

自动驾驶驶入快车道，车载摄像头迎来量价齐升

核心观点

- **自动驾驶驶入快车道，车载光学迎来加速放量：**2021 年以来，L3 级别自动驾驶能力的蔚来 ET7、小鹏 P5、华为极狐相继发布。在政策、造车新势力、传统车企、方案商、科技大厂等多方势力共同推动下，自动驾驶有望加速落地。根据 IDC，2020 年全球搭载 L2 级别及以上乘用车出货量为 899 万辆，预测到 2024 年将增长到 1930 万辆，20-24 年 CAGR 为 21%。在自动驾驶系统中，车载摄像头是实现众多预警、识别类功能的基础，超过 80% 的自动驾驶技术都会运用到摄像头。目前 L2 级别摄像头搭载量在 5-8 颗，L3 级别能到 8 颗以上，蔚来 ET7、极狐 001、小鹏 P5、极狐 Hi 版车身摄像头搭载量分别为 11、12、13、13 颗，且像素以 500-800 万高像素为主，车载光学市场正迎来加速放量阶段。
- **车载摄像头迎来量价提升：**量方面，到 L3 自动驾驶级别，单车摄像头搭载量平均能达到 8 颗以上，到 L4/L5 阶段有望达到 10 颗甚至 15 颗以上，相比 L1 级别 1 颗的用量，车载摄像头搭载量将显著提升。价方面，随着自动驾驶级别的提升，对车载摄像头像素、探测距离、可视角、可靠性的要求都在不断提升，倒逼产业链中的镜头、CIS、模组等部件供应商迭代更新技术工艺，从而推升车用摄像头的价值量。相比传统成像镜头模组 100-200 元的价格，高级别的自动驾驶感知镜头模组售价高达 400-600 元。随着自动驾驶渗透率快速提升，车载摄像头市场将迎来行业快速爆发期，我们测算，车载摄像头市场规模（不包括 SoC 芯片及系统集成等）到 2025 年有望达到 105 亿美元，20-25 年 CAGR 为 21%。
- **国内车载模组产业链兴起，车载镜头厂商有望受益：**自动驾驶对车载摄像头技术指标要求更高，因此车载摄像头整体变的更加精密，这对模组厂商的光学校准、光学标定都提出了更高的要求，传统车载摄像头模组主要由 tier1 来完成，自动驾驶车载摄像头对光学的高要求给了光学技术沉淀更深厚的镜头厂商更多参与模组部分的机会，同时国内整车厂尤其造车新势力引领全球，率先落地高级别自动驾驶车辆，配套产业链，例如车载摄像头模组，加速转向中国大陆，此外，中国制造业公司本身也更具成本优势，舜宇、联创等车载镜头厂商有望深度受益。

投资建议与投资标的

- 建议关注车载 CIS 和 ISP 提供商韦尔股份，车载镜头和模组提供商舜宇光学和联创电子、车载视觉方案提供商海康威视、车载 ISP 提供商富瀚微、北京君正、车载滤光片提供商水晶光电。

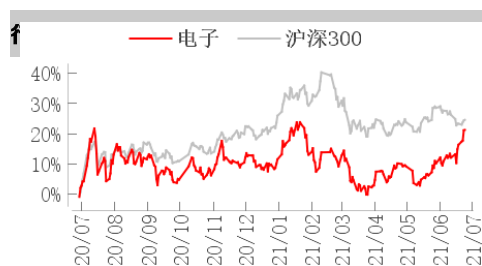
风险提示

- 自动驾驶渗透率不及预期；竞品激光雷达发展超预期；产品价格降幅超预期。



行业评级 **看好** 中性 看淡 (维持)

国家/地区 中国
行业 电子行业
报告发布日期 2021 年 07 月 05 日



资料来源：WIND、东方证券研究所

证券分析师 蒯剑
021-63325888*8514
kuaijian@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860514050005
香港证监会牌照：BPT856

证券分析师 马天翼
021-63325888*6115
matianyi@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860518090001

联系人 唐权喜
021-63325888*6086
tangquanxi@orientsec.com.cn

联系人 李庭旭
litingxu@orientsec.com.cn

相关报告

AIoT 前景广阔，芯片厂商持续受益： 2021-06-23
物联网需求拉动，中国 MCU 赛道持续繁荣： 2021-06-19
尚无库存过剩迹象，半导体景气确定性： 2021-05-29

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

目 录

1	自动驾驶驶入快车道，车载光学迎来放量	5
1.1	智能汽车有望复制智能手机发展历程	5
1.2	多方势力共同推动，智能驾驶加速落地	7
1.3	自动驾驶成为国家战略，政策扶持下快速普及	13
2	车载摄像头量价齐升，迎来向上加速拐点	15
2.1	自动驾驶渗透率提升推车载摄像头快速起量	15
2.2	从成像到感知，车载摄像头单颗价值提升	22
2.3	车载摄像头市场规模测算	30
2.4	受益于车载光学起量，车用 ISP 市场持续增长	30
3	产业链投资机会	32
	韦尔股份：车载 CIS 地位稳固	32
	舜宇光学：全球车载镜头龙头，丰富车载产品线	33
	联创电子：模造非球面玻璃镜头构建核心竞争力，跟随方案商空降自动驾驶赛道	34
	海康威视：安防龙头发展创新业务，切入高增长汽车电子赛道	35
	水晶光电：滤光片光学龙头，迎车载摄像头新机遇	36
4	风险提示	36

图表目录

图 1：2021 年以来 L3 级别及以上自动驾驶迎来规模化落地.....	5
图 2：2011-2017 全球智能手机出货量（单位：百万部）.....	6
图 3：智能手机起量，诺基亚份额逐步消失.....	6
图 4：中国市场 2019-20 年 ADAS 渗透率快速上升.....	6
图 5：自动驾驶等级.....	7
图 6：ADAS 三大组成系统.....	7
图 7：汽车传感器主要分布.....	7
图 8：Mobileye EyeQ 系列产品迭代.....	8
图 9：英伟达自动驾驶平台发展路线图.....	8
图 10：各家芯片性能比较.....	9
图 11：2011-2020 特斯拉收入情况.....	10
图 12：2013-2020 特斯拉全球交付量.....	10
图 13：蔚来、理想、小鹏 2020 年收入（亿美元）.....	10
图 14：造车新势力历代车型介绍.....	11
图 15：科技大厂积极投资国内造车新势力.....	11
图 16：科技大厂加入造车潮流.....	12
图 17：传统车企自动驾驶规划.....	12
图 18：智能汽车赛道竞争格局.....	13
图 19：各国关于 ADAS 功能导入的相关政策.....	13
图 20：中国自动驾驶相关战略规划.....	14
图 21：2015-2023 全球 ADAS 市场规模及预测.....	15
图 22：全球自动驾驶汽车出货量及增长率预测（万辆）.....	15
图 23：不同类型车载摄像头功能.....	16
图 24：中国各类车载摄像头渗透率（2019 年）.....	17
图 25：造车新势力最新车型车载摄像头数量.....	17
图 26：特斯拉 Autopilot HW3.0 搭载 8 颗摄像头.....	18
图 27：蔚来 ET7 搭载 11 颗方案.....	18
图 28：传统车企最新车型车载摄像头数量及分布介绍.....	18
图 29：车载摄像头用量逐级提升.....	19
图 30：特斯拉 Autopilot 系统历代硬件配置情况.....	19
图 31：主机厂 DMS 系统的采用历程.....	20
图 32：Tier1 方案商 DMS 产品对比.....	21
图 33：各国 DMS 相关法律规定.....	22

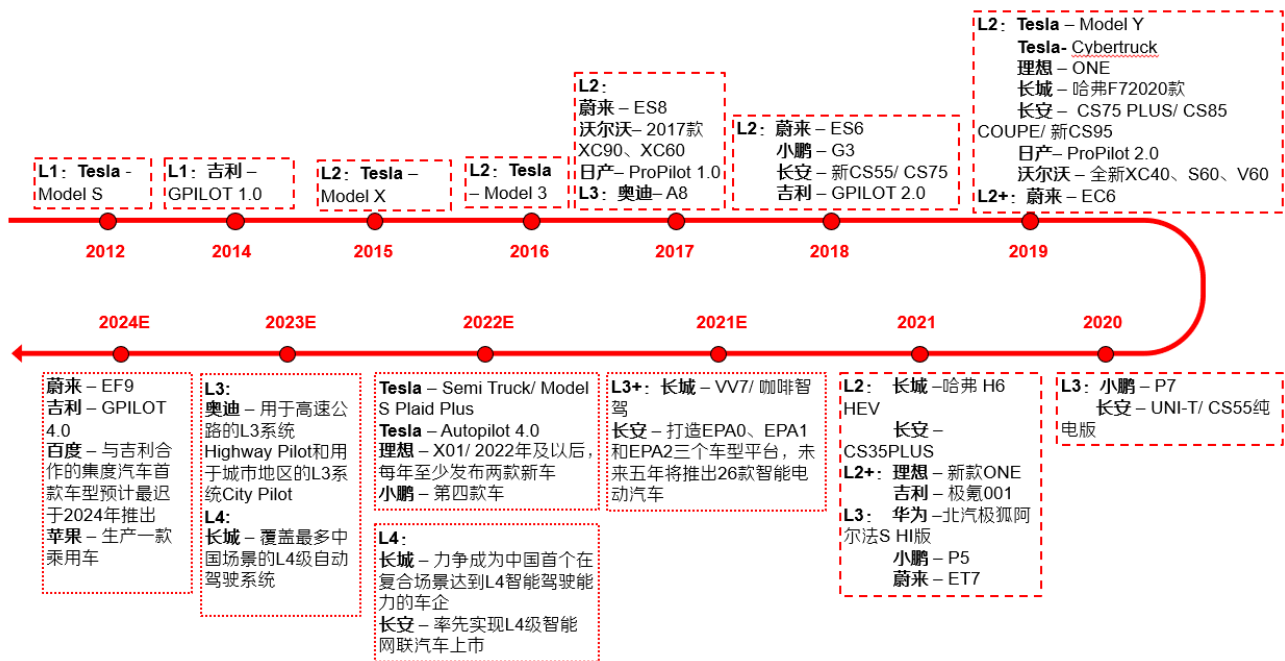
图 34：ADAS 推动车载摄像头全面升级	23
图 35：车载摄像头镜头材质比较	23
图 36：车载镜头 vs 手机镜头	24
图 37：非球面镜片减少像差	24
图 38：玻璃非球面镜片扩大视场范围	24
图 39：模造 vs 传统非球面玻璃工艺流程	25
图 40：车载摄像头镜头价格比较（元）	25
图 41：车载 CIS 技术要求	26
图 42：HDR 成像效果	27
图 43：LED 闪烁抑制成像效果	27
图 44：时域多次曝光融合成像效果	27
图 45：大像素和小像素结构	28
图 46：车载摄像头像素尺寸和价值量高于手机摄像头	28
图 47：车载摄像头模组要求更高	29
图 48：国内光学镜头厂商有望迎来更多的机会	29
图 49：车载摄像头空间测算	30
图 50：视觉处理芯片市场规模及预测	31
图 51：两种 ISP 架构方案比较	31
图 52：车用 ISP 的主要供应商	31
图 54：车载摄像头产业链梳理	32
图 55：2019 年全球 CIS 市场竞争格局	33
图 56：车用 CIS 市场份额占比	33
图 57：豪威独立 ISP 芯片产品介绍	33
图 58：豪威内置 ISP 的车用 CIS 产品举例	33
图 59：2019 年全球车载摄像头镜头市场竞争格局	34
图 60：舜宇车载镜头出货量持续提升	34
图 61：联创形成了模造玻璃-镜头-模组的产业链布局	35
图 62：海康汽车产品布局	35
图 63：海康威视车载布局	36

1 自动驾驶驶入快车道，车载光学迎来放量

1.1 智能汽车有望复制智能手机发展历程

汽车智能化浪潮汹涌而来，行业迎来加速向上拐点。2019 年以来，自动驾驶车型密集发布，造车新势力特斯拉、蔚来、理想、小鹏以及传统车企北汽、长安等纷纷推出 L2 级别自动驾驶汽车。步入 2021 年，L3 级别自动驾驶能力的蔚来 ET7、小鹏 P5 相继发布，满足 L2-L4 级别的华为极狐阿尔法 S 也于今年 4 月发布，行业正进入 L3 级别及以上自动驾驶（ADS）时代，自动驾驶正规化落地。

图 1：2021 年以来 L3 级别及以上自动驾驶迎来规模化落地

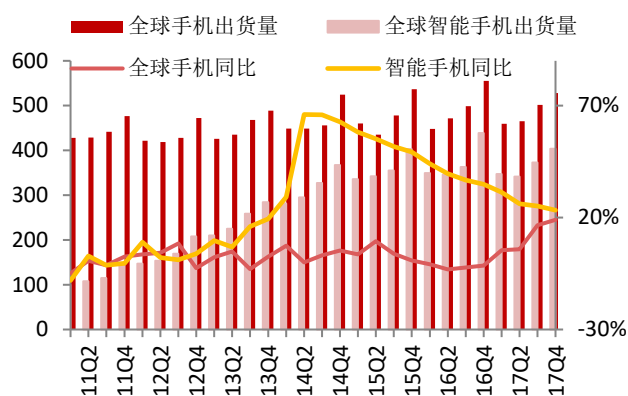


资料来源：各公司官网、互联网公开信息整理、东方证券研究所

回顾智能手机发展历程，2010 年 iPhone 4 发布重新定义了智能手机之后，智能手机市场开始火起来，同时随着 3G 网络逐渐向 4G 迭代升级，华为、中兴等一众新晋玩家崛起，与苹果、三星一同分享诺基亚没落带来的市场份额，领头羊“苹果+三星”以及一众新势力共同推动了智能手机的快速渗透普及。

