

计算机行业

视觉在自动驾驶中的应用及地位

核心观点:

● 视觉传感器性能将大幅进步，产业链占比有望持续增长

ADAS 研发迎来关键节点，领先车企规划 2020 年~2022 年 L3 级别车型落地。传感器中视觉的性能在下一代迎来飞跃，未来 3~5 年量产的前视传感器中，单目测距达到 200 米~300 米，像素在 2Mp 到 8Mp 之间，性能与长距离毫米波雷达差距大幅缩小，同时具备成本和图像识别等方面的优势。基于纯视觉的 L4 级方案已路测成功（百度 Apollo Lite）。综合性能、成本、美观与实际路测考量，中下游厂商或调整方案结构侧重视觉，看好视觉在产业链中比重持续增长。

● 视觉处理硬件为基础，软件作用持续提升

车规级高算力硬件的发展（英伟达 Drive Xavier、特斯拉 FSD、Mobileye EyeQ5 等）带动深度学习算法落地，有望超车传统计算机视觉算法。同时，车规级软件门槛更高，研发周期更长，部分消费级软件企业布局车载领域存在挑战。

● 车载视觉方案的商业化关注软件的通用性和上下游竞合关系

通车体视觉涉及车体控制层，封闭性较强，算法在硬件层面的移植难度较大。车舱视觉通用性较强，通常兼容多种芯片结构与操作系统，车舱视觉软件公司对上游议价能力相对更高。同时，头部 Tier 1 多数与专业算法公司深度合作，长期看，有自行研发的趋势，一二级供应商界限逐渐模糊化。

● 国内算法企业机遇与挑战并存

大部分单一算法企业在产业链中相对上下游（尤其是芯片、载体平台、计算平台和车商/Tier 1 供应商）话语权较弱，汽车工业技术标准的经验不足可能会放大议价能力的弱势。商业化应用尚未大规模落地，前沿技术理念的同步程度较高。相关机遇包括拓展软件的通用性以及发展新兴算法领域（如深度学习）等。

● 风险提示

议价权和标准主导权较弱；下游商业化进展不确定性。

行业评级

买入

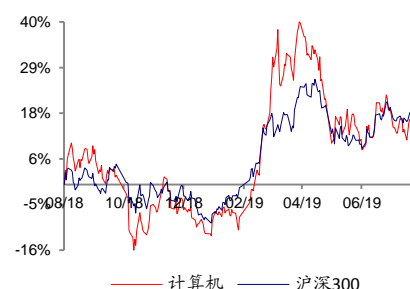
前次评级

买入

报告日期

2019-08-05

相对市场表现



分析师:

刘雪峰



SAC 执证号: S0260514030002



SFC CE No. BNX004



021-60750605

gfluxuefeng@gf.com.cn

分析师:

王奇珏



SAC 执证号: S0260517080008



SFC CE No. BNU581



021-60750604

wangqijue@gf.com.cn

相关研究:

计算机行业:云计算短期有变, A 股各领域龙头机会独立	2019-07-28
计算机行业:领先公司将受益基本面支撑的科创映射	2019-07-21
计算机行业:中报前瞻:整体有所放缓, 细分龙头强劲	2019-07-17

重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	货币	最新 收盘价	最近 报告日期	评级	合理价值 (元/股)	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
							2019E	2020E	2019E	2020E	2019E	2020E	2019E	2020E
中科创达	300496	CNY	32.12	2019/07/12	买入	38.50	0.55	0.76	58.40	42.26	59.36	42.15	13.1	15.3
石基信息	002153	CNY	34.13	2019/04/28	增持	36.40	0.52	0.63	65.63	54.17	77.04	56.58	6.5	7.3
卫宁健康	300253	CNY	14.1	2019/08/02	买入	15.97	0.25	0.31	56.40	45.48	53.89	42.11	11.4	12.6
创业慧康	300451	CNY	15.09	2019/07/09	买入	18.50	0.37	0.49	40.78	30.80	37.38	27.75	9.7	11.3
广联达	002410	CNY	35.3	2019/04/26	买入	30.75	0.41	0.46	86.10	76.74	99.17	89.97	12.7	12.4

数据来源: Wind、广发证券发展研究中心

备注: 表中估值指标按照最新收盘价计算

目录索引

一、投资要点	7
二、ADAS 的分类、构成与发展	8
1. ADAS 产业链	8
1) 自动驾驶的六个等级	8
2) ADAS 技术架构及产业链	10
2. 全球与我国 ADAS 相关政策	11
3. ADAS 落地规划	11
4. 传感器在 ADAS 中的地位	12
三、传感器	13
1. 路径比较	13
1) 性能对比	14
2) 成本对比	15
3) 实用性对比	16
2. 视觉传感器的地位	18
四、视觉算法在 ADAS 中的地位	19
1. 计算机视觉	19
2. 车载 ADAS 视觉	19
1) 机器-机器 (Machine to Machine)	21
2) 机器-人 (Machine to Human)	22
3. 机器-机器	22
1) 前视方案	22
2) 环视方案	26
4. 机器-人	27
1) 驾驶员监控 (DMS)	27
2) 虚拟后视镜	29
3) HUD	29
5. 车规要求	30
1) AEC-Q100、ISO 26262 认证	30
6. 车载前视视觉方案市场空间	32
7. 部分代表性公司技术方案概览	33
1) Mobileye	33
2) 百度	33
3) MM Solutions	34
4) 商汤	34
5) 旷视	34
五、产业链格局	35
1. 上游	35
1) 镜头组与 CMOS	35
2) 算法芯片	36

2. 定价权分析	36
1) 软件公司与 Tier 1 的关系及议价权	36
2) 软件公司与芯片公司的竞合关系	40
3) 车商的角色变化	41
六、视觉技术在车载领域的商业化实现	43
1. 商业化机遇	43
1) 需求的驱动力	43
2) 政策激励视觉发展	43
3) 视觉算法的商业实现	44
2. 商业化挑战	46
1) 算法公司成本测算	46
2) 基础设施	48
3) 法律法规政策	48
4) 大致周期	49
七、部分代表性公司	50
1. 视觉方案龙头 MOBILEYE (2017 年英特尔收购)	50
1) 核心产品: 视觉算法与 EyeQ 芯片	50
2) 盈利模式	51
3) 护城河: 适配周期、便利性、算法精度与落地经验	52
4) 合作商	53
2. 龙头企业的追赶者: MINIEYE	53
1) 产品	54
2) 合作商	54
3) 研发策略	54
4) 壁垒	55
3. 工业图形图像视觉技术的龙头: MM SOLUTIONS	55
1) MM Solutions 产品演化	55
2) 中科创达收购扩张智能车舱版图	56
3) 车载领域收入规模化, 平台化产品具备先发优势	56

图表索引

图 1: ADAS 至全自动驾驶发展阶段.....	9
图 2: ADAS 技术架构	10
图 3: 各车企智能驾驶落地规划	12
图 4: 车载传感器.....	13
图 5: 传感器成本对比	16
图 6: 传感器外形.....	16
图 7: 奥迪 e-tron 纯电动跑车	17
图 8: 传感器位置.....	18
图 9: 全国 AI 企业数量分布	19
图 10: 全国 AI 企业融资分布	19
图 11: 传感器与 ECU 连接.....	20
图 12: ADAS 架构与功能.....	21
图 13: 传统算法与深度学习算法流程	23
图 14: 卷积神经网络训练过程	23
图 15: 双目视觉原理	25
图 16: 国内外 Tier 1 单双目产品测距	26
图 17: 环视算法流程.....	27
图 18: DMS 基本流程	27
图 19: 奥迪 e-tron 虚拟后视镜.....	29
图 20: 奥迪 A4 HUD	30
图 21: 汽车电子验证系统.....	30
图 22: 全国汽车产量预测.....	32
图 23: 全国自动驾驶汽车分等级渗透率预测	32
图 24: 全国 L1~L4 级车产量预测.....	32
图 25: 2018~2025 年前视视觉方案市场规模框算	33
图 26: 上游车载摄像头产业链	35
图 27: Tier 1 竞争激烈, L3 落地在即	37
图 28: Tier 1 切入算法赛道, 与 Tier 2 界限模糊化	39
图 29: 全自动驾驶重要性.....	43
图 30: 消费者愿意为 ADAS 承受的溢价 (美元)	43
图 31: 后装单目、双目产品成本估算	47
图 32: 目前各地路测号牌数量	48
图 33: 国内初创算法企业融资概览.....	49
图 34: EyeQ 性能演化	51
图 35: EyeQ 出货量.....	51
图 36: Mobileye 前装产品开发流程	52

重点公司估值和财务分析表	2
表 1: ADAS 级别简述	8
表 2: ADAS 各功能简称及全称	9
表 3: L1~L5 传感器技术配置 (典型案例)	10
表 4: 全球自动驾驶相关政策	11
表 5: 我国自动驾驶相关政策	11
表 6: 传感器路径优劣势对比	14
表 7: 2018 新车型传感器配置	14
表 8: 测距传感器路径性能对比	15
表 9: 传感器代表产品重量与规格比较	17
表 10: 环视与前视摄像头性能对比	22
表 11: 代表性单目传统视觉处理 SoC	24
表 12: 代表性车规级深度学习平台/芯片	24
表 13: 代表性双目传统视觉处理 SoC	25
表 14: 单双目方案优劣势对比	25
表 15: 恩智浦 i.Mx8 与 i.Mx6 构成	27
表 16: 代表性 DMS 芯片	28
表 17: 已推出 DMS 解决方案的部分 Tier 1	28
表 18: 代表性软件厂商与电子供应商合作 DMS 产品	29
表 19: 商业级、工业级和车规级的部分指标区别	31
表 20: ASIL 等级划分	31
表 21: 2018 年价格假设与递减量	33
表 22: ADAS 视觉产业链 (部分案例)	35
表 23: Tier 1 算法来源	38
表 24: 车载软件公司产品支持的硬件平台	40
表 25: 软件公司前装产品采用芯片及供应商	41
表 26: 自研芯片的算法厂商	41
表 27: 新兴车企选择与 Tier 1/Tier 2 合作	42
表 28: 2018 版 C-NCAP 调整项目	44
表 29: 代表性公司及盈利模式	45
表 30: 代表性公司及盈利模式	45
表 31: 单双目价格对比	46
表 32: 专用双目处理器与 Mobileye 性能对比	46
表 33: 单目算法公司成本、利润率大致框算	47
表 34: Mobileye 历代 EyeQ 芯片对比	51
表 35: Mobileye 合作伙伴	53
表 36: 部分 2017 年底前装载项目	53
表 37: Minieye 部分合作伙伴与合作内容	54
表 38: 中科创达重要收购	56

一、投资要点

- ADAS研发迎来关键节点，领先车企规划2020年~2022年L3级别车型落地。传感器中视觉的性能在下一代迎来飞跃，未来3~5年量产的前视传感器中，单目测距达到200米~300米，像素在2Mp到8Mp之间，在成本占优的前提下性能与长距离毫米波雷达差距大幅缩小，同时具备成本和图像识别等方面的优势。基于纯视觉的L4级方案已路测成功（百度Apollo Lite）。综合性能、成本、美观与实际路测的考量，中下游厂商或调整方案结构侧重视觉，看好视觉在产业链中比重的持续提升。
- 视觉处理硬件为发展基础，软件作用逐步提升。
- **车规级高算力硬件**的发展（英伟达Drive Xavier、特斯拉FSD、Mobileye EyeQ5等）带动深度学习算法落地，有望超车传统计算机视觉算法。细分方案中，双目方案专用芯片驱动双目软件发展，短期内，测距与镜头一致性限制其空间，仍以单目方案为主流。
- **车规标准要求**包括高分辨率、宽动态、强光抑制，对工作寿命、承受温度范围等要求高于消费级。镜头表面镀膜要做特殊工艺梳理。ISO 26262定义了汽车安全完整性等级（ASIL），ASIL-D级要求10亿小时运算预期出现的失败次数少于10次。车规级严格要求意味着**车载软件研发周期更长，门槛更高**，部分消费级软硬件企业布局车载领域存在挑战。
- 视觉方案的商业化落地关键看**软件的通用性和上下游竞合关系**。
- **通用性**方面，车体视觉涉及车体控制层，封闭性较强，算法在硬件层面的移植难度较大。车舱视觉通用性较强，通常兼容多种芯片结构与操作系统。商业化层面车舱视觉软件公司对上游议价能力相对更高。
- Tier 1（一级供应商）与算法厂商（二级供应商）存在**竞合关系**。头部Tier 1受同业竞争压力，多数与算法公司深度绑定缩短适配周期。长期看，为争取议价空间，部分Tier 1的算法来源由合作转自研，部分算法企业直接与整车厂合作开发，一二级供应商存在**界限模糊化趋势**。
- 大部分单一算法企业在产业链中相对上下游（尤其是芯片、载体平台、计算平台和车商/Tier 1供应商）**话语权较弱**，汽车工业标准的技术经验不足可能会放大议价能力的弱势。存在的机遇包括拓展软件的通用性与兼容性、发展新兴算法领域（如深度学习等）以及把握下游的商业化落地等。

二、ADAS 的分类、构成与发展

自动驾驶，指汽车在执行动态驾驶任务中具有关键安全性的控制功能方面可以独立于驾驶员控制自行完成决策与执行。随着日常出行对于安全性、舒适性要求的提升，自动驾驶的价值日益凸显，以ADAS（高级驾驶辅助系统）为核心的自动驾驶发展迎来关键节点，未来5~10年有望取得新的飞跃。

1. ADAS 产业链

1) 自动驾驶的六个等级

全球对于自动驾驶的行业标准普遍遵循国际汽车工程学会SAE的分类，分为6个等级。

表 1：ADAS级别简述

SAE 级别	名称	文字定义	动态驾驶任务		复杂情况下的 动态驾驶 任务	设计操 作域（见 注解）
			持续性横向 与纵向车体 动态控制	物体与事件 的侦测与反 应		
驾驶者完成部分或全部动态驾驶任务						
0	非自动化	所有动态驾驶任务由人类驾驶员进行操控（即使通过安全系统加强预警）	人类驾驶员	人类驾驶员	人类驾驶员	N/A
1	辅助驾驶	在特定模式下由辅助驾驶系统完成持续的横向或纵向车体动态控制(但不同时)，并期望人类驾驶员完成剩余动态驾驶任务	人类驾驶员 与系统	人类驾驶员	人类驾驶员	有限
2	部分自动化	在特定模式下由辅助驾驶系统完成持续的横向和纵向车体动态控制，并期望人类驾驶员完成物体与事件侦测与驾驶系统监督	系统	人类驾驶员	人类驾驶员	有限
系统（启动时）完成全部动态驾驶任务						
3	有条件的自动驾驶	在特定模式下由辅助驾驶系统完成持续的全部动态驾驶任务，并期望人类驾驶员在系统要求时、或相关系统组件故障时介入并有相应的反应。	系统	系统	人类驾驶员 在复杂情况 时接管	有限
4	高度自动化	在特定模式（见注解）下由辅助驾驶系统完成持续的全部动态驾驶任务及复杂环境下的动态驾驶任务，并无任何人类驾驶员在系统要求时介入的期望。	系统	系统	系统	有限
5	全自动化	在所有模式下由辅助驾驶系统完成持续的全部动态驾驶任务及复杂环境下的动态驾驶任务，并无任何人类驾驶员在系统要求时介入的期望。	系统	系统	系统	无限

数据来源：SAE 官网、广发证券发展研究中心（注：设计操作域指该自动驾驶系统设计所应对的特定条件，包括但不限于地理、路况、交通限制、不同驾驶模式等。特定模式指代在设计操作域内的操作）

L0至L2以驾驶员控制为主，辅助驾驶系统在特定模式下执行动态控制。L2到L3的跨越是目前最大的难点，驾驶环境的观察由系统来完成，解放驾驶员注意力。L5级别的车辆可以适应无限的设计操作域，即完全不受到环境、地理、驾驶模式等因素的局限完成驾驶任务。

按照系统功能划分，ADAS可以为主动与被动安全系统。被动安全系统负责预警，主动安全系统负责在特定情况下介入控制。

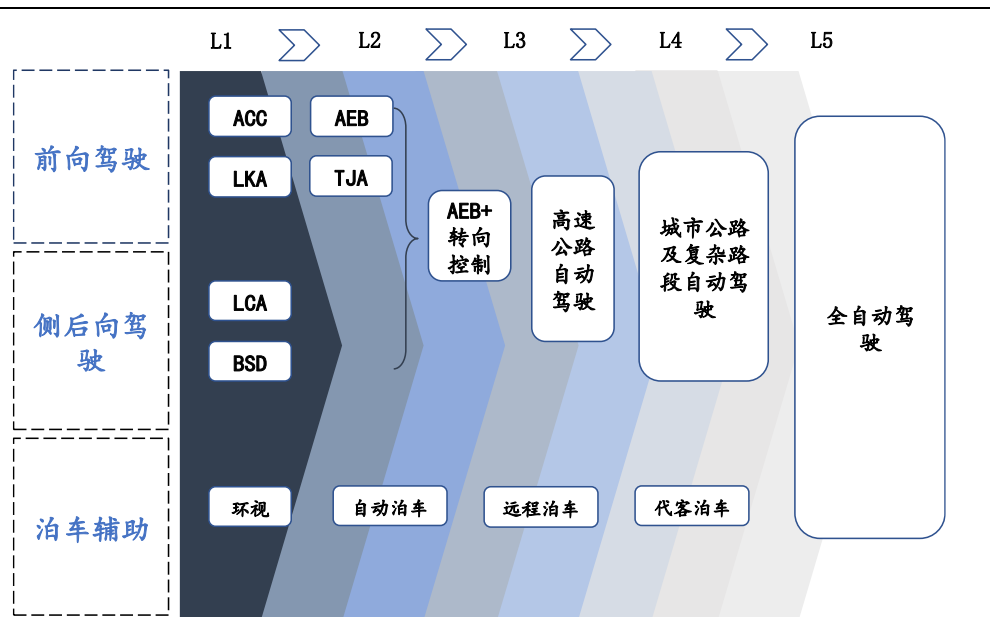
表 2: ADAS各功能简称及全称

简称	全称	简称	全称	简称	全称
ACC	自适应巡航	BSD	盲点检测	TJA	交通堵塞辅助
AEB	自动紧急制动	LCA	变道辅助	TSR	交通标志识别
APA	自动泊车辅助	LKA	车道保持辅助	FCW	前方碰撞预警

