

汽车

投资建议： 强于大市（维持）

上次建议： 强于大市

如何评价车企端到端能力？

➤ 引言：为何关注智能驾驶端到端大模型进展？

端到端大模型是实现高阶智能驾驶功能的主要路径。端到端神经网络可以充分简化运算步骤，减少人工特征工程的需要，并识别出数据中关联性，充分提升计算效率。受益于有效行为轨迹数据规模提升，智能驾驶端到端大模型有望成为高阶智能驾驶解决方案。2023年开始，模块化的端到端规划模式加速，逐步成为代表智能驾驶实现高阶功能迭代的主要方向。

➤ 如何评价车企智能驾驶端到端大模型能力？

参考大模型的发展，端到端智能驾驶大模型具备涌现效应。我们认为，评价模型主要参数指标为车端轨迹数据规模、训练数据能力、软件开发能力。

(1) 车端轨迹数据规模：具备集中式域架构和车端具备较大算力的车型累计销量及累计里程；(2) 训练模型能力，主要包括智算中心算力、云端训练能力和数据存储能力，训练算力成为运算速度的关键，云架构优化算力编排，数据存储能力决定可训练车端轨迹数据规模；(3) 软件开发能力，各家代码并不开源，无法直观评价各家智能驾驶模型。我们集中在车端轨迹数据规模和训练数据能力两个维度，使用研发费用替代软件开发能力。

➤ 当下车企智能驾驶端到端大模型进展如何？

我们从整车端和训练端两个维度进行当下时点各车企对车企智能驾驶端到端大模型进展进行分析。**车端主要关注架构和车型销量**，(1) E/E架构：特斯拉和新势力领先，自主品牌加速跟进；(2) 域控制器式架构后车型销量与里程积累正相关，理想销量领先，华为、小鹏快速跟进，自主品牌后续有望加速。**训练端主要关注算力部署和云化水平**。(1) 算力部署：特斯拉领跑，华为建设加速，国内车企与互联网厂商建立合作加速算力部署；(2) 云计算能力：华为云、阿里云、腾讯云、百度智能云加速整合份额提升。

➤ 当下格局：特斯拉领跑，国内品牌加速

当下格局来看，特斯拉凭借算力和数据规模优势有望持续领跑，国内华为、理想研发支出较高、数据规模较大从而追赶速度较快，蔚来、小鹏或受到数据量等方面的影响降低迭代效率。其他自主品牌中，由于具备集中式E/E架构车型较少，可实现数据积累车型数量短期内不足且算力处于建设阶段。

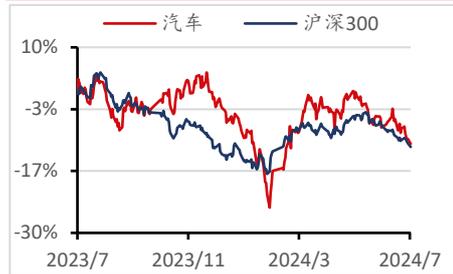
➤ 投资建议：建议关注端到端领先整车厂和智能/域架构供应商

整车端：华为系车企有望充分受益于华为算力领先实现功能反超。自研系理想汽车和小鹏汽车有望凭借端到端落地节奏领先实现大模型的领先。

零部件端：建议关注E/E架构升级、智能驾驶车端算力等方向的零部件供应商。重点推荐高速连接器供应商电连技术；线控底盘域供应商伯特利、拓普集团、保隆科技、中鼎股份；区域控制器核心供应商经纬恒润；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。

风险提示：智能化车端进展不及预期；算力建设情况不及预期。

相对大盘走势



作者

分析师：高登

执业证书编号：S0590523110004

邮箱：gaodeng@glsc.com.cn

相关报告

- 《汽车：智电加速升级，龙头行稳致远》2024.07.08
- 《汽车：车路云一体化试点公布，产业迎来规模化发展机遇》2024.07.03

正文目录

1. 引言：为何关注智能驾驶端到端大模型进展？	4
1.1 特斯拉端到端大模型落地，驱动行业技术路线迭代	4
1.2 端到端大模型有望成为未来高阶智能驾驶解决方案	5
2. 如何评价车企智能驾驶端到端大模型能力？	6
2.1 数据获取：架构升级和车端算力保证车辆轨迹数据迭代	8
2.2 数据训练：算力类型及数量决定速度，云优化算力编排	10
3. 当下车企智能驾驶端到端大模型进展如何？	12
3.1 数据获取：硬件和架构升级，销量保证数据规模	12
3.2 数据训练：云端能力迭代，算力为重要参数指标	19
4. 投资建议：建议关注端到端领先整车厂和智能/域架构供应商	22
4.1 整车端：高智能驾驶端投入和车型保有量领先的车企有望领跑	22
4.2 零部件端：E/E架构升级、算力等方向供应商有望充分收益	22
5. 风险提示	23

图表目录

图表 1：特斯拉 FSD Beta V12 后加速端到端的应用	4
图表 2：智能驾驶端到端大模型架构	5
图表 3：自动驾驶功能技术路线时间图	5
图表 4：智能驾驶端到端大模型具备更高的实现能力和表现上限	6
图表 5：自动驾驶端到端能力拆分	7
图表 6：自动驾驶端到端能力拆分	7
图表 7：大模型具有明显的“涌现”现象	8
图表 8：车辆轨迹数据主要内容	8
图表 9：汽车 E/E 架构升级路线	9
图表 10：智能驾驶催化 E/E 架构升级	9
图表 11：L3/L4 对 E/E 架构的需求升级	9
图表 12：影子模式的训练模式	10
图表 13：智能驾驶数据闭环流程示意图	10
图表 14：训练段 GPU 性能对比	10
图表 15：英伟达 A100 GPU 架构	11
图表 16：华为 HCCS 架构	11
图表 17：云计算能力持续升级	11
图表 18：车端行为轨迹数据产生量较大，存储需求旺盛	12
图表 19：云端可以优化数据，保证数据运行效率	12
图表 20：车端智能从域控制器式架构向中央计算平台式架构升级	13
图表 21：主要车企 E/E 架构迭代节奏	13
图表 22：行泊一体渗透率快速提升	14
图表 23：L2+ 车型中行泊一体方案占比提升明显	14
图表 24：各家车企域架构平台车型及上市时间	14
图表 25：自动驾驶核心计算芯片迭代	15
图表 26：自研系新势力芯片方案及销量（辆）	16
图表 27：华为系芯片方案及销量（辆）	16
图表 28：比亚迪子品牌芯片方案及销量（辆）	16
图表 29：吉利及子品牌芯片方案及销量（辆）	16
图表 30：华为系、比亚迪、吉利、上汽系品牌集中式域架构车型累计销量（辆）	16

图表 31:	FSD 累计里程与 HW3.0 车型累计销量.....	17
图表 32:	特斯拉 FSD 里程月度增长迅速	17
图表 33:	特斯拉 FSD V12 上市后累计里程数据突破十亿公里.....	17
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.....	18
图表 35:	各家智能驾驶里程数据计算方法	18
图表 36:	各家车企具备数据回收车型保有量 (万辆)	19
图表 37:	各家车企智能驾驶累计里程测算 (万公里)	19
图表 38:	车企车端算力部署进展	19
图表 39:	各家研发费用对比 (亿元)	20
图表 40:	车企智能驾驶端到端模型评价体系及主要参数	21
图表 41:	车企端到端大模型评价体系	21

1. 引言：为何关注智能驾驶端到端大模型进展？

1.1 特斯拉端到端大模型落地，驱动行业技术路线迭代

特斯拉引领，智能驾驶端到端大模型加速。特斯拉 2023 年 12 月发布 FSD Beta V12.1，主要是用于特斯拉员工的内部测试。特斯拉 V12 版本实现从摄像头数据输入到最终决策控制信号的输出，可以实现智能驾驶端到端的控制。2024 年 2 月，特斯拉发布 V12.2.1，该版本简化运算结构和监督算法，实现 30 万行 C++ 代码简化。2024 年 3 月 FSD V12.3.3 进入监督（Supervised）版本，实现 FSD 从测试版到监督版的升级，同时 FSD 数据的完整后充分提升行为轨迹数据的使用效率。从当下版本使用的车型数量来看，FSD12.3.6 搭载车型数量超过 1.7 万辆，使用率超过 90%。

