



亿欧智库 <https://www.iyiou.com/research>







Copyright reserved to EqualOcean Intelligence, July 2021

软件定义，数据驱动—— 2021中国智能驾驶核心软件产业研究报告

亿欧
智库
EqualOcean Intelligence

研究报告

传统汽车产业正围绕着“软件定义汽车”，掀起了新的转型升级潮。纵观汽车发展历史，从最开始的“机械定义汽车”到“电器定义汽车”再到“电子定义汽车”，最后到现在的“软件定义汽车”。软件定义汽车（Software Defined Vehicles, SDV），即软件在车辆中扮演的角色逐步放大，在汽车中的渗透率越来越高，智能汽车成为了继智能手机之后，IT产业的又一个万亿级风口。本份报告，亿欧智库将以“软件定义汽车”为核心，围绕智能驾驶汽车的感知、决策、执行以及整体的商业模式进行分析研究。

	感知层	摄像头、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等	
	决策层	计算平台、自动驾驶芯片等	
	执行层	电子驱动、电子制动、电子转向等	

- 感知层：不同等级的自动驾驶对于传感器的数量、精度要求也不同，随着等级的增加，呈指数增长；
- 决策端：智能驾驶汽车推动电子电气架构从分布到集中，域控制器、多域控制器替代ECU，引入高算力AI芯片；
- 执行端：自动驾驶需要解耦人与车的机械连接，线控制动、线控转向是自动驾驶执行端的核心；

汽车的产品功能被重新定义，产业结构正在重构，商业模式面临变革，“软件定义汽车”成为新趋势。

01

软件颠覆百年传统汽车产业核心竞争力

- 1、软件产业争夺“定义汽车”上下游话语权
- 2、软硬件架构难以适应软件定义汽车的发展需要
- 3、传统车企强化软硬件解耦

02

多传感器融合，定义智能汽车“慧眼”

- 1、汽车感知层中的主要传感器类型浅析
- 2、传感器融合软件算法是提升精度的重要途径

03

算力取代马力，汽车进入“算力时代”

- 1、算力“军备竞赛”，车企“补芯”赢市场
- 2、提升优化算力平台，打造智能汽车“基础脑”
- 3、闭环数据驱动算法迭代，打造无人驾驶大脑赋能“N场景”

04

控制执行系统随电子化、电动化、智能驾驶的发展而升级

- 1、电动化和智能化推动线控制动发展
- 2、线控制动系统是支撑汽车走向高级别自动驾驶的关键部件

05

软件重构汽车价值生态，带动商业模式拓展

- 1、软件重塑生态价值，软件盈利驱动硬件变革
- 2、软件订阅服务将成为车企收入新增点
- 3、软件定义汽车新价值，商业模式进入变革时期

软件颠覆百年传统汽车产业核心竞争力

“新四化”席卷下，百年汽车产业正在飞速变革，全球汽车软件与硬件产品内容结构正发生着重大变化，软件定义汽车的时代已经到来，汽车行业的供应链生态体系将会革新，产业的核心竞争要素也将发生变化。

来决定汽车个性化差异的不再是汽车的马力大小，空间内饰的炫酷，机械性能的好坏，而是人工智能、大数据、云计算技术的综合体。



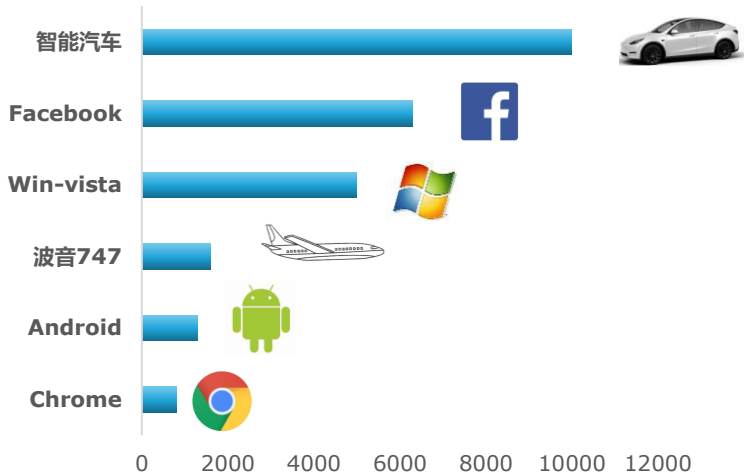
软件产业争夺“定义汽车”上下游话语权

百年传统汽车产业正在刮起一股创新风潮，拥有悠久历史的汽车工业技术正转向软件创新。软件已经开始深度参与到汽车的定义、开发、验证、销售、服务等过程中，并不断改变和优化各个过程，实现体验持续优化、过程持续优化、价值持续创造。智能驾驶时代，软件和数据的重要性将越发突出，包括主机厂、零部件企业等产业链上下游企业不断强化软件能力建设，并围绕“软件定义汽车”开启从产品开发模式、组织架构、人员构成、运营体系等的内部变革。

软件代码在车中的比例激增：未来十年汽车软件代码量CAGR约21%

随着汽车智能化、网联化发展，软件在汽车整车制造中的重要性大幅提升。从软件代码量对比来看，目前，高端车辆软件代码已经达到1亿行，高端汽车中的代码量远多于PC和智能手机操作系统，且呈指数级增长中。横向来看，常见智能手机操作系统安卓的代码量为1300万行，PC操作系统Windows Vista为5000万行，而一辆高端汽车的代码量可达1亿行。未来，2015-2025年汽车中代码量有望呈指数级增长，其年均复合增速约为21%。

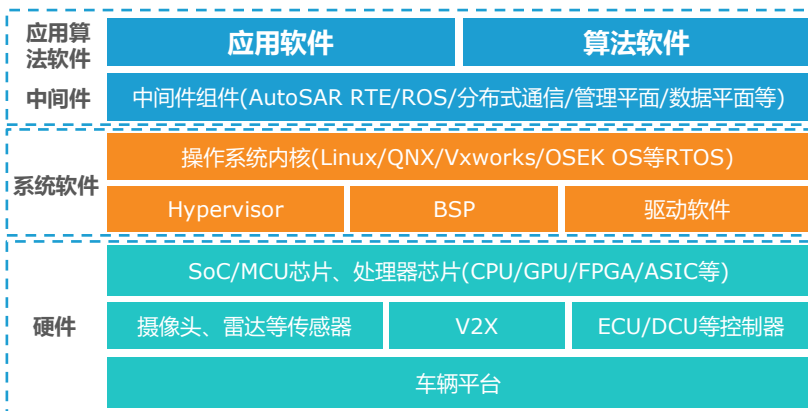
亿欧智库：2020年部分典型高科技产品代码量对比
(单位：万行)



数据来源：IEE，亿欧智库

软件的价值在汽车中被放大：所占的比例有望在2030年达到30%

亿欧智库：智能汽车软件架构

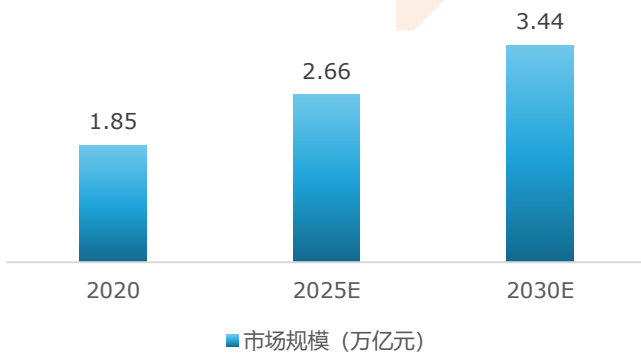


汽车高度智能化，大幅提升软件在汽车价值链条的地位。“软件定义汽车”已经成为产业链头部企业的战略共识。智能汽车里的软件主要可以分为应用算法软件、中间件、系统软件、工具软件以及硬件中的算法平台。

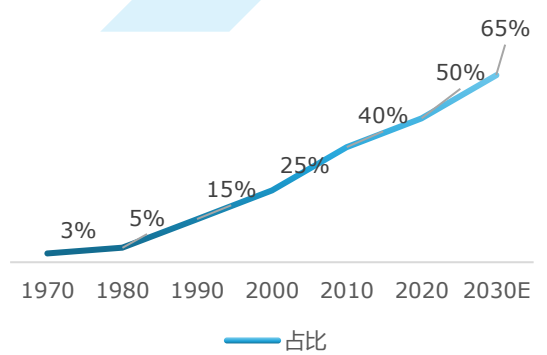
软件产业争夺“定义汽车”上下游话语权

- 系统软件主要包括操作系统以及底层驱动软件等。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。

亿欧智库：2020-2030中国汽车软件市场规模预测



亿欧智库：汽车软件成本占整车成本比例



数据来源：亿欧智库

亿欧智库预计，中国汽车软件市场规模将从2020年的1.85万亿元增长至2030年的3.44万亿元，年复合增长率为7%。汽车软件在整车价值中所占的比例有望在2030年达到65%，将成为未来智能驾驶汽车行业最重要的领域。

软件是实现汽车网联化、自动化、电气化和共享化创新的核心推动要素

《软件和信息技术服务业发展规划（2016-2020年）》提出，以数据驱动的“软件定义”正在成为融合应用的显著特征，通过软件定义硬件、软件定义存储、软件定义网络、软件定义系统等，带来更多的新产品、服务和模式创新，催生新的业态和经济增长点。软件是实现汽车网联化、自动化、电气化和共享化等创新的核心推动要素。

- 整合第三方服务
- 通过OTA更新，更快的部署 **网联化** 新功能
- 未来汽车的部分操作可以通过云端实现
- 引入新电子元器件
- 通过先进的软件算法减少能源消耗



自动化

- 内置传感器和执行器的趋势
- 对计算能力和通信的更高要求
- 对可靠性的最大化需求

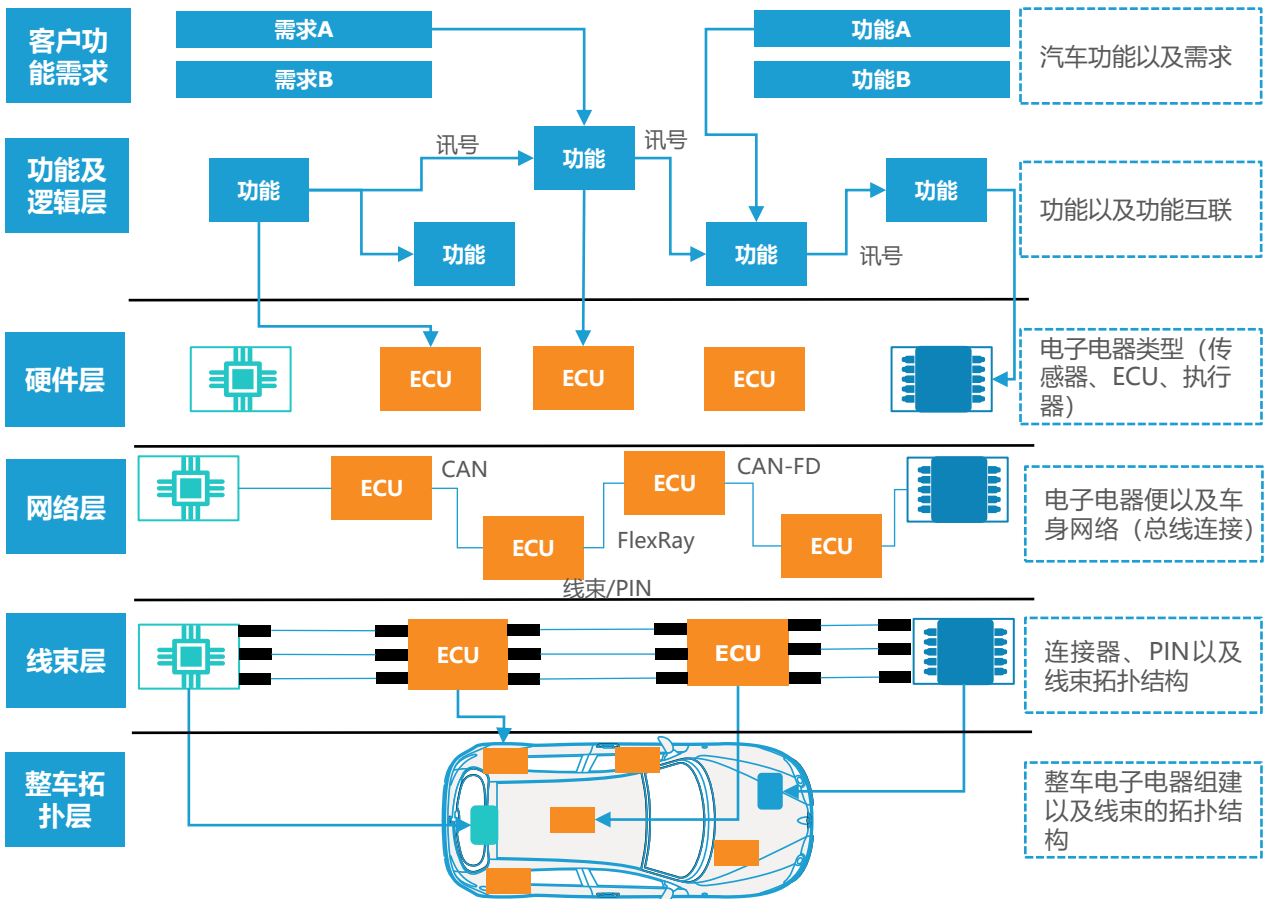
共享化

- 通过应用软件呼叫共享出行服务和Robotaxi
- 定制化驾驶体验

软硬件架构难以适应软件定义汽车的发展需要

传统汽车EE架构无法实施“软件定义”新功能

- ❑ 在传统EE架构中，增加一个新功能，仅仅是添加一个ECU（Electronic Control Unit，电子控制单元），以及电线、线束布线等，但是极大地加大了系统的复杂性，车企集成验证更为困难。如果需要实现较为复杂的功能，则需要多个控制器同时开发完成才能进行验证，一旦其中任意一个控制器出现问题，可能导致整个功能全部失效；
- ❑ 在传统分布式EE架构之下，ECU由不同的供应商开发，框架无法复用，无法统一，同时OTA外部开发者无法对ECU进行编程，无法由软件定义新的功能，进行硬件升级；
- ❑ 基于传统分布式EE架构，车企只是架构的定義者，核心功能是由各个ECU完成，其软件开发工作主要是由Tier1完成，车企只做集成的工作，软件开发能力建设并不是车企的重点方向。



亿欧智库：安波福智能汽车架构

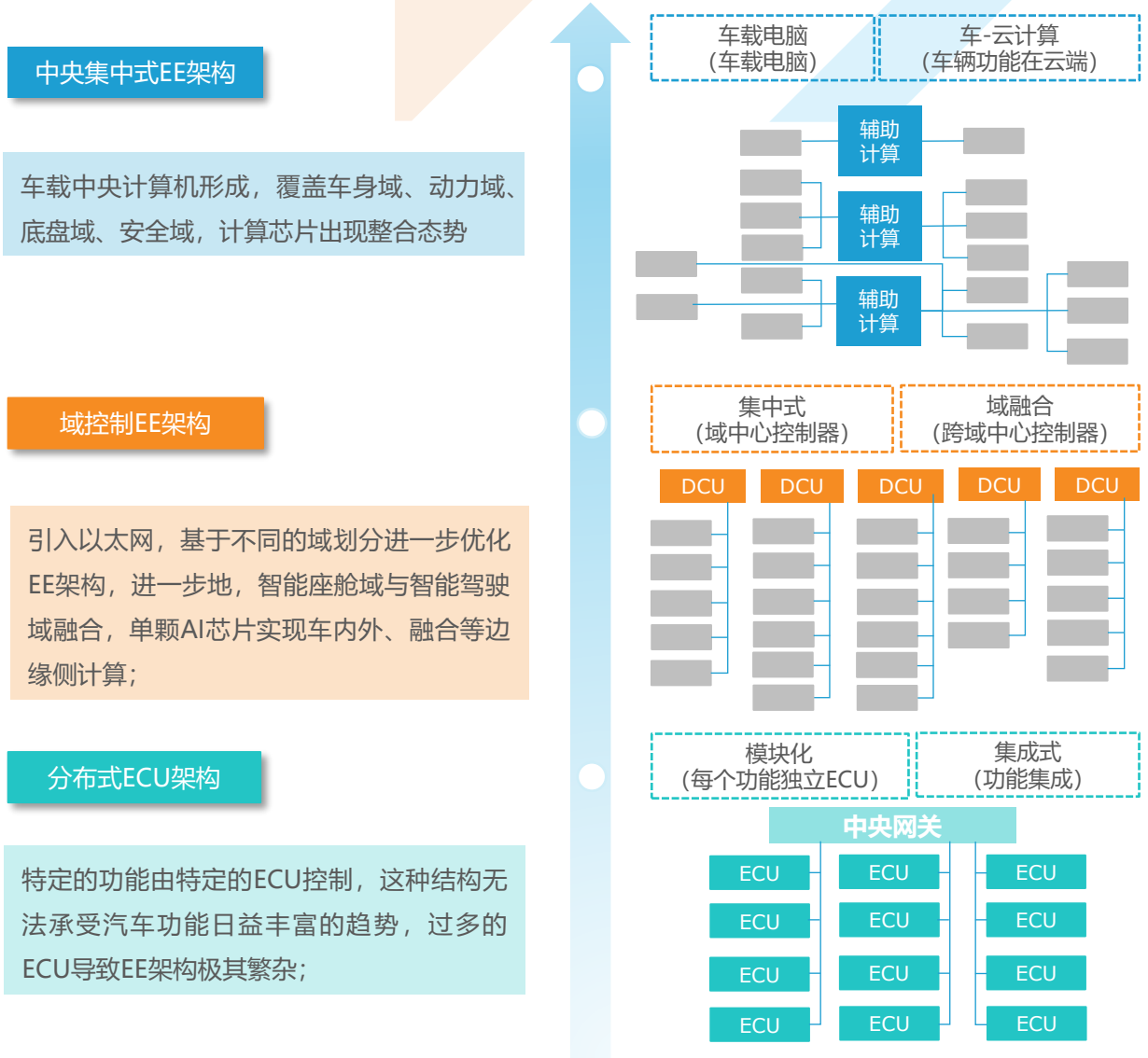
- 软件设计
- 先进硬件
- 高效的信号与配电系统
- 灵活性
- 生命周期
- 弹性

2020年，安波福在CES上正式推出了其智能汽车架构设计（SVATM），并表示该架构可以打破目前传统汽车架构的瓶颈，为下一代智能汽车提供可升级的架构空间。SVA不仅有助于打造功能丰富、高度自动化的汽车，其可持续扩展的开放平台，有助于降低车主的总拥有成本。并帮助车辆达到最严格的功能安全和网络安全标准。

软硬件架构难以适应软件定义汽车的发展需要

汽车EE架构从分布到集中式进阶

当前，汽车电子电气架构总体呈现分布式ECU架构向域控制器EE架构发展，最后演进成中央集中式EE架构。传统汽车采用的分布式EE架构，因计算能力不足、通讯带宽不足、不便于软件升级等缺点，不能满足现阶段汽车发展的需求，EE架构升级已成为智能汽车发展的关键。

