

研究所
证券分析师： 杨阳 S0350521120005
yangy08@ghzq.com.cn

汽车智能化趋势确定，千亿车载传感器市场启航

——汽车传感器行业专题报告一

最近一年走势



相对沪深300表现

表现	1M	3M	12M
中小盘	6.94%	-0.43%	-7.76%
沪深300	7.15%	1.58%	-15.61%

相关报告

投资要点：

■ **汽车传感器是把非电信号转换成电信号并向汽车传递各种工况信息的装置，是实现汽车智能驾驶的核心硬件。**根据信号来源的不同汽车传感器可分为车身感知传感器和环境感知传感器。车身感知传感器遍布汽车全身，被广泛应用于动力系统、底盘系统、车身系统，实现对汽车自身信息的感知并作出决策、执行，是汽车的“神经末梢”，目前发展较为成熟，以 MEMS 传感器为主。环境感知传感器捕捉外界信息并提供给汽车计算机系统用于规划决策，主要包括激光雷达、车载摄像头、毫米波雷达、超声波雷达等，是汽车之“眼”，是未来无人驾驶智能感知系统的基础。在自动驾驶的层级结构中，汽车传感器处于感知层，产品附加值高，是实现单车智能驾驶的核心硬件。

■ **驾驶自动化水平升级有望开启中国汽车传感器行业千亿市场，2021-2025年CAGR达39%。**目前驾驶自动化水平不断升级的趋势已经显现，2022年5月奔驰L3级智能汽车的量产标志着汽车行业开始步入自动驾驶阶段。随新能源汽车渗透率与驾驶自动化水平的不断提升，环境感知传感器单车搭载数量有望持续增加，激光雷达或为车载环境感知传感器市场增长的主要驱动力，车身传感器中适用于新能源汽车电子电气架构的电磁类传感器占比有望提升，用于高精度定位的车载组合导航系统或为车身传感器市场的主要增长点。我们预计2025年全球与中国汽车传感器行业市场有望达到2121/1004亿元，2021-2025年CAGR达34%/39%，其中全球车载激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达、摄像头、车身传感器市场有望达到502/388/248/568/416亿元，2021-2025年CAGR达133%/33%/29%/28%/17%，中国车载激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达、摄像头、车身传感器市场有望达到258/196/97/285/168亿元，2021-2025年CAGR达152%/32%/30%/37%/19%。

■ **汽车传感器产业链条机遇与挑战并存，国内企业有望实现弯道超车。**在汽车传感器各个应用领域中，激光雷达市场主流方案为混合固态，固态化、芯片化架构是未来的发展趋势，产业链方面国内在模拟芯片与FPGA主控环节存在一定差距；毫米波雷达技术壁垒较高，国内厂商当前已在整机和SOC芯片领域实现突破；车载摄像头CIS成本占比超50%，中国厂商已具备参与国际竞争的實力；超声波雷达发展较为成熟，当前已实现国产化，上游芯片环节仍存在差距；

MEMS 传感器封测成本通常占总成本一半以上，设计制造与国外差距明显，封装环节通常由传统 IC 封装企业代工，国内较为领先。

- **行业评级及建议关注个股：**在自动驾驶目标驱动下，智能汽车数量、单车搭载传感器的数量有望增长，各类汽车传感器均有望受益，我们认为汽车传感器行业的收入与利润有望增长，首次覆盖，给予“推荐”评级。激光雷达领域建议关注炬光科技、长光华芯、光库科技、舜宇光学、天孚通信、腾景科技、永新光学、蓝特光学、水晶光电、安路科技、紫光国微、均胜电子、万集科技、联创电子、腾景科技；毫米波雷达领域建议关注经纬恒润、德赛西威、华域汽车；车载摄像头领域建议关注韦尔股份、舜宇光学、宇瞳光学、欧菲光、格科微；超声波雷达领域建议关注德赛西威、奥迪威；车身 MEMS 传感器领域建议关注苏奥传感、保隆科技、汉威科技、四方光电、敏芯股份、赛微电子。
- **风险提示：**技术发展不及预期；新能源车销量不及预期；原材料价格大幅波动；晶圆代工产能不足；新冠疫情反复；测算具有主观性，仅供参考；自动驾驶技术路线改变。

重点关注公司及盈利预测

重点公司 代码	股票 名称	2022-06-23		EPS			PE			投资 评级
		股价	2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E		
300507.SZ	苏奥传感	7.39	0.25	0.20	0.30	55.21	36.10	24.89	未评级	
300007.SZ	汉威科技	18.90	0.91	1.06	1.41	33.24	17.82	13.43	未评级	
688665.SH	四方光电	137.11	2.40	3.71	5.38	74.73	36.92	25.48	未评级	
603197.SH	保隆科技	56.00	1.40	1.57	1.98	41.71	19.26	15.29	买入	
688167.SH	炬光科技	154.20	0.71	1.33	2.17	306.38	115.91	71.01	未评级	
688048.SH	长光华芯	111.21	1.13	1.41	2.13	-	78.63	52.10	未评级	
300620.SZ	光库科技	32.93	0.79	1.03	1.39	65.18	31.90	23.66	未评级	
300394.SZ	天孚通信	26.76	0.86	1.07	1.37	42.63	25.10	19.60	未评级	
688195.SH	腾景科技	26.26	0.47	0.76	1.11	68.58	34.66	23.59	未评级	
603297.SH	永新光学	115.30	2.13	2.48	3.25	56.78	46.48	35.45	未评级	
688127.SH	蓝特光学	22.39	0.39	0.36	0.74	58.60	62.21	30.25	未评级	
002273.SZ	水晶光电	11.40	0.40	0.43	0.52	43.41	26.65	21.82	未评级	
688107.SH	安路科技	66.26	-0.09	-0.01	0.06	-	-	952.98	买入	
300552.SZ	万集科技	30.00	0.44	0.85	1.33	92.34	35.33	22.51	未评级	
002036.SZ	联创电子	14.26	0.32	0.38	0.55	76.89	37.18	25.72	未评级	
688326.SH	经纬恒润	143.17	1.62	1.73	2.59	-	82.60	55.33	未评级	

资料来源：Wind 资讯，国海证券研究所

注：相关数据取自 6 月 23 日收盘，未评级公司盈利预测取自 Wind 一致预期，保隆科技为国海汽车团队覆盖，安路科技为国海电子团队覆盖。

内容目录

1、 汽车传感器是实现智能驾驶的核心硬件	8
1.1、 实现单车自身信息化水平的车身感知传感器是汽车的“神经末梢”	9
1.2、 捕捉外界信息的环境感知传感器是汽车之“眼”	14
1.3、 汽车传感器是实现智能驾驶的核心硬件	18
2、 驾驶自动化水平升级开启中国汽车传感器行业千亿市场，2021-2025 年 CAGR 有望达 39%	19
2.1、 驾驶自动化水平不断提升，环境感知传感器有望放量	19
2.2、 车身感知传感器 MEMS 化是主要趋势，电磁类传感器有望受益于新能源汽车渗透率提升	31
2.3、 2025 年中国乘用车汽车传感器市场收入有望达到 1003.8 亿元，2021-2025 年 CAGR 达 39.19%	38
3、 汽车传感器产业链机遇与挑战并存，期待国产实现弯道超车	42
3.1、 MEMS 传感器：设计制造差距明显，封装常由 IC 封装企业代工	42
3.2、 车载摄像头：受益于汽车行业高景气度，CIS 和车载镜头有望持续扩张	45
3.3、 超声波雷达：产业链较为成熟，有望受益于自动泊车应用	51
3.4、 毫米波雷达：国外企业技术领先，国内已经实现量产	52
3.5、 激光雷达：混合固态型是市场当下主流方案，固态化、芯片化是未来的发展趋势	53
4、 行业评级及建议关注个股	59
4.1、 苏奥传感：车身传感器制造商，外购强化 MEMS 类业务	60
4.2、 保隆科技：胎压监测业务国内领先，发展新兴业务加速智能化转型	61
4.3、 舜宇光学：全球光学龙头地位稳固，车载镜头业务长期驱动	62
4.4、 天孚通信：布局激光雷达器件和模块封装市场	63
4.5、 光库科技：主营光纤器件，布局 FMCW 激光雷达 1550nm 光纤激光器	63
4.6、 炬光科技：大功率激光产品供应商，布局激光雷达光源业务	64
4.7、 德赛西威：立足汽车座舱，发力智能驾驶	65
4.8、 经纬恒润：汽车电子综合供应商，软硬双修全领域赋能智能汽车	66
5、 风险提示	69

图表目录

图 1: 传感器的工作原理是把非电物理量转换为电信号	8
图 2: 汽车压力传感器分为电容式和电阻式两类	10
图 3: 安全气囊的启动是加速度传感器对汽车被撞击时的反馈结果	11
图 4: 交流加速度传感器 vs 直流加速度传感器	12
图 5: 汽车惯性传感器的主要类型及应用	12
图 6: 环境感知传感器在汽车从“被动安全”向“主动安全”的演化中产生	14
图 7: 汽车毫米波雷达工作原理	16
图 8: 毫米波雷达在智能汽车上的位置分布	16
图 9: 激光雷达测距原理	17
图 10: ToF 和 FMCW 是车载激光雷达的优选方案	17
图 11: 汽车传感器发展的三个阶段: 结构型传感器、固体传感器、智能型传感器阶段	18
图 12: 汽车传感器是实现汽车自动驾驶的核心硬件	19
图 13: 汽车销量上升有望延续	20
图 14: 新能源乘用车渗透率不断提升	20
图 15: 传感器在自动驾驶的结构上属于感知层	22
图 16: 自动驾驶级别对应的 ADAS 功能及时间演变	25
图 17: 2017-2020 年中国车载摄像头出货量	26
图 18: 2017-2020 年中国车载摄像头市场规模	26
图 19: 2020 年驾驶自动化水平	26
图 20: 汽车自动驾驶有望驱动车载摄像头价值提升	26
图 21: 2014-2020 年中国车载超声波雷达行业规模复合增速为 6.57%	27
图 22: 2018 年全球超声波雷达市场中国奥迪威企业市占率为 6%	27
图 23: 2016-2020 年中国车载毫米波雷达行业规模增速为 CAGR=26.18%	28
图 24: 2018 年全球毫米波雷达市场份额, 海外企业主导	28
图 25: 中国车载激光雷达市场 2020 年行业规模 6.7 亿, 增速 48.89%, 未来具有较大增长空间	29
图 26: 2021 年在全球汽车与工业领域激光雷达市场份额中五家中国厂商排进前十	29
图 27: 未来激光雷达在全球汽车与工业市场具有较大增长空间	30
图 28: 汽车新能源化的过程就是车身感知传感器电磁化的过程	31
图 29: 车身感知传感器从传统机电技术向 MEMS 化渗透	31
图 30: 预计全球 MEMS 行业规模 2026 年达 182.56 亿美元, CAGR=7.17%	32
图 31: 2020 年全球 MEMS 行业产品结构中传感器占主导地位	32
图 32: 预计全球汽车 MEMS 传感器市场规模 2022 年达 32 亿美元, CAGR=7%	32
图 33: 2020 年全球汽车电子领域 MEMS 产品结构, 以压力、加速度、惯性传感器为主	32
图 34: MEMS 发展的三次浪潮与汽车智能网联化的趋势完美契合	37
图 35: 预计 2016-2021 年车联网市场规模 CAGR=21%	37
图 36: 我国驾驶自动化水平不断提升	39
图 37: 全球高阶自动驾驶渗透率不断提升	39
图 38: 中国乘用车汽车传感器市场测算	40
图 39: 全球乘用车汽车传感器市场测算	42
图 40: 基于 MEMS 工作原理的两类核心元件: “传感器+信号传输单元”&“执行器+信号传输单元”	43
图 41: MEMS 产品设计流程: “工艺流程+机电结构+包括封装和测试在内的验证”相互关联	43
图 42: MEMS 产业链分为设计研发、生产制造、封装测试、系统应用	43
图 43: MEMS 产业链主要厂商及应用领域, 海外企业是市场里主要的“高端玩家”	45
图 44: 车载摄像头产业链	46

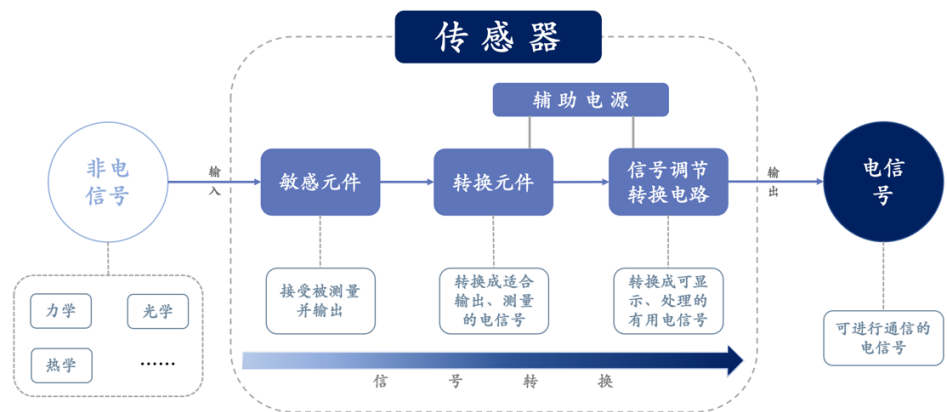
图 45: 车载摄像头成本构成中图像传感器占比最高	47
图 46: 2019 年全球车载摄像头模组封装格局较为分散, 海外厂商占据主导地位	47
图 47: 车载 CIS 全球市场规模	48
图 48: 2020 年 CIS 出货量情况	48
图 49: 2020 年 CIS 传感器销售额情况	48
图 50: COMS 图像传感器下游占比	49
图 51: CIS 行业的不同经营模式下对应的产业链环节	49
图 52: 车载镜头在光学镜头市场中占比逐年上升	50
图 53: 2021 年 9 月车载摄像头镜头出货量 TOP10	50
图 54: 预计 2017-2022 年全球车载镜头市场 CAGR=27.92%	50
图 55: 预计 2017-2022 年全球车载镜头市场出货量 CAGR=14.86%	50
图 56: 超声波雷达部分产业链环节已实现国产替代	51
图 57: 毫米波雷达产业链及各环节主要厂商	52
图 58: 加特兰微电子的汽车级全集成毫米波雷达 SoC 芯片	53
图 59: 国内芯片设计企业已经开始布局毫米波雷达领域	53
图 60: 激光雷达产业链拆分	53
图 61: 激光雷达的工作原理及构成系统	53
图 62: ToF 激光雷达核心模块示意图	56
图 63: 激光雷达专用芯片及功能模块示意图	56
图 64: EEL 与 VCSEL 发光面示意图	57
图 65: Innovusion 的 1550nm 激光雷达主要优势	57
图 66: 应用于激光雷达的光电探测器从“点”向“面”进化并普及	58
图 67: 激光雷达从模拟机械式向数字固态化发展	58
图 68: 激光雷达从“看见”发展到“看懂”	58
图 69: 汽车传感器行业景气度较高, 各产业链条均值得关注	59
图 70: 2017-2021 年苏奥传感营收及归母净利润	61
图 71: 2021 年苏奥传感各类收入占比	61
图 72: 2017-2021 年保隆科技营收及归母净利润	61
图 73: 保隆科技新兴业务快速成长	61
图 74: 2021 年保隆科技各产品收入占比	62
图 75: 保隆科技发展战略	62
图 76: 2017-2021 年舜宇光学营收及归母净利润	62
图 77: 舜宇光学 2020、2021 年各类业务收入占比	62
图 78: 天孚通信各业务营收, 光无源器件是收入主要来源	63
图 79: 天孚通信布局激光雷达领域	63
图 80: 光库科技营收持续上升, 光纤激光器件是主要收入来源	64
图 81: 2020、2021 年光库科技各类业务收入占比	64
图 82: 炬光科技布局激光行业中游涉猎激光雷达领域	65
图 83: 炬光科技营收与利润, 净利率呈上升趋势	65
图 84: 德赛西威 2016-2021 年营收呈上升趋势	65
图 85: 2020、2021 年德赛西威各项收入占比: 智能驾驶收入占比提升	65
图 86: 赛德西威聚焦智能座舱、智能驾驶、网联服务三大业务	66
图 87: 国产乘用车毫米波雷达供应商市场竞争力 TOP10 榜单	66
图 88: 2018-2021 年经纬恒润营收及归母净利润	67
图 89: 2021 年 H1 经纬恒润各项收入占比	67
图 90: 经纬恒润业务类型、应用场景及服务领域	67

图 91: 经纬恒润“三位一体”业务布局	67
表 1: 车身感知传感器&环境感知传感器的类型及工作原理	9
表 2: 各种车身感知传感器的具体应用场景	9
表 3: 不同类别汽车位置传感器的用途和工作原理	10
表 4: 各种温度传感器的工作原理及应用场景	11
表 5: 热敏电阻式温度传感器车用场景最为广泛	11
表 6: 各类空气流量传感器的工作原理及结构组件	13
表 7: 气体传感器的类型	14
表 8: 安装在汽车上不同位置摄像头的类型及功能	15
表 9: 两种汽车超声波雷达类型对比	15
表 10: 车载毫米波雷达的工作类型对比, FMCW 是主流方式	16
表 11: 毫米波雷达在汽车上的应用	16
表 12: 四种环境感知传感器的特征比较	17
表 13: 汽车 MEMS 传感器商业化周期时间表	18
表 14: 政策持续推动汽车自动驾驶化发展	21
表 15: 自动驾驶等级 L3 级是自动驾驶级别的“分界线”	23
表 16: 环境感知传感器是执行各类 ADAS 功能的基础	24
表 17: 伴随自动驾驶级别提升, 单车搭载摄像头数量增加	25
表 18: L2 及更高级别的单车搭载超声波雷达数量趋于饱和	27
表 19: 24GHz 与 77GHz 两种毫米波雷达的特征对比	28
表 20: 自动驾驶从 L2 向 L3 升级, 单车搭载毫米波雷达数量增加	29
表 21: 汽车自动驾驶 L3 级起开始搭载激光雷达	29
表 22: 目前市场主流车企的 L3 级车型采取搭载激光雷达的配置方案	30
表 23: 与传统机电工艺传感器相比 MEMS 传感器更具技术优势	33
表 24: MEMS 传感器的种类多, 几乎涵盖所有车用所需的传感器类型	34
表 25: 汽车传感器的发展备受国家政策关注	36
表 26: 2020 年汽车安全性和强制性政策的实施推动了汽车传感器的发展	37
表 27: 不同级别的自动驾驶对应环境感知传感器的数量	39
表 28: 中国乘用车汽车传感器市场测算: 预计 2025 年规模 1003.8 亿元, 2021-2025 年 CAGR 为 39.19%	40
表 29: 全球乘用车汽车传感器市场测算: 预计 2025 年规模 2121.3 亿元, 2021-2025 年 CAGR 为 34.04%	41
表 30: MEMS 微加工工艺	44
表 31: MEMS 传感器生产模式: Fabless 模式 VS IDM 模式	44
表 32: 布局摄像头产业链各环节的企业遍布全球	46
表 33: CDD 和 CIS 芯片性能特点对比	47
表 34: 三种 CIS 芯片生产模式的比较: IDM 模式、Fab-Lite 模式、Fabless 模式	49
表 35: 三种光学镜头中玻璃塑胶混合镜头适用于车载领域	51
表 36: 布局激光雷达产业链上游各组件的主要厂商	54
表 37: 激光雷达按照测距方法和技术方案进行分类	55
表 38: 混合固态激光雷达方案是目前国内主机厂选择上车的主流方案	56
表 39: 发射端两种激光器器件对比, VCSEL 更具工艺优势	57
表 40: FMCW 相比于 TOF 更具技术优势	59
表 41: 重点关注与汽车传感器产业链相关的标的	60

1、汽车传感器是实现智能驾驶的核心硬件

汽车传感器是把非电信号转换成电信号并向汽车传递各种工况信息的装置。传感器是一种把被测量转换成可测量的信号转换装置，通常是由敏感元件、转换原件、信号调节与转换电路等其他辅助元件组成。敏感元件接受被测量并输出与被测量成确定关系的其他量，转换元件把来自敏感元件的其他量转换成适合传输、测量的电信号，适合输出、测量的电信号通过信号调节与转换电路被转换为可显示、记录、处理和控制的有用电信号，最后有用电信号被传递至其他装置并进行通信。传感器的应用场景非常广泛，其中汽车传感器的工作原理是通过把非电信号转换成电信号的方式向汽车计算机提供包括车速、温度、发动机运转等各种工况信息，使汽车实现自动检测和电子控制。

图 1：传感器的工作原理是把非电物理量转换为电信号



资料来源：《新型汽车传感器、执行器原理与故障检测》、《传感器从入门到精通》、国海证券研究所

汽车传感器可根据使用目的不同分为车身感知传感器和环境感知传感器。车身感知传感器提高了单车自身的信息化水平，使车辆具备感知自身的能力；按照输入的被测量不同主要分为压力传感器、位置传感器、温度传感器、(线)加速度传感器、角(加)速度传感器、空气流量传感器、气体传感器，从工作原理上看这些传感器大都采用 MEMS 方案。环境感知传感器实现了单车对外界环境的感知能力，帮助汽车计算机获得环境信息并做出规划决策，为车辆智能化驾驶提供支持；环境感知传感器主要分为车载摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达。

表 1: 车身感知传感器&环境感知传感器的类型及工作原理

类别	类型	工作原理	
车身感知传感器	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	
	惯性传感器	(线)加速度传感器	惯性原理
		角(加)速度传感器	Coriolis 原理
	空气流量传感器	霍尔效应、磁电阻效应	
气体传感器	化学类原理		
环境感知传感器	车载摄像头	摄像头采集外部信息依据算法进行图像识别	
	超声波雷达	发射或接收超声波, 根据折返时间测算距离	
	毫米波雷达	发射或接收毫米波, 根据回波频差测算距离和速度	
	激光雷达	发射和接受激光, 根据折返时间测算距离	

资料来源: 上海控安研发与转化功能型平台、《新型汽车传感器、执行器原理与故障检测》、智能传感委员会、传感器技术、国海证券研究所

1.1、实现单车自身信息化水平的车身感知传感器是汽车的“神经末梢”

车身感知传感器是汽车的“神经末梢”。车身感知传感器遍布汽车全身, 被广泛应用于动力系统(新能源车是三电系统)、底盘系统、车身系统, 实现对汽车自身信息的感知并作出决策、执行, 是汽车的“神经末梢”, 目前发展较为成熟, 以 MEMS 传感器为主。

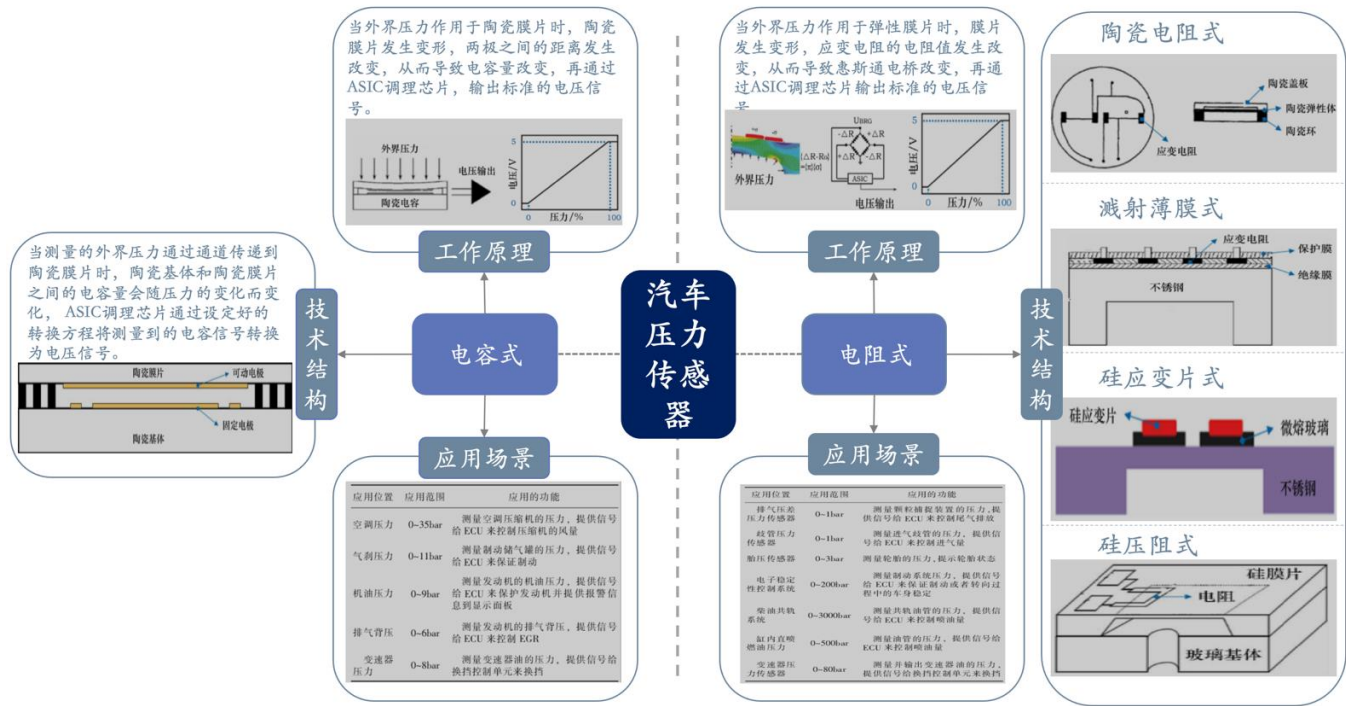
表 2: 各种车身感知传感器的具体应用场景

应用领域	实现控制功能	传感器类型
动力系统	发动机 动力传递 在线诊断 燃油经济性.....	氧气传感器 温度传感器 空气流量计 曲轴位置传感器.....
底盘系统	车辆转向 悬挂减震 牵引控制 制动和稳定性.....	压力传感器 加速度传感器 轮速传感器 转矩传感器.....
车身系统	乘车安全 信息导航.....	陀螺仪 温度传感器.....