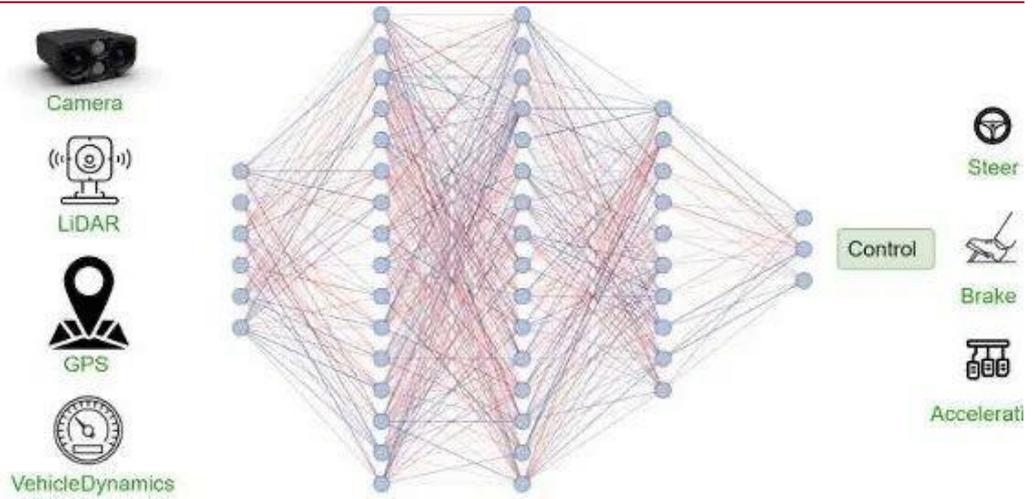
图1：特斯拉 FSD Beta V12 后加速端到端的应用



资料来源：Not a Tesla App, 腾讯新闻, 国联证券研究所

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。传统的机器学习流程中，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。

图表2：智能驾驶端到端大模型架构

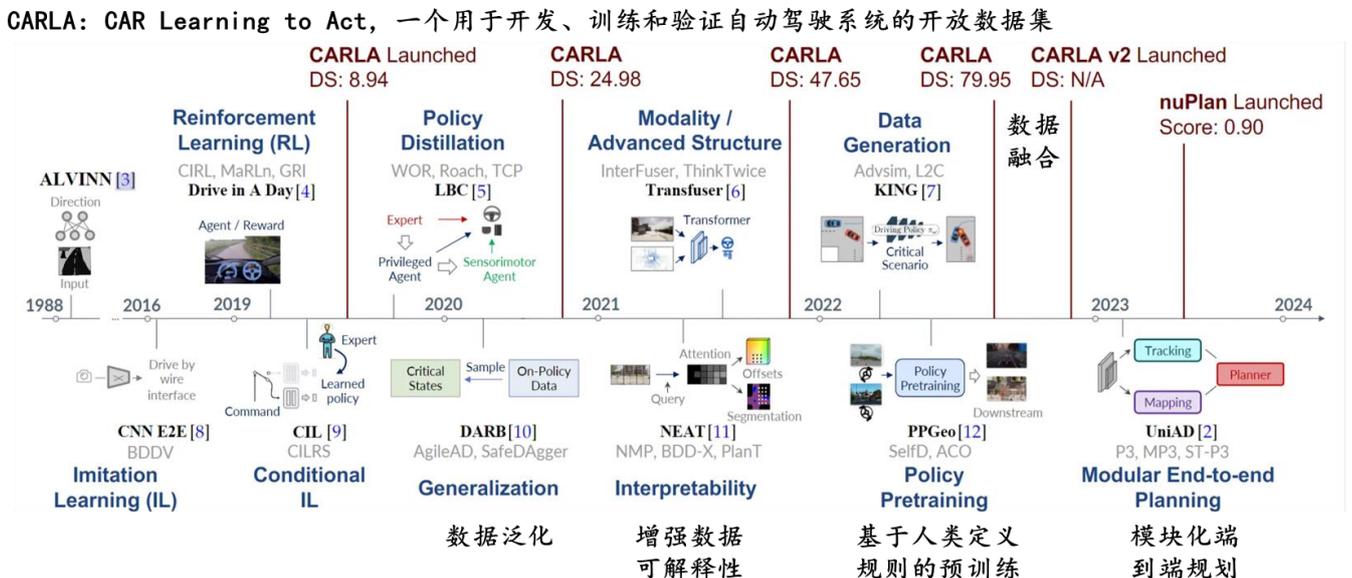


资料来源：网易，毫末智行，国联证券研究所

1.2 端到端大模型有望成为未来高阶智能驾驶解决方案

受益于有效数据规模的提升，智能驾驶端到端模型有望成为高阶智能驾驶解决方案。从发展路线来看，2019 年至今 CARLA 数据集不断丰富，基于数据集完成数据泛化、增强可解释性、数据融合、基于人类定义规则的预训练。2023 年受益于数据量（下图中 DS，为 data scale）积累和底层数据类型的升级，充分满足大规模训练需求。通过数据规模提升和数据间关联性可读性的提升，2023 年开始模块化的端到端规划模式加速，逐步成为代表智能驾驶未来发展的主要方向。端到端大模型在最终功能表现上有更高的上限，未来受益于数据规模持续扩张和评价体系的完善，智能驾驶端到端大模型有望加速落地。

图表3：自动驾驶功能技术路线时间图



资料来源：End-to-end Autonomous Driving: Challenges and Frontiers, Li Chen, Penghao Wu, Kashyap Chitta, Bernhard Jaeger, Andreas Geiger and Hongyang Li, 国联证券研究所

图表4：智能驾驶端到端大模型具备更高的实现能力和表现上限

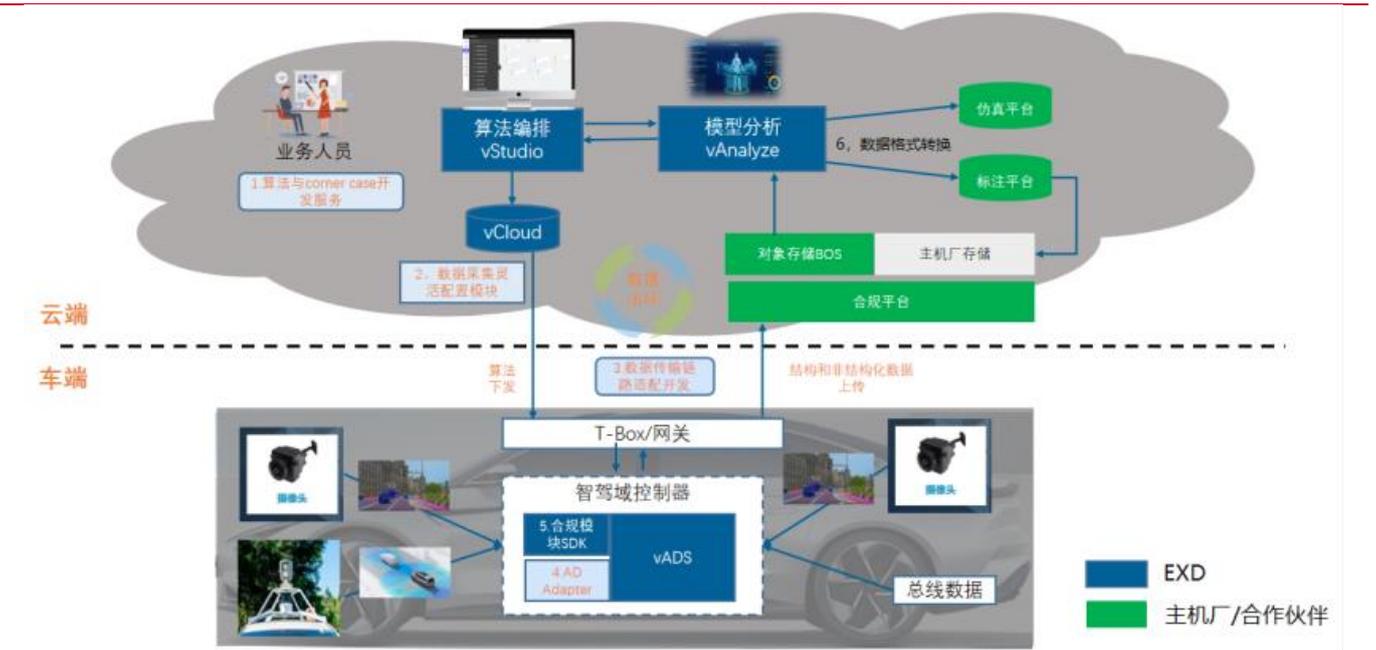


资料来源：小鹏汽车 AI 发布会，腾讯新闻，国联证券研究所

2. 如何评价车企智能驾驶端到端大模型能力？

车端和训练端的配合有望提升数据使用效率和模型迭代速度。在过去的智能驾驶体系中，车端感知层体系建设和车端算力是部署的重点。端到端大模型要求车端算力要求提升的同时，强调云端（训练段和存储端）协同训练。车端的数据采集需要高度灵活化的触发机制和场景化的触发策略，需要车端数据及时收集、云端高效处理，从而提升数据闭环使用效率。从数据流程来看，车端行为轨迹数据产生后压缩发送至云端，而后完成数据存储和云端训练，完成模型分析和算法迭代后回传给车端，从而完成车端功能的优化。在后续的分析中，我们重点关注车端能力和云端能力两个方向。