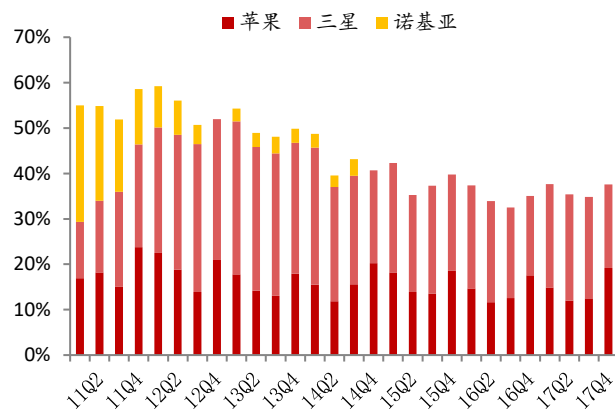
我们认为当前智能汽车所处时点及其市场环境与 2011-2012 年的智能手机即将爆发时期有着相似之处。特斯拉引领风潮，新旧车企同时发力，用户认知逐步提升；同时 L2 级辅助驾驶基本成熟，L3 自动驾驶指日可待。根据高工智能汽车的统计数据，19 年初到 20 年中，国内新车 ADAS 搭载率由 16%增长到 35%左右，其中 L2 级别 ADAS 搭载率由 1%提高到 10%左右。随着市场及政策环境的日趋成熟，我们认为智能汽车有望复制智能手机发展路径迎来加速成长阶段，自动驾驶有望加速普及，未来几年渗透率有望保持快速提升的势头。

图 2：2011-2017 全球智能手机出货量（单位：百万部）



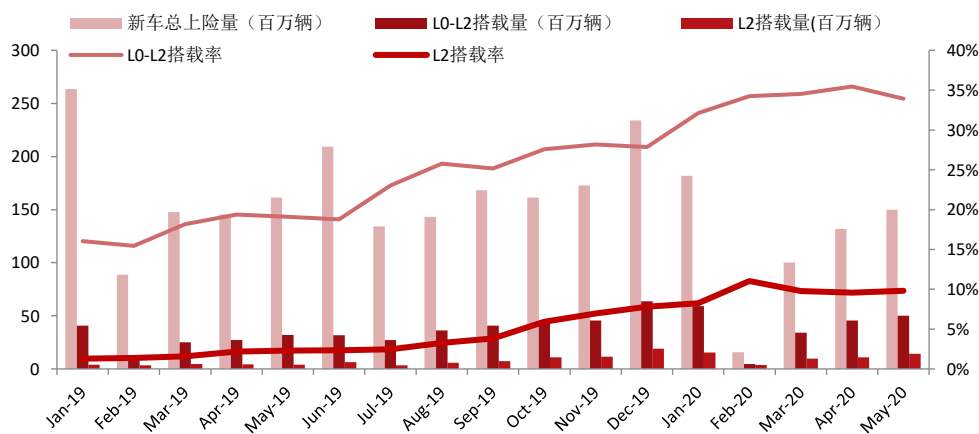
资料来源：IDC、Gartner、东方证券研究所

图 3：智能手机起量，诺基亚份额逐步消失



资料来源：IDC、Gartner、东方证券研究所

图 4：中国市场 2019-20 年 ADAS 渗透率快速上升



资料来源：高工智能汽车、东方证券研究所

相较于传统汽车，汽车智能化主要围绕智能驾驶辅助系统、智能座舱系统和车联网系统等方面进行升级。其中自动驾驶作为汽车智能化落地的关键技术，有效解放了人们在驾驶和乘坐汽车时所受的约束，提升汽车乘坐的安全性和舒适性。国际汽车工程师学会（SAE）将自动驾驶分为 6 个等级，L0 到 L2 为辅助驾驶，**L3 到 L5 属于自动驾驶**。目前 L2 级别的高级辅助驾驶技术上基本实现，渗透率正在逐步提升，自动驾驶技术已经开始向 L3 级别迈进，实现从辅助驾驶（ADAS）到自动驾驶（ADS）的飞跃。

图 5：自动驾驶等级

LEVEL 0	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
<ul style="list-style-type: none"> 提供警告 瞬时辅助 	<ul style="list-style-type: none"> 制动、加速或转向 辅助驾驶 	<ul style="list-style-type: none"> 制动、加速和转向 辅助驾驶 	<ul style="list-style-type: none"> 可在有限条件下驾驶车辆 	<ul style="list-style-type: none"> 可在有限条件下驾驶车辆 	<ul style="list-style-type: none"> 可在任何条件下驾驶车辆
<ul style="list-style-type: none"> 自动紧急制动 视觉盲点提醒 车身稳定系统 	<ul style="list-style-type: none"> 车道偏离修正或自适应巡航 	同时进行： <ul style="list-style-type: none"> 车道偏离修正 自适应巡航 	<ul style="list-style-type: none"> 解放驾驶员注意力，必要时请求接管 	<ul style="list-style-type: none"> “机器人出租车” 	<ul style="list-style-type: none"> 完全自动驾驶

资料来源：SAE、东方证券研究所

传感器是自动驾驶系统感知层的核心组成部分。其中车载摄像头作为视觉传感器，素有“智能驾驶的眼睛”之称，与毫米波雷达、激光雷达能够在暗光环境、恶劣天气、探测距离、识别能力等方面优势互补，共同组成自动驾驶的感知层。

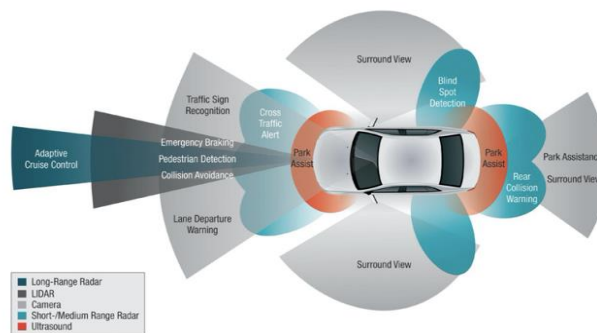
车载摄像头是获取图像信息的前端，充分受益自动驾驶快速渗透。应用机器学习和人工智能算法的图像识别技术让自动驾驶汽车可以分辨道路上的车道、车辆、行人和交通标志等图像，信息被获取之后在视觉处理芯片上通过各类算法进行处理并提取有效信息，最后进入决策层用于决策判断。作为自动驾驶汽车进行决策的重要依据，车载摄像头是不可或缺的感知硬件，也必将受益于自动驾驶应用的快速渗透，迎来需求放量。

图 6：ADAS 三大组成系统



资料来源：搜狐、东方证券研究所

图 7：汽车传感器主要分布



资料来源：产业信息网、东方证券研究所

1.2 多方势力共同推动，智能驾驶加速落地

方案解决商厚积薄发，推动自动驾驶技术发展。算法是自动驾驶的大脑，自动驾驶水平的提升离不开相关硬件和芯片算力的匹配支撑，或者说离不开一个可以承载巨大运算量的算法平台。在自动驾驶解决方案领域，前有 Mobileye、英伟达、华为早早布局，后有地平线、寒武纪、黑芝麻等初创公司初显锋芒，利用自身技术积累研发自动驾驶芯片，为车企提供汽车自动驾驶解决方案、车联网解

决方案等服务,共同推动自动驾驶技术的快速发展。以 Mobileye 为例,在 2004 年就开始研发 EyeQ 系列芯片, EyeQ1 在 2008 年发布,是较早应用于自动驾驶的 AI 芯片,仅实现辅助驾驶功能,算力仅 0.0044TOPS,而 2020 年发布的 EyeQ5,算力达到 24TOPS,可支持 L5 级别自动驾驶。

图 8: Mobileye EyeQ 系列产品迭代



资料来源：公司官网、东方证券研究所

英伟达软件定义的自动驾驶汽车平台——DRIVE Orin 于 2019 年发布,其中内置了英伟达自研的全新的自动驾驶芯片 Orin,集成英伟达新一代 GPU 内核和 Arm Hercules CPU 内核以及全新深度学习和计算机视觉加速器,平台算力达到 400TOPS,强大的算力也加速了高像素车载摄像头的落地,蔚来汽车 ET7 采用英伟达 DRIVE Orin 实现了整车 11 颗 800 万像素摄像头的落地。

图 9: 英伟达自动驾驶平台发展路线图

平台	Drive PX	Drive PX 2	Drive Xavier	Drive Pegasus	Drive Orin	Drive Atlan
发布时间	2015	2016	2017	2017	2019	2021
芯片	Tegra X1	Parker	Xavier	Xavier	Orin	Atlan
制程	20nm SoC	16nm FinFET	12nm FinFET	12nm FinFET	7nm FinFET	-
晶体管	2 Billion	-	7 Billion (Xavier)	7 Billion (Xavier)	17 Billion	-
	(Tegra X1)				(Orin)	
加速器	-	-	1 x DLA	2 x DLA	2 x DLA	-
			1 x PVA	2 x PVA	2 x PVA	
GPU	2 x Tegra X1	2 x Tegra X2	1 x Volta	2 x Volta	2 x Ampere	Ampere-Next
		2 x Pascal MXM GPUs		2 x Turing		
算力	-	20 DLTOPs	30 TOPs	320 TOPs	400 TOPs	> 1000 TOPs
热功耗	20W	80W	30W	500W	130W	-

数据来源：英伟达、东方证券研究所整理

从硬件角度，算力和能效比是芯片最核心的竞争力。高算力就代表能够更快地完成 AI 计算，而高能效比则表示可以用更少的能量完成计算。英伟达在算力方面一骑绝尘，30TOPs 的 Xavier 芯片和 200TOPs 的 Orin 芯片均处于业界领先地位。虽然 Mobileye 算力比不上英伟达，EyeQ5 单颗算力仅 24TOPs，但其能效比达到了 2.4TOPs/W（能效比越大，节省的电能就越多），要强于 Xavier 的 1TOPs/W。从软件角度，软硬件耦合程度对芯片效率的发挥有非常重要的影响。Mobileye 软硬件一体化解决方案形成了高度有效契合的软硬件，使得 Mobileye 芯片在算力没有优势的情况下仍可实现高级别自动驾驶，但 Mobileye 的相对封闭生态可能会影响部分整车厂采用的积极性。

高级别自动驾驶的实现方式目前呈现百花齐放的竞争态势，英伟达和 mobileye 两者属于不同风格典型的代表，也正是由于这些大厂的努力，自动驾驶的落地正在不断加速。

图 10：各家芯片性能比较

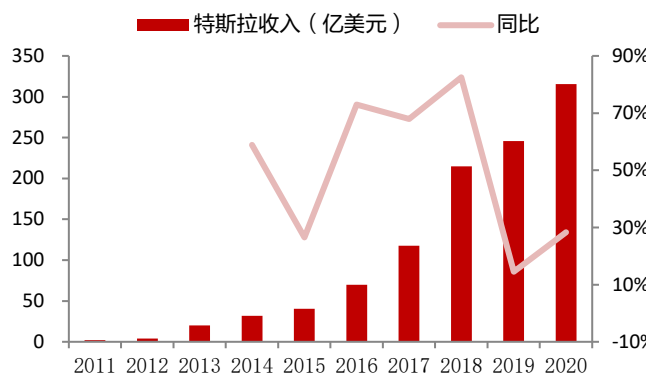


资料来源：东方证券研究所整理

特斯拉业界领袖，成为汽车界“苹果”。在初期方案解决商的助力下，特斯拉成为了自动驾驶造车界的先驱。2014 年特斯拉旗下 Model S 车型正式开始向中国消费者交付，促进了我国新能源汽车的发展，新兴造车企业如雨后天春笋般涌现，小鹏、蔚来、威马先后成立，李想也成立了车和家(理想汽车前身)。同样在 2014 年，特斯拉推出了推出 Autopilot（自动辅助驾驶）1.0 硬件系统，在 Model S、Model X 和 Model 3 上默认搭载。

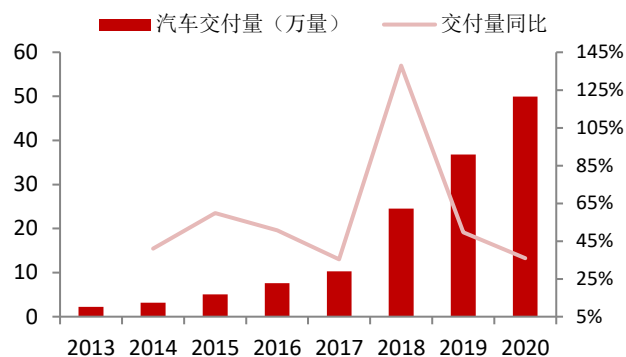
特斯拉在造车新势力中独领风骚，好比智能电动车领域的“苹果”，引领智能汽车时代的到来。十年间其营收从 2011 年的 2.04 亿美元飙升至 2020 年的 315.36 亿美元，2011-2020 CAGR 达到惊人的 75%。2020 年 6 月特斯拉市值超越丰田，成为全球市值第一大的汽车公司。