资料来源: 上海控安研发与转化功能型平台、国海证券研究所

将压力信号转换为电信号的汽车压力传感器主要分为电容式和电阻式两类。压力传感器是能够感受压力信号, 并将压力信号转换成可用的电信号的装置。根据压敏元件的主流技术原理的不同, 汽车压力传感器主要分为电容式压力传感器和电阻式压力传感器, 通常应用于发动机的进气歧管处、检测大气压力变化、检测涡轮增压机的增压压力、检测悬架系统的油压、实时检测轮胎压力、测量气缸内混合气燃烧压力等。

图 2: 汽车压力传感器分为电容式和电阻式两类



资料来源：智能传感专委会、国海证券研究所

位置传感器是测量元件运转或运动所处位置的装置。汽车位置传感器的工作原理主要有霍尔效应、磁电阻效应、光电式、电容式、电热式五种。根据用途不同可分为曲轴位置传感器、节气门位置传感器、车高与转角位置传感器、液位传感器、方位传感器、座椅位置传感器等。

表 3: 不同类别汽车位置传感器的用途和工作原理

类别	用途	工作原理
曲轴位置传感器	检测曲轴的位置转角和发动机的转速	磁脉冲式、光电式、霍尔式
节气门位置传感器	检测节气门开度从而使 ECU 判定发动机工况，并向自动变速器控制单元提供信号	触电开关式、可变电阻式
车高与转角传感器	检测车身高度变化从而使 ECU 对车身高度进行调节	光电式
液位传感器	测定制动液液位、洗涤液液位、冷却液液位	浮子式、可变电阻式、热敏电阻式、电容式、电热式
方位传感器	利用地磁产生的电信号进行检测，用于指示方向的偏差	磁原理
座椅位置传感器	对磁通量密度检测，实现 ECU 对座椅位置的自动调节	霍尔原理

资料来源：《新型汽车传感器、执行器原理与故障检测》、国海证券研究所

汽车上应用最广泛的温度传感器是热敏电阻式温度传感器。汽车温度传感器将温度信号转化为可用输出信号，按照工作原理可分为热敏电阻式、热电偶式、热敏铁氧体式，其中热敏电阻式温度传感器应用最为广泛。根据应用场景的不同热敏电阻式温度传感器可分为进气温度传感器、冷却液温度传感器、车内外温度传感器、蒸发器出口温度传感器、排气温度传感器等。

表 4: 各种温度传感器的工作原理及应用场景

按工作原理划分	应用场景
热敏电阻式温度传感器	-
热电偶式温度传感器	用于确定排气系统中的排气温度
热敏铁氧体式温度传感器	控制散热器的冷却风扇
石蜡式气体温度传感器	应用于控制老式化油器式发动机上的阀门开闭
双金属片式气体温度传感器	

资料来源：《新型汽车传感器、执行器原理与故障检测》、国海证券研究所

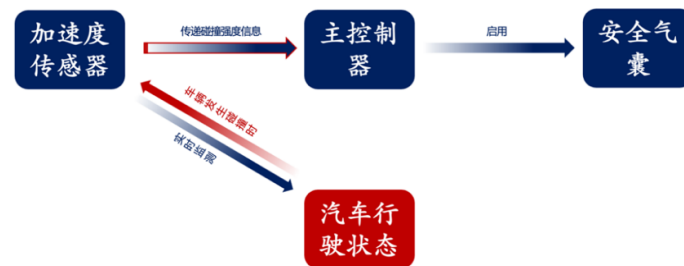
表 5: 热敏电阻式温度传感器车用场景最为广泛

类别	安装位置
冷却液温度传感器	冷却液处
冷却液温度表传感器	仪表板上
车内外空气温度传感器	车窗玻璃下、前保险杠内
进气温度传感器	空气流量计/滤清器/进气歧管/进气导管内
蒸发器出口温度传感器	空调蒸发器片上
排气温度传感器	三元催化转化器上
EGR 检测温度传感器	(排气再循环) EGR 进气道上
变速器油液温度传感器	变速器液压阀体上

资料来源：《新型汽车传感器、执行器原理与故障检测》、国海证券研究所

惯性传感器是用于测量物体在惯性空间中运动参数的装置。根据运动是否呈线性的工作原理，惯性传感器分为线加速度传感器和角加速度传感器两类；按测量轴数量分为单轴、双轴、三轴加速度传感器。将线加速度传感器、角加速度传感器与其他测量元件组合搭配可以满足汽车安全控制及导航系统的需求，具体应用包括汽车安全气囊(Airbag)、ABS 防抱死刹车系统、电子稳定程序(ESP)、电控悬挂系统等。

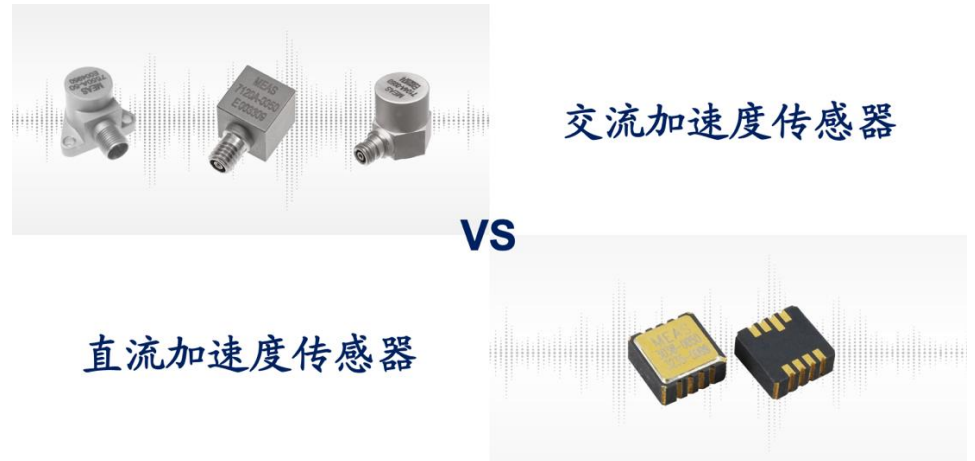
图 3: 安全气囊的启动是加速度传感器对汽车被撞击时的反馈结果



资料来源：电子发烧友网、国海证券研究所

线加速度传感器又称加速度传感器，是通过测量传感器内部的惯性力并计算加速度数据的装置。按照工作原理的不同加速度传感器可分为交流响应型和直流响应型。交流加速度传感器的感测机构通常使用压电元件，分为电压输出式压电传感器和电荷输出式压电传感器；直流加速度传感器根据感测技术的不同可分为电容式和压阻式。

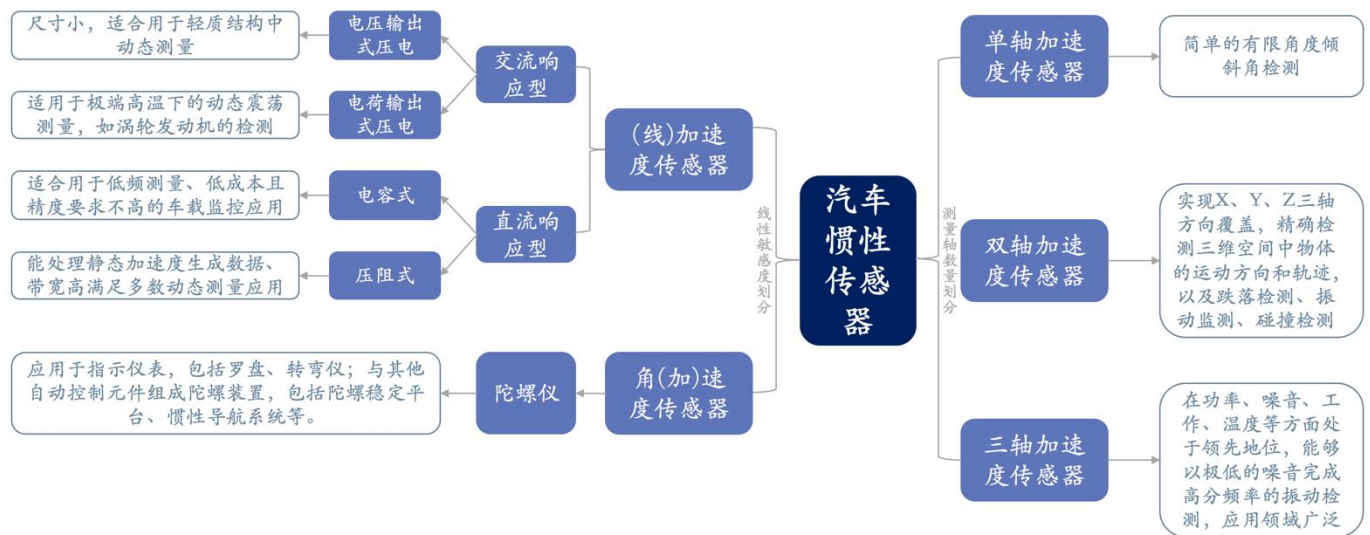
图 4：交流加速度传感器 vs 直流加速度传感器



资料来源：TE CONNECTIVITY、国海证券研究所

角加速度传感器又称角速度传感器，实质是陀螺仪。陀螺仪是利用动量矩（自转转子产生）敏感壳体相对惯性空间绕正交于自转轴的一个或两个轴的角运动检测装置，可与加速度计共同构成惯性导航系统，是决定惯性导航系统精度的主要因素。

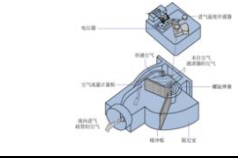
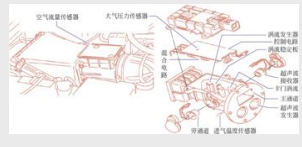
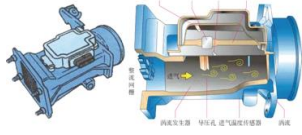
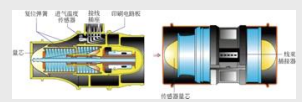
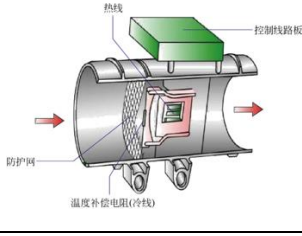
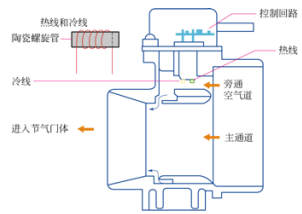

图 5：汽车惯性传感器的主要类型及应用



资料来源：电子发烧友网、TE CONNECTIVITY、传感器技术、《传感器从入门到精通》、国海证券研究所

空气流量传感器是用于检测发动机进气量大小的装置。空气流量传感器通常安装在进气管上，将进气量信号转化为电信号传递给 ECU，以供 ECU 确定喷油量和点火时间。空气流量传感器分为体积式和质量式，其中体积式包括叶片式、卡门涡街式、量芯式，质量式包括热线式、热膜式。

表 6: 各类空气流量传感器的工作原理及结构组件

类型	分类	工作原理	组件	结构图式	
体积式	叶片式	由运动力矩平衡原理、电位器原理之称的机械式传感器	叶片部分、 电位器部分、 接线端子		
	卡门涡街式	超声波式	利用超声波信号通过检测涡流频率来测量空气流量	涡流发生器、 超声波发生器、 超声波收集器、 集成控制电路、 进气温度传感器、 大气压力传感器	
		光电式	利用光电信号通过检测涡流频率来测量空气流量	涡流发生器、 发光二极管 (LED)、 光敏三极管、 反光镜、 张紧带、 集成厚膜控制电路、 进气温度传感器	
	量芯式	由叶片式空气流量传感器改进而成,原理同叶片式空气流量传感器	量芯、 电位器、 进气温度传感器、 线束插头		
质量式	热线式	主流测量方式	铂热线、 温度补偿电阻 (冷线)、 取样管、 控制线路板、 防护网、 连接器		
		旁通测量方式	与主流测量方式热线式空气流量传感器的主要区别是:把铂热线和温度补偿电阻 (冷线) 安装在旁通气道上,且热线和补偿电阻用铂丝缠绕在陶瓷螺旋管上		
	热膜式	是热丝式空气流量传感器的改进产品,其发热元件采用平面形铂金属膜电阻器,故称热膜电阻			

资料来源:《传感器从入门到精通》、国海证券研究所

气体传感器是检测气体的种类和浓度等信息的装置。气体传感器按照技术原理的不同可以划分为半导体气体传感器、固体电解质气体传感器、催化燃烧气体传感器、电化学气体传感器、光学气体传感器等；根据被测气体的种类不同作用在汽车上的气体浓度传感器可以划分为氧传感器、NO_x 传感器、稀薄混合气传感器、烟雾浓度传感器、柴油机烟度传感器。

表 7: 气体传感器的类型

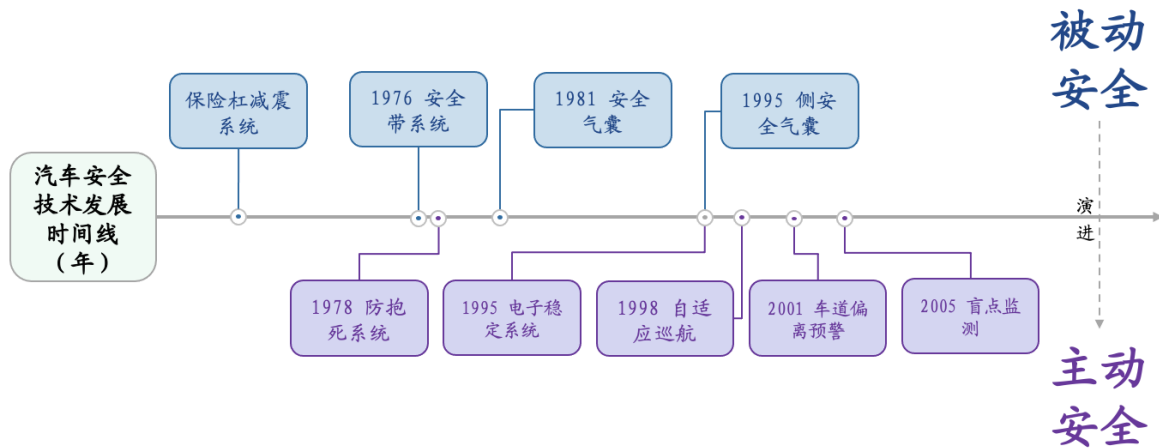
名称	原理/类型
半导体气体传感器	电导型（表面型、容积控制型）、非电导型
固体电解质气体传感器	阳离子传导、阴离子传导
接触燃烧式气体传感器	适用于可燃性气体 H ₂ 、CO、CH ₄ 的检测
电化学气体传感器	恒电位电解式传感器、原电池式气体传感器
光学气体传感器	直接吸收式、光反应式、气体光学特性式

资料来源：三达特科技、国海证券研究所

1.2、捕捉外界信息的环境感知传感器是汽车之“眼”

环境感知传感器是汽车之“眼”，是未来无人驾驶智能感知系统的基础。环境感知传感器是在汽车安全技术从被动安全向主动安全演进的过程中产生的。环境感知传感器捕捉外界信息并提供给汽车计算机系统用于规划决策，主要包括激光雷达、车载摄像头、毫米波雷达、超声波雷达等，是汽车之“眼”，是未来无人驾驶智能感知系统的基础。

图 6: 环境感知传感器在汽车从“被动安全”向“主动安全”的演化中产生



资料来源：吉利汽车研究院、上海控安研发与转化功能型平台、国海证券研究所

车载摄像头以感光成像的方式为 ADAS 功能提供输入。车载摄像头是监控汽车内外环境、将光学信号转换成电信号并呈现图像以辅助驾驶员行驶的设备，通常分为单目摄像头、双目摄像头、广角摄像头，安装在汽车的前视、环视、后视、侧视、内置等各个部位。摄像头的主要功能是感知外界环境，为碰撞预警、行人检测等 ADAS(advanced driver assistance system, 高级驾驶辅助系统)功能实现提供视频信号输入。

表 8: 安装在汽车上不同位置摄像头的类型及功能

位置	类型	最少数量(个)	功能	描述
前视	单目	1	FCW (前向碰撞预警) LDW (车道偏离预警) TSR (交通标志识别) ACC (自适应巡航控制) PCW (行人碰撞预警)	安装在前挡风玻璃上, 视角约 45 度; 双目摄像头测距功能更强、成本更高
	双目			
环视	广角	4	全景泊车 LDW (车道偏离预警)	安装在车四周, 进行图像拼接实现全景呈现, 加入算法可感知道路
后视	广角	1	后视泊车辅助	安装在后尾箱上, 实现泊车辅助
侧视	广角	2	盲点监测 代替后视镜	安装在后视镜下方部位进行监测
内置	广角	1	疲劳驾驶预警 手势识别 情绪识别	安装在车内后视镜处, 监测驾驶员状态

资料来源: 前瞻经济学人、中商产业研究院、国海证券研究所

超声波雷达常用于泊车辅助预警和汽车盲区碰撞预警, 是自动泊车系统的主流传感器。超声波雷达的工作原理是向外发出并接收超声波, 根据超声波的折返时间来测算距离。车用超声波雷达的探头工作频率有 40kHz、48kHz 和 58kHz 三种, 频率越高、灵敏度越高、但探测角度越小, 因此一般采用 40kHz 的探头。根据在汽车上的安装位置不同超声波雷达可分为 UPA(超声波驻车辅助)和 APA(自动泊车辅助)两种类型; UPA 安装在保险杠处以探测汽车前后障碍, APA 安装在车身侧面以探测侧方停车空间。

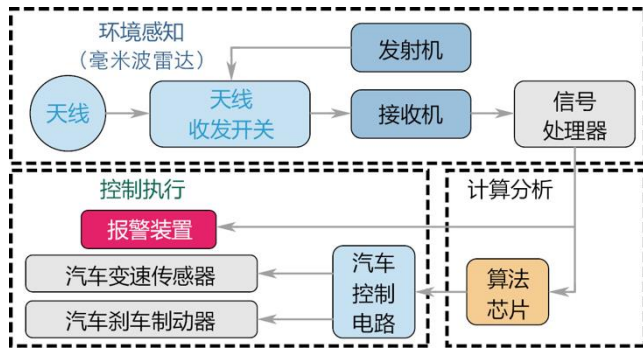
表 9: 两种汽车超声波雷达类型对比

类型	数量(个)	安装位置	作用	探测距离
UPA (超声波驻车辅助)	4-8 个	保险杠处	探测汽车前后方障碍物	15-250cm
APA (自动泊车辅助)	4 个	车身侧面	探测汽车左右侧障碍物	30-500cm

资料来源: 《智能汽车无人驾驶与自动驾驶辅助技术》、国海证券研究所

毫米波雷达是 ADAS 系统的重要组成部分, 是实现汽车智能驾驶的重要装置。毫米波雷达使用频率 30GHz-300GHz 的毫米波对目标进行照射并接收回波, 通过信号处理获得目标与发射点的距离、方位、速度等信息。车载毫米波雷达多采用 FMCW 连续调频式, 通常有 24GHz 和 77GHz 两种; 按照测量距离划分有短距的 SRR、中距的 MRR、长距的 LRR, 77GHz 毫米波雷达通常安装汽车正前方, 用于对中远距离物体的探测; 24GHz 毫米波雷达通常安装在车侧、后方, 用于盲点检测、辅助停车等。毫米波雷达目前已经广泛应用于汽车的 ADAS 系统。

图 7: 汽车毫米波雷达工作原理



资料来源:《一本书读懂智能网联汽车》

图 8: 毫米波雷达在智能汽车上的位置分布



资料来源:《一本书读懂智能网联汽车》

表 10: 车载毫米波雷达的工作类型对比, FMCW 是主流方式

工作方式	脉冲类型	连续波类型			
		CW (恒频连续波)	FSK (频移键控)	PSK (相移键控)	FMCW (调频连续波)
特点	适于长距离目标探测; 测量过程简单, 测量精度较高	通过来自目标的多普勒频移信息测速	可测量被测目标的距离、速度	利用随机二相码或四相码调制载频测量距离和速度	可对多个目标测量距离、速度信息; 分辨率高, 信号处理复杂度低、成本低廉、技术成熟
不足	在汽车防撞雷达这种短距离应用情况下, 产生窄脉冲相对困难; 发射峰值功率大, 测量多目标困难	不能测量距离	难以测量多个目标	当要求分辨率较高时, 对信号处理要求很高, 目前技术实现较难	好的线性调频度不易获得, 影响距离分辨率

资料来源: ittbank、国海证券研究所

表 11: 毫米波雷达在汽车上的应用

毫米波雷达类型		近距离雷达 (SRR)	中距离雷达 (MRR)	远距离雷达 (LRR)
工作频段/GHz		24	77	77
探测距离/m		<60	100	>200
ADAS 系统	自适应巡航控制	-	前方	前方
	前车防撞预警	-	前方	前方
	自动刹车辅助	-	前方	前方
	盲区监测	侧方	侧方	-
	自动泊车辅助	前方/后方	侧方	-
	变道辅助	后方	后方	-
	后碰撞预警	后方	后方	-
	行人检测	前方	前方	-
驻车开门辅助		侧方	-	-

资料来源:《一本书读懂智能网联汽车》、国海证券研究所

性能好、精度高的激光雷达或为实现汽车智能驾驶的核心装置。激光雷达运用光频波段的电磁波对目标进行照射并接收回波，通过信号处理获得目标位置、高度、速度等信息，生成目标点云图，实现对目标的探测、跟踪和识别。车载激光雷达按照机械旋转部件的有无，可分为机械激光雷达、固态激光雷达、混合固态激光雷达；按照线束数量多少可分为单线束激光雷达、多线束激光雷达；按照测距方式可分为 ToF(Time of Flight, 飞行时间)测距法、FMCW 测距法(基于相干探测)。激光雷达常应用于高精度电子地图和定位、障碍物识别、可通行空间检测、障碍物轨迹预测等方面，具备分辨率高、探测范围广、信息量丰富等优势，或为实现汽车智能驾驶的核心装置。

图 9: 激光雷达测距原理

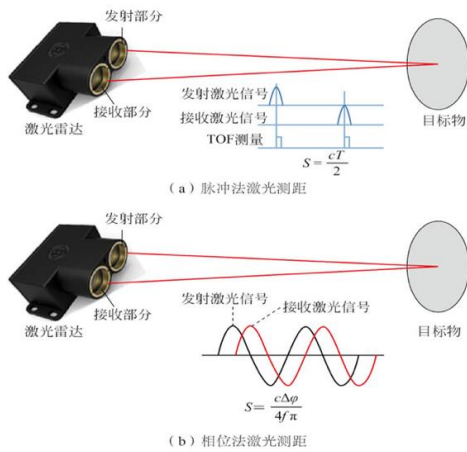


图 10: ToF 和 FMCW 是车载激光雷达的优选方案

测距方法	主要特点
ToF 法	通过直接测量发射激光与回波信号的时间差，基于光在空气中的传播速度得到目标的距离信息，具有响应速度快、探测精度高的优势。
FMCW 法	将发射激光的光频进行线性调制，通过回波信号与参考光进行相干拍频得到频率差，从而间接获得飞行时间反推目标物距离。FMCW 激光雷达具有可直接测量速度信息以及抗干扰(包括环境光和其他激光雷达)的优势。

资料来源:《一本书读懂智能网联汽车》

资料来源:禾赛科技招股说明书、国海证券研究所

表 12: 四种环境感知传感器的特征比较

性能	车载摄像头	超声波雷达	毫米波雷达	激光雷达
成本	适中	很低	适中	很高
探测角度	30°	120°	10°~70°	15°~360°
远距离探测	弱	弱	较强	强
夜间环境	弱	强	强	强
全天候工作	弱	弱	强	强
不良天气环境	弱	一般	强	弱
温度稳定性	强	弱	强	强
车速测量能力	弱	一般	强	强
路标识别	具备	不具备	不具备	不具备
主要应用	车道偏离预警 车道保持系统 盲区监测系统 前车防撞预警 交通标志识别 交通信号识别 全景泊车	泊车辅助	自适应巡航控制系统、 自动刹车辅助系统	实施建立车辆周边环境的三维模型

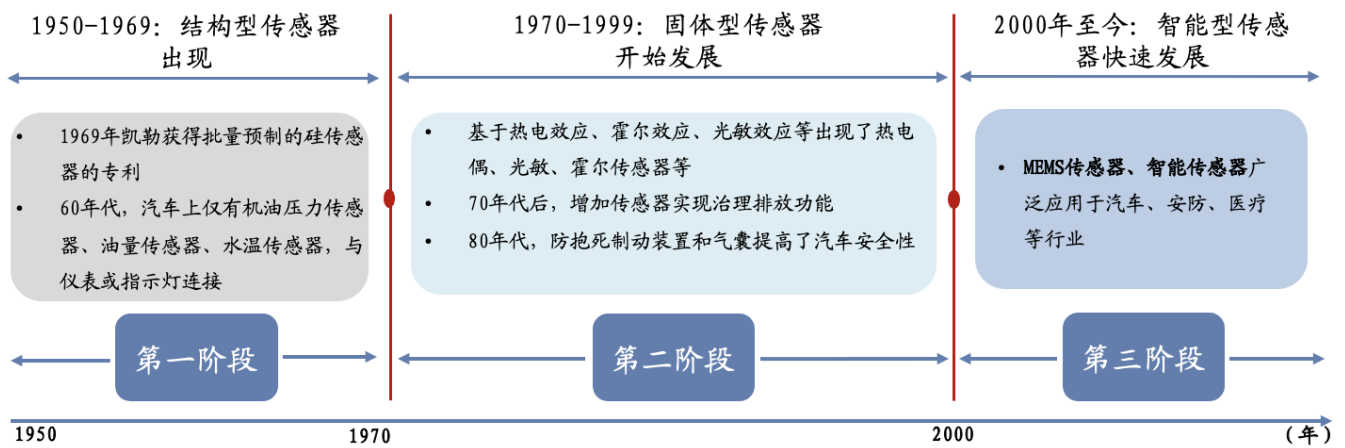
资料来源:《智能汽车无人驾驶与自动驾驶辅助技术》、《一本书读懂智能网联车》、国海证券研究所

注:毫米波雷达为前向远程参数

1.3、汽车传感器是实现智能驾驶的核心硬件

汽车传感器研发周期长、产品附加值高，是实现智能驾驶的核心硬件。汽车传感器的发展阶段分为结构型传感器阶段、固体传感器阶段、智能型传感器阶段。目前 MEMS 传感器、智能型传感器快速发展，广泛应用于汽车、安防医疗等行业。汽车传感器通常研发周期较长，如汽车 MEMS 类传感器从设计研发到最终全面商业化平均耗时 28 年。在自动驾驶的层级结构中，汽车传感器处于感知层，产品附加值高，是实现单车智能驾驶的核心硬件。

图 11：汽车传感器发展的三个阶段：结构型传感器、固体传感器、智能型传感器阶段



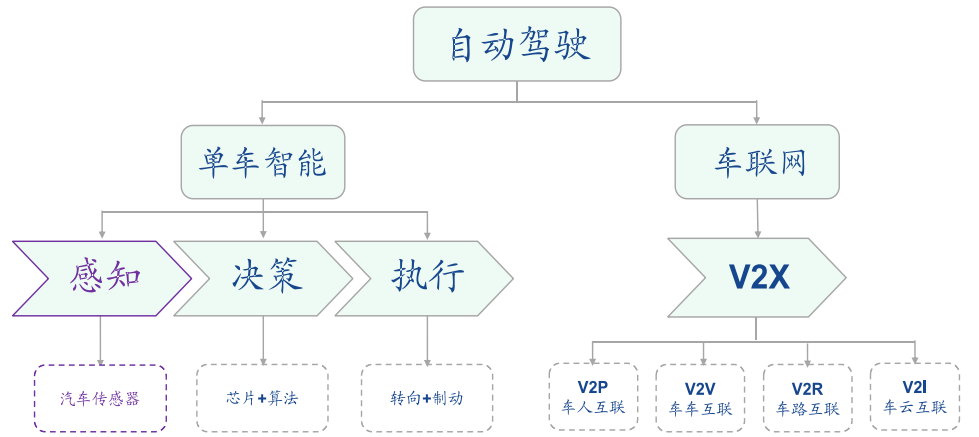
资料来源：《传感器发展白皮书》、上海控安研发与转化功能型平台、国海证券研究所

表 13：汽车 MEMS 传感器商业化周期时间表

传感器类型	研发设计	产品改进	降低成本	全面商业化	历时(年)
压力传感器	1954-1960	1960-1975	1975-1990	1990	36 年
加速度计	1974-1985	1985-1990	1990-1998	1998	24 年
气体传感器	1986-1994	1994-1998	1998-2005	2005	29 年
阀门	1980-1988	1988-1996	1996-2002	2002	22 年
喷嘴	1972-1984	1984-1990	1990-2002	2002	30 年
光学/显示	1980-1986	1986-1998	1998-2005	2005	25 年
生物/化学传感器	1980-1994	1994-2000	2000-2012	2012	32 年
速度传感器	1982-1990	1990-1996	1996-2006	2006	24 年
平均耗时	10 年	8 年	10 年	-	28 年

