

无人驾驶推进时间表

核心提示

1) 汽车电子沿着两横三纵的技术架构，逐步实现成熟的智能化和网联化：

2016年-2018年主要是三大传感器的融合使用；2017年-2019年主要是高精度地图的成熟；2019年-2022年是车载通讯模块、互联网终端、通信服务的成熟；2022年-2025年主要是决策芯片和算法的成熟。

2) 2016-2018—三大传感器融合：国内毫米波雷达今年开始出货；车载视觉系统硬件已经达到消费级水平，进入软件成熟期；激光雷达成本不断下降，加速ADAS和无人驾驶的普及进程。

3) 2017-2020—高精度地图的成熟：传统地图无法满足自动驾驶的要求，高精度地图是L3、L4级别最为关键的技术；当前精度地图参与者主要有图商、自动智能驾驶科技公司、ADAS方案提供商、传统车企四类，其优劣势各不相同，硬件软件逐步融合。

4) 2019-2022—车载通讯模块的成熟：LTE-V在延时、频谱带宽、可靠性、组网成本、演进路线等方面都具有优势，未来的发展趋势大概率是使用LTE-V标准；目前布局的主要是半导体厂商和汽车厂商，但国内很多公司都进入了产业链，大唐电信也发布了全球第一台LTE-V车联网设备，有望在车载通讯模块爆发之际获得高速增长。

5) 2022-2025—算法和决策芯片的成熟：各大厂商都在用不同的芯片设计支持不同的算法，Google自己已经开发了TPU，用于CNN加速，地平线也在开发BPU，Intel收购Moileye打造芯片算法一体化，未来或是FPGA支持下的深度学习算法来实现自动驾驶。

6) 投资建议：建议关注传感器领域布局的华域汽车、沪电股份、联创电子、大族激光；深耕地图领域多年，布局高精度地图的四维图新；以及在通讯模块领域的大唐电信。

唐航

021-3383 0502-320

hangtang@cebm.com.cn

目录

1. 汽车电子发展时间表	1
1.1 汽车电子沿着两横三纵技术架构走向成熟	1
1.2 汽车电子时间发展表—智能化与网联化协同发展	1
1.3 各国陆续出台政策推动ADAS的普及	2
1.4 国外谷歌和特斯拉两种发展路径加速发展	3
1.5 国内科技公司和传统车企合作打造自动驾驶，精度提升速度快	5
2. 2016-2018—三大传感器融合	7
2.1 毫米波雷达国内今年开始出货	7
2.2 车载视觉系统硬件成熟，软件逐步升级	8
2.3 激光雷达成本逐步下降	10
3. 2017-2020—高精度地图的成熟	13
3.1 传统地图无法满足自动驾驶，高精度地图是L3、L4级别最为关键技术	13
3.2 高精度地图产业链和主要参与者	14
3.3 国外发展趋势：硬件和软件的融合	16
3.4 国内相关公司加大布局力度	17
3.5 高精度地图的成熟	18
4. 2019-2022—车载通讯模块的成熟	20
4.1 车载通讯模块通讯标准发展趋势	20
4.2 车联网产业链	21
4.3 国内外厂商提前布局车联网市场	22
5. 2022-2025—算法和决策芯片的成熟	23
6. 投资建议	27

图表目录

图表1：三横两纵技术架构	1
图表 2：汽车电子时间发展表	2
图表 3：部分国家 ADAS 方面相关政策	2
图表 4：自动驾驶项目的脱离测试数据	3
图表 5：谷歌无人车发展图	4

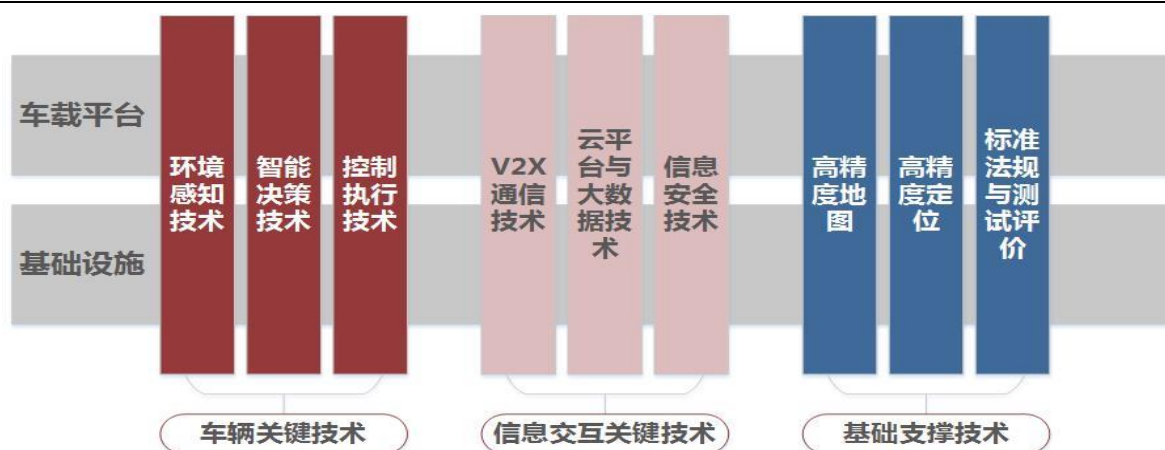
图表 6：特斯拉 Autopilot 数据处理平台发展.....	5
图表 7：国内科技公司和车企的合作布局.....	5
图表 8：24GHz 和 77GHz 雷达的比较.....	7
图表 9：毫米波雷达的拆分.....	8
图表 10：车载摄像头基本构造.....	8
图表 11：mobileye 产品发展历程.....	9
图表 12：Velodyne 激光雷达产品.....	10
图表 13：激光雷达内部构造.....	10
图表 14：国外主要厂商和产品参数.....	10
图表 15：国内主要厂商和产品参数.....	11
图表 16：国外创业公司进展情况.....	12
图表 17：HAD 级和 ADAS 级高精度地图与传统地图.....	13
图表 18：高精度地图数据采集和技术方案.....	14
图表 19：高精度地图在 ADAS 交互与决策扮演重要角色.....	15
图表 20：主要参与者对比.....	15
图表 21：Here 的发展时间表.....	16
图表 22：主要公司在高精度地图的布局.....	17
图表 23：四维图新的产品发展.....	18
图表 24：高精度地图成熟时间图.....	18
图表 25：LTE-V 应用于车联网的优势.....	20
图表 26：LTE-V 应用.....	21
图表 27：车联网产业链.....	21
图表 28：V2X 系统芯片出货量预测.....	22
图表 29：车联网的半导体厂商新进展.....	22
图表 30：车联网的汽车厂商新进展.....	22
图表 31：目前主流算法种类.....	23
图表 32：国外算法公司.....	24
图表 33：国内算法公司.....	24
图表 34：主流芯片架构对比.....	24
图表 35：英伟达的发展路径图.....	25
图表 36：相关上市公司布局.....	27
图表 37：建议关注标的.....	27

1. 汽车电子发展时间表

1.1 汽车电子沿着两横三纵技术架构走向成熟

智能网联汽车是搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，融合现代通信与网络技术，实现车与X（人、车、路、后台等）智能信息交换共享，具备复杂的环境感知、智能决策、协同控制和执行等功能，可实现安全、舒适、节能、高效行驶，并最终可替代人来操作的新一代汽车。按照技术应用和应用场景，组成了两横三纵的技术架构。

图表 1：三横两纵技术架构



数据来源：智能网联汽车技术路线，莫尼塔研究

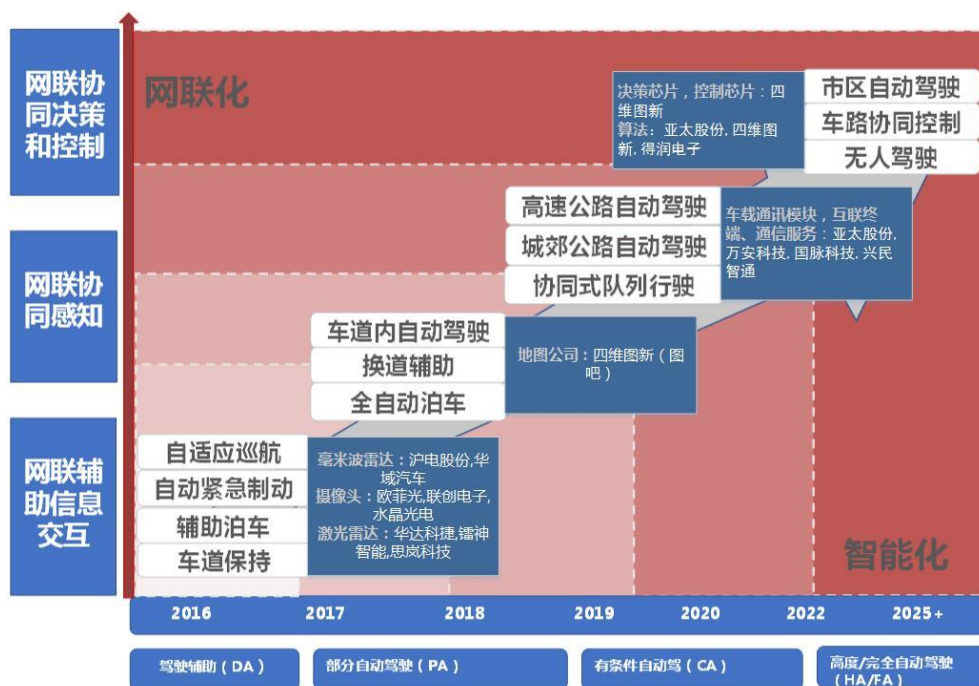
1.2 汽车电子时间发展表—智能化与网联化协同发展

汽车电子的发展有两个维度，智能化和网联化，沿着两横三纵的技术架构，逐步实现成熟的智能化和网联化。

2016年-2018年主要是三大传感器的融合使用，传感器和视觉解决方案的融合促进实现自适应巡航、自动紧急制动等部分自动驾驶（PA）功能，以及辅助网联信息交互；2017年-2019年主要是高精度地图的成熟，实时路况的更新和更丰富的路况信息加速实现车道内自动驾驶、全自动泊车等有条件自动驾驶（CA）功能，以及部分网联信息协同感知；

2019年-2022年是车载通讯模块、互联网终端、通信服务的成熟，5G网络建设的部署完成和商业化，V2X信息交互低延迟要求共同推动网联化的加速，实现更复杂路况（近郊）的全自动驾驶；2022年-2025年主要是决策芯片和算法的成熟，随着人工智能嵌入式落地智能终端，FPGA通用架构向ASIC专用架构的转变，算法和芯片设计的协同发展，实现全区域的无人驾驶等高级（HA）/完全自动驾驶（FA）功能和网联协同决策控制的功能。

