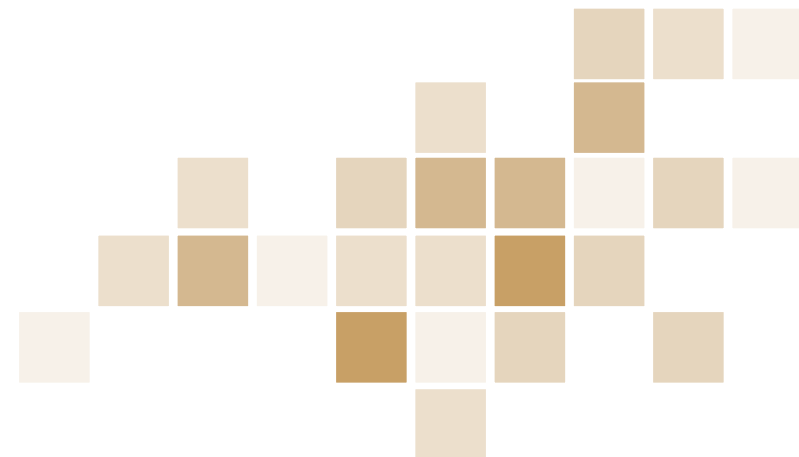


汽车前沿科技系列之3



汽车芯片：自动驾驶浪潮之巅

邓学

中金汽车行业分析员

SAC S0080521010008

任丹霖

中金汽车行业分析员

SAC S0080518060001

SFC CE Ref BNF068

常菁

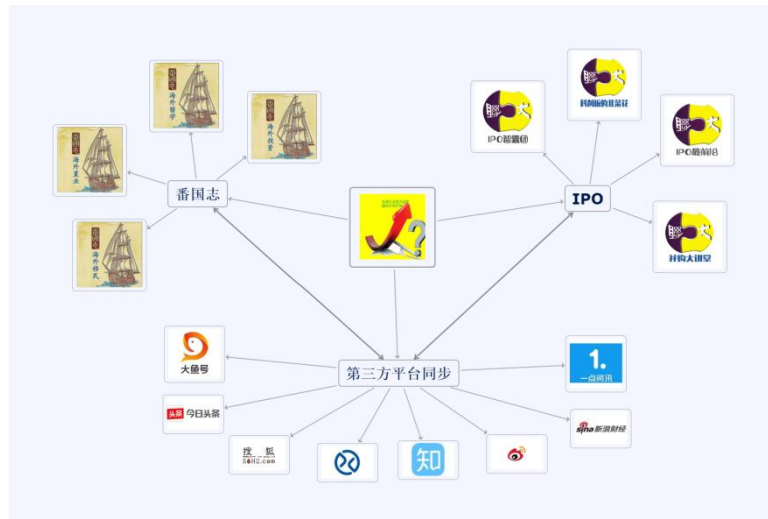
中金汽车行业分析员

SAC S0080518110003

SFC CE Ref BMX565

2021 年03月 22 日

行业研究报告，服务于财经领域，整合发布高质量的财经相关领域精品资讯，提供各行业研究报告和干货。我们以微信公众号为基础，覆盖第三方平台为财经相关领域从业群体提供高质量的免费资讯信息服务。



我们的优势：

高质量的内容生产模式、多平台覆盖的整合营销服务、超百余万的高净值人群粉丝、专业、稳定的管理与团队。

旗下的矩阵号：

行业研究资本、行研资本、行研君、IPO 智囊团、IPO 最前沿、并购大讲堂、科创板的韭菜花、海外投资政策、海外置业政策、海外留学政策、海外留学、全球海外移民政策、番国志。

扫码关注公众号：



行研君



IPO 最前沿



全球海外移民政策

报告索取请加：report08 商务合作请加：report998

投资建议

- 未来汽车的终局，是实现自动驾驶的智能终端。自动驾驶将成为科技巨头竞争角逐的技术浪潮，而汽车芯片，特别是自动驾驶芯片，将处于自动驾驶技术浪潮的制高点。
- 自动驾驶的实现，将依赖汽车的感知层、决策层和执行层的全方位升级。在决策层的创新升级：①基于“软件定义汽车”的趋势，软件创新升级包括：信息娱乐系统的人机交互、ADAS和车身控制软件等，特别是基于人工智能或深度学习算法的自动驾驶软件。②基于“架构升级+算力提升”的硬件创新升级，主要集中在汽车芯片的升级换代变革。
- 汽车芯片，是自动驾驶硬件升级竞赛的浪潮之巅。传统汽车芯片（MCU），受益汽车电子化需求稳步增长，格局固化及依赖代工，短中期供给短缺。汽车SoC芯片（智能座舱和自动驾驶）正处爆发边缘，受益中国智能汽车和自动驾驶市场，快速成长并引领全球，中国汽车芯片（特别是自动驾驶芯片）孕育巨大的产业和投资机遇。
- 我们认为，智能座舱SoC芯片的渗透只是“前菜”，自动驾驶SoC芯片才是自动驾驶产业的核心。根据特斯拉、英伟达、Mobileye、地平线等主流处理器架构分析及对比，我们认为，“CPU+ASIC”的简化架构或将成商业化主流。
- 受益自动驾驶产业化，汽车芯片供应商在产业链中地位有望上行，由Tier2 转变为新的Tier1，具有更高的话语权和议价能力。并且，中国自动驾驶SoC芯片公司有望通过开放性平台和本土化服务，在未来竞争中获得优势。我们建议，关注未来汽车芯片的市场主要竞争者，包括：英伟达(NVDA.US)、Mobileye(英特尔:INTC.US)、高通(QCOM.US)、恩智浦(NXPI.US)、德州仪器(TXN.US)、华为(未上市)、地平线(未上市)、黑芝麻(未上市)、芯驰科技(未上市)等。
- 投资风险：疫情持续影响汽车销量、自动驾驶渗透率增长不及预期、自动驾驶事故对行业产生负面影响、芯片产能制约等

目 录

1 自动驾驶的决策层逻辑

- 自动驾驶与决策层的关系
- 决策层软件：自动驾驶需要AI算法支持
- 决策层硬件：控制器集中，以太网普及，算力提升

2 汽车芯片概述

3 自动驾驶SoC：自动驾驶竞赛的制高点

4 附：中国自动驾驶芯片相关公司名单

第一章

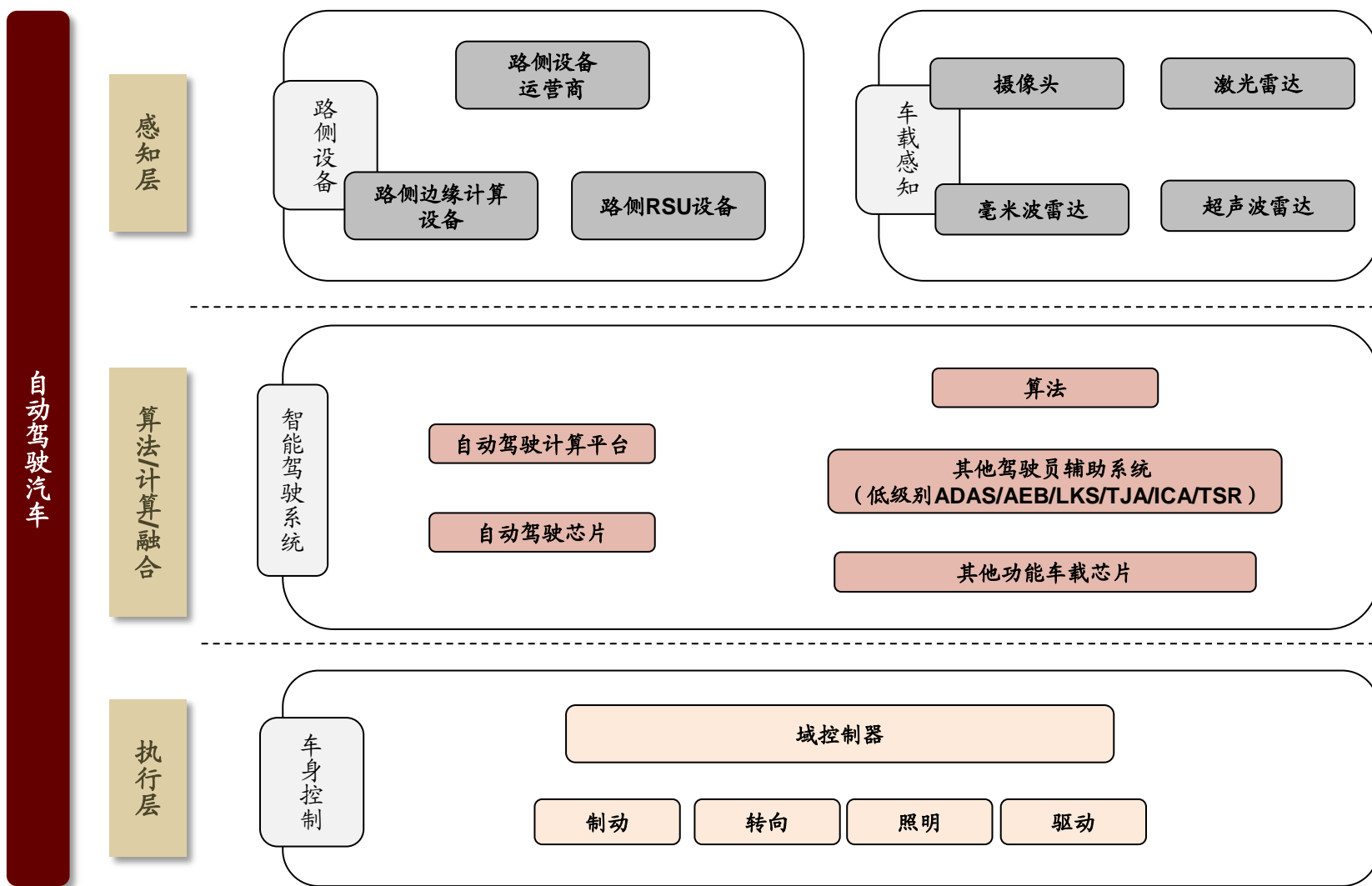
自动驾驶的决策层逻辑

自动驾驶意味着决策责任方的转移

- 我国2020至2025年将会是向高级自动驾驶跨越的关键5年。自动驾驶等级提高意味着对驾驶员参与度的需求降低，以L3级别为界，低级别自动驾驶环境监测主体和决策责任方仍保留于驾驶员，而L4、L5高级别自动驾驶的环境检测主体和决策责任方则会转移至系统，即由系统进行环境监控，再将所感知到的信息进行处理决策，再根据决策执行相应的操作，如转向、制动等。即感知层与决策层系统承担的职能会逐级递增，系统构成难度及所需组件也需逐级增加。

