

联合研究 | 联合研究专题 | 汽车 (2128)

智能驾驶将驶向何方?



| 报告要点

本篇报告深度拆解了智能驾驶，充分剖析智能驾驶当下百花齐放的原因，以及未来在何时、何种方式实现大规模的功能迭代以及商业模式如何成立。以全产业链视角充分回答了智能驾驶未来进展，以及各个环节中所带来的投资机会。

| 分析师及联系人



高登



张宁

SAC: S0590523110004 SAC: S0590523120003

汽车

智能驾驶将驶向何方？

投资建议： 强于大市（维持）
上次建议： 强于大市

相对大盘走势



➤ 从何而来：技术完善，智驾进入百花齐放阶段

共享出行或成为未来主要方向，高阶智能驾驶与共享出行相互促进，未来保持融合进化，高阶智驾或带来安全和效率的提升。落地来看，受益于政策支持力度增大和消费者支付意愿增强，国内具备智能驾驶更好的发展环境。国内通过多个方向实现落地：(1) 车路云 2020-2023 年的标准建立后，2024 年开始进入城市商业化落地阶段；(2) Robotaxi 在多轮迭代后目前技术进入相对成熟阶段；(3) L2+ 目前占比为 9.3%，渗透率进入“5%-30%”阶段，有望加速撬动消费需求。**政策迭代，车路云、单车智能、Robotaxi 协同加速，高阶智驾进入百花齐放的“绽放”阶段。**

➤ 殊途同归：落地方式差别，结果具备强互通性

智能驾驶研发参与者持续增加，不同维度加速推进高阶功能。Robotaxi 采用“跃进式”方式，单车智能采用“渐进式”方式，从研发和落地方式上存在明显差别。Robotaxi 与单车智能传感器和计算方式高度一致，有望实现“1+1>2”的效果。我们认为高阶功能技术具备互通性，端到端大模型加速迭代，数据规模和算力规模成为车企的核心竞争能力。车路云、单车智能、Robotaxi 有望成为加速高阶智能驾驶落地的三驾马车，端到端等大模型应用有望加速高阶智能驾驶功能落地。

➤ 驶向何方：模型驱动，2025 年功能或大规模落地

端到端大模型是智能驾驶未来落地的主要路径。神经网络充分简化运算步骤，减少人工特征提取的需要，打通从感知到决策的全过程，训练上将智能驾驶的核心生产力从研发人员转向数据和算力，有望凭借算力积累实现功能迭代。智能驾驶端到端大模型是重要的垂直类模型，2025 年有望实现大规模落地。车端从模型和硬件两个维度完成升级，模型上探索端到端模型上限，世界模型、VLM 等加速端到端能力提升。硬件上电子电气架构升级，算力集中传感器成本逐步下探。

➤ 商业模式：车企有望实现智能驾驶盈亏平衡

车企未来有望实现智能驾驶维度的盈亏平衡。(1) Robotaxi 通过成本下探实现单车的盈亏平衡，而后通过泛化能力实现 Robotaxi 维度下商业模式的盈亏平衡。(2) 单车智能，通过功能优化带动销量及智驾车型占比的双重提升，最终实现营收和毛利率水平的提升，直观反应在财务数据中。(3) 技术输出，通过架构及算法等方式完成对其他车企智能化水平的提升，从而实现营业收入来源的增加和扩张。

➤ 投资建议：打通产业链，关注各环节投资机会

端到端等 AI 大模型加速应用，车企端强者恒强。车企维度上，建议关注域架构车型领先且车型保有量高的、智能驾驶研发支出较高的车企，重点推荐比亚迪、长安汽车、理想汽车和小鹏汽车。产业链价值量分配，技术领先的有更多的话语权。零部件维度上建议关注智能化充分收益零部件公司，重点推荐伯特利、德赛西威、电连技术、经纬恒润等。产业加速，配套公司有望实现营收和业绩的增长。数据存储和算力部署方面，建议关注国产 GPU、存储服务器和作为算力基础设施的 IDC、云计算、CDN 行业投资机会。

风险提示：智能驾驶进展不及预期；智能驾驶在消费决策权重下降；乘用车销量不及预期。

投资聚焦

核心逻辑

本篇报告复盘了智能驾驶的伊始，深度拆解了当下智能驾驶百花齐放的原因。智能驾驶研发参与者持续增加，从不同维度加速推进高阶功能，在迭代过程中存在明显的路线差异。Robotaxi 与单车智能传感器和计算方式高度一致，未来结果上具备相通性。端到端神经网络充分简化运算步骤，减少人工特征提取的需要，打通从感知到决策的全过程，训练上将智能驾驶的核心生产力从研发人员转向数据和算力，有望凭借算力积累实现功能迭代。2025 年或是垂类模型加速落地的一年，同时智能驾驶或迎来盈亏平衡，智能驾驶有望迎来行业趋势性升级。

投资看点

- **端到端等 AI 大模型加速应用，车企端强者恒强。**大模型的研发需要车企持续的研发投入，在保证端到端大模型“正循环”的情况下，即销量领先、数据规模领跑的车企具备更大数据存储量。同时销量领先的情况下收入扩张后研发费用有望持续拓张，充分支持算力的投入。未来我们认为，整车厂和智能驾驶企业将会加速分化，头部企业有望具备更强大的研发能力。智能驾驶端到端大模型作为未来发展方向，车企是主要的投入者和推进者，建议关注域架构车型领先且对应车型保有量高的、智能驾驶研发支出较高的车企。重点推荐比亚迪、长安汽车、理想汽车、小鹏汽车、华为系车企等。
- **产业链价值量分配，技术领先的有更多的话语权。**产业链价值量来看，软件和算法占比或进一步提升，现有的硬件结构或进一步降本，建议关注车端数据量和算力量具备优势的零部件企业。数据产生阶段：需要感知层、决策层、执行层的三层配合。建议关注线控底盘域供应商伯特利、拓普集团、保隆科技、中鼎股份；智能驾驶域控制器核心供应商德赛西威、科博达、华阳集团等。数据传输阶段：需要保持较高规模的数据的传输体量和车端集中式 E/E 架构，车端数据量和传输速度有望显著提升。建议关注高速连接器核心供应商电连技术；区域控制器核心供应商经纬恒润等。
- **产业加速，配套公司有望实现营收和业绩的增长。**训练端来看，数据存储和算力部署有望迎来全新增长，头部配套公司有望实现营收和业绩的新增长。数据存储和算力应用维度：车企或成为较大应用方向和需求核心弹性方向。建议关注算力方面的核心标的和数据存储方面的核心领跑公司。随着自动驾驶车型、里程的不断增加，有望带来更多的 AI 算力部署需求和数据存储需求。建议关注国产 GPU、存储服务器和作为算力基础设施的 IDC、云计算、CDN 行业核心标的。

正文目录

1. 从何而来：技术完善，智驾进入百花齐放阶段.....	6
1.1 车路云：标准趋向完善，城市商业化应用加速.....	9
1.2 Robotaxi：功能通过地方性测试，盈利曙光初现.....	13
1.3 单车智能：技术突破撬动需求，加速拐点已至.....	18
1.4 殊途同归：多路线百花齐放，智驾进入加速阶段.....	20
2. 驶向何方：模型驱动，2025 年有望大规模落地.....	23
2.1 端到端：效率提升，数据和算力成为核心生产要素.....	23
2.2 时间节点：垂类大模型或在 2025 年实现大规模落地.....	26
2.3 车端升级：辅助模型增加，架构升级硬件结构优化.....	31
2.4 商业模式：运营模式丰富，智驾迎来盈亏平衡曙光.....	37
3. 投资建议：关注各环节龙头公司的投资机会.....	43
4. 风险提示.....	44

图表目录

图表 1：未来共享化交通实现路径.....	6
图表 2：智能驾驶功能车型具备安全性的提升.....	7
图表 3：使用特斯拉 Autopilot 功能安全性更高.....	7
图表 4：高阶智能驾驶有望保持运行效率的提升.....	7
图表 5：各类车型运行时长对比.....	7
图表 6：智能驾驶在国内具有更高的支付溢价.....	8
图表 7：智能驾驶研发参与者持续增加.....	8
图表 8：我国智能网联汽车及基建的相关政策演进.....	9
图表 9：截止 2023 年底，各地智能驾驶示范区建设情况.....	10
图表 10：我国智能网联汽车标准体系建设.....	11
图表 11：车路云一体化系统架构图.....	11
图表 12：近期智能网联车路云一体化相关政策梳理.....	12
图表 13：智能网联车路云一体化产业整体产值增量（亿元）预测（中性预测）.....	13
图表 14：各主要厂商布局情况.....	13
图表 15：中国智能驾驶相关政策梳理.....	14
图表 16：中国各省市无人驾驶相关政策梳理.....	15
图表 17：中国主要厂商 Robotaxi 进程.....	16
图表 18：北京亦庄通州区萝卜快跑安全员招聘薪资.....	17
图表 19：2019—2030 年传统出租车/网约车和 Robotaxi 的单公里成本（元）.....	17
图表 20：L2 及以上智驾渗透率有望提速.....	18
图表 21：L2+智驾月度渗透率.....	18
图表 22：高速 NOA 月度渗透率.....	18
图表 23：城市 NOA 月度渗透率.....	18
图表 24：电动化时代投资框架.....	19
图表 25：进入智能网联汽车准入和上路通行试点联合体基本信息.....	20
图表 26：特斯拉 FSD V12.5 有望加速推进 Robotaxi.....	21
图表 27：百度萝卜快跑在武汉可示范运营范围.....	21

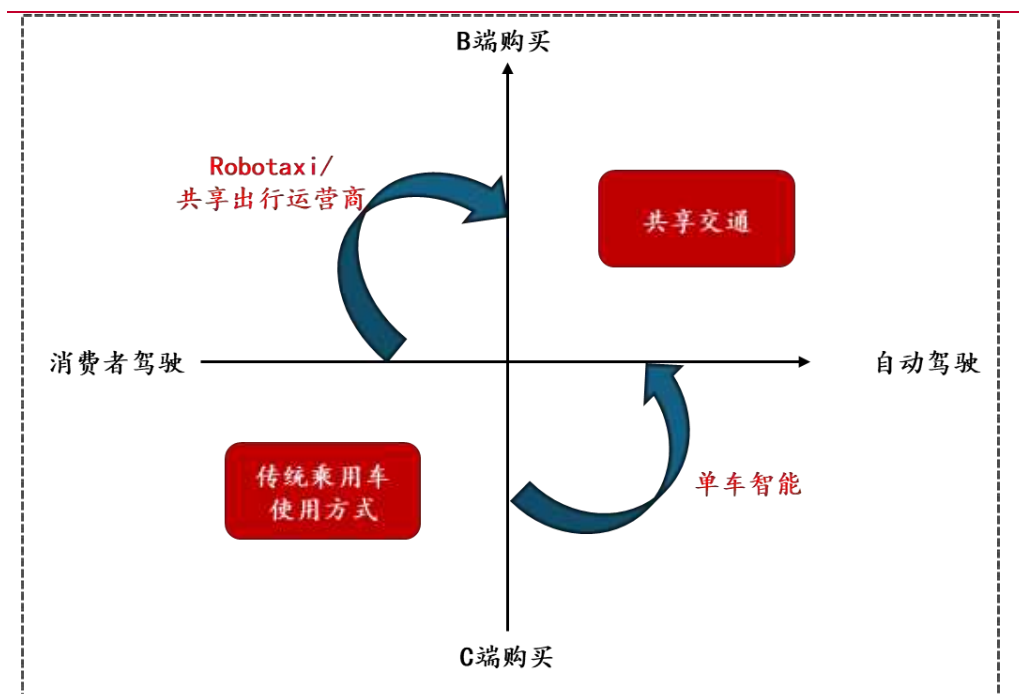


图表 28:	Robotaxi 与单车智能在高阶功能具备互通性	21
图表 29:	智能驾驶向高阶发展的核心架构	22
图表 30:	智能驾驶端到端大模型架构	23
图表 31:	智能驾驶端到端大模型具备更高功能表现上限	23
图表 32:	特斯拉自动标注算法	24
图表 33:	算力和数据成为未来智能驾驶迭代的核心要素	24
图表 34:	各家车企智能驾驶 2023 年至今车型销量及智能驾驶付费模式	24
图表 35:	车企车端算力部署进展	25
图表 36:	车企智能驾驶端到端模型评价体系及主要参数	25
图表 37:	垂直类模型有望加速落地, 推动大模型发展	26
图表 38:	英伟达汽车收入占比逐步提升	27
图表 39:	英伟达汽车主要客户	27
图表 40:	车企端到端大模型或进入加速训练和功能落地阶段	27
图表 41:	特斯拉 FSD V12 上市后累计里程数据突破十亿公里	28
图表 42:	特斯拉软件版本迭代	29
图表 43:	各家车企域架构平台车型及上市时间	30
图表 44:	各车企城市 NOA 功能规划	30
图表 45:	优质自主品牌高阶智驾规划	31
图表 46:	多个大模型引入帮助端到端大模型实现更好的效果	32
图表 47:	世界认知模型可以实现更好的帮助端到端大模型认知世界	32
图表 48:	VLM 模型将过去的 Rule-based 方案打包后放入模型	33
图表 49:	汽车 E/E 架构升级路线	34
图表 50:	智能驾驶催化 E/E 架构升级	34
图表 51:	L3/L4 对 E/E 架构的需求升级	34
图表 52:	影子模式的训练模式	35
图表 53:	智能驾驶数据闭环流程示意图	35
图表 54:	智能驾驶传感器性能对比	35
图表 55:	“摄像头+毫米波雷达+超声波雷达”的组合基本满足感知需求	35
图表 56:	激光雷达成本持续下探, 2024 年降价节奏逐步放缓	36
图表 57:	速腾聚创激光雷达成本下探 (万元)	36
图表 58:	禾赛科技激光雷达成本下探 (万元)	36
图表 59:	Pseudo-LiDAR 点云生成方式	37
图表 60:	Pseudo-LiDAR 点云生与激光雷达、前向视觉对物体感知的识别对比	37
图表 61:	车企智能驾驶数据获取体系为路测车队+Robotaxi+家用车的结构	38
图表 62:	智能驾驶未来商业模式, 有望迎来盈亏平衡	38
图表 63:	百度阿波罗 Robotaxi 在成本逐步下探	39
图表 64:	萝卜快跑当前开放进展	40
图表 65:	小马智行当前开放进展	40
图表 66:	国内 Robotaxi 商业化阶段迭代节奏	40
图表 67:	理想汽车在 OTA6.0 后加速推进架构升级	41
图表 68:	理想汽车高阶智驾版本占比有望提升	41
图表 69:	智能驾驶技术优势企业有望实现技术输出	41
图表 70:	丰田与华为在 9 代凯美瑞开展智能化合作	42
图表 71:	小马智行与丰田中国、广汽丰田在 Robotaxi 合作	42

1. 从何而来：技术完善，智驾进入百花齐放阶段

交通出行的要求是安全和效率并重，共享化和无人化是未来交通体系发展的目标。实现路径来看，单车智能通过 C 端购买单车智能化水平完成车辆的共享化；Robotaxi 或共享出行运营商通过首先 B 端交付车辆而后提升智能驾驶的方式，而后实现智能驾驶水平的提升。共享化和智能化的本质是提升车辆运行效率和安全性。高阶智能驾驶与共享出行相互促进，未来保持融合进化。

