



电子

优于大市（维持）

证券分析师

陈海进

资格编号：S0120521120001

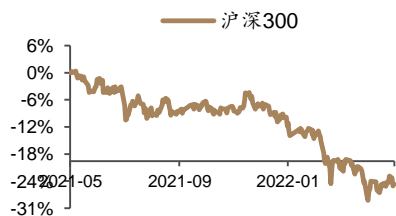
邮箱：chenhj3@tebon.com.cn

研究助理

叶晨灿

邮箱：yecc@tebon.com.cn

市场表现



相关研究

- 《国产光刻胶：破晓而生，踏浪前行》，2022.5.19
- 《电动化&智能化燎原之势，汽车连接器量价齐升主航道》，2022.5.17
- 《芯片景气跟踪系列：海外厂商MCU、模拟、分立器件交期持续保持高位》，2022.5.11
- 《沪电股份（002463.SZ）：数通业务稳中有进，汽车电子扬帆远航》，2022.5.11
- 《四个维度看电子行业》，2022.5.4

需求爆发叠加国产加速，汽车芯片十年腾飞期开启

——汽车半导体行业深度

投资要点：

- **电动化、智能化驱动车用半导体用量提升。**汽车芯片分为主控芯片、存储芯片、功率芯片和传感器芯片四大类。电动化智能化趋势下，汽车主要发生的变化为油驱变电驱、汽车电子电气架构由分布式向集中式发展以及自动驾驶需要的硬件（传感器、AI芯片算力、存储）等的增加。半导体单车价值量受益于以上趋势，占比将持续提升。根据Infineon的数据，2021年传统燃油车的半导体单车价值量为490美元，新能源车的半导体单车价值量接近1000美元。
- **功率芯片受益于电动化趋势的确定性高增长，国内厂商迎来发展窗口期。**功率半导体是电能转换与电路控制的核心，新能源汽车功率半导体用量及规格均高于传统燃油车，贡献了单车半导体价值量提升的主要增量。我们预计到2025年全球新能源汽车IGBT规模接近40亿美元，中国达22亿美元。功率半导体市场存在较大供需错配，行业缺芯凸显芯片国产化瓶颈现状，给予国产厂商难得的“试错”机会，国产厂商迎来供应链导入良机。国内的时代电气、斯达半导、士兰微等厂商IGBT性能不断改善，已逐渐在以国产车企为主的主机厂客户中放量出货，未来几年将进入加速发展窗口期。
- **车用MCU芯片市场空间持续增长，车规与客户认证构筑高壁垒。**从汽车电子电气架构变化判断，MCU的需求随汽车功能丰富而逐步提升，短期内难以被集成化趋势替代。未来域架构与中央集中式架构趋势下，芯片单价也会相应增加。我们预计到2025年，全球车规MCU的市场空间将达到112.57亿美元，20-25年CAGR为11.34%。长期以来，车用MCU和SoC市场被传统汽车电子厂商占据，竞争格局相对稳定。控制类芯片直接涉及到行车安全，因此安全性、稳定性的要求最高，后进厂商难以进入。国内虽然车用MCU市场较大，但是国产厂商在全球市场份额不足2%，且大都在对芯片可靠性、性能要求相对较低的车身控制以及后装市场。当前汽车MCU芯片持续紧缺，国内车企的芯片供应问题频发，叠加供应链国产替代的需求，国内MCU厂商获得更多的验证机会。目前国内厂商有望率先从要求较低的车身控制、中控仪表等领域开始，慢慢进入电源管理、智能座舱主控以及底盘、动力域等高端应用。
- **智能座舱芯片市场空间可观，国内Soc厂商具备较强竞争力。**智能座舱作为汽车智能化发展的一个重要趋势，因其技术较为成熟、使用体验好，预计将在未来几年快速落地。根据罗兰贝格预测，国内智能座舱2025年渗透率将达到59%，2030年达到90%左右。智能座舱芯片为新的增量市场，根据我们测算，预计2025年市场规模达到205亿美元，2030年达超过373亿美元。当前座舱芯片的主要玩家主要有两类，一类为原先传统车机中控芯片厂商，如NXP、瑞萨、TI等，另一类为消费电子芯片厂商，如高通、三星等从手机AP芯片切入。从各厂商公布的合作车企和车型来看，当前高通的座舱芯片占有领先的市场份额，未来我们预计国内厂商凭借较高的性价比优势和更好的本地化服务，将拥有可观的市场份额。
- **自动驾驶解决方案逐渐成熟，芯片厂商竞争白热化，国产厂商异军突起。**当前主流车企配备的均为L1-L2的ADAS辅助驾驶，L3及以上的自动驾驶系统还未真正落地。一方面是方案需要足够的数据和时间进行打磨，另一方面是政策上也要有相应的支持。预计L3级别的自动驾驶将在未来几年快速放量。自动驾驶芯片的算力和价值量更高，对设计厂商的设计能力以及软硬件结合能力均有较高的要求。根据我们测算，2020年全球ADAS/自动驾驶芯片组市场规模约为17亿美元，预计到2025

年将达到 103 亿美元，对应增速为 43.4%。从竞争格局来看，龙头厂商英伟达、英特尔、高通有望保持领先，角逐最高算力级别的市场，而出于数据与供应链安全的考虑，国内厂商华为、地平线、黑芝麻等也将占有一定份额。

- **车载存储的容量与带宽有望迎来大升级。**智能座舱应用的功能与复杂度提升，自动驾驶产生大量的数据存储需求以及高精度地图等，将推动车载存储容量与技术的升级。根据美光科技的数据，预计 L3 级别 DRAM、NAND 用量分别为 16GB、256GB，而 L5 级别将分别需要使用 74GB、1TB 的容量。同时 DRAM 也从 DDR3，DDR4 向 LPDDR4、LPDDR5 升级。根据我们测算，到 2025 年全球汽车 DRAM 的规模将达到 46 亿美元，2020-2025 年 CAGR 为 30%；2025 年全球汽车 NAND 的规模达到 97.8 亿美元，5 年 CAGR 为 38.1%；中国达到 30.6 亿美元，5 年 CAGR 为 42.8%。
- **智能座舱与自动驾驶推动图像传感器（CIS）量价齐升。**随着 ADAS 渗透率和自动驾驶等级的提升，未来单车车载摄像头用量增加，L1-L2 级别自动驾驶一般在 3-6 个摄像头，L3 及以上需要 8 个，更多可达 13 个摄像头，带动单车图像传感器数量的显著增加。车用图像传感器对像素的追求不及消费级，但我们认为随着算法和硬件的迭代升级，以及主机厂为未来升级留出的性能冗余的考虑，车载摄像头的像素整体上会增加，带动车载 CIS 平均单价提升。根据我们测算，预计全球车载 CIS 在 2025 年达到 48.94 亿美元，5 年 CAGR 为 36.58%。
- **建议关注：功率芯片：**时代电气、斯达半导、士兰微、宏微科技、华润微等；**MCU 设计厂商：**兆易创新、中颖电子、芯海科技、纳思达、杰发科技（四维图新子公司）等；**SoC 设计厂商：**北京君正、晶晨股份、瑞芯微、全志科技等；**CIS 板块：**韦尔股份等。
- **风险提示：**汽车智能化进程不及预期、电动化渗透率不及预期、市场竞争风险、技术路线变化风险

内容目录

1. 电动化、智能化引领汽车半导体单车价值量提升	9
1.1. 电动平台替代传统内燃机平台，推动智能化发展	9
1.2. 电气架构由传统分布式向域控制器发展，最终向中央集中式发展	9
1.3. 自动驾驶催生传感、存储与计算的需求	12
1.3.1. 自动驾驶渗透率提升	12
1.3.2. 多传感器融合提供冗余，用量随自动驾驶程度提升，带来细分赛道投资机会	15
2. 功率半导体：汽车电动化趋势下的确定性高增长	19
2.1. 功率半导体：电能控制的核心器件，新能源汽车带来广阔成长空间	19
2.2. 电动化趋势下，新能源汽车功率半导体需求快速提升	20
2.3. 海外缺芯叠加国内新能源汽车爆发，国内企业迎来发展窗口期	22
2.4. 布局未来：SiC 加速渗透，进一步打开行业天花板	24
3. 车用 MCU：缺芯加速国产验证	28
3.1. 车载 MCU 是汽车 ECU 核心，一辆车平均有 50-100 个 MCU	28
3.2. 车用 MCU 壁垒较高，市场份额集中于几大龙头厂商	31
3.3. 国内厂商受益于芯片缺货与国产供应链发展	33
4. Soc 芯片：基于智能座舱与自动驾驶芯片的算力需求	36
4.1. 智能座舱芯片：车载娱乐加速渗透，国产替代格局向好	36
4.2. 自动驾驶芯片：市场潜力巨大，国内厂商蓄势待发	39
4.2.1. 算力基础决定自动驾驶高度	39
4.2.2. 自动驾驶芯片市场潜力巨大，车厂差异化需求催生芯片厂商多元化商业模式	40
4.2.3. 英伟达、高通优势凸显，国内厂商华为等加大投入	42
5. 车用存储芯片：规模快速增长，具备国产自主可控需求	45
5.1. 智能化推动存储需求	45
5.2. 存储行业份额集中，国内厂商未来可期	47
6. 图像传感器：伴随车载摄像头市场高速增长	48
6.1. ADAS 渗透率提升驱动起量，高性能要求提升附加值	48
6.2. 算法、硬件升级赋能车载 CIS 像素提升	50
6.3. 安森美为车载 CIS 龙头，国内厂商格局向好	50
7. 相关标的与投资建议	52
7.1. 韦尔股份	52

7.2. 北京君正.....	52
7.3. 兆易创新.....	53
7.4. 国民技术.....	54
7.5. 芯海科技.....	55
7.6. 晶晨股份.....	55
7.7. 瑞芯微.....	56
7.8. 全志科技.....	57
8. 投资建议.....	58
9. 风险提示.....	58

图表目录

图 1: 电动车系统架构.....	9
图 2: ECU 结构示意图	10
图 3: 各类车型中的 ECU 每年递增	10
图 4: 博世 E/E 架构路线图	11
图 5: 特斯拉 model3 电气架构示意图	11
图 6: 全球各级别 ADAS 代表方案举例 (不完全)	12
图 7: G-pilot 智能驾驶路线规划	13
图 8: 科技大厂布局造车	13
图 9: 欧盟主动安全测试项目时间表	14
图 10: 各国政策对 ADAS 要求: 中国对部分商用车上 ADAS 提出规定.....	14
图 11: 各大主机厂自动驾驶车型推出时间表	14
图 12: 自动驾驶系统模型	16
图 13: 汽车传感器系统示意图.....	16
图 14: 任意类别传感器均存在自身局限性, 多传感器融合成为必要.....	16
图 15: 功率半导体产品范围及分类.....	19
图 16: 功率 IC 和功率分立器件集成为功率模块.....	19
图 17: 功率器件和功率模块细分产品特性及下游应用整理	19
图 18: 2021 年新能源汽车平均半导体价值量预测 (按车型): 插电式混合动力、纯电动 车半导体主要增量用于逆变器	20
图 19: 新能源汽车动力系统功率半导体使用情况拆分.....	21
图 20: 新能源汽车动力系统功率半导体使用情况拆分.....	21
图 21: IGBT 为新能源汽车领域功率器件主流选择.....	21
图 22: 三代半导体应用领域	24
图 23: 三代半导体对比.....	25
图 24: 2021 年全球碳化硅器件市场格局.....	26
图 25: SiC 产业链及国内外厂商梳理	26
图 26: 通用 MCU 基本结构	28
图 27: 比亚迪车规级 BF7006AM MCU 系统组成.....	28
图 28: 一个 ECU 有一颗恩智浦 S12P MCU.....	28
图 29: 博世 MG 7.9.8 ECU 有两颗 MCU	28
图 30: 汽车常见 ECU 分布.....	29
图 31: 2019 全球 MCU 应用领域占比	29

图 32: 2019 国内 MCU 应用领域占比	29
图 33: 全球车载 MCU 市场规模与构成	30
图 34: 车规级三大认证	32
图 35: 车规级芯片开发认证周期示意图	32
图 36: 2020 年全球汽车 MCU 市场份额	32
图 37: 英飞凌汽车产品线一览	33
图 38: 英飞凌 AURIX 平台 MCU 解决方案	33
图 39: 两芯四屏图示	36
图 40: DMS 功能图示	36
图 41: 单 AP 智能座舱解决方案	36
图 42: 可作为 AI 协处理器的地平线 J2	36
图 43: 2021 新发布车型智能座舱渗透率	37
图 44: 使用多核 SoC 模组的智能座舱方案渗透率	37
图 45: 全志科技智能座舱产品	38
图 46: 瑞芯微智能座舱产品	38
图 47: 自动驾驶 L1-L5 自动驾驶需要的算力(Tops)	39
图 48: 2025 年 L4 自动驾驶产生的数据量	39
图 49: 英伟达 Atlan 芯片结构	42
图 50: Orin-GPU 结构	42
图 51: 不同级别智能驾驶对存储的需求	45
图 52: 汽车各系统对存储的需求	45
图 53: 2021Q3 DRAM 厂商市场份额	47
图 54: 2021Q3 NAND 厂商市场份额	47
图 55: 车载摄像头主要分类及功能	48
图 56: 全球 CIS 市场份额分布 (2020)	51
图 57: 车规级 CIS 竞争格局 (2020)	51
图 58: 韦尔股份营收、归母净利润及增速 (亿元)	52
图 59: 韦尔股份毛利率和净利率	52
图 60: 北京君正营收、归母净利润及增速 (亿元)	53
图 61: 北京君正毛利率和净利率	53
图 62: 兆易创新营收、归母净利润及增速 (亿元)	53
图 63: 兆易创新毛利率和净利率	53
图 64: 国民技术营收、归母净利润及增速 (亿元)	54

图 65: 国民技术毛利率和净利率	54
图 66: 芯海科技营收、归母净利润及增速 (亿元)	55
图 67: 芯海科技毛利率和净利率	55
图 68: 晶晨股份营收及归母净利润 (亿元)	56
图 69: 晶晨股份利润率	56
图 70: 瑞芯微营收及归母净利润 (亿元)	56
图 71: 瑞芯微利润率	56
图 72: RK3588 特性	57
图 73: 基于 RK3588M 的智能座舱方案	57
图 74: 全志科技营收及归母净利润 (亿元)	57
图 75: 全志科技利润率	57
表 1: 中国自动驾驶分级介绍	12
表 2: 智能驾驶渗透率测算	15
表 3: 主要车企 ADAS 方案感知层硬件配置 (参考值, 不同车型间存在差异)	17
表 4: 汽车销量与新能源汽车渗透率测算	20
表 5: 电动车新增功率半导体	21
表 6: 新能源汽车 IGBT 市场规模测算	22
表 7: 英飞凌交货周期及货期价格变化趋势统计 (周)	22
表 8: 2022 年 2 月国内新能源车企销量 Top 10	23
表 9: 国内重点 IGBT 厂商情况概览	23
表 10: 新能源汽车 SiC 器件市场规模测算	25
表 11: 国内功率半导体厂商 SiC 布局情况梳理	26
表 12: 不同领域的车规 MCU 价格对比	30
表 13: 车载 MCU 市场规模测算	30
表 14: 汽车级芯片与其他芯片的区别	31
表 15: 全球汽车 MCU 厂商 top 6	33
表 16: 国内车规 MCU 公司一览表	34
表 17: 部分 MCU 厂商交期拉长 (时间单位: 周)	35
表 18: 主流智能座舱芯片对比	37
表 19: GPU、NPU、FPGA、ASIC 特点对比	39
表 20: 中型及中大型轿车整车续航及电池容量	40
表 21: 紧凑型轿车整车续航及电池容量	40

表 22: ADAS/自动驾驶芯片市场空间测算.....	41
表 23: 主流自动驾驶芯片对比.....	43
表 24: 汽车 DRAM 市场规模测算.....	46
表 25: 汽车 NAND 市场规模测算.....	46
表 26: 主要车企 ADAS 方案感知层硬件配置 (参考值, 不同车型间存在差异): 前视、 环视提供摄像头主要增量	48
表 27: 汽车 CIS 市场规模测算	49

1. 电动化、智能化引领汽车半导体单车价值量提升

1.1. 电动平台替代传统内燃机平台，推动智能化发展

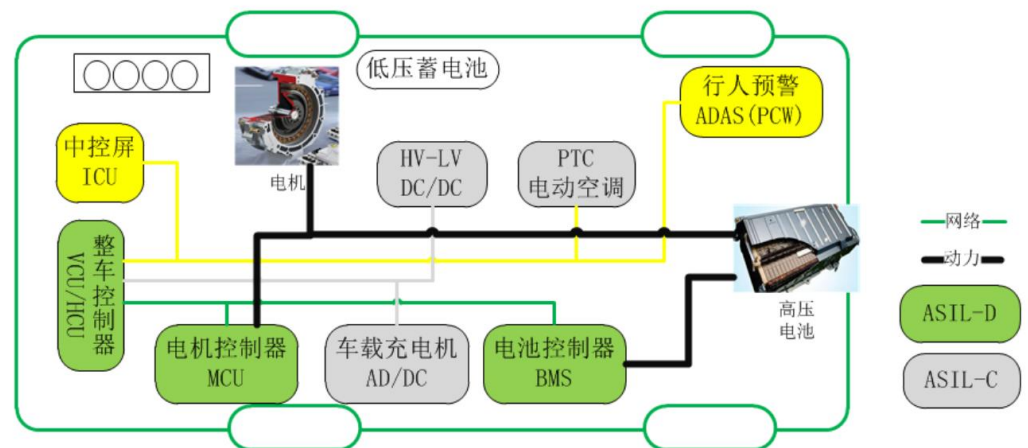
电动车采用以电源、电驱、电控为核心的三电系统替代发动机和变速器等。纯电动汽车的结构主要包括电源系统、驱动电机系统、整车控制器和辅助系统等。动力电池输出电能，通过电机控制器驱动电机运转产生动力，再通过减速机构，将动力传给驱动车轮，使电动汽车行驶。电动车省略了内燃引擎、燃料系统、进气系统、排气系统及点火装置等，因此零部件数量相比普通燃油车减少约 1/3，机械结构大幅简化。

电源系统包括动力电池、电池管理系统（BMS）、车载充电机及辅助动力源等。电池管理系统实时监控动力电池的使用情况，对动力电池的端电压、内阻、温度、蓄电池电解液浓度、电池剩余电量、放电时间、放电电流或放电深度等状态参数进行检测，并按动力电池对环境温度的要求进行调温控制。

电驱动单元主要包括电驱动电机、逆变器，与减速器等。驱动电机的作用是将电源的电能转化为机械能，通过传动装置驱动或直接驱动车轮。减速器是用来调整车辆的扭矩、速度等，作用类似于变速箱。

电控系统包括电机控制器和整车控制器（VCU）。电机控制器从整车控制器获得整车的需求，从动力电池包获得电能，经过自身逆变器的调制，获得控制电机需要的电流和电压，提供给电动机，使得电机的转速和转矩满足整车的要求。电机控制器内含功能诊断电路，当诊断出现异常时，它将会激活一个错误代码，发送给整车控制器，起到保护的功能。VCU 是电机系统的控制中心，它对所有的输入信号进行处理，并将电机控制系统运行状态的信息发送给电机控制器，根据驾驶员输入的加速踏板和制动踏板的信号，向电机控制器发出相应的控制指令。VCU 还将与汽车行驶状况有关的速度、功率、电压、电流等信息传输到车载信息显示系统进行相应的数字或模拟显示。

图 1：电动车系统架构



资料来源：eepw，德邦研究所

电动机控制延迟低、电池容量大，电动化推动智能化发展。一方面，发动机控制比电机控制更复杂，电机对指令的响应速度和准确性极高，使得自动驾驶可以获得更低的操作时延。另一方面，传统燃油车的电池容量不够，难以满足自动驾驶和智能化的用电需求，而增加更大的电池系统将使得汽车结构更为复杂，纯电动汽车天然具有足够的电池容量和充放电系统，更符合未来智能化的需要。

1.2. 电气架构由传统分布式向域控制器发展，最终向中央集中式发展

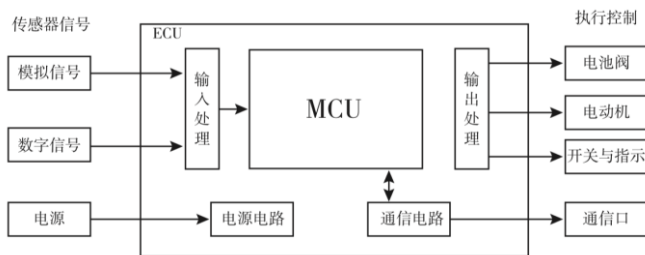
ECU 是汽车电子设备的核心电控装置。ECU（Engine control unit）即汽车电

子控制单元，又称“行车电脑”，是由输入接口、MCU 和输出接口组成的电子控制装置，是汽车电子设备的核心。ECU 的作用是根据所存储的程序对传感器输入的各种信息进行运算、处理、判断，然后输出指令给执行器，控制有关执行动作，达到快速、准确控制被动部件的工作目的。整块电路板设计安装于一个铝质盒内，通过卡扣或者螺钉安装于车身钣金上。

汽车 ECU 种类繁多，遍布三大电控系统。由于 ECU 是汽车控制的关键，汽车三大电控系统发动机、底盘、车身均需要 ECU，小到雨刷、座椅控制，大到转向、发动机控制，因此汽车 ECU 种类繁多。如发动机电控系统中需要发动机 ECU 控制发动机供油、点火、怠速等，底盘电控系统中需要变速器 ECU 控制自动变速器的升挡、降挡、锁止等，车身电控系统需要门窗 ECU 控制门窗的闭锁、开锁等。

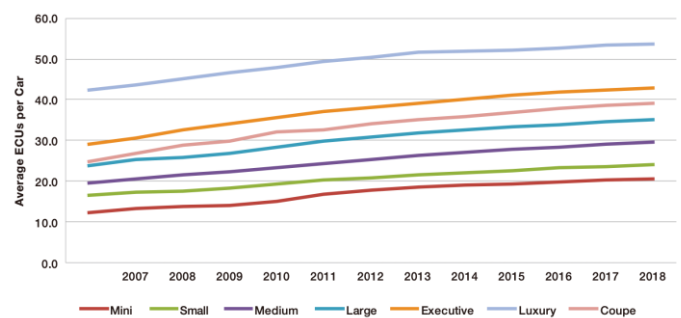
传统汽车主要采用分布式 ECU 架构，汽车功能增加主要靠 ECU 数量的堆叠。随着发展，ECU 数量逐步提升。分布式架构下汽车各个功能由不同的单一 ECU 控制单元来完成，通过 ECU 的累加来实现更多的功能，汽车的主体架构不发生改变。根据 OFweek 电子工程官网数据，目前普通汽车上的 ECU 数量为 50-70 个，高端汽车上的 ECU 数量超过 100 个。

图 2：ECU 结构示意图



资料来源：《工业汽车蓝皮书》，德邦研究所

图 3：各类车型中的 ECU 每年递增



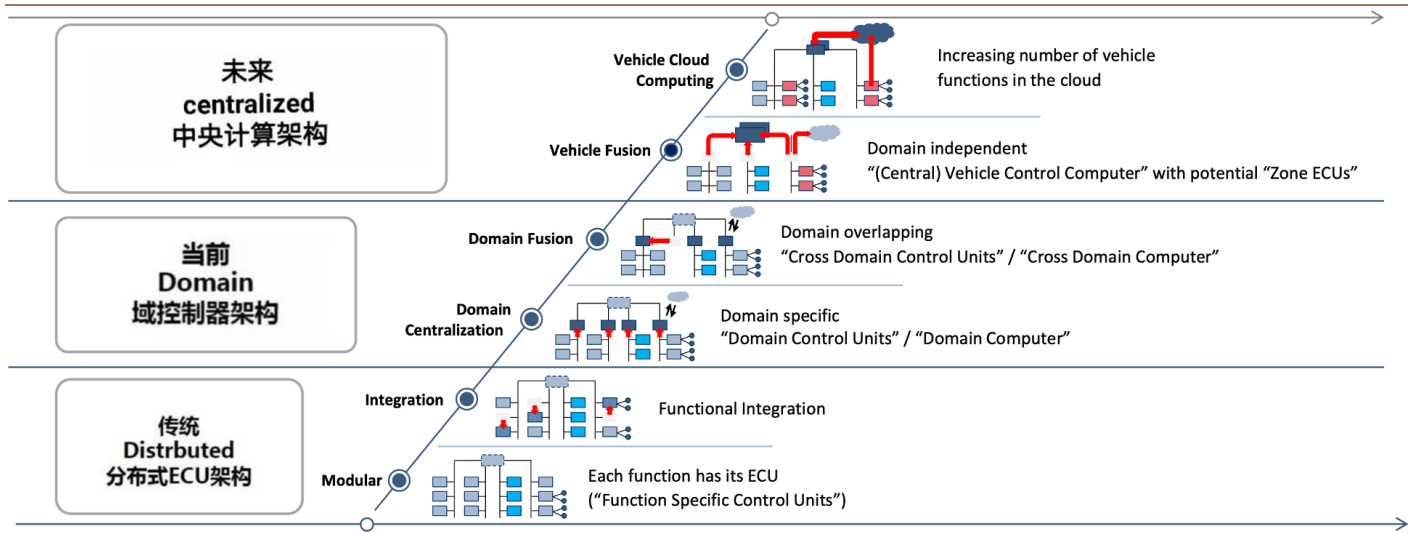
资料来源：Strategy Analytics，德邦研究所

传统分布式架构面临挑战，制约汽车电动化智能化发展。随着汽车智能化发展，汽车的功能逐渐增加，ECU 数量快速增长，靠传统分布式架构面临许多问题，主要体现为：

- 连接线束的难度和成本上升。随着 ECU 数量的增加，每个 ECU 都需要与总线连接，整车的线束会越来越臃肿，带来整车成本和重量的大幅上升。此外，ECU 的成倍增加还会带来总线信号数量的几何量级攀升，对总线带宽负载带来巨大挑战。
- ECU 出现冗余重叠，不利于升级和维护。汽车智能化要求对汽车的功能进行快速的升级迭代，OTA 升级逐渐成为大趋势。不同功能的 ECU 由不同的供应商提供，底层软件和驱动各异，后期需要不同的供应商来更新和维修。而传统的电气架构里面许多功能是由两个甚至多个 ECU 控制器共同配合完成的，功能升级涉及到多个控制器的同步更改，因此大大增加了功能拓展升级的成本。此外，不同的 ECU 还可能存在功能重叠，造成算力和成本浪费。
- 高级别辅助驾驶等功能需要不同 ECU 之间高度协同，传统架构处理效率较低。实现自动驾驶需要视觉、雷达、高精度地图以及车辆车身控制的共同参与。传统架构下多 ECU 协同能力有限，沟通效率较低，难以胜任高级自动驾驶任务。

电气架构往域集中式架构发展，未来进一步向中央集中式架构变化。随着传统分布式架构不再适应汽车发展的需要，域控制的概念被提出并逐渐接受。博世将整车划分为五个域，全车主要分为动力域、底盘域、车身控制域、信息娱乐域、ADAS（智能辅助驾驶）域。单个域主要有域控制器（DCU）进行计算和控制。各个域之间通过千兆以太网连接，以此解决实时性问题与传导问题，而每个域与自己分管的子系统之间通过 CAN，CAN-FD 以及百兆以太网连接通信。各个域控制器还会逐渐出现功能融合。

