

特色专题

巩固和扩大新能源汽车先发优势,决胜智能化、网联化融合发展新赛程

李克强

摘要 全球汽车产业正处于向电动化、智能化、网联化深度转型的关键期,中国依托新能源汽车形成产业先发优势,在电动化基础上发展智能网联汽车。通过系统梳理与对比分析国内外在关键技术突破、网联基础设施部署及规模示范应用等方面的进展,总结了中国在感知决策系统、云控基础平台、测试环境建设与产业化落地等方面取得的领先优势,同时揭示了在高端芯片、车载操作系统、跨域标准协同及融合安全保障等领域仍存在的短板。分析表明,中国汽车产业需要强化车路云一体化架构、车用人工智能大模型等核心技术的自主创新,构建软硬解耦、开放协同的产业生态,加速多场景规模化应用示范,并深化高水平国际开放合作。本文提出以“智能网联深度融合”为核心的高质量发展路径,为推进中国汽车产业转型升级、建设世界汽车强国提供了系统的理论框架与政策启示。

关键词 智能网联新能源汽车;车路云一体化;产业生态;自动驾驶

当前,全球汽车产业正经历百年未有之大变革,智能网联新能源汽车作为新能源、人工智能(artificial intelligence, AI)、新一代信息技术与制造业深度融合的战略性新兴产业,已成为各国科技竞争和产业布局的焦点。中国紧抓电动化转型机遇,实现了跨越式发展,新能源汽车产销连续多年位居全球第1,头部企业在技术创新与市场拓展方面表现突出,产品加速走向海外,展现出强劲的国际竞争力。

在电动化基础上,智能网联正成为汽车产业高质量发展的新引擎,也是新一轮产业竞争的关键。中国在激光雷达、域控制器、车载大模型、车路云一体化等关键技术领域不断突破,建立了完整智能网联新能源汽车生态体系,支持产业迈向规模化应用新阶段。然而,面对日益复杂的国际竞争环境,中国在高端芯片、操作系统、人工智能算力等领域仍存短板,产业

协同和标准体系也仍有待加强。

本文基于中国新能源汽车产业发展的先发优势,提出了依托智能网联融合发展路径,推进未来中国汽车产业高质量发展及建设世界汽车强国的战略路径和实施对策。

1 国外智能网联汽车发展持续加速

1) 关键技术持续突破。车用人工智能技术快速发展。特斯拉在算力、算法、数据方面建立优势,根据特斯拉官方披露数据,截至2025年10月,特斯拉建立了10万颗H100/H200芯片的超级计算集群,积累了超60亿英里(96.56 km)高质量行车数据,通过全栈端到端神经网络实现了AI赋能车辆自动驾驶技术的创新突破。在此基础上,其完全自动驾驶系统(fully self-driving, FSD)正探索与大模型助手(如Grok)融合,通过引入大语言模型在语义理解、复杂场

清华大学智能绿色车辆与交通全国重点实验室,北京 100084

收稿日期: 2025-11-10; 修回日期: 2026-01-19

作者简介: 李克强,教授,中国工程院院士,研究方向为汽车智能网联技术,电子信箱: likq@tsinghua.edu.cn

引用格式: 李克强. 巩固和扩大新能源汽车先发优势,决胜智能化、网联化融合发展新赛程[J]. 科技导报, 2026, 44(3): 76-80; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2025.11.00022

景推理和人机交互等方面的能力,逐步形成“自动驾驶系统+通用智能体”的新型智能驾驶架构。芯片与操作系统领域加速突破。英伟达 Drive Thor 实现 2000 TOPS 算力,恩智浦半导体公司、高通公司等推出驾舱一体解决方案;操作系统层面形成特斯拉垂直封闭与英伟达开放生态双轨并行格局。产业协同模式持续创新。日本 12 家车企联合成立了尖端芯片研发联盟,丰田携手日本电信电话公司投入 5000 亿日元攻关网联协同、L4/L5 级自动驾驶(汽车驾驶智能化分级使用《汽车驾驶自动化分级》^[1],以应急辅助 L0、部分驾驶辅助 L1、组合驾驶辅助 L2、有条件自动驾驶 L3、高度自动驾驶 L4 和完全自动驾驶 L5 进行划分)软件等核心技术,计划 2028 年实现系统输出,展现出跨行业协同发展的新范式。围绕汽车人工智能的核心技术,欧美日等世界汽车强国和地区已经在产业链关键节点全面布局,并形成了较明显的先发优势。