图表 2：汽车电子时间发展表



数据来源：智能网联汽车技术路线，互联网，莫尼塔研究

1.3 各国陆续出台政策推动ADAS的普及

欧盟委员会考虑2017年将19项安全技术纳入新车的标准配置，并将强制执行，自动紧急制动和车道偏离警告成为标配；国内2017年速度辅助系统、自动紧急制动、车道偏离预警/车道偏离辅助的加分要求已设定为系统装机量达到100%。各国政策陆续出台，要求汽车逐步配备汽车电子相关组建，成为汽车电子发展最大的推动力。

图表 3：部分国家 ADAS 方面相关政策

国家	管理当局	具体政策	强制指数
美国	美国高速公路安全管理局(NHTSA)	1. 从 2011 年起，汽车玻璃标签必须明确标明该车是否可以安装车道偏离警示系统 (LDW) 与前部碰撞警告系统(FCW) 2. 可能于未来几年要求强制安装自动紧急制动系统 (AEB) 3. 在未来两年内豁免整个行业 2500 辆汽车遵循现行相关交通安全规定，允许他们在没有配备司机的情况下上路测试。	☆☆☆
	美国公路安全保险协会(IIHS)	1. 对于安装 FCW 等碰撞规避系统的车型提高其安全评级 2. 在 2022 年 9 月 1 日让自动紧急制动 (AEB) 成为技术标准	
欧洲	欧洲新车安全评价程序 (NCAP)	1. 2014 年起，只有主动安全系统的权重从 10% 上升至 20%，安装自动紧急制动系统 (AEB)的汽车才能达到 5 星评级 (表示乘员 严重伤害的概率小于或等于 10%) 2. 2016 年起紧急制动系统 (AEB)需具备防止与行人碰撞能力 3. 2017 年起 4 星评级车辆需具备主动安全系统	☆☆☆☆
	欧盟委员会	2017 年考虑将 19 项安全技术纳入新车的标准配置，并将强制执行。自动紧急制动和车道偏离警告成为标配	

日本	日本国土交通省 (MLIT)	2016 年强制安装自动紧急制动系统(AEB)	
	日本内阁	2015 年发表关于自动驾驶的战略革新创造的研究计划，希望 2017 年前后实现复合辅助	☆☆☆☆
	日本警察厅	2016 年公布公路自动驾驶实证实验的准则草案，包括驾驶员的职责、车辆装备、事故对策等，明确自动驾驶汽车公路实验规定	
澳大利亚	澳大利亚新车安全评价程序(ANCAP)	2012 年起只有安装车道偏离警示系统 (LDW) 与自动紧急制动系统(AEB)才能达到 5 星评级	☆☆☆☆
加拿大	政府	2011 年强制要求全球范围内的新增乘用车安装 ESC(ESP)系统	☆☆☆☆
中国	中国汽车技术研究中心 (C-NCAP)	2015 年版新规中给出了明确的 ESC(ESP)加分项，在满分 61 分的安全测试中可加 1 分	☆☆☆☆
	中国汽车工业协会	2016 年 3 月发布《“十三五”汽车工业发展规划意见》，对智能网联汽车发展设定目标：具有驾驶辅助功能 (1 级自动化) 的智能网联汽车当年新车渗透率达到 50%，有条件自动化 (2 级自动化) 的汽车的当年新车渗透率要达到 10%。	/
	中国新车评价规程 (C-NCAP)	2017 年速度辅助系统 (SAS)、自动紧急制动 (AEB)、车道偏离预警/车道偏离辅助 (LDW/LKD) 的加分要求已设定为系统装机量达到 100%	/

数据来源：互联网，莫尼塔研究

1.4 国外谷歌和特斯拉两种发展路径加速发展

1. 自动驾驶目前进展

加州车管局 (DMV) 公开了自动驾驶项目的脱离测试数据，基本衡量了目前主要自动驾驶项目在加州境内在不同天气环境，不同的路段进行测试的进展，谷歌的性能明显优于其他厂商。

图表 4：自动驾驶项目的脱离测试数据

公司	测试里程 (英里)	脱离次数	测试里程/脱离次数	测试道路环境
谷歌 (Waymo)	635868	124	5128.0	主要是近郊 (suburban)
宝马	638	1	638.0	类高速公路 (likely highway)
福特	590	3	196.7	高速公路
通用(Cruise)	9776	181	54.0	城区
特斯拉	550	182	3.0	高速公路，近郊
梅赛德斯	673	336	2.0	城区
博世	983	1442	0.7	州际公路 (interstates), 城市快速道 (freeways)

“脱离”定义为自动驾驶模式未能成功激活；在自动驾驶模式下，需要驾驶员进行人工干预。

数据来源：加州车管局(DMV)，莫尼塔研究

2. 谷歌和特斯拉代表两种不同发展路径

谷歌和特斯拉在无人驾驶领域采取了两种不同的有代表性的发展路径，谷歌利用地图和深度学习实时建模来实现自动驾驶；特斯拉依赖于传统的传感器的融合实现数据搜集识别、处理分析、完

成自动驾驶功能。从自动驾驶精度来看，谷歌的没有明确的数据，但其软件层面的可以检测和理解手势之类的信号并作出反应；moblieye的FCW（前向碰撞预警）的算法识别精度达到99.99%；特斯拉的算法处理水平很高，奔驰的路测车有着比特斯拉多一倍的传感器，但是精度远不及特斯拉。

谷歌的自动驾驶技术发展可以分为两段，以waymo成为独立事业部为转折点：第一阶段，主要突出软件领域和技术突破，采用自有的高精度地图和Velodyne提供的64线激光雷达方案，配备谷歌chauffeur软件系统，最为突出的是展示的无人驾驶原型车中直接抛弃了传统车的刹车、方向盘、油门等设备，仅用一个启动键实现无人驾驶，而硬件制造原型车都是来源传统车企，如2014年展示的谷歌第二代车型就是从白色雷克萨斯RX 450H混合动力SUV改造而来。

2016年11月，waymo成为独立事业部后，开始采用硬件和软件并行的方案，采用自己研发的激光雷达，传统传感器和8个视觉模块相互融合，最新展示的无人车使用了三个不同探测距离的激光雷达，自主研发技术将激光雷达成本降低九成。未来技术商业化首先落地在货运（有个固定场景的低速共享市场）和共享车服务的应用。

图表 5：谷歌无人车发展图

		第一代 Pribot	第二代	Waymo
时间		2008 年完成 25 分钟 穿越美国大桥	2014 年在加州山景城电脑 历史博物馆展出	2016 年成为独立事业部
原型		丰田油电混合车普瑞 斯改造	白色雷克萨斯 RX 450H 混 合动力 SUV 改造	改装后的克莱斯勒小型 货车
工作原理		GPS、惯性装置和一 组红外激光器，按照 之前的已经构建的环 境图驾驶	传感器收集车辆本身及四 周的数据，通过处理器分 析和运算来控制行驶；借 助 GPS 设备与传感器，精 准定位车辆位置和前行速 度，判断周围行人、车 辆、信号灯等	基于人工智能，推动更 高层次的自动驾驶 (Level 4, Level 5)；保 持软件和硬件同步开发
传感器 配置	摄像头		有	视觉系统，光探测 (Light Detection)
	毫米波雷达		4 个	有
	激光雷达	无	360°旋转的激光全息传感 器，位于车身顶部	3 个不同探测距离的激光 雷达，可判断行人面部 朝向；成本降低九成
	超声波传感器	标配	标配	标配
高精度地图		无	GPS，车轮装有位置传感 器，谷歌地图实时更新	高精度实时地图，软件 算法优化
中控系统			新增 Kill 按钮，出现问 题时可及时转换成人工驾 驶	两种工作模式，其中一 种作为备用系统
零件设备配置情况		和传统汽车大致一样	原型车没有刹车、方向	和第二代基本一致

盘、油门，只有启动按键

数据来源：互联网，莫尼塔研究

2016年11月，特斯拉Autopilot2.0 发布，该系统将包含8个摄像头，覆盖360度可视范围，对周围环境的监控距离最远可达 250 米；车辆配备的12 个超声波传感器完善了视觉系统，探测和传感硬、软物体的距离接近上一代系统的两倍。增强版前置雷达通过冗余波长提供周围更丰富的数据，雷达波可以穿越大雨、雾、灰尘，甚至前方车辆。另外，Autopilot2.0使用的处理芯片NVIDIA Drive PX 2的处理性能为原来Mobileye Q3的40倍。

图表 6：特斯拉 Autopilot 数据处理平台发展

		Autopilot 1.0	Autopilot 2.0
应用时间		2012	2016
应用车型		Model 3、Model X	Model 3、Model X、Model S
自动驾驶硬件等级		部分自动化（CA）	完全自动化（FA）
传感器配置	摄像头	1 个前置摄像头	8 个，3 个前置前视，2 个侧视，2 个侧面后视，1 个后置后视
	毫米波雷达	1 个前置雷达	增强版前置雷达
	激光雷达	无	无
	超声波传感器	12 个	12 个（传感距离加倍）

数据来源：特斯拉公开资料，莫尼塔研究

1.5 国内科技公司和传统车企合作打造自动驾驶，精度提升速度快

通过863计划实施和国家自然科学基金委项目支持，清华大学、国防科技大学、北京理工大学等部分高校、院士团队、汽车企业在环境感知、人的行为认知及决策、基于车载和基于车路通信的驾驶辅助系统的研究开发取得了积极进展，并开发出无人驾驶汽车演示样车。清华大学等高校联合企业开发的自适应巡航控制系统、行驶车道偏离预警系统、行驶前向预警系统等具有先进驾驶辅助系统（ADAS）功能样机，正在逐步进入产业化阶段。

目前，国内一汽、长安、广汽、吉利等汽车品牌虽已开始装备ADAS产品，但核心技术均来自国外的零部件供应商，如博世，德尔福，大陆等。近两年，我国许多互联网企业也纷纷进军汽车行业，但更多的是涉足智能汽车的舒适和服务领域，例如阿里与上汽在“互联网汽车”领域开展合作，共同打造面向未来的互联网汽车及生态圈。百度和腾讯均推出了车机互联产品，此外，博泰、乐视等企业均推出了互联网概念汽车。