数据来源: Embedded Vision Alliance、广发证券发展研究中心

L1级车对应的辅助驾驶功能互相独立，包括ACC、LKA等。L2级车在L1级的基础上，对个体功能进行集成，完成持续协作的驾驶任务，包括TJA等。

图 1: ADAS至全自动驾驶发展阶段



数据来源: 瑞萨、广发证券发展研究中心

为应对每个级别的功能要求，每一级别的传感技术配置不同，需要的传感器数量也不同。目前国内量产的L1车型（奇瑞瑞虎，东风风神等）配置8个以内超声波传感器、1个前视摄像头与4个环视摄像头。L2量产的广汽Aion S、上汽MarvelX、长安CS75等车型普遍配置12个超声波传感器、1个前视摄像头、4个环视摄像头以及3个毫米波雷达。至L3、L4级车，至少配备3个前视摄像头与4个中距离雷达（如2017年落地的奥迪A8），下列图表分别以上述车型为例说明配置范围。

表 3: L1~L5传感器技术配置（典型案例）

	L1	L2	L3	L4	L5
传感器	数量	数量	数量	数量	数量
超声波	4~8	8~12	8~12	8~12	8~12
远程雷达	0~1	1~3	2~3	2~3	2~3
近距离雷达		4	4~6	4~6	4~6
前视摄像头	0~1	1	2	2~4	4
环视摄像头	4	4	5	5	5
车内摄像头			1	1	1
激光雷达			1	1	1
惯性导航			1	1	1
总量	8~14	18~24	25~31	25~33	27~33

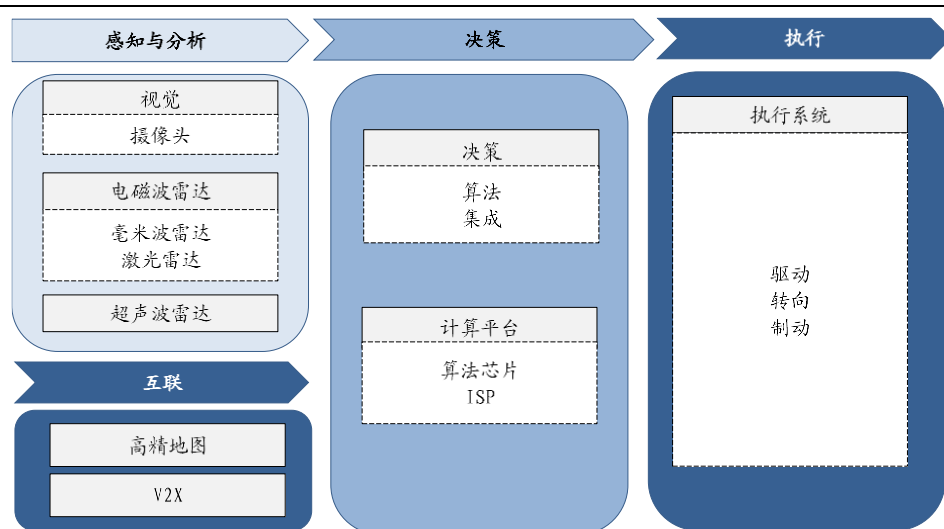
数据来源：Yole Development、广汽、上汽、奇瑞等量产车型、广发证券发展研究中心

2) ADAS技术架构及产业链

■ 技术架构

ADAS技术架构分为感知层（包含传感器），决策层（包含算法、中央处理器、处理芯片等），执行层与互联层。感知层的作用为收集及预处理周围环境的信息，决策层对收集的数据整合、分析与判断，执行层根据判断结果做出实时反应。

图 2: ADAS技术架构



数据来源：瑞萨、广发证券发展研究中心

ADAS感知层的主流传感技术包括视觉、电磁波雷达（毫米波雷达和激光雷达为主）及超声波雷达。

2. 全球与我国 ADAS 相关政策

基于对自动驾驶安全主要性的认知，美国、德国、日本、韩国、法国等国家出台政策扶持自动驾驶的研发与落地。美国有20多个州通过了自动驾驶相关立法，仅加州一个州就已经给50多家公司的400多辆自动驾驶汽车颁发了路测牌照。

表 4：全球自动驾驶相关政策

国家	自动驾驶相关政策
美国	目前，全美有 20 多个州通过了自动驾驶相关立法。美国交通部 2018 年 10 月发布第 3 版自动驾驶指导政策，允许企业开发无方向盘、踏板、后视镜等传统装备的新自动驾驶车型；同时延申了自动驾驶范围，涵盖个人出行、公共交通、卡车运输、铁路运输等多模式交通运输系统。
德国	2015 年已允许在连接慕尼黑和柏林的 A9 高速公路上开展自动驾驶汽车测试项目，2017 年 6 月，颁布了全球首个关于自动驾驶的相关法案，允许自动驾驶系统在特定条件下在公共路段行驶。
日本	《2017 官民 ITS 构想及线路图》明确了自动驾驶技术时间表：2020 年左右实现高速公路 L3 级别、L2 级别的卡车编队自动驾驶，以及特定区域 L4 级别的自动驾驶；2025 年实现高速公路 L4 级别的自动驾驶。

数据来源：美国机动驾驶指导政策、日本 2017 构想及线路图、各国官方公示、广发证券发展研究中心

国内的自动驾驶规划主要文件包括2015年国务院印发的《中国制造2025》，明确指出到2020年要掌握智能辅助驾驶总体技术及各项关键技术，到2025年要掌握自动驾驶总体技术及各项关键技术。

表 5：我国自动驾驶相关政策

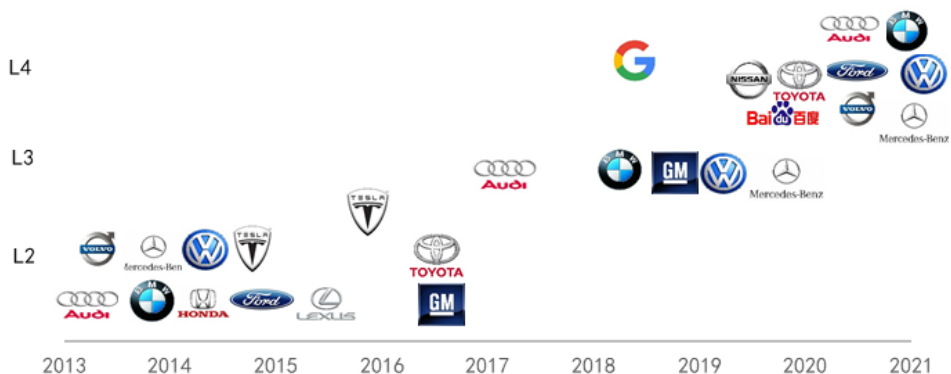
时间	发布方	政策内容
2015 年	国务院	《中国制造 2025》明确指出到 2020 年要掌握智能辅助驾驶总体技术及各项关键技术，到 2025 年要掌握自动驾驶总体技术及各项关键技术。
2017 年	国务院	《新一代人工智能发展规划》提出，要加快人工智能关键技术转化应用，发展自动驾驶汽车和轨道交通系统，形成我国自主的自动驾驶平台技术体系和产品总成能力。
2017 年	工信部	《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划(2018-2020 年)》提出，支持车辆智能计算平台体系架构、车载智能芯片、自动驾驶操作系统、车辆智能算法等关键技术、产品研发，到 2020 年，建立可靠、安全、实时性强的智能网联汽车智能化平台。
2018 年	工信部	《中国智能网联汽车技术发展路线图》提出到 2020 年，中国市场上智能汽车新车占比要达到 50%，中高级别智能汽车（L3 及以上）将实现市场化应用。

数据来源：工信部、国务院资料、广发证券发展研究中心

3. ADAS 落地规划

从多数领先整车厂的推进计划看，L3级别在2020~2022年落地，L4级别车型在2020年后落地。

图 3: 各车企智能驾驶落地规划



数据来源：奥迪、沃尔沃、保时捷、丰田、特斯拉、通用汽车等、广发证券发展研究中心

自动驾驶市场较为分散，各车企的落地策略不同。

奔驰、奥迪等采用从L0至L5级别相对稳妥的渐进式研发；福特、沃尔沃等采取策略更加激进，跳过L3级推出L4级。科技公司有软件优势但是缺乏硬件基础，在车体制造与生产方面存在局限性，通常与整车厂合作开发，形成互补（如：Waymo与塔塔汽车的捷豹和菲亚特克莱斯勒在无人驾驶汽车方面建立了牢固的合作关系，百度与北汽、长安、奇瑞、威马等车企达成战略合作。）

4. 传感器在 ADAS 中的地位

传感器在ADAS中的主要作用为采集路面信息,是ADAS系统的重要组成部分。经由传感器的道路环境数据采集后,转换成数字信号传至决策层分析处理,最后由执行器输出控制信号。传感器是ADAS架构感知层中重要的输入环节。

三、 传感器

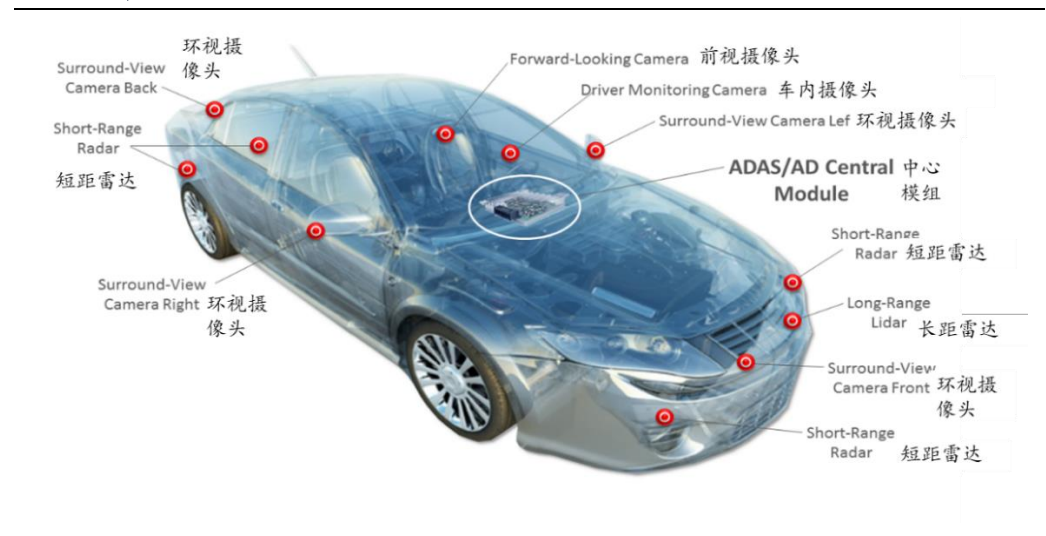
车载传感器分为视觉、毫米波雷达、激光雷达等技术路径。

视觉传感器因原理上与雷达形成良好的互补。以目前趋势，雷达+视觉的合成方案为主流，未来传感器发展趋势为集成与处理优化。

1. 路径比较

ADAS感知层主流传感技术包括视觉、雷达及超声波雷达。传感器包括前视、环视、车内摄像头，毫米波雷达和超声波雷达等。

图 4：车载传感器



数据来源：赛灵思、广发证券发展研究中心

- ✧ 本质上，电磁波雷达与超声波雷达都是利用回波成像来构显被探测物体。
- ✧ 超声波雷达超声波散射角大，在空气中传播损耗也大，适合泊车雷达。
- ✧ 毫米波雷达可全天候工作，抗干扰能力较强，对烟雾灰尘具有更好的穿透性，受天气影响小，但是精确度相对薄弱。车用毫米波雷达包括24GHz和77GHz毫米波雷达。
- ✧ 激光雷达工作在红外和可见光波段，用发射激光束探测目标的位置、速度等特征量，实现精准建模，且探测距离远。缺点是易受到自然光或是热辐射的影响。
- ✧ 视觉方案技术相对成熟，优势在于成本低廉，支持基于深度学习的类型识别，但易受天气、环境光等因素影响，且无法有效获得三维信息。

表 6: 传感器路径优劣对比

技术路径	优势	劣势
视觉	1. 体积小 2. 成本低	1. 受环境影响大 2. 数据量大 3. 远距及速度适应性不足
毫米波雷达	1. 能适应恶劣环境 2. 适合检测周边车辆	1. 无法感知行人 2. 相对分辨率低
激光雷达	1. 精度高 2. 不受光线与天气制约	1. 价格昂贵 2. 扫描速度慢

数据来源：零帕网，车元素、广发证券发展研究中心

2018年国内新车型中，多数已装配环视系统。视觉和雷达的应用上，有不同侧重：一汽奔腾SENIA R9、吉利博瑞GE等车型用前视摄像头完成主要ACC、AEB、LDW等功能。奔驰GLC、长安CS75等车型靠77GHz雷达实现ACC，靠前视摄像头实现LDW。

表 7: 2018新车型传感器配置

	前视单目	环视	77GHz 雷达	24GHz 雷达	超声波	后视
奔驰 GLC	1	4	1	4	12	
DS7	1	4	1	1	12	
Jeep 大指挥官	1		1	2	12	
长安 CS75	1	4	3		12	
猎豹 Mattu	1	4			6	
东风日产蓝鸟	1			2		1
一汽奔腾 SENIA R9	1	4		2	8	
吉利博瑞 GE	1	4	1		12	

数据来源：佐思产研、广发证券发展研究中心

1) 性能对比

表 8：测距传感器路径性能对比

当前性能比较							
传感器	代表产品	像素	探测范围	探测角度	适合温度	功耗	车规等级
单目摄像头	博世 MPC2	1.2Mp	120m	50 度水平，28 度垂直	-40 度~+85 度	<5W	ASIL A
双目摄像头	博世双目	1Mp	55m	50 度水平，28 度垂直	-40 度~+85 度	<5.8W	ASIL A
24GHz 雷达	大陆 SRR320	/	95m	150 度	-40 度~+85 度		
77GHz 雷达	博世 LRR4/大陆 ARS30x	/	200~250m	16~17 度（远场）	-40 度~+85 度	7W	ASIL B
下一代性能比较							
传感器	代表产品	像素	探测范围	视场角	适合温度	功耗	车规等级
单目摄像头	大陆 MFC500	8Mp	300m	125 度水平，60 度垂直	-40 度~+95 度	<7W	ASIL D
双目摄像头	奥托立夫 SV G4	1.7Mp	/	100 度水平			
24GHz 雷达	纳雷 CAR150	/	150m	98 度	-40 度~+85 度	6W	
77GHz 雷达	大陆下一代 ARS	/	300m				ASIL D

数据来源：博世、大陆、纳雷等、广发证券发展研究中心

从传感器顶尖性能来看，量产的这一代单目摄像头像素在1Mp到2Mp之间，探测距离约100~120米。双目摄像头探测距离约50~70米。

下一代视觉传感器测距方面大幅有望提升，鉴于自动驾驶升级车型对于摄像头的依赖程度，预计在下一代投产后将放量。大陆的MFC500系列分辨率最高800万像素，探测距离300米；博世也将推出像素200万单目摄像头，探测距离大于200米。由于单目方案测距与分辨率紧密挂钩，像素规格的进步对于单目性能有显著的提升作用。

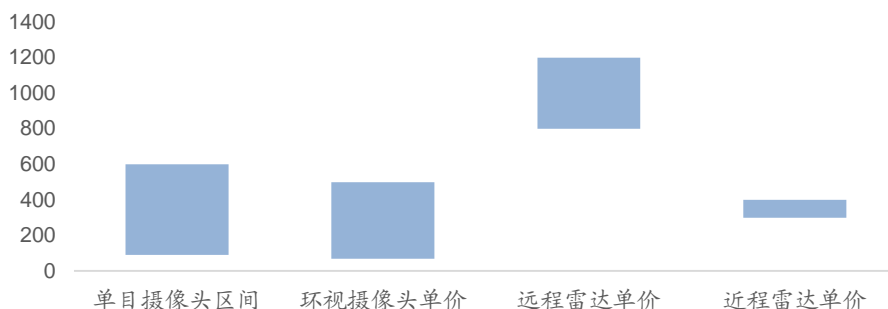
2) 成本对比

■ 摄像头与毫米波雷达成本

摄像头单价一般在600元以下，其中单目摄像头单价区间大致在150~600元左右，环视摄像头区间在70~500元左右。

毫米波雷达市场中，近程雷达单价在300~400元左右，远程雷达在800~1200元左右。

图 5：传感器成本对比（单位：元）



数据来源：Yole Development、亿欧、中航华源、中科慧眼访谈、广发证券发展研究中心

对于ACC、AEB等关键L1、L2级功能，需要配备单目摄像头或者远程雷达，单价上摄像头占优。

■ 激光雷达成本

对于单价上万的激光雷达，初步判断降价周期或已开启，集成商已开始批量采购。Veoneer在2018年从一家全球性的OEM获得第一笔大批量商业化激光雷达订单。近日，法雷奥激光雷达赢得了来自全球四大主要汽车集团的总额5亿欧元（5.64亿美元）的订单，可能带来总值10到15亿欧元的长期业务，生命周期延续至2024年~2025年（资料来源：搜狐新闻引用麦姆斯咨询报道）。