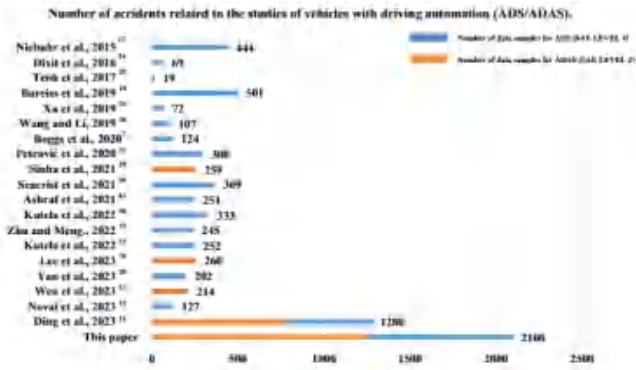
图表1：未来共享化交通实现路径



资料来源：国联证券研究所绘制

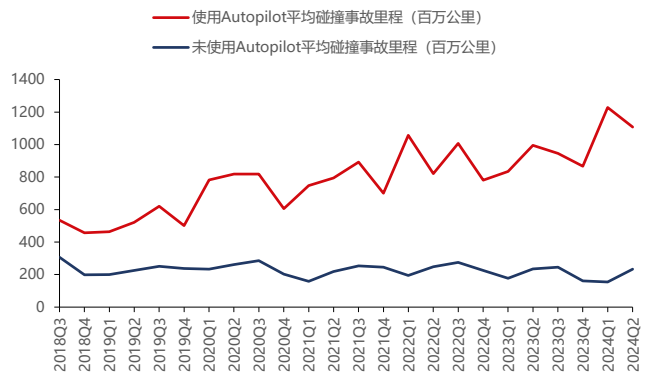
安全：智能驾驶车辆安全性全面升级。 Mohamed Abdel-Aty, Shengxuan Ding 等在《A matched case-control analysis of autonomous vs human-driven vehicle accidents》中针对美国数据进行统计，智能驾驶车辆执行常规驾驶任务（如保持车道位置和根据车流调整位置）时一般更安全、更不容易发生事故。根据特斯拉的车辆安全报告,2018Q4 至今使用 Autopilot 功能平均事故里程显著高于未使用 Autopilot 功能平均事故里程，即安全性全面提升。

图表2：智能驾驶功能车型具备安全性的提升



资料来源：《自然》，A matched case-control analysis of autonomous vs human-driven vehicle accidents, Mohamed Abdel-Aty, Shengxuan Ding, 国联证券研究所

图表3：使用特斯拉 Autopilot 功能安全性更高



资料来源：特斯拉车辆安全报告，国联证券研究所

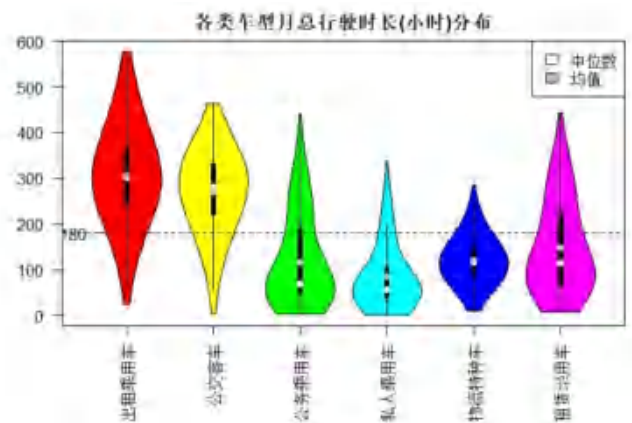
效率：全局维度优化效率，商业化应用后车型使用时长和使用效率全面提升。高阶功能落地后，凭借 V2X 体系可以实现规划路线互通，通过云端计算或车端平台互通对所有自动驾驶车辆的规划路线统一调配，最大化利用交通路线。使用时间来看，出租乘用车的日均行驶时长为 9.7 小时/天，私人乘用车的日均行驶时长为 2.6 小时/天，共享化后资产运行效率显著提升。

图表4：高阶智能驾驶有望保持运行效率的提升



资料来源：搜狐汽车，国联证券研究所

图表5：各类车型运行时长对比



资料来源：汽车之家，国联证券研究所

国内具备智能驾驶更好的发展环境。政策上来看，我国政府对智能驾驶的支持力度更大，一方面开放更大测试权限和测试范围，一方面标定了“两横三纵”的迭代战略。消费层面来看，中国消费者对自动驾驶具有更高的支付溢价，具备良好的落地土壤。

图表6: 智能驾驶在国内具有更高的支付溢价



资料来源: 麦肯锡, 国联证券研究所

国内智能驾驶多维度推进, 多维度探索高阶功能落地方案。智能驾驶研发参与者增加, 从不同维度加速高阶功能的落地。芯片厂商、整车厂、自动驾驶科技企业、出行科技企业等均加速入局, 尝试从不同维度解决智能驾驶算法, 共同推进高阶智能驾驶功能落地。落地方式来看, 车路云、Robotaxi、单车智能等多个方式推进。

图表7: 智能驾驶研发参与者持续增加



资料来源: 亿欧智库, 亿欧汽车, 国联证券研究所

1.1 车路云：标准趋向完善，城市商业化应用加速

车路云从2017年开始布局，经过2020-2023年的调整后，目前已经进入城市商业化阶段。政策推进节奏受技术路线与功能效果的影响，技术完整性和路线选择成为车路云方向的关键因素。复盘来看，国内针对技术路线的政策主要经历三个阶段：（1）第一阶段（2017-2020年），智能网联的试点阶段；（2）第二阶段（2021-2023年），智能网联标准体系建立阶段；（3）第三阶段（2024年至今），城市商业化落地阶段。

图表8：我国智能网联汽车及基建的相关政策演进

2020年2月	2020年10月	2020年12月	2021年7月	2021年7月	2021年9月	2022年11月	2023年11月
十一部委联合：《智能网联汽车创新发展规划》 提出构建先进完备的智能汽车基础设施体系，推进智能化道路基础设施规划建设、建设广泛覆盖的车用无线通信网络、建设覆盖全国的车用高精度时空基准服务能力、建设覆盖全国路网的道路交通地理信息系统、建设国家智能汽车大数据云控基础平台等为重点建设任务。	国务院办公厅：《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》 《车联网（智能网联汽车）发展应用推广指南》 《车联网（智能网联汽车）发展应用推广指南》 《车联网（智能网联汽车）发展应用推广指南》	交通运输部：《交通运输部关于推进道路自动驾驶技术发展应用的指导意见》 《自动驾驶汽车安全等级及测试规范》 《自动驾驶汽车安全等级及测试规范》 《自动驾驶汽车安全等级及测试规范》	工信部、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）》 对2018年4月旧版本进行修订。为适应新技术新模式新业态发展，加快智能网联汽车产业化进程，提及了“示范道路扩展包括高速公路在内的公路、城市道路和区域”以及“允许安全可靠车辆的‘载人载物示范应用’”。	工信部：《关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》（以下简称《意见》） 包括总体要求、加强数据和网络安全管理、规范软件在线升级、加强产品管理、保障措施共五个方面、十一项内容。	工信部：《物联网新型基础设施建设三年行动计划（2021—2023年）》 充分发挥地方政府在新型基础设施建设规划、投资布局中的统筹引导作用，形成政策合力。到2023年底，在国内主要城市初步建成物联网新型基础设施。专栏3智慧城市中指出推进基础数字化、网络化、智能化的新型城市基础设施建设。	工信部、公安部：《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） 为贯彻落实意见，促进智能网联汽车推广应用，提升智能网联汽车产品性能和运行安全水平，开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作，实施内容包括产品准入试点、上路通行试点和应急处置。	工信部、公安部等四部门：《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》 对具备量产条件的搭载L3和L4级自动驾驶功能的智能网联汽车产品开展准入试点，并且获得准入的汽车产品可在限定区域开展上路通行试点。2024年6月，研究确定了9个进入试点的联合体。
工信部、公安部、国家标准化委员会：《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联管理）》 《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联管理）》 《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联管理）》	工信部、住建部：《关于确定智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展试点工作的通知》 《关于确定智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展试点工作的通知》 《关于确定智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展试点工作的通知》	发改委、网信办、工信部、能源局：《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》 《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》 《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	工信部等十部委：《5G应用“扬帆”行动计划（2021-2023年）》 指出5G赋能重点领域包括5G+车联网。强化汽车、通信、交通等行业的协同，加强政府、行业组织和企业间联系，共同建立完备的5G与车联网测试评估体系，保障应用的端到端互联互通。	网信办、发改委、工信部、公安部、交通运输部：《汽车数据安全管理办法（征求意见稿）》 《汽车数据安全管理办法（征求意见稿）》 《汽车数据安全管理办法（征求意见稿）》	工信部：《2022年车联网标准化工作要点》 在智能网联汽车领域，推进基于LTE-V2X的车载信息交互系统，基于网联功能的汽车安全预警场景应用以及响应交互接口规范等标准的研究和立项。协同推动智慧城市网联基础设施相关标准制定，支撑智能网联汽车与智慧城市基础设施、智能交通系统、大数据平台互联互通	中共中央、国务院：《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》 明确了数据要素改革的总体目标、方向和指导思想与具体原则，确定了主要任务，即加快数据产权制度、数据流通交易制度、数据收益分配制度、数据安全治理制度四大类基础制度建设。构建我国数据要素改革的“四梁八柱”	工信部、公安部等五部门：《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“政府引导、市场驱动、统筹规划、循序建设”为基本原则，聚焦智能网联汽车“车路云一体化”协同发展，推动建成一批架构相同、标准统一、业务互通、安全可靠的国家级应用试点项目。车路云一体化首批试点城市名单有望于6月底公布。

资料来源：中国政府网，国联证券研究所整理

第一阶段：智能网联的试点阶段，试点范围持续扩大。政策驱动以及标准体系完善，我国智能网联汽车“车路云一体化”建设进入快车道。截至2023年底，全国共建设17个国家级测试示范区、7个车联网先导区、16个智慧城市与智能网联汽车协同发展试点城市，开放测试示范道路22000多公里，发放测试示范牌照超过5200张，累计道路测试总里程8800万公里，自动驾驶出租车、干线物流、无人配送等多场景示范应用有序开展。从空间分布来看，我国已经形成环渤海、长三角、珠三角、中西部四大智能网联汽车产业集群。

图表9：截止 2023 年底，各地智能驾驶示范区建设情况

城市	试点区域	牌照发放	开放道路测试	高速	核心区域	项目规划	基础设施建设情况
北京	海淀、顺义、石景山、房山、通州、经开区	22 家企业 739 辆	336 条 1161 公里	√	北京亦庄（经开区）	分四阶段，正在推进 3.0 建设	亦庄建成 329 个智能网联标准路口，部署共 4400 余个相机、1200 余个雷达感知设备设施，RSU 通讯设施 350 余个，边缘计算单元设施 480 余个，建设超高速无线通信技术 EUHT 专网，双向 750 公里城市道路和 10 公里高速公路实现车路云一体化功能覆盖。
上海	嘉定、临港、奉贤、浦东金桥	32 家企业 772 辆	926 条 1800 公里	√	嘉定区	建设完成	嘉定建设完成智慧路口近 300 个，其中全息路口 60 个；累计建设 230.6 公里智能网联示范区车路协同环境，部署 5G 基站 4370 个，部署北斗定位基站 15 个，覆盖范围 464 平方公里
广州	黄埔、白云、海珠、番禺、花都、南沙	13 家企业 308 辆	507 条 1062 公里	√	黄浦区	两期建设完成	黄埔一期完成 133km 城市开放道路和 102 个路口的智能化改造，规模化部署 1318 个 AI 感知设备、89 个 V2X 路侧通信单元；二期新增 437 公里高精地图覆盖道路，包含 230 个路口智慧化改造
长沙	湘江新区	-	"城市：200 平方公里 高速：100 公里"	√	梅溪湖片区、洋湖片区、大王山片区	建设完成	完成长沙主城区 200 平方公里范围内 286 个路口的城市道路和高速公路 151 个点智能化和网联化改造，智慧物流车路协同示范线开放道路智能化 29 个点改造，累计建设完成 6.8 万余个 5G 逻辑基站
无锡	锡山、新吴、经开、梁溪、滨湖区	6 家企业道路测试牌照；5 家企业示范运营牌照	开放全域城市道路、2 条城市快速路、4 个片区 147.1 平方公里无人化自动驾驶测试区	-	无锡锡山区（锡东新城商务区）	市区联动随建	全市建成 450 平方公里，856 个点段，1200 公里的车路协同基础设施覆盖；完成车联网基础设施建设锡东新城 45 平方公里全域覆盖，改造道路点位 255 个、道路里程双向 295.4 公里、搭建功能性场景 15 类，核心测试区实现全息路口全覆盖，建成城市环境下真实隧道、高架等复杂道路场景，大规模部署了智能网联行人过街场景 28 个点
天津	西青区	-	523.8 公里	-	天津南站商务区	两期建设完成	西青全域内完成改造 408 个路口 17 个路段，总长 449 公里，覆盖面积约为 342.2 平方公里，其中包含 110 个全息路口，部署 RSU、摄像头、雷达等设备共计 3600 余台

资料来源：赛文研究院，国联证券研究所整理

第二阶段：标准统一，政策指引车路云架构和标准完善。智能驾驶示范区有望实现全国标准统一，满足高阶智能驾驶大面积测试。《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点的通知》以及《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）》明确推动建成一批架构相同、标准统一、业务相同、安全可靠的城市级应用试点项目并制定了详细的落地方案，有望进入标准化运行阶段。

图表10：我国智能网联汽车标准体系建设



资料来源：中国政府网，国家智能网联汽车创新中心，中国汽车工程协会，国联证券研究所

图表11：车路云一体化系统架构图



资料来源：国家智能网联汽车创新中心，中国汽车工程学会《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）》，国联证券研究所

第三阶段：大规模商业化应用阶段。本次政策加速，推动国内车路云协同发展，标准化体系已逐步清晰。截至2024年1月，智能网联汽车领域已制定发布国家和行业标准43项，初步建立起能够支撑驾驶辅助及自动驾驶通用功能的智能网联汽车标准体系。其中《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》、《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点的通知》和《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）》的发布备受市场关注，三个文件互相联系，共同构建了智能网联汽车准入及上路通行和智能网联“车路云一体化”体系。

