

# 智能汽车深度系列之四：软件与生态——国内自动驾驶芯片厂商的破局之道

**行业评级** 看好（维持）

**国家/地区** 中国  
**行业** 计算机行业  
**报告发布日期** 2022年10月26日

**核心观点**

- **我国自动驾驶芯片产业仍处于发展初期，本土厂商抓住机遇切入蓝海市场。**在过去，自动驾驶芯片主要以实现单一功能为主（支持低级别的辅助驾驶），而2017年特斯拉Model3开始量产，标志着自动驾驶芯片从追求单一功能向承担“大脑”功能转变，自动驾驶芯片行业进入“拼算力”的时代。由于当时市场上可供选择的自动驾驶芯片产品较少，国内以华为、地平线、黑芝麻、芯驰科技为代表的新兴芯片科技公司凭借着AI算法、高能效比等优势切入这一蓝海市场，并在高级别自动驾驶落地之前加速算力追赶。此外，芯片国产化是智能汽车关键部件供应链自主可控的关键一环，近年来国际关系的不稳定使得“缺芯少核”的痛点持续暴露，这也让主机厂意识到芯片供应链韧性的重要性，汽车芯片也迎来国产替代的窗口期。因此，新兴的芯片科技公司也乘国产化之势迅速崛起，目前主要以“芯片+算法参考+工具链”的产品服务模式积极探索自身的产业定位，利用更好的本土化服务能力逐步构建起汽车产业生态圈。
- **美国限芯引发国内对车载芯片供应链安全的担忧，软件算法和生态是本土自动驾驶芯片厂商破局的关键。**8月，英伟达和AMD被美国政府限制向中国出口高端GPU，尽管用于终端的Xavier、Orin等车载芯片目前还未受限，但此次对高端GPU的出口限制也引发了国内市场对未来车载芯片供应链安全的担忧。近年来，车规级芯片“国产化”关注度显著提升，无论是政策还是产业资本都对本土自动驾驶芯片厂商的发展提供了较好的支持。此外，为了在进口芯片出现断供的时候有替代方案，国内车企也开始采取“两条腿走路”的策略，并行地使用国内和国外的芯片，这也为国产自动驾驶芯片的迭代和发展提供了一片沃土。在国产芯片突围的未来关键几年中，我们认为软件算法和生态是两大关键因素：（1）软件算法：海外龙头的硬件能力更强，能做出更大算力的芯片，但其设计的芯片更偏通用型，而国内厂商可以在自动驾驶这个细分领域的特异性算法或软硬件协同上做更好的优化，这样就可以在整体性能上实现赶超。（2）生态：本土芯片厂商需要提供更开放的解决方案，并为下游客户提供更多的软件开发架构、参考设计或者工具包等服务，帮助车企实现平台迁移以及整车开发。同时，软硬件生态合作伙伴也是国内芯片厂商实现更健康、更持续的商业模式的关键。
- **地平线、黑芝麻智能与华为是国内领先的自动驾驶芯片/解决方案供应商。**1> **地平线**：随着征程5的推出，地平线成为国内第一家覆盖L2-L4的全场景整车智能芯片方案提供商，2023年将发布下一代车规级AI芯片征程6，算力有望超过1000TOPS。在芯片设计方面，地平线自研AI加速器BPU，利用“CPU+ASIC”架构带来更高的效能和成长性，例如搭载贝叶斯架构的征程5在FPS指标上已超过Xavier和Orin，同时其目前的计算性能较发布时提升了20%。生态方面，公司打造了端到端的整车智能开发平台并创新性地推出“BPU授权模式”，赋能合作伙伴加速量产。2> **黑芝麻智能**：目前黑芝麻智能已发布两代四款车规级自动驾驶芯片，其中A1000系列芯片有望在今年实现量产上车，公司还预计年内推出下一代芯片“华山三号”A2000（算力超250TOPS）。芯片设计方面，公司通过自研的车规级图像处理ISP和车规级深度神经网络加速器NPU实现了芯片的高性能。生态方面，公司通过山海人工智能开发平台和瀚海自动驾驶中间件平台赋能客户。3> **华为**：经过智能汽车领域近10年的耕耘，华为已形成了七大智能汽车解决方案以及与车企的三种成熟的合作模式（零部件、HI与智选车）。基于自研的鲲鹏和昇腾芯片打造的智能驾驶计算平台MDC具有强大的异构算力，目前4款MDC产品已可实现L2-L5全场景覆盖，合作车型于今年下半年已开始量产交付。华为坚持“平台+生态”战略，对外提供标准的开放API与SDK开发包，结合简单易用的工具链，助力客户或生态合作伙伴提升研发效率。


**证券分析师**

**浦俊懿** 021-63325888\*6106  
pujunyi@orientsec.com.cn  
执业证书编号：S0860514050004

**谢忱** xiechen@orientsec.com.cn  
执业证书编号：S0860522090004

**陈超** 021-63325888\*3144  
chenchao3@orientsec.com.cn  
执业证书编号：S0860521050002

**相关报告**

智能汽车深度系列之三：高通入局，自动驾驶产业加速变革 2022-06-22

智能汽车深度系列之二：车载操作系统和中间件带来的机遇 2022-04-03

智能汽车深度系列之一：汽车软件的星辰大海 2022-02-21

**投资建议与投资标的**

- 我们认为，未来几年是国内自动驾驶芯片厂商实现量产突破的关键时点，而软硬件生态伙伴是本土厂商实现规模化、商业化落地的关键，因此具有软硬件全栈能力的厂商有望获得更大的市场机遇，建议关注中科创达(300496, 买入)、东软集团(600718, 未评级)、光庭信息(301221, 买入)、天准科技(688003, 未评级)。

**风险提示**

- 国产替代不及预期、国产芯片无法代工生产的风险、汽车智能化落地不及预期。

## 目录

一、国内自动驾驶芯片厂商有望逐步突围.....	6
1.1 自动驾驶行业快速发展，国内芯片厂商抓住机遇入局.....	6
1.2 美国限芯引发国内对车载芯片供应链安全的担忧，软件算法和生态是本土自动驾驶芯片厂商破局的关键.....	14
二、国内主要自动驾驶芯片厂商盘点.....	22
2.1 地平线：国内车规级 AI 芯片前装量产的先行者.....	22
2.1.1 公司是目前国内唯一实现车规级 AI 芯片大规模前装量产的企业.....	22
2.1.2 公司自研 BPU 实现软件定义芯片，软硬协同提升芯片效能.....	24
2.1.3 打造开放的平台和生态助力合作伙伴加速量产.....	26
2.2 黑芝麻智能：国产自动驾驶计算芯片的引领者.....	30
2.2.1 公司在生态及技术方面持续突破，历经多轮融资步入独角兽行列.....	30
2.2.2 公司已建立起完善的客户赋能体系，华山 A1000 系列芯片上车量产在即.....	32
2.3 华为：汽车智能化的“赋能者”.....	37
2.3.1 深耕智能汽车业务近十年，全栈式解决方案助车企造“好车”.....	37
2.3.2 以自研芯片为基打造大算力 MDC 计算平台，支持 L2-L5 自动驾驶.....	39
投资建议.....	43
风险提示.....	43

## 图表目录

图 1: 芯片成为智能汽车发展的关键“基础设施” .....	6
图 2: 自动驾驶系统层级 .....	6
图 3: 部分主流自动驾驶 SoC 芯片架构 .....	7
图 4: 影响自动驾驶芯片选择的关键评估指标 .....	8
图 5: 英伟达发布最新自动驾驶芯片 Thor .....	8
图 6: 高通 Snapdragon Ride 平台 .....	8
图 7: 我国自动驾驶行业在 2018 年后迎来快速发展 .....	9
图 8: 不同自动驾驶等级对算力的需求值 .....	9
图 9: 新势力车企采取“硬件预埋, 软件升级”的策略 .....	9
图 10: 大算力计算平台复杂度较传统 ECU 数倍提升 .....	11
图 11: 全球主流芯片公司自动驾驶芯片量产产品对比 .....	11
图 12: 2019-2020 年台积电汽车芯片及消费数码芯片代工收入占比 .....	12
图 13: 整车项目开发流程与芯片设计开发周期 .....	13
图 14: 国内芯片厂商具有较强的本土化服务能力 .....	14
图 15: NVIDIA A100 .....	14
图 16: NVIDIA H100 .....	14
图 17: 黑芝麻智能完成 C+轮融资 .....	16
图 18: 地平线征程 5 量产上车 Roadmap .....	17
图 19: 黑芝麻智能车规级功能安全认证 .....	17
图 20: 国产自动驾驶芯片具有优秀的整体性能 .....	18
图 21: 各芯片公司方案/解决方案开放程度 .....	19
图 22: 地平线提供完整的软件及工具链支持 .....	19
图 23: 地平线征程 5 硬件 IDH 合作伙伴 .....	20
图 24: 地平线与中科创达成立合资公司 .....	20
图 25: 中科创达与黑芝麻智能建立合作关系 .....	21
图 26: 中科创达被评为华为智能汽车解决方案优秀合作伙伴 .....	21
图 27: 东软睿驰与地平线达成战略合作 .....	21
图 28: 东软睿驰基于征程 5 打造的自动驾驶中央计算平台 .....	21
图 29: 光庭信息与地平线积极探索自动驾驶领域的合作 .....	22
图 30: 地平线发展历史 .....	22
图 31: 地平线征程系列芯片 Roadmap .....	23
图 32: 地平线自研的历代 BPU .....	24
图 33: 地平线征程系列芯片采用了 BPU 架构 .....	24
图 34: 地平线第三代 BPU 贝叶斯 .....	25

图 35: BPU 贝叶斯通过软硬协同和编译优化实现最佳性能 .....	25
图 36: 地平线提出衡量 AI 真实计算性能的公式 .....	25
图 37: 地平线芯片设计理念 .....	25
图 38: 征程 5 发布时的性能指标 .....	26
图 39: 征程 5 实现了 AI 计算性能的“可持续成长” .....	26
图 40: 典型检测模型下征程 5 与英伟达产品对比 .....	26
图 41: 典型分类模型下征程 5 与英伟达产品对比 .....	26
图 42: 地平线打造的整车智能开发平台 .....	27
图 43: 地平线“天工开物”AI 开发平台 .....	27
图 44: 地平线艾迪 AI 开发平台 .....	28
图 45: 地平线 Matrix 5 包含三类标准化硬件参考平台 .....	28
图 46: 地平线 Matrix 5 合作模式 .....	28
图 47: 不同开放模式下主机厂所参与的环节不同 .....	29
图 48: 地平线开放 BPU IP 授权打造开放生态 .....	29
图 49: 地平线征程 5 芯片生态合作图 .....	30
图 50: 黑芝麻智能产品概览 .....	30
图 51: 黑芝麻智能在国内外多地设立研发及销售中心 .....	31
图 52: 黑芝麻智能发展历程 .....	31
图 53: 黑芝麻智能的投资机构 .....	32
图 54: 黑芝麻“华山一号”A500 芯片 .....	33
图 55: 搭载黑芝麻“华山一号”A500 芯片的 iECU .....	33
图 56: 华山二号 A1000 参数 .....	33
图 57: 华山二号 A1000L 参数 .....	33
图 58: 基于华山二号 A1000 与 A1000L 提供的四种解决方案 .....	33
图 59: 华山二号 A1000 Pro 参数 .....	34
图 60: 黑芝麻华山系列车规级芯片 Roadmap .....	34
图 61: 黑芝麻智能两大核心自研 IP .....	35
图 62: 黑芝麻智能山海人工智能平台架构 .....	35
图 63: 黑芝麻智能瀚海自动驾驶中间件平台 .....	36
图 64: 黑芝麻智能部分生态合作伙伴 .....	36
图 65: 华为智能汽车发展之路 .....	37
图 66: 华为智能汽车解决方案业务 .....	38
图 67: 极狐阿尔法 S 华为 HI 版是 HUAWEI Inside 合作模式的代表车型 .....	38
图 68: 问界 M7 是华为智选车合作模式的代表车型 .....	38
图 69: 华为 MDC 整体架构 .....	39
图 70: 华为 MDC 可应用于众多场景 .....	39
图 71: 华为 MDC 计算平台的四种型号 .....	39
图 72: 华为 MDC 基于自研的鲲鹏与昇腾打造 .....	40

图 73: 华为 MDC 300F 参数.....	40
图 74: 华为昇腾 310 参数.....	40
图 75: 昇腾 910 可独立完成整个 AI 训练流程.....	41
图 76: 华为 MDC 610 搭载昇腾 610.....	41
图 77: 华为 MDC 平台三大类生态合作伙伴.....	42
图 78: 华为 MDC 平台提供开放的 API 与 SDK 开发包.....	42
表 1: 目前主流的自动驾驶 SoC 架构方案及发展趋势.....	7
表 2: 当前国内外主流自动驾驶芯片.....	10
表 3: 主机厂开始积极与本土芯片厂商建立协作关系.....	12
表 4: 与自动驾驶芯片“国产化”相关的政策/建议.....	15
表 5: 地平线融资历史.....	15
表 6: 部分车企自动驾驶芯片更迭表.....	18
表 7: 地平线征程系列芯片落地车型.....	23
表 8: 黑芝麻智能融资历史.....	32
表 9: 华为 MDC 部分合作车型.....	41



## 一、国内自动驾驶芯片厂商有望逐步突围

### 1.1 自动驾驶行业快速发展，国内芯片厂商抓住机遇入局

在汽车 E/E 架构由分布式架构向集中式架构方向发展的过程中，自动驾驶芯片作为计算的载体逐渐成为智能汽车时代的核心。在“软件定义汽车”趋势下，芯片、操作系统、算法、数据共同组成了智能驾驶汽车的计算生态闭环，其中芯片是智能驾驶汽车生态发展的核心。以特斯拉为代表的汽车电子电气架构改革先锋率先采用中央集中式架构，即用一个电脑控制整车，域控制器逐渐集成前期的传感器、数据融合、路径规划、决策等运算处理器功能。随着自动驾驶级别的提升以及功能应用的丰富，汽车对芯片算力的需求也越来越大。

图 1：芯片成为智能汽车发展的关键“基础设施”



数据来源：亿欧智库，东方证券研究所

自动驾驶芯片是自动驾驶系统决策层的重要组成部分，是自动驾驶实现的硬件支撑。自动驾驶系统包括感知层、决策层和执行层，决策层是自动驾驶的“中央大脑”，由芯片、计算平台和软件构成。高级别自动驾驶的实现需要决策层在硬件和软件上双重提升，而硬件层面上自动驾驶主控芯片则是成为了自动驾驶产业发展的先决条件。

