

# 传感器：观四路，听八方，行千里

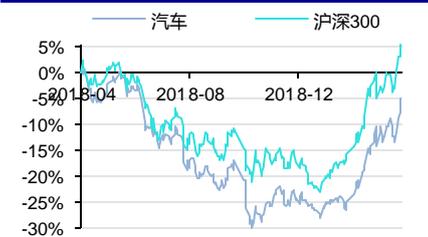
## ——汽车电子系列深度之二

投资评级 **领先大市-A**  
维持评级

- **ADAS 是完全自动驾驶的前奏，传感器需求激增。**当完全自动驾驶持续抢占头条时，高级驾驶辅助系统（ADAS）悄悄地掀起了一股变革浪潮，从根本上改变着传统汽车的操控方式和用户体验。自动驾驶的冗余度和容错性特性，要求越是高阶的自动驾驶需要越多的传感器。根据我们的产业链调研，2018-2019 年是全球范围内进入 L2 级自动驾驶的阶段，预计 2020 年起国内外将正式进入 L3 级自动驾驶阶段，传感器之间交叉融合，需求量大幅度提升，以尽可能的保证行驶的安全性。综合现有国内外顶级自动驾驶玩家路测的自动驾驶汽车配备的传感器和 5G 时代将会新增的传感器来看，未来实现完全自动驾驶，需要配备的核心传感器主要包括摄像头（Camera）、毫米波雷达（RADAR）、激光雷达（LiDAR）、惯性测量单元（IMU）和车路协同系统（V2X）。
- **车载摄像头是汽车之眼，竞争格局相对集中，全球 CR4 为 50%，**但是国内在智能手机产业中拼杀出来的舜宇光学等消费电子巨头的强力入驻，预计将凭借性价比和本土化的快速响应正式开启对外资供应商的替代。夜视功能和 AI 植入前端将是车载摄像头未来可见的趋势，预计 2020 年中国市场规模将接近 60 亿元。
- **毫米波雷达，高阶自动驾驶的标配。**全球毫米波雷达市场集中度较高，2018 年 CR5 高达 68%，基本上被博世、大陆等外资寡头垄断。近年来自主厂商纷纷涌入，不同于车载摄像头，自主厂商的规模普遍较小，单品性价比优势不大，打包做解决方案或是比较好的突围路径，中国特色的道路交通行驶环境也为自主供应商提供定制化产品和服务提供了契机。随着 CMOS 制程的价格不断下降，77GHz 将有望成为未来的主流，预计 2020 年全球和中国市场的规模有望分别达到 51.2 亿美元和 72.1 亿元。
- **激光雷达可以快速精准的复制出进度高达厘米级的周边 3D 环境地图，是保证完全自动驾驶具有充分安全冗余的核心传感器。**高昂的成本是阻碍激光雷达装上车的主因，18 年 Velodyne 宣布旗下广受欢迎的 16 线 Lidar 价格已降至 3999 美元，将有效加速自动驾驶进程，但仍不足以支撑完全自动驾驶的普及。当前，激光雷达企业还没形成品牌效应、用户粘性，技术走向仍在探索期，没有任何一家企业有明显技术优势，市场变数大。预计 2023 年全球市场空间将超过 200 亿美元。
- **高精度定位传感器：L3 及以上自动驾驶的标配。**高精度定位传感器是高等级自动驾驶的标配。GNSS（RTK）&IMU 组合是现阶段高精度定位的主流方案。估算至 2025 年，GNSS（RTK）&IMU 在车载前装市场的市场规模将超过 25 亿美元/年。
- **V2X：车路协同，加速自动驾驶产业落地。**V2X 是自动驾驶的“超视距”传感器。在国内政府大力推动科技新基建的产业背景下，V2X 的基础设施——

首选股票	目标价	评级
603501	韦尔股份	买入-A
002138	顺络电子	买入-A
600745	闻泰科技	买入-A
002405	四维图新	买入-A
300552	万集科技	买入-A
300177	中海达	买入-A
002920	德赛西威	买入-A
603197	保隆科技	增持-A

### 行业表现



数据来源：Wind 资讯

%	1M	3M	12M
相对收益	-0.51	-11.09	1.38
绝对收益	10.55	22.20	6.76

**袁伟**

分析师

SAC 执业证书编号：S1450518100002  
yuanwei2@essence.com.cn  
021-35082038

**孙远峰**

分析师

SAC 执业证书编号：S1450517020001  
sunyf@essence.com.cn  
010-83321079

**胡又文**

分析师

SAC 执业证书编号：S1450511050001  
huyw@essence.com.cn  
021-35082010

**凌晨**

分析师

SAC 执业证书编号：S1450517120005  
lingchen@essence.com.cn  
021-35082059

**马良**

分析师

SAC 执业证书编号：S1450518060001  
maliang2@essence.com.cn  
021-35082935

### 相关报告

汽车电子：下一个苹果产业链 ——汽车电子系列深度之一 2019-04-01  
自动驾驶：百年汽车产业的“iPhone”时刻 2019-03-30

智能路网有望迅速成熟。仅计算高速公路的智能化改造，V2X 路端的市场规模有望超过 1300 亿/公里；V2X 车端的潜在市场规模有望超过 56 亿/年。

➤ **重点推荐：**

**电子行业：**韦尔股份、顺络电子和闻泰科技；

**计算机行业：**四维图新、中海达和万集科技；

**汽车行业：**德赛西威和保隆科技。

➤ **风险提示：**宏观经济低于预期；下游 ADAS 普及率低于预期；国产化进程低于预期；新能源汽车产业链低于预期等。

## 内容目录

<b>1. 自动驾驶加速驶来，核心传感器先行</b> .....	<b>6</b>
1.1. 自动驾驶核心传感器，增量市场空间广阔.....	6
1.2. 渗透率：L2 级自动驾驶加速普及，渗透率将快速提升.....	12
1.3. 单车需求量：ADAS 不断升级，单车需求量持续攀升.....	13
<b>2. 车载摄像头：自主供应商加速入局开启国产替代进程</b> .....	<b>14</b>
2.1. 车载摄像头的构成与分类.....	14
2.2. 自主供应商加速入局，国产替代在即.....	15
2.3. 车载摄像头未来趋势与空间.....	16
2.4. 特斯拉自动驾驶视觉方案的变迁.....	18
<b>3. 毫米波雷达：全天候传感器，高阶自动驾驶标配</b> .....	<b>19</b>
3.1. 毫米波雷达的原理与构成.....	19
3.2. 外资寡头垄断，内资开始破局.....	20
3.3. 产品升级，百亿市场空间待发掘.....	21
<b>4. 激光雷达：自动驾驶核心组件</b> .....	<b>22</b>
4.1. 激光雷达--高精度定位系统核心传感器.....	22
4.2. 从 3D 地图/测绘到自动驾驶.....	24
4.3. 市场空间和大厂格局.....	25
4.3.1. 测绘&导航，自动驾驶时代激光雷达需求巨大.....	25
4.3.2. 供给端远未成熟，机遇挑战并存.....	25
<b>5. 高精度定位传感器：L3 及以上自动驾驶的标配</b> .....	<b>26</b>
5.1. 高精度定位传感器的定义.....	26
5.2. 高精度定位传感器市场规模.....	27
5.3. 高精度定位传感器产业格局.....	27
<b>6. V2X：车路协同，加速自动驾驶产业落地</b> .....	<b>28</b>
6.1. V2X 定义：自动驾驶的“超视距”传感器.....	28
6.2. 科技新基建发力智能路网，车路协同助力自动驾驶.....	29
6.2.1. 以 V2X 为核心的车路协同是国内提倡的自动驾驶技术路线.....	29
6.2.2. 国内有望拥有全球一流的 V2X 产业基础设施.....	30
6.3. V2X 产业规模&商用进展.....	31
6.3.1. V2X 产业进展：通信标准确立，商用产品成熟.....	31
6.3.2. V2X 市场规模估算.....	32
<b>7. 自动驾驶必由之路，多传感器的融合</b> .....	<b>33</b>
7.1. 360 环视进入全面普及时代.....	33
7.2. 全自动泊车打响自动驾驶第一枪.....	36
7.3. AI 运算和存储提升，带来系统化提升机遇.....	37
7.3.1. AI 算法和 CV 芯片助力自动驾驶.....	37
7.3.2. 存储性能提升满足自动驾驶数据传输要求.....	38
<b>8. 汽车电子传感器相关标的</b> .....	<b>39</b>

## 图表目录

图 1：美国加州路测基地历年发放牌照数（单位：张）.....	6
图 2：2018 年牌照数按所属地区分布（单位：张）.....	6
图 3：2018 年牌照数分地区、分领域分布（单位：张）.....	7

图 4: 加州路测牌照企业全景图 (包括车企、Tier 供应商、互联网公司、初创型公司)	7
图 5: 部分路测自动驾驶汽车传感器及其供应商	9
图 6: Waymo 传感器分布示意图	9
图 7: Cruise 传感器分布示意图	10
图 8: 特斯拉传感器搭载及辐射范围	11
图 9: 侧方 Lidar 细节	11
图 10: 5G 时代, C-V2X 将成为自动驾驶车辆的超视距传感器	11
图 11: 自动驾驶汽车传感器市场空间	14
图 12: 车载摄像头的构成	14
图 13: 特斯拉摄像头的种类与布置	15
图 14: 全球车载摄像头主要由欧日供应商主导, 竞争格局相对集中	15
图 15: 普通摄像头夜视效果	17
图 16: 特斯拉 Autopilot HW2.0 摄像头夜视效果	17
图 17: AI 车载摄像头能够自动识别车辆和行人行进方向和速度	17
图 18: 车载摄像头搭载数量和渗透率有望加速提升	18
图 19: 2020 年国内车载摄像头市场规模预计近 60 亿元	18
图 20: 特斯拉图像识别系统误将白色涂装的卡车识别为白云	18
图 21: Autopilot 2.0 转用三目前视摄像头	19
图 22: 车载毫米波雷达的工作原理	19
图 23: 毫米波雷达的结构图	20
图 24: 2018 年全球毫米波雷达市场集中度	20
图 25: 2017 年车载毫米波雷达渗透加速	21
图 26: 77GHz 与 24GHz 雷达出货量逐步缩小	21
图 27: 2020 年全球车载毫米波雷达市场规模将达 51.2 亿美元	22
图 28: 2020 年中国车载毫米波雷达市场规模将达 72.1 亿元	22
图 29: 激光与毫米波在电磁波谱中的位置	22
图 30: 激光雷达可视化成像效果	22
图 31: 激光雷达工作原理	23
图 32: 激光雷达的分类	23
图 33: 固态激光雷达构成	23
图 34: 机械式激光雷达构成	23
图 35: 毫米波雷达 VS 激光雷达 VS 摄像头	24
图 36: 高德激光雷达车, 机械式扫描, 造价 800 万人民币	24
图 37: 高精度地图生产趋势	24
图 38: 激光雷达市场份额 (全球)	25
图 39: 激光雷达专利迅猛发展, 为产业化应用提供技术基础	25
图 40: 车辆运动传感器的定义	26
图 41: 高精度定位传感器的定义	26
图 42: 高精度定位模块的三种技术原理	26
图 43: GNSS (RTK) &IMU 组合	26
图 44: GPS&IMU 价格曲线	27
图 45: 国内自动驾驶前装渗透率	27
图 46: 高精度卫星定位基础设施	28
图 47: IMU 的价格和精度成正比	28
图 48: V2X 的分类	29

图 49: V2X 的主要应用场景.....	29
图 50: V2X 产业需要“车”、“路”、“网”三管齐下.....	29
图 51: 国内政府提倡的是“智能网联”的技术路线.....	30
图 52: 国内可用于道路智能化建设的资金充裕.....	30
图 53: 中国 5G 发展时间表.....	31
图 54: C-V2X 预计 2020 年大规模商用.....	32
图 55: V2X 产业地图.....	33
图 56: 360 全景环视技术结构图.....	33
图 57: 2008-2018 年乘用车全景摄像头应用情况.....	34
图 58: 摄像头和超声波雷达的融合, 实现全自动泊车.....	36
图 59: 英伟达智能驾驶解决方案.....	37
图 60: AI 机器视觉形象化效果图.....	37
图 61: 带宽、容量与自动驾驶.....	38
图 62: NOR Flash.....	38
图 63: 3D NAND Flash.....	38
表 1: 自动驾驶分级.....	6
表 2: 2017 年加州自动驾驶“脱离报告”路测数据.....	8
表 3: 2018 年北京自动驾驶路测数据.....	8
表 4: Waymo 传感器配置情况.....	10
表 5: Cruise 传感器配置情况.....	10
表 6: 特斯拉传感器配置情况.....	11
表 7: 国内外车企自动驾驶规划.....	12
表 8: 国内车企智能网联尤其自动驾驶详细规划.....	12
表 9: 级别越高对摄像头、毫米波雷达与激光雷达的单车配套量越大.....	13
表 10: 国内主流的车载摄像头供应商.....	16
表 11: 国内主流的毫米波雷达供应商.....	21
表 12: V2X 商用部署配套产品成熟.....	32
表 13: 合资主流车型搭载 360 环视情况.....	34
表 14: 自主主流车型搭载 360 环视情况.....	35
表 15: BBA 主流车型搭载 360 环视情况.....	35
表 16: 主流合资和自主装配全自动泊车的车型一览.....	36
表 17: 汽车电子传感器各行业相关标的.....	39

## 1. 自动驾驶加速驶来，核心传感器先行

### 1.1. 自动驾驶核心传感器，增量市场空间广阔

美国自动驾驶分级统一行业认知。根据 SAE 标准，按照人类驾驶者的操作权限将自动驾驶分成了 0-5 级，其中 2-3 级是一个重要的转折点，标志着驾驶权正式由人类移交给无人驾驶系统。无人驾驶系统的分级，为全球车企无人驾驶研发进程提供了统一的指导。

表 1: 自动驾驶分级

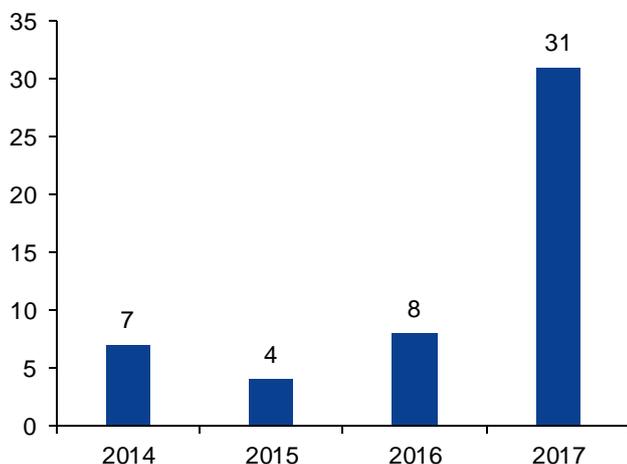
自动驾驶分级		称呼 (SAE)	SAE 定义	主体			
NHTSA	SAE			驾驶操作	周边监控	支援	系统作用域
0	0	无自动化	由人类驾驶者全权操作汽车，在行驶过程中可以得到警告和保护系统的辅助	人类驾驶者			无
1	1	驾驶支援	通过驾驶环境对方向盘和加减速中的一项操作提供驾驶支援，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作	人类驾驶者	人类驾驶者	人类驾驶者	
2	2	部分自动化	通过驾驶环境对方向盘和加减速中的多项操作提供驾驶支援，其他的驾驶动作都由人类驾驶员进行操作				
3	3	有条件自动化	由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作。根据系统请求，人类驾驶者提供适当的应答				部分
4	4	高度自动化	由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作。根据系统请求，人类驾驶者不一定需要对所有的系统请求作出应答，限定道路和环境条件等	系统			
5	5	完全自动化	由无人驾驶系统完成所有的驾驶操作。人类驾驶者人类驾驶者在可能的情况下接管。在所有的道路和环境条件下驾驶		系统	系统	全域

数据来源：腾讯研究院，安信证券研究中心

全球自动驾驶加速驶来。美国加州是全球首个通过无人驾驶汽车法规的地区，同时也是世界上最重要的无人驾驶测试基地，截至 2018 年 1 月，加州车辆管理局已发放 50 张无人驾驶测试牌照，其每年发布的脱离报告反应了全球自动驾驶的技术趋势和竞争格局。