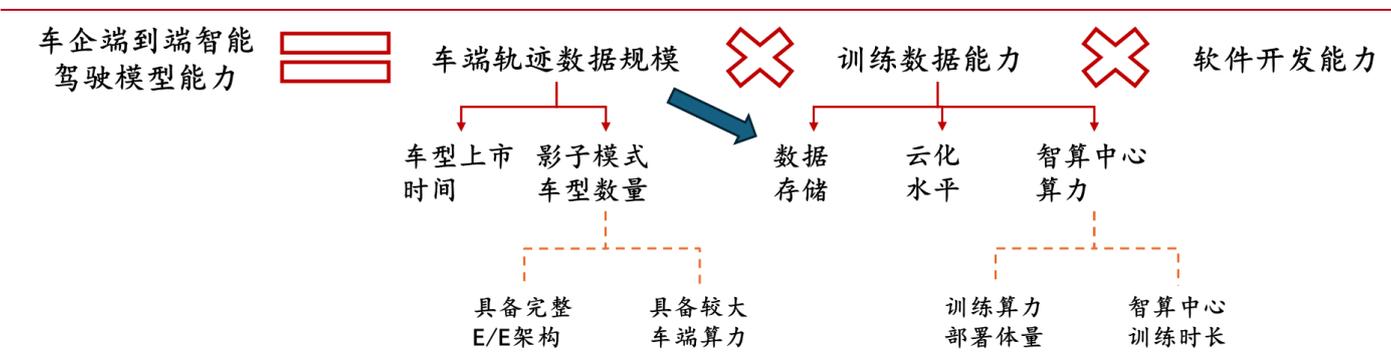
图表5：自动驾驶端到端能力拆分



资料来源：EXCEEDDATA，国联证券研究所绘制

评价车企端到端智能驾驶模型能力的主要参数指标为车端轨迹数据规模、训练数据能力、软件开发能力。(1) 车端轨迹数据规模：通过影子模式带来的有效累计里程，即具备集中式域架构和车端具备较大算力的车型累计销量及累计里程；(2) 训练数据能力，主要包括智算中心算力、云化水平和数据存储能力，训练算力部署体量成为运算速度的关键，云架构优化算力编排，数据存储能力决定可训练车端轨迹数据规模；(3) 软件开发能力，由于各家代码并不开源，无法直观对各家智能驾驶模型软件代码进行判断。在后续的分析中，我们集中在车端轨迹数据规模和训练数据能力两个维度的分析。同时，训练能力和软件开发需要人员投入和资本性支出，研发费用和研发人员数量同样成为影响智能驾驶端到端大模型的进展。

图表6：自动驾驶端到端能力拆分

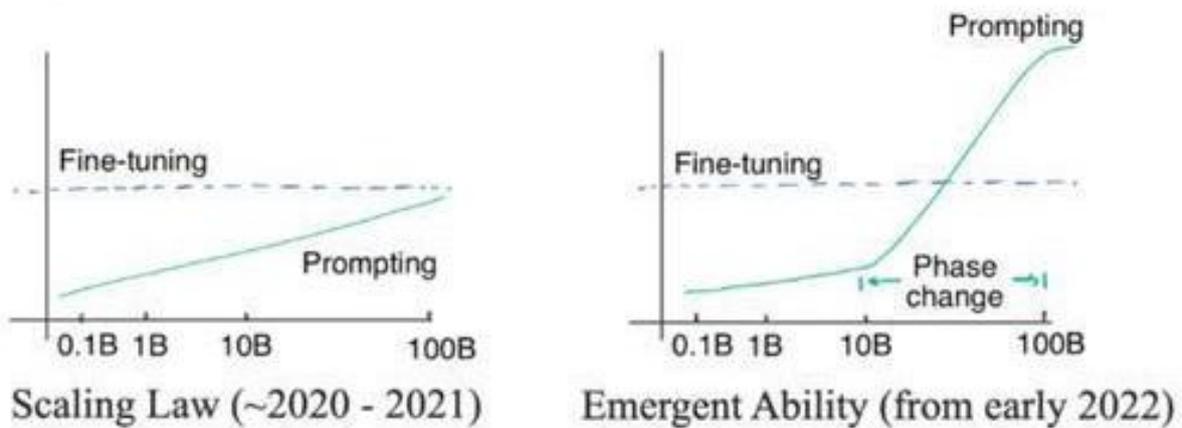


资料来源：国联证券研究所绘制

2.1 数据获取：架构升级和车端算力保证车辆轨迹数据迭代

参考大模型的发展，数据规模成为影响端到端大模型迭代速度的关键，受益于累计里程数据规模的提升模型准确性。端到端智能驾驶模型是通过传感器完成周围环境数据输入，完成对应运动动作输出的过程。端到端智能驾驶模型与语言大模型具有相似性，存在“涌现”现象，即在数据规模达到一定规模后（即参数量越大），模型拟合的准确性越高。

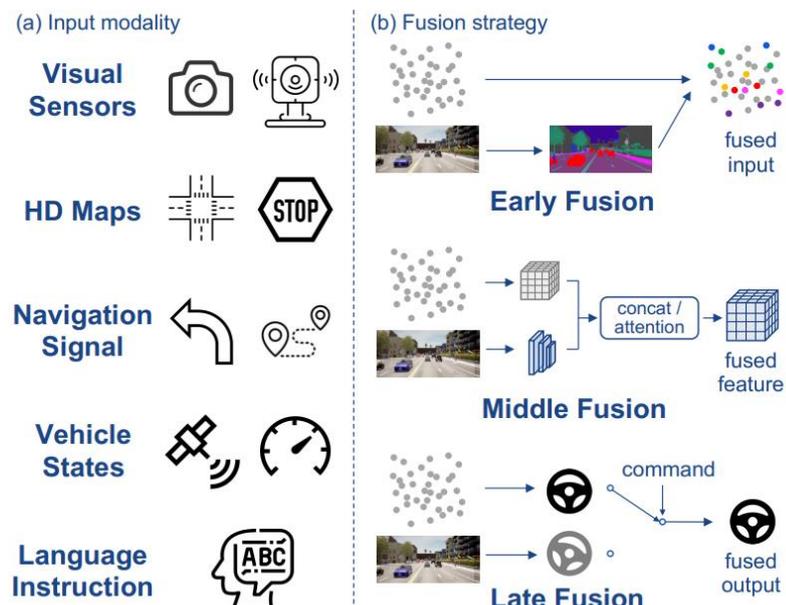
图表7：大模型具有明显的“涌现”现象



资料来源：极氪传媒，国联证券研究所

车辆行为轨迹数据是“喂养”端到端智能驾驶模型核心数据。从数据内容来看，车辆行为轨迹数据主要包括传感器信息、地图信息、车辆状态信息、语言结构信息等。融合方式主要包括前端视觉信息的融合、中段特征的融合和终端执行输出的融合。

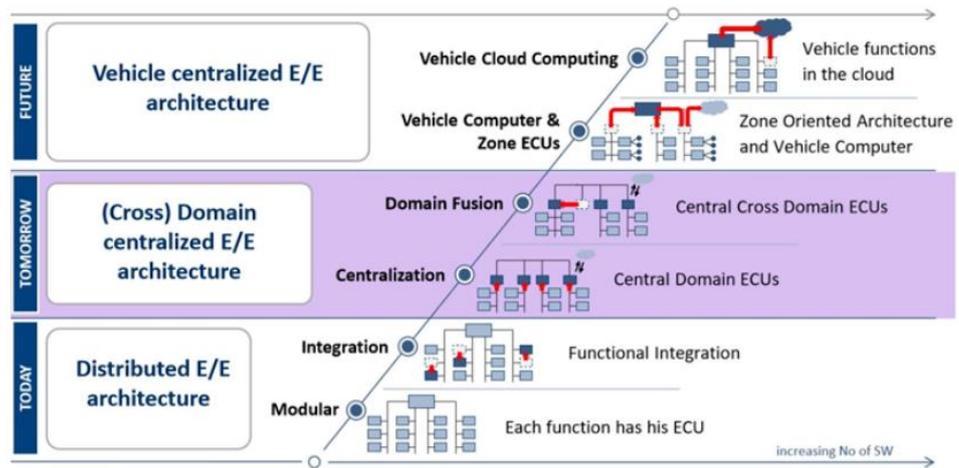
图表8：车辆轨迹数据主要内容



资料来源：End-to-end Autonomous Driving: Challenges and Frontiers, Li Chen, Penghao Wu, Kashyap Chitta, Bernhard Jaeger, Andreas Geiger and Hongyang Li, 国联证券研究所