图表 7：国内科技公司和车企的合作布局

	公司	合作车企	事件
智能化	华为	东风	2014.10.17 华为与东风汽车合作布局车联网并将携手“三步走”
		长安	2014.11.10 华为与长安汽车宣布双方将在车联网、智能汽车、国际化业务拓展等领域展开合作

	中兴	中兴智能汽车	2016.7 月中兴通讯收购珠海广通客车 70% 股权, 成立中兴智能汽车有限公司, 公司将围绕新能源汽车研发、设计、生产制造、销售及汽车无线充电、智能驾驶、车联网应用、大数据、云计算中心的系统研发与建设运营
	百度	宝马 (截止 2016.11)	2014.9 双方签署合作协议, 涉及车辆使用、驾驶策略、高精度三维环境地图、配套基础设施、相关法律和产业标准六个维度; 2015.12Z 一辆基于宝马 3 系改装的百度无人车国内就完成首秀,
		比亚迪, 奇瑞, 北汽	乌镇举行的世界互联网大会上, 百度亮相的 18 辆统一涂装的无人车涵盖的车型都是国内自主品牌, 包括比亚迪秦、奇瑞 EQ 以及北汽 EU260
		蔚来汽车	2017.2 百度拟投资蔚来汽车 1 亿, 未来或成为技术方案提供商
网联化	腾讯	和谐汽车	2015 年, 腾讯、富士康及和谐汽车合资成立 Future Mobility, 锁定中高级电动汽车市场
	华为	上海国际汽车城	2016.12 腾讯和上海国际汽车城签署战略合作协议, 双方将借助各自优势, 在自动驾驶、高清地图和汽车智能网联标准制定等战略性领域进行深层次合作, 共同推进自动驾驶技术发展和商业化推广应用
		奥迪, 宝马	2016.9.27 奥迪、宝马和戴姆勒与移动通信网络设备公司爱立信、华为、英特尔、诺基亚和高通组成 5G 汽车联盟, 加快研发自动驾驶汽车所需的互联设备
		博世	2017.2.22 华为与博世、沃达丰联手合作, 共同研发了 LTE-V2X 技术, 目前正在德国进行路测, 三家公司旨在多车道高速公路上进行车道变换演示。
	阿里巴巴	上汽	2016. 7 阿里巴巴与上汽历时两年共同打造的荣威 RX5 发布, 共同开发互联网汽车平台, 生产车内的操作系统 YunOS for Car
	百度	奇瑞	2016.5.16 百度宣布与芜湖政府合作建设“全无人驾驶汽车运营区域”, 百度和奇瑞正在联合开发无人驾驶汽车
	乐视	北汽	2015 年, 乐视北汽车联网系统亮相

数据来源: 互联网, 莫尼塔研究

从精度水平来看, 百度的技术路径与谷歌一样, 算法基于摄像头和激光雷达, 去年通过摄像头判断物体的准确率达到 89.6%, 今年其准确率上升到了 90.13%, 其行人识别率达到 95%、红绿灯判断达到了 99.9%。

谷歌和百度的技术路径一部到位, 成本较高, 精度较高; 特斯拉等车企的技术路径是一个缓慢学习的过程, 成本较低, 精度也较低, 未来的发展方向是必然两种技术手段的融合。

2. 2016-2018—三大传感器融合

2.1 毫米波雷达国内今年开始出货

毫米波雷达的主流方向是24GHz和77GHz，24GHz主要应用于汽车后方，77GHz主要应用于前方和侧向。未来毫米波雷达会逐渐向77GHz频段（76-81GHz）统一，其中76-77GHz主要用于长距离毫米波雷达，77-81GHz主要用于中短距离毫米波雷达（已有欧盟、CEPT成员国、新加坡、美国FCC委员会、加拿大工业部等进行相关规划）。

随着配备从高端车型向中低端车型下沉的趋势，目前毫米波雷达已经逐渐普及，一般配备情况是“1长+6短”（如奔驰S级）、“1长+4短”（如奥迪A4）、“1长+2短”（如别克威朗）。

图表 8：24GHz 和 77GHz 雷达的比较

	24GHz	77GHz
目前发展	全球超过 150 个国家开放 24GHz 频段	全球超过 97 个国家开放 24GHz 频段
应用范围	BSD 盲点监测 LCA 辅助变道 RCTA 后方穿越车辆报警 EAF 开门辅助 PCR 后方撞车预警 FCTA 前向车辆报警	FCA 前碰撞报警功能 ACC 自动巡航 AEB 自动制动系统

来源：互联网，莫尼塔

前端单片微波集成电路MMIC和雷达天线高频PCB板是其核心组成部分。

MMIC由国外公司掌控，特别是77GHz的MMIC，只掌握在英飞凌、ST、飞思卡尔等极少数国外芯片厂商手中，国内处于初始研发阶段，主要在24GHz雷达方面，华域汽车、杭州智波、芜湖森思泰克等企业在已有部分积累。

雷达天线高频PCB板技术也掌握在国外厂商手中，Schweizer占据全球30%市场份额，在77GHz方面优势明显，PCB使用的层压板材则主要由Rogers、Isola等公司提供。国内高频PCB板厂商暂无技术储备，根据图纸代加工，元器件仍需国外进口，沪电股份已就24GHz和77GHz高频雷达用PCB产品与Schweizer开展合作。

图表 9：毫米波雷达的拆分



来源：互联网，莫尼塔

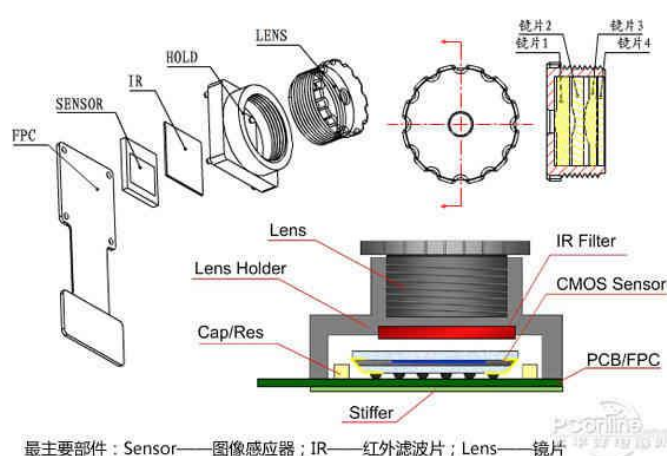
目前中国市场中高端汽车装配的毫米波雷达传感器全部依赖进口，华域汽车已经能生产24GHz毫米波雷达，主要完成BSD盲点侦测、LCA车道切换辅助等功能，解决产品形态的导入。国内第二阶段的研发将同样针对24GHz产品，目标是降低成本，预计产品2017年底出现。

2.2 车载视觉系统硬件成熟，软件逐步升级

车载视觉系统包括车载图像感光芯片、专用图像处理ISP芯片、车载光学镜头、车载视觉系统。借由镜头采集图像后，由摄像头内的感光组件电路及控制组件对图像进行处理并转化为电脑能处理的数字信号，从而实现感知车辆周边的路况情况、前向碰撞预警、道偏移报警和行人检测等功能。

硬件方面，车载摄像头主要由CMOS镜头（包括lens和光感芯片等），芯片，其他物料（内存，sim卡，外壳）组成。

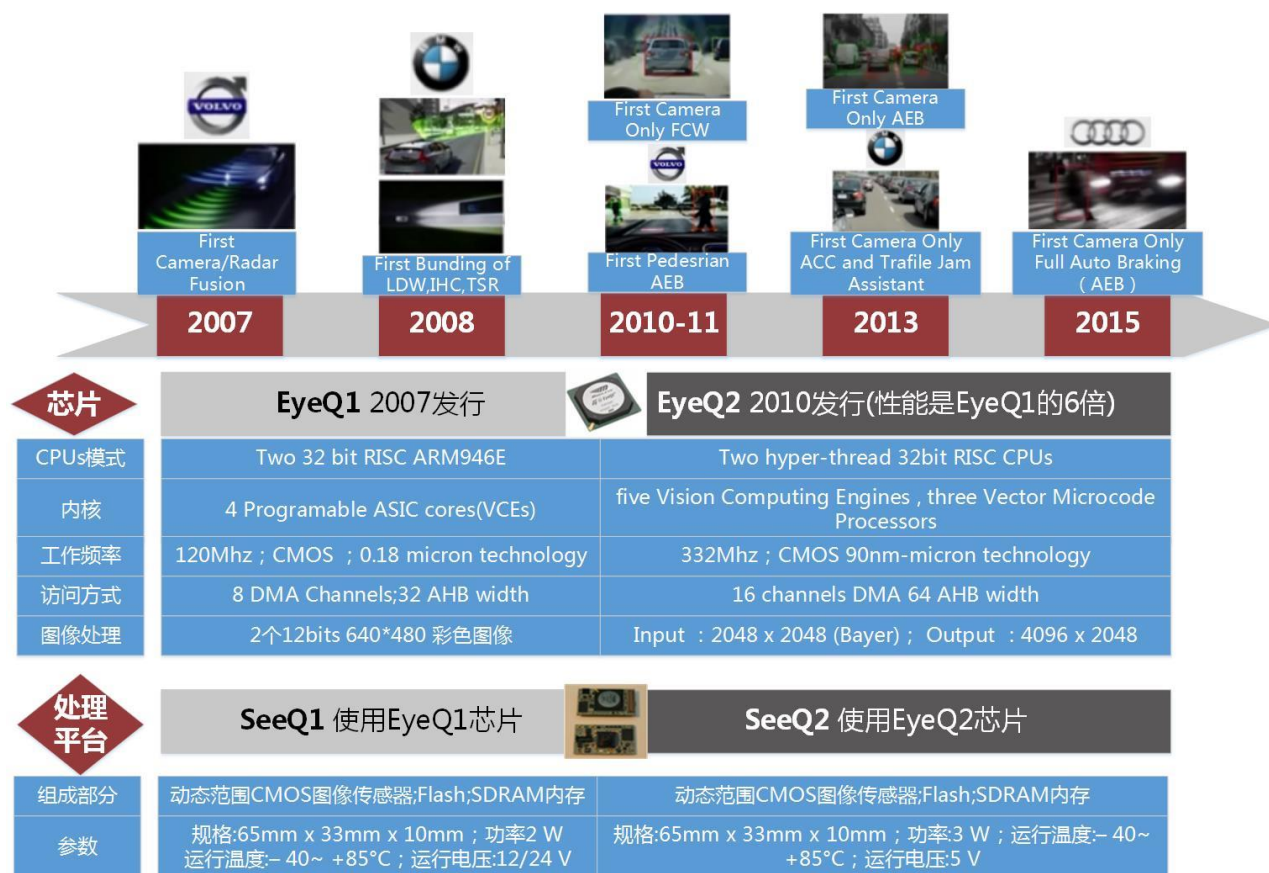
图表 10：车载摄像头基本构造



数据来源：Keepa，莫尼塔研究

软件方面，以mobileye为例，主要体现在芯片的升级和处理平台的升级，工作频率从122Mhz提升到332Mhz，访问方式的改变使速率提升一倍，图像由640*480彩色像素提升为2048*2048 (Input) 和4096*2048 (output) 等。