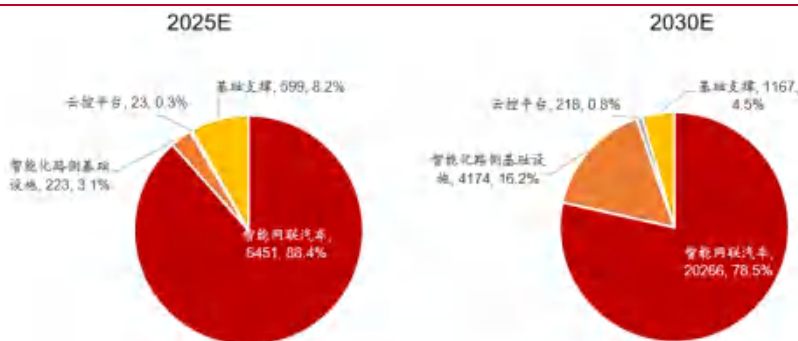
图表12：近期智能网联车路云一体化相关政策梳理

文件名称	《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）》	《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点的通知》	《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》
发布时间	2024年5月	2024年1月	2023年11月
目标	建成一批架构相同、标准统一、业务互通、安全可靠的城市级应用试点项目	以城市为申请主体，旨在开展智能化路侧基础设施和云控基础平台等建设，形成统一的车路协同技术标准与测试评价体系，健全道路交通安全保障能力，促进规模化示范应用和新型商业模式探索	准入和上路通行试点由汽车生产企业和使用主体组成联合体自愿申报，通过遴选符合条件的智能网联汽车产品开展准入和上路通行试点。
主要内容	(1) 智能网联汽车车路云一体化应用试点的基本原则和目标 (2) 车路云一体化系统定义 (3) 车路云一体化系统建设内容和基本要求 (4) 车路云一体化系统的具体组织实施工作的具体部署	<ul style="list-style-type: none"> 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 提升道路交通安全保障能力 探索新模式新业态 	<ul style="list-style-type: none"> 正式对L3/L4自动驾驶的准入规范进行了具体要求 并完善了相关规则 首次明确高阶智驾事故责任归属 开启了对首批企业的遴选工作
进展	目前共建设17个国家级测试示范区、7个车联网先导区、16个智慧城市与智能网联汽车协同发展试点城市，开放测试示范道路22000多公里，发放测试示范牌照超过5200张，累计道路测试总里程8800万公里	<ul style="list-style-type: none"> 5月31日，北京市公共资源交易服务平台发布《北京市车路云一体化新型基础设施建设项目建设（初步设计、施工图设计）招标公告》 6月3日，福州智能网联车路云一体化启动区示范建设审批类项目公示 6月4日鄂尔多斯市新能源智能网联汽车车路云一体化应用示范项目已成功获得备案 	6月4日，工信部等四部委发布了9个开展智能网联汽车准入和上路通行试点的联合体名单
未来规划	指南也将持续迭代升级、更新完善，支撑城市级车路云一体化示范项目建设和	长春、杭州等地也已积极申报相关试点，首批试点城市名单有望于6月底公布	推动高阶智能驾驶技术不断测试和优化

资料来源：智能交通技术，汽车学会，工信微报，财联社，国联证券研究所整理

监管侧：聚焦于完善车路云网络架构和路端通信能力。路端基础设施建设和基础支撑整体具备较大弹性，成为车路云的核心增长方向。规模来看，预计2025年/2030年我国路端基础设施建设和基础支撑产值分别从223/599亿元提升至4174/1167亿元。路端和网络端基建具备较大增长弹性，成为监管侧接入的核心方向。

图表13: 智能网联车路云一体化产业整体产值增量(亿元)预测(中性预测)



资料来源: 中国汽车工程学会, 国家智能网联汽车创新中心《车路云一体化智能网联汽车产业产值增量预测》, 国联证券研究所

1.2 Robotaxi: 功能通过地方性测试, 盈利曙光初现

2009 年开始 Robotaxi 逐步开启研发和商业化落地。技术端, 在特斯拉、百度、华为等头部厂商的引领下, 智能驾驶技术加速迭代, 成熟度持续提升。成本端, 随着高阶智能驾驶规模化落地, 产业链相关配套设施成本进一步下降, 也推动 Robotaxi 整体成本的下降, 全球 Robotaxi 商业化迈入新阶段。当下进展来看, Robotaxi 商业化稳步推进。海外 Waymo 商业化进展顺利, 2024 年 6 月, Waymo 每周付费订单约为 5 万单, 营收实现显著提升。国内百度旗下萝卜快跑已经在 11 个城市开放载人测试运营服务, 且在北京、武汉、重庆、深圳、上海等地开展全无人自动驾驶出行服务测试, 预计萝卜快跑 2024 年实现武汉单城市的盈亏平衡, 商业化落地加速。

图表14: 各主要厂商布局情况

企业	开始研发时间	国家	主要测试地区	累计实测和运营里程	车队规模	订单量	营收情况
Waymo	2009	美国	凤凰城、加州旧金山、奥斯汀、洛杉矶	6440 万公里	大于 700 辆	2023 年累计接单 70 万单; 2024 年 4 月, 每周可接付费订单 5 万单。	2022 年营收约 200 万美元。
Cruise	2013	美国	加州旧金山	483 万公里	约 300 辆	-	-
百度	2013	中国	上海、深圳、武汉、北京等 11 个城市	超 9000 万公里	大于 1000 辆	2023 年出行服务订单超过 300 万单; 2024 年 Q1, 自动驾驶订单约 82.6 万单; 截至 4 月 19 日, 累计 600 万单。	基于 2024 年 Q1 数据假设全年订单, 2024 年营收有望超过 6 千万。
		美国	加州旧金山、洛杉矶等				
小马智行	2016	中国	北京、广州、上海、深圳等	超 3500 万公里(截至 2024 年 6 月)	大于 400 辆	截至 2022 年 4 月, 完成自动驾驶服务 70 万次订单。	基于日均数据假设全年订单, 在深营收可达 150 万元左右。
		美国	弗里蒙特等				
文远知行	2017	中国	广州、北京、深圳、上海、等	2500 万公里	大于 500 辆	2019 年 12 月 01 日至 31 日, 共完成 8,396 个出行订单, 日均出行服务 271 次, 共服务 4,683 名用户。	基于 2019 年 12 月数据假设全年订单, 年均营收可达 200 万元。
		美国	加州圣何塞				

资料来源: 各公司官网, 中国汽研, 智能车参考, 每日经济新闻, 澎湃新闻, 界面新闻, 新浪科技, 财联社 AI daily, TechWeb, 中国汽车工程研究院《高级别自动驾驶应用白皮书》, 国联证券研究所整理 (注: 1 英里≈1.61 公里)

国内政策端：明确自动驾驶准入规范，各试点城市落地规范发布。顶层框架和地方方法规相辅相成。整体而言，中国的政策框架旨在确保自动驾驶技术的稳定发展，同时鼓励创新和商业化应用。而在地方层面，一些城市如北京、上海和广州等，已经开始实施更为积极的政策措施，以支持自动驾驶技术的测试和应用，推动自动驾驶规模化量产和商业化运营。截至 2023 年底，全国共建设 17 个国家级测试示范区、7 个车联网先导区、16 个智慧城市与智能网联汽车协同发展试点城市，开放测试示范道路超 2.2 万公里，发放测试示范牌照超 5200 张。在无人驾驶出租车方面，截至 2024 年 4 月底，国内发放的无人驾驶出租车试运营牌照总共 6800 张。

图表15：中国智能驾驶相关政策梳理

内容	具体要求或规定
运营牌照	应依法取得《网络预约出租汽车运输证》或《道路运输证》，符合交通运输行业经营性机动车运营安全技术标准要求。
安全员要求	L3 和 L4 级别 Robotaxi 应随车配备 1 名安全员；L5 级别在确保安全前提下，可使用远程安全员，人车比不得低于 1:3。
安全保障	自动驾驶运输经营者应与相关方签署协议，明确权利义务，并进行专业性论证和安全风险评估。报告应告知相关部门。 自动驾驶车辆应具备运行状态信息记录、存储和传输功能，实时传输关键运行状态信息。事故发生时，自动记录和存储至少 90 秒的运行状态信息。
责任划分	《服务指南》未具体规定责任分配，相关依据见《准入通知》。保险公司在责任限额内赔偿，不足部分按《道路交通安全法》确定。智能网联汽车一方依法承担责任的，由试点使用主体承担。有过错的相关主体可被追偿。构成犯罪的，追究刑事责任。

资料来源：金杜研究院，国联证券研究所整理

各地陆续出台相关政策，加速 Robotaxi 落地。以上海为例，2023 年上海 7 家企业、30 辆无驾驶人汽车常态化开展测试，4 家企业、13 辆汽车启动高快速路测试与示范，3 家企业、9 辆汽车获得 L3 级别自动驾驶高快速路测试牌照。截至 2023 年底，上海累计开放测试区域总面积 912 平方公里，嘉定 464 平方公里和临港 386 平方公里全域开放，自动驾驶测试（功能测试）里程 743.7 万公里，测试时长 65 万小时。

图表16：中国各省市无人驾驶相关政策梳理

城市	政策文件	时间	主要内容
北京	《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）》	2021.11	允许在亦庄60平方公里范围内开展主驾无人的商业化运营；2023年修订版开放车内无人商业化试点，要求1:1远程配备驾驶人。
	《北京市自动驾驶汽车条例（征求意见稿）》	2024.6	支持Robotaxi在城市公共汽车客运、出租汽车客运（包括网约车）、汽车租赁等城市出行服务中使用；在创新活动期间，Robotaxi应配备驾驶人或（远程）安全员，以监控运行状态并在必要时接管车辆。
上海	《上海市加快智能网联汽车创新发展实施方案》	2022.8	鼓励创新，支持智能网联汽车技术的研发和应用，以提升自主创新能力和技术水平；到2025年，上海将初步建成国内领先的智能网联汽车创新发展体系，产业规模达到5000亿元，L2和L3级汽车占新车生产比例超过70%，L4级及以上汽车在限定区域实现商业化应用。
	《上海市智能网联汽车高快速路测试与示范实施方案》	2023.1	遵循鼓励创新、审慎包容、循序渐进的原则，严格控制申请主体、车辆和人员，确保安全有序、风险可控；到2023年，计划有5家以上主体、超过30辆车在高快速路上进行测试（测试时速不低于60公里/小时），2家以上主体开展示范应用，累计测试里程超过5万公里，且无重大道路安全事故发生。
	《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》	2023.3	企业需经历道路测试、示范应用、示范运营后，方可进行商业化运营。
	《中国（上海）自由贸易试验区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》	2023.3	“无驾驶人路测”落地。
广州	《广州市南沙区智能网联汽车混行试点区及特殊运营场景混行试点总体方案》	2023.6	南沙区成为首个智能网联汽车混行试点区，符合条件的企业可在规定区域范围内开展示范运营。
深圳	《深圳市坪山区智能网联汽车全域开放管理系列政策》	2022.12	全国首份有立法支持的全域开放和商业化试点政策，明确商业化试点的定义、范围、申请要求和管理要求。

资料来源：金杜研究院，北京市人民政府，上海市人民政府，金融界，深科新，国联证券研究所整理

参与者：百度领跑，文远知行、小马智行加速推进，整车厂开始布局。2024年Q1，百度的自动驾驶服务萝卜快跑提供的自动驾驶订单约82.6万单，同比增长25%；截至2024年4月19日，萝卜快跑累计为公众提供的自动驾驶出行服务订单超6百万次。2023年9月，小马智行获得深圳市级首个无人化商业化示范应用许可，获准在深圳核心城区向公众提供L4级无人化自动驾驶出行服务（Robotaxi）。早在2018年初，文远知行在广州生物岛开启国内首个L4级别自动驾驶常态化试运行。2019年6月，文远知行获颁20张广州自动驾驶路测牌照，占广州总牌照数超过80%，数量位居全国第二；同年12月，在广州正式开启运营服务，服务范围覆盖黄埔区核心的144.65平方公里的城市开放道路。整车厂进展来看，小鹏汽车、长安汽车均开始布局Robotaxi等方向的最新进展，逐步拓宽高阶智能驾驶数据获取的边界。

图表17：中国主要厂商 Robotaxi 进程

厂商	部分主要进展
百度 Apollo	<ul style="list-style-type: none"> • 2022 年 2 月，正式落地深圳市创新高地南山区，面向市民提供自动驾驶示范应用出行服务；同年 4 月，北京发放无人化载人示范应用通知书，百度成为首家获准企业，萝卜快跑正式开启无人化自动驾驶出行服务。 • 2024 年 2 月，首批获准北京大兴机场高速、大兴机场部分区域的自动驾驶车辆载人示范应用；同年 3 月，宣布武汉部分区域自动驾驶出行服务时间拓展至 7*24 小时。
小马智行	<ul style="list-style-type: none"> • 2022 年 4 月，中标广州市南沙区 2022 年出租车运力指标，并取得北京市智能网联汽车政策先行区首批“无人化示范应用道路测试”通知书，成为首个在北京和广州均获准落地商业化 Robotaxi 服务的公司。 • 2023 年 9 月，获得深圳市级首个无人化商业化示范应用许可，获准在深圳核心城区向公众提供 L4 级无人化自动驾驶出行服务 (Robotaxi)。 • 2024 年 7 月，获上海市首批无人驾驶智能网联汽车示范应用许可，提供 Robotaxi 服务。
文远知行	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 年 6 月，获颁 20 张广州自动驾驶路测牌照，占广州总牌照数 80%，数量位居全国第二。 • 2023 年 6 月，正式取得北京市高级别自动驾驶示范区“无人化车外远程阶段”示范应用许可，在京开展纯无人示范应用。 • 2024 年 2 月，在北京大兴国际机场至经开区之间开展 Robotaxi 载人示范活动；同年 5 月，获准在北京南站进行自动驾驶测试。
小鹏汽车	<ul style="list-style-type: none"> • 2024 年 8 月，以 58.35 亿元人民币收购滴滴的“智能电动车资产”，预计通过与滴滴的合作，借助滴滴的出行网络和平台，加速智能车车队的建设，尤其是在 Robotaxi 领域的发展。
长安汽车	<ul style="list-style-type: none"> • 2024 年 5 月，西部车网（重庆）与重庆长安车联签订合作协议，双方将基于长安汽车产品技术规划展开探索，包括 L2、L3、L4 各级别智能驾驶产品的规模化道路测试及商业化运营探索，将在科学城智能网联汽车示范区内投放 68 辆自动驾驶出租车。 • 2024 年 7 月，在互动易平台宣布，在智能驾驶网约车方面已经具备了实现技术。

资料来源：百度 Apollo，小马智行，文远知行，新能源汽车国家大数据联盟，智能车参考，国联证券研究所

短期：三大成本制约，单车总成本仍在高位。成本测算来看，Robotaxi 主要成本包括整车制造成本、运营成本、安全运维成本等。(1) 整车制造成本：主流 Robotaxi 车型主要使用依赖高精地图和激光雷达的感知技术方案，单车成本较高。(2) 运营成本：对比普通网约车和出租车公司，Robotaxi 的日常运营成本更高。(3) 安全运维成本：包括地勤人员成本和远程监管与监控成本。当前安全员配备形式仍为车上安全员为主，每辆车需要安排 1 名安全员，以应对车辆接管的情况。以萝卜快跑为例，根据招聘网站，一名安全员的薪资大约在 6 千到 8 千，假设萝卜快跑在北京试点测试 200 辆 Robotaxi，则每月将会产生 120 万到 160 万的安全员成本。

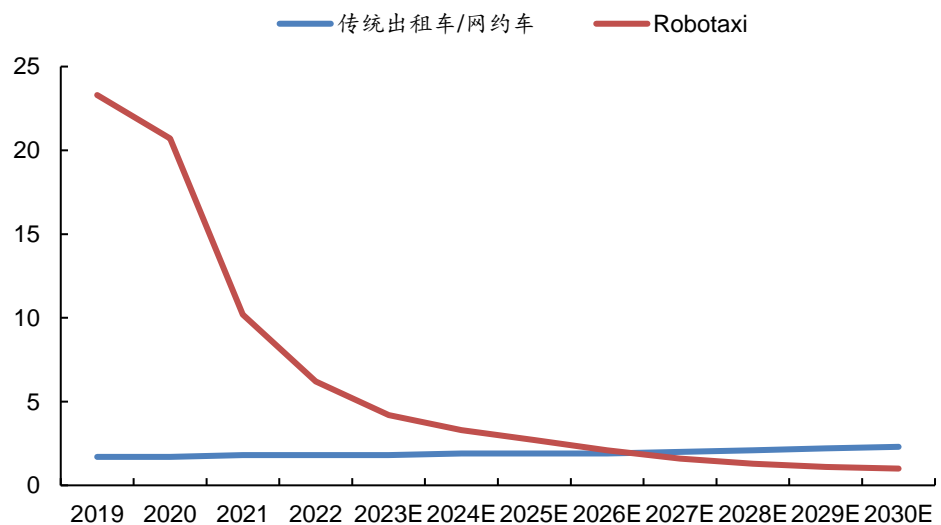
图表18：北京亦庄通州区萝卜快跑安全员招聘薪资



资料来源：智联招聘，国联证券研究所

中长期：预计 2026 年左右 Robotaxi 单车成本接近出租车/网约车。未来，随着车上安全员转为远程模式，自动驾驶技术成熟、核心供应链稳定，Robotaxi 单车成本有望不断下降，预计于 2026 年逐渐达到盈亏平衡拐点。(1) 整车制造成本：预计到 2030 年，前装 Robotaxi 车型的整车制造成本有望下降 50%-65%。随着半固态激光雷达方案及固态激光雷达技术的普及，规模效应有望实现成本下降。(2) 安全运维成本：未来，安全员的角色将由车内转移到远程，并且人车比将降低，这将大幅削减与安全相关的运维开支。目前远程安全员的人车比至少为 1:3。后续有望实现人车比降低在 1:15 至 1:20。预计到 2026 年有望实现对传统出租车单公里成本的反超。