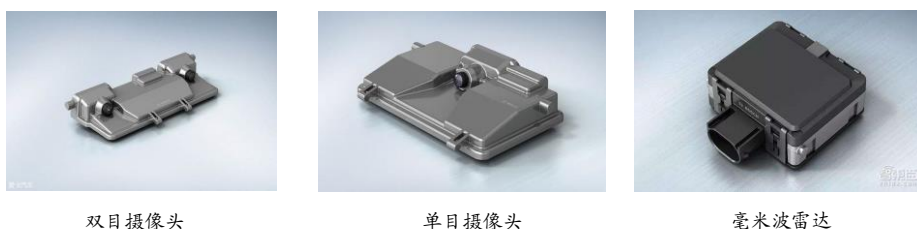
根据Automotive News，法雷奥北美技术总监James Schwyn预计奥迪A8装配的Valeo SCALA之后，下两代产品将实现大幅降价；业内人士预判在激光雷达单价降至1750元以下时将会大面积投产。

3) 实用性对比

■ 外形与重量

传感器的实用意义是购车人群的重要考虑因素，包含其外观、重量与风阻。

图 6：传感器外形



数据来源：博世、广发证券发展研究中心

从整车装配的实用性和美观角度，单目与双目摄像头相对于长距摄像头更加轻便、外观更易嵌入整车体。长距雷达由于占据体积较大，嵌入车体有一定难度。

从重量的角度，长距雷达的重量约为单目摄像头的1.5倍左右，短距雷达与单目的重量相当。

表 9：传感器代表产品重量与规格比较

	产品	规格 (mm)	重量
单目	大陆 Mono Camera	88*70*38	<200g
双目	博世 Stereo Camera	160*60*32	
长距雷达	大陆 ARR441	137*91*31	295g
短距雷达	大陆 SRR520	83*69*22	170g

数据来源：博世、大陆、广发证券发展研究中心

■ 风阻

视觉传感器在空气阻力影响方面占绝对优势。摄像头体积小，且部分可以置于车内，不影响成像。前视视觉摄像头一般置于车内后视镜上方。侧向摄像头体积小，迎风面积几乎可以忽略不计。

图 7：奥迪e-tron纯电动跑车



数据来源：CarAndDriver、广发证券发展研究中心

奥迪首款电动车e-tron配备新一代虚拟后视镜（图片详见第28页），用视觉再一次完成突破，省去实体后视镜并用摄像头构成的虚拟后视镜替代，将整车风阻由0.28减至0.27（相当于高速环境下每小时多行驶5千米），同时把车宽减少了15厘米。

图 8：传感器位置



奥迪 A6L 毫米波雷达置于前格栅



奥迪前视摄像头置于内后

数据来源：博世、广发证券发展研究中心

长距雷达属于外置型，一般安置于车身对车的整体风阻系数存在影响。

2. 视觉传感器的地位

视觉传感器在ADAS升级中需求弹性小，占有重要地位。

从自动驾驶方面，前视摄像头性能在下一代与远距雷达处于同一水平，是性价比更高的选择。单目摄像头占据物体识别方面的优势，弥补毫米波雷达精度低的缺点。

从驾驶员体验方面，视觉传感器可以检测驾驶员状态，提高安全性。如果虚拟后视镜普及，可以有效减少风阻。同时内嵌式的摄像头相比于雷达，不影响车体美观性。

基于视觉传感器对高规格车型的必要性和对驾驶安全性的意义，根据上文估算，L4/L5级车型装配摄像头数将升至9~10个，数量在现有L2车型基础上翻倍。

四、视觉算法在 ADAS 中的地位

基于硬件的车载视觉算法在ADAS产业链中地位的重要性逐渐提升，前视方案等面临软硬件的升级，新兴视觉方案（虚拟后视镜等）提升安全性与驾驶体验。车规要求成为车载软件的主要壁垒之一，消费级软件企业在车载领域布局具有一定难度。

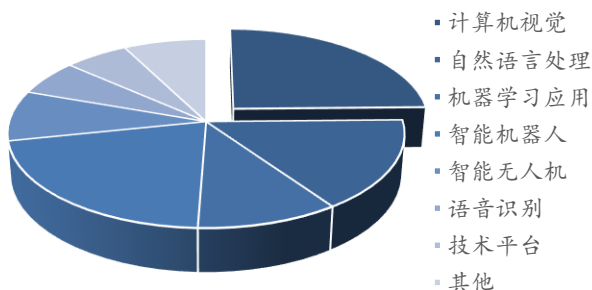
1. 计算机视觉

计算机视觉(Computer Vision) 是人工智能的一个分支，起源于20世纪80年代的神经网络技术，通过使用光学系统和图像处理工具等来模拟人的视觉能力捕捉和处理场景的三维信息，理解并通过指挥特定的装置执行决策。

计算机视觉的工作流程包含四个模块：检测、分类、跟踪与语义分割。具体为成像设备首先捕获图像，然后对每个图像进行预处理，提取特征后输入到分类模型中。

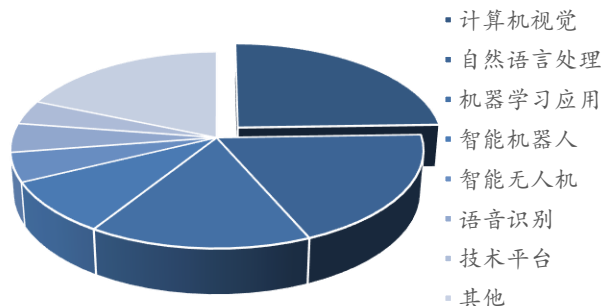
计算机视觉发展现阶段，对于人工智能的应用取决于具体落地板块。远期，计算机视觉需要广泛应用人工智能。在我国整个AI市场各板块中，计算机视觉的融资活动最为活跃，是综合政策扶持、市场潜力与投资者信心的反应。

图 9：全国AI企业数量分布



数据来源：腾讯研究院、广发证券发展研究中心

图 10：全国AI企业融资分布



数据来源：腾讯研究院、广发证券发展研究中心

2. 车载 ADAS 视觉

车载视觉的源头是计算机视觉，遵循图像输入、预处理、特征提取、特征分类、匹配、完成识别几个步骤。

预处理包括成帧、颜色调整、白平衡、对比度均衡、图像扭正等工作；特征提取在预处理的基础上，提取出图像中的特征点；目标识别是基于特征数据的输出，对图像中的物体进行识别分类——人、车、交通标志等，运用到机器学习、神经网络的算法。

视觉技术上主要存在两个壁垒：特征提取（可用特征很多）与预处理（常常通过宽动态、强光抑制、降噪等技术保证数据源的质量）。

■ 场景与用途存在相互交叉

传统汽车电子控制系统中，传感器经处理后的数字信号传导至对应ECU（电子控制单元），不同ECU对应不同系统。

自动驾驶时代的汽车电子控制系统中信号传至**MDC多域控制器**，即通过一块ECU对不同传感器信号进行分析和处理，再由执行机构（电子阀门、执行马达等）发送指令以控制车辆的关键部件（发动机等）完成控制/转向等功能，或向车载信息系统（In-Vehicle Infotainment）和HMI(人机交互界面)发送指令。

图 11：传感器与ECU连接



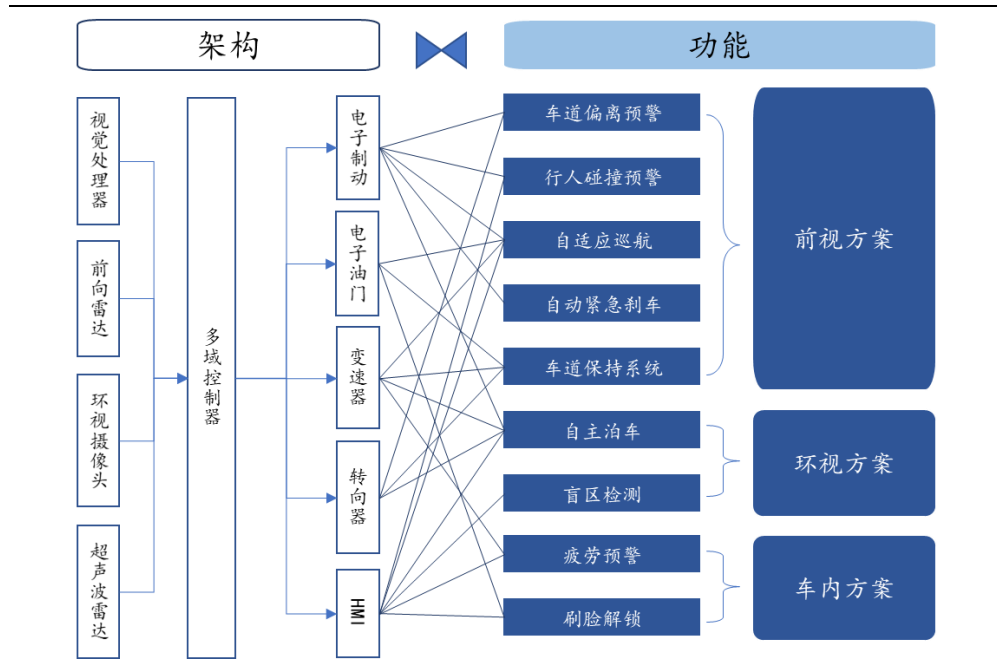
数据来源：STMicroelectronics、广发证券发展研究中心

车载视觉从广义上分为两种应用场景：

- ◇ 由机器到机器，指代由机器获取信息反馈至驾驶员的应用场景，在智能系统控制下完成车道保持、超车并道、交通标识识别等功能，无需人为操控或介入。
- ◇ 由机器到人，通过机器与人的交互，增强驾驶体验或在特定情况下完成驾驶任务。

机器-机器和机器-人为应用场景的分类，用途可能存在交叉，即同一功能可能既需要向机器传达指令，也需要向人传达预警以确保在必要时干预。

图 12: ADAS架构与功能



数据来源：Synopsys、CSDN、广发证券发展研究中心

下文分析的场景与性能方案不完全对应，存在交叉，我们取主要对应关系进行分析。

1) 机器-机器 (Machine to Machine)

机器-机器场景中的视觉方案包含前视方案与环视方案。

■ 前视视觉方案

前视方案通过高清摄像头采集图像数据，然后从图像数据上得到距离信息，可细分为单目与双目方案。

- ✧ 单目方案传感器为一个单目摄像头，通常内嵌于车内后视镜；其算法原理为先识别物体，后根据图像大小测距。
- ✧ 双目方案传感器为一个双目摄像头，通常置于车内后视镜上方挡风玻璃处；其算法原理为通过视差直接测距，类似于人眼的感知。

■ 环视视觉方案

根据德州仪器的环视系统报告，环视方案通过4~6个广角摄像头采集图像数据，拼接后合成360度的全景俯视图，现阶段多用于可视化系统，该系统提供车身周围实时的俯视图，用全景图像消除车身周围的视野盲区，提供相对方位与距离信息。

表 10: 环视与前视摄像头性能对比

摄像头	测距	分辨率	温度	视场角
环视摄像头		VGA 或 1.2Mp 或 2Mp	-40 ~ +85 °C	137° 或 192° 水平, >94° 垂直
前视摄像头	120 米	2Mp	-40 ~ +85 °C	50° 水平, 28° 垂直

数据来源: 博世、广发证券发展研究中心

■ 用途与性能差异

前视方案普遍用于车体纵向的识别、测距等, 如前车碰撞预警、行人碰撞预警、紧急制动刹车和自适应巡航等。环视方案普遍用于自主泊车, 以及辅助横向的预警、控制, 包括车道偏离预警、车道保持功能等。

性能上, 环视摄像头分辨率相对更低, 视场角广。前视摄像头分辨率高, 测距长, 视场角相对更小。

2) 机器-人 (Machine to Human)

机器-人场景的具体应用包括车内摄像头、虚拟后视镜等。

■ 车内摄像头

车内摄像头用于车内的身份验证、疲劳检测、手势识别等, 放置方位因方案不同而不同。(2019 斯巴鲁森林人将摄像头置于中控屏上方。2019 年重新设计的宝马 5 系将摄像头放置于仪表盘组件。凯迪拉克 2018 高配 CT6 中的使用 Super Cruise 系统, 通过位于车辆转向柱顶端的微型摄像头与方向盘灯带两旁的红外传感器追踪驾驶员头部特征。)

■ 虚拟后视镜

虚拟后视镜由小型摄像头取代后视镜。奥迪 E-tron 的方案中, 获取的图像呈现在仪表板和车门之间的 OLED 屏幕上。

3. 机器-机器

1) 前视方案

前视方案分为单目和双目。单目系统原理是基于识别的准确估算。双目系统原理是基于对目标物体距离感知的三角测量, 而非估算。

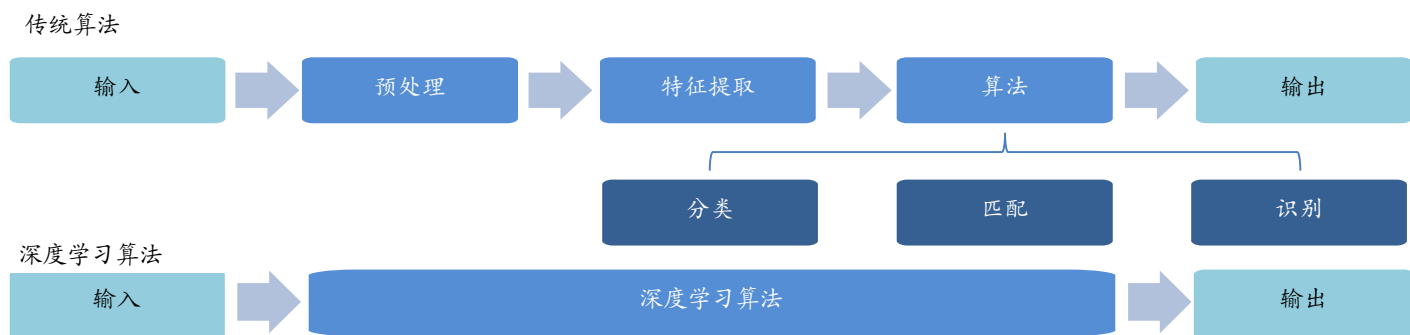
■ 单目方案

单目方案算法

单目摄像头遵循图像输入、预处理、特征提取、特征分类、匹配、完成识别几个步骤, 其测距原理是先匹配识别后估算距离: 通过图像匹配识别出目标类别, 随

后根据图像大小估算距离。

图 13：传统算法与深度学习算法流程



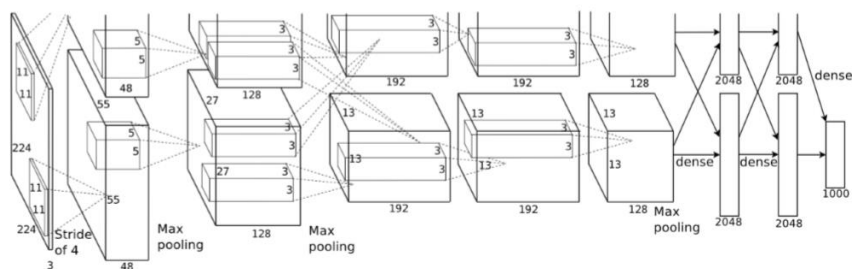
数据来源：Deep learning for smart manufacturing、广发证券发展研究中心

单目测距的算法包括传统机器学习算法与深度学习中的卷积神经网络（CNN）。

传统机器学习算法中，通过图像特征描述子SIFT（Scale-Invariant Feature Transform）、SURF（Speeded-Up Robust Features）、BRIEF (Binary Robust Independent Elementary Features)等进行特征点提取和匹配，可用特征很多，包括角点、边缘点、暗区的亮点及亮区的暗点等。

CNN主要针对图像处理，基本原理是通过多层过滤得到越来越抽象的图像特征，每个滤波器（由卷积核组成）学习并进行特征值提取，无需人工设计参数提取特征。

图 14：卷积神经网络训练过程



数据来源：ImageNetClassificationwithDeepConvolutional NeuralNetworks、广发证券发展研究中心

两种算法的本质区别在于手动提取特征与机器学习特征，因此相比较而言，传统算法特征提取效率更低，鲁棒性不及深度学习算法。

单目芯片

现阶段可用于传统视觉算法的处理器有NXP的S32V234、MPC567xK, TI的TDA2x、TDA3x，瑞萨的R-Car V3M，ADI的BF60x等，其中TI TDA2x、NXP

