

中国智驾芯片新星，自研技术领先 叠加国产替代趋势引领快速发展

核心观点

黑芝麻智能是中国智驾芯片与解决方案领域新星，核心芯片产品为智能驾驶芯片华山系列、跨域融合舱驾一体芯片武当系列。随着中美就芯片管制与反击力度不断升级，主流市场将向国内厂商倾斜，黑芝麻智能有望成为智驾芯片国产替代的主要受益者之一。公司具有雄厚的技术实力，自研核心技术芯片 IP 图像处理 NeurallQ ISP 与车规级低功耗神经网络加速器 NPU-DynamAI NN 引擎，能快速响应需求完成产品迭代并实现差异化竞争，构建起公司的核心竞争优势。智驾芯片领域，依托高性价比定位，黑芝麻智能华山系列发力中算力芯片市场，未来随着 A2000 的量产，公司有望以较低的价格与不俗的算力水平在高算力市场占据一席之地。

摘要

黑芝麻智能是国内领先的车规级智能汽车计算芯片与解决方案供应商。公司成立于 2016 年，在 2024 年 8 月于香港交易所挂牌上市。公司供应产品包括智驾芯片、配套软件与成体系的智能驾驶解决方案。公司车规级 SoC 以华山系列与武当系列为核心产品，嵌入了公司自主开发的 ISP 和 NPU 的 IP 核。华山系列是专注于自动驾驶应用的高算力智驾芯片，华山 A1000 于 2020 年推出，2022 年量产，在 INT8 精度下能提供 58 TOPS 算力，是中国本土第一款具有自有 IP 核的高算力自动驾驶芯片；即将发布的 A2000 将采用 7nm 制程节点，实现 250+TOPS 算力，并能支撑 Transformer 等新一代算法架构。武当系列主要为 L2+ 自动驾驶及跨域计算设计的高算力 SoC，其结构利用异构隔离技术，将跨域算力集成并分配至各类应用场景，将有效提高数据处理速度，且显著降低 OEM 成本。

黑芝麻智能 (2533. HK)

首次评级

买入

崔世峰

cuishifeng@csc.com.cn

SAC 编号:S1440521100004

SFC 编号:BUI663

于伯韬

yubotao@csc.com.cn

SAC 编号:S1440520110001

SFC 编号:BRR519

程似骐

chengsiqizgs@csc.com.cn

SAC 编号:S1440520070001

SFC 编号:BQR089

发布日期：2024 年 12 月 18 日

当前股价：28.25 港元

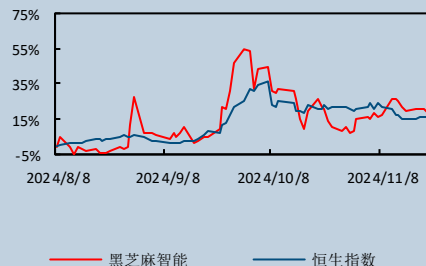
目标价格 6 个月：34.08 港元

主要数据

股票价格绝对/相对市场表现 (%)

1 个月	3 个月	12 个月
-5.38/0.71	25.64/15.06	/
12 月最高/最低价 (港元)		31.70/19.50
总股本 (万股)		56,916.93
流通 H 股 (万股)		56,916.93
总市值 (亿港元)		140.02
流通市值 (亿港元)		140.02
近 3 月日均成交量 (万)		24.53
主要股东		
单记章		11.73%

股价表现



智驾芯片赛道竞争激烈，国内厂商更可能实现突围。智驾芯片行业 and 手机芯片行业的发展历程存在很多相似之处，智能驾驶技术从 L1 向 L4 逐步演进的过程中，智驾芯片厂商经历了从 Mobileye 到英伟达/黑芝麻/地平线的洗牌。在这个过程中，特斯拉芯片从外购（Mobileye）转为自研，其他主流主机厂除了少量自研比较成功外（比如华为/蔚来/小鹏），大部分外购英伟达、Mobileye、黑芝麻和地平线的芯片。考虑到智驾行业广阔的增长空间和广泛的价格带，我们预计智驾芯片的自研和外购，高端和性价比市场将长期共存，英伟达在智驾 SoC 的地位类似于高通在手机 SoC 的地位，Mobileye 在智驾 SoC 的地位类似于联发科在手机 SoC 的地位。由于算力落后和算法封闭，未来 Mobileye 的市场地位将逐步被黑芝麻和地平线等国产厂商替代，并且不排除国内厂商未来会对英伟达产生冲击，类似于 4G 到 5G 阶段联发科对高通发起的挑战。不同于手机 SoC，智驾 SoC 竞争中国国内厂商更可能突围，主要因为中国新能源汽车在生产端和消费端都处在全球主导地位，且国内厂商在智驾芯片赛道和海外巨头的差距比手机芯片领域差距要更小。

自研芯片 IP 技术引领，舱驾一体潜力突出，乘国产替代东风快速发展。随着中美就芯片管制与反击力度不断升级，主流市场将向国产智驾芯片倾斜，黑芝麻智能有望成为智驾芯片国产替代的主要收益者之一。公司具有雄厚的技术实力，自研核心技术芯片 IP 图像处理 NeurallQ ISP 与车规级低功耗神经网络加速器 NPU-DynamAI NN 引擎，能快速响应需求完成产品迭代并实现差异化竞争，构建起公司的核心竞争优势。智驾芯片领域，依托高性价比定位，黑芝麻智能华山系列发力中算力芯片市场，未来随着 A2000 的量产，公司有望以较低的价格与不俗的算力水平在高算力市场占据一席之地。此外，公司还是除英伟达、高通外少数成功发布舱驾一体芯片解决方案的厂商，武当 C1200 系列采用 7nm 工艺制程，内置车规级高性能 CPU、GPU、DSP、NPU 和实时处理能力等，单芯片可以支持包括 CMS、行泊一体、整车计算、智能座舱、DMS 等跨域计算场景，相对英伟达 Thor 和高通 8775P 极具性价比。

风险提示：（1）宏观风险：国内经济面临下行压力，汽车终端需求不及预期；美联储降息进程低预期，拖累港股市场整体表现。（2）行业风险：智能驾驶发展进程低预期；城市 NOA 发展进程低预期；智驾芯片技术迭代、性能提升、成本控制、规模化量产不及预期；行业竞争日趋激烈；中美关系超预期发展，美国要求台积电停供大陆 7nm 芯片未来或影响国内汽车芯片厂商产品交付。（3）公司风险：公司技术迭代低预期，芯片算力提升低预期，新品发布进度低预期；客户流失风险；潜在的供应链风险导致产品交付低预期；毛利率改善低预期，扭亏节奏低预期。

目录

一、中国智驾芯片新星，盈利路径逐步清晰	1
（一）黑芝麻智能：中国领先的智驾芯片及解决方案供应商	1
（二）财务分析：营收高速增长，盈利路径逐步清晰	4
二、行业分析：多方玩家入局，智驾芯片赛道竞争激烈	7
（一）汽车芯片从 MCU 向 SoC 演进，广泛应用于智驾及座舱	7
（二）智能驾驶从 L2 向 L3+加速过渡，SoC 芯片加速渗透	8
（三）SoC 芯片推动架构变革与算力提升，CPU+GPU+ASIC 为主流架构	10
（四）多方玩家入局，智驾芯片赛道竞争激烈	12
（1）海外芯片巨头布局全球市场，引领智驾芯片加速迭代	12
（2）主机厂发力自研芯片	18
（3）国产芯片自研崛起，多家科技公司研发进入快车道	21
（4）竞争复盘：Mobileye 领先 L2 及以下，英伟达合作广泛领跑 L2+，中国厂商崭露头角	23
三、他山之石：从手机芯片市场看智驾芯片市场	27
（一）手机芯片：高通联发科引领中高端与中低端市场，苹果三星华为抢占份额	27
（1）高通——3G 时代强势崛起，中高端龙头地位稳固	29
（2）联发科——主导低端手机芯片市场，坐稳全球第二大手机芯片供应商	30
（3）苹果——以自研创新为核心竞争力，强大品牌影响力构建完整生态系统	30
（4）华为——国产自研实现追赶到领先的跨越，5G 美国制裁发展受阻	32
（二）手机芯片市场对智驾芯片市场有何启示？	33
（1）智驾芯片行业和手机芯片行业的发展历程存在很多相似之处	33
（2）不同于手机 SoC，智驾 SoC 竞争中国内厂商更可能突围	33
四、前景广阔：自研技术与国产替代双轮驱动	37
（一）自研芯片 IP 技术引领，舱驾一体潜力突出，乘国产替代东风快速发展	37
（1）自主完整技术实力构建核心竞争优势	37
（2）未来可期：智驾芯片高性价比叠加国产替代优势，舱驾融合实现错位竞争	39
（3）逐渐获得市场认可，业务规模快速增长	41
（二）黑芝麻与地平线比较	43
盈利预测与估值	45
风险分析	47

图目录

图 1：黑芝麻智能历史沿革	1
图 2：2023 年中国智驾芯片及解决方案供应商收入份额(%)	1
图 3：2022-2023 年中国高算力智驾芯片 SoC 出货量份额(%)	1
图 4：黑芝麻智能股权架构	2
图 5：黑芝麻智能收入与 YOY（百万元，%）	4
图 6：黑芝麻智能收入结构	4

图 7: 黑芝麻智能与同业毛利率对比 (%)	5
图 8: 黑芝麻智能整体毛利率与分业务毛利率(%)	5
图 9: 可比公司研发费用率对比	5
图 10: 可比公司销售费用率对比	5
图 11: 可比公司管理费用率对比	6
图 12: 可比公司期间费用率对比	6
图 13: 黑芝麻智能营业利润与营业利润率	6
图 14: 黑芝麻智能净利润与净利率	6
图 15: MCU 和 SoC 芯片示意图	7
图 16: 2022 年智能座舱 SoC 厂商收入份额 (%)	8
图 17: 2023 年智能座舱 SoC 厂商收入份额估计 (%)	8
图 18: ADAS 系统构成	8
图 19: 智能驾驶标准划分	9
图 20: 2020-2030 中国 L2 及以上自动驾驶乘用车销量预测	9
图 21: 车规级 SoC 市场规模 (十亿元)	10
图 22: ADAS 应用的自动驾驶 SoC 市场规模 (十亿元)	10
图 23: Xavier 芯片内部结构	11
图 24: 征程 5 芯片架构	11
图 25: EyeQ6H 和 EyeQ Ultra SoC 图例	13
图 26: NVIDIA DRIVE SoC 算力	14
图 27: NVIDIA DRIVE 系统架构	15
图 28: 英伟达汽车业务合作伙伴	15
图 29: Snapdragon Ride 平台 SoC 芯片	16
图 30: Snapdragon Ride 平台框架	17
图 31: Snapdragon Ride Flex 框架	18
图 32: 特斯拉 FSD 芯片框架	20
图 33: 蔚来首款自研激光雷达主控芯片 NX6031	20
图 34: 华为 MDC 智能驾驶计算平台产业模式	22
图 35: 华为 ADS 3.0 智能驾驶系统	23
图 36: 国内外厂商在 Mobileye 空白期快速发展	25
图 37: 全球自动驾驶 SOC 行业成长复盘	26
图 38: 苹果 A 系列手机芯片	31
图 39: 各国消费者对自动驾驶的接受程度	34
图 40: 各国消费者对自动驾驶愿意支付的额外成本 (美元)	34
图 41: 主机厂在自动驾驶的不同思路	35
图 42: 2018-2026 主流车规级 SoC 算力迭代	35
图 43: NeuralIQ ISP 架构	37
图 44: NeuralIQ ISP 功能	37
图 45: DynamAI NN 引擎架构	38
图 46: DynamAI NN 引擎功能	38
图 47: 山海开发工具链	39

图 48: 瀚海 ADSP 自动驾驶中间件平台.....	39
图 49: 2021-2023 客户数量.....	41
图 50: 2021-2023 新客户数量.....	41
图 51: 2021-2023 客户留存率.....	41
图 52: 2021-2023 净收入留存率.....	41
图 53: 公司合作的主要 Tier1.....	42
图 54: 公司合作的主要主机厂.....	42
图 55: 2021-2023 地平线毛利率.....	44
图 56: 2021-2024Q1 黑芝麻智能毛利率.....	44

表目录

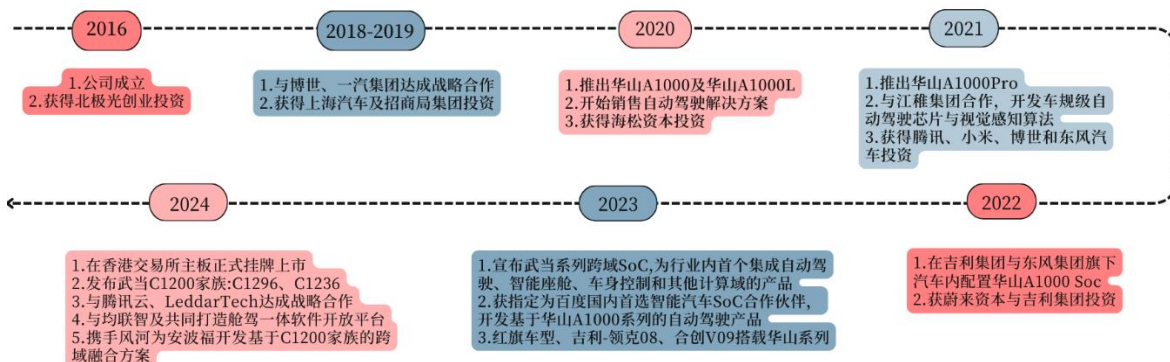
表 1: 核心团队履历介绍.....	2
表 2: 华山系列产品关键指标梳理.....	3
表 3: 武当系列产品关键指标梳理.....	4
表 4: MobileyeEyeQ 系列芯片进展	12
表 5: 特斯拉 Autopilot 系统迭代历程	19
表 6: 各厂家芯片生产情况	23
表 7: 各时代技术标准、芯片架构与主流芯片	28
表 8: 高通手机芯片搭载于各大主流机型	29
表 9: 英伟达的汽车芯片&高通的手机芯片.....	29
表 10: 联发科产品向高性能不断迭代.....	30
表 11: 苹果公司各时期主要推出的手机芯片	31
表 12: 黑芝麻智能盈利预测（单位：人民币百万元）	45
表 13: 公司营收敏感性测算	47

一、中国智驾芯片新星，盈利路径逐步清晰

（一）黑芝麻智能：中国领先的智驾芯片及解决方案供应商

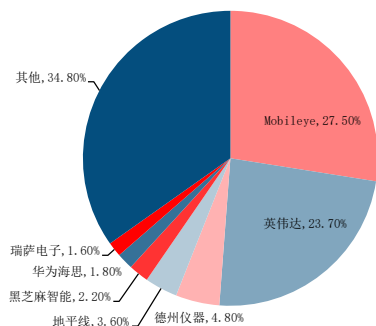
黑芝麻智能是国内领先的车规级智能汽车计算芯片与解决方案供应商。公司成立于 2016 年，在 2024 年 8 月于香港交易所挂牌上市。公司供应产品包括智驾芯片、配套软件与成体系的智能驾驶解决方案。芯片方面，公司为 Tier2 智驾芯片供应商，截至 2024 年 11 月，已经发布两大芯片系列：一是具有 IP 核的高算力自动驾驶 SoC 华山系列，覆盖从 58TOPS 至 106+TOPS 的算力，能实现 L2+与 L3 级自动驾驶；二是能实现集成自动驾驶、智能座舱、车身控制与网关的跨域 SoC 武当系列。2023 年黑芝麻智能在中国智驾芯片与解决方案供应商中收入排名第 5，市占率为 2.2%，在中国高算力(高于 50TOPS)智驾芯片市场上，其出货量排名第三，仅次于英伟达和地平线，市占率为 7.2%。除此之外，公司还提供用于在 SoC 上开发与部署应用程序的配套软件，包括山海开发工具链、瀚海-ADSP 软件中间件与神经网络视觉感知算法。自动驾驶解决方案上，公司提供可支持 L1 到 L3 级自动驾驶的集成自动驾驶解决方案组合 BEST Driver、商用车主动安全系统 Patronus，和路侧自动驾驶解决方案 BEST Road。

图 1：黑芝麻智能历史沿革



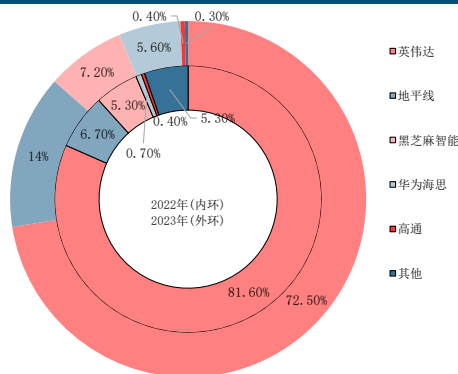
数据来源：黑芝麻智能官网，中信建投证券

图 2：2023 年中国智驾芯片及解决方案供应商收入份额(%)



数据来源：招股说明书，中信建投证券

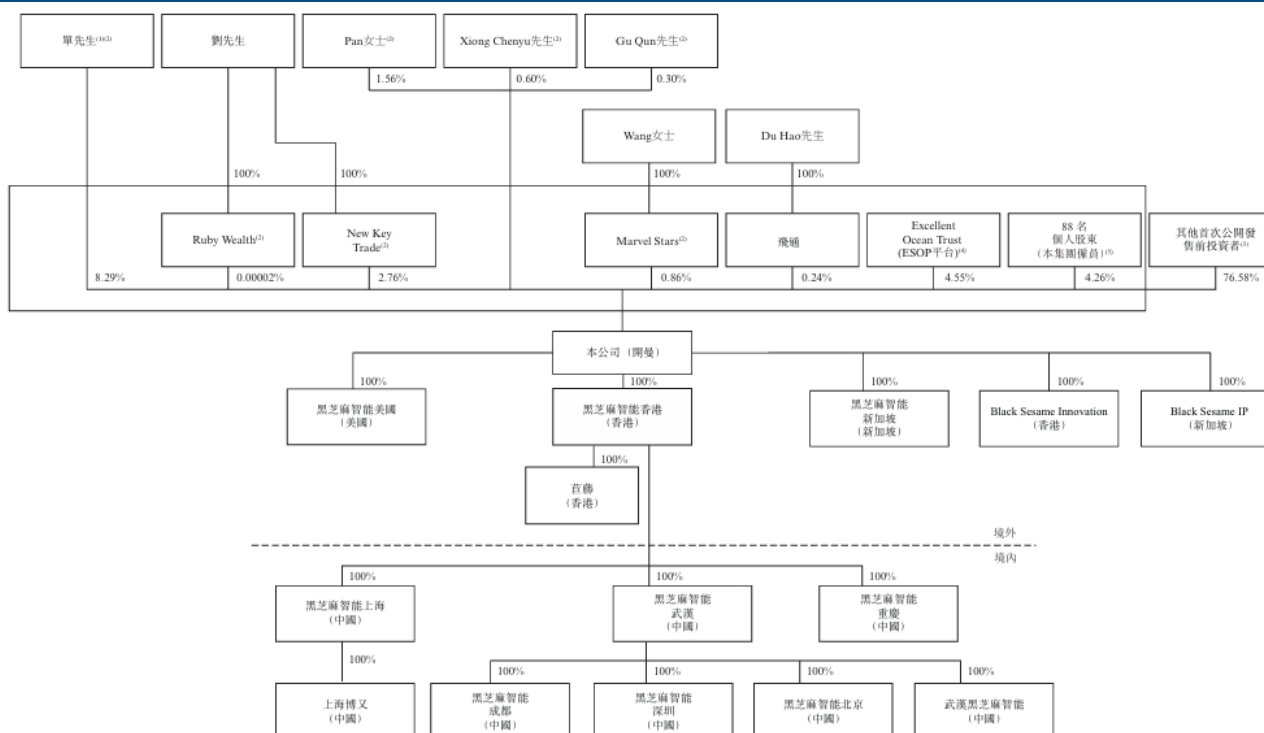
图 3：2022-2023 年中国高算力智驾芯片 SoC 出货量份额(%)



数据来源：招股说明书，中信建投证券

创始人单记章先生是公司实际控制人，公司股东涵盖产业链明星阵容。公司创始人、董事长、执行董事兼首席执行官单记章先生直接持股 7.75%，加上基于 Pan 女士、Ruby Wealth、New Key Trade、Marvel Stars、Xiong Chengyu 先生和 Gu Qun 先生的间接持股、ESOP 协议下 Excellent Ocean Trust 4.28% 的股份，以及 88 名集团员工持有的 3.99% 的股份，单记章拥有公司已发行总额 23.18% 的权益与合计 56% 的投票权。多家产业内公司持股，涵盖上汽、一汽、广汽、东风、吉利和蔚来等 OEM，以及小米、腾讯、博世等产业链内重要企业，支撑公司业务前景。

图 4：黑芝麻智能股权架构



数据来源：招股说明书，中信建投证券

核心团队经验丰富、技术背景雄厚。公司核心管理团队大部分成员都拥有超过 20 年的汽车或半导体行业经验，奠定了公司扎实的技术和产品的开发基础。创始人、董事长、执行董事兼首席执行官单记章先生，在半导体行业拥有 20 多年的丰富经验，曾在全球知名的半导体企业豪威科技担任软件工程部副总裁，领导了世界领先汽车 HDR（高动态范围）技术的开发，截至目前单先生在全球范围内拥有超过 100 项注册知识产权。其他高管也在芯片设计、图像处理和视觉感知等方面有丰富的经验与技术背景。

表 1:核心团队履历介绍

姓名	职位	个人履历
单记章	创始人、董事长、 执行董事兼首席执 行官	半导体行业拥有 20 多年的丰富经验，曾在豪威科技担任软件工程部副总裁。领导了世界领先汽车 HDR（高动态范围）技术的开发。在全球范围内拥有超过 100 项注册知识产权。
刘卫红	创始人、执行董事 兼总裁	在汽车研发及制造领域拥有 20 多年的经验，曾任博世亚太区底盘制动器部门总裁，负责战略、运营、业务发展、重组及并购工作。

曾代兵	首席系统官	超过 23 年的芯片研发及软件管理经验，熟悉芯片量产流程，主要负责监督 SoC（片上系统）研发，专注于芯片架构、芯片设计及相关软件开发。担任中国汽车工程学会汽车基础软件分会副理事长。
WU Donghui	图像科学副总裁	在算法开发方面拥有 21 年经验，负责监督我们的算法开发工作，专注于图像、视频及计算机视觉算法以及图像质量评估。
XIONG Chengyu	ASIC 设计副总裁	超过 25 年的硬件工程经验，领导 IP 核开发，包括 ISP（图像信号处理）、计算机视觉及神经网络。
何铁军	SoC 副总裁	在芯片行业拥有超过 15 年的经验，专注于 SoC 设计。领导了华山系列的开发，其中 A1000 系列已实现量产；还担任湖北省车规级芯片产业技术创新联合体的专家成员。
游昌海先生	系统软件副总裁	在硬件及软件工程、操作系统设计以及生产和供应链管理方面拥有 18 年的工作经验，负责我们的 SoC 系统软件开发工作。

资料来源：公司招股书，中信建投证券

公司车规级 SoC 芯片核心产品为华山系列与武当系列。公司车规级 SoC 以华山系列与武当系列为核心产品，嵌入了公司自主开发的 ISP 和 NPU 的 IP 核。公司自研的车规级图像信号处理核心（Neural IQ ISP）增强车规级 SoC 视觉处理能力，具有深度神经网络加速器的车规级 NPU(DynamAI NN)能有效提升计算效率与感知能力，进而构建起关键的车规级 SoC 相关能力。华山系列是专注于自动驾驶应用的高算力智驾芯片。华山 A1000 于 2020 年推出，2022 年量产，在 INT8 精度下能提供 58 TOPS 算力，是中国本土第一款具有自有 IP 核的高算力自动驾驶芯片，安全标准方面是中国首款取得 ASIL-B 及 AEC-Q100 2 级认证的面向 L2+至 L3 的 SoC，该款 SoC 已被一汽、东风、吉利与江汽的量产车型搭载。华山 A1000L 作为 A1000 的轻量版，算力为 16 TOPS，专为 L2 以及 L2+自动驾驶设计，为 ADAS 功能的入门级自动驾驶汽车提供性价比的解决方案。华山 A1000pro 则为 A1000 的升级版，算力达 106+TOPS，面向 L3/L4 ADS 应用场景，是中国开发与推出的首款算力超 100TOPS 的自动驾驶 SoC。下一代 SoC 华山 A2000 预计将于 2024 年第四季度发布，将采用 7nm 制程节点，实现 250+TOPS 算力，并能支撑 Transformer 等新一代算法架构。武当系列主要为 L2+自动驾驶及跨域计算设计的高算力 SoC，其结构利用异构隔离技术，将跨域算力集成并分配至各类应用场景，将有效提高数据处理速度，且显著降低 OEM 成本。武当 C1236 与武当 C1296 制程节点都为 7nm，算力都为 32KDMIPS (DCLS 下 16KDMIPS)，并都附 12 路图像处理，其中 C1236 是用于 L2 级自动驾驶的单芯片 NOA，而 C1296 则适用于 L2+L3 ADS 场景，且能实现多域融合。

