



2018 年 09 月 28 日

增持(维持)

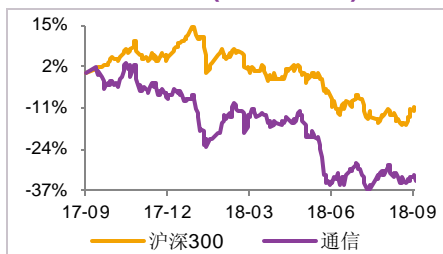
分析师：李仁波

执业编号：S0300518010001

电话：0755-83331495

邮箱：lirenbo@lxsec.com

行业表现对比图(近 12 个月)



资料来源：聚源

通信

# 【联讯通信】行业深度：车联网建设在即，为自动驾驶铺平道路

投资要点

## ◇ 车联网通讯层看好 C-V2X 技术标准

车联网是物联网体系中最有产业潜力、市场需求最明确的领域之一。车联网分为感知层、通讯层和应用层，通讯层作为管道，是车联网最鲜明的标志，是车联网运转的前提。通讯层包含蜂窝数据类、广播信号类和短距离无线类。短距离无线技术有两种热门技术，C-V2X 和 DSRC。DSRC 推广时间较早，技术成熟，具备先发优势，但其仅支持 V2V、V2I 之间的直接通信。从智能交通长远发展的角度来看，C-V2X 技术实现了直通和蜂窝模式的融合，未来可以平滑演进到 5G，应用前景更加光明。

## ◇ 车联网感知层国产化空间巨大

在车联网感知层，由整车厂商、汽车电子系统供应商、元器件供应商和车内软件提供商组成。该领域主要被欧美日企业垄断，国内企业起步晚，国产率较低，但国内企业近年来成长较快，如华域汽车旗下的延锋就进入了全球汽车零部件前二十强，未来机会大。

## ◇ 车联网应用层产值大，是自动驾驶基础

车联网应用层产值最高，占到整个车联网市场规模的 70%，车联网服务进入快速发展通道，随着车联网技术和产业链发展，车联网应用也将分成三个阶段实现不同服务。第一阶段是车载信息服务（Telematics），以基础性车联网信息服务为主要业务形态；第二阶段是智能安全服务，以实现安全预警、高宽带业务和部分自动驾驶为目标；第三阶段是完全自动驾驶服务。自动驾驶融合了车联网和人工智能两大热门技术，车联网作为汽车的“五官”，了解车辆外部信息和内部运行状况，人工智能作为汽车“大脑”，做出相关决策。

## ◇ 自动驾驶发展迅速，国内企业有能力分一杯羹

根据 SAE 对自动驾驶的划分，L4 L5 级别才属于真正意义上的无人驾驶，目前处于第一梯队的是谷歌和通用两家，我国的百度处于第二梯队。底层硬件有处理器、传感器和定位模组等，国内企业在激光雷达、高精度地图、导航芯片领域颇有建树，在自动驾驶时代有望分得一杯羹。

## ◇ 风险提示

车联网建设不及预期；自动驾驶研发不及预期；自动驾驶法律政策风险。



## 目 录

一、车联网简介及网络层分析 .....	4
(一) 车联网简介：体系分层明确 .....	4
(二) C-V2X 与 DSRC 之争：看好 C-V2X .....	7
1、DSRC 技术：发展早，技术成熟，但功能不完善 .....	8
2、C-V2X：3GPP 主导 .....	10
3、DSRC 与 LTE-V2X 对比，未来发展看好 LTE-V2X .....	14
(三) 感知层：车载电子产业链已成熟 .....	15
二、车联网为自动驾驶重要基石 .....	18
(一) 车联网领域应用丰富 .....	18
(二) 自动驾驶定义及现状 .....	19
(三) 自动驾驶技术剖析 .....	22
1. 控制器：自动驾驶的大脑 .....	23
2. 传感器：自动驾驶的五官 .....	24
3. 定位模组：北斗系统正当其时 .....	28
三、投资策略及重点公司推荐 .....	31
四、风险提示 .....	33

## 图表目录

图表 1： 车联网概念图 .....	4
图表 2： 车联网框架图 .....	5
图表 3： 车联网技术路线图 .....	5
图表 4： 全球前装智能网联汽车销量预测 2018-2022 .....	6
图表 5： 全球及中国车联网市场规模预测 2018-2022 .....	6
图表 6： 车联网网络技术发展路线图 .....	7
图表 7： V2X 示意图 .....	7
图表 8： DSRC 与 Wi-Fi 技术对比 .....	8
图表 9： 美国 DSRC 5.9GHz 频段具体划分安排 .....	9
图表 10： DSRC 通信系统模型 .....	9
图表 11： DSRC 产业链布局 .....	10
图表 12： 5GAA 部分成员示意图 .....	11
图表 13： LTE-V2X 针对不同应用场景使用不同通讯接口 .....	11
图表 14： Uu 接口蜂窝网络通信应用场景 .....	12
图表 15： PC5 接口直接通信应用场景 .....	12
图表 16： 高通 9150 C-V2X 芯片组推荐设计 .....	13
图表 17： 支持高通 9150 C-V2X 产品开发的企业 .....	14
图表 18： DSRC 与 LTE-V2X 对比 .....	14



图表 19: 3GPP C-V2X 标准演进路线.....	15
图表 20: 汽车电子产业链.....	16
图表 21: 汽车电子分类.....	16
图表 22: 汽车电子主要供应商.....	17
图表 23: 2017 年全球汽车零部件配套供应商百强榜部分名单.....	17
图表 24: 汽车电子全球市场规模预测.....	18
图表 25: 车联网应用层发展三个阶段.....	19
图表 26: SAE 自动驾驶六个等级.....	19
图表 27: 自动驾驶全产业链企业.....	20
图表 28: 18 家自动驾驶方案商评比.....	21
图表 29: 部分自动驾驶解决方案商介绍.....	21
图表 30: 高等级自动驾驶两种技术路线.....	22
图表 31: 自动驾驶硬件示意图.....	22
图表 32: 自动驾驶软件框架图.....	22
图表 33: 自动驾驶硬件工作原理框图.....	23
图表 34: 百度 Apollo 自动驾驶控制器 Nuvo-6108GC.....	23
图表 35: 奥迪 A8 自动驾驶控制器 zFAS.....	23
图表 36: zFAS 控制器四大核心芯片.....	24
图表 37: 自动驾驶传感器位置示意图.....	25
图表 38: MobilEye 摄像头识别路况示意图.....	25
图表 39: MobilEye 摄像头芯片路线图.....	26
图表 40: 激光雷达产品图（64 线、32 线和 16 线）.....	27
图表 41: 激光雷达效果图.....	27
图表 42: Velodyne 竞争对手一览.....	27
图表 43: 激光雷达市场规模预测.....	28
图表 44: 激光雷达单价走势预测.....	28
图表 45: 高精度地图示意图.....	29
图表 46: 全球高精度地图市场份额预测（亿美元）.....	29
图表 47: 美国 GPS 与中国北斗系统对比.....	30
图表 48: 北斗系统“三步走”发展战略.....	30
图表 49: 北斗二代覆盖亚太地区.....	30
图表 50: 北斗系统基础产品已实现国产化.....	31
图表 51: 全球车载导航设备年销量（万个）.....	31
图表 52: 全球车载导航产业链市场营收（亿美元）.....	31

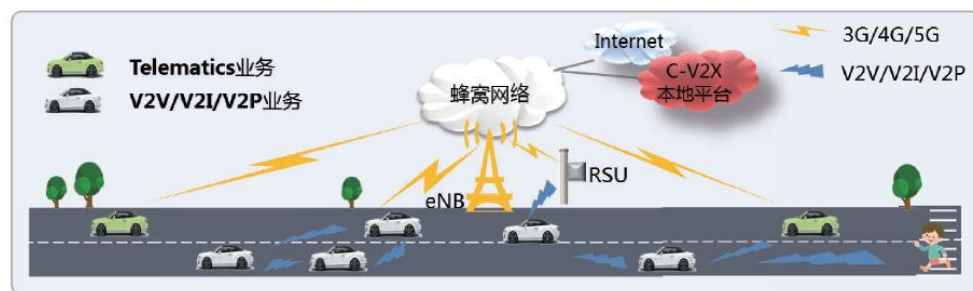


## 一、车联网简介及网络层分析

### （一）车联网简介：体系分层明确

中国信通院对车联网的定义是：借助新一代信息和通信技术，实现车内、车与车（V2V）、车与路（V2I）、车与人（V2P）、车与服务平台（V2N）的全方位网络连接，提升汽车智能化水平和自动驾驶能力，构建汽车和交通服务新业态，从而提高交通效率，改善汽车驾乘感受，为用户提供智能、舒适、安全、节能、高效的综合服务。车联网是借助人、车、路、云平台之间的全方位连接和高效信息交互，从目前的简单信息服务往交通安全和高效率发展，最终支持自动驾驶协同演进。

图表1：车联网概念图

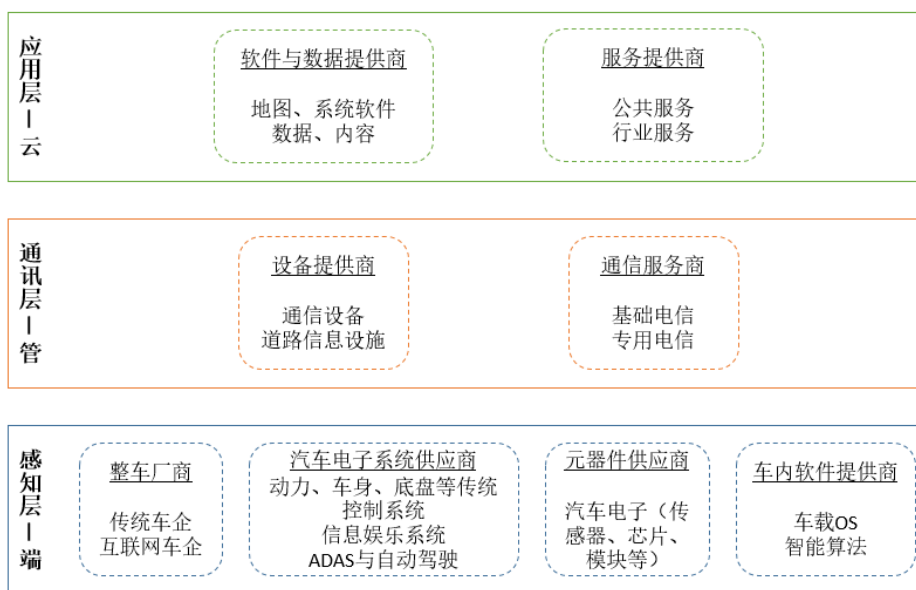


资料来源：中国信通院，IMT-2020，联讯证券

车联网是物联网技术在智能交通系统领域的延伸，被认为是物联网体系中最有产业潜力、市场需求最明确的领域之一。与物联网体系架构一样，车联网体系架构同样包含感知层、通讯层与应用层，业内分别称为“端”、“管”、“云”。车联网的感知层主要功能是利用 RFID 电子标签和阅读器、检测温度、速度、路况等各种传感器、视频摄像头等进行数据采集，从而获得大量关于交通信息、天气状况、车辆信息的数据；网络层需要通过无线集群通信系统、卫星定位导航系统来实现和互联网的连接，完成大量数据的传输、分析和处理，实现远距离通信和远程控制的目的；应用层指数据反馈，并根据网络层的渠道开发各类软件应用，如地图导航服务。三个层次协同作用，共同组成车联网，缺一不可。前期重点在于通讯层与感知层的结合，扩大汽车联网渗透率，后期以此为基础发展多元化应用层。



图表2：车联网框架图



资料来源：中国信通院，联讯证券

车联网关键技术分布在“端-管-云”三个层面：“端”层面，车辆和路侧设施的智能化、网联化进程加快，关键技术包括汽车电子、车载操作系统技术等；“管”层面关键技术包括 4G/5G 车载蜂窝通信技术、C-V2X 和 802.11p 直连无线通信技术等，直连 V2X 无线通信技术是目前各方竞争的焦点；“云”层面，实现连接管理、能力开放、数据管理多业务支持的车联网平台技术是核心。三个层面的技术在各自领域发展，预计到 2020 年，管+端会技术融合，形成智能网联汽车。

图表3：车联网技术路线图

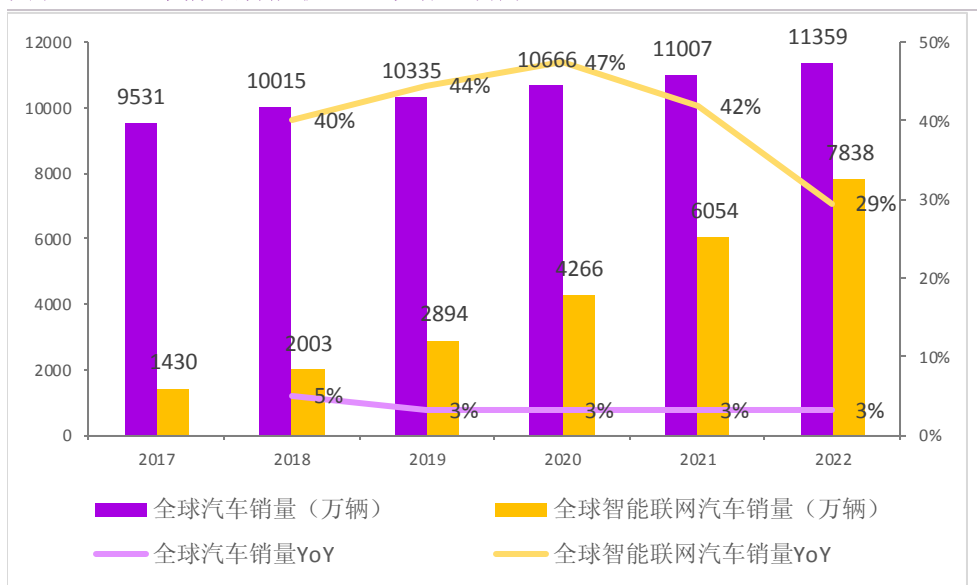


资料来源：中国信通院，联讯证券

车联网最基础的前提是汽车，全球汽车行业近年来年销量较为稳定约 1 亿辆左右。新车预装车联网功能相对容易，也便于车联网的推广和普及。预计前装智能网联汽车会由 2017 年的 1430 万辆成长到 2022 年的 7838 万辆，渗透率由 2017 年的 15%，增长到 2022 年的 69%。



