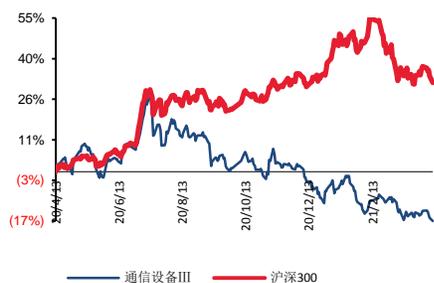


5G 入口系列之一：智能驾驶爆发的“前夜”，感知通信率先受益

■ 走势比较



■ 子行业评级

相关研究报告：

证券分析师：李宏涛

电话：18910525201

E-MAIL: liht@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190520010002

证券分析师：李仁波

电话：18822886673

E-MAIL: lirb@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190520040002

证券分析师：赵晖

电话：15201962711

E-MAIL: zhaohui@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190520010003

报告摘要

1、智能驾驶快速普及，5G 新入口带来巨大的投资机会

随着 5G 的快速建设，顺应汽车的智能化发展趋势，以及中国主导的 C-V2X 标准逐步形成。各种因素交织推动行业快速发展，将有望带来巨大的投资机会。我们认为汽车的“感知”与“通信”将首先受益，其次路侧及高清地图也有望受益。

2、汽车智能化催生各类车用传感器需求量激增

5G 普及和车辆信息化，对“对感知入口”提出新要求。汽车电子价值量逐渐增加的同时，传感器的数量也快速增加。相较于传统的汽车，L3 级智能汽车需要配备 10 个超声波雷达、8 个毫米波雷达，8 个摄像头及 1 个激光雷达。极狐阿尔法 S 华为 HI 版新车配置了 3 个激光雷达（左前、右前以及中间）、13 个摄像头、6 个毫米波雷达、1 个车顶惯导、1 个域控制器。

3、激光雷达或将成智能汽车标配，市场空间近千亿

激光雷达被广泛用于无人驾驶汽车和机器人领域，被誉为广义机器人的“眼睛”，中国激光雷达产业链完备，各环节都有参与者，跟随国际领先厂商发展。降成本需求推动激光雷达从机械式向固态发展趋势明显。激光雷达激光器 VCSEL 优于 EEL，固态雷达或将成为未来车用激光雷达主流。转镜方案和 MEMS 方案是重要的技术路线，1550nm 光源优于其他光源。激光雷达应用范围广，可以用于无人驾驶、ADAS、服务机器人、车联网等各个领域，市场空间近 1000 亿元。国产激光雷达技术全球领先行列，价格优势明显。

4、毫米波雷达仍是主流，国产替代空间广阔

毫米波雷达由于其成本优势、技术成熟度、算法简单，稳定性好等特性，是当前主流的汽车 ADAS 解决方案。国外厂商牢牢占据毫米波雷达市场，国产替代未来可期。ADAS 一般需要“1 长+4 中短”5 个毫米波雷达，预计 2020 年国内毫米波雷达渗透率为 10%，未来每年渗透率提升 5%。预测 2021~2025 年国内毫米波市场总容量达千亿元。

给予车联网传感器行业重点公司“买入”评级，重点关注腾景科技、和而泰、鸿泉物联、高鸿股份等。

风险提示：自动驾驶产业仍然不成熟，高级辅助驾驶汽车的渗透率不及预期风险；激光雷达成本仍然较高，且技术路线不明朗，存在渗透率不及预期风险。

重点关注公司盈利和估值表

| 代码 | 名称 | EPS (Wind 一致预期) | | | PE (Wind 一致预期) | | |
|-----------|------|-----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | | 2020 | 2021E | 2022E | 2020 | 2021E | 2022E |
| 688195.SH | 腾景科技 | 0.73 | — | — | 28 | — | — |
| 002402.SZ | 和而泰 | 0.43 | 0.63 | 0.87 | 48.8 | 33.3 | 24.1 |
| 688288.SH | 鸿泉物联 | 0.88 | 1.28 | 1.80 | 42.5 | 29.2 | 20.8 |
| 000851.SZ | 高鸿股份 | -0.13 | — | — | — | — | — |

目录

| | |
|--|----|
| 一、车联网是实现自动驾驶的关键基础设施..... | 5 |
| (一) 车辆信息化加速,我国正处于智能驾驶爆发的“前夜”..... | 5 |
| (二) 全球各个国家对 V2X 做出了路径规划,我国领先..... | 6 |
| 二、中国引领的 C-V2X 有望成为全球主流..... | 9 |
| (一) 美国主导的 DSRC 逐步被产业链抛弃..... | 9 |
| (二) C-V2X 综合性能优异,逐渐成为产业主流..... | 10 |
| (三) 中国引领 C-V2X 车联网技术,产业化路径清晰..... | 12 |
| 三、5G 推动车联网快速发展..... | 15 |
| (一) 5G 普及和车辆信息化,对“对感知入口”提出新要求..... | 15 |
| (二) 中国车联网产业链完备,与国际水平差距不大..... | 16 |
| 四、感知与通信有望率先爆发..... | 17 |
| (一) 激光雷达是无人驾驶必备的“眼睛”,关键技术路线国内进展顺利..... | 18 |
| (二) 毫米波雷达是目前主流的汽车 ADAS 解决方案,核心芯片自产摆脱对国际依赖..... | 24 |
| (三) 车联网推广拉动通信模组需求,成本和制造仍是关键..... | 26 |
| 五、投资标的..... | 29 |

图表目录

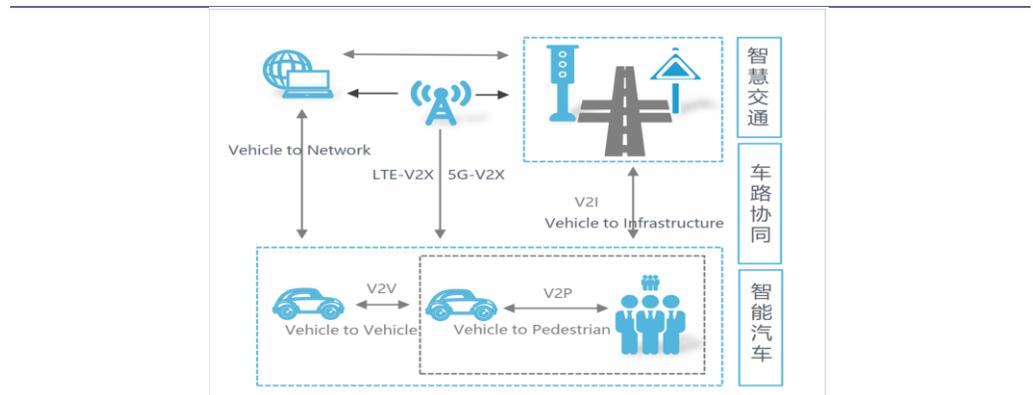
| | |
|-------------------------------------|----|
| 图表 1: 车联网向“端-管-云”协同智能的方向发展..... | 5 |
| 图表 2: 智能网联汽车发展总体目标..... | 6 |
| 图表 3: 主流车企 L3~L4 量产计划..... | 7 |
| 图表 4: 全球各国自动驾驶商业化目标..... | 7 |
| 图表 5: 全球各国自动驾驶商业化目标..... | 8 |
| 图表 6: DSRC 原理图..... | 9 |
| 图表 7: 发达国家基本均采取 DSRC 技术..... | 10 |
| 图表 8: DSRC 和 C-V2X 对比图..... | 11 |
| 图表 9: 3GPP C-V2X 标准演进..... | 11 |
| 图表 10: 车联网技术 C-V2X 优于 DSRC..... | 11 |
| 图表 11: 各国纷纷转向 C-V2X..... | 12 |
| 图表 12: 车联网专利全球地域分布..... | 13 |
| 图表 13: C-V2X 专利全球地域分布..... | 13 |
| 图表 14: 我国 C-V2X 产业化部署时间表..... | 14 |
| 图表 15: 5G 基站建设数量预测..... | 15 |
| 图表 16: 5G 用户大规模增长..... | 15 |
| 图表 17: 自动驾驶不同层级感知领域的传感器要求..... | 16 |
| 图表 18: 小鹏 E28 配置的传感器配置数量众多..... | 16 |
| 图表 19: 车联网产业链一览..... | 16 |
| 图表 20: 自动驾驶分级..... | 17 |
| 图表 21: 多种传感器优劣各异, 多种组合是未来趋势..... | 18 |
| 图表 22: 激光雷达分类..... | 19 |
| 图表 23: 激光雷达传感器构成..... | 19 |
| 图表 24: 激光雷达产业链..... | 20 |
| 图表 25: 激光雷达主流的三大应用场景..... | 21 |
| 图表 26: 全球各厂商激光雷达对比..... | 22 |
| 图表 27: 国产激光雷达性能不弱后..... | 23 |
| 图表 28: 全球激光雷达市场规模 (亿美元)..... | 24 |
| 图表 29: 中国激光雷达市场规模 (亿美元)..... | 24 |
| 图表 30: 毫米波雷达在汽车中的应用场景..... | 24 |
| 图表 31: 毫米波雷达产业链..... | 25 |
| 图表 32: 2018 年全球毫米波雷达市场份额..... | 26 |
| 图表 33: 中国车载毫米波雷达市场份额情况..... | 26 |
| 图表 34: 国产毫米波雷达市场空间达千亿..... | 26 |
| 图表 35: 模组在车联网中的应用场景..... | 27 |
| 图表 36: 中国智能网联车市场规模预测 (亿元)..... | 27 |
| 图表 37: 中国车联网通信模组数量及预测 (百万块)..... | 27 |
| 图表 38: 全球主要通信模组厂商毛利率对比..... | 28 |
| 图表 39: 全球主要通信模组厂商净利率对比..... | 28 |
| 图表 40: 全球主要通信模组厂商研发费用与营业收入占比情况..... | 29 |
| 图表 41: 车联网受益相关标的一览..... | 29 |

一、车联网是实现自动驾驶的关键基础设施

(一) 车辆信息化加速，我国正处于智能驾驶爆发的“前夜”

汽车逐渐走向智能化和网联化。传统的车联网是指通过射频识别技术，在信息网络平台上提取和利用所有车辆的属性信息和静态、动态信息，并对运行中的车辆进行有效的监控和综合服务的系统。车联网是按照一定的**通信协议和数据交互标准**，在“人-车-路-云”之间进行信息交换的网络。**车路协同是支撑自动驾驶落地的重要手段**，随着LTE-V2X通信技术和路侧智能设备的不断成熟，车联网逐渐从车内智能、单车智能向“端-管-云”协同智能的方向发展。

图表 1：车联网向“端-管-云”协同智能的方向发展



资料来源：亿欧，太平洋证券整理

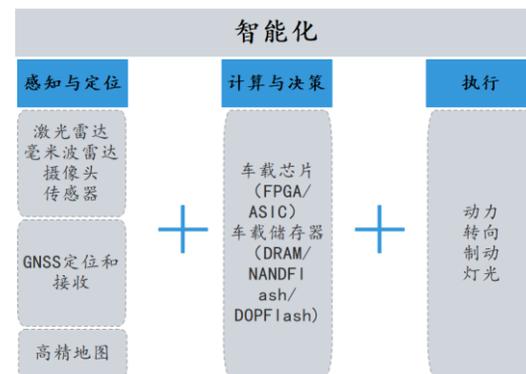
汽车网联化通过搭载先进传感器等装置，运用大数据、云计算、AI等新技术，具有自动驾驶功能，车与车之间联网，车与云联网，逐步成为智能移动空间和应用终端的新一代汽车。智能化架构包括感知与定位、计算与决策、执行三部分，包括 CMOS 传感器、MEMS 传感器、激光雷达、毫米波雷达、摄像头及车载计算平台、高清地图、车载芯片、存储等。

