

电子行业深度报告

华为赋能自动驾驶，国内智驾产业发展加速

增持（维持）

2023年11月08日

证券分析师 马天翼

执业证书：S0600522090001

maty@dwzq.com.cn

证券分析师 鲍娴颖

执业证书：S0600521080008

baoxy@dwzq.com.cn

研究助理 王润芝

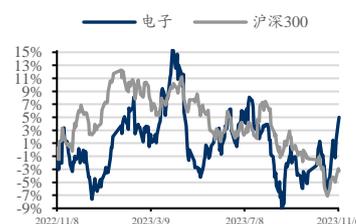
执业证书：S0600122080026

wangrz@dwzq.com.cn

投资要点

- 华为新车智驾与座舱体验升级，国内智驾产业迎来需求拐点：**华为持续推进自动驾驶方案升级，2023年4月，华为问界M5智驾版首次搭载ADS2.0高阶智能驾驶系统，自新问界M7上市后，智驾体验叠加智能座舱升级受到客户高度认可，推动问界M7成为爆款车型，9月17日至10月7日期间订购车型中智驾方案选装率提升至60%-70%，消费者对自动驾驶接受度明显提升，带动其他车企智驾方案选装率上提。消费者对自动驾驶接受度明显上升，国内智驾产业需求端出现拐点。
- 巨头入局智驾方案触发“鲶鱼”效应，车企竞速城市NOA：**2023年9月，华为提出计划12月实现城市智驾NCA开通至全国，特斯拉FSD计划加速进入中国市场，两大巨头智驾方案加速落地触发“鲶鱼”效应，各大车企也竞相加速高阶智驾方案落地：理想汽车计划到12月将NOA覆盖全国100个城市，智己汽车则计划其城市NOA方案将于2024年覆盖全国100+城市……城市NOA相较于高速NOA交通道路复杂程度呈倍数级增长，对自动驾驶软硬件要求程度更高，城市NOA的普及意味着汽车能够在更复杂的环境中自动驾驶，标志着汽车智能驾驶真正从高阶辅助驾驶逐步迈向自动驾驶。
- “轻地图重感知”城市NOA加速落地，自动驾驶硬件迎放量机遇：**城市NOA即将步入规模量产期，受限于高精地图本身覆盖度、成本和更新频次等问题，“轻地图重感知”自动驾驶方案成为众多车企主流选择，“重感知”技术路线驱动下，激光雷达、高像素车载摄像头、4D毫米波雷达等传感器快速上车应用：
 - 1) **车载摄像头量价齐升：**自动驾驶升级推动车载摄像头单车装载量逐步提升，同时为满足更高等级自动驾驶需求，车载摄像头像素提升带动车载摄像头价值量。
 - 2) **激光雷达加速上车：**纯视觉感知方案在特殊场景下仍存风险，且对算力、数据训练量存在极高要求，在自动驾驶等级提升加速趋势下，激光雷达以其不依赖算法训练、算力要求低且障碍物检测更敏感等优势成为各大高阶智驾方案主流选择，当前伴随高阶智驾方案车型逐步规模化量产迎来放量机遇。
 - 3) **连接器、HUD等其他相关硬件加速应用：**汽车自动驾驶传感器数据依赖高频高速连接器实现数据传输，高阶自动驾驶持续升级与上车量产带动连接器需求量持续提升，HUD显著改善自动驾驶体验，市场需求量有望稳步增长。
- 投资建议：**建议关注感知层硬件激光雷达产业链公司水晶光电、蓝特光学、凤凰光学、永新光学、炬光科技、长光华芯、高伟电子，车载摄像头产业链公司舜宇光学、联创电子、欧菲光、韦尔股份、思特威、格科微，连接器公司电连技术、永贵电器、意华股份、徕木股份。
- 风险提示：**国内车企智驾方案升级速度不及预期、智能化渗透率不及预期、客户拓展不及预期

行业走势



相关研究

《库存去化与 AI PC 浪潮加速 PC 行业复苏，华为 PC 份额提升趋势明显》

2023-10-29

《消费电子布局正当时，关注需求复苏、格局变化、技术创新》

2023-10-17

内容目录

1. 巨头入局赋能智能驾驶，自动驾驶迎行业奇点	5
1.1. 国内外巨头引领，自动驾驶方案升级迭代.....	5
1.2. 智驾方案升级提速，需求+供给双重发力驱动智驾方案加速普及	8
2. “轻地图重感知”智驾方案成为长期趋势，自动驾驶感知层硬件迎来放量机遇	12
2.1. 自动驾驶持续升级，车载摄像头迎量价齐升机遇.....	12
2.2. 激光雷达引领自动驾驶新方向，定点上车迎来量产拐点.....	16
2.3. 4D 毫米波雷达助力业界突围，感知融合助力量价齐升.....	22
3. 智驾方案持续升级，其他整车零部件迎来增长新机遇	26
3.1. 智能驾驶方案带动价值量提升，高速连接器市场加速扩张.....	26
3.2. AR-HUD 助力智能驾驶体验升级，成本下降带动厂商快速放量	29
4. 行业梳理	32
5. 风险提示	36

图表目录

图 1:	部分车型大定高阶智驾方案选装率.....	5
图 2:	新能源乘用车自动驾驶搭载情况.....	5
图 3:	特斯拉 HW 硬件系列及功能迭代图.....	6
图 4:	华为 ADS1.0 与 ADS2.0 硬件配置对比.....	7
图 5:	华为 ADS2.0 相比 ADS1.0 的功能升级.....	7
图 6:	小鹏 XPilot 和 XNGP 对比图.....	7
图 7:	部分车企 2022-2023 年智能驾驶包/车型加价.....	8
图 8:	2022 年以来北上深各地自动驾驶相关政策汇总.....	9
图 9:	自动驾驶应用场景扩大.....	10
图 10:	车企自动驾驶方案规划.....	11
图 11:	“重感知，轻地图”.....	12
图 12:	各自动驾驶等级车载摄像头需求.....	13
图 13:	全球车载摄像头年出货量预测.....	13
图 14:	蔚来 ET7 中 800W 像素摄像头示意图及功能对比.....	13
图 15:	各像素车载摄像头价格对比（2022 年）.....	13
图 16:	部分主流自动驾驶车型车载摄像头配置.....	14
图 17:	车载摄像头结构拆分图.....	15
图 18:	2022 年车载摄像头模组各成本占比.....	15
图 19:	2023 年 1-2 月全球车载摄像头光学镜头出货量占比.....	15
图 20:	2023 年 1-2 月全球车载摄像头 CMOS 图像传感器出货量占比.....	15
图 21:	车载摄像头产业链（百分比为各环节在摄像头中成本占比）.....	16
图 22:	各传感器间优劣互补.....	16
图 23:	激光雷达不同类型分类.....	17
图 24:	部分补盲雷达参数表格.....	18
图 25:	激光雷达价格走势图.....	19
图 26:	国内激光雷达迎来集中量产上车期.....	19
图 27:	2021 年全球激光雷达整机厂市场份额占比.....	21
图 28:	2021 年激光雷达技术路径占比.....	21
图 29:	Velodyne VLP-16 机械式激光雷达 BOM 成本.....	21
图 30:	MEMS 激光雷达 BOM 成本.....	21
图 31:	2021VCSEL 市场占比.....	22
图 32:	2022 激光雷达 APD 市场占比.....	22
图 33:	激光雷达产业链（百分比为各环节成本占比）.....	22
图 34:	不同位置的毫米波雷达所用功能.....	23
图 35:	特斯拉自研高分辨率雷达.....	23
图 36:	不同类型毫米波雷达单价.....	24
图 37:	全球毫米波雷达市场规模.....	24
图 38:	2022 全球毫米波雷达市场各厂商占比.....	24
图 39:	2022 年毫米波雷达各硬件成本占比.....	25
图 40:	毫米波雷达产业链(百分比为各环节成本占比).....	25
图 41:	高频高速连接器分类和性能对比.....	26
图 42:	2019-2023ADAS 智能网联汽车销量（万台）.....	27

图 43:	2021 年自动驾驶升级路径搭载传感器情况预测.....	27
图 44:	Mini-Fakra 连接器能有效减少安装空间	27
图 45:	车载摄像头中 ISP 负责初步数据处理.....	28
图 46:	汽车传输速率要求提升.....	28
图 47:	各自动驾驶等级高速连接器单车价值量.....	28
图 48:	中国汽车连接器市场格局.....	29
图 49:	华为 AR-HUD 效果示意图	29
图 50:	AR-HUD 显示技术方案对比.....	30
图 51:	2023Q1 各 A-HUD 技术路径市场占比.....	30
图 52:	2018-2022 中国乘用车前装 HUD 配套量 (万台)	30
图 53:	2023 年 1-9 月中国乘用车前装标配 AR-HUD 市场占比.....	31
图 54:	车载 AR-HUD 产业链 (百分比为各环节成本占比)	31
图 55:	产业链重点公司梳理 (棕色公司为华为汽车产业链公司)	32
表 1:	主要激光雷达厂商代表产品参数对比	20
表 2:	FAKRA 与 mini FAKRA 性能对比.....	27

1. 巨头入局赋能智能驾驶，自动驾驶迎行业奇点

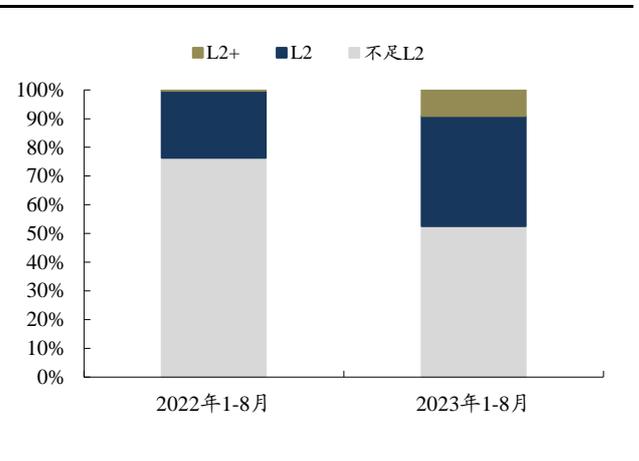
自动驾驶体验持续升级，带动消费者智驾方案接受度迎来拐点。2023 年多家车企巨头升级智驾系统，推出城市 NOA 功能，向 L3 等级自动驾驶持续推进。2023 年 3 月，小鹏推出了新一代智驾系统 XNGP，同年 4 月，华为推出 HUAWEI ADS 2.0 高阶智能驾驶系统。智能驾驶在舒适性、安全性、便利性的体验升级颠覆了消费者对 NOA 局限于高速路的刻板印象，车主为高阶智驾买单意愿逐渐加强。小鹏 G6 MAX 版（2023 年 5 月至 6 月）、小鹏 G9 MAX 版（上市 15 天）销售量占总销量达到 70-80%，2023 新版问界 M7 的 ADS 高阶智驾包选装率达到 60-70%（2023 年 9 月 17 日至 10 月 7 日）。2023 年年底，小鹏将在全国 50 城开放无图 NOA，华为将在全国普及无图城市智驾方案，应用场景的拓宽将持续激发消费者需求感知，自动驾驶行业迎来需求端拐点。

图1：部分车型大定高阶智驾方案选装率

车型	高阶智驾选装率
问界新 M7 (2023 年 9 月 17 日至 10 月 7 日)	60%-70%
小鹏 G6 (2023 年 5 月至 6 月)	70%
小鹏 G9 (上市 15 天)	80%
宝骏云朵 (2023 年 10 月内)	80%

数据来源：有驾，东吴证券研究所

图2：新能源乘用车自动驾驶搭载情况



数据来源：科瑞咨询，乘联会，东吴证券研究所

1.1. 国内外巨头引领，自动驾驶方案升级迭代

特斯拉 FSD 持续研发升级。作为自动驾驶纯视觉方案的引领者，特斯拉一直专注于 FSD 的算法研发，目前 FSD 已更新至 V11.4，马斯克表示 FSDV12 有望于明年初落地，更好地实现 L3 能力，持续引导智驾格局。在硬件方面，特斯拉自动驾驶方案自 2014 年逐步从 HW1.0 硬件系列至 HW4.0 硬件系列共五次迭代，以实现算法不断升级迭代对感知层和决策层的要求提升，同时保障硬件成本处于可接受水平。

图3: 特斯拉 HW 硬件系列及功能迭代图

版本	HW1.0	HW2.0	HW2.5	HW3.0	HW4.0
推出时间	2014年9月	2016年10月	2017年7月	2019年4月	2023年上半年
核心处理器	1颗 Mobileye EyeQ3、1颗 Nvidia Tegra3	1颗 Nvidia Parker SoC、1颗 Nvidia Pascal GPU、1颗 Infineon TriCore CPU	2颗 Nvidia Parker SoC、1颗 Nvidia Pascal GPU、1颗 Infineon TriCore CPU	2颗 FSD1.0	2颗 FSD2.0 芯片
算力 (TOPS)	0.256Tops	12Tops		144Tops	预估 400-500Tops
摄像头	1颗		8颗		11颗
毫米波雷达	1个毫米波雷达 (160米)	1个前置毫米波雷达 (160米)	1个前置毫米波雷达 (170米)		1个 4D 毫米波雷达
超声波雷达	12颗中程超声波雷达		12个远程超声波雷达		
智驾功能	可实现车道保持、自动更换车道、主动控制车速等功能	自适应巡航控制 (ACC)、自动变道 (ATC)、车道保持辅助 (LKA) 和自动泊车等	新增行车记录仪和带有本地保存视频的哨兵模式	硬件配置上支持 full self driving 及城市 NOA 等	硬件配置上支持 L3 以上自动驾驶

数据来源: 特斯拉官网, 东吴证券研究所

华为 ADS2.0 感知融合方案遥遥领先, 多项更新加速智驾落地。2023年4月, 华为在问界 M5 智驾版首次搭载升级后的 ADS2.0 高阶智能驾驶系统。数据方面, ADS2.0 借由华为 AI 训练集群构建丰富的场景库。截至 2023 年 9 月, ADS2.0 长距离领航平均接管里程已经提升至 200km (4 月为 114km)。硬件方案上, 华为在感知层利用算法实现外围支撑, 采用共计 27 颗感知器, 辅助驾驶芯片 MDC 610 作为核心计算单元提供 200Tops 算力。软件方面, 华为融合 BEV 鸟瞰感知能力以及业内首创的 GOD2.0 网络 (通用障碍物检测, 识别异形物体)+RCR2.0 (道路拓扑推理网络, 匹配导航地图与显示网络), 以类似于特斯拉 BEV+占用网络的算法架构, 减少对高清地图的依赖, 覆盖更多无图场景实现功能落地。