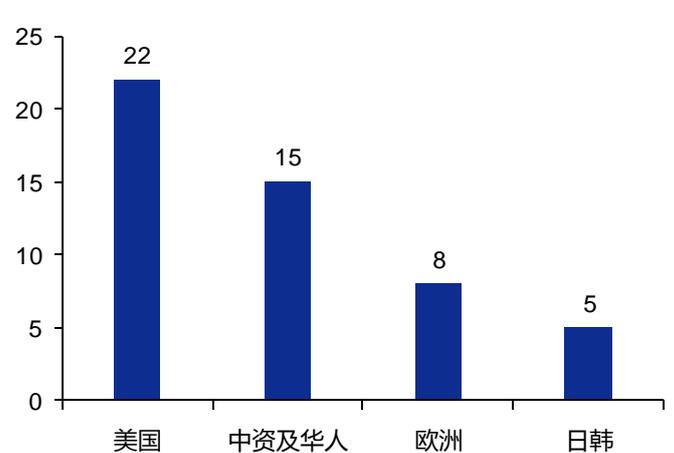
2017 年是自动驾驶加速驶来的一年，当年新增牌照数创历史新高。按地区分布来看，截至 2018 年 1 月美国企业拥有路测牌照数最多，其次为中资及华人背景企业，按领域来看，自动驾驶路测参与主体包括车企、零部件一级供应商、互联网公司、初创型公司、目前获得路测牌照的以初创型公司居多，其中中资及华人背景企业 13 家、美国企业 11 家，中国创新型企业对自动驾驶的热情最为高涨。

图 1: 美国加州路测基地历年发放牌照数 (单位: 张)



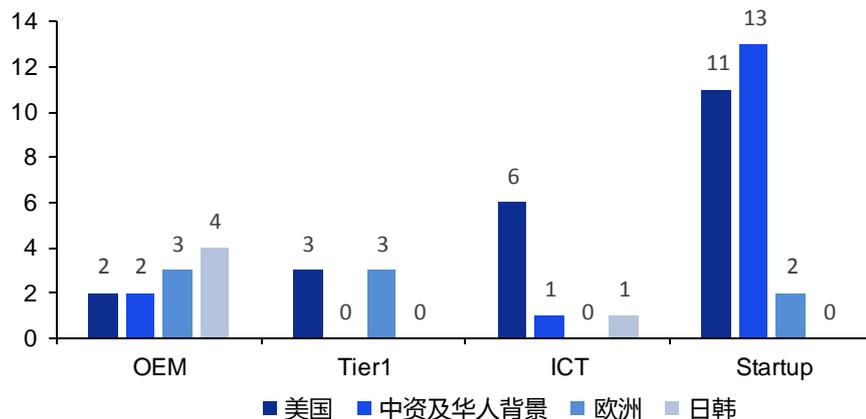
数据来源：美国加州交管局，安信证券研究中心

图 2: 2018 年牌照数按所属地区分布 (单位: 张)



数据来源：美国加州交管局，安信证券研究中心

图 3：2018 年牌照数分地区、分领域分布（单位：张）



数据来源：美国加州交管局，安信证券研究中心

图 4：加州路测牌照企业全景图（包括车企、Tier 供应商、互联网公司、初创型公司）



数据来源：智研汽车，安信证券研究中心

谷歌 Waymo 与通用 Cruise 分别代表了 ICT 与 OEM 企业的自动驾驶最高水平。加州车管局发布的最新《2017 自动驾驶“脱离报告”》（2018 年报告尚未出）共收录了 20 家企业，剔除未开展路测的宝马、福特、本田、蔚来汽车美国、大众美国和 wehego、未在加州开展路测的特斯拉以及未向美国加州车管所递交报告的法拉第未来，余下 12 家路测车企中谷歌旗下 Waymo 不论累计路试里程数雄踞榜首，人工介入频次平均 5596 英里一次，自动驾驶技术成熟度当属 12 家之最，通用 Cruise 亦有不俗表现，13.1 万英里的路测历程，最多的路测车辆数，行驶里程平均每 1254 英里才人工介入一次，从这份报告来看 Waymo 与通用 Cruise 分别达标了 ICT 与 OEM 企业的最高水平。

**表 2：2017 年加州自动驾驶“脱离报告”路测数据**

测试主体	年度路测累计里程 (英里)	年度测试车辆数 (辆)	年度脱离次数 (次)	年人工介入频次 (公里/次)
Waymo	352544	75	63	5596
Cruise	131675	86	105	1254
Drve.ai	6572	7	151	44
日产	5007	5	24	209
Zoox	2191	11	14	157
百度美国	1971	4	48	41
德尔福	1811	1	81	22
Telenav	1697	1	58	29
博世	1454	3	598	2
梅赛德斯-奔驰	1087	3	842	1
法雷奥北美	574	1	215	3
英伟达	505	2	105	5

数据来源：美国加州车管局，安信证券研究中心

国内自动驾驶路测加紧推进，百度路测里程数遥遥领先。2017 年 12 月北京市出台了自动驾驶车辆道路测试的政策指导文件，重点突破了有关自动驾驶车辆开展道路测试的政策法规、管理主体、测试场地、测试流程、事故保险赔偿及测试监管等系列问题。2018 年对百度、上海蔚来、北汽新能源、小马智行、戴姆勒、腾讯、滴滴旅行、奥迪 8 家企业 56 辆自动驾驶车辆发放了临时测试牌照，其中百度的路测累计里程数遥遥领先，自主车企仅北汽新能源入榜。

**表 3：2018 年北京自动驾驶路测数据**

测试主体	年度路测累计里程 (公里)	已发放牌照数 (辆)	现行有效车辆数 (辆)
百度	139887.7	45	45
小马智行	10132.9	2	2
上海蔚来	2415.3	2	1
戴姆勒	476	2	2
腾讯	259	1	1
北汽新能源	235.1	1	0
奥迪	80.9	1	1
滴滴旅行	78.1	2	2

数据来源：北京交管局，安信证券研究中心

从国内外路测的自动驾驶汽车来看，都配备了多种传感器，包括激光雷达 (LiDAR)、雷达 (RADAR)、摄像头 (Camera) 和惯性测量单元 (IMU)。

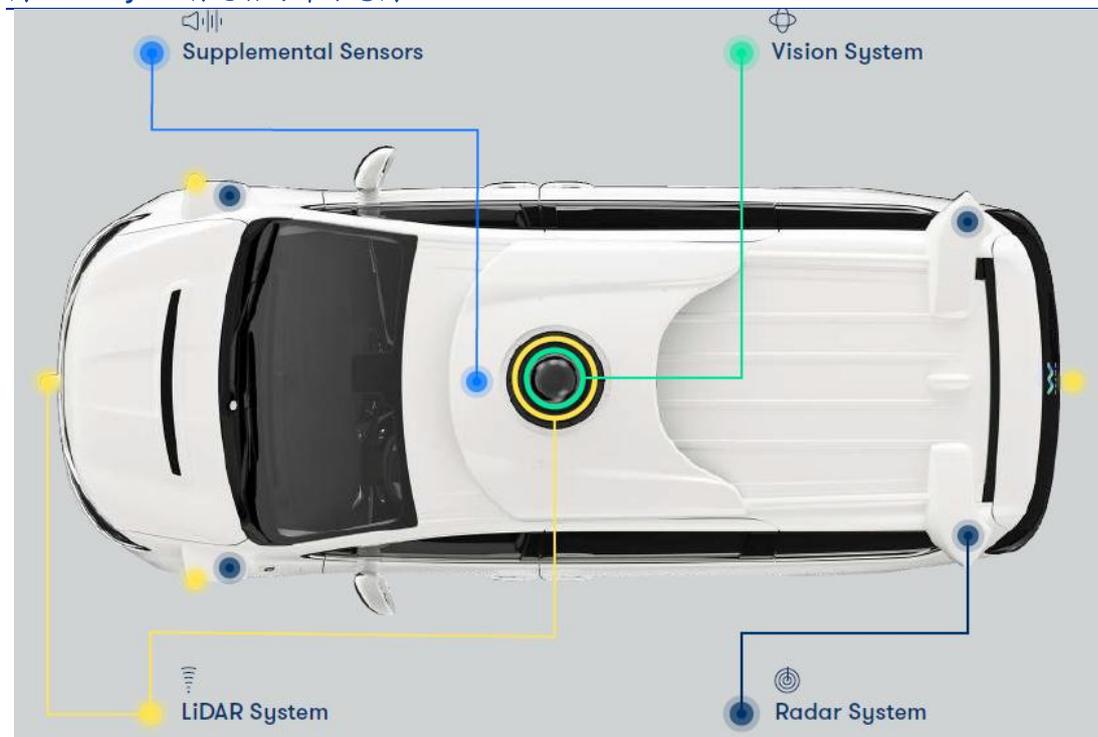
图 5：部分路测自动驾驶汽车传感器及其供应商

Company	Lidar	Radar	Camera	IMU
 Waymo	LR x1 MR x1 SR x4	 x4	x8	x1
 Uber	LR x1	 x4?	x7	x1
 Toyota	MR x4 SR x4	  x4	x9 	x1?
 Cruise	SR x5	 x8 	x16	x1?
 Renault-Nissan	x4	 x5	x8	x1?
 Baidu	LR x1 SR x3	 x4?	x2? 	x1?
 Navya	LR x3 SR x7	  x4	x6 	x1 

数据来源：《自动驾驶汽车传感器2018 版》、MEMS，安信证券研究中心

自动驾驶最高水平的谷歌 Waymo (L5 级别) 搭载了摄像头、毫米波雷达、激光雷达、音频探测系统等传感器。Waymo 的视觉系统由几组高分辨率的相机组成，设计用于在长距离、日光和低光照条件下工作；Waymo 的毫米波雷达则使用波长来感知物体和运动，这些波长能够在雨滴等物体周围传播，使其能够在白天、黑夜、雨雪天气中有效工作，主要使用 77GHz 毫米波雷达；Waymo 的激光雷达发出 360 度的数百万激光脉冲用于测距，包括短程激光雷达、高分辨率中程激光雷达以及功能强大的新一代远程激光雷达。

图 6：Waymo 传感器分布示意图



数据来源：Waymo 2018 Safety Report，安信证券研究中心

表 4: Waymo 传感器配置情况

传感器	子类型	指标
毫米波雷达	前雷达	77GHz FMCW
毫米波雷达	后雷达	77GHz FMCW
毫米波雷达	侧雷达	77GHz FMCW
激光雷达	四周雷达	近距离, 多线 (8-16 线)
激光雷达	顶雷达	中远距离, 多线 (小于 64 线), 可聚焦
卫星导航	卫星导航	RTK, 多系统, 单天线
惯导	惯导	MEMS, 战术级
摄像头	顶摄像头	360 全景, 8 个摄像头模组
音频	前麦克风	3 个麦克风

数据来源: 厚势汽车研究院, 安信证券研究中心

通用 Cruise 上搭载激光雷达、毫米波雷达及摄像头。根据通用 Cruise2018 Safety Report, 通用无人车 (L4 级别+) 采用 5 个激光雷达, 21 个毫米波雷达, 16 个摄像头。其中摄像头在于监测行人、交通信号灯等, 顶激光雷达用于监测静态和动态物体, 远程毫米波雷达用于检测车辆并测量速度, 短程雷达用于监测周边物体, 高分辨率雷达用于监测远距离移动的车辆。

图 7: Cruise 传感器分布示意图



数据来源: Waymo 2018 Safety Report, 安信证券研究中心

表 5: Cruise 传感器配置情况

传感器	子类型	供应商	指标或型号
12 个毫米波雷达	-	日本 ALPS	79GHz
4 个毫米波雷达	2 个前向、2 个后向	或为德国大陆	或为 ARS-408
5 个毫米波雷达	侧雷达和正前方	德国博世	高分辨率 (通用称之为 Articulating)
4 个激光雷达	四周雷达	Velodyne	VLP16 (单价约为 3999 美元)
1 个激光雷达	顶雷达	Velodyne	VLP16 (单价约为 3999 美元)
16 个摄像头	-	-	双目摄像头、360 环视摄像头、单目摄像头等

数据来源: 智车科技, 安信证券研究中心

特斯拉搭载激光雷达、毫米波雷达及摄像头。特斯拉 Autopilot 2.0 (L2 级别自动驾驶) 搭载 8 个摄像头、1 个毫米波雷达、12 个超声波雷达。视觉系统中 4 个侧视摄像头基本可保证 L3

级别的变道、合流、出高速等功能；搭载的毫米波雷达探测距离 160 米，猜测应为 77GHz；特斯拉搭载的超声波雷达促使感知距离增加一倍。

图 8：特斯拉传感器搭载及辐射范围



数据来源：特斯拉官网，安信证券研究中心

图 9：侧方 Lidar 细节



数据来源：特斯拉官网，安信证券研究中心

表 6：特斯拉传感器配置情况

传感器	子类型	指标或型号
8 个摄像头	倒车摄像头、三目总成件、两侧各 2 个	-
1 个毫米波雷达	-	探测距离 160m
12 个超声波雷达	-	探测距离 8m

数据来源：智能汽车与自动驾驶，安信证券研究中心

**5G 时代，C-V2X 将成为 L4/L5 级高阶自动驾驶车辆的超视距传感器。**现在的自动驾驶解决方案主要是通过雷达、摄像头等感知周边环境，可能会受到天气、距离等因素影响，C-V2X 则提供了另一个获取周边环境信息的交互渠道。高通工程技术高级副总裁马德嘉指出，未来随着 5G 为车内信息娱乐和车载信息处理提供更大的数据容量，C-V2X 将成为汽车的“超视距传感器”，能够对雷达等现有视距传感器进行补充，比如转弯时提示驾驶员转角盲区有汽车或自行车靠近、向驾驶员提供信号灯状态信息等，从而带来更高效且更安全的交通。

图 10：5G 时代，C-V2X 将成为自动驾驶车辆的超视距传感器



数据来源：汽车大行家，安信证券研究中心

综合现有国内外顶级自动驾驶玩家路测的自动驾驶汽车配备的传感器和 5G 时代将会新增的传感器来看，未来实现完全自动驾驶，需要配备的核心传感器主要包括激光雷达 (LiDAR)、雷达 (RADAR)、摄像头 (Camera)、惯性测量单元 (IMU) 和车路协同系统 (V2X)。

## 1.2. 渗透率：L2 级自动驾驶加速普及，渗透率将快速提升

2018 年车企基本实现 L2 级自动驾驶，未来将有望加速普及与升级。根据汽车电子设计、汽车电子头条的统计，2018 年大部分的外资及自主车企均已在部分车型上实现了 L2 级自动驾驶。外资车企中领先的是奥迪，奥迪于 2018 年推出的 A8 是全球第一款量产 L3 级别的自动驾驶车型，改款后搭载 5 个毫米波雷达、5 个摄像头及 12 个超声波雷达与一个 4 线机械激光雷达，其余外资车型基本均已实现 L2 级自动驾驶。自主车企亦于 2018 年实现了 L2 级自动驾驶，根据大多数车企规划，将于 2020 年实现 L3 自动驾驶。

表 7：国内外车企自动驾驶规划

车企	2018	2019	2020	2021	2022 之后
奥迪	L3		L4		
宝马	L2	L3	L4		
奔驰	L2	L3		L4	L5
大众	L2			L4	L5
沃尔沃	L2	跳过 L3	L4		
通用	L2	L4			
福特	L2	跳过 L3	L4		
FCA				L3/L4	
丰田	L2		L3		L4
雷诺日产	L2		L3		L5
本田	L2		L3		L4
捷豹路虎	L2			L4	L5
现代起亚	L2		L3	L4	L5
上汽	L2		L3		L4/L5
吉利	L2		L3		L4/L5
广汽		L2	L3		L4
北汽	L2	L2.5	L3		L4
长城	L2		L3		L4/L5
江淮		L3			
长安	L2		L3		L4
奇瑞	L2		L3		L4/L5

数据来源：汽车电子设计，汽车头条，安信证券研究中心

除传统车企外，自主车企中蔚来、小鹏、奇点等新势力在自动驾驶方面也有积极表现，其中小鹏汽车与德赛西威合作的 L3 自动驾驶系统预计将于 2020 年实现，届时将提供低速代客泊车、中速赛车辅助巡航、以及高速代驾三个针对国内驾驶环境特点的智能功能。

表 8：国内车企智能网联尤其自动驾驶详细规划

车企	2020 年自动驾驶规划
一汽集团	2020 年实现“擎途”3.0，将发布高速公路代驾产品及深度感知和城市智能技术，具备多任务长时托管和智慧城市解决方案提供功能。2025 年实现“擎途”4.0，届时将实现智能商业服务平台运营，高度自动驾驶技术的整车产品渗透率达 50% 以上。
东风集团	在 2020 年采用有条件自动驾驶和辅助信息相结合，实现 L3 级别高速公路+ 部分城市路况自动驾驶。2025 年采用高度自动驾驶和环境感知信息联网组合，实现城区自动驾驶。
上汽自主	2020 年实现结构化和部分非结构化道路的自动驾驶功能，2025 年实现全环境下的自动驾驶功能。
北汽集团	2018、2019 年、2020 年分阶段实现 L2、L2.5、L3 级别的自动驾驶，2020 年的 L3 级自动驾驶覆盖更多城市路况和高速场景。
广汽自主	将于 2020 年推出 L3 级别自动驾驶汽车，重点解决高速路行驶、拥堵跟车、自动泊车等典型用车场景。
长安汽车	预计到 2020 年，长安将实现量产车型规模化应用有条件自动驾驶，并在未来 10 年继续投入 200 亿元进行研发，到 2025 年，长安将实现真正的自动驾驶。
吉利汽车	2020 年实现 L3 级自动驾驶，G-Pilot 4.0，吉利预计达成时间在 2024 年左右，届时平台将结合自动

