Deloitte.

德勤

软件定义汽车
箭在弦上的产业变革

因我不同
成就不凡
始于1845

目录

前言 **1**
1. 对“软件定义汽车”的理解 **2**
2. 软件定义汽车的驱动力 **3**
2.1 产业发展需要 3
2.2 消费者期待 3
2.3 价值链转移 4
3. 现状与未来的差距 **5**
3.1 汽车软硬件架构难以适应软件定义汽车的发展需要 5
3.2 传统瀑布式开发模式面临较大的局限性 9
3.3 组织结构和人才供给是汽车向软件转型的一大短板 11
3.4 来自供应链体系的阻力 12
4. 新赛道将涌现哪些机会 **13**
4.1 软件定义汽车趋势下产业价值链盘点 13
4.2 软件平台的地位凸显 14
4.3 从Tier-2到Tier-0.5 16
5. 产业链上不同企业该如何应对 **17**
5.1 主机厂理性评估，按能力布局转型 17
5.2 零部件企业“两头受挤”，最好开启自我变革 18
5.3 汽车软件公司机遇和挑战并存，灵活定位释放价值 19
结语 **20**
联系我们 **21**

前言

在过去的几年中，智能手机和计算机，其标准化硬件在现有技术水平下正逐渐接近物理极限，这推动了其行业逐步从由硬件升级发展主导产品创新，转向由软件开发和迭代去推动硬件设计的更新和升级——诚然，不同于硬件相对标准化的智能手机和计算机行业，汽车产业有着其特殊性，不论是硬件的标准化程度，还是车辆的技术特点差异，都使汽车产业尚未具备客观条件以完全复刻智能手机和计算机行业规律，但伴随硬件标准化的推进和技术差异化的减小，汽车产业也或将经历相似的过程。

无论是出于客观因素，例如受限于生产工艺水平或材料物理特性使得硬件设计达到了顶峰、硬件性能也接近物理极限，还是源于主观因素——消费者对于应用软件带去的创新体验越来越敏锐和强劲的需求，都在推动汽车产业诉诸于软件技术来谋求变革和发展，使硬件技术上附加上更多软件的价值和烙印。

在这一背景下，“软件定义汽车”的说法开始在汽车产业内盛行起来。特斯拉被认为是目前这一趋势最典型的实践者，从面向消费者可见的OTA服务、自动驾驶套餐包以及围绕软件的差异化营销，再到底盘下灵活的软硬件开发架构、中央计算平台，都成为行业研究和讨论的焦点。如果结合特斯拉的创新案例，软件定义汽车给行业带去的两个最显著冲击体现在：第一，软硬件解耦，让汽车的物理开发和数字开发并行不悖，但更多的是由软件来定义差异性；第二，软件商品化，无论是以月为频率的软件更新带去的性能提升和新的功能，还是类SaaS的订阅收费，特斯拉目前所代表的新的商业模式尽可能地延长了汽车的生命周期和价值周期。

一部分意识超前的主机厂已经开始战略转型，加快软件能力的建设；而一部分企业出于资金投入、内部转型难度等多方面的考虑，对向软件转型仍报以谨慎乐观态度。为此，本文试图帮助车企厘清“软件定义汽车”的由来，发展背后的推动力，对行业带去的各类变化，转型的阻力，新涌现的行业机会等等，并根据各产业链上的利益主体所处的行业位置、能力构成，提供了几种可行的应对模式和转型路径。希望借此报告能够帮助主机厂、零部件企业、新兴的软件企业看清软件定义汽车的本质和发展脉络，理性应对，按需布局，提前在产业链变革中锁定高利润环节。

*软件定义汽车——箭在弦上的产业变革是一本德勤独立出版物，并未获得特斯拉公司的授权，赞助或官方认证。

1. 对“软件定义汽车”的理解

自2018年起全球汽车产业便掀起了关于“软件定义汽车”的讨论，2019年大众汽车CEO赫伯特·迪斯更是提出大众将成为一家由软件驱动的公司[1]，这也正式标志着行业开启了向软件转型的大幕。自此之后，市场对于软件定义汽车有诸多解释，既有专注于整车OTA (空中升级，Over-The-Air) 体系建设、自研操作系统的讨论，也有对电子电气架构、基础软件平台的详细拆解。

对此，德勤希望在多方解读的基础上试图给出一个更全面、更深入的理解：“软件定义汽车”从表面上看是车内软件 (包括电子硬件[2]) 的数量、价值超过机械硬件，背后更多的反应了汽车从高度机电一体化的机械终端，逐步转变为一个智能化、可拓展、可持续迭代升级的移动电子终端。为实现这一目标，整车在标准操作程序前便预埋了性能超前的硬件，并通过OTA在生命周期中逐步解锁和释放功能和价值。在该背景下，主机厂的核心能力将从机械硬件转向电子硬件和软件；产业价值链也将从一锤子硬件销售转向持续的软件及服务溢价。

首先，软件及汽车电子占整车的研发成本逐步提高，车内软件和电子硬件价值有望超过硬件，成为整车价值的核心。据测算，预计到2030年软件成本占整车BOM (物料清单，Bill Of Material) 的比重将从目前不到10%增长到50%。需指出的是，这里的软件除应用程序开发、还包括AI算法、操作系统，以及软硬件一体化程度高的控制器、芯片等电子硬件。

其次，软件及软件更迭所带来的性能和功能变化，将决定未来汽车的差异性。软件的更新维护是未来主机厂提供差异化体验、提升客户满意度最经济、最便捷、最快速的一种方式。前提是由硬件提供冗余，再由软件实现迭代。

最后，包括主机厂、零部件企业等产业链上企业将加强软件能力建设，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。此外，新兴的软件公司将借助软硬件协同能力，兼容产业链上下多方需求，一举跃升为汽车产业链上新的tier-1企业。

[1] 大众汽车官网，Christian Senger becomes Brand Board of Management Member for new Digital Car & Services function. Feb 25, 2019. https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/christian-senger-becomes-brand-board-of-management-member-for-new-digital-car-and-services-function-4664

[2] 电子硬件包括AI芯片、微处理器、域控制器等

2. 软件定义汽车的驱动力

2.1 产业发展需要

汽车“新四化”离不开软件和算法

随着新四化的深入发展，汽车正加速从从机械设备向高度数字化、信息化的智能终端转变。从监测控制电动车电池包的温度，到运行中控屏上的应用程序，再到人机交互体验，自动驾驶汽车对周围物体的探测与分类等功能的实现，都离不开软件的开发、算法的搭建。以自动驾驶为例，它是一个软硬件高度集成的终端，软件可以理解为自动驾驶汽车的“大脑”，它让各类传感器硬件收集的信息变得有意义，大脑分析这些信息帮助车辆做出最优驾驶决策。而更高级别 (L3及以上) 自动驾驶的复杂性将显著提升，机器学习算法、深度神经网络模型等的重要性就更为凸显。

不同于互联网行业，汽车软件是嵌入式软件开发，意味着每新增一个功能，就要增加对应的ECU (电子控制处理器，Electronic Control Unit)，并为此开发代码。而无论是智能网联、还是自动驾驶都将引入大量的硬件设备以及与之对应的海量软件开发和数据运算处理工作。因此，车内的软件代码正呈指数级增长，据不完全统计，豪华车因较高的驾驶辅助系统 (Advanced Driver Assistance System，以下简称ADAS)、L2级自动驾驶装载率，其软件代码行数已经超过了1亿行，未来几年内，软件代码数量将从1亿行增至3亿行[3]。

2.2 消费者期待

消费者期待汽车能够延续智能手机的行为习惯和体验

中国拥有全球最高的智能手机渗透率，达到了近60%。随着硬件性能的过剩，智能手机的竞争也逐渐转向了软件生态的丰富性、前沿技术的创新应用以及对用户价值的深度挖掘。而近几年无论是从手机厂商对车机的加速渗透，还是汽车制造商对智能、互联、人机交互的研发投入，都可以看出消费者在智能手机上的用户体验和使用偏好已延伸至车载环境，这意味着手机端的竞争发力点也将复制到车机端。

智能手机的不断迭代让消费者体验到在不用购买最新款手机的前提下，通过系统升级也能实现性能阶段性的提升、功能的改进。当然对于快速迭代的消费电子产品，OTA模式有利也有弊，其中一个明显的弊端是尽管手机厂商仍然保持着一年一更新的产品上新频率，消费者更换手机的周期却越来越长[4]。但对于更换频率至少5年起步的耐用消费品而言，OTA能够却能让汽车在全生命周期都能实现持续的性能优化和功能升级。

[3] 对话NXP高管：车载网络架构变革，这几大挑战值得注意，2020年7月3日，http://news.eeworld.com.cn/qcdz/ic501994.html

[4] 《2019腾讯广告手机行业洞察白皮书》，2019年6月26日，https://kuaibao.qq.com/s/20190717A0DKYQ00?refer=spider