2) 网联建设应用加速。美国推进顶层设计,2024 年 8 月公布了 V2X(车对外界的信息交换)车联网部署计划^[2],明确到 2036 年实现高速公路 100% 网联覆盖、75 个主要城市 85% 交叉路口覆盖的目标,并推动 6 家车企至少 20 款车型量产 V2X 功能。欧洲持续完善智能网联体系,持续更新网联协同自动驾驶路线图,通过“欧洲地平线”(Horizon Europe)计划支持 5G BALKANS 等多个基础设施项目。大众汽车公司、奥迪汽车股份公司、宝马集团等汽车企业推动网联功能量产应用。日本注重跨部门协同,数字厅制定的移动出行路线图,确立软件定义汽车、自动驾驶运营与数据利用 3 大重点领域,依托多省厅联动机制推进网联基础设施从区域试点向全国范围拓展,形成系统化的发展格局^[3]。

3) 规模示范应用稳步推进。美国自动驾驶商业探索全球领先,Waymo 无人驾驶出租车服务在 2024 年 5 月达到每周 10 万次付费乘坐规模,特斯拉在得克萨斯州奥斯汀启动自动驾驶出租车(robotaxi)试点,推出了 Cybercab 无人出租车与 Robovan 多功能车 2 款全自动驾驶车型。欧洲依托重点专项组织示范活动,组织 C-Roads、SHOW 等工程和项目,实现了瑞典 35 辆自动驾驶卡车在物流领域的商业化运营,并在日内瓦等 3 个城市部署 45 辆自动驾驶电动

小巴开展为期一年的示范服务。日本积极推进多场景应用示范,自 2023 年在福井县启动首个 L4 级自动驾驶公共服务后,计划到 2025 年扩展至全国约 50 个地区,同时在高速公路与城市道路领域开展车路协同实证试验,构建多场景示范应用体系。

综合来看,美国、欧洲、日本在智能网联汽车的发展上呈现出“技术攻坚、设施先行、应用牵引”的共性趋势,但具体路径各有侧重。美国凭借头部企业在人工智能、芯片与垂直整合上的优势,形成“技术-市场”双轮驱动的激进模式;欧洲注重通过跨国项目协同,构建“标准-设施”体系化推进路径;日本则突出“政府-产业”深度协同,依托国家战略与跨部门联动,系统布局研发与示范。在产业组织上,美国以企业联盟与市场创新为主,欧洲倚重区域性合作项目,日本表现为国家战略导向的产业链整合。这些差异反映出各国基于自身产业基础与制度环境的不同选择,也意味着未来竞争将是技术体系、基础设施、商业生态与制度环境的综合较量。中国需要在借鉴国际经验的基础上,发挥自身在市场规模、设施部署与政策协同等方面的优势,走出一条中国特色智能网联新能源汽车发展道路。

2 中国智能网联融合发展具备领先优势

1) 关键技术实现创新突破。技术架构上,中国已从单一技术点的追赶转向以“车路云一体化”为核心的系统架构创新,形成了覆盖感知、决策、云控的完整技术链^[4]。关键技术上,环境感知、决策规划、端到端技术已取得系统性突破,全球竞争力持续提升。依托产学研协同创新,国内企业在鸟瞰视角(BEV)+Transformer、多传感器融合等核心技术领域取得进展,并积极探索人工智能大模型与高阶自动驾驶深度融合发展路径,通过视觉语言模型(vision-language model, VLM)、视觉语言动作模型(vision-language-action model, VLA),以及世界模型(world model)等前沿方法,推动智能驾驶由功能自动化向认知型智能演进。工程实现上,依托龙头企业与国家级创新平台的引领,构建了软硬协同、数据闭环、快速迭代的研发与应用体系。产业生态上,通过共性技术平台与开放架构,促进了跨企业、跨领域的深度协作,加速了技术

成果的规模化落地与持续优化。总体来看,中国在智能网联汽车的新型电子电气体系架构、“车基础脑”“云基础脑”、高精度传感器等核心零部件、车用人工智能软硬件和基础大模型等领域关键技术创新水平不断提升,整体处于国际先进水平。