	驾驶技术以及出行算法逻辑，实现司机完全解放。
奇瑞汽车	奇瑞雄狮智驾计划在 2020 年实现 SAE Level 3 级别的自动驾驶，在 2025 年实现 Level 4 甚至 Level 5 级别的高度、完全自动驾驶
长城汽车	2020 年，实现部分自动驾驶，达到 L3+ 级别。2023 年，将推出“i-Pilot 3.0”系统，通过 V2X 车辆通讯技术的引入，能够在市区及更多区域，实现高度自动驾驶，达到 L4 级别。2025 年，随着更先进技术的引入，将推出更安全、适应性更强的“i-Pilot 4.0”无人驾驶系统，实现完全自动驾驶，达到 L5 级别。
比亚迪汽车	比亚迪开放了智能网联系统 DiLink，比亚迪最近宣布与百度共同打造 Apollo 生态车辆认证平台，将自家的 341 个汽车传感器和 66 项控制权与 Apollo 生态全面打通。
蔚来汽车	2018 年发布了搭载先进的自动辅助驾驶系统 NIO Pilot 的量产车 ES8。
小鹏汽车	在 2020 年实现 L3 级自动驾驶量产落地，根据规划，小鹏汽车与德赛西威合作的 L3 自动驾驶系统将提供低速代客泊车、中速塞车辅助巡航，以及高速代驾三个针对国内驾驶环境特点的智能功能。
奇点汽车	奇点汽车计划在短期内实现 L2 级自动驾驶，并在中、长期通过 OTA 云端迭代升级完成向 L3、L4 级别自动驾驶的过渡过程。其中，2019 年将实现 SAE 标准 L3 级别。在自动驾驶技术研发路径上，奇点汽车主攻传感器摄像头和毫米波雷达。

数据来源：厚势汽车研究院，安信证券研究中心

**2 级自动驾驶渗透率有望在 2020 年达到 30% 以上。**当前大多数车企已在部分车型上实现 L2 级自动驾驶，对应量产车的车型销量直接影响了自动驾驶的渗透率水平。根据 2016 年的《中国制造 2025》，国内 1、2 级自动驾驶渗透率将在 2020 年达到 20%，3 级自动驾驶渗透率将在 2020 年达到 10%-20%，4 级自动驾驶渗透率将在 2030 年达到 10%。而 2018 年 12 月工信部发布的《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》调高 L2 级渗透率目标，将其由 2020 年 2 级自动驾驶渗透率达 20% 的目标提升至渗透率 30% 以上，L2 级自动驾驶加速渗透。

### 1.3. 单车需求量：ADAS 不断升级，单车需求量持续攀升

随着自动驾驶级别升级，单车对传感器的需求量在持续攀升。以特斯拉、奥迪 A8 与通用 Cruise 为例，摄像头基本随着级别数的提升单车配套量在增加，毫米波雷达随着级别的提升增幅尤其明显，L4 级的通用 Cruise 搭载的毫米波雷达数量是奥迪 A8 的 4 倍，单价昂贵的激光雷达在 L3 级别必备，L4 级别需求量亦有明显增加，技术最为成熟的 L5 级 Waymo 摄像头、毫米波搭载数量有所减少，但高价值量的激光雷达搭载数在提升。

**表 9：级别越高对摄像头、毫米波雷达与激光雷达的单车配套量越大**

自动驾驶级别	代表车型或系统	传感器需求量
L1	特斯拉 Autopilot 1.0	2 个摄像头、1 个毫米波雷达与 12 个超声波雷达
L2	特斯拉 Autopilot 2.0	8 个摄像头、1 个毫米波雷达与 12 个超声波雷达
L3	奥迪 A8	5 个摄像头、5 个毫米波雷达、12 个超声波雷达、1 个激光雷达
L4	通用 Cruise	16 个摄像头、21 个毫米波雷达、5 个激光雷达
L5	谷歌 Waymo	8 个摄像头、4 个毫米波雷达、6 个激光雷达

数据来源：雷锋网、奥迪官网、通用官网，安信证券研究中心

**自动驾驶渗透率逐步提升叠加级别持续提升，预计传感器需求呈指数级增长，市场规模 2022 年有望达 31 亿美元，2032 年有望达 773 亿美元。**根据麦姆斯咨询，2017 年全球自动驾驶汽车的产量为数万台，2032 年全球自动驾驶汽车的产量有望达 2310 万台，CAGR 高达 58%。届时，与自动驾驶汽车生产相关的总体营收将达到 3000 亿美元，其中 52% 来自车辆本身，26% 来自传感器硬件，17% 来自计算硬件，其余 5% 来自集成。激光雷达、雷达、摄像头、惯性测量单元和全球导航卫星系统均呈指数级增长，合计市场规模预计 2022 年可达 31 亿美元，2032 年可达 773 亿美元。

图 11：自动驾驶汽车传感器市场空间



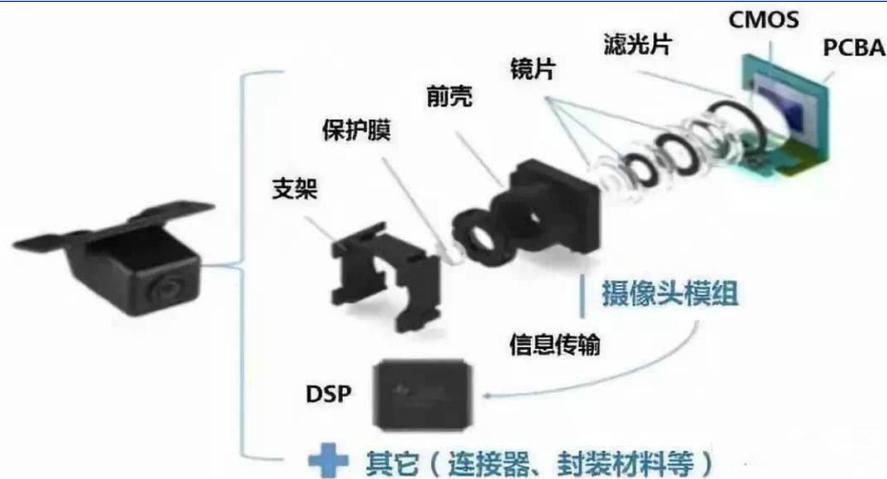
数据来源：《自动驾驶汽车传感器-2018 版》、MEMS，安信证券研究中心

## 2. 车载摄像头：自主供应商加速入局开启国产替代进程

### 2.1. 车载摄像头的构成与分类

车载视觉传感器，摄像头的新蓝海。车载摄像头是自动驾驶重要的传感器，主要包括镜片、滤光片、CMOS、PCBA、DSP 和其他封装、保护材料等。不同于手机摄像头，车载摄像头的模组工艺难度大很多，主要是因为车载摄像头需要在高低温、湿热、强微光和震动等各种复杂工况条件下长时间保持稳定的工作状态。综合而言，车载摄像头的技术壁垒明显高于手机摄像头，随着自动驾驶的兴起，车载摄像头已经成为了摄像头的新蓝海。

图 12：车载摄像头的构成



数据来源：新材料在线，安信证券研究中心

车载摄像头种类繁多，装车量不断增加。车载摄像头在实现自动驾驶方面有着不可替代的作用，如识别交通标牌、红绿灯和行人等。以特斯拉 Model 3 为例，车内外一共安装了 9 颗摄像头，包括 3 个前视摄像头、2 个侧视摄像头、2 个后侧视摄像头、1 个后视摄像头和 1 个内视摄像头。其中，前向摄像头采用的是三目摄像头，主要是因为单目摄像头在测距的范围和距离方面有一个不可调和的矛盾，即摄像头的视角越宽，所能探测到精准距离的长度越短，视角越窄，探测到的距离越长，3 个摄像头分别是窄角摄像头（35 度视场角，最大距离 250 米）、中程摄像头（50 度视场角，最大距离 80 米）和鱼眼摄像头（150 度视场角，最大距离 60 米），左右侧视广角摄像头（80 度视场角，最大距离 60 米），左右后视中程摄像头（60

度视场角，最大距离 100 米)，鱼眼后视摄像头（140 度视场角，最大距离 50 米），内视摄像头，监控驾驶员注意力。

图 13：特斯拉摄像头的种类与布置

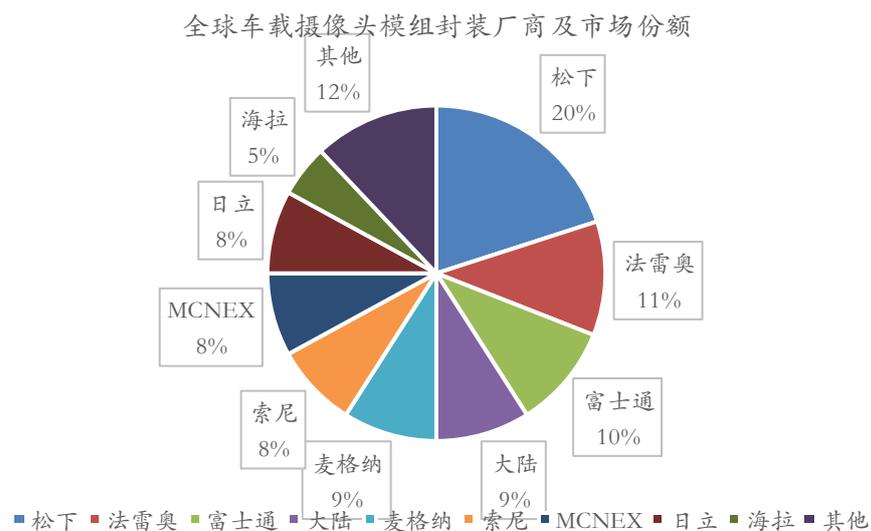


数据来源：电动汽车网，安信证券研究中心

## 2.2. 自主供应商加速入局，国产替代在即

全球车载摄像头 CR4 为 50%，竞争格局相对集中，自主供应商开始入场。相对于手机摄像头等消费级电子和工业视觉用工业电子，车载摄像头由于安全性和使用环境等因素，对稳定性和规格要求比较高，模组封装工艺复杂，技术壁垒高，尤其是点胶工艺存在难点。车载摄像头的壁垒主要在于模组封装和客户壁垒，目前来看，国际上松下、索尼等占据了较大的市场份额，但是总体的竞争格局并不是很集中，除了松下占据了 20% 的市场份额以外，其后的 8 名主要竞争对手市场份额相互差距都不大，国内舜宇光学、欧菲光、德赛西威等已开始全面进入车载摄像头模组封装制造中。

图 14：全球车载摄像头主要由欧日供应商主导，竞争格局相对集中



数据来源：中国产业信息网，安信证券研究中心

外资供应商占据主流地位，自主供应商加速入局，国产替代进程开启。博世、维宁尔、大陆泰密克和歌乐等国际跨国巨头凭借技术优势和客户配套优势，占据了主流的合资品牌供应链，

但产品以摄像头为主。自主从后装到前装，从商用车到乘用车，从自主到合资，从单一客户到多客户不断突破，尽管技术上短期内与外资仍有差距，但经营灵活，从车摄像头到具体应用，如 360 环视、自动泊车、行车记录仪、车载监控录像机系统，产品非常丰富，能够满足主机厂客户和售后市场多方位的需要。未来，随着自主供应商技术不断成熟，规模日渐扩大，凭借着快速响应和性价比的传统优势，将有望开启对外资供应商的替代。

**表 10：国内主流的车载摄像头供应商**

厂商	相关产品	配套客户
博世（中国）	摄像头，雷达传感器等	通用，大众，宝马等
维宁尔（中国）	单目视觉系统，立体视觉系统，夜视系统	奔驰，吉利等
大陆泰密克（上海）	车载电子系统（摄像头）	上海大众，福特，通用，马自达等
安波福电子（苏州）	视觉整合模块	沃尔沃，领克等
东莞歌乐	汽车音像系统，汽车导航系统，摄像头	上汽通用，长城汽车，东风日产，东风本田，广汽本田，广汽三菱
法雷奥（深圳）	控制器，摄像头等	长春一汽，上海大众，长春一轿，神龙，长安福特马自达，奇瑞，雷诺等
阿尔派（中国）	驾驶辅助产品技术（显示器，摄像头，雷达，影像识别）	Jeep 等
苏州智华	130° 160° 195° 模拟摄像头模组，40° 高动态模拟摄像头模组，138° 高清摄像头模组，智能摄像头模组，185° 高清摄像头模组，195° 高清模拟输出摄像头模组，2D 全景泊车辅助系统，3D 全景泊车辅助系统，乘用车前视安全辅助系统，商用车前视安全辅助系统，WIFI 行车记录系统	金龙客车，宇通客车，长安汽车，日产，东风乘用车等
名宗科技	车用摄像头等	宇通，中通，奇瑞等
经纬恒润科技	360 度全景泊车系统，单目前视主动安全摄像头	通用，上海通用，福特，捷豹路虎，一汽，上汽，长安，广汽乘用车，北汽乘用车，力帆，一汽解放，重汽，包头奔驰等
中科正方	彩色 CCD 摄像头	苏州金龙，青年客车，上汽申沃，北汽福田，东风襄旅，五洲龙等
优创电子	行车记录仪，360 环视，可视倒车雷达系列，摄像头等	通用，吉利，现代，大发，起亚，福特，雷诺，菲亚特，众泰，三菱，日产，丰田等
宇鸿电子	汽车后视镜系统，无线倒车后视镜，倒车监视器，车载摄像头，专车专用摄像头，汽车夜视仪系统，车载监控录像机系统	宇通，金龙，尼奥普兰，安凯，五征，三一重工等
华阳数码特	车载摄像头，前装全景摄像头，行车记录仪	日立，索菱等
奇科电子	汽车摄像头，全景可视系统，行车记录仪	日产，广汽，福特
晟泰克	车载摄像头	奇瑞，江淮，东风，北汽福田，东风日产，昌河，韩国 TATA 等
南海长齐	流媒体智能后视镜，360° 全景泊车影像系统，倒车后视镜系统，车载摄像头，行车记录仪等	上海大众
道可视	360° 全景行车系统	广汽，上海大众，一汽，重汽
一谷电子	行车记录仪，车载摄像头，半自动泊车，全景泊车影像系统等	东风日产，丰田通商，法国雷诺，福特，华晨，广汽本田，广汽丰田，美国 Autovox，印尼现代，合众，江淮，北汽等
鑫洋泉	环视自动泊车系统（360 全景摄像头），远程监控环视系统，自动泊车	运通集团，百得利集团，庆洋集团，庞大集团，新丰泰集团等

数据来源：盖世汽车网，安信证券研究中心

## 2.3. 车载摄像头未来趋势与空间

**未来趋势之一：夜视摄像头或成为车载摄像头的标配。**据美国国家公路交通安全局的统计数据，虽然夜间出行仅占美国公路交通的 1/4，但发生的交通事故却占据了半壁江山，主要在于夜间视线不良所致。这就要求车载摄像头必须具备较强的感光能力，未来夜视系统或将成为车载摄像头的标配。从实际效果来看，具备夜视功能的摄像头能够大幅提高行车安全，如特斯拉的 Autopilot HW2.0 搭载的摄像头使用了 4 个滤镜-RGGB（红、绿、绿、蓝），在单元格上创建一个单一的颜色像素（两个绿色用于提高分辨率/亮度）。摄像头的其中三个滤镜为单色可见光，另外一个使用红色滤光片（RCCC），增加单色光的灵敏度，检测红色交通灯和尾灯。