表 2:华山系列产品关键指标梳理

SoC	华山 A1000	华山 A1000L	华山 A1000pro	华山 A2000
推出时间	2020 年 06 月	2020 年 06 月	2021 年 04 月	预期于 2024Q4
开始产生收入时间	2021 年 08 月	2021 年 10 月	2023 年 06 月	预期于 2025 年
量产时间	2022 年	2022 年	预期于 2024 年	预期于 2026 年
制程节点	16nm	16nm	16nm	7nm
算力(INT8 • TOPS)	58	16	106+	250TOPS+ (Transformer+BEV+GPT)
耗电量	18W	15W	25W	
摄像头数量	16	8	20	
ASIL	ASIL-B	ASIL-B	不适用	
AEC-Q100	AEC-Q100	AEC-Q100	AECQ100	
	Grade 2	Grade 2	Grade 2	
CPU 核心数量	11	11	11	

请务必阅读正文之后的免责条款和声明。

自动驾驶等级	L2 ADAS	L2+L3 ADS	L3/L4 ADS	L3/L4, 面向 transformer 全新大核架构
--------	---------	-----------	-----------	---------------------------------

资料来源：公司招股书，中信建投证券

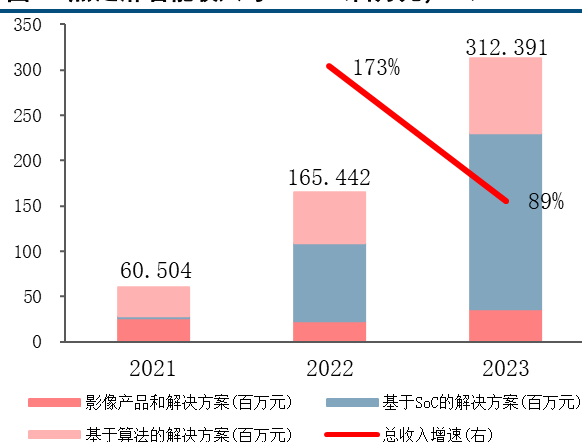
表 3:武当系列产品关键指标梳理

	武当 C1236	武当 C1296
CPU 核心数量	8	10
制程节点	7nm	7nm
算力	32KDMIPS (16KDMIPS in DCLS)	32KDMIPS (16KDMIPS in DCLS)
DSP/DSF	5 核 DSP	5 核 DSF
视频处理	12 路图像处理	12 路图像处理
适用范围	单芯片 NOA、多域融合	多域融合、舱架一体
自动驾驶等级	L2 ADAS	L2+L3 ADS

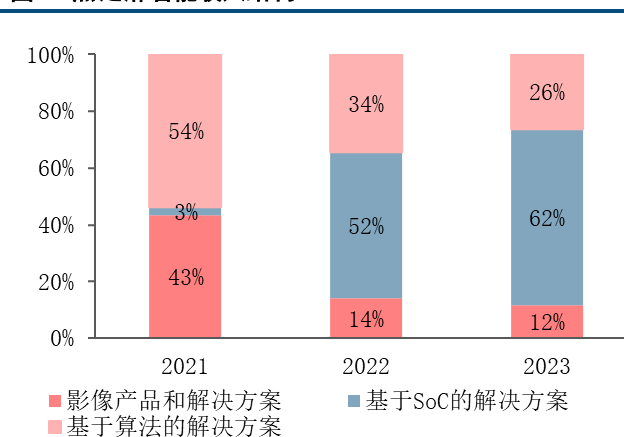
资料来源：公司官网，中信建投证券

（二）财务分析：营收高速增长，盈利路径逐步清晰

公司营收高速增长，基于 SoC 的解决方案收入占比快速攀升。公司营业收入由 2021 年的 6050 万元快速增长至 2023 年的 3.12 亿元，CAGR 达 126%，2024 年上半年营业收入为 1.8 亿元，同比增长 69.2%。收入结构方面，2022 年以前，影像产品和解决方案贡献公司主要收入，2022 年以来，基于 SoC 解决方案收入占比达到一半以上。收入的快速增长与收入结构的快速转变得益于 2021 年公司 SoC 产品开始量产，2021 年下半年起华山系列开始贡献收入，其他芯片也开始逐渐发布与量产。随着自动驾驶产品及解决方案逐渐在更多量产车型上装配，基于 SoC 的解决方案成为公司最主要的收入来源。

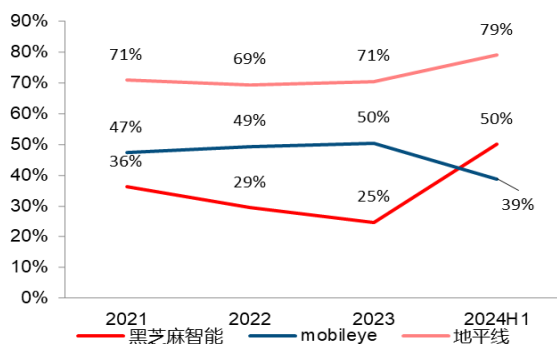
图 5: 黑芝麻智能收入与 YOY (百万元, %)


数据来源：公司招股书，中信建投证券

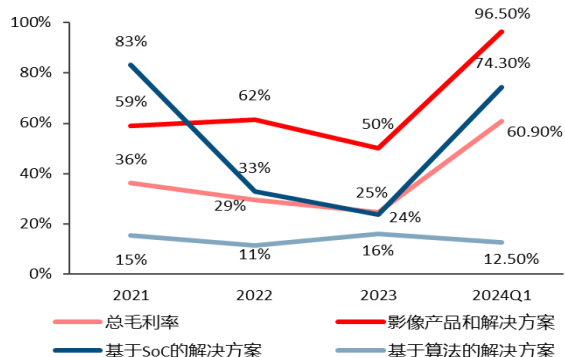
图 6: 黑芝麻智能收入结构


数据来源：公司招股书，中信建投证券

毛利率显著提升，超过 Mobileye 水平。2021-2023 年公司整体毛利率在 25%-36% 之间波动，2024 年上半年公司自动驾驶算法集成在基于 SoC 的解决方案量产中得到验证，带动整体毛利率明显提升，从 2023 年底的 25% 迅速提升至 50%，超过 mobileye 同时期的 39%。分业务毛利率来看，基于 SoC 的解决方案毛利率从 2021 年底的 83% 下跌至 2022 年底的 33%，主要因为销售策略从针对早期客户向大客户群转型导致价格变化；在 2023 年底毛利率进一步下滑至 24%，主要由于业务初期较高的半导体封装及测试服务成本，同时向吉利以优惠价格供给 SoC 以争取长期合作导致存货拨备；但在 2024 年第一季度，公司将自动驾驶算法集成到 SoC 解决方案得到完善和验证，基于 SoC 的解决方案毛利率因此大幅回升至 74.3%。同时影像产品和解决方案毛利率在 2021-2023 年都较为稳定，在 50%-60% 间波动，在 2024 年第一季度大幅提升至 96.5%，主要是由于自主开发软件及算法的许可收入比例增加，而这部分涉及的硬件组件较少，导致毛利率显著提高。

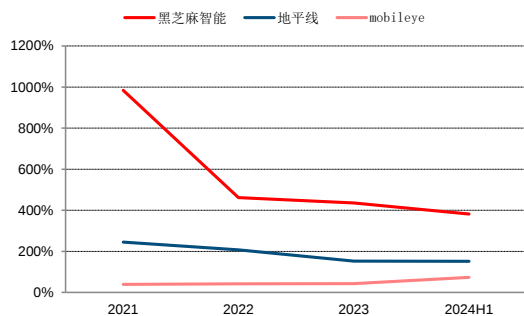
图 7: 黑芝麻智能与同业毛利率对比 (%)


数据来源：公司招股书，中信建投证券

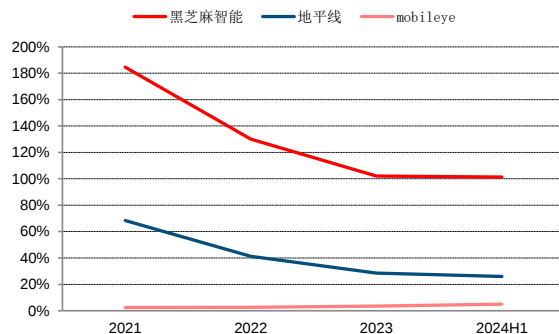
图 8: 黑芝麻智能整体毛利率与分业务毛利率 (%)


数据来源：公司招股书，中信建投证券

研发费用投入较高，但期间费用率逐步改善。总体而言，随着营业收入的逐步增长，公司期间费用率呈现下降趋势。销售费用率在 2021 年后逐年下降，从 2021 年的 84.03% 下降至 2024 年上半年的 28.40%，已经接近地平线的水平，但由于营收规模相对较小，地平线与黑芝麻智能都与 Mobileye 6% 的销售费用率尚有差距。管理费用率也呈现类似趋势，从 2021 年的 184.63% 下降至 2024 年上半年的 101.33%，但相对于地平线 21% 左右和 Mobileye 4% 左右的管理费用率尚有较大改善空间。公司坚持高研发投入战略，持续扩大研发团队，导致薪酬支出与股份为基础的付款支出增多，同时产品设计及开发费用不断增加，导致研发支出从 2021 年的 2.55 亿元增加至 2023 年的 13.63 亿元，分别占同年收入的 984.0% 和 436.2%。2024 年上半年公司研发费用率下降至 381.56%，但仍显著高于地平线的 152% 与 Mobileye 的 43%。

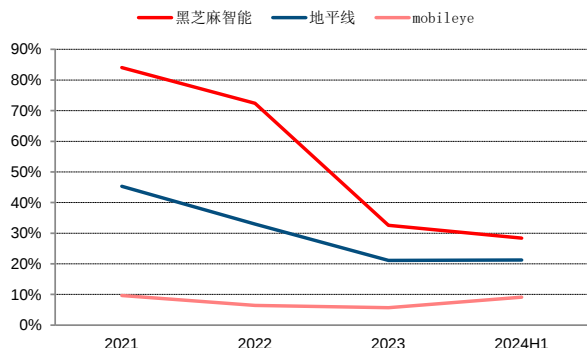
图 9: 可比公司研发费用率对比


数据来源：公司公告，中信建投证券

图 10: 可比公司销售费用率对比


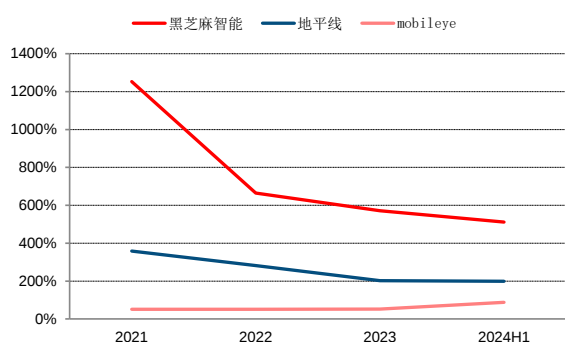
数据来源：公司公告，中信建投证券

图 11: 可比公司管理费用率对比



数据来源: 公司公告, 中信建投证券

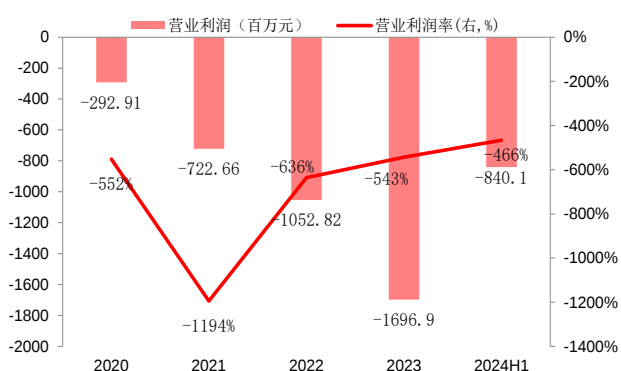
图 12: 可比公司期间费用率对比



数据来源: 公司公告, 中信建投证券

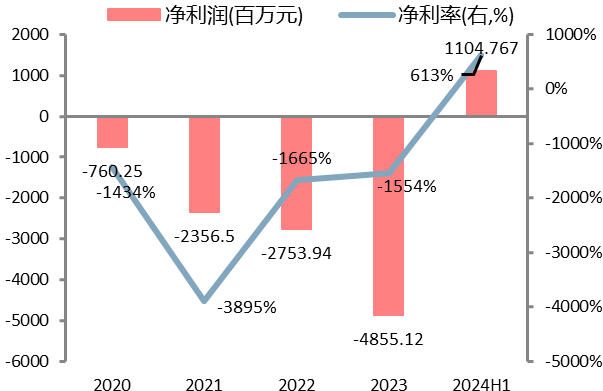
亏损率逐步收窄, 盈利路径逐步清晰。近两年随着公司 SoC 产品逐步量产, 定点越来越多的车企和车型, 公司营收实现高速增长, SoC 毛利率抬升推动公司整体毛利率水平回升, 逼近并超过 mobileye 水平, 未来公司毛利率有望进一步提升, 稳态下有望超过 60%。期间费用率方面, 由于公司收入体量相对 mobileye 和地平线仍较小, 导致费用率显著高于竞对水平, 但整体呈快速改善趋势, 带动公司亏损率显著收窄。公司盈利路径逐步清晰, 预计 2026 年有望实现单季度盈亏平衡, 2027 年有望实现年度层面盈利。

图 13: 黑芝麻智能营业利润与营业利润率



数据来源: 公司公告, 中信建投证券

图 14: 黑芝麻智能净利润与净利率



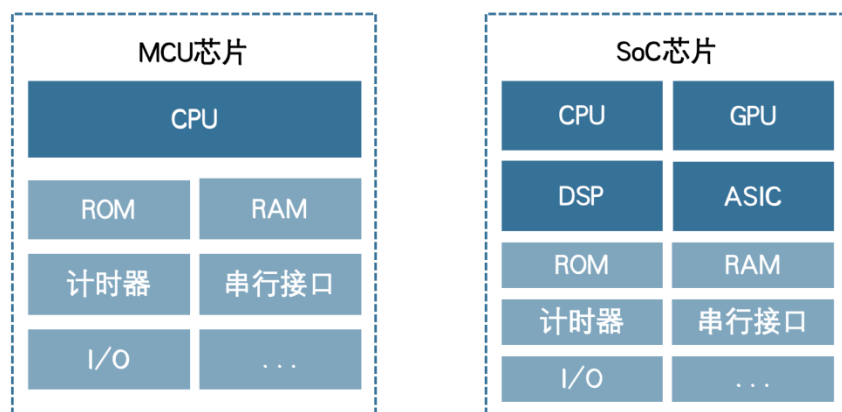
数据来源: 公司公告, 中信建投证券

二、行业分析：多方玩家入局，智驾芯片赛道竞争激烈

（一）汽车芯片从 MCU 向 SoC 演进，广泛应用于智驾及座舱

初级阶段的电子功能广泛采用微控制器芯片 MCU，现代主流智能芯片都采用系统级芯片 SoC。MCU (Micro Control Unit) 即微控制器、单片机或微控制器，MCU 将 CPU 频率和规格适当降低，并将存储器、计数器、A/D 转换、UART 等外围接口集成在一块芯片上形成一个基于芯片的计算机（具有计算机的所有基本功能），用于不同的应用和不同的控制组合。随着大规模集成电路的出现及其发展，计算机的 CPU、RAM、ROM、定时计数器和各种 I/O 接口都集成在一块芯片上，形成芯片级芯片，内部除了 CPU 之外还有 RAM 和 ROM，这意味着整个计算机系统都集成在一个芯片中，可以直接添加简单的外围设备来运行代码。SoC (System on Chip) 可能包含许多 MCU，适用于具有更多要求和更复杂的应用程序。SoC 是一个完整的单芯片计算机系统，能够执行具有更高资源需求的复杂任务。SoC 由多个模块组成，这些功能模块可以通过分立器件实现，后组合在印刷电路板 (PCB) 上形成片上系统。通常 SoC 芯片包含一个或多个处理器、存储器、模拟电路模块数模混合信号模块以及片上可编程逻辑，可以有效降低电子/信息系统产品的开发成本，缩短开发周期，并提高产品的竞争力。

图 15: MCU 和 SoC 芯片示意图



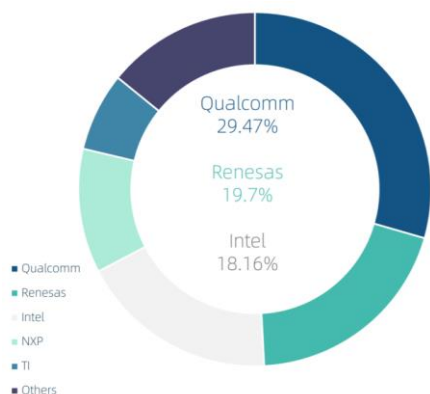
数据来源：HTI，中信建投证券

汽车 SoC 一般应用于智能座舱和智能驾驶两大领域。根据博世五域模型，汽车五域分类拆分整车为动力域（安全）、底盘域（车辆运动）、座舱域/智能信息域（娱乐信息）、自动驾驶域（辅助驾驶）和车身域（车身电子）。随着汽车算法算力和交互效率的不断提升，汽车电子不断发展，倒逼 MCU 芯片升级为 SoC 芯以承载大量非结构化算力需求。

智能座舱 SoC 市场由高通主导。高通在智能座舱 SoC 市占率全球第一，且凭借公司的产品技术先进性，以及软件生态的不断丰富，预计份额将继续扩大。根据 ICVTank，2022 年公司智能座舱 SoC 销售额占全球市场 29.47%，预计 2023 年将提高至 31.47%。高通 2017 年发布一代智能座舱 SoC 芯片 Snapdragon 820A，采用 14nm 制程工艺，CPU 采用 4 核 Kryo 280，GPU 采用 Adreno 530，支持 4K 显示。2018 年发布二代 Snapdragon 660，采用 14nm 制程工艺，CPU 采用 4 核 Kryo 260，GPU 采用 Adreno 512，支持 2K 显示。2019 年，高通发布三代 Snapdragon 8155，采用 7nm 制程工艺，CPU 采用 8 核 Kryo 485，GPU 采用 Adreno 640，支持 4K 显示，AI 算力 8TOPS，由台积电代工，目前已经广泛用于奔驰 S 级、奥迪 A8、小鹏 P7、蔚来 ES8 等数十家车厂中的中高端车型。2021 年高通发布第四代座舱芯片 Snapdragon 8295，采用 5nm 制程工艺，CPU 采用 8 核 Kryo 780，GPU

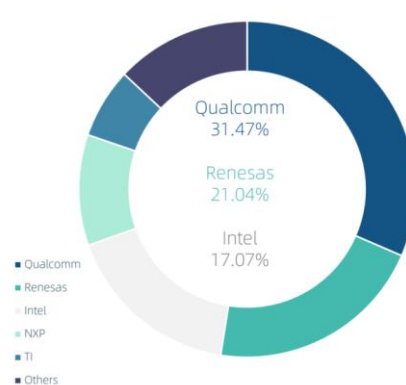
采用 Adreno 730，支持 4K 显示，AI 算力 30TOPS，由台积电代工，基本涵盖了国内主流中高端车型，定点厂商有蔚小理、广汽、吉利等。2024 年 10 月高通发布第五代智能座舱芯片 Snapdragon 8397，将制程从 8295 的 5nm 升级到 4nm，CPU 从 8295 的 4x Kryo 695+4x Kryo 670 升级到多核 Oryon，据介绍性能将提升至当前产品的三倍。同时，高通还同步发布了智能驾驶芯片 Snapdragon Ride 8797 将制程节点升级为 4nm。

图 16: 2022 年智能座舱 SoC 厂商收入份额 (%)



数据来源: ICVtank, 中信建投证券

图 17: 2023 年智能座舱 SoC 厂商收入份额估计 (%)

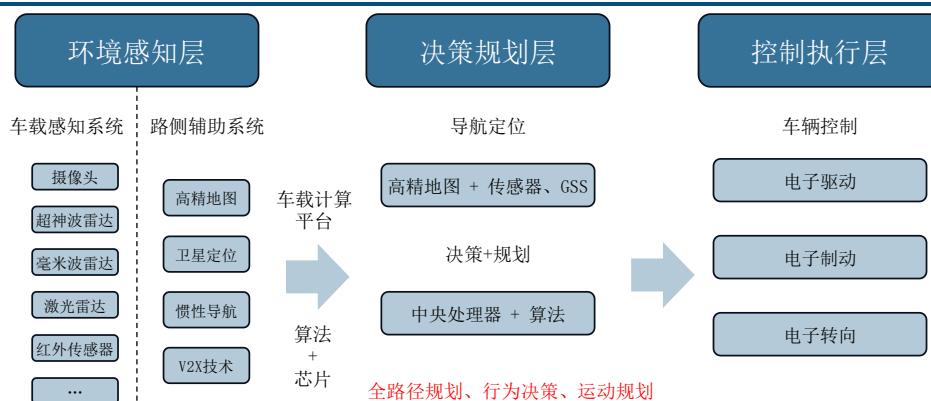


数据来源: ICVtank, 中信建投证券

(二) 智能驾驶从 L2 向 L3+加速过渡，SoC 芯片加速渗透

ADAS (Advanced Driver Assistance System) 系统可以辅助驾驶员执行驾驶任务或者避免/减轻碰撞危害，整体围绕感知、决策、执行三大环节构成软硬件系统，感知层主要包含了摄像头、雷达等传感器在内的车载感知系统和高精地图、卫星定位等路侧辅助系统，决策层负责收集分析数据、定义规划路线以及预判控制车辆，执行层负责车辆的驱动、转向和制动。

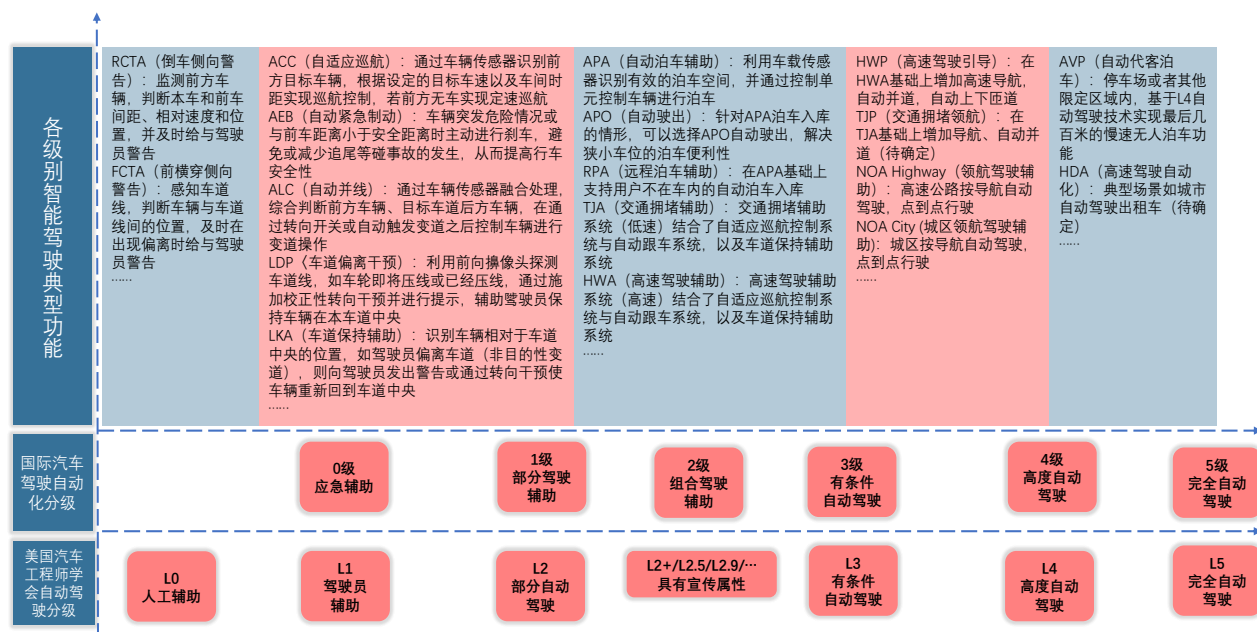
图 18: ADAS 系统构成



数据来源: 盖世汽车研究院, 中信建投证券

ADAS 是实现自动驾驶的基础，汽车智能化推动 ADAS 迅速发展。根据国标和 SAE 的分级标准，自动驾驶主要分为 L0-L5 六个级别，行业把 L0-L2 级划分为辅助驾驶 (ADAS) 范畴。两份标准对比来看，在部分字段的定义上存在微小差异。当前行业正处于 L2 向 L3 过渡阶段，L3 阶段的代表功能如高速/城市领航已开始逐步落地，当前由于相关法律法规的缺失（出现交通事故后，权责定义不清等），领航功能还是属于 L2 范畴。

