

证券研究报告|行业专题报告
计算机行业
行业评级 强于大市（维持评级）
2024年5月13日



智能驾驶专题： NOA快速渗透，建议关注智驾产业链机会

证券分析师：

代社市海均信同

S0120523090002

请务必阅读报告末页的重要声明

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

- **智能驾驶持续渗透，NOA加速上车：**23年新能源汽车渗透率超30%，智能电动汽车渗透率超60%。L3测试有序推进，NOA上车加速渗透。NOA功能包括高速场景与城区场景，其功能实现是自动驾驶发展过程中的关键节点。2023年成为城市NOA落地“元年”，“基础L2→高速NOA→城区NOA”的功能迭代路线逐渐清晰。配备智驾功能的车企品牌梯次分布，“特斯拉+部分新势力”领先。“特斯拉+部分新势力”坚定自研，传统大厂“自研+外采”两条腿走路。
- **竞争激烈，性能成本系关键因素：**智驾性能决定开城数量，算法、算力和数据三要素决定智驾性能。NOA功能持续下探，方案成本愈发关键。算法方面，“2D直视图+CNN→BEV+Transformer→BEV+Transformer+Occupancy→端到端”为主流迭代路线；智算中心为算力、数据和算法服务的供应和生产平台。算力方面，SoC芯片阶梯分布，英伟达、特斯拉引领中高端算力市场。数据方面，量产车数量、传感器标准化程度、商业模式为关键要素。成本方面，多因素推动高精地图向轻地图迭代；纯视觉与多模态融合两条路线并行，数据处理是关键；现阶段激光雷达不可或缺，业内探寻激光雷达降本方式。
- **特斯拉领衔，主要厂商方案巡礼：**特斯拉自动驾驶历经十余年迭代，从探索开荒到自研引领创新。华为提供零部件、HI和智选车模式赋能车企，主导权依次上升。大疆车载打破高阶智驾大算力依赖，主打极致性价比。momenta数据驱动，Mpilot（L2+）+MSD（L4）两条腿战略。百度Apollo依托Robotaxi，L4降维推出L2+纯视觉方案。毫末智行出自长城汽车，24年城市NOH有望落地百城。总结来看，纯视觉方案硬件成本低，高性价比方案价格降至千元级别。24年主机厂销量目标整体增幅明显，智驾上车或迎来机遇。
- **建议关注：**德赛西威、经纬恒润、光庭信息、中科创达、四维图新、均胜电子等。
- **风险提示：**市场需求不及预期，智能驾驶技术发展不及预期，政策发布不及预期

目录 CONTENTS

- 01 智能驾驶持续渗透，NOA加速上车
- 02 竞争激烈，性能成本系关键因素
- 03 特斯拉领衔，主要智驾方案巡礼
- 04 投资建议
- 05 风险提示

01 智能驾驶持续渗透，NOA加速上车

1.1 赛道前景：继电动化之后，智能化有望继续引领汽车行业变革

- **23年新能源汽车渗透率超30%，智能电动汽车渗透率超60%。**在新能源汽车带领中国汽车产业向电动化转型的同时，更多智能化的功能量产上车，智能电动汽车的渗透率逐年提高。据亿欧智库测算，2022年中国智能电动汽车的销量已占新能源汽车的51.7%，2023年预计有望达到65.2%。到2025年，在新能源汽车近50%的汽车出行市场渗透率的基础上，智能电动汽车的销量将超1220万辆，占新能源汽车的80.1%。智能电动汽车将是未来中国车市的中坚力量。

图：2019-2025中国新能源汽车销量、增长率和渗透率

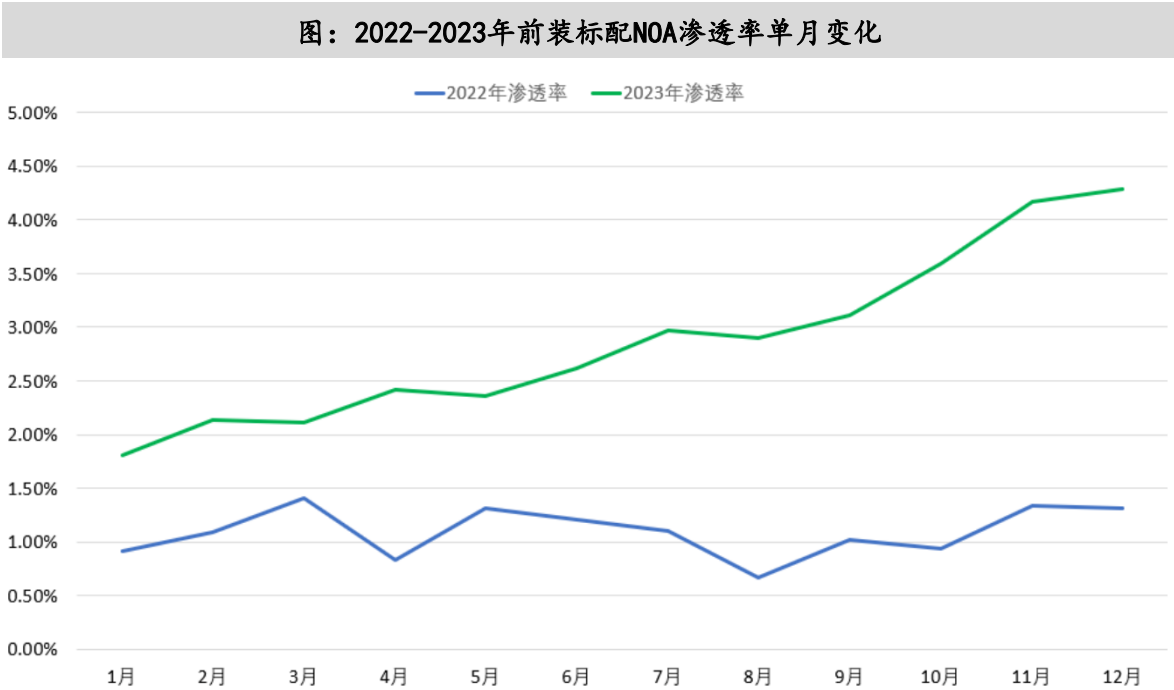


图：2019-2025中国智能电动汽车销量、增长率和渗透率



1.2 政策和市场：L3测试有序推进，NOA上车加速渗透

- L3测试有序推进：**2023年11月，四部委发布《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，在智能网联汽车道路测试与示范应用工作基础上，四部委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。
- NOA上车加速渗透：**根据高工智能汽车研究院数据，2023年国内NOA前装标配渗透率为2.99%，2023年1月、12月单月为分别为1.81%、4.29%。而根据高工智能汽车研究院预测，2024年国内NOA前装标配渗透率将达到10%。



图：国内L3测试牌照发放情况

序号	汽车品牌	时间	测试地点	L3牌照数量
1	比亚迪	2023年7月	深圳	1
2	宝马	2023年12月	上海	/
3	智己	2023年12月	上海	/
4	奔驰	2023年12月	北京	/
5	深蓝	2023年12月	重庆	/
6	阿维塔	2023年11月	重庆	/
7	极狐	2023年11月	北京	/
8	问界	2023年12月	重庆、深圳	11
9	极越	2024年3月	/	/
10	广汽埃安	2023年12月	广州	/

图：常见自动驾驶分级说明

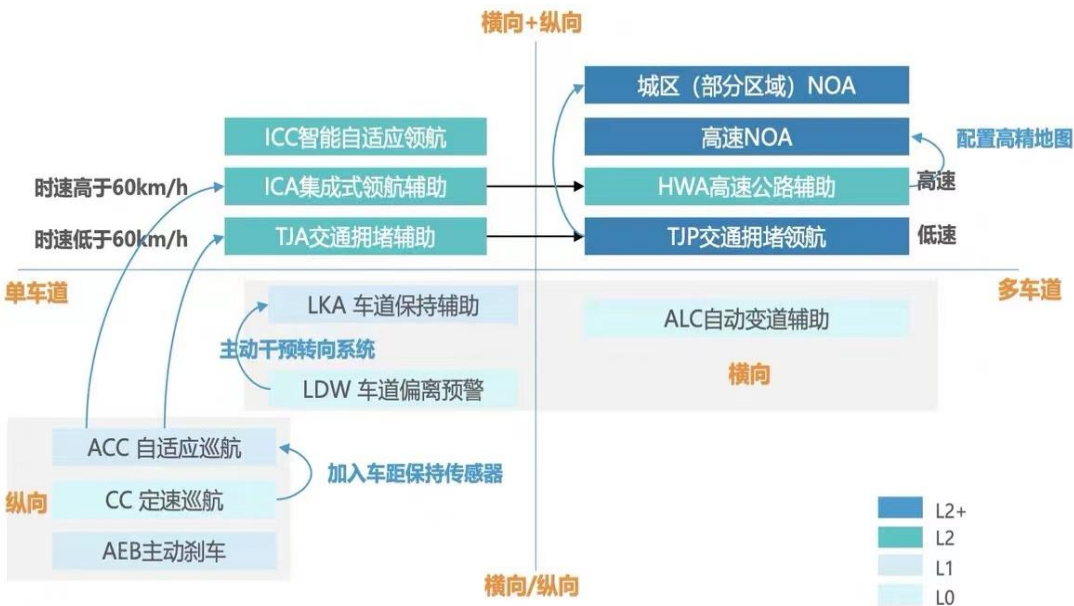
	L0 完全人类驾驶	L1 辅助驾驶	L2 部分自动驾驶	L3 有条件的自动驾驶	L4 高度自动驾驶	L5 完全自动驾驶
驾驶员	必须完成所有驾驶操作。	必须完成所有驾驶操作，但在某些情况下能够获得辅助。	车辆可以承担一些基本的驾驶任务，但驾驶员必须随时准备接管车辆。	当功能请求时，驾驶员必须接管车辆。	当系统无法继续运行时，驾驶员需要在接到通知后接管车辆。	无需驾驶员，方向盘可有可无。坐在L5级别的自动驾驶汽车中，每个人都是乘客。
车辆	仅能对驾驶员的指令做出响应，但可以提供有关环境的警报。	可以提供诸如紧急情况下自动制动或车道偏离修正等基本辅助功能。	在某些特定情况下，能够自动转向、加速和制动。	在某些特定情况下，可完全自动转向、加速和制动。	可在大多数情况下承担全部驾驶任务，而无需驾驶员干预。	能够在所有情况下承担全部驾驶任务，无需驾驶员干预。

数据来源：美国汽车工程师协会(SAE)；美国国家公路交通安全管理局(NHTSA)。
 版权所有© 2018英特尔公司。保留所有权利。英特尔和英特尔标志是英特尔公司在美国和其他国家（地区）的商标。


1.3 行车域智驾功能迭代：基础L2→ 高速NOA→ 城区NOA

- NOA功能包括高速场景与城区场景，其功能实现是自动驾驶发展过程中的关键节点。高速NOA功能是在高速公路辅助（HWA）的基础上配置高精地图，以实现自动上下匝道功能。城区NOA功能是在部分城市道路按照导航路径智能辅助驾驶，引导车辆抵达目的地，适用场景通常为城市内的非结构化道路，可实现横向和纵向的控制，是ACC、LKA、ALC和高精地图功能的集成。
- 2023年成为城市NOA落地“元年”，“基础L2 → 高速NOA → 城区NOA”的功能迭代路线逐渐清晰。汽车行业发展至今，智能化能力已成为各家车企体现技术实力的核心方式，其中智能驾驶的能力至关重要。从最初的包括LKA、ACC等功能在内的基础L2辅助驾驶，到2022年的高速领航辅助驾驶（高速NOA），到2023年的城市内封闭道路领航辅助驾驶（城区NOA），车企们一直在追逐智驾能力的突破。随着2023年下半年部分车企城区NOA开城不断落地，2023年也被称为城市NOA落地“元年”，而“基础L2 → 高速NOA → 城区NOA”的功能迭代路线也逐渐清晰。

图：智能驾驶行车功能与配置进阶分析模型

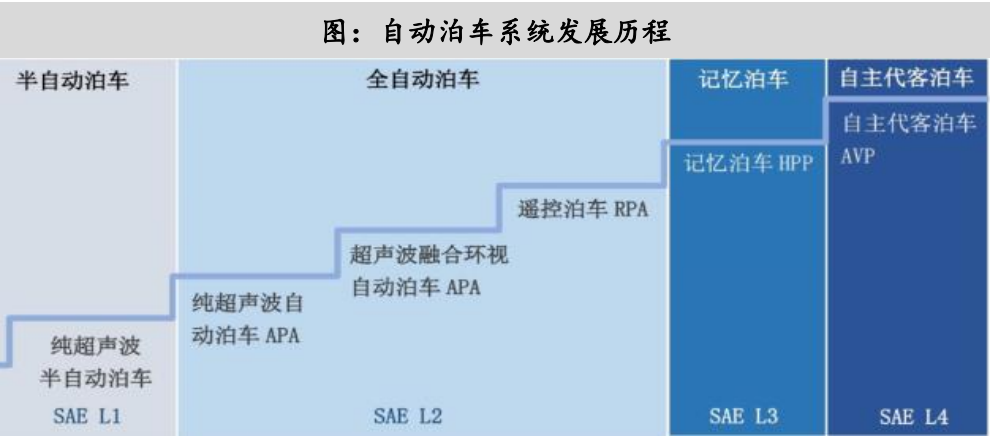


图：智驾功能迭代路线

行车域智驾	对应等级常见智驾功能
基础L2级	系统利用安装在车辆上的传感、通信、决策及执行等装置，实现辅助驾驶功能，包括LKA(车道保持辅助)、AEB(自动急制动)、ACC(自适应巡航)、LCC(车道居中辅助)、ALC(自动变道辅助)、HWA(高速驾驶辅助)等。
高速NOA	系统利用安装在车辆上的传感、通信、决策及执行等装置，在高速高架、环路、城市快速路等封闭或半封闭场景下实现智能驾驶，实现功能包括自主上下匝道、主动变道、主动超车等。
城区NOA	系统利用安装在车辆上的传感、通信、决策及执行等装置，在城市开放路况下实现智能驾驶，可以实现无保护左转、无保护掉头、识别交通信号灯、主动变道、主动超车等功能，能够自主处理各类城市路况，能够处理日常交通场景中的车与车、车与人、车与其他交通参与要素交互。

1.4 泊车域智驾功能迭代：APA→ RPA→ HPA→ AVP

- 泊车域智驾功能迭代大致分为四个阶段。根据泊车时人为的参与程度，智能泊车发展分为自动泊APA、遥控泊车RPA、记忆泊车HPA、自主代客泊车AVP四个阶段，分别对应L2-L4级别的低速自动驾驶。AVP是智能泊车发展的最终方案，也有望成为最早商业落地的L4级自动驾驶。
- 泊车域产品不及行车域产品挑战难度大。泊车场景可以视为AI司机能力在相对简单环境、低速场景的应用，整体上是AI司机行车能力的降维释放。所以不论是目前业内共识，还是技术开发现状，泊车域产品不及行车域产品挑战难度大，泊车域不重点论述。