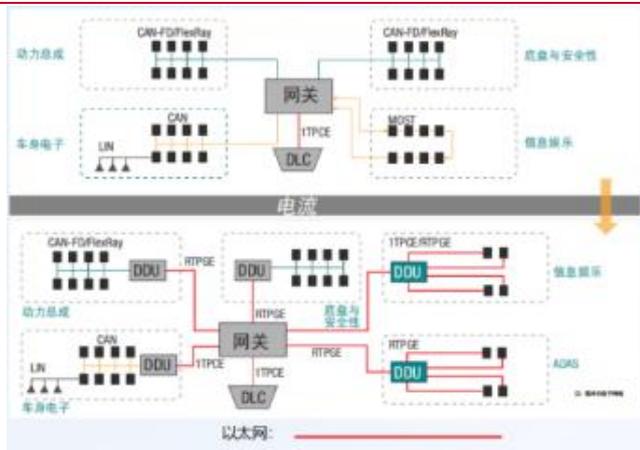
车辆行为轨迹数据采集要求一：需要完成车型架构的升级。一方面，E/E 架构逐步向集中化方向发展，具备车辆行为轨迹数据集中式生成。另一方面，受高级别智能驾驶功能的影响，系统安全性设计要求提升，L3/L4 需要针对网络、电源、底盘、感知等各层级架构均完成冗余设计，从而保证高阶功能的安全性。

图表9：汽车 E/E 架构升级路线



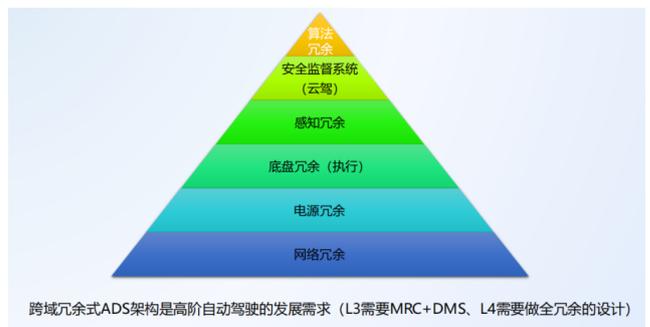
资料来源：博世，国联证券研究所

图表10：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

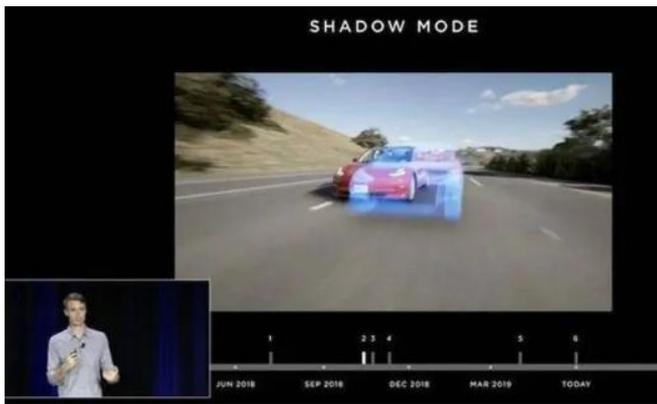
图表11：L3/L4 对 E/E 架构的需求升级



资料来源：中汽创智，国联证券研究所

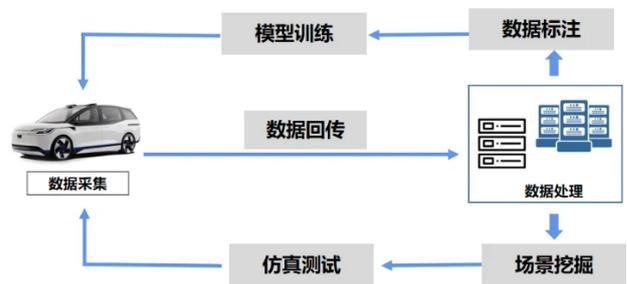
车辆行为轨迹数据采集要求二：车端算力提升，保证“影子模式”运行和车端行为轨迹数据回流。影子模式是指在有人驾驶状态下，智能驾驶系统及传感器仍然运行，通过影子模式计算与有人驾驶状态下的对比，完成对算法模型的验证。随着车型销量逐步提升，影子模式数据传输量远超过路测反馈数据量。智能驾驶数据传输同样需要算力支持，车辆所产生的数据量需要进行将归类、脱敏、压缩和打包后上传至云端服务器，车端算力需要保证车端与训练端通讯通畅。车端算力是推进影子模式和保证数据回流的关键，车端中高阶算力芯片成为硬件的又一要求。

图表12: 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13: 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

我们认为车端核心参数指标为车辆行为轨迹数据规模, 车辆行为轨迹数据规模领先的车企有望加速模型进入涌现阶段。车辆行为轨迹数据规模等于具备行为轨迹回馈能力车型数量与总车辆运行时间的乘积。车端硬件要求来看, 具备中高端算力和冗余集中式或中央计算式 E/E 架构车型成为硬件要求。总车辆和运行时间来看, 车型累计保有量和总车型运行时间成为重要的参数指标。

2.2 数据训练: 算力类型及数量决定速度, 云优化算力编排

训练端: GPU 类型及数量决定训练速度。受架构影响, GPU 在计算能力、带宽等方向上存在较大差别, 对比来看英伟达 H100 单卡算力领先, 华为昇腾 910B 受制程影响算力和带宽较低。训练端由于大模型应用范围和架构不同, 部署上无法共用不同种类型的 GPU, 单类型的 GPU 数量成为关键。服务器整体架构来看, NVIDIA NVLink 采用全网状拓扑, 同时引入 NV Switch 架构 GPU-to-GPU 最大带宽可达到 400GB/s; 华为 HCCS 采用对等拓扑, GPU-to-GPU 最大带宽是 56GB/s。

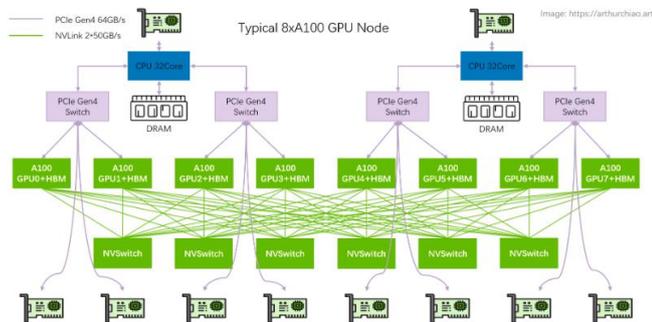
图表14: 训练段 GPU 性能对比

	A800 (PCIe/SxM)	A100 (PCIe/SXM)	华为 Ascend 910B	H800 (PCIe/SXM)	H100 (PCIe/SXM)
工艺	7nm	7nm	7+nm	4nm	4nm
最大功率	300/400 watt	300/400 watt	400 watt		350/700 watt
GPU 内存	80G HBM2e	80G HBM2e	64G HBM2e	80G HBM3	80G HBM3
GPU 内存带宽		1935/2039 GB/s			2/3.35 TB/s
GPU 互连 (一对一最大带宽)	NVLINK 400GB/s	PCIe Gen4 64GB/s, NVLINK 600GB/s	HCCS 56GB/s	NVLINK 400GB/s	PCIe Gen5 128GB/s, NVLINK 900GB/s
GPU 互连 (一对多总带宽)	NVLINK 400GB/s	PCIe Gen4 64GB/s, NVLINK 600GB/s	HCCS 392GB/s	NVLINK 400GB/s	PCIe Gen5 128GB/s, NVLINK 900GB/s
FP32		19.5 TFLOPS			51/67 TFLOPS

TF32 (TensorFloat)	156/312 TFLOPS		756/989 TFLOPS
BFLA0AT16 TensorCore	156/312 TFLOPS		
FP16 TensorCore	312/624 TFLOPS	320 TFLOPS	1513/1979 TFLOPS
FP8 TensorCore	NOT support	NOT support	3026/3958 TFLOPS
INT8 TensorCore	624/1248 TFLOPS	640 TFLOPS	3026/3958 TFLOPS

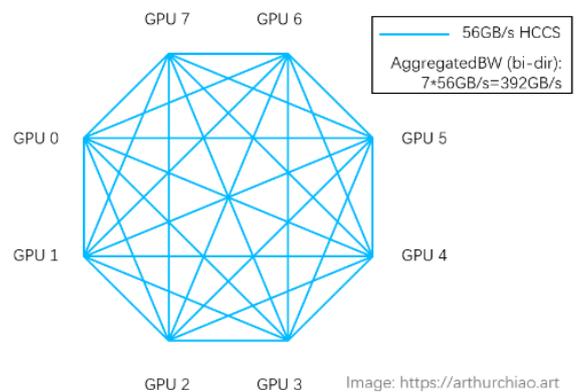
资料来源：第一电动车网，小鹏汽车，小米汽车等，国联证券研究所

图表15：英伟达 A100 GPU 架构



资料来源：英伟达官网，国联证券研究所

图表16：华为 HCCS 架构



资料来源：华为官网，国联证券研究所

云计算：优化算力编排，充分提升算力使用效率。云可以通过虚拟化技术实现资源池化，提供弹性的计算和存储资源；还可以为应用程序提供统一的接口，方便应用程序的部署和管理。优质云计算能力可以充分优化算力结构，实现计算效能最大化。