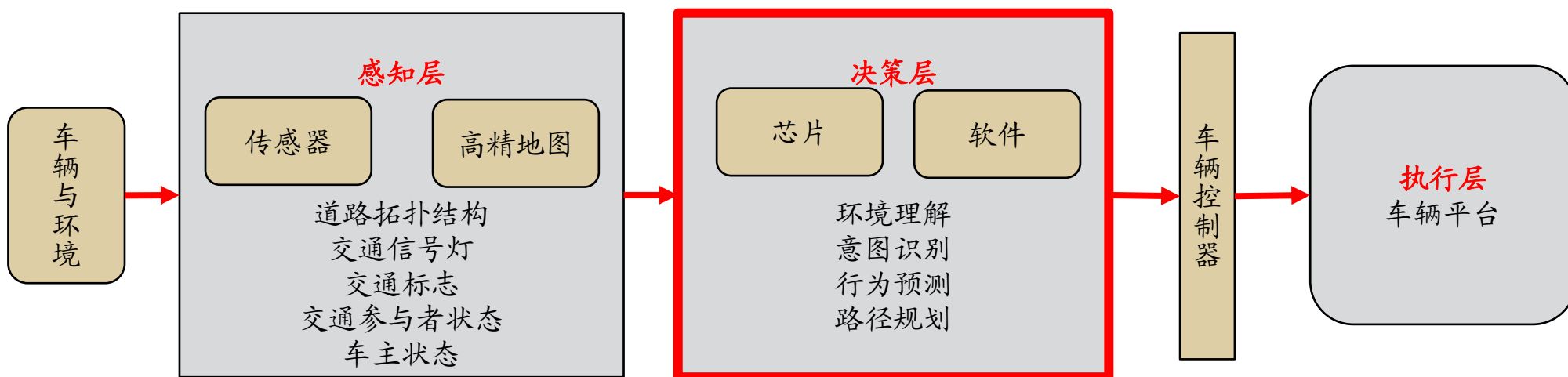


自动驾驶：感知、决策、执行，同步进化



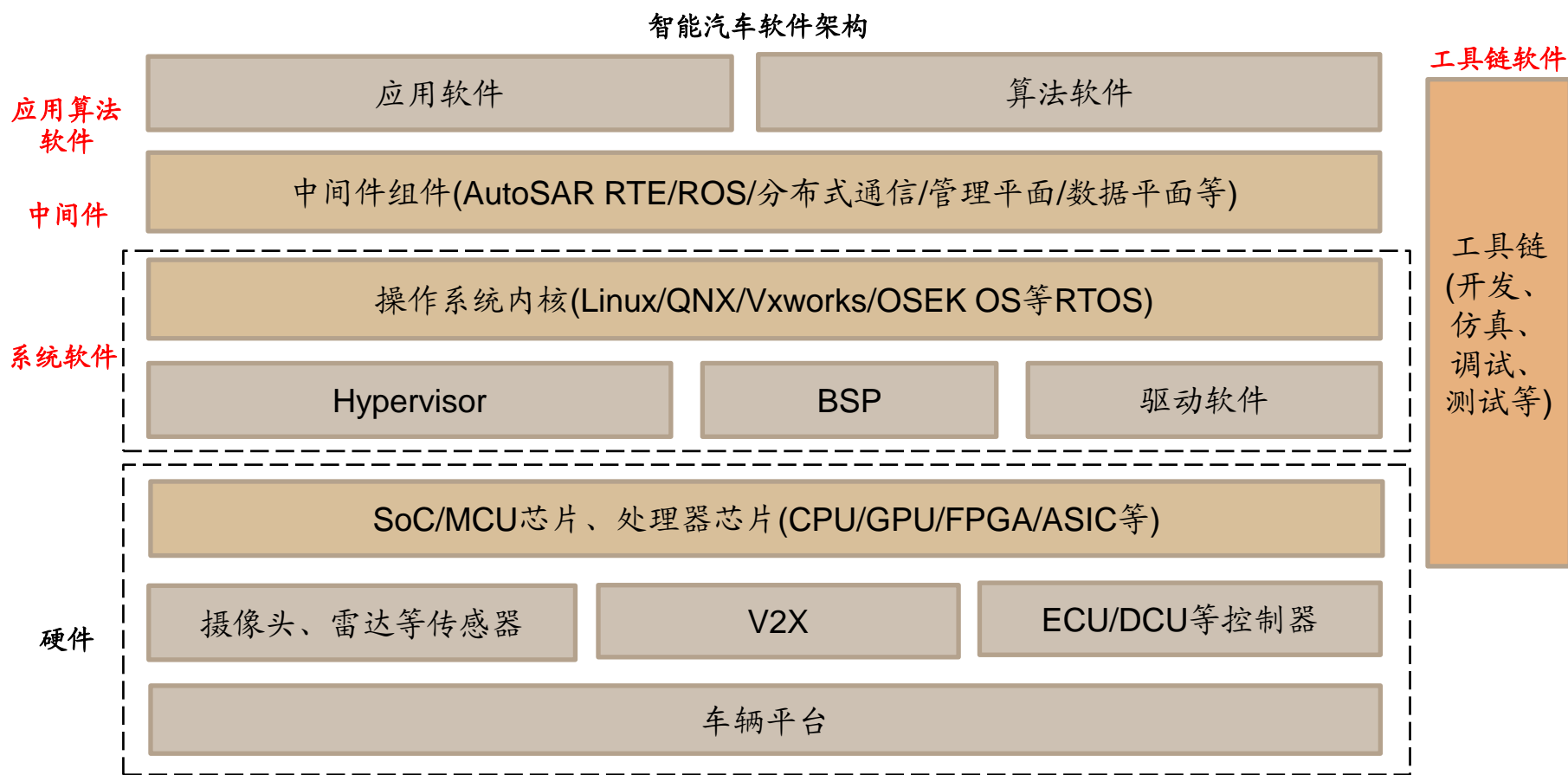
决策层概述：软件定义汽车，硬件同步升级

- 决策层主要由芯片、计算平台和软件构成，可视为自动驾驶的中央大脑。
- 在进行决策规划时，决策层会从感知层中获取道路拓扑结构信息、实时交通信息、障碍物信息和主车自身的状态信息等内容。结合上述信息，决策规划系统会对当前环境作出分析，然后对执行层下达指令，模拟大脑决策。
- 自动驾驶的实现，需要决策层在“软件+硬件”上双重提升，软件在算法，硬件主要就是汽车芯片。



决策层软件：自动驾驶需要AI算法支持

- 智能汽车里的软件主要可以分为应用算法软件、中间件、系统软件和工具软件。
- 系统软件主要包括操作系统以及底层驱动和板级支持包等。中间件位于操作系统和应用算法软件之间，抽象化硬件资源，为上层的应用和算法软件开发提供统一的软件接口，方便上层软件开发调用；
- 应用软件包括信息娱乐系统的人机交互、界面设计，**ADAS**软件、车身控制软件等。高级别自动驾驶应用软件背后需要靠基于人工智能或深度学习的算法软件来提供支撑。
- 现在越来越多的芯片商开始提供工具链软件来帮助主机厂研发自己的自动驾驶算法。工具链软件具体包括测试、设计和研发所用到的软件模块。例如ECU软件的测试和验证，自动驾驶系统的仿真测试等。



决策层硬件：以太网普及，控制器集中，算力提升

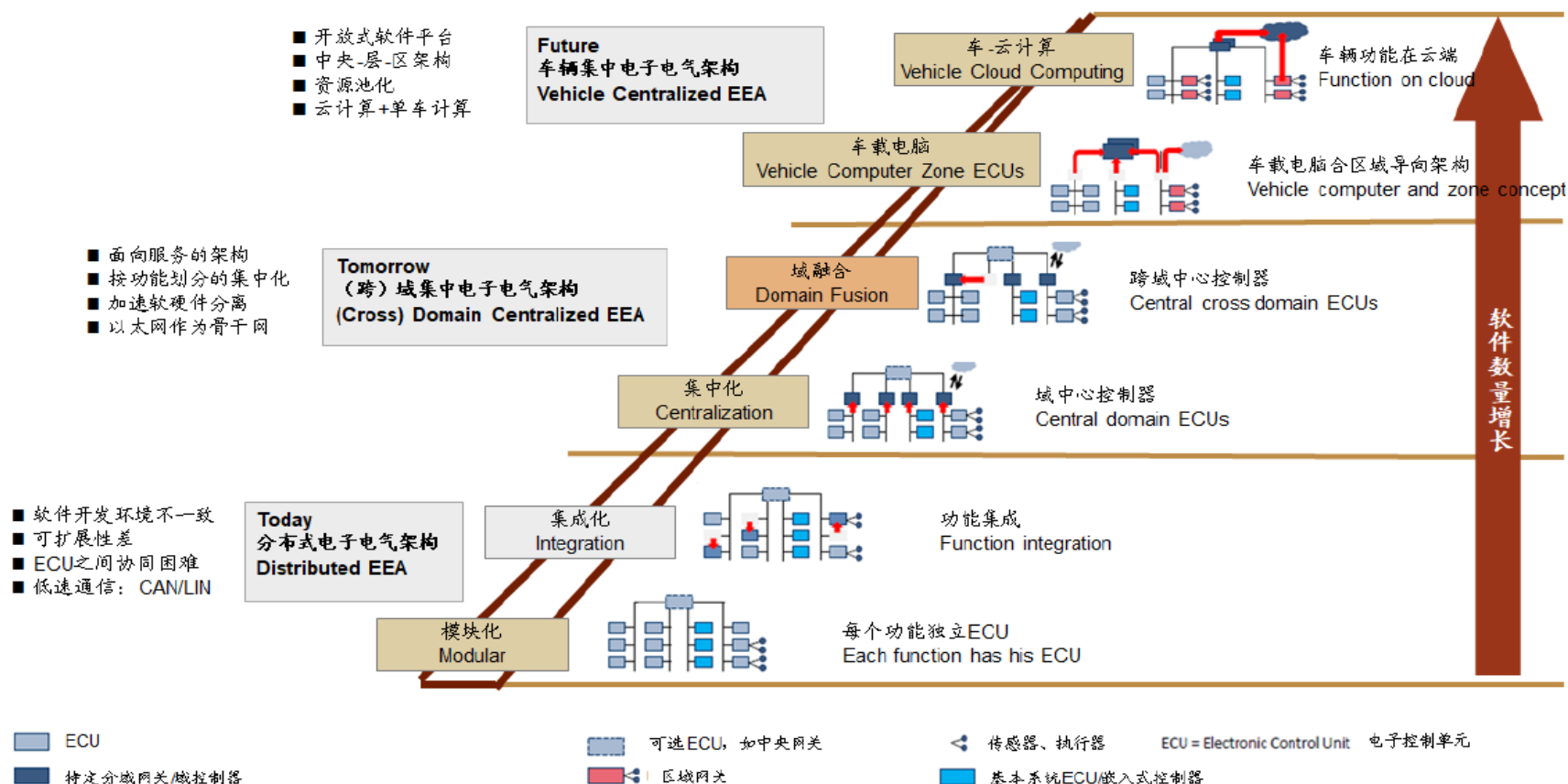
➤ 智能汽车E/E硬件架构升级主要为3个方面：

1) 以太网取代CAN/LIN：具有宽带宽、低延时、低电磁干扰的以太网将成为未来车内通信网络的新骨干。(L2级别的ADAS需要超过120Mbps的传输速率，传统CAN总线传输速率为1Mbps左右，以太网的传输速率为1Gbps左右。)

2) 控制器架构走向集中化：传统汽车内存在许多个模块化的ECU(电子控制器)使得汽车内部线束复杂、各控制单元间通信困难不利于整车数据交互和协同，难以实现整车统一的OTA升级。未来分布式E/E架构将经由(跨)域集中式最终迈向中央集中式，并通过一个高性能的中央控制器实现车云计算。

3) 控制器集中和决策层算力提升对内在芯片提出要求，传统MCU芯片无法满足智能化要求，SoC芯片需求大增。

智能汽车硬件E/E架构升级



目 录

1 自动驾驶的决策层逻辑

2 汽车芯片概述

- 什么是汽车芯片
- 汽车芯片，正从MCU芯片，进化至SoC芯片
- 汽车缺“芯”的核心原因
- 自动驾驶推动SoC芯片爆发增长

3 自动驾驶SoC：自动驾驶竞赛的制高点

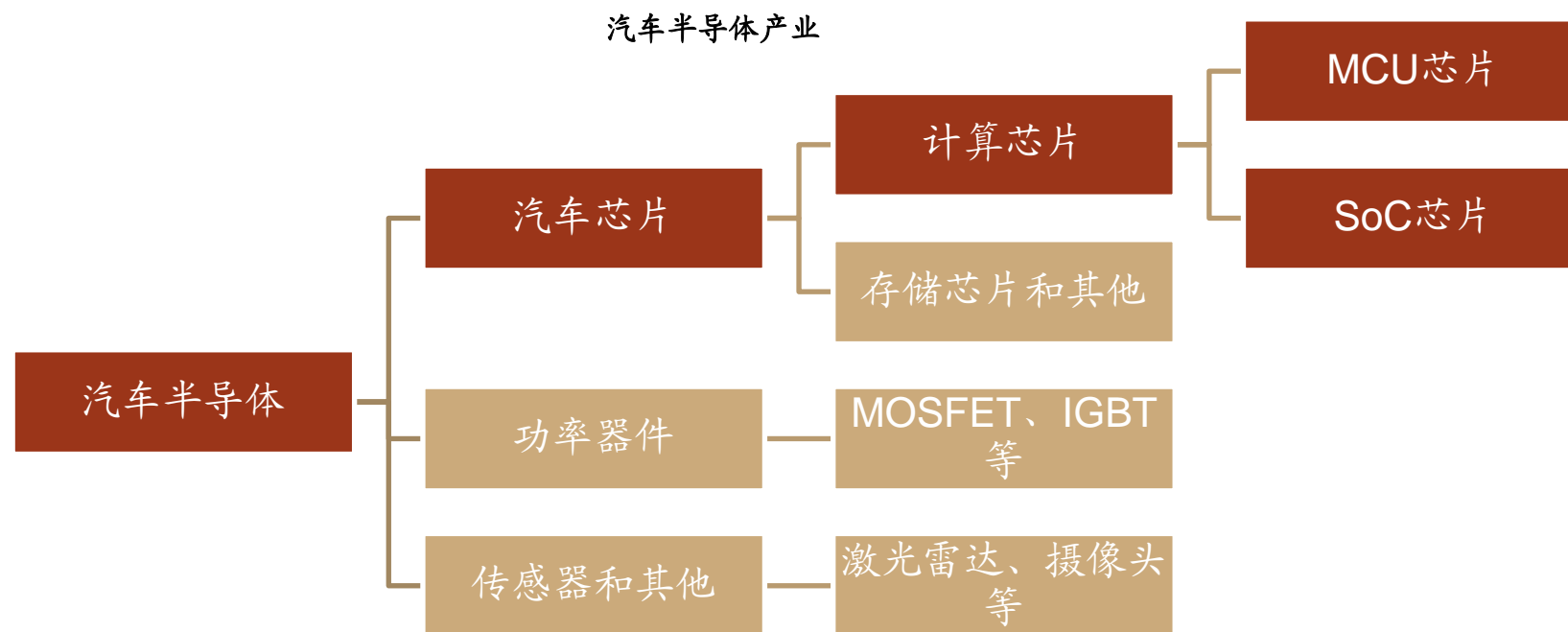
4 附：中国自动驾驶芯片相关公司名单

第二章

汽车芯片概述

汽车半导体的概念，什么是汽车芯片

- 汽车半导体概念宽广，在汽车电动化、智能化、网联化、共享化等各领域发挥重要作用，其按照功能分为汽车芯片、功率器件、传感器等。
- 其中芯片又称为集成电路，集成度很高；人们常说的汽车芯片是指汽车里的计算芯片，按集成规模可分为MCU芯片和SoC芯片。而功率器件集成度较低，属于分立器件，主要包括电动车逆变器和变换器中的IGBT、MOSFET等。传感器则包括智能车上的雷达、摄像头等。



领域	代表公司
汽车SoC芯片	Mobileye(英特尔)、英伟达、高通、华为、地平线、黑芝麻等
汽车MCU芯片	恩智浦、英飞凌、瑞萨、意法半导体、德州仪器、博世、安森美、微芯等
汽车功率器件	英飞凌、安森美、意法半导体、CREE、比亚迪、中车时代电气等

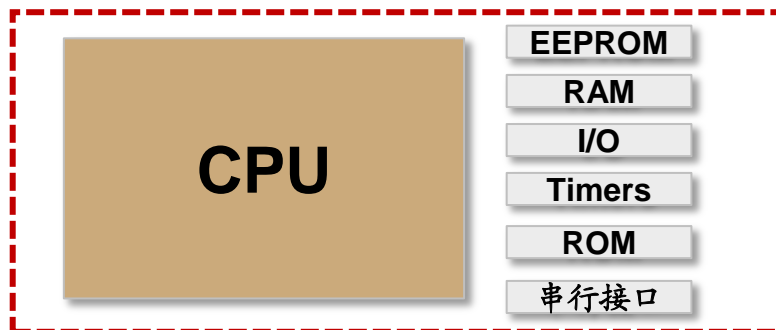
汽车芯片，正从MCU芯片，进化至SoC芯片

- MCU是芯片级芯片，又称单片机，一般只包含CPU这一个处理器单元；MCU=CPU+存储+接口单元；而SoC是系统级芯片，一般包含多个处理器单元；如SoC可为CPU+GPU+DSP+NPU+存储+接口单元。
- 随着全球汽车消费升级，汽车电子化趋势处于快速增长，全球汽车搭载的电子控制单元ECU数量持续增加，一般都是MCU芯片。汽车电子化需求及汽车MCU行业格局，导致汽车MCU芯片短中期出现了短缺。
- 汽车智能化趋势，一是智能座舱，二是自动驾驶，对汽车的智能架构和算法算力，带来了数量级的提升需要，推动汽车芯片快速转向搭载算力更强的SoC芯片。