2.3 价值链转移

硬件加速“商品化”，软件才能实现更高附加值

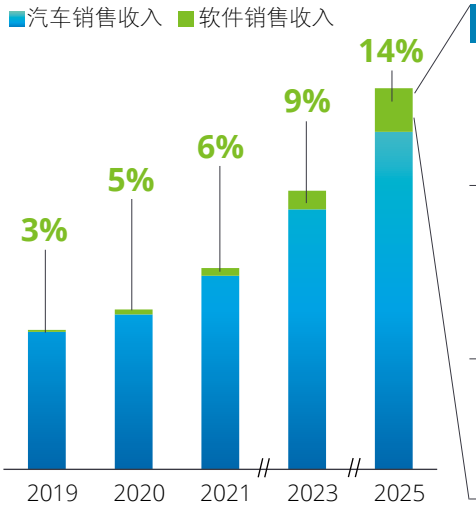
同智能手机等其他硬件制造行业一样，汽车产业也在经历“硬件商品化”的过程。随着汽车产业进入重大技术变革，再加上复杂汽车电子技术的兴起，一些传统机械零件正加速商品化和白标化，即硬件所能实现的差异性越来越小，硬件销售的利润越来越薄。受此影响，内燃机业务占比较大的全球零部件巨头在过去三年间股价下跌了约3成。而同一时期，软件、服务在产业链的重要性却愈发凸显，包括自动驾驶全栈道软件企业、高精度地图厂商、AI芯片等半导体硬件企业在资本市场上掀起一阵热潮，据不完全统计，2016-2019年四年期间，全球自动驾驶企业投融资多达374起，吸引融资额234亿美元[5]。

苹果[6]手机凭借App Store、操作系统、数字产品和服务建立了强大的软件生态体系和可持续的收入模式，汽车产业也正逐步从一锤子硬件销售转向“持续的硬件升级、订阅服务”等盈利模式。近几年，硬件预埋+FOTA（固件空中升级，Firmware Over-The-Air）模式的兴起，让主机厂开始重新审视OTA的价值。通过预埋性能和配置更超前的硬件，等算法成熟、软件完善，车主能够在不更换汽车的前提下靠OTA就能激活隐藏的性能、拓展新的功能。上一轮车联网发展历程中，OTA也被重视过，但仅限于IVI（车载信息娱乐系统，In-Vehicle Infotainmen）应用程序、操作界面更新（即SOTA，软件空中升级，Software Over-The-Air），

远程更新并未给消费者带去实用性的增值体验。随着FOTA技术的不断成熟、再加上硬件变得商品化、标准化，硬件带去的差异化体验加速被抹平。主机厂意识到必须利用软件、软件所能释放的新功能、新的商业模式给消费者不同的体验和价值。

以特斯拉为例，软件服务在公司的营收和利润占比中开始扮演越来越重要的角色。特斯拉的软件收入除了传统的车联网服务（数据流量+车载内容/服务）之外，还包括了OTA付费升级和软件选装包。2019年以来，特斯拉开始积极尝试 OTA 付费升级，典型案例就是加速性能升级包的推出，Model 3车主只要付费3,000美元，即可将汽车的百公里加速性能从4.6s 提升到4.1s[7]。而更受车主青睐的自动驾驶选装包，则有望成为未来特斯拉最主要的软件收入来源。目前，特斯拉计划将自动驾驶选装包的收费模式从一次性前装收费转变为订阅服务这种持续收费模式。预装FSD硬件的特斯拉车主只需每月支付100美元即能解锁该服务[8]。一旦完成软件订阅服务的商业模式转换，每辆激活 FSD 的销售车辆都有望为特斯拉贡献持续的现金流。

图一：软件收入未来有望成为特斯拉营收的重要来源



软件收入构成	产品图	具体功能/服务	收费模式
自动驾驶选装包（FSD）		·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	·目前为前装一次性收费（8,000美元） ·年底前有望推出订阅服务持续收费模式（100美元/月）
OTA升级选装包		·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	·根据具体更新服务按次收费
高级车联网服务		·车联网高级连接服务，包括实时路况、卡拉OK、流媒体等功能	·订阅服务持续收费（9.99美元/月）

数据来源：特斯拉财报、国信证券

[5] AI 车库，前瞻产业研究院整理，https://kknews.cc/zh-tw/car/e5kk8vz.html

[6] Apple是苹果公司在美国及其他国家注册的商标。

[7] 特斯拉，隐藏在财报中的秘密：特斯拉软件收入已超10亿美元，2020年7月20日，https://kknews.cc/zh-tw/car/qx4lrvy.html

[8] 特斯拉准备推出FSD软件按需月度订阅服务每月定价或超100美元，2020年09月21日，https://auto.sina.com/bg/industry/sinacn/2020-09-21/doc-ihaaeezs2487027.shtml

* 软件定义汽车——箭在弦上的产业变革是一本德勤独立出版物，并未获得苹果、特斯拉等公司的授权，赞助或官方认证。

3. 现状与未来的差距

3.1 汽车软硬件架构难以适应软件定义汽车的发展需要

电子电气架构面临算力束缚、通讯效率缺陷、以及不受控的线束成本黑洞

自汽车产业首次引入ECU以来，整车的机电一体化、电气化水平已经取得较大幅度的提升。从最初仅控制发动机工作，到后期延伸至底盘悬挂、车身电子控制、以及同车辆性能无关的信息娱乐、网络通讯等车载装置，如今每个车载功能对应一个或多个ECU。随着近年来燃油经济性、安全性、舒适性、娱乐性等需求的提升，电子控制器的数量更是进一步增长，目前L2级豪华品牌汽车上ECU数量已经达到100多个。

在机电一体化发展初期，整车电子电气架构 (EEA, Electronic & Electrical Architecture， 以下简称E/E) 多采用分布式模式，即传感器、ECU和执行器一一对应，分布式形态确保了系统的抗干扰性和独立性。但随着汽车不断向智能化、网联化方向发展，以单片机为核心的传统分布式电子电气架构已经很难满足未来智能汽车产品的开发需求，具体表现存在以下几方面痛点：

首先、分布式电子电气架构无法满足未来更高车载计算能力的需求。ECU是基于微控制器 (MCU, Microcontroller Unit) 和嵌入式系统的电子控制单元，MCU是一种微型计算机，而嵌入式系统主要是用于控制不适用于计算。因此单个ECU仅能处理数据量较小的运算和控制工作，例如发动机控制、电池管理、电机控制等局部功能。但未来无论是智能网联，还是自动驾驶，对整车开发带去的一个巨大考验便是爆炸式的数据处理需求和更高的运算速度。尤其是自动驾驶技术的发展，还将出现复杂的逻辑运算和非结构数据处理场景，现阶段L2级自动驾驶软件计算量已经达到10个TOPS (Tera Operations Per Second) 量级，预计L4级需要的算力将超过100 TOPS。显然当前微计算机的算力资源难勘其重。分布式架构的缺陷还体现在各控制器之间的算力无法共享。由于一个传感器对应一个ECU的封闭开发特点，导致各控制模块之间的算力无法共享，这也意味着处理相似功能逻辑时，算力资源难以实现最优分配，造成大量运算资源浪费。

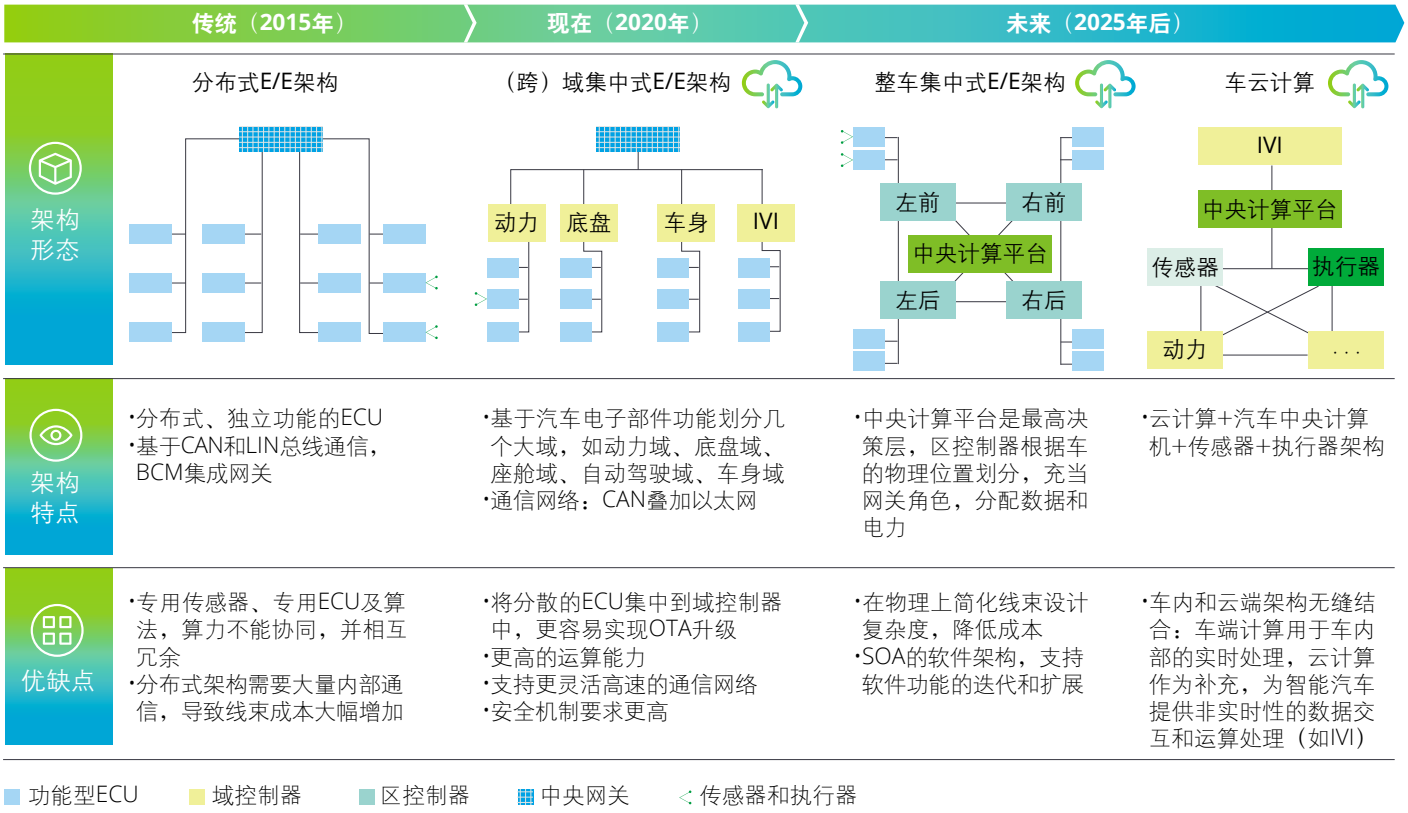
其次、驱使EEA架构升级的另一个推动因素来自于更高的通讯效率和更大的带宽容量需求。当前的电子电气架构是基于信号的架构设计，各ECU之间通过CAN (Controller Area Network) 总线进行信号传输。CAN总线技术的强项在于简洁稳定、成本低、抗干扰性强、安全性高，单一节点的故障不会扩散到整个网络。但随着车内传感器数量的增加，智能座舱等对车载网络带宽和时延的需求提高，不仅数据传输需求总量井喷，还要求能以更高的速率进行数据间的通信。例如在自动驾驶多传感器融合方案下，不同传感器（激光雷达、雷达、摄像头等）需要实时的信息处理和融合，这就要求更高的通讯带宽和传输速率。目前，CAN总线的工作速度是每秒兆比特，相比之下，新的通讯技术以太网能够允许传感器数据以每秒千兆比特的速度传输。