图4: 华为 ADS1.0 与 ADS2.0 硬件配置对比

	Huawei ADS1.0	Huawei ADS2.0
前后驻车雷达	前/后标配	前/后标配
驾驶辅助影像	360度全景影像	360度全景影像
透明底盘/540度影像	标配	标配
辅助驾驶芯片	华为 MDC 810	华为 MDC 810
芯片总算力	400 TOPS	400 TOPS
摄像头数量	13	11
超声波雷达数量	12	12
毫米波雷达数量	6	3
激光雷达数量	3	1

数据来源: 华为官网, 东吴证券研究所

图5: 华为 ADS2.0 相比 ADS1.0 的功能升级

功能提升	
主动安全功能	低速自动紧急制动 (RAEB)
	异性障碍自动进制动 (LEAB)
	紧急车道保持辅助 (ELKA)
舒适功能	城区车道巡航辅助增强 (city LCC plus)
	哨兵模式
算法提升	
GOD 网络	可识别异性障碍物, 做出相应操作, 减少对高清地图依赖

数据来源: 华为官网, 东吴证券研究所

小鹏 XNGP 持续升级, 无图化+AI 助力智驾功能提升。小鹏作为国内智驾方案的领先者之一, 于 2022 年 9 月公布第二代高阶智驾系统 XNGP, 在第一代 XPilot 系统的基础上增加了城市 NGP、高速 NGP 和 VPA 记忆泊车的功能。系统实现了城市路况下全程智能辅助驾驶, 可以在没有高精地图的情况下, 完成自动跟随、自动变道、自动超车等功能, 同时针对用户通勤和高频路线提供“AI 代驾”功能, 为用户提供定制化服务。硬件方面主要增加了一颗辅助驾驶芯片和两颗激光雷达, 提升整体算力和感知能力。算法方面, 全新的 AI 架构融合了包括规划、控制和预测在内的智驾大模型。小鹏预计 12 月底将 XNGP 覆盖拓展至 50 城, 2024 年内覆盖全国主要城市路网。

图6: 小鹏 XPilot 和 XNGP 对比图

	小鹏 XPilot	小鹏 XNGP
驾驶辅助影像	360度全景影像	360度全景影像
透明底盘/540度影像	-	-
辅助驾驶芯片	英伟达 Orin X	双英伟达 Orin X
芯片总算力	204 TOPS	508 TOPS
摄像头数量	12	12
超声波雷达数量	12	12
毫米波雷达数量	5	5
激光雷达数量	-	2
舒适类功能提升	-	ACC-L 自适应巡航增强版 LCC-L 车道居中辅助增强版
泊车功能提升	-	VPA 记忆泊车增强版

数据来源: 小鹏汽车官网, 东吴证券研究所

1.2. 智驾方案升级提速，需求+供给双重发力驱动智驾方案加速普及

产业链端技术持续迭代推动智驾方案成本下降，消费者选购智驾方案意愿不断提升。以特斯拉、华为代表的车企持续推进自动驾驶升级，带动上游零部件企业加速成熟，实现规模化交付，上游企业规模化效应带动硬件成本价格不断下降，利好车企推出功能更强、价格更低的智驾选装包，以及不断下探低价位的智驾车型。智驾功能体验升级和智驾选装包价格持续下降，消费者群接触智驾功能的意愿也在逐步增强，智驾需求实现快速增长。整个自动驾驶产业链进入了上中下游相互反馈，良好循环的局势，持续推动高阶自动驾驶加速落地。

图7：部分车企 2022-2023 年智能驾驶包/车型加价

车企	名称	2022 年智能驾驶包/车型加价	2023 年智能驾驶包/车型加价
小鹏汽车	XNGP	xpilot3.0 18000 元 /xpilot3.5 32000 元	xngp 加价 26000 元
特斯拉	FSD	EAP 32000 元/FSD 64000 元	FSD 64000 元
蔚来	NIO Pilot	精选包 15000 元/全配包 39000 元	MAX 版加价 40000 元
问界	华为 ADS	高阶智驾包 32000 元	高阶智驾包 18000 元
智己	IM AD	全配包 36800 元 硬件升级 10000 元	软件 18000 元
极氪	ZAD	增强包 16000 元/全配包 35000 元	全配包 35000 元
埃安	ADiGO	ADiGO2.5 12600 元/ADiGO3.0 19800 元	ADiGO2.5 12600 元/ADiGO3.0 19800 元

数据来源：各公司官网，东吴证券研究所

政策支持推动高阶自动驾驶有望早日上路。国内目前多项政策支持自动驾驶发展，国家层面政策和地方政策结合，共同助力高阶自动驾驶早日上路。2023 年 6 月，工信部表示将启动智能网联汽车准入和上路通行试点，组织开展城市级“车路云一体化”示范应用，支持有条件的自动驾驶（L3），同时支持商业化应用。不少地方政府已经在为 L3 级自动驾驶技术落地而积极推进配套的基础设施建设。例如深圳市坪山区正在加快推进深圳智能网联交通测试示范区、全域路口网联化改造等基础设施建设，其中环境园封闭测试区将于今年下半年建设完成，届时可全面支撑智能网联汽车 L3 级、L4 级产品准入测试。

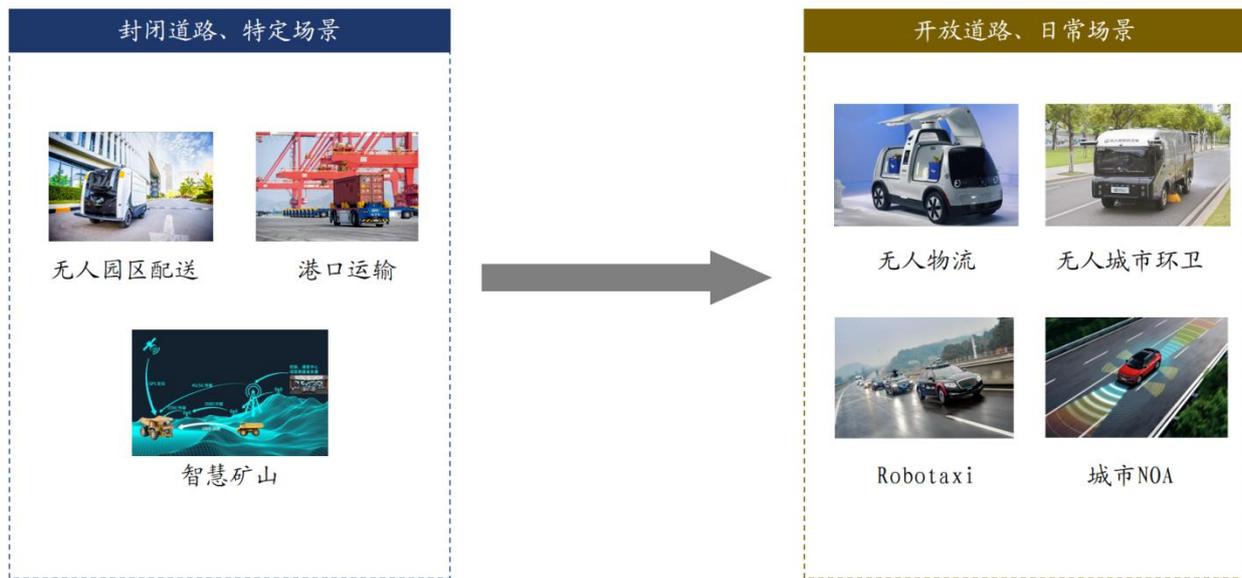
图8：2022年以来北上深各地自动驾驶相关政策汇总

地区	发布时间	发布机构	示范应用法规	相关内容
北京	2022年4月28日	北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室	《北京市智能网联汽车政策先行区乘用车无人化道路测试与示范应用管理实施细则》	在国内首开乘用车无人化运营试点。首批将投入14台无人化车辆开展示范应用，开放副驾驶有安全员的无人化载人。
	2022年11月21日	北京市智能网联汽车政策先行区	自动驾驶无人化第二阶段测试许可	百度、小马智行等企业成为获准在北京开启“前排无人，后排有人”的自动驾驶无人化测试资格的企业。
	2023年5月12日	北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室	《北京市智能网联汽车政策先行区数据安全管理办法（试行）》	在市自动驾驶办公室统筹指导下，企业负数据安全主体责任，构建了示范区企业数据能力提升及共享机制。
	2023年9月	北京市经信局	《北京市新能源汽车高质量发展实施方案（2023年-2025年）》	在自动驾驶创新引领工程方面，将推动自主可控车载操作系统、辅助驾驶及高级别自动驾驶解决方案的开发应用
上海	2022年9月5日	上海市人民政府办公厅	《上海市加快智能网联汽车创新发展实施方案》	支持临港开展全域、全场景自动驾驶测试及示范应用，探索建立智能网联汽车产品准入制度，推动有条件自动驾驶汽车在自动驾驶示范区内生产、销售、登记。
	2023年1月	上海市经信委、市交通委、市公安局	《上海市智能网联汽车高快路测试与示范实施方案》	智能网联汽车在本市行政区域内的各类道路上（含划定范围内的高速公路、城市快速路），开展道路测试与示范。
	2023年3月	上海市浦东人民政府	《上海市浦东新区促进无驾驶人智能网联汽车创新应用规定实施细则》	开展无驾驶人智能网联汽车道路测试、示范应用、示范运营的企业应当申请安全性自我声明的确认。
	2023年7月	上海市浦东新区科经委	《浦东新区智能网联汽车产业高质量发展三年行动方案（2023-2025年）》	规划建设浦东自动驾驶产业园，招揽智能驾驶、车路协同、高精度地图等领域企业，打造自动驾驶产业集聚区。
深圳	2022年6月	深圳市人大常委会	《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	明确规定列入产业目录的智能网联汽车，经过公安机关交通管理部门登记后，方可上道路行驶；无人驾驶可在市公安机关交通管理部门划定的区域、路段行驶。
	2023年8月1日	深圳市工信局	《深圳市加快打造“新一代世界一流汽车城”三年行动计划（2023-2025）》	支持坪山区全城等开展国家智能交通先导应用试点示范工作，支持开展公交、出租车自动驾驶示范工作。

数据来源：政务公开信息整理，东吴证券研究所

高阶自动驾驶从特定场所逐步走向个人乘用车。港口、无人工业园区、矿山等场景路段封闭、路况简单，车辆长期处于低速、固定路线行驶的状态，是天然的自动驾驶应用场景，有利于企业减少运输成本，提高运输效率，目前部分港口、矿山等封闭化场景已初步实现 L4 级别自动驾驶技术的商业化落地。随着高阶自驾技术的不断发展，应用场景也不断扩大至开放道路，进入到消费者们的日常生活，如无人物流配送、无人城市环卫等低速自动驾驶已经在部分城市试点。而无人出租车（Robotaxi）也已经在部分城市试运营。未来自动驾驶将逐渐进入个人乘用车，在更加丰富的场景下展开应用。

图9：自动驾驶应用场景扩大



数据来源：聚龙智库，亿欧汽车，东吴证券研究所

城市 NOA 加速铺开，智能驾驶迎来革命性拐点。众多国内外车企在 2023 年内发布或试点城市 NOA 系统并规划在全国迅速铺开，华为预计于 2023 年 12 月在全国开放不依赖高精度地图的城区 NCA（原先规划为 45 城），小鹏也将在 2024 年内完成全国主要城市路网全覆盖，城市 NOA 落地进程不断加速。城市场景下的辅助驾驶功能带来的智驾体验升级，或将进一步激发消费者对城市场景下更多智驾功能的需求。城市 NOA 相较于高速 NOA 交通道路复杂程度呈倍数级增长，对自动驾驶软硬件要求程度更高，城市 NOA 的普及意味着汽车能够在更复杂的环境中自主驾驶，标志着汽车智能驾驶真正从高阶辅助驾驶逐步迈向自动驾驶。

图10: 车企自动驾驶方案规划

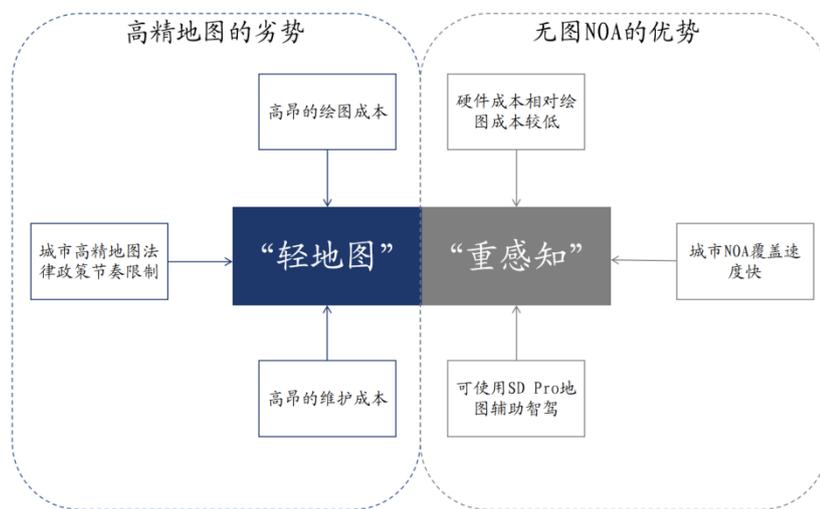
车企	智驾系统名称	2023年H2	2024年	2025年
小鹏汽车	XNGP	至今年11月底,就将城市XNGP扩展到25城,并在12月底扩展到50城	XNGP覆盖全国主要路网城市,2024年底NGP覆盖欧洲市场	全面自动驾驶+无人驾驶
特斯拉	FSD	年底前实现FSD V12版本	实现L5级别自动驾驶	
蔚来	NOP+	2023年第四季度,将累计开通城区领航路线里程6万公里	Q1将累计开通城区领航路线里程20万公里,Q4将累计开通城区领航路线里程40万公里	
理想	NOA	开始推送城市NOA内测,至今年11月将NOA布局的范围扩大至50城,到年底覆盖100城		
华为	NCA	计划12月城市NCA实现全国范围落地		华为实现网络自动驾驶L4
奇瑞	雄狮智驾	实现基础ADAS产品出海	实现行泊一体出海	实现L2+级别的NOA出海
上汽智己	IM AD	9月去高精地图NOA开启公测	通勤模式覆盖100城	全场景通勤落地
极氪	NZP	将NZP拓展到20城,并且同步开启20个城市的NZP公测	自研AP芯片,规划2024年下半年流片	实现L4级自动驾驶商业化,完全掌握L5级别自动驾驶
比亚迪	天神之眼	Q4推送高速NOA	Q1交付城市NOA	