图 15: 普通摄像头夜视效果



数据来源: 高工智能汽车, 安信证券研究中心

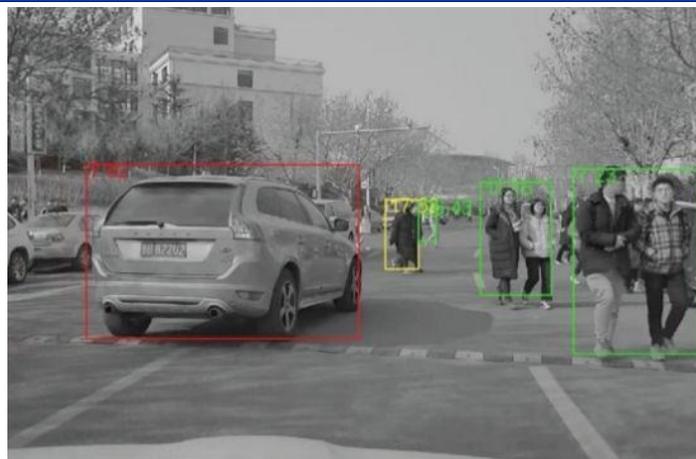
图 16: 特斯拉 Autopilot HW2.0 摄像头夜视效果



数据来源: 高工智能汽车, 安信证券研究中心

**未来趋势之二: AI 算法和 AI 芯片植入摄像头硬件前端是未来重要趋势。**当前, 国内外不少人工智能汽车创业型企业都在尝试将 AI 植入到摄像头的硬件前端, 用以研发具有目标检测、分割与识别能力, 甚至同时具有参数估计和行为意图预测功能的人工智能摄像头。如 Utility 于 2018 年 10 月份宣布将与索尼公司开展合作, 共同研发“智能巡逻”车载摄像头影响系统, 通过采用 AI 技术识别车牌号, 使执法人员不必再手动录入车牌号, 尽最大可能地避免执法车辆驾驶员出现分神情况。

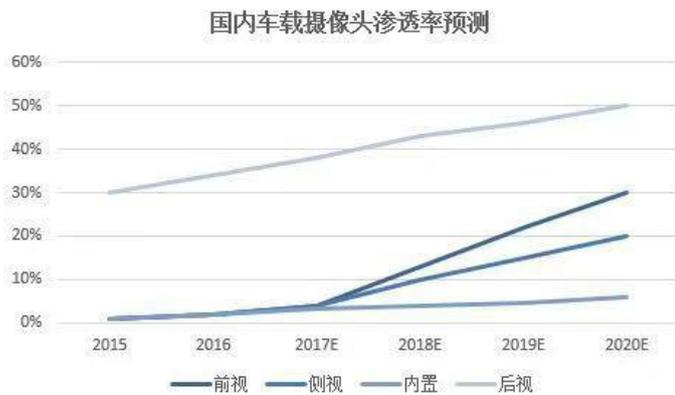
图 17: AI 车载摄像头能够自动识别车辆和行人行进方向和速度



数据来源: 中国人工智能网, 安信证券研究中心

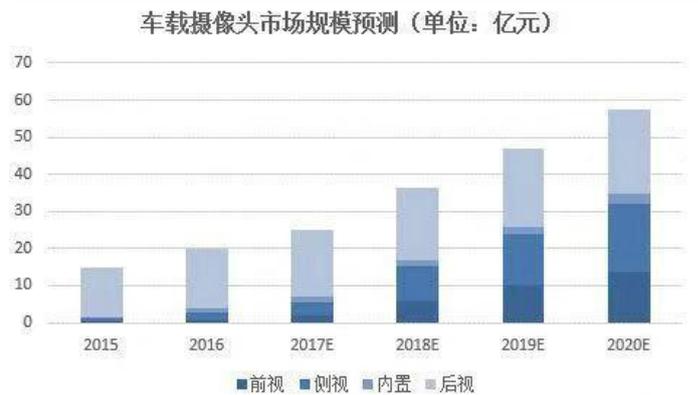
**车载摄像头装车量快速攀升, 预计 2020 年市场规模近 60 亿元。**根据佐思产研统计数据, 2017 年国内乘用车市场摄像头装车量达到了 639 万颗, 主要应用于倒车影像 (后视) 和 360 度全景摄像 (环视), 应用于 FCW、LDW 和 AEB 等功能的前视和驾驶员监测的内视是未来车载摄像头的主要增长点, 高工智能汽车预测, 2020 年后视摄像头渗透率有望达到 50%, 前视摄像头渗透率有望达到 30%。随着产业链成熟度的提升, 车载摄像头的价格也持续走低, 从 2010 年的 300 多元已降至 2018 年的 150 元, 一般的盲区摄像头价格基本都已降至 100 元以内。根据高工智能汽车预计, 到 2020 年国内车载摄像头的市场规模有望接近 60 亿元。

图 18：车载摄像头搭载数量和渗透率有望加速提升



数据来源：高工智能汽车，安信证券研究中心

图 19：2020 年国内车载摄像头市场规模预计近 60 亿元



数据来源：高工智能汽车，安信证券研究中心

## 2.4. 特斯拉自动驾驶视觉方案的变迁

**特斯拉自动驾驶技术方案的两个阶段。** 特斯拉初始采用的是 Mobileye 的单目摄像头方案，此后多次交通事故后，特斯拉改为了毫米波雷达为主，摄像头为辅的技术方案，摄像头也一举扩充为 8 个，分别对应着 Autopilot 1.0 系统和 Autopilot 2.0 系统。AutoPilot1.0 系统，其在硬件上有 1 个前置摄像头、2 个前后雷达以及 12 个超声传感器，而 2.0 系统在硬件上除了将雷达进行了增强、传感器进行增距外，还提供 3 个不同焦距的前置摄像头、2 个侧身摄像头以及 3 个后置摄像头，摄像头的数量从 1.0 系统的 1 个一下扩充为了 8 个。

**单目摄像头方案短期成熟，但难以实现 L5 级自动驾驶。** 2016 年 5 月 7 日，一辆开启了自动驾驶的特斯拉 Model S 撞向了横向拐弯的白色大货车，据后来事故调查结果显示，原因在于车辆图像识别系统未能把货车的白色车厢与背后的蓝天白云区分开来。这主要是由于特斯拉当时采取的是 Mobileye 的单目摄像头技术方案，其对车辆的识别是采取特征点的方式进行的，如尾灯和后车轮识别前车，对于更加复杂的现实场景如何区分汽车、白云还是湖面等缺乏有效应对。单目视觉检测方案更加适用于 ADAS 或者低阶的自动驾驶，特斯拉在意识到 Mobileye 的单目摄像头方案只能短期占优，无法最终支撑其实现完全自动驾驶的目标时，果断选择了转向，特斯拉自动驾驶路线随之进入了 2.0 时代。

图 20：特斯拉图像识别系统误将白色涂装的卡车识别为白云



数据来源：爱卡汽车，安信证券研究中心

**三目摄像头方案优劣势显著，仍有待时间的检验。** 特斯拉采用的三目摄像头分别为前视窄视野摄像头、前视主视野摄像头和前视宽视野摄像头，实现了视野和距离的平衡，根据各自焦

距不同，分别负责远距离测距、中距离测距和近处测距（包括交通灯、道路障碍等识别）。三个摄像头克服了单目及双目在视野局限性、测距精度、安装位置等方面的硬伤，最大程度模拟了人类双眼快速变焦、同时覆盖长短距范围的特性。但是随着摄像头数量的增多，精度误差率也增大了，三目采取的是实时计算视差估测距离的方式，需要同时运算所有动态和静态物体不同时间的距离、方向和速度信息，计算量飙升。此外，三路数据同步传输，但是采集到的数据却不总是相同，系统后台算法却没有一定的运算逻辑去进行审核，导致驾驶决策的准确性无法预估。考虑到三目摄像头方案成本、可靠性和精确性等诸多问题，是否是实现完全自动驾驶的最佳方案，仍有待时间的检验。

图 21: Autopilot 2.0 转用三目前视摄像头



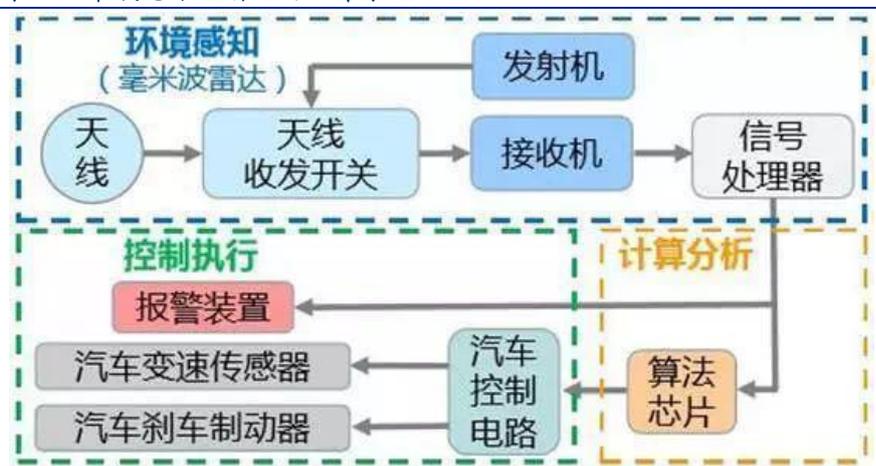
数据来源：特斯拉官网，安信证券研究中心

### 3. 毫米波雷达：全天候传感器，高阶自动驾驶标配

#### 3.1. 毫米波雷达的原理与构成

毫米波雷达三步走，环境感知、计算分析、控制执行。车载毫米波雷达通过天线向外发射毫米波，接收目标反射信号，经后方处理后快速准确地获取汽车车身周围的物理环境信息（如汽车与其他物体之间的相对距离、相对速度、角度、运动方向等），然后根据所探知的物体信息进行目标追踪和识别分类，进而结合车身动态信息进行数据融合，最终通过中央处理单元进行智能处理。经合理决策后，以声、光及触觉等多种方式告知或警告驾驶员，或及时对汽车做出主动干预，从而保证驾驶过程的安全性和舒适性，减少事故发生几率。

图 22: 车载毫米波雷达的工作原理



数据来源：电子发烧友，安信证券研究中心

毫米波雷达是全天候全天时 ADAS 传感器，高阶自动驾驶的标配。毫米波雷达的主流产品是 24GHz 和 77GHz 两种规格，前者主要用于短距离传感，安置在车后方和侧面，可探测车身周围环境、盲点，实现泊车辅助、变道辅助等功能，后者用于长距离测量，主要安置在车前方，实现自动跟车、自适应巡航、紧急制动等功能。毫米波雷达系统主要包括天线、收发模块、信号处理模块等，其中，关键零部件是前端单片微波集成电路（MMIC），它包括多种功能电路，如低噪声放大器、功率放大器、混频器等，MMIC 可简化雷达系统结构，便于规模化生产，同时将降低系统的物流成本，加速了毫米波雷达的应用。

图 23：毫米波雷达的结构图

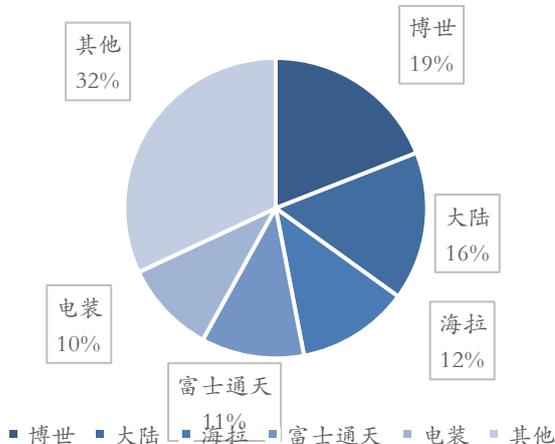


数据来源：物联网空间站，安信证券研究中心

### 3.2. 外资寡头垄断，内资开始破局

全球毫米波雷达市场集中度较高，2018 年 CR5 高达 68%，外资寡头垄断。从竞争格局看，全球毫米波雷达市场基本被以博世为首的外资汽车零部件巨头垄断，其中博世以 77GHz 毫米波雷达为主。据 OFweek 的统计数据显示，目前中国 24GHz 车载雷达市场主要由法雷奥、海拉和博世等主导，合计出货量占比高达 60% 以上。中国 77GHz 车载雷达主要由大陆集团、博世和德尔福等主导，合计出货量占比高达 80% 以上。综合来看，中国市场当前仍在外资寡头的垄断之下。

图 24：2018 年全球毫米波雷达市场集中度



数据来源：OFweek 智能汽车，安信证券研究中心

内资厂商涌入毫米波市场，定制化解决方案或是国产替代突破口。国内的毫米波雷达市场当前被大陆、德尔福、博世等国外零部件巨头垄断，并且也在不断推出更新更好的产品。当单

品性能和价格不足以和国外供应商拉开差距，打包做解决方案是比较好的突围路径，包括整个系统有多少冗余，提供定制化服务。据一家合资主机厂的调查报告显示，消费者因为功能不好用而关闭 LDW、FCW 功能的人数占比超过 90%。一个典型的具有中国特色的场景是并道切入，因为国内切入行为比国外频繁，本土化的驾驶辅助系统对相邻车道的切入应该更加敏感，外资 ACC 系统通常都是等相邻车道切入的车子并道摆正车尾后才会识别，容易发生追尾事故。所以自主厂商替代外资厂商比较有效的方式是开发定制化的解决方案，连同摄像头，做多传感器的融合驾辅应用。

表 11：国内主流的毫米波雷达供应商

厂商	相关产品	配套客户
法雷奥（深圳）	雷达、红外和视觉系统等	上汽大众、一汽轿车，神龙，长福马，奇瑞，雷诺
大陆（上海）	24GHz 和 77GHz 毫米波雷达等	福特、通用、马自达、奥迪、一汽大众、上汽大众、奇瑞、比亚迪、戴姆勒、东风裕隆、东风乘用车、神龙、通用、沃尔沃、吉利、华晨、菲亚特、蔚来
博世（苏州）	毫米波雷达等	大众、通用、福特、上汽、一汽等
博世（中国）	毫米波雷达等	通用、大众、宝马、小鹏、蔚来、威马等
保隆科技	24GHz 毫米波雷达等	吉利、奇瑞等
德赛西威	24GHz 毫米波雷达等	吉利、奇瑞、小鹏等
华域汽车	24GHz 毫米波雷达等	上汽等
苏州豪米波	24GHz 和 77GHz 毫米波雷达	后装，2019 年初进入前装 SOP
明泰电子	毫米波雷达等	起亚、日产、丰田
深圳赛格导航	77GHz 和 79GHz 毫米波雷达	海马、猎豹、上通五菱、知豆、柳汽、江铃、北汽新能源等
深圳华讯方舟	毫米波雷达	长城、北汽

数据来源：盖世汽车网，安信证券研究中心

### 3.3. 产品升级，百亿市场空间待发掘

**77GHz 车载毫米波雷达是未来主流，2018 年已大幅缩小与 24GHz 雷达出货量的差距。**随着自动驾驶从 L2 到 L5，汽车所需的毫米波雷达数量是递增的，这就需要体积更小、功率更低和价格更低的毫米波雷达。77GHz 最大的优势是天线是 24GHz 的三分之一，同样的体积可以做更多的通道，识别精度也更高，穿透能力也更强，挑战主要在设计 and 价格方面。从产业来看，DIGITIMES Research 预估高频毫米波雷达因导入 CMOS 制程后 2022 年价格相较于 2017 年跌幅将达 50%，77GHz 价格的下降有望推动其加速普及。从 17-18 年车载毫米波雷达的装车量来看，17 年明显加速，同比增长 104.6%，18 年受车市销量下滑影响，同比仍有 54% 的增长。根据佐思产研数据，77GHz 雷达在 2018 年 12 月实现了对 24GHz 雷达的反超，比原先预计的时间点提前了一年，车载毫米波雷达升级进程超出预期。

图 25：2017 年车载毫米波雷达渗透加速



数据来源：佐思产研，安信证券研究中心

图 26：77GHz 与 24GHz 雷达出货量逐步缩小



数据来源：佐思产研，安信证券研究中心

自动驾驶加速普及，2020年全球和中国车载毫米波雷达市场规模预计分别将达51.2亿美元和72.1亿元。随着ADAS渗透率不断提高，车载毫米波雷达市场需求随之升高。据中商产业研究院整理统计，2015年全球和中国车载毫米波雷达市场规模分别为19.4亿美元和18亿元人民币左右，考虑到必须至少搭载一颗毫米波雷达的紧急自动制动系统（AEB）在全球范围内开始普及，预计到2020年全球和中国车载毫米波雷达市场规模预计分别将达51.2亿美元和72.1亿元。