图 2：自动驾驶系统层级



数据来源：头豹研究院，东方证券研究所

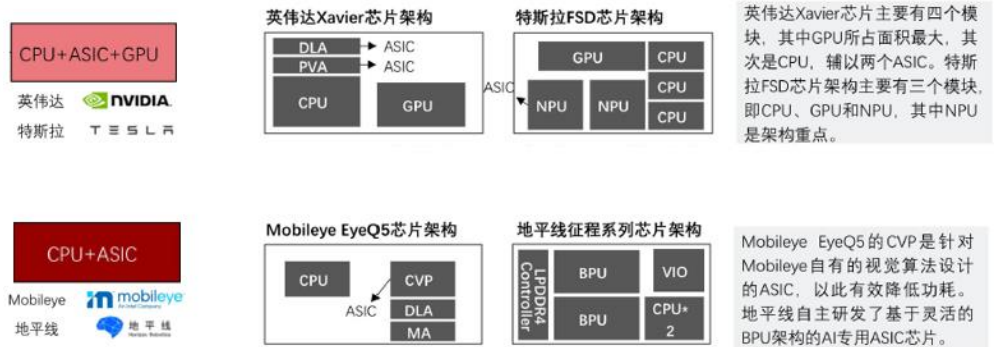
从发展趋势来看，自动驾驶 SoC 芯片将向“CPU+XPU”的异构式架构发展，长期来看 CPU+ASIC 方案将是未来主流。SoC 是系统级别的芯片，相比 MCU 在架构上增加了音频处理 DSP、图像处理 GPU、神经网络处理器 NPU 等计算单元，常用于 ADAS、座舱 IVI、域控制等功能较复杂的领域。随着智能汽车的发展，汽车芯片结构形式也由 MCU 进化至 SoC。目前市面上主流的自动驾驶芯片 SoC 架构方案分为三种：（1）CPU+GPU+ASIC，（2）CPU+ASIC，（3）CPU+FPGA。长期来看，定制批量生产的低功耗、低成本的专用自动驾驶 AI 芯片（ASIC）将逐渐取代高功耗的 GPU，CPU+ASIC 方案将是未来主流架构。

表 1：目前主流的自动驾驶 SoC 架构方案及发展趋势

SoC 架构	代表企业	部分架构方案	发展趋势
CPU+GPU+ASIC	英伟达、特斯拉、高通等	英伟达 Xavier: CPU+GPU+DLA+PVA 特斯拉 FSD: CPU+GPU+2*NPU	在自动驾驶算法尚未成熟固定之前，该架构仍然会是主流。
CPU+ASIC	Mobileye、华为、地平线等	Mobileye EyeQS: CPU+CVP+DLA+MA 地平线自研了 ASIC 芯片——BPU	自动驾驶算法成熟后，定制批量生产的低功耗、低成本的专用自动驾驶 AI 芯片（ASIC）将逐渐取代高功耗的 GPU，该架构将是未来主流架构。
CPU+FPGA	百度、赛灵思、Waymo 等	Waymo 采用英特尔 Xeon 12 核以上 CPU，搭配 Altera 的 Arria 系列 FPGA	FPGA 适合做算法的开发测试，在大规模量产方面不具备成本优势。

数据来源：盖世汽车，东方证券研究所

图 3：部分主流自动驾驶 SoC 芯片架构



数据来源：头豹研究院，东方证券研究所

算力不是唯一标准，车企在选择自动驾驶芯片时需要对多项关键性指标进行综合性评估。随着汽车 E/E 架构逐步集中化，智能汽车的计算能力将主要由少数的几个域控制器或是中央计算平台来实现，这也对单颗车载芯片算力提出了更高的要求，进而推动着自动驾驶芯片不断实现最大算力的突破。芯片的绝对算力高低固然重要，但在目前自动驾驶级别还未到 L3 的背景下，主机厂在开发量产车型的过程中不会一味追求高算力的芯片或平台，而是需要综合考虑自动驾驶芯片的算力和算效、适配性、软件开发难度、车规级安全认证等级、灵活性和全面性以及能效比等指标，最终根据车型的价格选择最具性价比的芯片。

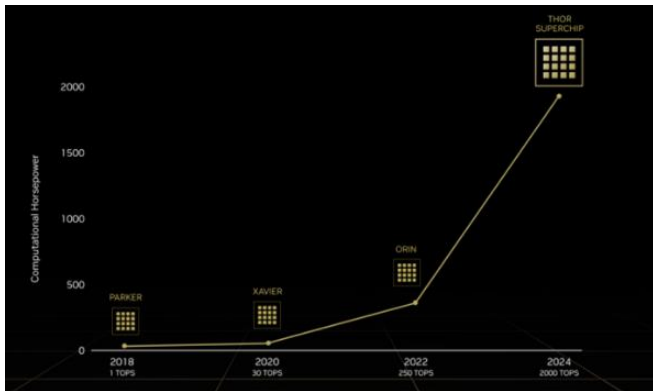
图 4：影响自动驾驶芯片选择的关键评估指标

	深度学习的算力和能效	除芯片算力外，车企还会参考芯片的计算效能，即实际使用中有效的算力。
	芯片的适配性	自动驾驶汽车逐步向高级和多功能方向演进，除视觉传感器外，还需要毫米波雷达、超声波雷达和激光雷达加入，能够支持更多数量和种类的传感器输入接口将是一大优势。此外，芯片上的算法能否兼容主流的操作系统是选择芯片需要考虑的重要因素。
	软件开发便利性	当前有不少有实力的车企正自研自动驾驶的感知和决策算法。由于整套软件的开发周期较长，开发的时间将较大程度影响芯片量产时间。英伟达提供多种开发工具，例如使用CUDA开发软件，当产品正式量产时，可以轻松移植到自动驾驶硬件中。
	车规级安全认证	需要通过功能安全标准 ISO 26262 ASIL B(D)。ISO 26262在2011年11月15日正式发布，主要包括四个等级，分别为 ASIL A/B/C/D，ISO 26262安全是汽车电子元件稳定性优劣的评判依据之一，通过该等级代表其产品稳定性合格，耐用，但不代表其算力、能效比高。
	解决方案的灵活性和全面性	既有能力提供整套的集成解决方案，也能够提供开放的“软硬一体”解决方案使OEM厂商和Tier1可以进行二次开发。同时，自动驾驶芯片厂商为客户提供感知、制图、行驶策略等解决方案的能力也愈加重要。
	能效比	能效比是自动驾驶芯片的核心竞争力之一，高能效比表明能够使用更少的能量更快地完成AI计算，因此能够实现更加高效稳定的自动驾驶。

数据来源：头豹研究院，东方证券研究所

目前，英伟达、Mobileye、高通在自动驾驶 SoC 领域处于领跑的位置，三者各自的优势不同。由于消费电子芯片巨头具有深厚的芯片技术储备以及良好的产业生态，雄厚的资金也可支撑起对先进制程和高算力芯片的高昂研发投入，因此以英伟达、Mobileye（背靠英特尔）、高通为代表的厂商目前在车载计算芯片方面已经走在了市场前列，相关产品也已在中高端车型以及新势力车型中有广泛应用。根据我们之前发布的《智能汽车深度系列之三：高通入局，自动驾驶产业加速变革》，英伟达、Mobileye 以及高通在自动驾驶芯片领域的优势不尽相同：英伟达是大算力芯片的王者，自 2015 年进入自动驾驶领域以来一直引领着车载芯片的算力变革；Mobileye 是辅助驾驶领域（L2 级及以下的自动驾驶）的龙头，可以说是过去二十年间的汽车 ADAS 技术的主要奠基者和引领者；高通是座舱芯片的龙头，近年来开始从座舱域向驾驶域切入，快速拿下多个头部客户的定点。

图 5：英伟达发布最新自动驾驶芯片 Thor



数据来源：NVIDIA GTC 2022，东方证券研究所

图 6：高通 Snapdragon Ride 平台



数据来源：高通官网，东方证券研究所

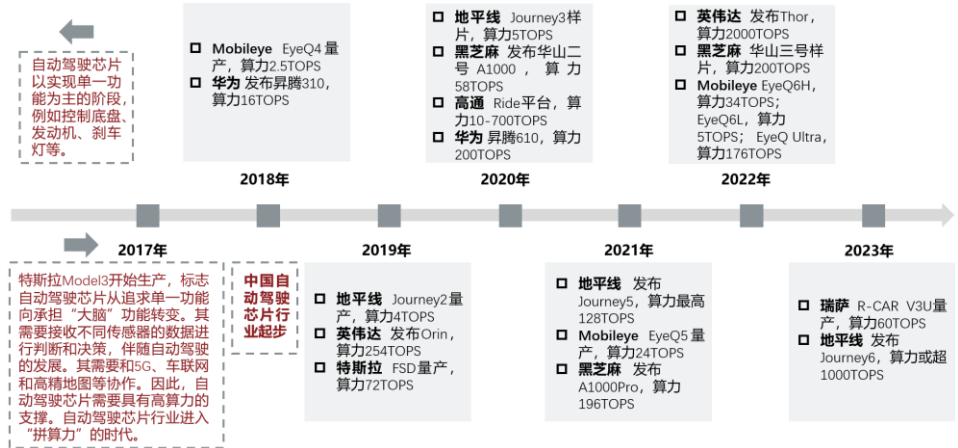
我国自动驾驶芯片产业仍处在发展初期，本土厂商抓住机遇切入蓝海市场。在过去，自动驾驶芯片主要以实现单一功能为主（支持低级别的辅助驾驶），例如控制底盘、发动机、刹车灯等。2017 年特斯拉 Model3 开始量产，标志着自动驾驶芯片从追求单一功能向承担“大脑”功能转变，其需要接收不同传感器的数据进行判断和决策，同时需要与 5G、车联网和高精度地图协作，自动驾驶芯片行业进入“拼算力”的时代。在当时市场上可供选择的自动驾驶芯片产品较少，国内以华为、地平线、黑芝麻、芯驰科技为代表的新兴芯片科技公司凭借着 AI 算法优势切入这一蓝海市场。此外，芯片国产化是智能汽车关键部件供应链自主可控的关键一环，近年来国际关系的日益

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。



复杂与不稳定使得“缺芯少核”的痛点持续暴露，这也让主机厂意识到芯片供应链韧性的重要性，汽车芯片也迎来国产替代的窗口期。因此，新兴的芯片科技公司也乘国产化之势迅速崛起，目前主要以“芯片+算法参考+工具链”的产品服务模式积极探索自身的产业定位，逐步构建汽车产业生态圈。

图 7：我国自动驾驶行业在 2018 年后迎来快速发展



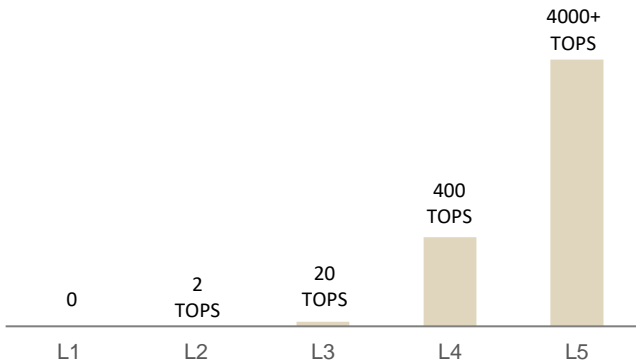
数据来源：头豹研究院，各公司官网，东方证券研究所整理

具体而言，我们认为我国自动驾驶芯片企业近年来实现快速发展有如下几点原因：

(1) 高级别自动驾驶尚未落地，本土厂商加速算力追赶

对于高级别的智能驾驶系统而言，传感器数量的增加及分辨率的提升带来海量数据处理需求，算法模型的复杂程度亦大幅提升。随着汽车 E/E 架构逐步集中化，智能汽车的计算能力将主要由少数的几个域控制器或是中央计算平台来实现，这也对单颗车载芯片算力提出了更高的要求。根据亿欧智库，自动驾驶等级每增加一级，所需要的芯片算力就会呈现十倍以上的上升，其中 L4 级别需要的 AI 算力接近 400TOPS，L5 需要的算力达到了 4000+TOPS。即使目前 L3 级别及以上的自动驾驶还未落地，国内以蔚来、智己、威马、小鹏为代表的主机厂对于新一代的旗舰车型采取了“硬件预埋，软件升级”的策略，通过预置大算力芯片，为后续软件与算法升级优化提供足够发展空间。但对于绝大多数量产车型（中端、低端车型）而言，一味地追求大算力芯片无疑会带来过高的成本，此时主机厂会更加青睐中高算力的自动驾驶芯片，这也给正在起步发展的本土厂商提供了一片“沃土”。

图 8：不同自动驾驶等级对算力的需求值



数据来源：亿欧智库，东方证券研究所

图 9：新势力车企采取“硬件预埋，软件升级”的策略



数据来源：亿欧智库，东方证券研究所

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

### 2018年后，国内厂商在算力层面上逐步形成追赶：

- 1> **华为**：2018年，华为推出了第一款面向边缘计算和自动驾驶的昇腾 310 芯片（12nm，16TOPS）。2019年，华为发布昇腾 910 芯片（7nm，512TOPS，主要面向 AI 训练）。2020年，华为发布昇腾 610 芯片（7nm，200TOPS），在算力层面上已处于第一梯队的位置。
- 2> **地平线**：2019年，地平线发布中国首款车规级 AI 芯片征程 2（4TOPS），并于 2020 年实现前装量产。在 2020 年与 2021 年，地平线又分别发布了征程 3（5TOPS）与征程 5（最高可达 128TOPS），并计划在 2023 年推出征程 6，而征程 6 也有望较前代产品进一步实现算力的跃升。
- 3> **黑芝麻**：2019年，黑芝麻发布华山一号 A500 芯片（28nm，5-10TOPS）；2020年，发布华山二号 A1000（16nm，58TOPS）；2021年，发布华山二号 A1000Pro（16nm，最高 196TOPS）。目前，黑芝麻下一代产品 A2000 也在积极开发当中。

表 2：当前国内外主流自动驾驶芯片

公司	产品	AI 算力	发布时间
英伟达	Orin	254TOPS	2019.12
	Thor	2000TOPS	2022.09
高通	Ride 平台	10-700TOPS	2020.01
Mobileye	EyeQ6H	34TOPS	2022.01
	EyeQ6L	5TOPS	2022.01
	EyeQ Ultra	176TOPS	2022.01
华为	昇腾 310	16TOPS	2018.10
	昇腾 610	200TOPS	2020 年
地平线	征程 3	5TOPS	2020.09
	征程 5	最高 128TOPS	2021.07
黑芝麻	A1000	58TOPS	2020.06
	A1000 Pro	最高 196TOPS	2021.04

数据来源：各公司官网，车东西，盖世汽车，东方证券研究所整理

### （2）国产自动驾驶芯片在能效比控制方面做得较好

为支持并兼容 L3 及以上智能驾驶系统数量与类型繁多的传感器与执行器需求，车载计算平台多采用异构芯片硬件方案，以满足系统接口与算力需求。相较传统 ECU，车载计算平台的复杂度呈数倍提升，面临功耗、散热、电磁、质量等多重挑战，存在着物理上限。因此，尽管当前行业普遍以“TOPS”为单位来评估自动驾驶芯片的理论峰值算力，各大芯片厂商也不断刷新算力峰值，但在实际场景下的算力有效利用率却不高，自动驾驶芯片理论峰值算力并不一定能在实际运行中完全释放。

图 10：大算力计算平台复杂度较传统 ECU 数倍提升



数据来源：亿欧智库，东方证券研究所

以英伟达已量产的 Xavier 和 Orin 为例：Xavier 的算力达 30TOPS，功耗为 30W，能效比为 1TOPS/W；Orin 的算力达 254TOPS，功耗为 65w，能效比为 3.9TOPS/W。而地平线的征程 5 则利用自主研发的可编程 AI 加速引擎 BPU 以及贝叶斯计算架构实现了 4.3TOPS/W 的能效比，高于英伟达、特斯拉、Mobileye 等其他厂商的竞品。华为的昇腾 310 芯片的能效比达 2TOPS/W，也基本与特斯拉 FSD、Mobileye 的 EyeQ5 处于同一水平。可见国内自动驾驶芯片公司在产品能效比控制方面做得较好，这也成为了其在量产装车中的优势。