图表 2: 车联网网络构成



资料来源: 信通院, 太平洋证券整理

图表 3: 汽车智能化架构

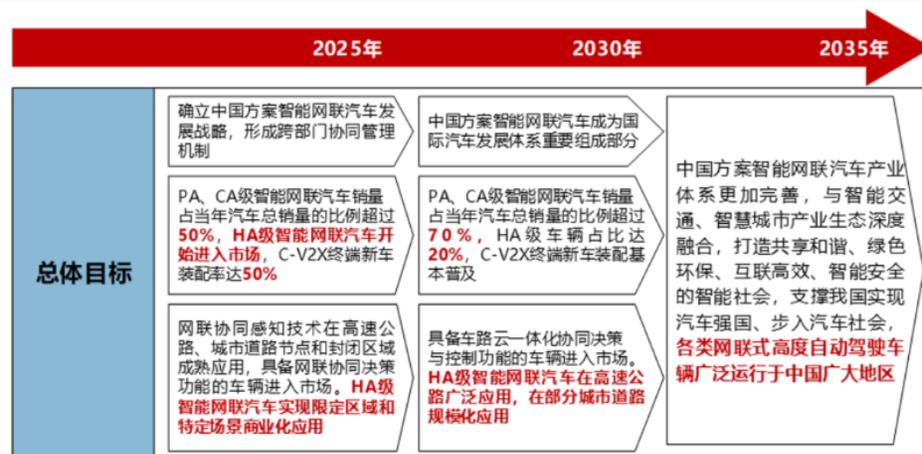


资料来源: Tinymind, 太平洋证券整理

(二) 全球各个国家对 V2X 做出了路径规划, 我国领先

我国汽车网联总体规划清晰。数据显示, 2020年1月份至9月份, L2级智能网联乘用车销售量达196万辆, 占乘用车总销量的14.7%。更有部分企业加速研发L3级自动驾驶车型。根据《智能网联汽车技术路线图2.0》研判, 到2025年, 我国PA (部分自动驾驶)、CA (有条件自动驾驶) 级智能网联汽车销量占当年汽车总销量比例超过50%, C-V2X (以蜂窝通信为基础的移动车联网) 终端新车装配率达50%。

图表 2: 智能网联汽车发展总体目标



资料来源: 国家智能网联汽车创新中心, 太平洋证券整理

主流车企发布L3+, 全球车企公布自动驾驶商用目标。欧、美、中、日在智能网联汽车技术领域形成了较强的技术积累, 相关企业纷纷发布面向L3~L4级的智能网联汽车量产计划。预计到2025年, L4级智能网联汽车有望规模商用。

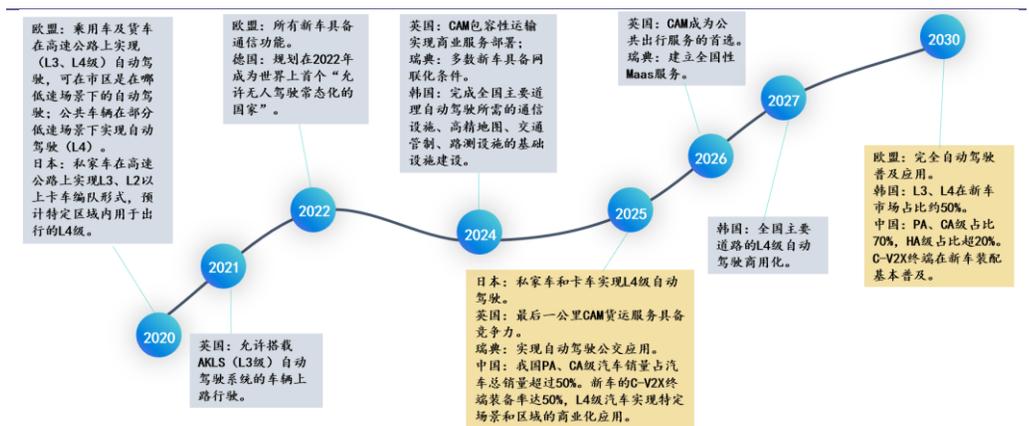
图表 3: 主流车企 L3~L4 量产计划

| 车企 | 自动驾驶级别 | 时间 |
|------|-------------------------|------------|
| 本田 | L3 级 Legend 轿车量产 | 2021 年 3 月 |
| 北汽 | L4 级量产 | 2025 年 |
| | L5 级开发成熟 | |
| 长安 | L4 量产 | 2022 年 |
| 理想 | ONE 全系实现 L2 级 | 2020 年 |
| | 正在联合博世开发 L3 级自动驾驶解决方案 | |
| 红旗 | 量产 L4 级 | 2021 年 |
| 威马 | 量产 L4 级 | 2021 年 |
| 福特 | 量产 L4 级 | 2022 年 |
| 沃尔沃 | 实现 L4 级 | 2022 年 |
| 东风悦达 | 实现 L4 级 | 2025 年 |
| 奔驰 | 在 S 系轿车搭载 L3 级系统 | 2020 年 |
| | 量产 L4 级 | 2025 年 |
| 宝马 | L3 级自动驾驶车型 BMW iNEXT 量产 | 2022 年 |
| 丰田 | 实现 L3 级 | 2020 年 |
| | 实现高速公路上的 L4 级 | 2030 年 |

资料来源: 盖世汽车, 华为, 太平洋证券整理

目前各个国家也都对高级别自动驾驶的商业化应用提出了商用时间表。德国提出到2022年成为世界首个“允许无人驾驶常态化的国家”，欧盟到2030完全实现自动驾驶普及和应用。

图表 4: 全球各国自动驾驶商业化目标



资料来源: 国家智能网联汽车创新中心, 各国车企官网, 太平洋证券整理

全球相关企业开展自动驾驶商业化应用项目。2018年12月, Waymo在美国凤凰城郊

区推出了首个商业自动驾驶乘车服务WaymoOne，运行路线包括凤凰城的钱德勒、坦佩、梅萨和吉尔伯特4个郊区。2020年2月，Nuro第二代自动驾驶汽车取得无人送货车豁免资格，成为美国豁免的第一个自动驾驶应用案例；国内企业也纷纷开展自动驾驶项目，包括互联网企业、传统汽车厂商以及创业企业。2019年百度进行自动驾驶载人测试。2020年6月东风汽车也启动自动驾驶测试，其他创业企业如文远知行、小马智行等也纷纷布局自动驾驶。

图表 5：全球各国自动驾驶商业化目标

| 解决方案商 | 类型 | 场景/车型 | 启动时间 | 载客测试-应用示范-运营地区 | 车辆数量 |
|-----------|----|---------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|------------|
| 文远知行 | 载人 | RoboTaxi | Dec-19 | 广州 | 20 辆 |
| 小马智行 | 载人 | RoboTaxi/MKZ | 2019/08 2018/12 | 美国加州尔湾； 广州 | 30-40 辆 |
| 百度 | 载人 | RoboTaxi | 2019/09 2019/11 | 湖南长沙、河北 沧州开发区 | 45 辆 |
| 滴滴 | 载人 | RoboTaxi | Jul-20 | 上海测试示范区内 | 9 辆 |
| Waymo/FCA | 载人 | RoboTaxi/ WaymoOne FCA Pacifica | 2018/12 2019/07 | 美国加州南湾 区、亚利桑那州 凤凰城 | 60 辆 |
| Cruise | 载人 | RoboTaxi | 2020 | 美国加州、亚利 桑那州 | 4 辆 |
| AutoX | 载人 | RoboTaxi/MKZ | Jun-19 | 美国加州圣何塞 运营 | 3 辆 |
| Aurora | 载人 | RoboTaxi | 2020 | 美国加州、亚利 桑那州 | 5 辆 |
| ZOOX | 载人 | RoboTaxi | 2020 | 美国加州、亚利 桑那州， | 5 辆 |
| 东风 | 载人 | 园区景区 /Sharing -VAN | Jun-20 | 山东青岛 | 6 辆 |
| 百度/金龙 | 载人 | 园区景区 /Apollo 小巴 | Nov-18 | 北京市海淀区海 淀公园；北京市 首钢园区；河北 雄安 | 3 辆 |

资料来源：国家智能网联汽车创新中心，各国车企官网，太平洋证券整理

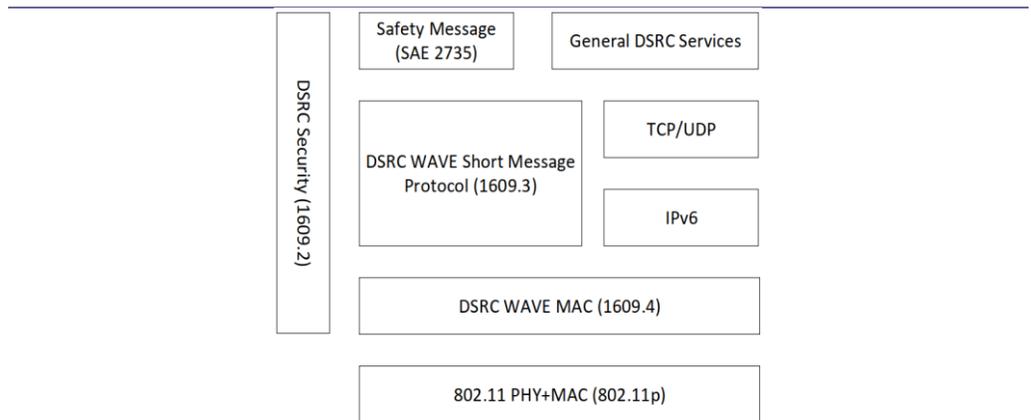
二、中国引领的C-V2X有望成为全球主流

(一) 美国主导的DSRC逐步被产业链抛弃

专用短程通信（DSRC）是基于WIFI的无线通信技术，可在不涉及任何蜂窝基础设施的情况下，在车辆与周围基础设施之间实现高度安全的高速直接通信，主要包括V2V、V2I两种操作模式。DSRC在过去的20余年由美国主导，是西方国家主要采取的通信技术，在5.9 GHz频带内运行，可在车辆与基础设施之间提供直接的低延迟信息交换。2004年，FCC在5.9 GHz频段为DSRC技术提供了75MHz的带宽。

DSRC主要基于三套标准。分别是：1) IEEE 802.11p，定义了汽车相关的“专用短距离通信”（DSRC）物理标准；2) IEEE 1609，定义了网络架构和流程；3) SAE J2735 & SAE J2945，定义了消息包中携带的信息，该数据将包括来自汽车上的传感器信息，例如位置、行进方向、速度和刹车信息。IEEE 802.11p技术由IEEE于2010年完成标准化工作，支持车辆在5.9GHz专用频段进行V2V、V2I的直通信。

图表 6: DSRC 原理图



资料来源：中国通信学会，太平洋证券整理

发达国家过去大都采用DSRC技术。由于IEEE 802.11P技术标准成熟较早，产业链相对成熟，车联网起步较早的美国、欧洲、日本等国家倾向于采用IEEE 802.11P技术。各个国家在频谱分配上，更倾向于支持DSRC技术。

