

汽车之眼：看清 ADAS 未来发展之路

——车载 MEMS 及智能传感器研究

报告要点：

● 传感器是汽车智能化与电子化发展的必需之品

汽车传感器装备的目的不同，可以分为提升单车信息化水平的传统机电传感器（MEMS）和为无人驾驶提供支持的智能传感器两大类。

MEMS 在汽车各系统控制过程中进行信息的反馈，实现自动控制，是汽车的“神经元”。而智能传感器则直接对外界收集信息，是无人驾驶车辆的“眼睛”。

● 2021 年我国 MEMS 传感器将突破 450 亿元

目前平均每辆汽车包含 24 个 MEMS 传感器，而在高档汽车中，大约会采用 25-40 个 MEMS 传感器。常用 MEMS 传感器后装单车价值在 2000-20000 元不等；合资车通常不低于 4000 元，而自主品牌仅 2000 元左右，高端车型约为 10000-20000 元。由此，我们预计随着国六标准实行对排放检测要求的提升以及汽车“智电化”趋势浪潮影响，我国 MEMS 传感器市场近持续稳步增长，到 2021 年达到 472.27 亿元市场规模。

● 2021 年我国智能传感器市将直逼 800 亿元

从目前汽车智能传感器的发展来看，毫米波雷达、激光雷达、超声波雷达和摄像头传感器将是未来发展的主要方向。其中，超声波雷达在倒车领域的搭载率已经达到 45.2%，且国内部分头部企业具备相应的技术实力。摄像头与毫米波雷达正在被我国逐步攻破；全球摄像头市场有 50% 以上被台湾大立光电、舜宇光学和玉晶光电占据；毫米波雷达随着近年国内研发的突破，供应链开始稳定，并出现了一批新兴挑战者，如华域汽车、保隆科技、德赛西威等。我们预计到 2025 年，我国智能传感器市场将直逼 800 亿元，其中毫米波雷达 80 亿元、激光雷达与超声波雷达 192 亿元、摄像头传感器 315 亿元。

● 多传感器融合将是未来必然趋势

单种传感器特性突出，均不能形成完全信息覆盖，多传感器融合是未来发展必然趋势。目前自动驾驶环境感知的技术路线主要有两种：一种是以特斯拉为代表的视觉主导的多传感器融合方案，另一种是以低成本激光雷达为主导，典型代表如谷歌 Waymo。而国内大部分车企选择“摄像头+毫米波雷达+超声波雷达”融合方案，仅少数方案预留或安装激光雷达位置。

投资建议

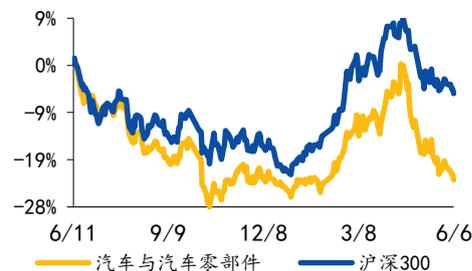
汽车传感器市场未来发展空间巨大，而在目前尚未出现绝对明了的发展路线。我们推荐关注由“法规推动”叠加“研发突破”双影响因素驱动的汽车零部件企业，如保隆科技（国六+TPMS）、威孚高科（国六+蓝天保卫战）、东风科技（国企改革+联手华为）和华域汽车（零部件整合+传感器突破）。

风险提示

宏观经济增速不达预期、汽车销量不达预期、电动化与智能化精度不达预期等。

推荐|首次

过去一年市场行情



资料来源：Wind

相关研究报告

《国元证券*行业研究*汽车电子行业研究之一 ——电动化+智能化创造产品升级下的“新生代”利基市场*汽车与汽车零部件*20190417*胡伟》2019.04.19

《国元证券*行业研究*世界十佳自动变速器论坛纪要*汽车与汽车零部件*20190130*胡伟》2019.01.31

报告作者

分析师 胡伟
 执业证书编号 S0020115080059
 电话 021-51097188-1852
 邮箱 huwei1@gyqz.com.cn

联系人 薛雨冰
 电话 021-51097188
 邮箱 xueyubing@gyqz.com.cn

附表：重点公司盈利预测

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (百万元)	EPS			PE		
					2018A	2019E	2020E	2018A	2019E	2020E
603197	保隆科技	买入	18.93	3161.77	0.94	1.34	1.72	21.39	14.79	11.52
000581	威孚高科	增持	19.03	19200.33	2.37	2.36	2.49	8.01	8.07	7.64
600081	东风科技	增持	10.5	3292.38	0.47	0.54	0.62	22.41	19.42	17.01
600741	华域汽车	增持	20.89	65860.40	2.55	2.31	2.57	8.20	9.06	8.14

资料来源：Wind，国元证券研究中心

目 录

1. 传感器：汽车智能化、电子化发展的必需之品	7
1.1 “传统+智能”传感器结合是未来趋势.....	7
1.2 国内在中游传感器生产环节具有优势	8
2. MEMS 传感器：汽车神经元.....	9
2.1 MEMS 是获取信息和执行控制的重要汽车电子元件	9
2.2 国外大厂技术垄断海内外市场，行业壁垒高	10
2.3 MEMS 传感器市场规模测算.....	12
3. 智能传感器：汽车的眼睛.....	13
3.1 毫米波雷达：ADAS 系统核心传感器	13
3.1.1 毫米波雷达广泛应用于 ADAS，77GHz 成为潜力股	13
3.1.2 国内企业加速追赶，24GHz 仍是主流方向	15
3.2 激光雷达：未来自动驾驶中的核心传感器	18
3.2.1 L3-L5 阶段最为关键的传感器	18
3.2.2 激光雷达市场格局.....	19
3.3 超声波雷达：自动泊车系统的主流传感器	21
3.3.1 自动泊车打开超声波雷达市场需求	21
3.3.2 超声波在智能化发展前期具有优势	22
3.4 摄像头：ADAS 系统主要视觉传感器	24
3.4.1 摄像头是最为成熟的车载传感器之一	24
3.4.2 摄像头制作工艺高、认证周期长.....	27
3.4.3 国内企业在摄像头镜头市场突出重围	28
4. 多传感器融合是必然趋势.....	30
4.1 ADAS 系统需要融合多种传感器	30
4.2 国内外车企积极布局汽车多传感器融合方案	31
5. 投资建议	33
5.1 保隆科技：强制法规渗透提升，TPMS 龙头业绩爆发.....	33
5.2 威孚高科：国六来临，国内商用车环保巨头受益	34
5.3 东风科技：国企改革整合零部件集团，联手华为突击智能车市场.....	34
5.4 华域汽车：零部件产业链全面布局，“智电”设备突破在即	35
6. 风险提示	35

图目录

图 1: 汽车传感器的构成	7
图 2: 传感器产业链	9
图 3: MEMS 应用广泛	9
图 4: MEMS 传感器价值较为集中	9
图 5: MEMS 与 ASIC 芯片集成化封装	10
图 6: MEMS 可批量生产降低制造成本	10
图 7: 2017 年全球 MEMS 主要供应商市场份额	11
图 8: 产品线数量决定 MEMS 企业护城河	11
图 9: 国内 MEMS 主要供应商	11
图 10: 国内 MEMS 传感器厂商竞争格局	11
图 11: 抽样统计得到平均 MEMS 单车搭载量为 24 个	12
图 12: MEMS 单车价值量取决于车行等级	12
图 13: 国内 MEMS 传感器市场规模测算	13
图 22: 毫米波雷达在 ADAS 系统中的应用	15
图 23: 奔驰 S 级搭载 6 个毫米波雷达	15
图 24: 毫米波雷达海外主要供应商及产品	15
图 25: 2016 毫米波雷达海外市场格局	15
图 26: 24GHz 毫米波雷达是主流方向	16
图 27: 国内毫米波雷达市场规模预测	18
图 14: 激光雷达工作原理	18
图 15: Velodyne HDL-64E 激光雷达 3D 呈像	18
图 16: Quanergy S3 固态激光雷达	19
图 17: 速腾聚创多激光雷达耦合解决方案	19
图 18: Velodyne、Quanergy 激光雷达产品	19
图 19: 激光雷达主要供应商	19
图 20: Velodyne 各线激光雷达产品售价对比 (万美元)	20
图 21: Velodyne 各线激光雷达交货期对比	20
图 28: 超声波雷达工作原理	21
图 29: 超声波雷达在汽车中的应用	21
图 30: UPA、APA 超声波雷达比较	21
图 31: 超声波雷达 4 种技术路线方案	22
图 32: 国内外主流超声波传感器供应商	23
图 33: 国内外主流超声波传感器供应商发展情况	23
图 34: 汽车搭载超声波雷达情况	23
图 35: 汽车搭载超声波雷达情况	24
图 36: 摄像头检测道路行人	25
图 37: 摄像头在全景泊车系统中的应用	25
图 38: 单目摄像头识别效果	26
图 39: 双目摄像头输出效果	26
图 40: 摄像头产业链	27

图 41: 摄像头制作工艺要求高.....	27
图 42: 车载摄像头产业认证周期长.....	27
图 43: 2016 年摄像头 CMOS 传感器市场格局.....	28
图 44: 2017 年摄像头 CMOS 传感器市场格局.....	28
图 45: 2015 年全球摄像头镜头市场格局.....	29
图 46: 2015 年全球摄像头模组封装市场格局.....	29
图 47: 国内摄像头市场规模测算.....	30
图 48: 毫米波雷达综合优势突出.....	31
图 49: Audi AI 拥堵巡航自动驾驶.....	32

表目录

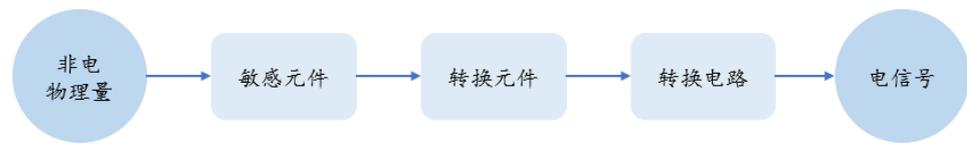
表 1: 传统传感器分类.....	7
表 2: 智能传感器分类.....	8
表 3: 国内厂商 MEMS 传感器产能规划.....	12
表 5: 毫米波雷达优劣势.....	14
表 6: 毫米波雷达 24GHz 和 77GHz 比较.....	14
表 7: 国内自主企业毫米波雷达研发进展.....	17
表 4: 各大车企无人驾驶激光雷达感知解决方案.....	20
表 8: 摄像头安装位置及特点.....	25
表 9: 前装摄像头 ADAS 技术路线.....	26
表 10: 摄像头优缺点.....	26
表 12: 各种传感器优劣势比较.....	31
表 13: 主流车企发布汽车多传感器融合方案.....	31
表 14: 奔驰、一汽奔腾、吉利博瑞传感器搭载方案.....	31
表 15: Audi A8 传感器配置.....	32
表 16: 国内自主品牌发布汽车多传感器融合方案.....	32
表 17: 国内自主品牌发布汽车多传感器融合方案.....	33

1. 传感器：汽车智能化、电子化发展的必需之品

1.1 “传统+智能”传感器结合是未来趋势

传感器是汽车电子控制系统的信息来源，是车辆电子控制系统的基础关键部件。传感器通常由敏感元件、转换元件和转换电路组成，其中敏感元件是指传感器中能直接感受或响应被测量的部分，转换元件是将上述非电量转换成电参量，转换电路的作用是将转换元件输出的电信号经过处理转换成便于处理、显示、记录和控制的部。从目前汽车传感器装备的目的不同，可以分为提升单车信息化水平的传统微机电传感器和为无人驾驶提供支持的智能传感器两大类。

图 1：汽车传感器的构成



资料来源：电子发烧友，国元证券研究中心

(1) 传统传感器

各个系统控制过程依靠传感器，进行信息的反馈，实现自动控制工作；是汽车的“神经元”。汽车传统传感器依照功能可以分为压力传感器、位置传感器、温度传感器、加速度传感器、角速度传感器、流量传感器、气体浓度传感器和液位传感器等 8 类。汽车传感器主要应用于动力总成系统，车身控制系统以及底盘系统中。汽车传感器在这些系统中担负着信息的采集和传输功用，它采集的信息由电控单元进行处理后，形成向执行器发出的指令，完成电子控制。

