

汽车电子系列之二：自动驾驶渐行渐近，车载传感器市场迎高速发展

电子行业

推荐 (维持评级)

核心观点：

- **自动驾驶加速渗透，推动汽车传感器市场的高速增长。**传感器是自动驾驶的关键，当前主流自动驾驶传感器主要包括毫米波雷达、车载摄像头以及超声波雷达。2020年国内L2级别自动驾驶的渗透率已近15%。车企相继推出具备L3功能的自动驾驶车型。随着自动驾驶等级的提高，对传感器的数量和质量也提出了更高的要求，L2级自动驾驶传感器数量约为6个，L3约为13个，未来L5要达到30个以上，相应带动汽车传感器市场高速增长。2016年，中国汽车传感器行业市场规模已达百亿，预计到2025年，市场规模将突破600亿元。
- **车载摄像头发展较为成熟，是应用最广泛的“汽车之眼”。**车载摄像头环境条件更为严苛，也相应具有更高的价值量。根据ICVTank预测，到2025年全球车载摄像头行业规模将达270亿美元，CAGR约为16%，中国车载摄像头行业市场规模将达230亿元，CAGR约为32%。车载摄像头镜头方面舜宇光学是全球龙头，联创电子也已开始为头部企业供货；CMOS传感器方面韦尔股份全球市占率排名第二，未来有望继续提高份额；模组与系统集成方面，海外企业占据主导，国内欧菲光、丘钛科技、德赛西威、华域汽车等企业积极布局，未来有望凭借成本优势占据更大份额。
- **毫米波雷达具有体积小、性价比高、可全天候工作的特点，是自动驾驶的核心传感器。**从技术发展看，随着技术的成熟以及成本的下降，77GHz雷达将逐渐取代24GHz雷达成为未来毫米波雷达市场的主流。预计到2022年全球毫米波雷达市场规模将达160亿美元，其中短中距毫米波雷达约84亿美元，长距毫米波雷达76亿美元。根据OFweek预测，到2025年中国的毫米波雷达市场规模将超过300亿元。目前博世、大陆等海外企业占据的毫米波雷达主要市场份额，2018年CR5达到68%。国内企业近年来加速布局，德赛西威、华域汽车等企业已在24GHz产品方面取得突破，77GHz产品处于研发过程中。
- **超声波雷达是自动驾驶的重要辅助传感器。**超声波雷达成本优势明显，主要用于倒车雷达以及自动泊车系统。2019年全球车载超声波雷达市场规模超30亿美元，到2030年将增长至61亿美元，CAGR为5.1%。博世、法雷奥等海外企业占据超声波雷达主要市场，CR5超过90%。国内企业如奥迪威已具备成熟技术，主要壁垒在车企认证。
- **投资建议：**建议关注布局毫米波雷达与车载摄像头的德赛西威(002920.SZ)、华域汽车(600741.SH)、华阳集团(002906.SZ)，摄像头镜头企业舜宇光学(2382.HK)、联创电子(002036.SZ)，CMOS传感器企业韦尔股份(603501.SH)，超声波雷达企业奥迪威(832491.OC)等。
- **风险提示：**自动驾驶普及不及预期和汽车市场需求不及预期的风险。

分析师

傅楚雄

☎: 010-80927623

✉: fuchuxiong@chinastock.com.cn
分析师登记编码: S0130515010001

王恺

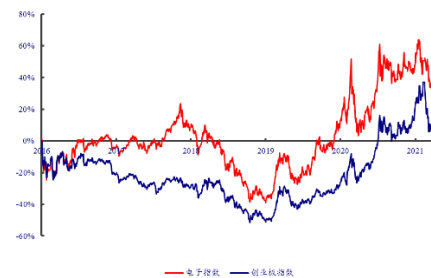
☎: 010-80927627

✉: wangkai_yj@chinastock.com.cn
分析师登记编码: S0130520120001

特此鸣谢：实习生 郭玘玘

行业数据

2020-04-11



资料来源：Wind，中国银河证券研究院整理

相关研究

《汽车电子系列之一：激光雷达将迎产业化拐点》
2021-01-29

目 录

| | |
|------------------------------------|-----------|
| 一、自动驾驶加速渗透，推动传感器市场发展 | 2 |
| (一) 自动驾驶市场广阔，国内外厂商加速布局..... | 2 |
| (二) 传感器是自动驾驶的基石，将迎来快速增长..... | 6 |
| 二、车载摄像头：应用最广泛的“汽车之眼” | 8 |
| (一) 发展较为成熟，相较手机摄像头具有更高价值量..... | 8 |
| (二) 行业迎高速扩张，未来五年市场规模达 270 亿美元..... | 10 |
| (三) 国外龙头优势显著，国内企业加速崛起..... | 11 |
| 三、毫米波雷达：全天候待命的自动驾驶传感器 | 14 |
| (一) 毫米波雷达全天候待命，77GHz 是未来方向..... | 14 |
| (二) 产品加速升级，市场空间潜力大..... | 16 |
| (三) 竞争格局：海外主导，国产替代空间广阔..... | 18 |
| 四、超声波雷达：自动驾驶的重要辅助传感器 | 20 |
| (一) 成本优势明显，主要用于自动泊车系统..... | 20 |
| (二) 国外企业占据主要市场，国内企业已具备成熟技术..... | 22 |
| 五、投资建议 | 23 |
| 六、风险提示 | 24 |
| 插图目录 | 25 |

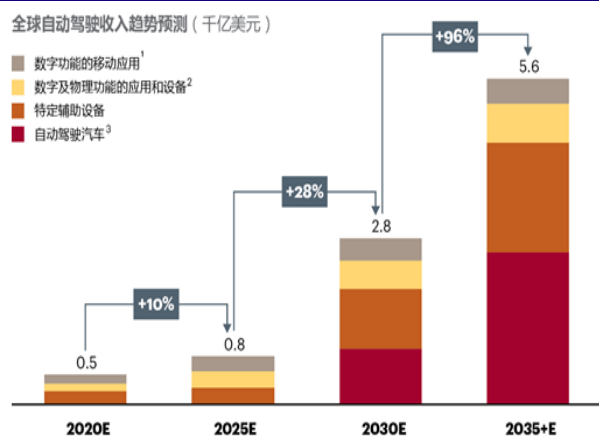
一、自动驾驶加速渗透，推动传感器市场发展

(一) 自动驾驶市场广阔，国内外厂商加速布局

全球自动驾驶市场规模广阔。随着人工智能、5G 技术的逐渐普及，无人驾驶、高级辅助驾驶快速发展，这些技术的实现能够大幅减少人为失误带来的交通风险、提高交通运输效率、提升道路通行能力、改变汽车生产消费模式，实现交通运输安全、高效、绿色的发展愿景。同时能够缓解社会老龄化带来的劳动力短缺的问题，提高生产力水平、提升生活品质。根据 IHS 的预测，自动驾驶汽车将在 2025 年前后开始一轮爆发式增长，到 2035 年，道路行驶车辆将有一半实现自动驾驶，届时自动驾驶整车及相关设备、应用的收入规模总计将超过五千亿美元。

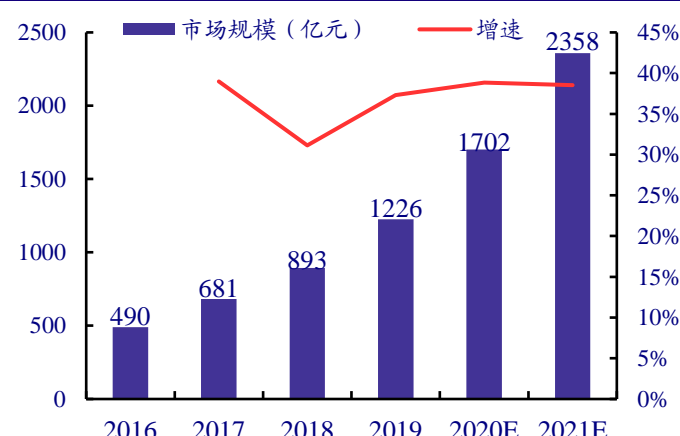
中国自动驾驶市场快速增长。据发改委最新《智能汽车创新发展战略》，到 2020 年，中国标准智能汽车的技术创新、产业生态、路网设施、法规标准、产品监管和信息安全体系框架基本形成，智能汽车新车占比达到 50%，中高级别智能汽车实现市场化应用。据中商产业研究院数据，2016 年-2019 年中国智能驾驶市场规模从 490 亿元增长到 1226 亿元，复合增速为 35.8%，到 2021 年市场规模将进一步增长至 2358 亿元。

图 1. 全球自动驾驶市场规模



资料来源: IHS, 中国银河证券研究院

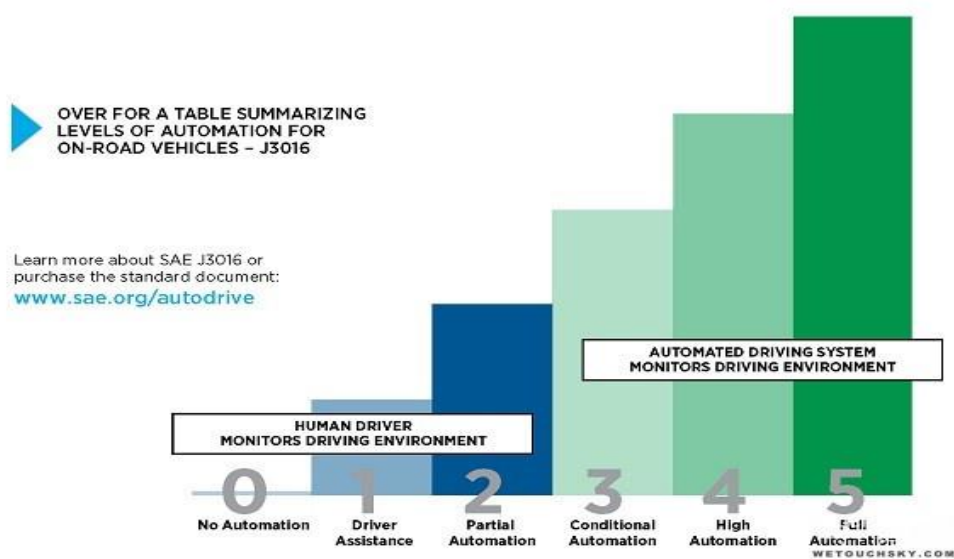
图 2. 中国智能驾驶市场规模 (单位: 亿元)



资料来源: 中商产业研究院, 中国银河证券研究院整理

参照 SAE 际汽车工程师协会制定的自动驾驶分级标准, 可以根据人类驾驶者的参与程度, 将自动驾驶分为 L0 至 L5 各个等级。数值越高, 代表自动驾驶的成熟度就越高; 其中由 2 级到 3 级的跨度是重要的转折点, 标志着自动驾驶汽车完全可以进行无人驾驶操作。ADAS (高级驾驶辅助系统) 是实现自动驾驶的基础, 根据美国高速公路安全管理局的定义, 目前全球正处于汽车自动化程度的第 2 个阶段。即根据驾驶环境信息, 由一个或多个驾驶辅助系统在特定工况下执行转向或加速/减速, 同时驾驶员执行所有其余的各类动态驾驶任务。

图 3. SAE 自动驾驶等级划分



资料来源: SAE 官网, 中国银河证券研究院

目前大多数自动驾驶厂商能够基本实现 L2 级自动驾驶, 并开始推出初步具备 L3 功能的车型。外资车企中, 当前国外技术水平最高的自动驾驶汽车为谷歌的 Waymo, 全车搭载了多个激光雷达、毫米波雷达、摄像头以及高精度自动定位仪, 整车可达到 L5 级别的自动驾驶。而奥迪于 2018 年推出的奥迪 A8 是全球第一款量产 L3 级别的自动驾驶汽车。除此之外, Uber、Toyota、Cruise 等国外厂商的自动驾驶汽车也都分别搭载了不同数量和种类的各式传感器, 并可实现 L2 级别的自动驾驶。