图 11：2011-2020 特斯拉收入情况



资料来源：公司公告、东方证券研究所

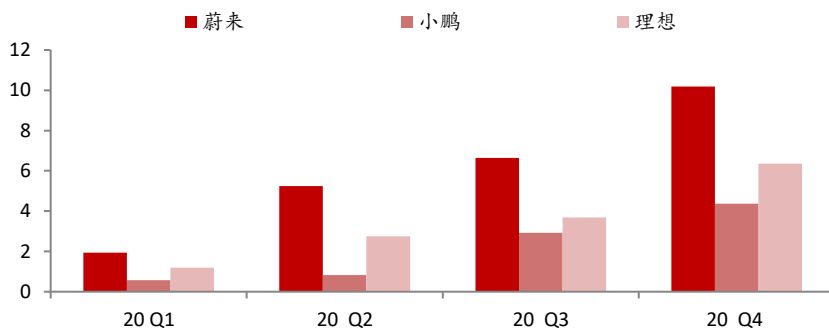
图 12：2013-2020 特斯拉全球交付量



资料来源：公司公告、互联网公开资料、东方证券研究所

新能源造车新势力引领自动驾驶风潮。相比传统燃油车，新能源车是智能驾驶技术更好的载体。新能源汽车结构更简单，采用电机驱动，可通过控制电流的大小精确控制电机的转速，同时转速可以做到线性变化。而传统内燃机相对电动机来说复杂程度较高，可控性没有那么多高，不便于实现更多功能。在特斯拉的引领下，国内新能源造车新势力蔚来、理想、小鹏也紧随其后，越过 L1 直接推出 L2 级别辅助驾驶的车型，并于近两年陆续量产落地，收入呈现爆发式增长的同时也加速了我国自动驾驶产业的发展。

图 13：蔚来、理想、小鹏 2020 年收入（亿美元）



数据来源：wind、东方证券研究所

图 14：造车新势力历代车型介绍

厂商	车型	首发时间	交付时间	自动驾驶系统	自动驾驶级别	自动驾驶芯片	总算力（TOPS）
特斯拉	model 3	2016.04	国际：2017.07 国产：2020.01	最新采用 AutopilotHW 3.0	L2+	自研 FSD	144
	model Y	2019.03	国际：2020.06 国产：2021.01				
蔚来	EC6	2019.12	2020.09	NIO Pilot	L2	Mobileye EyeQ4	2.5
	ET7	2021.01	2022 Q1	NAD	L3	NVIDIA Orin	1016
理想	One	2018.10	2019.11	理想 AD	L2	Mobileye EyeQ4	2.5
	One 2021	2021.05	2021.06	理想 AD	L2	地平线征程 3	10
小鹏	P7	2019.04	2020.07	XPILOT 3.0	L2	NVIDIA Xavier	30
	P5	2021.04	2021 Q4	XPILOT 3.5	L3	NVIDIA Xavier	30

资料来源：各公司官网、互联网公开信息整理、东方证券研究所

科技大厂积极参与智能造车业务。智能汽车是未来十年的黄金赛道，科技企业积极参与其中。海外，大厂苹果积极介入汽车市场；国内，百度早早布局，已积累多年，计划 2022 年推出接近 L4 车型。此外，国内的互联网及科技大厂们通过投资造车新势力蔚来、理想、小鹏积极参与汽车市场。2021 年 3 月小米正式确认参与智能电动车业务，首期投资为 100 亿元人民币，雷军兼任首席执行官。北汽发布全球首款搭载华为智能汽车解决方案的量产车。百度与吉利成立合资公司，首款智能电动车预计将于 2022 年亮相。

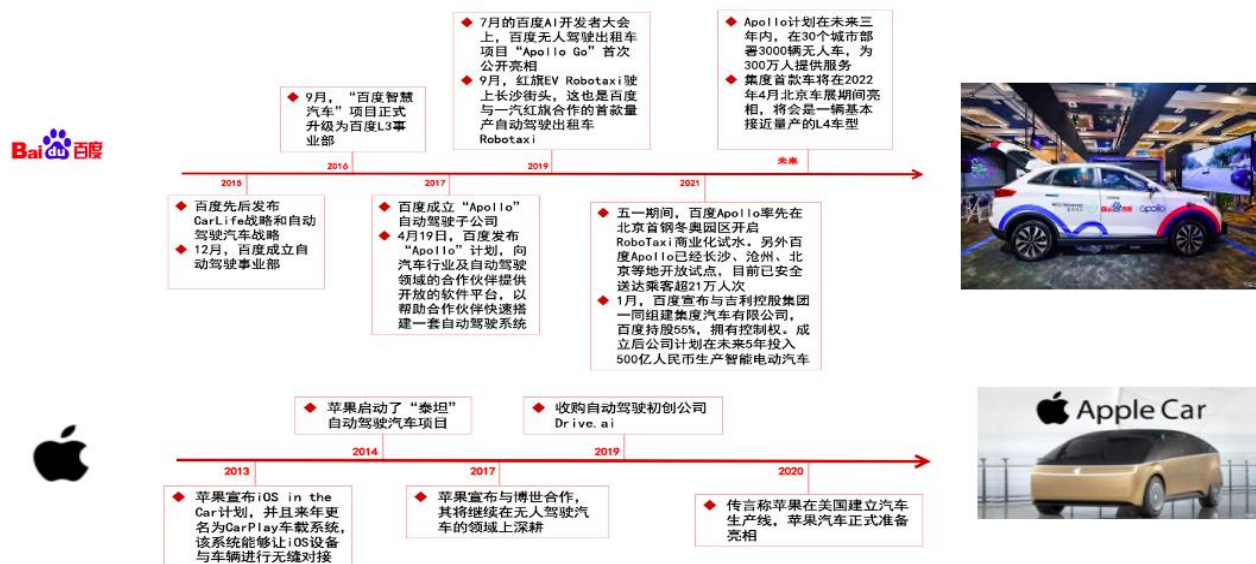
图 15：科技大厂积极投资国内造车新势力

企业	融资说明	时间	金额	互联网、科技企业投资方
小鹏汽车	A 轮、A+轮	2017.06、2017.12	23 亿元	阿里巴巴
	B 轮	2018.01	22 亿元	阿里巴巴
	C 轮	2019.11	4 亿美元	小米
	C++轮	2020.08	接近 4 亿美元	阿里巴巴
蔚来汽车	A 轮	2015.06	1 亿美元	腾讯、京东
	C 轮	2016.06	1 亿元	联想创投
	战略融资	2017.03	6 亿美元	百度、腾讯
	D 轮	2017.11	10 亿美元	腾讯
	债权融资	2019.02	10.85 亿美元	腾讯
	定增、增发	2020.06	48 亿美元	腾讯
理想汽车	C 轮	2019.08	5.3 亿美元	美团、字节
	D 轮	2020.06	5.5 亿美元	美团
	战略融资	2020.07	3.8 亿美元	美团、字节
威马	B 轮	2017.12	10 亿美元	百度
	C 轮	2019.03	30 亿元	百度

	D 轮	2020.09	100 亿元	百度
--	-----	---------	--------	----

数据来源：公司公告、企查查、东方证券研究所

图 16：科技大厂加入造车潮流



数据来源：互联网、东方证券研究所整理

传统车企破釜沉舟，加速追赶。新晋车企的介入也倒逼着传统车企在这波智能化的浪潮中破釜沉舟进行改革。一方面，传统车企通过自研积极布局汽车智能化，另一方面，凭借汽车制造技术的积累，传统车企积极与谷歌、英伟达、百度、阿里、华为等互联网科技大厂合作，协同布局智能汽车。

图 17：传统车企自动驾驶规划

区域	企业	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
欧美	宝马		L2				L3		L4	
	奔驰		L2				L3		L4	
	沃尔沃		L2					L4		
	大众		L2					L4		
	通用		L2					L4		
	福特		L2					L4		
日本	丰田		L2					L4		
	本田		L2					L3		
	日产			L2				L3		
	现代起亚			L2				L4		
中国	上汽		L2			L3		L4		
	一汽		L2		L3		L4			L5
	长安		L2		L3			L4		
	东风		L2				L3			L4
	北汽		L2		L3			L4		
	广汽		L2				L3			
	吉利		L2			L3			L4	
	长城		L2		L3			L4		
	奇瑞		L2				L3			

数据来源：盖世汽车、东方证券研究所

多方势力共同推动，自动驾驶有望加速落地。随着科技公司、造车新势力、传统车企的共同发力，自动驾驶硬件和软件技术有望加速成熟，并伴随成本的下降，智能汽车有望迎来爆发期。

图 18：智能汽车赛道竞争格局



资料来源：界面、东方证券研究所

1.3 自动驾驶成为国家战略，政策扶持下快速普及

各国政府积极推动自动驾驶的落地。全球主要国家和地区都在积极推动自动驾驶的落地，日本和欧盟早在 2014-2015 年便明确要求商用车必须安装 AEB 系统，并于 2019 年将该规定范围延伸至乘用车领域。中国自 2016 年以来在商用车领域连年推出 AEB、LDW 等 ADAS 功能加装要求，我们认为 ADAS 相关的强制导入政策也将辐射至乘用车领域，从而实现 ADAS 车型全覆盖。美国于 2020 年发布了自动驾驶汽车准则 4.0，明确了自动驾驶原则，简化了监管程序，为全面自动驾驶的落地做了前瞻性铺垫。

图 19：各国关于 ADAS 功能导入的相关政策

经济体	时间	政策与简要内容	适用车型
美国	2020	白宫与交通部发布自动驾驶汽车准则 4.0，明确了自动驾驶的十大原则，统一简化监管体系，消除监管障碍，提高政策透明度与一致性，增强美国公众对自动驾驶汽车的信任度	-
欧盟	2015	欧洲新生产的重型商用车强制安装 LDW 和 AEB 系统	商用车
	2019	日本和欧盟等 40 个国家和地区对强制引入自动刹车的规则草案达成协议，要求乘用车和轻型商用车必须安装 AEB，最早 2020 年开始适用	乘用车、轻型商用车
日本	2014	日本逐步实施商用车必须配备 AEB 系统	商用车
	2019	日本政府拟定方针，要求自 2021 年起在日本销售的新车（乘用车和轻自动车）必须配备 AEB 系统	乘用车、轻自动车
中国	2016	《机动车运行安全技术条件（修订稿）》明确指出 11 米以上客车需安装 LDW 和 FCW，所有客车安装 ABS	客车
	2017	于 2017 年 4 月 1 日起正式实施的《营运客车安全技术条件》（JT/T 1094-2016），要求 9 米以上营运客车必须具备 LDWS 和 AEBS，并给出 13 个月过渡期	商用客车

	2017	《机动车运行安全技术条件》(GB7258-2017)指出,车长大于11米的公路客车和旅游客车应装备符合标准规定的LKA和AEB,自标准实施起第49个月对所有新定型车实施	商用客车
	2019	《营运车辆自动紧急制动系统性能要求和测试规程》(JT/T1242-2019)规定,从2019年4月1日起,新产生的超过9米的营运车辆都需加装符合要求的LDW和AEB。	商用车
	2019	工信部完成《道路车辆先进驾驶辅助系统(ADAS)术语及定义》《道路车辆盲区监测(BSD)系统性能要求及试验方法》《乘用车车道保持辅助(LKA)系统性能要求及试验方法》3项汽车行业推荐性国家标准的制修订工作。	乘用车

资料来源：互联网公开信息整理、东方证券研究所

从中央到地方,从顶层设计到地方落实,我国政策暖风加速自动驾驶落地。政策的加速落地一方面是驾驶安全性的考量,用以提升道路安全;另一方面更重要的,智能汽车产业已经上升至国家战略层面,其背后的产业链重构与升级将带来新一轮科技发展机遇,成为国与国之间科技较量的又一主战场,也为我国带来了汽车工业弯道超车的机会。

在自动驾驶汽车渗透率的规划上,我国于2017年发布的《汽车产业中长期发展规划》明确指出,到2020年,汽车驾驶辅助(L1)、部分自动驾驶(L2)、有条件自动驾驶(L3)系统的新车渗透率超过50%,到2025年,自动驾驶汽车渗透率达到80%,其中L2和L3的渗透率达到25%。根据《智能汽车创新发展战略》,到2025年高级别自动驾驶汽车(L4级别及以上)开始实现规模化应用。我们认为在“政策+市场”双重推动力下,自动驾驶行业将会加速成熟落地。