表 1：传统传感器分类

传感器类型	传感器样式	工作原理
压力传感器		压阻式、硅电容式、陶瓷电容式
位置传感器		霍尔效应、磁电阻效应
温度传感器		热敏电阻式、热电偶式
加速度传感器		惯性原理
角速度传感器		科里奥利原理
流量传感器		霍尔效应、磁电阻效应
气体浓度传感器		化学类原理
液位传感器		静压测量原理

资料来源：电子发烧友，国元证券研究中心

(2) 智能传感器

智能传感器是无人驾驶车辆的“眼睛”。随着汽车无人驾驶技术的突破，汽车电子开始注重传感器的智能化发展；汽车正在向一台安全联网的自动驾驶机器人快速演进，进行环境感知、规划决策，最终实现安全抵达目的地。目前应用于环境感知的主流传感器产品主要包括激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达和摄像头等四类。

表 2：智能传感器分类

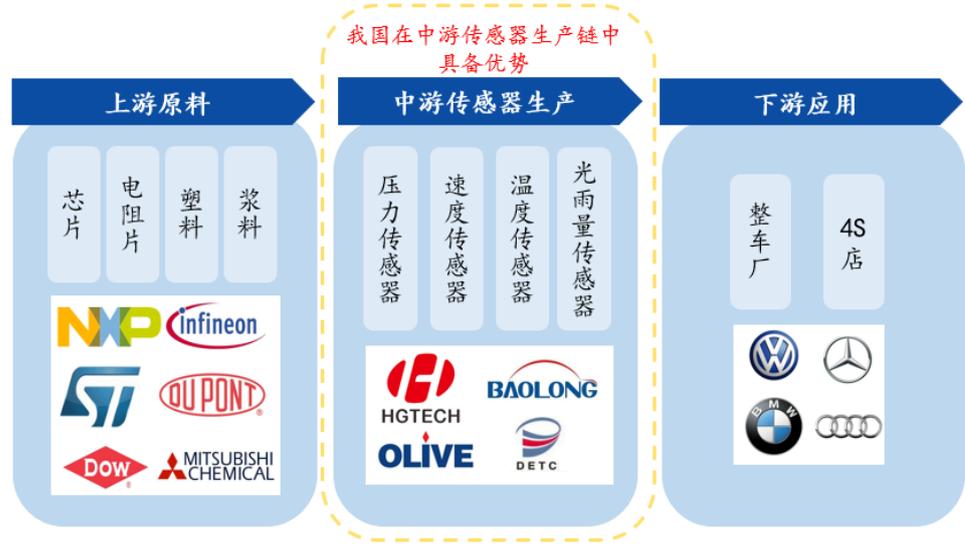
传感器类型	传感器样式	工作原理
摄像头		通过摄像头采集外部信息并根据算法进行图像识别
超声波雷达		发射及接受超声波，分析折返时间测算距离
毫米波雷达		发射及接受毫米波，分析折返时间测算距离
激光雷达		发射及接受激光，分析折返时间测算距离

资料来源：电子发烧友，盖世汽车，国元证券研究中心

1.2 国内在中游传感器生产环节具有优势

汽车传感器产业链可大致分为上游原料、中游生产、下游应用等三大部分，国内在中游生产中具备优势：1) 上游原料主要有芯片以及电阻片、塑料、浆料等电子材料。上游芯片对技术水平要求高，行业集中度较高，主要被外国厂商如英飞凌、恩智浦、意法半导体等垄断，国内企业面临着较高的进入门槛。上游电子材料对试验检测设备和制作工艺的要求高，国内大陆电子材料产品多在中低端领域，高端市场基本上由欧美、日本、韩国以及台湾地区的厂商所垄断，如杜邦公司、陶氏化学、默克集团、三菱化学等 2) 中游厂商进行传感器生产，中游环节国内厂商基于成本优势和自主车企的客户群优势，存在极大的成长机会。国内主要厂商如华工科技、保隆科技、东风科技等与比亚迪、东风日产、一汽等主机厂具有良好的合作关系。3) 下游市场将传感器应用于整车厂和 4S 店。

图 2：传感器产业链



资料来源：前瞻产业研究，国元证券研究中心

2. MEMS 传感器：汽车神经元

2.1 MEMS 是获取信息和执行控制的重要汽车电子元件

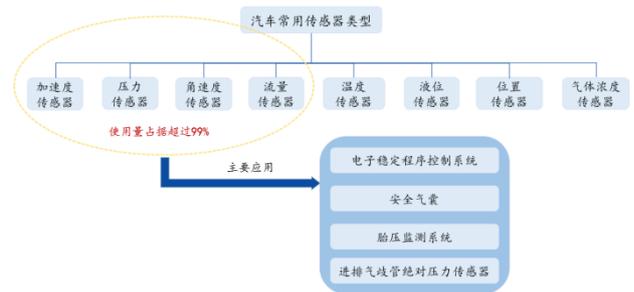
MEMS 传感器是在半导体制造技术基础上发展起来，采用微电子和微机械加工技术制造出来的新型传感器。MEMS 传感器广泛应用于电子车身稳定程序 (ESP)、防抱死 (ABS)、电控悬挂 (ECS)、胎压监控 (TPMS) 等系统。其中，压力传感器、加速计、陀螺仪与流量传感器是汽车中使用最多的 MEMS 传感器，占汽车 MEMS 系统的 99%。

图 3：MEMS 应用广泛



资料来源：知乎，国元证券研究中心

图 4：MEMS 传感器价值较为集中



资料来源：知乎，国元证券研究中心

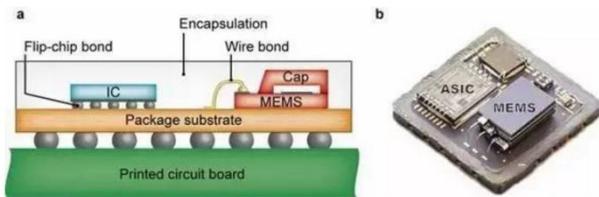
MEMS 具有较为明显的优势，是未来构筑物联网感知层传感器的主要选择之一，其优势主要体现在：1) 微型化、2) 硅基加工工艺、3) 批量生产、4) 集成化。

1) 微型化：MEMS 器件体积小，单个尺寸以毫米甚至微米作为计量单位，重量轻，耗能低。MEMS 更高的表面体积比(表面积比体积)可以提高表面传感器的敏感程度。

2) 批量生产：以单个 5mm5mm 尺寸的 MEMS 传感器为例，用硅微加工工艺在一片 8 英寸的硅片晶元上可同时切割出大约 1000 个 MEMS 芯片，批量生产可大大降低单个 MEMS 的生产成本

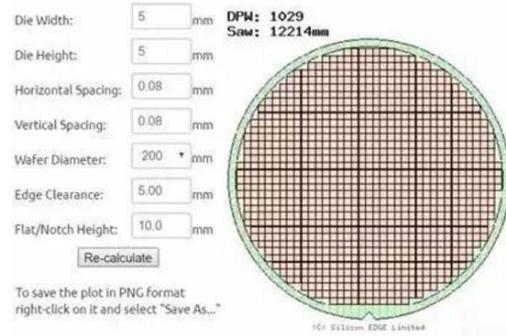
3) 集成化：一般来说，单颗 MEMS 往往在封装机械传感器的同时，还会集成 ASIC 芯片，控制 MEMS 芯片以及转换模拟量为数字量输出。

图 5: MEMS 与 ASIC 芯片集成化封装



资料来源：知乎，国元证券研究中心

图 6: MEMS 可批量生产降低制造成本



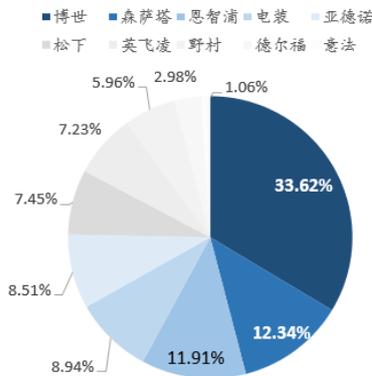
资料来源：知乎，国元证券研究中心

2.2 国外大厂技术垄断海内外市场，行业壁垒高

国外大厂垄断 MEMS 传感器市场，市场集中度较高。根据 HIS Automotive 统计，2017 年全球 MEMS 前三大供应商（博世、森萨塔、恩智浦）占据了 57% 的市场份额，其中博世占据鳌头，2017 年市占率达到 33.62%，森萨塔市占率达到 12.34%，恩智浦市占率达到 11.91%。电装（8.94%）、亚德诺（8.51%）、松下（7.45%）、英飞凌（7.23%）等厂商也占有一定份额。

国外大厂产品线广、技术领先、客户众多、形成较高的进入门槛。MEMS 传感器的研发难度及其制造工艺的复杂性是形成行业壁垒的主要原因。Invensense、英飞凌等国外厂商拥有 2 到 3 条产品线，博世、电装、意法半导体等 MEMS 产品线超过 4 条。相比之下，小供应商很难在较短时间内实现大批量生产制造，因此排名靠前的大供应商市场份额相对稳定，市场集中度较高。

图 7：2017 年全球 MEMS 主要供应商市场份额



资料来源：公开资料，国元证券研究中心

图 8：产品线数量决定 MEMS 企业护城河



资料来源：Yole, 国元证券研究中心

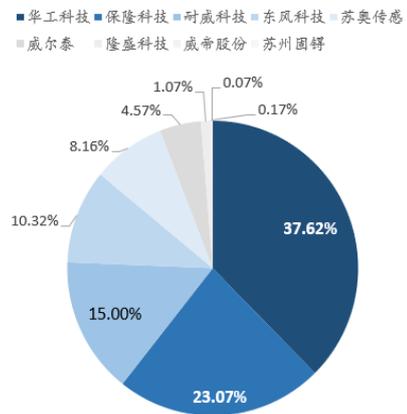
国内传感器供应市场呈现外商垄断格局，高端汽车传感器严重依赖进口。外资利用电控系统打包传感器；掌握了汽车电子产品的核心技术，垄断高技术、高附加值新品。民族企业更多的在中低端、售后市场比拼价格。中国的汽车传感器产品与国外同类产品相比，技术水平相差较大，高端汽车传感器严重依赖进口。从国内传感器厂商格局来看，华工科技市场占有率达到 37.62%、保隆科技因其 TPMS 业务的快速发展，市场份额有所提升，达到 23.07%、耐威科技（15%）和东风科技（10.32%）也在国内也有一定的市场份额。

图 9：国内 MEMS 主要供应商



资料来源：公开资料，国元证券研究中心

图 10：国内 MEMS 传感器厂商竞争格局



资料来源：国元证券研究中心

国内厂商积极布局 MEMS 传感器。国内自主品牌如美泰科技、美新半导体、保隆科技等均公开了其未来在 MEMS 传感器方面的产能规划。美泰科技压力类传感器年产量突破 100 万只，保隆科技拿到多家车企传感器项目，投资 3.9 亿元用于车用传感器。华工科技紧跟汽车电动化浪潮，重点发展新能源汽车 PTC 加热器，PM2.5 传感器等战略产品。

表 3：国内厂商 MEMS 传感器产能规划

供应商	产能规划
美泰科技	全套自动化生产线实现流量传感器产能突破30万只/年，压力类传感器突破100万只/年。汽车压力和流量传感器芯片代工和OEM累计出货100万片以上
美新半导体	准备建设年产2.0万片MEMS磁传感器单元晶圆生产线，年产2.66亿颗MEMS陀螺仪封装测试生产线，年产108万片激光雷达传感单元封装测试生产线项目，预计2019年12月投产。
保隆科技	光雨量传感器：公司已拿到一汽、奇瑞、东风、猎豹、华晨和长安的定项目。公司投资3.9亿元用于车用传感器等汽车电子。
苏奥传感	公司重点开发的国六法规排放下的OBD蒸汽压力传感器正式小批量生产，汽车尾气排放监测的氮氧化物传感器开展顺利
华工科技	重点发展新能源汽车 PTC 加热器、PM2.5 传感器等战略产品