资料来源：JBryzek:Roadmap to a \$Trillion MEMS Market、半导体行业观察、赛迪顾问、国海证券研究所

图 12: 汽车传感器是实现汽车自动驾驶的核心硬件



资料来源：上海控安研发与转化功能型平台、国海证券研究所

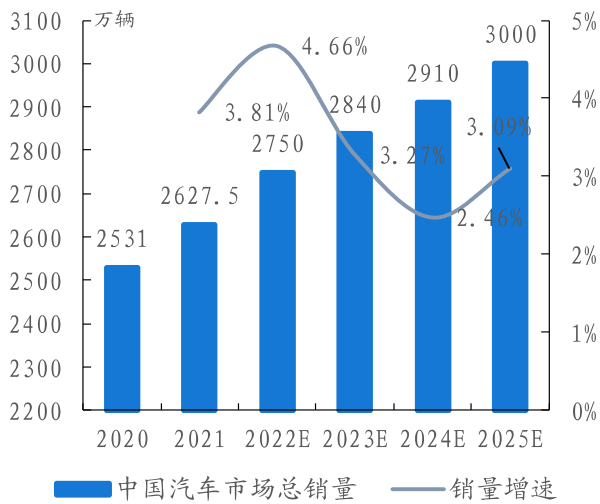
2、 驾驶自动化水平升级开启中国汽车传感器行业千亿市场，2021-2025 年 CAGR 有望达 39%

自动驾驶的目标驱动与当下汽车市场销量兴旺趋势的延续使汽车传感器市场具备放量的先决条件。目前驾驶自动化水平不断升级的趋势已经显现，L3 级智能汽车的量产标志着智能驾驶发展开始步入自动驾驶阶段。在驾驶自动化水平升级进程中，单车搭载的环境感知传感器的数量有望增加：①ADAS 加速渗透下车载摄像头有望量价齐升；②车载超声波雷达市场成熟格局基本稳定，享受行业红利有望持续放量；③77GHz 车载毫米波雷达因性能与体积优势成为市场主流，需求有望增长；④车载激光雷达市场刚刚起步，2022 有望迎来放量元年，国内厂商或将参与全球竞争。MEMS 传感器应用广泛，在汽车行业安全保护标准等政策驱动下增长趋势有望延续；电磁类传感器有望受益于新能源汽车渗透率提升；汽车智能化、网联化的趋势有望为 MEMS 传感器催生出更多元的应用场景需求。

2.1、 驾驶自动化水平不断提升，环境感知传感器有望放量

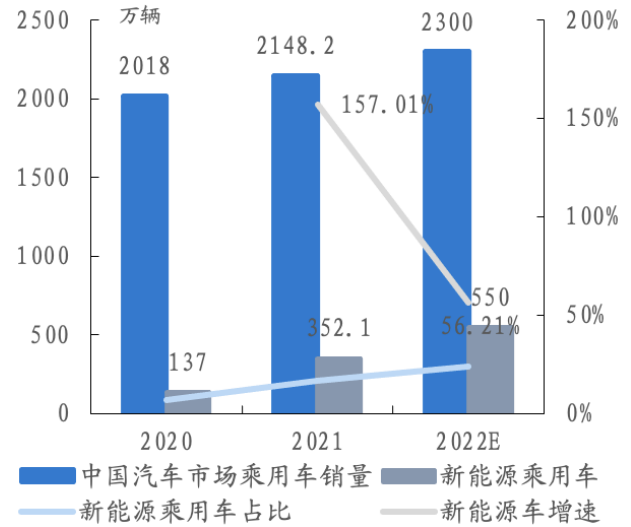
自动驾驶的目标驱动与当下汽车市场销量兴旺的趋势使汽车传感器市场具备放量的先决条件。在科技发展、政策支持等方面的推动下，汽车产业电动化、网联化、智能化、共享化的“四化”趋势已初步显现，在自动驾驶的目标驱动下，单个汽车环境感知传感器使用数量呈上升趋势。据中国汽车工业协会，2020 年中国汽车市场总销量为 2531 万辆，其中乘用车 2018 万辆，新能源车 137 万辆；2021 年中国汽车市场总销量为 2627.5 万辆、同比增长 3.81%，其中乘用车 2148.2 万辆、同比增长 6.45%，新能源车 352.1 万辆、同比增长 157.01%。据中国汽车工业协会预计，2025 年中国汽车总销量有望达到 3000 万辆，其中新能源车销量有望达到 900 万辆。自动驾驶的目标驱动与汽车市场销量兴旺的趋势使汽车传感器市场具备放量的先决条件。

图 13: 汽车销量上升有望延续



资料来源: 中国汽车工业协会、汽车纵横 AutoReview、国海证券研究所

图 14: 新能源乘用车渗透率不断提升



资料来源: 乘联会、电动知家、中国汽车工业协会、国海证券研究所

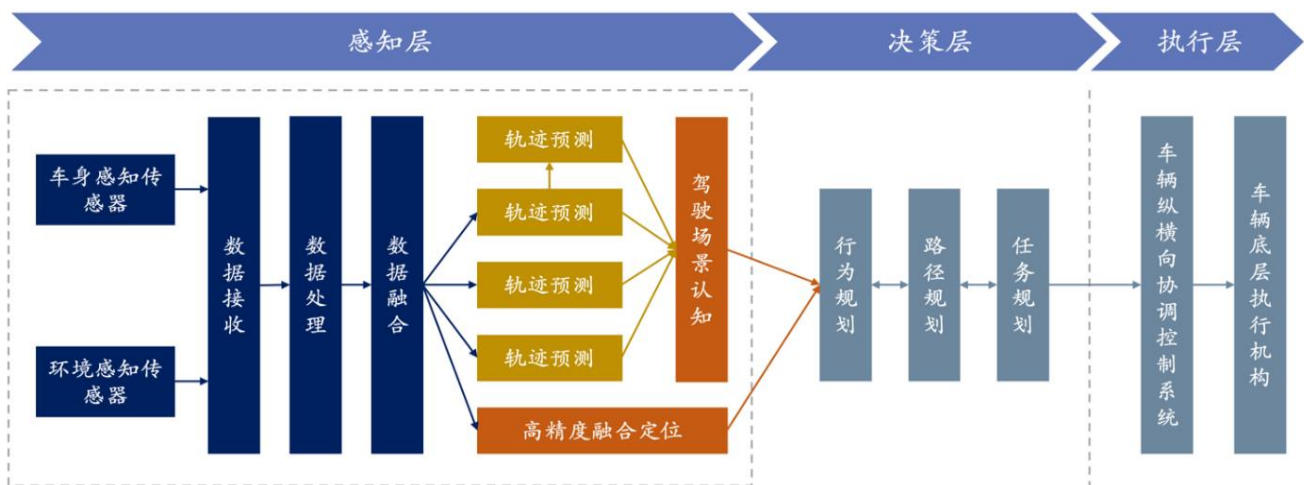
表 14: 政策持续推动汽车自动驾驶化发展

日期	政策文件	主要内容
2021 年 9 月	《物联网新型基础设施建设三年行动计划(2021-2023 年)》	打造车联网(智能网联汽车)协同服务综合监测平台, 加快智慧停车管理、自动驾驶等应用场景建设, 推动城市交通基础设施、交通载运工具、环境网联化和协同化发展。
2021 年 8 月	《关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》	压实企业主体责任, 加强汽车数据安全、网络安全、软件升级、功能安全和预期功能安全管理, 保证产品质量和生产一致性, 推动智能网联汽车产业高质量发展。
2021 年 7 月	《5G 应用“扬帆”行动计划(2021-2023 年)》	5G+车联网试点范围进一步扩大, 加快自动驾驶、远程医疗等重点领域 5G 应用相关法律法规研究, 探索监管新模式。
2021 年 3 月	《国家车联网产业标准体系建设指南(智能交通相关)》	到 2022 年底初步构建支撑车联网应用和产业标准体系; 到 2025 年系统形成能够支撑车联网应用、满足交通运输管理服务需求的体系标准。
2020 年 11 月	《智能网联汽车技术路线 2.0》	按照“三横两纵”关键技术架构, 智能网联汽车分三步走。其中短期目标为到 2025 年 PA、CA 级智能网联汽车渗透率持续增加, 到 2025 年达 50%; C-V2X 终端的新车装配率达 50%。
2020 年 10 月	《新能源汽车产业发展规划(2021-2035 年)》	在“提高技术创新能力”方面提到, 要深化“三纵三横”研发布局, 以动力电池与管理系统、驱动电机与电力电子、网联化与智能化技术为“三横”, 构建关键零部件技术供给体系, 加强智能网联汽车关键零部件及系统开发。到 2025 年新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的 20%, 力争经过 15 年的持续努力, 我国新能源汽车核心技术达到国际先进水平, 质量品牌具备较强国际能力。
2020 年 3 月	《汽车驾驶自动化分级》	规定了汽车驾驶自动化功能的分级标准, 标准基于驾驶自动化系统能够执行动态驾驶任务的程度, 根据在执行动态驾驶任务中的角色分配以及有无设计运行条件限制, 将驾驶自动化分成 0~5 级。
2019 年 9 月	《交通强国建设纲要》	在交通装备方面提出加强新型载运工具研发。包括加强智能网联车(智能汽车、自动驾驶、车路协同)研发, 形成自主可控完整的产业链。
2018 年 12 月	《车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划》	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, 智能道路基础设施建设水平明显提升。
2018 年 1 月	《智能汽车创新发展战略》	到 2020 年, 智能汽车新车占比达 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。
2017 年 7 月	《新一代人工智能发展规划》	加强车在感知、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。
2017 年 4 月	《汽车产业中长期发展规划》	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 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%。
2016 年 3 月	《“十三五”汽车工业发展规划意见》	十三五期间, 具有驾驶辅助功能(L1 级)的智能网联汽车的新车渗透率达 50%, 有条件自动化(L2 级)的渗透率达到 10%。
2015 年 5 月	《中国制造 2025》	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群。

资料来源: 各部委官网、中国汽车工业协会、智能制造发展联盟、国汽智联、中商产业研究院、智研咨询、前瞻经济学人、国海证券研究所


驾驶自动化水平不断升级的趋势已经显现，L3级智能汽车的量产标志着汽车行业开始步入自动驾驶阶段。新能源汽车的发展不仅是在汽车的能源供给上进行更替，与此同时也伴随着智能化对非智能化的逐步迭代。自动驾驶方案可分为感知层、决策层、执行层，其中搭载的各类传感器属于感知层。据SAE（国际自动机械工程学会）和中国《汽车驾驶自动化分级》，自动驾驶的自动化程度分为L0-L5六个级别。L0级是传统驾驶、非自动化；L1、L2级是辅助驾驶，具备部分自动驾驶功能；L3-L5级属于先决条件不同的自动驾驶。L3级是自动驾驶级别的分界线，2022年5月奔驰汽车L3级别的量产标志着汽车行业开始步入自动驾驶阶段。

图 15：传感器在自动驾驶的结构上属于感知层



资料来源：《智能汽车无人驾驶与自动驾驶辅助技术》、国海证券研究所

表 15: 自动驾驶等级 L3 级是自动驾驶级别的“分界线”

中国 制造 2025 分级	SAE		概念界定 (在适用设计范围内,自 动驾驶系统可持续执行 的任务范围)	动态驾驶任务(DDT)		动态驾 驶任务 执行者 (复杂路 况)	适用 范围 (行驶 场景)	驾驶员状态  无解脱		
	分 级	名 称		车 辆 运 动 控 制: 车 辆 横 纵 向 加 减 速 控 制	环 境 感 知 探 测: 物 体 和 事 件 的 探 测 响 应					
DA	L0	无驾驶自动化 (no driving automation)	主动安全系统的辅助,由 驾驶员执行全部动态驾 驶任务	驾驶员	驾驶员	驾驶员	不可 用	 无解脱	驾 驶 员 执 行 部 分 或 全 部 的 动 态 驾 驶 任 务	
	L1	驾驶辅助 (driver assistance, DA)	横纵向车辆运动控制的 某一子任务(不可同时执 行), 驾驶员执行其他动 态驾驶任务	驾驶员和 系统	驾驶员	驾驶员	有限	 脱脚		
PA	L2	部分自动驾驶 (partial driving automation, PA)	横纵向的车辆运动控制 任务, 驾驶员负责执行环 境感知探测并监督自动 驾驶系统	系统	驾驶员	驾驶员	有限	 脱脚手		
	L3	有条件自动驾 驶(conditional driving automation, CA)	完整的动态驾驶任务,用 户需要在系统失效时接 受系统的干预请求,及时 做出响应	系统	系统	自动驾 驶失效 时驾驶 员接管	有限	 脱脚手眼		自 动 驾 驶 系 统 执 行 全 部 的 动 态 驾 驶 任 务 (使 用 状 态 时)
HA	L4	高度自动驾驶 (high driving automation, HA)	完整的动态驾驶任务(支 援), 用户无需对系统请 求作出回应	系统	系统	系统	有限	 脱脚手眼脑		
FA	L5	完全自动驾驶 (full driving automation, FA)	在所有道路环境执行完 整的动态驾驶任务(支 援), 驾驶员无需介入	系统	系统	系统	无限 制	 无人驾驶		

资料来源: SAE、《智能汽车无人驾驶与自动驾驶辅助技术》、汽车标准化研究所、《汽车驾驶自动化分级》、国海证券研究所

随着驾驶自动化水平升级, 单车搭载的环境感知传感器的数量持续增加。L0 向 L2 级发展主要是使汽车具备更多的 ADAS 功能以实现更多驾驶辅助场景, 需安装车载摄像头、超声波雷达、毫米波雷达。L2 步入 L3 级的方式目前有两种: ① “弱硬件强算法” 的视觉方案, 硬件上车载摄像头+毫米波雷达的搭配、不配备激光雷达; ② “强硬件弱算法” 的激光雷达方案, 硬件上配备车载摄像头+毫米波雷达+激光雷达。L3 向 L5 级别的发展或需配置更多的车身感知传感器以实现完全自动驾驶。当下部分车企的自动驾驶技术已从 L2 升级至 L3 级, 实现了在自动驾驶场景中从“人主导、车辅助”发展到“车主导、人辅助”的过渡, 而目前市场中的多数汽车依然处在 L2 级以下。随着驾驶自动化水平升级, 单车搭载的环境感知传感器, 如车载摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达的数量持续增加。

表 16: 环境感知传感器是执行各类 ADAS 功能的基础

ADAS 类别	主要功能	传感器		执行	
自适应巡航 (ACC)	前方有车时实现车距控制, 前方无车时实现车速控制	车距传感器	毫米波雷达	油门、档位、制动	
	摄像头				
	激光雷达				
车道偏离预警 (LDW)	在驾驶员无意识偏出车道时发出预警	车道线传感器	摄像头	显示系统	中控台
	立体相机		导航显示器		
	红外线		抬头显示器 HUD		
	激光雷达				
车道保持系统 (LKS)	在车辆非受控偏离车道时主动干预转向, 实现车道保持	车道线传感器	摄像头	转向	
	立体相机				
	红外线				
	激光雷达				
前撞预警 (FCW)	在前车车距过小时发出预警	车距传感器	毫米波雷达	显示系统	中控台
	摄像头		导航显示器		
	激光雷达		抬头显示器 HUD		
自动紧急制动 (AEB)	在前车车距过小时主动干预制动	车距传感器	毫米波雷达	制动	
	摄像头				
	激光雷达				
交通标志识别 (TSR)	识别交通标志并作出相应提示	摄像头 MAP data		显示系统	中控台
					导航显示器
					抬头显示器 HUD
自动停车系统 (APS)	自动探测周围环境并实现停车入位	距离传感器	超声波雷达	油门、制动、转向	
			毫米波雷达		
			激光雷达		
			摄像头		
行人检测系统 (PDS)	探测车辆前方行人状况, 在必要时给予干预警告或干预制动	摄像头		显示系统	中控台
					导航显示器
					抬头显示器 HUD
盲点检测 (BSD)	监视驾驶员侧后方盲区, 在必要时给予警告	摄像头		显示系统	中控台
					导航显示器
					抬头显示器 HUD
夜视系统 (NVS)	利用主动或者被动的红外线成像, 为驾驶员提供弱光线环境下的视觉辅助	红外线传感器		显示系统	中控台
					导航显示器
					抬头显示器 HUD
驾驶员状态监控 (DCW)	通过对驾驶员行为、面部、眼睛的特征评估, 判断驾驶员疲劳程度, 必要时给予警告	红外线传感器 摄像头		显示系统	中控台
					导航显示器
					抬头显示器 HUD
全景泊车系统 (SVC)	多个摄像头拼接全景图像, 为驾驶员评估泊车情况提供视觉辅助	摄像头		显示系统	中控台
					导航显示器
					抬头显示器 HUD

资料来源: 恒汉腾汽车猎头、《智能汽车无人驾驶与自动驾驶辅助技术》、电子发烧友网、国海证券研究所

图 16: 自动驾驶级别对应的 ADAS 功能及时间演变

SAE 水平	L0 警告信息	L1 驾驶辅助	L2 部分自动驾驶	L3 有条件自动驾驶	L4 高度自动驾驶	L5 完全自动驾驶				
车辆控制	人	车+人	车	车	车	车				
环境感知	人	人	人	车	车	车				
判断决策	人	人	人	人	车	车				
自动化程度	无	部分	部分	部分	部分	全部				
代表功能	盲点探测	车道偏离警告	拥堵辅助	远程控制代停	某些条件下完全自动驾驶	完全自动驾驶(无转向盘)				
	变道辅助	自适应巡航	紧急转向辅助	施工路段辅助	交通拥堵时完全自动驾驶					
驾驶	▲变道辅助 ▲道路偏离警告		▲拥堵辅助	▲交叉路口辅助 ▲高速公路巡航 ▲拥堵领航	▲出口到出口	▲市区自动驾驶 ▲完全自动驾驶				
停车	▲停车辅助(仅转向功能) ▲停车 App			▲替代停车辅助						
安全	▲紧急刹车辅助与行人探测		▲施工路段辅助	▲紧急停止 ▲紧急转向辅助						
时间	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	预计 2025	2025 以后

资料来源:《智能汽车无人驾驶与自动驾驶辅助技术》

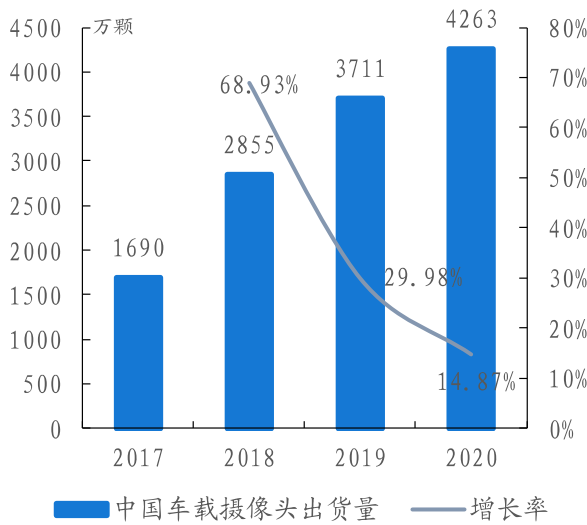
ADAS 加速渗透下车载摄像头有望量价齐升。L2 及以下等级的汽车普遍搭载不超过 8 颗摄像头, L3 搭载 8-12 颗, L4、L5 搭载 12 颗甚至更多数量的摄像头。受益于汽车智能化发展自 2017 年以来车载摄像头市场在数量和规模上呈现上升趋势, 据 OFweek 数据, 2017 年至 2020 年中国车载摄像头市场出货量从 1690 万颗增长至 4263 万颗, CAGR 为 36.13%, 市场规模从 25 亿元增长至 57 亿元, CAGR 为 31.62%, 市场规模化效应已显现。目前市场中智能汽车的渗透度不高并且普遍处于 L0-L2 级, 摄像头的单车搭载数量普遍较低。2021 年至 2022 年 ADAS 功能加速普及, 随着多种 L3 级车型的乘用车上市并交付, 智能驾驶逐渐从 L2 向 L3 迈进, 单车搭载摄像头数量有望增加。未来 L4、L5 成为主流车型后, 单车摄像头的平均数量有望进一步提升。伴随自动驾驶化不断升级, 车载摄像头在像素、探测距离等方面的技术需求提高, 技术工艺有望迭代升级。根据前瞻经济学人, 2020 年中国车载摄像头市场规模较去年增长 21.28%, 高于同期出货量 14.87% 的增速, 我们预计车载摄像头的单颗价值有望持续上升。

表 17: 伴随自动驾驶级别提升, 单车搭载摄像头数量增加

自动驾驶级别	L0	L1	L2	L3	L4	L5
单车摄像头数量(颗)	0-1	1-3	3-11	3-14	10-20	10-20

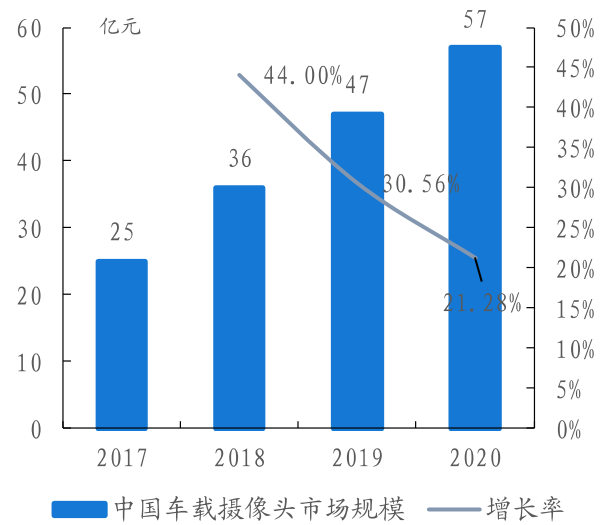
资料来源: 奥迪威招股说明书、电子发烧友网、国海证券研究所

图 17: 2017-2020 年中国车载摄像头出货量



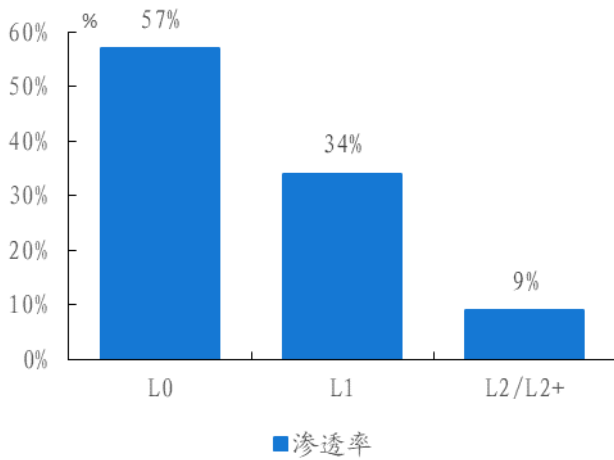
资料来源: OFweek、前瞻经济学人、国海证券研究所

图 18: 2017-2020 年中国车载摄像头市场规模



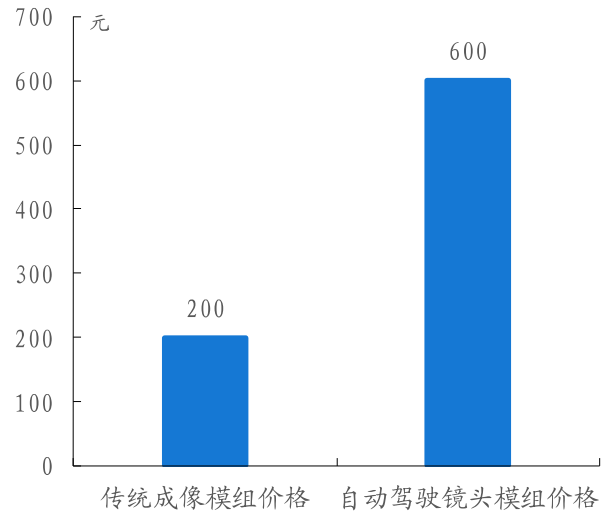
资料来源: ICVTank、前瞻经济学人、国海证券研究所

图 19: 2020 年驾驶自动化水平



资料来源: 奥迪威招股说明书、国海证券研究所

图 20: 汽车自动驾驶有望驱动车载摄像头价值提升



资料来源: 中国安防协会、国海证券研究所

车载超声波雷达市场成熟格局基本稳定，主要受益于 L2 及以上智能汽车渗透率的提升。据 leadleo 数据，2014 年至 2020 年中国车载超声波雷达行业规模从 35.3 亿元增长至 51.7 亿元，CAGR 达 6.57%。相较于毫米波雷达和激光雷达，车载超声波雷达技术门槛低且发展较为成熟，具备成本低、普及度高的优势，市场较为成熟。据奥迪威招股说明书，自动驾驶 L2 级及以上汽车搭载的超声波雷达数量均为 8-12 颗，在全球超声波雷达市场中海外 Tier1 厂商居主导地位，国内企业如奥迪威全球市占率已达 6%，具备国产替代的潜力。从长期发展来看，超声波雷达存在测试角度小、测距短、应用场景少等局限性，因此可能存在被诸如毫米波雷达、激光雷达等高精度装置替代的风险。目前在泊车、驻车等低速场景中依然主要依赖超声波雷达，未来有望受益于 L2 及以上智能汽车渗透率的提升。

图 21: 2014-2020 年中国车载超声波雷达行业规模复合增速为 6.57%

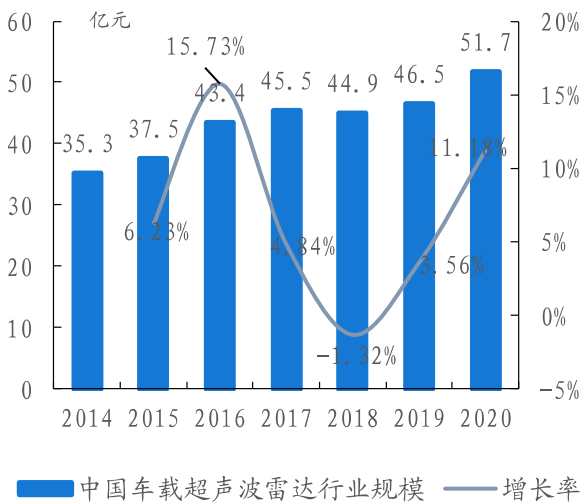
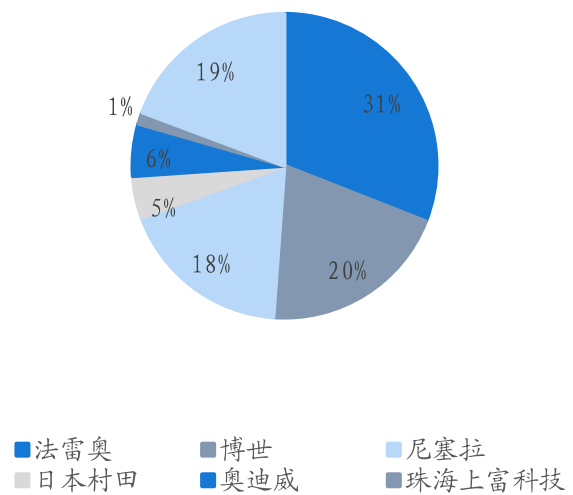