图 11：全球主流芯片公司自动驾驶芯片量产产品对比

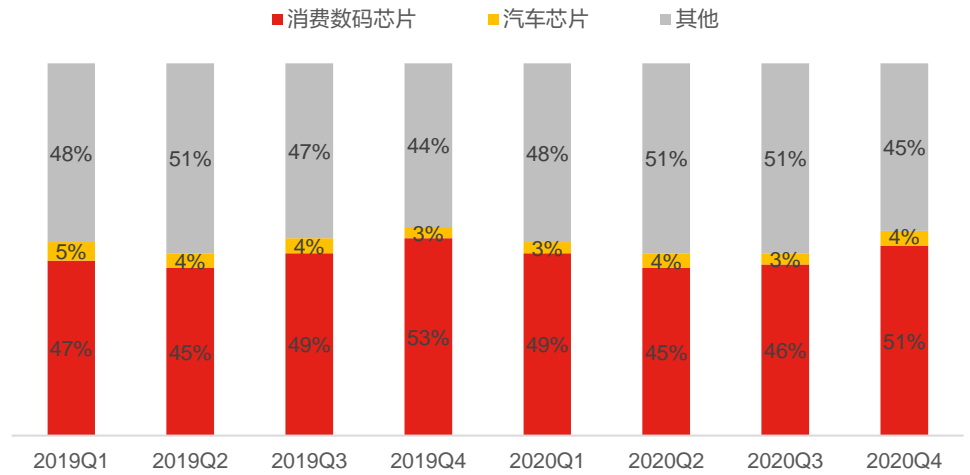
公司	自动驾驶市场定位	芯片名称	支持摄像头路数	安全等级	制程工艺	算力	功耗	能效比	
海外龙头	英伟达	L3及以上市场	Xavier	16	ASIL-D	12nm	30TOPS	30W	1TOPS/W
	NVIDIA		Orin-X		ASIL-D	7nm	254TOPS	65W	3.9TOPS/W
	特斯拉	L2-L5车型	FSD	9		14nm	2*72TOPS	2*36W	2TOPS/W
	Mobileye	L1-L4市场	EyeQ5	16	ASIL-D	7nm	2*12TOPS	2*5W	2.4TOPS/W
自主品牌	地平线	L2及以上市场	Journey 2	16	ASIL-B(系统应用D)	28nm	4TOPS	2W	2TOPS/W
	地平线		Journey 5		16nm	128TOPS	30W	4.3TOPS/W	
	华为	L2及以上市场	Ascend310		ASIL-D	12nm	16TOPS	8W	2TOPS/W

数据来源：头豹研究院，各公司官网，东方证券研究所整理

### (3) 缺芯促进汽车芯片国产化替代

全球缺芯的主要原因为新冠疫情冲击导致供需错配。在供给侧，受疫情影响，2020 年部分芯片厂商关闭工厂或降低产能。芯片厂多以终端订单来制定产能，具有超过半年的供货周期，由于 2020 年上半年市场对汽车行业的悲观预期，大部分芯片厂主动降低产能。当时全球 70% 以上的汽车芯片 (MCU) 生产来自台积电，台积电汽车芯片代工收入仅为 3%-5%，主要是由于汽车芯片代工利润低，没有扩产动力，导致产能吃紧。在需求端，随着疫情逐步恢复平稳，车市需求大幅回暖，但此时消费电子市场也迎来了较大幅度的回弹，这也对汽车芯片的供应形成一定程度的挤压，最终导致供需错配。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

**图 12：2019-2020 年台积电汽车芯片及消费数码芯片代工收入占比**


数据来源：头豹研究院，东方证券研究所

疫情后主机厂开始推进韧性更高、国产化程度更高的新型芯片供应生态建设。我国汽车芯片市场需求大但由于缺少自主可控的芯片产业链，导致绝大部分市场被国际芯片厂商占据，这也导致我国主机厂在全球汽车芯片产能分配中缺少话语权。缺芯危机提升主机厂对芯片供应韧性的关注，希望与本土芯片厂商建立更加直接、紧密的协作关系，以提升自身供应链的稳定可控程度以及话语权。

**表 3：主机厂开始积极与本土芯片厂商建立协作关系**

主机厂	布局方式	主要合作伙伴	主要进展
中国一汽	合作	中感微电子、黑芝麻智能、地平线	2021 年，中国汽研发总院与中感微电子股份有限公司联合成立汽车芯片联合实验室；与黑芝麻智能开展全方位深度合作，红旗旗舰 SUV 车型将搭载华山二号 A1000；2022 年完成对地平线战略投资，2023 年将有多款车型采用征程 5 的方案。
东风汽车	投资、合资	地平线、中国中车	2019 年，与中国中车合资成立智新半导体股份有限公司，2021 年 7 月量产 IGBT 正式投产；2021 年，参与地平线 C2 轮融资，岚图 Free 的主动夜视系统搭载地平线征程 2。
长安汽车	合作	地平线	2018 年，与地平线成立人工智能联合实验室；2020 年长安 UNI 系列首款车型 UNI-T 搭载地平线征程 2 芯片；2021-2022 年新车型 UNI-K、UNI-V 搭载地平线征程 2 芯片。
上汽集团	投资、合资	英飞凌、晶晨半导体、地平线、黑芝麻智能、行歌科技	2018 年，与英飞凌成立功率半导体合资公司，投资晶晨半导体；2019 年，参与地平线 B 轮融资，参与黑芝麻智能 B 轮融资；2021 年，与地平线成立人工智能联合实验室；投资寒武纪旗下汽车芯片公司行歌科技；第三代荣威 RX5 搭载 3 颗征程 3，搭载地平线征程 5 的量产车型预计在 2023 年开始落地。
广汽集团	投资、合作	地平线、特兰微电子	2020 年，广汽资本通过福沃德基金投资地平线，与地平线签署战略合作协议，联合发布广汽版征程 3 芯片；广汽埃安 AION Y、广汽传祺 GS4 Plus 搭载地平线征程 2 芯片。
北京汽车	合资	Imagination	2020 年，北汽集团旗下北汽产投与芯片 IP 公司 Imagination 合资成立汽车无晶圆厂半导体公司北京芯达达科技有限公司，推进面向自动驾驶与座舱语音交互应用的芯片。
BYD	自研、投资	地平线	2004 年，成立比亚迪半导体股份有限公司，已成为国内最大的 IDM 车规级 IGBT 厂商；2021 年，参与地平线 C3 轮融资；2023 年部分车型将搭载征程 5。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。



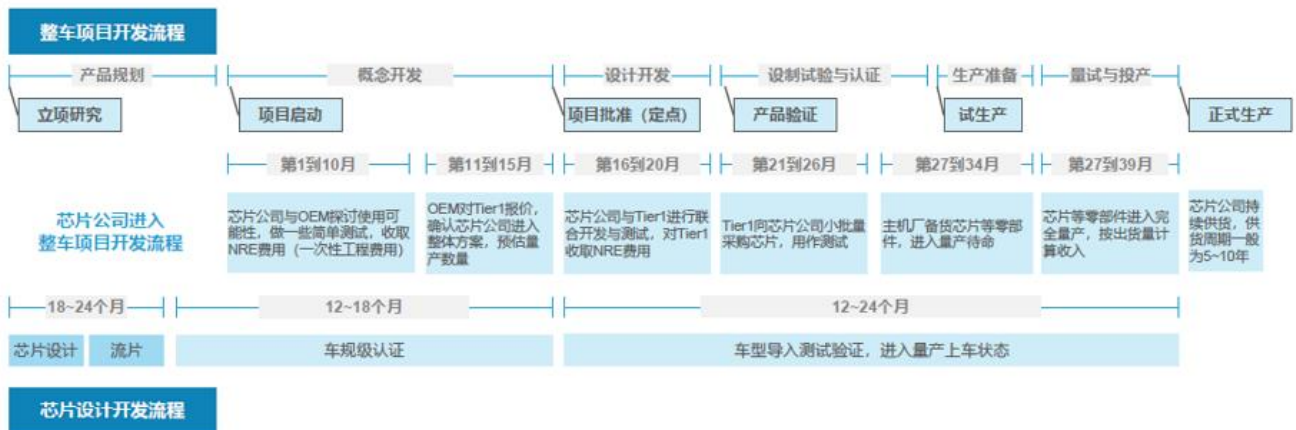
	合资	亿咖通、安谋中国	2016年，李书福与沈子瑜共同成立亿咖通科技；2020年，亿咖通科技与安谋中国共同出资成立芯擎科技，于2021年10月发布首款车规级7nm智能座舱芯片SE1000。
	投资、合作	地平线	2021年，参与地平线C2轮融资；长城哈弗H9-2022款搭载地平线征程2芯片。
	合作、自研	Mobileye、英伟达、高通、行歌科技	2020年，媒体报导蔚来计划自主研发自动驾驶计算芯片；2021年，投资行歌科技；芯片技术专家胡成臣加入蔚来汽车，担任首席专家和助理副总裁。
	合作、自研	Mobileye、英伟达、高通	2021年，媒体报导小鹏汽车的自动驾驶硬件研发已涉及芯片领域，自研芯片项目启动，在中美两地同时进行，主要研发自动驾驶专用芯片。
	合作	地平线	2019年，与地平线宣布合作，地平线为理想ONE提供全车语音交互功能；2021年，与地平线签署深度合作协议，理想ONE2021款成为首款搭载地平线征程3芯片车型。

数据来源：亿欧智库，各公司官网，东方证券研究所整理

#### (4) 本土化服务能力优势

国内芯片厂商在与主机厂的合作中可以建立更多的前端沟通。芯片从设计到量产上车通常需要3.5-5.5年时间，而智能驾驶与智能座舱的软件算法在持续升级迭代中，且芯片上车后需尽量满足汽车产品5-10年生命周期内的OTA升级迭代需求，这对芯片产品定义与设计的前瞻性提出了重点挑战。因此汽车芯片在产业合作中需要与主机厂建立更多前端沟通，综合多家主机厂信息，挖掘市场真实需求，提高产品定义与设计前瞻性，充分挖掘产品生命周期价值。本土芯片厂商将更好地与主机厂进行沟通，了解国内市场的真实需求后定义出来的产品方能更好地量产上车。

图 13：整车项目开发流程与芯片设计开发周期



数据来源：亿欧智库，东方证券研究所

国内芯片厂商能更好地为主机厂提供软硬件支持服务。随着合作量产上车的主机厂数量增加，芯片厂商需提升芯片产品在软硬件层面的兼容性与适配性，但面对主机厂的差异化需求，服务与执行能力也成为了芯片厂商的关键竞争力，而国内芯片厂商能较好地为企业提供软硬件支持。以英伟达为例，英伟达提供的方案虽然有较高的开放性，但难以适用于国内所有的车企，这是由于部分车企不具备较高的算法研发能力，且需要时间学习适应英伟达的软件环境。此外，英伟达作为非本土企业，难以及时为中国车企提供定制化的软硬件支持服务，或和国内车企深度合作开发自



自动驾驶平台。而地平线拥有专门的软件和算法团队协助车厂开发，并向车厂提供算法和软件能力，采取联合开发、共同投入的方式为本土客户提供了良好的服务。

图 14：国内芯片厂商具有较强的本土化服务能力

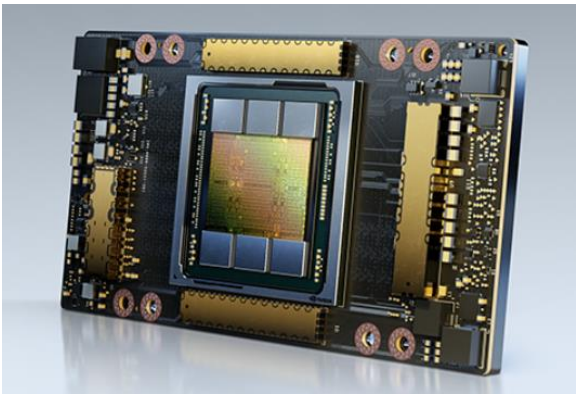


数据来源：头豹研究院，东方证券研究所

## 1.2 美国限芯引发国内对车载芯片供应链安全的担忧，软件算法和生态是本土自动驾驶芯片厂商破局的关键

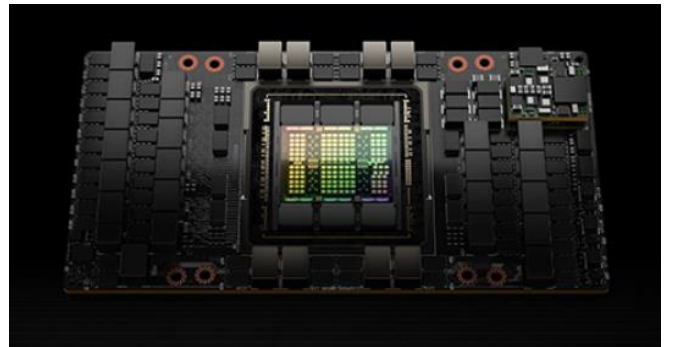
**美国限制英伟达、AMD 高端 GPU 芯片出口，国产替代正当时。**8月31日，英伟达发布公告称美国政府于8月26日通知对其未来出口到中国大陆、中国香港和俄罗斯的 A100 和 H100 两代高端 GPU 实施许可证要求，这将直接影响到我国人工智能、云计算以及高级别自动驾驶的发展。此外，另一家芯片巨头 AMD 也收到相关通知，要求停止向中国出售 MI250 芯片。尽管用于终端的 Xavier、Orin 等车载芯片目前还并未受限，但此次对高端 GPU 的出口限制以及之前对我国先进的 EDA 工具以及半导体设备的出口限制也引发了国内市场对未来车载芯片供应链安全的担忧。在此背景下，国内车企更应采取“两条腿走路”的策略，并行使用国内和国外的芯片，在进口芯片出现“断供”的时候有替代方案，从而避免“卡脖子”事件在汽车领域上演。

图 15：NVIDIA A100



数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

图 16：NVIDIA H100



数据来源：英伟达官网，东方证券研究所

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

政策和整车企业对车规级芯片“国产化”关注度显著提升，将共同推进我国自动驾驶芯片行业的发展。近年来，我国政府陆续发布相关政策以推动车规级芯片技术发展，并加强芯片供应链建设，持续扶持中国汽车芯片产业发展，为自动驾驶芯片的发展提供利好。此外，以上汽、长安、比亚迪为代表的国内头部车企也提出需要提高车规级芯片国产化率的建议，积极推动国内车厂应用国产芯片。

表 4：与自动驾驶芯片“国产化”相关的政策/建议

时间	提出方	政策/建议	政策/建议主要内容和解读	主要影响
2020 年 7 月	国务院	《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》	对支持芯片产业发展作出部署，提出了八个方面新措施。	推进解决中国芯片核心技术受制于人的问题。
2020 年 9 月	科技部、工信部、国家新能源汽车技术创新中心	国家新能源汽车技术创新中心牵头发起“中国汽车芯片产业创新战略联盟”	“中国芯片产业创新战略联盟”正式成立，中国 120 余家整车及零部件，芯片企业加入。	中国汽车芯片企业共同推进芯片产业的创新和发展。
2020 年 11 月	国务院办公厅	《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》	明确提到推动车规级芯片关键技术和产品发展。	促进车规级芯片关键技术和产品的发展。
2021 年 2 月	工信部电子信息司和装备工业一司等	《汽车半导体供需对接手册》	为推广优秀的汽车半导体产品做政策背书，将促进汽车半导体产业链上下游沟通协作上发挥有效作用。	是应对汽车产业芯片短缺局面的关键举措。
2021 年	上汽集团董事长陈虹	头部车企提出积极出台政策以提高车规级芯片国产化率的建议	加大对车规级芯片行业的扶持力度，制定车规级芯片“两步走”顶层设计路线等。	推动促进车规级芯片国产化政策的出台，在芯片技术研发和芯片产业链建设上加大扶持力度；促进整车厂应用国产汽车芯片。
	长安汽车董事长朱华荣		建议设立汽车产业核心芯片及生产设备国产化重大专项等；加强行业标准制定，鼓励整车厂应用国产芯片。	

