

计算机行业

软硬分离重塑智能驾驶产业链价值曲线

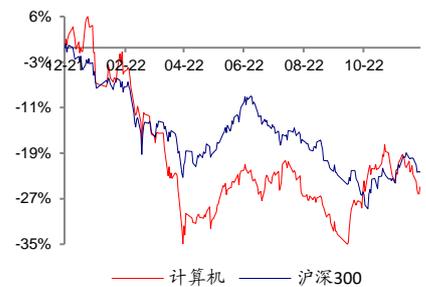
行业评级 **买入**

前次评级 买入
报告日期 2022-12-25

核心观点:

- **软硬分离规律在手机/PC 领域皆适用，有望在汽车领域重演。**纵观手机/PC 发展史，产品迭代呈现软硬分离规律—硬件标准化，OS 统一化，应用多样化。目前智能汽车亦在重演软硬分离的规律，软件功能将会越来越强大，承载的附加值越来越多，而硬件的多样性相对固化。
- **智能汽车软硬分离趋势的背后为商业逻辑/技术演化/政策等多重驱动力共振。**(1) 从商业驱动力来看，软件定义汽车是 C 端的客观需求、B 端的差异化竞争点，而软硬分离让软件定义汽车成为可能，从 OEM 需求端来看，软硬分离可驱动汽车商业模式更优、研发效率更高、开发成本更低、产品全生命周期竞争力更强；(2) 从技术来看，上游供应商发力共振，底层软件标准化成为行业共识，芯片/激光雷达等核心硬件性能不断进化，软硬迭代共同为创新提供广阔空间；(3) 从政策来看，智能汽车产业链属于全球大国纷纷发力的“兵家必争之地”，智能化浪潮为我国汽车工业提供了弯道超车的机遇。
- **智能汽车软硬分离的现状与终局。**目前智能座舱软硬分离已初具雏形，智能驾驶软硬分离正在推进中，我们判断智能驾驶软硬分离形态有望在 2025 年前趋于清晰。远期看，软硬分离的终局有望为硬件可插拔，软件可升级，产品高速迭代，汽车将会呈现日益突出的快消品属性。
- **软硬分离的产业趋势影响：微笑曲线的重现。**从行业来看，智能驾驶产业链价值链分布趋于极化，前端软件&核心硬件、后端市场服务将获得更多价值量权重。从软件端来看，软件价值量更加吃重，底层软件格局显著优于应用算法层，软件端出现软软分离的趋势。从硬件端来看，核心芯片+关键传感器重要性日趋凸显，传统 Tier1 面临冲击。从主机厂来看，产业链价值量面临挤压风险，亦存在扩张的潜力，OEM 与供应商的产品边界出现再调整（我们以域控制器为例进行了重点说明）。
- **投资建议。**软硬分离趋势之下，重点推荐有望在产业链中获取更高话语权的底软供应商、核心硬件商及其关键生态合作伙伴，重点推荐**中科创达**，同时也推荐域控产品正在快速起量的优质 tier1 德赛西威。此外，建议积极关注经纬恒润、炬光科技。
- **风险提示。**国内汽车销量波动对相关公司业务的影响；智能驾驶域控等新产品推广及渗透不及预期；各类非传统汽车产业链厂商入局，行业竞争加剧；疫情等带来的产业链扰动；地缘政治风险对智能驾驶等核心前沿产业发展的扰动。

相对市场表现



分析师: 刘雪峰
SAC 执证号: S0260514030002
SFC CE No. BNX004
021-38003675
gfliuxuefeng@gf.com.cn

分析师: 吴祖鹏
SAC 执证号: S0260521040003
021-38003656
wuzupeng@gf.com.cn

请注意，吴祖鹏并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

相关研究:

计算机行业:四季度和年度业绩或受疫情影响、基本面拐点大体不变 2022-12-25

计算机行业:行业推荐不变,短期疫情扰动或影响四季度收入结算 2022-12-18

计算机行业:短期市场环境变化不妨碍年末配置推荐 2022-12-11

重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	货币	最新 收盘价	最近 报告日期	评级	合理价值 (元/股)	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
							2022E	2023E	2022E	2023E	2022E	2023E	2022E	2023E
中科创达	300496.SZ	CNY	103.73	2022/10/25	买入	150.14	2.00	2.78	51.87	37.31	48.72	34.19	11.90	14.50
德赛西威	002920.SZ	CNY	107.79	2022/08/21	增持	178.40	2.23	3.28	48.34	32.86	40.94	28.80	18.80	21.70
四维图新	002405.SZ	CNY	11.37	2022/11/11	增持	14.13	0.04	0.17	284.25	66.88	115.66	51.75	0.80	3.20
道通科技	688208.SH	CNY	30.74	2022/12/13	买入	38.72	0.37	0.99	83.08	31.05	62.57	27.89	5.20	12.20

数据来源：Wind、广发证券发展研究中心

备注：表中估值指标按照最新收盘价计算

目录索引

一、从手机、PC 发展史看软硬分离	6
(一) 手机/PC 发展史: 硬件标准化, OS 统一化, 应用多样化	6
(二) 类比智能手机, 智能汽车大势趋同, 软硬分离正在进行时	10
二、汽车的软硬分离: 发展驱动力与未来终局	11
(一) 汽车软硬分离的核心驱动力: 商业逻辑、技术趋势及政策驱动	11
(二) 软硬分离的终局: 硬件可插拔, 软件可升级, 汽车产品高速迭代	21
三、产业现状: 座舱域软硬分离初步成形, 驾驶域发展进行时	22
(一) 智能座舱: 软硬件生态趋于成熟, 软硬分离初步成形	22
(二) 智能驾驶: 仍处于发展中早期阶段, 核心硬件仍在快速迭代, 底层软件生态尚未完全成形, 但趋势明显	27
四、软硬分离的产业趋势影响: 微笑曲线的重现	33
(一) 汽车产业链价值量分布曲线更趋极化	33
(二) 软件端: 价值量更加吃重, 底层软件格局显著优于应用算法层, 软件端出现软软分离的趋势	34
(三) 硬件端: 核心芯片+关键传感器重要性日趋凸显, 软件的独立性和价值崛起趋势明显, 传统 TIER1 面临冲击	37
(四) OEM: 挑战与机遇并存, 以域控制器为例看自研边界在哪里?	40
五、投资建议	43
(一) 中科创达	43
(二) 德赛西威	44
六、风险提示	45

图表索引

图 1: 手机演变过程	7
图 2: 手机操作系统市场份额 (%)	7
图 3: iPhone 和软件服务收入增速 (%)	8
图 4: 苹果主营构成 (%)	8
图 5: CPU 芯片日趋高性能化, 为 PC 产品的迭代提供硬件基础	9
图 6: PC 核心软件—OS 市占率	9
图 7: PC 核心硬件—X86 CPU 市占率 (2021Q4)	9
图 8: 重走手机产品演化之路: 对智能汽车发展趋势的展望	10
图 9: 中国消费者对汽车智能化功能接受程度高	11
图 10: OEM 面临的代码开发需求量越来越大	11
图 11: 汽车 EE 架构从分布式迈向集中式—软硬分离是软件定义汽车的必经之路	12
图 12: 软件服务已经成为特斯拉利润核心来源之一	13
图 13: ROE 对比—特斯拉 VS 本土主流 OEM	14
图 14: 毛利率对比—特斯拉 VS 本土主流 OEM	14
图 15: 软硬分离可规避传统汽车产业研发模式的弊端, 实现汽车产品的高速迭代	15
图 16: 软硬分离下, 汽车软件开发模式出现了明显调整	16
图 17: AUTOSAR 社区支撑产业链向“软件定义汽车”演进	17
图 18: 中国 AUTOSEMO 组织架构	17
图 19: 我国政策频频发力推进智能网联汽车产业发展	19
图 20: 北上广自动驾驶汽车测试牌照累计发放数量	20
图 21: 北上广自动驾驶测试道路累计长度 (公里)	20
图 22: 中美自动驾驶投资宗数对比 (个)	20
图 23: 中美自动驾驶投资规模对比 (百万美元)	20
图 24: 软硬分离终局—硬件可插拔, 软件可升级	21
图 25: 智能座舱典型架构: 底层 SOC 芯片+底层软件+应用软件+外设硬件	22
图 26: 2020-2021 年座舱核心软硬件渗透率	24
图 27: 中科创达智能座舱平台 TurboX Auto 4.5—基于 SOA 架构	26
图 28: 智能驾驶典型架构: SOC 芯片+底层软件+应用软件+外挂传感器	28
图 29: 主流芯片商加大自动驾驶芯片品类迭代, 行业格局远未固化	29
图 30: 2021 年激光雷达市场格局	29
图 31: 典型激光雷达价格变动趋势 (单位: 美元)	29
图 32: 自动驾驶应用算法涉及传感器众多	30
图 33: 自动驾驶底层软件共性平台—BSP 之上、自动驾驶通用框架之下	30
图 34: OS 内核主要包括 QNX、Linux 和 VxWorks	31
图 35: 软硬解耦实现“软件定义汽车”, 汽车产业链价值量分布更趋极化	33
图 36: 中国智能汽车基础软件市场规模预测 (亿元)	34
图 37: 汽车软件价值量占比快速抬升	34

图 38: 通用性的 OS 及中间件是实现智能汽车软硬解耦的软件基础	35
图 39: 自动驾驶分模块 IP 价值量估算 (单位: 元)	36
图 40: 自动驾驶软硬件 OEM 采购策略	37
图 41: 伴随着自动驾驶等级升高, 所需算力也快速抬升	39
图 42: Tier1 商业模式的调整趋势	40
图 43: OEM 发力软件能力的四种策略	40
图 44: 自动驾驶域控制器产业链的四大主流玩家	41
图 45: 我国主流 OEM 毛利率情况	42

表 1: “大哥大”到彩屏机的手机发展史	6
表 2: 全球主要自动驾驶厂商格局梳理	18
表 3: 自动驾驶配套产业市场规模	19
表 4: 主要智能座舱 SOC 发展及规划	23
表 5: 智能座舱操作系统格局—QNX 和 Linux (含 Android) 居于主导	24
表 6: 车载 Hypervisor 主要供应商	25
表 7: 智能座舱主流 SOC 处理器可支持接入的显示屏和传感器	27
表 8: 典型自动驾驶 OS 系统梳理: 各个玩家自研策略存在明显差异, OS 系统特点亦各有不同	32
表 9: 驾驶域不同软件层具备业务布局的公司梳理	34
表 10: 车载软件不同模块的单车软件 IP 价值量估算	36
表 11: 2022 年国内主流新车梳理—驾驶域智能化是核心竞争点	38
表 12: 各级别自动驾驶的传感器解决方案大致需求	38

一、从手机、PC 发展史看软硬分离

(一) 手机/PC 发展史：硬件标准化，OS 统一化，应用多样化

1. 从“大哥大”到彩屏机：各具风格，硬件开始标准化，软件百花齐放

1983年，摩托罗拉推出第一款手机“大哥大”Dyna TAC 8000X，“大哥大”向彩屏机演变的过程中，手机体积变小，性能逐渐优化，外观逐渐差异化。

在手机的外观和功能各具特色的同时，硬件开始集成化和标准化。1999年，Wavecom将手机的基频、中频和射频整合到同一模块并封装，简化了设计，改变了此前这三大部分独立分散且核心技术被手机厂商巨头垄断的情形，这是手机行业第一次芯片模块整合。

2003年，ARM、诺基亚、意法半导体、TI等公司成立MIPI (Mobile Industry Processor Interface)联盟，旨在确立手机内部接口的开放性标准，如摄像头接口、显示屏接口、射频/基带接口等，从而减少手机设计的复杂程度和增加设计灵活性，增强手机的兼容性，手机厂商可以灵活选择不同的芯片和模组。

2006年联发科推出的“交钥匙解决方案”加速了手机硬件的标准化。联发科将手机芯片、核心软硬件打包成MTK模块，手机厂商只需组装外壳、屏幕、电池和MTK模块，实现了“即插即用”，降低了手机的开发难度和技术。

表 1：“大哥大”到彩屏机的手机发展史

机型	品牌	推出时间	样品	地位	特点
Dyna TAC 8000X	摩托罗拉	1983		世界第一款手机	(1) 市场格局 : 摩托罗拉一家独大; (2) 模拟通信, 主要用于通话 。体积大, 重量大, 通话时间段, 网络覆盖范围小, 保密性差。
GH337	爱立信	1995		中国大陆第一款 GSM 手机	(1) 市场格局 : 摩托罗拉、诺基亚、爱立信三足鼎立; (2) 性能优化 : 体积小, 容量大, 音质清晰, 通话稳定, 保密性和抗干扰能力强, 接口开放, 防水、防尘、防震;
7110	诺基亚	2000		第一款 WAP 手机, 首次把手机和互联网连接。	(3) 手机样式多样化 : 直板机、翻盖机、内置天线机、笔触机、双屏显示器。 (4) 功能增多 : 可收发短信, 内置游戏, 可上网, 全中文手机, 支持 MP3 播放, 语音备忘。
T68	爱立信	2001		第一款彩屏手机	(1) 市场格局 : 爱立信退出, RIM、三星加入; (2) 手机操作系统百花齐放 : 塞班系统、BlackBerry OS、Windows Mobile、Palm OS;
7650	诺基亚	2002		第一款塞班系统智能手机; 第一款内置摄像头拍照手机; 第一款滑盖手机。	(3) 性能继续优化 : 加密技术; (4) 尤为注重外观和做工 : 时尚、奇形怪状; (5) 功能专业 : 出现专业游戏手机、全键盘手机、数码相机手机。

数据来源：中国泰尔实验室，广发证券发展研究中心

硬件标准化促使手机厂家把竞争的重心转向了软件。2002年诺基亚推出手机7650，这是第一款塞班系统智能手机（Symbian OS）。塞班公司由爱立信、诺基亚、摩托罗拉和Psion共同成立，2008年诺基亚收购塞班公司，塞班成为诺基亚独占系统。BlackBerry OS则是为手机产品BlackBerry开发的专用操作系统。此外还有微软的Windows Mobile及之后的Windows Phone新平台、Palm OS等。

这一阶段的手机应用软件属于嵌入式应用软件，上层应用软件和底层软件紧密耦合。不仅手机应用单一，第三方很难参与开发应用，而且应用软件属于前装型，无法随时升级，从而缺乏创新。同时由于软件的多样化，不同品牌运行不兼容的操作系统，应用软件难以跨平台运行。比如1995年诺基亚在6110中首次内置的贪吃蛇游戏，在之后的机型中一直存在，成为诺基亚的标识，虽随着新机型的推出有所升级，但本质仍是贪吃蛇游戏，且难以在其他品牌手机上使用。

2. 从彩屏机到智能机：手机外观同质化，Android和iOS分庭抗礼

2007年1月，iPhone 2G的发布给已经基本成型的手机市场带来了颠覆性的革命。iPhone 2G以屏幕为突破口，配置了600MHz的arm11处理器和3.5寸真彩电容屏幕，以及更先进的操作系统。

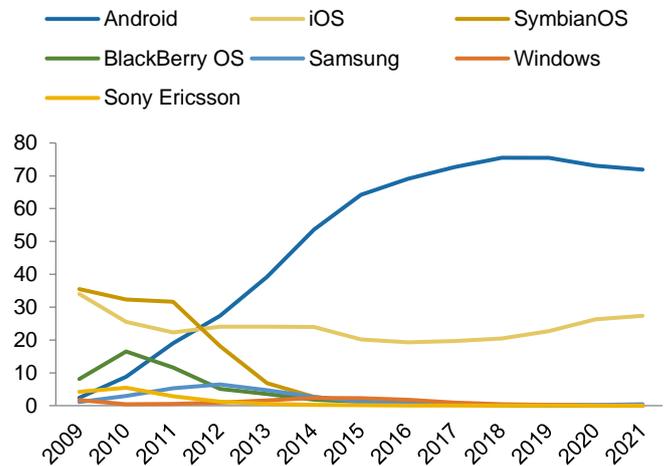
2008年7月，iPhone 3G仅上市三天销量就超过了100万部。从此，手机屏幕开始延展，直至现在的全屏；键盘和笔触的交互方式变成触屏、指纹、语音等交互方式。

图 1：手机演变过程



数据来源：赛瑞研究，广发证券发展研究中心

图 2：手机操作系统市场份额（%）



数据来源：statcounter，广发证券发展研究中心

手机操作系统迅速统一为Android和iOS。iOS随iPhone的热销而在手机操作系统中占有一隅之地，该系统打造闭环生态，软硬件能很好整合，运行流畅，界面美观，保证用户的体验。半路杀出苹果之后，2007年11月谷歌与全球顶尖的手机制造商、软件开发商、电信运营商和芯片制造商总共65家共同建立开放手持设备联盟（Open Handset Alliance），合作研发改良Android系统。2008年9月，谷歌正式对外发布第一款Android手机HTC G1（HTC Dream）。与塞班系统不同，使用Android系统不需

要交纳授权费，开源自由，并且适用人群广，Android系统也因此迅速超越塞班系统和iOS。2021年，Android系统在手机操作系统中的份额为71.89%，iOS的市场份额为27.34%。

当外观、硬件和操作系统的差异性逐渐缩小之后，智能手机开始从应用软件着力。iPhone 3G首次支持App Store，用户可以在线购买软件和游戏，每个需支付9.9美元。目前手机的应用场景已经覆盖我们生活的方方面面，包括游戏、日常工具、电子商务、生活服务、社交通讯、教育、主题壁纸、新闻阅读、运动健康、系统工具、音乐视频、金融、拍照摄影等。2018年底，苹果商店（中国区）移动应用数量达到181万款，本土第三方应用商店移动应用数量达到268万款。

