

# 智能驾驶深度报告：仰望天空与脚踏实地

## 汽车行业

投资建议：中性

上次建议：中性

### 投资要点：

#### ➤ 智能驾驶的价值与发展阶段

智能驾驶以“服务人”、“替代人”为目标，价值包含：安全、高效、舒适。智能驾驶产品可分为两类：辅助驾驶产品由人对驾驶行为负责；自动（无人）驾驶产品由系统承担部分或者全部责任。当前，我们依然处在辅助驾驶阶段，并正向自动驾驶产品演进。

#### ➤ 产品功能与应用场景的匹配程度影响用户需求

不同应用场景，用户需求有差异，这将会影响智能驾驶功能的接受度与普及速度。我们认为：（1）安全相关的智能驾驶功能需求刚性，如：AEB、FCW等功能；（2）显性价值清晰、能够解决用户痛点的智能驾驶功能市场接受度高，如：节油、自动泊车等功能。（3）个性化的智能驾驶功能接受度的价格弹性较大，如：自动变道、座舱HUD等功能。

#### ➤ 三力合一，加速智能驾驶发展；标杆已至，智能驾驶进入成长期

（1）国家、地方、行业全方位的政策鼓励与支持；（2）供给端：传感器、计算机、通讯技术等逐渐成熟，产品成本下降，智能驾驶功能越来越丰富；（3）特斯拉树立行业标杆，智能电动汽车已经深入人心。智能驾驶已由导入期进入成长期，产品推出速度正在加快。未来，智能驾驶功能将会越来越多，渗透率越来越高。

#### ➤ 产业机会：仰望天空与脚踏实地兼顾，存量与增量机会并存

因为辅助驾驶向自动驾驶演进的节奏存在不确定性，在保持商业战略前瞻性的同时也应该关注产品的落地情况。

**整车端是牵引：**L3/L4级自动驾驶需要依托场景，商用车：有望率先落地，未来3年将是关键，建议关注相关科技公司。乘用车：智能电车将会先行，产品功能与用户需求相匹配才能提高用户付费意愿。

**零件端是支撑：**当前，我国缺乏零部件Tier1，建议关注华为布局。其他本土零部件企业分享智能驾驶红利的路径为：（1）**存量零部件**（毫米波雷达、摄像头、普通控制器等）：从独立功能切入，国产替代有机会；

（2）**增量零部件**（智能座舱、激光雷达、域控制器与计算平台等）：降低成本，提升集成与服务能力，成为Tier1是关键；（3）**壁垒零部件**（高精地图、网联模块）：外资进入有壁垒，本土企业为主导。