图 20：中国自动驾驶相关战略规划

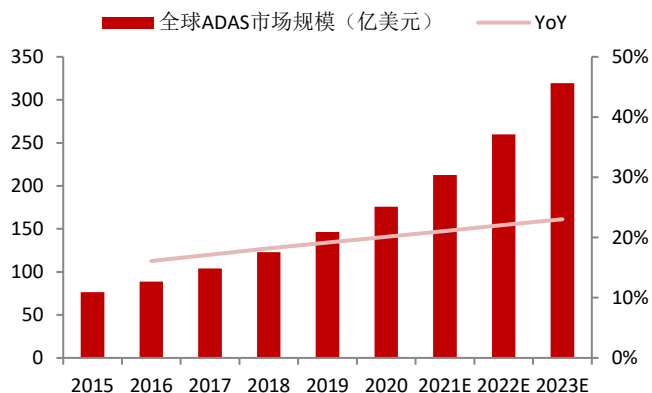
时间	政策文件	部门	主要内容
2016 年 3 月	《“十三五”汽车工业发展规划意见》	中国汽车工程学会	十三五目标:积极发展智能网联汽车,具有驾驶辅助功能(1级自动化)的智能网联汽车当年新车渗透率达到50%,有条件自动化(2级自动化)的汽车的当年新车渗透率要达到10%,为智能网联汽车的全面推广建立基础
2017 年 4 月	《汽车产业中长期发展规划》	工信部、发改委和科技部	到2020年,汽车DA(驾驶辅助)、PA(部分自动驾驶)、CA(有条件自动驾驶)系统新车装配率超过50%,网联式驾驶辅助系统装配率达到10%,满足智慧交通城市建设需求。到2025年,汽车DA、PA、CA新车装配率达80%,其中PA、CA级新车装配率达25%,高度和完全自动驾驶汽车开始进入市场
2017 年 7 月	《新一代人工智能发展规划》	国务院	加强车载感知、自动驾驶、车联网、物联网等技术集成和配套,开发交通智能感知系统,形成我国自主的自动驾驶平台技术体系和产品总成能力,探索自动驾驶汽车共享模式
2017 年 12 月	《国家车联网产业标准体系建设指南(智能网联汽车)》	工信部和国家标准委	到2020年,初步建立能够支撑驾驶辅助及低级别自动驾驶的智能网联汽车标准体系;到2025年,系统形成能够支撑高级别自动驾驶的智能网联汽车标准体系
2017 年 12 月	《北京市关于加快推进自动驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见》和《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则》	北京市交通委	《意见》和《细则》正式为北京地区的自动驾驶测试活动提出了管理规范,也是国内首个相关规范
2018 年 12 月	《车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划》	工信部	到2020年,智能网联汽车产业跨行业融合取得突破,车联网用户渗透率达到30%以上,智能道路基础设施水平明显提升

2020 年 2 月	《智能汽车创新发展战略》	发改委、网信办、科技部等	到 2025 年，中国标准智能汽车的技术创新、产业生态、基础设施、法规标准、产品监管和网络安全体系基本形成，有条件自动驾驶的智能汽车实现规模化生产，高度自动驾驶的智能汽车在特定环境下实现市场化应用；展望 2035 到 2050 年，中国标准智能汽车体系全面建成、更加完善
2020 年 8 月	《海南省智能汽车道路测试和示范应用管理办法（试行）》	海南省工信厅、公安厅、交通运输厅	国内第一个提出对省外封闭测试结果认可、第一个省级办法中允许有条件开展高速公路测试
2020 年 11 月	《新能源汽车产业发展规划（2021-2035）》	国务院	2025 年高度自动驾驶汽车实现限定区域和特定场景商业化应用，2035 年高度自动驾驶汽车实现规模化应用
2021 年 1 月	《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》	工信部	明确道路测试与示范应用主体、安全员及车辆要求，规范道路测试与示范应用申请和审核流程
2021 年 2 月	《国家车联网产业标准体系建设指南（智能交通相关）》	工信部、交通运输部和国家标准委	构建包括智能交通基础标准、服务标准、技术标准、产品标准等在内的标准体系，指导车联网产业智能交通领域的相关标准制修订

资料来源：各部门官网、互联网公开信息整理、东方证券研究所

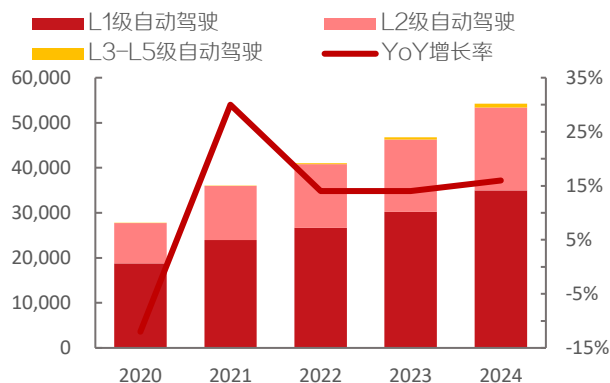
全球自动驾驶市场有望迎来高速增长期。根据 IDC，全球具备自动驾驶乘用车的出货量有望从 20 年的 2774 万辆增长到 2024 年的 5425 万辆，其中 L2 级别及以上自动驾驶车辆出货量从 20 年的 899 万辆增长到 24 年的 1930 万辆，20-24 年 CAGR 为 21%。根据 Statista 的报告，全球 ADAS 市场规模有望从 20 年的 176 亿美元增长到 2023 年的 320 亿美元，20-23 年的 CAGR 为 22%。

图 21：2015-2023 全球 ADAS 市场规模及预测



数据来源：statista、东方证券研究所

图 22：全球自动驾驶汽车出货量及增长率预测（千辆）



数据来源：IDC、东方证券研究所

2 车载摄像头量价齐升，迎来向上加速拐点

2.1 自动驾驶渗透率提升推动载摄像头快速起量

● 车载摄像头助力实现自动驾驶功能

汽车智能化高度依赖于高灵敏传感器的应用，包括车载摄像头、激光雷达、毫米波雷达等，不同的传感器都有其优势和缺陷，为了实现无人驾驶功能性与安全性的全面覆盖，多传感器融合大概率是未来的趋势。短期来看，激光雷达技术仍在快速进步阶段，价格昂贵，而车载摄像头技术成熟且价格便宜，车载摄像头单价均在百元级别，将会迎来快速渗透。

车载摄像头能助力汽车实现不同功能。在自动驾驶系统中，摄像头是实现众多预警、识别类功能的基础，超过 80%的自动驾驶技术都会运用到摄像头，或将摄像头作为一种解决方案。目前车载摄像头种类多样，根据不同自动驾驶功能及其在自动驾驶汽车上的安装位置，车载摄像头可以分为前视、后视和侧视、环视、内置 5 大类型。其中前视摄像头使用频率最高，性能要求也相应提高，通过广角及普通视角摄像头可实现包括前向碰撞预警、车道偏离预警等多重自动驾驶功能；侧视摄像头代替后视镜将成为趋势，以消除汽车后视镜盲区的存在；环视则帮助车主开启“上帝视角”，通过车身周围的多个广角摄像头实现 360°场景还原，形成一副车辆四周的全景俯视图。

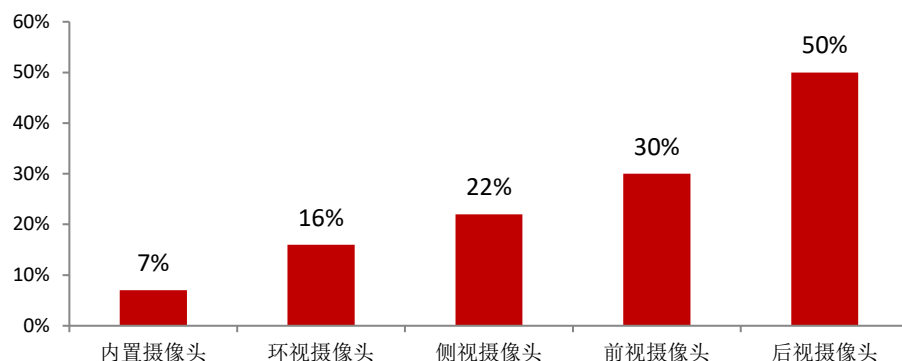
我们与东方证券研究所汽车研究团队一致认为，随着汽车智能化程度的不断提高，对于车载摄像头的需求也逐步从传统的**倒车后视向全场景、多方位拓展，由单摄向多摄迈进，从成像镜头向感知镜头转变**，用于帮助汽车智能系统捕捉外部复杂的环境信息，以及识别车内驾驶员状态。

图 23：不同类型车载摄像头功能

摄像头类型	个数	类别	功能	描述	分辨率
前视	1-4	广角 普通视角	前向驾驶辅助： FCW LDW PCW TSR LKA ADB ACC	FCW（前向碰撞预警）实时监测与前方车辆之距离，当存在潜在碰撞危险时对驾驶者发出警告	1080P 及以上
				LDW（车道偏离预警）通过摄像头识别车道线信息，当车辆发生无意识偏离时系统发出警告	
				PCW（行人防碰撞预警）实现行人监测预警功能	
				TSR（交通标志识别）通过仪表显示摄像头识别出的前方道路标志，并给出相应的警示信息	
前视	1-2	广角 普通视角	行车记录仪 夜视摄像头	LKA（车道保持辅助）辅助纠正驾驶员的无意识偏离车道行为，使车辆回到原车道中	720P 及以上 480P
				ADB（自适应远光灯）通过摄像头识别出来车和前方同向车辆，自动切换远光灯照射范围，避免对其它车辆司机造成炫目	
				ACC（自适应巡航控制）探测与本车道前车之间的距离，并按照设定好的最高时速和两车之前的距离进行巡航	
后视	1-3	广角	倒车影像 流媒体后视镜	当汽车挂入倒档时，摄像头打开并获取车后方状况，显示于中控或内后视镜的液晶显示屏上，辅助驾驶员安全倒车	480P 及以上
环视	4	广角	360 全景环视 自动泊车	通过车上多路摄像头采集四周图像数据，生成 360 度的车身鸟瞰图，并在中控显示屏上显示，辅助驾驶员泊车	480P 及以上
侧视	2-4	普通视角	盲点监测 变道辅助	安装在后视镜下方部位，检测侧后方盲点区域内车辆，在变道和汇入高速公路时起着重要作用	720P 及以上
内视	1-3	普通视角	驾驶员疲劳监测 身份识别 安全录像	拍摄驾驶员面部动态进行识别，实现对驾驶员身份识别、疲劳监测以及危险驾驶行为的监测；在商用车还可进行安全录像	720P 及以上

资料来源：大大通、互联网公开信息整理、东方证券研究所

目前车载摄像头的搭载率仍然较低，前景十分广阔。2019 年前视摄像头在中国各类在售车型中只有 30%，环视和侧视则更低，只有 16%和 22%，而且大多数镜头仍然是低像素的成像镜头，车载摄像头市场未来前景十分广阔。

图 24：中国各类车载摄像头渗透率（2019 年）


资料来源：SEMI WFD、东方证券研究所

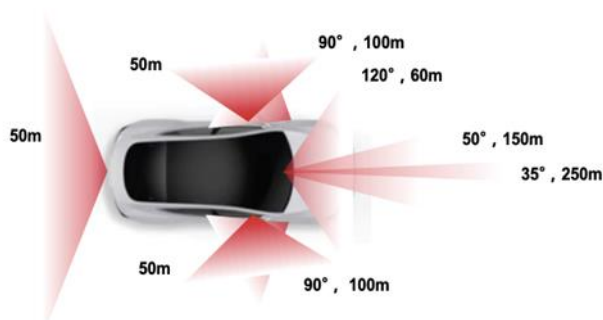
造车新势力积极装配，加速车载摄像头发展。新能源造车势力们在感知硬件的装配上更为激进，一方面促进自动化水平的稳步提升，另一方面科技感、高端感一直是造车新势力们所追寻的、有别于传统车企的一大卖点。相对于传统车企较为保守的车载摄像头部署，如今 2-4 颗前视和 2-4 颗环视摄像头已基本成为各家新能源车企最新车型的标配，小鹏 P5 以及北汽同华为的合作款极狐阿尔法 S HI 版都选择了高达 13 颗的车载摄像头解决方案，领衔摄像头配置竞赛。预计新能源汽车规模的扩张以及造车新势力的崛起将进一步推升车载摄像头的需求量，同时推动各类车载摄像头落地应用进度的加速。

图 25：造车新势力最新车型车载摄像头数量

品牌车型	自动驾驶系统	自动驾驶级别	车身摄像头情况	车内摄像头	总数
特斯拉	AUTOPILOT HW 3.0	L2	8 颗感知镜头：其中前视 3 颗、后视 1 颗，侧视 2 颗，环视 2 颗	1 颗车内监控	9
蔚来 ET7	NAD	L3	800 万像素高清摄像头 11 个：其中前视 4 颗、后视 3 颗、环视 4 颗	-	11
极氪 001	ZAD	L2+	12 颗高清摄像头：7 颗 800 万像素长距离摄像头、4 颗环视、1 颗车外监控	2 颗车内监控、1 颗后流媒体	15
小鹏 P5	XPILOT 3.5	L3	13 颗高清摄像头：环视 4 颗、高感知摄像头 9 颗	-	13
极狐阿尔法 S HI 版	α-PILOT	L4	13 颗高清摄像头 (9 颗 ADAS、4 颗环视)：前视 4 颗、环视 4 颗、侧视 4 颗、后视 1 颗	1 颗车内监控	14