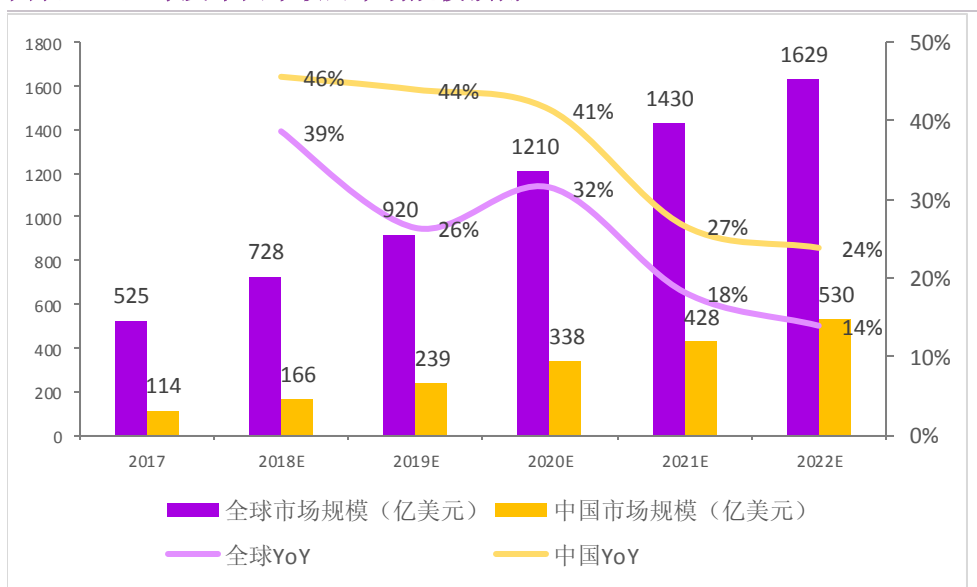
图表4： 全球前装智能网联汽车销量预测 2018-2022



资料来源：HIS，智研咨询，联讯证券

参考国内外多家调研机构的预测，我们预计全球车联网市场规模将从 2017 年 525 亿美元增长到 2022 年的 1629 亿美元，CAGR 为 25.4%；中国车联网市场规模将从 2017 年的 114 亿美元增长到 2022 年的 530 亿美元，CAGR 为 36.0%，高于全球平均增长速度，中国市场规模在全球占比也将从 2017 年的 21.7%增长到 2022 年的 32.5%。

图表5： 全球及中国车联网市场规模预测 2018-2022



资料来源：MarketsandMarkets、PwC、BI Intelligence、前瞻产业研究院、联讯证券

车联网的通讯“管道”是网络，而目前汽车联网主要采用手机辅助，通过连接蜂窝数据通信，但这不是未来车联网的主流发展方向。车联网是需要汽车内置通信模组，自身能够进行通信。在汽车通信领域，传统通信技术有蜂窝数据（2G 3G 4G）、GPS 等，另外还有车联网独有的通信技术，如 DSRC 和 C-V2X 等，通信技术标准的统一是车联网实现的前提。

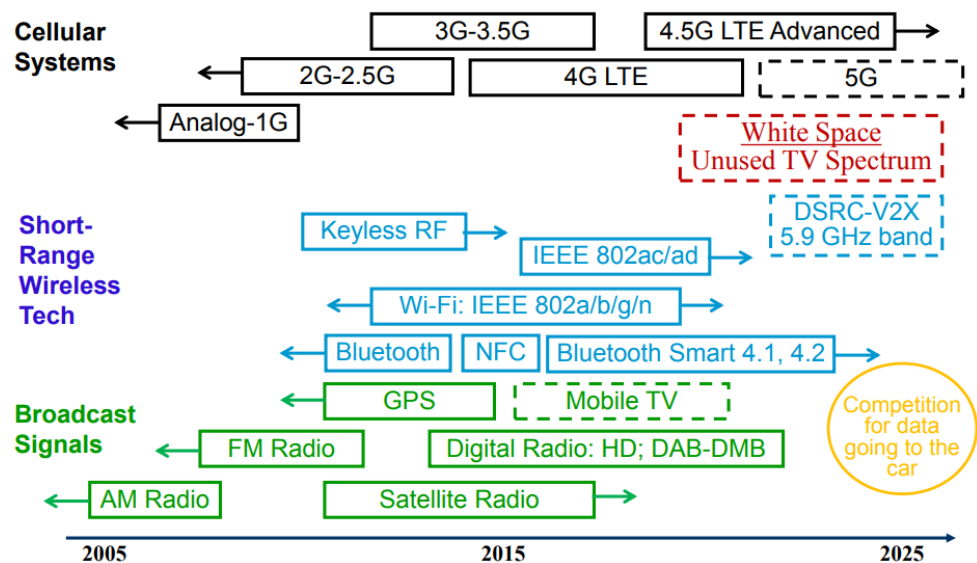




## （二）C-V2X 与 DSRC 之争：看好 C-V2X

车联网通讯层分为三种技术：蜂窝数据类（Cellular System）、短距离无线技术类（Short-Range Wireless Tech）和广播信号类（Broadcast Signals）。蜂窝数据类以 4G 为主，广播信号类以 FM 和 GPS 为主，目前重点发展短距离无线技术类，有两个主要技术 DSRC 和 C-V2X。

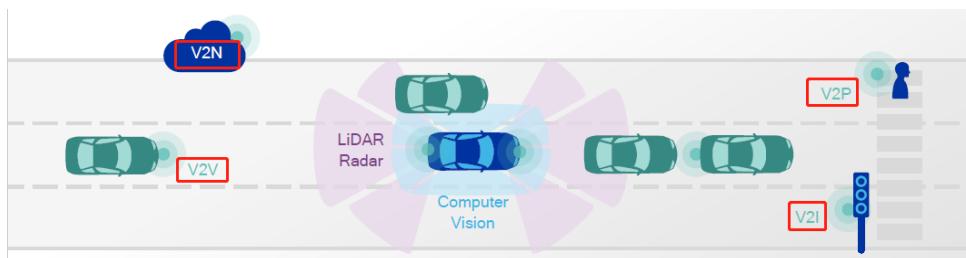
图表6：车联网网络技术发展路线图



资料来源：HIS，联讯证券

DSRC 和 C-V2X 技术被统称为 V2X 技术，全称 vehicle-to-everything，这项技术希望车辆能与一切可能影响它的实体实现信息交互，其通过类似 WIFI 的技术接收和发送位置、车速、道路情况、交通信号和驾驶员行为（如紧急制动）来实时提示周边驾驶员，目的是减少事故发生，减缓交通拥堵，降低环境污染以及提供其他信息服务。V2X 主要包含车车通信 vehicle-to-vehicle (V2V)，车路通信 vehicle-to-infrastructure (V2I)，车云通信 vehicle-to-network (V2N)和车人通信 vehicle-to-pedestrian (V2P)四种，通过汽车内置通信模组与其他车辆、基础设施、云平台 and 行人设备进行通讯。

图表7：V2X 示意图



资料来源：高通，联讯证券



## 1、DSRC 技术：发展早，技术成熟，但功能不完善

DSRC 全称是 dedicated short range communication，专用短距离通信技术。DSRC 专用短距离通信协议标准是在 IEEE 802.11a (Wi-Fi) 基础上发展的，并形成了底层协议 ASTM 等中间过渡协议，最终形成协议组 IEEE 802.11p，目前主要应用于不停车收费 (ETC) 和道路口的车辆信息采集。DSRC 脱胎于 Wi-Fi，在延迟、移动性能和通信距离等诸多领域有较大改进，使其更适用于汽车交通领域。

图表8： DSRC 与 Wi-Fi 技术对比

特性	DSRC	Wi-Fi
延迟时间	< 50 ms	秒级
移动性	> 60 m/h	< 5 m/h
通信距离	< 1000 m	< 100 m
传输率	3~27 Ms	6~54 Ms
通信带宽	10 MHz	20 MHz
通信频段	5.850~5.925 GHz	2.4 或 5.2 GHz
IEEE 标准	802.11p	802.11a

资料来源：IEEE，联讯证券

DSRC 技术起源于 1999 年，当时美国联邦通讯委员会(FCC)决定将 5.9GHz(5.850~5.925GHz)频段分配给汽车通讯使用。2003 年 12 月，美国运输部在马德里召开的第十届 ITS 世界大会上宣布在 5.9GHz 分配 75MHz 频谱进行 DSRC 研究，同时提出 VII 项目，项目目标是使 V2V 和 V2I 技术在小范围内应用测试，测试频段为 5.850~5.925 GHz。2016 年底，美国政府于发布了车联网建议规则公告——立法提案通知(NPRM)，计划强制推行基于 DSRC 的车联网，要求所有轻型车在 2023 年前具有 DSRC V2V 技术，为此，车厂要在 2019 年前展开技术部署。

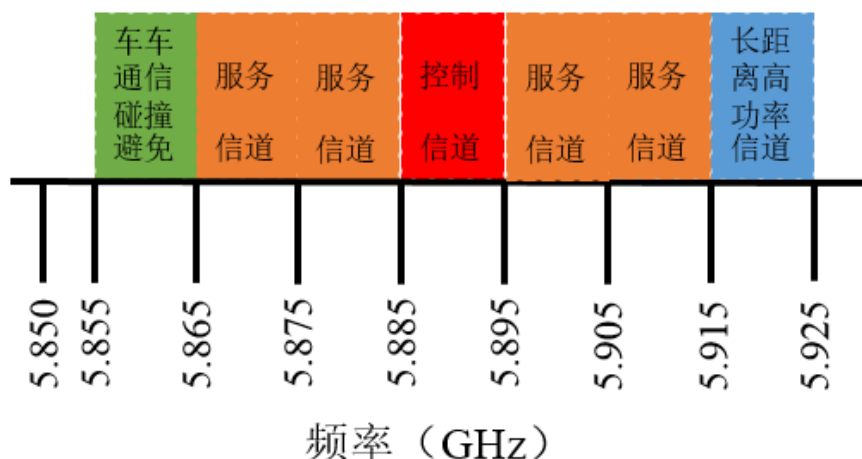
由于技术特性，DSRC 只能应用于 V2V 和 V2I 两个方向，不能通过蜂窝数据连上 V2N，在 V2P 方向未有技术定义。V2V 是车辆和车辆进行通信，属于移动设备之间的通信，典型应用是汽车主动避让、前方障碍物检测和避让等。V2I 是车辆和路边的基础设施进行通信，属于移动设备和固定设备的通信过程，主要应用是智能收费系统、车载网络的多媒体下载和智能停车系统等。

美国用于 DSRC 技术的频率资源共有 75 MHz，划分成 7 个信道。频率最低的 5MHz 作安全空白，第一个信道分别用于碰撞避免、车间通信等，中间的信道用于控制信道，发送广播消息或者控制信令；最后一个信道用于长距离、大功率的通信；剩下的 4 个信道都是服务信道。使用 10 MHz 较小的带宽，一方面是为了增加在车载环境下对多径传播的抗衰弱能力，减少了多普勒的散射效应，另一方面增加的警戒间隔也减少了多路径传输所造成的码间干扰。





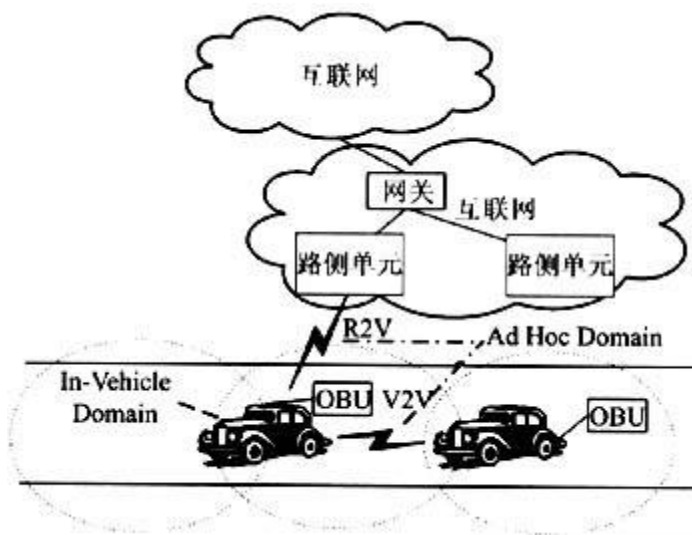
图表9： 美国 DSRC 5.9GHz 频段具体划分安排



资料来源：中国交通技术网，联讯证券

DSRC 通信系统由 3 部分组成，包括车载单元(OBU)、路侧单元(RSU)以及专用短距离无线通信协议。OBU 是放在移动的汽车上，相当于通信系统中的移动终端。不同点是通信方式和频率的差异，另外 OBU 是基于嵌入式处理单元，处理能力比较强。RSU 又称路旁单元、车道单元、车道设备，主要是指车道通信设备。RSU 参数主要有频率、发射功率、通信接口等。一套完整的 DSRC 通信系统不仅需要汽车安装通信终端，更需要路面安装终端，方便汽车了解路况信息，这就大大增加了系统成本。