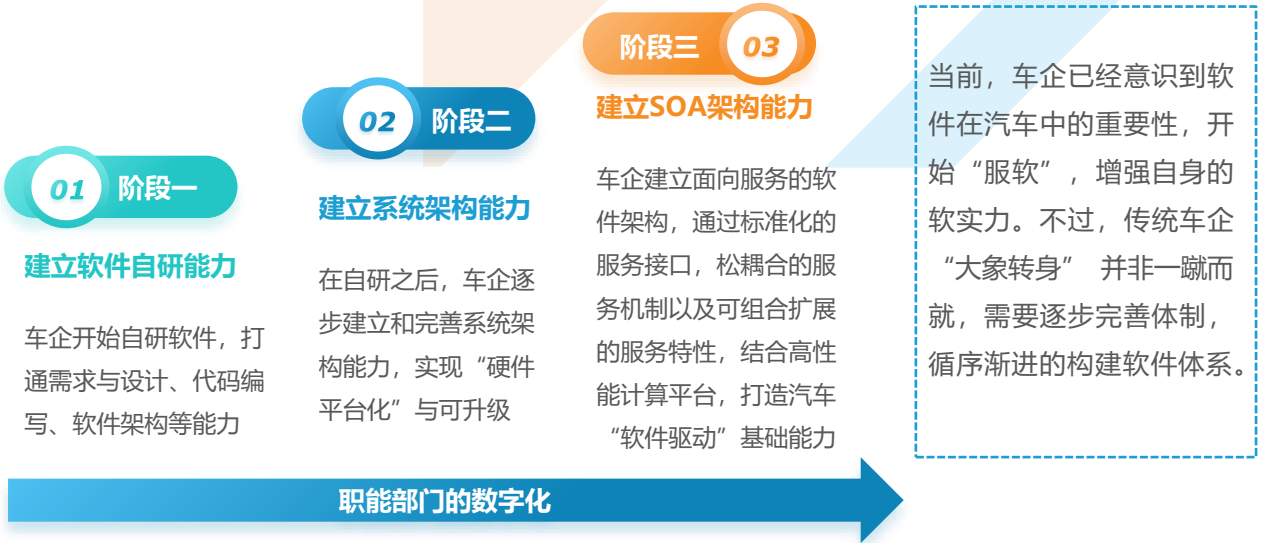


新一代中央集中式EE架构是“软件定义汽车”重要的硬件基础。特斯拉Model 3通过采用算力强大的中央控制器对不同的域处理器和ECU进行统一管理，将整车的电子电气架构分为三大部分：CCM(中央计算模块)、BCM LH(左车身控制模块)、BCM RH(右车身控制模块)，其中CCM进一步整合了车上的ADAS(驾驶辅助系统)、IVI(信息娱乐系统)两大域及外部连接和车内通信系统域功能。极大缩减整车上的ECU数量，同时实现域内算力有效利用，核心计算性能大幅提升，复杂功能开发难度大幅下降。

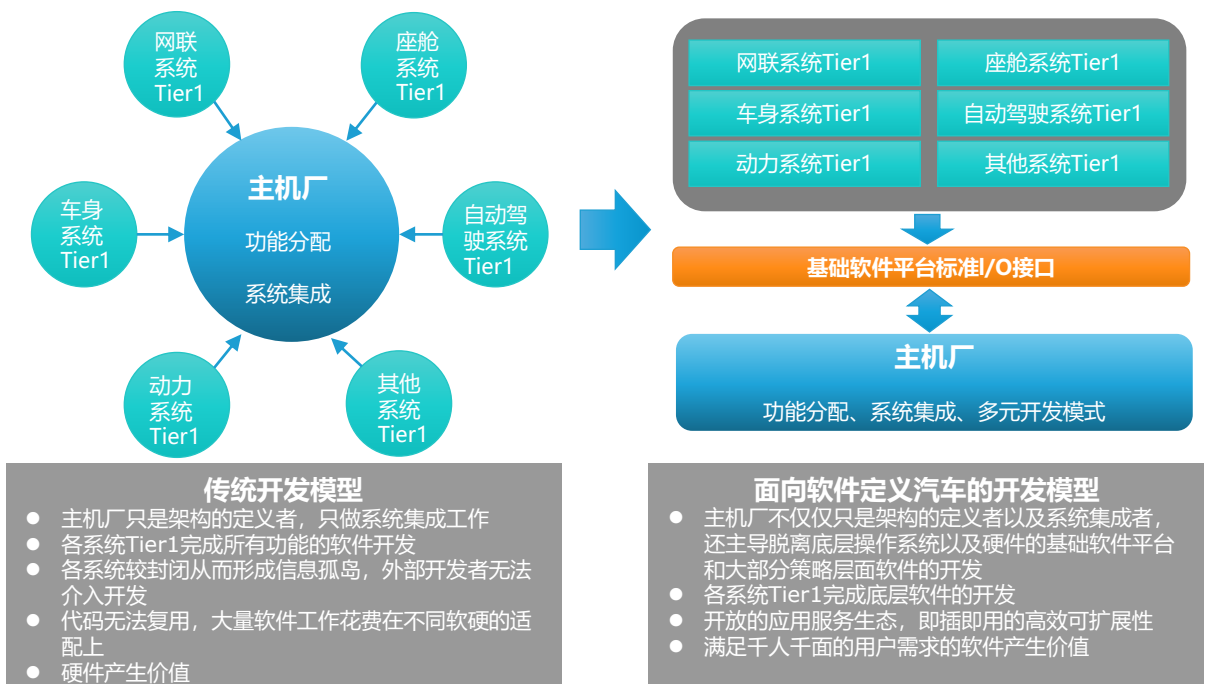
传统车企强化软硬件解耦

传统软硬件高度嵌套，无法实现个性化开发和深层OTA

在传统汽车中，硬件和软件的关系是强耦合状态，软件功能的实现更加依赖于硬件，简言之就是是硬件决定软件功能，并且硬件之间难以形成较强的协同性，汽车软件的可复用性和OTA升级能力整体较弱。而在软件定义汽车的共识下，车企资源向软件倾斜，软硬件解耦导致研发迭代加速。



车企强化软硬件解耦，需要建立三个“能力”，即软件自研能力、系统架构能力以及SOA架构能力。目前，大部分车企已经完成了软件自研能力补充或升级，建立平台型架构体系。车企的传统开发模型正向面向软件定义汽车的开发模型升级。当前，如何快速定义整车产品，激活用户需求是车企所面临的重大挑战。



资料来源：黄少堂《软件定义汽车、架构定义软件》，亿欧智库

传统车企强化软硬件解耦

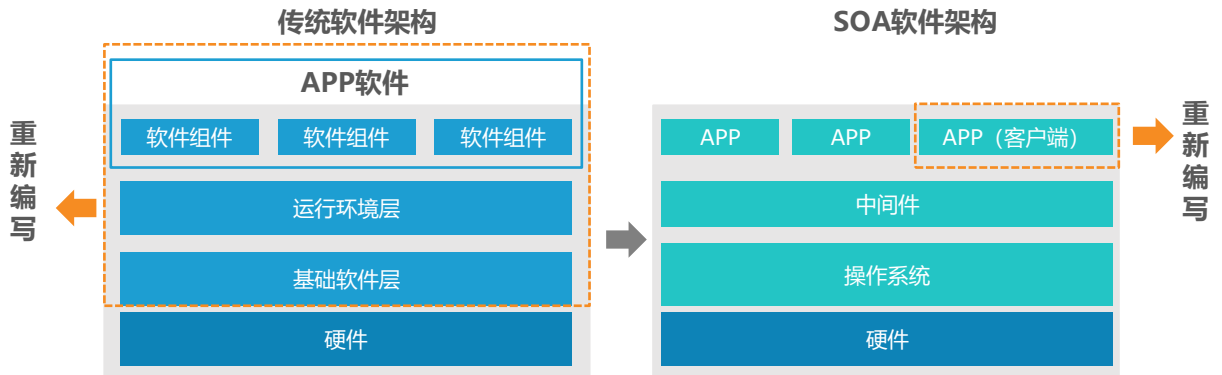
车企打造核心竞争力，多位一体加速软件实力整合

软件才能形成差异化，以软件驱动创新，边际开发成本更低。近年来众多传统整车厂正通过成立子公司、成立软件研发部门、与软件供应商合作三种模式加码汽车软件。例如，2020年初，上汽集团开始筹备成立上汽集团软件中心，加快提升“软件定义汽车”的能力；大众设立汽车软件Car.Software新部门；宝马与诚迈科技达成协议，双方计划共同投资5000万元人民币成立一家合资公司，从事软件开发等业务。



面向未来汽车服务，整车软件架构需支持SOA

汽车正加快智能化进程，传统通讯网络及软件架构设计中扩展性差、升级和移植成本高等问题日益凸显。为了实现软件定义汽车，智能汽车软件架构需向SOA（Service-Oriented Architecture，面向服务的分布式架构）转型升级。其中，中央集中化的E/E架构是实现软件定义汽车的硬件基础，SOA架构则是实现软件定义汽车的软件基础。



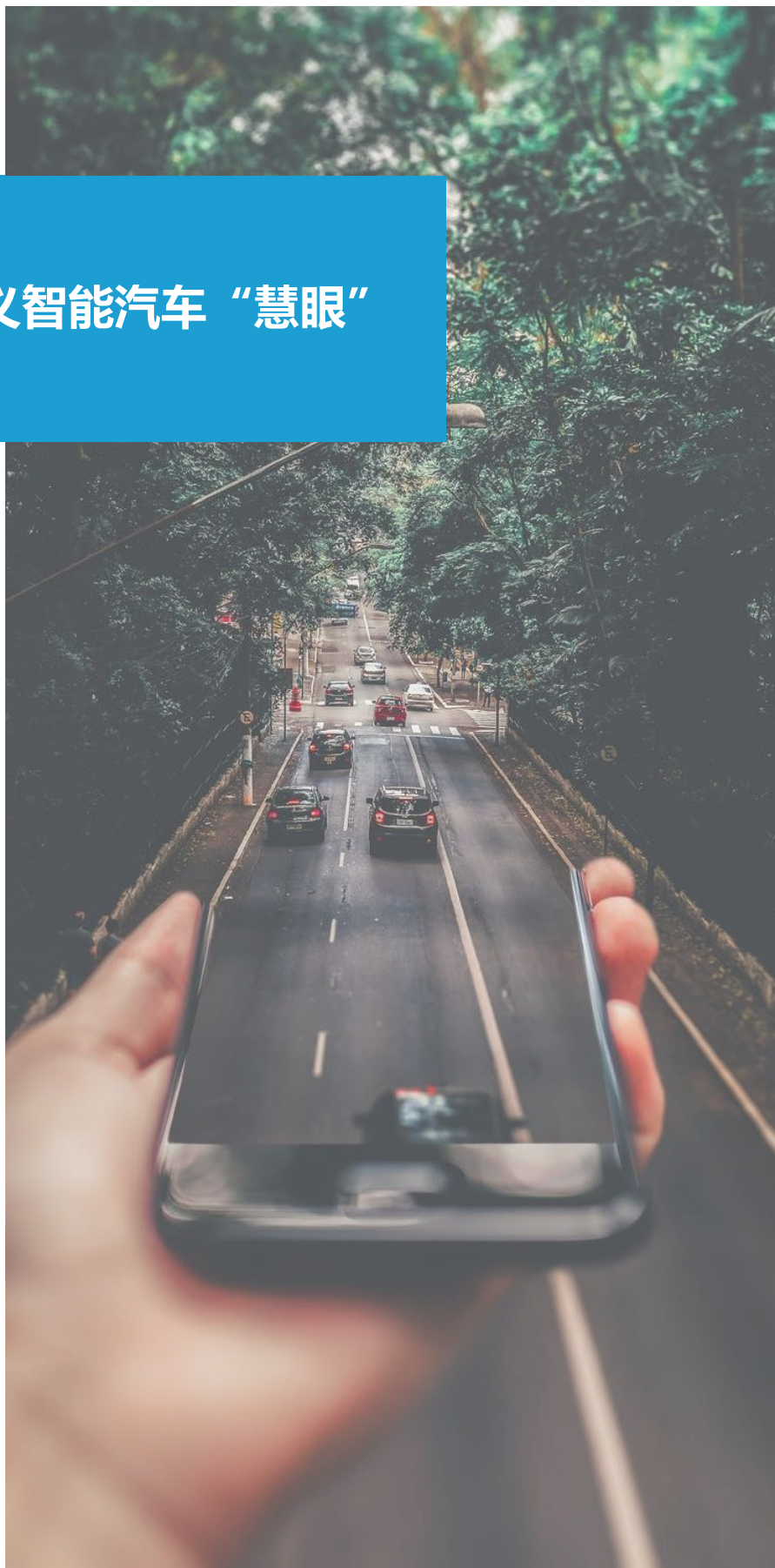
SOA 软件架构下的底层软件具备接口标准化、相互独立、松耦合三大特点：

- 各个“服务”间具有界定清晰的功能范围，并且留予标准化的访问接口；
- 每个服务之间相互独立且唯一，均属于汽车软件架构中的基础软件，因此若想升级或新增某项功能只需通过标准化的接口进行调用即可；
- 具备松耦合的特性，独立于车型、硬件平台、操作系统以及编程语言。可以将传统中间件编程从业务逻辑分离，允许开发人员集中精力编写上层的应用算法，而不必将大量的时间花费在底层的技术实现上。

多传感器融合，定义智能汽车“慧眼”

传统汽车之所以能够实现自动驾驶功能，主要依靠负责环境感知的传感器，其类似于人的视觉和听觉，如果没有环境感知传感器的支撑，将无法实现自动驾驶功能。

多种传感器融合可满足各种复杂路况，同时保证汽车软件系统冗余，具体主要依靠激光雷达、摄像头、毫米波雷达的数据融合提供给计算单元进行算法处理。



汽车感知层中的主要传感器类型浅析

汽车加速智能，感知先行

在软件定义汽车过程中，自动驾驶感知层的硬件及算法是整车智能化的基础。传感器作为自动驾驶汽车的“眼睛”和“耳朵”，目前主流的自动驾驶传感器以摄像头和雷达为主，其中，雷达可分为毫米波雷达、激光雷达以及超声波雷达，摄像头则按其安装位置不同，可分为前视、侧视、后视和内置四种类型。



超声波雷达	变道辅助，盲区检测，自动泊车等	穿透性强，测距方法简单，成本低，短距离测量优势较为明显	传播速度慢，无法跟上车距实时变化，方向性较差且易受天气影响	15-20美金
毫米波雷达	自适应巡航控制，前向防撞报警，盲区检测，辅助停车，辅助变道，自动紧急制动阀，自动泊车等	天气适应性好	探测距离与精度相对激光雷达较弱	150-300美金
激光雷达	自适应巡航控制，前向防撞报警，盲区检测，辅助停车，自动紧急制动阀，自动泊车，导航及定位等	精度高、探测距离远	易受自然光或热辐射影响，价格昂贵	8000-80000美金
摄像头	自适应巡航控制，前向防撞报警，盲区检测，自动紧急制动阀，自动泊车，变道辅助，驾驶员状态监控，交通标识识别，导航及定位等	精度高，距离远，直观方便，成本较低	受天气影响较大，算法及算力要求高	35-50美金

数据来源：网络公开资料、深度访谈，亿欧智库

在传感层的软件体系中，摄像头传感器通过视觉算法，摄像头可对车道、路边、障碍物、行人进行有效识别，不足在于识别范围受限、稳定性差。为了提升雷达性能，其软件算法也需要不断提升，例如，毫米波雷达和摄像头一样，在单独工作时都需要运行目标检测和目标跟踪，不断提高这部分算法的可靠性和准确性是难点所在，同时，单传感器提供准确的检测信号也是后续融合信号是否会更加精准的基础，因此对于毫米波雷达和摄像头的数据处理算法开发，是需要大量的思考、设计、仿真和测试验证来持续改进。

汽车感知层中的主要传感器类型浅析

多传感融合驱动自动驾驶落地，技术路线：视觉主导方案 VS 激光雷达主导方案

目前自动驾驶传感器的选择存在两种不同的路径：一种以摄像头主导，搭配毫米波雷达，使用先进的计算机视觉算法实现全自动驾驶，典型代表有特斯拉、Mobileye以及百度Apollo Lite；另一种则以激光雷达为主，同时搭载毫米波雷达、超声波传感器和摄像头，远距离全方位探测能力强，但成本相对较高，典型代表为谷歌Waymo、百度Apollo、文远知行等主流无人驾驶企业。

视觉主导方案

摄像头（主导）+毫米波雷达+超声波雷达+激光雷达



特斯拉Autopilot

激光雷达主导方案

激光雷达（主导）+毫米波雷达+超声波传感器+摄像头



谷歌Waymo

方案设计	摄像头+毫米波雷达，配合AI芯片及深度神经网络，渐进实现L3+	激光雷达为主，摄像头等为辅，模拟仿真配合实车测试，L4起步
传感器配置	传感器主要由环绕车身的8个摄像头、1个毫米波雷达和12个超声波传感器组成	目前使用3种不同类型的激光雷达，外加5个毫米波雷达和8个摄像头
优点	轻巧、低成本、符合车规，能提供更丰富的环境信息，同时视频数据也最接近人眼所感知的环境	环境感知全面，受环境影响小，对感知数据处理环节运算能力要求相对较低
缺点	摄像头二维图像难挖掘，需更强大的算法、大量数据的积累和更长期的研发投入。对于L4级别及以上的自动驾驶来说，在精度、稳定性和视野等方面的局限性	成本高

数据来源：网络公开资料，亿欧智库

当前，两种路径各有利弊，依旧存在分歧：

- 视觉主导方案：摄像头获取的视频数据与人眼感知的真实世界最为相似，接近人类驾驶的形态。而且，在当前激光雷达价格居高不下的情况下，仅使用摄像头更容易控制成本；
- 激光雷达主导方案：“雷达+视觉”方案的优势是监测的距离更长、精度更高、响应更快，且不受环境影响。其对三维信息的处理，例如物体大小、移动速度的计算都有着非常优异的表现。

目前两种路径尚未分出胜负，随着自动驾驶技术的发展，激光雷达的价格有望下降，其全方位探测能力和不易受环境影响的优势将逐渐显现出来，有望成为未来自动驾驶汽车主流的配置。