图：常见智能泊车功能介绍

智能泊车	功能介绍
APA	自动泊车系统APA可以对车辆进行横向和纵向控制，同时需要驾驶员在车内对车辆进行监控和有效接管，属于L2级泊车辅助系统，主要有纯超声波雷达和超声波雷达+摄像头视觉融合两种方案，其中视觉融合方案FAPA约占70%，是目前市场上主流的自动泊车方案。
RPA	遥控泊车RPA在FAPA基础上增加了遥控的部分，车主可以在车外一定的视野范围内，通过手机APP或者遥控钥匙控制车辆泊入/泊出、直进/直出等自动召唤或泊车功能，适用于狭窄停车位。RPA搭载率仅次于APA，随着车机手机互联的普及，其搭载量将快速提升。
HPA	记忆泊车HPA在FAPA基础上可以更远的距离和更复杂的环境中自主泊入/泊出。HPA不需高精地图，利用车身传感器学习、记录并储存泊车路径，再次经过时系统将复现该路径，代替驾驶员完成一段距离的低速驾驶和泊车。HPA适用于高频、高重复性的泊车行为，如家庭私人车位、单位固定停车场等。HPA自2022年开始逐渐少量上车，如小鹏P5、2023款KiWi EV等。
AVP	自主代客泊车AVP属于L4级别的自动驾驶，目前有单车智能、场端智能、车场协同三种技术路线，长远看车场协同为最优路线，将成为自主代客泊车的最终方案。AVP目前整体处于示范、测试阶段，相关技术待突破，供应商较少，单车智能方案以百度为代表，场端智能方案以博世为代表（已在德国少量停车场实现商业运营），车场协同方案以华为为代表。目前搭载AVP的车型极少，完整功能尚待释放，代表车型有2023年的奔驰S级和EQS、广汽AION V PLUS、极狐α S HI版等。

1.5 智驾功能落地：技术能力梯次分布，“自研+外采+混合”共存

- 配备智驾功能的车企品牌梯次分布，“特斯拉+部分新势力”领先。根据我们的研究发现，国内量产车智能驾驶产品的实现以L2级智能驾驶为「主流」和「起步」。以此为依据，我们将国内智能驾驶格局划分为：正当代、次世代及领先一代。同时，大部分传统车厂未完全实现基础L2级功能，在当今格局下，已成为落後一代。
- “特斯拉+部分新势力”坚定自研，传统大厂“自研+外采”两条腿走路。从智能驾驶产品提供方的角度，领先一代和次世代的玩家又可以分为自研派、供应商派和冗余派。冗余派的意思是车企既会采用和供应商合作的方案，又拥有自研团队，研发智能驾驶产品。以比亚迪为例，比亚迪会把智能驾驶能力切成不同功能点，比如泊车、行车都是单独功能。单功能的某个配置会成为一个单独招标项目，最后筛选A点、B点两家供应商让其同时开发。部分供应商有软硬一体方案，如大疆车载和禾多还提供域控制器或传感器，但比亚迪可能会考虑其他选择，如只采购大疆车载的软件，再委托大疆在选择的域控制器上做优化。众多供应商会带来更大的沟通与协调成本，但未来替换供应商也更容易，背后意图或指向自研。

图：智驾技术能力可分为三级



图：智驾提供模式包括自研、外采、混合三种



02 竞争激烈，性能成本系关键因素

2.1 智驾方案竞争优势：性能和成本为关键影响因素

- **智驾性能：**智驾性能决定开城数量，算法、算力和数据三要素决定智驾性能。智能驾驶是AI能力在量产车驾驶上的实现，AI性能取决于三大因素：算法，算力和数据。算法方面业内趋于一致，开始实现BEV+Transformer大一统；算力层次相对分明。而在智能驾驶场景中，数据是AI模型不断迭代优化的关键因素。
- **智驾成本：**NOA功能持续下探，方案成本愈发关键。智驾正成为越来越多消费者购车的主要考虑因素。小鹏G6智驾版本的订购比例超70%，问界新M7的10万辆大定中，智驾版本的订购率达到了60%。而新能源车价格竞争背后实则是成本竞争，结合目前的消费者认知和市场趋势，车企需要不遗余力地控制成本并提升智能驾驶能力。消费者追求的始终是具有性价比的高性能产品，车企如果为了降本而将智驾软硬件进行减配或改为选装，实际上是削弱了自家车型的竞争力。而那些全面搭载智驾方案，还能给到消费者一个大幅度降价的车企，在市场上保持较强竞争力。

- **智驾成本：NOA功能持续下探，方案成本愈发关键。**智驾正成为越来越多消费者购车的主要考虑因素。小鹏G6智驾版本的订购比例超70%，问界新M7的10万辆大定中，智驾版本的订购率达到了60%。而新能源车价格竞争背后实则是成本竞争，结合目前的消费者认知和市场趋势，车企需要不遗余力地控制成本并提升智能驾驶能力。消费者追求的始终是具有性价比的高性能产品，车企如果为了降本而将智驾软硬件进行减配或改为选装，实际上是削弱了自家车型的竞争力。而那些全面搭载智驾方案，还能给到消费者一个大幅度降价的车企，在市场上保持较强竞争力。

图：各玩家城市NOA进展

序号	厂商	宣传内容	落地情况 (截止 2024.1)
1	小鹏	2023 年底开放 50 城 +	开放 52 城，部分为县级市
2	华为	2023 年底全国可用	开放 6 城
3	理想	2023 年底全国可用	通勤 NOA 开放 10 城
4	智己	2023 年内公测	开放上海 1 城
5	特斯拉	FSD 正推进国内	国内尚不可用
6	蔚来	测试中，路线不断增加	测试中
7	毫末	测试中	测试中

图：各玩家城市NOA进展

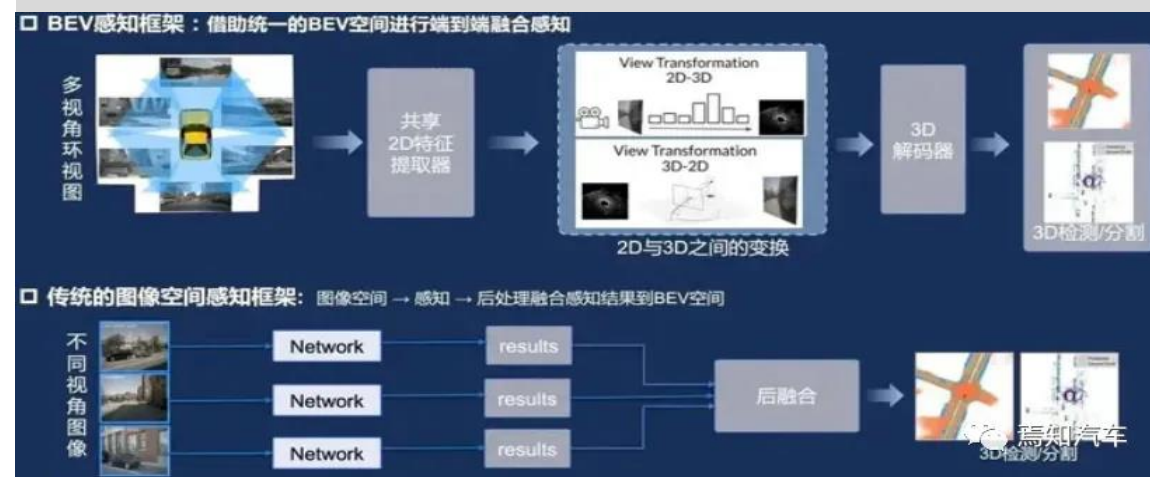


2.2 算法：BEV+Transformer算法为主流趋势，优势在于全局视野

算法迭代：2D视图+CNN→BEV+Transformer→BEV+Transformer + Occupancy→端到端

- **传统“2D 视图+CNN”感知框架：**路况感知信号由相机收集到的2D图像和雷达收集到的3D图像组成，不同感知结果通过 CNN（卷积神经网络）进行后融合，通过大量计算统一升维到3D状态下车机行驶的坐标系。**不够精确、难以预测：**1) 画面遮挡部分难以预测，矩形框标注损失细节；2) 高度或深度方面认知存在误差，坡度影响难以准确预测；3) 感知与预测的连续性难以确认；4) 时间与人力成本较高。
- **BEV+Transformer 算法应运而生：**BEV（Bird’s Eye View）是指一种鸟瞰式的视角或坐标系，可以立体描述感知到的现实世界，也指将视觉信息由图像空间端到端地转换到BEV空间下的技术。Transformer作为一种新型神经网络架构，相比传统神经网络（如CNN），可以直接进行2D、3D不同序列之间的转换。Transformer采用交叉注意力机制，并行训练数据，在跨模态融合以及时序融合过程中，能够更加全面地在空间时序上建模。
- ✓ **BEV使信息展示更加全面，Transformer使感知结果更加连续、稳定，预测更可靠：**1) 算法可以对被遮挡区域进行预测；2) 异构数据进行特征级融合，减少层层处理以及先验规则带来的信息丢失；3) 多模态数据特征在同一空间中融合，信息关联性更强；4) 引入时序信息，感知结果更连续稳定；5) 下游规控模块提取更高效；6) 感知任务迭代更快，可实现端到端优化。
- ✓ **应用于处理多类长尾场景，加速去高精地图：**BEV+Transformer方案能够处理多种自动驾驶的corner case场景，比如感知复杂道路、应对恶劣天气和应对动态交通。将静态道路信息与动态道路参与方统一到了同一个坐标系下，通过实时感知与转换，在行驶中即可实时生成“活地图”，意味着高精地图不再成为强需求。
- **算法方面业内趋于一致，开始实现BEV+Transformer的大一统：**国内车企在“鲶鱼”领头下纷纷加入跃上智驾龙门的队伍，具有一定研发实力与数据积淀的企业，纷纷自研BEV+Transformer方案，为原有方案脱胎换骨，一时间成果丰硕。

图：BEV感知框架与传扬图像空间感知框架区别



图：部分主机厂智驾大模型布局，BEV+Transformer感知模型为主流趋势

主机厂	相关智驾大模型	应用场景	车型
特斯拉	端到端AI自动驾驶、World Model	端到端自动驾驶、仿真地图生成	Model S、Model 3、Model Y、Model X
小鹏	BEV+Transformer	侧重感知	小鹏G6 Max、小鹏G9 Max、小鹏P7i Max
理想	BEV+Transformer、Occupancy	侧重感知	理想L7 Max、理想L8 Max、理想L9 Max
蔚来	BEV+Transformer	侧重感知	未公布
华为系品牌	BEV+Transformer、GOD网络	侧重感知	阿维塔11、问界M5智驾版、极狐阿尔法S全新Hi版
上汽智己	BEV+Transformer	侧重感知	智己L7、智己LS7、智己LS6
比亚迪	BEV+Transformer	侧重感知	汉

2.2 算法：端到端模型有望成共识，占用网络为算法导向感知更精确

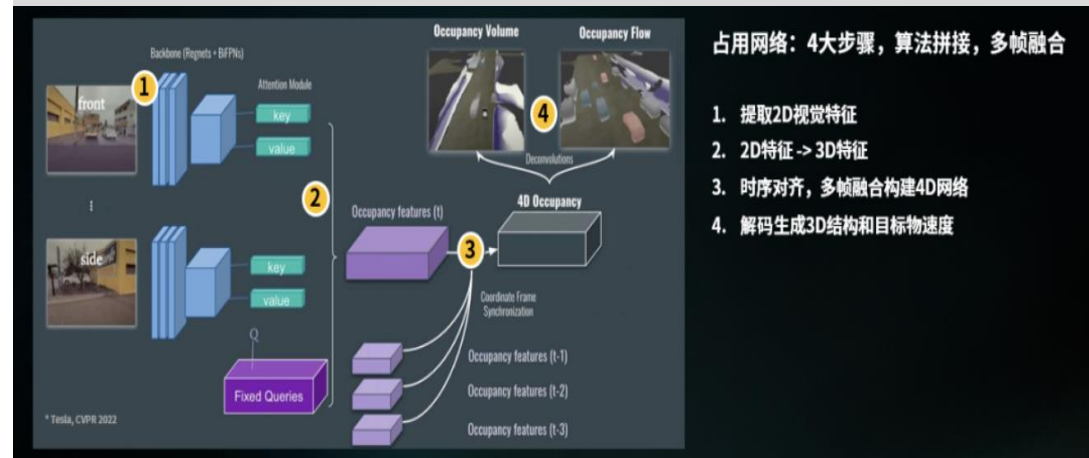
算法迭代：2D视图+CNN → BEV+Transformer → BEV+Transformer + Occupancy → 端到端

- 基于BEV算法迭代为占用网络：BEV算法进一步迭代为Occupancy Networks（占用网络），更加直接地打造3D空间。有别于感知2D图像、提取像素（pixel）转化为3D特征，Occupancy Networks直接感知3D空间中的体素（voxel），也就是将世界划分为多个大小一致的立方体，快速识别每个体素是否被占用，继而判断车辆是否要躲避。
- ✓ 与3D目标检测相比，占用网络Occupancy Networks感知更高效、结果更精准：1）更准确的描述物体的几何形状：对每一个体素进行预测，所以对目标的描述会更加的细粒度。2）可以预测数据集以外的目标类别：针对当前数据集中未见过的物体，也可以对所占用的栅格进行预测。
- 端到端发展框架有望成共识：端到端自动驾驶不进行任务切分，希望直接输入传感器数据、输出驾驶决策（动作或者轨迹），从而抛弃传统自动驾驶里的感知、预测、规划、控制等各类子任务。
- ✓ 优势：1）效果上不但系统更简单，还能实现全局最优。2）效率上由于任务更少、避免了大量重复处理，可以提高计算效率。3）数据收益不需要大量的人工策略、只需要采集足够多的优质驾驶数据来训练即可，可以通过规模化的方式（不断扩展数据）来不断提升系统的能力上限。

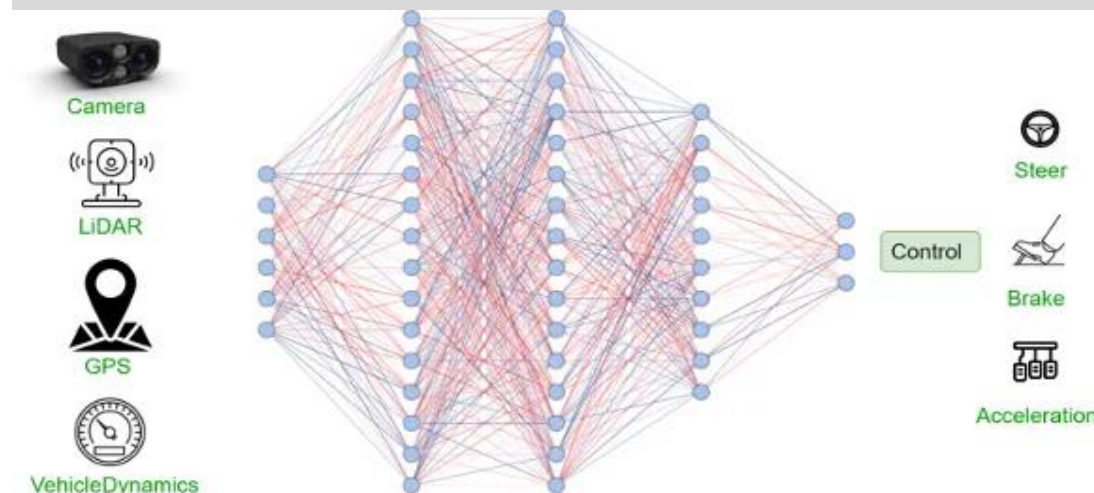
图：针对挖车中的力臂，3D目标检测算法只能给出挖车整体的轮廓框，但对于栅格算法却可以更加细粒度的描述挖车具体的几何形状这类细节信息