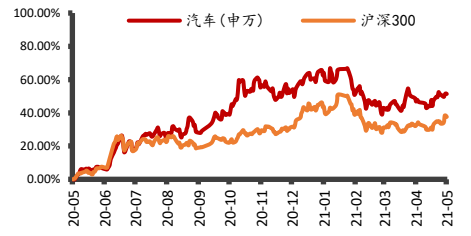
在公司层面，建议关注零部件公司进入先进国际整车平台的能力。

**服务与测试端是保障：**推动产品落地，分享红利，确定性高，建议关注。

#### ➤ 风险提示

汽车销量不及预期；智能驾驶技术发展不及预期；智能驾驶产品开发进度不及预期；法规与技术标准推出不及预期；供应链风险。

### 一年内行业相对大盘走势



张旭 分析师

执业证书编号：S0590521050001

电话：0510-85613713

邮箱：zxu@glsc.com.cn

刘斌 联系人

电话：0510-85607670

邮箱：liubin@glsc.com.cn

### 相关报告

1、《市场复苏持续，聚焦产业升级路径》

《汽车》

2、《行稳致远：自主再起，智车已来》

《汽车》

## 正文目录

1	我们为什么需要智能驾驶? .....	7
1.1	智能驾驶简介: 服务人与代替人 .....	7
1.2	智能驾驶的功能价值: 安全、高效、舒适 .....	7
1.3	智能驾驶的经济价值: 重构产业的革命 .....	8
1.4	智能驾驶技术分级与产品 .....	9
2	市场需求: 产品功能与应用场景的匹配程度影响用户需求 .....	12
2.1	ADAS(辅助驾驶): 产品成熟, 功能不断丰富 .....	12
2.2	L3/L4(自动驾驶): 场景决定市场空间与落地节奏 .....	13
2.3	产品功能价值决定需求弹性 .....	15
3	政策、技术、标杆共同推动, 智能驾驶加速到来 .....	18
3.1	政策支持: 国家战略方向; 地方大力扶持; 行业积极响应 .....	18
3.2	技术进步: 感知/智能/通讯技术导入 .....	19
3.3	标杆引领: 特斯拉引领智驾体验 .....	22
3.4	标杆引领: 商用车龙头寻求开辟新大陆 .....	24
4	智能驾驶产业链分析: 增量零部件与产业重构带来机会 .....	26
4.1	当前: 智能驾驶产业链分工与合作, 集成能力是关键 .....	26
4.2	未来: 产业链重构, 增量部件价值高 .....	29
4.3	感知层: 确定的增量市场, 期待国产放量 .....	35
4.4	执行层: 底盘电控壁垒高, 动力升级有机会 .....	51
4.5	决策层(控制器与计算平台): 国产替代与增量机会并存 .....	55
4.6	人机交互: 智能座舱对接用户 .....	63
5	投资建议 .....	70
6	风险提示 .....	73

## 图表目录

图表 1: 智能驾驶: 服务人与代替人 .....	7
图表 2: 智能驾驶功能的价值 .....	8
图表 3: 汽车行业“新四化”是全方位的革命 .....	8
图表 4: 软件定义汽车: 通过软件持续优化与改变 .....	8
图表 5: SAE 智能驾驶分级定义: 自动驾驶是高等级的智能驾驶 .....	9
图表 6: 从产品属性来看, 智能驾驶分为两类产品 .....	9
图表 7: 不同公司的产品开发战略选择 .....	9
图表 8: 完全达到高等级智能驾驶(L4 自动驾驶)还是需要较长的时间 .....	10
图表 9: Waymo 处于自动驾驶领先地位 .....	10
图表 10: 自动驾驶面临长尾效应: 难以覆盖全面 .....	10
图表 11: 各国通向自动驾驶的战略选择 .....	11
图表 12: 我国强调智能化与网联化协同发展 .....	11
图表 13: 常见乘用车 ADAS 功能、价值及其工作原理 .....	12
图表 15: 乘用车常见 ADAS 功能 .....	13
图表 16: 商用车 ADAS 系统构成 .....	13
图表 17: 典型的智能驾驶使用场景 .....	13
图表 18: 应用场景决定市场空间(百亿元) .....	13
图表 19: 国内自动驾驶领域投资波动 .....	14

图表 20: 港口集装箱卡车与末端配送小车.....	14
图表 21: L3 以上的自动驾驶开发: 各公司选定主攻场景.....	14
图表 22: ADAS/AD (主动安全) 相关标准计划.....	15
图表 23: 乘用车对 AEB 搭载与性能要求越来越高.....	15
图表 24: 主动安全功能被引入商用车管理法规.....	15
图表 25: “两客一危”安全监管大量应用辅助驾驶.....	15
图表 26: 自动泊车功能解决用户痛点.....	16
图表 27: ACC 功能缓解驾驶员跟车疲劳.....	16
图表 28: 自动驾驶卡车将在多个环节为用户节约成本.....	16
图表 29: 商用车智能驾驶产品价值较为显性.....	16
图表 30: 智能座舱功能带来个性化体验.....	17
图表 31: 用户对车载导航地图支付意愿不强.....	17
图表 32: ADAS 功能体验调查, 用户满意度不高.....	17
图表 33: 用户对智能驾驶兴趣度高, 支付意愿不强.....	17
图表 34: 我国智能网联汽车标准体系框架.....	18
图表 35: ADAS 基本功能标准体系已经建立.....	18
图表 36: 行业对于产品测试评价达成共识.....	19
图表 37: 2021 年, 智能网联汽车质检中心获批.....	19
图表 38: 车辆感知识别的内容.....	19
图表 39: 激光雷达在汽车上的应用.....	19
图表 40: Mobileye 以算法与芯片成为行业龙头.....	20
图表 41: 计算能力提升满足高等级智能驾驶需求.....	20
图表 42: “人-车-路-云”相互连接, 构建未来智慧交通体系.....	21
图表 43: 智慧基站承担路段感知、通讯、计算功能.....	21
图表 44: 特斯拉汽车连续高速增长.....	22
图表 45: 智能驾驶功能是特斯拉宣传重点.....	22
图表 46: 国产品牌对标特斯拉智能驾驶功能与配置.....	22
图表 47: 乘用车市场自动泊车功能搭载仍然较低.....	23
图表 48: 全球 ADAS 市场预测 2019-2027.....	23
图表 49: 我国乘用车部分 ADAS 配置变化情况: 虽然逐年增高, 但大部分功能低于 20% 搭载率.....	23
图表 50: 我国物流费用占 GDP 比重较高.....	24
图表 51: 通过车联网技术能够有效节约运输成本.....	24
图表 52: 随着自动驾驶重卡发展, 整车企业的价值领域将会大幅拓展.....	24
图表 53: 一汽解放已通过哥伦布计划布局智能驾驶、后市场、车联网.....	25
图表 54: 智能驾驶整车厂 (OEM) 与供应商的分工与合作.....	26
图表 55: ADAS 级别智能驾驶产业链上下游: 主机厂处于顶层, 处于主导位置.....	26
图表 56: 我国 ADAS 市场增长迅速.....	27
图表 57: 部分公司 ADAS 业务收入比较(2019 年).....	27
图表 58: 部分零部件企业在智能驾驶领域的布局: 国际公司优势明显.....	27
图表 59: 全球零部件 TOP10 均能承担 Tier1 角色.....	28
图表 60: 汽车软件与 EEA 的价值量将会持续提升.....	29
图表 61: 电子电气架构升级也是组织重构的过程.....	29
图表 62: 汽车软件与其他软件对比: 代码量巨大.....	29
图表 63: 对标特斯拉, 大众汽车提升软件自研率.....	30
图表 64: 汽车企业需要更多的软件人才与 IT 专家.....	30
图表 65: 整车企业积极与科技公司合作.....	30