数据来源:汽车之心,高工智能汽车,各公司官网,东吴证券研究所

2. “轻地图重感知”智驾方案成为长期趋势，自动驾驶感知层硬件迎来放量机遇

“重感知，轻地图”成为智驾方案长期发展趋势，有望强势带动自动驾驶感知层传感器放量。传统意义上高精地图凭借其高精度、数据维度丰富等特点被视作走向高阶自动驾驶的必经之路、进入城市 NOA 的基础。近年来自动驾驶高速发展趋势下，由于绘图成本过高、法规政策制定节奏限制、维护成本高昂等问题使得高精地图难以满足城市 NOA 普及节奏，车企们开始转向“重感知，轻地图”的智驾方案。许多车企提出了以感知为基础，以大模型深度学习为实现路径的技术路线，此路线需要高算力以及高感知能力支撑，有望持续带动高算力芯片、高像素摄像头、激光雷达等硬件放量。

图11：“重感知，轻地图”

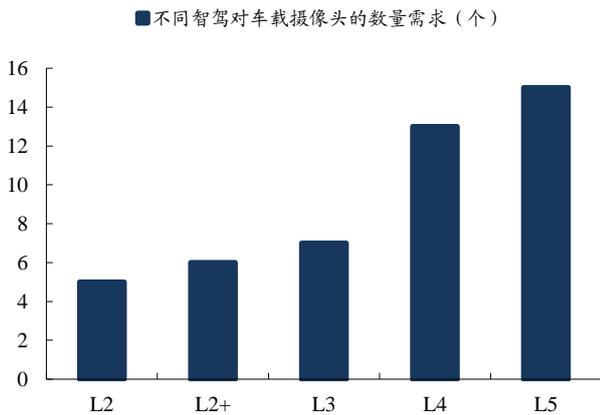


数据来源：行联社，东吴证券研究所

2.1. 自动驾驶持续升级，车载摄像头迎量价齐升机遇

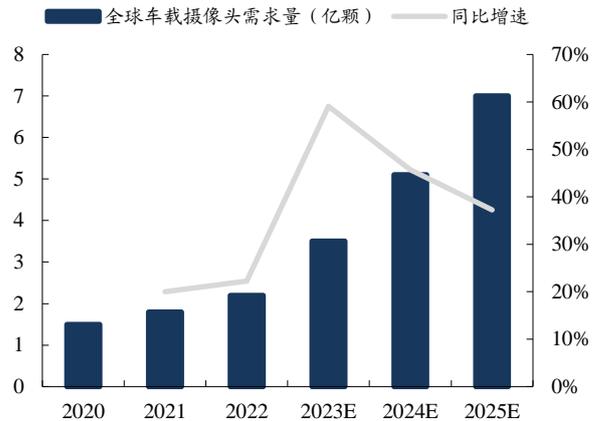
车载摄像头凭借灵活的探测距离、高传输速率、成本价格低廉等优势成为自动驾驶方案中重要传感器。在自动驾驶系统中，摄像头是实现众多预警、识别类功能的基础，目前所有的乘用车自动驾驶方案都会运用到摄像头。车载摄像头种类繁多，根据不同自动驾驶功能及其在自动驾驶汽车上的安装位置，车载摄像头可以分为前视、后视和侧视、环视、内置 5 大类型。其中前视摄像头使用频率最高，性能要求也相应提高，通过广角及普通视角摄像头可实现包括前向碰撞预警、车道偏离预警等多重自动驾驶功能；侧视摄像头代替后视镜将成为趋势，以消除汽车后视镜盲区的存在；环视则帮助车主开启“上帝视角”，通过车身周围的多个广角摄像头实现 360° 场景还原，形成一副车辆四周的全景俯视图。

图12: 各自动驾驶等级车载摄像头需求



数据来源: Yole, 智研咨询, 东吴证券研究所

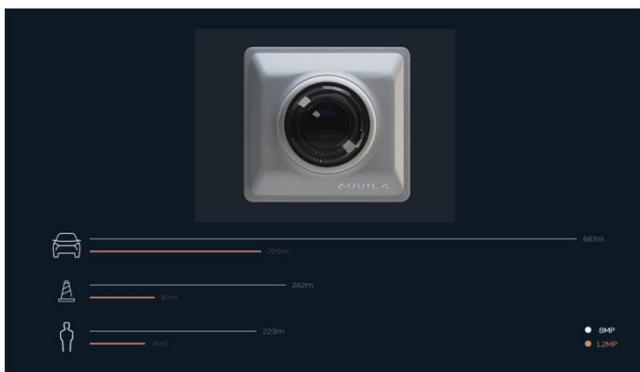
图13: 全球车载摄像头年出货量预测



数据来源: 潮电智库, 东吴证券研究所

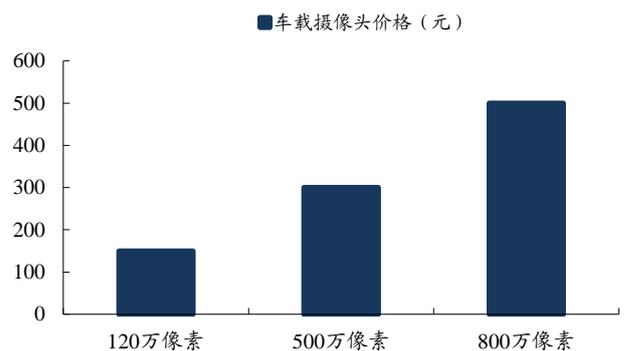
高像素摄像头成为行业趋势, 车载摄像头价值量有望持续提升。提高车载摄像头像素是一种重要的增加自动驾驶方案感知能力的方式。对于部分新能源车企来说, 目前主流的 120W 到 200W 像素的镜头已经不再满足感知的需求, 行业开始使用 800W 像素, 800 万像素摄像头可以进一步探测到 100 - 150 m 范围内的行人, 并且在窄视角的场模式情况下, 大约可以探测到 500 m 左右的动态车辆, 180 m 左右的小目标, 从而增加汽车规控时间, 实现更安全平稳的决策, 提升自动驾驶的舒适度和流畅度。随着自动驾驶等级升级, 高像素车载摄像头渗透率有望进一步提升, 同时摄像头像素有望进一步向更高像素发展。

图14: 蔚来 ET7 中 800W 像素摄像头示意图及功能对比



数据来源: 蔚来官网, 东吴证券研究所

图15: 各像素车载摄像头价格对比 (2022 年)



数据来源: 路咖汽车, 东吴证券研究所整理

自动驾驶等级提升带动车载摄像头数量增加。当前自动驾驶方案呈现百花齐放趋势, 不同方案的车载摄像头数量大部分保持在 8-13 个区间。纯视觉方案中, 特斯拉凭借强大的算法以及 BEV+ 占用网络等技术, 将摄像头个数保持在 8 个, 在 2023 年推出的 HW4.0 中, 在 Model X/S 中增加至 11 个摄像头, 呈现出增加的趋势。而同样的纯视觉方案, 国

内极氪 001 则搭载了 15 个摄像头，将硬件堆叠达到了极致，以此匹配算法的不足。融合感知方案中，华为 ADS2.0 搭载了 11 个摄像头，7 个环境感知镜头，4 个环视镜头，前视双目摄像头像素高达 800 万像素，其余为 260 万像素，基本代表了行业主流车载摄像头方案。

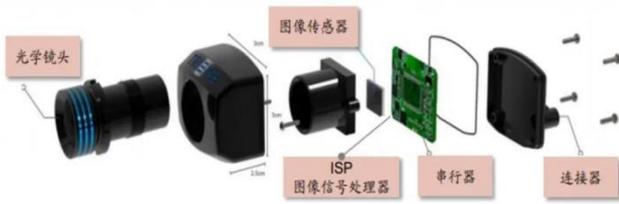
图16: 部分主流自动驾驶车型车载摄像头配置

品牌	车型	车载摄像头数量 (颗)	具体配置
纯视觉方案	特斯拉		
	model 3 新款	8	1 个主视野摄像头, 1 个鱼眼镜头, 1 个长焦距镜头, 2 个侧方前视摄像头, 2 个侧方后视摄像头, 1 个后视摄像头
	model y 新款	8	1 个主视野摄像头, 1 个鱼眼镜头, 1 个长焦距镜头, 2 个侧方前视摄像头, 2 个侧方后视摄像头, 1 个后视摄像头
极氪	极氪 001	15	7 个 800 万像素长距高清摄像头; 4 个短距环视高清摄像头, 2 个车内监测摄像头, 1 个车外监测摄像头, 1 个后流媒体摄像头
融合感知方案	小鹏		
	G9	12	前视摄像头*3 (1 个 800 万像素双目 + 1 个长焦单目): 前风挡; 侧视摄像头*4 (290 万像素): 侧前视*2 (外后视镜底座) + 侧后视*2 (翼子板); 后视摄像头*1: 车尾灯下方; 4 个环视摄像头
	G6	12	7 个高感知摄像头, 4 个 360 度环视摄像头, 1 个驾驶员检测摄像头
	问界		
	问界 M5	8	1 个单目前方感知摄像头, 1 个环境感知摄像头, 4 个环视摄像头, 2 个车内摄像头
	2023 款问界 M5	5 颗或 11 颗	标准版 1 个环境感知镜头, 4 个环视镜头, 智驾版 7 个环境感知镜头, 4 个环视镜头
问界 M7	8	1 个单目前方感知摄像头, 1 个环境感知摄像头, 4 个环视摄像头, 2 个车内摄像头	
2023 新款问界 M7	5 颗或 11 颗	标准版 1 个环境感知镜头, 4 个环视镜头, 智驾版 7 个环境感知镜头, 4 个环视镜头	

数据来源: 易车, 汽车之家, 东吴证券研究所

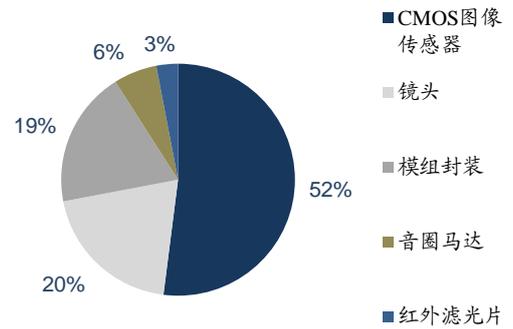
车载摄像头主要硬件构成包括光学镜头、图像传感器 (CMOS)、图像信号处理器 (ISP) 等。2022 年, 车载摄像头模组主要成本来自于光学镜头和图像传感器, 成本占比分别为 20%和 52%。光学镜头是机器视觉系统中必不可少的部件, 直接影响成像质量的优劣, 影响算法的实现和效果。而 CMOS 图像传感器是将光信号转换为电信号再转为可被集成电路应用的数字信号, 能满足光学信息采集、处理和交换的要求, 是车载摄像头模组不可或缺的部分, 也是价值量最高的部分。

图17: 车载摄像头结构拆分图



数据来源：安森美半导体公司，东吴证券研究所

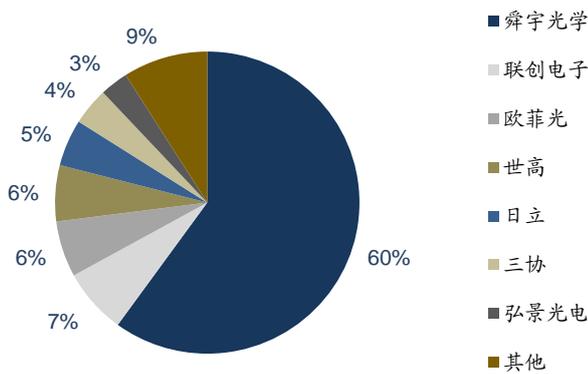
图18: 2022 年车载摄像头模组各成本占比



数据来源：智研咨询，东吴证券研究所

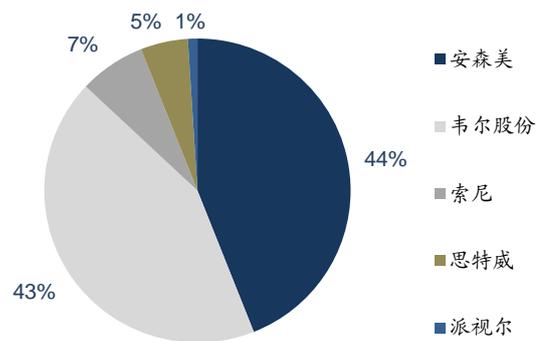
国内车载摄像头镜头厂商加速成长，并逐步向模组端拓展提升盈利能力。2023 年 1-2 月全球车载摄像头镜头 TOP10 企业出货总量为 2842 万，其中舜宇光学出货量最多，占比 60%，紧接着是联创电子、欧菲光，分别占比 7%、6%，cr3 为 73%。近年国内的联创电子、欧菲光发展迅猛，积极发展技术并抢占市场，市占率超越老牌欧美厂商日立、三协、世高、桑来斯等，跻身多强行列。CMOS 图像传感器市场主要由安森美和韦尔股份两大领先企业主导，国内思特威、格科微等企业正加速成长。

图19: 2023 年 1-2 月全球车载摄像头光学镜头出货量占比



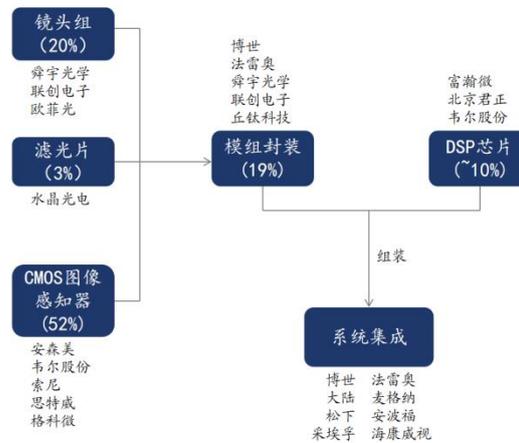
数据来源：智研咨询，东吴证券研究所

图20: 2023 年 1-2 月全球车载摄像头 CMOS 图像传感器出货量占比



数据来源：智研咨询，东吴证券研究所

图21: 车载摄像头产业链 (百分比为各环节在摄像头中成本占比)

