2021 年 01 月 14 日

中小盘研究团队

特斯拉系列专题报告（四）：

域控制器——智能汽车的“大脑”

——中小盘主题

任浪（分析师）
renlang@kysec.cn
证书编号：S0790519100001

刘强（分析师）
liuqiang@kysec.cn
证书编号：S0790520010001

李泽（联系人）
lize@kysec.cn
证书编号：S0790120070082

● **域控制器解决汽车软硬件升级桎梏，开启智能驾驶新时代**

传统汽车 E/E 架构采用分布式，功能系统的核心是 ECU，智能功能的升级依赖于 ECU 和传感器数量的累加。随着单车智能化升级的加速，原有智能化升级的方式面临着研发和生产成本剧增、安全性降低、算力不足等问题。面对种种智能化升级的桎梏，特斯拉 Model 3 的推出引领了汽车 E/E 架构集中化的趋势，将原本相互孤立的 ECU 相互融合，域控制器也由此应运而生。在以域控制器为功能中心的集中化 E/E 架构下，芯片算力和软件算法的提升将成为汽车智能化升级的核心。域控制器架构下，汽车智能化升级的研发边际成本将显著降低，并且智能化升级的边际成本将逐步递减，从而推动汽车智能驾驶的加速渗透。

● **硬件先行、软件赋能，域控制器开启汽车软硬件军备竞赛**

域控制器作为未来汽车运算决策的中心，其功能的实现依赖于主控芯片、软件操作系统及中间件、应用算法等多层次软硬件的有机结合。分别来看，主控芯片目前多采用异构多核的 SoC 芯片，竞争的焦点主要在于 AI 单元的有效算力、算力能耗比、成本等。软件操作系统及中间件主要负责对硬件资源进行合理调配，以保证各项智能化功能的有序进行。其中，软件操作系统竞争格局较为稳定，多以 QNX 和 Linux 及相关衍生版本为主。应用算法则是基于操作系统之上独立开发的软件程序，是各汽车品牌差异化竞争的焦点之一。为实现智能汽车的持续进化，整车厂往往会选择“硬件超配、后续软件迭代升级”的方式。因此，域控制器作为未来智能汽车的“大脑”，以主控芯片为代表的高性能硬件将率先量产上车，而操作系统及应用软件等则会随着算法模型不断迭代持续更新，逐步释放预埋硬件的利用率，从而实现软件定义汽车。

● **域控制器产业链之下，Tier1、科技公司等多方势力各抒己长参与其中**

根据产业链生态，域控制器产业链可分为两大阵营。一类是以华为昇腾、特斯拉 FSD 芯片为硬件基础的全栈式解决方案供应商。凭借自身的技术优势实现了从底层硬件到软件架构的全覆盖，具备软硬件一体化的性能优势。另一类则是开放式的供应链生态，由 AI 芯片公司、软件供应商、Tier1 系统集成商和整车厂组成。其中底层的 AI 芯片公司是域控制器的基础，软件供应商和算法提供商（部分为整车厂自研）赋能，Tier1 进行系统集成，最终由整车厂落地验证。目前典型的第一阵营包括“特斯拉”、“华为+长安”、“Mobileye+蔚来”等，开放式阵营包括“小鹏+德赛西威+英伟达”、“理想+德赛西威+英伟达”、“高通+长城”等。在汽车智能化加速渗透的背景下，域控制器作为智能化的核心零部件将最为受益，看好在域控制器中卡位核心环节的相关公司。

● **受益标的：德赛西威、北京君正、中科创达、华阳集团**

● **风险提示：**国内汽车智能化升级不及预期。

相关研究报告

目 录

1、 域控制器解决软硬件升级桎梏，开启智能驾驶新时代 4
1.1、 传统汽车采用分布式架构，功能升级仅依赖于 ECU 数量的累加 4
1.2、 域控制器诞生解决功能升级桎梏，推动智能驾驶大时代加速到来 5
1.2.1、 基于功能划分 E/E 架构下的域控制器（以博世、大陆等 Tier1 为代表） 6
1.2.2、 基于区域划分的集中化 E/E 架构（以特斯拉、丰田、安波福为代表） 10
2、 硬件先行、软件赋能，域控制器开启汽车软硬件军备竞赛 11
2.1、 芯片为基：主控芯片迈向异构多核 SoC，AI 芯片加速域控制器落地 12
2.1.1、 主控芯片向“CPU+XPU”异构升级，车载 SoC 芯片将为竞争焦点 12
2.1.2、 AI 芯片开启域控制器算力竞赛，国内新兴芯片厂商快速跟进 13
2.2、 软件赋能：引入嵌入式智能车载系统，软件定义汽车时代加速到来 15
3、 域控制器供应链之下，多方势力各抒己长参与其中 17
3.1、 全栈式解决方案供应商，软硬件兼顾自成体系 17
3.1.1、 华为：昇腾 AI 芯片+MDC 计算平台+鸿蒙 OS 17
3.1.2、 特斯拉：FSD AI 芯片+HW 域控制器+Autopilot 操作系统 19
3.1.3、 Mobileye：EyeQ 系列芯片是以摄像头为解决方案的 ADAS 领域绝对龙头 19
3.2、 产业链单一环节供应商，各抒己长共建生态链 20
3.2.1、 以德赛西威、伟世通为代表的域控制器集成厂商 21
3.2.2、 以地平线、英伟达为代表的 AI 芯片供应商 22
3.2.3、 以 QNX、阿里、百度为代表的车载软件系统供应商 24
4、 受益公司：德赛西威、北京君正、中科创达、华阳集团 25
4.1、 德赛西威：小鹏 P7+理想汽车的智能驾驶核心供应商 25
4.2、 北京君正：国内车规级存储芯片供应商 25
4.3、 中科创达：车载操作系统迎高景气度周期，5G 落地迎来新契机 26
4.4、 华阳集团：智能座舱量价齐升，绑定华为打开成长空间 26
5、 风险提示 27

图表目录

图 1： ECU 的核心是 CPU，连接在其周边的还包括存储器、输入/输出接口等 4
图 2： 随着 ECU 数量的增加，汽车内部线束长度以及传输要求越来越高 5
图 3： 目前 E/E 架构处于“域集 中/融合”和“车电脑+分区 ECU”两个阶段 6
图 4： 博世、大陆等 Tier1 根据功能划分整车 E/E 架构 6
图 5： 电驱系统组成与集成趋势 7
图 6： 2020 年全球自动驾驶控制器（ECU/DCU）市场规模预计达到 155.9 亿美元 8
图 7： 预计 2025 年全球智能座舱域控制器出货量将达到 1300 万套 8
图 8： 特斯拉电驱系统集成电机、减速器、电控于一体 10
图 9： 华为多合一电驱动系统 10
图 10： 特斯拉是基于区域划分域控制器的集中化架构 10
图 11： 丰田采用中央+区域的解决方案（Central＆Zone） 10
图 12： 安波福 SVA 架构由一个中央计算集群和四个区域控制器构成 11
图 13： 域控制器硬件先行、软件赋能 12
图 14： 起初 ECU 中的处理器为 CPU，更擅长逻辑控制 12

图 15: DCU 中引入更擅长计算的 GPU 12
图 16: 通过 SoC 封装将 GPU/FPGA/ASIC 等与 CPU 组成异构式芯片 13
图 17: 车载 SoC 芯片需求快速增长，2020-2025 年间 CAGR 预计达 15.4% 13
图 18: zFAS 搭载了四枚不同的异构式 SoC 芯片 14
图 19: AI 对算力的需求过去 7 年间提升了 7 个数量级 14
图 20: AI 芯片的应用开启车载主控芯片算力竞赛 14
图 21: 传统车载芯片竞争格局稳定，CR8 达到 63% 15
图 22: 车载逻辑和存储芯片未来市场份额有望大幅提升 15
图 23: AGL 操作系统主要包含系统内核、中间件、应用算法软件以及安全层四部分 16
图 24: 预计 2030 年全球汽车软件市场规模将达到 500 亿美元 17
图 25: 华为 MDC 中央计算平台具备“三高一低”的技术优势 18
图 26: 特斯拉智能驾驶计算平台已搭载自研 AI 芯片 19
图 27: 自 2014 年 EyeQ3 发布后，Mobileye 迎来快速成长期 20
图 28: 德赛西威联手英伟达打造国内首款量产 L3 级自动驾驶域控制器 21
图 29: 伟世通携手奔驰推出业界首款座舱域控制器 Smart Core 22
图 30: 地平线拥有征程系列 AI 芯片+Matrix 自动驾驶计算平台 23
图 31: 百度 Apollo 对标移动端 Android，打造开源的自动驾驶软件开发平台 25

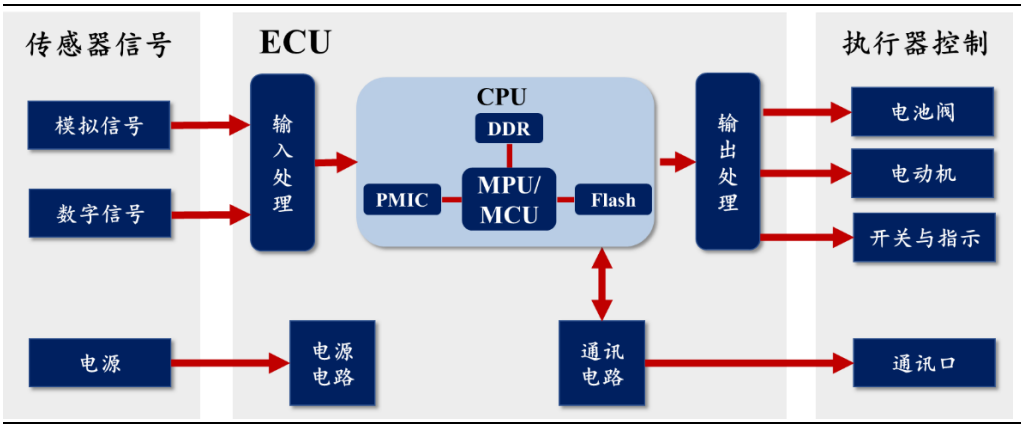
表 1: 多数 Tier1 厂商都是以功能划分车身并提供相应的域控制器 9
表 2: 海内外龙头芯片厂商纷纷入局车载 AI 芯片领域 15
表 3: Mobileye 的 EyeQ 系列 AI 芯片主要聚焦于低级别自动驾驶 20
表 4: 伟世通——SmartCore 智能座舱域控制器 22
表 5: 英伟达 Drive 系列智能计算平台，可满足 L2~L5 级自动驾驶需求 23
表 6: 黑芝麻可提供除硬件芯片之外完整的定制化解决方案 24
表 7: 受益公司盈利预测及估值 27

1、 域控制器解决软硬件升级桎梏，开启智能驾驶新时代

1.1、 传统汽车采用分布式架构，功能升级仅依赖于 ECU 数量的累加

传统汽车 E/E 架构采用分布式，功能系统的核心是 ECU，智能功能的升级依赖于 ECU 数量的累加。ECU 诞生于上世纪 70 年代，初始定义为 Engine Control Unit（发动机控制单元），用于特指电喷发动机的电子控制系统。而随着集成电路技术以及汽车电子行业的快速发展，ECU 的含义逐渐广义化为 Electronic Control Unit（电子控制单元）。**从用途上看**，ECU 即为汽车专用的微控制器，可在大量传感器、总线数据流以及执行器等零部件的配合下实现对汽车状态的操控。**从结构上看，**ECU 的核心是中央处理器 CPU（包括微控制器 MCU 或微处理器 MPU），连接在 CPU 周边的还包括存储器（DDR、FLASH）、输入/输出接口（I/O）、数模转换器（A/D）等。在传统的分布式架构之下，汽车智能功能的升级依赖于 ECU 和传感器数量的增加。

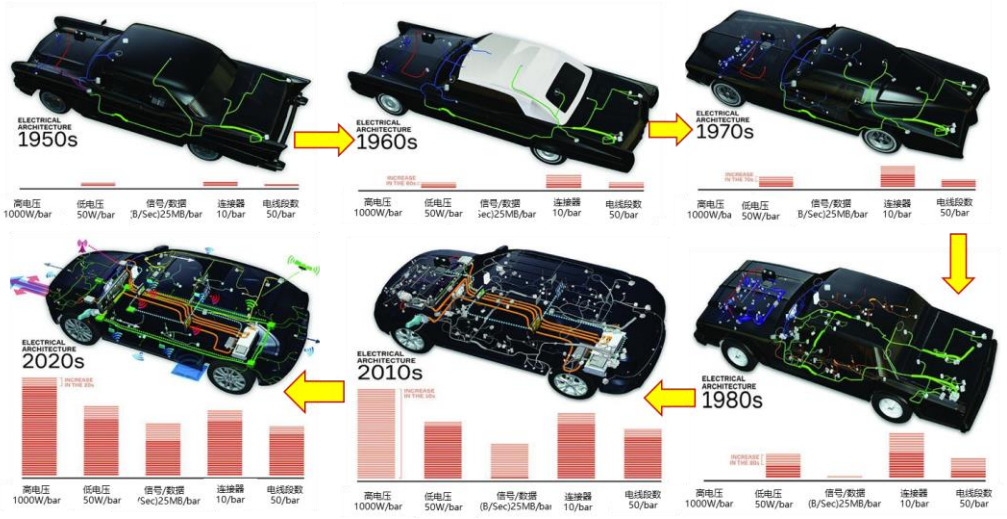
图1：ECU 的核心是 CPU，连接在其周边的还包括存储器、输入/输出接口等



资料来源：CSDN、开源证券研究所

随着单车智能化升级的加速，原有智能化升级的方式面临着研发和生产成本剧增、安全性降低、算力不足等问题，传统分布式架构亟需升级。根据头豹产业研究院数据统计，2019 年中国汽车 ECU 单车平均装载量已达到 25 个，商用车平均 ECU 装载量为 35 个，个别高端车如奥迪 A8L，其装配的 ECU 数量早在 2013 年就已超过 100 个。同时，由于 ECU 数量的激增，对汽车线束长度、传输速度等方面都有这更高的要求，这都将为汽车的研发、生产、安全等多方面带来挑战。具体来看，**（1）研发成本方面：**在汽车功能的开发过程中，每个零件都有其对应的供应商，整车厂需要与这些供应商分别沟通协作，甚至合作研发。因此，当单车智能化功能激增时，将使得整个汽车开发周期大幅增长，伴之而来的亦是人力、物力成本的剧增。**（2）生产成本方面：**由于汽车内部的装配空间有限，当 ECU 数量达到 100 多个以上、线束长度达到 5km 时，已很难实现自动化生产，相反将更多的依赖于人工。此外，在汽车智能化时代，汽车的生产已不再是以出厂销售为终点，同时需要连续的整车 OTA 升级。因此若是分布式的架构之下，难以做到众多 ECU 之间的快速协同升级。**（3）安全性问题：**更加智能化功能的实现不仅仅需要单个 ECU 算力的大幅提升，同时亦要求各个 ECU 之间可以进行高效的信息数据交换，并留予适当的算力冗余，以便应对各类突发情况，保障驾驶安全。而分布式架构下，各个 ECU 之间多通过 LIN/CAN 等总线相连，传输速度本身有限，难以满足智能汽车内部信息高效流转的需求。