图表 7：发达国家基本均采取 DSRC 技术

| 国家 | 时间 | 频谱规划 |
|-----|--------------|--|
| 美国 | 1999 年 | 基于 IEEE 802.11p 的 ITS 业务划分了 5.85-5.925GHz 共 75MHz 的频谱资源，划分为 7 个信道 |
| 欧洲 | 2002 年 | 欧洲电子通信委员会将 5795-5808MHz 分配给初试的车对路系统，各国可以将频段扩展至 5815MHz |
| | 2008 年 | ECC 为安全类 ITS 应用分配 30MHz 带宽（5875-5905MHz 频段），并建议将 5905-5925MHz 作为其扩展频段。ITS-G5（DSRC）标准可采用 5470-5725MHz 免许可频段，与 RLAN 共享频谱 |
| 日本 | 20 世纪 90 年代末 | 将 5770-5850MHz 划分为 DSRC 信道，主要用于车辆信息和通讯系统 |
| | 2012 年 | 日本无线工业及商贸联合会发布的规范 ARBI STD-T109 中将 755.5-764.5MHz 频段划给 ITS(DSRC)的道路安全应用。目前 5800MHz 频段除去 ETC 占用的频谱，仍存在潜在频谱供更多的 ITS 技术使用 |
| 韩国 | 2016 年 | 分配 5855-5925MHz 共 70M 频率用于支持智能交通车辆安全相关应用的 V2V 和 V2I 通信，但是 5.9GHz 频谱分配方式没有限制无线技术，属于技术中立方式 |
| 新加坡 | 2017 年 | 分配 5875-5925MHz 共 50MHz 频率用于 ITS 应用，所用技术为 IEEE 802.11P |

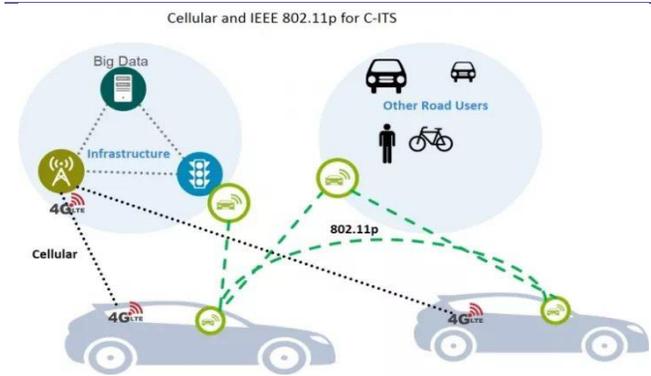
资料来源：中国通信学会，太平洋证券整理

（二）C-V2X 综合性能优异，逐渐成为产业主流

C-V2X 是基于 4G/5G 蜂窝网通信技术演进形成的 V2X 技术，由 3GPP 主导推动，可实现相比 DSRC 更长距离和更大范围的通信。C-V2X 包括 LTE-V2X 和 NF-V2X，LTE-V2X 最早由大唐于 2013 年提出，确定了 C-V2X 的蜂窝与直通融合的系统架构及直通链路的关键技术框架。3GPP C-V2X 标准工作始于 2015 年，各工作组主要从业务需求、系统架构、安全研究和空口技术 4 个方面开展工作。

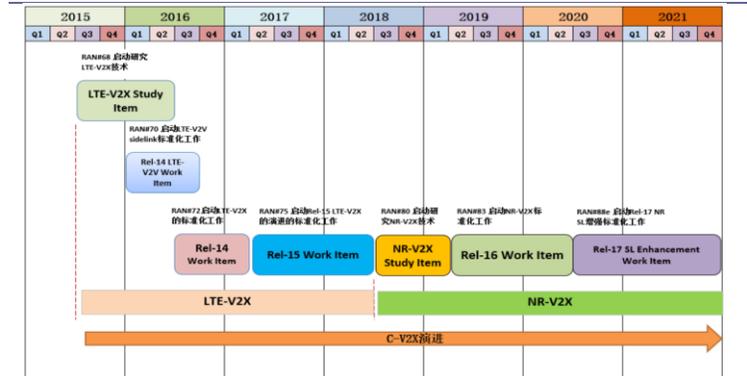
C-V2X 的标准化分为 3 个阶段。第 1 阶段（2015 年 6 月-2017 年 3 月）基于 LTE 技术满足 LTE-V2X 基本业务需求，对应 LTE Rel-14 版本；第 2 阶段（2017 年 3 月-2018 年 6 月）基于 LTE 技术满足部分 5G-V2X 增强业务需求（LTE-eV2X），对应 LTE Rel-15 版本；第 3 阶段（2018 年 6 月-2021 年底）基于 5G NR 技术实现全部或大部分 5G-V2X 增强业务需求，对应 5G NR Rel-16/Rel-17 版本。3GPP 于 2018 年 6 月开展 NR-V2X 技术的标准化工作，2020 年 6 月 R16 标准冻结，同期 3GPP 开展 R17 研究，针对直通链路特性进一步增强，预计 2021 年底完成。

图表 8: DSRC 和 C-V2X 对比图



资料来源: 金溢科技, 太平洋证券整理

图表 9: 3GPP C-V2X 标准演进



资料来源: IMT-2020 (5G), 太平洋证券整理

C-V2X在技术先进性、性能、成本、持续演进等方面相对DSRC具有优势。C-V2X在资源利用率、可靠性、稳定性方面具有理论优势。实证结果看C-V2X在通信距离、非视距性能、可靠性、容量和拥塞控制等方面均优于DSRC。

图表 10: 车联网技术 C-V2X 优于 DSRC

| | | DSRC | C-V2X |
|---------|-------|----------------------|--|
| 标准组成 | | IEEE、SAE、ETSI | 3GPP、ETSI、5GAA |
| 技术标准成熟度 | | 802.11p 2012 年完成技术标准 | LTE-V2X→LTE-eV2X→5G NR-V2X |
| | 工作频段 | ITS 5.8~5.9MHz | 直接通讯: 5.9GHz 网路通讯: 4GLTE 与未来 5G NR 相容 |
| | 应用项目 | 直接通讯: V2V、V2I | 直接通讯: LTE-PC5 网路通讯: LTE-Uu |
| 技术指标 | 传输距离 | 平均 250~300 米 | 数公里 |
| | 数据传输量 | 54Mbps | 100Mbps |
| | 通讯时延 | <20ms | 4G: 4ms 5G: ≤1ms |
| | 支持车速 | 200km/hr | 500km/hr (5G) |
| | 部署成本 | 需新建大量 RSU, 成本较高 | 结合现网基站和 RSU, 与目前的 4G/5G 网络可以复用, 部署成本较低 |
| | 产业推动者 | 车厂、政府部门 | 车厂、电信运营商 |

注: 黄色区域为现阶段完成的技术标准

资料来源: 高通, 太平洋证券整理

基于C-V2X的优越性和对未来自动驾驶目标的综合考量, 各国政府和企业纷纷选择

转向C-V2X技术或技术中立。2020年11月，美国联邦通信委员会（FCC）正式投票决定将5.850-5.925GHz频段划拨给Wi-Fi和C-V2X使用，其中30MHz（5.895-5.925GHz）分配给C-V2X，标志着美国正式宣布放弃DSRC并转向C-V2X。美国率先放弃DSRC，未来各个国家的通信技术有望进一步向C-V2X靠拢，C-V2X成为全球主流可期。

图表 11：各国纷纷转向 C-V2X

| 国家/地区 | 政府态度 | 企业态度 |
|-------|--|---|
| 美国 | 2020年11月将5.9频段5895-5925GHz的30MHz分配给C-V2X技术 | 电信运营商、福特等明确支持LTE-V2X技术 |
| 欧洲 | 2020年修改了5.9频段使用，扩展ITS带路安全应用为5875-5925MHz，采用技术中立方式 | 大众、雷诺和博世支持802.11p技术，奥迪、宝马、标致雪铁龙等转向支持C-V2X技术 |
| 中国 | 工信部于2018年率先在全球发布车联网频率规划，将5905-6925MHz分配给LTE-V2X PC5技术；2020年4月26日，工信部批准了7个V2X（车联网）标准，C-V2X成为了中国车联网的主流 | 中国企业主要支持LTE-V2X技术 |
| 日本 | 在755.5-764.5MHz专用频段上开展基于802.11p的技术评估 频段开展基于802.11p的技术性能评估 | ITS行业标准和产业组织ITS-forum宣布技术中立，将LTE-V2X作为备选技术 |
| 韩国 | 5.9GHz频谱分配没有限制无线技术，技术中立 | LG是推动LTE-V2X标准的企业之一，2018年LG与高通韩建立联合研发中心，研发车用级5G网络及C-V2X |

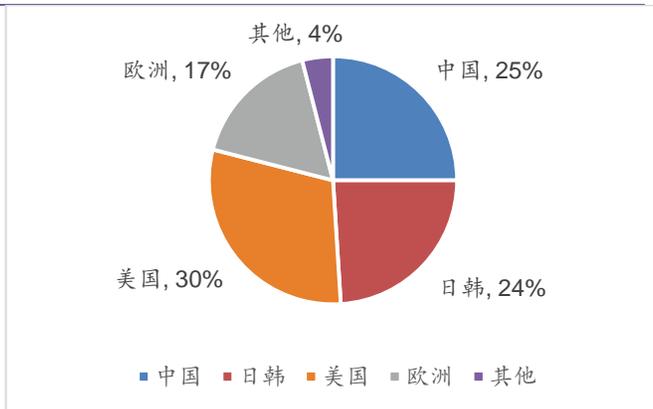
资料来源：5GAA，太平洋证券整理

（三）中国引领C-V2X车联网技术，产业化路径清晰

中国主导的C-V2X标准逐步形成。目前，在信息通信标准体系方面，我国LTE-V2X接入层、网络层、消息层和安全等核心技术已制定完成，同时，LTE-V2X设备规范、测试方法等标准已制定完成，技术标准体系基本形成。

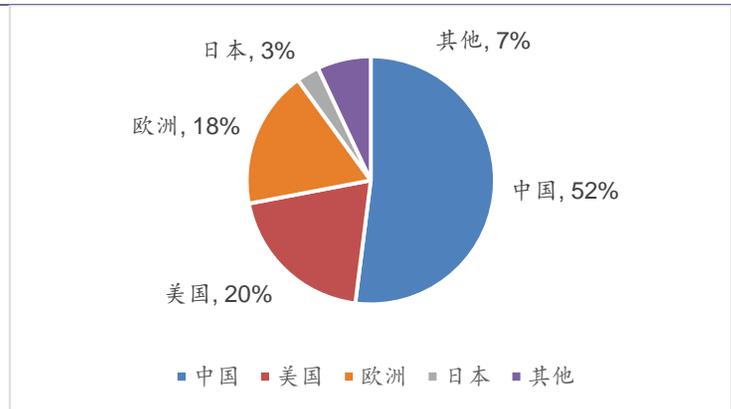
中国是C-V2X技术最大的专利原创国家和布局目标国家。从车联网领域专利的角度来看，我国是车联网专利的第二大国。**C-V2X通信技术专利，我国的专利申请量已经超过50%。**美国的高通、英特尔等通信企业，以及一些主流车企比较重视C-V2X领域的专利申请和布局，我国企业开展C-V2X技术海外专利申请的企业主要有华为、中兴和大唐等。