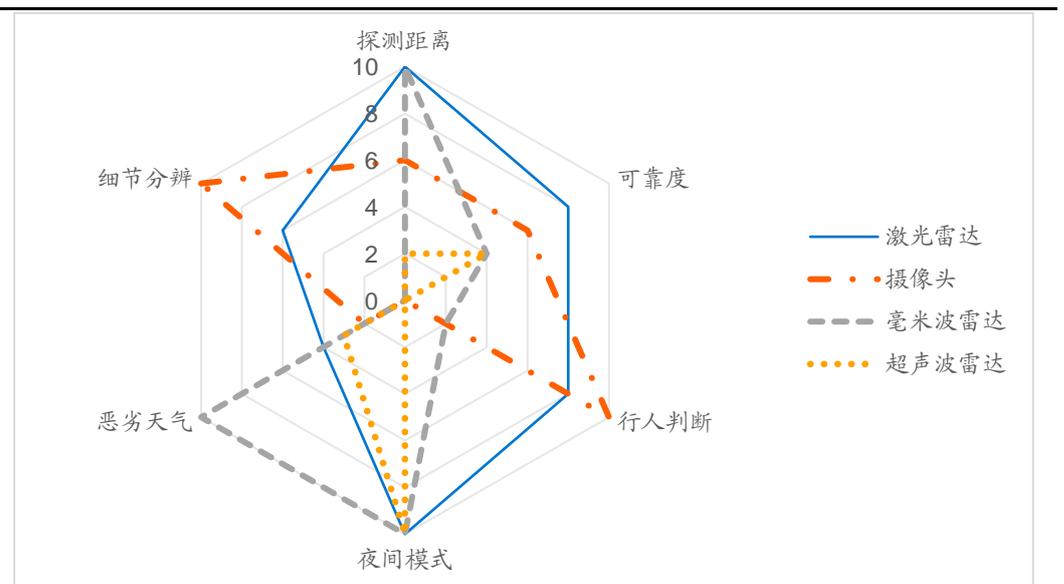


数据来源: 智研咨询, 东吴证券研究所整理

2.2. 激光雷达引领自动驾驶新方向, 定点上车迎来量产拐点

激光雷达是一种用于精确获得三维位置信息的传感器, 通过发射和接收激光束, 获取空间的位置点信息(即点云), 并根据这些信息进行三维建模, 可以确定目标的位置、大小、外部轮廓等。纯视觉方案下车载摄像头存在着许多难题, 如车载摄像头的拍摄效果会受到恶劣天气、弱光、反光的影响变得模糊不清, 以及在出隧道、地下车库等光线剧烈变化的场景下需要复杂的光学号处理, 影响自动驾驶的行车安全, 激光雷达可以很好地弥补纯视觉方案下的缺点, 直接获取三维信息, 同时纯视觉方案仍具有瓶颈, 且需要大量数据积累和处理, 以及强大的算力算法支持, 激光雷达则可以大幅提升感知能力, 降低高等级自动驾驶对算法的要求。

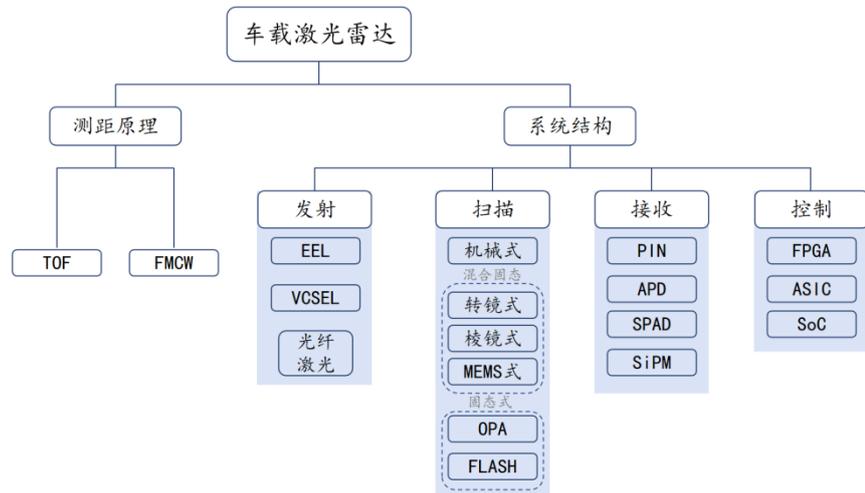
图22: 各传感器间优劣互补



数据来源: 中国信通院, 东吴证券研究所

激光雷达与其它传感器互为补充，可以有效提高车辆对于周围环境感知的准确度，是自动驾驶融合感知方案不可缺少的一环。由于激光雷达各个功能模块均有多种实现方式，技术路线正处于快速发展迭代阶段，随着激光雷达需求的不断增大，其种类也变得琳琅满目，按照使用功能、探测方式、扫描方式等将其可分为不同的类型。

图23: 激光雷达不同类型分类



数据来源：中国信通院，东吴证券研究所

补盲激光雷达或带动行业增长第二曲线。常规激光雷达在侧向感知方面任然存在不足：1) 以常规激光雷达水平视场角为 120° 计算，相邻车道车辆超车切入在车头超过 3.5m 时才能探测到，极易发生剐蹭 2) 对低矮物的探测感知不足：由于主激光雷达垂直视场角的限制，存在着前向 3m~7m 的视觉盲区，对于侧面矮小障碍物和移动物体，智能驾驶系统无法感知 3) 对道路周边静态物识别不足：在车道线模糊的路段，容易规划出波动较大的轨迹线，影响用户体验。

补盲激光雷达相较于常规激光雷达更加专注于解决侧面存在的不足，同时减少了一些不必要的性能冗余，降低配置成本。同时补盲激光雷达从设计上就有垂直方向大视场角，当补盲激光雷达垂直视场角为 90° 时，可以兼得车辆贴近地面的盲区以及朝上的视场角，靠近车端的盲区仅为 0.15m，可以有效避免车辆与附近障碍物的磕碰，还不失对近距离目标的类型、朝向的感知，大幅度帮助车辆及时识别潜在的危险和风险，并提前采取措施避免事故的发生，有效的提升车辆行驶的安全性和舒适性。

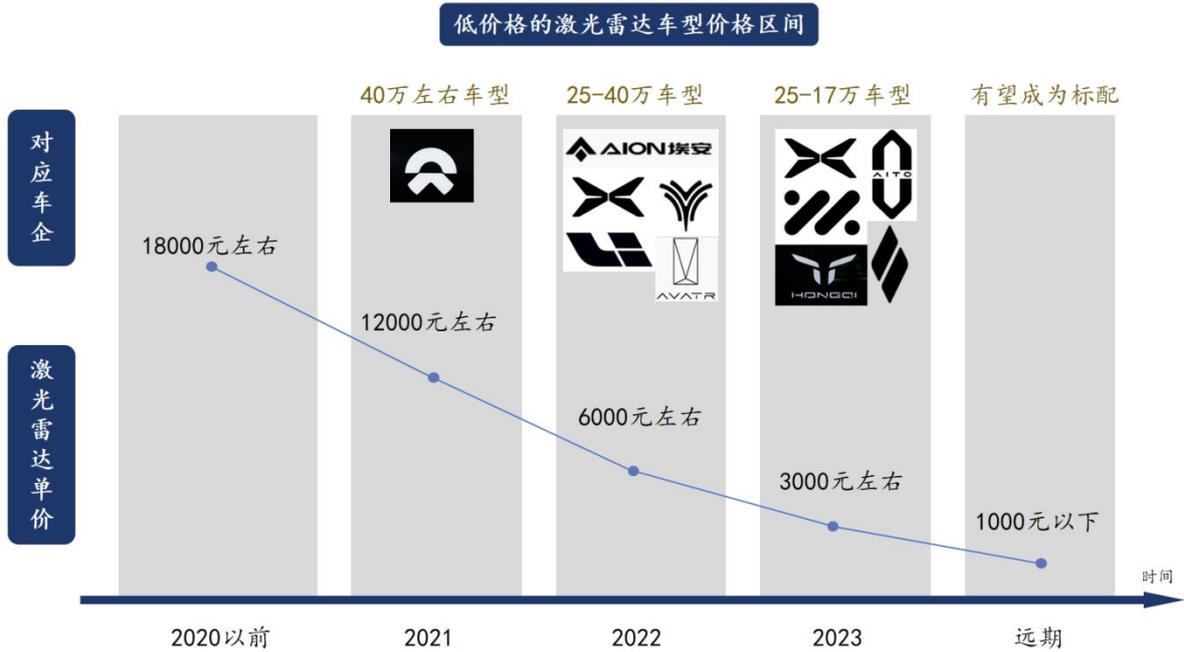
图24: 部分补盲雷达参数表格

	禾赛 FT120	速腾聚创 E1	ibeoNext 短距	Continental HFL110	一径 ML-30s
价格	未公布, 低于 AT128 (售价约 3000 元)	未公布, 约 2450 元左右, M1 (500-1000 美元) 价格的一半	未公布, 已与长城汽车达成量产合作	未公布, 推测单颗 Bom 成本大于 5000 元	未公布, 已实现批量化交付
测距	min 0.05m max 100m 20-30m@10%	max 120m 30m@10%	25m @10%	max 50m 22m@10%	max 45m 中心视场 20m@10% 边缘视场 14m@10%
视场角	100° (H) x 75° (V)	120° (H) x 90° (V)	120° (H) x 60° (V)	120° (H) x 30° (V)	140° (H) x 70° (V)
分辨率	160 (H) x 120 (V)	192 (H) x 144 (V)	128 (H) x (80V)	128 (H) x 32 (V)	320 (H) x 160 (V)
角分辨率	0.625° (H) x 0.625° (V)	0.625° (H) x 0.625° (V)	0.94° (H) x 0.75° (V)	0.94° (H) x 0.94° (V)	0.44° (H) x 0.44° (V)
帧率	Typ. 10Hz, 5-60Hz	Typ. 25Hz	25Hz	up to 25H	10Hz
点云密度	192000/s 单回波 (10Hz)	691200/s 单回波 (25Hz)	256000/s 单回波 (25Hz)	102400/s 单回波 (25Hz)	512000/s 单回波 (10Hz)
功耗	<12W	<15W	<15W	N/A	<15W

数据来源: 各公司官网, 东吴证券研究所

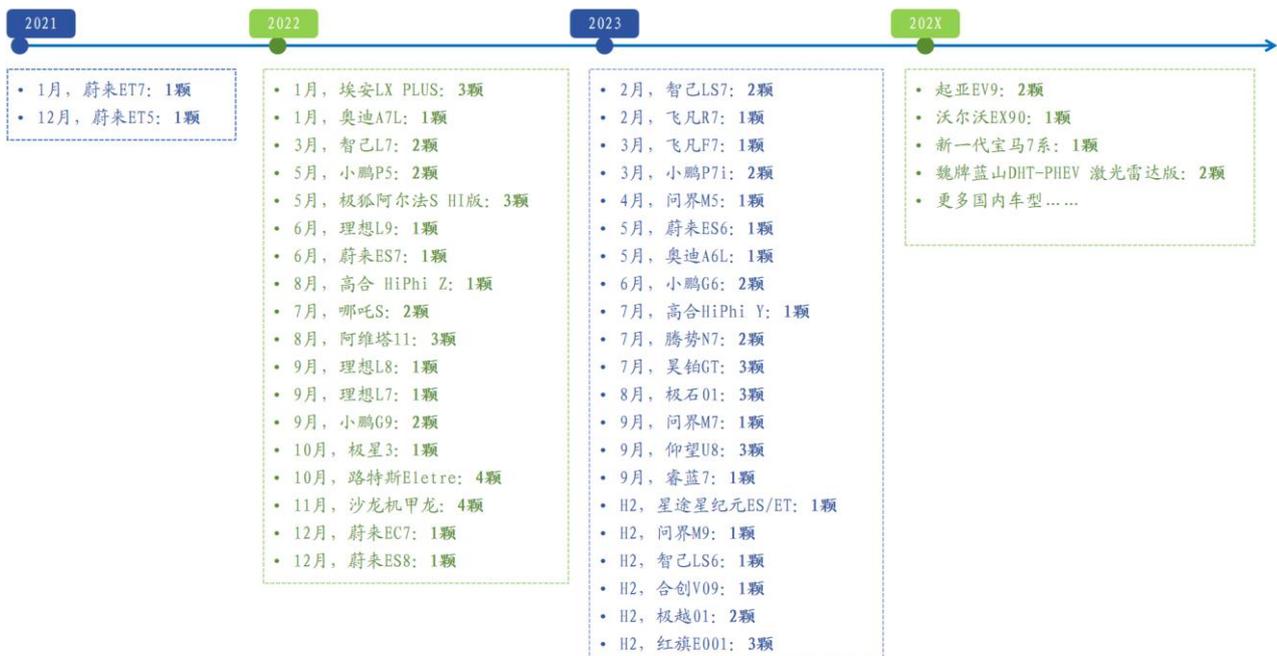
激光雷达进入拐点放量期, 大批定点带动激光雷达规模化量产价格下行, 有望实现应用车型价格持续下降。受自动驾驶方案感知需求驱动, 激光雷达厂商收获多项车企定点, 促使激光雷达厂商快速放量, 规模化量产, 进而成本迅速下降, 由最初的 18000 元左右下降至今年 3000 元左右的最低价格。华为智能汽车解决方案 BU 总裁王军曾表示, 华为计划将激光雷达的成本降至 200 美元, 甚至有望降到 100 美元。可见, 随着未来激光雷达的快速放量、企业竞争不断加剧, 中短期内其价格将呈下降趋势。激光雷达作为智驾硬件方案成本最高的一环, 其价格快速下降使得应用车型价格区间不断下探, 由 2021 年 40 万元以上的车型过渡至今年最低 17 万的睿蓝 7, 未来价格下降至 1000 元以下时, 有望成为智驾标配。