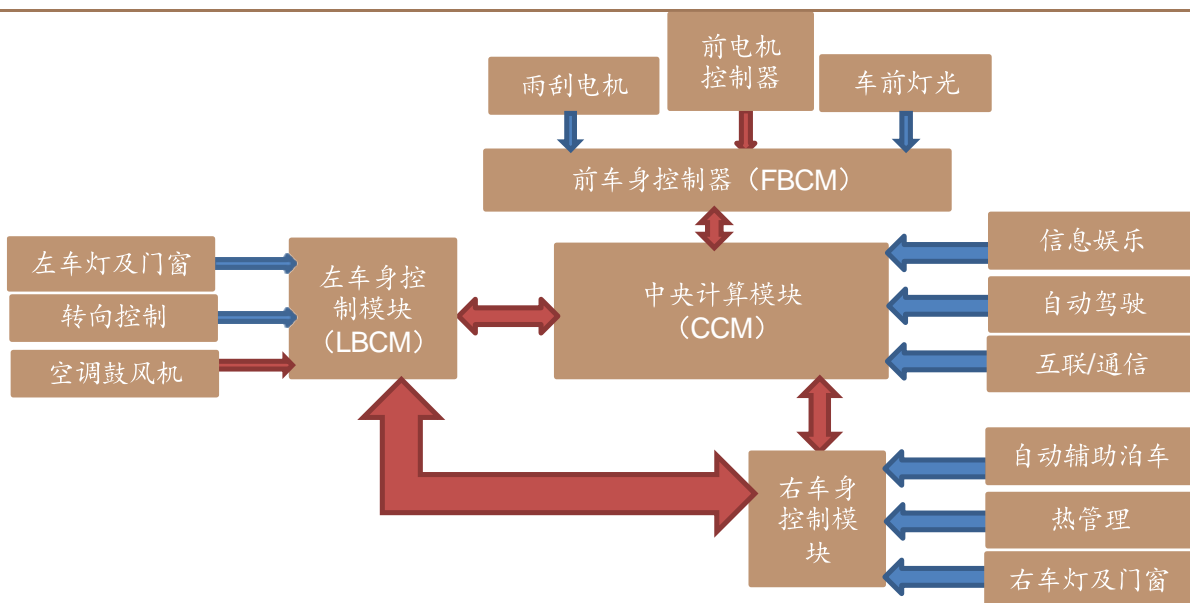
图 4：博世 E/E 架构路线图



资料来源：博世官网，德邦研究所

以特斯拉电气架构为例，model 3 将整车分为四个域，包括中央计算模块 CCM（负责娱乐信息系统，辅助驾驶系统和车内互联通信）、前车身控制（负责雨刮、前电机控制器、车灯等等）、左车身控制模块 LBCM（负责左车灯、门窗以及转向制动等）、右车身控制模块 RBCM（包括底盘安全系统、动力系统、热管理等）。未来电气架构的最终发展方向为统一的中央集中式控制。

图 5：特斯拉 model3 电气架构示意图



资料来源：汽车 ECU 开发，德邦研究所

ECU 功能简化，域控制器中需要采用更强算力和功能的 SoC 等定制芯片集中处理。在如此的架构变革下，硬件与硬件，硬件与软件发生解耦，ECU 功能逐渐被简化，往往承担最简单的执行层面的控制功能。而软件算法、数据处理将集

中在域控制或者中央控制器的处理芯片中进行，也便于进行后期的 OTA 升级。因此对算力更强的 Soc 和 MCU 芯片提出了更多需求。

1.3. 自动驾驶催生传感、存储与计算的需求

1.3.1. 自动驾驶渗透率提升

当前正处 L2 到 L3 升级的窗口期。我国基于六大标准发布了针对自动驾驶功能的《汽车驾驶自动化分级》国家推荐标准，将驾驶自动化系统划分为 L0 到 L5 六个级别，分别对应应急辅助、部分驾驶辅助、组合驾驶辅助、有条件自动驾驶、高度自动驾驶、完全自动驾驶。其中，L2 开始拥有 ICC 集成式巡航辅助功能，在持续车辆横向和纵向运动控制方面，可由驾驶自动化系统完全负责。L3 为驾驶自动化分水岭，在 L3 之前的驾驶自动化都只能算驾驶辅助系统，L3 阶段的自动驾驶汽车可以在某些特定的场景和路段下实现自动驾驶，但如果有突发情况还是需要驾驶员接管，L3 的汽车将有条件实现 TJP 交通拥堵辅助功能。目前主流车企如特斯拉、蔚来等的辅助驾驶处于 L2 及以下级别，L3 以上的商业化落地与普及需要一定的时间。

表 1：中国自动驾驶分级介绍

分级	名称	车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务接管	设计运行条件
0 级	应急辅助	驾驶员	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
1 级	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
2 级	组合驾驶辅助	系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
3 级	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务接管用户（接管后成为驾驶员）	有限制
4 级	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
5 级	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制*

资料来源：中国市场监管总局，德邦研究所

注：排除商业和法规因素等限制

L2 方案成熟，进入量产阶段，L3 级技术有序推进。根据《全球和中国 ADAS 和自动驾驶 Tier 1 供应商研究报告（2020-2021）》，Tier 1 供应商积极推动 L2 级自动驾驶量产，2020 年 1-11 月，全球 Tier 1 供应商合计推动 57 个汽车品牌推出 208 款 L2 车型，销售量达 260 万辆，同比增长 118.9%。2021 年 3 月本田正式发售全球首款获法律许可的 L3 级自动驾驶车辆 Legend EX；宝马将为 7 系配备 L3 级自动驾驶，预计 2022 年下半年上市；2021 年 12 月，奔驰 L3 级自动驾驶系统 DRIVE PILOT 获得德国联邦交管局的上路许可，将于 2022 年搭载奔驰 EQS 或奔驰 S 级上市。

图 6：全球各级别 ADAS 代表方案举例（不完全）

级别	代表方案实例
L0	当前众多汽车将 L0 作为标准配置或可选配置
L1	福特 Co-Pilot 360 Safety Suite
L2	福特 Co-Pilot 360 Assist+, 通用汽车 Super/Ultra Cruise, 特斯拉 Autopilot, 沃尔沃 Pilot Assist
L3	特斯拉 Autopilot, 奥迪 Traffic Jam Pilot, 梅赛德斯奔驰 Drive Pilot, 宝马 ADS iNEXT
L4	目前市场上无此级别量产车型在售或公布
L5	目前市场上无此级别量产车型在售或公布，预计最早 2030 年发布

资料来源：罗兰贝格，德邦研究所

产业链各方力量的持续推动支撑 ADAS 赛道的中长期成长，ADAS 赛道具备高确定性。

1) 造车新势力入局带动 ADAS 渗透率提升。新能源汽车市场，蔚来、理想、小鹏等造车新势力在 ADAS 领域保持较大的投入，以保证在智能化上的领先地位。根据《2021 中国乘用车自主品牌主机厂 ADAS 和自动驾驶研究报告》，2021 年，以小鹏、理想、蔚来、极狐为代表的新势力车企率先实现 L3 级装配上车或示范演

示，2021年1-8月中国L3级ADAS系统装配量达1.7万辆，装配率0.3%。

2) 传统车企加速追赶。相较于新能源汽车，传统燃油车ADAS渗透率较低，造车新势力在ADAS领域的持续迭代有望倒逼传统车企加速追赶。例如，吉利在G-pilot智能驾驶路线规划中规划2015年实现中国品牌ADAS“零”的突破，2018年实现中国品牌L2级第一次量产，2020年局部工况实现高度自动驾驶，2022年计划实现5G协同高度自动驾驶，202X年计划实现5G NR+边缘计算协同式城市自动巡航。目前，吉利已在轿车、SUV与MPV全品类上已经实现L2级别技术全覆盖。

图7: G-pilot智能驾驶路线规划



资料来源：吉利2019社会责任报告，德邦研究所

3) 科技大厂积极参与。苹果、华为、百度等科技大厂入局造车，我们认为科技大厂的技术和人才积累强大，在自动驾驶算法的开发调教上具有较大的优势，能够有效推动自动驾驶技术的发展与落地。

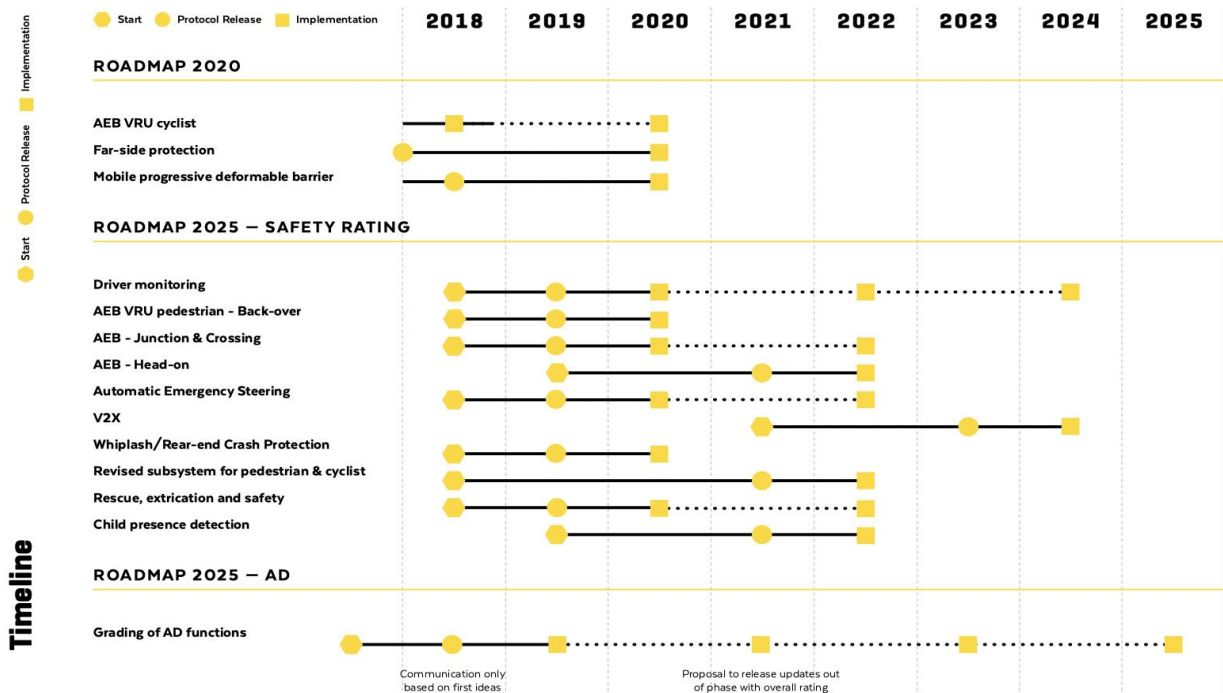
图8: 科技大厂布局造车

科技企业	具体内容
百度	2020年，联手吉利正式组建“集度汽车” 2021年，集度 SIMU Car（模拟样车）已进入动态测试阶段
苹果	2018年5月，与大众合作，基于T6 Transformer商用车平台制造货车 2018年8月，BBC报道苹果注册66款无人驾驶汽车 2021年，路透通讯社报道苹果可能将在2024年发布新车
华为	2019年，华为正式宣布进军汽车行业 2020年，在第十六届北京国际车展上展出智能座舱、自动驾驶、三电系统、智能车云等全套智能车解决方案 2021年12月23日，华为发布智能豪华SUV车型AITO问界M5，是首款搭载全新的HarmonyOS智能座舱的智能汽车

资料来源：央广网，盖世汽车智能网联，汽车之家，中新汽车，智能汽车电子与软件，nytimes, theweek, reuters, 德邦研究所

近年各国家和地区纷纷出台汽车评级标准，将AEB、LDW、FCW等自动驾驶功能纳入汽车评级体系。同时，主要国家政策端纷纷拟定商用车搭载AEB时间表，国内多项政策出台规定部分商用车要搭载ADAS系统。受政策端影响，国内商用车ADAS方案纷纷发布。2019年底，一汽解放J7高端智能重卡发布，搭载“擎途领航”智能驾驶辅助系统，整车硬件方面主要增加了车载雷达、摄像头等配置；2019年底，陕汽重卡德龙X6000亮相，配备LDW、DMS、环境监测系统、ACC、AEBS等ADAS系统。

图 9：欧盟主动安全测试项目时间表



资料来源：Euro-NCAP，德邦研究所

图 10：各国政策对 ADAS 要求：中国对部分商用车上 ADAS 提出规定

国家/地区	政策	针对车型
欧盟	2019年，欧盟宣布未来乘用车和轻型商用车必须安装自动刹车辅助系统	全部车型
	2016年12月，交通运输部发布《营运客车安全技术条件》，明确指出车长大于9m的营运客车应装置前撞预警系统、车道偏离预警系统和自动刹车辅助系统，还针对客运车提出了ADAS（车道偏离+前防碰撞）+77ghz毫米波雷达（前防碰撞）相结合的安全方案	商用客车
	2017年9月，中国交通运输部颁布《机动车运行安全技术条件》，明确指出车长大于11米的公路客车和旅游客车应装备符合标准规定的车道保持辅助系统和自动紧急制动系统	商用客车
中国	2018年，中国交通运输部颁布《营运货车安全技术条件》，明确指出N3类载货汽车应安装前方碰撞预警系统和车道偏离预警系统	商用货车
	2019年，中国交通运输部颁布《营运车辆自动紧急制动系统性能要求和测试规程》，明确指出新生产的超过9米的营运车辆需加装符合要求的车道偏离预警系统和自动紧急制动系统	商用车
	2020年2月，《智能汽车创新发展战略》中提出，2025年将实现智能商用车的规模生产	商用车
美国	2017年，28个州已在宪法中颁布了乘用车上的ADAS相关条款	乘用车

资料来源：NCSL，前瞻经济人，车元素，交通运输部，European Transport Safety Council，德邦研究所

综合上述因素的驱动催化，全球主要主机厂商纷纷出台清晰的自动驾驶时间表规划。中期维度看，L3级别预计于2022年开始逐步起量，L4级别自动驾驶车型有望于2025年集中爆发，带动汽车传感器市场高速增长。

图 11：各大主机厂自动驾驶车型推出时间表

区域	主机厂	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
欧美	奔驰		L1		L2				L3			L4/5		
	宝马				L1			L2		L3			L4/5	
	大众			L1			L2					L4/5		
	奥迪	L1		L2					L3					L4/5
	通用			L1					L2				L4/5	
	沃尔沃	L1				L2							L4/5	
	福特			L1					L2				L4/5	
特斯拉		L1			L2							L4/5		
日韩	现代				L1			L2				L4/5		
	丰田				L1		L2		L3			L4/5		
	本田	L1				L2				L3	L3			L4/5
	日产		L1			L2				L3			L4/5	
中国	长安				L1		L2			L3 (2020年示范, 未量产上车)				L4/5
	长城				L1			L2		L3		L4/5 (限定场景L4级别)		
	比亚迪					L1				L2				L4/5
	一汽红旗					L1		L2			L3 (已量产上车)			L4/5
	吉利			L1				L2		L3		L4/5 (2022限定区域L4)		
	广汽				L1		L2				L3			L4
	北汽							L1	L2			L3		L4/5
	上汽					L1			L2				L3	L4/5
	奇瑞						L1		L2			L3 (2021年内发布量产版车型)		L4/5
东风					L1				L2		L3		L4/5	

资料来源：佐思汽研，《2021 中国乘用车自主品牌主机厂 ADAS 和自动驾驶研究报告》，德邦研究所

L3 级别自动驾驶有望在 2023 年迎来较大放量。我们测算，未来几年内 L2 级别的智能车将成为全球市场主力，2020 到 2025 年，全球 L2 智能驾驶渗透率从 16% 增长到 38%，L1 智能驾驶渗透率将先增加，之后逐步被更高级别取代，2023 年 L3 开始量产，到 2025 年 L3 智能驾驶渗透率达 8%；中国市场 L2 依旧是主力，2025 年渗透率达 35%，L1 渗透率逐年递增，2023 年之后 L3 智能驾驶渗透率和全球持平。由于各地法规限制，我们预计全球包括中国 L4+ 智能驾驶渗透率较低，2025 年维持在 1% 左右。

表 2：智能驾驶渗透率测算

	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球智能驾驶渗透率						
L0	49%	32%	25%	13%	12%	11%
L1	35%	42%	45%	49%	46%	42%
L2	16%	26%	30%	32%	34%	38%
L3				6%	7%	8%
L4+				1%	1%	1%
中国智能驾驶渗透率						
L0	68%	61%	55%	43%	35%	28%
L1	20%	21%	23%	24%	26%	28%
L2	12%	18%	22%	26%	31%	35%
L3				6%	7%	8%
L4+				1%	1%	1%

资料来源：ICV Tank，德邦研究所测算

1.3.2. 多传感器融合提供冗余，用量随自动驾驶程度提升，带来细分赛道投资机会

自动驾驶分为感知层，决策层和控制执行层面。感知层负责使用车载传感器捕获的数据来估计汽车的状态和创建环境的内部表示，例如 LIDAR, RADAR, 摄像头, GPS, IMU, 里程表等，以及有关传感器模型，道路网络，交通规则，汽车动力学等的先验信息。决策层则负责将汽车从初始出发位置导航到用户定义的最终目的地，在此期间要考虑汽车状态和环境内部展示，以及交通规则和乘客的舒适度。执行层指系统在做出决策后，替代人类对车辆进行控制，反馈到底层模块执行任务。车辆的各个操作系统都需要能够通过总线与决策系统相连接，并能够按照决策系统发出的总线指令精确地控制加速程度，制动程度以及转向幅度等驾驶技术。其中感知层作为汽车的“眼睛”对应于车载雷达、摄像头、其他车内传感

器，而决策单元通过自动驾驶芯片对得到的传感器数据进行处理，将决策传递给控制单元进行车身控制等。

图 12：自动驾驶系统模型



资料来源：德邦研究所

感知层细分赛道存在技术成熟度差异，摄像头厂商业绩确定性较高，激光雷达仍处初期想象空间巨大。感知层主要包括摄像头、激光雷达、毫米波雷达，超声波雷达四大细分市场。光学摄像头领域的技术趋于成熟，在光学镜头和 CIS 领域国内均有厂商具备高竞争力。激光雷达尚处技术发展初期，近期众多汽车厂商逐步推出搭载激光雷达的量产车型，激光雷达前装量产正进入从 0 到 1 和从 1 到 N 的叠加周期，市场存在巨大机遇。毫米波雷达的技术成熟，但短期国内厂商缺乏竞争力。当前毫米波雷达市场主要为博世、大陆等传统零部件巨头垄断。超声波雷达技术成熟，成本相对低廉。超声波雷达模组的主要生产商有博世、法雷奥、村田、尼塞拉、电装、三菱、松下、同致电子、航盛电子、豪恩、辉创、上富、奥迪威等。传统的超声波雷达多用于倒车雷达应用，这部分市场基本被博世、法雷奥占据，国内鲜有进入前装市场的厂商。

图 13：汽车传感器系统示意图



资料来源：Synopsys, 德邦研究所

任意单一类别传感器均存在自身局限性，并无一类传感器可胜任所有自动驾驶场景需求，多传感器融合（摄像头+多种雷达方案）以满足所有自动驾驶需求的解决方案成为必要。

图 14：任意类别传感器均存在自身局限性，多传感器融合成为必要

功能	摄像头	毫米波雷达	激光雷达	超声波雷达	摄像头+毫米波雷达+激光雷达
物体感知	●	●	●	●	●
物体分类	●	●	●	●	●
测距/测速	●	●	●	●	●
物体边缘精度	●	●	●	●	●
车道跟踪	●	●	●	●	●
能见度范围	●	●	●	●	●
恶劣天气下运行情况	●	●	●	●	●
光线不足下运行情况	●	●	●	●	●
算法、技术成熟度	●	●	●	●	●
成本	●	●	●	●	●

注：深蓝=Good，淡蓝=Fair，深红=Poor；成本低者为优

资料来源：WCP, "Beyond the Headlights: ADAS and Autonomous Sensing" September 2016, OXTS, 德邦研究所

随自动驾驶等级提升，感知层硬件配置要求相应提高，摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达的性能和数量要求均有所提高。只用光学摄像头的纯视觉方案具备一定的成本优势，能够满足当前 L2 级别 ADAS 感知需求，L3 级别以上激光雷达、超声波雷达、毫米波雷达用量将显著增加。

表 3：主要车企 ADAS 方案感知层硬件配置（参考值，不同车型间存在差异）

车企	搭载 ADAS 方案	ADAS 级别	上市/预计上市时间	前视	后视	环视	侧视	内置	总计	超声波雷达	毫米波雷达	激光雷达
特斯拉	Autopilot 1.0(Model S/Model X)	L2	2014	1	1	0	4	0	6	12	1	0
	Autopilot 2.0(Model 3/Model S/Model X)	L2	2016	3	1	0	4	0	8	12	1	0
	Autopilot 2.5(Model 3/Model S/Model X)	L2	2017	3	1	0	4	0	8	12	2	0
	Autopilot 3.0(Model Y/Model 3/Model S/Model X)	L2	2019	3	1	0	4	0	8	12	1	0
奔驰	DRIVE PILOT(新款 S 级/EQS)	L3	2022H2	1	1	4	0	1	7	12	5	1
蔚来	NIO Pilot(ES8/ES6)	L2	2018	1	0	4	0	1	6	12	5	0
	Nio Aquila(ET7/ET5)	L2	2021	4	3	4	0	0	11	12	5	1
理想	理想 ONE	L2	2020	1	0	4	0	0	5	12	5	0
	理想 X01	L4	2022H2	/	/	4	/	/	12	12	5	1
小鹏	XPILOT2.5(小鹏 G3)	L2	2019	1	0	4	0	0	5	12	3	0
	XPILOT3.0(小鹏 P7)	L2+	2020	3	1	4	4	1	13	12	5	0
	XPILOT 3.5(小鹏 P5/P7)	L2+	2021.09	3	1	4	4	1	13	12	5	2
	Xpilot 4.0(小鹏 G9)	L2+	2022Q3	2	1	4	4	1	12	12	5	2
比亚迪	BYD 汉	L2	2021	1	0	4	0	0	5	12	3	0
	DiPilot(比亚迪元 Plus)	L2	2022.02	1	0	4	0	0	5	12	3	0
广汽 AION	ADIGO3.0(AION LX/AION V)	L3	2021	3	1	4	0	0	8	12	6	3
	ADIGO4.0(Aion LX Plus)	L3	2022.01	3	1	4	4	0	12	12	6	3
北汽	极狐阿尔法	L3	2021	3	1	4	4	1	13	13	6	3

长城	咖啡智驾 (WEY 摩卡)	L3	2021	3	1	4	0	0	8	12	8	3
	Captain-Pilot 机长智驾系统(机甲龙)	L3	2022	2	1	4	4	0	11	12	5	4
哪吒	TA PILOT 4.0 (哪吒 S)	L2	2022	2	0	4	5	0	11	12	5	2
上汽	IM AD(智己 L7)	L4	2022	3	1	4	4	0	12	5	12	2
	PP-CEMTR (飞凡 R7)	L3	2022H2	3	1	4	4	0	12	12	6+2(4D 成像雷达)	1

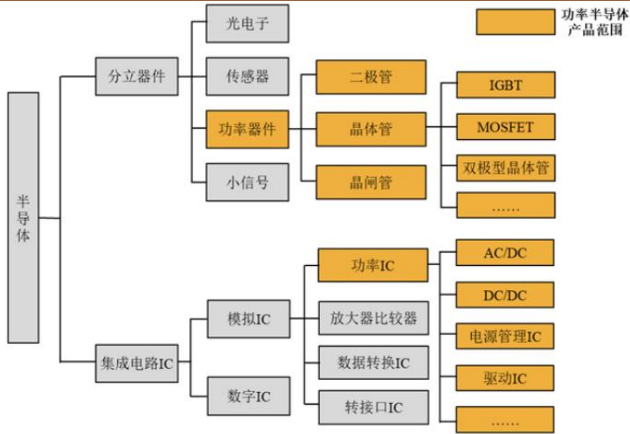
资料来源：赛博汽车，汽车之家，小鹏官网，新出行，智车派，广汽官网，汽车之家，ev 世纪等、德邦研究所整理

2. 功率半导体：汽车电动化趋势下的确定性高增长

2.1. 功率半导体：电能控制的核心器件，新能源汽车带来广阔成长空间

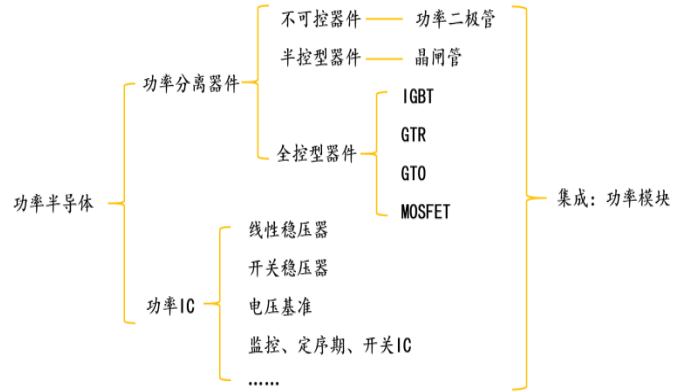
功率半导体是电子装置中电能转换与电路控制的核心，主要用于改变电子装置中电压和频率、直流交流转换等。功率半导体可分为功率 IC 和功率分立器件两大类，二者集成为功率模块（包括 MOSFET/IGBT 模块，IPM 模块，PIM 模块）。