不仅仅是数量上的爆发，软件也在不断升级。应用软件还可以通过SOTA（Software Over-The-Air）进行升级，FOTA（Firmware Over-The-Air）使得底层操作系统得以升级。在手机设备不更换的前提下，用户可以拥有最新的系统软件和应用软件的体验，比如iPhone 6S依然可以升级到iOS15。因此，软件升级的重要性越来越重要。

从苹果的营收数据来看，苹果公司的iTunes、软件及服务收入增速较为稳定，且能在iPhone收入增速下降甚至为负的情况下保持20%左右的增速，其占比已从2015年的8.52%上升到了2021年的18.70%，而iPhone产品的收入占比则呈明显的下降趋势，苹果公司逐渐从硬件公司转型为软件服务公司。

图 3: iPhone和软件服务收入增速 (%)



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

图 4: 苹果主营构成 (%)



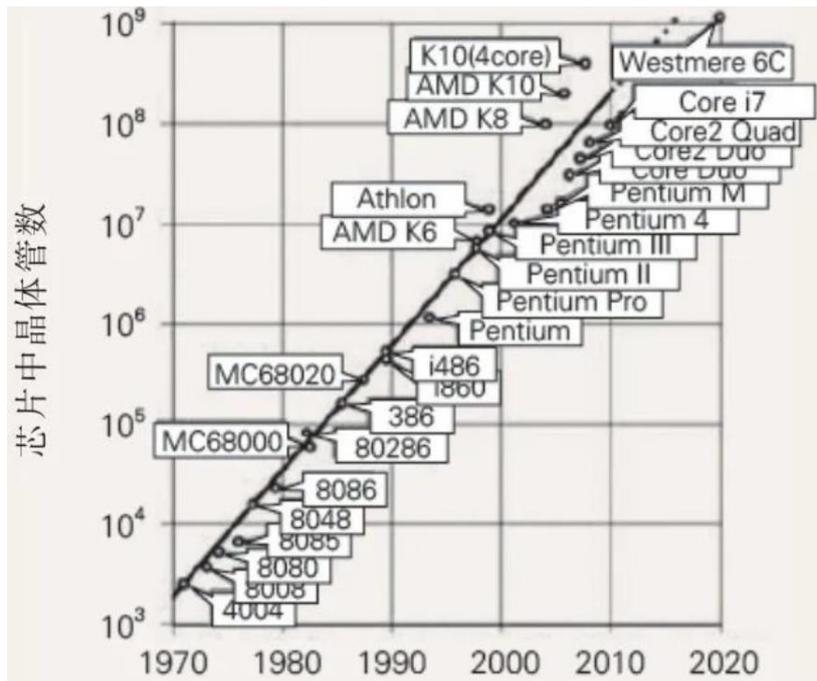
数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

3. PC演化亦遵循软硬分离规律

PC产品演化亦符合软硬分离规律。1981年第一台个人电脑发布，其中IBM提供硬件、英特尔提供芯片，微软提供软件。

以此为发轫期，电脑产业在软硬分离的道路上越走越远，底层架构日趋标准化，上层软件应用日趋多元化，硬件日趋高性能化。

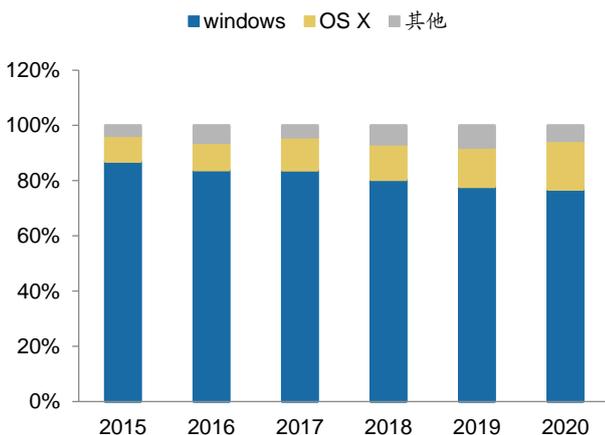
图 5: CPU芯片日趋高性能化, 为PC产品的迭代提供硬件基础



数据来源: 智车Robot, 广发证券发展研究中心

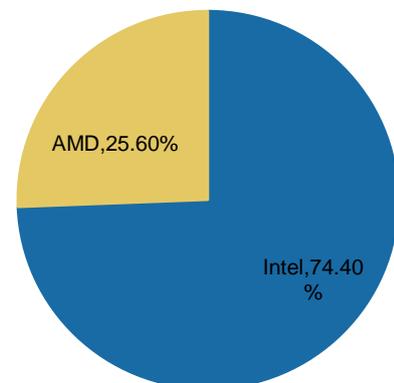
软硬分离趋势的持续演进, 催生Wintel联盟的成功。1984-1996年, 以奔腾处理器为硬件产品的Intel主导了PC硬件行业, 以Windows系统为软件代表产品的微软牢牢控制住了软件领域, 组成了强大的Wintel联盟—推动Windows操作系统在基于英特尔CPU的PC机上运行。自此, Wintel联盟制定的一些技术规范, 已成为PC产业事实上的标准, 该联盟也因此在全球PC产业形成了所谓的“双寡头垄断”格局。

图 6: PC核心软件—OS市占率



数据来源: 前瞻经济学人, 广发证券发展研究中心

图 7: PC核心硬件—X86 CPU市占率 (2021Q4)



数据来源: 芯智讯, Mercury 研究, 广发证券发展研究中心

(二) 类比智能手机，智能汽车大势趋同，软硬分离正在进行时

相比于智能手机，智能汽车亦在重演软硬分离的规律，趋势之下，软件功能将会越来越强大，承载的附加值越来越多，而硬件的多样性相对固化。

目前智能汽车正在掀起一波新的浪潮，汽车从代步的机械装置变成了软件定义的智能移动空间，属性的改变带来了竞争核心的改变，从产品性能、功能的竞争，变成产品全生命周期的场景化、个性化体验和服务竞争。

很清楚的是，相较于传统汽车，智能汽车融入了更多的IT技术和互联网理念，软硬分离的规律亦在重演，以智能座舱为代表的汽车部分模块已初具软硬分离形态，应用生态日趋丰富，底层软硬件格局趋于清晰。

但也需要看到，智能汽车在软件、硬件、动力系统等领域更加复杂，而且多了空间属性，因此实现完全的软硬分离（尤其是智能驾驶领域）尚需时日。

图 8：重走手机产品演化之路：对智能汽车发展趋势的展望

智能手机发展回顾

- 1 Step1: 交互的变革
键盘+小屏幕→多点触控+高清大屏幕，开启了全新交互模式
- 2 Step2: 架构的升级
面向硬件的功能开发→软硬分离→软件定义，奠定生态应用的基础
- 3 Step3: 生态的演变
基于新的交互方式+OS+架构，生态应用开始爆发，产生多个百亿级、千亿级的应用

智能汽车发展展望

- 1 Step1: 交互的变革
仪表+按键→语音+大屏→多模态交互
- 2 Step2: 架构的升级
分布式E/E架构→域集中式EEA+SOA+SOC→软件定义+数据驱动
- 3 Step3: 生态的演变
基于空间交互技术和空间OS，汽车应用生态开始爆发

数据来源：智协慧同 EXCEEDDATA、广发证券发展研究中心

二、汽车的软硬分离：发展驱动力与未来终局

（一）汽车软硬分离的核心驱动力：商业逻辑、技术趋势及政策驱动

1. 商业驱动力：软件定义汽车是C端的客观需求、B端的差异化竞争点，而软硬分离让软件定义汽车成为可能

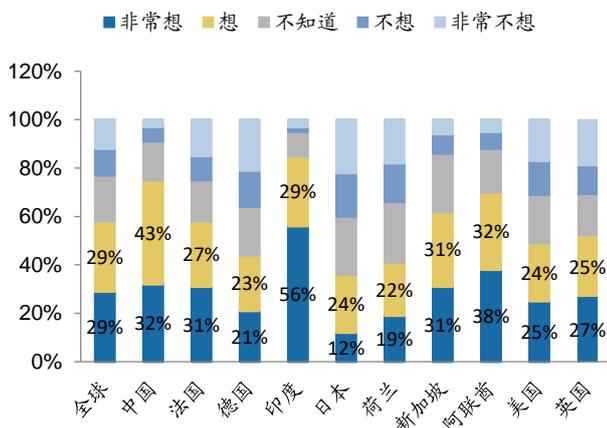
软件定义汽车是C端对科技感的客观需求，亦是主机厂差异化竞争的制高点。“软件定义汽车”描述的是一种主要通过软件实现特性和功能的汽车，这是汽车从主要基于硬件的产品向以软件为中心的车轮上电子设备不断转变的结果。

从C端来看：移动互联网催生大批互联网消费群体，通过移动互联网改变用户对智能手机的使用习惯并带来全新智能化体验。汽车是新一轮移动智能体验终端，汽车智能化能满足消费者对汽车从单一出行产品向个性化体验型产品转变，同时随着智能座舱和ADAS系统不断完善，进一步激起消费者对于汽车智能化体验。

从B端来看：汽车浪潮迭代过程中，越靠近应用层面越差异化，越靠近底层技术越统一化，芯片、传感器等硬件亦越来越同质化，因此主机厂需要在软件层面寻找差异化竞争优势。

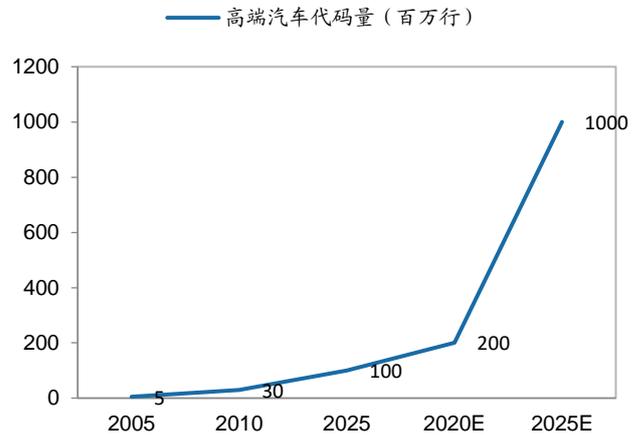
因此，在制造同质化的背景下，数据和车后软件服务收入的结构化变化越来越重要，而这些是以软件为基础的，所以车商会建立更多的软件能力，充分整合利用第三方通用软件、自研差异化应用软件，从而把客户粘性、议价权抓在手里。

图 9：中国消费者对汽车智能化功能接受程度高



数据来源：广汽研究院，广发证券发展研究中心

图 10：OEM面临的代码开发需求量越来越大



数据来源：IEEE，中国汽车工业协会，广发证券发展研究中心

实现软硬分离是软件定义汽车的必经之路。传统汽车软硬件强耦合，EE架构以分布式为主，每台汽车承载数十个电子控制单元（ECU）执行决策功能，数量众多的ECU导致线束布置复杂、车重增加，整车成本较高，同时软硬件耦合度较深，无法实现软件自行功能定义。

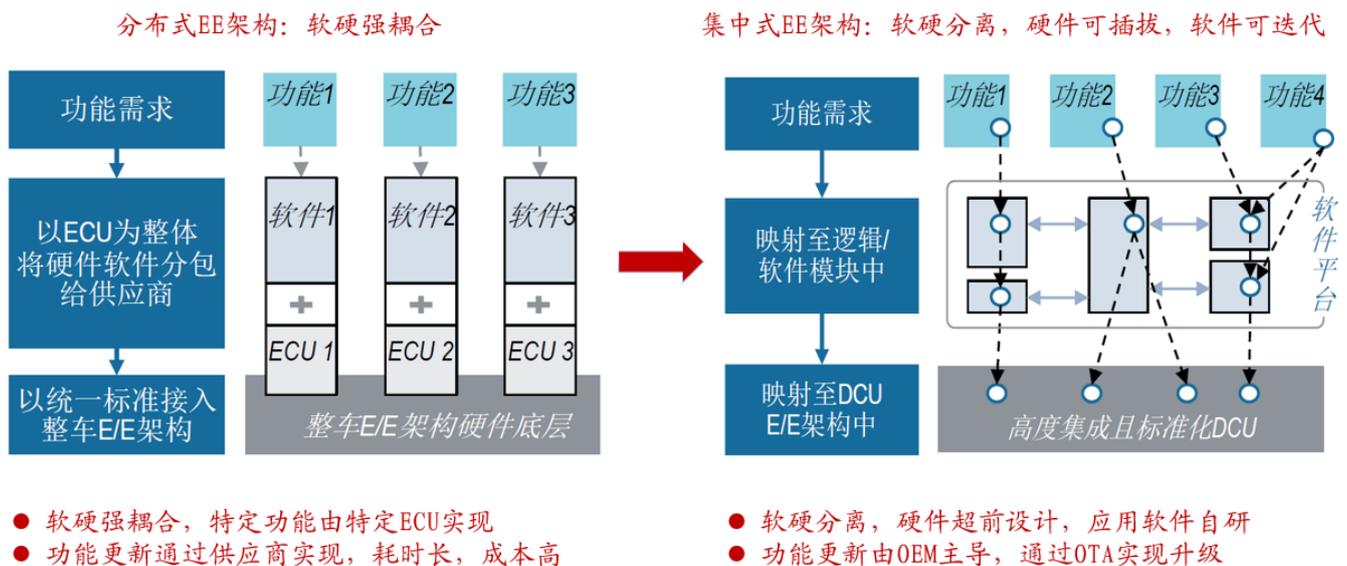
软硬分离使得同质化的硬件与差异化的软件功能独立迭代发展，结合OTA技术，让

汽车软件功能的定义与开发分布在汽车产品整个生命周期中，在硬件标准的情况下，通过软件来进行个性化，从而实现真正意义上的软件定义汽车，即汽车电子软件从依赖于硬件提供单一功能架构转变为面向服务架构（SOA），汽车可在不更换或增加硬件的条件下通过不同的软件配置为驾驶员提供多样的服务。

因此，软件定义汽车在架构层面最核心的特点即为：**软硬解耦**。与过去软硬紧耦合不同，在软件定义汽车时代，软硬解耦是面向服务架构进行功能迭代促进汽车“成长进化”的重要途径，并呈现以下特征：

- （1）面向软件开发商、广大开发者：实现软件可跨车型、跨平台、跨车企重用，支持应用快速开发、持续发布；
- （2）面向零部件提供商：实现硬件可扩展、可更换，执行器、传感器等外设硬件可即插即用；
- （3）具备整车级数字安全与纵深防御系统；
- （4）软件持续迭代，让汽车逐渐成为可持续保值增值平台。

图 11：汽车EE架构从分布式迈向集中式—软硬分离是软件定义汽车的必经之路



数据来源：罗拉贝格、佐思汽研、广发证券发展研究中心

2.商业驱动力—需求端：OEM可实现更优的商业模式，更强的全生命周期竞争力

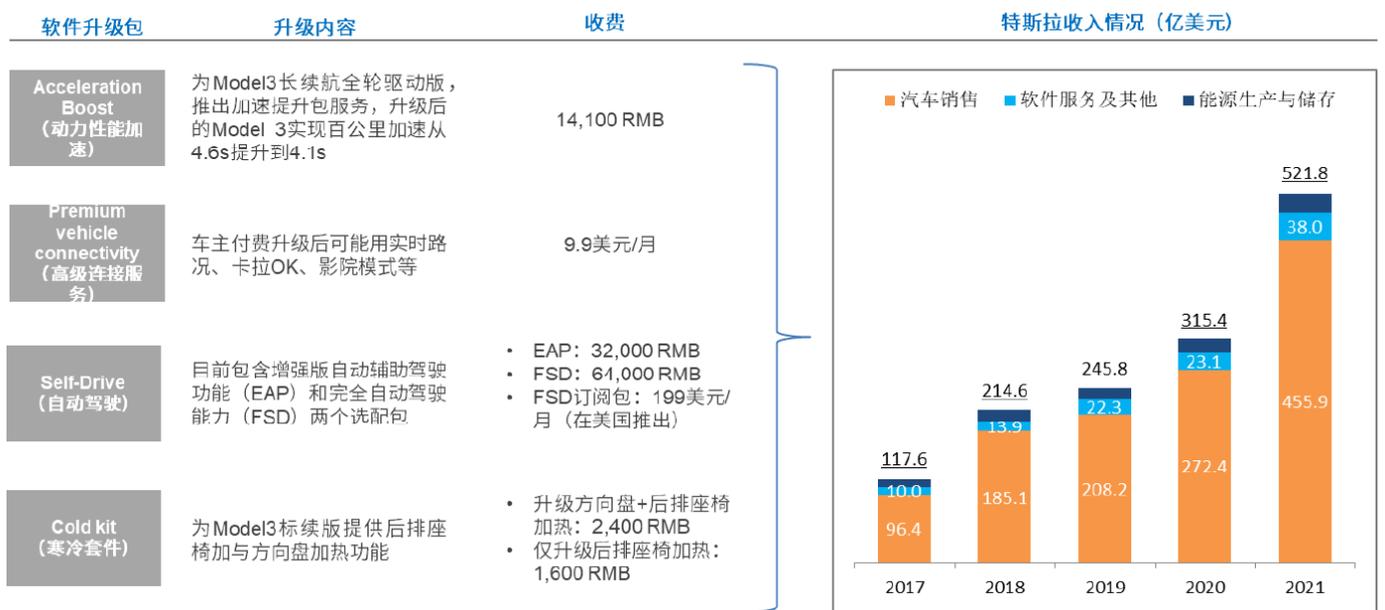
软硬件解耦是实现软件定义汽车新开发模式的前提。通过分离车辆硬件与软件开发流程，在硬件售出后，通过OTA实现软件的持续迭代与优化，满足用户个性化和长尾需求，延缓硬件平台更新频率，实现整车平台生命周期最大化。智能驾驶操作系统在OTA升级（多域之间的能力通过软件进行连通）的过程中扮演着重要角色，因此智能驾驶操作系统的发展让主机厂看到更具差异化的新型商业模式。