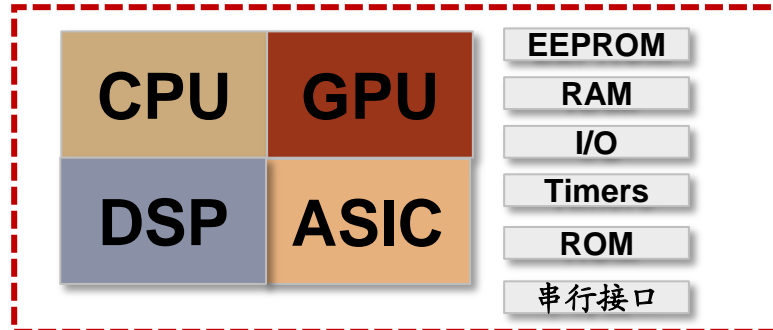
传统汽车

自动驾驶汽车

MCU芯片示意图



SoC芯片示意图

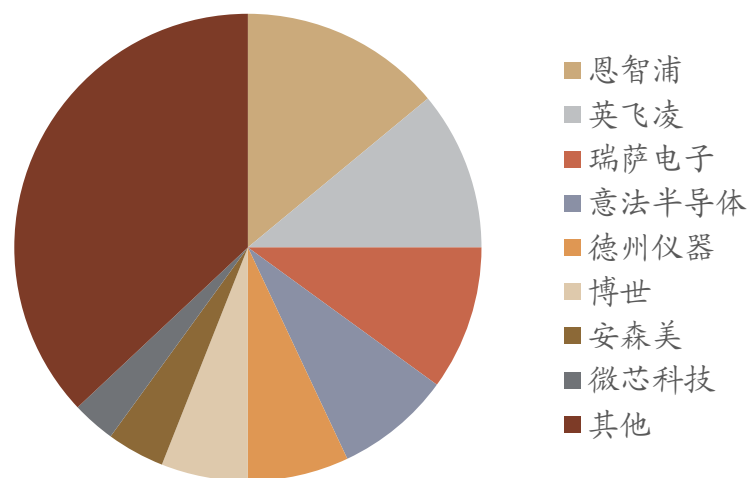


受益汽车电子化，传统汽车芯片(MCU)短中期严重短缺

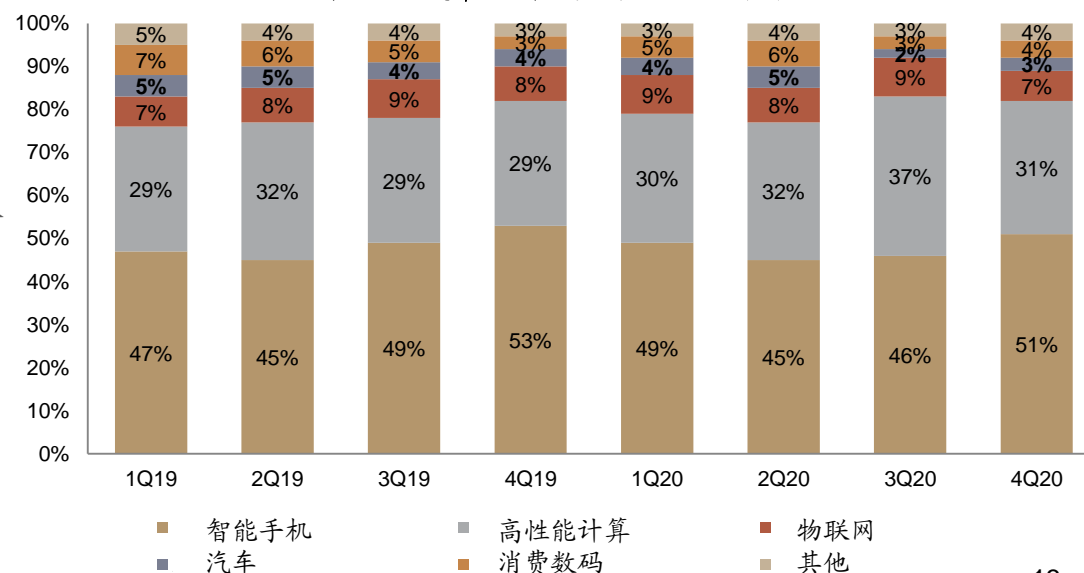
- 随着汽车电子化加速渗透，汽车电控需求快速上升，因此汽车MCU芯片仍处于供不应求格局，在疫情影响大背景下，这一问题显得更为突出。
- 由于全球汽车MCU芯片，处于恩智浦、英飞凌、瑞萨等为代表的群雄割据竞争格局。而芯片与车厂的深度绑定，导致个性化定制和外部代工，加剧了供应链的扩产难度。比如：瑞萨与丰田、英飞凌与德系等。
- 目前处于成熟制程的MCU芯片短缺，由多种原因造成：①新冠疫情+日本地震+德州暴风雪+中国台湾缺水。②全球70%以上的汽车MCU生产来自于台积电，而台积电的汽车芯片代工收入2020年占比仅为3%，MCU处于20~45nm的成熟制程（高端自动驾驶SoC芯片需要更先进的7nm制成），代工利润低，没有扩产动力，导致MCU产能吃紧。③上游设备商亦因利润较低而较少生产成熟制程的生产设备，生产设备难补充。④疫情期间消费电子销售爆发导致的产能挤压。

组件类型	涉及领域	晶圆尺寸(mm)	工艺制程(nm)	对台积电依赖程度
SoC芯片	自动驾驶、智能座舱	300	28,16,14,7,5	很高
MCU芯片	所有ECU	200,300	20~45	很高(70%由台积电代工)
功率器件	逆变器、变换器、电驱动等	200	90~110	较低(大部分内部制造)

2019年全球汽车MCU芯片市场份额



台积电汽车芯片代工收入占比较低



汽车智能化，智能座舱带动SoC芯片先行

- 汽车中要用到SoC芯片的主要为智能座舱和自动驾驶两个方面。
- 与自动驾驶芯片相比，智能座舱芯片相对容易打造。即便芯片完全失灵，也不会威胁司机和乘客的生命安全，过车规难度较低。在智能汽车芯片“战争”中，智能座舱芯片是“前哨战”，自动驾驶芯片才是“战事中的制高点”。
- 未来智能座舱所代表的“车载信息娱乐系统+流媒体后视镜+抬头显示系统+全液晶仪表+车联网系统+车内乘员监控系统”等融合体验，都将依赖于智能座舱SoC芯片。
- 智能座舱芯片的市场主要竞争者有消费电子领域的高通、英特尔、联发科等，主要面向高端市场；此外还有NXP、德州仪器、瑞萨电子等传统汽车芯片厂商，其产品主要面向中低端市场。
- 目前国内大部分车型搭载座舱域控制器芯片的以德州仪器的Jacinto6和NXP的i.mx6等上一代产品。国内新入局的竞争者主要有华为(与比亚迪合作开发麒麟芯片上车)、地平线(长安UNI-T、理想ONE的智能座舱基于征程2芯片)。

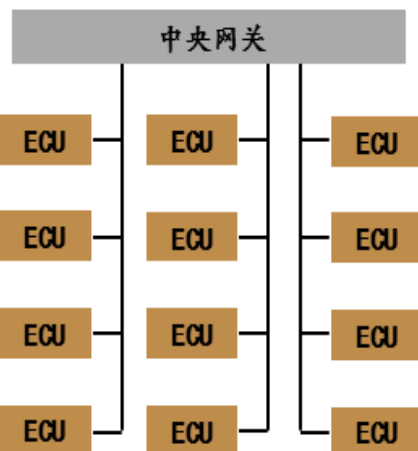
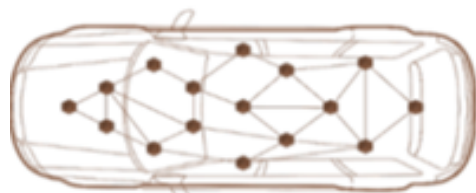
智能座舱SoC芯片市场主要竞争者与最新产品

芯片厂	高通	英特尔	联发科	恩智浦	德州仪器	瑞萨
型号	SA8155P	A3950	MT2712	i.mx8QM	Jacinto7	R-CAR H3
工艺制程	7nm	14nm	28nm	28nm	28nm	28nm
内核数	8	4	6	6	2-4	8
车规级	AEC-Q100	AEC-Q100	AEC-Q100	AEC-Q100 ASIL-B	AEC-Q100 ASIL-B	AEC-Q100 ASIL-B
代表搭载车厂	小鹏	特斯拉、长城	大众	福特	大众	大众

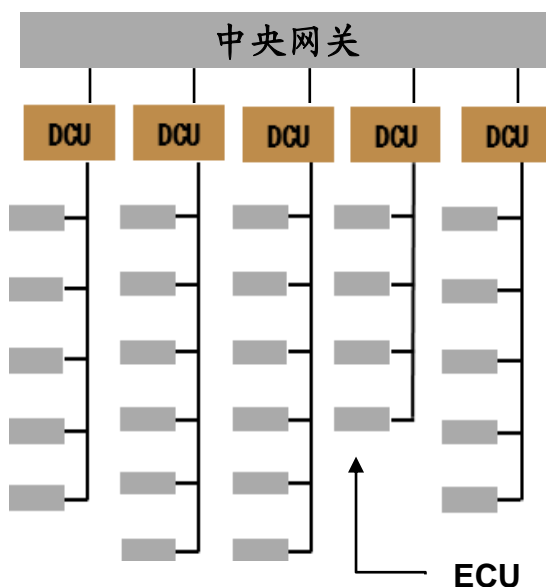
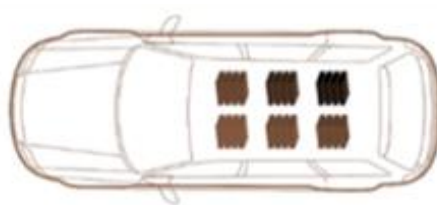
自动驾驶，推动“架构变革+算力提升”，带来SoC芯片爆发增长

- 传统汽车分布式E/E架构下ECU（Electronic Control Unit）控制单一功能，用MCU芯片即可满足要求。随着汽车电子化自动化程度提升，车载传感器的数量持续增加，传统的分布式架构出现瓶颈：1）ECU算法只能处理指定传感器的数据，算力不能共享；2）分布式架构新增传感器和ECU的同时，需要在车体内部署大量通信总线，增加装配难度和车身重量；3）车内ECU来自于不同的供应商，开发人员无法实现统一化编程和软件升级，无法实现整车OTA。
- 汽车域集中架构下的域控制器(DCU)和中央集中式架构下的中央计算机需要SoC芯片。随着智能网联汽车时代的到来，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，并可以很好的实现整车OTA软件升级。全球范围内各大主机厂均已认识到汽车控制集中化的大趋势，虽不同主机厂对控制域的划分方案不同，但架构向域控制/集中式控制的方向相同。域控制器集成前期的诸多ECU的运算处理器功能，因此相比ECU其对芯片算力的需求大幅提升，计算芯片相应的需要用到算力更高的SoC芯片。

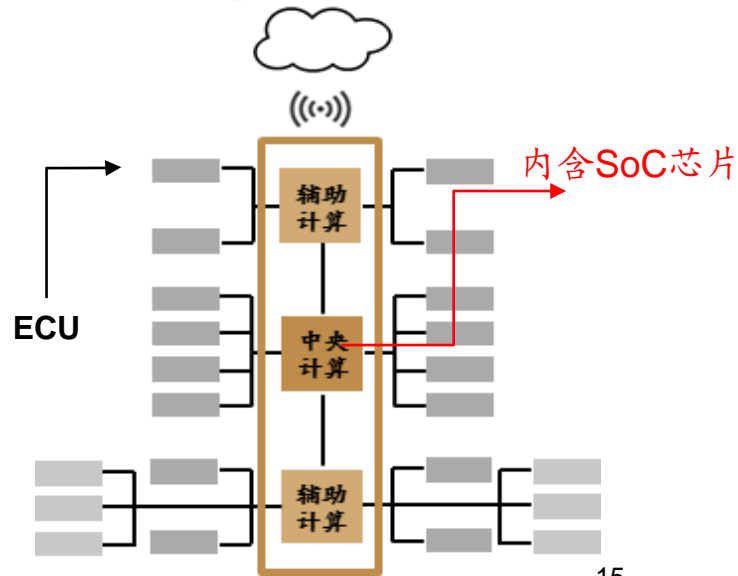
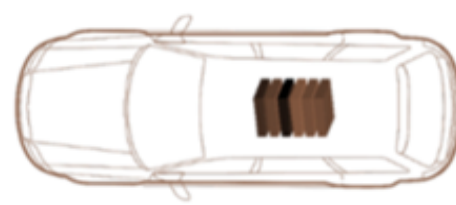
当前的汽车分布式架构



域集中式架构



中央计算式架构



目 录

1 自动驾驶的决策层逻辑

2 汽车芯片概述

3 自动驾驶**SoC**: 自动驾驶竞赛的制高点

- 三大主流处理器架构
- 自动驾驶芯片的市场及格局
- 受益自动驾驶，汽车芯片有望产业链上行
- 自动驾驶芯片的“中国机遇”

