

汽车智库报告

>>>>

中国自动驾驶规模化应用 蓝皮书（2026）

中国经济信息社
2026年8月

研 究 组

执 笔 人：赵薇、崔傅成、刘春涛

支持单位：国家智能网联汽车创新中心

中国汽车工程学会

北京市高级别自动驾驶示范区创新运营中心

广州市智能网联汽车示范区运营中心

地平线公司

重庆长安汽车股份有限公司

北京车网科技发展有限公司

摘要

当前，新一轮科技革命和产业变革加速演进，人工智能大模型、新一代通信、新能源汽车、先进传感技术交叉融合，驾驶自动化（智能网联汽车）已成为培育新质生产力、推进新型工业化、建设交通强国的核心战略赛道，同时也是全球科技与汽车产业博弈的关键制高点。我国自动驾驶历经十余年发展，正处于从全域道路测试、示范应用迈向商业化落地的历史转折窗口期，整体进入分场景、分等级商业化试点破冰阶段：2级组合驾驶辅助在乘用车市场快速普及，新车渗透率持续走高，相关功能加速向各价格区间车型下沉，实现技术普惠；3级有条件自动驾驶完成首批车型准入试点；4级高度自动驾驶依托自动驾驶出租车、无人物流车等载体开展常态化试点运营，头部企业逐步跑通局部单车盈利模型；国家层面已搭建全链条政策与标准框架，强制性国标加速落地，产业发展基础持续夯实。

与此同时，产业由试点示范迈向全域规模化商用仍存在多重深层次制约：一是顶层法规存在滞后性，监管能力和手段不足，跨区域执行尺度不一，数据本地化、跨境流通合规成本偏高；二是自动驾驶算法可解释性不

足、长尾场景覆盖有限、安全验证体系不完善；三是4级自动驾驶难以形成可跨区域复制的盈利模型，产业链数据权属分割、硬件与人力刚性成本持续压缩盈利空间；四是大众对各级自动驾驶功能边界认知错位，安全事件易引发舆论放大效应，市场信任基础薄弱；五是复杂混行道路下车辆驾乘体验不佳，3级有条件自动驾驶人机接管权责界定存在现实矛盾；六是“车路云一体化”分层统筹机制缺失，部分城市盲目投入造成资源错配，车端、路端、云平台数据标准不互通，单车与路端的协同效能未能充分释放，市场化运维与商业模式仍在摸索阶段。

中长期行业将呈现六大发展特征：监管体系加速完善、多元技术路线分层适配、应用场景梯度落地、产业生态协同深化、权责风险兜底机制逐渐明晰、“车路云一体化”因地制宜分层建设。为推动产业高质量发展，建议加快自动驾驶专项立法与分级分类监管，健全覆盖全生命周期的标准体系；筑牢安全防线，完善“仿真+场地+开放道路”三位一体测试验证；激活数据要素价值，构建合规共享机制；推进“车路云一体化”基础设施差异化建设；提升社会认知，建立安全公开透明机制。通过技术、政策、市场与社会认知的系统性协同，推动我国自动驾驶产业实现安全、有序、高质量规模化落地。

目 录

第一章 自动驾驶概述	1
一、自动驾驶简介	1
二、自动驾驶分级定义	2
三、自动驾驶产业生态	6
第二章 自动驾驶技术演进	18
一、概念研究阶段（约1920-2015年）	18
二、批量测试阶段（2016-2024年）	20
三、商业化分层落地阶段（2025年至今）	22
第三章 自动驾驶应用概况	26
一、自动驾驶应用背景	26
二、自动驾驶应用的价值与意义	30
三、国内外自动驾驶政策	33
四、自动驾驶技术路线及典型模式	45
五、自动驾驶规模化应用的现状	53
第四章 我国自动驾驶规模化应用面临的核心挑战	69
一、合规监管：制度碎片化与治理能力滞后	69
二、产品安全：技术可靠性与验证体系的双重缺口	71
三、商业化模式：全域盈利闭环难以成型，产业	

链生态协同存在深层壁垒·····	72
四、消费者信任：认知错位与安全焦虑交织·····	74
五、用户体验：从“可用”到“好用”的关键落差	75
六、“车路云一体化”：分层统筹机制缺失，单 车与路端协同效能释放不足·····	77
第五章 自动驾驶规模化应用的趋势研判·····	80
一、规范发展与监管创新同步提速，协同治理格 局将持续深化·····	80
二、商业化落地场景从“单点示范”走向“分层 渗透、场景分化”·····	81
三、技术路线多元并行，模型与安全动态平衡··	82
四、数据闭环与生态协同成为产业核心竞争力··	82
五、清晰的责任兜底决定自动驾驶规模化应用的 下半场走向·····	83
六、“车路云一体化”分层落地，与单车智能互 补协同·····	84
第六章 我国自动驾驶规模化应用对策建议·····	86
一、总体实施路径·····	86
二、对策建议·····	91
第七章 未来展望·····	102

第一章 自动驾驶概述

一、自动驾驶简介

自动驾驶技术探索最早可追溯至 20 世纪 20 年代，1925 年全球首台无线电控制无人车亮相，开启无人驾驶技术探索之路。1969 年，人工智能领域提出“自动司机”概念，从理论层面勾勒出机器替代人类驾驶的设想。21 世纪初，美国国防部高级研究计划局（简称“DARPA”）举办的系列自动驾驶挑战赛成为行业里程碑，连续三届赛事完成了技术验证、人才孵化与路线探索，直接推动了 Waymo 等一批行业龙头诞生。

国际自动机工程师学会（SAE International）于 2014 年首次发布 SAE J3016《道路机动车辆驾驶自动化系统相关术语的分类和定义》，2021 年更新版将驾驶自动化系统定义为“由硬件 / 软件系统持续执行部分或全部动态驾驶任务（DDT）”。我国 2021 年发布的《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021）将“驾驶自动化”定义为：“车辆以自动的方式持续地执行部分或全部

动态驾驶任务的行为”。其中，“动态驾驶任务”包括对车辆的横向、纵向运动控制，以及对目标、事件的探测与响应等。

2021 年，工业和信息化部、公安部、交通运输部联合发布《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》，该文件将“智能网联汽车”定义为：搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与 X（人、车、路、云端等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现安全、高效、舒适、节能行驶，最终可实现替代人来操作的新一代汽车。智能网联汽车通常也被称为智能汽车、自动驾驶汽车等。

二、自动驾驶分级定义

为了更清晰地界定自动驾驶技术的发展阶段，国际行业组织与各国政府制定了统一的分级标准。这一分级体系不仅是技术成熟度的量化标尺，更是产业政策制定、责任划分与商业化路径选择的重要依据。

自动驾驶分级的核心逻辑在于区分角色分配、动态

驾驶任务和 ODD¹（设计运行范围）的差异。SAE J3016 制定了从 0 级（无驾驶自动化）到 5 级（完全驾驶自动化）的六级分类法。我国国家标准《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021）同样采纳这一分级体系。其中 0 级为应急辅助（系统可感知环境），1-2 级为部分 / 组合驾驶辅助，3-5 级为有条件自动化、高度自动化和完全自动化。

自动驾驶分级

类别	分级	名称	定义	驾驶操作	周边监控	接管	设计运行范围
驾驶辅助	0 级	应急辅助	系统不能持续执行车辆横向或纵向运动控制，但具备持续执行部分目标和事件探测与响应的能力（如自动紧急制动、车道偏离预警）。	人类驾驶员（系统紧急介入时）	人类驾驶员及系统	人类驾驶员	有限制
驾驶辅助	1 级	部分驾驶辅助	系统在其设计运行条件下持续执行横向或纵向运动控制中的一项，驾驶员负责其余驾驶任务。	人类驾驶员（系统完成控制或制方向速度）	人类驾驶员及系统	人类驾驶员	有限制
驾驶辅助	2 级	组合驾驶辅助	系统在其设计运行条件下持续同时执行横向和纵向运动控制，驾驶员需全程监控并随时接管。	系统（执行方向速度控制）	人类驾驶员及系统	人类驾驶员	有限制

¹ODD（Operational Design Domain），即设计运行范围，指自动驾驶系统被设计用来运行的具体条件和场景。根据《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021），ODD 具体包括道路类型（如高速公路、城市道路）、地理区域（如特定城市、特定区域）、环境条件（如天气、光照、温度）、速度范围、交通状况及其他限制条件。ODD 决定了自动驾驶功能的启用条件和适用场景，是区分 L3、L4 与 L5 级别的核心维度之一。

类别	分级	名称	定义	驾驶操作	周边监控	接管	设计运行范围
自动驾驶	3级	有条件自动驾驶	系统在其设计运行条件下持续执行全部动态驾驶任务；当系统发出接管请求时，驾驶员需及时响应。	系统	系统	人类驾驶员（系统请求后）	有限制
自动驾驶	4级	高度自动驾驶	系统在其设计运行条件下持续执行全部动态驾驶任务，并自动执行最小风险策略 ² ；用户无需响应接管请求。	系统	系统	系统（自动安全停车）	有限制
自动驾驶	5级	完全自动驾驶	系统在任何可行驶条件下持续执行全部动态驾驶任务，并自动执行最小风险策略；无设计运行范围限制。	系统	系统	系统	无限制

0-2级本质上仍属于“辅助驾驶”范畴。在此情况下，在功能激活期间，驾驶员需要持续监控车辆运行环境，并随时准备接管车辆。在法律层面，驾驶员是完全责任人。

3级是重要的分水岭：在设计运行范围内、系统未发起接管请求的阶段，全部动态驾驶任务由系统执行，驾

² 最小风险策略 (MinimalRiskStrategy)：指自动驾驶系统在无法继续执行动态驾驶任务时，为将风险降至最低而自动执行的安全处置方案。根据 GB/T40429-2021《汽车驾驶自动化驾驶》，当自动驾驶系统检测到超出其设计运行范围、发生系统失效或即将发生不安全事件时，应启动最小风险策略，将车辆自动过渡到安全状态（如减速、靠边停车、开启双闪、呼叫远程协助等）【来源于 GB/T40429-2021 L3/L4 功能定义】。最小风险策略的执行主体在 L3 级为驾驶员（在系统请求后），在 L4/L5 级为系统本身。



驶员需要持续保持“可接管状态”。当系统发出接管请求时，驾驶员需要在规定时间内完成对车辆的接管操作，若驾驶员未及时响应，系统将执行有限的安全降级操作。相比 0-2 级驾驶辅助，动态驾驶任务执行主体发生改变，也使责任认定逻辑产生本质区别。

4-5 级完全进入自动驾驶范畴：4 级仅在限定的设计运行范围内实现全自动化驾驶，无需人类参与接管，系统自主执行最小风险策略；5 级不存在设计运行范围的限制，在任何可行行驶条件下，系统独立完成全部动态驾驶任务并自主处置风险。

这一分级体系通过明确不同级别下系统与人类驾驶员的责任边界、动态驾驶任务的执行主体以及设计运行范围的限制，为自动驾驶技术的研发、测试、准入及应用提供了清晰的技术标准和安全指引。

当前，在乘用车领域实现规模化商业应用的主要是 L2 级组合驾驶辅助技术，该技术已广泛应用于诸多量产车型中；以自动驾驶出租车³（Robotaxi）和无人配送车为代表的更高阶自动驾驶应用，已经在部分先行

³Robotaxi（Robot+Taxi）：即自动驾驶出租车，指以 L4/L5 级自动驾驶系统为核心的无人化共享出行服务单元。Robotaxi 通常配备激光雷达、摄像头、毫米波雷达等传感器，结合高精度地图、AI 决策与路径规划系统，通过移动应用或平台按需召车，无需人工驾驶员干预即可实现行驶、导航和决策，提供城市出行服务。目前 Robotaxi 处于 L4 级阶段，主要在特定区域和路线下运行。

城市中开展了4级的示范性运营，标志着无人驾驶技术正从测试验证阶段迈向特定场景下的初步商业化实践。

本报告严格依据GB/T 40429-2021划分驾驶自动化等级，涵盖2级组合驾驶辅助（简称“L2级驾驶辅助”）、3级有条件自动驾驶（简称“L3级自动驾驶”）、4级高度自动驾驶（简称“L4级自动驾驶”）。聚焦私人乘用车、自动驾驶出租车（Robotaxi）两大核心载体，开展商业化运营专项分析。

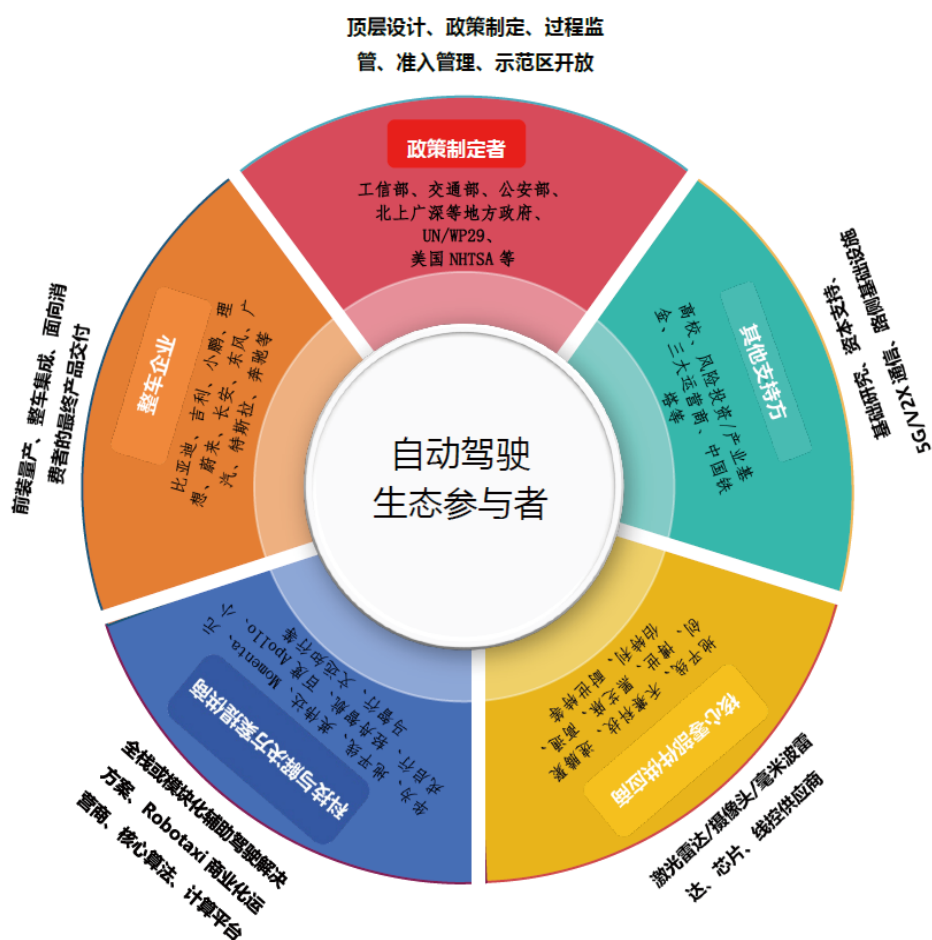
三、自动驾驶产业生态

自动驾驶从实验室走向规模化商用，涉及政策制定者、整车企业、科技公司、零部件供应商、基础设施运营商、资本与保险机构等多方主体的协同。上述主体既存在明确分工，又存在业务交叉，共同构成了当前自动驾驶产业的生态体系。

（一）政策制定者：从“准入许可”到“方向引导”

在产业发展初期，政策制定者的核心职能是划定测

试边界、设定准入门槛，通过发放道路测试牌照、划定开放测试区域，为自动驾驶技术从封闭园区走向公开道路提供合规基础。而随着技术验证的逐步完成和商业化探索的启动，当前政策方向已逐步转向构建适配全场景规模化应用的制度框架，从前端准入向全生命周期监管延伸，从单一的技术规范向数据安全、责任认定、基础设施建设等多维度引导拓展。



近年来，我国从国家层面到地方层面密集出台顶层设计与落地细则：国家层面先后发布《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，明确产业发展目标与核心路径，启动L3级及以上自动驾驶的准入试点；地方层面则结合自身产业基础与场景资源，推出不同特色的支持政策，北京、上海、广州、深圳等多地率先开放超千公里的测试道路，发放载人示范运营资质，探索Robotaxi商业化收费试点，为全国制度完善积累实践经验。

国际层面，联合国世界车辆法规协调论坛（WP.29）出台自动驾驶框架指导文件，推动全球各国法规标准协同；美国交通部及NHTSA发布联邦自动驾驶政策，依托安全豁免机制降低车辆准入门槛，配合各州监管规则支撑Waymo等企业开展商业化运营。全球各国监管主体持续完善规则体系，共同构建自动驾驶产业治理顶层框架。

（二）整车企业：量产落地的主力军

整车企业是自动驾驶技术从实验室走向消费者的“最后一公里”，凭借整车制造体系、量产落地能力和直接

面向C端用户的渠道，成为当前自动驾驶规模化应用最核心的推动力量。

在国内，整车企业的自动驾驶发展策略大致可分为两类：一是全栈自研型，以小鹏、理想、蔚来为代表，从芯片、算法到操作系统实现全链路自主可控，追求长期技术壁垒与数据闭环；二是深度合作型，以长安、东风、广汽等旗下品牌及鸿蒙智行“五界”（问界、智界、享界、尚界、尊界）为代表，依托华为等供应商的全栈方案实现快速追赶。此外，比亚迪、吉利、长城等头部企业则采取自研与合作并行的混合策略，凭借庞大的销量基盘，将L2驾驶辅助功能快速下放至10万元以下车型。

在具体的技术路线选择上，多数整车企业选择“循序渐进”的落地策略：先依靠单车智能⁴实现L2级驾驶辅助的规模化普及，再依托“车路云一体化⁵”的基础设施推进高阶自动驾驶落地，通过量产车型的持续迭代，逐步降低技术成本、优化用户体验，同时不断完善安全冗余⁶设计，为更高阶自动驾驶的商业化

⁴ 单车智能：指车辆仅依靠自身搭载的传感器、计算平台与算法完成环境感知、决策规划和运动控制，不依赖路侧设备（RSU）、V2X通信或云端实时协同的自动驾驶路径。

⁵ “车路云一体化”：指通过新一代信息与通信技术，将人、车、路、云的物理空间和信息空间融合为一体，基于系统协同感知、决策与控制，实现智能网联汽车交通系统安全、节能、舒适及高效运行的信息物理系统。

⁶ 安全冗余：指在自动驾驶系统的关键功能路径上，设计多重独立且可互为备份的硬件、软件或信息链路，确保在任一组件或子系统发生单点故障时，系统仍能维持基本安全功能，或在可控范围内安全降级运行。

应用打下基础。

（三）科技巨头与解决方案提供商：技术引擎与平台赋能

科技巨头与解决方案提供商凭借在人工智能、大数据、云计算等领域的深厚积累，不仅为自动驾驶提供了关键的技术引擎，更通过开放平台和模块化架构，推动了技术的普惠和产业的快速迭代，成为连接技术创新与产业应用的重要桥梁。

华为是这一阵营中最具代表性的企业之一。华为坚持自动驾驶全链条全栈自研——从 MDC 芯片、激光雷达等硬件，到感知、决策、规划算法及整车集成，实现一站式供给。乾崑辅助驾驶依托 WEWA 2.0 架构进化为面向自动驾驶的 AI 智能体，云端引入“多智能体博弈”与“在线强化学习模式”，训练效率提升 10 倍，车端实时风险热力图决策可将碰撞风险降低 50%。截至 2025 年底，乾崑辅助驾驶搭载量突破 140 万辆，35 万元以上豪华车型城区领航辅助市占率超 50%。

地平线作为自动驾驶科技供应商的代表，其产品覆盖从芯片到软件、从辅助驾驶到智能座舱的整车智能体全品类，是国产自动驾驶计算平台的中坚力量。通过“芯



片 + 算法 + 工具链”的开放平台模式，降低了车企的技术研发门槛，赋能其快速构建差异化的辅助驾驶能力。地平线推出我国首个量产的一段式端到端辅助驾驶方案（Horizon Super Drive），其征程系列芯片可覆盖 L2 级基础辅助驾驶到城区 NOA 的需求。目前，地平线已与全球超 40 家车企及品牌达成合作，赋能合作车型超 300 款。在市场渗透方面，数据显示，2026 年上半年，在自主品牌乘用车智驾芯片（全阶）市场，地平线以 31.94% 的市场份额，继续保持行业第一的地位，英伟达以 29.38% 的份额紧跟其后。在自主品牌乘用车支持城区 NOA 芯片（高阶）供应商中，地平线凭借征程 6 系列芯片的大规模量产，市场份额扩大至 22.82%，相比 2025 年提升将近 5 个百分点，跃居第二，与英伟达形成「高阶智驾双强」格局，英伟达、地平线、华为三家占接近 80% 的市场份额。

同时，地平线已深度占据主流价格带。在我国 20 万元以内主流自主品牌新车销售市场中，搭载城区 / 高速领航功能的 L2 级组合驾驶辅助方案的市场渗透率从 2025 年初的 5% 提升至年末的 50% 以上；在该细分市场中，地平线占据约 44% 的市场份额。作为“智驾平权”⁷ 的推动者，地平线基于征程 6 系列芯片与 HSD 方案，

将城区 NOA 功能普惠至 15 万元级、10 万元级车型；其星空舱驾融合芯片可帮助单车成本节省 1500—4000 元。

在更广泛的意义上，第三方辅助驾驶解决方案商的格局也已初步成型。除上述代表企业外，千里科技、卓驭科技分别获得吉利、一汽等车企的战略投资或深度绑定，元戎启行在量产车型交付速度上逐年壮大；轻舟智航在商用车无人配送场景上也积累了独特实践经验。这些企业背后大多有车企支持，通过量产项目与资本纽带形成双向支持。

在共享出行领域，Robotaxi 是自动驾驶商业化落地的排头兵，推动自动驾驶商业化进程从“试验场”迈向“加速跑”阶段。当前国内已经形成百度萝卜快跑、小马智行、文远知行三家头部企业差异化发展的格局。广汽如祺出行、曹操出行、滴滴等出行平台也在加速拓展自动驾驶出行服务。这些平台的共同特征是：不直接造车，而是通过整合车辆、技术和运营资源，推动自动驾驶从“示范尝鲜”走向“日常出行”。

（四）核心零部件供应商：关键硬件的自主突围

⁷ 智驾平权：通过技术降本和规模化应用，打破高阶智能驾驶辅助功能（如高速 NOA、城市 NOA、记忆泊车等）与高端车型的绑定，使其成为各价位车型的标准配置，最终实现“全民智驾”。

自动驾驶的实现离不开传感器、芯片、执行机构等硬件支撑。国内核心零部件供应商正加速推进自主攻关突破，为我国自动驾驶产业规模化发展提供稳固的硬件支撑。

其中，传感器作为自动驾驶系统的“眼睛”和“耳朵”，已从辅助驾驶选配走向主流车型标配，其国产化进程尤为关键。近年来，禾赛科技、速腾聚创、大疆 Livox 等国内企业通过技术创新和规模化量产，不断打破国外垄断。以禾赛科技为例，产品依托自研芯片与架构优化，在大幅压缩硬件成本的同时，实现了长探测距离与高点频⁸双重性能提升，助力领航辅助驾驶在主流车型普及。

摄像头作为视觉感知的核心，舜宇光学、欧菲光等企业在车载镜头和摄像头模组领域持续突破，在分辨率、低光性能、广角畸变控制等关键指标上达到国际先进水平，占据了全球车载摄像头市场的重要份额。毫米波雷达方面，德赛西威、华域汽车等企业也在不断提升技术实力，逐步实现从 L2 向 L3/L4 级所需的高分辨率毫米波雷达的国产化替代。

⁸ 点频：又称点云速率，依据 GB/T45500—2025 定义，指车载激光雷达单位时间内输出的有效三维探测点总数量，单位为点/秒（pps），是衡量激光雷达环境感知密度的核心指标。



芯片作为自动驾驶的“大脑”，其自主可控是产业安全的核心。除了前述科技巨头中的华为、地平线等在驾驶辅助芯片领域的深耕，黑芝麻智能、寒武纪行歌等专注于驾驶辅助芯片的创业公司也在快速崛起。这些国内芯片企业通过架构创新、软件生态建设和与车企的深度联合开发，正逐步打破 Mobileye、NVIDIA 等国际芯片巨头的市场主导地位，为自动驾驶的规模化应用提供了坚实的算力支撑。

执行机构方面，线控底盘是实现自动驾驶的关键载体。传统底盘企业如博世、大陆集团在该领域起步早、技术成熟。国内企业如中鼎股份、伯特利、华域汽车等通过自主研发和海外并购等方式，加速线控技术的突破。伯特利的 WCBS（线控制动系统）已实现量产装车，具备响应速度快、控制精度高、结构紧凑等优点，可满足 L2 至 L4 级对制动系统的要求。

核心零部件的自主突围，不仅降低了自动驾驶系统的整体成本，提升了供应链的安全可控性，更重要的是，通过与国内整车企业和科技公司的紧密协同，形成了“需求牵引—技术研发—量产验证—迭代升级”的良性循环。这种从依赖进口到自主可控，再到参与全球竞争的转变，是我国汽车产业向智能化、电动化转型

过程中不可或缺的关键一环。

（五）其他支持方：筑牢自动驾驶生态支撑体系

其他支持方包括高校与科研机构、资本与投资机构、通信与基础设施运营商。它们分别承担着基础研究、资金输血和路侧保障的职能，共同构成了自动驾驶生态的“底座”，是自动驾驶产业从“纸上蓝图”走向“地上实景”不可或缺的支撑体系。

高校与科研机构作为自动驾驶技术创新的源头，长期致力于感知算法、决策规划、多传感器融合、高精度定位等基础理论与核心技术的研究。美国依托 CMU、斯坦福、MIT 等顶尖高校及 Mcity 等测试基础设施，形成了覆盖基础理论、核心算法与工程验证的完整研究体系。国内，清华大学、同济大学、北京理工大学等高校长期深耕智能网联汽车领域，在感知算法、决策控制、车路协同等方向形成了扎实的研究积累。这些机构的价值不在于“造出能上路的车”，而在于为产业界源源不断地输送基础理论、核心算法和高端人才。

近年来，国内资本市场对自动驾驶赛道保持高度关注，不仅有红杉资本、高瓴创投等头部风险投资/股权投资积极布局，也有地方政府产业基金、车企战略投

资等多种资本力量的参与。据不完全统计，2025 年我国自动驾驶领域融资总额超过 350 亿元（截至 2025 年 10 月），资本的注入不仅为企业提供了充足的研发资金和运营成本，更促进了行业资源的整合与优化配置，加速了技术迭代和商业化进程。

通信与基础设施运营商则为自动驾驶的规模化应用提供了关键的路侧保障和网络支撑。5G 技术的低时延、高带宽特性是实现车路协同、远程控制等高级自动驾驶功能的前提。中国移动、中国联通、中国电信等运营商积极推进 5G-A⁹（第五代移动通信技术增强版）的建设与应用，在全国多个城市部署了智能网联路侧单元（RSU¹⁰），实现了交通信号灯、路况信息等实时数据的车路交互。同时，这些运营商还参与构建了高精度地图动态更新平台和车联网数据安全体系，为自动驾驶车辆提供了厘米级的定位服务和可靠的数据传输通道。

伴随人工智能、传感器、车载计算平台技术突破，

⁹5G-A（5G-Advanced）：即 5G 的演进和增强版本，由 3GPP（第三代合作伙伴项目）在 2021 年正式定义。狭义上指 3GPP 标准中自 R18 版本起定义的新技术，广义上是 5G 向 6G 演进过程中的中间阶段。5G-A 首次实现从单一通信能力到“通感算智”多重能力融合，在网络速率、时延、连接规模和能耗等方面全面超越现有 5G，是支撑车路云一体化高级功能的基础网络技术。

¹⁰RSU（RoadSideUnit）：即路侧单元，是车路协同系统中实现道路基础设施网络化、智能化的关键设备，承担着道路与车辆、云控平台之间通信的重任。RSU 部署于道路两侧，可与路侧感知设备（如雷达、摄像头）协同，实时获取并广播交通信号灯状态、道路拥堵、事故预警等信息，是实现“聪明的车 + 智慧的路”互联互通的核心物理设施。



自动驾驶从实验室原型逐步走向实车测试、示范运营，最终形成当前多技术路线、多应用场景、多市场主体共存的产业格局。政策制定者划定规则边界，整车企业提供量产载体，科技巨头输出智能方案，零部件供应商夯实硬件底座，出行平台打通商业闭环，其他支持机构则在基础研究、数据安全、高精地图、保险理赔等细分领域提供专业保障。这些力量既相互依赖，又相互博弈，共同推动着自动驾驶从“能开”走向“安全地开”，从“可用”走向“好用”。当前，自动驾驶的竞争已不再是单一技术路线或企业间的“门派之争”，而是转向了多元并行与生态构建的较量。技术互补、商业模式协同与生态共生，将成为行业发展的主旋律。

第二章 自动驾驶技术演进

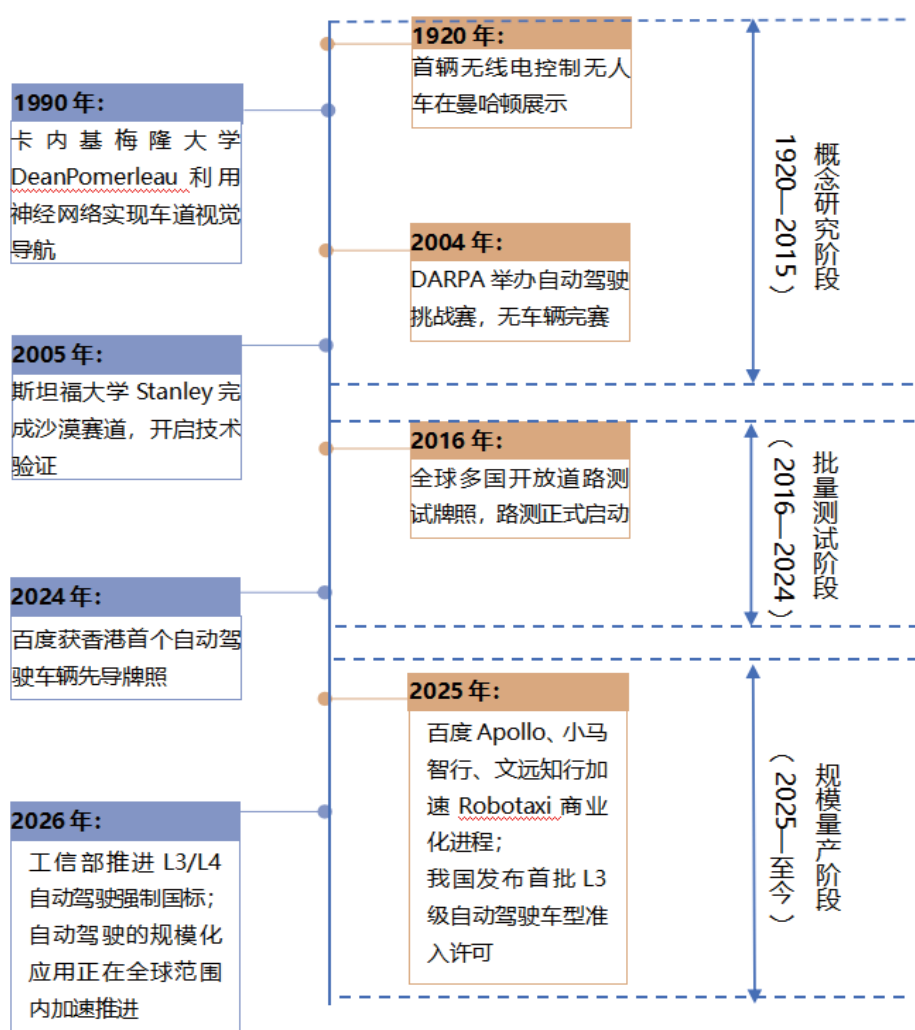
自动驾驶技术的发展并非一蹴而就，而是经历了一个从“概念萌芽”到“真实道路验证”再到“规模化商用”的漫长过程。这一演进可以清晰地划分为三个阶段：概念研究阶段（约 1920–2015 年），以理论探索和技术原型为主；批量测试阶段（2016–2024 年），开放道路验证与示范运营并行；商业化**分层落地阶段**（2025 年至今），商业化落地与产业生态加速成型。贯穿始终的一条主线，是人工智能从“辅助工具”逐步演变为“核心引擎”的深度赋能。

一、概念研究阶段（约 1920–2015 年）

本阶段的起点可以追溯到 1920 年，首辆无线电控制无人车在纽约曼哈顿街头展示，首次验证了“无人驾驶”的可能性。1969 年，人工智能先驱麦卡锡提出“自动司机”概念，从理论层面勾勒出机器替代人驾驶的

设想。然而，受限于传感器和计算能力，早期探索主要依赖规则驱动，工程师编写数以万计的“if-then-else”逻辑，试图穷尽所有驾驶场景。现实世界的复杂性远超预期：道路施工、突然横穿的行人、不规范的交通行为等规则越多，“盲区”也越多。

自动驾驶演进图：





深度学习的突破,为这一困局提供了答案。1990年,神经网络首次实现车道视觉导航,奠定了“从数据中学习”的技术基础。2004年,DARPA举办自动驾驶挑战赛,虽无车辆完赛,却点燃了全球研究自动驾驶的热情。次年,斯坦福大学 Stanley 成功完成沙漠赛道,标志着技术验证的实质性突破。2009年,谷歌启动自动驾驶项目,科技巨头正式入局。

在这一阶段,AI证明了“用数据教机器开车”的可行性。感知层面,深度学习使车辆能够实时识别行人、车辆、车道线,降低了对昂贵传感器的依赖;决策层面,AI开始从硬编码规则走向复杂的场景理解。至此,“感知—决策—执行”三大核心系统技术框架基本成形,为后续批量测试奠定了认知基础。

二、批量测试阶段（2016-2024 年）

进入批量测试阶段,问题从“能不能开”升级为“在真实道路上能不能安全地开”。2016年,全球多国开始发放开放道路测试牌照,自动驾驶正式从封闭场地走向公开道路。我国也在同一时期启动智能网联汽车

示范区建设，北京、上海、广州、深圳等城市率先划定测试道路。

AI 在这一阶段的核心价值是构建“数据闭环”——让算法在行驶中持续学习、不断进化。以特斯拉为代表的“影子模式¹¹”成为典型范式：量产车日常行驶时，自动驾驶系统在后台持续模拟决策，并与人类驾驶员的操作进行对比。当两者存在差异（即“长尾场景¹²”或“边缘场景¹³”），系统便将这段数据回传用于训练模型。AI 大模型对数据挖掘、自动标注、模型训练和仿真测试进行全面升级，使辅助驾驶数据从小规模、重人工的模式，转向大规模、自动化、可闭环的运转方式。

AI 的应用使测试效率实现数量级跃升。原来需要数月人工标注才能完成的数据集，现在仅需数天即可完成训练迭代，大量真实道路长尾场景被快速纳入模型训练范围。仿真测试也借助 AI 实现了场景生成与压力测试的自动化，可在短时间内生成数百万种极端边界场景，完成千万公里级的虚拟测试，大幅缩短了技

¹¹ 影子模式：指在量产车行驶过程中，自动驾驶系统在后台“静默”运行，实时感知环境、做出决策和规划轨迹，但这些输出并不实际控制车辆，车辆仍由人类驾驶员操作。

¹² 长尾场景：是指自动驾驶系统中发生概率极低、种类繁多，但一旦出现可能危及行车安全的边缘驾驶状况。

¹³ 边缘场景：根据《道路车辆自动驾驶系统测试场景术语》（GB/T 46896-2025），指在非常规情况下，存在极值或存在一个或多个对系统能力产生挑战的参数的场景。



术迭代周期，也降低了实路测试的安全风险。我国已建成 17 个国家级测试示范区，开放测试道路总里程超 3.5 万公里。这些规模化测试得以推进的背后，正是 AI 对数据处理与模型训练能力的指数级提升。

AI 在这一阶段完成了从“实验室工具”到“产业驱动引擎”的身份转变。它构建了“数据—训练—部署—反馈”的自动化闭环，使自动驾驶系统具备了“越开越聪明”的能力。

三、商业化分层落地阶段（2025 年至今）

这一阶段，我国自动驾驶产业呈现显著分层发展格局：L2 级驾驶辅助已实现整车规模化量产与市场全面普及；3 级有条件自动驾驶处于小批量合规量产、分城市限定路段试点探索阶段，2025 年底我国发布首批 L3 级自动驾驶车型准入许可，2026 年工信部推进 L3/L4 自动驾驶强制国标制定；L4 级高度自动驾驶领域，头部企业完成千台级车队常态化收费运营与局部城市商业闭环验证，其中小马智行 Robotaxi 实现单车商业化盈利，Waymo 全无人驾驶里程突破 1.7 亿英里。目前，

行业整体处于从示范测试向规模化商业运营过渡的探索期。

AI正在从三个层面深刻重塑这一阶段的产业格局。

其一，技术范式多元并存：纵观当前技术格局，模块化、端到端、VLA 与世界模型四条技术路线正呈现出“分层分化、融合演进”的特征。家用 L2 级驾驶辅助优先追求场景体验、控制硬件成本，持续迭代端到端、VLA 轻量化方案；Robotaxi、干线 L4 级自动驾驶营运车辆优先满足安全监管、责任溯源要求，长期以模块化架构为主，仅用生成式世界模型完成前置仿真验证。国内不会出现单一技术路线通吃全部场景的格局，分层适配将成为长期行业特征。

其二，软硬一体化战略布局：从“芯片 + 算法”深度耦合，演进至“整车智能体操作系统”全面构建。进入 L2 级驾驶辅助规模量产阶段，算力堆砌已非核心壁垒，从底层芯片到上层算法的系统性整合能力已成为行业趋势。行业正从“零部件拼凑”走向“架构统一”，头部企业纷纷打造整车级智能操作系统（如华为乾崮 iDVP、地平线 KaKaClaw 咖咖虾™、小鹏 XOS、蔚来 SkyOS），向下兼容多平台异构算力，向上贯通感知、决策、控制、座舱的全链路数据流，并向车企与第三

方开发者开放标准化 API 与工具链。这一架构将压缩硬件适配成本、缩短辅助驾驶功能开发周期，使 AI 决策从“模块接力”变为“全局统筹”，让智能化从配置选项进化为整车核心属性。

其三，辅助驾驶的普惠化进程：伴随具备城区、高速领航能力的增强型 L2 级驾驶辅助技术规模化落地，相关辅助驾驶配置不再局限于高端乘用车，正加速下探至平价主流家用车型，推动“智驾平权”。这一进程的核心推动力，来自 AI 对产业链成本的持续优化：一方面，AI 算法的迭代降低了对高成本硬件的依赖，以视觉为主的方案逐步成熟，不少车企通过 BEV+Transformer¹⁴ 大模型，在仅配备基础传感器的车型上也实现了城市 NOA¹⁵（领航辅助驾驶）等 L2 级驾驶辅助功能，大幅拉低了 L2 车型的入门门槛；另一方面，规模化量产摊薄了芯片、激光雷达等核心硬件的成本，近几年主流智驾芯片的单价逐年下降，激光雷达的成本也从早年的数十万元降至万元以内，为车型降价留出了空间。与此同

¹⁴BEV (Bird's Eye View, 鸟瞰视角)：是一种将多传感器（摄像头、雷达、激光雷达）采集的视角各异的感知数据统一转换为“上帝视角”的二维俯视图的技术方法；Transformer 则是一种基于自注意力机制的深度学习模型架构，擅长处理序列数据间的长距离依赖关系。BEV 与 Transformer 的结合使用，使自动驾驶感知系统能够更精准地理解三维空间中的物体位置、运动轨迹以及各物体之间的动态关系，在遮挡场景、异形物体识别方面具有显著优势。

¹⁵NOA (Navigate on Autopilot)：即领航组合驾驶辅助系统，是指在高速公路以及快速路等场景下，根据车辆周边行驶环境，对车辆持续进行横向和纵向运动控制，辅助驾驶员执行部分动态驾驶任务的组合驾驶辅助系统。NOA 可分为高速 NOA（高速公路及城市快速路）和城市 NOA（含城区普通道路）两个主要层级。

时，驾驶辅助功能的商业模式也在探索普惠化路径，除了预装出厂，不少车企推出了订阅制服务，让用户可以按需按月或按年购买高阶辅助驾驶功能，进一步降低了尝鲜门槛。中国汽车工业协会（简称“中汽协”）发布的《2025 城市 NOA 汽车辅助驾驶研究报告》数据显示，10 万～20 万元价格区间车型中，搭载城区/高速领航驾驶辅助功能渗透率¹⁶已高达74.83%，L2 基础功能更是下探至10 万元以下车型。越来越多普通用户得以享受驾驶自动化带来的出行便利，真正推动自动驾驶从产业示范走向大众普及。

回顾自动驾驶技术演进的三个阶段，AI 的影响力逐级深化，已从“辅助工具”成长为“核心引擎”。当前，AI 正是推动自动驾驶从“批量测试”迈向“规模量产”的决定性力量，也在持续加速驾驶自动化从高端专属走向全民普惠，为行业打开了更广阔的增长空间。

渗透率：指搭载某项功能的车辆销量占同期乘用车总销量的比例，计算公式为：渗透率=（统计周期内具备目标功能的车辆销量÷同期乘用车总销量）×100%。

第三章 自动驾驶应用概况

一、自动驾驶应用背景

从批量测试到规模化量产，随着自动驾驶技术、政策、商业与需求四大维度日益成熟，自动驾驶正从“试点验证”转向“全面推广”。技术演进与产业生态成熟为其规模化应用奠定核心基础，出行与物流行业提质增效需求成为重要牵引。我国城市化进程中，城市通勤压力增大，干线物流存在人力成本高、安全隐患突出等痛点，市场对智能出行与运输服务需求迫切，为自动驾驶提供广阔市场空间。此外，国家出台顶层规划支持智能网联汽车产业，地方政府陆续推出开放道路测试、示范运营补贴、产业园区落地等配套支持政策，优化产业环境，共同推动自动驾驶迈向规模化应用新阶段。

从政策维度看，法规体系正在加速完善，为规模化应用扫除制度障碍。近年来，国家层面先后出台《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范》《汽车驾

驶自动化分级》等一系列基础性规则，明确了不同级别自动驾驶的分级标准、责任划分与准入要求。2025年L3级自动驾驶车型准入许可发放后，配套的交通事故责任认定、保险制度也同步跟进修订，解决了此前阻碍量产落地的核心制度争议。地方层面，北京、上海、广州、深圳等多个一线城市已开放全域测试道路，长沙、武汉等城市也出台了Robotaxi商业化运营管理细则，在准入门槛、运营范围、安全监管等方面形成了可复制推广的经验，为全国范围内的规模化应用提供了制度参考。



从技术维度看，搭载城区/高速领航功能的L2级驾驶辅助已进入稳定量产期，核心硬件成本持续下降。驾驶自动化技术正从基础ADAS¹⁷（高级驾驶辅助系

¹⁷ADAS (Advanced Driver Assistance System)，即高级驾驶辅助系统，指通过各种车载传感器（摄像头、雷达、激光雷达等）收集车内外的环境数据，进行静、动态物体的辨识、侦测与追踪等处理，从而让驾驶员在最快的时间察觉可能发生的危险并采取相应措施，以提升驾乘安全性的技术体系。按照SAE（国际自动机工程师学会）的驾驶自动化分级，ADAS技术通常对应L1-L3级别，属于“辅助驾驶”而非“自动驾驶”范畴。典型的ADAS功能包括AEB、ACC、LCC、ALC、APA等。



统)向高速 NOA、城市 NOA、Robotaxi 逐级演进,产业周期步入稳定量产阶段。在 AI 大模型的驱动下,端到端架构已成为主流技术趋势,感知、决策、规划等环节加速融合,系统对复杂场景的理解和应对能力显著提升。更关键的是,核心硬件成本正在快速下降。以激光雷达为例,半固态激光雷达成本已降至千元以内,高像素车载 CIS(CMOS 图像传感器)、大算力智驾芯片、线控制动等关键部件的量产应用,使 L2 级驾驶辅助的整体物料成本不断降低。调查显示,Robotaxi 最新一代车型成本已降至 20 万至 30 万元区间;华西证券 2026 年 3 月发布的行业深度研报指出,Robotaxi 单车单日运营成本约为 340 元;部分城市 Robotaxi 已迎来单车盈利拐点。成本的快速下探,使自动驾驶从“奢侈品”变成“消费品”。

从商业维度看,多元落地场景整体从技术验证阶段迈向盈利探索拐点。在出行服务领域,头部 Robotaxi 企业于广州、深圳、武汉等城市核心片区开展常态化市场化收费运营,小马智行、萝卜快跑先后在试点区域实现单车运营盈利转正或单车收支平衡,但受车队规模、跨城前置投入制约,企业整体可持续盈利仍有待规模化放量支撑;在干线物流领域,L4 级自动驾驶



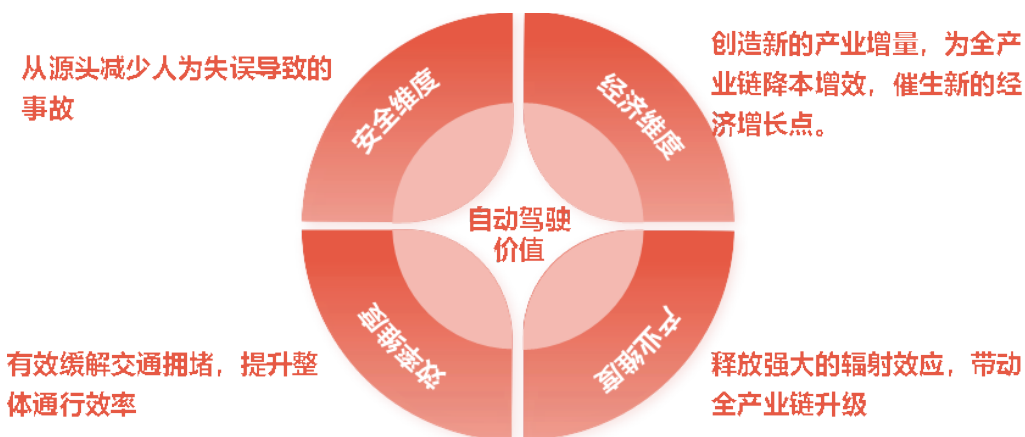
重卡正由示范测试转向商业化运营，卡尔动力、小马智行依托“领航车+无人重卡编队”模式，在京津冀、内蒙古开通跨省、跨盟市货运商业线路；在港口、露天矿山等封闭、半封闭场景，L4自动驾驶已实现大范围规模化落地，人力替代、降本增效的商业价值充分验证；在民用乘用车领域，行业高阶智驾逐步由全系免费标配转向硬件预埋、高阶功能付费选装/订阅模式，华为ADS、特斯拉FSD在国内市场均采用买断+月度订阅并行收费方案，但当前用户付费转化率整体偏低，付费生态仍处于培育阶段，尚未形成稳定可持续的C端商业闭环。

从需求维度看，消费端、产业端对驾驶自动化的接受度持续抬升，市场增长需求基础逐步夯实。C端消费者对驾驶辅助功能认知持续深化，领航辅助驾驶逐步成为大众购车重要参考维度。依据人民智库2025年《公众对于无人驾驶汽车的认知与期待调查报告（2025）》，75.84%受访者认可无人驾驶安全性优于辅助驾驶，82.13%受访者认为人为操作是交通出行最大不确定因素，64.43%受访者看好无人驾驶长期应用前景，公众整体技术接纳意愿持续走高。B端市场刚需特征更为突出：港口、矿山、干线物流等企业布局自动驾驶，可

显著削减人工成本、降低人为事故、提升周转效率；网约车、城市出行平台依托自动驾驶试点布局，挖掘长期运营增值空间。整体来看，C端消费需求、B端产业降本增效需求双向叠加，为自动驾驶规模化落地构筑起坚实市场基础，但现阶段自动驾驶规模化商用仍受技术成熟度、配套法规、盈利模型约束，整体仍处于培育爬坡阶段。

二、自动驾驶应用的价值与意义

自动驾驶的规模化应用，并非单纯的技术升级，而是一场涉及交通出行、产业经济、社会治理乃至国际竞争格局的系统性变革。其价值与意义，可以从安全、效率、经济和产业四个维度加以审视。





在安全维度，自动驾驶有望从源头减少人为失误导致的事故。据世界卫生组织《2023年全球道路安全现状报告》统计，全球每年因交通事故死亡人数约119万。公安部交通管理局的研究与美国国家运输安全委员会（NTSB）的调查数据均显示，90%以上的交通事故是由驾驶员分心、疲劳或违规驾驶等人为因素造成的。自动驾驶通过消除人为操作失误，有望显著降低交通事故发生率和人员伤亡。Waymo于2023年底发布的纯无人驾驶安全研究报告显示，其在凤凰城、旧金山和洛杉矶超过700万英里的完全无人驾驶中，造成人员受伤的事故率较人类驾驶员降低了85%。因此，自动驾驶承载的不仅是一项新技术的商业价值，更是一项关乎公众交通安全的突破。

在效率维度，自动驾驶能够有效缓解交通拥堵，提升整体通行效率。自动驾驶车辆通过精确的速度控制、合理的跟车距离和优化的路径规划，可以减少因人为操作导致的“幽灵堵车”现象，提高道路容量。在车路云协同的架构下，车辆能够实时获取路口信号灯信息、前方拥堵状况和事故预警，实现超视距感知和协同通行。在我国，“车路云一体化”已在多个试点城市取得显著的交通安全改善与通行效率提升成效。



在北京亦庄高级别自动驾驶示范区，“车路云一体化”使车辆每万公里碰撞风险降低 23%，信控优化使车均延误率和车辆排队长度下降 30%。在十堰智慧交通试点项目中，2025 年全市亡人交通事故同比下降 11.7%，武当山等高速收费站高峰时段通行效率提升 26.8%。规模化应用后，交通系统的整体运行效率有望得到质的提升。

在经济维度，自动驾驶能够直接创造新的产业增量，同时为全产业链降本增效，催生新的经济增长点。在出行与物流领域，自动驾驶的核心价值在于显著降低人力成本，提升运营效率。干线物流场景中，卡尔动力 L4 级自动驾驶重卡通过编队模式实现无人化运营，人力成本降低 80% 以上，同时编队行驶可减少约 10% 的风阻，从而降低能耗，综合运营成本下降约 20%。Robotaxi 方面，小马智行 2027 版全无人 Robotaxi 整车总成本已下探至 23 万元以内，广州、深圳已实现单车月度运营盈利。港口、矿山等封闭作业场景下，徐工无人电动矿卡可实现 24 小时不间断作业，100 台无人矿卡仅需 7 人远程监控，每年可为企业节支超 1.5 亿元。另一方面，自动驾驶的规模化应用正带动芯片、传感器、智能座舱、车路基础设施等上下游领域的投资与需求



增长，延伸出智能网联新产业链，为数字经济与实体经济融合发展提供典型应用场景。

在产业维度，自动驾驶正释放强大的辐射效应，带动全产业链升级。自动驾驶作为复杂技术的系统级集成平台，能够强力驱动上下游产业链协同发展，涉及人工智能算法、车规级芯片、高精传感器、网联通信等多个关键领域。自动驾驶既是人工智能与物理世界深度结合、具备高价值规模化落地潜力的“第一场景”，也能为具身智能等新领域提供先行经验。从更宏观的视角看，自动驾驶的竞争已超越单一产业范畴，成为大国科技博弈的战略制高点——谁掌握了自动驾驶的核心技术、数据标准与产业生态，谁就掌握了未来出行与智能交通的主动权。

三、国内外自动驾驶政策

（一）中国：从试点探索迈向规模化应用

过去十年，我国自动驾驶政策经历了从地方探索到全国统筹、从鼓励创新到规范与监管并重的系统性演进。这一演进过程，与我国智能网联汽车产业从技术



验证走向规模化应用的发展节奏深度耦合，逐步形成了具有我国特色的治理框架。

2021年7月，三部委发布《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》，将管理范围从道路测试拓展至示范应用阶段。2022年，深圳率先出台全国首个自动驾驶地方性法规。这一阶段，L2级驾驶辅助渗透率突破30%，单车智能与“车路云一体化”双轮驱动的产业格局正式形成。

2023年后，政策体系逐步从“单点突破”转向“全链条覆盖”，规模化落地加速推进。2023年11月，四部门联合印发《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，首次明确L3/L4级自动驾驶的准入与上路通行管理框架。2024年6月，首批9家联合体成功入围全国试点名单。2025年12月，工信部正式对L3级自动驾驶车型予以附条件许可，标志着我国L3级自动驾驶从测试阶段迈入商业化应用的关键阶段。

进入2026年，自动驾驶政策体系建设进一步提速。2026年3月，国家市场监督管理总局、国家标准委发布多项智能网联汽车国家标准，明确车控、车载两大核心操作系统的安全与性能指标，进一步完善了“三



横二纵”智能网联汽车标准体系。2026年5月，工信部发布《2026年汽车标准化工作要点》，部署“新兴领域标准引领行动”，将智能网联汽车、汽车芯片、车用人工智能列为年度标准化核心赛道，明确把驾驶自动化作为重点攻坚领域，统筹分层推进各级别驾驶自动化强制性国家标准制修订，并同步配套完善“车路云一体化”、汽车软件、车载数据、关键电子零部件全链条配套标准体系。2026年7月，我国接连发布两项关于驾驶自动化系统安全的强制性国家标准，构建起从L2级驾驶辅助到L3/L4级自动驾驶的完整强制监管体系。

我国自动驾驶政策的整体演进趋势呈现以下特点：

一是“鼓励创新与规范发展并重”。早期政策以“鼓励支持”为主基调，随着L2级驾驶辅助渗透率快速提升，政策重心逐步向规范发展倾斜，2025年已密集出台产品准入、召回管理、OTA¹⁸升级等全链条监管措施。二是治理模式从“地方先行”走向“全国统筹”。从早期各地自发探索测试规则，到2018年国家层面统一路测规范，再到2023年准入试点全面铺开，“央地

¹⁸OTA (Over-The-AirTechnology)：即空中下载技术，指通过移动通信网络等无线方式，远程向已售出的智能终端设备推送并安装系统更新、功能补丁或固件升级的技术方案。在汽车领域，OTA使车辆能够全生命周期持续迭代，无需物理连接诊断仪即可对车辆的固件、软件、应用进行远程管理和升级，是“软件定义汽车”的核心使能技术。



协同、部委联动”的治理格局已基本形成。三是管理体系从“路测管理”延伸至“全生命周期监管”。政策体系已覆盖研发验证、产品准入、上路通行、召回监管、数据治理、保险配套等各环节，2026年1月起实施的三项强制性国家标准，进一步填补了信息安全与数据监管的制度空白。四是标准建设从“推荐引导”走向“强制约束”。早期标准以推荐性为主，如今L3/L4级自动驾驶系统安全要求等强制性国标的推进，意味着技术门槛正从“行业自律”上升为“法律规制”。五是技术路线从“单车智能”升级为“车路云一体化”国家战略。我国正走出一条与欧美差异化的道路，依托基础设施优势和制度协同能力，探索更具潜力的“中国方案”。六是跨区域通行互认机制加速落地。各地正逐步探索建立跨区域通行互认机制，有望统一全国车辆安全准入、测试验证、数据管理等刚性底线，破解“地方试点、跨区受限”难题，为全国范围商业化落地打通政策通道。

2023—2026 年国家层面重要政策与标准

时间	发布机构	政策 / 法规名称	核心内容
2023 年 11 月	工业和信息化部、公安部、住建部等	《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》	明确了试点车型范围与管理规范，为自动驾驶商业化落地正式打开政策大门。
2024 年 6 月	工业和信息化部、公安部、住建部、交通运输部	首批智能网联汽车准入和上路通行试点联合体名单公布	首批 9 家企业联合体成功入围全国试点名单，试点工作从政策层面迈入实质性落地阶段，覆盖北京、上海等多个示范运营重点省市。
2025 年 1 月	金融监管总局等四部门	《关于深化改革加强监管促进新能源车险高质量发展的指导意见》	顺应驾驶自动化趋势，推动保险行业转型升级
2025 年 2 月	工业和信息化部、市场监管总局	《关于进一步加强智能网联汽车产品准入、召回及软件在线升级管理的通知》	强化智能网联汽车产品准入与召回管理
2025 年 4 月	工业和信息化部	《2025 年汽车标准化工作要点》	推进动力电池安全、主动安全、碰撞安全等领域标准建设
2025 年 7 月	科技部	《驾驶自动化技术研发伦理指引》	明确自动驾驶技术研发中的伦理规范
2025 年 8 月	工业和信息化部、市场监管总局	《关于加强智能网联新能源汽车产品召回、生产一致性监督管理与规范宣传的通知（征求意见稿）》	规范 L2 驾驶辅助宣传，防止误导消费者
2025 年 9 月	工业和信息化部等八部门	《汽车行业稳增长工作方案（2025—2026 年）》	有条件批准 L3 级自动驾驶车型生产准入，推动保险等相关法律完善
2025 年 9 月	工业和信息化部	《智能网联汽车组合驾驶辅助系统安全要求（征求意见稿）》	首次针对组合驾驶辅助系统出台专项安全要求

时间	发布机构	政策 / 法规名称	核心内容
2025 年 12 月	工业和信息化部	L3 级自动驾驶车型附条件准入许可(首批)	长安深蓝 SL03、北汽极狐阿尔法 S 两款车型获批，我国 L3 级自动驾驶向商业化应用迈出关键一步
2026 年 1 月	国家市场监督管理总局、国家标准委	三项强制性国家标准正式实施	《汽车整车信息安全技术要求》《汽车软件升级通用技术要求》《智能网联汽车自动驾驶数据记录系统》三项强标于 2026 年 1 月 1 日起实施，填补了智能网联汽车信息安全与数据监管的制度空白
2026 年 3 月	国家市场监督管理总局、国家标准委	《智能网联汽车车控操作系统技术要求及试验方法》等国家标准	明确车控、车载两大核心操作系统的安全与性能指标，将于 2026 年 7 月正式实施，填补了操作系统标准空白。
2026 年 5 月	工业和信息化部	《2026 年汽车标准化工作要点》	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。
2026 年 7 月	国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会	《智能网联汽车 组合驾驶辅助系统安全要求》(GB 47955—2026)	我国首个 L2 级驾驶辅助强制性国标，针对基础单车道、基础多车道和领航组合驾驶辅助系统，分别提出功能安全、人机交互、数据记录、驾驶员状态监测等全生命周期安全要求，明确驾驶员始终承担驾驶责任，构建覆盖场地试验、道路试验、文件检验的多层级验证体系。
2026 年 7 月	国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会	《智能网联汽车自动驾驶系统安全要求》(GB 44721—2026)	我国首个 L3 级、L4 级自动驾驶的强制性国标，为自动驾驶产品明确了统一的安全准入基线，要求车企建立覆盖设计开发、生产制造到部署后全生命周期的安全保障体系，明确系统安全水平不低于“合格且专注的人类驾驶员”。

2025—2026 年地方层面重要法规与政策

时间	发布机构	法规 / 政策名称	核心内容
2025 年 6 月	杭州市人民政府办公厅	《杭州市智能网联车辆创新应用管理实施办法》	地方智能网联车辆创新应用管理规范
2025 年 8 月	上海市规划和自然资源局	《上海市智能网联汽车测绘地理信息安全管理导则（试行）》	规范智能网联汽车测绘地理信息数据安全
2025 年 10 月	北京市经信局、交通委等	《北京市自动驾驶汽车安全评估办法（试行）》等两项办法	建立地方性自动驾驶安全评估与道路应用试点安全管理体系
2025 年 11 月	天津市人大常委会	《天津市促进智能网联汽车发展条例》	地方性智能网联汽车产业促进立法

总体而言，我国自动驾驶政策已构建起“政策引领—试点实践—经验探索—标准完善”的治理闭环。随着 L3 级自动驾驶准入车型落地运行、强制性国家标准体系加速完善，以及“十五五”智能网联新能源汽车产业发展规划的编制推进，政策正从“为创新松绑”迈向“为规模化商用保驾护航”的新阶段。未来，责任认定、保险配套、数据跨境等关键制度将持续完善，为我国自动驾驶从大规模测试验证走向规模化商业应用提供系统性支撑。

（二）美国：创新松绑与安全监管并重

美国的自动驾驶政策由联邦与州两级共同构成。联邦层面以美国交通运输部和国家公路交通安全管理局

(NHTSA)为主,致力于通过监管松绑和标准更新推动创新;州层面则各具特色,形成了加州等领先州的实践范本。

2025年4月,美国交通运输部发布全新的自动驾驶汽车框架,确立了三项核心原则:优先保障自动驾驶车辆在公共道路上的安全性,消除不必要的监管壁垒,释放创新活力,推动自动驾驶汽车的商业化部署。同年1月,NHTSA推出自愿性框架AVSTEP(自动驾驶车辆安全、透明与评估计划),旨在建立数据报告要求并为未来规则制定提供参考。

2025年8月,NHTSA宣布了一项重要豁免政策——允许自动驾驶出租车制造商在运营其车辆时无需配备特定的手动控制装置。这是NHTSA在降低自动驾驶部署壁垒方面迈出的实质性一步。此外,NHTSA还宣布了2026年拟议的四项法规修订计划,旨在修订挡风玻璃除霜、刮水清洗、灯具和变速器联锁等安全标准,以适应无手动控制装置的自动驾驶车辆。

在立法层面,2025—2026年,美国有多项自动驾驶法案被提出。2025年5月,国会提出《自动驾驶加速法案》,要求交通运输部审查修订以人类驾驶员为前提的联邦机动车安全标准,为L4/L5级自动驾驶车辆建立国家部署框架。7月,提出《自动驾驶无障碍法案》,旨在通过联邦研究

和基础设施改造，提升残障人士使用自动驾驶出租车的便利性与安全性；同月，众议院提出《自动驾驶安全数据法案》，要求 NHTSA 强制 AV 企业报告公共道路行驶里程等数据。同月，国会提出《AMERICADRIVES Act》，为 L4/L5 级自动驾驶商用车（卡车）建立联邦框架，允许其跨州运营且无需人类驾驶员或远程操作员，优先于各州冲突性法规。2026 年 2 月，国会《SELFDRIVE Act》再次被引入，将为 L4/L5 级自动驾驶系统建立新的联邦安全标准，要求制造商提交“安全案例”，设立国家自动驾驶安全数据仓库，确立联邦在 ADS 设计等方面的优先权，保留各州在许可等方面的权限。

美国主要政策清单如下：

时间	发布机构	政策 / 法规名称	核心内容
2025 年 1 月	NHTSA	AVSTEP 提案	创建自愿性自动驾驶系统评估与监管框架
2025 年 4 月	美国交通运输部	自动驾驶汽车框架	确立安全优先、松绑创新、推动商业化三大原则
2025 年 7 月	国会	AMERICADRIVES-Act	明确 L4/L5 级自动驾驶商用车无需人类驾驶员
2025 年 8 月	NHTSA	豁免政策	允许无手动控制装置的自动驾驶车辆上路运营
2025 年 9 月	NHTSA	统一议程新增三项法规制定	推动联邦机动车安全标准（FMVSS）修订
2025 年	加州	SB480	授权自动驾驶车辆配备符合 SAE 国际标准的自动驾驶系统（ADS）标志灯
2026 年 2 月	国会	《SELFDRIVE 法案》	建立联邦优先权、引入安全案例报告机制、扩大 NHTSA 权限等

（三）其他国家：以“立法先行”和“场景定向”探索差异化追赶

德、日、韩等国在规模化落地时，侧重通过前瞻立法划定法律红线，并根据本国老龄化及交通运输行业的实际痛点进行场景化运营试点。

德国：自动驾驶、远程控制法案与强制责任险框架确立

政策内容：第一部是道路交通法第八修正案。该法律在 2017 年出台，主要奠定了 L3 级自动驾驶的基础。它首次允许驾驶员在系统激活时，将注意力从交通路况和方向盘上移开。但是，当系统发出接管请求或发生故障时，人类驾驶员必须立刻且无条件接管车辆控制权。

第二部是自动驾驶法。该法律在 2021 年通过，使德国成为全球首个允许 4 级完全无人驾驶车辆在公共道路特定区域进行常规运营的国家。这部法律的核心是创立了技术监督员制度，规定虽然车内没有传统驾驶员，但后台必须有技术监督员进行远程监控并进行宏观决策。

第三部是自动驾驶车辆批准与运行条例。该条例在 2022 年出台，是 2021 年自动驾驶法的配套细则。它详



细规定了L4级自动驾驶车辆如何申请牌照和通过年检，并对车型的技术安全、网络安全以及数据隐私保护给出了具体的执行标准。

第四部是道路交通远程驾驶条例。该条例在2025年底正式生效，专门用来规范纯远程人工遥控驾驶。它明确规定了当人类通过远程控制台和网络物理控制车辆时，该远程操作员在法律上直接等同于传统的车辆驾驶员，必须承担全部的交通行为法律责任。

第五部是自动驾驶伦理指南与配套保险法。2017年的伦理指南规定了人工智能在无法避免碰撞时，人类生命安全永远高于动物和财产，且严禁基于年龄或性别等任何特征进行歧视性选择。同时，德国修订了强制保险法，将自动驾驶的持有人和技术监督员纳入强制责任保险，确保事故受害者能得到赔偿。

日本：采取渐进式修订策略推进老龄化背景下的L4级公共服务

日本于2019年修订的《道路交通法》率先开放L3级自动驾驶车辆上路，允许驾驶员在系统激活状态下双手脱离方向盘，但需保持随时接管能力。2022年3月再度修订的《道路交通法》，标志着日本进入L4级自动驾驶时代——在人口稀少地区的特定路线，允许



无人驾驶巴士、无人递送车等在全无人状态下（远程监控）提供公共服务。2025 年 11 月，日本政府在更新的国家交通规划草案中提出，计划到 2030 财年部署 1 万辆具备 L4 级自动驾驶能力的公交车、出租车和卡车，以应对老龄化带来的劳动力短缺问题。

韩国：立法先行 + 试点落地降低数据脱敏门槛

2020 年，韩国《自动驾驶汽车法案》正式生效，允许试点区域开展有偿自动驾驶出行服务；2023 年，韩国修订《智能机器人开发和供应法》，将户外送货机器人纳入合法运营范畴。2026 年 1 月，韩国国土交通部发布《提升自动驾驶汽车产业竞争力计划》，明确提出 2027 年实现 L4 级自动驾驶商业化，并将光州广域市指定为韩国首个“城市级整体自动驾驶实证城市”。此外，韩国国会于 2026 年 4 月通过《自动驾驶汽车法》修正案，该修正案首次允许通过临时运行许可的测试车辆，在研发阶段无需对包含人脸、车牌在内的原始视频数据进行匿名化或假名化处理，可直接收集使用以加速模型开发，同时对数据流出设置了 5 年强制销毁的严格监管措施。

其他国家主要政策清单：

国家 / 地区	时间	政策 / 法规	核心内容
德国	2017 年修订	《道路交通安全法》(StVG)	允许 L3 级自动驾驶上路，明确事故责任
	2021 年	《自动驾驶法》	进一步允许 4 级在特定区域内运营
	2025 年 7 月	《道路交通远程控制条例》(StVFernLV)	首次为公共道路上远程驾驶车辆创建法律框架
日本	2019 年	《道路交通安全法》修正案	开放 L3 级自动驾驶车辆上路
	2022 年	《道路交通安全法》再修订	解禁 L4 级自动驾驶出行服务
	2025 年 11 月	《第三次交通政策基本计划》	设 2030 年自动驾驶服务车辆达 1 万辆的 KPI
韩国	2025 年 11 月	《增强自动驾驶汽车产业竞争力方案》	推进 L3 级自动驾驶无监管、L4 级自动驾驶预先许可，打造自动驾驶示范城市
	2026 年 1 月	《提升自动驾驶汽车产业竞争力计划》	指定光州为首个自动驾驶试点城市
	2026 年 4 月	自动驾驶监管特区	进一步放宽自动驾驶车辆运营限制

四、自动驾驶技术路线及典型模式

全球自动驾驶技术路线可从两个维度分析：一是车载算法底层架构，包含传统的模块化架构以及端到



端、VLA（视觉－语言－动作模型）、世界模型等逐级演进的技术路线，不同企业根据自身定位选择不同的软件实现方案。二是企业整体全栈发展路线，以 Waymo 和特斯拉为两大典型代表—Waymo 采用“跨越式直达 L4”路线，通过多传感器融合与高精地图构建安全冗余；特斯拉采用“渐进式从 L2 迈向 L4”路线，以纯视觉方案和影子模式积累海量数据驱动算法迭代。二者在感知硬件、地图依赖、数据来源、商业化落地顺序上存在根本性差异。

（一）技术路线分层演进

全球自动驾驶技术尚未形成统一的最优范式，模块化、端到端、视觉语言动作（VLA）、世界模型四条技术路线分层适配不同车辆等级、运营场景，路线选择本质是安全底线、落地成本、场景适配、监管合规四大要素的权衡结果，不同路线在国内落地存在差异化现实瓶颈。具体如下表：

维度	模块化	端到端大模型	VLA 视觉语言 动作模型	世界模型
核心逻辑	感知、预测、规划、控制模块解耦，每一环可独立标定，故障可单独溯源，安全可审计性强。	跳过多层中间输出，传感器原始输入直接输出车辆控制指令，大幅减少人工规则编写工作量，对复杂混行路口适配更强。	在端到端基础上增加语义理解能力，可识别交通标识文字、交警手势、临时施工提示牌等抽象信息。	通过生成式 AI 仿真各类极端、罕见长尾场景，补充真实路测无法覆盖的危险工况。
适配场景	4 级高度自动驾驶 Robotaxi、Robovan 优先采用该架构	当前国内量产 2 级增强型组合驾驶辅助（城区 NOA）主流技术路线，乘用车主流落地范式	高端家用乘用车增强型组合驾驶辅助，主打复杂城区道路人机交互、智能指令解读。	全等级自动驾驶仿真测试环节，是国内所有车企、Robotaxi 企业统一使用的辅助开发工具，目前主要在云端部署，部分企业已探索车端实时决策应用。
落地短板	多模块数据传输存在信息损耗，对异形、长尾路口场景适配偏弱，整车软硬件综合成本偏高。	模型“黑盒”特征突出，难以满足 L4 可审计监管要求，但行业正在探索“端到端+模块化安全兜底”的混合架构；模型训练高度依赖海量标注数据，中小车企数据储备不足，难以独立完成迭代。	训练素材中罕见交通语义场景样本稀缺，极端天气下文字识别精度大幅下滑，算力消耗显著高于基础端到端方案，下沉至平价车型存在成本压力，但随着芯片成本下降和模型轻量化，下沉趋势已经显现。	仿真场景存在数据幻觉，仿真路况与真实城市混行路况存在偏差，无法完全替代开放道路实测，不能单独作为安全验证依据。
长期演进方向	搭配轻量化端到端辅助分支优化局部场景决策，保留主链路模块化安全兜底能力，不会完全被纯端到端方案替代。	搭配轻量化可解释分支、分层安全校验模块，满足监管对辅助驾驶功能溯源要求，仅作为 L2 量产主流路线，不向 L4 营运车辆大规模迁移。	与轻量化端到端融合，作为高端车型差异化配置，平价车型仅保留简化语义识别版本。	与实践采集数据双向闭环，大幅降低实路测试里程需求，缩短新车辅助驾驶功能验证周期。

（二）典型模型并行演化

1.Waymo 模式：跨越式直达 L4

Waymo 是全球自动驾驶赛道上起步最早、商业化最成熟的企业之一。技术路线采用高精地图与激光雷达相结合的方案，通过多传感器融合来实现跨越式直达 L4 的技术愿景。百度（萝卜快跑）、小马智行与文远知行均采用 Waymo 模式。

算法结构：模块化分层架构，事故可追溯

采用模块化分层架构，严格拆分感知、预测、规划、控制四大独立模块，每一环可单独标定、故障可精准溯源，满足 L4 高度自动驾驶监管可审计、事故可追溯要求；叠加海量人工交通规则约束，稳定性强、接管率低；同步布局世界模型用于前置仿真测试，但车端主决策链路不采用端到端全黑盒结构。

技术特点：高精地图 + 激光雷达，强调安全透明与数据验证

Waymo 的核心技术逻辑是“冗余即安全”。WaymoDriver 采用摄像头、激光雷达、雷达三重感知系统，配备定制化的 17 兆像素高分辨率成像仪，能够捕捉数百万数据点，在强对比、深阴影或强光条件下仍能提取关键细节。

第六代 Waymo Driver 在成本控制方面实现了显著突



破。传感器总数较第五代减少 42%，采用 13 个摄像头、4 个激光雷达和 6 个雷达单元。摄像头数量的减少主要得益于更高分辨率和更大动态范围的传感器技术，这使每颗摄像头的感知效能大幅提升。激光雷达则受益于过去五年产业链成本的大幅下降，并通过重新设计的光学架构强化了对高反射表面（如交通信号灯）的处理。

运营策略：以 Robotaxi 封闭区域运营为起点，逐步扩张

Waymo 的商业化运营轨迹呈现出典型的“精耕细作、逐步放大”特征。截至 2026 年初，Waymo 已在美国 11 个城市开放全无人服务，2026 年初至今已密集落地迈阿密、达拉斯、休斯敦、奥兰多、圣安东尼奥等新城市。

在运营端，Waymo 每周付费订单已突破 50 万次，较 2024 年 5 月的每周 5 万次增长了十倍。单均里程也已从 2022 年的 3.6 英里提升至 2025 年底的 4.7 英里，出行场景从短途商圈接驳延伸到通勤、跨区出行、机场接送等全场景，直接带动订单密度大幅提升。目标到 2026 年底，周均订单冲击 100 万单。

在生产端，Waymo 联合麦格纳、极氪、现代搭建量产体系，在亚利桑那州 Mesa 建成年产能目标达数万辆的工厂，正从 Jaguar I-PACE 改装向极氪 Ojai 等多平

台标准化制造跨越。第六代系统已搭载于与中国吉利旗下极氪合作开发的电动小巴 Ojai 及现代 IONIQ5 上，同时在消费车端也与丰田达成合作，探索将自动驾驶技术应用于私人车辆。

2.Tesla 模式：渐进式从 L2 迈向 L4

特斯拉的路线可概括为以“规模换智能”，通过量产汽车配备纯视觉自动驾驶系统，让海量用户在真实世界中贡献驾驶数据，从而实现 AI 模型的持续迭代。

算法结构：端到端神经网络架构，故障溯源难度大

V12 及以上版本全面切换端到端神经网络架构，删除数十万行人工驾驶规则；摄像头原始视觉输入直接输出转向、油门、刹车控制指令，中间无分层模块拆解，对复杂混行路口、异形障碍物适配更流畅，但决策逻辑属于 AI 黑盒，故障溯源难度大，难以满足高阶自动驾驶严格审计要求，因此现阶段仅大规模落地 2 级组合驾驶辅助，L4Robotaxi 仅小范围试点。

技术特点：纯视觉方案 + 影子模式，依靠海量数据迭代

特斯拉自 2021 年起 FSD Beta V9 全面转向纯视觉方案，正式弃用毫米波雷达。2023 年 V12 版本引入端到端神经网络，删除了超过 30 万行人工规则代码，实现



了从“规则驱动”向“纯数据驱动”的质变。至 2025 年 10 月，V14 版本系统进一步优化了端到端神经网络的推理效率和场景覆盖能力，将导航与规划功能整合进视觉神经网络，并完全摆脱了对高精地图的依赖。

2026 年 4 月，FSD V14.3 正式开启大规模推送，该版本系统底层架构进行了彻底重构，反应速度提升 20%，复杂交叉口、紧急车辆识别及低能见度场景的处理均显著优化。

特斯拉最核心的技术特征在于其“影子模式 + 数据闭环”机制。每一辆搭载 FSD 系统的特斯拉汽车都是一个移动的数据采集终端，通过影子模式在后台静默比对系统决策与人类驾驶行为，在出现显著差异时触发数据回传，持续为云端模型训练提供高价值场景案例，源源不断地传回云端训练 AI 模型。截至 2026 年 5 月初，FSD 监督版累计行驶里程已经突破 100 亿英里，其中城市道路场景下的行驶里程超过 33.7 亿英里。车队日均行驶里程约 2900 万英里。

量产策略：通过量产车收集驾驶数据，反哺算法升级

与 Waymo 从专用测试车队起步不同，特斯拉的扩张逻辑从一开始就与消费级量产车深度绑定。FSD 系统搭载在 Model3、ModelY 等大规模量产的车型上，全球

已有数百万用户在使用该系统。2026 年特斯拉在华建立了本地 AI 训练中心，打通了“影子模式数据采集—本地化模型训练”的完整闭环。

特斯拉的 Robotaxi 业务也在加速推进。2025 年起，特斯拉在得克萨斯州奥斯汀启动 Robotaxi 试运行，初期使用 ModelY 车型并配备人类安全员。2025 年 12 月起，公司开始开展无安全员参与的全自动驾驶实测。2026 年 1 月，特斯拉开始向公众提供少量无安全员测试服务。

3. 典型模式对比

对比维度	Waymo	Tesla
技术路线	多传感器融合(激光雷达+摄像头+雷达)	纯视觉
目标级别	跨越式：L4 级全无人驾驶	渐进式：从 L2 逐步升级至 L4
数据闭环	运营数据反哺技术迭代	影子模式采集海量消费车数据
商业路径	自建车队、自建平台、直接面向乘客收费	“卖车+软件订阅”模式
运营策略	城市级示范运营，逐步扩张	从消费者车辆采集数据
运营数据	车队规模约 3000 ~ 4000 辆； 100% 全无人； 运营城市：全美 11 城，持续扩展中； 2026 年初实现周订单 50 万次； 全自动驾驶里程 1.7 亿英里(2025 年底)	车队规模约 59 辆 (截至 2026 年 6 月得州登记)； 全无人占比极低 (安全员为主)； 运营城市：美国 6 个城市； FSD (监督版) 累计行驶里程已突破 1 0 0 亿英里 (2025 年底)
安全性	IIHS 研究：事故率比人类低 68%	FSD 监督版重大事故率约为人类平均水平的 1/7
成本	每英里运营成本约为 1.43 美元 (摩根士丹利估算)	每英里运营成本约 0.81 美元 (摩根士丹利估算)

两条路线各有特色，也各有挑战。Waymo 多传感器冗余的架构带来了行业最高的安全冗余，但第六代系统单



位成本仍超 20000 美元。特斯拉通过纯视觉和端到端大模型大幅降低了单车成本，但在极端天气下的物理感知能力仍有较大提升空间，其安全特性也仍在持续验证中。

路线的分野折射出的是通向 L4 级的两种哲学：一种以极致安全为基石，高成本、高壁垒，先行构建高标准体系，再逐步降本扩容；另一种以数据为驱动，低成本、广覆盖，用海量数据反哺算法进化。两种模式并行演化，映射出全球自动驾驶商业化正迈向一个竞争更为激烈的新阶段。

五、自动驾驶规模化应用的现状

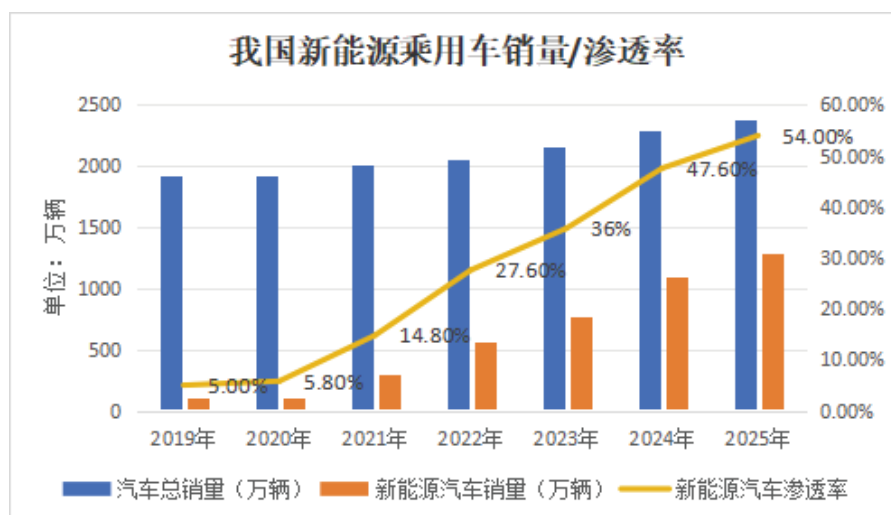
（一）中国：市场渗透加速，产业链日趋成熟

我国已成为全球驾驶自动化规模化应用最活跃的市场之一。当前国内自动驾驶已形成多区域试点布局，形成“单车智能”+“车路云一体化”双技术体系，分层场景示范雏形初显。市场层面，L2 级驾驶辅助加速普及，城市领航辅助驾驶功能向主流价位车型快速下沉，自主品牌在技术创新与市场响应上展现出强劲竞争力；Robotaxi 等场景商业化进程持续提速。产业层面，国产芯片、算法、

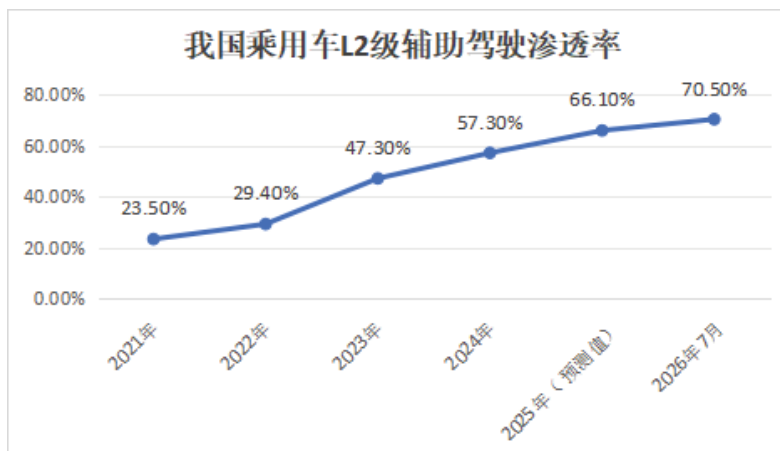
传感器在关键环节实现自主突破。基础设施层面，“车路云一体化”正按照“城市能级、场景需求”的方向梯次构建。全产业链上下游协同创新的格局正加快形成。

1.L2 级驾驶辅助渗透率持续攀升，核心功能加速下沉

2025 年，我国新能源乘用车零售量达 1280.9 万辆，同比增长 17.6%，零售渗透率达 54.0%。与此同时，L2 级驾驶辅助正加速成为新车“标配”。工业和信息化部数据显示，2026 年以来，我国搭载 L2 级组合驾驶辅助功能的乘用车渗透率达到 70.5%，领航驾驶辅助（NOA）功能乘用车渗透率达到 34.2%，意味着每卖出 3 台新车，就有 1 台具备领航辅助驾驶功能。



数据来源：乘联分会（零售统计）



数据来源：中国智能网联汽车产业创新联盟、工信部等

从各价格带装车率看，2023年（1—2月）至2026年（1—2月），我国新能源乘用车高级驾驶辅助系统（ADAS）整体市场装车率从35.8%提升至58.10%。自动紧急制动（AEB¹⁹）、全速域自适应巡航（ACC²⁰）、自动变道辅助（ALC²¹）、自动泊车辅助（APA²²）等核

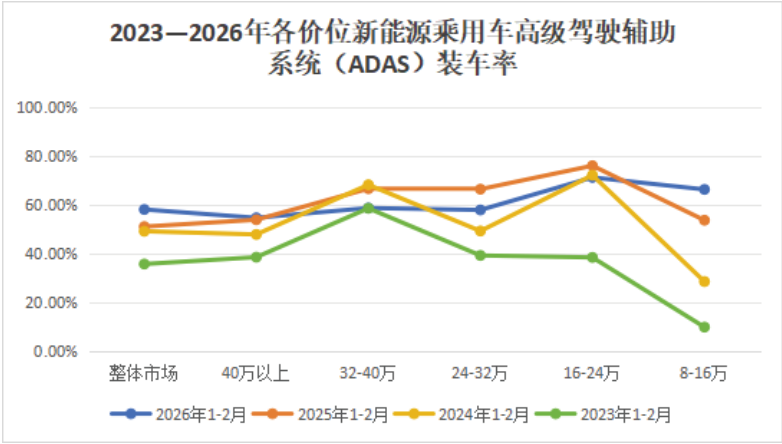
¹⁹AEB(AutomaticEmergencyBraking)：即自动紧急制动，是一种主动安全技术。它通过雷达、摄像头等传感器探测前方道路环境，在检测到车辆前方出现潜在碰撞危险时，自动对车辆施加制动以降低碰撞速度，从而避免或减轻碰撞损害程度。根据国家GB/T40429-2021《汽车驾驶自动化分级》，AEB属于L0级功能——系统仅在紧急情况下短暂介入，不持续参与驾驶任务。

²⁰ACC(AdaptiveCruiseControl)：即自适应巡航，是一种在巡航控制技术基础上发展而来的智能辅助驾驶系统。系统通过安装在车辆前部的雷达和摄像头检测前方同一路径的车辆与本车之间的相对距离和速度，在定速巡航基础上自动调节本车速度以适应前方交通状况，保持与前车的安全跟车距离。ACC属于L1级功能，系统仅控制纵向运动，驾驶员仍须负责方向盘控制及全程监控路面情况。

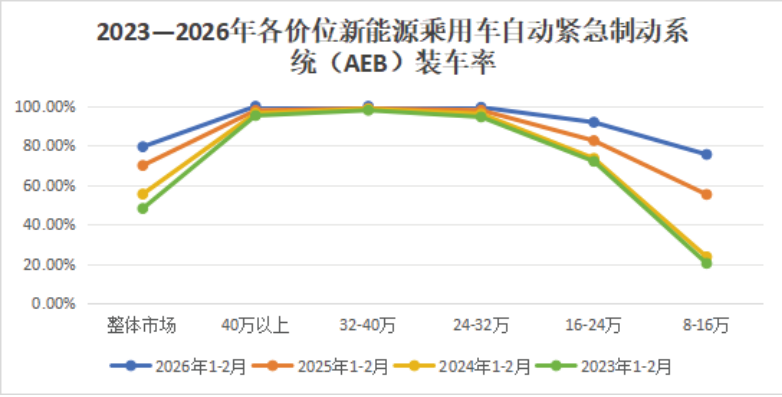
²¹ALC(AutomaticLaneChanging)：即自动变道辅助，是一种在车道居中辅助（LCC）基础上扩展的辅助驾驶功能。在封闭高速公路或城市快速路上，当驾驶员拨动转向灯表明变道意图时，系统通过车辆配备的传感器、摄像头和雷达自动判断变道环境，辅助驾驶员实现自动车道变换。ALC属于2级功能，系统需在驾驶员意图明确的前提下辅助完成横向控制。

²²APA(AdvancedParkingAssist/AutoParkingAssist)：即自动泊车辅助，指通过摄像头、超声波雷达、激光雷达等传感器感知车位及障碍物信息，在驾驶员无需直接控制方向盘、油门和刹车的情况下，自动完成泊入或泊出车位的辅助驾驶功能。APA支持平行泊车、垂直泊车及斜列车位识别，属于高级驾驶辅助系统（ADAS）范畴。

心功能装车率²³ 总体呈现显著上升趋势。其中，8 万—16 万元、16 万—24 万元价格带的辅助功能增速显著高于高价车型，标志着高级驾驶辅助正快速走出“豪华专属区”，加速向平价车型普及。



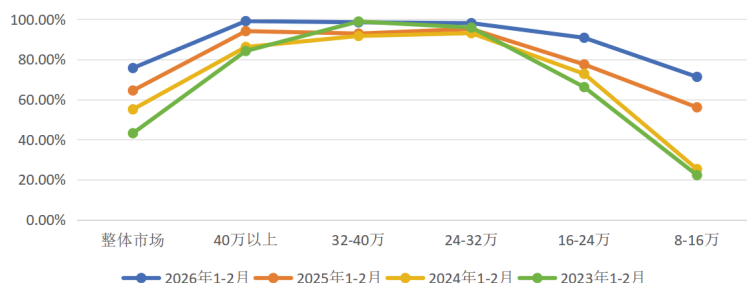
数据来源：KERU 数据—自动驾驶、乘联分会



数据来源：KERU 数据—自动驾驶、乘联分会

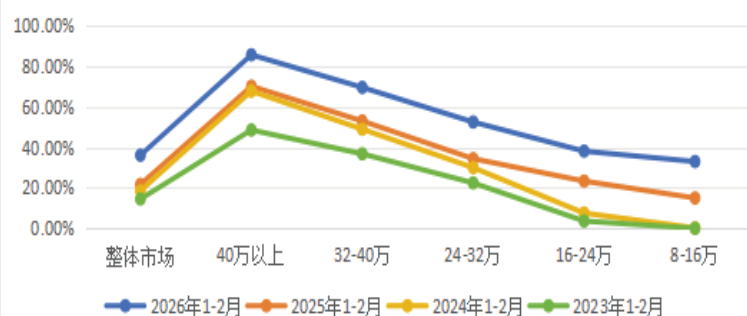
²³ 装车率：指在统计范围内（如某一细分市场、价格区间或全部新能源乘用车），某类技术或功能（如 AEB 自动紧急制动等）在新车中的实际搭载比例。装车率 = （搭载目标功能的车辆销量 ÷ 统计范围内总销量）× 100%

2023—2026年各价位新能源乘用车全速域ACC自适应巡航系统装车率



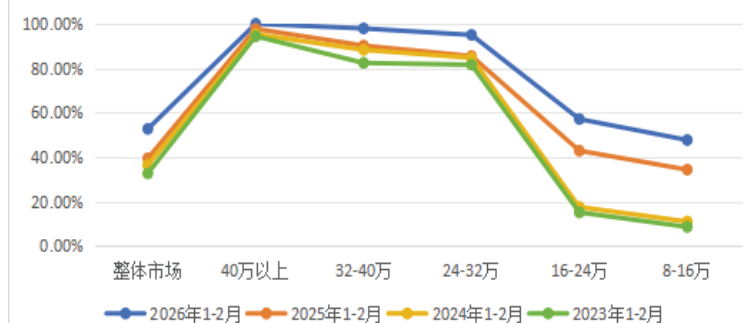
数据来源：KERU 数据—自动驾驶、乘联分会

2023—2026年各价位新能源乘用车ALC自动变道功能系统装车率



数据来源：KERU 数据—自动驾驶、乘联分会

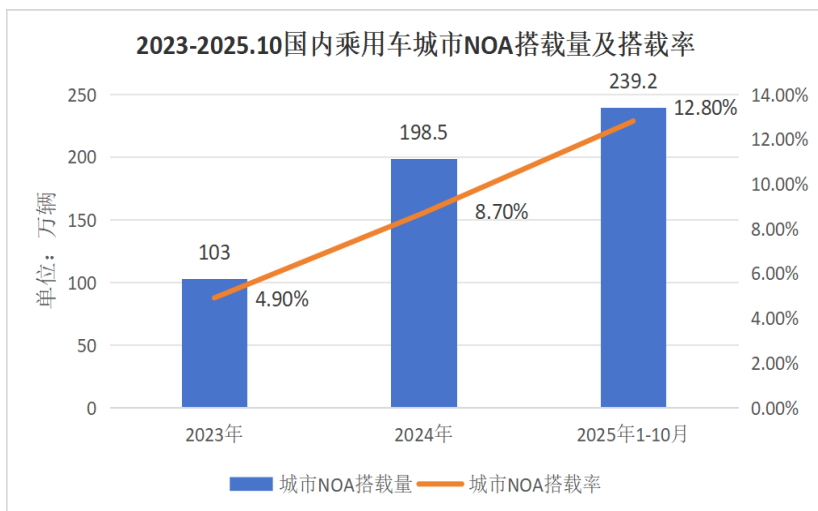
2023—2026年各价位新能源乘用车APA自动泊车功能装车率



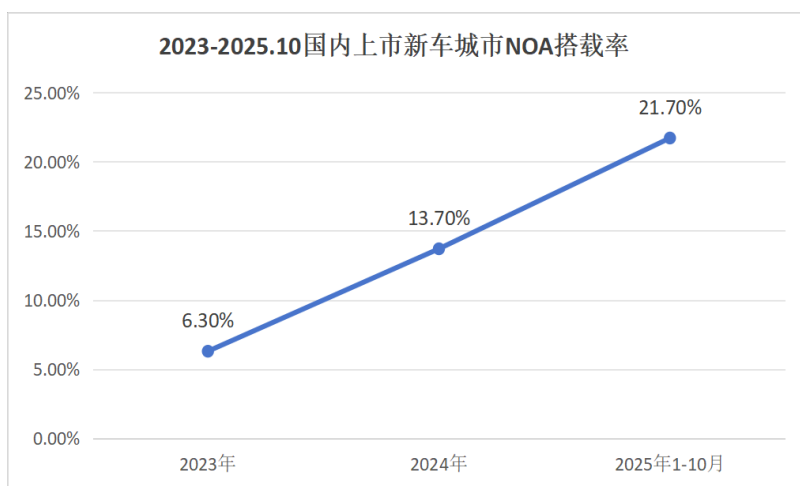
数据来源：KERU 数据—自动驾驶、乘联分会

2.城市NOA进入快速渗透期，正逐步向主流车型下沉

佐思汽研发布的《2025 年中国乘用车城市 NOA 产业研究报告》等多份报告显示，2025 年 1—10 月，中国搭载城市 NOA 功能的乘用车累计搭载量达 239.2 万辆，其搭载率从 2023 年的 4.9% 快速攀升至 2025 年 1—10 月的 12.8%。其中，上市新车的城市 NOA 搭载率（含硬件预埋 + 标配）呈直线上升趋势，2025 年已达到 21.7%。中汽协《2025 城市 NOA 汽车辅助驾驶研究报告》显示，起售价 30 万元以下的主流乘用车中，搭载城市 NOA 功能的车型销量占比超过 68.9%，表明城市 NOA 正在从“高端专属”走向“大众标配”。

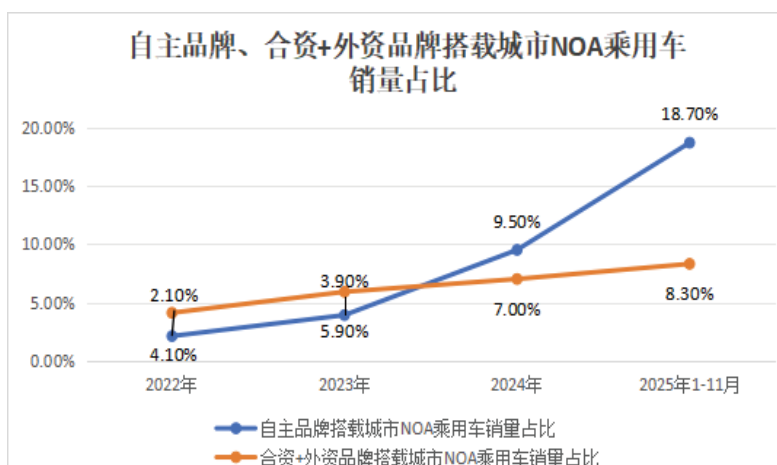


数据来源：佐思汽研《2025 年中国乘用车城市 NOA 产业研究报告》



数据来源: 佐思汽研《2025 年中国乘用车城市 NOA 产业研究报告》

从品牌结构看，自主品牌在城市 NOA 领域已实现逆势翻盘，从早期由合资品牌主导的格局中突围，如今已占据绝对主导地位。自主品牌搭载城市 NOA 乘用车销量占比由 2022 年的 4.10% 大幅攀升至 2025 年前 11 个月的 18.70%，占城市 NOA 功能总销量的 81.1%。



数据来源: 佐思汽研、中国汽车工业协会等

此外，在推进辅助驾驶从“能用”向“好用”跨越

的过程中，用户对高阶功能的选择意愿和使用深度均明显提升。据公开报道，地平线提供的全场景辅助驾驶系统 HSD 作为高配选项的车型中，77% 的用户主动选择了搭载 HSD 的高配版本。同时，搭载 HSD 车型的辅助驾驶里程占比已逼近 50%，标志着用户开始主动将出行中的部分“主导权”交由机器执行。

3.L4 应用场景分层拓展，常态化试点运营有序开展

国内 L4 级自动驾驶已形成载人、载货、专项作业三大赛道，各场景均已开展常态化试点运营。

载人场景中，Robotaxi 已在北京、上海、广州、深圳、武汉等数十座城市开展商业化收费运营，部分区域已允许撤除车内安全员。行业呈现差异化发展态势：百度萝卜快跑运营版图已拓展至 22 座城市，日均订单量稳步增长；小马智行率先在广州、深圳实现单车月度运营盈利转正；文远知行海外落地 12 国 40 余城，阿布扎比已跑通单车盈利模型。但头部企业盈利高度依赖一线城市高客单价区域，二、三线城市客流分散，现有模型难以跨区域复制。

载货场景中，港口、矿山封闭场景因路线固定、人车混行风险低，是当前商业化成熟度最高的赛道。内蒙古伊敏露天矿 100 台无人矿卡仅需 6 人远程监控，



每年节支超 1.5 亿元。斯年智驾在港口、厂区等封闭场景已实现“去安全员”常态化运营。九识智能已覆盖全球超 300 个城市，累计送单超 15 亿件，RoboVan 市场占有率 88%。干线物流自动驾驶重卡正加速落地，京东物流联合中国重汽、赢彻科技，在北京高级别自动驾驶示范区开启快递行业 L4 级重卡载货示范应用。据统计，2026 年上半年，自动驾驶重卡赛道公开融资达 5 起，累计近 70 亿元，资本热度明显升温。

专项作业场景中，无人环卫清扫车已在北京、深圳、广州等城市开展无安全员运营，2025 年全国无人环卫车招标量达 1676 台。Robobus 在北京、苏州、深圳等城市及海外实现常态化运营，轻舟智航已在全球 26 座城市部署 Robobus 车队。专项作业场景因路线相对固定、商业模式清晰，已成为 L4 级自动驾驶商业化落地的重要方向之一。

我国主要 Robotaxi 企业运营情况：

企业 指标	车队规模	运营范围	订单 / 出行量	财务表现	效率 / 盈利
百度 Apollo (萝卜快跑)	全球部署超 1000 辆 (L4 级无人车)	覆盖全球 30 个城市 (国内 22 城)	全球出行服务次数超 2000 万次	每 2 秒接到一个订单	全无人驾驶里程已突破 2 亿公里
小马智行	超 1700 辆 (截至 2026 年 5 月)	覆盖全球 9 个国家; 2026 年目标超 20 城	深圳 2026 年头 50 天付费订单已超 2025 年全年	2025 年全年业务收入 1.16 亿元, 同比增长 129%	广州、深圳单车运营盈利转正; 已实现月度单车盈利转正
文远知行	全球约 1300 辆 (截至 2026 年 4 月)	全球 12 国超 40 城	国内单车日均订单超 17 单, 峰值达 28 单	Robotaxi 相关收入 1.48 亿元, 同比增长 209.6%	BOM 成本优化; 阿布扎比单车盈亏平衡; 毛利率达 35%

4. 国产供应链加速构建自主闭环能力

伴随 L2 级驾驶辅助规模化装车与高阶功能加速下沉，我国已建成覆盖芯片、算法、传感器、域控、线控底盘的完整产业体系，国产供应链正从“点上突破”迈向“全面突围”。

芯片与软件生态方面，国产替代方阵加速成形。华为、地平线等头部厂商持续领跑本土智驾芯片赛道，头部车企加速入场“造芯”——比亚迪发布 4nm 制程璇玑 A3 芯片，蔚来神玑 NX9031 已交付超 25 万颗，理

想马赫 M100 实现量产装车。加之地平线征程芯片此前已累计出货超 1000 万套，国内芯片已形成“第三方独立芯片厂商为主+少数头部车企自研”的多元供给格局。据招银国际测算，车企自研芯片在中国的市场份额不会超过 20%，80% 的市场将由第三方独立芯片厂商占据。

核心零部件领域，本土供应商已确立主导或突破性地位。2026 年 1—5 月，国内激光雷达市场禾赛、华为两强合计占据 64.8% 份额。空气悬架赛道孔辉科技、拓普集团、保隆科技三家本土企业合计份额高达 90.8%。前视摄像头、行车 ADAS 等赛道上，舜宇智领、比亚迪半导体等本土厂商已跻身前列，市场份额持续攀升。

执行层与决策层方面，线控底盘、域控制器等关键环节加速本土配套。伯特利、利氮科技等在线控制动市场已取得超 30% 国产化率，华为、德赛西威在域控领域建立起本土竞争力。

整体来看，国产芯片、算法、传感器已初步形成自主协同闭环，为驾驶自动化从测试验证迈入规模化应用提供了坚实的产业基础。

5. “车路云一体化”：梯次建设格局初步成型

路侧基础设施建设呈现与城市能级、场景需求相适应的分层布局。据工信部 2026 年 7 月世界智能网联汽



车大会披露，20 个“车路云一体化”应用试点城市已部署各类智能化设备超 6 万套，服务各类车辆超 10 万台。全国累计发放测试示范牌照超 2 万张，开放测试示范道路超 5.7 万公里，累计测试超 2.2 亿公里。

一线城市依托高密度车流与产业集聚优势，在核心路口、快速路及示范区重点路段率先部署高等级感知设备，开展测试验证和示范应用。截至 2026 年上半年，北京亦庄已实现 600 平方公里“车路云一体化”功能覆盖，累计发放测试牌照超 1000 张，累计测试里程超 6000 万公里。广州市智能网联汽车示范区累计开放测试道路 1375 条，累计部署 C-V2X 路侧设备（RSU）超 400 套。

二、三线城市及重点产业园区以场景驱动，依托物流、公交、园区接驳等刚性需求进行针对性路侧改造。十堰计划 2026 年下半年完成城区 228 个路口改造，基本实现主城区全覆盖。

总体而言，我国自动驾驶正跨越“技术验证期”，以“智驾平权”为驱动，步入技术、产业、市场协同发力的规模化商用新阶段。但产业规模化扩张仍受制度、技术、商业、公众认知等多重瓶颈制约。后文将系统梳理规模化落地过程中的各类核心矛盾与现实短板。

（二）美国：商业化运营提速，双雄引领

美国是全球自动驾驶商业化运营最为成熟的国家之一，Waymo 与特斯拉构成了两条路线并行的典型格局。

Waymo：商业化运营持续放量。作为全球 Robotaxi 赛道的标杆，Waymo 已在美国旧金山、洛杉矶、凤凰城、奥斯汀、亚特兰大等城市开放全无人服务。2025 年全年订单量较 2024 年同比增长约 200%。在加州成熟运营区，2025 年 9 月月订单量约为 102 万单，单均里程达 6 公里。Waymo 车队规模在 2025 年底约 2500 辆，2026 年初扩展至 3000 余辆，第六代硬件方案通过减少传感器数量和自研设计持续降本。

Waymo 美国十城稳定全无人运营，周订单规模行业领先，第六代车辆硬件成本持续下探，资本市场融资充足。但单车硬件投入仍显著高于国内本土方案，扩张单城需要数年时间培育订单密度，扩张周期长，海外布局进展缓慢。

特斯拉：FSD 数据驱动，Robotaxi 起步。依托庞大的量产车队，特斯拉通过“影子模式”持续积累真实驾驶数据。2026 年 1 月，特斯拉在奥斯汀部分区域正



式向公众开放无安全员 Robotaxi 服务，以 ModelY 为主力车型。据统计，截至 2026 年 6 月，特斯拉 Robotaxi 车队在奥斯汀、达拉斯、休斯敦三城合计规模约 59 辆，未来将逐步过渡至专用 Cybercab 车型。纯视觉 + 端到端方案的持续迭代，使特斯拉在数据规模和算法进化速度上构建了独特竞争力。

特斯拉依托海量量产乘用车影子模式积累城市道路数据，FSD 软件订阅形成持续现金流，Robotaxi 硬件纯视觉方案成本极低。但美国仅得州三城小规模试点，含安全员和纯无人的全部在册车辆仅 59 辆，活跃运营车辆不足 40 辆；无全国统一营运许可，各州监管规则不一，大规模车队投放短期难以落地，Robotaxi 业务暂无正向运营利润。

综上，美国自动驾驶产业呈现出两条差异化路线并行并进的格局，Waymo 依托全栈自研的多传感器融合方案，在 Robotaxi 商业化运营上已经跑通了区域落地的模式，商业化扩张节奏明显加快；特斯拉则依靠量产车队的海量数据，坚持纯视觉技术路线，从面向 C 端的高阶辅助驾驶逐步向 Robotaxi 延伸，技术迭代速度突出。两者共同推动美国自动驾驶商业化进程持续提速，在全球 Robotaxi 商业化落地中保持领先地位。

（三）其他国家：立法先行，差异化追赶

欧洲：德国奔驰率先突破 L3 级自动驾驶。德国是全球最早为 L3 级自动驾驶立法的国家之一，2017 年修订《道路交通法》允许 L3 级自动驾驶车辆上路。2025 年 12 月，《道路交通远程控制条例》正式生效，首次为公共道路上的远程驾驶车辆创建法律框架。奔驰 S 级成为全球首款获准 L3 级自动驾驶上路的量产车型，ALKS（自动车道保持系统）已获准在 130km/h 以内使用。此外，WaymoVia 在积极探索无人送货业务。

日韩：立法同步，场景落地加速。日本 2020 年开放 L3，2023 年进一步解禁 L4 级自动驾驶出行服务。截至 2026 年初，丰田、本田旗下 L3 级量产车型已推向市场。2026 年 1 月，日本政府批准《第三次交通政策基本计划》，设定了到 2030 年实现 1 万辆自动驾驶服务车辆的关键绩效指标。2026 年 3 月，Macnica 公司的电动巴士“EVO”获批，成为日本首个在公共道路上获批 L4 级自动驾驶的电动巴士。在韩国，政府以“2027 年实现 L4 级自动驾驶商业化”为目标推行“L3 无监管、L4 预先许可”的差异化策略。2026 年 1 月，光州被指定为韩国首个自动驾驶试点城市，首尔同步启动无人公交示范运营。



综上，其他国家整体以立法先行，在制度层面率先打通自动驾驶商业化落地的基础障碍，而后结合自身产业特征推进差异化发展。欧洲依托传统汽车工业基础，聚焦乘用车高阶自动驾驶的合规落地。日韩则优先瞄准公共出行等特定场景推进商业化示范，整体发展节奏慢于中美，处于差异化追赶的阶段，在区域试点和特定场景落地中逐步积累商业化经验，为后续规模化推广探索适配本土的发展路径。

第四章 我国自动驾驶规模化应用面临的核心挑战

结合前文产业落地现状，我国自动驾驶正处于从“批量测试”迈向“规模量产”的历史性转折期。然而，技术突破与规模化商用之间，仍横亘着多道深层次障碍。从产业界到监管部门，从企业到消费者，各方关切正聚焦于合规监管、产品安全、产业商业化、消费者信任、用户体验等核心问题。各类短板相互交织，共同构成产业扩张的核心阻碍，具体如下：

一、合规监管：法规滞后与治理能力不足

（一）法律法规存在滞后性

现行《中华人民共和国道路交通安全法》以“人”为责任主体，未能适配 L3/L4 级自动驾驶系统激活状态下的责任划分。事故发生后，责任认定缺乏明确法律依据，保险赔付机制也尚未建立。L4 级自动驾驶领域目前缺乏全国统一的准入、运营与监管规则，各地执



行标准差异显著，部分城市甚至出现“野蛮生长”的现象。

（二）监管能力与手段不足

多数城市缺乏技术监管平台，企业瞒报事故的行为难以核查。开放道路测试评价体系的缺失，导致无法科学量化车辆的安全能力。跨部门协同（如交管、通信、城建等）较为薄弱，交警手势识别、现场交互、远程应急处置等机制尚未成熟，管理机制未能同步适配，出现权责衔接不畅的问题。

（三）数据跨境与本地化合规困境

外资企业在华采集道路动态感知、行车轨迹等场景数据需严格遵守本地化存储管控要求，本土自动驾驶企业出海布局，同样要适配目标国家差异化的数据安全治理法规。尽管《汽车数据出境安全指引（2026）》已正式出台，但企业实操阶段仍存在出境审批链条长、合规改造投入成本偏高的现实难题，大幅制约行业跨国数据闭环迭代体系搭建。

法规滞后、权责空白等制度短板，倒逼全国统一监

管体系加速完善。

二、产品安全：技术可靠性与验证体系的双重缺口

（一）算法黑盒化与安全兜底²⁴ 难

端到端大模型、世界模型等新一代技术路线，虽显著提升了驾驶行为的拟人化水平，但其决策过程缺乏物理可解释性，存在“灾难性遗忘”和偶发性失效风险。当系统遇到训练数据中未充分覆盖的边缘场景时，难以回溯问题产生的具体逻辑，无法形成稳定可靠的安全兜底机制，这在 L4 级自动驾驶中尤为突出。北京车网相关负责人指出，北京亦庄自动驾驶示范区 L4 车辆仍以模块化架构为主，端到端路线因问题溯源困难，暂不适合高级别自动驾驶。

（二）长尾场景覆盖严重不足

低频、高危的突发交通事件（如临时施工、动物闯入、非常规车辆加塞等）数据极其稀缺，仅依靠扩大

²⁴ 安全兜底：指车企为辅助驾驶功能提供的责任保障机制。当用户合规使用辅助驾驶功能期间发生有责交通事故时，由车企承担车辆应负的直接经济损失（含车辆维修、第三方财产损失、人身伤害等），以此解决“不敢用”的用户信任瓶颈。



真实路测里程无法穷尽所有安全风险。生成式 AI 仿真虽能扩充场景库，但可能引入数据幻觉，造成算法在虚拟环境中“过度自信”，反而弱化真实场景下的鲁棒性。

（三）安全验证体系尚不完善

当前自动驾驶测试普遍采用“模拟仿真 + 封闭场地 + 开放道路”的三支柱测试体系，但开放道路测试的评估标准几乎处于空白状态。企业频繁通过 OTA 进行系统迭代，易导致系统状态不稳定，“解决旧问题、引发新问题”的现象时有发生。

三、商业化模式：全域盈利闭环难以成型，产业链生态协同存在深层壁垒

（一）高阶自动驾驶单点盈利难以跨区域复制

当前仅少数一线高密度城市、海外高运价区域实现 L4 自动驾驶出租车、无人驾驶厢式物流车单车运营收支平衡，盈利高度依赖客流密度、出行定价、安全员配置政策三重条件。二、三线城市出行需求分散、



车辆空驶率偏高，叠加地方限价、人力管控标准差异，现有微利模式无法平移复制，行业整体仍依靠大额研发投入、地方产业补贴覆盖运营损耗，全域可持续商业化路径尚未跑通。

（二）产业链多方主体存在利益博弈，数据共享壁垒突出

整车制造企业、自动驾驶技术服务商、核心零部件厂商存在天然价值诉求分歧：车企掌握终端车辆所有权，倾向锁定原始行车数据、车载智能系统运营权限；算法研发企业模型迭代高度依赖海量真实混合路况样本，二者在数据授权使用、智能功能订阅收益分成层面难以形成长期稳定合作协议。当前行业尚未建立标准化、可落地的合规数据共享流通机制，跨车企、跨区域数据孤岛问题普遍存在，拖慢全行业统一数据闭环建设进度。

（三）全链条刚性成本持续压制商业化拓展空间

激光雷达、大算力车载芯片等感知与计算硬件前期采购、改装投入较高，车辆折旧周期短；国内多数城市监管要求营运车辆长期配备随车安全员，人力支出

形成长期刚性成本。与此同时，适配不同驾驶自动化等级的车险、场景化金融风险分担产品供给不足，企业独自承担安全事故、车辆运维风险，进一步抬高规模化扩张门槛。

四、消费者信任：认知错位与安全焦虑交织

（一）技术边界认知模糊

消费者对自动驾驶的分级标准、适用场景边界认知普遍不足，大量用户错误地将辅助驾驶等同于“完全自动驾驶”，误以为系统可以应对所有路况，在行驶中放松警惕甚至脱离驾驶位，极易引发安全事故。同时，也有部分对技术不了解的用户，过度放大自动驾驶的风险，完全排斥任何辅助驾驶功能，加剧了市场认知的两极分化。这种认知错位，本质是企业宣传引导与普及教育不足，既让部分用户低估了风险，也让潜在用户不敢尝试，直接影响了 L2 级驾驶辅助的推广落地。

（二）安全数据不透明

国内企业普遍缺乏系统性、持续性的安全报告披露

机制。与 Waymo 定期发布无人驾驶里程、事故率对比数据的做法不同，国内公众难以获取可验证的安全证据。事故发生后，企业往往选择沉默或以模糊方式回应，进一步加剧了公众的不信任感。

（三）社会心理门槛高

尽管试点城市已有超 57% 的受访者体验过无人驾驶汽车，但多数仍停留在“好奇尝鲜”阶段。公众对“机器驾驶”的安全性天然存疑，北京自动驾驶示范区相关负责人表示，北京自动驾驶示范区头部企业 L4 级自动驾驶的有责事故率约为每 30 万 ~ 40 万公里 1 次，即便这一事故率低于人类驾驶水平，一旦发生事故，舆论反应往往过度放大，进而影响政策放宽的节奏。武汉萝卜快跑近百辆无人驾驶出租车因系统故障集体“趴窝”，引发了监管部门对 L4 级自动驾驶规模化运营安全性的高度警觉，这正是社会对技术安全信任基础仍显薄弱的体现。

五、用户体验：从“可用”到“好用”的关键落差

（一）复杂场景适应能力不足

早晚高峰、城乡接合部、无保护路口等混行场景中，



自动驾驶车辆策略过于保守（急刹、无效变道、频繁提示接管），导致通行效率低下，用户体验远未达到“丝滑”水平。部分 Robotaxi 在雨天、强光逆光下感知能力下降，造成乘坐不适或行程中断。

（二）功能使用率低于预期

尽管 L2 级驾驶辅助渗透率已超 70%，但用户实际使用率与使用里程均处于较低水平，大量功能陷入“有而不用”的境地。究其原因，包括系统操作门槛较高、用户信任感不足，以及部分功能实用性有限（如自动泊车在复杂车位场景下成功率偏低），导致 L2 级驾驶辅助未能真正融入日常出行场景。

（三）人机接管瞬间的责任划分死角

在 L3 级自动驾驶状态下，若车辆发出接管请求而驾驶员未能及时响应导致事故，责任需由驾驶员承担。然而，在突发事件发生前的短短一两秒内，要求已分散注意力的驾驶员完成清醒、研判、生理接管并采取避险措施，这显然违背了人类的生理规律。当前的免责接管条款在实践中被质疑为车企将技术风险合法转

嫁给消费者的挡箭牌。

此外，在技术与供应链层面，国产芯片虽已在 L2/L3 级市场占据重要份额，但高端算力芯片仍依赖英伟达 Orin/Thor，国产替代尚未完全实现，大算力自动驾驶芯片从设计到流片周期长、研发投入高，突破技术壁垒仍需时间；在商业化层面，虽然头部企业已在部分城市初步验证单车盈利模型，但行业整体盈利面仍然较窄，多数企业投入产出比尚未转正，规模化自我造血能力仍需培育，制约着产业扩张节奏。

综上，产品安全、用户体验、消费者信任、合规监管等挑战相互交织、互为因果。技术突破无法单独解决规模化应用的全部障碍，需通过政策法规、标准体系、基础设施、社会沟通的系统性协同，才能跨越当前“测试向规模化过渡”的窗口期。

六、“车路云一体化”：分层统筹机制缺失，单车与路端协同效能释放不足

（一）全域无差别铺建加重财政负担，市场化商业模式缺位



部分城市未结合本地自动驾驶试点需求，盲目全域大规模部署高等级路侧感知设备，前期硬件、通信、运维投入体量巨大，路侧协同带来的通行效率提升、安全降损收益短期难以量化变现，单纯依靠财政投入不可持续；面向社会资本的路侧设施投资、运营、收益分配机制尚未成型，市场化参与动力不足。

（二）路侧分级建设落地细则滞后，区域资源配置失衡

国家《“车路云一体化”智能路侧基础设施分级技术要求》仅明确硬件分级标准，但配套投融资政策、分场景落地指引不完善。一线城市集中堆砌高等级感知设施造成资源冗余，三、四线城市、县域产业园区配套供给空白，没有形成“场景牵引、按需分级”的差异化建设格局，资源错配问题突出。

（三）车端路端数据标准不兼容，协同感知价值难以规模化释放

各车企车载数据协议、各地城市云控平台技术架构相互割裂，缺乏全国统一的数据交互接口规范。路侧



超视距障碍物预警、非机动车盲区识别等协同感知信息无法批量同步至各类民用乘用车与营运车辆，车路协同增效仅局限于少数示范路段，难以大范围赋能单车智能补齐感知短板。

综上，法规碎片化、权责空白等制度短板，倒逼全国统一监管体系加速完善；算法黑盒、长尾场景覆盖不足等技术缺陷，推动多元技术路线持续迭代优化，兼顾性能与安全底线；盈利模式单一、产业链数据孤岛等问题，决定产业必须从单一补贴驱动转向多元化市场商业模式；车路云基建分级统筹缺失、财政投入压力大等基建痛点，要求“车路云一体化”采取分层按需建设、与单车智能互补协同的发展模式。上述现实约束决定了自动驾驶产业中长期演化不会无序扩张，将在监管、技术、场景、商业、基建、权责机制层面呈现清晰且可预判的发展趋势。

第五章 自动驾驶规模化应用的趋势研判

全球自动驾驶产业正从技术验证转向规模化落地的关键阶段。基于现阶段产业存在的监管、技术、商业、基建、信任等多重现实瓶颈，叠加政策导向与 AI 大模型技术迭代节奏，产业整体将呈现出技术架构收敛、产业分工深化、价值重心下沉的清晰趋势，多方协同的产业生态将逐步取代单一企业的闭门探索，成熟可复制的商业化模式将逐步成型。

一、规范发展与监管创新同步提速，协同治理格局将持续深化

“鼓励创新与规范发展并重”将成为自动驾驶政策的主基调，在持续扩大开放测试与商业化试点范围的同时，加快补齐制度短板。在国家统一安全底线基础上，允许地方根据道路条件、产业基础、场景需求实施差异化落地策略，形成“中央定标准、地方创场景、企业担主责”的协同治理格局。国家将加快出台 L3/L4



自动驾驶准入、运营、监管的统一法规，明确事故责任划分与保险兜底机制，为规模化商用扫清制度障碍。同时，各地管理尺度将逐步趋同，避免“洼地效应”引发的无序竞争。

二、商业化落地场景从“单点示范”走向“分层渗透、场景分化”

从商业化落地节奏看，不同级别自动驾驶功能会根据场景风险实现阶梯式落地，不会出现“一刀切”的全无人驾驶快速普及。封闭园区、干线物流等特定场景的商业化落地将率先突破。矿山、港口、物流园区等封闭/半封闭场景，由于环境简单、路线固定、对公众通行影响小，能够快速实现全无人驾驶的商业化运营，目前已经有不少项目实现了常态化运行，降本增效的商业价值已经得到验证。而城市出行、高速城际出行等开放道路场景，将遵循从辅助驾驶到高阶自动驾驶，从特定区域试点到大范围覆盖的节奏逐步渗透，短期内仍将以人机共驾为主要形态，与此同时，车企、科技公司最终会形成各场景分头突破、多层次产品共同服务市场的分化格局。

三、技术路线多元并行，模型与安全动态平衡

当前，自动驾驶技术并未走向单一融合，而是呈现“多元并行、分层适配”的格局。面向个人用户的 L2 级驾驶辅助以体验驱动为核心，端到端大模型与 VLA 架构快速迭代，追求“车位到车位”的全场景贯通；而面向公开道路的 L4 级 Robotaxi 则以安全为底线，仍普遍采用模块化架构，强调决策可追溯、可审计。两者并非相互替代，而是在不同风险场景下各司其职。随着 AI 模型对物理世界理解能力的持续增强，一条共同的演进逻辑正在浮现：模型能力越强，安全约束可逐步减薄。私家车领域因驾驶员仍是最终责任人，规则层可保持轻量；Robotaxi 领域则需先以厚重冗余确保绝对安全，待模型置信度经充分验证后，再逆向收敛、逐步松绑。这种“模型能力与安全约束的动态平衡”，将成为贯穿自动驾驶从辅助走向无人化的核心主线。

四、数据闭环与生态协同成为产业核心竞争力

各国自动驾驶差距不在核心算法，而在数据闭环能



力。特斯拉依托全球数百万辆量产车通过“影子模式”持续回传真实路况数据，构建了业界公认效率最高的数据闭环工程体系。国内企业受限于数据合规、采集规模、标注效率等短板，数据飞轮尚未有效转动。未来，构建“车—路—云—服”一体化数据生态，实现跨企业、跨区域的数据合规共享与价值分配，将成为产业竞争的关键。同时，国产芯片、操作系统、传感器等底层技术的自主化进程将加速，以华为、地平线为代表的国产辅助驾驶芯片正在快速崛起，未来将进一步向中高端市场渗透，构建完整的技术生态。

五、清晰的责任兜底决定自动驾驶规模化应用的下半场走向

在自动驾驶从技术验证迈向规模化商用的关键阶段，安全责任兜底正从“法律议题”升级为“商业核心命题”。其界定是否清晰，直接关系到用户是否愿意使用、资本是否敢于投入、政策能否放开、产业能否持续发展。同时，清晰的责任兜底将撬动用户信任、企业成本、产业竞争与政策节奏等关键变量，决定着下半场谁能打通路径、谁能复制模式、谁能实现可持

续发展。未来，谁能率先构建起“责任清晰、保险到位、用户信赖”的兜底体系，谁就掌握了自动驾驶规模化应用的主动权。

六、“车路云一体化”分层落地，与单车智能互补协同

“车路云一体化”正由政府主导的试点示范转向产业场景刚需，与单车智能形成互补而非替代的长期发展格局。项目建设初期主要依托各地示范区开展技术验证、标准摸索，伴随 5G-A 通信迭代、路侧单元（RSU）硬件成本持续下行，其在复杂路口通行优化、高速货车编队、恶劣天气超视距预警等场景的实用价值持续凸显，能够依托路侧全域感知弥补单车视觉、雷达的感知盲区，构建“车端自主决策+路端协同增强”双轮驱动的中国特色技术路径，干线物流、封闭园区、智慧城市将率先形成可持续运营闭环。

针对路侧基建投入大、全域复制成本高、商业模式尚不清晰等现实瓶颈，行业将遵循分层分类、因地制宜的建设思路。依据《“车路云一体化”智能路侧基



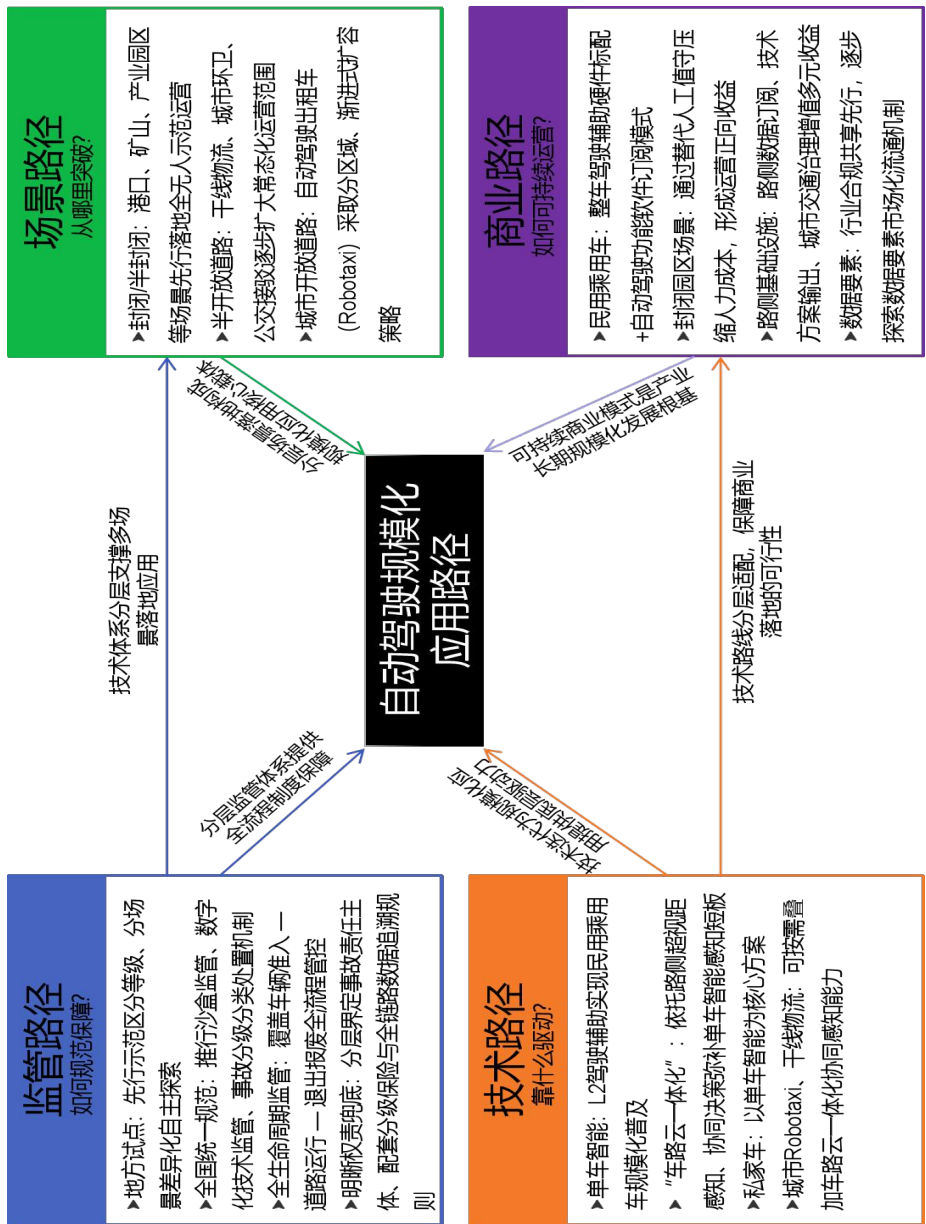
基础设施分级技术要求》，路侧设施划分为四级，坚持场景牵引、按需投放。一线城市产业与财政基础充足，可全域布局高等级感知设备，开展全场景商业化运营探索；二、三线城市优先聚焦快速路、核心商圈、产业园区等关键区域，配置中低等级路侧设施，优先满足自动驾驶试点刚需，避免盲目全域铺建造成财政资源错配，兼顾安全提升与投入效益，稳步支撑驾驶自动化分层规模化落地。