图25: 激光雷达价格走势图



数据来源: 中国信通院, 东吴证券研究所

图26: 国内激光雷达迎来集中量产上车期



数据来源: 佐思汽研, 东吴证券研究所

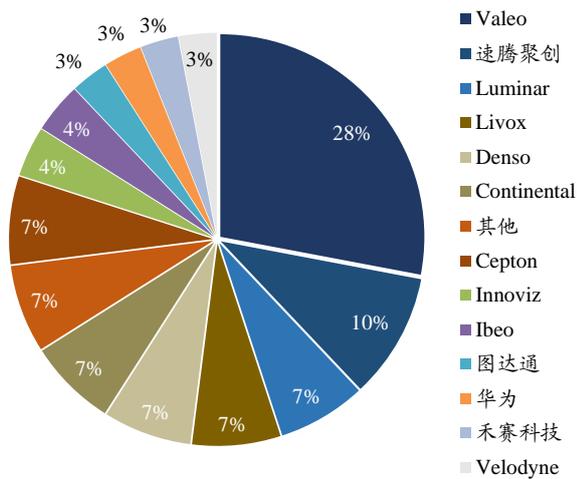
表1: 主要激光雷达厂商代表产品参数对比

厂商	速腾聚创	禾赛科技	图达通	华为	大疆	法雷奥	Luminar
产品型号	RS-LiDAR-M1	AT128	猎鹰	96线中长距	HAP	Scala2	Iris
光源波长	905nm	905nm	1550nm	905nm	905nm	905nm	1550nm
激光器类型	EEL 激光器	VCSEL 激光器	光纤激光器	/	EEL 激光器	EEL 激光器	光纤激光器
收发模组数量	5	128	1	3	6	16	1
等效激光线数	垂直 125 线	垂直 128 线	300 线(ROI 区域) 160 线(其它)	等效 96 线	等效 144 线	垂直 16 线	等效 300 线
光源类型(点/线/面光源)	点光源	线光源	点光源	点光源	点光源	线光源	点光源
振镜设计	MEMS 二维振镜	一维转镜	多边形棱镜+振镜	多线程 MEMS	双棱镜	一维转镜	两个一维转镜
接收器	SiPM 硅光电倍增管	/	APD 雪崩二极管	/	APD 雪崩二极管	APD 雪崩二极管	InGaAs
最远测量距离(10%反射率)	200m(150m, 10%)	200m, 10%	500m(250m, 10%)	150m, 10%	150m, 10%	150m, 10%	600m(250m, 10%)
视场角	120°* 25°	120° * 25.4°	120°* 25°	120°* 25°	120°* 25°	133°* 10°	120°* 26°
角分辨率	0.2°(H)* 0.2°(V)	0.1°(H)* 0.2°(V)	0.06°* 0.06°(ROI) 0.18° * 0.24°(非 ROI)	0.25°(H)* 0.26°(V)	0.18°(H)* 0.23°(V)	0.125°-0.25° (H)*0.6°(V)	平均 0.1°(H)* 0.3°(V) 最 小 0.07°(H) * 0.03°(V)
应用情况	广汽埃安-LX+ 智己汽车-L7 小鹏-G9 威马-M7	理想-L9	蔚来-ET5 蔚来-ET7	长城-机甲龙 极狐-阿尔法 S 长安-阿维塔 哪吒-哪吒 S	小鹏-P5	奥迪-A8 奔驰-迈巴赫 S	沃尔沃-XC90 上汽飞凡-R7

数据来源: 各公司官网, 东吴证券研究所整理

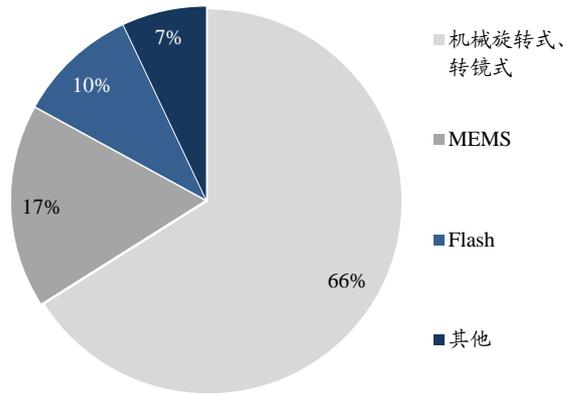
激光雷达行业集中度低, 国内厂商实力不俗。据 Yole 统计, 2021 年在汽车与工业领域, 激光雷达行业领军者法雷奥 (Valeo) 占据了 28% 的市场份额, 国内厂商速腾聚创以 10% 的市场份额紧随其后。从技术路径来看, 机械旋转式、转镜式占比达 66%。乘用车用车载激光雷达市场竞争格局较为分散, 当前国内厂商速腾聚创、大疆览沃 (Livox)、图达通、华为与禾赛科技的激光雷达产品技术领先, 均获得多个车型定点。

图27: 2021 年全球激光雷达整机厂市场份额占比



数据来源: Yole, 东吴证券研究所

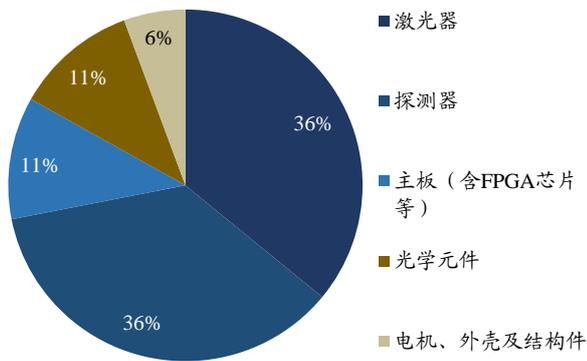
图28: 2021 年激光雷达技术路径占比



数据来源: Yole, 东吴证券研究所

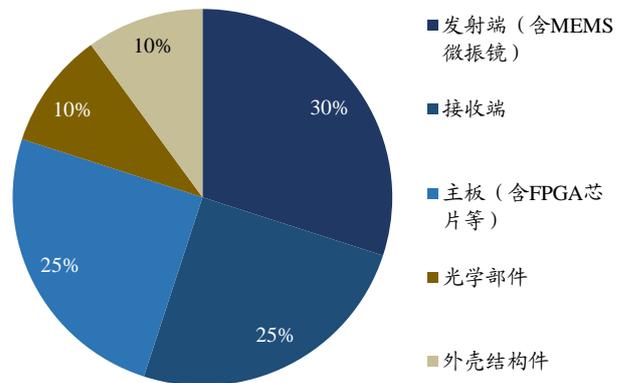
激光雷达系统主要包括发射模块、接收模块、控制及信号处理模块和扫描模块（如有）。激光雷达成本拆解，收发模块构成成本核心。不同技术路线的激光雷达各模块成本占比均存在一定差异，一般情况下激光发射和接收模块成本占比较高，各占 30%左右，光学元件其次，占比 20%以下，其它物料成本主要由信号控制元件和电机外壳等等构成。不同技术路线的激光雷达，各模块的成本占比存在一定波动。发射端：1550nm 光纤激光器成本>905nmEEL 激光器>905nmVCSEL 激光器，扫描端：MEMS 振镜成本>转镜，接收端：InGaAs 材料探测器成本>硅基材料探测器。

图29: Velodyne VLP-16 机械式激光雷达 BOM 成本



数据来源: 汽车之家, 东吴证券研究所

图30: MEMS 激光雷达 BOM 成本

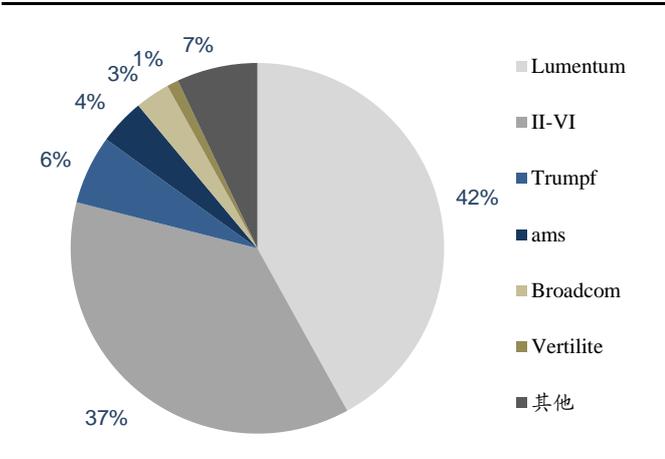


数据来源: 半导体行业观察, 东吴证券研究所

当前我国激光雷达上游核心发射接受器件仍以进口为主，国产化率较高环节为光学元件。发射端激光芯片、接收端光子探测芯片是激光雷达上游核心器件，其性能决定了激光雷达的可靠性、探测距离等核心指标。供应格局方面，二者仍以海外厂商主导，例如发射端激光芯片方面，905nmEEL 主要由 amsOsram 等厂商主导，VCSEL 芯片则主要被 Lumentum、II-VI（现 Coherent 公司）等海外厂商垄断；光子探测芯片方面，国产厂商在 1550nmAPD 芯片已取得积极进展，根据 C&C 统计，2022 年全球激光雷达 APD 芯

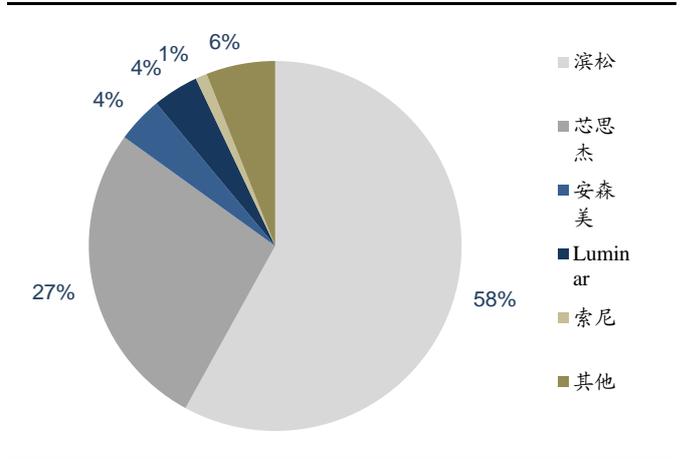
片市场格局中，国内厂商芯思杰占据 27%居第二；而在 SPAD/SiPM 芯片方面（多用于 905nm 激光雷达），我国仍依赖滨松、索尼、安森美等海外厂商。

图31: 2021VCSEL 市场占比



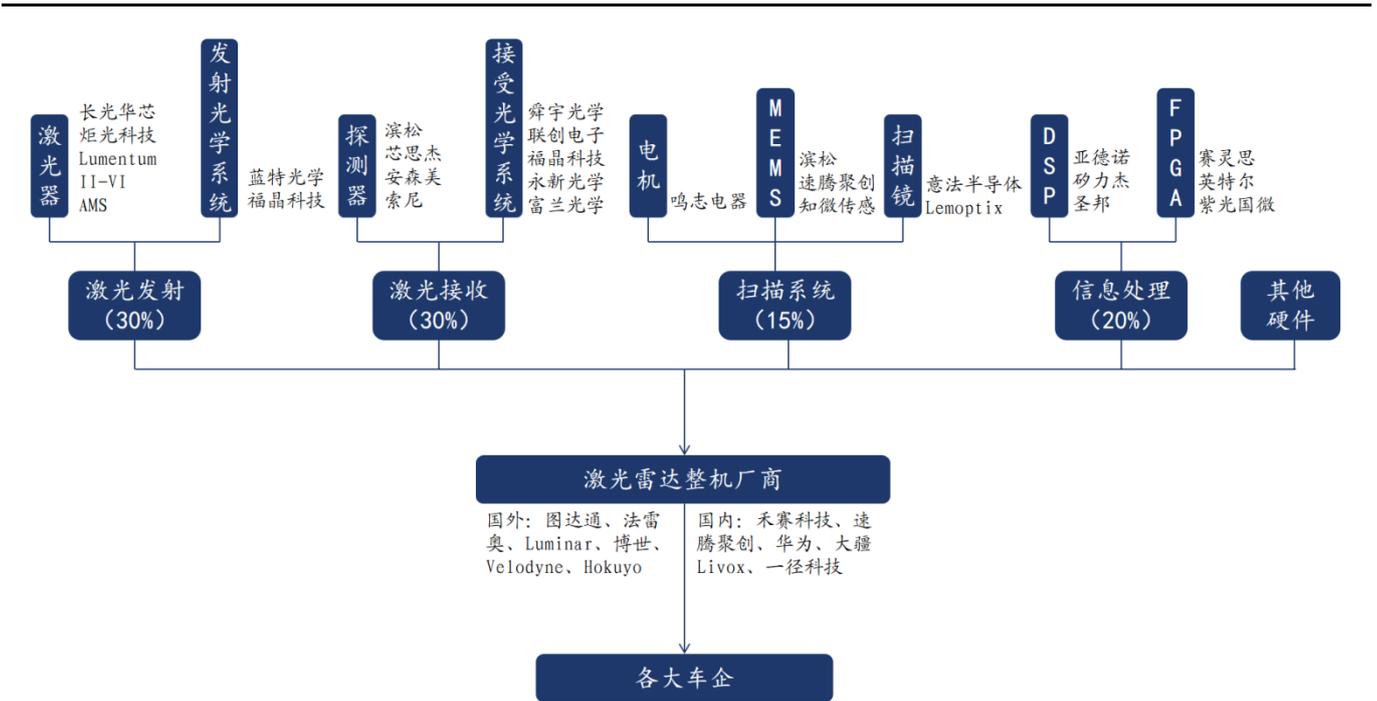
数据来源: C&C, 东吴证券研究所

图32: 2022 激光雷达 APD 市场占比



数据来源: C&C, 东吴证券研究所

图33: 激光雷达产业链 (百分比为各环节成本占比)



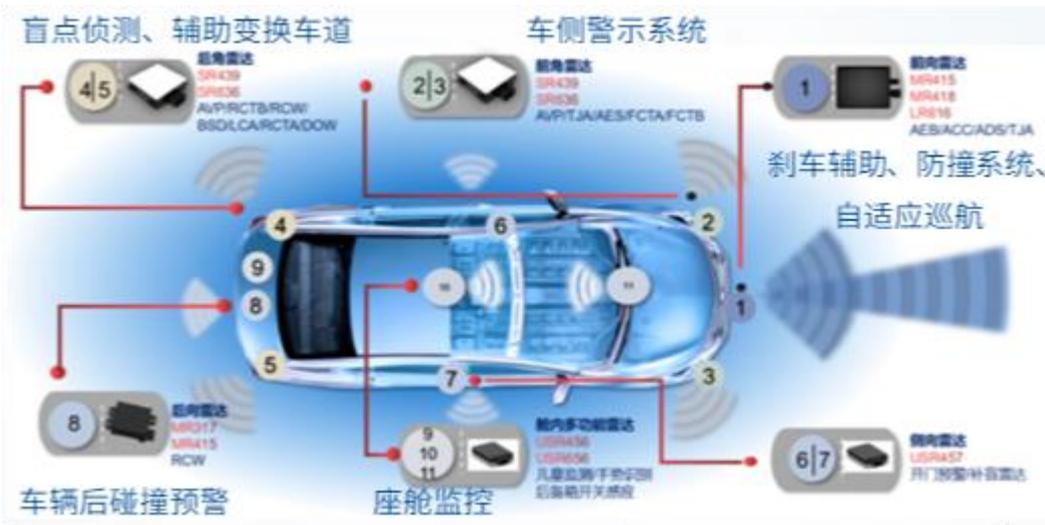
数据来源: 前瞻产业研究院, 华经产业研究院, 东吴证券研究所整理

2.3. 4D 毫米波雷达助力业界突围，感知融合助力量价齐升

毫米波雷达能够全天候工作、具有较远的探测距离、更易小型化等优点，与其他传感器良好互补并提供了兼具感知性能与成本的性价比传感器选择，是智能汽车感知层重

要组成部分。在纯视觉方案下，车载摄像头易受恶劣天气影响，而毫米波雷达则可以弥补纯视觉方案在雨雪等天气与眩光下的失灵，提供更加安全舒适的感知方案。

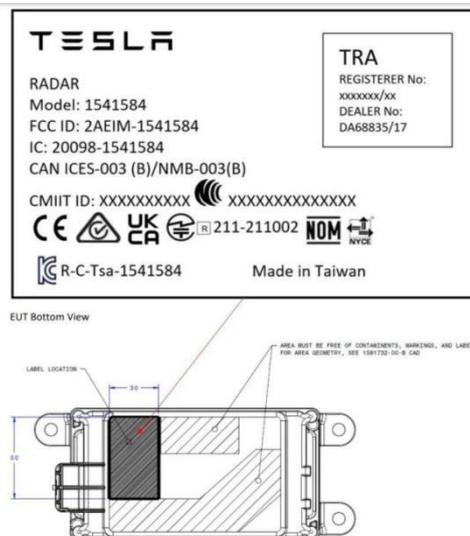
图34: 不同位置的毫米波雷达所用功能



数据来源: 聚速电子, 东吴证券研究所

4D 毫米波雷达助力业界突围，有望代替部分激光雷达。传统的 3D 毫米波雷达，在测量目标高度上性能不佳，通常只包含距离、方位和速度信息。近日多输入多输出 (MIMO) 天线技术的进步提高了俯仰角分辨率，导致了 4D 毫米波雷达的出现。4D 毫米波雷达可以测量四种类型的目标信息：距离、方位、高度(俯仰角)和速度，具备初步的成像能力，同时虚拟通道数量的增加使得 4D 毫米波雷达输出距离、速度和分辨率大幅提升，可以在中低端场景下成为前向激光雷达的平替。纯视觉方案的特斯拉也被 4D 毫米波雷达所吸引，在最新推出的 HW4.0 硬件体系中增加了一个 4D 毫米波雷达接口，未来有望率先搭载在 Model S/X 两款车型中。

