

车路云一体化试点 实施研究报告

中国智能交通产业联盟

2025. 11

目 录

1. 车路云一体化概念解析	2
1.1 车路云一体化概念与协同机制	3
1.2 车路云一体化技术架构与关键技术分析	5
1.3 车路云一体化产业发展现状分析	8
2. 车路云一体化试点现状研究	12
2.1 车路云一体化试点背景政策分析	12
2.2 试点城市相关政策与法规梳理分析	13
2.3 试点城市建设计划与现状分析	18
3. 车路云一体化未来发展分析	26
3.1 现阶段试点成果总结与分析	26
3.2 未来发展前景与方向分析	28
4. 《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》解读	32
4.1 指南出台背景与意义	32
4.2 适用范围与应用场景分析	35
4.3 安全保障要求与监督管理规定解读	37
5. 车路云一体化发展研究建议	45
5.1 智能网联汽车领域发展现状	45
5.2 智能网联汽车领域发展建议	47
5.3 出行服务领域发展建议	51
5.4 智能座舱领域发展建议	52
6. 结论与展望	54
6.1 车路云一体化试点实施研究总结	54
6.2 行业未来发展趋势展望与建议	56

牵头编写单位：中国智能交通产业联盟

联合编写单位：清华大学、北京航空航天大学、交通运输部公路科学研究院、同济大学、奥迪（中国）企业管理有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、苏州未来智能交通产业研究院、中公高远（北京）汽车检测技术有限公司、湖北汽车工业学院、北京交通运输职业学院、上海汽车集团股份有限公司、北京中交国通智能交通科技有限公司、许昌开普检测研究院股份有限公司、高德软件有限公司

1. 车路云一体化概念解析

1.1 车路云一体化概念与协同机制

车路云一体化代表了智能网联汽车与智慧交通融合发展的前沿方向，它提出了一种全新的技术架构和运行模式。这一理念旨在超越传统的以单车智能为核心的自动驾驶发展路径，通过深度整合“车”（即智能网联车辆）、“路”（智能化道路基础设施）和“云”（云端计算与服务平台），构建一个能够实现全方位感知、协同决策以及闭环控制的新型交通信息物理系统。

该方案特别强调各组成部分之间的互联互通，并追求在数据流、控制流和服务流上的高效协作，不仅提高了单个车辆的安全性和驾驶体验，也提升了整个交通系统的运作效率、安全标准及可持续性。随着 5G 通讯、人工智能、边缘计算和高精度定位等先进技术的迅猛进步，再加上国家对新基建和智慧城市与智能网联汽车协同发展政策的支持，车路云一体化正从理论验证阶段迈向实际应用的大规模部署阶段，成为实现高级别自动驾驶和未来智慧交通体系的关键途径。

车路云一体化的核心在于创建一个基于系统级智能的新框架，不再单纯依赖车辆自身的传感器和计算能力来完成环境感知和决策过程。相反，它利用路边感知设备（如毫米波雷达、视频摄像头等）对道路状况进行实时监控，并通过 C-V2X 通信技术快速将这些信息传递给附近的车辆。同时，云端平台收集并处理来自众多车辆、道路设施及其他来源的数据，运用大数据分析、AI 模型和数字孪生技术进行

全局态势评估和策略优化，然后将关键信息或控制指令反馈给车辆和道路设施，形成完整的操作循环。

这种创新性的“聪明的车+智慧的路+强大的云”的组合，极大地弥补了单车智能存在的局限，比如感知盲区、计算能力限制、恶劣天气适应性差以及难以应对长尾场景等问题，从而大幅增强了自动驾驶系统的可靠性和适用范围。例如，在城市交叉路口，由于建筑物遮挡可能阻碍车辆直接观察到横向驶来的车辆，但路侧感知设备可以捕捉所有方向的动态，并及时向接近的车辆发出警告；在高速公路上，云端能根据前方路况调整行驶建议，帮助司机选择最佳路线，减少急刹车次数，节省燃油，提高通行速度。

此外，车路云一体化还体现在三个层面的协同机制：协同感知、协同决策和协同控制。车端提供局部高精度但受限于视距的感知信息，路端提供区域全覆盖但可能存在噪声的宏观感知数据，云端则整合历史数据与外部服务信息，进行跨时空关联与语义增强，最终形成超越单点感知能力的“上帝视角”。其次是协同决策机制，该机制打破了传统“车自决”的封闭模式，引入分级分层的决策逻辑：在微观层面，车辆基于自身状态与接收到的路侧提示进行实时响应；在中观层面，路侧边缘计算节点可对局部区域内的多车行为进行协调，如交叉口通行顺序调度、匝道合流引导等；在宏观层面，云端平台基于全网交通态势，实施动态路径分配、信号配时优化、应急事件响应等全局调度策略，实现从个体最优到系统最优的跃迁。最后是协同控制机制，它确保决策结果能够精准落地执行。一方面，车辆控制系统接收融合后

的驾驶指令，完成加速、制动、转向等操作；另一方面，路侧设施可联动交通信号灯、可变限速标志、诱导屏等主动调控交通流，甚至在特定场景下（如无人矿区、港口、高速专用车道）实现云端远程接管或集中式车队控制，真正实现“车随路动、路随云调、云控全局”的智能闭环。

1.2 车路云一体化技术架构与关键技术分析

车路云一体化作为智能网联汽车与智慧交通深度融合的系统性工程，其技术实现依赖于一套层次清晰、功能协同、软硬结合的整体架构。该架构以“端-边-云”三级协同为核心，涵盖感知层、网络层、平台层和应用层四大组成部分，并通过统一的数据标准、安全机制与服务接口实现各层级之间的高效联动。在此基础上，一系列关键技术构成了支撑整个系统稳定运行与持续演进的核心能力，包括车路协同通信、多源融合感知、边缘智能计算、云端协同决策、高精定位与地图、数字孪生仿真以及信息安全体系等。以下从整体架构出发，系统剖析车路云一体化的技术组成及其关键支撑要素。

首先，在整体技术架构层面，车路云一体化采用“分层解耦、模块协同”的设计理念。感知层由车端传感器（摄像头、毫米波雷达、激光雷达、GNSS/IMU 等）和路侧感知单元（RSU 集成的雷视融合设备、气象站、路面状态监测器等）共同构成，负责采集交通环境中动态与静态要素的原始数据。网络层则依托 C-V2X（基于蜂窝的车联网）通信技术，结合 5G/6G 移动通信网络与光纤骨干网，构建低时延、高可

靠、大带宽的通信通道，实现车-车（V2V）、车-路（V2I）、车-云（V2N）以及车-人（V2P）等多维连接，确保海量异构数据在毫秒级内完成跨域传输。平台层是系统的核心中枢，包含边缘计算节点与云端控制平台：边缘节点部署于路侧或区域汇聚点，承担实时性要求高的本地数据处理任务；云端平台则基于云计算、大数据和人工智能技术，提供全局数据融合、模型训练、策略生成与服务调度能力，并通过云控基础平台（Cloud Control Platform）对外输出标准化 API，支撑上层应用开发。应用层面向具体业务场景，涵盖自动驾驶辅助、智能交通管理、车路协同预警、远程驾驶、车队编队、绿色通行、应急响应等多种服务，直接服务于政府监管、企业运营与公众出行。

在上述架构中，若干关键技术构成了车路云一体化落地的核心支柱：

第一，C-V2X 车路协同通信技术是实现车路云信息交互的基础。C-V2X 包含基于 PC5 接口的直连通信和基于 Uu 接口的蜂窝网络通信两种模式。PC5 通信无需依赖基站，可在 200 米范围内实现<20ms 的超低时延通信，适用于前向碰撞预警、交叉口盲区提醒、紧急制动提示等安全类应用；而 Uu 通信则依托 5G 网络，支持高达 1Gbps 的下行速率和广域覆盖，适用于高清地图更新、OTA 升级、视频回传等大带宽需求场景。随着 3GPP R16/R17 标准的完善，C-V2X 在可靠性、同步精度和资源调度方面持续优化，为车路云一体化提供了坚实的通信底座。

第二，多源异构感知融合技术解决了单一传感器局限性问题。车

端受限于安装位置与成本，难以实现 360° 无死角感知；而路侧设备虽可覆盖更广区域，但存在标定误差、环境干扰等问题。因此，系统需通过时空对齐、特征级融合、目标跟踪与语义理解等算法，将来自车端、路端、无人机、交管卡口等多源数据进行深度融合，构建统一、连续、可信的交通环境数字画像。近年来，基于深度学习的多模态融合模型（如 BEV+Transformer 架构）被广泛应用于车路协同感知中，显著提升了目标检测精度与场景理解能力。

第三，边缘智能与云计算协同技术实现了算力资源的最优配置。由于车路云系统产生的数据量巨大（单个路口每小时可达 TB 级），若全部上传至云端处理，将面临带宽瓶颈与响应延迟问题。因此，采用边缘处理实时任务与云端处理复杂任务的分层计算策略成为主流。边缘计算节点部署轻量化 AI 模型，执行目标识别、事件检测、局部决策等任务；云端则利用大规模 GPU 集群进行模型训练、交通流仿真、策略优化等高算力工作，并通过模型下发机制实现边缘模型的在线更新与进化。

第四，高精度定位与动态高精地图技术为车路云协同提供空间基准。车辆需在厘米级精度下确定自身位置，才能准确理解路侧发送的地理围栏信息或路径引导指令。这依赖于 GNSS（如北斗）、RTK/PPP 差分定位、IMU 惯导、轮速计以及视觉/激光 SLAM 等多源定位技术的融合。同时，动态高精地图不仅包含车道线、交通标志等静态信息，还需实时更新施工区域、事故点、临时限速等动态事件，并通过车路协同机制实现地图的众包更新与按需下发，确保车端地图始终与物理

世界同步。

第五，数字孪生与仿真推演技术为系统优化与验证提供虚拟试验场。通过构建城市级或区域级交通数字孪生体，将物理世界的车辆、道路、信号灯、行人等实体映射到虚拟空间，并注入真实或模拟的交通流数据，可对车路云协同策略进行大规模压力测试、安全边界评估与控制算法迭代。该技术不仅缩短了研发周期，还为政策制定、应急预案演练和公众认知教育提供了可视化工具。

第六，信息安全与隐私保护体系是车路云一体化可持续发展的保障。由于系统涉及大量敏感数据（如车辆轨迹、驾驶行为、身份信息），且通信链路暴露于开放环境，极易遭受中间人攻击、数据篡改、拒绝服务等威胁。因此，需构建覆盖“端-管-云”全链路的安全防护机制，包括基于 PKI 的 V2X 证书管理体系、国密算法加密传输、访问控制策略、入侵检测系统（IDS）以及符合相关法律法规的数据脱敏与匿名化处理流程，确保系统在开放互联的同时具备内生安全能力。

1.3 车路云一体化产业发展现状分析

近年来，在交通强国、数字中国以及新基建等战略引领下，叠加智能网联汽车、5G 通信、人工智能等技术的快速演进，车路云一体化产业已从早期的概念验证和小范围试点，迈入政策驱动、标准牵引、项目落地与生态构建并行推进的规模化发展新阶段。当前，该产业呈现出顶层设计加速完善、试点示范全面铺开、市场规模快速增长、产业链条日趋成熟、头部企业竞合加剧的总体格局，但同时也面临技术