图表17：云计算能力持续升级



资料来源：阿里云，国联证券研究所

智能驾驶对云上能力要求集中在存储和训练。数据流来看，车端完成数据收集、汇总之后，再上传到云端进行存储和训练。存储来看，车辆行为轨迹数据主要包括两个部分：(1) 结构化数据（车辆状态数据、行驶轨迹数据），主要使用关系型数据库；(2) 非结构化数据（图像、视频、雷达等信息），主要使用非关系型数据。单车数据量在 10TB，全年约产生 30PB 数据量。训练来看，云可以完成数据识别、数据标注等功能，同时云端高质量的仿真测试体系有望加速算法迭代。

图表18：车端行为轨迹数据产生量较大，存储需求旺盛

	研发阶段	商用阶段
单车每天产生数据量	~10TB	~2TB
车辆数	10辆	10万辆
每年累计采集天数	300天	300天
每年产生数据总量	~30PB	~50ZB

资料来源：《智能汽车云服务白皮书》，华为，安永，国联证券研究所

图表19：云端可以优化数据，保证数据运行效率



资料来源：《智能汽车云服务白皮书》，华为，安永，国联证券研究所

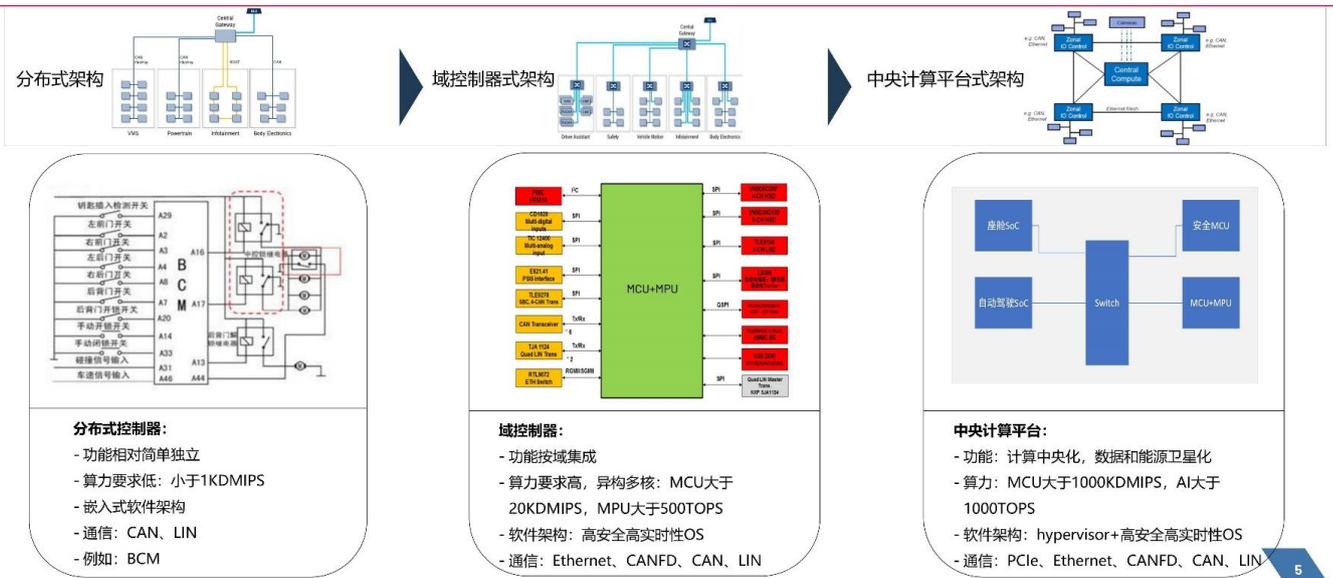
3. 当下车企智能驾驶端到端大模型进展如何？

根据上述分析，我们将从数据获取能力和数据训练能力两个维度进行当下时点各车企智能驾驶端到端大模型进展的分析。车端主要包括车端芯片升级进度、整车与架构升级节奏，同时具备数据回收能力的保有量产生的数据规模也是分析的重点；训练端算力部署主要包括算力部署节奏和云计算底层架构。同时，研发人员数量和研发支出是开发端和训练端的保证，主要系：1) 软件投入及开发需要完成团队建设；2) 算力和存储建设需要费用或成本的支出。

3.1 数据获取：硬件和架构升级，销量保证数据规模

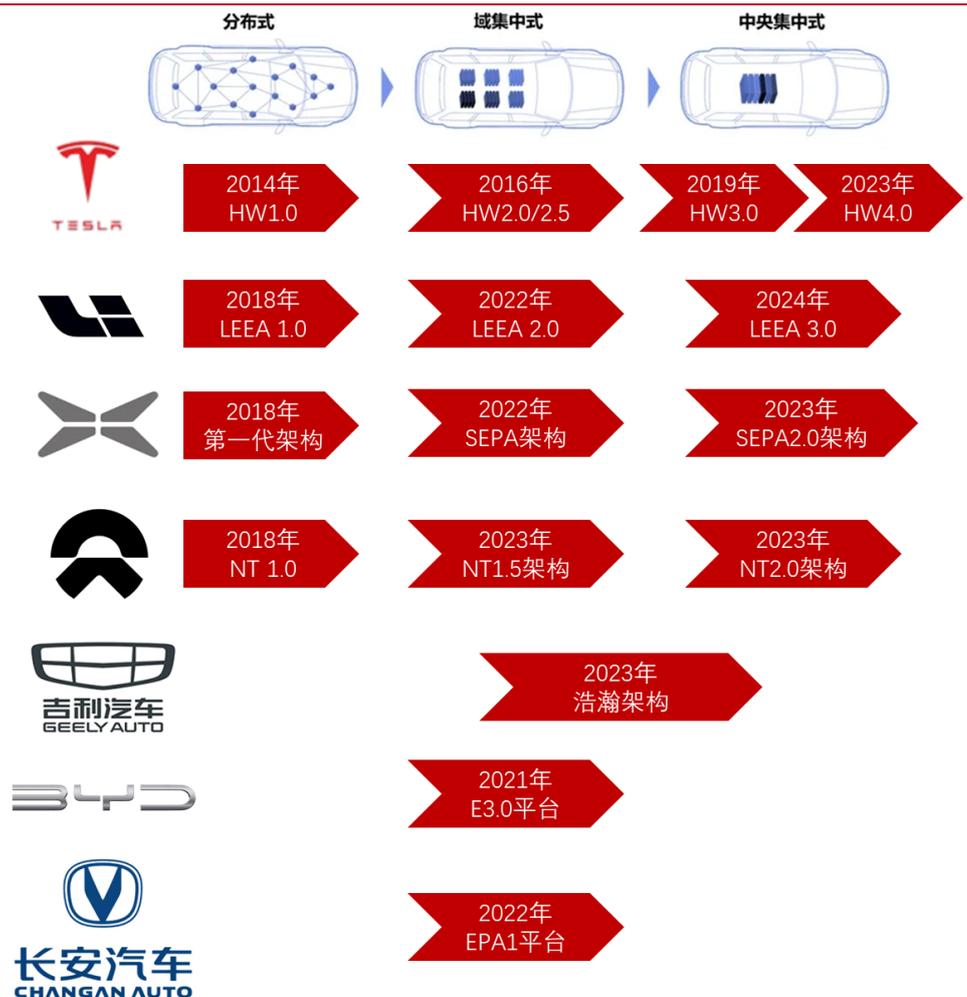
车端 E/E 架构：特斯拉和新势力领先，自主品牌加速跟进。 特斯拉、新势力车企在 E/E 架构进展较快，逐步向中央计算平台式架构升级。从时间来看，特斯拉 2016 年发布 HW2.0，标志车型进入域控制器式架构，2019 年发布 HW3.0 版本，特斯拉 E/E 架构再升级至中央计算平台式架构，是 E/E 架构进展领先的车企。国内新势力车企迭代速度较快，理想 LEEA 3.0 架构、小鹏 X-EEA 3.0 架构、蔚来 ADAM 2.0 架构均进入中央计算平台式架构。自主品牌来看，吉利浩瀚架构、比亚迪 e3.0 平台、长安 EPA 平台均为域控制器式架构，并逐步向中央计算平台式域架构升级。

图表20: 车端智能从域控制器式架构向中央计算平台式架构升级



资料来源: 新出行, 国联证券研究所

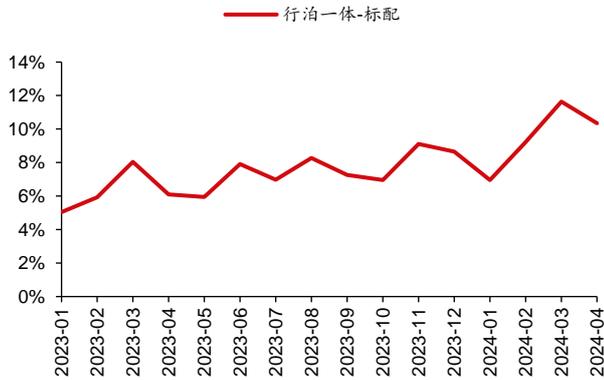
图表21: 主要车企 E/E 架构迭代节奏



资料来源: 汽车之家, 各公司官网, 国联证券研究所

智能驾驶域控制器渗透率快速提升。行泊一体域控制器方案持续加速，2024年Q1行泊一体渗透率为9.0%，同比提升2.5pct，其中3月渗透率达到11.6%，同比提升3.6pct。2024年4月，行泊一体渗透率为10.35%，同比提升4.25pct。