图表10： DSRC 通信系统模型

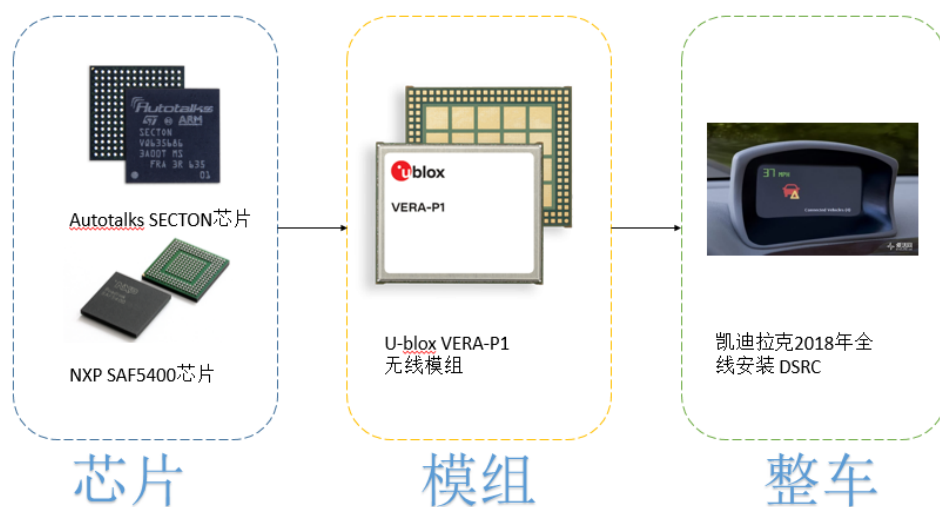


资料来源：中国交通技术网，联讯证券

经过十余年的发展，DSRC 在技术上已经趋于成熟，是经过大量实践检验可靠的技术。完善的技术标准使得 DSRC 产业链发展较快，2014 年 2 月，DSRC 就被美国交通部确认为车联网标准，2015 年，整车厂商通用集团就承诺将前装 DSRC 并投放市场，汽车电子则有 NXP/ST/瑞萨等芯片巨头在布局。NXP/Autotalks 等企业已推出基于 DSRC 通讯技术的芯片，U-blox 推出了相应的模组，通用等厂商汽车已前装了 DSRC 功能。



图表11: DSRC 产业链布局



资料来源：联讯证券整理

DSRC 产业链已形成商业量产状态，V2V 功能已实现。但其不足之处在于 V2I 功能难以实现，路基改造成本过高；并且不具备 V2N 和 V2P 功能，不是完整版的车联网。因此，我们更看好 3GPP 主推的 C-V2X 车联网技术标准。

## 2、C-V2X: 3GPP 主导

C-V2X (Cellular Based V2X) 是基于移动蜂窝网的车联网通信技术。以 LTE 蜂窝网络作为基础的 C-V2X 称为 LTE-V2X，未来基于 5G New Radio (新空口) 蜂窝网络的 C-V2X 称为 5G-V2X。2015 年 2 月和 6 月，3GPP 的 SA1 和 RAN1 工作组分别设立了专题“LTE 对 V2X 服务支持的研究”和“基于 LTE 网络技术的 V2X 可行性服务研究”，标志着 LTE V2X 技术标准化研究的正式启动。2017 年 3 月，3GPP 完成 Release14 LTE-V2X 核心标准制定，其中包括应用层、网络层、接入层所有的标准体系都已经完备，预计 2019 年前后冻结。

LTE-V2X 主要推广组织为 5GAA 联盟 (5G Automotive Association)，该组织创立于 2016 年 9 月，创始成员有八家企业 (奥迪、宝马、戴姆勒、爱立信、华为、英特尔、诺基亚和高通)，目前已经发展到了 80 余家成员，涵盖芯片、模组、整车、设备商、运营商和研究机构等诸多行业。成员覆盖面广、实力强大非常有利于 LTE-V2X 在各国推广。



图表12: 5GAA 部分成员示意图

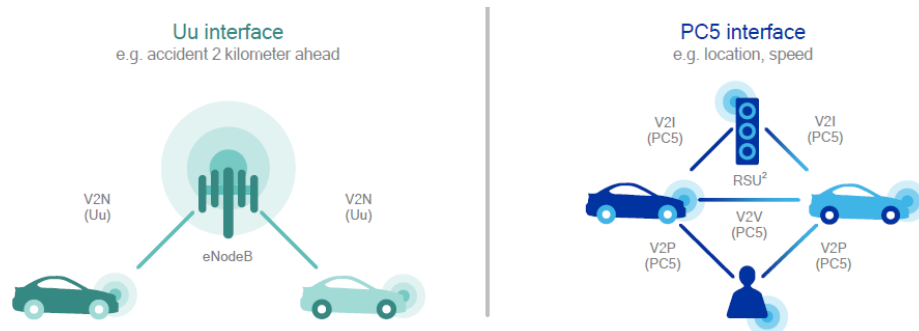


资料来源: 5GAA, 联讯证券

**LTE-V2X** 是指基于 LTE 移动通信技术演进形成的 V2X 车联网无线通信技术，包括蜂窝通信（Uu 接口）和直接通信（PC5 接口）两种工作模式。其中，蜂窝通信模式借助已有的 LTE 蜂窝网络，支持高带宽、广覆盖、长距离的通信连接，满足道路事故/施工提醒、信号灯提醒、车速引导、动态地图等信息服务、交通效率类车联网应用需求；直接通信模式既可以在网络覆盖内工作又可以在网络覆盖外工作，使用 5.9GHz 附近的 ITS 专用频谱进行终端设备之间的直接通信，实现车辆与周边车辆、路侧基础设施、行人等节点的低时延、高可靠的通信，重点满足前向碰撞预警、十字路口防碰撞预警、紧急车辆预警等行车安全类车联网应用需求。

PC5 接口是 3GPP R14 新引进的一种 D2D（Device to Device）接口，主要用于解决高速（最高 250 公里/小时）及高节点密度（成千上万个节点）环境下的蜂窝车联网通信问题，工作频率为 5.9 GHz。带宽为 10MHz。V2N 使用 Uu 空中接口（U 表示用户网络接口：User to Network interface；u 表示通用：universal），Uu 空中接口实现 UE 和 EUTRAN 的通信，可支持 1.4MHz 至 20MHz 的可变带宽，基本功能为用户可上网、语音、视频等，控制面板可以实现对 UE 的接入、切换、广播、寻呼等有效控制。总之，Uu 接口借助现有 LTE 技术解决了 V2N 应用问题，PC5 接口可靠低时延等特性解决了 V2V、V2I 和 V2P 应用问题。

图表13: LTE-V2X 针对不用应用场景使用不同通讯接口

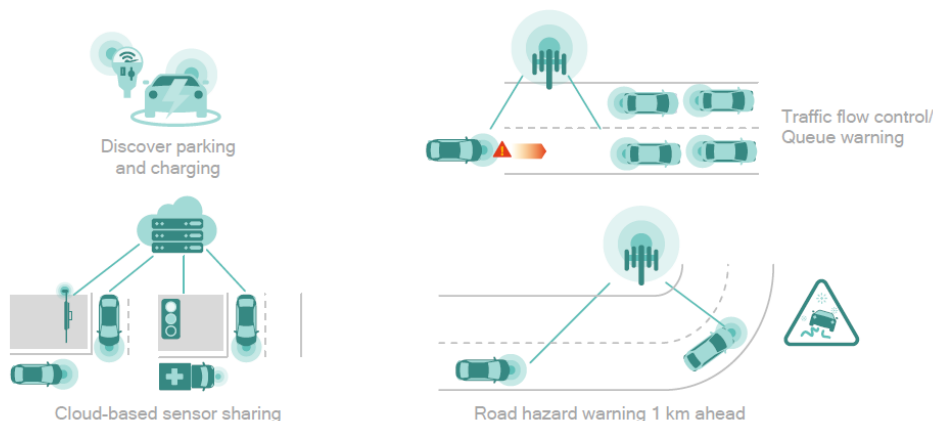




资料来源：高通，联讯证券

Uu 接口蜂窝网络通信由于使用蜂窝数据通信，延迟较大，主要应用于远程信息处理、娱乐信息节目和安全信息提醒等场景，如停车位寻找、排队提示、云端传感器共享和路况提示。当支持 LTE-V2X 的终端设备，如车载终端（V2V）、智能手机（V2P）、路侧单元（V2I）处于蜂窝网络覆盖内时，可在蜂窝网络的控制下使用 Uu 接口。例如，某车在一个地点发现路况湿滑，可以将该信息自动上传云端，云端会以该地点设置电子围栏，进入电子围栏的汽车均会自动收到云端提醒，前面路况湿滑。

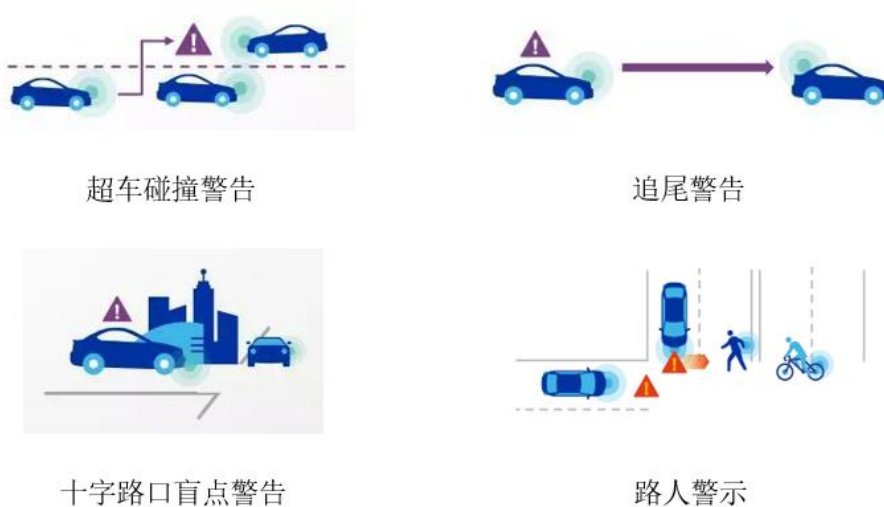
图表14： Uu 接口蜂窝网络通信应用场景



资料来源：高通，联讯证券

PC5 接口直接通信具备延迟低、稳定性强等特点，非常适合安全方面的应用场景，比如追尾警告、超车碰撞警告、十字路口盲点提醒和路人警示等。在无蜂窝网络覆盖时，可使用 PC5 接口进行 V2X 通信，LTE-V2X 将 Uu 接口和 PC5 接口相结合，形成有效冗余来保障通信的可靠性。

图表15： PC5 接口直接通信应用场景



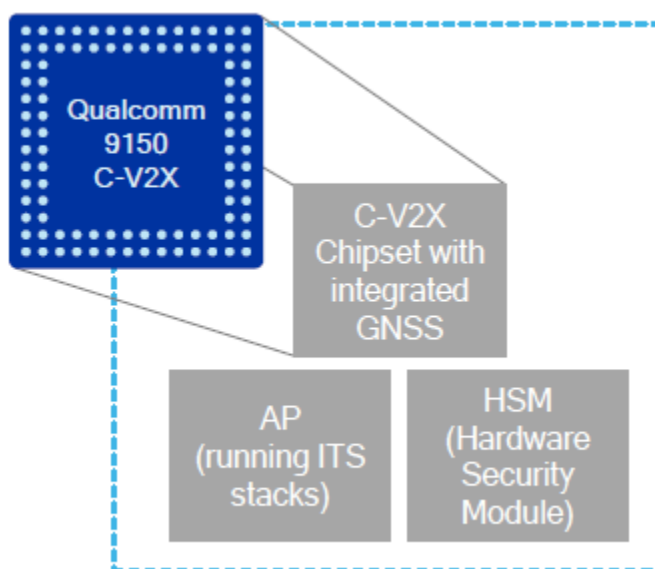
资料来源：高通，联讯证券

在产业布局方面，高通推出了世界上首个蜂窝车联网（C-V2X）商业解决方案——



9150 C-V2X 芯片组，9150 C-V2X 芯片组是高通车联网解决方案的一部分，该芯片预计 2018 年下半年推出商用样片。高通车联网解决方案推荐 9150 搭配运行智能交通系统（ITS）V2X 堆栈的应用处理器以及硬件安全模块（HSM），协同操作。高通作为芯片设计界的龙头企业，其设计的车联网底层芯片性能和稳定性值得信赖，在市场推广方面用户接受度也更高。另外高通 440 亿美元计划收购汽车电子芯片龙头企业 NXP，极大地扩大高通的汽车领域用户群，C-V2X 和 DSRC 芯片端争夺已见分晓。

图表 16： 高通 9150 C-V2X 芯片组推荐设计



资料来源：高通，联讯证券

模组厂 Sierra、Telit 和移远通信 C-V2X 模块将采用高通 9150 C-V2X 芯片组，应用于下一代车辆及路边基础设施，另外已有多家车企在合作开发，包括福特、奥迪和上汽等。参考物联网产业进程，预计 2019 年初 LTE-V2X 相关模组会上市，2019 年末相应车企会布局，最快 2020 年相关前装车载 LTE-V2X 产品会上市，2025 年左右会大规模出货。车联网感知端的投资热潮就是 2018-2020 年，看好相关终端标的。