图 15：功率半导体产品范围及分类



资料来源：华润微招股书，德邦研究所

图 16：功率 IC 和功率分立器件集成为功率模块



资料来源：电力电子技术馆，德邦研究所

图 17：功率器件和功率模块细分产品特性及下游应用整理

产品	对电路信号的可控程度	产品总体特性	细分产品	细分产品特性	主要应用领域
功率二极管	不可控型	结构简单，但只能整流使用，不可控制导通、关断；电压范围覆盖 1V-数千V	SBD（肖特基二极管）	产品有平面型SBD、沟槽型SBD等，电压范围覆盖45V-150V，电流范围覆盖200mA-30A；适用于小功率场景	消费电子、新能源等
			FRD（快恢复二极管）	电压范围覆盖 200V-6500V；适用于较大功率场景	消费电子、汽车电子、智能电网等
功率三极管 (BJT)	全控型器件	双极型晶体管，俗称三极管，一种通过一定的工艺将两个PN结结合在一起的器件，有PNP和NPN两种组合；结构开关使用或功率放大使用，不易于驱动控制，频率较低	-	-	中低压领域电力电子、轨交、新能源、家电、音频设备等场景
晶闸管	半控型器件	开关使用，不易驱动，损耗大，难以实现高频化交流	-	-	中低压领域电力电子、轨交、新能源、家电、音频设备等场景
分立MOSFET	全控型器件	场效应晶体管，电压范围覆盖-100V-1500V	平面型功率MOSFET	易于驱动，工作频率高，但芯片面积相对较大，损耗较高	电动工具、工业电机等工业电子领域
			沟槽型功率MOSFET (12V-250V)	易于驱动，工作频率高，热稳定性好，损耗低，但耐压低	手机周边、平衡车等消费电子领域以及电动车控制器、电动车大功率充电器等电动车领域
			超结功率MOSFET (500V-900V)	易于驱动、频率超高、损耗极低，最新一代功率器件	LED 照明、HID 灯等照明领域以及 TV 电源、服务器电源等消费电子领域
分立IGBT	全控型器件	结构上由 BJT和MOSFET组合而成，兼具MOSFET输入阻抗高、控制功率小、驱动电路简单、开关速度快和 BJT 通态电流大、导通压降低、损耗小等优点，是未来功率半导体应用的主要发展方向之一	低压（600V以下）IGBT	-	低功耗的消费电子（家用电器、变频白色家电）、新能源汽车和太阳能逆变器领域
			中压（600V-1200V）IGBT	分立IGBT封装较模块小，电流通常在50A以下，常见有T0247 T03P等封装	新能源汽车、工业控制、风力发电、家用电器等领域
			高压（1700V-6500V）	-	高压大电流的轨道交通、工业电机、新能源发电和智能电网等领域
IGBT模块	全控型器件	①多个IGBT芯片并联，IGBT的电流规格更大 ②多个IGBT芯片按照特定的电路形式组合，如半桥、全桥等，可减少外部电路连接的复杂性 ③多个IGBT芯片按照特定的电路形式组合，如半桥、全桥等，可以减少外部电路连接的复杂性 ④一个模块内的多个IGBT芯片经过模块制造商筛选，参数一致性优于分立元件 ⑤模块中多个IGBT芯片之间的连接与多个分立形式的单管进行外部连接相比，电路布局更好，引线电感更小 ⑥模块的外部引线端子更适应高压和大电流连接。同一制造商的同系列产品，模块的最高电压等级一般会比IGBT单管高1-2个等级（如单管产品的最高电压规格为1700V，则模块有2500V、3300V乃至更高电压规格的产品）	IGBT标准模块	将多个IGBT集成封装在一起；常见的有1in1, 2in1, 6in1等	IGBT模块适用于高压大功率平台，如新能源车、主流光伏、高铁等。2020年IGBT模块全球应用占比来看，工业控制占比33.5%，是目前IGBT最大的应用领域，新能源汽车占比14.2%
			IPM模块	智能功率模块，集成高速、低功率的管芯+优化的门级驱动电路+众多保护功能的IGBT模块（过热、过压、过流、欠压保护等）	IPM模块主要应用变频白色家电领域
			PIM模块	功率集成模块，集成3相变频器电路+二极管桥接电路+制动电路	工业变频

资料来源：华润微招股书，新洁能招股书，BYD 半导招股书（申报稿），德邦研究所

2.2. 电动化趋势下，新能源汽车功率半导体需求快速提升

新能源汽车全球加速普及，电动化、智能化和网联化为功率半导体带来广阔市场。为了完成《巴黎气候协定》的目标，全球多数国家已明确碳中和时间，我国预计 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和。随着碳中和目标推进，新能源汽车行业迎来快速发展期。

预计到 2025 年全球新能源汽车渗透率达 20%，我国达 34% 领跑全球。我们假设 2021 年后全球包括中国汽车销量以每年 3% 的增速缓慢增长，新能源汽车保持高速增长，测算出 2025 年全球汽车销量达 9020 万辆，新能源汽车渗透率达 20%，新能源汽车销量为 1804 万辆；2025 年中国汽车销量达 2957 万辆，其中新能源汽车渗透率达 34%，新能源汽车销量为 1000 万辆，领跑全球。

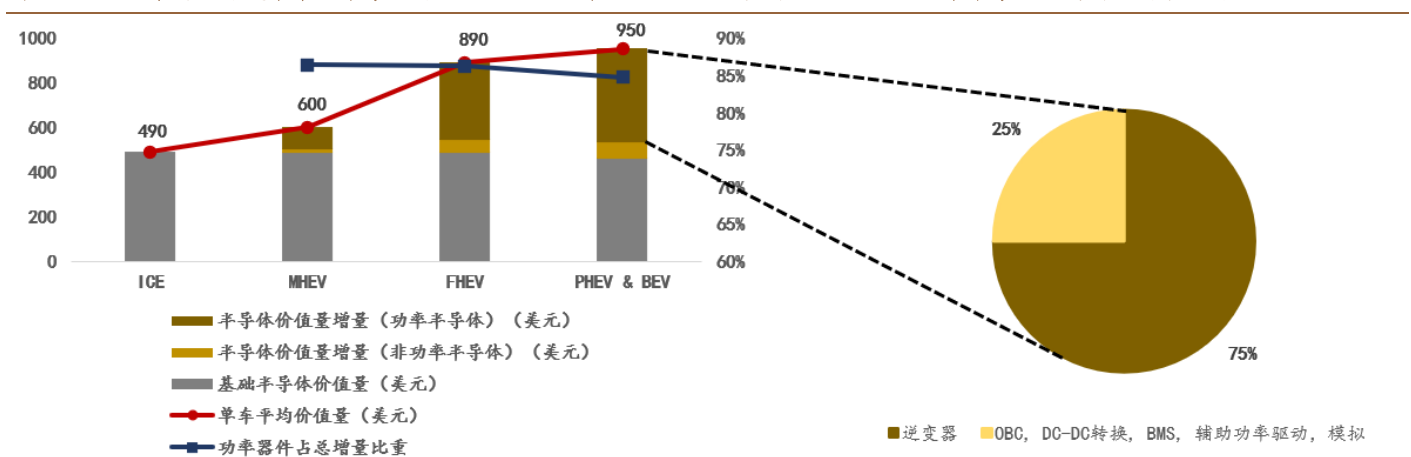
表 4：汽车销量与新能源汽车渗透率测算

	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球汽车销量(万辆)	7877	8268	8327	8483	8747	9020
全球新能源汽车渗透率	4%	8%	12%	15%	18%	20%
全球新能源汽车销量(万辆)	315	649	999	1272	1574	1804
中国汽车销量(万辆)	2531	2628	2706	2788	2871	2957
中国新能源汽车渗透率	5%	13%	20%	27%	31%	34%
中国新能源汽车销量(万辆)	137	352	550	749	890	1000

资料来源：canalyst、工信部、EV sale 等、德邦研究所测算
注：国内新能源车销量预测数据根据《2022 青铜报告》得出

新能源汽车(混合动力汽车或纯电动汽车等)半导体含量显著高于传统汽车。其中，新能源汽车功率半导体用量及规格均高于传统燃油车，功率半导体约占每辆车半导体价值量增量的四分之三。英飞凌 Q4 FY2021 财报披露数据显示，一辆配备传统内燃机的汽车的平均半导体含量为 490 美元，轻混合动力汽车为 600 美元，全混合动力为 890 美元，插电式混合动力及纯电动汽车为 950 美元。其中，功率半导体约占每辆车半导体价值量增量的 85%。

图 18：2021 年新能源汽车平均半导体价值量预测（按车型）：插电式混合动力、纯电动车半导体主要增量用于逆变器



资料来源：英飞凌 Q4 FY2021 Investor Presentation, Strategy Analytics, 德邦研究所

与传统燃油车和弱混合动力汽车相比，电动汽车并无发动机和启停系统，但由于电力转换与控制要求提升，因而多出主电控(电驱)、车载电动空调、DC-DC、OBC、电池管理系统(BMS)等部件，带动功率半导体需求提升。

功率半导体的增量具体可拆分为：(1) 主传动/逆变器：一般选用 Si 基 IGBT (模块)、SiC 基 MOSFET；(2) 充电器(OBC)：开关频率较高，一般选用采用驱动功率为 3-6KWSi 基 MOSFET、10-40kW 的 Si 基 IGBT、SiC 基 MOSFET；

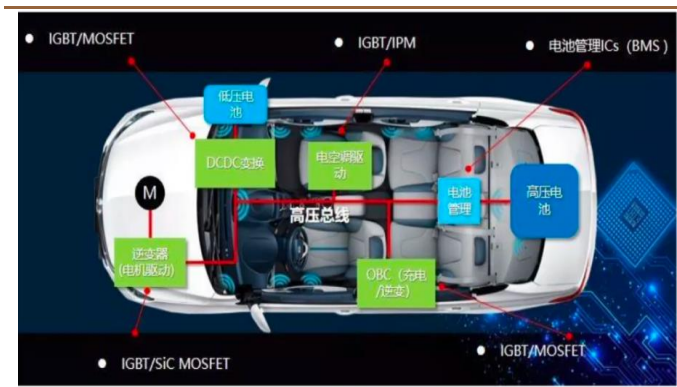
(3) DC-DC 转换：涉及低电压直流转换，一般选用 Si 基 MOSFET；(4) 高压辅助驱动：高压配电，一般选用 Si/SiC/GaN MOSFET（模块）；(5) 电池管理系统（BMS）：低电压，一般选用 Si 基电池管理 ICs。

表 5：电动车新增功率半导体

新增系统	选用功率半导体
主传动/逆变器	一般选用 Si 基 IGBT（模块）、SiC 基 MOSFET
充电器（OBC）	一般选用采用 Si 基 MOSFET（3-6KW）、IGBT（10-40KW）、SiC 基 MOSFET
DC-DC 转换	一般选用 Si 基 MOSFET
高压辅助驱动	一般选用 Si/SiC/GaN MOSFET（模块）
电池管理系统（BMS）	一般选用 Si 基电池管理 ICs

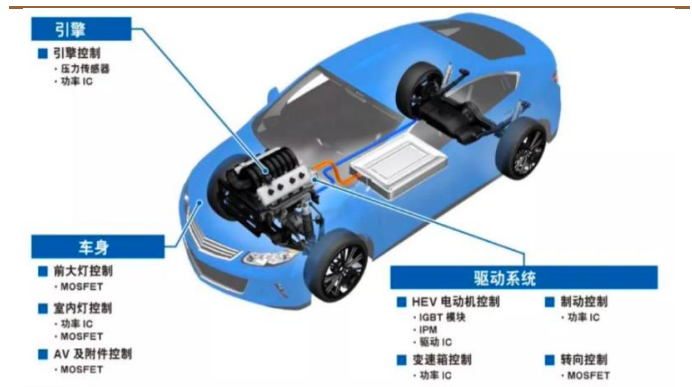
资料来源：比亚迪、富士电机、NE 研究院、德邦研究所

图 19：新能源汽车动力系统功率半导体使用情况拆分



资料来源：比亚迪，半导体行业观察，德邦研究所

图 20：新能源汽车动力系统功率半导体使用情况拆分



资料来源：富士电机，半导体行业观察，德邦研究所

新能源汽车对功率半导体规格要求远高于传统燃油车，IGBT 模块因此成为新能源汽车领域功率半导体主流选择。传统燃油车的电压功率要求较低，一般要求动力总成电压为 30-40V、电助力制动器电压为 60-80V、点火器电压为 40-80V 及单车平均电气功率 $\leq 20kW$ ，此场景下一般选用低导通阻抗的高性能低压 MOSFET。相较而言，纯电动汽车（EV）或混合动力汽车（HEV）的核心在于高压（200-450V DC）电池及其相关的充电系统。纯电动汽车主电机驱动一般要求功率器件的驱动功率在 20-150kW，平均功率约在 70kW。由于较高的驱动功率、电压以及高能耗敏感度，电动车厂往往会采用导通压降小、工作电压高的 IGBT 模块，而非在传统燃油车中采用的 MOSFET。

图 21：IGBT 为新能源汽车领域功率器件主流选择

车型	功率器件规格要求	功率器件选择
轻混合动力汽车	48V 轻混系统的主电机驱动一般要求功率器件的驱动功率在 5-20kW	高性能 MOSFET 或 IGBT
强混合动力汽车	主电机驱动电压最高可达 500V，要求功率器件驱动功率在 20-150kW；发电机要求功率器件驱动功率在 20-40kW	IGBT
纯电动汽车	一般要求功率器件的驱动功率在 20-150kW，平均功率约在 70kW	IGBT

资料来源：NE 时代，德邦研究所

国内新能源汽车领域功率半导体量价提升逻辑下，广阔需求端空间为国产替代提供支撑。结合新能源汽车较传统燃油车在功率半导体单车价值量上的显著增

量，及国内市场新能源汽车销量及渗透率的持续提升，预计国内新能源汽车领域的功率半导体需求将在未来五年内快速提升，为国产替代提供需求端基础。

预计到 2025 年全球新能源汽车 IGBT 规模接近 40 亿美元，中国达 22 亿美元。根据产业链调研，通常新能源汽车 IGBT 的单车价值量在 300 美金左右。我们假设新能源汽车双电机的渗透率逐年提升，IGBT 受益于景气周期先涨价，之后由于技术成熟、市场竞争等因素价格逐渐下降；假设 SiC 的渗透率逐年增加，对 IGBT 形成一定的替代。我们测算出 2025 年全球新能源汽车 IGBT 的规模达到 39.78 亿美元，5 年 CAGR 为 39.4%；中国达到 22.05 亿美元，5 年 CAGR 为 46.5%，中国将成为全球新能源汽车 IGBT 主要的市场。

表 6：新能源汽车 IGBT 市场规模测算

	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
IGBT 单车价值量 (美元)	266	302	320	330	326	315
SiC 渗透率	10%	12%	17%	22%	26%	30%
全球新能源汽车销量 (万辆)	315	649	999	1272	1574	1804
全球新能源汽车 IGBT 规模 (亿美元)	7.55	17.24	26.54	32.75	38.03	39.78
中国新能源汽车销量 (万辆)	137	352	550	749	890	1000
中国新能源汽车 IGBT 规模 (亿美元)	3.27	9.36	14.61	19.28	21.50	22.05

资料来源：EV-sale、工信部、产业链调研、德邦研究所测算

2.3. 海外缺芯叠加国内新能源汽车爆发，国内企业迎来发展窗口期

供给端，缺芯问题在以英飞凌为代表的功率半导体厂商中依然明显，IGBT 和 MOSFET 为代表的功率半导体交期依然维持稳中有升态势，预计未来四个季度供给端紧张难以缓解。从货期角度看，英飞凌 IGBT 和 MOSFET 货期自 2020Q1 起持续提升，2021Q4 整体交货周期依然普遍保持在 40-50 周，而不缺货情况下交货周期一般仅在 10-16 周。考虑到供给端扩产周期一般需要 9-12 月甚至更长，当前 Fab 厂产能已普遍排至 2023 年，结合新能源汽车和光伏领域需求的持续增长，预计未来四个季度内仍是供给偏紧状态。

表 7：英飞凌交货周期及货期价格变化趋势统计 (周)

产品	2019Q1	2019Q2	2019Q3	2019Q4	2020Q1	2020Q2	2020Q3	2020Q4	2021Q1	2021Q2	2021Q3	2021Q4	2022Q1
低压 MOSFET	39-52	36-50	24-28	10-30	15-30	15-30	14-26	15-30	16-39	26-52	39-52	42-52	42-52
货期趋势	→	→	↘	↘	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→
价格趋势	→	→	→	→	→	→	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗
高压 MOSFET	39-52	26-36	20-26	16-26	21-26	24-28	12-18	18-20	18-22	26-40	26-40	36-52	36-52
货期趋势	→	↘	↘	↘	↗	↗	↘	↗	↗	↗	↗	→	→
价格趋势	↗	→	NA	→	→	→	NA	↗	↗	↗	↗	↗	↗
IGBT	39-52	20-40	20-26	12-30	22-30	22-30	14-18	18-26	18-26	26-52	39-50	39-50	39-50
货期趋势	→	↘	↘	↘	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
价格趋势	→	→	→	→	→	→	NA	→	↗	↗	↗	↗	↗
宽禁带 MOSFET							26-30	20-22	24-30	26-46	36-50	36-50	42-52
货期趋势							→	↗	↗	↗	↗	↗	↗
价格趋势							→	→	→	↗	↗	↗	↗

资料来源：富昌电子市场行情报告，德邦研究所

注：2020Q3 缺少数据，故援引意法半导体数据作为参考

结合前节讨论的国内新能源汽车市场的高景气度，功率半导体市场存在较大供需错配，行业缺芯凸显芯片国产化瓶颈现状，给予国产厂商难得的“试错”机会，国产厂商迎来供应链导入良机。芯片供应链恢复时间不确定，缺芯致使下游需求方提高了对国产芯片产品的试错容忍度并选择国产厂商产品以解决部分燃眉之急，为芯片企业提供了绝佳的导入机会，在得到客户验证通过并大规模放量后，

国产芯片厂商将进一步巩固其行业地位并实现更高的国产化率和延续本土化趋势。部分厂商正抓住国产替代的机遇窗口，在各自领域取得突破，实现业绩规模快速增长。

表 8：2022 年 2 月国内新能源车企销量 Top 10

排名	车企	当月销量 (辆)	本年累计 (辆)	上月 (辆)	环比	去年同期 (辆)	同比
1	比亚迪	82956	173882	90926	-8.77%	10123	719.48%
2	特斯拉汽车	56515	116360	59845	-5.56%	18318	208.52%
3	上汽通用五菱	26046	66053	40007	-34.90%	20819	25.11%
4	吉利汽车	13403	29213	15810	-15.22%	1792	647.94%
5	奇瑞汽车	10255	30143	19888	-48.44%	1800	469.72%
6	上汽乘用车	9354	25098	15744	-40.59%	6775	38.07%
7	广汽埃安新能源	9017	25677	16660	-45.88%	3239	178.39%
8	理想汽车	8414	20682	12268	-31.42%	2300	265.83%
9	合众新能源	7117	18126	11009	-35.35%	2002	255.49%
10	长城汽车	6565	19794	13229	-50.37%	7374	-10.97%

资料来源：盖世汽车，德邦研究所

在新能源汽车领域，国内功率半导体企业已有进展，部分厂商开始在新能源汽车特别是 A 级车领域实现批量供货：

比亚迪半导体：（1）IGBT 领域：据 Omdia 统计，以 2019 年 IGBT 模块销售额计算，公司在中国新能源乘用车电机驱动控制器用 IGBT 模块全球厂商中排名第二，仅次于英飞凌，市场占有率 19%，2020 年公司在该领域保持全球厂商排名第二、国内厂商排名第一的领先地位。（2）SiC 器件领域：公司已实现 SiC 模块在新能源汽车高端车型电机驱动控制器中的规模化应用，也是全球首家、国内唯一实现 SiC 三相全桥模块在电机驱动控制器中大批量装车的功率半导体供应商。

斯达半导：2021 年公司新能源行业营业收入为 57,146.05 万元，较去年同期增长 165.95%。车规级 SGT MOSFET（split-gate trench MOSFET）开始小批量供货。2021 年，公司生产的应用于主电机控制器的车规级 IGBT 模块持续放量，合计配套超过 60 万辆新能源汽车，其中 A 级及以上车型配套超过 15 万辆，同时公司在车用空调，充电桩，电子助力转向等新能源汽车半导体器件份额进一步提高。同时，公司在用于车用空调、充电桩、电子助力转向等新能源汽车半导体器件份额进一步提高。

时代电气：在其新兴装备业务板块中，针对新能源汽车行业已面向市场推出多个平台的电驱系统产品，应用于纯电动、混合动力乘用车，同时已与一汽集团、长安汽车等国内一流汽车制造商开展深入项目合作，实现批量产品交付业绩。此外，公司募投新能源汽车电驱系统研发应用项目，拟以电驱系统为主推产品，利用公司自主 IGBT 的资源优势，突破扁线/油冷电机集成应用、SiC 模块应用、双面冷却模块应用等多项研发应用技术。

士兰微：2021 年，基于公司自主研发的 V 代 IGBT 和 FRD 芯片的电动汽车主电机驱动模块，已在国内多家客户通过测试，并已在部分客户批量供货。目前公司正在加快汽车级和工业级功率模块产能的建设。2021 年，公司分立器件产品的营业收入为 38.13 亿元，较上年增长 73%。

表 9：国内重点 IGBT 厂商情况概览

公司	2021 年营收 (亿元)	IGBT 业务概况	商业模式	产品匹配下游领域
斯达半导	17.07	根据 Omdia 最新报告，公司 2020 年度 IGBT 模块的全球市场份额占有率国际排名第 6 位，在中国企业中排名第 1 位，是国内 IGBT 行业的领军企业。	Fabless；布局年产能年产 30 万片 6 英寸高压特色工艺功率芯片和 6 万片 6 英寸 SiC 芯片的功率芯片制造产线、新增年产能 400 万片的功率半导体模块生产线	工控为主，另外包括电动车、变频家电、新能源发电
时代电气	151.21	全系列高可靠性 IGBT 产品打破轨道交通核心器件和特高压输电工程关键器件由国外企业壟	IDM	轨交为主，还包括新能源发电和电动车等

			断的局面，目前正在解决我国新能源汽车核心器件自主化问题		
BYD 半导	31.66		在中国新能源乘用车电机驱动控制器用 IGBT 模块全球厂商中排名第二，仅次于英飞凌，市场占有率 19%，在国内厂商中排名第一；2020 年在该领域保持全球厂商排名第二、国内厂商排名第一的领先地位	IDM	电动车为主，还包括工控等
宏微科技	5.23		根据 IHS Markit 数据推算，2019 年公司 IGBT 系列产品占全球市场份额的比例约为 0.45%；根据 Yole 数据测算，2018-2020 年公司 IGBT 系列产品销售数量占国内市场需求总数量比例分别为 1.43%、1.47%和 1.81%	Fabless	工控为主（变频器、电焊机、UPS 电源等），还包括新能源发电（光伏逆变器）、新能源汽车（新能源大巴汽车空调、新能源汽车电控系统、新能源汽车充电桩）、家用电器等
士兰微	71.94		2021 年，公司 IPM 模块的营业收入突破 8.6 亿元人民币，较上年增长 100%以上。目前，公司 IPM 模块已广泛应用到下游家电及工业客户的变频产品上，包括空调、冰箱、洗衣机、油烟机、吊扇、家用风扇、工业风扇、水泵、电梯门机、缝纫机、电动工具，工业变频器等。基于公司自主研发的 V 代 IGBT 和 FRD 芯片的电动汽车主电机驱动模块，已在国内多家客户通过测试，并已在部分客户批量供货。	IDM	变频白电、工控为主，加快进入新能源汽车、光伏等市场
华润微	92.28		IGBT 技术从 6 英寸升级到 8 英寸，自主研发的 8 英寸 1200V、650V IGBT 工艺平台已建立完成；2020 年 IGBT 销售额超过 1 亿元，同比增长 75%	IDM	工控为主，拓展汽车电子产品

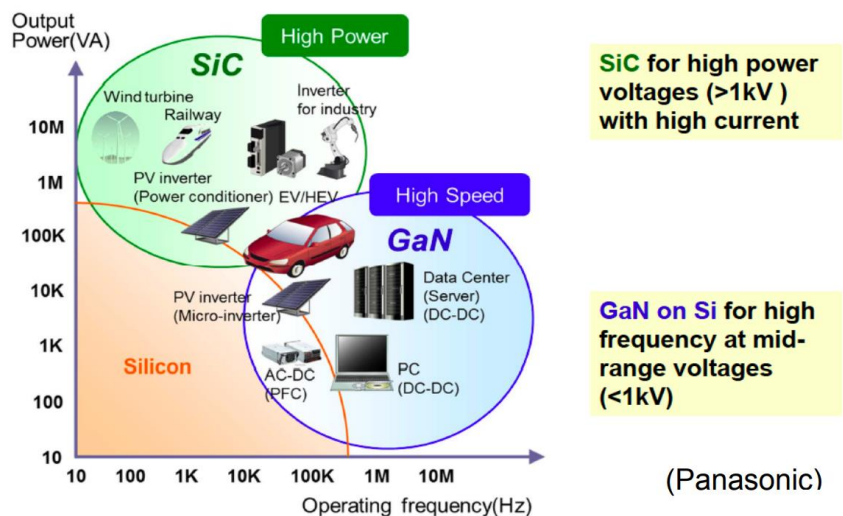
资料来源：各公司公告，德邦研究所

2.4. 布局未来：SiC 加速渗透，进一步打开行业天花板

目前车规级半导体主要采用硅基材料，但受自身性能极限限制，硅基器件的功率密度难以进一步提高，硅基材料在高开关频率及高压下损耗大幅提升。以 SiC 与 GaN 为代表的第三代宽禁带半导体功率器件具有高击穿电压、高功率密度、耐高温、高频工作等优势，适用于大功率、高频率与恶劣的工作环境，解决 Si 基器件痛点。

在主要三代化合物半导体材料中，SiC 最适合用于新能源汽车领域，而 GaN 更适用于射频领域。SiC 与 GaN 相比，具有更高的热导率和崩溃电压，因此在高温和高压领域应用更具优势，适用于新能源汽车、快充充电桩、光伏和电网等 600V 甚至 1200V 以上的电力领域。在新能源汽车领域，SiC 功率器件将主要用于逆变器、OBC 和 DC/DC 转换。

图 22：三代半导体应用领域



资料来源：Jim Plummer (2017)，Power Semiconductor Devices - Silicon vs. New Materials, Stanford University IEEE Compel Conference, 德邦研究所

SiC 相比传统 Si 基器件主要有三点优势：（1）体积小、重量轻、散热强：

SiC 的热导率是 Si 的大约 3 倍，热量更容易释放，同时 SiC 的热损耗更小，因此冷却部件可采用更小型产品，有利于实现器件的小型化、轻量化；根据英飞凌数据，采用 SiC 器件的逆变器体积相比硅基能减少 50%-80%；**(2) 能量损耗更低：**根据英飞凌数据，SiC-MOSFET 单管与 IGBT 单管相比，能量利用率大约提升 5%，模块化之后能量效率能够提升 10%左右。因此 SiC 能提升电池的续航里程或以更小尺寸电池实现同等的续航里程，从而降低电池成本；**(3) 高频：**SiC 的电子饱和漂移速率是 Si 的 2 倍，可以实现比 Si 基 IGBT 更高的工作频率。

图 23：三代半导体对比

产品类别	第一代半导体材料	第二代半导体材料	第三代半导体材料
代表材料	锗 (Ge)、硅 (Si)	砷化镓、磷化铟 (InP)	氮化镓 (GaN)、碳化硅 (SiC)、氧化锌 (ZnO)
技术标准	大的晶圆尺寸、窄的线宽	使通讯速度、信息容量与存储密度提升	禁带宽度更高
主要产品形式	以大规模集成电路为主要技术的计算机等电子产品	以光发射器件为基础的光通讯、光存储等光电子系统	制造高频、大功率和高密度集成的电子器件
高频性能	差	好	好
高温性能	差	好	好
技术阶段	成熟	发展中	初期

资料来源：新材料在线，观研天下，德邦研究所

尽管性能优越，受制于高昂的成本，当前 SiC 在新能源汽车领域渗透率较低。由于生产设备、制造工艺、良率与成本的劣势，碳化硅基器件过去仅在小范围内应用。根据比亚迪半导体招股说明书，目前国际主流 SiC 衬底尺寸为 4 英寸和 6 英寸，晶圆面积较小、芯片裁切效率较低、单晶衬底及外延良率较低导致 SiC 器件成本高昂，叠加后续晶圆制造、封装良率较低，且载流能力和栅氧稳定性仍待提高，SiC 器件整体成本仍处于较高水平。