特斯拉模式成功在前，软硬分离+OTA实现真正意义上的“软件定义汽车”。特斯拉自2012年首次实现OTA升级以来，前后推出了多项与软件服务相关的功能产品，包括其选配的自动驾驶功能包（含增强型和完全两种套餐）、OTA升级包（如加速包）以及软件订阅服务等三种主要收费套餐，通过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。

2021年特斯拉软件服务和其他业务收入为38亿美元，而且软件服务作为特斯拉收入非常重要的一环，其未来的营收比重将进一步上升，预计到2025年将突破200亿美元。

传统汽车设计制造模式软硬强耦合，难以实现真正OTA，“软件定义汽车”的软件付费模式更是无从谈起。比如发动机、变速箱、车灯等部件的ECU都来自不同供应商，由于底层软件框架和代码逻辑的不同，OEM既无权限也无能力进行整车软件刷写，仅能做到对通信模块、IVI等软件的OTA。

图 12：软件服务已经成为特斯拉利润核心来源之一



数据来源：中国汽车工业协会，Wind，广发证券发展研究中心

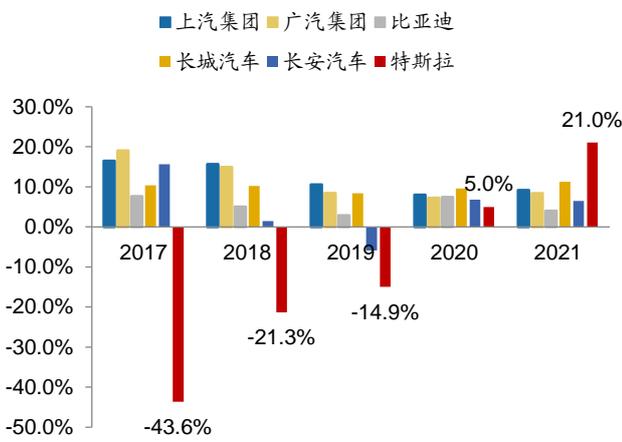
软硬分离+OTA将推动汽车产业大规模生产与个性化的完美融合，驱动产业商业模式迈向更优。从特斯拉来看，软硬分离是特斯拉模式成功的基础，要支持有效的OTA，汽车系统需要具备两个基本要素：（1）EE架构的迭代进化，从传统的分布式架构转变为域控甚至中央计算平台架构；（2）充裕的硬件能力，尤其是预埋足够的硬件算力。

“硬件为流量入口、软件为收费服务”的商业模式更是带来了显著的“鲶鱼效应”。到2025年，许多汽车企业可能以接近成本价的价格销售汽车，并主要通过软件为用

户提供价值，软件将成为汽车的灵魂和OEM的新的利润中心。

根据麦肯锡2020年的ACES消费者调查，39%的客户希望能够在购车后通过解锁形式获得更多联网功能，而非必须在购车时做决定。在高端车领域，这一比例为47%。不同国家的比重有所不同。例如，63%的中国受访者希望在购车后获取新功能，但在法国、日本和瑞士，这一比例不到30%。从这个角度来看，软硬分离也可使得主机厂实现软件产品的高频率、连续升级，从而使得汽车产品在生命周期中更具竞争力。

图 13: ROE对比—特斯拉VS本土主流OEM



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

图 14: 毛利率对比—特斯拉VS本土主流OEM



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

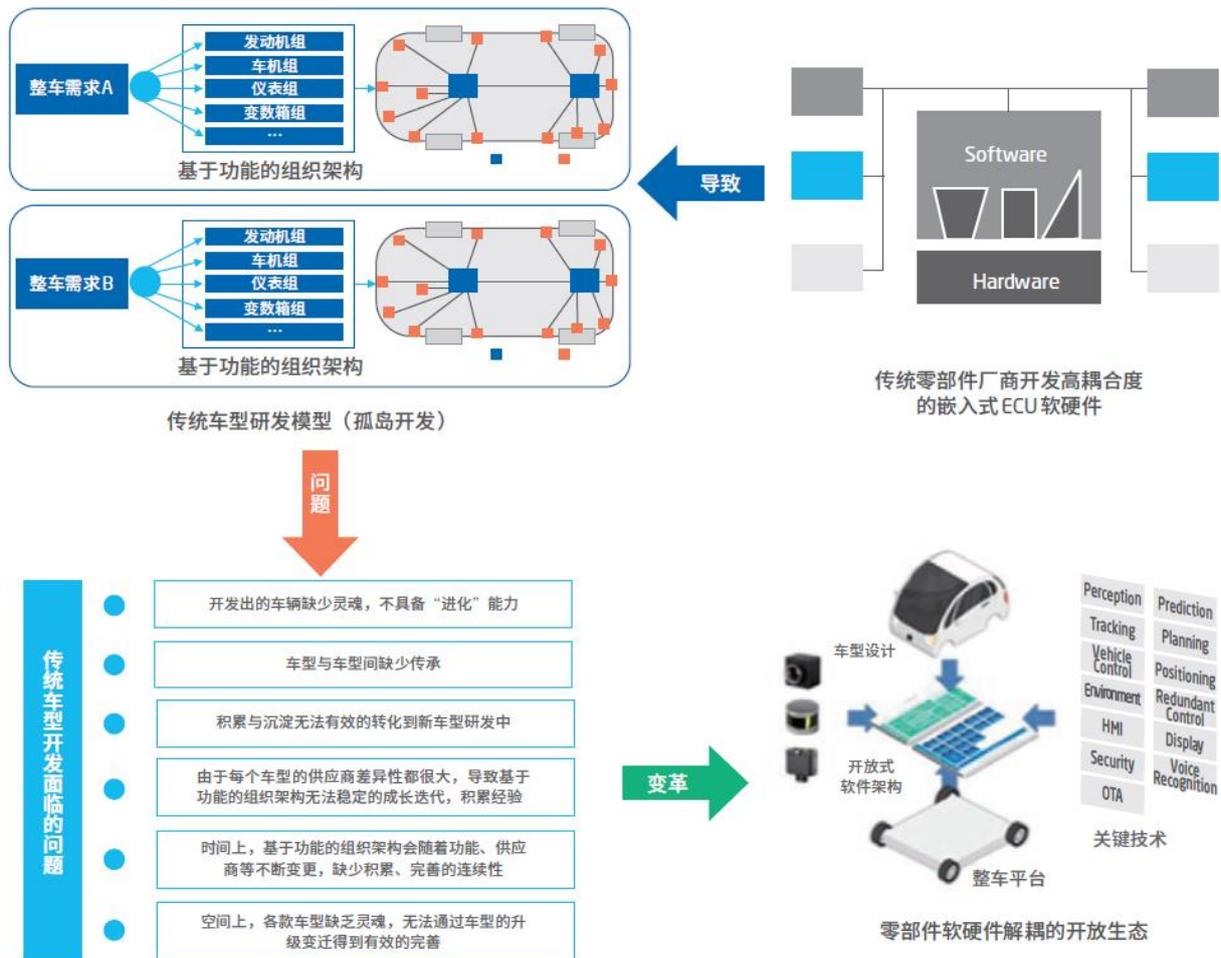
3.商业驱动力—需求端: 主机厂需要迈向更高研发效率、更低开发成本

软硬强耦合背景下，车企研发周期冗长，且一旦出现问题，优化既定产品的空间少。在传统汽车时代，OEM 和零部件厂商开发高耦合度的嵌入式ECU 软硬件，整车企业研发车型是基于功能需求对各类ECU零部件进行组合调试。

这种孤岛式的研发结构造成车型与车型间缺乏联系与传承，车型研发效率低、成本高，不具备OTA升级和进化的能力。

比如，在传统软硬强耦合的情况下，很多机械类的硬件产品即便一个很小的变更也要牵动整车的更改，要按照V型开发流程进行严格验证，是导致传统整车开发周期长的主要原因。

图 15: 软硬分离可规避传统汽车产业研发模式的弊端, 实现汽车产品的高速迭代



数据来源: Neusoft, 赛迪顾问, 广发证券发展研究中心

软硬件解耦背景下, 汽车进入以软件为核心的迭代开发新模式, 车型研发效率更高、迭代更快, 软件的高复用性亦驱动成本进一步降低。在软硬解耦的模式下, 软件和硬件不仅可以同步进行平台化开发, 还可保持差异化上市和持续升级迭代, 从而大大缩短产品的研发周期。同时, 软件功能可灵活复制到其他车型, 而无需同一功能在不同车型上开展大量重复性, 也实现了开发成本的降低。

以德国大众汽车为例, 该公司正在进行研发流程和组织管理优化, 大众将以软件优先, 聚焦车辆的系统和功能, 实现车辆研发周期缩短25%, 使得新车型研发周期从54个月缩短至40个月。

因此, 总结对比来看:

(1) 传统开发模型特点为:

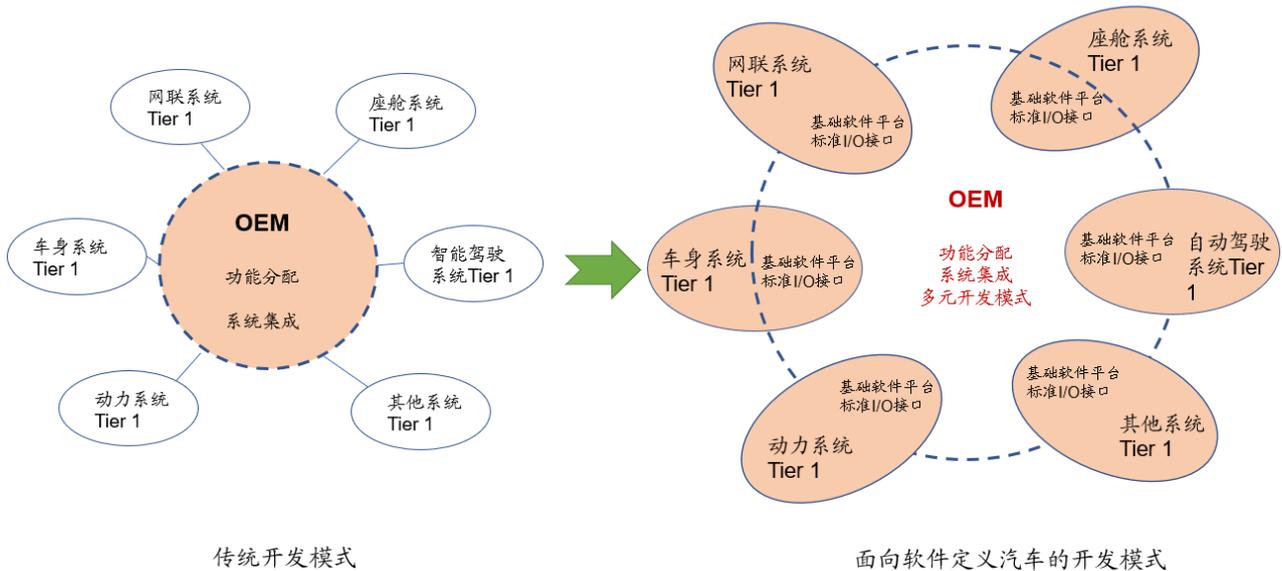
- a. OEM只是架构的定義者, 只做系统集成工作, 不做软件开发;
- b. 各系统Tier1完成所有功能的软件开发;
- c. 各系统较封闭从而形成信息孤岛, 外部开发者无法对介入开发;
- d. 代码无法复用, 大量软件工作花费在不同软硬件的适配上;

e. 硬件产生价值;

(2) 软硬解耦背景下, 面向软件汽车的开发模型特点为:

- a. OEM不仅仅只是架构的定义者以及系统集成者, 还主导脱离底层OS以及硬件的基础软件平台和大部分策略层面软件的开发;
- b. 各系统Tier1完成底层软件的开发;
- c. 开放的应用服务生态, 即插即用的高效可扩展性;
- d. 软件产生价值, 满足千人千面的用户需求。

图 16: 软硬分离下, 汽车软件开发模式出现了明显调整



数据来源: 江铃汽车《软件定义汽车, 架构定义软件》, 广发证券发展研究中心

4.技术必然性: 产业链供应商发力共振, 底层软件标准化成为行业共识, 硬件性能不断进化, 软硬迭代共同为创新提供广阔空间

近年来国内外底层软件标准化不断取得新进展。

(1) 国际层面: AUTOSAR联盟推出Adaptive AUTOSAR平台, 发力自动驾驶。

AUTOSAR联盟成立的背景是汽车上的ECU越来越多, 嵌入式软件复杂程度越来越高, 软件质量难以把控; 同时, 软硬件未解耦, 往往更换硬件平台, 软件就要推倒重写, 工作量巨大。AUTOSAR本质上是开放的系统架构, 同样也是一种标准, 可以支持软件标准化、重用和互操作性, 并使得OEM和Tier 1的开发成本进一步降低。

目前, AUTOSAR组织已发布 Classic 和 Adaptive 两个平台规范, Classic AUTOSAR对应的是安全控制类的架构, 采用分层设计, 实现了基础软件层、应用层的解耦。随着E/E架构的演进, 域控制器应用逐渐增多, 中央计算平台成为发展趋势, 此时Adaptive AUTOSAR平台应运而生, 成为新一代E/E架构不可或缺的元素。

图 17: AUTOSAR社区支撑产业链向“软件定义汽车”演进



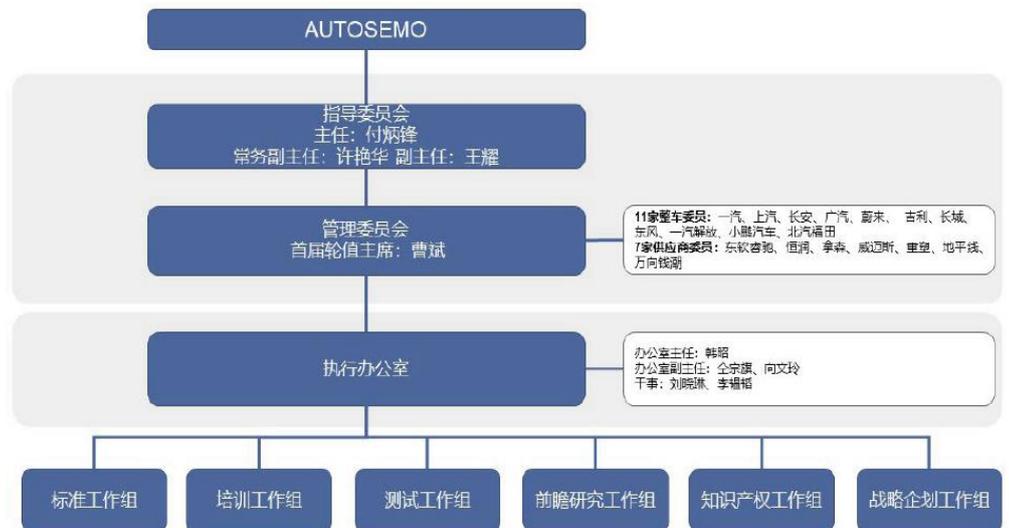
数据来源: AUTOSAR、华为、佐思汽研, 广发证券发展研究中心

(2) 国内层面: 2020年成立AUTOSEMO, 推动本土汽车基础软件标准体系建设。

中国汽车基础软件产业发展较晚, 前期基础软件供应商主要来自于国外, 为了促进中国汽车基础软件的发展, 以及创造自己的知识产权体系及和谐生态, 在工信部指导下, 2020年东软睿驰与中国汽车工业协会共同策划并发起中国汽车基础软件生态委员会 (AUTOSEMO), 联合20多家成员单位, 共同分享实践创新, 构建开放的标准化软件架构、接口规范和应用框架, 并致力于发展我国自主知识产权的汽车基础软件产业生态体系, 促进中国汽车产业向智能化加速转型发展。

成立之初, AUTOSEMO创始会员为一汽、上汽、广汽、蔚来、吉利、长城、长安、北汽福田、东风、一汽解放、小鹏汽车、东软睿驰、恒润、拿森、地平线、苏州挚途、万向钱潮、威迈斯、重塑、中汽创智这20家企业组成。

图 18: 中国AUTOSEMO组织架构



数据来源: AUTOSEMO, 广发证券发展研究中心

硬件能力持续攀升，为汽车智能化创新提供了愈发宽广的创新空间，这在自动驾驶芯片和激光雷达等领域显现十分明显。

以自动驾驶芯片为例，从典型玩家产品迭代来看，主流玩家正在积极发力，新品纷至沓来：

- (1) 英伟达：2019年推出了DRIVE AGX Orin平台，2022年发布了新一代自动驾驶SoC芯片Thor，单片算力能够达到2000TOPS，算力达到了Orin近8倍。
- (2) 高通：2020年正式推出Snapdragon Ride，2021年并购维宁尔Arriver加速Ride平台落地，驾驶域平台定点逐步放量，首款车型2022年SOP。
- (3) 地平线：2021年正式推出首款大算力自动驾驶芯片征程5，峰值算力达到128 TOPS，并预计将于2023年推出征程6，其算力将达到1000TOPS。