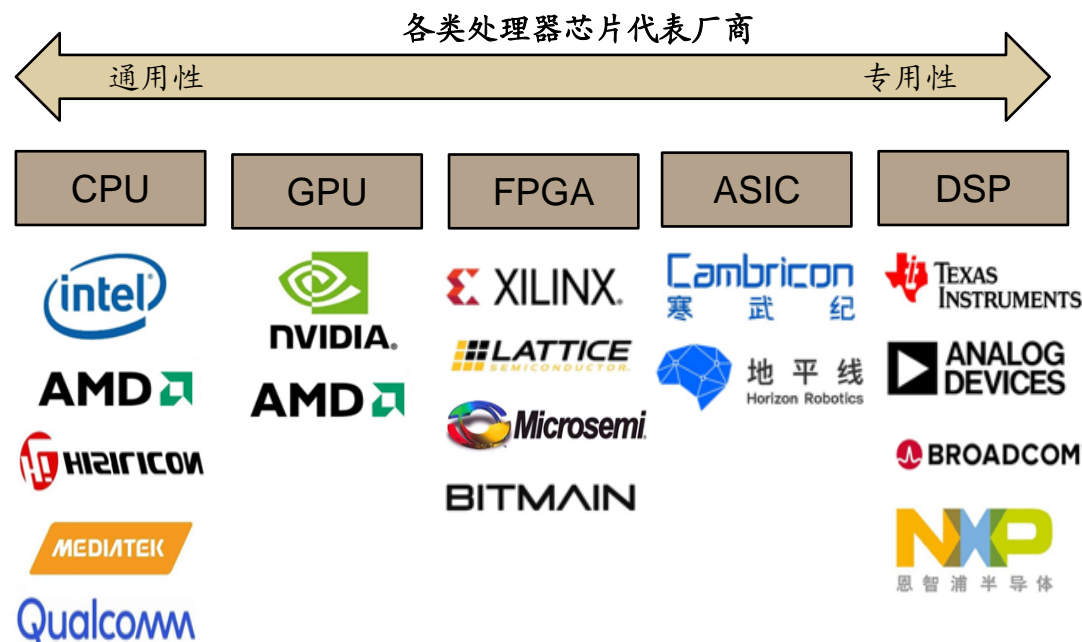
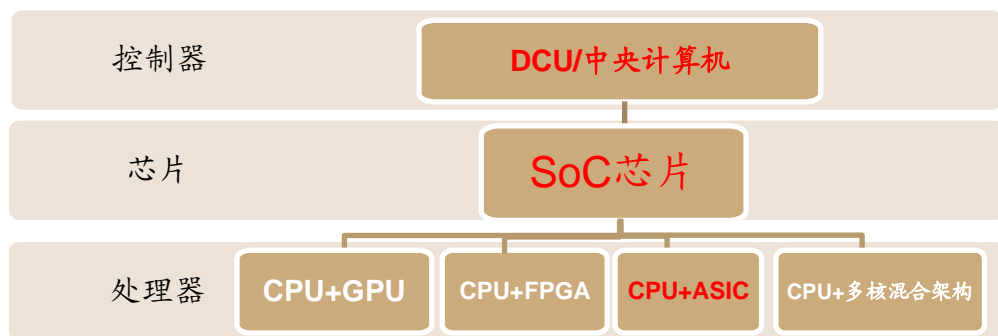
4 附：中国自动驾驶芯片相关公司名单

自动驾驶SoC芯片：自动驾驶竞赛的制高点

处理器芯片概述

- 处理器芯片是MCU/SOC芯片的计算核心：分为CPU、GPU、DSP、ASIC、FPGA等多种。一般MCU芯片中只有CPU，SoC芯片则中除CPU之外还会有其他种类的处理器芯片。
- CPU、GPU、DSP都属于通用处理器芯片：①CPU是中央处理器，擅长处理逻辑控制。对CPU进行优化调整，发展出②善于处理图像信号的GPU和③善于处理数字信号的DSP。
- ASIC是专用处理器芯片，FPGA是“半专用”处理器芯片。EyeQ(Mobileye)、BPU(地平线)、NPU(寒武纪等)等专门用来做AI算法的芯片(又称AI芯片)则属于专用芯片(ASIC)的范畴。FPGA是指的现场可编程门阵列，是“半专用”芯片，这种特殊的处理器具备硬件可编程的能力。

自动驾驶汽车



自动驾驶SoC芯片：“CPU+XPU”架构，XPU有多种选择

- 自动驾驶芯片是指可实现高级别自动驾驶的SoC芯片，通常具有“CPU+XPU”的多核架构。L3+的车端中央计算平台需要达到500+TOPS的算力，只具备CPU处理器的芯片不能满足需求。自动驾驶SoC芯片上通常需要集成除CPU之外的一个或多个XPU来做AI运算。用来做AI运算的XPU可选择GPU/FPGA/ASIC等。
- GPU、FPGA、ASIC在自动驾驶AI运算领域各有所长：CPU通常为SoC芯片上的控制中心，其优点在于调度、管理、协调能力强，但CPU计算能力相对有限。而对于AI计算而言，人们通常用GPU/FPGA/ASIC来做加强：1)GPU适合数据密集型应用进行计算和处理，尤其擅长处理CNN/DNN等和顺序无关的图形类机器学习算法。2)FPGA则对于RNN/LSTM/强化学习等有关顺序类的机器学习算法具备明显优势。3)ASIC是面向特定用户的算法需求设计的专用芯片，因“量身定制”而具有体积更小、重量更轻、功耗更低、性能提高、保密性增强、成本降低等优点。

自动驾驶SoC芯片中处理器芯片的比较

	CPU	GPU	FPGA	ASIC
定义	中央处理器	图像处理器	现场可编程逻辑门阵列	专用处理器
算例和能效	算力最低，能效比差	算力高，能效比中	算力中，能效比优	算力高，能效比优
上市速度	快，产品成熟	快，产品成熟	快	上市速度慢 开发周期长
成本	用于数据处理时，单价成本最高	用于数据处理时，单价成本高	较低的试错成本	成本高，可复制，量产规模生产后成本可有效降低
性能	最通用 (控制指令+运算)	数据处理通用性强	数据处理能力较强，专用	AI 算力最强，最专用
适用场景	广泛应用于各种领域	广泛应用于各种图形处理、数值模拟、机器学习算法领域	适用成本要求较低的场景，如军事、实验室、科研等	主要满足场景单一的消费电子等高算力需求领域

自动驾驶SoC芯片的三种主流架构方案

➤ 目前市场上主流的自动驾驶SoC芯片处理器架构方案(或称技术路线)有以下三种:

①英伟达、特斯拉为代表的科技公司，所用售卖的自动驾驶SoC芯片采用CPU+GPU+ASIC方案。

②Mobileye、地平线等新兴科技公司，致力于研发售卖自动驾驶专用AI芯片，采用CPU+ASIC方案。

③Waymo、百度为代表的互联网公司采用CPU+FPGA(+GPU)方案做自动驾驶算法研发。

自动驾驶芯片技术路线

代表公司：
英伟达
特斯拉



代表公司：
Mobileye
地平线



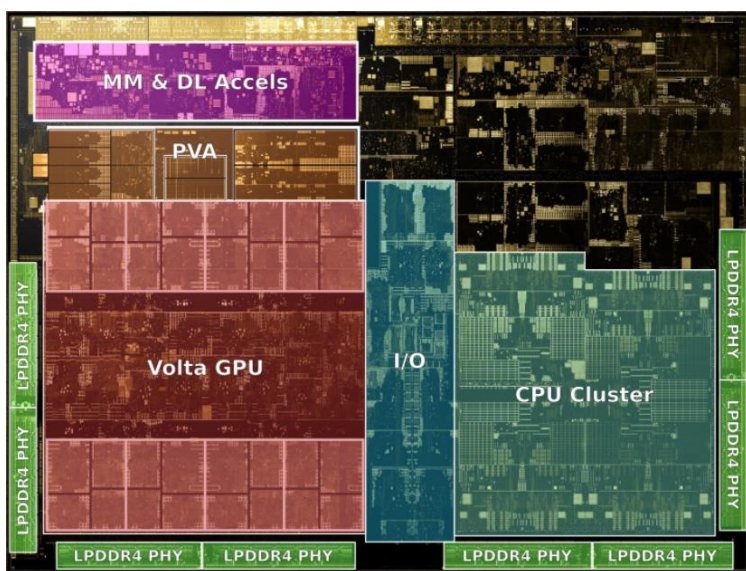
代表使用公司：
Waymo
百度Apollo



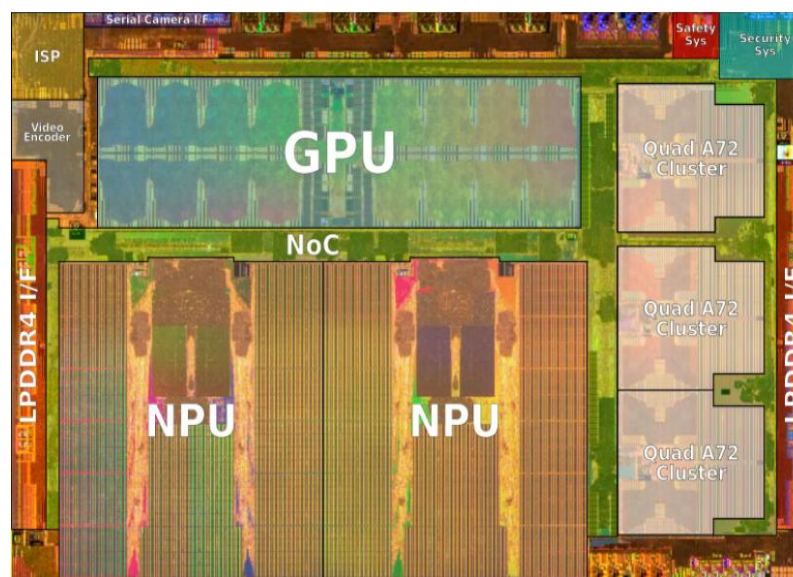
方案①：英伟达和特斯拉的“CPU+GPU+ASIC”方案

- 英伟达Xavier以GPU为计算核心：主要有 4 个模块：CPU，GPU，Deep Learning Accelerator（DLA）和 Programmable Vision Accelerator（PVA）。占据最大面积的是 GPU，接下来是 CPU，最后辅以两个 ASIC：一个是用于 inference 的 DLA，还有一个是加速传统 CV 的 PVA。
- 特斯拉FSD以NPU(一种ASIC)为计算核心：有三个主要模块：CPU，GPU 和 Neural Processing Unit（NPU）。其中最重要也是面积最大的就是特斯拉自研的 NPU(属于ASIC)，主要用来运行深度神经网络。GPU 主要是用来运行 deep neural network 的 post processing 部分。