图表 66: 国际整车企业抱团研究 L4 级智能驾驶	30
图表 67: 芯片、算法将成为未来智能驾驶的核心零部件, 价值节点发生转移	31
图表 68: 应对软件定义汽车, 整车企业的组织架构将会发生转变	31
图表 69: 行业变革下的各方需求与痛点: 传统国际 Tier1 面临双重挤压	31
图表 70: 国际汽车 Tier1 供应商拆分与并购, 应对技术变革	32
图表 71: 高等级智能驾驶实现共享出行, 构建新型生态网络	32
图表 72: 汽车价值链重构: 通过软件实现价值链向中后段转移	32
图表 73: 商用车干线物流领域合作模式	33
图表 74: 自动驾驶公司 (图森未来 TSP.O) 对于智能物流网络体系构想及商业模式	33
图表 75: 华为进入汽车领域, 目标成为头部 Tier1	34
图表 76: 我国整车企业进入正向研发突破阶段	34
图表 77: 雷达、超声波、摄像头各有优劣	35
图表 78: 雷达、超声波、摄像头对应功能	35
图表 79: 主要感知传感器原理及比较	35
图表 80: 智能驾驶等级越高传感器搭载数量与种类将会越多	36
图表 81: 不同智能驾驶级别的传感器方案估算 (元)	36
图表 82: 视觉系统产业链 (前视摄像头为例)	37
图表 83: ZF 前视三目摄像头成本分拆	37
图表 84: 摄像头涉及到的芯片供应商	37
图表 85: Mobileye 占前视方案市场主导地位	37
图表 86: 2018 至 2020 年, 汽车 CMOS 市场份额	38
图表 87: 全球车载视觉系统市场规模	38
图表 88: 车载摄像头分类及功能	38
图表 89: 车载摄像头产业链部分参与企业	39
图表 90: 车载摄像头种类及国产机会: 360 全景影像、疲劳监测、盲区监测等视觉领域产品有望突破	39
图表 91: 汽车毫米波雷达工作原理	40
图表 92: 汽车毫米波雷达结构	40
图表 93: 大陆 ARS4-B 毫米波雷达主要芯片供应商	40
图表 94: Infineon 提供的 77/79GHz 的芯片方案	40
图表 95: 典型车载雷达系统搭配 (1+2+2)	41
图表 96: 未来 77GHz 和 79GHz 是趋势	41
图表 97: 我国毫米波雷达市场快速增长	41
图表 98: 全球毫米波雷达市场格局 (2018)	41
图表 99: 汽车雷达定点与开发周期较长	42
图表 100: 保隆科技毫米波雷达产品介绍	42
图表 101: 视觉+毫米波雷达方案有局限性	43
图表 102: 激光雷达获取点云进行测距和物体识别	43
图表 103: 激光雷达聚焦五大核心部件: 技术分支多, 尚未收敛	43
图表 104: 测距原理: ToF 是目前的技术主流	44
图表 105: 激光雷达按照扫描方式有无机械转动部件可以分为机械旋转、混合固态、纯固态	44
图表 106: 激光雷达向固态化发展与部分公司布局	45
图表 107: VCSEL 较 EEL 在光束质量上存在优势	46
图表 108: VCSEL 在成本和可靠性方面存在优势	46
图表 109: 车用激光雷达产品核心点	46
图表 110: 禾赛科技激光雷达	46