图表22：行泊一体渗透率快速提升



资料来源：高工智能汽车，中保信，国联证券研究所

图表23：L2+车型中行泊一体方案占比提升明显



资料来源：高工智能汽车，中保信，国联证券研究所

域控制器架构后车型销量数据对比：特斯拉领跑，理想领先，华为、小鹏快速跟进。从车型销量来看，理想受益于L系列车型销量绝对值领先，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斜率，有望实现国内智能化车型保有量领先。

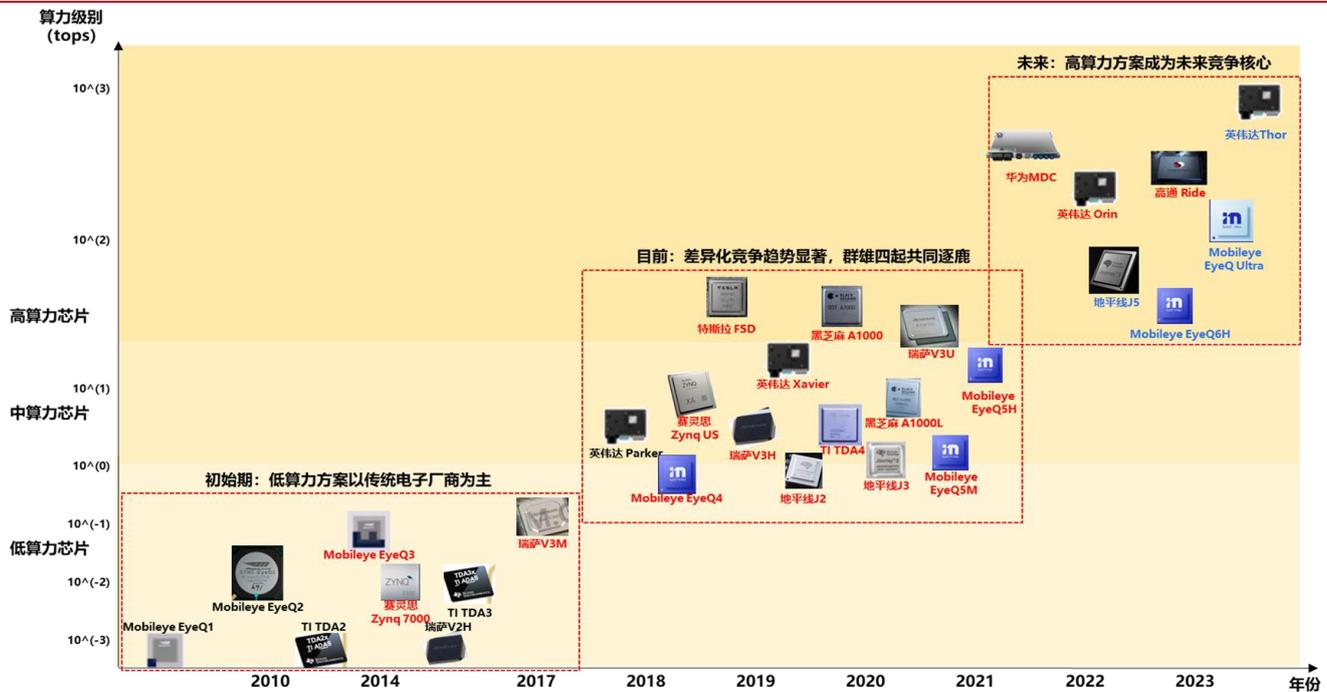
图表24：各家车企域架构平台车型及上市时间

	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	
新势力					英伟达 Orin NT1.5/2.0 车型	
蔚来					英伟达 Orin 理想 L/W 系列车型 Max/Ultra 版本	
理想					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	
						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

车端算力：中高端算力部署加速，行泊一体方案成为关键。 SoC 芯片来看，算力持续提升，车端智能驾驶硬件有望持续升级。目前零部件供应商部署集中在中算力部分，高算力部分成为整车厂重点自研和联合开发的方向，车端中高阶算力成为关键。

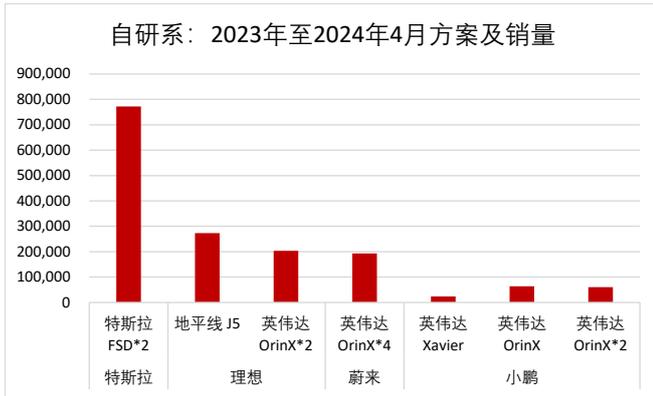
图表25：自动驾驶核心计算芯片迭代



资料来源：36氪，RENESAS 官网，Mobileye 官网，懂车帝，21ic 电子网，AMD 官网，界面新闻，犀牛财经，国联证券研究所

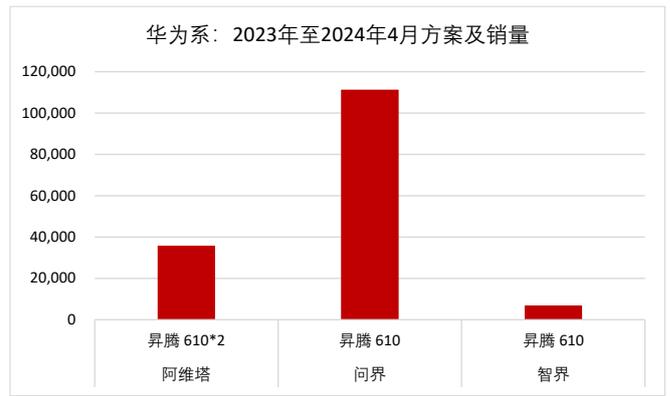
车端算力部署及销量：中高芯片布局加速，车端计算能力保证影子模式和数据回流。 2023 年后受益于英伟达 Orin、地平线 J5 等芯片成熟和车端配置的应用，中高车端算力芯片加速落地。车型配置和车型销量来看，特斯拉使用自研芯片 FSD，自研系车企（理想、蔚来、小鹏）使用英伟达 Orin 地平线 J5 系列芯片，与华为深度合作品牌（问界、阿维塔、智界等），自主品牌（比亚迪、吉利、哪吒等）针对不同品牌采用不同智能驾驶方案及不同芯片方案。车型累计销量来看，特斯拉、理想领跑，2023 年至 2024 年 4 月具备数据回收能力车型销量分别为 77.2 万辆和 47.7 万辆，自主品牌后续有望凭借车型节奏迭代和新车上市，加速车型销量提升。