图 27：2020 年全球车载毫米波雷达市场规模将达 51.2 亿美元

图 28：2020 年中国车载毫米波雷达市场规模将达 72.1 亿元



数据来源：中商产业研究院，安信证券研究中心



数据来源：中商产业研究院，安信证券研究中心

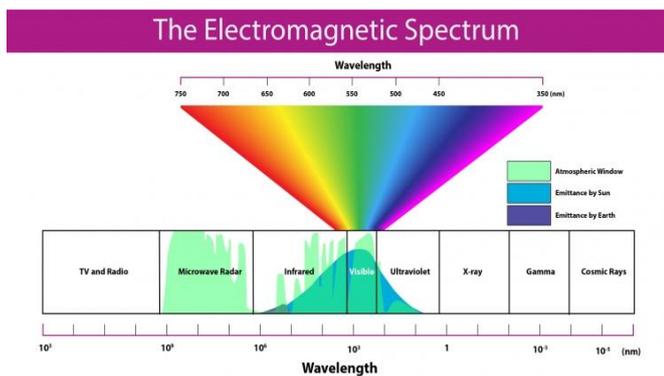
## 4. 激光雷达：自动驾驶核心组件

### 4.1. 激光雷达--高精度定位系统核心传感器

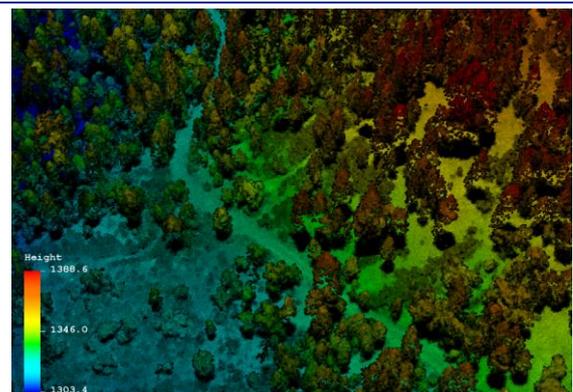
**精度与测距。**激光雷达波长更短，水平分辨率能够控制在  $0.1^\circ$  以内，且抗干扰能力强，探测距离更远，因此与毫米波雷达等其他传感器相比，能够提供更精确和稳定的定位导航。

图 29：激光与毫米波在电磁波谱中的位置

图 30：激光雷达可视化成像效果



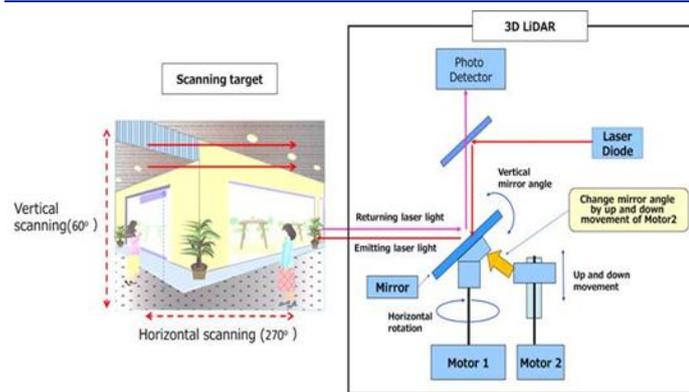
数据来源：Dutton Institute，安信证券研究中心



数据来源：NEONAOP，安信证券研究中心

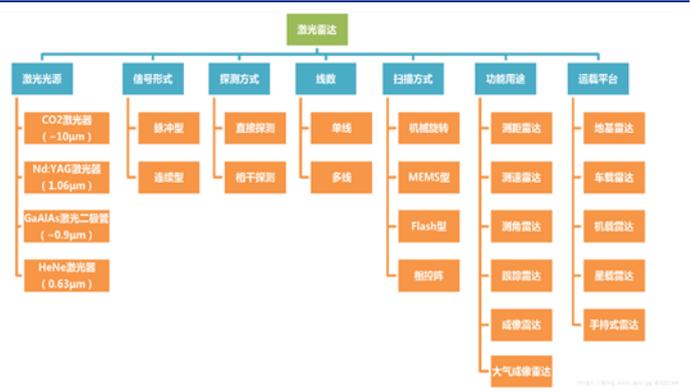
**发射器-接收器-光电转换器-信号处理器**四大模块。工作时，发射器发出脉冲激光，这束激光遇到物体后，会发生漫反射并被接收器接收，再由光电探测器识别并转换为电信号传输至信号处理模块分析。

图 31: 激光雷达工作原理



数据来源: Analog IC Tips, 安信证券研究中心

图 32: 激光雷达的分类

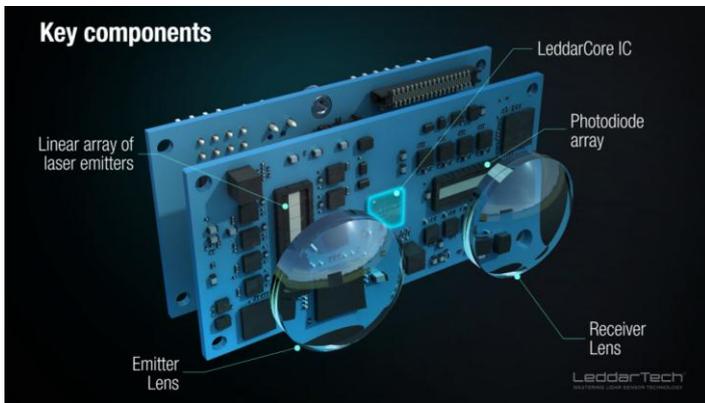


数据来源: CSDN, 安信证券研究中心

**多线束激光提升定位性能。**单线激光雷达拥有一个发射器一个接收器，发射器在雷达内每旋转一定小角度便生成一帧数据。单线雷达成本低，但只能获取线性信息。多线雷达则是用多个发射器进行轮询，一个轮询周期可得到一帧点云数据。线数越多，秒采集点云越多。

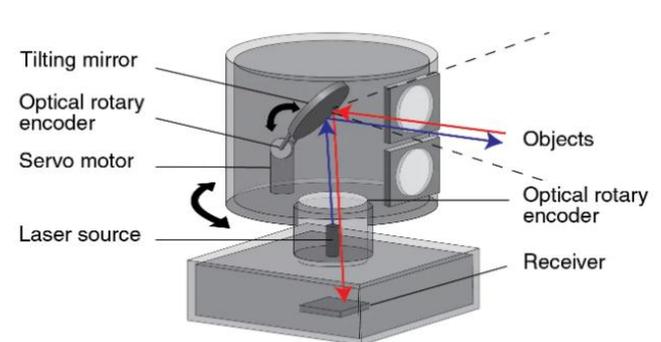
**固态激光雷达技术方兴未艾。**目前激光雷达主要有机械和固态两种。机械激光雷达体积较大、测量精度较高，一般置于汽车外部，价格也较为昂贵。固态激光雷达结构相对紧凑、价格较低、测量精度较差，可隐藏于汽车车体内。早先企业普遍采用价格高昂的机械式激光雷达，以Velodyne为代表。机械式是指扫描时以机械器件带动发射器进行旋转、俯仰，精度较高，但技术复杂，成本居高不下。随着技术发展，固态激光雷达应运而生，其又分为MEMS、OPA (Optical Phased Array) 和Flash。MEMS型利用MEMS微振镜将所有机械部件集成到单个芯片后再利用半导体工艺生产，本质为混合固态；OPA型则是利用相干原理，将多个光源组成阵列，通过控制各光源的发光时间差形成特定方向的主光束，通过控制主光束实现对不同方向的扫描；Flash型是非扫描式雷达，通过发射面阵光，通过高精度传感器接收反射信号，以二维或三维图像为输出周围的环境图像绘制。机械式旋转对比固态扫描，精度高但生产工艺难，成本不菲，更加适用于军用级、企业级设备。而在纯固态/混合固态中，MEMS体积小、成本低、耗损小，适用于中远距离；Flash适合近距离使用；OPA型技术尚未成熟，但市场看好其性能指标。

图 33: 固态激光雷达构成



资料来源: LeddarTech, 安信证券研究中心

图 34: 机械式激光雷达构成



资料来源: Renishaw, 安信证券研究中心

**激光雷达与其他传感器各有优劣，配合使用方能适应多场景应用。**激光雷达分辨率高，抗电磁干扰能力强，但其受雨雾灰霾影响较大，且近场(<30m)探测能力较弱。因此在不同场景下，不同传感器各有优势，搭配使用方能各种不同的场景均实现高精度定位。

图 35: 毫米波雷达 VS 激光雷达 VS 摄像头

Sensor	Radar	LIDAR	Vision
Range	✓✓	✓	✓✓
Range resolution	✓	✓✓	0
Angular resolution	0	✓✓	✓
Works in bad weather	✓✓	0	×
Works in dark	✓✓	✓✓	××
Works in bright	✓✓	✓	✓
Color/contrast	××	××	✓✓
Radial velocity	✓✓	0	×

资料来源: Intellias, 安信证券研究中心

## 4.2. 从 3D 地图/测绘到自动驾驶

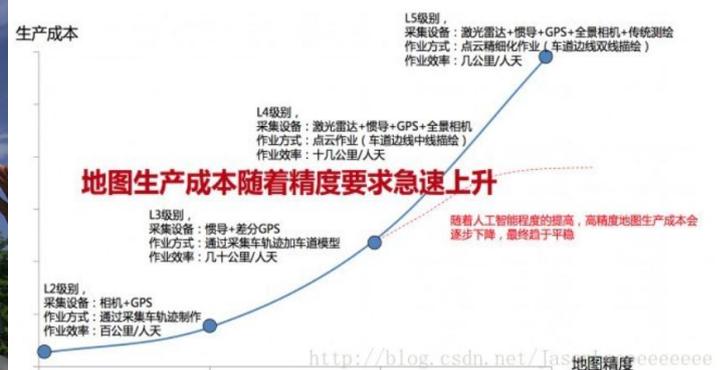
在自动驾驶时代, 激光雷达主要有两大应用。一是用于测绘 3D 地形, 为汽车提供高精度地图数据库; 二是用于车载终端, 与摄像头、毫米波雷达、GPS 等搭配使用实现厘米级精度进行路线导航。

**自动驾驶未至, 高精地图先行。**日常所见的导航地图隶属于“车载娱乐系统”, 对于自动驾驶汽车来说精度远远不够, 因此需要专业设备采集详细的地理地形数据, 精确到路灯、护栏、行道树级别, 内置于车载系统。除了精确度, 3D 地图测绘还需保证连续性和及时性, 连续性是指地图衔接处必须光滑, 及时性是指地图必须按时更新以免路况改变。地图测绘对激光雷达的大规模需求将出现在 L4 级别的自动驾驶。

图 36: 高德激光雷达车, 机械式扫描, 造价 800 万人民币 图 37: 高精度地图生产趋势



资料来源: 佐思产研, 安信证券研究中心



资料来源: CSDN, 安信证券研究中心

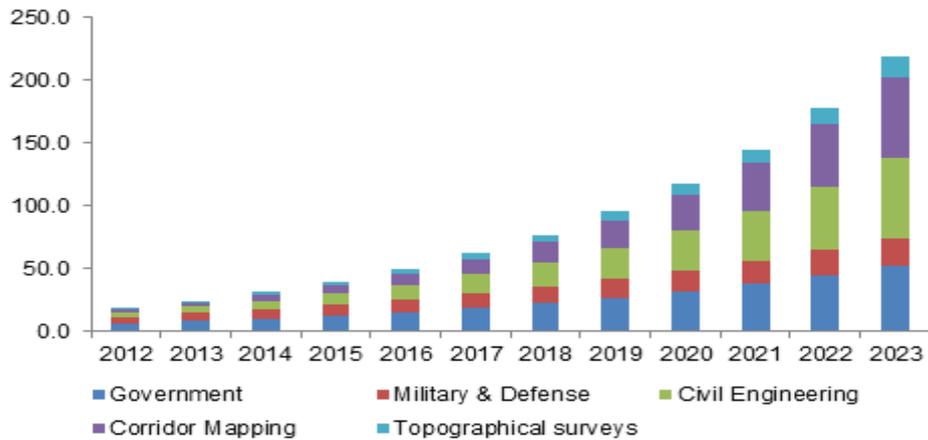
**激光雷达是高精度地图测量的主力传感器。**激光雷达能够弥补毫米波雷达的分辨率不足、摄像头的全天候能力不足以及 GPS 导航的区域性问题。高精度地图信息的收集相比于普通地图对信息的需求更大, 因此行驶路段都需要配备激光雷达的数据采集车进行实测。目前高精度地图采集的主流解决方案是多个激光雷达分布在地图数据采集车的四周及车顶, 四周采用廉价低线 LiDAR, 车顶采用较昂贵的高线数 LiDAR, 以此保证性能需求并降低车企成本。例如四维图新数据采集车, 可以采集全景影像数据、路面影像数据、亚米级高精度 GPS 数据、路测近距离激光雷达等高精度数据。

### 4.3. 市场空间和大厂格局

#### 4.3.1. 测绘&导航，自动驾驶时代激光雷达需求巨大

激光雷达未来增长点在于地图测绘和驾驶导航。在军事、气象等领域，激光雷达早已有广泛应用，但增量需求空间不大。L3 级别自动驾驶就已需要激光雷达提供精确导航，随着自动驾驶的全面普及，激光雷达将全面渗透至消费领域。

图 38：激光雷达市场份额（全球）

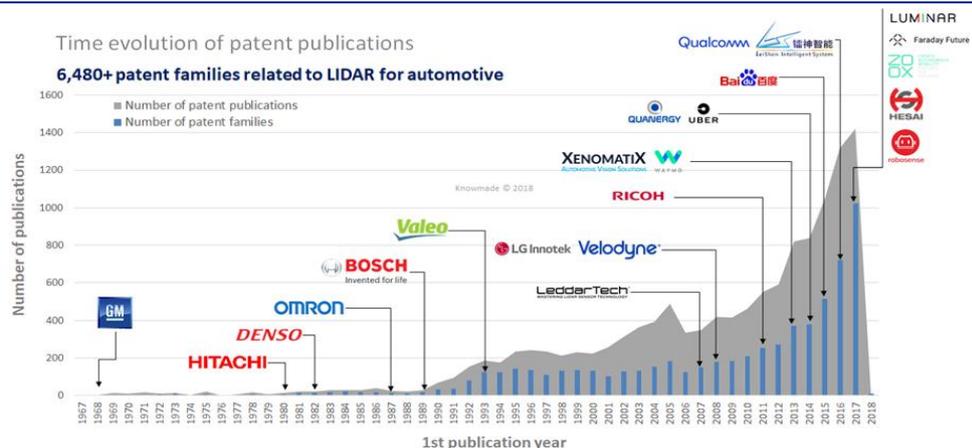


数据来源：Global Market Insight，安信证券研究中心

#### 4.3.2. 供给端远未成熟，机遇挑战并存

国外三巨头积极完善产品线，布局车载 LiDAR 市场。全球范围内，Velodyne、Quanergy 和 waymo 为行业龙头，着力于降低激光雷达的成本以实现大规模民用。Velodyne 的新型 16 线 Lidar 价格已降低至 3999 美元，而根据媒体信息，Quanergy 和 waymo 分别宣称其新产品投产后，价格将位于 250 美元和 500 美元左右，届时，激光雷达才会在各价位的汽车上充分普及。

图 39：激光雷达专利迅猛发展，为产业化应用提供技术基础



资料来源：EETimes，安信证券研究中心

国内公司技术有待进一步积累。我国在激光雷达领域起步晚，技术水平和世界领先企业有一定差距。国内公司从事激光雷达研发生产的主要有国睿科技、四创电子、巨星科技等，其中国睿科技和四创电子以军用雷达为主，巨星科技研制了民用激光雷达产品。

车载激光雷达厂商追求在保证基本性能的情况下，尽可能降低成本。激光雷达难以运用到私

人汽车的最大障碍便是成本居高不下，不少激光雷达的价格甚至超过了整车，这是车企无法接受的。地图测绘属于企业级应用，对价格相对不敏感，但考虑到未来高精度地图必须及时保持更新，庞大的存量缺口也对企业级激光雷达的价格提出较高要求。不同于其他成熟产业，目前，激光雷达企业还没形成品牌效应、用户粘性，技术走向仍在探索期，没有任何一家企业持有明显技术优势，市场变数大。而在需求方面，自动驾驶时代正加速到来，其余各子系统发展相对完善，激光雷达的产业化相对落后，已经成为了整个无人驾驶的硬件瓶颈之一。

## 5. 高精度定位传感器：L3 及以上自动驾驶的标配

### 5.1. 高精度定位传感器的定义

高精度定位传感器是高等级自动驾驶的标配。要实现车辆的自动驾驶，就要解决在哪里（即刻位置）、要去哪里（目标位置）的问题，因此高精度定位传感器（厘米级精度）需要应用于 L3 及以上自动驾驶。