图表 111: 各大车企正在加快激光雷达的搭载: 激光雷达供应商选择备受关注.....	47
图表 112: 激光雷达主要性能参数.....	47
图表 113: 不同应用场景, 对激光雷达有不同的性能要求.....	48
图表 114: 激光雷达成本下降非常关键.....	48
图表 115: Tier1 对于激光雷达积极布局.....	48
图表 116: 地图与其他传感器感知距离比较.....	49
图表 117: 不同等级的智能驾驶对地图的要求.....	49
图表 118: 高等级智能驾驶定位方法.....	49
图表 119: 车规级 GNSS/IMU 产品.....	49
图表 120: 不同车载定位方式对比.....	50
图表 121: 2017 年国内电动转向 (EPS) 市场格局.....	51
图表 122: 2017 年国内 (ESC) 市场格局.....	51
图表 123: 博世 Servolectric 电子助力转向系统.....	52
图表 124: 博世 iBooster 智能制动系统.....	52
图表 125: 博世车身稳定系统(ESC)组成及原理.....	52
图表 126: 国际厂商在底盘控制领域布局深厚.....	53
图表 127: AMT 实现了动力输出智能控制.....	53
图表 128: 智能驾驶实现省油功能.....	53
图表 129: 欧美 AMT 变速箱用了 15 年实现普及.....	54
图表 130: 中国重卡 (牵引车) AMT 快速增长.....	54
图表 131: 汽车控制器原理.....	55
图表 132: 汽车软件与硬件分离趋势确定.....	55
图表 133: 汽车电子控制单元 (ECU) 产业链.....	55
图表 134: 科博达车灯控制器进入国际整车厂平台.....	55
图表 135: 博世域控制器 DASy.....	56
图表 136: 大陆汽车动力域控制器(PDU)产品布局.....	56
图表 137: 座舱域控制架构“一芯多屏”.....	56
图表 138: 智能座舱域的功能安全标准相对较低.....	56
图表 139: 座舱域控制器供应商及其产品.....	57
图表 140: 国产芯片在座舱域控制器领域获得突破.....	57
图表 141: 全球汽车座舱域控制器出货量预测.....	57
图表 142: ZF (采埃孚) ProAI 的四代产品.....	58
图表 143: 德赛西威 ADAS/AD 域控制器.....	58
图表 144: ADAS/AD 域控制器供应商及其产品.....	58
图表 145: 车载智能计算基础平台参考架构: 未来产业链分工围绕计算平台展开.....	59
图表 146: 智能驾驶的车载计算平台能够让 Tier1\Tier2\ICT 等企业跨界整合.....	59
图表 147: 部分车载计算平台比较.....	60
图表 148: 特斯拉智能驾驶控制器 (FSD).....	60
图表 149: 华为 MDC 展现其在智能汽车上布局.....	60
图表 150: 车规级芯片开发周期长.....	61
图表 151: 国产地平线芯片产品规划.....	61
图表 152: 芯驰科技产品布局.....	61
图表 153: 本土芯片企业加强与下游车企合作.....	61
图表 154: 域控制器与计算平台市场规模预测.....	62
图表 155: 2020 年至 2030 年汽车软件价值分解.....	62
图表 156: 2020 年至 2030 年汽车软件增速预测: OS 和娱乐网联部分增速较高.....	62
图表 157: 智能座舱整体结构.....	63

图表 158: 智能座舱主要构成.....	63
图表 159: 虚拟系统对于实现智能座舱至关重要.....	63
图表 160: 中控液晶屏搭载率已较高 (%) .....	64
图表 161: 液晶仪表盘搭载率提升有潜力 (%) .....	64
图表 162: HUD 搭载率还较低 (%) .....	64
图表 163: 10~20 万车型 液晶仪表搭载对比.....	64
图表 164: 中国市场液晶仪表盘市场规模预测.....	65
图表 165: 中国市场抬头显示市场规模预测.....	65
图表 166: 车载中控娱乐市场格局分散.....	65
图表 167: 液晶仪表市场集中度高.....	65
图表 168: 车用液晶仪表产业链中的主要公司.....	66
图表 169: 中控屏产业链中的主要公司.....	66
图表 170: 智能座舱“一芯多屏”系统架构非常重要.....	66
图表 171: 智能座舱产业链结构: 有望出现座舱 Tier1 .....	67
图表 172: Tier1 通过集成化座舱电子产品获取更高的单车价值 (ASP) .....	67
图表 173: 国内外企业在智能座舱领域布局比较.....	68
图表 174: 理想 ONE 智能座舱由德赛西威集成.....	68
图表 175: 智己汽车智能座舱整车厂主导较多 .....	68
图表 176: DMS 主要功能.....	69
图表 177: DMS 组成及工作原理.....	69
图表 178: 不同智能驾驶功能渗透率提高趋势明确.....	70
图表 179: 未来 3 年将是自动驾驶产品商业化落地的关键时刻.....	71
图表 180: 从产业维度看当前智能驾驶领域投资机会 .....	71

## 1 我们为什么需要智能驾驶？

### 1.1 智能驾驶简介：服务人与代替人

智能驾驶是指汽车通过配置先进的传感器、控制器、执行器、通讯模块等设备实现协助驾驶员对车辆的操控，甚至完全代替驾驶员实现无人驾驶的功能。

高等级的智能驾驶是智能交通体系的一部分，通过 V2X（车联网）技术汽车能够与道路信息、交通信号、其他车辆等周围环境连接为一体，形成“人、车、路”高效运行的交通体系。而在智能汽车内部，各种类型的传感器代替了人的眼睛与耳朵，感知汽车周围情况；强大算力的控制器代替了人的大脑，决策车辆行驶路线；响应灵敏的执行器代替了人的手脚，执行着智能大脑的命令。被“代替”的驾驶员则通过全新的人机交互环境，享受着智能的体验与服务。这是智能驾驶的愿景，也是定义各个子功能的发展目标。

图表 1：智能驾驶：服务人与代替人



来源：网络资料，国联证券研究所

### 1.2 智能驾驶的功能价值：安全、高效、舒适

安全始终是汽车出行的第一要务，早期的智能驾驶功能主要是集中在帮助驾驶员减少交通事故的辅助驾驶功能。其中，典型的功能为 AEB (Autonomous Emergency Braking, 自动紧急制动系统)。AEB 系统通过摄像头或雷达检测和识别前方车辆，在有碰撞可能的情况下先用声音和警示灯提醒驾驶者进行制动操作回避碰撞。根据 Euro NCAP 研究结果显示：AEB 技术能在现实世界中减少 38% 的追尾碰撞，且无论是在城市道路（限速 60km/h）或郊区道路行驶的情况下，效果并无显著差别。

根据《中国自动驾驶安全读本》，当前我国交通领域面临诸多痛点，包括：人为原因导致的交通事故率占比 90%；因为交通拥堵，仅仅在北京就造成了人均 4013.31 元/年的经济成本；我国物流费用在 GDP 中的比重达到 14.6%，远超欧美国家，效率低下；我国大城市停车位缺口平均在 70% 以上，停车难的问题越来越突出。

图表 2：智能驾驶功能的价值



来源：中国自动驾驶安全读本，国联证券研究所

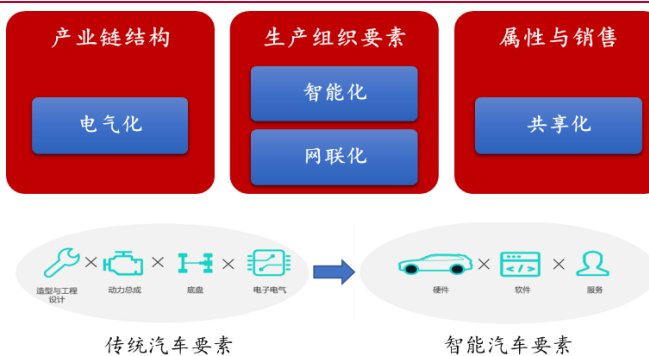
智能驾驶功能有望成为解决这些痛点的方案，其价值体现在多个方面：

- ✓ **提升安全性：智能驾驶功能帮助减少交通事故率。**
- ✓ **提升效率，减少成本：协同式交通系统可以提高燃油经济性及交通效率。**
- ✓ **提高舒适性：减轻驾驶负担，解放用户时间。**