数据来源：头豹研究院，东方证券研究所

地平线、黑芝麻等本土厂商通过多轮融资扩大产业合作，加速产品迭代。9 月 26 日，地平线宣布获得奇瑞汽车战略投资并完成交割，双方在目前车载智能交互领域的合作基础上，正式开启面向高阶辅助驾驶领域的全新合作。此次获得奇瑞汽车的战略投资与合作升级，也意味着地平线的发展理念、产品技术与市场前景获得又一主流产业资本的认可。自成立以来，地平线已获得上汽集团、广汽资本、长城汽车、东风资产、比亚迪、一汽集团等众多车企资本，以及 Intel、SK Hynix、宁德时代、立讯精密等多家产业链上下游企业的战略投资，这也有力地支撑了地平线的研发和产品迭代。8 月 8 日，黑芝麻智能宣布完成由武岳峰科创领投的 C+轮融资，至此黑芝麻智能完成 C 轮和 C+轮全部融资，募资总规模超 5 亿美元，这也帮助黑芝麻全面提速旗下自动驾驶芯片的量产应用。

表 5：地平线融资历史

轮次	融资时间	融资金额	投资方
天使轮	2015-07-05	数百万美元	晨兴资本、高瓴资本、红杉资本中国、金沙江创投等
Pre-A 轮	2016-04-06	数千万美元	DST
A 轮	2016-07-01	数千万美元	双湖投资、青云创投、祥峰投资、晨兴投资等
A+轮	2017-10-20	1 亿美元	英特尔投资领投，嘉实资本、晨兴投资、高瓴资本等跟投

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

A+轮	2017-12-18	未披露	建投华科
B轮	2019-02-27	6亿美元	SK 中国、SK Hynix 等领投，泛海投资、民银资本等跟投
战略投资	2020-09-29	未披露	广汽资本
C1轮	2020-12-22	1.5亿美元	五源资本、高瓴资本、今日资本领投，国泰君安国际等跟投
C2轮	2021-01-07	4亿美元	Baillie Gifford、云锋基金、中信产业基金、宁德时代领投
C3轮	2021-02-08	3.5亿美元	国投招商、中金资本、众为资本、比亚迪
C4轮	2021-03-01	未披露	众为资本、中金资本、舜宇光学、比亚迪
C5轮	2021-04-01	未披露	投资方未披露
C6轮	2021-05-01	3亿美元	黄浦江资本、君联资本等
C7轮	2021-06-10	未披露	韦豪创芯、京东方等
战略投资	2022-06-27	未披露	一汽集团
战略投资	2022-09-26	未披露	奇瑞汽车

数据来源：AI 星球，烯牛数据，东方证券研究所

图 17：黑芝麻智能完成 C+轮融资



数据来源：黑芝麻智能，东方证券研究所

**国产大算力自动驾驶芯片加速上车。**9月30日，理想发布 L8 和 L7 两款车型，理想 L8 Pro 也成为了地平线征程 5 首个量产的车型，而理想 L8 Pro 标配的理想 AD Pro 是全球首个搭载地平线征程 5 芯片的智能驾驶系统。实际上地平线和理想在去年 5 月时就达成了深度合作——2020 款理想 ONE 升级为 2021 款时，理想将 Mobileye EyeQ4 芯片更换为征程 3，今年的第二次合作也进一步反映出理想对于地平线自动驾驶芯片的认可。除理想以外，今年以来征程 5 已获得比亚迪、上汽、一汽红旗、自游家汽车等多项定点，2023 年也将是征程 5 的量产大年。同样，黑芝麻华山二号 A1000 经过两年的软硬件打磨验证之后，在今年成为了国内首款完成全部量产认证的大算力自动驾驶芯片，江淮集团旗下思皓品牌的多款量产车型将搭载 A1000 芯片，后续有望拿下更多定点。可见，近年来国内车企正加大与本土芯片厂商的合作，这也为国产自动驾驶芯片的迭代和发展提供了一片沃土。

图 18：地平线征程 5 量产上车 Roadmap



数据来源：地平线，汽车之家，东方证券研究所

图 19：黑芝麻智能车规级功能安全认证



数据来源：黑芝麻智能，车东西，东方证券研究所

英伟达、高通等国际巨头推出的芯片在设计上会更偏通用性，国内本土厂商以“更聚焦”的算法实现整体性能的追赶。在过去，英伟达、高通都是电子消费品市场芯片供应的霸主，有着完整的开发工具链和良好的上下游合作关系，因此技术迭代上非常快。但如果想要保持这样的竞争优势，芯片在设计上会偏通用型，应用领域更广，并非是针对自动驾驶专门开发。此外，以前芯片的性能靠的是硬件，英伟达的硬件实力是最强的，因此可以做出远超同行的大算力芯片，其他竞争对手难以追赶。但 2015 年后，AI 技术开始广泛应用，自动驾驶芯片也进入了 AI 芯片时代，此时衡量芯片的好坏就不能光看算力了，还要看芯片本身有没有针对某个特定领域的算法，也即“特异性算法”。这也给了其他芯片厂商在特定领域追赶的机会：即使在算力层面上拼不过，也可以在自动驾驶这个细分领域的特异性算法上做更好的优化，这样就可以在整体性能上实现赶超。由于芯片从设计到搭载应用，会有 3 年以上的周期，这也就意味着企业需要有深刻行业认识、长远的战略眼光，提前预判技术发展对芯片设计的需求。国产芯片厂商正是凭借对自动驾驶领域更深刻的认识，在产品取向及推出节奏上，做到了精准卡位，创造了突围的良机。



图 20：国产自动驾驶芯片具有优秀的整体性能



数据来源：每日汽车电讯，东方证券研究所

国内自动驾驶芯片厂商具有商业模式/解决方案开放性优势，这也是开始与车企建立合作的关键：

- 1> 封闭的生态不利于自动驾驶算法的快速迭代。以 Mobileye 为例，Mobileye 过去以黑盒交付为主，封闭性太强：Mobileye 给车企提供的自动驾驶解决方案是芯片加感知算法的打包方案，EyeQ 芯片内部写好了 Mobileye 的感知算法，工作时 EyeQ 会直接输出对外部车道线和车辆等目标的感知结果，然后车企的算法基于这些结果做出驾驶决策。这样做的好处是可以满足寻求智能化转型的主机厂快速量产的需求，但从长期来看，这样做算力升级较为保守、迭代速度慢，并且难以满足主机厂的定制化的需求，最终导致车厂定制差异化产品的能力不足，这对于高速发展和变化的自动驾驶行业来说是不能被市场接受的。尽管从 EyeQ5 开始 Mobileye 已经开始尝试与合作伙伴实现开源协作，但和开放生态的英伟达和高通来比还是有较大差距。因此，Mobileye 在过去 5-10 年丢失了部分重要客户。

表 6：部分车企自动驾驶芯片更迭表

车企	过去		现在		未来	
	涉及车型	芯片	涉及车型	芯片	涉及车型	芯片
蔚来	ES8、ES6、EC6	EyeQ4	ES8、ES6、EC6	EyeQ4	ET4	英伟达 Orin
理想	2020 款理想 ONE	EyeQ4	2021 款理想 ONE	地平线征程 3	X01	英伟达 Orin
长城	第三代哈弗 H6	EyeQ4	WEY 摩卡	EyeQ4	WEY 沙龙机甲龙	高通 Ride 昇腾 310
特斯拉	2014 款 Model S	EyeQ3	全系车型	自研 FSD 芯片	全系车型	自研 FSD 芯片
宝马	1 系、X1 等	EyeQ1-4	iX	EyeQ5	不详	高通 Ride
奥迪	第四代 A8	EyeQ3	不详	英伟达 Xavier	不详	华为
沃尔沃	上一代 XC60	EyeQ1-2	不详	不详	下一代 XC90	英伟达 Orin

数据来源：车东西，东方证券研究所

- 2> 国内芯片厂商提供较为开放的生态，以满足客户的定制化需求和提升软件算法自研能力的需求。与英伟达类似，地平线具有较高的开放性，提供开放性的软硬件平台，包括硬件平台和工具链软件、仿真软件等工具，便于车企进行自动驾驶数据采集和算法训练。此外，黑芝麻同样提供全开放的生态，华为采取的是半封闭半开放的合作模式。对于需要快速转型、对自

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。



自动驾驶升级迭代速度要求较高的 OEM 厂商、造车新势力而言，由于需要芯片和算法分离来进行二次开发，开放式的方案显然是更优的选择。同时，开放式的合作也能帮助车厂逐步提升软件算法自研能力，更加有利于车企的长期发展。

图 21：各芯片公司方案/解决方案开放程度



数据来源：头豹研究院，东方证券研究所

为了帮助客户降低算法的开发门槛，国内芯片厂商开始参与软件层面的模块开发，为下游客户提供更多的软件开发架构、参考设计或者工具包等服务。作为一家拥有成熟量产经验的 AI 芯片公司，地平线构建了以“芯片+工具链”为核心的高效开放技术平台，包含硬件参考设计、工具链、AIDI 开发平台、基础中间件和丰富的参考算法等。通过开放易用的 AI 开发工具与基础设施，生态伙伴能够基于地平线芯片在短时间内完成从硬件到软件、从感知到规控的全栈自动驾驶功能开发。例如在地平线的助力下，鉴智机器人仅用了不到 2 个月的时间，就迅速实现了整个系统各项感知指标的量产级要求，大幅降低了平台的开发和迁移成本。同样，黑芝麻智能也为客户提供了山海人工智能开发平台和瀚海自动驾驶中间件平台，助力客户快速打造差异化的自动驾驶方案。

图 22：地平线提供完整的软件及工具链支持

量产超级加速包：硬件参考设计、工具链、AIDI 开发平台、基础中间件、参考算法

基于征程 5 构建端云协同、数据驱动成熟开发环境，助力生态伙伴创新开发



数据来源：高工智能汽车，东方证券研究所

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

软硬件生态合作伙伴是国内芯片厂商实现更健康、更持续的商业模式的关键。在 2020-2021 年间，地平线为了让征程 2 和征程 3 芯片大规模量产落地，为主机厂匹配了大量的开发、适配人员，例如为了让征程 3 上车理想 ONE，地平线派遣了几百人的团队协助理想进行开发。这种做法也使得地平线两款芯片上车时间大大缩短：征程 2 芯片从 2019 年 8 月发布，到 2020 年 3 月长安 UNI-T 量产上车，时间仅 8 个月；而征程 3 上车理想 ONE 也仅用了 8 个多月。同时，为了拓展自己的生态，地平线在这两年间也招募了大量的人员用于打造芯片相关的配套软件，比如 AI 开放平台、计算平台和辅助驾驶系统，通过与客户的合作不断地完善芯片生态。尽管模式较重，成本较高，但这也取得了不错的效果：截至 2021 年底，地平线征程系列芯片的出货量已经超过了 100 万片，地平线也是初步建立起了自己的生态。然而，由于芯片厂商人员成本高，在征程 5 已拿下众多定点的背景下再无休止地匹配规模庞大的技术支持人员显然是不可取的，地平线也开始考虑将公司模式变得更轻，将过去项目驱动型的公司真正地变为技术驱动型、产品驱动型的公司。因此，地平线开始提出 IP 授权战略（将 BPU IP 开放给主机厂），同时开始寻求软硬件的合作伙伴，把主机厂个性化的需求转移到合作伙伴上，从而实现更健康 and 持续的商业模式：硬件方面，地平线于 6 月 29 日宣布征程 5 三家硬件 IDH 合作伙伴，分别是映驰科技、金脉以及天准科技；在软件方面，地平线于 4 月 18 日宣布与国内领先的汽车软件及解决方案供应商中科创达成立合资公司，合资公司将为主机厂及 Tier1 提供智能驾驶软件平台和算法服务。

图 23：地平线征程 5 硬件 IDH 合作伙伴



数据来源：地平线官方公众号，东方证券研究所

图 24：地平线与中科创达成立合资公司



数据来源：地平线官方公众号，东方证券研究所

未来随着国产自动驾驶芯片上车逐步提速，汽车软件厂商将有望迎来巨大的机遇。随着自动驾驶产业的不断发展，驾驶域与座舱域的功能在大算力平台的支撑下不断融合，EE 架构逐步集中化，汽车软件架构也朝着 SOA 不断演进。在新型的架构下，软件厂商所参加的开发环节增加，软件开发难度也大幅提升，虚拟机、中间件、整车 OS 等内容的开发为软件厂商带来了新的需求。此外，由于国内车企更换使用国产芯片平台时会面临着硬件平台/ISP 调试、操作系统适配、算法迁移等诸多问题，这些工作将更多地是本土芯片厂商的软件合作伙伴来完成。因此，我们认为，具有软硬件全栈能力的汽车软件厂商有望持续深化与本土芯片厂商的合作，未来将获得更大的市场机遇，主要厂商包括：

- 1> **中科创达**：在技术层面上，公司具备提供从底层系统软件、中间件再到上层应用的全栈式解决方案能力，可以帮助车厂解决芯片平台迁移的诸多问题。在生态上，公司坚持“技术+生态”的平台发展战略，长期与海内外的车企、Tier1、芯片厂商保持着紧密的合作关系，因此在不同的操作系统、芯片平台、中间件等方面拥有深刻的积累。公司也积极与国内头部的自动驾驶芯片厂商建立合作：2022 年 4 月 18 日，宣布与地平线成立合资公司；2020 年 1 月 6

日，与黑芝麻智能签署战略合作协议；在 2021 华为智能汽车解决方案生态论坛上，公司被评为“华为智能汽车解决方案优秀合作伙伴”。

图 25：中科创达与黑芝麻智能建立合作关系



数据来源：中科创达官方公众号，东方证券研究所

图 26：中科创达被评为华为智能汽车解决方案优秀合作伙伴



数据来源：中科创达官方公众号，东方证券研究所

2> **东软睿驰（东软集团）**：东软睿驰成立于 2015 年 10 月，是东软集团的子公司，业务主要涵盖汽车基础软件平台、新能源汽车 EV 动力系统、高级辅助驾驶系统和自动驾驶等领域，具备领先的汽车软硬件能力。2021 年 4 月 19 日，东软睿驰与地平线达成战略合作；2021 年 7 月 29 日，东软睿驰推出新一代自动驾驶中央计算平台，该平台采用 4 颗征程 5 芯片，基于开放的 SOA 架构以及东软睿驰自研的基础软件 NeuSAR 打造，实现了中国自动驾驶产业自主化芯片、算法、软件、硬件在研发和量产应用链条方面的全面打通，促进我国汽车产业的自主安全可控和全面快速发展。

图 27：东软睿驰与地平线达成战略合作



数据来源：东软睿驰官方公众号，东方证券研究所

图 28：东软睿驰基于征程 5 打造的自动驾驶中央计算平台



数据来源：东软睿驰官方公众号，东方证券研究所

3> **光庭信息**：公司是国内领先的汽车软件及解决方案提供商，具备面向智能网联汽车的全域全栈软件开发能力。公司的产品和技术服务已涵盖了构成智能网联汽车核心的智能座舱、智能电控和智能驾驶三大领域，相关技术覆盖底层 OS、驱动开发、中间件与应用开发等，形成了智能网联汽车全域全栈的开发能力。2022 年 6 月 30 日，地平线创始人余凯博士一行到访光庭信息，双方就智能驾驶领域技术趋势进行了深入探讨，未来双方还将持续探索多样的合作模式。



