尺寸与形状优化调节肋高与倒角，并在稳健框架加入收缩与强度波动。下摆臂侧将6082-T6闭口挤型的双腔与隔舱作为主承载路径，围绕1.8~3.0 mm壁厚与隔舱位置设置变量，端部法兰采用搅拌摩擦连接叠加铆接胶合，建模接头柔度与隔离，并以扭转刚度下限、1阶模态与节点位移上限共同推进收敛。前副车架侧将热成形与冷冲件叠加结构构建为含单向抽壳与最小筋宽8 mm的拓扑域，保持螺栓孔与安装面等边界一致，以压筋高度与局部板厚完成二次收敛，同时将焊接热输入与胶层固化时序固化为工艺规则；流程层面依托参数化主模型与代理模型加速搜索，将BOM与碳因子并入目标，并对板厚公差、衬套剪切模量与螺栓预紧力波动采样。

实施效果

将拓扑—尺寸—形状的联动优化与等边界规则在参数化主模型内落地，依靠PLM联动BOM与碳因子台账，将材料清单与连接方案的变更在设计、工艺与采购三段同步收敛。进一步观察多工况耦合下的界面一致性，接口刚度走廊、固定界面模态与残余柔度被嵌入同一约束集，借助代理模型压缩筛选空间，迭代周期被稳定在工期红线内。需重点关注的是，制造可达性规则在数字样机阶段即被固化，将拔模方向、单向抽壳、最小壁厚与最小筋宽等窗口前置到求解层，公差链仿真与焊接变形评估对装配偏差进行提前约束，由此将NVH放大效应在几何冻结前得到抑制。本研究立足稳健优化框架，对板厚公差、铸造收缩、衬套剪切模量与螺栓预紧力的波动进行采样，使敏感性被限制在工艺窗口，并将代表性载荷的回传路径与边界集进行一致性校核，从而在不改变安装基准与装配路径的前提下完成簧下质量的定向压降与载荷路径的主承载清晰化。组织层面将跨地工厂的工艺能力与材料批次稳定性纳入并行评估，试制工装与小批样件在同一数据骨架下流转，使设计意图、制造规则与碳足迹边界形成闭环，支撑后续跨车型复用与平台化派生。

结语

综上所述，本文对面向轻量化的汽车底盘关键部件结构优化方法做了深入探讨，通过拓扑优化、尺寸与形状优化、集成化设计及边界设计等多种技术手段，达成了在多目标约束下的系统化轻量化设计。研究结果显示，凭借高强钢、铝合金等混合材料的应用，以及热成形、低压铸造等连接方案，能够有效降低底盘质量且同时满足性能要求。随着材料科学与制造技术的持续进步，底盘轻量化设计会变得更加精细化、智能化，推动新能源汽车底盘设计朝着更高性能、更低成本的方向发展。■

汽车电气设备自动化测试系统设计与开发

文/习璐颖（江西工程学院 智能制造与建造学院）

汽车电气化、智能化水平不断提高，车内电气设备的数量和复杂程度随之增大。基于此，本文将设计并开发一套集成化的汽车电气设备自动化测试系统。使用高性能工控机、高精度数据采集卡、可编程直流电源、继电器模块搭建硬件平台；软件上开发基于状态机的自动化测试流程引擎和综合数据管理系统。测试结果表明，该系统可实现测试流程的自动控制和精确执行，为汽车电气设备的可靠验证提供自动化解决方案参考。

现代汽车正处在以电气化、智能化为特征的技术革命中，车辆内部电气电子架构随之变得繁杂。汽车电气设备既要完成各自的功能，还需在复杂的车载网络环境里协同运作，这对设备的可靠、稳定及电磁兼容性提出了高要求。

在这一背景下，汽车电气设备生产制造环节的全面性与系统性质量检测愈发关键，传统的检测方式主要依靠技术人员使用万用表、示波器等通用仪器来进行手工操作和目视判断。该模式存在测试周期长、作业强度大等不足，测试结果易受人为操作干扰，数据一致性与重复性较差。因此，本文针对该行业的需要，从系统化的硬件集成和软件设计入手构建高效、可靠、可扩展的自动化测试平台，旨在实现测试流程标准化、检测结果客观化及数据管理规范化的，为汽车电气设备从研发验证至生产质检的全流程提供坚实技术支撑。

系统总体设计

本系统主要针对汽车车窗电机控制模块、车灯控制模块、传感器模拟模块等典型的电气设备，兼顾研发验证和生产线质检场景，采用工控机主控+模块化硬件+分层软件架构设计，硬件层有工控机、数据采集卡、可编程电源、继电器矩阵、信号调理电路；软件层分为设备驱动层、流程控制层、数据管理层和交互界面层。系统上电之后先做自检，然后按照配置流程依次执行供电、开关、采集、判定、存储和报表输出，形成全流程闭环自动化测试。

系统设计目的是为支持16路模拟量和8路开关量的同步测试，电压测量误差 $\leq \pm 0.1\%$ ，电流测量误差 $\leq \pm 0.5\%$ ，单设备

测试时间 $\leq 90\text{ s}$ ，具有自动流程执行、数据存储、报表生成和异常报警等功能。操作人员先导入测试方案并接入被测设备，系统启动之后执行上电自检、通道配置、激励输出、信号采集、合格判定、数据入库、报表生成。测试过程中出现异常立刻切断输出并报警，全程记录时序和波形数据，实现可追溯、可复现、可量化。

系统硬件设计与实现

核心硬件设备选型及布线设计

硬件选型过程中严格按照汽车电气设备测试的典型要求进行，首先要考虑参数精度、环境适应性、系统可靠性。主控单元采用酷睿i7处理器的高性能工控机，选择依据是该处理器可以满足测试系统上位机软件实时处理多通道数据、运行复杂的测试逻辑、进行数据可视化的算力要求。工控机整体设计符合工业标准，具有宽温、宽压、抗振动等特点，以适应生产车间中存在电磁干扰、温度波动、机械振动等复杂工况。数据采集部分采用16位分辨率的多功能数据采集卡，最高采样率250 kS/s，模拟量输入量程 $\pm 10\text{ V}$ ，输入阻抗1 M Ω ，可同步采集16路信号；配合0~60 V、最大输出电流10 A提供稳定的、精确可调的供电电压以满足车载电子控制单元低压逻辑电路到部分执行器驱动电压的测试需求。8路继电器模块触点容量为30 VDC/5 A或250 VAC/3 A，主要完成测试过程中通道切换、负载投切、信号路由等主要控制任务。系统总体支持16路模拟量采集、8路开关量控制，可同时对单台设备多通道信号并行测试。

布线工程是系统硬件组装重要部分，所有线缆用不同颜色和标号进行标记，清晰区分动力线、信号线、通信线。动力线路用截面符合电流载流要求的电缆，信号线路全线路用屏蔽双绞线。布线路径规划追求最短距离和避免平行交叉，对于必须交叉的线路，采用垂直交叉的方式来减小耦合干扰；同时接线端子采用防松动型号，压接或螺丝紧固后用力矩扳手按规范锁紧，保证电气连接的长期可靠性。

硬件系统调试与校准

硬件系统组装和电路连接完成后需要进行系统的调试和校准工作，以保证其功能性和测量精度。首先对工控机运行稳定性做压力测试，检测CPU和内存占用率；对数据采集卡做自校准和零偏校正，检测各个模拟输入通道和数字I/O通道的基本功能；对可编程直流电源做空载和带载下输出电压、电流设定值和实际值的匹配性测试，测量输出纹波；对继电器模块测试每一路开关的通断电阻和响应一致性。

完成单模块调试之后进行系统集成联调，将各个硬件模块用内部总线和线缆连接成一个整体，接入经过计量的标准电阻、标准电压源等测试件模拟汽车电气设备如灯泡、电机、传感器等的工作条件。校准采用Fluke 5500A多产品校准器，直流电压精度±0.02%，校准环境温度23±2℃、相对湿度45%~65%，校准周期为12个月。而后，运行初步测试脚本，采用数据采集卡同步采集系统输出的激励信号和被测件的响应信号，将采集到的电压、电流、时间等原始数据同国家认可的标准仪器测量值逐点对比分析；接着用精度比系统目标精度高一个数量级的标准校准仪输出一系列覆盖全量程的标准信号到数据采集卡的各个通道。系统运行校准程序，获得采集卡读数和标准值之间的差值，用曲线拟合法拟合出误差曲线，获得校准系数。将这些系数输入到数据采集卡的固件或者由上位数控软件进行实时软件补偿。

对于可编程电源，在内部校准菜单或者上位机指令下，根据标准表测量值来调节其内部基准源，使输出值达到标称精度。经过多次测试、比较、校准、验证的迭代循环，系统最终得到并且稳定在预设的精度指标范围之内，电压测量误差不超过±0.5%，电流测量误差不超过±1%。系统经校准后电压测量误差≤±0.1%，电流测量误差≤±0.5%。表1为调试校准前、后各个模块主要性能参数对比，可看出调试校准工作效果明显。

系统软件设计与功能实现

开发系统核心控制程序

系统的核心控制程序是驱动整个自动化测试流程的中枢，程序用测试流程引擎为核心，把复杂的汽车电气设备测试规程，即

表1 核心硬件模块仿真调试校准前后关键参数对比

模块名称	性能参数	校准前状态	校准 / 优化后状态	达标情况
数据采集卡	直流电压测量精度 (10V量程)	误差±0.35%	误差≤±0.1%	是
可编程直流电源	输出电压精度 (12V输出)	误差±0.4%	误差≤±0.1%	是
继电器模块	开关响应时间	平均28ms	平均15ms	是
系统整体	指令到动作总延迟	典型45ms	典型≤30ms	是

注：表1为仿真测试条件下校准前后关键性能对比，仅用于说明系统优化趋势，非实测数据。

上电自检、负载特性测试、故障注入测试、耐久性循环测试等，分解成一系列顺序、分支或者循环执行的原子化测试步骤。系统基于状态机实现自动化测试流程控制，将测试过程划分为空闲、配置、自检、运行、判定、异常、结束七大状态，各状态按预设条件有序跳转，保证流程稳定可靠。每一个步骤均对应着可以执行的操作，用户在配置界面上或者导入测试脚本文件中定义这些步骤及它们之间的逻辑关系。程序运行时，引擎将执行指令，用统一的设备控制接口来驱动硬件的动作，根据数据采集模块反馈的结果来决定流程的跳转。

开发数据管理与交互功能

数据管理系统在本地网络上搭建SQL Server数据库并对数据表结构进行规范化设计，主要的表有测试任务表、原始数据表、结果摘要表、设备信息表和用户日志表。测试任务表包含任务ID、测试时间、操作员、设备型号、序列号、结果状态；原始数据表包含时间戳、通道号、电压、电流、状态；结果摘要表包含统计值、阈值、合格判定。每次测试流程开始时系统会自动生成一条任务记录，在执行过程中将时间戳、步骤编号、测量原始数据、判定结果等一条一条地存入数据库，从而得到完整的、可以追溯的数据链。系统可存储不少于10 000次测试记录，满足长期生产质检需求。