2) 智能网联测试环境加速部署。中国在已建成的国家级测试示范区、车联网先导区及“双智”试点城市基础上,进一步推动 20 个城市(联合体)开展“车路云一体化”应用试点建设。据国家智能网联汽车创新中心统计,试点区域已部署智慧道路超过 4000 km、智慧路口超过 5500 个,并建设智慧停车场约 40 个。路侧智能化设备规模持续扩大,累计安装摄像头超过 3.95 万套、路侧单元(RSU)超过 6800 个。在北京亦庄、上海嘉定等代表性示范区,已实现信号灯网联、车车通信等核心功能落地。同时,中国第一汽车集团有限公司、东风汽车集团有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、丰田汽车公司、比亚迪汽车有限公司等 15 家中外主流车企及自动驾驶公司积极参与协同开发测试,在实际复杂道路交通场景下完成网联式前方碰撞(C-FCA)、绿波车速引导(C-GLOSA)及车辆合流汇入(C-CVM)等多个典型场景的功能开发与验证。这些进展系统支撑了中国“车路云一体化”技术体系的构建,为智能网联汽车规模化发展奠定了扎实的测试验证基础,在国际上也产生了重大影响。

3) 产业应用落地取得积极成效。L2 级渗透率持续增长,根据国家智能网联汽车创新中心统计,2025 年 1—11 月,中国具备组合驾驶辅助功能的乘用车新车累计销售 1325.2 万辆,渗透率达到 64.2%,领航驾驶辅助(NO A)等高阶驾驶辅助功能快速普及,渗透率达 22.9%,部分车型还搭载了自动泊车等功能,覆盖城市、高速、泊车场景的全程驾驶辅助功能逐步实现从车位到车位的驾驶体验。L3 级准入和上路通行试点深化,重庆、北京于 2025 年底率先发放 L3 级自动驾驶汽车专用正式号牌,从测试示范迈向量产应用。L4 级多场景示范车辆部署规模持续扩大,根据国家智能网联汽车创新中心统计,截至 2025 年底,国内发放测试示范牌照超 11500 张。北京、上海等城市已实现配备云端远程接管功能的 Robotaxi 开展常态化示范运营。矿山、港口等场景落地无人物流与无人矿卡应用,融入无人化作业系统。同时,网联化商业进程

加速,根据国家智能网联汽车创新中心统计,截至 2025 年 11 月,4G(第 4 代移动通信技术)、5G(第 5 代移动通信技术)和蜂窝车联网(C-V2X)前装搭载率分别为 59.2%、24.9% 和 2.9%,中国第一汽车集团有限公司、上海汽车集团股份有限公司、上海蔚来汽车有限公司等车企实现量产应用,产业应用处于国际先进水平。

综合来看,中国智能网联融合发展呈现出政策驱动、设施先行、应用牵引、生态共建的鲜明特征,已形成体系化的领先优势。在推进路径上,采取“顶层设计+试点示范”模式,通过国家级测试示范区、车联网先导区及“车路云一体化”试点等多层次载体,加速技术迭代与场景拓展。在能力构建上,中国在大规模路侧设施部署、多品牌车企协同测试等方面取得突出进展,同时在“车路云一体化”系统集成、跨域数据融合与规模化运营验证上形成独特优势。在创新生态上,形成了“车企-科技企业-基础设施方-地方政府”多方协同的开放式创新格局,支持从技术研发到商业落地的全链条贯通。中国正走出一条以“设施赋能车辆、数据驱动体验、场景带动产业”为特征的智能网联发展道路,为全球汽车产业转型提供了重要的实践范式。

3 中国在全球竞争加剧下的产业挑战与内在短板

中国在全球竞争加剧下面临多重产业挑战与内在短板。国际竞争格局日趋复杂,美国为争夺科技主导权持续加强对华技术出口管制,例如,限制英伟达高端计算芯片对华出口,并借助国家安全审查、歧视性补贴政策及加征关税等手段,对中国智能网联汽车等关键产业实施压制。整体来看,中国智能网联汽车产业仍有以下产业挑战和内在短板亟需解决。