传感器融合软件算法是提升精度的重要途径

传统车企和科技公司都在跑步进入激光雷达赛道

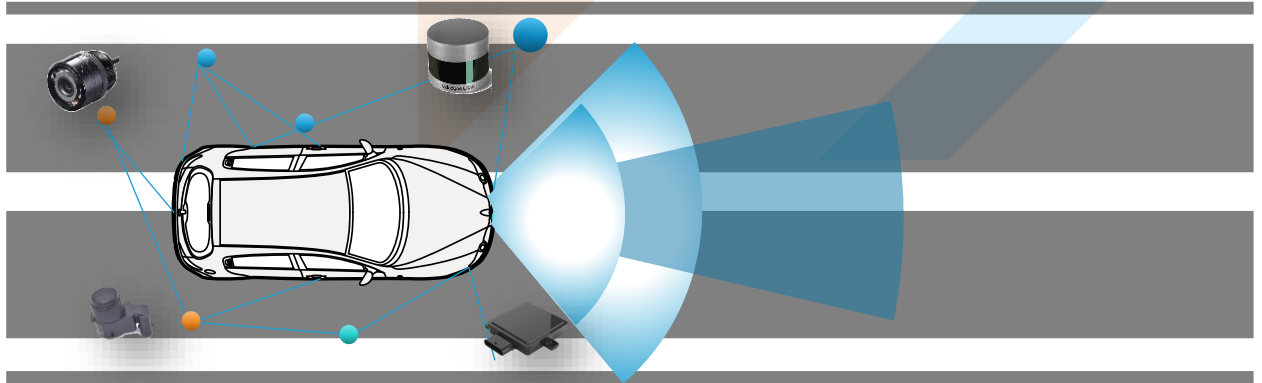
随着自动驾驶的不断发展，激光雷达产业有着巨大的增长空间。面对即将到来的百亿级市场，激光雷达赛道的竞争非常激烈，无论是传统车企还是科技公司，都在以各种方式跑步进入这个市场，对激光雷达产业进行“多维度”发力。

车型	传感器数量	传感器类型
极狐阿尔法S华为HI版 	34	激光雷达*3、毫米波雷达*6、高清摄像头*13、超声波雷达*12
极氪001 	28	高清摄像头*15、250m超长距毫米波雷达*1、超声波雷达*12
智己L7 	29	高清摄像头*12、毫米波雷达*5、超声波雷达*12（兼容激光雷达软硬件架构冗余方案）
蔚来ET7 	29	激光雷达*1、高清摄像头*11、毫米波雷达*5、超声波雷达*12
小鹏P5 	32	高清摄像头*13、毫米波雷达*5、超声波雷达*12、激光雷达*2
上汽R ES33 	33	超声波雷达*12、高清摄像头*12、4D成像雷达*2、长距点云雷达*6、激光雷达*1
零跑S01 	21	双目摄像头*1、环视摄像头*4、盲区摄像头*2、人脸识别摄像头*1、超声波雷达*12、77G毫米波雷达*1
特斯拉 Model S 	20	三目摄像头*1、盲区摄像头*2、B柱摄像头*2、倒车摄像头*1、超声波雷达*12、77G毫米波雷达*1、车内摄像头*1
奥迪A8 	23	激光雷达*1、前视摄像头*1、环视摄像头*4、长距雷达*1、中距雷达*4、超声波雷达*12
宝马iX 	28	激光雷达*1、毫米波雷达*5、超声波雷达*12、高清摄像头*10
福特Mustang Mach-E 	23	高清摄像头*6、超声波雷达*12、毫米波雷达*5

数据来源：网络公开资料、车企官网，亿欧智库

传感器融合软件算法是提升精度的重要途径

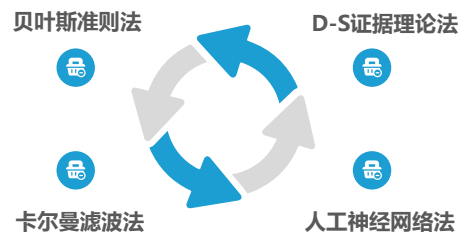
多传感器信息融合（Multi-sensor Information Fusion, MSIF），指将自动驾驶摄像头、激光雷达、毫米波雷达以及超声波雷达等多种传感器各自分别收集到的数据进行融合，然后利用计算机技术将来自多传感器或多源的信息和数据，在一定的准则下加以自动分析和综合，以完成所需要的决策和估计而进行的信息处理过程，以便更加准确可靠地描述外界环境，提高系统决策的正确性。



自动驾驶算法覆盖感知、决策、执行三个层次：感知类算法，包括SLAM算法、自动驾驶感知算法；决策类算法包括自动驾驶规划算法、自动驾驶决策算法；执行类算法主要为自动驾驶控制算法。

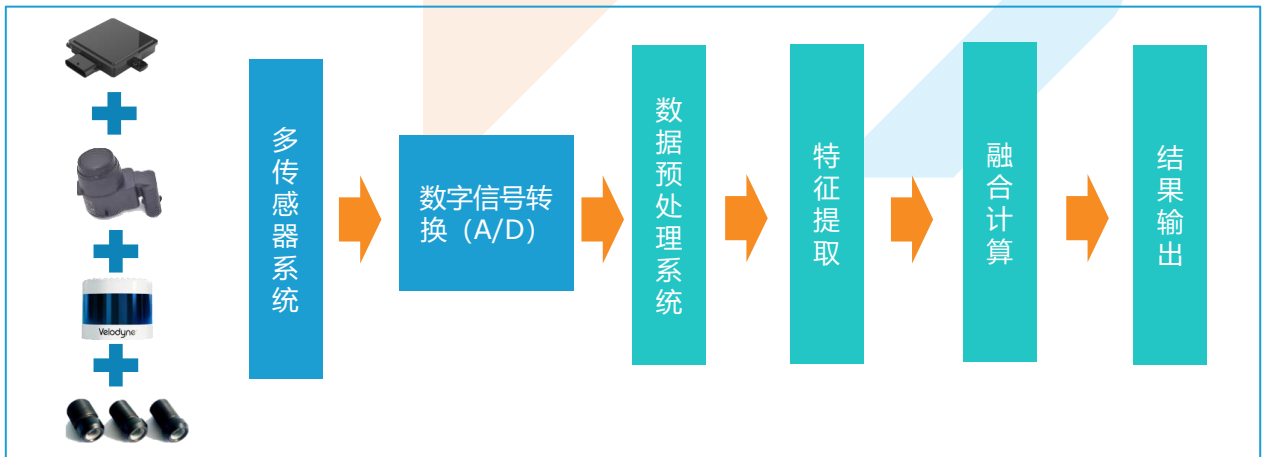


想要实现高精度的自动驾驶体验，融合算法要足够优化，因为多传感器的使用会使需要处理的信息量大增，这其中甚至有相互矛盾的信息，如何保证系统快速地处理数据，过滤无用、错误信息，从而保证系统最终做出及时正确的决策十分关键。目前多传感器融合的理论方法有贝叶斯准则法、卡尔曼滤波法、D-S证据理论法、神经网络法等。



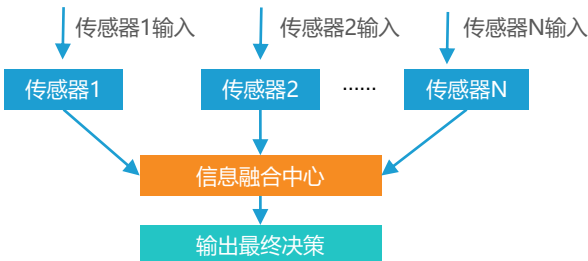
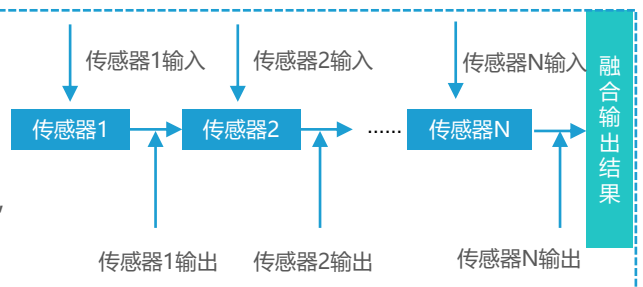
传感器融合软件算法是提升精度的重要途径

多传感器信息融合技术的基本原理与人脑综合处理信息的过程相似，在此过程中，智能驾驶汽车要充分地利用多源数据进行合理支配与使用，而信息融合的最终目标则是基于各传感器获得的分离观测信息，通过对信息多级别、多方面组合导出更多有用信息。这不仅是利用了多个传感器相互协同操作的优势，而且也综合处理了其它信息源的数据来提高整个传感器系统的智能化。



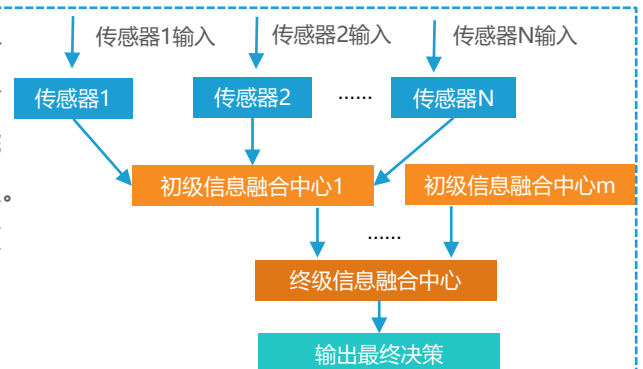
多传感器融合的体系结构：分布式、集中式和混合式：

1) 分布式：先对各个独立传感器所获得的原始数据进行局部处理，然后再将结果送入信息融合中心进行智能优化组合来获得最终的结果。分布式对通信带宽的需求低、计算速度快、可靠性和延续性好，但跟踪的精度却远没有集中式高。



2) 集中式：将各传感器获得的原始数据直接送至中央处理器进行融合处理，可以实现实时融合。其数据处理的精度高、算法灵活，缺点是对处理器的要求高，可靠性较低，数据量大。

3) 混合式：混合式多传感器信息融合框架中，部分传感器采用集中式融合方式，剩余的传感器采用分布式融合方式。混合式融合框架具有较强的适应能力，兼顾了集中式融合和分布式的优点，稳定性强。混合式融合方式的结构比前两种融合方式的结构复杂，缺点是加大了通信和计算成本。

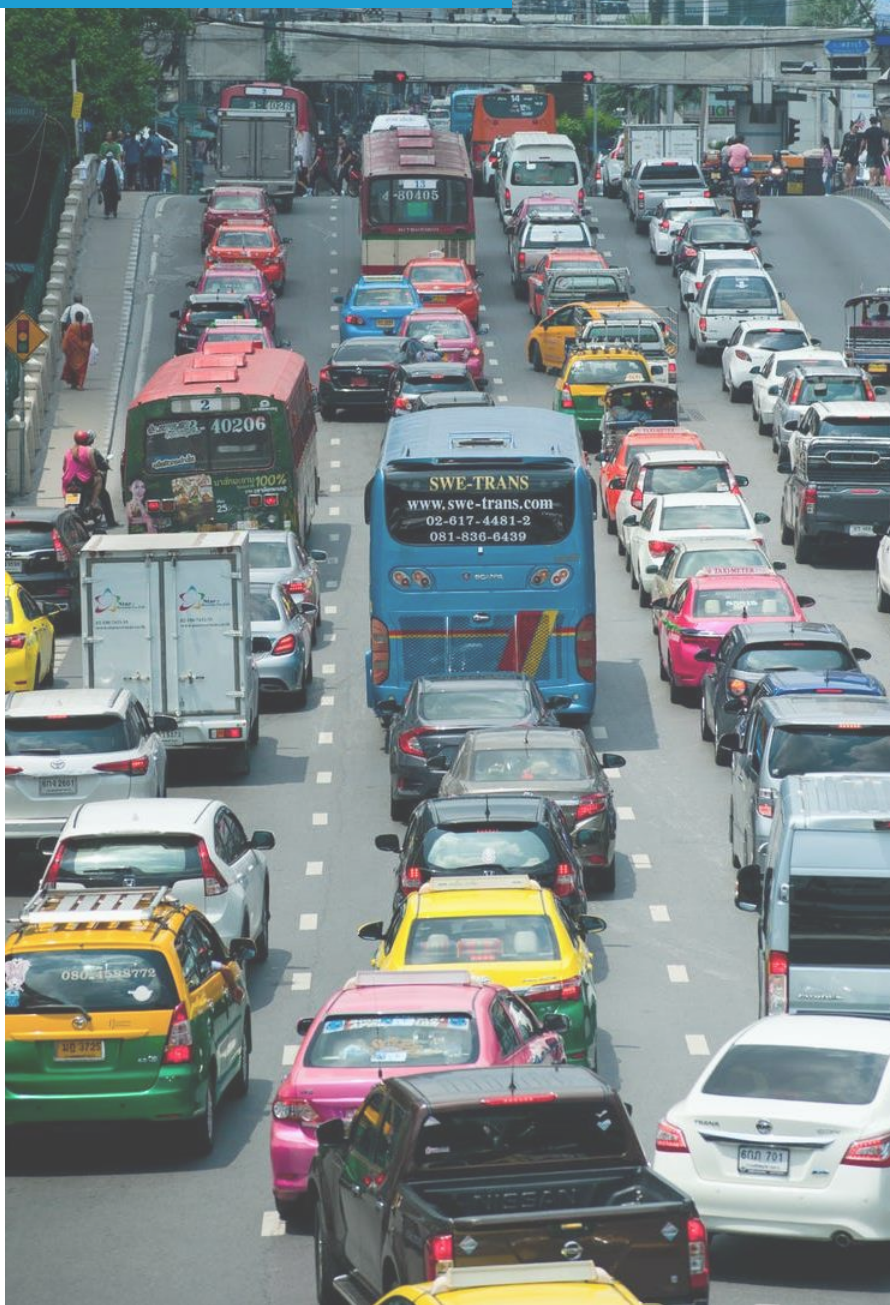




算力取代马力，汽车进入“算力时代”

汽车由分布式架构向域控制/中央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。

随着自动驾驶级别的提升以及功能应用的丰富，汽车对算力的需求也越来越大。由于智能驾驶汽车对算力的需求，汽车业界已经将峰值算力当作衡量AI芯片的主要指标，并掀起汽车算力的军备竞赛。

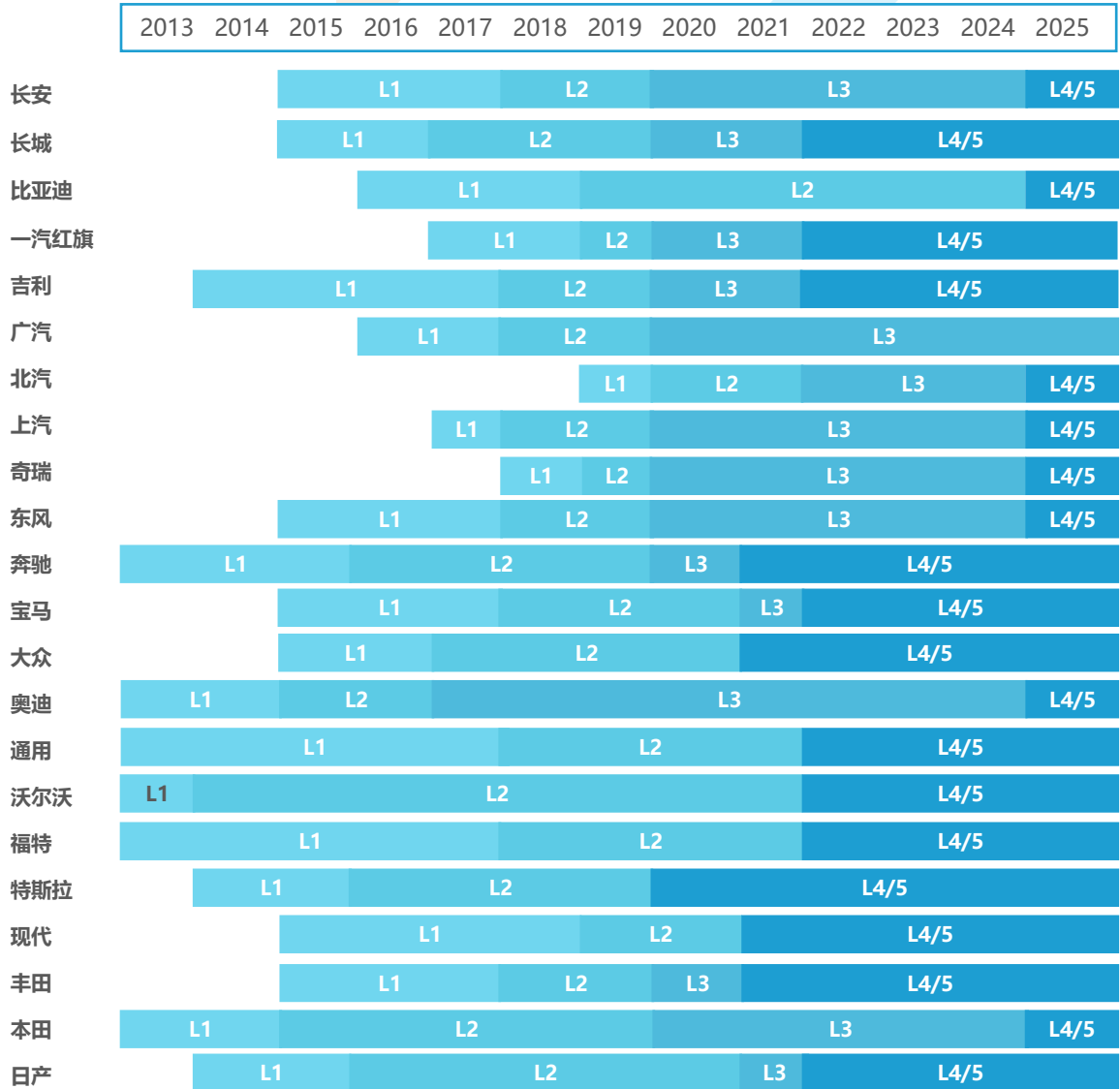


算力“军备竞赛”，车企“补芯”赢市场

芯片是软件定义汽车生态发展的核心

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，因此对域控制器芯片算力需求大幅提升。

亿欧智库：全球主要车企各级别自动驾驶量产时间表



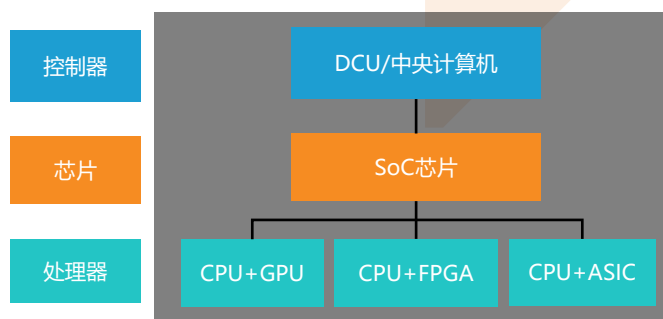
数据来源：企业官网、网络公开资料，亿欧智库

当前，自动驾驶正处在L2向L3级别跨越发展的关键阶段。其中，L2级的ADAS（高级驾驶辅助系统）是实现高等级自动驾驶的基础，从全球车企自动驾驶量产时间表可以看到，2020年是L3级别自动驾驶车型量产年。

算力“军备竞赛”，车企“补芯”赢市场

汽车芯片算力需求加大，高级别自动驾驶SoC芯片拉开商业大战

随着自动驾驶等级的提升，研发投入与技术难度也在提高，对芯片算力的需求也越来越大。芯片是智能驾驶汽车必不可少的核心零部件，目前，按照不同功能可将其分为三类：第一类是传统的IVI芯片；第二类是负责自动驾驶功能的芯片；第三类是车身控制MCU芯片。



当前，自动驾驶芯片演进路线大致可分为：CPU→GPU→FPGA→ASIC。在自动驾驶算法尚未成熟固定之前，CPU+GPU+ASIC的结合架构会是主流方案。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。

亿欧智库：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
算力与能效	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	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	广泛应用于各个领域	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