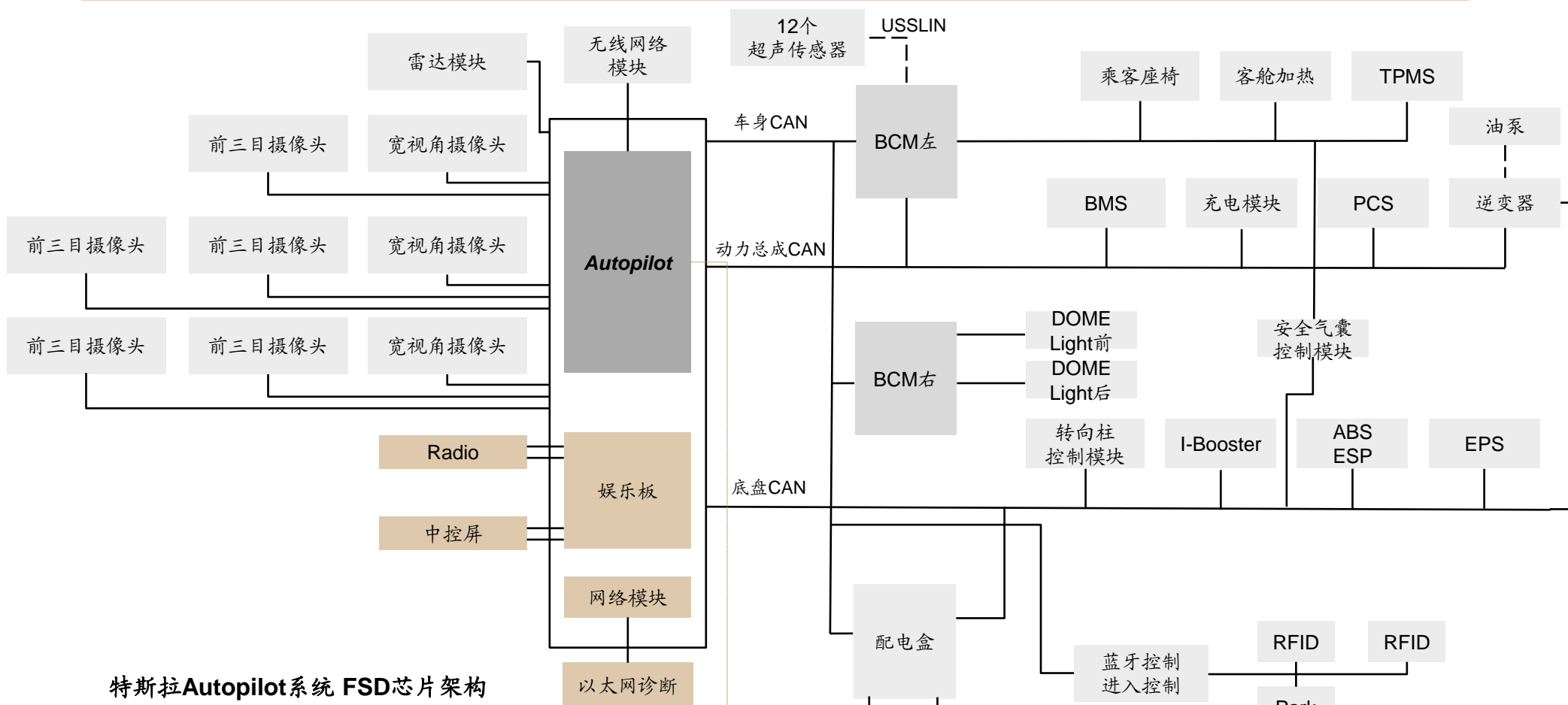
英伟达Xavier的芯片架构：GPU显著



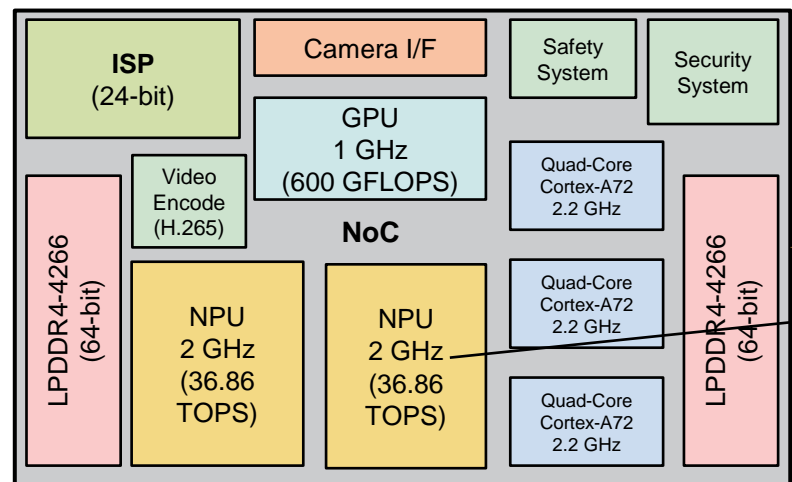
特斯拉FSD的芯片架构：NPU显著



方案①：英伟达和特斯拉的“CPU+GPU+ASIC”方案



特斯拉Autopilot系统 FSD芯片架构

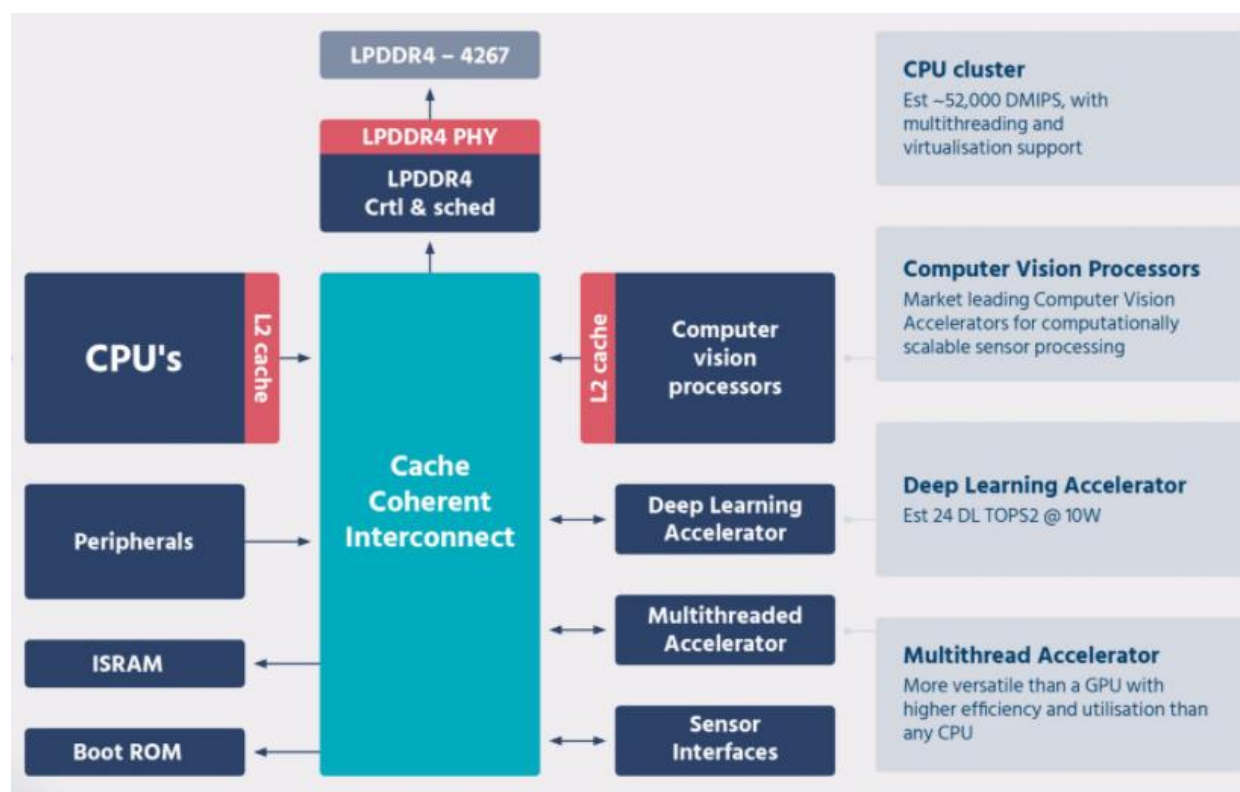


特斯拉的FSD 芯片 是一颗 CPU+GPU+2 × NPU的多核 SoC芯片。其中NPU(神经网络单元)为两颗专用处理单元处理AI算法，运行在 2.2GHz频率下能提供 2*36TOPS的处理能力。

方案②：Mobileye EyeQ5的“CPU+ASIC”架构

- EyeQ5 主要有 4 个模块：CPU, Computer Vision Processors (CVP), Deep Learning Accelerator (DLA) 和 Multithreaded Accelerator (MA)。其中CVP 是针对很多传统计算机视觉算法设计的 ASIC。从公司成立开始 Mobileye 就是以自己的 CV 算法而闻名，同时因为用专有的 ASIC 来运行这些算法而达到较低功耗而闻名。

Mobileye EyeQ5的芯片架构



方案②：地平线征程系列的“CPU+ASIC”架构

- 地平线自主设计研发了AI专用的ASIC芯片：Brain Processing Unit(BPU)，可提供设备端上软硬结合的嵌入式人工智能解决方案。基于BPU的征程2芯片可提供超过4TOPS的等效算力，典型功耗仅2瓦，能够高效灵活地实现多类AI任务处理，对多类目标进行实时检测和精准识别。征程2充分体现了BPU架构强大的灵活性，全方位赋能汽车智能化。

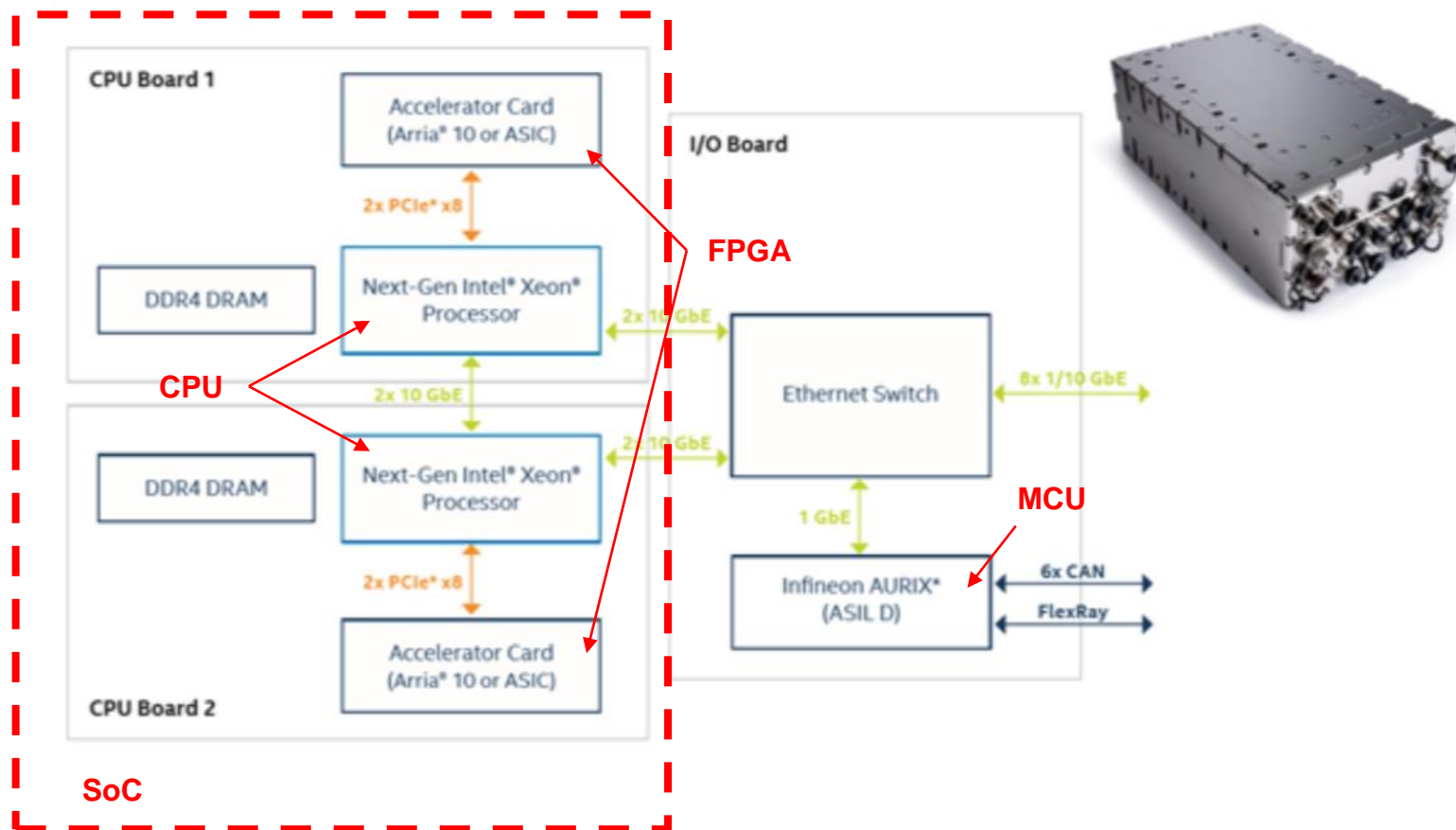
地平线基于BPU架构的专用AI芯片产品



方案③：Waymo采用的“CPU+FPGA”方案

- 谷歌 Waymo采用“CPU+FPGA”方案：Waymo的计算平台采用英特尔Xeon12核以上CPU，搭配Altera的Arria系列FPGA，并采用英飞凌的Aurix系列MCU作为CAN/FlexRay网络的通信接口。
- 其中Arria系列FPGA在未来自动驾驶算法固化后有可能被专用ASIC替代。

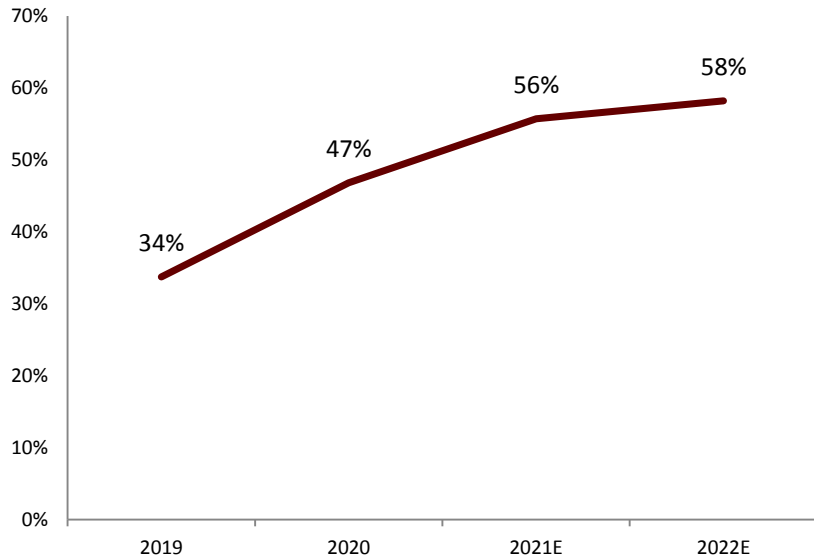
Waymo自动驾驶研发基于“CPU+FPGA”方案



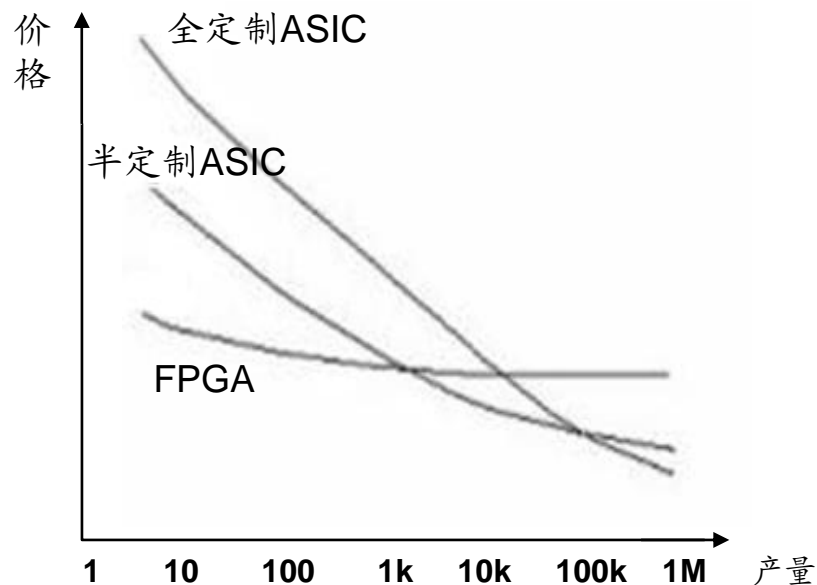
“CPU+ASIC” 方案将成为未来商业化主流

- 我们认为在自动驾驶算法尚未成熟固定之前，CPU+GPU+ASIC的架构仍然会是主流。在自动驾驶算法完全成熟之后，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，CPU+ASIC架构将成为主流。
- GPU本为支撑大型电脑游戏的图像处理而设计，适合用于机器学习神经网络训练。但GPU缺点是功耗大、计算能耗比低。计算能耗比方面，ASIC> FPGA > GPU > CPU。专用AI芯片(ASIC)针对AI算法采取特殊设计，具有体积更小、功耗更低、可靠性更高、性能更高的优点。缺点是一次研发费高、周期长。
- **FPGA适合做算法的开发测试，不具备量产成本优势。** FPGA开发的人工智能处理器具有高性能、低能耗、可硬件编程的特点，但FPGA在大规模量产方面不具备成本优势。故前采用CPU+FPGA方案的主要为百度、Waymo等专注于自动驾驶算法软件开发的公司。

GPU在汽车AI芯片中的市场份额



FPGA不具备大规模量产成本优势



自动驾驶SoC芯片的市场规模预测

- 我们预计自动驾驶芯片的**2030年中国市场规模为813亿元，2030年全球市场规模为2224亿元。**
- 其中中国2030年L2/L3芯片市场规模493亿元，L4/L5芯片市场规模320亿元；全球2030年L2/L3芯片市场规模1348亿元，L4/L5芯片市场规模876亿元。
- 中国自动驾驶渗透率预测基于《智能网联技术路线2.0》提出的渗透率大框架：**2025年中国L2/L3渗透率50%，2030年中国L2/L3渗透率70%，L4渗透率20%。**得益于政策促进，我们认为在2020-2025年中国自动驾驶渗透率增长速率将快于全球。

