



Research and  
Development Center

# 智能驾驶行业深度：Robotaxi 与车路云共振，智驾关键节点已至

计算机行业

庞倩倩 计算机行业首席分析师  
执业编号：S1500522110006  
邮 箱：pangqianqian@cindasc.com

傅晓琅 计算机行业分析师  
执业编号：S1500524070005  
邮 箱：fuxiaolang@cindasc.com

证券研究报告

行业研究

行业深度报告

计算机 行业

投资评级： 看好

上次评级： 看好

庞倩倩 计算机行业首席分析师  
执业编号：S1500522110006  
邮箱：pangqianqian@cindasc.com

傅晓琅 计算机行业分析师  
执业编号：S1500524070005  
邮箱：fuxiaolang@cindasc.com

信达证券股份有限公司  
CINDA SECURITIES CO., LTD  
北京市西城区宣武门西大街甲127号  
金隅大厦B座  
邮编：100031

## Robotaxi 与车路云共振，智驾关键节点已至

2024年10月8日

报告内容摘要：

- **L3 关键节点已至，自动驾驶或迎来商业化突破期。**此前，由于车载算法架构、数据体量的掣肘，从“自动驾驶辅助功能”到“自动驾驶功能”的跨越显得困难重重，但随着 BEV+Transformer 算法的普及和端到端技术的出现，智驾的商业落地逐渐开始加速。截止目前，百度 Apollo、MOMENTA、小马智行等越来越多智驾方案提供商宣布有能力提供 L4 高阶智驾技术，并下放技术给各大主机厂进行量产。政策方面，6月4日，工信部等四部门确定首批9个进入智能网联汽车准入和上路通行（L3）试点的企业，高级别自动驾驶商业规模落地有望提速。
- **V2X 建设加速，有效补足单车感知与通信短板。**相比单车智能路线，车路云一体化有利于在复杂多变的城市路网中提高感知与统筹，降低误判和事故发生概率。我国车联网基建规模领跑全球。中国信通院数据，截至2023年10月，中国信息通信研究院数据，我国5G基站累计达到321.5万个，全国车联网路侧通信单元超8500套，相比上一年同期增加超2000套。未来，随着各地区V2X建设规划持续出台，产业规模有望加速成长。车载终端方面，佐思汽研数据，2023年乘用车C-V2X前装率约1.2%，前装规模超过27万辆，预计2026-2027年迎来规模装车期，乐观情境下前装率有望到达9%。
- **Robotaxi 或为目前高阶智驾落地最佳场景，出行服务业态或处在变革前夕。**集中化远程监管、专门团队成规模维护保养、标准化操作流程的 Robotaxi 能够有效解决阻碍当前自动驾驶技术成功商业化的痛点，在可靠的安全裕度下实现大规模运行。根据现有数据测算，Robotaxi 在中性预测下其盈利能力较为出色，这一结论也印证了萝卜快跑宣布在武汉实现盈利的事实。且由于技术进步的棘轮效应，随着智驾技术持续迭代，未来其竞争优势有望不断增强。如祺出行在公告中给出预测，Robotaxi 的每公里成本有望逐年下探，并在2026年后形成对载人出租车/网约车的相对优势，且将持续扩大。
- **高阶智驾和 Robotaxi 推动下，车载感知、计算产业规模有望进一步放量。**感知侧，随着激光雷达+高精度地图在 Robotaxi 领域的大规模落地，激光雷达+高精地图方案的可靠性有望得到市场的充分认可，Robotaxi 产业发展有望成为激光雷达出货量持续高增的动力之一。中商产业研究院数据，中国激光雷达市场规模有望在2024/2025/2026分别达到139.6/240.7/431.8亿元，同比增速维持在70%以上。计算侧，高算力智驾域控制器已经成为各大主机厂成本侧倾斜的重要方向，纷纷采取算力预埋来应对高阶智驾对于算力的需求增长。2023年，200TOPS以上的高算力智驾域控制器出货量同比增长382.29%，达到50.32万辆。下

一代的智驾芯片也纷纷采取了高算力设计，拥有成熟开发生态和落地案例优势的厂商有望持续获益。

- **投资建议：**受益于自动驾驶技术发展达到关键节点，乘用车高阶智驾方案和 Robotaxi 的试点与商业化落地将在政策支持下加速推进，同时带动产业链实现快速成长，维持行业“看好”评级。具体投资标的，建议关注：1) V2X 路侧、车侧终端设备商；2) 高精度地图供应商；3) 智驾域控和激光雷达等关键零部件供应商。包括**中科创达、德赛西威、千方科技、万集科技、金溢科技、高新兴**等；
- **风险因素：**政策推进不及预期；自动驾驶技术发展不及预期；市场需求不及预期。

## 目录

一、智能驾驶的产业发展阶段和产业趋势	6
1.1 V2X 车路云一体化政策密集出台，产业发展逐步加速	6
1.2 技术突破临界点到来，部分厂商技术水平触及 L4 智驾标准	7
1.3 智能网联汽车重要发展方向——V2X	8
1.4 智能网联汽车产业重要发展节点——城市 NOA 量产技术成熟	13
二、Robotaxi 强视觉方案有望成为主流，技术临界点或已临近	16
2.1 强视觉方案优势明显，有望成为主流发展方向	16
2.2 Robotaxi 或为高阶智驾优先落地场景，出行服务业态或处在变革前夕	19
2.3 Robotaxi 运营有望在三年内初具规模，带动产业发生变革	23
三、智驾技术迭代带来的车载硬件及配套基建增量	25
3.1 高阶智驾和 Robotaxi 推动下，车载感知硬件有望显著增加	25
3.2 车载 AI 算力需求增加，预埋高性能芯片适配 L3、L4 智驾	28
3.3 算法迭代带来训练参数量激增，各大厂商加码云端算力基建	33
3.4 车路云及 Robotaxi 相关产业市场规模增量前瞻	38
四、建议关注的重点标的	41
4.1 车联网产业链结构梳理	41
4.2 中科创达：车路协同及智驾域控方案全栈供应商	42
4.3 德赛西威：汽车电子领军企业，智能驾驶业务快速增长	44
4.4 万集科技：深耕智能网联产业，布局车、路、云三侧软硬件产品	45
4.5 金溢科技：智慧交通全栈服务商，V2X 业务有望加速成长	47
4.6 千方科技：智慧交通与智能物联领军企业	48
风险因素	50

## 表目录

表 1：近期全国性智能驾驶及车联网相关政策	6
表 2：近期区域性智能驾驶及车联网相关政策	7
表 3：车端 ETC 与 V2X 对比	11
表 4：各主机厂 NOA 方案落地时间	14
表 5：Robotaxi 相关企业其业务模式一览	20
表 6：Robotaxi 收入成本测算	22
表 7：百度 Apollo 智能驾驶硬件配置方案	25
表 8：中国乘用车市场智驾域控芯片装机量（2023 年 1-12 月）	29
表 9：智驾域控芯片相关性能参数	30
表 10：智驾域控供应商装机量排名（2023 年 1-12 月）	33
表 11：各大主机厂和市场参与者 AI 算力建设情况	37

## 图目录

图 1：自动驾驶分级标准 L0~L5	8
图 2：车路云一体化智能网联汽车示意图	9
图 3：VICAD 对 L4 自动驾驶的促进作用示意图	9
图 4：海康智联路侧 V2X 设备	10
图 5：海康智联车端 V2X 设备	10
图 6：云控平台三级云功能架构	11
图 7：车路云一体化系统数据流转参考图	12

图 8: 中国 V2X 技术市场规模 (亿元)	12
图 9: 高速 NOA 和城市 NOA 的渗透率情况	13
图 10: Apollo 的 NOA 方案	14
图 11: 后融合算法框架	16
图 12: 前融合算法方案	16
图 13: 卓驭的 10V 高算力智驾方案	17
图 14: 卓驭的激目高算力智驾方案	17
图 15: Apollo Lite	18
图 16: Robotaxi 三种运营模式	19
图 17: Apollo RT6 空间定制化示意图	21
图 18: 载人出租车/网约车及 Robotaxi 的每公里成本变化	22
图 19: Robotaxi 商业化各阶段	23
图 20: 中国乘用车智慧出行交易额规模测算	23
图 21: Robotaxi 车型搭载的激光雷达数量及供应商	26
图 22: 小马智行第六代 Robotaxi 车辆	26
图 23: 2023 年 1 月至 2024 年 5 月激光雷达标配车型渗透率	27
图 24: PC&LCV 激光雷达市场规模及份额示意图 (2022-2023)	27
图 25: 中国激光雷达市场规模预测 (亿元)	28
图 26: 中国自动驾驶域控制器市场规模 (亿元)	29
图 27: 中、高算力智驾域控放量情况(万辆)	29
图 28: 2023 年中国 L2.5 高阶智驾 SoC 市场份额 (按车型搭载数量)	30
图 29: Apollo 的 L4 级自动驾驶技术	31
图 30: 英伟达系列车载芯片迭代情况 (算力口径)	32
图 31: Thor 芯片集成度和一体化能力示意图	32
图 32: 小马智行乘用车智驾域控制器	32
图 33: BEV+Transformer 基本概念	34
图 34: 鸟瞰视图与体积占用率	34
图 35: Tesla FSD V12.3.5 放弃规则驱动和大量代码	35
图 36: 前融合算法	35
图 37: 端到端自动驾驶架构演进示意图	36
图 38: 高汤绝影智能驾驶方案	36
图 39: Tesla 的 AI 训练能力提升情况 (等效 H100 口径)	37
图 40: Robotaxi 产业链技术全景图	38
图 41: 智能网联汽车产值增量预测	39
图 42: 车联网产业链及相关企业梳理	41
图 43: RazorDCX Pantanal 量产域控方案	42
图 44: Snapdragon Ride Flex 方案	43
图 45: 中科创达车路云方案	43
图 46: 德赛西威三大业务板块	44
图 47: 德赛西威三大业务板块收入及同比增速	45
图 48: 万集科技公路交通行业系统方案	45
图 49: 智慧基站路侧系统及管理平台	46
图 50: 基于 AI 算法的多源数据融合	46
图 51: 万集科技部分激光雷达产品示意图	46
图 52: 金溢科技产品体系	47
图 53: 金溢科技道路全息感知平台	47
图 54: 千方科技智能交通产品	48
图 55: 千方科技智能交通产品	49
图 56: 千方科技智能网联客户案例	49

## 一、智能驾驶的产业发展阶段和产业趋势

### 1.1 V2X 车路云一体化政策密集出台，产业发展逐步加速

政策法规接连出台，持续深化对于智能网联汽车的软硬件标准、安全准则、运营资质等方面的要求。具体来看，主要包括：1) 推动智能网联汽车上路测试落地；2) 基于先进通信技术部署 V2X 基础设施；3) 开拓固态电池、换电、车用人工智能等新技术和新模式；4) 支持“车路云一体化”应用试点城市开展相关工作。

从数据上看，路测里程快速增长，示范牌照不断发放。2021 年 8 月交通运输部披露，全国已建设 16 个智能网联汽车测试示范区，开放 3500 多公里测试道路，发放 700 余张测试牌照，道路测试总里程超过 700 万公里。截至 2024 年 4 月底，我国共开放智能网联汽车测试道路 29000 多公里，发放测试示范牌照 6800 多张，道路测试总里程超过 8800 万公里。近两年间，智能网联汽车在测试道路开放规模、测试里程、牌照数量等方面均出现快速增长。

表 1：近期全国性智能驾驶及车联网相关政策

政策或文件名称	发布时间	内容摘要
《四部委关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》	2023 年 11 月 17 日	遴选具备量产条件的搭载自动驾驶功能的智能网联汽车产品，开展准入试点；对取得准入的智能网联汽车产品，在限定区域内开展上路通行试点，车辆用于运输经营的需满足交通运输主管部门运营资质和运营管理要求。
《五部委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》	2024 年 01 月 15 日	推动智能化路侧基础设施和云控基础平台建设，提升车载终端装配率，开展智能网联汽车“车路云一体化”系统架构设计和多种场景应用。试点内容主要包括：建设智能化路侧基础设施。实现试点区域 5G 通信网络全覆盖，部署 LTE-V2X 直连通信路侧单元 (RSU) 等在内的 C-V2X (蜂窝车联网技术) 基础设施；提升车载终端装配率。分类施策逐步提升车端联网率，试点运行车辆 100% 安装 C-V2X 车载终端和车辆数字身份证书载体。
《2024 年汽车标准化工作要点》	2024 年 06 月 21 日	聚焦前沿技术领域和新型产业生态，围绕固态电池、电动汽车换电、车用人工智能等新领域，前瞻研究相应标准子体系，支撑新技术、新业态、新模式创新发展。
《五部门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》	2024 年 07 月 01 日	在自愿申报、组织评估基础上，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。各地省级主管部门要加大对试点城市的政策支持力度，加强试点工作的跟踪问效，及时总结工作进展、经验做法和典型案例。

资料来源：国务院、工信部官网，信达证券研发中心

智能驾驶产业集群在政策鼓励下加速形成，各地区政策快速跟进。以武汉经开区为例，本身已经聚集有 9 家整车企业、14 座整车工厂和 1200 多家汽车零部件企业，新能源产能约 146 万辆。在此基础上，当地加快引进软件信息企业，以产业基金、现金奖励和补贴等方式支持企业落户武汉，推动软硬件协同、场景创新、成果转化。

**表 2：近期区域性智能驾驶及车联网相关政策**

政策或文件名称	地区	发布时间	内容摘要
《关于组织开展 2024 年临港新片区智能网联汽车超级应用场景“揭榜挂帅”工作的通知》	上海	2024 年 03 月 11 日	构建一批前沿性、引领性、可操作性的智能网联汽车超级场景机会清单，凝聚重大项目，加快形成新片区智能网联汽车创新应用标志性成果，发挥“场景领航”效应，加快推动“5i 智联、畅行临港”成效整体跃升，打造智能网联汽车超级应用场景的临港范式。
《促进智能网联汽车产业创新发展及软件十条等若干措施》	武汉	2024 年 04 月 03 日	充分发挥 500 亿车谷产业发展母基金，30 亿武汉经开产业投资基金和 20 亿长江车谷产业投资基金的投资和牵引作用，支持智能汽车、人工智能、集成电路等领域科技含量高和带动效应强的项目，推动相关科技创新平台和成果转化项目落户发展。
《成都市智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范实施细则 V2.0（征求意见稿）》	成都	2024 年 04 月 11 日	市城市运行和政务服务管理办公室负责“车路云一体化”数据接入 CIM 平台（城市信息模型），协调全市智能网联汽车道路测试、示范应用、示范运营传输数据标准、接口统一。
《北京市自动驾驶汽车条例（征求意见稿）》	北京	2024 年 6 月 30 日	市人民政府将推动发展自动驾驶汽车产业纳入国民经济和社会发展年度计划，建立健全协调机制，统筹全市区域布局，优化发展环境。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。鼓励充分利用现有路侧基础设施，进行智能化改造升级。

资料来源：北京市人民政府、成都市经济和信息化局、武汉经开区、上海临港新片区管委会官网，信达证券研发中心

**高级别自动驾驶车辆上路通行标准已经明确，商业化运行即将拉开帷幕。**2023 年 11 月 17 日，随着《四部委关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》文件的发布，智能网联汽车上路标准得以明确，其中实施流程包括：1) 试点申报；2) 试点实施；3) 试点暂停与退出；4) 评估调整。且通知中智能网联汽车产品搭载的自动驾驶功能是指国家标准《汽车驾驶自动化分级》(GB/T 40429-2021) 定义的 3 级驾驶自动化（有条件自动驾驶）和 4 级驾驶自动化（高度自动驾驶）功能。并对申报主体、申报流程都作出了具体要求。重点包括但不限于，要求配备专业安全员和平台安全监控人员、自动驾驶数据记录、安全状态监测报告等。

## 1.2 技术突破临界点到来，部分厂商技术水平触及 L4 智驾标准

**从 L0 到 L5，智驾技术迭代正在加速。**根据国际自动机工程师学会标准，自动驾驶功能可以从其实现的功能层面进行 L0 至 L5 的划分，其中 L0 至 L2 被归类为自动驾驶辅助功能，只能在有限场景和条件下，提供减少驾驶员操作负担的辅助作用。而 L3 及以上智驾水平才真正来到了自动驾驶功能的范畴内，自动驾驶系统在许多场景和较为苛刻的条件下能够替代人工进行驾驶作业，在较少情况下需要人工接管，且随着技术逐渐向 L4 迈进，人工接管的概率将逐步走低。目前国内中高端量产型乘用车的智驾水平主要还处在 L2 阶段，随着城市 NOA 功能逐步渗透，技术演进正在加速。

**图 1：自动驾驶分级标准 L0-L5**

自动驾驶分级标准						
	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
人类司机需做什么	无论辅助自动驾驶功能开启与否，人类驾驶员始终拥有驾驶权。 人类驾驶员必须始终监控辅助自动驾驶功能状态，在必要时转向、刹车或加速来保证安全。			即使坐在驾驶位，当自动驾驶功能启用时，人类驾驶员都没有驾驶权。 当自动驾驶系统提出要求，必须由人类驾驶员接管驾驶权。	自动驾驶系统不会要求人类驾驶员接管驾驶权。	
	自动驾驶辅助功能			自动驾驶功能		
自动驾驶系统需做什么	系统功能仅限于发出警告及瞬时辅助	系统功能可以提供转向或刹车加速辅助	系统功能可以提供转向以及刹车加速辅助	自动驾驶系统可在条件满足时驾驶车辆		自动驾驶系统可在所有情况下驾驶车辆
自动驾驶功能示例	自动紧急制动、盲区警示、车道偏离提醒	车道保持功能或自适应巡航	车道保持功能和自适应巡航	交通拥堵自动跟车	本地无人驾驶出租车；车辆可不配备方向盘和刹车、加速踏板	与L4一样，但系统可以在任何条件下任何地方驾驶车辆