资料来源：各公司官网，国元证券研究中心

2.3 MEMS 传感器市场规模测算

MEMS 传感器装配量和价值量与其装配车型价位成正比。目前平均每辆汽车包含 24 个 MEMS 传感器，而在高档汽车中，大约会采用 25-40 个 MEMS 传感器。例如 BMW 高端车型仅发动机就可以用到 20-40 个传感器，而入门级车型仅 5 个左右。常用 MEMS 传感器后装单车价值在 2000-20000 元不等；合资车通常不低于 4000 元，而自主品牌仅 2000 元左右，高端车型约为 10000-20000 元。

图 11：抽样统计得到平均 MEMS 单车搭载量为 24 个

类型	数量
压力传感器	5
位置传感器	3
温度传感器	3
加速度传感器	4
角速度传感器	1
流量传感器	1
气体浓度传感器	2
液位传感器	5
合计	24

资料来源：国元证券研究中心

图 12：MEMS 单车价值量取决于车行等级

汽车类型	单车MEMS传感器价值
自主品牌	2000-3000元
合资车	>4000元
高端车型	10000-20000元

资料来源：国元证券研究中心

综上所述，我们对 MEMS 传感器市场做出如下假设：

1) 乘用车产量的假设：

- 假设 2019 年乘用车产量增速为 1%，2020-2021 年增速为 2%
- 预计 2019- 2021 年汽车产量分别达到 2372 万辆、2419 万辆、2468 万辆；

2) MEMS 传感器搭载数量的预测：

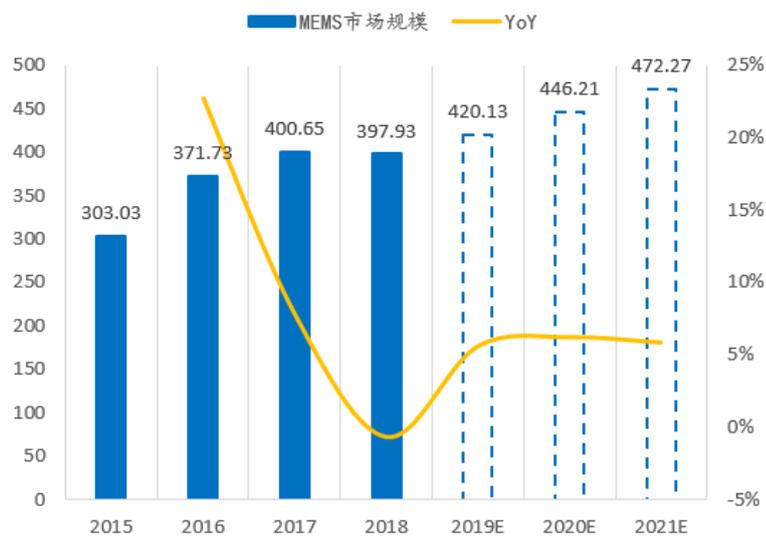
- 我们从 20 万价位轿车进行数据统计抽样,同时结合入门级与高端车型 MEMS 传感器使用数量,得到 2018 年单车 MEMS 传感器搭载数量为 24 个。
- 随着智能化与电动化的提升,高端传感器价格下降与传感器使用量增加,假设 MEMS 传感器使用量平均数逐年上升 2 个
- 预计 2019-2021 年单车搭载 MEMS 传感器数量分别为 32 个, 34 个, 36 个。

3)MEMS 传感器单价的预测:

- 我们按照平均单车 6000 元估算,考虑到 AM 市场存在 25%-40%的溢价水平,据此推算出 2018 年 MEMS 传感器单价约 60 元/个
- 假设单价存在年降,逐年下降 2%
- 2019-2021 年 MEMS 传感器单价约为 55.2 元/个, 54.2 元/个, 53.2 元/个

由此,我们预计到 2019 年 MEMS 传感器市场规模可达到 420.13 亿元;随着智能化和电动化的提升,2020 年和 2021 年市场规模可分别达到 446.21 亿元, 472.27 亿元,2015-2021 年复合增速为 6.5%。

图 13: 国内 MEMS 传感器市场规模测算



资料来源: 国元证券研究中心

3. 智能传感器: 汽车的眼睛

3.1 毫米波雷达: ADAS 系统核心传感器

3.1.1 毫米波雷达广泛应用于 ADAS, 77GHz 成为潜力股

毫米波雷达是指利用波长 1-10mm, 频率 30GHz-300GHz 的毫米波, 通过测量回波的时间差算出距离。毫米波雷达始用于军事领域, 随着技术水平的提升, 开始逐渐应用于汽车领域。

毫米波雷达的优势主要为以下 3 个方面: 1) 探测性能稳定、作用距离较长、环境适用性好。2) 与超声波雷达相比, 体积小、质量轻和空间分辨率高的特点。3) 与光

学传感器相比，毫米波雷达穿透雾、烟、灰尘的能力强，具有全天候全天的特点。但也存在着成本较高，对行人的识别较为困难等不足之处。

表 4: 毫米波雷达优劣势

优势	劣势
<ul style="list-style-type: none"> 探测性能稳定、作用距离较长、环境适用性好 	<ul style="list-style-type: none"> 成本较高
<ul style="list-style-type: none"> 体积小、质量轻和空间分辨率高 	<ul style="list-style-type: none"> 对行人的识别较为困难
<ul style="list-style-type: none"> 穿透雾、烟、灰尘的能力强，具有全天候全天时 	

资料来源：国元证券研究中心

77 GHz 在性能和体积上都更具优势。目前车载雷达的频率主要分为 24GHz 频段和 77GHz 频段。与 24GHz 毫米波雷达相比，77GHz 的距离分辨率更高，体积更是小了三分之一。2018 年，中国新车评价规程（C-NCAP）将自动紧急制动系统（AEBS）纳入评分体系，从而将带动 77GHz 毫米波雷达在未来的市场需求。而从长远来看，77GHz 毫米波雷达的体积更小、探距更长，使得其较 24GHz 毫米波雷达将具备更大的市场空间。

表 5: 毫米波雷达 24GHz 和 77GHz 比较

频率	24GHz	77GHz
探测距离	短距SRR，中距MRR	长距LRR（200m以上）
特点	探测距离短，探测角度大，在中短距离中有明显优势	探测距离长，角度小，天线是24GHz的三分之一，雷达本体可缩小，识别精度高，且穿透力强
其他	与其它设备共享频段	独占频段
车速上限	150km/h	250km/h
应用场景	盲区检测BSD 车道偏离预警LDW 车道保持辅助LKA 泊车辅助PA 变道辅助LCA	自适应巡航ACC 自动紧急制动AEB 前向碰撞预警FCW
市场价格	约500元	约1000元
代表产品	 大陆短距离24GHz	 Bosch长距离77GHz

资料来源：电子发烧友、简书、国元证券研究中心

24GHz 与 77GHz 毫米波雷达兼备于 ADAS 的长短距检测。毫米波雷达因其硬件体积小，且不受恶劣天气影响，被广泛应用在 ADAS 系统之中。24GHz 目前大量应用于汽车的盲点监测、变道辅助。雷达安装在车辆的后保险杠内，用于监测车辆后方两侧的车道是否有车、可否进行变道。77GHz 雷达在探测精度与距离上优于 24GHz 雷达，主要用来装配在车辆的前保险杠上，探测与前车的距离以及前车的速度，实现的主要是紧急制动、自动跟车等主动安全领域的功能。完全实现 ADAS 各项功能一般需要“1长+4中短”5个毫米波雷达，奥迪 A8 搭载 5 个毫米波雷达（1LRR+4MRR），奔驰 S

级搭载 6 个毫米波雷达（1LRR+6SRR）。目前 77GHz 的毫米波雷达系统单价在 1000 元左右，24GHz 毫米波雷达单价在 500 元左右。

图 14：毫米波雷达在 ADAS 系统中的应用



资料来源:凯迪拉克公司官网, 国元证券研究中心

图 15：奔驰 S 级搭载 6 个毫米波雷达



资料来源: Benz 公司, 国元证券研究中心

3.1.2 国内企业加速追赶，24GHz 仍是主流方向

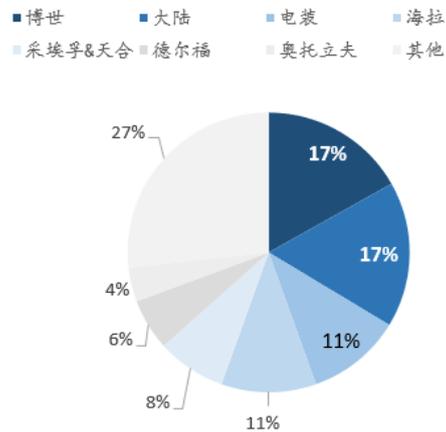
毫米波雷达关键技术被外商垄断，集中度较高。在全球毫米波雷达市场上，占主导地位的是德国、美国、日本等国家。目前毫米波雷达技术主要由大陆、博世、电装、奥托立夫、Denso、德尔福等传统零部件巨头所垄断；其中，77GHz 毫米波雷达技术被垄断于博世、大陆、德尔福、电装、TRW、富士通天、Hitachi 等公司手中。2016 年，博世和大陆全球毫米波雷达市场占有率均为 17%，并列第一；电装、海拉并列第二，市场份额为 11%，采埃孚占据 8%，德尔福占据 6%，奥托立夫占据 4%。前七大供应商巨头市场占有率达到 73%。

图 16：毫米波雷达海外主要供应商及产品



资料来源: 各公司官网, 国元证券研究中心

图 17：2016 毫米波雷达海外市场格局

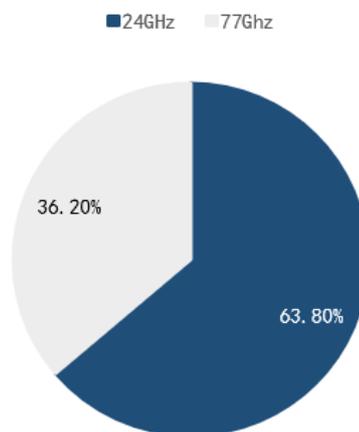


资料来源: 中商情报网, 国元证券研究中心

国内毫米波雷达依赖进口，受限国外技术封锁，24GHz 毫米波雷达是主流方向。目前中国市场中高端汽车装配的毫米波雷达传感器全部都依赖国外进口，市场被美、日、德企业垄断，价格昂贵，并采取了技术封锁，自主可控迫在眉睫。国内自主车载毫米波雷达产品总体仍处于研制阶段。考虑到研发成本和 77GHz 开发技术受限，目前国内厂商对于毫米波雷达的研发方向集中于 24GHz。国内市场上，24GHz 毫米波

雷达的产品体系已经相对成熟，供应链已经相对稳定，24GHz 的核心芯片能从英飞凌、飞思卡尔等芯片供应商获得。据麦姆斯咨询研究表明，2016 年中国汽车预装毫米波雷达的数量达到 105 万个，其中 24GHz 雷达占比 63.8%，77GHz 雷达占比 36.2%。

图 18：24GHz 毫米波雷达是主流方向



资料来源：盖世研究，国元证券研究中心

自主企业积极布局毫米波雷达。24GHz 毫米波雷达逐步进入量产阶段，77GHz 毫米波雷达加紧研发。华域汽车 2017 年 24GHz 后向毫米波雷达实现量产，保隆科技于 2 月发布其自主研发的 24GHz 和 77GHz 毫米波雷达产品。纳雷科技、杭州智波科技、行易道等公司也都取得一定的市场化进展。

表 6：国内自主企业毫米波雷达研发进展

企业名称	产品频率	发展进程
保隆科技	24GHz、77GHz	公司自主研发的24GHz、77GHz的毫米波雷达产品于2月发布
华域汽车	24GHz	2017 年底国内首款自主研发、具有独立知识产权的 24GHz 后向毫米波雷达实现量产
德赛西威	24GHz、77GHz	已完成 24GHz毫米波雷达样品开发，77GHz毫米波雷达还在研发中
行易道	24GHz、77GHz	完成了77GHz车载中程毫米波雷达的小批量量产，并将于 9月正式大规模量产 公司与意法半导体，中科院电子所微波成像国家重点实验室三方成立联合实验室，推动 79GHz 雷达产品化
承泰科技	77GHz	在研发 77GHz 汽车毫米波雷达上也取得突破，已在内部测试阶段， 2017年9月份推出外部测试
苏州毫米波	24GHz	24GHz产品技术成熟、量产稳定，目前公司产能达到1万套/月。 计划77-81GHz毫米波雷达的计划供货
纳雷科技	77GHz	与国外巨头大陆合作，专攻77GHz领域
杭州智波科技	77GHz	24GHz雷达已经产品化，77GHz尚处于实验室阶段