数据来源：网络公开资料，亿欧智库

当前，全球汽车MCU芯片市场一直被恩智浦、德州仪器等汽车芯片巨头所垄断。随着汽车行业加速进入智能化变革，一场以高级别自动驾驶SoC芯片为核心的商业大战已经拉开序幕，英特尔、英伟达、高通、华为等消费电子巨头纷纷下场，中国的地平线、黑芝麻智能科技等初创公司亦来分食一杯羹。

亿欧智库：全球主要自动驾驶芯片厂商



算力“军备竞赛”，车企“补芯”赢市场

在自动驾驶芯片赛道中，英伟达、高通、华为、谷歌、特斯拉等厂商拥有较强的先发优势，但随着自动驾驶快速发展，国内其他芯片厂商也在加速追赶。由于智能驾驶对算力的需求，汽车业界已经将峰值算力当作衡量 AI 芯片的主要指标，并掀起算力军备竞赛。蔚来新款旗舰车型ET7搭载算力超过1016TOPS。上汽智己新发布车型搭载算力也达到500~1000TOPS。

企业	SoC芯片	算力 (TOPS)	功耗 (W)	制程 (nm)	搭载代表车型
	Xavier	30	30	12	 智己L7
	Orin	256	65	8	 蔚来ET7
	EyeQ4	2.5	3	28	 广汽Aion V
	EyeQ5	24	10	7	 极氪001
	FSD	72	72	14	 Model Y
	麒麟990A	3.5	-	28	 极狐αS 华为HI版
	凌芯	4.2	4	28	 零跑 C11
	征程3	5	2.5	12	 岚图FREE
	Snapdragon Ride	700	130	5	 WEY 摩卡
	A1000	70	8	16	
	R-CAR V3U	60	-	12	
	S32	-	-	5	

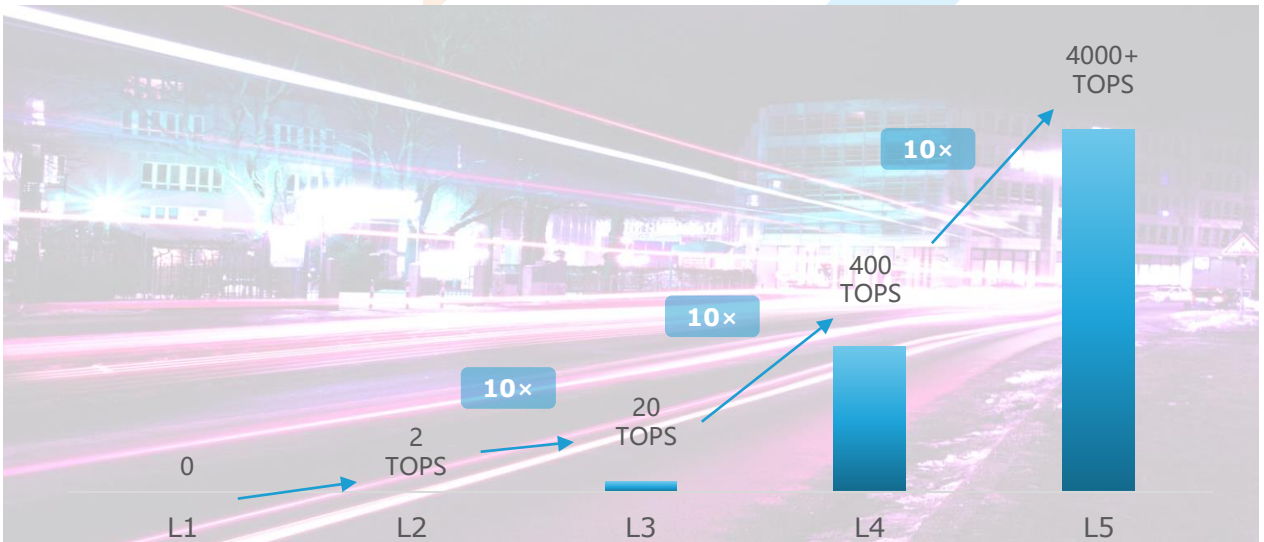
数据来源：企业官网、网络公开资料，亿欧智库

随着智能驾驶汽车开启量产之势，算力、功耗、生态等成为各家芯片厂商抢夺市场的核心竞争力。据亿欧智库了解，自动驾驶SoC芯片产品现存两大发展趋势：其一，不仅注重算力，还要追求高功耗比；其二，高端自动驾驶芯片向先进制程进阶。

算力“军备竞赛”，车企“补芯”赢市场

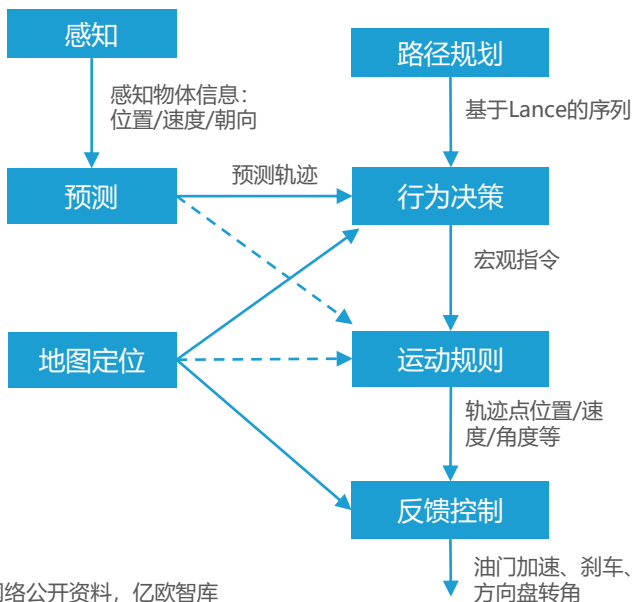
智能驾驶汽车的智能化水平取决于算法是否强大。车企意欲实现软件定义汽车，加速智能驾驶汽车量产落地，在这一过程中，必须有一个可以承载高度智能化且运算量庞大的AI算法的硬件计算平台，而无论是硬件计算平台，还是域控制器，都离不开芯片的支持。自动驾驶从L1到L5级别，随着应用功能的完善和性能的提升，对AI芯片的算力和性能提出更高的要求。同时，自动驾驶每提升一个等级，算力要求也同样提升一个等级，L3级别更是算力需求的分水岭，L3需要的AI算力达到20TOPS，L4需要的AI算力接近400TOPS，L5需要的AI算力要求更为严苛，达到4000+TOPS，是L4级别的十倍量级。

亿欧智库：L1-L5等级自动驾驶对算力需求值



数据来源：地平线、专家访谈，亿欧智库

亿欧智库：自动驾驶决策层系统规划过程



目前，区分一套系统是ADAS还是自动驾驶，即L2到L3的跨越，其主要差异在于系统是否有决策部分，而决策层的核心竞争力主要体现在决策算法上，因此，算法是智能驾驶汽车决策层的核心竞争力。典型的决策规划模块可以分为三个层次：路径规划、行为决策和运动规划等，而这三者功能的完成均建立在对应的算法之上。

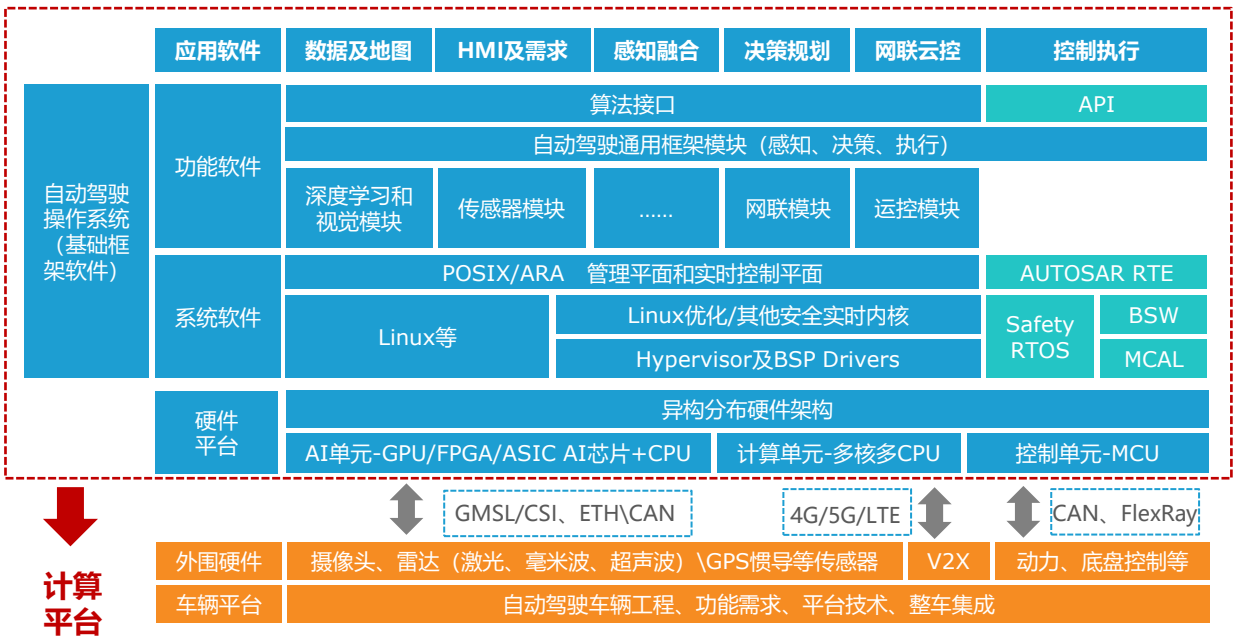
数据来源：网络公开资料，亿欧智库

提升优化算力平台，打造智能汽车“基础脑”

打破单一高算力计算平台选项，分布扩展实现自动驾驶功能亦是捷径

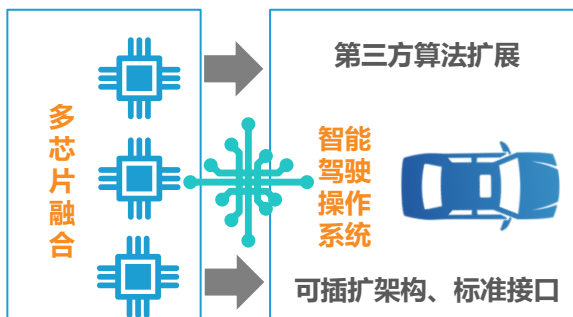
当前，行业普遍以“TOPS”为单位来评估自动驾驶芯片的理论峰值算力，各大芯片厂商不断刷新算力峰值，但在实际场景下的算力有效利用率却很低，自动驾驶芯片理论峰值算力并不一定能在实际运行中完全释放。由中国软件评测中心、工信部装备工业发展中心牵头编制发布的《车载智能计算基础平台参考架构1.0》提出通过硬件平台+操作系统+应用开发，实现跨车型、跨平台、单一基础软件、应用定制功能。车载智能计算基础平台需具有弹性扩展特性以满足不同等级自动驾驶需求。

亿欧智库：车载智能计算基础平台参考架构



资料来源：《车载智能计算基础平台参考架构1.0》，亿欧智库

据了解，L3及以上等级自动驾驶功能要求车载智能计算基础平台具备系统冗余、平滑扩展等特点：一方面，由于异构架构和系统冗余，可以利用多板卡实现系统的解耦和备份；另一方面，可以采用多板卡分布扩展的方式满足自动驾驶L3及以上等级算力和接口要求。整体系统在同一个自动驾驶操作系统的统一管理适配下，协同实现自动驾驶功能，通过变更硬件驱动、通信服务等进行不同芯片的适配。



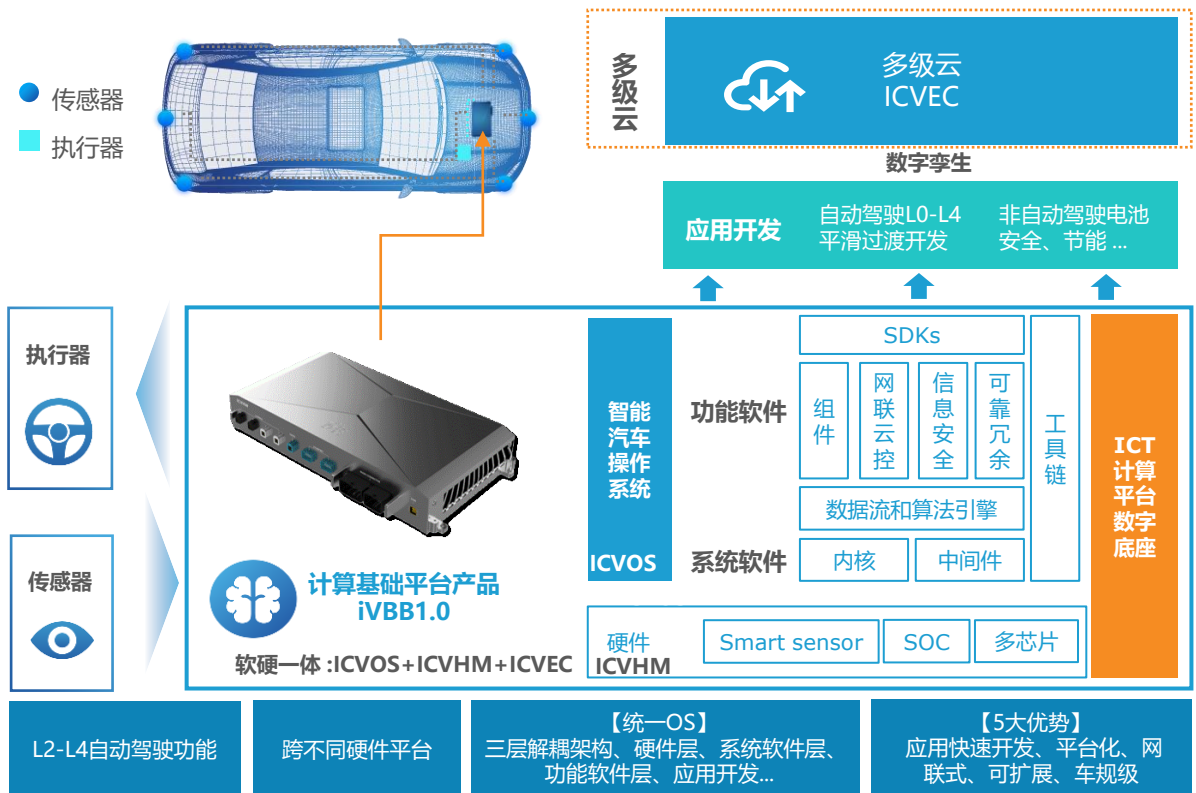
针对L3及以上等级自动驾驶汽车，随着自动驾驶等级提升，车载智能计算基础平台算力、接口等需求都会增加。除提高单芯片算力外，硬件单元也可复制堆叠，自动驾驶操作系统弹性适配硬件单元并可进行平滑拓展，达到整体系统提升算力、增加接口、完善功能的目的。

提升优化算力平台，打造智能汽车“基础脑”

随着自动驾驶等级的提升，感知层对算法的精度和算力值的要求也越来越高，行业的目光聚焦在了芯片之上，自动驾驶芯片产业呈现百花齐放的景象。与此同时，智能化与网联化推动汽车电子架构朝着集中式方向发展，软件和算法将成为车企竞争的核心要素，软件成为定义汽车的关键，OTA成为智能驾驶时代最大亮点。

国汽智控作为作为国家智能网联汽车创新中心孵化的第一家平台公司，其既带着国家队的光环，又肩负着助力中国汽车产业自主品牌腾飞的责任，旨在解决中国汽车行业缺“芯”少“核”的“卡脖子”共性基础问题，赋能智能汽车及生态融合平台，推动形成智能网联汽车的中国标准、中国方案。通过低成本、高效率的方式为传统汽车赋能，装上一个“自动驾驶的大脑”，从而在未来的自动驾驶之战中占得一席之地。

亿欧智库：国汽智控iVBB产品形态



计算基础平台是智能汽车最核心的新型增量零部件，作为联结技术链与产业链的核心枢纽，有助于加快实现核心关键技术突破，打破汽车产业原有垂直封闭产业链条，融合多行业技术领域，实现共性技术和基础模块跨界融合、协同创新。2021年2月3日，国汽智控正式发布面向量产的智能驾驶计算基础平台“智能汽车基础脑”（intelligent Vehicle Base Brain，简称iVBB）1.0版本。

国汽智控 iVBB平台包含智能网联汽车操作系统（ICVOS）、智能汽车域控制器（ICVHM）以及车路云协同基础软件（ICVEC），其具有应用快速开发、平台化、网联式、可扩展、车规级等特点。

提升优化算力平台，打造智能汽车“基础脑”

国汽智控 iVBB平台核心优势：

平台化、双解耦



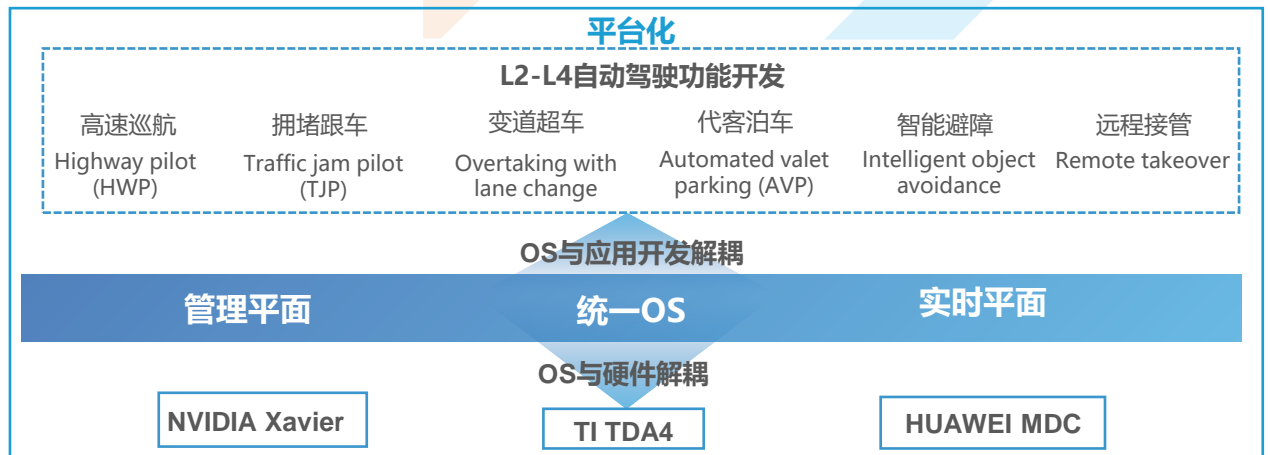
车云协同，安全防护



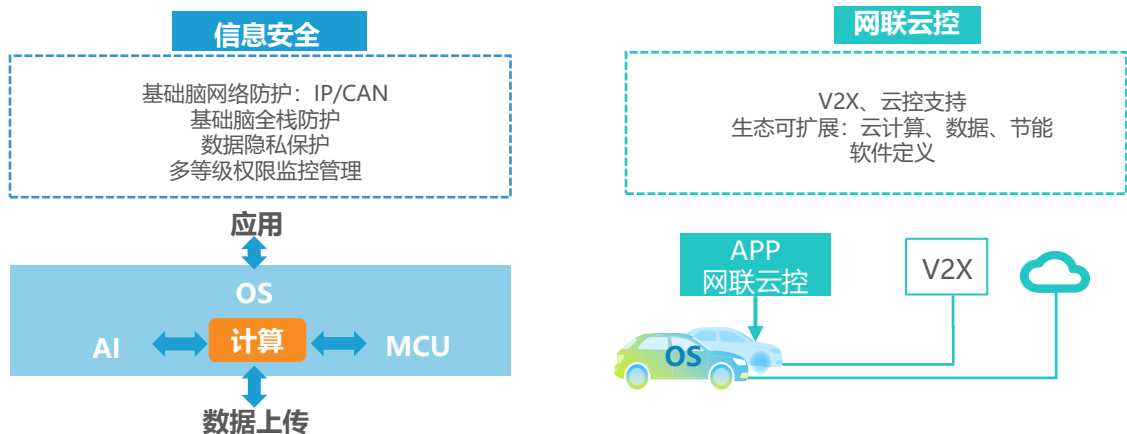
弹性、可拓展化开发



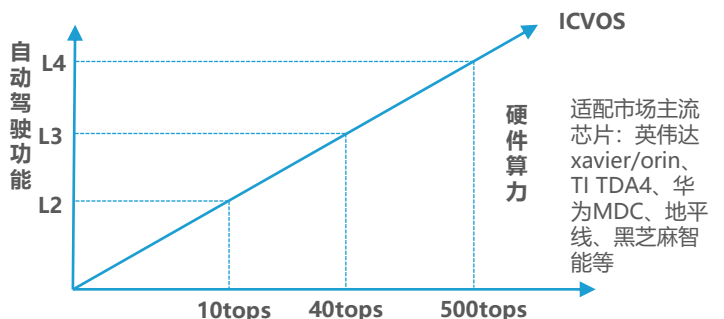
□ **平台化、双解耦**：OS与硬件解耦、OS与应用开发解耦。国汽智控开发的统一OS可以使车厂和Tier1对下层硬件无感知切换，在此架构OS上开发的应用可以运行在任何可适配的硬件之上；