图2：随着 ECU 数量的增加，汽车内部线束长度以及传输要求越来越高

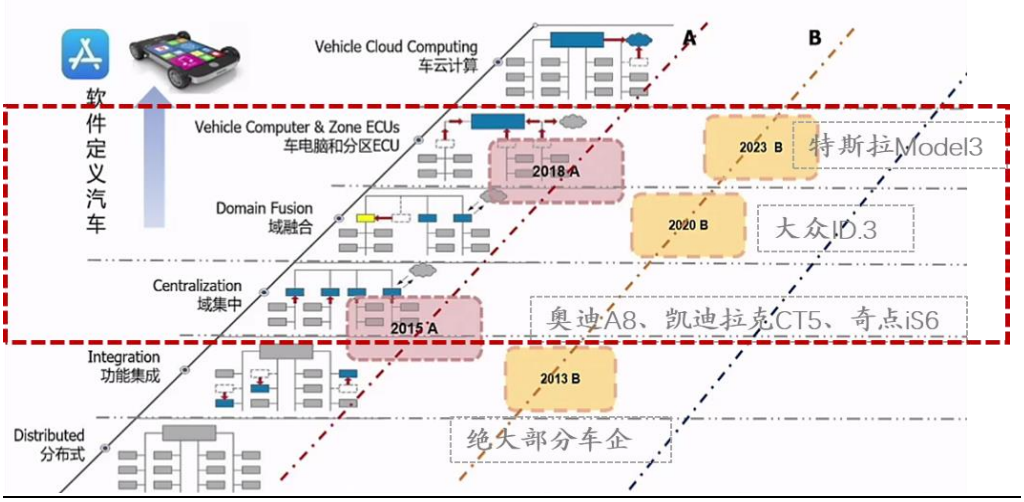


资料来源：Aptiv、开源证券研究所

1.2、域控制器诞生解决功能升级桎梏，推动智能驾驶大时代加速到来

面对分布式架构对汽车智能化升级的桎梏，特斯拉引领了汽车 E/E 架构由分布式向域控制器/中央计算升级的历史性变革。2017 年，特斯拉在量产的 Model3 车型中首次落地了区域集中式的 E/E 架构（由一个中央计算模块、三个区域控制器构成）。由此不仅实现了不同 ECU 之间的协同控制、统一升级，同时还可以节省算力、降低布线成本。同时，E/E 架构的集中化亦将有效降低智能化功能升级的边际成本，从而推动智能化升级的加速。特斯拉的颠覆性创新和成功亦为海内外传统整车厂及造车新势力带来了极大的示范效应，加速汽车智能化时代的到来。2018 年丰田提出将在未来 L3 级量产车型中采用的“Central & Zone 架构”（按物理空间将整车对称分为多个区域）。2019 年华为提出“CC 架构”（智能座舱+整车控制+智能驾驶）。2020 年，安波福发布智能汽车“SVA 架构”（中央计算群+四个分区）。此外，还有大众、宝马等均提出了全新的 E/E 架构（分别为 E3 架构和 EEA 分层架构）。可以看到，无论是 Tier1、整车厂等传统玩家还是造车新势力、科技公司等产业链新生力量，在对 E/E 架构设计都开始由分布式向集中方向升级。**E/E 架构集中化的本质是对汽车中孤立 ECU 的集成和融合，域控制器也由此应运而生。**同时，在以域控制器为功能中心的集中化 E/E 架构下，芯片算力和软件算法的提升将成为汽车智能化升级的核心。根据博世等 Tier1 所提出的六个 E/E 架构发展阶段来看，目前新兴的集中化 E/E 架构大致集中于以汽车功能划分“域集中/融合”阶段和以汽车物理空间划分的“车电脑和分区 ECU”阶段。车电脑和分区 ECU 的 E/E 架构在集中化程度要高于功能域集中/融合，而长期看未来都会向车云计算的阶段发展。

图3：目前 E/E 架构处于“域集 中/融合”和“车电脑+分区 ECU”两个阶段

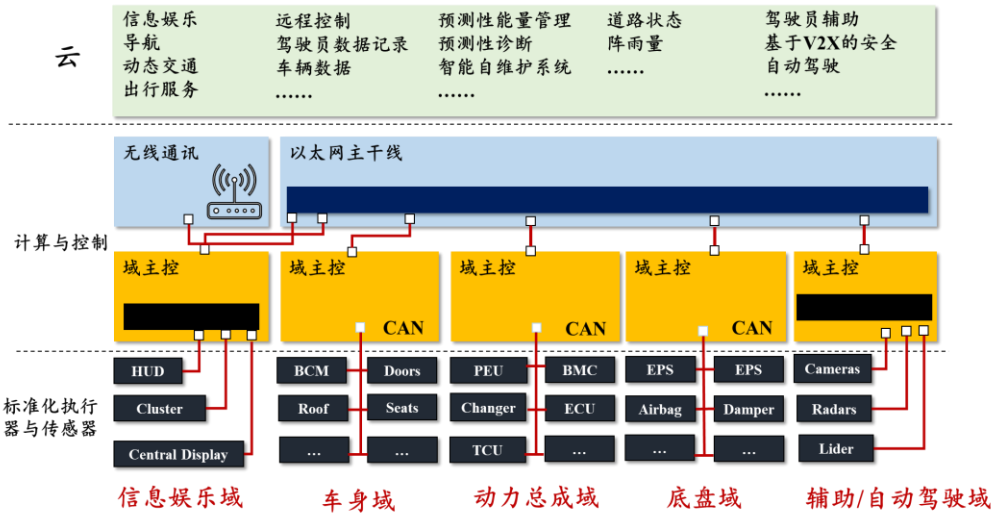


资料来源：博世、开源证券研究所

1.2.1、 基于功能划分 E/E 架构下的域控制器（以博世、大陆等 Tier1 为代表）

博世、大陆等传统 Tier1 将汽车 E/E 架构按功能划分为动力域（安全）、底盘域（车辆运动）、信息娱乐域（座舱域）、自动驾驶域（辅助驾驶）和车身域（车身电子）五大区域，每个区域对应推出相应的域控制器，最后再通过 CAN/LIN 等通讯方式连接至主干线甚至托管至云端，从而实现整车信息数据的交互。

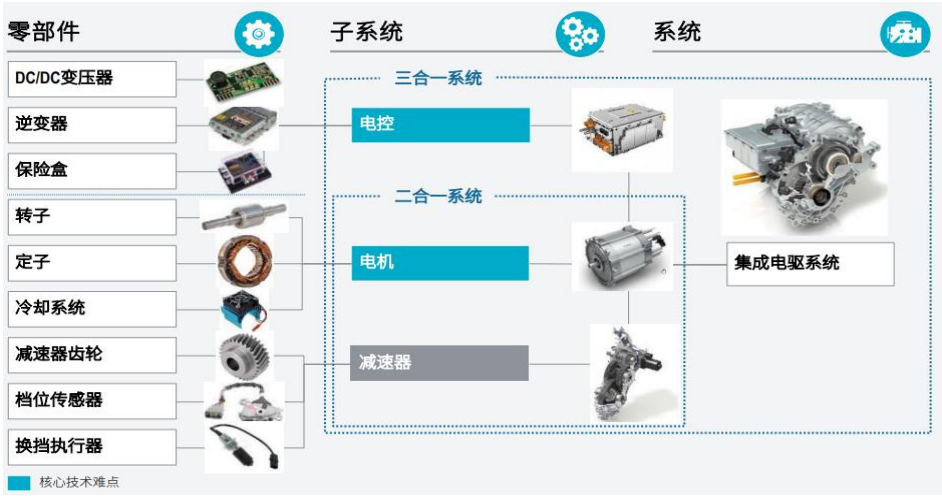
图4：博世、大陆等 Tier1 根据功能划分整车 E/E 架构



资料来源：博世、开源证券研究所

- **动力域控制器：**主要负责动力总成的优化与控制，在新能源车中主要是指电驱和电控系统的集成化。其中，电驱系统的集成以三合一技术路线为主流，也即将电机、电控（逆变器）与减速器集成为电驱桥。电控系统的集成则倾向多合一模块，通常将变压器、车载充电机、加热器等进行集成，甚至会将整车控制器（VCU）等包含在内。2020 年 1 月，合众汽车团队研发的 PDCS 动力域控制器搭载于哪吒汽车并通过了搭载车辆测试，正式进入了量产应用阶段。2020 年 9 月华人运通发布的首款智能汽车高合 HiPhi X，亦搭载有由联合电子合作研制的动力域控制器。

图5：电驱系统组成与集成趋势



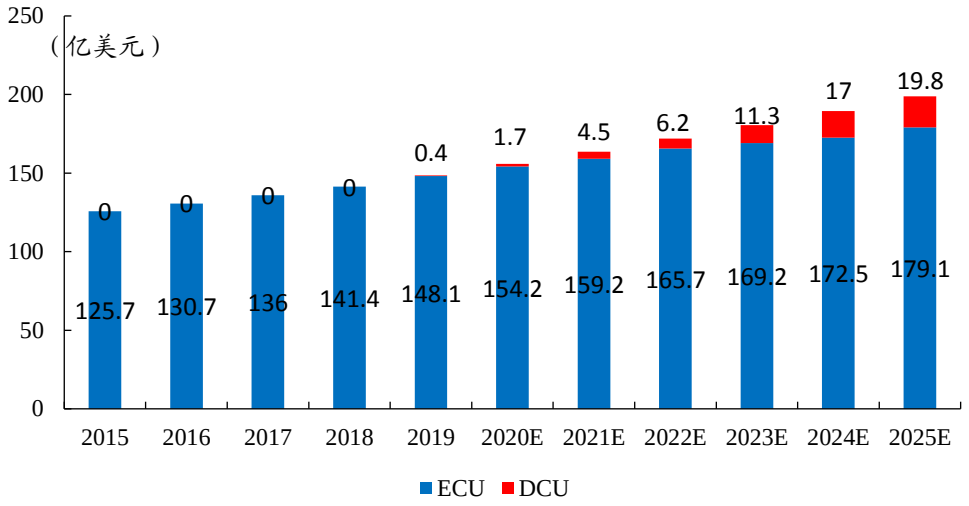
资料来源：《中国新能源汽车供应链白皮书 2020》

- **底盘域控制器：**主要负责具体的汽车行驶控制，主要包括助力转向系统（EPS）、车身稳定系统（ESC）、电动刹车助力器、安全气囊控制系统以及空气悬架、车速传感器等等。与动力域类似，底盘域内所涉及的控制系统大多都具备较高的安全等级要求，需要符合 ASIL-D 安全等级（ASIL 系列中最高安全等级）。因此底盘域亦具备着较高的行业门槛，目前多数底盘域控制器仍处于实验室阶段。

- **车身域控制器：**主要负责车身功能的整体控制，本身技术门槛较低且单车价值量不高，其本质是在传统车身控制器（BCM）的基础上，集成了无钥匙启动系统（PEPS）、纹波防夹、空调控制系统等功能而成。此外，由于涉及安全等级较低，随着汽车 E/E 架构的进一步集中化，有望率先实现与智能座舱域的融合。

- **自动驾驶域控制器：**承担了自动驾驶所需要的数据处理运算及判断能力，包括对毫米波雷达、摄像头、激光雷达、GPS、惯性导航等设备的数据处理工作。同时，自动驾驶域控制器亦负责车辆在自动驾驶状态下底层核心数据、联网数据的安全保障工作，**是推动自动驾驶迈向 L3 及以上更高等级的核心部件。**此外，由于自动驾驶域控制器需要更强的 AI 算力以及算法的支持，因而参与研制的厂商众多。除传统汽车产业链内的整车厂及供应商以外，还包括有英伟达、高通、地平线、黑芝麻等海内外 AI 芯片龙头厂商，以及阿里、谷歌、QNX、华为等自动驾驶操作系统供应商。目前来看，除特斯拉 Model3、小鹏 P7 等少数车型以外，绝大多数已量产的自动驾驶域控制器尚未达到 L3 级自动驾驶级别。根据 ICVTank 数据统计，2020 年全球 ADAS 相关控制器市场规模将达到 155.9 亿美元，其中大部分均为 L3 级以下辅助驾驶控制器（ECU），而预计到 2025 年全球自动驾驶域控制器市场规模有望达到 19.8 亿美元。