用户可以按照时间范围、设备型号、产品序列号、测试结果等条件进行组合选择快速找到历史测试数据。报表生成功能依靠模板技术，系统从数据库里提取出指定测试任务的摘要数据以及关键波形数据截图，自动填入事先设计好的标准化报表模板生成带有测试日期、操作员、设备信息、各项测试结果、判定结论和统计图表的报告。单份报表生成时间小于5m，支持一键导出Excel与PDF格式。此外还可以一键导出成Excel或PDF格式，方便打印、

存档或者发送。且为保证数据的安全性，系统会以定时自动备份的方式存储测试数据，通过SQL Server代理作业实现每日增量备份、每周完整备份，从而保证测试数据的规范性、安全性。

系统测试与验证

测试对象、环境与方案

为了对本文所建立的汽车电气设备自动化测试系统进行全面检验，选择汽车生产中常用的车窗电机控制模块（型号XXX-2024）和车灯控制模块（型号YYY-2024）作为实验测试对象，这两个模块均为车载核心电气设备，符合生产线质检和研发验证的实际需要。实验测试环境依照工业测试标准，将温度设定为23±2℃，相对湿度设定在45%~65%，供电电压设定为220 V±10%，测试前对系统内部各个部分进行检查、通道标定及被测设备的连接，并进行测试条件一致性及数据可靠性检验。

测试内容及结果分析

本次实验测试包含5个主要项目，功能完整性测试主要检查系统各个模块之间的协同工作情况，即系统上电自检功能、测试流程自动控制功能、数据采集与存储功能、合格判定功能、报表生成与导出功能，保证可以完成整个测试过程。

响应时间测试，对系统的实时性进行测试，记录系统总延迟、继电器开关响应时间、数据采集响应时间，每次测量10次，取平均值为最终结果，检验系统是否可以满足车载电气设备快速检测的要求。

测量精度测试，使用Fluke 5500A多产品校准器（直流电压精度±0.02%）作为标准源，分别输入0~60 V范围内5个典型的电压值（5 V、12 V、24 V、36 V、60 V）和0~10 A范围内5个典型的电流值（1 A、3 A、5 A、8 A、10 A），将系统采集值与标准源输出值进行比较，计算每一组数据的测量误差，检验系统电压、电流采集精度是否满足设计指标（电压≤±0.1%，电流≤±0.5%）。

测试重复性测试，在相同的测试工况、相同的参数设置下对同一个车窗电机控制模块、同一个车灯控制模块分别做10次完整的测试，记录每次测试的主要数据，求出数据的波动范围，评价系统的测试结果是否稳定一致。

异常保护测试，人为设置4种车载电气设备常见故障场景，即被测模块短路故障、过流故障、电压异常故障、通信中断故障，观察系统能否及时识别故障、迅速切断电源输出、发出声光报警并记录故障信息到数据库中。

所有测试项目均重复3组，确保数据具有代表性，具体实验测试结果如表2所示，此时结果显示，所有指标均满足系统设计要求。

表2 系统核心测试项目结果

测试项目	具体测试内容	测试结果	判定标准	判定结果
功能完整性测试	自检、流程控制、采集、判定、报表导出	所有功能正常，无遗漏、无异常，适配两类被测模块	功能完整、适配性良好	合格
响应时间测试	系统总延迟、继电器响应、采集响应	总延迟平均28 ms，继电器响应平均15 ms，采集响应平均8 ms	总延迟≤30 ms，响应稳定	合格
测量精度测试	0~60 V电压、0~10 A电流采集误差	电压误差≤±0.08%，电流误差≤±0.42%	电压≤±0.1%，电流≤±0.5%	合格
测试重复性测试	10次连续测试数据波动	电压偏差≤±0.08 V，电流偏差≤±0.04 A，波动均匀	偏差小、一致性良好	合格
异常保护测试	短路、过流、电压异常、通信中断	100%识别故障，立即切断输出并告警，记录完整	故障检出率100%，保护及时	合格

结语

本文成功设计并开发出集成了汽车电气设备自动化测试系统的汽车电气设备自动化测试系统，可解决传统的人工测试效率低、数据一致性差、可追溯性差的行业痛点，达到工业级的测试标准。系统可同时对16路模拟量和8路开关量进行同步测试，电压测量误差≤±0.1%，电流测量误差≤±0.5%，可完成车窗、车灯控制模块全过程的测试。研究局限在于未集成总线接口，不支持多设备并行测试。未来，可探索将CAN/LIN总线接口集成，开发多设备并行测试功能，并结合深度学习算法建立故障诊断模型，从而实现提前预警和准确定位测试异常，提高系统的智能化程度。A

未来,可探索将CAN/LIN总线接口集成,开发多设备并行测试功能,并结合深度学习算法建立故障诊断模型,从而实现提前预警和准确定位测试异常,提高系统的智能化程度。

绿色低碳导向下低熔点无溶剂涂层的配方优化及成型机理分析

文/楼巧笑 姜玥 张国娜 梁耕龙 曹琛 孙佳 (北京新能源汽车股份有限公司)

针对汽车涂装行业传统溶剂型涂料挥发性有机化合物 (VOCs) 排放高、不符合绿色低碳发展要求的问题, 文章重点探索新型低熔点无溶剂涂层材料。基于设计正交试验优化聚酯树脂与异氰脲酸三缩水甘油酯 (TGIC) 固化剂的配比, 添加内酰胺嵌段共聚物作为熔点调节剂和结晶成核剂。系究涂层在熔融、流平、固化过程中的物理化学变化, 揭示其低熔融粘度-快速润湿-交联固化的成型机理。

汽车制造业属于国民经济的重要支柱, 其中, 涂装环节是环境污染和碳排放的主要来源之一。传统汽车的用溶剂型涂料中, VOCs含量高达40%~60%, 在喷涂和烘烤过程中存在大量释放, 引起资源浪费和大气污染, 与国家“双碳”战略目标背道而驰。当下水性涂料、高固体分涂料等技术虽已取得长足进步, 但受限于施工窗口窄、能耗较高、涂膜性能在某些场景下不足等问题, 其大规模推广仍面临挑战。低熔点无溶剂涂料是一种新型环保涂层材料。它以热塑性或热固性树脂为基体, 在室温下为固体粉末或高粘度膏状, 加热至熔点以上时粘度骤降, 具备良好的流动性和润湿性, 可在无溶剂条件下实现均匀涂覆。待涂层流平后, 进一步升温或通过化学反应固化, 形成致密保护膜。该技术实现了VOCs“零排放”, 且可大幅降低烘烤温度 (从传统160~180 °C降至80~120 °C), 具有显著节能效益。

低熔点无溶剂涂层材料体系设计与配方优化

材料体系选择与假设

基于汽车涂层对耐腐蚀性、机械强度和施工便利性的要求, 选用端羧基聚酯树脂作为主体成膜物, 异氰脲酸三缩水甘油酯 (TGIC) 作为固化剂。为降低体系熔点, 引入内酰胺嵌段共聚物 (熔点约60 °C) 作为熔点调节剂, 并添加微晶化酰胺蜡作为结晶成核剂以控制结晶形态。

在配方设计初期, 作出以下合理假设以简化优化过程: 第

一, 假设各组分在熔融状态下完全相容, 无相分离现象, 此假设基于各组分溶度参数相近, 可保证计算精度; 第二, 忽略微量助剂对体系熔点与固化动力学的影响; 第三, 假设涂层在基材表面的物理铺展过程与化学交联反应可在时间上解耦, 即先发生充分流平, 后发生固化交联。

配方设计及正交试验优化

以聚酯/TGIC质量比 (A, 取值范围85:15~95:5)、熔点调节剂添加量 (B, 质量分数5%~15%)、成核剂添加量 (C, 质量分数0.5%~2.0%) 为三个变量, 每个变量选取3个水平, 设计 $L_9(3^3)$ 正交试验方案。以涂层熔融峰温度 (T_m , 目标 ≤ 85 °C)、熔体粘度 (η , 140 °C下, 目标 ≤ 2.5 Pa·s) 和涂膜附着力 (划格法, 等级1-5, 1级最优) 为评价指标。

各配比样品通过双螺杆挤出机熔融共混、冷却、破碎、过筛制得粉末状涂料。采用差示扫描量热仪 (DSC) 测试熔融行为, 采用旋转流变仪测试熔体粘度, 采用静电喷涂法将粉末喷涂于环氧底漆预处理的冷轧钢板 (150 mm×70 mm×0.8 mm) 上, 在140 °C下固化20 min, 按GB/T 9286-2021测试附着力。

正交试验结果及极差分析表明: 对 T_m 影响最大的因素是熔点调节剂添加量 (B), 其次是成核剂 (C), 聚酯/TGIC比例 (A) 影响较小; 对附着力影响最大的因素是A, 其次是C。综合分析确定最优配方组合为 $A_2B_3C_2$, 即聚酯/TGIC质量比90:10, 熔点调节剂15%, 成核剂1.0% (配方4)。此配方下 $T_m=78.5$ °C, $\eta=1.95$ Pa·s, 附着力0级。

低熔点无溶剂涂层成型机理分析

基于最优配方，深入分析涂层从颗粒到致密膜的全过程成型机理。该过程可分为三个阶段：熔融与颗粒密实、润湿与流平、交联与固化。本节分别构建热-流变模型、润湿铺展模型及固化动力学模型。

熔融与颗粒密实阶段的热-流变模型

粉末涂层在受热时，聚合物分子链从有序晶态向无序粘流态转变。基于非等温DSC数据，采用Ozawa方程描述其熔融动力学：

$$1 - X(T) = \exp\left[-\frac{\Phi_n}{K(T)}\right] \quad (1)$$

式（1）中，X(T)为温度T下的结晶熔融分数，Φ为升温速率，K(T)为与温度有关的结晶速率常数，n为Avrami指数。求解该方程可得，在15 °C/min升温速率下，涂层在68 °C开始软化，78.5°C达到熔融峰，95 °C时完全熔融。熔融后，粉末颗粒在表面张力驱动下发生重排与密实，孔隙率从初始的约35%迅速降至5%以下。

熔体粘度是影响颗粒密实速率的关键。采用Arrhenius方程描述粘度-温度关系：

$$\eta(T) = \eta_0 \exp\left(\frac{E_\eta}{RT}\right) \quad (2)$$

式（2）中，η(T)为温度T下的粘度，η₀为指前因子，E_η为粘流活化能，R为气体常数。通过流变测试拟合得E_η=48.2 kJ/mol，显著低于传统粉末涂层（约65~80 kJ/mol），表明该涂层具有优异的温度敏感性，可在较低温度下获得低粘度状态，有利于快速流平。

润湿与流平阶段的界面动力学模型

熔融涂层在汽车用金属基材（如冷轧钢、镀锌板）表面的润湿行为由Young-Dupre方程决定：

$$\gamma_{sv} = \gamma_{sl} + \gamma_{lv} \cos \theta \quad (3)$$

式（3）中，γ_{sv}为固-气界面张力，γ_{sl}为固-液界面张力，γ_{lv}为液-气界面张力（即熔体表面张力），θ为接触角。接触角θ越小，润湿性越好。本涂层熔体在140°C下的γ_{lv}实测为31.2 mN/m，与底涂环氧层γ_{sv}（约38 mN/m）匹配良好，测得θ=12.5°，低于传统涂层（25~30°），表明具备优异的自润湿能力。

进一步构建流平动力学模型，涂层表面粗糙度随时间变化可由Orchard方程描述：

$$\frac{da}{dt} = -\frac{a\gamma_{lv}}{4\eta\lambda^3} (a_0^2 - a^2) \quad (4)$$

式（4）中，a为表面波纹振幅，t为时间，λ为波纹波长，a₀为初始振幅。该方程表明，流平速率与γ_{lv}成正比，与η和λ³成反比。本涂层因低粘度（η小）和较高表面张力，理论流平时间较传统涂层缩短约40%。试验证实，在静置2 min后，涂层表面粗糙度（Ra）从初始8.2 μm降至0.4 μm，满足汽车面漆要求。

交联固化的化学模型

涂层流平后，在140 °C下，聚酯树脂的端羧基（-COOH）与TGIC的环氧基团发生开环酯化反应，形成三维网状结构。基于伪一级反应模型构建固化动力学方程：

$$\frac{d\alpha}{dt} = k_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) (1 - \alpha)^n \quad (5)$$

式（5）中，α为固化度（0→1），k₀为指前因子，E_a为反应活化能，n为反应级数。通过非等温DSC结合Kissinger法求得E_a=62.7 kJ/mol，n=0.92。该活化能低于传统TGIC体系（约75~80 kJ/mol），原因是嵌段共聚物中的内酰胺基团可催化环氧-羧基反应，降低能垒。

固化度的演化直接影响涂膜的交联密度和最终性能。固化度α需达到0.85以上才能保证良好的力学与防腐性能。利用上述模型计算出等温固化（140 °C）下α（t）曲线，结果表明，达到α=0.90所需时间为12.5 min，与工艺设定值匹配良好。

热-流变-化学耦合效应

在实际成型过程中，温度场、流场与化学反应场相互耦合。温度升高加速熔融和流平，但也可能提前引发固化反应，导致粘度回升（“凝胶化”），阻碍流平。反之，过早固化会锁止表面波纹，形成橘皮缺陷。因此，需优化升温程序使“流平窗口”最大化。

本涂层因熔点低（78.5 °C）而固化起始温度高（约115 °C），二者温差（ΔT=36.5 °C）显著宽于传统无溶剂涂层（通常<20 °C）。此宽窗口使得熔融颗粒有充足时间完成密实与流平，再进入化学交联阶段，是实现高质量涂膜的关键机理。

基于成型机理的涂装工艺优化与性能验证

工艺参数优化

基于上述机理分析，针对汽车底盘件涂装线，优化了关键工艺参数。采用两段式升温：第一段，80 °C保温3 min，使涂层充分熔融流平；第二段，以15 °C/min升温至140°C并保温18 min完成固化。静电喷涂电压设为60 kV，供粉气压0.04 MPa，膜厚控制为（80±5）μm。环境湿度控制在45%±5%，以避免潮气对固化反应的影响。

优化后，涂层的喷涂窗口（从粉末接触工件到失去流动性）由传统体系的8 min延长至15 min，显著提高了工艺稳定性。单位面积能耗较传统粉末涂层降低约23%，较溶剂型涂层降低约38%。

试验平台与方案设计

涂层性能验证在汽车涂装中试线上完成。基材采用厚度1.2 mm的DC04冷轧钢板和热镀锌板，涂覆环氧底漆后喷涂优化涂层。对

照样为：传统环氧-聚酯粉末涂层和溶剂型丙烯酸聚氨酯涂层。

分别测试以下性能：附着力（划格法，GB/T 9286）、耐冲击性（GB/T 1732）、柔韧性（锥形弯曲，GB/T 11185）、铅笔硬度（GB/T 6739）、中性盐雾试验（NSS，GB/T 10125，720 h划叉）、耐候性（QUV-B老化试验，1000 h，保光率）。同时，采用气相色谱法测定涂装过程VOCs排放量（按每平方米涂装面积计算）。每组测试5个平行样，取平均值。

结果分析与讨论

1 常规力学性能对比

表1展示了三种涂层的常规力学性能测试结果。优化后的低熔点无溶剂涂层在附着力（0级）、耐冲击性（>50 cm•kg）、柔韧性（≤2 mm）和硬度（2H）方面均达到或优于传统粉末涂层及溶剂型涂层。尤其是柔韧性，因低熔点涂层结晶度较低（DSC测结晶度25.3%，传统粉末为38.7%），分子链段活动能力较强，在弯曲变形时不易开裂。

NSS试验720 h后，传统粉末涂层划叉处锈蚀蔓延宽度为1.2 mm，溶剂型涂层为0.8 mm，而优化无溶剂涂层仅为0.4 mm。低熔点涂层在熔融时粘度低，对底漆层和基材表面的微观孔隙填充更充分，外加成核剂诱导形成的球晶尺寸细小（约2~5 μm），晶区间界面增多，有效阻断了腐蚀介质扩散路径。

QUV-B老化1000 h后，优化涂层保光率为89.2%，略高于传统粉末涂层（86.5%）和溶剂型涂层（84.7%），色差值ΔE仅为0.8。这归因于低熔点固化条件减少了高温（>160℃）对聚酯树脂的老化降解，保留了更多酯键和抗紫外线官能团。

3 环保与低碳效益

表2量化了三种涂层在涂装过程中的VOCs排放与能耗参数。优化无溶剂涂层VOCs排放量仅为5.2 g/m²，较溶剂型涂层（68.5 g/m²）降低了92.3%，且无需焚烧等末端处理设备。固化温度由传统粉末的180℃降至140℃，结合升温速率优化，单件（1 m²面积）涂装工序碳排放量由2.85 kg CO₂e降至1.76 kg CO₂e，降幅达38.2%。同时，因过喷粉末可回收利用，材料利用率由溶剂型涂层的约55%提升至95%以上。

结论与展望

（1）研发一种适用于汽车涂装的绿色低碳低熔点无溶剂涂层。经正交试验优化，最优配方为：聚酯/TGIC质量比90:10，内酰胺嵌段共聚物15%，微晶化酰胺蜡1.0%。该涂层熔融峰温度为78.5℃，140℃熔体粘度为1.95 Pa•s。

（2）揭示涂层“熔融密实-润湿流平-交联固化”三阶段成型机理。建立热-流变、界面润湿和固化动力学模型。阐明宽温度窗

口（36.5℃）是实现高质量涂层的核心机制，低粘度和低活化能（62.7 kJ/mol）是实现绿色低碳工艺的关键。

（3）试验验证表明，优化涂层综合力学性能优于传统涂层；NSS 720 h锈蚀蔓延仅0.4 mm，QUV-B 1000 h保光率达89.2%。同时，VOCs排放量降低92.3%，涂装工序碳排放降低38.2%，具有显著的环保低碳优势。

（4）未来研究可进一步拓展该技术至铝镁合金、碳纤维等汽车轻量化基材的表面涂装，并探索基于数字孪生的涂层质量预测与自适应工艺控制，推动绿色涂装技术的智能化发展。▲

表1 不同涂层体系的力学性能对比

涂层类型	附着力/级	耐冲击性/cm•kg	柔韧性/mm	铅笔硬度
溶剂型涂层	1	45	3	H
传统粉末涂层	0	50	2	2H
优化无溶剂涂层	0	55	1	2H

表2 不同涂层体系的环保与碳排放对比

涂层类型	VOCs排放量/g•m ⁻²	固化能耗/kWh•m ⁻²	碳排放量/kg CO ₂ e•m ⁻²	材料利用率/%
溶剂型涂层	68.5	9.42	3.85	55
传统粉末涂层	0	5.86	2.85	92
优化无溶剂涂层	0	4.31	1.76	95

“ ”

低熔点无溶剂涂料是一种新型环保涂层材料。它以热塑性或热固性树脂为基体，在室温下为固体粉末或高粘度膏状，加热至熔点以上时粘度骤降，具备良好的流动性和润湿性，可在无溶剂条件下实现均匀涂覆。

基于信息安全保护的智能汽车供应链准入审核机制重塑

文/赵旭阳 郭迪（郑州升达经贸管理学院）

随着智能汽车产业的快速发展，供应链上各个环节的信息交互日益频繁，信息安全风险不断凸显，现有的准入审核机制已经难以适配安全防护的需求。本文主要研究信息安全保护目标，梳理审核机制的理论和实践基础，探索重塑路径及保障措施。明确信息安全保护需求和重塑价值为前提，构建分级分类审核体系、完善标准体系、优化流程设计为核心路径，强化主体责任、搭建信息共享平台、健全动态管控机制可保障机制落地，为智能汽车供应链信息安全提供支撑。

随着智能化、网联化技术的发展，智能汽车已经成为汽车产业发展的主流方向，其供应链包含芯片、软件、数据服务等各个方面，信息流转变得日益复杂。

信息安全属于智能汽车安全运行的基础，涉及用户隐私、行车安全及公共安全等各方面，供应链是信息流的通道，供应链准入环节的安全控制尤为重要。当前智能汽车供应链所面对的信息安全威胁变得日益繁杂，完善的准入审核体系可从源头上防范安全问题发生。提升整个供应链的安全程度，不仅有利于智能汽车产业的持续健康发展，而且能为行业的规范发展提供借鉴，具有重要现实意义。

针对目前存在的准入审核机制与信息安全保护需求不相适应的问题，本文从智能汽车供应链出发，明确信息安全保护的核心需求，探索科学合理的准入审核机制重塑之路，并提出切实可行的保障措施来筑牢供应链信息安全防线，旨在为推动智能汽车产业的高质量发展提供路径参考。

智能汽车供应链准入审核的理论与实践基础

智能汽车供应链信息安全保护需求

智能汽车供应链包含零部件制造、软件研发、系统集成、数据服务等众多环节，各个环节之间信息流转频繁，形成复杂网络。在这一网络中，车载操作系统、自动驾驶算法、高精度地图数据、用户身份信息、车辆远程控制指令等都是高度敏感的信息资产，一旦被篡改、泄露或非法使用，直接危及车辆行驶安全、用户隐私和公共交通安全。因此，信息安全保护成为智能汽车供