数据来源：各个公司官网、东方证券研究所整理

图 26：特斯拉 Autopilot HW3.0 搭载 8 颗摄像头



数据来源：特斯拉官网、东方证券研究所

图 27：蔚来 ET7 搭载 11 颗方案



数据来源：蔚来官网、东方证券研究所

传统车企积极跟进。造车新势力的异军突起也倒逼传统车厂在新车设计上加速进行智能化革新。奥迪和奔驰先后于 18、20 年率先推出了 L3 级别的自动驾驶车型，分别搭载了 5 颗和 7 颗高清摄像头。预计未来传统车企也将紧跟造车新势力的步伐，与新势力们在硬件配置上一较高下，进一步助推摄像头的装车量。

图 28：传统车企最新车型车载摄像头数量及分布介绍

品牌车型	自动驾驶级别	总数	前视	后视	环视	侧视
奥迪 A8L	L3	5	1	—	4	—
奔驰 S	L3	7	2	1	4	—

资料来源：各个公司官网、东方证券研究所

● 高阶自动驾驶呼之欲出，单车摄像头用量逐级提升

L3 级别可以在特定环境中完成有条件自动驾驶，实现包括拥堵自动驾驶（JTP）、高速自动驾驶（HWP）等功能。这也意味着 L3 将成为 ADAS 与 ADS 的分水岭，从 L3 开始，驾驶员的双手、双脚得到逐步解放，不需要随时处于驾驶状态，成为实现完全自动驾驶的开端。感知层作为实现自动驾驶的第一步，单车搭载的传感器的数量和性能将双双提升，满足高阶自动驾驶系统更丰富的功能实现，同时保证其冗余性、安全性、稳定性。据自动驾驶计算平台提供商的预测，到 L3 级别，单车摄像头用量平均能达到 8 颗，到 L4/L5 阶段有望达到 10 颗以上。随着 L3 级别自动驾驶车辆陆续落地，汽车单车摄像头搭载量将会持续提升。

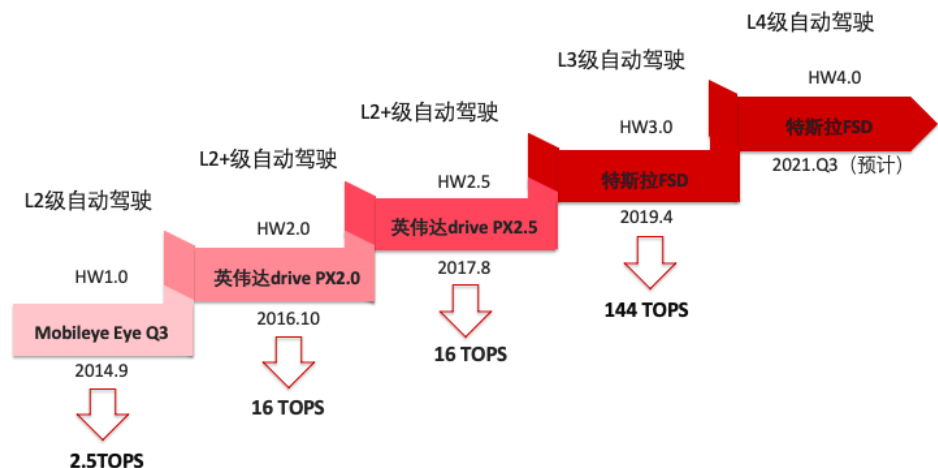
图 29：车载摄像头用量逐级提升



资料来源：互联网、东方证券研究所整理

算力提升助力高像素多镜头落地。自动驾驶水平的提升离不开相关硬件和芯片算力的匹配支撑，在自动驾驶逐级演进的过程中，车载摄像头用量加大，感知层数据量呈指数级增长，而数据处理能力更强、吞吐量更大的 AI 芯片和计算平台则为感知层硬件搭载量的增长打下了坚实的基础。梳理特斯拉自动驾驶硬件进化史，从 HW1.0 到 HW3.0，特斯拉将摄像头数量从 1 颗大幅提升至 8 颗，另配有 12 颗超声波传感器和 1 颗毫米波雷达，算力也同步从最初的 2.5TOPS 大幅跃升至 144TOPS。预计随着 HW4.0 的到来，该套传感器配置也将进行迭代升级以满足更高级别的感知需求，同时每一代产品迭代下平台算力的大幅提升也为其可支持的摄像头数量带来广阔空间。

图 30：特斯拉 Autopilot 系统历代硬件配置情况



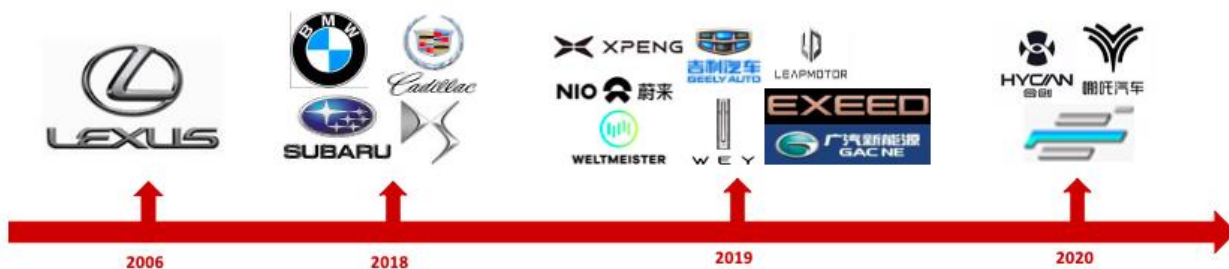
资料来源：盖世汽车、东方证券研究所

● DMS 积极导入，有望迎来爆发起量阶段

DMS (Driver Monitor System) 为驾驶员监测系统的简称，是指驾驶员行驶过程中，全天候监测驾驶员的疲劳状态、危险驾驶行为的信息技术系统。在发现驾驶员出现疲劳、打哈欠、眯眼睛及其他错误驾驶状态后，DMS 系统将会对此类行为进行及时分析，并进行语音灯光提示，起到警示驾驶员，纠正错误驾驶行为的作用。

DMS 或成智能汽车标配。2006 年，雷克萨斯 LS 460 首次配备主动 DMS，2018 年以来，随着 L2 车型的量产，ADAS 行驶安全的问题大大提高了 DMS 的重要性，Tier1 方案商以及芯片厂商积极相继推出 DMS 完整解决方案，主机厂蔚来、小鹏、吉利等纷纷装配。展望未来，一方面法规政策的驱动，另一方面伴随着智能汽车从辅助驾驶到自动驾驶的跨越升级都意味着 DMS 将成为重要的安全保障，推动车内监控摄像头的迅速起量。

图 31：主机厂 DMS 系统的采用历程



数据来源：佐思汽研、东方证券研究所整理

DMS 技术不断发展，以适应 L3 级别自动驾驶极致安全需求。到 L3 级别，汽车将实现有条件自动驾驶功能，而当驾驶场景超出系统的能力范围后，驾驶权能否顺利地从机器交还到人类司机，如何确保人有能力接管，这就需要系统能随时理解人类司机的当前状态，DMS 也因此成为自动驾驶级别汽车“零事故”安全需求下不可或缺的一部分。

图 32: Tier1 方案商 DMS 产品对比

	博世	电装	现代摩比斯	法雷奥	伟世通
产品	车内监控系统	Driver Status Monitor	Driver Monitoring System	DMS 驾驶警示系统	Driver Monitoring System
推出时间	2019 年	2014 年	2019 年	2017 年	2018 年
量产时间	2022 年	2014 年	2021 年	2019 年	2020 年
技术路线	近红外	近红外	近红外	近红外	近红外
摄像头位置	方向盘内置（驾驶员）；后视镜上/下方	中控台、仪表台上方、A 柱	仪表台上方等	可支持转向柱上方、仪表盘、中控或车顶模	方向柱上方等
实现功能	驾驶员监控、账户管理、多模块交互、后排儿童看护	疲劳监测、分心监测、驾驶坐姿	驾驶员识别、疲劳监测、分心监测	走神检测、打瞌睡识别、人脸识别、情绪和性别的识别	驾驶员识别、疲劳监测、分心监测
探测方式	面部特征、动作识别	面部特征、坐姿位置	视线追踪、面部特征	面部/头部特征	面部特征、情绪识别、头部特征、视线追踪
探测行为	眼睑状态、视线及头部位置、后排座位等	眼睑移动、驾驶员位置	眼睑状态、视线及头部位置	性别、呼吸、心跳以及衣着和体表温度等	头姿势估计、注视估计、眼睑状态等
主机厂客户	/	日野汽车	/	WEY	合创、广汽新能源

数据来源：佐思汽研、东方证券研究所整理

法律法规助力 DMS 成为刚需。研究表明超过六成的交通事故是由于驾驶员注意力分散或疲劳驾驶所致,其中 94%的追尾事故是由于驾驶员分心。因此,为了确保行车安全,各国政府相继出台相关法规政策,强制规定 DMS 装车。欧洲方面,根据 Euro NCAP 发布的 2025 路线图要求,从 2022 年 7 月开始,新车必须配备 DMS。我国也已立法对商用车强制装配 DMS 系统,乘用车搭载要求也在推进制定中。

据佐思汽研数据,2019 年在中国主动 DMS 系统的乘用车新车安装量为 10,170 套,同比增长 174%。20Q1 安装量为 5,137 套,同比增长 360%。当前 DMS 正在快速起量,并有望在市场和政策的双重推动下迎来爆发。

图 33：各国 DMS 相关法律规定

地区	时间	DMS 相关政策与法律法规	具体内容
欧洲	2017	欧盟 NCAP《2025 发展路线图》	将 DMS 列入初级安全系统，2024 年起，新车必须配备 DMS； 将 DMS 测试纳入其五星碰撞评级计划，并已在 2020 年评级中使用
	2018	欧盟委员会 SWD 准备性文件	车辆强制使用疲劳监测和注意力检测功能
	2020	《通用安全法规》	所有四轮或更多车轮的车辆中安装视觉 DMS。2022.06-2024.06，驾驶参与度监控(适用于 Level 2+和 Level 3 自主车辆 DMS)；2024.06-2026.06，驾驶注意力分散高阶预警系统(适用于 Level 0~2 车辆 DMS)
中国	2017	《中华人民共和国交通运输行业标准》	将 DMS 作为车载视频系统的可选系统
	2018	《交通运输部关于推广应用智能视频监控报警技术的通知》	对“两客一危”等商用车车型安装 DMS 系统做出强制要求，乘用车搭载要求也在推进制定中
美国	2017	美国国家运输安全委员会（NTSB）	建议制造商们在具备 L2 及以上级别功能的车上配备 DMS，以确保适当的驾驶员参与
	-	美国国家高速公路交通安全管理局（NHTSA）	发出征求避免不当驾驶技术的通告，收到了包括 Seeing Machines、Veoneer 与反酒驾组织 MADD 的提案，表明了 DMS 的重要性

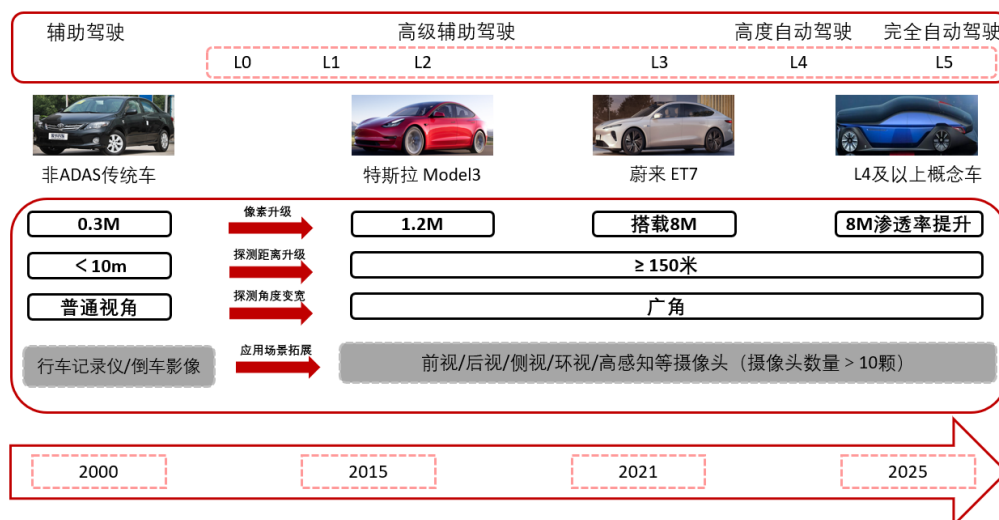
数据来源：互联网、东方证券研究所整理

2.2 从成像到感知，车载摄像头单颗价值提升

从成像到感知，从智能手机到智能汽车，摄像头技术工艺升级。相对于手机摄像头等消费电子，安全问题的存在使得车载摄像头技术壁垒更高，对摄像头的性能及其稳定性和可靠性都提出了更高的要求。尤其是带有 ADAS 功能的感知摄像头，在传统的拍照、摄像等基础功能之外，还需要准确捕捉图像，对目标物体进行精准测距。ADAS 摄像头需要完成识别（障碍物是什么）和测距（本车与前方障碍物距离）两项工作，也因此对摄像头的防震性、持续聚焦特性、杂光强光抗干扰性、工作时间和使用寿命等都有较高的要求。严格的性能要求也使得车载领域具有较高的技术壁垒，认证周期长，客户长期稳定。产品一般需要经过 1-2 年研发周期、1-2 年左右的认证周期才能够供货，较长时间的认证壁垒使后来者难以竞争。同时一旦通过认证，签约后合作周期能够达到数年，订单稳定性非常高。