图表 12: 车联网专利全球地域分布



资料来源: 中国通信学会, 太平洋证券整理

图表 13: C-V2X 专利全球地域分布

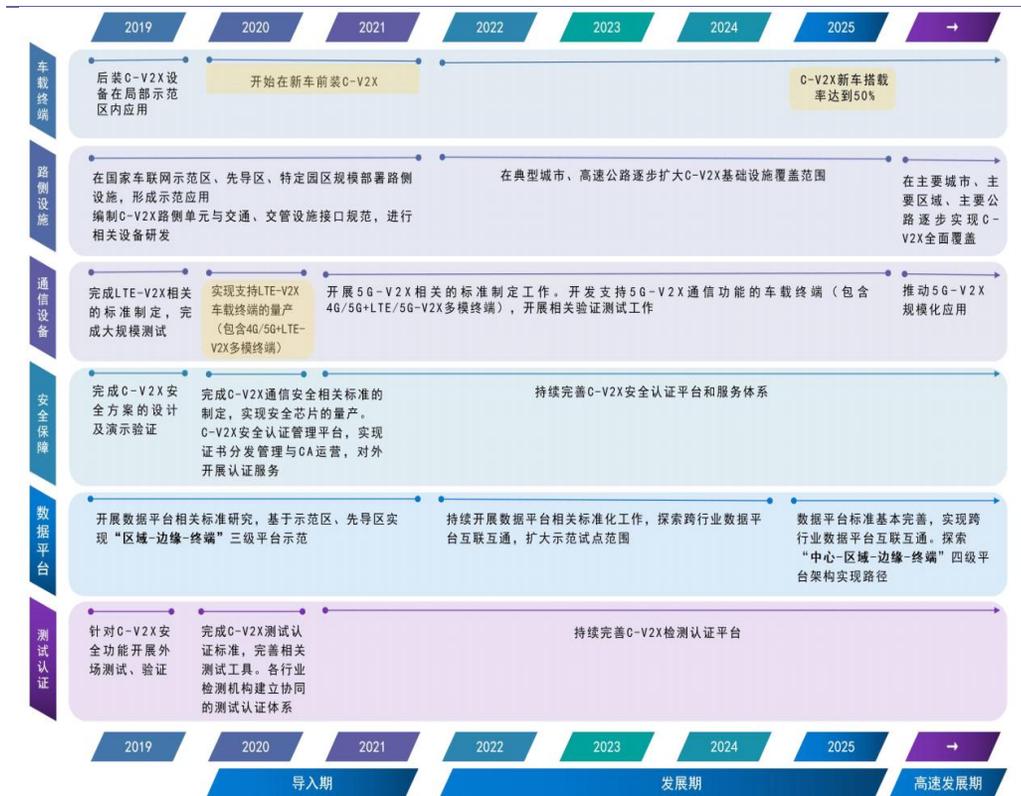


资料来源: 中国通信学会, 太平洋证券整理

根据C-V2X产业化路径和时间表研究, 中国C-V2X产业化部署时间表如下:

- 1) 2019-2021年为C-V2X产业化部署导入期。在这一阶段, C-V2X通信设备、安全保障、数据平台、测试认证方面可基本满足C-V2X产业化初期部署需求。同时, 在国家车联网示范区、先导区及部分特定园区部署路侧设施, 车企逐步在新车前装C-V2X设备, 鼓励后装C-V2X设备, 车、路部署相辅相成, C-V2X生态环境逐步建立, 探索商业化运营模式。
- 2) 2022-2025年为C-V2X产业化部署发展期, 根据前期示范区、先导区建设经验, 形成可推广的商业化运营模式, 在全国典型城市和道路进行推广部署, 并开展应用。
- 3) 2025年以后为C-V2X产业高速发展期, 逐步实现C-V2X全国覆盖, 建成全国范围内的多级数据平台, 跨行业数据实现互联互通, 提供多元化出行服务。

图表 14：我国 C-V2X 产业化部署时间表



资料来源：IMT-2020，太平洋证券整理

三、5G推动车联网快速发展

(一) 5G普及和车辆信息化，对“感知入口”提出新要求

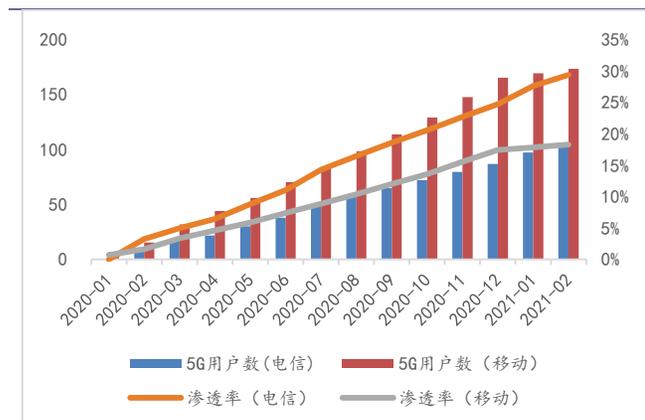
5G网络覆盖率提升将加速车辆信息化和智能化进程，自动驾驶是5G重要的应用场景。目前5G网络建设覆盖所有县城以上，截止到2021年1季度，5G基站总数量达81.9万个，其中三大运营商计划2021年新增5G基站数量超60万站。5G用户大规模增长，根据运营商公告，中国电信5G用户占比约30%，中国移动5G用户占比接近20%。5G用户的快速普及将带动车联网的需求增长，同时5G基站的规模部署是车联网的普及重要的设施。

图表 15：5G 基站建设数量预测



资料来源：工信部，太平洋证券整理

图表 16：5G 用户大规模增长



资料来源：公司公告，太平洋证券整理

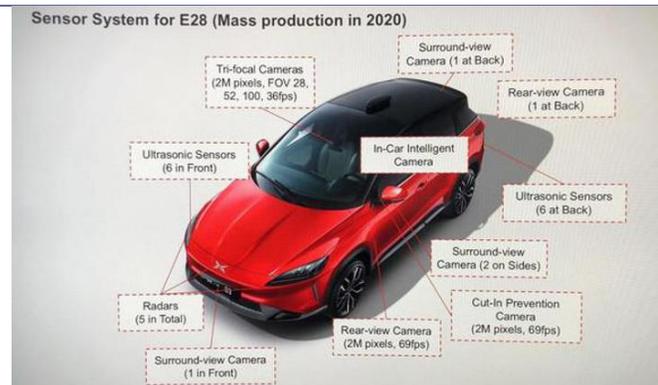
随着车辆走向智能化、联网化，汽车电子价值量逐渐增加的同时，传感器的数量也快速增加。相较于传统的汽车，L3级智能汽车需要配备10个超声波雷达、8个毫米波雷达，8个摄像头及1个激光雷达，车规级的要求也对汽车的“感知入口”提出了新的要求。近期华为发布自动驾驶解决方案(ADS)。从硬件配置上来看，极狐阿尔法S华为HI版新车配置了3个激光雷达(左前、右前以及中间)、13个摄像头、6个毫米波雷达、1个车顶惯导、1个域控制器。小鹏发布的E28定义为L3级辅助驾驶，配备了8个摄像头、5个毫米波雷达、12个超声波雷达以及4个环视摄像头。我们认为，随着车辆想L3+智能汽车迈进，将增加摄像头、毫米波雷达、激光雷达等传感器的使用数量，相关产业将迎来机会。

图表 17: 自动驾驶不同层级感知领域的传感器要求

| 感知层级 | 超声波雷达 | 长距毫米波雷达 | 短距毫米波雷达 | 摄像头 | 激光雷达 |
|-------|-------|---------|---------|------|------|
| L1 级别 | 4 个 | 1 个 | | 1 个 | |
| L2 级别 | 8 个 | 1 个 | 4 个 | 4 个 | |
| L3 级别 | 10 个 | 2 个 | 6 个 | 8 个 | 1 个 |
| L4 级别 | 10 个 | 2 个 | 6 个 | 8 个 | 4 个+ |
| L5 级别 | 10 个 | 2 个 | 6 个 | 11 个 | 4 个+ |

资料来源: 公开资料, 太平洋证券整理

图表 18: 小鹏 E28 配置的传感器配置数量众多

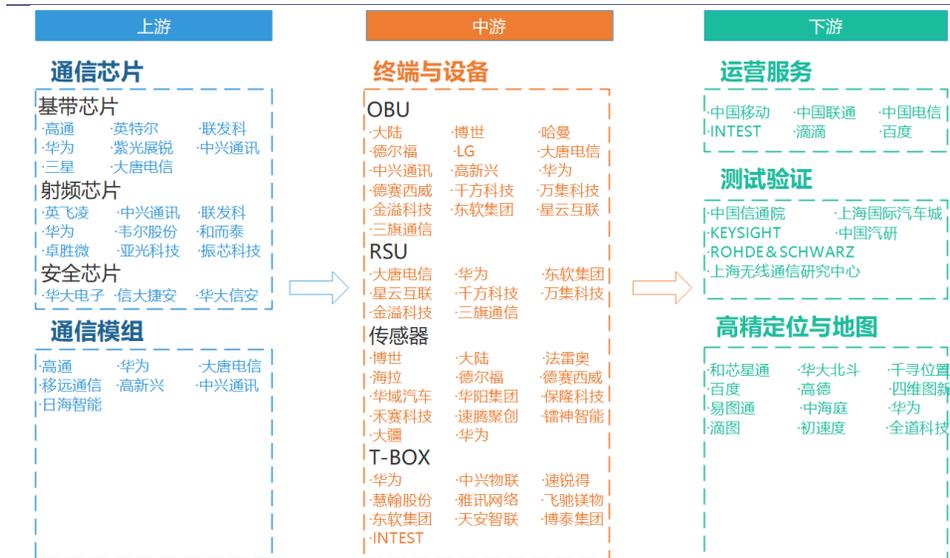


资料来源: 小鹏汽车, 太平洋证券整理

(二) 中国车联网产业链完备, 与国际水平差距不大

车联网产业链分为上游的芯片、通信模组, 中游的终端设备、传感器, 以及下游的运营服务、测试、高精地图构成。各个环节均有国产解决方案, 例如上游通信芯片华为、通信模组广和通等, 在上游射频环节相较于国外仍有差距。中游国产厂商众多, 在OBD、路侧、T-BOX等国产厂商数量较多, 在传感器领域如激光雷达、毫米波雷达等领域国产厂商虽有差距, 但未来有望迎头赶上。国产技术完备有助于车联网快速推广。

图表 19: 车联网产业链一览



资料来源: 太平洋证券整理

四、感知与通信有望率先爆发

SAE将自动驾驶技术分为L0~L5共六个等级。L0代表没有自动驾驶加入的传统人类驾驶，L1~L5则随自动驾驶的成熟程度进行了分级。L3是自动驾驶分水岭，上升到L4级别后，车辆进入由系统操纵。目前L2级自动驾驶系统主要由：超声波雷达、毫米波雷达、摄像头等传感器构成。汽车在向L3,L4,L5级自动驾驶升级时，激光雷达有望迎来需求爆发。