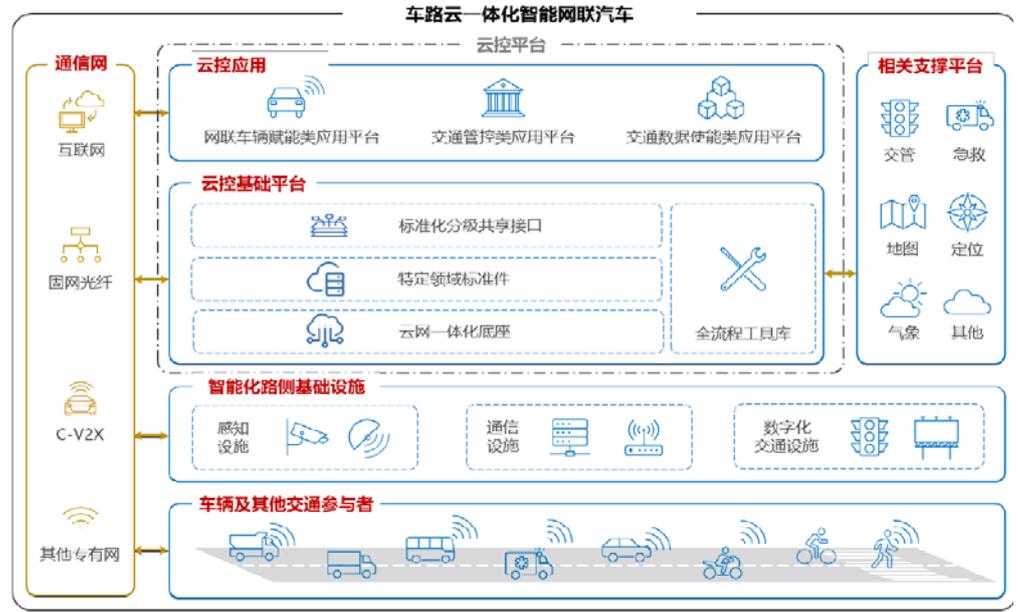
资料来源：国际自动机工程师学会，央视新闻公众号，信达证券研发中心

**L3 关键节点已至，自动驾驶或迎来技术突破期。**作为重要分水岭的 L3 自动驾驶功能，被认为是高阶自动驾驶技术的重要节点。在 L3 自动驾驶功能启用时，驾驶员将出让驾驶权，只需在危险情形和激烈驾驶环境下进行接管。相比之下，L2 不仅只能在特定路况和区域内实现，而且需要驾驶者高频接管车辆。从法律责任划分角度来看，随着系统优先级的上升和介入场景的增加，L3 也可能与 L2 存在区别，同时可能会使得各大主机厂在推出 L3 时更加谨慎。

此前，由于车载算法架构、数据体量的掣肘，从“自动驾驶辅助功能”到“自动驾驶功能”的跨越显得困难重重，但随着 BEV+Transformer 算法的普及和端到端技术的出现，智驾的商业落地逐渐开始加速。目前，**越来越多智驾方案提供商宣布有能力提供高阶智驾技术，并下放技术给各大主机厂进行量产。**尤其在 Robotaxi 领域，一些智驾方案提供商已经宣布 L4 技术的实现，例如 MOMENTA、Apollo、小马智行等。

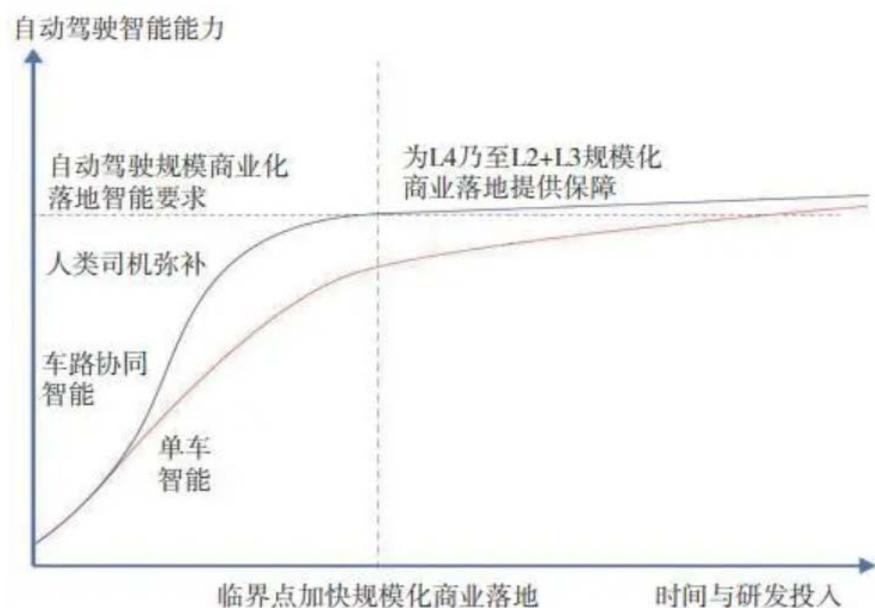
### 1.3 智能网联汽车重要发展方向——V2X

**车路云一体化作为产业发展方向，有望加速自动驾驶商业化落地。**相比单车智能路线，车路云一体化有利于在复杂多变的城市路网中提高感知与统筹，降低误判和事故发生概率，是智能驾驶的发展方向。从单车智能自动驾驶（AD）和车路协同自动驾驶（VICAD）的实际效果来看，后者能够基于超视距信息强化感知，在路口左转、异常障碍物、交通事故路段等场景中展现出良好的系统能力。当前，各个地区的自动驾驶试点仍被限定在封闭或有限区域内进行，但在 VICAD 的推动下，随着城市道路智能化、联网化程度快速提升，自动驾驶运行区域有望快速扩大乃至覆盖各大城市的主要交通路段。

**图 2：车路云一体化智能网联汽车示意图**


资料来源：国家智能网联汽车创新中心，信达证券研发中心

**车路协同弥补单车智能短板，加速推动智驾落地。**无论是以特斯拉为代表的纯视觉感知路线，还是以摄像头、激光雷达、毫米波雷达相配合的融合感知路线，目前仍存在态势感知能力、全局信息采集能力相对有限等不足。V2X 则能有效弥补：1) 车辆与车辆 (V2V)，车辆之间共享速度、位置和方向，保持合理车距；2) 车辆与道路基础设施 (V2I)，预先了解前方道路限速、路况和信号灯状态，提高通信效率；3) 车辆与人 (V2P)，防止行人与车辆发生碰撞；4) 车辆与互联网 (V2N)，实现更加稳定的网络链接和充裕的带宽，为远程接管、实时数据传递提供支持。

**图 3：VICAD 对 L4 自动驾驶的促进作用示意图**


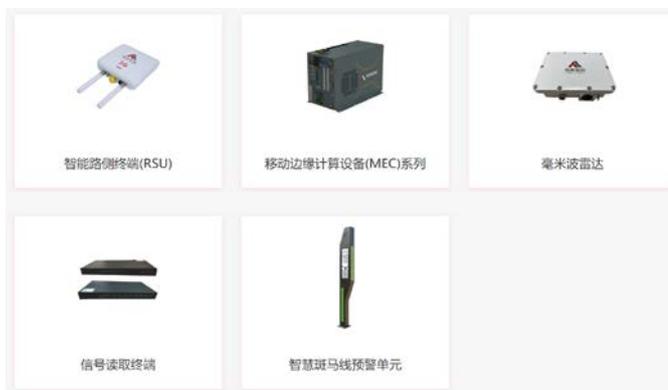
资料来源：汽车安全与节能学报，信达证券研发中心

V2X 设备从部署方向来看，可以分为车端、路侧、云端。

**路侧设备：**主要包括 1) RSU（智能路侧终端），低延时通信设备，负责信号和数据的收发、调制解调、编码解码；2) MEC（边缘计算终端），一台搭载高性能服务器 cpu 和 AI 加速卡的计算设备，用于对传感器数据进行分析，实现交通事件识别、道路运行效率评价、信号控制优化、数字孪生展示等功能；3) 毫米波雷达等传感器，用于感知车流轨迹、交通事件等。

**车载设备：**主要包括 1) OBU（智能车载终端），与 RSU 发送车辆位置速度数据，具备动态预警和交互信息实时显示和语音预警功能；2) 智能网联汽车数据记录终端，采集、记录、分析车辆状态，用于事件回溯、轨迹回放。

图 4：海康智联路侧 V2X 设备



资料来源：海康智联，信达证券研发中心

图 5：海康智联车端 V2X 设备



资料来源：海康智联，信达证券研发中心

**技术层面，**ETC 和 V2X 分别采用长距离 RFID 射频识别和蜂窝网通信技术作为技术底座，这直接导致了两者车载硬件体积、通信距离、信息传输密度的差异。面对智能网联发展趋势，ETC 难以承载更大的数据传输体量，实现复杂的应用落地，而 V2X 则能更好地服务当前车载通信需求。

**市场层面，**据佐思汽研数据库统计，2023 年乘用车 C-V2X（蜂窝车联网技术）前装率约 1.2%，前装规模超过 27 万辆，预计 2026-2027 年迎来规模装车期，乐观情境下前装率有望到达 9%。中长期看，C-V2X 设备有望集成到 T-BOX（车联网智能终端）中，前装率有望进一步提升。此外，随着路侧 V2X 设备的上量，车主为提升驾驶体验而为车辆加装 C-V2X 设备，由此打开后装市场。

**上游芯片供货商层面，**目前参与者相对较少，国外有高通、Autotalks 等，国内有中兴通讯、华为、宸芯科技等。以高通为例，旗下目前有三套 C-V2X 芯片平台：9150 芯片组、9250 芯片组、2150 芯片组，此外其他部分平台也可选择外挂 V2X 功能。

**表 3: 车端 ETC 与 V2X 对比**

	ETC	V2X
通信技术	射频识别 (RFID) 或无线通信 (如 DSRC)	蜂窝网通信技术 (LTE-V, 5G-V2X) 等
通信协议	ISO 18000-6C、DSRC、GPS	IEEE 802.11p 和 SAE J2735 等
通信距离	短距离通信, 几十米到几百米	几百米到几千米
传输信息	车辆标识、车辆类别、收费金额	车辆: 车速、位置、加速度、方向、目的地、行驶意图、警告信息等; 交通基础设施: 信号灯状态、路况信息、事故警报、行人检测等
尺寸和安装	卡片大小, 可安装在前挡风玻璃或其他位置	体积较大, 天线多; 可以集成到车机或后装到其他位置

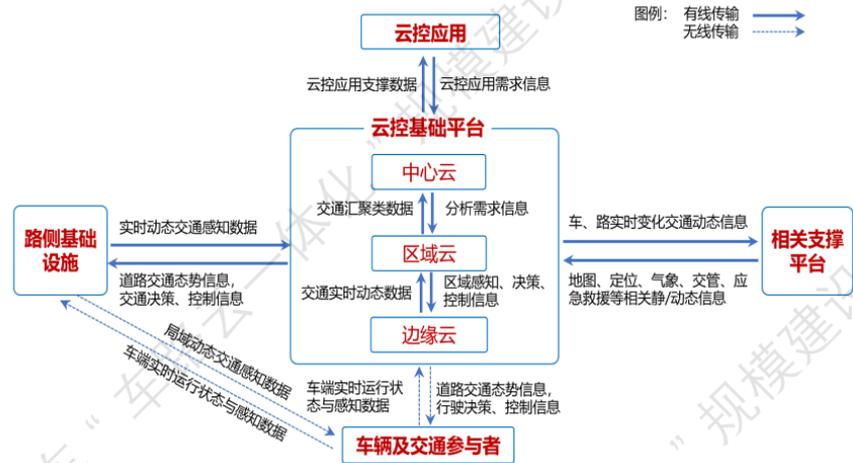
资料来源: 德思特测试测量公众号, 赛文交通网, 信达证券研发中心

**云端: 通过数据储存与分析赋能各类交通应用。**云控平台包含“1”个云控基础平台和“N”个云控应用。云控基础平台由边缘云、区域云、中心云三级组成, 均采用标准化接口、领域标准件和一体化底座结构。云控平台通过采集、储存、分析交通数据, 支持云控应用发挥效能, 包括网联汽车赋能类、交通管理与控制类、交通数据赋能等三大类。

**图 6: 云控平台三级云功能架构**


资料来源: 中国汽车工程学会, 《车路云一体化系统云控基础平台功能场景参考架构 1.0》, 信达证券研发中心

从数据流转的角度来看, 以云控平台为核心, 城市多源数据支撑平台为其提供地图、定位、气象、交管、应急救援等重要数据, 同时云控平台也会反向提供车路实时动态信息, 为其他智慧城市系统模块提供支持。路侧和边缘基础设施则向云控平台提供实时的动态交通感知数据, 并从云端获取交通决策和控制命令。与此同时, 车辆和其他交通参与者在车载网联终端的支持下, 也能向边缘云和路侧通信终端提供实时运行和感知数据, 形成完整的数据流转链路。

**图 7：车路云一体化系统数据流转参考图**


资料来源：边缘计算产业联盟，《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)》，信达证券研发中心

**我国车联网基建规模领跑全球。**中国信息通信研究院数据，截至 2023 年 10 月，我国 5G 基站累计达到 321.5 万个，全国车联网路侧通信单元超 8500 套，相比上一年同期增加超 2000 套。G2 京沪高速（“车联网 1 号高速”）累计完成 710 公里网联化改造。

**海外方面，**中国信通院数据显示：2023 年 10 月，美国交通部发布加速车联网部署计划草案和 4000 万美元投资公告，计划在 10 年内实现高速公路车联网应用全覆盖，75 个城市 80% 的信号灯路口联网，全国 75% 的路口部署 C-V2X 设备，50 个州实现车与车、车与路互联互通。

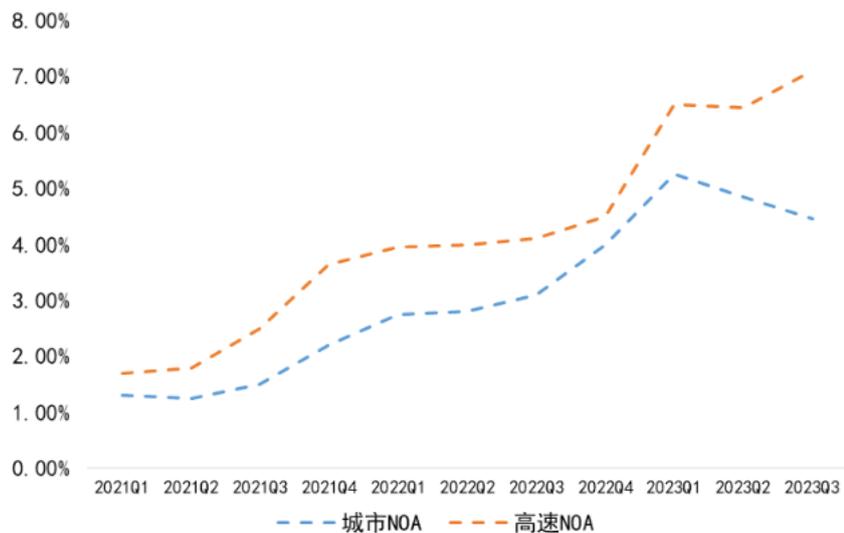
**图 8：中国 V2X 技术市场规模（亿元）**


资料来源：中商产业研究院，信达证券研发中心

#### 1.4 智能网联汽车产业重要发展节点——城市 NOA 量产技术成熟

作为 L2 向 L3 智驾过渡的重要节点，城市 NOA 渗透率正在快速上升。由于相比高速 NOA，城市 NOA 需要计算更为复杂的路况、行人、低速车辆等高难度情况，算法和硬件要求更高，目前部署数量较少，且适配城市数量也相对有限。但反过来看，城市 NOA 适应的场景广度、日常使用频次、技术难度均更高，是各大主机厂迈向 L3 量产乘用车的重要技术节点。根据佐思汽研的数据统计，2023 年 1-9 月，国内乘用车高速 NOA 的渗透率为 6.7%，同比增加 2.5 个百分点；城市 NOA 的渗透率为 4.8%，同比增加约 2 个百分点。

图 9：高速 NOA 和城市 NOA 的渗透率情况



资料来源：佐思汽研，汽车商业评论，信达证券研发中心

轻地图、重感知路线成为主流，城市覆盖数量快速攀升。2023 年，特斯拉 FSD 在美国落地成功，同年小鹏、阿维塔、理想、蔚来纷纷开启国内大中城市的 NOA 方案落地，并在年底前实现了城市覆盖数量的快速提升。从搭载车型来看，主要为各家中高端及旗舰车型，部分下放至全系。相比此前依赖高精地图的智驾方案，各大主机厂的城市 NOA 纷纷选择无图或者低精度地图路线，显著降低了地图授权成本。与此同时，通勤 NOA（记忆行车）方案也开始落地，通过同一路线的反复学习，提高 AI 代驾对高频驾驶场景的操控准确度。