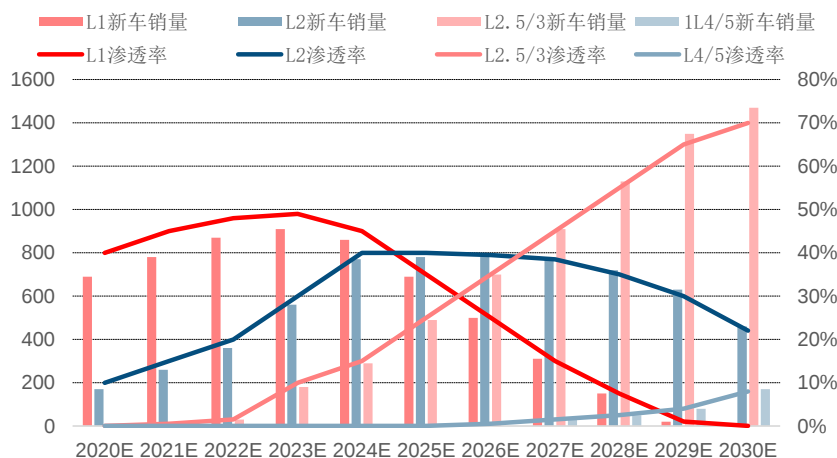
图 19: 智能驾驶标准划分



数据来源：SAE，中信建投证券

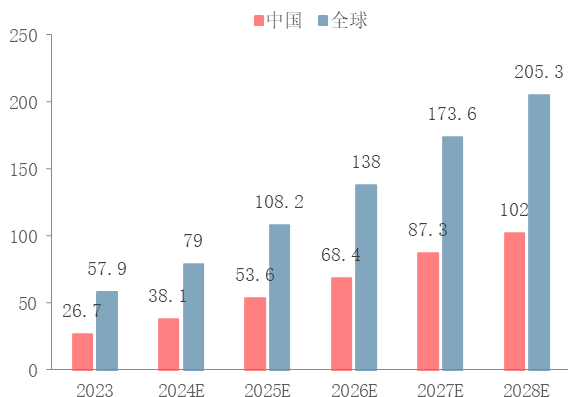
汽车智能化加速渗透，高级智驾空间巨大。L2 级自动驾驶渐成主流，L3 级部分车型已有实现量产，L4/5 级自动驾驶仍需时间。近年来，随着自动驾驶技术的不断发展，L2 级自动驾驶系统已经逐渐成为乘用车的标配。目前较基础的 L1 级自动驾渗透率较高，预计 2024 年后随着高阶智驾的发展呈下降趋势。L2 级自动驾驶系统可以实现部分场景下的自动驾驶，如自动巡航、车道保持、自动泊车等，预计在 2024 年渗透率将达到峰值。一些 L3 级自动驾驶车型在 2020 年已经量产，实现在特定条件下实现完全自动驾驶，预计在 2025 年后实现渗透率的快速增长。L4/5 级自动驾驶代表了自动驾驶技术的最高水平，能够在任何场景下实现完全自动驾驶。L4/5 级自动驾驶技术的研发仍然需要时间，L4/5 车型落地预计将会不早于 2025 年。

图 20: 2020-2030 中国 L2 及以上自动驾驶乘用车销量预测



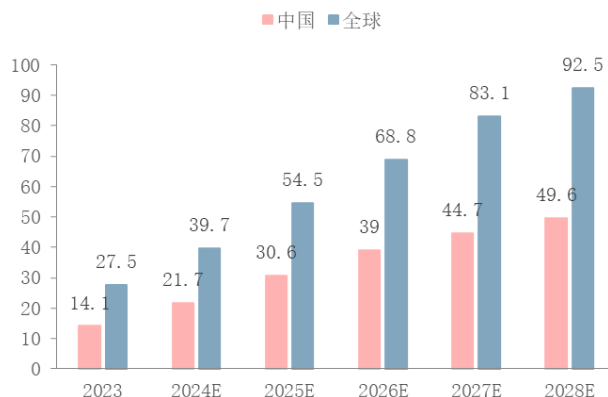
数据来源：艾瑞咨询，中信建投证券

图 21: 车规级 SoC 市场规模（十亿元）



数据来源: Frost & Sullivan, 中信建投证券

图 22: ADAS 应用的自动驾驶 SoC 市场规模（十亿元）



数据来源: Frost & Sullivan, 中信建投证券

（三）SoC 芯片推动架构变革与算力提升，CPU+GPU+ASIC 为主流架构

智能驾驶芯片是指可实现高级别自动驾驶的 SoC 芯片，通常具有“CPU+XPU”的多核架构，常见的 AI 加速芯片包括 GPU、ASIC、FPGA 三类：

(1) GPU：通用图形处理器，具有强大的并行计算能力，适用于处理数量庞大相对简单的运算。GPU 拥有一个由数以千计的更小、更高效的 ALU 核心组成的大规模并行计算架构，大部分晶体管主要用于构建控制电路和 Cache，控制电路相对简单，GPU 的计算速度拥有更强大的处理浮点运算的能力，更擅长处理多重任务，比如图形计算。

(2) FPGA：现场可编程门阵列，可以根据需要进行灵活配置，适合快速迭代算法。它是在 PAL、GAL、CPLD 等可编程器件的基础上进一步发展的产物，是作为专用集成电路领域中的一种半定制电路而出现的，既解决了定制电路的不足，又克服了原有可编程器件门电路数有限的缺点。

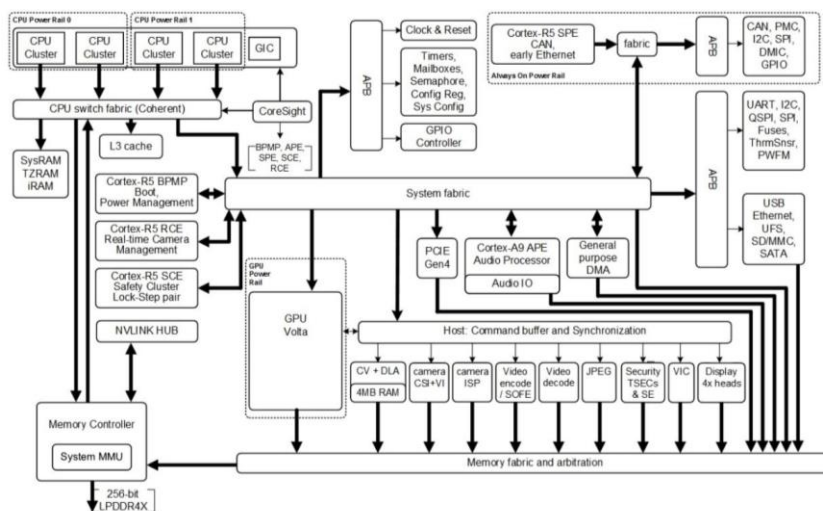
(3) ASIC：专用集成电路，针对特定应用进行设计，具有高性能和低功耗的特点。它是指应特定用户要求和特定电子系统的需要而设计、制造的集成电路。ASIC 的特点是面向特定用户的需求，在批量生产时与通用集成电路相比具有体积更小、功耗更低、可靠性提高、性能提高、保密性增强、成本降低等优点。

从 CPU→GPU→FPGA→ASIC（XPU），芯片专用性越来越强。CPU 负责逻辑运算和任务调度；GPU 作为通用加速器，可承担 CNN 等神经网络计算与机器学习任务，将在较长时间内承担主要计算工作；FPGA 作为硬件加速器，具备可编程的优点，在 RNN/LSTM/强化学习等顺序类机器学习中表现优异，在部分成熟算法领域发挥着突出作用；而 ASIC 可以兼顾性能和功耗，作为全定制的方案将在自动驾驶算法成熟后成为最终选择。“CPU+XPU”是当前自动驾驶 SoC 芯片设计的主流趋势，其中 CPU+GPU+ASIC 为最主流架构。根据 XPU 选择不同，可以分为“CPU+GPU+ASIC”、“CPU+ASIC”两大类。

(1) “CPU+GPU+ASIC”，主要代表英伟达、特斯拉 FSD 以及高通 Ride。英伟达 Xavier 和特斯拉 FSD 采用“CPU+GPU+ASIC”的设计路线，英伟达 Xavier 以 GPU 为计算核心，主要有 4 个模块：CPU、GPU、以及两

个 ASIC 芯片 Deep Learning Accelerator (DLA) 和 Programmable Vision Accelerator (PVA); 特斯拉 FSD 芯片以 NPU (ASIC) 为计算核心, 有三个主要模块。

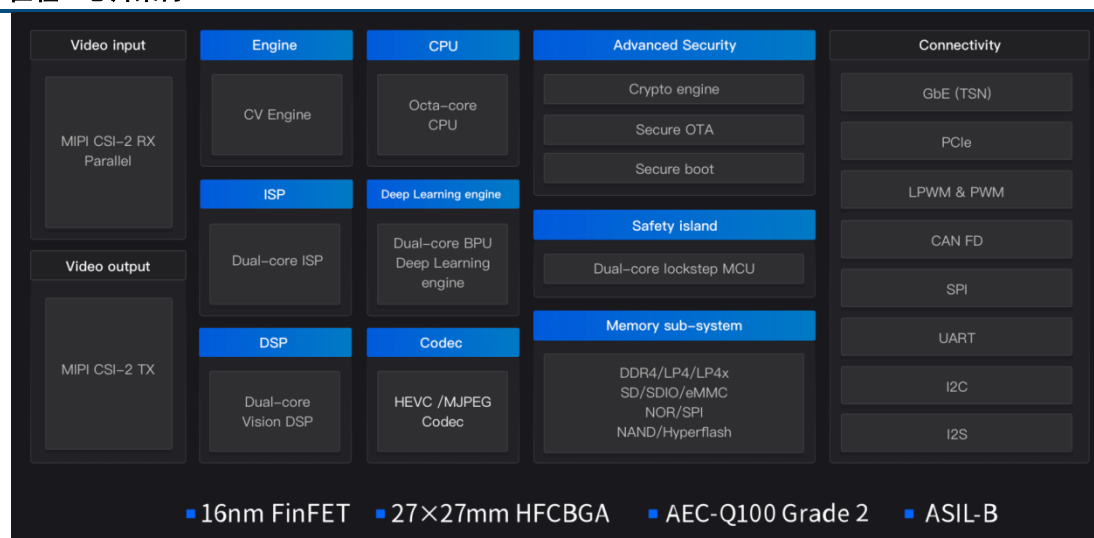
图 23: Xavier 芯片内部结构



数据来源: 英伟达, 中信建投证券

(2) “CPU+ASIC”, 主要代表 Mobileye EyeQ5 系列、地平线征程系列和黑芝麻智能华山系列。Mobileye EyeQ5、地平线征程系列和黑芝麻智能华山系列采用“CPU+ASIC”架构, EyeQ5 主要有 4 个模块: CPU、Computer Vision Processors (CVP)、Deep Learning Accelerator (DLA) 和 Multithreaded Accelerator (MA), 其中 CVP 是针对传统计算机视觉算法设计的 ASIC; 地平线自主设计研发了 AI 专用的 ASIC 芯片 Brain Processing Unit (BPU), CPU、GPU 和 Neural Processing Unit (NPU); 黑芝麻智能采取多核异构的计算架构, 在芯片处理器上使用 8 核 A55 方案, 并在内部集成自研的 ISP 和 NPU, 以及 GPU、DSP 和功能安全和信息安全 MCU, 在提供强大算力的同时, 确保不同类型的计算都有相对应的最优计算单元做加速, 进而确保能使用单芯方案承担行泊车功能。

图 24: 征程 5 芯片架构



数据来源: 地平线官网, 中信建投证券

（四）多方玩家入局，智驾芯片赛道竞争激烈

（1）海外芯片巨头布局全球市场，引领智驾芯片加速迭代

1.1 Mobileye——老牌全球智驾芯片龙头，低算力领域占据支配地位

Mobileye 是一家以色列科技公司，成立于 1999 年，专注于开发和生产先进的驾驶辅助系统（ADAS）和自动驾驶解决方案，公司于 2014 年完成了首次公开募股，并在纽约证券交易所上市，是以色列历史上最大的 IPO，2017 年 3 月，公司被英特尔以 153 亿美元收购，之后在 2022 年 10 月于纳斯达克交易所重新上市。Mobileye 以其先进的视觉处理芯片 EyeQ 系列而闻名，该芯片集成了摄像头、传感器和算法，可以实时捕获并分析道路上的图像数据，为驾驶员提供准确而全面的环境感知能力。基于这些数据，Mobileye 的系统可以实现车道保持、前向碰撞预警、行人检测等功能，并提供实时警告和辅助。Mobileye 正在量产的芯片有 EyeQ6L、EyeQ5H、EyeQ5M、和 EyeQ4H，其算力均小于 20TOPS。其中，EyeQ4H 和 EyeQ5M 提供的是盒式挡风玻璃方案，并且它们的自动驾驶登记均为 L2+，而 EyeQ5H 的自动驾驶等级最高可达到 L4，该芯片可运用到 Mobileye Drive 及 Mobileye SuperVision 的解决方案中。EyeQ Ultra 是 Mobileye 目前算力最高的芯片，算力为 176TOPS，利用先进的 5 纳米工艺技术，可以满足 Level4（L4）自动驾驶的所有需求和应用，EyeQ Ultra 预计将于 2025 年量产。EyeQ6H 是一款支持高级 ADAS 或部分 AV 功能，且具备全景环绕视觉的解决方案，算力为 34TOPS，以集中式解决方案将提供所有 ADAS L2+功能，计划在 2025 年初推出。

EyeQ Kit 技术开发平台是 Mobileye 之前的“算法封闭”基础上的重要改进，为车厂提供了一定开放程度的算法权限。EyeQ Kit 基于标准 API，如 OpenCL 和 TensorFlow，以及 X86 开发平台，使车企能够利用 Mobileye 已验证的核心技术，并在 EyeQ 平台上部署个性化的代码和人机接口工具，根据不同需求进行相应迭代，一定程度上缓解了“Mobileye 给什么就只能用什么”的问题。

表 4: MobileyeEyeQ 系列芯片进展

MobileyeEyeQ	EyeQ 1	EyeQ 2	EyeQ 3	EyeQ4Mi d	EyeQ4Hig h	EyeQ5Mi d	EyeQ5Hig h	EyeQ6Lit e	EyeQ6Hig h	EyeQUltr a
量产时间	2008	2010	2014	2018	2018	2021	2021	2023	2025	2025
自动驾驶等级	L1	L1	L2	L2	L2+	L2+	L2+/L4	L1/L2	L2+/L4	L4
AI 算力 (TOPS)	0.0044	0.026	0.256	1.1	2	4.6	16	5	34	176
工艺	CMOS	CMOS	CMOS	FD-SOI	FD-SOI	FinFET	FinFET	FinFET	FinFET	FinFET
制程(nm)	180	90	40	28	28	7	7	7	7	5

资料来源：公司官网，中信建投证券

图 25: EyeQ6H 和 EyeQ Ultra SoC 图例



数据来源：公司官网，中信建投证券

1.2 英伟达——高泛化与开放的编程框架扩展市场，高阶智驾优势明显

硬件构架：保持芯片高拓展泛化能力优势，嵌入式移动芯片拓展汽车市场

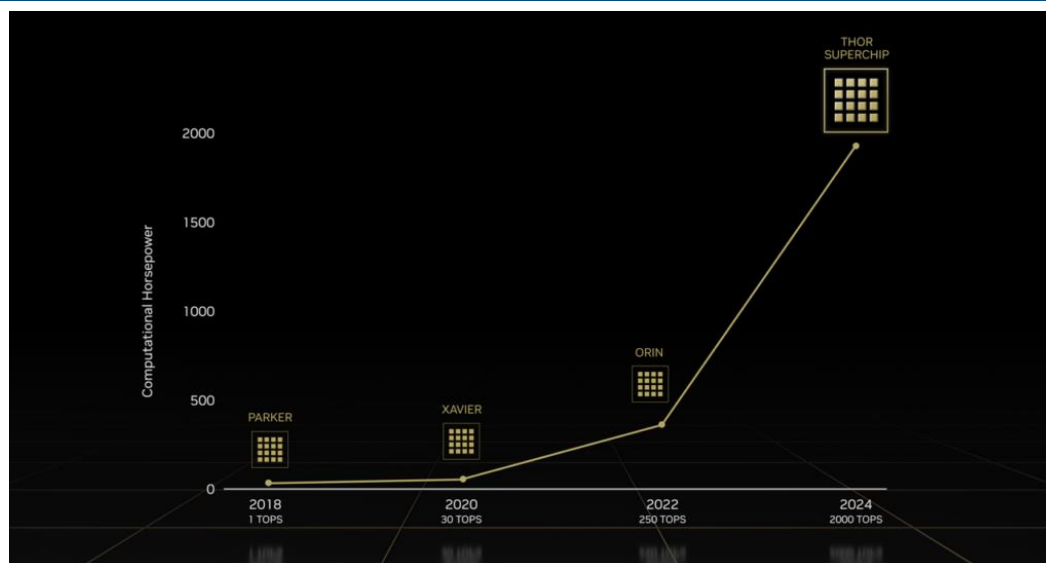
全球 GPU 龙头英伟达，2015 年开始进入车载 SoC 和车载计算平台领域，此后几乎每两年发布一款车规级 SoC 芯片，算力不断突破。2020 年，Xavier 芯片算力为 30TOPS，2022 年发布的 Orin 算力为 254TOPS，2022 年秋季 GTC 大会上发布了新自动驾驶芯片 Thor，算力为 2000TFLOPS@FP8、4000TOPS@INT8，达到 Atlan 速度 1000TFLOP 的两倍，是当前 Orin 处理器速度的八倍。

英伟达利用本身 GPU 优势，采用“CPU+GPU+ASIC”架构汽车 SoC 芯片，架构兼顾效率与通用性；利用不同类型芯片研发的共通性，与其他业务分摊研发成本，保持版本快速迭代；并提高端到端的解决方案，通过汽车的计算机数据采集设备将数据校准同步到车内后发送到云端。

Orin SoC 集成了 NVIDIA 的下一代 GPU 架构和 Arm Hercules CPU 内核，以及新的深度学习和计算机视觉加速器，每秒可实现 200 万亿次运算，几乎是 NVIDIA 上一代 Xavier SoC 性能的 7 倍。Orin SoC 可提供每秒 254 万亿次运算，为自动驾驶功能、置信视图、数字集群以及 AI 座舱提供动力支持。借助可扩展的 DRIVE Orin 产品系列，开发者只需在整个车队中构建、扩展和利用一次开发投资，便可从 L2+级系统一路升级至 L5 级全自动驾驶汽车系统。

Thor SoC 继续突破算力，超强泛化性支持多域计算。Thor SoC 基于最新 CPU 和 GPU 打造，可提供每秒 2000 万亿次浮点运算性能，大幅提高性能并降低系统成本。DRIVE Thor 将逐步接替 DRIVE Orin，赋能汽车制造商的 2025 年车型。DRIVE Thor 能够进行多域计算，可以将自动驾驶、车载信息娱乐等功能划分为不同的任务区间，并同时运行。Thor SoC 的多域隔离能力允许同时运行不同的任务，如自动驾驶和车载娱乐，支持多个操作系统（Linux、QNX 和 Android）在同一平台上无缝工作。

图 26: NVIDIA DRIVE SoC 算力



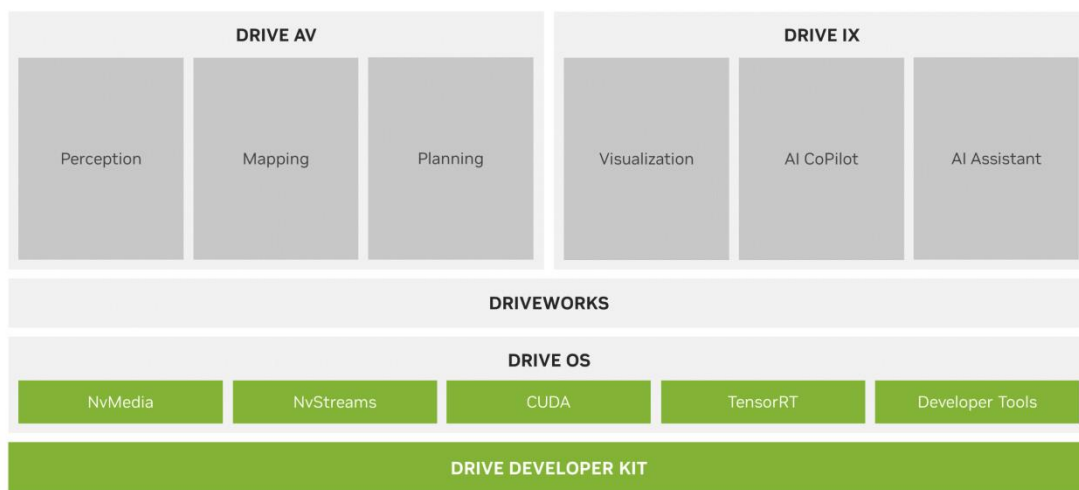
数据来源: NVIDIA, 中信建投证券

软件生态系统：高适配性打造丰富生态，汽车领域业务不断扩展

Hyperion9 支持 L4 级自动驾驶，预计将在 2026 年交付。2022 年英伟达公布新一代汽车自动驾驶技术平台 Drive Hyperion9，相比于 Hyperion8，其支持感知硬件数量大幅度提升，其中包括车外部分 14 个摄像头、9 个毫米波雷达、3 个激光雷达以及 20 个超声传感器，以及车内部分的 3 个摄像头以及 1 个毫米波雷达。NVIDIA DRIVE Hyperion 是一种用于设计自动驾驶车辆的端到端模块化参考架构，最新一代基于 NVIDIA Orin SoC 构建，该可扩展平台涵盖加速引擎构建、调试、分析和部署自动驾驶汽车和自动驾驶汽车应用程序所需的所有软件、库和工具，提供了高效便捷的开发体验。

NVIDIA 还在 ADAS、智能座舱、高精度地图与定位等汽车相关领域不断开拓业务。NVIDIA DRIVE IX 是一款可扩展的开放式座舱软件平台，利用内部摄像头和多模式交互满足司机和乘客需求。NVIDIA DRIVE Mapping 可创建全自动、可扩展的高精地图，通过 DRIVE Localization 实现厘米级精度的车辆定位。英伟达通过收购 DeepMap、与知名地图公司 HERE 等合作来开拓地图领域。