图：占用网络算法主体框架与步骤



图：端到端模型架构



2.2 算法：智算中心为智驾提供新基建，加速发展智驾迭代

- **智算中心为算力、数据和算法服务的供应和生产平台。**智能计算中心是基于最新人工智能理论，采用领先的人工智能计算架构，提供人工智能应用所需算力服务、数据服务和算法服务的公共算力新型基础设施。
- ✓ **智算中心是自动驾驶迭代的加速器，优势在于促使成本降低、满足数据需求。**先从成本考量，自动驾驶不仅对车载算力提出了高要求，在完善策略的过程中，也需要更高性能的智算中心来完成训练、标注等工作；从需求的角度来看，自动驾驶的开发包括从数据采集到数据筛选、打标、模型训练、回放性验证、仿真测试等等，智算中心将在这几大环节中发挥重大作用。通过在海量数据基础上不断地重复训练与验证，车辆对道路环境的认知水平逐渐趋近于真实情景，判断的准确性在这一过程中不断提升。

图：自动驾驶厂商超算中心建设布局情况

公司名称	特斯拉	小鹏	蔚来	理想汽车	比亚迪	上汽智己	吉利汽车	长安汽车	毫末智行	百度	商汤绝影	
企业类别	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	主机厂	Tier1	Tier1	Tier1	
超算中心	Dojo超算中心	扶摇	“蔚来云”智算中心	理想智算中心	云辇智算中心	云上数据超级工厂	星睿智算中心	-	雪湖·绿洲	昆仑芯智算中心	阳泉智算中心	AIDC
发布时间	2021.8	2022.8	2022.11	原计划2023Q3发布	2023.4	2022.3	2023.1	2023.8	2023.1	2022.9	2022.12	2022.1
算力(亿亿次/秒浮点运算)	180	60	-	75	-	-	81(预计2025年扩充到120)	-	67	20	400	491
合作云厂商	自建	阿里云	腾讯云	火山引擎		阿里云	阿里云	百度云	火山引擎	自建		自建

- 高阶智驾诞生系统级SoC芯片，取代分散化MCU芯片。SoC芯片相较于只集成一个CPU处理器单元的MCU芯片，它创新性地集成了CPU、GPU、DSP、NPU等多个处理器，以及ASIC、存储、接口单元等组件，大幅提升了计算能力以及数据处理和传输的效率。自动驾驶SoC芯片通常被集成到一个摄像头模块或一个自动驾驶域控制器中，用于决策层，负责来自感知层传感器的数据处理及融合，然后代替驾驶员做出驾驶决策。
- 高于30TOPS中高算力市场仅占全球十分之一，高中低三阶分化。据不完全统计，2023年全年智驾L2等级及以上的SoC全球出货量超过6000万颗，最大的出货量依然来自Mobileye和瑞萨，占据市场超过80%的份额，但主要集中在前视一体机等低阶智驾功能，可以认为是传统L2 ADAS领域商业模式的延续。2023年中高算力智驾SoC的出货量全球为500多万片，仅占智驾SoC总量十分之一，占比较小；真正有较大出货量的中高算力SoC仅有英伟达的Orin系列/Xavier系列、Tesla的FSD（HW3.0/4.0）、地平线的J5系列和华为的昇腾610系列，这四家占据了98%以上的市场份额，其中Tesla占比超过60%，其采取的硬件预埋策略贡献很大。
- 英伟达引领第三方供应商高端算力市场，2022年占据中国市场超8成。2022年在全球高算力（算力大于50Tops）自动驾驶SoC芯片领域，英伟达、地平线、黑芝麻智能、华为海思、高通这几家巨头占据全球94.7%的市场份额。在中国市场上，它们合计拿下94.6%的高算力自动驾驶SoC芯片市场份额。值得一提的是，在这超94%的市场份额中，超8成被英伟达这一家企业拿走。

图：智能驾驶芯片TOP5					
厂家	型号	AI算力TOPS@int8	存储带宽(GB/s)	CPU算力(KDMIPS)	制造工艺(纳米)
英伟达	Thor	2000TOPS@FP8			4
特斯拉	二代FSD	720TOPS	448-900	300（估计）	7
蔚来	天玑NX9031	600TOPS(估计)	276（估计）	615	5
安霸	CV3-AD685	750TOPS	224	220	5
百度	昆仑芯2	256TOPS	512		

图：2023年中国市场乘用车标配NOA计算方案市场份额

排名	供应商	2023年市场份额
1	英伟达	48.99%
2	地平线	35.49%
3	华为海思	7.99%
4	德州仪器	3.82%
5	Mobileye	3.71%

图：2022年中国及全球高算力SoC出货量（按颗）排名

排名	企业	2022年在中国的市场份额	2022年在全球的市场份额
1	英伟达	81.6%	82.5%
2	地平线	6.7%	6.2%
3	黑芝麻智能	5.2%	4.8%
4	华为海思	0.7%	0.7%
5	高通	0.4%	0.5%
合计		94.60%	94.70%

2.4 数据：量产车数量、传感器标准化程度、商业模式为关键要素

- 量产车的数量影响数据产生和迭代，需要足够多的数据传感器：更多的智能车销量或智能方案生产数量，意味着更多的数据积累。
- 传感器方案标准化，实现更强数据效率和质量:如果所有的量产车都是一套标准传感器方案，数据质量、处理效率，无疑比多套传感器方案对于技术迭代有更强的推动作用。由于不同传感器方案会使用不同的数据格式和处理算法，从而需要更多流程进行数据转换和统一，使用相同规格的传感器方案能帮助提高智能驾驶能力迭代效率。同时，传感器方案数量越少，已经实现的能力等级越高，就意味着智能驾驶技术能力越强。
- 可免费使用的智能驾驶产品，也有助于数据反馈和技术迭代：只有在实际道路环境下、真实驾驶数据越多，遇到的Corner Case越多，智能驾驶系统的能力才更有可能向上迭代。现阶段绝大多数用户依然只接受免费权益，表示不会为其付费。对于愿意付费的用户，“单次付费，永久使用”的方式更易被接受，因此“软件持续收费”的模式，虽然由来已久，但目前仍未被市场所接受。

图：高速、城市NOA功能付费模式接受意愿



图：2023年部分已实现或即将实现高速NOA功能的车型感知配置

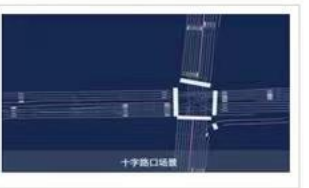
品牌	车型	感知硬件配置方案
飞凡	飞凡 R7	1L 12V 6R 12U 2成像
智己	智己 LS7 智己 L7	2L 11V 5R 12U 12V 5R 12U
岚图	FREE	13V 5R 12U
上汽荣威	第三代RX5	10V 3R 12U
蔚来	ET7 ES7 ET5	1L 11V 5R 12U 1L 11V 5R 12U 1L 11V 5R 12U
理想	L8 Pro L9 pro	10V 5R 12U 10V 5R 12U
小鹏	G6 G9	2L 12V 5R 12U 2L 12V 5R 12U
长安深蓝	深蓝SL03	10V 12U 5成像
阿维塔	阿维塔11	3L 13V 6R 12U
问界	问界M5智驾版	1L 11V 3R 12U

注：V代表摄像头；R代表毫米波雷达；U代表超声波雷达；L代表激光雷达

2.5 成本：包括成本在内的多因素推动高精地图向轻地图迭代

- “轻量化”地图将成为智能网联汽车应用的趋势：中国智能网联汽车产业创新联盟发布的《智能网联汽车高精地图白皮书》提到，分米级地图的测绘成本为每公里10元左右，而厘米级地图的测绘成本可达每公里千元。”去高精地图”是必然趋势，繁重的高精地图不仅无法适应高速发展的自动驾驶需求，更是成为主机厂与图商无法承担的高额成本。但是实时感知无法获取的“先验信息”也成为了“地图”的保命符。基于导航地图和各家需求的地图要素绘制出的SD Pro地图或许是长久的地图存在形式。“轻量化”地图使图商降低了高精地图要素采集、制作、更新的成本和周期，也使车企避免因购买多余的数据产生不必要的成本，降低了对高精地图的依赖。相比“重地图”方案更易覆盖城市道路、停车场等全场景，也可以满足智能网联汽车量产向更多更大规模的城市拓展的需求。

图：不同精度地图对比

	导航地图SD Map	SD Pro地图	高精地图（HD Map）
信息级别	道路级别信息	车道级别信息	车道级别信息
相对精度	10m	米级	绝对精度：0.5m内 相对精度：10-20cm
道路信息	车道线数量、属性信息	道路拓扑结构、车道线数量、车道线属性（虚线、实线）、道路限速信息	车道线数量、颜色、宽度、属性、道路拓扑结构、车道级限速信息
道路对应关系	模糊道路对应关系（如向左前方行驶的提示）	红绿灯对应的绑路关系	停止线、待行区、人行横道、豁口、公交车站、红绿灯位置、各灯对应绑路关系 绿化带、桥墩、栏杆、路沿等静止环境 定位对比特征图层
写入地图的驾驶规则	/	推荐变道触发、变道抑制等手写规则的区域	触发变道点、变道抑制、功能禁用等手写规则的精准定位点
导航指令	模糊导航指令	模糊导航指令	精确的导航指令
图示			

➤ SD Pro地图对精度的要求不高。

➤ 对于L2级自动驾驶而言，“超视距感知要素”（如坡度曲率等）是SD Pro地图的核心要素，可以帮助提前决策判断；

➤ 对于L2+级自动驾驶而言，“道路拓扑结构”是SD Pro地图的核心要素，可以帮助解决路口博弈、无保护左转等难题。

图：部分主机厂/供应商高精度地图替代方案

序号	主体	替代方案
1	小鹏	使用Xnet深度视觉感知神经网络，实时生成3D高精地图。
2	理想	通过NPN特征和TIN网络，配合BEV大模型，能够准确识别城市中的复杂路口和信号灯通行意图，从而实现去高精地图的能力。
3	华为	已实现基于Transformer的BEV架构，ADS2.0进一步升级，基于道路拓扑推理网络进一步增强，即使无高精地图也能看懂路，红绿灯等各种道路元素，使得无图也能开。
4	百度	使用纯视觉感知，同时辅以激光雷达，实现“纯视觉+激光雷达”的感知冗余，以提供连贯的城市驾驶；使用的“轻量级高精地图”方案比行业通用的传统高精地图要“轻”近80%。
5	元戎启行	发布不依赖高精地图的新一代自动驾驶方案DeepRoute-Driver3.0。
6	小马智行	通过感知模块、预测模块等所有模块的提升不强依赖高精地图

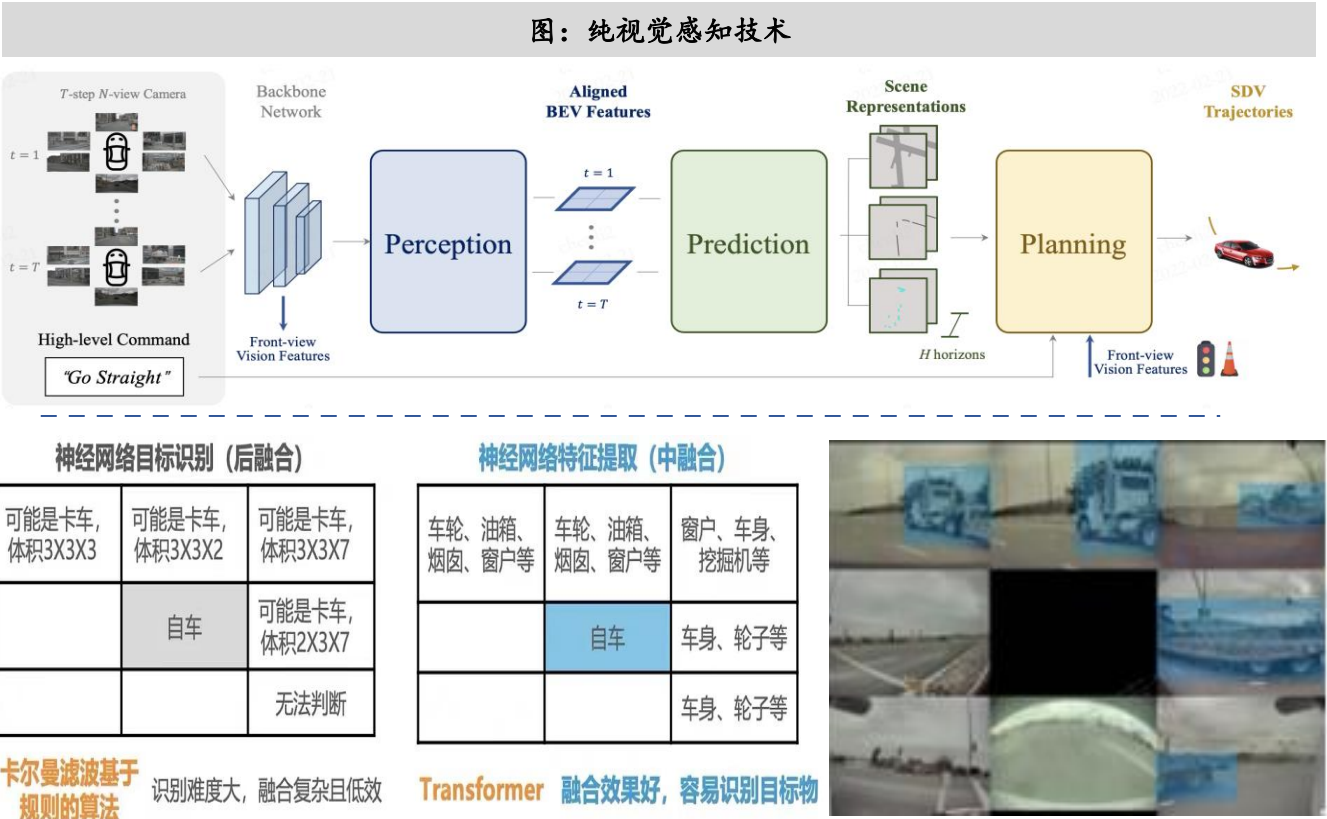
2.5 成本：纯视觉与多模态融合两条路线并行，数据处理是关键

● 纯视觉感知技术与多传感器融合技术并行。从感知角度来划分，目前高阶智能驾驶领域分为两派，一派为特斯拉和Mobileye坚持的纯视觉感知技术路线，其余则大多选择多传感器融合的技术路线。纯视觉感知方案只需将摄像头收集到的图像数据进行特征提取、处理、转化为3D数据；而多传感器融合的方案采用摄像头与激光雷达相结合，通过多种工作原理提升感知精度，也能在某一设备失效的情况下起到冗余的安全防护作用。但多传感器方案中，不同工作原理下，传感器收集到的数据类型、所处坐标系都不同，摄像头收集到的视觉数据属于2D图像空间，激光雷达获得的点云数据属于3D空间，处理与融合这些数据的策略及路径成为有效保留数据信息的关键。具体来讲，基于融合的不同位置，可以分为前、中、后融合三种方式，三种方式分别发生在数据处理的不同阶段，在信息保留、算力使用、通信速率等多方面也具有不同特征。