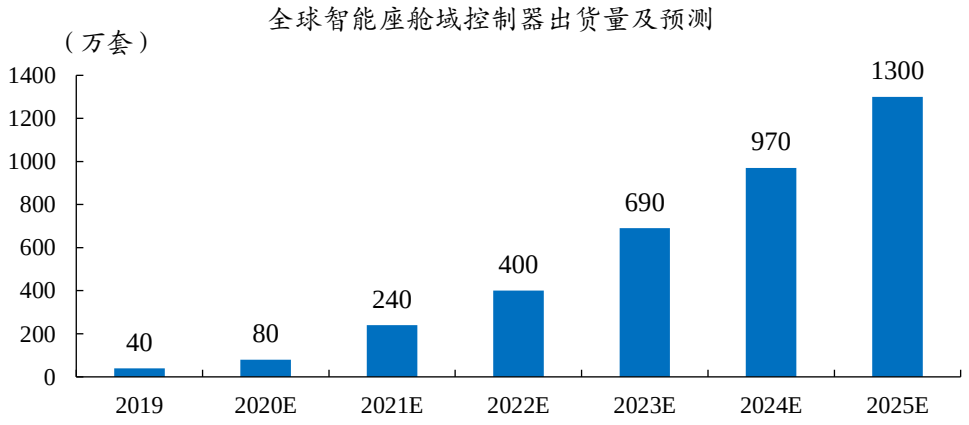
图6：2020 年全球自动驾驶控制器（ECU/DCU）市场规模预计达到 155.9 亿美元



数据来源：ICVTank、开源证券研究所

■ **座舱域控制器：**主要负责汽车座舱电子系统功能，汇集了集成液晶仪表、中控多媒体及副驾驶信息娱乐的一体化系统。其发展过程经历了由传统的“机械物理按键”到“中控液晶显示屏”，再到“中控+仪表盘一体化设计”的进程。同时，由于其涉及安全等级较低、成本相对可控，发展速度将显著快于自动驾驶域控制器。根据 ICVTank 数据统计，2020 年全球智能座舱域控制器有望达到 80 万套，预计 2025 年全球智能座舱域控制器出货量将达到 1300 万套。

图7：预计 2025 年全球智能座舱域控制器出货量将达到 1300 万套



数据来源：ICVTank、开源证券研究所

总体来看，以上所分的五大功能域中，目前的竞争焦点主要集中于智能座舱域和自动驾驶域。我们认为主要原因如下：（1）从供应体系上看，在汽车整体 E/E 架构集中化的进程中，由中控系统升级而来的智能座舱域与新兴的自动驾驶域的供应体系较为完整。相反，其他各个域是对传统功能系统的进一步集成，因而更容易产生供应商之间的利益冲突。以动力域为例，电机、电池模组以及电机控制器等零部件此前均由不同厂商供应、整车厂负责协调各方进行整合装配，因而在集中化的趋势中各个供应商之间会存在利益相互蚕食的冲突。因此，可以看到目前所提出的动力域解决方案都是由极个别龙头供应商牵头或是整车厂自研而成，如特斯拉的集成化三电系统、华为的多合一电驱动系统 Drive ONE（集成电机、MCU、PDU、OBC、DCDC、减速器、BCU 七大部件）等、长城欧拉自研的三合一电驱桥等。（2）从技术角度来看，

动力域不但涉及的安全等级要求会更高，同时还需要考虑各部件配合过程中整体的NVH 水平、是否存在相互间的电磁干扰（EMC）以及如何控制和提升整套系统的冷却和效率等多方面因素，因而整体开发难度较大。与动力域类似，底盘包括支撑动力系统的内部框架，以及除发动机以外的所有驱动部件。在自动驾驶向更高级别的发展进程中，驾驶员将逐步减少对车辆的操控时间，因而对底盘域中传感器和控制器都具有更加精确的时序要求和更为严格的最大延时要求。因此，动力域及底盘域在当下的行业发展初期都具备较高的技术壁垒，并非现阶段多数厂商的竞争焦点。此外，由于车身域技术门槛和安全要求等级较低，未来则有望率先融入智能座舱域共同研制开发。

表1：多数 Tier1 厂商都是以功能划分车身并提供相应的域控制器

域控制器厂商	域控制器类型	名称	搭载车型	推出时间	合作伙伴
伟世通	自动驾驶	DriveCore	广汽	2018 年	高通、瑞萨、AIphaIC
	智能座舱	SmartCore	广汽 Aion LX、领克	2020 年	高通、腾讯
安波福	自动驾驶	中央传感定位与规划（CSLP）	法拉利 GTC4Lusso、哈弗、WEY	2019 年	现代、赫兹、Mobileye、Ottomatika
	智能座舱	ICC	长城、奥迪、法拉利	2020 年	英特尔
布谷鸟	自动驾驶	Auto Wheel		2017 年	NXP、瑞萨、索尼、AMBARELLA
	智能座舱	Auto Cabin		2017 年	
TTTech	自动驾驶	zFAS/iECU	奥迪、上汽	2018 年	Aptiv、上汽、三星
麦格纳	自动驾驶	MAX4	切诺基、宝马	2017 年	Innoviz、Mobileye、宝马
采埃孚	自动驾驶	ProAI	奇瑞	2018 年	百度
	智能座舱	SHI		2020 年	弗吉亚
博世	智能座舱	AI car computer	通用、福特	2017 年	高通
电装	智能座舱	Integrated HMI platform	丰田	2020 年	
东软睿驰	自动驾驶	DCU	乘用车、商用车	2017 年	NXP、赛灵思
	智能座舱	C4-Alfus	吉利、奇瑞	2016 年	
大陆	自动驾驶	ADCU		2018 年	
	智能座舱	集成式车声电子平台 IIP		2019 年	高通、瑞萨
德赛西威	自动驾驶	IPU03	小鹏	2020 年	英伟达、小鹏汽车
	智能座舱	智能座舱域控制器	奇瑞瑞虎 8 PLUS	2019 年	高通、德州仪器
知行科技	自动驾驶	iMO DCU	众泰	2018 年	Mobileye
优控智行	自动驾驶	ACU		2020 年	
环宇智行	自动驾驶	TITAN		2018 年	英伟达、Xavier
新悦智行	自动驾驶	WiseADCU	哈弗 H7	2017 年	承泰科技
经纬恒润	自动驾驶	ADAS Domain Controller		2019 年	
索菱	智能座舱		众泰 S70	2018 年	三旗通信、英卡科技

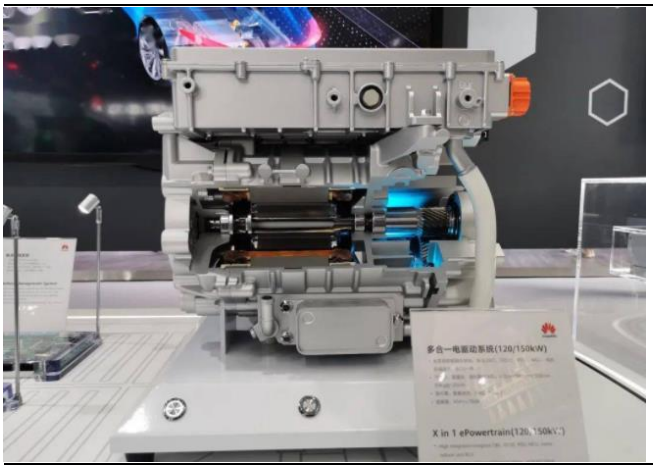
资料来源：各公司官网、开源证券研究所

图8：特斯拉电驱系统集成电机、减速器、电控于一体



资料来源：搜狐汽车

图9：华为多合一电驱动系统

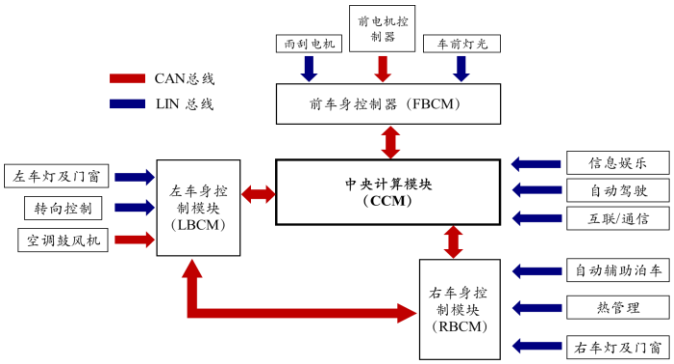


资料来源：飞扬头条

1.2.2、基于区域划分的集中化 E/E 架构（以特斯拉、丰田、安波福为代表）

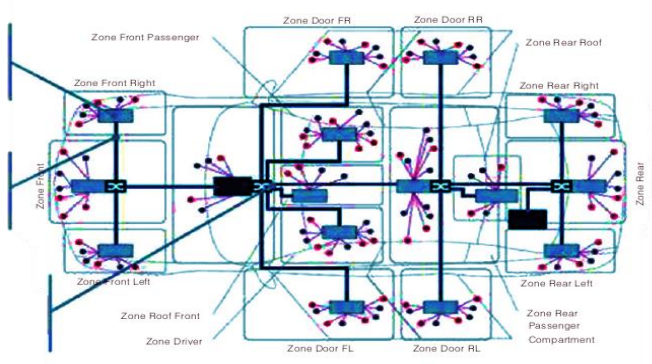
以区域进行划分的域控制器是以车辆特定物理区域为边界来进行功能划分，相较于纯粹以功能为导向的域控制器，其集中化程度更高。例如车辆前区域控制器、左区域控制器、右区域控制器等。典型的按区域划分 E/E 架构的厂商为特斯拉，Model3 的三个区域控制器则分别为前车身控制模块、左车身控制模块和右车身控制模块。其中，左右车身控制模块把部分基础功能按区域进行对称划分，两者分别负责各自区域内的内外部灯光、门锁、车窗、驻车卡钳等。而相对于左车身控制器，右车身控制模块还具有两个独有的功能—热管理和自动泊车辅助系统。前车身控制模块则主要负责为整车中各个控制器进行电源分配，可以在实时监测各个 ECU 用电情况，及时切断部分处于静态但功耗高的 ECU 供电。此外，前车身控制模块还包括车前大灯、雨刮器等传统 BCM 的功能。除此之外，丰田的 Central & Zone 架构、安波福的 SVA 架构均采用类似的区域划分解决方案。