图表17: 支持高通 9150 C-V2X 产品开发的企业



资料来源：高通，联讯证券

### 3、DSRC 与 LTE-V2X 对比，未来发展看好 LTE-V2X

DSRC 具有客观的先发优势，技术趋于成熟。而 LTE-V2X 作为一种基于 LTE 演进的车联网技术，则具备诸多后发优势。

图表18: DSRC 与 LTE-V2X 对比

指标	DSRC	LTE-V2X	对比
推出时间	1999 年	2016 年	DSRC 技术发展成熟，通过多次验证
标准文本	IEEE 802.11p	3GPP Rel.14/15/16	DSRC 技术已成熟，无演进计划。LTE-V2X 有成熟演进计划，未来发展方向是 5G-V2X
推广组织	美国运输部、NXP、通用等	5GAA	LTE-V2X 成员数量更多、实力更强大
应用场景	V2V、V2I	V2V、V2I、V2N、V2P	LTE-V2X 应用领域更广
产业布局	完整产业链	不完善	DSRC 产业链完整，已商用；LTE-V2X 产业链还在验证阶段
延迟时间	<50ms	20ms(Rel.14) 1ms(Rel.16)	LTE-V2X 延迟更低，未来达到 1ms 级别可应用与自动驾驶
移动性	<250km/h	<250km/h	两者均适用于高速行驶
通信距离	225m @140km/h	450m @140km/h	在高速行驶中，LTE-V2X 通信距离更高
传输速率	3~27M/s	<500M/s	LTE-V2X 传输速率更快
通信带宽	10MHz	10/20MHz	两者大致相同
通信频段	5.850~5.925GHz	5.9GHz	两者大致相同

资料来源：高通，NXP，联讯证券整理

#### 1. 技术层面

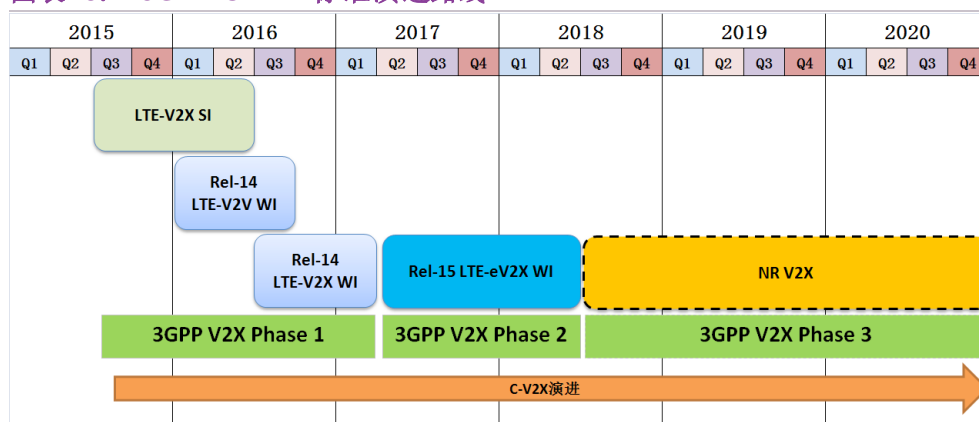
3GPP 在设计 LTE-V2X 过程中充分借鉴了 DSRC 的经验和不足，在延迟时间、覆





盖范围等方面具有显著的性能优势，LTE-V2X 采用 Uu 接口和 PC5 接口相结合的方式，将 V2N、V2I、V2V 以及 V2P 结合成一个有机整体，应用空间更广阔。而 DSRC 是一个纯粹的分布式系统，无法实现整体最优。

图表19： 3GPP C-V2X 标准演进路线



资料来源：3GPP，中国信通院，联讯证券

## 2. 终端层面

一方面，LTE-V2X 的蜂窝通信模块和 V2X 通信模块可共用同一块芯片，有效降低芯片复杂度，从而降低芯片成本；另一方面，LTE-V2X 具备蜂窝通信功能可以大幅增加远程应用功能，提高人与车、云台与车之间的互动。因此，LTE-V2X 的终端性能将优于 DSRC。

## 3. 产业层面

首先，在布建上 DSRC 由于需要安装新的路侧设备，将增加导入成本与时间，LTE-V 则能够整合既有的基地台装置，不需要大量布建新基础建设，可缩短导入时间。LTE-V2X 借助成熟的 LTE 网络及产业链，通过对现有的 LTE 网络基站设备进行升级就可以实现部署，不需要再铺设大量的基础设施通信模块，产业更容易快速发展起来。LTE 成熟的生态系统吸引电信运营商，通信设备制造商和汽车企业基于现有的 LTE 网络和技术支持车联网通信，从而 LTE-V2X 成为自然的选择。其次，LTE-V2X 是运营商增加新连接（车、自行车、摩托、行人等）的重要卡位。基于 LTE-V2X，运营商可以自然地参与到车联网产业中来，提供车联网相关业务，如具有最核心的竞争力的连接、数据、服务等业务。

综上所述，尽管 DSRC 具备先发优势，技术和产业相对成熟，但其仅支持 V2V、V2I 之间的直接通信。从智能交通长远发展的角度来看，以 LTE-V2X 为代表的 C-V2X 技术实现了直通和蜂窝模式的融合，未来可以平滑演进到 5G，应用前景更加光明。

## （三）感知层：车载电子产业链已成熟

在车联网感知层，由整车厂商、汽车电子系统供应商、元器件供应商和车内软件提供商组成。在整个汽车电子产业链中，下游是整车厂商和维修厂，代表企业有奥迪、宝马和福特等；中游是汽车电子系统供应商（Tier 1），供应动力、车身、底盘和信息娱乐等控制系统，代表企业有德国博世、德国大陆和日本电装等；上游是元器件供应商（Tier 2），供应控制芯片、传感器和模块等等，代表企业有 NXP（恩智浦）、英飞凌和瑞萨电子等。

图表20： 汽车电子产业链



资料来源：联讯证券整理

汽车电子可以分为电子控制系统和车载电子装置两大类，汽车电子控制系统一般与机械装置配合使用，直接影响汽车的正常性能、安全性和舒适性。这一部分由于安全性考量，整车厂商不会随意开放给第三方厂家。车载电子装置一般不直接影响汽车运行性能，通过提高智能化、信息化和娱乐化程度来增加汽车附加值，这一部分与车联网密切相关，需要车与人、车、环境进行互动，车载电子装置是车联网重点研究对象。

图表21： 汽车电子分类

分类	子系统	具体电子控制技术
电子控制系统	动力控制系统	汽油机控制、柴油机控制、自动变速器
	底盘与安全控制	防抱死制动控制、电动动力转向、巡航系统、悬架控制、牵引力控制、电子稳定系统、胎压监测等
	车身电子	安全气囊、安全带控制、灯光控制、电子仪表、自动空调、自动座椅、电动车窗、中控锁、防盗器等
车载电子装置	信息系统	车辆运行信息、车载通讯系统、上网设备等（V2N、V2V）
	导航系统	电子导航、GPS 定位系统、倒车雷达、倒车影像等（V2I、V2P、V2V）
	娱乐系统	数字视频系统、音响系统、移动 TV 等（V2N）

资料来源：前瞻产业研究院，联讯证券

车载电子装置经历过三个发展阶段：2005 年以前，以分立器件为主，因为硬件处理能力较弱，需要不同硬件来处理；2005-2010 年，车机主导，主要是因为处理器相对强大，具备导航、功放单元等功能；2010 年以后，联网时代开启，前期主要使用蜂窝数据模块联网，未来会依靠 LTE-V2X、DSRC 等网络制式增加上网模式和功能。

汽车电子供应链认证周期长、行业壁垒高，造成产业链格局稳定，市场集中度较高。比如国际 ADAS 领导者 Mobileye 前装认证周期长达七年，而其市场占有率超过 80%（基于摄像头的 ADAS 订单）。汽车电子产业内部，汽车电子控制装置（top 3 share>70%）市场集中度要比车载电子装置（top 3 share<45%）更高。



图表22：汽车电子主要供应商

产品类别		主要供应商			市场集中度
		美国	欧洲	日本	
MCU		飞思卡尔、TI	英飞凌、意法半导体	瑞萨、富士通	Top 3 share > 70%
ASIC/ASSP		飞思卡尔、TI	英飞凌、意法半导体、NXP、博世	松下、Denso	Top 5 share > 50%
模拟和分立器件	电源管理	安森美	英飞凌、意法半导体	东芝	Top 3 share > 70%
	功率器件	安森美、飞思卡尔	英飞凌、意法半导体、NXP	东芝、瑞萨	N.A
传感器	图像传感器	OmniVision、尔必达	意法半导体	索尼、夏普	Top 3 share > 90%
	加速度传感器	ADI、飞思卡尔	博世、VTI	Denso	Top 3 share > 70%
	陀螺仪	ADI	博世	PED	Top 3 share > 60%

资料来源：前瞻产业研究院，联讯证券

汽车零部件壁垒较高，目前基本被欧美日企业垄断，在《美国汽车新闻》(Automotive News)发布的2017年版本的《全球汽车零部件配套供应商百强榜》中，日本企业入围28家，美国企业入围22家，德国企业入围16家，这三个国家也代表了全球汽车业最高水平。国内企业起步较晚，但近年发展较快，入围的中国企业数量达到历史新高，有5家，分别是延锋、英纳法、中信戴卡、德昌电机和敏实集团，排名分别为第14、66、71、81、93位。

图表23：2017年全球汽车零部件配套供应商百强榜部分名单

排名	公司	国家	2016年营收(亿美元)
1	博世	德国	465.00
2	采埃孚	德国	384.65
3	麦格纳国际	加拿大	364.45
14	延锋	中国	129.91
66	英纳法	中国	31.37
71	中信戴卡	中国	26.03
81	德昌电机	中国	20.00
93	敏实集团	中国	14.13

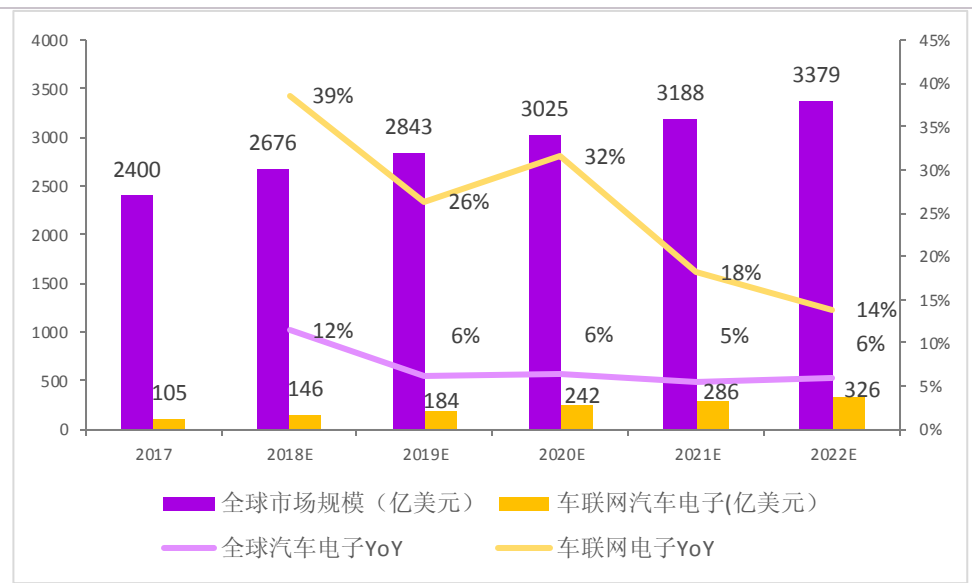
资料来源：Automotive News，联讯证券

延锋前身为上海先锋与上海延安，1994年由上汽集团和美国福特分别投资50%成立，2013年被华域汽车(600741.SH)收购，成为全资子公司，主营产品汽车内外饰、卓翼、电子及被动安全领域，2017年度营业收入为963亿元，营业利润为59亿元，净利润为29亿元。

汽车电子的市场规模与汽车的产销规模密切相关。未来5年内在全球经济缓步复苏的背景下，汽车的产销规模将会平稳增长。我们预测到2022年市场规模将达到3379亿美元，复合增长率为7.1%。与传统汽车相比，具备车联网功能的汽车要求安装更多的传感器、雷达、通信模块等与外界交互的汽车电子，我们预计到2022年车联网相关汽车电子市场规模将达326亿美元，复合增长率为25.4%。



图表24：汽车电子全球市场规模预测



资料来源：前瞻产业研究院，MarketsandMarkets，联讯证券

## 二、车联网为自动驾驶重要基石

### （一）车联网领域应用丰富

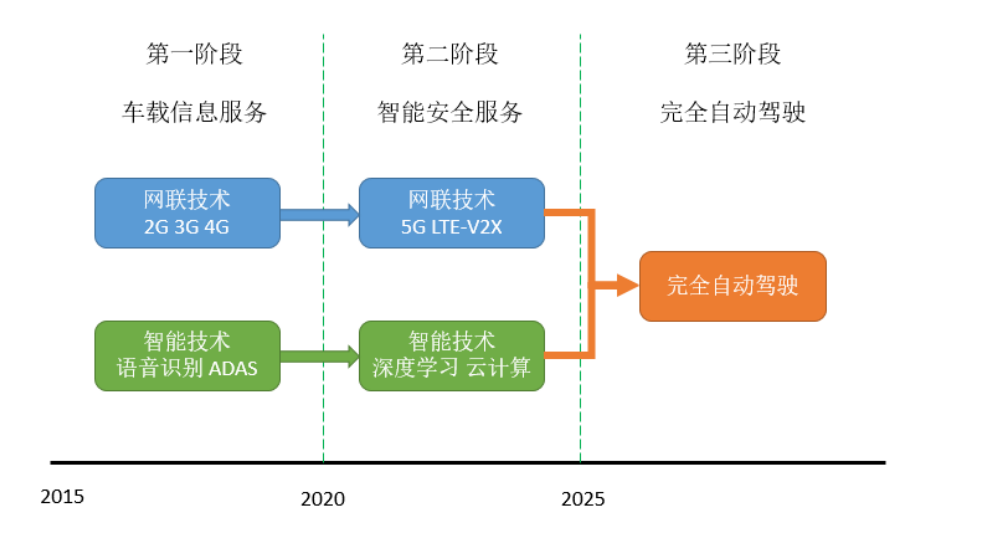
车联网应用层产值最高，占到整个车联网市场规模的 70%，车联网服务进入快速发展通道，随着车联网技术和产业链发展，车联网应用也将分成三个阶段实现不同服务。