S32V234等配备视觉加速器。

表 11：代表性单目传统视觉处理SoC

厂商	传统视觉芯片	SoC 构成
ADI	BF60x	双核，1GHz 处理能力的 Blackfin 处理器，核心器件为 DSP
瑞萨	R-Car	基于 ARM Cortex-A53 双核构建，包含双核锁步 ARM Cortex-R7 实施处理器，双核 ISP，IMP-X5 识别引擎
恩智浦	NXP S32V234	基于 ARM Cortex-A53 四核与 M4 内核，内嵌 ISP，3D GPU 与双核 APEX-2 视觉加速器
德州仪器	TDA3x	基于可扩展异构结构，包括双 ARM Cortex-M4 内核、定点与浮点双 TMS320C66x DSP 内核、可编程 Vision AccelerationPac (EVE)，以及 ISP
赛灵思	Zynq-7000	基于可扩展异构结构，采用与 28nm Artix-7 可编程逻辑配对的单核 ARM Cortex-A9 处理器或 Kintex-7 的可编程逻辑集成

数据来源：瑞萨等、广发证券发展研究中心

适用于传统算法叠加深度学习算法且符合车规级别的SoC不多，2021年前量产的芯片包括Mobileye的EyeQ，特斯拉的FSD（今年4月宣布），英伟达的DRIVE PX等。

表 12：代表性车规级深度学习平台/芯片

芯片	DL TOPS	TDP	工艺
Nvidia Drive PX 2	20 TOPS	80W	16nm FinFET
Nvidia Drive Xavier	30 TOPS	30W	12nm FinFET
Nvidia Drive PX Pegasus	320TOPS	500W	
Tesla FSD Computer	144TOPS	72W	14nm FinFET
EyeQ5（仅芯片）	24TOPS	10W	7nm FinFET

数据来源：英伟达等、广发证券发展研究中心

EyeQ芯片的能耗在上述对比中最低，但是是唯一一款基于单一芯片的参数。英伟达的Drive PX, Drive Xavier, Pegasus以及特斯拉的FSD均为平台。

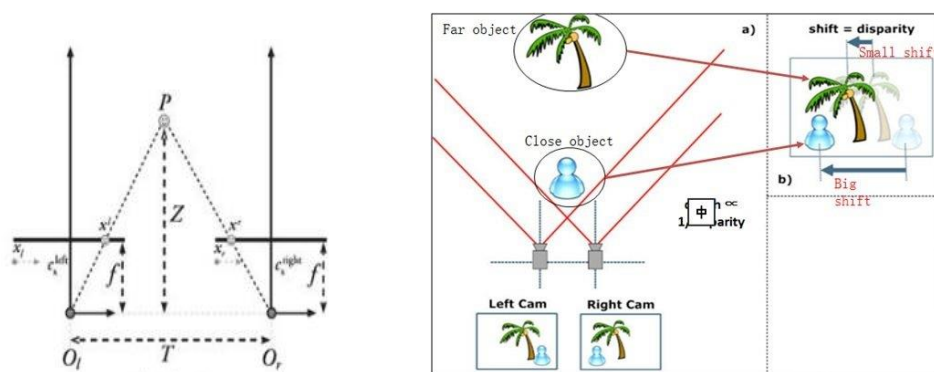
叠加深度学习算法的高性能芯片多数功耗都较高。硬件的局限性促成了深度学习在落地应用中的轻量化。

■ 双目方案

双目算法

双目摄像头的测距通过视差直接测距，类似于人眼的运作方式。双目测距从视差的大小倒推出物体的距离，视差越大，距离越近。

图 15：双目视觉原理



数据来源：亿欧、电子发烧友论坛、广发证券发展研究中心

双目芯片

在车规级的 FPGA，L1-L3 级别中赛灵思占据领先地位。随着双目的普及化，全球两大处理器厂家推出了专用双目设计的处理器(瑞萨的 R-CAR V3H 和 NXP 的 S32V3 系列)，安霸也相继推出自动驾驶芯片 CV1 与 CV2。

表 13：代表性双目传统视觉处理 SoC

瑞萨 R-CAR V3H	基于 ARM Cortex-A53 双核构建，包含双核锁步 ARM Cortex-R7 实施处理器，双核 ISP，以及双目视觉加速器（用于卷积运算、物体分类等）
赛灵思 Zynq 7000	基于可扩展异构结构，采用与 28nm Artix-7 可编程逻辑配对的单核 ARM Cortex-A9 处理器或 Kintex-7 的可编程逻辑集成
安霸 CV2	基于 ARM Cortex-A53 四核，包含 DSP 扩展，ISP

数据来源：瑞萨、赛灵思、广发证券发展研究中心

■ 单双目方案对比

优劣势

单目方案核心是样本量的局限性，对非常规物体、被遮挡物体容易出现漏检；双目方案核心是立体匹配和一致性，受限于硬件。双目方案计算量更大，对芯片要求更高。同时，摄像机的同步性和机体的稳定性很重要。成熟的双目方案需要经过振荡检验，剩余的差异由算法调教。

表 14：单双目方案优劣势对比

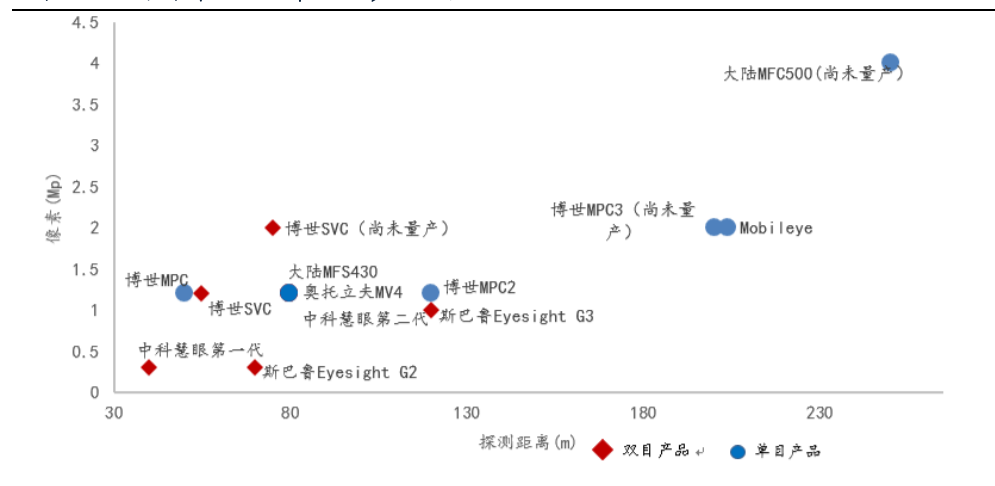
	优点	缺点
单目	1. 成本低 2. 有效距离相对较远	1. 基于成像做识别，受成像条件和学习样本限制，需要大量样本 2. 一个定焦镜头无法频繁变焦，无法解决不同距离观察 3. 漏检率高
双目	1. 无需样本数据库 2. 无识别率限制 3. 定量距离计算精确	1. 算力要求高 2. 成本随着误差值减小而飙升 3. 热胀冷缩容易影响镜头距离，限制可用场景

数据来源：车云网、广发证券发展研究中心

测距

以目前行业水准来看，主流方案测距上单目优于双目。远期来看，由于单目方案测距与分辨率紧密挂钩，摄像头像素提升对于单目性能有显著的提升作用，双目产品受制于同步性等因素，难以超过单目。

图 16: 国内外Tier 1单双目产品测距



数据来源：博世、中科慧眼、大陆等、广发证券发展研究中心

目前单目方案的探测距离在50~100米左右，顶尖性能达到200米左右，帧数在30帧左右。目前双目方案的探测距离在50~70米左右，顶尖性能达到120米左右，每秒帧数在30帧左右。

2) 环视方案

环视摄像头方案中，通常将2个广角摄像头置于左右两侧外后视镜的后侧或下方，1个广角摄像头置于后备箱，1个置于引擎盖，拼接得到360度环视。应用中，模拟摄像头与高清数字摄像头都有，模拟摄像头性价比更高。

■ 环视方案算法

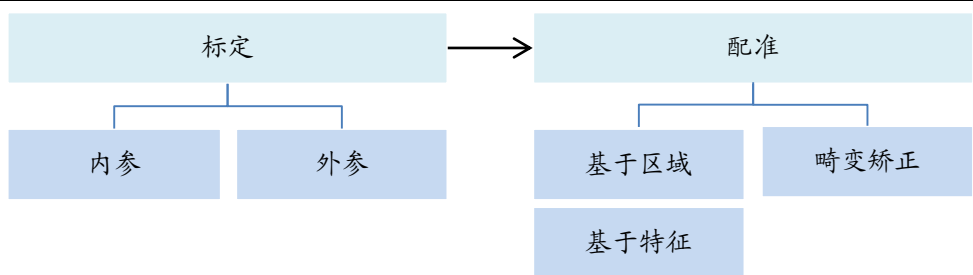
环视方案通常经过摄像头标定-配准的流程。

标定阶段，内参在出厂时即可得到，外参需要进行标定，得到摄像头安装的高度和角度。

拼接阶段需要配准，为了避免盲点、模糊及其他景深产生的问题。一般可以基于区域（FFT变换）或基于特征（SIFT，SURF等）。

鱼眼相机需要额外的畸变矫正再进行拼接，配准后的拼接成果优化显著。

图 17：环视算法流程



数据来源：广发证券发展研究中心

■ 环视方案芯片

恩智浦S32V234、瑞萨R-Car V3M、TDA3x等SoC兼顾前视摄像头与环视摄像头。专门针对环视方案设计的有恩智浦的i.MX6和i.MX8系列等。

表 15：恩智浦i.Mx8与i.Mx6构成

NXP i.Mx8	基于 ARM Cortex-A53 四核、A72 双核与 M4F 双核，3D GPU
NXP i.Mx6	基于 ARM Cortex-A9 四核，3D GPU, 2*IPUv3H

数据来源：恩智浦、广发证券发展研究中心

ISP中，Omnivision的OV490，ARM的Mali-C71等都支持全景环视。

4. 机器-人

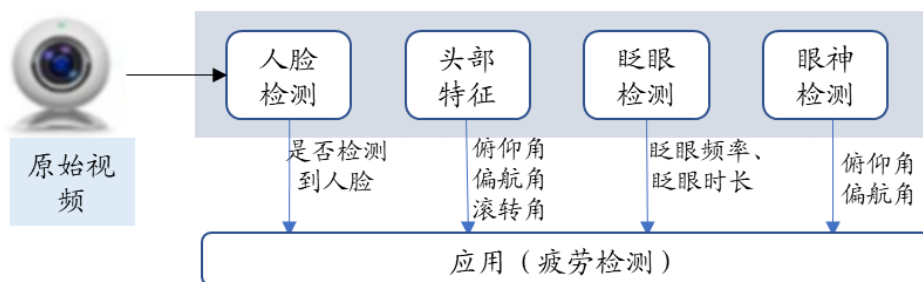
1) 驾驶员监控（DMS）

驾驶员监控系统的功能主要针对驾驶员的疲劳、分神、不规范驾驶等危险情况进行一层或多层预警，要求在全工况环境下（包含暗光、夜晚、逆光等）工作，且不受驾驶员衣着的妨碍。

■ DMS算法

DMS的视觉算法基于深度学习。以伟世通旗下AllGo Embedded系统为例，其DMS的基本流程如下：

图 18：DMS基本流程



数据来源：伟世通、广发证券发展研究中心

- ◇ 脸部检测：将其归为物体识别与分类问题，通过训练深度神经网络设计一个鲁棒性好的脸部检测器。
- ◇ 头部特征：由三个姿态角构成，基于CNN设计头部跟踪系统，以图像中脸部区域为输入，以三维姿态角为输出。
- ◇ 眼神检测：综合眼神检测网络与头部姿态角度输出。
- ◇ 眨眼检测：包括眨眼信息（速率与时差）和眼部信息（开与合）。眼部信息为二分类问题，需要神经网络较小；眨眼信息需要分析过去数帧。

■ DMS芯片

目前车规级的芯片包括高通的骁龙820A、瑞萨 R-Car H3、英特尔的IntelAtom和德州仪器的Jacinto DRAx等。

高通骁龙820A汽车级SoC于2016年发布并搭载于大众汽车。东软集团已经与高通合作，利用HVX视觉引擎提供基于骁龙820A的认知视觉解决方案。国内头部算法商汤等针对车舱视觉搭配高通骁龙820A芯片平台。

表 16：代表性DMS芯片

	SoC 构成
高通骁龙 820A	64 位 KryoCPU、Adreno530GPU、Hexagon680DSP
瑞萨 R-Car H3	4 核 ARM Cortex-A57/53, GX6650 3D GPU, IMP-X5 识别引擎
NXP i.MX8	4 核 ARM Cortex-A53, 双核 ARM Cortex-A72、M4F
IntelAtom x7-A3960	4 核 2.4Ghz cpu 和 18 核 650Mhz GPU
TI DRA74/5x	双核 ARM Cortex-A15 的 MPU, 双核 SGX544 3D 组成的 GPU, 双核 ARM Cortex-M4 组成的 IPU

数据来源：高通等、广发证券发展研究中心

除去骁龙，其余芯片方案也在研发中。恩智浦2019年6月宣布与Momenta合作，结合低功耗架构的NXP S32V2和Momenta的深度学习软件，研发DMS。

■ DMS摄像头与解决方案盘点

部分Tier 1已推出DMS完整解决方案，包括大陆、法雷奥与维宁儿，基本覆盖目标识别、人脸识别与疲劳检测的功能，且采用红外摄像头，其成像品质不受夜间、逆光等高挑战性光照环境的影响。

表 17：已推出DMS解决方案的部分Tier 1

Tier 1	摄像头	可实现功能
大陆	红外摄像头（波长 850~940nm）	凝视目标识别、人脸识别、困倦分类，可从单摄像头扩展至多摄像头
法雷奥		驾驶员识别、疲劳与注意力监控
维宁儿	红外摄像头	注意力分散、睡意和疲劳情况检测

数据来源：大陆、法雷奥、维宁儿等、广发证券发展研究中心

部分软件厂商与电子供应商/Tier 1合作开发解决方案，供应至整车厂前装市场。

表 18：代表性软件厂商与电子供应商合作DMS产品

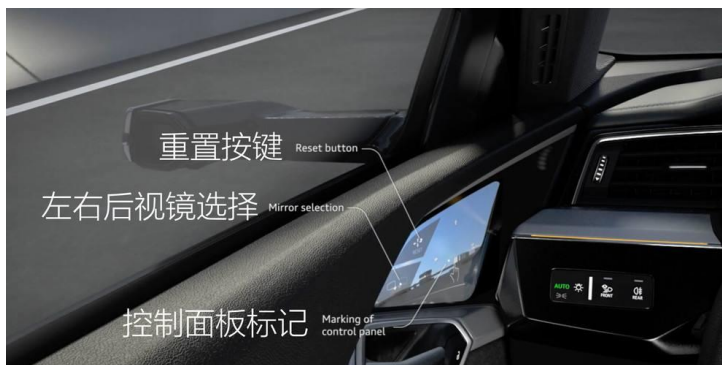
电子厂商/Tier 1	软件	系统	车型	摄像头
OSRAM	JSS	Super Cruise	凯迪拉克 CT6	红外
三菱	斯巴鲁	DriverFocus	斯巴鲁森林人	红外
	SmartEye	Smart Eye DMS	宝马 5 系、8 系	红外
Jabil	Eyesight			

数据来源：斯巴鲁、电装等、广发证券发展研究中心

2) 虚拟后视镜

虚拟后视镜方案处于起步阶段，将车门内侧的OLED显示屏与车外小型高清摄像头连接。代表车型为Audi E-tron。流媒体后视镜针对后视镜盲区设计，用一个高清外置后视镜摄像头对车体后方拍摄并呈现在后视镜上。代表车型为凯迪拉克CT6。

图 19：奥迪e-tron虚拟后视镜



数据来源：易车互联，广发证券发展研究中心

3) HUD

HUD可分为CHUD（Combiner HUD 组合型）和WHUD（Windshield HUD 挡风玻璃HUD）。CHUD显示屏为放置于仪表上方的一块透明树脂玻璃，根据成像条件对这块玻璃进行特殊处理。WHUD显示屏直接使用汽车的挡风玻璃，显示效果更为一体化。

图 20: 奥迪A4 HUD



数据来源: 奥迪, 广发证券发展研究中心

新兴的AR-HUD在驾驶员视野范围内叠加显示驾驶辅助系统的状态, 因此与环境传感器、地图资料等有紧密联系。

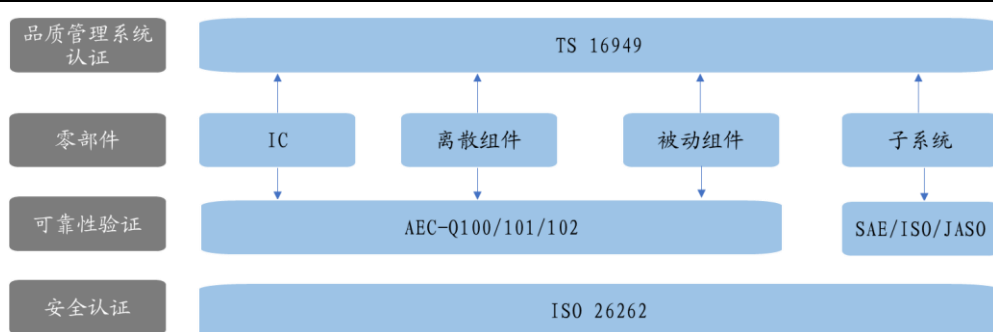
5. 车规要求

车规级软硬件的要求较消费级严格, 摄像头在低照度下的性能、动态范围、近红外线 (NIR) 敏感性、在摄氏-40到+105℃宽温度范围下的图像品质、长期可靠性、高速下的稳定性、图像资料完整性和稳健性等方面都需要保证。因此汽车产业链门槛较高, 需要较长的研发周期, 具有一定的技术壁垒。对于消费级软件企业, 车规级软件的研发是新的挑战。