图表 11：mobileye 产品发展历程



数据来源：mobileye官网公开资料，莫尼塔研究

从市场竞争格局来看，除了极少数厂商具备垂直一体化的能力，绝大部分厂商都将业务集中于产业中的某个或者某几个环节。光学镜片主要是台湾的厂商在主导，大陆厂商在红外截止滤光片上有一定优势，图像传感器主要是欧美和韩国厂商为主，模组环节大陆、韩国、台湾、日本厂商份额居前，国内厂商成长迅速。

目前汽车零部件提供商巨头的摄像头传感器都已与整车厂合作量产，同时加大研发投入，注重芯片和算法的提升。国内未来摄像头的发展主要体现在专用图像处理芯片与复杂图像处理技术突破，基本实现自主研制，最终实现车载视觉与其他感知系统融合产品的大规模应用。

2.3 激光雷达成本逐步下降

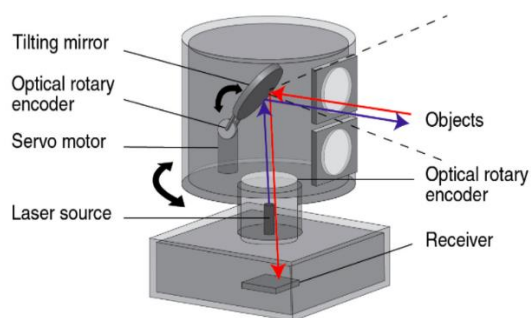
激光雷达是一种集激光、全球定位系统与惯性导航系统三大技术于一身的综合光探测与测量系统，其工作原理是通过透镜、激光发射及接收装置，基于激光飞行时间（TOF：time of fly）原理获得目标物体位置、移动速度等特征数据，并且获得的数据本身就是三维数据，不需要通过大量运算和处理才生成目标三维图像，激光测距有非常高的精度。所以，激光三维成像雷达是目前能获取大范围三维场景图像效率最高的传感器，也是目前能获取三维场景精度最高的传感器。

激光雷达组件主要包括激光器，传感器（收发器），光学镜片，如上图所示这套发射/接收组件和旋转镜面结合在一起，镜面不只反射二极管发出去的光，而且也能把反射回来的光再反射给接收器。通过旋转镜面，能够实现360度的视角。

图表 12：Velodyne 激光雷达产品



图表 13：激光雷达内部构造



数据来源：Velodyne公开资料，莫尼塔研究

数据来源：Velodney官网，莫尼塔研究

根据激光雷达线目的不同，主要分为2D、2.5D（1,4,8线）和3D（16,32,64线）两类。前者主要探测目标位置和轮廓，后者可以形成环境性视觉感知。

国内公司在多线激光雷达上较国外高水平企业还有较大差距。国内的激光雷达产品多用于服务机器人、地形测绘、建筑测量等领域，但是国内企业尚未研制出可用于ADAS及无人驾驶系统的3D激光雷达产品，主要还是处在探索研发阶段。

图表 14：国外主要厂商和产品参数

供应商	型号	售价	特点	激光器数	水平视野	垂直视野	距离精度	探测范围	输出频率
Velodyne	HDL-64E	¥50-100 万	性能佳,价格昂贵	64	360°	26.8°	<2cm	50m 路面 120m 汽车/树	130 万像素/秒
	HDL-32E	¥10-30 万	体积更小,更轻	32	360°	10°-30°	<2cm	70m	70 万像素/秒
	VLP-16	\$7,999	适用于无人机	16	360°	15°-45°	<3cm	100m	30 万像素/秒
	Ultra Puck-32	\$500	汽车专用	32	360°	28°	<2cm	200m	70 万像素/秒
Quanergy	S3	\$250	性价比高	8	120°	--	--	--	50 万像素/秒

IBEO	LUX 4L	--	两倍输出,三次回波,智能角度分辨率	4	2层:110° 4层:85°	3.2°	<10cm	200m	--
	LUX 8L			8	110°	6.4°	<10cm	200m	--
Innoviz	HD-SSL	\$100	尺寸小价格低		100°	25°	<2cm	200m	25 万像素/秒
LeddarTech	Vu8	--	目前公司性能最好产品	8	100°	0.3°-3°	<5cm	215m	--
	M16	--	适用于车载雷达	16	95°	0.3°-3°	<5cm	100m	--
	Leddar One	--	为单点测量设计	1	3°	--	<5cm	40m	--
	IS16	--	专业为工业用途设计	16	45°	--	<5cm	50m	--
Leia	SPL100	--	适用于大面积地形勘探	--	60°	--	<10cm	--	40 万像素/秒

数据来源：Velodyne、IBEO公开资料、互联网，莫尼塔研究

图表 15：国内主要厂商和产品参数

供应商	型号	售价	特点	激光器数	水平视野	垂直视野	距离精度	探测范围	输出频率
思岚科技	RPLidar	¥2,399	2D 激光雷达,适用于扫地机器人等	--	360°	--	<0.5mm	6m	--
镭神智能	LS01	¥2,280	2D 激光雷达,适用于 AGV 导航	--	360°	--	<3.5cm	6m	--
	LS02	--	非旋转扫描激光雷达, 适用于无人机定高等。	--	360°	--	<0.2cm	6m	--
	N101	--	基于 TOF (飞行时间) 原理的二维扫描探测传感器, 适用于直升机定位导航	--	270°	--	<3.5cm	30m	--
	N301	--		--	360°	--	<3.5cm	200m	--
巨星科技	Toucan	--	3D 激光雷达	--					
大族激光	LiDAR C0602	--	2D 激光雷达	--	360°	--		6m	--
数字绿土	LiAir Pro	--	无人机激光雷达系统	--	330°	--	<1cm	920m	50 万像素/秒
	LiAir	--		--	360°	--	<2cm	100m	70 万像素/秒
	LiAir Base	--		--	360°	--	<2cm	100m	30 万像素/秒
	LiBackpack	--	室内一体化激光雷达扫描系统	--	360°	30°	<3cm	100m	30 万像素/秒
	Li-Eagle400	--	轻小型机载激光雷达	--	80°	--	<0.5cm	600m	--
	Li-Eagle1000	--		--	80°	--	<0.8cm	1400m	--
	Li-Eagle2000	--		--	80°	--	<0.5cm	2050m	--
	LiMobile	--	车载激光雷达	--	330°	--	<0.5cm	920m	50 万像素/秒
		--		--	100°	--	<0.2cm	600m	70 万像素/秒
		--		--	360°	--	<1cm	70m	30 万像素/秒

数据来源：思岚科技、镭神智能公开资料、互联网，莫尼塔研究

图表 16：国外创业公司进展情况

供应商	简介
Innoviz	于 2016 年 8 月完成 900 万美元 A 轮融资, 用来研发能够满足自动驾驶汽车的高性能、低成本固态激光雷达. Innoviz 计划 2016 年底推出原型样机, 2017 年增强版推出后, 专为自动驾驶车辆设计的 100 美元级的固态激光雷达有望在 2018 年开始生产。
LeddarTech	于 2007 年在加拿大魁北克市成立, 剥离自加拿大国家光学研究所, 是全球唯一一家基于专利、前沿技术的高级探测与测距系统供应商。它主要为 OEM 主机厂、Tier 1 供应商、零部件&子系统供应商、系统集成商提供 LeddarCore IC 传感器技术, 用于开发 ADAS/AD 解决方案中的激光雷达。2016 年 6 月对外公布了针对无人驾驶汽车的固态激光雷达 IC 路线图。目前 LeddarTech 与法雷奥合作研发一款“最便宜的激光雷达传感器”
Phantom Intelligence	欧司朗欧司朗光电半导体事业部在合作开发一款“可用于城市驾驶中低速障碍物探测的集成式、低成本的激光雷达”。其中一款概念产品是半导体激光雷达, 拥有 2*8 共 16 个二极管阵列, 可探测距离达 30 米。整个阵列按照一个宽度远大于高度的扁矩形形状排列, 因为它设计的应用场景里, 更加强调水平方向的分辨率: 避免车辆前方的刮蹭和撞击。
TriLumina	成立于 2013 年的半导体激光照明公司, 致力于开发芯片产品, 与此同时降低激光雷达的尺寸及成本。该公司表示, 它们合作研发的固态 LiDAR 传感器预计将于 2017 年投入市场。
Photonic Vision	英国的小型创业公司, 主要业务是开发面向汽车、工业以及防卫安全市场的低成本激光雷达和视觉传感器技术。

数据来源：互联网，莫尼塔研究

《中国制造2025》重点技术路线图显示，国内将逐步实现测距激光雷达相关硬件的自主研制，突破厘米级实时测距关键技术、样机生产与测试，实现低成本、小型化。到2025年左右，实现多线激光雷达软硬件技术自主化，掌握与其他车载传感器融合关键技术，实现大规模车载应用，支撑HA级整车产品需求。

3. 2017-2020—高精度地图的成熟

高精度地图是L3、L4级别的自动驾驶阶段属于最为关键技术，高精度地图的成熟可以减少汽车对雷达等感知设备的依赖程度，在降低成本的同时提升自动驾驶技术的可靠性，同时也是V2X与自动驾驶技术融合的载体，统一的标准有助于技术的应用和发展。

3.1 传统地图无法满足自动驾驶，高精度地图是L3、L4级别最为关键技术

相比于传统地图，高精度一方面绝对坐标精度更高，如HERE指出其下一代绘图应用将精确到厘米级；另一方面所含有的道路交通信息元素更丰富和细致。

具体而言，高精度地图分为三个图层：活动层、动态层、分析层：

- 1) 活动层与传统地图相比增加了高精度道路级别的数据（道路形状、坡度、曲率、铺设、方向等）、车道属性相关数据（车道线类型、车道宽度等），及高架物体、防护栏、树、道路边缘类型、路边地标等大量目标数据；
- 2) 动态层将实时更新来自其他车辆传感器、道路传感器等检测到的交通数据，实时更新和补充，进入网联化第二阶段—协同感知；
- 3) 分析层通过实时大数据分析人类驾驶记录帮助训练无人驾驶车，进入网联化第三阶段—协同决策和控制。

