



高级别自动驾驶应用 白皮书

编写单位：中国汽车工程研究院股份有限公司

北京三快在线科技有限公司

北京百度网讯科技有限公司

北京智行者科技股份有限公司

中国汽车信息化推进产业联盟

城市复杂场景载物智能驾驶北京市工程研究中心

2023年9月

《高级别自动驾驶应用》白皮书

编写组

编写单位

中国汽车工程研究院股份有限公司

北京三快在线科技有限公司

北京百度网讯科技有限公司

北京智行者科技股份有限公司

中国汽车信息化推进产业联盟

城市复杂场景载物智能驾驶北京市工程研究中心

参编人员

刘明、何庆、王薛超、杨红松、夏华夏、郎丹、曾辉、赵玮、孙寒杰、陈卓、吴琼、宋德王、陈晨、霍舒豪、陈巍、王晶、文洋、刘雅新、张越垚、朱云尧、杨学婧、衣俊辉

前 言

各国在争相抢占自动驾驶制高点，国内多家企业相关产品技术水平已站在全球第一梯队，国内多地在推进高级别自动驾驶商业试点，为凝聚共识及推动行业发展，我们联合行业多家机构编写《高级别自动驾驶应用白皮书》。

“高级别自动驾驶”可以提升运行效率和降低成本。当前，“高级别自动驾驶”已在公共道路和园区等多个场景应用，在公开道路开展商业化试点运营的出租车和自动配送已分布北京、深圳、上海、武汉、旧金山、菲尼克斯等城市。随着技术迭代及验证，“高级别自动驾驶”有望提升车辆运行能力，届时将激发大规模车辆置换需求。

“高级别自动驾驶”可以提升通行能力和安全水平。结合车路云一体化技术，自动驾驶车辆能够精确感知和预测交通状况，可减少90%以上事故。同时，车辆可智能规划路线和速度，优化交通流动以减少交通拥堵，据统计可为驾驶者平均每天腾出50分钟额外时间、为群众腾出更多闲暇时间。

高级别自动驾驶产品已趋于成熟，部分企业已商业化试点运营，建议按分类分级进行管理、试点创新和沙盒监管模式。

目 录

1	主要国家和地区自动驾驶政策法规加速出台	1
1.1	国外自动驾驶政策法规.....	1
1.1.1	联合国从系统上为自动驾驶行业制定相关标准法规.	1
1.1.2	欧盟推出自动驾驶准入许可实现特定场景合规应用.	3
1.1.3	美国自动驾驶政策加速迭代，商业化应用加速落地.	5
1.1.4	日本借鉴国外经验结合本国实际推进自动驾驶进程.	7
1.2	我国自动驾驶政策法规.....	8
1.2.1	国家层面，加快制定自动驾驶产业政策及标准体系.	8
1.2.2	地方层面，先行先试加速制定自动驾驶法律规范..	11
2	高级别自动驾驶应用场景和商业化落地多维涌现	16
2.1	Robotaxi 范围扩大，政企联合打造生态模式	16
2.1.1	巨大的市场需求，促进 Robotaxi 的发展	17
2.1.2	自动驾驶出行服务成本将持续降低	17
2.1.3	Robotaxi 商业化落地进入发展快车道	18
2.2	城市自动配送应用加速到来，打通物流最后一公里	22
2.2.1	自动配送实现常态化运营	22
2.2.2	自动配送技术具备商业化量产条件	23
2.3	自动驾驶卡车高速场景应用，推动物流行业创新	25
2.3.1	初创公司从落地场景出发，推动自驾技术规模化..	26

2.3.2	主流车企与初创公司共研自驾技术，推动创新.....	28
2.3.3	物流需求方采用自研或合作方式进行技术储备.....	28
2.4	矿区、港口等封闭场景，推进自动驾驶商业化落地.....	28
2.4.1	矿山、港口等相对封闭场景促成自动驾驶技术落地	29
2.4.2	矿山场景自动驾驶从实地测试阶段迈入试运营阶段	30
2.4.3	港口自动驾驶加速实现场景物流“去安全员”运营	30
3	高级别自动驾驶发展趋势及建议.....	34
3.1	持续完善自动驾驶行业政策法规体系建设.....	34
3.2	车路云一体化迅速发展促进自动驾驶进程.....	37
3.3	研究制定自动驾驶保险产品促进产业发展.....	40
3.4	先行先试积极探索与企业的多种合作模式.....	42

1 主要国家和地区自动驾驶政策法规加速出台

1.1 国外自动驾驶政策法规

1.1.1 联合国从系统上为自动驾驶行业制定相关标准法规

联合国制定的法规适用于 1958 协议下的成员国。根据这些法规，任何汽车销售到这些国家都必须通过相关认证程序。这使得联合国能够建立一套系统性标准法规，以指导自动驾驶法规的制定和发展。

联合国下设的组织，即世界车辆法规协调论坛 (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations, WP.29)，负责制定国际自动驾驶汽车法规政策和安全性能标准。在 2019 年，WP.29 通过审议了《自动驾驶汽车框架文件 (L3 及更高级别)》(Framework document on automated/autonomous vehicles (levels 3 and higher))，明确了 L3 及更高级别自动驾驶的安全和安全防护原则，同时确立了 WP.29 的优先工作事项、相关成果物、时间表和路线图。

2020 年，WP.29 发布了三项重要的智能网联汽车法规，分别是 R155 《网络安全及网络安全系统》(Cyber security and cyber security management system)、R156 《软件更新及软件更新管理系统》(Software update and software update management system) 和 R157 《自动车道保持系统》(Automated Lane Keeping System, ALKS)，涵盖了信息安全、软件升级以及自动车道保持系统。R155 标志着全球首个强制性汽车信息安全法规的出台，将信息安全要求从符

合标准提升到法规遵从的水平。R156 提出了软件升级管理体系认证要求，规范了软件升级过程，确保其安全、可控和合规。R157 则成为首个对 L3 级自动驾驶功能具有约束力的国际法规，强调了安全作为核心，从系统安全(System Safety)、失效响应(Failsafe Response)、人机界面(Human Machine Interface, HMI)、自动驾驶数据存储系统(Data Storage System for Automated Driving, DSSAD)、信息安全(Information Security)及软件升级(Software Updates)等多个方面提出了严格要求。

2021 年 7 月，WP. 29 发布了 R151《盲区监测系统》(Blind Spot Information System)、R158《倒车监测装置》(Devices for Reversing Motion)和 R159《行人及自行车移动检测》(Moving-Of Information Systems)，旨在减少事故发生以及在事故中受伤的人员，特别关注保护弱势道路使用者(如行人和骑行者)。

2022 年 7 月，联合国发布了 R152《用于 M1 和 N1 车辆的自动紧急制动系统(AEBS)》(Advanced Emergency Braking Systems (AEBS) for M1 and N1 vehicles)和 R160《汽车事件数据记录系统》(Event Data Recorder System)，明确规定了自动紧急制动系统和事故数据记录仪。R152 要求自 2022 年 7 月 8 日起，新准入的轻型车必须配备自动紧急制动系统(AEBS)，并包括车辆与车辆、车辆与二轮车、车辆与行人以及误触发情况下的应对。R160 法规的颁布有助于更全面地了解车辆碰撞和伤害情况，从而促进更安全的车辆设计和开发。

1.1.2 欧盟推出自动驾驶准入许可实现特定场景合规应用

欧盟积极致力于构建自动驾驶领域的法律法规和政策框架，已经发布了多项重要的法律政策文件，对自动驾驶产业的发展具有重要的宏观指导作用。

为了保护用户的信息和隐私，以及防止数据泄露，欧盟数据保护委员会（European Data Protection Board, EDPB）在2021年3月发布了《关于在智能网联车辆和出行相关应用程序中处理个人数据的指南》（Guidelines on processing personal data in the context of connected vehicles and mobility related applications）。这些指南专注于智能网联车辆和出行相关应用场景下的个人数据处理，揭示了潜在的隐私和数据保护风险，并为行业参与者提供了参考建议。在2022年4月，欧盟理事会（Council of the European Union）通过了《数据治理法案》（Data Governance Act），旨在通过促进数据共享来推动欧盟地区的社会数字经济发展。这一法案旨在增加对数据共享的信任，提高数据的可用性，并为产品和服务的研究与创新建立可信赖的数据使用环境。此外，欧盟委员会还发布了一系列法规，如（EU）2021/646《关于机动车紧急车道保持系统（ELKS）型式认证统一程序和技术规范》（Regards uniform procedures and technical specifications for the type-approval of motor vehicles with regard to their emergency lane-keeping systems）、（EU）2021/1958《关于机动车智能速度辅助系统（ISAS）认证的具体试验

程序及技术要求》(Concerning the specific test procedures and technical requirements for the type-approval of motor vehicles with regard to their intelligent speed assistance systems and for the type-approval of those systems as separate technical units)、(EU) 2021/1341《关于就驾驶员困倦和注意力警示系统对机动车进行型式批准的专门测试程序和技术要求方面制定详细规则》(Concerning the specific test procedures and technical requirements for the type-approval of motor vehicles with regard to their driver drowsiness and attention warning systems)和(EU)2022/1426《全自动车辆自动驾驶系统(ADS)型式认证的统一程序和技术规范》(Regards uniform procedures and technical specifications for the type-approval of the automated driving system (ADS) of fully automated vehicles), 以规范智能网联汽车型式认证的管理和技术要求。特别值得注意的是 (EU) 2022/1426 法规, 它针对完全自动驾驶车辆的型式认证进行了立法, 将规范的范围从之前的 L3 级自动驾驶扩展到 L4 级和 L5 级。这一立法举措是对汽车通用安全法规的广泛修订的一部分, 旨在提高自动驾驶车辆的安全性和合规性标准。