图 29：光庭信息与地平线积极探索自动驾驶领域的合作



数据来源：光庭信息官方公众号，东方证券研究所

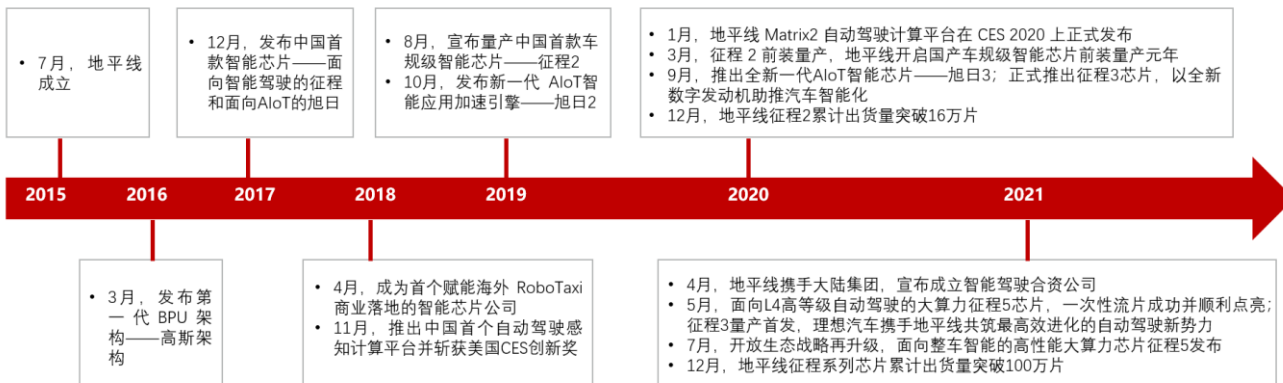
## 二、国内主要自动驾驶芯片厂商盘点

### 2.1 地平线：国内车规级 AI 芯片前装量产的先行者

#### 2.1.1 公司是目前国内唯一实现车规级 AI 芯片大规模前装量产的企业

地平线是行业领先的高效能智能驾驶计算方案提供商。地平线成立于 2015 年 7 月，创始人前为百度深度学习研究院常务副院长余凯，同年 9 月公司启动第一代智能计算架构 BPU 的研发；2016 年 3 月，公司发布第一代 BPU 架构（高斯架构）；2017 年，公司发布中国首款边缘 AI 芯片——面向智能驾驶的征程和面向 AIoT 的旭日；2019 年，公司发布中国首款车规级 AI 芯片——征程 2；2020 年，公司先后发布自动驾驶计算平台 Matrix2、新一代边缘 AI 芯片旭日 3、新一代车规级 AI 芯片征程 3，同时实现了征程 2 的前装量产，成立以来仅用 5 年时间即实现了车规级 AI 芯片的量产落地；2021 年 7 月，公司发布第三代车规级 AI 芯片征程 5，最高算力可达 128TOPS，标志着我国大算力自动驾驶芯片实现了从 0 到 1 的突破。

图 30：地平线发展历史

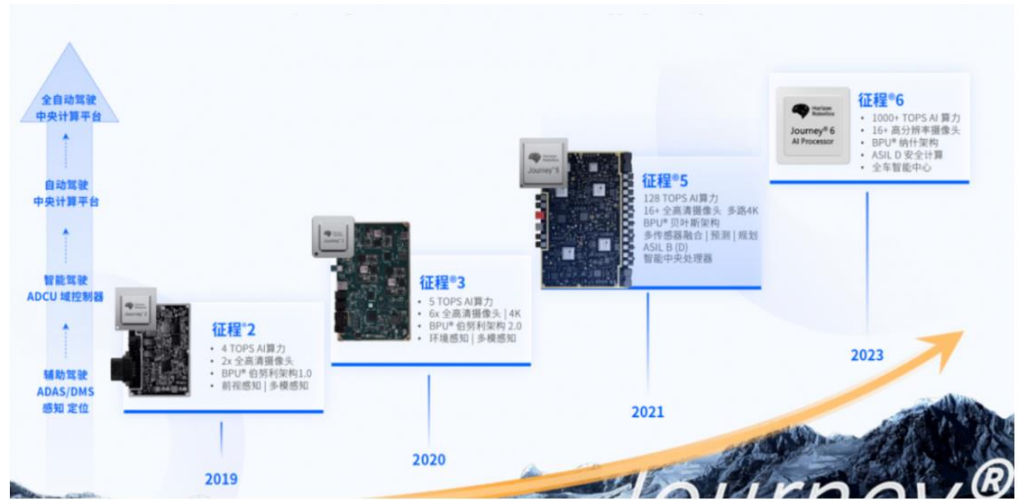


数据来源：地平线官网，东方证券研究所

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

**征程 5 的推出标志着地平线实现 L2-L4 全场景自动驾驶布局。**2021 年 7 月，地平线发布业界第一款集成自动驾驶和智能交互于一体的全场景整车智能中央计算芯片——征程 5，该芯片兼具高性能与大算力，单颗芯片 AI 算力最高可达 128TOPS，支持 16 路摄像头感知计算，能够支持自动驾驶所需要的多传感器融合、预测和规划控制等需求。随着征程 5 的推出，加上之前的征程 2 与征程 3，地平线成为国内第一家覆盖 L2-L4 的全场景整车智能芯片方案提供商。2023 年，地平线计划发布下一代车规级 AI 芯片——征程 6，单芯片算力将超过 Orin，预计超过 1000TOPS，采用 7nm 工艺，整体性能较征程 5 又有大幅提升。

图 31：地平线征程系列芯片 Roadmap



数据来源：地平线，焉知智能汽车，东方证券研究所

地平线是目前国内唯一是实现车规级 AI 芯片大规模前装量产的企业。地平线征程 2 于 2019 年 8 月发布后，于 2020 年 3 月首次上车长安 UNI-T，开启了我国车规级 AI 芯片的前装量产元年；征程 3 于 2020 年 9 月发布，于 2021 年 5 月首次上车理想 ONE；征程 5 于 2021 年 7 月发布，于 2022 年 9 月首次上车理想 L8 Pro，至此地平线三款车规级 AI 芯片均实现了前装量产上车。目前，地平线已与 20 多家车企签下超过 70 款车型的前装量产定点项目，地平线征程系列芯片累计出货量已突破 150 万片。

表 7：地平线征程系列芯片落地车型

芯片	合作车型/车企
征程 2	长安 UNI-T、长安 UNI-K、长安 UNI-V、奇瑞蚂蚁，智己 L7，广汽埃安 AION Y，广汽传祺 GS4 Plus，东风岚图 FREE，江淮汽车思皓 QX、长城哈弗 H9-2022、2021 款理想 ONE 等。
征程 3	2021 款理想 ONE、上汽大通 MAXUS MIFA 概念车、长城哈弗 H9-2022、哪吒 U·智、奇瑞瑞虎 8 PRO、第三代荣威 RX5、吉利博越 L 等。
征程 5	理想 L8 Pro、自游家 NV，未来将有车型落地的车企：比亚迪、上汽、一汽等。

数据来源：地平线官网，东方证券研究所整理



### 2.1.2 公司自研 BPU 实现软件定义芯片，软硬协同提升芯片效能

地平线自研 AI 加速器 BPU，利用“CPU+ASIC”架构带来更高的效能和成长性。长期以来，英伟达、英特尔等传统芯片巨头在 CPU、GPU 上存在着很强的优势，并将其当做重要的发展方向。而地平线认为目前光靠 CPU、GPU 等通用处理器难以高效地满足高级别自动驾驶的计算需求，而通过软硬联合设计、协同优化计算架构对于提升芯片真实效能有重要作用。因此，地平线选择的路线是通过软硬结合，面向应用场景驱动软件创新，继而从软件创新驱动新的芯片架构，以场景为中心自主研发了可编程 AI 加速引擎 BPU。BPU 的全称为 Brain Processing Unit，属于 ASIC，是一款典型的异构多指令、多数据的系统，相比 CPU 更高效；此外，该架构在设计之初就考虑了算法演进趋势，保证 AI 芯片能够快速适应最新主流算法，同时预留足够的开放可编程性。目前，地平线已推出三代四种 BPU 架构：高斯架构、伯努利 1.0 架构（征程 2 采用）、伯努利 2.0 架构（征程 2 采用）、贝叶斯架构（征程 5 采用），下一代车规级 AI 芯片征程 6 将采用第四代 BPU 架构（纳什架构）。

图 32：地平线自研的历代 BPU



数据来源：地平线官网，东方证券研究所

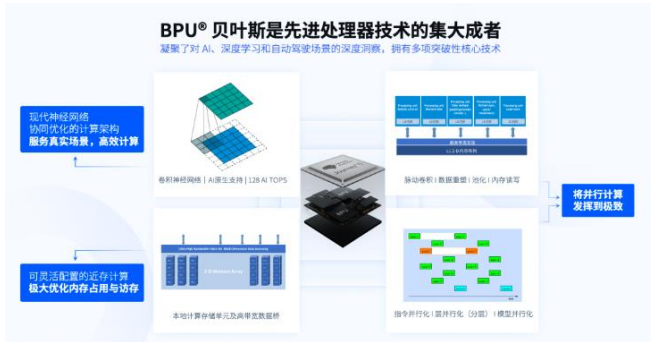
图 33：地平线征程系列芯片采用了 BPU 架构



数据来源：地平线官方公众号，东方证券研究所

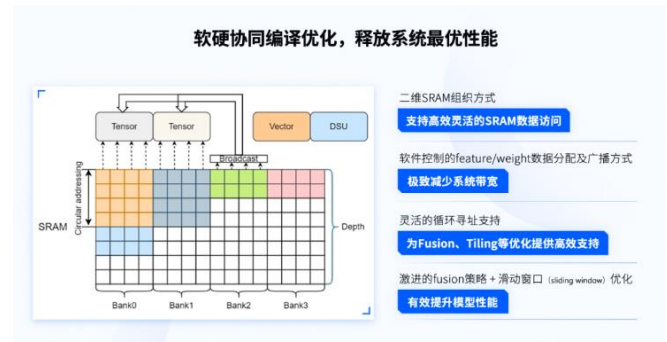
贝叶斯是地平线推出的第三代 BPU，具有高性能、低能耗、低延迟的特点。由于高级别自动驾驶任务环节更为复杂，非线性计算量递增，神经网络模型复杂度逐渐增加，这对 AI 芯片提出了极大的计算挑战。因此，更强的计算效率、高效的内存带宽使用、大规模的高并行计算成为了架构设计的必要考虑因素。贝叶斯架构通过大规模异构计算技术（针对不同场景的不同计算提供了最佳计算模式配比）、灵活大并发数据桥（专门设计的高带宽数据传输通路）、脉动张量计算核（在数据交叉流动中完成计算）三大核心技术将并行计算发挥到极致。除了硬件架构特性，贝叶斯架构还利用编译器的优化调度提升效能：在编译器中，通过多维数据拆分重组、指令流水和异构并发调度以及跨层计算融合，在复杂的组合排列中找出最优化组合，同时通过软硬协同提升数据的复用效率，从底层上实现了软硬结合。此外，贝叶斯也实现了灵活的优先调度机制：一方面支持高度并行计算，同时小批量实施即时的数据处理，并通过时间切片优先调度关键任务，保证驾驶安全性。

图 34：地平线第三代 BPU 贝叶斯



数据来源：地平线，极客汽车，东方证券研究所

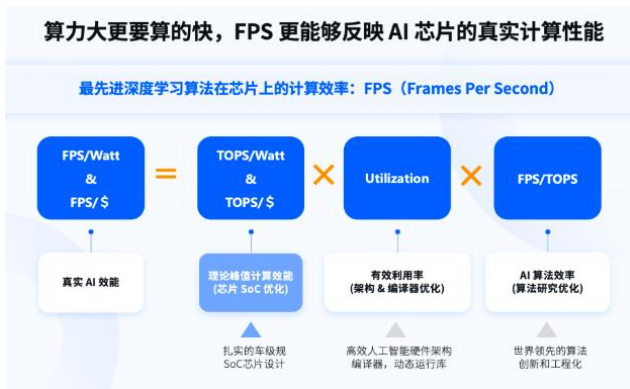
图 35：BPU 贝叶斯通过软硬协同和编译优化实现最佳性能



数据来源：地平线，电动知士，东方证券研究所

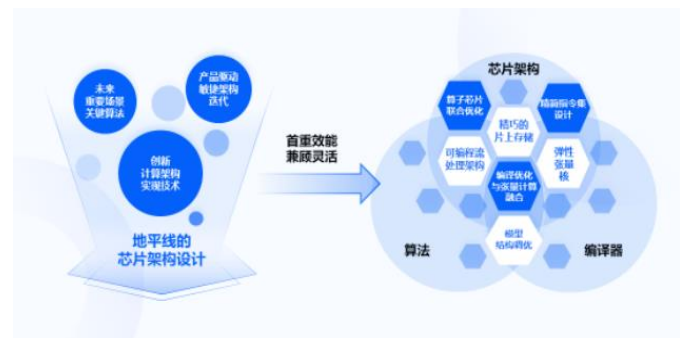
地平线认为 FPS 更能反映 AI 芯片的真实计算性能。TOPS (Tera Operations Per Second)，即每秒钟进行的万亿次计算，通常用来衡量芯片的峰值算力。特斯拉的 HW3.0 将 TOPS 概念引入到人们的视线当中，逐渐成为了衡量一款 AI 芯片能力的指标性参数。然而，越来越多的自动驾驶公司开始关注有效算力，也即解决一个 AI 任务能够达到的精度和效率。例如在自动驾驶中，有一个指标是 FPS (Frame Per Second)，也即每秒准确识别图像帧率，更高的 FPS 会带来更快速的感知、更低的延时，这也意味着更高的安全性和行驶效率。因此，地平线提出了以 FPS 为基准的、衡量 AI 芯片真实计算性能的公式：真实 AI 效能=理论峰值计算效能 x 有效利用率 x AI 算法效率。其中，真实 AI 效能由芯片硬件架构决定，有效利用率由软件架构决定（编译器可将算法进行编译、拆解等动作，提升算法有效利用率），AI 算法效率由软件算法决定。

图 36：地平线提出衡量 AI 真实计算性能的公式



数据来源：地平线，极客汽车，东方证券研究所

图 37：地平线芯片设计理念



数据来源：地平线官方公众号，东方证券研究所

搭载贝叶斯架构的征程 5 实现了业界领先且可持续成长的真实 AI 计算性能。

1> 成长性：最初征程 5 在 2021 年发布时最强计算性能为 1283FPS，而到了今年地平线宣布征程 5 的计算性能提升到了 1531FPS，一年后实现了 20% 的性能提升，这不是通过改变硬件架构和算法，而是通过升级软件架构、对编译器进行优化等方式使其最强计算性能得到提升。地平线联合创始人、CTO 黄畅解释过软件定义芯片的优势：把芯片架构、算法锁定的时候，软件架构还可以持续的改善，编译器还可以持续地把同样一个算法在同样一个芯片上通过编译、拆解、重组，部署和运行调度它，从而让性能得以不断提升。