图10：特斯拉是基于区域划分域控制器的集中化架构



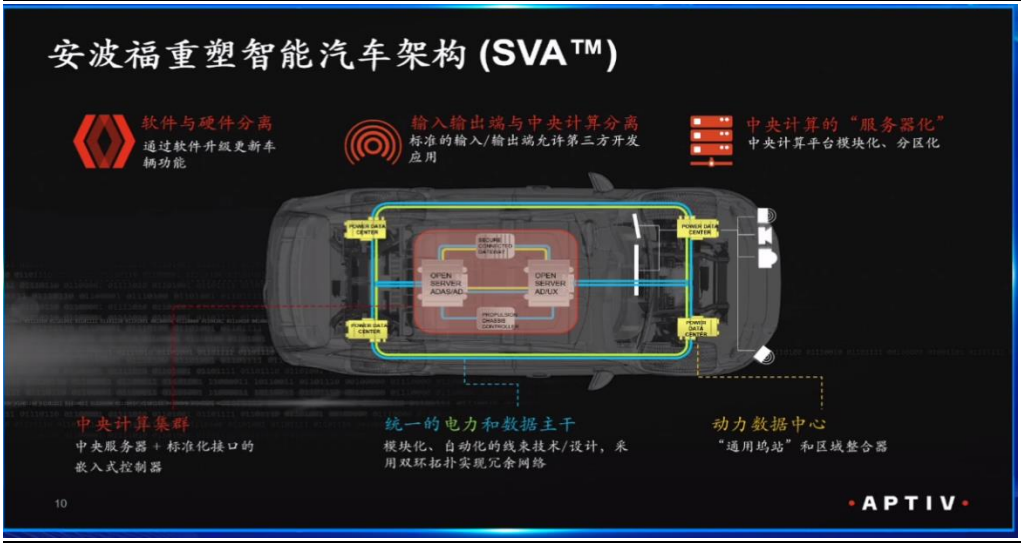
资料来源：开源证券研究所

图11：丰田采用中央+区域的解决方案（Central＆Zone）



资料来源：TOYOTA

图12：安波福 SVA 架构由一个中央计算集群和四个区域控制器构成

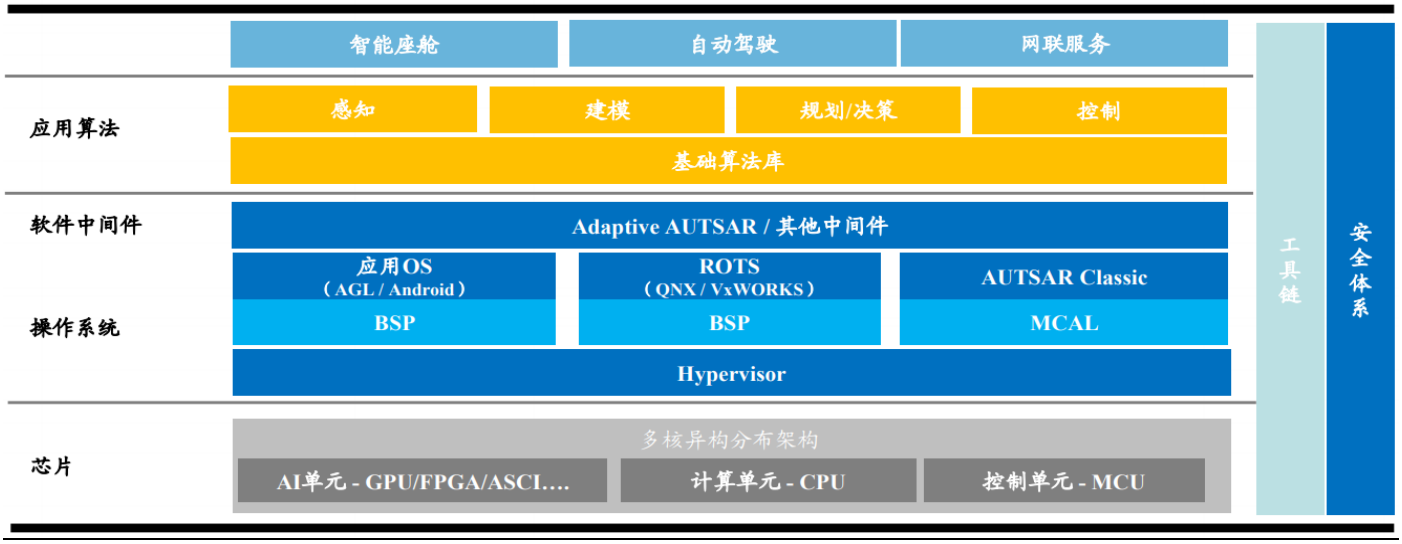


资料来源：安波福

2、 硬件先行、软件赋能，域控制器开启汽车软硬件军备竞赛

域控制器作为未来汽车运算决策的中心，其功能的实现依赖于主控芯片、软件操作系统和中间件、应用算法等多层次软硬件的有机结合。分别来看：（1）域控制器的主控芯片目前多采用异构多核的 SoC 芯片，由 AI 单元、计算单元和控制单元三部分异构而成，每个单元完成各自功能。其中，AI 单元专注于进行人工智能模型的运算，是自动驾驶域中最核心的单元。目前海内外领先的车载 AI 芯片厂商包括英伟达、Mobileye、高通、地平线等。（2）软件操作系统方面，广义而言包含系统内核、基础软件以及中间件等，主要负责对硬件资源合理调配，以保证各项智能化功能有序进行的。其中系统内核竞争格局稳定，主要以 QNX、Linux 及其衍生版本为主。中间件则多由 Vector、ETAS、德赛西威等第三方厂商或整车厂进行开发。（3）应用算法则是基于操作系统之上独立开发的软件程序，亦是各个品牌汽车差异化竞争的焦点。此外，为实现智能汽车的持续进化，整车厂往往会选择“硬件超配、后续软件迭代升级”的方式。因此，域控制器作为未来智能汽车的“大脑”，以主控芯片为代表的高性能硬件将率先量产上车（例如，小鹏汽车现有自动驾驶能力处于 L2.5 级别，但已在 P7 车型上预埋 Xavier 芯片、14 个摄像头等的方式，为后续 L3 级的自动驾驶留下了升级空间。），而操作系统及应用软件等则会随着算法模型不断迭代持续更新，逐步释放预埋硬件的利用率，从而实现软件定义汽车。

图13：域控制器硬件先行、软件赋能



资料来源：中国软件测评中心、开源证券研究所

2.1、 芯片为基：主控芯片迈向异构多核 SoC，AI 芯片加速域控制器落地

2.1.1、 主控芯片向“CPU+XPU”异构升级，车载 SoC 芯片将为竞争焦点

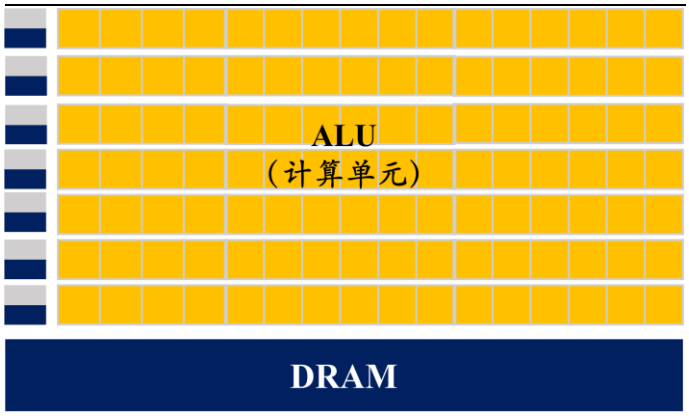
主控芯片是域控制器中的核心部件，其结构形式正由 MCU 向异构式 SoC 芯片方向升级。域控制器实际是此前多个 ECU 的融合，其目的在于让一个高度集成的主控芯片实现对多个智能化功能的控制。最早 ECU 中的主控芯片为 CPU，其设计的目的主要是用于逻辑控制（是与非、加或减），因此其构造中大量的空间用于布置控制单元与存储单元，计算单元的占比很少，这就导致在面向汽车智能化功能所需要的大规模运算时，CPU 的算力难以满足。**相比之下，以图像运算为目的开发的 GPU 拥有更多的计算单元，体现出更强的算力优势。**GPU 与 CPU 并非替代品，而是属于共生关系，只是由于内部结构的不同导致其擅长的应用领域有所不同。最初的 GPU 主要应用场景是视频游戏领域，伴随着人工智能技术在视觉领域的应用，基于视觉的自动驾驶方案逐渐变为可能，这就需要在汽车中原有主控芯片（CPU）的基础上加装擅长视觉算法的 GPU 芯片，从而形成“CPU+GPU”的解决方案。同时，由于汽车芯片的计算单元在设计时需考虑算力、功耗体积等问题，因此出于硬件资源的最优化，往往将 CPU 和 GPU 集合成为异构多核的 SoC 芯片。

图14：起初 ECU 中的处理器为 CPU，更擅长逻辑控制



资料来源：CSDN、开源证券研究所

图15：DCU 中引入更擅长计算的 GPU

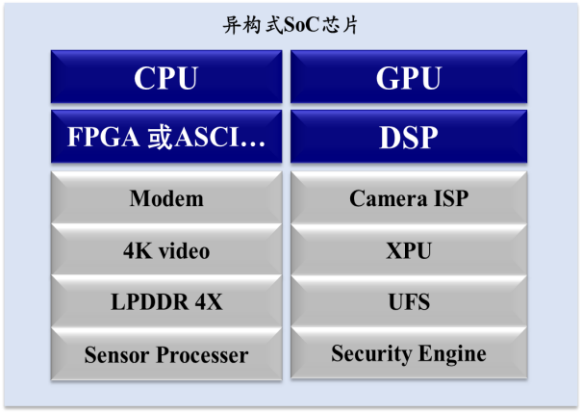


资料来源：CSDN、开源证券研究所

不过，“CPU+GPU”也并非最优的解决方案，因为 GPU 虽然具备较强的计算能力，但成本高、功耗大，由此又逐步引入了定制化的 FPGA 芯片和 ASIC 芯片。其中，FPGA 是半定制型芯片，相对于 GPU 有明显的性能和能耗优势，产品技术也已较为成熟。ASIC 是定制型芯片，可以更加有针对性的进行硬件层次的优化，从而获得更优的性能、能耗比。同时，由于需要定制化的研发，ASIC 芯片的设计研发周期较长、资金需求较大，因此在技术路线尚不明确的背景下大规模流片的性价比不高，但对于最终使用芯片的客户而言，二次开发的成本及时间都会大大减少。**总体来看，单一类型的微处理器，无论是 CPU、GPU、FPGA 还是 ASIC，都无法满足更高阶的智能驾驶需求，域控制器中的主控芯片会走向集成“CPU+XPU”的异构式 SoC（XPU 包括 GPU/FPGA/ASIC 等）。**根据 HIS 数据统计，2020 年全球车载 SoC 芯片市场规模将达到 40.12 亿美元，并在 2020-2025 年间 CAGR 有望达到 15.4%。

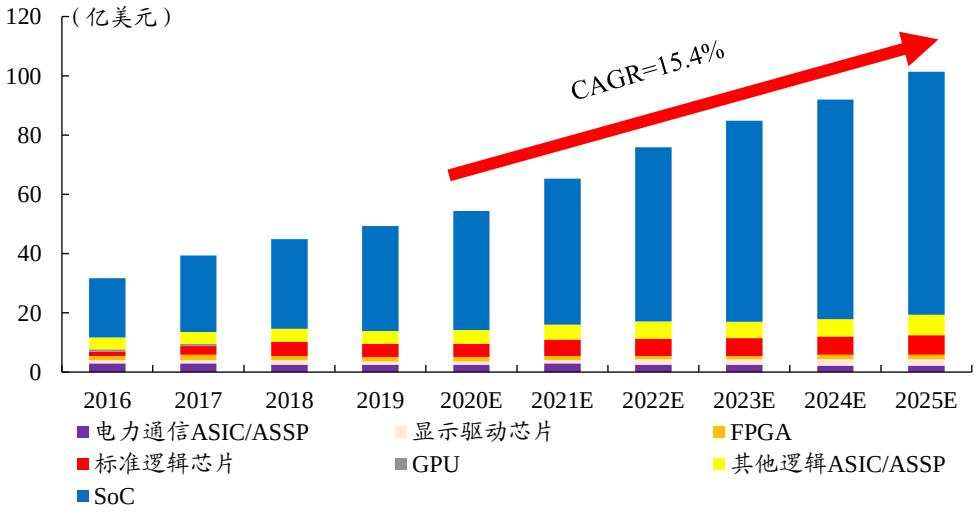
图16：通过 SoC 封装将 GPU/FPGA/ASIC 等与 CPU 组成异构式芯片

	GPU	FPGA	ASIC
定制化程度	通用型	半定制化	定制化
灵活性	好	好	不好
成本	高	较高	低
编程语言/架构	CUDA、OpenCL等	Verilog/VHDL等硬件描述语言，OpenCL、HLS	/
功耗	大	较大	小
主要优点	峰值计算能力强、产品成熟	平均性能较高、功耗较低、灵活性强	平均性能很强、功耗很低、体积小
主要缺点	效率不高、不可编辑、功耗高	量产单价高、峰值计算能力较低、编程语言难度大	前期投入成本高、不可编辑、研发时间长、技术风险大



资料来源：《中国 AI 芯片产业白皮书》、开源证券研究所

图17：车载 SoC 芯片需求快速增长，2020-2025 年间 CAGR 预计达 15.4%



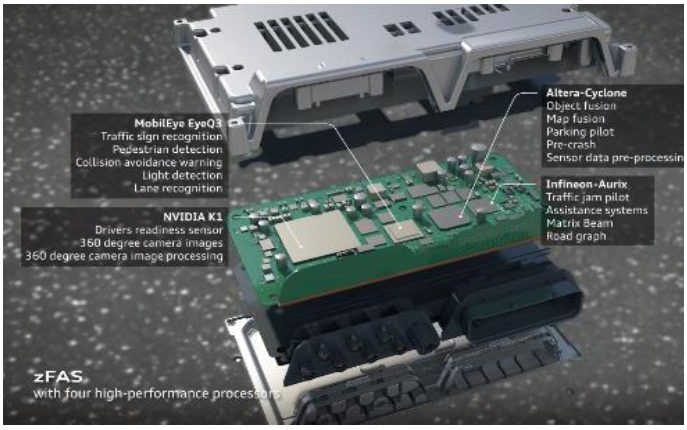
数据来源：IHS、开源证券研究所

2.1.2、 AI 芯片开启域控制器算力竞赛，国内新兴芯片厂商快速跟进

随着人工智能算法模型在智能驾驶领域的应用，AI 计算单元逐步被集成至主控芯片内，并由此开启车载主控芯片的算力竞赛。异构 SoC 芯片的应用一定程度加速了域

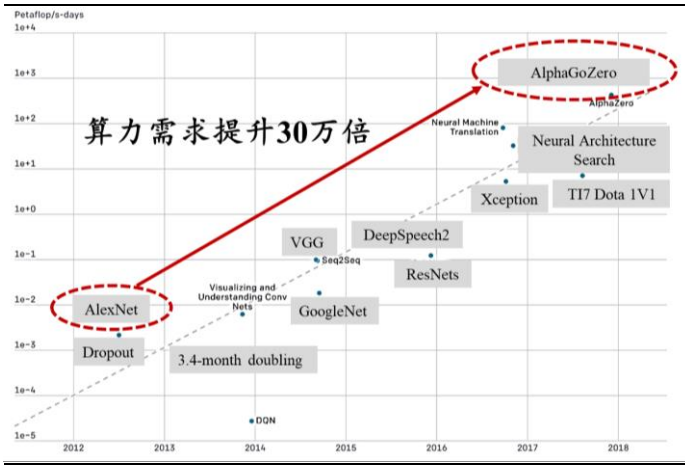
控制器的落地，奥迪在 2017 年发布新款 A8 时投产了全球首个 L3 级域控制器 zFAS。该域控制器的计算平台共搭载四枚芯片异构式 SoC 芯片，最终由德尔福集合而成。具体包括：Mobileye 提供的视觉处理芯片 EyeQ3（ASIC），英伟达提供的 Tegra K1 芯片（GPU+CPU），英特尔提供的 Cyclone V 芯片（FPGA），英飞凌提供的 Aurix TC297T 芯片（MCU）。zFAS 的量产开创了全球自动驾驶域控制器的先河，但仅凭 SoC 芯片的叠加仍难以支撑自动驾驶中人工智能算法模型（卷积神经网络等）所需要的算力。根据 OpenAI 数据统计，在过去 7 年间随着 AI 模型由 Alexnet 发展至 AlphaGoZero 时，其算力需求提升了 30 万倍。因此，具备更强人工智能模型运算能力的 AI 芯片逐步被引入汽车领域，并开启了行业内多家芯片厂商的算力竞赛。广义上而言，所有面向人工智能领域的运算芯片都可以称之为 AI 芯片。正如 GPU 作为专用图像处理器与 CPU 协同工作一样，AI 芯片也将会作为 CPU 的 AI 运算协处理器集成于异构式 SoC 中，专门处理 AI 应用所需要的并行矩阵运算需求，而 CPU 作为核心逻辑处理器，统一进行任务调度。此外，由于人工智能对于运算效率的要求较高，AI 芯片的主要类型为 GPU、FPGA 和 ASIC。