表 2: 全球主要自动驾驶厂商格局梳理

供应商	SoC名称	最大算力 (TOPS)	功耗 (W)	算力/功耗	制程 (nm)	适用等级	量产时间	主要搭载厂商
英伟达	Thor	2000	-	-	-	L4/L5	2025	沃尔沃、蔚来、智己、小鹏、理想、比亚迪、上汽R、威马、集度等
	Orin	254	65	3.9	7	L3-L5	2022	
	Xavier	30	30	1.0	12	L2/L3	2020	
特斯拉	FSD	72	50	1.4	14	L2/L3	2019	特斯拉
高通	8540+9000	360	65	5.5	5	L3-L5	2022	长城、通用、宝马、大众等
	8650	-	-	-	-	L2/L3	2024/2025	
	8540	60	-	-	5	L2/L3	2023/2024	
TI	TDA4VH	32	-	-	-	L2/L3	2023/2024	比亚迪、吉利、奇瑞等
	TDA4VM	8	5-20	0.4-1.6	16	L1/L2	2020	
Mobileye	EyeQ6	67	35	1.9	5	L4/L5	2024/2025	-
	EyeQ5	24	10	2.4	7	L4/L5	2021	吉利、宝马
	EyeQ4	2.5	3	0.8	28	L1/L2	2018	蔚来、广汽、小鹏等
	EyeQ3	0.3	2.5	0.1	40	L1/L2	2014	特斯拉、奥迪
华为	MDC600	352	352	1.0	7	L3/L4	2021	北汽极狐、长安等
	MDC300	64	-	-	12	L2/L3	-	
地平线	征程6	1000	-	-	7	L3-L5	2024	长安、江淮、上汽、理想、比亚迪等
	征程5	128	35	3.7	16	L3/L4	2023	
	征程3	5	2.5	2.0	16	L2/L3	2021	
	征程2	4	2	2.0	28	L1/L2	2020	
黑芝麻	A2000	>250	-	-	7	L4/L5	-	一汽、东风等
	A1000 Pro	196	-	-	16	L3/L4	-	
	A1000	70	<8	大于8.75	16	L2/L3	2022	

数据来源：各个芯片商官网、亿欧智库、高工汽车、佐思汽研、广发证券发展研究中心

5.政策驱动力：智能化是我国汽车工业弯道超车的又一次关键机会

智能汽车产业链属于高端制造领域的核心赛道，全球大国纷纷发力的“兵家必争之地”。智能汽车涉及产业众多，如电子信息制造、大数据、人工智能、云计算、半导体、信息通讯等高端制造领域，已经成为世界主流国家的“兵家必争之地”。经过多年的发展，政策已经逐步从原来的设定目标、制定规范方面，向引导落地实施、搭建

基础设施以及网络与数据安全等方面转移。

表 3: 自动驾驶配套产业市场规模

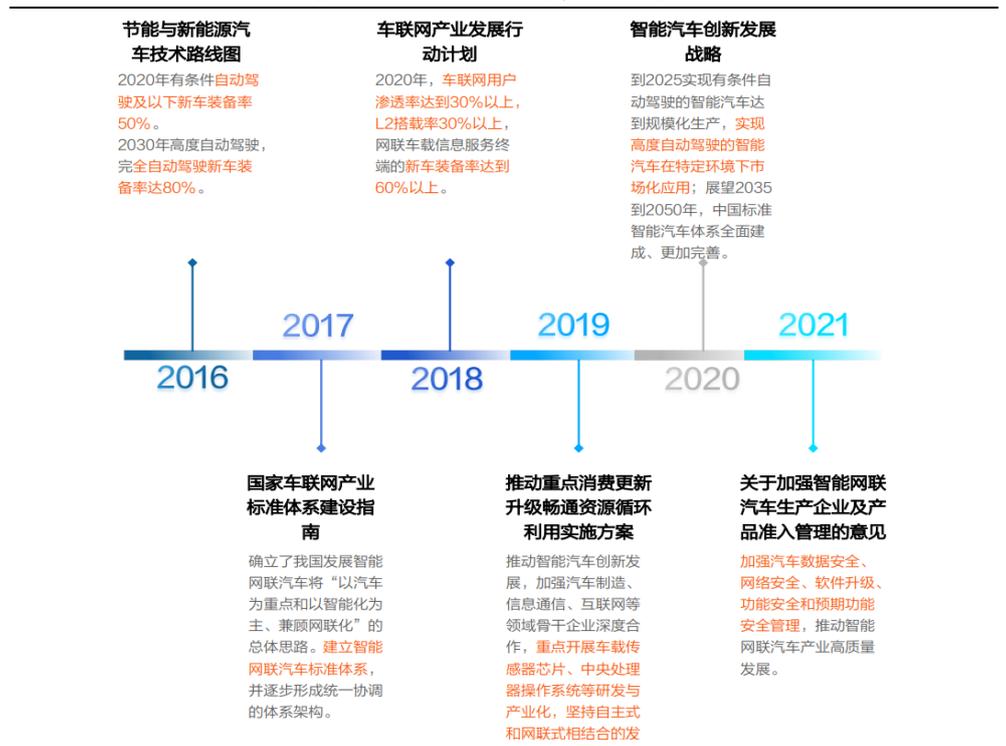
配套产业	投资或市场规模	增速
5G	2021-2025 年之间的投资达人民币 0.9-1.5 万亿元	-
人工智能	2013-2021 年之间的私人投资达人民币 777 亿元	年复合增长率约 43%
云基础设施服务	到 2025 年市场规模达人民币 4550 亿元	2021-2025 年的年复合增长率为 25%
数据中心	到 2025 年市场规模达人民币 2310 亿元	2020-2025 年的年复合增长率为 19.2%

数据来源：中国信息通信研究院、斯坦福 2022 年人工智能指标报告、Canalys Research 2021 年云服务支出报告、毕马威，广发证券发展研究中心

我国在国家层面积极推动智能驾驶产业发展。智能化为我国汽车行业未来主要发展方向之一，2015年《中国制造2025》明确提出自动驾驶汽车未来十年的发展和应用计划。2020年国务院发布《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》，明确提出“发展高度自动驾驶汽车，在2025年前实现限定区域和特定场景商业化应用，并在2035年实现规模化应用”的目标。

2021年工信部会同其他部委发布了《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范8》，制定要求并进一步规范自动驾驶测试。这些文件为智能网联汽车和配套设施的发展奠定了基础。2021年《第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》发布，这是国家最高级别的社会经济发展计划，为自动驾驶和智慧出行设定目标。

图 19: 我国政策频频发力推进智能网联汽车产业发展

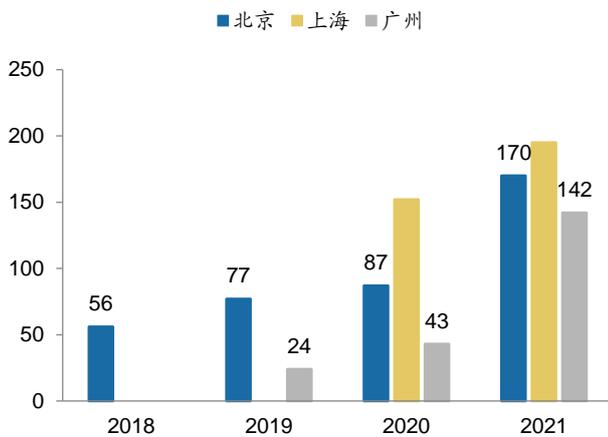


数据来源：汽车之家研究院、广发证券研究发展中心

各个省份也出台有关自动驾驶的政策，助力产业发展。截至2020年，各地已出台6项省级和27项市级自动驾驶测试政策。2021年，陕西、甘肃、辽宁等省份开始重视自动驾驶汽车技术的研发，而吉林、上海、福建等省市则重点推进自动驾驶汽车的商业化应用。浙江、广东和山西也开始为自动驾驶汽车建立测试区域。越来越多已配备最新自动驾驶功能的智能汽车被允许上路测试。

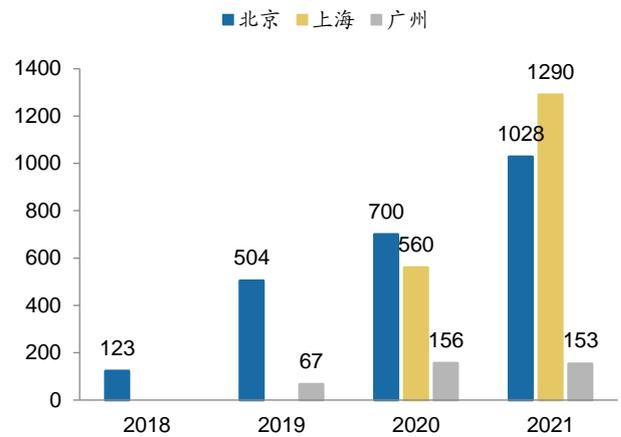
2021年中国自动驾驶行业的投资事件也创历史新高，投资宗数庞大，所获投资总额高达54亿美元。

图 20: 北上广自动驾驶汽车测试牌照累计发放数量



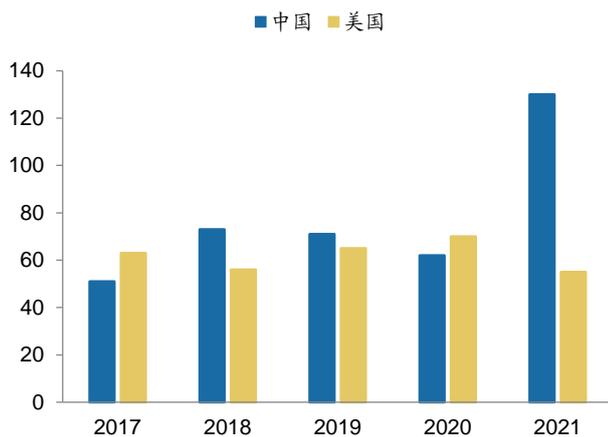
数据来源: 毕马威, 广发证券发展研究中心

图 21: 北上广自动驾驶测试道路累计长度(公里)



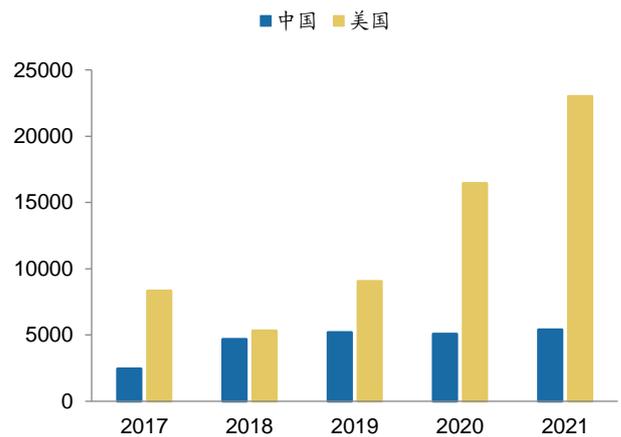
数据来源: 毕马威, 广发证券发展研究中心

图 22: 中美自动驾驶投资宗数对比(个)



数据来源: Preqin, 毕马威, 广发证券发展研究中心

图 23: 中美自动驾驶投资规模对比(百万美元)



数据来源: Preqin, 毕马威, 广发证券发展研究中心

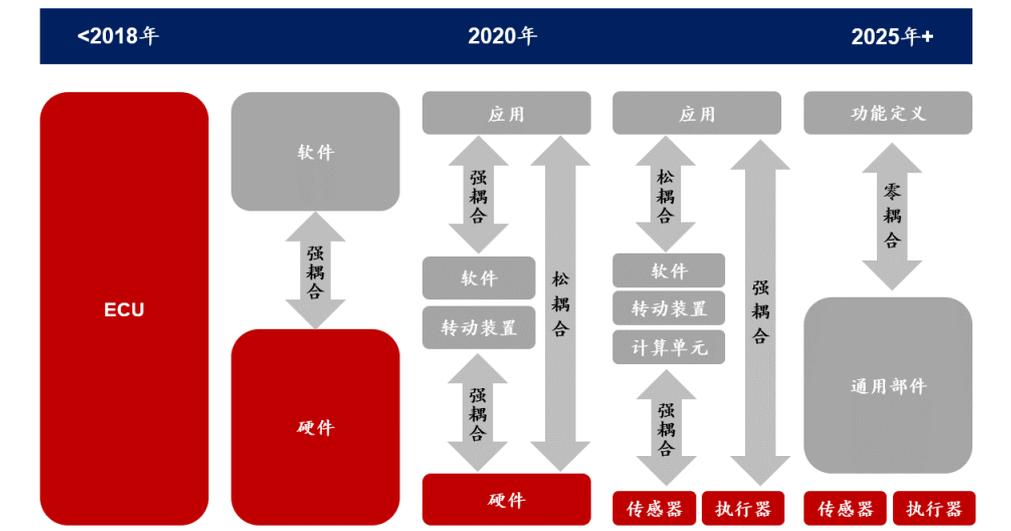
(二) 软硬分离的终局：硬件可插拔，软件可升级，汽车产品高速迭代
 远期来看，软硬分离的终局体现应是硬件可插拔，软件可升级，汽车产品高速迭代，汽车将会呈现日益突出的快消品属性。

从B端来看：目前汽车硬件的同质化程度越来越高，尤其是在电动汽车上，包括电池、电机等一系列关键部件，车企越来越难以通过硬件来构建产品的差异竞争点，软件成为差异化核心，即“软件先行”！在“软件先行”的新模式下，OEM将会在软件供应商的帮助下有一套自己专属的跨车型的软件系统平台，通过OTA技术，实现车型软件功能持续迭代。

同时，在硬件与软件解耦趋势之下，软件也不再需要针对特定的硬件开发，而是可以灵活调用标准化的各种硬件，让软硬件开发和整车开发工作同步并行，这样当硬件迭代升级时，车企可以直接切换新硬件。

从C端来看：未来汽车产品将越来越带有快消品的属性，汽车产品呈现迭代加快特征。也就是说，C端客户淘汰旧车、购买新车的动机可能不再是因为产品步入报废期，而是因为芯片等硬件无法支持最新的软件系统以实现更好的软件功能，正如目前在智能手机领域发生的那样，这也将驱动汽车芯片等核心硬件加速迭代。

图 24：软硬分离终局—硬件可插拔，软件可升级



数据来源：盖世汽车，广发证券发展研究中心

三、产业现状：座舱域软硬分离初步成形，驾驶域发展进行时

(一) 智能座舱：软硬件生态趋于成熟，软硬分离初步成形

1. 核心硬件市场格局趋于稳定，底层软件生态不断迈向成熟

智能座舱架构主要包括SOC芯片+底层软件+应用软件+外设硬件。自下而上来看，智能座舱主要包括底层SOC芯片（如高通8155、瑞萨R-Car H3E，用于提供算力支持）、底层软件（包括OS系统、虚拟机、中间件等）、上层应用软件（包括各种视觉算法等）、外设硬件（包括IVI中控、液晶仪表盘、HUD等）。

智能座舱是汽车智能化的发端，相比自动驾驶技术实现难度低、成果易感知，是当下车企间竞争的重要差异化卖点，目前总体格局已较为清晰，迈过了从0到1的爆发阶段，正处于从1到10的中高速增长阶段。

图 25：智能座舱典型架构：底层SOC芯片+底层软件+应用软件+外设硬件



数据来源：盖世汽车、广发证券发展研究中心

座舱核心软硬件行业格局总体较清晰，产业迈过了从0到1的爆发阶段，正处于从1到10的中高速增长阶段。

(1) 底层芯片SOC：格局已较清晰，主流产品性能不断提升

智能座舱最核心的硬件是底层主控SoC，它可以将液晶仪表、HUD、车载信息娱乐系统、DMS&OMS、语音识别以及ADAS功能融合在一起，实现语音识别、手势识别、实时导航、在线信息娱乐等功能。

目前智能座舱芯片主要参与者包括NXP、德州仪器、瑞萨等传统汽车芯片厂商，主要面对中低端市场；同时，消费电子领域的高通、三星、联发科等也加入市场竞争中，主要面向中高端市场。

从市场格局来看，高通优势突出，处于行业领先地位。目前高通已发布多款智能座舱芯片，当前的主流产品为14nm制程的骁龙820A、7nm制程的骁龙SA8155P、7nm制程的骁龙SA8195P和5nm制程的骁龙SA8295P。

表 4: 主要智能座舱 SOC 发展及规划

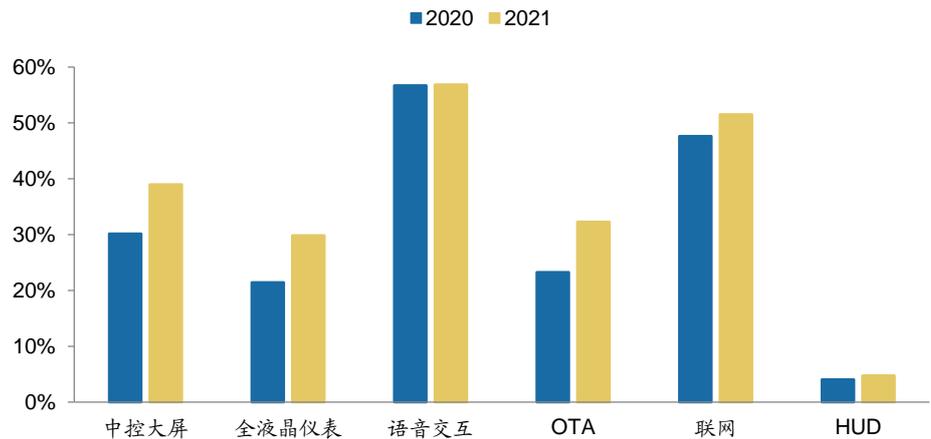
发布时间	~2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年~
高通		602A		820A (14nm)			SA6155/SA8155 /SA8195 (7nm)		SA8295 (5nm)		
三星			8890 (14nm)				V910 (8nm)		高端V920 (~5nm)、中 端V720	V520/V320	
英特尔			A3900		A3920	A3950/A3960 (14nm)					下一代 (~10nm)
瑞萨	R-Car H2	R-Car M2/R- Car E2	R-Car H3 R- CAR M3								R-CAR 下一 代
NXP				i.MX 6	i.MX 8M (28nm)				i.mx8.5或 i.mx10x (5nm)		
TI	Jacinto 6			J6 entry/J6/J6 e cho/J6 Plus				J7芯片(无座 舱产品)			
Telechips						TCC803x		Dolphin 3		Dolphin 5 (NPU)	
华为									麒麟990A (28nm)		
联发科							MT271		(E03)		
芯驰科技								X9H/X9P (16nm)	X9U/G9V		
杰发科技							AC8015			AC8025	AC8035
紫光展锐								A7862 (12nm)			
芯擎科技									SE1000 (7nm)		