图 38：征程 5 发布时的性能指标



数据来源：地平线，盖世汽车，东方证券研究所

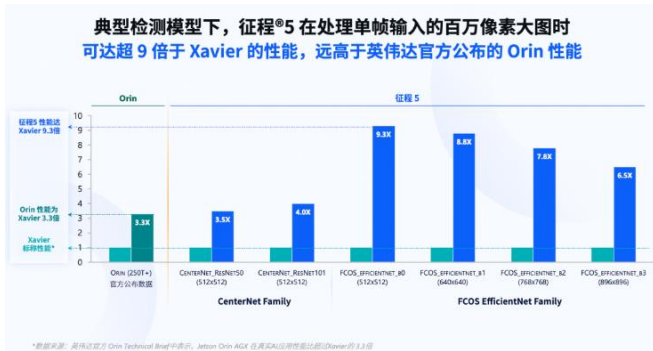
图 39：征程 5 实现了 AI 计算性能的“可持续成长”



数据来源：地平线，极客汽车，东方证券研究所

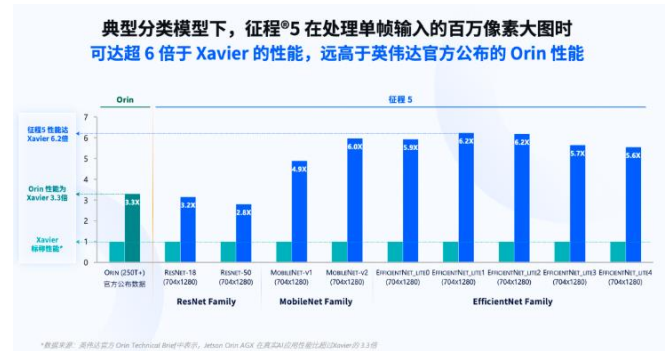
2> **领先的计算性能：**尽管征程 5 的峰值算力不及英伟达 Orin (254TOPS)，但在有效算力的对比中，征程 5 占据明显的优势。根据地平线给出的数据，征程 5 在进行典型检测模型下，单帧百万像素的测试中，其性能接近 Orin 的 3 倍，约为 Xavier 的 9.3 倍；在典型分类模型中，征程 5 的性能也接近 Orin 的 2 倍，是 Xavier 的 6.2 倍。由此可见，征程 5 在 FPS 这一指标上相较英伟达两大量产产品具有明显优势。

图 40：典型检测模型下征程 5 与英伟达产品对比



数据来源：地平线，极客汽车，东方证券研究所

图 41：典型分类模型下征程 5 与英伟达产品对比



数据来源：地平线，极客汽车，东方证券研究所

### 2.1.3 打造开放的平台和生态助力合作伙伴加速量产

**公司打造端到端的整车智能开发平台，赋能合作伙伴加速量产。**过去，传统的芯片厂商更多只关注芯片本身，很少给客户提用于应用层开发的建模工具及代码。然而，目前整个 AI 行业的发展还处于早期，不少供应商都面临着自动驾驶系统的研发挑战和开发效率瓶颈等问题，而且每家车企的软件基础不同，如果全栈自研将是一个很长的链条。对此，地平线开发了一套成熟、开放、易用的整车智能开发平台，其中一部分是包括算法、应用中间件、基础操作系统及开发套件在内的 AI 芯片及软件栈，另一部分则是地平线的开发工具及基础设施，其中包括天工开物 AI 工具链以及艾迪 AI 开发平台。平台能够满足 OEM 与生态伙伴的不同开发需求，还能够帮助其在地平线的芯片上快速部署自动驾驶应用，并有效地降低开发适配和应用部署的成本。

图 42：地平线打造的整车智能开发平台



数据来源：地平线，极客汽车，东方证券研究所

“天工开物” AI 开发平台基于自研 AI 芯片打造，由模型仓库（Model Zoo）、AI 芯片工具链（AI Toolchain）及 AI 应用开发中间件（AI Express）三大功能模块构成。平台旨在通过全面降低开发者门槛、提升开发速度、保证开发质量，赋能产业智慧升级。

- 1> **模型仓库**：开放了三类算法，即产品算法、基础算法和参考算法，可充分响应不同合作伙伴的需求，大幅节省算法训练和开发的时间与成本。
- 2> **AI 芯片工具链**：覆盖了从算法模型训练、优化与转换和部署到芯片运行模型预测的完整 AI 开发过程，包含模型结构检查器、性能分析器、模型编译器、模型模拟器在内的全套工具。
- 3> **AI 应用开发中间件**：开放了 XStream 和 XProto 两套应用开发框架，内置丰富且高度可复用的算法模块、业务策略模块、应用组件，帮助合作伙伴快速搭建高性能的算法工作流。

图 43：地平线“天工开物” AI 开发平台



数据来源：地平线官方公众号，东方证券研究所

地平线艾迪 AI 开发平台则是面向智能汽车 AI 软件产品开发及迭代需求打造的云端 AI 开发平台，能为智能汽车 AI 开发者提供数据标注、训练、优化、部署、管理与性能分析等能力。整套基础设施开箱即用，用户无需再从零搭建一套复杂的自动驾驶跨平台系统。比如，在边缘侧有车、芯片，它们通过加密传输把数据传过来。在云端也有一套完整的基础设施，包括半/全自动的标注工具，



自动化模型训练，长尾场景管理、软件自动集成、自动化回归测试，最后这整套模型通过 OTA 升级部署到芯片上。同时，在端上还有影子模式、量产相关的模型部署、功能安全和信息安全方面的工作。

图 44：地平线艾迪 AI 开发平台



数据来源：地平线官方公众号，东方证券研究所

地平线开放灵活的域控制器及中央计算平台标准参考设计，助力合作伙伴加速量产进程。Matrix 是经过多轮迭代与量产验证的计算平台系列，而 Matrix 5 是地平线基于征程 5 推出的计算平台，其中包括三类标准化硬件参考平台，分别是单征程 5 (128TOPS)、双征程 5 (256TOPS) 以及 4 颗征程 5 (512TOPS) 的硬件方案，全面满足 ADAS、自动驾驶、智能座舱等丰富场景的开发需求。地平线将 Matrix 5 的参考设计全面开放，合作伙伴借助 Matrix 5 完成功能开发和整车集成测试则可以极大地缩减研发周期和投入。目前，已有包括大陆集团、东软睿驰、立讯集团、联成开拓等 10 余家生态伙伴基于 Matrix 5 参考设计推出了大算力域控产品，并率先取得量产定点项目。三家地平线官宣的合作伙伴（映驰、金脉、天准）也将基于征程 5，针对 Tier1 差异化的设计需求，提供定制化服务与专业技术支持，加速客户智能驾驶解决方案的量产进程。

图 45：地平线 Matrix 5 包含三类标准化硬件参考平台



数据来源：地平线，极客汽车，东方证券研究所

图 46：地平线 Matrix 5 合作模式



数据来源：地平线，焉知智能汽车，东方证券研究所

与整车厂的合作中，地平线开放 BPU IP 授权，打通芯片和整车之间的开发。芯片公司跟主机厂的合作模式大概分为几种：

- 1> **Mobileye 模式**：芯片公司把芯片架构、芯片以及操作系统，还有智能驾驶的软硬件系统，全部开发完，以黑盒的形式交付给整车厂。
- 2> **英伟达模式**：芯片公司提供芯片架构和 SoC 级别芯片以及操作系统，帮助车企完成自动驾驶软硬件系统开发。
- 3> **TogetherOS 模式**：芯片公司提供芯片架构和 SoC 级别芯片，整车厂的开发不光包括整个自动驾驶的应用软件，也深入到操作系统的底层，能够更高效地调用操作系统之下的各种资源。

目前，地平线的开放模式包含第二、第三种，基于征程系列芯片和操作系统 TogetherOS，赋能车企造车。然而，地平线计划将开放践行到底，支持车企自主研发自动驾驶芯片，并提出第四种“**BPU 授权模式**”：向整车厂开放最核心的 BPU IP 授权，同时提供软件工具包、芯片参考设计以及技术支持，助力部分车企开发自研芯片，提升差异化竞争力，加快创新研发速度。这意味着，整车核心系统的开发，从芯片到操作系统、到整个自动驾驶的软硬件系统，实现了高度协同以及完全的透明化，这有助于实现芯片最大化效率并降低开发成本。

图 47：不同开放模式下主机厂所参与的环节不同



数据来源：地平线，赛博汽车，东方证券研究所

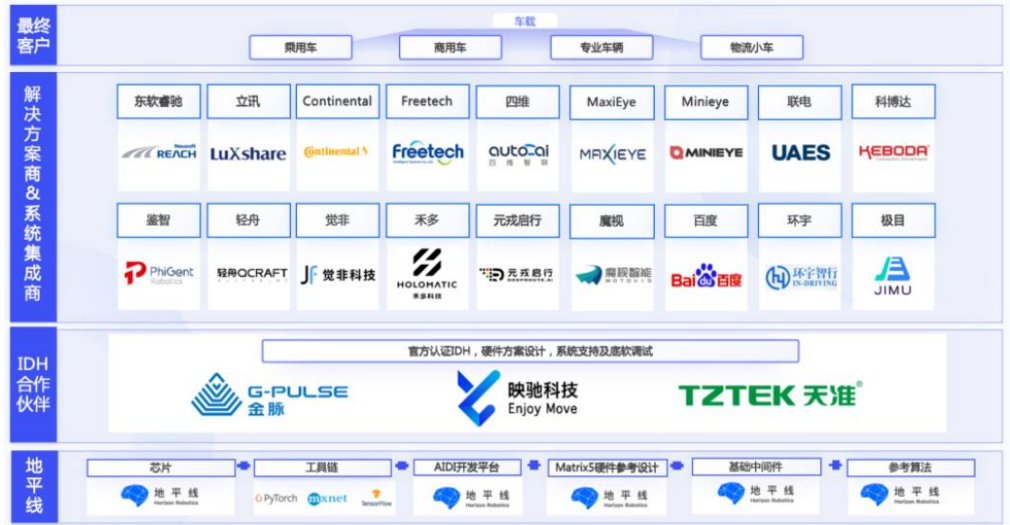
图 48：地平线开放 BPU IP 授权打造开放生态



数据来源：地平线，高工智能汽车，东方证券研究所

地平线积极与生态伙伴加大自动驾驶软件方面的合作。(1) 4 月 18 日，地平线宣布与中科创达成立合资公司。合资公司将由中科创达控股，聚焦智能驾驶赛道，并围绕地平线车规级 AI 芯片为主机厂及一级供应商等企业提供高质量的智能驾驶软件平台和算法服务，共同加速智能驾驶的规模化量产落地。(2) 10 月 13 日，大众汽车集团旗下自动驾驶公司 CARIAD 与地平线正式官宣，大众 CARIAD 将与地平线成立合资企业并控股。大众汽车集团计划为本次合作投资约 24 亿欧元，该交易预计在 2023 年上半年完成，其中大众 CARIAD 将持有合资公司 60% 的股权，对于地平线的持股比例并未披露。新的合资公司将聚焦于研发可扩展的、软硬一体的全栈式高级辅助驾驶和自动驾驶解决方案。合资公司的成立，意味着大众汽车在中国的三家合资企业（一汽大众、上汽大众、大众安徽）后续的纯电新车都将会采用地平线的智能驾驶软件及芯片方案。双方合作能使大众从地平线方面获取更多智能驾驶芯片和软件相关的 Know-How，本土化的运作方式也更加利于大众汽车在中国市场的产品推广。对于地平线而言，这意味着新增的、巨大的市场机会。

图 49：地平线征程 5 芯片生态合作图



数据来源：盖世汽车，东方证券研究所

## 2.2 黑芝麻智能：国产自动驾驶计算芯片的引领者

### 2.2.1 公司在生态及技术方面持续突破，历经多轮融资步入独角兽行列

黑芝麻智能是行业领先的车规级自动驾驶 AI 计算芯片和平台研发企业。公司成立 2016 年，成立以来一直专注于大算力计算芯片与平台等技术领域的高科技研发，目前能够提供完整的自动驾驶、车路协同解决方案，包括基于车规级设计、学习型图像处理、低功耗精准感知的自动驾驶感知计算芯片和自动驾驶计算平台，支撑自动驾驶产业链相关产品方案的快速产业化落地。

图 50：黑芝麻智能产品概览

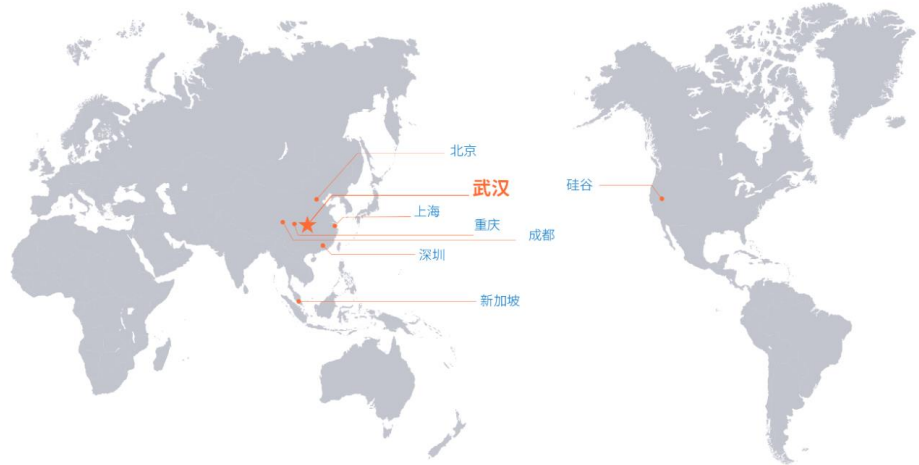


数据来源：黑芝麻智能官网，东方证券研究所

黑芝麻智能核心团队具有优秀的产业背景，目前已实现国内外的多地布局。公司创始人单记章为资深图像处理专家，曾任全球第一的摄像头芯片公司 OminiVision 的研发副总裁；联合创始人刘卫红为汽车领域销售及管理专家，曾任全球一流的汽车零部件公司博世的亚太区总裁。目前，公司已有超过 800 名员工，核心团队均来自博世、OV、英伟达、安霸、微软、高通、华为、中兴等