中国与全球自动驾驶芯片市场规模预测

	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球乘用车销量/万辆	7,000	7,070	7,141	7,212	7,284	7,357	7,431	7,505	7,580	7,656
L1渗透率	25%	25%	24%	24%	23%	22%	20%	17%	14%	10%
L2渗透率	20%	23%	26%	30%	35%	40%	40%	40%	40%	40%
L3渗透率	3%	4%	5%	6%	8%	10%	14%	20%	25%	30%
L4/L5渗透率	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	9%	14%	20%
L2/L3 芯片/元	3,990	3,791	3,601	3,421	3,250	3,087	2,933	2,786	2,647	2,515
L4/L5 芯片/元	6,860	6,723	6,588	6,457	6,327	6,201	6,077	5,955	5,836	5,720
L2/L3 芯片市场规模/亿元	642	724	797	888	1,018	1,136	1,177	1,255	1,304	1,348
L4/L5 芯片市场规模/亿元	0	0	0	0	0	91	226	402	619	876
合计市场规模/亿元	642	724	797	888	1,018	1,227	1,403	1,657	1,923	2,224
yoy	15	13%	10%	11%	15%	21%	14%	18%	16%	16%
中国										
	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
中国乘用车销量/万辆	2,000	2,020	2,040	2,061	2,081	2,102	2,123	2,144	2,166	2,187
L1渗透率	18%	19%	20%	20%	20%	18%	16%	14%	12%	10%
L2渗透率	20%	25%	30%	35%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
L3渗透率	2%	4%	6%	8%	10%	13%	16%	20%	25%	30%
L4/L5渗透率	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	9%	14%	20%
L2/L3 芯片/元	3,990	3,791	3,601	3,421	3,250	3,087	2,933	2,786	2,647	2,515
L4/L5 芯片/元	6,860	6,723	6,588	6,457	6,327	6,201	6,077	5,955	5,836	5,720
L2/L3 芯片市场规模/亿元	202	264	318	368	414	425	435	451	473	493
L4/L5 芯片市场规模/亿元	0	0	0	0	0	32	81	145	225	320
合计市场规模/亿元	202	264	318	368	414	458	516	596	698	813
yoy	50%	31%	20%	16%	13%	10%	13%	16%	17%	17%

自动驾驶SoC芯片市场主要竞争者

➤ 在自动驾驶芯片领域，目前可实现车规级量产前装的并不多，海外主要有Mobileye、英伟达和特斯拉，中国主要有地平线和华为。

➤ 自动驾驶SoC芯片产品趋势：

①不单单注重算力，还要追求高功耗比：功耗比为算力TOPS/芯片功耗，一个好的自动驾驶芯片需要高功耗比。现阶段，主流产品的功耗比已经由最初0.8TOPS/W(EyeQ4)、1TOPS/W(Xavier)，进化到了2TOPS/W(征程2)、2.4TOPS/W(EyeQ5)，未来主流产品功耗至少在3TOPS/W以上。

②高端自动驾驶芯片向先进制程延申：用于ADAS等低级自动驾驶芯片只需要28nm制程即可制造，随着高级别自动驾驶对算例的要求愈发苛刻，规划中针对L4/L5级自动驾驶的SoC芯片普遍需要7nm，甚至5nm先进制程。

自动驾驶芯片市场主要竞争者与产品对比

芯片商	SoC芯片名称	最大算力(TOPS)	功耗(W)	算力/功耗	制程(nm)	适用等级	量产时间	主要搭载厂商
英伟达	Orin	200	65	3.1	8	L4/L5	2022	全球六家Tier1、小鹏、理想、丰田、沃尔沃、奥迪、小马智行、文远知行等
	Xavier	30	30	1.0	12	L4/L5	2020	
Mobileye	EyeQ6	128	40	3.2	7	L4/L5	2023	奥迪、蔚来、宝马、小鹏、威马等
	EyeQ5	24	10	2.4	7	L2/L3	2021	
	EyeQ4	2.5	3	0.8	28	L1/L2	2018	
特斯拉	FSD	72	72	1.0	14	L3	2019	特斯拉
华为	Ascend910	512	310	1.7	7	L4	2022	奥迪，一汽、沃尔沃、东风等
	Ascend310	16	8	2.0	12	L3	2018	
地平线	征程5	96	15	6.4	7	L3	2022	长安、奇瑞
	征程3	5	2.5	2.0	12	L1/L2	2020	
	征程2	4	2	2.0	28	L1/L2	2019	
黑芝麻	A1000L	16	5	3.2	16	L1/L2	2021	-
	A1000	70	8	8.8	16	L3	2021	
	A500	5.8	2	2.9	28	L1/L2	2020	
高通	Snapdragon Ride	700	130	5.4	5	L4	2023	-
瑞萨	R-CAR V3U	60	-	-	12	L3	2023	-
恩智浦	S32	-	-	-	5	L4/L5	2021	-

自动驾驶SoC芯片竞争格局

- 汽车MCU芯片市场一直被恩智浦、德州仪器、瑞萨半导体等汽车芯片巨头所垄断，外来者鲜有机会可以入局。
- 但随着汽车行业加速进入智能化时代，一场以高级别自动驾驶SoC芯片为核心的商业大战已经打响，英特尔、英伟达、高通、华为等消费电子巨头纷纷入局，地平线、黑芝麻等初创公司亦迎来机会。

自动驾驶SoC芯片市场主要竞争者

美国芯片巨头

英伟达



英特尔(Mobileye)



高通



主机厂

特斯拉



零跑汽车



—规划中—

蔚来汽车



长城汽车



中国科技公司



.....

瑞萨、恩智浦等部分传统汽车芯片厂
也已开始布局自动驾驶芯片

传统汽车MCU芯片厂商

德州仪器



英飞凌



意法半导体



安森美



恩智浦



微芯科技



瑞萨



博世



.....

受益自动驾驶，汽车芯片有望产业链上行

- 传统汽车芯片产业链中芯片厂为Tier2: 是由德州仪器、恩智浦、英伟达等做好芯片设计之后，由以台积电为代表的代工厂负责晶圆和芯片的制造，由长电科技等电子公司做封装测试，之后交由芯片设计厂整合成各种不同集成度的MCU、SOC芯片产品等。芯片产品交到Tier1做成ECU、DCU等控制器产品再装配上车。

传统的汽车芯片供应链



受益自动驾驶，汽车芯片有望产业链上行

- **SoC芯片供应商提供软硬件全栈能力或成新Tier1**：传统的博世、大陆等Tier1不具备基于SoC芯片的软件能力，我们认为未来SoC芯片供应商将直接提供的软硬件结合的车载计算开发平台，从而可跳过传统Tier1直接对接主机厂，从而成为“新Tier1”供应商。例如英伟达直接对接小鹏，为小鹏提供硬件平台的同时也提供了小鹏用于做自己的自动驾驶算法开发的工具链软件及仿真环境等；类似地地平线直接对接长安。
- 未来的芯片厂通过直接向主机厂提供以**SoC芯片**为核心的车载计算硬件平台及软开发生态环境来绕过传统Tier1、从而攫取更高的利润并获得更高的行业话语权。例如Mobileye不再甘当Tier2而只向Tier1供应半成品组件，在与吉利最新的合作方案中，Mobileye首次负责完整的解决方案堆栈，包括硬件和软件、驱动策略和控制，并计划在系统部署后提供持续的软件更新服务。

自动驾驶芯片厂商的产业链地位

传统汽车芯片供应链

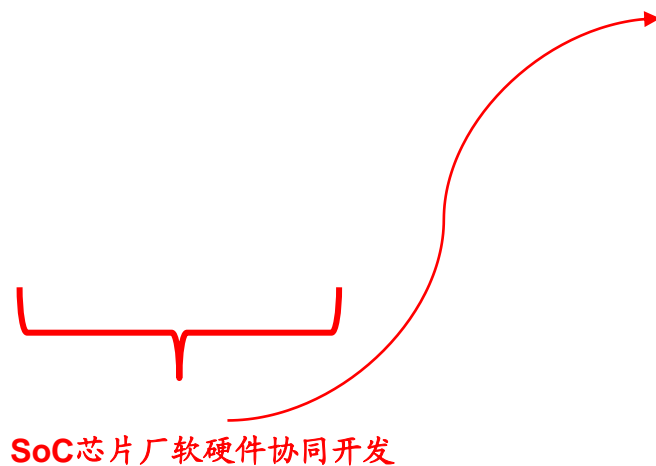
新-汽车芯片供应链

Tier1

新Tier1

Tier2

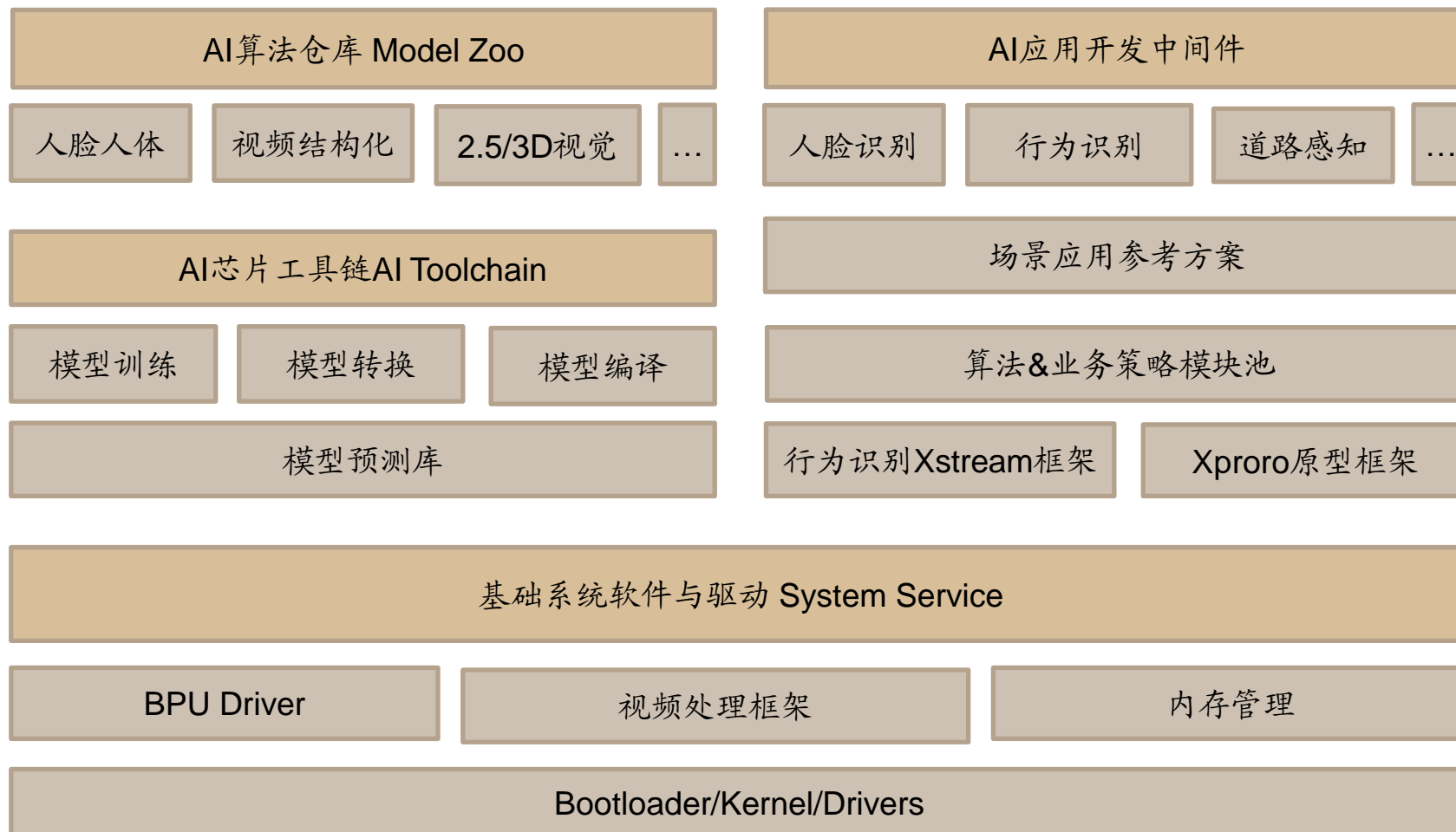
Tier2



案例：地平线通过“天工开物”平台提供软件开发支持

- “天工开物”为基于地平线自研AI芯片打造的AI全生命周期开发平台，包括模型仓库、AI芯片工具链和AI应用开发中间件三大功能模块，为地平线芯片合作伙伴提供丰富的算法资源、灵活高效的开发工具和简单易用的开发框架。