图 18：zFAS 搭载了四枚不同的异构式 SoC 芯片



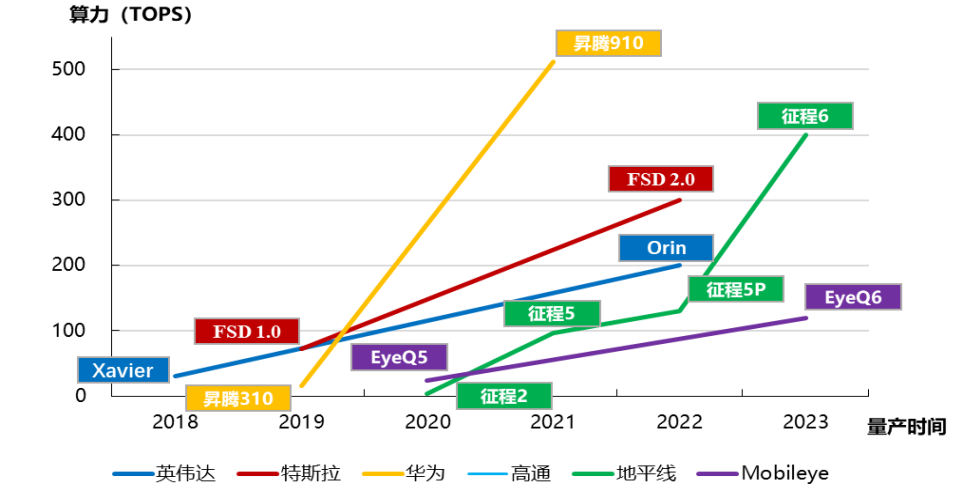
资料来源：奥迪官网

图 19：AI 对算力的需求过去 7 年间提升了 7 个数量级



资料来源：地平线、开源证券研究所

图 20：AI 芯片的应用开启车载主控芯片算力竞赛

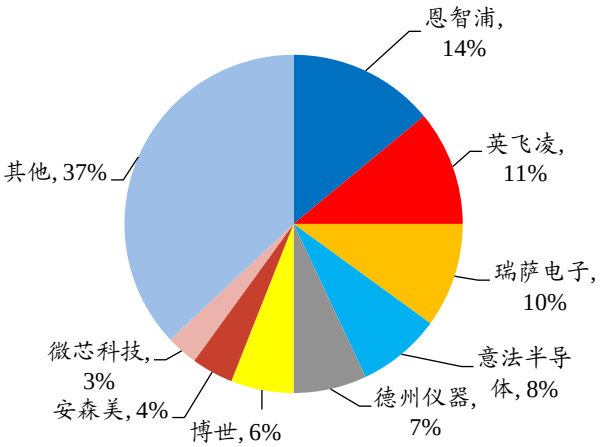


数据来源：公司官网、开源证券研究所

AI 芯片需求迸发推动车载芯片竞争格局重塑，国内新兴 AI 芯片厂商迎来重大发展

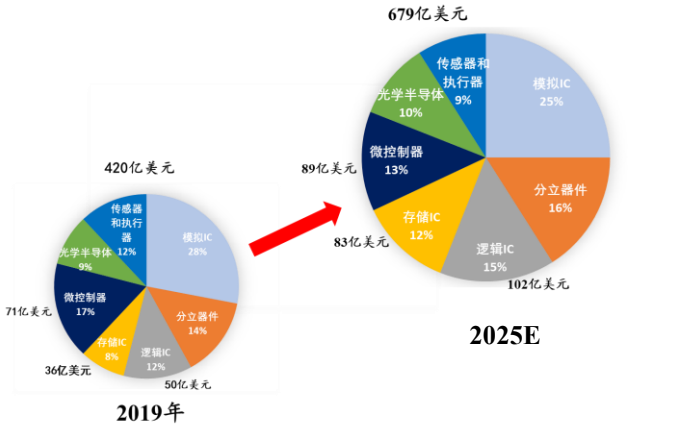
机遇。传统的汽车产业链中的车载芯片市场份额高度集中，根据 ICVTank 数据统计，2019 年全球汽车半导体市场 CR8 仍高达 68%，多年来一直被恩智浦、德州仪器、英飞凌等巨头垄断。不过，以上龙头厂商多聚焦于 MCU 等芯片领域，随着汽车智能时代的加速到来，车载芯片中的逻辑芯片和存储芯片需求占比大幅增加。根据 ICVTank 数据统计，未来车载逻辑芯片及存储芯片的市场份额占比将从 2019 年的 12%（50 亿美元）和 8%（36 亿美元），增长至 2025 年的 15%（102 亿美元）和 12%（83 亿美元）。其中，车载 AI 芯片需求的迸发吸引英伟达、英特尔、高通、华为等传统消费级芯片巨头纷纷进军汽车产业。同时，车载芯片需求结构的变化亦为国内新兴芯片厂商带来了快速切入汽车产业链的机遇。例如，国内 AI 芯片新势力地平线，已凭借其“征程”AI 芯片与海内外多家车厂建立合作，成功切入汽车产业链，为长安汽车、上汽集团、奥迪等多家整车厂提供“AI 芯片+算法 IP+开发平台”的完整解决方案。成立于 2016 年的黑芝麻智能科技 2019 年成功的发布了国内首款车规级智能驾驶芯片华山一号 A500，目前已与博世、中国一汽等多家 Tier1 或整车厂建立合作。

图21：传统车载芯片竞争格局稳定，CR8 达到 63%



数据来源：ICVTank、开源证券研究所

图22：车载逻辑和存储芯片未来市场份额有望大幅提升



数据来源：ICVTank、开源证券研究所

表2：海内外龙头芯片厂商纷纷入局车载 AI 芯片领域

	特斯拉	英伟达		Mobileye	地平线		黑芝麻	华为
名称	FSD	Xavier	Orin	EyeQ5	征程 2	征程 3	华山一号 A500	昇腾 310
处理器算力（TOPS）	72	30	200	24	4	≥5	5.8	16
功耗（W）	36	30	75	10	2	2.5		8
功率效率（TOPS/W）	2	1	1	2.4	2	2	>4	2
量产时间	2019 年	2018 年	2022 年	2018 年	2020 年	-	2020 年	2019 年
价格（元/TOPS）		343	-					214

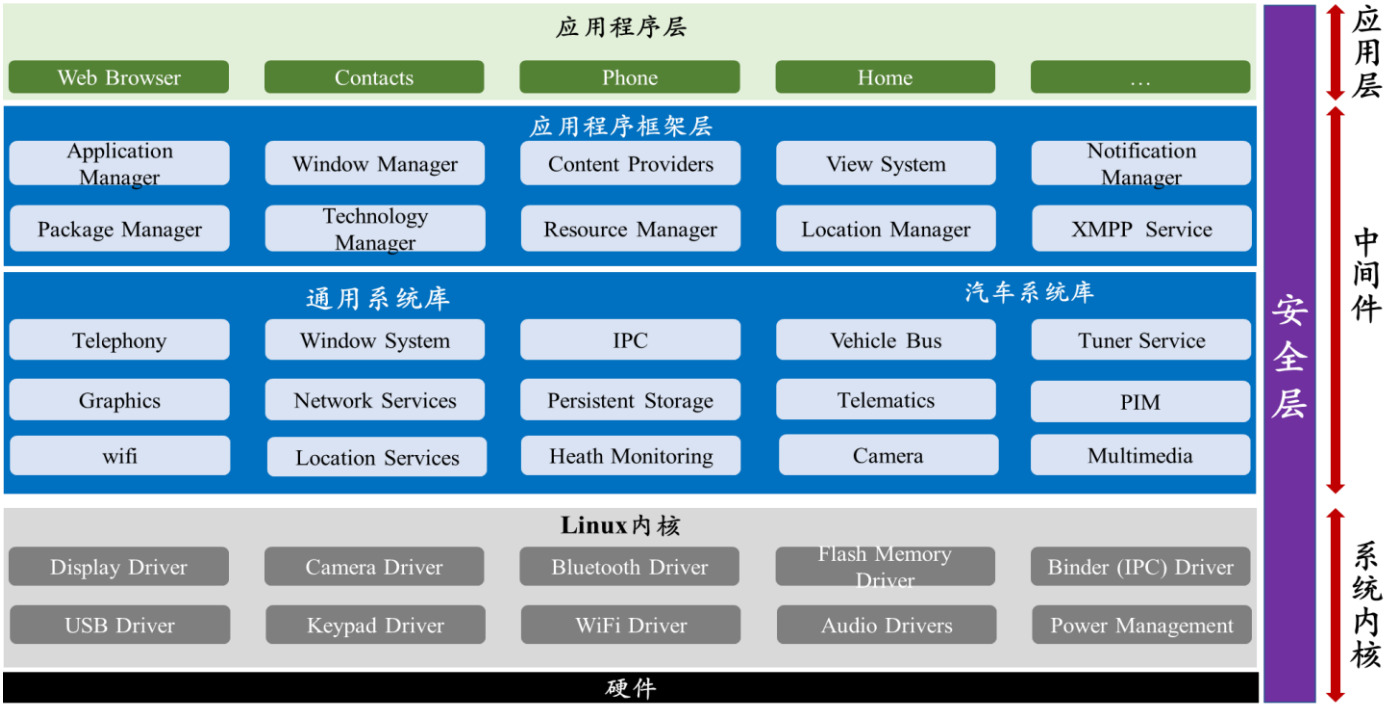
数据来源：各公司官网、开源证券研究所

2.2、 软件赋能：引入嵌入式智能车载系统，软件定义汽车时代加速到来

伴随着域控制器的诞生，汽车软件亦将从简易的裸机程序向更为复杂的嵌入式操作系统升级。自上世纪 80 年代以来，随着微处理器在汽车领域的广泛应用，以“微处理器+裸机程序”的解决方案已完全取代了早期汽车中使用的机械或液压元件。在这一阶段，汽车软件工程师通过直接在 ECU 上写入代码来实现对硬件资源的调用，其优

点在于功能稳定安全、反应灵敏，且不会出现死机等状况，但缺点在于功能单一且升级过程复杂。然而，随着域控制器的诞生，亟需嵌入式操作系统的引入来实现对主控芯片、传感器等硬件资源的合理调配，从而保证多项智能化功能的协调进行。广义的车载操作系统从结构上看与其他终端的操作系统基本一致，以 AGL 操作系统（Linux 组织专门为汽车领域而研发的开源系统）为例，主要包含系统内核、中间件、应用算法软件以及汽车领域特有的安全层四部分。其中系统内核的开发难度最大，出于性价比的考虑，目前少有厂商自行研制，因而其行业格局较为稳定，以 QNX 和 Linux 及相关衍生版本为主。部分软件研发实力较强的公司（特斯拉、华为、阿里等）会基于开源的 Linux 内核进行定制化改造，形成具备差异化竞争力的系统内核。中间件是基础软件中的一大类，是对底层软件模块的封装和接口标准化，处于操作系统内核和应用层之间，起到了承上启下的作用，是实现软硬件解耦的重要组成部分。大多数整车厂商会从这一层开始进行软件架构定制化研发。应用算法则是基于操作系统之上独立开发的软件程序，亦是各汽车品牌差异化竞争的焦点之一。