业内顶尖公司，平均拥有 15 年以上的行业经验。目前，黑芝麻智能已实现了国内外多地布局，在武汉、硅谷、上海、成都、深圳、重庆、新加坡均成立了研发及销售中心。

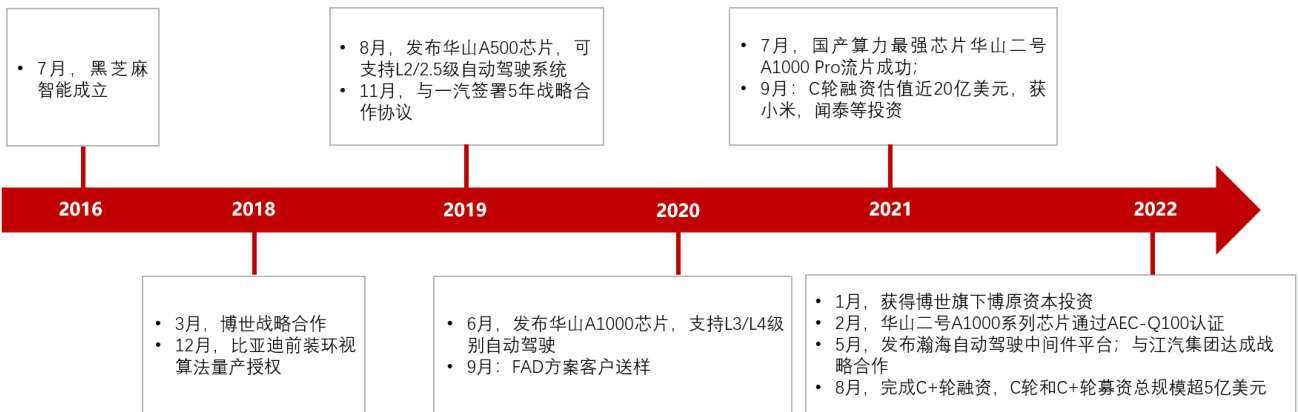
图 51：黑芝麻智能在国内外多地设立研发及销售中心



数据来源：黑芝麻智能官网，东方证券研究所

公司成立以来不断扩大产业合作范围，产品持续实现突破。2018 年 3 月，黑芝麻智能与博世签署战略合作协议，在智能网联、智能驾驶等领域开展合作；同年 12 月，与比亚迪签署前装环视算法量产授权协议。2019 年，公司发布第一款华山芯片 A500，11 月与一汽签署 5 年战略合作协议。2020 年 6 月，公司发布更高算力的华山 A1000 芯片。2021 年，公司与上汽通用五菱、未动科技、均联智行、禾赛科技等公司开展战略合作；同年 7 月，大算力芯片华山二号 A1000 Pro 流片成功。2022 年，黑芝麻智能持续扩大生态布局，与 BlackBerry QNX、Elektrobit、MAXIEYE、江汽集团等众多生态伙伴达成战略合作。2022 年 2 月，华山二号 A1000 系列通过 AEC-Q100 认证；5 月，公司发布瀚海自动驾驶中间件平台。

图 52：黑芝麻智能发展历程



数据来源：黑芝麻智能官网，东方证券研究所

黑芝麻智能历经多轮融资，现已迈入超级独角兽行列。2016 年 7 月，黑芝麻智能完成 A 轮融资，投资机构包括北极光创投、闻泰科技、中科创投等。2021 年 9 月，黑芝麻智能完成战略轮及 C 轮融资，投后估值近 20 亿美元，也标志着黑芝麻智能正式步入超级独角兽行列。2022 年 8 月 8 日，全球自动驾驶计算芯片引领者黑芝麻智能宣布，完成由武岳峰科创领投的 C+轮融资，兴业银行集

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。



团、广发信德、汉能基金等机构跟投，至此黑芝麻智能完成 C 轮和 C+轮全部融资，募资总规模超 5 亿美元。通过多轮的融资，黑芝麻智能不断地提升核心技术、芯片产品的研发及商业化能力，实现了产品及技术的持续突破。

表 8：黑芝麻智能融资历史

时间	轮次	金额	投资企业
2016 年 7 月	A	未透露	北极光创投、闻泰科技、中芯聚源、中科创达
2018 年 1 月	A+	近 1 亿元	蔚来资本领投，北极光创投、芯动能跟投
2019 年 4 月	B	约 1 亿美元	君海创新领投，上汽集团、北极光、招商局等跟投
2020 年 8 月	B+	未透露	海松资本、和玉资本等
2021 年 9 月	战略轮	未透露	小米长江产业基金，富赛汽车等
2021 年 9 月	C	超 5 亿美元	小米长江产业基金领投，闻泰战投、武岳峰资本、天际资本等跟投
2022 年 8 月	C+		武岳峰科创领投，兴业银行集团、广发信德、汉能基金、北拓一诺资本、新鼎资本、之路资本、扬子江基金等跟投
2022 年 1 月	战略投资	未透露	博原资本

数据来源：黑芝麻智能官网，36Kr，东方证券研究所整理

图 53：黑芝麻智能的投资机构



数据来源：黑芝麻智能官网，东方证券研究所

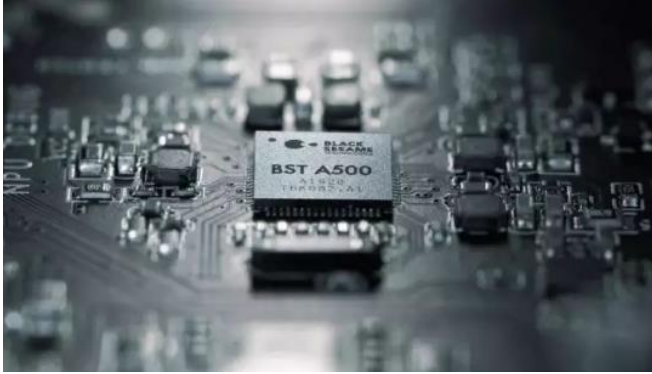
### 2.2.2 公司已建立起完善的客户赋能体系，华山 A1000 系列芯片上车量产在即

目前，黑芝麻智能已发布两款车规级自动驾驶芯片，预计在 2022 年年内发布下一代自动驾驶芯片产品 A2000：

- 1> 华山一号 A500：2019 年 8 月，黑芝麻智能发布华山一号自动驾驶芯片 A500，单个 A500 SoC 可提供 5-10TOPS 的算力，可支持 L2/L2.5 级自动驾驶系统。在能效比方面，A500 能效比大于 4TOPS/W，高于英伟达 Xavier 的 1TOPS/W 以及 Mobileye EyeQ5 的 2.4TOPS/W。

A500 内部的 ISP、视觉处理加速引擎、Ultra DL AI 加速引擎等内核均为黑芝麻智能自主设计，而像 CPU、部分 DSP 等内核则使用了供应商的 IP。

图 54：黑芝麻“华山一号” A500 芯片



数据来源：黑芝麻智能官方公众号，东方证券研究所

图 55：搭载黑芝麻“华山一号” A500 芯片的 iECU



数据来源：黑芝麻智能官方公众号，东方证券研究所

- 2> **华山二号 A1000 与 A1000L**：2020 年 6 月，黑芝麻智能发布华山二号 A1000 与 A1000L 两款产品。华山二号 A1000 芯片采用 8 核 CPU，工艺制程 16nm，可提供 40-70TOPS 的算力（后提升为 58TOPS（INT8）-116TOPS（INT4）），具有小于 8W 的功耗以及卓越的算力利用率；华山二号 A1000L 芯片采用 6 核 CPU，工艺制程 16nm，可提供 16TOPS 的算力，功耗小于 5W。基于两款芯片，黑芝麻提供了四种智能驾驶解决方案：（1）单颗 A1000L 适用于 ADAS 辅助驾驶；（2）单颗 A1000 适用于 L2+自动驾驶；（3）双 A1000 芯片可支持 L3 级别自动驾驶；（4）四颗 A1000 芯片可以支持 L4 及以上的自动驾驶。

图 56：华山二号 A1000 参数

参数	A1000
CPU 核心数	8
车规等级	AEC Q-100, ASIL B, ASIL-D 安全岛, 系统ASIL D
CV 算力	DSP + HW
NN 算力	40~70TOPS
功耗	<8W
传感器输入	GPS, IMU, Camera 4K, 1080P, MMW Radar, USR, Lidar
以太网	Auto GigE
工艺制程	TSMC 16nm FinFET

数据来源：黑芝麻智能官方公众号，东方证券研究所

图 57：华山二号 A1000L 参数

参数	A1000L
CPU 核心数	6
车规等级	AEC Q-100, ASIL-B
CV 算力	DSP + HW
NN 算力	16TOPS
功耗	<5W
传感器输入	GPS, IMU, Camera 4K, 1080P, MMW Radar, USR, Lidar
以太网	Auto GigE
工艺制程	TSMC 16nm FinFET

数据来源：黑芝麻智能官方公众号，东方证券研究所

图 58：基于华山二号 A1000 与 A1000L 提供的四种解决方案



数据来源：黑芝麻智能官方公众号，东方证券研究所

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

- 3> **华山二号 A1000 Pro**: 2021 年 4 月, 黑芝麻智能发布华山二号 A1000 Pro。A1000 Pro 基于两大自研核心 IP——车规级图像处理器 NeurallQ ISP 以及 DynamAI NN 车规级低功耗神经网络加速引擎打造。得益于 DynamAI NN 大算力架构, A1000 Pro 支持 INT8 稀疏加速, 算力达到 106 TOPS (INT8), 最高可达 196 TOPS (INT4)。A1000Pro 采用异构多核架构, 16 核 Arm v8 CPU, 16nm 工艺制程, 典型功耗仅为 25w, 支持 16 路高清摄像头输入。

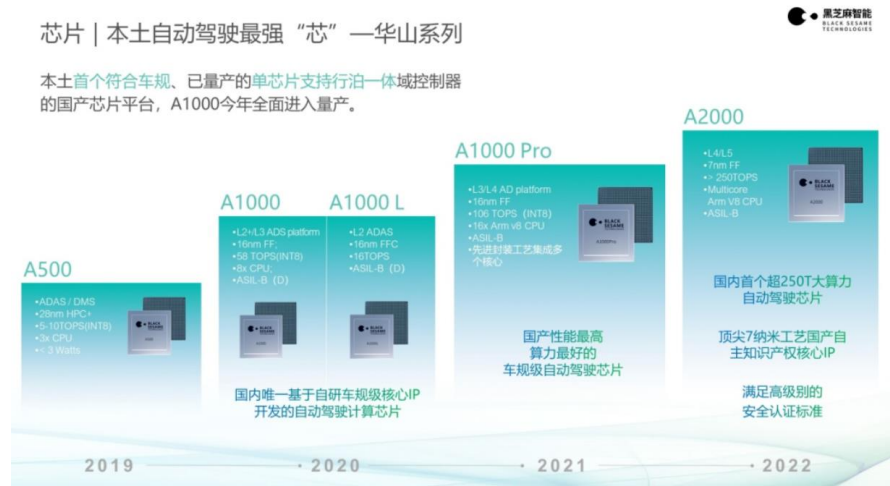
图 59: 华山二号 A1000 Pro 参数



数据来源: 黑芝麻智能官方公众号, 东方证券研究所

- 4> **华山三号 A2000**: 华山三号 A2000 预计在 2022 年发布, 该款芯片将采用 7nm 工艺以及国产自主知识产权核心 IP, 单颗算力将超过 250TOPS, 满足 ASIL-B 级别的安全认证标准, 将能支持 L4/L5 级自动驾驶。

图 60: 黑芝麻华山系列车规级芯片 Roadmap

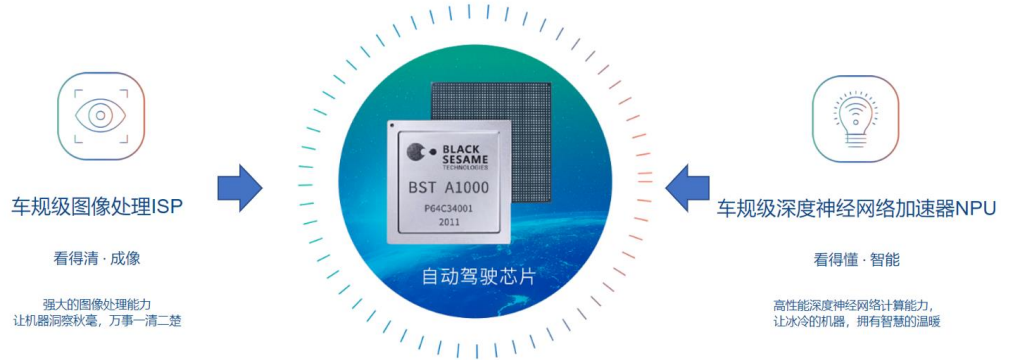


数据来源: 黑芝麻智能官方公众号, 东方证券研究所

**两大核心自研 IP 成就华山系列芯片的高性能。**黑芝麻智能基于两大自主可控核心 IP 构建了核心竞争优势, 包括车规级图像处理 ISP 和车规级深度神经网络加速器 NPU, 分别让车辆“看得清”和“看得懂”。公司自研的车规级图像处理核心 NeurallQ ISP 可以支持多达 16 路高清相机接入, 在自动驾驶环境较为恶劣的情况下 (雨雪、雾天等), 依旧能实现高动态曝光、低光降噪、LED 闪烁抑制等高质量车规图像处理要求。而公司自研的车规级低功耗神经网络加速器 DynamAI NN

引擎（NPU）能够实现软硬件同步优化，平衡好算力和功耗的问题，具有支持稀疏加速和配备自动化开发工具等优势，能够高效快速地处理更多图像类数据。

图 61：黑芝麻智能两大核心自研 IP



数据来源：黑芝麻智能官网，东方证券研究所

黑芝麻智能通过山海人工智能开发平台和瀚海自动驾驶中间件平台赋能客户，促进产品快速落地：

- 1> **山海人工智能开发平台**：为配合华山系列自动驾驶计算芯片，公司发布了山海人工智能开发平台。平台支持 TensorFlow、Pytorch、ONNX 等，提供适配芯片架构的 AI 编译器的自动优化，支持动态异构多核任务分配与客户自定义算子开发。平台还拥有 50 多种 AI 参考模型库转换用例，以降低客户的算法开发门槛；提供友好易用的工具链开发包及应用支持，助力客户快速移植模型和部署落地的一体化流程。

图 62：黑芝麻智能山海人工智能平台架构



数据来源：黑芝麻智能官网，东方证券研究所

- 2> **瀚海自动驾驶中间件平台**：自动驾驶应用中非常重要的一环是高效支撑系统运行的中间件，公司基于华山系列产品推出瀚海 ADSP（Autonomous Driving Solution Platform），包含 Target（SoC）SDK、X86（Host 主机）SDK、Target（MCU）端 SDK，可以支持车端、路

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。



端及各种智能驾驶和车路协同场景开发。平台将智能驾驶系统的核心功能模块和常用基础软件关联组件封装成外围开放接口，让用户能快速简便地接入并使用华山系列芯片的强大处理能力，降低开发工作量，助力自动驾驶解决方案的快速落地。

图 63：黑芝麻智能瀚海自动驾驶中间件平台



数据来源：黑芝麻智能官网，东方证券研究所

黑芝麻智能已建立起完善的客户赋能体系和生态，年内华山二号 A1000 系列芯片将开始量产上车。目前，黑芝麻智能的赋能体系包括自研的车规级图像处理 ISP 和车规级深度神经网络加速器 NPU、华山系列自动驾驶计算芯片、山海人工智能开发平台、瀚海自动驾驶中间件、算法和 Data Best 数据闭环解决方案，通过全栈式自动驾驶解决方案全维度地赋能车厂安全、快速地实现产品落地。黑芝麻智能持续加大产业合作力度，公司已与一汽、上汽、比亚迪、蔚来、东风、博世、中科创达等众多车企、Tier1 厂商建立了合作。经过两年的软硬件打磨和验证后，华山二号 A1000 系列芯片已完成所有车规级认证，已处于量产状态，将于今年年内实现量产上车。