预计 SiC 市场规模未来几年快速提升，2025 年全球新能源汽车用 SiC 功率器件规模达 37.9 亿美元，中国达 21 亿美元。根据产业链调研，通常一辆新能源汽车中整车主驱逆变器、OBC 以及 DCDC 转换器用到的 SiC 价值量在 900-1000 美元左右；假设到 2025 年单车 SiC 成本下降 30%，到 700 美元左右，渗透率提升到 30%。我们测算出 2025 年全球新能源汽车 SiC 器件规模达 37.9 亿美元，5 年 CAGR 为 64.5%；国内市场达 21 亿美元，5 年 CAGR 为 72.6%，中国将成为全球新能源汽车 SiC 器件主要市场。

表 10：新能源汽车 SiC 器件市场规模测算

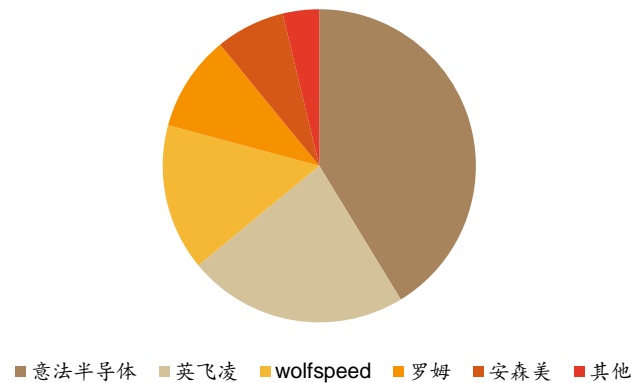
	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
SiC 器件单车价值量 (美元)	1000	900	850	800	750	700
SiC 渗透率	10%	12%	17%	22%	26%	30%
全球新能源汽车销量 (万辆)	315	649	999	1272	1574	1804
全球新能源汽车 SiC 器件规模 (亿美元)	3.15	7.00	14.44	22.39	30.70	37.89
中国新能源汽车销量 (万辆)	137	352	550	749	890	1000
中国新能源汽车 SiC 器件规模 (亿美元)	1.37	3.80	7.95	13.18	17.36	21.00

资料来源：EV-sale、工信部、YOLE、产业链调研、德邦研究所测算

SiC 芯片产业链与硅基产业链类似，主要分为晶圆衬底、外延、设计、制造和封装等环节，市场主要由海外厂商掌控，国内碳化硅产业仍处于起步阶段，与国际水平仍存在差距。据 Yole 数据，2020 年碳化硅功率器件市场中，ST、Cree、ROHM、Infineon、Onsemi 市占率分别为 40.5%、14.9%、14.4%、13.3%、7.7%，CR5 超过 90%。国内碳化硅各环节已实现全产业链布局，但目前国产化率较低，未来有望伴随内需增长而实现提升。其中，衬底环节厂商包括山东天岳、天科合达等，外延厂商包括瀚天天成、东莞天域等，设计厂商包括上海瞻芯电子、上海瀚

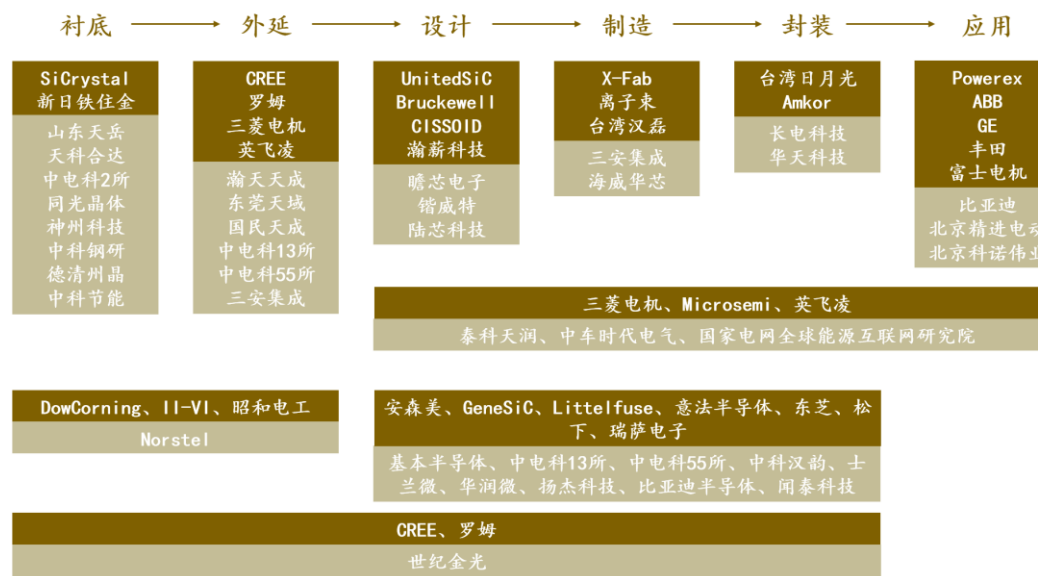
薪等，IDM 厂商包括泰科天润、中科汉韵、三安集成、华润微、士兰微等。

图 24：2021 年全球碳化硅器件市场格局



资料来源：Yole，德邦研究所

图 25：SiC 产业链及国内外厂商梳理



资料来源：半导体在线，Yole，德邦研究所

表 11：国内功率半导体厂商 SiC 布局情况梳理

公司	公司经营模式	SiC 布局情况
华润微	IDM	①自主研发的新一代 650V SiC JBS 综合性能达到业界先进水平，多款产品实现量产 ②平面型 1200V SiC MOSFET 产出工程样品，静态技术参数达到国外对标样品水平 ③自主研发的第一代 650V 硅基氮化镓 Cascode 器件样品静态参数达到国外对标水平，正在进行外延材料质量、芯片面积及工艺的优化，以进一步提升器件可靠性和性价比
扬杰科技	IDM	已有第三代半导体相关技术及产品成果，和小批量 SiC 器件供应市场
闻泰科技	IDM	①公司的 650V 氮化镓 (GaN) 技术已经通过车规级测试 ②碳化硅 (SiC) 产品已交付第一批晶圆和样品
士兰微	IDM	①已建成 6 英寸的硅基氮化镓集成电路芯片生产线 ②2021 年上半年，公司硅基 GaN 化合物功率半导体器件的研发在持续推进中，公司 SiC 功率器件的中试线已在二季度实现通线

时代电气	IDM	<p>① 公司 SiC SBD 芯片：覆盖 650V-3300V 电压等级，适合高频/大功率密度系统需求，可广泛应用于新能源汽车/混合动力汽车、不间断电源（UPS）、风力发电、光伏逆变器、船舶运输、铁路运输、智能电网等领域②公司 SiC MOSFET 芯片：第 1 代 SiC MOSFET 技术应用于 1200-3300V 电压等级，满足铁路运输、船舶运输、智能电网等高压领域需求。第 2 代 SiC MOSFET 技术应用于 650-1200V 电压等级，满足新能源汽车/混合动力汽车、不间断电源（UPS）、风力发电、光伏逆变等领域③SiC 模块产品型谱覆盖 1200V-3300V 电压等级，公司 SiC 模块样品已小批量提供国内轨交、新能源客户验证。</p>
斯达半导	Fabless	<p>①2021 年 11 月 18 日，斯达半导拟使用募集资金向全资子公司斯达微电子增资 1,977,999,800 元，其中 5 亿元用于“SiC 芯片研发及产业化项目”建设</p> <p>②2021 年上半年，公司在机车牵引辅助供电系统、新能源汽车行业控制器、光伏行业推出的各类 SiC 模块得到进一步的推广应用</p> <p>③在新能源汽车领域，公司新增多个使用全 SiC MOSFET 模块的 800V 系统的主电机控制器项目定点</p>
新洁能	Fabless	<p>1200V 新能源汽车用 SiC MOS 平台开发进行顺利，1200V SiC MOSFET 首次流片验证完成，产品部分性能达到国内先进水平，产品综合特性及可靠性验证尚处于验证评估阶段</p>

资料来源：半导体行业观察、各公司公告、德邦研究所

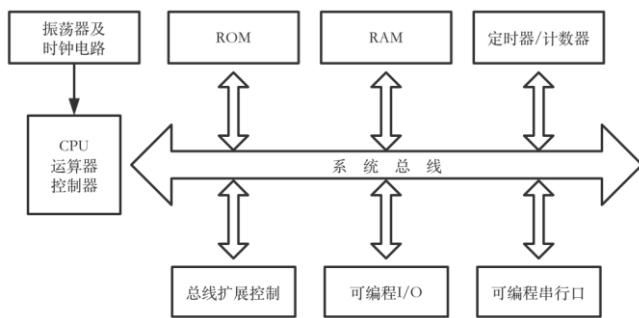
3. 车用 MCU：缺芯加速国产验证

3.1. 车载 MCU 是汽车 ECU 核心，一辆车平均有 50-100 个 MCU

车载 MCU 是汽车 ECU 的运算大脑。MCU (Microcontroller Unit) 即微控制器，也被称为单片机，是将计算机所包含的 CPU、存储器、I/O 端口、串行口、定时器、中断系统、特殊功能寄存器等集成在一颗芯片上，将其应用在不同产品里，从而实现对产品的运算和控制。车载 MCU 是汽车电子控制单元 (ECU) 的核心部件，负责各种信息的运算处理，主要用于车身控制、驾驶控制、信息娱乐和驾驶辅助系统，具有提高车辆的动力性、安全性和经济性等作用。

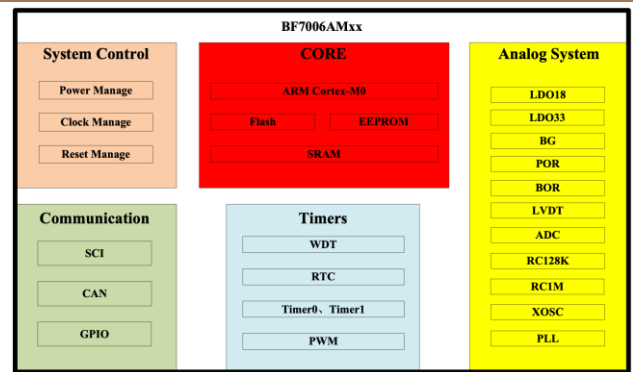
车规级 MCU 相较通用 MCU 芯片有更多技术要求。根据芯海科技公告，车规 MCU 相比通用型多了如下技术要求：(1) 集成数据加密模块，并具有全局存储器保护功能；(2) 专用的 PWM，比较捕获单元及定时器；(3) 灵活的端口功能配置；(4) 时钟控制电路的备份和鲁棒性，严谨的时序约束；(5) 模拟模块的宽温度范围的指标控制，自校准技术指标的控制等。

图 26：通用 MCU 基本结构



资料来源：《汽车电子控制基础》，德邦研究所

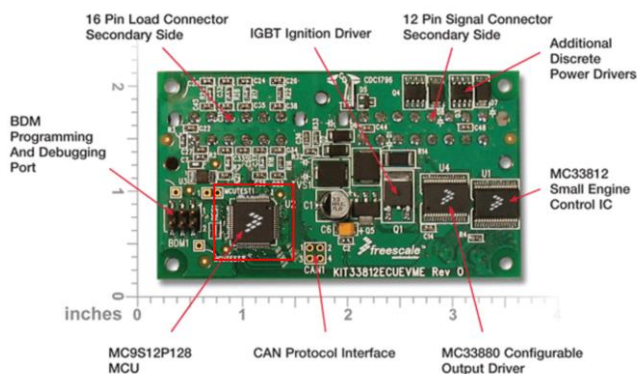
图 27：比亚迪车规级 BF7006AM MCU 系统组成



资料来源：比亚迪半导体官网，德邦研究所

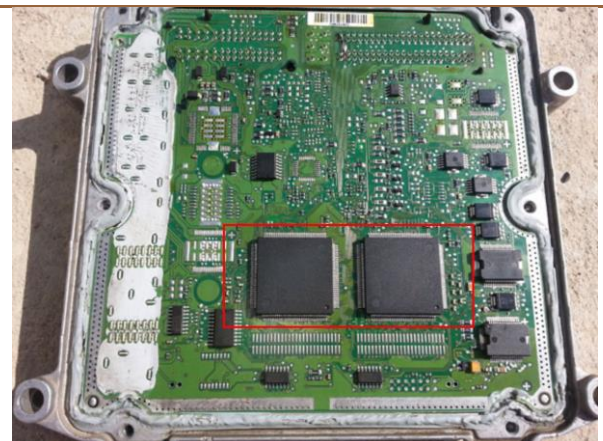
一个汽车 ECU 中至少包含一颗 MCU。通常汽车中一个 ECU 负责一个单独的功能，配备一颗 MCU，如恩智浦的 S12P MCU 在一个点火控制的 ECU 中；也会出现一个 ECU 配备两颗 MCU 的情况，如博世 MG 7.9.8 ECU，可能是基于安全性考虑的全冗余设计，当主 MCU 故障时另一颗可以用作故障诊断与纠错，或是早期的一个 ECU 为实现多功能如点火、变速配备多颗 MCU。

图 28：一个 ECU 有一颗恩智浦 S12P MCU



资料来源：恩智浦官网，德邦研究所

图 29：博世 MG 7.9.8 ECU 有两颗 MCU

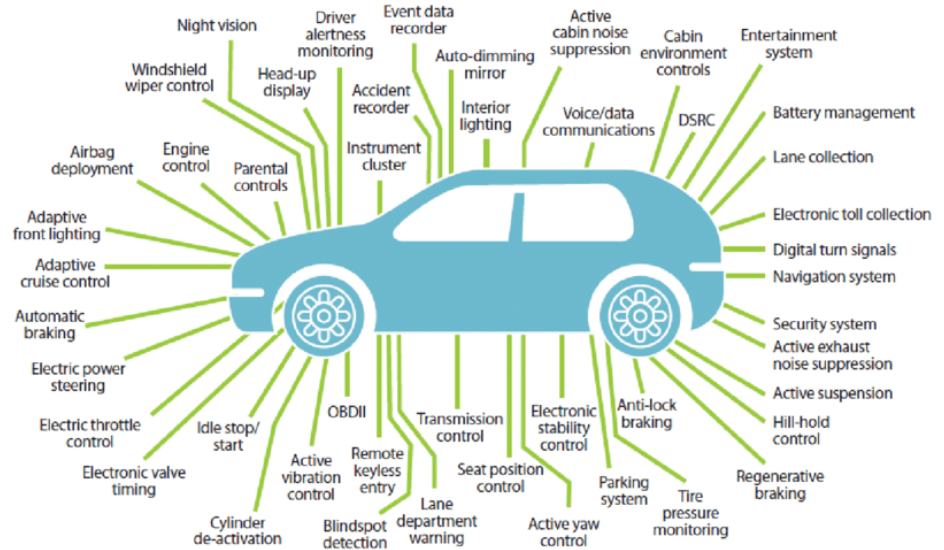


资料来源：obdexpress，德邦研究所

车载 MCU 可分为 8 位、16 位及 32 位。车载 MCU 位数越多对应结构越复杂，处理能力越强，可实现的功能越多。8 位 MCU 主要用于简单车身控制，如空调、雨刷、门窗、座椅、低端仪表盘等；16 位 MCU 主要用于中端的底盘和低端发动机控制，如制动、转向、悬架、刹车等；32 位 MCU 主要用于高端的发动机和车身控制，如高端仪表盘、高端发动机、多媒体信息系统、安全系统等。

一辆车平均有 50-100 个 MCU。现代的新车由于功能增加，平均包含 50-100 个 ECU/MCU，而且汽车中没有孤立的 ECU，不同位置的 ECU 需要长达一公里的电线将它们连接到多个不同的网络，才能实现 ECU 之间的通信。主要的汽车网络通信协议包括 CAN、LIN、FlexRay、MOST 和以太网 AVB。

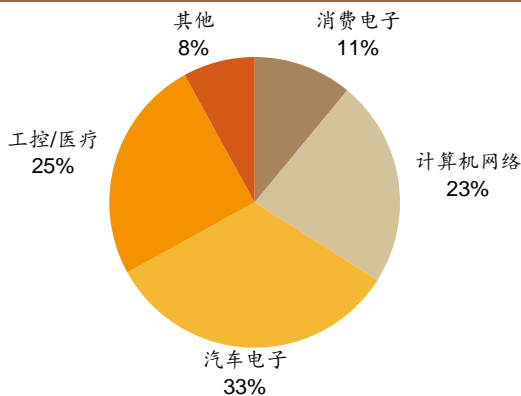
图 30：汽车常见 ECU 分布



资料来源：Nodal Industries 2015、德邦研究所

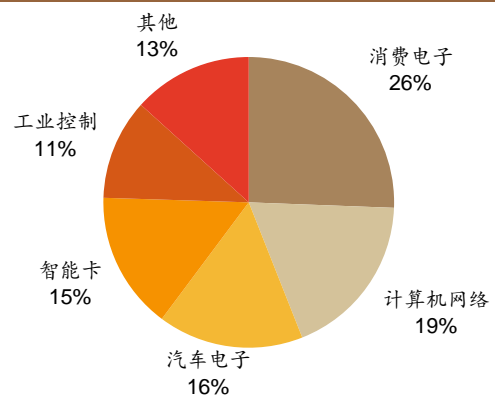
汽车端是全球 MCU 最大的市场，而国内消费电子应用占比最大。全球 MCU 主要应用在附加值较高的汽车电子和工控/医疗领域，根据 IC insights，两者占比分别为 33%/25%；反观国内，消费电子为 MCU 的主要市场，汽车电子、工业控制领域占比较低，根据 ASPENCORE/NETSOL，三者占比分别为 26%/16%/11%。

图 31：2019 全球 MCU 应用领域占比



资料来源：IC insights，前瞻产业研究院，德邦研究所

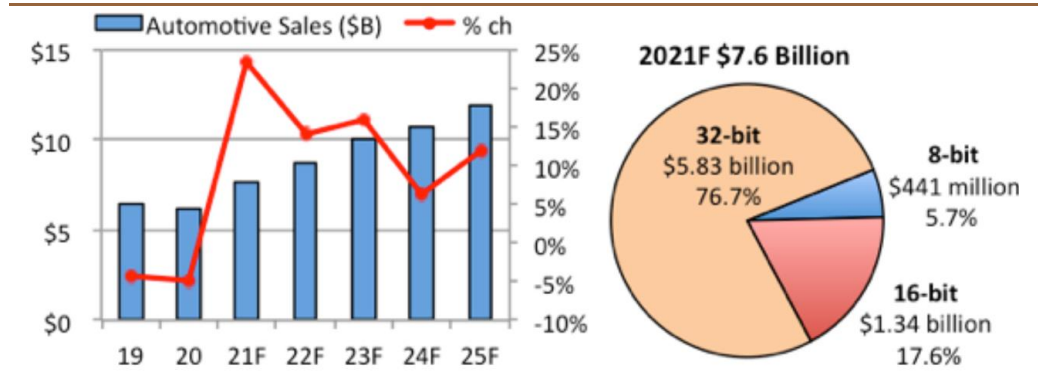
图 32：2019 国内 MCU 应用领域占比



资料来源：ASPENCORE/NETSOL，德邦研究所

全球车载 MCU 规模高速增长，32 位 MCU 占据主要份额。根据 IC insights 预计，2021 年车载 MCU 销售额同比飙升 23%，创 76 亿美元记录，之后依旧保持高增长，2022 年同比增长 14%，2023 年同比增长 16%。车载 32 位 MCU 市场表现强劲，2021 年规模预计达 58 亿美元，占比超 3/4，平均售价也上涨 13% 至 0.72 美元。

图 33: 全球车载 MCU 市场规模与构成



资料来源: IC insights, 德邦研究所

高算力与安全等级较高的车规 MCU 单价更高，电动车 MCU 平均单价高于燃油车。根据芯海科技公告，恩智浦、英飞凌几款用于车身控制或安全等级较低的动力系统领域的 MCU 单价较低，而瑞萨、德州仪器用于安全等级较高的 BMS、EPS、车身稳定等领域的 MCU 单价较高，最高达到 35.6 美元。由于电动车架构升级，新增的 BMS、EPS、电机控制等系统对安全等级要求较高，且电动车的智能化程度普遍更高，其 MCU 平均算力更高，因此我们估计电动车 MCU 平均单价要高于燃油车。

表 12: 不同领域的车规 MCU 价格对比

厂商	产品型号	单价 (美元)	应用领域
恩智浦	S32K116/118	1.6-2	仪表盘、车灯控制、车窗、车门、天窗控制、雨刮器控制、座椅控制、安全等级要求较低的制动系统与变速箱及稳定系统、电池管理、小型发动机控制等
恩智浦	S32K144/146/148	3-5	
英飞凌	CYT2B6/7/9	2-5	
瑞萨	RH850	2-18	安全等级较高的 BMS、刹车、车身稳定、电子助力转向、动力总成等
德州仪器	TMS570LS0x/1x/3x	3.5-35.6	

资料来源: 芯海科技公告, 各公司官网, 德邦研究所

受益于新能源汽车带动，全球车载 MCU 将成为增量市场。由于传统燃油车功能变化较少，搭载 MCU 数量较稳定；新能源汽车受益于电动化和智能化，叠加汽车架构转变进程缓慢，新能源汽车 MCU 数量高速增长。由于 2021 年汽车 MCU 缺货严重，价格飙升，预计 23 年之后会趋于稳定。基于以上假设，我们预测到 2025 年，全球车载 MCU 市场规模达到 112.57 亿美元，5 年 CAGR 为 11.34%；中国车载 MCU 市场规模达到 44.02 亿美元，5 年 CAGR 为 15.46%。

表 13: 车载 MCU 市场规模测算

	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
燃油车 MCU 数量 (个)	40	41	42	43	44	45
燃油车 MCU 单价 (美元)	2	2.2	2.1	2.1	2	2
燃油车 MCU 单车价值量 (美元)	80	90.2	88.2	90.3	88	90

新能源汽车 MCU 数量 (个)	60	62	65	70	75	80
新能源汽车 MCU 单价 (美元)	2.8	3	2.9	3.1	3.2	3.3
新能源汽车 MCU 单车价值量 (美元)	168.0	186.0	188.5	217.0	240.0	264.0
全球汽车销量(万辆)	7877	8268	8327	8483	8747	9020
燃油车	7562	7619	7328	7210	7172	7216
新能源汽车	315	649	999	1272	1574	1804
全球车载 MCU 规模(亿美元)	65.79	80.79	83.47	92.72	100.90	112.57
中国汽车销量(万辆)	2531	2628	2706	2788	2871	2957
燃油车	2394	2275	2156	2039	1981	1957
新能源汽车	137	352	550	749	890	1000
中国车载 MCU 规模(亿美元)	21.45	27.07	29.39	34.66	38.79	44.02

资料来源：芯海科技公告、ic insights、德邦研究所测算

3.2. 车用 MCU 壁垒较高，市场份额集中于几大龙头厂商

相较于消费级和工业级 MCU，车规级 MCU 要求更高。与消费级和工业级芯片相比，车规级半导体对产品的环境要求、可靠性要求和供货周期要求较高，主要体现在：（1）**环境要求**。汽车芯片的工作环境更复杂，有高振动、多粉尘、多电磁干扰、温度范围宽（-40~155℃）等特点；（2）**可靠性要求**。汽车设计寿命一般在 15 年或 20 万公里，整车厂对车规级 MCU 的要求通常是零失效；（3）**供货周期要求**。车规级 MCU 的供应周期需要覆盖整车的全生命周期，供货周期一般为 15~20 年；（4）**重新认证要求**。在工业 MCU 上执行很多微小的工艺变化都不需要客户或对 MCU 进行重新认证，但对于汽车 MCU 来说需要进行重新认证。

表 14：汽车级芯片与其他芯片的区别

参数要求	工业级	消费级	汽车级
温度	-10~70℃	0~40℃	-40~155℃
湿度	根据使用环境而定	低	0~100%
验证	JESD47 (Chips)	JESD48 (Chips)	AEC-Q100 (Chips)
可容忍故障率	≤10PPM	≤200PPM	0PPM
工作寿命	5~10 年	3~5 年	15~20 年

资料来源：搜狐汽车研究室，德邦研究所

车规级 MCU 具有三大认证门槛，认证时间长、进入难度大。车规级 MCU 企业在进入整车厂的供应链体系前，一般需符合三大车规标准和规范：在设计阶段要遵循的功能安全标准 ISO26262，在流片和封装阶段要遵循的 AEC-Q001~004 以及 IATF16949，以及在认证测试阶段要遵循的 AEC-Q100/Q104。其中，AEC-Q100 分为四个可靠性等级，从低到高分别为 3、2、1、0；ISO26262 定义的 ASIL 有四个安全等级，从低到高分别为 A、B、C、D；AEC-Q100 系列认证一般至少需要 1-2 年的时间，而 ISO26262 的认证难度更高，周期更长。在考虑到芯片上车后还需要认证的时间，整体上车规级芯片从流片到相关车型量产出货可能要 3-5 年时间。

图 34：车规级三大认证



资料来源：芯旺微官网，德邦研究所

图 35：车规级芯片开发认证周期示意图

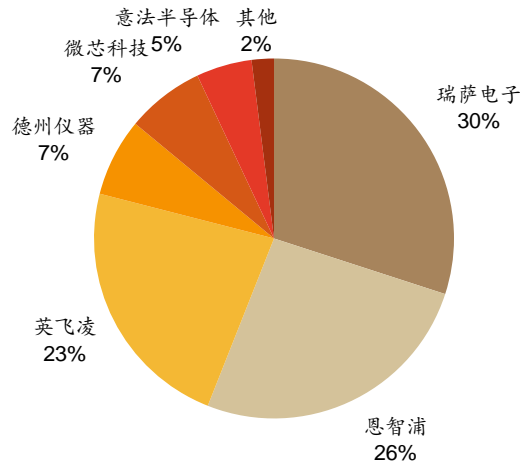


资料来源：搜狐汽车研究室，德邦研究所

车用 MCU 具有客户认证壁垒，供应周期长，下游车厂完成认证后不会轻易更换供应商。芯片经过车规级认证为先行条件，后续还需要被整车厂认可，经过上车认证合格后才能批量供货。同时一款车型的销售和售后周期较长，同一型号芯片可稳定供货 5 年甚至更久。长期以来，主流车厂的供应商资质被几大芯片龙头占据，他们的产品品质经过了长期的验证，因此整车厂一般不会轻易更换供应商。

全球车用 MCU 市场由海外厂商垄断，IDM 厂商更具垂直整合优势。较高的行业壁垒使得车规级 MCU 市场具备很高的市场集中度。2020 年，海外厂商瑞萨电子、恩智浦、英飞凌、赛普拉斯、德州仪器、微芯科技、意法半导体这 CR7 的市占率达到 98%。由于车规芯片对包括设计、制造、封测在内的全环节都有相应的要求，IDM 厂商在制造和封测工艺上有自己的技术和积累，因此更有优势。可以看到主流汽车 MCU 厂商均为 IDM 模式。