割裂、商业闭环缺失、成本高企、标准不统一等现实挑战。

首先，政策体系持续强化，顶层设计日益清晰。自 2020 年国家发改委等 11 部门联合印发《智能汽车创新发展战略》以来，车路云一体化作为实现高等级自动驾驶的重要路径被反复强调。2023-2024 年成为政策密集落地的关键窗口期：工业和信息化部、公安部、自然资源部、住房和城乡建设部、交通运输部五部门于 2024 年 7 月联合发布首批 20 个“车路云一体化应用试点城市”名单，涵盖北京、上海、广州、深圳、重庆、沈阳、鄂尔多斯等具有代表性的区域，标志着国家级统筹部署正式落地。各地政府也纷纷出台配套政策，如北京市近 100 亿元车路云一体化新基建项目规划公布，武汉市 170 亿元车路云一体化重大示范项目获有关部门批准备案，福州、鄂尔多斯、沈阳、杭州等多个城市相关项目启动招标，让车路云一体化加速落地。政策重点已从基础设施建设转向“建运一体”，强调探索可持续的商业模式、推动数据资产化、促进跨部门协同治理，为产业发展提供了制度保障与方向指引。

其次，市场规模迅速扩张，投资热度持续高涨。据多方机构测算，中国车路云一体化相关市场规模正处于爆发式增长通道。中国汽车工程学会研究显示，预计 2025 年、2030 年车路云一体化智能网联汽车产业产值增量为 7295 亿元、25825 亿元，增长势头强劲。另据赛迪前瞻产业研究院报告，2030 年中国智能网联车市场规模有望突破 5 万亿元，车路云一体化相关市场规模超 14 万亿元，涵盖智能网联汽车、车联网、智慧交通、通信设备、云计算、AI 算法等多个万亿级

赛道。资本市场上，相关概念股受到高度关注，华为、百度、高新兴、万集科技、千方科技、蘑菇车联等企业成为产业投资热点，一级市场对具备全栈能力的初创公司融资活跃。

第三，产业链生态初步成型，关键环节企业加速布局。车路云一体化涉及汽车、通信、交通、IT、芯片、地图等多个行业，目前已形成覆盖“车-路-云-网-图-安”的完整产业图谱。在车端，比亚迪、蔚来、小鹏、理想等车企加快 C-V2X 车载终端前装步伐，部分车型已支持 L2+级车路协同功能；在路端，华铭智能、万集科技、千方科技、金溢科技等专业智能交通设备商深耕 RSU、边缘计算单元（MEC）、雷视融合感知设备研发，产品性能与国产化率不断提升；在云端，华为、阿里云、腾讯云、百度智能云等提供云控平台底座，支持数据汇聚、AI 训练与服务分发；在通信层，中国移动、中国联通、中国电信三大运营商依托 5G 网络优势，积极参与路侧通信基础设施建设与运营；在高精地图与定位领域，四维图新、高德、百度地图等持续推进动态地图更新机制；在全栈解决方案层面，蘑菇车联、百度 Apollo、华为 MDC 等企业凭借“硬件+软件+算法+运营”一体化能力，率先在多个城市实现商业化落地，成为行业标杆。

第四，应用场景不断拓展，示范效应逐步显现。当前车路云一体化已在多个垂直场景实现从“能用”到“好用”的跨越。例如，在智慧公交领域，北京亦庄、长沙等地实现公交车基于 V2I 信号优先通行，准点率提升 30%以上；在城市物流方面，无人配送车在园区、高校等封闭或半开放区域常态化运行，依赖路侧感知弥补盲区；在高速公路

场景，京雄高速、成宜高速等已部署全路段车路协同系统，支持货车编队、事故预警、恶劣天气辅助驾驶等功能；在自动泊车（AVP）场景，广汽、上汽等车企联合停车场运营商，通过场端感知与车端联动实现“召之即来、停之即走”。此外，智慧环卫、矿山运输、港口集卡等 B 端场景也成为商业化突破口，因其封闭性强、ROI 明确、政策支持力度大，更容易形成可复制的盈利模式。

然而，尽管产业发展势头迅猛，深层次矛盾依然突出。一是技术割裂严重，车端、路端、云端由不同厂商主导，协议标准不一（如消息集格式、数据接口、安全认证），导致系统集成难度大、互操作性差；二是商业闭环尚未打通，目前项目多依赖政府财政投入，缺乏可持续的收费机制或数据变现路径，运营商、车企、设备商之间利益分配机制不明晰；三是成本居高不下，单个路口智能化改造成本动辄百万元，车载 C-V2X 终端渗透率仍低，难以支撑规模化应用；四是数据价值未充分释放，交通数据分散在公安、交管、城管、企业等多个主体，缺乏统一的数据确权、共享与交易机制，制约了 AI 模型训练与增值服务开发。

值得关注的是，行业正积极探索破局路径。一方面，全栈型玩家崛起，如蘑菇车联通过自研 AI 大模型 MogoMind，打通“感知-决策-控制-运营”全链条，提供从路侧建设到车辆调度再到城市交通治理的一体化服务，在衡阳、大理等地实现“投建营”一体化模式；另一方面，标准体系建设提速，《“车路云一体化”规模建设与应用参考指南 1.0 版》等文件发布，推动消息集、云控平台架构、测试评价体系

等关键标准统一；同时，数据要素化改革也在推进，多地探索建立交通数据交易所或授权运营机制，尝试将路侧数据转化为可交易资产，为商业模式创新提供基础。

2. 车路云一体化试点现状研究

2.1 车路云一体化试点背景政策分析

车路云一体化试点的政策背景可追溯至 2015 年，当年国务院发布的《中国制造 2025》战略首次将智能网联汽车列为重点发展方向。2017 年，工业和信息化部、国家发改委、科技部联合发布《汽车产业中长期发展规划》，明确提出“促进智能汽车与周围环境和设施的泛在互联，在保障安全前提下，实现资源整合和数据开放共享，推动宽带网络基础设施建设和多行业共建智能网联汽车大数据交互平台”。

2018 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管理规范（试行）》，开启了政策破冰，为车路云一体化试点奠定了制度基础。2021 年 3 月，交通运输部会同工业和信息化部、国家标准化管理委员会联合印发《国家车联网产业标准体系建设指南（智能交通相关）》，逐步构建车路云一体化标准体系框架。2021 年 7 月，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）》，进一步促进车路云一体化试点工作有序进行。

2022 年 1 月，国务院印发《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》，提出“稳妥发展自动驾驶和车路协同等出行服务，鼓励自

动驾驶在港口、物流园区等限定区域测试应用”，将车路协同写入国家战略。

2024 年 1 月，工业和信息化部、公安部、自然资源部、住房和城乡建设部、交通运输部联合印发《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作的通知》，正式启动车路云一体化全国试点。7 月，上述五部委联合发布《关于公布智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市名单的通知》，确定了 20 个城市（联合体）为智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市。试点建设内容包括：建设智能化路侧基础设施、提升车载终端装配率、建立城市级服务管理平台、开展规模化示范应用、探索高精度地图安全应用、完善标准及测试评价体系、建设跨域身份互认体系等，试点期为 2024-2026 年。

2.2 试点城市相关政策与法规梳理分析

截至目前，全国首批车路云一体化试点城市已陆续出台地方性政策法规，形成了差异化的政策体系。

表 1 车路云一体化试点城市相关政策

城市	政策名称	发布日期	发布单位	主要内容
北京	《北京市自动驾驶汽车条例（征求意见稿）》	2024 年 6 月	北京市经济和信息化局	本市新建、改建、扩建道路，应当为智能化路侧基础设施预留空间。
	《北京经济技术开发区关于促进智能网联汽车产业高质量发展的若干政策》	2024 年 11 月	北京经济技术开发区管理委员会	支持车路云一体化技术创新实践平台建设。持续探索车路云最佳耦合方案，开展车路云一体化技术验证与创新场景开发应用。
上海	《上海市车路协同创新应用工作实施方案（2023-2025 年）》	2022 年 11 月	上海市交通委员会	以加速车路协同技术与智能交通体系融合为核心，以推进道路更智能、场景更丰富、服

				务更智慧、管理更精细、数据更开放为主线，以实现车路协同技术商业化应用为目标，推出了四个一批、18个重点项目及系列量化指标。
	《上海市交通领域大规模设施设备更新专项工作方案（2024-2027年）》	2024年8月	上海市交通委员会、发展和改革委员会、生态环境局、邮政管理局、中国民用航空华东地区管理局	推动交通基础设施数字化转型，推动车路云一体化，改造ETC门架系统RSU等设备，实现与车辆信息交互协同。
重庆	《重庆市智能网联新能源汽车产业链“渝链智擎”行动计划（2025—2027）》	2025年7月	重庆市经济和信息化委员会	推动“车路云一体化”建设，制定《重庆市智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作方案》，构建全域覆盖、技术多元、标准统一、服务可靠的路侧基础设施体系。
长春	“车路云一体化”三年计划	2024年7月		该市计划未来三年投入127亿元，全面打造交通枢纽、城市道路、快速路、高速公路等典型示范应用场景。
海南	《海南省智能网联汽车“车路云一体化”应用试点建设方案》	2024年9月	海南省工业和信息化厅	以“单车智能技术+车路云理念”的数据驱动型智能驾驶新方案（C-FSD）为核心技术路径，打造里程最长、场景最丰富、独具热带海岛特色的“车路云一体化”示范省。
杭州	《关于申报2024年高新区（滨江）智能网联车辆“车路云一体化”示范应用场景“揭榜挂帅”的通知》	2024年12月	杭州高新区（滨江）经济和信息化局	申报场景涵盖多种“车路云一体化”示范应用场景。2024年-2026年安排专项资金支持智能网联汽车“车路云一体化”示范应用场景建设，2025年3月前（1.0阶段）拟安排1500万专项资金用于支持场景建设。
	《杭州市智能网联车辆创新应用管理实施办法》	2025年7月	杭州市人民政府办公厅	持续推动新质生产力发展，支持智能网联汽车创新应用和产业化，全力打造“车路云一体化”试点标杆城市。
苏州	苏州“车路云一体化”一揽子政策	2024年10月		推动车企、图商、电信运营商、出行服务商等开展跨领域业务合作，挖掘智能车联网数据

				价值，共同开发出“车路云”特色产品。
	《苏州市推动智能车联网和新能源汽车产业发展的若干措施》	2025 年 5 月	苏州市人民政府	要加快推进智能网联汽车“车路云一体化”应用试点城市建设，进一步提升产业自主创新能力，推动苏州市智能车联网和新能源汽车产业高质量发展。
无锡	《无锡市车联网及智能网联汽车发展三年行动计划（2023—2025 年）》	2022 年 12 月	无锡市人民政府	坚持蜂窝车联网（C-V2X）技术路线，坚持“车—路—云—网—图”一体化方向，以繁荣产业生态为宗旨，以协同创新发展为动力，以融合基础设施为底座，以安全长效运营为保障，将无锡打造成为车联网及智能网联汽车发展的最佳体验地和重要风向标，为全面实现城市数字化转型奠定坚实基础。
	《无锡市车联网发展促进条例》	2023 年 2 月	无锡市人民代表大会常务委员会	首次将车路协同基础设施纳入道路建设工程范畴，首次提出推进建设统一的市级车联网数据管理服务平台。
	《车路云“数字信号”基础数据初始化采集治理与日常维护实施指南（无锡）》	2025 年 11 月	公安部交通管理科学研究所	基于无锡全域网联“数字信号”新环境建设经验，为全国试点提供可复制的“无锡标准”
南京	《南京市“车路云一体化”建设三年规划》	2025 年 1 月	南京市人民政府	计划分三个阶段实现南京市试点区的全域覆盖，完成主城六区、江北新区、江宁开发区、溧水开发区内 3777 个信控路口的 C-V2X 网联化改造，并将 500 个路口打造为全息路口，协同周边城市共同探索高速公路的智慧升级，加速 5G 基站的部署。
广州	《广州市智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展试点工作方案》	2021 年 8 月	广州市人民政府	建设新型网络设施，结合国家新型基础设施建设，加强 5G 组网、基站配套及分布式系统建设，为车路协同应用提供支撑
	《广州市推动智能网联新能源汽车产业发展三年行动计划》	2025 年 6 月	广州市人民政府	深化汽车与交通互融，鼓励社会资本参与“车路云一体化”试点建设。