图 22: 2018 年全球超声波雷达市场中国奥迪威企业市占率为 6%



资料来源: leadleo、前瞻经济学人、国海证券研究所

资料来源: 华经产业研究院、国海证券研究所

表 18: L2 及更高级别的单车搭载超声波雷达数量趋于饱和

自动驾驶级别	L0	L1	L2	L3	L4	L5
超声波雷达数量(颗)	0-4	4-8	8-12	8-12	8-12	8-12

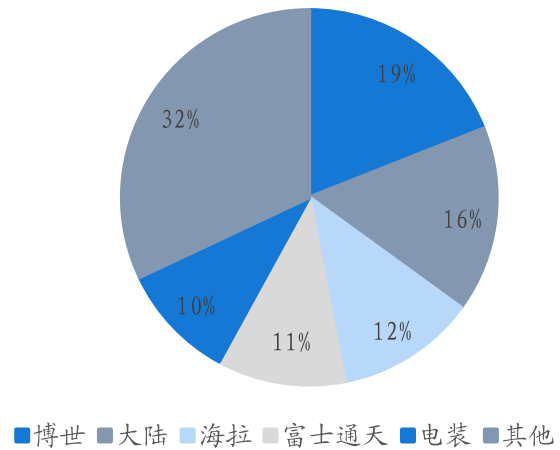
资料来源: 奥迪威招股说明书、国海证券研究所

77GHz 车载毫米波雷达因性能与体积优势成为市场主流，在实现对 24GHz 雷达替代的趋势下有望迎来更多需求。据 ittbank 数据，2016 年至 2020 年中国车载毫米波雷达行业规模从 71 亿元增长至 180 亿元，CAGR 为 26.18%，海外企业占据主要市场。车载毫米波雷达主要有 24GHz 和 77GHz 两类，77GHz 的毫米波雷达体积小、功耗低、带宽高、分辨率好、探测距离远，是未来汽车毫米波雷达的主流方向。目前供应链相对成熟的 24GHz 频段的毫米波雷达是国内市场的主要品种，其市占率达 50% 以上。2021 年 12 月 6 日工信部发布的《汽车雷达无线电管理暂行规定》中明确指出：“为推动汽车智能化技术应用和产业发展，将 76GHz-79GHz 频段规划用于汽车雷达”、“2022 年 3 月 1 日正式实施起将不再受理和审批 24.25GHz-26.65GHz 频段汽车雷达的无线电发射设备型号核准申请”，77GHz 车载毫米波雷达在实现对 24GHz 雷达替代的趋势下有望迎来更多需求。

图 23: 2016-2020 年中国车载毫米波雷达行业规模增速为 CAGR=26.18%



图 24: 2018 年全球毫米波雷达市场份额，海外企业主导



资料来源: ittbank、前瞻经济学人、国海证券研究所

资料来源: 产业信息网、国海证券研究所

表 19: 24GHz 与 77GHz 两种毫米波雷达的特征对比

波长	探测距离	体积	工艺	检测精度	射频芯片	实现功能
24GHz	近	大	低	低	易获取	盲区监测、自动泊车辅助、变道辅助、后碰撞预警、行人检测、驻车开门辅助等
77GHz	远	小	高	高	不易获取	几乎涵盖所有 24GHz 雷达的功能,以及自适应巡航控制、前车防撞预警、自动刹车辅助等功能

资料来源: 传感器技术、《一本书读懂智能网联汽车》、国海证券研究所

表 20: 自动驾驶从 L2 向 L3 升级, 单车搭载毫米波雷达数量增加

自动驾驶级别	L0	L1	L2	L3	L4	L5
毫米波雷达数量(颗)	0	1-3	1-3	5-7	5-7	5-7

资料来源: 奥迪威招股说明书、国海证券研究所

车载激光雷达市场 2022 有望迎来放量元年, 国内厂商或将参与全球竞争。在驾驶自动化水平从 L2 向 L3 级升级的过程中, Tesla 凭借自身的算法能力、软件开发能力、数据储备等优势, 采取基于摄像头的视觉方案; 其他车企相对 Tesla 发展起步较晚, 通常选择基于激光雷达的技术方案。目前机械式激光雷达性能较优, 主要用于无人驾驶企业, 因技术路线降本空间小, 价格昂贵难以大规模推广。混合固态激光雷达已满足车规认证的要求, 是当前的主流方案; 未来固态激光雷达或为主流方案, 当前受限于技术成熟度。随驾驶自动化水平不断升级, 激光雷达的需求有望扩大。目前已有新势力、国内自主品牌、合资、外资等车企, 包括蔚来、小鹏、理想、长城、广汽埃安、北汽极狐、奔驰、宝马等在内陆续在 2021 年、2022 年逐步发布和上市搭载激光雷达的车型, 2022 年车载激光雷达有望迎来放量元年。据 Yole 统计, 全球激光雷达制造商中有五家中国厂商市场份额位居前十, 分别是速腾聚创、大疆、华为、禾赛科技、图达通, 国内企业有望实现弯道超车。

图 25: 中国车载激光雷达市场 2020 年行业规模 6.7 亿、增速 48.89%, 未来具有较大增长空间

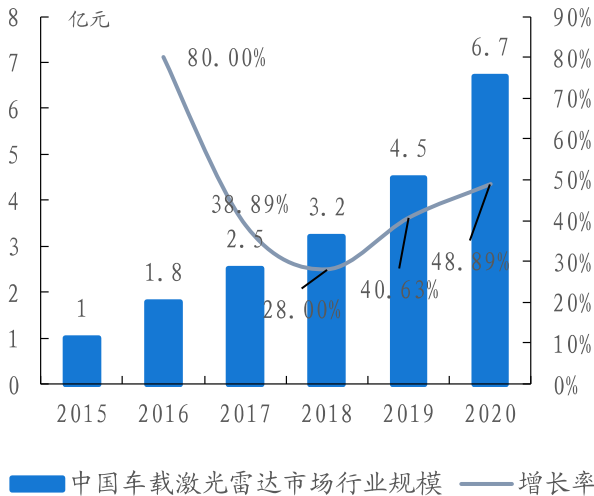
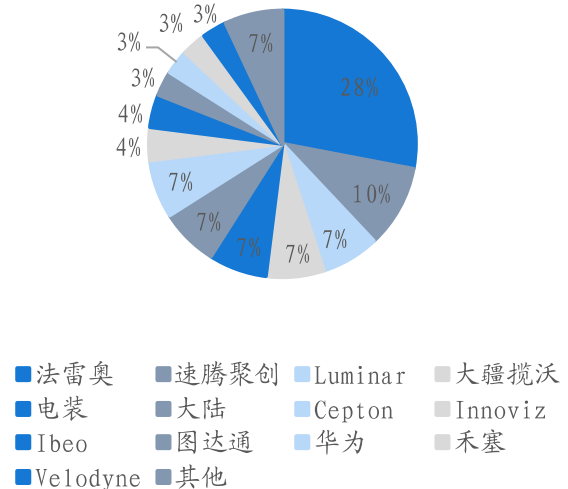


图 26: 2021 年在全球汽车与工业领域激光雷达市场份额中五家中国厂商排进前十



资料来源: ICVTank、前瞻经济学人、国海证券研究所

资料来源: Yole、迅石光通讯、国海证券研究所

表 21: 汽车自动驾驶 L3 级起开始搭载激光雷达

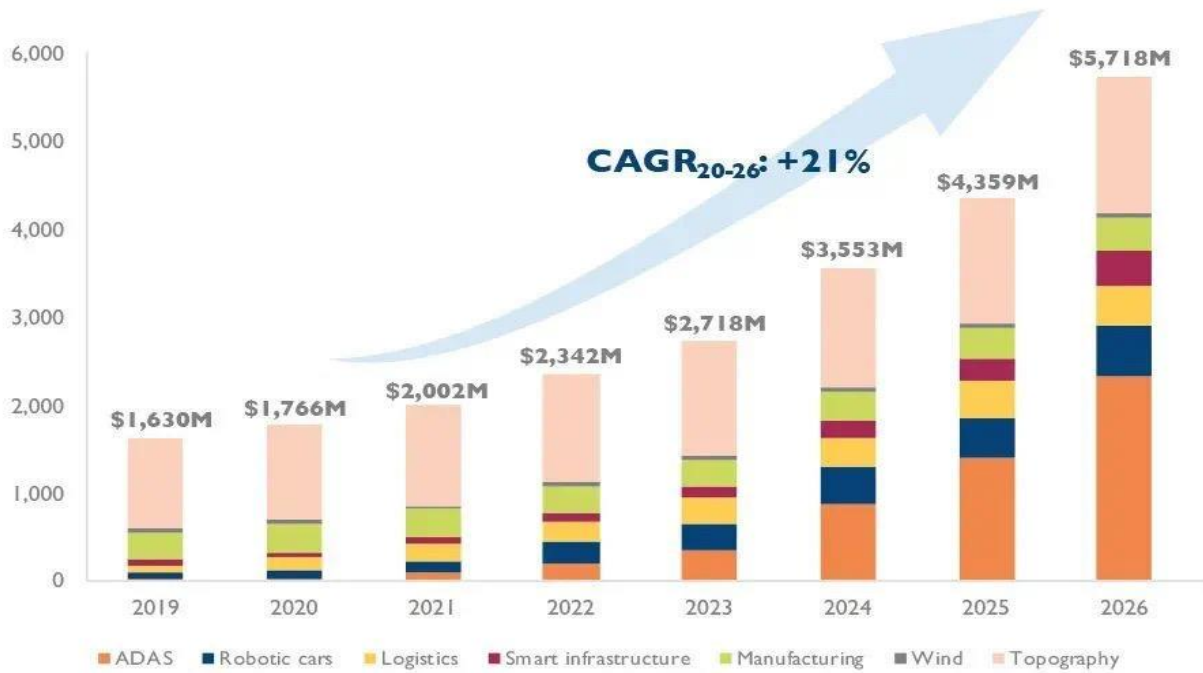
自动驾驶级别	L0	L1	L2	L3	L4	L5
激光雷达数量(颗)	-	-	-	1	2	4

资料来源: 奥迪威招股说明书、国海证券研究所

图 27: 未来激光雷达在全球汽车与工业市场具有较大增长空间

LiDAR market overview – Breakdown by application (\$M)

(Source: LiDAR for Automotive and Industrial Applications 2021, September 2021)



资料来源: Yole、迅石光通讯

表 22: 目前市场主流车企的 L3 级车型采取搭载激光雷达的配置方案

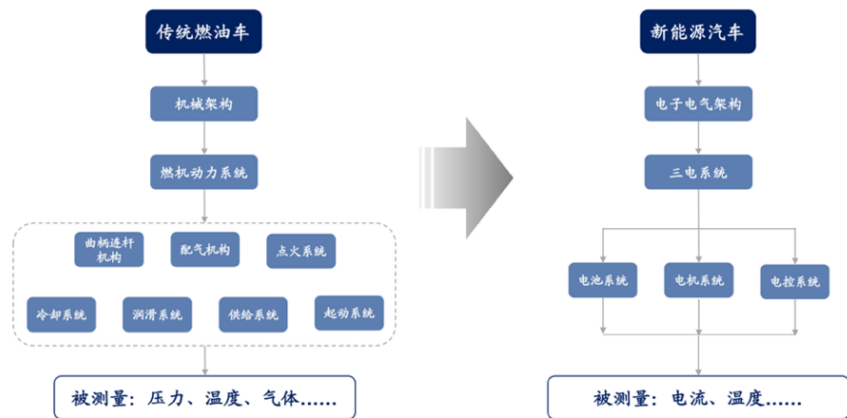
车企	车型	环境感知传感器配置数量			
		车载摄像头	超声波雷达	毫米波雷达	激光雷达
Tesla	Model 3	8	12	1	0
	Model Y	8	12	1	0
蔚来	ET7	11	12	5	1
	ET5	11	12	5	1
小鹏	P5	13	12	5	2
	G9	12	12	5	2
理想	理想 L9	12	12	5	1
哪吒	哪吒 S	13	12	5	3
威马	M7	11	12	5	3
高合	HiPhi Z	13	12	5	1
长城	WEY 摩卡	5	12	5	1
长安	阿维塔 E11	13	12	6	3
广汽埃安	Aion LX Plus	12	12	6	3
上汽	智己 L7	12	5	12	1~3
北汽	极狐阿尔法 S	13	12	6	3
宝马	宝马 iX	10	12	5	1

资料来源: 车东西、汽车之家、哪吒汽车官网、高合官网、焉知新能源汽车、BusinessCars、汽车天涯、魏牌摩卡官网、中国经营报车视界、驱动之家、量子位、汽车测试网、国海证券研究所

2.2、 车身感知传感器 MEMS 化是主要趋势， 电磁类传感器有望受益于新能源汽车渗透率提升

车身感知传感器的发展主要体现在新能源汽车的普及、汽车的安全性需求、以及 MEMS 微机电对传统机电的替代所带来的机遇。①动力来源是新能源汽车与传统燃油车的主要区别之一，新能源汽车的电子电气架构主要使用电池、电机、电控有关的以电流为主的电磁类传感器，燃油车动力系统则主要以测量压力、温度、气体的传感器为主；电磁类传感器需求有望随新能源汽车渗透率提高逐步放量；②汽车安全性需求相关的胎压、气体排放等所需的压力、气体、温度等传感器有望随技术要求提高与单车用量增加实现量价齐升；③按照被测物理量的不同车身感知传感器可分为压力、位置、温度、加速度、气体、流量等各类传感器，从测量原理上看 MEMS 化为主要发展趋势。

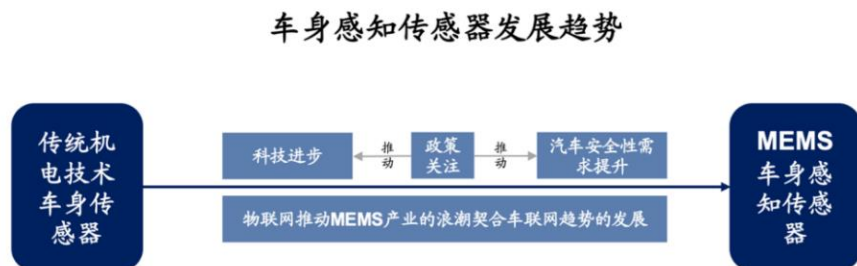
图 28: 汽车新能源化的过程就是车身感知传感器电磁化的过程



资料来源：汽修宝典、汽车动力总成、国海证券研究所

车身感知传感器 MEMS 化是主要的发展趋势。在政策加持和汽车行业安全性需求持续扩张的趋势下，车身感知传感器从传统机电技术向 MEMS 技术不断发展；与此同时，汽车行业智能网联化的趋势与在物联网作用下推动的 MEMS 发展浪潮相得益彰，未来有望为 MEMS 传感器催生出更多元的车身场景需求。

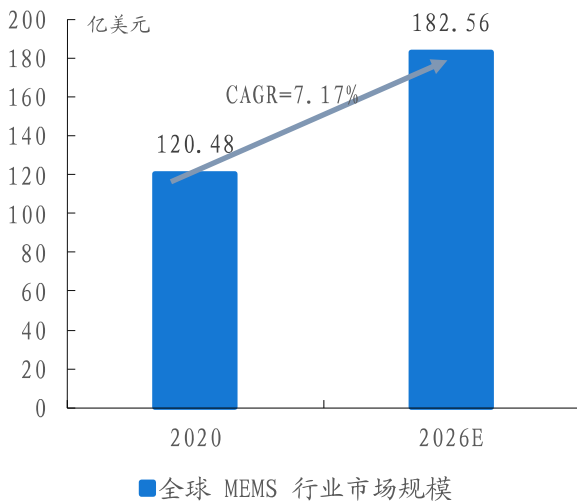
图 29: 车身感知传感器从传统机电技术向 MEMS 化渗透



资料来源：国海证券研究所

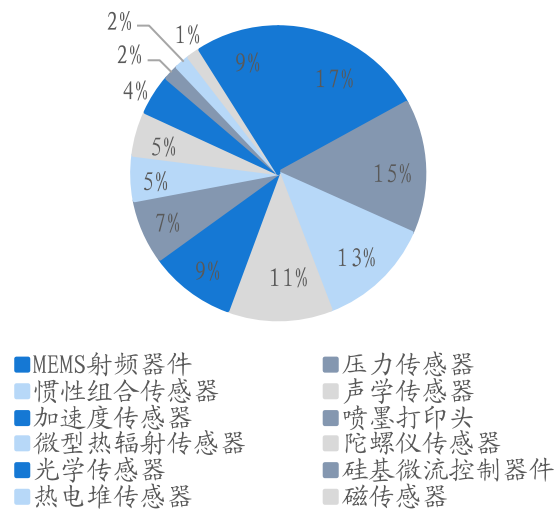
MEMS 是微机电系统，传感器产品在 MEMS 行业占据主导地位。MEMS 利用集成电路（IC）技术、微加工技术把微结构、微传感器、微执行器等元件集成在一块或多块芯片上，组成结构包括传感器、信息处理单元、执行器与通信接口单元。据 Yole 数据，在 MEMS 行业产品结构中，传感器类产品合计占比 65.38%。受益于物联网、人工智能、5G 等新兴技术快速发展，MEMS 应用前景广阔。据 Yole 数据，2020 年全球 MEMS 行业市场规模为 120.48 亿美元，2026 年市场规模有望达到 182.56 亿美元，CAGR 可达 7.17%；据中国信息通信研究院估计，2017-2022 年汽车市场领域 MEMS 传感器市场规模有望从 22.82 亿美元增长至 32 亿美元，CAGR 可达 7%。

图 30: 预计全球 MEMS 行业规模 2026 年达 182.56 亿美元，CAGR=7.17%



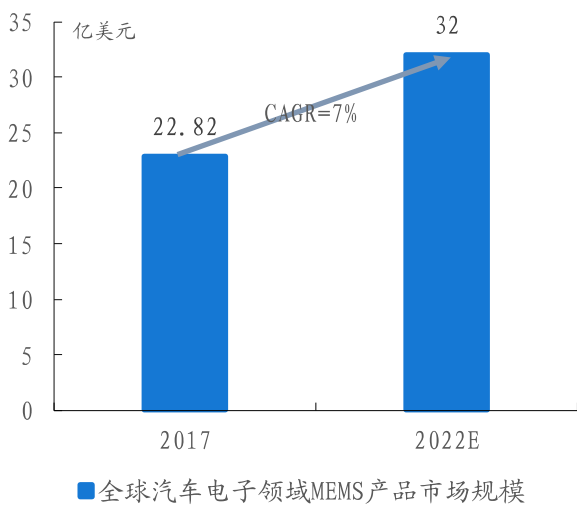
资料来源: Yole、歌尔微招股说明书、国海证券研究所

图 31: 2020 年全球 MEMS 行业产品结构中传感器占主导地位



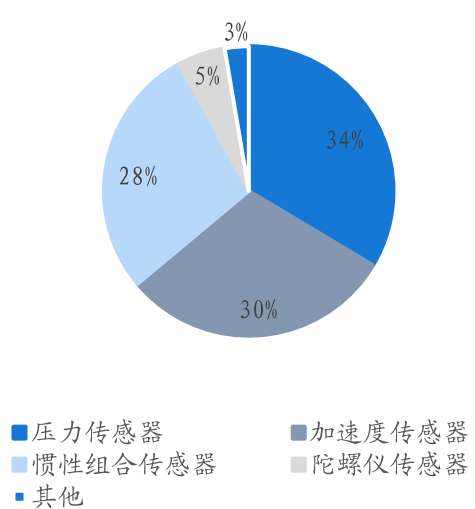
资料来源: Yole、歌尔微招股说明书、国海证券研究所

图 32: 预计全球汽车 MEMS 传感器市场规模 2022 年达 32 亿美元，CAGR=7%



资料来源: 信息通用技术政策、国海证券研究所

图 33: 2020 年全球汽车电子领域 MEMS 产品结构，以压力、加速度、惯性传感器为主



资料来源: Yole、歌尔微招股说明书、国海证券研究所

MEMS 传感器较传统机电技术传感器具有较大的优势。MEMS 传感器是应用最广泛的 MEMS 器件，与传统机电技术传感器相比，MEMS 传感器具有微型化、集成化、智能化、功效高、成本低等优势。MEMS 传感器没有标准化的生产工艺流程，每种 MEMS 传感器都是针对下游特定的场景来生产，按照工作原理 MEMS 传感器可分为物理类、化学类、生物类，细分种类多样、几乎涵盖车用传感器的所有类型。

表 23: 与传统机电工艺传感器相比 MEMS 传感器更具技术优势

项目	传统传感器	MEMS 传感器
尺寸	器件尺寸和质量较大，能耗较高	器件尺寸和质量小，能耗较低
加工	通过传统机械手段进行加工制造，加工成本高，无法在短时间内大批量生产	利用从 IC 制造工艺发展而来的微加工技术进行加工，能大批量加工，单件成本随产量增多、尺寸减少而降低
材料	使用传统材料，例如各类金属、高分子聚合物等	MEMS 加工中最为常见的是硅为代表的半导体材料；石墨烯、压电陶瓷等新材料逐渐扮演重要角色

资料来源：歌尔微招股说明书、国海证券研究所

表 24: MEMS 传感器的种类多, 几乎涵盖所有车用所需的传感器类型

	一级分类	二级分类	三级分类	涉猎车用传感器领域	
MEMS 传感器	MEMS 物理传感器	MEMS 力学传感器	MEMS 加速计	✓	
			MEMS 角速度计	✓	
			MEMS 惯性测量组合		
			MEMS 压力传感器	✓	
			MEMS 流量传感器	✓	
			MEMS 位移传感器	✓	
		MEMS 电学传感器	MEMS 电场传感器		
			MEMS 电场强度传感器		
			MEMS 电流传感器		
		MEMS 磁学传感器	MEMS 磁通传感器		
			MEMS 磁场强度传感器		
		MEMS 热学传感器	MEMS 温度传感器	✓	
			MEMS 热流传感器		
			MEMS 热导率传感器		
		MEMS 光学传感器	MEMS 红外传感器		
			MEMS 可见光传感器		
			MEMS 激光传感器	✓	
		MEMS 声学传感器	MEMS 噪声传感器		
			MEMS 声表面波传感器		
			MEMS 超声波传感器	✓	
		MEMS 化学传感器	MEMS 气体传感器	可燃性气体传感器	
				毒性气体传感器	
				大气污染气体传感器	
				汽车用传感器	✓
			MEMS 湿度传感器	-	
		MEMS 离子传感器	MEMSpH 传感器		
			MEMS 离子浓度传感器		
MEMS 生物传感器	MEMS 生理量传感器	MEMS 生物浓度传感器			
		MEMS 触觉传感器			
	MEMS 生化量传感器	-			

资料来源: 电子发烧友、上海控安研发与转化功能型平台、传感器技术、国海证券研究所

在汽车行业安全保护标准等政策驱动下车用 MEMS 传感器的增长趋势有望延续。在政策推动下 MEMS 传感器行业发展迅速,其中在汽车上 MEMS 传感器广泛应用于:电子驻车制动系统(EPB)、防抱死制动系统(ABS)、电子控制式悬挂系统(ECS)、防翻滚稳定性控制系统(ARC)、引擎防震系统、上坡起步辅助系统(HSA)、心跳探测和先进防盗系统、翻滚传感系统(ROV)、车胎压力检查系统(TPMS),大多应用都与安全和保护有关,汽车安全性和强制性的政策实施推动了 MEMS 传感器的发展。2016 年工信部审查并通过了《乘用车轮胎气压监测系统的性能要求和试验方法》(GB26149)强制性国家标准送审稿,2020 年 1 月 1 日起我国所有新认证乘用车强制安装胎压监测系统,促使 TPMS 类的 MEMS 传感器需求增长;2020 年 7 月实施的国六排放标准对颗粒物数量排放标准要求更加严格,促进了汽车上测量捕捉颗粒的 DPF 压差传感器和测量燃油蒸汽压力的 EVAP 压力传感器的需求大大增加。

据前瞻经济学人数据,传统汽车传感器装备数量至少 90 个;据四川省汽车产业协会的数据,目前平均每辆汽车装配 24 个 MEMS 传感器,高档汽车中搭载约 25-40,甚至上百个 MEMS 传感器;安全性需求的推动下汽车 MEMS 传感器有望继续增长。

表 25: 汽车传感器的发展备受国家政策关注

日期	发布部门	政策	内容解读
2021/9	工信部等	《物联网新型基础设施建设三年行动计划(2021-2023)》	到 2023 年,在国内市场主要城市初步建成物联网新型基础设施,创新能力有所突破—— 高端传感器 、物联网芯片、物联网操作系统、新型短距离通信等关键技术水平和市场竞争力显著提升。
2021/7	税务局	《软件企业和集成电路企业税收优惠政策指引》	规定了国家鼓励的软件企业定期减免企业所得税、重点软件企业减免企业所得税的主体、优惠内容和享受条件。亦规定了 集成电路 重大项目企业以及细分生产企业的税费优惠政策。
2021/3	国务院	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五远景目标纲要》	在事关国家安全和全局的基础核心领域,制定实施战略性科学计划和科学工程。瞄准人工智能、量子信息、 集成电路 、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域,实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。从国家需求上看,集中优势资源攻关 关键元器件零部件 和基础材料,油气勘探开发等领域关键核心技术。
2021/1	工信部	《基础电子元件产业发展行动计划(2021-2023 年)》	在传感类元器件发展规划中,重点发展小型化、低功耗、集成化、高灵敏度的敏感元件,温度、气体、位移、速度、光电、生化等类别的高端传感器, 新型 MEMS 传感器 和智能传感器,微型化、智能化的电声器件。到 2023 年,电子元器件销售总额达到 2.1 万亿元。
2020/11	国务院	《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五远景目标的建议》	提出强化国家战略科技力量,制定科技强国行动纲要,健全社会主义市场经济条件下新型举国体制,打好 关键核心技术 攻坚战,提高 创新链 整体效能。加强基础研究,注重原始创新,优化学科布局和研发布局,推进学科交叉融合,完善共性基础技术供给体系。
2020/7	国务院	《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策》	对符合条件的 集成电路设计企业 给予优惠:针对国家鼓励的符合经营期限的集成电路线宽小于 28 纳米(含)生产企业;集成电路线宽小于 65 纳米(含)生产企业;集成电路线宽小于 130 纳米(含)生产企业;重点集成电路设计企业和软件企业等相关企业给予税收、进口以及投融资优惠。
2020/2	国家发改委	《智能汽车创新发展战略》	到 2025 年中国标准智能汽车的技术创新、产业生态、基础设施、法律标准、产品监管和网络安全体系基本形成。实现有条件自动驾驶的智能汽车达到规模化生产,实现高度自动驾驶的智能汽车在特定环境下市场化应用。重点突破新型电子电气架构、 多源传感 信息融合感知、新型智能终端、智能计算平台、车用无线通信网络、高精度时空基准服务和智能汽车基础地图、云控基础平台等共性交叉技术;增强产业核心竞争力,推进 车载高精度传感器 、车规级芯片、智能操作系统及终端、智能计算平台等产品的研发与产业化。
2019/12	工信部	《2019 年工业强基重点产品、工艺“一条龙”应用计划示范企业和示范项目公示》	瞄准机械、文物保护、流程工业、汽车、智能终端、环保等领域应用,立足光敏、磁敏、气敏、力敏等主要 传感器制造 工艺,兼顾 MEMS 等技术,锁定压力、气体、温湿度、磁阻、光电、位置、声、颗粒物传感器等,以产业链上下游为基础形成“一条龙”应用示范链条,深化产业链协作。

资料来源:各部委官网、前瞻产业研究院、国海证券研究所

表 26: 2020 年汽车安全性和强制性政策的实施推动了汽车传感器的发展

发布部门	政策	主要内容
市场监管总局 (标准委)	《电动汽车安全要求》	主要规定了电动汽车的电气安全和功能安全,重点增加并强化了热失控报警和整车防水性能要求,以降低火灾、遇水等情况下的安全风险
	《电动客车安全要求》	针对电动客车载客人多、使用强度高等特点,在《电动汽车安全要求》标准基础上,对内饰阻燃、车辆结构、充电系统、整车控制、系统防水等方面提出了更严格的要求
	《电动汽车用动力蓄电池安全要求》	主要规定了动力蓄电池的机械安全、电气安全和功能安全,测试项目涵盖机械冲击、模拟碰撞、湿热循环、外部火烧、振动泡水、外部短路、过温过充、系统热扩散等各种安全场景