图表 20：自动驾驶分级

| 自动驾驶分级 | | 名称 | 定义 | 驾驶操作 | 周边监控 | 接管 | 应用场景 |
|--------|-----|--------|--------------------------------------|----------|-------|-------|------|
| NHTSA | SAE | | | | | | |
| L0 | L0 | 人工驾驶 | 由人类驾驶者全权驾驶汽车。 | 人类驾驶员 | 人类驾驶员 | 人类驾驶员 | 无 |
| L1 | L1 | 辅助驾驶 | 车辆对方向盘和加减速中的一项操作提供驾驶，人类驾驶员负责其余的驾驶动作。 | 人类驾驶员和车辆 | 人类驾驶员 | 人类驾驶员 | 限定场景 |
| L2 | L2 | 部分自动驾驶 | 车辆对方向盘和加减速中的多项操作提供驾驶，人类驾驶员负责其余的驾驶动作。 | 车辆 | 人类驾驶员 | 人类驾驶员 | |
| L3 | L3 | 条件自动驾驶 | 由车辆完成绝大部分驾驶操作，人类驾驶员需保持注意力集中以备不时之需。 | 车辆 | 车辆 | 人类驾驶员 | |
| L4 | L4 | 高度自动驾驶 | 由车辆完成所有驾驶操作，人类驾驶员无需保持注意力，但限定道路和环境条件。 | 车辆 | 车辆 | 车辆 | |
| | L5 | 完全自动驾驶 | 由车辆完成所有驾驶操作，人类驾驶员无需保持注意力。 | 车辆 | 车辆 | 车辆 | 所有场景 |

资料来源：SAE International，太平洋证券整理

汽车向智能化演进的过程中，多种传感器组合是未来趋势。超声波雷达成本低，常用于短距离的探测。毫米波雷达具备200米左右的探测距离，兼具测距和测速功能，但是对角度的分辨能力较弱，在探测人、车等混杂场景效果不佳。摄像头对角度分辨率较高，但是受光照条件影响很大，在自动识别的时候对算法要求很高。激光雷达兼具测距远、角度分辨率优、受环境光照影响小的特点，且无需深度学习算法，可直接获得物体的距离和方位信息。

图表 21：多种传感器优劣各异，多种组合是未来趋势

| 传感器 | 优势 | 劣势 | 成本 | 最远距离 | 速度范围 | 应用 |
|-------|---|----------------------------|--------------|-------|------------|---------------------|
| 激光雷达 | 精准度高，方向性强，探测角度广，结合高精地图可以实现高精度自定位和物体识别跟踪 | 成本高，大雾、雨雪天气效果差 | 600-75000 美元 | 300m | ≥ 300km/h | 高级别自动驾驶；周围环境 3D 建模 |
| 毫米波雷达 | 受天气、环境影响小，测量范围广，穿透性好 | 精度不高，无法识别道路指示牌、行人等 | 300-500 美元 | 1000m | ≥ 1000km/h | 自适应巡航、盲区检测、自动泊车 |
| 摄像头 | 成本低，技术成熟度高；可对物体进行识别 | 测距时对算法要求高；受光线影响大；恶劣天气下难以测距 | 35-50 美元 | <100m | | 自适应巡航、交通标志识别 |
| 超声波雷达 | 成本低，体积小 | 探测距离短，应用性不强；易受天气及温度影响 | 15-20 美元 | 15m | ≤ 100km/h | 侧方超车、倒车提醒；泊车测距；辅助刹车 |
| 红外传感器 | | 径向运动差；成本较高；技术受国外 | 600-2000 | | | |

资料来源：太平洋证券整理

（一）激光雷达是无人驾驶必备的“眼睛”，关键技术路线国内进展顺利

内进展顺利

激光雷达被广泛用于无人驾驶汽车和机器人领域，被誉为广义机器人的“眼睛”，是一种通过发射激光来测量物体与传感器之间精确距离的主动测量装置。激光雷达通过激光器和探测器组成的收发阵列，结合光束扫描，可以对广义机器人所处环境进行实时感知，获取周围物体的精确距离及轮廓信息，以实现避障功能；同时，结合预先采集的高精地图，机器人在环境中通过激光雷达的定位精度可达厘米量级，以实现自主导航。激光雷达由于其测距远、分辨率高、对算法要求简单，将充分受益智能驾驶发展。

激光雷达按照测距方法可以分为飞行时间（ToF）测距法、基于相干探测的FMCW 测距法、以及三角测距法等，其中ToF 与FMCW 能够实现室外阳光下较远的测程（100~250 m），是车载激光雷达的优选方案。按照技术架构分为机械式、半固态、固态。除了在技术指标差异之外，最主要在于机械化部件的使用。

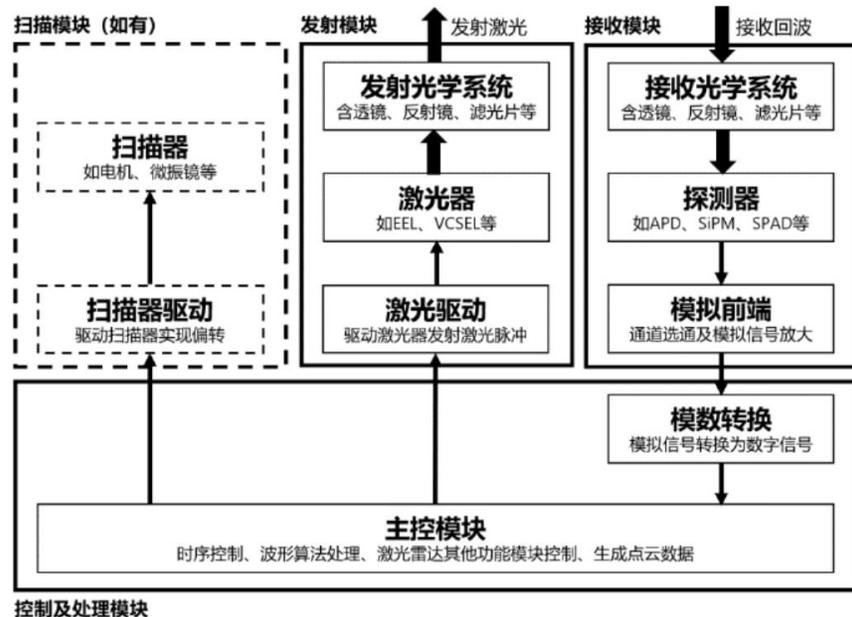
图表 22: 激光雷达分类

| 种类 | 测距 | 体积 | 量产成本 | 成熟度 | 优势 | 劣势 |
|-------------|----|----|---------|-----|-----------------------------|---------------------------|
| 机械式 | 中远 | 大 | 成本高且难下降 | 高 | 扫描速度快, 接受视场小, 抗光干扰能力强, 信噪比高 | 量产可能性低, 可靠性不高 |
| 固态(Flash) | 近 | 较小 | 低 | 中 | 可快速记录整个场景 | 激光功率受限, 探测距离近, 抗干扰能力差 |
| 固态(OPA) | 中远 | 最小 | 目前较高 | 低 | 扫描速度快, 精度高, 可控性好, 体积小 | 生产难度高, 易形成旁瓣影响光束作用距离和角分辨率 |
| 半固态(转镜、微振镜) | 中远 | 小 | 较低 | 中 | 振动幅度小, 频率高 | 视野有限, 无法实现360°水平扫描 |

资料来源: 禾赛科技招股书, 太平洋证券整理

从产业链的角度看, 其上游主要包含发射模块、接收模块、扫描系统和信号处理四大部分, 其中大量的光学和电子元器件、电机等机械部件构成了激光雷达的基础。

图表 23: 激光雷达传感器构成

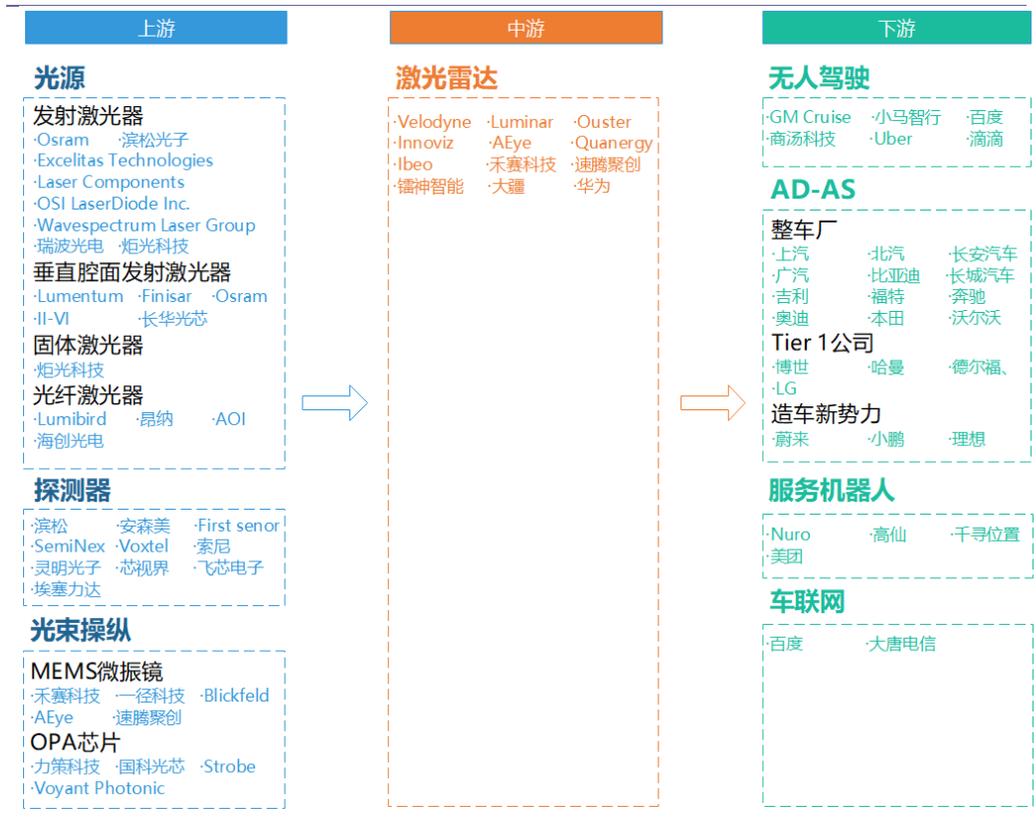


资料来源: 禾赛科技招股书, 太平洋证券整理

从产业链的角度看, 中国激光雷达产业链完备, 各环节都有参与者, 跟随国际领先厂商发展。国外厂商在上游光源、探测器和光束操纵等领域具有优势。上游激光器

国产厂商有瑞波光电、纵慧芯光半导体，探测器国产厂商有灵明光子、芯视界等，国外厂商在成熟度和可靠性更好，国内的厂商的产品性能目前已经基本接近国外供应商水平，且在价格上具有竞争优势。FPGA芯片目前国内厂商主要有紫光同创、高云半导体、复旦微电子等，在产品性能上与国外厂商还有比较大的差距，不过FPGA不是唯一选择可以通过MCU和DSP作为替代方案；在模拟芯片领域国内供应商主要包括矽力杰、圣邦微电子等，在产品成熟度和水平纯在一定差距；光学部件国内供应链已经达到或者超越国外供应链水准，且成本优势明显已经可以完全替代。中游激光雷达已经有不少国产厂商如禾赛科技、大疆、华为、速腾聚创、镭神智能等。下游国产厂商参与者也较多，无人驾驶国内有小马智行、文远知行、Momenta、百度、商汤等，服务机器人国内厂商有高仙、优必选、白犀牛等，车联网国产方案提供商有百度、大唐、金溢科技等。总体国外厂商在上游光电器件、芯片和下游商业化进程方面有优势，随着国产厂商快速发展有望逐步赶超。