目前ADAS地图具备了活动层信息，精度为1-5m。如宝马ASR(Adaptive Speed Recommendation)在减速的区域，会提前50-300米提醒用户减速，提前具体会依据目前车速、汽车刹车速度及司机反映时间调整；在转弯的路段，会考虑路宽、车道数目、整个路况等，计算合理的汽车速度。

图表 17：HAD 级和 ADAS 级高精度地图与传统地图

	HAD 高精度地图	ADAS 级高精度地图	传统地图
精度	厘米级	亚米级	10m
服务对象	机器	机器+人	人
图层层级	活动层、动态层、分析层	活动层	二维，静态
信息采集	V2X 信息和云技术信息更新	众包采集，专业化采集	卫星影像和航空图像
应用领域	更高级的自动驾驶	ADAS，L2/L3 自动驾驶	测绘，GIS 等

数据来源：互联网，莫尼塔研究

目前高精度地图主要是ADAS级，实现L2/L3级自动驾驶，未来随着5G带来的车联网的数据处理便利和计算机视觉、3D建模技术的成熟，基于深度学习的环境感知技术以及端闭环实时更新云技术

的发展，高精度地图会逐步向HAD级发展，我们预期2018年5G标准确立和人工智能爆发进入成熟期，高精度地图会逐渐成熟，成为支撑智能驾驶网联化的关键技术之一。

高精度地图的采集和处理有多种的技术方案，一般而言，主流图商和高科技公司如谷歌、百度采用专业化采集的方式，使用激光雷达和摄像头进行高精度的数据和城区全区域覆盖的采集，而传统车企和ADAS方案商会使众包模式以及UGC实时更新方式来采集数据。不同的方式在成本和实时更新，数据精度和区域覆盖上各有优缺点，目前的趋势必将是图商和传统车企、ADAS方案商的战略合作，科技公司产品的商业化落地，这都会促进采集方式的整合，推动行业的发展。

图表 18：高精度地图数据采集和技术方案

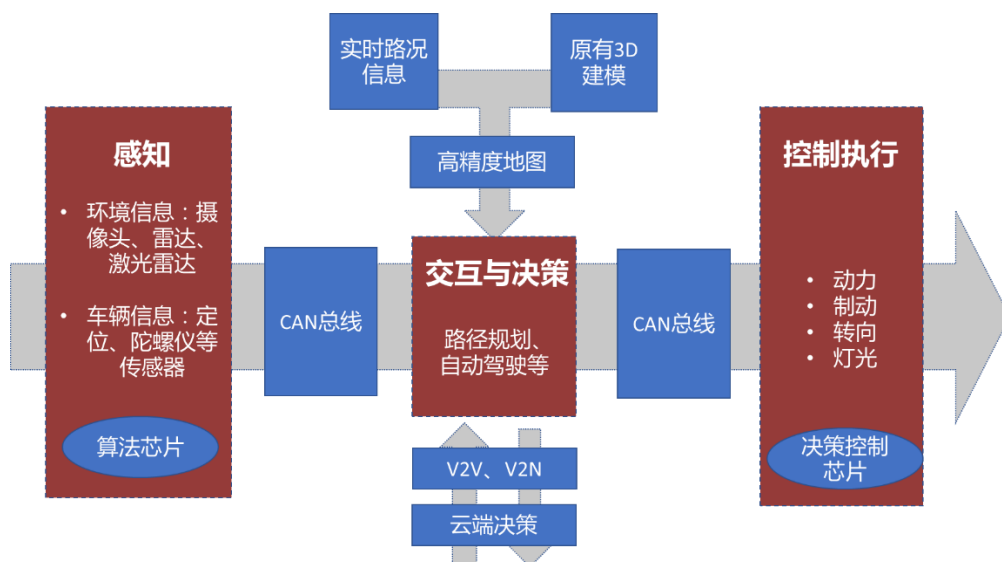
采集方式	采集源	适用路况	传感器	算法和云技术	应用公司	优点	缺点
专业化采集	专业采集车	全路况	激光雷达+摄像头	专业采集系统软件+离线编辑处理平台	谷歌,百度,here,四维图新	构成 3D 建模，地图精度高和覆盖率有保障	成本较高，缺乏实时更新
众包	量产运营车辆	目前高速公路	摄像头+雷达视觉方案	基于深度学习的环境感知技术+端闭环解决方案	Uber(otto), mobileye	以众包的方式大量收集道路数据，持续完善地图数据库，实时更新数快	亚米级,只采集对ADAS有帮助的信息，如路标，交通指示牌、信号灯等
UGC（用户生产内容）	移动智能网联终端(手机+车载)	全区域	摄像头+雷达视觉方案	基于深度学习的环境感知技术+端闭环解决方案	特斯拉 (autopilot), 传统车企	数据量庞大齐全，流量入口定制化需求，实时更新快	信息安全

数据来源：互联网，莫尼塔研究

3.2 高精度地图产业链和主要参与者

高精度地图，除了提供道路信息，还提供实时路况信息和3D建模，参与汽车路径规划，在ADAS交互与决策中，起着非常重要的作用。

图表 19：高精度地图在 ADAS 交互与决策扮演重要角色



数据来源：互联网，莫尼塔研究

高精度地图参与者主要有图商、自动智能驾驶科技公司、ADAS方案提供商、传统车企四类，采用的方式和方案优劣势各不相同，图商有着先天优势的基因：绘图基础深厚，地图精度和覆盖率有保障，技术积累足。传统车企和ADAS方案商采用众包方案，数据量大且实时更新。

图表 20：主要参与者对比

	方案与布局	优势	劣势	代表企业
图商	采用激光雷达绘图车，3D 配合 2D 方式绘图，通过与车企合作传感器融合地图，获取地图更新数据，逐步向标准化发展	易形成通用标准，有助于产业普及；绘图基础深厚，地图精度和覆盖率有保障	前期投入较大；初期标准统一前，定制化需求较多	四维、高德、HERE
科技公司	为了实现完全无人驾驶汽车，而进行高精度地图的绘制	在部分区域实现非常高的精度，制作方式一般是全 3D 数据，满足现阶段测试要求；	地图主要是各自无人驾驶项目内部使用，地图不具备通用性，	谷歌、百度、Uber、特斯拉
ADAS 方案提供商	独立制作高精度地图，与车企合作，将具备采集能力的 ADAS 摄像头和雷达部署在量产车上；	以众包的方式收集道路数据，持续完善地图数据库，协助 ADAS 系统进行感知和决策	通常只采集部分对 ADAS 有帮助的信息，例如 Mobileye Roadbook 重点采集交通指示牌、信号灯等；	Mobileye，纵目科技，得润电子，前向起创（亚太股份）
传统车企	投资地图制作公司或自主研发的方式来掌握高精度地图	具备数据压缩优势，减小传输，更新压力；拥有数量庞大的量产车资源，通过众包方式快速积累数据；	不使用激光雷达，在精度上存在差异；属于初创公司，绘图成本较大，存在经营压力	福特、通用、大众

数据来源：互联网，莫尼塔研究

3.3 国外发展趋势：硬件和软件的融合

1. 图商布局

以海外图商代表公司HERE为例，HERE核心业务为通过其丰富的地图数据和核心的位置平台为汽车、消费者和企业客户提供位置服务和解决方案，其地图数据覆盖约200个国家，超过4,600万公里。通过不断的和传统车企，科技公司以及数据信息流入口（传感器厂商）展开合作，产业链生态布局也向上渗透到数据输入端的传感器和算法芯片等领域，目标成为无人驾驶技术方案提供商。

HERE的战略布局正是汽车电子自动驾驶领域的一个趋势：硬件和软件的融合。

图表 21：Here 的发展时间表

	时间	事件	数据采集模式	产业链渗透布局
图商	1994	提供全球第一个汽车级地图，用于 BMW E38 导航系统	采集车	卖 licences 的地图数据服务提供商
ADAS 和云服务	2004	Here 地图数据为 ADAS 服务	采集车+部分众包模式	车企地图数据方案解决商
	2006	BMW 自适应巡航控制系统使用 Here ADAS 地图		
	2008	戴姆勒卡车使用 Here ADAS 数据进行汽车节能		
	2012	收购 earthmine，开展厘米级高精度地图项目		
	2013	与 Benz 合作开发自动驾驶汽车，引入定制化精细化导航方案	部分众包+云端实时更新	
	2013	全球第一个基于云端的移动互联网驾车解决方案 HERE Auto		
	2015	被奔驰、宝马和奥迪继联手收购		
车企、自动驾驶企业供应商	2016.9	和宝马、大众、戴姆勒达成协议，将为 Here 地图提供实时的路面信息和汽车感应数据	众包数据实时识别、可行行驶路线测绘+云端实时更新	布局传感器和算法芯片（英特尔计算机视觉和 mobileye 的处理芯片平台）领域，成为无人驾驶技术方案提供商
		Mobileye 的 Roadbook 服务与 Here 的 HD Live Map 整合，Mobileye 将使用 Here 的 Open		
	2016.12	Location Platform 开放位置平台，Here 则可以从装有 Mobileye 的 REM 技术的车辆上，获得原始传感器数据，实时监控道路状况		
	2017.1	英特尔和宝马、奥迪以及戴姆勒达成协议，获得 Here 地图 15% 的股权		
	2017.3	与日本传感器巨头先锋（Pioneer）及其旗下电子地图公司 Increment P 展开合作，将借由先锋的 3D 激光雷达传感器采集到的数据，研发针对自动驾驶的高精度地图解决方案		

数据来源：Here公开资料，莫尼塔研究

2. 其他公司布局情况

除了图商外，其他参与者近些年来布局频繁。从数据采集方式来看，谷歌和苹果的特点是：更易直接实时更新、覆盖面更广，更精准。但无人驾驶领域需要庞大的输入数据，使得特斯拉（OTA空中

更新) 和uber(otter和沃尔沃货车运营)在无人驾驶测试和高精度地图上有着更易延伸和拓展的优势。

数据收集只是高精度地图作为基础支撑技术的一部分, 对车辆周边环境的数据计算和处理时, 谷歌一直走在高精度地图的实时建模和算法优化最前沿, 其基于城市规划和路径优化规划的算法方案使谷歌在地图技术提供上依然具有较大的优势。