表 1. 国外车企自动驾驶规划

| 企业 | 自动驾驶级别 | 项目进展 | 未来规划 |
|--------|--------|--|--|
| Waymo | L5 | 发布了第五代无人车平台——Waymo Driver。 | 将会在得克萨斯州测试自动驾驶卡车。 |
| Cruise | L4 | 2020 年推出了首款自动驾驶汽车 “Origin”。 | “Origin”将会实现量产, 而不只是停留在概念车阶段。 |
| 奥迪 | L3 | 奥迪 A8 是全球首款实现 L3 级别的量产车型。 | 将 L3 级技术的研发提升到大众集团层面。 |
| Toyota | L3 | 发布了基于雷克萨斯 LS500 改造的自动驾驶车辆 TRI-P4, 该车配备了 360 度观察车辆周围的 4 个摄像头, 以及 8 个激光雷达。 | 在 2020 年实现高速公路上的辅助自动驾驶; 2020-2030 年前期, 实现拥堵路段的自动驾驶技术应用; 2020-2030 年后期, 实现高速公路上的完全自动驾驶、在其他道路实现部分自动驾驶。 |
| 本田 | L3 | 本田 L3 乘用车已经从日本国土交通省获得了认可, 这是世界首个在国家层面批准 3 级自动驾驶车投入实用的车型。 | 计划在 2021 年 3 月底前开始销售全球首款量产 L3 级自动驾驶汽车——本田 Legend。 |
| 奔驰 | L3 | 奔驰 GLE 的驾驶辅助系统被欧洲 NCAP 与其安全研究和测试合作伙伴评定为 “非常好”。 | 2021 年下半年推出 L3 级别新 S 级车型。 |
| 宝马 | L3 | 已建立专门的 “自动驾驶研发中心”。 | 2021 年量产的 BMW i NEXT 将提供 L3 自动驾驶功能, 并计划在包括中国在内的全球主要市场开展 L4 级自动驾驶车队测试。 |

资料来源: 中国银河证券研究院整理

全国政协经济委员会苗圩副主任在 2021 中国电动汽车百人会云论坛上表示, 2020 年国内 L2 级别自动驾驶的渗透率已近 15%。车企相继推出具备 L3 功能的自动驾驶车型。相关厂商的部分 L3 级别车型已经投入量产, 如小鹏 P7、长安 UNI-T、上汽 MARVEL-R, 2020 年亦成为国内的 L3 车型量产元年。除此之外, 国内各厂商已经将更高级别的自动驾驶规划提上日程。

表 2. 国内车企自动驾驶规划

| 车企 | 自动驾驶规划 |
|----|--|
| 广汽 | 2022 年, 实现 L4 车型率先量产; 2023 年, 实现 L4 级别自动驾驶的区域示范运营。 |
| 北汽 | 2022 年, 实现 L3/L4 级别车型的测试、示范和量产。 |
| 一汽 | 2030 年实现全工况、全天候的自动驾驶。 |
| 长城 | 2023 年计划量产 L4 级商品车; 2025 年推出达到 L5 级自动驾驶商品车。 |
| 奇瑞 | 2025 年计划实现 L4 级别的自动驾驶。 |
| 吉利 | 个人车辆方面, 将于 2021 年在结构道路实现高度自动驾驶; 2023 年之前, 在开放道路实现高度自动驾驶。公共交通工具方面, 将于 2022 年在结构道路实现完全自动驾驶; 2022 年亚运会核心区域, 提供智能出行服务; 2025 年之前, 在开放道路上实现完全自动驾驶。 |
| 小鹏 | 2024 年或 2025 年, 研发出 L4 级别的车型。 |
| 蔚来 | 2022 年初具备 L3 自动驾驶的车型 ET7, 实现从辅助驾驶到自动驾驶的飞跃。 |

资料来源: 中国银河证券研究院整理

而在道路测试方面, 据 DWM 公布的 2019 年加州自动驾驶路测相关数据, 国外部分车企的测试里程数优势明显。已获得加州自动驾驶路测牌照的公司及其测试车辆在 2019 年度累计测试 288 万英里, 同比增长 38.46%。其中谷歌的 Waymo 测试里程超过 145 万英里, 通用 Cruise 测试里程达到 83.1 万英里, 二者总里程数占约 80%。小马智行与百度分别测试里程达 17.48 万英里和 10.8 万英里。

表 3. 美国 DWM 路测情况

| 主体 | 路测里程(英里) | 脱离次数 | 每“脱离”一次的里程(英里) |
|-----------|------------|------|----------------|
| 谷歌 Waymo | 1454137.32 | 110 | 13219 |
| 通用 Cruise | 831039.88 | 68 | 12221 |
| Pony.ai | 174845.29 | 27 | 6476 |
| 百度 USA | 108300.20 | 6 | 18050 |
| AutoX | 32054.00 | 3 | 10685 |
| Tesla | 12.20 | 0 | |

资料来源: 美国加州车辆管理所 DWM, 中国银河证券研究院整理

国内自动驾驶测试里程数逐年增多, 道路测试规模逐渐加大。北京是我国自动驾驶程度较为先进的城市, 其道路测试里程总数处于全国领先地位, 道路测试环境相对安全可控。2018 年, 北京市已为百度、蔚来、北汽新能源、小马智行、戴姆勒、腾讯、滴滴、奥迪共 8 家企业的 56 辆自动驾驶车辆发放了道路临时测试牌照, 自动驾驶车辆道路测试里程达 153565 公里。

而根据北京市智能网联发布的《北京市自动驾驶车辆道路测试报告（2020）》显示，截止2020年底，北京市道路测试里程突破221万公里，相比2019年末增长112.8%。

图 4. 2020 年北京市道路测试累计里程统计

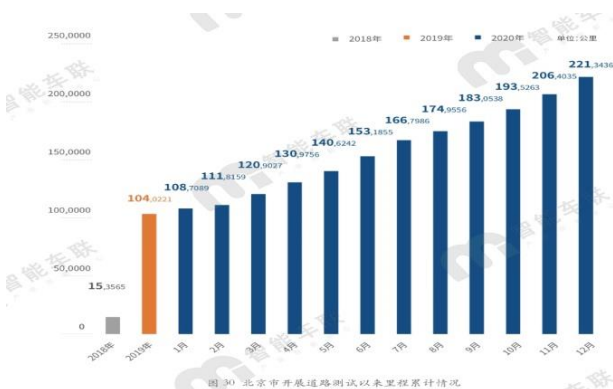
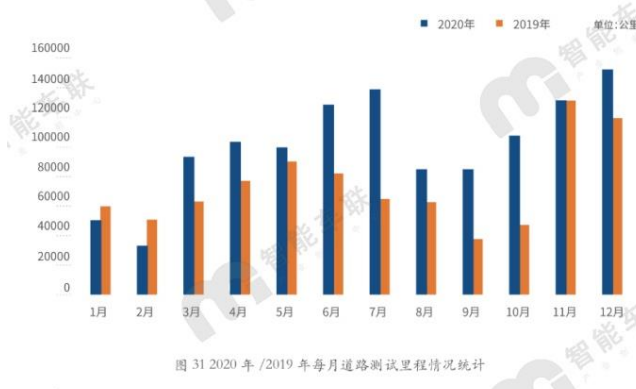


图 5. 2020 年北京市每月道路测试里程情况



资料来源：《北京市自动驾驶车辆道路测试报告（2020）》，中国银河证券研究院

资料来源：《北京市自动驾驶车辆道路测试报告（2020）》，中国银河证券研究院

根据《北京市自动驾驶车辆道路测试报告（2020）》，2020年百度的累计测试里程达201.92万公里，整体优势明显；其次为小马智行的16.32万公里。同时百度的已发放牌照车辆数达57辆，在所有测试主体占比超过65%，可谓遥遥领先。其他相关企业如蔚来、腾讯等，它们的表现也都有较大进展。

表 4. 北京市测试牌照发放与道路测试情况

| 测试主体 | 已发放牌照车辆 | 累计测试里程数(万公里) | 2020 测试里程数 (万公里) |
|-------|---------|--------------|------------------|
| 百度 | 57 | 201.92 | 112.53 |
| 蔚来 | 2 | 0.35 | 0.00 |
| 北汽新能源 | 1 | 0.02 | 0.00 |
| 戴姆勒 | 2 | 0.09 | 0.0016 |
| 小马智行 | 7 | 16.32 | 4.19 |
| 腾讯 | 1 | 0.42 | 0.00 |
| 滴滴 | 2 | 0.13 | 0.00 |
| 奥迪 | 2 | 0.11 | 0.02 |
| 北京智行者 | 2 | 0.14 | 0.00 |
| 重庆金康 | 1 | 0.00 | 0.00 |
| 北京四维 | 1 | 0.12 | 0.00 |
| 丰田 | 4 | 1.50 | 0.39 |
| 北京三快 | 1 | 0.05 | 0.03 |
| 北京沃芽 | 4 | 0.15 | 0.15 |

资料来源：《北京市自动驾驶车辆道路测试报告（2020）》，中国银河证券研究院整理

自动驾驶为国内企业提供弯道超车的发展机会。传统汽油车领域，国外企业起步较早且

在发动机、电控、变速箱等核心技术方面积累深厚，优势明显，国内企业与海外龙头企业差距巨大。自动驾驶作为新兴领域，国内外企业在传感器、算法芯片等方面差距相对较小，同时国内在 5G 基础设施方面还具备一定优势。近年来国家和各部委出台了相关政策推进自动驾驶进程，未来国内企业在自动驾驶方面有望逐步缩短与海外差距并实现引领发展。

（二）传感器是自动驾驶的基石，将迎来快速增长

根据汽车传感器不同的作用机理和作用目的，可将传感器分为传统传感器和智能传感器。传统传感器作为汽车神经元控制汽车的各个系统，常见种类有：压力传感器、位置传感器、温度传感器等；这些传统传感器感受规定的物理量，并按一定规律将其转换成可用输入信号，把非电量转换成电量。它采集的信息由电控单元进行处理后形成执行指令，并完成电子控制。

表 5. 传感器分类及概况

| 分类 | 类型 | 工作原理 |
|-------|-------|---------------------|
| 传统传感器 | 压力 | 压阻式、电容式等 |
| | 温度 | 热敏电阻、热电偶等 |
| | 位置 | 霍尔效应、磁电阻效应 |
| | ... | |
| 智能传感器 | 毫米波雷达 | 发射或接收毫米波，根据相差时间测算距离 |
| | 激光雷达 | 发射和接收激光，以此测算距离 |
| | 超声波雷达 | 发射或接收超声波，根据相差时间测算距离 |
| | 车载摄像头 | 通过摄像头采集信息、并进行算法识别 |

资料来源：电子发烧友，中国银河证券研究院整理

智能传感器则是自动驾驶的核心。目前用于自动驾驶环境感知的传感器主要包括：毫米波雷达、激光雷达、超声波雷达和车载摄像头等。摄像头是传统视觉解决方案的基础，价格较低，而且可以根据不同功能的要求安装在不同位置上。毫米波雷达是指工作在毫米波段探测的雷达，波长 1~10mm，介于微波和厘米波之间，兼具微波制导和光电制导的优点。超声波雷达是利用超声波从发射到反射接收的时间差来计算与障碍物之间的距离，常用在泊车系统中。激光雷达主要通过发射激光束来探测目标的位置、速度等特征量。据国家知识产权局，全球自动驾驶传感器专利数量占比前三的传感器为视觉传感器、毫米波雷达和激光雷达，占比依次为 30%，22%以及 20%。