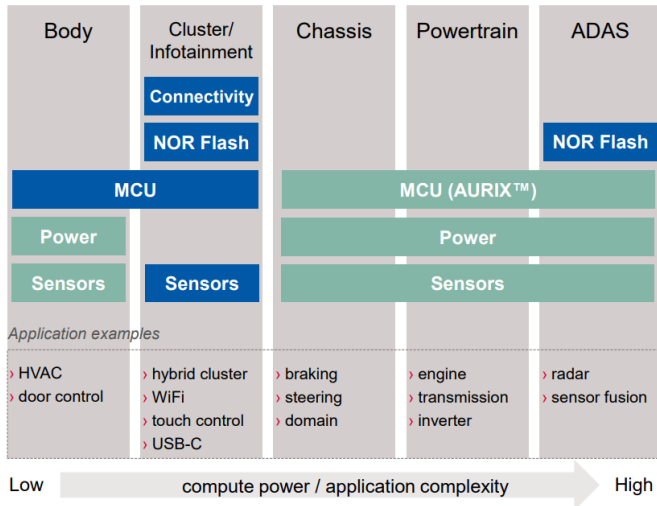
图 36：2020 年全球汽车 MCU 市场份额



资料来源：Semicast Research、IHS，前瞻产业研究院，德邦研究所

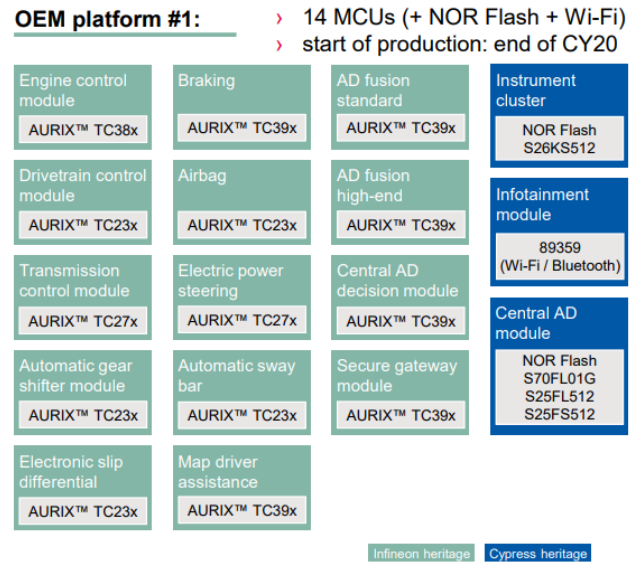
英飞凌收购 Cypress，补齐英飞凌汽车电子品类，全力发展汽车半导体领域。根据 IHS 数据，2020 年在车规级 MCU 领域英飞凌的市占率为 23%，排名第三。英飞凌在收购了 Cypress 之后，补齐了汽车 NOR FLASH 等产品品类，已经形成了从连接通信芯片、新能源汽车的功率芯片到自动驾驶所需的传感器、控制器产品的全套解决方案。在 MCU 产品上英飞凌形成了针对汽车 OEM 制造商的全套解决方案平台 AURIX，进一步提升客户使用的便捷性。

图 37: 英飞凌汽车产品线一览



资料来源: 英飞凌、德邦研究所

图 38: 英飞凌 AURIX 平台 MCU 解决方案



资料来源: 英飞凌、德邦研究所

瑞萨的车规级 MCU 2020 年市占率排名第一。瑞萨的车规级 MCU 目前已推出了 RH850、RL78 等多个系列产品。2016 年瑞萨与台积电达成生产 28nm MCU 的合作，于 2018 年发布世界首款 28nm 制程的车规级 MCU RH850，与之前的 40nm 制程的 MCU 相比具有更强性能和更低功耗 RH850 基于 G3KH 双内核的 32 位 MCU，通过验证两颗内核的运算结果一致性，能够在故障发生时立即发现故障，从而提升安全性能。

表 15: 全球汽车 MCU 厂商 top 6

公司	国家	成立时间	IDM 能力	代表产品	位数	三大认证
瑞萨电子	日本	2003	具备	RL78/RH850	16/32	均通过
恩智浦	荷兰	2006	具备	S32K/S12	8/16/32	均通过
英飞凌	荷兰	1999	具备	TC2x/CYTx	8/16/32	均通过
德州仪器	美国	1947	具备	AM2x/TMSx	16/32	均通过
微芯科技	美国	1989	具备	PIC18x/SAMx	8/16/32	均通过
意法半导体	瑞士	1988	具备	SPC5/ST10	8/16/32	均通过

资料来源: 各公司官网, 德邦研究所

3.3. 国内厂商受益于芯片缺货与国产供应链发展

国内车载 MCU 厂商仅少数实现量产出货。我们统计的国内十几家汽车 MCU 相关的厂商中，数家厂商已实现量产出货：杰发科技、比亚迪半导体、国芯科技、芯旺微、琪埔维、赛腾微；2 家厂商仅少量出货：芯海科技、北京君正；其他的均在研发/流片/认证/测试阶段：芯驰科技、中颖电子、兆易创新、紫光国微、中微半导体。

国内车载 MCU 厂商目前多用于简单的车身控制。目前国内厂商汽车 MCU 产品主要应用在汽车雨刷、车灯、车窗等低端应用场景，对电子助力转向系统、电子车身稳定系统、防抱死刹车系统、安全气囊系统、新能源车载逆变器、电池管理系统等高端应用场景的覆盖比较薄弱，仅国芯科技的 CCFC2003PT、CCFC2006PT

可以实现发动机控制，仅芯旺微可以实现车联网、雷达控制。

仅有少量国产厂商通过 ISO 26262 认证。由于国内车载 MCU 厂商几乎都是 Fabless 模式，所以只适用于 AEC-Q 系列和 ISO26262 认证。大多量产公司已经通过 AEC-Q100 的认证，但是集中在 Garde1/3，国芯科技用于发动机的 MCU 也仅通过 Grade1；通过 ISO26262 认证的国产厂商更少，通过的厂商大多集中 ASIL-B，仅琪埔维通过 ASIL-C，ASIL-D 还没有厂商通过。这意味着在高端的发动机、动力控制、BMS 控制、安全气囊领域国产厂商还未切入，芯海科技和紫光国微正在研发相关领域的 MCU。

大多采用低性能 ARM 架构，MCU IP 易被“卡脖子”。由于 ARM 自 2017 年 6 月宣布 Cortex-M0/M3 内核免收授权费用，版权费也很低，500 万出货量只收 20 万美元，因此国产汽车 MCU 大多采用 ARM Cortex-M3 以下的低性能架构，不仅性能不及国外的 M7 架构，在中美贸易摩擦的背景下存在授权被“禁用”的风险，仅芯旺微采用自研 KungFu 混合精简指令集。

表 16：国内车规 MCU 公司一览表

公司	成立时间	上市情况	产品	推出时间	位数	应用领域	量产/研发情况	指令集	认证
杰发科技	2013	上市	AC781x/ AC7801x	2018	32	车身控制、OBC、 BMS、ABS、T- BOX、BLDC 电机 控制、汽车仪表盘	第二代车规级 MCU 芯片研发完成并 成功量产；新一代具备 ISO26262 功 能安全的车规级 MCU 芯片已进入研 发阶段，预计 2022 年将导入客户产品 开发	ARM Cortex- M3/ARM Cortex-M0+	AEC-Q100 Grade1
比亚迪半导体	2004	待上市	BF7006A MXX/BF7 112A	2018	8/32	车灯、BLDC 电机 控制、传感器检 测、充电枪、控制 面板、PM2.5 等	中国最大的车规级 MCU 芯片厂商， 截至 2021 年 5 月，比亚迪半导体车 规级 MCU 装车量已超 1000 万颗	ARM Cortex- M0/标准 8051 (CISC)	AEC-Q100 Grade1/ ASILB
芯海科技	2003	上市	CSA37F6 2- LQFP48	2021	32	各类压力测量，比 如按键压力，座椅 压力	首颗车规级信号链 MCU 2020 年已通 过 AEC-Q100 认证，并导入汽车前装 企业的新产品设计；2022 年募资研发 可应用于汽车动力总成、底盘安全、 车身控制、信息娱乐系统等方面的 MCU	Arm Cortex- M	AEC-Q100 Grade3
国芯科技	2001	上市	CCFC20 02BC/CC FC2003P T/CCFC2 006PT 通用式 MCU/CAN 总线式 MCU	2014	32	车身控制、发动机 控制	目前汽车电子控制 MCU 芯片产品 CCFC2002BC、CCFC2003PT 和 CCFC2006PT 已量产销售	PowerPC	AEC-Q100 Grade1
北京君正	2005	上市	MCU/CAN 总线式 MCU			车内照明控制、触 控	目前收入体量尚小		
芯旺微	2012	未上市	KF8A/KF 32A	2016	8/32	车身控制、汽车电 源、电机、照明、 仪表辅助与车联网、 雷达	32 位车规级 KF32A 系列已经实现量 产；已经开启 ASIL-D 等级应用于汽车 发动机的多核产品研发	自研 KungFu 混合精简指令 集(RISC)	AEC-Q100 Grade1
琪埔维	2015	未上市	XL6600	2019	32	车身控制、车内空 调控制、BLDC 电 机控制	国内唯一一家实现 ASIL-B 和 ASIL-C 级量产车规级 32 位 MCU 的汽车半导 体厂商	ARM Cortex- M3	AEC-Q100/ ASILB/ ASILC
赛腾微	2006	未上市	ASM87A/ ASM87F/ ASM31A	2018	8/32	车窗控制、车灯控 制、雨刷控制	公司已于 2021 年二季度成功推出新能 源汽车小电控 ASM31AK83X，预计 2022 年二季度实现量产，主要应用领 域包括电子水泵、PTC 辅助加热器、 电动空调等辅助电控系统		AEC-Q100
凌鸥创芯	2016	未上市	LKS32AT 085		32	常用电机控制	正在研发车载空调、水泵、油泵、车 窗、雨刮、车灯控制等 MCU	ARM Cortex- M0	AEC-Q100
芯驰科技	2018	未上市				仪表、电子后视 镜、抬头显示、车 身控制、空调、灯 光	预计 2022 年 3 月份推出		ASILB/ ASILD
中颖电子	1994	上市				通用车身控制	研发中，预计 2022 上半年流片		
兆易创新	2005	上市				通用车身控制	第一颗车规级 MCU 产品已流片，预 计 2022 年中实现量产		

2020年起汽车MCU缺货严重，严重影响汽车供应。自2020年起全球陷入MCU缺货危机，导致了部分车企出现停产的情况。目前各大厂商均出现交期严重延长的情况，部分达到了40周以上甚至无货。同时各大半导体公司几乎全数发布涨价公告，普遍涨价5%-15%，紧缺产品涨价幅度超50%，部分产品涨价幅度甚至超过十倍。汽车芯片缺货影响了汽车的生产 and 供应。根据伯恩斯坦咨询的预计，2021年全球范围内的汽车芯片短缺将造成200万至450万辆汽车产量的损失，相当于近十年以来全球汽车年产量的近5%。还有部分厂商车型因为芯片紧缺，对汽车功能进行削减后出售，待芯片有货后再返厂加装部分功能模块。

半导体景气周期有望覆盖车规级认证周期，国产车规MCU芯片获良机。尽管晶圆厂已经在2020年底开始陆续扩产，目前“缺芯”问题仍未缓解。由于晶圆厂通常投产期在1-2年，叠加设备交期被延长，预计此轮景气周期将至少持续到2023年。此轮景气周期将为车规MCU的国产厂商提供导入验证良机；由于ISO26262认证通常需要2-3年，且在设计时就开始进行，对于那些已经通过AEC-Q100认证并较早进行ISO26262认证的国产来说，此轮景气周期将为它们切入高端车规MCU领域提供充足的认证时间。

国内8英寸产能较为充足，保障国产MCU供给。大部分车规级MCU产品使用的是8英寸晶圆产线，部分高端车规级MCU使用先进制程的12英寸晶圆，相当大一部分都由台积电代工，代工份额相对集中也是造成这一波高端MCU产能紧张的重要原因。全球8英寸晶圆产能扩产缓慢，而国内中芯国际等晶圆厂仍加码8英寸晶圆产能，为国内车规MCU厂商从车身控制等中低端MCU切入保证了一定的供给。

车身控制MCU国产替代空间广阔，动力安全MCU存在国产自主可控需求。由于一辆车无论燃油车还是电动车都需要20个左右的车身控制MCU且汽车销量稳定，全球车身控制MCU也已经进入存量市场，但是国产厂商占比极低，存在巨大的存量国产替代空间。动力安全领域MCU由于认证时间较长，研发难度较大，国产厂商占比几乎为0。由于国内电动车产业链各环节存在自主可控的需求，且动力电池、IGBT、整车等领域均存在行业巨头，动力安全领域的MCU自主可控需求迫切，叠加国内整车厂话语权变大，会和tie1厂商指定MCU供应商，倒逼国内厂商加速研发。

表 17：部分MCU厂商交期拉长（时间单位：周）

公司	位数	19Q1	19Q2	19Q3	19Q4	20Q1	20Q2	20Q3	20Q4	21Q1	21Q2	21Q3	21Q4	22Q1
恩智浦	8位	14-16	14-16	14-16	14-16	14-16	16-18	14-16	14-16	26	26-52	39-52	紧缺	紧缺
	32位	13-16	13-16	13-16	13-16	13-16	16-18	16-26	16-26	16-26	26	39-52	紧缺	紧缺
瑞萨	8位	24-26	24-26	20	20	20	20	20	20	12-16	26	35-40	40-45	52
	32位	24-26	24-26	20	20	20	20	20	20	12-16	26	35-40	40-45	52
意法半导体	8位	20-25	20-25	20-25	8-10	8-10	12-14	20	20			紧缺	紧缺	紧缺
	32位	12	12	12	12	8-12	12	24-35	24-35	26		紧缺	紧缺	紧缺
英飞凌	8位	14-16	14-16	14-16	14-16	14-16	15-24	15-24	15-24	26-28	45	45	45	45-52
	32位	20-24	20-24	20-24	15-16	15-16	15-24	15-24	15-24	22-28	45	45	45	45
微芯	8位	12-14	10-12	10-12	10-12	10-12	12-16	12-18	12-18	16-38	30-55	30-55	52+	52+
	32位	12-16	10-12	14-18	10-12	22-26	16-22	16-26	16-26	16-38	40-55	40-55	52+	52+

资料来源：富昌电子官网，德邦研究所

4. Soc 芯片：基于智能座舱与自动驾驶芯片的算力需求

4.1. 智能座舱芯片：车载娱乐加速渗透，国产替代格局向好

智能座舱芯片须具备强大的车载娱乐和智能交互功能。智能座舱是相对传统汽车座舱的概念，一般认为，智能座舱应包含三大功能：**1) 多彩中控屏**。智能座舱芯片向“一芯多屏”、“一芯多系统”的方向发展，不仅对 SoC 芯片的音视频解码、图像处理能力有较高要求，还需要芯片从硬件层面能较好的支持 Hypervisor 或 Hardware Partition。**2) 智能交互**。除了传统的智能语音交互，手势交互、DMS、OMS、HUD 等新的交互方式不断涌现，在增强客户体验的同时索取大量算力，对 SoC 芯片的音视频编码能力、AI 模块有更高的要求。**3) OTA**。智能座舱通过持续升级，带来最新颖的功能，这要求 SoC 芯片搭载稳定的 5G/4G 模块以及 Wifi、蓝牙、GPS 模块。

图 39：两芯四屏图示



资料来源：理想官网、德邦研究所

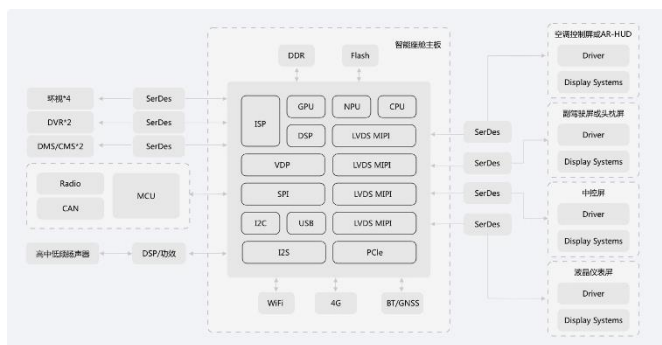
图 40：DMS 功能图示



资料来源：车元素官网、德邦研究所

“AP+CP”打造强大智能座舱芯片方案。SoC 芯片作为主处理器可以满足影音娱乐的需求, AI 模块负责语音交互功能的实现。但随着手势交互, 尤其是 DMS、OMS 功能的出现, 带来了大量 AI 运算需求, 系统需处理座舱内 1-N 颗摄像头的图像信息。即使是高端智能座舱芯片高通 8155, 若没有协处理器, AI 模块占用率也居高不下, 带来卡顿、死机风险。因此还需要一颗 AI 专用协处理器, 保证算力充足。作为独立的智能终端, 在“AP+CP”加持下, 汽车座舱将兼具移动办公、移动家居、娱乐休闲、数字消费、公共服务等功能, 空调、氛围灯、香氛、车窗等设施开关不再分立, 消费者仅需要通过统一的 HMI 界面即可从容控制车内所有系统。

图 41：单 AP 智能座舱解决方案



资料来源：海思官网、德邦研究所

图 42：可作为 AI 协处理器的地平线 J2

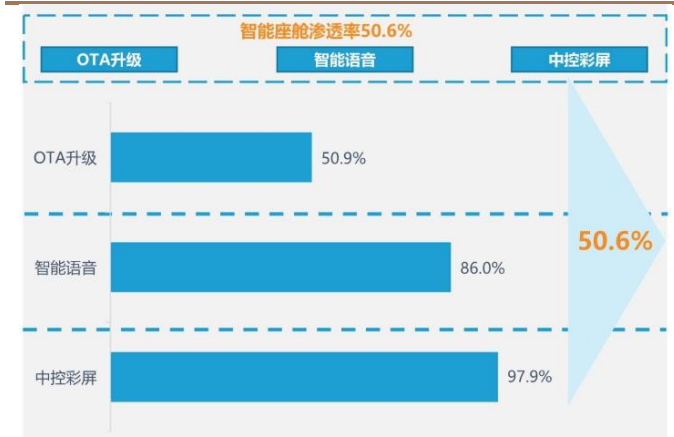


资料来源：地平线官网、德邦研究所

传统车厂商不甘落后，智能座舱加速渗透。相比自动驾驶技术，智能座舱的技术难度较低，且容易被消费者直观感知，因此成为车厂率先发力的主战场。智能座舱作为汽车智能化进程中较为成熟的部分，已经在高端车型上率先普及，往

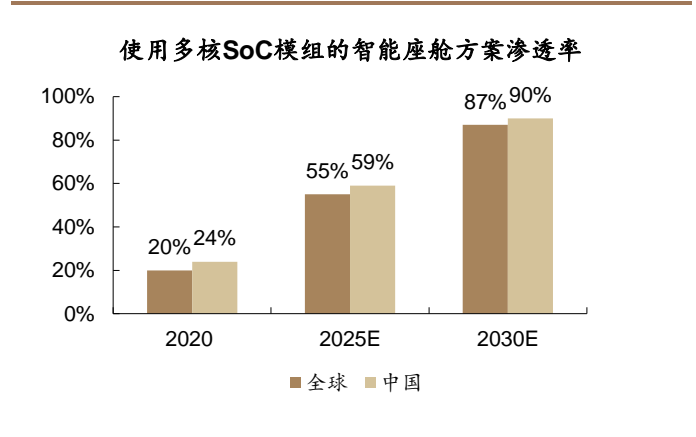
中低端市场逐步渗透。根据亿欧智库，2021年新发布（未大量交付）的车型中，配备智能座舱功能新车占比约50.6%。根据OICA数据，2021年全球汽车销量8268万台，根据罗兰贝格预计，2030年全球智能座舱在乘用车的渗透率最终将达到87%左右。根据产业链调研，单颗智能座舱芯片目前在100-1500元不等，且存在中端车型使用高端芯片的情况，以此测算整个智能座舱市场空间2025年达到205亿元，2030年将超过373亿元。

图 43：2021 新发布车型智能座舱渗透率



资料来源：亿欧智库、德邦研究所

图 44：使用多核 SoC 模组的智能座舱方案渗透率



资料来源：罗兰贝格、德邦研究所

消费电子巨头入局，高通市场份额领先。燃油车时代，NXP、瑞萨、Ti 为中控芯片的主要厂商，产品因可靠稳定而被广泛采用。面对新能源汽车时代，智能座舱更高的影音及智能交互需求，传统厂商迭代慢、性能弱，产品略显乏力。2017 年高通发力智能座舱市场后，发布了 820A、高通 8155 等多款产品，目前高通 8155 已经成为了主流车企的首选，如同手机厂商争取高通芯片首发，车企开始争取高通 8155 首发权，并将其作为重要的宣传卖点。作为消费电子巨头，高通在智能座舱领域具有较强优势：1) 性能突出。CPU、GPU 算力强，有专用 AI 模块；2) 生态完善。消费领域经验丰富；3) 品牌优势；4) 服务能力。高通从通信领域起家，相对传统欧美厂商具备较强的服务能力。5) 成本优势。手机厂商的智能座舱芯片与对应的手机芯片本质相同，区别在于车规认证及相应调整，手机芯片销售前期分摊了研发成本，大量出货具备规模效应。华为、三星、MTK 同样积极布局智能座舱。华为的麒麟 710A、990A 芯片覆盖中高端，在鸿蒙系统加持下，可以与手机、电脑、家居形成协同，具有强大的生态优势；三星以优质服务形成差异化，绑定奥迪大客户，发力高端市场。

表 18：主流智能座舱芯片对比

厂商	高通	高通	德州仪器	德州仪器	恩智浦	瑞萨	英特尔	三星	三星	联发科	全志科技	芯驰
产品	骁龙 820A	SA8155 P	Jacinto 6	Jacinto7	i.MX8-QM	R-Car H3	A3950	Exynos V9	Exynos 8890	MT2712	T7	X9
CPU 制程	14nm	7nm	28nm	16nm	16nm	16nm	14nm	8nm	14nm	28nm	28nm	16nm
CPU 架构	ARMv8	ARMv8	ARMv7	-	ARMv8	ARMv8	x86	ARMv8	ARMv8	ARMv8	ARMv8	ARMv8.2
CPU 主频	2.1GHz	2.1GHz	1.5GHz	-	1.2GHz+1.6GHz	1.7GHz+1.2GHz+0.8GHz	1.6GHz	2.1GHz	-	1.6GHz+1.2GHz	-	-
CPU 内核	四核 Kryo	八核 Kryo	双核 Cortex-A15	-	四核 Cortex-A53+双核 Cortex-A72	4x Cortex A57+4x Cortex A53+Cortex R7	四核 Apollo Lake-I	八核 Cortex-A76	四核 custom CPU+四核 Cortex-A53	双核 Cortex-A72+Cortex-A35	六核 Cortex-A7	Cortex-A55
CPU 位宽	64 位	64 位	32 位	-	64 位	64 位	64 位	64 位	-	64 位	64 位	64 位
CPU 算力	45.2K	85K	-	22K	26K	40k	42k	200k(估计)	-	22k	-	-
GPU	Adreno 530	Adreno 640	SGX544	-	双核 GC7000XSVX	PowerVR GX6650	Intel HD 505	Mali G76 MP3	Mali T880	Mali T880 MP4	Mali 400 MP4	PowerVR Series9

GPU 频率	624MHz	700MHz	384MHz	700MHz	850MHz	600MHz	500MHz	-	-	900MHz	-	-
GPU 算力 /GFLOPS	588	1142	-	166.4	128	288	187	-	-	133	-	-
DSP	Hexagon 680	-	C66X	-	HiFi 4 DSP	-	-	4x HiFi 4	-	-	-	-
ISP	Spectra ISP	-	两个双核 Cortex-M4	-	两个单核 Cortex-M4F	-	-	-	-	-	-	-
OS	QNX, Linux, Android Auto	-	QNX, Linux, Android Auto	-	Linux OS, Android, FreeRTOS	QNXR	所有主要的汽车操作系统	QNX, Linux, Android Auto	QNX, Linux, Android Auto	-	Android 7.1, above&Linux SDK	QNX, Linux, Android AutoSAR

资料来源：各公司官网，德邦研究所

整车厂商差异化需求高、智能座舱 SoC 难一家独大，国产替代机会多。尽管高通在智能座舱领域攻城掠地，体量不断攀升，但我们认为最终不会形成某一家芯片厂商独大的格局：1) 车企数量多。手机终端厂商少，而车企经过多年竞争淘汰，数量仍很多，差异化需求大；2) 系统多样化选择。除苹果外，手机操作系统仅有安卓，而车机有安卓、Linux、QNX 等多个系统选择，很难有一颗或一类芯片完美支持多个系统。多样化需求下，国产厂商有更多的生存空间和发展机会。

国产 AIoT 领域 SoC 厂商具备研发基础、政策优势，竞相切入智能座舱赛道。国内 Soc 设计厂商如全志科技、晶晨、瑞芯微等，产品被广泛用于消费电子、AIOT 领域，在超高清视频编解码、智能视频分析、高精度信号处理、高效 SoC 系统架构、数模混合设计、无线互联、语音识别、图像识别等多个技术领域积累了丰富的经验，相关的技术和算法已经较为成熟，具备设计智能座舱芯片的能力。国家政策上，因中美贸易摩擦后带来的供应链安全问题，车企催生了本地化供应需求；汽车领域有大量国内品牌，会倾向于更多使用国产芯片。

图 45：全志科技智能座舱产品



资料来源：全志科技官网、德邦研究所

图 46：瑞芯微智能座舱产品



资料来源：瑞芯微官网、德邦研究所

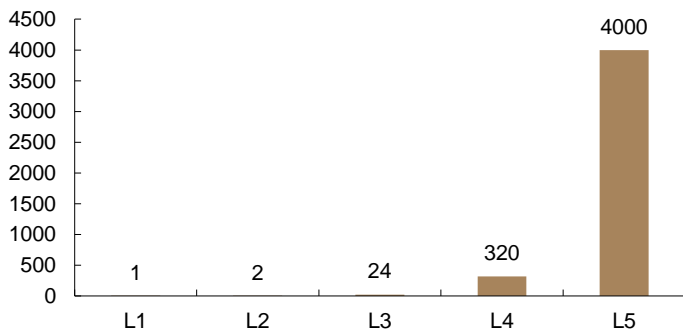
芯片厂商技术支持的重要性提高，优质服务一定程度弥补产品差距。考虑到芯片价值量的大幅上行及在未来自动驾驶场景中的重要支撑性地位，整车厂商开始有动机使 SoC 芯片定制化，来实现更有针对性的进行硬件层级的优化，再辅以先进的算法来获得更好的计算性能、功耗比及更低的单车成本。新的架构将打破汽车半导体的固有供应链，整车厂将直接与 soc 芯片厂商对接，以满足自身的定制化需要。矛盾点在于车厂缺少整体方案设计的软硬件能力，因此芯片原厂的技术服务重要性凸显。英伟达、Mobileye 等欧美巨头专注于自身产品研发，客户支持较弱，而国产芯片厂商在产品交付、及时响应、软硬件支持上有天然优势，能提供优质服务，在这一过程中，国产 soc 厂商将获得新的认证机会、实现弯道超车。