图35: 特斯拉自研高分辨率雷达



数据来源: 高工智能汽车, 东吴证券研究所

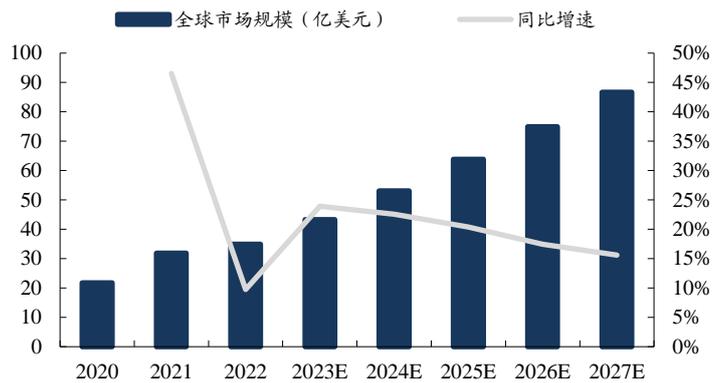
自动驾驶持续升级带动毫米波雷达市场需求，4D 毫米波雷达有望加速上车。据国际咨询机构 ICV 研究测算，2022 年毫米波雷达全球市场规模达到 34.9 亿美元，预计在 2027 年达到 86.7 亿美元，年复合增长率达到 16%。目前主流自动驾驶方案毫米波雷达用量在 3-5 颗。随着特斯拉纯视觉方案更新，重新搭载毫米波雷达，将带动更多车企搭载毫米波雷达，未来有望持续放量。4D 毫米波雷达加速上车，作为部分激光雷达的平替可以降低感知方案成本，但 4D 毫米波雷达成本仍高于摄像头和 3D 毫米波雷达。

图36: 不同类型毫米波雷达单价

毫米波雷达类型	价格 (每颗)
角雷达	100-200 元
前角雷达	300-400 元
普通 3D/4D 前雷达	500 元左右
4D 毫米波成像雷达	1500 元左右

数据来源: 未来智库, 东吴证券研究所整理

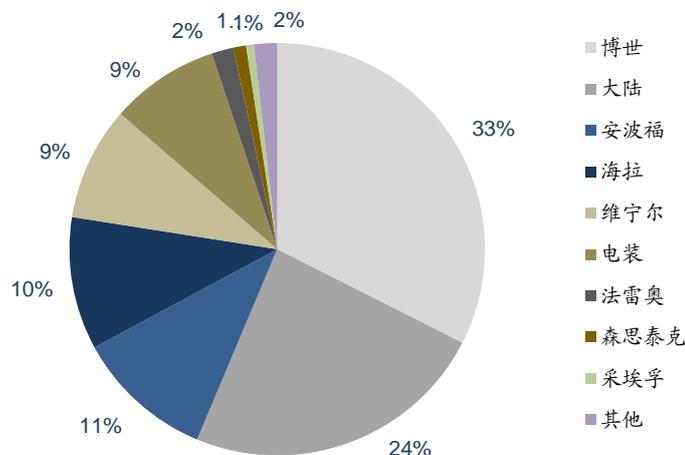
图37: 全球毫米波雷达市场规模



数据来源: ICV, 东吴证券研究所

海外产商主导全球毫米波雷达市场，国内厂商追赶实现“国产替代”。2022 年毫米波雷达市场占有率前三为博世、大陆、安波福，市占率分别为 33%、24%、11%，cr3 达到 68%。国内厂商起步较晚，森思泰克、德赛西威、华锐捷、华为等陆续进入量产阵营。4D 毫米波雷达赛道上，目前仅有采埃孚、森思泰克、福瑞泰克实现前装量产交付，其中，森思泰克凭借在理想、深蓝的量产搭载，实现了规模化的前装。国内毫米波雷达厂商在未来将进入更多毫米波雷达细分赛道，加强国产替代节奏。

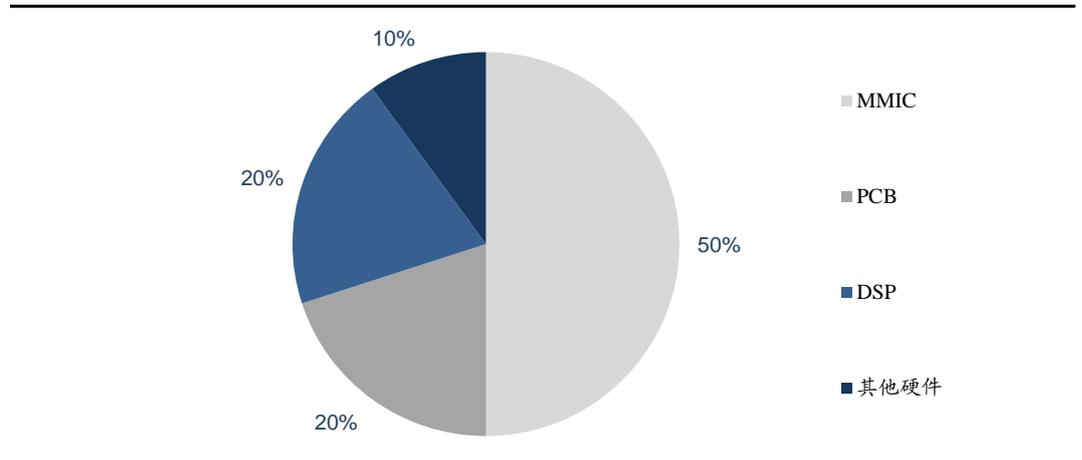
图38: 2022 全球毫米波雷达市场各厂商占比



数据来源: 智研咨询, 东吴证券研究所

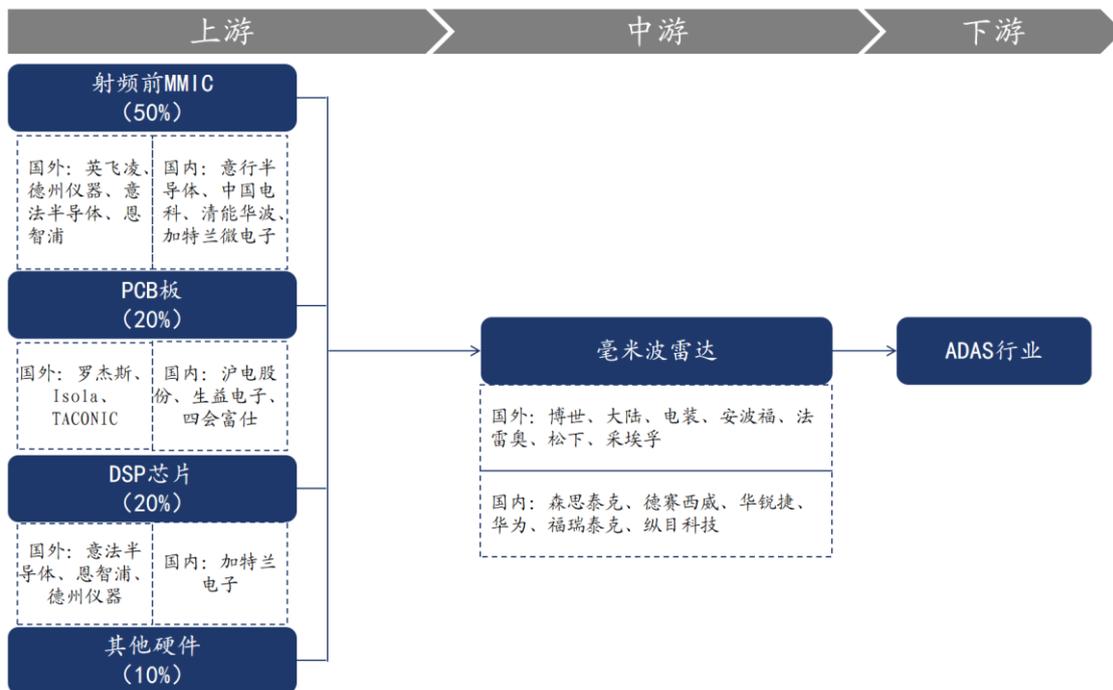
毫米波雷达硬件部分主要由高频 PCB 天线、射频前端收发组件、数字信号处理器及雷达控制电路等部分组成。2022 年毫米波雷达成本占比中射频前端收发组件 MMIC(包括发射、接收、及信号处理器)的成本约占 50%、高频 PCB 天线(包括接收、发射天线)的成本约占 20%、数字信号处理器(DSP/FPGA)的成本约占 20%；雷达控制电路及其它硬件成本约占 10%。MMIC 芯片是毫米波雷达成本中最重要组成部分。

图39：2022 年毫米波雷达各硬件成本占比



数据来源：融汇研究，东吴证券研究所

图40：毫米波雷达产业链(百分比为各环节成本占比)



数据来源：亚洲新能源汽车网，东吴证券研究所整理

3. 智驾方案持续升级，其他整车零部件迎来增长新机遇

3.1. 智能驾驶方案带动价值量提升，高速连接器市场加速扩张

自动驾驶传感器需要使用高频高速连接器实现连接与数据传输。汽车自动驾驶的实现依赖于车身传感器收集环境信息并进行处理，高频高速连接器在其中就起到实现传感器和车内主机之间的数据传输作用，同时起到连接和固定传感器的作用。

现有高频高速连接器可分为四类，分别是 FAKRA 连接器、mini FAKRA 连接器、HSD 连接器和以太网连接器。其中 FAKRA 连接器是汽车行业通用标准的射频连接器，用于无线传输，传感器连接，mini FAKRA 连接器在其基础上进行了空间和传输优化。HSD 连接器传输效率高，属于差分高速传输，用于数据传输。以太网连接器是未来汽车发展的主流连接器，适合高速传输和大数据传输。

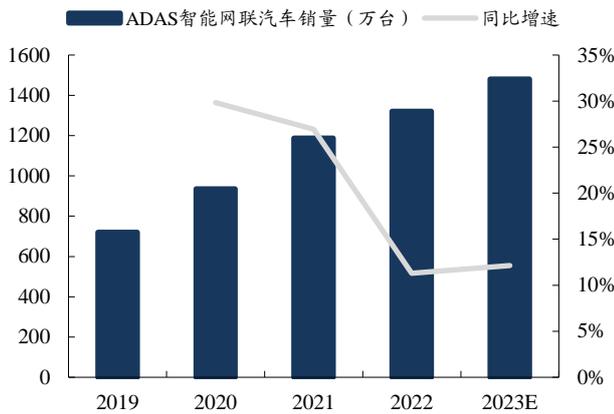
图41：高频高速连接器分类和性能对比

种类	性能说明	数据传输性能	车内主要应用位置
Fakra 连接器	射频同轴连接器，当使用频率超过 6GHz 时，性能下降，体积较大	支持带宽可达 6 GHz，传输速率最高可达 6Gbps	主要应用于 自动驾驶 传感器领域：ADAS 摄像头、环视摄像、GPS、广播天线、汽车无钥匙进入等
mini Fakra 连接器	相较于 FAKRA 连接器，实现体积与传输效率优化	支持带宽可达 15GHz，传输速率最高可达 28Gbps	主要应用于 自动驾驶 领域： 5G 天线 高频信号传输、ADAS 摄像头、环视摄像、GPS、广播天线等
HSD 连接器	线束成本较高，属于差分高速传输	传输速率可达 8 Gbps	主要应用于 车内数据传输 ：ADAS 摄像头与主机、流媒体后视镜、虚拟仪表、电子大屏、HUD 抬头显示及 USB 等
以太网连接器	适合高速传输和大数据传输	传输速率高达 25Gbps，屏蔽型传输性能可达 56Gbps	激光雷达、自动驾驶、雷达、4K 相机系统

数据来源：线束世界，罗森伯格，东吴证券研究所

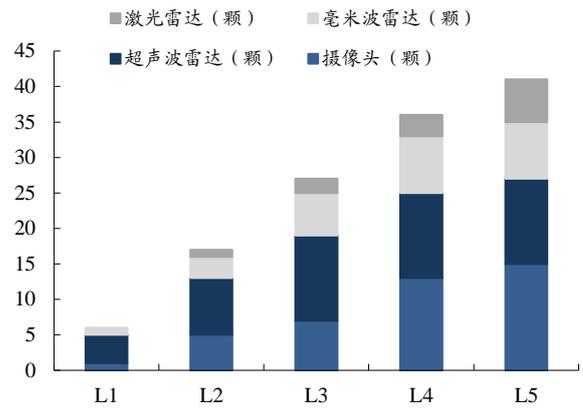
高阶自动驾驶渗透率提升，高频高速连接器市场需求规模将持续提升。L3 级别自动驾驶奇点已至，未来车企将持续研发 L4/L5 高阶自动驾驶车型。一方面，汽车主要依赖于传感器采集车外环境信息传输至车内信息处理中心以实现自动驾驶，因此随着汽车自动驾驶升级，未来在智能汽车上搭载的传感器数量将持续提升，带动连接器数量同比例上升。另一方面，造车新势力的强势引领下，L2+智能驾驶车型的出货量预计不断攀升，占比不断增加，高频高速连接器需求旺盛。连接器作为自动驾驶传感器与汽车实现数据传输的重要接口，未来将随着自动驾驶升级以及高阶自动驾驶车型出货实现持续攀升。