图表19：2019—2030 年传统出租车/网约车和 Robotaxi 的单公里成本（元）

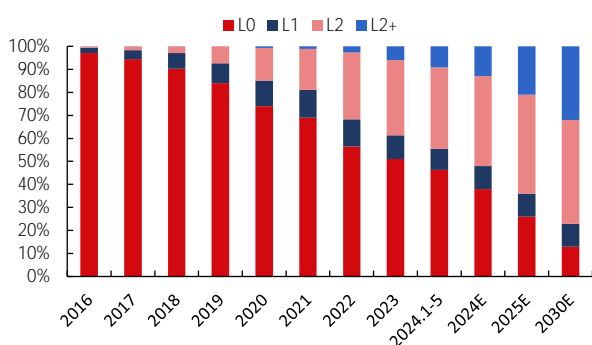


资料来源：弗若斯特沙利文，国联证券研究所

1.3 单车智能：技术突破撬动需求，加速拐点已至

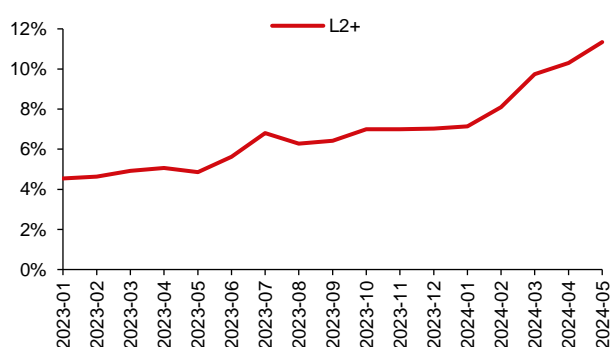
单车智能驾驶渗透率全面加速，L2+及以上功能应用加速落地。2024年1-5月，L2级销量占比为35.19%，L2+销量占比为9.25%，合计销量占比达到44.44%；5月L2+销量占比为11.34%，同比+6.49pct，环比+1.05pct，高阶智能驾驶车型渗透加速，智能驾驶功能完善有望撬动消费需求。

图表20：L2及以上智驾渗透率有望提速



资料来源：高工智能汽车，中保信，国联证券研究所

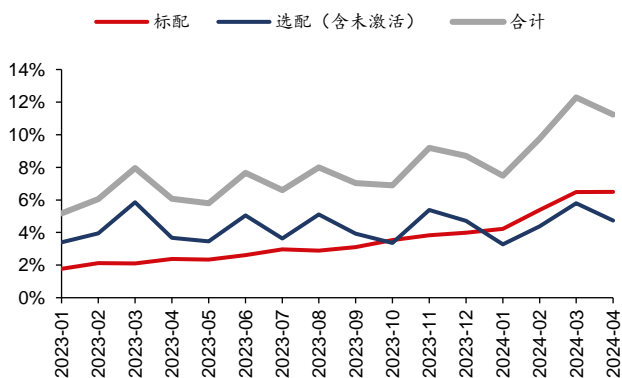
图表21：L2+智驾月度渗透率



资料来源：高工智能汽车，中保信，国联证券研究所

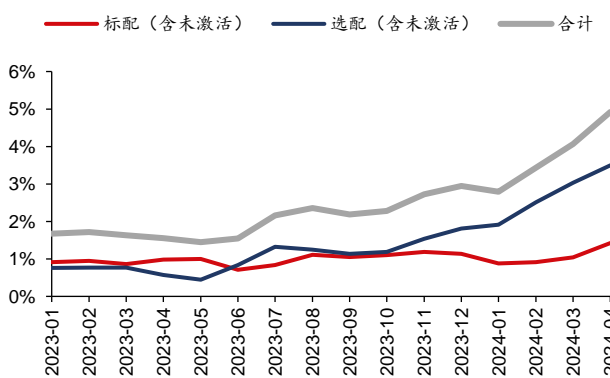
优质供给推动NOA渗透率稳步提升。2024年以来，高速NOA和城市NOA的渗透率快速提升，2024年4月高速NOA标配渗透率达到6.49%，同比+4.11pct；选配渗透率达到4.74%，同比+1.06pct，合计渗透率已超过10%。4月城市NOA标配渗透率达到1.42%，同比+0.44pct；选配渗透率达到3.50%，同比+2.93pct，合计渗透率达到4.92%，同比+3.37pct。选配车型基本都预埋了用于实现城市NOA功能的硬件，主机厂可OTA的情况下，消费者后续可付费购买并使用该功能。

图表22：高速NOA月度渗透率



资料来源：高工智能汽车，中保信，国联证券研究所

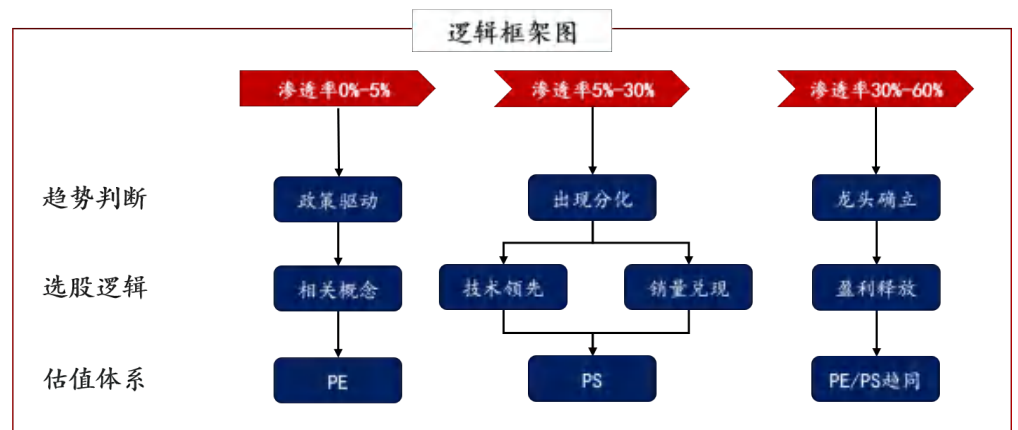
图表23：城市NOA月度渗透率



资料来源：高工智能汽车，中保信，国联证券研究所

复盘电动化，渗透率 5-30% 进入加速阶段，智能化目前进入渗透率加速阶段。电动化发展至今，主要可以分为三个阶段：1) 第一阶段为 2016-2019 年，新能源乘用车行业处于萌芽期，渗透率处于 0%-5%，行业发展主要靠政策补贴驱动；2) 第二阶段为 2020-2022 年，由于技术突破、新进入者和优质供给增加，新能源乘用车行业渗透率处于 5%-30% 的加速成长期阶段；3) 第三阶段为 2023 年初以来，渗透率迈入 30%-60% 稳定增长的成熟期。目前 L2+ 车型渗透率超过 10%，进入渗透率加速阶段。

图表24：电动化时代投资框架



资料来源：国联证券研究所整理

智能网联汽车准入和上路通行试点通知出台，自动驾驶行业进入快车道。2023 年 11 月，工信部、公安部等四部门联合发布《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，《通知》中正式对 L3/L4 自动驾驶的准入规范进行了具体要求，首次明确了高阶智驾事故责任归属，完善了相关规则，开启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。该通知出台标志着正式完善了 L3/L4 级自动驾驶上路的政策支持，有望促进我国智能网联汽车产品的功能、性能提升和产业生态的迭代优化。

方向：本次试点测试聚焦在 L3 及 L4 级别自动驾驶功能的测试。从政策内容来看，本次试点主要加强以下方面的工作：(1) 基于试点实证，在法律法规、管理政策和标准体系上形成对应标准，加快推进智能网联汽车测试验证、安全评估等支撑能力建设。(2) 加快各部门、各地方横向协同、纵向联动的安全管理工作机制，为后续高阶智能驾驶应用打通机制通道。政策加速落地有望带动高阶智能驾驶功能的推进，同时法规与标准有望明确功能边界。

参与者：主要车企进入智能网联汽车准入和上路通行试点。2024年6月，四部门组织专家对首次集中申报的方案进行了初审和择优评审，初步确定了9个联合体进入试点。首批进入智能网联汽车准入和上路通行试点联合体包括比亚迪、长安汽车在内的9家车企和相关的9家使用主体构成，相关准入和试点将在北京、上海、深圳等7个城市展开，试点产品覆盖乘用车、客车以及货车三大类。

图表25：进入智能网联汽车准入和上路通行试点联合体基本信息

序号	汽车生产企业	使用主体	车辆运行所在城市	产品类别
1	重庆长安汽车股份有限公司	重庆市长安车联科技有限公司	重庆市	乘用车
2	比亚迪汽车工业有限公司	深圳市东潮出行科技有限公司	广东省深圳市	乘用车
3	广汽乘用车有限公司	广汽祺宸科技有限公司	广东省广州市	乘用车
4	上海汽车集团股份有限公司	上海赛可出行科技服务有限公司	上海市	乘用车
5	北汽蓝谷麦格纳汽车有限公司	北京出行汽车服务有限公司	北京市	乘用车
6	中国第一汽车集团有限公司	一汽出行科技有限公司	北京市	乘用车
7	上汽红岩汽车有限公司	上海友道智途科技有限公司	湖南省儋州市	货车
8	宇通客车股份有限公司	郑州市公共交通集团有限公司	河南省郑州市	客车
9	蔚来汽车科技（安徽）有限公司	上海蔚来汽车有限公司	上海市	乘用车

资料来源：工信微报，国联证券研究所整理

1.4殊途同归：多路线百花齐放，智驾进入加速阶段

当下时点：车路云、单车智能、Robotaxi 协同加速，共同加速高阶智能驾驶落地。

功能上端到端大模型和 Robotaxi 进展超预期：（1）端到端大模型：特斯拉3月推送 Supervised 版本，完成从测试阶段到监管阶段的质变，国内理想、小鹏端到端大模型加速上车；（2）Robotaxi 方面，萝卜快跑在武汉全面铺开使用，特斯拉 12.5.x 有望加速落地 Robotaxi，国内外进展加速，有望成为加速智能驾驶的又一关键因素。

图表26: 特斯拉 FSD V12.5 有望加速推进 Robotaxi



资料来源: Not a Tesla App, 国联证券研究所

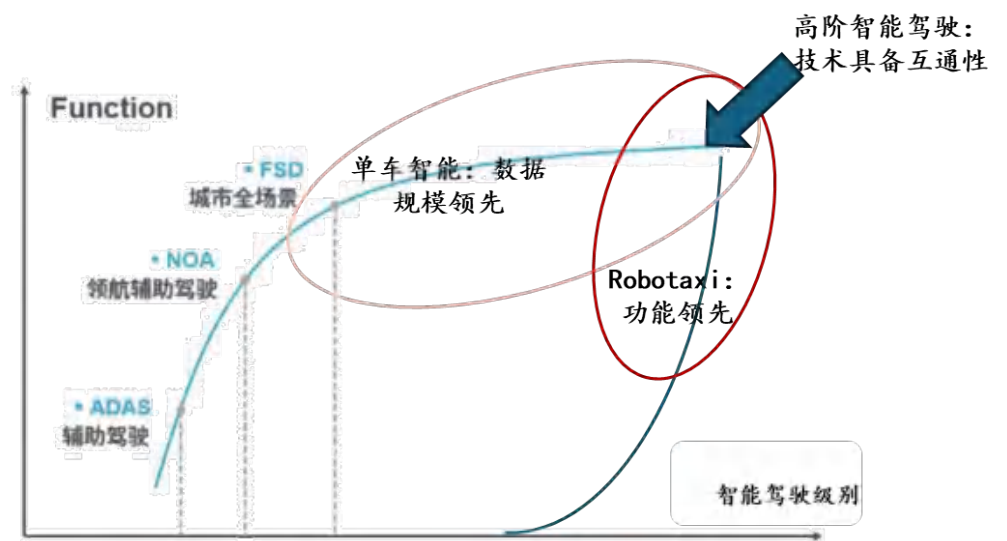
图表27: 百度萝卜快跑在武汉可示范运营范围



资料来源: 晚点, 中国新闻周刊, 国联证券研究所 (注: 橙色、黄色、蓝色分别为 2022 年、2023 年、2024 年 2 月后萝卜快跑开放运营的区域)

高阶智能驾驶阶段后技术具备互通性。(1) 传感器来看, Robotaxi 和单车智能均采用“摄像头+激光雷达”的感知体系。(2) 计算方式来看, 对于世界认知、物体识别等算法高度一致。Robotaxi 与单车智能有望实现“1+1>2”的效果。单车智能受益于保有量的领先, 有望实现数据规模上的领先。Robotaxi 由于功能效果领先, 以及在数据认知、任务模型构建等环节具有较强开发能力, 可以针对低频场景和特殊城市地区完成场景库的搭建与丰富, 从而在高阶智能驾驶功能中实现互补。

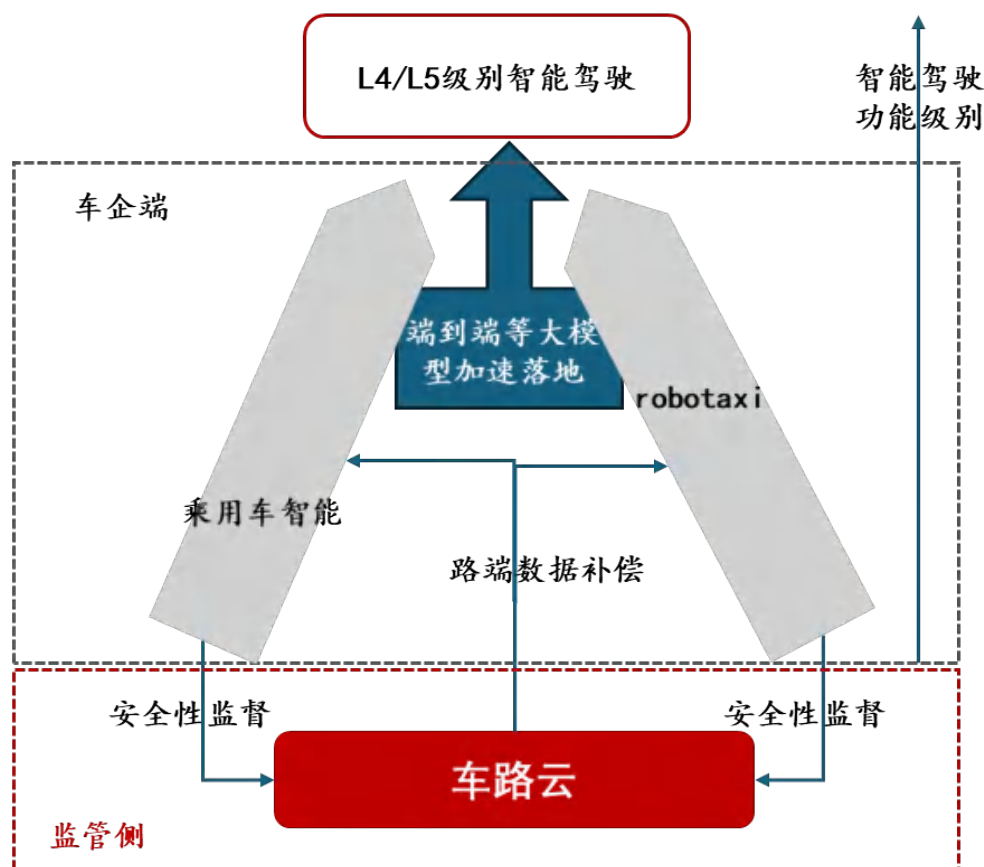
图表28: Robotaxi 与单车智能在高阶功能具备互通性



资料来源: 易航智能, 国联证券研究所

车路云、单车智能、Robotaxi 有望成为加速高阶智能驾驶落地的三驾马车，端到端等大模型应用有望加速高阶智能驾驶功能落地。分工来看，车路云主要由监管侧完成推进，落地方式以基建为主。车路云作为智能驾驶的底座，在未来高阶智能驾驶落地的作用中起到至关重要的作用：一方面需要给予单车智能与 Robotaxi 路端数据补偿，充分补充视野盲区，成为感知的重要一环；另一方面，保证功能落地需要确定的监管体系，车路云可以通过路端数据获取的方式完成安全性监督。同时，Robotaxi 和单车智能作为不同实现高阶智能的两种方式，数据范围和功能路径上互补，未来有望实现“1+1>2”的落地效果。端到端等大模型通过简化计算方式，实现从感知到规划整体模型的落地，成为智能驾驶落地的核心催化剂。我们认为未来将形成车路云、单车智能、Robotaxi 的结构，端到端等大模型加速推进高阶功能落地的整体架构。