图：多传感器感知技术

方式	定义	融合特征
后融合	在BEV大范围应用前，最常用的是后融合方案，也称为“目标级融合”。后融合方案中，不同传感器获得的数据通过不同网络算法独立处理，处理后得到各自的目标数据，再将目标数据在决策层由主处理器进行融合。	整体更易解耦，既易于整车厂自主研发，也便于Tier 1按照下游需求进行模块化定制。但是，正是由于后融合方式是基于规则处理的，因而存在“从结果反推过程”的先验式思路，不仅会造成信息损耗、成本升高，也难以突破当下认知局限。
前融合	也称为“数据级融合”。前融合方案将融合步骤前置，所有传感器的识别结果连同其他自动驾驶所需数据，统一融合到为一整组数据，再将融合后的所有数据依据目标进行感知。前融合方案下，相当于不同的传感器组合为一个更加超级、多能的传感器，既能看图、又能探测，感知算法无需区分数据来源与类型，直接进行综合处理。	更加类似于人眼到大脑的工作方式，将所有数据整体分析，增强了数据关联性，也减少了信息丢失。但与此同时，异构数据的融合对于算法也有着极大的考验。首先庞大的数据量对于存储能力、算力都有较高要求，而且由于坐标系的不同，不同数据间的转换效率和效果也需要不同的算法逻辑来实现。
中融合	目前业内更青睐中融合方案，即“特征级融合”，这一方案也更适合BEV视角。相较于前、后融合，中融合将特征提取置于融合之前，但将数据感知置于融合之后。换言之，中融合方案先通过神经网络提取数据有效特征，将有效特征与BEV空间特征相融合，最终输出BEV视角下的整套数据，用于决策层的感知和输出。	中融合方案中，数据处理更直接，信息损耗更少，相应地，算力需求也一定程度降低，研发重点来到了神经网络模型的更新上。随着深度学习的发展，Transformer的应用突破了过往算法依赖人为规则所带来的认知局限和逻辑上的反复。

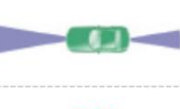
图：纯视觉感知技术



2.5 成本：现阶段激光雷达不可或缺，业内探寻激光雷达降本方式

- **激光雷达为必备传感器，但成本高昂成为压力。**激光雷达拥有比摄像头更多的深度信息，且不受光照影响，拥有比毫米波雷达、超声波雷达更高的分辨率，直接输出物理世界 3D 点云，大幅度提高了整车的感知能力，能够为智能驾驶提供更深一层的安全冗余。然而，自特斯拉开启降价潮以来，随着国内车企纷纷跟进，成本压力迅速传导到位于产业链上游的智驾供应商：中高端车型开始减配激光雷达，例如华为 ADS 2.0 相较 ADS 1.0，只采用了 1 颗激光雷达而非 3 颗。相比之下纯视觉具备明显成本优势，根据半导体公司安森美公布的数据，L2 级自动驾驶每辆车摄像头总成本为 40 美元，L3 级自动驾驶每辆车摄像头成本也只是 185 美元。
- **业内探寻激光雷达降本方式。**1) 大规模量产实现降本：通过迅速上量，摊薄各项成本，2022 年禾赛总共交付超 6 万台 ADAS 激光雷达，通过大规模的量产，分摊了高昂的研发成本和生产成本，进而拉动产品价格下降。2) 利用芯片化设计指数级降低成本：通过把数百个激光收发通道集成到几颗分别负责发送和接收的芯片上，不仅大幅减少元器件数量、简化供应链，在装配上由于能够自动化完成，还省去了人力调试，由此使得物料成本、调试成本、芯片成本均降低。3) “平台化”激光雷达降成本：“北醒应龙”激光雷达平台通过更优的扫描技术，使用更少的收发器件来实现更强的产品性能。同时，其模块化设计可以有效地降低产品性能升级时所产生的研发人力和时间成本，也可以缩短装调时间，降低后段的不良率，真正兼顾了成本和可升级性。

图：不同传感器参数对比

技术/水平	价格 (2022年)	全球 市场规模 (2022年)	市场 份额**	采用率 (2022年)	精度	解像度	适应性	关键参与者	汽车应用例子	未来趋势
 激光雷达	主要应用于 L2-L5 500美元 ~ 20,000美元	5亿美元*	~2%					见「- 竞争格局 - 汽车市场」		隨著自動駕駛技術的發展，激光雷達的採用率及每輛汽車的激光雷達數目預計將急劇增加。
 毫米波雷达	主要应用于 L2-L5 50美元 ~ 150美元	~35亿美元	~15%					主要为一级供应商		自動駕駛技術的發展將導致毫米波雷達的採用率逐漸提高。
 超声波雷达	广泛应用于 L1-L5 10美元 ~ 15美元	~35亿美元	~15%					主要为一级供应商及部分二级供应商		隨著自動駕駛技術的發展，超聲波雷達的採用率預計將穩步提高。
 摄像头	广泛应用于 L1-L5 25美元 ~ 100美元	~154亿美元	~68%					主要为一级供应商		隨著自動駕駛的進步，攝像頭的採用率預計將穩步提高，而每輛汽車的攝像頭數量預計將切實增加。

* 匯率=人民幣6.7元/美元

** 傳感器的市場份額乃透過其市場規模除以表中四種傳感器的市場規模總和計算得出

低    高

图：激光雷达降本技术

芯片化技术将原来数百个零散部件整合集成，带来诸多优势



03 特斯拉领衔，主要厂商方案巡礼

3.1 特斯拉自动驾驶历经十余年迭代，从探索开荒到自研引领创新

图：特斯拉自动驾驶历史演进分为基础摸索阶段（2016年以前），过渡发展阶段（2016年-2019年），自研创新阶段（2019年至今）

阶段	基础摸索阶段		过渡发展阶段		自研创新阶段			
发布时间	2014 年 10 月	2015年10月	2016年10月	2018年	2019年	2021年	2023年	2023年2月
重要软硬件版本	Autopilot Hardware 1.0	特斯拉V7.0	Autopilot Hardware 2.0	FSD V9.0	Autopilot Hardware 3.0	FSD Beta V9.0	Autopilot Hardware 4.0	FSD Beta V11.3
主要事件	开启道路偏离警告和速度提示、自适应定速巡航系统以及前方碰撞预警、自动紧急刹车和盲点预警	开启自动方向盘接管，侧方位碰撞躲避和一字位自动停车，真正意义上实现了自动辅助驾驶功能	AEB、防碰撞预警、车道保持、自适应巡航等功能缺失，V8.1版本重新追上HW1.0	可实现高速/城际公路场景自动驾驶	实现包括自动泊车、自动辅助变道、智能召唤等智能驾驶功能	采用纯视觉方案，不依靠雷达；能够应对奇怪的极端情况和恶劣的天气	支持自动辅助导航驾驶、自动辅助转向、自动紧急制动、侧撞预警、前撞预警、自动远光灯等功能。	支持在高速公路上启用 FSD Beta，统一了高速和非高速的视觉和规控技术栈。
软件算法	2D+CNN		HydraNet, BEV+Transformer			占用网络, 端到端		
标注形式	人工标注					自动标注		
处理器	Mobileye EyeQ3		英伟达DRIVE PX2 AutoCruise		自研FSD芯片		自研FSD 2.0芯片	
云端算力	/						建立Dojo超算中心	

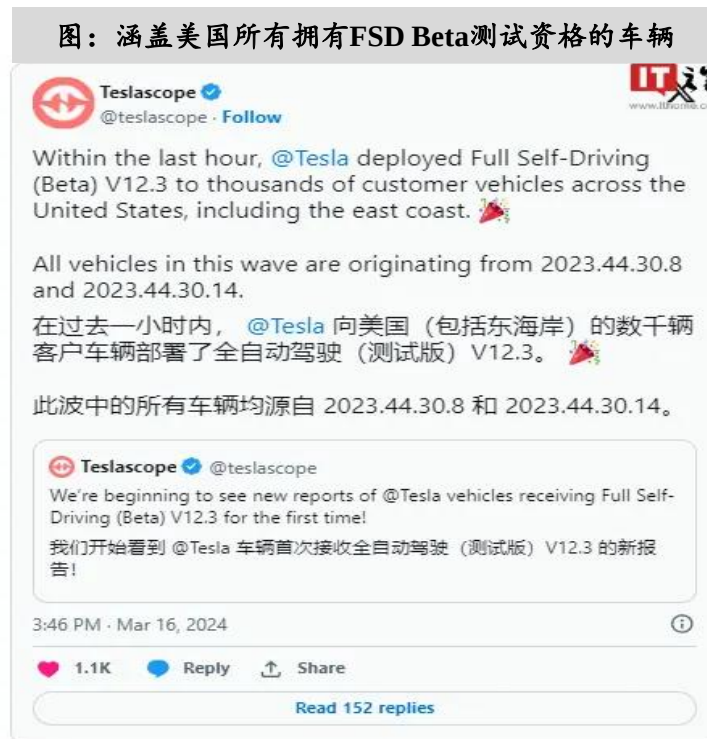
3.1.1 新版本V12.3登场，FSD引领技术革新

- **最新FSD V12.3迎来推送，V12转向端到端网络。**3月17日消息，特斯拉的FSD Beta版12正式迎来新版本推送，此次推送的FSD Beta V12.3面向美国的部分用户开放。本次推送似乎涵盖了美国所有拥有FSD Beta测试资格的车辆，此前该版本已经推送给内部员工和配备HW4的特别测试组。一些用户指出，新版本在舒适完成U型转弯和低可见度路况行驶方面取得了显著进步，这得益于V12版本转向了“端到端神经网络”控制车辆的方式。
- **瑕不掩瑜，FSD Beta V12.3实测令人印象深刻。**有车主说自己今天用V12.3进行了6次拼车，没有一个乘客意识到车辆在“自己开自己”，并且零接管、零脱离。还有车主表示，原来自己在所在的社区从不用FSD Beta V11，因为经常出错，但是FSD Beta V12.3让他体验到了有史以来第一次“零接管”，而且系统在很多情况下都像人类，比如等待单车道上左转的车辆，或者马路中停下的送货车。

图：更新FSD Beta V12.3



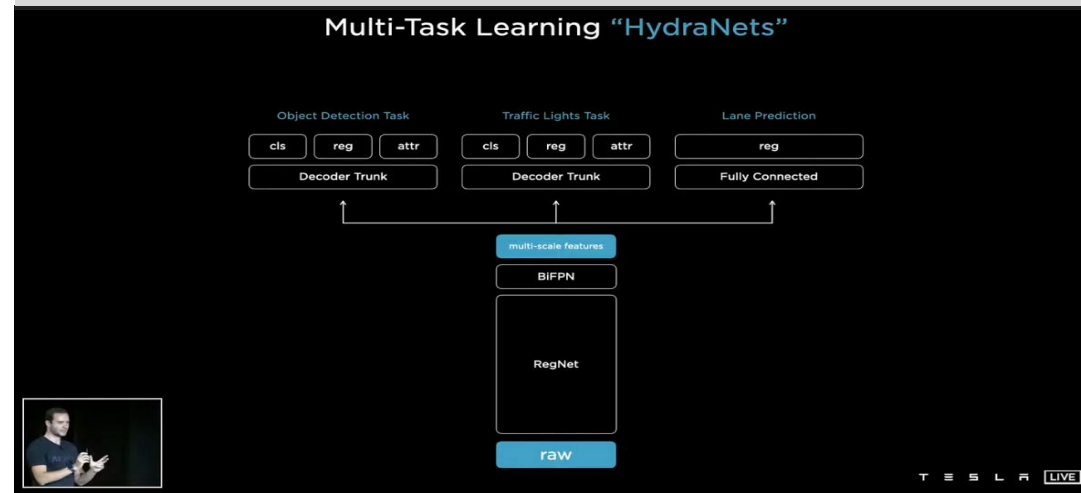
图：涵盖美国所有拥有FSD Beta测试资格的车辆



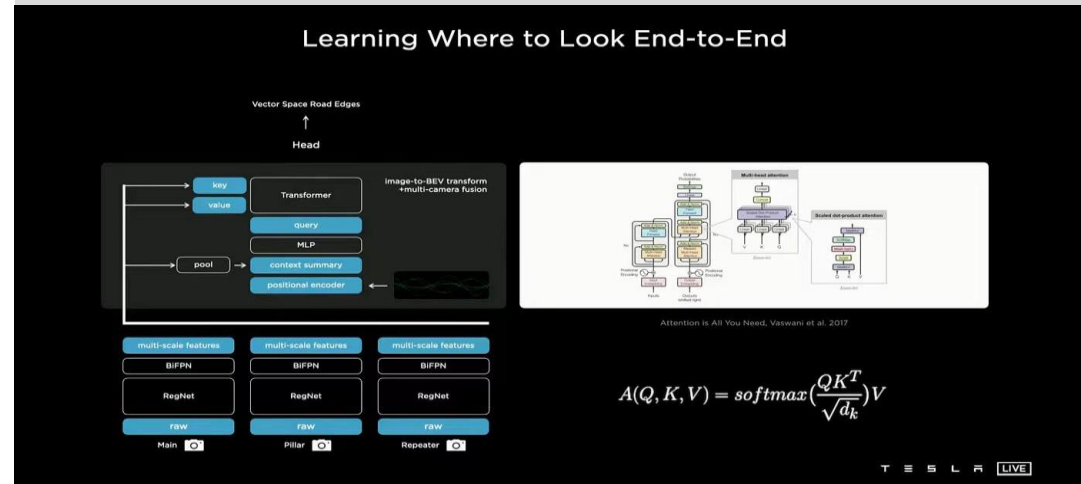
3.1.2 算法端：特斯拉采用端到端大模型，引领算法时代

- **2020年-引入BEV+Transformer**：2020年引入的 BEV+Transformer 架构，过去自动驾驶依靠「2D 图像+ CNN」是不太可能实现全自动驾驶。
- ✓ **感知能力更加精确**。基于Transformer的BEV感知技术，可以将车道线等道路几何信息以及人、车等动态目标全都统一到一个坐标系下，便于车辆更加准确地对道路情况进行判断。
- **2021年-引入HydraNet**：2021年，特斯拉构建了多任务学习神经网络架构 HydraNet，并使用了特征提取网络BiFPN。HydraNet 结构能够完成多头任务，而非此前的单一检测。
- ✓ **算法效率得到提升**。相较于此前算法，HydraNet 能够减少重复的卷积计算，减少主干网络计算数量，还能够将特定任务从主干中解耦出来，进行单独微调。
- **2022年-引入占用网络**：2022年底的AI DAY上进一步得到了强化，特斯拉将BEV升级到了占用网络（occupancy network），进一步提升了泛化能力。
- ✓ **判断极端事件更精确**。特斯拉可以无需再纠结物体具体是什么，而只考虑体素是否被占用，就可以判断到底要不要躲避，有助于更好化解一些辅助驾驶中的Corner case（极端事件）。
- **2023/2024年-过渡到端到端大模型**：2024年1月下旬，特斯拉面向普通用户正式推送了FSD V12的测试版本。FSD V12将城市街道驾驶的软件栈升级为单一的端到端神经网络，该网络经过数百万个视频片段的训练，替代了超过30万行C++代码。
- ✓ **实现输入到输出的大模型思维**。FSD V12是一个端到端AI，它能够输入图像，然后从输出转向、加速、刹车灯动作。特斯拉对于AI的探索已经进入通过单一基础视频网络来直接驾驶汽车——从技术范式上来说，通过端到端的算法变革，特斯拉已经整体上转向类似于 OpenAI 旗下 GPT 这样的大模型思维。