图 27: NVIDIA DRIVE 系统架构



数据来源：公司官网，中信建投证券

英伟达积极布局汽车领域上下游合作，汽车业务已形成强大开放生态。Tier1、Sensor 厂商、软件厂商、模拟厂商与英伟达深度合作，合作形式包括芯片售卖、提供整体解决方案以及授权等。2024 年 NVIDIA 宣布电动汽车制造商长城汽车、极氪、小米汽车已在其新一代自动驾驶系统中采用 NVIDIA DRIVE Orin 平台。截至目前，奔驰宣布与英伟达合作构建软件定义计算架构，2024 年后每一代新奔驰都将配备该框架。英伟达合作捷豹路虎定位高端智能，采用 NVIDIA AI 进行自动驾驶系统开发，预计 2025 年后 NVIDIA DRIVE 将覆盖所有捷豹和路虎车辆。中国新能源汽车制造商长城汽车与英伟达合作开发，基于 NVIDIA DRIVE Orin 集中式计算平台打造其自研的高阶智能驾驶系统 Coffee Pilot，相关车型将纳入城市 NOA、跨层记忆泊车等高阶智驾功能。2024 年智能纯电品牌极氪推出极氪 007 车型，配备全新的全栈自研智能驾驶系统，搭载了双 DRIVE Orin 系统级芯片，可实现智能泊车以及在高速路和城市道路上的智能辅助驾驶。2024 年上半年小米汽车上市首款电动汽车 SU7，采用双 NVIDIA DRIVE Orin 芯片，支持高速 NOA 功能。

图 28: 英伟达汽车业务合作伙伴



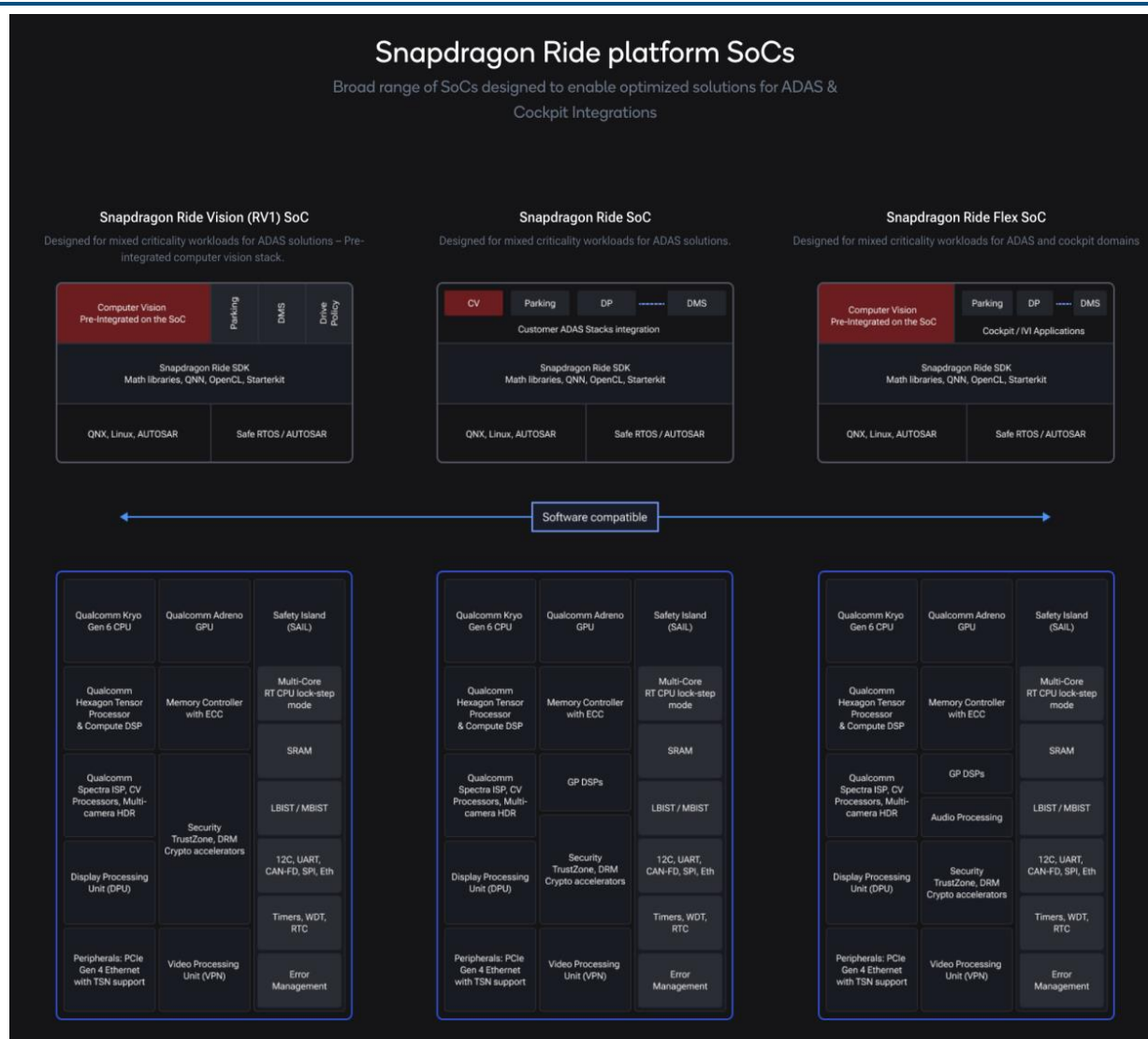
数据来源：NVIDIA 官网，中信建投证券

1.3 高通——智能座舱芯片先驱，智驾芯片有力竞争者

入局智能驾驶较晚，但发展迅速有较强竞争力。2020 年初高通发布了全新的自动驾驶平台 Snapdragon Ride，

正式入局 ADAS，支持 L1 到 L5 级别的自动驾驶；2021 年发布 Snapdragon Ride 系列芯片，高通推出 5nm 自动驾驶芯片 SA8540P SoC，单颗 AI 算力为 60TOPS，搭配 7nm 制程的 SA9000PAI 加速器，AI 计算能力为 300TOPS，安全冗余芯片为英飞凌 TC397，可以做 L1/L2 级别的降级控制，也可以满足当前 L3 以及后续 L4/L5 等全场景自动驾驶功能的实现。2023 年在 Snapdragon Ride 基础之上，进一步推出 Snapdragon Ride Flex SoC，目标是实现车内的中央计算，旨在跨异构计算资源支持混合关键级工作负载，以单颗 SoC 同时支持数字座舱、ADAS 和 AD 功能。Ride Flex SoC 首款产品是 SA8775，采用 4nm 制程工艺，主打舱驾一体，既能用于车内座舱，又可以实现辅助驾驶。已有不少企业在基于 Ride Flex SoC 进行开发，预计 2024 年底量产上车，比英伟达 Thor 的进展快半年到一年。

图 29: Snapdragon Ride 平台 SoC 芯片



数据来源：高通官网，中信建投证券

高通推出 Snapdragon Ride Flex SoC，支持跨异构计算资源的混合关键工作负载，允许智能座舱、ADAS 和 AD 功能在单个 SoC 上共存。Flex SoC 旨在满足最高级别的汽车安全性，使硬件架构能够支持特定 ADAS 功能的隔离、抗干扰和服务质量(QoS)，并配备专用的汽车安全完整性级别 D (ASIL-D) 安全岛。此外，Flex SoC 预

集成了一个软件平台，支持多操作系统同时运行、支持隔离虚拟机的管理程序以及具有汽车开放系统架构(AUTOSAR)的实时操作系统(OS)，以满足混合关键性驾驶员辅助安全系统、数字可重构集群、信息娱乐系统、驾驶员监控系统(DMS)和停车辅助系统的工作负载要求。

Snapdragon Ride Flex SoC 预集成的软件平台支持多个操作系统同时运行，通过隔离的虚拟机和支持汽车开放系统架构(AUTOSAR)的实时操作系统(OS)支持管理程序，满足面向驾驶辅助安全系统、支持配置的数字仪表盘、信息娱乐系统、驾驶员监测系统和停车辅助系统的混合关键级工作负载需求。Snapdragon Ride 视觉软件栈符合新车评价规范(NCAP)要求和欧盟汽车《通用安全法规》，并可向上扩展、支持更高水平自动驾驶。

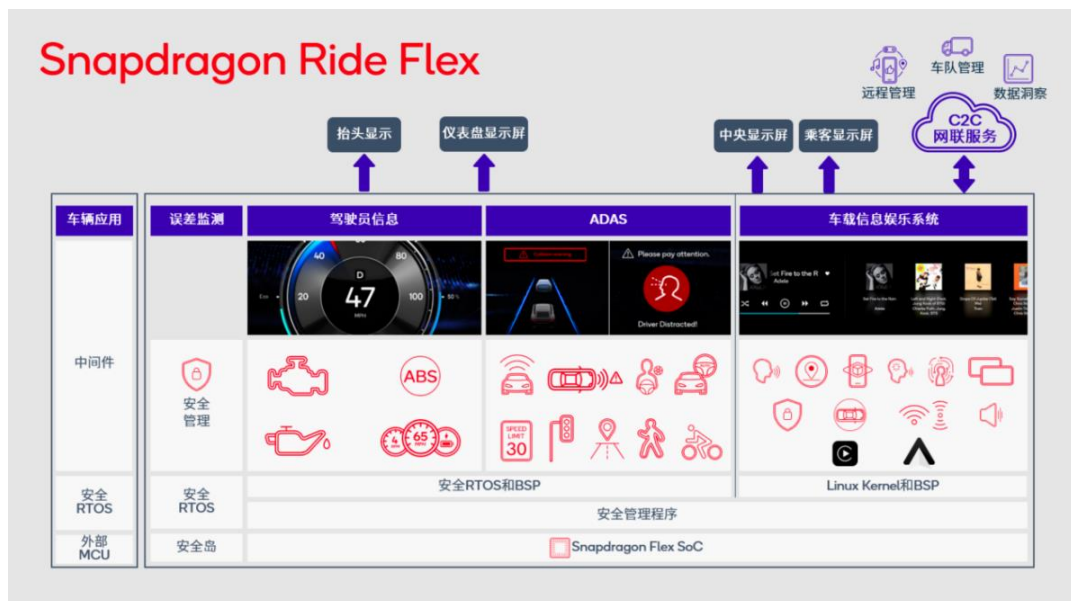
图 30: Snapdragon Ride 平台框架



数据来源：高通官网，中信建投证券

基于公司在打造开放式、可扩展、高性能、高效能汽车解决方案方面的持续成功，Snapdragon Ride Flex 系列 SoC 兼容高通骁龙数字底盘平台涵盖的更广泛的 SoC 组合。Snapdragon Ride Flex 系列 SoC 面向可扩展性能进行优化，支持从入门级到高端、顶级的中央计算系统，帮助汽车制造商面向不同层级的车型灵活选择合适的性能点。借助这一特点，汽车制造商能够实现复杂的座舱用例，比如支持沉浸式高端图像、信息娱乐和游戏显示的集成式仪表盘以及后排娱乐屏，同时打造基于超低时延的顶级音频体验，并且预集成 Snapdragon Ride 视觉软件栈。通过软硬件协同设计，上述性能需求可得到满足。首款 Snapdragon Ride Flex SoC 现已出样，预计 2024 年开始量产。

图 31: Snapdragon Ride Flex 框架



数据来源：高通官网，中信建投证券

高通收购 Arriver 补齐自动驾驶软件短板，强强联合打造全栈自动驾驶解决方案。2021 年，高通收购了 Veoneer 的自动驾驶软件业务 Arriver，旨在补齐高通在自动驾驶领域软件方面的短板，打造骁龙 RideVisio 系统。收购前，高通、宝马和 Arriver 已宣布就自动驾驶技术开展长期开发合作，合作范围涵盖从新车评价规范（NCA P）到 L3 级别高级自动驾驶功能。这意味着 Arriver 的技术已经得到了宝马等顶级车企的认可。Arriver 拥有先进的感知和驾驶策略堆栈，可以帮助高通快速开发 L2+到 L3 级别的自动驾驶系统。高通可以将 Arriver 的软件技术与自身的骁龙汽车 SoC 和加速器产品相结合，提供从芯片到软件的完整解决方案。

开放的编程框架与高扩展性受到汽车厂青睐。凭借低成本解决方案，Mobileye 一度成为 ADAS 领域领头羊，但其黑盒封装设计（芯片+视觉感知算法捆绑销售）使得下游车企也无法再进行自研辅助驾驶，导致一些关键客户的流失。而高通 Ride 平台配备开放的编程架构，且具有较强的兼容性与扩展性。Snapdragon Ride 第二代芯片以 SA8650 为代表，博世、大陆、Veoneer、法雷奥、德赛西威、均联智行等均基于此芯片进行设计与研发。高通产品软件兼容，基于第一代 Snapdragon Ride SoCS A8540 的软件开发成果基本可以无缝转移到 SA8650 上。

（2）主机厂发力自研芯片

2.1 特斯拉——从外购合作转为全栈自研，高技术壁垒自成体系

特斯拉 HW1.0-2.5 外购 Mobileye 与英伟达主控芯片，HW3.0 正式进入芯片自研道路，HW4.0 实现性能升级。2014 年到 2016 年，特斯拉配备的是基于 Mobileye EyeQ3 芯片的 AutoPilot HW1.0 计算平台，车上包含 1 个前摄像头+1 个毫米波雷达+12 个超声波雷达。2016 年到 2019 年，特斯拉采用基于英伟达的 DRIVE PX 2 AI 计算平台的 AutoPilot HW2.0 和后续的 AutoPilot HW2.5，包含 8 个摄像头+1 个毫米波雷达+12 超声波雷达。2017 年开始特斯拉开始启动自研主控芯片，尤其是主控芯片中的神经网络算法和 AI 处理单元全部自己完成。2019 年 4 月，AutoPilot HW3.0 平台搭载了特斯拉 FSD 自研版本的主控芯片，这款自动驾驶主控芯片拥有高达 60 亿的晶体管，每秒可完成 144 万亿次的计算，能同时处理每秒 2300 帧的图像。2024 年初，特斯拉宣布推出

搭载 HW4.0 的 Model Y 车型，预估 HW4.0 将以 2 片第二代 FSD 作为处理器，性能约为 HW 3.0 的 2-4 倍，内部 CPU 内核增加到 20 个，最大频率为 2.35 GHz，将实现并行处理能力增强、内存管理优化和专用加速器集成等多项升级。

目前，Autopilot 已经是全球范围内部署规模最大、运行里程最长的自动驾驶系统。公司各款车型均标配性能出色的 HardWare 系列智能驾驶硬件，Model 3/Y 等车型可以支持 Autopilot 自动辅助驾驶和完全自动驾驶能力的陆续释放。

表 5: 特斯拉 Autopilot 系统迭代历程

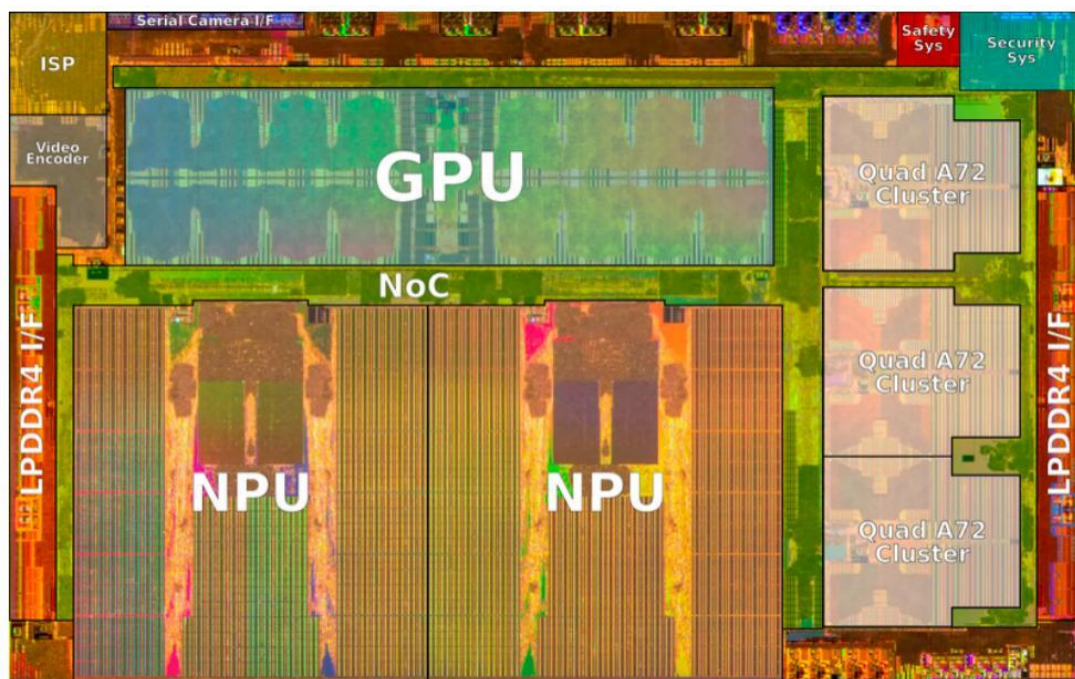
	HW 1.0	HW 2.0	HW 2.5	HW 3.0
日期	2014.9-2016.10	2016.10-2017.8	2017.8-2019.4	2019.4 至今
处理器	Mobileye EyeQ3	1-英伟达 Parker SoC	2-英伟达 Parker SoC	2-特斯拉 FSD 芯片
		1-英伟达 Pascal GPU	1-英伟达 Pascal GPU	2-神经网络加速器 NPU
		1-英飞凌三核 GPU	1-英飞凌三核 GPU	1-CPU 容错设计
FPS	36	110	110	2300
TOPS	0.256	12	12	144

资料来源：特斯拉，中信建投证券

FSD 芯片已于 2023 年迭代至第二代。FSD 芯片(第一代)采用三星的 14 纳米工艺。包含 3 个四核 Cortex-A72 集群，总共 12 个 2.2 GHz 的 CPU，一个 1 GHz 的 Mali G71 MP12 GPU，2 个 2 GHz 的神经处理单元，以及各种其他硬件加速器。FSD 的图像处理器能够提供 0.6TFLOPS 计算能力，运行频率为 1GHz；2 个神经网络处理器运行在 2.2GHz 频率下能提供 72TOPS 的处理能力。2023 年 2 月，特斯拉第二代 FSD 开始在汽车上发货，第二代 FSD 的 CPU 内核数量增加到五个四核集群，总共 20 个 Cortex-A72 内核，更重要的是提供三个以 2.2 GHz 的频率运行的 NPU 核心，总计算能力约为每秒 121.65TOPS。特斯拉除了在自动驾驶芯片上有成果，更是在 2022 年推出了 Dojo 芯片，用于处理器。该芯片由台积电制造，采用 7 纳米制造工艺，拥有 500 亿个晶体管，芯片面积为 645mm²，小于英伟达的 A100 (826 mm²) 和 AMD Arcturus (750 mm²)。据 Dojo 项目负责人 Ganesh Venkataramanan 介绍，特斯拉 Dojo 是史上最快的 AI 训练计算机。特斯拉自研神经网络训练芯片 D1，相比于业内其他芯片，同成本下性能提升 4 倍，同功耗下性能提高 1.3 倍，占用空间节省 5 倍。

特斯拉是全球唯一一家在自动驾驶的核心领域实现了全栈自研自产的公司，其不仅打造了一套包含感知、规划控制和执行在内的全链路软硬件架构，还有望依托于 Dojo 超算系统、Optimus 人形机器人和 Robotaxi 将 AI 能力实现泛化，使其作为出行和能源领域的技术底座，实现多维度的跨界融合创新。特斯拉自研的自动驾驶芯片 FSD，是行业内算力最大的智能芯片之一。FSD 芯片全栈式自主研发，配套特斯拉纯视觉的自动驾驶算法，仅供特斯拉自家车型使用。

图 32: 特斯拉 FSD 芯片框架

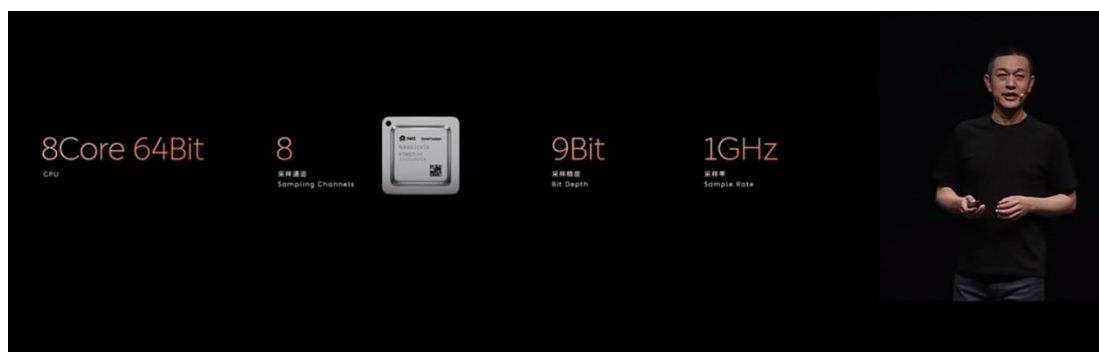


数据来源：特斯拉，中信建投证券

2.2 “蔚小理”与小米——国内主机厂启动芯片自研计划，蔚来率先发布

蔚来首款自研芯片——激光雷达主控“杨戬”（型号 NX6031）于 2023 年 10 月量产。“杨戬”芯片是蔚来智能硬件团队发布的第一颗自研芯片，8 核 64 位处理器，并加配 8 通道 9bit 的 ADC，采样率高达 1GHz，可高效捕获激光雷达传感器的原始数据，还将为激光雷达降低 50% 的功耗。同时，通过对点云处理延迟的优化，“杨戬”芯片实现了更快的功能响应，每秒点云处理能力达到 8m point，并可同时接收原始数据和点云数据，为整个系统提供更好的数据闭环迭代。

图 33: 蔚来首款自研激光雷达主控芯片 NX6031



数据来源：蔚来发布会，中信建投证券

小鹏自研自动驾驶芯片“图灵”已于 2024 年 8 月 23 日流片成功，对标特斯拉 FSD。与蔚来的理念不同，小鹏汽车计划自研对标特斯拉 FSD 的自动驾驶芯片。特斯拉 FSD 就是一个包含 CPU、GPU、NPU（神经网络处理器）、ISP（图像处理器）、VPU（视频处理器）、安全加密等模块的集合体。小鹏自研的是自动驾驶芯片中的

NPU 模块, CPU、GPU 等模块则外购 IP, 在 IP 基础上开发, 所有模块都会被集成到 SoC 中。2024 年 11 月鹏 AI 科技日上, 小鹏公布其自研芯片图灵与智驾体系。“图灵”芯片专为 AI 设计, 具备 40 核处理器, 能够本地运行 30B 参数的大模型, 集成了 2 个 NPU 和面向神经网络的特定领域架构, 为 AI 汽车提供了强大的计算能力, 据悉图灵性能相当于三颗英伟达 Orin X 芯片(AI 算力或超过 750TOPS)。未来, AI 汽车将至少搭载 3 颗图灵芯片。同时, 小鹏图灵 AI 智驾体系是一个全栈自研的系统, 包括云端大模型、车端大模型、面向大模型开发的 AI 芯片以及底层架构; 在端到端大模型路线上其与 OpenAI 保持一致, 遵循尺度定律, 通过提升模型大小、数据大小和训练计算量来提高模型性能;。小鹏汽车作为行业内首个训练云端大模型的企业, 其云端大模型的参数量是车端模型的 80 倍。何小鹏预测, 到 2025 年, 小鹏汽车云端的算力将达到 10Eflops, 同时小鹏汽车将致力于 18 个月内实现类 L3+ 的智驾体验。

理想投入谨慎, AI 推理芯片为研发重点。理想对自研汽车芯片相对谨慎, 芯片团队的搭建明显晚于蔚来和小鹏。理想同时在研发用于智能驾驶场景的 AI 推理芯片, 和用于驱动电机控制器的 SiC 功率芯片, 用于智能驾驶的 AI 推理芯片是理想目前的研发重点。据悉今年 10 月下旬, 理想智能驾驶芯片研发团队已经在上海完成集结并封闭, 预计将在今年年底完成流片。