图表29：智能驾驶向高阶发展的核心架构



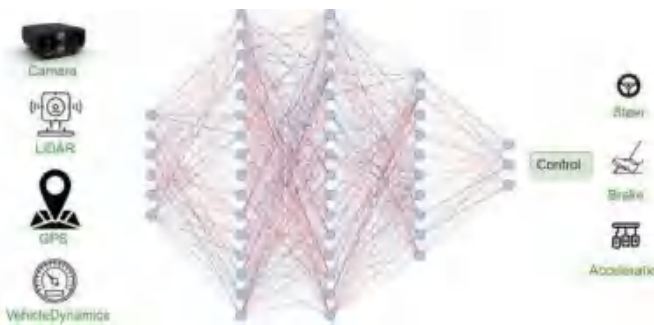
资料来源：国联证券研究所绘制

2. 驶向何方：模型驱动，2025 年有望大规模落地

2.1 端到端：效率提升，数据和算力成为核心生产要素

端到端大模型是实现高阶智能驾驶功能的主要方式。端到端神经网络充分简化运算步骤，减少人工特征工程的需要，并识别出数据中关联性，打通从感知到决策的全过程。传统流程中，特征提取和数据转换通常需要大量的人工干预，包括人类标注、边缘检测等手动设计的特征提取方法，需要较大量的人力参与训练。端到端神经网络通过多层神经元结构，将输入数据逐步转化为更高层次的特征表示，网络通过反向传播算法自动调整权重，降低预测输出和实际输出的差值。智能驾驶应用来看，端到端大模型可以从传感器数据学习驾驶策略，去除过去的“感知—决策—执行”的传统智能驾驶链路，充分提升数据和训练效率。端到端大模型在功能表现上有更高的上限，未来受益于数据规模持续扩张，智能驾驶端到端大模型有望加速落地。

图表30：智能驾驶端到端大模型架构



资料来源：网易，毫末智行，国联证券研究所

图表31：智能驾驶端到端大模型具备更高功能表现上限



资料来源：小鹏汽车 AI 发布会，国联证券研究所

端到端等多个大模型将智能驾驶的核心生产力从研发人员转向数据和算力，有望凭借算力积累实现功能迭代。智能驾驶功能迭代是基于数据完成的功能迭代，流程上主要包括车端数据生成、数据存储、场景识别和数据清洗、数据认知和模型构建、模型升级和车端功能 OTA。从技术迭代方式来看，过去以 rule-based 方案在数据认知和模型构建的过程中以研发人员能力和数量为导向，通过人类标注方式完成场景识别和数据清洗，而后基于人类规则完成路线规划算法的指定。当下大模型加速落地，运算方式全面升级。标注上，通过自动标注算法完成降低人工成本，包括使用视觉惯性里程计算、轨迹模型抽取等方式完成地图构建和特征标注，准确率提升的同时实现减少对人工标注的依赖。训练上，通过云端大量驾驶里程数据的训练，完成端到端大模

型计算准确性的提升，训练过程中大模型需要算力支持和优质数据投喂，算力和数据逐步转化为智能驾驶未来发展过程中的核心生产要素。

图表32：特斯拉自动标注算法


资料来源：特斯拉AI发布会，国联证券研究所

图表33：算力和数据成为未来智能驾驶迭代的核心要素


资料来源：科瑞特官网，国联证券研究所

生产要素之一：累计历程数据。新增智能驾驶有效里程=车型销量*单车单日行驶历程数*智能驾驶付费率。智能驾驶有效里程可以拆分为当前存量数据和新增智能驾驶有效里程两部分。存量数据来看，特斯拉13亿数据领跑（其中包含2亿公里端到端数据），蔚来、理想、小鹏均接近10亿公里里程数据积累，华为系公里数加速，百度阿波罗保持一亿公里的累计里程。

图表34：各家车企智能驾驶2023年至今车型销量及智能驾驶付费模式

车企	特斯拉	华为系	蔚来	小鹏	理想	滴滴	百度
智能驾驶存量数据	13亿公里 (截止2024年3月)	赛力斯： 2.65亿公里 (截止2024年6月)	8.5亿公里 (截止2024年3月)	10亿+公里 (截止2024年5月) 其中2.16亿为仿真测试	ADAS 19亿公里 (截止2024年7月)		每天新增10万公里 当前1亿公里
域架构车型销量	国内： 171.4	33.3	25.8	40.6	68.8 Orin车型： 20.4	KargoBot (L4级别卡车) 进入运营阶段； 2025年发布于广汽合作的L4级别Robotaxi	2024年底推送的RT6 单车1200TOPS
进展 (万辆)	全球：535.6				地平线J5车型：27.3		

资料来源：新出行，滴滴官网，百度阿波罗官网，腾讯新闻，国联证券研究所

生产要素之二：训练算力规模。算力对比：特斯拉领跑，华为建设速度较快，国内车企与互联网厂商建立合作加速算力部署。理想截止2024年4月已部署超过1400P训练算力。云端合作方：华为使用华为云，蔚来使用腾讯云，小鹏和吉利与阿里云合作，

理想和长城使用火山引擎。百度作为 H100 持有量较大的互联网企业，保持算力优势和持有量的领先。

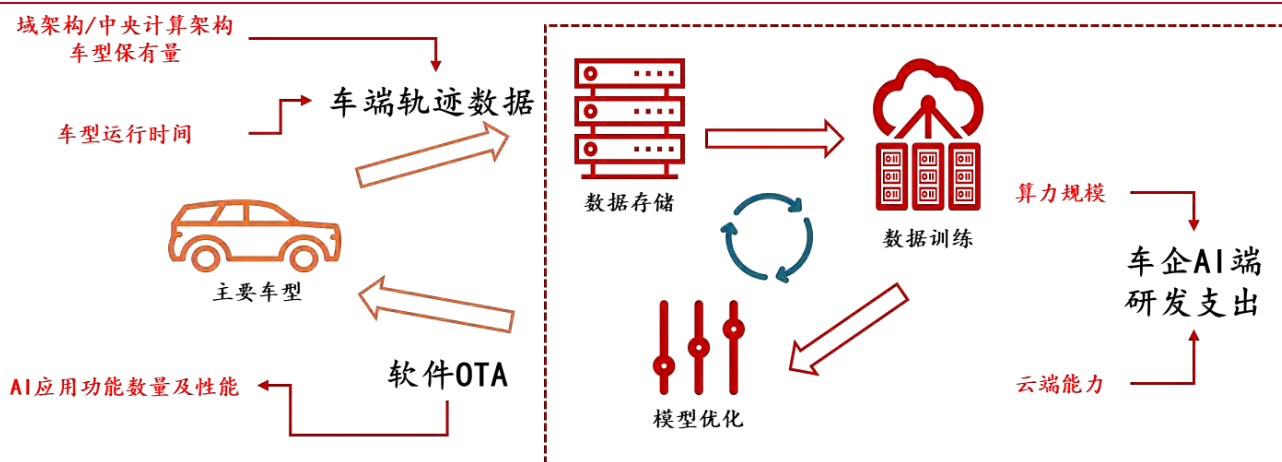
图表35：车企车端算力部署进展

车企	特斯拉	华为	蔚来	小鹏	理想	吉利	长城	长安	百度
GPU	A100	华为车 BU 智算中心	A100	A100/800	A100		A100		H100
GPU 供应商	英伟达	华为	英伟达	英伟达	英伟达		英伟达		英伟达
服务器	8 核 A100 服务器				8 核 A100 服务器		8 核 A100 服务器		
训练算力	15EFLOPS	3.5EFLOPS		600PFLOPS	1400PFLOPS	81PFLOPS	670PFLOPS	142PFLOPS	30EFLOPS
合作方	英伟达	华为云	腾讯云	阿里云	火山引擎、 英伟达	阿里云	火山引擎	百度	
所在地	美国加州			乌兰察布	山西灵丘	浙江湖州			

资料来源：新出行，Omdia，国联证券研究所

端到端大模型作为重要的垂直类大模型，受益于数据和算力规模的提升有望实现功能的升级。车企智能驾驶端到端大模型作为智能驾驶行业未来发展的核心方向，一方面，需要重点关注车企智能驾驶功能的迭代和测试的进展，消费者使用意愿和支付意愿的加速或成为开启下一轮智能驾驶迭代的关键；另一方面，域架构/中央计算架构车型保有量、算力建设情况、云端投入情况是重要的外部指标，充分佐证车企智能驾驶端到端大模型的数据生产、存储和训练能力。同时，车企的研发支出（包括研发费用和研发成本）成为端到端推进的重要保障。

图表36：车企智能驾驶端到端模型评价体系及主要参数



资料来源：国联证券研究所

2.2 时间节点：垂类大模型或在 2025 年实现大规模落地

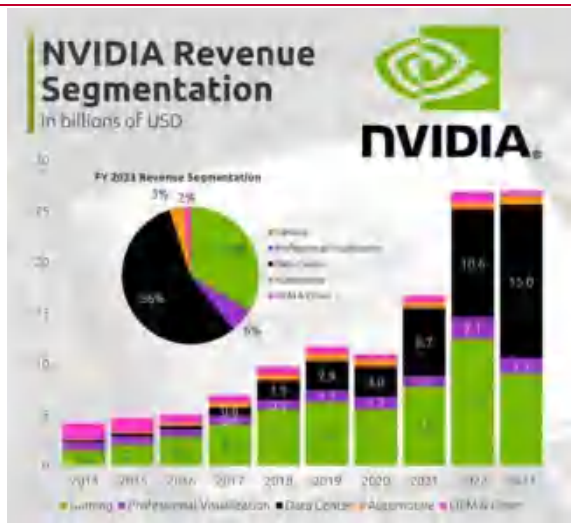
大模型进入细分化阶段，各行业的垂直类大模型进入加速落地阶段。分类来看，大模型主要分为通用型、专用型以及针对特定场景设计的模型。垂直行业的专业模型（简称垂直类大模型）将在推动大模型广泛应用方面扮演重要角色，通过整合通用公域数据与行业专有数据，共同构建起产业级大模型训练所需的数据基础。大模型逐步显现出细分化趋势，即在各个行业加速落地大模型的演进和功能落地。结合其他行业发展情况来看，2024-2025 垂直类大模型进入加速落地阶段。

图表37：垂直类模型有望加速落地，推动大模型发展



资料来源：亿欧智库，国联证券研究所

智能驾驶端到端大模型是重要的垂直类模型，汽车行业已逐步成为训练段服务器的下游核心方向之一。2023 年汽车业务收入占比超过 3%，逐步成为英伟达收入的又一方面。以英伟达服务器下游客户为例，奔驰、宝马等传统整车厂加速深化与英伟达的合作，国内整车厂包括比亚迪、理想、小鹏等车企军加速布局。

图表38: 英伟达汽车收入占比逐步提升


资料来源: 英伟达年报, 国联证券研究所

图表39: 英伟达汽车主要客户


资料来源: 英伟达官网, 国联证券研究所

车企算力硬件部署接近完成, 数据体量作为依托将加速功能落地。从车企目前进展来看, 车企在过去 2-3 年内加速训练算力部署, 同时具备较高算力的集中式域架构车型数量快速累计, 累计里程数据具备较大规模。在研发人员相对充沛的情况下, 智能驾驶核心生产要素完备, 有望正式进入加速落地阶段。结合其他行业垂直类大模型进展, 我们认为端到端大模型作为具备标准体系和安全规范的大模型, 2025 年有望迎来大规模功能迭代和使用体验的升级。

图表40: 车企端到端大模型或进入加速训练和功能落地阶段

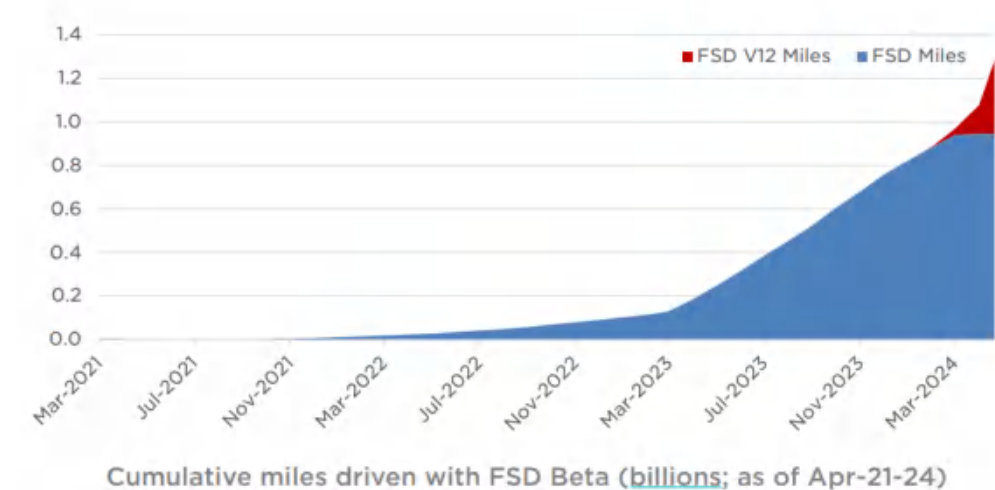
车企	特斯拉	华为	蔚来	小鹏	理想
端到端大模型	FSD V12	华为 ADS 3.0	—	X-Brain	Drive-VLM
大模型车端应用时间	2024 年 1 月	2024 年 4 月		2024 年 5 月	
数据获取端					
智能驾驶存量数据	13 亿公里 (截止 2024 年 3 月)	赛力斯: 2.65 亿公里 (截止 2024 年 6 月)	8.5 亿公里 (截止 2024 年 3 月)	10 亿+公里 (截止 2024 年 5 月)	ADAS 19 亿公里 (截止 2024 年 4 月)
域架构车型销量 (万辆)	国内: 全球: 535.6	15.4	19.3	14.9	47.7 Orin 车型: 20.4 地平线 J5 车型: 27.3
智能驾驶付费模式	国内: 6.4 万元 加装 FSD 海外: 1.2-1.5 万美元	单车价值量增加 4 万元	2023 年 7 月 1 日开始, 380 元/月	免费	免费