德国采取立法的手段, 积极争取在自动驾驶领域获得领先优势, 成为自动驾驶技术应用最早的国家之一。自 2015 年发布了《自动网联驾驶战略》(Strategy for Automated and Connected Driving),

德国就着眼于确保在自动驾驶创新的关键阶段保持领先地位。在 2021 年 5 月，德国联邦议会成功通过了全新的《自动驾驶法（草案）》（Strassenverkehrsgesetz (StVG)），并经过德国联邦议院和联邦参议院的投票通过，正式颁布于 7 月。这部法律成为全球首个规管无人驾驶车辆的法规，使德国成为首个允许完全无人驾驶汽车在道路上行驶的国家。该《自动驾驶法》通过对现有道路交通法和强制保险法的补充，为 L4 级自动驾驶建立了法律框架，使其能够在全国范围内规定的公共道路上正常运行。随后的 2022 年，《自动驾驶车辆批准和运营条例》（Regulations on Approval and Operation of Autonomous Vehicles）更为详细地规定了自动驾驶汽车上路审批的要求，为 L3 级自动驾驶汽车的批量生产和市场投放提供了可能性。这些举措加强了德国在自动驾驶技术领域的地位。

1.1.3 美国自动驾驶政策加速迭代，商业化应用加速落地

美国采用了“联邦政府-州政府”两级模式来管理自动驾驶产业，以确保其有序发展。在这个模式下，联邦政府与各州政府合作，分工明确，共同推进自动驾驶汽车领域的进展。联邦政府的主要职责是通过制定法规和政策文件来引导自动驾驶汽车的生产、测试和商业化推广。各州政府则负责建立具体的要求和实施细则，以管理其行政区域内的自动驾驶汽车上路测试活动。这种协作模式有助于确保自动驾驶技术的安全性和可持续性，并在全国范围内促进了自动驾驶产业的发展。

美国在 2020 年 3 月发布了《智能交通系统战略规划 2020-2025》(Intelligent Transportation Systems Joint Program Office Strategic Plan 2020-2025), 该规划明确了其愿景, 即“加速智能交通系统的应用, 改变社会运行方式”, 以及使命, 即“领导合作和创新研究、开发和实施智能交通系统, 以确保人员通勤和货物运输的安全性和流动性”。随后, 于 2020 年 4 月, 美国总统行政办公室和交通部联合颁布了《自动驾驶汽车 4.0: 确保美国自动驾驶汽车技术的领导地位》(Ensuring American Leadership in Automated Vehicle Technologies Automated Vehicles 4.0), 其中列出了自动驾驶汽车研发和整合的联邦原则, 强调了安全和审查的优先性, 鼓励各部门和机构在自动驾驶领域进行创新, 并确保持续的监管方案。在 2021 年 1 月, 美国交通部发布了《自动驾驶汽车综合计划》(Automated Vehicles Comprehensive Plan) 报告, 作为美国“自动驾驶 4.0”国家计划的延伸和实施, 旨在确保美国在全球自动驾驶领域的领先地位。该报告进一步明确了美国自动驾驶汽车产业发展的三大目标、五大优先领域以及三类公共平台。

法规方面, 2020 年, 美国汽车工程学会发布了 SAE J2945/5-2020《网联车辆应用的服务许可和安全指南》(Service Specific Permissions and Security Guidelines for Connected Vehicle Applications) 等法规, 其中涵盖了轻型车辆的车载设备和车辆对车辆 (V2V) 安全通信系统的规定。在 2022 年 3 月, 美国国家公路交通

安全管理局发布了《自动驾驶系统车辆的乘员保护》(Occupant Protection Safety Standards for Vehicles Without Driving Controls) 最终规则, 此规则对《联邦机动车安全标准》(Federal Motor Vehicle Safety Standards, FMVSS) 中的乘员保护标准进行了更新。规定强调了自动驾驶汽车必须提供与传统车辆相等的乘员保护能力, 还明确了自动驾驶汽车可取消方向盘、制动踏板等人工控制装置。而在 2022 年 6 月, 美国参议院和众议院发布了《美国数据隐私和保护法》(American Data Privacy and Protection Act, ADPPA) 的初稿。ADPPA 的目标是通过为个人提供广泛的数据保护, 并对数据控制实体提出严格要求, 建立一个强有力的国家框架来保护个人数据。

在 2023 年 8 月, 美国加利福尼亚州公用事业委员会(California Public Utilities Commission, CPUC) 批准了 Cruise 和 Waymo 在旧金山提供全天候的无人驾驶出租车 (RoboTaxi) 收费服务。这一决定使旧金山成为美国第一个实现无人驾驶出租车全面商业化的城市。

1.1.4 日本借鉴国外经验结合本国实际推进自动驾驶进程

日本在自动驾驶法规方面积极借鉴了国际经验, 并形成了体系化和逐步推进的特点。自 2014 年以来, 日本政府采用《官民 ITS 构想·路线图》为战略指导, 对自动驾驶技术的成就和未来方向进行总结和规划。《官民 ITS 构想·路线图 2020》明确了推广自动驾驶汽车的社会应用, 提高交通运输效率以及支持老年人出行的目标。

近年来, 日本陆续发布了一系列法规和指南文件, 包括《自动驾

驶汽车道路测试指南》(Guidelines for Public Road Testing of Automated Driving Systems)、《自动驾驶汽车安全技术指南》(Transport and Tourism Technical Guidelines for Autonomous Vehicle Safety)等,为自动驾驶汽车的测试和商业化奠定了基础。日本政府在自动驾驶技术发展方面采取了相对谨慎的态度,特别是《自动驾驶安全技术指南》作为自动驾驶发展的指导性文件,提出了实现零交通事故的社会目标。该指南列出了一系列安全条件,为了在国际标准化讨论中提出,日本政府还在联合国欧洲经济委员会汽车标准协调世界论坛 WP.29 上积极参与国际标准制定。

日本颁布的《道路运输车辆法》(Road Transport Vehicle Act)主要侧重于汽车产品管理,特别涉及自动驾驶装置和软件更新等方面,而《道路交通安全法》(Road Traffic Act)修正案则关注驾驶人管理,特别规范了自动驾驶汽车的驾驶行为。这些法规允许具有远程监控功能的 L4 级自动驾驶公交车在交通网络较弱的地方按指定路线运行,促进了 L4 级自动驾驶汽车在特定条件下提供出行服务。

1.2 我国自动驾驶政策法规

1.2.1 国家层面,加快制定自动驾驶产业政策及标准体系

我国在自动驾驶领域取得了显著的进展,不断完善相关法律框架,确立了车路协同的战略发展方向,为高级别自动驾驶车辆的引入和广泛应用提供了坚实的政策支持。

注重战略规划，完善标准体系。2020年2月，国家发改委、中央网信办、科技部、工信部、公安部、财政部等11个部门共同制定了《智能网联汽车创新发展战略》，明确了到2025年我国标准智能汽车的技术创新、产业生态、基础设施、法规标准、产品监管和网络安全体系的基本形成目标。同时，该战略规划还提出了在2035年至2050年之间全面建设更加完善的标准智能汽车体系的目标。与战略规划同步发布包括《国家车联网产业标准体系建设指南（车辆智能管理）》《国家车联网产业标准体系建设指南（智能交通相关）》以及《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023年版）》等文件。这些文件旨在逐步建立适应我国国情和与国际接轨的智能网联汽车标准体系，为自动驾驶技术的落地和应用提供坚实的标准支持。

开展试验实测，积累管理应用经验。2021年7月，工信部、公安部和交通运输部发布了《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》，旨在适应新技术、新模式和新业态的发展，加速智能网联汽车产业化进程。这一规范对示范范围、测试车辆和检测项目等方面进行了修订和完善，包括增加了示范应用、专用作业车等内容，并简化了办理程序。企业及产品管理方面，我国陆续发布了一系列文件，包括《智能网联汽车生产企业及产品准入管理指南（试行）》《关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》以及《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知（征求意见稿）》等，着重规定了L3级和L4级智能网联汽车的准入和应用。这些政策允许一

些城市和企业率先获得准入试点资格，通过试点积累高级别智能网联汽车的运营和管理经验，逐步推广至全国范围。2022年8月，交通运输部发布了《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》，旨在适应自动驾驶技术的发展，鼓励和规范自动驾驶汽车在运输服务领域的应用，以保障运输安全。

积极应对网络安全压力，制定在线升级规范。2019年9月，工信部发布了《关于加强车联网网络安全和数据安全工作的通知》，要求各级主管部门、通信管理局、汽车生产企业等各方加强车联网的信息安全。2021年8月，国家网信办等五个部门联合发布了《汽车数据安全若干规定（试行）》，明确了对汽车数据安全的要求，包括个人信息和重要数据的处理原则、个人敏感信息的处理要求等。此外，工信部还于2021年9月发布了《关于车联网卡实名登记管理的通知》，进一步规范了车联网卡的实名登记要求。2022年2月，工信部发布了《关于车联网网络安全和数据安全标准体系建设的指南》，以指导行业构建网络安全和数据安全标准，提高标准应用水平，支持车联网产业的安全健康发展。2020年11月，国家市场监督管理总局发布了《关于汽车远程升级（OTA）技术召回监管的通知》，要求所有采用OTA方式进行技术服务的汽车生产商按照相关法规要求备案。2021年6月，市场监管总局进一步规范了车企进行汽车OTA备案的程序。工信部于2022年4月发布了《关于汽车软件在线升级备案的通知》，要求具备OTA升级功能的汽车整车产品和OTA升级活动应进行备案。