图表 24：激光雷达产业链



资料来源：太平洋证券整理

激光雷达常用于自动驾驶、ADAS、机器人、车联网车路协同等领域。自动驾驶领

域对激光雷达的价格不敏感但是对线数等性能要求很高，对算法要求低。ADAS领域通过激光雷达实现自适应巡航、自动跟车等功能，对算法要求高，对可靠性和批量能力要求较高，但是对价格比较敏感。机器人领域通过激光雷达实现定位导航，速度较低，场景简单，对传感器的要求较低。随着5G和人工智能技术的发展，在“新基建”的政策推动下，车联网路侧感知产业迅速发展，基于激光雷达点云数据应用智能算法在复杂场景中可准确识别障碍物并进行追踪，输出障碍物类别、位置、速度、加速度、朝向等关键信息，有利于提升交通效率。

图表 25：激光雷达主流的三大应用场景

| 比较条目 | | 无人驾驶 | 高级辅助驾驶 | 机器人 |
|----------|----------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| 应用场景说明 | 场景复杂度 | 高 (L4/L5) | 中 (L2/L3, 功能开启场景有限) | 低/中 (封闭园区, 应用较多) 高 (城市道路, 应用较少) |
| | 承载装置行驶速度 | 中 (城市道路) 高 (高速场景) | 中 (城市道路) 高 (高速场景) | 低 (封闭园区) 中 (城市道路) |
| 对激光雷达的要求 | 最远测距要求 | 远 | 中/远 (取决于ADAS 功能) | 中/远 (取决于应用场景) |
| | 与承载装置的外观集成度* | 低 | 高 | 中 |
| | 价格敏感度 | 低 | 高 | 中/高 |
| | 对激光雷达供应商的算法需求度 | 低 | 高 | 低 |
| | 车规化要求 | 中 (当前) /高 (预期) | 高 | 低 |

资料来源：禾赛科技招股书，太平洋证券整理

降成本需求推动激光雷达从机械式向固态发展趋势明显。激光雷达激光器VCSEL优于EEL，EEL 激光器需要进行切割、翻转、镀膜、再切割的工艺步骤，往往只能通过单颗一一贴装的方式和电路板整合，而且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，极大地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其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，无需再进行每个激光器的单独装调，且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。

固态雷达或将成未来车用激光雷达主流。转镜方案和MEMS方案是重要的技术路线。

MEMS采用的是微振镜操纵元件，减少激光器和探测器的数量有利于大幅降低成本，但是由于车载工作环境震动较大，目前MEMS车载可靠性仍有待提升。全固态激光雷达有Flash、OPA等方案，没有任何运动部件，有利于芯片化，理论成本相比半固态产品更低。目前固态激光雷达的上游元器件技术还不成熟，短期难以规模商业化。

Luminar选用1550nm光源，优势是可在浓雾天气工作，且对人视网膜损伤小。在成本方面，由于传统的硅基材料不能接收1550nm波长，需要使用价格昂贵且生产厂家较少的铟镓砷作为材料，Luminar把控了铟镓砷上游产业链，通过工程优化、适配自研的ASIC芯片，将铟镓砷接收器成本大幅降低。进而使得公司目前在固态激光雷达领域处于绝对的领导地位。

图表 26：全球各厂商激光雷达对比

| 公司 | 技术路线 | 发展阶段 | 产品成熟度 | 市场地位 |
|----------------|---|---------------------------------|-------------------------------|---|
| 禾赛科技 中国 | 在售产品包括不同架构的机械旋转方案的多线激光雷达。有（半）固态和纯固态激光雷达技术储备 | 成立于2014年10月，已申请科创板上市 | 多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售 | 产品广泛用于全球头部无人驾驶项目，同时也服务于机器人及车联网领域 |
| Velodyne 美国 | 主要为机械旋转方案的多线激光雷达；已发布（半）固态产品 | 2020年9月完成NASDAQ上市 | 多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售 | 产品广泛应用于服务机器人、无人驾驶领域 |
| Luminar 美国 | 产品使用1550nm激光器、InGaAs探测器、以及扫描转镜； | 2020年12月完成NASDAQ上市 | 无公开批量售卖产品 | 面向无人驾驶测试及研发项目。 |
| Aeva 美国 | 布局芯片FMCW连续波调频激光雷达 | 计划2021年第一季度完成NYSE上市 | 无公开批量售卖产品 | 当前尚无信息显示规模化应用。 |
| Innoviz 以色列 | 半固态方案，选用二维微振镜作为扫描器件 | 计划2021年第一季度完成NASDAQ上市 | 市场上无公开批量售卖产品 | 与宝马达成供应协议，为2021年推出的L3量产车提供激光雷达 |
| Ouster 美国 | 机械旋转式，采用VCSEL和SPAD阵列芯片技术； | 计划2021年上半年完成NYSE上市 | 多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售 | 中、近距离激光雷达的主要供应商之一。产品主要应用于服务机器人、无人驾驶等领域。 |
| Ibeo 德国 | 在售产品采用转镜方案；已发布基于VCSEL和SPAD阵列的纯固态产品 | 自2016年，德国ZF（采埃孚）持有其40%股份 | 半固态激光雷达已形成规模销售；纯固态方案无公开批量售卖产品 | SCALA是目前ADAS领域唯一在量产车上使用的多线激光雷达 |
| 速腾聚创 中国 | 机械旋转方案和微振镜方案，同时销售激光雷达的环境感知算法解决方案 | 2018年10月公布3亿元人民币战略融资，此前已完成至C轮融资 | 多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售 | 主攻机器人市场 |

资料来源：禾赛科技招股书，太平洋证券整理

国产激光雷达技术全球领先行列，价格优势明显。在机械激光雷达领域，国产厂

商禾赛科技、速腾聚创等企业已经形成规模销售，且产品性能处于全球领先水平。在半固态领域华为、大疆等企业的激光雷达在售价和成本方面相比于国外厂商拥有巨大的优势，华为96线激光雷达预计终端售价小于200美元，已大幅低于汽车厂商要求的1000美元成本线。

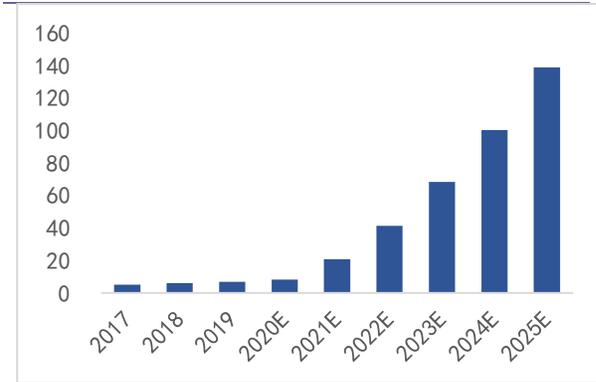
图表 27：国产激光雷达性能不弱后

| 公司名称 | 大疆 | 大疆 | 华为 | 禾赛科技 | Luminar | Velodyne | 速腾聚创 |
|---------------|---------|---------|---------------------------------|-----------|----------|----------------|-------------|
| 产品型号 | Tele-15 | Horizon | 96 线中长距激光雷达 | PandarGT | 300 线 | Velarray H800 | RS-LiDAR-M1 |
| 技术路线 | OPA | OPA | MEMS | MEMS | | MEMS | MEMS |
| 探测距离 @10% 反射率 | 320m | 260m | 短距: 80m 中距: 150m 长距: 220m | 300m | 250m | 200m | 180m |
| 测量精度 | 2cm | 2cm | | ±2cm | | ±3cm | ±5cm |
| 扫描频率 | | | | 10Hz,20Hz | | 10Hz,20Hz,25Hz | 15Hz |
| 垂直视场角 | 16.2° | 25.1° | 短距: 25° 中距: 38° | 20° | 30° | 35° | 25° |
| 垂直角分辨率 | 0.12° | 0.28° | 0.07° | 最小 0.16° | | 0.05° ~0.5° | 平均 0.2° |
| 水平视场角 | 14.5° | 81.7° | 短距: 140° 中距: 130° | 60° | 120° | 120° | 120° |
| 水平角分辨率 | 0.02° | 0.03° | | | | 0.12° ~0.2° | 0.2° |
| 价格 (美元) | 1000 | 1385 | ≤200 | 5000 | 500-1000 | ≤500 | |

资料来源：公开资料，太平洋证券整理

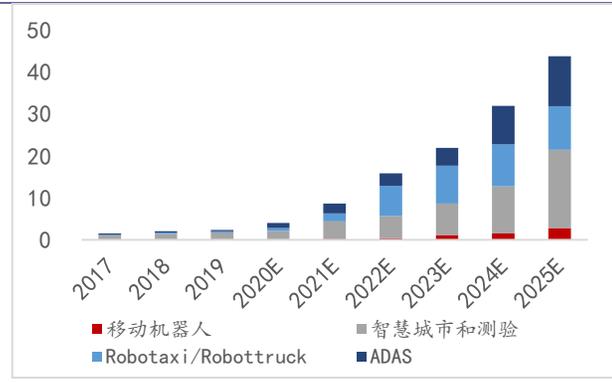
激光雷达应用范围广，可以用于无人驾驶、ADAS、服务机器人、车联网等各个领域，市场空间近1000亿元。Velodyne预计到2022年，激光雷达市场空间达120亿美元，仅汽车市场就有望在2026年增长到近170亿美元。根据沙利文预测，2020~2025年车载激光雷达市场复合增速将达到80.89%，到2025年市场规模将达到35亿元。按照全球9000万辆汽车、一辆车搭载4个激光雷达、单个激光雷达售价500美元计算，Luminar预计全球激光雷达总市场规模达1800亿美元。根据沙利文预测，到2025年我国激光雷达市场规模超40亿美元。Yole预计我国激光雷达行业的年复合增长率约为30%左右，到2025年，中国激光雷达行业的市场规模有望突破900亿元。

图表 28：全球激光雷达市场规模（亿美元）



资料来源：沙利文，太平洋证券整理

图表 29：中国激光雷达市场规模（亿美元）



资料来源：沙利文，太平洋证券整理

（二）毫米波雷达是目前主流的汽车ADAS解决方案，核心芯片自产摆脱对国际依赖

毫米波雷达是目前主流的汽车ADAS解决方案。目前毫米波雷达由于其成本优势、技术成熟度、算法简单，稳定性好等特性，是当前主流的汽车ADAS解决方案。毫米波是指频率在30GHz~300GHz的电磁波，频率较高，雷达分辨率不高，不容易受干扰。

FMCW（调频连续波）是最常用的车载毫米波雷达，德尔福、电装、博世等Tier1供应商均采用FMCW调制方式。车载毫米波雷达通过天线向外发射毫米波，通过测量回波时间等参数测量障碍物的大小、速度、距离，毫米波雷达可以同时多个目标进行测量，获取汽车周围的物理环境信息。24GHz主要用于中短距探测，主要应用有盲点检测、车道偏离预警、车道保持辅助、变道辅助、停车辅助等。77GHz主要面向100-250米的中长距探测，例如自适应巡航、碰撞预警指示、紧急刹车制动系列等。