智能驾驶付费率/车型占比	15-20%	智能驾驶车型占比	48%	100%	Orin 车型: 40% 地平线 J5 车型: 60%
数据训练端					
GPU	A100	华为车 BU 智算中心	A100	A100/800	A100
GPU 供应商	英伟达	华为	英伟达	英伟达	英伟达
算力	15EFLOPS	3.2EFLOPS		600PFLOPS	1400PFLOPS
合作方	英伟达	华为云	腾讯云	阿里云	火山引擎、英伟达

资料来源：新出行，各公司官网，国联证券研究所

应用端：特斯拉软件功能升级，累计里程快速积累。以 FSD (Full Self Driving) 功能为例，从 V11.4 后特斯拉持续迭代，实现功能的持续性升级。V12.3 后从 Beta (测试版) 升级为 Supervised (监督版)，实现功能的全面升级。累计历程来看，特斯拉累计里程快速提升，目前已超过 13 亿公里。拐点来看，2023 年 3 月，特斯拉 FSD Beta11.4 版本迭代后使用频率提升，月度累计里程数据显著提升。特斯拉累计里程接近 10 亿公里后，开始推送 FSD V12 版本，并且由测试版转向监督版。实现智能驾驶端到端大模型应用，2024 年 4 月又迎来新的累计里程拐点。

图表41：特斯拉 FSD V12 上市后累计里程数据突破十亿公里



资料来源：特斯拉 2024Q1 报告，国联证券研究所

图表42：特斯拉软件版本迭代

版本	发布时间	新功能/ 修复 Bug	升级内容	详细信息
FSD Beta 11.4.4	2023/6/19	New Features	Full Self- Driving (Beta)	启用全自动驾驶后，您的车辆将在高速公路外变道，选择岔路口以遵循导航路线，绕过其他车辆和物体，并进行左转和右转。只有在持续关注道路并准备好立即采取行动时，才在有限的测试版中使用全自动驾驶，尤其是在死角、十字路口和狭窄的驾驶情况下。
FSD Beta v11.4.6	2023/7/21	New Features	FSD Beta v11.4.6	通过对目标车道车辆进行更好的建模，改进了短时变道，以避免偏离路线，以提高间隙选择的准确度；改进了控制静态障碍物时的偏移一致性。此外，通过更舒适地调整速度，改善了改变偏移方向时的平滑度；通过改进对迎面而来车辆轨迹的预测，并在重新定心之前为它们留出足够的空间，改善了在狭窄的无标记道路上对迎面而来的车辆的操控；将占用网络对任意移动障碍物的占用流量的预测改进了 8%。
FSD Beta v12.1	2023/12/24	New Features	FSD Beta v12.1	FSD Beta v12 将城市街道驾驶堆栈升级为在数百万个视频剪辑上训练的单个端到端神经网络，取代了超过 300k 行显式 C++ 代码。
FSD Beta v12.3.2	2024/3/26	New Features	FSD Beta v12.3.2	FSD Beta v12 将城市街道驾驶堆栈升级为在数百万个视频剪辑上训练的单个端到端神经网络，取代了超过 300k 行显式 C++ 代码。
FSD Supervised v12.3.3	2024/3/30	New Features	Full Self- Driving (Supervised)	在驾驶者的监督下，全自动驾驶（监督）可以实现全方面的自动驾驶功能。这是 FSD 第一个进入监督模式的版本。
FSD Supervised v12.5.1	2024/8/9	New Features	FSD (Supervised) v12.4.2	FSD（监督）v12 将城市街道驾驶堆栈升级为在数百万个视频剪辑上训练的单个端到端神经网络，取代了超过 300k 行显式 C++ 代码。

资料来源：Not a Tesla App，国联证券研究所

国内新势力加速跟进，从域控制器、芯片到算法加速落地。（1）域控制器架构后车型销量来看，理想受益于 L 系列车型销量领先，小鹏布局较早实现保有量水平较高，华为系列（问界+阿维塔）受益于问界 M9 上市新车型节奏加速保持车型保有量的较高增长，有望实现国内智能化车型保有量领先。（2）算法上，端到端大模型、占用网络等加速落地，国内智能驾驶算法路线与特斯拉基本一致。

图表43：各家车企域架构平台车型及上市时间

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
特斯拉	FSD 1.0 主要车型：Model 3/X/S/Y			FSD 2.0 主要车型：Model 3/X/S/Y		
小鹏	英伟达 Xavier P7			英伟达 Orin G9/G6/X9/P7i		
蔚来				英伟达 Orin NT1.5/2.0 车型		
理想				英伟达 Orin 理想 L/W 系列车型 Max/Ultra 版本 地平线 J5 理想 L/W 系列车型 Pro/Air 版本		
阿维塔				华为 MDC610 阿维塔 11/12		
华为系				华为 MDC610 问界 M5/M7/M9		
智界				MDC 610 智界 S7		

资料来源：各公司官网，汽车之家，国联证券研究所

城市 NOA 开城数量和适用范围评价进展，小鹏/华为/理想进展较快。截至 2024 年 5 月底，小鹏汽车城区智驾已覆盖全国 283 座城市，并于 5 月 14 日迈入 100%无图阶段；截至 2024 年 5 月，华为 ADS 城区 NCA 领航功能覆盖超过 40000+城乡镇，ADS 智驾总里程超过 2.2 亿公里。

图表44：各车企城市 NOA 功能规划

车企	小鹏	华为	理想	蔚来	智己	小米
智驾系统名称	XNGP	乾昆 ADS	AD MAX	NAD	IM AD	Xiaomi Pilot
版本	Xmart OS 5.1.0	ADS 3.0	AD MAX 3.0	-	IMOS 2.7.0	-
搭载车型	X9/G9/P7i/G6 MAX 版	具备相关硬件 车型均会升级	L 系列 MAX 版	蔚来 NT2.0 平台全系车型	智己 L7、L6 等	小米 SU7
功能名称	城市 NGP	城市 NCA	城市 NOA	城市 NOP+	城市 NOA	城市 NOA
NOA 进展	截至 2024 年 5 月底，城区智驾已覆盖全国 283 座城市；5 月 14 日城区功能迈入 100%无图阶段	截至 2024 年 5 月，城区 NCA 领航覆盖超过 40000+城乡镇	已向部分用户推送 AD Max 3.0 进阶版，城市 NOA 全国可用	截至 4 月 30 日，蔚来宣布，全域领航辅助 NOP+ 城区路线开启 全量推送	IM AD “去高精地图城市 NOA”在上海、深圳、广州、苏州 4 城，计划年内开通全国	2024 年 6 月 6 日城市 NOA 功能在北京、上海、广州、深圳、杭州等 10 城向用户推送

资料来源：第一电动车网，小鹏汽车，小米汽车等，国联证券研究所

优质自主加速跟进智能驾驶研发。优质自主如比亚迪、长城汽车、吉利汽车和长安汽车也在加速推进高阶智驾功能研发。比亚迪在算法、芯片和产业链等环节已投入 4000 名研发人员，城市 NOA 将率先在腾势品牌落地。腾势 N7 的城市 NOA 功能在深圳已经可以使用，比亚迪目标在 2024 年底实现全国可用。长城汽车目前也已经实现无图城市 NOA 的开发，预计将在下半年上市的蓝山智驾版实现落地应用。优质自主品牌造车积累深厚，发力高阶智驾有望进一步加强自身车型竞争力，助力其销量持续增长。

图表45：优质自主品牌高阶智驾规划

车企	高阶智驾规划及进展
比亚迪	计划在高阶智驾领域投入 1000 亿元，高阶智驾系统在 20 万以上车型选装，30 万以上车型标配。目前已经拥有 4000 多人研发团队，软件工程师 3000 多人。城市 NOA 率先在腾势品牌落地，腾势 N7 的城市 NOA 功能在深圳已经可以使用，目标在 2024 年底实现全国可用。
长城汽车	已经实现无图 NOA 开发，预计将在 2024 年下半年交付的魏牌蓝山智驾版实现量产落地。
吉利汽车	NOA 功能依托高端品牌极氪布局，截至 4 月，极氪高速领航功能已经覆盖 65 座城市，预计二季度内覆盖全国 90% 以上的地级市。
长安汽车	依托与华为合作，目前正在阿维塔车型搭载了华为 ADS 系统，可实现高速和城区领航功能；深蓝品牌与华为合作，推出搭载高阶智驾功能车型。

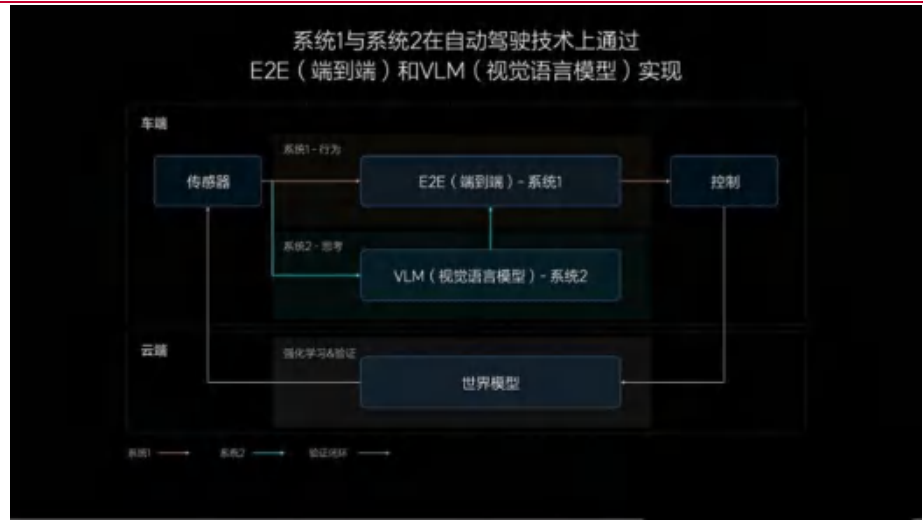
资料来源：腾讯汽车，经济观察报，中欧智能网联汽车等，国联证券研究所

2.3 车端升级：辅助模型增加，架构升级硬件结构优化

探索端到端模型上限，辅助模型加速端到端能力提升

车端模型配置：端到端模型是核心的解决方案，但仍需要其他大模型加以辅助。在计算过程中，端到端大模型输入数据为传感器信息，输出结果为规划路线结果，在评价过程中难以确定模型学习的准确性，即目前仍处在探索端到端大模型能力上限的阶段。车端和云端的分配来看，车端所以在后续针对端到端大模型的优化和车端功能落地上，需要其他模型的补充训练和车端其他大模型的辅助。理想在 OTA6.0 和 OTA6.1 车端部署端到端大模型和 VLM 模型，车端功能较为超预期。在后续的分析中，我们以理想的世界认知模型和 VLM 模型为例，帮助端到端大模型实现更好的落地效果。

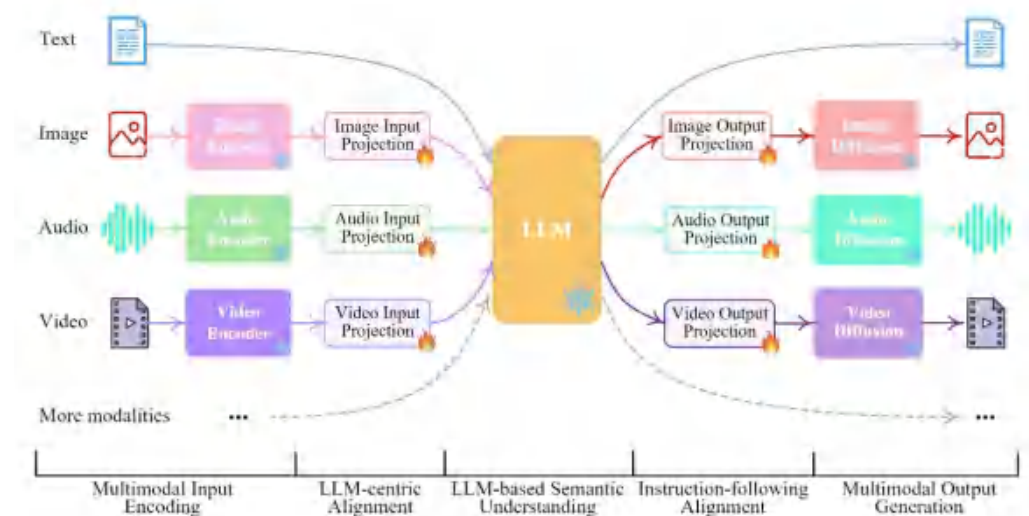
图表46：多个大模型引入帮助端到端大模型实现更好的效果



资料来源：理想汽车 AI 发布会，国联证券研究所

世界认知模型：端到端大模型的“世界认知教材”，帮助端到端大模型更好的认识世界。原始图像空间中学习世界模型并不适合自动驾驶，（1）交通灯、标识牌很容易在预测图像中被遗漏；（2）数据转化需要较长的时间和过程。世界模型将世界建模与模仿学习相结合，作为辅助任务实现数据集中样本复杂度的降低。同时，世界认知模型通过分解的世界模型和奖励函数来丰富静态数据集的标签，通过动态规划优化标签。世界认知模型可以认为是端到端大模型的“教材”，用标准化的内容帮助大模型完成世界认知和数据信息的构建，成为智能驾驶端到端大模型迭代的核心一环。

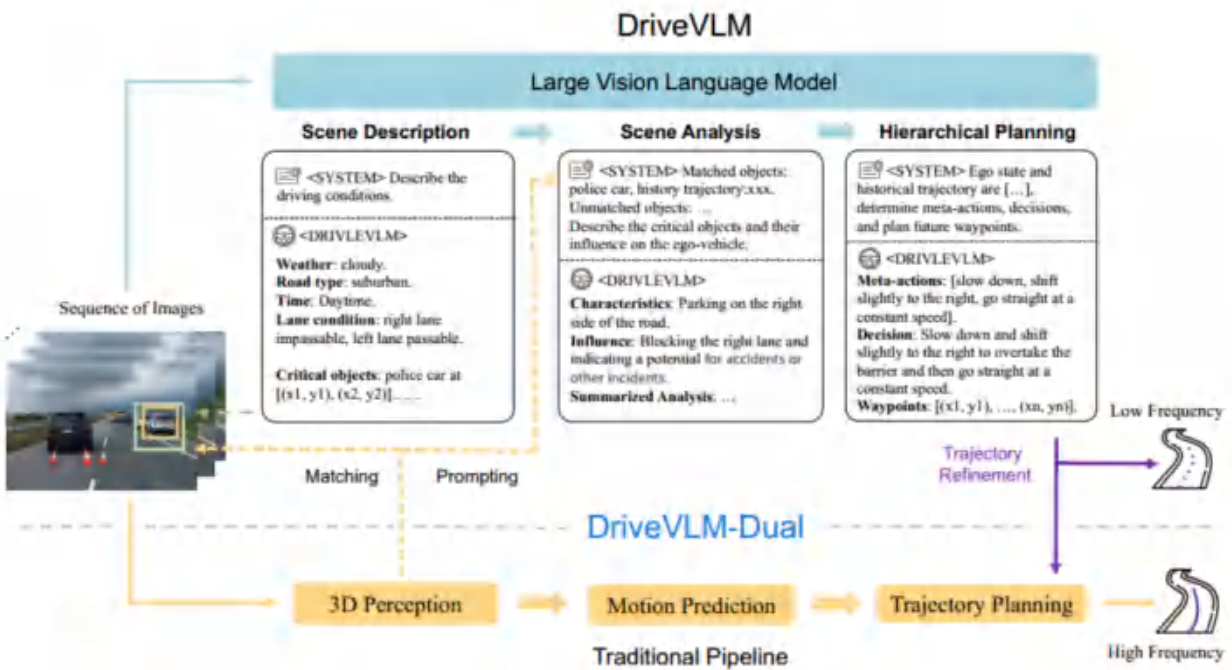
图表47：世界认知模型可以实现更好的帮助端到端大模型认知世界



资料来源：Interpretable End-to-end Urban Autonomous Driving with Latent Deep Reinforcement Learning, Jianyu Chen, 国联证券研究所