1.2.2 地方层面，先行先试加速制定自动驾驶法律规范

根据中央层面的"十四五"规划和法规政策的引导，自2020年以来，各地纷纷发布了与智能网联汽车产业发展相关的规划，包括省、市、自治区以及重点城市。这些规划旨在推动智能网联汽车产业的发展，并为其在道路测试和商业化方面提供了指导。特别是一些具有优势地位的城市，如北京、上海、广州和深圳，在智能网联汽车道路测试方面取得了重要进展。它们在规模和里程方面都处于领先地位，并且相继出台了一系列配套政策和法规，起到了引领和标杆的作用。湖南、湖北、江苏、安徽、重庆、浙江等省市也积极规划智能网联汽车产业的发展，并已开始开展道路测试等相关工作。这些地方的积极举措有助于推动智能网联汽车技术的发展和應用，促进了我国智能交通领域的创新和进步。这也反映了我国在自动驾驶领域的政策顶层设计和地方政府的积极响应，共同推动了智能网联汽车产业的蓬勃发展。

北京市作为全国科技创新中心，积极推动自动驾驶技术的科学试验和产业探索。在这方面，北京市采取了一系列政策措施以支持和促进自动驾驶技术的发展和應用。首先，在自动驾驶车辆的道路测试管理方面，北京市自2020年11月发布了《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则(试行)》的第三次修订。这次修订延长了自动驾驶车辆测试号牌的有效期，同时新增了特殊天气环境(夜间、雨、雾)、高速环境和无人化技术测试场景，以支持更多的测试场景。该细则还调整了道路测试的里程要求，取消了测试车辆数量的限制，同时支持规

模化的试运营探索。其次，北京市在智能网联汽车政策方面也采取了积极的措施。在 2021 年 4 月，北京市经济和信息化局发布了《北京市智能网联汽车政策先行区总体实施方案》，以便创造更加友好的政策环境。这个方案设立了智能网联政策先行区，依托高级别自动驾驶示范区，旨在解决企业发展中的问题和痛点，并提供支持，以推广新产品、新技术和新模式的应用，同时营造政策友好型的产业发展环境。北京市还于 2021 年 11 月发布了《北京市智能网联汽车政策先行区自动驾驶出行服务商业化试点管理实施细则（试行）》，该政策允许 Robotaxi 运营商在试点区域提供有偿运营服务。经历了一系列发展阶段后，2023 年 4 月，百度“萝卜快跑”和小马智行获得了北京市高级别自动驾驶示范区首批“无人化车外远程阶段”示范应用许可，允许在北京市提供全车无人的自动驾驶出行服务。最后，北京市还在 2022 年 11 月发布了《北京市智能网联汽车政策先行区无人接驳车管理细则（道路测试与示范应用）》，为无人接驳车在特定区域内提供相应的路权，从而推动智能网联汽车新产品的创新管理。这些政策措施使北京市成为自动驾驶和智能网联汽车领域的重要实验和创新地区，为该领域的发展和应用提供了坚实的政策支持和推动力。

上海市在智能网联车辆管理方面采取了一系列立法措施，并不断完善政策环境，以促进自动驾驶技术的发展和商业应用。2022 年发布《上海市智能网联汽车测试与应用管理办法》。这一管理办法明确了示范运营可以适度收取费用，同时要求收费标准必须在示范运营方案

中载明，并向社会公示。这为企业开展商业化示范应用提供了法律依据，并促进了自动驾驶车辆的商业化应用。百度、小马智行、滴滴等出行企业的自动驾驶车辆已获得商业化示范应用的资格，并在指定的测试区域道路上进行了载人示范应用，包括从地铁到办公楼、居民区到商圈的服务。2022年8月印发《上海市加快智能网联汽车创新发展实施方案》，计划到2025年，将智能网联汽车产业规模发展到5000亿元，新生产的汽车中有70%具备辅助驾驶或有条件自动驾驶功能。此外，方案还鼓励临港、嘉定、浦东等区协同合作，共同完善智能网联汽车的研发和测试基础设施。临港新片区于2023年2月发布了《临港新片区促进无驾驶人智能网联汽车创新应用实施细则（试行）》，浦东新区也公布了《上海市浦东新区促进无驾驶人智能网联汽车创新应用规定》。这些规定为包括百度Apollo、AutoX安途、小马智行在内的三家企业颁发了无驾驶人智能网联汽车道路测试牌照，获得牌照的企业可以在浦东行政区域内划定的路段和区域进行车内全无人的智能网联汽车道路测试。浦东新区政府于2023年3月印发了《上海市浦东新区促进无驾驶人智能网联汽车创新应用规定实施细则》，这是中国首个针对无驾驶人智能网联汽车创新应用的地方性法规。这一细则明确了浦东新区将加速L4级别全无人驾驶的商业化落地，为无驾驶人智能网联汽车在临港新片区进行道路测试、示范应用、示范运营和商业化运营等创新应用活动提供法律依据和制度保障。

深圳市一直在积极推动自动驾驶技术的发展和商业化应用，采取

了一系列政策措施以支持这一领域的创新和增长。深圳率先提出了允许自动驾驶车辆在一定条件下无需配备安全员，但要进行远程监控。这一政策举措表明了深圳对于自动驾驶技术的开放态度，并为技术测试和应用创新提供了便利。2022年8月，《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》中明确规定，在智能网联汽车进行道路测试或示范应用时，通常需要配备驾驶人。然而，高度自动驾驶和完全自动驾驶的智能网联汽车，在采取了相应的安全措施并经过市相关主管部门的安全评估和审核批准后，可以不再配备驾驶人。这一政策举措为自动驾驶技术的发展提供了更大的灵活性和便利性。此外，深圳市鼓励智能网联汽车提供多样化的商业化服务，包括定制出行、社区出行、夜间出行和应急保障等。这为企业在智能网联汽车领域的商业化探索和服务创新提供了契机。深圳市在自动驾驶领域的政策框架和创新支持措施使其成为自动驾驶技术和智能网联汽车的重要发展和实验地区。这些政策为技术测试、商业化应用和服务多样化提供了坚实的政策支持。

湖南省《长沙市智能网联汽车道路测试与示范应用管理细则（试行）V4.0》为管理智能网联汽车的道路测试和示范应用提供了详细的规定和指导。该细则涵盖了多个方面，包括管理机构及职责分工、测试和示范申请条件、审核流程、管理程序、交通违法和事故处理等。在道路测试范围和管理流程方面，《实施细则 4.0》进行了重要的完善。它明确了测试及应用示范工作的管理程序和基本条件，特别是在高速测试申请和审核方面提出了更详细的要求，包括相关材料和测试

里程的要求。这有助于确保测试和示范应用的顺利进行，并提高了安全性和可控性。《湖南湘江新区智能网联汽车创新应用示范区行动方案（2022-2025）》也提出了一系列措施，包括允许自动驾驶出租车进行全无人示范应用，并在全天候条件下运行。该区已经开放了长达 317 公里的测试道路，未来计划构建国内领先的全无人、全天候道路测试运营网络，以实现环卫、物流、接驳和配送等多种场景的千辆级规模化应用。这将有助于打造可在全国范围内复制和推广的车联网商用场景，推动智能网联汽车技术的应用和发展。

自 2020 年以来，武汉市经开区已经取得了显著的进展，实现了智能网联汽车测试道路的全域开放。车谷地区已经建成了长达 106 公里的智能化道路，覆盖了整个区域的 160 平方公里，同时建立了高精度城市信息模型，创造了全国首个车城网平台。在 2022 年 6 月，武汉市智能网联汽车道路测试和示范应用管理联合工作组制定了《武汉市智能网联汽车道路测试和示范应用管理实施细则（试行）》。该细则允许通过通知书获得批准的示范应用主体进行车内无安全员的远程测试、示范和商业运营，这为自动驾驶业务的企业提供了详细的指导和支持。自动驾驶车辆将开始在武汉市经开区进行远程商业化试点运营，为公众提供自动驾驶出行服务。随后，该地区还开放了跨区通行，允许全无人驾驶车辆在夜间运营。这一系列举措加速了智能网联汽车从道路测试向商业化应用的过渡，为智能网联汽车商业化应用提供了强有力的支持，推动了自动驾驶技术的发展和普及。

2 高级别自动驾驶应用场景和商业化落地多维涌现

随着各国颁布自动驾驶商业化发展路径（如 2018 年 5 月，欧盟委员会发布了《通往自动化出行之路：欧盟未来出行战略》，提出到 2030 年普及完全自动驾驶；2021 年 1 月，美国交通部发布《自动驾驶汽车综合计划》，旨在确保其自动驾驶的全球领先地位等），不断完善自动驾驶政策、法规，以及在自动驾驶方案、算法、计算芯片、核心传感器、高精度地图等技术不断进步的产业环境下，自动驾驶正在从测试示范应用向无人驾驶商业化应用阶段加速拓展。并有望在以下应用场景超预期落地：1) Robotaxi 商业化试点及商业化运营加速。2) 在“最后一公里”配送，进入常态化运营。3) 高速公路商用车从双驾向单驾快速迭代。4) 矿山、港口等半封闭、高确定性的场景高级别自动驾驶正在快速落地。