资料来源: 市说新语、国海证券研究所

MEMS 惯性导航传感器有望随 L2 及以上车型采用高精度车载组合导航系统逐步放量。 MEMS 惯性导航传感器运用加速度计、陀螺仪等 MEMS 传感器的多轴惯性测量单元 (IMU) 测量加速度、角速度并计算运载体的位置信息,可使汽车不依赖外部信息交互并进行自主导航,为决策层提供连续的车辆位置和形态等信息。目前惯性导航在自动驾驶中的应用主要是与高精度卫星定位共同组成组合导航系统,实现高精度定位。据佐思数据库,2021 年中国 L2 级自动驾驶乘用车的销售渗透率超过 20%,部分 L2 级车型通过配置高精定位系统和高精地图实现了高速领航自动驾驶,如小鹏 P7,蔚来 EC6、ES6、ES8,广汽埃安 V、埃安 LX 等车型可以选装高精定位方案,一汽红旗 E-HS9、高合 HiPhi X、2021 款理想 ONE 等车型标配高精定位方案。因此我们认为 MEMS 惯性传感器有望随 L2 及以上车型采用高精度车载组合导航系统逐步放量。

汽车行业智能化、网联化的趋势与 MEMS 的发展浪潮相得益彰,未来有望催生出 MEMS 传感器更多元的汽车场景需求。物联网推动了 MEMS 产业发展的第三次浪潮,这与汽车网联化的发展趋势遥相呼应。随着自动驾驶化升级、智能多元场景的开发、车联网的发展,汽车 MEMS 传感器有望得到更多的增长需求。

图 34: MEMS 发展的三次浪潮与汽车智能网联化的趋势完美契合

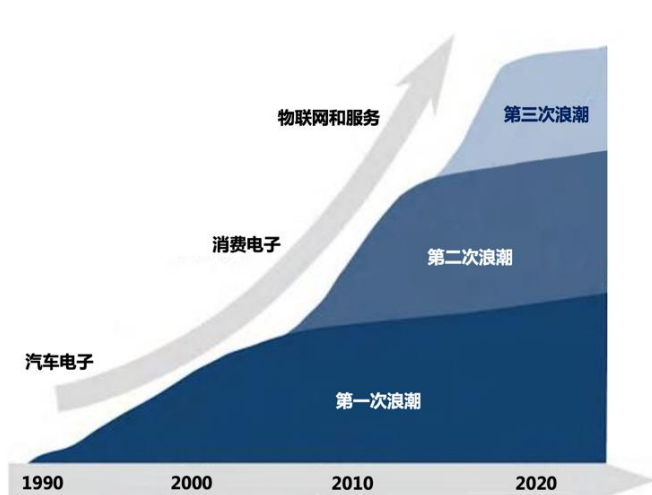
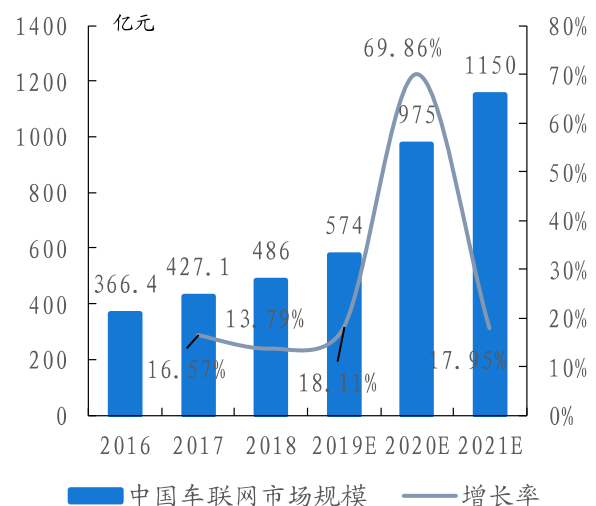


图 35: 预计 2016-2021 年车联网市场规模 CAGR=21%



资料来源: 赛迪顾问、半导体行业观察、国海证券研究所

资料来源: 赛迪顾问、半导体行业观察、国海证券研究所

2.3、2025 年中国乘用车汽车传感器市场收入有望达到 1003.8 亿元，2021-2025 年 CAGR 达 39.19%

基于上述分析，我们对 2025 年乘用车汽车传感器的市场规模进行测算：

$$\text{(乘用车) 汽车传感器市场规模} = \text{车身感知传感器规模} + \text{环境感知传感器规模}$$

即：

$$\text{车身感知传感器市场规模} = \text{乘用车销量} * \text{单车车身感知传感器总价值}$$

$$\text{环境感知传感器市场规模} = \text{乘用车销量} * \text{单车搭载环境感知传感器数量} * \text{渗透率} * \text{环境感知传感器价格}$$

汽车传感器行业规模主要取决于：①乘用车市场的销售量；②单车搭载传感器的数量。

① 乘用车市场的销售量方面：

根据汽车纵横的统计数据，2021 年乘用车销量 2148.2 万辆，其中新能源车 352.1 万辆；2025 年乘用车销量有望达到 2526 万辆，新能源车渗透率有望超过国家预期的 20%，预计届时将超过 900 万辆。由此推测：2021-2025 年，预计乘用车总销量 CAGR 为 4.13%，其中新能源车销量 CAGR 为 26.44%，传统燃油车销量 CAGR 为 -2.46%。

② 单车搭载传感器的数量方面：

车身感知传感器方面：新能源车与传统燃油车的架构不同，所以传感器的类型和数量有所差别；并且伴随 MEMS 化渗透以及多元车用场景的诞生，我们认为单车车身感知传感器数量或将逐渐增加。

环境感知传感方面：据《汽车产业中长期发展规划》预计 2025 年我国各级别自动驾驶渗透率合计达到 80%，其中 L2 和 L3 级合计达 25%，L4 级别开始进入市场；据《智能网联汽车技术路线图 2.0》预计 2025 年 PA、CA 级别（即 L2、L3）年销量占比达 50%，HA 级（即 L4 级）智能网联汽车开始进入市场；据 HIS 预测 2025 年全球各级别自动驾驶渗透率合计达到 70%，其中 L1 和 L2 级合计达 50%，L3 级为 15%，L4 级以上为 5%；据 ICV Tank 预测 2025 年 L1 级为 37.80%，L2 级为 53.99%，L3 级以上为 1.36%；自动驾驶化有望向更高等级渗透。

图 36: 我国驾驶自动化水平不断提升

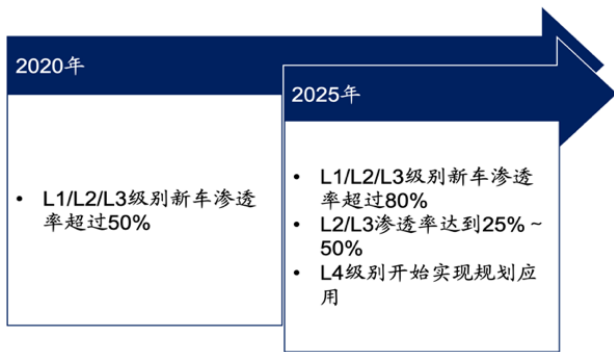
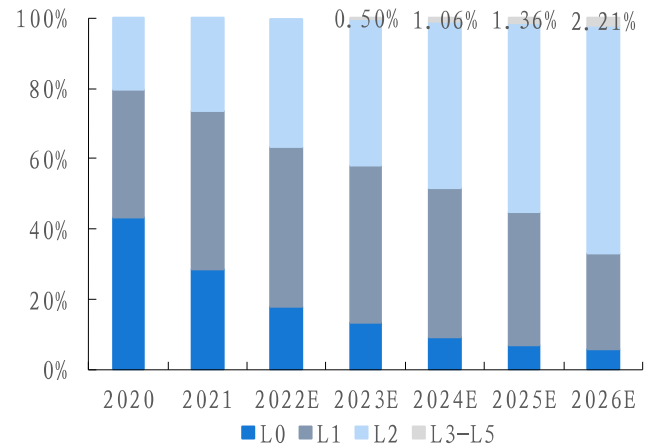


图 37: 全球高阶自动驾驶渗透率不断提升



资料来源:《汽车产业中长期发展计划》、《智能网联汽车技术路线 2.0》、国汽智联、智研咨询、国海证券研究所

资料来源: ICV Tank、国海证券研究所

表 27: 不同级别的自动驾驶对应环境感知传感器的数量

自动驾驶级别	L0	L1	L2	L3	L4	L5
单车摄像头数量(颗)	0-1	1-3	3-11	3-14	10-20	10-20
单车超声波雷达数量(颗)	0-4	4-8	8-12	8-12	8-12	8-12
单车毫米波雷达数量(颗)	0	1-3	1-3	5-7	5-7	5-7
单车激光雷达数量(颗)	-	-	-	1	2	4

资料来源: 奥迪威招股说明书、电子发烧友网、国海证券研究所

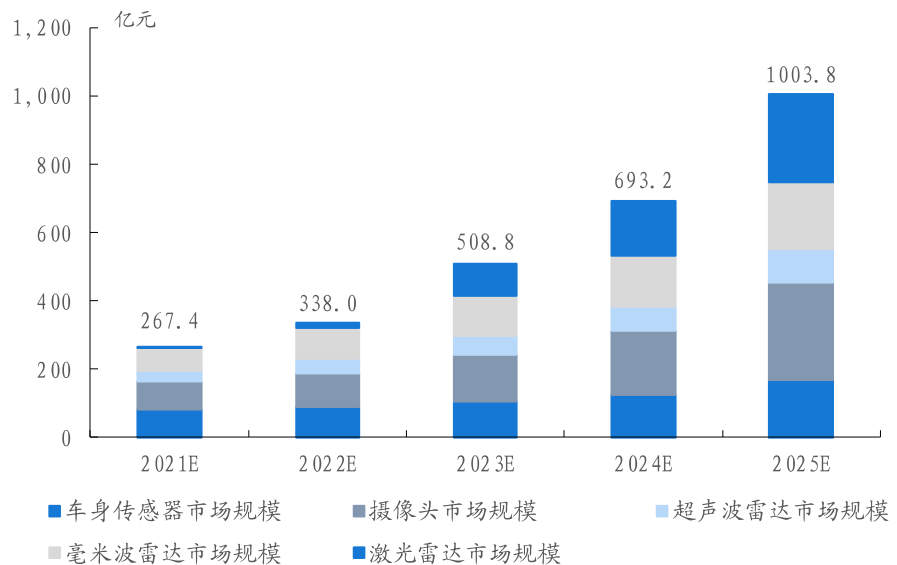
我们预计 2025 年中国乘用车汽车传感器市场规模有望达 1003.8 亿元, 2021-2025 年 CAGR 达 39.19%。车身感知传感器领域相对比较成熟, 主要增长点或为高精度车载组合导航系统。环境感知传感器方面, 超声波雷达的技术和应用相对成熟、成本较低, 车载摄像头、毫米波雷达、激光雷达有望迎来放量, 规模效应显现后成本有望下行。我们预计车载摄像头、毫米波雷达、激光雷达有望成为汽车传感器领域主要增长点, 2025 年乘用车传感器行业市场规模有望达到 1003.8 亿元, 2021-2025 年 CAGR 达 39.19%。

表 28: 中国乘用车汽车传感器市场测算: 预计 2025 年规模 1003.8 亿元, 2021-2025 年 CAGR 为 39.19%

年度	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
中国乘用车数量 (万辆)	2148	2300	2381	2445	2526
YOY	6.5%	7.1%	3.5%	2.7%	3.3%
新能源乘用车数量 (万辆)	352	550	633	767	900
YOY	157.0%	56.2%	15.1%	21.2%	17.3%
传统燃油乘用车数量 (万辆)	1796	1750	1748	1678	1626
YOY	-4.5%	-2.6%	-0.1%	-4.0%	-3.1%
市场规模预测					
车身传感器市场规模 (亿元)	82.4	91.3	106.5	125.8	167.7
YOY	3.9%	10.8%	16.6%	18.1%	33.3%
摄像头市场规模 (亿元)	80.2	98.0	135.5	186.3	285.4
YOY	19.6%	22.2%	38.3%	37.5%	53.2%
超声波雷达市场规模 (亿元)	34.0	42.9	55.5	71.0	96.6
YOY	26.7%	26.1%	29.4%	28.0%	36.0%
毫米波雷达市场规模 (亿元)	64.4	86.9	115.4	147.5	195.7
YOY	43.9%	34.9%	32.8%	27.9%	32.6%
激光雷达市场规模 (亿元)	6.4	19.0	95.9	162.6	258.4
YOY	175.3%	194.4%	405.6%	69.5%	58.9%
合计 (亿元)	267.4	338.0	508.8	693.2	1003.8
YOY	21.4%	26.4%	50.5%	36.2%	44.8%

资料来源: 智研咨询、半导体行业观察、中国汽车报、电子发烧友网、贸泽电子、盖世汽车专区、ittbank、产业信息网、智能网联汽车网、前瞻经济学人、激光制造网、国海证券研究所

图 38: 中国乘用车汽车传感器市场测算



资料来源: 智研咨询、半导体行业观察、中国汽车报、电子发烧友网、贸泽电子、盖世汽车专区、ittbank、产业信息网、智能网联汽车网、前瞻经济学人、激光制造网、国海证券研究所

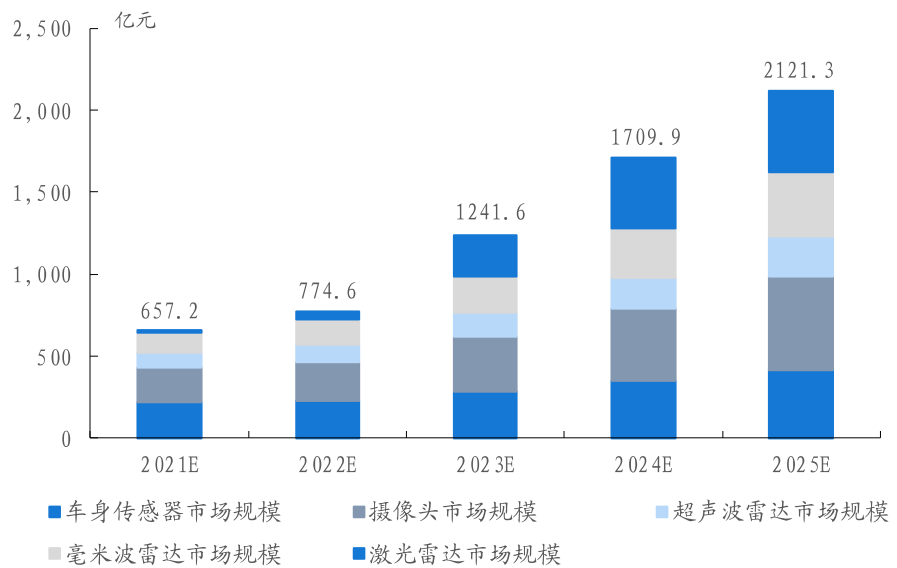
我们预计 2025 年全球乘用车汽车传感器市场规模有望达 2121.3 亿元，2021-2025 年复合增速为 34.04%。我们采取与对中国市场测算的同样方式对全球乘用车汽车传感器市场进行测算。汽车市场的销量方面，全球汽车出货量或将在 2025 年恢复到疫情前的巅峰水平；单车搭载传感器的数量方面，我们认为全球情况大体相同。我们预计 2025 年全球汽车传感器行业市场规模有望达 2121.3 亿元，预计 2021-2025 年复合增速为 34.04%。

表 29: 全球乘用车汽车传感器市场测算：预计 2025 年规模 2121.3 亿元，2021-2025 年 CAGR 为 34.04%

年度	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球乘用车销售量 (万辆)	5640	5680	6320	6660	6850
YOY	5.2%	0.7%	11.3%	5.4%	2.9%
全球新能源乘用车销售量 (万辆)	650	1015	1168	1415	1875
YOY	107.9%	56.2%	15.1%	21.2%	32.5%
全球传统燃油乘用车销售量 (万辆)	4990	4665	5152	5245	4975
YOY	-1.1%	-6.5%	10.4%	1.8%	-5.1%
全球乘用车传感器市场规模预测					
车身传感器市场规模 (亿元)	219.1	229.0	287.9	349.5	416.1
YOY	3.7%	4.5%	25.7%	21.4%	19.0%
摄像头市场规模 (亿元)	209.1	237.4	328.9	438.2	568.3
YOY	17.7%	13.5%	38.5%	33.2%	29.7%
超声波雷达市场规模 (亿元)	89.3	105.9	147.3	193.5	247.6
YOY	25.2%	18.7%	39.1%	31.3%	28.0%
毫米波雷达市场规模 (亿元)	122.7	155.5	224.9	301.6	387.6
YOY	38.4%	26.7%	44.6%	34.1%	28.5%
激光雷达市场规模 (亿元)	16.9	46.9	252.6	427.1	501.8
YOY	172.1%	177.0%	439.1%	69.0%	17.5%
合计 (亿元)	657.2	774.6	1241.6	1709.9	2121.3
YOY	18.4%	17.9%	60.3%	37.7%	24.1%

资料来源: Wind、Clean Technica、BNEF、智研咨询、半导体行业观察、中国汽车报、电子发烧友网、贸泽电子、盖世汽车专区、ittbank、产业信息网、智能网联汽车网、前瞻经济学人、激光制造网、第一电动汽车网、新能源汽车国家大数据联盟、彭博社、国海证券研究所

图 39: 全球乘用车汽车传感器市场测算



资料来源: Wind、Clean Technica、BNEF、智研咨询、半导体行业观察、中国汽车报、电子发烧友网、贸泽电子、盖世汽车专区、ittbank、产业信息网、智能网联汽车网、前瞻经济学人、激光制造网、第一电动汽车网、新能源汽车国家大数据联盟、彭博社、国海证券研究所

3、汽车传感器产业链机遇与挑战并存,期待国产实现弯道超车

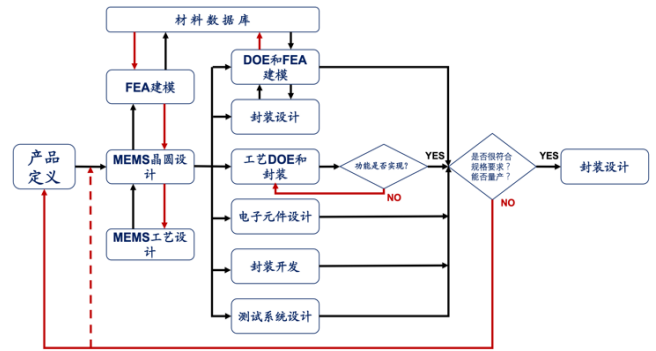
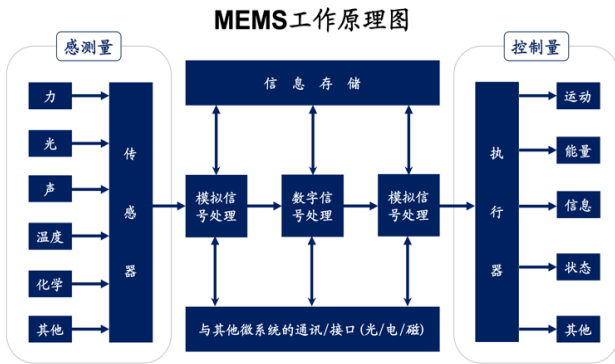
微机电技术应用和智能驾驶的升级推动了汽车传感器的发展,从各类传感器产业链拆解分析来看: ①MEMS 传感器封测成本通常占总成本一半以上,设计制造与国外差距明显,封装环节通常由传统 IC 封装企业代工,国内较为领先; ②车载摄像头以 CIS 为主,有望受益于驾驶自动化水平提升; ③超声波雷达发展较为成熟,有望受益于自动泊车应用; ④毫米波雷达技术壁垒较高,国内厂商当前已在整机和 SOC 芯片实现突破; ⑤混合固态激光雷达是市场当下主流方案,固态化、芯片化架构是未来的发展趋势。

3.1、MEMS 传感器: 设计制造差距明显,封装常由 IC 封装企业代工

MEMS 传感器研发周期长，对半导体制程先进与否不敏感，封测成本占比通常超过总成本一半。 MEMS 的工作原理是将输入的物理信号通过传感器转化为电信号，经信号处理后最终由执行器与外界产生作用，在设计研发方面，MEMS 将产品的工艺流程、机电结构、包括封装和测试在内的验证相互交联在一起，往往需要数年时间完成多个设计闭环才能量产；制造方面，MEMS 对半导体制程的先进与否并不敏感，基础材料的属性是决定产品性能的根本因素，生产工艺会影响产品的精度及良率；封装方面，MEMS 通常分为芯片级、器件级和系统级封装三个层次，大多采用非标准工艺，由传统 IC 封装企业代工，封装的成本能占到总成本的 40%以上；测试方面，MEMS 与集成电路相比要求更高、测试的复杂程度更大，测试方法因 MEMS 传感器的种类而有差别，各厂商通常采用自研方法进行测试，封测成本通常能占到总成本的一半以上。

图 40: 基于 MEMS 工作原理的两类核心元件：“传感器+信号传输单元” & “执行器+信号传输单元”

图 41: MEMS 产品设计流程：“工艺流程+机电结构+包括封装和测试在内的验证”相互交联

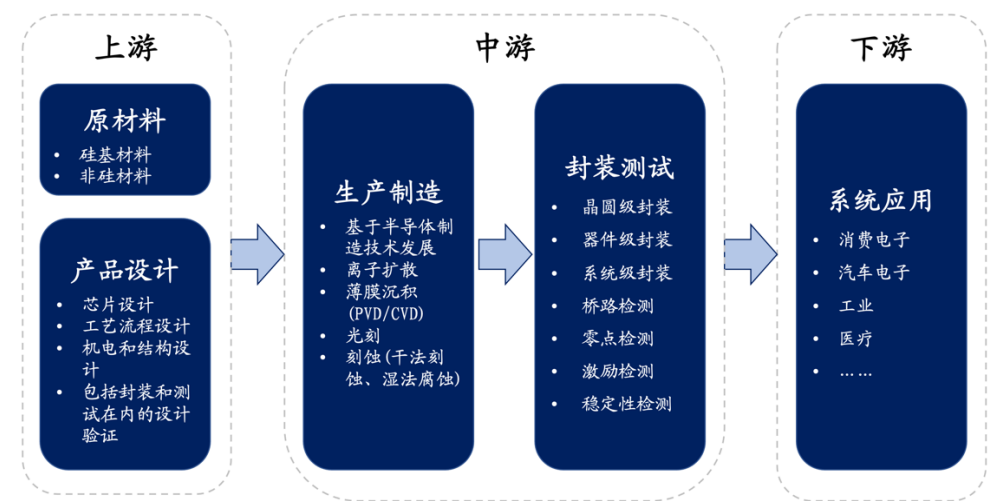


资料来源：赛迪顾问、半导体行业观察、歌尔微招股说明书、国海证券研究所

资料来源：赛迪顾问、半导体行业观察、歌尔微招股说明书、国海证券研究所

MEMS 传感器产业链分为设计研发、生产制造、封装测试、系统应用四个环节。 上游主要是设计、原材料与设备，中游是制造与封测，下游是消费电子、汽车电子等系统应用的终端产品。

图 42: MEMS 产业链分为设计研发、生产制造、封装测试、系统应用



资料来源：赛迪顾问、歌尔微招股书、传感器技术、信息通信技术与政策、国海证券研究所

MEMS 加工工艺与传统的 IC 工艺有许多相似之处，如光刻、薄膜沉积、掺杂、刻蚀、化学机械抛光工艺等，但是有些复杂的微结构难以用 IC 工艺实现，必须采用微加工技术制造。

表 30: MEMS 微加工工艺

微加工技术分类	主要内容
体微加工技术	沿着硅衬底的厚度方向对硅衬底进行刻蚀的工艺，包括湿法刻蚀和干法刻蚀，是实现三维结构的重要方法
表面微加工技术	采用薄膜沉积、光刻以及刻蚀工艺，通过在牺牲层薄膜上沉积结构层薄膜，然后去除牺牲层释放结构层实现可动结构
特殊微加工技术	特殊加工方法包括：键合、LIGA、电镀、软光刻、微模铸、微立体光刻、微电火花加工等

资料来源：传感器技术、国海证券研究所

MEMS 传感器生产制造有 IDM 和 Fabless 两种模式，国际大厂以 IDM 为主。

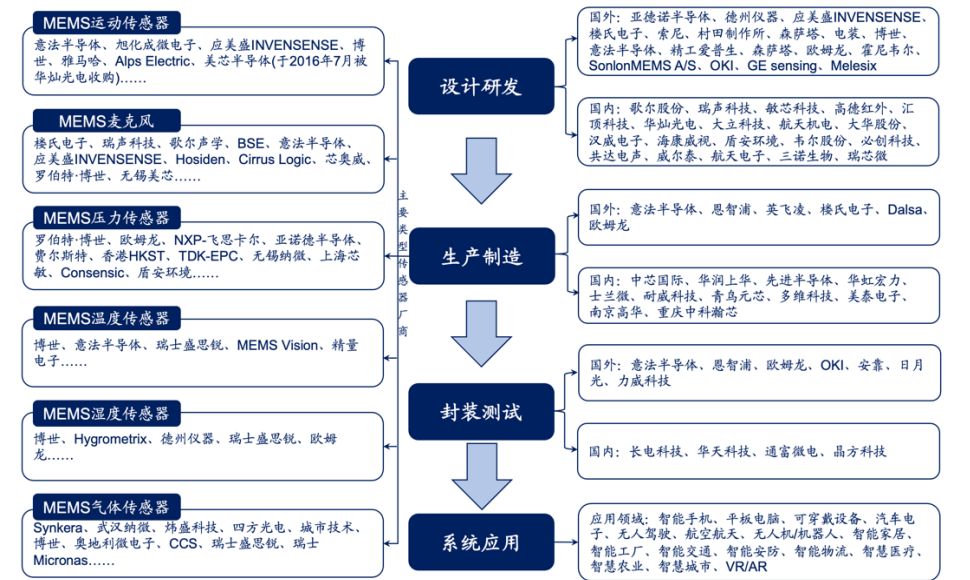
表 31: MEMS 传感器生产模式：Fabless 模式 VS IDM 模式

生产模式	特点	典型厂商
Fabless 模式	以设计为主的垂直分工模式，企业主要负责 MEMS 产品的设计与销售，将生产、测试、封装等环节外包	楼氏电子、HP、佳能
IDM 模式	目前国际大厂主要的商业模式，厂商经营范围涵盖了设计、制造、封装测试等各环节	Bosch(博世)、三星、TI(德州仪器)、东芝、ST(意法半导体)

资料来源：赛迪顾问、半导体行业观察、国海证券研究所

国内企业在设计、制造、测试设备等环节与海外企业相比仍有差距，核心竞争力有待提高。国内 MEMS 产业形成从前端设计到后端封装测试的完整链条，国内各环节龙头发展迅速，但在数量和规模上与海外依然存在差距。设计环节国内企业产品线单一、规模偏小，多数企业年收入低于 1 亿美元，商业化 MEMS 设计工具方面处于真空状态；制造方面工艺水平差距明显，仅能制备压力传感器等低端产品，尚未建立压电材料等高端制造工艺线，出货量有限；封装环节国内企业在技术上致力于三维封装等第四代技术的研发；中国大陆全球市场份额可达 20.7%，仅次于中国台湾的 42%，是全球第二大芯片封装基地；测试环节国内高质量测试设备企业较少，高端设备仍被国外龙头垄断。整体看产业链各环节与海外企业相比仍有差距，核心竞争力有待提高。

图 43: MEMS 产业链主要厂商及应用领域, 海外企业是市场里主要的“高端玩家”