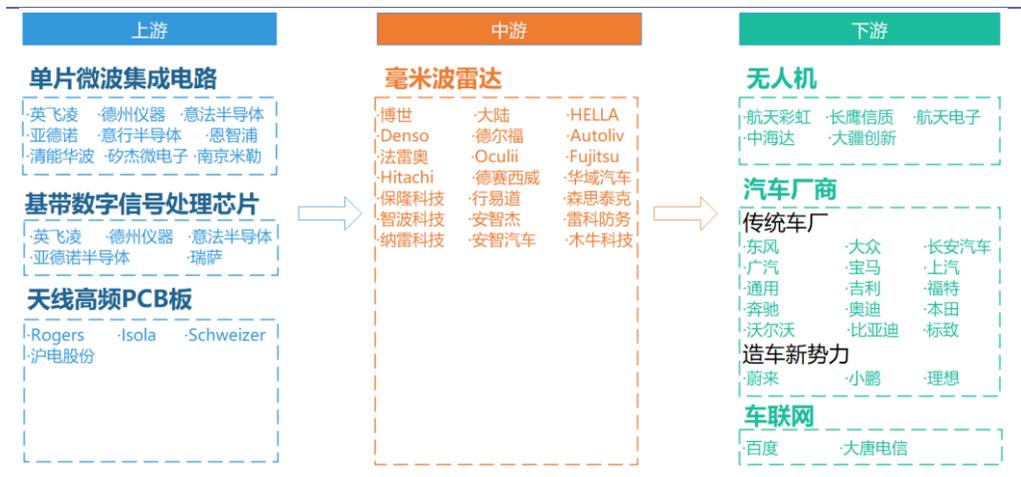
图表 30：毫米波雷达在汽车中的应用场景

| | 24GHz 毫米波雷达 | 77GHz 毫米波雷达 |
|-----------------|--|--|
| 距离 | SRR/MRR 短/中距离雷达 | LRR 长距离雷达 |
| 名称 | 宽带雷达 | 窄带雷达 |
| 具体的覆盖距离 | 覆盖距离达 30/120m | 覆盖距离可达 280m |
| 车速上限 | 车速上限 150Km/h | 车速上限 250Km/h |
| 探测幅度 | 宽 | 窄 |
| 分辨率（精确度） | 近距离精确度可达 cm 级别 | 空间分辨率一般为 0.5m |
| 应用场景 | BSD 忙点探测系统：10m LCA 变道辅助系统：70m PA 泊车辅助系统：5m S&G 自动跟车：70m | ACC 自适应巡航系统：150—199m FCW 安全车距预警系统：69m |
| 特点 | 频率越低，波长越长，绕射能力越强。信号 | 体积更小、所需要的工艺更高、检测精 |

资料来源：太平洋证券整理

毫米波雷达产业链我国偏弱，中下游逐步追赶。毫米波雷达主要由射频前端、信号处理系统、后端算法三部分构成。包括射频芯片、DSP芯片、天线PCB板等构成。射频芯片和DSP芯片分别占毫米波雷达成本的1/3。上游射频芯片我国国产实力相对薄弱，国外主要厂家有英飞凌、德州仪器、意法半导体等，国内厂商有清能华波，矽杰微电子等。国产毫米波雷达迎头追赶，近期中电科38所发布77Ghz毫米波芯片，德赛西威先后发布24GHz、77GHz毫米波雷达，国产毫米波雷达在精度、距离等方面和国际厂商如博世、大陆、奥托立夫、德尔福的产品差距仍然明显。下游毫米波雷达主要用于无人机、车联网、ADAS等领域，国产厂商均有涉猎。比如无人机领域的大疆、航天彩虹等，ADAS的东风、长安等汽车厂商，车联网的大唐电信、百度等。

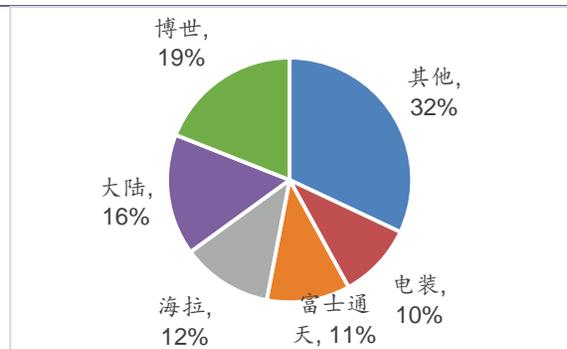
图表 31：毫米波雷达产业链



资料来源：太平洋证券整理

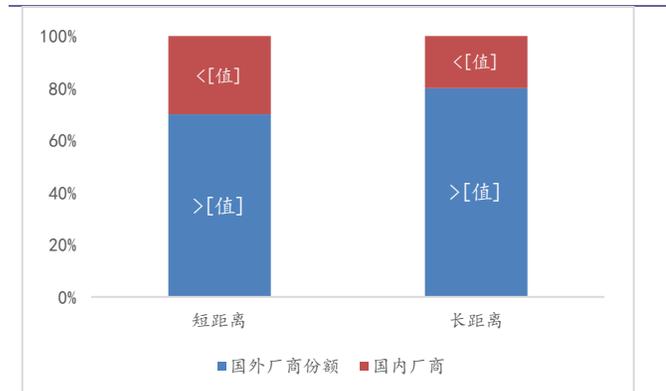
国外厂商牢牢占据毫米波雷达市场，国产替代未来可期。核心芯片自产摆脱对国际依赖，中电科38所发布77Ghz毫米波芯片，关键技术路线国内进展顺利。华域汽车毫米波雷达已实现对上汽等客户稳定供货，其他国内的毫米波雷达厂商有德赛西威、杭州智波科技、芜湖森思泰克、南京隼眼科技、苏州安智汽车、北京行易到、深圳安志杰等。

图表 32: 2018 年全球毫米波雷达市场份额



资料来源: Ofweek, 太平洋证券整理

图表 33: 中国车载毫米波雷达市场份额情况



资料来源: Ofweek, 太平洋证券整理

国产毫米波雷达渗透率提升, 市场空间测广阔。ADAS 一般需要“1长+4中短”5个毫米波雷达, 奥迪A8搭载5个毫米波雷达 (1LRR+4MRR)。假设目前短距24GHz的毫米波雷达单价500元, 长距毫米波雷达单价1000元。同时假设2020年国内毫米波雷达渗透率为10%, 未来每年渗透率提升5%。预测2021~2025年国内毫米波市场总容量达千亿元。

图表 34: 国产毫米波雷达市场空间达千亿

| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2030 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| 汽车销量 | 2530 | 2630 | 2762 | 2900 | 3045 | 3197 | 3300 |
| ADAS 渗透率 | 10% | 15% | 20.0% | 25.0% | 30.0% | 35.0% | 50% |
| 雷达需求: | | | | | | | |
| 长距离 | 253 | 395 | 552 | 725 | 913 | 1119 | 1650 |
| 短距离 | 1012 | 1578 | 2209 | 2900 | 3653 | 4475 | 6600 |
| 单价(元): | | | | | | | |
| 长距离 | 1000 | 950 | 903 | 857 | 815 | 774 | 500 |
| 短距离 | 500 | 475 | 451 | 429 | 407 | 387 | 200 |
| 市场空间(亿元) | 76 | 112 | 150 | 186 | 223 | 260 | 215 |

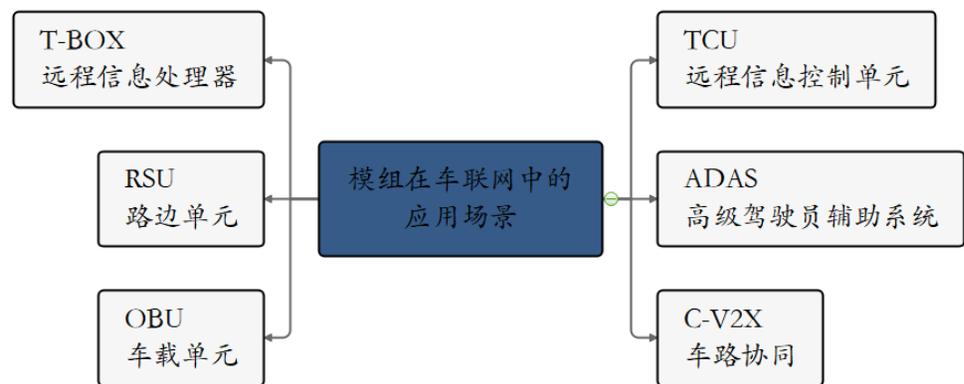
资料来源: 太平洋证券整理

(三) 车联网推广拉动通信模组需求, 成本和制造仍是关键

无线通信模组在智能网联汽车中起到关键作用, 是实现汽车“新四化”(即智能化、电动化、网联化、共享化)过程中不可或缺的电子元器件。无线通信模块是终端设备接

入物联网的核心部件之一，决定了设备能否应对复杂的应用环境从而确保通信质量的稳定性和可靠性，基于V2X（X泛指车、路、行人及互联网等）可实现车车、车路、车人之间实时、高效、可靠的双向信息交互和共享，达到智能协同配合，实现车辆主动安全，并提高行车效率。

图表 35：模组在车联网中的应用场景



资料来源：移远通信官网，太平洋证券整理

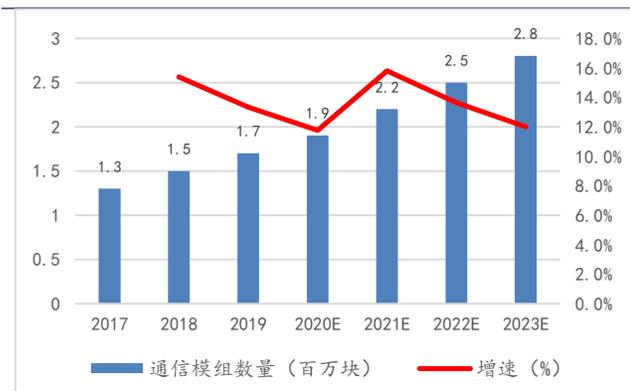
车联网推广拉动通信模组需求。中国智能网联车市场规模自2014年保持20%-50%高速增长，2019年市场规模达1125亿元。随着智能网联车在中国汽车市场的不断渗透，预计中国车联网市场规模在之后3年仍有每年约20%的增长。网联车市场规模的扩大以及渗透率的提升预示着无线通信模组高需求量和广阔的市场空间，中国车联网通信模组数量在未来三年每年有10%-15%的增长。

图表 36：中国智能网联车市场规模预测（亿元）



资料来源：智研咨询，太平洋证券整理

图表 37：中国车联网通信模组数量及预测（百万块）

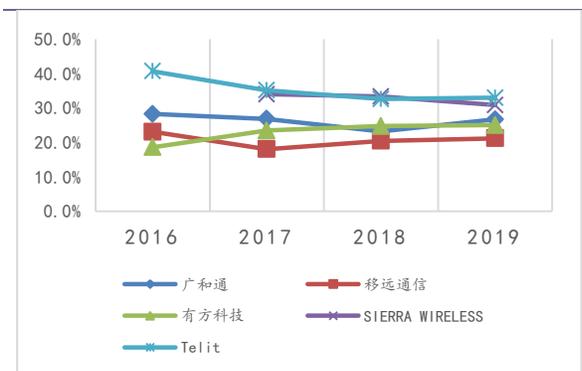


资料来源：智研咨询，太平洋证券整理

芯片成本与制造能力是车规模组行业的核心竞争力。更大规模的出货量有利于降低芯片获取成本：无线通信模组的上游由芯片厂商、电子元器件厂商以及模组代工厂构成，

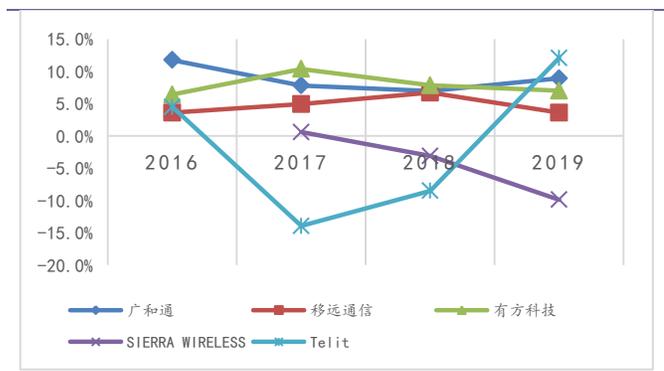
电子创新网数据显示芯片成本约占总成本70%，且高通、华为海思和英特尔占据约70%的5G基带芯片市场，行业集中度较高，头部芯片厂商具有较强议价能力。通过全球主要模组厂商毛利率和净利率对比得出，国外模组厂商毛利率普遍高于国内模组厂商，但国内模组厂商净利率普遍高于国外模组厂商。可以得知，国内模组厂商的毛利率具有较大上升空间，盈利能力有望进一步释放。