深圳	《深圳市综合立体交通网规划方案（2024—2035年）》	2024年10月	深圳市人民政府办公厅	健全重大基础设施建设协调机制，加快智慧交通等新型基础设施建设，推进传统基础设施数字化改造，着力提升网络综合效益。
	《全面构建科技创新体系行动方案》、《加快推动场景创新行动方案（2025-2026年）》	2025年3月	罗湖区科技和工业信息化局、发展改革局、智慧城市建设中心	在《行动方案》重点发力领域“推进一批城区品质场景”中提到，创新智慧交通、绿色低碳等场景，拓展无人驾驶小巴、无人巡逻车、无人清扫车等智能设备应用，打造飞行公园、AI示范公园、车路云一体化等新技术新产品应用项目。
长沙	《智能网联汽车“车路云一体化”先行区实施方案（2025-2027）》	2025年3月	长沙岳麓高新区	计划三年内分阶段完成岳麓高新区全域路口智能网联化改造，将岳麓高新区打造成全国首个全域“车路云一体化”应用场景示范标杆。
武汉	《武汉市交通强国建设试点实施方案》	2022年7月	武汉市人民政府办公厅	建设具备边缘云全息感知融合、车城融合感知、车路协同和指挥调度等功能的车城网基础平台，具备测试运营业务管理、车路协同仿真模拟、智慧交通、应急指挥等功能的车城融合应用平台
	《东湖高新区智能网联车路协同创新应用实施方案（2023-2025）》	2023年11月	武汉东湖高新区	该区宣布首期将投资近10亿元开展智能网联基础设施建设，打造全国首个L3级车路协同自由通行示范区。
沈阳	《沈阳市智能网联汽车商用区建设方案》	2023年12月	沈阳市人民政府办公室	聚焦汽车产业升级新赛道，以推动智能网联汽车车路云一体化中国方案城市级别落地为抓手，加快智能网联汽车应用场景商用化进程，促进自动驾驶与智慧交通、智慧城市协同发展，打造东北首个智能网联汽车商用区、京沈智能网联汽车政策创新协同区、全国重要的智能网联汽车产业和技术创新高地。
	《沈阳市高质量推动“车路云一体化”应用试点工作行动计划（意见征集讨论稿）》	2025年2月	沈阳市工业和信息化局	

	《沈阳市促进“车路云一体化”试点工作若干政策措施》	2025 年 5 月	沈阳市工业和信息化局	旨在通过鼓励拓展应用场景、进行道路测试、维护云控基础平台等一系列举措，推动“车路云一体化”发展，将沈阳建设成为国内领先的智能网联汽车产业创新发展高地。
福州	《福州市智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则》	2025 年 9 月	福州市工业和信息化局、公安局、交通运输局	依据《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》、《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作的通知》等文件精神制定
山东	《关于加快人工智能赋能重点领域高质量发展的推进方案》	2025 年 5 月	山东省政府办公厅	开展全省域城市末端无人配送、烟台市全场景无人驾驶、济南新旧动能转换起步区和青岛西海岸新区车路云一体化试点，打造智慧出行山东特色品牌和全国车路云一体化示范区。
合肥	《合肥市智能网联汽车应用促进条例》	2025 年 1 月	合肥市人民代表大会常务委员会	统筹规划建设智能网联汽车、功能型无人车通用的通信设施、感知设施、计算设施等车路协同基础设施，推进交通标志标识等道路基础设施数字化改造升级，逐步实行智能网联汽车、功能型起施行无人车与车路协同基础设施、市管理服务平台互联互通、信息共享。
鄂尔多斯	《鄂尔多斯市新能源智能网联汽车示范应用和产业发展三年行动计划》	2024 年 4 月	鄂尔多斯人民政府办公室	到 2026 年，面向国家车路云一体化规模示范建设要求，建设架构相同、标准统一、业务互通、安全可靠的城市级车路云一体化基础设施环境，全面提升车辆智能化网联化渗透率、智能化路侧基础设施和云控平台覆盖率，围绕干线物流、智慧矿山、城市客运、低速功能型无人车等特色场景，打造自动驾驶卡车商业应用全球标杆城市、构建全国领先车路云一体化矿用应用模式、建设具有鄂尔多斯特色城市智慧出行示范区，形成一批

				可持续可复制的车路云一体化应用，加速推动鄂尔多斯新能源智能网联汽车产业高质量转型升级。
--	--	--	--	---

2.3 试点城市建设计划与现状分析

全国首批车路云一体化试点城市名单发布至今，主要典型城市在车路云一体化建设方面取得了长足的进步。

2.3.1 北京

目前，北京建设的全球首个车路云一体化的高级别自动驾驶示范区（以下简称“示范区”），通过系统开展“车、路、云、网、图”五大体系建设，已完成城市级工程试验平台 3.0 阶段建设，覆盖城区 600 平方公里，标志着北京车路云一体化创新探索迈入新阶段。

基础设施建设方面，通过标准化建设促进降本增效。示范区在公路交通基础设施数字化转型升级过程中，通过“揭榜挂帅”引导技术创新以及规模化部署等方式实现成本递减，包括硬件设备的批量化生产与统一部署，以及软件算法的高度复用。硬件方面，示范区不断探索验证各型摄像头、激光雷达、毫米波雷达等路侧感知设备配置效果，最终采取“多样化、高配置”方案，有序完成了路侧设施部署；软件方面，建设中心云和边缘云分布式基础架构，通过汇聚车辆、路侧、互联网等多源数据，打造城市级云控基础平台，完成运营管理、监控管理、融合感知等 9 大功能平台模块，实现“多感合一”、“多杆合一”建设方案复制并和原有设备深度复用。目前，示范区已支撑发布首个“车路云一体化”标准体系，形成各级标准成果超 70 余项，并在云平台

测试规范、建设指南、智能网联数据质量评价规范等方面积极支持京沪苏3地标准共建。

目前，示范区已在亦庄新城67条城市道路实现“绿波”通行，257个路口实现动态优化，每个路口每天平均优化次数超110次，2024年平均通行效率提升15%，交通拥堵指数下降8%；目前方案已在通州副中心推广复制，同时在普通公路G103京滨线7个路口开展信控优化部署，已成功接入路侧感知数据，实现路口动态优化，相关主干道交通效率提升超过11%。随着路段路口数据接入量的增加，以及路口信控优化能力的提升，相关主干道保障行驶安全和交通效率将进一步提升。

下一步，北京将持续发挥示范引领作用，与示范区“4.0”阶段建设相结合，立足首都“四个中心”功能定位、京津冀协同发展和打造全球数字经济标杆城市等战略要求，全面融入双智城市发展之中，深化探索以车路云一体化赋能双智协同的“北京方案”。

2.3.2 上海

当前，上海市正加快建设全球领先的高级别自动驾驶引领区，将浦东、临港、奉贤、嘉定等区域的智慧道路连点成片，并积极推动车路云一体化试点城市建设。嘉定区作为全国首个国家级的“智能网联汽车试点示范区”，已实现国内首个城市级全域、全场景、全类型自动驾驶车辆规模化示范；开放国内首个“大流量、高动态、高复杂”自动驾驶高速公路应用场景，是全国智能网联、车路云一体化、自动

驾驶发展的“领头羊”和“风向标”。在车端，嘉定已有 21 家企业 639 辆车持续开展自动驾驶车辆测试与示范活动；在路端，嘉定已建成车路协同环境 230.6 公里、智慧路口超过 300 个；在云端，嘉定已经构筑了全国首屈一指的“车城网”数据底座。

2.3.3 无锡

无锡市作为国内首批“车路云一体化”试点城市之一，持续推进“车路云一体化”系统建设，已覆盖 5000 公里道路，连接全市 1643.88 平方公里区域，部署 5G-A 边缘装置、路口 RSU、毫米波雷达、激光雷达等 6253 个智能基础设施。目前，无锡完成了市区全域 2675 个路口的红绿灯交通指挥信号上车及 30000 余个交通标识网联化改造，面向乘用车、出租车、公交车等，提供信号灯服务信息提示、行人监测预警、交通事件信息提示等交通场景服务，平均拥堵时长缩短 15%，高峰通行效率提升 12%。

在具体技术应用方面，无锡车路云项目采用了中国移动城市级“车路云一体化”融合组网方案，以 5G 网络打底，通过 5G+C-V2X 融合组网、边缘智算供给等实现云网服务的全城全网全覆盖，相比传统方案有效降低算网设施成本近 46%。移动自研的智能 5G 路侧单元实现车车/车路通信、边缘算力服务等，为车侧、路侧提供边缘 AI 模型算力及低时延、高可靠的车路云数据交互服务，支持行人鬼探头、云支持自动紧急制动等 AI 场景化应用，已在无锡车路云建设中应用，承接边缘算力，保障城市级的 50 毫秒低时延、99%可靠性服务。

2.3.4 苏州

苏州相城区推动区内国资企业先导产投与中国电信共同成立了天翼交通科技有限公司，搭建云控基础平台。目前，该平台已升级为苏州市 5G 车联网云控平台，既是“车路云一体化”中国方案的首次落地，也是国内首个跨市区两级体系的城市级云控平台。具体来说，这个平台接入了路侧智慧路杆超 500 个、设备数量近 2000 个、5G 基站 400 余个，纳入平台的道路里程有 273 公里。通过该平台，交通管理部门能够根据路口车流量实时调整红绿灯时间，而连入平台的智能驾驶车辆也能立刻收到反馈，从而合理规划行驶速度；相关软件公司也能通过平台进行车辆碰撞、红绿灯识别等仿真测试，为软件更新迭代积累足量数据。此外，平台还对苏州全市“车路云一体化”系统的数据进行了标准化统筹和管理。基于真实数据的本地化场景库服务、规范的系统开发与准入测试，平台也能提供智能网联汽车与智慧城市协同发展的产业服务。

苏州市工业园区在环金鸡湖核心商务区开展相关建设。目前，通过广域覆盖、中心聚焦、面向商用等举措，基础环境建设已初具规模，初步搭建起了基础设施体系。从通信方面来看，实现了 5G 基站在苏州工业园区的全域覆盖，对于重点路口，采用了 C-V2X 通信直连设备进行重点覆盖，目前已覆盖近 200 台。在其他路侧基础设施建设上，共部署各类设施 1000 余套，基本完成了核心商务区 120 公里智能网联道路的建设。在面向商用的场景建设中，自建七类场景，投入 38 台智能网联汽车；与伙伴共建十类场景，投入 200 台车辆。日常运营