数据来源：佐思汽研，高工智能汽车，盖世汽车，广发证券发展研究中心

(2) 外设硬件：IVI、液晶仪表盘等核心硬件渗透率已处于不算低的水平

从座舱硬件来看，中控大屏、全液晶仪表渗透率提升较快，2021年渗透率分别达到38.97%、29.84%，同比增幅分别为8.82pct、8.41pct。（注：值得注意的是，渗透率测算过程中，智能座舱细分的软硬件配置功能往往存在标配与选配的情况，叠加下游客户需求的差异，测算出的渗透率跟C端实际购买的情况存在一定差异）

图 26: 2020-2021年座舱核心软硬件渗透率



数据来源: 高工智能汽车, 广发证券发展研究中心

(3) 底层软件: 安卓、QNX居于OS核心地位, QNX hypervisor为虚拟机主流产品

座舱OS层面, QNX和Linux (含Android) 居于主导地位。传统智能座舱操作系统中QNX占据了绝大部分份额, 近年来, 智能座舱的娱乐与信息服务属性越发凸显, 开源的Linux以及在手机端拥有大量成熟信息服务资源的Android被众多主机厂青睐, 成为后起之秀。此外, 国外少量车型还采用了Win CE等作为智能座舱操作系统。据IHS 统计和预测, 2020年及之前QNX占据50%以上份额, 到2022年QNX和Linux(含Android) 将平分市场份额, WinCE基本退出竞争。

表 5: 智能座舱操作系统格局—QNX和Linux (含Android) 居于主导

	介绍	优势	劣势	典型合作方
QNX	QNX 是一种商用的类 Unix 实时操作系统, 目标市场主要是嵌入式系统	安全性、稳定性极高, 符合车规级要求, 可用于仪表盘	需要授权费用, 只应用在较高端车型产品上, 兼容性较差	通用、凯迪拉克、雷克萨斯、路虎、大众、别克、丰田、宝马、现代、福特、日产、奔驰、哈曼等
Linux	基于 POSIX 和 UNIX 的多用户、多任务、支持多线程和多 CPU 的操作系统	免费, 灵活性、安全性高	应用生态不完善, 技术支持差	丰田、日产、特斯拉等
Android	谷歌开发的基于 Linux 架构的系统, 属于“类 Linux”系统	开源, 易于 OEM 自研、移动终端生态完善	安全性、稳定性较差, 无法适配仪表盘等部件要求	奥迪、通用、蔚来、小鹏、吉利、比亚迪、博泰等
WinCE	微软发布的 32 位的多任务嵌入式操作系统, 具有多任务抢占、硬实时等特点	在当时实时性出色, windows 应用开发便利	高度模块化的开发流程使得开发用户越来越少, 应用越来越匮乏, 慢慢退出舞台	福特 Sync 1、Sync 2 等

数据来源: 亿欧智库, 广发证券发展研究中心

QNX hypervisor为虚拟机主流产品,行业地位稳固。从虚拟机来看,QNX Hypervisor为国内主流选项。目前常见的Hypervisor包括QNX Hypervisor、英特尔的ACRN、Mobica的XEN、大陆L4RE等。

QNX Hypervisor与ACRN目前在国内都有本土企业支持,为国内常见虚拟机方案,其中QNX Hypervisor是唯一通过ASIL D的安全合规水平以及预认证水平的管理程序,具有高性价比与高安全性的优势,因此成为市场主流。

表 6: 车载Hypervisor 主要供应商

主要产品类	所属机构	发展历程	量产情况	中国本土典型合作伙伴
QNX Hypervisor	RIM	由加拿大 QSSL 公司开发, 2004 年被哈曼收购, 2010 年又被黑莓收购, 2021 年 2 月黑莓正式发布 QNX Hypervisor 2.2 版本	已量产, 目前只有 QNX Hypervisor 应用到量产车型, 也是唯一被认可功能安全等级达到 ASIL D 级的虚拟化操作系统	中科创达、诚迈科技
ACRN	Intel 与 Linux 基金会	2018 年 3 月发布, 是一款灵活、开源、轻量级 Hypervisor 参考软件, Intel 开源技术中心为 ACRN 项目的发布贡献了源代码	尚未量产	润和软件

数据来源: 汽车电子设计, 广发证券发展研究中心

注: (1) RIM 为黑莓母公司; (2) 2017 年中科创达、诚迈科技入选黑莓 VAI 计划, 一旦成为 VAI 项目合作伙伴, 将可以基于黑莓的嵌入式技术开发集成服务、安全关键型解决方案, 包括黑莓 QNX Neutrino 实时操作系统、QNX Momentics 工具套件、QNX 管理程序、应用程序和媒体 QNX SDK、QNX 无线架构、QNX 认证操作系统、QNX 医用操作系统、Certicom 工具包、Certicom 管理的公钥基础设施以及 Certicom 资产管理系统, 应用包括汽车电子、医疗器械、智能电网、动力控制和工业自动化; (3) 润和软件已开发出基于 IntelApollolake 平台并采用 ACRN 虚拟化技术方案的智能驾驶舱方案

2.座舱领域的实践—软硬分离已初步成形, 逐步实现软件可迭代、硬件可插拔

从软件来看, 各个主要玩家纷纷推出标准化、可扩展、开放式的一体化基础软件平台。大陆EB、中科创达、东软睿驰、华为、诚迈科技、斑马智行等多家科技公司皆在智能座舱软件平台方面有布局。

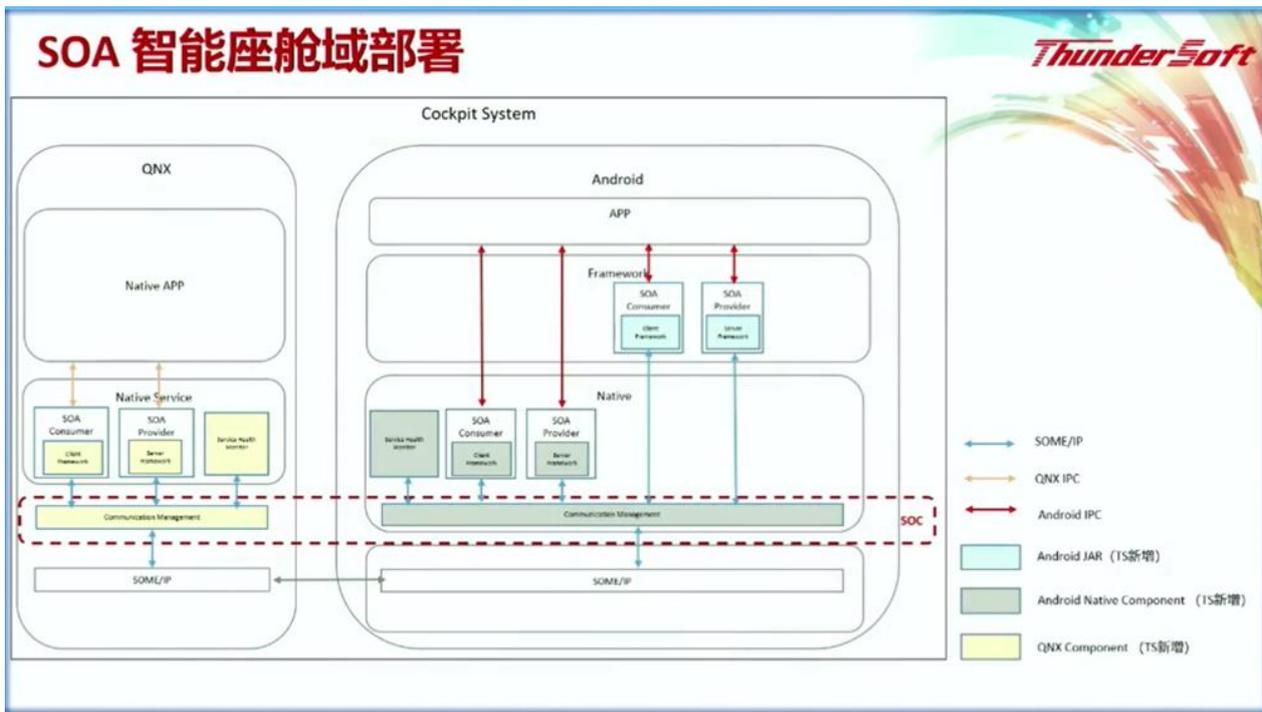
目前, 智能汽车座舱软硬解耦分离已基本成为共识, 在基于SOA软件服务架构基础上, 将车辆底层进行软硬解耦和复用, 实现软件功能快速迭代, 通过与车主的个性

化OTA交互，打造个性化和差异化的座舱产品体验。

比如，中科创达发布智能座舱平台TurboX Auto 4.5，是基于SOA架构，实现场景和服务的解耦，可快速完成场景服务的开发变更及升级迭代。

再如，东软已搭建起通用的标准化的软件架构和软件平台，可快速适配不同市场主流SoC的硬件平台，可快速实现高、中、低端多平台的智能座舱量产落地，以满足不同车厂不同车型的定位和需求

图 27：中科创达智能座舱平台TurboX Auto 4.5—基于SOA架构



数据来源：中科创达，佐思汽研，广发证券发展研究中心

从硬件来看，智能座舱核心硬件—座舱SOC迈向更强的CPU算力和AI算力，更多显示屏和传感器接口，实现模块化和可插拔更换。顺应智能座舱多传感器融合、多模交互及多场景化模式发展的演进趋势，作为处理中枢的座舱SOC需要不断发展突破，并主要呈现以下几个趋势：

(1) CPU算力不断提高。如高通骁龙SA8155P芯片的算力约85KDMIPS，而SA8195P的CPU算力约150KDMIPS。

(2) AI算力需求越来越强，以支持语音和图形甚至整车功能与驾驶者的交互。目前，已有部分量产的座舱SOC芯片中嵌入AI加速计算，其算力在1~5TOPS左右。如三星已量产的Exynos Auto V910具备约1.9TOPS的AI算力，而三星规划2025年前后投放量产的Exynos Auto V920座舱芯片的NPU算力将达到约30TOPs。

(3) 支持接入更多车载显示屏和传感器。如高通8155/8195最多支持8个传感器输出和5路显示屏；三星V910支持6路显示屏；2021年上海车展，芯驰科技最新发布的智

能座舱芯片X9U，能够支持10个高清显示屏。

(4) 芯片迭代越来越快，新产品发布周期缩短。以前周期基本在3-5年左右，现在新品基本在1-2年，座舱芯片迭代速度加快。

表 7：智能座舱主流SOC处理器可支持接入的显示屏和传感器

品牌	SOC 型号	支持摄像头&传感器输入及支持显示屏输出
高通	820A	支持最多 8 个摄像头输入
	6155P	支持最多 8 个摄像头输入、2 个显示屏输出
	8155P	8 个摄像头输入、5 个显示屏输出
	8195P	8 个摄像头输入、5 个显示屏输出
三星	V910	最多 12 个摄像头输入、6 个显示屏输出
NXP	i.mx8QM	最多 4 个独立 FullHD 显示屏
德州仪器	Jacinto6	1 个 HDMI OUT, 2 个 LCD OUT
联发科	MT2712	可支持 1-3 个屏幕 (取决于分辨率)
芯驰科技	X9P	最多支持 12 路摄像头和 8 个高清屏幕
	X9H	最多支持 12 路摄像头和 4 个高清屏幕
	X9U	最多支持 10 个高清屏幕
全志科技	T7	支持最多 8 路摄像头
芯擎科技	A7862	支持最多 11 路 2M&60fps 的摄像头同时输入

数据来源：佐思汽研，高工智能汽车，中国汽车工业协会，广发证券发展研究中心

(二) 智能驾驶：仍处于发展中早期阶段，核心硬件仍在快速迭代，底层软件生态尚未完全成形，但趋势明显

1.智能驾驶总体架构

智能驾驶典型架构构成：底层SOC+底层软件+应用软件+外挂传感器。按照智能网联驾驶测试与评价工信部重点实验室、中国软件测评中心等权威机构的定义，智能网联汽车计算平台架构主要包括自动驾驶操作系统和异构分布硬件架构构成。

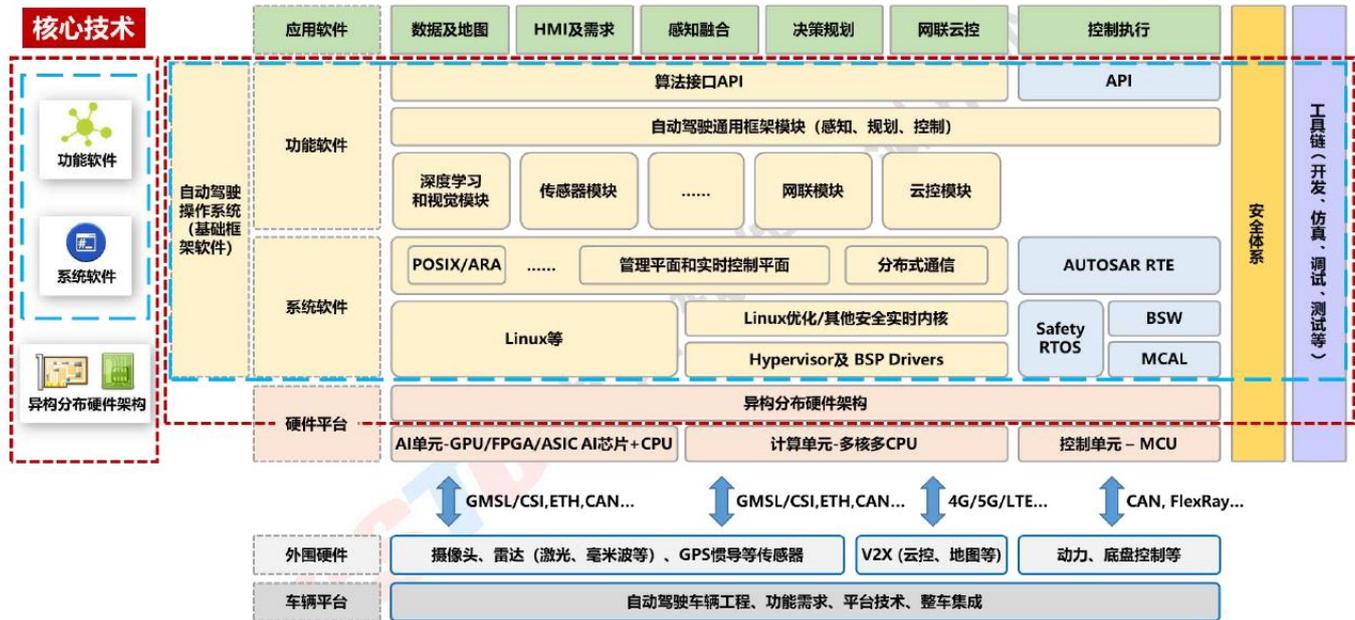
异构分布硬件架构为底层基础，包括MCU、CPU、AI单元，其中AI单元主要提供高性能算力，实现对多传感器数据的高效处理和融合，主要包括GPU、ASIC、FPGA等。如此架构的原因在于，高等级智能驾驶汽车需要搭载数量和类型多样的传感器，且需要具备高安全性和高性能，单一芯片无法满足诸多的接口和算力需求。

底层软件主要包括系统软件（包括BSP、OS内核、中间件等）和功能软件（自动驾驶通用框架，包括深度学习模块、传感器模块、网联模块等）。此外，对于计算平台的开发和功能迭代而言，工具链是提高研发效率的不可或缺手段。