小米智驾系统追平第一梯队, 布局汽车产业链。2024 年 4 月, 小米发布 SU7, 提供纯视觉的 Xiaomi Pilot Pro 和视觉+激光雷达的 Xiaomi Pilot Max 两套智驾方案。PRO 和 MAX 都搭载了 11V 高清摄像头、2 块英伟达 DRIVE Orin 芯片以及全栈自研算法, 其中 PRO 实现算力 84TOPS, 支持高快路 NOA; MAX 版本则在 PRO 的基础上, 还能实现城市 NOA。小米智驾系统算法采用目前效率最高的解决方案 BEV+Transformer+OCC, BEV 方面采用变焦技术, 实现多套根据场景切换的输出模型; OCC 方面, 超分辨率占用网络模型精度达到了小于 0.1m 的水平, 而特斯拉 FSD 的占用网络精度仅为 0.32m。据官方说法, 小米是国内首个将端到端大模型应用于自动泊车功能的车企, 将感知、决策、规划算法多合一, 可以实现 5cm 精度的极窄车位泊入和 23km/h 巡航的代客泊车。而芯片方面, 小米计划在 2025 年上半年推出其定制手机 SoC 芯片, 搭载台积电先进的 4nm N4P (第二代 4nm) 工艺技术, 预计性能将媲美高通骁龙 8 Gen 1 处理器。而车规级芯片上, 小米投资黑芝麻智能与车规域控制器芯片企业旗芯半导体, 但自研车规级芯片暂无详细公开消息。

(3) 国产芯片自研崛起, 多家科技公司研发进入快车道

3.1 地平线——领跑国内 ADAS 芯片, 针对性自动驾驶算法开发

地平线仅用了 5 年时间即实现了车规 AI 芯片的量产落地, 开启国产车规级 AI 芯片的前装量产元年。与此相比, Mobileye 的车规芯片从研发到正式商用历时 8 年; 作为全球通用 AI 芯片龙头的英伟达, 在 CUDA 发布后 9 年才将 K1 芯片应用于奥迪 A8 的车用系统。地平线首款芯片征程 1 发布于 2017 年 12 月; 征程 2 发布于 2019 年 8 月, 可提供超过 4TOPS 的等效算力; 征程 3 算力为 5TOPS, 发布于 2020 年 9 月; 征程 5 发布于 2021 年 7 月, 算力 128TOPS。其中, 征程 5 是国内首颗遵循 ISO26262 功能安全认证流程开发, 并通过 ASIL-B 认证的车载智能芯片; 基于最新的地平线 BPU®贝叶斯架构设计, 可提供高达 128TOPS 算力。地平线的第三代车规级产品征程 5 兼具大算力和高性能, 支持 16 路摄像头感知计算, 能够支持自动驾驶所需要的多传感器融合、预测和规划控制等需求。无独有偶, 国产智驾芯片方面, 黑芝麻智能已经量产的芯片华山 A1000L/A1000/A1000Pro 提供从 16TOPS/58TOPS/106+TOPS 的算力, 取得 ASIL-B 及 AEC-Q100 2 级认证, 适配 L2+ 及 L3 自动驾驶场景。黑芝麻智能与地平线是国产智驾芯片, 尤其是高算力智驾芯片的领头羊。

从研发到正式量产上车, 征程 5 芯片仅用近三年的时间, 刷新了高性能智能驾驶芯片的应用效率。2022 年

9月30日，理想 L8 搭载征程 5 全球首发上市。除了比亚迪、理想 L8 之外，征程 5 也已获得上汽集团、一汽红旗、自游家汽车等多家车企的量产定点合作，更多合作车型将陆续量产发布。

征程系列出货量达 400 万片，新一代产品征程 6 于 2024 年 4 月正式发布。目前征程系列 2023 年整体出货量已达 400 万片，征程 5 在 2023 年的出货量会超过 25 万片，征程 2 则是百万量级。地平线于 2024 年 4 月正式发布新一代智能驾驶芯片征程 6，并于第四季度完成首批量产车型交付。征程 6 将能够覆盖低阶到高阶的智能驾驶需求，其中，征程 6 旗舰专门针对城区高阶智能驾驶场景，算力高达 560TOPS，并且支持 BEV、Transformer 等行业模型。征程 6 旗舰能够实现 CPU、BPU、GPU 和 MCU 四芯合一，提供了更高的芯片架构集成度，且安全功能达 ASIL-D 级别。其 CPU 用了 14 个 A78AE 大核，算力超过 350KDMIPS，配置了地平线自研的 TB/s 级带宽总线，对图像处理能力达 5.3Gpps，在 4 颗异构计算单元之外还有 DIS 的计算单元提供额外的算力。基于新老多款产品，地平线预计 2024 年征程家族产品累计量产上市车型将超过 150 款。

3.2 华为——HUAWEI ADS2.0 全栈自研，智能驾驶大模型算法赋能传感器

华为 2018 年首发智能驾驶计算平台，目前已覆盖 L2+至 L5 级别自动驾驶的不同应用场景。华为 MDC 作为业界最早量产、最大算力、最全系列的智能驾驶计算平台，适用于乘用车（私家车、Robotaxi）、商用车（干线物流、港口货运）及专用车（无人矿卡、无人清扫、快递物流）等多种智能驾驶场景。华为 MDC 平台采用华为自研的昇腾 AI 芯片，可提供强大的算力。华为 MDC 硬件平台提供标准化的系列化产品，包括 MDC 100、MDC 200、MDC 300 和 MDC 610 等，可满足不同算力需求的应用场景：MDC300 从 2019 年进入市场，主要用于矿、港、园以及高速物流。MDC210 用于中低端车的出量，MDC610 用于高端车的拉伸品牌，MDC810 用于 robotaxi 或高级别的自动驾驶。

图 34：华为 MDC 智能驾驶计算平台产业模式



数据来源：《华为 MDC 智能驾驶计算平台白皮书》，中信建投证券

华为 ADS3.0 实现国内首端到端落地。2023 年 4 月 16 日，华为 ADS2.0 智能驾驶系统正式发布。ADS2.0 使用自研 MDC610 计算平台，基于华为自研昇腾 610AI 芯片，采用 7nm 制程，AI 算力 200TOPS；拥有 27 个感知硬件，基于多传感器融合，结合高性能智能驾驶平台以及拟人化智驾算法，实现面向高速、城区、泊车全场景的自动驾驶。华为 ADS2.0 率先在 AITO 问界 M5 高阶智能驾驶版首发，阿维塔 11、极狐阿尔法 S 全新 HI 版也实现升级搭载。2024 年 9 月，华为发布 ADS 3.0 智能驾驶系统，将 BEV 和 GOD 融合形成更大的 GOD 网络，实现超强感知、超快响应、超前闭环和与底盘垂直整合四大核心能力，将具备多重场景理解能力，实现从

车位到车位的高阶智能驾驶，同时 ADS 基础版也将具备高速 NCA 和城市快速路 NCA 能力，不依赖高精地图且全国覆盖、有路就能开。

图 35: 华为 ADS 3.0 智能驾驶系统



数据来源：华为发布会，中信建投证券

(4) 竞争复盘：Mobileye 领先 L2 及以下，英伟达合作广泛领跑 L2+，中国厂商崭露头角

Mobileye 在汽车芯片领域早期“一家独大”，先发优势明显，后灵活性与技术算力存在不足被赶超；近年来英伟达凭借本身芯片技术优势，定位高端汽车芯片市场强势崛起，与产业链多家企业达成合作；高通入局智驾芯片较晚，但 Snapdragon Ride 瞄准中高端自动驾驶市场，并支持 L1-L5 级自动驾驶，高性能与高普适性同样在智驾市场有一席之地。地平线和黑芝麻智能是在自动驾驶芯片领域实现量产并达成多家 OEM 合作的中国厂商，定位 Mobileye 和 NVIDIA 的竞争对手，算力方面快速赶上 Mobileye，推出了多层次解决方案的产品与开发工具，有高性价比、软硬件协同优化等优势，2023 年来快速崛起。

表 6: 各厂家芯片生产情况

技术路线	厂家	芯片	架构	车辆配备/合作商	INT8 算力 (TOPS)	价格	功耗	制程 (nm)	SOP
						(美元)	(W)		
传统汽车电子厂商转型	瑞萨	V3H	CPU+ASIC	博世/海拉	4	/	2.5	16	2019
		V3U			60	/	/	/	2021
	恩智浦	S32V		RTI (软件公司)	4	/	1.5	16	2018
	德州仪器	TDA4VM		百度/博世/大陆	8	100	1.5	16	2020
	Mobileye	EyeQ3	CPU+ASIC	奥迪 A8/沃尔沃/凯迪拉克	0.256	10~30	10	40	2014

提供整套解决方案		EyeQ4		蔚来/理想/大众/宝马/福特/日产/广汽/长城等主力在售车型	2.5	30	1.2	28	2018
		EyeQ5		宝马 iNext/极氪 001	24	/	0.416	7	2021
通用型、平台化硬件+软件工具链	英伟达	Xavier	CPU+GPU+ASIC	小鹏 P7/P5	30	100	1	12	2020
		Orin		蔚来 ET7/小鹏 P7&G9/比亚迪沃尔沃 XC90/上汽 RES33/奔驰/集度/理想 L9	254	300~500	0.225	7	2022
				Atlan	奔驰	1000	/	/	5（E）
		Thor		极氪/奔驰	2000	/	180	4	2025E
	高通	SnapdragonRide	CPU+GPU+ASIC(少量)	宝马	700	/	0.186	5	2022
	地平线	征程 2	CPU+ASIC	长安 UNI/奇瑞蚂蚁/上汽通用五菱	4	20~30	0.125	28	2019
		征程 3		江淮/理想 One/博世/大陆	5	30	0.5	16	2020
		征程 5/5P		长城/理想 One/长城/博世/大陆	96/128	100	0.195	16	2022
	华为	昇腾 310	CPU+ASIC	/	16	/	0.5	12	2018
		昇腾 910		北汽/长城	640	/	0.48	/	2019
	黑芝麻	A1000	CPU+ASIC	吉利/东风/江淮/一汽红旗（E）/广汽	58	/	0.2	16	2020
		A1000Pro		一汽（E）	106	/	0.24	16	2022
软硬件全栈自研	特斯拉	FSD	CPU+GPU+ASIC	Model3/S/X/Y	73.7	/	1	14	2019
		升级版 FSD		Model3/S/X/Y	210	/	/	/	2023E

资料来源：新智驾，车东西，中信建投证券

2014-2018 年，Mobileye 独步天下。

Mobileye 凭借“芯片+算法+摄像头”一揽子解决方案，在成本、性能、功耗实现平衡，同时便捷的部署方案快速占领了市场，一度市占率达到90%。特斯拉于2014年10月开始在ModelS和HW1.0版本车上装配EyeQ3，2016年由于安全事件和Mobileye终止合作，开始自研芯片。2018年开始量产的EyeQ4曾搭载在宝马、福特、理想、蔚来、小鹏和上汽等旗下产品的车型中。

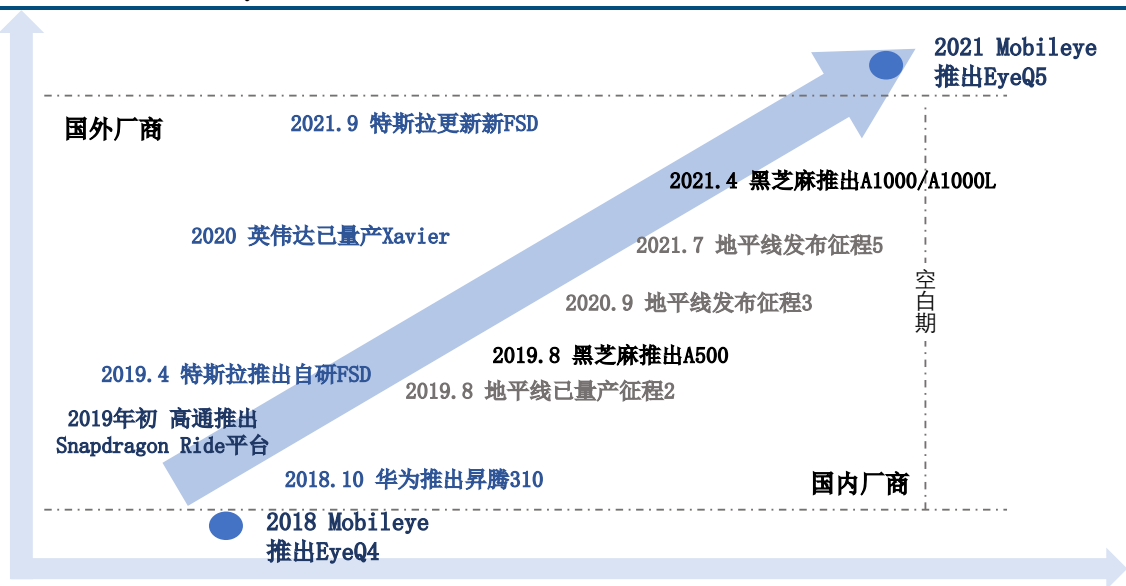
2019-2021 年，Mobileye 停滞不前，算力军备开赛，英伟达与多家汽车品牌达成合作。

Mobileye 自2018年推出2.5TOPS算力的EyeQ4后，直到2021年才推出24TOPS算力的EyeQ5，与此同时，国内外头部自动驾驶芯片的算力已在这段时间飞速增长。英伟达在2018年推出的Parker芯片，其算力仅1TOPS，而2020年推出的Xavier芯片单颗算力就已达30TOPS；高通也在2019年初推出了Snapdragon Ride平台，其采用多芯片组合方案，再搭配上300TOPS的AI加速器，整体算力可以超过700TOPS。国内厂商方面，地平线也在两年内从个位级算力突破到128TOPS，黑芝麻也在2021年将芯片算力提升到了70TOPS。

此外，Mobileye 的黑盒策略饱受诟病，2020款的理想ONE安装的是Mobileye的EyeQ4芯片。但理想汽车又想训练和优化自己的辅助驾驶系统，于是不得不在Mobileye的前视摄像头旁再增设一个摄像头，专门用于道路信息的采集与收集。Mobileye缓慢的算力迭代速度和黑盒策略显然不被主机厂接受，份额快速流失。

英伟达凭借其在AI业务GPU方面的专业知识，积极进军汽车自动驾驶市场。NVIDIA AD处理器的优势包括高计算能力、丰富的软件工具以及允许客户创建自己的算法的完整环境。在客户方面，英伟达与全球大多数汽车制造商和一级供应商合作。

图 36: 国内外厂商在 Mobileye 空白期快速发展



数据来源：相关公司官网，中信建投证券

2022 年至今，英伟达在高端市场一家独大，地平线与黑芝麻快速崛起

根据弗若斯特沙利的数据，2023 年在全球高算力（算力大于 50Tops）自动驾驶 SoC 芯片领域英伟达市占率为 72.5%。2022 年推出的 Orin 芯片的单颗算力更是达到 254TOPS，已经超过 EyeQ5 算力的 10 倍，同时英伟达

为 OEM 提供了自由度更大的 DRIVE 开发平台，满足 OEM 算法自研的迫切需求。2023 年四季度推出 Thor 样片，INT8 单片算力最高可达到 2000TOPS，算力达到了现款产品 Orin 近 8 倍，单颗 FSD 芯片的 28 倍，在算力方面，跃进式迭代速度与超高单片算力都远远领先同行。英伟达已经确定能够在 2025 年量产 Thor，且极氪已确认首发搭载 Thor 芯片。

在辅助驾驶 L2+领域，Mobileye 市场占有率暂居第一，但逐年下滑、难掩颓势。根据弗若斯特沙利文，2023 年中国市场自动驾驶 Mobileye 市场占有率为 27.55%，而在 2021 年，高工智能汽车研究院监测数据显示这一数据为 37.12%。但 Mobileye 深陷算力与自研两大缺陷，高端市场难与英伟达竞争，而在非高端市场上，友商的穷追不舍与 Mobileye 的黑盒缺陷都使其逐步丧失竞争力。算力方面，Mobileye 最新发布的 EyeQ6 系列最高算力的 EyeQ6 High，算力为 34TOPS，目前最高算力是 2022 年发布的 EyeQ Ultra，算力为 176 TOPS，2025 年量产；而地平线的征程 6 系列算力已经可以达到 560TOPS，黑芝麻即将量产的华山 A2000 算力也将超过 250TOPS。这样的算力在 NOA 渗透率逐年增加、各 OEM 发力智驾系统的中国市场将愈发失去竞争力。同时，Mobileye “算法封闭”，客户无法根据需求或市场变化改变其自动驾驶系统，灵活性极受影响。在 2021 年一辆蔚来 ES8 因 Mobileye 视觉算法发生安全事件，而蔚来无法自行对其进行调整或改进，但在第一起事故后，Mobileye 未能及时提供算法更新或修正，导致 2021 年内类似事件再次发生。在主机厂对于算法改进与自研权限需求越来越高的背景下，Mobileye 的低权限开放来得太晚，相对于竞争者而言已经落后不止一步。

中国厂商突围崛起，逐步蚕食 Mobileye 和英伟达的市场份额。伴随着 Mobileye 的逐渐失意，地平线和黑芝麻智能凭借性价比、更高的算力配置与高级别开放权限蓬勃生长，逐步侵蚀 Mobileye 的市场。以 Mobileye 最大的合作者吉利为例，其在领克 08、07 车型当中已经转向采用黑芝麻智能的华山 A1000 芯片。而英伟达方面，2023 年，英伟达在高算力市场占有率从 2022 年的 81.6%快速下滑到 72.5%，而地平线则从 2022 年的 6.7%翻倍增长至 2023 年的 14%，黑芝麻智能也从 2022 年的 5.3%提升至 2023 年的 7.2%。这无不昭示着中国厂商在智驾芯片领域快速崛起，正在双线侵蚀 Mobileye 和英伟达的市场份额。究其原因，更有自主权的白盒方案、解决过程需求的优质驻场服务与高性价比的解决方案是重要因素，再叠加地缘、成本、政策优势，中国厂商在智能驾驶芯片领域前景广阔。

图 37: 全球自动驾驶 SOC 行业成长复盘

全球自动驾驶SOC行业成长复盘									
	2014-2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
行业背景	自动驾驶萌芽期	博世提出五域架构, 国外众多车企寻求智能化转型	mobileye以153亿美元被英特尔收购	2018年7月, 特朗普政府对从中国进口的半导体加25%的关税, 中美关系恶化, 半导体自主可控提上日程	国内造车新势力开始率先搭载mobileye芯片	特斯拉model3降价, 销量持续超预期, 股价大涨, 自动驾驶重新受到人们关注	(1) 缺芯导致很多OEM预期销量下调, 国产芯片导入加速 (2) 多家车企发布2023-2025年自动驾驶车型落地规划, 因此需要在2021年前后进行芯片选型。SOC芯片获得前所未有的关注	mobileye计划上市, IPO估值从500亿美元下降到不足200亿美元	年底, 多家OEM纷纷推进城市NOA落地, 2023年中国ADAS应用的自动驾驶SOC市场规模达141亿元; 自动驾驶大算力芯片的量产之年
可量产SoC供应商	mobileye的EyeQ3	mobileye 的EyeQ3	mobileye的EyeQ3	mobileye的EyeQ3/EyeQ4	mobileye的EyeQ3/EyeQ4+英伟达Xavier/orin发布+地平线J2+华为MDC	mobileye的EyeQ3/EyeQ4+英伟达Xavier/orin发布+地平线J2+华为MDC	mobileye的EyeQ3/EyeQ4+英伟达Xavier+地平线J2/J3+华为MDC	mobileye的EyeQ3/EyeQ4+英伟达Xavier/orin+地平线J2/J3+华为MDC	mobileye的EyeQ4/EyeQ5+英伟达Xavier/orin+地平线J2/J3/J5+黑芝麻华山A1000系列+华为MDC+高通8650
行业其他SoC供应商进展	地平线2015.7成立, 主要覆盖领域为AIOT、安防、智能驾驶等领域	(1) 地平线业务不聚焦; (2) 英伟达Xavier发布	地平线J1发布	(1) 2018年6月, 芯驰科技成立; (2) 2018年10月, 华为发布两款AI芯片: 昇腾910与昇腾310	(1) 地平线业务收缩, 聚焦自动驾驶, J2发布; (2) 黑芝麻发布A500	(1) 地平线发布J3; (2) 黑芝麻智能发布华山A1000; (3) 芯驰发布SoC芯片 (3) EyeQ5发布	(1) 寒武纪行歌成立; (2) 2021年年底, 高通推出骁龙Ride平台; (3) 地平线发布J5	2022年9月, 英伟达和高通发布2000TOPS	高通推出骁龙 Ride Flex
主流OEM选择	特斯拉选择和mobileye合作	2016.7特斯拉选择终止和Mobileye合作, 转向和英伟达合作	2017.12. 特斯拉透露要自研FSD, 主要系英伟达GPU芯片功耗太高	(1) 英伟达与德赛西威签署合作协议 (2) 英伟达分别与百度、Uber、大众等厂商合作	蔚来搭载EyeQ4	(1) 特斯拉FSD研发成功, 自动驾驶获得资本市场关注 (2) 理想搭载EyeQ4; (3) 地平线J2搭载在长安主力车型UNI-T上	(1) 英伟达Xavier/orin芯片垄断大部分L3自动驾驶车企 (2) 2021年, 北汽和華為签署智能驾驶合作协议: 华为为沙龙汽车首款车型机甲龙提供MDC智能驾驶; (3) 上汽拒绝和華為合作	(1) mobileye损失大量客户: 蔚来、理想、宝马、长城、奥迪、沃尔沃等; (2) 地平线: 累计和20家车企, 70+车型定点; (3) 黑芝麻: 5月黑芝麻和江淮汽车达成量产合作	(1) 英伟达在高端市场一家独大 (2) 地平线和黑芝麻智能开始收到市场关注

数据来源: 各公司官网, 中信建投证券

三、他山之石：从手机芯片市场看智驾芯片市场

（一）手机芯片：高通联发科引领中高端与中低端市场，苹果三星华为抢占份额

从 2G 到 5G 时代，手机芯片经历了从简单到复杂、从功能单一到功能丰富的发展历程，各个手机厂家的发展迭代以及市场竞争格局也发生了巨大的变化。2G 时代：手机从模拟时代迈向数字时代，功能开始扩展，德州仪器、摩托罗拉、诺基亚等公司是 2G 时代的主要手机芯片厂商。3G 时代：移动互联网高速发展，手机功能更加丰富。高通凭借其在 CDMA 技术方面的优势迅速崛起，成为 3G 时代的主导者，苹果也开始为其 iPhone 系列手机开发自研芯片，并取得了巨大的成功。4G 时代：智能手机全面普及，手机芯片性能快速提升。高通、苹果、联发科等头部厂商不断推出新产品，手机芯片市场竞争日趋激烈。华为海思也凭借其麒麟系列芯片在高端市场站稳脚跟。5G 时代：万物互联时代开启，手机芯片更加智能、融合。高通、苹果、联发科等头部厂商继续保持领先地位，华为海思受到制裁影响，发展受阻，三星 Exynos 系列芯片市场表现相对一般。

2G 时代——手机从模拟时代迈向数字时代，功能扩展启蒙（1990s-2000s）

2G 时代是手机从模拟时代迈向数字时代的关键时期，手机功能也从单纯的打电话、发短信扩展到 WAP 上网、玩游戏等。2G 时代主要采用 GSM 和 CDMA 两种技术标准，主要负责实现打电话、发短信、WAP 上网等基本功能。2G 时代主流手机产品主要为诺基亚 3310（搭载德州仪器 OMAP5910 芯片）、摩托罗拉 V3（搭载摩托罗拉 DragonBall VZ 芯片，是 2G 时代最具代表性的翻盖手机之一）和黑莓 8700（搭载德州仪器 OMAP710 芯片，是 2G 时代最成功的商务手机之一），主要手机芯片公司为德州仪器、摩托罗拉和诺基亚。德州仪器：OMAP 系列，如 OMAP5910、OMAP710 等。OMAP 系列芯片是 2G 时代最成功的手机芯片之一，被广泛应用于诺基亚、摩托罗拉等品牌的手机中；摩托罗拉自研自用的 DragonBall 系列和诺基亚自主研发的 Nokia 系列也占据了重要的市场份额。

3G 时代——移动互联网速度提升，智能手机功能起步（2000s-2010s）

在 3G 时代，移动互联网速度显著加快，开始支持视频通话和流媒体播放等功能，手机芯片架构也因此变得更加复杂，新增了多媒体处理单元和应用处理器。其主要技术标准包括 WCDMA、CDMA2000 和中国主导的 TD-SCDMA。在 3G 时代，格局风云变化，高通凭借 CDMA 上的技术优势迅速崛起成为芯片市场的领导者，而苹果也开始为 iPhone 开发自研芯片。