工作主要从三个方面稳步推进：助力场景建设、推动场景商业闭环以及实现场景商业化复制。在场景落地方面，2024 年夯实第三方监管职能，配合申请道路测试示范应用牌照 24 张，并基于数据开放共享与交警实现协同监管。在场景商业化方面，2024 年 10 台无人小巴车和 10 台 Robotaxi 正式进入示范运营阶段。在商业场景复制方面，借助工业园区内国资产业园区载体，推广集成化最小产品单元，包括无人清扫、无人安防等无人装备集成化建设，实现了商业化复制。

2.3.5 重庆

重庆西部科学城智能网联汽车创新中心（以下简称“西部智联”）自成立以来，西部智联孵化 14 家智能网联汽车相关企业，且联动长安汽车、赛力斯等头部企业，与中信科智联、中国汽研、招商车研等行业机构形成深度合作，已建成一套全国领先的云控基础平台加 9 个生态共建的网联应用平台，成功接入上千辆各类车辆。目前，重庆拥有 3 个示范区——高新区、两江新区和永川，建成智慧路口超 500 个，覆盖城市道路超 700 公里，直连通信智能网联汽车，包括赋能改造后的传统车辆近 6000 辆。

重庆计划到 2027 年，将建成 600 个感知路口，这些路口如同智能交通的“神经末梢”，能够敏锐感知周围环境的变化；覆盖 2500 公里道路，形成一个庞大而有序的智能交通网络。同时，通过 OTA 升级的方式，让超过 2 万辆车辆具备协同预警功能，实现车与路、车与云之间的高效信息交互，大大提升道路交通安全性和通行效率。

2.3.6 南京

智能化道路建设方面，累计完成智能化路口改造 439.2 公里，建成 5G 基站超 3.8 万个，额外部署覆盖北斗定位基站 11.5 平方公里，并部署边缘计算、路侧感知设备等智能化基础设施超 1600 个，基本做到城市核心区全覆盖、主要道路全覆盖，为智能网联车辆互联互通提供了良好的基础条件。未来将聚焦实施示范应用开放工程、基础设施建设工程、应用场景示范工程、应用能力提升工程、产业集聚壮大工程、产业生态优化工程“六大工程”，计划到 2026 年，实现全市智能网联汽车道路测试与示范应用全域开放，全市智能网联新能源汽车产业实现年营收超 3000 亿元，完成 3700 个路口智能化改造，搭建 50 个以上示范应用场景，制定国家、行业、省级标准超 50 项，打造全国领先的“车路云一体化”技术创新、终端推广和示范运营三大标杆。

2.3.7 杭州

余杭交投集团作为智能网联汽车“车路云一体化”应用试点项目建设运营的实施主体，目前已完成“车路云一体化”1.0 项目所有建设内容，建成了省内最长的自动驾驶公交接驳线，还实现了杭州市最大的车路云覆盖规模，构建全方位、多层次的智能交通体系。在车端智能化建设中，余杭已形成全市体量最大的智能网联车辆矩阵。超 500 辆常态化运行的智能终端穿梭城乡，自动驾驶公交承担通勤主力，无人配送车穿梭园区楼宇，无人清扫车守护城市洁净，构建起多元场

景协同的智能出行网络。路端基础设施同步实现全域升级。36 平方公里核心区域内，110 余个主要路口，闯红灯预警、盲区监测、交叉口碰撞预警等多项智能应用全天候运行，犹如为城市交通脉络植入神经末梢，让道路不仅能“看见”车流，更能预判风险、主动引导。

2.3.8 广州

广州在黄埔区、南沙区等地建立了多个车路协同测试场景，覆盖高速公路、城市快速路和普通道路，为智能网联汽车研发和测试提供了接近现实的交通环境。深圳市则利用南山、龙华等区的交通网络优势，成功实施了车路云一体化的商业试点项目，吸引众多科技企业加入，共同构建智慧交通生态。目前，广州已累计开放智能网联汽车测试道路 933 条，单向里程约 1980 公里，其中高快速公路开放里程超 260 公里；搭建智能网联汽车道路测试实时监管平台，实现了智能网联汽车的商业化运营，为车路云一体化规模化应用奠定了坚实基础；建成智能路侧通信系统 385 套、感知系统 366 套、边缘计算单元 554 套，车联网专用网络覆盖 378.4 公里。

2.3.9 深圳

由深城交支持统一搭建的深圳交通信息汇聚平台，创新“申报即更新”机制，打通企业—政府—车企链路，为智驾车辆实时推送施工占道、标志标牌更新、隧道事件、高速公路 ETC 车道等关键动态信息，辅助自动驾驶路径规划和系统决策，为车辆上路运行加上路侧信息“安全带”。亮点成果还包括：建成智能网联汽车监管平台 1.0，首

创全链条全周期监管体系，大幅压缩业务周期，并实现全市道路风险动态评估；落地自主泊车 2.0，打造“车场云”闭环场景，实现高精度车位引导、全流程监控和无感泊车。这些成果依托深圳市车路云“4+3”平台体系，加速了智慧交通全场景应用与管理的数字化转型。深圳还推动新一代车路云一体化建设的“场景开放+平台服务+安全监管”体系实践，以自动驾驶端到端全场景落地实践为突破口，在充分保障安全的前提下，成规模、成体系构建 L3 端到端真实场景，通过安全监管+数据服务双平台，为自动驾驶开放测试提供冗余安全保障，赋能大中小自动驾驶企业科技发展与商业落地，以实现政府、企业的双向奔赴。

2.3.10 沈阳

由中建八局承建的东北区域最大规模“车路云一体化”智能网联工程进入建设阶段，该工程以沈阳市大东区为核心区域，对城市开放道路进行全面智能化、网联化升级，推动智能交通和智慧城市建设。中建八局携手星云互联，在沈阳市大东区北大营历史文化片区，开启“车路云一体化”智能网联改造工程，该工程将覆盖 55 个路口的城市级核心路段，着力提升路侧基础设施的网联覆盖率和 C-V2X 车载终端的装配率，并计划推广部署上千台网联后装车辆。尤为值得一提的是，围绕“文商旅”主题，双方将共同打造国内首条红色文旅无人接驳专线。这条专线将串联起 918 纪念馆、战俘营、时代文仓等多个地标性站点，不仅实现了文化与商业的深度融合，还提供了无人售卖、

无人清扫等智能化服务。

3. 车路云一体化未来发展分析

3.1 现阶段试点成果总结与分析

中国工程院院士、清华大学教授、国家智能网联汽车创新中心首席科学家李克强在 2025 世界智能网联汽车大会上发布《智能网联汽车“车路云一体化”应用试点阶段性成果》。

在“需求驱动、问题导向”的原则引领下，行业各方凝聚共识、协同攻关，系统性梳理并提炼出“车路云一体化”十大典型功能场景，并已在技术研发、系统集成与试点验证等方面取得重要阶段性成果。这些场景紧扣当前智能网联汽车和智慧交通发展中的核心痛点与实际需求，覆盖城市道路、高速公路、交叉路口、停车场等多元交通环境，旨在通过车、路、云三端深度融合，实现从单车智能向系统智能的跃迁，全面提升交通安全、效率与用户体验。

具体而言，交通信号灯信息服务针对雨雾、强光或建筑遮挡等导致车辆难以准确识别红绿灯的问题，通过路侧设备实时推送信号灯相位、配时及引导信息至车端，辅助车辆优化速度轨迹，实现“绿波通行”或平滑减速，显著提升通行安全与能效。交通事件信息预警则聚焦突发交通事故、塌方、积水等异常事件，将事件类型、精确位置、影响范围及建议措施等关键信息毫秒级下发至周边车辆，有效扩展车辆感知边界，避免因信息滞后引发二次事故。面向行人、非机动车等弱势交通参与者，协同式避撞场景利用路侧多模态感知设备精准捕捉

其动态行为，在车辆盲区内提前识别潜在碰撞风险，并通过车端预警甚至主动制动干预，构筑更可靠的安全防护屏障。同样地，协同式自动紧急避撞针对因大型车辆遮挡、弯道视线受限等原因造成的“幽灵堵车”或追尾高发问题，由路侧系统提前探测前方障碍物状态，并触发车端 AEB（自动紧急制动）系统联动响应，大幅降低高速场景下的事故率。

在复杂交通流交互方面，协同式车辆汇入汇出场景着力解决高速公路匝道合流区因车速差异大、视野受限导致的冲突风险，通过 V2I 通信实时共享主路与匝道车辆的位置、速度、加速度等状态信息，并结合边缘计算生成最优合流轨迹建议，实现平顺、高效、安全的车道变换。面对施工改道、临时封路、潮汐车道等动态交通管控需求，交通管控信息服务可将结构化管控策略以数字信号形式精准推送至车辆，支持其提前进行车道选择与路径重规划，减少急刹与变道冲突。同时，为保障救护车、消防车、工程抢险车等特殊车辆的优先通行权，系统可主动向周边社会车辆广播其行驶意图与路径，触发避让提醒并协同规划绕行方案，在提升应急响应效率的同时兼顾公共安全。

此外，车辆感知信息共享服务突破单车感知局限，在暴雨、浓雾或多车密集交互等复杂环境下，实现邻近车辆间感知数据（如目标位置、类别、运动状态）的实时共享与融合，构建局部区域的协同感知网络，增强整体环境理解能力。针对城市停车难问题，协同式智能泊车引导整合停车场静态地图与动态车位占用信息，通过云端调度与车路协同，为驾驶员或自动驾驶车辆提供最优泊车路径与空位指引，显

著提升泊车效率与场库资源利用率。最后，车辆编队行驶场景面向干线物流、港口运输等高频应用场景，依托车路云协同控制，实现多车之间的速度同步、间距保持与队形优化，在保障行车安全的前提下降低风阻能耗、提升道路通行容量，并为未来规模化自动驾驶车队运营奠定技术基础。

上述十大功能场景不仅是“车路云一体化”技术体系落地的关键抓手，更是推动产业生态构建的重要支点。它们共同支撑起包括智慧公交、无人配送、智能乘用车出行、城市末端物流、干线公路货运、智慧环卫作业、智能充放电管理以及数据闭环驱动的增值服务在内的八大商业化应用系统，加速形成可复制、可推广、可持续的智慧交通新业态。随着标准体系完善、基础设施升级与跨行业协同深化，“车路云一体化”正从示范走向规模部署，成为我国迈向高等级自动驾驶与未来智慧城市交通体系的核心引擎。

3.2 未来发展前景与方向分析

3.2.1 未来发展前景

当前，车路云一体化相关产业正处于高速发展的关键阶段，全球范围内技术演进与市场拓展同步加速，而中国市场则展现出尤为强劲的增长动能。据普华有策研究数据显示，到2025年，中国车联网市场规模预计将突破5,000亿元人民币，年均复合增长率显著高于全球平均水平，凸显出我国在智能网联汽车与智慧交通融合领域的战略优势与市场潜力。

在产业链层面，车路云一体化已初步构建起一个覆盖广泛、协同紧密、层次分明的完整产业生态体系。该体系横跨上游核心元器件、中游系统集成与基础设施建设，以及下游应用服务等多个维度：上游包括高性能车规级芯片设计、多模态传感器（如激光雷达、毫米波雷达、摄像头等）的研发与制造、C-V2X 通信模组及高精度定位模块的生产；中游涵盖车载终端、路侧单元（RSU）、边缘计算设备等硬件集成，以及整车企业的智能化升级与智慧道路基础设施（如智能信号灯、感知杆站、数字标牌等）的规模化部署；下游则延伸至测试验证平台、数据运营服务、云控平台开发及第三方应用生态构建等环节，形成从“硬科技”到“软服务”的全链条能力闭环。