图 40：车辆运动传感器的定义



数据来源：百度 apollo，安信证券研究中心

图 41：高精度定位传感器的定义



数据来源：百度 apollo，安信证券研究中心

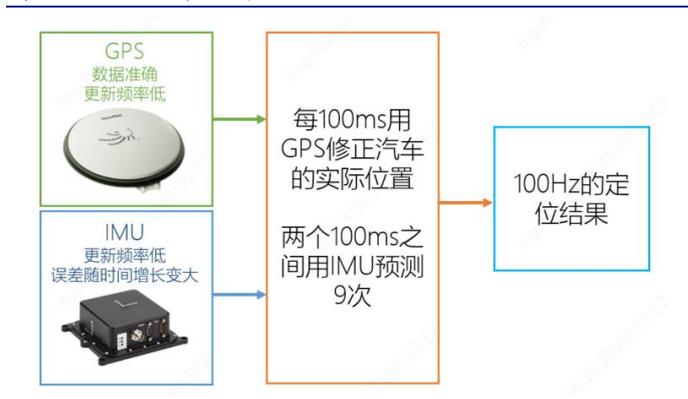
按照不同的定位实现技术，高精度定位可以分为三类。第一类，基于信号的定位，如 GNSS（全球导航卫星系统）定位；第二类，航迹推算，依靠 IMU（惯性测量单元）等，根据上一时刻的位置和方位推断现在的位置和方位；第三类，环境特征匹配，基于激光雷达的定位，用观测到的特征和数据库中的特征和存储的特征进行匹配，得到现在车的位置和姿态。观察目前产业的高精度定位方案，普遍采取融合的形式，大体上有：1) 基于 GNSS (RTK) 和 IMU 的传感器融合；2) 基于激光雷达点云与高精地图的匹配；3) 基于计算机视觉技术的道路特征识别，GPS 定位为辅助的形式。其中，GNSS (RTK) &IMU 组合是现阶段的主流方案。

图 42：高精度定位模块的三种技术原理



数据来源：百度 apollo，安信证券研究中心

图 43：GNSS (RTK) &IMU 组合



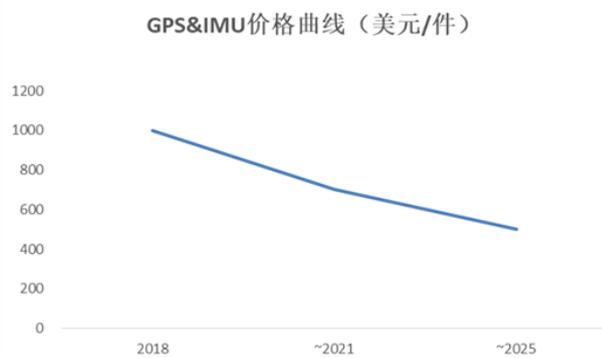
数据来源：百度 apollo，安信证券研究中心整理

**GNSS (RTK) &IMU 组合的基本原理。**GNSS 在复杂的动态环境中，尤其在大城市，其多路径反射的问题很显著，导致获得的卫星定位信息很容易产生几米的误差。另外，由于 GNSS 的更新频率低（10Hz），在车辆快速行驶时很难给出精准的实时定位。因此 GNSS 通常辅助以惯性传感器（IMU）用来增强定位的精度。IMU 是可以检测加速度和旋转运动的传感器，通过对加速度和旋转角度的测量可以得出自体的运动轨迹以及实时的位置信息。IMU 的优点在于：完全独立，既不受运动限制，也不受任何特定环境或位置的限制。可以在 GNSS 信号丢失或者失效时，形成最后一道“防线”。

## 5.2. 高精度定位传感器市场规模

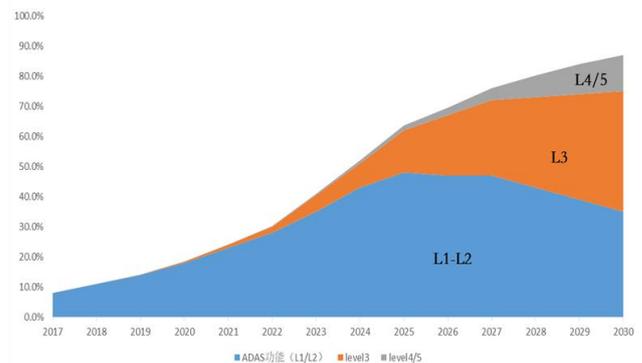
**高精度定位传感器是 L3 及以上自动驾驶的标配。**参考前期发布的行业深度报告《自动驾驶：百年汽车产业的“iPhone”时刻》，GNSS (RTK) &IMU 组合是高等级自动驾驶（L3 及以上）的核心部件，每辆自动驾驶车辆将标配至少 1 套。根据产业链调研，GNSS (RTK) &IMU 组合现阶段的量产价格较高，随着规模化量产以及工艺的成熟，整体的价格有望在 2025 年下降至 500 美金/件。综合国内自动驾驶前装渗透率以及价格曲线预测，我们估算至 2025 年 GNSS (RTK) &IMU 在车载前装市场的市场规模将超过 25 亿美元/年。

图 44：GPS&IMU 价格曲线



数据来源：安信证券研究中心预测

图 45：国内自动驾驶前装渗透率



数据来源：安信证券研究中心预测

## 5.3. 高精度定位传感器产业格局

**GNSS (RTK) 产业竞争核心在于“基础设施”。**GNSS 卫星信号的定位精度在米级，离自动驾驶的要求甚远。卫星定位要做到厘米级，就需要做 GNSS 校正，纠正电离层导致的定位错误，通常采用 RTK (Real Time Kinematic 载波相位差分) 技术，车端的解算终端设备需要与“基础设施”相配合，才能达到定位的最佳效果。“基础设施”可以分为两大类：1) “地基增强”模式即：通过在地面大量建立固定的参考站(CORS 站)来校正卫星定位测量时的误差，典型代表就是千寻位置；2) “星基增强”模式即：从参考站获取到的校正参数上传至卫星，再通过卫星向全球播发，来校正误差。从本质上讲，GNSS (RTK) 产业比拼的核心并不在于“基础设施”端。以国内高精度定位服务龙头千寻位置为例，其已经在全国完成超 2200 个地基增强站的建设，庞大的地基增强站成为其提供的高精度定位服务的重要竞争壁垒。

图 46: 高精度卫星定位基础设施

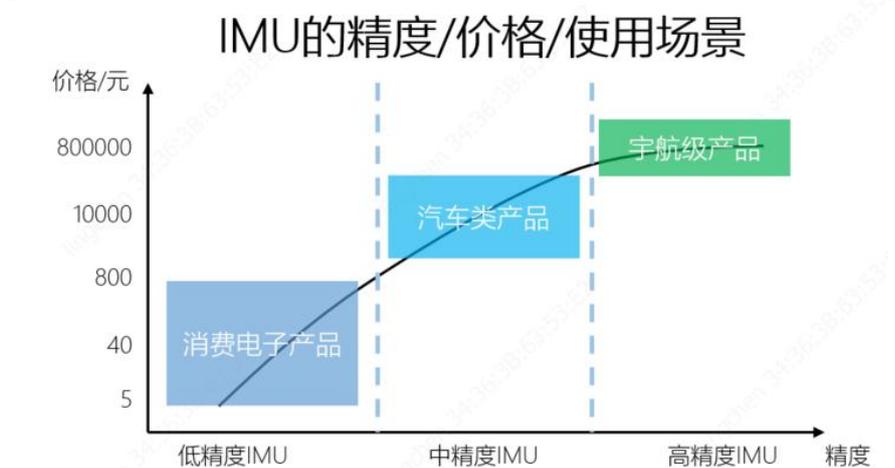
4. 高精卫星定位基础设施建设 (by 千寻)



数据来源: 千寻位置, 安信证券研究中心

IMU 产业竞争核心在于平衡高精度和低成本。IMU 的价格和精度成正比。自动驾驶对传感器也提出了更高精度的要求, 但是更高的精度意味着更高的成本。如果能打造出高精度、低成本的 IMU 解决方案, 便能占领技术制高点打破技术壁垒。目前全球主要的 IMU 提供商包括 ADI、Honeywell、Northrop Grumman (诺瓦泰 IMU 模块的主要供应商)、Fairchild、Xsens、Sensor AS、KVH、Applanix (被天宝收购)、Epson (诺瓦泰 IMU 模块的供应商之一), 以及 2017 年从美国美新半导体公司 (MEMSIC) 分拆出来的新纳传感 (ACEINNA)。

图 47: IMU 的价格和精度成正比



数据来源: 第一电动网, 安信证券研究中心

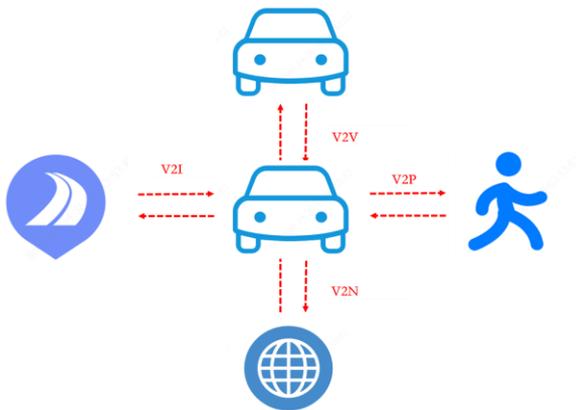
## 6. V2X: 车路协同, 加速自动驾驶产业落地

### 6.1. V2X 定义: 自动驾驶的“超视距”传感器

V2X——为自动驾驶装备“超视距”传感器。V2X, 顾名思义级 vehicle-to-everything。产业界对于 V2X 的定义是: 在车辆与一切可能影响车辆的实体间实现信息交互, 通过无线电波传播, 也就是无线通信的方式来完成感知工作, 以减少事故发生, 减缓交通拥堵, 降低环境污染, 同时提供其他信息服务。V2X 主要的应用场景包含车对车 (V2V), 车对基础设施 (V2I)。简单来说, 可以将 V2X 理解为一组具有比人眼看得远、不受天气影响等特点的传感器冗余, 可以让车辆实时了解周边动向, 探测视线外的交通流变化, 并向驾驶员发送报警讯息。目前

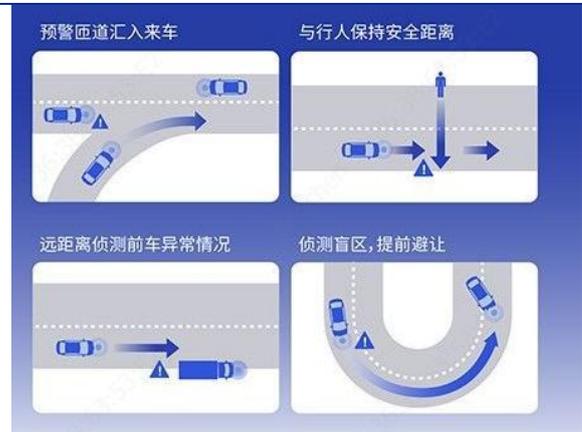
自动驾驶汽车搭载的主流传感器，包括摄像头、毫米波雷达、激光雷达等等，基本都是“近视眼”（目前主流传感器的探测距离在 200-300 米）。而 V2X 的优势在于，其借助低延时、高可靠的网络连接交互，能够让车辆实时了解周边动向，探测视线外的交通流变化，并向驾驶员发送报警讯息，并且无须担心路况、工况对于传感器的影响。

图 48: V2X 的分类



数据来源：百度，安信证券研究中心

图 49: V2X 的主要应用场景



数据来源：高通，安信证券研究中心

V2X 产业需要“车”、“路”、“网”三管齐下，形成车路协同进化的产业格局。V2X 技术要想发挥出设想的完美效果，需要三管齐下，车端、路测、通信链路都需要进行相应布局。其中，1) 路端升级：即道路智能化改造（RSU 路侧单元），包括道路信号灯、电子指示牌、摄像头等基本元素的升级；2) 网络升级：V2X 技术支持的车车通信、车路协同均依赖于低延时、高可靠的网络连接交互；3) 车端升级：即车端的网联化改造（OBU 车载单元）。车载终端可以集成 V2X 通信、算法决策、APP 终端显示等功能。

图 50: V2X 产业需要“车”、“路”、“网”三管齐下



数据来源：百度，安信证券研究中心

## 6.2. 科技新基建发力智能路网，车路协同助力自动驾驶

### 6.2.1. 以 V2X 为核心的车路协同是国内提倡的自动驾驶技术路线

以 V2X 为核心的车路协同是国内政府提倡的自动驾驶产业落地的技术路线。相对于国外以车厂、Tier1、互联网科技巨头等 B 端企业推动的“单车智能”的自动驾驶技术路线而言，国内政府的自动驾驶的顶层设计提倡的是“智能网联”的技术路线，包括“单车的智能化改造”以及“车路协同进化”。通过推动智能路网的基础设施建设，拉动自动驾驶产业的加速落地。2018 年工信部发布的《车联网产业发展行动计划》中明确了产业的目标：2020 年实现 LTE-V2X 在部分高速公路和城市主要道路的覆盖，开展 5G-V2X 示范应用，构建车路协同环境，实现“人-车-路-云”高度协同。

图 51：国内政府提倡的是“智能网联”的技术路线



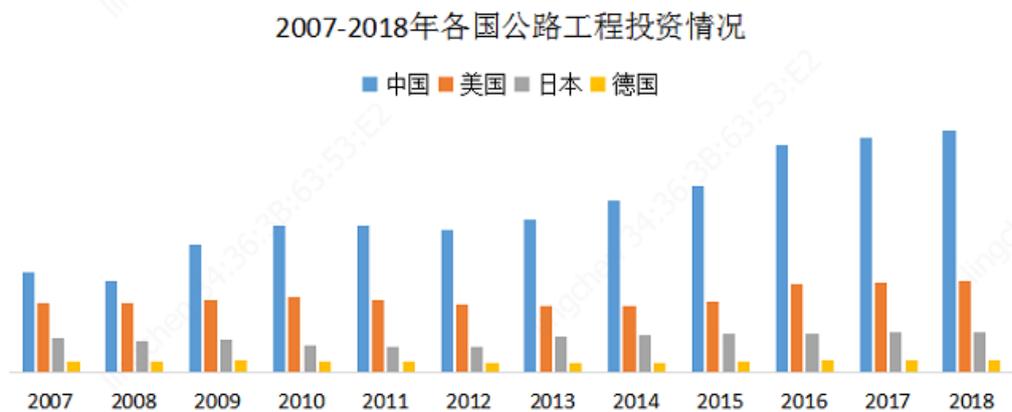
数据来源：通用，安信证券研究中心

国内政府大力推动科技新基建，V2X 的基础设施——智能路网有望迅速成熟。19 年以来政府提出了科技新“基建”的政策发展方针。具体而言，发改委副主任连维良表示今年将围绕“建设、改造”这两个关键词加大投资力度。“建设”的重点有五个方面，“加强新型基础设施建设”居于首位，包括推进人工智能、工业互联网、物联网等建设，加快 5G 商用步伐。此外，工信部部长苗圩也在接受央视新闻采访时明确表示，今年将在若干城市发放 5G 临时牌照，在热点地区率先实现大规模组网；同时加快基站等网络建设步伐，逐渐覆盖全国。要加快推进终端产业的成熟，促进 5G 在车联网等更多领域应用。我们预计将政府的财政资金倾斜支持配合产业政策扶持，有望快速完善科技新“基建”，尽快实现智能路网的改造，为自动驾驶产业铺路。

### 6.2.2. 国内有望拥有全球一流的 V2X 产业基础设施

**路端：**国内可用于道路智能化建设的资金充裕。国内政府在公路领域的投入相比欧美日发达国家要高很多，可用于道路智能化建设的资金也更充裕。同时国内政府部门也出台了智慧公路建设的相关政策，从顶层设计上为路侧智能化的建设投入提供指导和依据。

图 52：国内可用于道路智能化建设的资金充裕



数据来源：金溢科技，安信证券研究中心

**网端：**中国 5G 网络部署全球领先。根据安永咨询评估，5G 一直是中国国家议程上的一项高优先级事项。在中国制造 2025 和十三五规划等国家级战略的指导下，政府部门制定了支持性政策。中国的 5G 技术开发是全世界规模最大的由政府规划的 5G 计划。中国已做好准备