图42: 2019-2023ADAS 智能网联汽车销量 (万台)



数据来源: 弗若斯特沙利文, 观知海内咨询, 东吴证券研究所

图43: 2021 年自动驾驶升级路径搭载传感器情况预测



数据来源: Yole, 智研咨询, 东吴证券研究所整理

自动驾驶摄像头像素提升需要更高传输速率连接器协同, Mini Fakra 连接器适配更高传输速率的同时, 节省车内布局空间, 成为短期最优解决方案。FAKRA 连接器是车载摄像头搭载的主流连接器, 但随着摄像头像素提高和视频分辨率提升, 传统 FAKRA 连接器最高传输频率 6GHz 无法达到用户需求, 相比之下 HFM (高速 mini FAKRA) 最高可支持 28Gb/s 的传输速率和 20GHz 的传输频率, 还可实现四合一甚至五合一形式, 减少占用空间。mini FAKRA 连接器在传输效率和空间优化上都具有更大优势。而且在性能和装配性都大大提升的情况下, HFM 未来成本会优于市场上现有的车载同轴界面产品。

图44: Mini-Fakra 连接器能有效减少安装空间



数据来源: 罗森伯格, 东吴证券研究所

表2: FAKRA 与 mini FAKRA 性能对比

性能	FAKRA	mini FAKRA
体积	大	小, 安装空间最大可节省 80%(板端)
集成度	中	高
传输速率	中	最高支持 28Gb/s
传输频率	0-6GHz	最高支持 20GHz
成本优势	低	高

数据来源: 盖世汽车, 东吴证券研究所

高阶自动驾驶传感器产生的数据量倍增, 以太网连接器适配最高传输速率要求, 将成为最终解决方案。一方面, 随着自动驾驶等级的提升, ADAS 传感器采集的数据量将倍增, 需要适配更高传输速率的连接器; 另一方面, ADAS 摄像头像素随高阶自动驾驶

升级，热管理需求驱动 ISP 模块外移，大量未经处理的数据传输提出更高传输速率和带宽要求，以太网连接器为最终替代方案。在摄像头架构中，ISP 图像信号处理器主要用于实现 RAW 格式数据的前处理，并转换为 YCbCr 等格式，还可完成图像缩放、自动曝光、自动白平衡、自动聚焦等多种工作。目前已经有很多图像传感器制造商在把 ISP 模块从摄像头模组中移除，来限制摄像头的功耗和热量产生。ISP 外移趋势带来车载传感器传输数据量激增，将加速车载以太网在车内的应用，以太网连接器渗透率将加速提升。目前来讲，由于车载激光雷达相较于 ADAS 摄像头，采集的数据量更大，大部分都采用以太网连接器解决方案。

图45: 车载摄像头中 ISP 负责初步数据处理

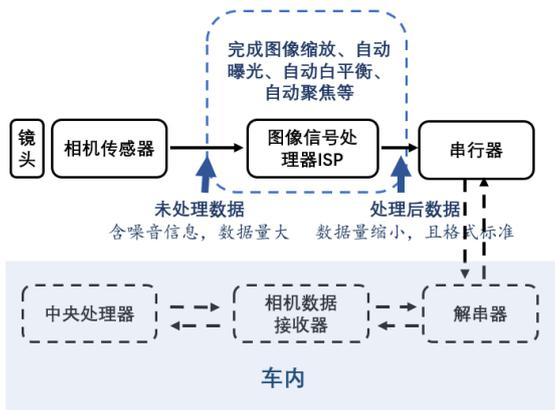
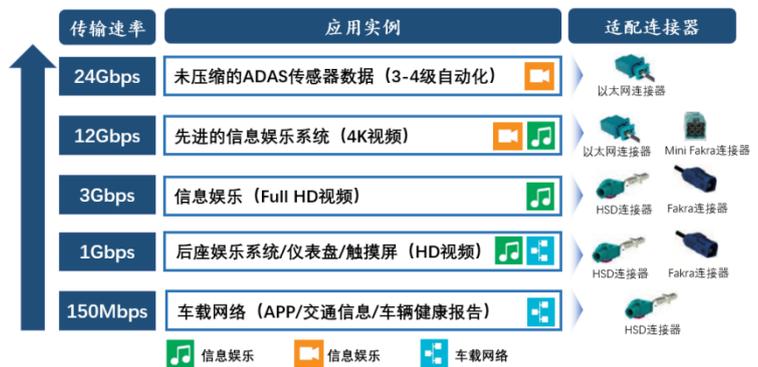


图46: 汽车传输速率要求提升



数据来源: AIOT 大数据, 东吴证券研究所

数据来源: 泰科电子, 东吴证券研究所

高阶自动驾驶方案数据传输需求提高，高速连接器单车价值量有望进一步提升。随着自动驾驶及智能座舱加速发展，车载传感器及智能座舱设备数量将增加，同时更多的网联应用以及城市自动驾驶场景中大量的数据收集和处理，对所需传输数据量将持续扩大，进而增加使用的高速连接器数量。随着自动驾驶等级的不断提升，高速连接器的单车价值量有望不断增加。

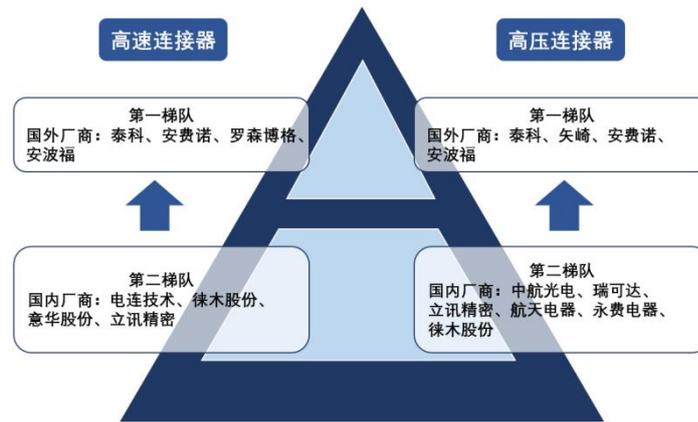
图47: 各自动驾驶等级高速连接器单车价值量

类型	预计单车价值量	应用场景
高速连接器		
传统汽车	200 元	主要用于传感器, 摄像头以及娱乐终端等领域; 连接车载高速网络—以太网系统, 将各个核心域控制器连接在一起
L1 级别自动驾驶	352 元	
L2 级别自动驾驶	600 元左右	
L3 级别自动驾驶	1200 元左右	
L4/L5 级别自动驾驶	1500 元以上	

数据来源: ICV Tank, 线束中国, IHS Markit, 腾讯网, 东吴证券研究所整理

国外厂商主导市场，国内厂商加速追赶。目前，我国汽车高速连接器市场国产化程度较低，市场主要被罗森博格、泰科、安费诺等等国外企业所主导。2021年中国汽车高速连接器市场中，森博格、泰科、安费诺三家企业占据了约92%的市场份额，而国产企业以7%的市场份额排名第四，正处于加速追赶的阶段。

图48：中国汽车连接器市场格局



数据来源：智研咨询，东吴证券研究所整理

3.2. AR-HUD 助力智能驾驶体验升级，成本下降带动厂商快速放量

AR-HUD 即 AR 技术与抬头显示的结合体。在使用过程中，AR-Creator 将导航、ADAS、车辆信号等信息融合进行图像渲染及虚实重叠，然后把显示模型输出给 PGU，经过放大光路改变画面路径、焦距、大小等，最后在挡风玻璃上形成虚像并将画面反射至人眼，能够减少视线在行车路面和仪表或手机导航之间来回切换，从而降低潜在的事故风险。

图49：华为 AR-HUD 效果示意图



数据来源：华为官网，东吴证券研究所

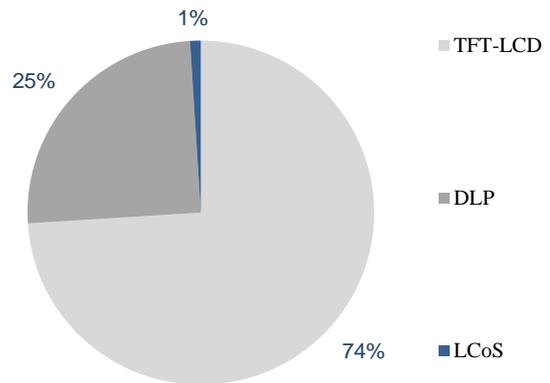
TFT-LCD 为 AR-HUD 技术主流，华为入局 LCoS 有望改变技术格局。根据成像技术的工作原理不同，可以将 AR-HUD 分为 TFT-LCD、DLP、LCoS 和 LBS，目前 TFT-LCD 路径为业内主流，有着成本低、技术成熟的优点，同时也存在清晰度有限、热管理难度大等问题。DLP 相较于 TFT 方案显示效果更佳，同时可以有效解决阳光倒灌问题，但 DLP 是德州仪器专利技术，目前成本较高。随着华为入局 LCoS 并于飞凡 R7 中实现首次量产搭载，LCoS 技术展现了图像分辨率的提升以及成本可控的优点，未来有望与 DLP 及时一同提高渗透率成为主流方案。

图50: AR-HUD 显示技术方案对比

	TFT-LCD	DLP	LCoS
成像效果	一般	好	好
光源	LED	LED/激光	LED/激光
成本	较低	高	一般
防阳光倒灌	弱	强	强
制作工艺	成熟面板技术	特殊立体蚀刻工艺	成熟半导体工艺
工艺难度	低	高	一般

数据来源：亚洲新能源汽车网，东吴证券研究所

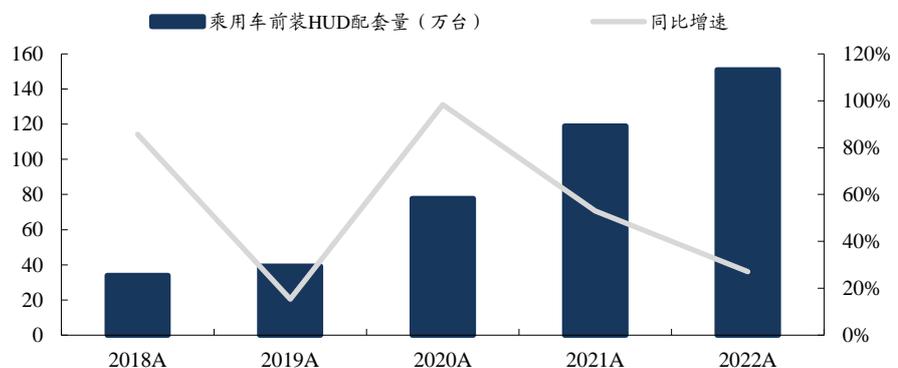
图51: 2023Q1 各 A-HUD 技术路径市场占比



数据来源：佐思汽研，东吴证券研究所

智能驾驶带动 AR-HUD 新需求，成本下降加速 AR-HUD 装车普及。华为即将上市问界 M9 通过 AR-HUD 可以实现安全辅助驾驶、车道级 AR 导航、投射 360° 倒车影像等功能，提升消费者智驾体验。根据高工智能汽车数据显示，2022 年中国市场乘用车前装标配搭载 W/AR-HUD 交付 150 万台，AR-HUD 达到 11 万套，渗透率较低，增长空间大。2023 年上半年 AR-HUD 价格大约在 2000-3000 元区间，未来则有望下降至千元左右，加速 AR-HUD 装车普及，与智能驾驶趋势充分融合。

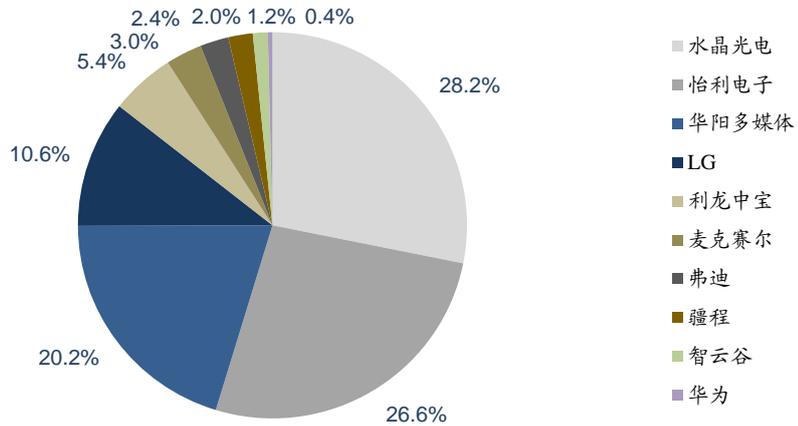
图52: 2018-2022 中国乘用车前装 HUD 配套量 (万台)



数据来源：亚洲新能源汽车网，东吴证券研究所

国内厂商主导本土 AR-HUD 市场。在 2023 年 1-9 月 AR-HUD 中国市场中，份额排名前十的供应商几乎被中国本土供应商包揽，其中水晶光电以 28% 的市场份额位居第一，市场 cr3 达到 75%。据高工智能汽车显示，今年水晶光电（作为 Tier 1 角色）定点新增 14 个，到年底有望增加至 16 个，定点合作商囊括国内外整车厂商多个车型。未来 AR-HUD 持续放量有望使本土厂商充分受益。