图 64：黑芝麻智能部分生态合作伙伴



数据来源：黑芝麻智能官网，东方证券研究所

## 2.3 华为：汽车智能化的“赋能者”

### 2.3.1 深耕智能汽车业务近十年，全栈式解决方案助车企造“好车”

华为开展智能汽车业务最早可追溯至 2012 年，其发展历程主要分为三个阶段：

- 1> **产业布局期（2012-2015 年）**：2012 年，华为在集团内部设立车联网实验室，开始研究和布局车联网板块；2013 年，华为推出车载通信模块 ME909T，正式进军车联网行业；2014 年，华为先后与东风汽车、广汽集团、上汽集团、一汽集团等公司在车联网、智能汽车等开展合作；2015 年，华为拿到奥迪、奔驰的通信模块订单，买入车联网供应商行列。
- 2> **技术深耕期（2016-2018 年）**：2016 年，华为与奔驰、宝马、奥迪、爱立信、诺基亚、英特尔、高通联合成立“5G 汽车通信技术联盟”，联盟旨在整合各巨头间的资源，加快无人驾驶汽车的研发进度；2017 年，华为与广汽、上汽、北汽等车企在车联网、智能汽车方面建立战略合作；2018 年，华为发布用于自动驾驶的移动数据中心 MDC，同年明确“不造车”战略，聚焦 ICT 技术，帮助车企造好车。
- 3> **落地应用期（2019 年至今）**：2019 年 4 月，华为首次以汽车增量部件核心供应商的身份参加上海车展；2019 年 5 月，华为正式成立一级部门——智能汽车解决方案事业部；2019 年 4 月，华为发布 HUAWEI HiCar 解决方案；2020 年 2 月，华为 MDC 智能驾驶计算平台通过 ISO 26262 功能安全认证；2020 年 10 月，华为发布智能汽车解决方案品牌 HI；2021 年，华为先后发布智选车合作模式下的两款车型：塞力斯 SF5 与问界 M5；2022 年 7 月，华为发布问界 M7（智选车合作模式）。

图 65：华为智能汽车发展之路



数据来源：华为官网，公开信息整理，东方证券研究所

目前，华为已构建七大智能汽车解决方案，帮助车企实现智能化转型。华为将积累多年的 ICT 能力和汽车行业深度融合，帮助车企造好车。目前，华为已构建了智能驾驶、智能座舱、智能网联、智能车控、智能车载光、智能电动、智能车云七大智能汽车解决方案，上市了 30 多款智能汽车的零部件，通过 Huawei Inside 和智选模式赋能车企。

图 66：华为智能汽车解决方案业务



数据来源：华为官方公众号，东方证券研究所

在智能汽车领域华为与汽车行业客户主要有三种合作模式：

- 1> **标准化的零部件模式**：提供智能化零部件，包括鸿蒙操作系统、域控制器、激光雷达、毫米波雷达、摄像头等；
- 2> **HI (Huawei Inside) 模式**：即向车企提供华为的软硬件全栈解决方案。具体而言，就是华为与车企共同定义、联合开发，并在量产车上搭载华为的全栈智能汽车解决方案。也就是说，华为将通过 HUAWEI Inside 模式为各车企提供车辆智能化的底层解决方案，而车企们则可以根据华为所提供的底层能力、方案去整合，并根据所面对的不同客户群体去进行调整优化；
- 3> **智选车模式**：华为深度参与产品定义、整车设计，并且助力产品的体验、产品的营销、产品的渠道、零售营销等方面。此模式的标杆案例即是华为与赛力斯的合作，代表车型包括赛力斯 SF5，以及问界 M5、问界 M7。

图 67：极狐阿尔法 S 华为 HI 版是 HUAWEI Inside 合作模式的代表车型



数据来源：极狐官网，东方证券研究所

图 68：问界 M7 是华为智选车合作模式的代表车型

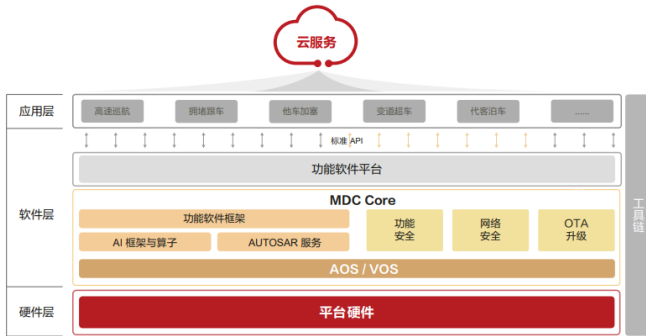


数据来源：赛力斯汽车官网，东方证券研究所

### 2.3.2 以自研芯片为基打造大算力 MDC 计算平台，支持 L2-L5 自动驾驶

**MDC (Mobile Data Center)** 是华为自研的智能驾驶计算平台，具有强大的性能与多种应用场景。MDC 平台集成了华为在 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，支持 L2+到 L5 平滑演进，结合配套的完善工具链，客户或生态合作伙伴可灵活快速的开发出针对不同应用场景的智能驾驶应用。MDC 平台适用于乘用车（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。

图 69：华为 MDC 整体架构



数据来源：《华为 MDC 智能驾驶计算平台白皮书》，东方证券研究所

图 70：华为 MDC 可应用于众多场景



数据来源：《华为 MDC 智能驾驶计算平台白皮书》，东方证券研究所

#### 华为 MDC 系列已推出四款产品，可实现 L2-L5 全场景覆盖：

- 1> MDC 300F 的算力和接口相对均衡，算力 64TOPS（INT8 稠密算力），目前已在港口、矿山、园区、物流等商用车场景广泛应用。
- 2> MDC 210 算力达 48TOPS（INT8 稠密算力），可以支持 L2+自动驾驶，主要面向乘用车。
- 3> MDC 610 算力可达 200+ TOPS（INT8 稠密算力），支持 L4 场景自动驾驶，主要应用在乘用车、商用车上。
- 4> MDC 810 是华为最新一款智能驾驶平台，该平台集成了高性能 SoC（包括 ISP、CPU、AI 等处理模块）并搭载低时延智能驾驶操作系统，算力达到了 400+TOPS（INT8 稠密算力），可支持 16 路摄像头，满足 ASIL-D 车规级功能安全要求，可支持 L4-L5 高级别自动驾驶。

图 71：华为 MDC 计算平台的四种型号



数据来源：华为官方公众号，东方证券研究所

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。



华为自研的鲲鹏与昇腾芯片给 MDC 计算平台提供了强大的异构算力。智能驾驶涉及到感知、融合、定位、决策、规划、控制等多个环节，不同环节所需算力类型不同。比如激光雷达的点云数据处理需要大量 CPU 算力，摄像头数据则需要 AI 算力才能快速处理，在定位、决策、规划、控制等强逻辑处理的环节又需要 CPU 算力。智能驾驶需要多样化的异构计算能力，华为 MDC 平台硬件集成了自研的 CPU 处理器鲲鹏以及 AI 处理器昇腾芯片，形成具有强大异构算力的 SoC 芯片。例如，华为的 MDC 300F 包含了 1 颗基于 ARM 架构的 CPU 处理器鲲鹏 920s，可提供 150K DMIPS 的 CPU 算力，同时包含了 4 颗基于达芬奇架构的 AI 处理器昇腾 310，共可提供 64TOPS 的 AI 算力。

图 72：华为 MDC 基于自研的鲲鹏与昇腾打造



图 73：华为 MDC 300F 参数



数据来源：《华为 MDC 智能驾驶计算平台白皮书》，东方证券研究所

数据来源：华为，CSDN，东方证券研究所

昇腾（Ascend）是华为自研的全栈、全场景的人工智能芯片，被广泛地应用于华为智能汽车相关产品：

- 1> **昇腾 310**：2018 年 10 月，华为发布首款全栈、全场景人工智能芯片昇腾 310。该芯片基于自研的华为达芬奇架构（NPU），采用 12nm 制程，最大功耗仅 8W，AI 算力为 16TOPS（INT8）。该芯片主要被应用于边缘计算以及自动驾驶领域，华为 MDC 210 与 MDC 300F 均有搭载。

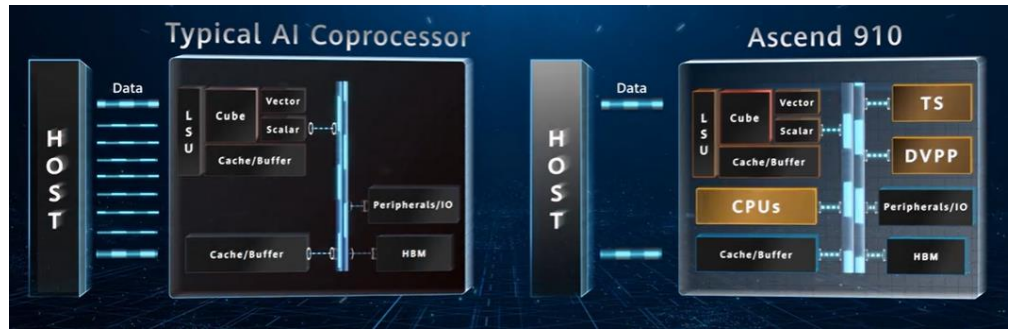
图 74：华为昇腾 310 参数



数据来源：华为官方公众号，东方证券研究所

2> **昇腾 910**: 2019 年 8 月, 华为正式发布大算力 AI 芯片昇腾 910。该芯片基于达芬奇架构, 采用 7nm 增强 EUV 工艺打造, 算力可达 640TOPS (INT8), 最大功耗为 310W。除了基于达芬奇架构的 AI 核外, 昇腾 910 还集成了多个 CPU、DVPP 和任务调度器 (Task Scheduler), 因而具有自我管理的能力, 可以充分发挥其高算力的优势。昇腾 910 主要面向 AI 应用领域, 满足边缘计算、自动驾驶、深度学习、模型训练等领域的需求。

图 75: 昇腾 910 可独立完成整个 AI 训练流程



数据来源: 华为官网, 东方证券研究所

3> **昇腾 610**: 华为并不单独销售昇腾 610 芯片, 而是以全栈解决方案的方式 (AI 加速卡、加速模块、MDC、服务器和一体机等) 对外销售。昇腾 610 单芯片算力可达 200TOPS (INT8), MDC 610 与 MDC 810 均搭载了该芯片。

图 76: 华为 MDC 610 搭载昇腾 610



数据来源: 华为, 车东西, 东方证券研究所

华为 MDC 已拿下多家车企的定点, 合作车型已开启量产交付。华为 MDC 610 与 MDC 810 两大车规级智能驾驶计算平台凭借着领先的性能已拿下多个定点, 包括极狐阿尔法 S 华为 HI 版、长城沙龙机甲龙、阿维塔 11、广汽 Aion LX Plus、哪吒 S 以及比亚迪和奇瑞高端品牌车型等。今年 7 月, 极狐阿尔法 S 华为 HI 版正式开启批量交付, 后续在未来几年内还有多款搭载华为 MDC 的车型迎来量产交付。

表 9: 华为 MDC 部分合作车型

车型	MDC 型号	量产交付时间
极狐阿尔法 S 华为 HI 版	MDC 810	2022 年 Q3
哪吒 S	MDC 610	2022 年 Q4

有关分析师的申明, 见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分, 或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

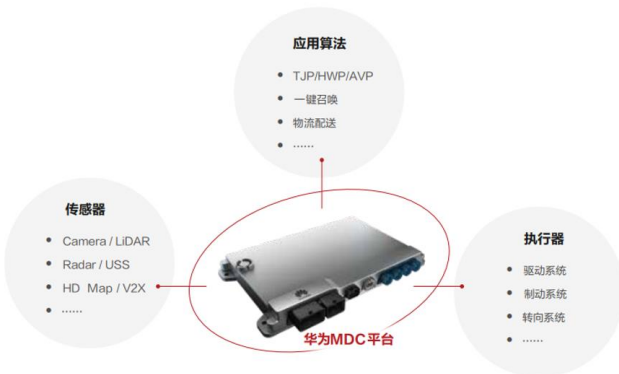
阿维塔 11	MDC 810	2022 年底
长城沙龙机甲龙	双 MDC 610	2022 年内
广汽 Aion LX Plus	MDC 610	2022 年
广汽传祺新车型	MDC 610	2023 年
广汽埃安新车型	MDC 810	2024 年
比亚迪高端品牌	未知	未知
奇瑞高端品牌	未知	未知

数据来源：盖世汽车，汽车之家，东方证券研究所整理

**华为 MDC 坚持“平台+生态”战略，积极推动产业协作。**华为 MDC 平台致力于构建涵盖产业链上下游的传感器、执行器与应用算法三大类生态合作伙伴，共同推动智能驾驶产业快速成熟与商用落地。

- 1> 传感器合作：华为 MDC 平台提供丰富的标准化传感器接口，可以支持摄像头，激光雷达，毫米波雷达，超声波雷达等传感器的接入，能够覆盖绝大部分智能驾驶场景对传感器的需求；华为 MDC 平台将与传感器厂家在接口，协议，车规等方面通力合作，推动传感器产业尽快成熟。
- 2> 执行器合作：华为 MDC 平台支持与线控底盘接口对接，实现智能驾驶大脑对车辆的安全控制，华为 MDC 平台将与线控底盘方案厂商共同协作，推动实现更加安全的智能驾驶解决方案。
- 3> 软件及工具链合作：华为 MDC 平台的操作系统、平台软件与功能软件中间件均对外提供标准的开放 API 与 SDK 开发包，结合简单易用的工具链，助力客户或生态合作伙伴研发效率提升，实现智能驾驶应用的快速开发、调测、部署与运行。

图 77：华为 MDC 平台三大类生态合作伙伴



数据来源：《华为 MDC 智能驾驶计算平台白皮书》，东方证券研究所

图 78：华为 MDC 平台提供开放的 API 与 SDK 开发包



数据来源：《华为 MDC 智能驾驶计算平台白皮书》，东方证券研究所

## 投资建议

随着自动驾驶产业的不断发展，驾驶域与座舱域的功能在大算力平台的支撑下不断融合，EE 架构逐步集中化，汽车软件架构也朝着 SOA 不断演进。在新型的架构下，软件厂商所参加的开发环节增加，软件开发难度也大幅提升，虚拟机、中间件、整车 OS 等内容的开发为软件厂商带来了新的需求。此外，由于国内车企更换使用国产芯片平台时会面临着硬件平台/ISP 调试、操作系统适配、算法迁移等诸多问题，这些工作将更多地是本土芯片厂商的软件合作伙伴来完成。因此，我们认为，具有软硬件全栈能力的厂商有望持续深化与本土芯片厂商的合作，未来将获得更大的市场机遇，建议关注中科创达(300496，买入)、东软集团(600718，未评级)、光庭信息(301221，买入)、天准科技(688003，未评级)。

## 风险提示

### 国产替代不及预期

目前，英伟达、高通、Mobileye 等海外自动驾驶芯片巨头在芯片算力、软件生态以及量产经验上都具有较为明显的优势，国内厂商还需要进行持续的技术追赶和量产经验的积累。若未来国内自动驾驶芯片厂商在技术突破和产品落地方面不及预期，将会影响自动驾驶芯片国产替代的进程。

### 国产芯片无法代工生产的风险

根据规划，地平线、黑芝麻智能等厂商下一代自动驾驶芯片大多基于 7nm 工艺打造（如征程 6、华山 A2000），而目前国内 7nm 工艺仍需打磨，因此更多地需要台积电等海外领先的晶圆代工厂来进行生产。若未来政治因素导致台积电无法为国内芯片厂商代工生产，将直接影响到国产芯片的上车量产。

### 汽车智能化落地不及预期

由于自动驾驶软件及算法开发难度及测试难度较大，因此自动驾驶的整体的市场成熟度仍然不高。目前，海内外众多厂商纷纷开始布局更高级别的自动驾驶，若自动驾驶技术演进与相关政策落地不及预期，将会对行业发展产生不利影响。



## 分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

## 投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

### 公司投资评级的量化标准

- 买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
- 增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

### 行业投资评级的量化标准：

- 看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

## 免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

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

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

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，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

---

## 东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：[www.dfzq.com.cn](http://www.dfzq.com.cn)