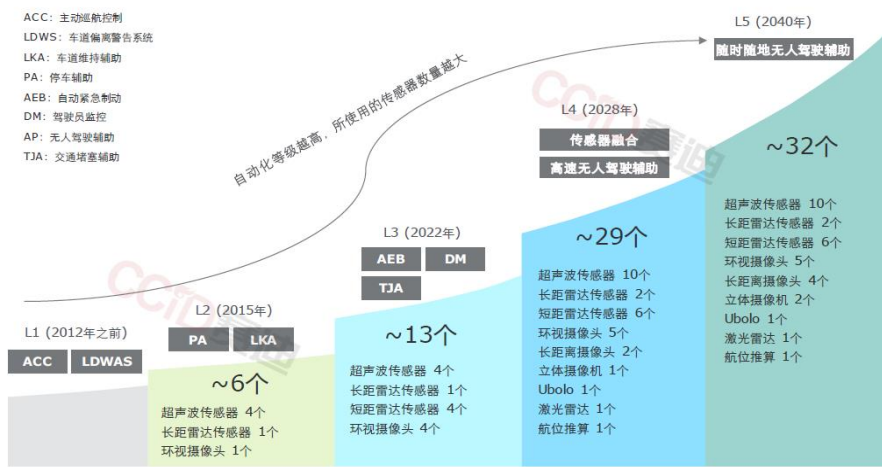
表 6. 各类传感器的对比情况

| 分类 | 工作原理 | 目前主要应用方向 | 优势 | 劣势 | 价格 |
|-------|-----------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| 摄像头 | 通过摄像头采集信息，并进行算法识别 | 车道偏离预警（LDW）、交通标志识别（TSR）等 | 应用广泛；性价比高 | 受天气影响大；依赖于样本；算法复杂 | 100-350 元 |
| 毫米波雷达 | 发射并接收毫米波，根据相差时间测算距离 | 自适应巡航（ACC）、自动紧急制动（AEB）等 | 测距测速能力突出 | 无法辨识行人和对障碍物进行精准的建模 | 短距 300-500 元，长距 400-1000 元 |
| 超声波雷达 | 通过超声波发射与反射接收的时间差来计算距离 | 自动泊车 | 性价比低；近距离探测精度高 | 不适合长距离测量 | 10-100 元 |
| 激光雷达 | 发射和接受激光，以此测算距离 | 道路提取、环境建模、障碍物识别等 | 精度高；采集信息丰富；实时性好 | 成本高，工艺要求水平高；目前车规级少 | 1000 元以上 |

资料来源：电子发烧友，CSDN，中国银河证券研究院整理

多传感器信息融合是实现自动驾驶的必由之路。不同类型的传感器优劣明显，单一的传感器难以满足自动驾驶复杂的应用场景，多传感器信息融合已成为行业共识。多传感器信息融合(MSF)利用计算机技术，对多传感器或多源的信息和数据进行多层次、多空间的组合处理，最终做出判断和决策的过程。在这一过程中，不同传感器优势互补，在不同使用场景中发挥各自功能，有效地提高系统的冗余度和容错性，增强了系统决策的准确度和智能化程度。根据信息处理方式的不同，多传感器信息融合的体系结构可分为集中式、分布式和混合式。混合式综合了集中式和分布式的优点，在实际场合中应用广泛。

图 6. 不同等级自动驾驶所需传感器数量



资料来源：赛迪研究院、中国银河证券研究院

从主流车企代表车型的自动驾驶感知方案来看，都广泛采用了多种传感器融合的方案。以通用 Cruise AV 为例，通用目标是实现 L4 级别的自动驾驶，全车搭载 5 个 Velodyne 的 VLP16 16 线激光雷达、21 个毫米波雷达(其中有 12 个由日本 ALPS 提供的 79GHz 的毫米波雷达)以及 16 个摄像头。不过国内自动驾驶汽车厂商目前多采用摄像头、毫米波雷达和超声波雷达的组合配置；由于激光雷达成本较高、国内市场渗透率较低且应用场景有限，目前国内较少采用。

表 7. 主流车企代表车型自动驾驶汽车传感器配置

| | 自动驾驶级别 | 摄像头 | 激光雷达 | 毫米波雷达 | 超声波雷达 |
|--------------|--------|-----|------|-------|-------|
| 吉利博瑞 GE | L2 | 5 | / | 1 | 12 |
| 蔚来汽车 ES8 | L2 | 5 | / | 5 | 12 |
| 奔驰 L2 | L2 | 5 | / | 4 | 12 |
| 小鹏汽车 G3 | L2.5 | 8 | / | 3 | 12 |
| 零跑汽车 S01 | L2.5 | 5 | / | 1 | 12 |
| 特斯拉 | L3 | 8 | / | 1 | 12 |
| 奥迪 A8 | L3 | 5 | 1 | 5 | 12 |
| 谷歌 Waymo(五代) | L4 | 29 | 5 | 6 | / |
| 拜腾汽车 Concept | L4 | 4 | / | 4 | 12 |

资料来源：各公司官网、计算机视觉之路，中国银河证券研究院

自动驾驶的加速渗透将推动传感器市场的高速增长。自动驾驶的发展为以车载摄像头、毫米波雷达和激光雷达为代表的核心零部件行业创造了巨大的发展机遇。其中，ADAS 作为汽车传感器的重要应用领域，其规模扩张对传感器市场的发展有着直接的促进作用。高速扩张的自动驾驶市场带来了汽车传感器市场需求的增加，由此带来了传感器市场规模的不断扩张。据头豹研究院数据，2019 年中国汽车传感器行业市场规模已接近 200 亿元，且随着自动驾驶的推广以及升级，传感器市场将进一步扩张，预计到 2023 年中国汽车传感器市场规模将突破 550 亿元。

二、车载摄像头：应用最广泛的“汽车之眼”

（一）发展较为成熟，相较手机摄像头具有更高价值量

摄像头发展较为成熟，L3 以下自动驾驶中发挥主导作用。车载摄像头是自动驾驶汽车采集信息、分析图像的重要途径，借此实现路标识别、行人识别、车辆识别以车道线感应等一系列功能，在自动驾驶系统中发挥重要作用。相比激光雷达而言，以摄像头为主的方案相对较为成熟，在 L3 以下级别自动驾驶中起着主导作用。

根据 ADAS 不同的功能需要以及安装位置，车载摄像头包括前视、环视、后视、侧视以及内置摄像头，不同位置的摄像头功能各异，是实现自动驾驶必不可少的构成部分。

表 8. 基于车载摄像头实现的 ADAS 功能

| 安装部位 | 摄像头类型 | 功能 | 描述 |
|------|-------|-----------------------------|---|
| 前视 | 单目/双目 | 前车防撞预警、车道偏离预警、交通标识识别、行人碰撞预警 | 安装在前挡风玻璃上，视角 45°左右。双目测距功能更好，但成本较单目高 50% |
| 环视 | 广角 | 全景泊车 | 安装在车四周装配四个摄像头进行图像拼接以实现全景，加入算法实现道路感知 |
| 后视 | 广角 | 倒车影像 | 安装在后尾箱上，实现泊车辅助 |
| 侧视 | 普通视角 | 盲点监测 | 安装在后视镜下方部位 |
| 内置 | 广角 | 疲劳提醒、情绪识别、手势识别 | 安装在车内后视镜处监测扒车状态 |

资料来源：中汽创新创业中心，中国银河证券研究院

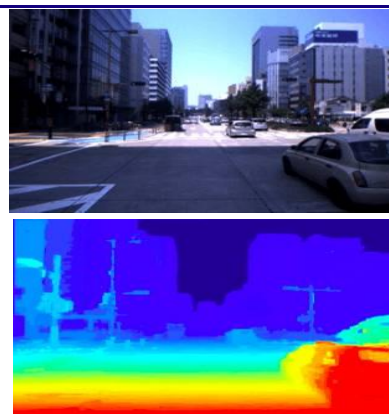
按照摄像头数目不同，分为单目、双目及多目摄像头，短期内单目摄像头仍为主流。单双目镜头都是通过摄像头采集的图像数据获取距离信息，在前视摄像头的位置发挥重要作用；但二者的测距原理存在差别，单目视觉通过图像匹配后再根据目标大小计算距离，而双目视觉是通过对两个摄像头的两幅图像视差的计算来测距。原理上的不同使得双目摄像头相对单目来说精度更高，测度更为精准，但相比较来说成本也更高，多搭载在高端车型上。相较于单目、双目摄像头，多目摄像头通过多个不同的摄像相互配合覆盖不同范围的场景，能够更精准地识别和分析环境，相应的硬件成本和技术要求也更高，目前只被部分厂商应用于个别车型。

图 7. 单双目摄像头工作原理



资料来源：盖世汽车研究院，中国银河证券研究院

图 8. 双目摄像头深度图



资料来源：中科慧眼产品实测，中国银河证券研究院

单目摄像头发展较早，目前技术发展已较为成熟，量产推广成本较低；但受限于单个摄像头定焦的局限，在不同距离下焦距切换难，难以兼顾测量的距离和范围。双目、多目摄像头在一定程度上克服了单个摄像头的局限，基于多个摄像头的配合能够获得更广的覆盖范围和更精准的数据，但多个摄像头的硬件成本和以及相应的算法要求均较高，相应得配套设施发展尚不完善，现阶段很难量产并推广。单目摄像头由于芯片算力较低，成本较低，且与毫米波雷达、超声雷达搭配已能满足 L3 以下需求，因此短期内单目摄像头仍然是车载摄像头的主流方案。

表 9. 单目、双目、多目摄像头对比

| 分类 | 工作原理 | 优点 | 缺点 |
|-------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 单目摄像头 | 先识别再估算距离 | 技术成熟，成本较低，量产难度低；系统结构相对简单，对计算资源要求不高 | 样本数据库更新和维护难度大；无法对非标准障碍物进行判断；识别率和精度较低 |
| 双目摄像头 | 先测算差距再识别距离 | 没有识别率限制，精准度较高；无需维护样本数据库 | 计算量大，系统性能要求高，立体算法匹配难度大 |
| 多目摄像头 | 立体视觉三维成像，视角全覆盖 | | 硬件成本高，算法要求和难度高，对摄像头之间误差精度要求高 |

资料来源：电子工程世界，公开资料整理，中国银河证券研究院

车载摄像头环境条件更为严苛，也相应具有更高的价值量。相较于传统的工业摄像头和手机摄像头，车载摄像头需要在高低温、湿热、强微光和振动等各种复杂工况条件下保持稳定的工作状态，因此车载摄像头具有更高的安全等级要求和工艺性能要求。考虑到安全因素，汽车厂商倾向于选择技术成熟、品质有保障的零部件厂商，因此车载零部件厂商进入市场体系获得评级需要更长的认证周期，行业壁垒较高。具体来看，为应对复杂多样的使用环境，车载摄像头需要具备高动态性，其温度范围一般为-40度~80度，同时需要具备较高的防磁抗震性能，此外还需满足 8-10 年的基本使用寿命要求。性能方面，考虑到芯片处理负担，车载摄像头的像素要求较低，一般为 30 万-120 万像素，功率一般也在 10W 以下。而为了识别更大范围内的物体，车载摄像头对探测角度和范围有更高的要求，环视和后视一般采用 135 度以上的广角