最后、成本管控黑洞：随着车内ECU、传感器数量增加，整车线束成本和布线难度也跟着大幅提升。在实现L3级以上高级别自动驾驶时，车内将引入更多的硬件传感器，除了ECU数量增多之外，线束布置、安装也不得不重新设计，而过于复杂的线束布置将带去更高的机械结构的成本，推升整车BOM成本，同时还影响自动化生产效率。

由此可见，无论是对更强大的算力部署、更高的信号传输效率需求，还是出于车身减重和成本控制的考量，都要求汽车电子电气的硬件架构从传统分布式朝着“集中式、轻量精简、可拓展”的方向转变。



图二：汽车电子电气架构升级路径图



数据来源：Bosch E/E架构路线图；佐思车研

最早提出E/E架构概念的零部件厂商已经开始为主机厂寻求电子电气架构的升级探索出了路径图 （图三）。博世将整车E/E架构分为六个阶段，首先将经历“模块化”和“集成化”阶段，继而向“域集中”方向演进，接着是“区集中”和中央计算，最后实现车云计算[9]。集成化能做到让一个ECU对应多种功能，削减了一定数量的单一功能的控制器，但模块化的封闭架构设计仅能满足L2以下自动驾驶，无法应对更高级别自动驾驶的算力和功能安全需求。

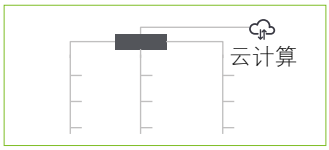
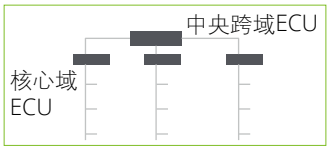
“域集中”可分为两个阶段：初期按硬件模块所处功能域分配，例如动力域、底盘域、车身域、信息娱乐域和 ADAS域的经典五域的划分。每个域配备一个算力强大、控制范围更广的域控制器 (Domain Controlller Unit，以下简称DCU)，通常搭载多核处理器。ECU数量上得以大幅减少，功能也得以简化。不过，对于一些计算要求低、但实时性和安全性要求高的功能，仍将由ECU来控制。域内部通信将沿用CAN总线等车载网络，域之间通信则引入以太网技术。

后期“跨越融合”是将具有相似功能安全等级和信息安全级别的域控制器进一步融合。例如将原动力、底盘、车身域整合为“车辆控制域”，负责整车控制以及高实时性、高安全性功能的实现；“智能座舱域”则取代原来的信息娱乐域，负责人机介面交互、车载T-box整合相关功能；“智能驾驶域”则负责高级别自动驾驶相关的感知、规划、决策相关功能的实现。“区（Zone，区别于域的概念）集中”是一个较特殊的阶段，但也是最早接近整车中央计算的雏形。在该阶段，电子电气架构布局实际上以线束（整车物理区域）为导向，主机厂根据模块化考虑，在车辆的主体里尽可能把功能分类组合好，把软件配置在中心化的区域核心控制器中[10]。最后，整车计算资源集中到少数几个中央计算单元，统一调度各类传感器、执行器。

如果进一步精简，汽车电子电气架构中的硬件架构将主要经历三个演变周期：集成化、域集中式 (DCU和MCU两个时期) 和中央集中式 (如图所示)。目前，主机厂已经根据自身掌握的技术能力、研发实力（主要是软件人才占比）、同零部件企业的供应关系、成本平衡等多方面原因，开启了截然不同的转型路径。

[9] 软件定义汽车，E-E架构是关键，东吴证券，2020年10月21日， https://www.sohu.com/a/426372694_733088
[10] 丰田基于安全的EE架构更新，朱玉龙，2019年3月25日， https://www.eefocus.com/automobile-electronics/432370

图三：主流汽车制造商电子电气架构升级路径对比

路径类型	特点	对应架构	具体案例		
一步到位型	·跳过域集中（多域融合）阶段直接到车载中央计算平台，作为最高决策机构，调用各层资源，直接面向应用/服务	整车集中式E/E结构 	特斯拉 ·车载电脑+区控制器 ·自主开发OS ·可整车OTA升级 2019*	宝马 ·车载中央计算器 ·自主开发OS 2021	奔驰 ·基于车载计算平台打造 ·可整车OTA升级 2024
激进型	·DCU架构：以经典五域或三个大型域控制器实现车控、智驾、信息娱乐的功能	域集中式的E/E结构 	大众 ·3个车辆应用服务器（ICAS）组成的新型集中式EE架构 ·自行研发OS		
按部就班型	·按照博世的 E/E架构路线图稳步推进 ·软件方面在线升级能力较弱；通信架构仍为传统CAN总线	分布式的E/E结构 	·国内自主品牌厂商和部分合资车企		

数据来源：东吴证券、德勤研究

根据车企的公开规划，我们总结出了三种升级类型：第一类“一步到位型”，即跳过域集中阶段，直接走向车载中央计算，典型代表是特斯拉。以特斯拉为例，Model3采用了区控制器（Zone Controller）配合车载中央计算处理器（CCM，Central Control Module）的模式，CCM整合了驾驶辅助系统（ADAS）和信息娱乐系统（IVI）两大模块，剩余的域功能则根据物理位置就近布置（由左右两个车身控制模块负责），大幅减少车辆的线束成本。区控制器，在实现计算集中化需求的同时，还实现了整车物料成本平衡。第二类“激进型”，具体表现为不满足于tier-1给出的渐进式升级路线，根据主机厂认为的最优方案布置控制器，例如大众。第三类“按部就班型”，这类车企相对保守，基本沿袭tier-1企业给定的路线进行升级。

汽车将遵循IT行业规律，软硬件解耦整车电子电气架构升级的另一个驱动因素来自于软件层面。目前，无论是离散式的电子电气架构，还是汽车软件开发模式（ECU控制器采用嵌入式系统，即软硬件高度耦合，多以“黑盒模式”由供应商交付给主机厂），都很大程度限制了整车OTA功能的实现、应用生态的拓展以及未来未来主机厂掌握更高程度的软件开发主导权。具体而言：

首先，汽车软件的模块化、平台化程度低，导致软件资源无法集中调度、协作性差。主机厂的ECU通常来自于不同的零部件供应商，事实上控制器上许多底层软件的重复性很高，这些代码主要保障控制器的正常运行，例如CAN总线信号的收发、任务进程的调度、Flash数据的读写等等。但碍于每一家供应商的软件编程语言不同、接口标准不同，而且软件又和硬件高度依赖，使得这些底层代码无法被复制和移植，从而造成ECU软件开发的大量重复和资源利用的低效。

其次，软硬件高度嵌套、主机厂无法执行大规模、深层次的更新和升级或定制化开发工作。分布式软件架构是一种面向信号的架构，控制器之间通过信号来传递信息，但整个系统是封闭、静态的，在编译阶段就被定义死，因此当发生例如主机厂要修改或增加某个控制器的功能定义，同时该指令还必须调用另一个控制器上的功能时，就不得不把所有需要的控制器都升级，大大延长开发周期、增加开发成本。