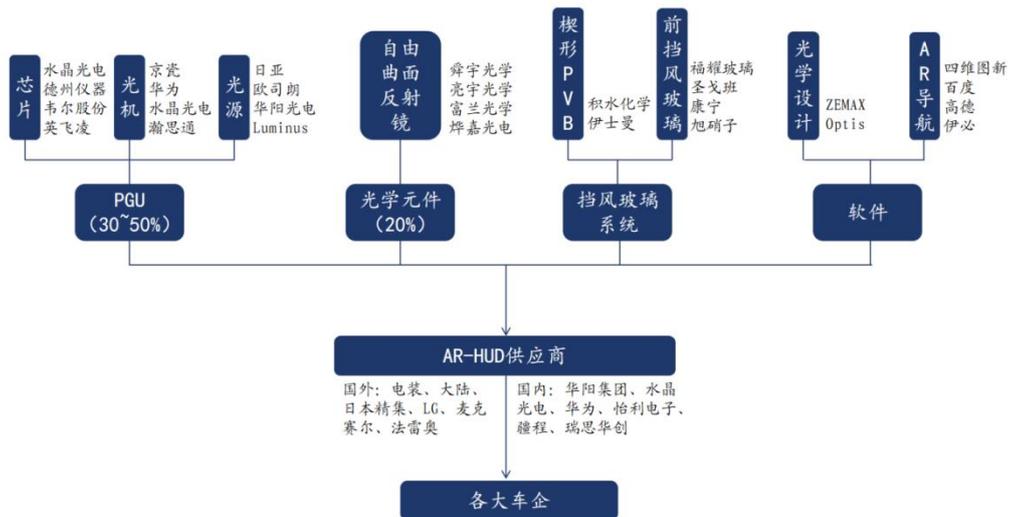
图53: 2023 年 1-9 月中国乘用车前装标配 AR-HUD 市场占比



数据来源：亚洲新能源汽车网，东吴证券研究所

PGU 为 AR-HUD 成本核心。在 AR-HUD 可以拆分为 PGU、挡风玻璃系统、光学元件、软件等部分，其中 PGU（成像单元）是 AR-HUD 的核心部件，占 AR-HUD 整机 BOM 的 30%~50%。根据盖世汽车的统计的数据显示，TFT 路线的 PGU 占总成本的 30% 左右，LCOS 路线的 PGU 占总成本 40% 左右，DLP 路线由于 DMD 芯片为德州仪器独家供应，PGU 占总成本 50% 以上。

图54: 车载 AR-HUD 产业链（百分比为各环节成本占比）

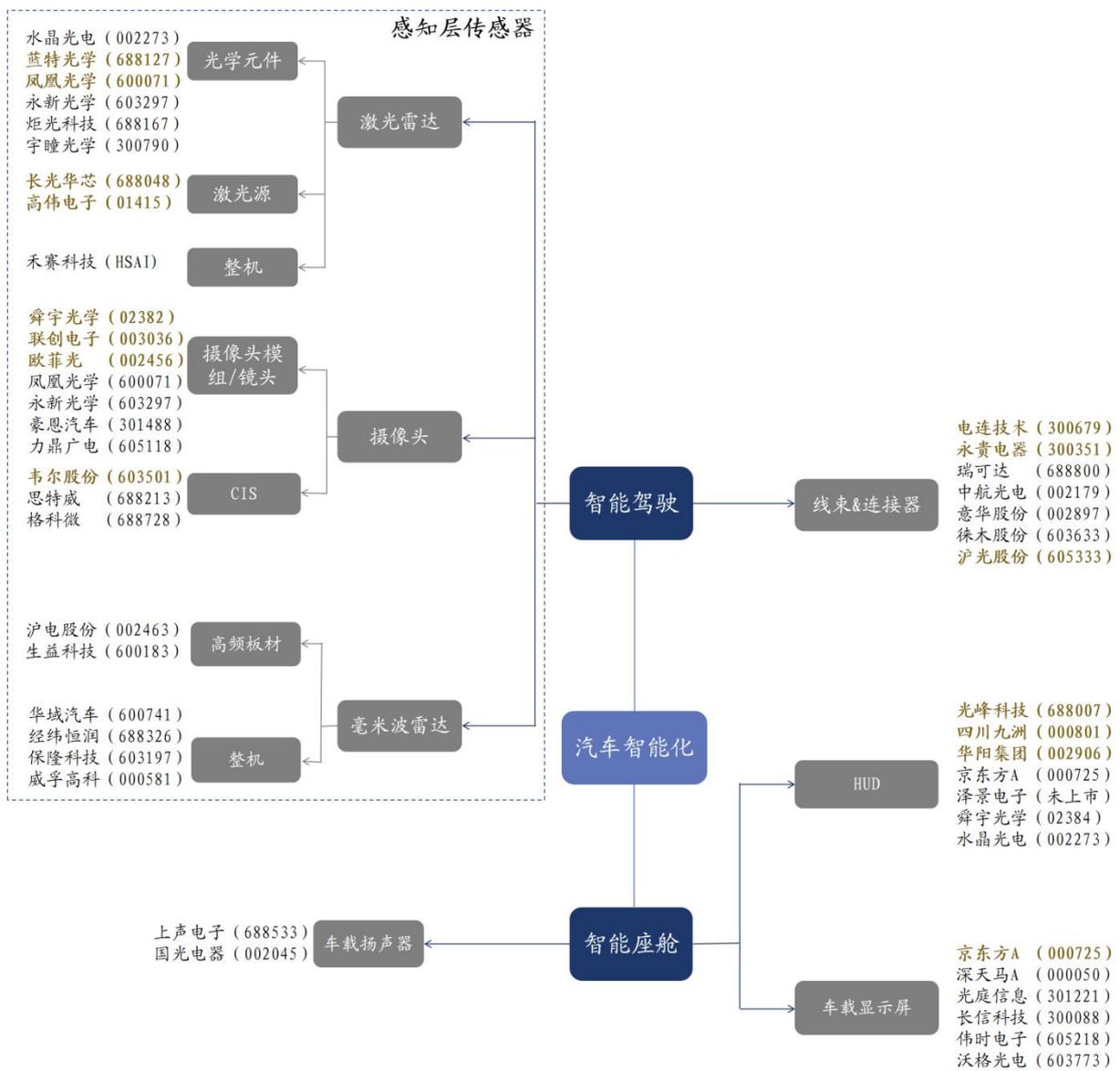


数据来源：亚洲新能源汽车网，东吴证券研究所

4. 行业梳理

通过对自动驾驶渗透率、产业链价格、出货量等观测，我们认为智能驾驶落地加速，将进入快速放量期，短期内华为智驾升级与新车发布将强势带动产业链感知层硬件及其上游、连接器需求，看好智能驾驶产业链。细分领域中部分重点公司深度绑定于华为汽车产业链，短期内有望受到问界、智己、阿维塔等新车发布的持续驱动。中长期看，重点公司凭借其较强的核心竞争力，能够在市场竞争中脱颖而出，伴随智能驾驶升级落而持续受益，重点企业的业绩值得期待。

图55: 产业链重点公司梳理 (棕色公司为华为汽车产业链公司)



数据来源: wind, 东吴证券研究所整理

1) 激光雷达:

水晶光电 (002273.SZ): 公司主要从事光学影像、薄膜光学面板、汽车电子 (AR+), 反光材料等领域相关产品的研发、生产和销售。主要产品包括精密薄膜光学元器件、生物识别元组件、新型显示组件、薄膜光学面板、反光材料等。在车载领域, 公司为 HUD 和激光雷达提供核心光学部件。

蓝特光学 (688127.SH): 公司主营业务为光学元器件的研发、生产、销售。公司主要产品有光学棱镜、玻璃非球面透镜、玻璃晶圆、汽车后视镜。其成像类玻璃非球面透镜产品主要应用于智能手机、高清安防监控、车载镜头、无人机镜头等, 激光准直类玻璃非球面透镜产品主要应用于测距仪、激光雷达等领域。

凤凰光学 (600071.SH): 公司主营业务为光学产品、智能控制器和锂电芯产品的研发、制造和销售, 主要产品为光学组件、光学仪器、精密加工等。光学组件主要用于安防视频监控、车载传感器、红外及机器视觉等领域; 精密加工包括金属结构件精密加工和光学镜片精加工, 主要用于照相机、投影机、车载等领域。

永新光学 (603297.SH): 公司主营业务为光学显微镜、光学元件组件和其他光学产品的研发、生产和销售。汽车领域, 公司主要产品为车载镜头前片、激光雷达光学核心元组件、内窥镜镜头等, 属于光电行业的中游光学元件组件和下游光学整机产业, 与禾赛、Innoviz、Innovusion、北醒光子、麦格纳等激光雷达领域国内外知名企业建立了深度的合作关系。

炬光科技 (688167.SH): 公司的主营业务为光子行业上游的高功率半导体激光元器件和原材料 (“产生光子”)、激光光学元器件 (“调控光子”) 的研发、生产和销售。公司主要产品为半导体激光元器件和原材料、激光光学元器件、汽车应用模块等。中游汽车应用模块主要包括激光雷达面光源发射模组、激光雷达线光源发射模组、激光雷达光源光学组件等, 目前正在为德国大陆集团供应 Flash LiDAR 量产阶段的激光雷达发射模组。

长光华芯 (688048.SH): 公司主营业务为半导体激光芯片的研发、生产与销售。主要产品为高功率单管系列产品、高功率巴条系列产品、高效率 VCSEL 系列产品、光通信芯片系列产品, 应用领域为医学美容、激光雷达、3D 传感、人工智能等领域。车载激光雷达芯片产品已通过车规 IATF16949 和 AECQ 认证, 系汽车厂商合规可靠的车载激光雷达芯片供应商。

高伟电子 (01415.HK): 公司主要从事相机模组业务。公司主要通过两个业务分部进行从事设计、开发、制造及销售用于移动设备及家庭电器的相机模组业务及用于光碟机的光学部件业务。其母公司立讯精密与速腾聚创成立合资公司立腾创新, 立讯集团体系中的高伟电子也有望随之受益, 斩获速腾聚创雷达的模组代工订单。

2) 车载摄像头:

舜宇光学 (02382.HK): 公司是一家主要从事光学及相关产品以及科学仪器的设计、研发、生产和销售业务的投资控股公司。公司包括三个业务部门:光学零件、光电产品和光学仪器。公司为车载摄像头市场出货量第一的供应商。

联创电子 (002036.SZ): 司主营业务为从事研发、生产及销售为智能手机、智能驾驶、运动相机等配套的光学镜头、摄像模组及触控显示一体化等关键光学、光电子产品及智能终端产品制造。公司在车载 ADAS 镜头和影像模组方面,与 Mobileye、Nvidia 等国际知名厂商达成战略合作,不断扩大在蔚来、比亚迪、吉利等国内知名终端车厂的合作。

欧菲光 (002456.SZ): 公司的主营业务为智能手机、智能汽车及新领域业务。公司主营业务产品包括光学影像模组、光学镜头和微电子产品等,广泛应用于以智能手机、平板电脑、智能汽车、无人机等为代表的消费电子和智能汽车领域。

韦尔股份 (603501.SH): 公司主营业务为半导体分立器件和电源管理 IC 等半导体产品的研发设计,以及多项半导体产品的分销业务,产品广泛应用于移动通信、车载电子、安防、网络通信、家用电器等领域。公司凭借先进紧凑的汽车 CIS 解决方案覆盖了广泛的汽车应用,包括 ADAS、驾驶室内部监控、电子后视镜、仪表盘摄像头、后视和全景影像等。

思特威 (688213.SH): 公司的主营业务为高性能 CMOS 图像传感器芯片的研发、设计和销售。主要产品为高性能 CMOS 图像传感器。公司的车载 CIS 产品已经在比亚迪、一汽、上汽、零跑、岚图等客户处量产。自动驾驶领域,公司在 2022 年底发布了 800 万像素车规级图像传感器,目前该款产品已经在送样测试阶段。

格科微 (688728.SH): 公司的主营业务为 CMOS 图像传感器和显示驱动芯片的研发、设计和销售。在汽车电子领域,公司产品主要用于行车记录仪、倒车影像、360 环视、后视等方面。

3) 线束&连接器:

电连技术 (300679.SZ): 公司专业从事微型电连接器及互连系统相关产品、POGOPIN 产品以及 PCB 软板产品的技术研究、设计、制造和销售服务。公司汽车电子连接器产品主要为射频类连接器以及高速类连接器,主要应用于燃油车及新能源车厂商、TIER1、模组客户、自动驾驶电子系统客户的射频及高速连接。

永贵电器 (300351.SZ): 公司的主营业务为轨道交通与工业、车载与能源信息、特种装备三大业务板块。公司车载与能源信息板块产品包括高压连接器及线束组件、高压分线盒 (PDU)/BDU、高速连接器等。车载产品已进入比亚迪、华为、吉利、长城、奇瑞等国产一线品牌及合资品牌供应链体系。

意华股份 (002897.SZ)：公司主营业务为连接器及其组件产品研发、生产和销售。公司主要产品包括 RJ 系列连接器产品、SFP、SFP+ 系列高速连接器产品、USB、HDMI 系列连接器产品、汽车连接器等，是国内少数实现高速连接器量产的企业之一。

徕木股份 (603633.SH)：公司的主营业务为连接器、屏蔽罩为主的精密电子元件的研发、生产和销售。公司产品可分为汽车精密连接器及配件、组件，汽车精密屏蔽罩及结构件等。在汽车电子领域已实现对法雷奥集团、麦格纳集团、科世达集团、比亚迪集团、宁德时代、等国内外知名汽车零部件公司供货。

瑞可达 (688800.SH)：公司主营业务是从事连接器产品的研发、生产、销售和服务。主要产品包括连接器、连接器组件和模块等系列。汽车电子领域客户涵盖特斯拉、比亚迪、蔚来、上汽、长安等头部车企。

5. 风险提示

- 1) 全球经济复苏力度低于预期: 如果全球经济复苏不及预期, 将影响汽车终端需求。
- 2) 智能驾驶技术创新低于预期: 如果智能化技术创新不及预期, 将会影响智能化技术的应用和相关产业链。
- 3) 华为智能驾驶推广不及预期: 因为法规政策、功能、体验上等因素影响, 智能驾驶全国推广受限, 或是消费者接纳程度不及预期。

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准,已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下,本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议,本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。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。

在法律许可的情况下,东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易,还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险,投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息,本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性,也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报告。

本报告的版权归本公司所有,未经书面许可,任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的,应当注明出处为东吴证券研究所,并注明本报告发布人和发布日期,提示使用本报告的风险,且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的,应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期(A 股市场基准为沪深 300 指数,香港市场基准为恒生指数,美国市场基准为标普 500 指数,新三板基准指数为三板成指(针对协议转让标的)或三板做市指数(针对做市转让标的)),具体如下:

公司投资评级:

- 买入: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15%以上;
- 增持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5%与 15%之间;
- 中性: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与 5%之间;
- 减持: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间;
- 卖出: 预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级:

- 增持: 预期未来 6 个月内,行业指数相对强于基准 5%以上;
- 中性: 预期未来 6 个月内,行业指数相对基准-5%与 5%;
- 减持: 预期未来 6 个月内,行业指数相对弱于基准 5%以上。

我们在此提醒您,不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系,表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况,如具体投资目的、财务状况以及特定需求等,并完整理解和使用本报告内容,不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街 5 号
邮政编码: 215021

传真: (0512) 62938527

公司网址: <http://www.dwzq.com.cn>