镜头，前视摄像头镜头范围为 40-70 度。因此，车载摄像头具有较高的技术壁垒，相应的价值量也更高。

表 10. 车载摄像头工艺性能要求

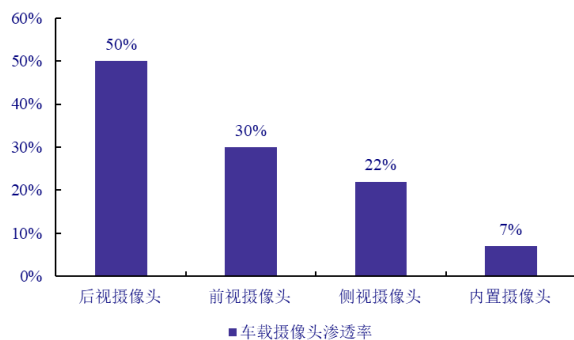
| 工艺性能 | 具体要求 |
|------|---|
| 温度要求 | -40 度~80 度 |
| 防磁抗震 | 极高的防磁抗震性能 |
| 使用寿命 | 8-10 年以上 |
| 镜头像素 | 30 万-120 万像素 |
| 动态要求 | 高动态特性 |
| 探测角度 | 环视、后视: 135 度以上的广角镜头, 视距 10m 以内 前视: 40-70 度, 视距 120m 以上 |
| 认证要求 | 认证周期长, 行业壁垒高 |

资料来源: 盖世汽车研究院、公开资料整理, 中国银河证券研究院

(二) 行业迎高速扩张, 未来五年市场规模达 270 亿美元

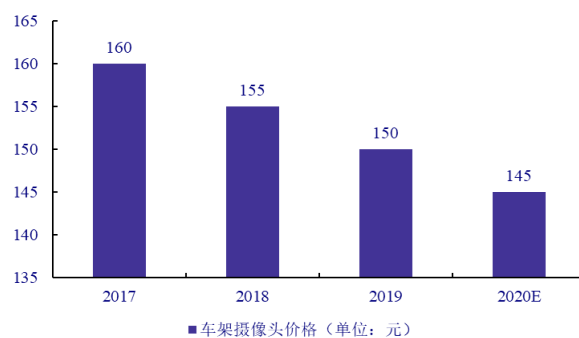
车载摄像头覆盖率较低, 市场潜力巨大。要完全实现自动驾驶, 汽车必须配置五类摄像头, 单车摄像头配置数量至少为 6 个。据 Yole 数据, 全球平均每辆汽车搭载摄像头数量将由 2018 年的 1.7 颗增加至 2023 年的 3 颗, 且随着自动驾驶的升级, 这一数量将进一步增加。随着车载摄像头技术的成熟, 车载摄像头的价格也持续走低, 据 ICVTank 数据, 2020 年车载摄像头价格预计为 145 元, 未来这一价格有望进一步下降, 并将进一步推动车载摄像头覆盖率和单车配置数量提升。

图 9. 全球车载摄像头渗透率 (%)



资料来源: ICVTank, 中国银河证券研究院

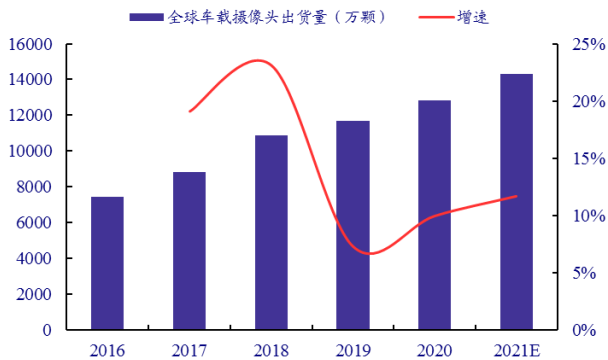
图 10. 车载摄像头价格趋势 (单位: 元)



资料来源: ICVTank, 中国银河证券研究院

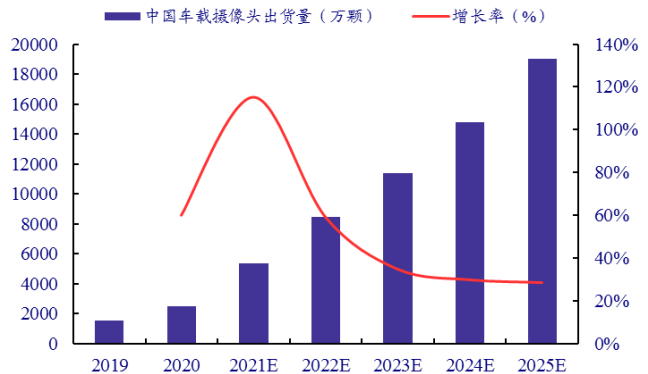
单车配置数量增加, 车载摄像头需求持续增长。车载摄像头单车配置数量的增加有力助推了车载摄像头的市场需求。据中商产业研究院数据, 全球车载摄像头出货量由 2016 年的 0.7 亿颗增长到 2019 年的 1.2 亿颗, 预计 2021 年全球车载摄像头出货量为 1.4 亿颗。我们预计中国车载摄像头出货量 2021 年将超过 5000 万颗, 到 2025 年将增长至约 1.9 亿颗, 市场发展潜力巨大。

图 11. 全球车载摄像头出货量 (单位: 万颗)



资料来源: 中国产业信息网, 中国银河证券研究院

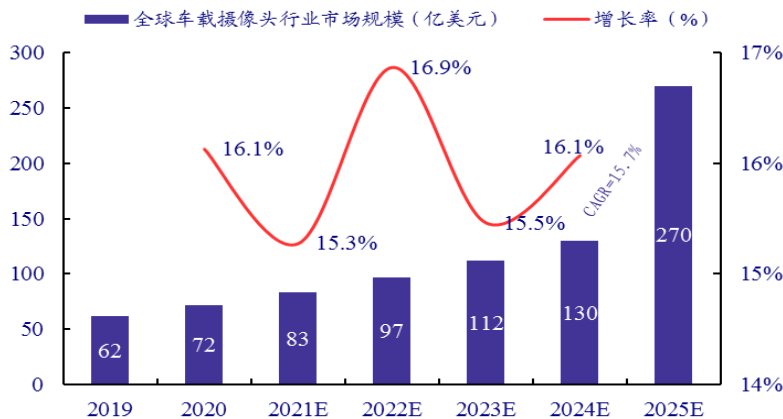
图 12. 中国车载摄像头出货量 (单位: 万颗)



资料来源: 中国汽车工业协会, 中国银河证券研究院预测

车载摄像头行业规模持续扩张, 市场发展空间广阔。随着自动驾驶的发展和普及, 车载摄像头市场有望实现高速扩张。根据 ICVTank 数据, 自 2015 年后, 全球和中国车载摄像头行业均实现了较大幅度增长, 且未来这一增长态势将进一步持续。预计到 2025 年, 全球车载摄像头行业规模将达 270 亿美元, 中国车载摄像头行业市场规模将达 230 亿元。未来, 随着自动驾驶的普及以及技术的成熟, 车载摄像头行业将迎来高速扩张的时代。

图 13. 全球车载摄像头行业市场规模 (单位: 亿美元)

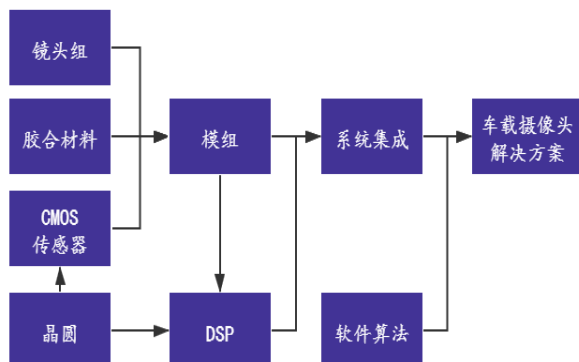


资料来源: ICVTank, 前瞻产业研究院, 中国银河证券研究院

(三) 国外龙头优势显著, 国内企业加速崛起

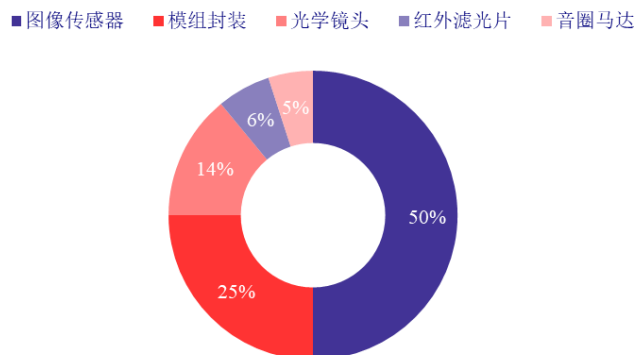
车载摄像头的产业链包括核心元件、模组封装与系统集成、软件算法与解决方案。核心元件主要包括镜头组、CMOS 图像传感器、光学镜头、滤光片、音速马达以及数字信号处理芯片 (DSP) 等。模组及系统集成是将各元件集成为摄像头硬件。在整个车载摄像头硬件中, CMOS 图像传感器为核心组件, 成本占比达 50%, 模组封装、光学镜头成本占比分别为 25%、14%。

图 14. 车载摄像头的产业链结构



资料来源：中国银河证券研究院

图 15. 车载摄像头硬件成本构成



资料来源：前瞻产业研究院，中国银河证券研究院

车载摄像头的软件主要依赖其内部芯片以及基于芯片的视觉系统自动驾驶算法。车载摄像头的算法主要依靠计算机视觉(Computer Vision)与深度学习。计算机视觉的具体步骤包括图像输入、预处理、特征提取、特征分类、匹配以及完成识别。深度学习模拟人类思考的神经网络，极大地简化了感知过程，可实现输入图片-输出结果的跨越。考虑到深度学习在事后反查原因方面的局限，在深度学习中还要加入理性决策部分，并且分区块设计。受限于车端平台的缺乏，深度学习尚未产品化，但随着算法模型以及算法种类的进一步开发，在可预期的未来，深度学习有望进一步普及推广。

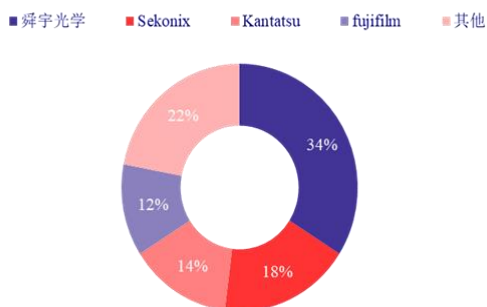
表 11. 车载摄像头产业链的企业概况

| 车载摄像头产业链环节 | 国外代表企业 | 国内代表企业 |
|------------|---------------------------|-------------------------|
| 镜头组 | Sekonix、kantatsu、fujifilm | 舜宇光学、联创电子 |
| CMOS 传感器 | 安森美、索尼、三星 | 韦尔股份、思特威、比亚迪半导体、格科微 |
| 模组封装与系统集成 | 松下、法雷奥、富士通、大陆 | 欧菲光、丘钛科技、华域汽车、德赛西威、华阳集团 |
| 软件算法 | Mobileye | 虹软科技、北京中科慧眼 |