*软件定义汽车——箭在弦上的产业变革是一本德勤独立出版物，并未获得特斯拉、宝马、奔驰、大众等公司的授权，赞助或官方认证。

也正因此，汽车软件开发将遵循IT行业的发展规律，引入中间件技术、虚拟化技术来实现软件模块化、硬件抽象化和标准化，从而进一步解锁软硬件的耦合关系，满足电子电气架构灵活、可拓展的需求。具体来看，中间件 (Middleware) 是指一种将不同硬件依赖度的软件进行封装实现软件模块化、并且通过定义了一系列标准应用程式介面 (API) 实现软件分层化的技术。它上层应用软件和底层基础软件的解耦，提高了软件的复用性和可扩展性，降低产品开发的复杂度和风险。例如应用软件开发者只需专注于具体应用功能的开发，无需理会控制器底层软件的差异。汽车软硬件解耦引发的更深入的变革是将当前基于信号的软件架构，逐步朝面向服务的架构 (SOA， Service-oriented Architecture) 转型。SOA的本质是各控制器上的软件将无视于其上的硬件平台、操作系统，以一种抽象服务的形式贡献出来，供其他软件组件调用。

3.2 传统瀑布式开发模式面临较大的局限性

基于以上技术架构方面的变化，在软件定义汽车的背景下，汽车研发将由传统的瀑布式开发向敏捷开发的模式转变

在“软件定义汽车”的过程中，汽车作为一个智能移动终端的消费电子品属性变得越来越明显，对开发成本和开发周期的控制都提出了新的要求，同时在车辆交到消费者手中后，产品的迭代才刚刚开始。而传统的汽车研发生态链则是线性的，遵循了瀑布式的产品开发模式，到SOP产品研发基本结束。

在传统的瀑布式开发模型下，汽车软件的开发工作基于功能模块被分割成为不同部分平衡进行，而不同的部分开发团队会在自身领导的带领下集中负责开发一个功能，再按整体进度顺序开展每个开发阶段，就如瀑布一样的流水线式运行。由于各开发部分之间相对独立，很容易造成“谷仓效应”，更多只在部分内部展开局部性优化，缺乏系统级/平台级的开发全局观，很难做到整体的优化；同时各部分的开发时间都不一致，就需要一个自上而下的工作架构，并制定十分完善的前期开发顺序规划才可以让开发工作有序的进行，而这钟工作架构造成了业务结构和组织结构的分离，需要很好的内部协调开展工作协同，而且各部分之间的进度顺序依赖很容易造成队列效应，一旦出现某个部分开发发生延误时，便会影响整体的开发进度。这些问题在实际工作中具体表现在每个部分周期过长的开发阶段都对应一个独立的测试阶段，再逐层细化、分级验证，开发和测试无法同步进行，而每个阶段都过于依赖上个阶段成果，使得流程僵硬，导致开发成本较高且周期过长，而这些都是与“软件定义汽车”要求主机厂必须缩短产品上市周期、产品基于消费者需求、支持不断的迭代、对市场需求迅速反馈等相矛盾，突显出了传统瀑布式开发的局限性。

而以往更多应用于纯软件开发环境下 (如软件公司等) 实施的敏捷式开发模型在此时因其自身特点就显得更加适合“软件定义汽车”的要求。在敏捷式开发模型下，开发团队以产品特性分工，每个团队会端到端的开发所负责的产品特性，包含有关该特性的所有功能，各团队均有一定的自由度和决策权，而当不同产品特性之间牵涉到共通的产品功能时，各个开发团队便需要在这些区块上组建跨产品特性协作群落，展开合作开发，达到整体优化的效果。同时敏捷式开发模型下的业务结构和组织结构构成流线型，既有利于达到密切的协调合作，最大限度地减少管理成本，同时因其灵活的工作模式，使开发团队可与客户实现高度互动，采用最低可行性产品 (MPV， Minimum Viable Product) 的形式快速满足用户需求，并在使用中不断创新迭代。这些特点都与“软件定义汽车”的要求不谋而合。

但是，需要注意的是不同于纯软件开发环境，汽车工业有其特殊性和复杂性，“软件定义汽车”毕竟还是要落脚于软件与汽车硬件实体的结合上，这就要求敏捷式开发模型在汽车工业的应用中需要面临硬件开发与多供应商环境下的复杂挑战。作为“软件定义汽车”下及敏捷式开发的实践者——特斯拉，为行业提供了具有参考价值的经验，除了软硬件开发周期分离之外，还包括在产品设计之初就提前将软、硬件预先设计好，在标准操作程序时候充分考虑未来功能扩展需求，把将来用于扩展功能所需的标准化硬件预置，后续通过软件的升级或者功能的开发来解锁硬件所搭载的功能。比如Autopilot提前预装硬件，待OTA更新解锁内置功能，并支持全生命周期软件更新[11]。



[11] Tesla’s 8.1 software update brings Autopilot 2.0 cars up to speed, March 30, 2017, TechCrunch, https://techcrunch.com/2017/03/29/teslas-8-1-software-update-brings-autopilot-2-0-cars-up-to-speed/

3.3 组织结构和人才供给是汽车向软件转型的一大短板

从根本上重塑主机厂的组织构架，从面向功能的组织转向平台型开发组织。

自宣布面向软件驱动以来，一些主机厂便启动了组织结构层面的调整。例如大众汽车在去年6月创建了全新的Car.Software软件部门（已于今年7月独立），计划招聘软件相关人员近5,000人，并宣布未来3-5年内在软件组织架构方面整体的投入70亿欧元[12]。丰田是另一家实质性地推进向软件转型的主流汽车制造商，今年7月丰田宣布将于明年年初成立一家新的控股子公司Woven Planet Holdings和两家运营子公司，专注于自动驾驶、新的汽车操作系统以及高清地图等软件业务的开发[13]。各主机厂正积极引入包括软件、算法、车联网、自动驾驶、AI工程、电子工程等软件复合型人才，确保能快速对现有人才队伍结构进行调整，增加软件工程师的比例，确保企业在向软件转型、产品创新过程中保持竞争力。

国内方面，上汽是少数几家做出向软件方向战略转型的主机厂。今年年初上汽集团成立了软件中心 ——“零束”，未来将聚焦在智能驾驶系统工程、软件架构、基础软件平台和数据工厂等项目。这家新成立的软件公司预计年底将达到500人规模，明年扩充至1,000人，到2023年团队规模攀升至2200人[14]。其他几家国内主机厂尽管未成立独立的软件子公司，但从新进招聘岗位来看，相当高比例均为软件相关。例如广汽研发中心超过90%的招聘岗位为软件相关工程师[15]。

成立单独的软件子公司从事软件开发，能够较好的发挥自主性和独立性，充分释放组织活力。而对于只在集团内部成立了软件队伍的车企而言，还需要进一步推动公司内部组织架构调整、优化整车软件开发流程。例如建立一个自上而下驱动、基于共同目标或战略、能协调跨部门合作、平台型的软件开发组织。汽车工程开发是按照功能模块来划分的，如动力总成、底盘和车身、信息娱乐，而且多为独立开发。但随着汽车电子电气架构朝“域中心”、“中央集中”方向发展，ECU数量的减少，而域控制器或中央计算平台又是以分层式或面向服务的架构部署，预计未来的汽车电子软件开发也将按层的方式重新划分。

目前，汽车软件人才的人才供给渠道狭窄，缺口较大。汽车电子软件开发属于嵌入式软件的一个分支，行业相对封闭，从业人员来源相对较窄。嵌入式软件开发人才多数去了互联网企业，但不懂硬件，缺乏汽车工程、汽车软件的知识。几方面因素造成汽车软件工程师高度紧缺的状态。此外，对于自动驾驶软等技术仍在变化、商业模式不明的领域，企业还需要改变其招聘模式和人才管理模式，例如从岗位为中心到向以人才为中心转变；同时在工作内容设置、绩效管理和激励上也应当高度的弹性和灵活性。

[12] Volkswagen with new software unit, June 18, 2019, VW Website https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-with-new-software-unit-5092

[13] Toyota Research Institute - Advanced Development to Form Woven Capital, an $800 Million Global Investment Fund, September 10, 2020, Toyota Press Release, https://global.toyota/en/newsroom/corporate/33751885.html

[14] 官宣，上汽集团软件中心定名“零束”，2020年7月22日，https://auto.gasgoo.com/news/202007/22I70198617C601.shtml

[15] 官宣，上汽集团软件中心定名“零束”，2020年7月22日，https://auto.gasgoo.com/news/202007/22I70198617C601.shtml

3.4 来自供应链体系的阻力

零整关系将从塔状垂直走向环状扁平

对于主机厂而言，借助一级供应商能够迅速实现和落地产品功能。例如在对初级自动驾驶 (即L2级+以下系统) 的研发投入上，考虑到包揽所有开发工作的成本太高，也不具备技术优势，多数厂商采取了Tier-1供应商的解决方案。而国际零部件巨头凭借其多年的工程能力、产品化能力、成本控制经验，无论是自动驾驶感知和决策层面 (例如毫米波雷达、单双目摄像头等传感器和系统)，还是控制层面（线控系统)，都拥有达到车规级别且成熟的量产产品。因此在辅助驾驶阶段，主机厂普遍倾向于直接采购Tier-1企业提供的集传感器、芯片和算法的软硬件一体化产品和方案。目前在ADSA的能力实现上，大量新上市车型搭载了Mobileye的视觉芯片，可以说多数主机厂L2级自动驾驶方案的视觉模块能力完全来自于供应商。但供应商模式也逐渐呈现出诸多弊端：