资料来源：各公司官网，国元证券研究中心

由此，我们对毫米波雷达市场做出如下假设：

1) 乘用车产量的假设：

- 假设 2019 年乘用车产量增速为 1%，2020-2021 年增速为 2%
- 预计 2019-2021 年汽车产量分别达到 2372 万辆、2419 万辆、2468 万辆

2) 毫米波雷达渗透率的假设：

- 假设 2019 年汽车自动驾驶级别达到 L2 级别，毫米波雷达渗透率接近 4%，2020 年进入 L3 级别，渗透率为 5%，2025 年渗透率为 10%；

3) 毫米波雷达搭载数量的假设：

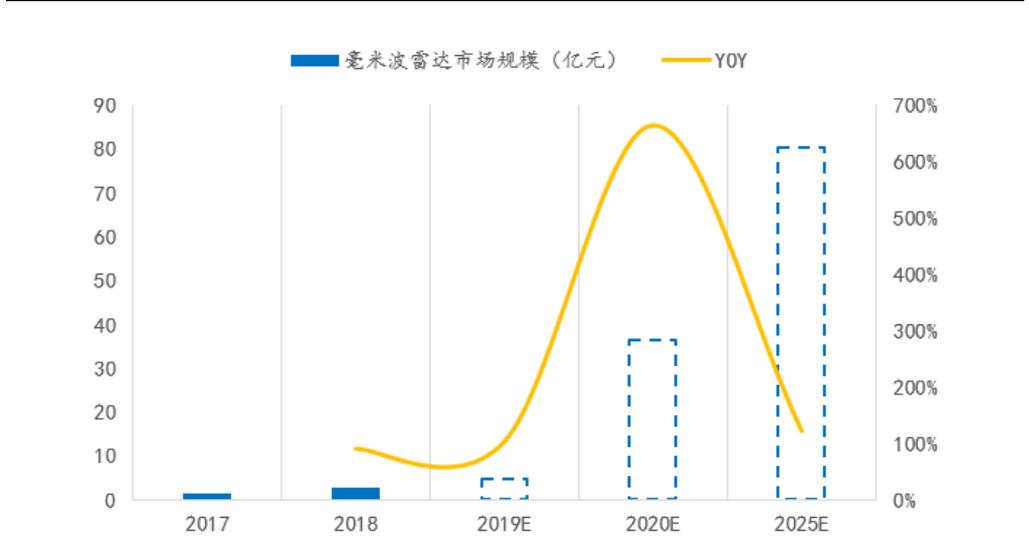
- 假设 2019 年毫米波雷达车载数量为 1 个（1SRR），2020 年进入 L3 级别，搭载数量为 5 个（1LRR+4SRR），2025 年搭载数量为 5 个（1LRR+4SRR）

4) 毫米波雷达单价的假设：

- 假设 77GHz 毫米波雷达单价约为 1000 元，24GHz 毫米波雷达单价为 500 元

根据测算，毫米波雷达 2019、2020 年以及 2025 年市场规模可以达到 4.7 亿元、36 亿元、80 亿元。2017-2025 复合增长率达到 58%左右。

图 19：国内毫米波雷达市场规模预测



资料来源：Wind、国元证券研究中心

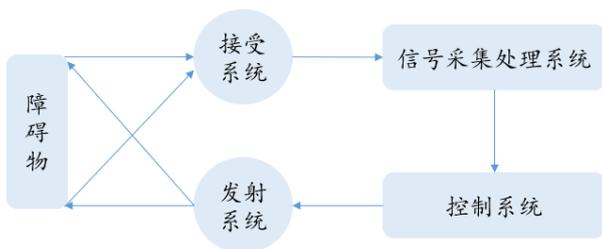
3.2 激光雷达：未来自动驾驶中的核心传感器

3.2.1 L3-L5 阶段最为关键的传感器

激光雷达是一种综合的光探测与测量系统，通过发射接受激光束，分析激光遇到目标对象后的折返时间，计算出目标对象与车的相对距离。目前常见的有 8 线、16 线、32 线激光雷达。激光雷达线束越多，测量精度越高，安全性越高。

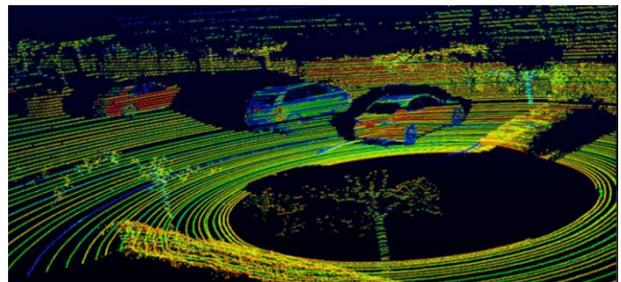
激光雷达并不是新鲜事物，早已在航空航天、测绘等领域进行了应用。随着汽车智能化的发展，L3 级别自动驾驶中开始应用激光雷达，由于其高精度、实时 3D 环境建模的特点将成为 L3-L5 阶段中最为关键的传感器。

图 20：激光雷达工作原理



资料来源：网络资料，国元证券研究中心

图 21：Velodyne HDL-64E 激光雷达 3D 呈像



资料来源：Velodyne 官网，国元证券研究中心

激光雷达固态化是未来趋势，存在小型化、低成本优势。业内降低激光雷达成本主要有两个方式：1) 取消机械旋转结构、采用固态化技术根本性降低激光雷达成本。固态激光雷达体积更小，方便集成，并且系统可靠性提升，因此激光雷达有向固态发展的趋势。2) 降低激光雷达线数，组合使用多个低线数激光雷达。从机械旋转式

过渡到混合固态再到纯固态激光雷达，随着量产规模的扩大、技术迭代更新，成本不断降低，激光雷达也在不断向小型化、低功耗、集成化发展。

图 22: Quanergy S3 固态激光雷达



资料来源: Velodyne, 国元证券研究中心

图 23: 速腾聚创多激光雷达耦合解决方案



资料来源: 搜狐新闻, 国元证券研究中心

3.2.2 激光雷达市场格局

激光雷达的核心技术主要掌握在 Velodyne、Ibeo、Quanergy 三家企业中。美国 Velodyne 的机械式激光雷达起步较早，技术领先，最新已推出 128 线原型产品 VLS-128，同时与谷歌、通用汽车、福特、Uber、百度等全球自动驾驶领军企业建立了合作关系，占据了车载激光雷达大部分的市场份额。

图 24: Velodyne、Quanergy 激光雷达产品



资料来源: Velodyne, 国元证券研究中心

图 25: 激光雷达主要供应商

产品分类		主要厂商
机械扫描 激光雷达	/	Velodyne, Valeo, Ibeo
非扫描快闪激光雷达		Valeo, Continental, Invisage, LeddarTech
固态激光 雷达	相控技术激光雷达	Quanergy
	微机电扫描激光雷达	ST, Bosch, Innoviz, Infineon

资料来源: 搜狐新闻, 国元证券研究中心

Google、百度、福特、奥迪、宝马等各企业相继采用激光雷达的感知解决方案。宝马声明联手激光雷达创企 Innoviz 研发无人驾驶汽车，预计 2021 年推出。根据该公司官网激光雷达产品价格，单车激光雷达传感器价值在 3~8 万美元之间。

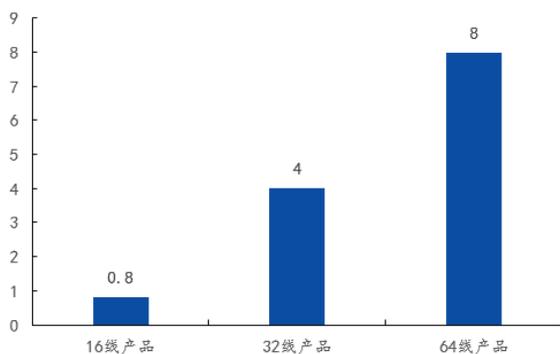
表 7：各大车企无人驾驶激光雷达感知解决方案

产品	安装数量	单车激光雷达价值	示意图
谷歌 Velodyne64束激光束	1	8万美元	
百度 Velodyne64束激光束	1	8万美元	
福特 第一代: Velodyne16束激光雷达	4	3.2万美元	
第二代Velodyne Puck LiDAR	2	1000美元	
通用 Velodyne16束激光雷达	5	4万美元	
奥迪 法雷奥4线激光雷达	1	/	

资料来源：佐思产业研究，国元证券研究中心

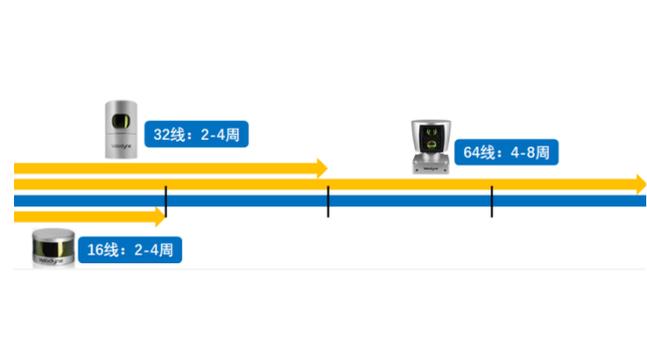
短期内激光雷达不会大规模应用于汽车领域。尽管自动驾驶加速发展给激光雷达行业创造了较好的应用前景，但是激光雷达自身发展的诸多痛点却限制了其在自动驾驶汽车上的应用。限制因素主要有三个方面：**1) 成本高昂。**激光雷达龙头 Velodyne16 线产品 0.8 万美元，32 线产品 4 万美元，64 线产品约 8 万美元。高昂的产品价格也抑制了激光雷达在自动驾驶车辆中的应用。**2) 难以量产、交货周期长。**Velodyne64 线产品生产周期要 4-8 周，32 线和 16 线也要 2-4 周，为了保证激光雷达传递接受信号的精准性，其复杂的组装和调校过程拉大了其交货周期。**3) 缺乏相关车规。**目前自动驾驶只是一个前瞻性的概念，具体还没有实践，没有相应的政策法规的强制性要求，这在一定程度上也限制了激光雷达在自动驾驶领域的普及。

图 26: Velodyne 各线激光雷达产品售价对比(万美元)



资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究中心

图 27: Velodyne 各线激光雷达交货期对比



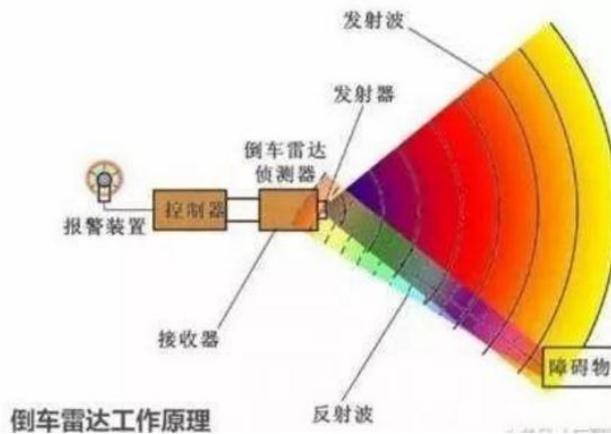
资料来源：前瞻产业研究，国元证券研究中心

3.3 超声波雷达：自动泊车系统的主流传感器

3.3.1 自动泊车打开超声波雷达市场需求

超声波雷达的工作原理是通过超声波发射装置向外发出超声波，到通过接收器接收到发送过来超声波时的时间差来测算距离。超声波雷达在自动驾驶中，其基础应用为泊车辅助预警以及汽车盲区碰撞预警功能。超声波雷达成本低，短距离测量中具有优势，探测范围在 0.1-3 米之间，而且精度较高，因此非常适合应用于泊车。但测量距离有限，且很容易受到恶劣天气的影响。

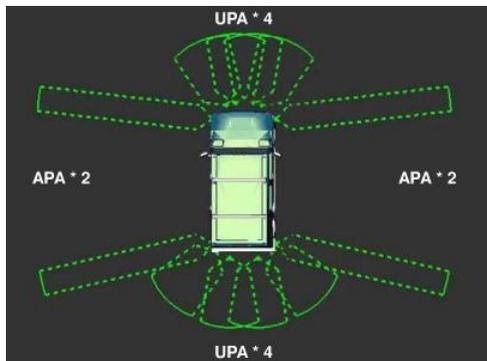
图 28：超声波雷达工作原理



资料来源：盖世汽车，国元证券研究中心

自动泊车普及激发超声波雷达需求。超声波雷达一般安装在汽车的保险杠或者侧面，前者称为 UPA，一般用于测量汽车前后障碍物，后者称为 APA，用于测量侧方障碍物。APA 超声波传感器是自动泊车辅助系统的核心部件，探测距离较远，可用作探测车位宽度，获得车位尺寸及车辆的位置信息。超声波雷达主要应用于倒车雷达，以及自动泊车系统中近距离障碍监测。倒车雷达已经由高端车型下沉到中低端车型，渗透率较高，前装率达 80%左右。倒车雷达系统通常需要 4 个 UPA 超声波雷达，自动泊车雷达系统需要 6-12 个超声波雷达，典型配置是 8 个 UPA+4 个 APA。

图 29：超声波雷达在汽车中的应用



资料来源：中国物联网，国元证券研究中心

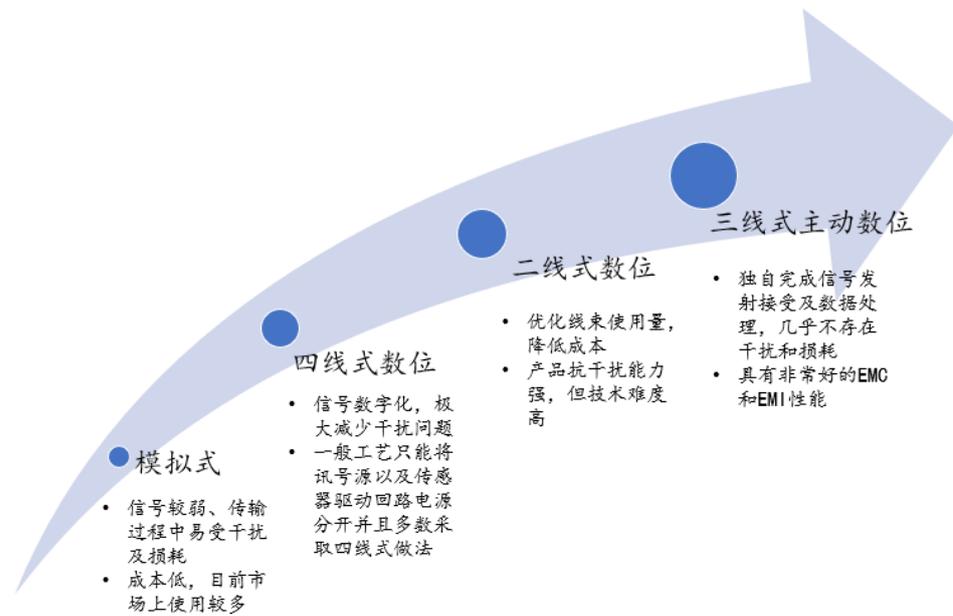
图 30：UPA、APA 超声波雷达比较

类型	安装位置	作用	探测距离
UPA (超声波驻车辅助)	保险杠处	探测前后障碍	15-250cm
APA (自动泊车辅助)	车身侧面	探测侧方停车空间	30-500cm

资料来源：高工智能汽车，国元证券研究中心

超声波雷达技术方案各有优劣，模拟式雷达占据主要市场。超声波雷达的技术方案，一般有模拟式、四线式数位、二线式数位、三线式主动数位四种，其在信号干扰的处理效果上依次提升。四种技术方案在技术难度、装配以及价格上各有优劣。目前市场上使用较多的是“模拟式”技术路线，其优点为产品成本低，但易受外界环境干扰。未来智能化趋势下，“数位式”技术路线会更受欢迎。“数位式”技术路线下，信号数字化，可以极大程度地提高雷达的抗干扰能力，但成本较高，技术难度大，现阶段的工艺水平只能多数采取四线式做法。

图 31：超声波雷达 4 种技术路线方案



资料来源：盖世汽车，国元证券研究中心

3.3.2 超声波在智能化发展前期具有优势

超声波雷达市场主要由博世（BOSCH）、日本村田（Murata）、日本尼赛拉（Nicer）等占据，国内奥迪威和同致电子具有较高的竞争力。奥迪威是国内领先的超声波传感器生产商，2016 年奥迪威车载超声波传感器的销量为 2627 万个，全球车载超声波传感器的市场容量约 27400 万个，奥迪威的车载超声波传感器占全球乘用车市场份额的 9%。奥迪威的第一大客户是台湾同致电子。台湾同致电子其核心产品为倒车雷达，2016 年其市场份额位居亚洲第一。

图 32：国内外主流超声波传感器供应商



资料来源：中国物联网，国元证券研究中心

图 33：国内外主流超声波传感器供应商发展情况

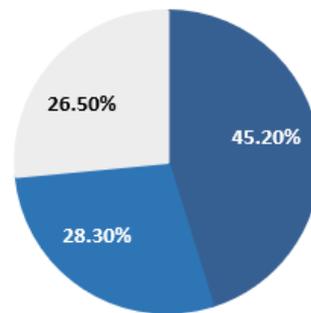
公司名称	发展情况
博世	已经研发到第六代超声波传感器，其车用超声波传感器的检测范围为20-450cm
法雷奥	新一代自动泊车系统Park4U, 具备平行与转角两种泊车模式
同致电子	2016年成为亚洲倒车雷达OEM市场第一供应商
奥迪威	UPA超声波传感器为主营产品之一，2017年销售量达到3000万支，国内市场占有率达30%，全球倒车雷达市场占有率达9%

资料来源：高工智能汽车，国元证券研究中心

超声波中短期市场有望继续提升，长期可能会受到其他雷达传感器的替代压力。目前，后向的超声波雷达搭载率最高，达到 45.2%，“前向+后向雷达”搭载率为 28.3%，不搭载占比 26.5%。随着自动化驾驶的发展，“前向+后向”雷达有望成为搭载标配。因此，预计中短期内，超声波雷达市场渗透率将继续提升，但长期来看，未来搭载高级别自动驾驶车型中，部分或者全部的超声波雷达会被综合性能更好的毫米波雷达、激光雷达等替代。

图 34：汽车搭载超声波雷达情况

■ 只搭载后向雷达 ■ 前向+后向雷达 ■ 无搭载



资料来源：盖世汽车，国元证券研究中心

由此，我们对超声波雷达的市场做出如下假设：

1) 乘用车产量的假设：

- 假设 2019 年乘用车产量增速为 1%，2020~2021 年增速为 2%
- 预计 2019 年，2020 年，2021 年汽车产量分别达到 2372 万辆，2419 万辆，2468 万辆

2) 超声波雷达渗透率的假设

- 假设 2019 年汽车自动驾驶级别达到 L2 级别, 超声波雷达渗透率接近 15%, 2020 年渗透率为 20%, 2025 年渗透率为 40%;

3) 超声波雷达搭载数量的假设:

- 假设 2019 年超声波雷达车载数量为 8 个 (4UPA+4APA), 2020 年进入 L3 级别, 搭载数量为 12 个 (8UPA+4APA), 2025 年搭载数量为 12 个 (8UPA+4APA)

4) 超声波雷达单价的假设:

- 假设超声波雷达单价约为 150 元

根据测算, 我们认为 2019、2020 年、2025 年超声波雷达的市场规模分别将达到 42 亿元, 87 亿元, 192 亿元。2016-2025 年复合增长率达到 38% 左右。

图 35: 汽车搭载超声波雷达情况



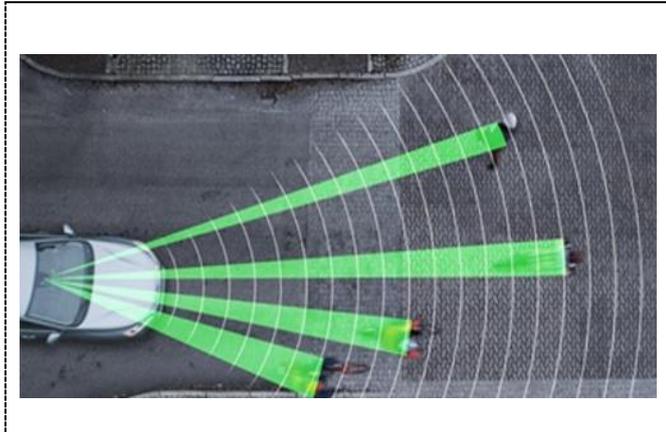
资料来源: 国元证券研究中心

3.4 摄像头: ADAS 系统主要视觉传感器

3.4.1 摄像头是最为成熟的车载传感器之一

车载摄像头是 ADAS 系统的主要视觉传感器, 是最为成熟的车载传感器之一。借由镜头采集图像后, 摄像头内的感光组件电路及控制组件对图像进行处理并转化为电脑能处理的数字信号, 从而实现感知车辆周边的路况情况。摄像头主要应用在 360 全景影像、前向碰撞预警、车道偏移报警和行人检测等 ADAS 功能中。

图 36：摄像头检测道路行人



资料来源：中国物联网，国元证券研究中心

图 37：摄像头在全景泊车系统中的应用



资料来源：高工智能汽车，国元证券研究中心

ADAS 系统配套 6 个以上摄像头。根据不同 ADAS 功能的需要，摄像头的安装位置也有不同。主要分为前视、后视、侧视以及内置。实现自动驾驶时全套 ADAS 功能将安装 6 个以上摄像头，前视摄像头因需要复杂的算法和芯片，单价在 1500 元左右，后视、侧视以及内置摄像头单价在 200 元左右。ADAS 的普及应用为车载摄像头传感器带来了巨大的市场空间。

表 8：摄像头安装位置及特点

安装部位	安装数量	摄像头类型	实现功能	功能描述
前视	1	单目 双目	FCW、LDW、TSR ACC、PCW	视角一般为45度，双目摄像头拥有更好的测距功能，但需要装在两个位置，成本较单目贵50%左右
环视	4	广角	全景泊车、LDW	广角镜头、在车四周装配4个进行图像拼接实现全景图，加入算法可实现道路路线感知
后视	1	广角	后视泊车辅助	广角或鱼镜头，主要为倒车后视镜摄像头
侧视	2	广角	盲点检测、代替后视镜	盲点检测主要使用超声波雷达，但目前也有使用摄像头代替，新一代i8使用摄像头
内置	1	广角	疲劳驾驶预警、手势识别、情绪识别	一般安装在车内后视镜处

资料来源：中商产业研究院，国元证券研究中心

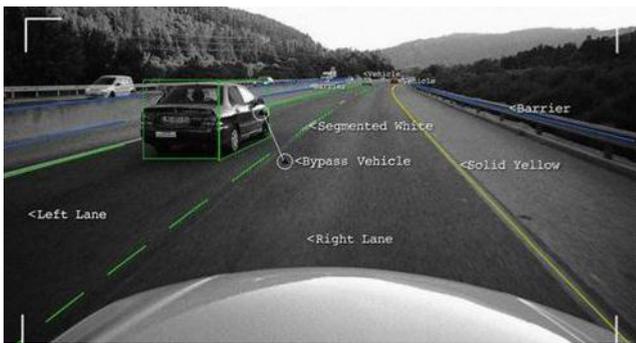
短期内单目摄像头为主流技术路线。前视摄像头 ADAS 系统可分为搭载单目摄像头和搭载双目摄像头两种技术路线。相比单目摄像头，双目摄像头的功能更加强大，测度更加精准，但成本比较高，因此多搭载于高档汽车。双目摄像头的方案在成本、制造工艺、可靠性、精确度等综合因素的制约下，导致其难以在市场上推广，而单目摄像头低成本可靠性的解决方案，搭配其他传感器，完全可以满足 L1, L2, 以及部分 L3 场景下的功能。因此在现有的市场环境下，单目摄像头的解决方案依然会是主流。

表 9：前装摄像头 ADAS 技术路线

分类	测距原理	优点	缺点	主要应用厂商
单目摄像头	先通过图像识别障碍物类型，再根据相对大小估算距离	成本和量产难度相对较低	<ul style="list-style-type: none"> 图像识别算法研发壁垒、数据库建立成本较高 定焦镜头难以同时观察不同距离的图像 	Mobilitye
双目摄像头	不需要识别目标，在级化分割、立体匹配后，获得精确的深度数据	测距精确	<ul style="list-style-type: none"> 使用多个摄像头、成本较高 计算量巨大，对芯片要求高 	博世、大陆、电装、日立
多目摄像头		全覆盖视角	<ul style="list-style-type: none"> 对摄像头之间的误差精度要求高，量产、安装较困难 	蔚来、Mobileye

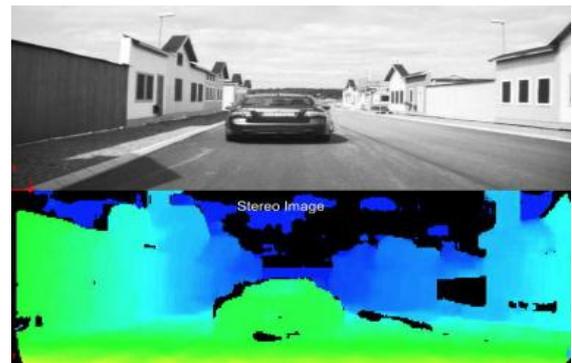
资料来源：电子工程世界，国元证券研究中心

图 38：单目摄像头识别效果



资料来源：高工智能汽车，国元证券研究中心

图 39：双目摄像头输出效果



资料来源：雷锋网，国元证券研究中心

摄像头主要作为雷达辅助传感器。虽然摄像头分辨率高、可以探测到物体的质地与颜色，但在逆光或者光影复杂的情况下视觉效果较差，极易受恶劣天气影响，因此摄像头获取的图像信息将主要负责交通标志识别等少数领域，作为激光雷达和毫米波雷达的补充。

表 10：摄像头优缺点

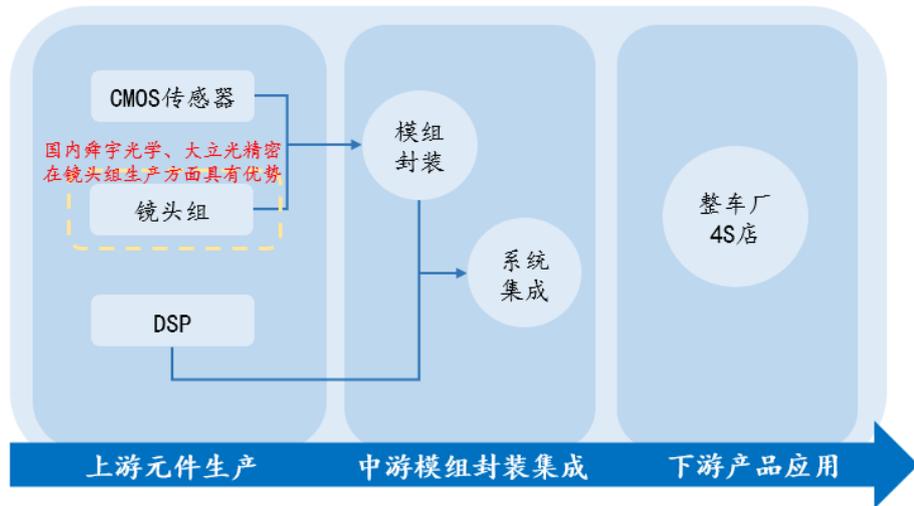
优点	缺点
分辨率高	逆光或光影复杂情况效果较差
能探测物体的质地和颜色	测距性能差
价格较低	受恶劣天气和视野影响

资料来源：中商产业研究院，国元证券研究中心

3.4.2 摄像头制作工艺高、认证周期长

摄像头产业链可以大致划分为上游元件生产、中游模组封装集成、下游产品应用三部分。1) 上游元件主要包括 CMOS 传感器、镜头组、DSP 等,上游市场中 CMOS 传感器以及 DSP 主要被索尼、三星、TI、安森美等国外企业垄断,国内企业在镜头组生产方面具有优势,其中自主品牌舜宇光学等具有较高的竞争力;2) 中游封装集成包括模组封装和系统集成两部分。模组封装以及集成工艺复杂,市场被外企垄断,主要厂商有 Panasonic、索尼、法雷奥等企业。3) 下游产品应用于整车厂、4S 店。

图 40: 摄像头产业链



资料来源: OFeek 光学网、国元证券研究中心

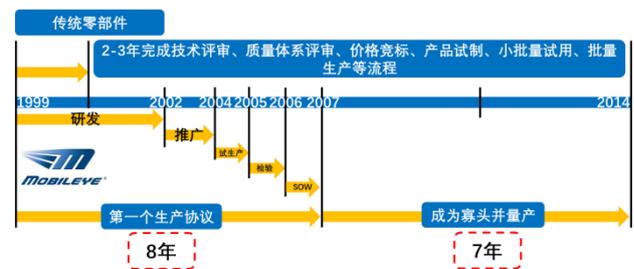
车载摄像头产业制作工艺要求高,认证周期长。相对于手机摄像头,车载摄像头所面临的工况更加恶劣,需要满足耐高温、抗震、防磁、稳定等多项要求。特别是应用于 ADAS 系统的前视摄像头,涉及行车安全,对可靠性的要求必须非常高,因此车载摄像头的制作工艺要求非常高。企业在成为整车厂商的一级供应商之前,需要经过大量不同种类的严格测试,一旦进入整车厂商的供应体系就会形成很高的壁垒,很难被替代,替换成本也非常高。例如,国外视觉传感器龙头 Mobileye 用了 8 年的时间从研发进入到前装市场。

图 41: 摄像头制作工艺要求高

要求	车用摄像头	监控摄像头 (室内)	监控摄像头 (室外)	家用电器摄像头
耐高温	-40°C—85°C	-2°C—50°C	-20°C—60°C	0°C—40°C
稳定性	8-10年	3-5年	3-5年	3-5年
抗震	保证在颠簸的路况下正常工作	-	-	-
防磁	车辆启动时会产生极高的电磁脉冲,需要极高的防磁性能	-	-	-

资料来源: 盖世汽车, 国元证券研究中心

图 42: 车载摄像头产业认证周期长

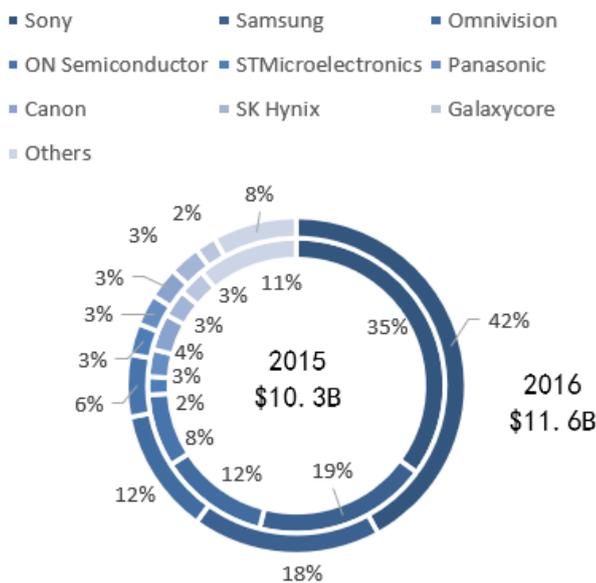


资料来源: Mobileye, 国元证券研究中心

3.4.3 国内企业在摄像头镜头市场突出重围

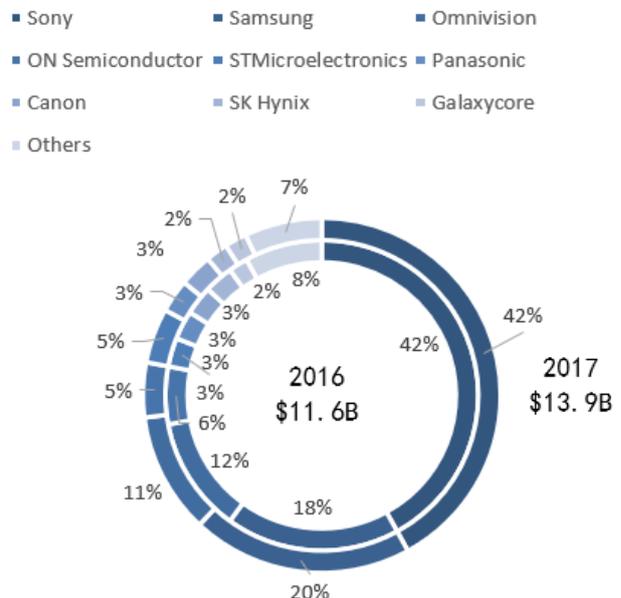
摄像头 CMOS 传感器主要被索尼、三星等外资大厂所控，整体市场格局稳定。根据 Yole Development 数据，传感器 CMOS 的价值约占摄像头成本的三分之一，主要被索尼、三星等日韩高科技企业垄断，国产品牌话语权较弱。2015-2017 年全球 CMOS 市场规模分别为 103 亿美元、116 亿美元和 139 亿美元，复合增速 16.17%。前五大厂商市场份额将近 8 成。索尼连续 3 年成为摄像头 CMOS 市场龙头，市场占有率由 2015 年的 35.2% 上升到 2017 年的 42%，索尼凭借在 CMOS 积累的深厚技术，加上收购了 Toshiba 影像传感器业务，市场份额未来有望进一步提升；三星和豪威科技紧随其后，2017 年市场份额分别为 20%、11%；前三大供应商市场份额达到 73%。安森美，意法半导体，松下等也占有一定的市场份额；2017 年其市场占有率分别为 5%、3%、3%。

图 43：2016 年摄像头 CMOS 传感器市场格局



资料来源：Yole Development, 国元证券研究中心

图 44：2017 年摄像头 CMOS 传感器市场格局

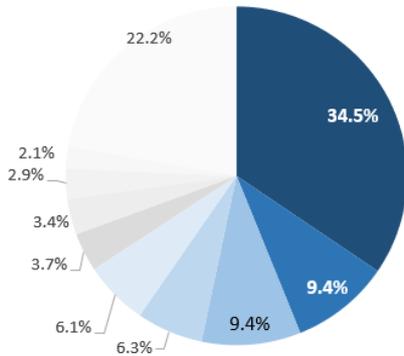


资料来源：Yole Development, 国元证券研究中心

国内自主品牌在摄像头镜头市场具有竞争优势，但镜头封装市场依旧掌握在外资手中。摄像头镜头方面，根据 TSR 的研究报告，2015 年，台湾企业大立光电市场份额第一，约占据全球市场份额的三分之一。舜宇光学镜头与玉晶光电市占率并列第二，达到 9.4%，在车载摄像头镜头这一细分领域，舜宇光学从 2012 年至今出货量始终排名第一，占有率达到 30% 以上，其产品涵盖了车载摄像头镜头的各个领域，包括前视、后视、内视（驾驶员监控/手势识别）、环视、智能后视镜等，2016 年全新宝马 7 系中的镜头都来源于舜宇光学。根据 Yole Development 数据，2015 年摄像头模组封装市场以外国企业为主，前三大供应商松下、法雷奥、富士市占率分别为 20%、11%、10%。

图 45：2015 年全球摄像头镜头市场格局

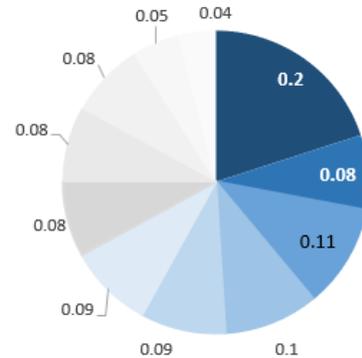
■ 大立光电 ■ 舜宇光学 ■ 玉晶光电 ■ Sekonix ■ Kantatsu
■ Kolen ■ Diostech ■ SEMCO ■ PowerGroup 其他



资料来源：Yole Development, 国元证券研究中心

图 46：2015 年全球摄像头模组封装市场格局

■ Panasonic
■ Sony
■ Valao
■ Fujitsu-ten
■ Continental
■ Magna
■ MC Nex
■ Gentex
■ Hitachi
■ Halla
其他



资料来源：Yole Development, 国元证券研究中心

由此，我们对摄像头市场做出如下假设：

1) 乘用车产量的假设：

- 假设 2019 年乘用车产量增速为 1%，2020~2021 年增速为 2%
- 预计 2019 年，2020 年，2021 年汽车产量分别达到 2372 万辆，2419 万辆，2468 万辆

2) 摄像头渗透率的假设：

- 假设前视摄像头、后视摄像头 2019 年、2020 年和 2025 年的渗透率分别为 30%、40%、50%
- 假设环视摄像头 2019 年渗透率为 15%、2020 年为 20%、2025 年为 40%
- 假设内置摄像头 2019 年渗透率为 3%、2020 年为 4%、2025 年为 5%

1) 摄像头搭载数量的假设：

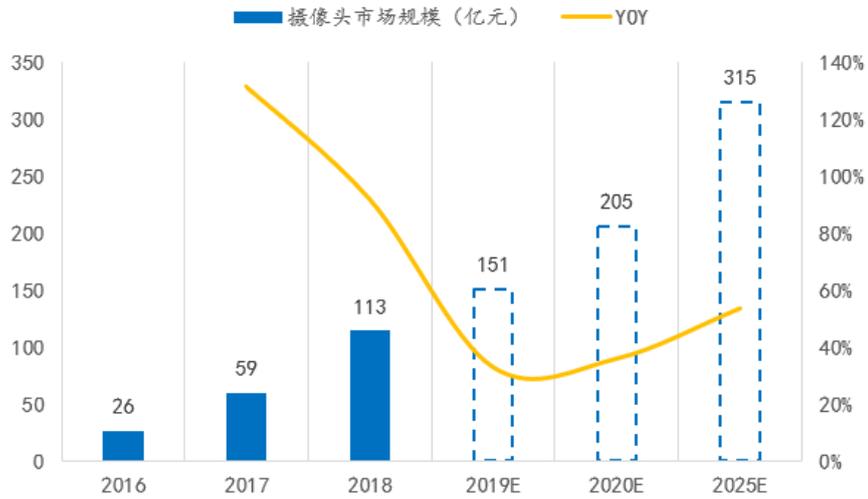
- 前视摄像头 1 颗、后视摄像头一颗
- 环视摄像头 4 颗
- 内置摄像头 1 颗

4) 摄像头单价的假设：

- 由于前视摄像头需要复杂的算法和芯片，我们假设前视摄像头单价为 1500 元，环视、后视、内置摄像头等单价为 200 元。

根据测算，预计摄像头传感器 2019 年摄像头市场规模达到 150 亿元，进入 L3 阶段，2020 年和 2025 年市场规模可以达到 205 亿元和 315 亿元，2016-2025 年复合增长率达到 17% 左右。

图 47：国内摄像头市场规模测算



资料来源：国元证券研究中心

4. 多传感器融合是必然趋势

4.1 ADAS 系统需要融合多种传感器

ADAS 融合多种传感器，带动传感器市场发展。随着未来智能汽车比重的提升，ADAS 市场将加速成长。根据高盛全球投资研究部门研究，当前全球 ADAS 渗透率普遍不高，欧美日渗透率只有 8%-12%。根据盖世汽车研究院测算，我国 ADAS 的渗透率在 2%-5% 左右；从生命周期上判断，ADAS 已经实现从导入期到成长期的跨越。总体来看，智能驾驶、无人驾驶浪潮下，汽车电子化、智能化水平不断提升，ADAS 具有很大的成长空间。环境感知作为 ADAS 的硬件基础，传感器的应用必不可少，ADAS 渗透率的提升将带动车载传感器需求量的大幅增加，未来传感器的市场规模将会进一步扩大。

表 11：ADAS 融合多种传感器

技术	传感器	性能	应用
车道线识别	摄像头	连续跟踪识别道路上车道线	车辆偏离报警系统 (LDW)、车道保持系统 (LKA)
行人检测	摄像头、毫米波雷达、红外摄像头 (夜晚)	快速检测车辆前方行人及危险程度	碰撞预警系统、碰撞避免系统、自动刹车系统
车辆检测	摄像头、毫米波雷达	快速检测前方车辆及速度、方位、危险度	碰撞预警系统、碰撞避免系统、自动刹车系统、自动跟车系统、主动巡航系统
交通标识识别	摄像头	快速识别道路中出现交通标识、交通信号灯及其他指示信息	交通标识识别系统、交通信号灯识别系统、路口辅助系统
车辆定位	GPS、短波通信	车辆能够快速自定位	车联网系统、地图导航系统
V2X 通信	短波通信、网络通信	快速通信	碰撞预警系统、车车互联系统、车路协同系统
倒/后方障碍物检测	毫米波雷达、摄像头	检测车辆倒后方出现的车、人及其他障碍物	变道辅助系统、自动泊车系统、盲区探测系统

资料来源：国元证券研究中心

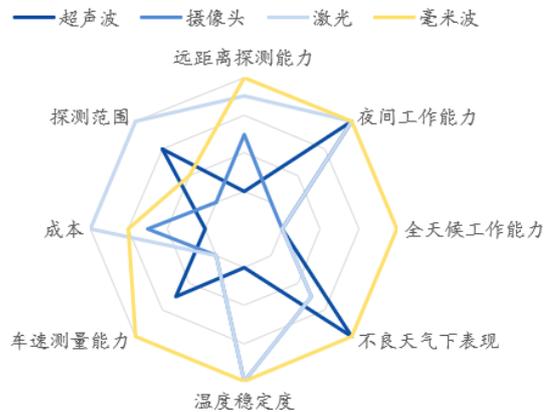
环境感知传感器是汽车的眼睛，毫米波雷达综合优势突出。智能化时代背景下，环境感知显得尤为重要，不同传感器的原理和功能各不相同，在不同的场景里发挥各自的优势，难以相互替代。毫米波雷达综合优势突出，有望率先成为 ADAS 系统主力传感器。

表 11：各种传感器优劣势比较

	最近探测距离	探测精度	优势	劣势
摄像头	50m	一般	<ul style="list-style-type: none"> 分辨率高 能探测物体质地和颜色 成本低 	<ul style="list-style-type: none"> 逆光或光影复杂情况效果差 受恶劣天气影响 受视野影响
超声波雷达	10m	高	<ul style="list-style-type: none"> 测距方法简单 成本低 	<ul style="list-style-type: none"> 受天气影响大 测试距离范围小
毫米波雷达	250m	较高	<ul style="list-style-type: none"> 不受物体形状和颜色影响 探测精度高，受环境影响小 性价比高 	<ul style="list-style-type: none"> 无法探测行人
激光雷达	200m	极高	<ul style="list-style-type: none"> 探测精度高 可以绘制出3D环境地图 	<ul style="list-style-type: none"> 成本高昂 受不良天气影响较大

资料来源：国元证券研究中心

图 48：毫米波雷达综合优势突出



资料来源：国元证券研究中心

4.2 国内外车企积极布局汽车多传感器融合方案

单种传感器特性突出，均不能形成完全信息覆盖，多传感器融合是未来发展必然趋势。并且为Level3-Level5 级自动驾驶方案的实现提供了必要的技术储备。目前自动驾驶环境感知的技术路线主要有两种：一种是以特斯拉为代表的视觉主导的多传感器融合方案，另一种是以低成本激光雷达为主导，典型代表如谷歌Waymo。国外主流车企如特斯拉、奥迪、通用等均发布了其自动驾驶汽车多传感器规划。多传感器融合对于保证车辆对周边环境的全局定位和理解是至关重要的。

表 12：主流车企发布汽车多传感器融合方案

	2018款凯迪拉克CT6	2018款奥迪A8	Tesla Autopilot1.0	Tesla Autopilot2.0	Waymo Pacifica	通用CruiseAV
摄像头	前视	1	1	3		
	环视	4	4	5		8
	内视	1	/	/		15
超声波雷达	侧视	/	/	1		
	LRR	12	12	12	12	未知
毫米波雷达	MRR, SRR	1	1	1	2	21
		5	4	1	/	4
激光雷达	/	1	/	/	3	5

资料来源：国元证券研究中心

表 13：奔驰、一汽奔腾、吉利博瑞传感器搭载方案

车型	2018款奔驰GLC		2018款一汽奔腾SENIA R9		2018吉利博瑞 GE	
示意图						
类型	数量	功能	数量	功能	数量	功能
前视单目	1	KDW, LKS	1	ACC, AEB, AHS, FCW, LDW, TSR	1	ACC, AHS, PD, LKA, LDW, TSR
环视单目	4	AVS	4	AVS	4	AVS
770Hz毫米波雷达	1	ACC	-	-	1	ACC, AEB, FCW
24Hz毫米波雷达	1	AEB, FCW	1	LCA, RCTA	-	-
超声波探头	12	APA	8	前后泊车	12	APA, LDR, 前后泊车

资料来源：国元证券研究中心

以奥迪A8 为例，其采用的是“摄像头+传感器+雷达”的配置方案，整车达到L3 级别。奥迪A8 的自动驾驶传感器配置是所有量产车型中最为丰富的。在某些特定情况下，如在停车和驶离、时速 60 公里以下行驶或交通拥堵时，该系统将接管奥迪 A8

的驾驶操控，而驾驶员则无需持续监控车辆的驾驶与运行。Audi A8 使用Mobileye的前向摄像头以及处理芯片Q3,可以在多车道线道路上识别车道线。拥堵路况中起主要作用的传感器是前置摄像头和激光雷达。各传感器感知信息的融合使车辆保持在车道线内，直到拥堵结束，在此期间驾驶员不用实时监控道路状况，交由系统完成。此外，Audi A8 还装备了Valeo的四线激光雷达，使得系统可以更加精确的判断车身周围障碍物，进而进行更加精准的控制。

表 14: Audi A8 传感器配置

	特斯拉Autopilot1.0	特斯拉Autopilot2.0	奥迪A8 AL	通用Orin AV
自动驾驶	L2	L2	L3	L4
发布时间	2014年10月发布	2016年10月发布, 2017年1月OTA 推送	2015年CES发布, 2017年9月德国上市	2018年1月发布第四代原型车, 预计2019年量产
中央控制器	nvidia Tegra 3/Mobileye EyeQ3	nvidia Drive PX2	TI Tech zFAS	通用第四代自动驾驶软件
芯片	nvidia Tegra3 Mobileye EyeQ3	2X Denver 4X Cortex A57 1X Parker GPU	nvidia Tegra K1 infineon Aurix Altera Cyclon V Mobileye Eye Q3	未知
传感器	超声波雷达12个 毫米波雷达1个 前置摄像头1个 后置摄像头1个	超声波雷达12个 毫米波雷达1个 摄像头8个	四线激光雷达1个 超声波雷达12个 长距离毫米波雷达1个 中距离毫米波雷达4个 广角360度摄像头4个 前置摄像头1个 红外夜视摄像头1个	16线激光雷达5个 79GHz毫米波雷达12个 前向长距离毫米波雷达2个 后向长距离毫米波雷达2个 高分辨率毫米波雷达5个 双目摄像头1个 环视摄像头8个 车内摄像头1个 车外摄像头5个
应用场景	高速公路和行车缓慢的环路	高速公路（支持驶入驶出）和更拥堵更复杂的路段	高速公路和开放道路双向高速公路上的行驶速度低于60公里/小时拥堵路况	除了复杂地形或天气恶劣的情况
基本功能	主动巡航 辅助转向 自动变道 自动泊车	根据交通状况调整车道保持在车道内行驶 自动变道车道从一条高速公路切换到另一条在接近目的地时驶出高速	系统接管车辆的驾驶操作, 管控车辆的启动、加速、转向及制动	系统接管车辆的驾驶操作, 管控车辆的启动、加速、转向及制动

资料来源：奥迪官网，国元证券研究中心

图 49: Audi AI 拥堵巡航自动驾驶



资料来源：奥迪官网，国元证券研究中心

国内自主品牌也积极向自动驾驶进发，2018-2019 年造车新势力 ADAS 功能车逐步产出。国内自主车企如吉利汽车、蔚来汽车、拜腾汽车等都顺应自动驾驶发展的浪潮，发布自动驾驶规划。国内规划与国外相比，大部分车企选择“摄像头+毫米波雷达+超声波雷达”融合方案，仅少数方案预留或安装激光雷达位置，如蔚来汽车应用 NIO Pilot 硬件系统，采用了雷达+摄像头的360度感知方案，包括1个三目前向摄像头，4个环视摄像头，1个车内驾驶状态检测摄像头，5个毫米波雷达和12个超声波传感器。激光雷达成本相对其他智能传感器较高，且低线使用场景有限，预计2025年达到L4阶段时，激光雷达将获得发展契机。

表 15: 国内自主品牌发布汽车多传感器融合方案

	吉利2018款博越	蔚来ES8	拜腾汽车 Concept	小鹏汽车 G3	奇点汽车 IS6	零跑汽车
摄像头	4	6	4	8	8	6
超声波雷达	4	12	12	12	12	12
毫米波雷达	1	5	4	3	5	1
激光雷达	/	/	/	/	预留1个位置	/

资料来源：各公司官网，国元证券研究中心

表 16：国内自主品牌发布汽车多传感器融合方案

	特斯拉 Autopilot2.0	奥迪 A8 AL	蔚来 NIO Pilot	Byton-concept
自动驾驶	L2	L3	L2	L3
发布时间	2016年10月发布，2017年1月OTA推送	2015年CES发布，2017年9月德国上市	2012年L2级别量产	2019年量产
中央控制器	nvidia Drive PX2	TTTech zFAS		
芯片	2×Denver 4×Cortex-A57 1×Parker GPU	nvidia Tegra K1 infineon Aurix Altera Cyclon V Mobileye Eye Q3	Mobileye EyeQ4 自动驾驶芯片	
传感器	超声波雷达12个 毫米波雷达1个 摄像头8个	四线激光雷达1个 超声波雷达12个 长距离毫米波雷达1个 中距离毫米波雷达4个 广角360度摄像头4个 前向摄像头1个 红外夜视摄像头1个	1个三目前向摄像头 4个环视摄像头 车内驾驶状态检测摄像头 5个毫米波雷达 12个超声波传感器	预留12个超声波传感器 4个摄像头 4个毫米波雷达 2个激光雷达的位置 (2019年量产车型不安装激光雷达，2020年计划安装BYTON LiBow弓形前后向激光雷达系统)
应用场景	高速公路（支持驶入驶出）和更拥堵更复杂的路段	高速公路和开放道路双向高速车道上的行驶速度低于60公里/小时 拥堵路况	城市场景50%以上适用	
基本功能	根据交通状况调整车道保持在车道内行驶自动变道从一条高速公路切换道另一条在接近目的地时驶出高速	系统接管车辆的驾驶操作，管控车辆的启动、加速、转向及制动	自适应巡航、高速自动辅助驾驶、拥堵自动驾驶、道路自动保持、倒车辅助、自动泊车、车辆主动召唤、疲劳预警等	中国、美国、欧洲满足L3级别的驾驶辅助功能

资料来源：各公司官网，国元证券研究中心

5. 投资建议

5.1 保隆科技：强制法规渗透提升，TPMS 龙头业绩爆发

当下红利：TPMS 强制性法规将带动渗透提升。受到我国 TPMS 强制性安装法规影响，预计 2018-2020 年渗透率将从目前的 30% 迅速上升至 45%、60% 以及 100%，则 2018-2020 年我国 TPMS 行业市场规模将达到 20.75 亿元、26.83 亿元以及 43.78 亿元；保隆科技在我国 TPMS 市占率高达 30%，随着 TPMS 渗透的爆发以及与德国 HUF 集团的合资（公司持有 55% 股权），2018-2020 年 TPMS 业务收入年复合增速达到 52.98%。

未来发展：汽车电子与轻量化接力业绩高增长。公司重点布局汽车电子业务与轻量化业务。募集 4050 万元用于各类传感器、360 环视系统以及毫米波雷达的研发，同时投入 6050 万元用于内高压成型技术的结构件产业化项目。目前，公司 360 环视系统已获得吉利汽车等多家车企项目定点；传感器业务受到上汽乘用车、奇瑞汽车等主机厂项目定点；预计 2018-2020 年汽车电子业务收入分别达到约 3200 万元、4300 万元和 6100 万元；轻量化结构件则已经开始配备与沃尔沃 S90、凯迪拉克 ATS-L 以及吉利帝豪 GS，2018-2020 年收入预计达到约 2800 万元、3900 万元和 5400 万元。

安全垫：传统业务市占率较高，业务收入稳定增长。公司传统业务包括气门嘴、排气管件以及平衡块。气门嘴业务受到 TPMS 渗透提升影响，其 TPMS 气门嘴同样出现高增长，预计 2018-2020 年增速保持在 30% 左右。排气管业务得益于其全球 37.84%

的市占率以及后保尾管的逐渐渗透，预计 2018-2020 年增速稳定在 10%左右。

公司短期+长期业绩增长稳健，维持“买入”评级保隆科技的增长依托了强制性政策发布所带动的结构性增长，其业绩的快速增长具有确定性，叠加收购 DILL 股权（从 45%上升至 85%），公司归母净利润将获得显著提升。由此，我们维持“买入”评级。

风险提示：宏观经济增长不及预期、汽车下游销量不及预期、项目拓展进度不及预期等。

5.2 威孚高科：国六来临，国内商用车环保巨头受益

国六标准刺激公司燃喷系统价量齐升。公司在全国高压共轨产品市占率稳居 70%，而随着国六排放标准的提升，公司产品规格将往更高精度与更高压强方面提升，带动产品单价上升；叠加“蓝天保卫计划”下将逐步淘汰市场百万辆国三及以下中重卡，推动公司产品价量齐升。另外，公司的高压共轨系统与电控泵也将受益于非道路机械排放标准 T4 阶段对电控系统的需求，在使用高压共管系统或电控 VE 泵的工程机械以及采用电控单体泵的柴油机农用机械中享受一定市场份额。

SCR 升级 DPF，国六阶段从无到有的渗透提升。公司在 SCR、DOC、三元催化剂以及天然气车辆封装市场上具有龙头地位，是国内少数具有尾气处理核心技术的企业。SCR 在国五阶段从无到有、DPF 在国六阶段从无到有，市场份额分别达到 10%和 50%左右。另外，公司 DOC 市占率常年保持 50%左右，在国五向国六过渡阶段，DOC 承压，但是长期来看，SCR、DOC、DPF、GPF 技术依旧是排放处理技术的主流。

联合汽车电子保障利润，轮毂电机开拓未来。联合汽车电子是国内汽车电子龙头，且随着汽车“电动化+智能化”趋势汽车单车电子比率不断提高，公司最近三年净利润增速均高于行业，成为威孚利润表的稳定保障。同时，公司外延 Protean 12.34% 股权，并在无锡成立中外合资公司设计研究 18 英寸轮毂电子，布局新能源产业。

风险提示：宏观经济增长不及预期、汽车下游销量不及预期、项目拓展进度不及预期等。

5.3 东风科技：国企改革整合零部件集团，联手华为突击智能车市场

国企改革开启，零部件业务有望上市。公司先后整合了零部件集团子公司东风汽车泵业和东风汽车电气公司部分业务，并与 2019 年 2 月宣布拟合并器母公司东风零部件集团。收购完成后，公司将完成东风汽车零部件产业链的整合，充分发挥规模化优势且拓展智能驾驶、座舱与车身系统、电驱系统等“智能化+电动化”领域。

携手华为进军车联网市场，汽车电子业务再拓展。公司与华为在车联网、智能汽车等领域展开式合作，并在今年上海车展亮相了首款搭载多项新技术的概念车 Sharing-Van；随着未来两家公司更加深入的合作，将有望充分享受 ADAS 与 V2X 市场高速增长红利。

背靠第二大汽车集团，五大领域共同布局分散风险。公司每年营收超过 60%来自全国第二大汽车企业东风集团；2019 年东风汽车加速推进新产品周期，计划年内发布 10 余款新车，将带动东风科技收入增长。同时，东风科技目前布局五大领域：1) 汽车内饰；2) 汽车电子；3) 制动系统；4) 铸件产品；5) 汽车贸易，而在汽车销

量整体下滑的同时，汽车电子则受到渗透率提升影响，单车价值量不断提升，分散了公司的经营风险。公司近5年收入CAGR达到16.7%，且近两年毛利率与净利率稳定在16.5%和4.5%。

风险提示：宏观经济增长不及预期、汽车下游销量不及预期、项目拓展进度不及预期等。

5.4 华域汽车：零部件产业链全面布局，“智电”设备突破在即

智能+电动领域双突破，产品量产在即。公司是全国首家自主研发并实现量产的毫米波雷达供应商，2014年便以毫米波雷达为切入点进行ADAS项目研究，并与2018年实现了24GHz后向毫米波雷达的批产供货，全年产量16922套。同时，公司2017年成立合资公司华域麦格纳并斩获大众MEB平台电驱动系统总成相关产品的定点意向书，预计于2020年投产。

客户拓展、海外布局，成效显著。从2010年开始，公司加大大客户拓展力度，使得上汽集团的营收占比从84%下降到了2018年的65%。此外，公司积极突破与整合海外业务，重点布局国际市场，海外营收从2014年的12亿元上升至307亿元。其生产的汽车电子、轻量化铸件和邮箱系统等都在国际市场占有一席之地。

收购车灯巨头上海小糸，产业链整合优化提升竞争力。2017年公司收购国内汽车车灯巨头上海小糸并掌握智能车灯核心技术；随着LED车灯市场进入爆发期，公司有望受益。与此同时，公司通过延峰在2015年完成了全球汽车内饰业务充足并设立全球最大内饰公司，目前内饰业务全球领先。

风险提示：汽车销量增速下滑的风险、客户集中度较高的风险、技术升级的风险。

6. 风险提示

宏观经济增速不达预期、汽车销量不达预期、电动化与智能化精度不达预期等。

投资评级说明

(1) 公司评级定义		(2) 行业评级定义	
买入	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅优于上证指数 20% 以上	推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 10% 以上
增持	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅优于上证指数 5-20% 之间	中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±10% 之间
持有	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅介于上证指数±5% 之间	回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现劣于市场指数 10% 以上
卖出	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅劣于上证指数 5% 以上		

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人承诺报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业操守和专业能力，本报告清晰准确地反映了本人的研究观点并通过合理判断得出结论，结论不受任何第三方的授意、影响。

证券投资咨询业务的说明

根据中国证监会颁发的《经营证券业务许可证》(Z23834000),国元证券股份有限公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

一般性声明

本报告仅供国元证券股份有限公司（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。若国元证券以外的金融机构或任何第三方机构发送本报告，则由该金融机构或第三方机构独自为此发送行为负责。本报告不构成国元证券向发送本报告的金融机构或第三方机构之客户提供的投资建议，国元证券及其员工亦不为上述金融机构或第三方机构之客户因使用本报告或报告载述的内容引起的直接或间接损失承担任何责任。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的信息、资料、分析工具、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投资建议或要约邀请。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取投资银行业务服务或其他服务。

免责声明

本报告是为特定客户和其他专业人士提供的参考资料。文中所有内容均代表个人观点。本公司力求报告内容的准确可靠，但并不对报告内容及所引用资料的准确性和完整性作出任何承诺和保证。本公司不会承担因使用本报告而产生的法律责任。本报告版权归国元证券所有，未经授权不得复印、转发或向特定读者群以外的人士传阅，如需引用或转载本报告，务必与本公司研究中心联系。网址：

www.gyzq.com.cn

国元证券研究中心

合肥	上海
地址：安徽省合肥市梅山路 18 号安徽国际金融中心 A 座国元证券	地址：上海市浦东新区民生路 1199 号证大五道口广场 16 楼国元证券
邮编：230000	邮编：200135
传真：(0551) 62207952	传真：(021) 68869125
	电话：(021) 51097188