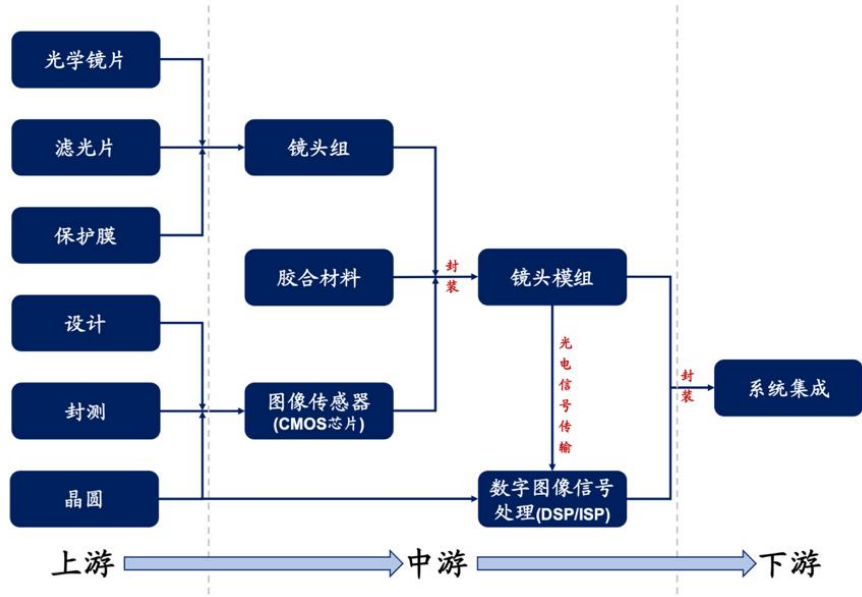
资料来源: 赛迪顾问、半导体行业观察、北京物联网智能技术应用协会、国海证券研究所

未来 MEMS 传感器或将向更大晶圆尺寸、新敏感材料、纳米加工技术方向演进, 呈现多项功能高度集成化和组合化的趋势。目前业界普遍应用 6 英寸、8 英寸的晶圆制造工艺, 更大尺寸的晶圆能够有效降低成本、提高产量; 薄膜型压电材料具备工艺一致性、高可靠性、高良率、体积小的优势, 可有效提高 MEMS 传感器的技术水平; 传感器向更小尺寸演进的趋势, 有望推动微电子加工技术特别是纳米加工技术的快速发展; 在更小空间上的设计、降低成本、降低功耗的驱动下, MEMS 传感器或将实现在同一衬底上集成多种敏感元器件、制成能够检测多个参量的多功能组合, 向多项功能高度集成化和组合化的趋势发展。

3.2、车载摄像头: 受益于汽车行业高景气度, CIS 和车载镜头有望持续扩张

车载摄像头主要由镜头组、图像传感器 (CIS)、数字图像信号处理 (DSP) 组成, 其中 CIS 成本占比最高。据 ON SEMI 披露, 车载摄像头中图像传感器的成本占比可达 50%, 模组封装和镜头组占比分别为 25%、14%; 三者均处于产业链中游位置, 其中图像传感器是车载摄像头核心技术。镜头组、胶合材料、图像传感器经封装构成镜头模组, 镜头模组将光电信号传递至 DSP 进行图像信号处理; DSP 将模拟信号转化为数字信号, 并与镜头模组封装集成, 形成终端系统。DSP 市场的海外厂商集中度较高, 车载摄像头模组封装格局较为分散, 海外厂商占据主导地位。

图 44: 车载摄像头产业链



资料来源：智能汽车俱乐部、国海证券研究所

表 32: 布局摄像头产业链各环节的企业遍布全球

产业链环节		全球主要厂商
上游	光学镜片	大立光、今国光学、亚洲光学、关东辰美、玉晶光、利达光电、舜宇光学
	滤光片	旭硝子、大真空、水晶光电、深圳激埃特、Optrontec、深圳市赛旭、日本电波
	保护膜	3M、水晶光电、海泰、LG、美能达、耐司、蔡司
	设计	索尼、三星、安森美、韦尔股份、格科微
	封测	精材、胜丽、同欣电子、晶方科技、华天科技
	晶圆	台积电 TSMC、中芯国际 SMIC、三星、联电 UMC、Micron、德州仪器 TI、东芝、ST-Micro、海力士 SK Hynix
中游	镜头组	三星、无锡凯尔、LG、夏普、舜宇光学、ST-Micro、富士康、联创电子、欧菲光
	胶合材料	乐泰、恒诚伟业、爱普生、日本精工、东洋、玛斯特、德国汉高、3M、道康宁、巴斯夫、日东电工
	图像传感器	索尼、格科微电子、Hynix、OVT、安森美、LG、东芝、比亚迪电子、三星
	镜头模组封装	松下、法雷奥、三星、舜宇光学、丘钛科技、欧菲光
	图像信号处理器	索尼、松下、TI、三星、Mobileye、ARMSun、AMBA、日立
下游	系统集成	索尼、天台、松下、麦格纳、法雷奥、同致、苏州智华、浙江海康、迈瑞思、北京经纬恒润、海拉、保千里、大陆、德尔福、辉创电子

资料来源：新材料在线、黄华电子、国海证券研究所

图 45: 车载摄像头成本构成中图像传感器占比最高

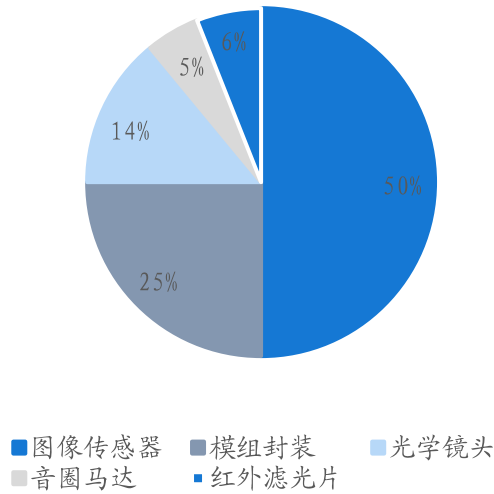
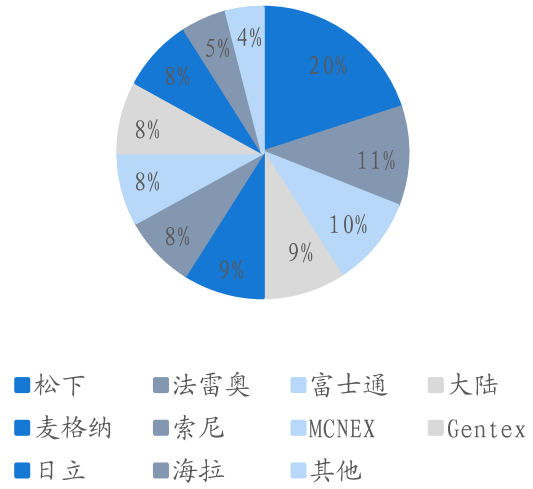


图 46: 2019 年全球车载摄像头模组封装格局较为分散, 海外厂商占据主导地位



资料来源: ON SEMI、盖世汽车、国海证券研究所

资料来源: ON SEMI、盖世汽车、观研天下、国海证券研究所

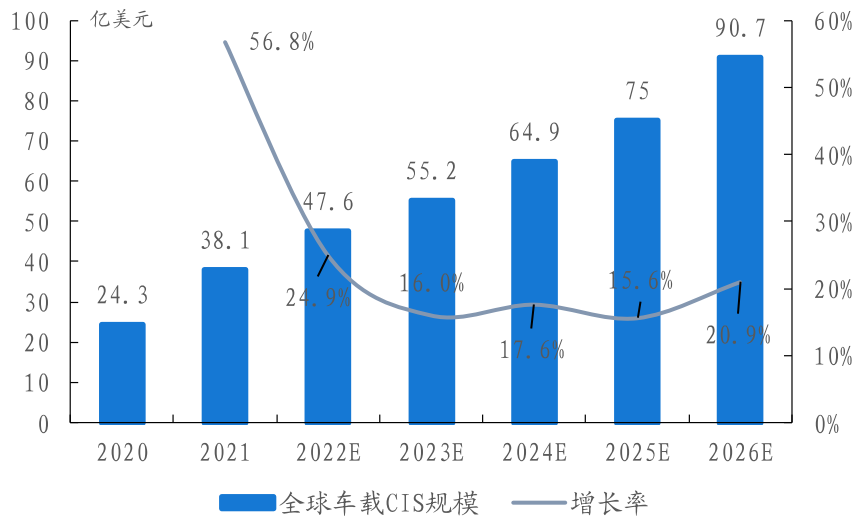
CIS 是手机、汽车等领域的主流图像传感器。图像传感器主要有 CCD（电荷耦合器件）和 CMOS 两种，与 CCD 图像传感器相比 CIS（CMOS 图像传感器）具有省电节能、价格便宜、便于与其他硅器件集成的优点，在消费电子市场上 CIS 实现了对 CCD 的替代。CCD 仅在卫星、医疗等专业领域继续使用，CIS 广泛应用于手机、汽车、医疗、安防、工业、其他消费电子等下游领域。据 ICV Tank 数据 2021 年全球车载 CIS 总收入 38.1 亿美元，预计 2026 年有望达 90.7 亿美元，CAGR 为 18.94%。

表 33: CDD 和 CIS 芯片性能特点对比

指标	CCD 芯片	CIS 芯片
快门	全局快门	全局或者滚动
同一分辨率的相机/芯片的成本	非常高	非常低(滚动)到中等(全局)
最大读出速度	较低, 通常不高于 20FPS	非常高、潜力无限
耗电	高	低
镜头选择范围	有限	非常大
发热, 如果不降噪噪声是否会高	非常高	低
成像质量	动态范围	低到非常高
	灵敏度	低到非常高
	低噪点	几乎没有

资料来源: 华经情报网、国海证券研究所

图 47: 车载 CIS 全球市场规模



资料来源: ICV Tank、电子发烧友网、国海证券研究所

自动驾驶、ADAS 技术推动车载摄像头量价齐升，高像素 CIS 有望在汽车上普及。在市场格局方面，按照出货量、销售额两个口径分别统计，2020 年，索尼、三星、豪威科技、格科微、SK 海力士占据全球 CIS 业务的主要市场份额，中国厂商已具备国际化的实力；据安森美，其在汽车 CMOS 图像传感器的全球市场占有率达到 60%、在 ADAS 领域市占率达 80%，在全球市场居主导地位。车载摄像头对 CIS 在技术上的更高要求已有显现：在 2015 年之前，车载 CIS 主要用于倒车影像与行车记录仪，对像素要求不高，普遍在 30-72 万之间；2015 年之后，随着自动驾驶、ADAS 技术的兴起，单个汽车摄像头的安装数量不断增加，同时在高灵敏度、高动态范围、消除 LED 闪光等性能上有了更高的要求，价值量不断提升。考虑蔚来 ET7 搭载 11 颗 800 万像素高清摄像头，我们认为高像素的 CIS 有望在汽车上普及。

图 48: 2020 年 CIS 出货量情况

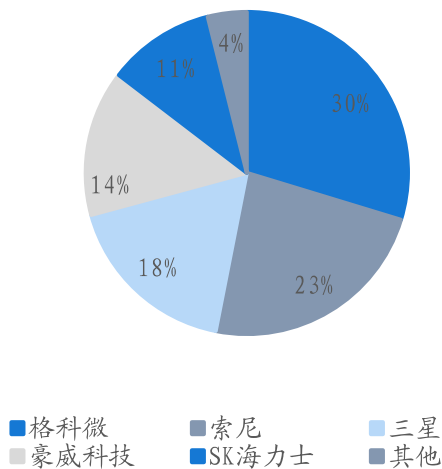
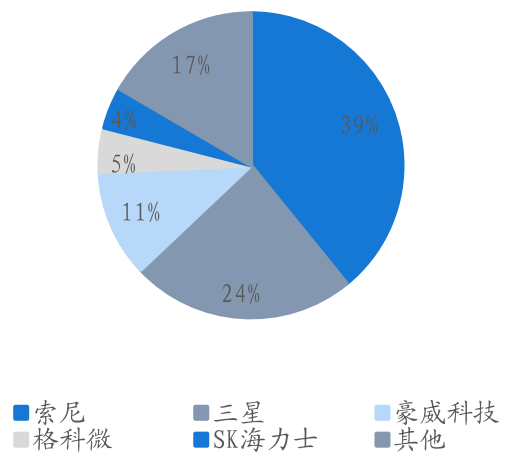


图 49: 2020 年 CIS 传感器销售额情况



资料来源: Frost&Sullivan、格科微招股书、国海证券研究所

资料来源: Frost&Sullivan、格科微招股书、国海证券研究所

图 50: COMS 图像传感器下游占比

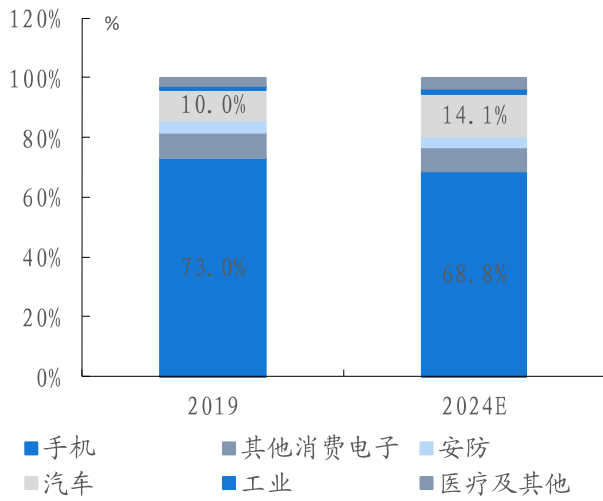
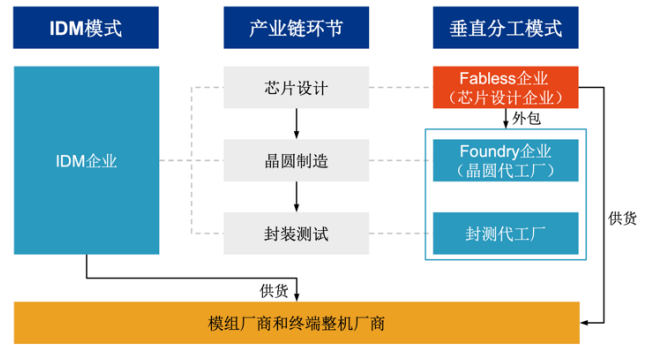


图 51: CIS 行业的不同经营模式下对应的产业链环节



资料来源: Frost&Sullivan、格科微招股书、国海证券研究所

资料来源: 格科微招股说明书

CIS 的产业链模式有 IDM 模式、Fab-Lite 模式、Fabless 模式, 国内厂商以 Fabless 和 Fab-Lite 为主。

表 34: 三种 CIS 芯片生产模式的比较: IDM 模式、Fab-Lite 模式、Fabless 模式

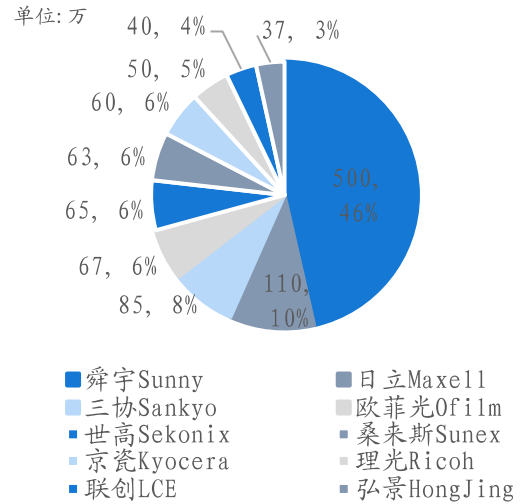
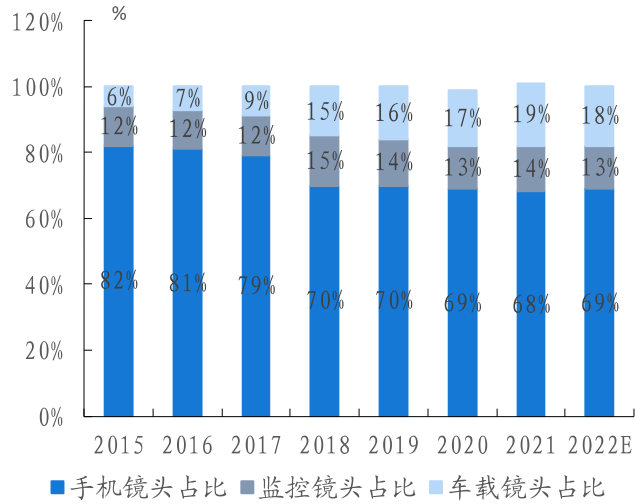
项目	IDM 模式	Fab-Lite 模式	Fabless 模式
研发效率	高	高	低
需求波动风险抵御能力	低	适中	高
资产投入与折旧	高	适中	无
模式范围	包括芯片设计、晶圆制造、封装制造、销售供货的所有环节	部分标准化程度较高的芯片设计生产环节委外进行, 部分产品独有的特殊工艺自主完成	仅从事芯片设计和销售供货环节, 晶圆制造和封装测试外包给代工工厂
优劣势	<p>优势: 垂直整合制造模式, 利用自有产线进行更为高效的内部研发协同</p> <p>劣势: 面对下游需求波动的灵活性较差, 在下游市场需求衰减时易出现产线空置风险</p>	介于 Fabless 模式和 IDM 模式之间的轻晶圆厂模式, 企业引入了部分自有产线, 研发效率能够得到显著提升, 并能够快速响应市场需求, 引领行业技术前沿, 但同时也因规模较大的资产投入而在一定程度上削弱了风险抵御能力	<p>优势: 垂直分工模式, 能够根据自身规划及市场需求, 对采购规模进行灵活调节, 对需求波动风险的抵御能力更强</p> <p>劣势: 工艺设计环节需通过与代工工厂联合研发, 研发效率较低、成本较高; 适用于追随市场较为成熟的产品, 无法推动市场技术革新</p>
典型厂商	索尼、三星、海力士 SK Hynix	安森美、格科微	豪威科技

资料来源: 格科微招股说明书、国海证券研究所

受益于车载镜头需求增长，车载镜头市场有望持续扩张。光学镜头是光学成像系统中的必备组件，直接影响成像质量和算法实现效果。据 TSR，2018-2022 年全球光学镜头市场收入有望从 59.16 亿美元增长至 88 亿美元，其中车载镜头营业收入有望达到 16.13 亿美元；2017-2022 年全球车载镜头出货量有望从 11738.4 万件增长至 23468.9 万件。从车载镜头出货量看，舜宇光学稳居第一。

图 52：车载镜头在光学镜头市场中占比逐年上升

图 53：2021 年 9 月车载摄像头镜头出货量 TOP10

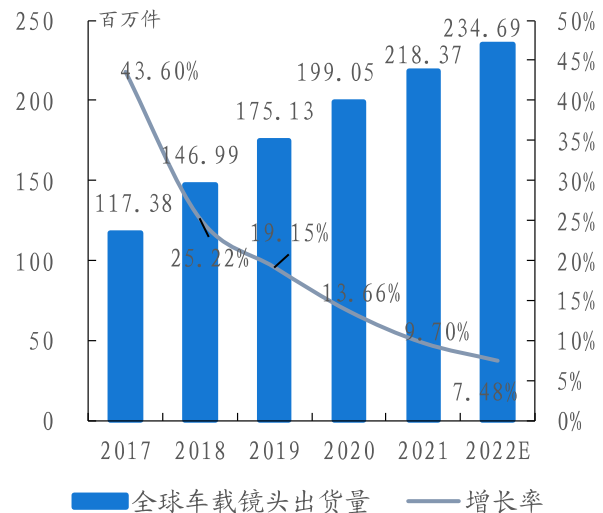
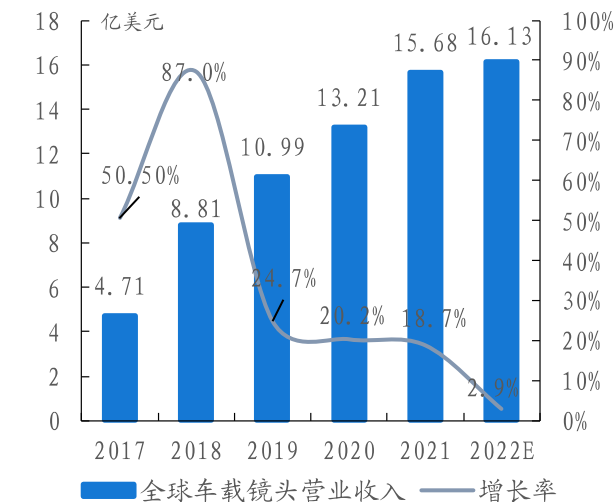


资料来源：TSR、宇瞳光学招股说明书、国海证券研究所

资料来源：旭日大数据、摄像头观察、国海证券研究所

图 54：预计 2017-2022 年全球车载镜头市场 CAGR=27.92%

图 55：预计 2017-2022 年全球车载镜头市场出货量 CAGR=14.86%



资料来源：TSR、宇瞳光学招股说明书、国海证券研究所

资料来源：TSR、宇瞳光学招股说明书、国海证券研究所

根据镜片特性光学镜头主要分为塑胶镜头、玻璃镜头、玻璃塑胶混合镜头，其中玻璃塑胶混合镜头折射率高、光学性能稳定，多用于汽车领域作为车载镜头。

表 35: 三种光学镜头中玻璃塑胶混合镜头适用于车载领域

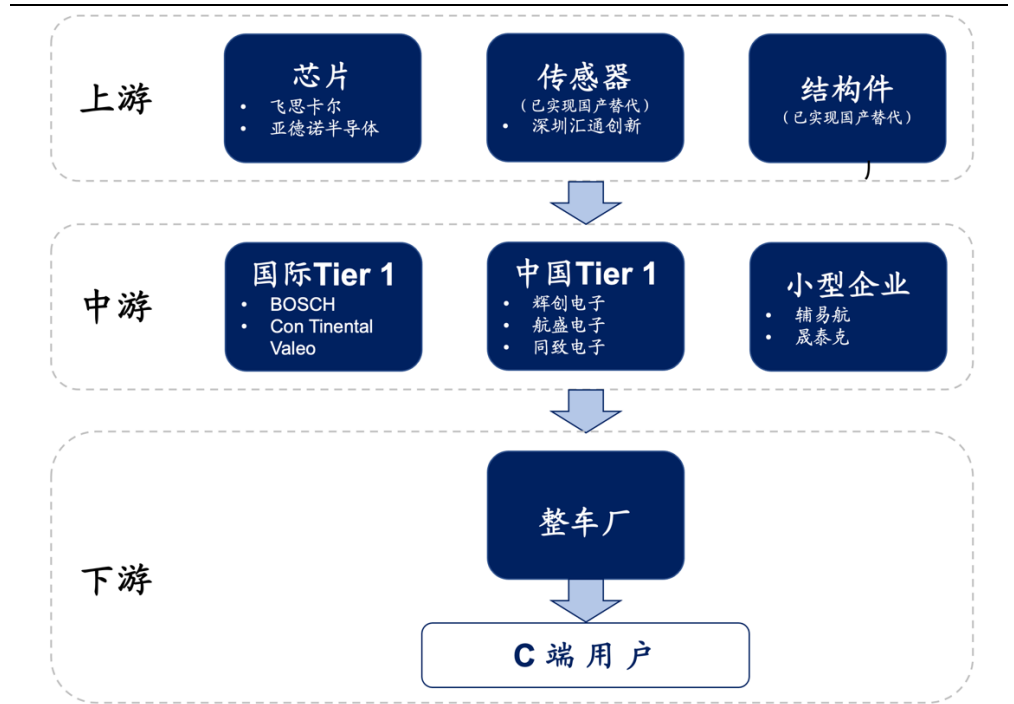
	塑胶镜头	玻璃镜头	玻璃塑胶混合镜头
工艺难度	低	高	高
量产能力	高	低	低
成本	低	高	高
热膨胀系数	低	高	介于前二者之间
透光率	可达 92%	可达 99%	介于前二者之间
镜头特性	可塑性强、易制成非球面形状、便于小型化	透光率高，对模造技术、镀膜工艺、精密加工的要求高	具有高折射率的光学性能和稳定性
下游应用	手机摄像头、数码相机	单反相机、高端扫描仪	车载、数码相机、安防监控
代表性厂商	大立光、舜宇光学、玉晶光电	佳能、尼康、卡尔蔡司、索尼	舜宇光学、宇瞳光学
产业集中度	较高，前五大厂商占市场 60%份额	高，国际巨头垄断	较高

资料来源：宇瞳光学招股说明书、国海证券研究所

3.3、超声波雷达：产业链较为成熟，有望受益于自动泊车应用

车载超声波雷达发展较为成熟，已实现国产化，上游芯片环节仍存在差距。超声波雷达的产业链包括上游芯片和传感器及结构件制造商、中游超声波雷达制造商、下游汽车厂商。其中芯片环节的技术含量最高，国内与国外企业仍存在差距。如中国企业奥迪威可自主研发和生产应用超声波雷达的换能芯片，但在研发投入规模和发明专利数量等方面与国外厂商存在差距。总体上超声波雷达发展较为成熟，是自动泊车方案的主流传感器，有望随自动泊车应用推广受益。

图 56: 超声波雷达部分产业链环节已实现国产替代

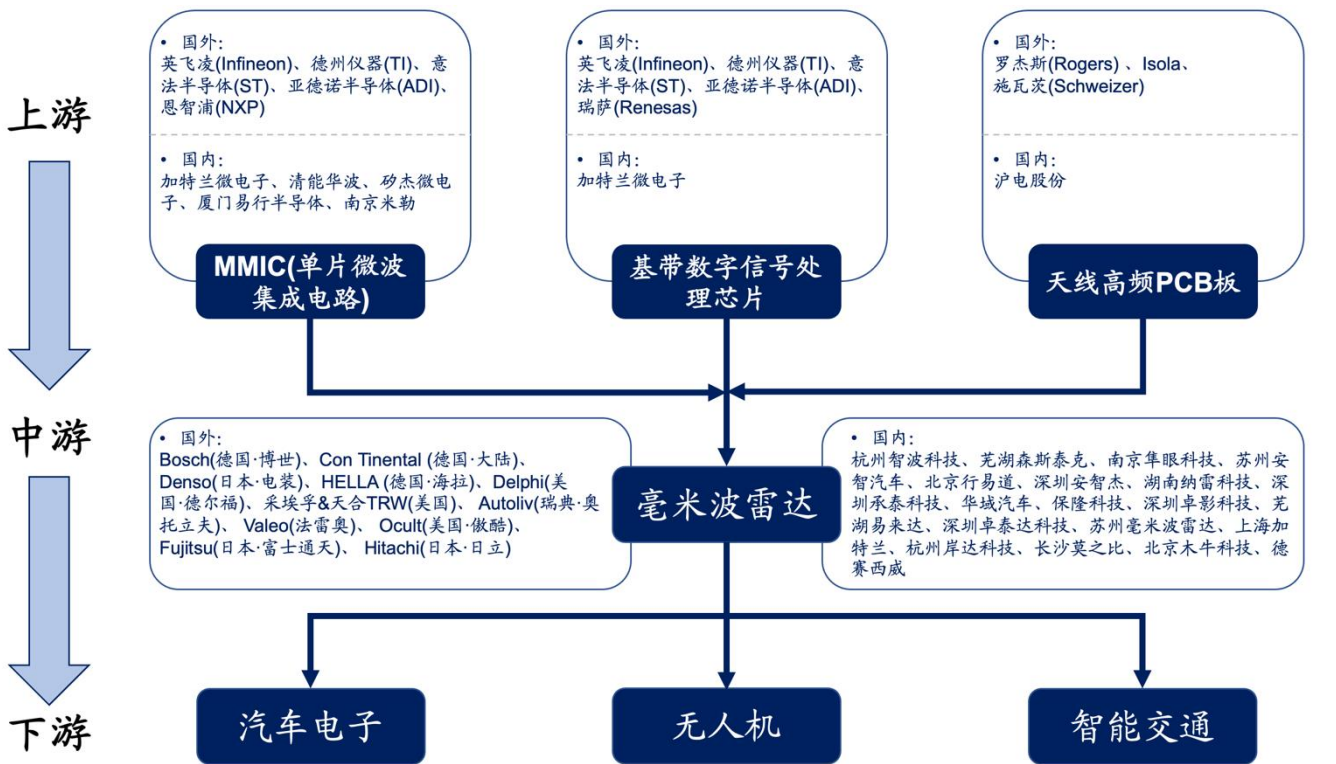


资料来源：汽车零部件、头豹研究院、国海证券研究所

3.4、毫米波雷达：国外企业技术领先，国内已经实现量产

毫米波雷达技术壁垒较高，国内厂商处于追赶状态。毫米波雷达的产业链上游包括 MMIC 单片微波集成电路、基带数字信号处理芯片、天线高频 PCB 板。每一部分均存在技术壁垒，国内厂商处于追赶的状态。MMIC 具备低噪声功率放大、混频、检波、调制、移相等功能，具备低噪声、低损耗、大动态范围、大功率、宽频带、强抗电磁辐射能力的特点，目前全球市场份额主要被恩智浦（NXP）、英飞凌、德州仪器（TI）等公司占据。天线高频 PCB 板的工作原理是将高频 PCB 板集成在普通 PCB 板上达到在较小的集成空间中实现天线功能、并保持足够的信号强度的目的；这个过程称为微带阵列，是目前毫米波雷达天线的主流方案；目前天线高频 PCB 板技术由罗杰斯(Rogers)、Isola、施瓦茨等少数公司掌握。