在应用场景方面，车路云一体化正不断突破传统边界，由早期以车载信息娱乐（IVI）为主的单一功能，快速拓展至涵盖智能交通管理、车辆远程状态监控、基于大数据的预测性维护、商用车队智能调度、高级别自动驾驶功能落地、MaaS（出行即服务）平台支撑以及共享出行优化等多个高价值领域。更值得关注的是，随着“双智”（智慧城市与智能网联汽车协同发展）试点城市的深入推进，车路云技术正加速融入城市治理、公共安全、绿色低碳和智能物流等更广阔的产业图景之中——例如，在港口、矿区、高速公路等封闭或半封闭场景中实现无人化运输，在城市核心区构建车路协同的低碳通行走廊，或通过数据闭环赋能城市交通大脑进行动态信号优化与应急响应。

整体来看，车路云一体化不仅推动了汽车、通信、交通、人工智能、地图服务等多个行业的深度融合，更催生出一批新型商业模式与

服务形态。技术创新与市场规模呈现出良性互动、协同跃升的发展态势，为我国在全球智能网联汽车产业竞争格局中抢占战略制高点提供了坚实支撑，并有望在未来几年内成为驱动数字经济高质量发展的重要引擎之一。

3.2.2 发展方向分析

为加速车路云一体化技术的产业化落地与规模化应用，国家智能网联汽车创新中心正系统推进三项关键行动计划，着力打通技术、标准、基础设施与产业协同之间的壁垒，构建开放、协同、可持续的发展生态。

第一项行动是成立“车路云一体化试点城市平台公司联盟”。该联盟由中国智能网联汽车产业创新联盟牵头发起，联合各国家级“双智”试点城市及地方平台公司共同组建，旨在推动试点城市在统一技术架构和标准体系下协同发展。联盟聚焦三大核心任务：一是实现车路云一体化整体架构与接口标准的统一，避免重复建设与碎片化发展；二是协同推进智能化道路基础设施、边缘计算节点及云控基础平台的共建共享；三是联合开展十大典型功能场景的部署验证与迭代优化，形成可复制、可推广的建设运营模式，为全国范围推广奠定实践基础。



图 1 车路云一体化试点城市平台公司联盟

第二项行动是推动“车路云一体化城市群跨域连片协同”。针对单一城市覆盖有限、应用场景割裂的问题，国家层面重点支持京津冀、宁锡苏（南京—无锡—苏州）、杭州—桐乡—德清、海口—三亚—琼海等区域联合体，开展跨行政区域的连片示范。这些联合体正积极推进云控平台间的互联互通、智能道路基础设施的物理连接与数据贯通、以及功能场景的跨域协同运行——例如，实现车辆在跨市高速或城际快速路上无缝接收连续的信号灯信息、事件预警或编队引导服务，真正构建“区域一体化、服务无感化”的车路云协同网络。



图2 车路云一体化城市群跨域连片协同

第三项行动是组织“车路云一体化中外车企协同开发测试”。由国家智能网联汽车创新中心联合清华大学牵头，汇聚15家国内外主流整车企业（涵盖自主品牌、合资品牌及国际车企）以及北京亦庄、上海嘉定等2个国家智能网联汽车示范区，并协同中国移动、中国联通等核心ICT企业，共同开展面向量产的功能开发与实车验证。该行动以“统一技术路径、共用测试环境、共享数据资源”为原则，重点围绕C-V2X通信协议一致性、车端功能软件集成、云控服务调用接口标准化等关键环节进行联合攻关，显著缩短从技术验证到功能上车的周期，加快车路云一体化能力在量产车型中的规模化搭载与商业化

应用。



图 3：车路云一体化中外车企协同开发测试

这三项行动计划相互支撑、层层递进，既强化了顶层设计与标准引领，又注重区域协同与产业联动，更聚焦于产品落地与市场转化，标志着我国车路云一体化发展已从单点技术探索迈向系统性工程实施与生态化产业推进的新阶段，为全球智能网联汽车与智慧交通融合发展提供了具有中国特色的解决方案与实践范式。

4. 《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》解读

4.1 指南出台背景与意义

4.1.1 出台背景

近年来，随着人工智能、5G 通信、大数据等新技术快速发展，自动驾驶技术在交通运输领域加快应用，由封闭场地测试到道路测试、由试点示范到商业试运营快速迭代。北京、上海、广州、深圳等城市纷纷出台政策，允许自动驾驶汽车在特定区域、特定时段从事城市公共汽电车、出租汽车、物流配送等商业化试运营，且应用规模不断扩大。然而，使用自动驾驶汽车从事运输经营的基本要求还不明确，不

适应自动驾驶汽车健康有序发展需要，且安全压力日益增加。

2019年9月，中共中央、国务院印发的《交通强国建设纲要》将“加强智能网联汽车（智能汽车、自动驾驶、车路协同）研发，形成自主可控完整的产业链”作为交通强国建设的重要内容。2021年2月中共中央、国务院印发，《国家综合立体交通网规划纲要》明确提出，到2035年，我国智能网联汽车（智能汽车、自动驾驶、车路协同）技术要达到世界先进水平。

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）》（征求意见稿）并向全社会征求意见。2022年11月发布《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）》后，2023年11月17日，工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、以及交通运输部四部门联合发布《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，正式对L3/L4自动驾驶的准入规范进行了具体要求，并明确了事故责任归属问题。

与此同时，2022年8月，交通运输部在系统梳理部分城市自动驾驶汽车试点示范运营情况和地方管理政策的基础上，聚焦应用场景、自动驾驶运输经营者、运输车辆、人员配备、安全保障、监督管理等影响运输安全的核心要素发布了《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》（征求意见稿）并向全社会征求意见。2023年12月，交通运输部印发《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》（以下简称《指南》），首次从国家政策层面明确智能网联汽车可以用于运输经营活动，为中国自动驾驶技术的商业化应用按下“加速键”。在短短一个月内，

从明确规范 L3/L4 级自动驾驶汽车的准入，到具体规范自动驾驶汽车的商业运营要求，国家主管部门在政策方面予以自动驾驶商业化运营的多方位支持和保障，象征着与自动驾驶发展相适应的监管制度正在加速构建中。

4.1.2 出台意义

《指南》明确在现行法律法规框架下使用自动驾驶汽车从事运输经营活动的基本要求，引导自动驾驶运输服务健康有序发展，最大限度防范化解运输安全风险，切实保障人民群众生命财产安全。《指南》的出台具有重大战略意义。首先，填补了法规空白，为中国自动驾驶运输服务提供了首个专项规范，解决了“无法可依”问题。其次，明确了安全底线，设定了车辆、人员、运营等全方位安全要求，防范系统性风险。第三，促进了商业落地，通过规范管理降低企业合规成本，加速商业化进程。第四，引领了国际规则，《指南》出台时，国际上仅有德国等少数国家出台了自动驾驶运输服务专项法规，《服务指南》的出台提升了我国在自动驾驶立法领域的国际话语权。第五，平衡了创新与安全，在鼓励创新的同时守住安全底线，为全球提供了中国方案。

《指南》与现有法规体系衔接紧密。上位法依据包括《道路交通安全法》《道路运输条例》《网络安全法》等；横向协同包括工业和信息化部、市场监管总局《智能网联汽车产品准入、召回及软件在线升级管理与技术指南》，工业和信息化部、公安部、交通运输部《智能

网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》等；下位配套包括各地方实施细则（如《北京市自动驾驶汽车条例》《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》）等。这种“中央-地方”、“部门-行业”的法规体系，确保了监管全覆盖、无死角。

4.2 适用范围与应用场景分析

4.2.1 适用范围

《指南》在适用范围的界定上体现出高度的明确性与针对性，充分贯彻了精准监管的基本原则。其核心聚焦于自动驾驶技术在交通运输经营活动中的实际应用，明确规定：凡使用自动驾驶汽车在城市道路、公路等供社会机动车通行的各类公共道路上，开展城市公共汽电车客运、出租汽车客运、道路旅客运输经营以及道路货物运输经营活动（统称为“自动驾驶运输经营”）的情形，均纳入本《指南》的规范范畴。

尤为关键的是，《指南》对“自动驾驶汽车”的定义进行了清晰的技术锚定，明确指出其所指为符合国家标准《汽车驾驶自动化分级》（GB/T 40429-2021）中所界定的有条件自动驾驶（L3级）、高度自动驾驶（L4级）和完全自动驾驶（L5级）的车辆。这一界定排除了L0至L2级辅助驾驶系统，将监管重点精准锁定在具备环境感知、自主决策与控制执行能力、可在特定或全部场景下脱离人类驾驶员直接操作的高等级自动驾驶车辆上。

通过上述限定，《指南》不仅划清了监管边界，避免了泛化适用

带来的制度冗余，也凸显了对高风险、高复杂度运输经营活动的审慎管理态度，为后续准入条件、安全评估、责任划分、运营规范等制度设计奠定了坚实基础，有力支撑自动驾驶技术在交通运输领域的安全、有序、可控发展。

4.2.2 应用场景

《指南》立足当前自动驾驶技术的发展阶段、各地试点示范的实践经验，以及不同运输领域在安全生产和运行管理方面的差异化需求，系统性地对自动驾驶汽车在交通运输经营活动中的应用进行了精细化规范。其核心思路是“分类施策、场景限定、安全优先”，在城市公共汽电车、出租汽车、道路旅客运输（道路客运）和道路货物运输（道路货运）四大重点领域，分别明确了允许使用自动驾驶汽车开展运输经营的具体应用场景及相应的适用条件。

在应用场景设定上，《指南》充分结合现阶段 L3 至 L5 级自动驾驶车辆的技术成熟度与运行边界，参考已开展的封闭测试区、开放道路测试及商业化试点成果，并深入考量各运输业态的安全风险特征——例如公共交通对乘客密集性和运行准点性的高要求、出租汽车对复杂城市路况应对能力的需求、长途客运对持续运行可靠性的严苛标准，以及货运场景中对载重、路线固定性与夜间运行等因素的特殊考量。基于此，《指南》不仅列明了可在哪些具体条件下开展自动驾驶运输服务，还同步划定了明确的禁止情形，形成“正面清单+负面清单”的双重引导机制。

具体来说,《指南》将使用自动驾驶运输经营的具体内容及应用场景进行了分类,即分为了允许类、审慎类和禁止类三种类型

表 2：自动驾驶运输经营应用场景分类

管理类型	应用场景	活动类型
允许	物理封闭、相对封闭或路况简单的固定线路、交通安全可控场景下	物理封闭、相对封闭或路况简单的固定线路、交通安全可控场景下
	交通状况良好、交通安全可控场景	交通状况良好、交通安全可控场景
	点对点干线公路运输或交通安全可控的城市道路等场景	点对点干线公路运输或交通安全可控的城市道路等场景
审慎	所有场景	道路旅客运输经营活动
禁止	所有场景	危险货物道路运输经营活动

这一制度设计在牢牢守住运输安全底线的前提下,为行业提供了清晰、可预期的政策指引,有效避免了企业在探索自动驾驶商业化过程中因规则模糊而产生的方向偏差或重复投入,显著降低了技术验证与业务试错的成本。同时,《指南》也为地方主管部门开展准入审批、过程监管和应急处置提供了操作依据,推动自动驾驶在运输服务领域的应用从“无序探索”迈向“规范发展”,为未来规模化、高质量落地奠定了制度基础。