图表 22 : 主要公司在高精度地图的布局

	公司	时间	事件	数据采集模式
科技公司	谷歌	2005	推出地图服务, 后续推出街景, 室内, 三维地图等服务	基于消费者数据反馈+ 无人驾驶车测绘
		2012	应用于其第二代无人车, 实时更新完成无人测试	
		2016	宣布收购城市规划位置数据分析服务商 Urban Engines, 加强谷歌地图的位置分析功能, Urban Engines 团队直接并入谷歌地图团队	
	uber	2016	斥 6.8 亿美元收购无人驾驶卡车公司 Otto	卡车城市无人驾驶测绘 + 卫星定位分析
		2016	与沃尔沃达成伙伴关系, 互相协助开发自动驾驶技术, 并计划将 100 辆沃尔沃 XC90 SUV 自动驾驶汽车投放到美国的宾夕法尼亚州	
		2017	开始制作新加坡的 3D 地图, Uber 会将摄像头以及地图制作相关设备搭载到已经在共享出行平台投入运营的车辆上	
ADAS 方案提供商	苹果	2016	FAA 批准苹果“操作无人驾驶飞机系统进行数据收集, 摄影和摄像”, 计划用无人机和新的室内导航功能改进其地图服务	智能终端移动产生的 UGC 数据
	特斯拉	2015	用 Model S 收集数据, 建立实时地图数据更新库	OTA 空中更新
	mobileye	2016	Mobileye 的 REM 系统, 与图商 here、传统车企如宝马、大众展开合作, 使用众包数据完成高精度地图的绘制和更新	传感器产生的众包数据
传统车企	通用	2016	10 亿美元买下了位于旧金山的自动驾驶初创公司 Cruise Automation,	无人车测试+众包数据
	福特	2017	10 亿美元投资初创公司 Argo AI	

数据来源: 互联网, 莫尼塔研究

3.4 国内相关公司加大布局力度

1. 国内图商布局

四维图新有着15年的地图数据和实时采集更新积累, 2016年以来积极布局ADAS高精度地图, 不断加快上下游产业链的一体化整合。1月与东软战略合作, 强化车联网平台软件实力, 5月, 收购联发科技旗下杰发科技芯片商, 试图完成软硬件的综合布局, 10月高调宣布高级辅助驾驶地图率先得到商业化, 12月入股HERE并设立合资子公司, 一系列动作高调彰显了四试图抓住ADAS风口, 从传统图商向完整解决方案提供商转型的决心。

图表 23：四维图新的产品发展

产品	推出时间	主要功能
数字地图产品	2002	NDS 标准地图，室内地图与停车场导航地图，室内地图制作及应用服务平台等
	2009	行人导航地图，目前已覆盖北京、上海、广州、深圳等 41 个城市
地图编译服务	2011	全资收购全球领先的荷兰数字地图编译服务商——MapScape，获取了导航系统解决方案、数字地图编译等业务能力，进一步向产业链延伸
动态交通信息服务	2007	收购国内领先的动态交通信息服务提供商世纪高通，于 2008 年率先实现全国商用服务，提供交通流及预测信息、历史交通信息、事件信息、简易图形信息、动态停车位等服务。
车联网	2012	公司开始逐步为丰田、奥迪、大众、沃尔沃、长城等国内外主流车厂的车联网项目提供服务，并已在 2012 年宝马智能驾驶控制系统（iDrive III）中搭载了“趣驾”的部分功能
	2016.1	与东软集团宣布在无人驾驶等领域展开战略合作
政府及企业 GIS 服务	2012	地图及遥感影像数据销售，基于影像和数字地图做三维的二次开发，监控及定位服务
ADAS 高精度地图产品	2016.12	与 Here、腾讯达成战略合作，为中国市场开发并提供位置技术与服务，共同布局面向自动驾驶的高精度地图等业务，提供适用于全球的解决方案。
	2016.5	收购从事汽车电子芯片的研发、设计，主要产品为车载信息娱乐系统芯片及解决方案的杰发科技公司，布局 ADAS 算法及芯片领域，在前后装软硬件一体化车联网方案上进行协同
	2016	公司与互联网智能汽车制造商蔚来汽车、威马汽车以及全球 Tier 1 供应商延锋伟世通达成战略合作，拓展车联网和自动驾驶产品和销售通路
	2016.10	公司的高级辅助驾驶地图率先得到商业化，并应用于宝马、奔驰、特斯拉等高端车上

数据来源：四维图新公开资料，莫尼塔研究

2. 国内科技公司的布局

百度在2014 年全资收购具有甲级测绘资质的公司长地万方；腾讯在2013 年全资收购另一家甲级测绘资质公司科菱航睿；高德软件则在2014 年成为阿里旗下的100%控股子公司，目前各大互联网公司均已经间接拥有了国家测绘局的甲级地图测绘资质，为将来的产业链整合和智能汽车领域的布局奠定了基础。2014 年，腾讯耗资近12 亿元成为四维图新公司的第二大股东。

3.5 高精度地图的成熟

按照《中国制造2025》技术发展路线图来看，在2020之前提供适用于PA级智能网联汽车的高精度地图，且地图精度达亚米级；在2025年左右提供适用于CA级智能网联汽车地图，范围覆盖全国主要高速公路；在2030年左右，实现高精度地图生产自动化及标准化，满足无人驾驶需求，范围覆盖全国主要道路。

图表 24：高精度地图成熟时间图

时间	2017-2018	2018-2020	2020-2025
阶段	ADAS 级高精度地图		HAD 级高精度地图
图层	活动层（道路级别的数据，车道属性相关数据）	动态层（V2X 联网数据）	分析层（协同决策和控制）
技术方案	3D 建模环境感知+端闭环解决方案	3D 环境感知+云技术/V2X 技术	V2X 技术+深度学习+人工智能

支撑技术

计算机视觉和云技术，算法芯片

V2X，5G 高速率车载通讯模块，
道路基础设施建设

执行控制硬件的软件化，人工智
能芯片

数据来源：，莫尼塔研究

随着人工智能深化和5G2018年标准锁定，高精度地图在智能化和网联化自动驾驶领域的应用会越来越成熟。

4. 2019-2022—车载通讯模块的成熟

4.1 车载通讯模块通讯标准发展趋势

V2X是未来智能交通运输系统的关键技术，具体包括 V2P（车与行人）、V2V（车与车）、V2I（车与基础设施）等，它连接了车与车、车与基站、基站与基站。基于V2X技术不仅可以大幅提升交通安全、降低交通事故率，而且可以为自动驾驶等提供低成本、易实施的技术路线和基础平台。

现阶段主要有两个标准被广泛认可，分别是美国主导的以IEEE 802.11p为基础的专用短距离通信(DSRC)和以3GPP主导的基于3GPP的长期演进项目(LTE)。

DSRC 技术是由 IEEE 802.11 进行演进扩充的无线局域网标准，有最大传输时延及可靠性不可控等缺陷。同时，由于其需要在路边投入较大，难以满足车辆离路后获取服务的应用场景，商业模式不清晰，难以大规模商用。与之相比，LTE-V技术在4.5G/5G 网络有望使车联网实现更优化的性能，同时解决DSRC技术未能满足的离路覆盖、盈利模式、容量等方面的问题，目前该标准的制订者通信行业是大唐通信集团和华为，中国通信标准化协会(Chinese Communication Standards Association, CCSA)已经在中国针对LTE V2X推出了工作项目。

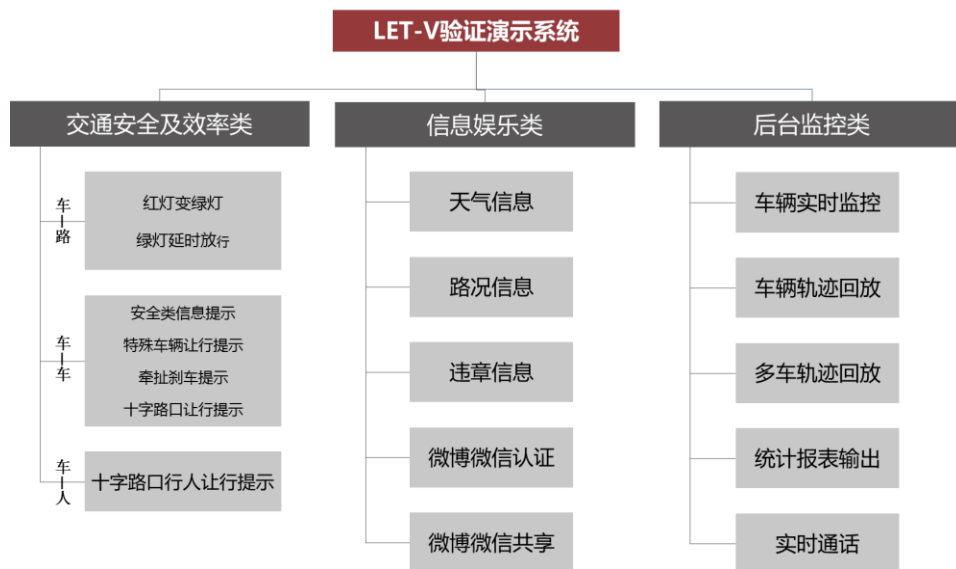
图表 25：LTE-V 应用于车联网的优势

LTE-V 的优势
低延时：基于 DSRC 标准的 802.11p 在 5.9GHZ 频率短距离通信的系统时延超过 100ms,而 LTE-V 为 50ms
频谱带宽：分配灵活,可根据实际情况增减
高可靠性：传输更可靠,集中式资源分配协调技术,降低竞争冲突丢包
组网成本低：覆盖广,网络运营及盈利模式清晰
演进路线明确：3GPP 持续演进,可支持未来 ITS 业务需求

数据来源：互联网，莫尼塔研究

LTE-V技术主要可以分为两类：LTE-V-Direct（短程直通式通信），通过网络终端实现车与车之间的通信来做到低时延高性能；另一个，LTE-V-Cell(广域蜂窝式)，通过 LTE的公网做回传+相关的安全管理来实现功能。V2X(LTE-V-Direct)支持安全类业务，LTE-V-Cell支持信息娱乐即Telematics业务。