地平线“天工开物”软件平台

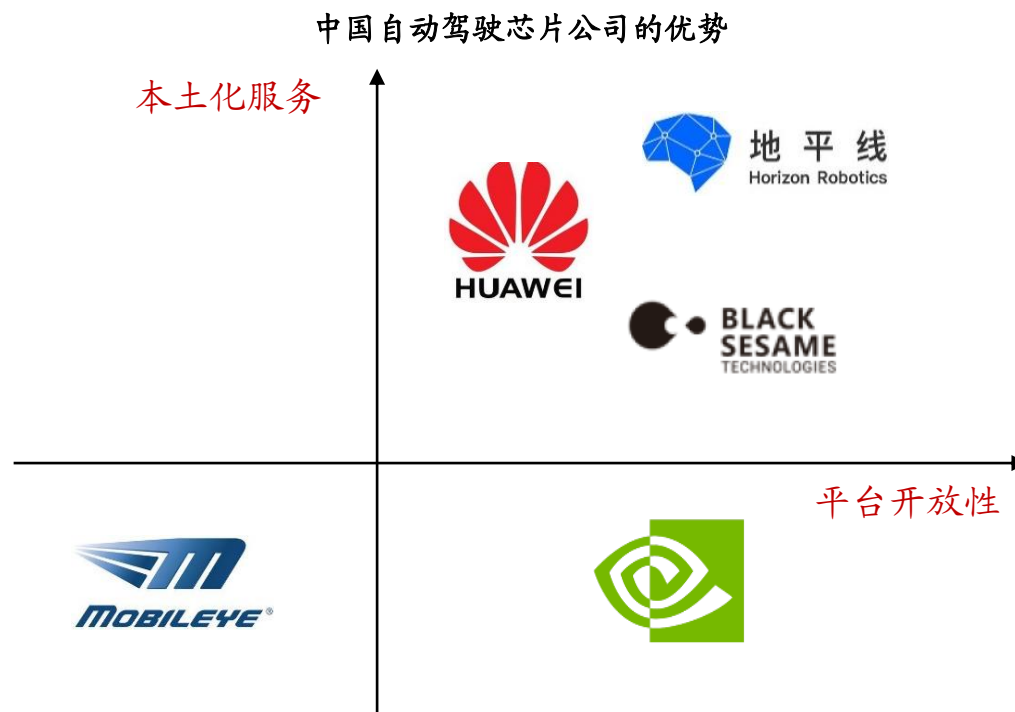


自动驾驶SoC芯片的中国机遇：开放性平台与本土化服务

➤ 自动驾驶SoC芯片的普及方兴未艾，我们认为，中国相关企业与现有国际巨头相比有如下竞争优势：

1) 平台开放性优势：目前全球市占率第一的Mobileye提供的自动驾驶平台是“黑箱子”解决方案，车企和Tier1客户都较难在Mobileye的产品上做修改或者开发自动驾驶算法。而英伟达和地平线等提供的则是一个开放性的软硬件平台；除了硬件平台之外还提供工具链软件、仿真软件等软件工具，可以让客户自己做自动驾驶数据采集和算法训练。

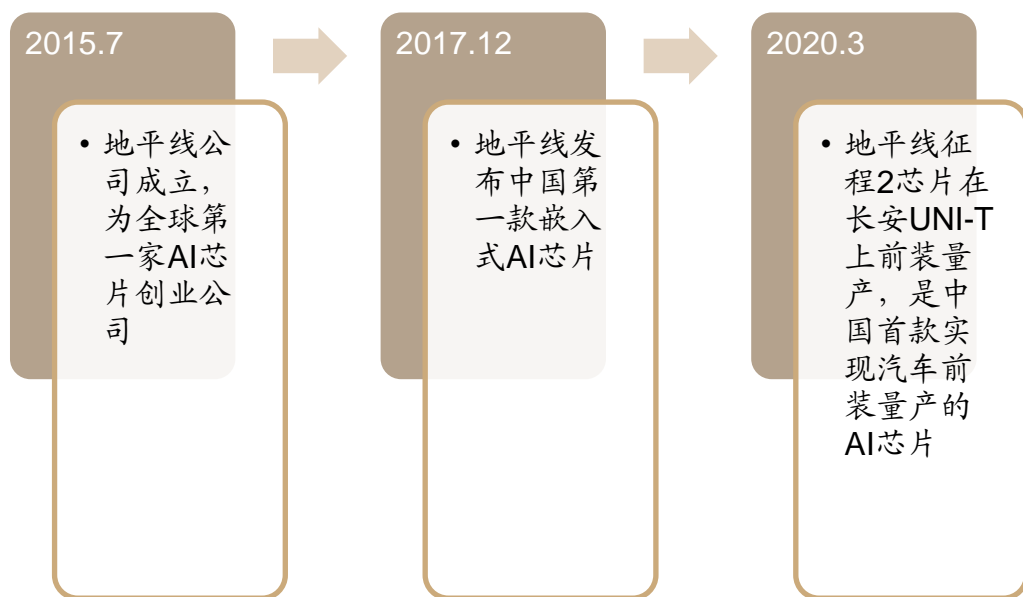
2) 本土化服务优势：英伟达的平台具有较高的高开放性，却也不完全适合国内的部分传统车企，一方面中国车企学习适应英伟达的软件环境需要时间；另一方面英伟达也难以为中国车企提供量身定制的即时间软硬件支持服务。而中国自动驾驶芯片公司的本土化服务能力有利于它们与国外公司竞争。例如地平线地平线在长安UNI-T的征程2芯片前装量产项目中，专门派出自己的研发团队与长安的团队密切合作，提供全方位的软硬件支持服务。



地平线-中国第一款实现汽车前装量产的AI芯片

- 地平线公司成立于2015年7月，由前百度IDL副院长余凯牵头。公司于2017年12月发布中国首款嵌入式AI芯片，至今已成功量产专注智能驾驶的“征程(Journey)”系列AI芯片以及专注AIoT的“旭日(Sunrise)”系列AI芯片。
- 2020年3月，公司征程2芯片开始在长安UNI-T上量产前装，是中国第一款实现汽车前装量产的AI芯片。过程中，地平线直接与长安对接，为长安提供硬件软件技术支持。
- 截至目前，地平线征程2在长安 UNI-T 和理想ONE上实现了智能座舱域SoC芯片量产上车、在奇瑞蚂蚁上实现了高级别辅助驾驶域SoC芯片量产上车。
- 截至2021年2月，地平线征程2已实现超过 16 万片的芯片前装出货。

地平线发展历程



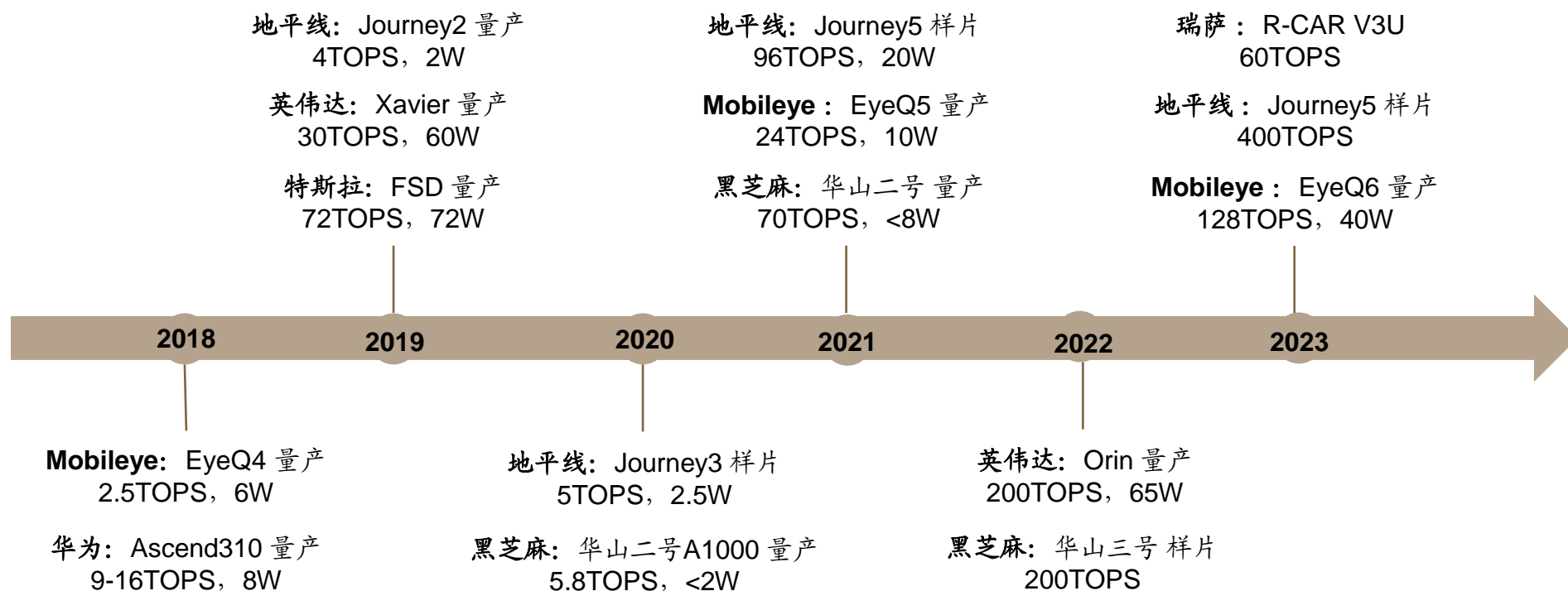
地平线基于BPU的SoC芯片征程2



2023-2024年格局将陆续明晰

- 在未来的竞争格局上，我们认为将是赢家通吃的局面。传统汽车中ECU算法和种类也较多，单一的车载MCU芯片厂商难以完全覆盖，所以可以形成群雄争霸的局面(5~6家领先者)。但对于自动驾驶SoC芯片而言，我们认为应该参考电脑和手机芯片，稳定后竞争格局将是2~3个领先者赢家通吃的局面。
- 行业门槛：对于自动驾驶芯片行业，后入场者不仅需要投入巨额资金到新芯片的研发上，同时面临研发周期长、难以撬动车企来进行合作、规模不足则难以取得台积电等代工厂的订单排期的问题。
- 23/24年为关键节点，新竞争者再难入场
- 2023/24年左右，市场上将迎来主流的自动驾驶芯片的量产交付及其搭载车型的销量爬坡，且各芯片均可以支持L4/L5的算力要求。届时主机厂都会找到实践验证的最优秀的芯片厂商合作。