4.3 安全保障要求与监督管理规定解读

4.3.1 运输安全保障

《指南》在强化自动驾驶运输经营安全管理方面提出了系统性、可操作的要求,明确指出经营者必须建立健全运输安全保障体系,并在正式开展运营前制定详尽的自动驾驶汽车运输安全保障方案。该方案需涵盖多个关键要素,包括但不限于:自动驾驶汽车的设计运行条

件（ODD, Operational Design Domain）、人员配备安排（如远程监控员、车内安全员等角色设置）、运营过程中可能存在的安全风险清单、针对不同风险等级所采取的分级管控措施，以及应对设备故障、通信中断、突发交通事件等紧急情况的处置预案，从而构建覆盖“事前预防—事中控制—事后响应”的全链条安全闭环。

相较于此前发布的《指南》草案，正式版新增了一项具有重要意义的规定：要求自动驾驶运输经营者与汽车生产企业、安全员等相关方签署书面协议，明确各自在车辆运行、安全管理、应急处置等方面的权利、责任与义务。这一调整直面当前行业普遍关注的核心痛点——在《道路交通安全法》尚未就自动驾驶情形下的法律责任作出专门规定的情况下，事故或异常事件发生后容易出现责任主体模糊、追责困难的问题。通过协议机制，不仅有助于厘清运营方、车企和技术支持方之间的权责边界，防范因法律空白导致的纠纷，也为各方根据具体合作模式（如车辆租赁、联合运营、技术托管等）灵活界定职责提供了制度空间，体现了“契约先行、责任共担”的治理思路。

此外，《指南》对安全保障方案及相关风险评估报告的报送机制也进行了优化调整。草案中原规定“应报属地交通运输主管部门备案”，而正式版则改为“应告知运营地交通运输主管部门、公安交警部门和应急管理部门”。这一变化虽未明确“告知”的具体形式（如备案、报备、抄送或会商等），但显著扩大了信息共享的范围，将公安交管和应急管理等关键监管部门纳入协同治理框架，有利于形成多部门联动的安全监管合力。鉴于当前法规细则尚不完善，我们建议汽车生产

企业与自动驾驶运输经营者主动与运营所在地的交通运输、公安交警及应急管理部门建立常态化沟通机制，就方案内容、风险评估方法、应急预案可行性等进行充分交流，确保在实际运营中准确把握监管意图与政策导向，避免因理解偏差引发合规风险。

总体而言，《指南》通过强化主体责任、推动多方协议约束、拓展部门协同告知机制，构建了一个在现行法律框架下务实可行的安全治理路径，既回应了行业对责任划分的迫切关切，也为自动驾驶运输服务在可控、可管、可追溯的前提下稳步推进商业化应用提供了制度保障。

4.3.2 车辆动态监控

《指南》对自动驾驶汽车的动态监控提出了明确且具体的要求，强调在符合《道路运输车辆动态监督管理办法》及相关国家现行规定的前提下，自动驾驶运输经营者必须切实履行主体责任，加强对自动驾驶汽车的全过程动态监控。具体而言，监控内容应覆盖车辆的运行区域、运行线路和实时运行状况等关键维度，确保车辆始终在设计运行条件（ODD）和许可范围内安全运营。一旦系统监测到偏离预定路线、超速行驶、进入禁行区域、通信中断、感知失效或其他异常行为，监控平台须具备自动预警、及时提醒、远程干预乃至紧急处置的能力，并对发现的违法违规或高风险操作行为进行记录、纠正与闭环处理。

与此同时，《指南》进一步压实属地监管职责，明确要求运营地交通运输主管部门切实发挥监督指导作用，督促自动驾驶运输经营者

建立健全动态管理机制，不仅对车辆本身实施有效监控，还需同步加强对车内或远程安全员履职情况的动态管理。这包括但不限于：核查安全员在岗状态、响应时效、操作规范性，以及其在突发场景中接管车辆的处置能力等。通过“车+人”双轨并重的动态监管模式，确保即便在高等级自动驾驶状态下，仍保留可靠的人为监督与应急兜底能力。

这一规定体现了《指南》在推动技术创新与坚守安全底线之间的平衡思路——既鼓励自动驾驶技术在运输场景中的应用探索，又通过制度化的动态监控要求，将车辆运行纳入现有道路运输监管体系之中，防止因“无人化”表象而弱化安全管理。同时，也为未来自动驾驶大规模商业化运营积累了可追溯、可评估、可问责的运行数据基础，助力构建更加智能、透明、可信的新型运输安全治理体系。

4.3.3 运行状态信息管理

《指南》在车辆技术管理与运行状态记录方面作出了系统且具操作性的规定，进一步夯实了自动驾驶运输经营的安全基础。首先，《指南》明确要求自动驾驶运输经营者必须确保车辆技术状况良好，并严格依照车辆使用说明书进行使用和运行。这一条款不仅强调了运营方对车辆日常维护和合规使用的责任，也间接对汽车生产企业提出了更高要求——即在车辆说明书中必须清晰、准确、完整地阐明自动驾驶系统的运行条件（ODD）、功能边界、人机交互方式、接管要求及限制场景等关键信息，确保使用者能够基于充分知情的前提下安全操作车

辆。

更为重要的是,《指南》对自动驾驶汽车的运行状态记录、存储与传输能力提出了强制性技术要求。所有从事运输经营活动的自动驾驶汽车,必须具备实时向运输经营者及属地交通运输主管部门自动上传运行状态信息的功能,实现运行过程的可监测、可追溯。尤其在发生交通事故或自动驾驶功能失效等异常事件时,车辆须自动触发数据记录机制,保存事发前至少 90 秒的完整运行状态信息。

《指南》进一步细化了该运行状态信息的具体内容,明确涵盖以下十项核心要素:车辆标识(如车架号、车牌号等);车辆控制模式(如人工驾驶、L3/L4 自动驾驶、远程控制等);车辆位置(高精度定位坐标);运动状态参数(包括速度、加速度、行驶方向等);环境感知及系统响应状态(如障碍物识别、决策逻辑输出);车辆灯光与信号装置的实时状态;车辆外部 360 度视频监控数据;车内视频及语音监控信息(用于反映驾驶人状态及人机交互情况);接收到的远程控制指令(如有);车辆故障信息(包括传感器、通信、执行器等子系统异常)。

值得注意的是,与《指南》草案相比,正式版对数据记录的时间窗口进行了调整:将原“事发前至少 90 秒至事发后至少 30 秒”简化为“仅记录事发前至少 90 秒”。这一修改与《江苏省道路交通安全条例》《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》等地方法规的要求趋于一致,体现了国家层面与地方实践的衔接与协同。

然而，在实际操作中仍需关注法规间的差异性。例如，《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》（即《试点通知》）的附件中明确要求：试点企业应在事故发生后2小时内，上传“事故发生前至少15秒（或自动驾驶系统激活时刻，取较晚者）至事故发生后至少5秒（或系统退出时刻，取较早者）”的视频数据至地方监管平台。这意味着，尽管《指南》未强制要求记录事故后数据，但依据《试点通知》等专项政策，汽车生产企业和自动驾驶运输经营者在实际部署中仍需保留事故后一定时段的运行状态信息，以满足多层级监管对事故溯源、责任认定和技术复盘的需求。因此，建议相关企业在系统设计阶段即统筹考虑不同法规要求，构建覆盖“事前—事中—事后”全周期的数据记录与传输能力，并建立灵活的数据策略配置机制，确保在各类运营场景和监管环境下均能合规、高效地履行数据报送义务，为自动驾驶运输的安全治理与责任厘清提供坚实的技术支撑。

4.3.4 安全告知

《指南》新增了“安全告知”专节，体现了对人机共融交通环境下信息透明与公众认知的高度重视。该条款从两个维度强化了自动驾驶汽车在公共道路上运行时的信息披露义务，旨在提升其他交通参与者（包括行人、非机动车驾驶人、传统车辆驾驶员及乘客）的风险意识与应对能力。

首先，《指南》明确要求所有用于运输经营活动的自动驾驶汽车必须在车身显著位置，通过醒目的图案、文字或特定颜色标识，清晰

标示其“自动驾驶车辆”身份。这一视觉识别机制有助于周边交通参与者在第一时间识别车辆的特殊属性。例如，理解该车可能在无明显人为操作的情况下启动、变道或停车，从而主动调整自身行为，提高警惕性，避免因误判而引发碰撞或干扰。此类标识不仅是技术透明化的体现，更是构建“可预期、可理解、可交互”混合交通环境的重要基础。

其次，针对载客类运输场景（包括城市公共汽电车、出租汽车及道路旅客运输），《指南》进一步规定经营者必须通过车内视频播放、张贴图文说明、语音提示等多种方式，向乘客主动告知与自动驾驶相关的安全信息。具体内容涵盖：车辆所具备的自动驾驶功能等级与运行边界、乘客应遵守的安全乘车规范、车内应急设施（如紧急制动按钮、安全锤、灭火器等）的使用方法，以及在突发状况下（如系统失效、交通事故、火灾等）的紧急疏散与逃生路径。此举不仅保障了乘客的知情权与安全权，也有助于在真实应急事件中提升乘客的自救与互救能力，降低次生伤害风险。

总体而言，“安全告知”条款的增设，标志着监管思路从单纯关注“车辆是否安全”向“系统是否被社会有效理解与接纳”延伸。通过强制性的身份标识与面向乘客的主动教育，既增强了交通系统的整体韧性，也降低了因信息不对称导致的误解、恐慌或不当干预，为自动驾驶汽车在开放道路环境中与人类交通参与者和谐共处提供了制度保障。这一规定不仅契合国际通行的自动驾驶治理趋势，也为我国构建以人为本、安全可信的智能网联出行生态迈出了关键一步。

4.3.5 监管体系

《指南》紧密围绕道路运输行业“严把企业准入关、车辆技术关、人员素质关，强化全过程动态监督”（即“三关一监督”）的核心监管职责，系统构建了面向自动驾驶运输经营活动的全链条安全监管体系。该体系以落实运输经营者安全生产主体责任为根本出发点，将监管对象细化为经营主体、运输车辆、操作人员及运营过程四大关键维度，推动自动驾驶运输从“技术可用”向“运营可靠、管理可控、风险可防”转变。

在风险防控机制方面，《指南》特别强调专业化的安全风险评估要求，将其作为自动驾驶汽车开展道路运输服务的前提性、基础性工作。具体而言，运输经营者在正式运营前，必须制定详尽的自动驾驶汽车运输安全保障方案，并委托具备资质的第三方机构或组织内部专家团队，对拟开展的服务场景进行系统性道路交通安全风险评估。评估内容应覆盖车辆功能边界、运行环境复杂度、人机协同可靠性、应急处置能力、网络安全防护水平等多个维度，重点识别潜在致险因素及其发生概率与后果严重程度。

评估结果将直接决定应用场景是否具备开放运营条件：只有经评估确认风险总体可控、安全措施有效落地的场景，方可获准开展运输经营活动；反之，若存在重大安全隐患、技术缺陷或管理漏洞，且无法通过现有手段有效消除或缓解，则《指南》明确要求“及时依法暂停自动驾驶运输经营”，坚决守住不发生重特大安全事故的底线。

这一机制不仅为企业提供了科学的风险自查与管理工具，也为地

方政府交通运输、公安交管等部门的审批决策和动态监管提供了客观、可量化的技术依据。通过将风险评估嵌入准入、运营与退出的全周期管理流程,《指南》实现了从“事后追责”向“事前预防、事中管控”的治理模式升级,有效平衡了技术创新激励与公共安全保障之间的关系,为自动驾驶在道路运输领域的健康、有序、可持续发展筑牢了制度根基。