图：特斯拉HydraNet模型结构



图：端到端算法示意图



3.1.2 算法端：特斯拉Hardware硬件迭代，HW4.0全面提升

- **HW硬件不断更迭，逐步走向自研道路。**HW1.0阶段特斯拉的主要工作是多传感器融合+应用层软件开发。HW2.0阶段特斯拉掌握图像识别算法+多传感器融合+应用层软件开发。HW2.5是对HW2.0的一个小版本更新，主要用于冗余和略微提高的可靠性。HW3.0特斯拉驾驶辅助硬件的重大革新，首次采用自研的自动驾驶芯片，具备全套芯片设计+图像识别算法+多传感器融合+应用层软件开发。
- ✓ **HW4.0全面提升，处理数据、影像能力提升。**HW4.0的摄像头像素从120万像素提升到500万像素，虽然前摄像头从三目变成双目，总体摄像头数量从8个减少到7个，但是视觉最大探测距离从250米变为424米，系统可以看得更远更清楚。芯片算力是原来的5倍，从HW3.0的144TOPS提升到HW4.0的720TOPS，CPU内核也从12个上升到20个，以帮助快速处理图像信息。同时，为了让图像大数据传输更快，CPU内存从LPDDR4升级到GDDR6。

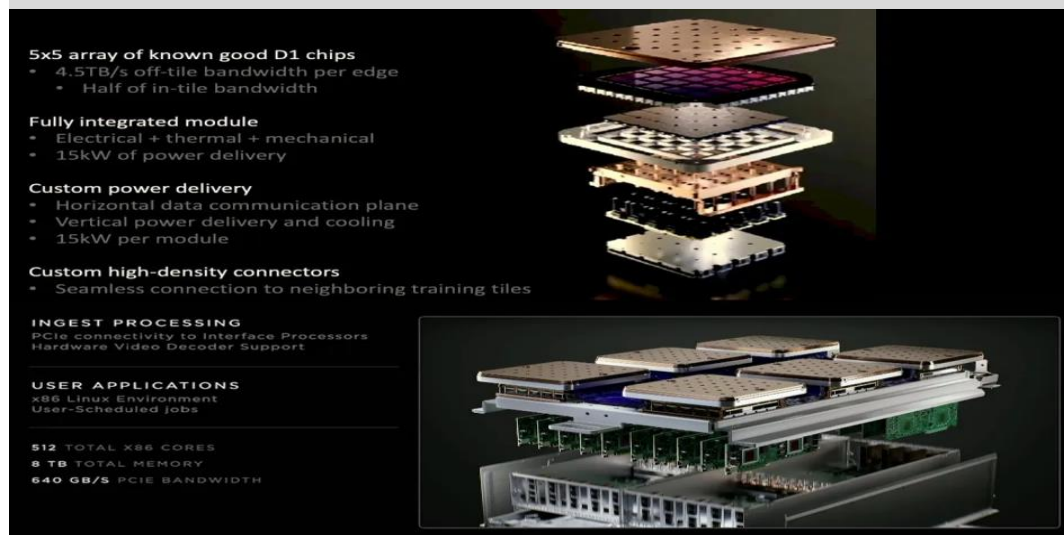
图：特斯拉硬件配置迭代变化

硬件类型	HW 1.0	HW 2.0	HW 2.5	HW 3.0	HW 4.0
时间	2014	2016	2017	2019	2023
摄像头	1个前视摄像头	8个摄像头	8个摄像头	8个摄像头	7个摄像头
毫米波雷达	前向毫米波雷达（博世）	前向毫米波雷达（博世）	前向毫米波雷达（大陆）	前向毫米波雷达（大陆）	Phoenix高精度雷达
超声波雷达	12个	12个	12个	12个	0
核心处理器	Mobileye EyeQ3	1-英伟达Parker Soc 1-英伟达Pacal GPU 1-英飞凌3核CPU	2-英伟达Parker Soc 1-英伟达Pacal GPU 1-英飞凌3核 CPU	2-特斯拉自研FSD芯片	2-特斯拉自研FSD 2.0芯片
TOPS	0.256	12	12	144	720
搭载车型	2014年Model S/X	2016年Model S/X	2017年Model S/X/3	2019年Model S/X/3（少数为HW2.5)	2023/2024年Model S/X/Y/3
电源	单电源			冗余电源	

3.1.2 算法端：Dojo逐步壮大，集群ExaPOD机柜算力高达1.1EPlops

- **Dojo超算不断发展，建立FSD更新迭代基础。**Dojo是特斯拉为人工智能机器学习和计算机视觉训练目的而开发的超级计算机。Dojo在2021年8月的特斯拉AI日上首次公开，Dojo的设计初衷是为了处理大量的视频数据，加速特斯拉的Autopilot和完全自动驾驶（FSD）系统的迭代。2023年7月，马斯克在公司财报会议上称Dojo已开始投产，用于训练自动驾驶汽车的人工智能模型，正在考虑向其它汽车厂商授权其FSD硬件和软件，并计划到2024年在Dojo上投入超过10亿美元。根据特斯拉2023年在6月发布的算力发展规划，将在2024年10月达到100EFlops算力。2024年1月，马斯克在X平台上表示，特斯拉计划在Dojo超级电脑上投入巨额资金，在纽约超级工厂（Gigafactory）启动5亿美元新项目。
- **以节点、芯片和训练模块为核心组建Dojo超算集群，最终高达1.1EPlops。**芯片上承载了最小的计算元素被称为训练节点，训练节点的算力在BF16/CFP8数据格式下，为1024GFLOPS，在精度更高的FP32格式下，浮点运算性能达到64GFLOS。354个这样的训练节点连接到一起，构成计算阵列（compute array），便在逻辑上构成了一个D1芯片。基于D1芯片，特斯拉在系统层面设计了「训练模块（Training Tile）」，训练模块就是Dojo超算的基本构成单位。一个完整的训练模块上集成了25个D1芯片，一个训练模块BF16/CFP8精度下的浮点算力总算力为9PFLOPS。然后120个训练模块共同构成ExaPOD，即特斯拉Dojo超算的最终硬件形态，其总算力在BF16精度下达1.1EPlops。

图：Dojo模组与Dojo POD机柜



图：特斯拉算力单元的层级划分

层级	名称	片上SRAM	算力	说明
内核级	Dojo Core	1.25MB	1.024TFLOPS	单个计算核心，64位位宽，具有4个8x8x4的矩阵计算核心，2GHz主频
芯片级	D1	440MB	362TFLOPS	单芯片，核心数为354，面积645mm ²
格点级	Dojo Tile (训练模组)	11GB	9050TFLOPS	单个训练模组，每5x5个芯片组成一个训练模组
集群级	ExaPOD	1320GB	1.1EFLOPS	特斯拉的训练集群，每12个训练模组组成一个机柜，每10个机柜组成ExaPOD，共计3000个D1芯片

陈巍谈芯

3.1.3 算力端：外购芯片走向FSD自研芯片，算力处理能力大幅上升

- **从外购主控芯片到自研FSD芯片。**2014年~2016年，特斯拉配备的是基于Mobileye EyeQ3芯片的AutoPilot HW1.0计算平台。2016年~2019年，特斯拉采用基于英伟达的DRIVE PX 2 AI计算平台的AutoPilot HW2.0和后续的AutoPilot HW2.5。2017年开始特斯拉开始启动自研主控芯片，尤其是主控芯片中的神经网络算法和AI处理单元全部自己完成。2019年4月，AutoPilot HW3.0平台搭载了Tesla FSD自研版本的主控芯片，这款自动驾驶主控芯片拥有高达60亿的晶体管，每秒可完成144万亿次的计算，能同时处理每秒2300帧的图像。
- **FSD 2.0芯片算力上增加5倍，提升到720TOPS。**特斯拉第二代FSD芯片自2023年2月开始在汽车上发货，该芯片的设计与第一代芯片非常相似。第一代基于三星的14nm工艺，围绕三个四核集群构建，共有12个Arm Cortex-A72核心在2.2 GHz主频下运行。在第二代设计中，特斯拉将CPU内核数量增加到了五个4核集群（20个），总共有20个Cortex-A72内核。第二代FSD芯片最重要的部分是三个NPU核心。三个核心使用32MB的SRAM，每个用于存储模型权重和激活。

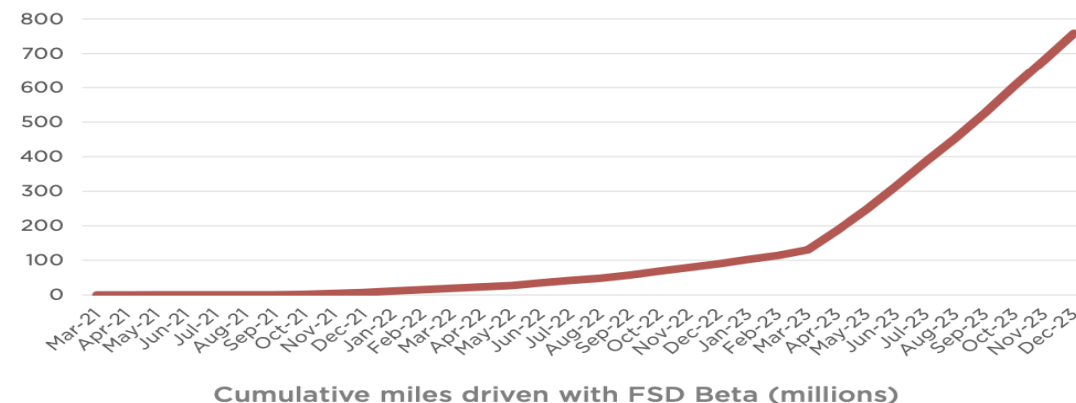
图：特斯拉不同芯片性能迭代					
硬件类型	HW 1.0	HW 2.0	HW 2.5	HW 3.0	HW 4.0
芯片	Mobileye EyeQ3	1-英伟达Parker Soc 1-英伟达Pacal GPU 1-英飞凌3核CPU	2-英伟达Parker Soc 1-英伟达Pacal GPU 1-英飞凌3核CPU	2-FSD芯片	2-FSD 2.0芯片
芯片研发商	Mobileye	英伟达、英飞凌	英伟达、英飞凌	特斯拉自研	特斯拉自研
芯片制造商及工艺	/	/	/	三星代工 14nm制造	三星代工 7nm制造
TOPS	0.256	12	12	144	720
FPS	36	110	110	2300	/
ROM	256兆字节	6GB	8GB	8GB*2	/
处理能力	1倍	40倍	40倍带冗余	420倍带冗余	/

3.1.4 数据端：数据采集、标注和模拟构建特斯拉数据闭环体系

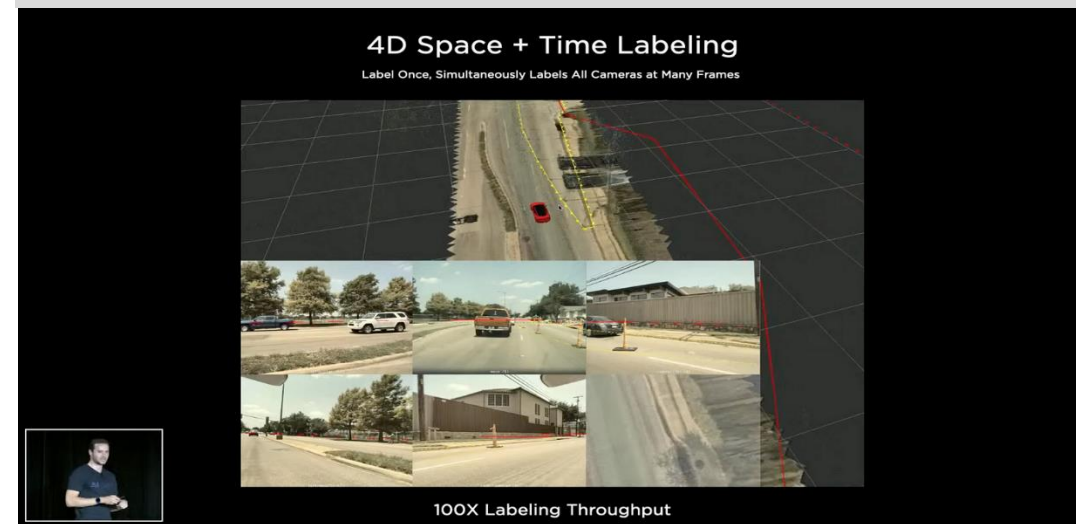
特斯拉自动驾驶的数据闭环体系：数据采集 → 搭建数据集 → 自动+人工标注 → 送入模型训练 → 量化部署到车端上