3G 时代主流手机产品为苹果 iPhone 4（搭载苹果 A4 芯片，是 3G 时代最成功的智能手机之一）、HTC HD2（搭载高通骁龙 MSM7200 芯片，是 3G 时代最具代表性的 Windows Mobile 手机之一）、三星 Galaxy S（搭载三星自家 Exynos 3110 芯片，是 3G 时代最成功的 Android 手机之一），主要手机芯片公司为高通、苹果、德州仪器和英特尔。高通骁龙系列在 3G 时代凭借其在 CDMA 技术方面的优势迅速崛起，成为手机芯片市场的主导者。苹果从 iPhone 4 开始使用自研芯片，并在 3G 时代取得了巨大的成功。德州仪器的 OMAP 系列在 3G 时代未能延续其优势；英特尔的 Atom 系列开始进入手机芯片市场，但未能取得太大的成功。

4G 时代——智能手机全面普及，手机芯片技术全面爆发（2010s-2020s）

4G 时代是智能手机全面普及的时期，4G 时代手机芯片技术更加先进，性能大幅提升，能够支持更快的移动互联网接入速度和更丰富的多媒体功能，如高清视频、大型游戏等。这一时期，高通、苹果、联发科等头部

厂商不断推出新产品，手机芯片的性能也快速提升。华为海思凭借其麒麟系列芯片快速在高端市场站稳脚跟，加入竞争格局。4G时代主流手机产品主要为苹果 iPhone 6（搭载苹果 A8 芯片，是 4G 时代最成功的智能手机之一）、三星 Galaxy S6（搭载三星 Exynos 7420 芯片，是 4G 时代最具代表性的 Android 手机之一）、华为 P9（搭载华为海思麒麟 950 芯片，是 4G 时代最成功的国产手机之一），主要手机芯片公司为高通、苹果、联发科和华为海思。高通骁龙 8 系和 7 系在 4G 时代继续保持其市场领先地位，骁龙 8 系芯片一直是高端手机市场的主流选择。苹果 A 系列芯片在性能和功耗方面一直处于行业领先水平，为 iPhone 手机提供了强大的性能支持。联发科的 Helio X 系列、P 系列在 4G 时代凭借其低成本策略，在中低端手机市场取得了巨大的成功。华为海思麒麟系列芯片在短短几年就成为高端手机芯片市场的重要竞争者。三星 Exynos 系列芯片的性能和功耗表现总体而言不如高通骁龙系列芯片，表现平庸。

5G 时代——万物互联时代开启，手机芯片将更加智能融合（2020s 至今）

5G 时代带来了更快的移动互联网速度和更低的延迟，5G 时代手机芯片技术更加智能、融合，能够支持更高的移动互联网接入速度、更低的延迟和更可靠的连接。手机芯片也将朝着更加智能、更加融合的方向发展，并将成为决定手机性能和用户体验的关键因素。5G 时代主要采用 5G NR 技术标准，5G NR 在全球范围内得到了广泛应用。此时期手机芯片的架构更加复杂，采用了多核处理器、GPU、AI 加速器等先进技术，性能大幅提升。5G 时代主流手机产品主要为苹果 iPhone 12（搭载苹果 A14 芯片，是 5G 时代最成功的智能手机之一）、小米 11（搭载高通骁龙 888 芯片，是 5G 时代最具代表性的 Android 手机之一）、OPPO Find X3 Pro（搭载高通骁龙 888 芯片，是 5G 时代最成功的拍照手机之一），主要手机芯片公司为高通、苹果、联发科、华为海思和三星。整体竞争格局相较于 4G 时代依旧稳定，仅是各大厂商进行了新一轮产品迭代。

表 7：各时代技术标准、芯片架构与主流芯片

	技术标准	芯片架构	主流芯片
2G	GSM、CDMA	基带处理器、射频收发器、存储器等	德州仪器：OMAP 系列 摩托罗拉：DragonBall 系列 诺基亚：Nokia 系列
3G	WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA	基带处理器、射频收发器、存储器、多媒体处理单元、应用处理器	高通：骁龙系列 苹果：A 系列 德州仪器：OMAP 系列 英特尔：Atom 系列
4G	LTE	多核处理器、GPU 等	高通：骁龙 8 系列、7 系列 苹果：A 系列 联发科：Helio X 系列、P 系列 华为海思：麒麟 9 系列、7 系列
5G	5G NR	多核处理器、GPU、AI 加速器	高通：骁龙 8 系列 苹果：A 系列 联发科：天玑系列 华为海思：麒麟 9 系列 三星：Exynos 系列

资料来源：各公司官网，中信建投证券

（1）高通——3G 时代强势崛起，中高端龙头地位稳固

2G 时代——CDMA 市场主导者：高通在 2G 时代推出了多款 CDMA 芯片，在 CDMA 市场占据主导地位。

3G 时代——凭借在 CDMA 技术上的优势迅速崛起，成为手机芯片市场主导者。高通骁龙系列芯片在性能、功耗等方面都表现出色，得到了众多手机厂商的青睐。**高通 3G 时代取得成功的原因：**1) 技术领先：高通在 3G 芯片技术方面一直处于领先地位，拥有强大的研发实力和丰富的专利积累。2) 产品丰富：高通提供从高端到低端全系列的 3G 芯片，满足了不同层次用户的需求。3) 市场策略：高通积极与手机厂商合作，并制定了灵活的市场策略，获得了广泛的市场支持。高通在 3G 时代的表现明显优于其主要竞争对手，德州仪器 3G 时代未能跟上高通的步伐，市场份额逐渐下降，英飞凌在 3G 时代也推出了多款芯片，但在性能和功耗方面相比高通的芯片有一定差距。联发科在 3G 时代开始崛起，但在高端市场还无法与高通竞争。

4G 与 5G 时代——继续保持领先地位。高通在 4G 与 5G 时代继续保持其领先地位，骁龙 8 系芯片一直是高端手机市场的主流选择。5G 时代还推出骁龙 7 系、6 系等中低端 5G 芯片，加速 5G 手机的普及。

表 8: 高通手机芯片搭载于各大主流机型

型号	推出时间	主要应用机型
710	2018Q2	小米 8、魅族 16X、OPPOR17 Pro、三星 GalaxyA8s、诺基亚×7
765G	2019Q4	红米 K30、OPPO Reno3 Pro、中兴 Axon11、诺基亚 8.3、vivoZ6
855	2019Q1	小米 9、红米 K20、联想 Z5 Pro GT 855、魅族 16s、三星 GalaxyS10
865	2019Q4	小米 10、realme X50 Pro、魅族 17、三星 GalaxyS20、iQoo Neo3
888	2020Q4	三星 GalaxyS21、小米 11、iQOO 7、vivo X60 Pro+、realmeGT
8Gen1	2021Q4	三星 GalaxyS22、小米 12、iQ009、黑鲨 5 Pro、联想拯救者 Y90、摩托罗拉 edge X30
8+Gen1	2022Q2	小米 12S、腾讯 ROG 游戏手机 6、红魔 7S、realme GT2 大师探索版
8Gen2	2022Q4	三星 GalaxyS23、小米 13、vivo X90、OnePus 11 Pro
8Gen3	2023Q3	三星 Galaxy S24、小米 14、realme GT5 Pro、iQ0o 12、nubia Z 系列
8 至尊版（8Gen4）	2024Q4	小米 15、真我 realme、OPPO、iQOO、一加、荣耀、中兴、摩托罗拉、努比亚、红魔、华硕和三星

资料来源：IDC，公司官网，中信建投证券

英伟达在汽车芯片市场的地位近似对标高通在手机芯片市场的地位。市场地位方面，两家公司都占据各自领域的领先地位，芯片都具有较强的技术实力，拥有较高的市场份额和品牌影响力，英伟达在技术层面目前难有竞争者。产品策略方面，两家公司都主要面向高端市场，产品价格相对较高；两家公司的芯片都具有较高的性能，能够满足高端市场的需求；两家公司都构建了完善的软件生态，为开发者提供丰富的开发工具和资源。

表 9: 英伟达的汽车芯片&高通的手机芯片

	英伟达	高通
市场份额	接近 50%	约 30%
代表产品	Drive Orin、DriveHyperion	Snapdragon 8 Gen
主要客户	奔驰、宝马、奥迪	小米、三星、OPPO

资料来源：公司官网，中信建投证券

（2）联发科——主导低端手机芯片市场，坐稳全球第二大手机芯片供应商

联发科是一家全球领先的无晶圆厂半导体公司，一直坚持“高性价比”的产品策略，以低廉的价格提供高性能的芯片，受到了手机厂商的青睐。

2G时代——专注低端市场：联发科在2G时代就开始研发手机芯片，但当时主要集中在低端市场。

3G时代——快速增长，成为手机市场主要供应商：联发科在3G时代推出了多款低价3G芯片，迅速抢占市场份额，成为3G时代手机芯片市场的主要供应商之一。

4G时代——高速增长，成为全球第二大手机芯片供应商：联发科在手机芯片市场4G时期取得了巨大的成功，市场份额大幅提升，成为全球第二大手机芯片供应商。根据多样性与差异化的产品策略，联发科推出了主打性能和功能的Helio X系列旗舰芯片和主打功耗和性价比的Helio P系列中端芯片，并开始进入高端市场。**联发科4G时代取得成功的原因：**1) 产品策略：联发科在4G时代继续坚持“高性价比”产品策略，以低廉的价格提供高性能的芯片，受到了手机厂商的青睐。2) 技术创新：联发科在4G时代加大研发投入，在技术创新方面取得了长足的进步，芯片性能和低功耗不断优化。3) 市场布局：联发科积极拓展全球市场，与众多手机厂商建立了合作关系，市场份额不断扩大。

表 10: 联发科产品向高性能不断迭代

型号	制程	产品发布时间	晶圆代工
Helio A22	12nm	2018	台积电
HelioP95	12nm	2020	台积电
天玑 700	7nm	2020	台积电
天玑 800	7nm	2020	台积电
天玑 9000	4nm	2021	台积电
天玑 8200	4nm	2022	台积电
天玑 9200	4nm	2022	台积电
HelioG99	12nm FFC	2022	台积电
天玑 9300	4nm	2023	台积电

资料来源：联发科发布会，中信建投证券

5G时代——保持全球第二大5G手机芯片供应商的地位：联发科在5G时代推出了天玑系列芯片，在性能、功耗、AI等方面都取得了领先优势，并成为全球第二大5G手机芯片供应商。联发科积极拓展全球市场，与众多手机厂商建立了合作关系，市场份额不断扩大。但联发科在高端市场仍然面临高通、苹果等厂商的竞争仍处于弱势，需要进一步提升芯片性能和品牌影响力。

Mobileye在汽车芯片的地位对标联发科在手机芯片的地位。Mobileye和联发科分别是汽车芯片和手机芯片领域的中低端市场领导者，两家公司在各自领域的市场地位和产品策略相似。两家公司都占据各自领域的中低端市场份额领先地位，拥有较高的市场份额和品牌影响力；两家公司的芯片价格相对较低，具有一定的性价比优势；两家公司的主要客户群体是中低端市场需求的厂商。

（3）苹果——以自研创新为核心竞争力，强大品牌影响力构建完整生态系统

苹果公司是全球领先的智能手机厂商，也是手机芯片市场的重要参与者。苹果公司在其iPhone系列手机中

使用自研的 A 系列芯片，在性能和功耗方面一直处于领先地位。iPhone 发布之后，其迅速改变了智能手机市场格局，成为智能手机市场的主导者之一。

2G 时代——未涉足手机芯片市场：苹果公司在 2G 时代并未涉足手机芯片市场，当时 iPhone 手机使用的是三星、英飞凌等厂商提供的芯片。

3G 时代——开始使用自研 A 系列芯片：苹果公司在 3G 时代开始使用自研的 A 系列芯片，首款 A4 芯片发布于 2010 年，采用 45nm 工艺制造，搭载于 iPhone 4 手机。

4G 和 5G 时代——保持领先地位，A 系列芯片性能不断提升：苹果公司在 4G 时代继续保持其在手机芯片领域的领先地位，A 系列芯片的性能和功耗不断提升。A8、A10 Fusion、和 A11 Bionic 芯片是苹果在 4G 时代重要的三款产品。在 5G 时代，苹果推出 A14 Bionic 到 A18 Pro Bionic 多款芯片，GPU 性能逐年提高；A18 Pro Bionic 已经跻身新一代性能顶级芯片之列，仅次于量产机型尚未上市的骁龙 8 至尊版与天玑 9400。

图 38: 苹果 A 系列手机芯片

		
A18 Pro 芯片	A18 芯片	A17 Pro 芯片
6 核中央处理器	6 核中央处理器	6 核中央处理器
6 核图形处理器	5 核图形处理器	6 核图形处理器
16 核神经网络引擎	16 核神经网络引擎	16 核神经网络引擎

数据来源：公司官网，中信建投证券

苹果公司在手机芯片市场取得成功的原因：1) 强大的研发实力：苹果公司以每年一代的迭代速度持续推出新品，其强大的研发实力奠定了在芯片设计方面的领先地位。2) 垂直整合的商业模式：苹果公司采用垂直整合的商业模式，能够对芯片的研发、设计、制造进行全面的控制，保证了芯片的质量和性能。3) 强大的品牌影响力：苹果公司拥有强大的品牌影响力，其 iPhone 手机深受消费者欢迎，这也为其 A 系列芯片的市场推广奠定了基础。

表 11: 苹果公司各时期主要推出的手机芯片

芯片型号	发布年份	制造工艺	CPU 核心数	GPU 核心数	代表机型
A4	2010	45nm	1	1	iPhone 4
A5	2011	45nm	2	2	iPhone 4S
A6	2012	32nm	2	2	iPhone 5
A7	2013	28nm	2	4	iPhone 5S
A8	2014	28nm	2	4	iPhone 6
A9	2015	16nm	2	6	iPhone 6S

A10 Fusion	2016	16nm	4	6	iPhone 7
A11 Bionic	2017	10nm	6	3	iPhone 8
A12 Bionic	2018	7nm	6	4	iPhone XS
A13 Bionic	2019	7nm+	6	4	iPhone 11
A14 Bionic	2020	5nm	6	4	iPhone 12
A15 Bionic	2021	5nm	6	4	iPhone 13
A16 Bionic	2022	6nm	6	4	iPhone 14&15
A17 pro Bionic	2023	3nm	6	6	iPhone 15 pro
A18 Bionic	2024	3nm	6	5	iPhone 16
A18 pro Bionic	2024	3nm	6	6	iPhone 16 pro

资料来源：公司官网，中信建投证券

目前，苹果手机使用的基带芯片主要来自高通。苹果在 2019 年收购了英特尔的基带芯片业务，并开始自研基带芯片。2022 年，苹果发布了首款自研基带芯片 A16 Bionic，但仅用于部分 iPhone 14 系列手机。根据高通 2023 年 9 月公告，苹果将在 2024/2025/2026 年发布的机型上继续搭载高通基带芯片，其中，高通预计 2026 年的供应比例降至 20%。

特斯拉在汽车芯片市场的地位对标苹果在手机芯片市场的地位：1) 垂直整合：两家公司都采用了垂直整合的模式，从芯片设计到制造都进行全面的控制，这使得它们能够更好地优化芯片性能和功耗，并降低成本。2) 自研芯片：两家公司都最终选择了自研芯片，这使得它们能够拥有更强的技术控制力和创新能力，并能够根据自身需求定制芯片。3) 高性能：两家公司的芯片都具有较高的性能，这使得它们能够为用户提供更好的体验。特斯拉的 FSD 芯片类似于苹果的 A 系列芯片，都是各自领域最强大的芯片之一。特斯拉的 Autopilot 软件相当于苹果的 iOS 系统，都是基于自研芯片开发的，能够为用户提供更好的体验。特斯拉的数据优势相当于苹果的应用生态，都是其领先地位的重要支撑。

(4) 华为——国产自研实现追赶到领先的跨越，5G 美国制裁发展受阻

华为手机芯片从 2004 年起步，经历了从功能手机芯片到智能手机芯片的转变，从追赶到领先的跨越，在 4G 和 5G 时代都取得了辉煌的成绩。但由于美国制裁，华为麒麟芯片被迫中断生产，无法使用 5G 芯片，华为手机的销量受到了很大影响。

起步阶段——涉足手机芯片领域，主要研发用于功能手机的芯片（2004-2012 年）：华为开始涉足手机芯片领域，主要研发用于功能手机的芯片。2009 年，华为发布了首款用于智能手机的芯片 K3V2。

快速发展阶段——发布麒麟系列芯片，在高端手机芯片市场发力（2013-2019 年）：华为海思发布了麒麟系列芯片，在性能和功耗方面都具有较强的优势，以高性价比著称，并开始进军高端手机芯片市场。2018 年，华为发布了麒麟 980 芯片，采用台积电 7nm 工艺制造，性能相比麒麟 950 提升约 75%，在性能和功耗方面都取得了领先优势，并首次搭载了华为自研的 NPU，在人工智能方面存在优势。

巅峰时期——发布麒麟 990 5G 芯片，全球首款采用 5nm 工艺制造的手机芯片（2020 年）：2019 年，华为发布了麒麟 990 5G 芯片，采用台积电 5nm 工艺制造，CPU 性能相比麒麟 980 提升约 20%，GPU 性能提升约 30%，并支持 5G SA/NSA 双模组网。麒麟 990 5G 芯片是全球首款采用 5nm 工艺制造的手机芯片，在性能和功耗方面都达到了业界领先水平。

蛰伏阶段——受到美国制裁，麒麟芯片生产被迫中断（2021 年至今）：由于受到美国制裁，华为海思无法继续使用台积电的代工服务，导致麒麟芯片的生产被迫中断。华为转而使用联发科、高通等厂商的芯片，但由于无法使用 5G 芯片，华为手机的销量受到了很大影响。

华为公司在手机芯片市场取得成功的原因：1）强大的研发实力：华为拥有强大的研发实力，在芯片设计方面处于领先地位。2）垂直整合的商业模式：华为采用垂直整合的商业模式，能够对芯片的研发、设计、制造进行全面的控制，保证了芯片的质量和性能。3）高性价比：华为海思麒麟芯片一直以高性价比著称，在性能和功耗方面都具有较强的优势。

（二）手机芯片市场对智驾芯片市场有何启示？

（1）智驾芯片行业和手机芯片行业的发展历程存在很多相似之处

自研与外购、高端与低端需求将长期共存。通信技术从 2G 向 5G 逐步演进的过程中，手机厂商从诺基亚/摩托罗拉时代过渡到苹果/三星/华为小米 OV 时代，手机芯片厂商也经历了从德州仪器到高通/联发科的洗牌。在这个过程中，苹果手机芯片从外购转为自研，其他主流手机厂商的芯片除了少量自研比较成功外（比如华为麒麟），大部分外购高通和联发科的芯片。在手机 SoC 芯片 Fabless 赛道，美国和中国台湾半导体公司占据主导地位，虽然竞争始终存在，但由于市场空间广阔且手机价格带广泛，高通和联发科实现了错位竞争，尽管两家的产品线有重叠，但各自在其高低端基本盘保持优势地位。智能驾驶技术从 L1 向 L4 逐步演进的过程中，汽车主机厂从燃油车巨头的黄金时代过渡到电动车巨头的黄金时代，智驾芯片厂商也经历了从 Mobileye 到英伟达/地平线/黑芝麻的洗牌。在这个过程中，特斯拉芯片从外购（Mobileye）转为自研，其他主流主机厂除了少量自研比较成功外（比如华为/蔚来/小鹏），大部分外购英伟达、Mobileye、地平线和黑芝麻的芯片。在智驾 SoC 芯片 Fabless 赛道，美国和中国大陆半导体公司占据主导地位。考虑到智驾行业广阔的增长空间和广泛的价格带，我们预计智驾芯片的自研和外购，高端和性价比市场将长期共存，英伟达在智驾 SoC 的地位类似于高通在手机 SoC 的地位，Mobileye 在智驾 SoC 的地位类似于联发科在手机 SoC 的地位。由于算力落后，未来 Mobileye 可能会滑落到类似德州仪器在手机 SoC 的处境，即沦为上一个时代的产品和公司，而地平线和黑芝麻等国产厂商正在逐步取代 Mobileye 的行业地位，并且不排除未来会对英伟达产生冲击，类似于 4G 到 5G 阶段联发科对高通发起的挑战。

（2）不同于手机 SoC，智驾 SoC 竞争中国内厂商更可能突围

中国市场在全球新能源汽车市场中占据主导地位，并引领智能化潮流。手机市场中，高通、苹果等都具有先发优势，以强大的研发能力不断在多代手机芯片性能中处于领先地位，而华为等国产厂商发力与开拓市场时间更晚，需要更多的投入，叠加美国制裁等因素，进一步增大追赶难度。但在智驾芯片市场中，中国厂商面临的竞争环境与压力更为友善。首先中国新能源汽车市场，无论是销售端还是生产端都占据主导地位。根据发改委，2023 年中国新能源汽车产销量分别为 958.7 万辆和 949.5 万辆，分别增长 35.8% 和 37.9%，销量渗透率达到 31.6%，占全球销量比重超过 60%；我国生产的新能源汽车在国内销售约 830 万辆，占比超过 85%。其次中国市场也引领智能化潮流，中国消费者对电动化智能化技术的认可度和需求度高，90.7% 的新能源汽车消费者表示车联网、智能驾驶等智能化功能是其购车原因；根据麦肯锡，中国消费者愿意为购买自动驾驶车辆支付高达 4600 美元的溢价。对于中国自动驾驶相关技术的投资力度更大，根据麦肯锡，2012 至 2017 年间，约有 70 亿美元的风险投资投入到中国的自动驾驶技术企业，平均交易规模 7200 万美元，是美国平均交易规模的两倍。

中国消费者对自动驾驶的接受程度和支付成本意愿均处于世界前列，国内智驾市场巨大。根据 AlixPartners 发布的《自动驾驶全球消费者调研报告》，全球各主要汽车消费市场中，中国消费者对于 L2/L4 级自动驾驶的接受程度高于其他市场。根据 AlixPartners 针对 6700 多名全球消费者（包括中国、法国、德国、意大利、英国和美国）进行的问卷调研分析，中国消费者对于 L2/L4 级自动驾驶的接受程度分别为 63%、43%，高于全球其他的汽车消费市场。中国消费者愿意为自动驾驶多支付的整体费用为全球最高。从自动驾驶的意愿支付费用来看，中国消费者对 L2/L4 自动驾驶的意愿支付成本分别为 2178/2343 美元，位于全球各国市场之首。而从 L2 到 L4 的提升幅度来看，德国消费者愿意为 L4 级别自动驾驶汽车承受的溢价幅度最高，为 24%，溢价分别为 1488/1844 美金。

图 39: 各国消费者对自动驾驶的接受程度

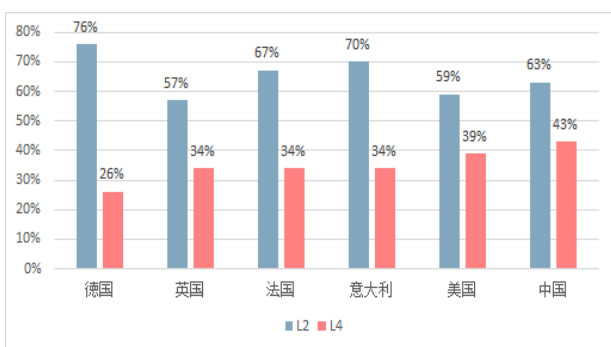
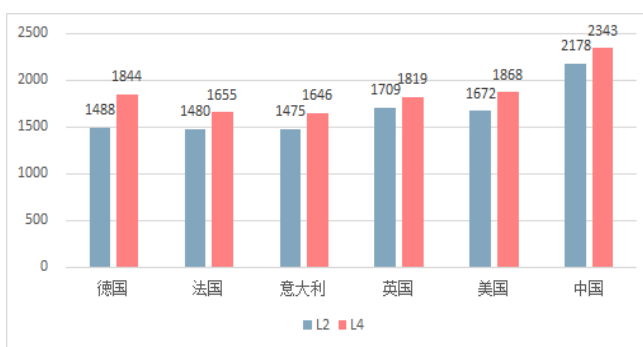