1) AEC-Q100、ISO 26262认证

AEC-Q100依据国际汽车电子协会(AEC)作为车规验证标准, 包括AEC-Q100(集成电路IC)、AEC-Q101(离散组件)、AEC-Q102(离散光电LED)、AEC-Q104(多芯片组件)、AEC-Q200(被动组件)。

图 21: 汽车电子验证系统



数据来源: AEC、广发证券发展研究中心

AEC-Q100包括可靠性验证, 分为Group A(加速环境应力实验)、Group B(加

速工作寿命模拟)、Group C(封装完整性测试)、Group E(电性验证测试)、Group G(空腔/密封型封装完整性测试)。同时还包括设计验证,对设计阶段的失效模式与影响分析评估,成品阶段的特性验证以及故障涵盖率计算。

表 19: 商业级、工业级和车规级的部分指标区别

	商业级	工业级	车规级
温度范围	0~70℃	-40~85℃	40~125℃
高温工作寿命(408小时)	90℃	105℃	125℃
高温工作寿命(1000小时)	70℃	85℃	105℃
温度循环(500个)	-10℃~105℃	50℃~125℃	-50~150℃
目标寿命(常温)			116400小时
目标寿命(引擎开启)			12000小时

数据来源: AEC-Q100、广发证券发展研究中心

ISO 26262应用于安全相关系统,定义了各种汽车安全完整性等级(ASIL)——A, B, C和D(A为最低等级, D为最高等级),将所需的流程、开发工作和产品内功能安全机制映射到可接受的风险等级。

表 20: ASIL等级划分

ASIL	失败频率	SPFM	LFM
A	<1000 FIT	不相关	不相关
B	<100 FIT	>90%	>60%
C	<100 FIT	>97%	>80%
D	<10 FIT	>99%	>90%

数据来源: Cadence、广发证券发展研究中心

ASIL等级划分中,失败频率由FIT(Failure in time)衡量,指10亿小时运算预期出现的失败频数。对于视觉系统来说,一般要求ASIL B级或以上,即10亿小时的时间内最多失误100次。SGFM(single-point fault metric)与LFM(latent fault metric)指的分别是测试对象在单点失误和隐藏失误方面的鲁棒性。

■ 镜头组、传感器、摄像头要求

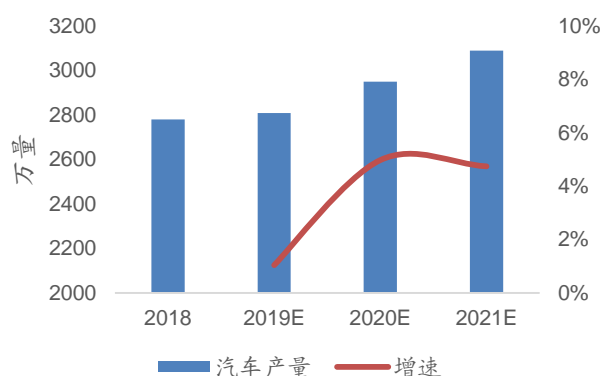
- ✧ 车规级传感器的镜头组有特殊要求,镜头表面镀膜要做特殊工艺梳理,使其不沾水、油、尘埃等。车规级传感器普遍需要做到高分辨率、强光抑制、宽动态。
- ✧ 前视摄像头采用百万像素级别的高清图像传感芯片,要求具有HDR(宽动态范围图像)性能、微光性能;可消除高频LED闪烁。
- ✧ 环视摄像头对像素、动态要求相对更低,但是要求功耗低。一般要求标清(VGA分辨率),灵活。提供色彩恢复和校正、锐化、灰度、镜头阴影校正、自动白平衡和自动曝光等复杂处理。

6. 车载前视视觉方案市场空间

在各类视觉方案中，前视方案为自动驾驶实现的核心。我们现在对国内的前视视觉方案市场进行测算，测算对象为ADAS的前视视觉方案终端成品，包含前装与后装市场。

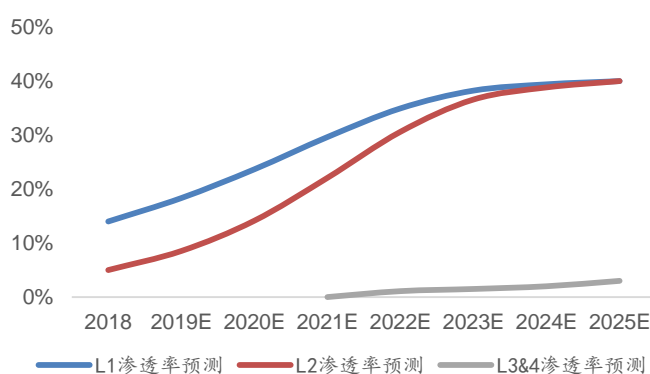
汽车产量我们采用中汽协对2019年汽车产量的预估（2810万辆）及普华永道调研结果。

图 22：全国汽车产量预测



数据来源：中汽协预测、普华永道、广发证券发展研究中心

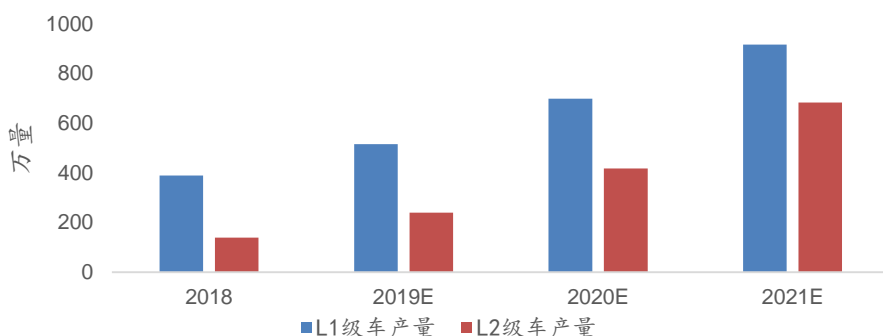
图 23：全国自动驾驶汽车分等级渗透率预测



数据来源：高工智能、工信部、广发证券发展研究中心

渗透率方面，根据高工智能，我国2018年新车L1渗透率约为14%，L2渗透率为5%。根据中汽协预估的2018年2781万辆产量推算出该年L1与L2分别的产量。参考工信部设立目标，2020年L2以下级别搭载率接近30%。根据产量及渗透率测算，L1级汽车产量在2021年达到700万辆，L2级达到420万辆。

图 24：全国L1~L4级车产量预测



数据来源：广发证券发展研究中心

根据中科慧眼、Minieye等官方采访，目前市场上，L2级车的双目前装系统价格约为1000元。根据Mobileye后装价格和国内厂商的成本优势，估算单目后装价格约3000元，Minieye CEO访谈也验证了类似区间。从成本角度比双目价格低。根据中科慧眼、Minieye已有产品，更新一代均有小幅降价。结合大趋势我们假设价格呈现逐年递减的趋势。

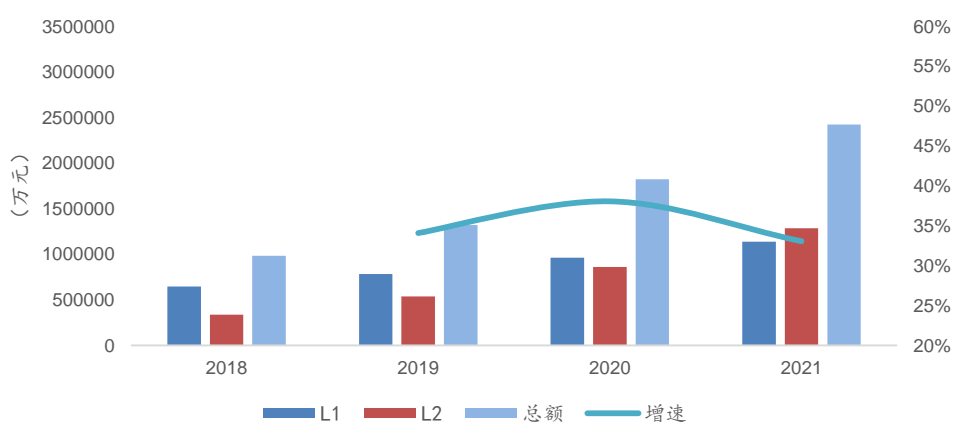
表 21：2018年价格假设与递减量

2018	L1	逐年递减	L2	逐年递减
后装单目价格（元）	2000	100	3000	100
后装双目价格（元）	2500	100	3500	100
前装单目价格（元）	600	50	800	50
前装双目价格（元）	800	50	1000	50

数据来源：亿欧、Minieye CEO访谈、广发证券发展研究中心

根据分拆后的价格、数量与占比，我们测算国内前视方案市场规模如下：

图 25：2018~2025年前视视觉方案市场规模框算



数据来源：广发证券发展研究中心

根据我们预测，全国前视视觉方案市场在2020年达到182亿元，2021年达到242亿元。CAGR约35%。根据Yole Development测算，全世界前视ADAS摄像头的市场规模到2021年约达到35~40亿美元之间，2012年至2021年的CAGR约为27.3%。

下面分析部分代表性公司的视觉方案。

7. 部分代表性公司技术方案概览

1) Mobileye

Mobileye产品为软硬件结合的单目前视感知方案。其视觉方案支持功能包括AEB、LDW、FCW、LKA等，全部由一颗EyeQ处理器完成。其算法从传统计算机视觉成功过渡至深度学习算法，由第五代EyeQ芯片承载。

2) 百度

百度的出发点是生态建立，其Apollo平台包括云端平台、软件平台、参考硬件平台以及参考车辆平台。云端平台包括高精地图、DuerOS操作系统（百度研发的自然对话式人工智能操作系统）等，软件平台包括感知、策划、端到端、HMI等，参考硬件平台包括传感器、IMU等，参考车辆平台包括车联网。

今年4月，百度公布了其自动驾驶纯视觉城市道路闭环解决方案百度Apollo Lite，为城市道路L4级感知方案。Apollo支持对 10 路摄像头、200 帧/秒数据量的并行处理，单视觉链路最高丢帧率能够控制在 5% 以下，前向障碍物的稳定检测视距达到 240 米。

Apollo Lite是纯视觉方案，绕过了旋转式激光雷达，经过半年路测迭代，在闭环自动驾驶场景下表现优异。

3) MM Solutions

MM Solutions从手机与平板电脑的影像解决方案出发，延申出车载图像处理算法开发、优化和集成的产品。AutoCDK是MM Solutions研发的多平台一站式方案，

MM Solutions通过与高通、TI、瑞萨等公司的长期深度合作，拓展其CDK普适性，目前支持环视、前视、后视等多种视觉场景，同时支持多平台，包括Linux, QNX, DSP Bios, Green Hills, FreeRTOS, TI和瑞萨等。

瑞萨基于AutoCDK推出的ISP解决方案可以适应工业级水准及恶劣的驾驶环境，解决了LED 闪烁问题并适应高动态的环境。

4) 商汤

商汤发挥其在移动端人脸识别的技术积累，推出SenseDrive DMS系统。

SenseDrive DMS经测试，在真实环境测试下对驾驶员的吸烟、闭眼及打哈欠等分心行为的识别准确率高达98%以上，且能够适应不同光照条件以及各种光照角度以及驾驶员的面部角度。SenseDrive通过普通的红外摄像机加AI驱动DMS软件即可实现，通过对压缩深度模型(CDM)及深度学习框架(PPL)的异构优化，SenseDrive DMS驾驶员监控系统响应速度大幅领先同级别产品。

据腾讯网，今年4月商汤与伟世通达成合作协议，将商汤的DMS技术与伟世通的SmartCore和DriveCore相结合，落地在即。

5) 旷视

旷视在CES2019展示了基于高通骁龙660平台的车载视觉解决方案，包含人脸识别账户切换、人脸解锁与启动、驾驶员疲劳检测、手势切歌等多种功能，并且有效抑制强光、逆光等。

根据新华网关于CES2018的报道，目前旷视已和电动汽车品牌蔚来汽车达成合作。

五、产业链格局

视觉产业链上游主要由镜头模组供应商、芯片与算法供应商组成；中游Tier 1负责传感器的模组、器件、芯片、算法的整合与集成；下游为整车制造厂商(OEM)。

表 22: ADAS视觉产业链（部分案例）

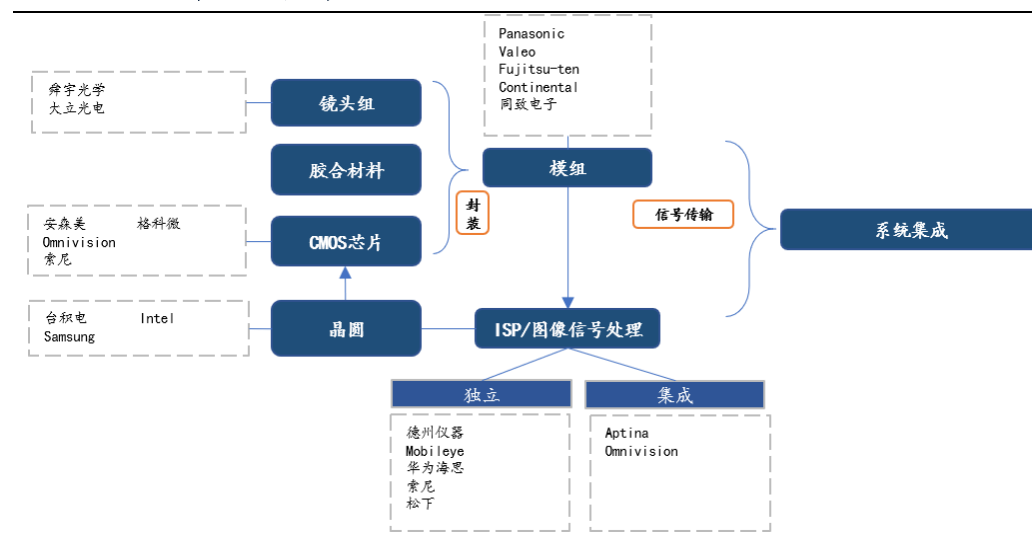
产业链	组成	企业范例
上游	CMOS	索尼, 安森美
	ISP	德州仪器, ARM
	镜头组	舜宇光学, 大立光电
	镜头模组	松下电器, 法雷奥
	ADAS 芯片	德州仪器, 恩智浦
中游	算法	Mobileye (Intel), 百度
	摄像头	博世, 大陆
	雷达	德尔福, 奥托立夫
	集成控制	博世, 大陆
下游	乘用车	福特, 奥迪
	商用车	大众, 上汽
	新兴公司	Waymo, 特斯拉

数据来源: 盖世汽车研究所、广发证券发展研究中心

1. 上游

车载摄像头主要由镜头组、CMOS芯片、晶圆、模组及ISP处理器构成。

图 26: 上游车载摄像头产业链



数据来源: 新材料在线、广发证券发展研究中心

1) 镜头组与CMOS

■ 镜头组

镜头组作为核心元件，其壁垒在于焦距、视场角、光圈、畸变、相对照度、分辨率等。由于室外环境严苛，车载镜头在形状上要有良好的热稳定性，所以镜头主要使用玻璃而非塑胶材质。

上游行业整体处于成熟期。镜头组部分主要厂商包括LG Innotek、舜宇光学、Samco等，大多是传统的相机镜头生产商。

该行业集中度相对较高。根据Yole Development，全球CR4约为40%~50%左右。

■ CMOS

CMOS和CCD是摄像头的两种感光元件。CMOS相对于CCD的重要优势为帧数高且动态范围高，因而在车载摄像头领域应用十分广泛。全球车载CMOS传感器厂商主要来自美国和日韩企业（如Pixelplus、三星、索尼等）。

2) 算法芯片

车载算法芯片中，FPGA（可编程门阵列）属于相对热门的方案。GPU和FPGA并行处理能力强，因此在图像视觉处理中，尤其在使用深度学习算法需要多个像素点同时计算，FPGA和GPU的并行计算能力具备更大有优势。

FPGA是作为专用集成电路(ASIC)领域中的一种半定制电路而出现的，FPGA可根据需求编程，适用场景更宽泛。ASIC应用场景相对局限，因其无法进行再编程。研发周期上看，ASIC属特殊定制，需要大量时间开发，但是性能与速度均高于FPGA。

芯片主要供应商包括瑞萨电子、意法半导体、飞思卡尔、亚德诺、德州仪器、恩智浦、富士通、赛灵思、英伟达等。

2. 定价权分析

算法厂商为二级供应商，一二级供应商存在竞合关系。头部Tier 1受同业竞争压力，多数与算法公司深度绑定缩短适配周期。长期看，为争取议价空间，部分Tier 1算法来源由外包转自研，部分算法企业直接与整车厂合作开发，一二级供应商存在界限模糊化趋势。