□ **车云协同，安全防护**：作为车端装置，加载网联云控模块，通过V2X、5G等实现车云系统安全防护；计算基础平台作为车辆大脑，可以首要保证信息安全、数据安全、隐私安全；



□ **弹性、可拓展化开发**：包含内容自由、丰富，硬件可以乐高化的进行弹性资源配置，统一OS可以弹性扩展加载用户需求的定制化算法，如Momenta的感知算法、禾多的定位算法等，通过OTA方式升级可快速实现以上需求。

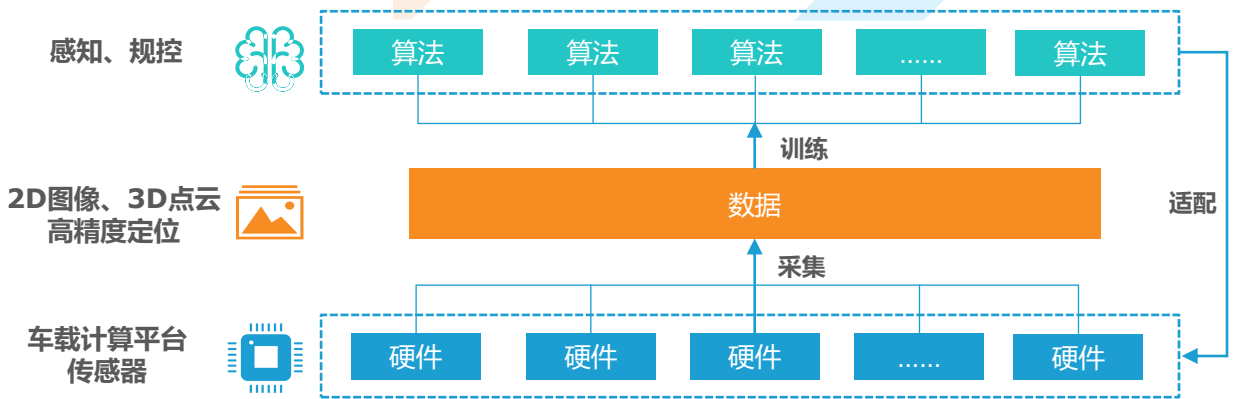


闭环数据驱动算法迭代，打造无人驾驶大脑赋能“N场景”

高效数据闭环是无人驾驶系统的核心竞争力

算法与数据双轮驱动是实现更成熟的自动驾驶技术的重要利器，也是最终无人驾驶技术商业落地的必然之路。随着智能驾驶汽车发展与商业场景落地，自动驾驶公司在算法方面的差距水平会逐渐缩小，数据将是真正影响自动驾驶技术水平的重要因素，大数据将助力自动驾驶技术再上新台阶。因此，高效数据闭环是无人驾驶系统的核心竞争力。

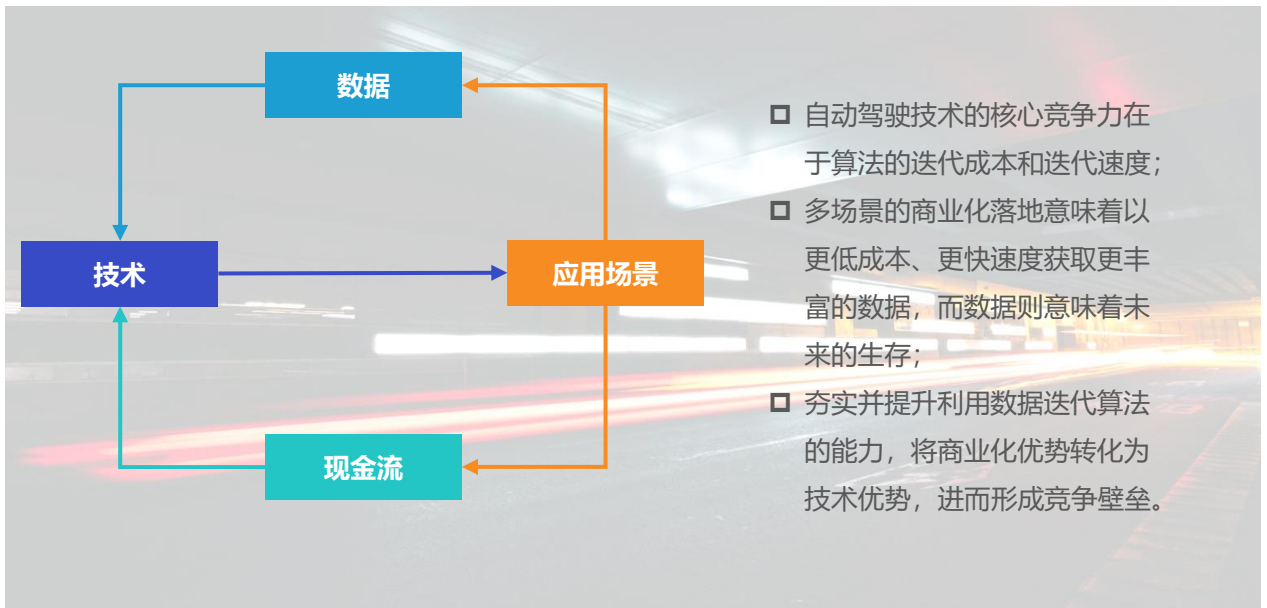
亿欧智库：自动驾驶数据闭环系统



资料来源：华为，亿欧智库

商业闭环：打造技术、应用、数据现金流闭环

自动驾驶汽车产生的数据量会随着其级别升高而增多，打造有效的数据提取与应用闭环模式，赋能“N”个商业应用场景，是企业跑赢自动驾驶“马拉松”比赛的关键。



- 自动驾驶技术的核心竞争力在于算法的迭代成本和迭代速度；
- 多场景的商业化落地意味着以更低成本、更快速度获取更丰富的数据，而数据则意味着未来的生存；
- 夯实并提升利用数据迭代算法的能力，将商业化优势转化为技术优势，进而形成竞争壁垒。

闭环数据驱动算法迭代，打造无人驾驶大脑赋能“N场景”

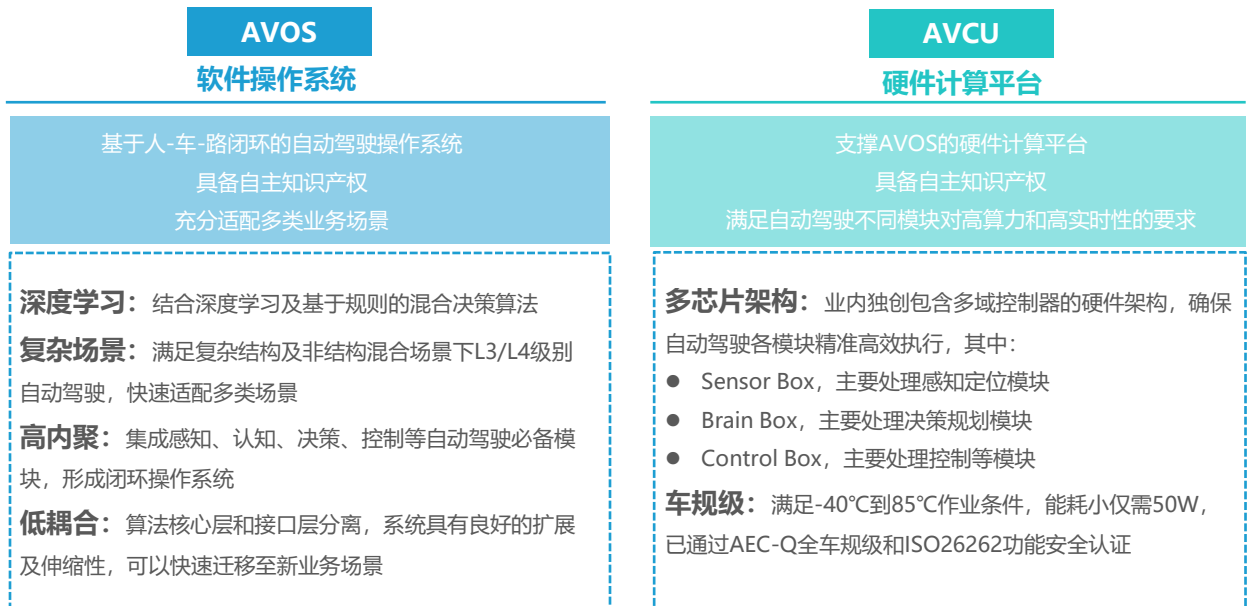
实现多场景落地商业化，无人驾驶大脑提供商和行业赋能者

智行者科技致力于打造多通用场景的L4&L3整体解决方案，聚焦无人驾驶汽车的“大脑”研发，致力于成为多通用场景L4解决方案提供商。已获得百度、顺为、京东、厚安（厚朴/Arm）等多家国内外知名机构的投资。智行者科技是业内同时具备开放L4技术能力及限定区域L4落地能力的无人驾驶企业。



智行者科技的研发成果主要有：无人驾驶大脑、无人驾驶乘用车Robotaxi、无人驾驶Robobus、无人配送物流车、无人驾驶环卫车、无人洗地车、无人安防车等，智行者致力于成为全球一流的智能汽车技术方案供应商和服务商。

基于车规级L3/L4自动驾驶产品驱动，智行者研发体系包括两大模块：自动驾驶操作系统AVOS、自动驾驶控制器AVCU，可实现多场景多车型快速应用。自主研发基于人-车-路闭环的自动驾驶操作系统AVOS，实现架构上高内聚、低耦合，充分适配多类业务场景；车规级硬件计算平台，具备完整自主知识产权，通过了严苛的产品级验证和确认流程，其中包括功能安全、电性能、环境、EMC等相关验证，满足自动驾驶不同模块对高算力和高实时性的要求。



闭环数据驱动算法迭代，打造无人驾驶大脑赋能“N场景”

由低速封闭场景向高速开放场景迈进，智行者科技实现多垂直领域突破

智行者科技从环卫、物流、园区等L4低速场景着手切入，逐渐扩张至安防、军工、零售等场景，最后实现车规级L3产品及高速开放L4场景落地。持续迭代算法，提高车规级、产品化和商业化运营能力，实现综合能力全面提升，以扎实的技术水平和能力进入无人驾驶终局。

亿欧智库：智行者科技业务规划



智行者科技将开放道路的L4技术降维应用到低速L4&乘用车L3，成功打造多款落地产品：

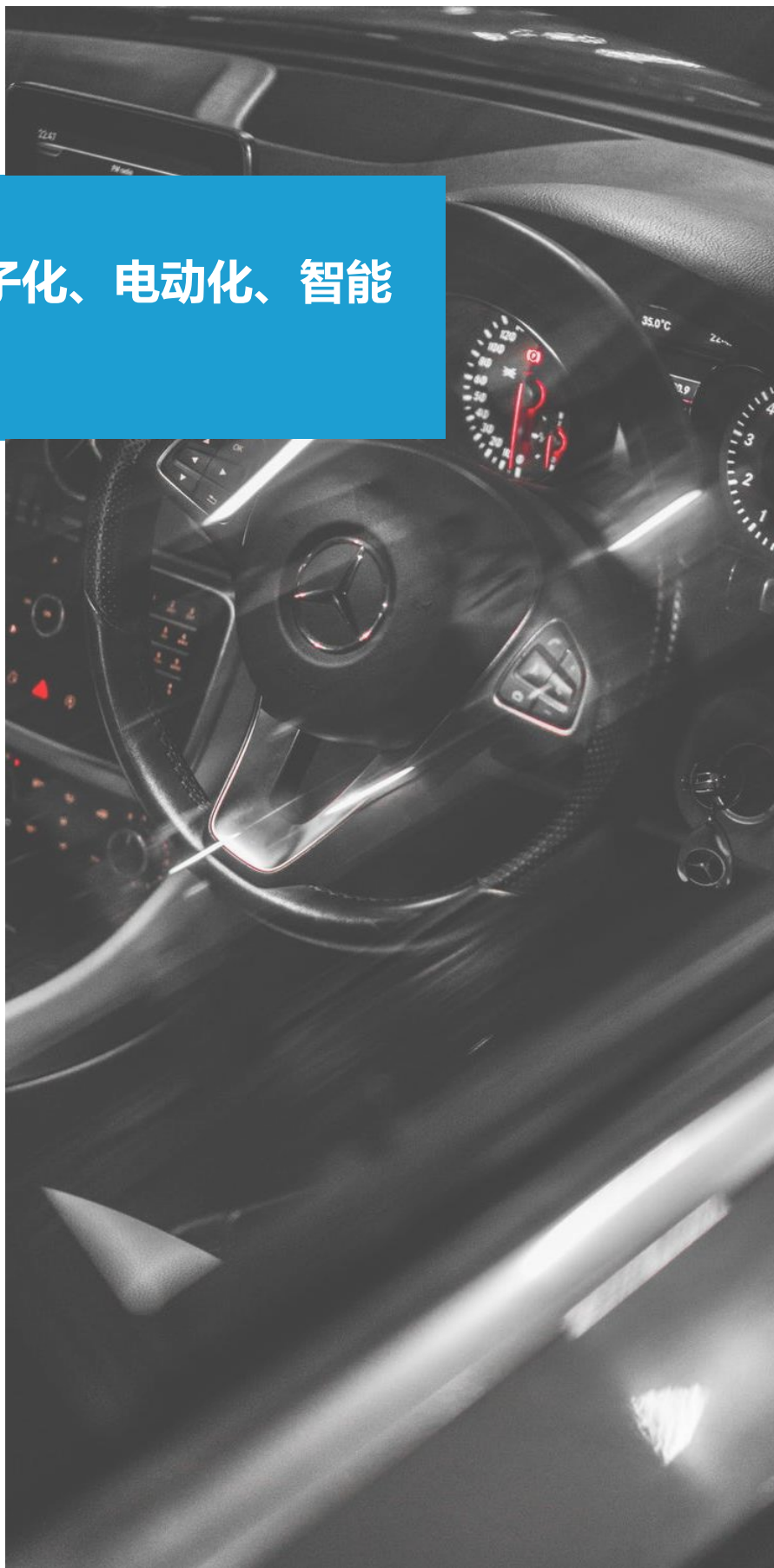
<h4>封闭L4&开放L3产品</h4> <p>环卫场景自动驾驶-蜗小白</p> <p>适用场景包括：园区、学校、景区、港口、工厂等封闭或半封闭场景</p> <p>物流场景自动驾驶-蜗必达</p> <p>适用场景包括：快递、外卖、生鲜、工业园区/工厂配送等</p> <p>乘用车L3自动驾驶-星骥系列</p> <p>适用场景包括：停车场、高速公路等场景</p>	<h4>开放场景L4合作情况</h4> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="735 1201 971 1346"> <p>北汽集团 2016年实现国内首次将无人驾驶汽车开放给普通民众试乘</p> </div> <div data-bbox="1042 1201 1313 1398"> <p>长安汽车 2016年实现了从重庆到北京2000+公里的无人驾驶路程，最高车速120km/h，也是唯一加入长安天枢计划的无人驾驶企业</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="735 1408 971 1585"> <p>东风汽车 开发代客泊车、多车编队、后台监控调度等功能，于武汉军运会上首次展示自动驾驶服务</p> </div> <div data-bbox="1042 1408 1313 1585"> <p>首钢 在奥组委园区与北汽新能源共同落地Robotaxi，目前已投入运营；实现园区内全程自动驾驶，仅需安全员监督</p> </div> </div> <h4>限定区域L4产品</h4> <p>智行者科技于2019年8月开始推出Robo-Taxi运营</p> <ul style="list-style-type: none"> 在奥组委园区与北汽新能源共同落地Robotaxi 成为北京冬奥会唯一的Robotaxi供应商 加入东风自动驾驶领航项目，建立Robotaxi车队 与T3（中汽创智）合作落地，预计2021年建立30台的Robotaxi车队
---	---

除此之外，在新基建项目上，智行者科技携手地方政府打造新基建项目，以成熟的无人驾驶产品为载体，打造面向未来的智能网联汽车商业应用示范集群，围绕智慧交通、智慧清扫、智慧安防、智慧物流等方向，构建可成长、可拓展的无人驾驶示范区智能网联应用场景，共建无人驾驶智慧城市。

控制执行系统随电子化、电动化、智能驾驶的发展而升级

执行控制是“驾驶员的手脚”，也是自动驾驶真正落地的基础。执行层作为智能驾驶汽车的最底层，其核心任务是通过驱动、制动及转向控制系统，相互配合，使汽车能够按照决策部分规划的轨迹稳定行驶。