4.2. 自动驾驶芯片：市场潜力巨大，国内厂商蓄势待发

4.2.1. 算力基础决定自动驾驶高度

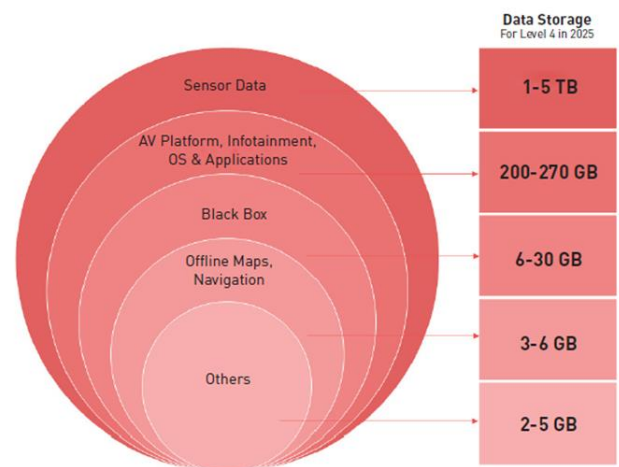
自动驾驶芯片须具备强大的 AI 运算能力。目前自动驾驶功能的实现可分为 3 个层面：1) 感知层。以摄像头、毫米波雷达、激光雷达为主的各类传感器、高精地图、GPS 负责收集环境信息。2) 决策层。通过特定算法和高算力平台对环境信息进行处理，得出行动指令。3) 执行层。动力系统、转向系统执行决策层下达的指令，完成复杂驾驶场景的应对。自动驾驶芯片的算力需求主要在决策层面。据 Counterpoint 测算，根据汽车类型（乘用车、商用车、Robotaxi）的不同，2025 年自动驾驶汽车每小时可产生 1-5TB 数据，摄像头生成的数据可能介于 70GB/小时和 300GB/小时之间，具体取决于其分辨率、色深、帧率和压缩级别。多帧图像处理极其考验芯片的并行计算能力。随着自动驾驶等级的提高，对算力的要求呈几何增长。

图 47：自动驾驶 L1-L5 自动驾驶需要的算力(Tops)



资料来源：地平线，德邦研究所

图 48：2025 年 L4 自动驾驶产生的数据量



资料来源：Counter point、德邦研究所

CPU+XPU 解决 AI 运算短板。CPU 通常为 SoC 芯片上的控制中心，逻辑和数字运算能力强，缓存较大，可以高效、低延时地处理复杂的逻辑运算任务，其优点在于调度、管理、协调能力强。但 CPU 的计算单元较少，无法满足大量并行的简单运算任务。因此，自动驾驶 SoC 芯片上通常需要集成除 CPU 之外的一个或多个 XPU 来完成 AI 运算，XPU 可选择 GPU/FPGA/ASIC(NPU)等。

GPU、FPGA、ASIC 各有所长，ASIC 为未来芯片解决方案。1)GPU 适合数据密集型应用进行计算和处理，尤其擅长处理 CNN/DNN 等和顺序无关的图形类机器学习算法，作为一种通用芯片，GPU 可适用于多种 AI 算法，具备强大的生态优势，在 AI 领域外也有广泛的用途。但是，当 GPU 芯片上车后，由于其通用性的设计，以及系统、算法差异，理论性能往往有一定程度的损耗。2)FPGA 通过冗余晶体管和连线实现逻辑可编辑。本质上是无指令、无需共享内存，计算效率比 CPU、GPU 高，对于 RNN/LSTM/强化学习等有关顺序类的机器学习算法具备明显优势。FPGA 是用硬件实现软件算法，因此在实现复杂算法方面有一定的难度。3)ASIC 是面向特定用户的算法需求设计的专用芯片，因“量身定制”而具有体积更小、重量更轻、功耗更低、性能提高、保密性增强、成本降低等优点，弊端在于算法修改后，需要重新设计芯片。NPU 作为 ASIC 的一种，在电路层模拟神经元，通过突触权重实现存储和计算一体化。一条指令即可完成 GPU 上百条指令的功能，提高运行效率。NPU 目前已经被多家厂商广泛采用，若未来自动驾驶算法实现统一，ASIC/NPU 有望成为最高效的自动驾驶芯片解决方案。

表 19：GPU、NPU、FPGA、ASIC 特点对比

类型	CPU	GPU	NPU	FPGA
定制化程度	通用型	通用型	定制化	半定制化
功耗	中	高	低	低
成本	高	高	低	中
算力	低	中	高	高

资料来源：汽车电子与软件，德邦研究所

汽车供电能力有限，自动驾驶 AI 运算须具备高能效比。传统 AI 运算在算力不足时，往往通过不断叠加芯片获取高算力，但与此同时，耗电量也成倍上升。据雷锋网新智驾了解，当前自动驾驶测试车搭载的芯片一般能耗高达 2500w，每小时消耗 2.5 度电，按目前新能源汽车行驶里程同比例折算，自动驾驶功能每开启 1 小时，对应减少约 15-25 公里续航里程。因此，自动驾驶芯片对能效比提出了更高的要求。现阶段，主流产品的能效比已经由最初 0.8TOPS/W(EyeQ4)、1TOPS/W(Xavier)，进化到了 4.44TOPS/W(英伟达 Orin)、4.8TOPS/W(地平线征程 5)，未来主流产品功耗至少在 3TOPS/W 以上。

表 20：中型及中大型轿车整车续航及电池容量

中型及中大型轿车整车续航及电池容量			
车型	电池容量(kWh)	续航里程(KM)	一度电行驶里程(KM)
小鹏 P7	80.9	706	8.73
特斯拉 Model3	76.8	668	8.7
比亚迪汉 EV	76.9	605	7.87
特斯拉 ModelS	100	660	6.6
高合 HiPhiX	97	630	6.49
均值			7.678

资料来源：新车评，德邦研究所

表 21：紧凑型轿车整车续航及电池容量

紧凑型轿车整车续航及电池容量			
车型	电池容量(kWh)	续航里程(KM)	一度电行驶里程(KM)
广汽传祺 AionS	58.8	510	8.67
菲斯塔纯电	56.5	490	8.67
北汽 EU5	60.2	501	8.32
别克微蓝 6	52.5	410	7.81
比亚迪秦 ProEV	69.5	520	7.48
高尔夫·纯电	40	270	6.75
均值			7.95

资料来源：新车评，德邦研究所

4.2.2. 自动驾驶芯片市场潜力巨大，车厂差异化需求催生芯片厂商多元化商业模式

ADAS/自动驾驶芯片市场空间巨大。当前，自动驾驶最早期的一批玩家主要是在算法层面进行开发和改进，尤其聚焦以深度学习核心的人工智能技术发展。我们合理假设到 2025 年全球 L1、L2 级自动驾驶功能渗透率将达到 89%，L3 级以上自动驾驶功能市场渗透率将达到 9%。ADAS 渗透率的提升，有望进一步带动 ADAS 芯片出货量的增加。我们测算出 2020 年全球 ADAS/自动驾驶芯片组市场规模约为 17 亿美元，预计到 2025 年将达到 103 亿美元，对应增速为 43.4%。

表 22: ADAS/自动驾驶芯片市场空间测算

乘用车自动驾驶		2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
汽车销量	全球(万辆)	7702	7980	8227	8483	8747	9020
	中国(万辆)	2531	2628	2706	2788	2871	2957
L1	ADAS/自动驾驶芯片单车价值量(美元)	50	49	48	47	46	45
	价值增长率	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%
	中国市场规模(亿美元)	3	3	3	3	3	4
	全球市场规模(亿美元)	8	8	9	10	10	11
L2	ADAS/自动驾驶芯片单车价值量(美元)	100	102	104	106	108	110
	价值增长率	2%	2%	2%	2%	2%	2%
	中国市场规模(亿美元)	3	5	6	8	10	11
	全球市场规模(亿美元)	9	15	19	23	29	35
L3	ADAS/自动驾驶芯片单车价值量(美元)	500	525	551	579	608	638
	价值增长率	5%	5%	5%	5%	5%	5%
	中国市场规模(亿美元)	0	0	0	10	12	15
	全球市场规模(亿美元)	0	0	0	29	37	46
L4+	ADAS/自动驾驶芯片单车价值量(美元)				1200	1200	1200
	价值增长率				0%	0%	0%
	中国市场规模(亿美元)				3	3	4
	全球市场规模(亿美元)				10	10	11
总计	L1-5 中国市场规模(亿美元)	6	8	9	24	29	34
	L1-5 全球市场规模(亿美元)	17	23	28	73	88	103

资料来源: Yole、英飞凌官网、佐思汽研、德邦研究所测算

车厂自动驾驶需求差异化, 催生芯片厂商多元化商业模式。蔚小理等造车新势力希望通过自动驾驶实现弯道超车; 苹果、小米、百度等科技巨头希望通过造车及自动驾驶拓展增量业务、强化生态壁垒; 通用、大众等传统车厂不甘落后, 依托自动驾驶稳固行业龙头地位。面对竞争激烈的市场, 整车厂商出于各自的行业判断, 选择了差异化自动驾驶路线, 同时催生了芯片厂商多元化商业模式。

1) 芯片厂商提供 turn key 方案。车厂出于自身战略规划、研发周期过长、当地政策法规限制、自身实力等原因, 决定由芯片厂商负责自动驾驶主体, 自己专注造车。主要厂商包括: **a) 英伟达。**在 2022 财年 4 季度财务电话会议称, 正在帮助捷豹和路虎开发自动驾驶系统, 并分享自动驾驶软件销售收入, 负责芯片设计、中间件、算法、OTA 方案; **b) Mobileye。**Mobileye 的自动驾驶方案被业界称为“黑箱”, 倡导软件和硬件高效结合, ASIC 方案将算法直接封装在芯片上, 车厂对内部算法无干预能力; **3) 华为。**华为提供从智能驾驶、智能座舱甚至电气架构的全套解决方案, 可以帮助车厂大幅缩短研发周期, 提高研发效率。

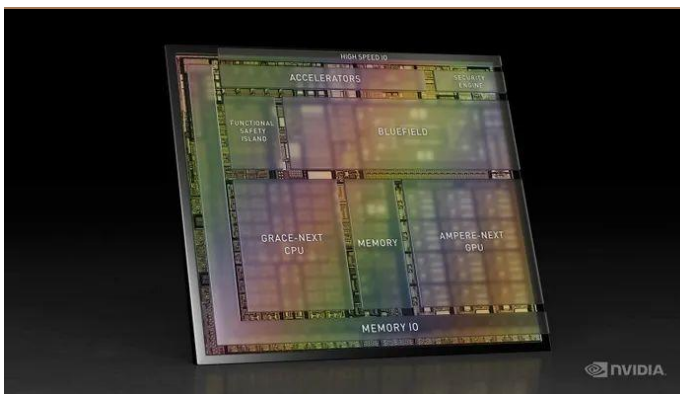
2) 芯片厂商提供硬件和开发工具, 灵活提供算法支持。出于供应链安全、或产品差异化考量, 部分车厂, 如蔚小理、上汽, 选择将算法掌握在自己手中, 保留随时替换芯片供应商的能力, 提供该类服务的芯片供应商为: **a) 英伟达。**尽管英伟达有全栈式解决方案, 但同样支持只提供硬件和开发工具, 由车厂独立完成软件和算法工作; **b) 高通。**凭借在消费电子、通信领域的技术实力和品牌优势, 高通在向智能座舱的拓展过程中市场份额节节攀升, 已经成为了主流车企首选。高通 2020 年发布高通 Ride, 进入自动驾驶领域, 有望复制智能座舱领域的成功; **c) 英飞凌、德州仪器、恩智浦、意法半导体、瑞萨等传统汽车芯片供应商。**传统汽车芯片供应商在燃油车时代因产品稳定可靠而被广泛采用, 随着智能汽车时代到来, 对自动驾驶芯片算力、服务支持能力要求大幅提高, 但凭借多年行业经验, 传统芯片厂商仍旧不断向市场推出新品。 **d) 地平线、安霸、黑芝麻、芯驰科技等国内自动驾驶芯片“新势力”。**凭借对市场需求的快速反应、优质的客户服务, 国内芯片厂商不断通过车规认证, 与越来越多的主机厂达成合作。

3) 自主研发芯片及算法。a) 特斯拉 FSD。作为世界新能源汽车的领军者，特斯拉早在 2014 年便开始了自动驾驶布局，先后经历了 Mobileye 方案、英伟达 Xavier 方案，最后在 2019 年推出了自己的具有 144TOPS 算力的 FSD 芯片，相比英伟达的通用型 GPU，FSD 完全为特斯拉的自动驾驶方案而设计，在实际使用中可以得到更高的效率。根据 Gartner 数据，2025 年 Top10 汽车 OEM 厂商中有一半将会设计自研芯片，这将成为车企提高市场反应速度、打造竞争壁垒、缩短研发周期的重要手段。

4.2.3. 英伟达、高通优势凸显，国内厂商华为等加大投入

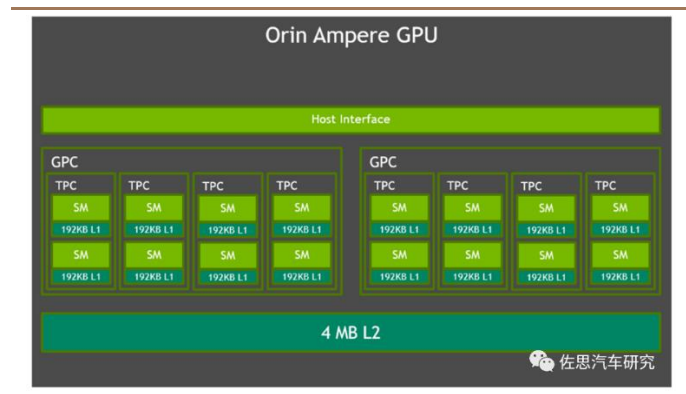
极致算力、生态丰富，英伟达领跑自动驾驶芯片。英伟达是 GPU 的发明者，在专业图形处理领域和人工智能领域，都有不可撼动的行业地位。2015 年，英伟达进入车载 SoC 领域，为自动驾驶提供算力，目前已经推出了 5 代产品。其中，第 5 代产品 Atlan 的 CPU 使用了 ARM 针对服务器领域的 Zeus 架构，新增了 DPU 部分，凭借 CPU、DPU 和强大的存储，单片 Atlan 能够提供 1000TOPS 算力，是前代的 4 倍。在算法开发层面，Atlan 与科技兼容上一代芯片组编写的软件堆栈（如 Orin 或 Xavier），这意味着车厂不需要重新设计软件，就能利用新 SoC 的性能提升。此外，基于 ampere 架构的第 4 代 Orin 处理器，已经被小鹏、蔚来、上汽等多家厂商使用，在未来几年，将成为自动驾驶领域的宠儿。Orin、Atlan 作为通用 SoC，除了车载领域，在数据中心、人工智能也有广泛的用途，因此可以大幅分摊研发成本，如果竞争对手想仅凭借汽车市场超越英伟达的算力，将具有较高的成本压力。

图 49：英伟达 Atlan 芯片结构



资料来源：英伟达中国，德邦研究所

图 50：Orin-GPU 结构



资料来源：佐思汽车研究，德邦研究所

凭借先进制程，高通推出 Ride 平台发力自动驾驶。高通 2020 年初发布了基于 5nm 制程的自动驾驶平台 Snapdragon Ride，该平台包括安全系统级芯片 SoC(ADAS 应用处理器)、安全加速器（自动驾驶专用加速器）和自动驾驶软件栈，可根据厂商的不同要求，提供 10-700TOPS 的算力，支持 L1~L5 级别自动驾驶，安全等级为 ASIL-D 级；软件层面，Snapdragon Ride 提供**开放的可编程架构**，支持汽车制造商和一级供应商根据其对于摄像头感知、传感器融合、驾驶策略、自动泊车和驾驶员监测等方面的不同需求，对该平台进行定制。高通宣布，将于 2022 年 CES 上发布基于 4nm 的 Snapdragon Ride 视觉系统。凭借行业最先进的制程优势以及高通在座舱领域的优质客户，高通有望复制其在智能座舱的成功。

依托母公司英特尔多线程技术，Mobileye 算力提升明显。在高级别自动驾驶领域，mobileye 没有英伟达和高通受车厂青睐，但市场的主流仍是 L1-2 级别的自动驾驶，2021 年 Mobileye 出货量高达 2810 万颗，仍可谓是市场巨头，在新秀们的围剿下，Mobileye 不断推出芯片。最新产品 Ultra EyeQ 具备 176TOPS 算力，CPU 方面采用 RISC-V 架构，12 核 24 线程，多线程在某些场合下可以实现超越单线程的性能。Mobileye 产品追求高效，即充分利用算力，而不是盲目追求高算力，Ultra EyeQ 在价格上有一定优势，有望发挥性价比抢占市场。Mobileye 最大优点是产品成本低，开发周期很短，开发费用极低，绝大部分功能都经过验证，没

有风险；系统封闭、迭代困难的缺点被厂商诟病多年，此前已有松动的迹象。2018年，Mobileye 提供了“开放版 EyeQ5”，允许厂商为传感器融合和驾驶策略编写自己的代码，但距离软硬件完全解耦，仍有一定距离。

自动驾驶解决方案具备国产化需求，国内厂商未来可期。1) **国内高级自动驾驶进程将领先全球。**海外车厂必须满足多项安全规范，才可以进行自动驾驶路测、产品销售，较国内开发难度大、周期长；国内主要用 Linux 系统，相对 QNX 安全性较低，奔驰、丰田使用高安全性 QNX，开发缓慢。出于供应链完全考虑，国内车厂有动机使用国产芯片；2) **服务优势。**考虑到芯片价值量的大幅上行及在未来自动驾驶场景中的重要支撑性地位，整车厂商开始有动机使 SoC 芯片定制化，而车厂缺少整体方案设计的软硬件能力，因此芯片原厂的技术服务重要性凸显。英伟达、Mobileye 等欧美巨头专注于自身产品研发，客户支持较弱，而国产芯片厂商在产品设计交付、及时响应、软硬件支持上有天然优势，能提供优质服务，在这一过程中，国产 soc 厂商将获得新的认证机会、实现弯道超车。3) **数据安全。**出于数据安全性等角度考虑，预计国内的自动驾驶解决方案将由国内厂商主导，非国内厂商的方案可能将面临较为严格的审查。2020年9月，国家科技部、工信部、新能源汽车技术创新中心作为国家共性技术创新平台，牵头 70 余家企事业单位成立“中国汽车芯片产业创新战略联盟”，旨在建立中国汽车芯片产业创新生态，补齐行业短板，实现我国汽车芯片产业的自主安全可控和全面快速发展。

开放生态加优质服务，地平线强大性能更受市场认可。在开启开放生态战略的同时，地平线重磅发布一系列突破性技术产品与解决方案，包括：面向全场景整车智能的中央计算芯片——地平线征程 5、以征程 5 为基础的高性能大算力整车智能计算平台、开源安全实时操作系统 TogetherOS、集成全场景自动驾驶和车内外联动体验于一体的 Horizon Matrix SuperDrive 整车智能解决方案。征程 5 是继征程 2 和征程 3 中国车规级人工智能芯片量产先河之后的第三代车规级产品，兼具大算力和高性能，单颗芯片 AI 算力 128TOPS，支持 16 路摄像头感知计算，其功耗仅为 30W，功耗比达 4.3TOPS/W，高于特斯拉 FSD 的 1TOPS/W。

黑芝麻高能耗比方案具备显著优势。黑芝麻研制的华山二号 A1000 系列单颗芯片算力最高可以达到 70TOPS，功耗小于 8W，单颗芯片能支持 L2+/L3 级自动驾驶系统。FAD 自动驾驶平台就是基于华山二号 A1000 芯片打造，单控制器最多可集成 4 颗华山二号 A1000 芯片，能够实现最大 280TOPS 的算力。拥有强大算力的同时，FAD 自动驾驶平台最高功耗仅几十瓦，能效比达到 6TOPS/W，而特斯拉最新的 HW3.0 自动驾驶电脑效能比仅有 2TOPS/W。

未来，车载芯片验证周期长，车厂导入阶段十分严谨，随着中国智能驾驶继续领跑全球，我们相信，地平线、黑芝麻、华为、芯驰、安霸等国产 SoC 厂商将广泛受益于市场爆发以及车厂差异化需求，市场将呈现百花齐放的局面。

表 23：主流自动驾驶芯片对比

芯片类别	AI 算力 (TOPS)	TDP 功耗 (W)	算力功耗比 (TOPS/W)	制程 (nm)	CPU 架构	GPU 架构	AI 运算部分	
英伟达	Tegra K1	-	-	-	28	-	192 核 Kepler	GPU
	Tegra X1	-	20	-	20	4*Cortex-A57+4*Cortex-A53	256 核 Maxwell	GPU
	Tegra Parker	20	80	0.3	16	8*Cortex-A57 4*Denver2	256 核 Pascal	GPU
	Xavier	30	30	1.0	12	8*Cortex-A77	512 核 Volta	GPU
	Orin	200	45	4.4	7	12*Cortex-A78	2048 核 Ampere	GPU
	Atlan	1000	-	-	-	Zeus	-	GPU+DPU
高通	Ride	700	130	5.4	5	第 6 代高通 Kryo CPU	第 6 代高通 Adreno GPU	SA9000B
	EyeQ3	0.256	2.5	0.1	40	MIPS Warrior 级 CPU	-	-
	EyeQ4	2.5	3	0.8	28	4*MIPSi-class、1* MIPSm-class	-	-

Mobileye	EyeQ5	24	10	2.4	7	MIPS Warrior 级 8*16500 CPU	多线程处理集群内核 比图 像处理单元 GPU	-
	EyeQ6	67	17	3.9	7	4*Tremont	-	-
	Ultra EyeQ	176	-	-	5	12*RISC-V(24 线程)	Xe-LP	-
地平线	征程 2	4	2	2.0	28	2*Cortex-A53	-	2 核 BPU
	征程 3	5	2.5	2.0	16	4*Cortex-A53	-	2 核 BPU
	征程 5	96	25	3.8	7	-	-	2 核 BPU
华为	昇腾 310	16	8	2.0	12	4*A73 +4* A53	Mail G51	NPU
	昇腾 910	640	310	2.1	7	-	-	32 核 NPU
黑芝麻	华山一号 A500	5.8	-	>4	16	-	-	ASIC
	华山二号 A1000	58(INT8) 116(INT4)	<8	7.25(INT8) 14.5(INT4)	16	8 核	-	ASIC
	华山二号 A1000L	16	<5	>3.2	16	6 核	-	ASIC
特斯拉	FSD	144	72	2.0	14	ARM Cortex A72	ARM Mali GPU	ASIC
	DOJO	362	<400	-	7	ASIC	-	ASIC

资料来源：腾讯数码，雷锋网，佐思汽车研究，芯智讯，车云，超能网，各公司官网，德邦研究所整理

5. 车用存储芯片：规模快速增长，具备国产自主可控需求

5.1. 智能化推动存储需求

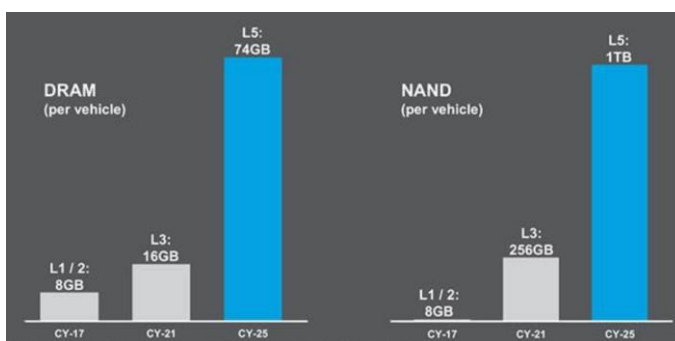
自动驾驶、车机系统、互联通信系统等对 DRAM 的带宽和容量要求提高。自动驾驶以及智能座舱应用将产生大量的数据交互，对 DRAM 的带宽和容量的需求也相应提升。L4~L5 自动驾驶能力的视觉处理可以包含多达 12 个摄像头，分辨率高达 800 万像素，60 帧/秒的刷新率和 16 位深度，需求数据流速率达到近 10 GB/s。而自动驾驶的边缘计算对带宽的要求更高，根据美光科技官网，L4 及更高级别的自动驾驶内存带宽要求可能超过 1TB/s。根据集邦咨询，特斯拉 Model S/X 导入了当时频宽最高的 GDDR5 内存，DRAM 使用量为 8GB，而 Model 3 则上升至 14GB，预计下一代车型搭载的 DRAM 还将继续上升。

出于功耗方面的要求，LPDDR 逐渐成为主流。LPDDR 最初是出于低功耗的考虑为移动设备设计的。而随着汽车算力需求的增加与电动化，能耗问题同样成为汽车 DRAM 需要考虑的方面。数字中控、前后传感器和利用车内摄像头的驾驶员监控系统都可以使用 LPDDR DRAM 以满足功耗控制的要求。

自动驾驶产生大量实时数据，推动 NAND 需求指数级增长。自动驾驶产生大量的道路和环境数据，并根据安全和功能需要对数据进行处理和保存，从而产生了大容量 NAND 存储的需求。根据美光科技官网的数据，L1/L2 级别的自动驾驶需要 8GB 的 NAND 容量，而 L3 为 256GB，到 L5 的时候需要 1TB，自动驾驶技术升级对 NAND 需求的刺激呈现指数级的增长。

随着车载系统的信息处理能力增加，车载娱乐、ADAS、电子仪表盘和车载信息四大系统升级均要求使用更大容量 NAND。对于车载娱乐系统，以往通常以音视频播放等需求为主，未来可能会诞生游戏等娱乐需求，如特斯拉车机平台支持 3A 游戏，随各类运算需求的拓展，随之而来的是数据存储用量的提升。根据美光科技，从车载存储的技术来看，车载 Flash 存储器多为 eMMC，数据存储用量提升后，性能更好的 UFS 存储有望逐渐渗透。

图 51：不同级别智能驾驶对存储的需求



资料来源：美光科技 2018 Analyst&Investor Day，德邦研究所

图 52：汽车各系统对存储的需求

Usage in car	DRAM	NAND
Infotainment & Digital Cluster	4 - 64 GB	64 - 512 GB
ADAS / Autonomous Driving	4 - 64 GB	8 - 32 GB
Connectivity	0.5 - 2 GB	4 - 32 GB
Rear-Seat Entertainment	4 - 16 GB	64 - 256 GB
HD-Maps	0.5 - 1 GB	8 - 512 GB
Accident recording	1 - 4 GB	8 - 512 GB

资料来源：hynix 官网，德邦研究所

预计到 2025 年全球汽车 DRAM 规模达 46 亿美元，中国达 13 亿美元。根据美光科技在 2018 Analyst&Investor Day 上的介绍，L1 和 L2 智能车 DRAM 平均需要 8GB，L3 增加到 16GB，L5 增加到 74GB。我们假设各智能化级别汽车 DRAM 需求量随着系统迭代升级仍会略有提升，结合不同等级 ADAS/自动驾驶的渗透率假设，我们计算出全球平均单车 DRAM 需求量 2020 年到 2025 年有望从 4.6GB 增加到 10.2GB；DRAM 价格由于迭代升级平稳上涨，由此我们测算出 2025 年全球汽车 DRAM 的规模达到 46 亿美元，5 年 CAGR 为 29.6%；中国达到 13.07 亿美元，5 年 CAGR 为 35.4%。

表 24: 汽车 DRAM 市场规模测算

	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
各等级单车 DRAM 需求量 (G)						
L0	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
L1	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0
L2	8.0	8.4	8.8	9.2	9.6	10.0
L3				16.0	18.0	20.0
L4+				32.0	35.0	38.0
全球平均	4.6	6.1	7.0	8.8	9.5	10.2
中国平均	3.2	4.0	4.7	6.6	7.7	8.8
DRAM 单价 (美元/Gb)						
	3.5	4.5	4.2	4.5	4.7	5.0
全球汽车销量(万辆)						
	7877	8268	8327	8483	8747	9020
全球汽车 DRAM 规模 (亿美元)						
	12.60	22.68	24.31	33.48	39.08	46.00
增速						
		80.02%	7.17%	37.76%	16.71%	17.72%
中国汽车销量(万辆)						
	2531	2628	2706	2788	2871	2957
中国汽车 DRAM 规模 (亿美元)						
	2.87	4.74	5.38	8.24	10.41	13.07
增速						
		65.11%	13.45%	53.24%	26.32%	25.60%