应用软件主要包括各类感知融合、控制规划、控制执行等ADAS算法，以及地图、人机交互HMI等。

外挂传感器主要包括激光雷达、超声波雷达、毫米波雷达、摄像头等车载传感器，负责车辆信息感知。

图 28：智能驾驶典型架构：SOC芯片+底层软件+应用软件+外挂传感器



数据来源：汽车软件测评工信部重点实验室、广发证券发展研究中心

2.智能驾驶关键软硬件仍处在发展中早期阶段，软硬分离仍在推进中

从硬件来看，智能驾驶芯片及以激光雷达为代表的外挂传感器仍处于快速迭代阶段。从软件来看，算法端仍需进化，底层软件共性平台尚未成熟。

(1) 硬件：智能驾驶芯片行业格局远未固化，激光雷达仍在快速迭代

智能驾驶芯片为汽车智能化最重要的硬件基础，近年来芯片商在驾驶域层面积极发力，新品纷至沓来。根据下游客户定位，目前自动驾驶芯片可以大致分为两类：

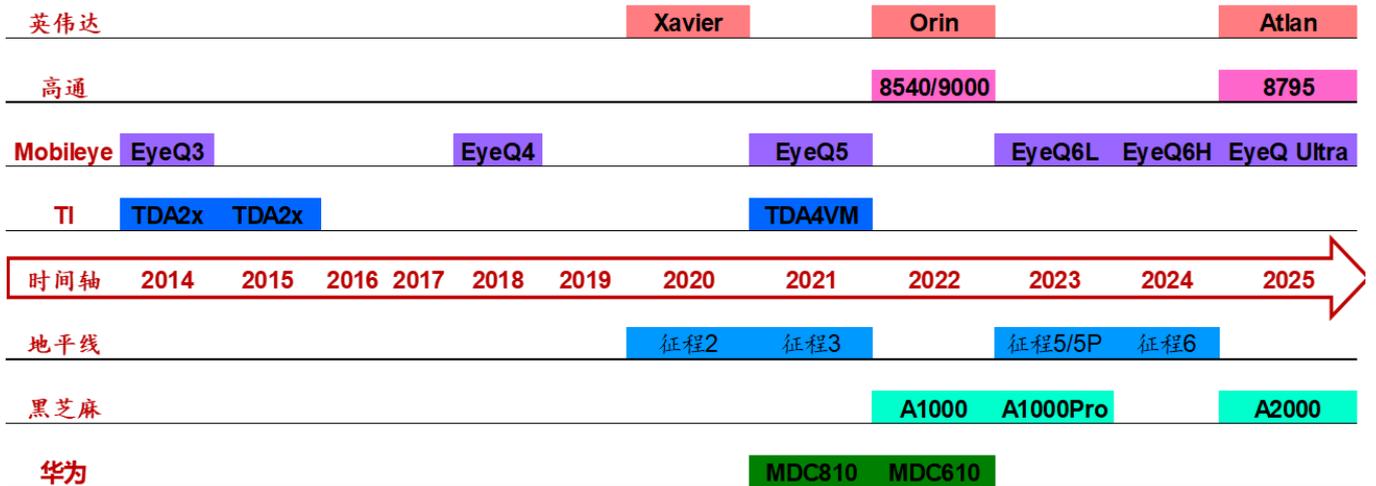
面向L3级以上的大算力芯片：格局相对稳定。主要玩家包括英伟达、高通、华为、地平线等，其中英伟达凭借生态完善、算力充沛等多重优势，在大算力芯片领域竞争优势突出，暂未看到可与之匹敌的竞争对手。

面向L1至L2+的中低算力芯片：格局正在快速变化，高通有望后来居上。该领域主要玩家包括TI、Mobileye、地平线、高通等，面向L1至L2+的自动驾驶芯片对算力等技术门槛要求相对较低，在行业快速爆发的背景下，不断有新玩家积极涌入。

我们预计高通有望凭借其充沛的AI算力、突出的CPU能力、成熟的软件生态以及高性价比等优势，在中低算力芯片领域后来居上，优势日益凸显。此外，务必要重视受益于自主可控的本土玩家。相较于英伟达、高通、TI等海外自动驾驶芯片龙头公司，我国自动驾驶初创类企业存在“自主可控”的增量逻辑。

考虑到我国车市的庞大需求，除了地平线、黑芝麻等现有的少量自动驾驶芯片初创类公司有望持续快速成长，寒武纪等AI芯片龙头公司在自动驾驶芯片领域的弯道超车亦有其技术积累和市场需求的三重合理性。

图 29: 主流芯片商加大自动驾驶芯片品类迭代，行业格局远未固化



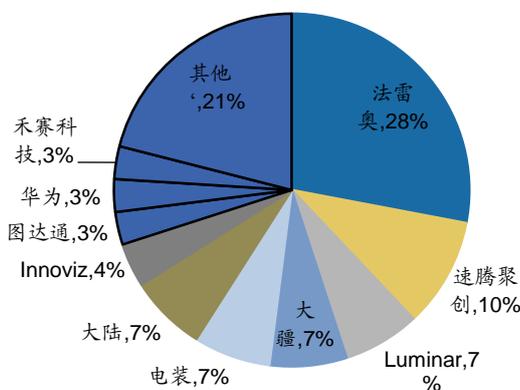
数据来源：各个芯片商官网、亿欧智库、高工汽车、佐思汽研、广发证券发展研究中心

注：横轴以量产时间口径为准

激光雷达：既可以补盲雷达又可以做主雷达，是ADAS系统以及实现L4/L5级别自动驾驶的保障，以激光雷达为核心的多传感器融合方案是大势所趋，但目前激光雷达产品仍存在多种技术路线和设计方案，产品尚未固化。

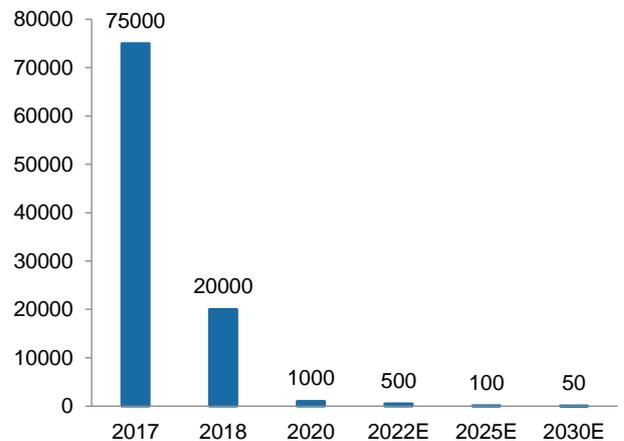
从2021年市场占有率来看，法雷奥、速腾聚创、Luminar等厂商占据部分市场份额，但2022是激光雷达上车元年，群雄逐鹿之下竞争格局尚未定型，而且未来伴随激光雷达逐步放量、技术趋于成熟，激光雷达的性能、价格仍有较大变化空间。

图 30: 2021年激光雷达市场格局



数据来源：盖世汽车，广发证券发展研究中心

图 31: 典型激光雷达价格变动趋势（单位：美元）



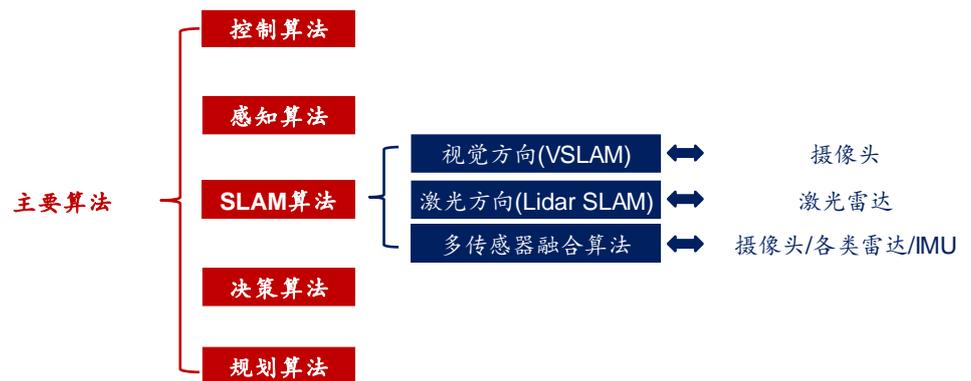
数据来源：盖世汽车，广发证券发展研究中心

(2) 软件：算法端仍需进化，底层软件共性平台尚未成熟

以多传感器融合的ADAS算法为例，目前仍难以实现软硬分离。从目前产业界的实践来看，激光雷达、超声波雷达、毫米波雷达、摄像头等传感器各有优劣，未来要实现自动驾驶，需要多传感器相互配合，在不同的使用场景里可以发挥各自优势。

但也需看到，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，需要进行传感器数据融合。从产业界的实践来看，多传感器融合在硬件层面并不难实现，但算法开发为核心难点，在软硬件层面尚难以分离。

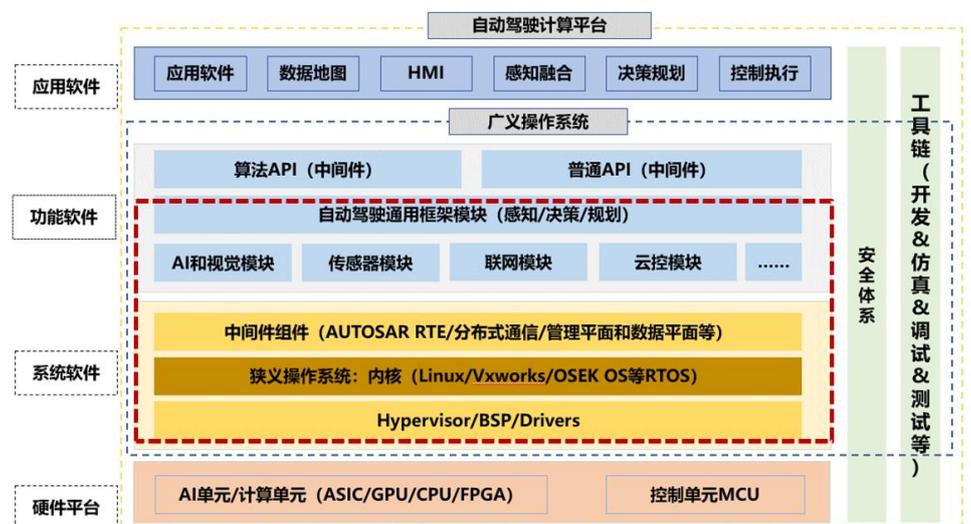
图 32: 自动驾驶应用算法涉及传感器众多



数据来源：广发证券发展研究中心

从底层软件共性平台来看，底层芯片尚在快速迭代，上层底软共性平台亦未成熟。我们在前述相关章节已有分析，目前自动驾驶芯片仍处在快速迭代阶段，且英伟达、高通等头部玩家正规划进入“舱驾一体”的域融合赛道，而中国本土初创类芯片商正不断涌入自动驾驶领域，因此底软共性平台（BSP之上、自动驾驶通用框架之下的部分，包括OS内核、中间件等）亦未成熟固化，仍需时间进一步发展。

图 33: 自动驾驶底层软件共性平台—BSP之上、自动驾驶通用框架之下



数据来源：汽车软件测评工信部重点实验室，广发证券发展研究中心

从操作系统来，自动驾驶OS（包括OS内核+中间件等）总体上还处于发展初期。自动驾驶OS内核的格局较稳定，主要产品为QNX（Blackberry）、Linux（开源基金会）、VxWorks（Wind River System）。因打造全新OS需要花费太大的人力、物力，目前基本没有企业会开发全新的OS内核。QNX和VxWorks均属于实时OS，但Linux是分布式OS，不过经过一系列改进后，Linux在很大程度上已经可以满足实时性要求。

从生态角度看，QNX系统较为封闭，而Linux和VxWorks均是开源系统。QNX的内核，客户是不能改的，但客户可自己编写中间件和应用软件；Linux和VxWorks所有内核源代码都向客户开放，客户可根据自己的实际需求裁剪，可配置性很高。

从费用和开发难度看，QNX需要收取不菲费用，不过开发难度较小，Linux不需要额外收费，但是开发难度较大。

图 34: OS内核主要包括QNX、Linux和VxWorks

OS内核	QNX	Linux	Vxworks
所属企业	Blackberry	开源基金会	Wind River System
开放性	半封闭	源代码开放	源代码开放
是否可裁剪	否	是	是
软件生态丰富程度	较丰富；商业公司提供，或自己从开源软件移植	非常丰富，主要来自开源软件社区	在自动驾驶产业影响较小
实时性	微秒级	毫秒级（打开CONFIG_PREEMPT_RT后为微秒级）	微秒级
功能安全等级	ASIL-D	无	ASIL-D
开发工具和使用费用	昂贵	免费	昂贵
易用性	容易	最难	比较难
可扩展性	低	高	中
代表用户	上汽、蔚来、理想、小鹏等	特斯拉、Waymo、华为、Mobileye、丰田等	奥迪、现代、Mobileye等
典型开发商	中科创达、诚迈科技等	百度、华为等	TTTech Auto等

数据来源：《关于中国市场汽车智能驾驶主控芯片操作系统的思考》，广发证券发展研究中心

目前Waymo、百度、特斯拉、Mobileye，还是一众自动驾驶初创公司、车企，所谓的自研自动驾驶OS，都是指在上述OS内核的基础之上自研中间件等环节，这一部分目前仍处于百家争鸣阶段，格局远未固化。

表 8：典型自动驾驶 OS 系统梳理：各个玩家自研策略存在明显差异，OS 系统特点亦各有不同

分类	开发者	OS 名称	特点
主机厂	特斯拉	Tesla.OS	(1) 操作系统基于底层 Linux 自研 (2) 功能软件方面支持 PyTorch 深度学习编程框架 (3) 算法自研，自建数据中心，收集用户数据用于不断优化算法软件，形成类苹果的闭环开发模式
	大众	VW.OS	(1) 高性能处理器、高速网络； (2) 基于 Linux + Adaptive AUTOSAR 操作系统； (3) 实现应用软件和 I/O 解耦，可高效开发用户功能，减少系统的复杂性和应用之间的依赖性；
	奔驰	MB.OS	(1) 集中控制所有车辆领域及其用户界面； (2) 底层和中间软件采取自研，未来 MB.OS 或将与其他终端操作系统品牌进行互联； (3) MB.OS 硬件和软件的垂直集成将进一步降低运行的复杂性，可明确各应用功能之间的不同层级
	小鹏	XPilot	(1) 用分层架构，利用英伟达底层操作系统和中间件 (2) 主要功能软件层以及应用软件层自行设计开发
	一汽	FAW.OS	(1) 采用从 OS 内核、隔离引擎到 AP 中间件的全栈解决方案，自主掌控 OS 集成开发技术 (2) 采用国产操作系统内核，形成国产化操作系统技术方案，一汽自主应用开发及集成
供应商	地平线	TogetherOS	聚焦内核和中间件，采取了开源开放的策略，和 Linux 基金会的 ELISA 开源项目深度合作
	斑马智行	AliOS	基于 Linux 内核深度定制的国产车载操作系统，当前斑马智行已经进入到座舱 OS 阶段，下一阶段将重点布局智能整车 OS
	东软睿驰	NeuSAR	聚焦中间件，其 NeuSAR 产品兼容最新版 AUTOSAR 标准，主要由 cCore（主要针对传统控制系统等场景）、aCore（面向自动驾驶等高性能计算需求场景）、中间件和工具链组成

数据来源：谈思实验室、广发证券发展研究中心

总的来看，在商业驱动力、技术驱动力等多重因素作用之下，汽车智能化发展将会沿着软硬分离的规律演进，目前智能座舱软硬分离已初具雏形，智能驾驶软硬分离正在推进中。

结合自动驾驶芯片、激光雷达等核心传感器演进节奏，我们判断智能驾驶软硬分离形态有望在2025年前趋于清晰。

四、软硬分离的产业趋势影响：微笑曲线的重现

（一）汽车产业链价值量分布曲线更趋极化

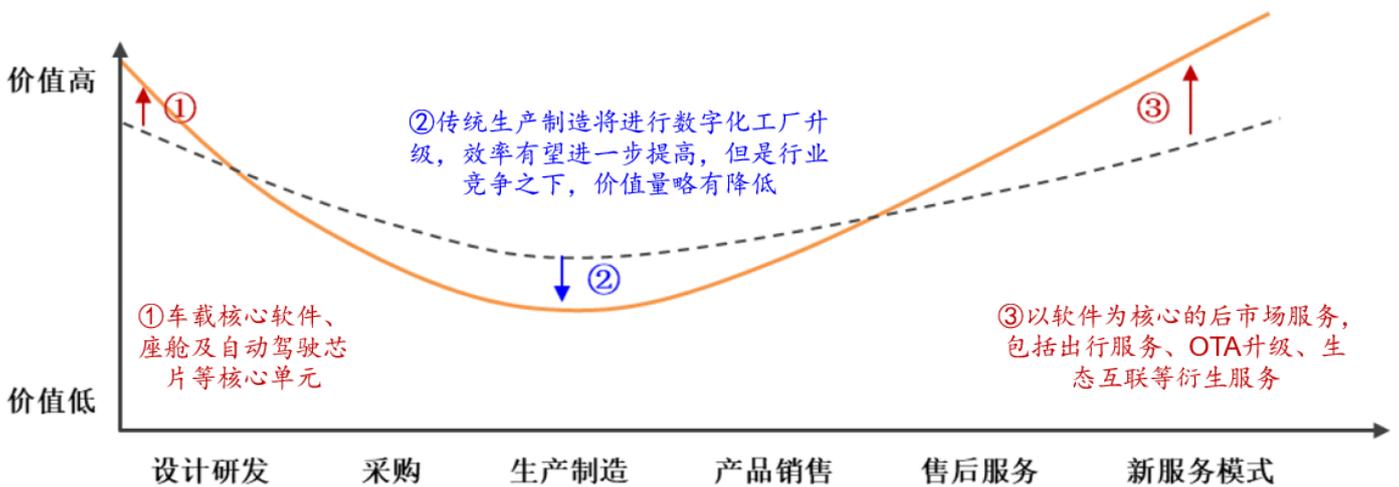
汽车产业价值链分布趋于极化，前端软件设计&核心硬件、后端后市场服务将获得更多价值量权重。过去汽车硬件系统同质化现象严重，整车厂在硬件上很难打造差异化，且盈利模式主要为汽车硬件一次性销售，软件定义汽车时代前段设计、底层硬件、车载软件价值量更趋吃重。