1) 产业链尚不完善,“缺芯少魂”依然存在。在操作系统方面,底层内核、中间件由于开发难度大、生态建立困难,基础软件研发周期长,投入消耗巨大等原因,仍然由国外企业掌控。当前国内企业大多数基于 Linux 内核定制开发,存在生态不完善、操作系统装车量不足等问题。在车规级芯片方面,先进制程(7 nm 以下)车用大算力芯片、大算力图形处理器芯

片(GPU)存在短板,且美国对中国 14/16 nm 或更先进制程且具有 300 亿个晶体管的芯片加以限制。在智能算法方面,以大模型为代表的通用人工智能是迈向高级别自动驾驶最具潜力的发展路径之一。在算力储备方面,特斯拉建成 130 EFLOPS 算力的智算中心,华为技术有限公司、上海蔚来汽车有限公司、北京理想汽车有限公司等企业虽然已经开始重点搭建算力资源,但各家总体规模仍处于 10 EFOPS 左右,与特斯拉仍有较大差距。

2) 跨行业协同机制亟需进一步完善。智能网联汽车发展涉及汽车、交通、通信、安全等多个领域,单一行业、单一管理部门难以有效推动,亟需建立和完善跨部门协同机制。工业和信息化部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部等部门都围绕各自的业务职责发布了相关顶层设计及指导意见,对推动自动驾驶汽车发展产生重要作用,但由于缺少国家层面的系统统筹,各个部门建设目标各有侧重、推进政策较为分散,在推进自动驾驶汽车技术创新、标准法规建设、基础设施建设等过程中尚未完全形成发展合力,一定程度上导致中国自动驾驶产业创新发展速度尚未充分释放。

3) 车路云一体化路径需要进一步加速落地实践。车端、路侧、云端各产品本身、相互间的数据互通、统一数据格式、系统应用服务等方面统一的标准规范实施不够,且各产品本身的数据互通、信息通信和功能安全等方面也需要加强可信赖的评价体系落地。示范区建设碎片化、数据孤岛、异地测试结果不互认等问题亟待解决,各示范区间建设运维若彼此割裂,将制约实际使用场景泛化的可能性,可能导致企业难以进行产品的跨域测试,部分企业和终端用户对测试示范结果和协同应用平台不信任,阻碍系统实现跨域共用,增大未来量产、规模化商业运营的难度。

4) 安全保障体系有待进一步完善。智能网联汽车具有多技术交叉融合、人车路云等多要素交互、应用场景无限等特征,使得智能网联汽车安全的内涵和外延发生变化,带来网络空间与物理空间的深度融合。智能网联汽车面临的网络安全风险从“信息域”向“信息域+物理域”扩展,传统网络安全、数据安全、功能安全、预期功能安全等多重安全问题相互耦合,甚至在特定条件下相互转化,安全风险交织难辨。

4 “十五五”时期高质量发展建议

1) 强化关键技术创新。推动设立智能网联新能源汽车重大专项,系统布局计算芯片、域控制器、操作系统线控底盘、工具软件等攻关项目,加强车用人工智能、云控平台等前沿技术研究。加强高校、科研院所与企业的协同合作,加大对基础前沿技术的研发投入,重点包括车路云一体化架构设计、车用人工智能技术、高阶自动驾驶与大模型联动的认知型智驾技术、舱驾融合强交互自动驾驶等方向。应以企业为主体,系统突破车用人工智能大模型、车规级芯片、车载操作系统,以及智能安全等关键核心技术。通过整合跨行业创新资源,着力补齐基础软件、工具链、测试装备、场景库等支撑技术短板,为智能网联汽车高质量发展奠定坚实技术基础。

2) 构建产业创新生态。完善数字化基础设施,共建软硬解耦、开放共享的智能芯片与操作系统技术生态,支持各类应用创新与产业发展。充分发挥国家人工智能中试基地作用,研究算力中心、场景数据的共建共享机制,加快研究建设行业级算力基础设施,为智能网联汽车技术研发与产业化提供坚实支撑。加强数据要素的流通与应用,鼓励企业、行业组织和科研机构联合构建汽车行业可信数据空间,促进高质量数据互联互通。强化算力支撑能力,支持头部企业联合共建汽车行业智算平台,提升算力规模与利用效率,推动算力资源共建共享。