资料来源：公开资料整理，中国银河证券研究院

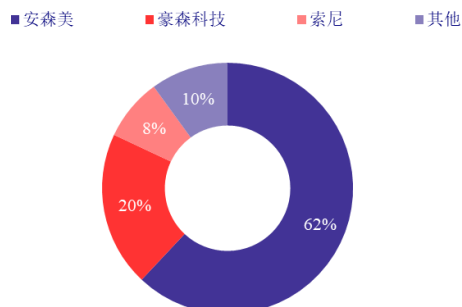
车载摄像头镜头组市场，国内的舜宇光学领先优势明显。舜宇光学的车载摄像头镜头出货量为全球第一，根据前瞻产业研究院整理数据显示，2019 年舜宇光学的市场占有率达到 34%，其后的厂商以依次为韩国的 Sekonix、kantatsu 和日本的 fujifilm，行业前四大公司市场占有率 CR4 达到 78%。舜宇光学作为全球领先的国内镜头厂商，于 2004 年进入车载镜头领域，在 2012 年时其出货量已稳居全球第一位，成为行业领导者。目前，舜宇的车载系列产品包括前视、后视、环视、侧视和内视镜头等，在车载镜头领域提出了良好的产品解决方案，其主要客户涵盖奔驰、宝马、奥迪、丰田等众多欧美、日韩及国内汽车厂商。此外，联创电子作为国内光学镜头的龙头企业之一，于 2015 年进入车载镜头领域并实现了突破性发展。目前，公司有 2 颗镜头通过 MobileyeEyeQ4 认证，8 颗镜头通过 MobileyeEyeQ5 认证，产品获得法雷奥、麦格纳、安波福等核心 Tier 厂商认可，并为奔驰、宝马、特斯拉等知名车企提供相关产品。

图 16. 2019 年全球车载摄像头镜头市场份额



资料来源: ICVTank, 中国银河证券研究院

图 17. 全球车载 CMCO 传感器市场份额



资料来源: 安森美, 中国银河证券研究院

车载 CMOS 传感器领域, 韦尔股份是全球市占率第二的龙头企业。安森美深耕汽车电子领域, 在全球车用 CIS 领域市占率超过 60%居于全球首位, 具有较大竞争优势。豪威科技和索尼位居全球二、三位, 市占率依次为 20%, 8%。近年来, 豪威科技在 CIS 领域不断实现技术突破, 市场竞争力不断提升。豪威科技和索尼将手机 CIS 与汽车 CIS 相结合, 掌握了大小像素曝光技术; 此外, 豪威科技还多次推出高像素产品 OX08A、OX08B, 实现车用 CIS 领域高像素的突破。2019 年韦尔股份完成对豪威的收购, 借助豪威在技术和市场占有率方面的优势, 未来韦尔股份有望实现进一步的市场扩张和发展。

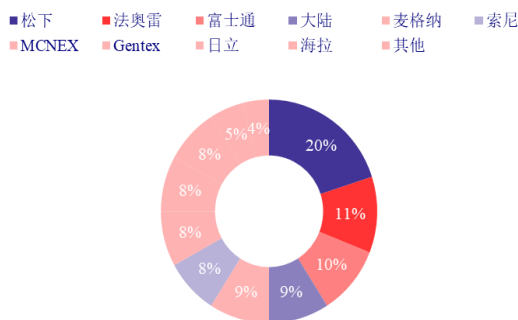
国内企业多点开花, 车载 CMOS 传感器国产替代趋势明显。除了韦尔股份之外, 比亚迪半导体经过多年发展实现了车规级 CIS 的突破, 推出了国内首款 130 万像素车规级图像传感器并于 2018 年实现批量装车。思特威于 2020 年收购深圳安芯微电子有限公司 (Allchip), 积极扩展汽车领域产品线。安芯微拥有多款自主研发的 SOC 系列图像传感器产品, 在车用 CIS 领域具有较强竞争力, 未来, 思特威有望在车用 CIS 领域实现突破性发展。格科微积极布局汽车 CIS 领域, 产品已经应用于行车记录仪、车内摄像头、360 度环视、倒车后视和驾驶员疲劳检测等终端应用, 与联咏、晨星半导体、杰理 JL、富瀚、凌阳等主流品牌商有合作关系。

车载摄像头模组领域集中度较高, 海外企业占据着主要市场份额, 国内欧菲光、丘钛科技积极布局, 未来有望凭借成本优势占据更大份额。据中国产业信息网公开数据, 全球车载模组封装厂商中, 松下、法雷奥、富士通和大陆分占 20%、11%、10%和 9%, 行业聚集程度较高。据盖世汽车研究院, 2020 年, 我国车载摄像头模组出货量达 4400 万个, CAGR 为 20.6%, 未来增长潜力巨大。国内企业加速发展, 未来有望凭借成本优势在模组封装端占据更大份额。欧菲光是摄像头模组的龙头企业, 基于手机摄像头模组领域的成本和技术优势, 积极布局车载摄像头模组领域, 着力研发高像素高清环视摄像头, 前视 ADAS 摄像头等产品。2018 年, 欧菲光收购了富士集团天津工厂和车载镜头相关专利共 300 余项, 进一步完善了其在车载摄像头产业链布局。目前, 欧菲光已取得上汽、北汽、广汽等 20 余家优质车厂的供应商资质, 并积极谋求国外车企的供应商资质认证。丘钛科技作为国内领先的模组供应商, 2019 年以来着力加大在车载摄像头模组领域的投资开发力度, 着力打造车内视觉应用方案。

车载摄像头软件算法领域 Mobileye 遥遥领先, 国内企业逐渐起步。在车载摄像头领域, Mobileye 的算法发展成熟, 市占率达 70%以上, 目前已为 Volvo、奥迪、宝马、日产等众多国内外车厂提供支持。目前, 我国车载摄像头算法企业尚处于起步阶段, 中科慧眼采用

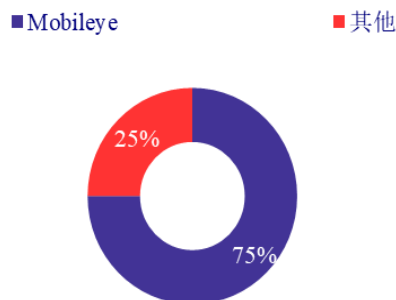
“FPGA+ARM”芯片基于双目摄像头搭载了中科慧眼 MPV 算法，未来，公司拟将持续深耕双目探索算法领域，逐步缩小与头部企业的差距。

图 18. 全球车载摄像头模组市场份额



资料来源：中国产业信息网，中国银河证券研究院

图 19. 全球车载摄像头算法市场份额



资料来源：雷锋网，中国银河证券研究院

系统集成方面，传统 Tier 1 供应商占据主导，国内德赛西威、华域汽车等企业产品已在国内品牌汽车中得到使用。法雷奥、大陆、海拉、松下、索尼在摄像头前装市场占据主导地位。国内企业近年来加速布局。德赛西威作为国内最早布局车载摄像头的企业之一，实现了高清车载摄像头和环视系统的量产，目前已为吉利、广汽和奇瑞等国内品牌提供车载摄像头等相关配套产品；此外公司还开发出一系列如自动泊车系统以及夜视系统等摄像头相关的驾驶辅助系统，在吉利星越、奇瑞捷途等车型中得到了应用。华域汽车作为国内最大的汽车零部件企业之一，积极布局车载摄像头领域，通过视觉传感系统以及外部信息实现了自适应巡航控制（ACC）、前向碰撞报警（FCW）、盲点探测（BSD）等多项自动驾驶功能，公司还布局了诸如自动泊车系统、360 度汽车行驶环境扫描系统的高级驾驶辅助系统，可以满足 L3 及以下的自动驾驶需求。华阳集团自成立以来一直专注于汽车电子领域，经过多年发展，已发展成为中国大型汽车电装企业之一，拥有丰富的产品线，公司积极布局车载摄像头领域，引进高清摄像头自动生产线，相继推出了 360 环视系统和“煜眼”技术，并开始应用于自动驾驶汽车，其中搭载“煜眼”系统的摄像头产品于 2020 年在新宝骏 E300 上迎来量产。

车载摄像头发展较为成熟，是应用最广泛的“汽车之眼”。我们认为车载摄像头不仅是目前自动驾驶的核心传感器，也将在未来高等级自动驾驶中发挥主导作用。随着自动驾驶等级提高，单车摄像头数量将持续提升，由 L2 的 1-2 个提升到 L3 的 3-6 颗，未来高等级自动驾驶有望达到 10 颗以上，相应带动车载摄像头市场高速增长，未来五年全球 CAGR 约为 16%，中国 CAGR 约为 32%。建议重点关注车载摄像头企业舜宇光学科技（2382.HK）、联创电子（002036.SZ），CMOS 传感器龙头韦尔股份（603501.SH），模组与系统集成企业德赛西威（002920.SZ）、华域汽车（600741.SH）、华阳集团（002906.SZ）等。

三、毫米波雷达：全天候待命的自动驾驶传感器

（一）毫米波雷达全天候待命，77GHz 是未来方向

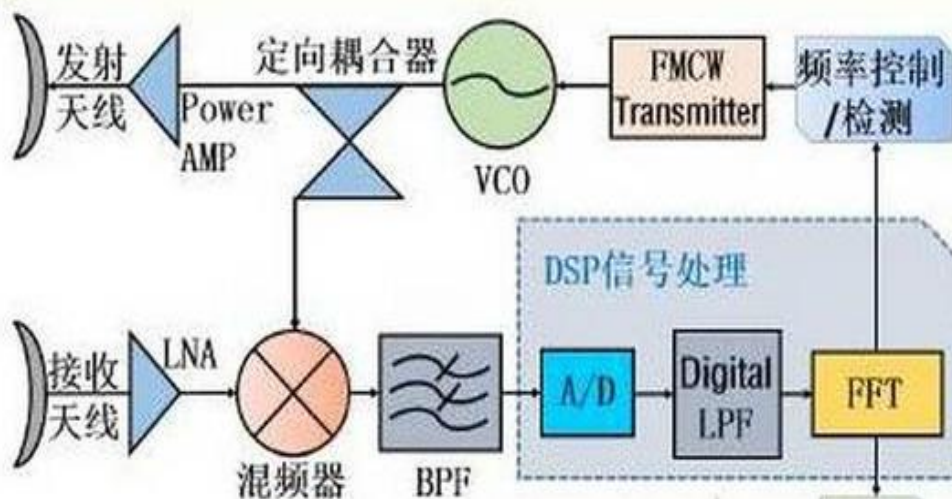
毫米波雷达是 ADAS 核心的传感器之一。毫米波雷达通过天线向外发射波长 1-10nm，频率在 30GHZ-300GHZ 之间的毫米波，接收反射信号并处理后快速准确地获取汽车车身周围的

物理环境信息，然后根据所探知的物体信息进行智能处理和决策。它首先运用于军事领域，随后进入汽车领域。

毫米波雷达的优势主要有以下几方面：（1）毫米波具有穿透烟、灰尘和雾的能力，可全天候工作。相比于激光雷达等其他传感器来说，毫米波的特性让毫米波雷达的应用环境更为广泛，能实现全天候待命。（2）毫米波雷达天线孔径小、空间辨识率高、易携带且方向性好。（3）毫米波雷达波束窄、抗电子干扰性好。（4）价格成本低廉，目前价格在千元级别，相比其他传感器如万元级别的激光雷达，成本较低。

FMCW 是主流调制方式。根据持续时间的长短，毫米雷达波可分为脉冲波和连续波，后者又可细分为 FSK（频移键控）、PSK（相移键控）、CW（恒频连续波）、FMCW（调频连续波）等方式。目前，FMCW 成为毫米波雷达主流调制方式，被德尔福、电装、博世、大陆等主流供应商采用。FMCW 调频连续波具有能同时测出多个目标的距离和速度信息，可对目标连续跟踪，系统敏感性高，错误报警率低，不易受外界电磁噪声的干扰，测量距离远分辨率高，所需发射功率低，成本较低，信号处理难易程度及实时性可达到系统要求等优点。

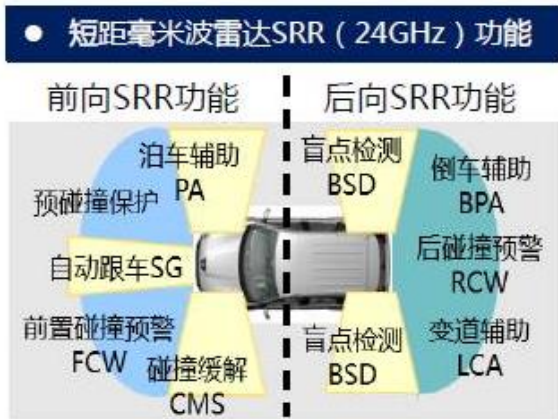
图 20. 调频连续毫米波雷达工作原理



资料来源：电子发烧友，中国银河证券研究院

根据毫米波雷达的有效范围和频段，可将车载毫米波雷达分为长距离雷达（LRR）和中距离雷达（MRR）以及短距离雷达（SRR）。而各个国家目前对车载毫米波雷达分配的频段主要集中在 24GHz 和 77-79GHz 之中，分别属于 SRR/MRR 和 LRR 的范围。

图 21. 短距毫米波雷达 SRR 的功能



资料来源：电子发烧友，中国银河证券研究院

图 22. 长距毫米波雷达 LRR 的功能



资料来源：电子发烧友，中国银河证券研究院

77GHz 是未来发展趋势。市场上的毫米波雷达主要包括 24GHz 和 77-79GHz 两类。24GHz 主要用于汽车盲点监测、变道辅助等中短距测量功能，后者则属于长距毫米波雷达，主要用于自动驾驶、前向碰撞预警等长距离测量功能，而目前中国、日本等地区尚不允许 79GHz 频段的使用，所以 77GHz 是主要的长距毫米波雷达。相较于 24GHz 雷达，77GHz 体积更小，穿透力更强，探视距离可达 150-250 米，探测精度为 24GHz 雷达的 3-5 倍，可接受的车速上限达 250km/h，在识别精度、测量距离以及环境适应度等方面均具有明显优势。因此，77GHz 的技术要求和生产成本也更高，具有较高的技术壁垒，当前市场上的主流产品为 24GHz 雷达。未来，随着技术的成熟以及成本的下降，77GHz 雷达将逐渐取代 24GHz 雷达成为未来毫米波雷达市场的主流发展趋势。

表 12. 24GHz 和 77GHz 毫米波雷达性能对比

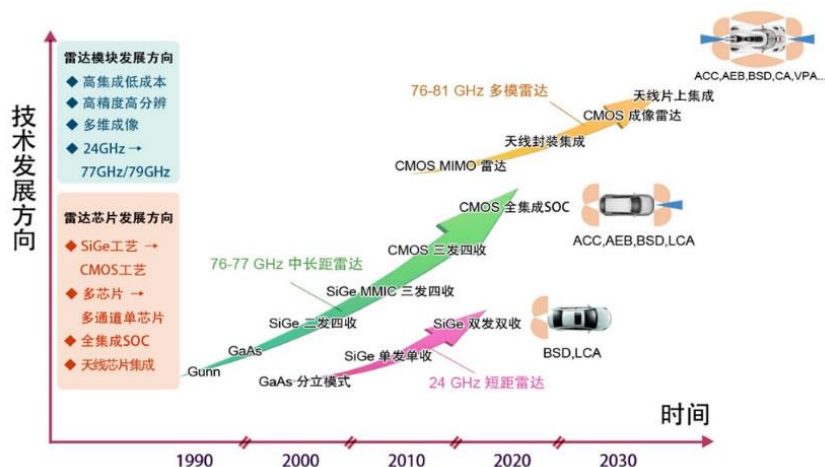
| | 24GHz | 77GHz |
|------|------------|------------|
| 探测距离 | 短 | 长 |
| 探测角度 | 大 | 小 |
| 穿透能力 | 弱 | 强 |
| 体积 | 大 | 小 |
| 识别精度 | 低 | 高 |
| 价格 | 300-500 元 | 400-1000 元 |
| 车速上限 | 150km/h | 250km/h |
| 应用场景 | 盲道检测 BSD | |
| | 车道偏离预警 LDW | 自适应巡航 ACC |
| | 车道保持辅助 LKA | 自动紧急制动 AEB |
| | 泊车辅助 PA | 前向碰撞预警 FCW |
| | 变道辅助 LCA | 自动驾驶 ADS |
| 市场价格 | 倒车辅助 BSD | |
| | 较低 | 较高 |
| | 汽车安装位置 | 汽车前方、两侧 |

资料来源：伽太科技，头豹研究院，中国银河证券研究院

(二) 产品加速升级，市场空间潜力大

随着 ADAS 系统的逐渐升级，对毫米波雷达的要求会更高。毫米波雷达的技术总的趋势是朝着成本更低、体积更小、功耗更低、集成度更高的方向发展。在雷达芯片技术上，高集成化的单片微波集成电路（MMIC）成为了主流；而在芯片工艺上，朝着利用 CMOS 工艺，将 MMIC 做得更小的方向发展。

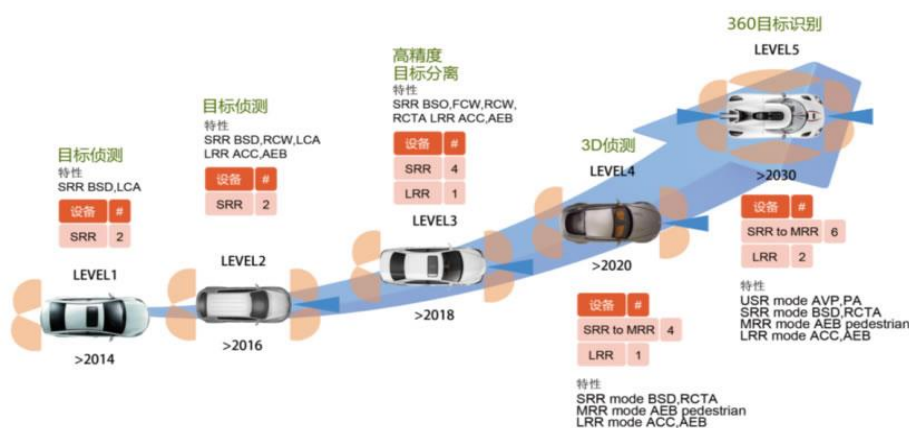
图 23. 毫米波雷达技术发展趋势



资料来源：麦姆斯咨询，中国银河证券研究院

为实现汽车周围环境的全方位感测覆盖，一辆汽车需要多个毫米波雷达。比如 L3 级别的自动驾驶，至少需要 5 颗毫米波雷达（1 长、4 短）；随着自动驾驶等级的增加，毫米波的数量也是不断增加，到了 L5 级高级自动驾驶阶段毫米波雷达将增加到 10 颗以上。“短程+中程+长程”毫米波雷达三者结合在一起共同完成自适应巡航（ACC）、自动紧急制动（AEB）、前方/后方碰撞预警（FCW/RCW）、变道辅助（LCA）、盲点检测（BSD）、倒车辅助（BPA）、泊车辅助（PA）等多种 ADAS 功能。

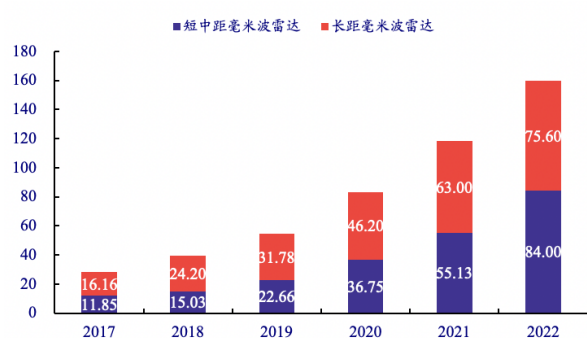
图 24. 自动驾驶对毫米波雷达发展的要求



资料来源：麦姆斯咨询，中国银河证券研究院

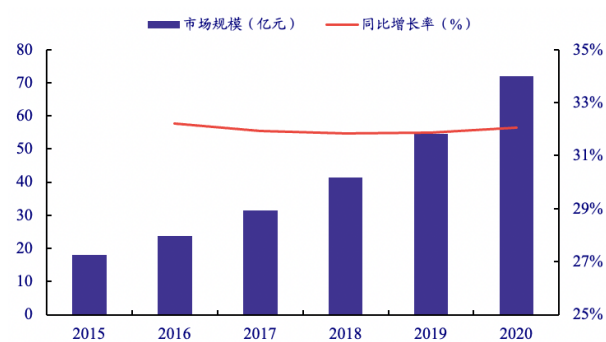
自动驾驶带动下车载毫米波雷达市场空间广阔。随着智能化时代自动驾驶汽车的普及，自动驾驶相关配件将迎来重要增长时刻。根据 DIGITIMES Research 数据可知，2017 年以来全球毫米波雷达市场规模超过 20 亿美元且保持高速增长态势，预计到 2022 年，全球毫米波雷达市场规模将达到 160 亿美元。其中，短中距毫米波雷达将由 2017 年的 11.85 亿美元增长至 2022 年的 84 亿美元，同期长距毫米波雷达将实现由 16.16 亿美元至 75.6 亿美元的飞跃式发展。根据 Yole 数据，2020 年中国的毫米波雷达市场从 2015 年的 19 亿元增长到 2020 年的 72 亿元，增速保持在 30% 以上。根据 OFweek 预测，到 2025 年，中国的毫米波雷达市场规模将超过 300 亿元。

图 25. 全球毫米波雷达市场规模（单位：亿美元）



资料来源：DIGITIMES Research，中国银河证券研究院

图 26. 中国毫米波雷达市场规模（单位：亿元）

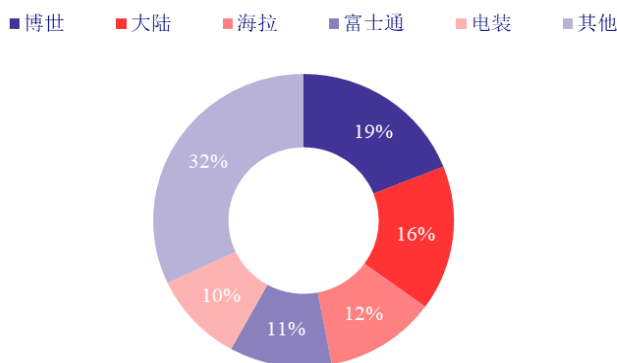


资料来源：Yole，中国银河证券研究院

（三）竞争格局：海外主导，国产替代空间广阔

从全球市场来看，目前海外企业占据的市场份额仍然较大，行业集中度较高。全球毫米波雷达市场中，前五大市场主体分别为：博世、大陆集团、海拉、富士通、电装，合占 2018 年全球市场份额的 68%，其中博世、大陆集团、海拉、电装均为传统 Tier 1 供应商，富士通是全球领先的信息通信科技企业，在毫米波雷达领域也具有较强实力。

图 27. 2018 毫米波雷达全球市场份额



资料来源：维科网，中国银河证券研究院

海外企业在毫米波雷达上的布局并不相同。观察不同公司的主要产品参数，博世的主要毫米波雷达产品集中于 76-77GHz，主攻中远距离探测，LLR 产品最大探测距离可达 250 米。大陆集团的 77GHz 和 24GHz 的产品领先，主攻 77GHz 产品，第五代 LRR 的远程最大探测距离可达 300 米。德尔福公司也是垄断 77GHz 技术的国际公司之一；而海拉以 24GHz 频率的毫米波雷达为主，短距毫米波雷达技术领先。