5. 车路云一体化发展研究建议

5.1 智能网联汽车领域发展现状

5.1.1 技术研发进展

当前,智能网联汽车领域的技术研发正处于爆发式增长的阶段,这一领域融合了自动驾驶、车联网、人工智能和大数据等多项前沿技术,推动汽车产业从传统机械制造向智能化、网联化转型。全球范围内,智能网联汽车的研发重点已从单一车辆智能转向车路云一体化的协同生态系统,其中端到端(E2E)自动驾驶模型成为核心突破,通过神经网络直接处理传感器数据到车辆控制,显著提升了决策效率和适应复杂场景的能力。同时,5G-V2X 通信技术的成熟应用实现了车辆与基础设施、云端的实时交互,支持低延迟、高可靠性的数据传输,这不仅优化了交通流量,还增强了安全性能。随着 AI 大模型的深度集成,智能座舱实现了多模态人机交互,如语音、手势交互和情感识别的融合,让驾驶体验更趋人性化。中国作为全球最大的汽车市场,在智能网联汽车研发中领跑全球,已建成完整的产业链条,包括大算

力芯片、智能线控底盘和云控平台，L2 级辅助驾驶系统在乘用车市场渗透率达 62.58%。“车路云一体化”应用试点工作开展一年多来，路侧单元、云控基础平台等基础设施加快建设，全国累计开放测试示范道路 3.5 万多公里，部署智能化路侧单元超过 1.1 万套，建设 5G 基站超过 460 万个，为技术研发和产品验证提供了安全可靠的测试环境。

以深耕中国智能网联汽车领域的奥迪为例，作为首个申请到自然资源部的 V2X 插件车企，奥迪在 21 年开始向市场投放奥迪红绿灯服务以及基于车车，车云技术开发的 10 几个 V2X 功能用例。在单车智能还不能合法进入市场时提前培育客户通过 V2X 获取道路交通信息的习惯，使其感受高效安全的出行体验。2025 年辅助驾驶准入政策发布后，奥迪基于全新的 PPE 豪华电动平台和 PPC 豪华燃油平台的产品开始配备辅助驾驶功能。结合奥迪前期投放市场的 V2X 功能，让中国消费者真实体验到了智能网联汽车带来科技创新体验。

5.1.2 产品布局与市场表现

随着消费者对智能网联汽车认知度的提高和接受度的增强，智能网联汽车市场规模持续扩大。用户对汽车的需求已从单纯的交通工具转向“第三空间”，年轻消费群体对智能化配置的接受度与支付意愿显著提升，自动驾驶辅助功能、智能座舱交互、个性化服务订阅成为购车决策的关键因素。同时，出行即服务(MaaS)的兴起，让私家车拥有权与使用权加速分离，共享出行、Robotaxi 等新业态对传统汽车

保有量结构产生深远影响。而智能网联汽车行业的市场竞争主体呈现多元化特点，既有传统汽车制造企业的转型升级，也有新兴电动汽车制造商和自动驾驶技术公司的跨界布局。传统汽车巨头凭借深厚的技术积累和品牌影响力，在高端市场占据一席之地；新兴车企则凭借创新技术和差异化产品策略，在中低端市场迅速崛起。例如，一些车企通过全栈自研的智能驾驶技术，打造高性能辅助驾驶方案，推动技术从高端向主流市场渗透；另一些车企则聚焦智能座舱领域，通过 AI 大模型的应用，提供更加个性化和智能化的服务，提升用户体验。

中商产业研究院发布的《2025-2030 年中国智能网联汽车行业发展监测及投资战略研究报告》显示，2022 年中国智能网联汽车出货量约为 1630 万辆，同比增长 18.98%，2023 年约为 1880 万辆。随着智能网联技术迅速推广，6G 网络的发展，以及消费者对汽车智能化接受度逐渐增高，中商产业研究院分析师预测，2025 年智能网联汽车出货量将增至 2490 万辆，年均复合增长率为 16.1%，发展空间十分广阔。

5.2 智能网联汽车领域发展建议

5.2.1 技术创新方向建议

建议优先布局以下五大创新方向：一是网络通信技术升级，围绕 5G-A/6G 和 C-V2X 演进，开发低时延（ $\leq 50\text{ms}$ ）多模态通信架构，支持 V2X 全场景覆盖，如动态频谱分配和卫星-地面融合，提升超视距感知能力，加速提高 V2X 渗透率；二是 AI 计算与决策优化，构建端-

边-云一体化算力网络，集成 BEV（鸟瞰图）和 Transformer 大模型，实现前融合感知和端到端决策，例如通过边缘计算（MEC）处理实时路侧数据，降低云端负载，支持 L4 级 Robotaxi 和无人配送的规模部署，提升 AI 驱动的协同决策准确率；三是安全保障体系强化，创新量子加密和区块链数据链路，防范网络攻击和隐私泄露，建立可信 AI 框架，如零信任架构下的车路云身份认证，结合联邦学习保护多源数据共享，缩短安全事件响应时间；四是多源数据融合与数字孪生，开发高精度地图（HD Map）动态更新机制，融合车载传感器、路侧单元和卫星数据，形成虚拟交通孪生体，支持预测性维护和流量优化，例如众包数据驱动的“数字路基”，助力智慧城市联动，降低能源消耗；五是绿色智能融合创新，嵌入碳足迹监测和 V2G（车网互动）技术，推动“车能路云”生态，如集成光伏充电和智能充电桩的能源管理系统，支持可持续出行；六是优先发展车车直连通信的安全预警类场景，特别是在高速公路环境下的规模化应用。C-V2X 拥有先天超视距特性，且能突破单车智能受天气情况影响带来的种种挑战，可很大程度上避免碰撞事故的发生，减少人员伤亡和财产损失。

5.2.2 产业协同发展建议

强化产学研协作，优先布局多模态通信网络和 AI 大模型迭代，如开发端-边-云算力架构，支持数据共享与前融合感知，针对本地配套能力不足问题，支持整车企业与通信运营商共建 V2X 测试体系和数据安全平台，探索“车能路云”绿色融合，集成碳排放监测和 V2G 技

术，降低能源消耗，并通过开源平台推动算法闭环优化，确保汽车、信息通信、交通等行业企业以数据为纽带探索新型商业模式，加快多元化价值链培育，持续开展大企业“发榜”中小企业“揭榜”工作，培育一批汽车产业链中小企业特色产业集群，助力更多中小企业融入大企业供应链。

在生态构建上，组建跨产业“车路云一体化”共建联盟，协同优化精简试点初期的典型场景，比如与实时车流动态的智能信号灯控制的协同，或者基于车车交互及云端下发的事故等危险预警，降低试点城市实施环节的难度。积极发挥政府对市场形成有效牵引，持续深化PPP模式（PPP模式即Public—Private—Partnership的字母缩写，通常译为“公共私营合作制”，是指政府与私人组织之间，合作建设城市基础设施项目），通过政府购买企业依托地方资源开发的特性产品与服务，初期更多以公共财政为主，逐步引入市场资本。并扩展数据增值服务，通过交通流量分析，民生广告推送，保险合作等实现商业化变现。同步依托联盟积极与各地方探讨财政激励制度的建立，基于城市集群化制定相关政策法规对于装配C-V2X的新车销售给予补贴。一方面调度企业参与积极性，另一方面刺激消费，形成商业闭环，实现车路云一体化生态健康运行。

最后，在国际合作维度，积极参与联合国世界车辆法规协调论坛（WP.29）工作，牵头起草更多汽车、自动驾驶系统等领域国际标准法规，推动智能网联新能源汽车标准国际互认，加强国际交流合作，贯彻落实《2025年稳外资行动方案》，完善政策和要素支持，提振汽

车行业外商投资信心。

5.2.3 政策支持需求建议

建立国家级跨部门联合工作组(涉及工信部、交通部、发改委等),加上“十五五”智能网联新能源汽车产业发展规划出台,深入开展“车路云一体化”应用试点,加快网联基础设施和云控平台建设,鼓励汽车前装 V2X 等高性能通信模块,针对公共领域车辆全面电动化先行区试点,推动试点城市新增推广城市公交、出租、物流配送等领域新能源汽车,同时通过专项债券和财政补贴覆盖大范围高速公路数字化改造,实现投资基础与应用场景的深度协同。

目前,随着自动驾驶技术从封闭场地测试走向城市道路应用,多地已经开展多场景试点。今年全国人大会议期间,部分代表提出议案,建议修改道路交通安全法等上位法,增设“自动驾驶”章节条文,全面推进自动驾驶汽车的合法上路。2025 年 5 月,全国人大常委会 2025 年立法计划正式公布,《中华人民共和国道路交通安全法》修订被列入审议议程,与自动驾驶相关内容的讨论再度引发关注。建议将自动驾驶车辆的准入与上路管理标准统一调整为“有无驾驶人”作为核心区分依据,这一分类方式既能实现技术成熟度与法律责任归属的精准对接,又能为 L4/L5 级自动驾驶的规模化商业应用划定清晰、可操作的制度边界。这种划分并非单纯的技术层级对应,而是对传统驾驶法律关系的根本性重构:在“有驾驶人”模式下,人类仍为责任主体,现有交通法规基本适用;在“无驾驶人”模式下,人工智能系统完全

取代人类成为驾驶行为的唯一主体，需同步建立以产品缺陷责任、生产者/运营者赔偿责任为核心的新型责任链条，从而彻底解决当前“驾驶人缺失”下的法律真空问题，为无人驾驶车辆的大规模上路提供明确、可预期的制度保障。

5.3 出行服务领域发展建议

5.3.1 出行服务模式创新建议

出行服务模式创新应以智能网联汽车作为核心移动终端，深度融入并全面重构 MaaS（出行即服务）生态，将车辆从单纯的交通工具升级为集感知、计算、决策和执行于一体的超级智能节点，实现从“被动叫车”到“主动满足全出行意图”的根本性跃迁。用户只需通过车内大屏或语音说出完整需求，系统便会基于车路云实时协同感知，自动召唤最近的无人网联车辆，动态规划最优路径，到达后自动泊车或无缝进入下一单，整个过程无需用户二次操作，真正做到“一键全出行”。例如在通勤场景中，智能网联汽车化身移动办公室或亲子空间，利用车路协同避开拥堵、车内降噪和大屏投射，让原本浪费的通勤时间变成高效办公或温馨陪伴时间。通过将智能网联汽车全面嵌入 MaaS 生态，出行将不再是点到点的位移，而是从家门到目的地的完整生活体验延伸，实现真正意义上的“所想即所达”。

5.3.2 交通管理模式创新建议

以数据整合与智能技术为核心支撑，实现交通管理从“经验判断”向“数据决策”转变。通过整合交警、公交、地图平台等多源数据，

构建全域交通感知网络，为精准施策提供依据。例如，利用 AI 算法动态优化信号灯配时、通过 C-V2X 技术实现车路协同、借助智能监控系统实施预约通行管理等，让交通治理更贴合实时车流变化与市民出行需求，显著提升管理效率。