**第一阶段是车载信息服务（Telematics），**以基础性联网信息服务为主要业务形态，主要实现定位导航、车载娱乐、远程管理和紧急救援等基本功能，通过蜂窝数据（2G/3G/4G）技术实现汽车联网，打通汽车内外信息流，培养客户认同度和积累客户规模。该阶段预计会持续到 2020 年，届时**联网汽车渗透率有望超过 80%**。

**第二阶段是智能安全服务，**以实现安全预警、高宽带业务和部分自动驾驶为目标，通过 LTE-V2X、DSRC、5G 等通讯技术以及智能化汽车电子系统实现。随着汽车智能化、网联化提升，汽车会逐步由代步工具向信息平台、娱乐平台转化，应用将更为丰富。该阶段预计从 2020 年开始，持续到 2025 年，届时**智能网联汽车渗透率有望达到 50%**。

**第三阶段是完全自动驾驶服务，**驾驶者和乘客的大脑、双手和注意力都将得到释放，车联网业务形态将进入快速迭代和极大丰富阶段，预计 2030 年左右有望实现。

图表25： 车联网应用层发展三个阶段



资料来源：中国信通院，联讯证券

自动驾驶融合了车联网和人工智能两大热门技术，车联网作为汽车的“五官”，了解车辆外部信息和内部运行状况，人工智能作为汽车“大脑”，做出相关决策。车联网是实现自动驾驶的前提，而车联网的应用在自动驾驶时代会得到充分发展，如卫星导航将使用高精度地图和多套卫星系统以提高精确度，自动驾驶解放双手和注意力可以更丰富车载娱乐等。关注自动驾驶的发展，它的快速发展有助于倒逼车联网全球应用的速度。

（二）自动驾驶定义及现状

2014年1月，国际自动机工程师学会（SAE international）发布了 J3016 文件对自动驾驶进行了分类和定义，SAE 将自动驾驶分为六个等级（L0~L5），其中 L0 级别为人类驾驶，L1~L4 为部分自动驾驶，L5 为完全自动驾驶。SAE 的定义是目前市场是最为认可的标准，对自动驾驶发展有较强指引作用。

图表26： SAE 自动驾驶六个等级

等级	名称	特点	转向、加速、 减速执行方	驾驶环境监 测方	激烈驾驶的 应对方	系统应对工 况能力
L0	人工驾驶	完全由驾驶员掌控	驾驶员	驾驶员	驾驶员	无
L1	辅助驾驶	系统辅助少部分驾驶 操作	驾驶员和系 统	驾驶员	驾驶员	部分
L2	半自动驾驶	系统掌控全部驾驶操 作	系统	驾驶员	驾驶员	部分
L3	高度自动驾 驶	系统掌控驾驶操作和 周围环境，驾驶员处理 突发状况	系统	系统	驾驶员	部分
L4	超高度自动 驾驶	系统掌握绝大部分操 作，少部分情景由驾驶 员解决	系统	系统	系统	部分
L5	全自动驾驶	系统掌握所有状况	系统	系统	系统	全部

资料来源：SAE international，联讯证券





L1 辅助驾驶功能目前已在大部分新车上搭载，比如自适应巡航功能（ACC），能够通过雷达探测与前车的实时距离自动控制加减速，从而保持与前车的安全距离。

L2 半自动驾驶功能除了具备 L1 的功能，还具备车道保持辅助（LKA）功能，或者自动变道功能，即系统不仅可以控制加减速，还可以控制方向盘。目前较多车企可以做到，典型代表是特斯拉。

L3 高度自动驾驶最典型特点是具备环境监测能力，即可以识别路况、交通标示、车辆行人等，并相应制定操作规划。而驾驶员只需为一些特殊驾驶情况进行决策，比如前方车辆驾驶过慢是否超车等。L3 是自动驾驶分水岭，进入 L3 的汽车开始在部分情况下系统掌控汽车驾驶。

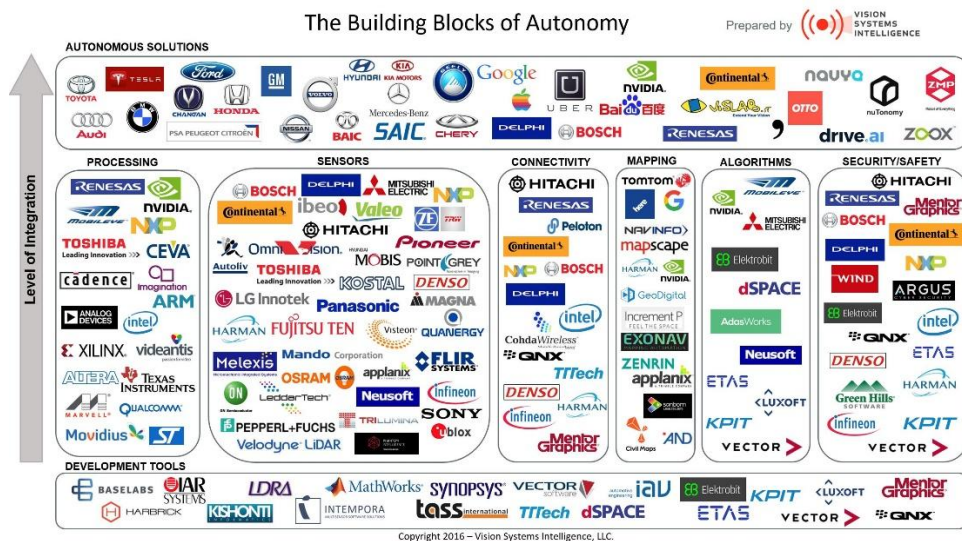
L4 超高度自动驾驶驾驶员可以解放双手、大脑和注意力，系统会自动完成大部分操作，只有少数极端状况如复杂地形或者恶劣天气，才需要驾驶员做出决策。

L5 完全自动驾驶即真正意义上的无人驾驶，车上无需方向盘刹车油门等，驾驶员也无需存在，所有人都是乘客，系统掌管一切决策与操作。

迄今为止，大部分量产汽车都停留在 L1 和 L2 阶段，奥迪去年推出的 2018 款 A8 是目前第一款 L3 的量产汽车。福特、丰田、本田、宝马、沃尔沃等多家公司均表示要在 2020 年左右量产能够达到 SAE3 级的自动驾驶汽车。

涉足自动驾驶的企业众多，既有原来车联网领域企业，也有人工智能领域的企业。具体来说有全套系统解决方案商、处理器芯片厂商、传感器厂商、连接器厂商、地图厂商、安全方案厂商和开发工具厂商等，整个汽车领域厂家、芯片巨头、互联网巨头均有涉及。

图表 27：自动驾驶全产业链企业



资料来源：Vision Systems Intelligence，联讯证券

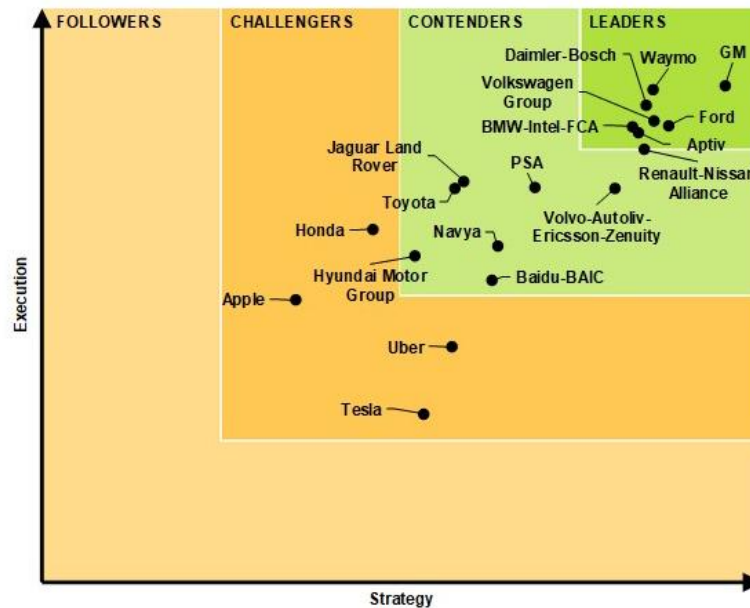
有能力做自动驾驶全套解决方案的厂商有两种，一种是传统车企，另一种是科技企业。2017 年，美国 Navigant Research 研究机构对这些厂商进行排名，从包括发展战略、量产计划、执行进度等 10 个维度，对目前正在研发自动驾驶技术的 18 家公司进行了评估打分。前十名以传统车企为主，不少企业以联盟的形式共同开发自动驾驶。百度-北汽联盟位于第二梯队，是国内最具实力的自动驾驶企业。特斯拉、优步和苹果位于第三梯





队，这几家企业研发实力相对较低。

图表28： 18 家自动驾驶方案商评比



资料来源: Navgant Research, 联讯证券

部分方案商简介如下表，无论从测试里程还是量产时间规模来看，谷歌和通用都走在了前列，通用属于传统车企，有着大量汽车制造经验，谷歌作为互联网巨头，在人工智能等技术领域有着无可比拟的优势，这也是两个研究自动驾驶的方向。

图表29： 部分自动驾驶解决方案商介绍

排名	公司	类型	自动驾驶测试里程	简介
1	通用 - Cruise	传统车企+软件公司	>13 万英里	2013 年 Cruise 创立于旧金山，2016 年被通用以 10 亿美元的价格收购（100%），2018 年 5 月被软银投资 22.5 亿美元（20%），Cruise 估值达到 115 亿美元。通用拥有 94 无人驾驶测试车辆，2017 年 9 月，通用发布第一款自动驾驶汽车，计划 2019 年投放量产无人驾驶汽车，用于公共网约车服务。
2	谷歌 - Waymo	科技企业	>35 万英里	2009 年，谷歌启动自动驾驶计划，2016 年，Waymo 由项目独立成为谷歌子公司。2012 年，谷歌获得全美第一张自动驾驶测试牌照，2014 年测试完全自动驾驶，2017 年测试车辆达 500 量，2018 年 1 月订购数千辆 L4 级别量产汽车，2018 年 5 月向 FCA 购买 6.2 万台 Pacifica 插电混动车投入自动驾驶运营的计划。谷歌有望将自动驾驶时代提前到 2018 年底。
3	戴姆勒 - 博世	传统车企+系统商	-	博世拥有数十年的汽车软硬件研发经验，包括车载雷达传感器等，戴姆勒 2015 年就开始研发自动驾驶，两家德国企业 2018 年成立开发联盟，计划在 2020 年代初推出完全自动驾驶及无人驾驶系统，强强联手研发实力强劲。
12	百度 - 北汽	软件公司+传统车企	>2000 英里	百度 2015 年成立自动驾驶部门（L4 级别），2017 年发布自动驾驶平台 Apollo，软硬件开源，同年与北汽合作，2018 年拿到中国首张路面测试牌照，计划 2019 年发布 L3 级别量产汽车，2021 年发布 L4 级别量产汽车。
16	特斯拉	科技公司+车企	-	特斯拉于 2015 年率先推出带有 L2 级别自动驾驶功能的 Autopilot，今年会升级为第九版本，预计实现 L3 级别功能。自从特斯拉与以色列 MobileEye 取消合作后，自动驾驶研发进展缓慢。



资料来源：Navigant，相关公司官网，联讯证券整理

传统车企和科技企业两者发展技术路线不一样，传统车企采用循序渐进的方式，从 ADAS 进入自动化，L0 到 L5 逐步发展，在可接受的成本范围内量产汽车。科技企业以人工智能技术直接进入 L4 或 L5 高等级自动化，待技术成本降到可接受范围内，再大规模量产汽车。两种技术路线都是企业参照自身情况发展的，传统车企需要持续经营汽车，量产汽车带来盈利，而科技企业仅仅是需要在自动驾驶领域分得一杯羹。我们预计最终自动驾驶的实现需要融合双方的优势，两者是互补关系而不应该是竞争关系。

图表30：高等级自动驾驶两种技术路线

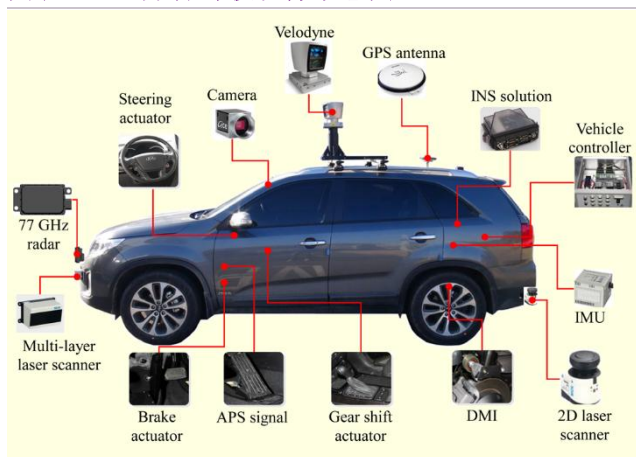


资料来源：易观智库，联讯证券

### （三）自动驾驶技术剖析

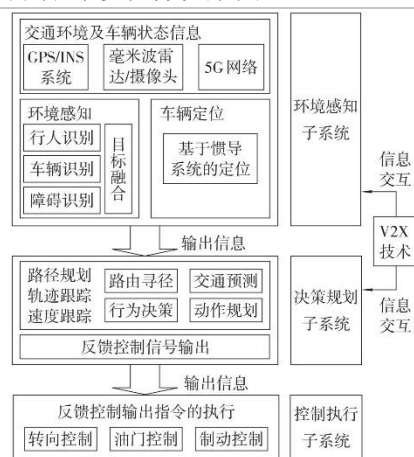
自动驾驶是一个庞大的技术集合体，主要分为硬件和软件两大块。硬件主要有汽车、控制器、传感器、摄像头、雷达、通信模组和定位模组等等；软件包含三个层次，即感知、决策和执行。感知层主要依靠硬件获取周边环境信息，比如利用传感器、摄像头、激光雷达和车联网模块等获取交通状况和周边环境信息，利用高精度定位模组和地图获取车辆位置信息。决策层是人工智能重点发挥的地方，主要解决车辆定位、环境理解、行动规划、路径规划等问题。执行层是将决策层信息输出，利用硬件来完成对汽车的控制。