VLM 模型：收集 rule-based 成果，让端到端大模型有“参考答案”。 DriveVLM 包含一个具有三个关键模块的过程：场景描述、场景分析和分层规划。场景描述模块对驾驶环境进行语言描述，识别场景中的关键物体；场景分析模块深入研究关键对象的特征及其对自我车辆的影响；分层规划模块一步一步地制定计划，从元操作和决策描述到路径点。VLM 模型架构与 rule-based 车端落地方式基本一致，将过去研发人员完成的规则制定装入模型中，成为端到端大模型的“参考答案”。整体架构来看，双系统设计类似于人类大脑的慢速和快速思维过程，类似于使用“参考答案”完成功能落地，可以有效地适应各种复杂的驾驶场景。

图表48：VLM 模型将过去的 Rule-based 方案打包后放入模型

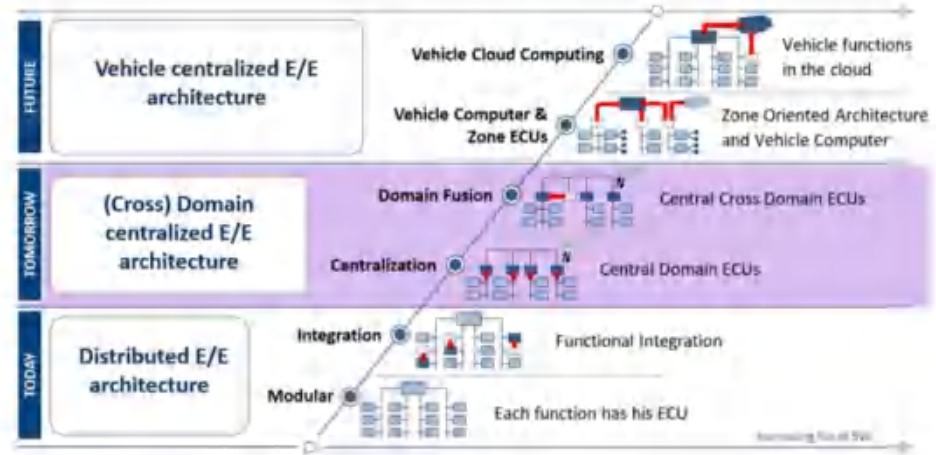


资料来源：DRIVEVLM: The Convergence of Autonomous Driving and Large Vision-Language Models, Tsinghua University, Li Auto 国联证券研究所

车端电子电气架构升级，算力集中传感器成本逐步下探

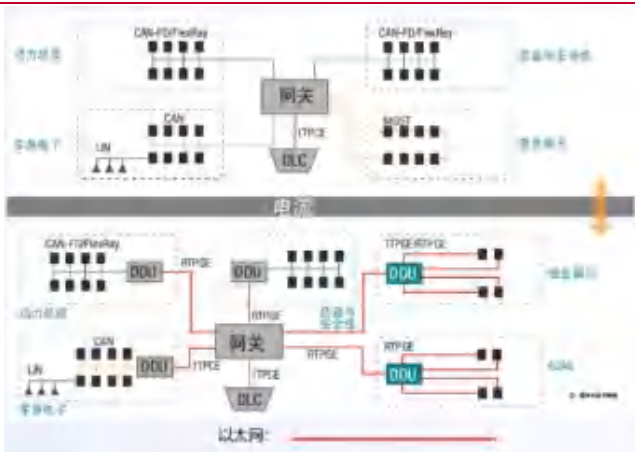
车端或持续要求架构升级和算力迭代。汽车 E/E 架构来看，一方面，E/E 架构逐步向集中化方向发展，具备车辆行为轨迹数据集中式生成。另一方面，受高级别智能驾驶功能的影响，系统安全性设计要求提升，L3/L4 需要针对网络、电源、底盘、感知等各层级架构均完成冗余设计，从而保证高阶功能的安全性。

图表49：汽车 E/E 架构升级路线



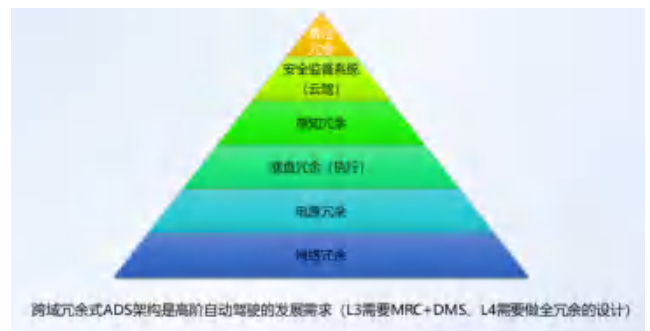
资料来源：博世官网，国联证券研究所

图表50：智能驾驶催化 E/E 架构升级



资料来源：中汽创智，国联证券研究所

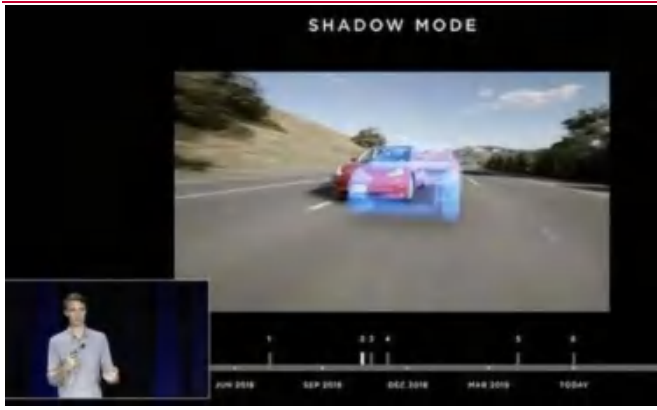
图表51：L3/L4 对 E/E 架构的需求升级



资料来源：中汽创智，国联证券研究所

车端算力提升，保证“影子模式”运行和车端行为轨迹数据回流。影子模式是指在有人驾驶状态下，智能驾驶系统及传感器仍然运行，通过影子模式计算与有人驾驶状态下的对比，完成对算法模型的验证。随着车型销量逐步提升，影子模式数据传输量远超过路测反馈数据量。智能驾驶数据传输同样需要算力支持，车辆所产生的数据量需要进行将归类、脱敏、压缩和打包后上传至云端服务器，车端算力需要保证车端与训练端通讯通畅。车端算力是推进影子模式和保证数据回流的关键，车端中高阶算力芯片成为硬件的又一要求。

图表52: 影子模式的训练模式



资料来源: 特斯拉 Live, 易车, 国联证券研究所

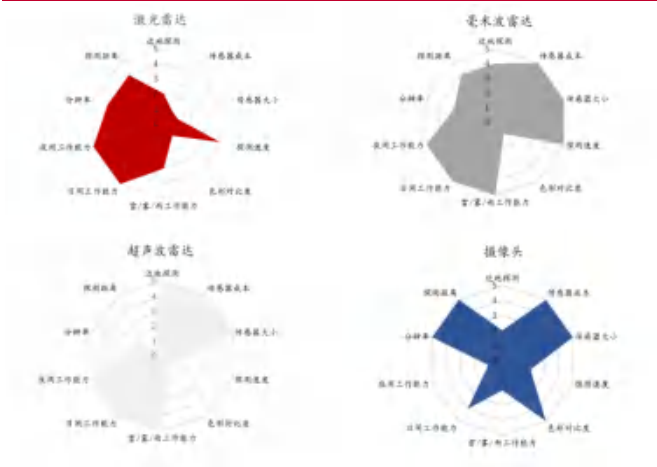
图表53: 智能驾驶数据闭环流程示意图



资料来源: 腾讯新闻, 国联证券研究所

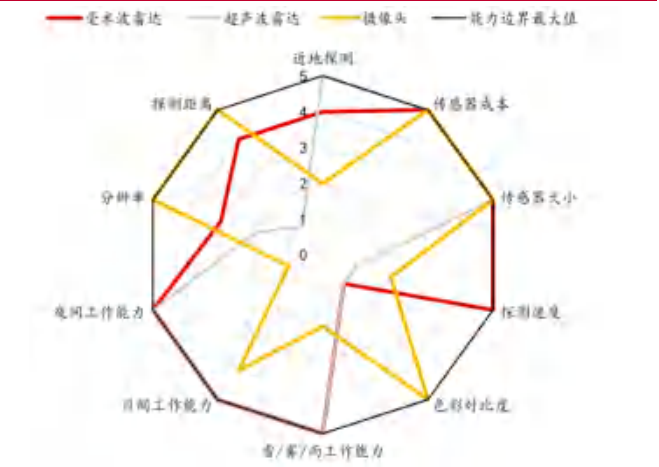
摄像头+毫米波雷达+超声波雷达的组合基本满足感知需求。传感器性能对比来看, 激光雷达在探测速度、日夜间工作能力上领先。“摄像头+毫米波雷达+超声波雷达”的感知层传感器组合在性能上满足各场景智能驾驶感知需求, 激光雷达或作为探测距离及夜间环境的补充传感器。

图表54: 智能驾驶传感器性能对比



资料来源: 虎嗅汽车, 国联证券研究所

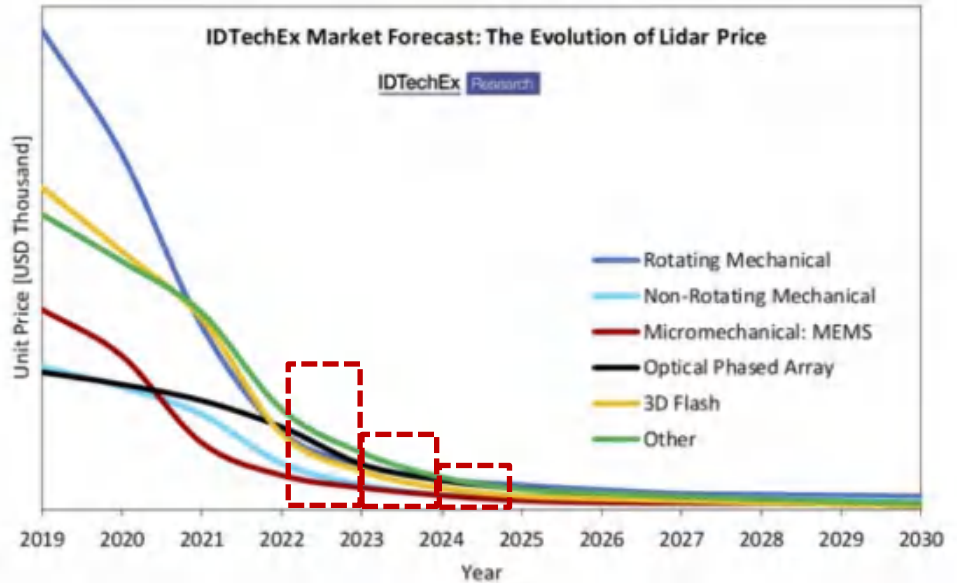
图表55: “摄像头+毫米波雷达+超声波雷达”的组合基本满足感知需求



资料来源: 虎嗅汽车, 国联证券研究所

激光雷达成本持续有望下探, 2024 年降价节奏放缓。根据 IDTechEx 的预测, 激光雷达各方案价格仍处在下行通道, 相较于 2022 年和 2023 年成本下探幅度或有所放缓, 行业利润率有望缓解。激光雷达未来有望保留在高价格带车端核心硬件配置。

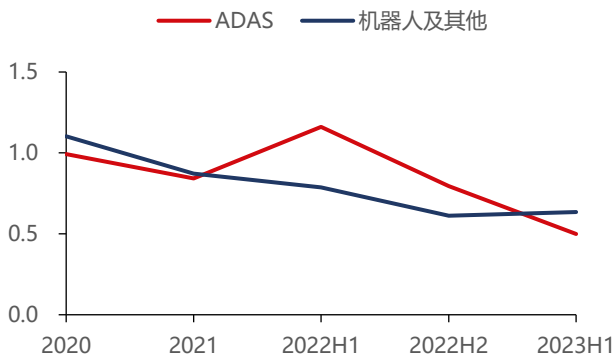
图表56：激光雷达成本持续下探，2024 年降价节奏逐步放缓



资料来源：IDTechEx，国联证券研究所

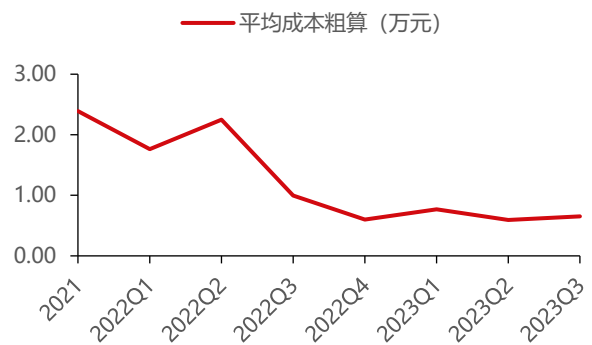
核心供应商激光雷达成本持续下探。速腾聚创和禾赛科技的激光雷达成本来看，激光雷达成本均保持快速下探，速腾聚创 ADAS/机器人及其他激光雷达成本分别从 2020 年的 0.99/1.10 万元下探至 2023H1 的 0.50/0.63 万元；禾赛科技激光雷达单颗成本从 2021 年的 2.39 万元下探至 2023Q3 的 0.65 万元。

图表57：速腾聚创激光雷达成本下探（万元）



资料来源：Wind，速腾聚创年报，国联证券研究所

图表58：禾赛科技激光雷达成本下探（万元）

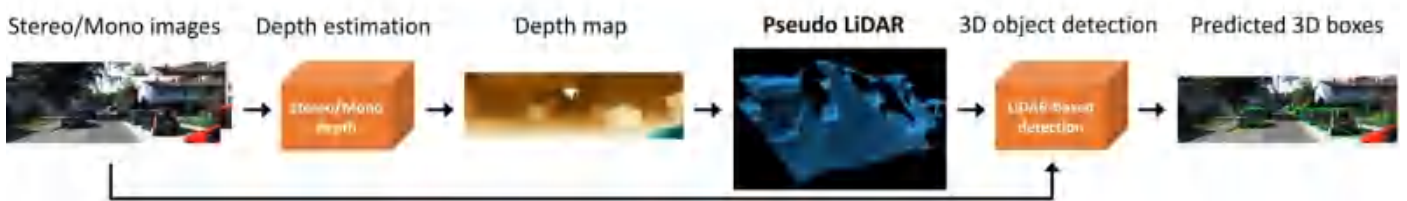


资料来源：Wind，禾赛科技微信公众号，国联证券研究所

中低价格带：算法成熟后实现硬件的替换，硬件成本有望进一步降低。视觉算法通过 Pseudo-LiDAR 方案，使用多目摄像头获取图像深度信息从而补全 3D 图像信息。