3) 加速推动产业化应用。充分发挥智能网联汽车准入和上路通行试点作用,切实提升产品性能与安全运行水平,增强企业安全保障能力,推动建立覆盖全生命周期的管理体系。深入开展“车路云一体化”应用试点,引导车企加快相关技术与产品落地,探索跨区域、成体系的示范应用模式。科学推进智慧乘用车、智慧公交、自动泊车、干线物流、城市物流、自动配送、特种作业等多场景的规模化应用。加强跨区域连片示范应用,鼓励京津冀、长三角、海南等重点地区逐步构建“架构相同、标准统一”的车路协同基础设施体系。

4) 强化标准测试体系。持续健全完善汽车技术标准体系,贯彻实施信息安全、数据安全等标准要求,加快组合驾驶辅助系统、自动驾驶系统、自动紧急制

动系统等急需标准研制和完善,深度参与自动驾驶相关国际法规制定协调。聚焦技术创新发展和管理要求,推动构建涵盖整车和零部件的多维度融合、系统性全域安全测评体系,全面提高智能网联新能源汽车安全保障。

5 结论

新一轮科技变革背景下的“能源革命”“智能革命”和“信息革命”驱动汽车行业产生了颠覆性变革,汽车产业正迎来百年巨变的时代,汽车产业与技术呈现“新四化”(电动化、智能化、网联化、共享化)趋势。新能源汽车是智能化、网联化最重要的,也是最佳的载体,融合发展是大势所趋。继电动化之后,汽车产业变革的下半场将聚焦智能化、网联化,而这一切决定了未来汽车产业的成败。智能网联技术是汽

车产业转型升级的重要突破口,推动着整个汽车产业的加速重构。未来,中国应该巩固和扩大通过“换道赛车”模式积累的新能源汽车先发优势,充分推进智能网联融合的技术路线,力争开拓中国汽车产业高质量发展的新局面,向建设全球领先的汽车强国迈进。

参考文献(References)

- [1] 汽车驾驶自动化分级: GB/T 40429—2021[S/OL]. (2021-08-20) [2025-11-10]. <https://catarc.org.cn/qbw/fbw/fbwlb/znwlc/xwdt/3334.html>.
- [2] U S Department of Transportation. Saving lives with connectivity: A plan to accelerate V2X deployment[R]. Washington: U S Department of Transportation, 2024.
- [3] 付广, 谢业军, 林智桂, 等. 日本智能网联汽车管理政策及产业发展研究[J]. 汽车文摘, 2024(5): 41-46.
- [4] 中国汽车工程学会. 节能与新能源汽车技术路线图3.0[M]. 北京: 机械工业出版社, 2025: 16-25.

Consolidate and expand the first-mover advantages of new energy vehicles, and secure victory in the new race of integrated development of intelligent and connected technologies

LI Keqiang

State Key Laboratory of Intelligent Green Vehicle and Mobility, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract The global automotive industry is currently in a critical phase of deep transformation toward electrification, intelligence, and connectivity. By leveraging its first-mover advantage in new energy vehicles, China has been actively advancing the development of intelligent connected vehicles (ICVs) on the basis of electrification, establishing certain early advantages. This paper systematically reviews and compares domestic and international progress in key technological breakthroughs, the deployment of connected infrastructure, and large-scale demonstration applications. It summarizes China's leading edges in perception and decision-making systems, cloud-control basic platforms, testing environment development, and industrial implementation, while also identifying weaknesses in high-performance chips, vehicle operating systems, cross-domain standard coordination, and integrated security assurance. The analysis indicates that China's automotive industry needs to strengthen independent innovation in core technologies such as the vehicle-road-cloud integrated architecture and large-scale vehicle AI models, build a software-hardware decoupled, open, and collaborative industrial ecosystem, accelerate large-scale demonstration applications across multiple scenarios, and deepen high-level international cooperation. This paper clearly proposes a high-quality development pathway centered on the "deep integration of intelligence and connectivity," providing a systematic theoretical framework and policy insights for promoting the transformation and upgrading of China's automotive industry and building a world-leading automotive power.

Keywords intelligent connected new energy vehicles; vehicle-road-cloud integration; industrial ecosystem; autonomous driving ●



(责任编辑 王丽娜)