- **数据采集：影子模式采集高价值数据：**2019年4月，特斯拉首次发布“影子模式”（shadow mode），这是一种全新的车端数据触发采集方式。影子模式运行在车辆后台，但不参与控车，通过对模型的结果数据与驾驶员的行为数据分析，从而判断自动驾驶模型的“短板”，并上传对应的数据到云端。特斯拉的影子模式支持量产车上运行并采集数据，等同于将自己卖出的每一辆车，都能够化身为“数采车”，充分发挥量产车覆盖场景广、成本低的优势。
- ✓ **FSD Beta累计里程大幅增加为数据采集提供基础：**在2023年第四季度财报电话会议上，马斯克透露，目前北美有40万辆电动汽车可以使用特斯拉的FSD Beta软件，而2023年初的时候马斯克透露有28.5万订阅了FSD，增长率超过销售增长率。自2021年3月以来，特斯拉已行驶了约7.5亿英里。最近三个月内增加了约 2.25 亿英里。
- **数据标注：4D标注+自动标注技术：**
 - ✓ 在BEV感知兴起之前，2D标注由专业的标注人员通过特定的工具在图像上进行绘制而完成的，这种方式非常直接，但是其标注效率低、人力成本高。随着BEV感知技术的兴起，4D标注技术应运而生，其用于标注具有时序的3D数据，即4D标注=3D标注+时序。4D标注不仅需要标注3D空间中的静态目标，还需要标注具有时序信息的动态目标，它是一项为输出3D空间中具有时序信息的任务提供真值的技术。
 - ✓ 2020年，特斯拉研发并使用了数据自动标注系统。特斯拉采用人机合作的标注方式，既有人工标注，也有机器标注，机器标注效率更高，通过高效率标注，让现实世界中的时空片段转化为可用数据，使得 FSD 更加智能和高效。特斯拉的AI团队开发自动化的标注工具可在行驶时实时地对道路、交通参与者以及障碍物等进行标注、重建，基于完整的高质量数据集去训练新的神经网络去处理车前摄像头出现雪花导致其视线无法看清前车等复杂场景。
- **仿真数据：场景仿真理解复杂动态驾驶场景，保证安全性：**特斯拉依靠过去收集到的数据，仿真出全新的、自带标注的场景以供训练。现实场景的复杂程度超乎想象，比如场景非常罕见以至于几乎收集不到（例：高速上人车狗同时飞奔），或者是场景复杂程度超过自动化工具能力（例：一条街上塞了重重叠叠的几十上百号人）。

图：特斯拉截止至2023Q4累计里程数



图：特斯拉4D标注演示



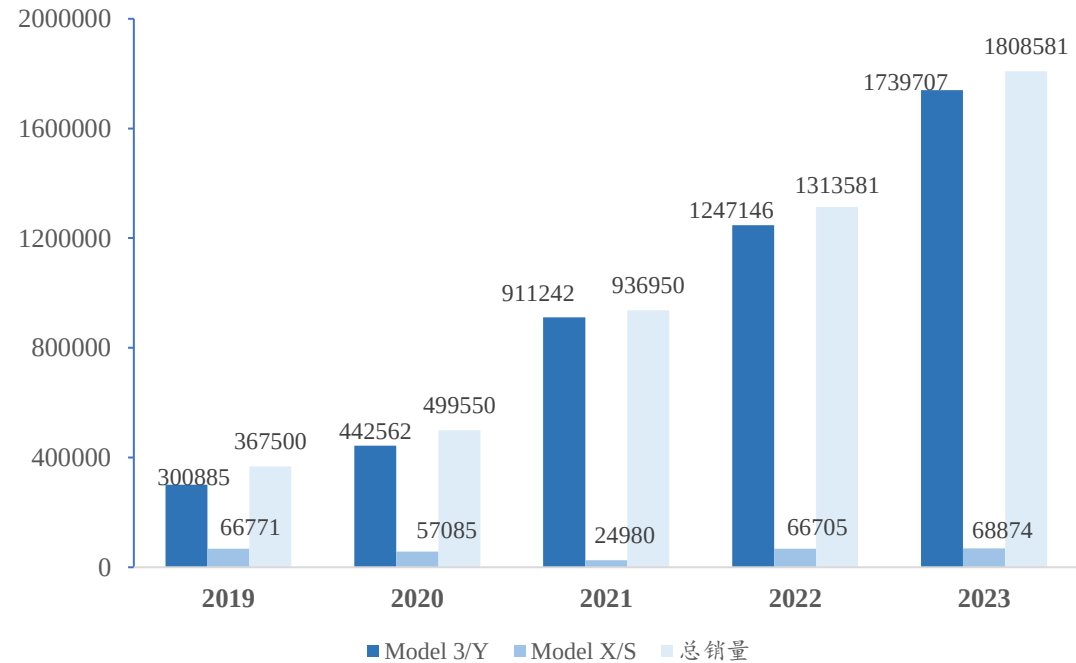
3.1.4 数据端：量产车为数据获取提供来源，形成数据规模优势

- **FSD分三种版本层次，国内仅限选装：**目前，特斯拉提供的智能驾驶功能分为AP（Autopilot）标配版本，EAP（Enhanced Autopilot）增强自动辅助驾驶，以及顶配的FSD。其中基础版和增强版在国内销售的车型已经落地。FSD目前只在北美地区（美国和加拿大）推出，国内仅限于付费选装。
- ✓ **付费模式同样推动FSD技术进步：**特斯拉一直以智能化拉动其电动化，通过免费为用户提供基础版Autopilot服务，获取大量的用户驾驶数据和环境信息，用于其自动驾驶模式算法的测试和迭代，再反哺技术进步，形成完整的数据闭环。
- **汽车销量不断增加，量产车形成数据规模优势：**2023年，特斯拉在全球范围内共计生产电动车1,845,985辆，交付1,808,581辆，分别同比增长约35%、38%，蝉联全球纯电动车交付量榜单冠军。其中，Model Y销量超过120万辆，夺得2023年全球乘用车销量冠军，这也是电动汽车单车销量首次超过燃油汽车。

图：特斯拉付费版本功能及价格

版本名称	主要功能	国内售价		美国售价	
		付费装配	付费订阅	付费装配	付费装配
基础版AP	主动巡航控制、自动辅助转向等	/	/	/	/
增强版EAP	自动辅助导航驾驶、大灯自动变道、智能召唤和自动泊车	¥32000	/		\$6000
顶配版FSD	城市NOA、识别交通信号灯和停车标志并作出反应等	¥64000	AP升级：\$199/月 EAP：\$99/月		\$12000

图：特斯拉不同车型销量数据（辆）



3.1.4 数据端：硬件配置标准化，减少数据转换，提高迭代效率

- **硬件标准化方案能帮助提高自动驾驶迭代效率，传感器性能不断提高：**特斯拉在自动辅助驾驶方面的一个特殊之处在于不论是基础版辅助驾驶，还是增强版辅助驾驶，亦或是未来的完全自动驾驶，它们的硬件配置都一样，不一样的方面就在于软件配置。特斯拉车辆若想要增强版辅助驾驶或是完全自动驾驶功能，可直接购买软件不需要额外加装硬件。HW4.0摄像头从上一代的8个120万像素，变成7个500万像素，成像从2D变为3D，最大探测距离来到424米。
- **特斯拉硬件配置具备成本优势：**特斯拉HW3.0的全套硬件成本大概在1万元，其中8颗130万像素摄像头的成本可能不会超过1千元，而头部新势力们目前所使用的这些硬件成本，大多在4万-7万元间。HW4.0包括1个高分辨率毫米波雷达（估计BOM成本120美元）、11个摄像头模组（估计BOM成本240美元）、1个计算盒子（单智能驾驶部分，估计BOM成本1075-1605美元）。合计BOM成本大约1500-2100美元。

图：特斯拉硬件传感器配置参数

硬件类型	HW 1.0	HW 2.0	HW 2.5	HW 3.0
前置摄像头	1个	长焦：250米；中焦：150米；广角60米		
侧前摄像头	0	2个80米		
侧后摄像头	0	2个100米		
后置摄像头	1个倒车用	1个50米		
毫米波雷达	1个 160米	1个 170米		
超声波雷达	Lidar*12(5米)		Lidar*12(8米)	

图：特斯拉各摄像头探测范围



3.1.5 展望：FSD入华步伐加速，政策或成关键影响因素

● **建立本地数据中心推动特斯拉在华布局：**2023年5月12日，上海市经信委智能制造推进处副处长陈可乐表示：下阶段，上海将进一步深化与特斯拉的合作，推动自动驾驶、机器人等功能板块在沪布局，共同打造具备核心技术优势、面向全球市场的科技产业集群。2023年11月份，随着四部委联合印发通知部署开展智能网联汽车准入、上路通行试点工作，特斯拉FSD也被认为进入倒计时阶段。特斯拉公司已在中国建立数据中心，以实现数据存储的本地化，所有在中国大陆市场销售车辆所产生的数据，都会存储在中国境内，特斯拉公司为首批参与合规试点的企业。据36氪报道初期特斯拉计划组建一个20人左右的本地运营团队，以推动FSD在中国市场落地。与此同时，特斯拉还在中国尝试成立一个数据标注团队，规模约上百人。

➤ **仍需明确相关测绘资质政策落地，建立本地超算中心支撑海量数据：**中国是对测绘资质有严格限制的国家，企业要采集、储存地图数据，必须拥有测绘资质。而智能驾驶系统，无论是否使用了高精地图，实际都属于测绘。对于支持城市场景的FSD来说，虽然号称不依赖高精地图，但是面对城市复杂路口和衔接点，仍需要比较高精度地图的信息辅助，这说明还是要要有测绘资质的图商支持。FSD想要在国内使用，不仅要在本地采集存储，还要自建超算中心。国内道路环境、交通规则与美国并不相同，甚至不同城市间都有不小差异，美国版本的FSD无法直接拿来使用，行驶数据对国内价值也比较有限。FSD想要变得可靠，还需要大量且长期的真实数据支撑。

图：相关政策法规发布

成文日期： 2023年11月17日

工业和信息化部 公安部 住房和城乡建设部 交通运输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

工信部联通装〔2023〕217号

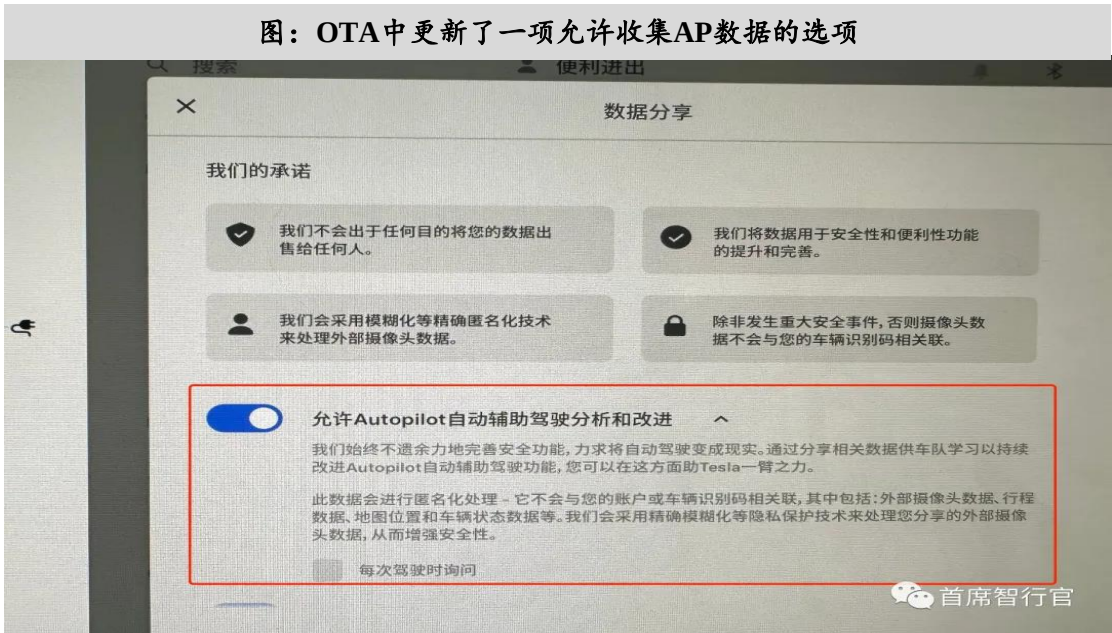
各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团工业和信息化主管部门、公安厅（局）、住房和城乡建设厅（局、委）、交通运输厅（局、委），各省、自治区、直辖市通信管理局，有关汽车生产企业、行业组织和技术服务机构：

为落实《关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》，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安全运行水平，根据《中华人民共和国道路交通安全法》《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国道路运输条例》《道路机动车辆生产企业及产品准入管理办法》《汽车数据安全若干规定（试行）》等有关规定，工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部决定开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作。现将有关事项通知如下：

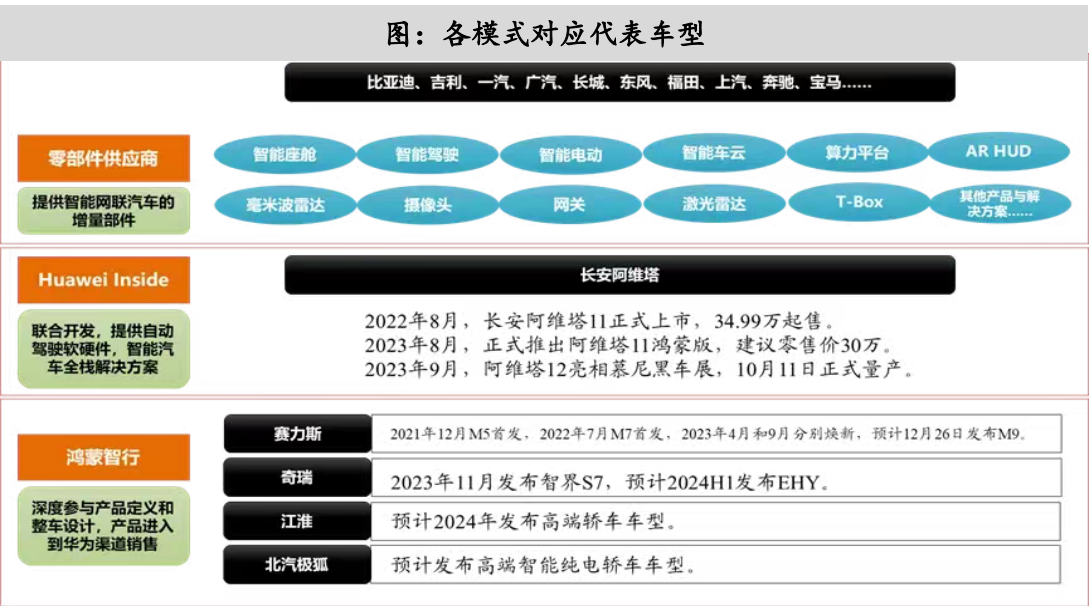
一、总体要求

在智能网联汽车道路测试与示范应用工作基础上，工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部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（以下简称智能网联汽车产品），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。本通知中智能网联汽车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（以下简称自动驾驶功能）。