随着自动驾驶技术的发展，执行层由驾驶员施加人力、通过真空和液压等推动的方式逐渐被电子化、电动化系统所替代，电信号替代机械力的线控技术在自动驾驶时代全面渗透。



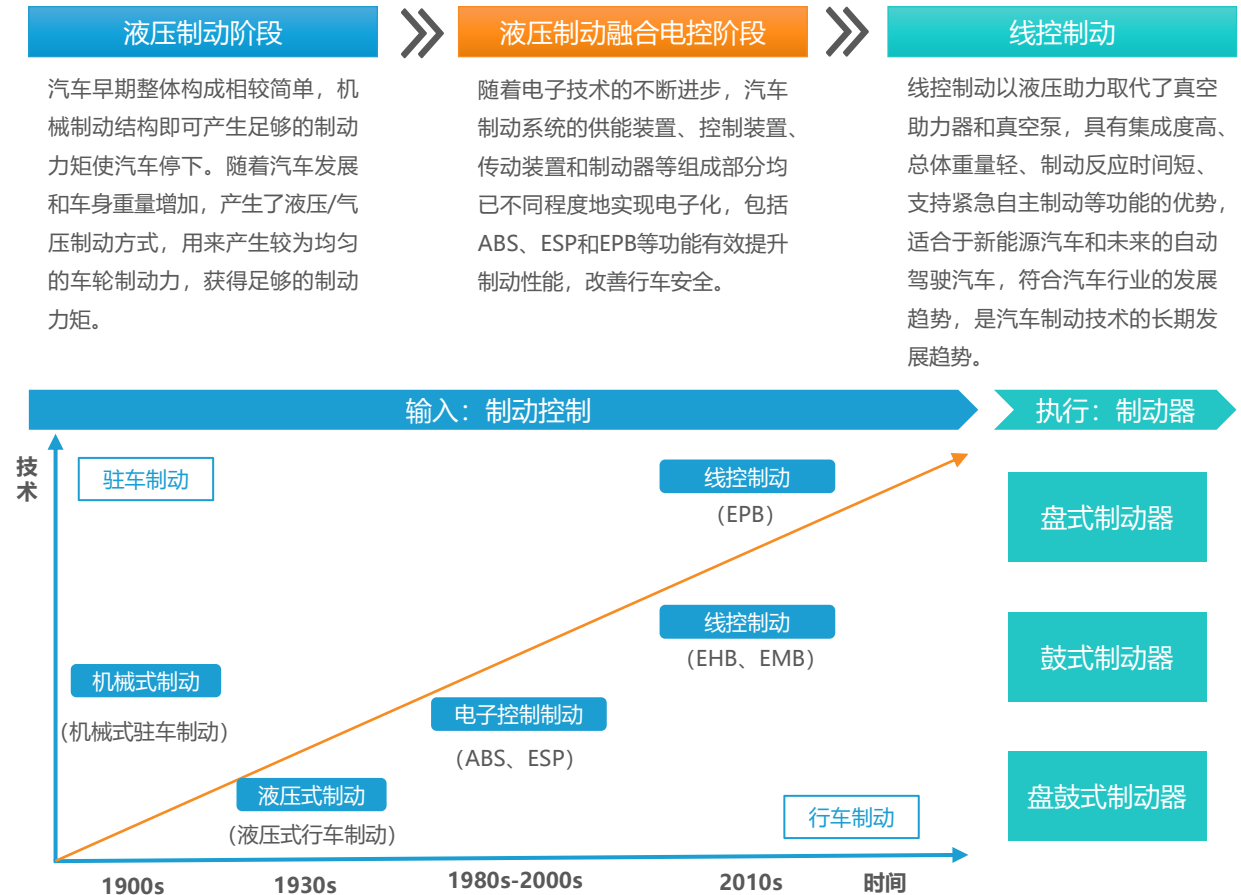
电动化和智能化推动线控制动发展

线控制动是未来汽车制动系统的发展趋势

执行控制好比“驾驶员的手脚”，是自动驾驶真正落地的基础。执行层作为智能驾驶汽车的最底层，其核心任务是通过驱动、制动及转向控制系统，相互配合，使汽车能够按照决策部分规划的轨迹稳定行驶，并且同时能够实现避让、保持车距、超车等动作。

随自动驾驶的发展，执行层由驾驶员施加人力、通过真空和液压等推动的方式逐渐被电子化、电动化系统所替代，电信号替代机械力的线控技术在自动驾驶时代全面渗透。

汽车制动系统的发展经历了“液压制动-液压制动融合电控-线控制动”三个阶段：

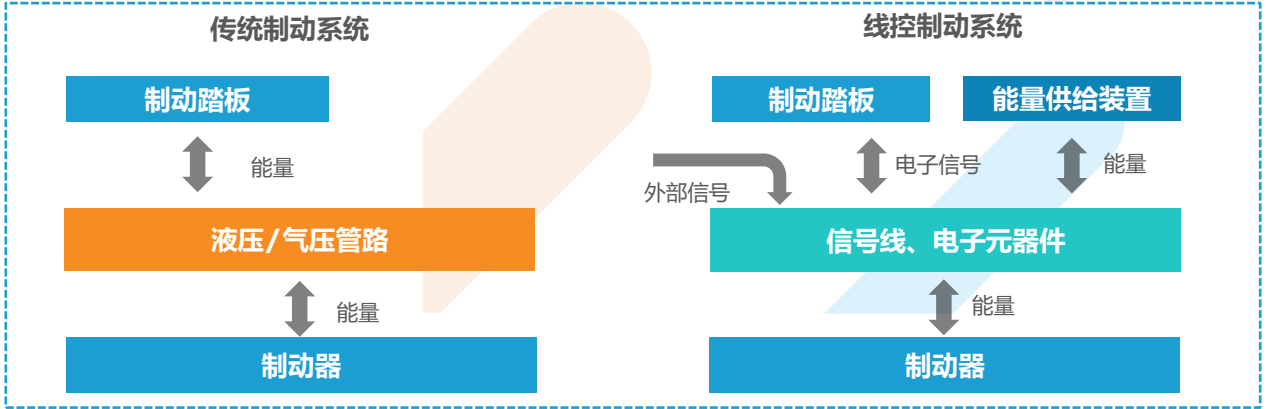


制动系统关注不断提升，量价齐升赛道拉长

随着汽车智能化、电动化推进，线控制动替换传统液压制动系统。与传统液压制动系统相比，线控制动系统除了上面提到的实现智能刹车，摆脱真空助力器和真空泵依赖的优点外，还具有响应时间短、体积小、重量轻、可扩展性强、可以快速定制化刹车系统等优点。尤其是智能汽车从L2向L3级别进阶，高等级自动驾驶汽车对制动系统的响应时间要求非常严苛，由于线控制动执行信息是由电信号传递，其响应相对更快，刹车距离更短，成为未来汽车智能化的长期发展趋势，得到行业极大的关注。

电动化和智能化推动线控制动发展

亿欧智库：汽车传统制动系统与线控制动系统对比

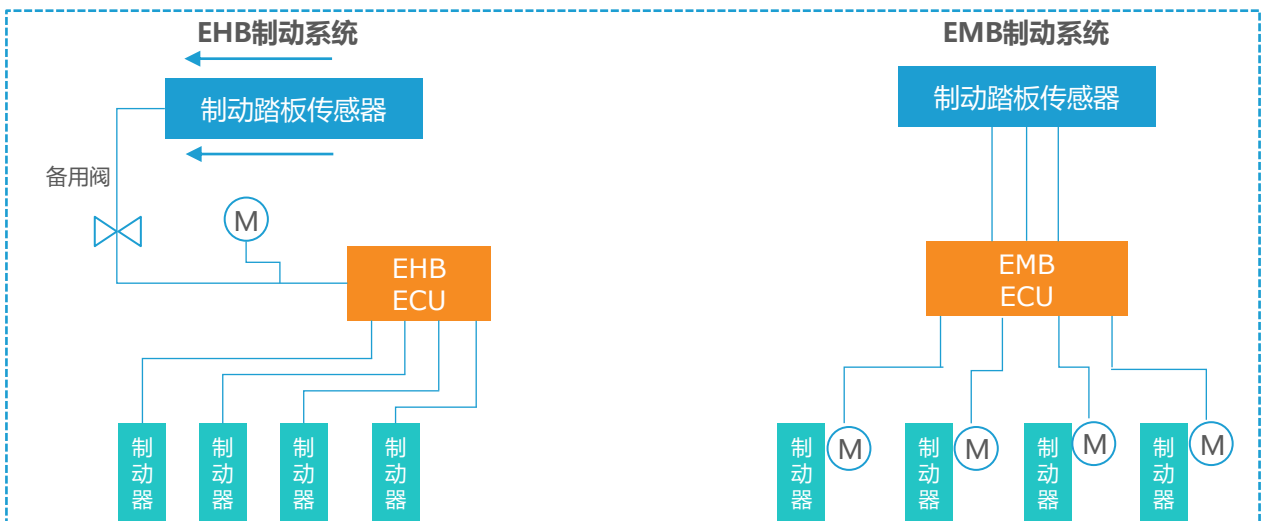


项目	传统制动系统	线控制动
节能性	需要真空助力器，加大新能源汽车的能耗	摆脱对真空助力的依赖，提升续航里程
反应时间	400-600ms	150ms
整体结构	体积大，重量7-8kg	结构紧凑，重量为5-6kg
可扩展性	—	可以通过程序赋予线控制动系统更多功能

EMB是最理想的线控制动技术，但中短期以EHB替代为主

线控制动系统取消了踏板与轮胎的物理连接，通过电子决策系统对四轮进行制动力精准控制的制动系统，主要包括从传统液压制动系统向线控制动系统过渡的液压式线控制动（非纯线控）（Electro-Hydraulic Brake, EHB）和纯线控技术机械式线控制动（Electro-Mechanical Brake, EMB）两种。其目前面临的主要技术难题包括，分析性冗余算法设置、制动功能高度集成化后的算法优先级设置、制动能量回收系统与制动系统之间交错的识别问题等。

亿欧智库：汽车传统制动系统与线控制动系统对比



电动化和智能化推动线控制动发展

具体表现上，EMB直接取消了制动主缸和液压管路，将电机集成在制动钳上，踏板产生制动信号直接输入到制动钳，输入与终端执行之间的部件全部简化，由电机产生制动力，控制制动器制动。相比之下，EHB属于部分线控，EMB则属于完全线控。EMB的主要优点是刹车快，反应时间约为90毫秒，没有液压系统，设计和构造比较简单，能够降低车重、节省空间。EMB是当下最理想的线控制动技术，但由于技术局限，中短期内市场仍以EHB替代传统液压制动系统为主流路线。

亿欧智库：EHB与EMB对比情况

项目	EHB	EMB
定义	电子液压制动：部分保留液压系统	电子机械制动：无液压系统（纯线控）
结构	1个电机（液压泵中）	4个电机（轮毂处）
成本	低	高
响应速度	120ms	90ms
制动液安全	制动液泄露将导致电子元件短路失效，对电动车影响很大	无制动液，安全且质量轻
系统冗余	有冗余系统，EHB与冗余方案均失效时，仍可变为无助力液压制动	无冗余系统，需保证电源稳定与通信系统中每个节点的容错能力
制动力	制动力大	制动力小
劣势	仍然需要真空泵，增加了能耗和噪音	无备份系统，轮毂体积限制电机功率、工作环境，对于永磁体及半导体元件是很大的考验

数据来源：国泰君安证券研究，亿欧智库

亿欧智库：博世iBooster产品结构图



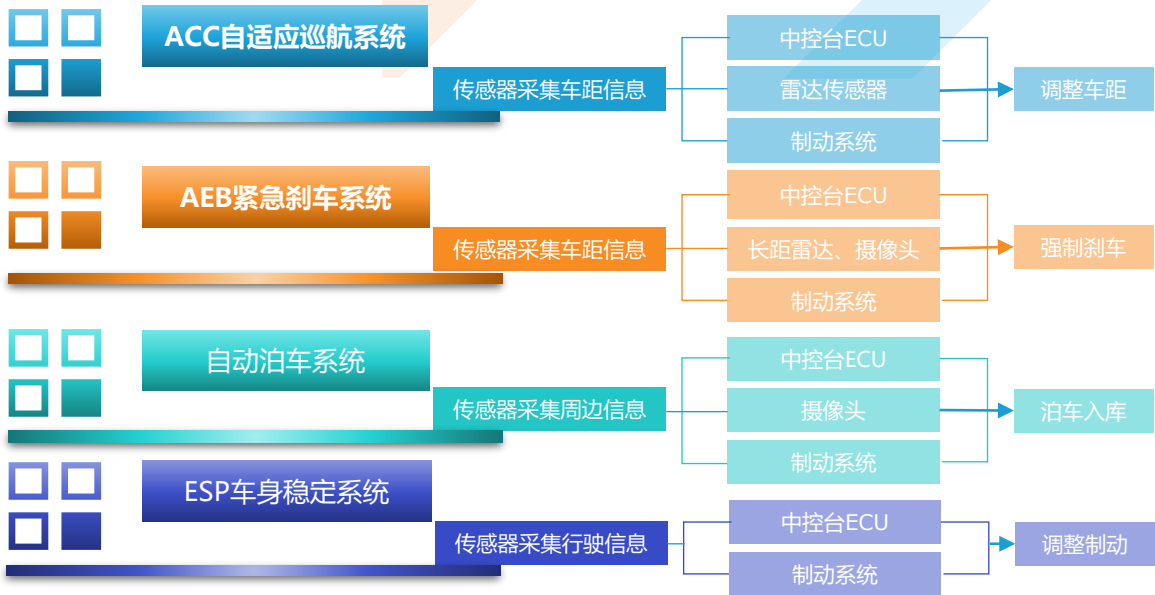
图片来源：博世官网，亿欧智库

EHB (Electro-hydraulic Brake) 保留传统的液压工作方式，博世 iBooster 和采埃孚 EBB (Electronic Brake Booster) 都是真空助力器的局部替代方案。以目前使用最广的博世 iBooster 为例，其制动信号的产生可以来自踏板，踏板行程传感器测量到输入推杆的位移后，将该位移信号发送到 ECU，由 ECU 计算制动请求；也可以由 ECU 根据场景需要主动生成制动需求。ECU 计算出电机应产生的扭矩，二级齿轮传动装置将该扭矩转化为助力器阀体的伺服制动力，通过电机转化为强大的直线推力，推动制动主缸推杆。

线控制动系统是支撑汽车走向高级别自动驾驶的关键部件

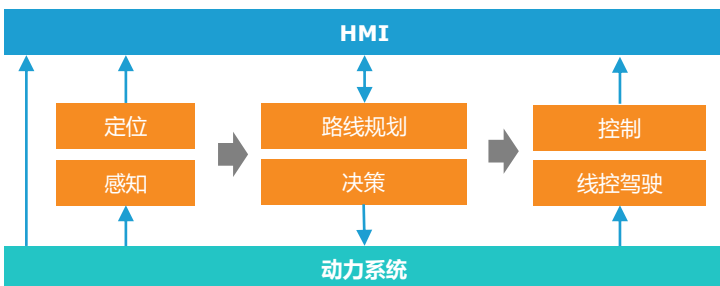
线控制动是实现更高级别自动驾驶的必经之路

随着车辆对制动性能要求的不断提高，传统的液压或者空气制动系统在加入了大量的电子控制系统如ABS、ESP等后，结构和管路布置越发复杂，液压（空气）回路泄露的隐患也加大，同时装配和维修的难度也随之提高。制动控制是自动驾驶执行系统的重要部分，目前ADAS与制动系统高度关联的功能模块包括ESP（车身稳定系统）/AP（自动泊车）/ACC（自适应巡航）/AEB（自动紧急制动）等。



当前，高级别自动驾驶的实现，离不开汽车制动系统的全面电子化升级。而线控制动是汽车制动系统电子化的核心解决方案，是支撑汽车走向更高级别自动驾驶的制动系统的发展方向。因此，随着汽车自动驾驶的不断深入，线控制动的渗透率水平将持续提升。

亿欧智库：尖端线控制动技术与自动驾驶关联示意图



线控制动正是迈进自动驾驶L3的制动系统解决方案。具体而言，只有配备了线控制动的智能汽车，才具备实现L3级别自动驾驶的基础，才能够真正意义上实现更高级别的自动驾驶。

线控制动系统是支撑汽车走向高级别自动驾驶的关键部件

主要厂商加速研发，国内品牌打破垄断迎来机会

目前，市场主流的EHB线控系统有两种：以博世iBooster+ESP为代表的“Two-box”方案和以大陆、采埃孚为代表的“One-box”方案。部分国产供应商在One-box方案上已经取得突破，如伯特利线控制动产品量产在即，且第二代线控制动产品已经开始研发，能够支持L4及以上的自动驾驶。

从市场格局来看，控制层技术主要掌握在国外Tier1及主机厂手中，国内基础相对薄弱。全球来看，汽车工业发达的欧美日地区，经过前期的行业整合、重组，形成了规模较大的生产厂家，如欧洲的博世、大陆，美国的天合（被采埃孚收购）、德尔福（被京西重工收购），日本的爱德克斯、日立等，国内自主品牌供应商主要有伯特利等。目前外资品牌凭借技术的积累及较大的规模，占据市场主导地位。

亿欧智库：全球主要线控制动供应商及产品

	企业	产品名称	产品类型	量产时间	主要客户
第一梯队	BOSCH	iBooster+ESP	Two-box	2013年	通用、本田、吉利、奇点、蔚来、特斯拉
		IPB	One-box	2019年	通用、比亚迪
	Continental	MK C1	One-box	2016年	阿尔法-罗密欧等
	ZF	IBC	One-box	2018年	通用等
第二梯队	BTL	WCBS	One-box	2021年中量产	江铃雷诺、北汽、奇瑞
	APG	IBS	Two-box	已小批量付	—
		IEHB	One-box	—	—
	英创汇智 -FRINOVA-	E-Booster+ESP	Two-box	2019年	东风乘用车
第三梯队	同驭汽车科技 TONGYU AUTOMOTIVE	EHB	Two-box	2019年	江铃汽车
	拓普	IBS	Two-box	—	—
	NASN Automotive Electronics	N-booster	Two-box	2018年	北汽新能源 EC3