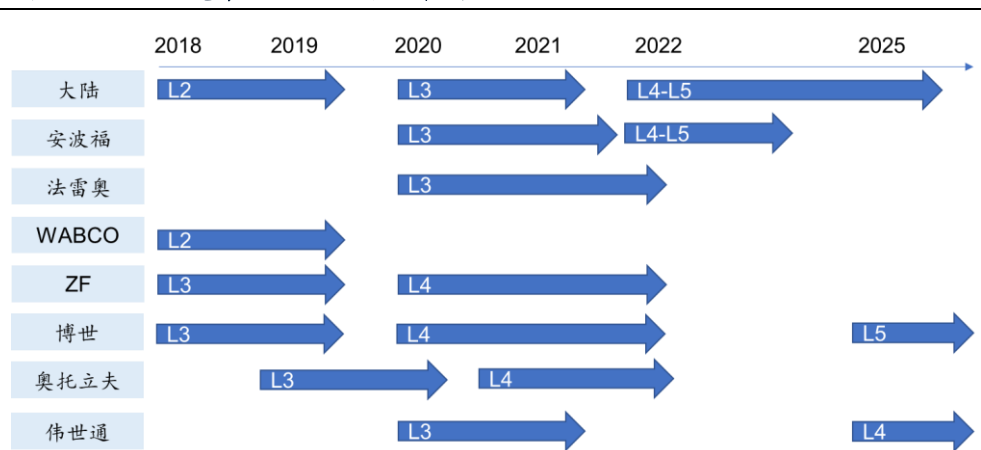
通用性方面，车体视觉涉及车体控制层，封闭性较强，算法在硬件层面的移植难度较大。车舱视觉通用性较强，通常兼容多种芯片结构与操作系统。商业化层面车舱视觉软件公司对上游议价能力相对更高。

1) 软件公司与Tier 1的关系及议价权

■ Tier 1 同业竞争激烈

Tier 1 市场集中度较低。据ResearchInChina统计，大陆、博世计划于2025年后落地L5级车的设备方案，并与法雷奥、伟世通一样在2020年落地L3。博世与采埃孚提早两年开始L3级的量产。

图 27: Tier 1 竞争激烈，L3落地在即



数据来源: ResearchInChina、广发证券发展研究中心

■ Tier 1 的算法来源: 合作与自研共存

因同业竞争产生压力，国际大型Tier 1的视觉算法多数选择与软件公司合作开发，以缩短适配周期。

包括大陆、ZF、博世等都有自己独立的软件研发部门或子公司，安波福主要通过收购软件公司获取核心技术，包括之前对Ottomatika、nuTonomy的收购。Valeo与百度合作，由百度提供云平台、算法等。

表 23: Tier 1 算法来源

公司	是否与算法公司合作	算法研发部门	合作产品
博世	部分（子公司+合作）	Bosch Software Innovations GmbH, Videantis 的 Video IP	Videantis 的可编程低能耗视频产品，包括多标准视频编译器等
维宁儿	部分（合资）	与沃尔沃合资子公司 Zenuity 负责开发算法，为吉利 L3 计划供应商	
安波福	部分（收购+合作）	收购 Ottomatika、nuTonomy 和 Movimento，与 Mobileye 合作开发	集中式感知地区化 CSLP(Centralized Sensing Localization and Planning)
大陆	部分（研发部门+合作）	Conti Chassis & Systems 部门自研，与 Mobileye 合作等	BMW 使用大陆 MFC 与 Mobileye 算法
电装	是	与 Mobileye、ThinCI、Fotonation、NEC 合作研发	
Magna	是	与 Mobileye 合作开发	系统整合（其余合作伙伴包括 BMW, Intel）
Valeo	是	与百度、Mobileye 合作开发，百度提供算法、云等解决方案	
ZF	部分（合作）	India Technology Center（ZF 旗下研发部门），与 Mobileye 合作开发	

数据来源：大陆、电装等公司年报、广发证券发展研究中心

Mobileye 算法数据集庞大、测量精度高、误报率低。电装、Magna、大陆等 Tier 1 的软件研发与 Mobileye 合作。其中，Magna 的合作集中于系统整合，大陆的合作集中于传感器。

国内市场，前向启创与 Tier 1 亚太机电深度绑定，获得亚太机电战略投资，由此打通渠道进入 OEM 市场。Maxieye 与安波福建立深度合作关系共同开发。

■ 未来趋势

深度学习算法的开源

符合安全要求的 ECU/MDC 必须由工业级别认证的硬件和软件元件组成。Tier 1 如果需要自主开发该元器件或者从上游厂商购入，需要额外支付安全认证标准的附加值，压低其利润空间。如果使用具有符合安全需求的 OSS，Tier 1 降低成本，同时降低终端售价。开源软件的普及化会一定程度降低传统软件/算法公司的竞争力。

深度学习算法轻量化

深度学习算法复杂度较高，不太适合运行在嵌入式硬件平台上。很多算法公司通过裁剪算法的网络结构，达到模型尺寸轻量化的目的。东软集团旗下东软睿驰推出的轻量化算法，可以适用目前车载的 CPU，提供一些行人车辆的识别算法。极

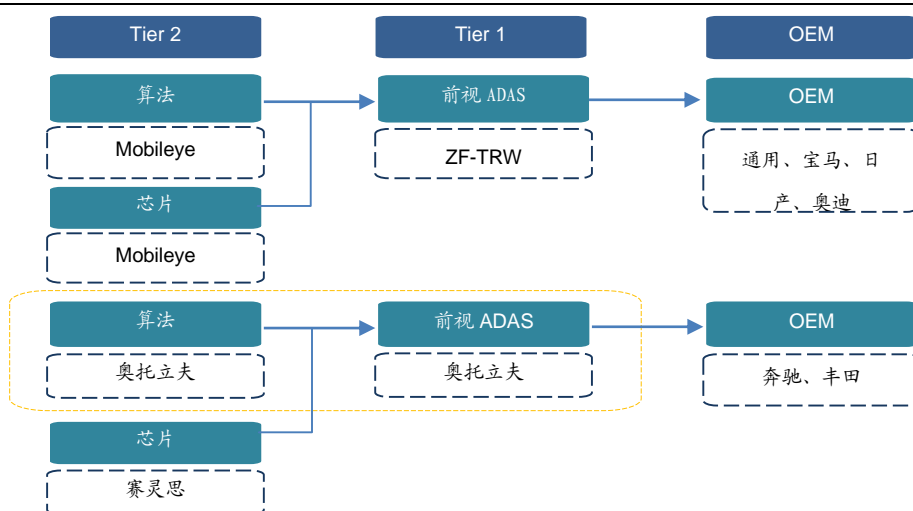
目智能的JM600 V3.0方案通过编码模式优化、对冗余网络结构的裁剪在控制精度损失的前提下将模型尺寸的轻量化。在精度损失不到1%的情况下，模型尺寸压缩近90%，计算量降低近90%。

软硬件合并，Tier 1与Tier 2界限淡化

包括博世、大陆、电装、奥托立夫在内的Tier 1已开始自行研发算法。短期看，外包算法的驱动力为缩短适配周期，提升竞争力。长期看，自研算法增强Tier 1对上游的议价权。

电装2018年报披露，将大幅增强软件部门实力，将发展重心从硬件转移。博世为强化本土软件能力，将在2019年在华设立软件中心，为博世中国业务提供软件支持，包括嵌入式软件、基于人工智能的应用程序等。预计至2020年，该中心初期投资额超过3500万元；至2022年计划招募约500名软件创新人才。

图 28: Tier 1切入算法赛道，与Tier 2界限模糊化



数据来源：北汽产投、广发证券发展研究中心

算法公司也存在向Tier 1靠拢的趋势，部分算法厂商跳过Tier 1，或承担Tier 1的职能，成为整车厂的直接供应商。

国外算法企业中，EB(Electrobit)直接与戴姆勒、福特、大众、通用、尼桑等整车厂合作提供算法方案，包含安全监控、电子视野、ECU软件方案等；同时也与德尔福等Tier 1合作共同研发。

国内的创业公司出现了直接与车厂合作开发前装市场的路径。如Maxieye和国内主机厂北汽等共同开发项目。图森未来先给主机厂提供解决方案，而未来更可能给国内的tier1供应商提供技术支持。Minieye的客户里，有些决策Minieye是Tier 1的定位，提供给客户完整的解决方案。纵目科技在2013年至2015年一直属于Tier 2；从2016年起转型为Tier1，在北京建立了自动驾驶研发中心，与主机厂交流构建完善的产品体系。

表 24：车载软件公司产品支持的硬件平台

板块	公司	支持芯片						
		TI	瑞萨	NXP	高通	赛灵思	英伟达	英特尔
车体智能	Maxieye	✓						
	Minieye					✓		
	前向启创			✓				
	极目智能					✓		
	东软睿驰			✓				
	中科慧眼					✓		
	百度					✓		
	谷歌							✓
	图森未来						✓	
	天瞳威视						✓	
	NuTonomy						✓	
	Zoox						✓	
	Optimus Ride						✓	
车舱智能	商汤科技				✓		✓	✓
	MM Solutions	✓	✓	✓	✓			✓

数据来源：东软睿驰、商汤科技等、广发证券发展研究中心

2) 软件公司与芯片公司的竞合关系

■ 算法公司与芯片公司的合作

AI算法的步骤为先训练，后转换模型。算法公司与芯片公司的合作存在必要性，原因在于软硬件需要深度优化。

软件公司首先考虑硬件的功耗和成本，硬件算力的极限值；然后权衡神经网络的层数与大小，在保证精度的情况下对网络裁剪，形成一个不断迭代的流程，最大效益得利用芯片。之后利用一些工具来测量它的真实性能。该过程基于跟芯片平台有非常深度的合作，以及软件公司降低算法模型的运算量。

■ 软件的通用性

车体视觉的兼容性不及车载视觉的兼容性。车体部分涉及到控制、车与车之间差异性更大，封闭性更强；车载软件的通用性更好，商汤的DMS SDK可支持多硬件平台，包括X86、ARM等；MM Solutions的AutoCDK与全景环视解决方案和瑞萨、德州仪器等一线芯片厂商兼容，已实现预装。

表 25: 软件公司前装产品采用芯片及供应商

	产品	芯片类型
Mobileye	Mobileye660	EyeQ
Minieye	X1	FPGA
Maxieye	IFVS-500	ASIC(TDA2x)
极目智能	JM600	FPGA
前向启创	Manta X	ASIC(TDA2x)
中科慧眼	Smarter Eye2	FPGA
纵目科技		CPG+GPU 异构
图森未来	Drive PX2	MCU

数据来源: Mobileye、Minieye、极目智能等、广发证券发展研究中心

■ 软件公司造芯的动态与挑战

软件解决方案企业尚未大规模进军芯片来,主要源于自动驾驶芯片的设计和验证难度远超普通芯片,从流片,到车规级测试,再到最后装车量产需要长周期与大量研发投入。软件公司主要有两个原因:

- ◇ 双方企业开放Know how的障碍:对于处于成长周期的计算机视觉行业和高技术壁垒的芯片行业,开放算法或者重构计算单元非常具有挑战。头部算法公司为了保护其数据与算法安全,考虑直接布局芯片。
- ◇ 硬件迭代速度慢:软件定义芯片成为专家强调的趋势。合作造芯过程中,硬件更新周期长于软件更新周期,致使硬件配置难以有效匹配不断迭代的软件需求。

表 26: 自研芯片的算法厂商

Mobileye	EyeQ 芯片由 Mobileye 和意法半导体公司共同开发,第一代芯片 EyeQ 1 从 2004 年即开始研发。目前最新量产产品 EyeQ 5 算力是上代产品的 10 倍,预计 2021 年铺货。
黑芝麻科技	同 Mobileye EyeQ4 和 EyeQ5 相比,黑芝麻感知芯片单位功耗下计算能力有优势。
地平线	自研 B 征程 (Journey) 1.0 面向智能驾驶,具备同时对行人、机动车、非机动车、车道线、交通标志牌、红绿灯等多类目标进行精准的实时检测与识别的处理能力,可支持 L2 级别驾驶。

数据来源:地平线等、广发证券发展研究中心

Mobileye开启算法公司自研芯片的先河。2016年创办的黑芝麻科技为主机厂和供应商提供端到端全栈式的软硬件平台解决方案,对标Mobileye同时自研视觉感知算法和自动驾驶芯片。目前黑芝麻已与上汽、一汽、比亚迪等车商及博世等Tier 1 达成合作。

3) 车商的角色变化

■ 传统车商寻求差异化策略

主机厂传统职能为关键零部件的开发及整车的集成工作。近年国际合资车厂主动技术升级，本土厂商在竞争压力与政策推动下寻求差异化策略。

■ 车企策略分化，成熟OEM主动转型

新兴车企如蔚来汽车、威马汽车、天际等由于其没有造车经验积累，多数选择重量级供应商合作，从而可以缩短研发时间与行业龙头Waymo、特斯拉等的差距。

表 27：新兴车企选择与Tier 1/Tier 2合作

蔚来	理想 ONE 感知的部分由 Mobileye 提供，采用的 EyeQ4 芯片，其他部分自研
威马	Living Pilot 是与博世联合进行开发，提供 L2 级别的自动驾驶

数据来源：蔚来、盖世汽车等、广发证券发展研究中心

成熟车企积极寻求在竞争中摆脱技术上对于供应商的过度依赖，因此向上游延伸，建立独立体系，自行开发迭代。上汽是国内自行研发自动驾驶核心技术的企业之一。2015年，上汽即开始与Mobileye密集接触，希望在其EyeQ系列芯片上开发辅助驾驶功能产品，自行掌握辅助驾驶系统的开发能力。为了辅助这个目标，上汽2017年在Mobileye总部所在地以色列建立了创新中心，加强与Mobileye的技术合作。

上汽在名爵6车型上推出的MG Pilot智能驾驶系统是国内传统车企首个不依赖某家Tier-1而自行开发的辅助驾驶系统。根据搜狐网，3月，十三届全国人大二次会议上海代表团举行分组审议，上汽集团董事长陈虹在发言中透露，2018年上汽引进1500位软件人才。

六、视觉技术在车载领域的商业化实现

1. 商业化机遇

1) 需求的驱动力

■ 消费弹性增长，购车年龄结构驱动

根据麦肯锡2018年调研，我国消费者对全自动驾驶的接受程度逐年攀升。我国有接近50%消费者认为全自动驾驶非常重要，远高于美国（16%）与德国（16%）。平均消费者愿意为ADAS承受溢价4600美元，同样远超美国（3900美元）与德国（2900美元）。

图 29：全自动驾驶重要性

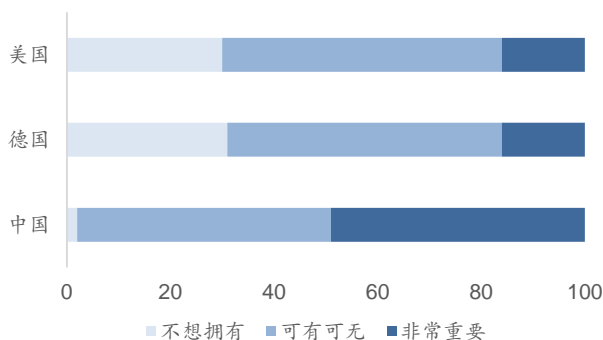
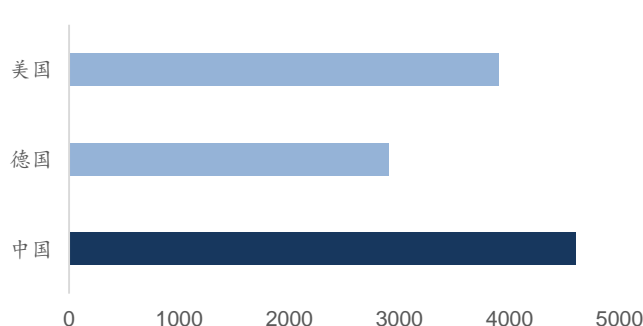


图 30：消费者愿意为ADAS承受的溢价（美元）



数据来源：麦肯锡 2018 年自动驾驶报告、广发证券发展研究中心 数据来源：麦肯锡 2018 年自动驾驶报告、广发证券发展研究中心

■ 安全意义

视觉对于自动驾驶存在显著的安全意义。

防撞系统有效降低交通事故风险，Mobileye2016年测试结果显示，安装了Mobileye系统的车辆每百千米前防撞警告次数平均下降27%；每百千米无意识车道偏离次数平均下降26%；当使用车距监测与警告时每百千米碰撞警告次数平均下降39%。

虚拟后视镜的安全性作用为遇到恶劣天气的适应能力，符合车规级的虚拟后视镜不会像镜头一样出现沾水、起雾等情况，同时也可以覆盖后视镜盲区，具有重要安全意义。

2) 政策激励视觉发展

去年7月，中国汽车技术研究中心的C-NCAP2018考评体系出台，增加了行人保护试验与主动安全（AEB系统）试验两大重要项目，整体碰撞测试标准向欧美国际碰撞测试标准看齐。主动安全性测试主要考验汽车AEB系统、FCW系统、人机交互和误作用等几项相较2015版规则严苛很多，增加注重后排乘客和行人的安全性。