5.4 智能座舱领域发展建议

5.4.1 交互体验提升建议

未来智能座舱将从“功能集成”向“情感连接”演进。当前智能座舱的主要采取语音交互手段，在情感性、多轮对话、唤醒或打断等方面仍存在一些问题，特别是不能领会命令实质。重点发展“多模态情感交互”技术，整合视觉(眼动、表情)、听觉(语音、声纹)、触觉(压力、温度)、生理(心率、体温)四维感知，实时理解用户状态与意图，使人机交互整个过程更加立体、高效和低误差。

5.4.2 软件生态建设建议

智能座舱软件生态建设应遵循“开放但可控”原则。当前智能座舱应用生态存在“封闭割裂、安全风险高”的问题，车机用户安装应用数量远低于智能手机。构建“分层沙盒”架构：内核层(OS、安全)闭源可控，服务层(导航、娱乐)半开放，应用层(生活、工作)完全开放。同时，实施“三重隔离”安全机制：数据隔离(用户隐私数据不出车)、权限隔离(应用最小权限原则)、执行隔离(异常应用自动冻结)。

在开发者生态建设方面，建议成立“智能座舱开发者联盟”，统一 API 接口标准，降低开发门槛。通过开放核心 API 接口，为开发者

提供技术文档、测试工具和认证服务。同时，建议设立“智能座舱应用创新基金”，每年投入资金支持优秀开发者和创新应用，重点扶持健康、教育、办公等垂类场景应用。健康的开发者生态可为智能座舱创造更高的增值服务收入，成为车企新的利润增长点。

5.4.3 硬件升级与优化建议

建智能座舱硬件升级应聚焦于“低功耗、高集成、人性化”三大方向。另外可以倡议行业共同制定智能座舱硬件能效标准，降低座舱硬件设备平均功耗与待机功耗。同时，建议继续推动“芯片集成化”突破，将当前分散的IVI(车载信息娱乐)、仪表、HUD(抬头显示)等多芯片方案，整合为单芯片多域控制方案，降低硬件成本，提升系统可靠性。

在传感器融合方面，建议构建“座舱环境感知网络”，集成温度、湿度、光照、气味、空气质量等多维环境传感器，实时监测座舱环境状态。主机厂可以联合传感器制造商、环境控制系统供应商，制定智能座舱环境感知与控制系统的标准，规范数据采集、处理和控制流程。同时，建议开发“座舱健康管理系统”，通过环境调节(温度、湿度、离子浓度)、座椅微振动、香氛释放等手段，改善用户生理状态，减少驾驶疲劳。该系统可有效降低驾驶疲劳，提升注意力集中度，显著提升行车安全。

6. 结论与展望

6.1 车路云一体化试点实施研究总结

自 2024 年 1 月五部委联合印发《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作的通知》以来，该试点已进入第二年关键阶段，标志着中国智能网联汽车从单车智能向车路协同、云控融合的全面转型。

工业和信息化部信息显示，包括首批 20 个入选城市在内的国家级智能网联汽车测试区、车联网先导区以及“双智”试点城市在 2024 年中就已累计开放测试示范道路超过 32000 公里，发放测试示范牌照逾 7700 张，道路测试总里程突破 1.2 亿公里，初步形成了架构统一、标准互通的城市级系统框架。2025 年，这一开放趋势得到进一步增强，例如武汉已建成 191 公里车路协同道路和 1312 亩封闭测试场，累计开放测试道路辐射全市近四分之一面积，均居全国前列。城际交通方面，安徽合肥开放首批智能网联汽车高速公路测试路段，包括境内 77 公里的高速场景，支持道路测试。这一进展不仅提升了交通安全与效率，还通过基础设施数字化改造和车辆装配率提升，推动了绿色出行与智慧城市建设的深度融合。

在政策层面，国家强调“政府引导、市场驱动”的原则，聚焦智能化路侧基础设施建设、车载终端装配、云控平台搭建和高精度地图支撑，其中 5G 和 C-V2X 通信网络实现试点区域全覆盖，联网率达 90% 以上，公共领域新车前装率超过 50%。试点实施中，各城市根据《智

能网联汽车“车路云一体化”规模建设与应用参考指南（1.0版）》分阶段推进，从重点路口路段起步扩展至全域应用，探索十大功能场景如交通信号服务、事件预警、协同避撞和车辆编队等，支撑智慧公交、城市物流、自动泊车等八大系统商业化落地。

例如，北京示范区完成3.0建设，全市600平方公里路侧基础设施实现智能化部署；上海临港首批无人驾驶智能网联出租车正式向公众开放运营服务，服务覆盖临港主城区高校、办公、商业等58个点位；广州发布全国首个智能无人系统产业政策加速构建“海陆空”全空间未来产业生态；而江苏无锡等地加快推进车路协同路侧感知端、通信端、平台端设施建设通过路口改造和云控平台升级，加速构建“车路云一体化”城市基础能力和应用服务框架，强化支撑能力。2025年9月，《车路云一体化经济发展2025》报告在重庆发布，报告梳理了15条可复制经验，包括城市级“专班+平台公司”机制健全、跨区域合作增强和全域统筹能力提升，推动从技术验证向规模化商业应用转型。同年10月的世界智能网联汽车大会上发布多项成果，提炼“车路云一体化”十大功能场景，启动试点城市平台公司联盟、城市群跨区域协同（如京津冀和宁锡苏联合体）和中外车企协同开发测试行动（涉及15家企业），旨在统一技术路径、加速量产应用，并构建“数据发电站”支持AI大模型迭代。

标准化方面，“2024世界智能网联汽车大会”闭幕式上正式发布《车路云一体化标准体系及应用试点推荐标准清单》（以下简称《推荐清单》），目的是构建科学合理、协调兼容的车路云一体化标准体系，

包括一体化系统、新型架构汽车、智能基础设施、云控平台、相关支撑平台、通信网络、安全及测试示范等 8 部分。随着车路云一体化技术的快速演进，行业共识日益坚固，《推荐清单》将持续迭代更新。车路云一体化应用试点推荐标准清单工作研究专班将通过专家资源共享、定期交流沟通、开展联合研究等多种形式，有组织、有重点、有计划地推动跨行业跨区域车路云一体化标准协同，支撑城市级车路云一体化示范项目建设。

研究评估显示，试点战略意义在于消除信息孤岛、提升基础设施利用率，年度评价聚焦规划协调性、基础设施品质和治理效率优化。尽管可能面临资金短缺、技术标准化难题和跨域互认挑战等问题，但通过补贴激励、联合研究和包容监管，已形成有效对策。展望未来，至 2026 年试点将转向全面商业化，覆盖 85%高速公路数字化转型，“十五五”期间成为现代化产业体系核心，推动智能化绿色化融合，并通过产学研合作扩展场景数据库，实现智能交通新时代。

6.2 行业未来发展趋势展望与建议

车路云一体化行业作为智能网联汽车发展的核心架构，正处于从试点验证向规模商业化的加速转型期，预计未来 5 年将呈现技术融合加速、应用场景泛化以及生态构建深化的多维发展趋势。

首先在技术层面，多模态通信网络将从 5G/C-V2X 向 5G-A 和 6G 演进，实现低延迟传输（例如：5G 切片专网下行延迟 $\leq 50\text{ms}$ ），支持远程控制与多车辆协同，而 AI 大模型将成为关键驱动力，通过端-

边-云算力网络融合车路数据，实现前融合感知和端到端算法优化，如基于 BEV 和 Transformer 架构的协同决策，提升从 L2+ 向 L4 级自动驾驶的可靠性，同时可信数据体系标准化将确保数据准确性、一致性和隐私保护，推动高精度地图从静态向动态实时更新演进，成本趋势显著下降，INDUSTRY REPORT 数据显示，路侧设备每公里安装费用从原先的 400 万元降至 50 万元，激光雷达单价从 1-2 万美元降至 1000 美元。因此，未来 5 年，路侧设备的部署门槛将随着规模效应被进一步降低。

其次，应用场景将从基础预警（如交通事件检测、协同避撞）进阶至高级协同驾驶（如网联式 AEB、ACC 和 NOA），并扩展至静态交通（自动泊车 AVP）和商业领域（Robotaxi 无人运营、无人配送、智慧物流），新兴融合包括“车能路云”生态（集成充电桩与碳排放监测，支持绿色交易）和智能城市联动（多杆合一的智慧灯杆、停车场）等场景应用将成为增长极，预计支撑智慧公交和城市物流等八大系统，实现全域覆盖。

最后，基础设施升级与渗透率提升将成为基石，路侧基础设施聚焦“多感合一、多算合一、多杆合一”，通过 AI 数字路基和 V2X 设备提供超视距感知与实时监测。研究显示，预计到 2025 年底，我国 L2 级辅助驾驶新车渗透率将逼近 70%，2030 年中国乘用车 L2 级及以上市场渗透率将有望超过 90%。此外，2025 年起，国家第二批公共领域车辆先行区试点开始启动，重点支持“车路云一体化”与新能源车协同发展。在此基础上，《智能网联汽车 5G/C-V2X 高质量发展行动计

划（2026-2030）》给出乐观估计：到 2026 年，5G 新车渗透率达 50%，C-V2X 直连通信新车渗透率达 7.5%；到 2030 年，5G 新车渗透率达 95%，C-V2X 直连通信新车渗透率达 30%。

展望未来 5 年，车路云一体化行业将迎来爆发式增长，成为支撑自动驾驶与智慧交通的核心基础设施。INDUSTRY REPORT 数据显示，全球市场规模预计从 2025 年的 7259 亿元增量跃升至 2030 年的 25825 亿元，年复合增长率（CAGR）达 28.8%，细分领域中路侧设备 CAGR 高达 79.7%、场景应用 70.0%（2030 年增量 7459 亿元，占比超 28%）、云控平台 56.8%，投资需求达 4392 亿元，中国政策驱动下从 20 个试点向全域覆盖演进，2030 年前进入万亿级产业增量期，全球格局中中国领先（北京、上海、广州等实现智能路口全覆盖，测试里程超 260 万公里），重塑交通生态，实现安全、效率与绿色化的全面提升，但需警惕 2025 年作为智能驾驶“分化之年”的风险，高水平基础设施如 C5 级道路将桥接非智能车辆与高级自动驾驶的鸿沟，而数据质量与算法闭环不足可能加剧竞争壁垒。为把握机遇化解挑战（如投资可持续性、技术标准化与跨域协作难题），建议从多层面发力构建商业、技术与产业闭环。

政策层面强化标准整合，将 C-V2X 纳入 C-NCAP 强制评估并加大补贴激励，针对公共领域车辆改装与路侧部署提供财政支持，推动 20 个示范区域覆盖部分繁忙高速公路与国道进行数字化升级，鼓励跨部门协作建立共享基础设施机制（如信号灯与电子警察融合），引入保险联动降低安全场景保费激发 to C/to B/to G 服务活力。

行业层面采用 PPP 模式吸引车企与运营商投资路侧云端，通过场景驱动如 Robotaxi 自建基础设施实现可持续，并构建数据变现体系开发脱敏交通数据集用于商业选址、学术研究与算法训练，形成“数据发电站”支持 AI 大模型迭代，加强政企联盟成立平台公司推动跨城互认与统一架构，优先“多合一”建设降低成本。

技术层面推进多模态网络优化确保专网-公网无缝切换与动态资源调度，投资端到端大模型研发融合车路数据提升算法精度，支持从预警到协同自动驾驶进阶，并强化可信数据治理建立风险防控与隐私标准，确保系统安全可靠，通过这些措施，车路云一体化可在“十五五”期间铸就现代化产业体系，助力中国从交通大国向交通强国转型，实现智能化、绿色化与高效化的可持续发展。