资料来源: OICA、IC Insights、TrendForce、德邦研究所测算

预计到 2025 年全球汽车 NAND 规模达 98 亿美元, 中国达 30 亿美元。根据美光科技, L1 和 L2 智能车 NAND 需求差别不大, 平均需要 8GB, L3 增加到 256GB, L5 增加到 1TB。我们假设 L0-L3 单车 NAND 需求量随着系统逐渐迭代升级略有提升, 结合不同等级 ADAS/自动驾驶的渗透率假设, 算出全球平均单车 NAND 需求量 2020 年到 2025 年有望从 9.9GB 增加到 54.2GB, 中国从 9.0GB 增加到 51.8GB; 假设 NAND 价格呈平稳下降趋势, 我们测算出 2025 年全球汽车 NAND 的规模达到 97.8 亿美元, 5 年 CAGR 为 38.1%; 中国达到 30.6 亿美元, 5 年 CAGR 为 42.8%。

表 25: 汽车 NAND 市场规模测算

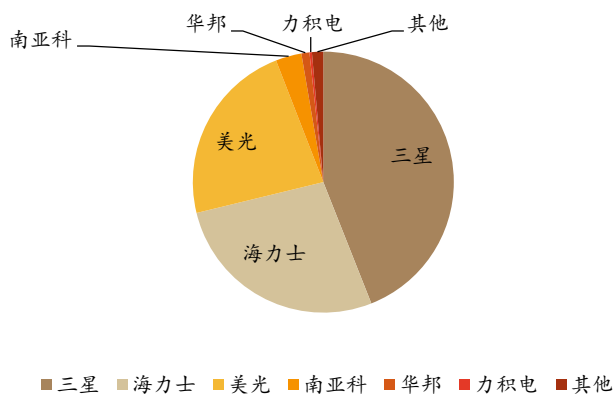
	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
各等级单车 NAND 需求 (G)						
L0	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
L1	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0
L2	32.0	32.0	64.0	64.0	64.0	64.0
L3				256.0	256.0	256.0
L4+				512.0	512.0	512.0
全球平均	9.9	13.1	24.0	43.2	49.4	54.2
中国平均	8.2	10.0	18.3	41.0	46.7	51.8
NAND 单价 (美元/Gb)						
	2.5	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0
全球汽车销量(万辆)						
	7877	8268	8327	8483	8747	9020
全球汽车 NAND 规模 (亿美元)						
	19.46	27.03	46.02	80.53	90.70	97.77
增速						
		38.92%	70.28%	74.97%	12.63%	7.80%
中国汽车销量(万辆)						
	2531	2628	2706	2788	2871	2957
中国汽车 NAND 规模 (亿美元)						
	5.16	6.56	11.40	25.16	28.16	30.63
增速						
		27.00%	73.91%	120.64%	11.92%	8.75%

资料来源: OICA、美光科技、德邦研究所测算

5.2. 存储行业份额集中，国内厂商未来可期

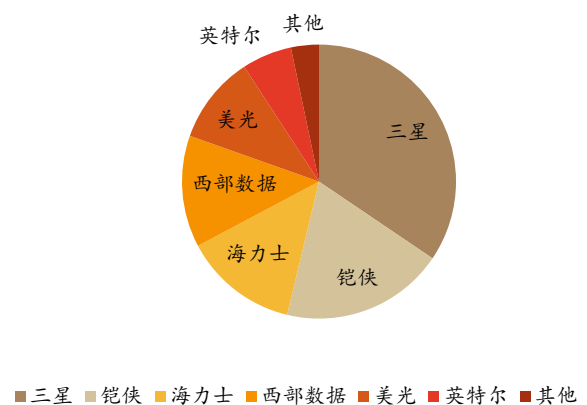
车载 DRAM 为利基型市场，格局呈现寡头集中。根据与非网，在车载领域，存储产品不具生产标准化特点，而且对成本敏感性较低，因此竞争格局有所不同，三大行业龙头中仅美光有所投入，因此美光近年来均位居车载易失性存储领域第一名，市场份额超过 40%，北京矽成位居行业第二名，市场份额约为 15%，南亚科技、三星电子、SK 海力士、赛普拉斯等位居其后。美光科技以近五成的市占率作为该领域的龙头，因其具备地缘优势，且与欧美 Tier-one 车厂合作的时间较长，加上该公司产品也最齐全，从最传统的 DDR 到 DDR4、LPD2 到 LPD5 及 GDDR6，至 NAND、NOR Flash 皆有提供。南亚科、华邦皆持续推出更多元的类别。南亚科除了拥有从 DDR 到 DDR4、LPDDR 到 LPDDR4X 完整的产品组合外，在制程节点上也已大量导入 20nm，且拥有成熟稳定的良率。根据 TrendForce，利基 DRAM 占南亚科营收比重超过六成，其中又有近 15% 来自于车用。华邦在车用领域深耕超过 10 年，具备的产品线优势，从 specialty DRAM、mobile DRAM、NOR Flash、SLC NAND、到组合式 MCP，产品组合相当完整。华邦车用相关业务已占存储器总营收 10% 以上且持续成长。

图 53：2021Q3 DRAM 厂商市场份额



资料来源：TrendForce，德邦研究所

图 54：2021Q3 NAND 厂商市场份额



资料来源：TrendForce，德邦研究所

车载存储更看重稳定性，一致性要求，对存储密度和制程的追求不及消费级。车载存储同样要符合车规级的要求，根据 OFWeek 网，车规级芯片对产品的可靠性、一致性、外部环境兼容性等方面的均有更高的要求。为追求稳定性，当前存储芯片仍以 2D 结构为主，反观消费级因为追求更高的存储密度和性价比，已经以 3D 结构作为 DRAM 与 NAND 的主流芯片架构。

车载存储的客户认证壁垒较高。由于前期汽车存储的市场较小，行业头部的三星、海力士等均没有较大的投入，也不具备齐全的车规产品线。而汽车存储产品的生命周期更长，技术和型号更新迭代节奏更为缓慢，一旦通过了客户认证，即可满足大部分需求。同时车规存储芯片的认证周期相对漫长，新产品往往 3-4 年之后才能在车上大规模量产。因此当前市场中与汽车厂商密切合作的客户享有较大的先入优势。同时这些企业也能够更熟悉汽车对于存储产品的参数需求，从而做定制化的改进，进一步稳固自己的行业地位。

存储芯片涉及到数据安全性问题，存在国产供应链自主可控需求。未来汽车的存储芯片上将存放大量的行车道路数据，切实关系到国家的数据安全。存储芯片作为这些数据的直接载体，对于安全性更为敏感。在消费级存储领域，长江存储与合肥长鑫等企业已经有较好的积累和进展，为国产存储芯片自主可控奠定了很好的基础。在车规存储领域，兆易创新、北京君正（收购 ISSI）等也在相继发力，已经储备了自己的 DRAM 设计技术，通过寻求与晶圆厂紧密合作的方式，有望实现车规存储的自主可控需求。

6. 图像传感器：伴随车载摄像头市场高速增长

6.1. ADAS 渗透率提升驱动起量，高性能要求提升附加值

车载摄像头即安装在汽车上以实现各种功能的光学镜头，主要包括内视摄像头、后视摄像头、前视摄像头、侧视摄像头、环视摄像头等。目前摄像头在车上主要应用于倒车影像（后视）和 360 度全景（环视），高端汽车的各种辅助设备配备的摄像头可以多达 8 个，用于辅助驾驶员泊车或触发紧急刹车。根据 ADAS 不同的功能需要以及安装位置，车载摄像头包括前视、环视、后视、侧视以及内置摄像头，不同位置的摄像头功能各异，是实现自动驾驶必不可少的构成部分。

图 55：车载摄像头主要分类及功能

安装部位	摄像头类型	功能	描述
前视	单目/双目/三目	牵引防撞预警、车道偏离预警、交通标志识别、行人碰撞预警	安装在前挡风玻璃上，视角45度左右；双目测距功能更好，但成本较单目高50%
环视	广角	全景泊车	安装在车四周，装配4个摄像头进行图像拼接以实现全景，加入算法实现道路感知
后视	广角	倒车影像	安装在后尾箱上，实现泊车辅助
侧视	普通视角	盲点监测	安装在后视镜下方部位
内置	广角	疲劳提醒、情绪识别、手势识别	安装在车内后视镜外监测扒车状态

资料来源：前瞻产业研究院，德邦研究所

车载摄像头产业链与手机类似，其中 CIS 价值量占比较大。图像传感器处于摄像头产业链上游，其他摄像头零部件包括光学镜头、音圈马达、滤光片、棱镜等；产业链中游为摄像头模组封装；下游为视频监控摄像头、手机摄像头、车载摄像头等应用终端。根据前瞻产业研究院，从摄像头的成本占比来看，图像传感器是成本占比最高的部分，占总成本超过 50%，镜头是成本占比第二高的部分，占比约 20%。另外，模组封装、马达、红外滤光片占比分别为 19%、6%、3%。

随着 ADAS 渗透率和自动驾驶等级的提升，未来单车车载摄像头用量将显著增加。我们认为该增量主要来自前视摄像头和环视摄像头用量的增加。根据我们对当前主要厂商 ADAS 方案的整理，较传统 1 前视+1 后视方案，随着自动驾驶渗透率的提升，1 前视+1 后视+4 环视将成为标配。随着自动驾驶级别进一步提升（L2 及以上），前视、侧视、内置摄像头用量均将进一步增加，单车摄像头数量将达到 8 颗及以上。根据英飞凌，L2 级别需要 1 个以上光学摄像头模组，L2+/L3 级别需要 4 颗以上，而 L4/L5 则需要 8 颗以上。我们整理了当前各个品牌车型的摄像头数据，出于未来性能升级和安全冗余的考虑，当前 L2 级别车型摄像头搭载量普遍在 5-8 颗，L2+及以上级别基本达到 8 颗以上。可以看到部分新推出或即将推出车型的摄像头搭载量达到了 11-13 颗，像素配置上也以 500-800 万高像素为主，车载光学市场正迎来加速放量阶段。

表 26：主要车企 ADAS 方案感知层硬件配置（参考值，不同车型间存在差异）：前视、环视提供摄像头主要增量

车企	搭载 ADAS 方案	ADAS 级别	上市/预计上市时间	前视	后视	环视	侧视	内置	总计	超声波雷达	毫米波雷达	激光雷达
特斯拉	Autopilot 1.0(Model S/Model X)	L2	2014	1	1	0	4	0	6	12	1	0
	Autopilot 2.0(Model 3/Model S/Model X)	L2	2016	3	1	0	4	0	8	12	1	0
	Autopilot 2.5(Model 3/Model S/Model X)	L2	2017	3	1	0	4	0	8	12	2	0
	Autopilot 3.0(Model Y/Model 3/Model S/Model X)	L2	2019	3	1	0	4	0	8	12	1	0

奔驰	DRIVE PILOT(新款 S 级/EQS)	L3	2022H2	1	1	4	0	1	7	12	5	1
蔚来	NIO Pilot(ES8/ES6)	L2	2018	1	0	4	0	1	6	12	5	0
	Nio Aquila(ET7/ET5)	L2	2021	4	3	4	0	0	11	12	5	1
理想	理想 ONE	L2	2020	1	0	4	0	0	5	12	5	0
	理想 X01	L4	2022H2	/	/	4	/	/	12	12	5	1
小鹏	XPILOT2.5(小鹏 G3)	L2	2019	1	0	4	0	0	5	12	3	0
	XPILOT3.0(小鹏 P7)	L2+	2020	3	1	4	4	1	13	12	5	0
	XPILOT 3.5(小鹏 P5/P7)	L2+	2021.09	3	1	4	4	1	13	12	5	2
	Xpilot 4.0(小鹏 G9)	L2+	2022Q3	2	1	4	4	1	12	12	5	2
比亚迪	BYD 汉	L2	2021	1	0	4	0	0	5	12	3	0
	DiPilot(比亚迪元 Plus)	L2	2022.02	1	0	4	0	0	5	12	3	0
广汽 AION	ADIGO3.0(AION LX/AION V)	L3	2021	3	1	4	0	0	8	12	6	3
	ADIGO4.0(Aion LX Plus)	L3	2022.01	3	1	4	4	0	12	12	6	3
北汽	极狐阿尔法	L3	2021	3	1	4	4	1	13	13	6	3
长城	咖啡智驾 (WEY 摩卡)	L3	2021	3	1	4	0	0	8	12	8	3
	Captain-Pilot 机长智驾系统(机甲龙)	L3	2022	2	1	4	4	0	11	12	5	4
哪吒	TA PILOT 4.0 (哪吒 S)	L2	2022	2	0	4	5	0	11	12	5	2
上汽	IM AD(智己 L7)	L4	2022	3	1	4	4	0	12	5	12	2
	PP-CEMTR (飞凡 R7)	L3	2022H2	3	1	4	4	0	12	12	6+2(4D 成像雷达)	1

资料来源：赛博汽车，汽车之家，小鹏官网，新出行，智车派，广汽官网，汽车之家，ev 世纪等、德邦研究所整理

预计到 2025 年全球汽车 CIS 规模达 49 亿美元，中国达 14 亿美元。基于以上统计，我们假设 23 年之后随着智能驾驶技术的成熟，各级别单车搭载的摄像头数量小幅提升，2020 年到 2025 年全球平均单车搭载摄像头数量从 2.9 颗增加到 6.7 颗，中国从 2.4 颗增加到 6 颗；假设 2M、5M、8M 像素的摄像头占比逐年提升，各像素摄像头单价最终回归稳定，2020-2025 年平均单价从 4.7 美元增长到 8.1 美元。我们测算出 2025 年全球汽车 CIS 的规模达到 48.92 亿美元，5 年 CAGR 为 36.0%；中国达到 14.27 亿美元，5 年 CAGR 为 40.5%。

表 27：汽车 CIS 市场规模测算

	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
车载摄像头数量						
L0	1	1	1	2	2	2
L1	4	4	4	6	6	6
L2	6	6	6	8	8	8
L3				8	9	10
L4+				12	13	14
全球平均	2.85	3.56	3.85	6.29	6.48	6.72
中国平均	2.20	2.53	2.79	4.98	5.50	5.98

像素占比						
0.3	32%	27%	21%	15%	10%	1%
1	45%	42%	40%	35%	28%	22%
2	20%	25%	30%	33%	37%	42%
5	2%	4%	6%	10%	15%	20%
8	1%	2%	3%	7%	10%	15%
单价						
0.3	3	3.1	2.7	2.7	2.6	2.6
1	4	4.1	4	3.5	3.5	3.5
2	8	8.1	8	7.5	7.5	7.5
5	10	11	10.5	10.5	10.5	10.5
8	13	14	13.5	13.5	13.5	13.5
平均	4.69	5.30	5.60	6.10	6.94	8.07
全球汽车销量(万辆)						
	7877.00	8268.00	8327.00	8482.51	8746.84	9020.31
全球汽车 CIS 规模(亿美元)						
	10.53	15.61	17.96	32.55	39.34	48.92
增速						
		48.28%	15.04%	81.22%	20.86%	24.37%
中国汽车销量(万辆)						
	2531.10	2627.50	2706.33	2787.51	2871.14	2957.27
中国汽车 CIS 规模(亿美元)						
	2.61	3.53	4.23	8.47	10.96	14.27
增速						
		35.01%	19.97%	100.19%	29.42%	30.24%

资料来源：ICV Tank，立鼎产业研究院，德邦研究所测算

6.2. 算法、硬件升级赋能车载 CIS 像素提升

汽车 CIS 由于其应用场景和安全性能要求，面临更多苛刻条件。根据电子发烧友网，汽车 CIS 由于其应用场景和安全性能要求，有一些特殊的要求：1) 因为行车过程中会有光线明暗对比强烈的场景，汽车图像传感器的动态范围要求往往较高，通常在 120dB-140dB 之间；2) 温度范围要求较高，参照车规芯片的要求，需要能够达到零下 40°C-105°C 也能正常工作；3) 对于低照度场景有比较高的要求，要求能够在夜间具有较好的分辨能力；4) 还需要解决交通信号灯、LED 路牌闪烁和伪影的问题。

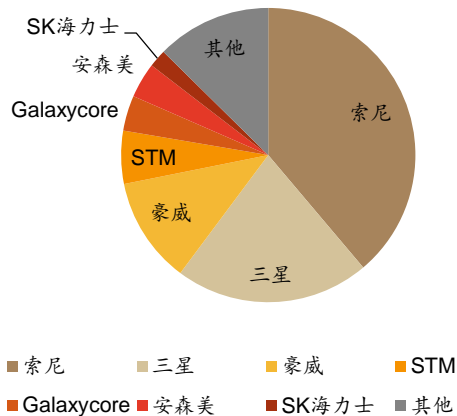
车身不同部位摄像头分辨率要求不尽相同，前视场景对分辨率要求最高，侧视和后视要求次之，环视要求最低。前视需要解决的场景最多，目标识别任务最复杂，需要有较高的图像分辨率来进行远处物体的识别，同时也需要有一定范围的视场角保障视野，比如对其他车道的车辆和横行的行人等作出检测，目前主流的高分辨率前视使用 800 万像素。而侧视和后视摄像头要求的检测距离不如前视，主要探测目标就是车身周围的移动目标，不需要识别红绿灯、路标等任务。目前 200~500 万像素摄像头完全可满足侧/后视的应用需求；环视摄像头要求相对更低，主要是提供车身周围的图像供人察看，还可用于感知辅助，比如当前车道线的检测。当前应用的环视鱼眼摄像头分辨率主要分布在 100 万像素-200 万像素之间。部分车型还配备有座舱内的摄像头，用于智能座舱的功能：如驾驶员疲劳检测、乘客行为感知等，一些汽车品牌为了提升其豪华和科技感，会在舱内配置高分辨率彩色的摄像头，用于满足娱乐和办公需求，比如自拍，开视频会议等。

高像素带来的优势有限，但像素逐渐升级仍然为大趋势。高分辨率摄像头具备更高的动态范围 (HDR) 和更优的 LED 频闪消除功能 (LFM)。但随着而来的是在夜间低照度条件下，感知效果会变差。我们认为随着算法和硬件的迭代升级，以及主机厂为未来升级留出的性能冗余的考虑，800 万像素在车中的应用占比会逐步增多，带动车载 CIS 平均单价提升。

6.3. 安森美为车载 CIS 龙头，国内厂商格局向好

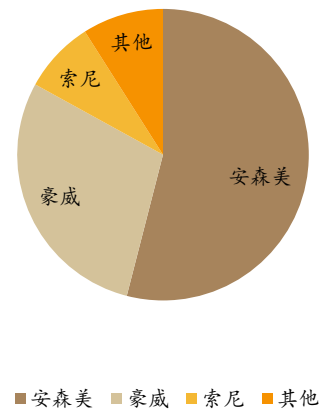
安森美车载 CIS 份额领先，优势在于布局车载较早，积累了丰富客户资源。根据 Yole，在整个 CIS 市场前三名索尼、三星、豪威 2020 年合计占据了 74% 的市场份额，在汽车市场份额领先的安森美在整个 CIS 市占率只有 4%。根据 Forst&Sullivan，2020 年安森美在汽车 CIS 占比为 54%，市场份额全球领先。安森美能够取得较高市场份额的原因主要在于原先车载 CIS 市场规模较小，头部玩家将精力主要集中于手机等应用，安森美通过较早的布局投入和收购，完成了客户积累，熟悉车载市场的发展趋势。汽车 CIS 同样面临较高的客户和验证壁垒，但面对汽车 CIS 未来广阔的市场前景，其他 CIS 巨头也相继选择发力汽车市场，该市场竞争将会更加激烈。

图 56：全球 CIS 市场份额分布（2020）



资料来源：Yole，德邦研究所

图 57：车规级 CIS 竞争格局（2020）



资料来源：Frost & Sullivan，德邦研究所

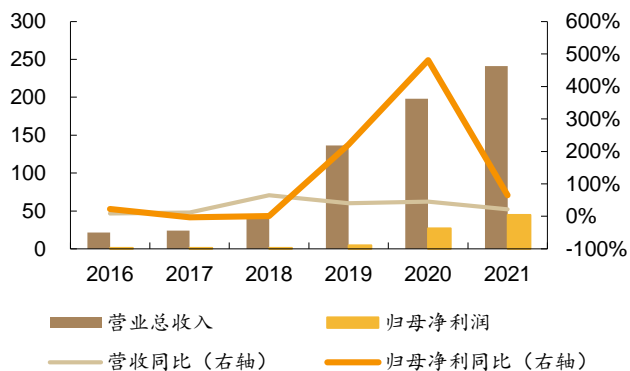
国内厂商技术成熟，已具备较强竞争力。国内韦尔股份、思特威等企业已经有较好的汽车 CIS 上的技术积累，根据公司公告，韦尔股份在车用图像传感器领域有着近十六年的研发经验，客户覆盖了欧美主要的汽车品牌客户。近年来，公司在原有的欧美系主流汽车品牌合作基础上，也大量的导入到了国内传统汽车品牌及造车新势力的方案中。思特威在 2020 年收购深圳安芯微电子，实现车载产品线的拓展，在后装市场大量出货，并凭借 SC100AS 及 SC1330AS 两颗产品打开前装夜视影像市场。随着车载 CIS 市场快速成长，这一细分市场逐渐得到 CIS 头部玩家的重视，预计未来竞争格局可能发生变化，国产厂商料将占据可观的市场份额。

7. 相关标的与投资建议

7.1. 韦尔股份

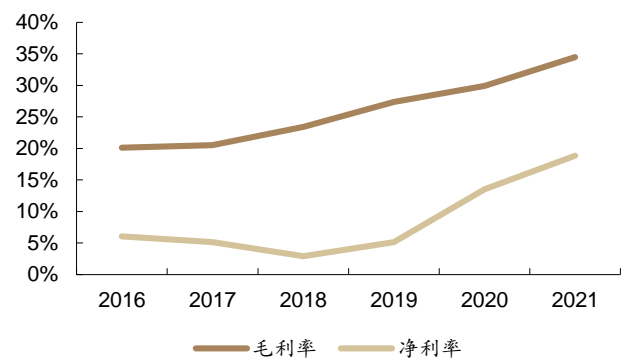
韦尔半导体是国内老牌的半导体分立器件和电源管理 IC 等半导体产品设计厂商，2019 年韦尔股份收购豪威集团和思比科，豪威科技是全球第三大的 CMOS 图像传感器厂商，思比科是国内领先的 CMOS 图像传感器厂商。2020 年公司收购 Synaptics TDDI 和吉迪思等业务，至此，公司在手机业务形成了以 CIS 业务为核心的包括图像传感器解决方案、触控与显示解决方案和模拟解决方案等三大业务体系的布局。21 年公司实现营收 241.04 亿元，同比增长 21.59%，归母净利润为 44.76 亿元，同比增长 65.41%。毛利率与净利率均实现稳步提升。

图 58：韦尔股份营收、归母净利润及增速（亿元）



资料来源：Wind，德邦研究所

图 59：韦尔股份毛利率和净利率



资料来源：Wind，德邦研究所

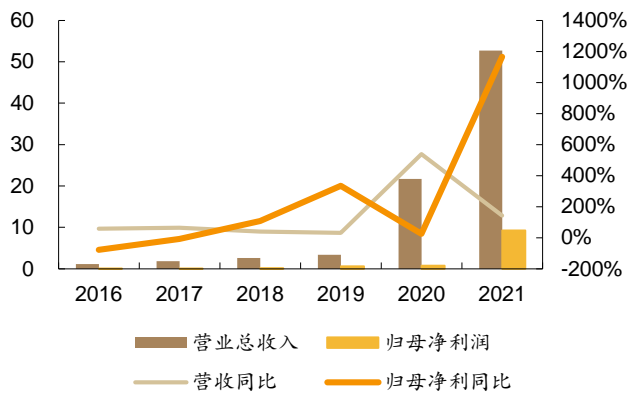
以 CIS 为核心多领域战略布局，持续赋能公司中长期快速发展。在车载 CIS 领域，豪威市占率全球第二。公司在车载 CIS 芯片方面技术积累较久，有望进一步抢占安森美的市场空间，为公司带来新的增量。在医疗领域，公司研发的 CCC 技术产品可以提供图像传感、处理和单芯片输出的全部功能，在充分保障低光敏感度的同时，将晶圆级光学器件与 CMOS 图像传感器创新性结合，在内窥镜等医疗设备领域表现突出，有望充分受益于医疗器械国产化趋势所带来的国产医疗器械高速发展黄金时代。在 AR/VR/CIS 领域，公司前瞻布局，推出 OVM7251 和 OVM6211，采用 CCC 技术的微型定焦摄像模组产品竞争优势明显，有望深度受益 AR/VR 行业的发展。手机、汽车、安防、医疗多领域携手共进，助力公司实现中长期快速增长。

深度布局汽车半导体，与 CIS 形成协同效应。公司充分完善全球战略性布局，凭借图像传感器解决方案、模拟半导体解决方案和触屏显示解决方案三大业务体系优势互补。除围绕豪威 CIS 业务和 LCOS、TDDI 等技术的深度布局，韦尔在 MCU、PMIC 和 POWER 等通用芯片领域也有诸多技术和产品积累。目前公司已有 LDO 产品通过车规认证，MCU 产品有望在 2022 年 H1 完成送样。

7.2. 北京君正

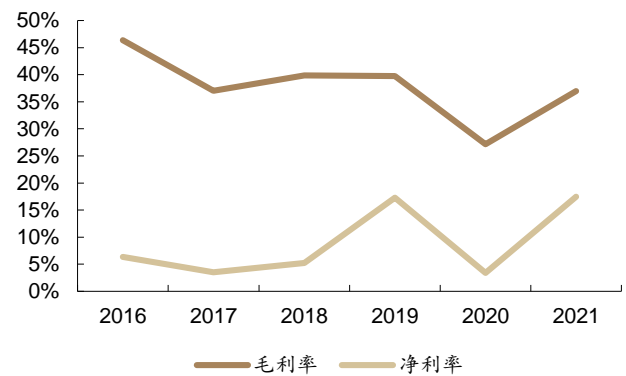
北京君正 2005 年成立，2011 年在创业板上市，由国产微处理器的最早倡导者发起。公司两条核心产品线为微处理器芯片和智能视频芯片，聚焦物联网和消费电子领域。2020 年通过并购北京矽成，公司拥有了完整的存储器产品线、模拟芯片产品线，并积极进军汽车电子、工业电子市场。2021 年，公司实现营收 52.74 亿元，同比增长 143.07%；归母净利润 9.26 亿元，同比增长 1165.27%；毛利率、净利率分别为 36.96% 和 17.47%；公司业绩大幅增长主要得益于公司各产品线市场需求旺盛，对产业链积极管控，并拓展新客户。