新版更加严苛的测试项目刺激国内车企拓展L1与L2产品矩阵，把安全性纳入产品开发与购置的重要考虑范围，直接促进了ADAS视觉功能的发展。

表 28：2018版C-NCAP调整项目

		时间	
2006	首次推出	2015	调整胸部评价指标
2009	侧碰后排乘员		下潜量化
	增加儿童假人		调整鞭打试验分数计算
2012	增加鞭打试验		取消 ISOFIX 和驾驶员安全带提醒加分
	偏置碰撞提速		调整星级分数
	定量评价后排乘员	2018	更改侧面碰撞壁障
	增加 ESC 主动配置加分		提高鞭打试验速度
	重新调整星级划分		增加气帘加分要求
			增加后排安全带提醒加分
			增加碰撞试验后排假人得分权重
			增加行人保护试验及评价
			增加 AEB 系统试验及评价

数据来源：中国汽车报、广发证券发展研究中心

新规的纳入促进国内厂商布局L2级ADAS系统。2018年C-NCAP中表现不甚理想的厂商（北汽新能源、云度等）在2019年即将推出的车型中都着重升级了ADAS系统。北汽新能源EX5将搭载L2级系统，云度π7搭载L2级系统、并将未来搭载L3级系统；其余厂商也开始拓展ADAS市场，如宝骏RS-5，将搭载与博世合作的L2级系统。

3) 视觉算法的商业实现

■ 盈利模式

视觉方案在前装和后装市场的主要盈利模式不同。

前装市场对安全性能与个性化指标方面要求更高，要根据主机厂需求开发，基于大量测试的反馈基础上优化算法。后装市场落地速度相对更快、综合成本低，是初创企业资金回笼的选择之一。

合约开发模式

涉足前装的公司与Tier 1或整车厂形成长期合作关系，以批量订单形式生产。其中利润来自与开发有关的研发费用、授权费用以及日后维护/升级费用。

其中，部分算法公司提供芯片、模组、子系统等产品，剩余公司只提供软件算法。

表 29: 代表性公司及盈利模式

代表公司	盈利模式
Maxieye	乘用车营收包括 NRE（一次性工程费用）项目研发费用和 License 授权费，前装商用车包括开发费和后续配套费用。
Mobileye	Tier 1 根据 OEM 提供的前装方案制造传感器模组，装载 Tier 1 的摄像头及 Mobileye 的自研 EyeQ SoC 芯片及 Mobileye 的应用软件算法。整套传感器系统由 OEM 负责整合进新车型，Mobileye 向 Tier 1 提供产品报价及 NRE 费用报价。若 Tier 1 中标，Mobileye 与 Tier 1 共同生产开发，Tier 1 承担 Mobileye 产品费用。

数据来源：Mobileye2016年报等、广发证券发展研究中心

在与整车厂的合作过程中，算法公司通过Tier 1间接报价给整车厂，或直接报价整车厂。在赢得订单并获得整车厂RFQ后，算法公司一般采取2种盈利模式：

- ✧ Tier 1为其支出的NRE费用（覆盖开发成本）和生产采购费用；
- ✧ 或是加上每部车收取的软件版税收入。

线下代销或线上直销模式

算法公司在后装市场的普遍选择。软件公司选定芯片供应商，自行承担采购费用并提供完整终端成品，包含电路板、摄像头与支架。

表 30: 代表性公司及盈利模式

代表公司	盈利模式
Maxieye	使用 To B 模式，售卖给商用车大客户以及 4S 店，提供完整成品（摄像头+电路板+结构支架）。采用 To B 模式主要是为了进行产业链上下游的优势互补，B 端拥有渠道优势，可推广至 C 端。
Mobileye	在超过 30 个国家通过渠道中间商或二手商销售给中间商，产品线覆盖商用车与车队。
中科慧眼	采用代理销售模式，针对 C 端消费者。后装产品 Smarter Eye 已获北美市场数万订单。
极目智能	后装产品为完成品，通过线下渠道销售。

数据来源：Mobileye2016年报、Minieye、Maxieye官网等、广发证券发展研究中心

■ 价格预设

据我们判断，后装市场的单双目方案有降价趋势。目前一代单目方案国产厂商基本可以把价格控制在2000~3000元之间。随着芯片成本下降，业务规模化，下一代单目方案售价普遍有望降至2000元以下。双目行业水准比单目贵30%~50%，基本在3000~4000元左右。双目方案售价有望降至3000以下。

表 31：单双目价格对比

	现行售价（元）	下一代售价（元）
单目		
行业水准	2000~3000	<2000
Mobileye	5000	
Minieye	2000~3000	
极目知行	3280	
双目		
行业水准	3000~4000	3000
中科慧眼	2000~3000	1500~2000

数据来源：Minieye CEO 刘国清、中科慧眼CTO崔峰、钛媒体等、广发证券发展研究中心

单目方案降价随着硬件成本降低、规模化的基础上拉低成本。双目方案成本取决于算力芯片的开放度。支持双目方案的FPGA只有赛灵思有车规级产品。瑞萨和安霸分别推出R-CAR V3H和自动驾驶芯片CV1/2。以上专门针对双目视觉处理器在运算能力上均与EyeQ4处于同一水准。

表 32：专用双目处理器与Mobileye性能对比

	R-CAR V3H	Mobileye EyeQ4	安霸 CV1	安霸 CV2
运算能力	4.2TFLOPS	3TFLOPS	2TFLOPS	14TFLOPS
安全等级	ASIL-A/B	AECQ-100	AECQ-100	AECQ-100

数据来源：安霸、Mobileye、广发证券发展研究中心

随着双目算力供给方案多元化，双目的硬件成本随之下降，在前装市场的竞争力也相应增加。

2. 商业化挑战

视觉方案的落地普及化过程中，随着合作模式开放化、针对客户需求缺口的市场空间打开，后装产品技术成熟化及前装产品量产在即，视觉方案企业需要克服成本、研发周期、基础设施等方面的挑战。后装产品的成本集中于硬件成本，前装产品的成本以研发成本为主。两者在商业化后都需要合理应对非标准化的基础设施。

1) 算法公司成本测算

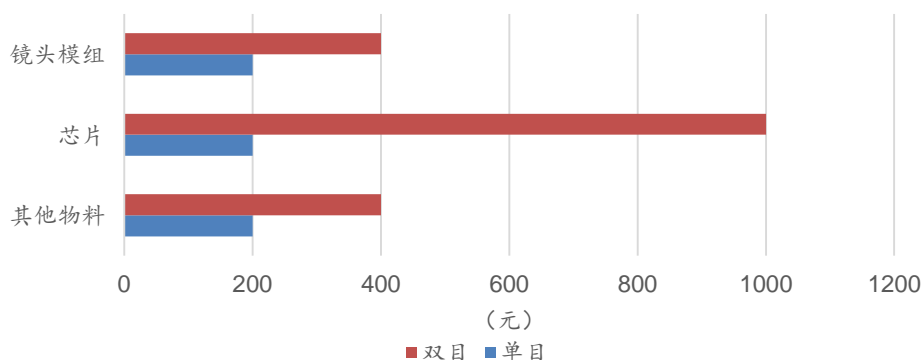
■ 生产成本

后装市场中：

对于集中于单目方案的算法公司，生产成本如上述，约占其总营收35~40%。

双目方案的公司由于采用FPGA芯片，其量产成本约为ASIC的4~5倍，摄像头模组于其他物料的成本也至少翻倍。以市场售价3000~4000元来看，其生产成本占其营收的50%左右，毛利率低于单目方案。

图 31：后装单目、双目产品成本估算



数据来源：Maxieye CEO 周圣砚访谈、中科慧眼联合创始人孟然访谈、广发证券发展研究中心

前装市场中：

算法公司与合作Tier 1共同承担原材料成本。

■ 研发成本

参考Mobileye成本结构，研发成本集中在前装市场，主要来自公司的特定研发项目，被OEM的NRE（一次性研发费用）部分抵消。Mobileye的研发费用约占总营收的20%。

■ 其他营业成本

参照Mobileye成本结构，销售成本占总营收的5%~10%。根据我们草根调研，后装产品销售费用较前装更高，其中包括对用户的教育、宣传成本等。其余的运营成本约占总营收20%。

综合上述，单目算法公司成本结构大致框算如下：

表 33：单目算法公司成本、利润率大致框算

	前装	后装
售价	100%	100%
硬件采购	~5%	~30%
毛利率	~95%	~70%
研发	~20%	~10%
销售	~10%	~10%
其他运营费用	~20%	~20%
营业利润率	~45%	~30%

数据来源：广发证券发展研究中心

■ 隐性成本

对于后装市场，客户对产品的性价比、安装速度、适配度都有较高的要求，这也是国内厂商具有的优势之一。Mobileye的产品因进口税、增值税等原因在价格竞争上处于劣势，同时安装时间长，不符合客户需求。

相比之下，国内算法公司如Minieye自主研发的安装工具精简，安装时间约20分钟，为客户节省人力开销和时间成本。Maxieye同样从标定板和标定流程上进行了创新，将安装流程总时长缩短至15分钟，提高了客户适配车型的效率。

国内企业基于本土客户需求做出的产品迭代是其致胜关键之一。

2) 基础设施

视觉算法面临着两类基础设施方面的挑战：

■ 基础设施的标准化设置

视觉系统依赖清晰的车道线。当路面上的黄色和白色分道线不够清晰时，过于依靠车道会构成安全隐患。同理，当应对国内国外非标准或非常规基础设施（比如非标准的红绿灯安装位置等）容易出现失误。

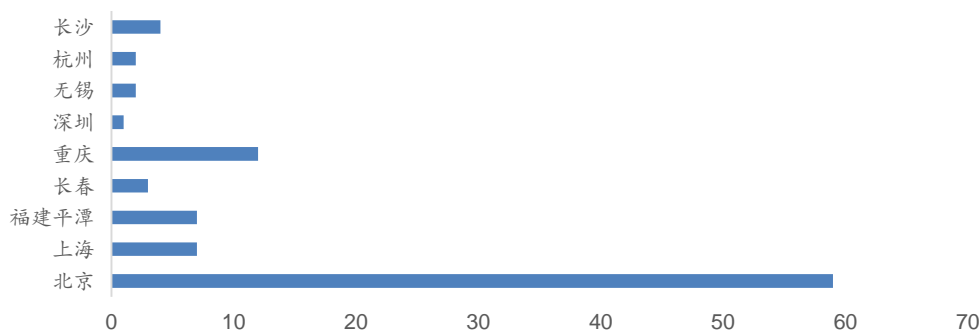
■ 基础设施的迭代

国内交通基础设施建设有时面临较为频繁的更新换代。标志线、车道线或其他标志牌等存在更换的可能性等。算法与数据库需要进行相应的迭代，从而有效识别。

3) 法律法规政策

去年4月，三部委发布《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》，要求测试车辆必须在指定的测试路段进行实际道路测试。《道路交通安全法》及相关条例仅允许有资格的驾驶人驾驶机动车上路，自动驾驶系统不具有驾驶机动车的合法地位。同时，明确禁止在公路尤其是高速公路上进行机动车性能测试或者试车。

图 32：目前各地路测号牌数量



数据来源：cvworld、广发证券发展研究中心

自驾技术的商业化落地需要建立在得到大量测试与验证的基础之上。对于实车

试验的管制，对于车企及算法企业是一个挑战。

智能车舱方面，虚拟后视镜仍需跨过法规门槛。美国FMVSS标准不允许该类后视镜。国标《GB15084-2013 机动车辆间接视野装置性能和安装要求》中规定，常规玻璃材质外后视镜属必装项目，因此目前装备虚拟后视镜无法推广。

4) 大致周期

软件方案公司的适配周期取决于算法与数据层面。

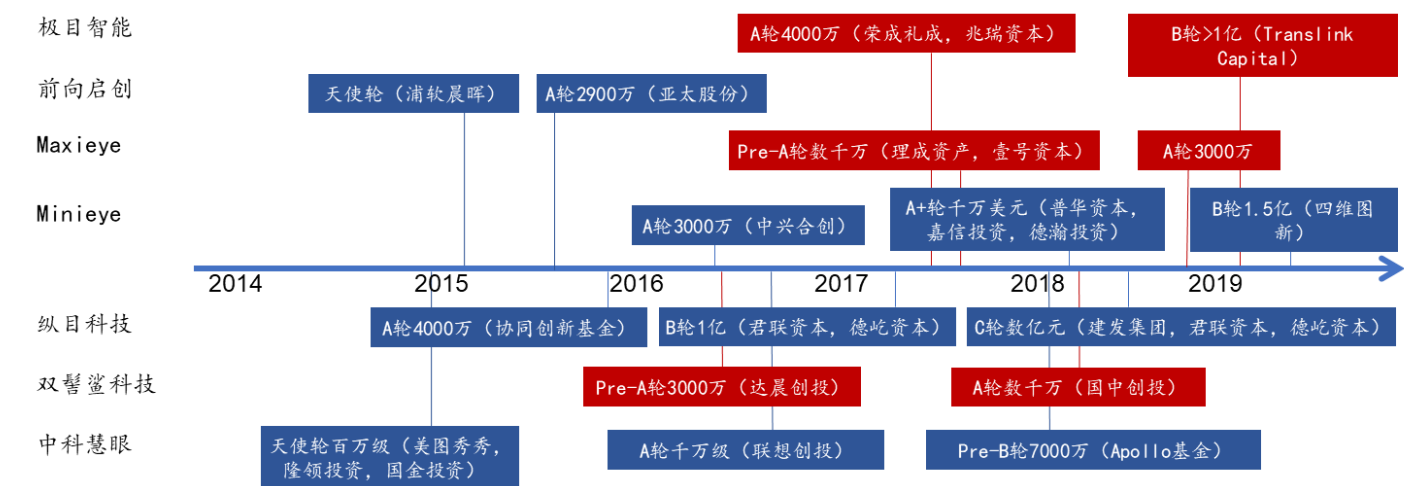
算法层面的前装工程化开发需要3~6年时间，Minieye从14年开始技术积累，到19年计划实现量产，历经5年。Maxieye研发周期将近三年，已有量产项目。前向启创从2013年开始研发，至2019年年初开始量产，历时6年。

数据层面，算法公司需要累积大量里程数据训练模型。Minieye在44个月时间内积累的标注里程1300万公里，建立适合中国路况的预警模型。MaxiEye数据库涵盖全国路况，累计采集里程在20万公里左右。Mobileye经历了18年测试时间，分散在60个国家测试。

对于初创企业来说，想要实现算法的准确度，就需要大量数据积累。如此长的适配周期对新兴企业形成壁垒：

- ✧ 开发测试需要的前期资本投入较大，对新兴企业融资承受能力形成考验。
- ✧ 行业龙头Mobileye技术较为成熟，数据累积远超同业竞争对手，根据其年报，其前装研发周期只需要1~3年。
- ✧ 国际龙头整车厂多数计划2021年落地L4，对于2015~2017年起步的算法公司来说，如何在前装研发上匹配整车厂进度是一个挑战。

图 33：国内初创算法企业融资概览



数据来源：Minieye、前向启创等、广发证券发展研究中心

七、部分代表性公司

1. 视觉方案龙头 Mobileye (2017 年英特尔收购)

Mobileye 成立于 1999 年，由希伯来大学教授 Amnon Shashua 和 Ziv Aviram 共同创立，总部在以色列。Mobileye 主要从事 ADAS 系统和自动驾驶视觉技术开发，公司使命定为开发和推广单摄像头视觉系统，以协助驾驶员在驾驶过程中保障乘客安全和减少交通事故。同时 Mobileye 还拥有针对自动驾驶领域自主研发的 EyeQ 系列视觉处理芯片。目前 Mobileye 与全球超过 25 家主机厂商，13 家汽车制造厂商都有合作，有超过 2700 万台汽车采用 Mobileye 的。公司于 2014 年在纽交所上市，市值达 80 亿美元，创下以色列公司在美国最高 IPO 纪录。2017 年 3 月，Mobileye 被 Intel 以 145 亿美金收购，创下了自动驾驶领域交易规模记录。

1) 核心产品：视觉算法与 EyeQ 芯片

Mobileye 的核心产品为其视觉算法解决方案及 EyeQ 芯片。EyeQ 系列芯片由 Mobileye 与意法半导体联合开发，意法半导体负责架构设计、芯片制造、系统封装等，Mobileye 提供算法。Mobileye 提供的视觉解决方案基于 EyeQ 芯片及其 Mobileye 的操作系统与软件开发包紧密耦合，为软硬件结合的一体化完整方案。

■ 视觉算法

Mobileye 将自动驾驶分为了三个主要组成部分：感知 (Sensing)、地图 (Mapping) 与驾驶策略 (Driving Policy)。感知指车辆所搭载的一切感知设备。高精度地图帮助车辆在整个路径规划中精确定位。驾驶逻辑或策略指计算机在获得了周边环境的感知信息之后的应对。

驾驶策略方面 Mobileye 采用深度监督式学习 (Deep Supervised Learning)，使计算机通过观察和分析不同的数据来自行生成并调整决策逻辑。其算法在避免碰撞时间、功能集成上处于行业顶尖水准。其 FCW 的算法识别精准度已经达到 99.99%，同类企业无法企及。