在 2019 年发布商用 5G 服务，这将比原计划提前一年。中国将和美国、韩国、澳大利亚和英国等国家一起，成为全球第一批发布 5G 服务的市场。

图 53：中国 5G 发展时间表



数据来源：安永，安信证券研究中心

### 6.3. V2X 产业规模&商用进展

#### 6.3.1. V2X 产业进展：通信标准确立，商用产品成熟

**V2X 通信标准确立。**国内的 V2X 通信标准是 C-V2X。其中，C-V2X 中的 C 是指蜂窝 (Cellular)，它是基于 3G/4G/5G 等蜂窝网通信技术演进形成的车用无线通信技术，包含了两种通信接口：一种是车、人、路之间的短距离直接通信接口 (PC5)，另一种是终端和基站之间的通信接口 (Uu)，可实现长距离和更大范围的可靠通信。C-V2X 是基于 3GPP 全球统一标准的通信技术，包含 LTE-V2X 和 5G-V2X，从技术演进角度讲，LTE-V2X 支持向 5G-V2X 平滑演进。与其他 V2X 技术 (Drsc) 相比，C-V2X 具有出色的性能和成本效益，还可与 5G 前向兼容，这些因素让 C-V2X 直接通信成为国内的首选解决方案。同时，C-V2X 是目前唯一一项遵循全球 3GPP 标准的 V2X 技术，并支持持续演进以实现 5G 前向兼容；获得了包括快速增长的 5G 汽车联盟在内的全球汽车生态系统的广泛支持。

**C-V2X 预计在 2019 年开展预商用测试，2020 年大规模商用。**根据中国信息通信研究院 CAICT 于 2018 发布的《C-V2X 白皮书》预计，根据产业发展进度，C-V2X 技术将分阶段进行技术试验：2019 年之前集中产业力量推动 LTE-V2X 技术试验，推动产品成熟；2019 年开展 5G-V2X Uu 技术试验。更具体而言，LTE-V2X 将于：2018 年 6 月份开始规模试验测试，升级改造路侧基础设施，验证多用户情况下，网络的组网性能以及典型车联网业务性能；2019 年进行部分城市级基础设施改造，并开展预商用测试；2020 年推动 LTE-V2X 商用，支持实现交通效率类智能出行服务商业化应用。

图 54: C-V2X 预计 2020 年大规模商用



数据来源: 中国信息通信研究院 CAICT 《C-V2X 白皮书》, 安信证券研究中心

**V2X 商用部署配套产品成熟。**根据产业链调研反馈, 目前 V2X 商用部署的配套产品经过前期的预研和大量测试, 已经进入可量产状态, 可以配合“网端”的建设, 实现快速商用部署。其中, 1) 路端: 包括华为等在内的巨头先后与 2018 年发布商用的 RSU (路边单元) 的产品。2) 车端: 在高通等芯片厂的技术支持下, 国内各大主流通信模组供应商、车载终端 (OBU) 设备提供商均已发布商用产品, 为产业的规模化部署做好了准备。

表 12: V2X 商用部署配套产品成熟

	厂商	产品
路端	华为	2018 年, 发布首款的商用 C-V2X 解决方案 RSU (路边单元)
	百度	2018 年, Apollo 3.5 首次推出 V2X 车路协同解决方案
	千方科技	2018 年上半年推出预商用 RSU (路边单元) 的产品, 计划于 2019 年商用。
	高通	2018 年, 正式推出 C-V2X 商用芯片组
车端	东软集团	2018 年, 推出 C-V2X 车载终端 (OBU) 通信产品。计划于 2019 年第二季度正式量产。
	上汽	2017 年, 宣布将从 2019 年起开始在量产车上安装 V2X

数据来源: 各公司官网, 安信证券研究中心整理

### 6.3.2. V2X 市场规模估算

**V2X 市场规模估算。**目前全国公路总里程达 434 万公里, 其中高速公路就有 13.6 万公里左右 (2017 年的数据)。根据产业链调研, 现阶段高速公路的智能化改造成本预计在 50-100 万/公里左右。仅计算高速公路的智能化改造, V2X 路端的市场规模有望超过 1300 亿/公里。另外, 根据产业链调研, V2X 路端的基础通信模块量产价格预计在 100-200 元/车, 按照中汽协的数据, 国内 2018 年全年 2814.6 万辆汽车销量测算, V2X 车端的潜在市场规模有望超过 56 亿/年。

**V2X 市场产业地图。**1) 路端: 路端改造预计将以政府投入为主导, 智能交通信息化厂商有望切入道路智能化改造的大市场; 2) 网端: 通信网络的升级将以通信运营商的投入为主导, 以华为为代表的相关通信设备厂商有望受益; 3) 车端: 预计车厂将主导车端的升级。车企决定了车端升级的商业时间表。

图 55: V2X 产业地图



数据来源: 中国智能网联汽车产业创新联盟, 安信证券研究中心

## 7. 自动驾驶必由之路, 多传感器的融合

### 7.1. 360 环视进入全面普及时代

**多摄像头的融合, 360 环视系统。**360 环视系统 (AVM), 由车身四周的多个摄像头、图像采集部件、视频合成/处理部件、数字图像处理部件、车载显示器等部分构成。车身四周的摄像头分别拍摄汽车前后左右的图像, 通常为 4 个摄像头, 图像被图像采集部件转换成数字信息送至视频合成/处理部件, 视频合成/处理部件处理后的图像经由数字图像处理部件处理后转换成模拟信号输出, 在安装于汽车内部的车载显示器上生成汽车及其周边环境的全景图像信息。技术的核心难点在于如何精确地将 4 个摄像头拍摄的图片无缝拼合在一起, 并且不产生畸变, 对企业算法要求较高, 属于多摄像头的融合。

图 56: 360 全景环视技术结构图

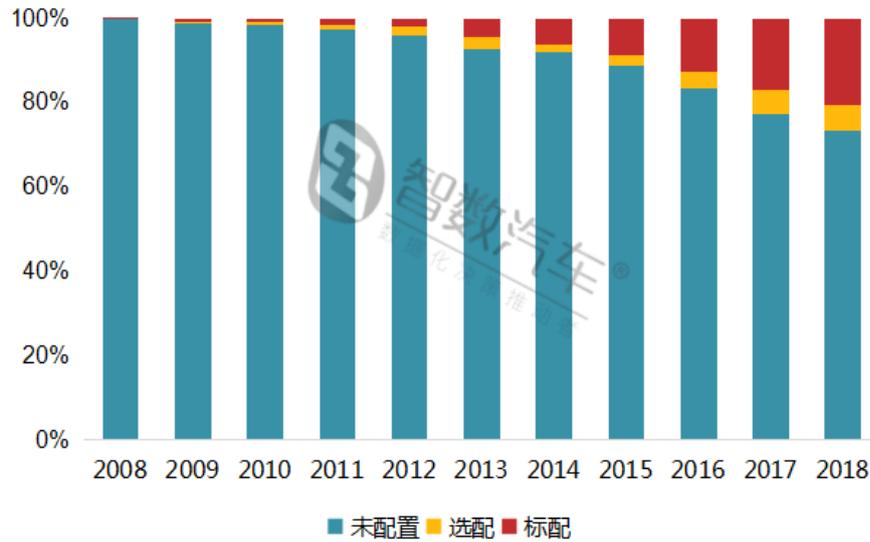


数据来源: 本田官网, 安信证券研究中心

**360 环视渗透率快速提升, 进入全面普及时代。**2014 年以来, 中国车市陷入低增长, 产品数量却有增无减, 竞争趋于激烈。倒车入库是消费者日常用车的核心痛点之一, 受益于成本不断下降, 在激烈的竞争中, 部分厂商开始装配 360 环视系统上车, 并作为重要卖点。据智数汽车统计数据显示, 综合配置率逐年上升, 且 2017、2018 年增长明显。2018 年全景摄像头

的标配率达到了 20.42%，选配率也达到 6.23%。

图 57：2008-2018 年乘用车全景摄像头应用情况



数据来源：智数汽车，安信证券研究中心

**360 环视系统，合资装配率普遍不高，自主分化明显，豪华车装配率最高。**我们统计了市场主流车型搭载 360 环视的情况，分为了合资、自主和豪华车三大组，相互差别很大。合资车方面，主流车型中仅雅阁和帕萨特的高配车型装配了 360 环视系统；自主方面，360 环视系统的整体配置率明显高于合资车型，但是内部分化明显，长城哈弗 H6、吉利博越、传祺 GS5、比亚迪唐和上汽名爵 HS 等自主高端车型装配率普遍高于 40%，但如吉利帝豪、宝骏 510、长安 CS35 和荣威 RX3 等低端车型则没有装配 360 环视系统；豪华车方面，整体装配率最高，但分化也比较明显，豪华品牌中端走量车型，如奔驰 E 级、宝马 5 系、宝马 X3 和奥迪 A6L 等车型装配率达到了 100%，但如宝马 X1、1 系和奥迪 A3、Q2L、Q3 等入门级车型则未装配 360 环视系统。

表 13：合资主流车型搭载 360 环视情况

车型	厂商	2019 年销量	官方指导价 (万元)	2019 在售车型个数	装配 AVM 车型个数	顶配车 AVM 装配情况	AVM 装配比率
朗逸	上汽大众	93886	16.59	14	0	-	0.00%
轩逸	东风日产	68007	16.15	17	0	-	0.00%
英朗	上汽通用	57378	14.49	10	0	-	0.00%
卡罗拉	一汽丰田	56902	17.58	17	0	-	0.00%
捷达	一汽大众	50257	10.88	6	0	-	0.00%
桑塔纳	上汽大众	42069	11.59	7	0	-	0.00%
宝来	一汽大众	40008	15.98	24	0	-	0.00%
科沃兹	上汽通用	39887	11.49	8	0	-	0.00%
思域	东风本田	38349	16.99	6	0	-	0.00%
雷凌	广汽丰田	36768	16.18	23	0	-	0.00%
雅阁	广汽本田	32467	25.98	10	2	标配	20.00%
速腾	一汽大众	32335	19.19	19	0	-	0.00%
途观	上汽大众	29609	23.18	4	0	-	0.00%
帕萨特	上汽大众	28004	28.89	11	3	标配	27.27%

数据来源：汽车之家，乘联会，安信证券研究中心

表 14: 自主主流车型搭载 360 环视情况

车型	厂商	2019 年销量	官方指导价	2019 在售车型个数	装配 AVM 车型个数	顶配车 AVM 装配情况	AVM 装配比率
哈弗 H6	长城汽车	70762	13.4	30	15	标配	50.00%
博越	吉利汽车	42516	16.18	12	6	标配	50.00%
帝豪	吉利汽车	33842	10.08	16	0	-	0.00%
宝骏 510	上汽五菱	33179	7.78	13	0	-	0.00%
荣威 i5	上汽集团	32112	11.59	9	4	标配	44.44%
长安 CS35	长安汽车	29953	9.29	8	0	-	0.00%
吉利缤越	吉利汽车	22729	11.88	6	2	标配	33.33%
吉利缤瑞	吉利汽车	18502	11.08	7	0	—	0.00%
广汽传祺 GS5	广汽乘用车	9897	16.98	9	4	标配	44.44%
欧尚 CX70	长安汽车	9490	10.99	14	0	—	0.00%
比亚迪唐	比亚迪	7707	35.99	14	10	标配	71.43%
哈弗 F5	长城汽车	7191	12.8	4	2	标配	50.00%
荣威 RX3	上汽集团	6038	13.28	9	0	—	0.00%
长安逸动 DT	长安汽车	5621	8.09	10	0	—	0.00%
荣威 Ei5	上汽集团	5368	15.88	6	0	—	0.00%
吉利远景 S1	吉利汽车	4541	10.29	8	0	—	0.00%
名爵 HS	上汽集团	4162	18.98	9	5	标配	55.56%
吉利帝豪 GSe	吉利汽车	3842	14.58	4	1	标配	25.00%
吉利博瑞 GE	吉利汽车	3681	17.98	5	1	标配	20.00%
哈弗 H4	长城汽车	3635	11.3	12	2	标配	16.67%
长安逸动新能源	长安汽车	3288	13.99	4	0	—	0.00%
长安睿骋 CC	长安汽车	2861	13.89	10	1	标配	10.00%
广汽传祺 GA4	广汽乘用车	1693	11.58	8	2	标配	25.00%
长安悦翔 V3	长安汽车	1135	4.99	3	0	—	0.00%

数据来源: 汽车之家, 乘联会, 安信证券研究中心

表 15: BBA 主流车型搭载 360 环视情况

车型	厂商	2019 年销量	官方指导价	2019 在售车型个数	装配 AVM 车型个数	顶配车 AVM 装配情况	AVM 装配比率
奔驰 E 级	北京奔驰	26795	62.98	20	20	标配	100.00%
奔驰 C 级	北京奔驰	25214	47.48	16	3	标配	18.75%
奔驰 GLC	北京奔驰	22554	56.28	10	5	标配	50.00%
奔驰 A 级	北京奔驰	10228	29.38	5	2	选配	40.00%
奔驰 GLA	北京奔驰	7881	38.58	8	5	标配	62.50%
宝马 3 系	华晨宝马	25314	35.98	7	6	选配	85.71%
宝马 5 系	华晨宝马	20575	64.39	18	18	标配	100.00%
宝马 X1	华晨宝马	16796	36.98	5	0	-	0.00%
宝马 X3	华晨宝马	14866	56.58	6	6	标配	100.00%
宝马 1 系	华晨宝马	6201	26.38	9	0	-	0.00%
奥迪 A4L	一汽奥迪	26663	40.18	18	15	标配	83.33%
奥迪 A6L	一汽奥迪	16555	65.08	12	12	标配	100.00%
奥迪 Q3	一汽奥迪	11108	34.07	11	0	-	0.00%
奥迪 A3	一汽奥迪	9852	25.09	24	0	-	0.00%
奥迪 Q2L	一汽奥迪	2787	26.85	5	0	-	0.00%

数据来源: 汽车之家, 乘联会, 安信证券研究中心

## 7.2. 全自动泊车打响自动驾驶第一枪

全自动泊车系统，车载摄像头和超声波雷达的融合。全自动泊车，通常选用性价比比较高的超声波传感器，以及 360 环视系统。超声波传感器一般有 12 个，4 个倒车雷达、4 个驻车辅助超声波雷达和 4 个泊车辅助超声波雷达，它们发射超声波信号，然后接收从障碍物反射回来的信号，并根据从发射到接收信号的时间长短来评估与障碍物的距离。其中，前后方雷达用于测距，左右侧雷达用于探测停车位的长度和宽度。现在比较先进的全自动泊车系统，会结合选用毫米波雷达系统，距离检测和抗干扰能力更强。360 环视系统则用于识别停车辅助线，同时也可以让驾驶者在车内知晓车辆周围的情况，必要时也可以亲自介入停车动作。全自动泊车是典型的由车载摄像头和超声波雷达两种传感器融合方可实现的 ADAS 功能。

图 58：摄像头和超声波雷达的融合，实现全自动泊车



数据来源：汽车之家，安信证券研究中心

自动泊车率先在豪华品牌和合资品牌普及，但品牌间分化很大，自主开始普及。我们详细梳理了汽车之家上所有主流品牌搭载自动泊车入位配置的情况，从品牌上来看，豪华车以 BBA 为代表，几乎是全系普及，合资品牌分化很大，基本上也都普及了，但丰田、马自达、起亚和雪铁龙等 4 个品牌全系均未搭载，自主则刚开始普及。从价位上来看，各自品牌的高端车型中高配基本上均具有自动泊车功能，中端车型的顶配具有自动泊车功能，低端车型基本上就是选配或者不配。分合资和自主来看，德系和美系是合资普及自动泊车功能的领头羊，日系、韩系和法系与之差距很大，吉利、长城和长安是自主普及自动泊车功能的先行者，上汽、广汽和一二三线自主则落后很多。从各家车企的规划来看，今年上市的新车或换代车型，很多都会搭载自动泊车功能，同时下游车企的市场份额也有望向优势厂商集中，未来自动泊车功能有望加速普及。全自动泊车是自动驾驶的基础功能之一，已经率先开始普及，未来高速自动驾驶也有望开始逐步装车上路。

表 16：主流合资和自主装配全自动泊车的车型一览

车系	制造商	车型
豪华车	奔驰	奔驰 B200、C 级、E 级、GLA 级、GLE 级、S 级、GLK 级；迈巴赫 S 级、GL 级、CLA 级、CLS 级、M 级
	宝马	宝马 1 系、2 系、3 系、4 系、5 系、7 系、X1、X3、X5、X6、X7
	奥迪	A4L、A6L、A8L、Q5、Q7
德系	上汽大众	途观/L、途岳、途昂、帕萨特、途安、速派、柯珞克、柯迪亚克/GT
	一汽大众	CC、迈腾、高尔夫、探歌、探岳
美系	上汽通用	威朗、君威、君越、昂科威、GL6、GL8、VELITE 5、科鲁兹三厢、迈锐宝/XL、探界者、凯迪拉克 XT4、凯迪拉克 XT5、凯迪拉克 CT6
	长安福特	福克斯、蒙迪欧、金牛座、锐界、翼虎
	广汽菲克	自由光、大指挥官