图表 38: 全球主要通信模组厂商毛利率对比



资料来源: Wind, 太平洋证券整理

图表 39: 全球主要通信模组厂商净利率对比

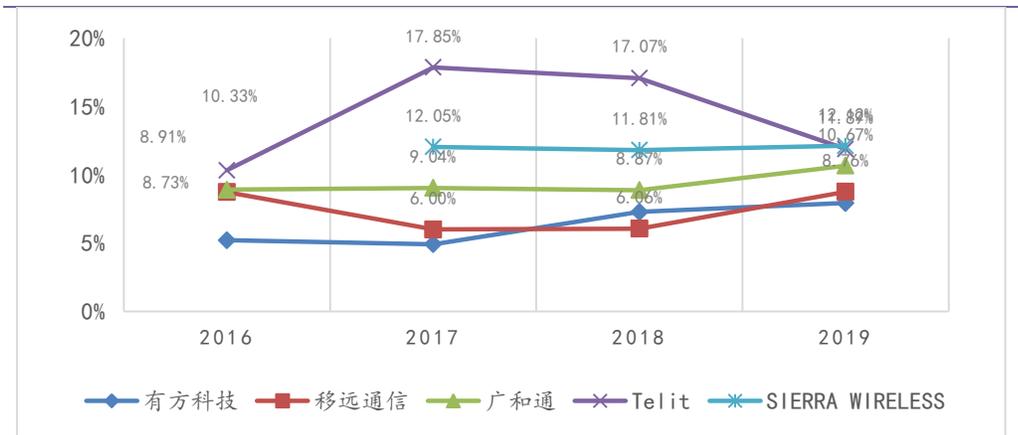


资料来源: Wind, 太平洋证券整理

国产厂商加大研发投入提升制造工艺水平:一方面，无线通信模组行业存在技术壁垒，其开发设计需要考虑散热、功耗、信道干扰等问题，模组厂商的研发能力、研发人才、技术优势、发明专利是其核心竞争力，国外通信模组厂商的研发费用与营业收入占比在12%-18%区间，普遍高于国内模组厂商。随着国内模组厂商制造能力和成本控制能力不断提升，国内模组厂商有望在全球竞争中取得竞争优势。

另一方面，民用汽车车载系统可分为前装与后装两大类，前装车载系统设备必须满足车规级要求。因高标准体系的设定，过去前装车载模组主要用于高端市场。随着人们消费能力的增强以及对驾驶安全与舒适性要求的进一步提升，未来汽车厂商将不断扩大前装车载系统的车型覆盖范围，前装车载系统将逐渐成为市场主流。前装市场的快速发展为模组行业提供了发展机遇。

图表 40：全球主要通信模组厂商研发费用与营业收入占比情况



资料来源：Wind, 太平洋证券整理

五、投资标的

我们认为随着5G的快速建设，汽车的智能化趋势，以及国内逐渐掌握车联网话语权，有助于推动行业快速发展，将有望带来巨大的投资机会。我们认为汽车的“感知”与“通信”将首先受益，其次路侧及高清地图也有望受益。

图表 41：车联网受益相关标的一览

| 产业方向 | 标的 |
|------------|--|
| 激光雷达 | 禾赛科技、速腾聚创、镭神智能、华为、大疆、腾景科技 (688195. SH) |
| 毫米波雷达 | 德赛西威 (002920. SZ)、楚航科技 |
| 车载摄像头 | 联创电子 (002036. SZ) |
| 车用智能控制器 | 和而泰 (002402. SZ) |
| 通信模组、终端、路侧 | 移远通信 (603236. SH)、广和通 (300638. SZ)、高鸿股份 (000851. SZ)、鸿泉物联 (688288. SH)、锐明技术 (002970. SZ)、千方科技 (002373. SZ) |
| 高精地图 | 四维图新 (002450. SZ)、高德、滴图科技 |

资料来源：太平洋证券整理

腾景科技 (688195. SH) 主要从事各类光器件，产品应用于光通信、激光雷达、量子通信等领域。公司与下游客户为知名企业及科研机构，光通信领域的Lumentum、Finisar、华为等，光通信对光器件的技术要求较高，基于深厚的技术沉淀，公司目前的产品可用

于激光雷达中的反射镜，已经向禾赛科技供应激光雷达光器件，未来随着自动驾驶汽车中广泛使用激光雷达，公司有望受益。

和而泰 (002402.SZ) 主要从事智能控制器和微波毫米波射频芯片研发。公司汽车控制器产品通过全球高端知名汽车零部件公司博格华纳、尼得科以及终端汽车厂商的审核并建立合作关系，产品主要涉及汽车散热器、冷却液加热器、加热线圈、发动机力变速器、引擎风扇控制器、门控制马达等方面的智能控制器。中标了博格华纳、尼得科等客户订单累计约40-60亿元。

鸿泉物联 (688288.SH) 主要业务为智能辅助驾驶系统和智能联网系统，包括摄像头、行车记录仪、人工智能模块、车联网终端、人机交互终端及大数据云平台等。公司的高级辅助驾驶系统在安徽和浙江试点存量水泥搅拌车，在渣土车高级辅助驾驶系统细分市场的占有率继续处于领先地位。V-BOX样机产品继续在主机厂测试安装；带V2X功能的高级辅助驾驶系统已在北京、青岛等渣土车上小批量试装；在V2X产品的应用上主要向车载和路侧两个方面延伸。

高鸿股份 (000851.SZ) 是国内及国际车联网技术标准的主要制定者之一。在车联网领域已具备了车规级模组、自研RSU、OBU等核心产品的大规模量产、供应和部署的全方位能力；拥有专业的智能网联高速、智能网联智慧城区、智能网联园区、港口、矿山等多种解决方案。路侧市场，在天津、长沙、重庆三个国家级车联网先导区RSU市场占有率领先；在武汉经开区示范区二期车联网项目中，OBU供货市场份额第一；在重庆先导区路侧设备占比超过80%。

禾赛科技 (未上市) 是国内领先的激光雷达企业，主要产品应用于无人驾驶、服务机器人，目前已经发布多款机械激光雷达和半固态激光雷达，且在固态激光雷达领域拥有技术储备。公司的40线、64线、128线机械式激光雷达产品性能出色，受到了世界范围内头部无人驾驶公司的广泛认可。客户包括北美三大汽车制造商中的两家、德国四大汽车制造商之一、美国加州2019年DMV路测里程前15名中过半的自动驾驶公司，和大多数中国领先的自动驾驶公司。

速腾聚创（未上市）是全球领先的智能激光雷达厂商，主要产品为：**MEMS**与机械式激光雷达硬件、硬件融合技术、AI感知算法等。合作伙伴覆盖全球各大自动驾驶科技公司、车企、一级供应商等，产品技术已广泛应用于自动驾驶及高级辅助驾驶乘用车、商用车，物流车，机器人，RoboTaxi，RoboTruck，RoboBus，车路协同，公共智慧交通等场景。目前已发布多款机械式激光雷达和固态激光雷达，全球首批车规级MEMS固态激光雷达RS-LiDAR-M1，已批量出货，发往北美。

重点关注公司盈利预测表

| 代码 | 名称 | EPS (wind 一致预期) | | | | PE | | | | 股价 |
|-----------|------|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2020 | 2021E | 2022E | 2023E | 2020 | 2021E | 2022E | 2023E | |
| 688195.SH | 腾景科技 | 0.73 | — | — | — | 28 | — | — | — | 20.45 |
| 002402.SZ | 和而泰 | 0.43 | 0.63 | 0.87 | 1.19 | 48.8 | 33.3 | 24.1 | 17.6 | 20.99 |
| 688288.SH | 鸿泉物联 | 0.88 | 1.28 | 1.80 | 2.32 | 42.5 | 29.2 | 20.8 | 16.1 | 37.36 |
| 000851.SZ | 高鸿股份 | -0.13 | — | — | — | — | — | — | — | 5.75 |

资料来源：Wind，太平洋研究院整理

风险提示：自动驾驶产业仍然不成熟，高级辅助驾驶汽车的渗透率不及预期风险；激光雷达成本仍然较高，且技术路线不明朗，存在渗透率不及预期风险。

投资评级说明

1、行业评级

看好：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报高于市场整体水平 5%以上；

中性：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报介于市场整体水平-5%与 5%之间；

看淡：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报低于市场整体水平 5%以下。

2、公司评级

买入：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅在 15%以上；

增持：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于 5%与 15%之间；

持有：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于-5%与 5%之间；

减持：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于-5%与-15%之间；

销售团队

| 职务 | 姓名 | 手机 | 邮箱 |
|---------|-----|-------------|------------------------|
| 全国销售总监 | 王均丽 | 13910596682 | wangjl@tpyzq.com |
| 华北销售副总监 | 成小勇 | 18519233712 | chengxy@tpyzq.com |
| 华北销售 | 孟超 | 13581759033 | mengchao@tpyzq.com |
| 华北销售 | 韦珂嘉 | 13701050353 | weikj@tpyzq.com |
| 华东销售总监 | 陈辉弥 | 13564966111 | chenhm@tpyzq.com |
| 华东销售副总监 | 梁金萍 | 15999569845 | liangjp@tpyzq.com |
| 华东销售 | 杨晶 | 18616086730 | yangjinga@tpyzq.com |
| 华东销售 | 秦娟娟 | 18717767929 | qinjj@tpyzq.com |
| 华东销售 | 王玉琪 | 17321189545 | wangyq@tpyzq.com |
| 华东销售 | 慈晓聪 | 18621268712 | cixc@tpyzq.com |
| 华东销售 | 郭瑜 | 18758280661 | guoyu@tpyzq.com |
| 华东销售 | 徐丽闵 | 17305260759 | xulm@tpyzq.com |
| 华南销售总监 | 张茜萍 | 13923766888 | zhangqp@tpyzq.com |
| 华南销售副总监 | 查方龙 | 18565481133 | zhafll@tpyzq.com |
| 华南销售 | 张卓粤 | 13554982912 | zhangzy@tpyzq.com |
| 华南销售 | 张靖雯 | 18589058561 | zhangjingwen@tpyzq.com |
| 华南销售 | 何艺雯 | 13527560506 | heyw@tpyzq.com |



研究院

中国北京 100044

北京市西城区北展北街九号

华远·企业号 D 座

电话： (8610) 88321761

传真： (8610) 88321566

重要声明

太平洋证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号 13480000。

本报告信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。我公司及其雇员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。我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业务服务。本报告版权归太平洋证券股份有限公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。任何人使用本报告，视为同意以上声明。