Mobileye 同时在研发强化学习 (Reinforcement Learning)，即预判式的算法，模拟周围驾驶者对其新的驾驶策略所做出的反应的。。

■ 芯片

Mobileye 2004 年开始研发 EyeQ1，至现在已提供 EyeQ5 的工程样品。2016 年，Mobileye 和意法半导体宣布，将合作研发 Mobileye 第五代 SoC 芯片，作为 2020 年实现全自动驾驶的处理器平台，为 L4/5 级自动驾驶汽车提供以视觉为核心的计算机传感器融合。

表 34: Mobileye 历代EyeQ芯片对比

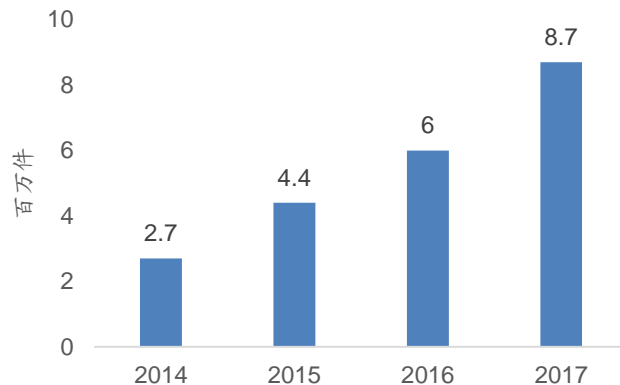
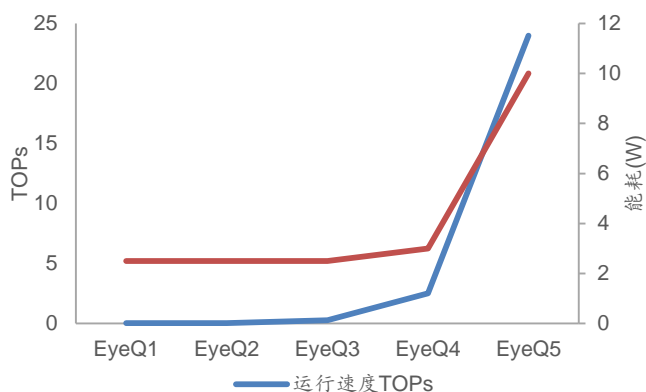
产品	量产时间	级别	运行速度 (TOPs)	能耗(瓦)	半导体	新增加速内核
EyeQ1	2008	L1	0.0044	2.5	180nm CMOS	
EyeQ2	2010	L1	0.026	2.5	90nm CMOS	VMP
EyeQ3	2014	L2	0.256	2.5	40nm CMOS	
EyeQ4	2018	L3	2.5	3	28nm FD-SOI	MPC
EyeQ5	2020	L4~L5	24	10	7nm FinFET	PMA

数据来源: Mobileye官网、广发证券发展研究中心

EyeQ5区别于前四代的目的在于传感器融合。EyeQ5最多支持20个外部传感器(摄像头、雷达或激光雷达),装备8枚多线程CPU内核,同时还会搭载18枚Mobileye的下一代视觉处理器。EyeQ5的运算能力达到 24 万亿次运算/每秒,但其能耗仅为 10W,能耗比较低。

图 34: EyeQ性能演化

图 35: EyeQ出货量



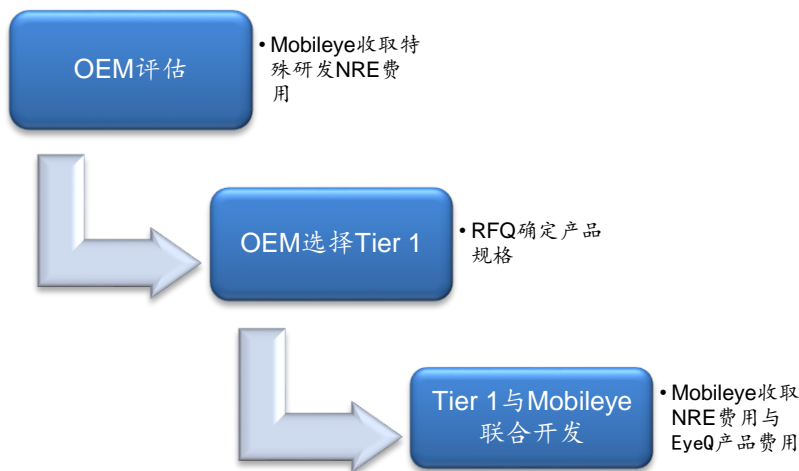
数据来源: Mobileye 官网、广发证券发展研究中心

数据来源: Mobileye 官网、广发证券发展研究中心

2) 盈利模式

Mobileye报价流程为首先开启与OEM的技术、产品交流,由OEM评估和测试Mobileye算法性能,如果有特殊研发需求,Mobileye收取来自OEM的NRE费用。该种研发基于尽力而为(best effort),Mobileye不承担研发失败后果。OEM评估完成后,OEM向选定的Tier 1合作伙伴提交RFQ(报价请求),其中指明应用规格、生产规模等。若中标的Tier 1使用Mobileye技术,Mobileye向Tier 1提供新一份NRE报价与产品报价。

图 36: Mobileye前装产品开发流程



数据来源：Mobileye2016 年年报、广发证券发展研究中心

在产品的个性化和本地化方面，Mobileye通常选定本地合作伙伴来共同开发，并在2007年即开始了在中国的测试，宝马、通用和沃尔沃都发布了配备Mobileye系统的量产产品，这三家公司测试项目设在国内，历时三年。

累积至今，Mobileye已经与12家自主品牌OEM合作，也陆续与恒润科技和知行科技等中国本土Tier 1建立了合作关系。

2016年起Mobileye 加快了中国市场的布局，并专注于后装市场的开拓。2016年 Mobileye 将中国的代理权授予给了硬蛋科技，后者成为Mobileye在大陆及香港地区通过O2O方式和渠道推广ADAS产品的合作伙伴，打开销售渠道。近期全国首批智能网联汽车开放道路测试号牌在上海发放，上海市政府颁发的首批牌照一共三张，这三款汽车均采用了EyeQ4芯片。

3) 护城河：适配周期、便利性、算法精度与落地经验

■ 适配周期

如上文所述，算法真正要实现产品落地周期长，从初步沟通、到评估、到整合开发、到加入生产线、到批量生产，需要数年的适配周期。整车厂进行批量生产需要额外5年的生产周期。初创算法公司应和整车厂要求，很难有足够时间完成如此长的适配周期。

■ 算法精度

Mobileye从2004年研发EyeQ1起，至今已累计超过10年路测经验。因其开环的研发属性，Mobileye与全世界大部分车商合作积累千百万英里不同环境、横跨43个国家的驾驶场景。同业公司没有可以匹敌Mobileye路测的里程数，算法准确度和普适性方面无法形成竞争力。

■ 落地经验

对于整车厂而言，仅有参数、设计和规划图不足以满足要求，更加关注实际落地产品的合作方、终端用户数量等。Mobileye和全世界50%的车企和OEM汽车制造商合作，有足够的落地经验。

4) 合作商

表 35: Mobileye合作伙伴

乘用车合作伙伴		商用车合作伙伴	Tier 1 合作伙伴
Adam Opel AG	Jaguar Land Rover	MAN SE	安波福
奥迪	三菱	Scania Aktiebolag	奥托立夫
BMW	马自达	IVECO	Gentex
克莱斯勒	尼桑		Sony
Fiat S.p.A	PSA Peugeot Citroen		万都
福特	Renault S.A.		Magna
通用汽车	Ssangyong Motor		台湾永彰机电
Honda	SAIC Motor		天合
HKMC	Yulon Motor		Valeo
沃尔沃			

数据来源：Mobileye、广发证券发展研究中心

Mobileye目前已与超过30家大型OEM建立长期合作关系，有利于其数据库的拓展与算法的完善，同时有利于发展稳定、长期的合作伙伴关系。

表 36: 部分2017年底前装载项目

OEM	功能	Tier 1
GM CSAV2	AEB（融合），LKA，HLB，TJA，Super Cruise	安波福
奥迪	AEB，LKA，HLB，RoadProfile, zFA A8	奥托立夫
福特	AEB（融合），LKA，HLB，TJA	Gentex
HKMC	AEB（融合），LKA，HLB	Sony
PSA wave 2	AEB（仅视觉），VOACC，LKA，RoadProfile	万都
尼桑	Propilot（仅视觉）	Magna

数据来源：Mobileye、广发证券发展研究中心

2. 龙头企业的追赶者：Minieye

Minieye由南洋理工大学计算机系博士刘国清与同学一起创立于2012年，随后于2013年搬回国内，在深圳和南京有两座研发中心，前身是新加坡政府支持的高级驾驶辅助系统（ADAS）研发项目。

与Mobileye类似，Minieye以安全驾驶、技术变革为依托，希望以无人驾驶技术提供可靠视觉感知解决方案入手，推动无人驾驶的逐渐普及。Minieye的核心优势为数据本地化。CEO刘国清表示，针对中国“特色”障碍物和路况情况下，Minieye的优势也许会更大。

1) 产品

■ **M3**

M3是Minieye第一款后装产品，有基于车辆和车道线识别的四个功能，包括：前车碰撞预警（FCW）、车距监测及告警（HMW）、虚拟保险杠（VB）、车道偏离预警（LDW）。

■ **X1**

X1是Minieye前装的第一款产品，在FCW、LDW、HMW、UFCW的基础上增加了PCW和TSR，并支持与毫米波雷达融合。X1可以适应复杂工况，整机功耗小于3W，能够应对大雨、夜晚低光等不同工况。

X1获得了IATF16949认证，核心器件满足ISO26262、AEC-Q100等标准。同时，X1具有灵活设计可扩展的特点，可以满足与车机、数字仪表、HUD等结合的定制化需求，也能够扩展到AEB等控制型功能。

Minieye产品的前向碰撞预警的报警率达到了Mobileye的95.2%、车道偏离预警的报警率达到Mobileye的100.9%、虚拟保险杠的报警率达到Mobileye的97.1%，前向车距监测的绝对碰撞时间与Mobileye的吻合度达到96%，基本实现了对标。

2) 合作商

Minieye同Mobileye一样采取开环合作模式，与上下游厂商合作开发。从2014年起Minieye即与通用开始合作，并在之后两年拿下与奇瑞等车企的合作订单，合作内容均为前装的落地。

表 37: Minieye部分合作伙伴与合作内容

合作伙伴	合作内容
通用	前装技术
奇瑞	前装技术
比亚迪	前装技术

数据来源：Minieye发布会、广发证券发展研究中心

3) 研发策略

Minieye团队目前共有80多人，其团队成员多来自德州仪器、NASA、英特尔、三星、亚马逊、微软、BAT、Delphi等大型科技公司，或毕业于佐治亚理工学院、加州大学、波士顿大学、新加坡国立大学、新加坡南洋理工大学等知名高校。

Minieye遵循较为保守的研发策略，L1、L2级起步向高级别渐进式发展，在L1、L2级别的产品已实现商业化的基础上，开始在L3以上自动驾驶布局。同时从后装切入，近年转向前装市场。后装领域，根据搜狐网与新浪汽车，其产品已获得订单1.5万套，产品分布在全国29个省和直辖市的车队。

4) 壁垒

■ 安装与适配性

Minieye自主研发的安装工具可以让安装人员不再需要笔记本电脑和笨重的标定板、花二十分钟就能安装一台设备。产品能够适配超过1000种车型，也可支持非破线式安装。

■ 本地化

国内的车型、路况有其独特性，如安装了遮雨棚的电动车、三轮车以及各种货车等。MiniEye覆盖范围包括了东北、华北、华东、华南等，根据CEO刘国清，目前有33辆合作车辆采集数据，采集量每天有1万公里。

3. 工业图形图像视觉技术的龙头：MM Solutions

1) MM Solutions产品演化

MMS成立于2001年，从手机与平板电脑的影像解决方案起家，其在图像处理算法开发、优化和集成领域全球领先。全球累计有60多款智能手机和平板电脑采用其提供的相机影像解决方案，有5亿台智能手机的摄像头成像单元搭载了其图像处理算法和画质调教软件。MMS还曾获得第五届TIPA颁发的最佳手机图像设备奖。

■ AutoCDK

CDK全称cameral development kits（摄像开发工具包）。MM Solutions针对车用研发的 AutoCDK为一款多平台交钥匙解决方案，支持环视、前视、后视等多种视觉场景，同时支持多平台，包括Linux, QNX, DSP Bios, Green Hills, FreeRTOS, TI和瑞萨等。

■ 瑞萨与MM Solutions合作开发的开放式ISP解决方案

2018年，瑞萨推出集成开放式ISP解决方案。该解决方案为一个芯片架构层面的集成，将ISP以及MM Solutions公司的AutoCDK集成于R-Car V3x片上系统。AutoCDK作为开发套件赋能ISP，是嵌入SoC整体方案的一个固定组成部分。

这款开放式ISP解决方案简化了基于R-Car V3M和R-Car V3H SoC的车用智能摄像头应用，加速Tier 1的校准过程，为摄像头制造商和Tier 1选择ECU和传感器解决方案时提供了灵活性。

该解决方案：

- ◇ 可以适应工业级水准及恶劣的驾驶环境，且解决了LED 闪烁的问题（LED Flicker）。
- ◇ 一站式解决方案与MM Solutions的图像调教算法缩减了下游Tier 1前视、环视的研发周期。
- ◇ MM Solutions的AutoCDK支持多操作系统平台，且可以在自有功能（自动白平衡等）上加成高级图像算法。

2) 中科创达收购扩张智能车舱版图

中科创达在2016、2017年有两笔重要收购：Rightware，主要提供Kanzi（UI设计软件）；MM Solutions，主要提供图像处理算法。

表 38：中科创达重要收购

时间	收购	产品
2016 年底	以 6400 万欧元（当时约合 4.7 亿人民币）收购芬兰软件公司 Rightware 100% 的股权。	核心产品是名为 Kanzi 的 3D UI 设计软件，可以系统设计动态用户界面，支持 Linux、QNX、安卓等主流车载系统。
2017 年 12 月	以 3100 万欧元（约合 2.34 亿人民币）收购保加利亚视觉技术提供商 MM Solutions（简称 MMS）100% 的股权。	图像处理算法和画质调教软件。

数据来源：中科创达、广发证券发展研究中心

中科创达收购MM Solutions，主要看重：1. 融合吸收其汽车的360度环视、障碍物检测、驾驶员状态检测等技术能力。2. 吸纳其客户资源。

3) 车载领域收入规模化，平台化产品具备先发优势

中科创达已推出以车载信息娱乐系统为核心的第一代智能网联汽车产品，其驾驶舱产品的HMI系统实现人脸识别用户身份、个性化定制的信息娱乐系统界面等。

中科创达智能网联汽车业务2018年实现营业收入2.79亿元（其中软件开发、技术服务收入2.11亿元，软件许可收入6765.7万元），较上年同期增长约84%（资料来源：中科创达2018年报）；在全球的智能网联汽车客户超过100家，覆盖欧洲、美国、中国、日本和韩国等。公司已进入全球汽车产业链的前沿智能车载领域并获得大量客户和订单，且已经开始产生规模化收入。根据市场调研机构Focus2Move的2018年度轻型车销量排名，前25位的车企中已有15家采用了公司智能驾驶舱平台产品。

创达围绕Kanzi建立智能车舱业务，其支持多芯片平台的操作系统+Kanzi UI+视觉方案的智能驾驶舱生态更加完整化与平台化，显示其跨入壁垒较高的汽车行业取得先发优势。

车载传感器为基础的智能驾驶在未来两年进入商业化落地周期。从车载视觉看，产业链较长，行业要求较高，对于算法公司即有机会也有很多挑战，缺少行业经验与落地经验带来的差距会放大。单一算法公司的挑战相对更大，该类公司缺乏汽车工业标准的技术经验，且话语权更多在芯片、软件平台、计算平台和车商/Tier1供应商手中。商业化应用尚未大规模落地，前沿技术理念的同步程度较高。

风险提示

- 议价权和标准主导权较弱。
- 下游商业化进展不确定性。

广发计算机行业研究小组

- 刘雪峰：首席分析师，东南大学工学士，中国人民大学经济学硕士，1997年起先后在数家IT行业跨国公司从事技术、运营与全球项目管理工作。2010年7月始就职于招商证券研究发展中心负责计算机行业研究工作，2014年1月加入广发证券发展研究中心。
- 王奇珏：分析师，上海财经大学信息管理学士，上海财经大学资产评估硕士，2015年进入广发证券发展研究中心。
- 郑楠：资深分析师，北京邮电大学计算机专业学士，法国巴黎国立高等电信大学移动通信硕士，2010年起就职于外资企业软件公司从事研发、咨询顾问等工作，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 庞倩倩：资深分析师，华南理工大学管理学硕士，曾就职于华创证券，2018年加入广发证券发展研究中心。
- 钱砾：研究助理，东南大学信息工程学士、生物医学工程医学电子影像方向硕士，先后在电子信息行业和医疗影像设备行业工作超过6年，2017年加入广发证券发展研究中心。

广发证券—行业投资评级说明

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

广发证券—公司投资评级说明

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

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路26号广发证券大厦35楼	深圳市福田区益田路6001号太平金融大厦31层	北京市西城区月坛北街2号月坛大厦18层	上海市浦东新区世纪大道8号国金中心一期16楼	香港中环干诺道中111号永安中心14楼1401-1410室
邮政编码	510627	518026	100045	200120	
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn				

法律主体声明

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

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

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

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

重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。

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

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

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

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

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

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

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

权益披露

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

版权声明

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