图23：AGL 操作系统主要包含系统内核、中间件、应用算法软件以及安全层四部分

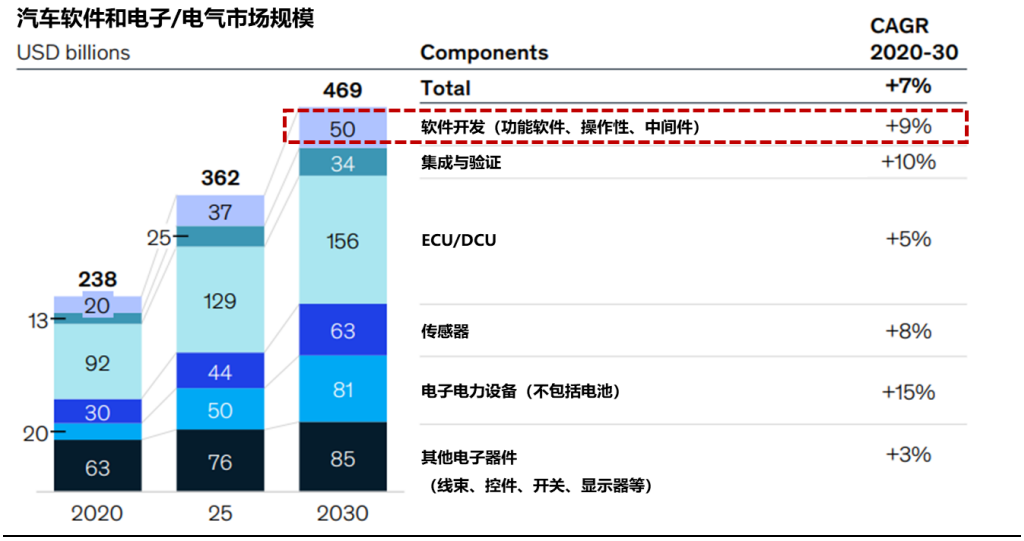


资料来源：CSDN、开源证券研究所

进一步来看，根据安全等级要求的不同，汽车嵌入式操作性系统大致可分为实时操作系统和非实时操作系统。分别来看：**（1）**所谓实时操作系统，是指系统接收到输入信号后，能够在短时间内处理完毕并予以反馈，并且其处理任务的（最迟）完成时间是确定可知的。**实时操作系统具备较高的安全性与可靠性，因此往往应用于车控领域，包含传统的车辆动力、底盘、车身以及新兴的自动驾驶等。**此前在车控领域的操作系统已经历了两轮标准化工作：OSEK/VDX 和 AUTOSAR。OSEK/VDX 主要对操作系统和网络管理进行标准化；AUTOSAR 从软件架构、开发方法、开发工具三方面进行标准化。目前，已有多家企业拥有成熟的车控操作系统产品和解决方案，包括德国的 Vector、ETAS，加拿大的 QNX，美国的 Mentor Graphics 等，而在智能化趋势下又新兴出特斯拉 Version、大众 VW.OS、华为 AOS/VOS 等多种实时操作系统。**（2）非实时操作系统则广泛应用于座舱娱乐等领域，更加注重兼容性与开发生态。**此类

操作系统多以 Linux 内核改造或移植移动端的操作系统而来，包括 Linux 衍生的 AGL、微软的 Windows Automotive、谷歌的 Android Auto、阿里 AliOS 等等。同时，许多新兴操作系统提供平台式解决方案，也即在一个软件架构之下根据所应用领域的不同使用不同的系统内核，典型的是华为的鸿蒙操作系统即包括座舱操作系统 HOS、智能驾驶操作系统 AOS、智能车控操作系统 VOS 三种。可以看到，众多互联网或科技厂商正通过强大的软件研发能力进入汽车产业链，成为软件 Tier1，也由此催生了庞大的汽车软件市场。根据 McKinsey 数据统计，2020 年全球汽车软件开发（包括操作系统内核、中间件、应用软件等）市场规模将达到 200 亿美元，时至 2030 年该市场规模将达到 500 亿美元，2020-2030 年其复合增长率将达到 9%，软件定义汽车时代正加速到来。

图24：预计 2030 年全球汽车软件市场规模将达到 500 亿美元



数据来源：McKinsey analysis、开源证券研究所

3、 域控制器供应链之下，多方势力各抒己长参与其中

域控制器供应链将形成两大阵营，即以华为、特斯拉为代表的全栈式供应商，以及以英伟达、高通、地平线等为代表的开放式供应体系。其中，全栈式解决方案供应商凭借自身的技术优势实现了从底层硬件到软件架构的全覆盖，具备软硬件一体化的性能优势。而开放式的供应链生态，主要由 AI 芯片公司、软件供应商、Tier1 系统集成商和整车厂组成。其中底层的 AI 芯片公司是域控制器的基础，软件供应商和算法提供商（部分为整车厂自研）赋能，Tier1 进行系统集成，最终由整车厂落地验证。目前典型的第一阵营包括“特斯拉”、“华为+长安”、“Mobileye+蔚来”等，开放式阵营包括“小鹏+德赛西威+英伟达”、“理想+德赛西威+英伟达”、“高通+长城”等。在汽车智能化加速渗透的背景下，域控制器作为智能化的核心零部件将最为受益，看好在域控制器中卡位核心环节的相关公司。

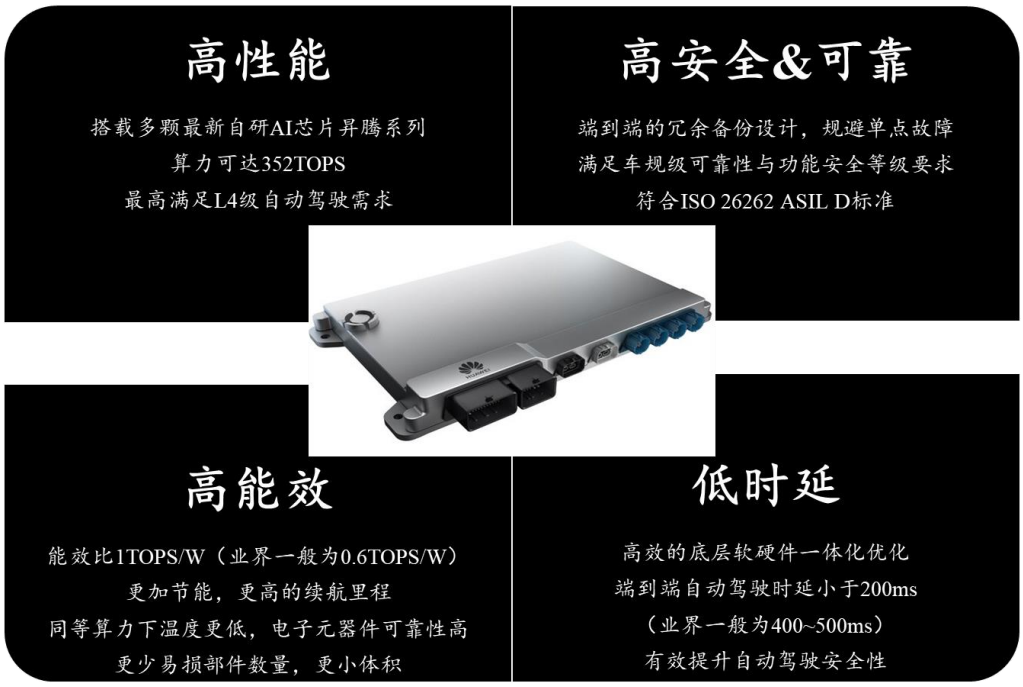
3.1、 全栈式解决方案供应商，软硬件兼顾自成体系

3.1.1、 华为：昇腾 AI 芯片+MDC 计算平台+鸿蒙 OS

以昇腾系列 AI 芯片为基础，构建华为 MDC 中央智能计算平台。目前，华为针对智能驾驶领域已经成功研制出了车规级 AI 芯片昇腾 310 和昇腾 910。其中，昇腾 310 单片算力为 16TOPS，而其功耗仅为 8W，功耗比与特斯拉 FSD 芯片相当，主要应用于边缘计算等低功耗领域；昇腾 910 单片算力达到 512TOPS，同时作为一款高集成

度 SoC 芯片，除了基于达芬奇架构的 AI 核外，还集成了多个 CPU、DVPP 和任务调度器，因而具有自我管理能力，可以充分发挥其高算力的优势。而基于昇腾系列芯片，华为推出了 MDC300 和 MDC600 智能计算平台。其中，MDC300 的 AI 单元由四颗华为昇腾 310 芯片组成，计算单元搭载华为的鲲鹏芯片，控制单元则搭载是英飞凌 TC397 芯片，整体算力达到 64TOPS，满足 L3 级自动驾驶；MDC600 是基于 8 颗昇腾 310 芯片，同时还整合了 CPU 和相应的 ISP 模块，整体算力可达 352TOPS，适用于 L4 级别自动驾驶。除此之外，华为即将发布 MDC 210 和 MDC 610 智能驾驶计算平台。MDC 210 可提供 48TOPS 算力，主要面向 L2+级自动驾驶，MDC 610 可提供 160TOPS 算力，面向 L3-L4 级别自动驾驶。综合来看，MDC 集成了华为自研的 Host CPU 芯片、AI 芯片、ISP 芯片与 SSD 控制芯片，并通过底层的软硬件一体化调优，在时间同步、传感器数据精确处理、多节点实时通信、最小化底噪、低功耗管理、快速安全启动等方面领先业界。相比当前业界其他自动驾驶计算平台，华为 MDC 具有高性能、高安全&可靠、高能效、低时延的技术优势。

图25：华为 MDC 中央计算平台具备“三高一低”的技术优势



资料来源：华为官网、开源证券研究所

华为智能汽车软件解决方案包括三个操作系统+一个跨域集成软件框架。（1）鸿蒙座舱操作系统 HOS：华为针对汽车座舱的使用场景、上层应用软件和底层硬件对接的需求，进行了定制化开发，打造了鸿蒙座舱操作系统 HOS。鸿蒙座舱操作系统 HOS 可实现座舱软硬件解耦，同时对语音交互、视觉识别，音频优化等核心能力开发了基础服务。该系统支持与车企联合定义开放接口，使得其合作伙伴可以快速开发，共同构建应用生态。**（2）智能驾驶操作系统 AOS:** 针对智能驾驶打造的实时操作，目前已通过 ASIL-D 等安全认证，成为业界首个获得 Security & Safety 双高认证的商用 OS 内核。**（3）智能车控操作系统 VOS:** 该系统原生支持异构多核，模型化工具链，兼容 AUTOSAR。可以使得原来多 ECU 的集中开发变得简单高效。同时，该系统相比于现有的车控系统将更加开放，不仅支持华为自己的微处理器芯片，而且会支持世界范围内包括恩智浦、英飞凌在内的众多芯片。**（4）华为 Vehicle Stack**：是面向服务（SOA）的跨域集成软件框架，相当于欧洲传统车企联盟所创造的 AUTOSAR。在此

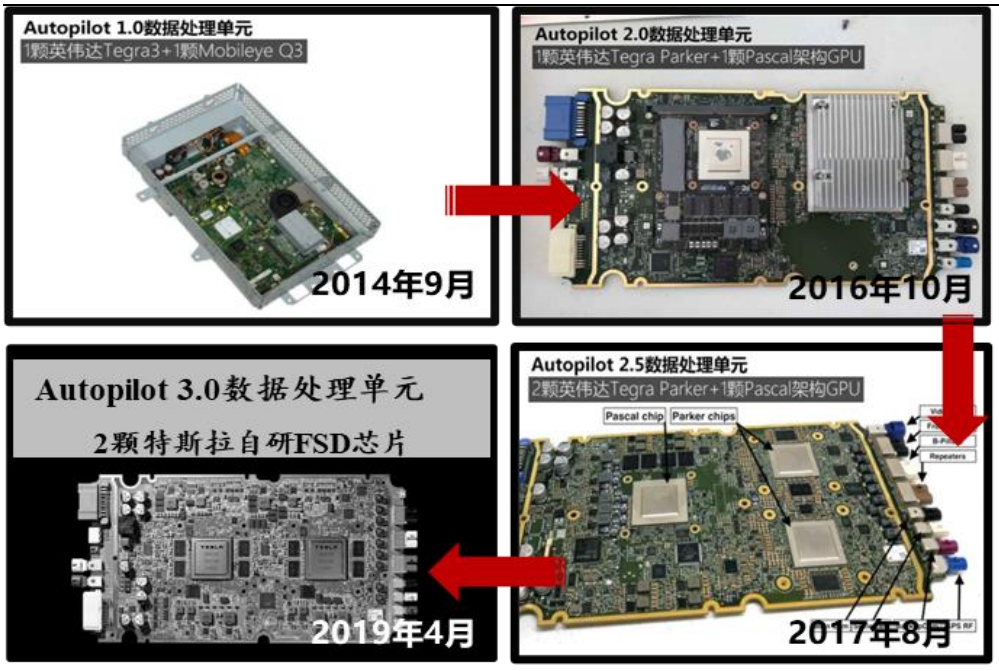
软件架构之下，可以各个操作系统之间互联互通，使能整车特性快速开发、验证、部署，同时还支持丰富的自动化工具链，车型开发周期可缩短 6－8 个月。

3.1.2、 特斯拉：FSD AI 芯片+HW 域控制器+Autopilot 操作系统

特斯拉开启智能驾驶计算平台先河，主控芯片由合作开发转向自研 FSD。早在 2014 年 10 月，特斯拉已经在其 Model S 和 Model X 两款车型中搭载自动驾驶系统 Autopilot1（智能驾驶域控制器 HW1.0），这款域控制器是在 Mobileye 的 EyeQ3 芯片基础上建立而成，可支持 L2 级自动驾驶。2016 年，特斯拉与 Mobileye 的合作破裂，主控芯片供应商转向英伟达，并于同年基于英伟达 DRIVE PX2 芯片推出自动驾驶域控制器 HW2.0，搭载于 Model S 和 Model X 两款车型中。但 HW2.0 本质上仍为一个过渡产品，线路板上存在大片留白，未达到汽车芯片高度集成化的特征。因此，仅仅 10 个月后特斯拉便推出了 HW2.5 作为进阶版本，这款产品算力超 6TOPS，可以服务于 L2~L3 级自动驾驶。由于 DRIVE PX2 芯片过低的效率和超出掌控的技术内核，特斯拉与英伟达间三年的合作最终宣告停止。

特斯拉自研的 Autopilot 操作系统是以 Linux 内核为基础深度定制化改造而成。开源的 Linux 内核不仅为特斯拉节省了大笔研发费用，同时其高自由度利于特斯拉实现更多差异化功能。在 2012-2019 年间特斯拉已完成超过 142 次的 OTA 升级（潜在问题改善 11 次、全新功能导入 67 次、交互界面逻辑等优化 64 次），涉及自适应巡航、自动紧急刹车系统、360°全景视图、并道辅助等多项功能，系统版本从 2014 年的 V6.0 已迭代至目前的 V10.0。