**表 4: 各主机厂 NOA 方案落地时间**

主机厂		特斯拉	小鹏	阿维塔	理想	蔚来
NOA 名称		FSD	NGP	NCA	NOA	NOP+
2020	Q3	BETA 版				
2022	Q3		小鹏 P5 首搭			
2023	Q1		广州、上海、深圳开放	上海、深圳、重庆开放		
	Q2		北京、佛山开放	广州、杭州开放	北京、上海内测	
	Q3	美国开放		开放无图城市 NCA, 首批 6 城	通勤 NOA 内测、首推 10 城	上海内测城区 NOP+, 北京开放城区 NOP+
	Q4		无图城市 NGP 开放, 12 月底达 50 城	年底无图城市 NCA 全国开放	12 月底 100 城	年底开通 6 万公里
2024	Q1					开通 20 万公里
	Q2					开通 10 万公里
主要车型		全系	G9、G6、P7i	阿维塔 11、12	L 系 Max 车型	全系

资料来源: 佐思汽研, 信达证券研发中心

城市 NOA 量产技术已经较为成熟, 为 L3 及 L4 奠定坚实基础。百度 Apollo 官网显示, 其领航辅助驾驶系统已经能够实现高速、城市快速路、城市、停车场全场景点到点的全域驾驶, 具备识别异形红绿灯, 环岛路口、非结构化道路等, 灵活的驾驶策略可从容面对路口博弈、汇入汇出、行人礼让等场景, 将用户从复杂的驾驶任务中解放, 让出行变得高效舒适。在安全性方面, Apollo 城市领航辅助驾驶继承百度 L4 技术, 算法经过 5000+万公里专业路测验证, 采用纯视觉和激光雷达两套系统独立运作, 具备安全冗余特性。未来, 随着法规制定与试点工作的推进, 城市 NOA 方案积累的行驶数据和开发经验, 将为 L3 自动驾驶的商业落地奠定坚实的基础。

**图 10: Apollo 的 NOA 方案**


资料来源: apollo 官网, 信达证券研发中心

本章小结：

**国家政策加速智能驾驶标准指定和试点工作快速推进**，持续深化对于智能网联汽车的软硬件标准、安全准则、运营资质等方面的要求。从实际效果来看，V2X基础设施建设与高级别自动驾驶车辆的试点和标准建立正在快速推进，路测里程快速增长，示范牌照不断发放。**高级别自动驾驶车辆上路通行标准已经明确，商业化运行即将拉开帷幕。**

**智驾技术进入关键节点，L3 高阶智驾即将拉开帷幕。**越来越多智驾方案提供商宣布有能力提供高阶智驾技术，并下放技术给各大主机厂进行量产。尤其在 Robotaxi 领域，一些智驾方案提供商已经宣布 L4 技术的实现，例如 MOMENTA、Apollo、小马智行等。当然，目前国内中高端量产型乘用车的智驾水平主要还处在 L2 阶段，较为先进的城市 NOA 已经陆续上量。2023 年，特斯拉 FSD 在美国落地成功，同年小鹏、阿维塔、理想、蔚来纷纷开启国内大中城市的 NOA 方案落地，并在年底前实现了城市覆盖数量的快速提升。城市 NOA 方案积累的行驶数据和开发经验，将为 L3 自动驾驶的商业落地奠定坚实的基础。

**车路协同弥补单车智能短板，加速推动智驾落地。**路侧和边缘基础设施向云控平台提供实时的动态交通感知数据，并从云端获取交通决策和控制命令，有效弥补单车智能目前存在的态势感知能力、全局信息采集能力相对有限等不足。实际落地层面，中国信通院数据，截至 2023 年 10 月，我国 5G 基站累计达到 321.5 万个，全国车联网路侧通信单元超 8500 套，相比上一年同期增加超 2000 套。G2 京沪高速（“车联网 1 号高速”）累计完成 710 公里网联化改造。随着各地区区域政策和建设规划的纷纷落地，未来车路协同基建规模有望快速增长。

## 二、Robotaxi 强视觉方案有望成为主流，技术临界点或已临近

### 2.1 强视觉方案优势明显，有望成为主流发展方向

激光雷达和多类型传感器带来融合压力，适配工作量大、性价比较低。

**前融合算法**（数据层面的融合）是指在数据集的特征提取和分类阶段，先将不同的特征提取算法和分类算法进行融合，以便获得更好的数据分析结果，即各类传感器数据先融合再分析；

**后融合算法**（结果层面的融合）则是指在特征提取和分类阶段之后，再将多个分类器进行融合，以便获得更好的分类结果，即各类传感器数据先分别完成分析，再融合到一起做判断。

但无论是前融合，还是后融合算法，其本身由于需要对多种数据类型进行识别、融合，需要大量的算法和适配工作量。此外，激光雷达的有无在多数场景下的感知并不强烈，相较于高昂的成本显得性价比不足。

图 11：前融合算法框架

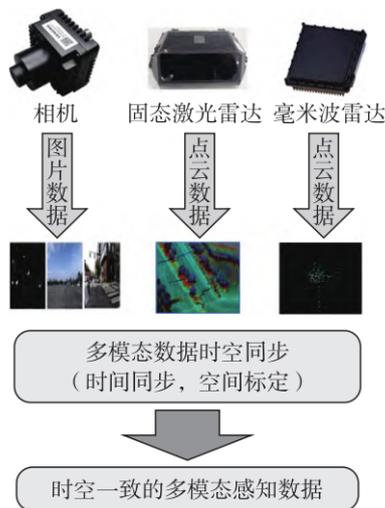
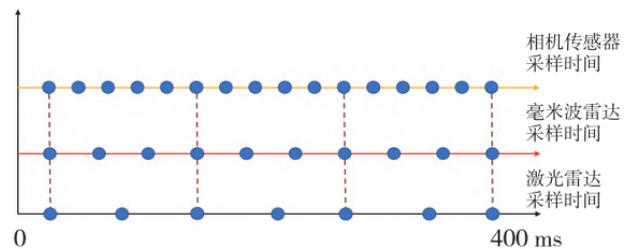


图 12：三种传感器的时间同步



资料来源：《前融合策略下辅助智能驾驶的多模态数据采集与高精度点云地图构建》刘春等，信达证券研发中心

资料来源：《前融合策略下辅助智能驾驶的多模态数据采集与高精度点云地图构建》刘春等，信达证券研发中心

通过视差原理，视觉方案也能够做到空间感知。以卓驭推出的 10V 高算力方案为例，其惯导双目传感器不仅能准确识别常见物体，还能通过视差原理实现三维空间的测距、获得物体的 3D 位置信息，支持任意类型障碍物的检测，在安全和可靠性上的优势突出。与此同时，相比激光雷达回传数据的单一性，摄像头可以识别文字（路标）、颜色（车道线）、平面图形等，这些信息对于交通场景起着重要作用。

点云扫描能力并非雷达专属。惯导双目传感器通过基于双目的路面预瞄系统，可利用稠密的双目点云计算地面局部凸起/凹陷，支持车辆自适应调节主动悬挂，实现颠簸路面车身稳定的效果。此外，通过融合双目视觉、惯性里程计的紧耦合位姿估计技术，支持全场景鲁棒的高精局部定位，支持行车、跨层泊车、有/无 GNSS 等全场景应用。

**减少激光雷达或能节约更多算力，并缩短车型开发周期。**为了使激光雷达扫描结果更加丰富和精准，高线束、高分辨率成为各大厂商的发力方向，且多传感器融合又需要消耗额外的算力，这意味着加装激光雷达需要额外消耗一定规模的推理算力，也意味着成本侧同时需要增加激光雷达模组和更高算力芯片带来的双重压力。此外，对于主机厂而言，减少一个传感器序列能有效降低算法开发、适配、验证成本和对应的耗时。

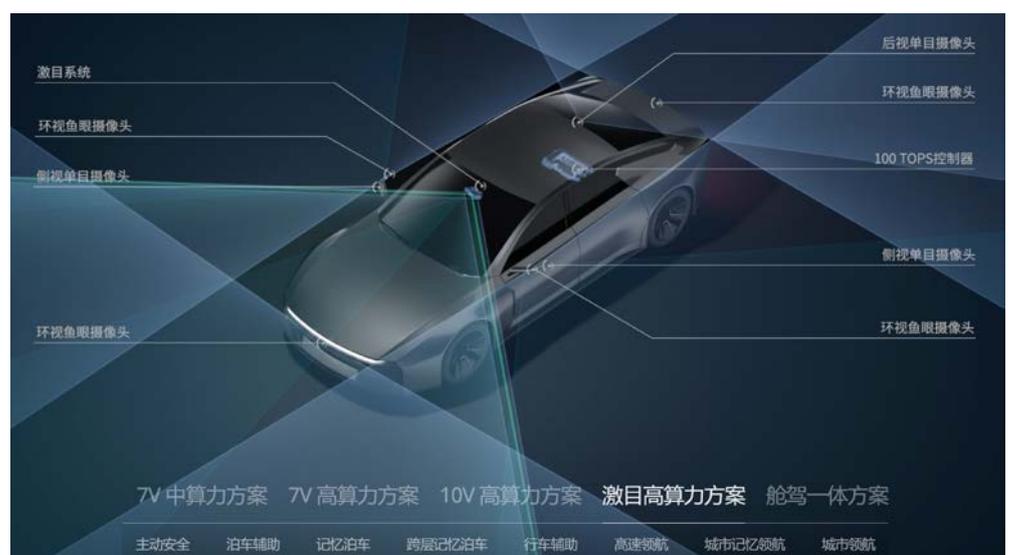
**千元级智驾方案，纯视觉实现城区领航驾驶。**对比卓驭的 10V 高算力智驾方案和较为高端的激光高算力方案（含一组激光雷达）可以看出，两者能够实现的智驾功能基本一致，都包括主动安全、泊车辅助、记忆泊车、跨层记忆泊车、行车辅助、高速领航、城市记忆领航、城市领航，但前者则只需要较低的成本就做到比肩中高端方案的功能实现。

图 13：卓驭的 10V 高算力智驾方案



资料来源：卓驭官网，信达证券研发中心

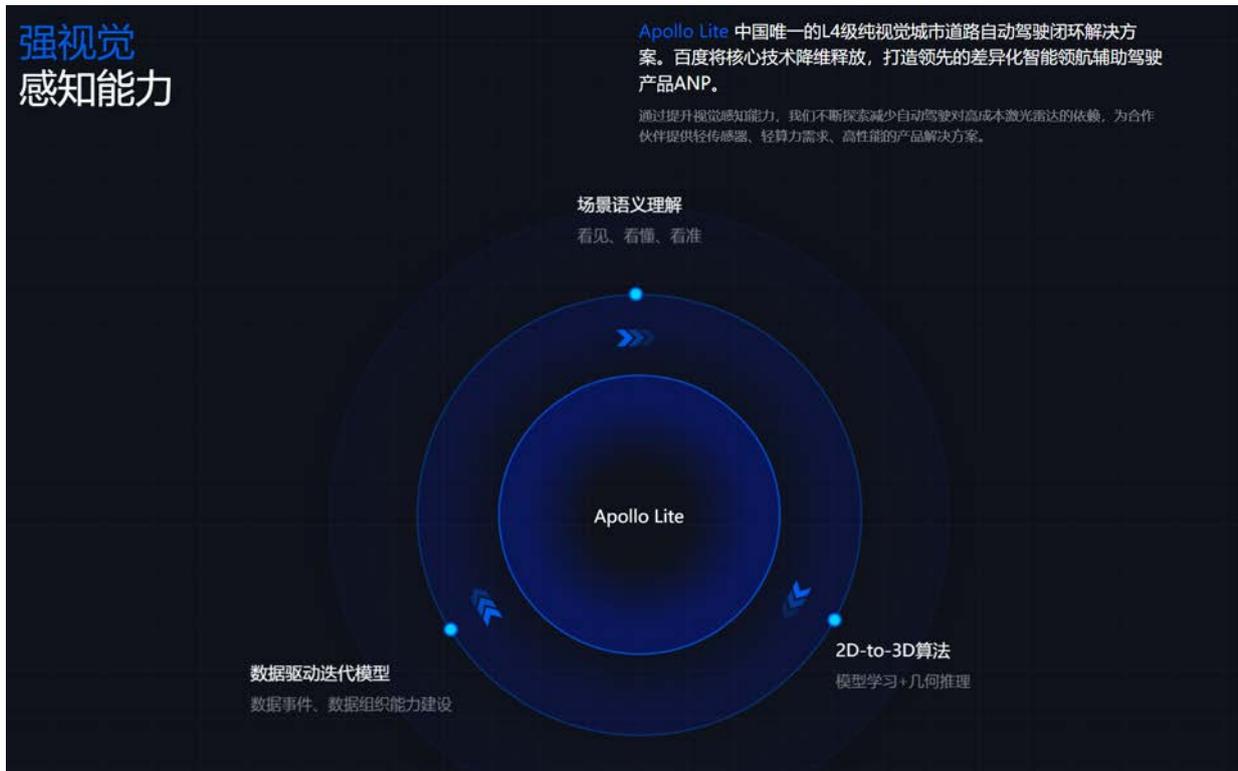
图 14：卓驭的激光高算力智驾方案



资料来源：卓驭官网，信达证券研发中心

**典型视觉方案落地案例：百度 Apollo Lite 实现 L4 级纯视觉城市道路自动驾驶解决方案，致力于不断减少对激光雷达的依赖，提供轻传感器、轻算力、高性能的方案。**

图 15: Apollo Lite



资料来源: Apollo 官网, 信达证券研发中心

**高精地图成本不可忽视，行业标准尚未统一。**对于高精地图而言，其收费模式不同于原有电子地图的 License 授权模式，而是采用 Licenses 授权费+服务费相结合的收费模式，额外再按照后续更新的数据量进行收费。根据国家智能网联汽车创新中心数据显示，目前 License 授权费约为 1000 元/车，年度订阅服务费约为 150 元/车/年。对于高精地图供应商来说，由于地理环境和城市道路设施不可避免的变化和改动，需要长期进行数据采集和维护，成本端可压缩空间有限。

与此同时，由于高精地图采集往往涉及大量地理测绘和个人位置数据，其中可能会包括敏感信息，因此测绘工作面临严格监管和较高的行业门槛。目前具备甲级导航电子地图制作资质的单位主要包括各类图商、大型互联网/科技企业子公司、主机厂子公司等主体，尚未出现统一的行业标准和通用规则。正因如此，主机厂一旦和高精度地图深度绑定，很难快速更换适配别的供应商方案，继而形成**一笔难以压缩的成本项目**。

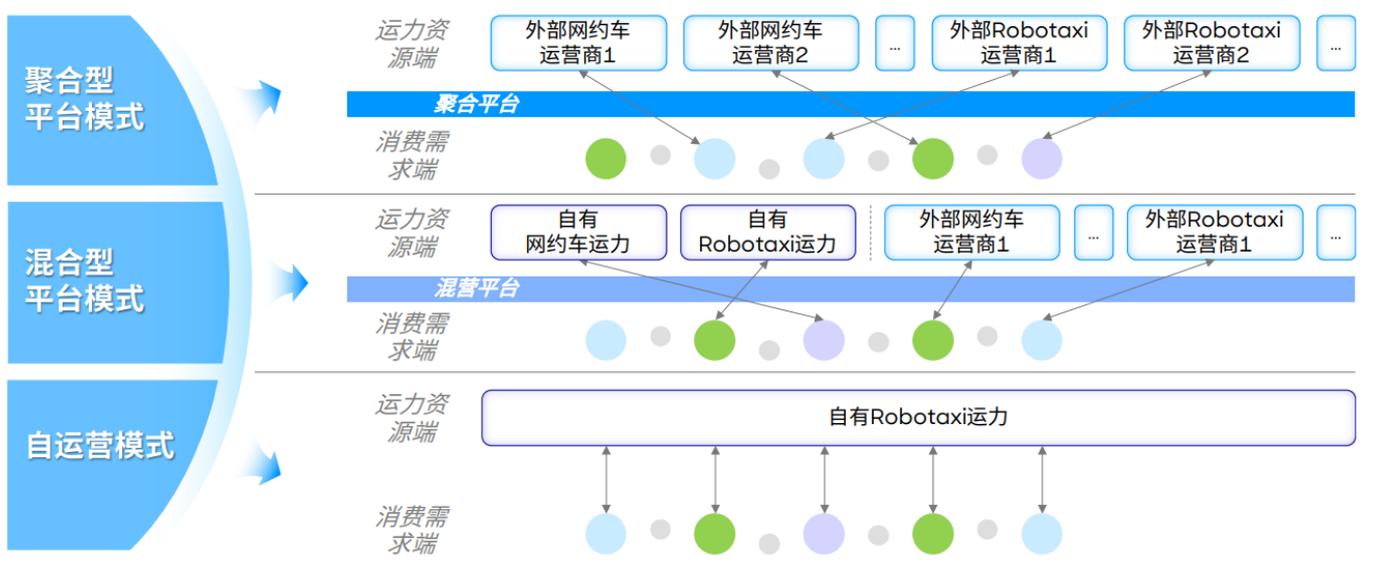
**相比 Robotaxi 厂商，主机厂更有动力降低对于高精地图的依赖。**由于高精地图本身依赖长期持续的测绘和数据更新，在有限成本下通常只能覆盖核心城市和高频使用地区。对于 Robotaxi 厂商而言，其服务范围可以限定在重点城市的核心地区，覆盖高频打车出行的城市人群，短期内下沉市场可以暂时性搁置。但对于乘用车主机厂而言，城市 NOA 的覆盖广度直接影响了下沉市场的购买意愿，因此如果过度依赖高精地图，二三线城市及其他地区或面临更高的地图成本，或面临智驾未覆盖带来的消