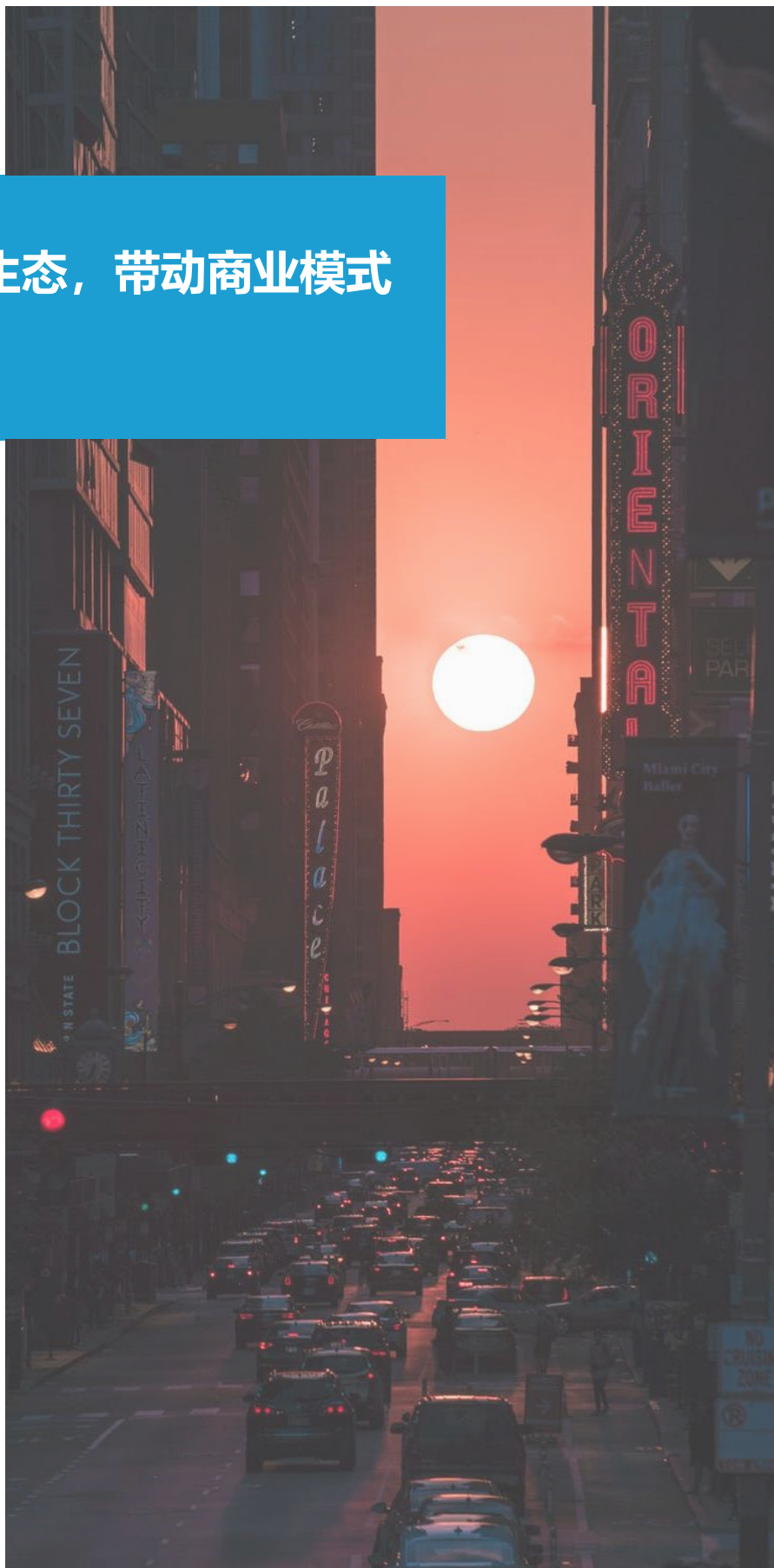
资料来源：深度访谈、各企业官网，亿欧智库



软件重构汽车价值生态，带动商业模式拓展

回首汽车行业发展历程，目前，传统车企及 Tier1 已纷纷开启智能化转型，当硬件配置竞赛达到白热化阶段时，软件层面的竞争则更能体现差异化竞争力。

同时，软件的边际开发成本更低，更易满足用户千人千面的需求，且完善的软件生态亦可为整车厂树立更加牢固的护城河、打造更为差异化的品牌特征，从而反向推动新车的销量，实现一辆车卖出去之后才是开始盈利的起点。

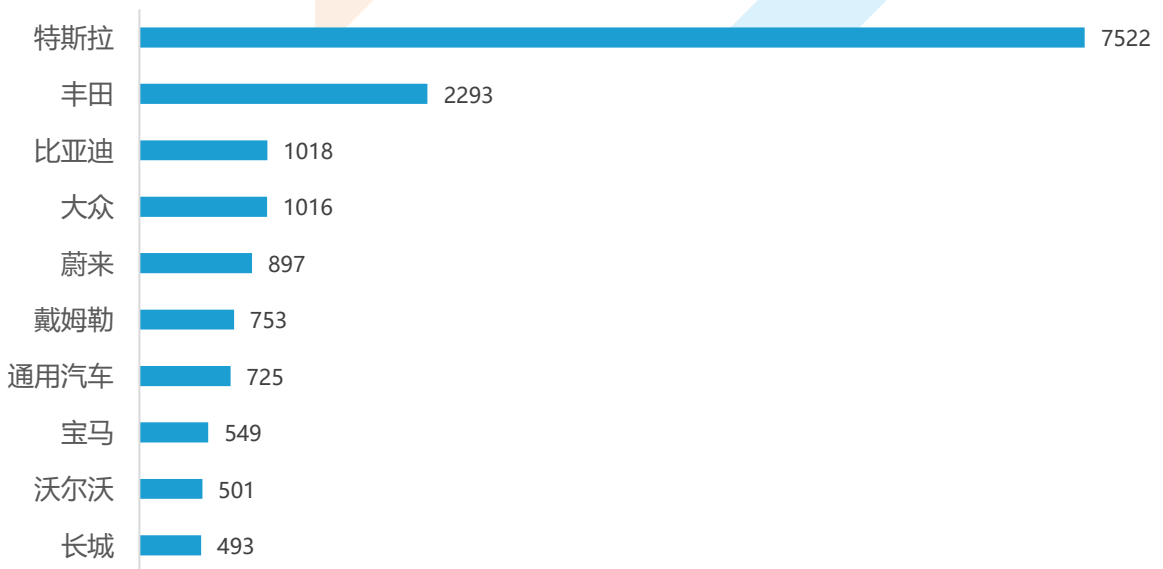


软件重塑生态价值，软件盈利驱动硬件变革

全球车企市值排名风云变幻，特斯拉逆天暴涨登顶

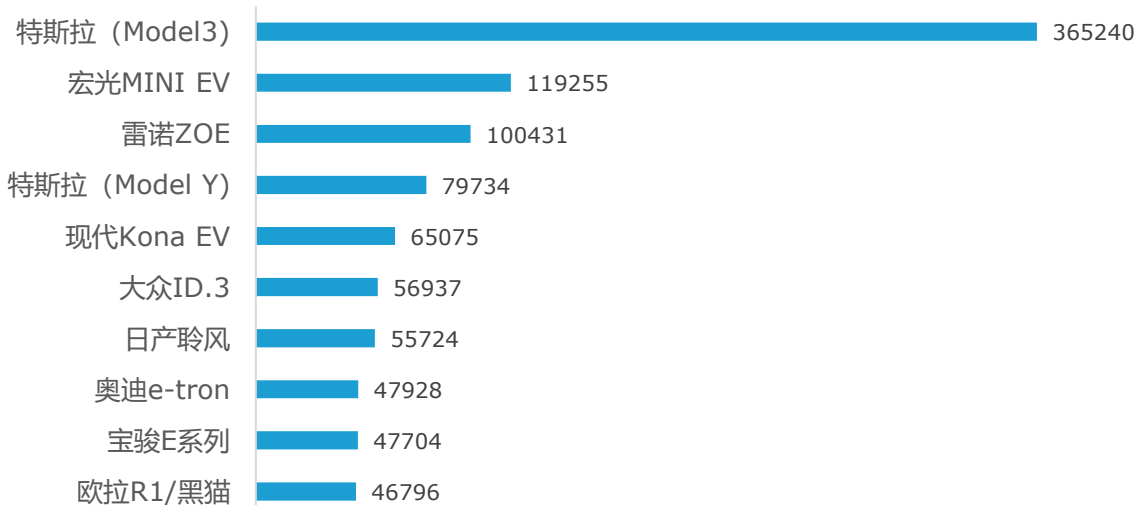
2020年，疫情重创全球汽车产业，但新能源汽车逆势而起，成为引领全球经济恢复的重要力量，同时，新能源汽车概念在国际资本市场大放异彩，以特斯拉为代表的新造车企业股价飙升，全球车企估值排行榜大洗牌。以特斯拉、蔚来、理想、小鹏为代表的新势力造车已完成从0到1的过程，进入合资/豪华市场，并初步站稳，且市值增长迅猛。

亿欧智库：截至2021年5月全球车企市值排名TOP10 (亿美元)



数据显示，在2020年全球新能源汽车品牌销量中，特斯拉的新能源汽车Model3遥遥领先，成为当之无愧的年度销售冠军，销量达36.5万辆。特斯拉已经成为了汽车科技的代名词，其人工智能有关的软件和硬件的开发也代表了汽车科技的最高水平。基于电动化平台实现智能化，是特斯拉最核心的竞争优势。

亿欧智库：2020年全球新能源汽车品牌销量TOP10 (辆)



数据来源：公开数据，亿欧智库

软件重塑生态价值，软件盈利驱动硬件变革

软件利润与服务拉升，汽车行业估值体系正在发生变更

当前，汽车行业大变革时期对电气化、智能化、网联化、共享化多重赛道，提出了截然不同的设计和开发需求、开始了从单车销售转向保有量收费的盈利模式转变。硬件端和制造端的利润将维持合理但较低水平，软件利润和服务收入将成为新时代的估值锚准。亿欧智库认为，未来，车企盈利模式将转向“渠道费”。

亿欧智库：车企新估值体系

新造车和传统车企相比，总营收和利润小于传统车企，但增速和市场想象空间大，利润率和增速符合高科技公司，资本将其当成软件终端来看。

新体系下 整车企业 估值	单车硬件利润	硬件P/E	传统体系下的 整车企业估值
	<ul style="list-style-type: none"> 赚取制造业的增值 长期看单车硬件利润可能持续下降 	<ul style="list-style-type: none"> 传统OEM P/E 合资利润估值较低 自主利润有估值溢价 	
	车内硬件相关软件利润	软件P/E	估值增加项
	车内硬件相关软件收入	软件P/S	
	<ul style="list-style-type: none"> 赚取车内硬件相关的软件利润 目前已经成熟的收费内容主要是自动驾驶 长期来看当自动驾驶能力趋同，基于硬件的软件可能完全免费 	<ul style="list-style-type: none"> 主流SaaS服务按照10-15xP/S估值 车内硬件相关软件具有排他性，获客成本更低，可以考虑采用高倍数PE估值 	
	单车服务收入	服务P/S	
<ul style="list-style-type: none"> 赚取车外内容、娱乐、消费相关的“渠道费” 高级别自动驾驶落地后，预计服务类别收费将非常丰富 	<ul style="list-style-type: none"> 同为服务类收费，估值倍数取决于“通道”强弱；应该仍与整车市占率相关 		

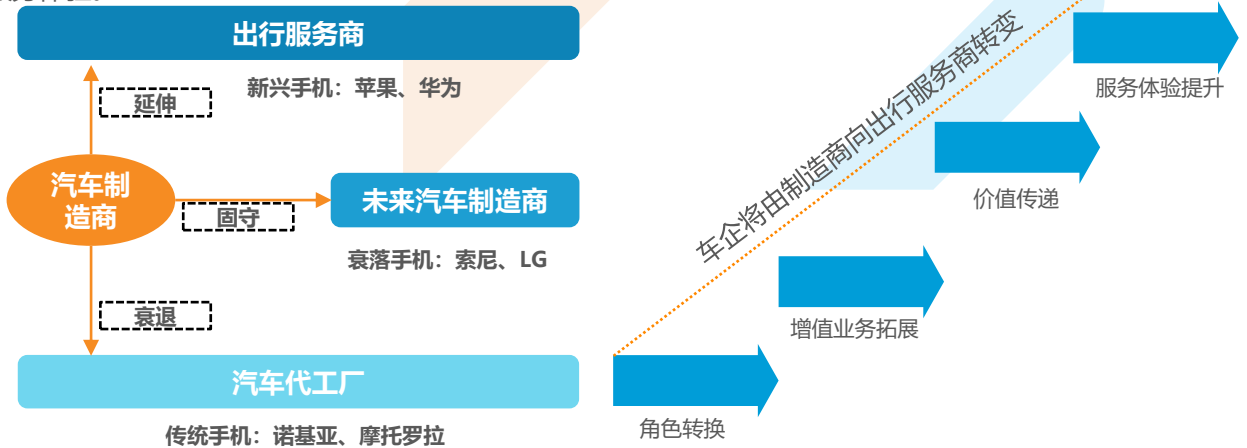
数据来源：中金公司研究部，亿欧智库



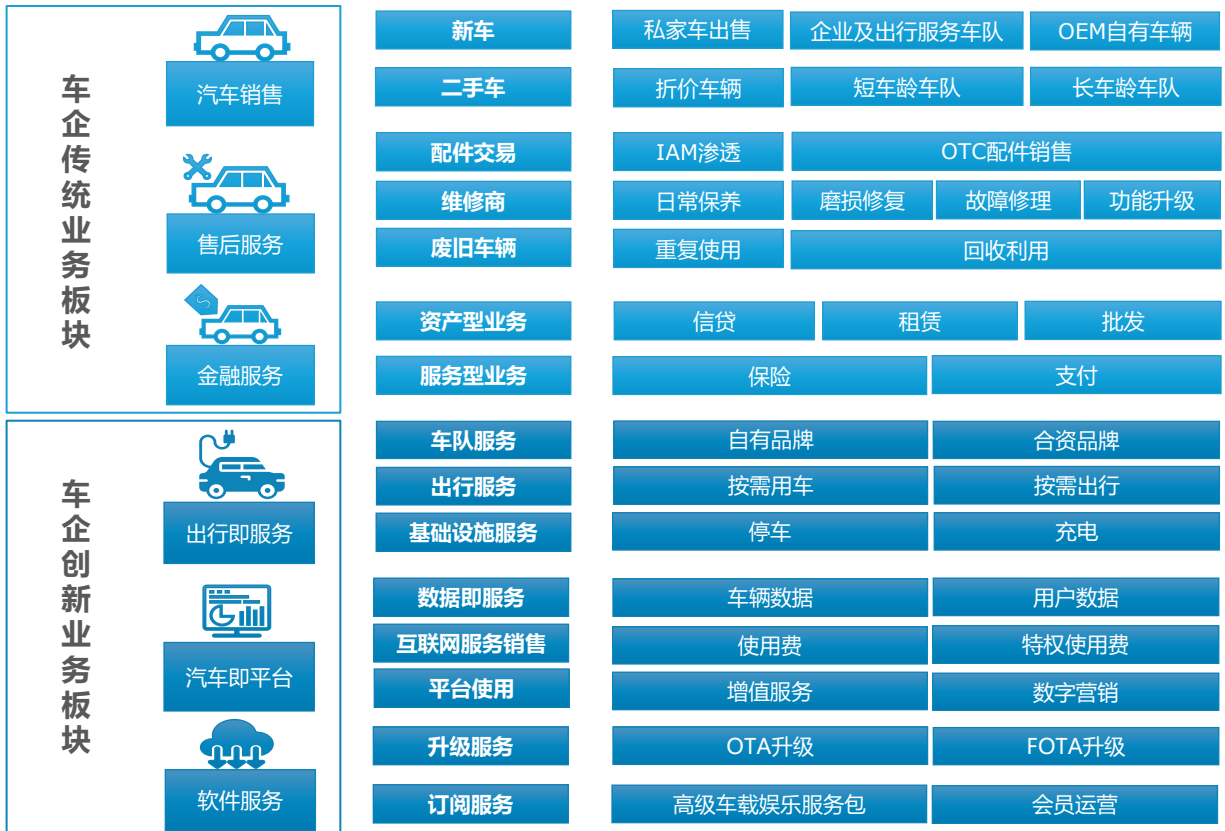
软件重塑生态价值，软件盈利驱动硬件变革

传统车企的功守道，业务“第二增长曲线”创新

综合来看，车企在发展过程中已经逐渐意识到角色转换的重要性，为了避免沦为代工厂，车企将由制造商向出行服务商转变，未来，在角色定义下，其将通过增值业务拓展，进行深层次服务价值传递，最终提升用户体验。



亿欧智库：车企传统业务与创新业务板块



车企收入来自五大业务板块，其中包括OEM当前和未来的所有收入来源。

软件重塑生态价值，软件盈利驱动硬件变革

汽车电子成本占比较大，为软件服务收费奠定基础

当前，随着汽车智能化与电动化发展，汽车成本结构正在发生变化。电池成本占据着整车成本的核心位置，汽车电子成本同样占据着重要位置。根据某型号智能新能源汽车成本可见，智能网联成本占比达到13.7%。其次，自动驾驶对汽车电子元器件价值提升主要体现在传感器、车载计算平台与软件方面，软件大幅渗透是车企二次收费服务的基础。

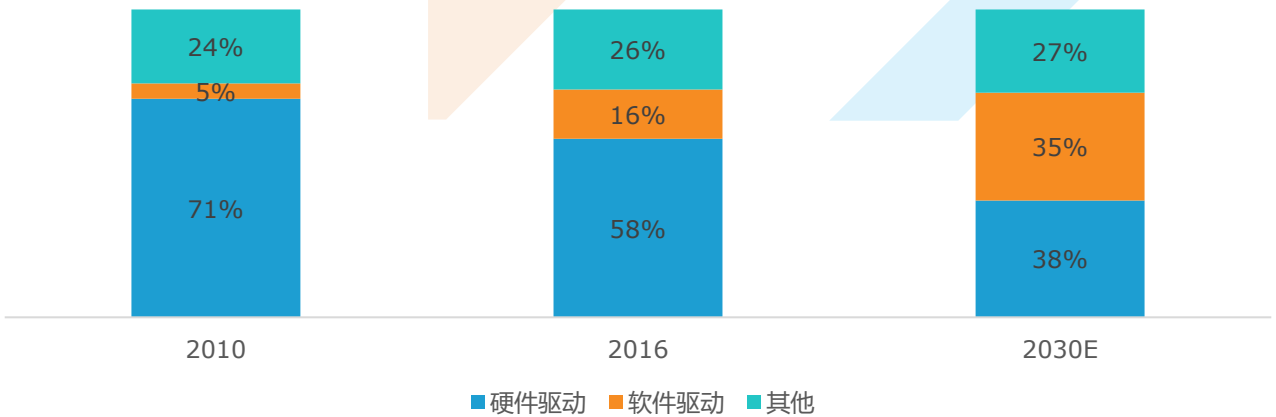
亿欧智库：某型号智能新能源汽车成本拆分（元）



软件重塑生态价值，软件盈利驱动硬件变革

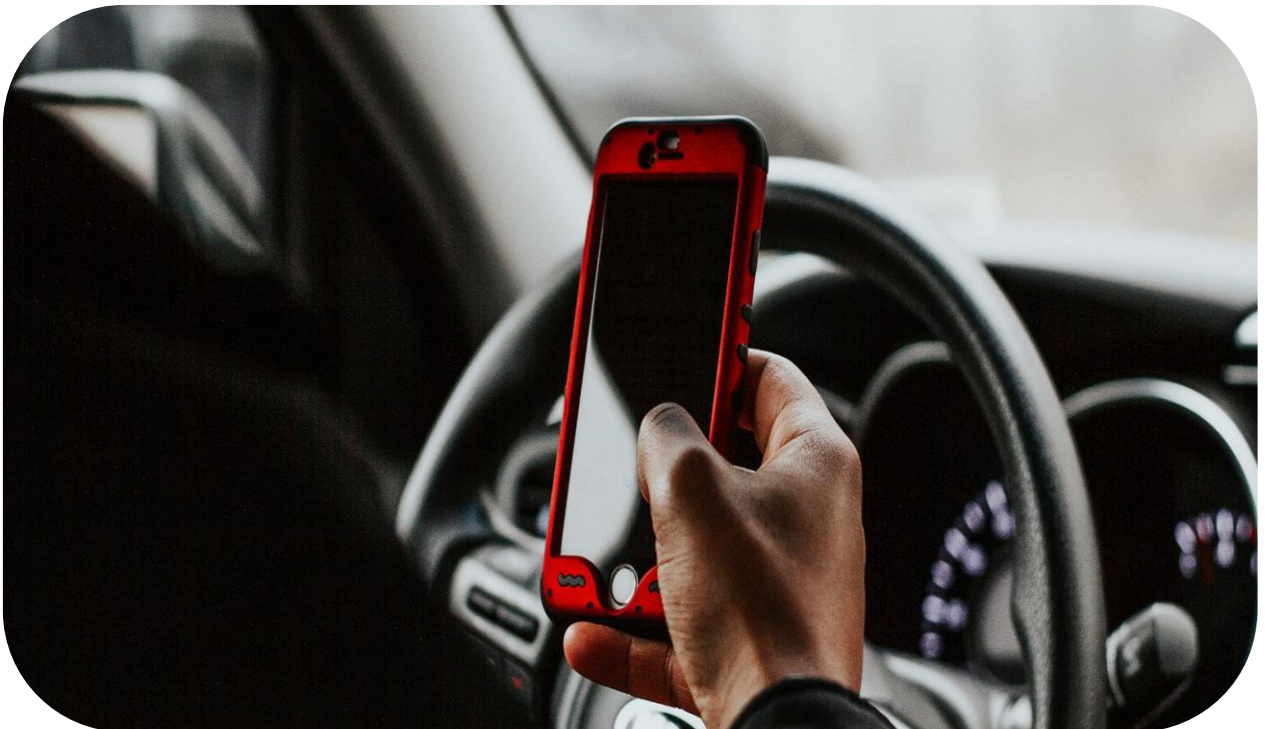
软件定义汽车，软件成本不断增长。进入智能驾驶时代，汽车软硬件逐渐分离，汽车的硬件部分已逐渐成熟，软件部分快速发展，且软件是决定汽车安全性和用户体验非常重要的因素，软件所占的成本不断增长。