应链准入审核机制重塑的核心驱动力量。供应链上游的芯片、传感器供应商要确保硬件层面的安全性，防止固件后门和硬件木马的植入，中游的软件、算法供应商要建立安全开发生命周期，防范代码漏洞和恶意代码的注入，下游的整车集成、测试环节要强化数据加密和访问控制，保障车辆出厂前的信息安全基线。

此外，智能汽车供应链还面临全球化的合规压力，各国对于数据跨境传输、个人信息保护、网络安全等级保护等都有具体规定。准入审核机制需将合规要求转化为可执行的审核要点，覆盖供应链全部环节，从源头消除信息安全隐患。随着车联网技术持续发展，车辆同云端、路侧设备、移动终端等之间的通信越来越频繁，通信协议安全性及身份认证机制的可靠性审查也成为重点。只有对上述安全保护需求进行全方位识别并准确地加以应对，才能建立起涵盖供应链各个环节的纵深防御体系，为智能汽车产业的发展创造良好信息安全保障环境。

信息安全导向下审核机制的重塑价值

以信息安全保护为方向来重塑智能汽车供应链准入审核机制，有诸多方面的实践意义。从风险防控的角度分析，其可从供应链的入口处阻断安全风险的传递。对供应商的信息安全资质、技术防护能力、应急响应水平等进行前置审查，有效发现并剔除不符合安全要求的供应主体，避免将潜在的信息安全漏洞带到整车产品中，从而降低由于供应链环节失守而造成的系统性安全事件发生的概率。从产业发展角度分析，准入审核机制标准化、体系化后可倒逼供应链企业加大对信息安全的投入，进而推动整个行业安全水平提升。供应商为了通过审核而要建立并完善自身的

信息安全管理体系，采用更先进的安全技术，培养专业安全人才，从而推动智能汽车产业链向高质量、高安全的方向发展，进而增强产业在全球市场的竞争力。

从管理效能角度分析，重塑后的审核体系可提升供应链管理的精细化水平。根据不同的安全等级来制定审核标准，既能保证核心环节的严格管控，又能防止过度审核造成供应链效率下降，从而实现安全和效率的统一。从法规合规的角度看，可推动汽车企业满足网络安全法、数据安全法、个人信息保护法和汽车行业强制性标准等法规要求，降低法律风险，提升企业的社会信誉。智能汽车产业快速发展之际，有关的法律法规和行业标准不断更新完善，合规经营成为企业生存发展的底线，供应链作为企业合规管理的关键部分，其准入审核是否规范直接关系到企业的总体合规状况。准入审核机制将各项法规要求转化为具体的审核要点，对供应商的合规资质、数据处理流程、安全防护措施等进行严格的审查，确保供应链各个环节都符合法律规定和行业标准。

智能汽车供应链准入审核机制的重塑路径 构建分级分类准入审核体系

创建分级分类的准入审核体系，成为达成精准化信息安全管理路径的核心路径，必须建立起科学的风险评估模型，依据供应商供给的产品或者服务对于智能汽车信息安全影响的严重程度实施量化分级。评价指标要包含所处理的数据敏感程度，产品的功能安全完整性等级，车辆各系统的安全性及供应商自身的安全管理水平。根据以上评价可将供应商分为核心供应商、重要供应商和一般供应商三个等级。

对于核心供应商，如提供自动驾驶决策算法、域控制器、云服务平台的主体要实施最严格的审核，开展全方位的安全信息核查，包含源代码安全审核、渗透测试、供应链溯源审查、第三方安全认证核验等，审核周期设定为每年一次。

对于重要供应商，如车载信息娱乐系统、通信模组、传感器模块等供应主体，主要审核数据安全防护能力、漏洞管理机制、整车系统接口安全性，审核周期设定为每两年一次。

对于一般供应商，比如线束、结构件、标准件的供应主体，审核内容为信息系统安全合规性和基础数据保护措施，采取简化审核流程并辅以随机抽查的方式执行。而当供应商的产品或者服务发生重大变化、出现信息安全事件、行业监管政策趋严时，需重新评估其等级并且调整审核强度。以差异化的审核体系集中资源强化高风险环节的管控，又保障供应链运转的流畅性，从而实现信息安全和运行效率的协同提升。

完善准入审核标准体系

完善准入审核标准体系是保障审核工作规范有效运行的基础工程，标准体系的构建需以信息安全保护为核心，涵盖资质准入、技术能力、过程控制、应急响应四个部分。在资质准入上，要求供应商具备国家或者行业认可的信息安全认证，例如ISO/SAE 21434道路车辆网络安全工程认证、ISO 27001信息安全管理认证等，并且提供近三年内无重大信息安全事件的承诺及证明。技术能力上，需明确制定具体的指标，涵盖加密算法强度和合规程度，通信协议安全设计，软件漏洞密度标准，固件签名和验证体系，安全启动以及安全更新等。过程管控上需明确供应商建立安全开发生命周期模型，包含需求分析、设计、编码、测试、部署和运维这些阶段并提供安全评审纪录、静态分析报告、模糊测试报告等文件。应急响应上明确要求供应商发现漏洞需立即上报，其中，高危漏洞需在48 h内完成修复工作，并且具备安全事件应急预案以及演练记录。

此外，标准体系需保持动态更新，及时吸纳行业技术发展和政策法规的变动，参照执行UNR155、UNR156法规的要求，参照执行国内《汽车数据安全若干规定（试行）》。减少主观评判的余地，提升审核成果的统一性和可信度，为机制重塑提供坚实的制度根基。

优化准入审核流程设计

完善准入审核流程的设计是提升审核效率并优化审核质量的关键，具体需依据信息安全保护的要求构建申请受理、材料初审、技术核查、综合评审、社会公示、准入批准、后备案的全链条闭环流程。供应商在申请受理阶段需提交完整的企业资质、信息安全体系文件、产品安全设计文档、自评估报告等申请材料，审核机构应在5个工作日内对材料的完整性进行审查并作出受理或不予受理的裁定。在材料初审环节，重点核查供应商提交的资质证明和承诺书的真实性与有效性，并对供应商过往违规行为进行核查。技术核查阶段为核心环节，应委托第三方安全检测机构对供应商的产品或系统开展独立的渗透测试、代码审计、配置核查等工作，进而形成技术检测报告，检测结果作为审核决定的核心依据。综合评审阶段由企业内部设立的跨部门审核委员会对材料初审意见、技术检测结果进行综合评定，形成是否准入的初步判定意见。

社会公示阶段，将初步结论在企业内部或行业内公示一周，接受各方监督与意见反馈。公示无异议后，正式下达准入批准文件，并将供应商信息录入备案系统，同时明确后续动态审核的相关安排。整个流程需设定时长限制，材料初审不超过3个工作日，技术核查不超过15个工作日，综合评审不超过5个工作日，总计

长控制在30个工作日以内。依托信息化审核手段，构建材料不可篡改的数据存证系统，运用自然语言处理技术辅助工程文件审核，通过自动扫描设备采集基础安全检测数据，提升审核工作的信息化水平。经优化后的流程在保障审核质量的基础上，大幅精简重复环节，实现信息安全与审核效率的协同统一。

智能汽车供应链准入审核机制的保障措施
强化审核主体责任落实

强化审核主体责任的落实可保障准入审核制度的规范运行，基于此，智能汽车企业作为供应链的组织者与最终产品责任主体，应承担准入审核的首要责任，组建由最高管理层直接领导的信息安全治理委员会，设立供应链安全审核专项工作组，明确各层级人员的信息安全与审核职责，将责任履行情况纳入绩效考核体系。根据企业供应链复杂程度和风险水平的不同，分别制订准入审核实施细则，规定准入审核的范围、准入审核的程序、准入审核的评分标准、不合格项的整改要求等，保证准入审核工作的有章有法、有章可行。企业需设立专门的审核小组，审核人员必须具备信息安全方面的专业背景，审核组包含网络安全审核员、数据安全审核员、嵌入式系统安全审核员、法规合规审核员等各个方面的专业审核人员。没有相关条件的中小企业可以委托有资质的安全机构进行技术审核，审核责任仍然由企业自己承担。

此外，为防止责任虚化，应建立审核工作留痕制度，所有审核记录、检测报告、评审意见等都必须有档案保存并定期接受内部审计和外部监管的检查。企业应设立持续审核人员的培训与发展计划，保证每年度至少两次审核员资格复审和技能考试活动，培训课程内容应当包括最新一期的各种信息安全危险情况、有关法律法规政策更新信息、目前常用审核方法应用知识等内容，保证审核组人员掌握的信息和技术管理知识符合行业技术发展要求。对于发现的不合格供应商实施退回整改、限制准入或永久禁止进入措施，并将处置结果与供应商信用档案关联并落实至具体管理实践中。

搭建审核信息共享平台

搭建智能汽车供应链准入审核信息共享平台是提高审核协同效率、增强数据透明度的重要保证，句意由行业协会或者政府监管部门牵头建立，向整车企业、零部件供应商、软件服务商、检测认证机构和监管部门开放接入。

平台主要功能包括供应商信息登记、审核结果查询、资质证明核验、风险预警推送等，各供应商自行上传信息安全资质证书、认证报告、历史审核记录和信用承诺书等材料，平台内置的区块链技术负责对存储的材料进行存证，避免出现篡改的情形出

现。整车企业利用平台即时获得潜在供应商的信用评分和以前的审核情况，避免重复审核，节省沟通成本。

平台还应创建包含已知安全漏洞、行业安全事件、合规处罚案例等内容的统一信息安全风险库，为审核决策提供依据。信息共享的同时也需注意数据安全，对此，平台还需实行严格的访问权限管控，不同角色用户仅能访问其权限范围内的信息，敏感的商业数据如供应商的核心技术细节应采用端到端加密的定向通道进行交换，平台自身必须达到等级保护三级或者以上的认证标准，并定期开展安全评价工作。

另外，创建统一的审核信息共享平台，以便供应链各参与方进行信息互通、高效协同，夯实供应链信息安全防线。

健全审核动态管控机制

智能汽车供应链准入审核要贯穿供应商合作始终，核心供应商应半年做一次全面的信息安全复核，包含安全体系运转状况，产品安全更新情况，最近的安全事件记载，技术人员资质改变等内容；重要供应商每年做一次复核，主要考察其漏洞修补的速度，加密技术的更新和数据访问管控的有效性；一般供应商每两年做一次复核，可采用问卷调查和抽样检测的方式来进行。复核结果应当成为续签合同、扩大供货范围或者调整合作等级的依据。在此基础上，建立风险预警和快速反应机制。当供应商出现重大信息安全事件、严重漏洞或接到监管部门的整改通知时，平台应及时发出预警信息，整车企业立即展开紧急复核工作。若情况严重，应停止和该供应商的合作并实施技术隔离手段，避免风险蔓延到整车产品。