Pseudo-LiDAR 方案是通过多摄像头方案获得深度图像，并将深度信息结合图像信息获得伪雷达点云 (Pseudo-LiDAR 点云)，从而替代激光雷达方案。Pseudo-LiDAR 方案具备更加稠密的数据，并且具备 RGB 颜色信息。结果来看，Pseudo-LiDAR 方案信息精确程度略低于融合方案，但具备更加密集的点云数据，并且具备 RGB 颜色信息，即可以通过颜色区分识别物体的属性和位置，从而更好完成神经网络感知下的 3D 成像。

图表59: Pseudo-LiDAR 点云生成方式



资料来源:《Pseudo-LiDAR from Visual Depth Estimation: Bridging the Gap in 3D Object Detection for Autonomous Driving》Yan Wang、Wei-Lun Chao、Divyansh Garg、et al, 国联证券研究所

图表60: Pseudo-LiDAR 点云生与激光雷达、前向视觉对物体感知的识别对比

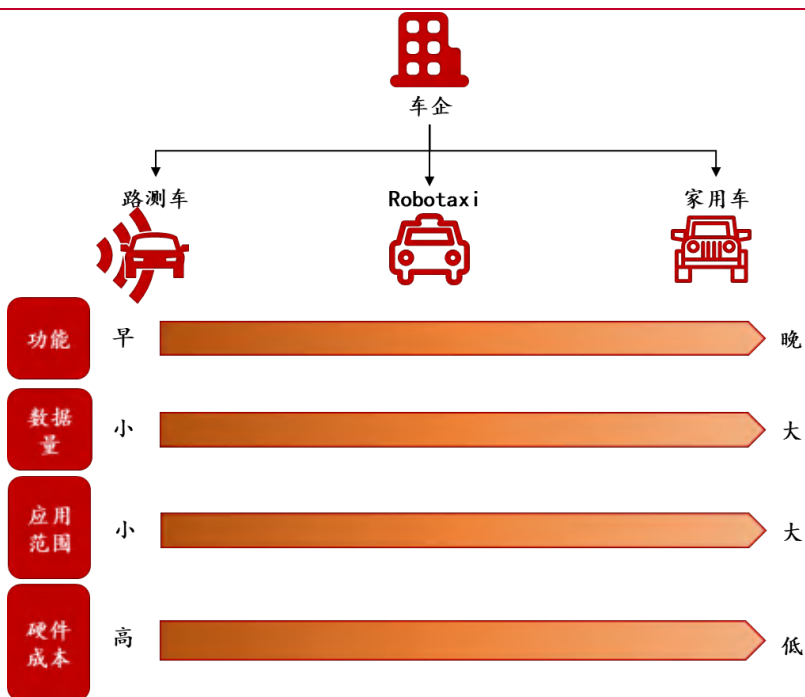


资料来源:《Pseudo-LiDAR from Visual Depth Estimation: Bridging the Gap in 3D Object Detection for Autonomous Driving》Yan Wang、Wei-Lun Chao、Divyansh Garg、et al, 国联证券研究所

2.4 商业模式：运营模式丰富，智驾迎来盈亏平衡曙光

车企智能驾驶数据获取体系：“路测车队+Robotaxi+家用车”的结构。车企端智能驾驶发展路线来看，在功能超越 L3 级别后，路测车队+Robotaxi+家用车的结构有望成为数据获取与成本探索的最优解：一方面，功能初期由路测车辆完成，经过 Robotaxi 验证后逐步 OTA 给乘用车；另一方面，硬件成本边界的探索未来同样为整车厂需要解决的问题，增加 Robotaxi 可以逐步探索家用车的 Bom 成本边界。整车厂考虑产品矩阵与 Robotaxi 是否匹配，而后通过自研或合作的模式完成 Robotaxi 体系构建。

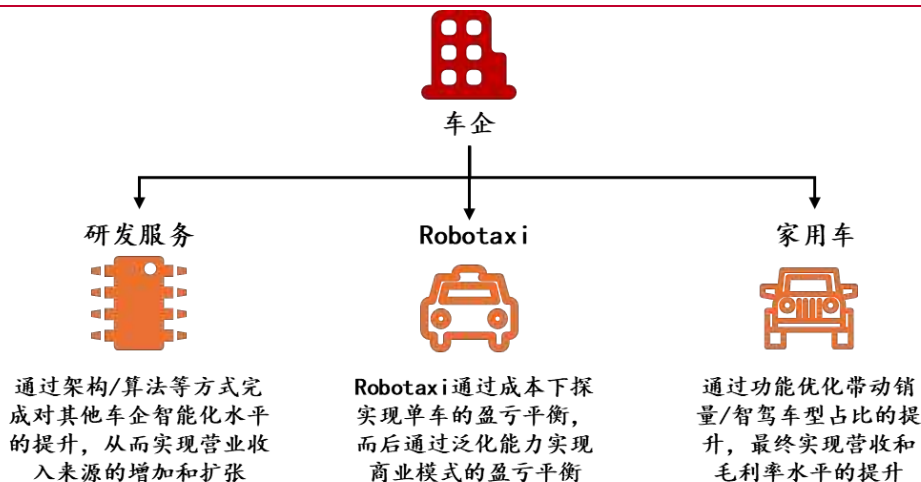
图表61：车企智能驾驶数据获取体系为路测车队+Robotaxi+家用车的结构



资料来源：国联证券研究所绘制

车企未来有望实现智能驾驶的盈亏平衡。(1) Robotaxi 通过成本下探实现单车的盈亏平衡，而后通过泛化能力实现商业模式的盈亏平衡。(2) 单车智能，通过功能优化带动销量/智驾车型占比的提升，最终实现营收和毛利率水平的提升。(3) 技术输出，通过架构/算法等方式完成对其他车企智能化水平的提升，实现营业收入来源的增加。

图表62：智能驾驶未来商业模式，有望迎来盈亏平衡



资料来源：国联证券研究所绘制

Robotaxi：硬件成本降低是 Robotaxi 单车盈亏平衡的重点。百度在武汉运行的 Robotaxi 为例，单车降本主要经历三个阶段：（1）当前萝卜快跑盈利情况或不如预期，尚未实现盈亏平衡。日均成本约 416.1 元，日均收入约 272.7 元左右，日均亏损 143.3 元。（2）2025 年第六代无人车投产降低单车成本，开始盈亏平衡。根据测算，第六代无人车部署后，萝卜快跑将扭亏为盈，日均成本约 265.3 元，日均收入约 311.7 元，日均盈利约 46.4 元，预计 2025 年盈亏平衡。（3）长期车型持续升级，预计 2030 年单车日均利润破百元。根据测算，随着整车成本的持续优化以及运营成本的降低，预计到 2030 年萝卜快跑日均成本约 207.8 元，日均收入约 311.7 元，每日单车盈利约 104 元。

图表63：百度阿波罗 Robotaxi 在成本逐步下探

类型	五代车运营状态（当下）		六代车运营状态（2025）		未来运营状态（2030）	
	成本/收入 （元）	每日成本/ 收入（元）	成本/收入 （元）	每日成本/ 收入（元）	成本/收入 （元）	每日成本/ 收入（元）
车辆硬件成本（五年）	480000	263	204800	112.2	102400	54.8
维修 保养费用（三年）	2000	1.8	2000	1.83	2000	1.83
保养 更换轮胎（一年）	2400	6.6	2400	6.6	2400	6.58
费用 更换刹车片（1年）	800	2.2	800	2.2	800	2.19
保险成本	4000	11	4000	11	4000	11
补能成本	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2	67.2
安全运维成本	64.3	64.3	64.3	64.3	64.3	64.29
单日成本	416.1		265.3		207.83	

资料来源：萝卜快跑，赛博汽车，国联证券研究所测算

当下单城市内逐步完善，以“跑马圈地”模式为主。当下运行模式来看，Robotaxi 仍以部分城市落地、地方政府合作等模式完成的落地与推进。政府合作来看，2022 年 9 月，武汉与重庆率先发布全无人商业化试点政策，向百度发放全国首批无人化示范运营资格，并允许车内无安全员、开上社会道路、开展商业化服务的“三个允许”落地加速。深度合作和与车企合作来看，2024 年 4 月 26 日小马智行与丰田中国、广汽丰田共同成立合资公司：骐丰智能科技（广州）有限公司，投资超 10 亿人民币，合力推动 L4 级自动驾驶出租车（Robotaxi）规模化量产和服务落地。

图表64：萝卜快跑当前开放进展



资料来源：萝卜快跑官网，国联证券研究所

图表65：小马智行当前开放进展



资料来源：小马智行官网，国联证券研究所

Robotaxi 技术路线：认知城市——完成测试——运营阶段——功能迭代，泛化能力是商业模式成立的关键。从功能升级的角度来看，Robotaxi 需要首先完成城市认知和高阶功能测试，主要包括基于导航地图的地图信息构建、城市内场景识别，并基于地图信息数据完成功能搭建。在测试场完成功能测试后进入运营阶段，并在运营阶段根据运营数据和反馈问题完成功能迭代和升级。**我们认为，Robotaxi 未来商业模式成立重要的参数指标，是达到相同标准所需要的时间。**拆分来看主要是由于功能范围和功能效果两个因素决定：一方面，需要看到从小部分城市向大部分城市的泛化，城市数量增长的时间差逐步缩短将带来盈利能力的增强；另一方面从城市中心区范围内使用到全城市范围内使用，将带来使用体验和单日订单数量的增长。

图表66：国内 Robotaxi 商业化阶段迭代节奏



资料来源：贝格罗兰，国联证券研究所

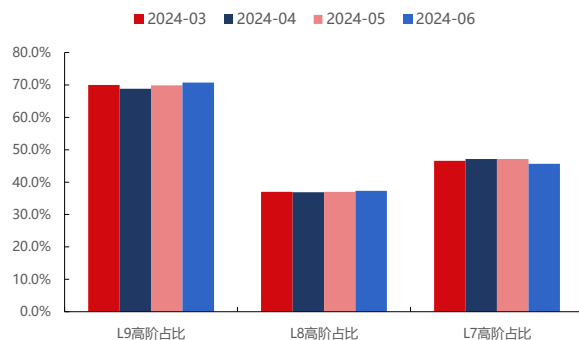
单车智能：高阶智驾版本车型占比提升，智能驾驶功能逐步兑现销量。以理想汽车为例，在智能驾驶功能上实现快速迭代，功能持续超预期。OTA6.0 后包括智能驾驶、辅助泊车等功能均实现功能优化，未来有望实现高阶车型销量占比的提升。

图表67：理想汽车在 OTA6.0 后加速推进架构升级



资料来源：理想汽车官网，国联证券研究所

图表68：理想汽车高阶智驾版本占比有望提升



资料来源：中保信，国联证券研究所

技术输出：电子电气架构和高阶智驾功能合并输出，打开营收空间。以小鹏汽车为例，小鹏和大众的深化合作未来有望带来更大的收入增长。在 2024 年 2 月 29 日，小鹏汽车与大众汽车集团签订了平台与软件战略合作联合开发协议。这一协议的签订意味着双方将共同研发新的汽车平台和技术，共享资源，以提高生产效率并降低成本。2024 年 4 月 17 日，双方的合作再次升级，小鹏汽车与大众汽车集团签订了 EEA 电子电气架构技术战略合作框架协议，明确了双方将在电子电器架构技术领域开展深度合作，共同开发先进的电子电气架构，以支持未来的智能电动汽车发展。

图表69：智能驾驶技术优势企业有望实现技术输出



资料来源：小鹏汽车官网，国联证券研究所

车企未来仍作为智能化的核心研发支出来源，或进入开源合作的研发模式。车企具备整车的生产牌照与生产能力，在整套体系中成为数据生产来源和功能应用方向。在未来的数据研发结构中，目前功能相对领先的自研系车企（特斯拉、理想、小鹏等）或保持研发能力和功能迭代效率，成为充分收益智能化功能的核心车企。自主品牌和合资品牌中，通过开源合作等模式完成智能化升级。以丰田为例，未来或形成单车智能与华为合作，Robotaxi 与小马智行绑定的合作体系。

图表70：丰田与华为在9代凯美瑞开展智能化合作



资料来源：搜狐汽车，腾讯新闻，国联证券研究所

图表71：小马智行与丰田中国、广汽丰田在Robotaxi合作



资料来源：小马智行官方微信公众号，国联证券研究所

智能驾驶盈亏平衡曙光将至。车企有望通过 Robotaxi 和高阶智能驾驶带动功能升级两个维度带来营收和利润的增长，为车企注入新的收入增量。智能驾驶研发企业和 Robotaxi 的运营企业有望凭借软件输出和运营能力实现盈亏平衡。

3. 投资建议：关注各环节龙头公司的投资机会

端到端等 AI 大模型加速应用，强者恒强。大模型的研发需要车企持续的研发投入，在保证端到端大模型“正循环”的情况下，即销量领先、数据规模领跑的车企具备更大数据存储量。同时销量领先的情况下收入扩张后研发费用有望持续拓张，充分支持算力的投入。未来我们认为整车厂将会加速整车厂和智能驾驶企业的分化，头部企业或有望具备更强大的研发能力。智能驾驶端到端大模型作为未来发展方向，车企是主要的投入者和推进者，建议关注域架构车型领先且对应车型保有量高、智能驾驶研发支出较高的车企。**重点推荐比亚迪、长安汽车、理想汽车、小鹏汽车、华为系车企。**

产业链价值量分配，技术领先的有更多的话语权。产业链价值量来看，软件和算法占比或进一步提升，现有的硬件结构或进一步降本，建议关注车端数据量和算力量具备优势的零部件企业。数据产生阶段：需要感知层、决策层、执行层的三层配合。建议关注线控底盘域供应商**伯特利**、拓普集团、保隆科技、中鼎股份；智能驾驶域控制器核心供应商**德赛西威**、科博达、华阳集团等。数据传输阶段：需要保持较高规模的数据规模的传输体量和车端集中式 E/E 架构，车端数据量和传输速度有望显著提升。建议关注高速连接器核心供应商**电连技术**；区域控制器核心供应商**经纬恒润**等。

产业加速，配套公司有望实现营收和业绩的增长。训练端来看，数据存储和算力部署有望迎来全新增长，头部配套公司有望实现营收和业绩的新增长。**数据存储和算力应用维度：**车企或成为较大应用方向和需求核心弹性方向。建议关注算力方面的核心标的和数据存储方面的核心领跑公司。随着自动驾驶车型、里程的不断增加，有望带来更多的 AI 算力部署需求和数据存储需求。建议关注国产 GPU、存储服务器和作为算力基础设施的 IDC、云计算、CDN 行业核心标的。

4. 风险提示

- (1) **智能驾驶大模型迭代效率不及预期**；智能驾驶大模型迭代速度受数据规模、算力规模的影响，或影响智能驾驶大模型的迭代效率。
- (2) **智能驾驶在消费决策权重下降**；智能驾驶的支付意愿或影响后续的车型销量和使用意愿，或影响到达的盈亏平衡点时间。
- (3) **乘用车销量不及预期**。乘用车销量是影响智能驾驶销量的核心要素，乘用车销量或受收入水平和经济环境的影响。
- (4) **成本测算风险**。原材料价格变动及零部件的价格变动均影响成本测算准确性。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，北交所市场以北证50指数为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准；韩国市场以柯斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于10%
		增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在5%~10%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%
	行业评级	强于大市	相对表现优于同期相关证券市场代表性指数
		中性	相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平
		弱于大市	相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户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、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

版权声明

未经国联证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。

联系我们

北京：北京市东城区安外大街208号致安广场A座4层
 无锡：江苏省无锡市金融一街8号国联金融大厦16楼

上海：上海市虹口区杨树浦路188号星立方大厦8层
 深圳：广东省深圳市福田区益田路4068号卓越时代广场1期13楼