图表 26 : LTE-V 应用



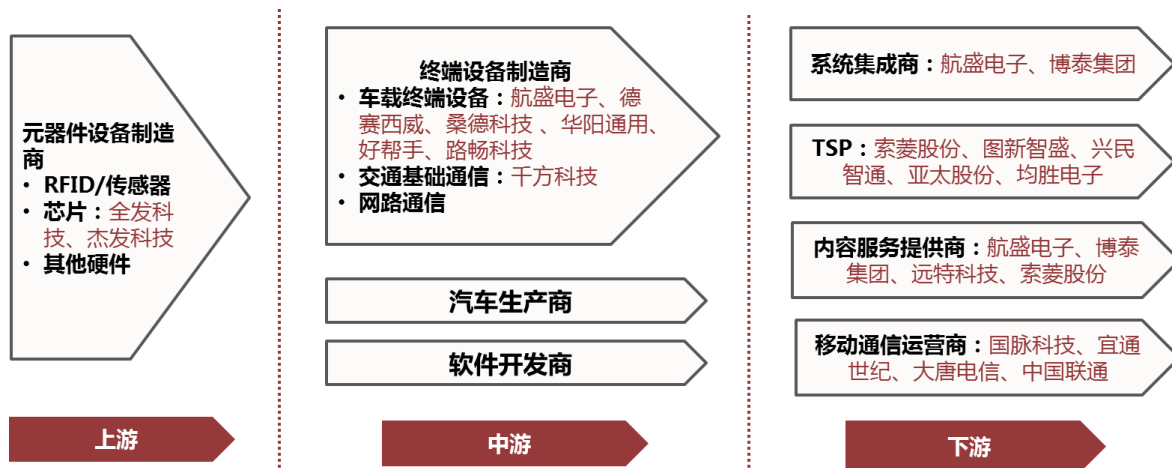
数据来源：大唐电信官网，莫尼塔研究

根据中国汽车工程学会的研究表明，智能网联汽车技术（V2X）的广泛应用可使普通道路的交通效率提高30%以上。根据美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）的官方数据显示，车辆与车辆通信技术（V2V）能预知即将发生的交通事故并对潜在危险发出实时预警，它的广泛应用能帮助避免高达81%轻型碰撞事故。

4.2 车联网产业链

布局车联网的厂商主要是半导体厂商和汽车厂商，但国内很多公司都进入了产业链，大唐电信发布了全球第一台LTE-V车联网设备，可支持车联网 V2X 自组织通信，并具有核心自主知识产权。

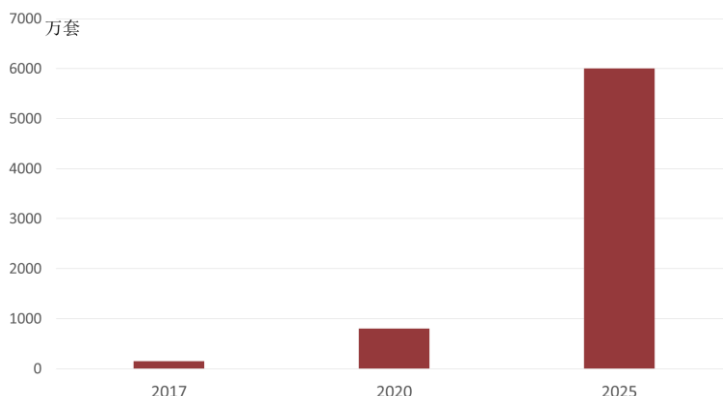
图表 27 : 车联网产业链



数据来源：清科研究中心，莫尼塔研究

我们预计2019年-2022年将是车载通讯模块成熟的时期，车载通讯模块出货量将快速增长。根据HIS预测，2020年到2025年将是V2X系统芯片出货量将呈爆发式增长，到2026年达到6000万套。

图表 28：V2X 系统芯片出货量预测



数据来源：IHS，莫尼塔研究

4.3 国内外厂商提前布局车联网市场

车联网除了应用在安全防盗、车载功放、信息娱乐上，在无人驾驶领域的应用成为未来确定性趋势，半导体厂商纷纷推出V2X方案，以期抢占新一轮车联网市场。目前包括高通、华为、大唐电信、意法半导体(ST)、恩智浦(NXP)、博通等半导体厂商均已推出相关解决方案。

图表 29：车联网的半导体厂商新进展

厂商	车联网新进展
瑞萨	推出首款 V2X 系统单晶片--R-Car W2R、无人驾驶汽车运算系统 SoC 的新型视频处理电路模块
意法半导体	与 Autotalks 合作,第二代 V2X 晶片组导入设计、合作研发面向大众市场的 V2X 芯片组
u-blox	与 Cohda Wireless 合作,推出嵌入式 V2X 收发器模组-THEO-P1
恩智浦	向德尔福汽车公司 提供可实现 V2X 通信的 RoadLINK 芯片，实现 V2X 芯片量产
Autotalks	与奥迪合作一体化 V2X 屋顶天线系列产品开发、与意法半导体合作开发出一款世界领先的 V2X 芯片组,并继续合作开发 V2X 增强型全球导航卫星系统
高通	骁龙 820A 汽车处理器
大唐电信	全球第一台 LTE-V 车联网设备,可支持车联网 V2X 自组织通信,并具有核心自主知识产权

数据来源：互联网，莫尼塔研究

图表 30：车联网的汽车厂商新进展

厂商	车联网新进展
奔驰	推出全球第一款搭载了 Car2X 智能云端交互系统的量产车,这意味着具备该功能的车辆之间、以及车辆与基础设施之间可以交换信息
通用	将在 2017 款凯迪拉克 CT6 上采用 V2V 通信模块
丰田	已在美国密歇根 Mcity 无人驾驶示范区投放了 5000 辆联网汽车进行 V2X 测试
奥迪	早在 2012 年与恩智浦签署的战略创新合作协议中就包括了 V2V 通信,并于去年在德国对恩智浦和 Cohda Wireless 的 V2V 通信技术进行了大量现场测试

数据来源：互联网，莫尼塔研究

5. 2022-2025—算法和决策芯片的成熟

决策芯片和算法，就像汽车的大脑，将传感器及通讯模块搜集到的信息进行计算处理，作出决策。

5.1 算法的发展

目前在智能汽车领域，深度学习已在逐步取代之前的传统算法。基于深度学习架构的人工智能已经被广泛应用于计算机视觉、自然语言处理、传感器融合、目标识别、自动驾驶等汽车的各个领域，而利用GPU构建神经网络最终实现自动驾驶是各大智能驾驶相关厂商正亟待探索的领域。深度学习由多元网络模型组成，深度网络包含了多层神经元，对于给定任务，第一层神经元通过学得了对边缘的检测，而第二层的神经元可能学的识别，第三层或再往上则识别更复杂的形状。对于自动驾驶来说，其难点在于程式环境下的驾驶场景是十分复杂和难以预测的，因此需要通过融合多种传感器的数据来干事、定位、决策和规划。

图表 31：目前主流算法种类

算法	种类
深度学习	深度玻尔兹曼机 (DBM)、深度信念网络 (DBM)、卷积神经网络(CNN)、堆栈式自动编码器
神经网络	自组织映射、感知机、反向传播算法、霍普菲尔德神经网络、径向基函数网络(RBFN)、反转算法、自编码器 (Autoencoders)、玻尔兹曼机、Spiking 神经网络、学习矢量量化(LVQ)
机器学习	回归算法，神经网络，svm (支持向量机)，聚类算法，降维算法，推荐算法，高斯判别，朴素贝叶斯，决策树
径规划算法	Dijkstra 算法、Lee 算法、Floyd 算法、双向搜索算法、蚁群算法、administration

资料来源：互联网，莫尼塔研究

以英伟达最新一代的无人驾驶汽车计算平台为例，主要是基于卷积神经网络 (CNN) 的算法，测试算法的直接输入数据为像素级的车载摄像头录像的路况信息，输出数据为方向盘的控制信号，英伟达首先在云端通过大规模的数据训练得到了训练好的卷积神经网络，之后将上述卷积神经网络的参数部署到了无人驾驶汽车的计算平台中，根据英伟达的实验结果，用训练好的卷积神经网络完成无人驾驶汽车的操作，得到了很好的结果。

深度学习与传统算法最大的不同在于给予给定的模型后深度学习可以自动学习如何完成给定的任务，而这些任务可以使多样性的包括图像、语音、无人机、自动驾驶等。

图表 32：国外算法公司

公司	产品	性能
英伟达	Tesla P100	集成了 1500 亿个晶体管,每秒超过 20 万亿次的 FP16 浮点运算性能
英特尔	Nervana	这款芯片可以加速各类神经网络, 例如谷歌 TensorFlow 框架
IBM	TrueNorth	TrueNorth 的每一内核均有 256 个神经元,每一个神经有分别都跟内外部的 256 个神经元连接
Google	TPU	通过降低芯片的计算精度,减少实现每个计算操作所需的晶体管数量,从而能让芯片的每秒运行的操作个数更高
微软	Project Catapult	Catapult 硬件的成本只占了服务器中所有其他的配件总成本的 30%, 需要的运转能量也只有不到 10%,但其却带来了 2 倍原先的处理速度

资料来源：互联网，莫尼塔研究

图表 33：国内算法公司

公司	产品	性能
Mobileye	EyeQ5	EyeQ5 最多支持 20 个外部传感器（摄像头、雷达或激光雷达），完全可编程的加速器，芯片内置的四种类型加速器均经过其系列算法优化
英伟达	Drive PX2	具备高性能的平台计算和深度学习能力
英特尔	Nervana	这款芯片可以加速各类神经网络,例如谷歌 TensorFlow 框架
IBM	TrueNorth	TrueNorth 的每一内核均有 256 个神经元,每一个神经有分别都跟内外部的 256 个神经元连接
Google	TPU	通过降低芯片的计算精度,减少实现每个计算操作所需的晶体管数量,从而能让芯片的每秒运行的操作个数更高
微软	Project Catapult	Catapult 硬件的成本只占了服务器中所有其他的配件总成本的 30%, 需要的运转能量也只有不到 10%,但其却带来了 2 倍原先的处理速度

资料来源：互联网，莫尼塔研究

5.2 决策芯片的发展

CPU&GPU领域存在大量的开源软件和应用软件，任何新的技术首先会用CPU实现算法；FPGA支持深度可变的流水线结构，提供大量的并行计算资源，可以在一个芯片中为多种应用提供非常灵活的定制协处理功能，成为CPU&GPU芯片硬件加速的协处理器架构平台。随着技术突破和量产的经济性，ASIC或成为进入消费电子的主流芯片平台。目前而言，在自动驾驶领域，全球技术主流处在CPU&GPU阶段，Intel决定以167亿美元收购FPGA生产商Altera，IBM和Xilinx联合战略合作或成为加速FPGA产品在智能终端的落地。未来将是算法和芯片协同发展，软件和硬件融合设计的趋势。

图表 34：主流芯片架构对比

	CPU	GPU	FPGA	ASIC
软件&硬件	需要软件支持，指令系统		软硬件一体化架构，使用硬件语言	
开发周期	较短		较长	
能耗比	最低	较低	较高	最高
易用性&晶体管效率	指令系统将高级语言翻译成机器语言，更易用		算法直接用晶体管门电路实现，建筑在物理结构之上，晶体管效率更高	

结构	70%晶体管用来构建 cache,适用复杂的逻辑运算和通用性数据运算	晶体管大部分构建计算单元,适用大数据量、逻辑不复杂的并行计算	灵活,可部署高性能通用可编程芯片,计算效率高,更接近底层 IO	体积小、功耗低、计算性能高、计算效率高、量产成本大幅降低,适用算法固定,专用领域
性能提升方案	增加 CPU 核数、提高 CPU 频率、修改 CPU 架构增加计算单元 FMA 个数	处理的算法本身复杂度低,处理的数据之间相互独立	工艺技术	
应用领域	串行运算和逻辑控制,文字处理、运行交易数据库、网络应用等场景	图像像素处理等大规模、逻辑简单的并行运算,通用计算领域	企业军工	消费电子
发展趋势	第一阶段:CPU&GPU 起步,算法根据芯片设计优化;第二阶段:FGPA 逐步成熟开始和 CPU&GPU 组成协同处理器架构,软件和硬件开始融合;第三阶段:未来大规模技术突破和成本降低经济化,ASIC 成为主流架构,算法和芯片协同发展,软件和硬件融合加速。			

资料来源:腾讯GAD,莫尼塔研究

以英伟达为例,在智能汽车和人工智能时代,抓住GPU并行计算在大数据处理和深度学习中的优势,通过不断地整合覆盖基于深度学习的大数据训练平台DGX-1,人工智能终端嵌入式平台Jetson,和数据中心的Tesla平台,三大平台的优势协同加速英伟达的产业链布局。

- 公司在2015年3月推出了第一款面向自动驾驶的芯片方案-Drive PX系列,并于2016年1月推出其2代产品,可以支持多种雷达和视觉传感器信号的融合处理,沃尔沃将成为首家使用的车企;
- 2016年9月公司与百度宣布合作开发自动驾驶平台,两家公司将在AI 和深度学习技能方面展开合作,打造一款‘从云到车’的架构平台并向OEM 厂商提供;
- 百度已经进行了多年的无人车研发和测试,具备丰富的无人驾驶算法和人工智能技术积累,而英伟达则能够提供支撑算法运行的硬件计算平台,双方合作不仅能够推动百度无人车的早日商业化,更能够将双方的优势资源整合,共同为第三方提供自动驾驶解决方案,与英特尔、Mobileye、特斯拉和谷歌等公司抢占市场;

图表 35：英伟达的发展路径图

	核心指标	技术方案	时间	事件	总结
智能手机时代	手机信号质量	基带（调制解调技术的统称）	2008	基于 ARM 和 Geforce 的移动处理器 Tegra, 占据对图像处理要求高的游戏和平板市场	相比于高通推出骁龙系列集成式移动处理芯片,稳定可靠的集成式基带,其成本具有绝对的优势,英伟达在智能手机领域折戟沉沙
			2013	Tegra 4 :家用移动 PC 端的高性能 CPU 处理器,其出色的四核设计与英特尔的 i5 系列相同,最高支持睿频至 1.9ghz	
智能汽车	环境感	图像处理:核心就是处	2007	发布了 CUDA (Compute Unified Device Architecture)。它支持 C 语言环境的并行计算	GPU 在大规模并行运算上的先天优势让英伟达在近年

时代	知、目标识别	理一个个信息简单但数量巨大的像素点	2015	tegra X1 处理器发布，推出基于 Tegra X1 打造的全新智能汽车处理平台 DRIVE PX。英伟达提出了一种 GPU 加速计算的方法，同时运用 CPU 和 GPU 处理计算任务，将程序的密集运算放在 GPU 上，其他的逻辑依然在 CPU 上完成	自动驾驶技术和机器学习领域占得先机：特斯拉集成 Tegra 3、发布 DRIVE PX 系列自动驾驶平台、与各大汽车厂商深入合作。
	有效提高目标识别的效率和准确度	DNN（深度神经网络），机器学习：强大并行运算能力去处理海量的学习数据	2016	DRIVE PX2 平台上使用了两颗 Tegra 处理器，并包含了新一代强大的 Pascal 架构的 GPU，同时接收处理 12 路高清摄像头的信号，可以融合来自多个摄像头和激光雷达，雷达和超声波传感器的数据，这使得算法可以 360°全方位感知车辆周围的环境，从而产生稳定的图像，包括静态和动态目标	
			2016	XAVIER 采用 Volta(512 核 GPU+计算机视觉加速器+人工智能)架构，功率只有 DRIVE PX2 的四分之一（20w），单精度浮点计算每秒提升到 20TFLOPs,成为英伟达下一代车载人工智能超级计算平台	
人工智能时代开启	嵌入式智能终端，万物互联	人工智能，大数据中心，V2X	2017	发布了全新的嵌入式开发组件 Jetson TX2，使用 Pascal 架构，推动智能终端的人工智能，实现嵌入式系统垂直下沉到用户。	智能终端的人工智能体现在：实时更新，有条件地筛选有价值信息在传送到基于 Tesla P4 数据中心和 DGX-1 数据训练中心，从而实现在学习和深化

资料来源：英伟达公开资料，莫尼塔研究

在传统计算场景逐渐多元化的发展下，人工智能和自动驾驶等场景需要越来越强大的计算力，英特尔的战略布局已经从传统PC和服务端计算领域转移到以物联网、人工智能和自动驾驶为核心的未来计算领域。过去是算法根据芯片来优化，2017年3月，英特尔宣布收购在算法领域有90%市占率的mobileye，集算法与芯片于一体，发力汽车大脑，可以看成芯片和算法并行协同发展的时代的开启。

6. 投资建议

汽车电子的加速发展，给产业链公司带来了新的利润增长点，建议关注在汽车电子领域提前布局的公司。

图表 36：相关上市公司布局

领域	公司	布局
三大传感器	华域汽车	攻克芯片，具备量产 24GHz 毫米波雷达的能力
	沪电股份	攻克芯片，具备量产 24GHz 毫米波雷达 PCB 板能力
	联创电子	深耕玻璃镜头多年，在汽车摄像头领域占优
	大族激光	国内激光行业龙头
高精度地图	巨星科技	2015 年收购华达科捷 65% 股权，2016 年底收购 PRIM' TOOLS 公司 100% 股权，布局激光测量和测绘产品
	四维图新	国内最大的图商，深耕地图行业多年，并完成了与长城汽车就自动驾驶的研发合作，并试水高精地图商业化路径
车载通讯模块	大唐电信	全球第一台 LTE-V 车联网设备,支持车联网 V2X 自组织通信,并具有核心自主知识产权
	亚太股份	不断完善传感器、算法和执行器等产品方面的布局，目前已签订了多个合作订单项目
	均胜电子	2016 年收购智能车载终端供应商 TS 德累斯顿，进一步拓展人机交互内部软件领域
	国脉科技	汽车行驶记录仪和 GPS 车载终端研发

资料来源：wind，互联网，莫尼塔研究

图表 37：建议关注标的

公司	代码	2016 年 收入,亿	2016 年 净利,亿	股价	pe				eps		总市值, 亿
					2016	ttm	2017	2018	2016	2017	
华域汽车	600741	-	-	16.82	9.27	9.44	8.73	7.68	1.72	1.77	530.29
沪电股份	002463	37.88	1.24	4.83	57.94	65.18	23.23	16.81	0.08	0.09	80.86
联创电子	002036	29.71	2.02	20.50	42.99	56.71	30.93	21.43	0.45	0.41	119.33
大族激光	002008	69.52	7.66	26.96	26.75	37.55	26.22	21.21	0.84	0.78	287.49
巨星科技	002444	36.05	6.52	16.89	28.22	27.87	24.81	20.96	0.55	0.56	181.61
四维图新	002405	15.83	1.57	20.27	104.99	138.13	63.90	49.14	0.18	0.16	216.19
大唐电信	600198	-	-	17.33	71.01	-84.83	60.49	38.69	0.22	-0.85	152.87
亚太股份	002284	34.19	1.44	15.35	59.97	78.62	56.23	41.69	0.23	0.24	113.21
均胜电子	600198	-	-	17.33	71.01	-84.83	60.49	38.69	0.22	-0.85	152.87
国脉科技	002093	12.31	0.78	10.89	87.03	141.38	58.90	43.27	0.13	0.10	109.72

资料来源：，莫尼塔研究

近期报告

光通信专题

- 2016年9月07日 莫尼塔TMT-光通信深度系列报告（一）--光纤行业供需关系深度解析-160907
- 2016年9月22日 莫尼塔TMT-光通信深度系列报告（二）--数据时代，光器件进入新景气周期-160922

物联网专题

- 2016年8月30日 莫尼塔TMT-事件点评-NB-IoT产业联盟梳理问题清单和联盟答案-160830
- 2016年6月28日 莫尼塔TMT-行业深度报告：智慧路灯——智慧城市的又一入口-160628
- 2016年6月23日 莫尼塔TMT-首次实现量子指纹识别&NB-IOT通过事件点评-160623

相变存储行业专题

- 2016年8月05日 莫尼塔TMT-相变时代已到来-160805
- 2016年6月23日 莫尼塔TMT-事件点评-3D XPoint今年底用于SSD 推动相变存储量产化进程-160623
- 2016年6月03日 莫尼塔TMT-相变储存产业链分析-160603
- 2016年5月30日 莫尼塔TMT-行业专题：相变储存资料汇总-160530
- 2016年5月22日 莫尼塔TMT-周报-相变内存或将颠覆存储行业-160522

AR专题

- 2016年5月30日 莫尼塔TMT-行业深度报告：AR产业演进速度研究-160530
- 2016年4月18日 莫尼塔TMT-周报-国内AR投资热潮将至-160418

免责声明

本研究报告中所提供的信息仅供参考。报告根据国际和行业通行的准则，以合法渠道获得这些信息，尽可能保证可靠、准确和完整，但并不保证报告所述信息的准确性和完整性。本报告不能作为投资研究决策的依据，不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证，无论是否已经明示或者暗示。

上海 (总部)

地址：上海市浦东新区花园石桥路66号
东亚银行大厦702室
电话：+86 21 3383 0502
传真：+86 21 5093 3700

北京

地址：北京市东城区东长安街1号东方
广场E1座1803室
电话：+86 10 8518 8170
传真：+86 10 8518 8173

纽约

地址：纽约市曼哈顿区麦迪逊大道295
号12楼1232单元
电话：+1 212 809 8800
传真：+1 212 809 8801

<http://www.cebm.com.cn>

Email: cebm-service@cebm.com.cn