图表31：自动驾驶硬件示意图



资料来源：Science Central，联讯证券

图表32：自动驾驶软件框架图

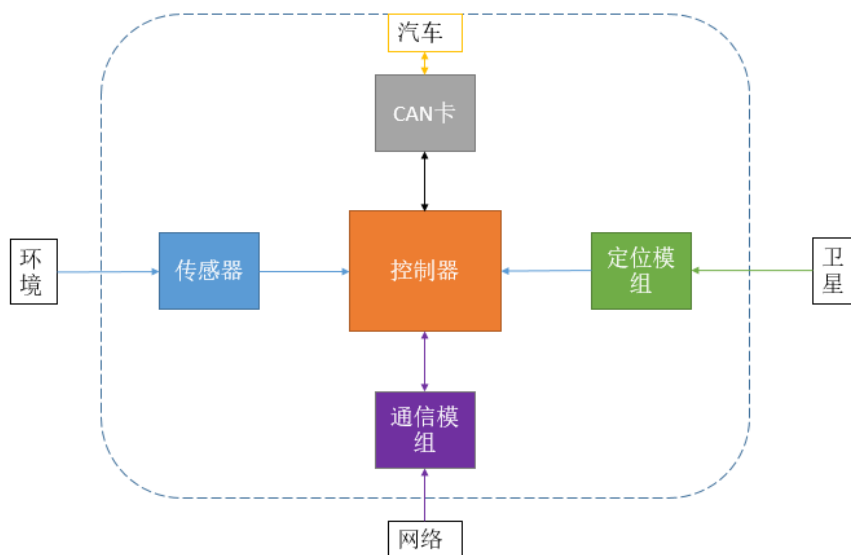


资料来源：《湖北汽车工业学院学报》，联讯证券



硬件工作原理是控制器收集定位模组和传感器信息，经过处理通过 CAN 卡与汽车连接，进行控制，同时通过通信模组保持与外界的联系。通信模组主要是前文所述的车联网通信协议——V2X，预计在自动驾驶时代，5G-V2X 会是主流通讯技术。CAN 卡是控制器与汽车交互信息所需要的集成电路，若整车厂商开放汽车 CAN 总线协议，该部分有望集成到控制器中。本报告重点探讨控制器、传感器和定位模组三大板块。

图表33： 自动驾驶硬件工作原理框图



资料来源：联讯证券整理

### 1. 控制器：自动驾驶的大脑

控制器有工控机（IPC）和嵌入式设备两种，工控机相对嵌入式设备更稳定、可靠以及软件更丰富，但造价及体积较大，比较适合前期实验阶段使用，嵌入式设备更适合量产汽车使用。目前科技企业研究 L4、L5 级别的自动驾驶汽车使用的是工控机，传统车企开发 L3 级别汽车使用的嵌入式设备，例如百度 Apollo 使用的就是一款内置英伟达 GPU、英特尔 CPU 的工控机，型号 Nuvo-6108GC，台湾宸曜科技生产。奥迪最新款 A8 自动驾驶系统使用的是嵌入式设备 zFAS，由奥迪和 TTTech 共同研发。控制器核心芯片主要来自于传统汽车电子大厂，如 NXP、瑞萨电子和英伟达等，国内企业涉足较少。

图表34： 百度 Apollo 自动驾驶控制器 Nuvo-6108GC



图表35： 奥迪 A8 自动驾驶控制器 zFAS



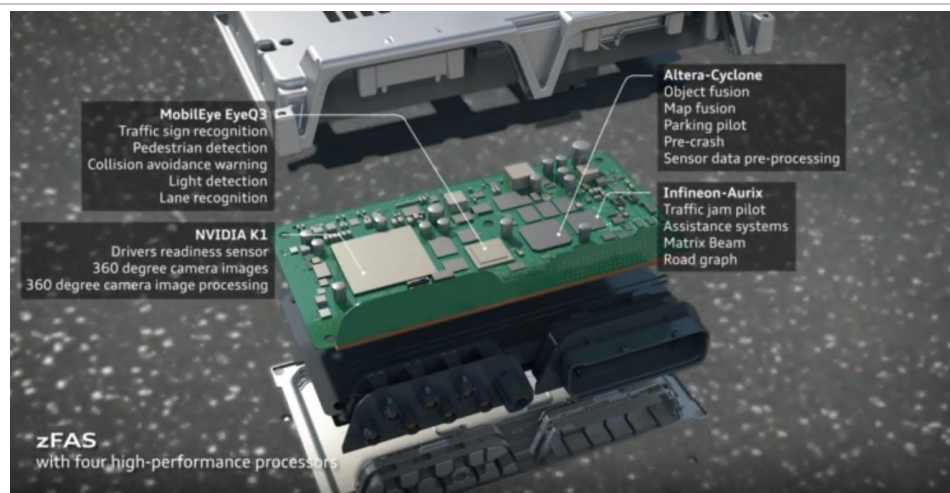


资料来源：Neousys-tech，联讯证券

资料来源：奥迪，联讯证券

zFAS 系统是奥迪、TTTech、Mobileye 和德尔福共同开发的，控制器有四大核心芯片：英飞凌 Aurix 32 位处理器负责通信处理和监测系统应用状态；Altera Cyclone FPGA 负责目标识别、地图识别、自动停车系统和传感器数据处理等；英伟达 K1 作为 GPU 主要负责图像处理；Mobileye EyeQ3 图像识别芯片负责交通信号、行人和路线等的识别。四款芯片都是各家公司较为高端成熟的产品，也是目前自动驾驶热门芯片，有望达到 L3 级别自动驾驶标配方案。

图表36： zFAS 控制器四大核心芯片



资料来源：奥迪，联讯证券

目前还没有 L4、L5 级别专门芯片量产，各大公司前期研发是使用英特尔服务器级别高端通用芯片进行大规模数据处理，使用各家企业的算法进行数据解析优化等。由于 L4、L5 级别需要更高级的人工智能处理器，预计正式量产 L4、L5 级别控制器会采用多个专门集成电路协同操作，类似 zFAS 系统的搭配。

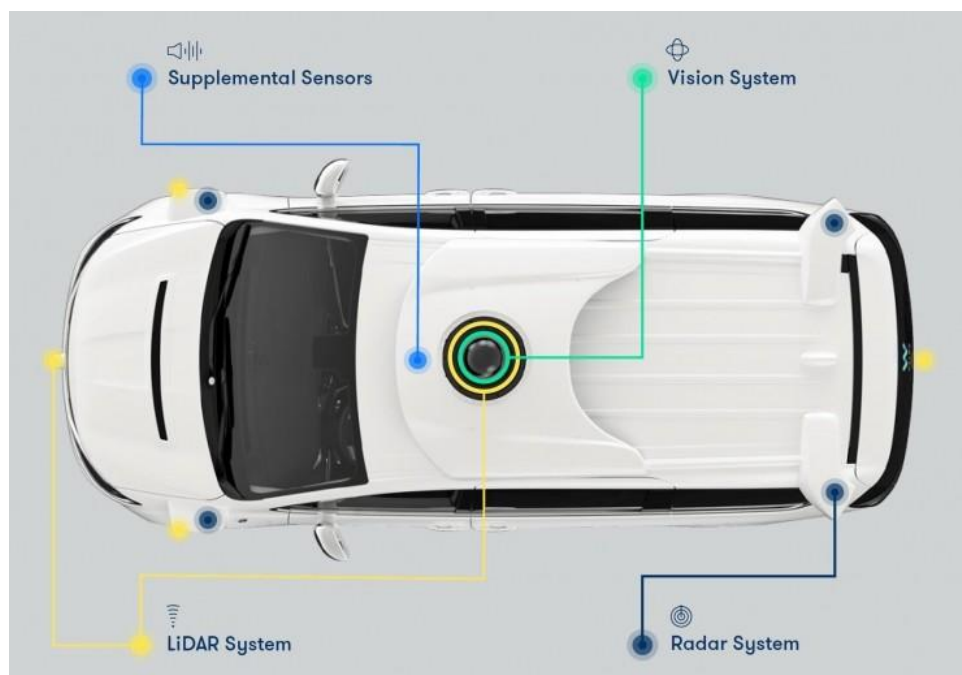
## 2. 传感器：自动驾驶的五官

传感器分为视觉传感器、激光传感器（LiDAR）、雷达传感器和其他常用传感器（检测温湿度等）。视觉传感器就是摄像头，有单目和双目两种，代表厂商有以色列 Mobileye，加拿大的 PointGrey 和德国的 Pike 等；激光传感器负责探测周边物体距离，成本高昂，代表厂商有美国的 Velodyne 和 Quanergy，德国的 Ibeo 和中国的聚创和禾赛科技。雷达传感器目前应用较广，是 Tier 1 的强项，代表企业有博世、德尔福和电装。通常激光传感器和视觉传感器位于车顶，便于检测 360° 范围内事物，雷达传感器遍布车身四周，检测周边事物。





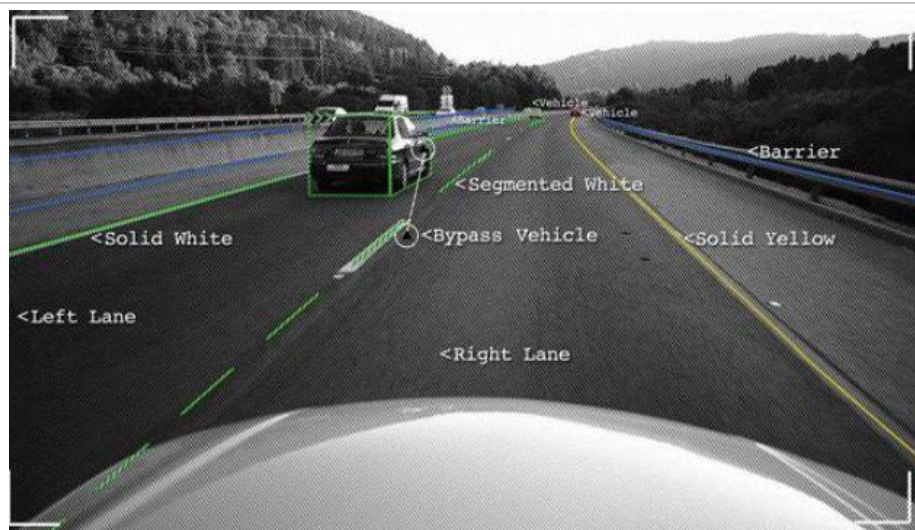
图表37： 自动驾驶传感器位置示意图



资料来源: Waymo, 联讯证券

视觉传感器分为单目摄像头和双目摄像头两种，单目摄像头是利用图像匹配和图像大小来计算距离，双目摄像头利用两幅图像差别来测算距离，类似人眼。单目成本低但精度低且需要维护大量备份图像，双目精确度高，计算量大，但成本高体积大，随着芯片单位成本降低，预计未来双目摄像头是主流。摄像头获取图像后交由芯片处理，识别其中物体属性距离等信息，以色列 Mobileye 是该龙头企业，2017 年被英特尔以 153 亿美元收购。Mobileye 现阶段的摄像头可以轻易识别车辆信息、道路区域标志、护栏位置等等，并作出相应的驾驶提示。

图表38： MobilEye 摄像头识别路况示意图



资料来源: Mobileye, 联讯证券

Mobileye 1998 年在以色列成立，2007 年自主研发的首款芯片 EyeQ1 正式亮相并在沃尔沃上完成首次商务化使用开始，2012 年累计销售 100 万套芯片，2018 年累计销



售 2500 万套芯片。Mobileye 擅长 AI 和图像识别技术，以摄像头收集来的画面为基础，通过具备深度学习能力的图像识别体系，构建能够优化自动驾驶决策的高精度地图。今年会推出支持 L4/L5 的视觉摄像头芯片 EyeQ5 样品，采用了双路 CPU，使用了 8 颗核心处理器、18 核视觉处理，7nmFinFET 工艺，单价有望超过 1000 美金。汽车视觉传感器领域 75% 的市场份额被 MobilEye 占领，在未来自动驾驶时代，MobilEye 具有巨大的先发优势，看好与之全面战略合作的地图厂商四维图新（002405.SZ）。

图表39： MobilEye 摄像头芯片路线图



资料来源：MobilEye，联讯证券

激光传感器是利用激光探测周边物体的距离，再结合高精度地图绘制出 3D 地形图，帮处理器做出行驶决策。激光传感器又称激光雷达（LiDAR），造价高昂，如谷歌自动驾驶测试车的 64 线激光雷达费用高达 8 万美金，昂贵的激光雷达是制约自动驾驶量产最大的成本因素之一。