费需求下降。

## 2.2 Robotaxi 或为高阶智驾优先落地场景，出行服务业态或处在变革前夕

通过划分 Robotaxi 所属权，可以分为三种运营模式。聚合型平台模式，类似当下百度地图、高德地图的运营方式，作为需求端入口，连接多方运力和车辆资源，充当调度者和流量分发者的角色；混合型平台模式：自有运力+外部运力资源，既充当流量分发渠道，又负责对自有 Robotaxi 的运营；自运营模式：目前萝卜快跑采用的模式，借助自有的车辆、运营团队提供 Robotaxi 服务。短期内，由于 Robotaxi 仍需要密切的远程监管，且试点区域和投放数量仍较为有限，自运营模式是主流方案。

图 16: Robotaxi 三种运营模式



资料来源: 罗兰贝格, 信达证券研发中心整理

Robotaxi 是目前高阶智驾方案落地的最佳场景之一。虽然智驾方案提供商已宣布其技术达到 L4 级别，但实际上目前量产车仍以搭载 L2 或 L2+辅助驾驶方案为主流，主要原因包括：1) 权责划分；2) 标准和法规有待明确；3) 出错场景下的远程托管问题。而集中化远程监管、自有团队维护保养、标准化操作流程的 Robotaxi 则恰好能解决以上痛点。随着 Robotaxi 运营里程不断增加，技术逐渐成熟后，L3/L4 解决方案或将全面向量产乘用车渗透。

智驾方案提供商兼顾量产车型落地和高阶智驾技术研发。我们发现，目前各大智驾方案供应商纷纷采取“高阶智驾方案+乘用车量产方案”、“高阶智驾+乘用车量产方案+Robotaxi 运营”的策略来平衡研发开支和商业盈利，典型厂商包括 Apollo、Momenta、小马智行等。

**表 5: Robotaxi 相关企业其业务模式一览**

主体名称	高阶智驾技术或 Robotaxi 落地	乘用车量产方案	量产方案简介	合作案例	其他主要业务领域
Apollo	颐驰 06 (萝卜快跑)	Apollo 领航辅助驾驶	国内 L4 级智驾技术降维到 L2+ 的量产高阶辅助驾驶, 提供安全安心、有真实获得感的智能驾驶全场景体验。	岚图、极越等	地图
Momenta	MSD (享道 Robotaxi)	Mpilot	采用“开放式”实施方案 Open Solution, 提供广泛选择的工具链赋能 OEM。适配十种以上的主流量产芯片平台。	上汽集团等	——
小马智行	小马智行 Robotaxi	小马识途 智能驾驶解决方案	我们推出三款驾乘体验一流的智能驾驶方案: PonyClassic, PonyPro 以及 PonyUltra, 提供差异化的参考硬件配置。三款方案于 2023 年正式上市。	广汽丰田等	自动驾驶卡车
卓驭科技	惯导三目及激光雷达总成等技术突破	成行平台	「成行平台」全面覆盖市面主流 8~25 万多种动力车型, 满足最广大主流车型消费用户对高阶智能驾驶日益增长的功能体验需求。	——	——
驭势科技	封闭场景方案	面向量产的 U-Pilot 解决方案	提供“门到门”的出行解决方案。具备自主泊车、记忆泊车、高速公路自主领航、拥堵交通自主跟随等功能, 可量产部署, 无需场端改造, 提升用户体验。	上汽五菱等	物流、公交无人驾驶方案

资料来源: 各公司官网, 信达证券研发中心整理

商业盈利能力方面, 萝卜快跑颐驰 06 单车价格已经压缩到 20.46 万元, 其前代 Apollo Moon 成本则为 48 万元。即便是成本显著压缩之后, 颐驰 06 仍在架构、计算、转向、制动、通讯、电源、传感器等多个方面进行了冗余设计, 以确保行驶的安全性。随着技术进步和配套零部件大规模量产, 成本侧仍有优化的余地。此外值得注意的是, 由于 Robotaxi 减少了人工驾驶空间, 增加乘客实际可用空间, 理论上具备更大的运力和车载设备定制能力。这意味着, 一方面, 拼车模式下 Robotaxi 能同时服务更多用户, 提高经济性。另一方面, 车载冰箱、互动大屏、按摩座椅、可翻折小桌板等定制化组件的安装成为可能, 各大服务商或能根据需求为乘客提供更高单价的增值服务。

图 17: Apollo RT6 空间定制化示意图



资料来源: 量子位公众号, 信达证券研发中心

基于以下假设, 我们可以对 Robotaxi 商业运营进行收入成本测算:

1. 根据萝卜快跑给出的“颐驰 06”单车价格为 20.46 万元, 我们假设单车价格为 20.5 万元;
2. 考虑到自动驾驶技术仍处在快速迭代期, 其车型更新换代时间仍相比新能源汽车常规使用年限要短一些, 假设可以运营 6 年左右;
3. 由于搭载更多传感器, 故障率要稍高于普通汽车, 因此故障维护费用也相应较高;
4. 短期内安全员远程监管仍是确保车型稳定运行的必要条件, 但随着技术进步, 单位里程内需要人为干预的概率逐渐下降, 一名安全员可同时监管的车辆数量增加, 摊薄平均成本。我们假设, 一名云舱安全员可管理 3 台车;
5. 和传统出租车一致, Robotaxi 存在空置行驶时间, 有效运营时间占比受平台调度能力、车辆故障率等因素影响, 根据《基于 FCD 的出租车运营特征分析-以上海市为例(吕振华等.华东师范大学学报)》一文显示, 上海市出租车日均载客里程比率约为 60%, 日平均行驶里程约为 400 公里;
6. 单位里程价格在商业推广初期可能相对较低, 但在商业模式成熟之后, 其价格在保持对人工驾驶出租车相对优势的前提下, 运营商会提高价格确保盈利能力。
7. 随着纯视觉方案、端到端模型的成熟, 自动驾驶对于激光雷达和其他感知元件的依赖将有所下降, 单车制造、故障维护成本有望进一步下降。
8. 充电桩成本包括充电桩本身的建设运维成本, 也包括专员负责将车安排至指定位置并插拔充电模块的人工成本。

**表 6: Robotaxi 收入成本测算**

		保守预期	中性预期	乐观预期
<b>行驶里程 (公里, 每天)</b>		<b>300</b>	<b>350</b>	<b>400</b>
固定成本	单车报价 (万元)	22.5	20.5	18.5
	生命周期 (年)	6	6	6
	年折旧额 (直线计提, 万元)	3.8	3.4	3.1
	保险及故障维护费用 (万元, 每年)	1.8	1.6	1.4
	一名安全员远程接管费用 (万元, 每月)	1	0.9	0.8
	一名安全员负责监管的数量 (辆)	2	3	4
	车均安全员远程监控成本 (万元, 每月)	0.50	0.30	0.20
可变成本	充电桩及人工维护成本 (万元, 每年)	0.35	0.3	0.25
	电力单价 (元, 每公里)	0.16	0.14	0.12
	电力成本 (万元, 每年)	1.75	1.79	1.75
<b>年成本 (万元)</b>		<b>8.15</b>	<b>7.41</b>	<b>6.69</b>
收入	有效运营里程比例	56%	58%	60%
	有效运营里程 (公里, 每天)	168	203	240
	单价 (元, 每公里)	1.9	2	2.1
<b>年收入 (万元)</b>		<b>11.65</b>	<b>14.82</b>	<b>18.40</b>
<b>年利润 (万元)</b>		<b>3.50</b>	<b>7.41</b>	<b>11.71</b>

资料来源:《基于 FCD 的出租车运营特征分析-以上海市为例 (吕振华等, 华东师范大学学报)》, 百度官网, 智驾网, 特斯拉官网, 海报新闻, 人社通, 上海市民云, 如祺出行公告, 信达证券研发中心整理

我们也可以试着简化模型: Robotaxi 商业模式可以约等于传统网约车剔除驾驶员成本后, 再加上远程监控和智驾方案成本。因此, 从投资回报的角度上看, 如果车载智能驾驶方案足够成熟, 换言之需要接管的概率足够小、车载软硬件成本足够低, 则该商业模式将拥有相比目前网约车、传统出租车更强的经济性和竞争力。且由于技术进步的棘轮效应, 随着智驾技术持续迭代, 未来其竞争优势有望不断增强。如祺出行在公告中给出的预测, Robotaxi 的每公里成本有望逐年下探, 并在 2026 年后形成对载人出租车/网约车的相对优势, 且将持续扩大。

**图 18: 载人出租车/网约车及 Robotaxi 的每公里成本变化**


资料来源: 如祺出行公告, 信达证券研发中心

### 2.3 Robotaxi 运营有望在三年内初具规模，带动产业发生变革

商业化初期，以一二线城市指定试运营区域为主。目前 Robotaxi 产业由于正处在商业化 1.0 阶段，城市覆盖率仍比较有限，在更加长远的中长期维度上，随着各大一二线城市逐步推广，Robotaxi 可能会带来以下影响：1) 有效降低出行成本，服务高度标准化；2) 规范化的驾驶和严格的安全规则，有利于道路安全，减少事故发生；3) 运力调度算法更加智能统一，减少司机人为因素对于通行效率、行驶安全的影响；4) 促进城市道路通信互联能力、调度统筹能力的进一步强化。

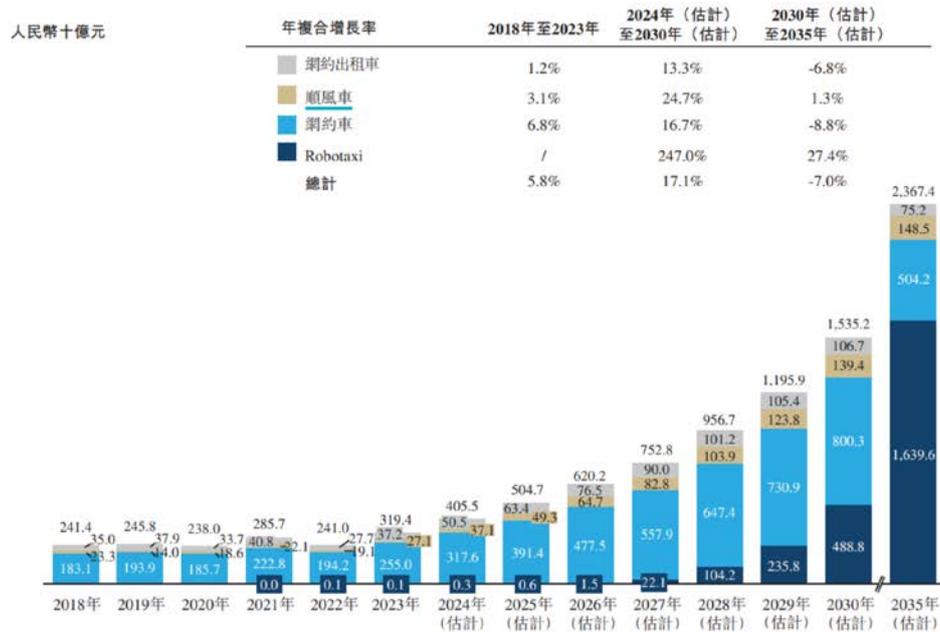
图 19: Robotaxi 商业化各阶段



资料来源: 罗兰贝格, 信达证券研发中心

Robotaxi 三年内交易额有望发生量级变化，成熟期市占率或将快速上升。根据如祺出行公告给出的测算，预计 2024/2025/2026 年 Robotaxi 商业交易额为 3/6/15 亿元，而 2027/2028 年则预计快速提升至 221/1042 亿元，反映出 2027 年技术端有望进入成熟期，商业推广快速铺开带来的交易规模量级变化。

图 20: 中国乘用车智慧出行交易额规模测算



资料来源: 如祺出行公告, 信达证券研发中心

本章小结：

**强视觉方案优势明显，有望成为主流发展方向**，无论是前融合、后融合，还是全融合算法，其本身由于需要对多种数据类型（激光雷达、毫米波雷达、摄像头）进行识别、融合，需要大量的算法和适配工作。在目前的技术能力下，通过视差原理，视觉方案也能够做到空间感知。例如百度 Apollo Lite 的 L4 级纯视觉城市道路自动驾驶解决方案，就减少了对激光雷达的依赖，提供轻传感器、轻算力、高性能的方案。

**Robotaxi 或为高阶智驾最佳场景，出行服务业态或处在变革前夕**。虽然智驾方案提供商已宣布其技术达到 L4 级别，但实际上目前量产车仍以搭载 L2 或 L2+ 辅助驾驶方案为主流，主要原因包括：1) 权责划分；2) 标准和法规有待明确；3) 出错场景下的远程托管问题。而集中化远程监管、专门团队成规模维护保养、标准化操作流程的 Robotaxi 则恰好能解决以上痛点。

**商业盈利能力方面**，萝卜快跑颐驰 06 单车价格已经压缩到 20.46 万元，其前代 Apollo Moon 成本则为 48 万元。即便是成本显著压缩之后，颐驰 06 仍在架构、计算、转向、制动、通讯、电源、传感器等多个方面进行了冗余设计，以确保行驶的安全性，未来仍有压缩成本的空间。我们根据现有数据和合理假设对 Robotaxi 的商业模式进行了测算，发现其盈利能力较为可观。

**Robotaxi 三年内交易额有望发生量级变化，成熟期市占率或将快速上升**。根据如祺出行公告给出的测算，预计 2024/2025/2026 年 Robotaxi 商业交易额为 3/6/15 亿元，而 2027/2028 年则预计快速提升至 221/1042 亿元，反映了 2027 年技术端有望进入成熟期，商业推广快速铺开带来的交易规模量级变化。

### 三、智驾技术迭代带来的车载硬件及配套基建增量

#### 3.1 高阶智驾和 Robotaxi 推动下，车载感知硬件有望显著增加

硬件配置层面，由低到高逐渐增加传感器数量。以百度 Apollo 智驾方案为例，其智能泊车/高速领航/城市领航对应配置分别包含 5/9/11 个相机，12/17/22 个雷达。与此同时，车载芯片算力要求也显著增加，三种方案分别为 8TOPS、16/32TOPS、508TOPS，其中城市领航的硬件规格为两枚英伟达 Orin-x 芯片。这也从侧面印证城市 NOA 对于车载算力具备显著更高的要求。

表 7：百度 Apollo 智能驾驶硬件配置方案

硬件类型	智能泊车 Apollo Parking	Apollo 高速领航辅助驾驶 Apollo Highway	Apollo 城市领航辅助驾驶 Apollo RingPro
8M 前视相机	-	1 个	2 个
2M 前视相机	1 个	-	-
8M 后视相机	-	-	1 个
2M 环视鱼眼相机	4 个	4 个	-
3M 环视鱼眼相机	-	-	4 个
2M 侧视相机	-	4 个	-
8M 侧视相机	-	-	4 个
相机数量合计	5 个	9 个	11 个
前向激光雷达	-	-	2 个
前毫米波雷达	-	1 个	4 个
角毫米波雷达	-	4 个	4 个
超声波雷达	12 个	12 个	12 个
雷达数量合计	12 个	17 个	22 个
高精度地图	-	1 个	1 个
高性能域控制器	-	1 个	1 个
SOC	TDAVM	2*TDAVM/TDA4VH	Orin-x*2
MCU	TDA4 R 核	VM/NH R 核	Aurix TC399
IMU	板载 6 轴	板载 6 轴	板载 6 轴
AI 算力	8TOPS	16/32 TOPS	508TOPS
eMMC	32GB	128GB	64GB
功能安全	ASIL-D	ASIL-D	ASIL-D
信息安全	支持	支持	支持
内存	4GB	16GB	64GB
散热方式	自然冷却	风冷	水冷
工作电压	8-16V	8-16V	8-16V
功耗	30W	<70W (包含传感器)	320W

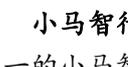
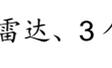
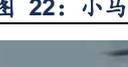
资料来源：apollo 官网，信达证券研发中心

**激光雷达为高阶自动驾驶的安全裕度提供保障。**激光雷达在恶劣天气、苛刻光照、感知距离上具备优势，且识别算法较为简单，在当前技术条件下能够为视觉方案提供有效的安全补充。随着出货量释放，使用成本也在逐步下降。

**Robotaxi 有望进一步打开激光雷达应用规模。**第六代百度 Apollo 无人车颐驰 06 搭载 4 颗超高清远距激光雷达（禾赛科技提供），其探测距离超过 200 米，并将高清三维感知覆盖到了 360°，助力无人驾驶车辆全方位规划路线及安全避障，整车成本相较于五代车直接下降 60%，据官方信息价格仅需 20.46 万元。而在其他的 Robotaxi 车型中长距激光雷达和短距激光雷达数量也较为可观。