图 60：北京君正营收、归母净利润及增速（亿元）



资料来源：Wind，德邦研究所

图 61：北京君正毛利率和净利率



资料来源：Wind，德邦研究所

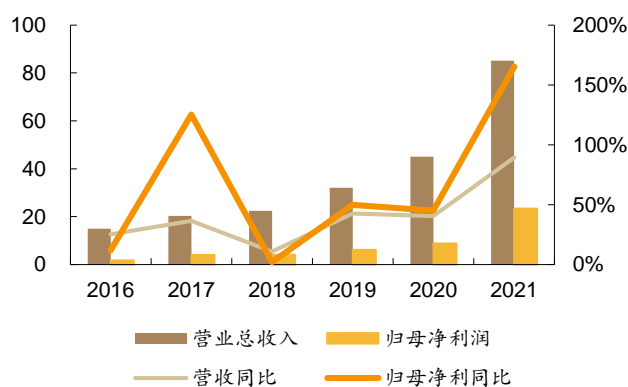
车载存储龙头，车规 SRAM 市场全球第一。北京矽成在存储器领域耕耘三十多年，形成了一套完整的技术体系和工程保障体系。根据 Omida 统计，2021 年度北京君正 DRAM、SRAM、Nor Flash 产品收入在全球市场中分别位居第七位、第二位、第六位，处于市场前列。目前北京矽成在车规 SRAM、车规 DRAM 市场份额领先，提供有竞争性的车规存储产品，如 DDR4、LPDDR4，也向客户提供从 DDR 到 DDR3 非常丰富的产品服务，主要定位于差异化市场，具有很好的成长性。

多元化车规产品布局，拥有车规市场的成熟体系。自北京矽成逐步建设面向车规级的质量体系，如 ISO9001，ISO14001，IATF16949，AEC-Q100 和 ISO26262 等。在车规市场的成熟体系下，公司不断丰富车规芯片的种类，从车规 SRAM、DRAM 产品线，扩充到车规 Flash 产品线、车规模拟产品线，近几年又增加了面向汽车等行业市场的连接芯片，以及少批量的用于车内照明控制和触控的 MCU 芯片，为公司提供持续的发展动力。

7.3. 兆易创新

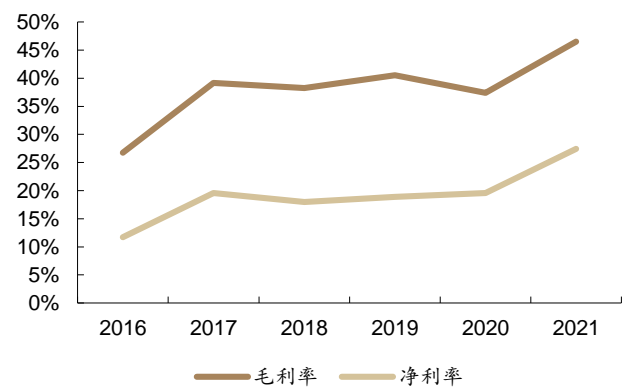
兆易创新 2005 年在北京成立，2016 年在上交所上市，是国内存储器和 MCU 双龙头。公司核心产品线为存储器、32 位通用型 MCU 及智能人机交互传感器芯片及整体解决方案，为工业、汽车、计算、消费类电子、物联网、移动应用以及网络和电信行业的客户提供全方位服务。2021 年，公司实现营收 85.10 亿元，同比增长 89.25%；归母净利润 23.37 亿元，同比增长 165.33%；毛利率、净利率分别为 46.54% 和 27.42%，创 5 年来新高；公司业绩大幅增长主要得益于市场供需紧张带来的量价齐升。

图 62：兆易创新营收、归母净利润及增速（亿元）



资料来源：Wind，德邦研究所

图 63：兆易创新毛利率和净利率



资料来源：Wind，德邦研究所

NOR Flash+通用 32 位 MCU 双龙头。据兆易创新官网，公司 NOR Flash 保

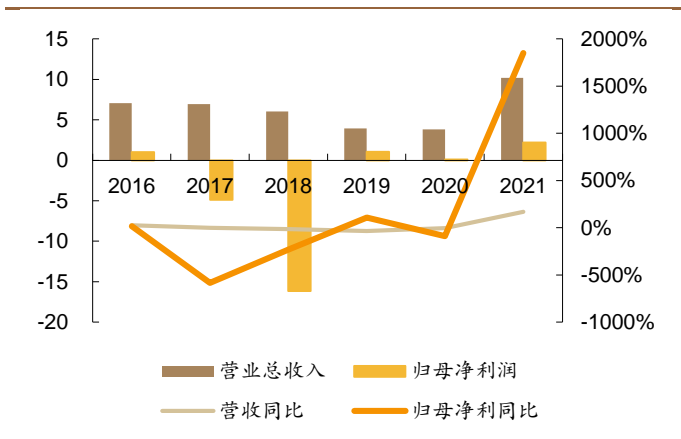
持技术和市场的领先，国内市场占有率排名第一，同时也是全球排名前三的供应商之一，累计出货量近 160 亿颗，年出货量超 28 亿颗；公司是全球首个推出基于 RISC-V 内核的 32 位通用 MCU，力求打造“MCU 百货商店”，已成功量产 28 个通用 MCU 系列，并以累计超过 6 亿颗的出货数量，超过 2 万家客户数量，28 个系列 370 余款产品选择所提供的广阔应用覆盖率稳居中国本土首位。

车规级闪存全线量产，积极拓展车规级 MCU。公司 GD55 的 2G 大容量产品通过了车规 AECQ-100 认证，SPI NOR Flash 车规级产品 2Mb~2Gb 容量已全线铺齐。经过多年市场耕耘，公司 GD25 车规级存储全系列产品已在多家汽车企业批量采用，主要应用于车载辅助驾驶系统、车载通讯系统、车载信息及娱乐系统、电池管理系统等。公司 GD32 系列 MCU 已用于汽车后装市场，如汽车导航、T-BOX、汽车仪表、汽车娱乐系统等，目前公司第一颗车规级 MCU 产品已流片，主要面向通用车身市场，力争 2022 年中左右实现量产。

7.4. 国民技术

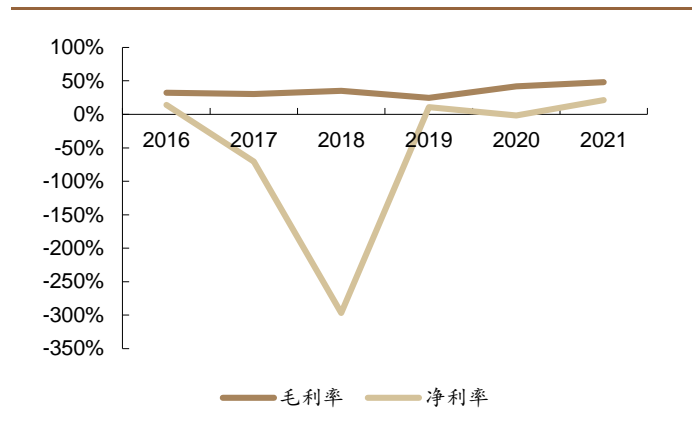
国民技术成立于 2000 年，源于国家“909”集成电路专项工程，2010 年在创业板上市，是国内安全芯片、通用 MCU 领军企业。公司芯片产品覆盖网络安全认证、通用微处理器、可信计算、无线通信四大类。2018 年公司收购了斯诺实业 70% 股权，新增锂离子电池负极材料业务，发力新能源方向。2021 年，公司实现营收 10.18 亿元，同比增长 168%；归母净利润 2.19 亿元，同比增长 1849.09%；毛利率、净利率分别为 47.98% 和 21.15%，盈利能力提升；公司业绩大幅增长主要得益于通用 MCU 和负极材料及加工业务销售收入增加。

图 64：国民技术营收、归母净利润及增速（亿元）



资料来源：Wind，德邦研究所

图 65：国民技术毛利率和净利率



资料来源：Wind，德邦研究所

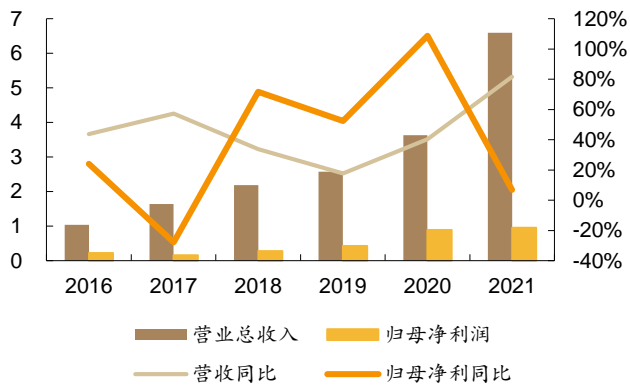
依靠安全 SoC 技术积累，打造特色全面的 MCU 产品线。公司目前已成为国内 USBKEY 芯片、蓝牙 KEY 芯片和智能卡芯片行业市场的主要供货商之一，也是国内最大的可信计算芯片厂商。凭借 SoC 长期的技术积累，公司通用 MCU 产品内置嵌入式高速闪存、低功耗电源管理，集成数模混合电路，并内置硬件密码算法加速引擎以及安全单元，具有高集成度、高性能、低功耗、高可靠性等特色，已实现批量供货，通用 MCU 芯片产品已经形成相对丰富且具有市场竞争力的产品布局。

安全芯片全面进入汽车领域，MCU 从后装向前装市场拓展。目前国民技术系列安全芯片已经在 T-Box、ETC/OBU、OBD 等车载设备上获得大量应用，特别是 N32S032 安全芯片具备国密二级和全金融资质，并同时获得 EAL5+ 高级别安全认证和 AEC-Q100 Grade2 车规认证；公司 MCU 从后装市场切入，创新打造的 N32G 系列已经开始在车身控制、汽车照明、智能座舱、汽车电源等汽车电子后装市场进行导入并批量应用。公司在车载 MCU 前装市场也取得进展，目前已有 MCU 产品进行了车规认证。

7.5. 芯海科技

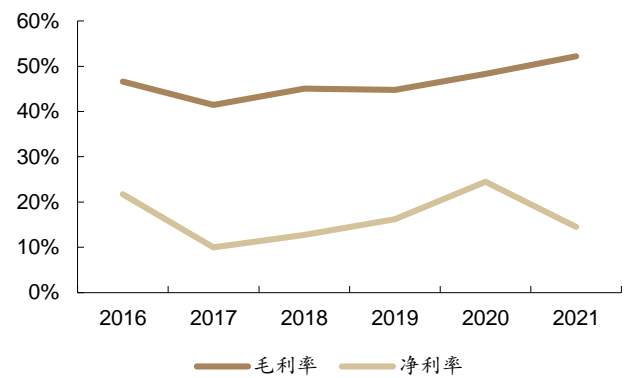
芯海科技成立于 2003 年，总部位于深圳，2020 年在科创板上市，是一家集感知、计算、控制、连接于一体的全信号链集成电路设计企业。产品方案广泛应用于智慧健康、智能手机、消费电子、可穿戴设备、智慧家居、工业控制、工业测量、汽车电子等领域。2021 年，公司实现营收 6.59 亿元，同比增长 81.67%；归母净利润 0.96 亿元，同比增长 7.05%；毛利率、净利率分别为 52.18% 和 14.51%，盈利能力提升；公司业绩大幅增长主要得益于行业景气度高、需求持续旺盛，叠加管理效率提升，各产品线均实现增长。

图 66：芯海科技营收、归母净利润及增速（亿元）



资料来源：Wind，德邦研究所

图 67：芯海科技毛利率和净利率



资料来源：Wind，德邦研究所

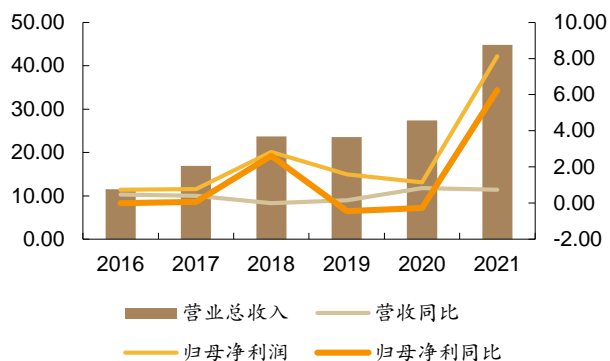
高精度 ADC 龙头，打破国外垄断。国内在高精度 ADC 设计领域一直以来处于被外国垄断的局面，公司深耕模拟信号链芯片十年，2011 年公司推出了 24 位低速高精度 ADC 芯片 CS1232，在同类型芯片中达到行业较高水准，目前处于行业内领先水平；在低速高精度 ADC 芯片基础上，公司还成为了业内首家采用微压力应变技术并量产压力触控 SoC 芯片的企业，2017 年实现量产并产生收入。目前公司的压力触控已经被应用于手机、TWS 耳机、压力笔、智能音箱等众多应用场景。

募资汽车 MCU 芯片研发，全面进军汽车电子。公司 CS32F 系列 MCU 已经进入汽车后装市场，适用于汽车中控屏等应用，首颗车规级信号链 MCU 已于去年底通过 AEC-Q100 认证并导入汽车前装企业的新产品设计。此外，公司已经与德国莱茵达成战略合作，希望通过与莱茵的合作从芯片设计到工艺、供应链、质量、体系建设等流程上保证芯片功能安全。2022 年，公司募资研发可应用于汽车动力总成、底盘安全、车身控制、信息娱乐系统等方面的 MCU 芯片，标志着公司全面进军汽车电子。

7.6. 晶晨股份

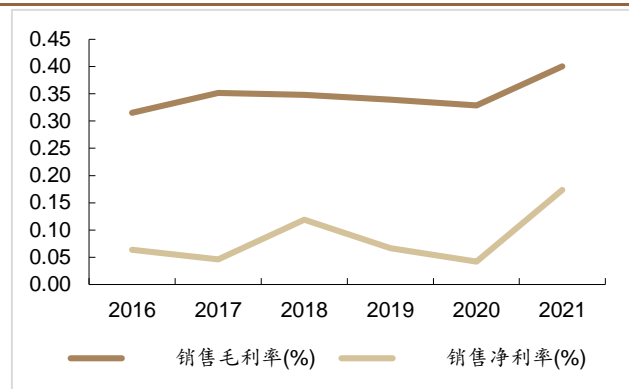
晶晨成立于 2003 年，公司致力于多媒体智能终端应用处理器芯片的研究开发，具体细分为智能机顶盒 SoC 芯片、智能电视 SoC 芯片、AI 音视频系统终端 SoC 芯片、WIFI 和蓝牙芯片以及汽车电子芯片。目前，公司已经成为国内最大的智能机顶盒 SoC 芯片和全系统解决方案供应商之一，多年占据 OTT 智能机顶盒市场份额第一。2016-2021 年，晶晨营收从 11.5 亿增长至 44.77 亿，CAGR 为 31.2%。2021 年实现归母净利润 8.12 亿，2016-2021 年 CAGR 为 61.9%。公司毛利率与净利率整体稳步提升。

图 68：晶晨股份营收及归母净利润（亿元）



资料来源：Wind，德邦研究所

图 69：晶晨股份利润率



资料来源：Wind，德邦研究所

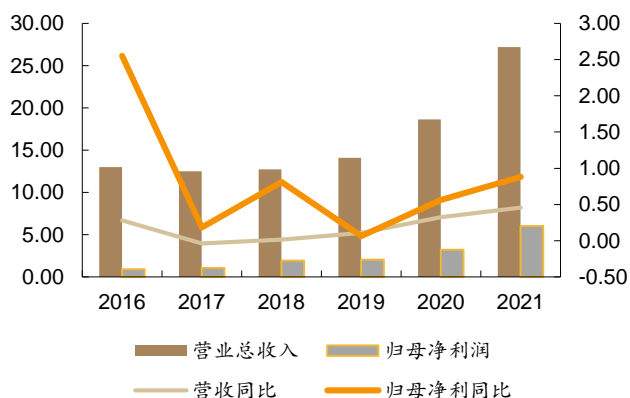
高端客户先行，自上而下开拓汽车市场。汽车自动化、智能化、网联化的趋势带动了汽车电子芯片的市场需求，尤其是对于芯片计算和数据处理能力、图像和视频处理能力等需求提升，为汽车电子芯片市场带来新的发展契机。2021 年，公司在汽车电子芯片领域持续投入，V 系列汽车电子芯片销量稳步提升。该类芯片目前主要应用于车载信息娱乐系统，产品采用业内领先 12 纳米制程工艺，内置神经网络处理器、支持图形、视频、影像处理和远场语音功能，支持 AV1 解码，符合车规级要求。搭载该芯片的林肯等高端品牌车型已在海外销售。在高端客户的认可下，公司有望加快推广车规级产品。

AIoT 主控未来增长空间广阔，发力海外业务打造自身护城河。AIoT 设备在智能家居、教育、安防，商用等应用场景逐渐落地，对其中主控 SoC 的需求量显著提升，未来市场增长空间广阔。公司智能机顶盒和智能电视芯片业务持续发展，产品已通过海外知名客户和运营商验证，处于快速增长的阶段。AI 音视频终端 SoC 产品与谷歌、亚马逊等品牌客户深度合作，构建强大的物联网生态。公司的海外业务布局拥有成本优势，凭借优质的客户群和 SoC 平台优势打造自身护城河。同时公司坚持先进技术研发，未来有望丰富产品线，进一步开拓高端市场。

7.7. 瑞芯微

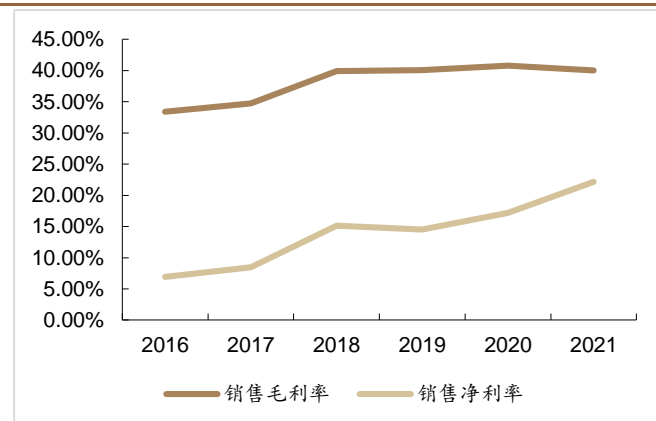
瑞芯微自 2001 年成立以来，专注于大规模集成电路及应用方案的设计、开发与销售，在智能处理 SoC 芯片领域积累雄厚经验，现已成长为国内领先的 SoC 设计企业。目前，公司紧抓 AIoT 应用市场机遇，AI 芯片实力强劲，进入智能安防、教育、汽车电子、智能家居等领域，下游应用不断拓展。2016-2020 年，瑞芯微营收从 12.98 亿元增长至 18.63 亿元，CAGR 为 9.45%。归母净利润不断攀升，2020 年实现归母净利润 3.20 亿元，2016-2020 年 CAGR 为 37.3%。

图 70：瑞芯微营收及归母净利润（亿元）



资料来源：Wind，德邦研究所

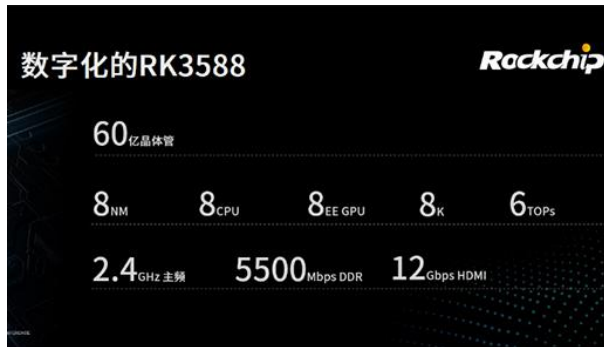
图 71：瑞芯微利润率



资料来源：Wind，德邦研究所

旗舰 AIoT 芯片后发制人，无缝切入智能座舱赛道。2021 年 12 月，瑞芯微发布旗下 8nm 旗舰芯片 RK3588M，该芯片集成了四核 Cortex-A76 和四核 Cortex-A55，CPU 运算能力达到 100K DMIPS，GPU 达到 512GFLOPS，NPU AI 算力达到 6TOPS，在计算、感知、显示、连接、多媒体、操作系统等方面具备强大性能。随后，瑞芯微也发布了基于 RK3588M 的智能座舱方案，最高可支持多达 16 路 1080P 摄像头输入、7 个 1080P 屏输出，紧扣市场需求与发展趋势。凭借着制程优势带来的强大算力，瑞芯微在智能座舱市场极具竞争力。

图 72: RK3588 特性



资料来源：瑞芯微官网，德邦研究所

图 73: 基于 RK3588M 的智能座舱方案



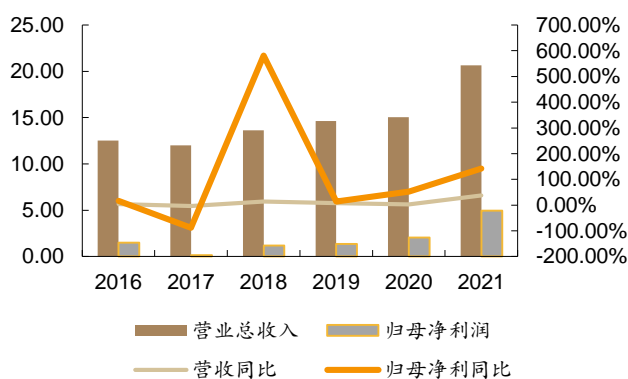
资料来源：瑞芯微官网，德邦研究所

ISP、AI 芯片技术实力强劲，有望在专业安防市场获得可观份额。公司在 ISP 和 AI 等安防芯片需求的功能上都有相应的技术沉淀。ISP 方面，2019 年公司完成第二代图像信号处理器（ISP）技术的研发，该技术具有超高动态处理、低噪声夜视能力，达到专业安防产品的要求；2020 年底公司完成第三代 ISP 的研发，进一步优化图像性能，已在新款通用人工智能应用处理器中使用。NVR 芯片的关键是多路视频编解码能力，RK3588 支持 32 路 1080P 解码，是国内海思高端安防芯片的少数替代方案，有望在专业安防市场获得可观的市场份额。凭借制程升级带来的性能提升，产品也可以向高端的应用领域拓展，如服务器、边缘计算等应用场景。

7.8. 全志科技

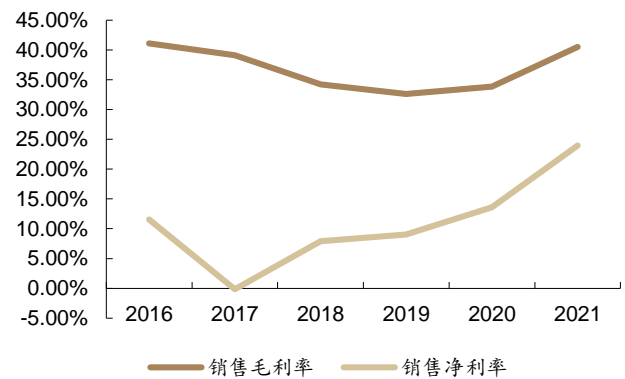
全志科技成立于 2007 年 9 月 19 日，2015 年于 A 股创业板上市。目前，公司的主营业务为智能应用处理器 SoC、高性能模拟器件和无线互联芯片的研发与设计，主要产品广泛适用于智能硬件、平板电脑、智能家电、车联网、机器人、虚拟现实、网络机顶盒等多个领域。2016-2020 年，全志科技营收从 12.5 亿元增长至 15.0 亿元，CAGR 为 4.66%。归母净利润整体波动向上，2020 年实现归母净利润 2.05 亿元，2016-2020 年 CAGR 为 8.3%。

图 74: 全志科技营收及归母净利润（亿元）



资料来源：Wind，德邦研究所

图 75: 全志科技利润率



资料来源：Wind，德邦研究所

前瞻布局智能车载芯片，享受先发优势。公司多年前就将车载芯片作为战略发展方向，将公司在消费电子领域的设计能力移植到汽车平台，全志科技在后装市场已经成为主流方案，每年有几百万出货量。在智能座舱前装市场被 NXP、Ti、高通等国外巨头瓜分时，2018 年，全志科技推出第一颗通过车规认证的国内自主平台型 SoC 芯片全志 T7，该芯片可以满足多个不同智能化系统的运行需求，让车企仅仅凭借一款芯片，就可以实现多种功能的开发，实现降本增效。目前，客户包括有一汽、长安、上汽，每年出货量超百万台，全志已经完成了在汽车市场的精准卡位。在产品通过主流验证后，后续的升级迭代将会较为顺利，利用这车载平台全志不断推进工艺制程落地，下一步将研发 12-14nm 芯片，拓宽服务面服务更多的车厂和车型，满足现有客户的更新换代的需求。

工控芯片国产替代空间巨大；智能家电市场极具潜力。市场研究机构 Gartner 的数据显示，全球工业芯片市场预计 2022 年达到 705 亿美元，2019-2022 年复合增长率在 13% 左右。其中，中国大陆 2019 年工业芯片实现销售收入 33.61 亿美元，占比仅 7%，国产替代空间巨大。通过车规芯片推进量产，全志积累了大量的品质、可靠性的经验，将车载领域技术转移到工控领域。且工控芯片与车载芯片有类似的壁垒，一旦完成导入便可以稳定供货且实现较高的毛利率。智能家电业务方面，冰箱、空调、洗衣机年销量约 3.2 亿台，根据 Omdia 统计，大型家电智能化比例仅 8%，若未来智能化渗透率达到 25% 或以上，则将打开约上亿颗智能家电 Soc 芯片市场。公司在车规芯片上积极投入，技术能力可以反哺工控、家电市场，利用消费类很大的基数来分摊工业、车规的研发费用，实现平稳运行。

8. 投资建议

综合比较汽车半导体的各个赛道来看，功率半导体下游需求确定性高，业绩弹性大，赛道较为优质。从半导体单车价值量的增量来看，短期内 igbt 为主的功率半导体增量最大，下游需求包括光伏、风电、工控等等，需求增长的确定性高，当前国内厂商进展顺利，产品性能向国际龙头看齐，存在较好的国产替代基础。汽车 MCU 和智能座舱的 Soc 芯片，当前处于放量的前期，未来市场空间可观，带来较好的业绩弹性，同时下游需求还包括工控、家电、AIOT 等等，相关厂商的成长性有充足保障，从 3-5 年维度来看会有较大的进展。自动驾驶相关芯片空间巨大，高级别自动驾驶技术壁垒高、难度大，还要考虑政策支持等因素，我们预计将在更长的时间维度落地和放量。

建议关注：功率芯片：时代电气、斯达半导、士兰微、宏微科技、华润微等；**MCU 设计厂商：**兆易创新、中颖电子、芯海科技、纳思达、杰发科技（四维图新子公司）等；**SoC 设计厂商：**北京君正、晶晨股份、瑞芯微、全志科技等；**CIS 板块：**韦尔股份、格科微等。

9. 风险提示

汽车智能化进程不及预期、电动化渗透率不及预期、市场竞争风险、技术路线变化风险

信息披露

分析师与研究助理简介

陈海进，德邦证券电子行业首席分析师，6年以上电子行业研究经验，曾任职于民生证券、方正证券、中欧基金等，南开大学国际经济研究院硕士，电子行业全领域覆盖。

叶晨灿，德邦证券电子行业研究助理，北京大学能源系硕士、物理学本科，2021年3月加入德邦证券。主要覆盖半导体设计、制造及封测相关板块。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

	类别	评级	说明
1. 投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅； 2. 市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	股票投资评级	买入	相对强于市场表现 20%以上；
		增持	相对强于市场表现 5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现 5%以下。
	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与 10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平 10%以下。

法律声明

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。