另外，还要建立供应商退出制度，对连续两次复核不合格或发生重大安全事故并整改不力的供应商予以淘汰，通过行业通报、信用降低等联合作业方式加以约束，从而保障智能汽车供应链在环境变化时依然能够维持住信息安全防护能力，实现准入审核机制的长效运行。

结语

智能汽车供应链信息安全保护需求是准入审核机制重塑的核心导向，明确重塑价值、创建分级分类审核体系、构建标准体系、改进流程设计，同时通过主体责任加强、信息共享平台创建、动态管控机制完备的保障措施可实现准入审核机制的科学重塑，有效防范供应链信息安全风险，为智能汽车产业高质量发展提供支撑。未来，可结合智能汽车与供应链技术的发展趋势进一步优化分级分类标准与审核流程，探索智能化审核技术在准入审核机制中的更多应用，为持续优化准入审核机制提供更有力的支撑。A

中国-印尼新能源汽车现代工匠学院 多元协同治理机制创新研究

文/罗紫馨(柳州城市职业学院)

在“一带一路”倡议深入推进、中国-东盟职业教育与产业协同发展的时代大背景下,跨境共建现代工匠学院已然成为职业教育国际化发展的重要实践路径。中共中央办公厅、国务院办公厅《关于推动现代职业教育高质量发展的意见》明确提出,支持职业教育紧跟优势产业布局、服务中国企业海外产能合作,稳步推进职业教育国际化发展,探索高质高效的国际化办学建设路径,也成为撬动广西现代职业教育高质量发展的核心抓手。中国与印尼携手共建新能源汽车现代工匠学院,是我国职业教育深化对外开放、精准对接海外实体经济与国际产能合作的典型实践,而当前院校跨境办学过程中,多元协同治理架构存在明显短板、治理体系不够完善,极大阻碍了中外合作办学长效稳健推进。本文以中国-印尼新能源汽车现代工匠学院为研究对象,聚焦跨境多元主体协同治理现存困境,依托协同治理理论,创新构建“政府统筹引领、双校核心主导、企业产业支撑、行业专业赋能”的四维一体化治理体系,并提出针对性落地实施策略,力求破解跨境职教协同治理难题,提升跨境办学质效,为中国-东盟跨境工匠学院长效运营、职业教育国际化高质量发展提供实践借鉴与理论参考。

工匠学院建设缘起与运行模式

2023年4月,教育部、广西壮族自治区人民政府联合印发《推动产教集聚融合打造面向东盟的职业教育开放合作创新高地实施方案》,该方案提出“在东盟国家合作共建10个左右中国-东盟现代工匠学院”,深度搭建区域职业教育互联互通、产教协同发展平台,全力打造面向东盟、辐射周边的职业教育开放合作新高地。

其紧扣国家职业教育国际化发展战略与中国-东盟国际产能合作需求,采用四方联动、协同共建的创新办学模式,由柳州城市职业学院、上汽通用五菱汽车股份有限公司、印尼阿南达工业职业技术学校、上汽通用五菱印尼汽车有限公司携手合作,依托正式战略合作协议搭建权责清晰、运行规范的跨境合作框架,全方位推进跨境联合办学、国际化新能源汽车技术技能人才共育、师资双向交流、海外产业技术服务等务实合作,助力中国-东盟职业教育与新能源汽车产业深度融合、协同提质。

从项目实际运行与权责分工来看,中方职业院校承担跨境优质职业教育资源输出核心职责,牵头开展国际化专业课程体系重构、跨境统一人才培养标准制定、中方外派师资团队管理、教学全过程质量监督与评价管控等工作,牢牢把控跨境办学教学质量

与育人方向。印尼本土合作院校立足当地职业教育政策环境、教育教学现状与本土人才培养需求,精准开展当地生源招录、课程内容本土化适配与优化、海外在读学生日常管理、中印双边文化交流融通等工作,保障跨境办学落地见效、贴合区域实际。国内龙头汽车企业充分发挥产业主体支撑作用,整合自身核心技术、成熟实训体系、行业规范标准及产业资源,以上汽通用五菱印尼海外生产基地为实体实训载体,为工匠学院提供真实产业生产场景、专业实训教学设备、前沿新能源汽车技术及定向就业岗位,推动国际化人才培养全程对接海外产业发展布局,精准适配印尼当地新能源汽车产业链、供应链人才需求,真正实现跨境产教精准对接、育人与产业发展同频共振。

跨境办学协同治理现存问题

跨境政策保障体系欠缺,多方协同治理合力不足

中印尼两国针对跨境共建现代工匠学院,尚未出台专项对口扶持政策与长效性合作保障条款,双边教育、产业、涉外办学配套规章制度不健全,办学运行、权责划分、利益分配缺乏完善的制度支撑与法律保障。尽管项目已搭建起四方初步合作框架,但并未构建系统化、常态化、规范化的多元协同治理机制,缺乏统

一的议事协商、科学决策、统筹执行、监督考核闭环管理规范。各方沟通协作多以临时会议、点对点零散对接为主，未建立联合管理、定期会商、进度督办、问题闭环的一体化工作机制，进而导致跨境沟通流程繁琐、对接效率低下、跨境资源统筹力度薄弱、各方工作衔接松散脱节，难以形成办学推进合力，制约跨境办学工作高效、统一、稳步推进。

双边职教标准衔接脱节，人才培养规格难以统一

当前中印尼职业教育国际互认体系尚不完善，两国职业教育学历、技能等级证书、课程学分互认机制完全缺位，职业教育标准互联互通存在壁垒。我国职业教育专业课程体系、实训教学考核、人才培育规范，与印尼本土教育体系、企业岗位用工标准、行业人才要求难以精准匹配，双边技能人才培养与评价标准无法互通互认。

与此同时，院校教学侧重理论知识讲授，实践教学比重不足，而海外企业更看重学生实操技能与岗位履职能力，院校育人导向与海外产业用人需求严重错位，培育出的技术技能人才岗位适配度偏低，极大阻碍了国际化跨境工匠人才常态化输送与双向流动。

本土化教学资源匮乏，跨境教学支撑能力薄弱

工匠学院现有专业课程、教学资料均照搬国内职业教育体系搭建，未结合印尼本土教育特色、学情特点、产业发展需求进行本土化适配改造，教学内容针对性、实用性与落地性严重不足。双语、多语种专业教材、实训指导资料等教学资源供给短缺，且完全依托国内教学标准编制，与印尼本土办学要求、人才培养定位脱节。加之国际化数字化教学资源供给不足，线上虚拟实训、跨境同步教学课程开发滞后，无法满足印尼当地日常教学、学生技能提升、企业员工培训的实际需求，直接拉低整体跨境教学育人质量。

办学硬件配套存在短板，产教融合实训育人深度不足

印尼合作方校区实训场地基础设施建设滞后，基础教学设施、新能源汽车专业智能化实训设备配置短缺、更新不及时，专项实训基地、虚拟仿真实训室等核心育人场所尚未建成投用，无法满足系统化、全流程实操实训教学需求。同时校企双方实训资源共享程度低，海外企业真实生产项目、岗位工作任务融入专业教学的比例较低，实训内容与印尼本地新能源汽车生产、运维、售后岗位核心要求贴合度不高，产教深度融合、工学交替的育人模式难以落地，实训育人成效无法有效彰显。

多元协同治理机制创新构建

协同论认为，构建科学高效的内部协同运行机制，能够推动系统内各子系统打破彼此壁垒，实现时间、空间与功能维度的有序整

合、资源互通与结构优化，进而摒弃分散运行的短板弊端，推动系统整体从无序转向有序，实现整体育人与治理效能最大化。

结合中国-印尼新能源汽车现代工匠学院四方联动共建的办学特色，立足跨境职业教育产教融合、双向协同发展实际，精准对标前期办学存在的治理短板、运行堵点，创新构建“政府统筹引领、双校核心主导、企业产业支撑、行业专业赋能”的政校企行四维一体化多元协同治理架构，通过明晰各方权责、理顺协作关系、完善运行机制，从顶层设计层面破解跨境协同治理难题，打通跨境办学运行堵点，为跨境工匠学院长效稳定运营、高质量育人提供全方位机制保障。

政府统筹引领，筑牢跨境治理顶层根基

双边政府及属地教育、涉外主管部门，是跨境协同治理的顶层引领与保障主体，主要承担政策供给、统筹协调、资源调配、监管保障等核心职能。由双方政府牵头搭建常态化跨境职教协同沟通平台，联动教育、工信、商务、涉外管理等多部门，建立定期会商、协同推进工作机制，全力推动双边职业教育办学标准、技能证书互认、产业政策、办学规范深度对接。针对性出台跨境共建工匠学院专项扶持政策与配套管理办法，明确各方权责边界、利益分配与考核细则，落实财政扶持、税收减免、项目审批等保障举措，健全规范化制度支撑体系。统筹协调四方合作主体利益诉求，化解跨境合作矛盾，全程监管办学治理落地实效，彻底破除跨境职教合作政策、制度、区域壁垒，营造顺畅有序的跨境协同办学环境。

双校核心主导，压实办学治理执行职责

中印尼双方合作院校是跨境办学、人才培育的核心执行主体，全权负责教学育人与治理任务落地落实。精准对接政府顶层政策部署与海外产业人才需求，发挥承上启下的枢纽纽带作用，协同推进专业建设、跨境师资双向培育、国际化人才培养方案修订、本土化课程资源研发、教学质量管控、学生管理等核心工作。深化双边院校教学教研合作，统一人才培养规格、规范教学流程、共管教学全过程，扎实推进各项办学治理举措落地，牢牢坚守跨境技术技能人才培养主阵地，保障跨境教学工作规范有序、高效推进，扛起协同治理核心执行责任。

企业产业支撑，激活产教协同治理动能

海内外新能源汽车企业是产业赋能、实践育人的核心支撑力量，深度参与学院全流程治理。全程参与办学规划、课程体系构建、实训教学实施、学生技能评价、育人质量监管，将海外产业前沿技术、岗位实操规范、生产标准、产业链用人需求，全方位融入人才培养各环节。加大实训场地、专业设备、产业导师投入力度，推动教学过程与企业生产过程深度融合，搭建教、学、

练、用、就业一体化育人链条，完善校企成本共担、资源共享、责任共担、利益共赢的长效机制，充分调动企业参与办学治理的主动性，夯实产教融合协同治理根基。

行业专业赋能，夯实治理体系专业支撑

中印尼新能源汽车行业协会作为第三方专业机构，发挥专业引领、监督评价、协调平衡作用。立足双边职业教育与产业发展实际，统筹平衡政校企行各方利益诉求，规范跨境办学运行秩序，牵头制定双边统一的职业技能标准、岗位能力要求与办学评价体系，常态化开展办学质量督导、人才技能评定、行业信息互通、师资专业培训等工作。依托行业专业优势，为学院治理、人才培养提供专业标准与技术支持，全力提升跨境办学治理规范化、专业化水平，保障整个协同治理体系高效平稳运行。