图 21: Robotaxi 车型搭载的激光雷达数量及供应商

**ROBOTAXI MARKET – LIDAR SENSORS**  
 Source: : LIDAR for Automotive report, Yole Intelligence, 2024, Yole Intelligence, 2024

	Short-range LiDARs	Company	LiDAR supplier	Long-range LiDARs
	4	Waymo		1
	0	Cruise	 HESAI	5
	4	Aurora	  HESAI	3
	4	Apollo	 HESAI	1
	4	Didi	 HESAI	1
	3	Motional	 HESAI  OUSTER	1
	3	Pony	 HESAI  ROBOSENSE	2
	4	We Ride	 HESAI	3
	0	AutoX	 HESAI  SILC	2
	4	Zoox	 HESAI	4

资料来源: YOLE, 信达证券研发中心

小马智行第六代 Robotaxi，采用了 7 个激光雷达。作为国内 Robotaxi 先行者之一的小马智行在 2022 年一月推出第六代 Robotaxi 车辆，搭载有 4 个车顶固态激光雷达、3 个补盲激光雷达，提升车辆的安全冗余。

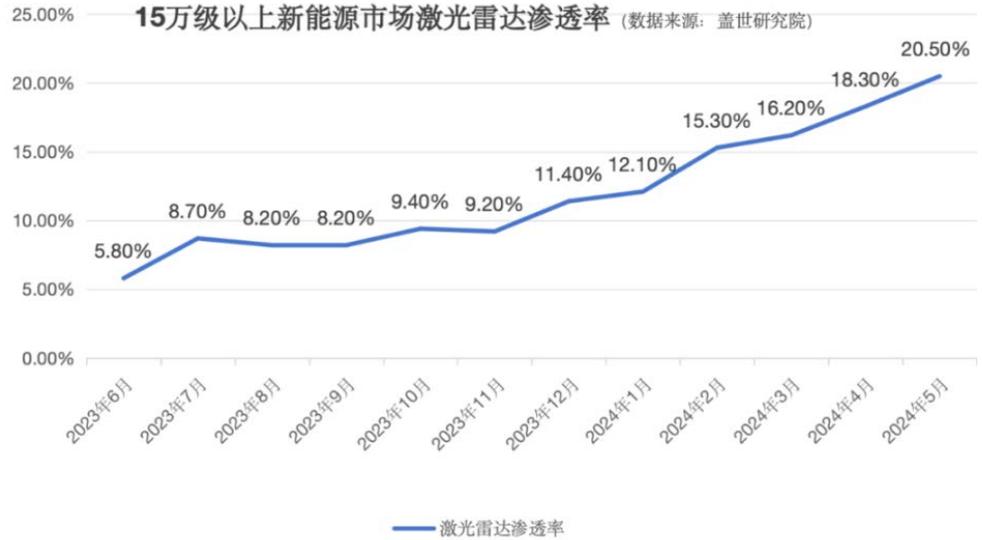
图 22: 小马智行第六代 Robotaxi 车辆



资料来源: 小马智行, 信达证券研发中心

**激光雷达渗透率持续上升。**高工智能汽车研究院监测数据显示，今年1-7月，中国市场(不含进出口)乘用车前装标配激光雷达交付超过70万颗，同比增长222.02%，继续保持高增速态势。而随着未来Robotaxi商业模式逐步成熟，由于单车搭载激光雷达的数量较多，有望形成激光雷达市场需求的第二增长曲线。

**图 23: 15万级以上新能源市场激光雷达渗透率**



资料来源: 盖世汽车社区, 盖世研究院, 信达证券研发中心

**激光雷达市场规模高速增长，国内厂商占据重要生态位。**根据 Yole Intelligence 预测数据，2023 年乘用车激光雷达安装量达 76.2 万台，是 2022 年的三倍多。而在 2021 年，中国市场乘用车前装标配搭载激光雷达数量不到 8000 颗。从市场规模数据来看，2023 年全球 PC（乘用车）和 LCV（轻型商用车）激光雷达市场达到 4.14 亿美元（前值 1.69 亿美元，2022）。市场份额方面，2023 年禾赛科技、速腾聚创、图达通占据前三，分别达到 26%、26%、25%。

**图 24: PC&LCV 激光雷达市场规模及份额示意图 (2022-2023)**

**PC & LCV MARKET SHARES – 2022 (INNER) VS. 2023 (OUTER)\***

Source: LiDAR for Automotive report, Yole Intelligence, 2024, Yole Intelligence, 2024

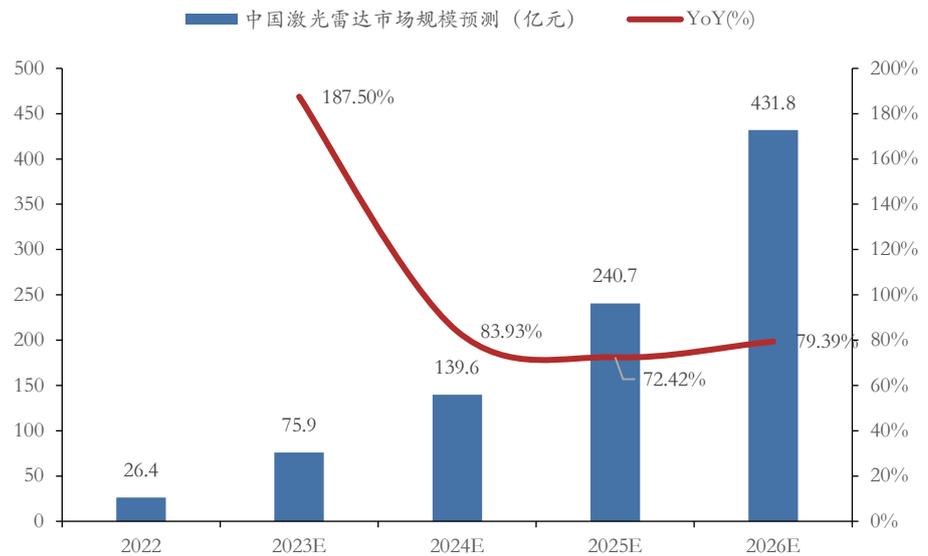


\*Based on Yole Group's estimation

资料来源: YOLE, 禾赛科技, 信达证券研发中心

展望未来，激光雷达市场规模有望保持快速增长态势。一方面，由于当前纯视觉方案仍无法做到完全消除对于激光雷达的依赖，在较长的时间内，中高端量产车型或仍将搭载激光雷达作为其安全裕度的保障。另一方面，随着激光雷达+高精度地图在 Robotaxi 领域的大规模落地，其可靠性有望得到市场的充分认可，并有望成为激光雷达出货量持续高增的动力之一。中商产业研究院数据，中国激光雷达市场规模有望在 2024/2025/2026 分别达到 139.6/240.7/431.8 亿元，同比增速维持在 70% 以上。

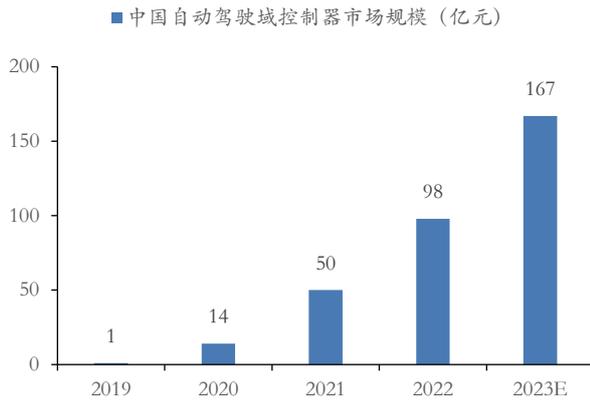
图 25：中国激光雷达市场规模预测（亿元）



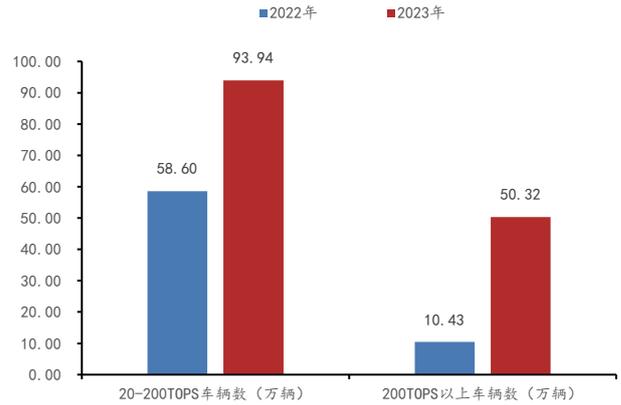
资料来源：中商产业研究院，信达证券研发中心

### 3.2 车载 AI 算力需求增加，预埋高性能芯片适配 L3、L4 智驾

**自动驾驶域控市场规模攀升，高算力方案快速放量。**市场总体规模层面，国内自动驾驶域控制器市场规模从 2020 年开始呈现快速成长，2023 年有望达到 167 亿元，且随着智驾渗透率叠加中高端车型出货量提升，该数值有望进一步放量。结构侧看，2023 年，200TOPS 以上的高算力智驾域控制器出货量同比增长 382.29%，达到 50.32 万辆，放量规模相比 20-200TOPS 的中等算力产品更加显著。这说明高算力智驾域控制器已经成为各大主机厂成本侧倾斜的重要方向，他们纷纷采取算力预埋来应对高阶智驾对于算力的需求增长。

**图 26: 中国自动驾驶域控制器市场规模 (亿元)**


资料来源: 中商产业研究院, 信达证券研发中心

**图 27: 中、高算力智驾域控放量情况(万辆)**


资料来源: 高工智能汽车研究院, 信达证券研发中心

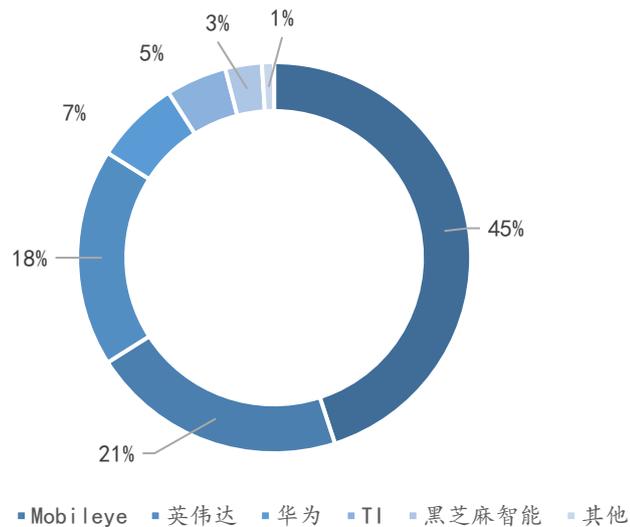
智驾芯片领域, 特斯拉 FSD 和英伟达 Orin 占比超过七成。从市场份额角度来看, 智驾域控芯片产业头部集中度较高, 特斯拉 FSD 占据 37% 居榜首, 2023 年总装机量超过 120 万片, 英伟达 Orin 占据 33.5%, 主要由蔚来、理想两家车企消化, 二者合计近百万颗的装机量 (盖世汽车数据)。国内厂商方面, 地平线征程 3 和征程 5 合计占据 8.2%, 征程 5 现阶段主要搭载于理想 7 和理想 L8 两款车型; 而征程 3 则已先后应用于哪吒 GT、博越 L、领克 09 EM-P、荣威 RX5、腾势 N7 等多款车型。

**表 8: 中国乘用车市场智驾域控芯片装机量 (2023 年 1-12 月)**

芯片型号	装机数量	市场份额
特斯拉 FSD	1,208,402	37.0%
英伟达 Drive Orin-X	1,095,019	33.5%
地平线征程 5	200,087	6.1%
Mobileye EyeQ4H	199,985	6.1%
Mobileye EyeQ5H	175,328	5.4%
爱芯元智凌芯 01	122,984	3.8%
TI TDA4VM	87,797	2.7%
地平线征程 3	67,100	2.1%
华为昇腾 610	61,424	1.9%
其他	47,650	1.4%

资料来源: 盖世汽车, 信达证券研发中心

从车型搭载口径来看, 地平线和 Mobileye 则占据更大份额。根据佐思汽研数据, 按照车型搭载数量统计, 2023 年中国 L2.5 高阶智驾 SoC 市场份额前五分别是地平线、Mobileye、英伟达、华为和 TI, 分别占据 45%/21%/18%/7%/5%。这一数据和芯片装机量出现表现差异的主要原因是, 各大芯片厂商定点车型数量和商业策略存在不同, 例如特斯拉 FSD 芯片主要用在自有的几款车型上, 导致其搭载车型有限, 但出货量却较为可观。

**图 28：2023 年中国 L2.5 高阶智驾 SoC 市场份额（按车型搭载数量）**


资料来源：佐思汽研，信达证券研发中心

高阶智驾进一步强化 AI 性能要求，各大厂商纷纷加大芯片算力规格。作为高阶智驾落地的硬件层核心指标，AI 算力已经成为各大主机厂硬件性能的关键衡量指标。目前出货量较为集中的英伟达 Orin 芯片拥有 254TOPS (Int8)，显著高于同时期竞争对手。相比之下，Mobileye 芯片由于封闭性和 AI 算力规模相对有限，在市场份额中表现较为弱势。从目前披露的下一代方案来看，各大芯片设计商均采取了加码 AI 算力规格的策略，以英伟达为例，Thor-X 芯片算力将触及 1000TOPS。

**表 9：智驾域控芯片相关性能参数**

芯片型号	AI 算力	CPU 算力	CPU 规格
英伟达 Orin	254TOPS	240K	12 核 A78
英伟达 Thor-X	1000TOPS	450K (预估)	14 核 ARM Neoverse V2
地平线征程 3	5TOPS	/	4 核 A53
地平线征程 5	128TOPS	/	8 核 A55
地平线征程 6P	560TOPS	410K	18 核 A78

资料来源：佐思汽研，地平线官网，信达证券研发中心

以百度 Apollo 智驾为例，L4 级自动驾驶技术实现基于先进的传感器+数据+算力。从泊车域到行车域，Apollo 智驾产品实现了面向城市复杂道路、高速/城市快速路以及停车场的端到端全场景自动驾驶量产解决方案。从技术路线来看，该方案属于视觉方案为核心，雷达感知辅助的低成本量产型，采用两枚 Orin-X，算力合计 508 TOPS。路测数据方面，目前已完成 2100 万公里真实道路测试，5 亿公里仿真测试。地图数据方面，借助自主研发高质量百度高精地图，Apollo 实现了全中国 30 万公里高速公路和超过 50 个城市的 1-7 级道路的覆盖。

**图 29: Apollo 的 L4 级自动驾驶技术**

**技术降维**

国内唯一基于L4级领先自动驾驶技术降维应用，打造L2+级辅助驾驶产品；与Robotaxi技术同源和数据闭环，聚焦真实用户场景。

**数据闭环**

真实道路测试里程超2100万公里，驾驶边界能力充分探索；仿真测试累计超过5亿公里，测试实例100%回归。

**L4** >> **L2+**
**21** Million

**500** Million

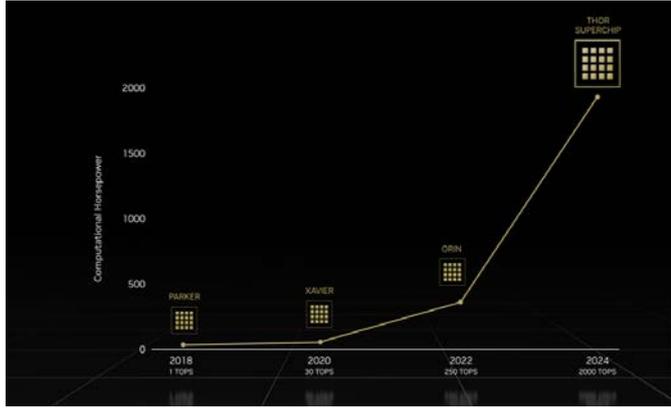
资料来源: Apollo 官网, 信达证券研发中心

**借助既有生态优势，英伟达构筑护城河。**类似显卡领域的公版方案，英伟达在智驾领域为下游研发实力较弱的客户提供快速落地的解决方案。其存量客户和成规模的落地项目也反过来帮助英伟达开发平台积累了大量适配各类传感器、地图、算法的经验和案例。对于 Robotaxi 以及各大主机厂而言，硬件平台的统一，换言之长期采用唯一硬件供应商和对应生态的产品，有利于在软件和系统迭代升级时减少适配工作量。

**英伟达方案或在 Robotaxi 市场成长阶段保持优势。**从目前 Robotaxi 的算力配置和芯片硬件方案来看，其算力大多采用冗余设计，性能裕度显著高于目前主流乘用车智驾硬件。由于 Robtaxi 市场尚处在起步阶段，各大厂商有意愿降低其试错成本，因此英伟达 Orin 方案凭借其单芯片算力性能、多芯片协同工作效能的优势，占据各大厂商选型重要份额。此外，由于算法环境的延续性和生态依赖性，英伟达或可凭借其下一代 Thor 系列芯片的高 AI 算力（约为 Orin 的四倍）进一步巩固市场份额。