产业链前端：车载芯片、激光雷达等核心硬件是软件创新的前提，在产业链中的价值量亦将居于高位。同时，软件设计在汽车研发阶段更加吃重，软件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。

产业链后端：随着软件在汽车上的应用，软件将成为新的核心竞争力，将打破一次性汽车销售模式，形成“汽车销售+持续的软件及服务溢价”的新商业模式，以软件为核心的后市场服务成为汽车价值的关键。

产业链中游：软件能力匮乏的硬件供应商及主机厂所能够分享的价值量将会相对的降低。

图 35：软硬解耦实现“软件定义汽车”，汽车产业链价值量分布更趋极化

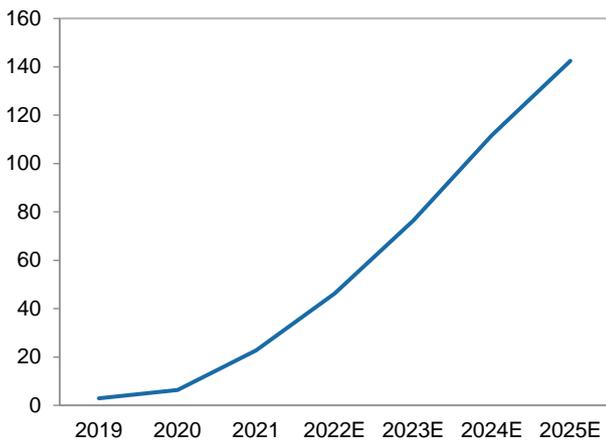


数据来源：中国汽车工业协会软件分会、广发证券发展研究中心

(二) 软件端：价值量更加吃重，底层软件格局显著优于应用算法层，软件端出现软软分离的趋势

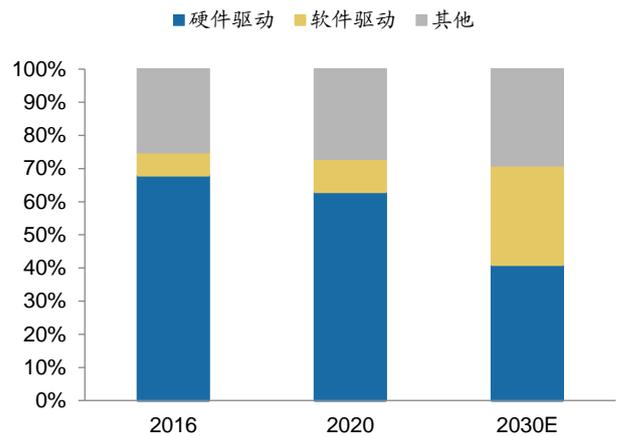
从价值量来看，智能汽车时代，软件更加吃重。根据麦肯锡测算数据，2016年软件驱动的零部件/模块价值量在汽车总价值量中占比为7%，2020年攀升到10%，伴随汽车智能化持续推进，这一比例有望在2030年达到30%。根据中汽协、亿欧智库测算数据，仅仅以中国市场为例，2020年中国智能汽车基础软件市场规模约为6.3亿元，2025年有望攀升至142.5亿元。

图 36: 中国智能汽车基础软件市场规模预测 (亿元)



数据来源：中汽协，亿欧智库，广发证券发展研究中心

图 37: 汽车软件价值量占比快速抬升



数据来源：麦肯锡，上海控安，广发证券发展研究中心

从行业格局来看，底层软件格局显著优于应用层软件。以驾驶域计算平台软件平台来看，越是底层往往越是行业壁垒越高，而且在系统软件的不同领域，竞争程度也有明显差异。

比如虚拟化，拥有符合车规级功能要求且已大规模量产的产品只有黑莓一家；OS内核领域，垄断程度也较高，主要产品为QNX(黑莓)、Linux(开源基金会)、VxWorks(风河所有，目前已被英特尔收购)，此外，能基于QNX进行开发的主要以车厂和第三方软件供应商为主，基于Linux进行开发的主要以华为等科技企业以及特斯拉等新势力为主。

表 9: 驾驶域不同软件层具备业务布局的公司梳理

软件类型	传统 tier1	OEM 及其子公司	平台供应商	第三方软件供应商	
系统软件	BSP	德赛西威、经纬恒润等	长城诺博等	高通、华为等	中科创达等
	虚拟化	/	/	黑莓、英特尔	中科创达、诚迈科技
	OS 内核	/	特斯拉	黑莓、华为、英特尔	中科创达、国汽智控
	中间件组件	博世 (ETAS)、采埃孚、大陆 (EB) 等	特斯拉等	华为、百度等	TTTech、Vector、普华软件、中科创达等
功能软件	博世、大陆、采埃孚等	长城、上汽、造车新势力等	华为、百度、mobileye 等	中科创达、东软睿驰等	

应用软件	场景算法	博世、大陆、采埃孚、德赛西威、经纬恒润等	比亚迪、长城、造车新势力等	华为、百度、地平线、mobileye等	中科创达等
	数据地图	/	吉利（亿咖通）、上汽（中海庭）等	百度、阿里巴巴（高德）等	四维图新等

数据来源：佐思汽研，九章智驾，CSDN，广发证券发展研究中心

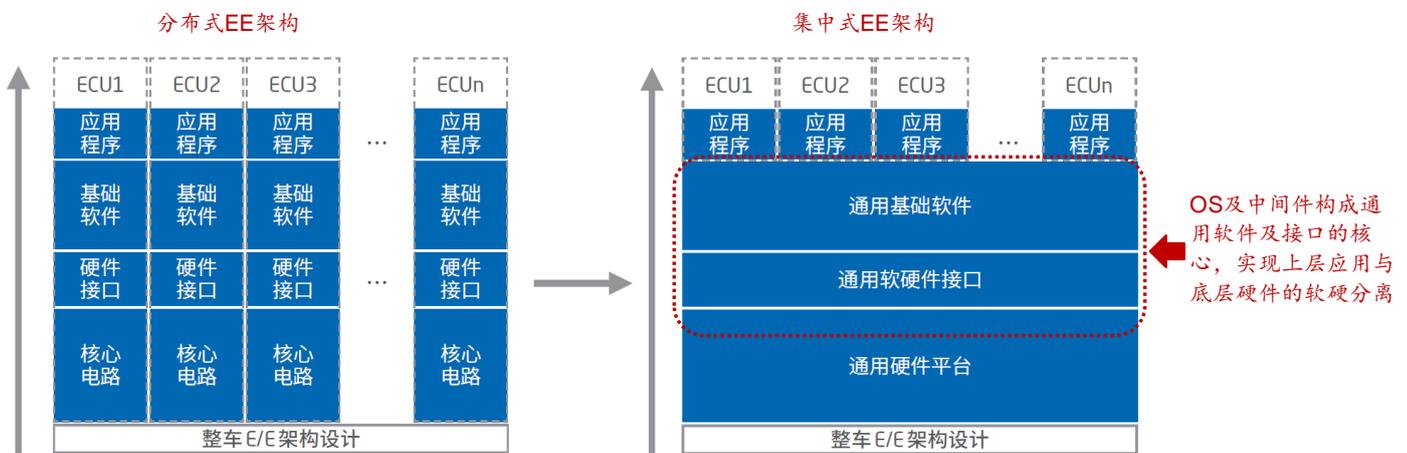
智能驾驶OS及中间件是实现软硬解耦的软件基础。智能汽车时代，汽车电子底层硬件不再是由实现单一功能的单一芯片提供简单的逻辑计算，而是需要提供更为强大的算力支持；软件也不再是基于某一固定硬件开发，而是要具备可移植、可迭代和可拓展等特性。汽车原有以ECU 单元的研发组织将发生转变，形成通用硬件平台、基础软件平台以及各类应用软件的新型研发组织形态。

智能汽车SOA软件架构中，OS及中间件组件处于上层应用软件和底层硬件之间。

从产业界实践来看，一般采用分层的方法和结构，从底层逐步向上构建，以此来实现软硬件解耦，同时在车载网络中实现数据整合、交换、传输等功能。

在整车E/E架构逐步升级的过程中，通用性的OS及中间件成为实现软硬件解耦的软件基础。

图 38: 通用性的OS及中间件是实现智能汽车软硬解耦的软件基础



数据来源：广发证券发展研究中心

智能驾驶OS及中间件等底软单车IP价值量相当可观。一般来说，在具体自动驾驶平台开发过程中，价值量的产生主要来自两方面：（1）项目开发费：整体项目的软件集成开发，按照项目制一次性收费，单体项目价值量一般会在数千万至亿元量级区间，比如ADAS/AD软件开发包；（2）Royalty收费：主要根据IP模块进行收费，与汽车销量直接挂钩，软件商按OEM汽车出货量和单价一定比例分成。

表 10: 车载软件不同模块的单车软件IP价值量估算

软件 IP	单车 IP 价值量估算	备注
OS 内核优化	100-150 元	车载 OS, 尤其是自动驾驶车载 OS 要求高可靠性、高安全性, 所涉及 OS 内核主要是 QNX、Linux 等
基础软件、中间件	200-300 元	包括 CP/AP AUTOSAR、SOA 软件平台、自动驾驶中间件等
虚拟机	100-150 元	以座舱为例, 目前主流技术方案为 QNX 虚拟机+QNX 仪表+中科创达 Kanzi 的组合。此外非开源的虚拟机可能需要支付入门费席位费、服务费、授权费及其他技术支持费
HMI	50-100 元	包括 UI/UX 设计软件授权费、手势控制授权费等
ADAS/AD 算法框架	200-300 元	核心共性功能模块主要是自动驾驶通用框架、网联模块、云控模块等, 算法框架主要是 TensorFlow、Caffe 等
高精度地图	600-1000 元	目前高精度地图初始 license 多为 500-900 元, 更新服务费约为 100 元
网联软件	50-100 元	4G/5G 流量、C-V2X 软件及授权费、TCU 和网管软件

数据来源: 四维图新, 中科创达, 佐思汽研, 广发证券发展研究中心

仅仅考虑Royalty收费的模式下, 智能驾驶OS、中间件等底层软件单车IP价值量约为265-485元, 整个广义操作系统软件单车IP价值量预计不低于465-785元, 市场空间相当可观。

图 39: 自动驾驶分模块IP价值量估算 (单位: 元)

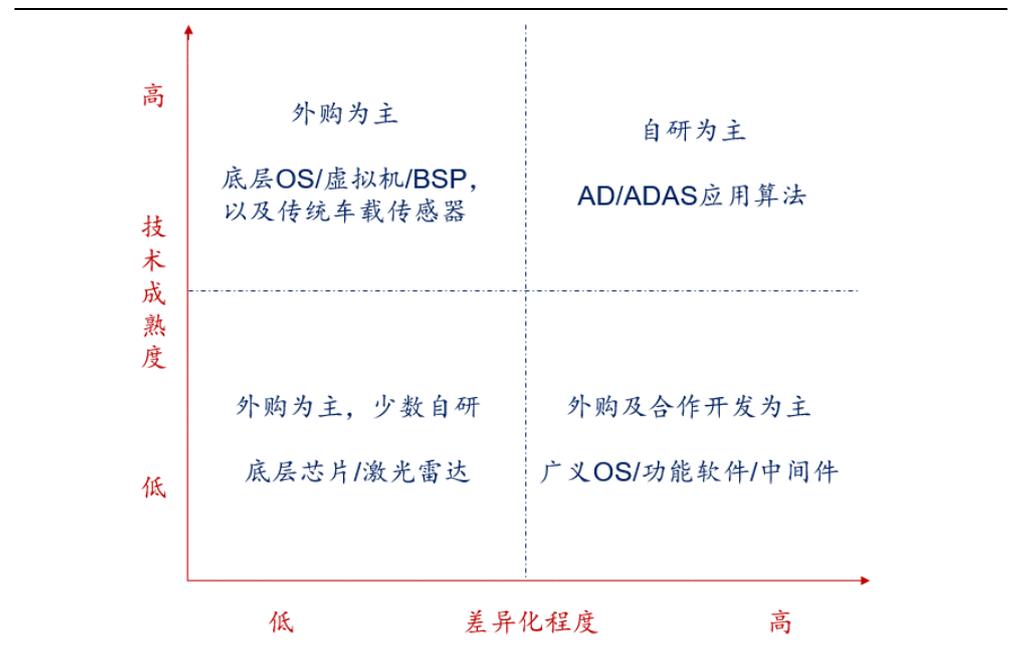


数据来源: 汽车软件测评工信部重点实验室, 佐思汽研, 高工智能汽车, 麦肯锡, 中科创达, 四维图新, 广发证券发展研究中心

底层软件产品标准化、技术高壁垒、价值量高三因素共振，在产业链分工趋势之下，智能驾驶OS及中间件领域有望诞生中立的产业链巨头。主机厂选择自研或外包基础软件取决于技术的差异化程度与成熟度：（1）技术差异化程度：差异化程度越高，主机厂越容易做出差异化竞点；（2）技术成熟度：由于绝对多数主机厂软件能力相对有限，且有成本效率、芯片商支持力度和迭代等方面的限制，因此有产业链分工的必然性。

伴随着底层技术逐渐成熟，底层OS、中间件、虚拟机、部分非核心应用软件等差异化程度将越来越低，易实现标准化。未来，此类软件主机厂会分别进行单独采购，从而将软件分成多层和多模块，由多家供应商合作完成供应，实现“软软分离”。

图 40：自动驾驶软硬件OEM采购策略



数据来源：广发证券发展研究中心

（三）硬件端：核心芯片+关键传感器重要性日趋凸显，软件的独立性和价值崛起趋势明显，传统 Tier1 面临冲击

智能驾驶的快速发展带来对传感器数量和性能需求的不断提升。近年来各大主机厂及相关科技大厂持续加大投入以期早日实现高等级汽车量产，在硬件配置方面，自动驾驶的等级提升非常依赖自动驾驶摄像头、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等传感器的数量以及性能的提升。各大厂商在从L2向L3升级的过程中，最明显的变化便是大多在L2级别传感器解决方案的基础上增加了激光雷达，同时摄像头数量近乎翻倍。

此外，毫米波雷达方面，虽然数量上没有明显提升，但研发至L4级别的谷歌、百度、华为等都纷纷开始采用更高清晰度的4D成像毫米波雷达，来弥补过去毫米波雷达的

种种缺陷。

表 11: 2022年国内主流新车梳理—驾驶域智能化是核心竞争点

上市时间	品牌	车型	智能化等级	自动驾驶计算平台	传感器配置	高精度地图
2022.1	广汽埃安	LX PLUS	L2+	华为 MDC610	3L-12V-6R-12U	百度
2022.2	上汽非凡	R7	L2+	英伟达 Orin	1L-12V-6R-2 成像	百度
2022.3	上汽荣威	鲸	L2	NA	11V-3R-12U	有
2022.3	上汽智己	L7	L2	英伟达 Xavier	12V-5R-12U	有
2022.4	岚图	梦想家	L2+	NA	8V-5R-12U	有
2022.4	比亚迪	海报	L2	NA	5V-5R-12U	百度
2022.3	蔚来	ET7	L2+	英伟达 Orin	1L-11V-5R-12U	百度
2022.7		ES7	L2+	英伟达 Orin	1L-11V-5R-12U	百度
2022.9		ET5	L2+	英伟达 Orin	1L-11V-5R-12U	百度
2022.4	理想	L9	L2+	英伟达 Orin	1L-12V-5R-12U	高德
2022.4	小鹏	G9	L2+	英伟达 Orin	2L-12V-5R-12U	高德
2022.7	长安深蓝	SL03	L2	NA	10V-15U-5 成像	有
2022.8	长安阿维塔	阿维塔 11	L2+	华为 MDC610	3L-13V-6R-12U	华为
2022.11	极氪	'009	L2	Mobileye EQ5H	15V-5R-12U	高德
2022.12	哪吒	S	L2+	华为 MDC610	2L-11V-5R-12U	华为

数据来源: 亿欧智库, 高工智能汽车, 广发证券发展研究中心

注: 在感知硬件方案中, L 表示激光雷达, V 表示摄像头, R 表示毫米波雷达, U 表示超声波雷达, 成像表示 4D 成像毫米波雷达

从以上各大厂商给出的不同级别自动驾驶的传感器解决方案, 我们可以发现, 自动驾驶等级的提高会带来硬件中各类传感器配置的不断丰富, 不同自动驾驶级别解决方案对传感器种类、数量、性能的需求呈明显上升趋势。总结以上各种解决方案, 我们可以给出各级别自动驾驶的传感器解决方案对各类传感器的大致需求数量。