2.1 Robotaxi 范围扩大，政企联合打造生态模式

Robotaxi 作为自动驾驶商业化落地重要场景，是基于高效、安全出行服务提供的自动驾驶全域生态。其商业化需要规模化出行服务运营能力。Robotaxi 服务运营成功除了流量、运营、体验、调度、服务等要素，自动驾驶相关政策的完善是自动驾驶无人车大规模商业化落地的前提，用户习惯的培养，市场参与者的多寡影响规模效应的形成，自动驾驶成本决定了 Robotaxi 产品的市场竞争力，技术成熟度决定了自动驾驶车辆是否安全、便利及消费者对自动驾驶服务的接受度。

2.1.1 巨大的市场需求，促进 Robotaxi 的发展

据麦肯锡（McKinsey）未来出行研究中心预计，中国 2030 年自动驾驶将占到乘客总里程（PKMT）的约 13%；到 2040 年，自动驾驶占乘用车总里程比例将达到约 66%。到 2030 年，自动驾驶乘用车将达到 800 万辆，自动驾驶汽车总销量将达到约 1.5 万亿元（2300 亿美元），基于自动驾驶的出行服务订单金额将达到约 1.69 万亿元（2600 亿美元）；到 2040 年，自动驾驶乘用车将达到约 1350 万辆，自动驾驶汽车总销售额将达到约 3600 亿美元，基于自动驾驶的出行服务订单金额将达到约 9400 亿美元。

表 1 2030 和 2040 年中国自动驾驶乘用车市场规模预测

要素 时间	自动驾驶乘用车数量	自动驾驶汽车总销售额	自动驾驶出行服务订单	自动驾驶占乘客总里程
2030 年	800 万辆	2300 亿美元	2600 亿美元	13%
2040 年	1350 万辆	3600 亿美元	9400 亿美元	66%

数据来源：McKinsey 中国汽研整理

2.1.2 自动驾驶出行服务成本将持续降低

据麦肯锡（McKinsey）未来出行研究中心测算，预计 2025 年至 2027 年出现拐点，企业运行的自动驾驶出租车成本将低于人工驾驶出租车成本。另在技术进度，规模效应等影响下，自动驾驶关键技术所应用的软硬件，包括传感器、车载计算平台、软件等成本亦将持续降低。据公开资料显示，百度发布的第六代无人车—ApolloRT6，成本

下降到 25 万元左右，第五代 Apollo Moon 北汽极狐成本为 48 万元，单车成本下降了 23 万左右。

表 2 百度 Robotaxi 第五代和第六代性能及价格对比

车型	发布时间	主要性能	成本价格
第五代 Apollo Moon 北汽极狐 	2021 年 6 月	依托百度 Apollo 全球领先的自动驾驶技术积累，采用“ANP-Robotaxi”架构，不仅让无人车套件轻量化，还可与智能驾驶汽车数据共生共享，打造超级强大的数据闭环。在领航辅助驾驶 ANP 车型基础上，增加 1 颗定制激光雷达和相应无人驾驶冗余，即可实现全无人驾驶能力。	48 万元
第六代 Apollo RT6 	2022 年 7 月	该产品是百度面向未来出行自主研发、正向设计的量产车，整车针对乘客需求和无人驾驶出行场景进行了深度设计。Apollo RT6 不但具备城市复杂道路的无人驾驶能力，且成本仅为 25 万元。预计 2023 年率先在萝卜快跑上投入使用。它的量产落地，将加速无人车规模化部署，重新定义汽车和未来出行方式。	25 万元

信息来源：调研 中国汽研整理

2.1.3 Robotaxi 商业化落地进入发展快车道

在全球自动驾驶企业深度参与、自动驾驶技术迭代、多场景测试数据等加持下，自动驾驶出租车的商业运营模式，对出租车和网

约车来说是划时代的颠覆性变革。自动驾驶技术、车辆、运营平台等成为业界重点关注领域。

表 3 全球主要 Robotaxi 企业规模情况

企业	开始研发时间	国家	主要测试地区	累计实际路测里程	总车队规模
Waymo	2009	美国	亚利桑拿州凤凰城、加州旧金山	大于 2200 万英里	大于 700
Cruise	2013	美国	加州旧金山	不详	约 300
Aurora	2017	美国	宾州匹兹堡、德州达拉斯、加州旧金山	约 460 万英里	不详
百度 Apollo	2013	中国	北京、广州、重庆、深圳、武汉等	大于 4300 万英里	大于 1000
		美国	加州旧金山、洛杉矶等		
文远知行	2017	中国	广州、北京、深圳、上海等	大于 900 万英里	大于 500
		美国	加州圣何塞		
小马智行	2016	中国	北京、广州、上海、深圳等	大于 900 万英里	大于 400
		美国	加州旧金山、费利蒙、尔湾		
<p>注：</p> <p>1、路测数据收集时间点有差异：Waymo 、Aurora 截止 2021 年底，百度截止 2023 年 8 月，文远知行 2022 年底，小马智行 2022 年 8 月</p> <p>2、车队规模和测试里程中或包含除 Robotaxi 以外的其它自动驾驶车辆，但普遍共计技术平台和数据。</p>					

数据来源：各公司官网 中国汽研整理

例如，百度通过单车智能、监控冗余、平行驾驶和安全运营管理体系等多重措施，确保出行安全。百度自动驾驶自始至终秉持安全第一的核心理念和价值观，系统规划安全核心策略，建立了安全运营体系全景图，成立了技术与管理安全委员会，与整车企业深度定制具备七重全冗余能力的高级别自动驾驶车辆，从“云、管、端”三个层面，构建了“综合防范、身份认证、纵深防御、动态防护”的四大网络与

信息安全技术体系。Apollo 自动驾驶系统现已获得 ISO 26262、ASPICE、IATF 16949:2016、EAL4 等车规级安全认证。同时，百度在行业内率先制定了全面的自动驾驶安全员能力要求与培训考核细则，建立健全并落实全员安全生产责任制，保障规模化无人驾驶车辆的安全运行。目前，百度自动驾驶安全运营测试里程累计已超过 7000 万公里，获得自动驾驶牌照数量超过 1200 张，自动驾驶专利数超过 4800 项。随着百度全面推进全无人自动驾驶规模化应用，其旗下自动驾驶出行服务平台“萝卜快跑”已在 11 个城市开展常态化出行服务，累计出行订单量超过 330 万单，其中北京、武汉、重庆、深圳四城的用户可以用“萝卜快跑”APP 方便叫辆车内无安全员的 Robotaxi 服务。目前，“萝卜快跑”项目在武汉已经投放了超过 300 辆的全无人驾驶商业运营车辆。武汉的自动驾驶全无人商业运营测试道路已经超过 1460 公里，覆盖了 1100 平方公里的城市区域，能够为近 400 万人提供全无人自动驾驶出行服务。2023 年 6 月，百度旗下自动驾驶服务平台萝卜快跑获得坪山区正式授牌，在深圳坪山区开展 L4 级无人驾驶商业化收费运营。2023 年 3 月，百度“萝卜快跑”首批获准在京开展全无人自动驾驶示范应用，这是全球范围内全无人车队首次在首都城市落地。这些举措为智能网联汽车的商业化应用提供了强有力的支持，推动了自动驾驶技术的发展和普及。

表 4 百度萝卜快跑无人自动驾驶出行服务

	
在深圳提供车内无人自动驾驶出行服务的车辆	萝卜快跑在北京提供车内无人自动驾驶出行服务

图片来源：网络

此外，众多自动驾驶公司与网约车公司联手，共同布局无人自动驾驶网约车出行生态。例如智行者，成立于 2015 年，聚焦无人驾驶汽车大脑的研发，致力于成为通用场景 L4 解决方案提供商。2022 年 1 月，智行者与 T3 出行签署战略合作协议，宣布将共同探索 Robotaxi 落地的创新模式，同时由智行者改制生产的首批 Robotaxi 也已正式交付。智行者与 T3 出行共同推出的“自动驾驶+正常驾驶”Robotaxi 落地新模式，即在指定自动驾驶测试区域采用自动驾驶，超出该区域的其他区域则将由安全员担任驾驶司机接手驾驶权。智行者无人驾驶大脑赋能的 T3 出行万台规模的 Robotaxi 车队已在苏州落地，实现常态化运营，同时双方推出“自动驾驶+有人驾驶”的商业化落地新模式。

在国外，Robotaxi 在政府的支持下也进入商业化落地的快速发展期。Waymo 前身为 2009 年成立的 Google 自动驾驶项目，目标为完全自动驾驶，一直在美国测试类似产品。Waymo 自 2016 年起在美国凤凰城进行自动驾驶测试，并于 2018 年推出付费运营服务 Waymo one，逐渐覆盖凤凰城东南方的 4 个市郊区域（Chandler、Mesa、Tempe、

Gilbert), 面积约 100 平方英里。其无人驾驶车辆不需要安全驾驶员。2022 年, Waymo 扩大了其在凤凰城的服务区域, 将在道路状况更为复杂、行人和车辆更为密集的凤凰城中心市区提供 Robotaxi 服务。2022 年 11 月中旬, Waymo 获得加州公用事业委员会的许可, 可以向公众开放全自动驾驶汽车服务, 并允许其在没有司机的情况下接载乘客。Waymo 的叫车 APP 支持多种语言, 可提供触觉和听觉反馈, 帮助乘客找到汽车。显现出其已具备大规模商业化的可能。Waymo 和 Cruise 在 2023 年 8 月 10 日获得美国加州公用事业委员会 (CPUC) 批准, 允许在旧金山提供全天候 (每周 7 天、每天 24 小时的) 无人驾驶出租车 (RoboTaxi) 收费服务。Waymo 目前在旧金山运营着 250 辆汽车, 而 Cruise 在夜间运营着 300 辆汽车, 白天运营着 100 辆汽车。