图：OTA中更新了一项允许收集AP数据的选项



- **零部件供应模式**提供多种部件，华为逐步弱化模式转移重心：华为入局造车就成为了许多车企的一级供应商，为它们提供智能化解决方案，甚至包括电机零部件。除了给车企供货，华为还会作为二级供应商，为自动驾驶公司提供计算平台和底层软件。2022年华为车BU收入约20亿元，2023年上半年收入约10亿元，基本没有增长，难以覆盖每年超过100亿元的投入成本。因此华为逐步弱化零部件供应模式，更加重视HI模式和智选车模式，并且通过升级HI模式和智选车模式，实现逐步扭亏的目标。
- **HI模式与车企联合开发，提供解决方案**：华为HI模式（Huawei Inside），是华为与车企共同定义、联合开发智能汽车的一种合作模式。在此模式下，华为会将一整套包括华为自研的智能驾驶系统、座舱系统、域控制器、芯片、电机、各类传感器等集成到智能汽车里，与车企深度配合。总之，HI模式是华为与车企联合开发，华为提供全栈解决方案帮助车企造车，但最终主导权还是在车企。2023年底华为改变策略，将汽车BU与车企合资，实现利益绑定。
- **智选车模式**华为主导决策，“含华量”最高：智选车模式在HI模式的基础上，华为深度介入产品定义、研发、制造和销售全流程。在智选车模式下，华为占据主导权。目前有赛力斯问界、奇瑞智界系列选择智选车模式，后续还将有享界和傲界两个品牌。2023年底，华为智选车业务也升级为鸿蒙智行。华为在鸿蒙智行模式下，为合作伙伴提供产品、质量、销售、服务、营销等全方面的赋能。



- **GOD网络识别精细障碍物：**ADS 2.0高阶智能驾驶系统，在融合感知BEV（Bird Eye View，鸟瞰图）网络，能“看得懂物”，在识别白名单障碍物如车、人等物体的基础上，升级GOD（General Obstacle Detection，通用障碍物检测）网络2.0，拥有强大的识别及处理能力，通用障碍物识别率达到99%，识别种类更精细，类别无上限。
- **RCR网络实现无图驾驶：**RCR（Road Cognition & Reasoning，道路拓扑推理网络）网络2.0实现导航地图和现实世界匹配，复杂环境推理，感知面积达到2.5个足球场，道路拓补实时生成，能“看得懂路”。基于多传感融合感知系统，结合道路预测神经网络，能够实现交通要素关联，通过道路拓扑推理网络实时生成，实现了导航地图与现实道路匹配，实现自主看懂复杂路况，有图无图都能开。
- **拟人化智驾算法和首发PDP预测决策与规划网络，持续迭代进步：**ADS 2.0高阶智能驾驶系统还采用华为首创的智驾交互博弈算法，解决了智驾在人车混杂的复杂场景中遇到疑难路况的问题，能解决超过70%的交互场景接管难题，缩短40%的通行时间；动态路况极其复杂，每一步算法犹如下围棋般千变万化，PDP算法可以在1秒之内计算出最佳路线

图：华为ADS系统迭代历程					
系统类型	发布时间	硬件	算法软件	主要功能	落地产品
ADS 1.0	2021	3个激光雷达 6个毫米波雷达 13个摄像头 12个超声波雷达 - 高精地图 - 华为MDC810芯片，拥有400Tops算力	融合感知BEV架构	在高精地图覆盖下，可实现高速NOA 城区NOA等	- 阿尔法S HI版 - 阿维塔11
ADS 2.0	2023.4	1个激光雷达 3个毫米波雷达 11个摄像头(前视双目摄像头像素800W) 12个超声波雷达 - 有图无图都能开 - 华为 MDC610芯片，拥有200Tops算力	首创激光雷达GOD网络+道路拓补推理网络RCR在高精地图下，可实现高速NOA，城区NOA等。	- 主动安全功能，新增了低速紧急制动、异形物紧急制动和紧急车道保持。 - 高速/城区领航、通勤领航、代客泊车等	- 问界M5智驾版/问界M7/问界M9 - 阿维塔11鸿蒙版/阿维塔12 - 智界S7等

- **MDC为智能驾驶大脑，适用范围应用广泛：**华为MDC(Mobile Data Center:移动数据中心)定位为智能驾驶的计算平台，集成华为在ICT领域30多年的研发与生产制造经验，搭载智能驾驶操作系统AOS、VOS及MDC Core，兼容AUTOSAR。MDC是实现智能驾驶全景感知、地图&传感器融合定位、决策、规划、控制等功能的汽车“大脑”。适用于乘用车(如拥堵跟车、高速巡航、自动代客泊车、RoboTaxi)、商用车(如港口货运、干线物流)与作业车(如矿卡、清洁车、无人配送)等多种应用场景。
- **ADS 2.0基于MDC 610平台：**华为MDC平台算力范围覆盖48~400 TOPS，共包含4个不同的版本，分别是面向商用车场景的MDC 300F，以及MDC 210、MDC 610和MDC 810，可支持从L2+到L4甚至L5不同级别的自动驾驶研发。ADS2.0使用自研MDC 610 计算平台，基于华为自研昇腾 610 AI 芯片，AI 算力 200TOPS。
- **云端计算平台亦提供可持续算力基础：**昇腾AI云服务单集群提供2000P Flops算力，千卡训练30天长稳率达到90%，为业界提供稳定可靠的AI算力。昇腾AI集群也在今年全面升级，集群扩展至16000卡，成为业界首个万卡集群。它可支持万亿参数大模型分布式训练。



图：华为MDC平台产品

	商用车 MDC 300F	MDC 210	乘用车 MDC 610	MDC 810
	商用车 L4	L2~L2+	L3~L4	L4~
AI 算力	64 Tops	48 Tops	160 Tops ~ 200 Tops	400T ops
接口	Camera: 12 车载以太: 4 CAN/CAN FD:10	Camera: 8 车载以太: 4 CAN/CAN FD:10	Camera: 16 车载以太: 8 CAN/CAN FD:12	Camera: 16 车载以太: 8 CAN/CAN FD:12
防尘防水	IP52	IP67	IP67	IP67
制冷	风冷	液冷/风冷	液冷/风冷	液冷/风冷

3.2.2 算力：昇腾610芯片为基打造MDC610，三款芯片助力智能驾驶

- 昇腾三种芯片模块设计，提升智驾性能：华为智能驾驶芯片主要有昇腾310、昇腾610和昇腾620，这三款芯片还可以级联增加性能。华为设计芯片是模块形式，复用研发成果。昇腾系列芯片的CPU和AI核心基本是相同的，只是核心数量不同，针对不同的应用使用不同的核心和数量配置。
- 极致高效能昇腾610属产品第一梯队，算力达200TOPS：MDC610的AI处理器采用昇腾610 AI SoC，算力能够达到200TOPS（INT8）或100TFLOPS（FP16），在量产产品中属于第一梯队。

图：华为MDC610采用昇腾610芯片

基于自研芯片的智能驾驶计算平台



Copyright © Huawei Technologies Co., Ltd. All rights reserved.

Page 4

华为云学院 HUAWEI

图：昇腾610的内部框架图

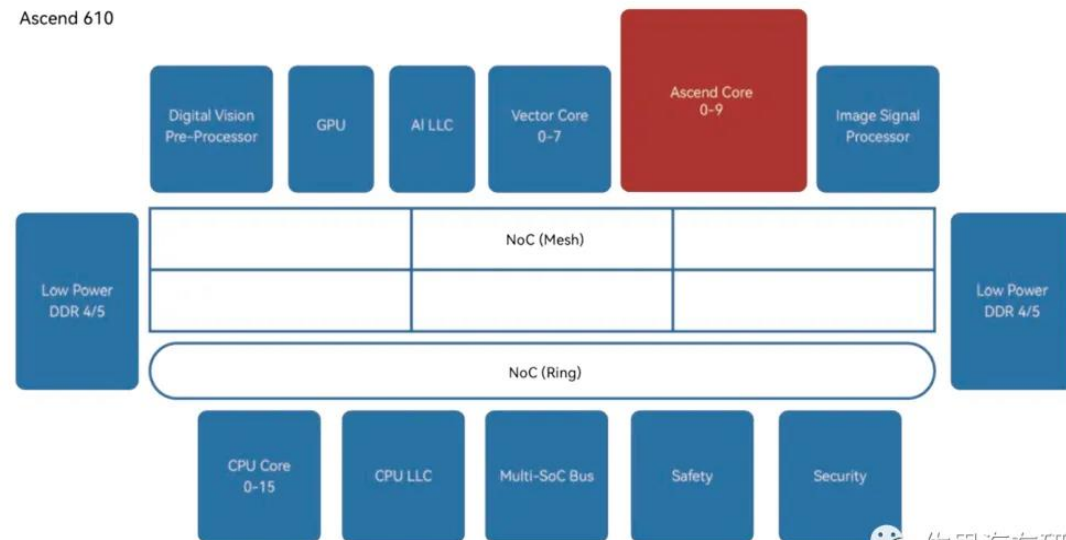


Figure 21 Autonomous driving SoC

佐思汽车研究

3.3 大疆车载：打破高阶智驾大算力依赖，主打极致性价比

由无人机公司大疆孵化出的智能驾驶品牌“大疆车载”，在智能驾驶行业所走的是“极致性价比”路线，通过开发低算力产品就能够实现高阶智能驾驶能力的解决方案。为适应不同价格市场的需求，大疆车载能够提供多样化、可选择的灵活配置。目前的合作车企有上海通用五菱、奇瑞、上汽大众等诸多主流汽车品牌。接下来的2024年，将会有超过20款车型搭载大疆车载的系统上市。2025年，大疆车载预计将有200万台左右车型搭载大疆车载的智驾系统。如果将时间线拉长3-5年，大疆车载认为，其量产车型的合作数量将会上升到500万台这一量级。

- 算法方案：**以“BEV+OCC+Transformer”纯视觉方案为基础的多样化配置方案。2023年，大疆车载就推出了7V/9V+32TOPS智驾方案（成行平台），通过7颗或9颗摄像头搭配32TOPS算力芯片，实现了高速领航辅助驾驶、记忆泊车、城区记忆领航辅助驾驶等功能。2024年大疆车载将方案算力升级为100TOPS，其中7V方案为两颗前视立体双目摄像头、一颗后视单目摄像头，以及4颗环视鱼眼摄像头。10V方案多出一颗前视长焦摄像头、两颗侧视摄像头。同时，该方案最高支持扩展算力至 200 TOPS，可以扩展毫米波雷达、超声波雷达、激光雷达、高精度地图等传感器，增强系统的安全冗余，并提升领高速领航与城区领航等高阶L2+功能的舒适体验，打造了“强视觉在线实时感知、无高精地图依赖、无激光雷达依赖”的方案效果。从大疆车载官方公众号获悉，该方案目前已处于可用状态，正与合作车企积极推进量产。
- 算力方案：**大疆的芯片来源于多个不同的供应商。合作供应商有业内领先企业如美国高通、英伟达等。此外，为打造高性价比产品，大疆也会选择与其他专业的汽车芯片制造商进行合作，如NXP、Infineon、地平线等。相比于芯片算力指标，大疆车载更关注系统运行时的实际算力水平，不主张堆大算力，而是通过算力优化，提升实际运行时的算力利用率。例如，200TOPS的芯片算力，如果算力利用率是10%，则实际的芯片算力只有20TOPS，而32TOPS的芯片算力，如果将算力利用率提升到50%，则实际的芯片算力可以达到16TOPS。2022年发布的宝骏KiWi EV大疆款算力仅为32TOPS。
- 数据方案：**大疆的数据来源于中国高速路快速路拥堵场景的航测数据集AD4CHE，针对中国典型驾驶拥堵场景，采用无人机悬停航测，基于多种中国城市场景的部分高速路和快速路进行数据采集。采集轨迹共计 53761 条，采集轨迹长度共计 6540.7 公里，采集精度为 5 cm 左右，最大误差不超过 10 cm。

图：大疆车载-宝骏KiWi EV大疆联名款

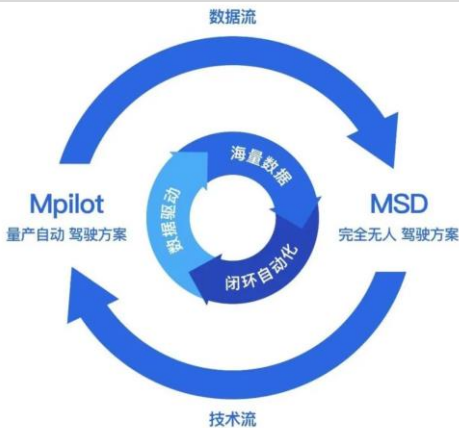
项目	参数
激光雷达	0
超声波雷达	12
摄像头	6
毫米波雷达	1
车身结构	两厢微型车
芯片	地平线征程2芯片
算力	32TOPS
售价	约10万

3.4 Momenta：数据驱动，Mpilot（L2+）+MSD（L4）两条腿战略

Momenta主要提供两套自动驾驶解决方案：量产自动驾驶Mpilot（量产L2+自动驾驶产品）与完全无人驾驶MSD（L4完全无人驾驶产品）。momenta已与上汽智己、长城沙龙、吉利、比亚迪等多家企业达成合作，并且据芯流汽车消息momenta已拿下丰田国内项目定点。在L4级自动驾驶解决方案（MSD）上推出的momenta go自动驾驶出租车，已在上海、苏州、深圳等多地进行运营。

- **算法方案：momenta关键战略即“一个飞轮，两条腿”。**一个飞轮是指momenta自主研发的 L4 级别的数据驱动AI飞轮；两条腿之一是L2+级别的量产智能驾驶Mpilot，Mpilot使用了BEV+Transformer框架，并结合与特斯拉占用网络类似的DD4D（Data-Driven 4D Model），实现了针对私家车前装可量产的高度自动驾驶全栈式解决方案，可以覆盖高速/城市快速路、泊车和城区等场景；目的是通过与领先的主机厂进行量产合作，实现千万数量级的车辆装载量，产生海量数据流以训练自动驾驶算法，解决L4完全无人驾驶的长尾问题；另一条腿是L4级别的完全无人驾驶MSD，持续提供技术流，赋能量产智能驾驶产品能力的快速进步。这样两条腿交替提升，让量产L2+车辆的数据，可以用来训练L4的算法，让L4的算法为L2+提供足够高的技术上限和进步空间，打通量产智能驾驶（Mpilot）和完全无人驾驶（MSD）的技术架构和数据流，最终实现规模化无人驾驶。
- **算力方案：Mpilot高度自动驾驶产品可以通过open Solution适配十种以上的主流量产芯片平台，能够满足定制化需求提供更多选择。**momenta借助NVIDIA Drive AGX所提供的拥有不同算力规模和传感器接入能力的硬件平台，以及一致的硬件和软件开发接口，让研发人员在统一的平台上进行算法开发，如Mpilot Highway和Mpilot Parking的视觉系统，都能在一块Drive AGX Xavier上实现，可提供高达320 TOPS的算力。
- **数据方案：momenta的数据来源体现在两个方面。**第一是来源于其积极布局的自动驾驶出租车（Robotaxi）市场，已实现商业化运营。momenta运营的自动驾驶车队装备有先进的传感器和数据记录设备，用于收集道路测试数据，再基于其“飞轮式”数据驱动技术自动化地处理量产数据，并反馈促进算法的优化，使其更好地做出行驶决策。另一方面，momenta采取数据众包的方式采集数据，例如2017年东赢恒康投资控股集团与momenta达成合作，在重庆开始试点，在20台车辆上完成的大数据采集设备安装，来获取交通环境数据以及司机行为数据，逐步解决自动驾驶的数据难题。目前与momenta建立相关合作的企业还包括上汽集团、通用汽车、丰田中国等。