自动驾驶芯片产品量产时间表



目 录

1 自动驾驶的决策层逻辑

2 汽车芯片概述

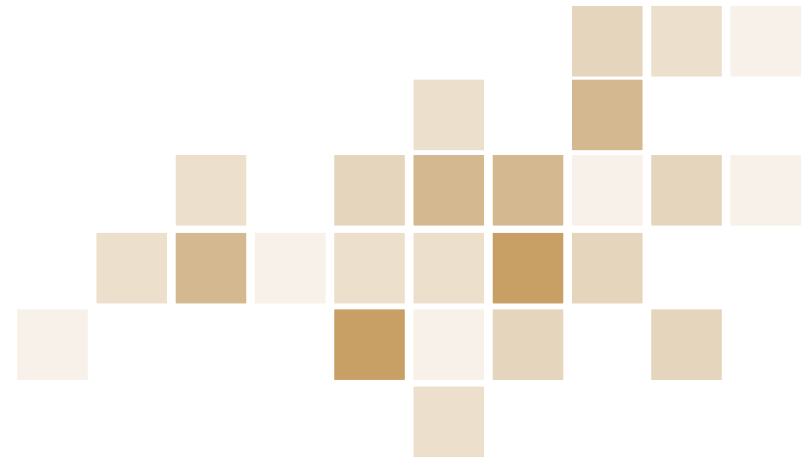
3 自动驾驶**SoC**: 自动驾驶竞赛的制高点

4 附：中国自动驾驶芯片相关公司名单

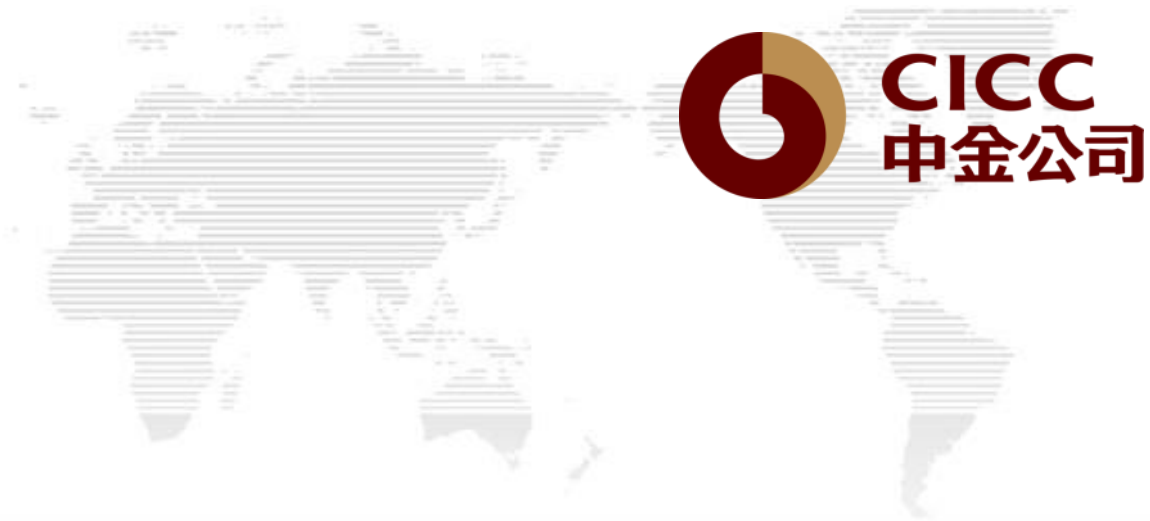
附：中国自动驾驶芯片相关公司名单

中国自动驾驶芯片相关公司名单

公司	成立时间	公司介绍	创始人介绍
地平线	2015.7	地平线是国内唯一实现车规级人工智能芯片量产前装的企业。基于创新的人工智能专用计算架构 BPU(Brain Processing Unit)，地平线已成功流片量产了中国首款边缘人工智能芯片—专注于智能驾驶的征程(Journey) 1 和专注于 AIoT 的旭日(Sunrise) 1；2019 年，地平线又推出了中国首款车规级 AI 芯片 征程2和新一代AIoT智能应用加速引擎 旭日2。在智能驾驶领域，地平线同全球四大汽车市场（美国、德国、日本和中国）的业务联系不断加深，目前已赋能合作伙伴包括长安、红旗、奥迪、上汽、广汽、比亚迪、佛吉亚、博世等国内外的顶级合作伙伴。	余凯，地平线机器人科技创始人、CEO，曾担任百度深度学习研究院IDL常务副院长。曾在慕尼黑大学求学，在斯坦福大学执教过《人工智能绪论》，机器学习领域的国际著名学者。
深鉴科技	2016.2	深鉴科技是一家专注深度学习处理器解决方案的人工智能科技公司，旗下有雨燕深度学习处理平台，让服务器与所有终端都能具有高效的智能计算能力，赋予万物智能，公司目前的主要业务是神经网络压缩、编译、DPU体系结构与指令集结构设计、FPGA开发、系统集成完整开发。	姚颂，深鉴科技创始人、CEO，毕业于清华大学电子工程系、斯坦福大学访问学者；曾任清华大学电子系科协主席、Hot Chips最年轻演讲者。
华为海思	2004.1	海思是全球领先的Fabless半导体与器件设计公司。前身为华为集成电路设计中心，1991年启动集成电路设计及研发业务，为汇聚行业人才、发挥产业集成优势，2004年注册成立实体公司，提供海思芯片对外销售及服务。致力于为千行百业客户提供智能家庭、智慧城市及智能出行等泛智能终端芯片解决方案。	
西井科技	2015.5	西井科技成立于2016年，总部位于中国上海。从AI专属芯片起步的西井科技，正逐步成长为中国头部全局化人工智能港口技术提供商。借助针对封闭场景的自动驾驶整体解决方案，该公司还成长为在集装箱物流领域、城市数智化运营治理领域为数不多的从底层到应用层，具备全局化人工智能解决方案的服务商。	谭黎敏，西井科技创始人、CEO。13年市场及拓展经验及6年企业管理经验。以商业模式开发及产品形态设计擅长。并且从14年起进军投资领域。
黑芝麻	2017.1	黑芝麻是一家视觉感知核心技术开发与应用提供商，该公司正致力于成为全球嵌入式图像处理、计算机视觉的领跑者。2016年8月，分别在上海和美国加州硅谷成立研发中心。团队核心团队成员皆有15年以上产业工作经验。公司核心业务为提供图像处理、计算图像的解决方案，以及基于人工智能的嵌入式视觉感知平台。	单记章，黑芝麻科技创始人、CEO。就读于清华无线电电子学系的微电子专业。硕士毕业后，赴美到一家全球顶尖的图像传感器公司OminiVison任职技术副总裁，拥有21年的从业经验。
芯驰科技	2016.8	芯驰科技产品主要是自动驾驶及智能汽车核心处理器芯片和高性能工业处理器芯片，商业模式为fabless,公司致力于智能汽车核心芯片和高性能工业微处理器等半导体产品的研发、量产、品牌和市场销售，并着力于为客户提供优秀的创新产品和优质的技术及市场服务，成为突破全球汽车工业核心芯片的中国创新芯片企业。	张强，芯驰科技董事长。超过20年汽车电子行业和汽车半导体产业产品、市场及销售经验，分别在德尔福汽车电子、飞利浦半导体、英飞凌、飞思卡尔及恩智浦负责大中国区汽车事业部。
紫光国微	2001.9	紫光国微，002049.SZ 是紫光集团有限公司旗下核心企业，是国内最大的集成电路设计上市公司之一。公司以智慧芯片为核心，聚焦数字安全、智能计算、功率与电源管理、高可靠集成电路等业务，是领先的芯片产品和解决方案提供商，产品广泛应用于金融、电信、汽车、工业互联网、物联网等领域。	
寒武纪科技	2016.3	公司自成立以来一直专注于人工智能芯片产品的研发与技术创新，致力于打造人工智能领域的核心处理器芯片。公司核心人员在处理器芯片和人工智能领域深耕十余年，带领公司研发了智能处理器指令集与微架构等一系列自主创新关键技术。经过不断的研发积累，公司产品广泛应用于消费电子、数据中心、云计算等诸多场景。采用公司终端智能处理器IP的终端设备已出货过亿台；云端智能芯片及加速卡也已应用到国内主流服务器厂商的产品中，并已实现量产出货；边缘智能芯片及加速卡的发布标志着公司已形成全面覆盖云端、边缘端和终端场景的系列化智能芯片产品布局。	陈天石，2010年毕业于中国科学技术大学计算机学院，获工学博士学位。同年进入中国科学院计算技术研究所工作。研究方向为计算机体系结构和计算智能。在IEEE/ACM Transactions、Theoretical Computer Science等重要期刊和会议上发表论文40余篇，并入选计算所百星计划(2011)、CCF-Intel青年学者提升计划(2014)。
异构智能	2016.8	异构智能由人工智能科学家吴韧博士创立，其他核心人员拥有英伟达、AMD、Avago背景及CVPR获奖论文经历。通过自主研发的全新的芯片架构，异构智能实现了高性能低功耗的人工智能芯片。	吴韧，博士，创始人 & CEO，伦敦大学博士人工智能专家、高性能计算专家、异构计算专家;百度杰出科学家；超威半导体异构计算系统首席软件架构师；惠普实验室资深科学家，CUDA中心负责人



谢谢!



法律声明

一般声明

本报告由中国国际金融股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但中国国际金融股份有限公司及其关联机构（以下统称“中金公司”）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、意见等均仅供投资者参考之用，不构成对买卖任何证券或其他金融工具的出价或征价或提供任何投资决策建议的服务。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或投资操作性建议。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，自主审慎做出决策并自行承担风险。投资者在依据本报告涉及的内容进行任何决策前，应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，并就相关决策咨询专业顾问的意见对依据或者使用本报告所造成的一切后果，中金公司及/或其关联人员均不承担任何责任。

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，相关证券或金融工具的价格、价值及收益亦可能会波动。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，中金公司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。

本报告署名分析师可能会不时与中金公司的客户、销售交易人员、其他业务人员或在本报告中针对可能对本报告所涉及的标的证券或其他金融工具的市场价格产生短期影响的催化剂或事件进行交易策略的讨论。这种短期影响的分析可能与分析师已发布的关于相关证券或其他金融工具的目标价、评级、估值、预测等观点相反或不一致，相关的交易策略不同于且也不影响分析师关于其所研究标的证券或其他金融工具的基本面评级或评分。

中金公司的销售人员、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。中金公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。中金公司的资产管理部门、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不一致的投资决策。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现。过往的业绩表现亦不应作为日后回报的预示。我们不承诺也不保证，任何所预示的回报会得以实现。分析中所做的预测可能是基于相应的假设。任何假设的变化可能会显著地影响所预测的回报。

本报告提供给某接收人是基于该接收人被认为有能力独立评估投资风险并就投资决策能行使独立判断。投资的独立判断是指，投资决策是投资者自身基于对潜在投资的目标、需求、机会、风险、市场因素及其他投资考虑而独立做出的。

本报告由受香港证券和期货委员会监管的中国国际金融香港证券有限公司（“中金香港”）于香港提供。香港的投资者若有任何关于中金公司研究报告的问题请直接联系中金香港的销售交易代表。本报告作者所持香港证监会牌照的牌照编号已披露在报告首页的作者姓名旁。

本报告由受新加坡金融管理局监管的中国国际金融（新加坡）有限公司（“中金新加坡”）于新加坡向符合新加坡《证券期货法》定义下的认可投资者及/或机构投资者提供。提供本报告于此类投资者，有关财务顾问将无需根据新加坡之《财务顾问法》第36条就任何利益及/或其代表就任何证券利益进行披露。有关本报告之任何查询，在新加坡获得本报告的人员可联系中金新加坡销售交易代表。

本报告由受金融服务监管局监管的中国国际金融（英国）有限公司（“中金英国”）于英国提供。本报告有关的投资和服务仅向符合《2000年金融服务和市场法2005年（金融推介）令》第19（5）条、38条、47条以及49条规定的人士提供。本报告并未打算提供给零售客户使用。在其他欧洲经济区国家，本报告向被其本国认定为专业投资者（或相当性质）的人士提供。

本报告将依据其他国家或地区的法律法规和监管要求于该国家或地区提供。

特别声明

在法律许可的情况下，中金公司可能与本报告中提及公司正在建立或争取建立业务关系或服务关系。因此，投资者应当考虑到中金公司及/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。

与本报告所含具体公司相关的披露信息请访<https://research.cicc.com/footer/disclosures>，亦可参见近期已发布的关于该等公司的具体研究报告。

中金研究基本评级体系说明：

分析师采用相对评级体系，股票评级分为跑赢行业、中性、跑输行业（定义见下文）。

除了股票评级外，中金公司对覆盖行业的未来市场表现提供行业评级观点，行业评级分为超配、标配、低配（定义见下文）。

我们在此提醒您，中金公司对研究覆盖的股票不提供买入、卖出评级。跑赢行业、跑输行业不等同于买入、卖出。投资者应仔细阅读中金公司研究报告中的所有评级定义。请投资者仔细阅读研究报告全文，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠评级来推断结论。在任何情形下，评级（或研究观点）都不应被视为或作为投资建议。投资者买卖证券或其他金融产品的决定应基于自身实际具体情况（比如当前的持仓结构）及其他需要考虑的因素。

股票评级定义：

- 跑赢行业（OUTPERFORM）：未来6~12个月，分析师预计个股表现超过同期其所属的中金行业指数；
- 中性（NEUTRAL）：未来6~12个月，分析师预计个股表现与同期其所属的中金行业指数相比持平；
- 跑输行业（UNDERPERFORM）：未来6~12个月，分析师预计个股表现不及同期其所属的中金行业指数。

行业评级定义：

- 超配（OVERWEIGHT）：未来6~12个月，分析师预计某行业会跑赢大盘10%以上；
- 标配（EQUAL-WEIGHT）：未来6~12个月，分析师预计某行业表现与大盘的关系在-10%与10%之间；
- 低配（UNDERWEIGHT）：未来6~12个月，分析师预计某行业会跑输大盘10%以上。

研究报告评级分布可从<https://research.cicc.com/footer/disclosures> 获悉。

本报告的版权仅为中金公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。

法律声明

一般声明

本报告由中国国际金融股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但中国国际金融股份有限公司及其关联机构（以下统称“中金公司”）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、意见等均仅供投资者参考之用，不构成对买卖任何证券或其他金融工具的出价或征价或提供任何投资决策建议的服务。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或投资操作性建议。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，自主审慎做出决策并自行承担风险。投资者在依据本报告涉及的内容进行任何决策前，应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，并就相关决策咨询专业顾问的意见对依据或者使用本报告所造成的一切后果，中金公司及/或其关联人员均不承担任何责任。

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，相关证券或金融工具的价格、价值及收益亦可能会波动。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。在不同时期，中金公司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。

本报告署名分析师可能会不时与中金公司的客户、销售交易人员、其他业务人员或在本报告中针对可能对本报告所涉及的标的证券或其他金融工具的市场价格产生短期影响的催化剂或事件进行交易策略的讨论。这种短期影响的分析可能与分析师已发布的关于相关证券或其他金融工具的目标价、评级、估值、预测等观点相反或不一致，相关的交易策略不同于且也不影响分析师关于其所研究标的的证券或其他金融工具的基本面评级或评分。

中金公司的销售人员、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。中金公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。中金公司的资产管理部门、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不一致的投资决策。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现。过往的业绩表现亦不应作为日后回报的预示。我们不承诺也不保证，任何所预示的回报会得以实现。分析中所做的预测可能是基于相应的假设。任何假设的变化可能会显著地影响所预测的回报。

本报告提供给某接收人是基于该接收人被认为有能力独立评估投资风险并就投资决策能行使独立判断。投资的独立判断是指，投资决策是投资者自身基于对潜在投资的目标、需求、机会、风险、市场因素及其他投资考虑而独立做出的。

本报告由受香港证券和期货委员会监管的中国国际金融香港证券有限公司（“中金香港”）于香港提供。香港的投资者若有任何关于中金公司研究报告的问题请直接联系中金香港的销售交易代表。本报告作者所持香港证监会牌照的牌照编号已披露在报告首页的作者姓名旁。

本报告由受新加坡金融管理局监管的中国国际金融（新加坡）有限公司（“中金新加坡”）于新加坡向符合新加坡《证券期货法》定义下的认可投资者及/或机构投资者提供。提供本报告于此类投资者，有关财务顾问将无需根据新加坡之《财务顾问法》第36条就任何利益及/或其代表就任何证券利益进行披露。有关本报告之任何查询，在新加坡获得本报告的人员可联系中金新加坡销售交易代表。

本报告由受金融服务监管局监管的中国国际金融（英国）有限公司（“中金英国”）于英国提供。本报告有关的投资和服务仅向符合《2000年金融服务和市场法2005年（金融推介）令》第19（5）条、38条、47条以及49条规定的人士提供。本报告并未打算提供给零售客户使用。在其他欧洲经济区国家，本报告向被其本国认定为专业投资者（或相当性质）的人士提供。

本报告将依据其他国家或地区的法律法规和监管要求于该国家或地区提供。

特别声明

在法律许可的情况下，中金公司可能与本报告中提及公司正在建立或争取建立业务关系或服务关系。因此，投资者应当考虑到中金公司及/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。

与本报告所含具体公司相关的披露信息请访问<https://research.cicc.com/footer/disclosures>，亦可参见近期已发布的关于该等公司的具体研究报告。

中金研究基本评级体系说明：

分析师采用相对评级体系，股票评级分为跑赢行业、中性、跑输行业（定义见下文）。

除了股票评级外，中金公司对覆盖行业的未来市场表现提供行业评级观点，行业评级分为超配、标配、低配（定义见下文）。

我们在此提醒您，中金公司对研究覆盖的股票不提供买入、卖出评级。跑赢行业、跑输行业不等同于买入、卖出。投资者应仔细阅读中金公司研究报告中的所有
评级定义。请投资者仔细阅读研究报告全文，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠评级来推断结论。在任何情形下，评级（或研究观点）都不应被视为
或作为投资建议。投资者买卖证券或其他金融产品的决定应基于自身实际具体情况（比如当前的持仓结构）及其他需要考虑的因素。

股票评级定义：

- 跑赢行业（OUTPERFORM）：未来6~12个月，分析师预计个股表现超过同期其所属的中金行业指数；
- 中性（NEUTRAL）：未来6~12个月，分析师预计个股表现与同期其所属的中金行业指数相比持平；
- 跑输行业（UNDERPERFORM）：未来6~12个月，分析师预计个股表现不及同期其所属的中金行业指数。

行业评级定义：

- 超配（OVERWEIGHT）：未来6~12个月，分析师预计某行业会跑赢大盘10%以上；
- 标配（EQUAL-WEIGHT）：未来6~12个月，分析师预计某行业表现与大盘的关系在-10%与10%之间；
- 低配（UNDERWEIGHT）：未来6~12个月，分析师预计某行业会跑输大盘10%以上。

研究报告评级分布可从<https://research.cicc.com/footer/disclosures> 获悉。

本报告的版权仅为中金公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。