随着驾驶自动化程度的提升，车载摄像头像素以及探测距离也在不断提升，从早期的 30 万像素的倒车影像，到特斯拉 120 万像素的自动驾驶镜头，再到最新蔚来发布的 ET7 的 11 颗 800 万像素 ADAS 镜头，探测距离已经实现了从十米级到数百米级的突破。800 万像素镜头在 FOV 更大的情况下，感知距离依然能够翻三倍，感知内容却更加精细，有望替代低像素摄像头成为前摄主流配置。我们认为在自动驾驶演进的浪潮下，车载摄像头的规格升级将是大势所趋，其应用也将从基本的倒车影像（后视）向工艺难度更大，附加值更高的前视、侧视 ADAS 摄像头拓展，倒逼产业链中游的镜头、CIS、模组等部件供应商迭代更新技术工艺，从而推升车用摄像头的价值量。

图 34：ADAS 推动车载摄像头全面升级



资料来源：东方证券研究所整理

2.2.1 ADAS 摄像头步入高像素时代，非球面玻璃用量提升

摄像头分辨率提高，支持智能驾驶性能提升。在保证安全性与稳定性的基础上，高清像素和清晰成像效果成为 ADAS 镜头新的追求点。2015 年特斯拉 Model3 将车载摄像头像素提高至 120 万像素，2020 年蔚来 ET7 率先装配 800 万像素的前视摄像头，有望引领 ADAS 前视摄像头进入 800 万像素时代。通常 100 万像素分辨率摄像头可以在 30 米左右的地方探测到行人，而 800 万像素分辨率的摄像头可靠探测距离可以超过 200 米。

车载镜头工艺全面升级。手机摄像头多采用塑料镜头或玻塑镜头，其优点在于成本低、工艺难度低，适合大批量生产。然而受限于本身材质，塑料镜片在透光率、折射率、色散等性能上均存在天花板，相较于玻璃镜片的物理性能差太多，无法满足车规级要求，因此车载镜头大多采用性能更好、量产难度更大的玻璃镜片。

图 35：车载摄像头镜头材质比较

特点	塑料	玻璃	玻塑
工艺难度	低	高	高
量产能力	高	低	低
成本	低	高	高
耐热性	低	高	两者之间
透光率	92%	99%	两者之间
应用领域	手机	单反、车载镜头、扫描仪	高端手机、车载镜头、安防
主要厂商	大立光、舜宇、玉晶光等	佳能、尼康、蔡司、舜宇、联创电子等	联创电子、舜宇、瑞声科技等

数据来源：搜狐、东方证券研究所

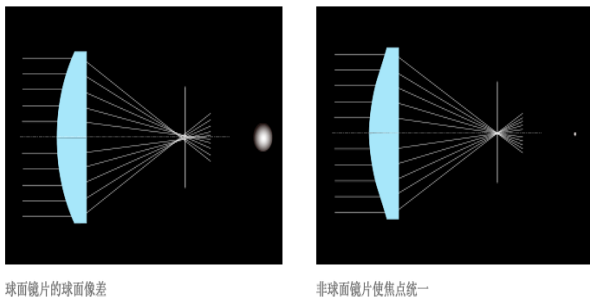
图 36：车载镜头 vs 手机镜头

		车载镜头	手机镜头
镜头材质		全玻璃/玻塑混合	塑料/玻塑混合
光学性能	透光率	99%	92%
	最高耐温	300℃左右	100℃左右
	折射率	2	1.65
	耐磨性	较佳	差
		轻巧程度	较重
主流像素		1.2MP - 8MP	12MP - 64MP
角度		对于环视和后视，一般采用 135°以上的广角镜头，前置摄像头对视距要求更大，一般采用 55°的范围	60° - 80°
技术要求		<ul style="list-style-type: none"> •核心要求为安全，恶劣环境（雨雪、尘雾等）下的稳定拍摄 •抗震：保证在颠簸的路况下正常工作 •防磁：车辆启动时会产生极高的电磁脉冲，需要极高的防磁性能 •使用寿命与车辆寿命匹配，至少为 8-10 年 	核心衡量标准为像素、单像素尺寸、光圈，追求成像效果，通常使用寿命 2-3 年

资料来源：互联网公开信息整理、东方证券研究所

车载摄像头分辨率的提升意味着需要解像能力更高的镜头，玻璃非球面用量提升。球面镜片因为镜面曲线形状单一，多少都会产生一些像差和色差，容易导致影像不清、视界歪曲、视野狭小等不良现象。非球面镜片可使焦点一致，能够使多角度入射的光线理想地集中至一点，从而尽量减少镜片所产生的像差色差，对提高成像质量、扩大视场范围以及减小光学镜头的外形尺寸和重量等起着积极作用。

图 37：非球面镜片减少像差



资料来源：佳能、东方证券研究所

图 38：玻璃非球面镜片扩大视场范围



资料来源：舜宇光学、东方证券研究所

非球面玻璃镜片从设计到加工，工艺难度极高。非球面玻璃镜片的加工技术主要分为 3 种：超精密加工、光学机械加工以及模具压制技术（又称为模造技术），其中前两种工艺皆需透过人工磨制，

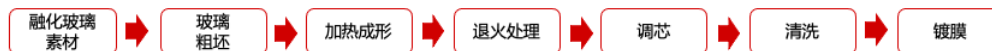
在工时长且产能有限的情况下，成本高昂。第三种模造技术则是目前主流的使用工艺，在程序上较为简化也较符合经济效益，比起传统玻璃铣磨更利于标准化大规模生产，但技术门槛较高。相比前两种冷加工的方法，模造技术属于热加工，对模具和材料特性要求更高，目前只有日本豪雅、联创电子等少数光学厂商掌握该工艺。

图 39：模造 vs 传统非球面玻璃工艺流程

传统加工法流程



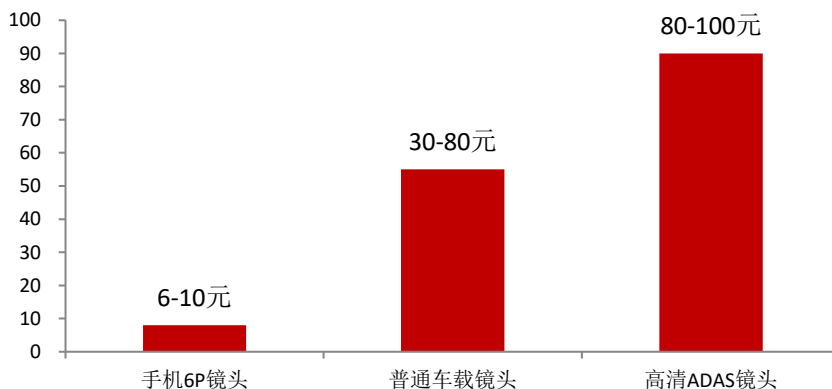
模造法流程



资料来源：搜狐、ittbank、东方证券研究所

我们认为 ADAS 摄像头高清化、宽视场角等高性能诉求将使得非球面玻璃镜头的需求量加大。技术工艺和量产难度的双重升级将驱动车载镜头价值提升。

图 40：车载摄像头镜头价格比较（元）



资料来源：搜狐、东方证券研究所整理

2.2.2 车规级摄像头催生新技术，助推 CIS 单颗价值

与手机摄像头不同，汽车往往要应对复杂多变的路况环境和极端恶劣的天气情况，车载摄像头也因此需要达到更严苛的标准，而 CIS 作为其中的核心部件，就需要解决包括 HDR、LFM、低照等关

键技术难题以匹配车载摄像头高像素、高性能、高稳定性的趋势，新的应用技术以及原有工艺水平升级也随之成为大势所趋，推升载 CIS 的单位价值。

图 41：车载 CIS 技术要求

车载 CIS 性能	具体要求
高动态范围 HDR	车载 CIS 需要能够将低照和高亮的区域都表现出来。汽车图像传感器的动态范围要超过 120dB，达到 120dB-140dB 之间
LED 闪烁抑制 LFM	LED 灯亮和灭的频率人眼无法分辨，但图像传感器可以，容易捕捉到 LED 熄灭的状态。汽车要求 sensor 输出的图像要和人眼看到的图像一致以正确地读取标志
温度范围	车载 CIS 温度范围要求极端苛刻，需要适应极冷极热的温度差，能够在下至零下 40℃，上至 105℃的条件下正常工作运转
低照	在较低光照度的条件下仍然可以摄取清晰图像，需要在夜间街道上检测到行人、周边的路况和环境

资料来源：电子发烧友网、东方证券研究所

1) 高动态范围 (High-Dynamic Range, 简称 HDR) 是场景中最高光强度与最低光强度的比率，是用来实现比普通数位图像技术更大曝光动态范围（即更大的明暗差别）的一组技术。HDR 越高意味着它可以很好的保留光线强弱不同的区域细节，明亮处和黑暗处都可以很好的还原呈现。

2) LED 闪烁 (LED Flicker Mitigation) 是指 LED 灯通常以频率（通常为 90Hz）进行闪烁，肉眼无法识别，但快门时间更短的图像传感器可以，因此一旦相机曝光时间过短，就会出现曝光时间与 LED 开启时间错位的情况，导致采集到明暗错误或持续闪烁的图像信息。

实际场景中 LED 灯闪烁和高动态范围有时会同时出现，比如在夜间的街道，车大灯、广告灯都以 LED 灯居多，当 LED 灯非常明亮时，明暗对比也非常剧烈，也就带来了高动态范围的要求。对于自动驾驶系统而言，上述两个问题容易引起系统的误判，甚至是酿成严重后果。自动驾驶开发已经逐步开始向更高级别迈进，汽车也愈发依靠 CMOS 图像传感器来提供准确的图像数据、判断路况，HDR 和 LFM 也成为了 CIS 升级绕不开的关键问题所在。

图 42: HDR 成像效果



资料来源：豪威官网、东方证券研究所

图 43: LED 闪烁抑制成像效果



资料来源：豪威官网、东方证券研究所

针对上述问题，其解决方案按照不同实现途径可分为**硬件扩展动态范围**（包括大小像素融合、像素内增加大阱容技术）和**软件扩展动态范围**（主要指时域多次曝光融合技术）两类，其中软件扩展动态范围比较容易实现，其本质是在时间域的多次曝光技术，分次获取高动态范围场景部分信息，但无法达到抑制 LED 闪烁功能的效果，而大小像素曝光和像素内增加大阱容可以同时解决高动态范围和 LED 闪烁抑制。

1) 时域多次曝光融合：其原理是指通过对同一场景做多次曝光得到一系列低动态范围图像后进行合成。通俗来说就是连续拍两三张照片然后融合成一张照片。不同的曝光之间灵敏度不一样，采集的亮度不同，从而实现动态范围的扩展。其缺点在于多次曝光在时间上有滞后，会导致鬼影的问题。

图 44: 时域多次曝光融合成像效果

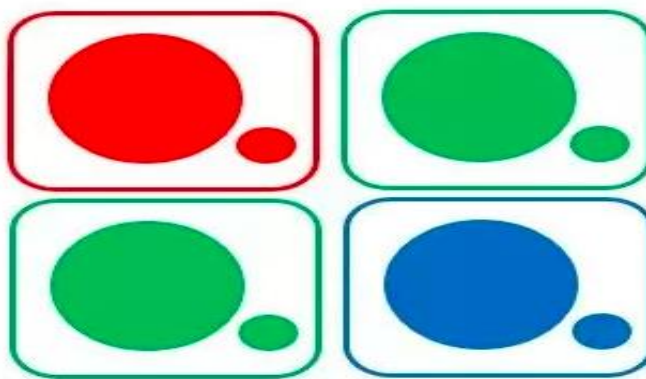


注：左边为连续拍的三张照片，右边为融合后的成像效果

资料来源：搜狐、东方证券研究所

2) 大小像素融合：与时域多次曝光融合原理相似，但大小像素通过对硬件传感单元进行重新设计然后组合成像。使用该技术的传感器在相邻位置有一大一小两个像素，不同像素下光通量不同，照片亮度也自然不同。将同时拍摄的、不同像素的两张照片融合在一起，大像素可以把暗的地方拍清楚，小像素把亮的地方拍清楚，两者结合以实现高动态。该方案的缺点在于虽然曝光次数只有一次，但有两种尺寸，像素之间的串扰、敏度之间的差异致使其具有一定的局限性。

图 45：大像素和小像素结构



资料来源：搜狐、东方证券研究所

3) 像素内增加大阱容：是一种传感器附加硬件扩展的方法，采用空间光学调制器以达到对传感器的光强进行调制的目的。该方法原理简单效果明显，但是控制复杂，整体系统设计实现难度较大。

相较于手机端 CIS 单价一般在 1-10 美金，汽车 CIS 单颗价值可能高达 20 美金以上。除了技术规格更高以外，车用 CIS 晶圆尺寸更大也是一大原因。

图 46：车载摄像头像素尺寸和价值量高于手机摄像头

终端应用	像素（万）	镜头尺寸（"）	像素尺寸（ μm ）	帧速率（fps）	单价（美元）
手机	500	1/3.20	1.75	30	约 1.9
	800	1/3.20	1.4	30	约 1.2
汽车	200	1/2.90	3	60	约 6.6
	130	1/2.56	4.2	30	约 11.6