图26：特斯拉智能驾驶计算平台已搭载自研 AI 芯片



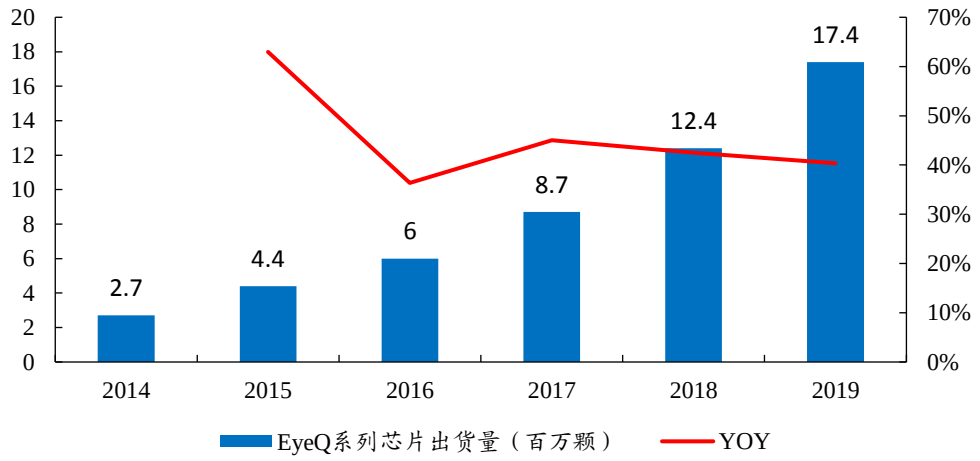
资料来源：特斯拉、开源证券研究所

3.1.3、 Mobileye：EyeQ 系列芯片是以摄像头为解决方案的 ADAS 领域绝对龙头

公司 EyeQ 系列芯片在 camera-based ADAS 市场的市占率已超过 70%。Mobileye 于 1999 年在以色列成立，主要致力于汽车计算机视觉领域的研究。在公司成立之初的近十年内，公司一直专注于研发，在这过程中并没有推出任何的的系统和模型。2008 年，公司推出了其第一款提供 L1 辅助驾驶功能的产品 Eye Q1 芯片，算力为

0.0044TOPS。2010 年，推出 EyeQ2 芯片，算力为 0.026TOPS。以上两款面向 L1 级辅助驾驶的芯片为公司奠定了在低级别辅助驾驶领域的龙头地位。2014 年，公司推出的 EyeQ3 芯片算力为 0.256TOPS、功耗比为 0.1024TOPS/W，可以满足特斯拉基于视觉解决方案的 L2 级自动驾驶的技术需求，也由此开启了 Mobileye 的快速成长期。2014-2019 年公司 EyeQ 系列芯片出货量 CAGR 高达 45.2%。同时，依赖于 EyeQ 系列芯片在视觉处理方面的强悍能力，Mobileye 在 camera-based ADAS 市场的市占率已超过 70%。2017 年，公司被英特尔以 153 亿美元现金收购。

图27：自 2014 年 EyeQ3 发布后，Mobileye 迎来快速成长期



数据来源：Mobileye、开源证券研究所

表3：Mobileye 的 EyeQ 系列 AI 芯片主要聚焦于低级别自动驾驶

芯片名称	算力（TOPS）	功耗（W）	TOPS/W	量产时间	自动驾驶等级
EyeQ1	0.0044	2.5	0.0018	2008	L1
EyeQ2	0.026	2.5	0.0104	2010	L1
EyeQ3	0.256	2.5	0.1024	2014	L2
EyeQ4	2.5	3	0.83	2018	L3
EyeQ5	12	5	2.4	2020	L4~L5

数据来源：公司官网、开源证券研究所

传统黑盒子封闭模式拖累公司发展进程，EyeQ5 开放软件架构争夺高阶自动驾驶领域。Mobileye 的芯片销售是黑盒子模式，也即 Mobileye 的专有视觉解决方案采用紧密耦合的 EyeQ 芯片以及 Mobileye 自家感知软件。对于刚刚起步或技术能力不足的车企来说，芯片厂商自带通用算法可以极大缩减成本，加速车型成型并实现量产。然而，Mobileye 成熟的解决方案亦带来了其软件架构的封闭性，车企难免成为自动驾驶研发平台的附庸，失去对自动驾驶研发的控制权。因此可以看到，当特斯拉、小鹏、理想等造车新势力在迈向 L3 级及以上自动驾驶等级时均未再采用 EyeQ 系列芯片。为此，Mobileye 自 2020 年所发布的 EyeQ5 开始，提供了开放版 EyeQ5 芯片和封闭版 EyeQ5 芯片的组合，其中开放版中芯片可执行第三方的程序代码，支持车企自行编译程序。同时，英特尔目前正倾全力开发支持 EyeQ5 新芯片的工具链，为向高阶自动驾驶领域发展奠定基础。

3.2、 产业链单一环节供应商，各抒己长共建生态链

3.2.1、 以德赛西威、伟世通为代表的域控制器集成厂商

(1) 德赛西威：IPU03 自动驾驶域控制器+智能座舱域控制器

联手英伟达为小鹏 P7 打造国内首款 L3 级自动驾驶域控制器。IPU03 具备较高技术含量和价值量，搭载于 2020 年 4 月发布上市的小鹏 P7，实现了国内自主品牌零部件企业真正意义上的域控制器规模化量产。作为德赛西威—小鹏汽车—英伟达三方合作的产物，IPU03 搭载英伟达 Xavier 芯片，并基于操作系统 QNX Safety OS 操作系统，算力可达 30TOPS，可以实时处理多传感器所采集得的数据，并计算整理自身驾驶状态以及周边环境的数据信息。通过该控制器与不同传感器配置的配合，能够在多种高低速场景下实现 L3 级有条件自动驾驶或智能化驾驶辅助功能，包括但不限于自主变道，城市道路塞车自动跟车、自动泊车 APA 等。此外，德赛西威近日与英伟达和理想汽车达成合作，宣布共同开发基于英伟达 Orin 芯片的新一代自动驾驶域控制器，为理想汽车 2022 年推出的全尺寸增程式智能 SUV 提供较好的硬件基础，助力理想汽车实现辅助驾驶到自动驾驶的全功能覆盖。

图28：德赛西威联手英伟达打造国内首款量产 L3 级自动驾驶域控制器



资料来源：德赛西威官网

2020 年 9 月，德赛西威首款自主研发的智能座舱域控制器在瑞虎 8 PLUS 上首次亮相。该域控制器基于 6 核瑞萨 R-CAR 系列高性能芯片，采用双系统的软件架构。其中 QNX Hypervisor2.0 虚拟机保障了仪表功能安全，而 Android 9.0 系统可让用户受到丰富的信息娱乐功能。此外，该款域控制器通过以太网技术实现了前后排屏幕互控的功能，同时支持 OTA 软件迭代升级，前后排卡拉 OK、语音游戏等功能，为用户带来更加人性化舒适体验。

(2) 伟世通：携手奔驰推出业界首款座舱域控制器 Smart Core

伟世通于 2018 年 3 月与奔驰共同推出了业界首款智能座舱域控制器产品 Smart Core。2020 年在 CES 上，伟世通展出了与腾讯和广汽合作打造的新一代 Smart Core。作为全球首款搭载第三代高通骁龙汽车座舱平台的智能座舱域控制器，Smart Core 在广汽全新纯电平台首款车型 Aion LX 上实现量产。同时，腾讯为 Smart Core 搭载了其车联 TAI 汽车智能系统的核心技术与能力，并注入了其丰富的内容生态，在实现高效人机互动和车身控制的前提下大幅提升用户体验度。此外，Smart Core 将数字仪表，信息娱乐和车身控制界面这三个座舱域首次整合到单个域控制器中，大幅减少控制信号的等待时间、整车线束长度和系统成本。在安全性方面，Smart Core 部署了

硬件安全墙等措施，并要求所下载数据需要先得到汽车经销商的签署授权，有效防止可疑应用程序侵入 Smart Core 的安全部分。

表4：伟世通——SmartCore 智能座舱域控制器

芯片组	管理程序	开源系统	AI 功能	其他功能	整合功能域
高通 8155 高通 8195	伟世通 QNX INTEGRITY	IVI – Android P, Linux 驾驶员信息 – QNX, INTEGRITY	驱动器监视 语音交互 360 度环绕视角	最高支持 8 块显示屏 OTA	信息娱乐 空调控制 驱动器监视器 远程信息处理

资料来源：伟世通官网、开源证券研究所

图29：伟世通携手奔驰推出业界首款座舱域控制器 Smart Core



资料来源：伟世通官网

3.2.2、 以地平线、英伟达为代表的 AI 芯片供应商

(1) 英伟达：Drive 系列智能计算平台，可满足 L2~L5 级自动驾驶需求

英伟达是一家建立于 1993 年的专业人工智能计算公司，并在 1999 年实现了对 AI 芯片中 GPU 的定义。凭借强大的 GPU 实力，英伟达迅速实现了对老牌 CPU 芯片企业英特尔的追赶甚至超越。在 2015 年国际消费类电子产品展览会上，英伟达首次发布用于自动驾驶的 DRIVE PX 智能计算平台，搭载 Tegra X1 芯片，该计算平台可通过深度学习和计算机视觉实现对环境的感知，借此实现自动巡航和泊车等 L2 级自动驾驶功能。2016 年英伟达再次发布 DRIVE PX 系列二代产品—DRIVE PX2，搭载两颗二代 Tegra 芯片，整体算力达到 24TOPS，也是自该款芯片开始英伟达与特斯拉建立合作。2017 年，英伟达推出 PX2 的升级版本—DRIVE AGX Xavier，首次搭载 Xavier AI 芯片，功耗比提升至 1TOPS/W。目前，相比 Mobileye 的芯片，在 L3 及以上级别的自动驾驶芯片领域，英伟达已经取得的明显的领先地位，其 Drive PX2 和 Drive Xavier 已经得到普及。2020 年英伟达再次发布 DRIVE AGX Orin，旨在打造一个面向 L5 级自动驾驶的软件定义汽车平台，该产品性能可达上一代 Xavier 系统级芯片的 7 倍，算力最高可达到 200TOPs，计划于 2022 年在蔚来 ET7 车型中首次量产。

表5：英伟达 Drive 系列智能计算平台，可满足 L2~L5 级自动驾驶需求

计算平台名称	搭载芯片	整体算力（TOPS）	TOPS/W	量产时间	应用领域
DRIVE PX	Tegra X1			2015	L2
DRIVE PX2	2*Tegra X2	24	0.08	2016	L2/3
DRIVE AGX Xavier	Tegra Xavier	30	1.0	2017	L2/3
DRIVE AGX Pegasus	2*Xavier+2* Turing™ GPU	320	0.6	2017	L4/L5
DRIVE AGX Orin	Orin	200	2.7	2022	L2~L5

资料来源：英伟达、开源证券研究所

(2) 地平线：征程系列 AI 芯片+Matrix 自动驾驶计算平台

地平线是一家新兴的国内边缘 AI 芯片企业，针对自动驾驶 AI 芯片，地平线推出了 Journey 2 芯片，采用 TSMC 28nm HPC+工艺，芯片算力超 4TOPS，功耗比超 2TOPS/W。这是国内首款车规级 AI 芯片，2020 年已迈入量产阶段并搭载于长安 UNI-T 座舱域。此外，地平线目前正在研发的 Journey 3 芯片，该芯片基于自研的 BPU2.0 架构，目前已通过 AEC-Q100 认证，算力级别以匹配 L4/L5 级自动驾驶为目标。除此之外，地平线打造了 Matrix 自动驾驶中央计算平台。该计算平台是由征程 2 架构加速的车规级计算平台，结合深度学习感知技术，在被动散热的硬件上实现强大的感知计算能力，为高级别自动驾驶提供了稳定可靠的高性能感知系统。提供单路和四路输入的两种选择，可满足模块化需求。

图30：地平线拥有征程系列 AI 芯片+Matrix 自动驾驶计算平台



资料来源：地平线

(3) 黑芝麻：华山系列 AI 芯片+FAD 域控制器

黑芝麻成立于 2016 年，公司主攻嵌入式图像和计算机视觉领域，为 ADAS 及自动驾驶提供包括芯片在内的完整的落地方案。2019 年，黑芝麻科技推出了首款 AI 芯片——华山 A500，该芯片算力为 5-10TOPS，功率效率已达到 4TOPS/W，采用 28nm 工艺，面向 L2~L2.5 级自动驾驶，已在比亚迪相关车型上实现量产。虽然适配的自动驾驶等级较低，但 A500 有极大的效率优势和成本优势，A500 的成本仅有特斯拉 FSD 的三分之一。此外，黑芝麻科技于 2020 年 6 月再次推出了 A1000 芯片，该芯片效率达到 6TOPS/W，算力达到 40~70TOPS，采用 16nm 工艺（A1000L 芯片算力为 16TOPS）。

目前，黑芝麻科技正在研发第三代芯片——A2000，这款芯片算力将达到 200TOPS，追平目前英伟达最新款 AI 芯片 DRIVE Orin 的算力。基于华山二号 A1000 芯片，黑芝麻还可以根据不同的客户需求，提供多种定制化解决方案。单颗 A1000L 芯片适用于 ADAS 辅助驾驶，单颗 A1000 芯片适用于 L2+自动驾驶，双 A1000 芯片互联可达 140TOPS 算力，支持 L3 等级自动驾驶，四颗 A1000 芯片则可以支持 L4 甚至更高的自动驾驶需求。