日系	东风日产	逍客、奇骏、楼兰、天籁
	东风本田	UR-V、CR-V、INSPIRE
	广汽本田	雅阁、冠道、奥德赛
韩系	北京现代	胜达
	神龙汽车	标致 408、标致 508L、标致 4008、标致 5008
法系	吉利汽车	领克 01、领克 02、领克 03、博瑞 GE、缤越
	长城汽车	哈弗 H6、H7、WEY VV5、VV6、VV7、P8
	长安汽车	CS55、CS75、CS85 COUPE、CS95
	上汽乘用车	荣威 Marvel X
	广汽传祺	GM8
自主	东风汽车	风神 AX7
	东南汽车	DX7
	华泰汽车	圣达菲

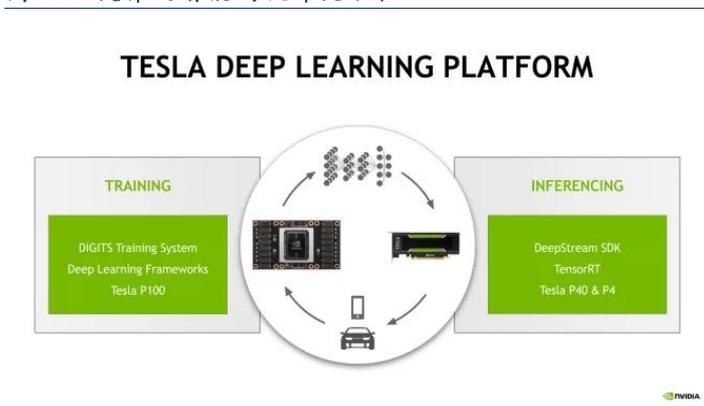
数据来源：汽车之家，安信证券研究中心

## 7.3. AI 运算和存储提升，带来系统化提升机遇

### 7.3.1. AI 算法和 CV 芯片助力自动驾驶

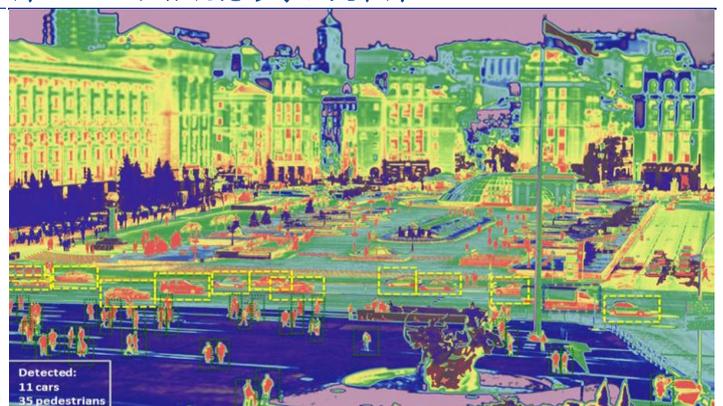
AI 算力 6 年增长 30 万倍，深度学习助推机器视觉精度提升。传统机器视觉主要通过搜索算法、边缘算法、Blob 分析、卡尺工具、光学字符识别和色彩分析等方式，完成图像分类和检测等目标，随着 AI 算法的加入，机器视觉的应用场景和识别性能得到了极大的提升。目前，AI 图形处理中，高效的大卷积解构与复用机制已经成熟，终端 AI 计算能够进一步缓解总线带宽压力，提高系统效率。决策规划方面，决策树、贝叶斯网络等方法早已大量应用，近年来深度卷积神经网络与深度强化学习使 AI 能通过大量学习，进行集中性神经网络优化，配合传统决策模型完善，能够实现复杂工况的决策。

图 59：英伟达智能驾驶解决方案



资料来源：英伟达，安信证券研究中心

图 60：AI 机器视觉形象化效果图



资料来源：the verge，安信证券研究中心

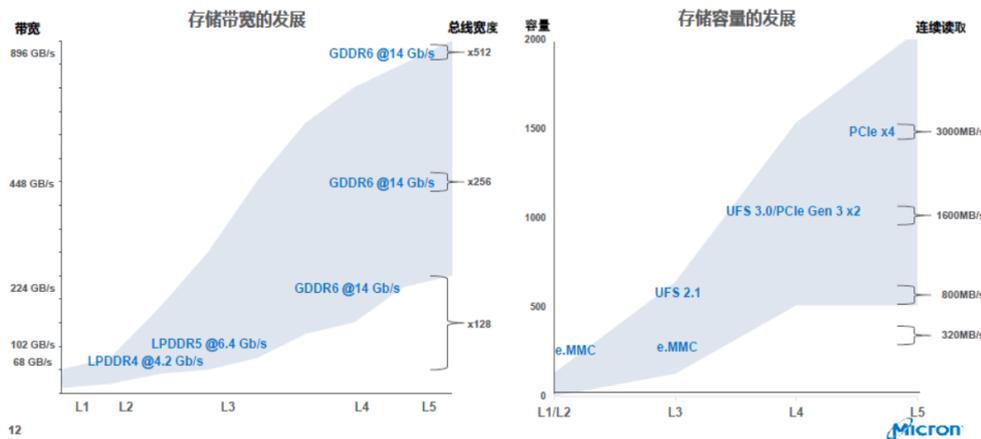
### AI 算法和车用 CV 芯片使自动驾驶

汽车成为可能。车用的计算平台芯片应当具备性能可靠、功耗低、图像算力强的特点，传统 GPU 和 FPGA 芯片虽然通用度较高，但是能耗较高，随着半导体技术的不断发展和工艺性能提升，针对车用市场的 ASICS 芯片应运而生，深度学习和神经网络 IP 可以更高效地直接固化在 CV 芯片中，专业化车用视觉芯片可以省去冗余结构，提高单位能耗的计算效率。车载传感器接收的原始数据经由图像处理模块，通过深度学习算法，配合专用 AI 芯片，实现高精度环境感知。环境数据通过决策与规划网络，依次经过全局决策规划、局部轨迹规划和底盘执行控制实现自动驾驶路径决策，并在强化学习中实现行为预测和智能避障。

### 7.3.2. 存储性能提升满足自动驾驶数据传输要求

高带宽 DRAM 提高 ADAS 系统总线传输能力。高速 DDR 颗粒通过数据编码和读写分立，实现高带宽；又凭借高密度寻址能力，实现大容量。L5 时代 ADAS 系统对传感器与主控单元间的数据总线带宽要求很高，达 300GB/s，高速 DDR 可以突破带宽瓶颈，并能在与汽车相关的高温 and 恶劣条件下运行。

图 61：带宽、容量与自动驾驶



资料来源：Micron，安信证券研究中心

3D NAND 解决自动驾驶汽车大容量非易失性存储难题。与传统机械式硬盘相比，3D NAND Flash 拥有高存储密度，高读写速度，高稳定性优势，解决了存储容量和可靠性难以兼顾的问题，既可满足自动驾驶时代海量数据的高读写速度和存储空间要求（2020 年达 1 万亿 byte），又可更复杂的情况下稳定工作。随着未来垂直层数的增加，3D NAND 存储将继续提高性能和存储能力，进一步契合自动驾驶汽车的需求。

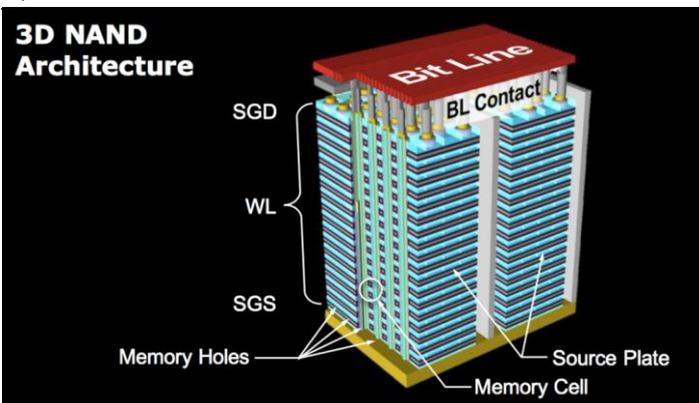
NOR Flash 满足自动驾驶汽车“即时性”需求。NOR Flash 可不经 DRAM，自行执行程序代码，程序启动速度远高于 NAND-DRAM 组合。这种即时启动能力适用于自动驾驶中对启动速度有要求的系统，如仪表盘系统，信息娱乐系统和 ADAD 系统。同时，NOR 闪存可在比 3D NAND 更极端的条件下工作，在汽车发动机和底盘等恶劣条件下稳定工作。

图 62：NOR Flash



资料来源：FORESEE，安信证券研究中心

图 63：3D NAND Flash



资料来源：Semiconductor Engineering，安信证券研究中心

## 8. 汽车电子传感器相关标的

综合对各类传感器涉及公司的分析，我们推荐相关标的如下：

电子行业：韦尔股份、顺络电子和闻泰科技；

计算机行业：四维图新、中海达和万集科技。

汽车行业：德赛西威和保隆科技。

表 17：汽车电子传感器各行业相关标的

行业	公司	代码	汽车电子相关业务
电子	韦尔股份	603501.SH	拟收购豪威科技，全球 CMOS 图像传感器前三名。充分受益汽车摄像头数量增加的行业逻辑。
	顺络电子	002138.SZ	高端电感全球前三，已经供应博世、法雷奥等车用变压器等元器件。
	闻泰科技	600745.SH	拟收购安世半导体，安世半导体产品广泛应用于汽车，其中标准分立器件全球第一、逻辑器件全球第二、功率 MOSFET 全球第二。
	欧菲光	002456.SZ	大陆光学光电领域领先企业，触控行业龙头。把握摄像头行业升级机遇，多摄模组出货量占比提高。指纹识别边际向好，国际大客户业务有望改善收入结构。智能汽车业务订单陆续释放，客户稳步推进。
	联创电子	002036.SZ	公告指出，车载镜头突破特斯拉、Mobileye 等全球高端客户，逐渐放量
	兆易创新	603986.SH	国内存储芯片龙头，全面布局 DRAM 和 NAND Flash 存出芯片，存储行业进口替代急先锋。
	全志科技	300458.SZ	主营模数模混合 SoC 及智能电源管理芯片的研发与设计，8 大产品系列，部分已切入智能后视镜、汽车中控芯片供应。
	法拉电子	600563.SH	国内薄膜电容龙头，五十年薄膜电容积累。已经进入多家新能源汽车供应体系，新能源汽车将成公司薄膜电容增长的新引擎。
	立讯精密	002475.SZ	国内连接器龙头，全球连接器厂商前十。汽车连接器业务已经切入长城、宝马、奔驰等整车厂。
计算机	四维图新	002405.SZ	国内高精度地图领军厂商，拿下国内首个 L3 及以上的车厂自动驾驶地图订单，充分印证产业领先地位。在高精度地图业务的基础上，公司“云”+“端”+“网”一体化前瞻布局自动驾驶高精度定位服务，子公司六分科技全面对标千寻位置。
	中海达	300177.SZ	公司是国内高精度定位设备龙头企业。公司在高精度定位及测绘领域积累了大量的 GNSS/IMU 技术，拥有核心的定位、射频和基带算法。定位模块是自动驾驶解决方案的必选项，公司将受益于自动驾驶时代的到来。
	万集科技	300552.SZ	公司是国内领先的智能交通产品与服务提供商，受益于智能 ETC 的普及。前瞻布局车载激光雷达，有望全面受益自动驾驶带来的车载增量市场。前瞻研发 V2X，为未来车路协同项目全面推广奠定坚实基础。
	千方科技	002373.SZ	国内智能交通信息化的领军厂商，深耕布局 V2X 业务线。目前形成了完整的车端、云端、路段的产品线，可面向车路协同与智能网联汽车产业提供全系列产品和服务。公司将充分受益自动驾驶产业的蓬勃发展以及国家对 V2X 产业的投入。
	华测导航	300627.SZ	国内领先导航企业，切入到高精度卫星导航定位领域。公司始终坚持高额研发投入，重点开展高精度板卡和精密定位算法技术等核心技术研发，为公司业务持续拓展提供了技术支持。
	合众思壮	002383.SZ	公司在北斗高精度定位上技术领先，RTK 产品市场份额有望持续提升。公司加速推进移动互联业务，在警务、机场等业务领域获得突破，未来有望开拓更多业务空间。
	金溢科技	002869.SZ	中国 ETC 行业龙头，切入 V2X 领域，在国内政府大力推动新基建的背景，公司有望打开未来成长空间。

	星网宇达	002829.SZ	国内稀缺的民营惯导产业化龙头，产品线丰富，竞争优势突出。军改加速推进，公司系统解决能力和成本控制能力优势突出，有望受益于军民融合战略，打开军用细分市场，未来前景广阔。
汽车	德赛西威	002920.SZ	1) 主业车机市占率提升保增长。行业随着配套渗透率的提升正在扩容，24 年的合资经历使公司较自主供应商具备先发优势与技术优势，未来市占率有望持续提升。2) 智能驾驶舱、ADAS 及车联网三大战略业务打开想象空间，长期亦可贡献增长点
	保隆科技	603197.SH	1) 国内 TPMS 法规于 19 年正式施行，市场空间扩容一倍有余，公司 TPMS 募投产能达产，未来两年有望迎来高增长；2) 积极布局 ADAS 传感层，传感器已相继获得上汽、奇瑞和神龙等内外资厂商订单，360 环视也将于 19 年正式量产，随着主机厂加速推进 ADAS 进程，公司未来成长空间打开。
	华域汽车	600741.SH	自主零部件巨头加码智能网联，感知端布局摄像头与毫米波雷达，与韩国 Cammsys 合作开展前视摄像头业务，目前 24GHZ 毫米波雷达已量产，77GHZ 雷达有望于 2019 年量产；执行端全资子公司华域视觉强者恒强，作为国内车灯制造商龙头之一，华域视觉亦具备技术优势，看好车灯行业前景与公司市占率提升逻辑。

资料来源：Wind，各公司公告、安信证券研究中心

**风险提示：**宏观经济低于预期；下游 ADAS 普及率低于预期；国产化进程低于预期；新能源汽车产业链低于预期等。

## ■ 行业评级体系

### 收益评级:

领先大市 — 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%以上;

同步大市 — 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%;

落后大市 — 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%以上;

### 风险评级:

A — 正常风险, 未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动;

B — 较高风险, 未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动;

## ■ 分析师声明

袁伟、孙远峰、胡又文、凌晨、马良声明, 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格, 勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责, 保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据, 特此声明。

## ■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)经中国证券监督管理委员会核准, 取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告, 是证券投资咨询业务的一种基本形式, 本公司可以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, 并向本公司的客户发布。

## ■ 免责声明

本报告仅供安信证券股份有限公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写, 但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断, 本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期, 本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态, 本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料, 但不保证及时公开发布。同时, 本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改, 投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点, 一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准, 如有需要, 客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下, 本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易, 也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务, 提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素, 亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。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, 无论是否已经明示或暗示, 本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下, 本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有, 未经事先书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的, 需在允许的范围内使用, 并注明出处为“安信证券股份有限公司研究中心”, 且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设, 并采用适当的估值方法和模型得出的, 由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性, 估值结果和分析结论也存在局限性, 请谨慎使用。

■ 销售联系人

上海联系人	朱贤	021-35082852	zhuxian@essence.com.cn
	孟硕丰	021-35082788	mengsf@essence.com.cn
	李栋	021-35082821	lidong1@essence.com.cn
	侯海霞	021-35082870	houhx@essence.com.cn
	潘艳	021-35082957	panyan@essence.com.cn
	刘恭懿	021-35082961	liugy@essence.com.cn
	孟昊琳	021-35082963	menghl@essence.com.cn
北京联系人	苏梦		sumeng@essence.com.cn
	孙红	18221132911	sunhong1@essence.com.cn
	温鹏	010-83321350	wenpeng@essence.com.cn
	姜东亚	010-83321351	jiangdy@essence.com.cn
	张莹	010-83321366	zhangying1@essence.com.cn
	李倩	010-83321355	liqian1@essence.com.cn
	姜雪	010-59113596	jiangxue1@essence.com.cn
深圳联系人	王帅	010-83321351	wangshuai1@essence.com.cn
	夏坤	15210845461	xiakun@essence.com.cn
	胡珍	0755-82528441	huzhen@essence.com.cn
	范洪群	0755-23991945	fanhq@essence.com.cn
	杨晔	0755-23919631	yangye@essence.com.cn
	巢莫雯	0755-23947871	chaomw@essence.com.cn
	王红彦	0755-82714067	wanghy8@essence.com.cn
黎欢	0755-23984253	lihuan@essence.com.cn	

安信证券研究中心

深圳市

地址： 深圳市福田区深南大道 2008 号中国凤凰大厦 1 栋 7 层

邮编： 518026

上海市

地址： 上海市虹口区东大名路 638 号国投大厦 3 层

邮编： 200080

北京市

地址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层

邮编： 100034