图 40: 各国消费者对自动驾驶愿意支付的额外成本（美元）



数据来源: AlixPartners, 中信建投证券

数据来源: AlixPartners, 中信建投证券

算力需求与投入成本的不均衡发展间接导致主机厂拥抱芯片厂商，高性价比芯片需求上升。特斯拉在软件自研模式的重大成功，让传统汽车制造商在转型上选择了跟进，但更多只是邯郸学步，譬如大众软件子公司 Cariad 研发失败导致纯电动车上市时间后延。在目前的智能化落地方面，车企并不需要寻求全面自研，相比而言，速度才是更加关键的策略。因此我们认为，传统主机厂受制于投入和技术等多重要素，在自研经历惨重教训后，会更加务实考虑与产业链其他公司合作，未来芯片厂商与主机厂的联系将更加紧密，专业安全的技术、开放合作的态度是成功的关键。而同样，出于主机厂对于成本与性能的权衡考虑，未来芯片端的主要竞争趋势不再是算力的简单堆叠，而是芯片厂商根据市场需求设计出一款与市场匹配的芯片。主机厂和供应商已经将目光从 L4 转到 L2-L3 之间的高级辅助驾驶方案，自动驾驶技术正在回归理性，厂商也在寻求更容易落地的场景。城区/高速 NOA 成为主流，业内的关注点重新回到 L2+智能驾驶技术，对自动驾驶算力的要求开始慢慢降低；相反，对成本的要求越来越高，尤其是特斯拉降价后，市场对高性价比的 L2+的产品需求大幅上升。

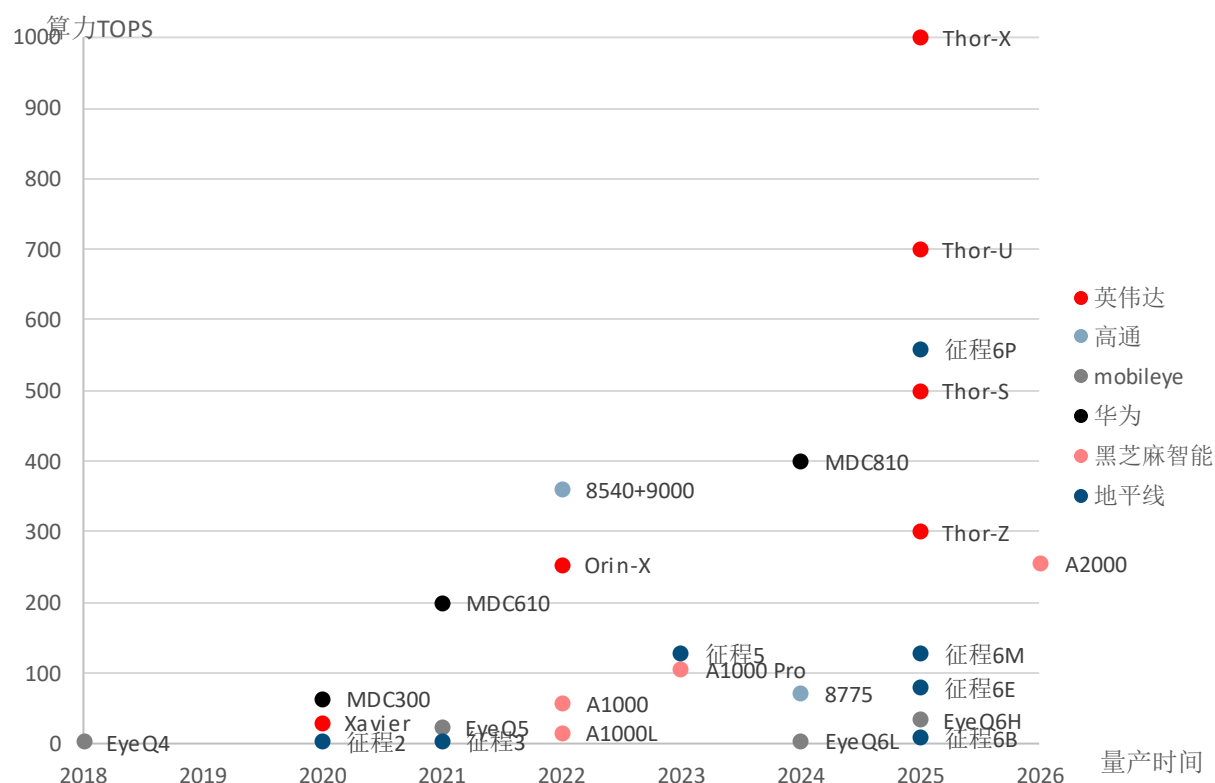
不同于手机 SoC 芯片，智驾 SoC 芯片竞争中国内厂商更可能突围。智驾芯片市场 2015 年才开始萌芽，应用广泛的 EyeQ5、Orin-X 和征程 3 等也是在 2021-2022 年开始量产的，因此总体而言智驾芯片市场是一个非常年轻的市场，芯片性能与解决方案也处在快速发展的阶段，因此竞争格局也将随着技术的迭代不断变动。而中国的地平线、黑芝麻智能与华为在智驾芯片市场的入局时间尚在早期，在 2020 或 2022 年开始量产第一代智驾芯片，相对于中国厂商在手机芯片在时间上的差距更小。在智驾芯片市场中，中国智驾芯片厂商更多地瞄准中低和中高端市场，尤其地平线黑芝麻智能以高性价比芯片与解决方案为主要发力点，而这也正是当前中国智驾芯片的主流需求方向。而在性价比智驾芯片领域，仅 Mobileye 是国产芯片的主要对手，而 Mobileye 由于“算法封闭”饱受诟病，叠加国产智驾芯片厂商对国内 OEM 的驻场优势以及国内政策利好，国产智驾芯片厂商更可能在性价比领域实现突围。而根据新一代芯片发布情况来看，地平线与黑芝麻智能都提供了更广的算力选择范围与更高的最大算力，地平线征程 6P 的算力上也探至 560TOPS，具有在更高端市场的竞争实力。因此，不同于手机芯片市场，在多重因素驱动下，国产智驾芯片厂商表现出喜人的追赶态势，更可能在竞争中实现突围。

图 41: 主机厂在自动驾驶的不同思路

国际巨头-稳扎稳打，缓步推进 ◆ 任然依赖传统汽车电子Tier1的方案（成熟但相对保守） ◆ 先集中力量部署L2/L2+，未来升级到L4 ◆ 投资入股明星自动驾驶创业公司（如Cruise，ArgoAI组建独立化运作的内部团队公司） 大 众 福 特 丰 田	Tesla，新势力-视自动驾驶为核心竞争力 ◆ Tesla自研芯片，算法，以及shadow模式获取数据训练算法，已成为OEM自动驾驶领域标杆 ◆ 新势力公司都在部署软件甚至芯片自研能力 ◆ 继车内娱乐互联之后，将成为新势力们的核心卖点 特 斯 拉 蔚 来 理 想	国内小规模OEM-拿来主义，成就自己 ◆ 研发能力相对较弱的OEM，受竞争影响会联合有光环效应的大厂，以期在自动驾驶领域 赛力斯
国内传统强势OEM-多方案探索 ◆ 财务投资芯片，算法公司 ◆ 探索自研路径的同时，采购不同供应商的方案 大 众 福 特 丰 田	国内传统强势OEM-联合巨头 ◆ 内部孵化独立品牌，独立运作 ◆ 与互联网巨头联合，甚至合资以期借力其自动驾驶能力 吉利与百度-集度 长安与宁德时代-阿维塔	出行公司-造车与L4并行 ◆ 笃定无人驾驶出租车场景，自动驾驶业务独立运营 ◆ 下场造车同时可以落地自身自动驾驶方案 滴滴

数据来源：科尔尼，中信建投证券

图 42: 2018-2026 主流车规级 SoC 算力迭代



数据来源：艾瑞咨询，中信建投证券

此外，外资芯片厂商数据合规要求为国内企业发展带来契机。目前，智驾芯片市场主要由英伟达、Mobileye、德州仪器等外资厂商主导。他们在技术、产品、市场等方面拥有领先优势，但也面临着数据合规的挑战。根据中国相关法律法规，汽车行驶数据属于敏感数据，需要在境内存储和处理，这意味着外资厂商需要进行数据合规改造，才能在中国市场销售产品。**数据合规改造存在成本高、时间长的问题，为国产芯片提供发展契机。**一方面数据合规改造需要投入大量资金和人力，将增加于外资厂商的成本，另一方面，数据合规改造也需要时间，可能会影响外资厂商产品上市速度。2021年，特斯拉被曝出在中国境内收集用户驾驶数据，并将其传输到美国，该事件引发了中国政府和消费者的广泛关注。2022年中国国家网信办发布了《汽车数据安全管理办法（征求意见稿）》，对汽车数据安全提出了更加严格的要求。2023年，中国汽车流通协会发布了《汽车数据安全消费者提示》，提醒消费者注意汽车数据安全问题。外资厂商数据合规改造成本高、时间长，为国内企业提供了赶超的机会；且中国政府鼓励发展汽车产业，对于国内智驾芯片企业发展也给予了一定的政策支持。

四、前景广阔：自研技术与国产替代双轮驱动

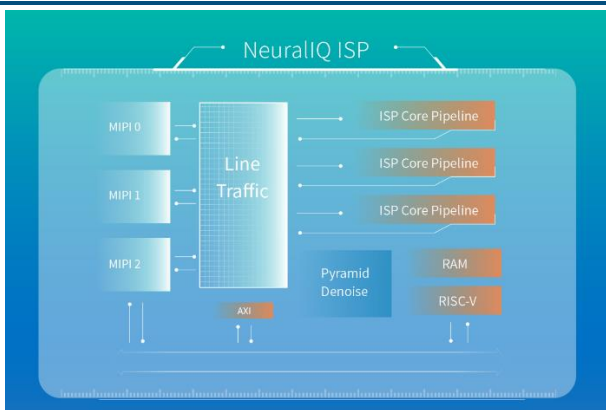
（一）自研芯片 IP 技术引领，舱驾一体潜力突出，乘国产替代东风快速发展

（1）自主完整技术实力构建核心竞争优势

公司自研核心技术芯片 IP 提升产品经济性与多样性。半导体 IP 是预先设计并验证的功能模块，用以降低芯片设计与开发的时间与成本。在未来产品快速迭代以及功能集成增加的趋势下，公司自研核心技术芯片 IP，且具备独立完整的 SoC 芯片设计能力，能快速响应需求完成产品迭代。同时在各大厂商外购 IP 的情况下，自研 IP 不仅降低了对外部 IP 的依赖度与采购成本，更能实现与其他厂商的差异化竞争。

自研 NeuralIQ ISP 强化图像处理和视觉感知能力。自动驾驶分感知、规划与决策、控制三个模块，ISP 即是自动驾驶中负责图像信号处理的部分。在镜头、传感器、光线条件各异的场景下，ISP 能适应相关环境，有效纠正和统一这些差异并输出统一且高质量的图片。而自动驾驶在 ISP 上相对手机有更高的要求，车规级 ISP 要求需要毫秒级的高处理率和高传输率，而手机可允许 1-2 秒的延时；此外，自动驾驶的 ISP 要求全时在线，面临的场景也更加丰富，同时也要求兼容软件的算法与硬件的镜头传感器等。黑芝麻智能自研的车规级图像处理器 NeuralIQ ISP，可支持 16 路高清相机接入、每秒处理 36 亿 3 曝光像素、12 亿单曝光像素的高处理管道，且可实现并行多路处理。同时满足高动态曝光、低光降噪、LED 闪烁抑制等高质量车规图像处理要求。且附加的 CV 硬件加速器，可以对视频进行畸变矫正，多层缩放等，适用于智能驾驶环视感知、前视感知等应用场景。

图 43: NeuralIQ ISP 架构



数据来源：黑芝麻智能官网，中信建投证券

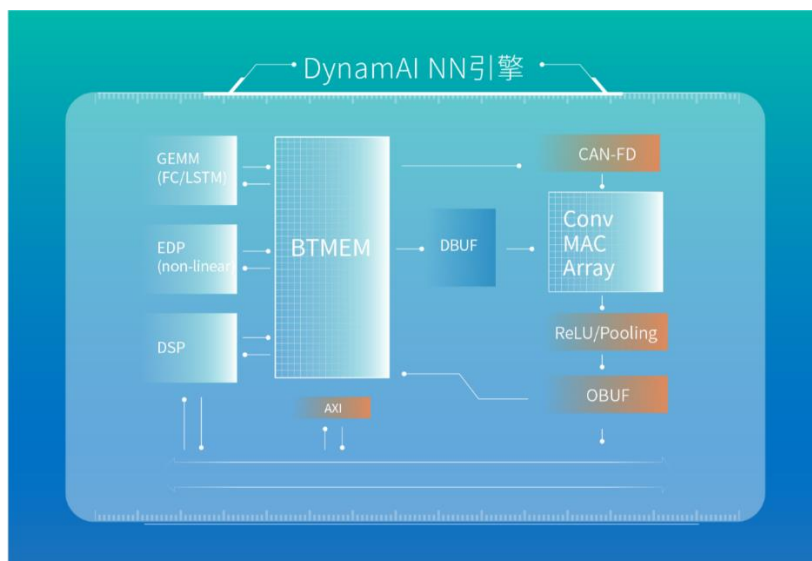
图 44: NeuralIQ ISP 功能



数据来源：黑芝麻智能官网，中信建投证券

自研车规级低功耗神经网络加速器 NPU-DynamAI NN 引擎强化算法推理。NPU 是基于计算机视觉进行相关识别理解的部分，负责“看懂”。目前黑芝麻智能已经推出了第三代 DynamAI NN，为 Transformer+BEV 和大语言模型（LLM）提供了深度的架构级优化，专为应对高阶自动驾驶算法而设计。同时，通过可适配量化、硬件可执行软件的子图规划等可实现软硬件同步，配套工具链的协同优化，可显著提升芯片运算效率。同时具备多阵列多精度高算力的特点，可搭载多个 3D 卷积 MAC 阵列、1 个 2D GEMM 阵列，以及 1 个 EDP 运算单元和 5 个 DSP，支持 4/8/16 位多种运算精度。可实现低光环境下，对低光环境中的中小物体进行有效探测、并对不同场景的障碍物、交通标志和行人进行图像理解。第三代 DynamAI NN 引擎能适配主流的高阶自动驾驶算法并提供硬件加速，增强客户开发便利度的同时，减少客户内存方面的成本。

图 45: DynamAI NN 引擎架构



数据来源：黑芝麻智能官网，中信建投证券

图 46: DynamAI NN 引擎功能

自研车规级低功耗神经网络加速器 NPU - DynamAI NN引擎



软硬件同步优化

通过可适配量化、结构化剪裁压缩、硬件可执行软件的子图规划实现软硬件同步优化，支持稀疏加速和配备自动化开发工具等优势。



多阵列 × 多精度 × 高算力

NPU内部可搭载多个3D卷积MAC阵列、1个2D GEMM阵列，以及1个EDP运算单元和5个DSP，支持4/8/16位多种运算精度，可使华山A1000系列在算力方面得以实现58TOPS。

数据来源：黑芝麻智能官网，中信建投证券

工具链与中间件为客户高效开发赋能，打造生态进一步增强用户黏性。随着智能驾驶的不断普及与迭代，当前仅靠芯片本身的算力与性能远远不足以满足当前的需求，以手机芯片的经验来看，为了满足性能上的需求，智能驾驶下一阶段必然向软硬结合迭代。为了以较低的算力实现高性能高效率的解决方案，芯片厂商从算法、操作系统到芯片架构的软硬协同的设计理念和能力也将成为竞争力的核心。工具链配置等一系列软件生态将为客户提供更高的开发便利性与差异化调整空间，软件生态将成为影响用户黏性与芯片售卖持续性的重要因素。

山海开发工具链具有可扩展性、高精度度、完整性与灵活性，能为客户提供设计友好、运行高效的开发体验。其拥有 50 多种算法参考模型库及转换用例，以及完善的工具链开发包及应用支持，能够降低算法开发门槛、助力客户快速移植模型和优化部署落地的一体化流程。同时平台支持 Tensorflow, Pytorch, ONNX 等主流深度学习框架，支持动态异构多核任务分配，提供适配芯片架构的算法编译器的自动优化，同时还支持客户自定义算子开发。同时，能够实现浮点模型的训练后量化(Post training quantization)及训练中量化(Quantization Aware

Training), 进而自动优化不同算法在 SoC 芯片上的运行效率。

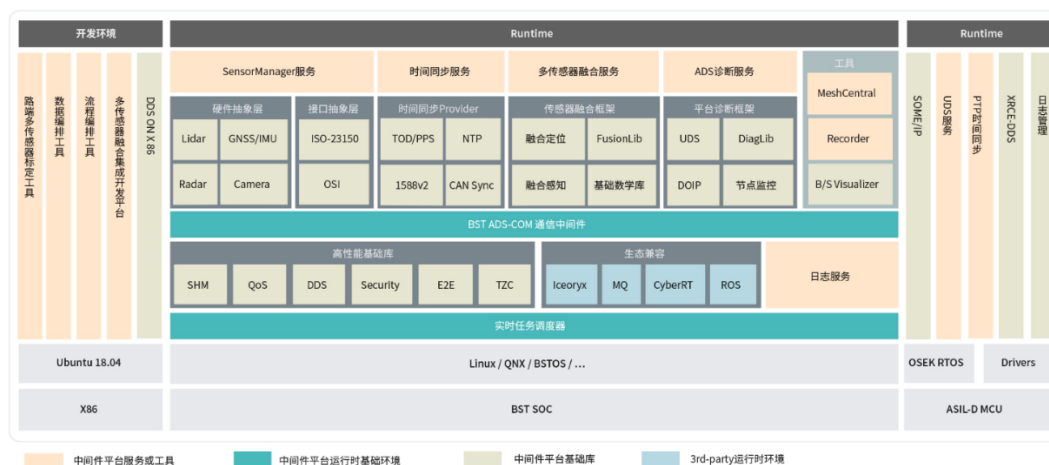
图 47: 山海开发工具链



数据来源: 黑芝麻智能官网, 中信建投证券

瀚海 ADSP 中间件开放兼容, 为用户提供强大的硬件与软件接口支持, 用于自动驾驶应用开发与部署。中间件在智能驾驶系统是实现硬软件协同的关键角色。瀚海中间件为客户提供了强大的硬件和软件接口支持, 让用户能快速简便地开发出智能驾驶应用方案并部署落地。瀚海中间件以开放和兼容为特点, 能适应多种自动驾驶系统的需求, 并允许软件应用在不同车型和硬件配置间灵活复用, 显著降低了开发成本。瀚海中间件还能适用于智能座舱、车路协同等更复杂的多域应用场景, 完美支持车端、路端及各种智能驾驶与车路协同的场景开发。通过开放的 API 接口, 开发者可以轻松访问 SoC 芯片的核心处理能力, 并根据具体需求进行定制化调整。此外, 瀚海中间件还具备多传感器融合处理的能力, 可有效应对自动驾驶系统中日益复杂的感知挑战。

图 48: 瀚海 ADSP 自动驾驶中间件平台



数据来源: 黑芝麻智能官网, 中信建投证券

(2) 未来可期: 智驾芯片高性价比叠加国产替代优势, 舱驾融合实现错位竞争

中美就芯片管制与反击力度不断升级, 国产替代迎来黄金发展期。美国自 2023 年 8 月起对中国 AI 相关投

资开始严加管控，2023 年 8 月拜登签署行政令，禁止美国风险投资和私募股权公司对中国量子计算、半导体和某些人工智能领域进行投资。2024 年 1 月，美国商务部进一步强化 AI 大模型方面管制，要求“如果发现中国客户使用其云服务训练 AI 大模型，那么云服务提供商必须向商务部提交报告”。2024 年 12 月 2 日，美国掀起第三次大规模限制措施，商务部工业与安全局（BIS）宣布了对华半导体出口管制措施的新规，对 24 种半导体制造设备、3 种用于开发或生产半导体的软件工具以及高带宽内存（HBM）芯片的出口增加限制。对此，12 月 3 日，中国互联网协会、中国半导体行业协会、中国汽车工业协会与中国通信企业协会同时发声，呼吁为保障产业链、供应链安全稳定，建议中国企业谨慎采购美国芯片。12 月 9 日，市场监管总局依法决定立案调查英伟达，因其涉嫌违反《中华人民共和国反垄断法》及《市场监管总局关于附加限制性条件批准英伟达公司收购迈络思科技有限公司股权案反垄断审查决定的公告》。自此，来自美国的智驾芯片供应链风险达到最高值；为规避断供风险、降低受美方政策的影响，车企逐渐转向国产智驾芯片将是大势所趋。政策方面也大力扶持汽车芯片以实现自主可控。2024 年，中国工信部印发《国家汽车芯片标准体系建设指南》，加快了相关标准的制定节奏，工业和信息化部 2025 年将制定 30 项以上汽车芯片重点标准，到 2030 年制定 70 项以上相关标准，基本完成对汽车芯片典型应用场景及其试验方法的全覆盖。政策与合规方面的利好将进一步推动国产芯片厂商突围。当前汽车芯片整体国产化率约 10%，依然是新能源汽车供应链的国产替代焦点，成长空间广阔。而回到智驾芯片领域，截至目前，已经实现量产的国产厂商数量有限，而在市场中占据一席之地，并获得头部车企认可的，仅有地平线、黑芝麻智能和华为。

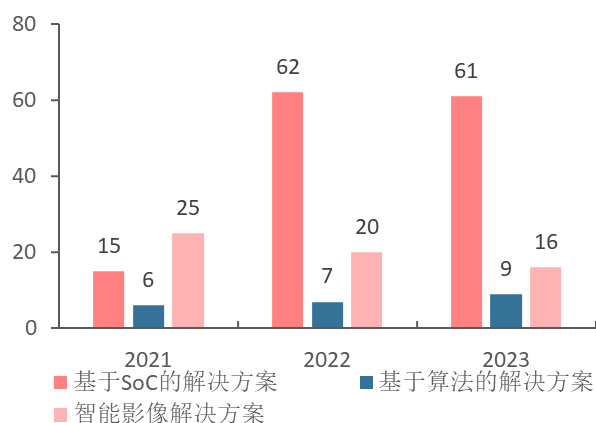
黑芝麻智能以高性价比定位冲击中算力芯片市场，上探高算力市场。2023 年智能驾驶 L2 等级及以上的 SoC 全球出货量超过 6000 万颗，而大部分份额属于 Mobileye。在中国车厂纷纷内卷，NOA 即将成为标配的背景下，中等算力的智驾芯片市场将是最有潜力的市场。而黑芝麻智能提供高性价比方案，在中算力市场与 Mobileye 形成直接竞争，公司现推出的 A1000 系列，算力范围覆盖 16/58/106+TOPS；远远超过 Mobileye 提供的 2.5/5/24TOPS 的算力范围，而价格略高于 Mobileye。叠加 Mobileye 本身存在的“算法封闭”的争议与算力不足问题，在头部车企的中低端以及入门级车型中，黑芝麻智能相对 Mobileye 有较强的竞争优势，有望蚕食 Mobileye 的市场份额。而预计 2025-2026 年实现量产的 A2000，算力超过 250+TOPS，而当前有力量产高算力芯片的厂商相当有限，且英伟达、高通、华为的定价都比较高，黑芝麻智能有望以较低的价格与不俗的算力在高算力市场占据一席之地。

舱驾融合实现错位竞争。当前智能座舱与智能驾驶的升级已经取得重要突破，但整车的智能化升级才是智能化的最终目标。目前整车电气架构已经从分布式架构逐渐迈向中央集成式架构，跨域融合集成中央计算平台不仅能提升整车智能化水平，同时功能域的集成将有效降低成本，舱驾一体可以说是趋势所在，也是未来的竞争焦点。而目前市场上，实现量产的更多是座舱专用芯片或智驾专用芯片。由于舱驾一体，既要求 NPU 高算力以满足智驾需求，还要求强大的 GPU 以处理座舱芯片面对的大量图像内容，对于芯片架构能力与功能集成隔离的要求更甚于单一座舱或智驾专用芯片。目前能真正单芯片实现跨域融合方案的非常有限，仅有英伟达、高通、黑芝麻智能等少数几款产品。但目前市面上主流的舱驾融合方案采用的市英伟达 Thor 和高通 8775P，但其芯片价格较高，搭载车型以中高端车型为主。而黑芝麻智能瞄准的是客户需求和市场份额最大的 10-15 万级主流市场，推出武当 C1200 系列芯片。武当 C1200 系列采用 7nm 工艺制程，内置车规级高性能 CPU、GPU、DSP、NPU 和实时处理能力等，单芯片可以支持包括 CMS、行泊一体、整车计算、智能座舱、DMS 等跨域计算场景，可以说是极具性价比的舱驾融合方案。基于武当系列 C1200 的单芯片 NOA 方案、舱驾一体方案将于 2024 年底、2025 年初量产上车。目前武当 C1200 系列芯片获得一汽等车企定点，并与 Nullmax、均联智及等公司展开深度的生态合作。