在自动驾驶应用中，摄像头价格便宜，但是受环境光影响较大，可靠性相对较低。激光雷达探测距离远，对物体运动状态判断精准，可靠性高，但是价格仍居高不下。摄像头可以完成的工作有：车道线检测，障碍物检测和交通标志的识别；而激光雷达完成的任务有：路沿检测、动态和静态物体识别，定位和地图创建。激光雷达和摄像头两个传感器是互补的，在自动驾驶安全性要求高的时代，两者都不可缺少。

LiDAR，全称为 Light Detection and Ranging，即激光探测和测距。LiDAR 的工作原理是飞行时间法（ToF），就是根据激光遇到障碍物后的折返时间，计算目标与自己的相对距离。激光光束可以准确测量视场中物体轮廓边沿与设备间的相对距离，这些轮廓信息组成所谓的点云并绘制出 3D 环境地图，扫描的激光线束越多越精确，精度可达到厘米级别。由于技术壁垒较高，全球能生产高端激光雷达的厂商较少，价格处于高位，





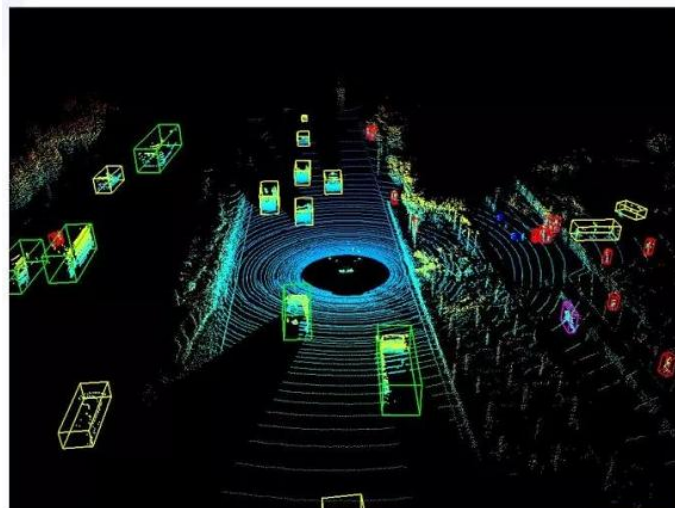
如行业龙头 Velodyne 生产的三款激光雷达 64 线、32 线和 16 线价格分别为 8 万美金、4 万美金和 8 千美金。2015 年，Velodyne 激光雷达的出货量为 3000 多个，而到了 2016 年，Velodyne 激光雷达的出货量则激增至 2 万个。2017 年的交货量接近 20 万个。

图表40： 激光雷达产品图（64 线、32 线和 16 线）



资料来源：Velodyne，联讯证券

图表41： 激光雷达效果图



资料来源：Apollo，联讯证券

Velodyne 是业内少数几家可以量产高端激光雷达的厂商，占据了整个市场 80% 以上的份额，其市场地位好比芯片界的英特尔，搜索界的谷歌。但其产品大体积、高价格、长交货周期被客户诟病已久，激光雷达小型化、低价格和稳定量产是趋势，2018 年底或者 2019 年初又是自动驾驶需求暴增之时，需求量预计在百万个数量级，由此催生了大量创业公司。Quanergy 是 Velodyne 最大的竞争对手，是第一家做出固态激光雷达的企业，极大地降低了激光雷达成本。国内厂商中禾赛光电、速腾聚创和北科天绘技术实力不错，也有相关量产产品，在国内低成本、大需求的环境下有很好的增长空间。

图表42： Velodyne 竞争对手一览

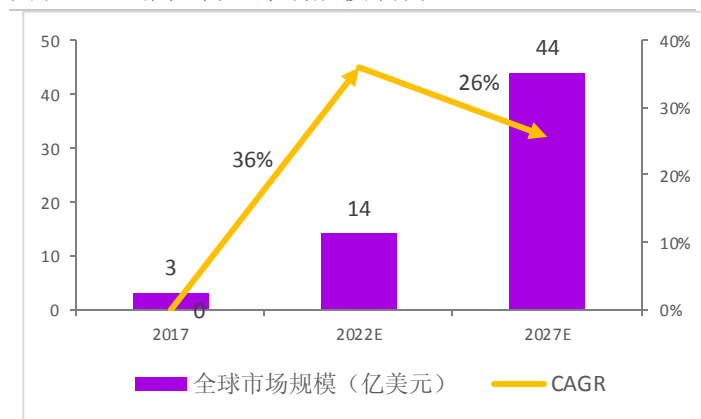
公司	国家	上市/融资情况	简介
速腾聚创	中国	B 轮	公司成立于 2014 年 8 月，目前有员工约 200 人，其中研发人员占 70%。有力量量产 16 线固态雷达，部分产品应用在京东阿里物流车上。
禾赛光电	中国	B 轮 2.5 亿元	公司成立于 2013 年，公司目前有 200 人规模。2016 年发布了国内首款 32 线混合固态激光雷达，2017 发布了 40 线混合固态激光雷达产品 Pandar 40，同年加入百度 Apollo 计划。
北科天绘	中国	A 轮	公司成立于 2005 年，目前员工有 100 人。2016 年，公司发布 16 线 360° 扫描激光雷达。2017 年，发布 32 线 360° 扫描激光雷达和 64 线 150° 扫描激光雷达两款产品。
Quanergy	美国	B 轮 9000 万美元	公司成立于 2012 年，目前有 100 多人，是一家开发小型固态廉价 LiDAR 传感器的公司。2014 年第一款产品 M8-1 投入使用，现有多款激光雷达量产，2017 年新建工厂产能 100 万台。计划 2018 年 IPO。

资料来源：联讯证券整理



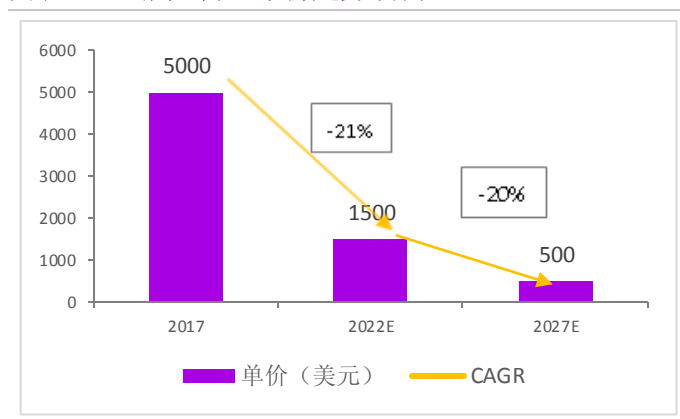
激光雷达原先广泛使用在军事和科研等少数几个领域，自动驾驶令其开拓了新的市场，预计汽车行业是激光雷达的市场增长的主要贡献者，Yole 在其近期发布的《汽车 MEMS 和传感器市场及技术趋势-2017 版》报告中预测，汽车 LiDAR 市场将在未来五年获得巨幅增长，其市场规模将从 2017 年的 3 亿美元增长至 2022 年的 14 亿美元，CAGR 为 36%，到 2027 年更是有望快速增长到 44 亿美元，CAGR 为 26%。激光雷达的单价也将从 2017 的 5000 美金降到 2022 年的 1500 美金，再降到 2027 年的 500 美金，可以逐渐满足自动驾驶商用需求。

图表43： 激光雷达市场规模预测



资料来源：Yole，联讯证券

图表44： 激光雷达单价走势预测



资料来源：Yole，联讯证券

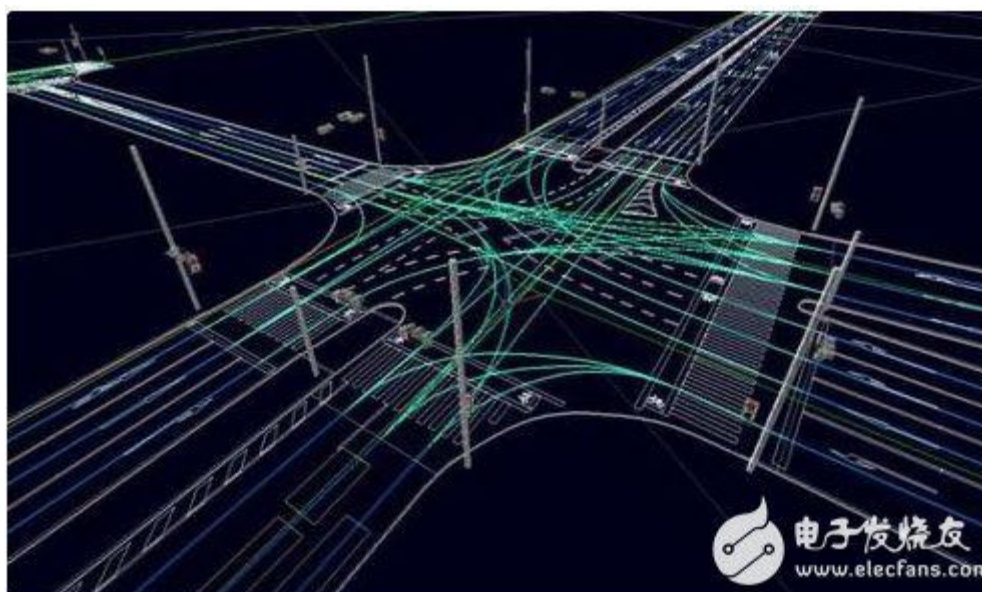
### 3. 定位模组：北斗系统正当其时

定位模组是自动驾驶关键基础，主要解决汽车“我在哪”和“我要去哪”的地理位置问题。该部分主要包含高精度地图和全球导航卫星系统。

高精度地图是自动驾驶核心技术之一，精准的地图对无人车定位、导航与控制，以及安全至关重要。高精度地图是相对于普通电子地图而言的，路况信息更翔实、更新频率更高，高精度地图是面向机器的供自动驾驶汽车使用的地图数据。普通电子地图是面向驾驶员的，作为驾驶员的人类具备提取信息、关联信息、过滤信息和视觉判断的能力，普通导航电子地图提供粗略信息就足以满足日常驾驶需求，高精度地图过于丰富的信息反而容易给驾驶员造成困扰。对自动驾驶系统而言，高精度地图技术可弥补汽车传感器设备的不足，由于汽车传感器检测范围大都在 200 米以内，在恶劣天气下难以正常工作，而高精度地图中存储了路面坡度、曲率、车道宽度、路面材质、道路标识等信息，车辆可以选择最合理的策略，提高系统运行效率。



图表45： 高精度地图示意图



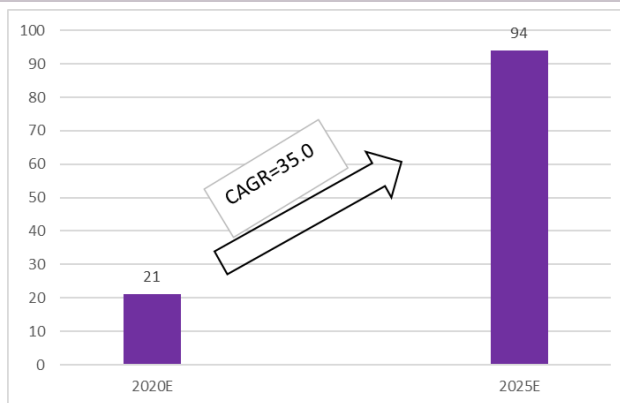
资料来源：电子发烧友、联讯证券

整车厂商意识到高精度地图的重要性，纷纷与制图公司展开合作。大众、宝马相继与 Mobileye 在自动驾驶汽车地图数据方面展开合作，借助 Mobileye 的技术绘制高精度地图，大众和宝马将可提升各自的自动驾驶汽车的安全和效率。奔驰、奥迪、宝马联合以 28 亿欧元收购诺基亚旗下地图公司 Here；丰田则采用车载摄像头数据以众包的形式建立高精度地图。全球一线地图厂商 Google Maps 和 TomTom 也已大力部署高精度地图。

在中国，由于高精度地图属于国防机密，不允许外资企业参与，高精度地图市场依然是 BAT 三家的天下，其中百度地图占据了地图市场过半市场份额，阿里巴巴旗下的高德地图紧随其后，之后便是腾讯投资的四维图新（002405.SZ）。由于高精度地图行业具有技术难、成本高、资质严等特点，预计未来难以有创新企业崛起，看好现有市场玩家。

高精度地图在自动驾驶领域具有不可替代性，是图商的纯增量市场，预计未来的十年高精度地图行业将迎来黄金发展期，到 2020 年全球高精度地图市场为 21 亿美元，2025 该市场将达到 94 亿美元，复合增长率为 35.0%。

图表46： 全球高精度地图市场份额预测（亿美元）



资料来源：中国产业信息网，联讯证券



全球导航卫星系统（GNSS）是汽车确定位置信息最直接和不可或缺的方式，目前全球有四大导航卫星系统：美国 GPS、中国北斗、俄罗斯 GLONASS 和欧盟 Galileo。从连接数和覆盖范围来看，美国 GPS 依然是稳居龙头，中国北斗近年发展迅猛，排行第二。

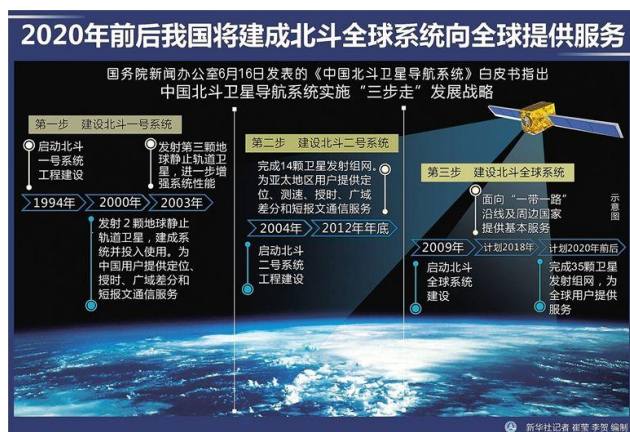
图表47： 美国 GPS 与中国北斗系统对比

指标	GPS	北斗
国家	美国	中国
立项时间	1973 年	1992 年
商用时间	1994 年	2001 年北斗一号，2012 年北斗二号，2020 年北斗三号。
卫星数量	31（2018 年）	31（2018 年） 35（2020 年）
卫星寿命	15 年	8 年
定位精度（民用）	10m (GPS III 1m)	10m（北斗三号 2.5m）
测速精度	-	0.2m/s
授时精度	40ns	50ns
监控中心	全球 27 个	国内
适用范围	全球	亚太地区（70 多个国家）