不少新创公司都将 Robotaxi 做为自己的方向之一, 比如文远知行, Momenta 等。

2.2 城市自动配送应用加速到来, 打通物流最后一公里

中国电商、外卖及即时配送的兴起, 带来了配送行业的蓬勃发展。其“最后一公里”配送成为自动驾驶智慧物流必争之地。

2.2.1 自动配送实现常态化运营

据世界经济论坛预测的相关数据显示, 到 2030 年全球城市末端配送需求将增长 78% (与 2021 年相比)。另据工信部装备中心直属企业艾迪智联《自动配送行业发展年报 (2022)》预测, 2030 年我国自

动配送车保有量将突破 100 万辆，产值超过 1000 亿元，拉动全产业链经济价值达到万亿规模。

末端配送需求的激增，新冠等特殊场景加速自动配送商业化落地应用等多重因素影响下，自动配送在特定区域实现了常态化运营。例如：自 2020 年 2 月起，美团先后在北京顺义、北京亦庄、深圳坪山等城市限定公开道路开展商业化落地，与美团买菜等实体业务深度融合。截止 2023 年 6 月底，美团自动配送车自动驾驶里程占比超过 99%，已经累计给用户配送超 332 万单。除美团外，百度、京东、菜鸟、行深智能等均开启外卖、餐饮、快递、邮政等自动配送，新石器、白犀牛等参与医院的医疗和生活物资配送。

表 5 典型企业末端配送应用情况

企业	产品类型	应用城市	配送场景	配送内容
美团	自动配送车	北京等	商家-小区内	外卖、买菜
百度	阿波龙小车	北京	商圈	餐饮
京东	配送机器人	武汉	物流站-医院	医疗用品、生活物资
菜鸟	车载自提柜	杭州	小区内	快递
行深智能	无人投递车	湖北仙桃	政府及直属单位	邮政投递

信息来源：公开资料 中国汽研整理

2.2.2 自动配送技术具备商业化量产条件

尽管自动配送车依然面临身份不明确、地方法规标准不统一等挑战，但当前在积极通过地方试点开展技术和商业化探索。政策上的积极探索，要早日实现规模化量产，当前的一大障碍在于成本，但随着自动配送领域关键技术不断突破和供应链管理能力的成熟，自动配送“车”成本占比最高的三大核心零部件：激光雷达、计算平台与线控



底盘，已经逐渐趋近国产化。使自动配送“车”被认为是最先有可能实现商业化落地的细分市场和应用场景，进而吸引了诸多企业参与，规模化应用指日可待。

据公开资料显示，美团在自动配送领域已经具备全技术栈研发能力，以自研 L4 级自动驾驶软硬件技术为核心。其关键技术方面已经突破动态复杂场景高精度环境感知、基于专家知识的路径规划与控制、全场景点云自纠错的高精地图等自动驾驶先进算法技术，迭代升级自动驾驶系统。适应全天候、多场景应用需求。

车企在自动配送车领域也可圈可点，比亚迪和 Nuro 联合研发第三代车型 Nuro，比亚迪负责整车硬件部分，而 Nuro 则提供自动驾驶相关部分，宣称计划在 2023 年量产。东风集团于 2019 年率先推出可应用在“最后一公里”配送的 Sharing Box。长城汽车则剥离原技术中心智能驾驶的前瞻部分，于 2019 年末成立毫末智行，正式切入自动配送赛道。毫末智行于 2022 年 4 月发布了搭载 3 颗机械激光雷达和 360 TOPS 算力计算平台的小魔驼，将价格拉低至 13 万元。在此之前，自动配送车在 2020 年价格在 50-60 万元上下。毫末智行的自动配送业务聚焦送餐与快递中的 B2B 场景，并不直接面向终端消费者，而是向顺丰、菜鸟等快递、物流公司和外卖平台出售低成本的自动配送“车”。通用汽车在 2021 年 CES 上推出电动商用车“BrightDrop”品牌，为第一英里到最后一英里的城市配送提供一套完整的产品和服务。雷诺集团也在 2021 年 1 月推出新品牌 Mobilize，宣布将推出一

系列专属车型,其中最后一英里配送,与汽车共享、网约车服务和按需运输等共同成为该品牌下的发展重点。

表 6 自动配送车

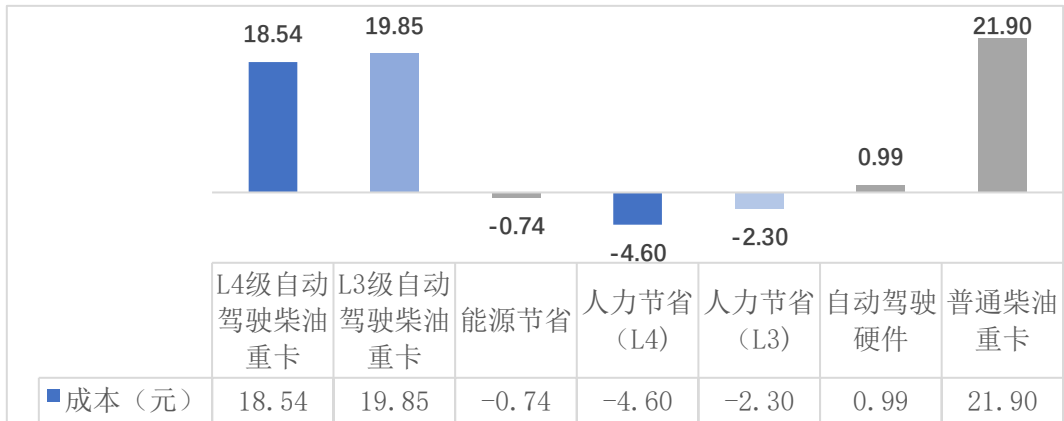
	
美团自动配送车	自动配送车 Nuro

来源：网络

2.3 自动驾驶卡车高速场景应用，推动物流行业创新

由中国交通部工程研究院和中国最大商用车管理平台 G7 智慧物联网共同发布的调查数据显示，在我国约 700 万辆城际中重型卡车中，每年平均发生 5.07 万次交通事故。据亿欧智库测算，L3 级自动驾驶重卡每单位周转量总拥有成本可降低 9.35%，L4 级自动驾驶重卡可降低 15.35%。

表 7 普通重卡和自动驾驶重卡每单位周转量的总拥有成本比较
(元/百吨公里)



数据来源：亿欧智库《2021 中国自动驾驶干线物流商业化应用研究报告》

自动驾驶高速场景具有线路固定、货运量大、运输距离远，行驶速度高等特点，高速公路运输亦存在司机短缺、交通事故频发、燃油成本高、运营效率低等制约因素。为有效解决高速场景物流安全、成本、环保、效率等痛点，物流领域对自动驾驶技术的应用需求显得更加强烈，其在物流领域应用和探索在不断创新。

2.3.1 初创公司从落地场景出发，推动自驾技术规模化

目前，自动驾驶货车初创公司主要有图森未来、赢彻科技、智加科技、主线科技等，均已开展了自动驾驶卡车道路测试，并和整车厂、Tier1、芯片商等开展密切合作，并获得物流背景公司的重要投资。此类公司希望从具体落地场景出发，推动自动驾驶技术大规模商业化落地。例如，图森科技自 2015 年成立，就专注于自动驾驶货运卡车技术研发与应用，提供计算机视觉为主，辅助激光雷达、毫米波雷达等其他传感器的自动驾驶解决方案，打造高速公路和港口、场区等物

流场景下的 L4 级别自动驾驶卡车产品。

表 8 中国高级别自动驾驶卡车公司情况一览

公司	自动驾驶卡车测试情况				合作伙伴	配套卡车	运营及交付车队规模	运营市场	物流背景投资方
	成立时间	测试地点	测试卡车车队规模	测试里程					
赢彻科技	2018年	长沙、济南、上海、山东、浙江、等	5辆	2万公里（包含封闭道路）	ZF、WABCO、克诺尔、腾、地平线	东风、重汽、福田	投入运营车辆数百辆，下一阶段目标1000辆	中国	G7、普洛斯
智加科技	2016年	美国	2辆	超3000公里	一汽、NVIDIA、Paccar、Navistar	一汽解放	美国1000台订单，已交付上百辆，中国100台订单	中国、美国、欧洲	满帮集团
图森未来	2015年	上海、北京、唐山、美国	中国15辆，美国40+辆	中国4万公里，美国300万公里	陕汽、福田、三一、ZF、WABCO、索尼、NVIDIA	陕汽重工、福田、Navistar、PACCAR	共获得5700台卡车订单，运营车队超过70辆	美国、中国	UPS
主线科技	2017年	山东	4辆	10万公里（高速）	BOSCH、WABCO、齐鲁交通、中机公司	重汽	全国落地运营近200台	中国	普洛斯

信息来源：中金《场景先行，高级别自动驾驶商业化加速落地》中国汽研整理

表 9 主流自动驾驶卡车高级别自动驾驶技术规划

企业	2021 年	2022 年	2023 年	2024/2025 年
赢彻科技	L4 研发测试, L3 量产运营			L4 规模落地
智加科技	L4 研发测试, SL4 量产运营			L4 规模落地
图森未来	L4 研发测试, L4(带安全员)运营			L4 规模落地
主线科技	L4 研发测试, L3 量产运营			L4 规模落地