表6：黑芝麻可提供除硬件芯片之外完整的定制化解决方案

名称	算力	功耗（W）	技术工艺	量产时间	CPU 核心数	安全等级
A500	5-10TOPS	<2	28nm	2019	3	AEC-Q100 二级认证
A1000L	16TOPS	<5	16nm	2021	6	AEC-Q100、ASIL B
A1000	40-70TOPS	<8	16nm	2021	8	AEC-Q100、ASIL B、ASIL-D 安全岛、系统 ASIL D

数据来源：黑芝麻科技、开源证券研究所

3.2.3、 以 QNX、阿里、百度为代表的车载软件系统供应商

(1) QNX：世界首款通过车规级安全认证的操作系统，核心优势在于高安全性

QNX 是世界上第一款通过 ISO 26262 ASIL 级安全认证的车载操作系统，母公司黑莓所拥有的 80+项安全认证和数千项安全相关专利将为其安全性持续赋能。同时，为确保软件的安全性，QNX 开发生态较为封闭，黑莓是 QNX 的唯一开发者，并陆续打造出 QNX 基础软件平台、声学软件开发平台、域控制器架构、数字仪表软件开发平台、Heypervisor 平台、智能驾驶平台等多种版本。此外，QNX 采取微核心架构，操作系统中的多数功能均以许多小型 Task 来执行，这样的架构使得用户和开发者可以关闭不需要的功能而不需要改变操作系统本身。得益于这种执行模式，QNX 系统中的各项功能与应用能在不影响互相间稳定性的前提下整合运算资源，在高安全性的同时保障其运算效率。根据黑莓公司数据统计，截至 2020 年 6 月底，全球已有超过 1.75 亿辆汽车已搭载 QNX 系统，车用市场占有率达 75%。德尔福、大陆、电装等 Tier1 的基础软件层都是在 QNX 系统上搭建的，而其合作伙伴既包括小鹏、威马等新势力车企，也包括宝马、奥迪、保时捷、大众、福特、通用等传统 OEM。

(2) AliOS：基于 Linux 内核深度定制的国产车载操作系统

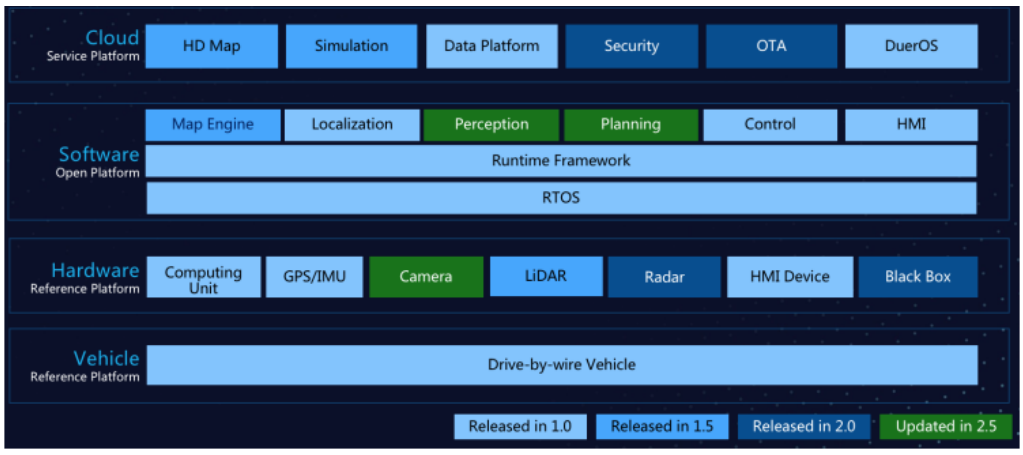
AliOS 是阿里巴巴集团推出的移动操作系统，可应用于智联网汽车、智能家居、手机、Pad 等智能终端，目标为行业提供一站式 IoT 解决方案，构建 IoT 云端一体化生态，使物联网终端更加智能。AliOS 于 2014 开始进军车载方向，基于 Linux 内核而研发，采用阿里云虚拟机技术，目前主要应用于智能座舱领域。2016 年，AliOS 在荣威 RX5 中实现了汽车操作系统的商用，并率先提出“去 APP 化”的应用模式：AliOS 采用“场景地图桌面+无缝连贯服务体验”的架构和生态，相比较 PC 端中 Windows“桌面+文件”实现的“人找内容”，移动端中 Android 与 iOS 的“桌面+APP”架构实现的“人找应用”，AliOS 则实现了“服务找人”的模式。例如，当车主的常规线路发生拥堵时，系统会给车主发送一条信息，推荐最佳导航路线；若车主告知汽车要去电影院看电影，系统会自动规划去电影院的路线以及看电影之前的就餐地点、停车场。

(3) 百度：对标移动端 Android，打造开源的自动驾驶软件开发平台

2017 年，百度发布“阿波罗计划”及 Apollo 1.0，这是一个自动驾驶软件的开源平台。这个平台结合了许多工具，包括数据、API 和开源代码，开发者可以免费使用这些工

具将自动驾驶产品推向市场。2018 年 7 月，在百度 AI 开发者大会上，百度发布 Apollo3.0 及小度车载 OS，并首次发布了车载语义开放平台。2019 年 12 月，在首届百度 Apollo 生态大会上，百度推出了 Apollo 5.5 版本，同时支持点对点城市自动驾驶，并将自动驾驶平台扩展为自动驾驶、车路协同、智能车联三大开源平台。2020 年，百度发布 Apollo 6.0 迈向无人驾驶领域。其中，Apollo 实时操作系统是 Ubuntu Linux 操作系统与 Apollo 内核相结合的成果。ubuntu 是业内顶级 Linux 发行版之一，也是流行的云操作系统，原始的 Ubuntu 系统并非实时操作系统，通过加入 Apollo 自主设计的内核，使其成为一个 RTOS。类似于谷歌在移动领域中推出的 Android 开源项目，整个 Apollo 平台旨在车载领域中为第三方提供更为便捷的开发环境。2021 年 1 月 11 日，百度宣布组建智能汽车公司，以整车制造商的身份与吉利汽车战略合作，正式进军汽车行业。

图31：百度 Apollo 对标移动端 Android，打造开源的自动驾驶软件开发平台



资料来源：百度 Apollo

4、 受益公司：德赛西威、北京君正、中科创达、华阳集团

4.1、 德赛西威：小鹏 P7+理想汽车的智能驾驶核心供应商

公司为小鹏 P7 和理想汽车的智能驾驶域控制器核心供应商。公司自 2016 年智能化转型后，智能驾驶业务每年保持着翻倍以上的强劲增长。公司搭载于小鹏 P7 的 L3 级自动驾驶域控制器已经规模化量产。同时，2020 年 9 月公司再度宣布与英伟达、理想汽车达成合作，将基于英伟达最新的 Orin 芯片联手打造下一代自动驾驶域控制器，智能驾驶域控制器再下一城。看好公司和自动驾驶芯片巨头英伟达的产业链深度合作，未来持续拓展客户可期。同时，公司全自动泊车系统、5G-V2X 产品已获得国际品牌车厂项目定点。

智能座舱、网联产品渗透率持续提升，三大业务全面突破推动高增长。在车载信息娱乐系统大屏化、一芯多屏的趋势下，公司智能座舱业务迎来量价齐升，多屏互动智能座舱、车载显示模组、液晶仪表等产品已相继获得比亚迪、广汽集团、长城汽车、长安汽车等多个车企新项目订单。智能网联方面，公司也已获得一汽大众、长安马自达等客户的车联网平台、OTA 等项目订单，助力一汽大众捷达品牌首次实现 OTA 升级。叠加智能驾驶业务的高增长，公司三大核心业务全面突破驱动公司收入和业绩的持续高增长。

4.2、 北京君正：国内车规级存储芯片供应商

公司所处的车规级存储芯片行业壁垒较高，且需求量将随智能驾驶的发展持续提升。在汽车电子行业中，存储芯片的地位举足轻重，可广泛应用于车载娱乐系统、动力系统、自动驾驶系统等多个领域。因此，随着智能驾驶的不断发展，对数据存储的容量及读写速度也将有更高的需求，车规级存储芯片的需求量将随之持续增长。此外，车规级半导体对温度、使用寿命、故障率等要求更高，供应商本身和其产品均需经过严格的认证和质量审核流程，具备较高的行业壁垒。

并购 ISSI 后，公司"CPU+存储芯片"双主业成型，看好并购后协同发展前景。公司在实现对 ISSI 并购时还附带募集配套资金总额不超过 15 亿元，其中部分拟用于投入面向智能汽车的新一代高速存储芯片研发项目、面向智能汽车和智慧城市的网络芯片研发项目。经过长期技术积累，北京矽成掌握了包括 DRAM、SRAM、FLASH 在内的各类存储器芯片的设计技术并形成了多项自主知识产权专利，在车用存储芯片的研发领域具有全球领先水平。针对智能汽车对于存储器在容量、读写速率和安全性方面的需求，北京矽成拟在已有技术基础上进行新一代高速存储器芯片技术及整体解决方案的研发，为全球汽车制造商和系统供应商提供更高的存储容量、更快的存储速度、更长的数据存留时间，以支持智能汽车的高质量运行。在两大项目顺利实施后，未来有望为公司带来可观业绩增量。

4.3、 中科创达：车载操作系统迎高景气度周期，5G 落地迎来新契机

前瞻布局智能网联汽车业务，迎来收获期。公司自 2013 年起前瞻布局智能网联汽车领域，以车载信息娱乐系统为基础，融合高级辅助驾驶系统(ADAS)、智能仪表盘、车载通信系统，面向整车厂和 Tier1 提供智能驾驶舱平台产品。通过收购爱普新思、慧驰科技、Rightware 后公司迅速打开汽车前装市场，市占率进一步提升，截止目前在全球范围内拥有超过 100 家智能网联汽车客户。2019 年公司智能网联汽车业务持续高速增长，营收同比增长 60%以上。随着与整车厂前期研发的不断完成，我们预计未来 1-2 年内纯毛利的 Royalty 模式收入及占比将显著提升，为公司汽车业务板块营收、毛利率提升提供重要保障。

万物互联时代到来，SoM 模块充分受益。公司"核心板+操作系统+核心算法"一体化的 SoM 核心计算模块已应用到无人机、智能相机、VR、扫地机器人等领域，该模块具备通用性强的特点，稍加改造后能够搭载在不同终端设备上。因此，随着 5G+AI 赋能，公司 SoM 模块有望在不同应用场景加速落地。同时。公司紧靠高通等厂商建立联合实验室，相比同业竞争对手在硬件技术和客户拓展能力方面优势明显，有望充分受益于万亿物联网产业的快速发展。

4.4、 华阳集团：智能座舱量价齐升，绑定华为打开成长空间

汽车智能网联化趋势下，公司核心业务智能座舱迎来量价齐升的黄金增长期。公司成立于 1993 年，自 2001 年开始布局汽车座舱内相关产品，现已发展成为汽车座舱电子供应商与系统集成服务商，具体产品包括车载影音、车载导航、数字仪表、流媒体后视镜、ADAS 等。随着汽车智能网联时代的到来，智能座舱相关产品渗透率将大幅提升。根据 ICVTank 数据预计，2025 年全液晶仪表、流媒体后视镜、HUD 抬头显示渗透率将分别提升至 70%、30%、30%（2020 年渗透率分别为 30%、7%、10%）。因此，公司产品有望在此趋势下快速放量。此外，随着 W-HUD、ADAS 等拥有高价值量产品的陆续上车，公司有望迎来核心业务量价齐升的高速发展期。

绑定华为打开成长空间，长期成长性持续向好。随着汽车产业链逐步走向扁平化，华为等科技公司已强势进军汽车产业链。目前，华为在汽车领域已逐步形成由外设

（激光雷达等传感器）到智能计算平台（昇腾系列 AI 芯片+MDC 平台），再到软件系统（鸿蒙 OS）的全栈式覆盖，未来有望凭借自身强大的 ICT 技术以及芯片研发能力在汽车领域占据重要地位。而公司作为在汽车电子领域深耕多年的供应商，目前已与华为在车载环境、车规级要求等多方面建立合作。2020 年 9 月，华为海思与华阳集团联合发布 360°AVM 智能环视系统。该产品可以在泊车或起步的行驶场景下，基于海思 AI 处理器，高效运行智能图像识别算法，对车辆周边的移动物体进行监测、分类，包括行人检测、障碍物检测、标志线检测，并作出相应提醒等响应，避免事故的发生，为行车提供更智能、全方位的安全保障。长期来看，随着华为在汽车产业链中地位的逐步提升，公司有望与之实现共赢。

表7：受益公司盈利预测及估值

证券代码	证券简称	评级	2021/01/14		EPS(元/股)				PE		
			收盘价	总市值（亿元）	2019A	2020E	2021E	2022E	2020E	2021E	2022E
002920.SZ	德赛西威	买入	98.09	539.50	0.53	0.85	1.00	1.54	115.40	98.09	63.69
300223.SZ	北京君正	买入	82.55	387.14	0.29	0.22	1.28	1.79	375.23	64.49	46.12
300496.SZ	中科创达	未评级	124.61	527.29	0.59	0.89	1.24	1.68	140.01	100.49	74.17
002405.SZ	华阳集团	未评级	15.53	304.56	0.16	0.26	0.46	0.66	59.73	33.76	23.53

资料来源：Wind、开源证券研究所（除德赛西威、北京君正外预测数据均来自 Wind 一致预期）

5、 风险提示

国内汽车智能化升级不及预期。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。
因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%～20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在－5%～＋5%之间波动；
	减持	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡	预计行业弱于整体市场表现。
备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。		

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于机密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。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金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。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。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海
地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳
地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京
地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座16层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安
地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn