

汽车智能网联化风起云涌，万亿市场蓄势待发

——汽车智能网联化专题报告

分析师：王芳 执业证号：S0100519090004
研究助理：傅鸣非 执业证号：S0100120080041

2021年01月12日

风险提示：1) 汽车智能网联技术发展不及预期。2) 政策、法规推进不及预期。3) 5G商用落地不及预期。

守 民
正 生
出 在
新 勤



1. 政策+技术+产业链变革，催化近2万亿市场空间

- 智能汽车智能化、网联化是汽车产业新革命下一个风口，中国汽车产业在政策+技术+产业链变革驱动下，2020-2030年市场空间有望达到2万亿，智能网联渗透率在2025年有望达到75%。

2. 2021年L2+级别自动驾驶加速落地，ADAS渗透率持续提升，2023年市场规模有望超越1200亿

- 短期，L2+、L3级别渗透率持续提升。ADAS系统作为实现自动驾驶的重要支撑技术，先行放量，2023年市场规模有望达到1206亿元，2020-2023年CAGR约为36.7%；同时，L4级别及以上自动驾驶技术，将降维应用至L2+级别自动驾驶当中；中长期，随着技术的突破及法规的完善，L4/L5级别自动驾驶将逐渐落地。

3. 智能化产业链，环境感知系统优先受益，国产厂商积极融入

- 自动驾驶高景气度带动环境感知系统及车载操作系统装载率提升，摄像头、毫米波雷达、激光雷达、高精度地图、车载AI芯片、计算平台等市场空间持续扩大。

4. 网联化产业链，进入网联基础设施部署关键期，国产厂商优势明显

- 云控平台、车载OBU、路侧RSU率先放量，车载OBU市场渗透率2025年有望达到50%，同期市场规模约为365亿元；路侧RSU市场渗透率2025年有望达到50%，同期市场规模约为525亿元。

5. 投资建议：重点关注德赛西威、华测导航、四维图新、移远通信、广和通；建议关注北斗星通、中海达。

风险提示：智能网联汽车技术发展不及预期，政策、法规推进不及预期，5G商用落地不及预期。

盈利预测与财务指标

代码	公司名称	现价		EPS			PE				评级
		2021/1/12	2019A	2020E	2021E	2022E	2019A	2020E	2021E	2022E	
002920.SZ	德赛西威	100.66	0.53	0.82	1.10	1.45	57.10	122.10	91.11	69.43	未评级
300627.SZ	华测导航	24.31	0.58	0.60	0.78	1.06	38.12	40.0	30.6	22.6	推荐
002405.SZ	四维图新	15.51	0.18	0.13	0.23	0.29	93.11	115.83	67.03	53.06	未评级
603236.SH	移远通信	196.26	1.94	1.98	3.22	5.16	87.91	99.33	60.93	38.03	未评级
300638.SZ	广和通	65.12	1.40	1.21	1.72	2.33	49.48	53.65	37.77	27.90	未评级
300177.SZ	中海达	10.39	(0.23)	0.15	0.25	0.32	-38.84	68.04	41.91	32.44	未评级
002151.SZ	北斗星通	53.50	(1.31)	0.26	0.38	0.67	-18.99	209.72	142.59	80.25	未评级

资料来源：公司公告，民生证券研究院，未评级公司使用WIND一致预期

1. 政策+技术+产业链变革，催生智能网联汽车产业万亿级市场空间
2. 智能化：自动驾驶渗透率持续提升，L2+加速突破，相关组件放量
3. 网联化：自动驾驶必经之路，网联基础设施先行部署

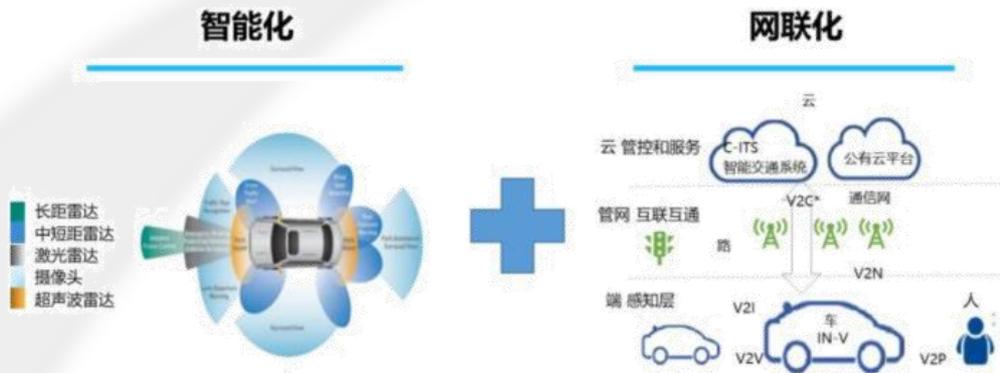
1. 政策+技术+产业链变革，催生智能网联车产业万亿级市场空间

1.1 智能网联汽车定义

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车与人（人、车、路、云端等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可实现“安全、高效、舒适、节能”形式，并最终实现代替人来操作的新一代汽车。是汽车、信息、通信等多学科多技术深度融合的典型应用。

智能网联汽车是智能汽车发展的战略方向，网联协同是智能驾驶发展的未来趋势。

智能网联汽车=单车自动驾驶+网联式汽车，二者融为一体催生新产品、新模式、新生态

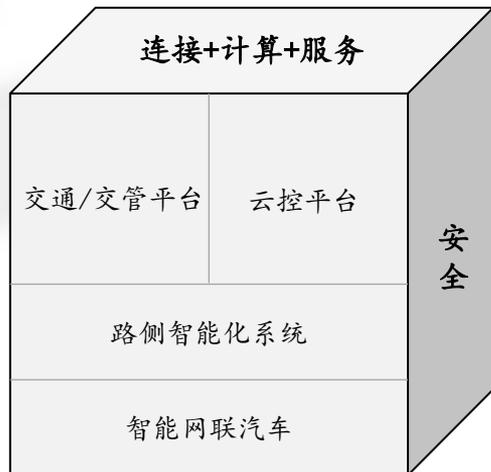


资料来源：《C-V2X业务演进白皮书》，民生证券研究院

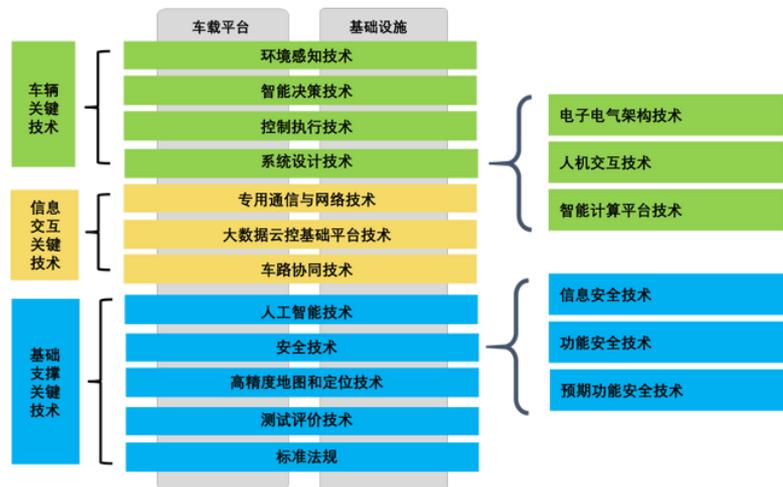
1.1 智能网联汽车发展技术体系及关键技术

智能网联汽车技术体系涉及信息通信、交通、汽车等行业，以安全为支撑，对车、路、云端产生的信息流进行融合感知、计算、决策与信息下发。具体技术架构可划分为“三横两纵”。

网联自动驾驶技术体系三向视图



智能网联汽车“三横两纵”技术架构



资料来源：中国信息通信研究院，民生证券研究院

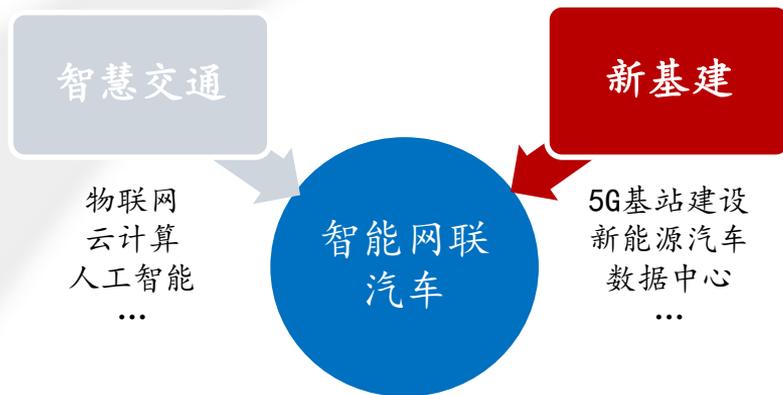
资料来源：《智能网联汽车技术路线图2.0》，民生证券研究院

1.2 智慧交通+新基建，智能网联汽车发展正当时

智能网联汽车是智慧交通落地应用的突破口，助力智慧交通系统建设。智慧交通是指在智能交通的基础上运用物联网、云计算、互联网、人工智能、自动控制、移动互联网等技术进一步提升交通系统运行效率和管理水平，确保通畅的公众出行。交通强国战略之下，智慧交通行业发展持续看好。智能网联汽车作为智慧交通建设的突破口和发力点，迎来历史性发展机遇，同时将有效促进智慧交通系统落地。

智能网联汽车融合新基建建设重要方向。新基建以新发展为理念，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，包括5G基站建设、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、工业互联网。智能网联汽车横跨新能源、物联网、基站建设等多个领域，契合新基建建设重要方向，产业发展基础支撑强劲。

智慧交通叠加新基建，奠定智能网联汽车发展新机遇



资料来源：智研咨询，民生证券研究院

1.2 政策及规划频发，催化智能网联汽车行业发展

智能网联汽车发展已提升至国家战略高度，国务院和工业和信息化部、交通运输部、科学技术部、发展改革委、公安部等部委出台一系列规划及政策推动我国智能网联汽车产业发展。

智能网联汽车发展相关政策、规划

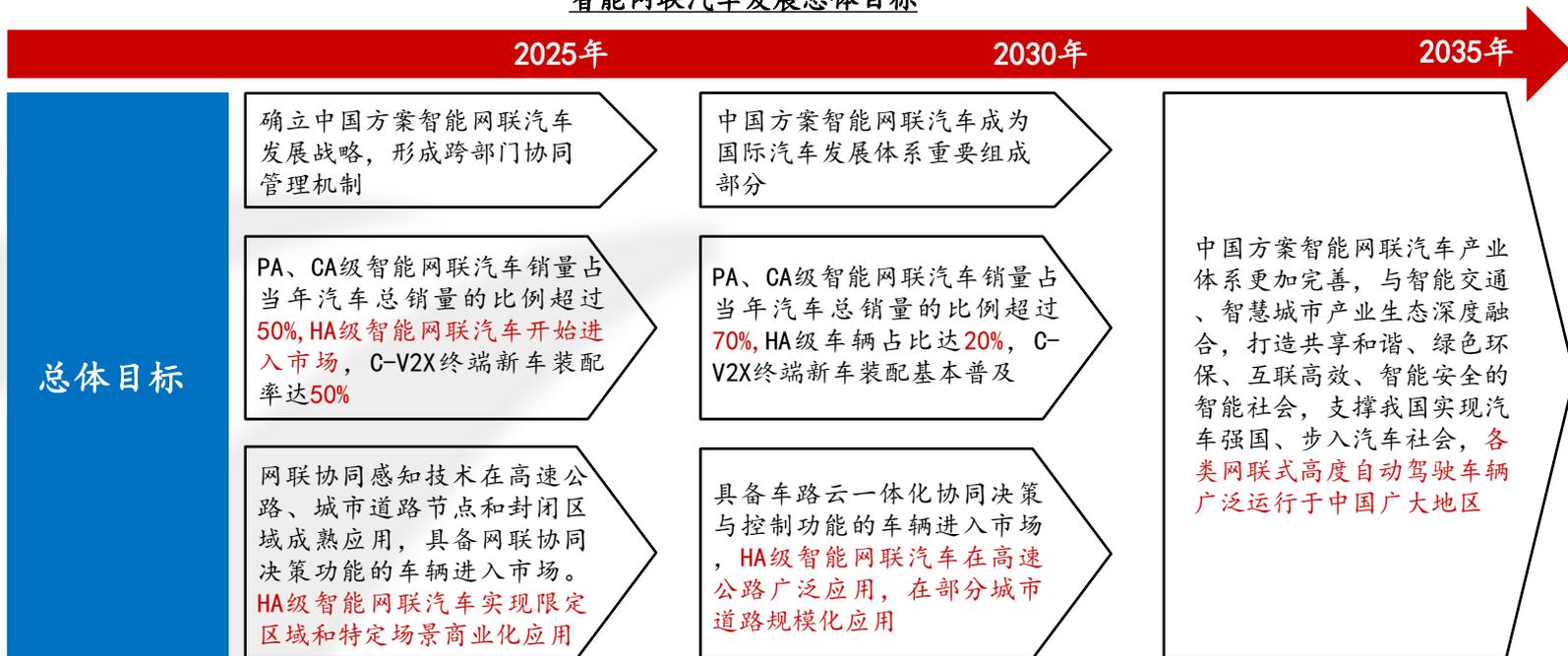
时间	部门	名称	内容
2017.2	国务院	《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》	提出构建新一代交通信息基础网络，明确提出加快车联网建设和部署。
2017.4	工信部、发改委、科技部	《汽车产业中长期发展规划》	提出以智能网联汽车为突破口之一，引领整个产业转型升级。
2018.5	工信部、公安部、交通运输部	《智能网联汽车道路测试管理规范》	对测试主体、测试驾驶人和测试车辆等都提出了严格要求，以促进我国智能网联汽车发展。
2018.11	工信部	《车联网（智能网联汽车）直连通信使用5905-5925MHz频段管理规定（暂行）》	规划5905-5925MHz频段作为基于LTE-V2X技术的车联网（智能网联汽车）直连通信的工作频段。
2018.12	工信部	《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》	大力支持 LTE-V2X、5G-V2X 等无线通信网络关键技术研发与产业化。
2019.9	国务院	《交通强国建设纲要》	加强智能网联汽车（智能汽车、自动驾驶、车路协同）研发，形成自主可控完整的产业链。
2020.2	发改委、工信部、科技部	《智能汽车创新发展战略》	提出我国智能交通和智能网联汽车发展战略目标。
2020.3	工信部	《关于推动5G加快发展的通知》	提出促进“5G+车联网”协同发展。推动将车联网纳入国家新型信息基础设施建设工程，促进LTE-V2X规模部署。建设国家级车联网先导区，丰富应用场景，探索完善商业模式。
2020.9	国务院办公厅	《关于以新业态新模式引领新型消费加快发展的意见》	推动车联网部署应用。
2020.11	国务院办公厅	《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》	加快基于蜂窝通信技术的车辆与车外其他设备间的无线通信（C-V2X）标准制定和技术升级。
2020.12	交通运输部	《关于促进道路交通自动驾驶技术发展和应用的指导意见》	支持开展自动驾驶载货运输服务、稳步推动自动驾驶客运出行服务、鼓励自动驾驶新业态发展。

资料来源：民生证券研究院整理

1.2 政策及规划频发，催化智能网联汽车行业发展

《智能网联汽车技术路线图2.0》明确智能网联车分阶段发展目标与里程碑，规划十五年清晰发展路径，将有效促进智能网联车产品创新及技术落地，加速市场应用。据中汽协预测，2025年新车销量将达到3000万辆，届时PA、CA级智能网联车数量约为1500万辆，且将有1500万辆新车装配C-V2X终端。

智能网联汽车发展总体目标



注：PA为部分自动驾驶，CA为有条件自动驾驶，HA为高度自动驾驶

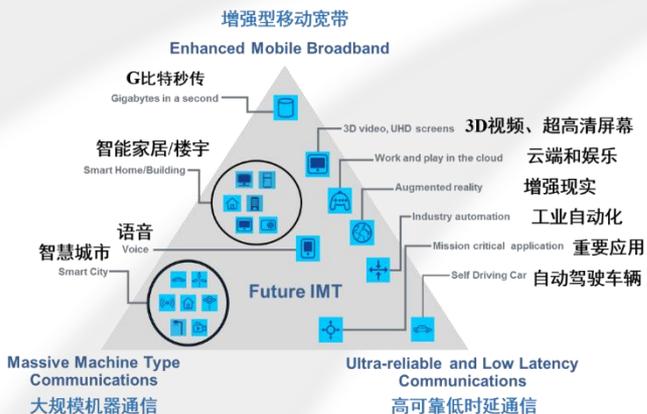
资料来源：《智能网联汽车技术路线图2.0》，中汽协，民生证券研究院

1.3 技术升级，5G技术提供网联化发展基础及必要条件

5G商用加速落地，智能网联车是最佳应用场景。5G具有低时延、高可靠、高速率、广连接的特点，支撑智能网联车与周边环境设施实现无线通讯和信息交换，便于及时做出决策，满足自动驾驶苛刻的延时要求。5G技术的飞速发展以及配套基础设施的建设，为智能车联网发展提供基础。

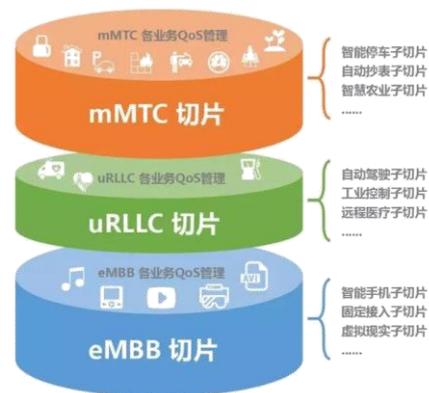
5G网络新技术SDN（软件定义网络）、NFV（网络功能虚拟化）、网络切片等，提升智能网联车业务效率及安全性。SDN技术实现控制和转发解耦，NFV技术实现软件和硬件解耦，达到灵活化，服务于网络切片技术。网络切片技术实现按需组网，提供低至1-5ms端到端时延和高至10Gbps峰值速率，满足网联化不同场景的网络需求，推进车用网络建设及通信产品加速普及与应用。

5G三大应用场景



资料来源：中国无线电管理，民生证券研究院

5G网络切片技术应用场景

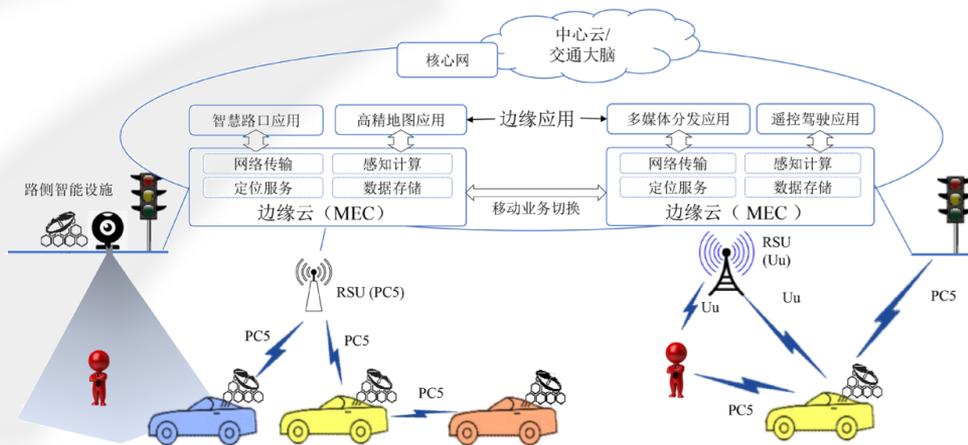


资料来源：搜狐，民生证券研究院

MEC多接入边缘计算为网联化低时延业务提供技术支持。智能网联业务中有关驾驶安全类的业务主要特征是低时延、高可靠。在时延需求上，自动驾驶要求时延低至3ms。MEC技术在支持网联通信的基础上，还可以承载部分车联网业务功能，实现数据融合和业务协同，降低时延，减少海量数据回传造成的网络负荷。

MEC与车联网融合实现多元化场景应用。网联化应用场景复杂且多样，例如交通岔路口信号灯控制参数优化、车辆拥堵场景的分析与识别、区域内高精度地图的实时加载、自动驾驶车辆的调度、交通流合流场景、优先车辆通行等，需要大量的计算/存储/传输资源或对交通要素进行组织协调，通过MEC与车联网融合能够有效实现场景应用需求。

MEC与车联网融合场景视图



资料来源：IMT-2020 (5G) 推进组，民生证券研究院

1.4 产业链变革焕发新活力，迎来历史性发展机遇

传统汽车产业链为上下游链条模式，整体产业链长且各环节较为独立。上游为原材料、零部件厂商，中游整车厂进行整车制造，下游汽车经销商、汽车4S店、汽车金融公司等提供销售及售后服务。

传统产业链参与厂商盈利模式单一，价值链受整车厂影响大，整体业绩周期波动大。整车厂作为产业链的核心，对上下游厂商影响较大。整车厂主要依靠向经销商销售取得收入与生产成本的价差作为盈利，盈利周期较长且单一，相应业绩波动较大。

传统汽车产业链



资料来源：文档网，民生证券研究院

1.4 产业链变革焕发新活力，迎来历史性发展机遇

智能网联汽车发展使得汽车产业链产生变革性突破，新势力厂商注入发展新活力。智能网联车在传统汽车基础上通过ICT技术改造实现“自动化”、“网联化”技术升级。新势力、互联网车厂突破传统产业链壁垒，鲶鱼效应激发产业变革活力；软件定义汽车时代，产业链延伸出诸多新领域，ICT厂商有望进军Tier 1供应商环节。

智能网联汽车产业链



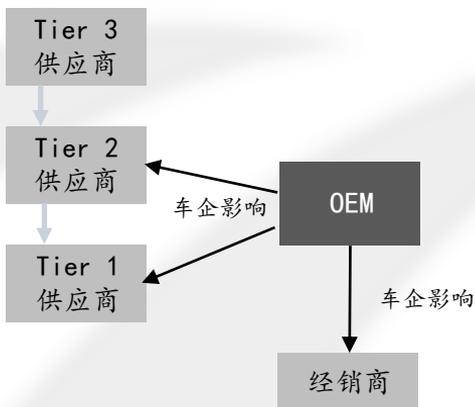
资料来源：蔚来，中商产业研究院，民生证券研究院

1.4 产业链变革焕发新活力，迎来历史性发展机遇

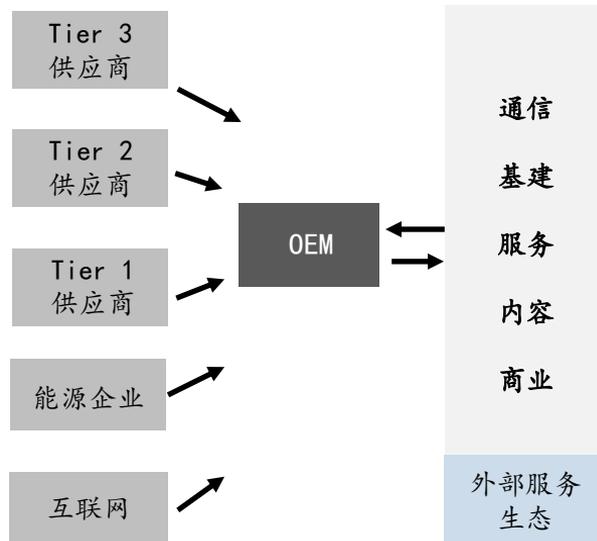
智能网联汽车发展，焕发产业链新动能，重塑价值分配，拓展生态空间：

新势力车厂、互联网科技巨头、零部件创业公司积极融入，与传统厂商进行跨界合作，重塑价值分配；整车厂突破制造环节，延伸至上下游产业链，开创新的业态与市场。总体上，车企突破以自身为核心的生态体系，通过与传统制造端和外部服务端生态的合作，共同构建以用户需求为核心的新型生态体系，单车价值量实现跨越式提升。

传统车企价值链



未来车企价值链



资料来源：IHS Markit，民生证券研究院

1.5 政策+技术+产业链变革，催化万亿级市场空间

中国智能网联车市场规模及渗透率将持续提升，2023年规模有望达到2381亿元，2020-2023年CAGR约为20.62%。据智研咨询，中国智能网联车市场规模2019年约为1125亿元，未来4年CAGR约为20.62%，有望在2023年达到2371亿元。同时，根据IHS Markit数据，中国智能网联车2019年市场渗透率约为35.3%，随着自动驾驶及网联技术的升级，2025年市场渗透率将达到75.9%，中国有望成为全球最大智能网联车市场。

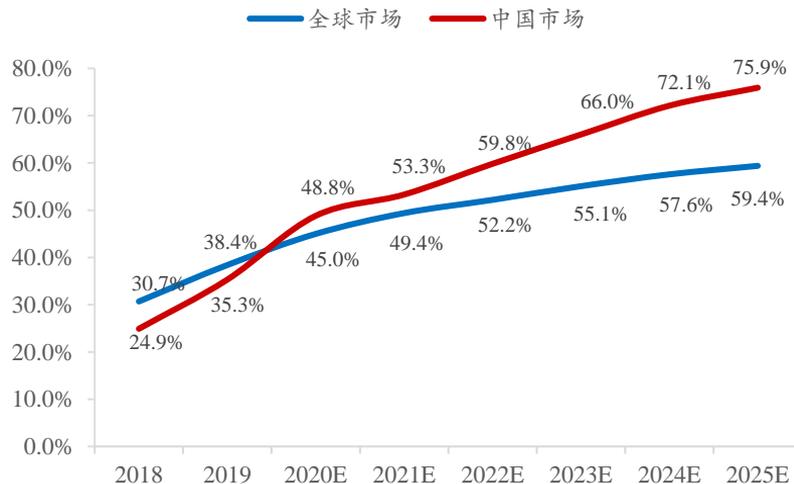
智研咨询进一步将智能网联车市场细分，并推测2020-2030年智能网联车10年产业总规模有望达到近2万亿元。其中“聪明的车”市场规模约为8350亿元，“智慧的路”市场规模约为2950亿元，“车路协同”市场规模约为7630亿元。

中国智能网联车市场规模及预测（亿元）



资料来源：智研咨询，民生证券研究院

全球及中国市场智能网联车渗透率情况及预测



资料来源：IHS Markit，民生证券研究院

2. 智能化：自动驾驶渗透率持续提升，L2+加速突破，相关组件放量

2.1 自动驾驶定义

目前对于自动驾驶技术定义的分级，有两个权威机构NHTSA（美国高速公路管理局）和SAE（汽车工程协会）分别发布了对自动驾驶各个级别的定义：

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	人	人	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、车	人	人	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	人	人	
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	车	人	
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	车	车	
	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	车	车	所有场景

资料来源：搜狐汽车，民生证券研究院

2.1 自动驾驶定义

中国工信部于2020年3月发布《汽车驾驶自动化分级》推荐性国家标准报批公示，该标准规定了汽车驾驶自动化系统的分级原则和技术要求，将驾驶自动化分成0至5级，为智能网联汽车发展提供支撑。

中国自动驾驶分级

等级	名称	车辆横向和纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务接管	设计运行条件
L0	应急辅助	驾驶员	驾驶员、系统	驾驶员	有限制
L1	部分自动辅助	驾驶员、系统	驾驶员、系统	驾驶员	有限制
L2	组合驾驶辅助	系统	驾驶员、系统	驾驶员	有限制
L3	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务接管用户 (接管后成为驾驶员)	有限制
L4	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
L5	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制

资料来源：工信部，民生证券研究院

2.2 发展现状：七大落地现实场景

自动驾驶已实现的七大现实应用场景（低速、限定场景）



自动驾驶出租车



干线物流



无人配送



无人环卫



无人驾驶巴士



封闭式园区物流



自主代客泊车

资料来源：智车科技，搜狐汽车，IT之家，民生证券研究院

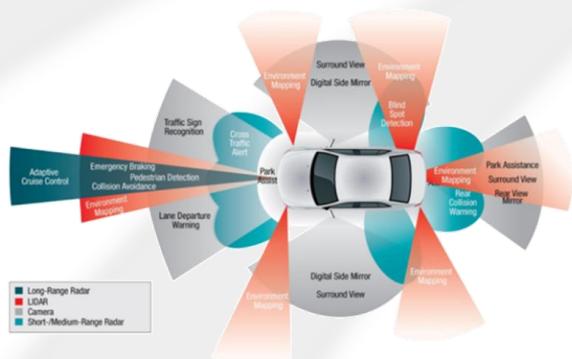
2.2 发展现状：两条发展路径并存

主流自动驾驶技术路线可划分为“渐进式”路线及“跨越性”路线：

“渐进式”路线，参与者为传统车厂及新势力车厂。传统车厂通常从基础ADAS系统开始应用，对自动驾驶持有较为谨慎的态度，注重投入与回报的平衡，倾向于研发现阶段可量产的ADAS产品，通过渐进式技术迭代过渡到高级别无人驾驶阶段，发展路径为L2-L3-L4或L2-L4。新势力车厂以特斯拉、小鹏、蔚来等为代表，直接推出L2\L2+自动驾驶车辆，现阶段主推自主泊车及导航领航功能，逐步提升自动驾驶水平。

“跨越性”路线，参与者主要为互联科技巨头及自动驾驶公司，例如谷歌、百度、Cruise等，直接推出L4级别无人自动驾驶车辆，以Robotaxi落地应用锻造核心竞争力。由于L4级别自动驾驶对技术以及道路环境要求高，目前仅限于特定区域应用。

“渐进式”路线，ADAS系统装配示例



资料来源：搜狐汽车，民生证券研究院

“跨越性”路线，Robotaxi示例



资料来源：智车科技，民生证券研究院

民生证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格
 请务必阅读最后一页免责声明

2.2 发展现状：L3级别自动驾驶进展放缓

大部分车厂自动驾驶升级路径由L2-L3-L4-L5逐级递增，2020年为L3级别自动驾驶元年。但由于L3级别自动驾驶量产尚需法规出台，多数企业L3级别自动驾驶推进进展缓慢，推出L2+自动驾驶概念应用；部分车厂选择跨过L3级别，直接进行L4级别技术研发。互联网科技企业则多数直接进行L4级别自动驾驶研发，并推动部分L4级别技术降维应用至L2+级别自动驾驶车型当中。

部分车企自动驾驶发展时间规划

企业	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
宝马		L2			L3			L4	
奔驰		L2		L3				L4	
沃尔沃		L2			L4				
大众		L2			L4				
通用		L2		L4					
福特		L2			L4				
丰田		L2		L4					
本田		L2		L3					
日产		L2			L3				
现代起亚		L2			L4				
上汽		L2			L3	L4			
一汽		L2		L3	L4				L5
长安		L2		L3		L4			L4
东风		L2		L3					L4
北汽		L2		L3	L4				
广汽	L2		L3						
吉利		L2		L3				L4	
长城		L2		L3		L4			
奇瑞		L2		L3					
蔚来		L2			L3				
威马		L2			L3				
小鹏		L2		L3					
特斯拉		L2		L3	L4				

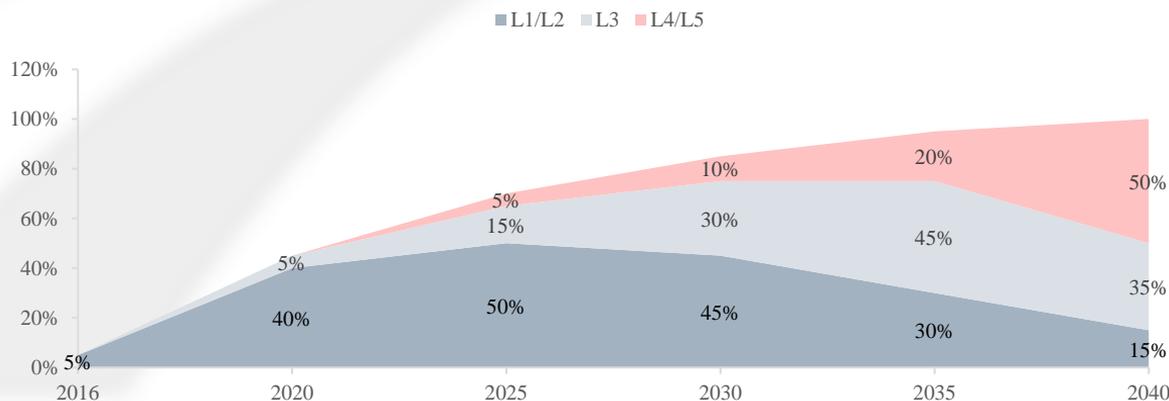
资料来源：盖世汽车研究院，民生证券研究院

2.3 自动驾驶发展路径：L2+级别自动驾驶加速优先落地

L3级别作为自动驾驶的分水岭，是实现向高级别自动驾驶突破的关键阶段。但现阶段受限于技术、成本、伦理道德、政策法规等因素，尤其是对安全事故责任认定法规不完全，L3级别自动驾驶量产存在一定阻碍。现阶段将以L2+级别自动驾驶及ADAS系统渗透率持续提升为主，逐渐过渡到高等级无人驾驶。总体上，自动驾驶技术迭代将分阶段逐步推进：

- 短期（2020-2025），有条件自动驾驶L2+、L3级别产品持续放量，渗透率持续提升。** ADAS系统作为实现自动驾驶的重要支撑技术，亦是自动驾驶发展的必经之路，将先行放量；同时，以Robotaxi、特定场景无人驾驶的L4级别及以上自动驾驶技术将降维应用至L2+级别自动驾驶当中，以自主泊车及导航领航功能为主，支持实现量产。
- 中长期（2025-2035），高级别自动驾驶仍然是终极发展目标。** 随着技术的突破、安全等级的提升及法规的完善，L4/L5级别自动驾驶长期将逐渐落地。

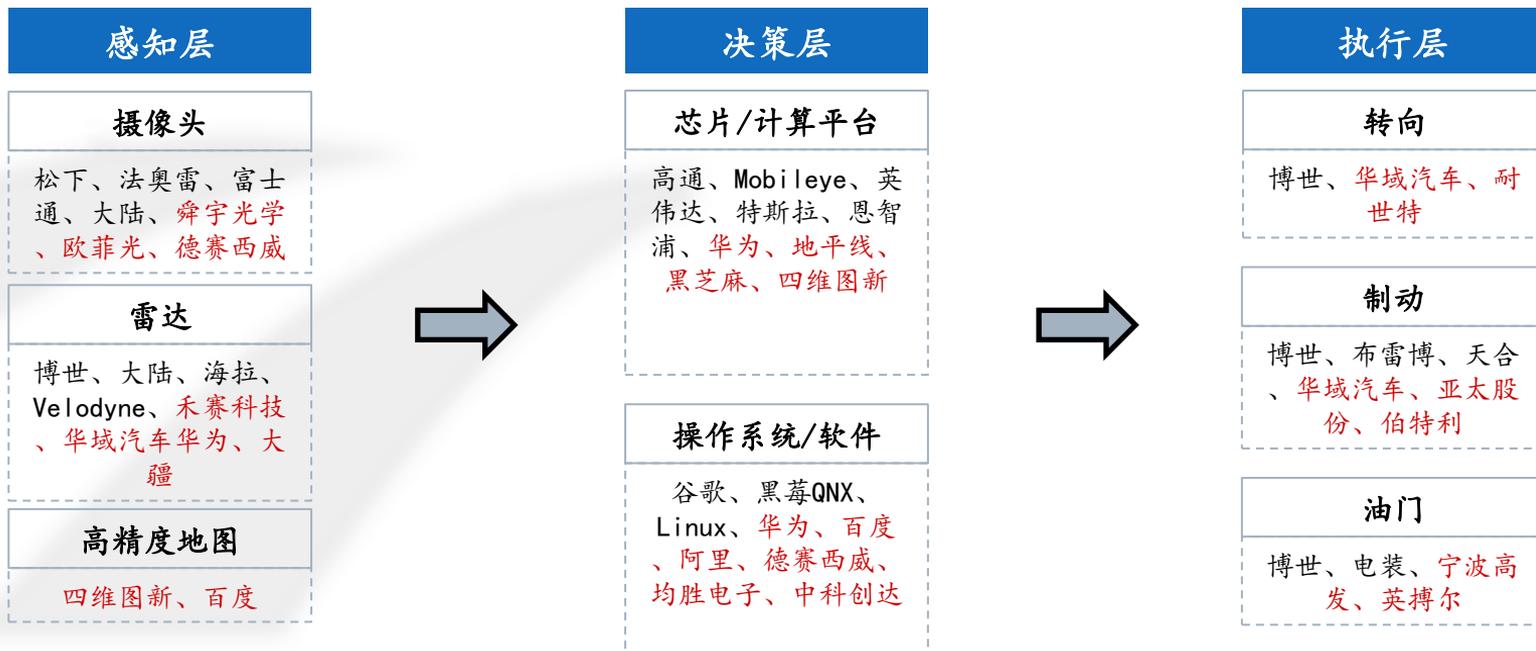
全球分等级自动驾驶汽车渗透率情况



资料来源：前瞻经济研究院，民生证券研究院

2.4 自动驾驶产业链

自动驾驶产业链分为感知-决策-执行三个层面，感知是基础，决策是关键。感知层通过传感系统，代替人的视觉和听觉感知，采集并处理环境信息和车内信息，常用的传感器包括摄像头、激光雷达、毫米波雷达等；决策层利用芯片+算法制定控制策略，通过具有人工智能特性的控制系统，根据驾驶员意图、当前车速等状态及外部情况，规划驾驶指令、规划行驶路径；执行层根据反馈到底层模块的信息，执行驱动、制动和转向任务。



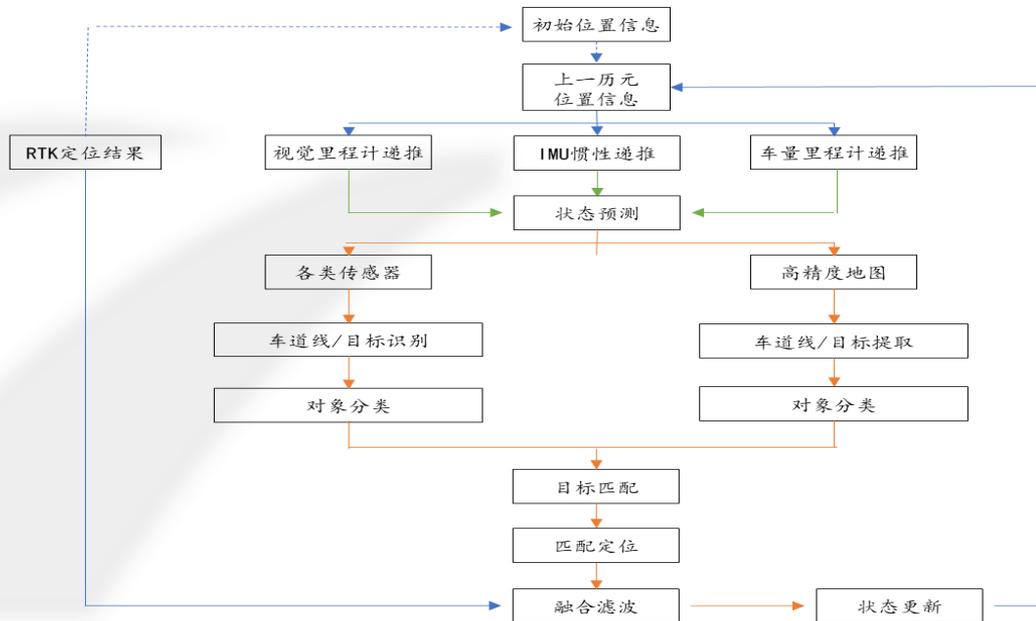
资料来源：智研咨询，民生证券研究院整理

2.4 自动驾驶产业链

高精度定位横跨自动驾驶产业链感知层、决策层，需要融合蜂窝网、卫星、惯导、摄像头及雷达数据满足车辆的高精度定位需求性能需求。实现车辆高精度定位需要依靠以下关键技术：RTK差分系统、传感器与高精度地图匹配定位、蜂窝网定位及同步。

以基于语义级的高精度地图匹配定位流程作为示例，展示高精度定位的实现与多传感器（摄像头、毫米波雷达、激光雷达等）及高精度地图的融合。

基于语义级高精度地图匹配定位流程



资料来源：《车辆高精度定位白皮书》，民生证券研究院

2.4 L2+级自动驾驶、ADAS系统渗透率提升，感知层优先受益

高级驾驶辅助系统（ADAS）通过传感器、处理单元以及控制单元以帮助驾驶者察觉可能发生的危险，是提高驾驶安全的主动安全技术，也是实现自动驾驶的过程性技术，短中期具备高成长性。其具体功能可分为信息辅助类、控制辅助类。

信息辅助类



车道偏离警示系统

LDW



交通标志识别

TSR



夜视系统

NV

...



前向碰撞预警系统

FCW



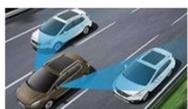
驾驶员疲劳预警

DDW



泊车辅助系
统PA

PA



盲区监测系统

BSD



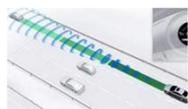
变道辅助系统

LCA



360° 全景
影像系统

影像系统



自适应巡航系统

ACC



智能车速控制

ISA



增强型人行检测
系统

系统

...

控制辅助类



自动紧急制动

AEB



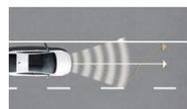
自动泊车系统

APS



预碰撞系统

PCS



车道保持系统

LKA



交通拥堵辅助系统

TJA



交叉路口自动
刹车系统

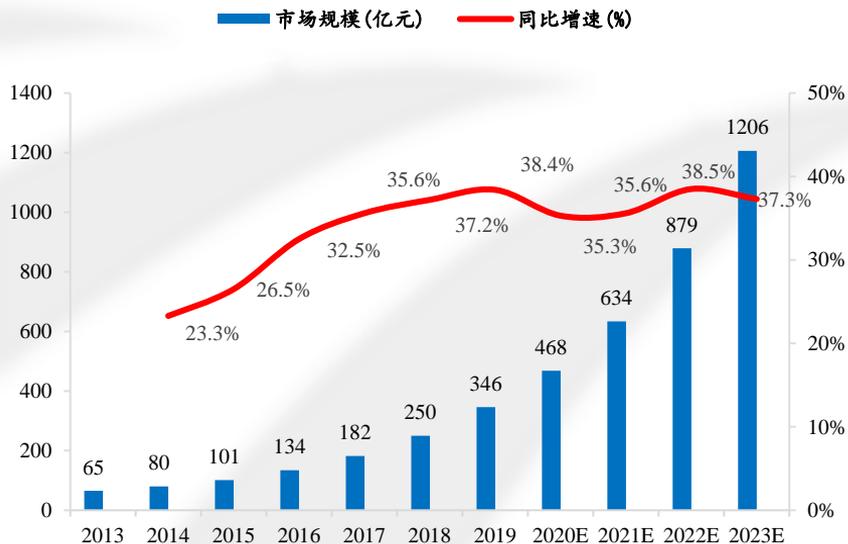
系统

资料来源：盖世汽车研究院，民生证券研究院

2.4 L2+级自动驾驶、ADAS系统渗透率提升，感知层优先受益

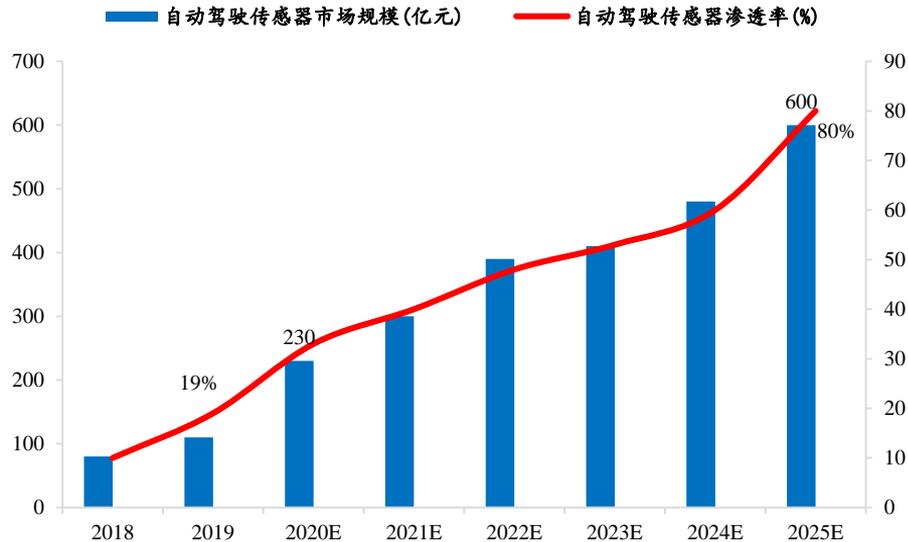
短期内，L2+ADAS系统将持续放量，ADAS系统渗透率持续提升具有确定性，产业链感知层优先受益。据北京恒州博智汽车研究中心预测，中国ADAS系统市场规模有望在2023年达到1206亿元，2020-2023年CAGR约为36.7%。同时，感知层传感器作为ADAS系统核心，市场渗透率亦将逐步提升。另据智研咨询，自动驾驶传感器市场到2025年规模有望达到600亿，2020-2025年CAGR约21%，市场渗透率约为80%。

中国ADAS系统（前装+后装）市场规模预测



资料来源：北京恒州博智汽车研究中心，民生证券研究院

中国自动驾驶传感器市场规模及渗透率



资料来源：智研咨询，民生证券研究院

2.4 L2+级自动驾驶、ADAS系统渗透率提升，感知层优先受益

环境感知系统是自动驾驶系统获取外部行驶道路环境数据并帮助系统实现定位的关键环节，是实现自动驾驶的基础。感知系统包括摄像头和雷达两类：1)摄像头，在获取图像数据后，通过图像识别技术，可以实现距离测量、目标识别等功能。2)雷达，利用发射波和反射波之间的时间差、相位差等信息，获得目标物体的位置、移动速度等数据。

从传感器配置上来看，自动驾驶级别越高，所需求的传感器数量越多。ADAS系统功能主要覆盖L0-L2级别自动驾驶，对摄像头、超声波雷达、毫米波雷达具有需求；L3及以上自动驾驶进一步需求激光雷达。

各等级自动驾驶功能实现及硬件要求

等级	功能实现	传感器数量要求(个)							总计	
		摄像头				超声波雷达	毫米波雷达			激光雷达
		前视	后视	车内	环视		LRR	SRR		
L1	自适应巡航、自动紧急制动 车道保持、泊车辅助	1	1			6	1		9	
L2	车道内自动驾驶、换道辅助 自动泊车	3	4			8	1		16	
L3	高速自动驾驶、城郊公路驾驶 编队行驶、交叉路口通过	3		1	4	8	1	4	1	22
L4	车路协同	3		1	4	8	1	4	2~3	23~24
L5	城市自动驾驶	3		1	4	8	1	4	4~6	25~27

资料来源：盖世汽车研究院，麦姆斯咨询，民生证券研究院

2.4.1 环境感知是自动驾驶基础——摄像头

车载摄像头是主流感知系统必备的传感器，主要包括内视摄像头、后视摄像头、前置摄像头、侧视摄像头、环视摄像头等，可实现向前驾驶辅助、全景环视、驾驶员疲劳监控等多种功能。

车载摄像头分类及功能

类别	个数	功能	描述
前视(单目/双目)	1~4	向前驾驶辅助	VO_CC(基于视觉的自适应巡航控制)探测与本车道前车之间的距离并按照设定好的最高时速和两车之间的距离进行巡航； AEB(自动紧急刹车)探测前方的车辆、行人等障碍物。在发现距离过近且存在碰撞风险时进行自动制动； FCW(前碰撞报警)进行自动制动之前的预警功能； LDR(车道偏离报警)通过前摄像头识别前方道路信息，当车辆发生无意识偏离时发出报警； LKA(车道保持辅助) LDW的升级功能，辅助纠正驾驶员的无意识偏离，使车辆回到车道中； TSR(交通标志识别)系统通过仪表显示前摄像头识别出的前方道路标志，并给出相应的报警信息； HBA(远光灯辅助)通过前摄像头识别出对面来车和前方同向车辆，自动切换远光灯到近光灯，避免对于其他车辆造成炫目； PCW(行人防碰撞预警)实现行人检测预警功能。
		行车记录仪	实拍摄像车辆前方行车路况
		夜视摄像头	使用红外线摄像头收集周围物体热量信息并转变成可视图像，以增加夜间行车安全性
后视	1~4	倒车摄像头	当汽车挂倒挡时，摄像头将车后状况显示于中控或后视镜的液晶显示屏上
环视	4~8	全景环视系统	采集汽车四周图像数据，生成360度的车身俯视图并在中控台的液晶显示屏上
侧视	2	盲点监测	安装在后视镜下方部位，检测侧后方盲点区域内车辆
车内监控	1	驾驶员疲劳监控	通过摄像头拍摄驾驶员面部动态进行识别。在驾驶员打瞌睡、抽烟、打电话等危险驾驶行为进行时间发出报警

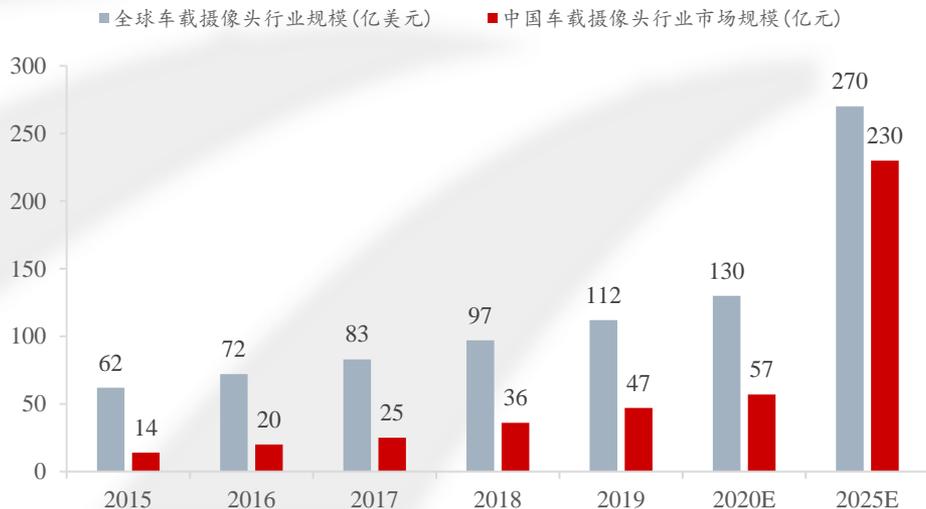
资料来源：中国产业信息网，民生证券研究院

2.4.1 环境感知是自动驾驶基础——摄像头

随着ADAS系统渗透率提升，车载摄像头市场规模将持续增长。据ICVTank及前瞻产业研究院，2025年全球车载摄像头市场规模预计达到270亿美元，2020-2025年CAGR约为15.7%；中国市场规模约为230亿元，2020-2025年CAGR约为32.2%。

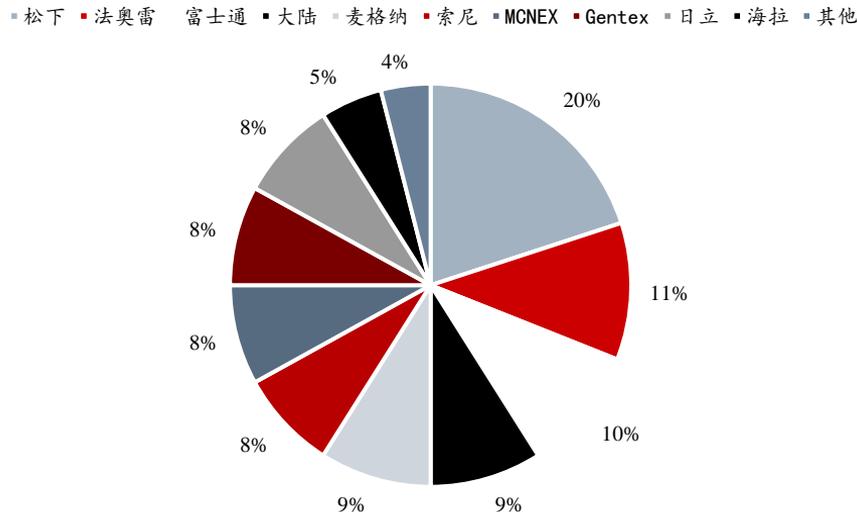
全球车载摄像头市场主要由国外松下、法奥雷、富士通等国际巨头占据，国产厂商市场份额较低。国内市场，舜宇光学、欧菲光等国产厂商在车载摄像头镜头方面取得突破，参与车载摄像头产业链。

2015-2025全球及中国车载摄像头规模情况及预测



资料来源：ICVTank，前瞻产业研究院，民生证券研究院

2018年全球车载摄像头竞争格局



资料来源：立鼎产业研究院，民生证券研究院

民生证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格
 请务必阅读最后一页免责声明

2.4.2 环境感知是自动驾驶基础——毫米波雷达

毫米波雷达是指利用长为 1~10mm，频率 30GHZ-300GHZ的毫米波，通过测量回波的时间差算出距离。具有体积小、质量轻和空间分辨率高等特点，且使用时不受恶劣天气影响，具有全天候全天时特性。

车载毫米波雷达主要用于测量周边障碍物相对速度、距离和方位。各个国家对车载毫米波雷达分配的频段各有不同，目前主要产品分为24GHz和77GHz两大种类。77GHz在性能和体积上都更具优势，从长远来看，未来具有更大的市场空间。

车载毫米波雷达对比

类别	24GHz (MRR)	77GHz (LRR)
探测距离	≤70米	≤250米
全球应用	≥150个国家开放24GHz频段	≈100个国家开放77GHz频段
优点	成本较低，探测范围比LRR大	频率高，天线尺寸/体积小，安装多级天线时性能更好；带宽高，分辨率高
缺点	尺寸比LRR大，带宽/分辨率上均低于LRR	传输损耗大，探测范围比24GHz小；而且77GHz长距雷达制作工艺要求高/芯片价格更昂贵
实现功能	盲点监测/车道偏离预警/车道保持/自适应巡航/自动紧急刹车等	自适应巡航/自动紧急刹车时/向前碰撞预警等

资料来源：VehicleTrend车势，民生证券研究院

2.4.2 环境感知是自动驾驶基础——毫米波雷达

毫米波雷达由于技术和市场成熟，价格相对合理，规模化应用于ADAS，随着ADAS渗透率提升，毫米波雷达市场规模将持续扩张。据艾瑞咨询，中国车载毫米波雷达市场在2030年有望达到640亿元，2020-2030年CAGR约为32%，且77GHz毫米波雷达搭载率逐渐提升。

毫米波雷达关键技术被外商垄断，集中程度高，全球毫米波雷达市场主要由博世、大陆、海拉等国际巨头占据。中国高端汽车装载的毫米波雷达主要依赖于国外进口。近年，国内厂商近年在毫米波雷达方面取得突破，24GHz可实现批量供货，77GHz研发取得进展，存在国产替代趋势，其中德赛西威、华域汽车、保隆科技可实现毫米波雷达量产。

中国车载毫米波雷达市场规模预测

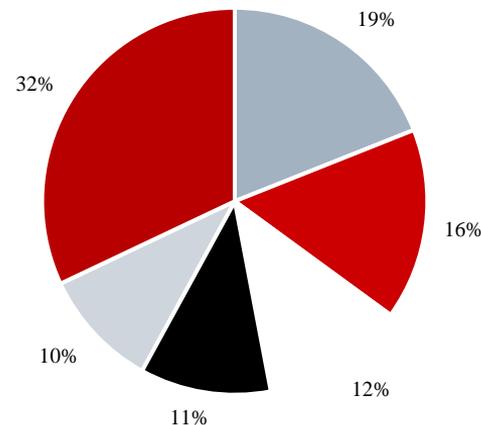
■ 24GHz毫米波雷达 (亿元) ■ 77GHz毫米波雷达 (亿元)



资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院

2018年全球毫米波雷达竞争格局

■ 博世 ■ 大陆 ■ 海拉 ■ 富士通 ■ 电装 ■ 其他



资料来源：中国产业信息网，民生证券研究院

民生证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格
 请务必阅读最后一页免责声明

2.4.3 环境感知是自动驾驶基础——超声波雷达

超声波雷达利用超声波测算距离的雷达传感器装置，通过发射、接收40kHz、48kHz或58kHz频率的超声波，根据时间测算出障碍物距离，当距离过近时触发报警装置发出警报声以提醒司机。

超声波雷达主要包含UPA（安装在前后保险杠上）及APA（安装在汽车侧面）两类，一般汽车需要配备8个UPA及4个APA。据易车网，目前大部分车载超声波雷达为UPA，配备车款有6508款，占总数8239款的78.99%，渗透率较高。具备APA车款仅有622款，仅占总数8239款的7.55%，随着ADAS及自动驾驶渗透率提升，APA市场将逐渐打开。

超声波雷达市场主要供应商有博世、法雷奥、日本村田、日本尼赛拉、台湾同致电子、深圳航盛电子、深圳豪恩等。

车载超声波雷达应用场景



资料来源：易车网，民生证券研究院

车载超声波雷达分类

超声波雷达种类	安装位置	功能
UPA	前后保险杠	测量汽车前后障碍物
APA	侧面	测量汽车侧方障碍物距离

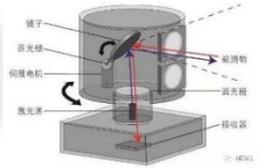
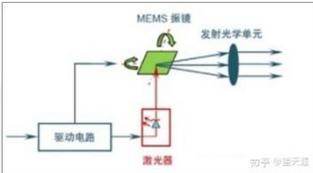
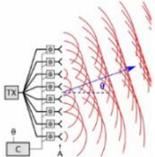
资料来源：民生证券研究院整理

2.4.4 环境感知是自动驾驶基础——激光雷达

激光雷达使用发射器发射激光束，并通过接收器对遇障碍物后返回的激光束进行探测。车规级激光雷达线束包括1线、4线、8线、16线、32线及64线，线束越高，反应速度、精确度越高，相应成本也更高昂。

目前主要存在四类激光雷达，其中固态激光雷达是未来的应用趋势：

车载激光雷达分类及对比

名称	机械式激光雷达	混合式激光雷达	固态激光雷达	
			相控阵OPA激光雷达	Flash激光雷达
示意图				
优点	拥有360° 视场角，相对测量精度高。	MEMS微振镜相对成熟，可以以较低的成本和较高的准确度实现固态激光扫描；传感器可以动态调整自己的扫描模式，以此来聚焦特殊物体。	结构简单、尺寸小，标定简单，扫描速度快，扫描精度高，可控性好，多目标监控。	光束直接向各方向漫射，可快速记录环境信息，避免扫描过程中的运动畸变。
缺点	线束约高，体积越大；价格昂贵，旋转部件可靠性较低。	微镜的尺寸限制了振荡幅度，视野有限；存在激光的反射，会有较大损失。	扫描角度有限，旁瓣问题，加工难度高，接收面大、信噪比差。	视场角受限，扫描速率较低；探测距离小。
代表厂商	Velodyne、禾赛科技、北科天绘	IBEO、速腾聚创、Leddar Tech、Innoviz	Quanergy	Ouster、Sense Photonics

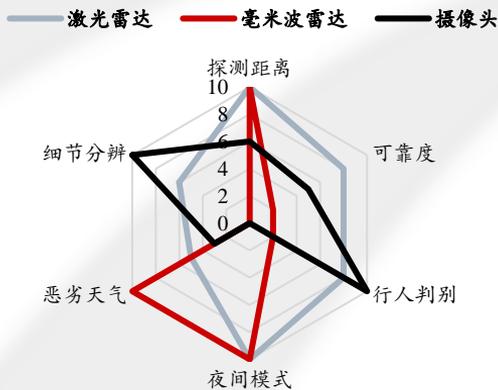
资料来源：搜狐，各激光雷达公司官网，民生证券研究院整理

2.4.4 环境感知是自动驾驶基础——激光雷达

激光雷达具有精度高、可靠度强、探测距离远等优势，能够提供更精确的3D环境探测数据，对高级别自动驾驶不可或缺。随着自动驾驶技术迭代及成本下降，激光雷达市场有望进一步打开。据国际知名调研机构Markets and Markets预测，全球激光雷达市场规模预计将从2019年的8.44亿美元增长到2024年的22.73亿美元，2019-2024年的CAGR约为21.9%。

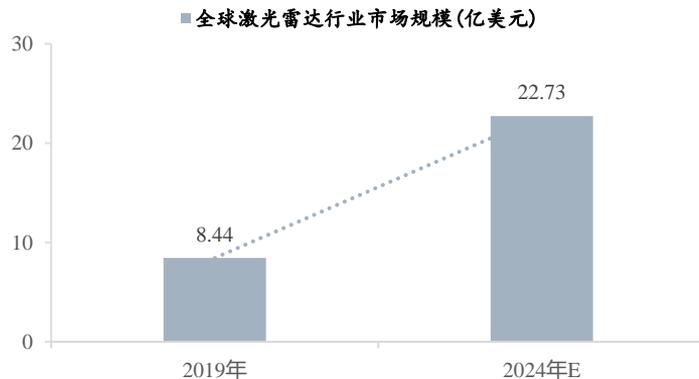
车载激光雷达市场供应商主要集中于国外，包括Velodyne、Quanergy以及IBEO等。目前市场竞争活跃，芯片巨头英伟达、Mobileye进入激光雷达市场，国内主要参与厂商有禾赛科技、速腾聚创、北科天绘、镭神智能、华为、大疆(览沃)等。小鹏汽车已宣布在2021年推出的全新量产车型上使用激光雷达，供应商为大疆孵化的Livox览沃科技。目前市场竞争格局尚未形成，未来能够加速实现量产、降低激光雷达成本的企业，将具备竞争优势。

激光雷达与其他传感器性能对比



资料来源：前瞻产业研究院，民生证券研究院

2019-2024全球激光雷达市场规模统计情况及预测



资料来源：Markets and Markets，民生证券研究院

民生证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格
 请务必阅读最后一页免责声明

2.4.5 主流环境感知方案，毫米波vs激光雷达

目前主流环境感知方案分为两大阵营：（1）以特斯拉为代表，使用摄像头+毫米波雷达为主进行环境感知；（2）以谷歌Waymo为代表，使用激光雷达+摄像头为主进行环境感知。两大阵营仍将长期存在，值得关注的是长期使用“摄像头+毫米波雷达”作为感知方案的Mobileye，已与激光雷达厂商Luminar进行合作，并计划自研激光雷达。

摄像头+毫米波雷达



激光雷达+毫米波雷达+摄像头



代表厂商	特斯拉Autopilot	谷歌Waymo
方案设计	摄像头+毫米波雷达，配合AI芯片及深度神经网络，渐进实现L3+。	激光雷达为主，摄像头等为辅，模拟仿真配合实车测试，L4起步。
传感器配置	传感器主要由环绕车身的8个摄像头、1个毫米波雷达和12个超声波传感器组成。	目前使用3种不同类型的激光雷达，外加5个毫米波雷达和8个摄像头。
优点	轻巧、低成本、符合车规，能提供更丰富的环境信息，同时视频数据也最接近人眼所感知的环境。	环境感知全面，受环境影响小，对感知数据处理环节运算能力要求相对较低
缺点	摄像头二维图像难挖掘，需更强大的算法、大量数据的积累和更长期的研发投入。对于L4级别及以上的自动驾驶来说，在精度、稳定性和视野等方面的局限性。	成本高昂

资料来源：CSDN，民生证券研究院

2.4.6 安全为第一要务，多传感器融合是趋势

多传感器融合方案是趋势，以保证自动驾驶安全及可靠性。不同传感器具有不同的感知特性，能够在各自适合的应用场景下实现特定功能，未来多传感器融合将是实现车辆环境感知的主流方式。不同传感器的测量数据通过信号处理、模式和图像识别、人工智能和信息理论等技术进行融合，保障行驶途中的安全性及技术冗余，实现基于全面环境信息融合的自动驾驶。

传感器分类及对比

	探测范围	角度测量能力	误报率	功能	优点	缺点	成本（美元）
摄像头 Camera	最远探测范围可超过500米	30度	良	障碍物识别；车道线识别；辅助定位、道路信息读取、地图构建	可对物体几何特征、表面纹理等信息进行识别，可通过算法实现对障碍物距离的探测，技术成熟，造价低廉	受光照强度变化影响大，容易收到恶劣环境干扰	50-300
毫米波雷达 Radar	≤1000米	10-70度	优	障碍物探测（中，远）	对烟雾、灰尘的穿透能力较强。抗干扰能力强，对相对速度、距离以及角速度的测量准确度非常高	测量范围相对Lidar更窄，难以辨别物体大小和形状	100-150
超声波 Ultrasonic	≤10米	120度	良	障碍物探测（近）	技术成熟、成本低、受天气干扰小、抗干扰能力强	测量精度高、测量范围小、距离近	1-5
激光雷达 Lidar	≤300米	15-360度	良	障碍物探测识别；车道线识别；辅助定位、地图构建	精度高、探测范围较广、可以供一件车辆周边环境3D模型	容易受到雨雪雾等天气影响、技术不够成熟，产品体积大，造价高昂	800-8000

资料来源：艾瑞咨询，民生证券研究院整理

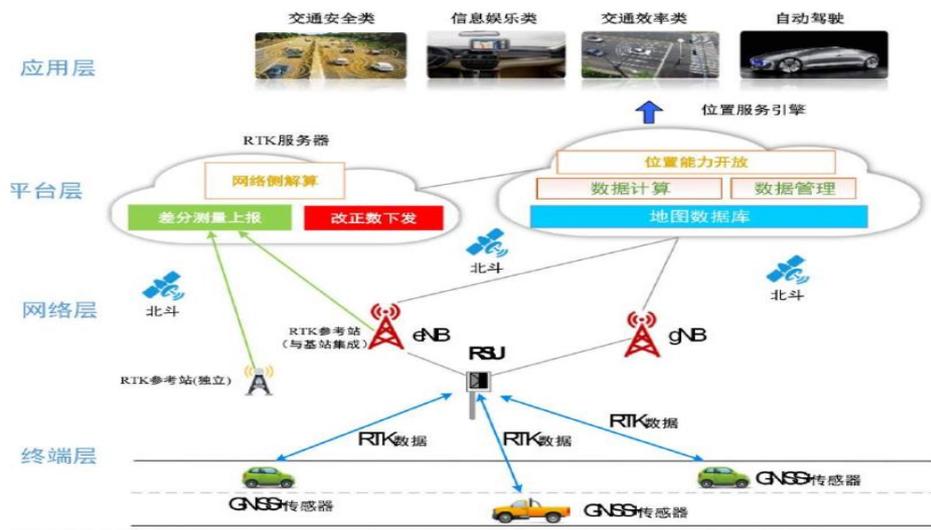
2.4.7 环境感知是自动驾驶基础——高精度定位

高精度定位能够为自动驾驶汽车提供车辆的空间坐标与当前场景下的相对位置坐标，以及位置相关信息，通常借助RTL、GNSS传感器等融合实现。由于传统传感器存在鲁棒性缺陷，采用高精度定位能够进一步提升定位精准度。

高精度定位市场规模约为千亿级。据IMT-2020(5G)推进组预测，中国V2X用户在2020年将超过4000万，按照30%的需求实现高精度定位能力，市场规模将达到1200亿元。未来随着高级别自动驾驶技术迭代，高精度定位渗透率将进一步提升。

国内提供高精度定位技术厂商主要有华测导航、北斗星通、中海达等。高精度定位通常与高精度地图结合使用。

智能网联车高精度定位系统架构



资料来源：IMT-2020(5G)推进组，民生证券研究院

2.4.8 环境感知是自动驾驶基础——高精度地图

高精度地图对于自动驾驶不可或缺，是实现 L3/L3+级自动驾驶的必经之路，需要与高精度定位紧密相连。首先，高精地图所需数据需要通过高精度定位框架进行采集，采用惯性递推或航位推算获取定位预测值。同时，以高精地图为基础，结合感知匹配实现高精度的自主导航定位，保证厘米级定位。二者相结合，车辆能够提前了解当前位置可能的道路特征情况，提高传感器的识别精度，降低对传感器的性能要求。

随着自动驾驶技术的升级，高精度地图作为其重要组成部分，有望在2021年迎来实质性商用阶段。据盖世汽车研究院预测，2025年国内高精地图市场规模将达到80亿元，2026年会出现快速增长，突破100亿元。

各等级自动驾驶定位需求

	L1	L2	L3	L4	L5
数据精度	10m	2-5m	20-50cm	10-30cm	10-30cm
源数据	GPS轨迹	GPS轨迹+IMU	图像提取或高精度POS	高精度POS+激光点云	高精度POS+激光点云
数据内容	传统地图	传统地图+曲率坡度	HAD Map	HAD Map	多源数据融合
静态/动态	静态地图	静态地图	静态+动态交通	静态+动态事件	静态地图+动态事件，实时传感器融合地图
	ADAS系统对高精度地图不是刚性需求		高精度地图是L3/L3+级别自动驾驶不可或缺的重要支撑技术		

资料来源：中国产业信息网，盖世汽车研究院，民生证券研究院

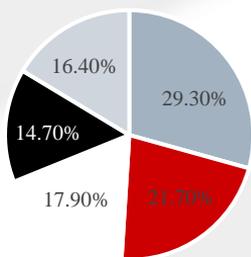
2.4.8 环境感知是自动驾驶基础——高精度地图

高精度地图行业具有较高的准入和技术壁垒，国产厂商具有明显优势。高精度地图的开发需要测绘资质，必须满足甲级电子导航地图测绘资质要求。同时，高精度地图测绘需要前期投入，成本高昂。除此之外，地图行业涉及国家机密，存在政策门槛。目前市场主要参与者为国内图商及互联网公司，包括**四维图新、百度地图、高德地图**等。

特斯拉目前尚未采用高精度地图，而是基于传感器数据与计算平台测算生成地图数据及信息，但未来随着中国高精度地图市场日趋成熟，特斯拉也有可能采用高精度地图方案。

2019年中国高精度地图解决方案市场竞争格局

■ 百度 ■ 四维图新 ■ 高德 ■ 易图通 ■ 其他



资料来源：IDC，民生证券研究院

主机厂L3级自动驾驶汽车高级地图合作方

主机厂	高精度地图合作方	主机厂	高精度地图合作方
通用	TomTom、Ushr、高德	马自达	TomTom
福特	CivilMaps、Argo AI、DeepMap、TomTom	现代	Netradyne、宽凳科技
奔驰	HERE	上汽	DeepMap、晶众地图、四维图新、Momenta、武汉光庭、武汉中海庭
宝马	Here、TomTom、四维图新	一汽	易图通、百度
大众	Here、Mobileye、TomTom	北京	百度
捷豹路虎	高德、百度、谷歌-Waymo	长安	百度、Mobileye
沃尔沃	HERE、百度	广汽	百度、宽凳科技
标致雪铁龙	百度	长城	百度
雷诺	谷歌-Waymo	吉利	高德、百度、谷歌-Waymo
日产	Zenrin、谷歌-Waymo、Ushr	东风	晶众地图、高德
丰田	Zenrin、Carmera、Ushr、TomTom	奇瑞	百度
本田	DeepMap、Ushr、谷歌-Waymo	江淮	百度

资料来源：前瞻产业研究院，民生证券研究院

2.5 自动驾驶亟需汽车电子电气架构升级

汽车电子电气架构（E/E 架构）是指整车电子电气系统的总布置方案，即将汽车里的各类传感器、处理器、线束连接、电子电气分配系统和软硬件整合在一起，以实现整车的功能、运算、动力及能量的分配。自动驾驶系统由感知层、决策层和执行层构成，要求更高的算力和更多传感器件，以实现汽车的感知、决策以及信息交互。

E/E架构的升级是智能网联汽车发展的关键，传统汽车架构升级遵循分布式架构-域集中架构-跨域融合-中央计算平台路径。传统汽车采用分布式的电子电气架构具有计算能力不足、通讯带宽不足、不便于软硬件升级等缺陷，无法满足现阶段汽车发展的需求。架构升级能够有效提升系统算力；使汽车软硬件解耦，OTA升级更加便利；有助于加快汽车开发流程，降低成本；减少线束总长度，减轻车重。

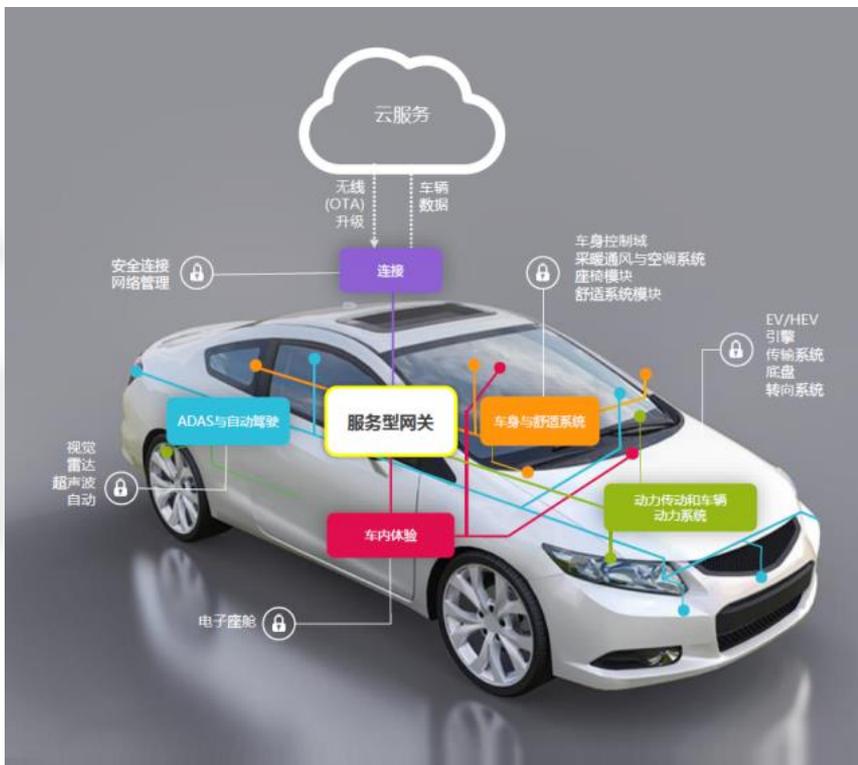
E/E架构升级要求车载芯片、计算平台、车载操作系统等升级作为支撑。

汽车E/E架构：从模块化、分布式向中央集中式架构变化



资料来源：易车网，民生证券研究院

2.5.1 E/E架构升级——域集中式，现阶段主流发展形式



域集中控制器架构，以几个大单元为单位将其从属功能整合在区域内，进行模块化和集中化，最终实现系统模块数量级的减少。

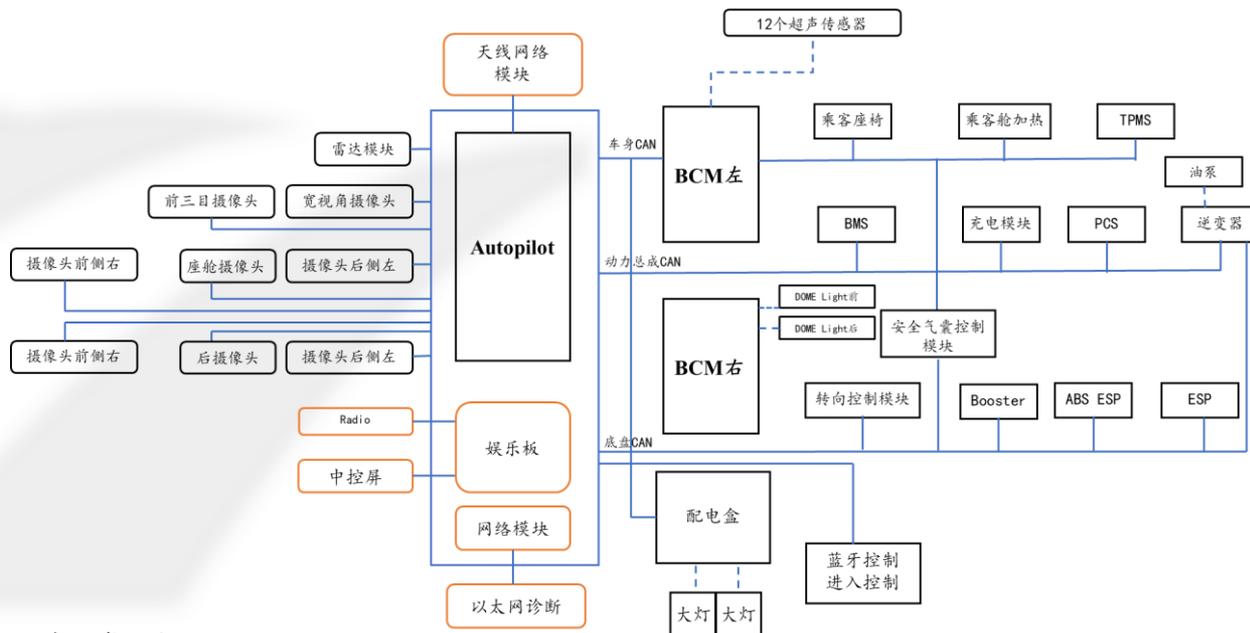
域集中架构能够将几十个甚至上百个ECU控制单元，减少到3-5个“域”控制系统，即车身系统、娱乐系统、底盘与安全系统、动力系统，和高级辅助驾驶系统等五个大“域”。不同“域”之间安全隔离的同时，也可以根据需求进行通信和互操作，变成了可共享的资源 and 算力，在其上层可以有一个统一的“操作软件”。

资料来源：易车网，民生证券研究院

2.5.1 E/E架构升级——集中式架构“模范生”特斯拉

特斯拉通过Model 3率先推出“区域zone”概念，跨越式发展车载电脑和区域导向架构，车身包含CCM（中央计算机模块）、BCMLH（左车身控制模块）、BCMRH（右车身控制模块）三个模块，其中中央计算机模块整合了驾驶辅助系统和信息娱乐系统两大域，左右车身控制系统则分别负责剩下的车身与便利系统、底盘与安全系统和部分动力系统功能。跨越式升级有助于特斯拉车型实现软硬件解耦、算力集中化；简化内部结构，制造自动化；整车OTA，提升服务附加值。

特斯拉Model 3中央集中式电子电气（E/E）架构



资料来源：OK特斯拉网，民生证券研究院

2.5.2 决策控制是自动驾驶的核心——芯片

车载AI芯片是实现自动驾驶决策控制环节的基础，也是实现自动驾驶大规模落地的前提。自动驾驶需要芯片处理海量数据。

据商业新知数据，2025年中国AI芯片市场规模将达91亿美元，2030年有望达到177亿美元，2020-2030年CAGR约为22.8%。自动驾驶汽车数据处理量巨大，对汽车芯片要求极高，随着智能汽车E/E架构升级，域控制器/中央计算平台广泛使用，车载AI芯片市场规模将持续增长。

全球主要的自动驾驶芯片厂商为高通、Mobileye（英伟达收购）、英伟达、特斯拉，国内市场参与者为地平线、华为、黑芝麻。基于高性能、低功耗的要求，自动驾驶芯片至少需要5nm、7nm制程，目前高通芯片制程水平领先，各大厂商也在持续推出更高等级自动驾驶芯片计划，芯片厂商格局未稳，国内厂商有望占据一席之地。

2020-2030年中国汽车AI芯片市场规模预测（亿美元）



资料来源：商业新知，民生证券研究院

主要芯片厂商及自动驾驶芯片

	高通	地平线	华为	黑芝麻	特斯拉	英伟达	Mobileye
芯片	Snapdragon Ride	J5	Ascend310	A1000	FSD	Orin	EyeQ6
AI算力 (TOPS)	26	96	16	40-70	72	200	67
功耗W	10	/	8	<8	72	25	35
制程	5nm	/	12nm	16nm	14nm	7nm	5nm
发布时间	2020	2021	2018	2020	2019	2019	2020
量产时间	/	/	2021	2021	2019	2022/3	2024/5
适配场景	/	L3-L4	L2-L3	L1-L4	L3	L4	L4

资料来源：各芯片厂商官网，民生证券研究院整理

2.5.3 决策控制是自动驾驶的核心——计算平台

车载计算平台是由传统ECU逐步向智能高速处理器转变的新一代车载中央计算单元，包括芯片、模组、接口等硬件以及驱动程序、操作系统、基础应用程序等软件，能够保障智能网联汽车感知、决策、规划、控制的高速可靠运行。

车载计算平台方案包括基于GPU、FPGA、DSP、ASIC四种方式，现阶段采用GPU架构、GPU+FPGA异构化、ASIC架构的车企并行存在，但综合来看，车企更倾向于选择ASIC专用型芯片，以自身更好的软件算法同时满足高性能和低功耗的要求。

主流AI芯片厂商基于自研车载芯片，推出车载计算平台，从主流参考指标功算比来看，目前特斯拉、黑芝麻、华为处于领先地位。

主流车载计算平台

厂商	计算平台	平台算力	平台功耗	功算比	使用芯片	芯片算力	芯片功耗	芯片功算比
华为	MDC600	352TOPS	300W	1.2TOPS/W	Ascend310	16TOPS	8W	2TOPS/W
英伟达	Drive AGX Pegasus	320TOPS	500W	0.6TOPS/W	Xavier	30TOPS	30W	1TOPS/W
特斯拉	Telsa FSD	144TOPS	72W	2TOPS/W	FSD	72TOPS	72W	1TOPS/W
Mobileye	EyeQ4	2.5TOPS	3W	0.83TOPS/W	EyeQ4	2.5TOPS	3W	0.83TOPS/W
地平线	Matrix 2	16TOPS	20W	0.8TOPS/W	J2	4TOPS	2W	2TOPS/W
黑芝麻	FAD	80-280TOPS	10-60W	8-4.6TOPS/W	A1000	40-70TOPS	<8W	5-8.75TOPS/W

资料来源：搜狐汽车，各计算平台公司官网，民生证券研究院整理

2.5.4 决策控制是自动驾驶的核心——操作系统

车载操作系统是用户和车载硬件的接口，也是车载硬件和上层软件的接口。其按照应用程序的资源请求，分配资源，控制程序运行；改善人机界面，为上层软件提供支持；让车机系统的资源以及接收到数据、信号、音频、视频最大限度地发挥作用，提供各种形式的用户界面（UI），保障驾驶人员有一个安全高效的行驶环境。

传统的底层车载操作系统主要有QNX、Linux、Android以及WinCE，国际市场上，目前主要形成了以黑莓QNX为主、Linux次之的竞争格局，Android系统市场占有率保持上升趋势，WinCE系统逐渐退出车载操作系统市场。

底层操作系统对比

车载操作系统	优势	劣势	合作企业
QNX	授权费用低、安全性能高、实时性强、开发支持良好	需要授权费用，只应用在较高端车型产品上；兼容性较差	通用、雷克萨斯、路虎、大众、丰田、宝马、现代、福特、日产、奔驰等
Linux	性能稳定、易于剪裁、方便定制、高效灵活	应用生态不完善、技术支持差、开发周期长	丰田、日产、 特斯拉 等
Android	拥有庞大的手机用户群体，已推出车规版操作系统，应用生态强大	安全性、稳定性较差，无法适配仪表盘等安全性要求高的部件	奥迪、通用、本田、 蔚来 、 小鹏 、吉利、比亚迪、博泰、英伟达等
WinCE	性能稳定，微软提供系统、应用和服务支持	高度模块化的开发流程使得开发用户越来越少，应用越来越匮乏，慢慢退出	日产、起亚、福特等

资料来源：盖世汽车，民生证券研究院

2.5.4 决策控制是自动驾驶的核心——操作系统

自动驾驶发展背景下，传统车载操作系统将不断升级以适应域集中、中央集中式E/E架构，自动驾驶车载操作系统升级方式主要有两种：（1）车企在底层操作系统基础上独立研发车载OS或基于ROM定制开发；（2）与互联网公司建立合作或合资，直接搭载战略合作伙伴的操作系统或超级APP。

车载操作系统是未来汽车构建完整生态体系的核心环节，且在安全性、稳定性方面具有较高要求，能够基于底层操作系统自建驾驶平台的车企，例如特斯拉、蔚来、小鹏等，具备更强竞争优势。互联网、ICT厂商基于强大的应用生态优势，有望在与传统车厂合作当中受益。

主流车载操作系统

研发厂商	系统	底层操作系统	合作企业
大众	VW.OS（开源）	QNX、Linux	大众
特斯拉	Version	Linux	特斯拉
蔚来	NOMI	Android	蔚来
小鹏	Xmart OS	Android	小鹏
谷歌	Android Auto Android Automotive OS	Android	奥迪、通用、本田、沃尔沃等
阿里	AliOS	Linux	荣威、名爵、MAXUS、东风雪铁龙、长安福特、观致、宝骏、斯柯达等
百度	小度车载OS	QNX	奇瑞、长城、福特、起亚、吉利、红旗、威马等
腾讯	TAI	Linux、Android	宝马、奥迪、奔驰、广汽、长安、一汽、吉利、东风
华为	Harmony OS	Linux	长安

资料来源：民生证券研究院整理

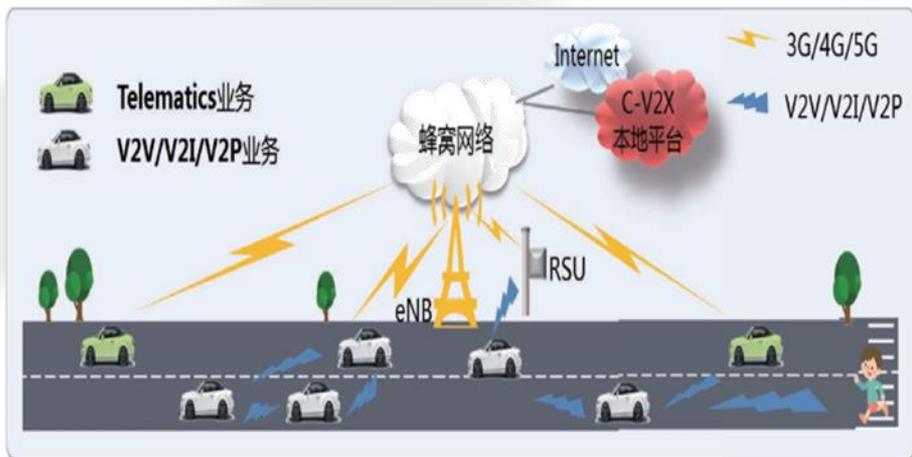
3. 网联化：自动驾驶必经之路，网联基础设施先行部署

3.1 车联网定义

车联网 (V2X) 是实现车辆与周围的车、人、交通基础设施和网络等全方位连接和通信的新一代信息通信技术，能实现“人-车-路-云”协同。车联网通信具体包括车与车之间 (V2V)、车与路之间 (V2I)、车与人之间 (V2P)、车与网络之间 (V2N) 等。

车联网可划分为**聪明的车、智慧的路、车路协同**三个领域。聪明的车是指具备通信能力、可实现车路协同的智能驾驶单车；智慧的路是指将道路数字化，可实现路与云和车的通讯；车路协同是指综合利用通信、融合感知、高精度定位、云计算技术等实现人-车-路之间的高效协同。

V2X通信场景



资料来源：IMT-2020 (5G) 推进组，民生证券研究院

V2X具体分类

	设备	功能
V2V	车载终端	避免或减少交通事故、车辆监督管理等
V2I	车载终端、路侧设备	实时信息服务、车辆监控管理、不停车收费等
V2P	车载终端、用户设备	避免或减少交通事故、信息服务等
V2N	车载终端、接入网/核心网、云平台	车辆导航、车辆远程监控、紧急救援、信息娱乐服务等

资料来源：民生证券研究院整理

民生证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格
请务必阅读最后一页免责声明

3.1 车联网网联化等级划分

按照车联网为车辆提供交互信息、参与协同控制的程度，参照车辆智能化分级，网联化可分为以下三个等级，目前处于“网联协同感知”发展阶段：

网联化等级划分

网联化等级	等级名称	等级定义	典型信息	传输需求	典型场景	车辆控制
1	网联辅助信息交互	基于车-路、车-云通信，实现导航、道路状态、交通信号灯等辅助信息的获取以及车辆行驶与驾驶人操作等数据的上传。	地图、交通流量、交通标志、油耗、里程等静态信息	传输实时性、可靠性要求较低	交通信息提醒、车载信息娱乐服务、eCall等	人
2	网联协同感知	基于车-车、车-路、车-人、车-云通信，实时获取车辆周边交通环境信息，与车载传感器的感知信息融合，作为自动驾驶决策与控制系统的输入	周边车辆/行人/非机动车位置、信号灯相位、道路预警等动态数字化信息	传输实时性、可靠性要求较高	道路湿滑提醒、紧急制动预警、特殊车辆避让等	人/自车
3	网联协同决策与控制	基于车-车、车-路、车-人、车-云通信，实时并可获取车辆周边交通环境信息及车辆决策信息，车-车、车-路等各交通参与者之间信息进行交互融合，形成车-车、车-路等各交通参与者之间的协同决策与控制	车-车、车-路、车-云间的协同控制信息	传输实时性、可靠性要求最高	列队跟驰等	人/自车/他车/云

资料来源：《C-V2X产业化路径和时间表研究白皮书》，民生证券研究院

3.2 C-V2X将成为车联网主流关键技术

V2X车联网通信技术主要包括：基于WiFi的专用短程通信IEEE 802.11p/DSRC技术、基于移动蜂窝通信系统的C-V2X技术。

中国主推的C-V2X车用无线通信技术将成为全球范围内认可的行业事实标准。美国联邦通信委员会(FCC)于2020年11月正式投票决定将5.9GHz频段(5.850-5.925GHz)划拨给Wi-Fi和C-V2X使用，其中30MHz带宽(5.895-5.925GHz)分配给C-V2X，这标志着美国正式宣布放弃DSRC并转向C-V2X。

DSRC技术与C-V2X技术对比

	DSRC	C-V2X
工作模式	通过信息的双向传输将车辆和道路有机地连接起来，主要包括车载单元OBU、路侧单元RSU两个重要组件	通过将“人-车-路-云”交通参与要素连接在一起，获得更多感知信息，实现车与车、车与周边环境的信息交互
推进组织	美国电气电子工程学会IEEE	移动通信伙伴联盟3GPP
发展历程	标准化流程始于2004年，具有先发优势，产业链相对成熟	标准化流程始于2015年，发展较为迅速，生态系统开放
技术	基于WiFi技术改进，在碰撞预警相关场景中表现优异，但难以支持高速移动场景	基于蜂窝通信和终端直连通信融合技术，具有更大的带宽，能够更好地支持短距离传输以及长距离传输，并可同时为网络覆盖内及网络覆盖外的用户提供车联网服务
持续演进	缺乏持续演进能力，发展前景有限	支持从LTE-V2X向NR-V2X平滑演进，更具发展前景
商用部署	组网需新建大量路测单元，成本高昂	可复用现有4G及未来大规模部署的5G基站及通信网络，成本较低

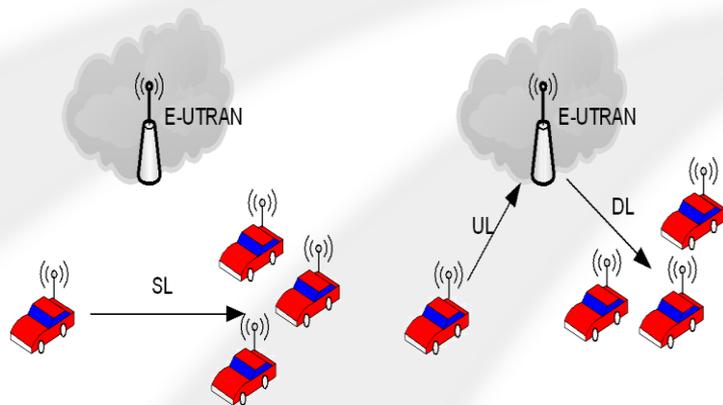
资料来源：民生证券研究院整理

3.2 C-V2X将成为车联网主流关键技术

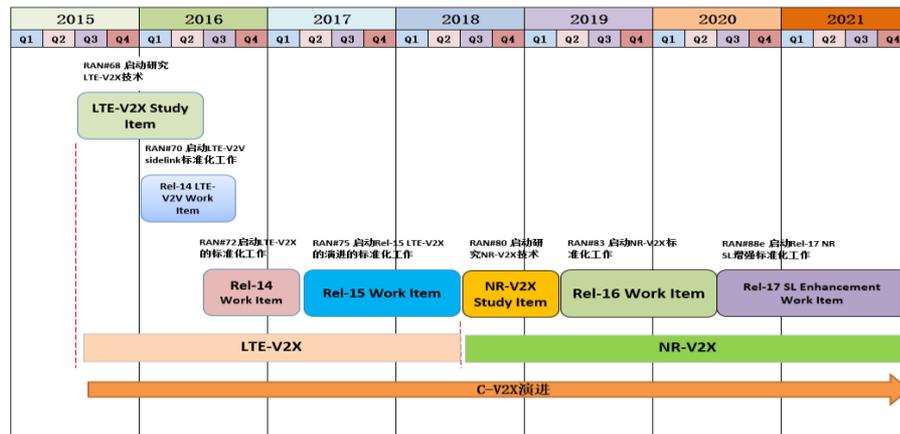
C-V2X关键技术支持蜂窝网络覆盖及未覆盖场景。C-V2X提供Uu接口（蜂窝通信接口）和PC5接口（直连通信接口），两种接口相结合，彼此互相支撑共同用于V2X业务传输，形成有效冗余以保障通信可靠性。

C-V2X具有清晰的演化路径，支持LTE-V2X向NR-V2X平滑演进。C-V2X具体可分为LTE-V2X、NR-V2X，LTE-V2X支持基本道路安全和交通效率应用，而NR-V2X支持时延、可靠性等要求更严苛的自动驾驶类应用。国际上，3GPP于2017、2018年正式发布R14、R15版本的LTE-V2X标准；于2018年启动NR-V2X标准化工作，R16标准于2020年冻结；同期3GPP启动R17标准研究，针对直通链路特性进一步增强，预计2021年底完成。

C-V2X通信接口



3GPP C-V2X标准研究进展



资料来源：IMT-2020(5G)推进组，民生证券研究院

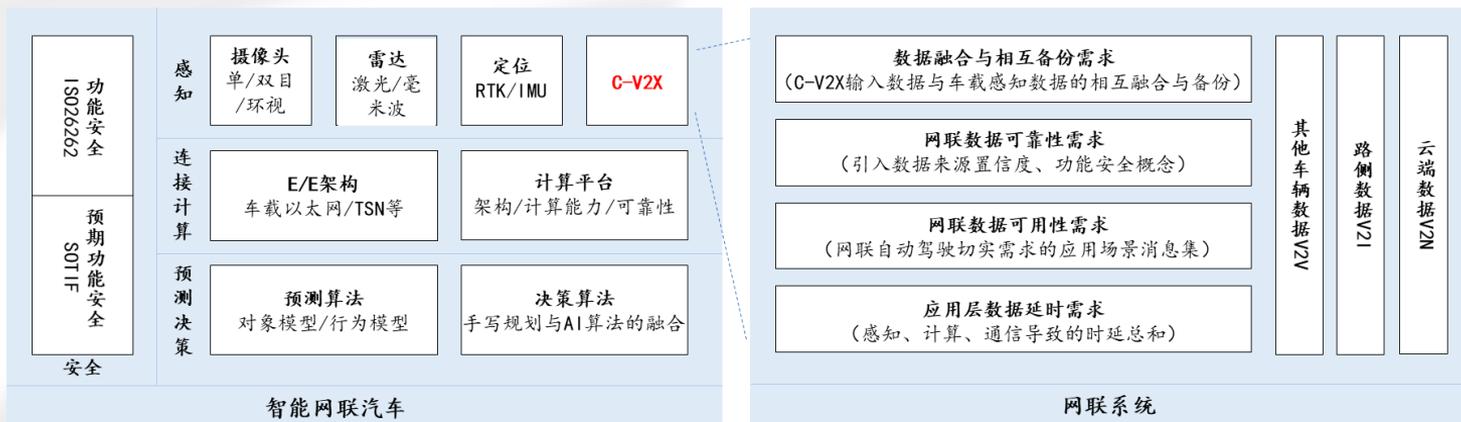
资料来源：中国通信学会，民生证券研究院

3.3 C-V2X是实现高级自动驾驶的重要技术及安全支撑

单车智能技术尚未成熟且环境感知系统具有局限性。从整个智能网联体系架构来看，C-V2X作为环境感知系统的一部分，可提供车辆盲区信息、超视距信息等传统传感器无法直接提供的信息，在时间、空间维度上具备技术优越性。

车联网技术为驾驶安全、出行效率、高等级自动驾驶服务，并为智慧交通体系构建提供支撑。车联网能够弥补单车智能的不足，为自动驾驶提供辅助决策能力，并为车辆群体协同感知、决策提供条件，以提升驾驶安全性；能够降低车辆适应各种道路条件成本，加速自动驾驶落地；有利于构建智慧交通体系，促进汽车和交通服务的新模式新业态发展。

智能网联汽车视角下的网联自动驾驶技术体系



资料来源：中国信息通信研究院，民生证券研究院

3.4 发展现状：中国C-V2X标准推进与技术进展

成立标准组织与产业联盟推进技术试验及演进。国内形成以中国汽车工程学会、中国通信标准化协会、车载信息服务联盟、未来移动通信论坛、中国智能交通产业联盟、IMT-2020 (5G) 推进组C-V2X工作组等为主的研究平台，共同推进车联网技术标准演进及测试。

建立C-V2X标准体系，LTE-V2X通信标准体系已基本形成。C-V2X标准主要分为各个层（消息层、网络层、接入层）的协议规范、安全标准以及对应的技术要求规范，目前国内LTE-V2X标准体系相关技术标准、设备规范及测试方法标准已制定完成。

分配专用频谱，LTE-V2X具备商用基础，5G-V2X试验稳步推进。2016年工信部将5905-5925MHz频段作为LTE-V2X实验频段，在规模测试验证后，于2018年11月发布正式规划，LTE-V2X进入产业化阶段；2019年在部分城市进行基础设施改造，开展预商用测试；目前基于LTE-V2X的车联网端到端技术、产品、应用及测试较为成熟，具备商用条件，支持交通效率类智能出行服务。5G-V2X已于2019年进行Uu技术实验，2021年将开始进行低时延、高可靠应用场景的技术实现，验证网络性能。

C-V2X技术试验及商用推进计划



资料来源：IMT-2020 (5G) 推进组，民生证券研究院

3.4 发展现状: 产业链生态完整, 奠定产业发展基础

车联网产业链生态完整, 奠定产业发展基础。我国C-V2X产业链较完备, 其中核心芯片、模组及终端产品的研发已经基本成熟, 相关产品已具备商用基础; 汽车厂商对车联网接收程度较高, 并开始研发相关产品, 推动新车联网功能, 助力实现C-V2X汽车量产; 跨行业测试验证稳步推进, 安全认证技术已形成较好积累, 初步具备支持大规模试验和产业化条件。

C-V2X产业地图



资料来源: IMT-2020(5G)推进组, 民生证券研究院

3.4 发展现状:示范区及先导区建设, 加速产业落地

国家积极推动车联网示范区、先导区建设, 加速车联网产业落地及商用化部署。目前各部委已推进超过20个智能网联汽车测试示范区建设, 各省市已部署超过30个城市级及企业级测试示范点, 基本覆盖了各种天气、道路环境, 涵盖封闭道路和开放道路测试, 应用场景逐步拓展, 辐射效应已经形成。示范区逐渐向先导区递进, 现已成立无锡、天津、长沙3个国家级车联网先导区, 提升企业车联网建设参与度, 促进车联网产业规模化及商业化应用。

部分示范区、先导区分布图



资料来源: 中汽中心, 民生证券研究院整理

3.5 发展现状:产业化路径清晰,明确产业部署进展

中国车联网产业发展将经历三大阶段,目前处于第二阶段:

第一阶段(LTE-V2X, 4G):在城市道路和高速公路,针对乘用车和营运车辆,实现辅助驾驶安全、提高交通效率。

第二阶段(LTE-V2X, 5G eMBB):在特定区域及场景针对商用车的中低速自动驾驶。

第三阶段(NR-V2X, 5G eMBB):全天候、全场景的无人驾驶及高速公路车辆编队行驶。

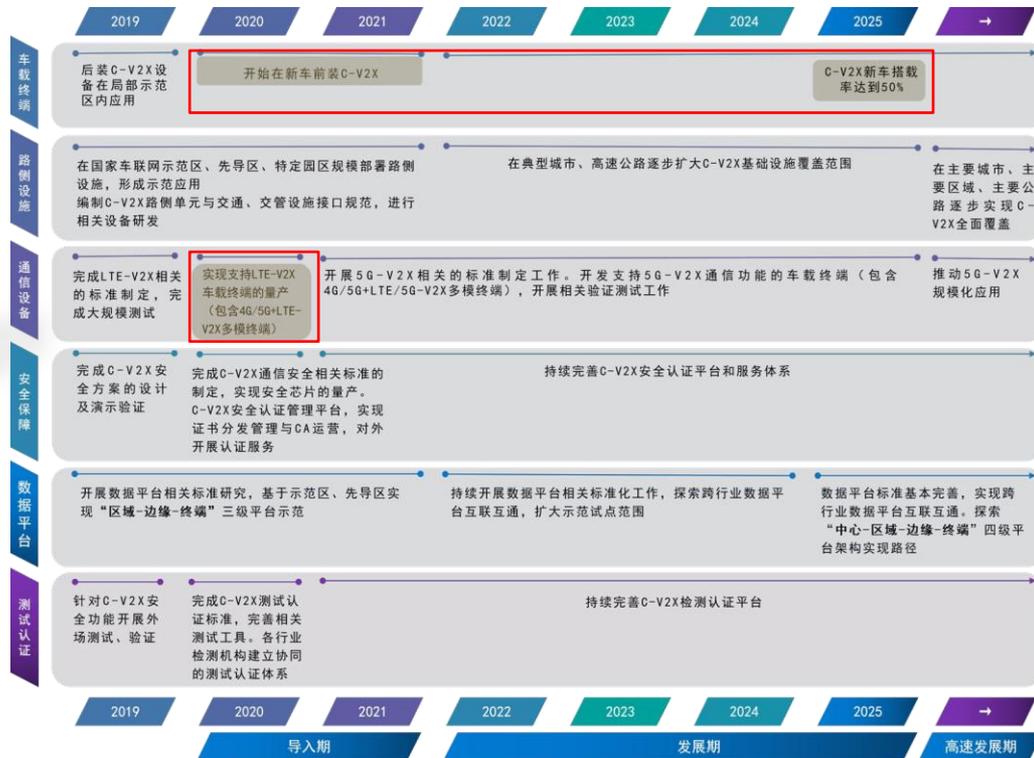
在充分考虑C-V2X技术发展成熟度、标准制定、产业链支撑情况、测试验证情况等的基础上,我国各产业联盟协力合作,推出C-V2X产业化路径及时间表。

2019-2021年,导入期:特定区域部署,探索商业化模式;

2022-2025年,发展期:典型城市及道路推广部署应用;

2025年以后,高速发展期:逐步实现全国覆盖。

C-V2X产业化路径时间表



资料来源:《C-V2X产业化路径和时间表研究白皮书》,民生证券研究院

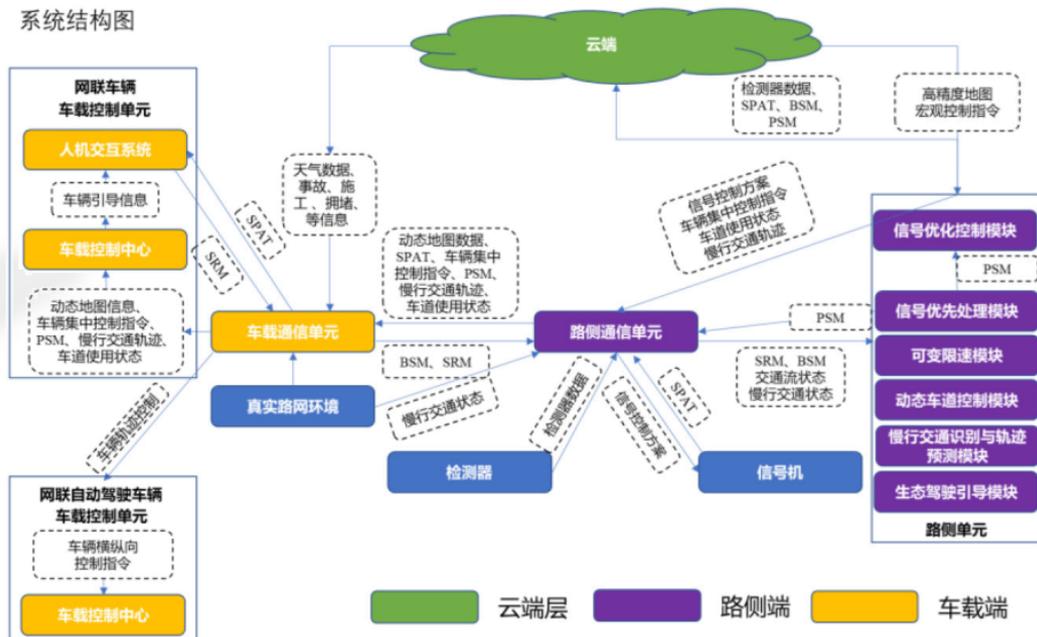
3.6 网联化发展优先聚焦C-V2X产业链核心应用环节

云端：为路侧端和车载端发送全局的业务控制、业务共享信息，并储存全局设施、环境、用户、业务信息。

路侧端：与路侧信号控制器或者边缘服务器相连，收集驾驶、交通环境状态信息，进行路侧决策并发送路侧业务控制到车载端。

车载端：收集路侧控制信息、全局信息、周边环境信息进行动态感知及实时决策。

C-V2X演进业务应用架构



资料来源：《C-V2X业务演进白皮书》，民生证券研究院

3.6 车联网核心应用环节，网联基础设施率先放量

车联网产业发展需要汽车、交通、通信、IT与互联网产业跨行业协同推进，由于技术、法规、政策、商业模式等问题尚待解决，目前无法大规模进行推广。短期内，需要政策推动，加速车载终端OBU渗透率，提升路侧设备RSU及云控平台覆盖率，相关通信芯片、模组、车载终端、路侧设备、云控平台厂商优先受益；中长期，随着车联网技术的不断演进及成熟，网联覆盖区域扩大，产业链各环节将大规模受益，价值链向运营和应用转移。

网联协同业务应用参与方及其角色

业务应用参与方	网联通信与网联协同智能支撑	道路感知与控制支撑	业务流与数据支撑
通信运营和供应商	提供基于C-V2X和5G的“车-路-云”网联通信能力和网联协同计算能力	/	C-V2X网联相关数据、MEC业务使能相关数据
智能交通企业	/	提供智能路侧设备RSU端的服务能力，包括智能路侧设备结合MEC平台提供的本地感知数据处理，指定本地交通策略的能力，智能路侧设备提供的道路交通状态感知能力等	道路以及交通大数据
自动驾驶平台与应用软件企业	/	/	算法平台、应用数据平台、业务应用软件等
汽车厂商	/	/	汽车总线数据、车载数据服务平台(TSP)

资料来源：《C-V2X业务演进白皮书》，民生证券研究院

3.6.1 网联基础设施——C-V2X车载通信模组

通信模组属于底层硬件环节，具有不可替代性，和车联网保持一一对应的关系。车载通信模组是汽车感知层和网络层连接的关键环节，所有车联网感知层终端产生的数据都需要通过无线通信模块汇聚至网络层，进而通过云端管理平台对汽车进行远程管控。

车联网发展推动车规级模组需求旺盛，LTE-V2X模组搭载率优先提升，5G-V2X模组迎来长期发展机遇。目前基于LTE-V2X通信技术的设备具备量产基础，相关通信模组率先放量，支持车载终端及路侧设备部署。5G-V2X通信技术标准有待于进一步完善及测试验证，通信模组发展处于起步阶段，但随着5G技术的进一步发展，5G车载通信模组市场有望大规模爆发。

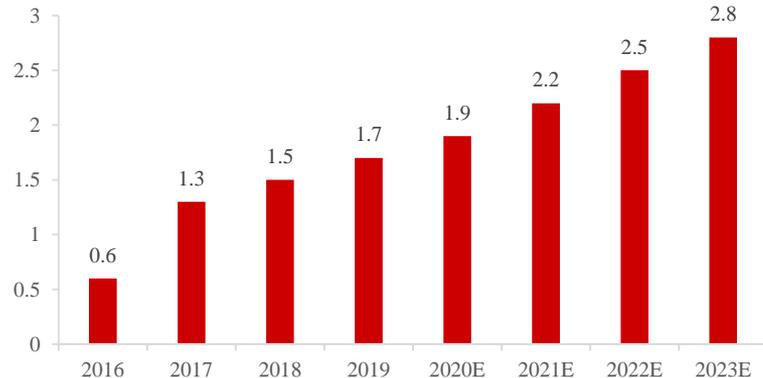
据智研咨询预测，全球车联网通信模组数量在2023年将达到15亿块，中国市场车联网通信模组数量将达到2.8亿块。按照800元/块均价进行车联网模组市场规模测算，2023年中国车规级模组市场规模将达到22.40亿。

2016-2023全球车联网通信模组数量及预测（亿块）



资料来源：智研咨询，民生证券研究院

2016-2023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，民生证券研究院

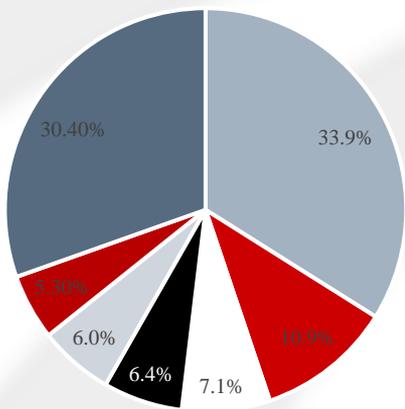
3.6.1 网联基础设施——C-V2X车载通信模组

现有车载模组由主流通信模组厂商提供，竞争格局可参考现有模组厂商竞争情况。在全球蜂窝通信模块市场，主要模块供应商包括Sierra、Gemalto、U-Blox、移远通信、芯讯通、广和通等。据Counter point，2020年Q2，全球蜂窝通信模组出货量第一名为移远通信，占比高达33.9%。总体上，中国模组厂商发展迅猛，对海外模组厂商形成赶超趋势。

目前主要国内厂商移远通信、高新兴、广和通等均已推出基于高通芯片的车规级通信模块，向车联网领域发力。此外，华为、大唐也基于自研芯片推出车联网通信模组。

2020年Q2全球蜂窝通信模块出货量市场占比

■ 移远通信 ■ 日海智能 ■ 广和通 ■ U-blox ■ THALES (Gemalto) ■ Sierra Wireless ■ 其它



资料来源：counterpoint，民生证券研究院

主要车规级通信模组厂商产品及通信模式

厂商	型号	内置芯片/平台	通信模式
广和通	AX168-GL	Autotalks CRATON2平台方案	PC5+LTE-V2X
	AN958-AE	高通SA515	5G
	AL940-CN	高通MDM9628	LTE Cat 4 (4G)
	AL930-CN	高通MDM9628	LTE Cat 4 (4G)
	AL640-CN	高通MDM9607	LTE Cat 4 (4G)
移远通信	AL630-CN	高通MDM9607	LTE Cat 4 (4G)
	AG15	高通MDM9150	C-V2X PC5 直连
	AG35	高通MDM9628	LTE
	AG520R	骁龙汽车4G平台	C-V2X+LTE-A
高新兴	AG550Q	骁龙汽车5G平台	PC5
	GM556A	高通MDM9150	C-V2X PC5 直连
	GM800/801	骁龙汽车5G平台	5G+LTE-A
华为	ME959	Balong765	4G+LTE-V2X
	MH5000	Balong5000	5G+LTE-V2X
日海智能 (芯讯通)	SIM8100	高通MDM9150	C-V2X PC5直连
	SIM7800X	高通MDM9628	LTE Cat 4 (4G)
日海智能 (龙尚)	U9507C AT	高通MDM9628	LTE Cat 4 (4G)

资料来源：佐思汽车研究，各模组厂商官网，民生证券研究院整理

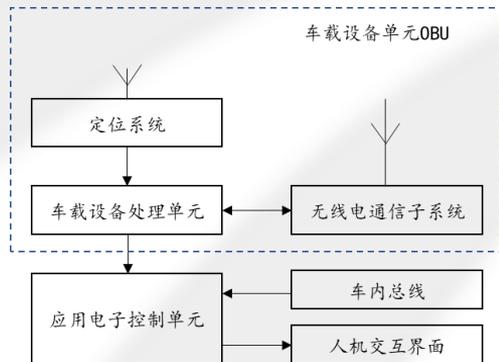
3.6.2 网联基础设施——C-V2X车载单元OBU

车载单元OBU是车辆的中央通信单元，是车联网时代汽车与外界实现V2X通信的关键设备之一，与路侧设备RSU相联，进行数据的读取、接收、发送等，车载设备单元通常包括以下子系统：无线电通信子系统、定位系统、车载设备处理单元、天线等。

车联网发展推动C-V2X车载单元配置率提升，前期优先示范区内新车前装、鼓励旧车后装，中后期新车前装C-V2X车载单元逐步放量。短期由政府推动优先在示范区内新车搭载前装设备，并鼓励后装车辆参与测试验证；中长期，OBU渗透率由整车厂前装驱动，推动中高端车型商用到全面搭载。

目前国内主要C-V2X车载终端设备提供商主要有千方科技、万集科技、金溢科技、大唐电信等，且已参与智能网联示范区测试验证。上述厂商具备技术、市场资源积累，积极迎合技术迭代的需求，在车联网发展时期，有望迎来业务新增长点。

车用通信系统架构示意图



主要C-V2X车载终端设备

厂商	型号	通信模式
千方科技	QF-VX2000	蜂窝+LTE-V2X
万集科技	WV2X-L923	LTE-V2X
金溢科技	WB-L20B	蜂窝+LTE-V2X
星云互联	V-BOX	蜂窝（4G）+LTE-V2X
东软睿驰	C-BOX	蜂窝+LTE-V2X
大唐电信	DTVL3000-OBU	LTE-V2X
华为	DA2300 T-Box	蜂窝（4G）+LTE-V2X

资料来源：电子说，民生证券研究院

资料来源：各车载终端设备厂商官网，民生证券研究院整理

3.6.2 网联基础设施——C-V2X 车载单元 OBU

经保守测算，车载单元 OBU 市场规模在 2025 年有望达到 365 亿元，2020-2025 年间市场总规模约为 1028 亿元。

根据《C-V2X 产业化路径和时间表研究白皮书》，2020 年开始在新车前装车载终端，2025 达到 50% 渗透率，以渗透率稳步提升进行前装数量测算。同时，存量车市场，旧车也将逐步搭载后装设备，保守估计 2025 年存量车市场后装设备搭载率为 5%。

关键假设：车载 OBU 单价 1000 元，新增汽车销量增速 4%（增速来自中汽协预测），汽车保有量增速 11%（前五年 CAGR 计算得出）

关键数据：2020、2021、2025 年新增汽车销量来自中汽协预测，2019 年汽车保有量数据来自国家统计局，2020 年来自公安部预测。

	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	
新增汽车销量（辆）	2576 万	2527 万	2630 万	2735 万	2845 万	2950 万	3000 万	4% 增速
前装 OBU 搭载率	/	5%	10%	20%	30%	40%	50%	
前装 OBU 数量（万个）		126.4	263	547	853.5	1180	1500	
汽车保有量（辆）	2.5 亿	2.6 亿	2.8 亿	3.2 亿	3.5 亿	3.9 亿	4.3 亿	近 5 年 CAGR 11%
后装 OBU 搭载率	/	0.5%	1%	2%	3%	4%	5%	
后装 OBU 数量（万个）	/	130	280	640	1050	1560	2150	
OBU 总量（万个）		256.4	543	1187	1903.5	2740	3650	
OBU 均价（元）				1000				
OBU 市场规模（亿元）	/	25.64	54.3	118.7	190.35	274	365	
2020-2025 总规模（亿元）				1028				

资料来源：中汽协，公安部，国家统计局，民生证券研究院

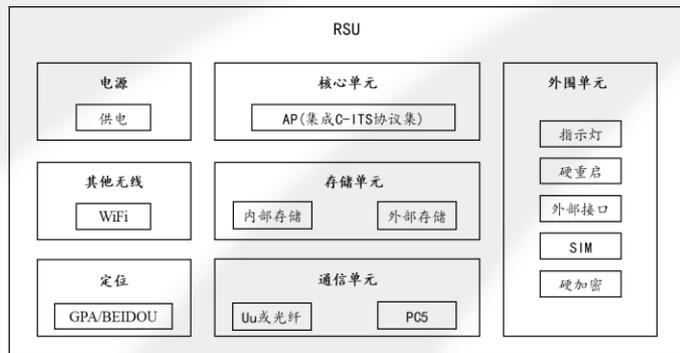
3.6.3 网联基础设施——C-V2X路侧单元RSU

路侧单元 (RSU) 是部署在路侧的通信网关，具有多种形态 (有线、无线)，汇集路侧交通设施和道路交通参与者信息，上传至V2X平台，并将消息广播给道路交通参与者，是车联网业务不可缺少的锚点。

车联网发展推动C-V2X路侧单元覆盖率提升，主要由政府推动进行交通基础设施数字化升级。短期内主要由政府联合产业各方率先在示范区及高速公路进行智慧道路升级，小规模铺设路侧设备，待基建及技术成熟，进行规模化部署。

目前国内主要C-V2X车载路侧设备提供商主要有千方科技、万集科技、金溢科技、大唐电信等，与车载终端具有重合度，且已参与智能网联示范区测试验证。

RSU硬件架构图



主要C-V2X路侧设备

厂商	型号	通信模式
千方科技	QF-VX1000	蜂窝+LTE-V2X
万集科技	WVR-9100	LTE-V2X
金溢科技	LB-RD10	蜂窝+LTE-V2X
星云互联	T-Station	蜂窝 (4G) +LTE-V2X
大唐电信	DTVL3000-RSU	LTE-V2X
华为	RSU5210	蜂窝 (4G) +LTE-V2X
中国移动	中国移动RSU	蜂窝 (4G) +LTE-V2X
高新兴	LTEV-V2X RSU	LTE-V2X

资料来源: 《中国移动LTE-V2X RSU白皮书》, 民生证券研究院

资料来源: 各路侧设备厂商官网, 民生证券研究院整理

3.6.3 网联基础设施——C-V2X路侧单元RSU

经保守测算，路侧单元RSU市场规模在2025年有望达到525.4亿元，2020-2025年间市场总规模约为1515.5亿元。

根据《C-V2X产业化路径和时间表研究白皮书》，2021年前主要在示范区、先导区、特定园区部署路侧设施，2022-2025在典型城市、高速公路逐步扩大覆盖范围，推断近年RSU部署主要在高速公路及城市叉路口，预估2025年高速公路RSU渗透率达到70%，城市路口RSU渗透率达到40%。

关键假设：RSU平均单价5万元，RSU覆盖半径500m（相较杭绍甬高速项目覆盖半径为200m保守预测），高速公路里程增速4%（近5年CAGR），城市道路里程增速6%（近5年CAGR）。

关键数据：高速公路里程、城市道路里程数来自国家统计局，城市路口数量测算标准参考公安部道路交通安全研究中心发布的《中国重点城市道路网结构画像报告》，城市道路平均327m即有一个城市叉路口。

	2018	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	
高速公路里程（万公里）	14.26	14.96	15	15.6	16.2	16.8	17.5	18.2	4%增速
RSU渗透率	/	/	/	30%	40%	50%	60%	70%	
RSU数量（万个）				9.36	12.96	16.8	21	25.48	
城市道路里程（万公里）	43.22	45.92	48.7	51.6	54.7	57.9	61.5	65.1	6%增速
城市路口数量（万个）	/	/	148.9	157.7	167.3	177	206.4	199.08	平均327m一个
RSU渗透率				10%	15%	20%	30%	40%	
RSU数量（万个）	/	/	/	15.7	25	35.4	61.8	79.6	
RSU总量（万个）	/	/	/	25.06	37.96	52.2	82.8	105.08	
RSU均价（万元）				5					
RSU市场规模（亿元）	/	/	/	125.3	189.8	261	414	525.4	
2020-2025总规模（亿元）				1515.5					

资料来源：国家统计局，公安部，民生证券研究院

3.6.4 网联基础设施——云控平台

云控平台是车联网的核心环节，也是实现网联协同感知、网联协同决策与控制的关键基础技术。通过云控平台赋能，为车辆提供高精度、低时延、超视距增强安全感知的能力，将有效提升智能网联汽车的安全性与行驶能效，推进产业化落地。

车联网发展推进云控平台部署，短期内主要在智能网联示范区内小规模落地，长期将随着车联网渗透率提升在城市道路进行规模化部署。

目前参与智能网联示范区测试的云控平台提供商主要有中兴通讯、大唐高鸿、启迪云控、华录易云等。

云控平台架构



资料来源：新浪汽车，民生证券研究院

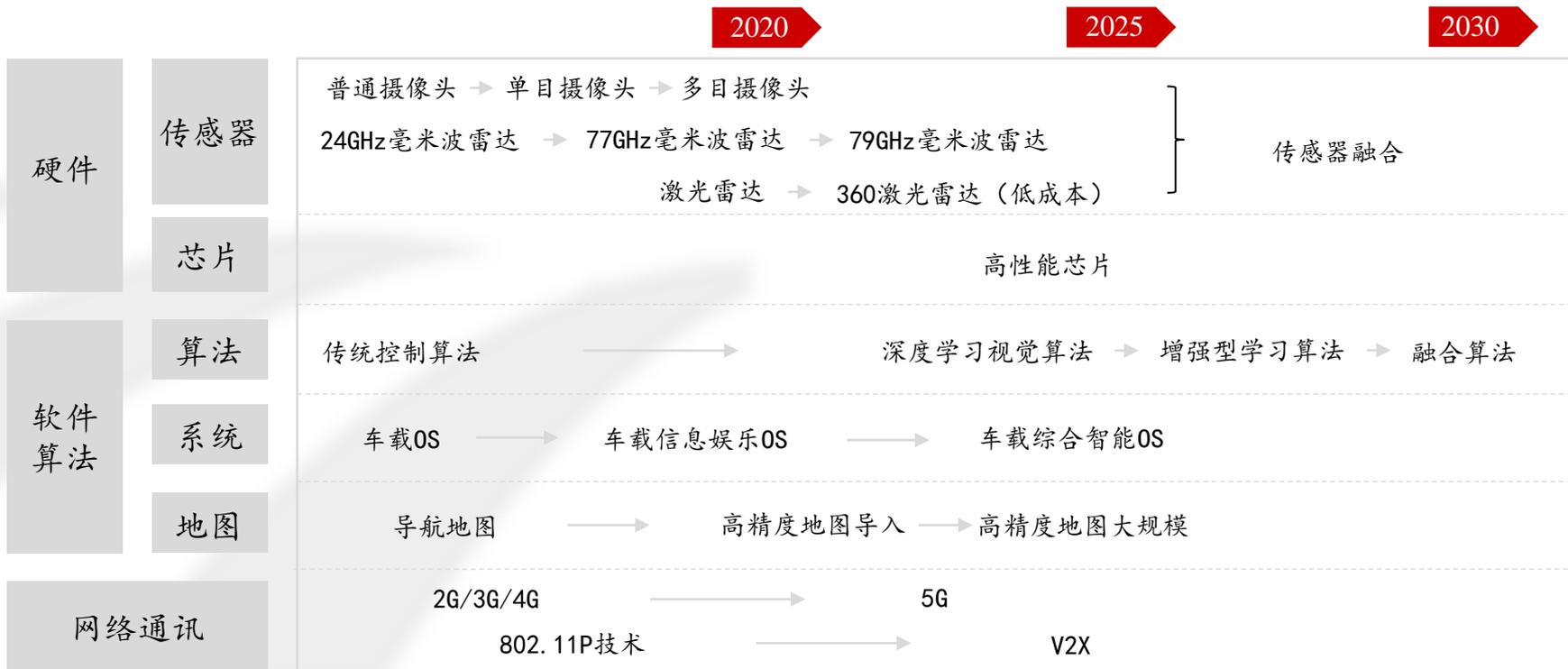
云控平台示范场景



资料来源：搜狐汽车，民生证券研究院

3.7 总体发展路径：硬件优先，软件升级，网联融合

智能网联汽车发展路径整体遵循硬件优先发展，软件算法逐步升级的方式，并结合V2X车联网技术实现高级别自动驾驶。



资料来源：盖世汽车研究院，民生证券研究院

4. 投资建议

重点关注：德赛西威，华测导航，四维图新，移远通信，广和通；建议关注：中海达和北斗星通

4.1 德赛西威：汽车电子领军企业

关注逻辑：公司是国内汽车电子领军者，已连续多年布局智能座舱、智能驾驶以及车联网领域，持续投入新技术及新产品研发，具备优质的产品结构与客户群体。公司智能座舱及智能驾驶新产品在多家核心客户众多车型中配套供货，包括比亚迪、奇瑞、长城、广汽等。公司L3级别自动驾驶域控制器产品IPU03正式量产，配套供货小鹏P7。随着自动驾驶技术迭代，ADAS系统及智能网联车渗透率持续提升，公司各项主营业务将明显受益，增长空间广阔。

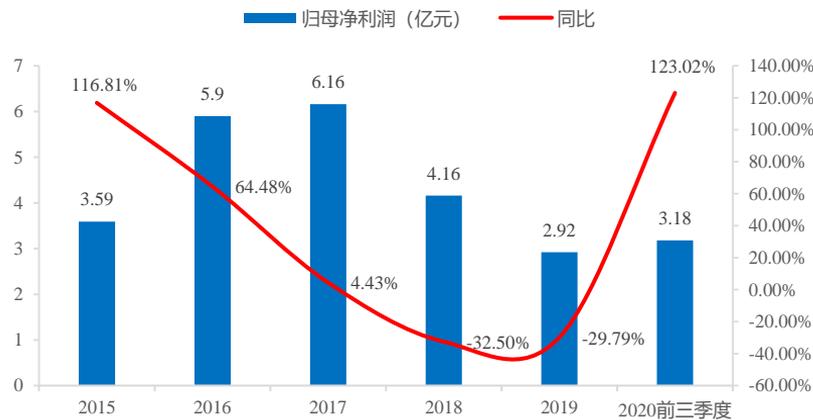
财务表现：受益于自动驾驶景气度高企，公司营收及净利润增速触底反弹，2020年前三季度实现营收42.98亿元，同比增长21.22%；实现归母净利润3.18亿元，同比增长123.02%。

公司2015-2020前三季度营收及同比增速



资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

公司2015-2020前三季度归母净利润及同比增速



资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

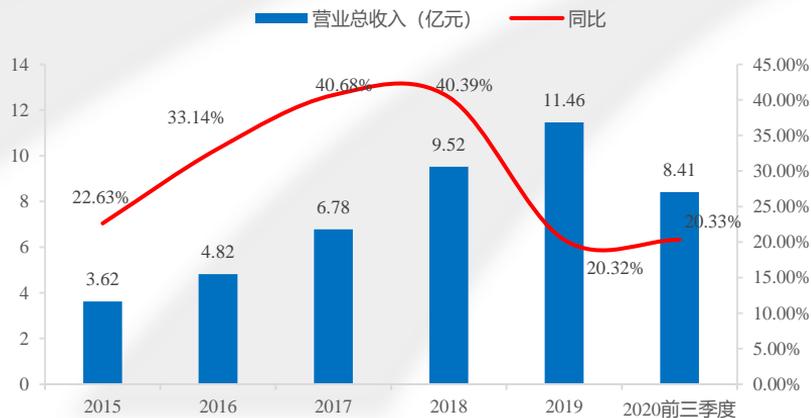
民生证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格
 请务必阅读最后一页免责声明

4.2 华测导航：高精度卫星导航定位核心公司

关注逻辑：公司聚焦于高精度卫星导航定位相关核心技术研发，具备多年行业经验及技术积累。北斗三号完成全球组网，卫星导航下游应用市场加速扩张；北斗与5G、物联网、车联网等领域深度融合，推动高精度定位产业进一步发展，公司作为产业领先企业之一，有望明显受益。公司发布定增预案，拟募集不超过8亿元资金，用于北斗高精度基础器件及终端装备产能建设项目、智能时空信息技术研发中心建设项目。产能建设项目达成后，公司产能提升将助力市场份额提升。同时，公司自研高精度定位芯片“璇玑”已实现投片并成功量产，未来有望成为新的业务增长点。

财务表现：公司营收持续增长，2020年前三季度实现营收8.41亿元，同比增长20.33%；实现归母净利润1.1亿元，同比增长56.26%。

公司2015-2020前三季度营收及同比增速



资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

公司2015-2020前三季度归母净利润及同比增速



资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

民生证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格
 请务必阅读最后一页免责声明

4.3 四维图新：高精度地图领军企业

关注逻辑：公司深耕导航地图十余年，技术优势明显，通过打造“智能汽车大脑”战略，进一步聚焦于高精度地图、高精度定位、云服务平台、车规级芯片等核心业务，在智能网联汽车领域夯实领先优势，稳固行业领导者地位。智能网联汽车在政策、技术及产业链驱动下，迎来万亿级成长空间，行业增长确定。公司与上汽、宝马、腾讯、滴滴等整车厂及互联网科技巨头合作，拓展生态渠道，未来业务有望保持高增长。

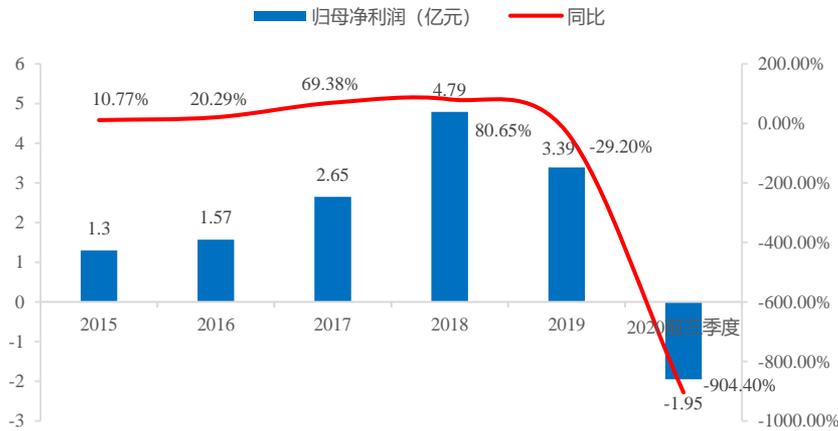
财务表现：业绩短期承压，2020年三季度业绩环比改善，具有向好趋势。公司2020年前三季度实现营收15.3亿元，同比下降0.36%；实现归母净利润-1.95亿元，同比下降904.4%。

公司2015-2020前三季度营收及同比增速



资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

公司2015-2020前三季度归母净利润及同比增速



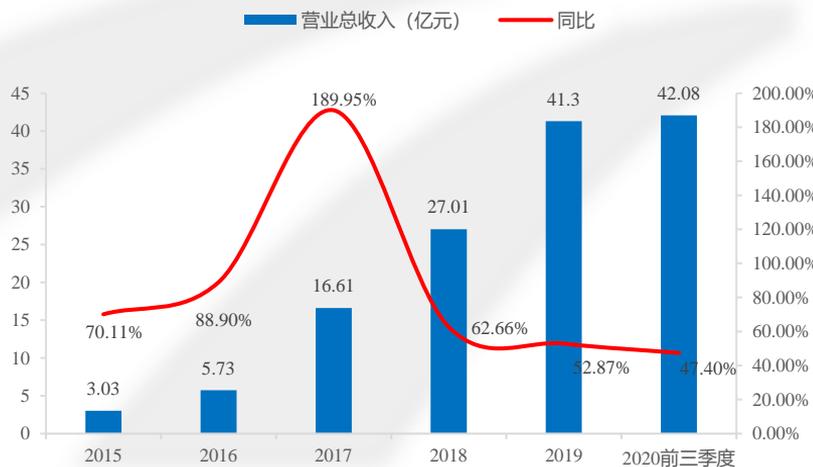
资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

4.4 移远通信：物联网模组龙头

关注逻辑：公司专业从事物联网无线通信模组及解决方案的设计、生产、研发与销售服务，是全球第一大蜂窝物联网模组供应商。公司采取全球渠道布局，国内外认证较齐全，营销体系完善。公司依托规模生产获得低成本优势，推出高性价比产品，有利提升市场份额。随着物联网技术逐步成熟，各类物联网链接需求持续拓展，公司作为通信模组龙头将率先受益。在车联网领域，公司可基于高通芯片提供C-V2X通信模组，伴随智能网联渗透率提升，公司车规级模组将明显受益。

财务表现：公司营收高速增长，2020年前三季度实现营收42.08亿元，同比增长47.4%；实现归母净利润1.25亿元，同比增长33.84%。

公司2015-2020前三季度营收及同比增速



资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

公司2015-2020前三季度归母净利润及同比增速



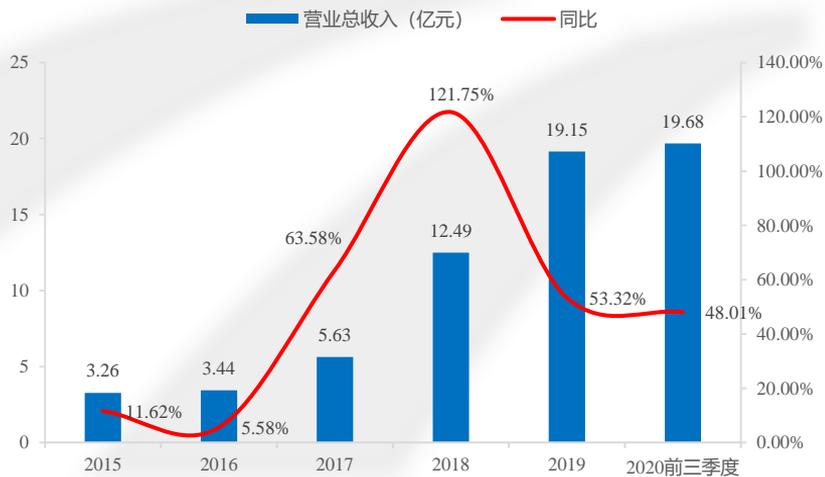
资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

4.5 广和通：消费电子模组龙头，加码布局车联网

关注逻辑：公司深耕物联网模组二十余年，在PC无线通信模组领域保持全球领先，与HP、Dell、Lenovo等客户绑定，建立稳定的供应关系，确保公司销售收入稳步增长。车联网方面，公司通过收购Sierra Wireless车载前装业务相关标的资产，快速切入国际车厂品牌，拓展业务领域，成为车联网模组供应商。在车联网渗透率持续提升背景下，公司有望启动新增长引擎。

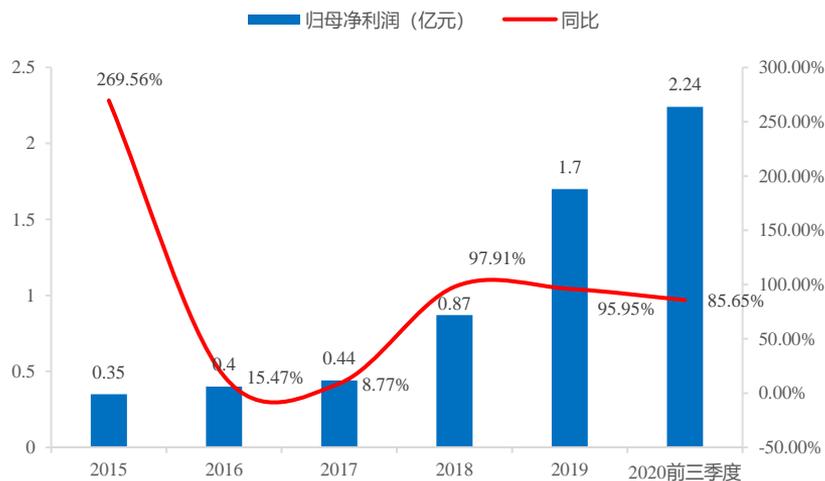
财务表现：公司营收及净利润持续增长，2020年前三季度实现营收19.68亿元，同比增长48.01%；实现归母净利润2.24亿元，同比增长85.65%。

公司2015-2020前三季度营收及同比增速



资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

公司2015-2020前三季度归母净利润及同比增速



资料来源：公司公告，wind，民生证券研究院

• 分析师与研究助理简介

王芳，电子行业首席，曾供职于东方证券股份有限公司、一级市场私募股权投资有限公司，获得中国科学技术大学理学学士，上海交通大学上海高级金融学院硕士。

傅鸣非，通信行业首席，上海交通大学工学硕士，深耕通信行业12年，曾供职于华为技术有限公司，历任无线通信研发工程师，无线解决方案销售经理，云计算解决方案高级拓展经理，2020年加盟民生证券。

分析师承诺：

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，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明：

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的12个月内公司股价的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来股价涨幅15%以上
	谨慎推荐	分析师预测未来股价涨幅5%~15%之间
	中性	分析师预测未来股价涨幅-5%~5%之间
	回避	分析师预测未来股价跌幅5%以上
行业评级标准		
以报告发布日后的12个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来行业指数涨幅5%以上
	中性	分析师预测未来行业指数涨幅-5%~5%之间
	回避	分析师预测未来行业指数跌幅5%以上

民生证券研究院：

北京：北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心A座17层； 100005

上海：上海市浦东新区世纪大道1239号世纪大都会1201A-C单元； 200122

深圳：广东省深圳市深南东路5016号京基一百大厦A座6701-01单元； 518001

本报告仅供民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。本公司也不对因客户使用本报告而导致的任何可能的损失负任何责任。

本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。

本公司在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或参与本报告所提及的公司的金融交易，亦可向有关公司提供或获取服务。本公司的一位或多位董事、高级职员或/和员工可能担任本报告所提及的公司的董事。

本公司及公司员工在当地法律允许的条件下可以向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务以及顾问、咨询业务在内的服务或业务支持。本公司可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。

未经本公司事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播本报告。本公司版权所有并保留一切权利。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。