亿欧智库：全球汽车软件与硬件产品结构占比



数据来源：亿欧智库

当前，全球汽车软件与硬件产品结构正发生着重大变化，2016年软件驱动占比从2010年的5%增长到16%，亿欧智库预计2030年软件驱动的占比将达到35%，届时硬件驱动占比仅为38%，软件价值地位将大幅提升，为软件替代硬件盈利夯实基础。

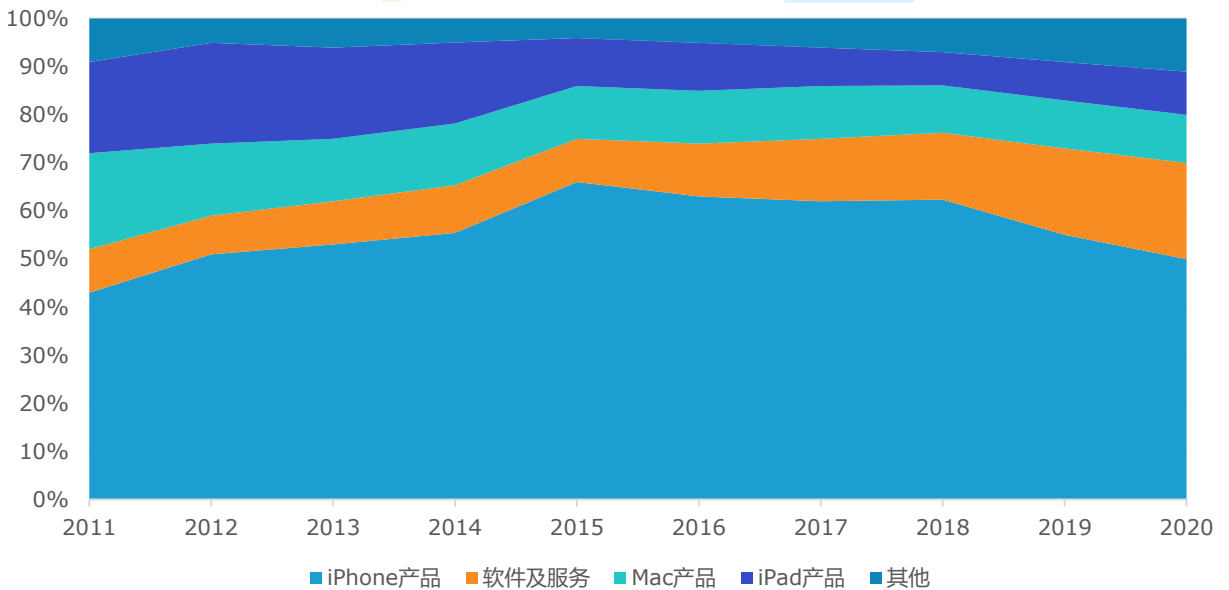


软件订阅服务将成为车企收入新增点

车企核心竞争力“软化”，汽车产业进入“苹果时代”

对于手机厂商而言，纯粹的硬件产品收入增速也随着手机替换周期延长、全球手机渗透率达到瓶颈等因素逐步放缓。根据苹果公司年报数据统计，其近年来iPhone产品收入增速已显著下滑。但相比较而言，以App Store为核心的软件收入近年来增速持续保持在20%以上，并且亦具备更高的毛利率水平。从长期来看，苹果软件收入的背后是强大的iOS生态，根据2020年苹果 WWDC（全球开发者大会）官方数据统计，苹果全球应用开发者数量已经超过2300万人，具备持续的更新迭代能力。

亿欧智库：2011-2020年苹果全球各项业务营收占比情况



数据来源：苹果财报，亿欧智库

特斯拉率先落地“硬件为流量入口、软件为收费服务”的模式。当前，特斯拉作为智能汽车的引领者，其在产业界的示范效应已不言而喻。基于现有数据闭环及软件架构，特斯拉可实现快速的软件迭代升级，进而建立软件付费模式，进一步打开盈利空间。由此所带来的鲶鱼效应，促使传统整车厂加速转型布局车载软件领域，加速软件定义汽车时代到来。

亿欧智库：特斯拉软件服务收费项目

项目	自动驾驶选装包 (FSD)	OTA升级选装包	高级车联网服务
具体功能/服务	<ul style="list-style-type: none"> 高级自动驾驶功能，包括自动泊车、自动辅助导航驾驶、智能召唤等 	<ul style="list-style-type: none"> 空中软件更新，不断引入新功能并提升性能； 对动力系统、座舱娱乐系统、自动驾驶系统、车身电子系统、底盘系统等在线升级 	<ul style="list-style-type: none"> 车联网高级连接服务，包括实时路况、卡拉OK，流媒体等功能
收费标准	前装一次性收费（8000美元）	根据具体更新服务按次收费	订阅服务持续收费（9.99美元/月）

软件订阅服务将成为车企收入新增点

打造下一代智能终端，智能汽车有望复制智能手机高光时刻

智能汽车将成为人类生活的重要智能终端，随着产业融合与创新，智能汽车产业有望复制智能手机产业的黄金时刻。伴随着智能驾驶技术在汽车终端渗透普及，汽车已经演进成为人类生活的“第三空间”，丰富的应用场景被转移到汽车座舱内，使得智能汽车成为像手机一样的移动智能终端。特斯拉的软件收入增长趋势，与苹果公司软件收入的增长趋势相似，资本市场对新势力造车充满想象空间

亿欧智库：智能手机与智能汽车产业对比

智能手机				智能汽车		
芯片	操作系统	手机厂商		芯片	操作系统	汽车厂商
					Version	
苹果：自研芯片+操作系统				特斯拉：自研芯片+操作系统		
					AliOS HarmonyOS Android Automoti	
安卓联盟：开源软件平台				传统车厂：与互联网/软件技术企业/Tier 1合作		
应用场景	社交	音/视频	购物	导航	SOTA	FOTA
					信息娱乐系统	数字座舱 自动驾驶

数据来源：网络公开资料，亿欧智库

软件定义汽车时代，科技公司争相造车，科技公司可以划分三类，一类是以软件、网络为主的；第二类是软硬件一体化产品；第三类电子产品生产研发为主。继智能小米公司宣布成立车项目，创维也开启第二轮造车攻势，将商标部分使用权转让给了开沃集团，开沃新能源旗下品牌天美汽车正式更名为创维汽车；360正式投资哪吒汽车，并将成为其第二大股东。

恒大

2021年4月，创维集团将商标部分使用权转让给了开沃集团，开沃新能源旗下品牌天美汽车正式更名为创维汽车，并展示了创维汽车旗下的首款车型——创维汽车ET5。

恒大集团旗下新能源汽车品牌恒驰汽车在上海国际车展上发布了旗下九款车型，恒驰1到恒驰9。覆盖A到D所有级别，以及轿车、轿跑、SUV、MPV、跨界车等全系列车型。

创维

2021年3月底，魅族就宣布推出Flyme For Car车载系统，并表示正在有序开发中。

小米

2021年3月30日，雷军宣布小米正式立项智能汽车业务，一期投资100亿人民币成立全资子公司，由雷军亲自操刀，开启小米汽车新征程。

360

2021年5月，周鸿祎正式宣布360公司布局造车。同时，360战略领投哪吒汽车D轮融资，在完成融资后，360将成为哪吒汽车第二大股东。

魅族

在2021年上海车展上，大疆展出了大疆智能驾驶 D80/D80+、大疆智能驾驶 D130/D130+、大疆智能泊车等驾驶场景下的智能解决方案。

汽车产业的新跨界者

软件定义汽车新价值，商业模式进入变革时期

软件定义汽车新生态初成，智能驾驶产业链千帆竞发

智能驾驶汽车产业是与AI、物联网、高性能计算等新一代信息技术深度融合的产物，是当前全球汽车与交通出行领域智能化和网联化发展的主要方向，已成为各国争抢的战略制高点。随着中国智能汽车产业的发展，在国内市场从感知、决策到执行层已经形成了一套完整的产业链，产业链千帆竞发。

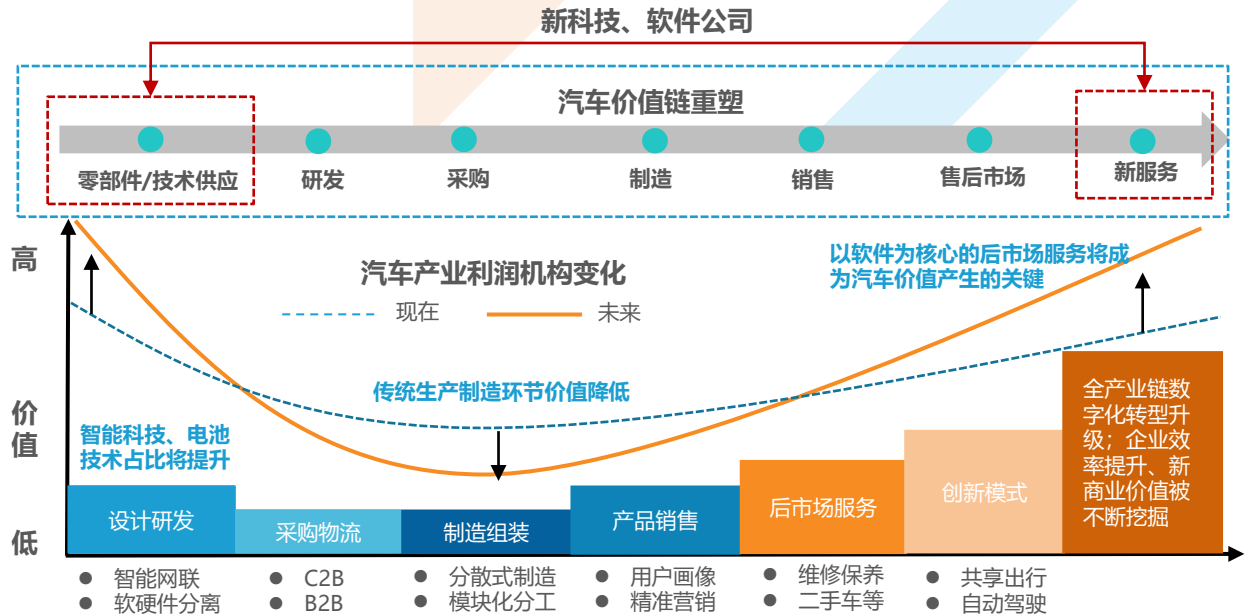


智能驾驶时代来临，产业链价值正迎来重新分配新阶段，除了单车智能化模块增加带来新增价值，在“软件定义汽车”共识之下，传统硬件销售开始向软件服务价值链传导。与此同时，汽车产业链主流玩家不断外延业务边界，算法、芯片等Tier2呈现向Tier1进阶趋势，车企则逐步将前端供应链纳入自身业务范畴，新的商业模式正在形成。

软件定义汽车新价值，商业模式进入变革时期

全球汽车供应链重塑，智能汽车产业孕育新商业模式

在汽车“新四化”发展趋势的影响下，汽车行业原有价值链上的产品研发、采购、供应链、制造、销售、后市场各环节都在进行变革。软件服务在整个汽车产业链中的价值不断被放大。新的科技、软件公司涌入，带动供应链管理的扁平化、边界模糊化，以及供应链生态体系变革。



在软件方面，车企软件功能体系开始越做越大，域控制器内部的功能函数复杂度提升，叠加智能座舱新增的应用型软件需求，软件重要性愈发凸显。另外，软件由于迭代周期快且行业特性带来的标准化程度低，赋予汽车新盈利模式，开发基础平台收许可费、供应功能模块按Royalty收费及定制化的二次开发均为未来软件供应商主流打法。



汽车工业经过百年发展，已经形成了一个高度分工的产业链。当“软件定义汽车”成为行业主流意识，汽车不再是冰冷机器，而是有温度的“第三空间”之时，汽车即服务。

智能汽车是继智能手机之后，IT产业的又一个万亿级风口。当前，传统汽车的利润来源主要依赖于硬件销售，未来，车企的利润结构是双重的，即一次性的硬件销售与二次收费的软件服务。随着时间的推移，两者之间的比例将不断拉开，软件服务最终成为车企利润的主要来源。

因此，软件定义汽车不仅仅只是带来汽车功能上的改变，而是在感知、决策以及执行三个重要层级上加入软件渗透，为汽车商业模式革新建立夯实基础，产业链上下游也将迎来巨大的市场机会。

由于时间与精力所限，本报告对于中国智能驾驶核心软件产品的研究与讨论难免存在疏漏与偏差，敬请谅解。在此特别感谢易航智能创始人兼CEO陈禹行、纵目科技创始人兼CEO唐锐等对本报告给予的支持，为报告撰写输出了宝贵的专业观点与建议。

团队介绍

亿欧智库 (EqualOcean Intelligence) 是亿欧EqualOcean旗下的研究与咨询机构。为全球企业和政府决策者提供行业研究、投资分析和创新咨询服务。亿欧智库对前沿领域保持着敏锐的洞察，具有独创的方法论和模型，服务能力和质量获得客户的广泛认可。

亿欧智库长期深耕科技、消费、大健康、汽车、产业互联网、金融、传媒、房产新居住等领域，旗下近100名分析师均毕业于名校，绝大多数具有丰富的从业经验；亿欧智库是中国极少数能同时生产中英文深度分析和专业报告的机构，分析师的研究成果和洞察经常被全球顶级媒体采访和引用。

以专业为本，借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势，亿欧智库的研究成果在影响力上往往数倍于同行。同时，亿欧EqualOcean内部拥有一个由数万名科技和产业高端专家构成的资源库，使亿欧智库的研究和咨询有强大支撑，更具洞察性和落地性。

报告作者



何奇

亿欧智库高级分析师

Email: heqi@iyiou.com

报告审核



武东

亿欧EqualOcean 研究总监

Email: wudong@iyiou.com



杨永平

亿欧EqualOcean 执行总经理、亿欧汽车总裁

Email: yangyongping@iyiou.com



黄渊普

亿欧EqualOcean 首席执行官、亿欧智库院长

Email: huangyuanpu@iyiou.com

版权声明

本报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于智库的专业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。本报告的信息来源于已公开的资料，亿欧智库对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽可能的获取但不作任何保证。

本报告版权归亿欧智库所有，欢迎因研究需要引用本报告部分内容，引用时需注明出处为“亿欧智库”。对于未注明来源的引用、盗用、篡改以及其他侵犯亿欧智库著作权的商业行为，亿欧智库将保留追究其法律责任的权利。

关于亿欧

亿欧EqualOcean是一家专注科技+产业+投资的信息平台和智库；成立于2014年2月，总部位于北京，在上海、深圳、南京、纽约有分公司。亿欧EqualOcean立足中国、影响全球，用户/客户覆盖超过50个国家或地区。

亿欧EqualOcean旗下的产品和服务包括：信息平台亿欧网（iyiou.com）、亿欧国际站（EqualOcean.com），研究和咨询服务亿欧智库（EqualOcean Intelligence），产业和投融资数据产品亿欧数据（EqualOcean Data）；行业垂直子公司亿欧大健康（EqualOcean Healthcare）和亿欧汽车（EqualOcean Auto）等。

基于对中国科技、产业和投资的深刻理解，同时凭借国际化视角和高度，亿欧EqualOcean为中外客户提供行业研究、投资分析、创新咨询、数据产品、品牌公关、国际化落地等服务。已经服务过的客户包括华为、阿里集团、腾讯公司、Intel、美团、SAP、拼多多、京东健康、恒大集团、贝壳找房、GSK、富士康、上汽集团、蔚来汽车、一汽解放等。

亿欧服务

基于自身的研究和咨询能力，同时借助亿欧网和亿欧国际网站的传播优势；亿欧EqualOcean为创业公司、大型企业、政府机构、机构投资者等客户类型提供有针对性的服务。

创业公司

亿欧EqualOcean旗下的亿欧网和亿欧国际站是创业创新领域的知名信息平台，是各类VC机构、产业基金、创业者和政府产业部门重点关注的平台。创业公司被亿欧网和亿欧国际站报道后，能获得巨大的品牌曝光，有利于降低融资过程中的解释成本；同时，对于吸引上下游合作伙伴及招募人才有积极作用。对于优质的创业公司，还可以作为案例纳入亿欧智库的相关报告，树立权威的行业地位。

大型企业

凭借对科技+产业+投资的深刻理解，亿欧EqualOcean除了为一些大型企业提供品牌服务外，更多地基于自身的研究能力和第三方视角，为大型企业提供行业研究、用户研究、投资分析和创新咨询等服务。同时，亿欧EqualOcean有实时更新的产业数据库和广泛的链接能力，能为大型企业进行产品落地和布局生态提供支持。

政府机构

针对政府类客户，亿欧EqualOcean提供四类服务：一是针对政府重点关注的领域提供产业情报，梳理特定产业在国内外的动态和前沿趋势，为相关政府领导提供智库外脑。二是根据政府的要求，组织相关产业的代表性企业和政府机构沟通交流，探讨合作机会；三是针对政府机构和旗下的产业园区，提供有针对性的产业培训，提升行业认知、提高招商和服务域内企业的水平；四是辅助政府机构做产业规划。

机构投资者

亿欧EqualOcean除了有强大的分析师团队外，另外有一个超过15000名专家的资源库；能为机构投资者提供专家咨询、和标的调研服务，减少投资过程中的信息不对称，做出正确的投资决策。

欢迎合作需求方联系我们，一起携手进步；电话 010-57293241，邮箱 hezuo@iyiou.com



获取更多报告详情

可扫码关注

网址：<https://www.iyiou.com/research>

邮箱：hezuo@iyiou.com

电话：010-57293241

地址：北京市朝阳区霞光里9号中电发展大厦A座10层