信息来源：赛博汽车《2022 自动驾驶干线物流报告》

2.3.2 主流车企与初创公司共研自驾技术，推动创新

主流汽车制造商奔驰、沃尔沃、特斯拉也一直致力于自动驾驶卡车的研究和开发。早在 2014 年，奔驰就在汉诺威商用车展开幕前夜，展示了一辆搭载了自动驾驶技术的概念卡车 Future Truck 2025，据公开资料显示，目前戴姆勒正在开发 L4 级“高度自动驾驶”卡车的技术。国内整车企业，如一汽解放、上汽红岩、中国重汽等，主要从底盘、车辆供应角度切入市场，同时广泛寻求与初创公司合作，为下一个时代的重卡市场打基础。

2.3.3 物流需求方采用自研或合作方式进行技术储备

以阿里、京东等科技定位企业倾向采用自研的方式，希望通过自动驾驶技术帮助旗下物流配送体系降本增效。以顺丰为代表传统物流企业主要以投资自动驾驶技术公司、业务合作的方式，进行技术储备。

2.4 矿区、港口等封闭场景，推进自动驾驶商业化落地

2020 年 3 月，国家发改委、国家能源局等八个部委联合发布《关

于加快煤矿智能化发展的指导意见》，提出要推动智能化技术与煤炭产业融合发展，提升煤矿智能化水平。2020年12月30日，交通运输部发布《关于促进道路交通、自动驾驶技术发展和应用的指导意见》（下称《指导意见》），明确鼓励在港口、机场、物流场站、交通运输基础设施建设工地等环境相对封闭的区域等场景，结合生产作业需求，开展自动驾驶载货示范应用。在产业政策的积极推动下，矿山、港口等相对封闭区域的无人驾驶有望迎来更加快速的渗透和长期发展机遇。近年来，随着自动驾驶技术的成熟，部分矿山、港口等封闭场景已经实现L4级自动驾驶技术的初步商业化落地。

2.4.1 矿山、港口等相对封闭场景促成自动驾驶技术落地

由于矿山、港口等属于完全封闭或相对封闭区域，环境单一，不属于公共道路，不受《道路交通安全法》等相关法律法规约束。无需根据法律法规综合考量。自动驾驶企业可以依据使用场景，考虑无人驾驶技术代替人的情况，在整个生产环节衔接匹配，把车辆、硬件、现场的生产管理等每个环节链路都打通，进而根据整体架构在作业道路上设置相关设施。

表 10 矿山、港口、机场等封闭场景分析

场景	场景特点	场景痛点	价值
矿山	属于封闭园区、运行速度较低	工作环境恶劣、危险系数高、运输环节安全事故频发、招工困难、人工成本高等	节省人工成本，提高驾驶效率，降低部件磨损
港口	场景相对封闭、运行速度较低、环境相对单一	天气环境恶劣、24小时作业劳动强度大、人力成本高等	提升效率，降低成本，提高安全性

《高级别自动驾驶应用》白皮书

场景	场景特点	场景痛点	价值
机场	封闭园区	招工成本高、人工作业风险高、存在安全隐患、工作条件恶劣、人工驾驶效率低	高效、经济、安全

信息来源：公开资料，中国汽研整理

2.4.2 矿山场景自动驾驶从实地测试阶段迈入试运营阶段

中国矿山自动驾驶市场主要集中在运输无人化领域，该场景主要被慧拓智能、踏歌智行、易控智驾、路凯智行等本土企业占据，不少企业已经从实地测试阶段迈入试运营阶段。例如：易控智驾采用“技术+运营”的双轮驱动模式。通过矿区无人驾驶全栈技术方案，把整个流程链路串起来，做出一个标准化且能真正提供高效运力的无人驾驶系统，形成标杆，然后再进行标准化系统的“裁剪”，进一步提升效率。根据易控智驾的实际测算，目前其无人驾驶系统与有人驾驶相比，整体效率大概能达到70—80%。截至2022年8月，易控智驾自有宽体车超过100辆，无人驾驶累计运行里程114万公里，无人驾驶累计运输土石方量507万方。

2.4.3 港口自动驾驶加速实现场景物流“去安全员”运营

港口引入自动驾驶技术，主要集中在新建或者扩展港口。该场景运输自动化解决方案目前主要有三种解决方案：自动导引运输车AGV (Automatic Guided Vehicle)、无人跨运车ASC (Autonomous Straddle Carrier) 和无人驾驶集卡。近年来，随着国家推动智慧港口建设工作，港口智能化、无人化转型加速，无人驾驶技术的应用也

更加成熟。在新技术的加持下，港口导引运输车不断升级，出现了 IGV（Intelligent Guided Vehicle）智能导引车、ART（Artificial Intelligence Robot of Transportation）人工智能运输机器人、AIGT（AI Guided Transporter）无人驾驶集装箱运输车、IMV（Intelligent Mobile Vehicle）智能移动运输平板车等多种不同叫法的产品。目前，主线科技、西井科技、斯年智驾等均针对港口自动驾驶领域进行了相关布局，并面向港口物流枢纽提供了无人驾驶即可运输解决方案。

据公开资料显示，当前主线科技、西井科技、斯年智驾等均部署超 100 辆无人集卡与 IGV。

表 11 中国港口自动驾驶代表性公司概况

公司	成立时间	商业模式	交付运营车辆	落地港口数量	落地港口	合作主机厂	主要投资方
主线科技	2017	销售	100+（无人集卡、ART）	3	天津港、宁波港、深圳妈湾港等	中国重汽	科大讯飞、蔚来资本、博世创投、渤海产投资、北汽产投等
西井科技	2015	运营、销售	100+（AIGT、IGV）	5+	阿联酋阿布扎比港、泰国林查班港、天津港、青岛港、厦门港等	江铃重汽、三一海工	合力投资、中国交建、广投资本、深投控、中交基金等
斯年智驾	2020	运营、销售	200+（无人集卡、IMV、无人拖车）	7	宁波港唐山港、珠海港、苏州港、厦门港、宿迁港、潍坊港	比亚迪、中国重汽、一汽、吉利	辰韬资本、字节跳动、广发信德、劲邦资本、水木创投等
飞步	2017	销售	60+	2	宁波港、南通港	中国重汽	创新工厂、青松基金、同创伟

《高级别自动驾驶应用》白皮书

公司	成立时间	商业模式	交付运营车辆	落地港口数量	落地港口	合作主机厂	主要投资方
科技			(无人集卡、IGV)				业、安徽铁投、招商致远资本等

注：IMV 为智能移动运输平板车，ART 为人工智能运输机器人，AIGT 为无人驾驶集装箱运输车，均是传统 IGV 的更新版本，当前在自动驾驶港口的比重不断提升。

信息来源：《斯年智驾：场景物流无人驾驶领军者，商业化奇点临近》 中国汽研整理

据悉斯年智驾获得的国内 7 大港口订单，2024 年有望实现盈亏平衡。根据 36 氪报道，2021 年 6 月，斯年智驾与宁波大榭码头签署全球首个 L4 级港口无人驾驶商业订单，2021 年 8 月，收获唐山京唐码头无人化运营付费协议，此后接连拿下珠海港、太仓港、厦门港以及宿迁港。其技术方面，构建“强车-强云”一体化核心技术壁垒，加速实现场景物流“去安全员”运营。并与比亚迪（线控底盘）、徐工港机（联合开发 IMV）、速腾聚创（激光雷达供应商）、挚途科技（合作开发线控底盘等硬件）等合作。

表 12 斯年智驾当前港口运营情况

年度	港口运营	
2016 年	 <p>宁波港大榭码头/24 辆集卡 2016.06 无人驾驶付费运营</p>	 <p>苏州港太仓四期/5 辆无人集卡+1 辆 IMV 2016.06 无人驾驶付费运营</p>
2021 年	 <p>唐山港京唐码头/20 辆集卡 2021.10 无人驾驶付费运营（去安全员）</p>	

《高级别自动驾驶应用》白皮书

<p>2022 年</p>	 <p>珠海港高栏码头/20 辆集卡 2022.04 无人驾驶付费运营</p>	 <p>厦门港海润码头/38 辆 IMV 2022.08 无人驾驶销售 (去安全员)</p>	 <p>宿迁港四期码头/28 辆无人 集卡 2022.11 无人驾驶付费运营</p>
<p>2023 年</p>	 <p>山东潍坊港/16 辆无人集卡 2023.06 无人驾驶付费运营</p>		

信息来源：公众号 中国汽研整理

除了矿山、港口等半封闭场景，如散货集散地、物流园区等场景也可实现自动驾驶场景物流的延伸和落地。

3 高级别自动驾驶发展趋势及建议

自动驾驶是汽车行业发展的必然趋势，其技术能够减少或消除人为驾驶错误，降低交通事故的发生率。据美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）估计，自动驾驶汽车可以减少90%以上的交通事故，这将显著提高交通出行安全性。此外，自动驾驶车辆能够精确感知和预测交通状况，智能规划路线和速度，优化交通流动以减少交通堵塞和拥堵，提高交通出行的效率和便利性，有助于打造高效安全的智能交通运行体系。