注：相似规格的不同型号芯片价格可能根据采购量等因为有一定差异

资料来源：中国供应网、东方证券研究所

2.2.3 车载模组价值量提升，产业链加速转向中国

相比手机摄像头模组，车载摄像头模组价值量显著提升。ADAS 车载摄像头关系到驾驶安全，因此对摄像头安全要求严格，需具备更高的光轴准确性、气密性、稳定性、兼容性等。手机摄像头模组价值量相对较低，单价常低至约 20 元，相对而言，车载摄像头模组价值量更高，普通车载摄像头模组价格在 100-200 元，高清 ADAS 车载摄像头高达 400-600 元。

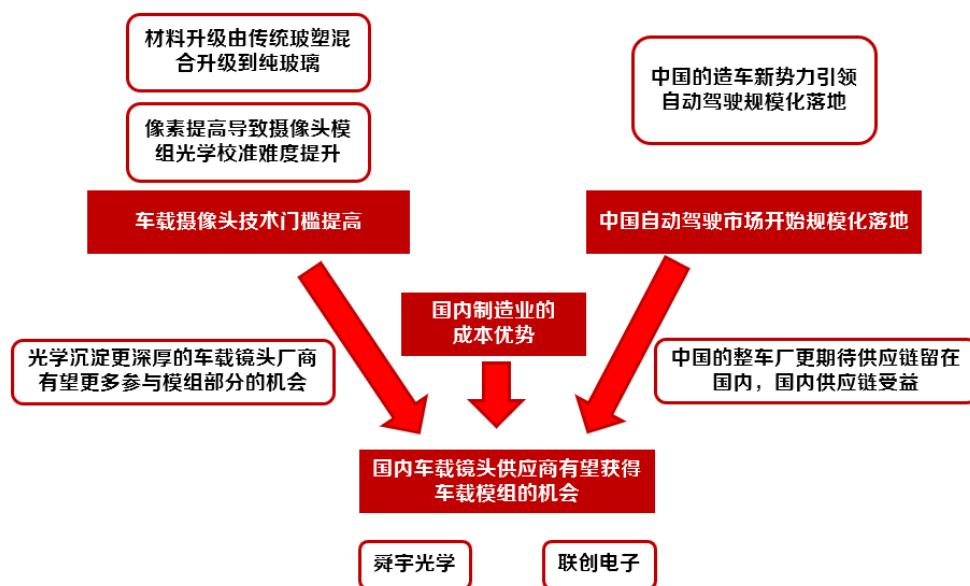
图 47：车载摄像头模组要求更高

车载摄像头要求	描述	解决方案
光轴准确性要求高	光轴偏转角度过大导致 360 摄像头拼接与前视摄像头距离测量等功能误差变大	需要采用 AA 工艺的设备来调整镜头和 sensor 位置，保证光泽与下面的焦点
气密性要求增加	裸露在外的 360 环视摄像头易进入水汽，变温起雾严重影响其功能	需提供各类壳体组装、点胶固化等设备保证工艺质量，并配备精密气密测试仪的检测设备
兼容性需求增加	机型增加使摄像头接口等硬件不一致	要求配备支持不同解码版定制的各种接口类型图像采集卡及支持不同接口摄像头快速唤醒的设备结构
摄像头稳定性要求高	过高的上电时序要求等导致闪屏、黑屏	需内置图像采集卡及相关测试程序来检测闪屏、黑屏等问题
摄像头参数标定要求高	摄像头质量缺乏量化指标	要求提供摄像头内参等精准标定设备

资料来源：互联网公开信息整理、东方证券研究所

国内车载模组产业链兴起，车载镜头厂商有望受益。自动驾驶对车载摄像头技术指标要求更高，因此车载摄像头整体变的更加精密，这对模组厂商的光学校准、光学标定都提出了更高的要求，传统车载摄像头模组主要由 tier1 来完成，自动驾驶车载摄像头对光学的高要求给了光学技术沉淀更深厚的镜头厂商更多参与模组部分的机会，同时国内整车厂尤其造车新势力引领全球，率先落地高级别自动驾驶车辆，配套产业链，例如车载摄像头模组，加速转向中国大陆，此外，中国制造业公司本身也更具成本优势，舜宇、联创等车载镜头厂商有望深度受益。

图 48：国内光学镜头厂商有望迎来更多的机会



数据来源：东方证券研究所整理

2.3 车载摄像头市场规模测算

关键假设

- 1) **单车摄像头用量**: L1 级别车辆搭载一个后视镜镜头, L2 级别自动驾驶车载镜头搭载量从 2020 年的 6 颗增长 2025 年的 7.3 颗, L3 级别自动驾驶车载镜头搭载量从 2020 年的 10 颗增长 2025 年的 11.6 颗。
- 2) **摄像头单价**: 随着产业链的成熟以及产能的释放, 我们预计 20-25 年摄像头单价呈现下降趋势。其中前置和侧视感知镜头年降 5%, 其他镜头年降 2%。
- 3) L1-L4 级别的乘用车销量为 IDC 预测。

根据我们的测算, 全球车载摄像头市场规模 2021 年 55 亿美金, 到 2025 年将增长到 105 亿美金, 20-25 年, 全球摄像头市场规模 CAGR 为 21%。

图 49: 车载摄像头空间测算

车载摄像头空间测算						
年份	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球汽车销量 (万)	9100	9282	9468	9657	9850	10047
不同级别自动驾驶车辆销量 (万辆)						
L1	1874	2392	2665	3018	3495	3818
L2	896	1204	1414	1611	1843	2110
L3-L5	3.2	8.4	19.6	47.6	86	181
单车摄像头用量						
L1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1
L2	6.0	6.2	6.5	6.7	7.0	7.3
L3-L5	10.0	10.5	11.0	11.2	11.4	11.6
行车记录仪	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70
车内监控单车用量	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
不同类型摄像头单价 (元)						
倒车影像	150	147	144	141	138	136
车内监控	140	137	134	132	129	127
前视摄像头	600	570	542	514	489	464
侧视监控	550	523	496	472	448	426
行车记录仪	140	137	134	132	129	127
环视监控	200	196	192	188	184	181
市场规模 (亿元)						
L1	28	35	38	43	48	52
L2	202	265	305	341	383	432
L3-L5	1	4	8	20	35	70
车内监控单车用量	13	25	38	51	64	76
行车记录仪	23	31	35	40	47	54
总计(亿元)	267	360	425	495	577	684
总计 (亿美元)	41	55	65	76	89	105

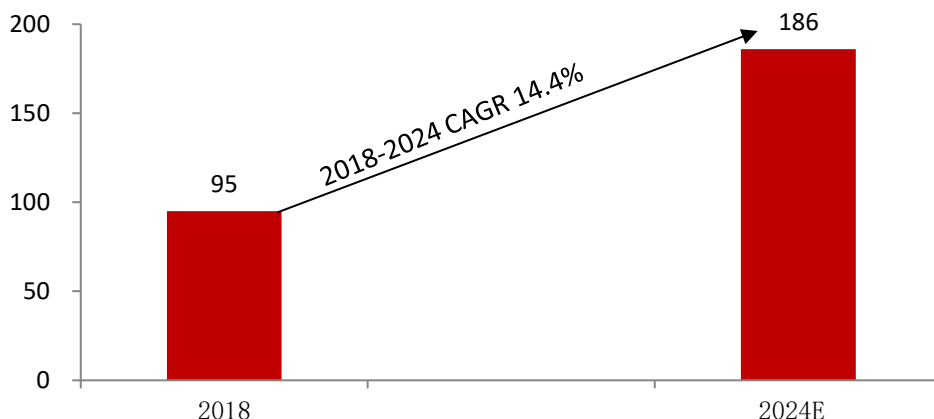
数据来源: IDC、东方证券研究所测算

2.4 受益于车载光学起量, 车用 ISP 市场持续增长

车载摄像头用量的提升也带来了 ISP 市场空间持续提升。ISP (Image Signal Processor), 即图像信号处理器, 是车载摄像头的重要构成组件, 主要作用是对前端图像传感器 CMOS 输出的信号进行运算处理。依赖于 ISP 处理器, 驾驶员才能够通过车载摄像头看清楚周围环境, 从而决定接下来

的驾驶。根据 Yole 的预测，视觉处理芯片规模有望从 2018 年的 95 亿美元增长到 2024 年的 186 亿美元，18-24 年 CAGR 为 14%，其中 2018 年 ISP 占比约 37%。

图 50：视觉处理芯片市场规模及预测



数据来源：yole, 东方证券研究所

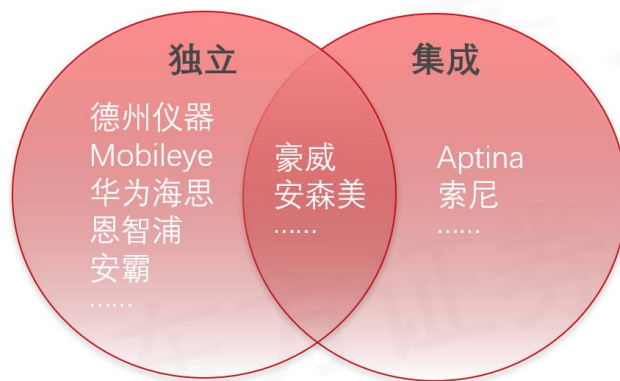
车用 ISP 有独立（外置）和集成（内置）两种方案。独立 ISP 芯片的性能强大，但成本较高。CMOS 传感器供应商也推出内置 ISP 的 CMOS 图像传感器集成产品，成本低、面积小、功耗低、但能够完成的算法相对简单，处理能力较弱。

图 51：两种 ISP 架构方案比较

	独立 ISP	集成 ISP
性能	强大	较弱
成本	较高	较低
算法复杂程度	较难	较易

数据来源：东方证券研究所整理

图 52：车用 ISP 的主要供应商



数据来源：东方证券研究所整理

科技企业及芯片大厂加速布局车用 ISP。 1) IP 供应商 ARM 在 2017 年宣布推出首款完全自研的针对 ADAS 的 ISP 芯片 Mali—C71；2) 国内专注安防领域富瀚微在 2018 年 8 月宣布推出百万像素以上的车规级 ISP 芯片 FH8310，且与国内著名车企 BYD 合作并快速量产；3) 阿里达摩院推出自主研发 ISP 处理器，已经运用于旗下自动驾驶物流车；4) 北京君正收购北京矽成后，车载 ISP 研发也在加速进行中。

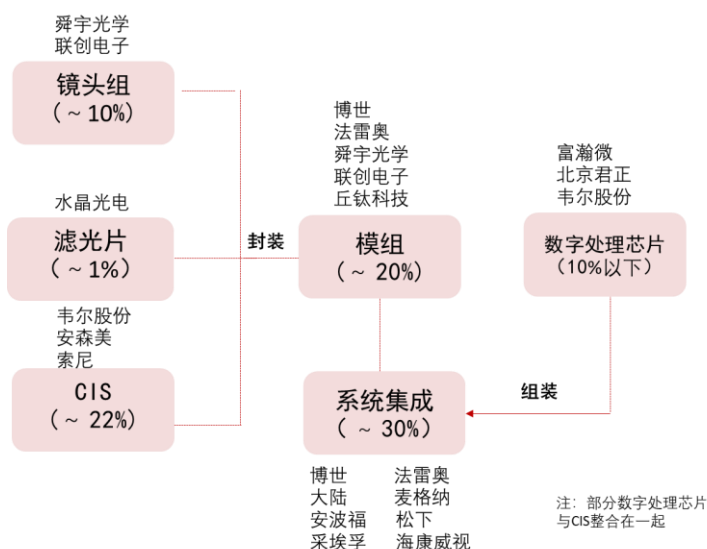
CMOS 传感器厂商是另一大参与者。 CMOS 厂商则凭借在视觉图像领域的长期积淀，与图像传感器的研发、生产、销售共享资源，从而带来协同效应。豪威科技和安森美两家提供多款内置 ISP 芯

片的汽车 CMOS 图像传感器之余，还提供独立的 ISP 芯片产品，而相索尼则以图像传感器和 ISP 集成于一颗芯片的内置方案为主，不销售独立 ISP 产品。

3 产业链投资机会

车载摄像头主要由镜头、CMOS 图像传感器、滤光片和模组、数字处理芯片等零部件组成，传统模式下常常由 Tier 1 组装，新兴模式下手手机摄像模组厂更多介入车载模组组装。在车载摄像模组成本构成中，CMOS 图像传感器仍是核心部件，占整个集成系统成本的~22%，其次镜头和模组价值占比分别为~10%和~20%。