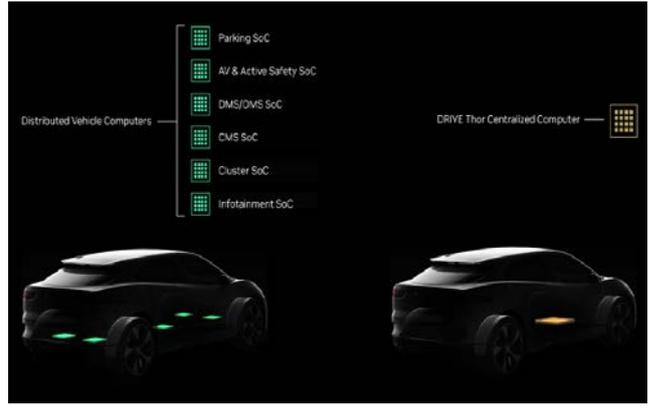
**作为云端训练和端侧推理全栈提供商，英伟达优势显著。**从构建模型到虚拟测试和 Ai 训练，再到实际交通场景实时推理，英伟达提供了整套硬件及开发验证平台。从训练卡及算力集群的市占率角度来看，英伟达作为长期位居该领域的主导者，已经建立起了深厚的生态壁垒。各大主机厂在寻求可长期迭代的旗舰级别智驾方案时，英伟达是主流选项之一。其 Thor 芯片凭借先进的工艺制程实现了可观的算力性能提升，并能够进行多域计算，将自动驾驶、车载信息娱乐等功能划分为不同的任务区间，同时运行，互不干扰，取代以往数十个电子控制单元。

图 30: 英伟达系列车载芯片迭代情况 (算力口径)



资料来源: 英伟达官网, 信达证券研发中心

图 31: Thor 芯片集成度和一体化能力示意图



资料来源: 英伟达官网, 信达证券研发中心

从目前已经量产的高级别智驾方案来看, 双 Orin 液冷模组在性能、成熟度、安全性方面都具备优势。性能方面, 双 Orin 总算力达到了 508 TOPS(单片 254 TOPS), 高于 Mobileye 旗下 EyeQ Ultra 的 176 TOPS, 高于地平线征程 5 的 128 TOPS。成熟度和安全性方面, Orin 芯片 2023 年市场份额达到 33.5%, 仅次于特斯拉 FSD, 装机量达 110 万片, 充分的道路驾驶数据和落地实测帮助开发者不断优化其算法和安全规则。液冷方案也从硬件散热角度确保了芯片长期高负载运行的温控能力, 防止高温降频甚至宕机的情况出现。此外, 英伟达 DRIVE OS 软件栈能为安全关键型应用程序提供安全可靠的执行环境, 并提供安全启动、安全服务、防火墙和无线 (OTA) 更新等服务, 奠定了良好的开发环境和工具基础。

以小马智行为例, 其“方载”自动驾驶域控制器的高配方案就采用了 Nvidia Drive Orin 硬件, 细分产品覆盖单枚 Orin、双 Orin, 散热选型包括风冷和液冷。

图 32: 小马智行乘用车智驾域控制器

### 方载

#### 自动驾驶域控制器

从性能、成本、可靠性出发, 我们打造出真正适合智能驾驶的车规级域控“方载”。  
我们深挖自动驾驶硬件设计和软件适配的需求, 使得方载更高匹配上层软件, 提高运行效率, 赋能城市驾驶、无人配送、环卫、港口和矿区等场景。  
目前方载已具有基于 NVIDIA DRIVE Orin 芯片的域控制器, 硬件性能磨合到最佳状态, 同时在积极布局适配其他芯片及域控平台。  
域控制器已通过汽车功能安全 ASIL-D 开发流程认证与国际质量体系认证。

309 × 205 × 95 mm

单 NVIDIA DRIVE Orin 版(风冷)

适配无液冷循环车型, 针对 85°C 散热优化

309 × 205 × 95 mm

双 NVIDIA DRIVE Orin 版(风冷)

适配无液冷循环车型, 针对 85°C 散热优化

306 × 205 × 45 mm

双 NVIDIA DRIVE Orin 版(液冷)

<p><b>产品参数</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>支持外部车规接口数据落盘 (同时支持 YUV, RAW, JPEG 落盘)</li> <li>支持 14 路相机 单挂触发</li> <li>支持整套数采方案</li> <li>支持 HIL 整体方案</li> </ul>
<p><b>自动驾驶功能</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>主动安全</li> <li>行车功能: 高速 NOA、城市 NOA</li> <li>泊车功能: 记忆泊车、自主代客泊车</li> </ul>
<p><b>使用场景</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>智能辅助驾驶</p> <p>城市 A 高速 P 泊车</p> </div> <div> <p>低速无人驾驶</p> <p>配送 环卫 港口 矿区</p> </div> </div>

资料来源: 小马智行, 信达证券研发中心

“车企自研+代工”模式下，第三方供应商受益于行业 $\beta$ 。目前智驾域控生产模式主要包括1) 整车委托代工，代工厂负责制造；2) Tier1 采用白盒或灰盒模式，提供硬件生产、中间层、芯片等方案，主机厂开发软件。2023 年度，白盒模式代表企业德赛西威表现亮眼，占据 25% 的智驾域控装机量份额。

**白盒模式：**主机厂自研应用算法、软件等，Tier 1 提供硬件及相关服务，例如德赛西威+小鹏+英伟达；

**灰盒模式：**Tier1 可向主机厂提供域控等硬件，以及软件的定制开发等，主机厂可指定所有 logo 标识；

**黑盒模式：**传统合作模式，由 Tier 1 提供硬件和软件。

随着 Robotaxi 及高阶智驾的发展，高端智驾域控市场规模有望持续扩张，未来 Tier1 及其他代工商有望从中获益。

表 10：智驾域控供应商装机量排名（2023 年 1-12 月）

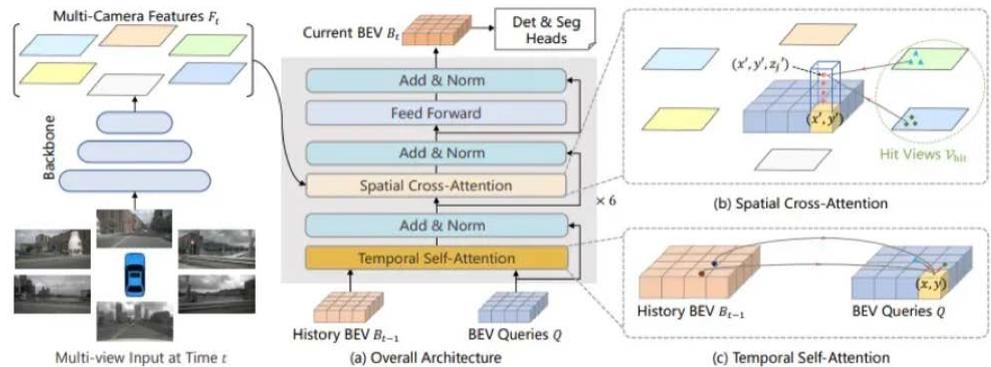
供应商	装机量	市场份额
和硕/广达（特斯拉）	604,201	32.80%
德赛西威	460,579	25.00%
伟创力（蔚来）	159,892	8.70%
福瑞泰克	88,723	4.80%
毫末智行	88,601	4.80%
知行科技	87,623	4.80%
安波福	86,059	4.70%
大华（零跑）	61,492	3.30%
捷普电子（小鹏）	41,898	2.30%
华为技术	38,398	2.10%

资料来源：盖世汽车，信达证券研发中心

### 3.3 算法迭代带来训练参数量激增，各大厂商加码云端算力基建

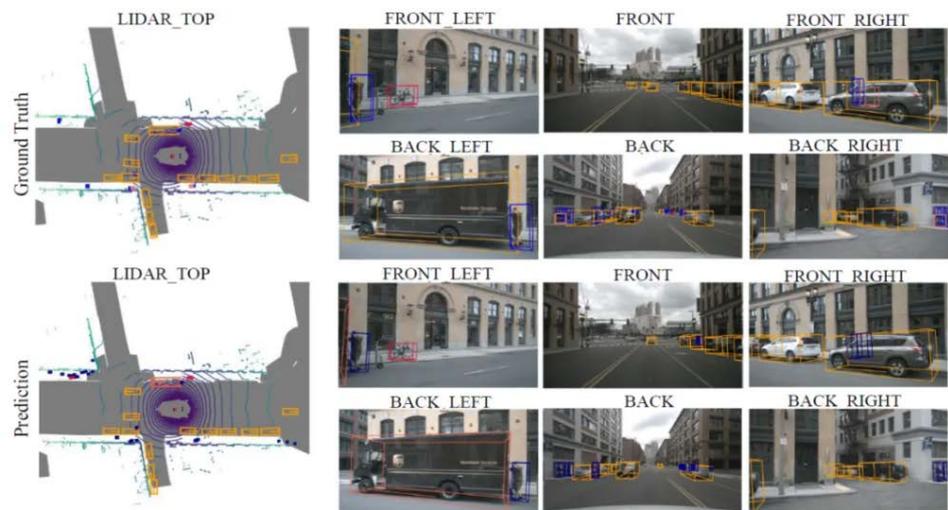
为了实现更高的智驾效果，各大厂商致力于算法的迭代，而算法架构的更迭，对于训练侧算力规模提出了更高的要求。以特斯拉为例，其技术路径包含三个重要的迭代节点：

**算法迭代的关键节点（一）：BEV+Transformer。**BEV（Bird's Eye-View）算法基于俯瞰角度收集到的 2D 图像信息和感知数据，加工整合成全局、无死角的 3D 空间视图，用来直观判断车辆周围空间的各类物体信息，重感知轻地图，且加入了时序信息，使得模型拥有“记忆”。Transformer 使用注意力机制聚合来自多视点摄像机的时空特征和历史 BEV 特征，同时也意味着更多的算力消耗。

**图 33: BEV+Transformer 基本概念**


资料来源: 深蓝 AI, 信达证券研发中心

**算法迭代的关键节点 (二): 占据网络。**2022 年特斯拉算法加入占据网络, 进一步强化了 BEV+Transformer 对空间物体的 3D 结构识别, 是特斯拉实现纯视觉方案的关键一步。占据网络技术将物理世界划分成一系列的网格单元, 通过计算分析采集到的数据、轨迹信息, 尝试定义哪些网格被占据, 哪些网格是空置的, 将 2D 栅格转化为 3D 栅格, 使得智驾系统不再依赖于激光雷达提供的空间信息。

**图 34: 鸟瞰视图与体积占用率**


资料来源: 深蓝 AI, 信达证券研发中心

**算法迭代的关键节点 (三): 端到端方案 (在 FSD V12 版本实现落地)。**在这一节点, 特斯拉改变了传统规则驱动的技术方向, 转而采用大模型和数据驱动。端到端技术的核心是把传感器原始数据直接输入到一个整合的神经网络中, 再由该模型直接给出驾驶命令, 控制转向幅度、油门或制动。由此开始, 智驾模型不再需要人工设计的复杂规则, 不再是模块化的复杂架构。与此同时, 端到端对于训练集群的规模和互联性能提出了更高的要求, 为确保模型训练的精度和可靠性, 特斯拉加大了其算力投入和自研芯片的步伐。

图 35: Tesla FSD V12.3.5 放弃规则驱动和大量代码

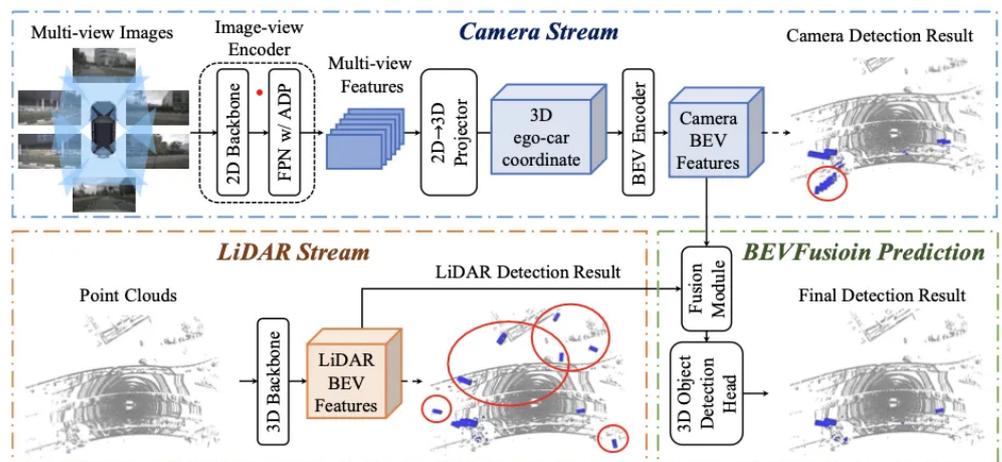


资料来源: 焉知汽车, 信达证券研发中心

从原理出发，端到端方案的优势和现有不足都较为明显。

传统的模块化设计包括感知、决策规划、执行控制三大模块，感知模块需要通过时空同步和特征融合进行，决策规划模块则依赖于大量的算法和规则，指挥执行控制模块做出对应油门、刹车、转向动作。在多传感器兴起后，前融合算法成为了 L2-L3 智驾方案的主流架构。这样的架构优势在于可解释性、可验证性和易调试性，能够快速定位到算法的问题所在，找出原因并加以完善。缺点则在于信息在融合和不同模块的流转中出现损耗，复杂规则的构建也会耗费大量人力和维护成本。

图 36: 多传感器融合示意图

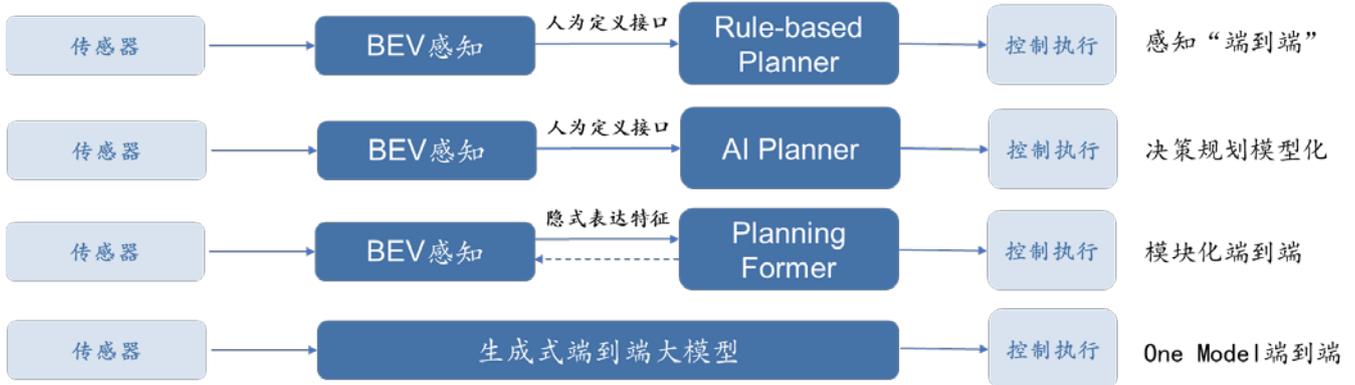


资料来源: 智能汽车创新发展平台, 信达证券研发中心

端到端方案则直接由数据进行驱动，从原始传感器数据输入直接到控制指令输出的连续学习与决策过程由统一的神经网络完成，优点是能够保证无损的信息传递，不

需要人为设计的复杂模块和大量代码，随着海量行驶数据的注入和训练，端到端模型会逐渐学习和成长，具备理论上可观的远期潜力，以及学习能力的泛化性。目前最大的不足在于其黑盒属性，由于模型训练的难以观测和一体化结构，出现问题很难进行逻辑上的溯源和解释，此外，规模庞大的参数也使得训练的算力成本很难压缩。

图 37：端到端自动驾驶架构演进示意图



资料来源：辰韬资本，信达证券研发中心整理

国内方面，商汤绝影智能驾驶方案也采用了端到端自动驾驶技术。2022 年底，商汤科技及其联合实验室提出行业首个感知决策一体自动驾驶通用模型 UniAD，并荣获 2023 年国际计算机视觉与模式识别会议(CVPR)最佳论文。为了增强端到端自动驾驶方案可解释性和交互能力，依托多模态大模型强大的常识理解能力，商汤绝影已研发出新一代自动驾驶大模型 DriveAGI，是目前最贴近人类思维模式、最能理解人类意图并有最强的解决驾驶困难场景能力的下一代自动驾驶技术。其他国内主要参与者目前仍以模块化的大模型为主，并辅以激光雷达和高精地图来实现自动驾驶，同时也积极探索端到端方案的落地应用。

图 38：商汤绝影智能驾驶方案

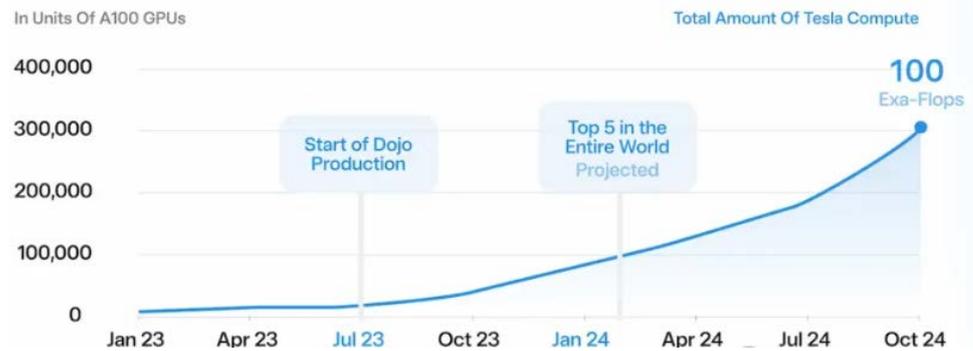


资料来源：商汤官网，信达证券研发中心

特斯拉加码 AI 训练集群，在手算力规模出现跃升。佐思汽研数据，2024 年底，特斯拉 AI 训练能力将提升至约 9-10 万个 H100 等效算力（对应 90-100E FLOPS）2024 年 7 月云端算力为 35E FLOPS。

图 39: Tesla 的 AI 训练能力提升情况

### Trained On Extremely Large Compute



资料来源: 佐思汽研, 特斯拉, 信达证券研发中心

国内主机厂纷纷自建或合作建立智算中心。尽管建设智算中心周期长、投资额高，但对于车企而言，随着端到端方案逐步成为研发重点，其庞大的参数规模和算力消耗带来的技术和资金投入挑战或将难以回避。而各家算法要在快速迭代的竞争环境中脱颖而出，专用算力平台的响应能力要优于通过租赁形式获取的算力资源，因此主机厂或智驾方案提供商有望进一步扩大他们的算力建设投资规模。

拥有更大规模在手算力或将帮助主机厂在端到端方案竞争中脱颖而出。类似大语言模型对于参数规模的倚重，端到端方案的参数规模也相较于前代有着较为显著的增加，这意味着想要缩短模型训练周期，增大参数量、数据规模，则需要充足的算力供给。因此，储备有较为可观的算力池或可帮助主机厂维持技术方案的快速迭代。另外，拥有 AI 算力硬件设计生产能力，长期深耕 AI 领域的第三方智驾方案提供商也有望充分受益于上述变化，例如华为、百度等。

表 11: 各大主机厂和市场参与者 AI 算力建设情况

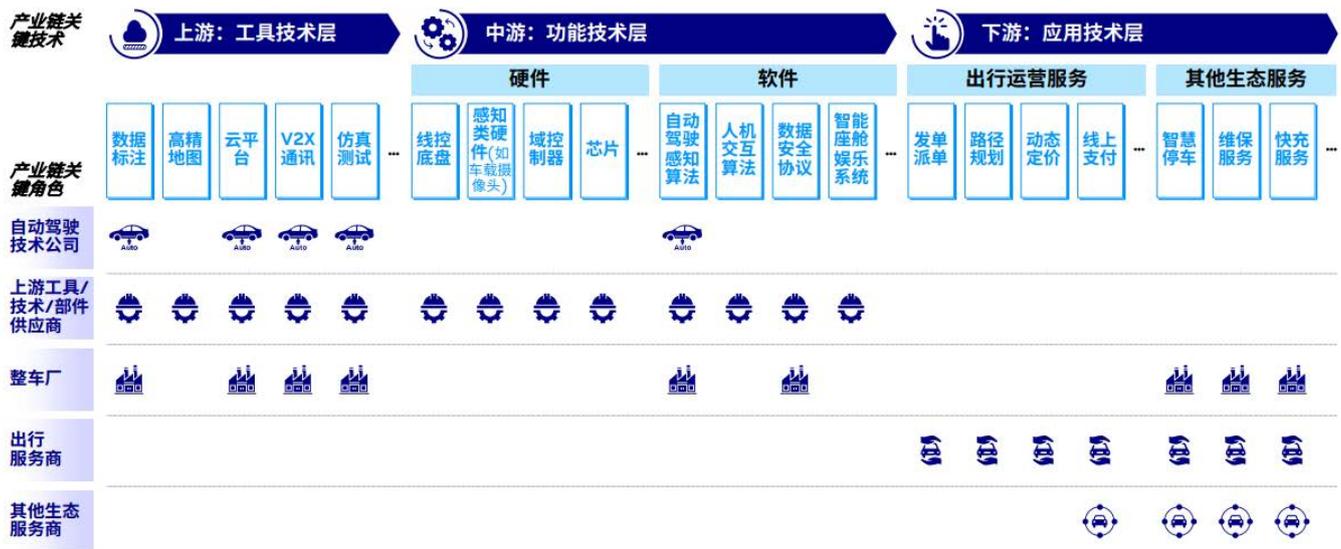
主机厂或市场参与者	合作方	发布时间	算力规模
小鹏	阿里云	2022. 8	600PFLOPS
长安汽车	百度	2023. 8	142PFLOPS
长城汽车	——	2024. 7	1. 64EFLOPS
华为	——	2024. 4	3. 5 EFLOPS

资料来源: 佐思汽研、小鹏汽车、IDC, 信达证券研发中心

### 3.4 车路云及 Robotaxi 相关产业市场规模增量前瞻

车路云一体化为 Robotaxi 奠定基础，未来产业链增量可期。Robotaxi 产业链从关键技术的维度可以分为：上游工具技术层、中游功能技术层、下游应用技术层。其中统一的云平台、高精地图、V2X 等上游技术工具需要车路云一体化建设的支持。我们认为，Robotaxi 对于道路信息化基建的需求有望推动各地区加快其建设步伐，带动设备部署、地图测绘、云控平台、汽车零部件等全产业链加速发展。

图 40: Robotaxi 产业链技术全景图



资料来源：罗兰贝格，信达证券研发中心

国家智能网联汽车创新中心对车路云一体化带来的产业增量进行了预测，结果显示细分领域产业有望实现快速增长。

在中性预期情景下，单车智能、智能座舱、应用软件、车载通信单元、整车终端产品、创新应用服务六个领域进行测算，总量上看，预计 2025 年智能网联汽车产值增量为 6451 亿元，2030 年智能网联汽车产值增量为 20266 亿元，年均复合增速为 25.73%。

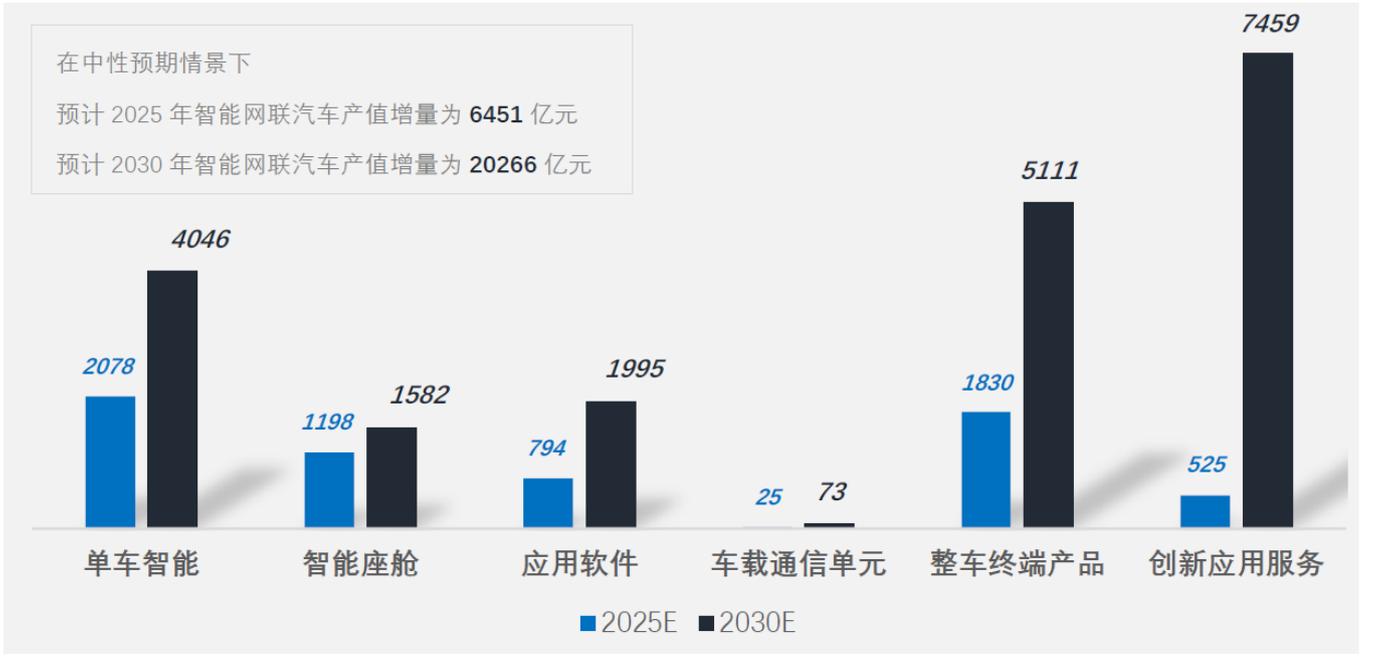
细分来看，单车智能包括感知层、决策层、执行层等硬件，预计合计由 2078 亿元（2025 年）增长至 4046 亿元（2030 年），其中毫米波雷达有望成为增长较为显著的赛道之一，并预计 2030 年 4D 毫米波雷达会对激光雷达形成一定的有效替代。执行层方面，目前底盘域控制器受制于零部件的协同性较差，设计难度较高，因此假设其将在 2025 年左右实现小规模量产，或以集成至中央域控制器的形式出现，到 2030 年相关产品有望实现规模化量产。

创新应用服务增长或将最为显著。自动驾驶出租车（Robotaxi）、自动驾驶公交车（Robobus）、末端配送、物流配送、港口运输、干线物流等众多下游应用场景正不断涌现，并形成规模化发展趋势。预计 2025 年，Robotaxi 等 8 个创新应用服务市场将创造 525 亿元的产值增量，2030 年将创造 7459 亿元的产值增量，5 年间 CAGR 为 70%。其中 Robotaxi 预计在 2030 年达到 756 亿元商业化服务产值增量，成为城

市居民日常出行的可选交通方式之一。

无人干线物流和城市物流配送商业前景也较乐观。受益于“最后一公里”庞大的配送业务量，以及干线物流可观的经济效益，预测 2030 年干线物流重卡保有量将达到 627 万辆，无人干线物流渗透率达到 10%，一辆无人重卡可实现 45 万元的经济效益，2030 年我国干线物流运输产值增量有望为 2822 亿元。与此同时，城市物流配送产值增量有望在 2030 年达到 1416 亿元。

图 41：智能网联汽车产值增量预测



资料来源：《车路云一体化智能网联汽车产业产值增量预测》，信达证券研发中心

本章小结：

高阶智驾和 Robotaxi 推动下，激光雷达等车载感知硬件有望显著增加。激光雷达是目前 Robotaxi 实现加速落地和安全裕度的重要硬件，例如第六代百度 Apollo 无人车颐驰 06 就搭载 4 颗超高清远距激光雷达，小马智行第六代 Robotaxi 采用了 7 个激光雷达。其他国内外 Robotaxi 方案也采用了数量可观的长距激光雷达和短距激光雷达。

自动驾驶域控市场规模攀升，高算力方案快速放量。市场总体规模层面，国内自动驾驶域控制器市场规模从 2020 年开始呈现快速成长。作为高阶智驾落地的硬件层核心指标，AI 算力已经成为各大主机厂硬件性能的关键衡量指标。目前出货量较为集中的英伟达 Orin 芯片拥有 254TOPS (Int8)，显著高于同时期竞争对手。借助这一东风，智驾域控供应商有望深度获益。2023 年度，白盒模式代表企业德赛西威表现亮眼，占据 25% 的智驾域控装机量份额。

算法迭代带来训练参数量激增，各大厂商加码云端算力基建。随着特斯拉端到端方案的推出，对于训练集群的规模和互联性能提出了更高的要求，为确保模型训练的精度和可靠性，特斯拉加大了其算力投入和自研芯片的步伐。以 H100 等效算力为计算口径，特斯拉在手算力池规模从 2023 年底的约 15000 片跃升至 2024 年年中的

35000 片，并且给出了 2024 年底提升至约 90000 片的高额预期。国内各大主机厂和智驾方案提供商也在着手建立自己的智算中心以应对智驾系统日益增加的算力需求，这有望为国产算力硬件的市场规模再添增长动力。

## 四、建议关注的重点标的

### 4.1 车联网产业链结构梳理

**V2X 通信芯片及模组供应商**，包括国内的华为、中兴、宸芯科技等，以及海外的高通、Autotalks 等企业。作为终端设备的基础，他们负责为下游提供芯片、模组，以及配套开发工具的支持。

**路侧、车侧终端设备商**，包括千方科技、万集科技、金溢科技、海康威视等，负责提供搭载 V2X 芯片的完整终端设备，直接应用于对应的路侧和车侧场景，有些也负责智慧交通项目的承接和建设。

**地图供应商**，包括百度、四维图新、易图通等公司，致力于聚合车联网上游数据，提供路况、路网动态信息服务，是车联网具体落地场景之一，也是智能驾驶目前的必要辅助手段。

**应用系统与智驾软硬件提供商**，车联网面向车主的服务需要车载系统和自动驾驶域控来最终体现其价值，这一环节需要做到软硬件的高度适配和对车联网信息的深度分析与应用。目前智驾方案提供者包括：百度 Apollo、华为、Momenta 等；硬件供应商包括：德赛西威、中科创达等。

**整车制造环节**，各大主机厂负责独立研发或整合供应链，为终端客户提供车辆装配销售、升级维护、售后维保等服务。

此外，众多的其他零部件供应商也扮演着不可或缺的角色，包括激光雷达、毫米波雷达、摄像传感器为代表的感知元器件供应商等。

图 42：车联网产业链及相关企业梳理



资料来源：各企业官网，信达证券研发中心

## 4.2 中科创达：车路协同及智驾域控方案全栈供应商

作为全球领先的智能操作系统及端侧智能产品和技术提供商，中科创达业务覆盖智能操作系统、边缘计算、智能座舱、自动驾驶、车路云一体化、工业视觉等多种领域。

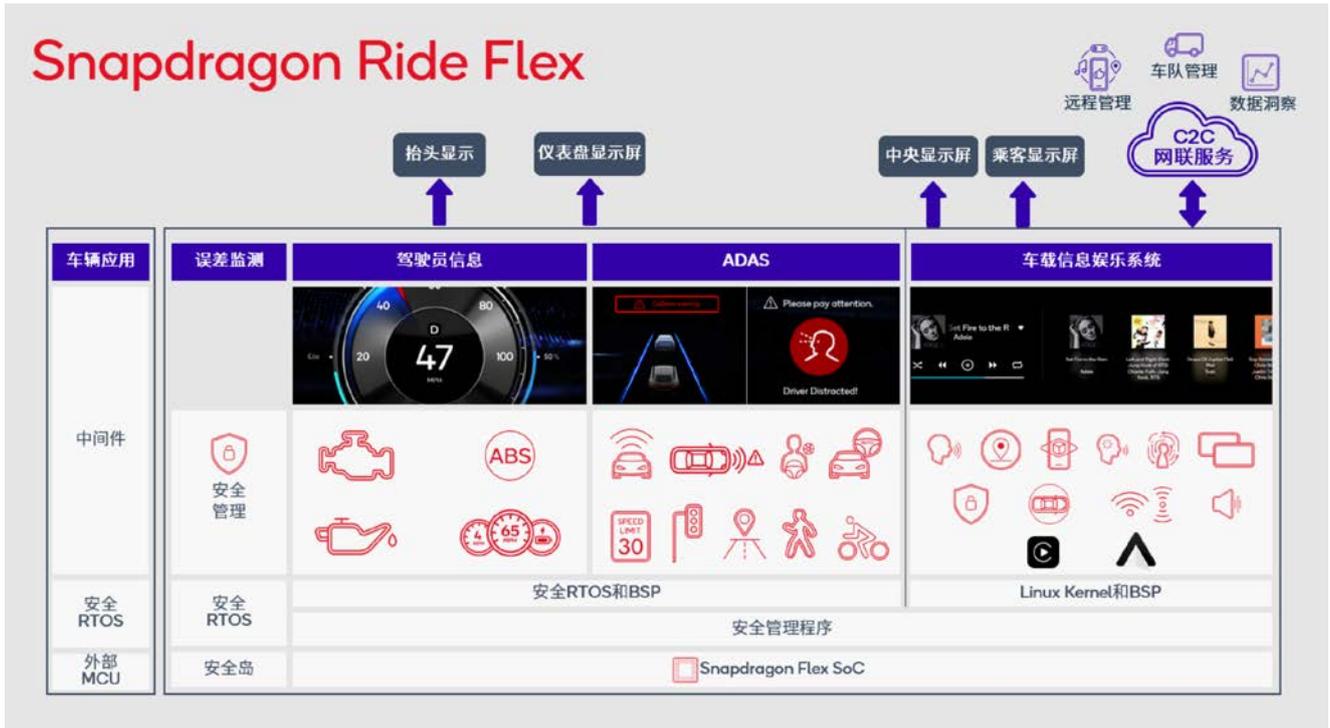
在智驾域控方面，中科创达与高通深度合作，打造舱驾融合解决方案。公司推出的 RazorDCX Pantanal 方案，以高通 4nm Snapdragon Ride Flex 芯片为核心，实现舱驾融合。智驾方面，可同时支持基础配置 7V5R12USS 与高阶配置 11V5R12USS 接入，实现记忆泊车、L2.9 级高速公路自动驾驶及 L3 级城区自动驾驶，并可拓展至 L4 级等封闭园区自动驾驶，此外还能通过算力拓展（单芯片算力可从 100Tops 拓展至 400Tops）从而满足车厂对于旗舰级算力的需求。