在汽车工业发达国家和地区，自动驾驶成为汽车产业转型升级的重要方向，高级别自动驾驶已进入快速发展时期。目前，我国自动驾驶技术处于全球第一梯队，自动驾驶上路运行和商业化运用成为行业关注的重点，已进入落地的关键期。随着自动驾驶技术研发日臻成熟，未来自动驾驶发展需要政策法规和标准先行，对自动驾驶车辆合法上路给予政策上的支持。同时，通过研究自动驾驶保险和开展地方先行先试等实践，共同促进自动驾驶商业化落地。

3.1 持续完善自动驾驶行业政策法规体系建设

在自动驾驶政策法规方面，当前出台的自动驾驶政策基本上倾向于顶层设计，但在上路运行等方面仍缺乏法律依据，易出现交通事故责任不清等问题。近年来，在各家竞争聚焦的自动驾驶技术上，存在两种主流技术路线，一种是以特斯拉为代表的摄像头主导的纯视觉方

案，即“单车智能”方案；另外一种是以百度、蘑菇车联为代表的多传感器融合路线，积极探索“车路云一体化”方案。在探索自动驾驶商业化的路径上，仍需不断完善自动驾驶政策法规确保这项技术能够安全地在公共道路上行驶，指导智能网联汽车全产业链的合规发展，主要为以下几方面。

一是高精度地图相关政策法规。高精度地图作为实现自动驾驶的重要基础设施之一，需要具备高精度、多要素、高鲜度等特点。为更好的实现高精度地图应用，2022年8月，自然资源部发布《关于促进智能网联汽车发展维护测绘地理信息安全的通知》，重申了测绘活动的资质管理制度；2023年3月，自然资源部发布了《智能汽车基础地图标准体系建设指南（2023版）》，根据智能汽车基础地图数据现状、产业应用需要及未来发展趋势，建立了适合我国国情的智能汽车基础地图标准体系。然而，当前高精度地图的更新技术和审图机制尚无法保证其高时效性要求，可以在众源采集、审图流程等方面进行探索，满足自动驾驶车辆安全，建立全国高精度地图网络，实现高精度地图大范围应用。

二是网络安全和数据安全相关政策法规。随着数字化发展和转型的不断深入，以互联网为代表的新一代信息技术与各行各业实现了深度融合，智能网联汽车也迎来“软件定义汽车”的时代。软件开发迭代加速、复杂程度增加，数据安全风险和 data 治理问题日益突出，网络安全和数据安全已成为维护用户个人信息安全、保障行业数据安全

以及智能网联汽车产业繁荣发展的必然要求。针对汽车产品全生命周期，整车企业和零部件供应商应对所有相关组件进行持续的风险和脆弱性管理，共同确保车辆网络和数据安全。在政府监管层面，2021年9月，工信部发布《关于加强车联网网络安全和数据安全工作的通知》，在网络安全及防护、数据安全、OTA等方面提出明确要求。2022年3月，工信部办公厅发布《车联网网络安全和数据安全标准体系建设指南》，重点研究基础共性、终端与设施网络安全、网联通信安全、数据安全、应用服务安全、安全保障与支撑等标准。在此基础上，可以进一步建立网络安全、数据安全的法律法规和标准，通过加强研发防护技术、风险评估、安全监测预警和应急处置等措施，确保产业链各企业合规体系建设，全面提升网络安全和数据安全保障水平，护航智能无人驾驶时代。

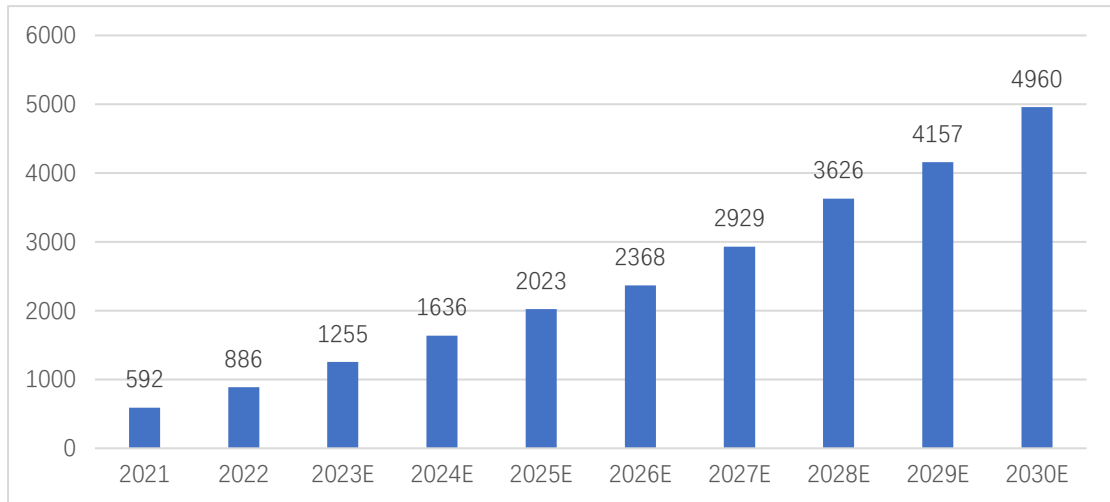
三是上路通行相关政策法规。目前，我国市场上销售的车辆都是2级自动化驾驶及以下车辆，根据现行法律法规规定，当事故责任方为车辆时，驾驶员承担全部责任。然而，高级别自动驾驶的动态驾驶任务接管转移至系统，但目前尚未出台明确的交通事故责任判定的相关法律法规。从地方监管层面，2022年6月，深圳市作为先行示范区，发布了《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》（以下简称《条例》），表明完全自动驾驶汽车可以合法上路，《条例》明确规定有驾驶人的智能网联汽车发生交通事故造成损害，由驾驶人承担赔偿责任；完全自动驾驶的智能网联汽车在无驾驶人期间发生交通事故造成损

害，由车辆所有人、管理人承担赔偿责任。2022年11月，工信部会同公安部发布《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知(征求意见稿)》，尝试明晰了自动驾驶状态下交通事故责任认定。随着自动驾驶商业化不断推进，将持续探索上路通行规定、交通事故责任判定等方面，为高级别自动驾驶上路通行提供基础保障。

3.2 车路云一体化迅速发展促进自动驾驶进程

在实现自动驾驶商业化落地的进程中，伴随“智能化+网联化”融合驱动，不仅仅需要单车智能，车路云一体化方案已成为重要发展方向，通过新一代信息与通信技术将人、车、路、云的物理空间、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安全、节能、舒适及高效运行。车路协同产业链涉及车载设备和智能交通系统、道路基础设施建设、数据处理和管理、服务提供商以及车辆制造和技术供应商等多个环节，上下游参与企业非常多，包括芯片、模组、终端、解决方案、高精地图定位以及自动驾驶等，预测到2030年，中国车路协同市场规模将达到近5000亿元，如下表所示。

表 13 2021-2030 年中国车路协同市场规模预测（亿元）



数据来源：亿欧智库

全球智能网联汽车向规模化示范阶段演进，我国正在积极推进汽车、交通、通信三大产业的融合，完善城市配套设施，加速探索车路云一体化发展路线与示范应用。从政策层面看，发改委、工信部、科技部自 2020 年开始推动车路云协同的相关试点示范及测试验证，科技部在 2022 年支持车路云一体化的协同决策与控制等关键技术的研发，相关行业协会也在共同推动车路云一体化。同时，主管部门也表示将启动智能网联汽车准入和上路通行试点，组织开展城市级“车路云一体化”示范应用，支持 L3 级及更高级别的自动驾驶功能商业化应用。

目前，我国在基础设施方面给予了极大的支持，工信部、公安部、交通运输部等多地先后支持建设 17 个智能网联汽车测试示范区、7 个国家级车联网先导区、16 个“双智”试点城市，完成了 7000 多公里道路智能化升级改造，装配了路侧网联设备 7000 余台套。其中北京

作为“双智”首批试点城市之一，积极推进试点建设，加快推动基于车路云一体化的自动驾驶城市级应用场景示范落地。北京市高级别自动驾驶示范区全面启动 3.0 阶段建设（实现规模部署和场景拓展），

“车路云一体化”是规划的一大焦点，已实现 60 平方公里的智能网联道路升级改造，并在近期有序推进周边 100 平方公里建设，逐步扩展完成全市 500 平方公里的示范区扩区工作。同时，顺义区依托现有产业发展基础和北京智能网联汽车产业重点承载区优势，围绕“一廊、一镇、六园、多点”总体布局，全力规划打造 200 平方公里智能网联汽车创新生态示范区。第三批自动驾驶测试道路通过验收，开放全市里程最长、应用场景最丰富的 77 条 408 公里公开测试道路，覆盖了各类等级公路，以及城区、社区、园区、景区、乡村等各类丰富场景。通过完成 1611 个 5G 基站建设，形成了 5G、V2X 等网络的全域感知体系，成为北京市自动驾驶测试道路里程最长、场景最丰富的地区。此外，上海也作为“双智”试点城市之一，积极打造智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展。其由嘉定区具体推进，以安亭镇为重点区域，并逐步拓展至嘉定新城范围，目标构建“1+1+N+1”的双智协同发展整体架构。在基础建设方面，建成“1”个集端感知、网连接、智计算、全数据于一体的高质量智能化基础设施，并构建“1”个基于城市统一数据基底的“车城网”实体数字孪生平台。当前，嘉定已建成智慧路口超过 300 个，累计建设 350 公里高精度路网，支持从 L2 到 L4 级别的 1580 多辆自动驾驶测试场景。

车路云一体化的自动驾驶方案对配套基础设施的要求高，对自动驾驶车辆的软硬件水平要求较低，将进一步赋能单车智能，进一步确保自动驾驶车辆的可靠性以提升交通安全。随着我国不断完善基础设施建设，打造智能网联基础平台、管理平台、运营平台，未来自动驾驶汽车将在与城市智能化基础设施、智慧交通平台协同的趋势下，逐步加快商业化落地，促进汽车产业快速转型。

3.3 研究制定自动驾驶保险产品促进产业发展

智能网联汽车面临新型安全风险，自动驾驶技术的普及会对传统的车险制度带来较大的影响。相比传统汽车，新能源智能网联汽车在运行过程中衍生出了硬件、软件、信息等新安全风险。区别于传统燃油车的核心动力系统，新能源汽车承保时具有不同的风险特征和风险源。对于智能网联汽车与传统汽车的区别在于全生命周期的数据回溯，能够在使用过程中积累海量的数据，保险行业应进一步加强产业协同，建立有效的数据交互机制，在保险产品开发及用户运营过程中，提升保险运营精细程度，准确把控相关风险。因此，应建立适应智能网联汽车的新型保险制度，确保在自动驾驶车辆发生事故时，明确责任界定和赔偿标准，以保证受害方的合法权益。

通过研究美国、英国、日本和德国四个主要国家的智能网联汽车保险体系，显而易见在面对自动驾驶对传统汽车保险的冲击时，各国大都及时出台了文件对传统汽车保险政策和条款做出了调整，并对智能网联汽车的保险和责任问题进行了规定，具体详见表 14。

表 14 主要国家自动驾驶汽车保险

特征/国家	英国	美国	日本	德国
针对司机和受害者无处不在之保障	是	是	仅针对受害者	是
针对司机的最低保险保障	是	是	否	针对技术监督人员
强制保险	是	是	是	是
对受害者的全额赔偿	是	是	限制	是
适用于自动驾驶汽车	是	是	是	是
国家计划	是	未明确	是	是
通过保费支付	是	是	是	是
通过车辆登记费支付	否	否	否	否
调整现有的保险框架	是	否	是	是
可选择产品责任诉讼	是	否	否	否

我国可以吸收借鉴国外自动驾驶方面的先进经验，结合我国实际情况，制定符合国情的自动驾驶汽车发展战略，探索出一条适合我国的智能网联汽车保险路径。《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》也明确指出，鼓励保险企业开发覆盖设计、制造、使用、经营、数据与算法服务以及其他智能网联汽车产品全链条风险的保险产品；开展道路测试、示范应用或者上道路行驶的智能网联汽车，应当按照有关规定投保商业保险。

企业需强化协作和数据共享，以提高无人驾驶汽车的安全性、环

境安全度和消费者信任度。车企可以通过共享部分数据以便于出险时的事故原因查证及责任认定，同时应加强数据管理以保障信息安全、网络安全和数据隐私安全。保险公司则须加强与汽车行业协会、新能源车企、动力电池企业、售后维修企业、汽车科技企业、保险科技企业等相关方的合作，加速产业融合，对外拓展数据源获取，对内加强数据治理，补足数据短板。保险公司间应合作构建车险大数据平台，记录无人驾驶汽车出险原因、损失金额和出险频率等数据，以便在事故发生时实现快速理赔，促进无人驾驶汽车保险的良好发展。

此外，当前可以探索创新型自动驾驶测试车险。通过在重点测试区域进行实地路测，追踪自动驾驶技术的进展和市场需求，结合中国车路协同发展，有针对性地打造新型商业保险模式。随着自动驾驶汽车风险的责任主体、责任范围发生变化，与此相应的索赔对象、责任分配、费率厘定、保险条款等也都发生了变化，这些都是自动驾驶新型车险需要研究及设计的内容。针对自动驾驶测试车辆，可以创建自动驾驶测试专用保险试点，在现有政策的基础上，细化 L3 级车险框架，覆盖自动驾驶汽车测试中可能发生的风险，并为 L4 及 L5 级高级别无人驾驶车险的推出奠定实践基础，加速推进新能源网联汽车相关保险产品服务创新。

3.4 先行先试积极探索与企业的多种合作模式

在自动驾驶快速发展的过程中，国家层面和地方层面先后发布一系列政策法规，深化测试示范应用，先行先试逐步推进自动驾驶场景

商业化落地。国家层面，2022年11月发布的《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知(征求意见稿)》首次提出以城市、汽车生产企业、使用主体为联合体进行申报，遴选符合条件的道路机动车辆生产企业以及具备量产条件的搭载自动驾驶功能的智能网联汽车产品开展准入和上路通行试点，这是我国高级别自动驾驶合作模式及落地的重要探索。地方层面，城市作为智能网联汽车上路通行的重要载体，积极推进自动驾驶发展，打造自动驾驶生态集群。北京、上海、广州、深圳、重庆、武汉、长沙等城市率先开展先行示范打造标杆城市，从政策法规、城市基础设施建设、安全监管等方面布局，其中部分城市自动驾驶情况如表15。

表 15 部分城市自动驾驶情况

城市条件		北京	上海	深圳	重庆
政策保障	地方性法规	/	《上海市浦东新区促进无驾驶人智能网联汽车创新应用规定》	《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	/
	地方政府规章	/	《上海市智能网联汽车测试与应用管理办法》	/	《重庆市智能网联汽车道路测试与应用管理试行办法》
	部门规范性文件	《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则（试行）》等	《上海市智能网联汽车测试与示范实施办法》等	《深圳市智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则（征求意见稿）》等	《重庆市智能网联汽车道路测试与应用实施细则（征求意见稿）》等
	产业规划	《北京市智能网联汽车政策先行区总体实施方案》	《上海市加快智能网联汽车创新发展实施方案》	《深圳市培育发展智能网联汽车产业集群行动计划（2022—2025年）》	《重庆市建设世界级智能网联新能源汽车产业集群发展规划（2022—2030年）》
	协调机制	√	√	√	√
工作基础	累计道路测试里程	超 2194 万公里（截至 2023 年 4 月）	超 1300 万公里（截至 2023 年 2 月）	1.9 万公里（截至 2022 年 3 月）	180 万公里（截至 2023 年 2 月）
	已开放测试道路里程	1143.8 公里（截至 2023 年 4 月）	1800 公里（截至 2023 年 2 月）	771 公里（截至 2023 年 8 月）	双向 1380 公里（截至 2023 年 2 月）
	已发放道路测试牌照	578 张（截至 2023 年 3 月）	612 张（截至 2023 年 2 月）	325 张（截至 2023 年 8 月）	63 张（截至 2022 年 10 月）
	高精度地图试点	√	√	√	√
安	安全监测平	北京市自动驾	市级智能网联汽	市政府监管平	有

《高级别自动驾驶应用》白皮书

全 监 管	台	驶车辆道路测试管理与服务平台	车道路测试数据采集监控平台、上海市智能网联汽车公共数据中心	台	
-------------	---	----------------	-------------------------------	---	--

数据来源：公开信息整理

在大规模商业化推进过程中，我国政府积极探索与整车厂商、自动驾驶服务商、出行科技企业间的运行模式，目前在 Robotaxi、Robobus、自动配送、干线物流、封闭及半封闭场景已取得一定成效，其中自动配送、Robotaxi 等可能是最早实现商业化落地的场景之一。

针对 Robotaxi，北京、上海、广州、武汉等十余个城市已经出台规范，并开展了小规模商业化试点。针对自动配送，国家层面暂未出台相应法律和统一规定，但地方层面已出台相应规章制度以支撑自动配送的需求。其中北京市顺义区在自动配送方面先行先试，制定了完善的管理措施保障道路交通安全，打造自动配送场景新范式。一是成立区级自动驾驶测试管理联席工作小组，负责研究发展方向、车辆运营管理、道路维护、企业备案公示以及监督企业做好突发事件的应急处置等工作。二是制定《北京市顺义区无人配送车管理实施指南》，明确了申请条件、车辆要求、运行安全要求、交通规则和行车规则、申报流程，并鼓励企业探索多种商业化运营模式。三是对测试企业信息进行备案公示，为确保自动配送车在区内平稳安全运营，要求测试企业提供全流程报备，事前将测试路线、安全保障车信息、自动配送车信息、安全员信息、联系人、应急预案等内容进行备案，并经审核

同意后进行公示，事中提交测试运营数据并在事后提交运营总结，确保全流程安全可控。在 2022 年世界智能网联汽车大会上，顺义区与交通部公路院联合共建交通强国-自动驾驶汽车运输安全服务试点，开展自动驾驶营运车辆技术管理体系先行先试，并在 2023 年 9 月对试点方案进行公示，允许企业开展速度提升等方面的探索。目前，美团、毫末智行、京东物流等企业在顺义区开展自动配送测试运营，在区内投放自动配送车 230 辆，覆盖 70 余个社区，累计配送订单数超 300 万，自动驾驶里程超过 350 万公里。

此外，软件在整车价值中的比重快速提升，传统车企、造车新势力、互联网企业、自动驾驶科技等各类企业纷纷入局智能网联汽车，呈现多元化的产业竞争格局，同时自动驾驶企业协同发展并共同构建汽车产业新生态。随着汽车、交通、通信产业间的融合，整车与零部件的关系向多元融合关系转变，各企业更加注重协调合作关系，并与市场环境协同进化，建立适合自身发展的企业生态，共同打造多方合作、互利共赢、互联互通的汽车产业生态。