图表26：自研系新势力芯片方案及销量（辆）



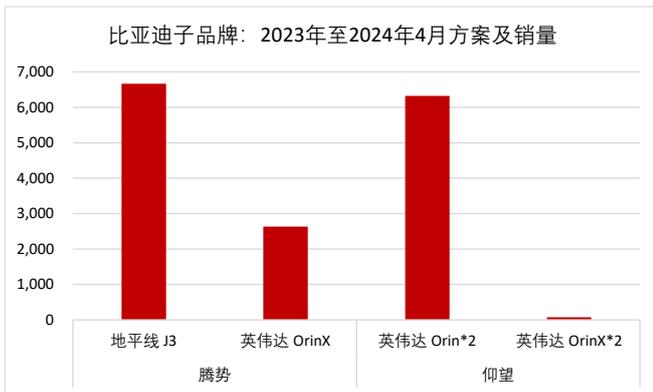
资料来源：中汽协，高工产研，国联证券研究所

图表27：华为系芯片方案及销量（辆）



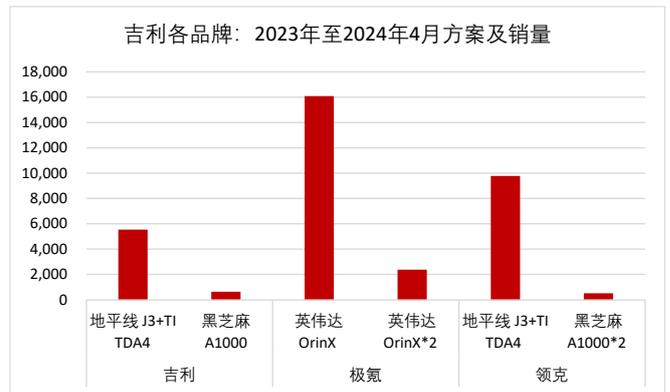
资料来源：中汽协，高工产研，国联证券研究所

图表28：比亚迪子品牌芯片方案及销量（辆）



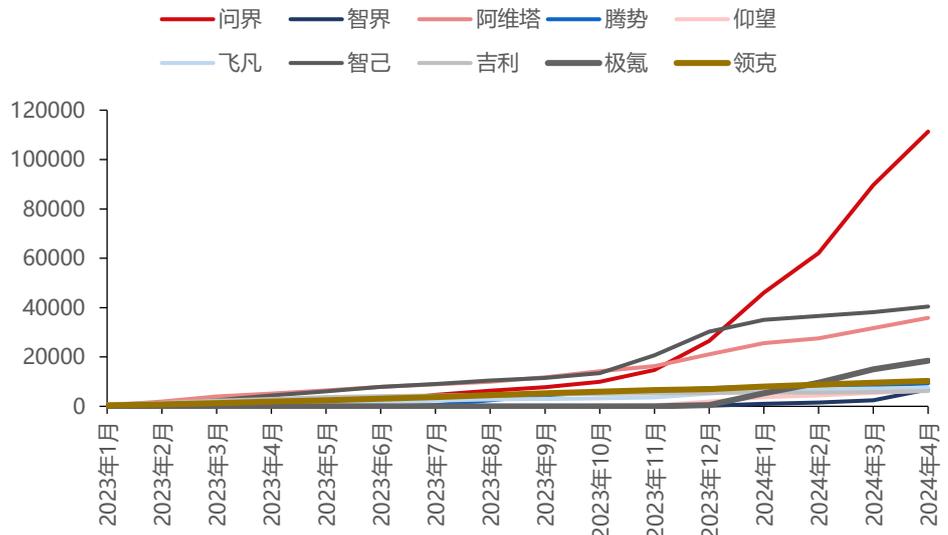
资料来源：中汽协，高工产研，国联证券研究所

图表29：吉利及子品牌芯片方案及销量（辆）



资料来源：中汽协，高工产研，国联证券研究所

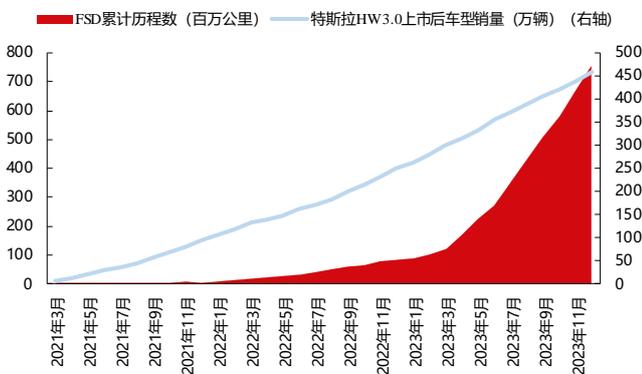
图表30：华为系、比亚迪、吉利、上汽系品牌集中式域架构车型累计销量（辆）



资料来源：中汽协，高工产研，国联证券研究所

域控制器式架构后车型销量与里程积累正相关，销量加速有望带动车辆行为轨迹数据规模快速提升。复盘特斯拉销量和 FSD 累计里程数据来看，HW3.0 平台车型上市后车型销量稳步累积，2023 年 12 月全球累计销量 459.2 万辆。2023 年 3 月，特斯拉 FSD Beta 11.4 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，实现智能驾驶端到端大模型应用。从特斯拉的复盘我们认为：（1）功能迭代有望加速行为轨迹数据的积累，销量是累计里程基础，功能拐点有望提升行为轨迹数据的斜率；（2）车辆轨迹里程数据接近 10 亿公里后有望开始加速端到端的落地节奏。

图表31：FSD 累计里程与 HW3.0 车型累计销量



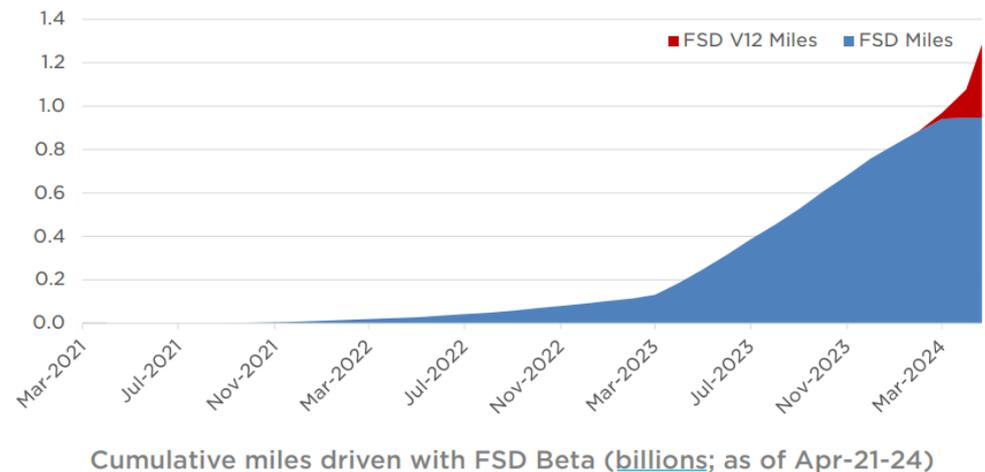
资料来源：Marklines，特斯拉季报，国联证券研究所

图表32：特斯拉 FSD 里程月度增长迅速



资料来源：Marklines，特斯拉季报，国联证券研究所

图表33：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

新增智能驾驶有效里程=车型销量*单车单日行驶里程数*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。在新增智能驾驶有效里程中，假

定单车单日行驶里程数基本一致的情况下，我们将新增智能驾驶有效里程拆分为付费模式订购率、车型销量成为关键。付费模式来看，特斯拉、蔚来均采用订阅制模式，订阅率影响里程数据回馈规模；小鹏、理想、华为系车型通过硬件差别支持高阶智能驾驶功能，智能驾驶车型占比成为数据关键。当下数据规模来看，国内新势力加速跟进特斯拉的 13 亿公里，有望凭借低智能驾驶硬件和付费门槛降低数据获取难度。

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
智能驾驶存量数据（根据新闻公告数据）	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 12 亿公里 NOA 42 万公里 (截止 2024 年 4 月)
域架构车型销量 (万辆)	国内: 171.4 全球: 535.6	33.3	25.8	40.6	68.8 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 70%	48%	100%	Orin 车型: 40% 地平线 J5 车型: 60%

资料来源：各公司官网，Marklines，各家公司智能化发布会，国联证券研究所整理

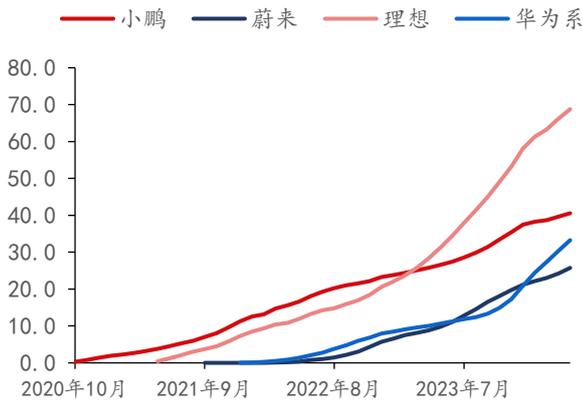
我们尝试数据回测的方式对各家智能驾驶里程数据进行跟踪和判断。首先，对各家具备数据回收能力的车型数量进行整理，小鹏 P7 首先搭载英伟达 Xavier，率先具备数据获取和回收能力，理想凭借 L 系列车型产品力实现销量领先。其次，我们假定各家车企的用户在智能驾驶装配率和月均使用里程数量保持一致。最终通过累加求和的形式计算各家智能驾驶累计里程数据。从结果来看，我们假定单日单车可回收数据量为 3km，在此条件下小鹏、蔚来、理想、华为系的累计里程分别为 7.13/2.42/8.13/2.72 亿公里。由于存在路测团队反馈里程数据等其他数据规模，我们认为数据回测与各家公布结果基本一致，后续可以通过保有量累计求和方式计算。

图表35：各家智能驾驶里程数据计算方法

$$\begin{aligned}
 \text{智能驾驶里程数据累积量} &= \sum \text{每月保有量} * \text{月度平均公里数} \\
 \text{每月保有量} &= \sum \text{具备数据回收能力车型单月销量}
 \end{aligned}$$