(3) 逐渐获得市场认可，业务规模快速增长

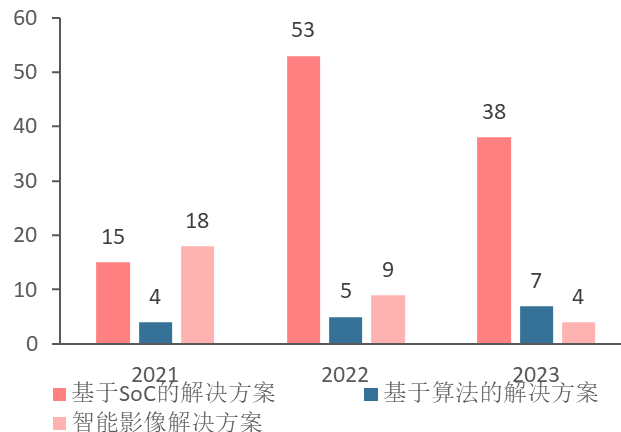
客户群增长稳健，业务规模快速扩大。公司客户群从 2021 年的 45 家逐步增长至 2023 年的 85 家。截至最后实际可行日期，公司已获得 16 家汽车 OEM 及一级供应商的 23 款车型意向订单；已与超过 49 名汽车 OEM 及一级供应商合作，包括一汽集团、东风集团、江汽集团、合创、百度、博世、采埃孚及马瑞利等。从公司 2022 年批量开始生产华山 A1000/A1000L SoC 起，至 2024 年 3 月 31 日，SoC 产品出货量总计超过 156,000 片。

图 49: 2021-2023 客户数量



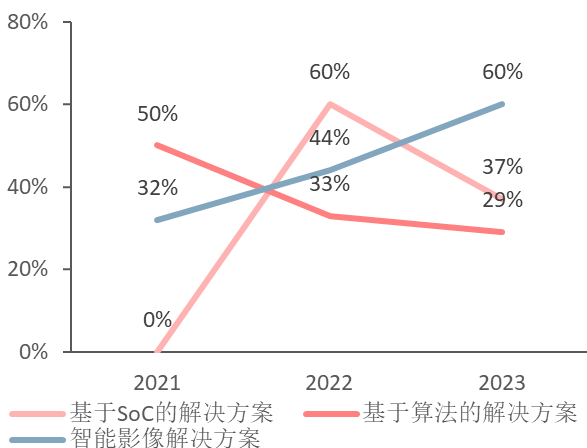
数据来源：公司招股书，中信建投证券

图 50: 2021-2023 新客户数量



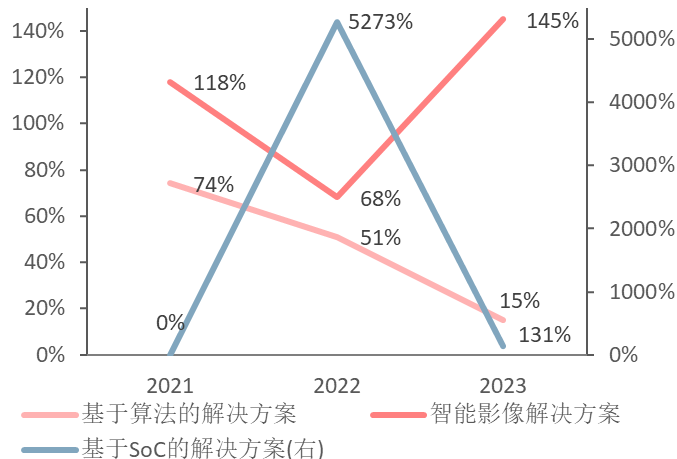
数据来源：公司招股书，中信建投证券

图 51: 2021-2023 客户留存率



数据来源：公司招股书，中信建投证券

图 52: 2021-2023 净收入留存率



数据来源：公司招股书，中信建投证券

图 53: 公司合作的主要 Tier1



数据来源：公司官网，中信建投证券

图 54: 公司合作的主要主机厂



数据来源：公司官网，中信建投证券

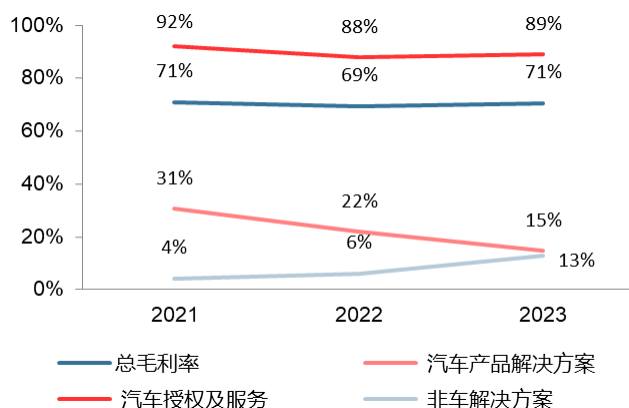
（二）黑芝麻与地平线比较

高性价比都是黑芝麻智能与地平线的突出优势，二者也都将是国产替代的最大受益者。从目标市场来说，黑芝麻智能与地平线存在重叠，高性价比与较高的算力都是二者的核心优势。截止目前，以量产的芯片比较而言，Mobileye 提供的算力范围为 2.5-24TOPS，黑芝麻智能与地平线价格略高于 Mobileye，但算力明显超出 Mobileye，分别提供 16-106TOPS 与 4-128TOPS，性价比显著高于 Mobileye。而且两家公司都提供高开放的开发工具链，相较于 Mobileye 的“算法封闭”，更适配于头部厂商竞争差异化的需求。同时，2025-2026 年，两家公司的下一代芯片最高算力将上探至 500+TOPS 与 560TOPS，凭借更低的价格，在高算力芯片市场上，也有望对英伟达造成一定竞争压力。就黑芝麻智能与地平线两家公司比较而言，黑芝麻智能同代产品价格与地平线不相上下或略低，但目前黑芝麻智能的定点车型较少，需要更多主机厂的进一步定点验证与支持。

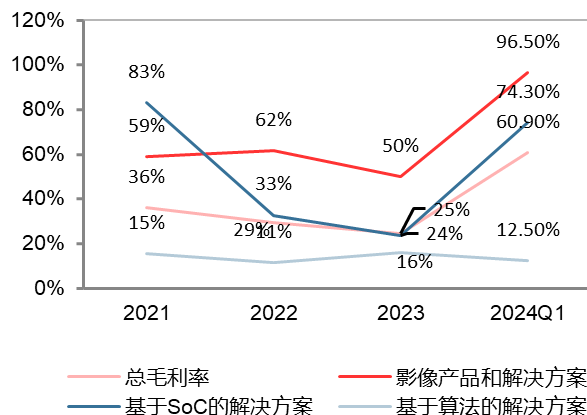
二者定位有所不同，地平线是 Tier1 与 Tier2 混合型，黑芝麻智能定位 Tier2 芯片厂商。地平线立足于 Tier 2，向混合 Tier 1 逐步转型。初期地平线定位为 Tier 2，但由于高阶智驾功能开发过程极其复杂，长尾场景繁多，匹配整车的量产节奏挑战极大，如果要准确把握交付节奏，仅仅依靠单纯的算法 Tier1 或许已经不够，需要了解芯片的厂商参与智驾方案与芯片的协同开发。地平线也在参与过程中，向混合 Tier1 逐渐转型。当前，软硬结合也已经成为地平线的核心竞争优势之一，软件算法与计算方案架构的协同发展，地平线能够去提供高性能、高效能、高性价比的解决方案，包括嵌入征程 2 或征程 3 的主动安全高级辅助驾驶解决方案 Horizon Mono、嵌入征程 3 或征程 5 的高速 NOA 解决方案 Horizon Pilot 和嵌入征程 6 的高阶自动驾驶解决方案 Horizon SuperDrive，当前地平线计算架构方面已自研开发 BPU 纳什架构，并提供算法和软件部署平台地平线天工开物与软件开发平台地平线艾迪。从定位的角度上而言，地平线对英伟达存在冲击。英伟达一直定位高端，凭借高算力芯片与智驾方案把控着高阶智驾芯片市场。但地平线凭借本土厂商驻场优势，以及高达 560TOPS 算力的 J6P 与自动驾驶解决方案 Horizon SuperDrive，以及价格优势，有望在城市 NOA 赛道上与英伟达竞争，抢占英伟达高算力市场份额。但能否复刻英伟达的路线，甚至与英伟达正面竞争，有赖于接下来地平线在软硬结合方面的研发成果以及其市场反应。虽然也有软件和算法的布局，但黑芝麻智能定位为 Tier2 芯片厂商，为汽车制造商（OEMs）和一级供应商（Tier1s）提供高性能的车规级 SoC，当前的核心产品是智能驾驶芯片华山系列，以及跨域融合舱驾一体的武当系列。而黑芝麻智能提供山海工具链与瀚海中间件，主要是源于车规级 SoC 本身的复杂性带来的推广难度，为了方便用户更快更好地使用芯片产品，公司开发软件与工具链以降低使用门槛。根据黑芝麻智能产品副总裁丁丁，公司并不打算依赖软件与工具，当规模形成时，公司仍将回到半导体的业务逻辑。黑芝麻智能的定位意味着公司将更专注于技术研发和产品优化，更加依赖于其提供的芯片产品的竞争力。此外，作为 Tier2 芯片厂商，黑芝麻智能还可能涉及与不同操作系统、传感器和其他硬件组件的兼容性测试和优化工作，这将依赖于公司深厚的技术积累和广泛的行业合作网络。

二者优势侧重有所不同，地平线侧重软硬结合，而黑芝麻智能则在硬件方面有突出优势。2023 年地平线总毛利率为 71%，2024Q1 黑芝麻智能总毛利率为 60.9%，略有差距，或许主要与两者定位差异有关。地平线的主要收入来自高毛利率汽车授权及服务业务，其主要来自于向 OEM 提供设计与技术服务的服务费，其中地平线负责根据需求设计特定性能并将解决方案整合入车辆中。2023 年地平线汽车授权及服务收入占总收入的 62.1%，主要来自于其与大众合资子公司酷睿程，汽车产品解决方案占总收入的 32.6%；相比于 2021 年，二者分别为 43.3%与 44.6%，俨然偏向“软”的部分在近年间逐渐转换为地平线的主要方向。从毛利率来看，地平线汽车产品解决方案毛利率仅为 15%，但是汽车授权及服务方面的投入成本相比较低，毛利率非常高，高达 89%，成为公司高毛利率的主要来源。相比之下，黑芝麻智能的毛利率支撑点几乎与地平线相反。2024 年第一季度，公司将自动驾驶算法集成到 SoC 解决方案得到完善和验证，因此基于 SoC 的解决方案毛利率大幅回升至 74.3%；影像产品和解决方案是公司核心技术优势图像处理和视觉感知所在，2024Q1 由于自主开发软件及算法的许可收入

比例增加，推动该部分毛利率显著提高；而基于算法的解决方案毛利率仅 12.5%。2024Q1 基于 SoC 的解决方案、基于算法的解决方案和影像产品解决方案的收入占比分别为 59%、27%与 14%，基于 SoC 的解决方案支撑了公司较高的毛利率，由此来看，黑芝麻智能在芯片硬件方面的技术优势还是较为突出的。一定程度上，两家公司的生态位有所互补，黑芝麻的硬件条件为算法研发能力较强的公司创造了有利条件，地平线提供的嵌入芯片的解决方案为客户提供快捷且高性价比的选择。

图 55: 2021-2023 地平线毛利率


数据来源：公司招股书，中信建投证券

图 56: 2021-2024Q1 黑芝麻智能毛利率


数据来源：公司招股书，中信建投证券

地平线凭借征程 2 征程 3 低算力芯片先发优势建立起高粘性客户群，黑芝麻智能起步即为高算力芯片，尚需更多的客户检验与支持。地平线凭借在低算力芯片的先发优势，在长期的积累中建立起雄厚的客户基础。早期地平线与 OEM 以及一级供应商深度合作，积累客户群；同时通过开源平台与定制化服务，进一步增强用户粘性，截至目前，地平线解决方案已被 27 家 OEM（42 个品牌）采用，覆盖超过 285 款车型，中国头部十家 OEM 均已选择公司解决方案用于其乘用车型的量产。而黑芝麻智能目前得到 16 家汽车 OEM 及一级供应商的 23 款车型意向订单，已与超过 49 名汽车 OEM 及一级供应商合作，但相比地平线而言，在客户支持上还需要进一步的检验与积累。

黑芝麻有独特的区别于智驾芯片的舱驾一体竞争赛道。舱驾一体作为下一代智能化的终极目标，目前市场上，真正具备量产跨域融合芯片的玩家非常有限，主要为高通、英伟达和黑芝麻智能。进入该竞争赛道的壁垒较高，根据高工智能汽车，主机厂对于跨域计算芯片的需求主要有三方面：一是安全性与可靠性；二是芯片平台可以满足不同跨域平台的需求，且具备不同域需求组合的灵活性；三是可以提供成熟的软硬件生态，助力主机厂快速开发并量产。而黑芝麻智能的武当 C1200 是业内首款通过 ISO 26262 ASIL-D Ready 认证的车规跨域计算芯片，同时具备大量且丰富的接口，足以满足多场景需求；同时黑芝麻智能提供完善的工具链平台，助力主机厂完成算法开发部署。同时相对于高通、英伟达面向中高端市场切定价较高，黑芝麻智能武当系列定价更为亲民，为需求规模最大的 10-15 万级主流市场提供极致性价比方案。如果高通与英伟达短期内，不在中端市场发力，则黑芝麻智能有可能将快速抢占中端市场。安波福展示了基于黑芝麻智能武当 C1200 系列的单芯片舱行泊一体化方案，实现了智能座舱、智能驾驶和自动泊车三个域控融合，芯片性能得以初步检验。黑芝麻智能 CMO 杨宇欣透露，基于武当系列 C1200 的单芯片 NOA 方案、舱驾一体方案将于 2024 年底、2025 年初量产上车。目前武当 C1200 系列芯片已获得一汽等车企定点，并与 Nullmax 等公司展开深度合作。

盈利预测与估值

我们预计 2024-2025 年公司营收分别为 5.02 亿元和 8.96 亿元，同比增长 61%和 79%，毛利率分别为 52%和 55%，净利润分别为-9.56 亿元和-6.71 亿元，同比增长 80%和 30%，对应净利率分别为-191%和-75%，预估公司 2026 年有望实现利润端转正。考虑到公司正处在高速发展阶段，盈利路径清晰，相较老牌龙头 Mobileye 增速显著更快，可以给予一定估值溢价。首次覆盖，给予“买入”评级，目标价 34.08 港币，对应 2025 年 20 倍 PS。

表 12: 黑芝麻智能盈利预测（单位：人民币百万元）

资产负债表	2022	2023	2024E	2025E	2026E	利润表	2022	2023	2024E	2025E	2026E
总流动资产	2,021	1,641	1,993	2,311	3,439	营业收入	165	312	502	896	1,535
总非流动资产	132	280	337	449	598	营业成本	-117	-235	-243	-406	-649
总资产	2,153	1,920	2,330	2,759	4,037	毛利润	49	77	259	490	887
总流动负债	8,613	12,923	8,983	10,217	10,810	研发费用	-764	-1,363	-1,254	-807	-583
总非流动负债	46	91	57	65	71	销售费用	-120	-102	-100	-117	-107
总负债	8,659	13,014	9,040	10,282	10,881	管理费用	-215	-319	-326	-314	-307
普通股股本	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	金融资产 减值	-8	-9	0	0	0
储备	-6,231	-10,670	-6,517	-7,225	-6,539	其他收入- 经营	15	23	36	65	111
库存股	0	0	0	0	0	其他经营 净收益	-9	-4	0	0	0
其他综合性收益	-276	-424	-193	-298	-305	EBIT	-1,053	-1,697	-1,386	-682	-1
归属母公司股东 权益	-6,506	-11,094	-6,710	-7,522	-6,844	财务收入	17	26	34	14	24
少数股东权益	0	0	0	0	0	财务费用	-3	-3	-2	-3	-3
股东权益合计	-6,506	-11,094	-6,710	-7,522	-6,844	权益法下 应占联营 公司利润	-1	-1	-3	0	0
总权益及负债	2,153	1,920	2,330	2,759	4,037	金融工具 公允价值 变动损益	-1,714	-3,180	400	0	0
现金流量表						EBT	-2,754	-4,855	-956	-671	21
经营活动所得现 金净额	-755	-1,058	-806	-474	-74	所得税	0	0	0	0	-1
投资活动所得现 金净额	-733	547	-176	-235	-317	净利润(含 少数股东 权益)	-2,754	-4,855	-956	-671	20
融资活动所得现 金净额	804	809	823	819	821	关键比率					

港股公司深度报告

现金及现金等价物增加净额	-683	298	-158	111	430	营业收入 YOY	173%	89%	61%	79%	71%
汇率变动	112	18	0	0	0	毛利率	29%	25%	52%	55%	58%
年初的现金及现金等价物	1,553	982	1,298	1,140	1,251	经营利润率	-636%	-543%	-276%	-76%	0%
年末的现金及现金等价物	982	1,298	1,140	1,251	1,681	净利率	- 1665%	-1554%	-191%	-75%	1%

资料来源: Bloomberg, 中信建投证券

风险分析

- 1) 宏观风险：国内经济面临下行压力，汽车终端需求不及预期；美联储降息进程低预期，拖累港股市场整体表现。
- 2) 行业风险：智能驾驶发展进程低预期；城市 NOA 发展进程低预期；智驾芯片技术迭代、性能提升、成本控制、规模化量产不及预期；行业竞争日趋激烈；中美关系超预期发展，美国要求台积电停供大陆 7nm 芯片未来或影响国内汽车芯片厂商产品交付。
- 3) 公司风险：公司技术迭代低预期，芯片算力提升低预期，新品发布进度低预期；客户流失风险；潜在的供应链风险导致产品交付低预期；毛利率改善低预期，扭亏节奏低预期。

敏感性分析：

由于汽车行业终端需求发展的不确定性，公司未来影像产品和自动驾驶产品收入可能出现和预期不一致的情况。我们预计 2025 年公司影像产品和解决方案收入增速在 50%-70%之间，自动驾驶解决方案及产品收入增速在 70%-90%之间，其他参数和预期基本一致，对公司 2025 年总营收进行如下敏感性测算：

表 13:公司营收敏感性测算

2025 年公司收入（百万元人民币）		2025 年影像产品和解决方案收入增速				
		50%	55%	62%	65%	70%
2025 年自动驾驶解决方案及产品收入增速	70%	844	846	849	851	853
	75%	867	869	872	873	876
	80%	891	893	896	898	900
	85%	912	914	918	919	921
	90%	935	937	941	942	944

资料来源：Bloomberg，中信建投证券

分析师介绍

崔世峰

海外研究首席分析师，南京大学硕士，8 年买方及卖方复合从业经历，专注于互联网及科技公司研究，擅长游戏行业研究。2022-2023 年新财富港股及海外最佳研究团队入围，2019-2020 年新财富传媒最佳研究团队第二名核心成员。

于伯韬

FRM，香港大学金融学硕士，武汉大学经济学学士，7 年互联网及港股策略卖方从业经历，2021、2020 年新财富港股及海外方向第五名成员，2022 年新浪金麒麟港股及海外市场最佳分析师第三名，2020 年新浪金麒麟港股及海外市场新锐分析师第一名。

程似骐

汽车行业首席分析师，上海交通大学车辆工程硕士，师从发动机所所长，曾任职于东吴证券、国盛证券。2017 年新财富第二团队核心成员，2020 年新浪财经新锐分析师第一名，2020 年金牛最佳汽车行业分析师团队第五名。深度覆盖新能源整车，智能化零部件，把握智能化电动化浪潮，对智能驾驶全产业链最前沿研究，深度跟踪从产业链最上游车载芯片到下游最前沿的 L4 的商业模式前沿演变。2021 年新财富最佳分析师汽车行业第四名。

评级说明

投资评级标准		评级	说明
报告中投资建议涉及的评级标准为报告发布日后6个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A股市场以沪深300指数作为基准；新三板市场以三板成指为基准；香港市场以恒生指数作为基准；美国市场以标普500指数为基准。	股票评级	买入	相对涨幅 15% 以上
		增持	相对涨幅 5%—15%
		中性	相对涨幅-5%—5%之间
		减持	相对跌幅 5%—15%
		卖出	相对跌幅 15% 以上
	行业评级	强于大市	相对涨幅 10%以上
		中性	相对涨幅-10-10%之间
		弱于大市	相对跌幅 10%以上

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：（i）以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，结论不受任何第三方的授意或影响。（ii）本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

法律主体说明

本报告由中信建投证券股份有限公司及/或其附属机构（以下合称“中信建投”）制作，由中信建投证券股份有限公司在中华人民共和国（仅为本报告目的，不包括香港、澳门、台湾）提供。中信建投证券股份有限公司具有中国证监会许可的投资咨询业务资格，本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格证书编号已披露在报告首页。

在遵守适用的法律法规情况下，本报告亦可能由中信建投（国际）证券有限公司在香港提供。本报告作者所持香港证监会牌照的中央编号已披露在报告首页。

一般性声明

本报告由中信建投制作。发送本报告不构成任何合同或承诺的基础，不因接收者收到本报告而视其为中信建投客户。

本报告的信息均来源于中信建投认为可靠的公开资料，但中信建投对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载观点、评估和预测仅反映本报告出具日该分析师的判断，该等观点、评估和预测可能在不发出通知的情况下有所变更，亦有可能因使用不同假设和标准或者采用不同分析方法而与中信建投其他部门、人员口头或书面表达的意见不同或相反。本报告所引证券或其他金融工具的过往业绩不代表其未来表现。报告中所含任何具有预测性质的内容皆基于相应的假设条件，而任何假设条件都可能随时发生变化并影响实际投资收益。中信建投不承诺、不保证本报告所含具有预测性质的内容必然得以实现。

本报告内容的全部或部分均不构成投资建议。本报告所包含的观点、建议并未考虑报告接收人在财务状况、投资目的、风险偏好等方面的具体情况，报告接收者应当独立评估本报告所含信息，基于自身投资目标、需求、市场机会、风险及其他因素自主做出决策并自行承担投资风险。中信建投建议所有投资者应就任何潜在投资向其税务、会计或法律顾问咨询。不论报告接收者是否根据本报告做出投资决策，中信建投都不对该等投资决策提供任何形式的担保，亦不以任何形式分享投资收益或者分担投资损失。中信建投不对使用本报告所产生的任何直接或间接损失承担责任。

在法律法规及监管规定允许的范围内，中信建投可能持有并交易本报告中所提公司的股份或其他财产权益，也可能在过去 12 个月、目前或者将来为本报中所提公司提供或者争取为其提供投资银行、做市交易、财务顾问或其他金融服务。本报告内容真实、准确、完整地反映了署名分析师的观点，分析师的薪酬无论过去、现在或未来都不会直接或间接与其所撰写报告中的具体观点相联系，分析师亦不会因撰写本报告而获取不当利益。

本报告为中信建投所有。未经中信建投事先书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式转发、翻版、复制、发布或引用本报告全部或部分内容，亦不得从未经中信建投书面授权的任何机构、个人或其运营的媒体平台接收、翻版、复制或引用本报告全部或部分内容。版权所有，违者必究。

中信建投证券研究发展部

北京
朝阳区景辉街 16 号院 1 号楼 18 层
电话：（8610）56135088
联系人：李祉瑶
邮箱：lizhiyao@csc.com.cn

上海
上海浦东新区浦东南路 528 号南塔 2103 室
电话：（8621）6882-1600
联系人：翁起帆
邮箱：wengqifan@csc.com.cn

深圳
福田区福中三路与鹏程一路交汇
汇处广电金融中心 35 楼
电话：（86755）8252-1369
联系人：曹莹
邮箱：caoying@csc.com.cn

中信建投（国际）

香港
中环交易广场 2 期 18 楼
电话：（852）3465-5600
联系人：刘泓麟
邮箱：charleneliu@csci.hk