表 12: 各级别自动驾驶的传感器解决方案大致需求

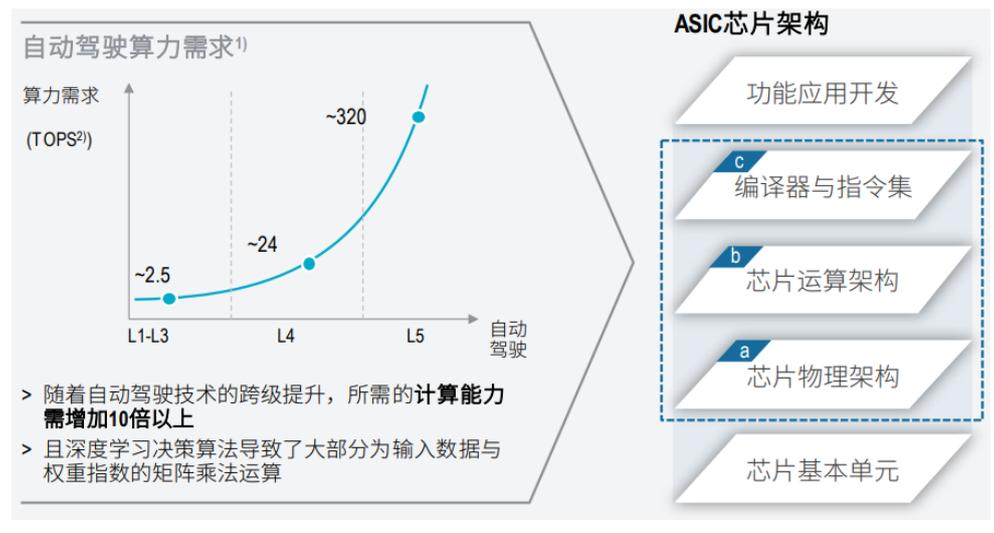
自动驾驶级别	L1	L2	L3	L4
摄像头	1	5	12	20
激光雷达	0	0	1	3
毫米波雷达	1	3	5	6
超声波雷达	4	12	12	12
主要传感器总数	6	20	30	41

数据来源: 广发证券发展研究中心

车载传感器日益增加的数量和日趋完善的性能对车载计算平台算力的需求更高。相较于低级别的自动驾驶, 高等自动驾驶系统从传感器获取的数据量大大增加, 而自动驾驶系统的良好运行需要车载计算平台对这些数据进行准确、高效的处理, 高级别自动驾驶中车载计算平台的芯片算力需求还将持续提升。

自动驾驶等级提升，芯片的算力需求呈数量级增长。一般而言，自动驾驶等级每提高一级，所需算力也需要提升一个数量级。根据各厂商公布的不同级别自动驾驶的传感器解决方案和计算平台芯片解决方案，我们大致测算出可量产的各级别自动驾驶中传感器对计算平台算力的基本需求(值得注意的是，这里的算力属于基本需求，不同厂商在进行传感器的具体配置时，对算力要求可能会更高)。

图 41：伴随着自动驾驶等级升高，所需算力也快速抬升



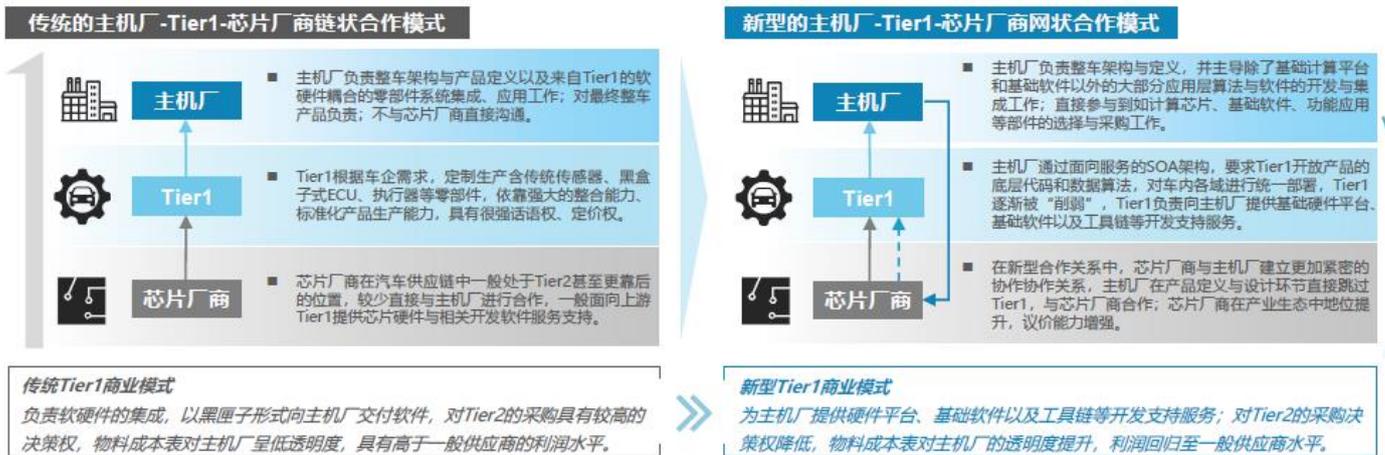
数据来源：罗兰贝格，广发证券发展研究中心

传统Tier1面临压力，积极发力提振软件能力。软件定义汽车带来的整车产品定义的重塑以及主机厂软件组织形式的转变，推动主机厂、Tier1、软件商、芯片商多方合作关系下发生改变，主机厂希望通过与软件商、芯片厂商直接沟通和合作的方式掌握更多产品定义与开发上的主导权。新型合作模式之下，过往在供应链中占据较高主导权的Tier1的话语权逐步减弱，强供应链话语权带来的超额利润逐渐消失。

压力之下，以博世为代表的国际巨头 Tier1 正加快自身智能化软硬件技术与产品建设，积极转型“自救”，2021年1月博世正式成立智能驾驶与控制事业部新事业部，统一为未来汽车架构提供软件密集型系统，博世每年将投资，30亿欧元用于汽车软件技术研发。

然而，历史以来由于企业基因、组织管理和文化类型等多方面的不同，硬件为主的公司转型为软件公司的努力成功者并不多见，因此Tier1转型可能面临软硬分离之下硬件制造环节被消费电子制造商进入、软件部分被车商与第三方软件供应商切割的双重挑战。

图 42: Tier1商业模式的调整趋势



数据来源：罗兰贝格，亿欧智库，广发证券发展研究中心

(四) OEM: 挑战与机遇并存，以域控制器为例看自研边界在哪里？

1.OEM的产业链价值量面临挤压风险，亦存在扩张的潜力

软件定义汽车趋势之下，OEM面临产业链价值量的再调整，挑战欲机遇并存。

OEM面临的价值量挤压风险：原位于产业链Tier2/3的芯片商、核心传感器厂商、软件商话语权提升。

OEM面临的价值量扩张潜力：商业模式存在优化的潜力，从原有“一次性硬件销售”有望转化为“一次性硬件销售+后续软件升级服务”，有望从C端获得更多价值量。

图 43: OEM发力软件能力的四种策略



数据来源：德勤，广发证券发展研究中心

2.以自动驾驶域控制器为例，看主机厂自研与外购的边界

为何从自动驾驶域控制器入手？自动驾驶域控制器内嵌自动驾驶芯片、操作系统、ADAS算法等软硬件产品，属于汽车实现自动驾驶功能的核心单一零部件。

目前A股智能驾驶核心标的，多有自动驾驶域控制器相关业务，而部分造车新势力的自研信息时常见诸于公开媒体，致使资本市场对自动驾驶域控制器的主机厂采购策略关注颇多。我们从“收益-成本”这一经济学经典分析框架入手，尝试对未来自动驾驶域控制器供应链终局进行分析。

图 44：自动驾驶域控制器产业链的四大主流玩家



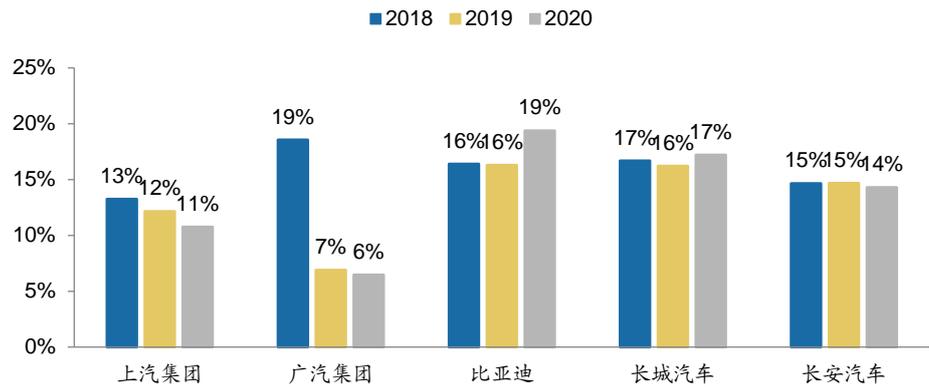
数据来源：盖世汽车，德赛西威，创时智驾，经纬恒润，广发证券发展研究中心

OEM自研自动驾驶域控制器的收益：更多价值量+更强的自主权。

对价值分配的觊觎：在tier1整机制造域控制器的模式下，tier1的毛利率大概在25%-30%区间，且高级别自动驾驶域控制单体价值量较高。相较之下，我国OEM一般毛利率都在20%以下，而OEM又对价值量高的单体零部件成本敏感度高。

对自主权的更强掌控：智能汽车核心是软件，而软件的创新常常围绕在硬件的创新延展开来（最典型例子，在有了大算力自动驾驶芯片、激光雷达等硬件之后，更高等级智能驾驶才具备了开发的基础，有了超强硬件支持，算法可以相对弱化）。此外，如果在面对外围供应链波动（比如缺芯等）的情况下，如果OEM不具备较高的自研自主权，一味依赖供应商，将要付出更多的成本和研发时间。

图 45: 我国主流OEM毛利率情况



数据来源: Wind, 广发证券发展研究中心

OEM自研自动驾驶域控制器的成本: 高昂的时间、财务、人力等成本投入, 产业角色受限难产生规模效应, 车市下行过程中OEM会面临更大压力。

现在来看, 通用的部分, 即没有差异化的部分一定会越来越依赖供应商, 车厂会聚焦于差异化的应用交互、车型的创新、关键卖点的研发等方面, 而不是进行大规模的平台化的研发。主要是因为:

- (1) **财务成本:** 研发一个平台需要十亿、甚至二十亿的投入, 成本高昂;
- (2) **时间成本:** 研发时间较长, 往往1-2年不一定能见到成效;
- (3) **人力成本:** 在开发平台时需要上千号人, 平台成熟后原先做中间件和底层的员工工作量不饱和但是又不能轻易开除, 维护平台需要多方面的人才;
- (4) **产业角色:** OEM无法给其他主机厂供货, 致使自身产品无法产生可观的规模效应, 中长期成本高。与此同时, 技术也在不断迭代更新, 从整车厂的角度, 长期维护一个非常大的平台, 是非常不效率, 缺乏长期竞争力的事情。

因此, 远期来看, 我们判断具备大规模量产能力(数十万台规模)+突出的驾驶域软硬件能力, 是进行OEM自研域控制器的必要条件(而非充要条件, 不同OEM自身基因及能力存在异质性), 因此未来部分头部造车新势力(需要庞大销售规模支撑)、以及极少数传统头部OEM预计将会把自研当做核心发展路线之一。

而对于二三线的OEM(也包括较弱的造车新势力), 我们预计与tier1、第三方软件商的合作应该会是主流。

五、投资建议

软硬分离趋势之下，重点推荐有望在产业链中获取更高话语权的底软供应商、核心硬件商及其关键生态合作伙伴，重点推荐中科创达、德赛西威。此外，建议积极关注经纬恒润、炬光科技。

（一）中科创达

1. 高通、立讯入股中科创达自动驾驶平台公司苏州畅行智驾，中科创达自动驾驶业务步入快车道，美国高端芯片供应限制性政策对公司业务亦无影响

我们在2022年3月外发的公司深度报告《不断保持创新业务投入的公司该有怎样的发展规律》中明确指出，公司属于半创业型公司，盈利能力和效率呈现阶段性螺旋上升的特点。2019-2020年以来公司不断加大投入智能驾驶，2022年开始有望逐步迎来收获期，有望驱动公司未来盈利步入新台阶。

公司和高通、地平线、英伟达等头部厂商都有密切合作，进展迅速：（1）2022年4月，公司与地平线成立合资公司，围绕地平线车规级AI芯片为OEM及Tier1等提供智能驾驶软件平台和算法服务；（2）2022年以来，高通（中国）、立讯精密相继入股畅行智驾，公司智能驾驶业务生态布局完善。

高通的产品以融合特性和性价比优势非常适合大批量出货的车型，且其开放属性对于第三方供应链而言有广阔的价值实现空间，中远期看，也将刺激地平线和黑芝麻等公司加快投入落地的节奏，自动驾驶从零到1的普及越来越清晰。不过也需注意的是，未来伴随公司自动驾驶域控制器放量，公司报表可能会出现综合毛利率下降、毛利润增速抬升两大特点。

此外，近期中科创达全资子公司慧行智能与吉利汽车旗下的吉润汽车拟共同设立一家合营企业，未来将着力推进智能座舱、智能驾驶领域合作（数据来源：财经涂鸦），这也再度验证中科创达技术领先性及其中立第三方的产业角色优势。

2. 存货同比高增，继续看好IOT后续增长潜力。

22Q3期末存货达9.0亿元，较去年同期同比+31.0%，考虑到存货主要由原材料、合同履行成本构成，由此可见后续IOT业务有望继续保持快速增长。

作为偏硬件类的新兴高增长业务，IOT业务的快速扩张自然也导致应收账款等方面的垫资规模增长，22Q3期末公司应收账款达到17.5亿元，较去年同期同比63.4%，合乎商业逻辑。

盈利预测：我们预计2022-24年归母净利润为9.1亿元、12.7亿元、17.1亿元，维持合理价值为150.14元/股的判断，维持“买入”评级。

风险提示：创新业务拓展的不确定性；下游环境变化可能影响消费预期；核心合作芯片商研发及下游市场拓展不及预期；汽车芯片出货的影响。

（二）德赛西威

1. IPU04放量开启，有望成为驱动业绩增长的核心动力

步入2022年，公司重磅新品IPU04开始放量，目前公司高级自动驾驶域控制器产品已累计获得超过10家主流车企的项目定点，并已进入量产规模爬坡期，考虑到该产品单体价值量高，我们预计未来将会有力支撑公司未来3年业绩高速增长。

2. 在手订单创历史新高，充分彰显未来收入增长的强大动能

2021年公司共获得年化销售额超过120亿元的新项目订单，同比增长超过80%，突破历史新高，其中智能驾驶产品、大屏座舱产品和智能座舱域控制器的订单量快速提升，这也为公司未来增长奠定坚实基础。

2022年三季度末公司存货金额为34.4亿元，环比2022年二季度末增长30.4%，较2021年末增长约69.0%，充分彰显公司未来收入增长的强大动能。

3. 中长期看英伟达生态格局或趋于多元

作为国内首个与英伟达深度合作的tier1，德赛西威目前已经在英伟达生态中积累了突出的竞争优势，这一优势体现在全面的技术积累、可观的定点规模、突出的产品质量和交付效率。从商业逻辑出发，中长期来看有望出现新的英伟达本土tier1合作商，英伟达生态格局或趋于多元。

盈利预测：当前，公司在手订单充足，业务拓展顺利，未来将有更多产品逐步进入大规模量产阶段，产品线持续丰富+客户群拓展+汽车销量景气度上行三因素共振，我们乐观看待公司未来业绩表现。我们预计2022年EPS为2.23元/股，给予公司2022年合理PE为80倍，对应合理价值为178.40元/股，维持“增持”评级。

风险提示：国内汽车销量波动对公司业务的影响；智能座舱产品、ADAS等多款产品规模化量产推进不及预期；毛利率进一步抬升或面临挑战；疫情对供应链的扰动；软硬分离趋势下，类似传统Tier1厂商在角色重新定位上存在一定挑战；高通，地平线为代表等新兴自动驾驶芯片商对于英伟达、TI等现有玩家的市占率冲击。

六、风险提示

- (一) 国内汽车销量波动对相关公司业务的影响
- (二) 智能驾驶域控等新产品推广及渗透不及预期
- (三) 各类非传统汽车产业链厂商入局，行业竞争加剧
- (四) 疫情等带来的产业链扰动
- (五) 地缘政治风险对智能驾驶等核心前沿产业发展的扰动

广发计算机行业研究小组

- 刘雪峰：首席分析师，东南大学工学士，中国人民大学经济学硕士，1997年起先后在数家IT行业跨国公司从事技术、运营与全球项目管理。2010年就职于招商证券研究发展中心负责计算机组行业研究工作，2014年加入广发证券发展研究中心。
- 李傲远：资深分析师，重庆大学金融学硕士，曾任职于国泰君安、安信基金，2020年加入广发证券发展研究中心。
- 吴祖鹏：资深分析师，中南大学材料工程学士，复旦大学经济学硕士，曾先后任职于华泰证券、华西证券，2021年加入广发证券发展研究中心。
- 雷棠棣：高级分析师，哈尔滨工业大学软件工程硕士，悉尼大学商科硕士（金融学与商业分析方向），注册会计师非执业会员。2020年加入广发证券发展研究中心。
- 周源：高级研究员，慕尼黑工业大学硕士，2021年加入广发证券，曾任职于TUMCREATE自动驾驶科技公司，负责大数据相关工作。

广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。
- 增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路 26号广发证券大厦 35楼	深圳市福田区益田路 6001号太平金融大厦 31层	北京市西城区月坛北 街2号月坛大厦18 层	上海市浦东新区南泉 北路429号泰康保险 大厦37楼	香港德辅道中189号 李宝椿大厦29及30 楼
邮政编码	510627	518026	100045	200120	-
客服邮箱	gfzqyf@gf.com.cn				

法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。

广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或者口头承诺均为无效。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。

研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收入部分来源于广发证券的投资银行类业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

本研究报告可能包括和/或描述/呈列期货合约价格的事实历史信息（“信息”）。请注意此信息仅供用作组成我们的研究方法/分析中的部分论点/依据/证据，以支持我们对所述相关行业/公司的观点的结论。在任何情况下，它并不（明示或暗示）与香港证监会第5类受规管活动（就期货合约提供意见）有关联或构成此活动。

权益披露

(1)广发证券（香港）跟本研究报告所述公司在过去12个月内并没有任何投资银行业务的关系。

版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。