图 53：车载摄像头产业链梳理



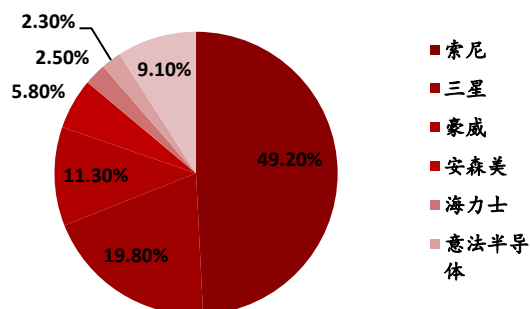
数据来源：东方证券研究所整理

韦尔股份：车载 CIS 地位稳固

韦尔股份(603501，买入)子公司豪威科技是全球第三大 CIS 供应商，在汽车领域市占率约 2 成，排名全球第二，仅次于安森美。公司于 2005 年开始量产第一颗车用图像传感器，一直在车用 CIS 领域深耕，在技术、客户等方面形成了先发优势和竞争壁垒。技术方面，豪威 OX01A 是世界上首个量产的具备 LED 闪烁均衡(LFM)技术的车载 CIS。2019 年 5 月，公司推出搭载最新 HDR 和 LFM 引擎(HALE，HDR and LFM Engine)组合算法的 OAX4010 汽车图像信号处理器，为行业树立新标杆。今年 4 月，豪威加入英伟达自动驾驶汽车发展生态系统并推出了第一组与英伟达 DRIVE AGX AI 计算平台兼容的 CIS 系列。

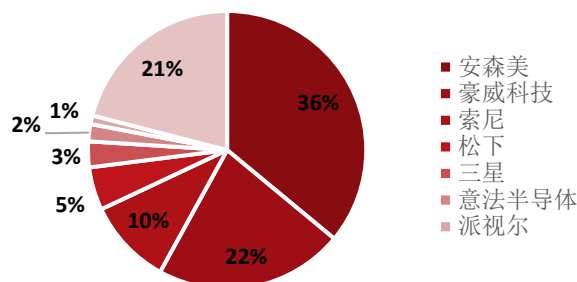
豪威产品用于奔驰、宝马、丰田、大众、特斯拉等整车，目前豪威车用 CIS 主要销给欧洲客户，并正与更多中国厂商的合作，进一步提升市占率。

图 54：2019 年全球 CIS 市场竞争格局



资料来源：产业信息网、东方证券研究所

图 55：车用 CIS 市场份额占比



注：不同统计口径下豪威份额有所差异

资料来源：yole、东方证券研究所

此外，韦尔也深入布局车载视觉处理技术，并通过独立 ISP 或与 ISP 与 CIS 整合的芯片与 CIS 业务形成协同效应。

图 56：豪威独立 ISP 芯片产品介绍

ISP 型号	分辨率 (MP)	帧率 (fps)	应用
OAX4010	2	60	业界领先的 LED 闪烁抑制和高动态 ISP
OV490	1.4	60 (单传感器); 30 (双传感器)	下一代 ADAS 高质量图像和视频处理 ISP
OV491	2	60 (单传感器); 30 (双传感器)	小型环视 ISP
OV492	1.4	60	后视镜高动态 ISP
OV493	1.4	60	经济高效型环视 ISP
OV495	2	45	高性能汽车成像 ISP
OAX4000	8	60	高性能 ASIC ISP，降低汽车摄像头设计的复杂
OAX8000	5	30	采用 AI 技术的汽车专用集成电路(ASIC)，集 经处理单元(NPU)和 ISP 的、DMS 专用 SoC

数据来源：豪威官网、东方证券研究所

图 57：豪威内置 ISP 的车用 CIS 产品举例

内置 ISP 的车用 CMOS 图像传感器
OAX4000
OAX8000
OV10626
OV10626
OV10635
OX01E10

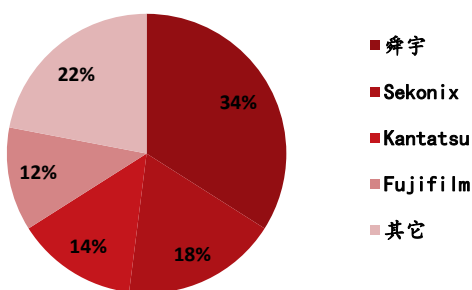
数据来源：豪威官网、东方证券研究所

舜宇光学：全球车载镜头龙头，丰富车载产品线

舜宇光学科技(02382，未评级)深耕光学领域近三十年，业务涵盖三大类 1) 光学零组件：包括玻璃/塑料镜片、平面产品、手机镜头、车载镜头、安防监控镜头及其他各种镜头；2) 光电产品：包括手机摄像模组、3D 光电模组、车载模组及其他光电模组；3) 光学仪器：包括显微镜及智能检测设备。公司龙头地位稳固，2019 年手机镜头市占率全球第二，车载镜头市占率 34%，自 2012 年起连续七年排名第一。

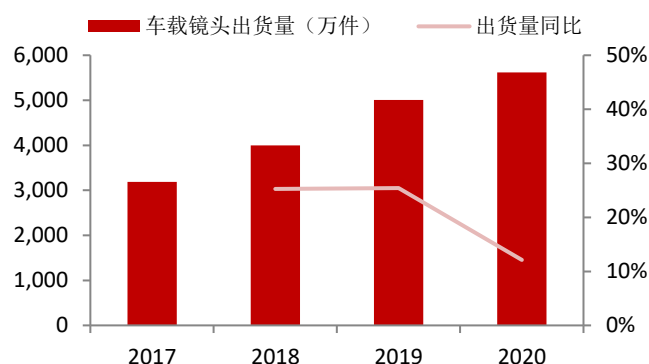
车载镜头需要通过 IATF16949 体系认证，满足车规级要求，并且客户认证周期长，供应体系相对封闭稳固，因此行业集中度较高，已经形成“舜宇领衔+日韩系厂商跟随”的竞争格局。公司已经实现前视、后视、环视、侧视以及内视镜的全覆盖，拥有从光学镜片加工、镜头组装及模组封装的全产业链布局，客户遍及欧美、日韩和国内的主流车企以及 Tier1 厂商。2020 年，公司 800 万像素玻璃非球面镜片的前视车载摄像头实现大批量交付，进一步向车载镜头的高端化、清晰化迈进。公司在光学领域积累深厚，龙头地位稳固，将受益于智能化浪潮下车载摄像头的大爆发。

图 58：2019 年全球车载摄像头镜头市场竞争格局



资料来源：ICVTank、前瞻产业研究院、东方证券研究所

图 59：舜宇车载镜头出货量持续提升



资料来源：公司公告、东方证券研究所

此外，舜宇也深入布局 HUD、激光雷达、智能大灯、地面投影等车载光学相关业务。

联创电子：模造非球面玻璃镜头构建核心竞争力，跟随方案商空降自动驾驶赛道

联创电子(002036，买入)是国内老牌光学厂商。光学业务起步于 2009 年，主要产品为手机镜头、车载镜头、高清广角镜头及其配套影像模组，覆盖智能手机、平板电脑、运动相机、智能驾驶、VR/AR 等多个领域，是公司目前的主要利润来源和发展重心。

车载摄像头全产业链布局，精准卡位车载摄像头爆发风口。公司全方位布局车载摄像头，包括光学精密模具设计制造、非球面玻璃镜片模压成型、高端全玻璃车载镜头生产制造、高清广角影像模组装配等环节，形成了模具设计制造-镜片加工-影像模组研发全产业链布局，利于公司对产品品质及良率的把控，并形成成本优势。**其中模造非球面玻璃镜头构筑了公司核心竞争力**，联创电子是为数不多掌握了模造技术的厂商，该项技术国内领先。

联创空降高端领域，未来成长性强：不同与传统零部件厂商主要与 tier1 厂商深度绑定，联创电子 16 年与特斯拉合作，进入车载领域，随后与 mobileye、英伟达、华为等方案商合作研发 ADAS 车载镜头，经历了数年的产品验证，终于在 2021 年造车企新势力的车型，例如蔚来 ET7、极狐等，联创产品陆续大规模落地开始出货，而且落地的镜头大多数是 500、800W 像素，技术领先行业。联创通过方案商这条途径，空降到高端车载镜头领域，未来中低端领域也有望进一步扩大市占率，并且公司立足高像素镜头正在发力车载摄像头模组，有望进一步打开公司成长天花板。未来 5 年公

司车载镜头及模组在手订单已经达到 30 亿元，车载光学业务前景可期。21Q1，公司车载镜头及模组业务营收同比增长 470%。

图 60：联创形成了模造玻璃-镜头-模组的产业链布局



资料来源：互联网公开信息整理、东方证券研究所

海康威视：安防龙头发展创新业务，切入高增长汽车电子赛道

海康威视(002415，买入)通过子公司进入汽车电子赛道。2015 年公司实行创业创新平台，汽车电子便是最先开始的三项新业务之一。2016 年杭州海康汽车技术有限公司（海康汽车）成立，聚焦于智能驾驶领域，以视频传感器为核心，结合雷达、AI、感知数据分析与处理等技术，致力于成为以视频技术为核心的车辆安全和智能化产品供应商。

图 61：海康汽车产品布局



数据来源：公司公告、东方证券研究所

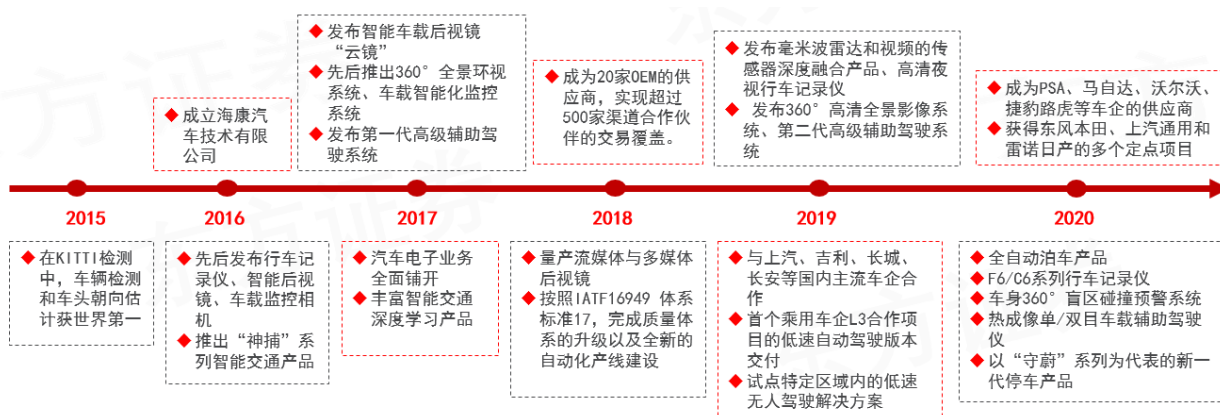
产品全面落地。公司产品线丰富，已有不少产品落地。硬件方面，多款传感器产品如车载摄像机、行车记录仪、流媒体后视镜、雷达等产品线均已实现量产。软件系统方面，公司于 2019 年发布第

二代高级辅助驾驶系统（面向商用车领域），在第一代的基础上新增视野盲区碰撞预警、疲劳驾驶预警等功能。

技术不断提升。1) 2019 年公司携手长安欧尚发布国内首款支持人脸识别解锁和驾驶员状态监测的量产乘用车; 2) 毫米波雷达和视频传感器深度融合的产品落地; 3) 完成了首个乘用车企 L3 合作项目的低速自动驾驶版本交付，实现从辅助驾驶扩展到自动驾驶的跨越。

客户逐渐导入。客户方面，公司主要客户包括上汽、吉利、长安等国内头部自主品牌，部分合资和国际品牌也已通过审核，正在逐步导入中。

图 62：海康威视车载布局



数据来源：公司公告、东方证券研究所

水晶光电：滤光片光学龙头，迎车载摄像头新机遇

水晶光电(002273，买入)成立于2002年，深耕光学近20年。公司以光学核心元器件/组件、模组及客户解决方案为核心，聚焦成像、感知、显示相关光电领域，深入布局光学元器件、生物识别、薄膜光学面板、AR新型显示、汽车电子五大方向，核心竞争力突出，未来持续成长可期。公司坚持“研发富配”战略构筑护城河，有望充分受益于车载摄像头行业爆发带来的机遇，进一步带动滤光片的需求。

建议关注车载 CIS 和 ISP 提供商韦尔股份，车载镜头和模组提供商舜宇光学和联创电子、车载视觉方案提供商海康威视、车载 ISP 提供商富瀚微(300613，未评级)、北京君正(300223，未评级)、车载滤光片提供商水晶光电。

4 风险提示

自动驾驶渗透率不及预期：如果自动驾驶渗透率不及预期，会导致车载摄像头出货量减少；

竞品激光雷达发展超预期：如果激光雷达发展超预期，可能会导致车载摄像头搭载量减少；

产品价格降幅超预期：随着技术的成熟和规模化量产的落地，车载摄像头价格将会逐步降低，如果降低幅度过大过快，会导致整个行业竞争盈利水平下滑。

信息披露

依据《发布证券研究报告暂行规定》以下条款：

发布对具体股票作出明确估值和投资评级的证券研究报告时，公司持有该股票达到相关上市公司已发行股份1%以上的，应当在证券研究报告中向客户披露本公司持有该股票的情况，

就本证券研究报告中涉及符合上述条件的股票，向客户披露本公司持有该股票的情况如下：

截止本报告发布之日，东证资管仍持有海康威视(002415)股票达到相关上市公司已发行股份 1%以上。

提请客户在阅读和使用本研究报告时充分考虑以上披露信息。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；

增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；

中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；

看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn