

自动驾驶级别升级打开传感器市场空间

——自动驾驶传感器系列报告之技术和市场



东方证券
ORIENT SECURITIES

核心观点

- **主要投资策略。**自动驾驶汽车是未来汽车产业的重点发展方向，国家出台系列政策和规划以促进产业发展，到 2025 年掌握自动驾驶关键技术，并建立完善自主研发和生产体系。以 5G 为代表的物联网技术持续推进将推动自动驾驶汽车快速发展。随着 5G 技术的实施及车企积极推出不同级别的自动驾驶新车，预计传感器渗透率将快速提升，能够获得整车企业订单的自动驾驶传感器相关公司有望获得市场青睐。关注：华域汽车、德赛西威、拓普集团、保隆科技、均胜电子。
- **根据自动驾驶级别测算传感器市场空间。**为获得自动驾驶汽车所处的环境信息，目前主流解决方案是多传感器的融合，其中车载摄像头、毫米波雷达和激光雷达是自动驾驶汽车获取驾驶环境信息的三大核心部件。根据自动驾驶级别、传感器安装数量、传感器单价、自动驾驶汽车的渗透率以及乘用车销量的假设，预计自动驾驶汽车传感器市场规模到 2020 年、2025 年约为 230 亿元、600 亿元左右，2020 年至 2025 年年均增长约 22% 左右。从单车价值量来看，实现 L1/L2 级别自动驾驶传感器单车价值量约 1300 至 2000 元左右，实现 L3、L4 级别自动驾驶的成本仍较高。随着技术进步，规模化生产及成本下降，预计到 2025 年，L3/L4 级别自动驾驶的传感器单车价值量有望降至 8000 至 14000 元左右。
- **摄像头：基础的传感器部件。**根据安装位置，车载摄像头分为前视、后视和侧视。根据镜头个数，可分为单目、双目和多目摄像头。单目摄像头解决方案已相对成熟，目前广泛搭载于各类汽车上。多目摄像头因为其计算量巨大，对芯片的数据处理能力要求很高，成本仍相对较高，在部分豪华车型上使用。从车载摄像头的技术上来看，目前国内和国外在 CMOS 图像传感器和模组组装方面仍有较大的技术差距，国内在镜头领域则具有一定优势。目前车载摄像头 Mobileye 是行业领先者，国内德赛西威、华域汽车、保隆科技等积极布局，另外创业公司包括 MINIEYE、地平线等也在布局。随着国内公司的积极布局并实现量产，与国外的差距逐步缩小。
- **毫米波雷达：现阶段核心的传感器。**从毫米波雷达的频段分布上来看，主要分布在 24GHz 和 77GHz 两个频段，预计 77GHz 将主导毫米波雷达市场。在核心部件技术上，天线 PCB 板、MMIC 芯片领域主要由国外企业掌握。国外主要毫米波雷达供应商的产品技术性能好，全面覆盖了 24GHz 和 77GHz 等多个频段，如博世、大陆等。目前国内量产的毫米波雷达产品主要为 24GHz 产品，量产公司主要包括德赛西威和华域汽车等，77GHz 毫米波雷达产品处于在研和即将量产阶段。
- **激光雷达：成本较高，预计固态激光雷达将成为主流。**目前激光雷达在芯片中的发射器和探测器等核心部件都相对薄弱，在激光雷达产品方面，目前全球仅有法雷奥等少数厂商实现了量产。随着国内 L3 及以上级别自动驾驶汽车的快速发展，预计国产的量产激光雷达未来也将推出。

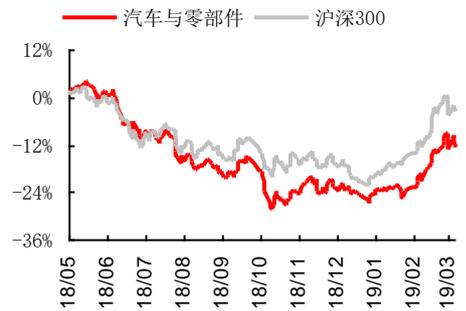
投资建议与投资标的：建议关注：华域汽车(600741，买入)、德赛西威(002920，买入)、保隆科技(603197，增持)、拓普集团(601689，买入)、均胜电子(600699，未评级)。

风险提示：自动驾驶汽车推广进程低于预期，企业自身自动驾驶进程低于预期。

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。

行业评级	看好	中性	看淡	(维持)
国家/地区	中国/A 股			
行业	汽车与零部件			
报告发布日期	2019 年 05 月 07 日			

行业表现



资料来源：WIND

证券分析师 姜雪晴
021-63325888*6097
jiangxueqing@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860512060001

相关报告

销量见底确立，继续配置优质公司	2019-04-14
3 月行业批、零量下滑幅度收窄，预计 2 季度将继续收窄，全年趋势向上	2019-04-09
配置优质成长零部件公司	2019-03-12

目录

1 政策及 5G 将驱动自动驾驶传感器渗透率提升	5
2 根据自动驾驶级别测算传感器市场空间.....	6
3 传感器：自动驾驶的感知层的基础硬件.....	9
3.1 摄像头：基础的传感器部件	9
3.1.1 摄像头是自动驾驶决策的重要依据	9
3.1.2 车载摄像头种类较多	10
3.1.3 车载摄像头国内外主要差距	12
3.2 毫米波雷达：现阶段核心的传感器	13
3.2.1 毫米波雷达的重要作用	13
3.2.2 毫米波雷达主要构成	14
3.2.3 预计 77GHz 将主导毫米波雷达市场	15
3.2.4 核心部件存在技术上的差距	15
3.2.5 毫米波雷达产品上国内外主要差距	16
3.3 激光雷达：成本较高，预计固态激光雷达将成为主流.....	17
3.3.1 激光雷达主要原理	17
3.3.2 预计固态激光雷达将成为主流	18
3.3.3 激光雷达国内外主要差距	19
4 主要投资策略	20
5 主要风险.....	20

图表目录

图 1: 自动驾驶汽车渗透率快速提升	5
图 2: 5G 网络是未来自动驾驶的重要组成部分	5
图 3: 自动驾驶汽车的级别定义	6
图 4: 自动驾驶感知层和执行层的核心零部件	7
图 5: 我国未来各级别自动驾驶汽车渗透率与市场规模预测	8
图 6: 车载摄像头需求量和市场规模预测	9
图 7: 毫米波雷达需求量和市场规模预测	9
图 8: 激光雷达需求量和市场规模预测	9
图 9: 不同级别自动驾驶汽车传感器单车价值量预测	9
图 10: 车载摄像头进行图像识别的原理	10
图 11: 单目摄像头测距	10
图 12: 自动驾驶汽车可以获取 360 度的影像信息	11
图 13: 博世的立体双目摄像头	11
图 14: 双目摄像头通过视差计算精准测距	11
图 15: 车载摄像头的结构	12
图 16: 毫米波雷达的结构原理	13
图 17: 毫米波雷达结构图	14
图 18: 毫米波雷达 PCB 板示意图	14
图 19: 未来的汽车雷达系统将主要由 77/79GHz 毫米波雷达构成	15
图 20: 国内外毫米波雷达技术存在差距	16
图 21: 国内外毫米波雷达产品存在差距	16
图 22: 激光雷达的工作原理	17
图 23: 机械式激光雷达的结构	18
图 24: 相控阵技术固态激光雷达原理	18
图 25: 国内外在激光雷达领域差距	20
表 1: 国家对自动驾驶汽车发展的重要政策和规划	5
表 2: 不同级别自动驾驶汽车所需要的传感器数量	7
表 3: 自动驾驶不同功能需要的摄像头	10
表 4: 国内在车载摄像头技术与国外主要差距	12
表 5: 国内在车载摄像头产品领域和国外差距正在缩小	13
表 6: 三种不同类型固态激光雷达对比	19

表 7：相关公司估值比较.....20

1 政策及 5G 将驱动自动驾驶传感器渗透率提升

自动驾驶汽车是未来汽车行业的重点发展方向,为此国家出台了一系列政策和规划以促进相关产业的发展。2015 年国家推出中国制造 2025 计划,对智能网联汽车的发展做出重要规划,到 2020 年掌握辅助驾驶技术,并初步建立自主研发和生产体系,到 2025 年掌握自动驾驶总体和关键技术,并建立完善自主研发和生产体系,完成汽车行业的转型升级。

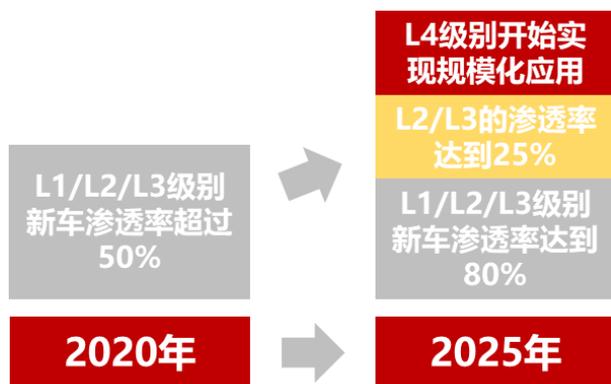
在自动驾驶汽车渗透率的规划上,根据《汽车产业中长期发展规划》,到 2020 年,汽车驾驶辅助(L1 级别)、部分自动驾驶(L2 级别)、有条件自动驾驶(L3 级别)系统的新车渗透率超过 50%,到 2025 年,自动驾驶汽车渗透率达到 80%,其中 L2 和 L3 的渗透率达到 25%。同时,根据《智能汽车创新发展战略》,到 2025 年高级别自动驾驶汽车(L4 级别及以上)开始实现规模化应用。随着渗透率的逐渐提高,自动驾驶汽车的规模快速增长。

自动驾驶汽车的发展需要大量的测试,为此国家出台了多项政策规定支持企业或团队进行自动驾驶汽车测试。北京在 2017 年最先出台自动驾驶测试活动管理规范;2018 年 4 月,工信部等部门出台《智能网联汽车道路测试管理规范(试行)》,对测试主体、测试驾驶人、测试车辆等提出要求,进一步规范化自动驾驶汽车测试,促进行业有序发展。

自动驾驶汽车产业的发展是汽车、电子、信息通信和交通运输等行业的融合发展。《车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划》提出,到 2020 年,智能网联汽车产业跨行业融合取得突破,其中 4G 车联网无线通信技术(LTE-V2X)实现产业化和商业部署,5G 车联网无线通信技术(5G-V2X)加快研发并实现部分商业化。同时,持续推进道路基础设施、交通标志标识的数字化改造和新建,在道路关键节点部署窄带物联网(NB-IoT)等网络,智能道路基础设施水平明显提升。近期,工信部部长提出,2019 年将正式颁布 5G 牌照,自动驾驶汽车将会成为最早的应用之一。以 5G 为代表的物联网技术持续推进将推动自动驾驶汽车快速发展。

自动驾驶级别升级打开传感器市场空间

图 1: 自动驾驶汽车渗透率快速提升



数据来源:《汽车产业中长期发展规划》、东方证券研究所

图 2: 5G 网络是未来自动驾驶的重要组成部分



数据来源: 雷锋网、东方证券研究所

表 1: 国家对自动驾驶汽车发展的重要政策和规划

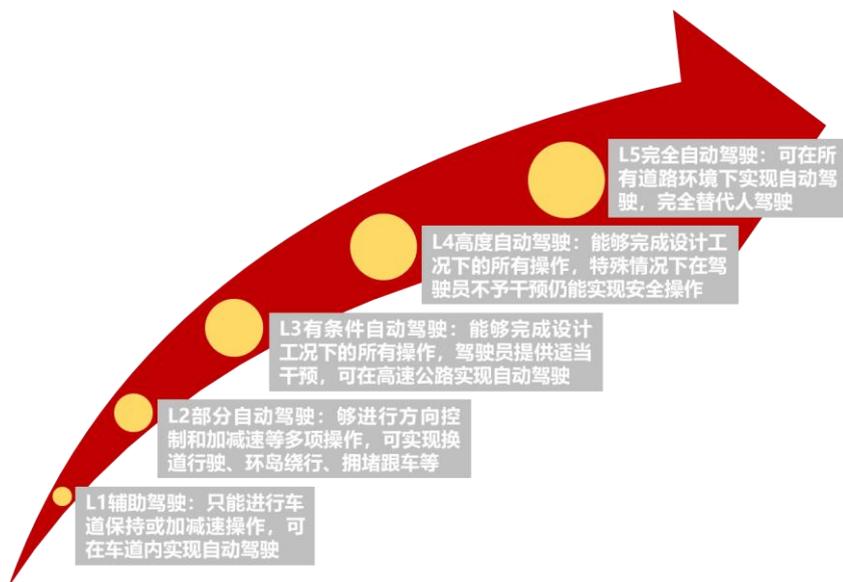
时间	政策文件	部门	主要内容规划
2015年5月	《中国制造2025》	国务院	到2020年，掌握智能辅助驾驶技术，初步建立智能网联汽车自主研发体系及生产配套体系；到2025年，掌握自动驾驶技术，建立较完善的智能网联汽车自主研发体系、生产配套体系及产业集群。
2016年3月	《“十三五”汽车工业发展规划意见》	中国汽车工业协会	十三五期间，具有驾驶辅助功能（1级）的智能网联汽车的新车渗透率达到50%，有条件自动化（2级）的渗透率达到10%。
2016年10月	《中国智能网联汽车技术发展路线图》	中国汽车工程学会	制定了我国自动驾驶汽车发展的三个五年阶段要达到的目标，力求高度或完全自动驾驶汽车在2021-2025年上市。
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%；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%。
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	《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1月	《智能汽车创新发展战略》	发改委	到2020年，智能汽车新车占比达到50%；到2025年，新车基本实现智能化，高级别智能汽车实现规模化应用。
2018年4月	《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》	工信部、公安部 and 交通运输部	规范对测试主体、测试驾驶人、测试车辆等提出要求，明确省、市级政府相关主管部门可自主选择测试路段、受理申请和发放测试号牌。
2018年6月	《国家车联网产业标准体系建设指南》	工信部、国家标准委	到2020年，建立能够支撑驾驶辅助及低级别自动驾驶的标准体系；到2025年，系统形成能够支撑高级别自动驾驶的标准体系。
2018年8月	《实施国家智能汽车与智慧交通（京冀）示范区北京市自动驾驶产业创新扶持“星火计划”》	北京市经信委	以国家智能汽车与智慧交通（京冀）示范区封闭试验场为依托，为符合条件的参与企业（或创新团队）提供多种测试与技术评估特惠服务。
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。
2019年3月	--	工信部	工信部部长表示2019年将正式颁布5G牌照，车联网将成为移动互联网最大的市场，无人驾驶汽车将会成为最早的应用之一。

数据来源：各部门官网、公开资料整理、东方证券研究所

2 根据自动驾驶级别测算传感器市场空间

根据目前常用的对自动驾驶汽车的定义，自动驾驶汽车主要分为 L1 至 L5 总共 5 个级别，分别为 L1 辅助驾驶、L2 部分自动驾驶、L3 有条件自动驾驶、L4 高度自动驾驶和 L5 完全自动驾驶。随着级别的升高，自动驾驶的程度也逐渐增加。

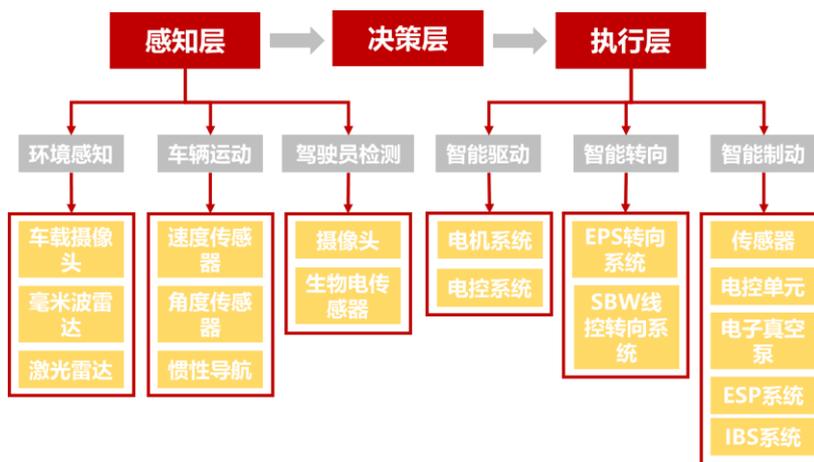
图 3：自动驾驶汽车的级别定义



数据来源：《智能汽车创新发展战略》、东方证券研究所

感知层是自动驾驶三大核心部分的第一部分，其负责搜集环境和车体自身的信息，为自动驾驶汽车提供决策和执行的信源。环境感知是感知层的核心部分，为获得自动驾驶汽车所处的环境信息，目前的主流解决方案是多传感器的融合，其中车载摄像头、毫米波雷达和激光雷达是自动驾驶汽车获取驾驶环境信息的三大核心部件。随着自动驾驶程度的提升，其对汽车感知能力的要求也越来越高，这直接要求感知层传感器的数量、技术以及种类等多方面有相应的提升。

图 4：自动驾驶感知层和执行层的核心零部件



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

在从传感器零部件的单价上来看，车载摄像头的单价持续走低，目前约为 150 元左右，预计未来降幅相对较低。目前毫米波雷达的市场供应单价约为 500 元左右，预计未来还有一定的降幅空间。激光雷达目前的价格仍然高昂，以激光雷达龙头公司 Velodyne LiDAR 旗下销售最广泛的 16 线激光雷达产品 VLP-16 Puck 为例，其目前售价约 4000 美元，折合人民币近 3 万元。激光雷达高昂的价格是制约高级别自动驾驶汽车快速发展的重要原因，预计未来随着技术的发展和供货量的增加，将有较大的降幅空间。

表 2：不同级别自动驾驶汽车所需要的传感器数量

传感器数量(个)	L1	L2	L3	L4/5
毫米波雷达	≥1	≥3	≥6	≥10
摄像头	≥1	≥2	≥4	≥8
激光雷达	0	0	≤1	≥1

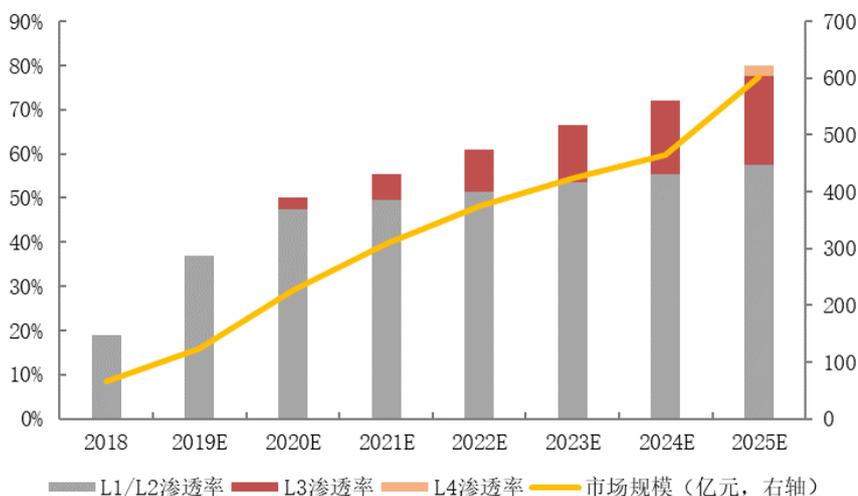
数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

随着自动驾驶汽车的快速发展，其在汽车整体中的渗透率不断提升。根据高工智能产业研究院（GGAI）的监测，2018 年乘用车新车中 L1 级别自动驾驶的渗透率约 14%，L2 级别约 5%，合计 19%。根据《汽车产业中长期发展规划》、《智能汽车创新发展战略》等国家规划以及行业自身发

展的规律等，预计到 2020 年，我国市场中 L1/L2/L3 级别自动驾驶汽车渗透率合计达到 50%，L3 级别开始进入市场；到 2025 年，各级别自动驾驶渗透率合计达到 80%，其中 L3 级别为 20%，L4 级别开始进入市场。2018 年，我国乘用车销量为 2367 万辆，假设未来乘用车销量年均增速保持在 3%左右。

根据以上关于自动驾驶汽车传感器安装数量、传感器单价、自动驾驶汽车的渗透率以及乘用车销量的假设，我们对未来我国自动驾驶汽车传感器的需求量和市场规模进行了预测。预计未来我国自动驾驶汽车传感器市场规模到 2020 年约为 230 亿元左右，到 2025 年约为 600 亿元左右，2020 年至 2025 年年均增长约 22%左右。

图 5：我国未来各级别自动驾驶汽车渗透率与市场规模预测



数据来源：《汽车产业中长期发展规划》、公开资料整理、东方证券研究所

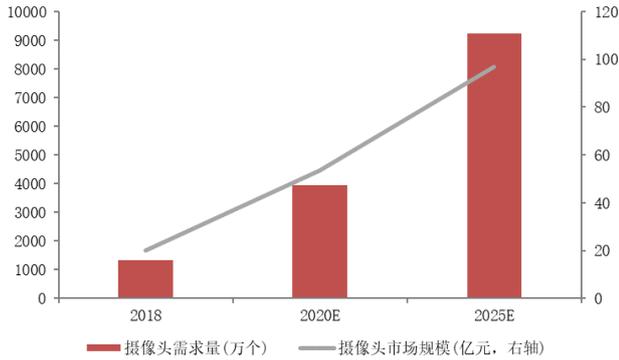
对于车载摄像头，预计单车使用量 L1/L2 级别 3 颗，L3 级别 6 颗，L4 级别 10 颗，到 2020 年和 2025 年，总需求量将分别达到约 4000 万颗和 1 亿颗，市场规模达到约 54 亿元和 100 亿元。

对于毫米波雷达，预计单车使用量 L1/L2 级别 2 颗，L3 级别 8 颗，L4 级别 12 颗，到 2020 年和 2025 年，总需求量将分别达到约 3000 万颗和 9000 万颗，市场规模达到约 130 亿元和 300 亿元。

对于激光雷达，随着 L3 级别自动驾驶汽车在 2020 年开始量产进入市场，其需求量将大幅上升。预计 L3 级别中部分自动驾驶汽车将使用 1 颗激光雷达，L4 级别将使用 2 颗，到 2020 年和 2025 年，激光雷达的需求量将分别达到约 30 万颗和 440 万颗，市场规模达到约 40 亿元和 200 亿元。

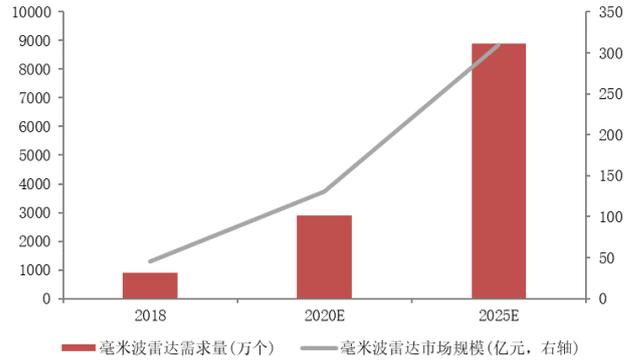
从单车价值量来看，目前实现 L1/L2 级别自动驾驶的传感器单车价值量约 1300 至 2000 元，而实现 L3、L4 级别自动驾驶的成本仍较高，主要受制于激光雷达较高的成本。随着技术进步，成本较低的固态激光雷达将代替成本较高的机械激光雷达；另一方面，大规模批量供货以后，规模效应将进一步拉低成本。预计到 2025 年，L3/L4 级别自动驾驶的传感器成本将降低至 8000 至 14000 元。

图 6：车载摄像头需求量和市场规模预测



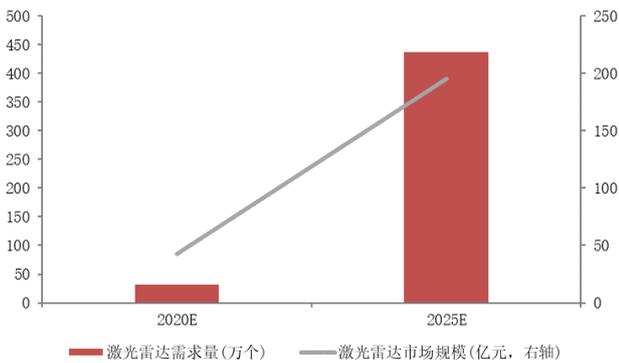
数据来源：《汽车产业中长期发展规划》、公开资料整理、东方证券研究所

图 7：毫米波雷达需求量和市场规模预测



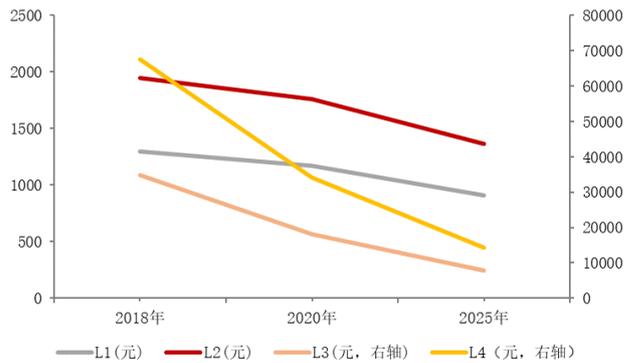
数据来源：《汽车产业中长期发展规划》、公开资料整理、东方证券研究所

图 8：激光雷达需求量和市场规模预测



数据来源：《汽车产业中长期发展规划》、公开资料整理、东方证券研究所

图 9：不同级别自动驾驶汽车传感器单车价值量预测



数据来源：公开资料整理、东方证券研究所

3 传感器：自动驾驶的感知层的基础硬件

3.1 摄像头：基础的传感器部件

3.1.1 摄像头是自动驾驶决策的重要依据

车载摄像头是 ADAS 基础的传感器部件，车载摄像头是获取图像信息的前端，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，提取有效信息后进入决策层用于决策判断。

车载摄像头具有目标识别能力。应用了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，是自动驾驶汽车进行决策的重要依据。以交通标志的识别为例，车载摄像头在图像采集之后，经过图像预处理、图像分割检测、图像特征提取和图像识别等步骤，最终提取交通标志上的有效信息。

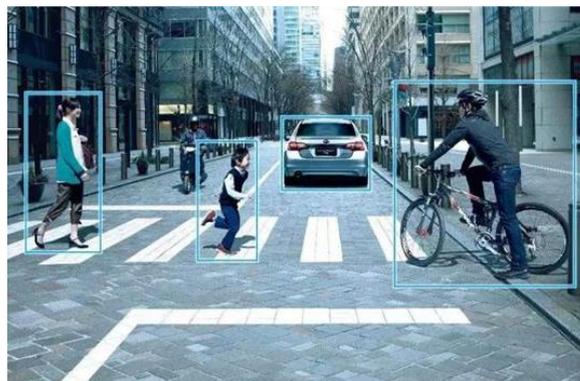
在目标识别的基础上，车载摄像头可以实现测距和测速等功能。单目摄像头可以在图像匹配识别目标物体之后，通过其在图像中的大小去估算目标距离；双目或者多目摄像头则可以直接通过视差计算进行测距。距离测算为自动驾驶汽车的碰撞预警、自适应巡航等功能提供决策数据源。

图 10：车载摄像头进行图像识别的原理



数据来源：雷锋网、东方证券研究所

图 11：单目摄像头测距



数据来源：高工智能汽车、东方证券研究所

3.1.2 车载摄像头种类较多

根据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、后视和侧视等多种类型。

前视摄像头覆盖的 ADAS 功能最多，通过对其获取的图像进行不同的处理之后，可以实现 LKA 车道保持、LCA 变道辅助、EBA 电子刹车辅助、TSP 交通标志识别、LDW 车道偏离预警等多项功能；后视摄像头用于探测车身后方的情况，可以实现的功能包括 PA 泊车辅助、SVP 全景泊车等；低级别的自动驾驶汽车只安装前后视摄像头，视野范围有限，存在视野盲区，为解决这个问题需要安装侧视摄像头，它可以实现的功能包括 BSD 盲点检测、LCA 变道辅助等。

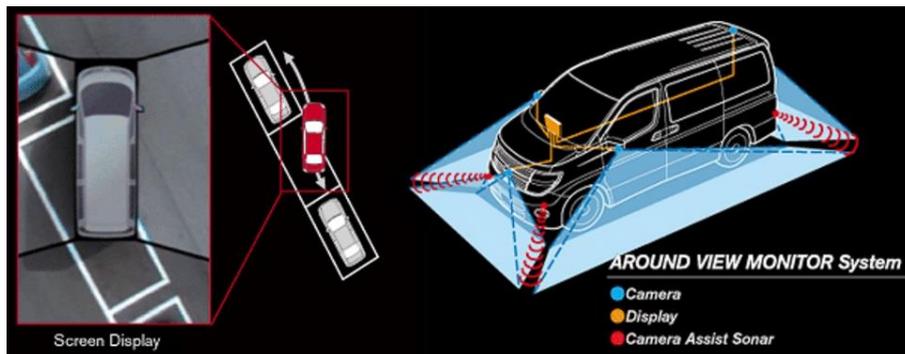
表 3：自动驾驶不同功能需要的摄像头

功能	前视	侧视	后视
LKA车道保持	★		
LCA变道辅助	★	★	
EBA电子刹车辅助	★		
TSP交通标志识别	★	★	
LDW车道偏离预警	★		
BSD盲点检测		★	
PA泊车辅助			★
SVP全景泊车	★	★	★
PDS行人检测系统	★		
PCW行人碰撞预警	★		
NVS夜视系统	★		
FCW前向碰撞预警	★		
ACC自适应巡航	★		
AEB自动紧急制动	★		

数据来源：搜狐网、公开资料整理、东方证券研究所

全景式影像系统渗透率提升。车身周围所有的摄像头整体可以构成全景式影像系统，通过将车身各个方向的影像画面拼接起来，自动驾驶汽车可以获取 360 度的影像信息，并识别其中的车辆、行人以及交通标志等信息，进一步提升了自动驾驶汽车的安全性。随着自动驾驶级别的提升，不同位置的摄像头数量持续增加，其中侧视摄像头从 L1/L2 级别中的接近 0 个增加到 L3 以上级别中的 2 个、4 个或者更多，渗透率不断提升。

图 12：自动驾驶汽车可以获取 360 度的影像信息



数据来源：车云、东方证券研究所

根据镜头个数的不同，摄像头可以分为单目、双目和多目摄像头。单目摄像头在传统摄像头完成拍照、摄像等基础功能的基础上，通过人工智能系统对摄像头获取的信息进行分析，获取有用的信息并作出相应的判断。单目摄像头解决方案已经相对成熟，且成本低廉，目前广泛搭载于各类汽车上，用于对路况的判断。Mobileye 即是单目摄像头解决方案的领先者。

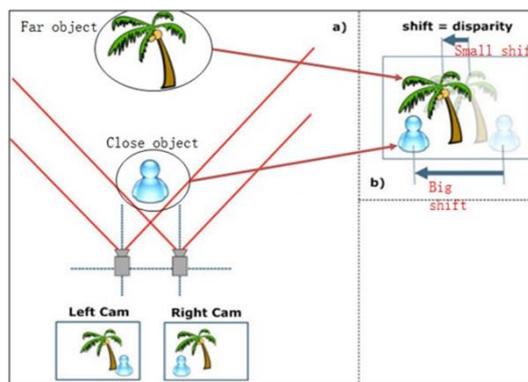
单目摄像头无法快速变焦，为了解决定焦镜头观测不同距离的问题，双目或者多目摄像头方案被发明。通过不同的摄像头覆盖不同的范围的场景，多目摄像头可以同时解决焦距和清晰度的问题。此外，双目或者多目摄像头可以通过视差计算，对目标物体进行精准测距。但多目摄像头因为其计算量巨大，对芯片的数据处理能力要求很高，目前成本仍相对较高，在部分豪华车型上使用。预计短期之内仍是以单目摄像头为主流解决方案。

图 13：博世的立体双目摄像头



数据来源：公开资料整理、东方证券研究所

图 14：双目摄像头通过视差计算精准测距

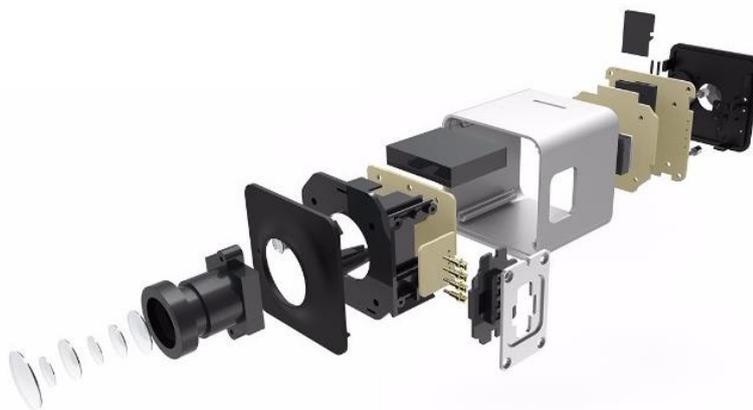


数据来源：车云、东方证券研究所

3.1.3 车载摄像头国内外主要差距

从结构上来看，车载摄像头的主要组成包括镜头、CMOS 图像传感器、DSP 数字处理芯片等，整体部件通过模组组装而成。

图 15：车载摄像头的结构



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

从车载摄像头的技术上来看，目前国内和国外在 CMOS 图像传感器和模组组装方面仍有较大的技术差距，国内在摄像头镜头领域则具有一定优势。

在车载摄像头 COMS 图像传感器领域，国内和国外的差距较大，这是由国内半导体技术整体相对落后造成的。目前市场主要被国外的安森美半导体、OmniVision、索尼、派视尔（PixelPlus）和东芝等公司所占据。格科微电子是目前国内最大的 CMOS 图像传感器设计公司之一，但其主要针对移动设备及消费电子市场。

相较于消费电子中使用的摄像头，车规级的摄像头对防震、稳定性、持续聚焦特性、热补偿性、杂光强光抗干扰性等都有较高的要求。因此这需要更高的模组组装技术，目前国内在这一领域和国外还存在一定的技术差距。市场主要由国外的松下、索尼、法雷奥、富士通天等厂商所占据，国内的欧菲光、舜宇光学等公司也在积极布局车载摄像头模组市场。

表 4：国内在车载摄像头技术与国外主要差距

	技术	国外	国内
车载摄像头技术	COMS图像传感器	技术全面领先，国外供应商占据了绝大部分市场份额	由半导体技术整体落后造成，主要针对消费电子市场等
	模组组装	技术性能可以满足车载摄像头的高要求，国外供应商占据绝大部分市场	技术相对落后，目前正在积极布局

数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

目前在以车载摄像头为载体的 ADAS 视觉识别系统产品领域，以色列公司 Mobileye 是绝对的领导者。Mobileye 专注于单目摄像头解决方案，其算法技术全球领先；Mobileye 量产的芯片型号也已经从 EyeQ1 迭代更新到 EyeQ4，EyeQ4 拥有 14 个计算核心，运算速度达到每秒超过 2.5 万亿次浮点运算，可以以每秒 36 帧的速度，同时处理 8 个摄像头的影像信息。Mobileye 的车载摄像头解决方案已经为沃尔沃、大众、奥迪、现代、宝马、日产、标致、福特等众多整车厂供货。

目前国内已经有众多公司布局车载摄像头系统领域。德赛西威在 2017 年投资了全自动高清摄像头生产线，并在国内实现了高清摄像头和环视系统的量产。在此基础上，德赛西威自主研发的全自动泊车系统、驾驶员行为监控和身份识别系统等也已经实现量产，在国内处于领先地位。华域汽车也在积极发展车载摄像头业务，探索建立覆盖毫米波雷达、摄像头和数据融合全功能的业务发展平台，推进包括 360 度汽车行驶环境扫描系统在内的产品开发与应用。此外，其他上市公司中保隆科技也在推进 ADAS 业务，将在 2019 年开始批量制造车载摄像头。国内在视觉识别系统领域的还有众多创业公司，包括 MINIEYE、地平线等。

整体而言，在车载摄像头产品领域，随着国内公司的积极布局并实现量产，与国外的差距正在缩小。

表 5：国内在车载摄像头产品领域和国外差距正在缩小

产品	国外	国内
车载摄像头解决方案	Mobileye 是绝对龙头，市场占有率超过 70%，视觉算法和芯片技术领先，进入主要车企的前装市场	德赛西威、华域汽车、保隆科技等公司积极布局，其中德赛西威已经实现量产，与国外的差距正在缩小

数据来源：公开资料整理、东方证券研究所

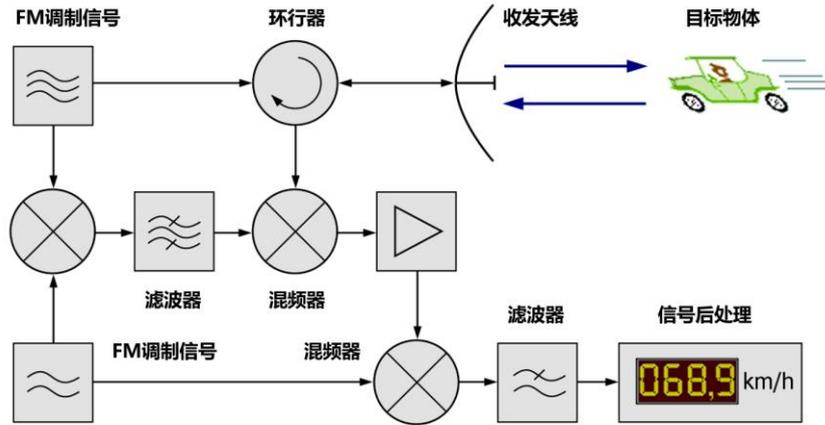
3.2 毫米波雷达：现阶段核心的传感器

3.2.1 毫米波雷达的重要作用

毫米波雷达通过天线向外发射毫米波，波束在接触到目标物体后反射，被雷达接收到以后，通过后方计算单元的处理，来获取目标的运动状态信息，包括位置、速度、运动方向、运动角度等。作为自动驾驶感知层的重要传感部件，毫米波雷达接收到的信息被传至自动驾驶决策层进行计算分析，为自动驾驶系统主动干预汽车行驶或对驾驶员进行预警等提供数据源。

相较于摄像头和激光雷达等车载传感器，毫米波雷达具有独特的优势。毫米波雷达可以穿透尘雾、雨雪等，实现全天候工作，而摄像头和激光雷达等容易受天气限制；毫米波雷达可以实现精准测速和测距；相较于激光雷达，毫米波雷达的成本相对较低，可以在自动驾驶汽车上大规模推广应用。

图 16：毫米波雷达的结构原理



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

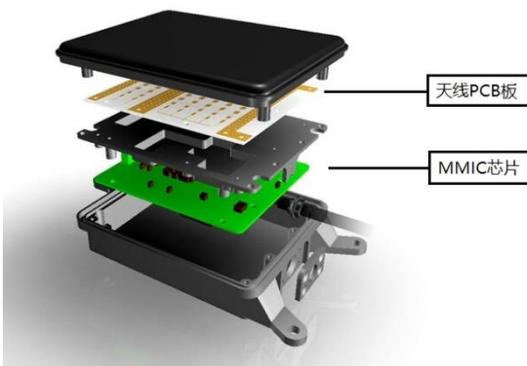
3.2.2 毫米波雷达主要构成

毫米波雷达主要由天线、射频组件、信号处理模块以及控制电路等部分构成，其中天线和射频组件是最核心的硬件部分。

天线是实现毫米波发射和接收的部件，由于毫米波的波长只有毫米长度，天线可以实现小型化，同时通过设计多根天线可以形成列阵，因此集成在PCB板上成为一种很好的解决方案。这种天线PCB板具有体积小、重量轻、低成本、电性能多样化以及易集成等多种优点。

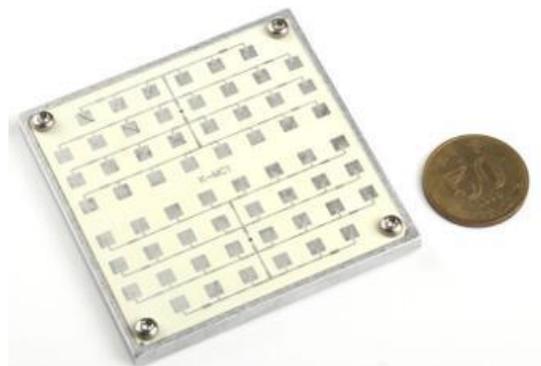
射频组件负责毫米波信号调制、发射、接收以及回波信号的解调等，为满足车载雷达小体积、低成本等要求，目前最主流的方案就是将射频组件集成化，即单片微波集成电路（MMIC）。MMIC通过半导体工艺在砷化镓（GaAs）、锗硅（SiGe）或硅（Si）芯片上集成了包括低噪声放大器（LNA）、功率放大器、混频器、上变频器、检波器等多个功能电路。通过MMIC芯片，射频组件具有了集成度高、成本低等特点，大幅简化了毫米波雷达的结构。

图 17：毫米波雷达结构图



数据来源：百度图片、东方证券研究所

图 18：毫米波雷达 PCB 板示意图

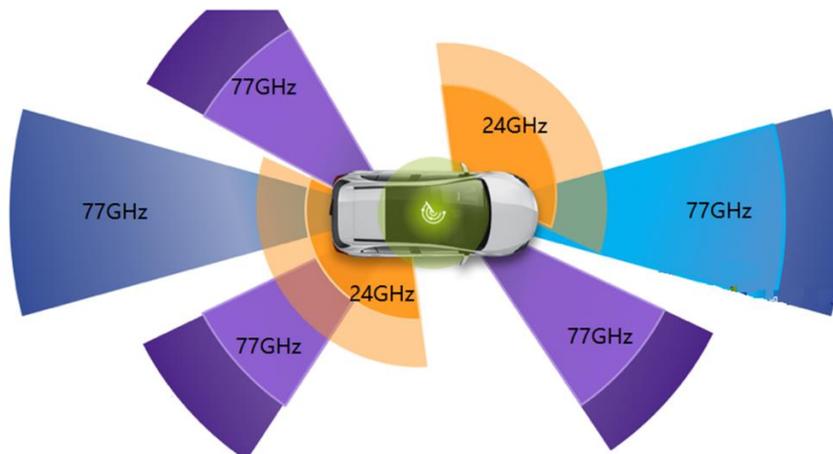


数据来源：百度图片、东方证券研究所

3.2.3 预计 77GHz 将主导毫米波雷达市场

从毫米波雷达的频段分布上来看，目前毫米波雷达主要分布在 24GHz 和 77GHz 两个频段。其中 24GHz 主要用于中短距离雷达，探测距离大约在 50-70 米；77GHz 主要用于长距离雷达，探测距离大约在 150-250 米。从应用上来看，目前 24GHz 毫米波雷达探测角度大，主要用于侧向，77GHz 毫米波雷达因为探测距离远，主要用于前向。77GHz 由于其较小的体积更容易实现单芯片的集成，77GHz 可以实现更高的识别精度、更高的信噪比以及更强的穿透能力等。同时随着规模的扩大和生产技术的进步，77GHz 的成本也将进一步下降，未来将会成为毫米波雷达的主要发展趋势。

图 19：未来的汽车雷达系统将主要由 77/79GHz 毫米波雷达构成



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

3.2.4 核心部件存在技术上的差距

在毫米波的核心部件的技术上，我国和国外还存在较大的差距。

在天线 PCB 板领域，目前国内外的主要的高频 PCB 基材厂商有 Rogers（美国）、Taconic（美国）、Schweizer（德国）、Isola（德国）、生益科技（中国）、沪电股份（中国）等。在技术上，国内厂商技术积累较少，主要做来图加工，而核心元器件仍需从国外进口。

由于 MMIC 芯片的制造主要涉及半导体设计制造技术，而我国在半导体芯片领域的核心技术积累较少，产品创新性和品牌信誉度等都不够。因此在 MMIC 芯片领域，我国和国外的差距较大，主要的技术创新也主要由国外公司引领。目前掌握 MMIC 技术和市场主要由国外的英飞凌（Infineon）、恩智浦（NXP）、德州仪器（TI）、意法半导体（ST）等公司掌握。国外龙头公司已经全面掌握了 24/77GHz MMIC 芯片设计制造技术，恩智浦和德州仪器在 CMOS 雷达芯片方面也不断地取得突破。

近年来，国内公司在毫米波雷达领域开始取得重要进展，其中厦门意行半导体已成功研发基于 SiGe 工艺的 24GHz MMIC 套片，并被部分国内整车厂应用；加特兰微电子也发布了适用于车载的 77GHz CMOS 毫米波雷达收发芯片，应用于在奇瑞部分车型上。

图 20：国内外毫米波雷达技术存在差距



数据来源：公司官网，公开资料整理，东方证券研究所

3.2.5 毫米波雷达产品上国内外主要差距

在毫米波雷达产品上，目前国内和国外也存在较大的差距。

国外主要毫米波雷达供应商的产品技术性能好，产品质量高，且全面覆盖了 24GHz 和 77GHz 等多个频段。博世在 2013 年即推出中距离雷达，截至 2016 年，博世已经向市场供应了超过一千万个毫米波雷达。博世目前占据了全球毫米波雷达的前三位置，而其产品主要以 77GHz 产品为主，且包括 MRR 和 LRR 两个系列，可以实现各种不同功能需求。大陆集团在毫米波雷达方面也在持续推进，其第五代近程及远程雷达预计 2019 年实现量产，其中近程雷达可以实现精确停车功能，远程雷达的探测距离最远可以达到 300 米。

目前国内量产的毫米波雷达产品主要仍为 24GHz 产品，量产公司主要包括德赛西威和华域汽车等。77GHz 毫米波雷达波的技术含量高，制造难度较大，要克服精确度、可靠性以及性能等多方面的挑战，同时国内公司还面临芯片供应以及产品测试环节的困难。目前国内还没有大批量生产的 77GHz 毫米波雷达产品，其中德赛西威的 77GHz 雷达产品预计 2019 年达到量产状态，华域汽车的 77/79GHz 雷达产品也正在加快研制中。

图 21：国内外毫米波雷达产品存在差距



数据来源：公司公告，公司官网，公开资料整理，东方证券研究所

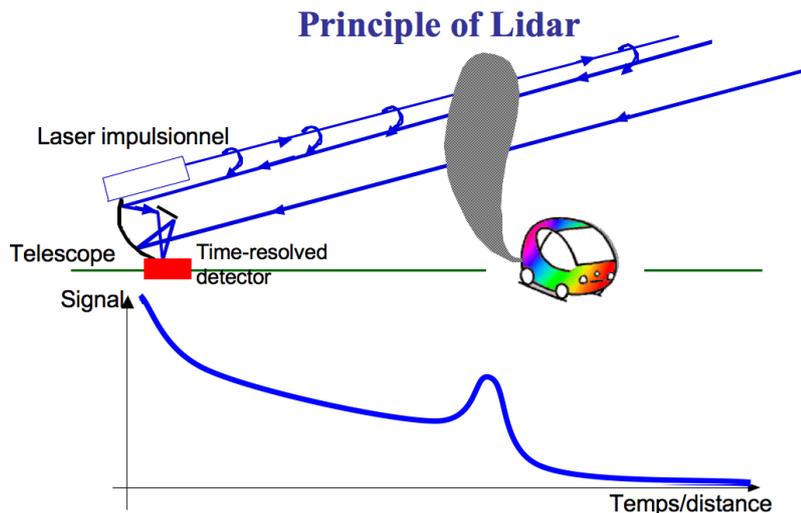
3.3 激光雷达：成本较高，预计固态激光雷达将成为主流

3.3.1 激光雷达主要原理

激光雷达与毫米波雷达原理类似，通过向外发射并接收的波束的方式来探测计算目标物体的位置和速度等信息，所不同的是，激光雷达使用的是激光，而毫米波雷达使用的是毫米波。激光雷达使用飞行时间（ToF, Time of Flight）技术，在发射激光脉冲之后，使用时间分辨探测器计算激光脉冲遇到目标物体后的折返时间来进行测距。激光的波长相较于毫米波更小，因此激光雷达可以准确测量目标物体轮廓和雷达之间的距离，这些轮廓距离可以组成点云并绘制出3D环境地图，精度可以达到厘米级，极大地提高了测量精度。

激光雷达在获取目标物体距离、方向、高度和速度等信息的基础上，还可以对目标物体进行检测、分类等，为自动驾驶汽车进行驾驶决策提供了丰富的数据支持。

图 22：激光雷达的工作原理



数据来源：百度图片，东方证券研究所

3.3.2 预计固态激光雷达将成为主流

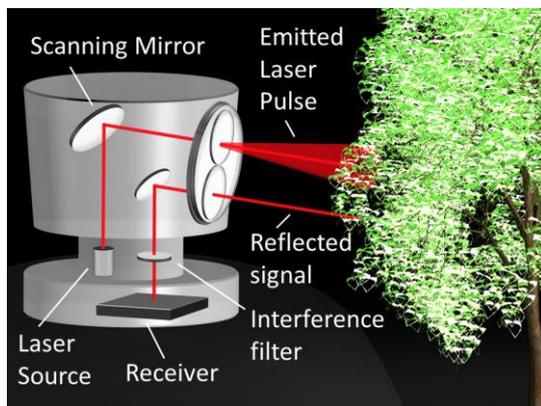
根据有无机械旋转部件，激光雷达主要分为机械激光雷达和固态激光雷达。机械激光雷达通过可以旋转的部件来实现 360° 的激光扫描，而固态激光雷达通过光学相控阵、Flash 以及 MEMS 等技术来实现激光角度的调整。

机械式激光雷达通过旋转发射系统和接收系统，将激光束由“线”变成“面”，并在垂直面上排布多束激光（32 线或 64 线等）的方式，形成多个面，达到 3D 扫描的目的。机械式激光雷达具有抗光干扰能力强、信噪比高等优点，但同时其缺点也较为明显，体积大不能置于车体内，机械结构容易磨损不易长期运转，难以大批量生产以及价格较高。

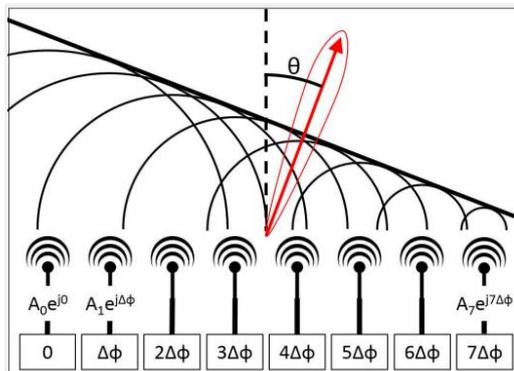
固态激光雷达对激光进行方向调整的方式与机械式雷达不同，相较于机械式激光雷达具有结构简单尺寸小，可以置于车体内而不影响美观的优点，且其响应速度快、稳定性较好、成本也相对较低，可以大批量生产。部分类型的固态激光雷达扫描角度有限，可以通过在不同方向多个布置来解决。根据目前的发展趋势，预计固态激光雷达未来将会成为自动驾驶汽车的主流。

图 23：机械式激光雷达的结构

图 24：相控阵技术固态激光雷达原理



数据来源: Alluxa、东方证券研究所



数据来源: 百度图片、东方证券研究所

根据技术方向的不同，固态激光雷达有 Flash、MEMS 和相控阵三种类型。Flash 使用脉冲光源一次覆盖视场，然后利用 ToF 技术计算并绘制环境地图，Flash 激光雷达探测范围有限，远距离探测需要较高的功率。基于 MEMS 技术的激光雷达也有活动部件，通过可以旋转的反光镜片来控制激光方向，因此也被称为半固态激光雷达，它的结构简单，体积较小，较传统的机械式激光雷达有较大的进步。相控阵技术将多光源列阵，通过控制各光源的相位差，利用光学相干干涉的原理控制波束的方向，具有扫描速度快、精度高、可靠性好等优点，但目前技术难度仍较高。目前这三大技术方向的固态激光雷达都在快速发展中，国内外有众多公司在其中布局。

表 6：三种不同类型固态激光雷达对比

固态激光雷达类型	主要原理	技术优点	技术缺点
Flash	使用脉冲光源一次覆盖视场，利用ToF技术计算并绘制环境地图	一次快速记录全部视场，无需扫描过程	探测范围有限，远距离探测需要较高的功率而提高成本
MEMS	通过可以旋转的反光镜片来控制激光方向实现视场覆盖	探测距离远，结构简单，体积较小	保证系统整体协同性较难，受震动等影响较大
相控阵	通过控制各光源的相位差，利用光学相干干涉的原理控制波束的方向	扫描速度快、精度高、可靠性好	扫描角度有限，加工难度高，信噪比较差

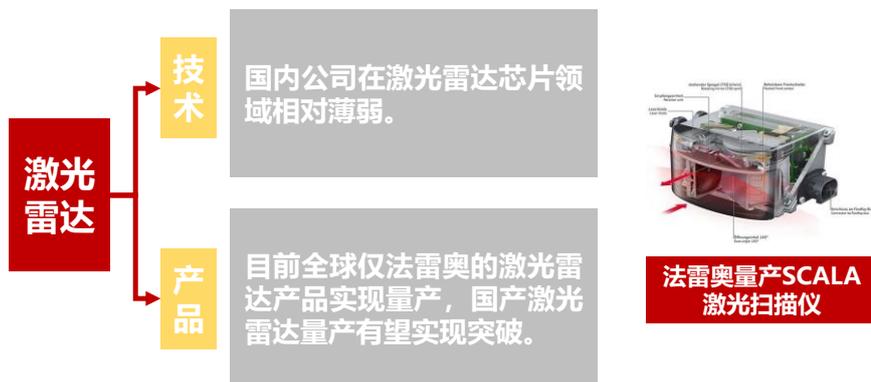
数据来源: 公开资料整理、东方证券研究所

3.3.3 激光雷达国内外主要差距

目前激光雷达在国内外整体都处于研究发展阶段，技术差距相对较小。但由于国内在芯片技术上的落后，因此在激光雷达芯片中的发射器和探测器等核心部件都相对薄弱，造成激光雷达的信号接收质量、分辨率等性能受到一定的限制。目前，国内以镭神智能为代表的公司已经可以自主研制激光雷达接收端的模拟信号处理芯片 ASIC 芯片。同时，随着激光雷达的固态化发展，国内公司和国外公司基本处在同一起跑线上。预计随着国内公司技术的快速发展，国内外在激光雷达上的技术差距会进一步缩小。

在激光雷达产品方面，目前全球仅有法雷奥等少数厂商实现了量产。法雷奥和 Ibeo 合作开发的激光雷达（SCALA 激光扫描仪）在 2017 年开始为奥迪的量产 L3 级别自动驾驶汽车奥迪 A8 供货。随着国内 L3 及以上级别自动驾驶汽车的快速发展，预计国产的量产激光雷达也将推出。

图 25：国内外在激光雷达领域差距



数据来源：公开资料整理，东方证券研究所

4 主要投资策略

随着 5G 技术的实施及车企积极推出不同级别的自动驾驶新车，预计传感器渗透率将快速提升，能够获得整车企业订单自动驾驶传感器相关公司有望获得市场青睐。

根据以上分析，建议关注：华域汽车(600741，买入)、德赛西威(002920，买入)、拓普集团(601689，买入)、保隆科技(603197，增持)、均胜电子(600699，未评级)。

表 7：相关公司估值比较

证券代码	证券简称	收盘价(5-7)	EPS				PE			
			2018A	2019E	2020E	2021E	2018A	2019E	2020E	2021E
600741.SH	华域汽车	22.09	2.55	2.37	2.55	2.73	8.68	9.31	8.67	8.10
002920.SZ	德赛西威	24.34	0.76	0.79	0.96	1.19	32.03	30.67	25.48	20.38
603197.SH	保隆科技	21.90	0.94	1.35	1.65	1.92	23.30	16.24	13.29	11.42
601689.SH	拓普集团	16.45	1.04	1.12	1.30	1.49	15.82	14.62	12.68	11.05
600699.SH	均胜电子	23.16	1.43	1.45	1.74	2.11	16.20	16.00	13.30	10.96

数据来源：Wind，东方证券研究所

5 主要风险

自动驾驶汽车推广进程低于预期。若政策对自动驾驶推广低于预期，则将影响 ADAS 配套量。

企业自身自动驾驶进程低于预期。若车企或互联网企业自动驾驶研发或产业化进程低于预期，则影响企业当期盈利能力。

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，东证资管仍持有华域汽车(600741)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

本研究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。

本研究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备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，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

联系人：王骏飞

电话：021-63325888*1131

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

Email：wangjunfei@orientsec.com.cn