表 13. 外企毫米波雷达产品概况

| | 产品参数 | 主攻 |
|-----|---------------|---------|
| 博世 | 76-77GHz | 中远距离 |
| 大陆 | 77GHz 和 24GHz | 近距离和远距离 |
| 德尔福 | 77GHz | 近距离和远距离 |
| 海拉 | 24GHz | 近距离 |

资料来源：各公司官网，中国银河证券研究院整理

国内企业加速追赶，24GHz 取得突破，77GHz 处于起步阶段。面对外资企业接近垄断的市场，近年来内资企业加大毫米波雷达研发力度，寻找市场突破口，加速追赶外资脚步。在研发大力投入的作用下，国内部分企业取得了一定的研发成果，市场化产品即将问世；不过由于技术和资源的限制，主流方向仍然集中在 24GHz 雷达方面。在 77GHz 毫米波雷达方面，核心技术仍被外资零部件制造商所掌控，国内仍处于初级阶段，只有极少数企业能做到 77GHz 雷达的样机产品。

表 14. 国内毫米波雷达主要厂商

| 公司 | 产品参数 | 市场化进程 |
|-------|-------------|---|
| 华域汽车 | 24GHz、77GHz | 24GHz 雷达产品已实现量产，77GHz 雷达产品小规模量产 |
| 德赛西威 | 24GHz、77GHz | 24GHz 雷达已搭配在小鹏、奇瑞等车上，77GHz 雷达拿到量产订单 |
| 华阳集团 | \ | 已有集成毫米波雷达产品 |
| 深圳安智杰 | 24GHz、77GHz | 24GHz 雷达具备小批量出货能力，77GHz 雷达产品发布 |
| 森斯泰克 | 24GHz、77GHz | 24GHz 雷达已有少量供货，77GHz 处于样机送测阶段，预计在第三季度完成 |
| 北京行易道 | 77GHz | 77GHz 雷达在北京展由北汽无人驾驶汽车实车展出 |
| 杭州智波 | 24GHz、77GHz | 24GHz 雷达处于样机阶段，77GHz 处于实验室阶段 |
| 南京隼眼 | 77GHz | 77GHz 雷达已推出样机 |
| 深圳卓泰达 | 24GHz、77GHz | 77GHz 雷达已在深圳九州展展出 |

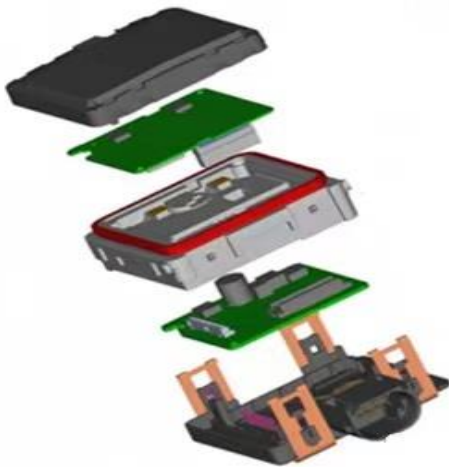
资料来源：各公司官网、公开资料整理，中国银河证券研究院整理

在毫米波雷达的上游硬件方面，主要包括天线 PCB 板、前端收发射频组件(MMIC 芯片)、数字信号处理及控制电路，其中天线 PCB 板与 MMIC 芯片是核心组件。

天线 PCB 板作为毫米波雷达的核心部件，国产替代取得较大突破。当前毫米波雷达天线

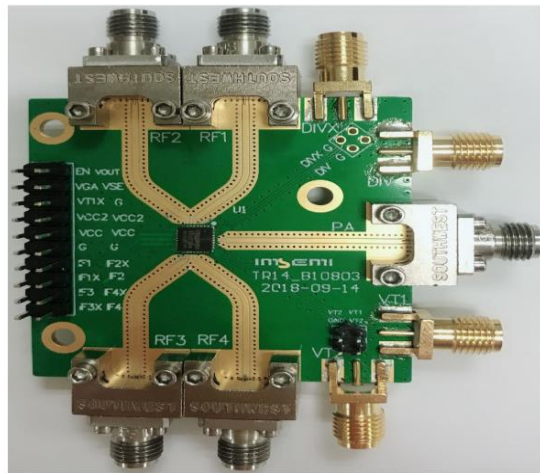
的主流方案为微带阵列，高频天线 PCB 板要求在较小的集成空间保持较高的信号强度，因此行业技术壁垒较高，毫米波雷达成本占比约为 10%。德国 Schweizer 全球市场占比达 30%，居于行业领先地位。近年来，国内天线 PCB 板企业取得较大突破，主要生产厂商包括沪电股份、深南电路、景旺电子、生益电子等，其中沪电股份是大陆、博世的 PCB 板供应商，深南电路也已具备车载高频 PCB 板供应能力，生益电子的毫米波雷达用 PCB 板已经具备量产能力，潜在客户包括博世、大陆等，预计 2021~2023 年可实现量产出货。

图 28. 毫米波雷达结构图



资料来源：汽车电子设计，中国银河证券研究院

图 29. MMIC PCB 评估板（型号：SG24TR14）



资料来源：意行半导体官网，中国银河证券研究院

前端收发射频组件主要采用 MMIC 芯片技术，目前主要由海外巨头垄断。目前射频组件的主流方案是单片微波集成电路（MMIC），毫米波雷达成本占比约为 25%。MMIC 芯片具有损耗低、噪声低、频带宽、功率大、抗辐射能力强等优点，可极大简化毫米波雷达结构，降低了毫米波雷达生产成本，利于推动毫米波雷达的广泛使用。目前国际 MMIC 市场主要由智浦（NXP）、英飞凌、德州仪器（TI）等国外企业垄断，国内芯片设计企业积极布局毫米波雷达领域，力求缩小与行业领先企业的差距，以意行半导体、加特兰微电子为代表的国内企业已完成 MMIC 芯片的研发，逐步进入产业化阶段。

我们认为毫米波雷是自动驾驶的核心传感器之一，具有全天候工作的优点，将在自动驾驶中发挥重要作用。市场规模方面，预计到 2022 年全球毫米波雷达市场规模将达到 160 亿美元，随着技术的成熟以及成本的下降，77GHz 雷达将逐渐取代 24GHz 雷达成为未来毫米波雷达市场的主流。目前博世、大陆等海外企业占据的毫米波雷达主要市场份额，国内企业近年来加速布局，已经 24GHz 产品方面取得突破，77GHz 产品处于研发过程中。建议关注德赛西威（002920.SZ）、华域汽车（600741.SH）、华阳集团（002906.SZ），以及天线 PCB 板企业沪电股份（002463.SZ）、深南电路（002916.SZ）等。

四、超声波雷达：自动驾驶的重要辅助传感器

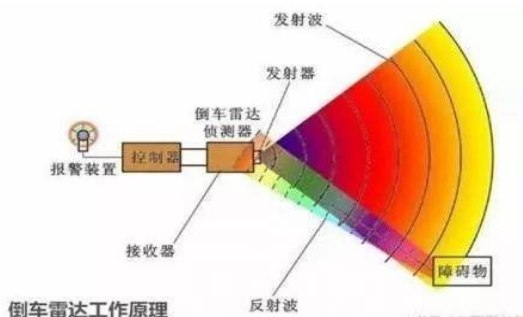
（一）成本优势明显，主要用于自动泊车系统

超声波雷达是自动驾驶领域的重要辅助传感器，不同频率的超声波雷达灵敏度和探测角度

均不同，当前主流超声波雷达包括 40kHz、48kHz 以及 58kHz 三种；根据技术方案的不同，超声波雷达可分为模拟式、四线式数位、二线式数位、以及三线式主动数位，随着信号抗干扰能力的逐渐提升，相应的技术难度与价格也逐渐增加；根据水平和垂直探测角度是否相同，超声波雷达还可分为等方性和异方性两种。

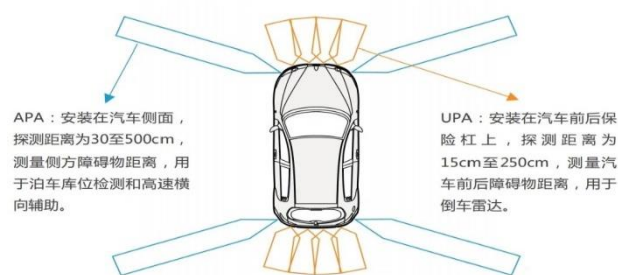
主要用于倒车雷达与自动泊车系统。目前市面上的超声波雷达有两种，分别是用于测量汽车前后障碍物的超声波驻车辅助(UPA)超声波传感器以及用于测量侧面障碍物距离的自动泊车辅助 (APA) 超声波传感器。倒车雷达系统配备有 4 个 UPA 超声波传感器，在此基础上自动泊车系统增加了 4 个 UPA 超声波传感器以及 4 个 APA 超声波传感器，构成前侧后 4+4+4 的超声波雷达布局。

图 30. 倒车雷达工作原理



资料来源：中国汽车工业信息网，中国银河证券研究院

图 31. UPA、APA 超声波雷达示意图



资料来源：智能网联汽车网，中国银河证券研究院

价格低廉是最大优势。超声波雷达利用超声波发射装置发出超声波以及接收器收到超声波的时间差来测算障碍物的距离，测距方法较为简单，相应的测距范围也较为有限，无法精准定位障碍物的位置。但相较于毫米波雷达和激光雷达，超声波雷达价格优势显著，整体成本较低，单个超声波雷达售价约 10-100 元。低技术门槛和低成本为超声波雷达的推广和普及创造了良好的基础条件。

行业规模将保持稳健增长。自动驾驶的普及以及超声波雷达在倒车雷达以及自动泊车系统装载率的提高推动了车载超声波雷达市场的发展。据 P&S Intelligence 数据，2019 年全球车载超声波雷达市场规模超 30 亿美元，市场增速平稳，预计 2020-2030 年全球车载超声波雷达市场规模 CAGR 为 5.1%，到 2030 年，全球市场规模将达 61 亿美元。据头豹汽车研究院，2014 年以来，中国超声波雷达市场规模持续扩张，预计到 2023 年，中国超声波雷达市场规模将超 60 亿元。随着自动泊车市场需求的增加以及车型的更新换代，汽车搭载超声波雷达日益提高，据 AI 车库数据，当前国内在售车型的倒车雷达功能渗透率已接近 100%，自动泊车系统渗透率在 2019 年达到了 22%，预计在 2025 年将达到 50%。

图 32. 中国超声波雷达行业市场规模（单位：亿元）

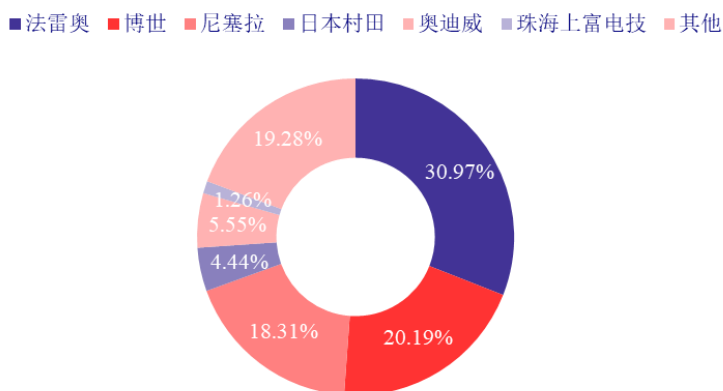


资料来源：头豹研究院，中国银河证券研究院

（二）国外企业占据主要市场，国内企业已具备成熟技术

博世、法雷奥等海外企业占据超声波雷达主要市场。据恒州博智数据，2018 年，全球超声波雷达市场份额占比前两位依次为法雷奥和博世，两者市占率之和超过 50%。法雷奥拥有丰富的超声波雷达量产经验，其推出的最新一代自动泊车系统 Park4U，有平行与转角两种模式，可在狭小空间内完成自动泊车过程，目前可为路虎、起亚、大众、途安等众多车企提供相关产品和服务。博世有超声波雷达、倒车雷达、半自动泊车、全自动泊车等一系列产品线，其推出的第六代超声波雷达将数字信号处理与信号编码结合，在识别范围和识别速度方面均取得了较大进展，可以识别五代产品无法识别的低矮物体。通过超声波雷达与车载摄像头以及毫米波雷达的配合，力求实现功能更加完备的 L2 级自动驾驶系统。