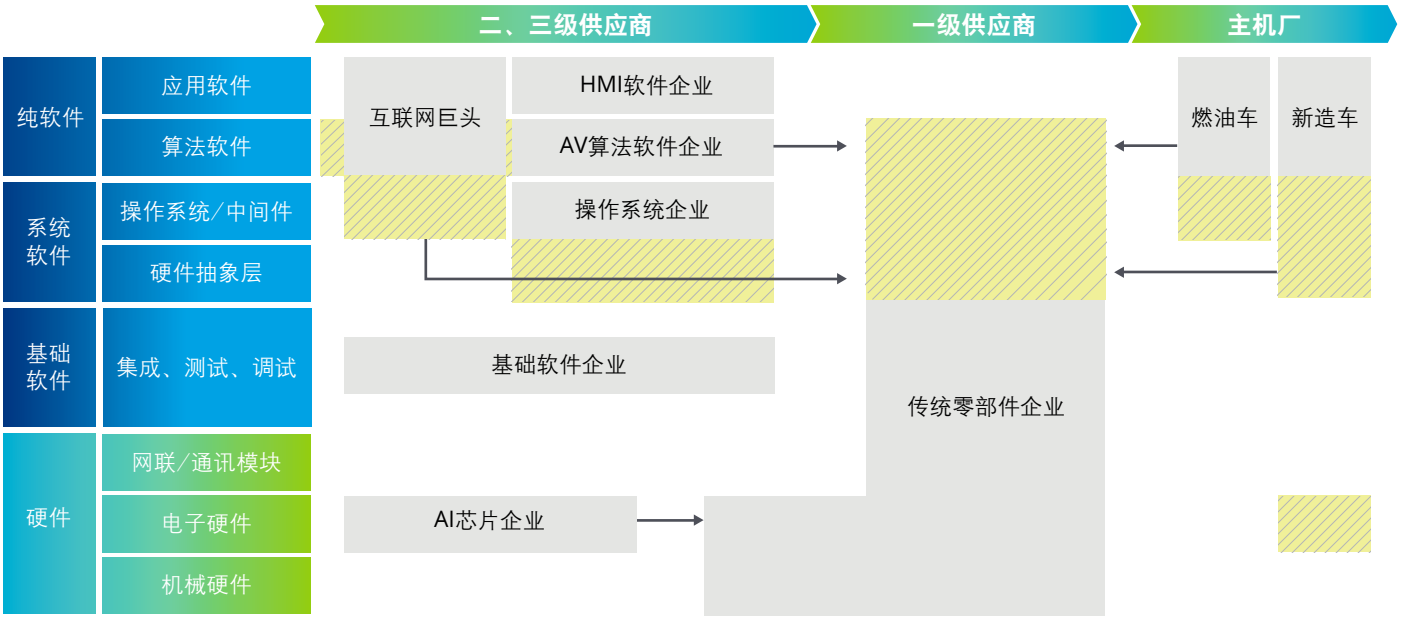
例如国际零部件企业的ADAS方案本土化能力相对较弱、对客户需求的快速响应能力不足；另一方面，零部件厂商的开放程度有限，在过去很长一段时间Mobileye都采取算法和芯片捆绑销售的模式，不支持主机厂自定义内部算法，这在很大程度上限制了主机厂进行定制化和差异化的开发，导致其产品创新力不足。

基于上述背景，重塑当前零整关系的驱动力越来越多源自于主机厂希望对自动驾驶技术实现自主、可控。尤其是进入到高级别自动驾驶阶段，汽车软件的地位和重要性的不断提升，汽车厂商已经不能满足于黑盒供应模式，而是希望自上而下定义需求、功能和标准，分软件、硬件、系统单独采购，并要求在核心技术上能够穿透Tie-1的技术壁垒，直接同核心底层零部件企业建立合作。在该新兴趋势驱动下，近几年国内外主机厂以参股或战略合作的形式，同包括自动驾驶全堆栈企业、AI芯片厂商、激光雷达等传感器企业缔结了或强或送的绑定关系。

另一小部分研发实力更强、更具进取心的汽车制造商，出于对技术领先性和差异化的担忧，更是选择从底层搭建软件基础设施，从核心零部件到系统级都采取自主开发和垂直整合的方式推进，投入巨大。自研方案允许主机厂不再受限于供应商技术以及硬件的性能瓶颈和开发周期束缚，让最先进的处理器上车，迭代软件的同时迭代硬件。

而无论是同核心软件、电子硬件企业建立合作，还是自主研发、垂直整合，传统供应链关系都将发生根本性的变化。车企与子级供应商的协作将进一步加深，打破Tier2到Tier1再到OEM的塔状供应模式，向扁平化的供应网络模式发展。

图四：“软件定义汽车”趋势下供应链关系的变化



资料来源：天风证券、德勤研究、公开资料

4. 新赛道将涌现哪些机会

4.1 软件定义汽车趋势下产业价值链盘点

以智能网联汽车为例，在软件驱动下，其产业链价值发生了哪些变化。自上而下，可以分为纯软件层、基础软件层、工具软件、以及电子硬件堆栈。从价值链角度看，两端的应用及算法软件、软件密集型的电子硬件目前占据着较高的产业附加值，也是主机厂、零部件企业、科技公司争相布局的焦点。中间的基础软件是汽车走向软件驱动转型的重要前提，而且随着主机厂争取更多话语权、强化自身软件能力趋势的兴起，基础软件在产业链中的地位也将进一步得到提升。

纯软件层包括应用软件和算法软件。其中应用软件包括信息娱乐系统（后来融合了仪表盘、抬头显示屏及其他显示设备为智能座舱）的人机交互、界面设计，ADAS软件（例如自适应巡航、碰撞预警等）、车身控制软件等等。一些应用软件背后主要靠各种算法来提供支撑，例如ADAS软件背后的视觉和图像处理算法，自动驾驶软件背后的基于人工智能或深度学习的环境感知、决策规划、控制执行等核心算法。

基础软件层主要包括操作系统和框架软件。其中操作系统又分为硬实时和软实时系统，主要承担着调度和分配车载硬件资源的任务，该领域目前仅有少数几家操作系统厂商，行业集中度相对较高。框架软件是一个中间件概念，目的在于将操作系统、传感器、执行器、计算平台等硬件资源全部抽象化，为上层的应用和算法软件开发提供统一的基础软件接口，避免因操作系统或硬件差异而导致的重复开发工作。在所有中间件方案中，最常见的是AUTOSAR[16]，它是由全球主要汽车生产厂商、零部件供应商、软硬件和电子工业等企业共同制定的汽车开放式系统架构标准。

工具套件具体包括测试、设计和研发等。例如ECU软件的测试和验证，自动驾驶系统的仿真测试等。电子硬件堆栈则包括通讯模块、数据存储模块、GPS惯导、传感器、芯片、控制器等。

[16] Autostar 官网https://www.autosar.org/

4.2 软件平台的地位凸显

通过梳理上述产业链，我们认为三类软件及其工具链供应商将在汽车产业向软件转型的过程中扮演关键角色。

第一、操作系统软件 。在软件定义汽车的趋势下，操作系统的重要性愈发凸显，并且成为汽车厂商在智能网联领域战略布局的核心，也成为新进入科技企业的布局重点。

操作系统根据内核类型的不同，可分为Unix家族、Windows家族、Linux家族 (包括Android) 、RTOS家族 (包括QNX\Vxworks) 等等。不同操作系统因各自的优势被应用在不同的车载环境中。例如同属智能座舱域，车载信息娱乐系统 (IVI) 更注重消费者体验、应用生态的丰富性，往往采用Android系统。而仪表盘因其高安全性要求则以QNX为主。自动驾驶系统由于其更高的实时性、功能安全要求，主要采用RTOS，目前主流的有三种RT-Linux、QNX、VxWorks。

在分布式ECU时期，主机厂还只专注于车载信息系统，在上述底层操作系统基础上定制开发专属的IVI操作系统。例如基于Linux系统的两个开源项目AGL和Genivi就被主机厂广泛采用，这两个平台允许主机厂直接沿用在消费电子/通信行业就被开发的软件代码 (70%) ，仅需开发剩余30%的针对车载场景和差异化体验的软件。该模式很大程度降低了主机厂的软件开发门槛和难度。一些自主研发能力强的车企则走的更远，联合科技企业基于开源操作系统定制自有的操作系统，例如AliOS。在此期间，科技公司主要针对某些特定的需求，创建一些特定的框架/中间件供开发者使用，例如DuerOS。

但随着软件定义汽车的深入，操作系统的复杂性和重要性进一步提升。汽车电子电气架构在不同阶段对操作系统就呈现出不同的需求。例如，在向“域集中”阶段，操作系统的需求主要集中在两个层面：重开放、兼容和生态，以及重安全、实时和稳定。而到了跨域融合以及中央计算平台阶段，对实时性、安全等级、性能等存在不同要求的域控制器将被整合在一起，或合并到中央计算单元，则需要一个既能满足实时计算要求、又能兼顾性能的单一操作系统。

由于操作系统在产业链中地位的“下沉”，主机厂开始使用开源方式独立开发操作系统，不再依赖供应商，无需开放核心数据，自己掌握软件堆栈，通过OTA的方式修复问题或推送新的功能包。2019年大众宣布巨资投入 VW.OS 操作系统的研发，打造一个能够兼容多个底层操作系统的统一OS平台，实现不同域控制器、不同屏幕之间的智能交互。而在此之前，特斯拉基于Linux开发出自有的实时操作系统 (RTOS) ，可支持IVI系统和ADAS系统[17]。

[17] 东吴证券：软件定义汽车 操作系统是汽车之魂,2020年08月11日, http://finance.sina.com.cn/stock/hyyj/2020-08-11/doc-iivhuipn7999112.shtml

第二、处于应用和操作系统之间的中间件软件。所谓的分布式中间件，其核心是提供一个分布式的计算和通信框架，对下屏蔽各类操作系统内核的差异，为上层的应用开发者提供标准接口和协议。

Adaptive Autosar和ROS就是典型的操作系统中间件。目前，Autosar开发工具链及基础软件基本被几家国外零部件企业所垄断，包括Elektrobit（被大陆集团收购[18]）、Vector和博世。近期国内企业也开始自己研发工具链，例如华为最新发布的智能驾驶域控制器MDC就支持和兼容Autosar标准体系架构，还提供了一套功能完整的开发工具链。

在智能汽车时代，中间件的重要性将进一步凸显。预计在很长一段时间内，智能汽车的软件系统都将处于多种操作系统并存的局面，随着电子电气架构的快速演变、系统复杂性持续提升，连接硬件底层和应用层的中间件业务存在巨大发展空间。

第三、虚拟机管理程序。虚拟化技术的应用很大程度源于电子电气架构在域集中阶段对软硬件隔离的需求，例如智能座舱域的一芯多屏多系统趋势。智能座舱域的一个主要发展趋势是中控屏逐步和仪表盘、抬头显示屏以及其他屏显设备融合，控制各类硬件的微控制器都将被整合到单颗芯片内。多屏融合背后的核心需求仍然是降低成本，毕竟单个SOC (单晶片系统，System on a Chip) 上运行多个不同安全级别的操作系统最便宜。但每块屏幕又对应着不同的操作系统，这就意味着智能座舱域需要同步支持

QNX、Android、Linux 等多操作系统，因此在物理硬件之上要有一个虚拟化平台以支持各操作系统的运行。因此汽车电子行业引入航电设备中的虚拟机管理概念，基于Autosar标准之上提出了AUTOSAR Hypervior虚拟机[19]，类似于一个运行在操作系统内核和物理硬件层之间的软件层，为操作系统提供虚拟硬件平台，使其具有硬件无关性，可以在多平台上移植。目前达到车规级、且实现量产的装载虚拟机管理程序的产品包括黑莓公司的QNX Hypervisor，Wind River VxWorks，Green Hills INTEGRITY Muitivisor，Mentor Graphics Embedded Hypervisor以及去年被松下汽车电子收购的OpenSynergy。

[18] Elektrobit 官网https://www.elektrobit.com/about/

[19] 汽车操作系统的前世今生，2018年3月9日，http://news.eeworld.com.cn/qcdz/article_2018030921931.html

4.3 从Tier-2到Tier-0.5

未来汽车将是高度机电一体化的智能设备，由软件来驱动绝非代表着硬件不重要，相反硬件仍然是软件功能实现的重要载体。尤其是软件密集型的电子硬件、半导体硬件将在产业链中攫取更大的附加值和利润占比。

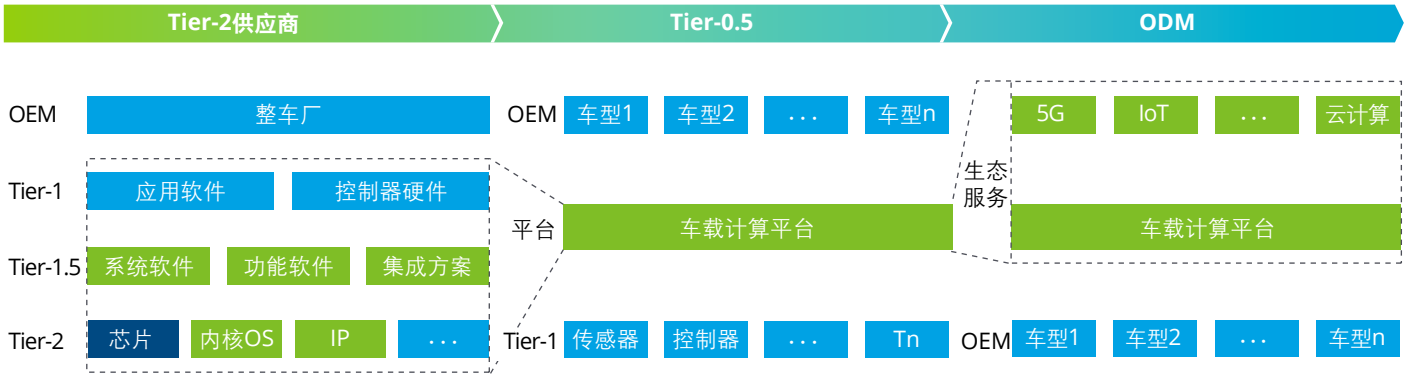
从近几年的发展趋势来看，原本处于Tier- 2位置的算法企业、芯片企业，通过强化软硬件协同开发能力，实现硬件资源、系统软件、功能软件的全面整合，并兼容产业链上下游的多元需求，逐步从一个二级子供应商跃升成为主机厂的一级、甚至0.5级供应商，在智能网联发展时期站上核心地位。

仍以AI芯片产业为例，过去两年包括英伟达、Mobileye、地平线等国内外芯片企业都对其产品定位、核心能力、销售战略做了重要调整。长期以来，衡量一家芯片企业的核心竞争力包括有效算力（算力利用率）、算力能耗比（TOPS/W）、成本和量产能力[20]，而从今年的举动来看，芯片厂商越来越向上游客户强调其软硬件一体化、生态环境、开放的工具链等全栈道能力。例如芯片巨头英伟达的产品战略就发生了微妙变化，重点宣传其开放、自由拓展和可自定义的产品特性。去年英伟达发布了软件定义自主机器平台DRIVE AGX Orin，这是一套开源的预训练AI模型和训练代码，自动驾驶汽车开发者只要愿意加入这套生态系统，就能通过一套NVIDIA AI工具自由扩展和自定义模型，以此提高其自动驾驶系统的稳健性与能力[21]。

国内芯片厂商也做出了相似调整。地平线最新发布的车载AI芯片“征程3”除了突出其高性能、低功耗、拓展性强、安全可靠的特点以及对自动驾驶各应用场景算法的深入理解和解决方案之外，还进一步强调其灵活和开放的产品亮点——向客户开放地平线算法样例、AI芯片工具链，以及进行应用开发所需的全套工具，帮助厂商快速实现产品级应用落地[22]。

在销售战略方面，芯片企业除了继续同一级供应商保持高度绑定之外，一些企业直接同主机厂达成供货协议。例如在吉利和Mobileye最新的合作方案中，Mobileye一改以往只向tier-1供应半成品组件的模式，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[23]。通过绕过tier-1，核心硬件厂商不仅有望攫取更高的利润，还将获得更高的行业话语权。

图五：AI芯片企业在智能汽车产业链中角色的变化



资料来源：德勤研究

[20] 汽车AI芯片创业公司地平线，是如何实践软件定义汽车的？2020年10月14日，Michael Yuan, https://auto.gasgoo.com/a/70220737.html

[21] NVIDIA Introduces DRIVE AGX Orin — Advanced, Software-Defined Platform for Autonomous Machines, December 19, 2019, NVIDIA Website, https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-introduces-drive-agx-orin-advanced-software-defined-platform-for-autonomous-machines

[22] 地平线官网https://horizon.ai/journey3.html

[23] 重磅！Mobileye转型Tier0.5，高工智能汽车，2020年10月9日，https://new.qq.com/omn/20201009/20201009A074XB00.html

*软件定义汽车——箭在弦上的产业变革是一本德勤独立出版物，并未获得英伟达、Mobileye、地平线等公司的授权，赞助或官方认证。

5. 产业链上不同企业该如何应对

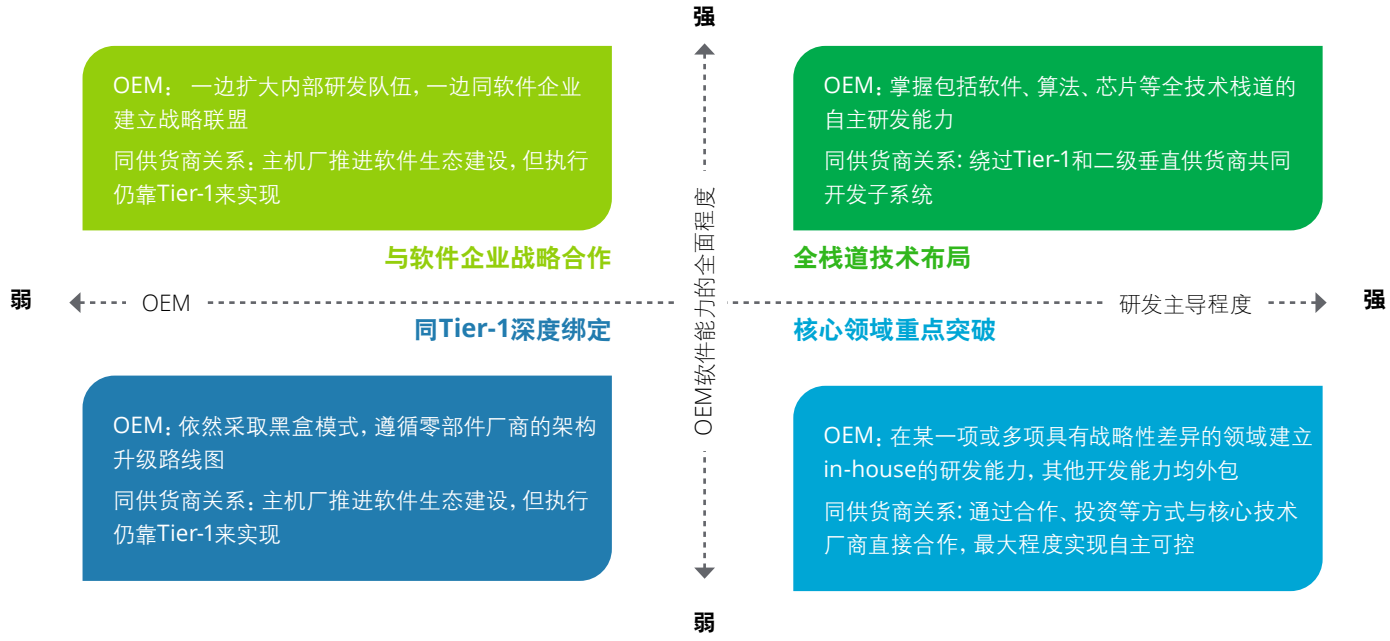
5.1 主机厂理性评估，按能力布局转型

自去年起，全球汽车产业就开始了向软件转型过程。同过往几此变革不同的是，汽车产业一贯所依赖的共享成本共摊风险的“联盟模式”被进一步打破，逐步向垂直整合发展。另外，转型深度也呈现出前所未有的程度，已经下探至主机厂的产品开发流程、组织结构和供应链网络。

大众汽车是传统整车企业的代表，其斥巨资组建软件研发团队（并从集团中独立出来）、自研操作系统等底层软件基础设施，无论是转型广度还是力度都走在主机厂阵列中的最前面。特斯拉则是新造车企业的典型，从应用软件、操作系统到AI芯片，车载中央计算平台，均选择了高度自研和垂直整合的模式。

我们认为，主机厂需要根据自身业务体量、研发实力、现金流状况、历史包袱等都多方面因素选择适合自己的转型路径。在这点上，量产品牌和豪华品牌、燃油车和电动车企将做出截然不同的转型选择。德勤根据已公布的企业变革举措，并结合未来趋势的判断，总结出主机厂向软件转型的四种路径。这四种路径基于主机厂对于软件能力的主控能力和软件能力的宽度，分布在四个象限中。首先，右上象限代表了最激进且最彻底的转型路径。这一路径的主要特点是建立全栈道的技术能力，从软件架构、软件开发到软件工程等；并积极推进垂直一体化。其次，右下象限代表了相对激进但不彻底的路径，即在一到两个核心技术上重点突破，专注于“边际收益明显高于边际成本”的领域，花精力去提升消费者使用频率最高、最能带去实际用户体验改善的地方。左上象限代表了一种温和的转型路径，即主机厂一方面组建自己的软件团队，另一方面积极同科技企业、互联网公司建立合作联盟，在自身拥有成熟的软件开发能力之前，基础软件、软硬件架构方案仍依赖tier-1或新兴软件企业。最后，左下象限则是保守路径的代表，即主机厂继续采用典型的外包模式，将软件开发任务交给tier-1。

图六：主机厂向软件转型的四种路径图



资料来源：德勤研究

5.2 零部件企业“两头受挤”，最好开启自我变革

自新四化趋势兴起以来，国际零部件巨头便开始为向软件领域发力，并主要集中在三个方向：第一、建立更全面、弹性的软硬件集成能力，在核心软件上逐步从外包转向自研；第二、调整人员组织架构以更好的适应软件开发节奏和周期；第三、业务转型，探索新的商业模式。

零部件厂商的强项在于集成能力和量产经验。但在“软件定义汽车”的驱动下，零部件厂商的核心能力变为“开放”、“兼容”和“生态”。以智能座舱为例，Tier-1拥有成熟的域控制器嵌入式软件开发和硬件集成方案，但无论是行业发展趋势还是来自主机厂新的需求，都要求tier-1企业开放其域控制器的开发，允许厂商自定义应用和功能，支持异构多核的操作系统、基础软件可复用和可移植，搭载性能更强的计算硬件等等。上述种种都意味着tier-1需要建立更全面、兼容的软硬件集成能力，并开放其供应链生态网络，同核心子系统企业进行深度绑定以缩短适配周期。

其次，同主机厂一样，零部件企业也面临组织架构的调整压力。今年7月，全球零部件巨头博世宣布将汽车软件部门和电子部门进行合并，建立了智能驾驶与控制事业部，新事业部主要由来自汽车多媒体事业部，动力总成解决方案事业部、底盘控制系统事业部和汽车电子事业部中负责密集型软件开发和跨域电子系统开发的技术人员组成[24]。其竞争对手大陆集团在2019年便启动了全球组织架构的调整，并于今年初开始执行[25]。新的架构下，“汽车技术”与动力总成和橡胶技术被单独划分出来，其中“汽车技术”子集团下又分两大事业群：分别为自动驾驶及安全事业群和车联网及信息事业群；另设中央汽车研发部门，涉足研发及工程开发，同时探索面向未来5-10年的前瞻技术开发与当前的基础性研发，为两个事业群提供支持，并充分发挥双方的通力协作。

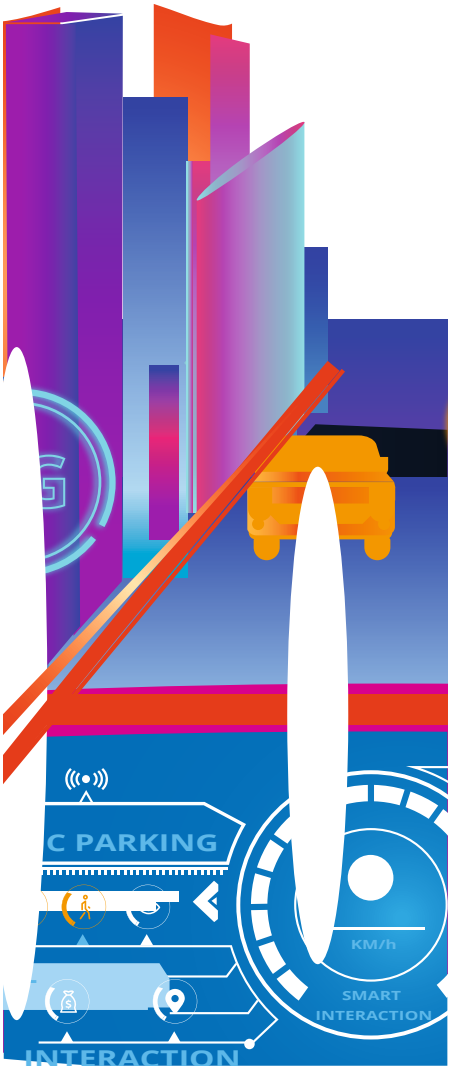
最后，软件将全方位影响零部件厂商的收入模式。过去基于物料成本核算的一次性硬件销售模式将不再适用，软件开发的边际成本趋于零，而且软件收费形式多元、可贯穿于产品生命周期始末。首先，在量产前，汽车软件的主要收入来自于一次性工程项目开发费用和软件许可权费用：前者是根据tier-1或主机厂需求，进行专项软件设计与定制化开发并最终向客户交付开发成果而收取的费用，在开发过程中收取；后者则是向使用了软件公司自主拥有的软件产品（系统或开发工具）收取许可费。在量产后，软件收费形式转为“版权费”（Royalty fees）、“技术服务费”和基于FOTA的软件升级费等。其中版权费是根据客户使用的功能模块IP数量，再结合出货量收取单车版权费用。对于汽车软件企业来说，未来还可以像如水电等基础设施服务一样可持续性收费，例如SaaS模式。

对传统零部件企业而言，软件数量/价值占比的提升对其盈利模式带去的一大痛点在于无法精准的计算出单车软件成本，因此不能像销售硬件一样基于上游原材料成本的核算将其毛利率控制在一个稳定水平；此外作为系统集成方，零部件厂商很难获取产业链转型中最大的附加值部分。Tier-1对上承接主机厂的定制需求，对下则向第三方软件企业购买专有的开发工具或系统，并支付定向开发工程费用（参考Mobileye早期的商业模式）。而软件天然拥有较强的定制属性，这也使得费用无法标准化，并让一级供应商逐步失去定价的主导权。目前，Tier-1企业仍在探索适合软件定义汽车时期弹性、灵活的收费模式，例如全球零部件巨头博世表示，未来既可以单独卖软件或单独卖硬件，也可以是软硬件一起出售[26]。

[24] Bosch pools its software and electronics expertise in one division with 17,000 associates, July 21, 2020, Bosch Website, https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/bosch-pools-its-software-and-electronics-expertise-in-one-division-with-17000-associates-216256.html

[25] 大陆集团宣布新管理层架， 2019年3月15日， 大陆集团官网https://www.continental-corporation.cn/zh-cn/新闻中心/大陆集团新闻稿/大陆集团宣布新管理层架构-166896?_ga=2.193074351.389119842.1603956091-778085108.1603956091

[26] 徐大全：华为 is 华为 博世 is 博世，2020年10月14日，汽车商业评论， https://www.sohu.com/a/424505398_115873