图 43：RazorDCX Pantanal 量产域控方案



资料来源：畅行智驾官网，信达证券研发中心

**Snapdragon Ride Flex：同一硬件协同部署数字座舱、ADAS 和自动驾驶(AD)功能。**目前主流方案采用智驾域控制器和座舱域控制器分离的设计，而在未来，中央计算电子电气架构或将成为车载计算架构的新方向。高通 Snapdragon Ride Flex SoC 致力于帮助汽车制造商和一级供应商实现统一的中央计算和软件定义汽车架构，驾驶员信息（包括抬头显示和仪表盘显示）、ADAS、车载信息娱乐系统、网联功能的实现均在统一的硬件支持下完成。为了实现最高等级的汽车安全，Snapdragon Ride Flex SoC 在硬件架构层面向特定 ADAS 功能实现隔离、免干扰和服务质量管控（QoS）功能，并内建汽车安全完整性等级 D 级（ASIL-D）专用安全岛。

**图 44: Snapdragon Ride Flex 方案**


资料来源: 高通官网, 信达证券研发中心

车路协同、车路云方面, 中科创达有能力提供基础数据底座。中科创达车路云方案通过路侧感知设备和计算设备, 结合云控平台实时提供高精度、低时延的道路交通目标信息, 并通过感知的交通基础信息, 服务于提升交通效率和保障交通安全等多种应用场景, 如信号灯动态配时、动态车道、区域交通优化、事故处置等场景。

**图 45: 中科创达车路云方案**


资料来源: 中科创达官网, 信达证券研发中心

### 4.3 德赛西威：汽车电子领军企业，智能驾驶业务快速增长

公司三大业务板块持续高增，其中智驾产品增长尤为突出。公司业务主要分为智能座舱、智能驾驶、网联服务三大板块，其中智能座舱依托智能交互系统、智能显示硬件、智能域控硬件、智能计算解决方案来满足面向未来的人机交互需求；智能驾驶业务则致力于提供行业领先的智能驾驶整体解决方案，产品范围涵盖智能驾驶计算系统，传感器和算法等。网联服务方面，产品涵盖智能网联生态系统、基础软件平台、智能进入、智能周边产品、网络安全、OTA 等。

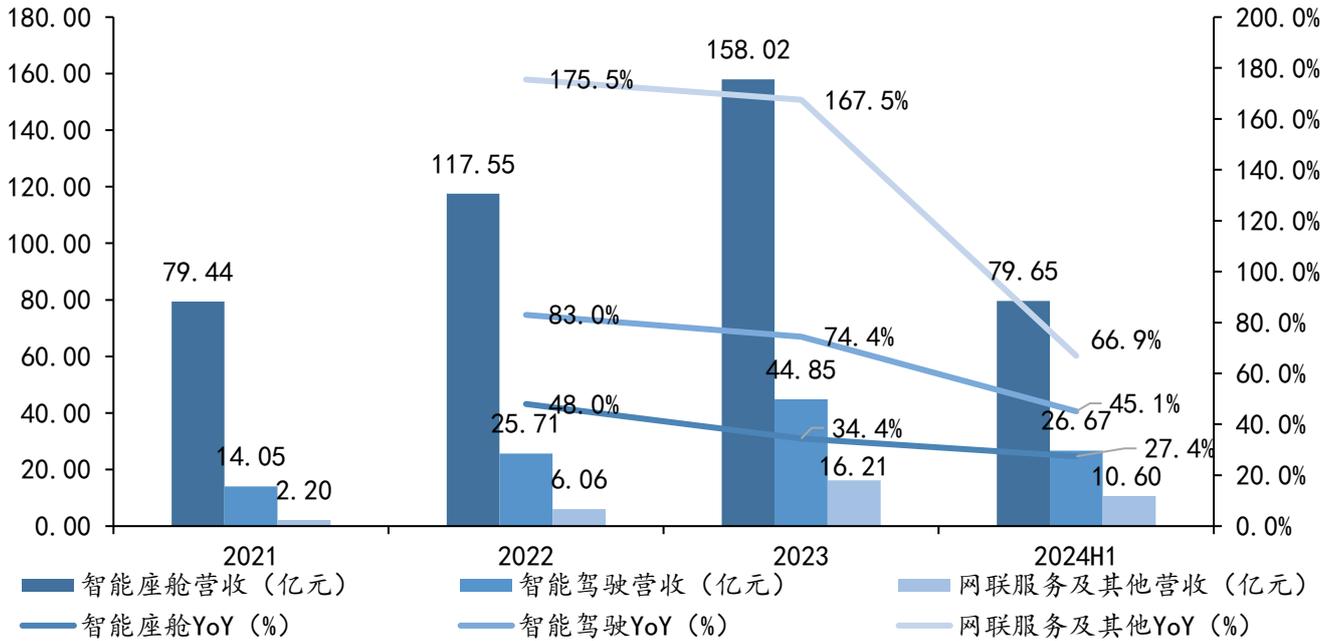
图 46：德赛西威三大业务板块



资料来源：德赛西威官网，信达证券研发中心

**智驾方案与造车新势力深度合作，客户覆盖与市场份额行业领先。**随着城市 NOA 为代表的高阶智驾功能规模化商用，公司智能驾驶板块收入逐年快速增长，2021/2022/2023/2024H1 分别实现 14.05/25.71/44.85/26.67 亿元，其中 2023 年新项目订单年化销售额突破 80 亿元。公司的高算力平台已量产配套理想汽车、小鹏汽车、路特斯、广汽埃安、极氪汽车等多家车企，新获得理想汽车、广汽埃安、吉利汽车、长城汽车、路特斯、极氪汽车等超过十家车企的新项目订单；轻量级差异化平台已获得主流自主、外资品牌的项目定点。

**智驾传感器方面，聚合能力持续增强。**2023 年，公司摄像头、T-box 产品的供货规模继续提升，并突破主流日系合资品牌，获得新项目定点。毫米波雷达业务获得广汽埃安、一汽红旗等客户的新项目订单。

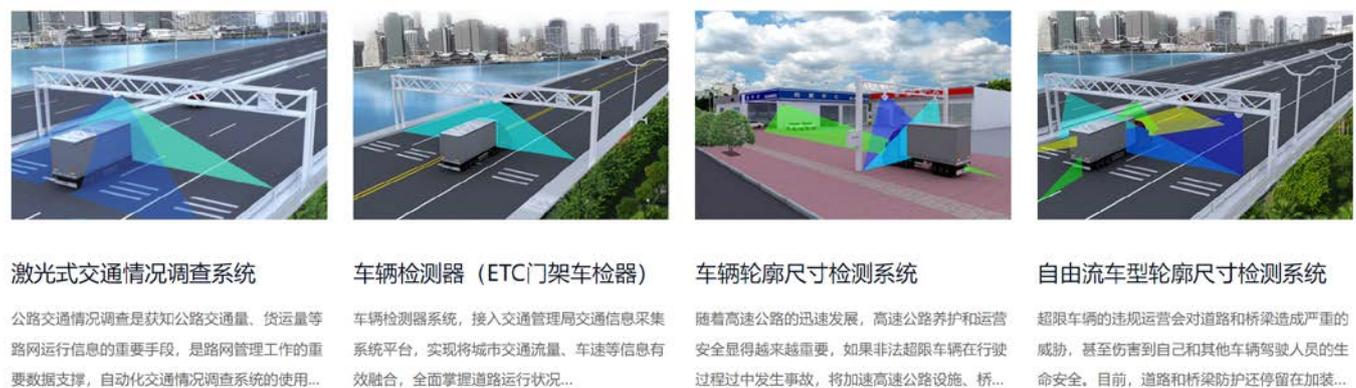
**图 47：德赛西威三大业务板块收入及同比增速**


资料来源: WIND, 德赛西威公告, 信达证券研发中心

#### 4.4 万集科技：深耕智能网联产业，布局车、路、云三侧软硬件产品

公司深耕智慧交通领域，车路云业务生态形成闭环。车侧，公司有 V2X 车载通信设备、乘用车/商用车前装 OBU、车载激光雷达等产品；路侧，公司打造了智慧基站、路侧激光雷达、V2X 通信终端在内的一系列路侧硬件产品；云侧，公司有将海量的交通信息汇集到 MEC 和云端大脑，通过对数据高效的处理和价值挖掘，分发到所有交通参与者，实现基于车路协同、群体智能协同的自动驾驶决策控制能力。

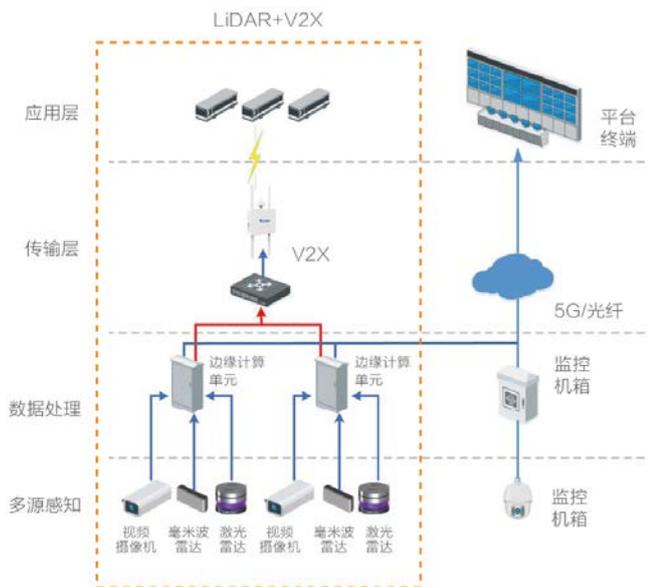
此外公司借助硬件栈和软件能力打造了丰富的系统方案。公司借助其在智能网联、边缘计算、路侧感知设备的技术积累，推出了包括车辆信息采集、轮廓检测、管理预警等在内的系统解决方案。

**图 48：万集科技公路交通行业系统方案**


资料来源: 万集科技官网, 信达证券研发中心

**V2X 方面**，公司的智慧基站产品集道路信息感知、数据存储与计算、信息中继传输等功能于一体，采用先进的传感器实现交通信息精确感知，利用边缘计算技术对感知信息进行分析处理，通过 5G/V2X 通信，以较低的时延将信息传输给周边车辆、移动终端及云端，实现“车-路-云-图”协同交互，提供高质量道路信息服务。

图 49：智慧基站路侧系统及管理平台



资料来源：万集科技官网，信达证券研发中心

图 50：基于 AI 算法的多源数据融合



资料来源：万集科技官网，信达证券研发中心

**激光雷达产品**类目丰富，涵盖从车规到工业多个领域。公司前装车载激光雷达能够为城市 NOA 功能或高阶辅助驾驶提供全面的感知信息，工业移动机器人激光雷达则应用于工业 AGV/AMR、自动叉车、重载牵引车、商用服务机器人等领域。交通用激光雷达，则主要用在公路交通行业可实现对通行车辆轮廓尺寸、车型、车道位置信息的精准识别。

图 51：万集科技部分激光雷达产品示意图

车规级激光雷达	工业级3D激光雷达	工业级2D激光雷达
 WLR-750 纯固态补盲雷达 >	 WLR-719C 4线 >	 WLR-718H 超轻薄补盲雷达 >
 WLR-760 192线 ADAS 主雷达 >	 WLR-720 16线 >	 WLR-719 高频率远距离导航雷达 >
	 WLR-721 44线补盲 >	 WLR-716Mini 高精度导航雷达 >
	 WLR-732 32线 路侧 >	
	 WLR-733 44线 V2X >	

资料来源：万集科技官网，信达证券研发中心

## 4.5 金溢科技：智慧交通全栈服务商，V2X 业务有望加速成长

产品涵盖智慧交通多个领域。公司集 C-V2X、DSRC、RFID 三大技术领先的智慧交通解决方案及产品提供商，业务涵盖汽车电子、车路协同、城市数字交通、智慧高速四大领域，拥有面向车-路两端各类智慧交通应用需求提供“解决方案设计+核心产品提供+边端系统集成”的全栈服务能力。此外，公司拥有独立自主开发的 V2X 应用协议栈，其具备丰富的内/外部接口，可跟进业务需求进行二次开发，适配市场主流 LTE-V 通信模组。

图 52：金溢科技产品体系



资料来源：金溢科技 2023 年年报，信达证券研发中心

云端产品方面，公司通过接入路侧感知设备，利用多源异构数据融合技术、人工智能算法、3D 可视化展示等先进技术，实现了交通场景的孪生重现。该平台拥有高可用的智能化事件检测及识别能力，可准确识别 200 多种交通事件，并提供标准接口和数据规范，支持多种典型网络协议接入，适应多种交通信息系统互联互通。

图 53：金溢科技道路全息感知平台



资料来源：金溢科技官网，信达证券研发中心

#### 4.6 千方科技：智慧交通与智能物联领军企业

**完备的智慧交通产品矩阵。**公司智慧交通业务包括智慧公路、智慧交管、智慧运输、智能网联、智慧轨交、智慧民航等多个领域。公司拥有全系列智慧交通专属产品，包括：1)双智路口核心硬件产品边缘智能体、鲲鹏·双智路口云控平台；2)城市智能路口所涉及的电警卡口、雷达，信号控制类的经济型、城市型、AI 型交通信号机，实时处理各类路口信息的边缘计算体等；3)智能网联系列的 V2X、RSU、OBU 及云控平台；4)交通运输方面的非现场执法的治理超载类产品、交通流量调查产品；5)高速公路计费产品；6)道路交通安全方面所涉及的安全卫士系统产品、重型货运车辆安全监管云平台等。

图 54：千方科技智能交通产品



资料来源：千方科技 2023 年年报，信达证券研发中心

以 AI、大数据等技术为核心，打造智慧交通行业云产品。依托云计算、大数据、物联网、AI 算法、知识图谱、数字孪生技术能力，公司基于 APaaS 平台（相比 Paas 强化了低代码能力），构建了全域交通行业云平台。该平台由通大数据平台，交通 AI 算法平台，通用技术平台，交通业务智库管理平台，交通应用编排平台等核心平台构成。

以智慧路网云为例，路网运行监测平台通过汇聚高速公路多元化数据分析计算各类指标结果，以 GIS 地图+高精度地图+BIM 方式展示路网交通态势监测及预警、事件监测及预警、重点车辆监测及预警等为高速管理者提供决策依据。高速公路收费稽核取证平台依托人工智能、大数据技术和视觉识别技术，分析逃费行为的特征，建立车辆档案，通过智能模型训练和智能分析，实现智能决策和智能操作，持续实现稽核业务流程的智能优化。

**图 55：千方科技智能交通产品**


资料来源：千方科技 2023 年年报，信达证券研发中心

智能网联案例积累深厚，拥有覆盖城市、高速的丰富项目经验。以北京 CBD 西北区交通优化示范项目为例，公司在光华路等主要道路上安装使用了 V2X 系统，为智能网联测试车辆提供了车路协同技术应用环境，帮助提高 CBD 等拥挤地区的通行效率。该项目实现了高峰通行效率提升 25%，总体交通拥堵报警和事故报警分别下降 18.8%和 17.5%，机动车平均运行速度提高 6%。

**图 56：千方科技智能网联客户案例**


资料来源：千方科技官网，信达证券研发中心

## 风险因素

---

### 政策推进不及预期。

车路云一体化和自动驾驶技术的落地会受到技术成熟度、商业可行性，以及同现有交通基础设施之间存在的矛盾等因素影响，行业政策的方向、力度、落地速度都可能会根据实际情况发生一定变化，进而影响行业的走向和趋势。但总体上看，智慧交通走向互联互通、高度自动化程度仍是行业的主要趋势。

### 自动驾驶技术发展不及预期。

由于自动驾驶本身涉及多个新兴领域的前沿技术，例如人工智能、机器视觉、半导体设计制造等，总体处于初期发展阶段，技术的可靠性仍有待市场的验证。未来技术进步和迭代的速度也受到物理定律、技术路适用性、投入规模等诸多复杂因素影响，存在迟滞的可能。

### 市场需求不及预期。

车路云一体化的车端设备市场推广需要一定时间，其是否能经得起市场的考验也需要一定时间才得到结论。而 Robotaxi 尚未得到大规模推广，其商业模式能否受到出行需求的认可，进而成为大众交通的选项之一，仍存在不确定性。

## 研究团队简介

**庞倩倩**，计算机行业首席分析师，华南理工大学管理学硕士。曾就职于华创证券、广发证券，2022 年加入信达证券研究开发中心。在广发证券期间，所在团队 21 年取得：新财富第四名、金牛奖最佳行业分析师第二名、水晶球第二名、新浪金麒麟最佳分析师第一名、上证报最佳分析师第一名、21 世纪金牌分析师第一名。

**傅晓焱**，计算机行业分析师，2024 年加入信达证券研究开发中心。

## 分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

## 免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

## 评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深300指数（以下简称基准）； 时间段：报告发布之日起6个月内。	<b>买入</b> ：股价相对强于基准15%以上；	<b>看好</b> ：行业指数超越基准；
	<b>增持</b> ：股价相对强于基准5%~15%；	<b>中性</b> ：行业指数与基准基本持平；
	<b>持有</b> ：股价相对基准波动在±5%之间；	<b>看淡</b> ：行业指数弱于基准。
	<b>卖出</b> ：股价相对弱于基准5%以下。	

## 风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。