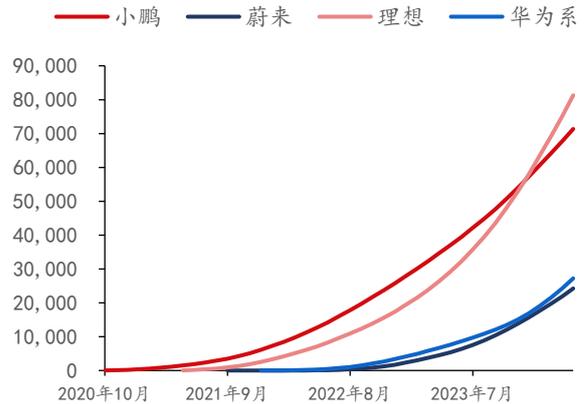
资料来源：国联证券研究所绘制

图表36: 各家车企具备数据回收车型保有量(万辆)



资料来源: 中保信, 国联证券研究所

图表37: 各家车企智能驾驶累计里程测算(万公里)



资料来源: 中保信, 国联证券研究所测算

3.2 数据训练: 云端能力迭代, 算力为重要参数指标

GPU 短期受政策影响, 受政策影响和合作方储备量影响明显。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, 理想加速部署, 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。

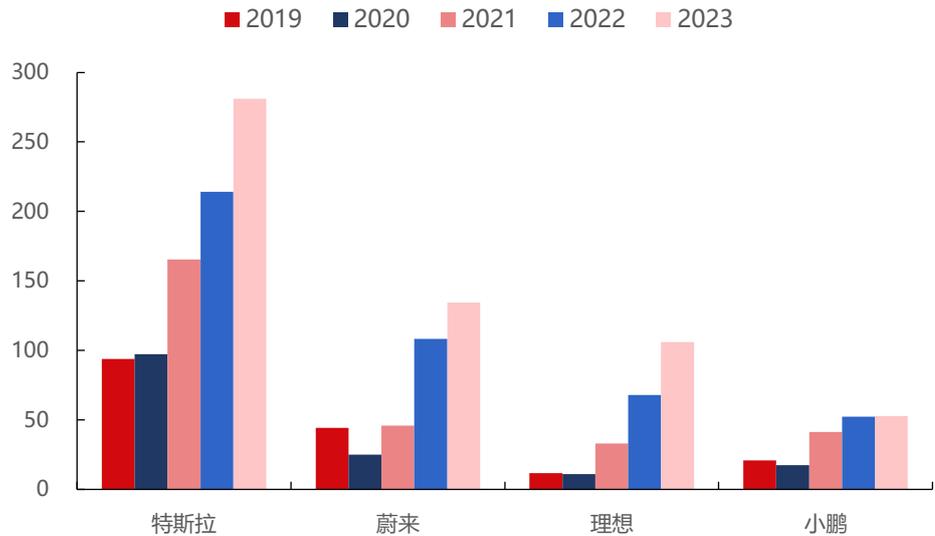
图表38: 车企车端算力部署进展

车企	特斯拉	华为	蔚来	小鹏	理想	吉利	长城	长安
GPU	A100	华为车 BU 智算中心	A100+ConnectX-6	A100/800	A100		A100	
GPU 供应商	英伟达	华为	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	
算力	10EFLOPS	2.8EFLOPS		600PFLOPS	1400PFLOPS	81PFLOPS	670PFLOPS	142PFLOPS
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, 腾讯新闻, 理想汽车, 国联证券研究所

在软件开发、AI 算力建设过程中, 需要较高的研发支出, 人员和费用成为端到端大模型落地和升级的基本保证。各家对比来看, 特斯拉持续领跑, 蔚来、理想增速较快, 小鹏保持基本稳定。

图表39：各家研发费用对比（亿元）

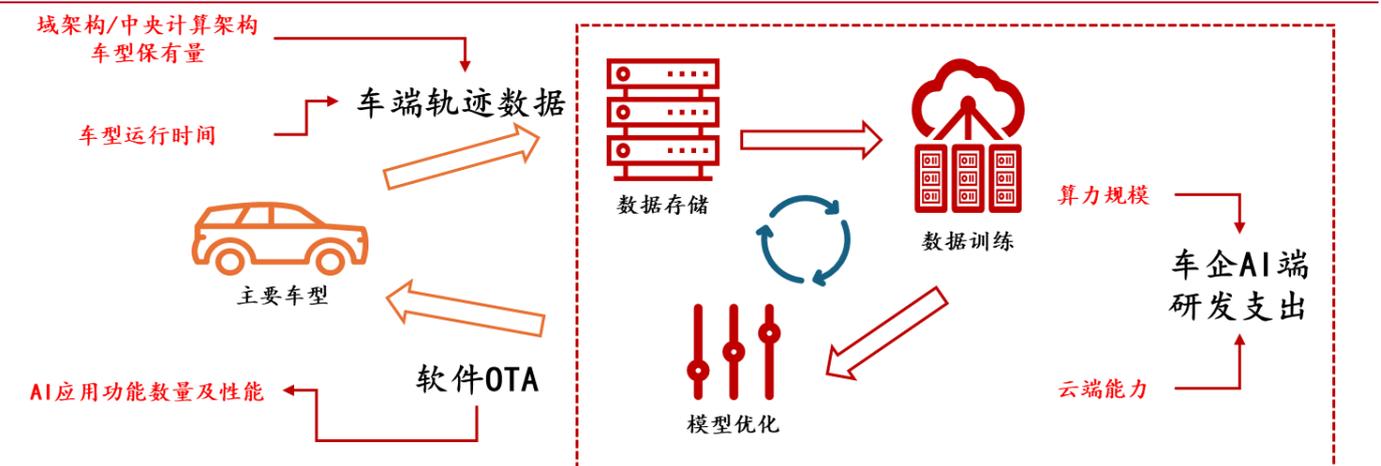


资料来源：ifind，国联证券研究所

域架构/中央计算架构车型保有量、算力建设情况、云端投入情况成为衡量车企智能驾驶端到端进展的重要数据指标。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新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。

当下格局来看，特斯拉凭借算力和数据规模优势有望持续领跑，国内华为、理想研发支出较高、数据规模较大从而追赶速度较快，蔚来、小鹏或受到数据量等方面的影响降低迭代效率。其他自主品牌中，由于具备集中式 E/E 架构或中央计算平台架构车型较少，可实现数据积累的车型数量短期内不足且算力处于建设阶段。

图表40：车企智能驾驶端到端模型评价体系及主要参数



资料来源：国联证券研究所绘制

图表41：车企端到端大模型评价体系

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+端到端
落地时间	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)	19亿公里 (截止2024年6月)
域架构车型销量(万辆)	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 70%	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+ConnectX-6	A100/800	A100
GPU供应商	英伟达	华为	英伟达	英伟达	英伟达
服务器	8核A100服务器				8核A100服务器
算力	10EFLOPS	2.8EFLOPS		600PFLOPS	1400PFLOPS
合作方	英伟达	华为云	腾讯云	阿里云	火山引擎、 英伟达
所在地	美国加州			乌兰察布	山西灵丘

资料来源：各公司官网，Marklines，各家公司智能化发布会，国联证券研究所整理
注：车型占比测算为历史数据拆分的估计值，或与实际情况存在偏差

4. 投资建议：建议关注端到端领先整车厂和智能/域架构供应商

端到端作为未来高阶智能驾驶的技术路线，有望加速高阶功能的落地。研发集中智能化领跑的整车厂和核心智能驾驶解决方案供应商及优质零部件供应商。建议关注高智能驾驶端投入和车型保有量领先的车企和 E/E 架构升级、算力等方向供应商的投资机会。

4.1 整车端：高智能驾驶端投入和车型保有量领先的车企有望领跑

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。从大模型推进速度来看，车企作为训练数据的归属者，在端到端大模型训练环节起到决定性的作用。整车厂的研发能力、研发支出等维度是加速端到端大模型落地的关键。

从研发类型来看，主要包括华为系车企和自研系车企。华为系车企有望充分受益于华为算力领先完成功能迭代，同时优质车型保有量提升有望帮助完成数据规模回流，实现功能反超。自研系车企中，理想汽车和小鹏汽车有望凭借端到端落地节奏领先实现大模型的领先，自主品牌有望加速实现集中式域架构车型数量的升级。

4.2 零部件端：E/E 架构升级、算力等方向供应商有望充分收益

车端轨迹数据需要完成 E/E 架构升级、各域之间的协同配合，车端算力需要实现数据采集、压缩、脱敏的重要因素。

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 架构完整性，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。

5. 风险提示

- (1) 智能化车端进展不及预期；开发进度、落地时间等多维度或影响功能在车端进展和使用。
- (2) 算力建设情况不及预期；大模型需要算力作为训练载体，GPU 受政策限制或影响算力建设进度，从而影响大模型训练效果。

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，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）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指数涨幅20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表指数涨幅10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上

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有私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。

联系我们

北京：北京市东城区安定门外大街208号中粮置地广场A塔4楼
无锡：江苏省无锡市金融一街8号国联金融大厦12楼
 电话：0510-85187583

上海：上海浦东新区世纪大道1198号世纪汇一座37楼
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