资料来源：联讯证券整理

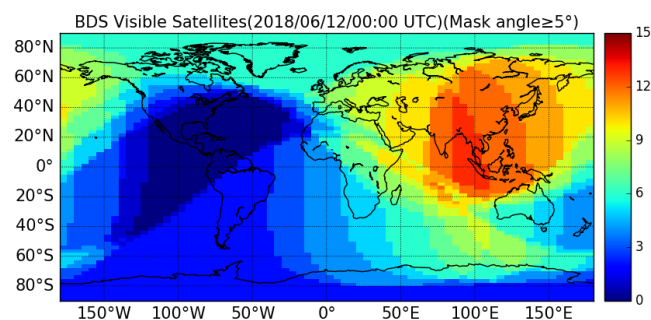
美国 GPS 发展时间最久，芯片、板卡和应用产业链非常成熟，目前市面上 95% 的导航设备能接收 GPS 信号。GPS 芯片龙头企业是高通旗下的 SiRF，占据了全球 70% 的市场份额，其余份额被博通、U-blox 等众多企业分割。我国北斗产业链起步晚，目前北斗二代主要覆盖亚太地区，预计 2020 年左右北斗三代可以覆盖全球。

图表48： 北斗系统“三步走”发展战略



资料来源：新华社，联讯证券

图表49： 北斗二代覆盖亚太地区



资料来源：北斗官网，联讯证券

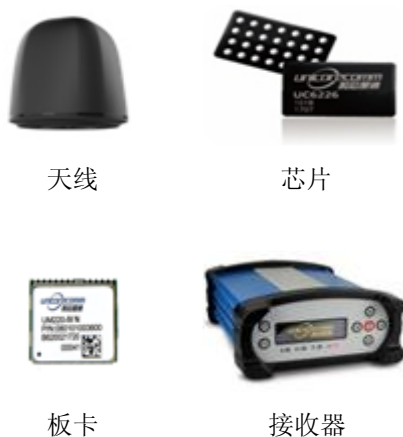
北斗系统产业链已逐渐完善，从最基础的芯片、天线、板卡和接收机到交通、农业、电力等行业应用，形成了完整的产业链，逐步应用到国民经济和社会发展的各个领域。其中北斗芯片实现规模化应用，工艺跨入 28 纳米新时代，最低单片价格不到人民币 6 元，总体性能达到甚至优于国际同类产品，实现了基础产品向高端产业的跃升升级。截至 2017 年 4 月底，北斗导航型芯片模块销量已突破 6500 万片，高精度板卡和天线销量已占据国内 30% 和 90% 的市场份额，并输出到 80 余个国家和地区。北斗系统的兴起也





直接推动了不少科技企业的发展,如布局北斗芯片、天线和板卡的北斗星通(002151.SZ),能够提供全系列北斗终端关键元器件的振芯科技(300101.SZ),拥有北斗自主板卡技术的中海达(300177.SZ)。随着车联网、自动驾驶、北斗三代均在 2020 年左右到来,北斗产业链相关公司有望受益。

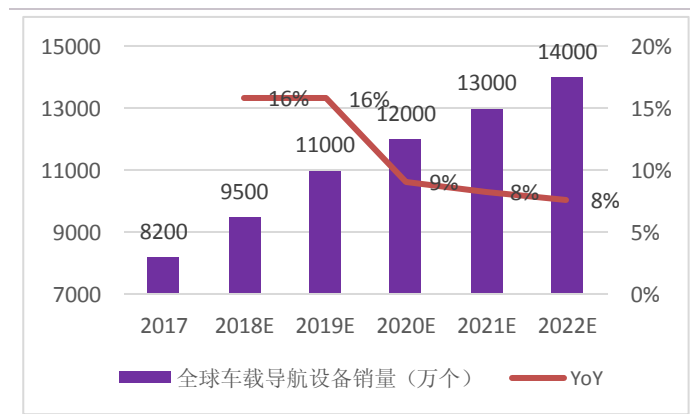
图表50: 北斗系统基础产品已实现国产化



资料来源: 北斗官网, 联讯证券

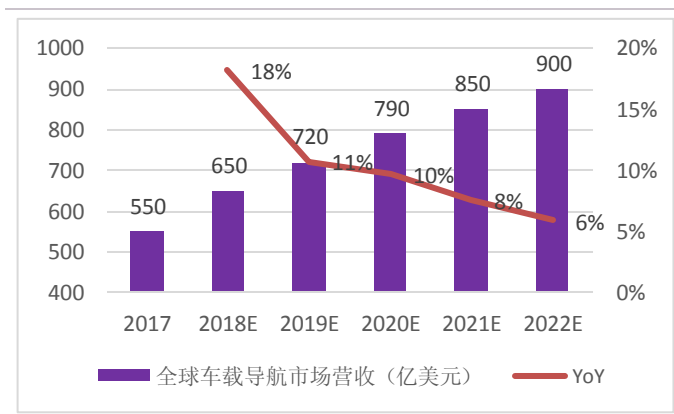
汽车导航是未来导航终端增长最大的市场,截止到 2017 年,全球卫星导航系统终端设备有 58 亿部,主要为手机等便携式设备(93%),其次为车载导航设备(6%)。全球汽车具备导航功能仅有 3.8 亿部,相对于保有量 13 亿来说,渗透率仅为 29.2%。在自动驾驶时代,汽车导航功能将会和手机一样是标配,预计车载导航设备年销量将从 2017 年的 8000 万部增长到 2022 年的 1.4 亿部,届时车载导航汽车渗透率会超过 60%。全球车载导航产业链市场营收也将从 2017 年的 550 亿美元增长到 2022 年的 900 亿美元,复合增长率为 10.4%。

图表51: 全球车载导航设备年销量(万个)



资料来源: GSA, 联讯证券

图表52: 全球车载导航产业链市场营收(亿美元)



资料来源: GSA, 联讯证券

### 三、投资策略及重点公司推荐

车联网作为物联网一个分支,是物联网体系中最有产业潜力、市场需求最明确的领域之一。车联网同样分为感知层、通讯层和应用层,其中感知层属于汽车电子行业,底



层芯片协议等基本被欧美日企业把控，行业壁垒高，国企短时间内难有突破，不过在车载模组领域有机会突破。通讯层我们看好华为、大唐主推的 LTE-V2X 协议，相关建设也会于近两年启动，利好相关设备商和电信运营商。应用层是车联网落地的层级，业务丰富，关注相关细分领域龙头企业。车联网和人工智能是自动驾驶两大核心技术领域，两者协同作用助推自动驾驶时代的到来。短期我们看好车联网相关标的，长期需关注自动驾驶相关企业（包含暂未上市的创新企业），基于以下三层逻辑：

第一，车联网相关技术标准已确定，国家已制定白皮书指引相关行业发展。全球在推广车联网落地的企业是各个领域的龙头，如华为、中国移动、高通和通用等，车联网的建设规模将对标移动网络的建设，促进相关标的发展。

第二，车联网与自动驾驶是相互促进的。车联网将极大地降低自动驾驶对周边环境检测的难度，提高安全性。另外，车联网可以将自动驾驶汽车一个个信息孤岛串联起来，利用云平台大数据分析交通状况，选择最优路径提高效率。自动驾驶全球巨头大力开发，将倒逼车联网尽快落地。车联网技术难度相对较低，所以短期看好。

第三，2020 年是几个相关产业逐渐成熟的时间节点，5G 将会在 2020 年开始商用，自动驾驶 2020 年开始成熟，北斗三代 2020 年将开始运营。产业相对成熟的时间点同到来，有望互相促进，自动驾驶产业值得期待。

车联网领域我们推荐拥有多款车载终端和应用解决方案的高新兴（300098.SZ）。自动驾驶领域我们看好高精度地图厂商四维图新（002405.SZ），国内卫星导航领先方案商北斗星通（002151.SZ）。

#### 高新兴（300098.SZ）

公司是全球领先的智慧城市物联网产品与服务提供商，长期致力于研发基于物联网架构的感知、连接、平台层相关产品和技术，以物联网技术为核心，围绕平安城市、车联网、公安信息化、铁路安全、金融安全等领域深耕。旗下的高新兴物联子公司（原中兴物联）开发了多款智能网联汽车终端，从 T-BOX、Tracker 到 OBD、智能后视镜。公司还开发了汽车电子标识解决方案和电子车牌等应用等，在车联网领域涉足较广。

我们预测公司 2018 年-2020 年归母净利润分别为 5.89 亿元、7.57 亿元和 9.87 亿元，同比增长 44.20%、28.63%和 30.30%，对应 PE 为 20 倍、16 倍和 12 倍。

#### 四维图新（002405.SZ）

公司是中国领先的数字地图内容、车联网和动态交通信息服务、基于位置的大数据垂直应用服务提供商之一，由国家测绘局创建的唯一专业从事测绘的国家级公司，腾讯是第二大股东（9.95%），为腾讯提供地图服务。2017 年，公司收购杰发科技，杰发科技作为国内汽车电子芯片行业主要代表企业之一，致力于以“中国芯”来促进中国汽车产业的发展由大变强，公司成为目前国内首家面向自动驾驶在高精度地图、算法、芯片几处关键节点布局的企业。

我们预测公司 2018 年-2020 年归母净利润分别为 3.72 亿元、4.71 亿元和 5.85 亿元，同比增长 40.24%、26.53%和 24.41%，对应 PE 值为 64 倍、51 倍和 41 倍。





## 北斗星通（002151.SZ）

公司专业从事卫星导航定位产品、基于位置的信息系统应用和基于位置的运营服务业务，形成了“产品+系统应用+运营服务”的经营模式。公司是经北斗系统主管部门授权许可、专门从事北斗卫星导航定位系统运营服务业务的运营机构。旗下子公司和芯星通专门研发芯片、模块和板卡，华信天线专门研发卫星天线，佳利电子专门研发 LTCC 和汽车电子产品，公司围绕“北斗导航+汽车电子”发展，在车载导航发展中机遇。

我们预测公司 2018 年-2020 年归母净利润分别为 1.58 亿元、2.23 亿元和 3.15 亿元，同比增长 50.60%、41.14%、41.26%，对应 PE 值为 79 倍、56 倍和 40 倍。

## 四、风险提示

车联网建设不及预期；自动驾驶研发不及预期；自动驾驶法律政策风险。



## 分析师简介

李仁波, 中南财经政法大学硕士。2017 年 11 月加入联讯证券, 现任研究院通信行业分析师, 证书编号: S0300518010001。

## 研究院销售团队

北京	周之音	010-66235704	13901308141	zhouzhiyin@lxsec.com
上海	徐佳琳	021-51782249	13795367644	xujialin@lxsec.com

## 分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力, 保证报告所采用的数据均来自合规渠道, 分析逻辑基于作者的职业理解, 本报告清晰准确地反映了作者的研究观点, 力求独立、客观和公正, 结论不受任何第三方的授意或影响, 特此声明。

## 与公司有关的信息披露

联讯证券具备证券投资咨询业务资格, 经营证券业务许可证编号: 10485001。

本公司在知晓范围内履行披露义务。

## 股票投资评级说明

投资评级分为股票投资评级和行业投资评级。

### 股票投资评级标准

报告发布日后的 12 个月内公司股价的涨跌幅度相对同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准, 投资建议的评级标准为:

买入: 相对大盘涨幅大于 10%;

增持: 相对大盘涨幅在 5%~10%之间;

持有: 相对大盘涨幅在-5%~5%之间;

减持: 相对大盘涨幅小于-5%。

### 行业投资评级标准

报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅度相对同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准, 投资建议的评级标准为:

增持: 我们预计未来报告期内, 行业整体回报高于基准指数 5%以上;

中性: 我们预计未来报告期内, 行业整体回报介于基准指数-5%与 5%之间;

减持: 我们预计未来报告期内, 行业整体回报低于基准指数 5%以下。



## 免责声明

本报告由联讯证券股份有限公司（以下简称“联讯证券”）提供，旨在派发给本公司客户使用。未经联讯证券事先书面同意，不得以任何方式复印、传送或出版作任何用途。合法取得本报告的途径为本公司网站及本公司授权的渠道，非通过以上渠道获得的报告均为非法，我公司不承担任何法律责任。

本报告基于联讯证券认为可靠的公开信息和资料，但我们对这些信息的准确性和完整性均不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。联讯证券可随时更改报告中的内容、意见和预测，且并不承诺提供任何有关变更的通知。本公司力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或询价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在本公司及作者所知情的范围内，本机构、本人以及财产上的利害关系人与所评价或推荐的证券没有利害关系。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权交易，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。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作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，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，须在允许的范围内使用，并注明出处为“联讯证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖意愿的引用、删节和修改。

投资者应根据个人投资目标、财务状况和需求来判断是否使用资料所载之内容和信息，独立做出投资决策并自行承担相应风险。我公司及其雇员做出的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。

## 联系我们

北京市朝阳区红军营南路绿色家园媒体村天畅园 6 号楼二层  
传真：010-64408622

上海市浦东新区源深路 1088 号 2 楼联讯证券（平安财富大厦）

深圳市福田区深南大道和彩田路交汇处中广核大厦 10F

网址：[www.lxsec.com](http://www.lxsec.com)