图：momenta飞轮



图：momenta-上汽智己L7智驾参数

项目	参数
外部感知摄像头	11
激光雷达	2
毫米波雷达	3
超声波雷达	12
DMS	1
智驾系统处理器	英伟达OrinX
算力（TOPS）	254 TOPS
售价	29-41万元

3.5 百度Apollo：依托Robotaxi，L4降维推出L2+纯视觉方案

Apollo是由百度推出并开发的智能驾驶产品，国内首个推出支持城市场景的城区NOA纯视觉智驾方案。旗下纯视觉高阶智能驾驶产品-Apollo City Driving Max，现已搭载吉利极越01量产上市，目前已经在全国20多个城市开设了40家以上的线下体验中心。从销量数据来看，2023年12月极越01的销量为774辆。

- **算法方案：**百度Apollo使用了“BEV+OCC+Transformer”纯视觉方案，其中极越与百度联合研发的国内首个OCC占用网络技术的使用，能够更好地理解和处理三维空间数据，成功打破了传统依赖激光雷达的局限，可以完全依靠相机和传感器来实现智能驾驶。在智驾域控制器上，百度Apollo具有MCU和SOC两大异构的控制芯片。MCU部署了AUTOSAR协议站，在此基础上开发CDD和应用算法；SOC系统芯片连接了硬件的戳向层以及百度自研的中间件Apollo OS、算法的原子能力服务以及算法的各种应用逻辑。在传感控制器上，雷达获取的深度数据精度高，不容易受外界环境光照情况影响；摄像头采集的图像分辨率高，更擅长辨别色彩。因此百度Apollo提供了雷达-摄像头一体化解决方案，这种解决方案能够充分利用摄像头与雷达的互补性，形成更强大的感知能力。例如百度Apollo量产上市的极越01装备了28个智驾传感器，包括5颗毫米波雷达、12颗超声波雷达、11颗高清摄像头。
- **算力方案：**百度Apollo采用了高性能的计算平台和算法优化策略，以支持自动驾驶系统的高效运行。目前，百度Apollo已推出五代产品，其中吉利极越01搭载的Apollo City Driving Max，芯片是基于英伟达研发推出的双NVIDIA DRIVE OrinX，AI算力508TOPS。
- **数据方案：**百度Apollo的数据方案注重数据采集的多样性和全面性。供给高品质数据用以模型训练，为智驾持续进化保驾护航。百度Apollo依托Robotaxi 8000万公里路跑精炼上亿帧超高精数据，供给高品质模型训练真值数据，背靠百度云海量的AI算力集群实现周级模型迭代，为智驾持续进化保驾护航。商业化应用也是百度Apollo的重要数据来源。例如百度萝卜快跑，现已在北京、上海、武汉、广州、合肥等11个城市开放运营，截至2024年1月2日，百度萝卜快跑累计向公众提供乘车服务500万次，四季度内，萝卜快跑服务单数同比增长49%至83.9万单，在武汉地区全无人驾驶订单比例达到45%。

图：百度Apollo-吉利极越01配置

项目	参数
激光雷达	0
超声波雷达	12
外部感知摄像头	11
800万像素摄像头	7
毫米波雷达	5
智驾系统处理器	英伟达orinX
算力	508TOPS
方案成本估算	约3万
售价	约21-31万

3.6 毫末智行：出自长城汽车，24年城市NOH有望落地百城

毫末智行成立于2019年，前身是长城汽车智能驾驶前瞻分部，现提供乘用车辅助驾驶产品HPilot、末端物流自动配送车和智能硬件等产品。业内估计2024年上半年毫末城市 NOH 落地将达到100城。毫末智行以重感知、大模型的技术路线及技术应用、用户闭环的数据建设等方向保持业内领先地位。2022年6月乘用车辅助驾驶用户行驶里程已经突破1000万公里。目前搭载最新辅助驾驶产品Hpiilot 3.0的新款摩卡DHT-PHEV激光雷达版已于2023年上车交付。

- **算法方案：发布DriveGPT雪湖·海若。**毫末智行几乎与特斯拉同期引入以Transformer 为核心的自动驾驶算法大模型，应用在如车道线检测、障碍物检测、可行驶区域分割、红绿灯检测&识别等实际的道路感知问题。不同于特斯拉的纯视觉方案，毫末智行坚持摄像头+激光雷达的多模态传感器路线，即以视觉感知为主、激光雷达提供冗余感知为辅的“重感知”技术方案。在借助Transformer大模型的优势的基础上，利用激光雷达建立的点云信息，使得激光雷达能够轻松为视觉感知进行验证与补充，不仅能模拟出类似特斯拉Occupancy网络的感知效果，还有效实现了成本控制。此外，2023年发布的毫末DriveGPT雪湖·海若通过引入驾驶数据建立RLHF(人类反馈强化学习)技术，对自动驾驶认知决策模型进行持续优化，最终目标是实现端到端自动驾驶，现阶段主要用于解决自动驾驶的认知决策问题，后续持续会将毫末多个大模型的能力整合到DriveGPT。
- **算力方案：**在大算力芯片方面，毫末与高通联手研发辅助驾驶域控制器小魔盒 3.0，平台单板算力达360TOPS，可持续升级到1440TOPS，可以支撑大量的感知推理计算，以及车端感知数据的筛选、清洗、脱敏和回流。而仅从算力来看，1000TOPS 以上能力已足以满足 L4 级以上自动驾驶需求。
- **数据方案：**毫末构建了自己的数据智能体系MANA系统，并在21年初搭建起中国自动驾驶行业最大智算中心MANAOASIS雪湖·绿洲。MANA系统是由TARS（数据原型系统）、LUCAS（数据泛化系统）、VENUS（数据可视化平台）、BASE（底层系统）四个子系统组成的，能够实现完整运转的自动驾驶数据智能体系。MANA体系在自动驾驶领域的应用具有显著优势。通过使用大规模量产车无标注数据的自监督学习方法，MANA能够高效地将数据优势转化为模型效果，适应各种自动驾驶感知任务需求。同时，MANA还构建了增量式学习训练平台，通过混合数据集的训练方式，实现算力节省和响应速度提升，从而让数据发挥更大的价值。

图：毫末智行-新款摩卡DHT-PHEV
(2023年6月1日上市)

项目	参数
激光雷达	1
超声波雷达	12
百万级像素环视摄像头	4
ADAS摄像头	1
车内摄像头	1
毫米波雷达	5
智驾系统处理器	高通5纳米制程的Snapdragon Ride芯片
算力	360TOPS
售价	约23-31万

3.7 总结：纯视觉方案硬件成本低，高性价比方案价格降至千元级别

图：部分主机厂智驾方案硬件、软件成本价格

主机厂	特斯拉	问界、智界	蔚来	小鹏	理想	极越	智己	-	-	-	-	-	-
车型	Model 3/Y/X/S	问界M9、智界S7 MAX等	所有车型	小鹏G6、G9 MAX等	理想L7、L8、L9 MAX	极越01全系	智己L7、LS6	-	-	-	-	-	-
智驾系统	Autopilot HW 3.0	NCA	NAD	XNGP	AD Max	ROBO Drive Max	IM AD	-	-	-	-	-	-
智驾方案	FSD纯视觉	华为ADS 2.0	英伟达芯片+自研	英伟达芯片+自研	英伟达芯片+自研	百度Apollo	Momenta Mpilot X	毫末智行HP170	毫末智行HP370	毫末智行HP570	大疆成行平台基础版	大疆成行平台升级版	大疆成行平台高配版
激光雷达	0	1	1	2	1	0	1/2	0	0	选配	选配	选配	选配
摄像头	8	11	11	13	11	11	11	5	9	11	7	7	10
毫米波雷达	1	3	5	5	1	5	3	2/选配	3/选配	1	选配	选配	选配
超声波雷达	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	选配	选配	选配
硬件处理器	双FSD芯片	华为MDC 610	四英伟达Orin-X	双英伟达Orin-X	双英伟达Orin-X	双英伟达Orin-X	单英伟达Orin-X	地平线征程3	TI TDA4	高通8650	TDA4-VH	高通8650	高通8650
硬件算力(TOPS)	144	200	1016	508	508	508	254	5	32	72/100	32	100	100
硬件成本	约1万元	约1.5万元	约3.5万元	约3.2万元	约2.8万元(4000美元)	约2.4万元	约2.5-2.8万元	3000元	5000元	8000元	5000元	7000元	约8000元
软件售价(买断价)	FSD ¥64000 EAP ¥32000	ADS 2.0 ¥36000	全配¥39000 精选¥15000	标配	标配	¥49900	¥36800	-	-	-	-	-	-

注：汇率=人民币7元/美元

3.8 展望：24年主机厂销量目标整体增幅明显，智驾上车或迎来机遇

问界、理想、奇瑞最激进，蔚来最保守。根据中汽协的预测数据，2024年我国汽车总销量将达到3100万辆，同比增长3%，新能源汽车销量将达到1150万辆左右，同比增长20%；出口销量将增至550万辆左右。从增量上来说，比较激进的是比亚迪和奇瑞，比亚迪2024年的目标增速是50%以上，奇瑞则目标翻倍。新势力阵营中，2023年理想超额完成30万的销量目标，同比增长182%，成为目标完成率最高的车企。从增速上来说，比理想更为激进的是AITO问界，新款问界M7、M9上市以来表现出强劲的市场潜力。在新势力中，蔚来可以说是最保守的。

图：部分激进阵营车企2024年销量目标

车企	品牌	2024年销量目标(万辆)	2023年实际销量(万辆)
比亚迪		450	302
奇瑞		400	188.1
理想		80	37.6
AITO问界		60	9.44
上汽集团		-	502.1
上汽集团	智己	12-13	3.83
长安汽车	阿维塔	9	2.96
长安汽车	深蓝	45	13.69
哪吒		30	12.75

图：部分稳定阵营车企2024年销量目标

车企	品牌	2024年销量目标(万辆)	2023年实际销量(万辆)
蔚来		23	16
小鹏		28	14.16
零跑		25-30	14.42
广汽集团		275	250.5
广汽集团	埃安	80	48
长城汽车		190	123.1
吉利汽车		190	168.7
吉利汽车	极氪	23	11.87
长安汽车		280	255
东风集团		320	242
东风集团	岚图汽车	10	5.1

04 投资建议

4 投资建议：

建议关注：德赛西威、经纬恒润、光庭信息、中科创达、四维图新、均胜电子

图：部分智驾Tier1布局情况				
公司	营收总规模	智驾业务规模	智驾产品/方案	下游客户
德赛西威	23年219.1亿	23年智驾44.9亿	智驾域控制器、智能天线、毫米波雷达、激光雷达、超声波雷达、摄像头、电子后视镜、驾驶员监控系统	高算力平台已量产配套理想、小鹏、路特斯、广汽埃安、极氪等多家车企，新获得理想、广汽埃安、吉利、长城、路特斯、极氪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。摄像头、T-box产品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、一汽红旗等客户新项目订单
经纬恒润	23年46.6亿	23年包含智驾在内的电子产品34.3亿	产品覆盖智能传感器、行泊一体和高级别智能驾驶产品，为客户提供配置丰富、层次分明的智能驾驶解决方案	23年ADAS突破奇瑞、东风岚图等新客户，并获得零跑新客户的海外车型合作项目；毫米波雷达突破上汽大通、东风岚图等新客户；DMS获得意大利某摩托车公司合作机会
光庭信息	23年6.4亿	23年智驾2.3亿	包括自动驾驶软件开发、智能网联汽车测试和移动地图数据服务等业务，还为汽车整车制造商、汽车零部件供应商及自动驾驶算法公司提供整车软件测试及仿真测试、功能和性能的评价测试服务	上汽集团、广汽集团、长城汽车、长安汽车等
中科创达	23年52.4亿	23年智驾软件18.4亿	智驾域控、芯片算法解决方案。如行泊一体智驾域控RazorDCX Pantanal	与地平线的合资公司为不同车厂和Tier1客户提供优秀的解决方案
四维图新	23年31.2亿	23年智驾3.76亿	智驾行泊一体高性价比域控制器，1V1R 智驾方案，5V5R 智驾方案，轻量版高速领航辅助系统NOP Lite等	丰田、宝马、沃尔沃、福特、长安汽车、长城汽车等车厂
均胜电子	23年557.3亿	23年包含智驾在内的汽车电子167.9亿	L2到L4级别的智能驾驶域控产品，包括行泊一体域控、驾舱融合域控及中央计算单元等。如基于高通Snapdragon Ride第二代芯片的智驾域控nDrive H，基于地平线征程芯片的智驾域控nDrive M	大众、奔驰、宝马、通用、福特、现代、本田、丰田、吉利、长安、长城、广汽、比亚迪、蔚来、理想、小鹏等

05 风险提示

5 风险提示

- **市场需求不及预期：**智能驾驶尚处于行业导入期，消费者出于出行安全、消费习惯等考虑或许对智能驾驶的接受需要一定的时间，因此存在市场需求不及预期的可能。
- **智能驾驶技术发展不及预期：**智能驾驶技术的发展影响因素较多，仅技术因素便包括智能驾驶算法的迭代、车载算力的支撑、智能驾驶算法模型训练所需要的数据集等，因此智能驾驶技术的发展存在一定的不确定性。
- **政策发布不及预期。**政策是影响智能驾驶发展的重要因素，智能驾驶的牌照、测试区范围等均有政府相关部门颁布的政策规定，出于安全考虑，存在政策发布不及预期的可能。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

一般声明

华福证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，该等公开资料的准确性及完整性由其发布者负责，本公司及其研究人员对该等信息不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，之后可能会随情况的变化而调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告所载的信息或所做出的任何建议、意见及推测并不构成所述证券买卖的出价或询价，也不构成对所述金融产品、产品发行或管理人作出任何形式的保证。在任何情况下，本公司仅承诺以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告以供投资者参考，但不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的承诺或担保。投资者应自行决策，自担投资风险。

本报告版权归“华福证券有限责任公司”所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

特别声明

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在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。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。

投资评级声明

类别	评级	评级说明
公司评级	买入	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在20%以上
	持有	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于10%与20%之间
	中性	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-10%与10%之间
	回避	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出	未来6个月内，个股相对市场基准指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市	未来6个月内，行业整体回报高于市场基准指数5%以上
	跟随大市	未来6个月内，行业整体回报介于市场基准指数-5%与 5%之间
	弱于大市	未来6个月内，行业整体回报低于市场基准指数-5%以下

备注：评级标准为报告发布日后的6~12个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中，A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准（另有说明的除外）。

诚信专业 发现价值

联系方式

华福证券研究所 上海

公司地址：上海市浦东新区浦明路1436号陆家嘴滨江中心MT座20楼

邮编：200120

邮箱：hfyjs@hfzq.com.cn