5.3 汽车软件公司机遇和挑战并存，灵活定位释放价值

如前文提到，伴随着EE的架构重塑等其他趋势，软件企业在未来软件价值链中地位逐步提升：包括应用软件、基础软件、安全测试验证软件等。但也必须认识到，汽车软件开发不可避免会遭遇一些客观上的挑战：首先、车载软件拥有较高的进入门槛：随着汽车电子化、智能网联化的不断发展，以及全球市场对汽车安全性能要求日趋严格，汽车电子电气相关功能安全的国际标准ISO 26262被制定出来。满足该标准中的高安全等级“ASIL-D”适用于ADAS/自动驾驶系统）对软件企业的安全技术、开发工艺都提出了相对严苛的准入要求；而且整车企业对于供应商的筛选严格，不仅要求功能安全、系统稳定、可靠，并要求企业在汽车产品全生命周期都能提供技术支持，帮助主机厂处理危机。其次、汽车软件缺乏一个清晰的定价模式，如果参照消费电子产业，软件按照价值收费（即消费者支付该产品或服务的意愿高低来定价），这就和目前主机厂的战略相悖。目前主机厂将ADAS/自动驾驶技术视为核心资产和能力，愿意付出较高溢价；但像IVI和地图等应用更多被视为商品化的软件产品，使得这类软件开发企业的议价能力不高。再次，软件开发需要前期的巨额资金投入，后续能否随着规模效应实现更高经济效益还未可知。最后行业缺乏统一的软件架构标准也是未来汽车软件供应商需要面临的一大难点[27]。

但无论如何，软件企业所面临的机遇大于挑战，新进入的汽车软件企业/互联网公司可以基于自身能力定位、上游需求匹配等因素，采取以下三种释放价值的机会：

强调全栈式软件能力：为应对软硬件分离趋势下研发势力较强的主机厂寻求半自主研发的需求，新晋软件企业可强调的一点优势在于全栈式的软件布局能力和兼容开放的工具链，从而满足主机厂既想自主开发又希望成本和风险可控的初衷。

突出快速市场化的能力：对于已开始尝试单独招标软件供应商的主机厂，软件企业则需要突出其高效率的产品化或商品化的解决方案能力。

绑定核心硬件企业融入汽车供应网络：尽管一些大型软件和算法企业自去年起全面向软硬件一体化转型，收购底层硬件企业或自研硬件，期望成为自动驾驶/智能网联阶段新的Tier-1，但对于中小型汽车软件开发企业而言，最具竞争力、且最高效的市场进入战略是同上游核心电子硬件厂商深度绑定。早期的Mobileye便是通过捆绑Tier-1企业才得以间接进入主机厂的供应网络；智能座舱软件则依靠和处理器厂商建立紧密的合作关系切入供应链。

[27] Deloitte Insights, “Software is transforming the automotive world”, June 18, 2020, https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/22951_software-is-transforming-the-automotive-world/DI_Software-is-transforming-the-automotive-world.pdf

结语

对于汽车产业链条上的企业来说，“软件定义汽车”不再仅仅是某些先锋实践者标新立异的实验路径，技术、市场、消费者等多重因素都在真切地推动着汽车产业逐步诉诸于向软件技术方向过渡，谋求变革与发展。汽车作为以硬件为载体的复杂工程实物产品，已经开始打上了更多软件的烙印。

软件定义汽车，这一转型浪潮，将渗透到汽车产业的方方面面，可以说几乎牵一发而动全身，无论是主机厂的车辆软、硬件架构设计、产品开发流程、开发组织框架、人才建设，还是整个行业的供应链体系、商业模式等等，几乎无一不涉及，甚至某些领域或将面临重构的可能。透过这一转型趋势，我们既看到了传统汽车产业向软件定义汽车转型的难度和挑战，也看到了新的赛道为众多新的汽车产业玩家，如芯片供应商、软件供应商和互联网企业创造出的种种机遇。无论接受与否，几乎可以肯定的是，软件定义汽车的转型将会是未来5-10年推动汽车产业发展的必然趋势，汽车产业链上的各相关企业需要充分权衡、尽早布局，制定适合企业实际情况的转型路径，在新的转型浪潮中掌握主动权。



联系我们

周令坤
德勤中国
汽车行业领导合伙人
电话：+86 21 6141 1028
电子邮件：andyzhou@deloitte.com.cn

刘宇瑞
德勤中国
管理咨询总监
电话：+86 10 8512 4897
电子邮件：ricliu@deloitte.com.cn

刘为
德勤中国
汽车行业风险咨询主管合伙人
电话：+86 10 8512 5309
电子邮件：goliu@deloitte.com.cn

周翊
德勤中国
汽车行业税务与法律咨询主管合伙人
电话：+86 10 8520 7512
电子邮件：jchow@deloitte.com.cn

王玮
德勤中国
汽车行业财务咨询主管合伙人
电话：+86 25 5791 6239
电子邮件：tonwang@deloitte.com.cn

刘卫
德勤中国
汽车行业审计与鉴证主管合伙人
电话：+86 21 6141 1906
电子邮件：wliu@deloitte.com.cn



办事处地址

北京
北京市朝阳区针织路23号楼
国寿金融中心12层
邮政编码：100026
电话：+86 10 8520 7788
传真：+86 10 6508 8781

长沙
长沙市开福区芙蓉北路一段109号
华创国际广场3号栋20楼
邮政编码：410008
电话：+86 731 8522 8790
传真：+86 731 8522 8230

成都
成都市高新区交子大道365号
中海国际中心F座17层
邮政编码：610041
电话：+86 28 6789 8188
传真：+86 28 6317 3500

重庆
重庆市渝中区民族路188号
环球金融中心43层
邮政编码：400010
电话：+86 23 8823 1888
传真：+86 23 8857 0978

大连
大连市中山路147号
森茂大厦15楼
邮政编码：116011
电话：+86 411 8371 2888
传真：+86 411 8360 3297

广州
广州市珠江东路28号
越秀金融大厦26楼
邮政编码：510623
电话：+86 20 8396 9228
传真：+86 20 3888 0121

杭州
杭州市上城区飞云江路9号
赞成中心东楼1206室
邮政编码：310008
电话：+86 571 8972 7688
传真：+86 571 8779 7915

哈尔滨
哈尔滨市南岗区长江路368号
开发区管理大厦1618室
邮政编码：150090
电话：+86 451 8586 0060
传真：+86 451 8586 0056

合肥
合肥市政务文化新区潜山路190号
华邦ICC写字楼A座1201单元
邮政编码：230601
电话：+86 551 6585 5927
传真：+86 551 6585 5687

香港
香港金钟道88号
太古广场一座35楼
电话：+852 2852 1600
传真：+852 2541 1911

济南
济南市市中区二环南路6636号
中海广场28层2802-2804单元
邮政编码：250000
电话：+86 531 8973 5800
传真：+86 531 8973 5811

澳门
澳门殷皇子大马路43-53A号
澳门广场19楼H-L座
电话：+853 2871 2998
传真：+853 2871 3033

蒙古
15/F, ICC Tower, Jamiyan-Gun Street
1st Khoroo, Sukhbaatar District,
14240-0025 Ulaanbaatar, Mongolia
电话：+976 7010 0450
传真：+976 7013 0450

南京
南京市建邺区江东中路347号
国金中心办公楼一期40层
邮政编码：210019
电话：+86 25 5790 8880
传真：+86 25 8691 8776

宁波
宁波市海曙区和义路168号
万豪中心1702室
邮政编码: 315000
电话：+86 574 8768 3928
传真：+86 574 8707 4131

三亚
海南省三亚市吉阳区新风街279号
蓝海华庭（三亚华夏保险中心）16层
邮政编码：572099
电话：+86 898 8861 5558
传真：+86 898 8861 0723

上海
上海市延安东路222号
外滩中心30楼
邮政编码：200002
电话：+86 21 6141 8888
传真：+86 21 6335 0003

沈阳
沈阳市沈河区青年大街1-1号
沈阳市府恒隆广场办公楼1座
3605-3606单元
邮政编码：110063
电话：+86 24 6785 4068
传真：+86 24 6785 4067

深圳
深圳市深南东路5001号
华润大厦9楼
邮政编码：518010
电话：+86 755 8246 3255
传真：+86 755 8246 3186

苏州
苏州市工业园区苏绣路58号
苏州中心广场58幢A座24层
邮政编码：215021
电话：+86 512 6289 1238
传真：+86 512 6762 3338 / 3318

天津
天津市和平区南京路183号
天津世纪都会商厦45层
邮政编码：300051
电话：+86 22 2320 6688
传真：+86 22 8312 6099

武汉
武汉市江汉区建设大道568号
新世界国贸大厦49层01室
邮政编码：430000
电话：+86 27 8526 6618
传真：+86 27 8526 7032

厦门
厦门市思明区鹭江道8号
国际银行大厦26楼E单元
邮政编码：361001
电话：+86 592 2107 298
传真：+86 592 2107 259

西安
西安市高新区锦业路9号
绿地中心A座51层5104A室
邮政编码：710065
电话：+86 29 8114 0201
传真：+86 29 8114 0205

郑州
郑州市郑东新区金水东路51号
楷林中心8座5A10
邮政编码：450018
电话：+86 371 8897 3700
传真：+86 371 8897 3710


175
1845