图 33. 2018 超声波雷达全球市场份额



资料来源：恒州博智 (QYReaearch) 汽车研究中心，中国银河证券研究院

国内企业技术已具备成熟技术，主要壁垒在车企认证。相较于毫米波雷达和激光雷达，国内外厂商超声波雷达技术差距较小，国内一系列企业自主生产的超声波雷达足以满足自动泊车和倒车等功能。但目前 ADAS 零部件供应领域包括超声波雷达领域主要被国外巨头垄断，主流车企为保证汽车研发的顺利进行均有固定的供应厂商，我国自主企业获得车企认证难度较大，可进入的市场空间较小。另一方面，部分自主厂商在核心技术上竞争力较弱，产品附加值较低，难以提供完整的自动驾驶辅助方案，因此往往局限于二级供应梯队，利润空间有限。

奥迪威是国内领先的超声波雷达制造企业，产品广泛应用于汽车电子、智能仪表等领域，其中，车载 UPA 超声波传感器是其主营产品之一。2017 年，奥迪威超声波传感器中国汽车市场占有率将近 30%，全球汽车倒车雷达传感器市占率约为 9.59%。

我们认为超声波雷达是自动驾驶的重要辅助传感器。2019 年全球车载超声波雷达市场规模超 30 亿美元，到 2030 年将增长至 61 亿美元，CAGR 为 5.1%。国内企业如奥迪威已具备成熟技术，主要壁垒在车企认证，建议关注奥迪威（832491.OC）等。

五、投资建议

自动驾驶加速渗透，推动汽车传感器市场的高速增长。传感器是自动驾驶的关键，当前主流传感器主要包括毫米波雷达、车载摄像头以及超声波雷达。2020 年国内 L2 级别自动驾驶的渗透率已近 15%。车企相继推出具备 L3 功能的自动驾驶车型。随着自动驾驶等级的提高，对传感器的数量和质量也提出了更高的要求，L2 级自动驾驶传感器数量约为 6 个，L3 约为 13 个，未来 L5 要达到 30 个以上，相应带动汽车传感器市场高速增长。2016 年，中国汽车传感器行业市场规模已达百亿，预计到 2025 年，市场规模将突破 600 亿元。

车载摄像头发展较为成熟，是应用最广泛的“汽车之眼”。车载摄像头环境条件更为严苛，也相应具有更高的价值量。根据 ICVTank 预测，到 2025 年全球车载摄像头行业规模将达 270 亿美元，CAGR 约为 16%，中国车载摄像头行业市场规模将达 230 亿元，CAGR 约为 32%。车载摄像头镜头方面舜宇光学是全球龙头，联创电子也已开始为头部企业供货；CMOS 传感器方面韦尔股份全球市占率排名第二，未来有望继续提高份额；模组与系统集成方面，海外企业占据主导，国内欧菲光、丘钛科技、德赛西威、华域汽车、华阳集团等企业积极布局，未来有望凭借成本优势占据更大份额。

毫米波雷达具有体积小、性价比高、可全天候工作的优点，是自动驾驶的核心传感器。从技术发展看，随着技术的成熟以及成本的下降，77GHz 雷达将逐渐取代 24GHz 雷达成为未来毫米波雷达市场的主流。市场规模方面，预计到 2022 年全球毫米波雷达市场规模将达到 160 亿美元，其中短中距毫米波雷达约 84 亿美元，长距毫米波雷达 76 亿美元。根据 OFweek 预测，到 2025 年中国的毫米波雷达市场规模将超过 300 亿元。目前博世、大陆等海外企业占据的毫米波雷达主要市场份额，2018 年 CR5 达到 68%。国内企业近年来加速布局，德赛西威、华域汽车等企业已在 24GHz 产品方面取得突破，77GHz 产品处于研发过程中，华阳集团也已有集成的毫米波雷达产品。

超声波雷达是自动驾驶的重要辅助传感器。超声波雷达成本优势明显，主要用于倒车雷达以及自动泊车系统。2019 年全球车载超声波雷达市场规模超 30 亿美元，到 2030 年将增长至 61 亿美元，CAGR 为 5.1%。博世、法雷奥等海外企业占据超声波雷达主要市场，CR5 超过

90%。国内企业如奥迪威已具备成熟技术，主要壁垒在车企认证。

受益于自动驾驶和智能汽车的发展和普及，自动驾驶传感器行业潜力巨大，未来整体发展态势良好，市场规模将持续扩张。建议关注布局毫米波雷达与车载摄像头的德赛西威（002920.SZ）、华域汽车（600741.SH）、华阳集团（002906.SZ），毫米波雷达天线 PCB 板企业沪电股份（002463.SZ）、深南电路（002916.SZ）、生益电子（688183.SH）等，摄像头镜头企业舜宇光学（2382.HK）、联创电子（002036.SZ），CMOS 传感器企业韦尔股份（603501.SH），超声波雷达企业奥迪威（832491.OC）等。

六、风险提示

自动驾驶普及不及预期的风险，汽车市场需求不及预期的风险。

插图目录

| | |
|--------------------------------------|----|
| 图 1. 全球自动驾驶市场规模..... | 2 |
| 图 2. 中国智能驾驶市场规模（单位：亿元）..... | 2 |
| 图 3. SAE 自动驾驶等级划分..... | 3 |
| 图 4. 2020 年北京市道路测试累计里程统计..... | 5 |
| 图 5. 2020 年北京市每月道路测试里程情况..... | 5 |
| 图 6. 不同等级自动驾驶所需传感器数量..... | 7 |
| 图 7. 单双目摄像头工作原理..... | 9 |
| 图 8. 双目摄像头深度图..... | 9 |
| 图 9. 全球车载摄像头渗透率（%）..... | 10 |
| 图 10. 车载摄像头价格趋势（单位：元）..... | 10 |
| 图 11. 全球车载摄像头出货量（单位：万颗）..... | 11 |
| 图 12. 中国车载摄像头出货量（单位：万颗）..... | 11 |
| 图 13. 全球车载摄像头行业市场规模（单位：亿美元）..... | 11 |
| 图 14. 车载摄像头的产业链结构..... | 12 |
| 图 15. 车载摄像头硬件成本构成..... | 12 |
| 图 16. 2019 年全球车载摄像头镜头市场份额..... | 13 |
| 图 17. 全球车载 CMCO 传感器市场份额..... | 13 |
| 图 18. 全球车载摄像头模组市场份额..... | 14 |
| 图 19. 全球车载摄像头算法市场份额..... | 14 |
| 图 20. 调频连续毫米波雷达工作原理..... | 15 |
| 图 21. 短距毫米波雷达 SRR 的功能..... | 16 |
| 图 22. 长距毫米波雷达 LRR 的功能..... | 16 |
| 图 23. 毫米波雷达技术发展趋势..... | 17 |
| 图 24. 自动驾驶对毫米波雷达发展的要求..... | 17 |
| 图 25. 全球毫米波雷达市场规模（单位：亿美元）..... | 18 |
| 图 26. 中国毫米波雷达市场规模（单位：亿元）..... | 18 |
| 图 27. 2018 毫米波雷达全球市场份额..... | 18 |
| 图 28. 毫米波雷达结构图..... | 20 |
| 图 29. MMIC PCB 评估板（型号：SG24TR14）..... | 20 |
| 图 30. 倒车雷达工作原理..... | 21 |
| 图 31. UPA、APA 超声波雷达示意图..... | 21 |
| 图 32. 中国超声波雷达行业市场规模（单位：亿元）..... | 22 |
| 图 33. 2018 超声波雷达全球市场份额..... | 22 |

表格目录

| | |
|-------------------------------------|----|
| 表 1. 国外车企自动驾驶规划 | 3 |
| 表 2. 国内车企自动驾驶规划 | 4 |
| 表 3. 美国 DWM 路测情况 | 4 |
| 表 4. 北京市测试牌照发放与道路测试情况 | 5 |
| 表 5. 传感器分类及概况 | 6 |
| 表 6. 各类传感器的对比情况 | 6 |
| 表 7. 主流车企代表车型自动驾驶汽车传感器配置 | 7 |
| 表 8. 基于车载摄像头实现的 ADAS 功能 | 8 |
| 表 9. 单目、双目、多目摄像头对比 | 9 |
| 表 10. 车载摄像头工艺性能要求 | 10 |
| 表 11. 车载摄像头产业链的企业概况 | 12 |
| 表 12. 24GHz 和 77GHz 毫米波雷达性能对比 | 16 |
| 表 13. 外企毫米波雷达产品概况 | 19 |
| 表 14. 国内毫米波雷达主要厂商 | 19 |

分析师承诺及简介

本人承诺，以勤勉的执业态度，独立、客观地出具本报告，本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告的具体推荐或观点直接或间接相关。

分析师：傅楚雄

金融学硕士，浙江大学工学学士。11年证券从业经验。2014年-2016年新财富最佳分析师、水晶球最佳分析师团队成员。擅长宏观把握，自上而下挖掘产业链各个不同环节、不同行业所蕴藏的投资机会；对行业景气度及产业链变化理解深入，善于把握边际变化及周期拐点；以独特视角挖掘具有潜力的投资标的。

分析师：王恺

中国科学院大学工学博士，上海交通大学工学硕士，中国人民大学经济学硕士，天津大学工学学士。2018年加入中国银河证券研究院，主要从事电子行业、科技产业研究。曾就职于航天科技集团。

评级标准

行业评级体系

未来6-12个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）相对于基准指数（交易所指数或市场中主要的指数）

推荐：行业指数超越基准指数平均回报20%及以上。

谨慎推荐：行业指数超越基准指数平均回报。

中性：行业指数与基准指数平均回报相当。

回避：行业指数低于基准指数平均回报10%及以上。

公司评级体系

推荐：指未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报20%及以上。

谨慎推荐：指未来6-12个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10% - 20%。

中性：指未来6-12个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。

回避：指未来6-12个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报10%及以上。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券）向其机构客户和认定为专业投资者的个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或打算违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户投资咨询建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告而取代自我独立判断。银河证券认为本报告所载内容及观点客观公正，但不担保其内容的准确性或完整性。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。链接网站的内容不构成本报告的任何部份，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。若您并非银河证券客户中的机构专业投资者，为保证服务质量、控制投资风险、应首先联系银河证券机构销售部门或客户经理，完成投资者适当性匹配，并充分了解该项服务的性质、特点、使用的注意事项以及若不当使用可能带来的风险或损失，在此之前，请勿接收或使用本报告中的任何信息。

银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券书面授权许可，任何机构或个人不得以任何形式转发、转载、翻版或传播本报告。特提醒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。

银河证券版权所有并保留一切权利。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路3088号中洲大厦20层

上海浦东新区富城路99号震旦大厦31层

北京西城区金融大街35号国际企业大厦C座

机构请致电：

深广地区：崔香兰 0755-83471963 cuixianglan@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

北京地区：耿尤淼 010-66568479 gengyouyou@ChinaStock.com.cn