基于创新机制的多元协同治理实施路径

依托“四维一体化”多元协同治理创新架构，紧扣工匠学院跨境办学现实痛点与治理困境，坚持以机制为引领、以递进为逻辑、以实操为导向、以闭环为保障，系统制定配套落地实施策略，实现治理体系与实践路径深度耦合、精准衔接，确保多元协同治理模式有序落地、常态运行、长效赋能。

推进双边政策协同落地，夯实顶层治理保障条件

以政府统筹引领为核心抓手，针对性解决政策缺失、协同松散等问题。

第一，建立中印尼跨部门常态化会商机制，固定会议周期，围绕办学资质审批、师资跨境流动、学籍互通管理、技能证书互认关键内容，制定配套实施细则，补齐双边政策协同短板。

第二，紧抓广西面向东盟职教发展政策机遇，积极申报专项扶持资金，设立工匠学院专属治理保障资金，用于跨境沟通协调、教学资源研发、实训基地升级改造。

第三，搭建数字化线上协同治理平台，整合四方主体信息资源，实现政策下发、事项审批、问题反馈、进度督办线上一体化推进，缩减跨境沟通时间，全面提升政策落地执行效率。

深化双校联动办学模式，落实育人治理核心任务

坚守双校核心主导定位，搭建分工明确、联动紧密的办学运行体系，破解标准不一、教学脱节难题。

一是组建中印尼联合治理管理委员会，制定标准化协同办学管理制度，清晰划分双方教学管理、专业建设、学生培养权责范围，设立专项工作小组，定期召开办学工作推进会。

二是联合开展印尼区域学情调研与岗位需求摸排，共同优化人才培养方案，融合两国职教规范与企业用工标准，研发本土化多语种教学资源，稳步推进跨境技能证书互认工作，统一整体人

才培养规格。

三是构建双向师资交流培育机制，中方骨干教师外派开展教学指导，印尼教师赴国内院校跟岗研修，打造高素质国际化教学队伍。

深化校企产教融合模式，释放产业协同治理活力

立足企业产业支撑定位，全方位打通产教协同治理链条，补齐实训薄弱、融合浅显短板。

第一，吸纳企业技术骨干进入治理管理委员会，深度参与学院各项重大决策，把前沿产业技术、海外岗位实操要求融入教学各个环节。

第二，校企联合规划建设印尼本土化新能源汽车综合实训基地，企业投入原厂设备与智能技术平台，将真实生产案例、整车运维项目引入课堂教学，打造理实一体化教学模式。

第三，完善校企合作运行机制，明确企业实训投入、实习安置、就业输送责任，搭配政府激励扶持政策，推动企业深度参与、长期参与跨境协同治理。

依托行业专业力量赋能，搭建标准化治理运行体系

发挥行业协会第三方监管与指导作用，补齐标准混乱、监管缺位不足。

一是由两国新能源汽车行业协会牵头组建专业指导委员会，结合区域产业发展现状，制定统一跨境教学标准、技能考核标准、人才质量评价标准，为整体办学治理提供专业依据。

二是常态化开展第三方办学质量评估工作，全面考核教学成效、协同治理成果，出具专业评估报告，督促各方及时整改优化。

三是搭建行业信息互通平台，实时更新产业技术动态、行业发展趋势、跨境职教政策，为多元协同治理提供专业参考，推动办学工作贴合产业发展节奏。

构建全流程闭环监管体系，维系协同治理长效运行

打造四方主体联合监管模式，全方位保障创新治理机制长效稳定运转。

第一，组建综合监督工作小组，汇聚政府、院校、企业、行业四方监管力量，对体系运行状态、经费使用情况、项目推进进度、人才培育质量开展动态监管。

第二，建立分主体量化考核评价体系，针对不同合作主体设定对应考核指标，考核结果与政策扶持、资金分配、合作权限直接挂钩，以硬性考核压实各方治理责任。

第三，建立问题收集、分析处置、跟踪整改闭环工作模式，及时化解治理过程中的各类堵点难点，持续优化治理流程，助力中国-印尼新能源汽车现代工匠学院实现高质量可持续发展。**A**

基金项目：柳州城市职业学院2026年度校级科研课题“中国-印尼新能源汽车现代工匠学院多元协同治理机制创新研究”（课题编号：2026KYYB18）。

产教融合视角下高职汽车专业活页式英语教材的创新路径

文/曾美瑜 邓启承（湖南吉利汽车职业技术学院）

自2014年《关于加快发展现代职业教育的决定》提出“产教融合”概念以来，国家层面政策持续加码。特别是进入2020年后，一系列关键政策文件为产教融合的深化指明方向。2020年，教育部等九部门印发的《职业教育提质培优行动计划（2020—2023年）》提出要深化产教融合、校企合作，为教育赋能。紧接着，2023年国家发展改革委等八部门联合发布《职业教育产教融合赋能提升行动实施方案（2023—2025年）》，旨在解决人才培养与产业发展“两张皮”问题，目标是到2025年在全国建设培育一万家以上产教融合型企业，并推动试点城市发挥引领作用。在有关教材方面的政策上，2025年教育部办公厅在《关于加强市域产教联合体建设的通知》中，要求聘请大国工匠、能工巧匠，以典型工作任务、工程实践案例等为载体，开发包含工作计划书、质量检测手册、工具书、文件清单等内容的工作手册式教材、新形态教材，将其定位为服务区域产业的“金教材”。这些政策的密集出台，为高职教育的课程内容和教材形态改革创造有利的宏观环境，提出迫切要求。活页式教材以其模块化、动态性、实践性强的特点，成为承载产教融合理念、对接汽车产业快速发展的理想载体。

高职汽车专业活页式英语教材的实施情况 实施现状

当前，部分积极进行教学改革的高职院校已在汽车专业英语课程中试行活页式教材，其具体实施呈现以下特点：

1. 实践形态多样，与多元育人模式紧密结合

活页式教材是紧密结合人才培养模式改革开发的。其一，是与“岗课赛证”融通模式的结合。一些院校围绕“1+X”证书制度，将特定的职业技能等级标准如新能源汽车检测与维修、智能网联汽车测试验证等分解为若干能力模块，每个模块对应一套活页式教学资源包，内容直接对标证书的考核要求，提升学生考取职业资格证书的能力。二是与具体的车型或项目相绑定。通过与汽车厂家或大型维修连锁企业合作，针对某一款品牌主流的新车型或某典型的维修项目，校企联合开发项目化的活页式教材，一般包括车型的原厂英文维修手册节选、企业的培训资料、实际的维修故障案例等，实践性非常强。三是和数字化资源的融合。一些学校发现仅用纸张制作活页不能满足实际需要，于是他们尝试把更多的数字化资源融合到活页中去。具体表现为：在学校下发

的纸质活页上面附有二维码，学生可以扫描二维码，打开以后能观看相应的操作演示的微课视频；或者进入VR或AR虚拟实训场景，操作使用；或直接到相应的网络学习平台上练习等。

2. 内容尝试贴近岗位，强调工作过程的系统化

不同于以往以学科知识体系为中心的逻辑组织形式，活页式教材正逐步采用以真实工作流程为引导的方式组织内容，教学内容不再是一个个孤立的语言知识点，而是被编织成一个个完整的工作场景。以汽车维修专业的“客户接待与初步诊断”这一典型活页模块为例，它不再将专业术语、交际用语和维修知识分而治之，而是将其融汇于一个从迎接客户开始，到询问车辆故障现象，再到填写维修工单，最后进行初步检查并给出解决方案的完整工作流之中。在这个过程中，学生为了顺利完成接待任务，需要掌握“您好，请问有什么可以帮您？”这类服务交际用语，理解并准确使用“发动机异响”、“制动距离变长”等故障描述的专业词汇，同时还要学会“初步诊断”、“维修方案”等专业技术术语。这些语言与知识不再是孤立的背诵条目，而成为了完成工作任务不可或缺的工具和载体。

实施难点

尽管实践探索取得初步成效，但高职汽车专业活页式英语教材的全面推广与深化应用仍面临相应挑战：

1.对教师要求高，复合型“双师”素质成关键瓶颈

鉴于活页式教材的开发与运用要求教师具备相当强的基础性理论水平和深厚的理论素养，需全面掌握英语教学的基础知识体系，以及汽车构造、工作原理、维修技术及前沿发展动态，同时需精通项目导向教学法或任务驱动型教学法等现代教学策略，这对教师的专业能力提出了严苛标准。当前，学校师资队伍结构呈现单一化特征，主要表现为英语教师群体普遍缺乏产业实践经验与专业技术实操能力，而专业教师则存在英语应用能力薄弱、教材编写及语言教学设计能力不足的问题。这种专业割裂状态导致兼具英语素养、专业能力与产业经验的“英语教师+专业教师+企业工程师”三者融于一体的复合型“双师型”教师资源匮乏，使得校企合作在教材开发环节往往流于表面，企业提供的专业技术资料难以实现向高质量教学资源的有效转化。在教学实践层面，教师因缺乏情境化教学实施能力，导致活页式教材的应用异化为传统“串讲课”，其特有的开放性、实践性与动态更新优势无法充分彰显。

2.评价体系待更新，传统考试模式难以衡量综合能力

活页式教材的核心目标在于培育契合真实职场需求的人才，此类人才需具备在职场实际情境中综合运用英语解决复杂问题的能力。这一目标达成要求聚焦于语言知识、专业技能、交际策略及职业素养等多维要素的有机融合与协同发展。然而，审视当下高职院校的英语教学评价现状，传统评价方式仍占据主导地位，具体表现为以期末考试闭卷笔试为主要形式，其评价重点集中于词汇记忆、语法规则掌握以及阅读理解能力等基础层面的考核。这种单一的、以终结性评价为主导的评价模式，存在显著局限性，难以全面、精准且动态地反映学生在实际职场情境中所展现出的综合工作能力。例如，一个学生可能笔试成绩优秀，但在模拟处理客户投诉时，却无法流利、准确地用英语安抚客户并解释技术问题。若评价“指挥棒”不转变，活页式教学改革所取得的成果将缺乏科学、合理的度量标准，难以得到有效验证与推广，甚至可能引导教师和学生重新回到应试的老路，进而对教材改革的深入推进形成实质性制约，阻碍高职英语教学向更加贴合职场需求的方向发展。

3.学校管理需适应，动态教材与固化制度存在冲突

活页式教材的生命力，本质上源于其突破传统教材静态知识载体的属性，通过内容的动态更新实现与产业发展的紧密同步，这种“活”的特征要求教材能根据行业技术迭代、新车型上市乃

至企业用人标准的调整而随时进行增删替换。但这种基于敏捷反应和非线性逻辑的教材管理模式，与当前高校普遍施行的、建立在稳定预设基础上的教学管理制度形成了显著张力。在一般的教学管理体系中，从教学大纲的审批立项、教材的固定周期选用征订、课程教学计划的线性安排，到最终的学分绩点核算，其运行的底层逻辑高度依赖一本稳定、成体系且能使用至少一个学期的“定本”教材。活页式教材的动态性恰恰打破这种稳定性，给教学管理的多个核心环节带来系统性挑战：在课程管理层面，教学内容的频繁变动可能导致课程目标与教学进度难以标准化把控；在教材管理层面，内容的随时更新引发了版本控制混乱、资源更替成本增加以及馆藏归档的困难；在教学实施层面，教师需要不断调整教案以匹配更新的活页，但学生手中的教材版本却可能难以同步更新，造成教学进度的非标准化；在考核评价层面，由于教学内容缺乏长期稳定性，考试命题必须紧密围绕最新活页内容进行设计，大幅增加命题难度，容易引发因学习材料不同而导致的学生间学业评价公平性问题。

产教融合视角下高职汽车专业活页式英语教材的实施路径

校企二元共建，重塑内容生成机制

活页式教材的灵魂在于其内容的真实性、前沿性和实用性，而这离不开企业的深度参与。必须打破传统教材由高校教师“闭门造车”的模式，建立一个制度化的校企二元内容共建机制。

首先，应组建“校企联合教材开发委员会”，由学院专业带头人、骨干英语教师、企业技术总监、资深维修技师、人力资源经理等共同组成，确立教材开发的指导思想、整体框架和质量标准。其次，根据岗位需要实行逆向设计方式，去一线与品牌4S店、新能源车企和智能网联企业合作，采用访谈、问卷和现场观察等手段调研该类岗位存在的典型岗位以及该岗位每一项工作任务中对英语的需求，如阅读英文本技术通报、撰写英文本诊断报告或使用英文界面的诊断软件等。

接着，厘清校企双方角色分工及合作方式。企业方提供真实可靠，未过度简化的第一手生产现场资料，包括最新的车型维修手册、电路图、诊断流程图、企业真实的培训PPT及客户投诉案例等，对企业素材的专业性、先进性进行把关。学校方教师发挥自己教学设计方面的特长，对接企业提供的企业素材，“二次开发”企业素材，将企业素材加工、转化为能引导学生实现认知发展的结构化学习任务模块。例如，将一份复杂的英文故障诊断流程图，设计成一个包含词汇预习、图表信息获取、步骤描述、模拟汇报等环节的任务驱动式学习活页。

最后，建立动态更新、迭代修编的工作机制，委员会每半年或每年组织召开一次会议，根据行业发展状况、企业的反馈情况及课堂教学效果等评价，及时对活页内容进行补充、修改或删除，时刻保证活页教材紧跟行业发展前沿的步伐。

数字技术赋能，创新教材呈现形态

在万物互联的今天，活页式教材要突破纸质形态本身，融入更多的数字技术来重构教、学的内容与方式，使之能够借助线上线下混合、虚实结合的系统为教学提供更丰富的信息和更好地开展交互。

第一，建立“一页一码”富媒体资源矩阵。每一个纸质活页背面都设计一个专门二维码，学生可扫描码，直接进入云端教学资源平台，获取相应知识点的多媒体辅助学习资源，如：关键零部件的三维交互模型，能360°自由旋转拆卸查看内部结构；企业专家录制的标准操作流程演示视频（微课），让学习者更加清楚直观地了解该技术的相关要点；对特殊发音点开展专业词汇的跟读练习；可以与外籍技术专家或者客户间的模拟对话声音文件等。

第二，引入VR或AR沉浸式虚拟仿真实训模块。比如汽车维修中存在一些难度大、费用高、要求高的操作工步，比如新能源汽车高压电池包的拆装及检修、自动驾驶系统的传感器标定等，可以开发专门的配套VR或AR实训模块。学生佩戴VR头盔就可进入到与现实高度仿真的一间虚拟汽车维修车间里，在此环境下按照系统给出的英文工步指令或者借助于维修手册提示，进行相应的虚拟故障诊断操作及零部件更换操作。

第三，基于智能教学平台开展个性化学习、个性化管理，利用iSmart、微知库等智慧教学平台，把所有的活页资源全部数字化，在线实现配套习题、在线自测和协作学习任务，通过大数据技术随时了解学生的学情，如学生学到了什么程度、哪些题做错以及学生的学习时间等。据此做出学生的个人学习画像，根据学生的画像来辅助教师对学生精准教学干预，给学有不足的学生推送相应的学习辅导资源，给学有余力的学生推送具有挑战性的学习拓展任务，达到因材施教的目的。

岗课赛证融通，革新教学评价体系

为有效应对传统评价体系与活页式教材育人目标不匹配所带来的挑战，应着力构建一套与“岗课赛证”深度融通、兼具多元化与过程性的综合职业能力评价体系。

首先，评价标准要对接岗位能力与证书要求。每一个活页学习模块的评价标准，都应直接来源于其所对应的真实工作任务要求或“1+X”证书的技能考点。评价不再是单纯考核学生记住了多少单词，而是考核他们能否“按要求、合规范、有效率

地”完成一项工作任务。例如，在“阅读英文电路图并排查故障”的模块中，评价标准就应包括：能否在规定时间内准确识别图中所有元器件符号（专业知识）、能否用规范的英语术语描述电流走向和故障点（语言能力）、能否遵循安全操作规程（职业素养）。

其次，革新举措，将评价模式调整为于真题任务场景或高度拟真的工作情境中评估学生实际表现水准，摒弃仅凭一张试卷就判定成绩的做法。以项目作品、技能操作、角色扮演、现场述职、学习档案袋等不同的评价方式进行评价，如以模拟的“国际客户投诉处理”为比赛形式，把学生分组扮演成服务顾问与客户，评委由校内的老师和企业专家组成，根据学生的语言流畅性、沟通技巧、技术判断准确性以及对客户的满意程度等方面的现场评分。

最后，评价主体需呈现多元化态势，且着重运用形成性评价手段。积极引入企业专家、推行学生互评与自评，让更多主体共同参与到评价环节，并将其贯穿于整个学习过程。在教学期间，教师借助课堂观察、查看学生填写的英文工单、批改线上作业等途径，持续收集学生学习行为的相关信息，并及时给予反馈与指导。如此一来，形成性评价能充分展现学生成长的过程性特征，让学生清晰知晓自身存在的不足，进而查漏补缺、纠正错误，切实发挥评价的诊断与促进发展的功能。

教师能力增值，优化协同育人保障

再优质的教材与精妙的课程设计，若缺乏教师的有效实施，都难以达成理想育人效果。为破解复合型师资短缺的瓶颈，高职院校需建立长效的、系统化的教师能力增值与协同育人保障机制。

一方面，实施“内培外引”的教师赋能计划。对内，定期组织英语教师和专业教师的交叉培训。由专业教师为英语教师开设汽车新技术讲座、组织拆装发动机等实训活动；由英语教师为专业教师进行ESP（专门用途英语）教学法培训，提升其双语教学能力。对外，建立教师“企业实践工作站”和“产业导师特聘”制度。安排英语教师定期到合作企业顶岗实践，深入一线了解最新的技术、流程和用语习惯，积累鲜活的教学案例。同时，柔性引进一批既懂技术又懂管理、且具备一定英语交流能力的企业专家作为产业导师，深度参与活页教材的开发、授课、实训指导和学生评价等环节，形成校企师资的“旋转门”机制。

注：课题项目：2024年湖南省职业院校教育教学改革研究项目---产教融合背景下高职院校汽车专业活页式英语教材的开发与研究（项目编号：ZJGB2024736）；2024年湖南省教育厅科学研究项目---职普融通背景下职业院校外语教师教学创新团队建设路径研究（项目编号：24C0889）；2024-2025年度湖南省职业教育与成人教育学会科研规划课题---数智驱动个性化培育的“校-企-专业”一体化协同育人模式（项目编号：XH2024211）。

面向智能时代的汽车工程教育与拔尖人才培养模式重塑

文/王震 夏欣鑫 李宁（郑州汽车工程职业学院 新能源汽车学院）

智能时代汽车产业深度变革对工程教育提出了新要求。本文以汽车工程拔尖人才的培养模式为研究对象，提出跨学科课程体系的构建、实践教学体系的革新、复合型师资队伍的建设这三个方面的重塑策略，提出教育体系要由知识传授转变为能力培养，创建产教深度融合的培养机制，才能满足产业对拔尖人才的急切需求，以期对未来汽车工程教育改革提供参考。

随着自动驾驶、车路协同、车载操作系统、数据安全等新的领域成为产业竞争的主要战场，原有的知识体系和能力框架已不能满足智能时代对复合型人才的需求。目前很多高校仍然沿用传统的培养方案，即使增设了智能网联汽车相关课程，也大多只是零星地将一些知识进行拼凑，还未形成有机整合的跨学科课程体系。

与此同时，教师队伍里拥有智能汽车研发经历的“双师型”人才比例低，限制了学生对前沿技术的接触与理解。基于此，本文将对智能时代汽车工程教育和拔尖人才的培养模式进行系统探究。首先确定产业发展的新导向及教育调整的方向，进而提出课程体系、实践教学、师资队伍三者一体的模式重塑策略，并从校企协同、个性化培养、质量保障三个方面来建立落实的路径，培养出可适应智能汽车产业发展需求，同时具有多学科知识与创新意识的人才，旨在为同类教育改革提供一些参考。

智能时代汽车工程教育的核心导向与培养诉求

智能时代汽车工程领域的人才能力导向

智能时代汽车产业正处在由机械定义汽车到软件定义汽车的重大转变之中，对拔尖人才的能力导向提出了多维度的升级要求。拔尖人才需掌握扎实的传统汽车工程基础，即车辆动力学、动力系统原理、车身结构设计、制造工艺等主要的知识，这是认识汽车作为物理系统逻辑的前提。智能网联汽车技术涉及通信、计算机、机械等多学科融合，拔尖人才应能够在这些学科之间建立联系，从多学科视角识别、分析与解决问题。同时，工程实践能力要从动手操作升级为系统集成与创新实现。传统工程教育重视零部件的拆装、台架实验等基本技能，而智能时代工程实践需

要学生参与到整个算法开发、硬件在环仿真、实车测试验证等环节，具备将算法部署到嵌入式平台上、处理传感器数据、优化系统性能的实际工程能力。

除此之外，创新思维和终身学习能力被提到前所未有的高度。智能汽车技术以月为周期迭代，OTA远程升级使得产品的功能在交付之后仍然可以持续发展。拔尖人才应可以积极追踪最新的动态，批判性分析新兴的技术，在跨团队合作当中担当技术创新组织者。

汽车工程教育的时代适配调整方向

在智能时代产业需求发生系统性变化的情况下，汽车工程教育需从教育理念、内容体系、教学方式三个方面做出适应性调整，才能使人才的培养同产业变革相匹配。教育理念应由原来的知识传授型转变为能力建构型。传统教育采取教师讲授、学生记忆、考试验证模式，重视知识体系的完整性、逻辑连贯性。然而，在智能技术快速迭代的背景下，知识本身具有时效性，教育主要目的应该转向培养学生的知识建构能力，即如何自主地获取新知识、整合跨学科信息，在不确定的情境下做出技术判断。这种转变需要重新确定教学目标，将批判性思维、系统设计和协作沟通作为毕业要求。

在内容体系上，汽车工程教育需冲破传统学科的组织界限，创建覆盖智能汽车系统全链条的融合型知识架构，设计基础理论-技术实践-伦理治理三级课程体系，围绕智能汽车技术架构设计以感知、决策、控制、执行、通信、安全为逻辑主线的课程模块，将传统机械知识与AI算法、数据工程、网络安全等有机地嵌入到同一个教学单元，使学生在学习硬件结构的同时，理解其与上层

算法之间的交互。除传统理论讲授之外，还应引入大量采用以真实平台为依托的项目制学习、以云端仿真环境为依托的远程实验、以企业研发数据为依托的案例分析等实践方式来培养学生工程判断力和解决问题的能力。

**智能时代汽车工程拔尖人才培养模式的重塑
构建跨学科课程体系**

智能汽车工程拔尖人才的培养，需要创建以车辆工程为核心、智能技术为延伸、系统思维为纽带的跨学科课程体系。借助人工智能技术构建动态化、模块化知识体系，打破课程知识的静态性和滞后性，跨学科课程体系的构建应从三个层面展开。

第一层是平台基础课，本部分课程面向所有拔尖人才，包括高等数学、线性代数、大学物理、工程力学、电路分析等工科通识课，增加程序设计、数据结构、离散数学等计算科学基础，为学生打下数学和计算的基础。

第二层为融合核心的课程，按照智能汽车系统架构来组织课程模块，比如“智能感知”模块，融合激光雷达原理、摄像头模型、多传感器融合和机器学习技术知识，使学生形成从信号采集到特征提取形成完整的认识；“智能决策”模块融合路径规划、行为预测、强化学习和伦理约束；“车联网”模块融合V2X通信协议、数据安全和边缘计算技术。每一个模块均由各自学科背景的老师共同设计、教授，以保证知识传授是连贯而深入。

第三层为综合创新课程，以真实的工程问题为出发点，设置智能驾驶系统设计、智能座舱人机交互、电动汽车能量管理等综合性课程，学生自行组建团队，进行需求分析、原型开发全过程。经过三级课程体系的设置，拔尖人才既可以拥有广博的知识视野，又能在特定方向上形成专精能力。

创新完善实践教学体系

面向智能时代汽车工程拔尖人才，需要创建起以系统化、平台化、前沿化的新式实践教学体系。系统化表现为实践内容的递进设计，具体分为三个层次：

基础实践层面向低年级学生，进行车辆典型部件拆装、传感器标定、基础算法的编程实现等实验，使学生形成对汽车系统的感性认识；综合实践层面向中高年级学生，以智能驾驶功能开发、数据采集与处理、控制器硬件在环测试等综合性项目为主，培养学生跨学科应用能力和工程规范意识；创新实践层面向拔尖学生，依托科研课题或者企业攻关项目，自主选题开展创新设计和原型开发，培养学生的独立思考和科研创新能力。

平台化体现在实践条件的共享与集成，高校需创建面向智能汽车的开放实验平台，包含自动驾驶仿真测试平台，硬件在环测

试台架，车载嵌入式开发板，高精度定位设备等。平台为所有的拔尖学生提供开放的资源，学生可以在课余时间自行预约使用；同时，创建起云端实验环境，提供远程仿真功能并支持数据标注的操作。前沿化则表现在实践内容的不断更新，实践项目应加入基于深度学习的端到端驾驶模型训练、基于数字孪生的车辆测试等产业前沿技术，使学生在校期间就接触到行业主流的工具和方法，在“做中学、学中创”的循环中快速成长。

加强师资队伍建设

智能时代汽车工程教育的特殊之处在于，教师既要拥有坚实的汽车工程理论根基，也要对人工智能、数据科学、控制系统、网络安全这些跨学科领域有深入理解，并熟悉产业一线的技术走向和工程操作。基于此，高校应鼓励教师参加智能汽车相关专业的培训、学术交流和产业调研，每年安排一定比例的教师前往合作企业去进行为期3~6个月的工程实践，直接参与到智能驾驶系统开发、算法优化或者整车测试的工作。实践结束后，教师将新的技术理解以及工程经验转变成教学案例、课程模块，实现实践反哺教学。同时支持教师组建跨学科教学团队，冲破原有的院系壁垒，让机械、计算机、自动化、通信等不同的背景教师协同授课，在共同备课、联合指导的过程中提高跨学科教学能力。

在外部引进方面，高校应聘请行业内有多年研发经验的公司技术专家担任兼职教授或者产业导师，在课程讲授、项目指导、专题讲座等各个方面提供支持。专家可将最新的产业技术应用、工程规范、职业素养带入课堂，弥补学校教师缺乏实践经验的缺陷。同时引进有海外知名高校或者企业工作经历的高层次人才，为学生带来国际化学术视野和教学理念。在师资结构优化上，理论型教师教基础原理、数学工具，工程型教师教系统集成、工程实践，研究型教师教前沿课题、科研项目。三者互相补充，为培养高层次人才奠定基础。

**智能时代汽车工程拔尖人才培养模式的落地实施路径
深化校企协同育人机制**

校企协同育人是智能时代汽车工程拔尖人才培养模式由方案走向实践的必由之路，深化校企协同育人机制关键在于创建全过程参与、全方位对接的合作模式。全过程参与是指企业从人才的培养方案制定之初就参与其中，与高校共同确定培养目标、毕业要求、课程设置以及能力标准，共建国家级实践中心、共建课程、企业资助论文研究、产学研一体化人才培养。企业根据自身的技术路线和人才缺口，就智能算法、车载系统、数据安全等课程内容与能力训练提出具体要求，根据自动驾驶实车试验、硬件在环仿真等智能实践活动所拥有的资源，按照产业发展前瞻性来制订培育规划。学生开

展实践项目、进行研究时，企业工程师担任指导老师，重点指导学生掌握算法部署、传感器融合等核心技能。

在培养出口端，企业优先接纳拔尖学生实习和就业，将学生的各项能力表现反馈给后续的培养方案。全方位对接体现为多方面合作，包括校企联合开发智能汽车企业案例课程，将企业实际的研发项目中出现的技术难题作为教学案例，比如某款车型的感知算法优化、某个场景下的决策逻辑设计等；创建智能汽车联合实验室或者产教融合创新基地，企业提供车载传感器、自动驾驶控制器等智能设备和数据，高校提供场地和人员，形成长期稳定的合作载体。

在校企协同育人机制下，拔尖人才可以置身于真实智能汽车产业环境中锻炼自己的工程能力，高校和企业之间形成利益共同体，共同推动教育供给与产业需求的精准匹配。

推行个性化培养方案

拔尖人才之所以“拔尖”，是因为其具备比一般人的学术潜力和创新品质，这种潜力的充分发挥需要个性化的培养计划来支持，贴合智能时代汽车工程的技术需求。统一的培养计划难以适应每一个学生的知识基础、兴趣方向和发展速度，因此，应推行个性化培养方案，以提高拔尖人才培养效率和质量。高等教育机构需从终身教育的角度培训智能汽车应用人才，诸如：思想入门、现场研讨、培训融合、科学融合等教学方法，个性化培养方案的建立可以从以下三个方面着手：

一是入学分流和方向确认，高校应在拔尖学生进入项目初期通过能力测评、兴趣访谈和专家评价来初步确定其适合的智能相关发展方向，包括智能感知、决策规划、线控执行、车联网安全、整车集成。每一方向对应一套课程模块指南和导师建议，学生可按照自身学习情况来选择模块课程和实验项目，在学习过程中也可以根据实际的体验来进行转换。

二是实行弹性化学分制度，高校可设置一定的弹性学分以支撑学生跨专业选课、参加国内外学术会议、参加产业认证培训或者自行开展科研项目。弹性学分不在传统课表里体现出来，但需要通过成果汇报或者项目评审来认定，从而为学生提供自由探索智能领域兴趣领域的空间。

三是实行双导师制，即为每一个拔尖学生配备校内智能汽车学术导师和企业智能领域产业导师。学术导师负责学生智能相关理论学习、科研选题和学术规范的指导工作，产业导师则从行业视角、技术资源和工程实践等各方面对学生进行指导。两位导师定期交流学生的发展状况，对学生培养计划进行调整。这样，每一个拔尖人才都可以在优势领域深耕，形成自己独有的技术优势和创新基因。



在校企协同育人机制下，拔尖人才可以置身于真实智能汽车产业环境中锻炼自己的工程能力，高校和企业之间形成利益共同体，共同推动教育供给与产业需求的精准匹配。

构建培养质量保障体系

智能时代，汽车工程教育与拔尖人才培育模式有效运转需依靠系统的质量保证体系，该体系要贯穿于培育全过程，包含输入端的生源挑选、过程端的教学监管和输出端的成果评定，塑造起评价、反馈、改良的闭环机制。

输入端保障方面，创建科学的拔尖人才选拔机制，重点筛选具备数学建模、编程基础、智能技术兴趣及创新潜力的学生。综合考虑学生工程兴趣、逻辑思维、动手能力、创新潜力，采取笔试、面试、项目实践测试相结合的方式，笔试主要考查数学、物理和编程基础，重点增加智能算法基础、车载系统常识等内容；面试主要考查问题分析和表达能力，项目实践测试主要考查学生智能设备操作、简单算法调试等动手和协作的表现，以保证入选者有拔尖培养的基础。

输出评价方面，将学生参加的智能汽车企业项目成果、智能相关专利申请、智能汽车领域竞赛获奖、工程实践报告、团队协作领导力等各方面的成果纳入考核体系中，引入智能技术对学生毕业论文评判，邀请企业智能领域技术专家参加毕业答辩或者能力审核的工作，并从产业需求的角度来认定学生的综合素养。经由输入端、过程端、输出端三层质量保证机制的有机结合，拔尖人才培养模式可以保持动态调整的趋势，始终朝着最佳状态前进，从而源源不断地为智能汽车产业供应高素质的创新型人才。

结语

面向智能时代汽车工程拔尖人才的培养，需以跨学科融合为课程体系的中心，以系统化的实践为工程素养的提升方向，以双导师制为个性化培养的载体。校企协同育人机制的加深、质量保证体系的健全则为模式落实提供了制度支撑。未来，随着人工智能与汽车技术深度融合，拔尖人才培养模式也需重视软硬协同能力的培养、人机交互素养的养成和技术伦理教育，助力中国智能汽车产业在世界竞争中成为人才高地。A

广告



碳达峰 碳中和

新能源汽车产业全速发展中

汽车与配件
AUTOMOBILE & PARTS

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