第六章 我国自动驾驶规模化应用实施路径和 对策建议

一、总体实施路径

立足产业核心挑战与发展趋势，可围绕监管、技术、场景、商业四大维度，构建梯次推进、协同联动的分层实施路径，系统推动自动驾驶由技术验证阶段迈向规模化商用。监管路径聚焦“如何规范保障”——由地方试点先行逐步过渡至全国统一管理，推动制度体系从侧重鼓励创新转向“鼓励创新与规范发展并重”，着力弥合制度碎片化短板；技术路径聚焦“靠什么驱动”——单车智能与“车路云一体化”分层协同推进，兼顾现阶段可行性与未来演进方向，突破算法安全与感知能力受限等瓶颈；场景路径聚焦“从哪里突破”——坚持风险可控、需求迫切、商业模式明确的原则，按“封闭低速→开放高速”“载物→载人”的路径渐进落地，分层缓释应用风险；商业路径聚焦“如何实现可持续运营”——由补贴驱动逐步转向市场驱动，最终构建

以数据要素赋能为基础的多元盈利模式，疏通可持续盈利的关键堵点。四条路径彼此支撑、不可或缺，共同形成我国自动驾驶规模化应用的系统性框架。





如图所示，四条路径形成制度打底、技术赋能、场景落地、商业可持续的完整闭环，下文分维度逐条拆解各路径分层实施思路。

（一）监管路径：从鼓励创新到规范发展的制度演进

针对前文提出的法律法规空白、跨区域监管尺度不一、权责划分模糊等监管类核心挑战，结合“监管标准加速完善”的产业发展趋势，监管路径遵循从地方试点到全国统一管理的演进思路：自动驾驶应用初期以地方试点为主要模式，允许先行城市自主探索管理规则，形成可复制推广的经验。当前阶段，应将经过实践检验的沙盒监管、技术监管、事故分级分类管理等成熟经验上升为全国统一规范，结束各地标准不一、管理混乱的局面。中长期，建立覆盖“准入—运行—退出”全生命周期的国家统一监管体系，明确 L3/L4 自动驾驶在激活期间的事故责任划分、保险配套和数据追溯规则，实现从“以鼓励创新为主”向“鼓励创新与规范发展并重”的平稳过渡。

（二）技术路径：单车智能与“车路云一体化”的分层协同



针对产品安全算法黑盒、长尾场景覆盖不足、路侧基建统筹失衡等技术与基建短板，依托“技术路线多元并行、车路云分层协同”两大趋势，技术路径采取单车智能为基础、“车路云一体化”按需补充的分层方案：单车智能是规模化应用的基础，“车路云一体化”是提升安全冗余、突破感知极限的升级方向。短期内，应以L2级驾驶辅助的大规模普及为主，依托端到端大模型、VLA模型等技术提升单车感知与决策能力，在高速、城区快速路等结构化道路中率先实现高阶辅助驾驶的规模化应用。中长期，随着路侧基础设施逐步覆盖和云端平台能力提升，推动“车路云一体化”在L4级示范区、高速公路等重点路段率先落地，通过超视距感知和协同决策补足单车智能短板。两条技术路线并非替代关系，而是根据场景需求和基础设施条件分层协同：私家车以单车智能为主，路侧信息作为增值服务；城市Robotaxi、干线物流等可按需叠加“车路云一体化”协同感知能力。

（三）场景路径：从封闭低速到开放高速、从载物到载人的渐进落地

遵循“风险可控、需求迫切、商业模式清晰”的原则，



分层推进场景落地。第一层，封闭/半封闭场景——港口、矿山、园区、机场等低速、固定路线场景，技术成熟度高、安全风险可控、商业模式易于闭环，应率先落地全无人示范运营。第二层，干线物流、城市环卫、公交接驳等中高速半开放场景，在政策允许和路侧设施支撑下，逐步扩大运营范围。第三层，城市开放道路 Robotaxi，由于交通环境复杂、长尾场景频发、公众接受度低，应采取“主驾有人→副驾有人→后排有人→全无人”的渐进路径，逐城、逐区域开放，以安全与效率双提升为前提控制扩张节奏。

（四）商业路径：从补贴驱动到市场驱动的模式转换

早期阶段，依赖政府补贴、测试牌照、试点项目等政策支持推动技术验证和示范运营。随着成本下降和技术成熟，逐步转向市场驱动：私家车辅助驾驶功能通过硬件标配和软件订阅形成稳定收入；封闭场景的无人化运营通过人力替代实现盈利；车路云基础设施通过数据服务、交通治理增值、技术输出等多元化路径形成自我造血能力。

此外，数据要素是商业闭环的重要增量，但受限于权属界定不清、定价机制缺失及合规门槛高企，规模



化数据交易短期内难以实现。现阶段应聚焦行业数据共享与公共平台开放，通过统一数据格式、接口标准和脱敏规范，促进跨企业、跨区域的数据流通与技术协同，加速算法迭代和长尾场景覆盖；待确权立法与流通规则成熟后，再逐步探索数据资产化、城市治理服务等衍生业态，推动产业从“卖硬件、卖方案”向“卖服务、卖能力”转型。

监管、技术、场景、商业四维实施路径明确了产业分层落地的总体框架，为系统性化解产业现存短板提供清晰行动方向。为保障四条路径落地见效，结合顶层政策、产业、安全、数据、社会认知多维度，配套提出针对性落地对策建议。

二、对策建议

结合前文梳理的产业规模化核心挑战、中长期发展趋势与四维协同实施路径，围绕制度立法、标准技术、安全管控、数据要素、车路云基建、公众认知六大维度提出配套对策，实现对策—路径—趋势—现存短板一一对应，精准破除产业扩张各类约束。

（一）完善法律法规，筑牢制度根基

对应监管路径从地方试点到全国统一管理的演进逻辑，以及“监管协同治理持续深化”的发展趋势，针对法律法规空白、跨区域监管碎片化的核心瓶颈，需从顶层立法、分级监管、沙盒制度完善三方面补齐制度短板，构建全生命周期管理制度体系。

1. 加强顶层立法设计

建议在国家层面加快推动自动驾驶专项立法，或修订《中华人民共和国道路交通安全法》等上位法，明确自动驾驶车辆的法律地位、准入条件、责任主体和基本权利义务，为部门规章和技术标准提供统一的上位法依据。同时，发挥地方试点的探索功能，在法律授权范围内支持试点地区围绕责任划分、数据治理、事故调查等开展可控探索，建立从地方实践到国家立法的经验反馈通道。

2. 坚持分级分类监管

根据自动驾驶的技术等级、应用场景及风险等级，制定差异化监管要求，避免“一刀切”的监管思维。对L2及以下辅助驾驶，强化驾驶员责任与宣传规范；对L3有条件自动驾驶，明确系统激活期间车企责任与驾驶员接管义务；对L4及以上高度自动驾驶，探索建



立“企业责任+保险兜底”的保障机制。通过技术分级锚定创新边界、场景分类划定风险阈值、责任分层明确救济路径，实现精准施策。

3. 完善沙盒监管制度

总结北京、上海、广州等先行示范区经验，出台全国统一的沙盒监管实施指南与测试规范，明确适用范围、监管主体权责、入盒条件、测试要求、风险管控、退出机制和责任豁免边界。建立统一的分级分类测试场景库，推广虚实结合的安全测试方法，降低企业合规成本，提升监管标准化水平，为沙盒监管从“一企一方案”走向全国统一提供制度保障。

（二）健全标准体系，引领技术创新

标准是产业规模化发展的技术底座。当前，我国自动驾驶标准体系虽已初步建立，但仍需进一步系统化、前瞻化，以支撑从技术验证到商业应用的全链条需求。

1. 完善标准体系架构

结合《国家车联网产业标准体系建设指南》等要求，持续优化覆盖基础通用、技术产品、测试评价、运营管理等维度的自动驾驶标准体系。重点补齐功能安全、预期功能安全、数据安全、网络安全等关键标准，推

动国家标准、行业标准和团体标准协同发展。

2. 加快核心标准研制

支持企业、高校、科研机构 and 行业协会积极参与标准制定，优先推进自动驾驶系统多支柱测试评估方法、安全评估模型、交通拥堵自动驾驶功能及试验方法、代客泊车功能及试验方法等急需标准。面向产品准入管理，加快制定研发设计、测试验证、生产一致性等管理类标准。

3. 构建标准实施保障机制

建立健全“政府+平台+行业”协同的标准工作组织，统筹产学研用各方力量。加强标准化人才培养和专题培训，鼓励企业将标准化人才纳入职业能力评价体系。通过宣贯培训引导企业在研发、生产、检测等环节对标达标，持续提升标准助力产业高质量发展的效能。

（三）筑牢安全防线，守住发展底线

安全是自动驾驶规模化应用的基石。针对前文所述产品安全在算法黑盒、长尾场景覆盖不足、验证体系不健全等方面存在的双重缺口，结合技术路径对安全约束的要求，亟须从测试评估、硬件性能、冗余设计、

算法可解释性等多个维度系统构建安全防线。

1. 健全安全测试与评估制度

在现有准入试点基础上，进一步完善覆盖模拟仿真、封闭场地、实际道路以及网络安全、数据记录等要求的“仿真+场地+开放道路”三位一体测试验证体系。建立产品安全事件监测和报告机制，对已准入产品进行动态安全评估。结合试点实证经验，持续优化测试评估要求和管理操作流程，形成“测试—准入—运行—退出”的全生命周期安全闭环。

2. 提升传感器硬件感知性能

支持企业深耕雷达、激光雷达、摄像头等核心传感器的性能突破，提高环境感知的精确性和抗干扰能力。深入探索多传感器融合技术，实现优势互补，弥补单一传感器的性能短板。

3. 完善硬件系统安全冗余设计

对感知、计算、线控、制动、转向等关键子系统采用冗余设计，确保单点失效时冗余系统能无缝接管。加大冗余系统研发力度，打造多层次、多维度的安全冗余体系，为智能汽车安全行驶提供最后一道防线。

4. 增强算法可解释性

在不涉及商业机密的前提下，鼓励企业适度公开

算法原理和决策逻辑。支持可解释人工智能基础研究，探索利用视觉反馈、自然语言处理等技术将复杂决策转化为可理解信息。构建规范统一的可解释性评价体系，提升自动驾驶系统的可靠性和公众信任度。

（四）激活数据价值，赋能产业迭代

数据是驱动自动驾驶技术迭代的核心燃料。对标商业路径中“共享先行、市场化跟进”的发展思路，以及“数据闭环成为产业核心竞争力”的中长期趋势，针对产业链存在的数据孤岛问题与跨境本地化合规困境，建议构建以数据分类分级为基础，兼顾共享流通、价值释放与安全保护的治理体系。

1. 建立数据分类分级管理制度

依据《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》等上位法，出台自动驾驶数据分类分级管理办法。结合场景、用途、流通范围和风险因素，制定层次清晰的数据分类分级目录，明确不同类别数据的处理方式和安全保护措施，覆盖采集、存储、使用、共享、销毁全生命周期。对包含人脸、车牌等敏感信息的原始视频数据，严格遵循匿名化/假名化处理要求；对研发阶段的测试数据，在符合安全评估前

提下规范使用。

2. 推进数据共享与流通

推动车企、科研机构、行业协会成立数据共享标准工作组，制定统一的数据格式、标注规范、接口标准。设立专项基金支持数据标准化技术研发。推动从“数据交易”向“数据共享+公共数据平台”转变，待数据权属法律明确、定价机制成熟后，再有序推进市场化数据交易。

3. 释放数据要素价值

运用数据开放、授权运营等方式，推动公共数据与自动驾驶全生命周期数据跨层级、跨领域协同应用。围绕公众出行、物流降本、绿色低碳、金融服务等领域打造典型示范场景，推动自动驾驶数据与公安、气象、旅游、金融等数据融合，服务传统产业转型升级。

4. 守住数据安全底线

鼓励企业将数据安全合规要求嵌入产品开发流程，形成“研产销服”全生命周期的安全防护能力。推动数据安全向产业链上下游延展，强化供应链安全协同。落实《汽车数据出境安全指引》要求，建立高效便利安全的跨境数据流动机制，实现高质量发展和高水平安全的良性互动。

（五）推进“车路云一体化”，构建协同生态

契合单车智能与“车路云一体化”双轮协同的技术架构，顺应“车路云分层按需落地”的发展趋势，聚焦路侧基础设施资源错配、车路数据互通存在壁垒、市场化运营模式缺位等突出短板，依托“聪明的车+智慧的路+强大的云”这一中国特色技术路径，弥补单车智能在感知能力上的不足，并从顶层统筹、标准互认、场景运营、分层建设等多个维度突破落地瓶颈。

1. 加强顶层设计与协同机制

制定覆盖技术、产业、应用、安全、法规的“车路云一体化”发展规划，明确中长期目标、技术路线图和重点任务。建立跨部门规划、实施、监督与政策保障机制，统筹解决标准、频谱、基础设施共建共享、数据跨域流通、安全监管等关键问题。

2. 统一系统架构与互联互通

以统一的架构设计将车、路、云各要素有机连接，保障城域及城间数据互联互通。建设支撑“分层解耦、跨域共用”的城市云控基础平台，通过边缘云提供增强感知与辅助决策，通过区域云支撑交通精细化治理，通过中心云赋能大数据应用。建设城市智能网联汽车安全监测平台，实现对车辆运行状态的实时监测，支

撑交通违法处理、事故调查和责任认定。

3. 聚焦痛点场景，打造商业闭环

以市场需求为导向，推动“车路云一体化”应用从示范走向规模化、商业化。明确建设运营各方主体权责，推动道路基础设施运营主体与云控平台运营主体合作，面向需求实现资源与数据共享，促进服务收费等商业模式形成。持续挖掘运行数据价值，为城市治理提供交通路况监测、动态管控、重点车辆预警等精细服务。

4. 实施差异化策略，避免“一刀切”

鉴于各方对“车路云一体化”认知和落地条件的差异，建议国家层面明确阶段性目标：近期聚焦高速公路、城市快速路等重点路段以及L4级示范区的连续覆盖，为高阶自动驾驶提供安全保障；中期逐步向城市主干道扩展，同步探索数据服务、运维服务的市场化收费模式；远期实现全域覆盖，并与智慧城市、智慧交通深度融合。鼓励各地根据自身条件选择差异化路径——产业基础雄厚的城市可率先推进全域覆盖，财政压力较大的城市可优先在事故多发路段、公交专用道等场景开展点状部署，避免盲目攀比建设规模。

5. 构建服务生态

推动产业政策从“管技术”转向“育生态、拓场景、

给空间”，以包容审慎监管护航服务创新。优先在货运干线、园区接驳、港口、铁路站场等场景规模化落地。围绕停车、充电、保养、保险、购物等构建自动化、智能化的服务体系，夯实自动驾驶规模化应用的生态底座。

（六）提升社会认知，凝聚发展共识

公众接受度是自动驾驶规模化应用的心理门槛。认知错位、信任缺位和体验落差，是当前自动驾驶规模化应用面临的主要障碍。必须通过理性引导、科普教育和体验优化，逐步消除公众疑虑。

1. 引导理性认知

制定分级用户手册，实事求是界定自动驾驶功能边界。加强市场监管，整治模糊宣传、虚假宣传。鼓励消费者通过多方信息比对和专家求证，理性认识自动驾驶的能力与局限。

2. 开展科普教育活动

推动政府、企业、社会、媒体协同联动，开展趣味性、体验性、直观性的科普活动，让公众了解自动驾驶原理、优势和风险，帮助公众树立理性认知，规范使用辅助驾驶系统。

3. 加强安全宣传



构建全覆盖、立体化的安全宣传教育体系，既介绍自动驾驶在减少事故、提高效率方面的潜力，也客观展示其在极端环境下的局限性。倡导“人机共驾”时代的安全驾驶准则，推动交通安全规范深入人心。

4. 建立安全公开机制

参考 Waymo 每月发布安全报告、百度萝卜快跑公开运营数据的实践，建立行业汇总数据，并定期发布运营里程、事故率、接管率等指标，增强透明度，提升公众信任度。

此外，关键核心技术的自主可控与商业化落地的有序推进，共同构成自动驾驶规模化应用的一体两翼。建议设立国家专项基金，支持高算力车规芯片、车载操作系统、高性能激光雷达、端到端大模型等核心技术的研发与产业化，鼓励国产芯片企业与车企深度合作，推进“芯片+算法+工具链”开放平台建设，补齐仿真软件、测试工具链等产业链短板。在商业化节奏上，引导企业优先选择封闭园区、港口、矿山、环卫等可快速闭环的场景积累经验，城市 Robotaxi 应遵循示范区试点先行、逐步扩围的渐进路径，避免盲目圈地扩张和资本扎堆炒作，警惕同质化低水平重复建设，推动行业从“盲目扩张”转向“高质量发展”。

第七章 未来展望

我国驾驶自动化产业正站在从技术验证走向规模化应用的关键节点，未来将迎来技术、产业与生态全面深化的战略机遇期。

技术层面，随着 AI 大模型与自动驾驶深度融合，系统正从“规则驱动”向“数据驱动”加速演进，感知能力向超视距拓展，决策能力向认知推理跃升，复杂场景适应性持续提升。同时需持续攻克长尾场景、成本优化、法规体系完善等关键挑战。

产业层面，国产芯片、算法、传感器已形成自主协同闭环，“单车智能+车路云一体化”双轮驱动格局愈发清晰。车路云基础设施将遵循“场景牵引、分级建设”思路逐步落地，一线城市核心区域率先形成示范效应，二、三线城市按需适度推进，避免资源错配。

面向未来，驾驶自动化将加速与智慧城市深度融合，构建人、车、路、云高度协同的智慧交通新生态。L2级驾驶辅助将全面实现智驾平权，L4级自动驾驶在特定场景实现试点商用并逐步扩展，智能出行、智慧物流、无人环卫等多元应用分层落地。自动驾驶与具身

智能在感知、决策、控制等算法架构上同宗同源，驾驶自动化在真实道路场景中积累的海量交互数据与端到端训练范式，将为具身智能从实验室走向工业及特定开放环境提供关键验证场与能力底座。随着制度体系日益完善、社会认知逐步提升，产业将从技术验证迈入规模化应用新阶段，算法、算力与数据将在“车-人-机”之间实现跨域复用，驾驶自动化与具身智能的协同演进不仅会重塑未来智能体在物理世界的交互方式，更为交通强国建设和汽车产业转型升级注入源源不断的强劲动能。