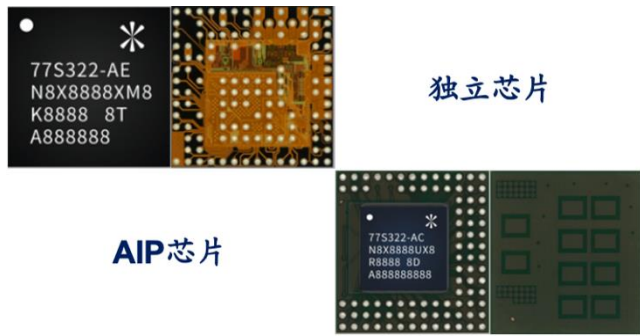
图 57：毫米波雷达产业链及各环节主要厂商



资料来源：ittbank、calterah、国海证券研究所

车载毫米波雷达向高精度、小尺寸、远探测距离发展，国内企业技术不断成熟已经加入市场竞争。2019年5月底红旗HS5搭载的森思泰克77GHz车载毫米波雷达成为国内首个真正实现“上路”的ADAS毫米波雷达传感器，突破了国际巨头垄断。据加特兰微电子官网，其汽车级全集成毫米波雷达SoC可提供独立芯片与AIP（封装集成天线）两种版本，已具备量产能力。

图 58: 加特兰微电子的汽车级全集成毫米波雷达 SoC 芯片



资料来源: 加特兰电子官网、国海证券研究所

图 59: 国内芯片设计企业已经开始布局毫米波雷达领域

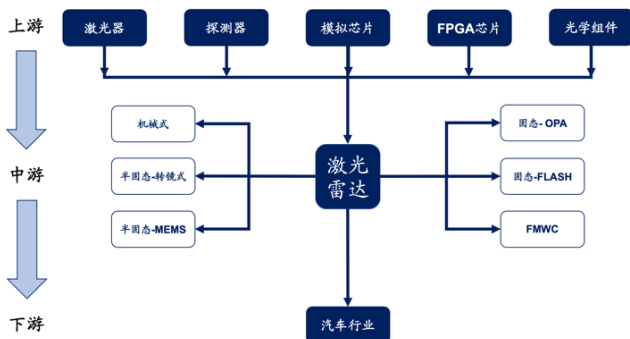
企业单位	成果
清华大学 清能华波 东南大学	已完成 8mm 波段混频器、倍频器、开关、放大器等单功能芯片的研制,目前正在开展单片接收/发射前端的设计与研制
意行半导体	自主研发的 24GHz SiGe 雷达射频前端 MMIC 套片,率先实现了国内该领域零的突破,现已实现量产和供货
加特兰微电子	发布了其国内首款 77GHz CMOS 车载毫米波雷达收发芯片
南京米勒	正在研发雷达 MMIC

资料来源: ittbank、国海证券研究所

3.5、激光雷达: 混合固态型是市场当下主流方案, 固态化、芯片化是未来的发展趋势

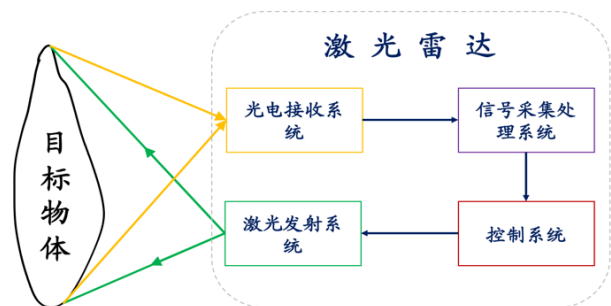
激光雷达的上游元件主要有激光器、探测器、模拟芯片、FPGA 主控芯片、光学组件, 这些元件构成了激光雷达的激光发射系统、光电接收系统、信号采集处理系统、控制系统, 共同实现激光雷达对目标物体的探测功能。据禾赛科技招股书, 激光雷达产业链上游激光器、探测器国外发展时间较长、具备经验优势、产品更加成熟, 国内发展迅速, 性能基本具备国外供应链水平、在产品上定制更灵活且具备价格优势。用于发光控制、光电转换和电信号实时处理的模拟芯片国外厂商技术先进、产能充足、成熟度高, 国内普遍存在一定差距, 车规类产品差距更大。FPGA 主控芯片国外产品性能大幅领先, 但国内产品能够满足激光雷达应用需求。光学组件国内技术和供应链水平已经达到甚至超越国外, 并且具备明显的成本优势。

图 60: 激光雷达产业链拆分



资料来源: ittbank、禾赛科技招股说明书、国海证券研究所

图 61: 激光雷达的工作原理及构成系统



资料来源: 《一本书读懂智能网联车》、国海证券研究所

表 36: 布局激光雷达产业链上游各组件的主要厂商

产业链环节	全球主要厂商
激光器	国外: OSRAM(欧司朗)、AMS(艾迈斯半导体)、Lumentum(鲁门特姆)
	国内: 深圳瑞波光电子、常州纵慧芯光半导体
探测器	国外: First Sensor、Hamamatsu(滨松)、安森美、Sony(索尼)
	国内: 成都量芯集成、深圳市灵明光子、南京芯视界微电子
模拟芯片转换器	国外: TI(德州仪器)、ADI(亚德诺半导体)
	国内: 矽力杰半导体、圣邦微电子
FPGA 芯片	国外: Xilinx(赛灵思)、Intel(英特尔)
	国内: 紫光国芯、西安智多晶微电子
光学组件	扫描镜&旋转电机: 知微传感、Lemoptix、Microvision、滨松、STM、创微
	窄带滤光片: 水晶光电、VIAVI、Alluxa
	准直镜头: Heptagon、迈得特、福晶科技

资料来源: ittbank、禾赛科技招股说明书、国海证券研究所

基于 ToF(飞行时间, Time of Flight)方案的混合固态方案是当前上车的主流。混合固态激光雷达比机械式成本低、比纯固态(OPA、FLASH)方案成熟,易实现商业化推广,是第一个通过车规级规定、成本可控、满足车企性能要求、可实现批量供货的技术方案。小鹏 P5 搭载 2 颗来自大疆定制的双棱镜扫描方案的雷达,安装在前保险杠两侧;蔚来 ET7 搭载 Innovusion 的双转镜激光雷达,于 2022 年一季度量产;首款搭载华为激光雷达的车型极狐阿尔法 S,分别在车头和车尾两侧安装 3 颗华为 96 线转镜扫描式激光雷达。目前混合固态激光雷达包括转镜、棱镜、MEMS 等,均采用 ToF 方案。

表 37: 激光雷达按照测距方法和技术方案进行分类

分类	技术方案名称	技术特点	主要厂商	量产落地时间	
ToF 激光雷达	机械式激光雷达 (机械式指整体 360° 旋转)	通过电机带动光机结构整体旋转的机械式激光雷达是激光雷达经典的技术架构, 其技术创新点体现在系统通道数目的增加、测距范围的拓展、空间角度分辨率的提高、系统集成度与可靠性的提升等	Velodyne、Valeo、Ouster、Waymo、速腾聚创、禾赛科技、镭神智能、北科天绘	2018	
	半固态/混合固态式激光雷达 (半固态式指收发模块静止仅扫描器发生机械运动)	转镜方案 (半固态-转镜式)	转镜方案中收发模块保持不动, 电机在带动转镜运动的过程中将光束反射至空间的一定范围, 从而实现扫描探测。转镜也是较为成熟的激光雷达技术方案, 其技术创新与高线数机械式方案类似	Valeo(法雷奥)、禾赛科技、IBEO、Luminar	2017
		微振镜方案 (半固态-MEMS)	微振镜方案采用高速振动的二维振镜实现对空间一定范围的扫描测量。微振镜方案的技术创新体现在开发口径更大、频率更高、可靠性更好振镜, 以适用于激光雷达技术方案	Innoluce、滨松、Mirrorcle、意法半导体、Opus、MicroVision、知微传感、禾赛科技	~ 2020-2021
	固态式激光雷达 (固态式指无任何机械运动部件)	OPA 方案 (固态-OPA)	OPA 即光学相控阵技术, 通过施加电压调节每个相控单元的相位关系, 利用相干原理, 实现发射光束的偏转, 从而完成系统对空间一定范围的扫描测量, OPA 技术取消了机械运动部件, 是纯固态式激光雷达的一种发展方向	Quanergy、力策科技、Analog Photonics	~ 2025
		电子扫描方案 (固态-FLASH)	电子扫描方案按照时间顺序通过依次驱动不同视场的收发单元实现扫描, 系统内没有机械运动部件, 是纯固态的发展方向。其架构比整体曝光所有收发单元的 Flash 固态式激光雷达更先进	LeddarTech、IBEO、Sense Photonics、北醒光子、Ouster	~ 2020-2021
FMCW 激光雷达	连续波调频方案 (FMCW)	FMCW 激光雷达发射调频连续激光, 通过回波信号与参考光进行相干拍频得到频率差, 从而间接获得飞行时间反推目标物距离, 同时也能够根据多普勒频移信息直接测量目标物的速度, 其技术发展方向为利用硅基光电子技术实现激光雷达系统的芯片化, 与 OPA 方案较契合。	Blackmore、Aeva、Insight LiDAR、SiLC、Bridger Photonics	~ 2023	

资料来源: 禾赛科技招股说明书、佐思汽车研究、新智驾、国海证券研究所

表 38: 混合固态激光雷达方案是目前国内主机厂选择上车的主流方案

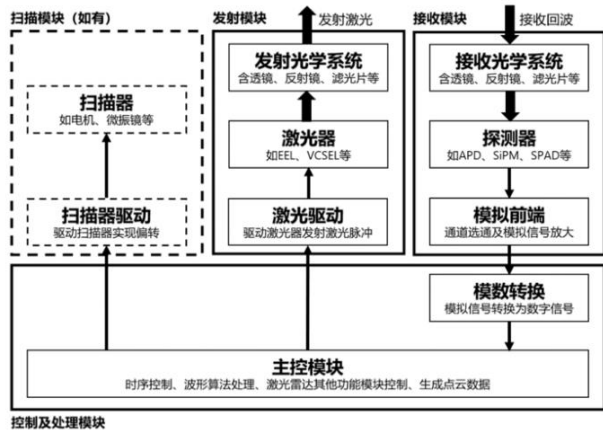
车企	车型	上市时间/发布时间	激光雷达		
			供应商-产品型号	技术类型	数量
小鹏	P5	2021年09月	大疆 Livox-Horiz 浩界	混合固态-双棱镜扫描式	2
	G9	2022年下半年	速腾聚创	混合固态-微振镜扫描式	2
蔚来	ET7	2021年01月	Innovation-Falcon	混合固态-双轴转镜式	1
高合	HiPhi Z	2022年04月	禾赛科技	混合固态-转镜式	1
哪吒	哪吒 S	2022年年底	华为-96线	混合固态-转镜扫描式	3
威马	M7	2021年10月	速腾聚创	混合固态-微振镜式	3
北汽	极狐阿尔法 S	2021年04月	华为-96线	混合固态-转镜扫描式	3
上汽	R 汽车 ES33	2021年03月	Luminar-Iris	混合固态-二维转镜扫描式	1
	飞凡 R7	2022年下半年	Luminar-Iris	混合固态-双轴转镜扫描式	1
	智己 L7	2021年11月	速腾聚创	混合固态-微振镜式	2
广汽	埃安 LX Plus	2021年11月	速腾聚创	混合固态-微振镜式	3
长城	铁甲龙	2022年7月	华为-96线	混合固态-转镜扫描式	4
	摩卡	2021年	IBEO-lbeo next	全固态	1

资料来源: 佐思汽车研究、国海证券研究所

注: Luminar-Iris 等效于 300 线

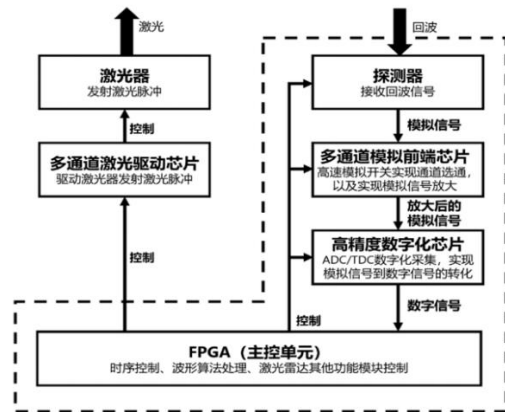
芯片化架构有望成为未来的发展趋势。激光雷达发射、光电接收、主控制系统等各个模块均需要使用芯片, 芯片化架构的激光雷可将数百个分立器件集成于一颗芯片, 降低物料成本的同时有效节省光学装调等生产成本, 显著降低因单一器件失效导致系统失效的概率, 提升可靠性, 有望成为未来发展趋势。

图 62: ToF 激光雷达核心模块示意图



资料来源: 禾赛科技招股说明书

图 63: 激光雷达专用芯片及功能模块示意图



资料来源: 禾赛科技招股说明书

在激光雷达芯片化架构趋势下, 激光雷达未来有望实现①发射端的 VCSEL 取代 EEL 以及波长从 905nm 向 1550nm 演进。②接收端采用 SPAD (单光子探测器) 与 SiPM (硅光电倍增管) 提高灵敏度。③开发专用 SOC 芯片提升算力、降低功耗、提高集成度。在各个子模块有以下具体发展趋势:

发射端逐渐采用平面化的激光器器件。EEL 因具备高发光功率密度被广泛用作激光发射器器件，EEL 发光面位于半导体晶圆的侧面，需经过繁复地处理后才能使用，工艺上依赖人工装调难以标准化生产。而 VCSEL(垂直腔面发射激光器)发光面与半导体晶圆平行，在工艺上与 EEL 相比更具优势；并且近年来国内外开发了多层结 VCSEL 激光器将其发光功率密度提升了 5~10 倍，弥补了传统的 VCSEL 激光器发光密度功率低的缺陷(低功率仅能在 50 米内的近距离场景中应用)，使 VCSEL 具备安装在长距离激光雷达上的能力，未来 VCSEL 有望逐渐取代 EEL。

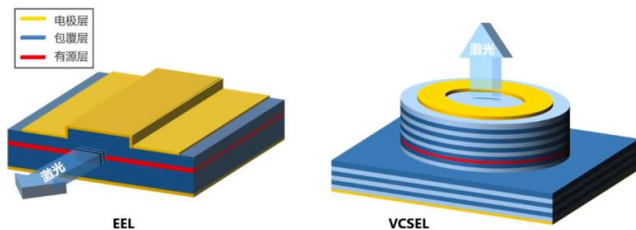
激光发射器的波长从 905nm 向 1550nm 演进。1550nm 激光器可以在不影响人眼安全的情况下把功率做大，实现比 905nm 激光器更长的探测距离，在人眼安全条件下 1550nm 的光功率上限要比 905nm 大 40 倍，1550nm 具备更高的人眼安全阈值；当前主要因 1550nm 雷达滤片难度更大、膜层镀膜难度更高带来的高造价限制了大规模应用。随着技术的不断发展，激光发射器的波长有望从 905nm 向 1550nm 演进。

表 39: 发射端两种激光器器件对比，VCSEL 更具工艺优势

名称	特性	工艺流程	工艺需求
EEL	具有高发光功率密度，发光面位于半导体晶圆的侧面	需进行切割、翻转、镀膜、再切割的工艺步骤，只能通过单颗一一贴装的方式和电路板整合，每颗激光器需要使用分立的光学器件进行光束发散角的压缩和独立手工装调	依赖产线工人的手工装调技术，生产成本高且一致性难以保障
VCSEL	发光面与半导体晶圆平行，具有面上发光的特性	其所形成的激光器阵列易于与平面化的电路芯片键合，在精度层面由半导体加工设备保障	无需进行每个激光器的单独装调，易于和面上工艺的硅材料微型透镜进行整合提升光束质量

资料来源：禾赛科技招股说明书、国海证券研究所

图 64: EEL 与 VCSEL 发光面示意图



资料来源：禾赛科技招股说明书

图 65: Innovusion 的 1550nm 激光雷达主要优势

满足人眼安全要求	在比较高功率的情况下也能满足人眼安全要求
抗干扰能力强	光源亮度高，光束准直性更好，抗阳光干扰能力强
探测距离远	探测距离最远可达 500 米，在 10% 反射率情况下可达 250 米，足够远距离的提前探测和感知是预留足够时间做出反应的关键
探测精度高	成像系统的高分辨率能力，图像级精度，场景中所有物体可以看得清楚和准确
可靠性高	架构设计稳定可靠，能够满足车规对感知元件的性能和安全要求

资料来源：智车科技、国海证券研究所

接收端采用 **SPAD (单光子探测器)** 与 **SiPM (硅光电倍增管)** 提高灵敏度。当前在激光雷达中线性雪崩二极管探测器 APD 使用较为广泛。近年来因为激光雷达行业的兴起，国内外不断优化单光子器件在近红外波段的量子效率，解决了单光子器件的硅材料对激光雷达所采用的近红外光波段的吸收系数较弱的问题，使具有极强的感光能力的单光子器件的实际探测灵敏度超越了 APD，未来随着设计和工艺的优化，SPAD (单光子探测器) 与 SiPM (硅光电倍增管) 相对 APD 更具性能优势。

图 66: 应用于激光雷达的光电探测器从“点”向“面”进化并普及



资料来源: 麦姆斯咨询

开发专用 **SOC 芯片集成探测器、射频前端、模数及数模转换与主控芯片 FPGA 功能**。SoC(集成芯片, System on Chip)可集成探测器、前端电路、算法处理电路、激光脉冲控制等模块, 并集成主控芯片 FPGA 的功能。

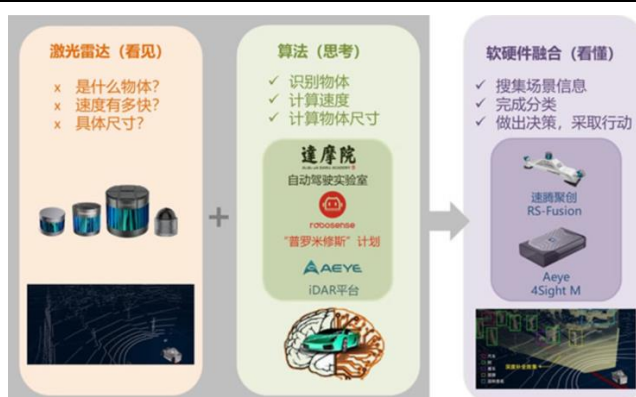
激光雷达未来或向纯固态方向演进, **FMCW 方案短期受制于成本**。激光雷达从研发之初的单点式、单线扫描式, 到后来的多线扫描式, 再到技术方案不断创新的固态式、FMCW 式, 以及如今芯片化的发展趋势, 不断进行技术迭代。FMCW 对硅光芯片的要求比光通信产品更苛刻、成本在短期内难以降下来, 而固态式的普及是当下的发展趋势。

图 67: 激光雷达从模拟机械式向数字固态化发展

图 68: 激光雷达从“看见”发展到“看懂”



资料来源: 麦姆斯咨询



资料来源: 麦姆斯咨询

FMCW 工艺仍需时间成熟，目前尚在演进过程中。FMCW 与 ToF 方案相比抗干扰程度高、信噪比低、能够直接测速、可实现更高层次的芯片化，但 FMCW 技术复杂度高且发展尚未成熟，目前成本较高，并且传统的 FMCW 设备普遍采用分立元器件，体积大、成本高、速度慢，在工业场景落地较少。

表 40: FMCW 相比于 TOF 更具技术优势

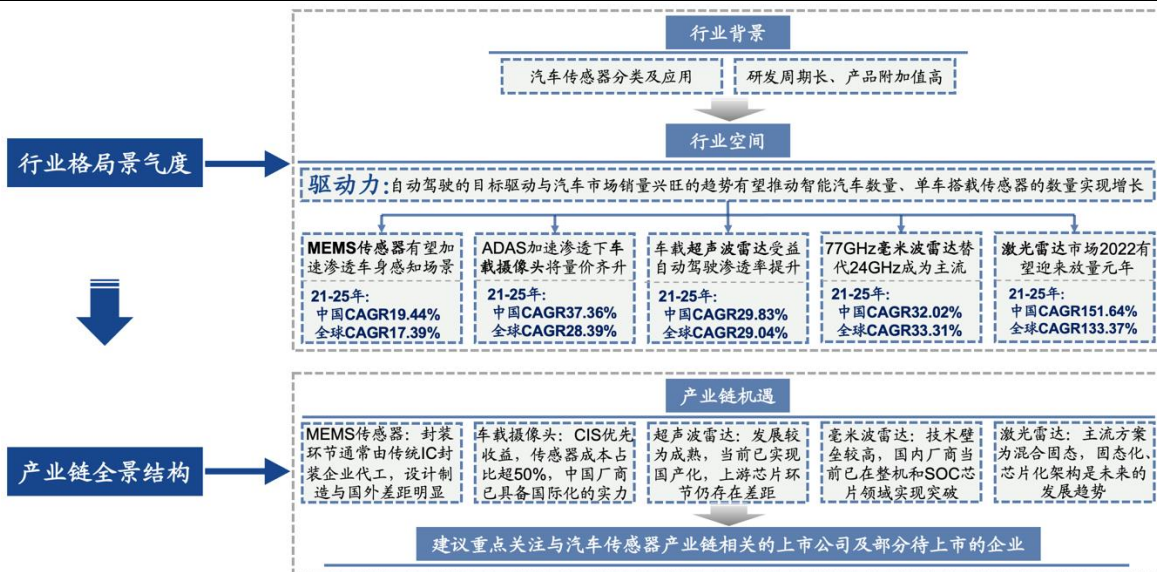
激光雷达类型	ToF	FMCW
抗干扰程度	光波容易受环境光干扰	抗干扰能力很强
信噪比	信噪比低	信噪比高
速度维数据检测	速度维数据质量低	可获取每个像素点的速度维数据
与扫描系统兼容性	很难跟 OPA 扫描结构兼容	天然更适合 OPA
“芯片化”程度	能芯片化的模块只有信号处理、激光器、探测器等，光学镜头和扫描部件暂时无法被芯片化	可实现更高层次的“芯片化”：光学镜头和扫描部件也可以被芯片化

资料来源：九章智驾、国海证券研究所

4、行业评级及建议关注个股

建议关注与汽车传感器产业链相关的上市公司。汽车传感器分为车身感知和环境感知两大类，产品附加值高，是实现汽车自动驾驶的核心硬件；在自动驾驶目标驱动下，智能汽车数量、单车搭载传感器的数量均有望增长，首次覆盖，给予“推荐”评级。各类汽车传感器包括 MEMS 传感器、车载摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达有望受益。车身 MEMS 传感器领域建议关注苏奥传感、汉威科技、四方光电、保隆科技、敏芯股份、赛微电子；车载摄像头领域建议关注韦尔股份、舜宇光学、宇瞳光学、欧菲光、格科微；超声波雷达领域建议关注德赛西威、奥迪威；毫米波雷达领域建议关注德赛西威、华域汽车，森思泰克、经纬恒润；激光雷达领域建议关注炬光科技、长光华芯、光库科技、舜宇光学、天孚通信、腾景科技、永新光学、蓝特光学、水晶光电、安路科技、紫光国微、均胜电子、万集科技、联创电子、腾景科技。

图 69: 汽车传感器行业景气度较高，各产业链条均值得关注



资料来源：国海证券研究所

表 41：重点关注与汽车传感器产业链相关的标的

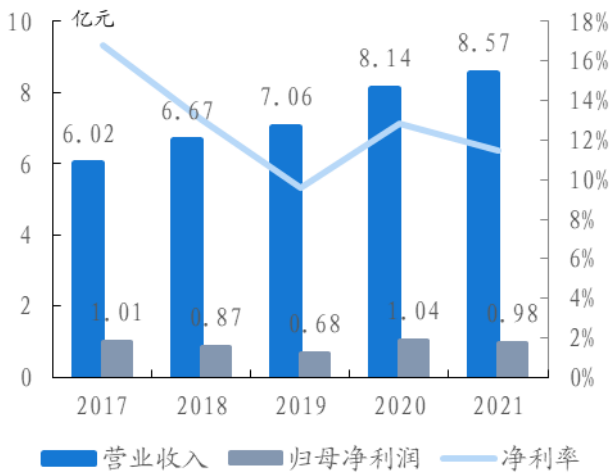
	感知类型	传感器类型	关注标的	
汽车传感器	车身感知	MEMS 传感器	苏奥传感、汉威科技、四方光电、保隆科技、敏芯股份、赛微电子	
	环境感知	车载摄像头		韦尔股份、舜宇光学、宇瞳光学、欧菲光、格科微、经纬恒润
		超声波雷达		德赛西威，奥迪威
		毫米波雷达		德赛西威、华域汽车，森思泰克、经纬恒润
		激光雷达		光源：炬光科技
				芯片：长光华芯
				光纤激光器：光库科技
				光学：舜宇光学、天孚通信、腾景科技、永新光学、蓝特光学、水晶光电
				FPGA：安路科技、紫光国微
				制造：均胜电子（图达通）
	整机：万集科技、联创电子、腾景科技、速腾科技（未上市）、禾赛科技（未上市）、北醒光子（未上市）、华为（未上市）、大疆（未上市）、图达通（未上市）、昂纳科技（未上市）、镭神智能（未上市）、北科天绘（未上市）、一径科技（未上市）			

资料来源：国海证券研究所

4.1、苏奥传感：车身传感器制造商，外购强化 MEMS 类业务

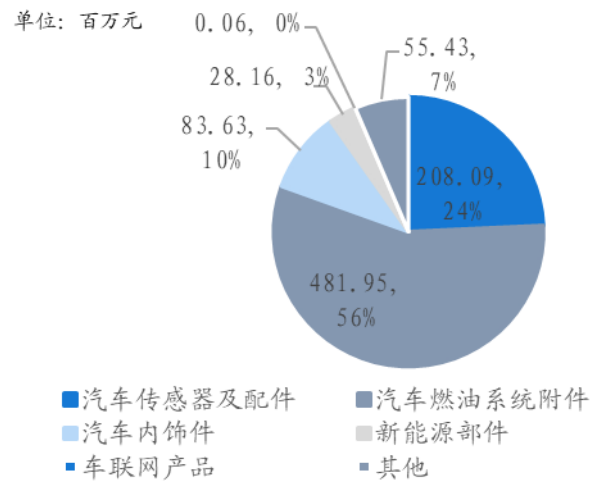
苏奥传感从事车身传感器行业，计划收购龙微科技强化 MEMS 类业务。苏奥传感是国内最大的汽车油位传感器生产厂家之一，从事汽车类的零部件、智能产品及各类车用传感器的研发、生产和销售，主要产品包括传感器及配件、燃油系统附件、汽车内饰件。自成立以来公司已有 20 多年汽车传感器行业的经验。截止 2021 年末，苏奥传感拥有专利 138 项，其中发明专利 17 项。苏奥传感与蔚来、小鹏汽车、比亚迪、长城汽车、上汽通用、上海汽车、吉利汽车，江铃汽车等汽车厂商建立长期合作关系，具备客户资源优势。2022 年 2 月苏奥传感计划进一步收购 MEMS 芯片厂商龙微科技，强化支撑公司未来在传感器产业的发展。

图 70: 2017-2021 年苏奥传感营收及归母净利润



资料来源: 苏奥传感年报、国海证券研究所

图 71: 2021 年苏奥传感各类收入占比

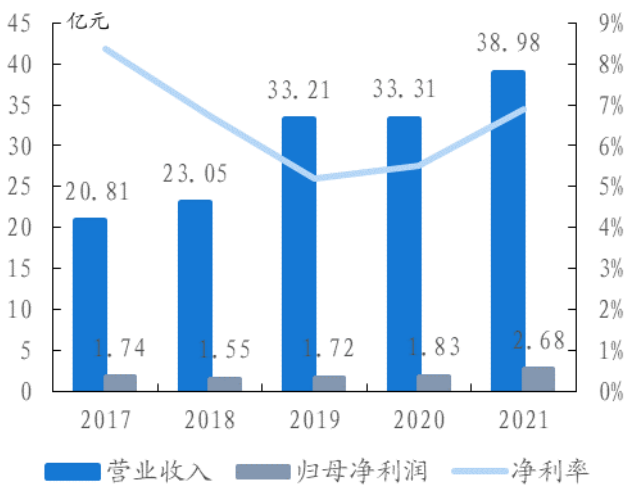


资料来源: 苏奥传感年报、国海证券研究所

4.2、保隆科技: 胎压监测业务国内领先, 发展新兴业务加速智能化转型

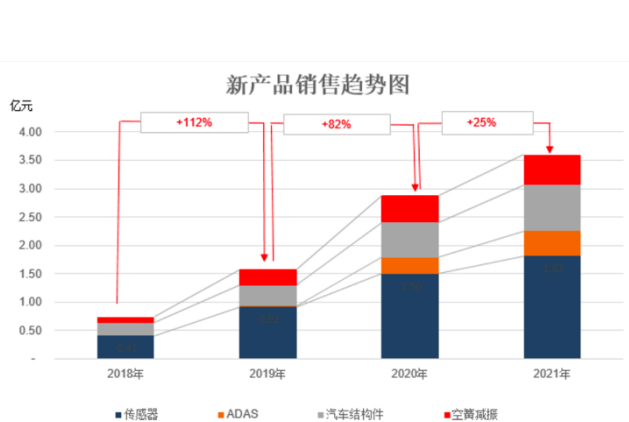
保隆科技客户资源丰富, 发展新兴业务加速智能化转型。保隆科技从事汽车智能化和轻量化产品的研发、制造和销售, 产品包括 TPMS、气门嘴、汽车金属管件、以及新兴业务 (包括传感器、ADAS、空簧减振等)。公司与国内外众多知名厂商建立长期客户关系, 包括了奥迪、大众、通用等国际主机厂, 上汽、比亚迪、长城等自主品牌, 蔚来、小鹏、理想等新势力, 佛吉亚、博格华纳等国际 Tier1 供应商, 保隆科技拥有丰富的客户资源。未来公司发展的战略是重点布局新兴业务, 在技术趋势上顺应了汽车产业新能源、智能化的发展潮流, 未来有望享受行业红利。

图 72: 2017-2021 年保隆科技营收及归母净利润



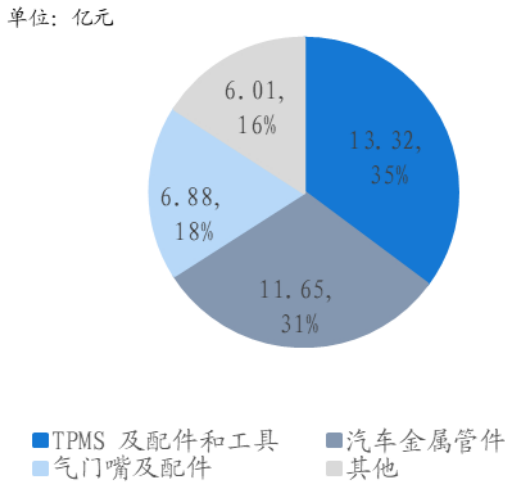
资料来源: 保隆科技年报、国海证券研究所

图 73: 保隆科技新兴业务快速成长



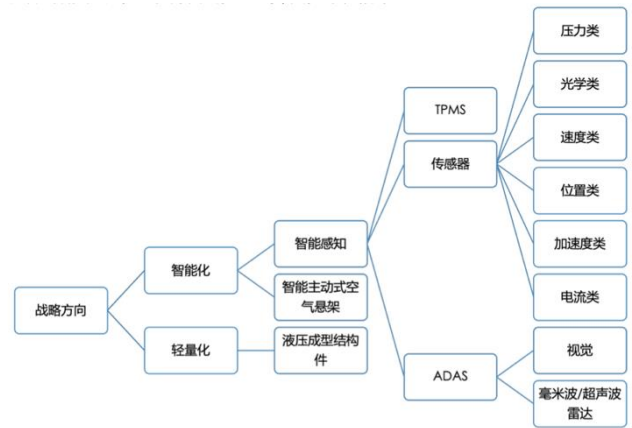
资料来源: 保隆科技年报

图 74：2021 年保隆科技各产品收入占比



资料来源：保隆科技年报、国海证券研究所

图 75：保隆科技发展战略



资料来源：保隆科技年报、国海证券研究所

4.3、舜宇光学：全球光学龙头地位稳固，车载镜头业务长期驱动

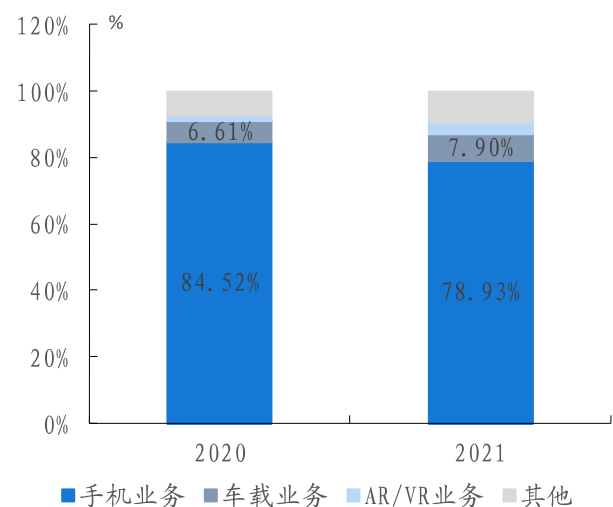
舜宇光学成立以来深耕光学领域，是全球领先的光学零部件制造商。公司涉足手机业务、车载业务、VR/AR 业务，产品包括光学零件、光电产品、光学仪器。2021 年车载业务营收达 29.61 亿，同比增长 17.87%，占全年总收入的 7.90%，较上一年度增长 1.29pct。公司镜头业务稳居全球第一，下游客户包括奔驰、宝马、奥迪等车企。公司光学镜头龙头地位稳固，车载镜头业务有望为公司业务增长提供驱动力。

图 76：2017-2021 年舜宇光学营收及归母净利润



资料来源：舜宇光学年报、国海证券研究所

图 77：舜宇光学 2020、2021 年各类业务收入占比

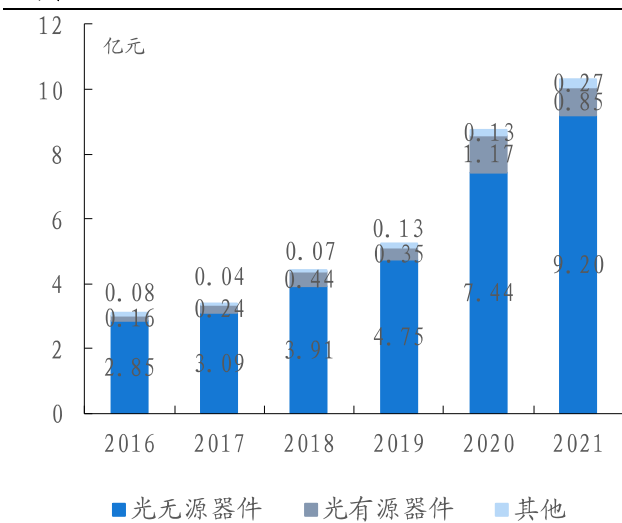


资料来源：舜宇光学年报、国海证券研究所

4.4、天孚通信：布局激光雷达器件和模块封装市场

天孚通信坐拥成熟的光器件研发平台，布局激光雷达基础光学类器件和集成封装市场。天孚通信主要从事光器件产品的研发、生产和销售，产品形态包括无源器件和有源封装，其中无源器件收入占比约 85%。公司拥有完整的光通信行业光器件研发平台，在基础材料和元器件、光学设计、集成封装等多个领域有专业积累。2020 年公司收购天孚精密和北极光电向激光雷达领域进行业务拓展，围绕高速光器件产品、激光雷达、医疗检测用光器件产品展开培育研发。激光雷达、医疗检测用光器件的送样实现了天孚通信在光通信领域外零的突破。

图 78：天孚通信各业务营收，光无源器件是收入主要来源



资料来源：天孚通信年报、国海证券研究所

图 79：天孚通信布局激光雷达领域

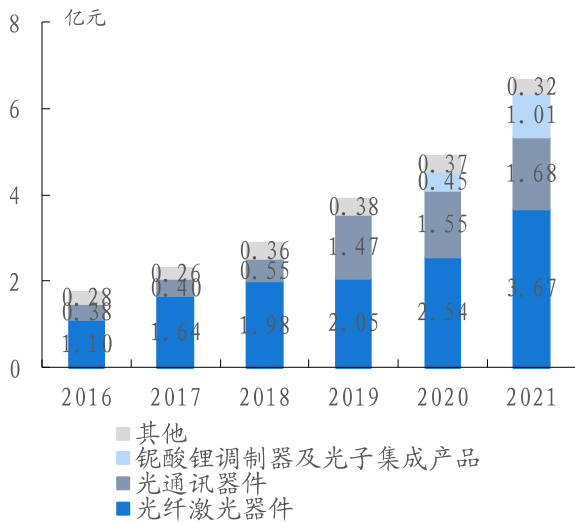
产品类型	产品示意图
基础光学类器件	
集成封装器件	

资料来源：天孚通信年报

4.5、光库科技：主营光纤器件，布局 FMCW 激光雷达 1550nm 光纤激光器

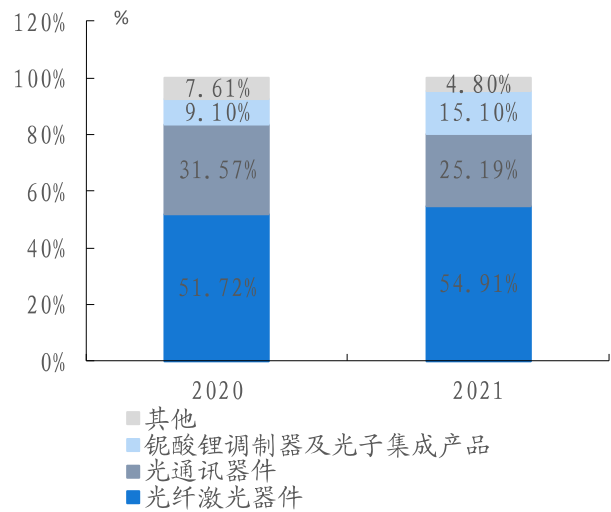
光库科技主营光纤器件，积极布局 FMCW 激光雷达领域 1550nm 光纤激光器。光库科技从事光纤激光器件、光通讯器件、铌酸锂调制器件及光子集成器件的产品研发制造，已成立激光雷达事业部并为国内外多家激光雷达公司提供 1550nm 的光纤激光器元件。2021 年公司完成汽车行业供应链的 IATF16949 质量认证体系的符合性认证，并自主开发了可应用于 1550nm 的 ToF 激光雷达的光纤放大器。光库科技布局 FMCW 激光雷达应用市场，可以为 FMCW 激光雷达提供铌酸锂 IQ 调制器，未来还将开发窄线宽半导体激光器和薄膜铌酸锂调制器的集成光源模块。公司以光源模块和相关元器件为基础，布局 FMCW 市场，拓展激光雷达领域的发展机会。

图 80: 光库科技营收持续上升, 光纤激光器件是主要收入来源



资料来源: 光库科技年报、国海证券研究所

图 81: 2020、2021 年光库科技各类业务收入占比



资料来源: 光库科技年报、国海证券研究所

4.6、炬光科技: 大功率激光产品供应商, 布局激光雷达光源业务

炬光科技立足大功率激光产品, 布局激光雷达光源, 拓展汽车领域应用。炬光科技是一家大功率半导体激光产品供应商, 主要从事高功率半导体激光元器件、激光光学元器件的研发、生产和销售, 涉猎半导体激光业务、激光光学业务、车用激光雷达业务、光学系统业务, 涵盖激光雷达产业上游发射模块的核心环节。公司主营半导体激光器, 2017 年收购德国 LIMO 并进军光学器件领域, 专注于激光雷达上游的发射模组与光学器件的研究, 目前开拓了激光雷达的上中游业务。公司的主要收入源于半导体激光、激光光学业务领域, 目前正拓展在汽车领域的应用, 包括激光雷达面光源、激光雷达线光源、激光雷达光源光学组件等。

图 82: 炬光科技布局激光行业上中游涉猎激光雷达领域

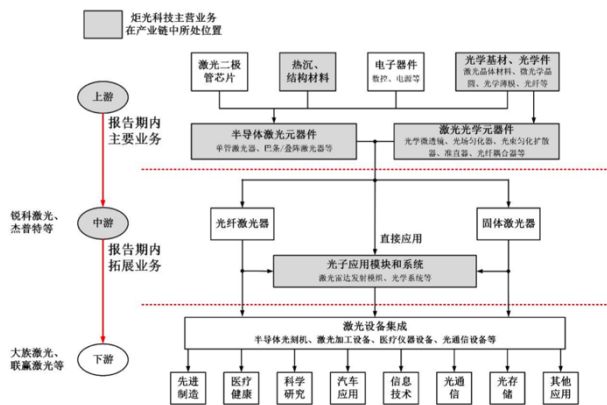
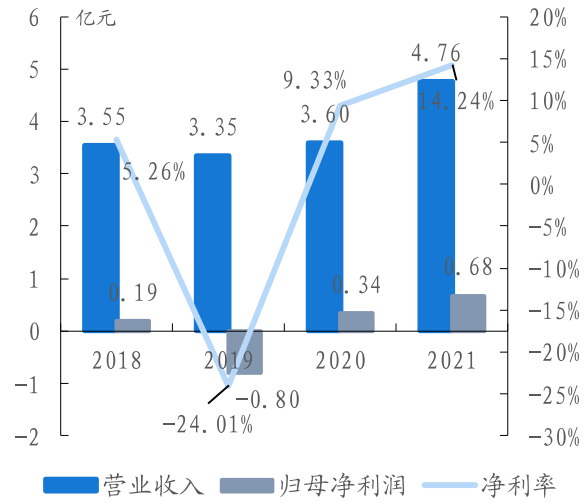


图 83: 炬光科技营收与利润，净利率呈上升趋势



资料来源：炬光科技招股说明书

资料来源：炬光科技招股书、公司业绩报、国海证券研究所

4.7、德赛西威：立足汽车座舱，发力智能驾驶

德赛西威立足汽车座舱、并行发力智能驾驶，实现 77GHz 毫米波雷达量产。德赛西威自 2016 年起进军智能驾驶领域汽车电子赛道，致力于智能座舱、智能驾驶、网联服务三大板块的深耕。公司是国内少有的具备量产座舱域控制器能力的 Tier1 级厂商，智能座舱业务收入占比超过 80%，是国内智能座舱细分领域的龙头企业。与此同时，公司在智能驾驶领域积极布局毫米波雷达业务，实现了 77GHz 毫米波雷达量产；2021 年德赛西威智能驾驶模块收入 13.87 亿元，同比增长 94.78%，营收占比上一年提升 4.02pct。2020 年德赛西威在国产毫米波雷达影响力排名中位居第二。

图 84: 德赛西威 2016-2021 年营收呈上升趋势

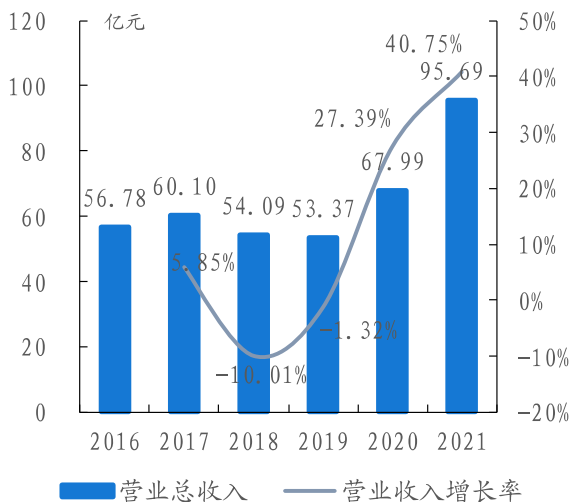
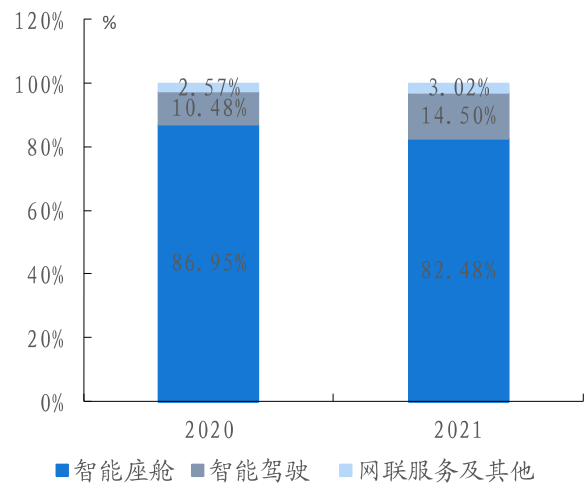


图 85: 2020、2021 年德赛西威各项收入占比：智能驾驶收入占比提升



资料来源：德赛西威年报、国海证券研究所

资料来源：德赛西威年报、国海证券研究所

图 86: 赛德西威聚焦智能座舱、智能驾驶、网联服务三大业务



资料来源：德赛西威年报、国海证券研究所

图 87: 国产乘用车毫米波雷达供应商市场竞争力 TOP10 榜单

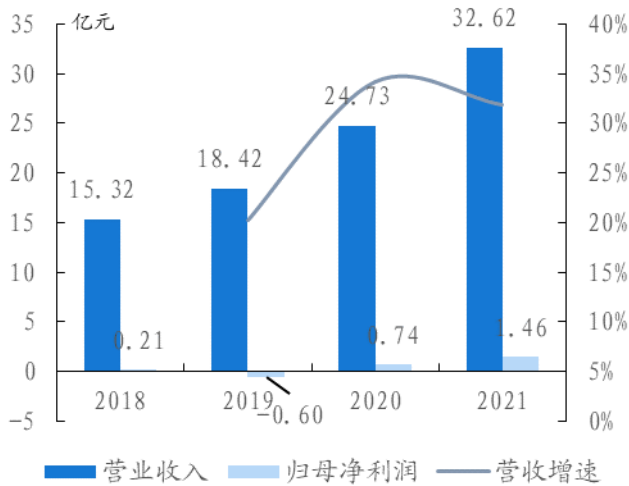
综合排名	供应商	单项排名
1	森思泰克	量产规模 TOP1
2	德赛西威	行业影响力 TOP1
3	福瑞泰克	-
4	承泰科技/楚航科技	-
5	木牛科技	成长潜力 TOP1
6	几何伙伴	融资规模 TOP1
7	华域汽车	企业规模 TOP1
8	珠海上富	-
9	蛮酷科技	-
10	纳瓦电子	-

资料来源：高工智能汽车、国海证券研究所

4.8、经纬恒润：汽车电子综合供应商，软硬双修全领域赋能智能汽车

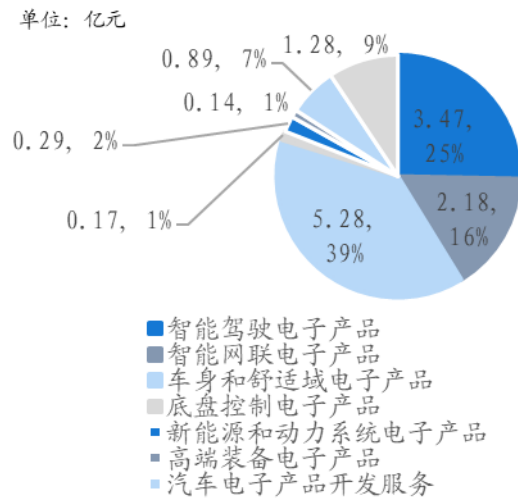
经纬恒润是综合性汽车电子供应商，全领域赋能智能汽车。经纬恒润是汽车电子综合供应商，业务模式在软硬件领域均有涉猎。公司的电子产品涉足方向包括智能驾驶、智能网联、底盘控制、新能源和动力系统，全领域赋能智能汽车。在智能驾驶领域，公司的汽车感知类产品如毫米波雷达、车载摄像头已逐步向江铃汽车、江淮汽车、广汽集团、一汽集团等厂商供货。公司未来计划以科技创新发展，对包括 ADAS 等在内的现有技术和产品不断迭代，研发 4D 毫米波雷达，持续提升公司自主创新与综合运营能力。

图 88: 2018-2021 年经纬恒润营收及归母净利润



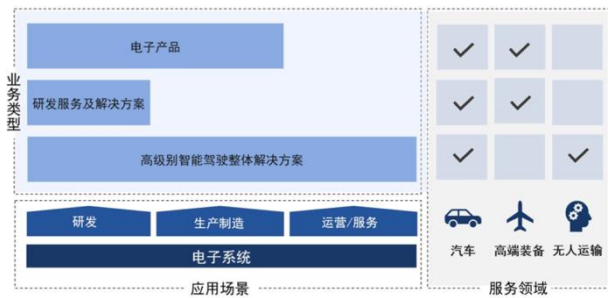
资料来源: wind、经纬恒润招股说明书、国海证券研究所

图 89: 2021 年 H1 经纬恒润各项收入占比



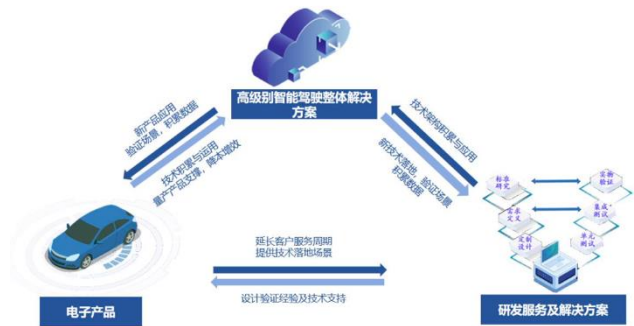
资料来源: 经纬恒润招股说明书、国海证券研究所

图 90: 经纬恒润业务类型、应用场景及服务领域



资料来源: 经纬恒润招股说明书

图 91: 经纬恒润“三位一体”业务布局



资料来源: 经纬恒润招股说明书

重点关注公司及盈利预测

重点公司 代码	股票 名称	2022-06-23		EPS			PE			投资 评级
		股价	2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E		
300507.SZ	苏奥传感	7.39	0.25	0.20	0.30	55.21	36.10	24.89	未评级	
300007.SZ	汉威科技	18.90	0.91	1.06	1.41	33.24	17.82	13.43	未评级	
688665.SH	四方光电	137.11	2.40	3.71	5.38	74.73	36.92	25.48	未评级	
603197.SH	保隆科技	56.00	1.40	1.57	1.98	41.71	19.26	15.29	买入	
688167.SH	炬光科技	154.20	0.71	1.33	2.17	306.38	115.91	71.01	未评级	
688048.SH	长光华芯	111.21	1.13	1.41	2.13	-	78.63	52.10	未评级	
300620.SZ	光库科技	32.93	0.79	1.03	1.39	65.18	31.90	23.66	未评级	
300394.SZ	天孚通信	26.76	0.86	1.07	1.37	42.63	25.10	19.60	未评级	
688195.SH	腾景科技	26.26	0.47	0.76	1.11	68.58	34.66	23.59	未评级	
603297.SH	永新光学	115.30	2.13	2.48	3.25	56.78	46.48	35.45	未评级	
688127.SH	蓝特光学	22.39	0.39	0.36	0.74	58.60	62.21	30.25	未评级	
002273.SZ	水晶光电	11.40	0.40	0.43	0.52	43.41	26.65	21.82	未评级	
688107.SH	安路科技	66.26	-0.09	-0.01	0.06	-	-	952.98	买入	
300552.SZ	万集科技	30.00	0.44	0.85	1.33	92.34	35.33	22.51	未评级	
002036.SZ	联创电子	14.26	0.32	0.38	0.55	76.89	37.18	25.72	未评级	
688326.SH	经纬恒润	143.17	1.62	1.73	2.59	-	82.60	55.33	未评级	

资料来源: Wind 资讯, 国海证券研究所

注: 相关数据取自 6 月 23 日收盘, 未评级公司盈利预测取自 Wind 一致预期, 保隆科技为国海汽车团队覆盖, 安路科技为国海电子团队覆盖。

5、风险提示

- 1) 技术发展不及预期;
- 2) 新能源车销量不及预期;
- 3) 原材料价格大幅波动;
- 4) 晶圆代工产能不足;
- 5) 新冠疫情反复;
- 6) 测算具有主观性, 仅供参考;
- 7) 自动驾驶技术路线改变。

【公共事业与中小盘团队介绍】

杨阳，中央财经大学会计硕士，湖南大学电气工程本科，5年证券从业经验，现任国海证券公用事业和中小盘团队首席，曾任职于天风证券、方正证券和中泰证券。获得2021年新财富分析师公用事业第4名，21世纪金牌分析师和Wind金牌分析师公用事业行业第2名，21年水晶球公用事业入围，2020年wind金牌分析师公用事业第2，2018年新财富公用事业第4、水晶球公用事业第2核心成员。

【分析师承诺】

杨阳，本报告中的分析师均具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收取到任何形式的补偿。

【国海证券投资评级标准】

行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；
中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；
回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

股票投资评级

买入：相对沪深300指数涨幅20%以上；
增持：相对沪深300指数涨幅介于10%~20%之间；
中性：相对沪深300指数涨幅介于-10%~10%之间；
卖出：相对沪深300指数跌幅10%以上。

【免责声明】

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，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。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有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提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

【风险提示】

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

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。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

【郑重声明】

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他任何方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

十大精选热门主题资料库下载