### 1.3 智能驾驶的经济价值：重构产业的革命

当前，汽车行业正在经历 100 多年来最为剧烈的变革，“新四化”趋势（电气化、智能化、网联化、共享化）带来全方位的产业革命。在这一变革中，智能驾驶将显著提升汽车电子、软件算法等在汽车价值中的比重。先进的计算机、通讯、算法等技术成果将被应用在智能驾驶汽车上。传统汽车行业的生产组织要素（知识技能、组织模式等）将被全面改变，有望创造众多新增部件机会。

图表 3：汽车行业“新四化”是全方位的革命



来源：国联证券研究所

图表 4：软件定义汽车：通过软件持续优化与改变



来源：华为，国联证券研究所

软件定义汽车理念已经越来越被行业接受，通过软件更新 (OTA) 持续的优化功能与创造价值成为未来智能汽车必备特征。智能驾驶功能的演进也是汽车产业逐步重构的重要内容。



### 1.4 智能驾驶技术分级与产品

#### ➤ 智能驾驶技术分级标准

当前，行业普遍遵循 SAE 协会定义的智能驾驶等级。但从产品属性来看，智能驾驶分为人承担责任和车承担责任两类。其中，L2 及以下的智能驾驶通常被定义为 ADAS（高级驾驶辅助系统），其最大的特点是系统只是给驾驶员提供协助，驾驶员需要承担所有的责任与后果。而在 L4 及以上的智能驾驶汽车上，责任主体为汽车生产或者汽车服务商对于 L3 级别的智能驾驶，因为其只能在特定条件下代替人，并且在系统失效的时候需要人及时接管车辆，在实际应用中的可操作性及责任界定问题在行业内外存在较大争议。从技术角度而言，L3 级别智能驾驶是技术发展的必经阶段，但从法律及产品角度，仍存在着较大争议。

图表 5：SAE 智能驾驶分级定义：自动驾驶是高等级的智能驾驶

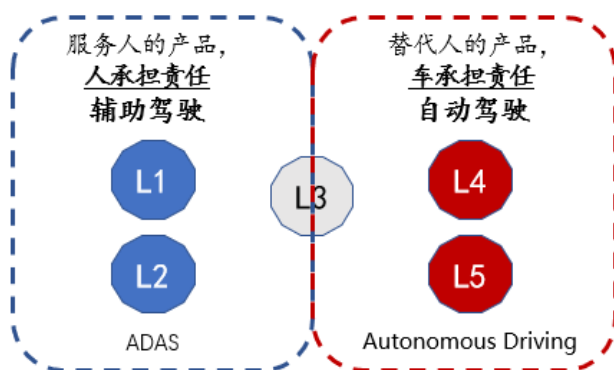


来源：SAE，中国自动驾驶安全读本，国联证券研究所

#### ➤ 智能驾驶产品开发战略选择

Waymo、滴滴等科技公司与初创公司采取“高举高打”策略，直接针对 L4 级别的智能驾驶进行研发，以期实现全自动驾驶。根据 Navigant Research 发布的 2020 年度自动驾驶汽车排行榜，Waymo、通用 Cruise、百度处于领先地位。Waymo 从 2009 年就开始了相关研究，其在该领域投入最大、积累数据最多、应用最全面。

图表 6：从产品属性来看，智能驾驶分为两类产品



来源：国联证券研究所

图表 7：不同公司的产品开发战略选择



来源：网络资料，国联证券研究所

从技术角度分析，针对 L4 级别的智能驾驶虽然已经有了很多进步，但是目前仍处于试验研究阶段。面对情况复杂的开放道路，技术成熟度还远未达到全面商业化运营的要求。2019 年，著名咨询公司 Gartner 在其报告中认为 L4 级别自动驾驶技术全面成熟还需要 10 年以上的时间。

图 8：完全达到高等级智能驾驶（L4 自动驾驶）还是需要较长的时间



来源：Gartner Hype Cycle For Emerging Technologies 2019，国联证券研究所

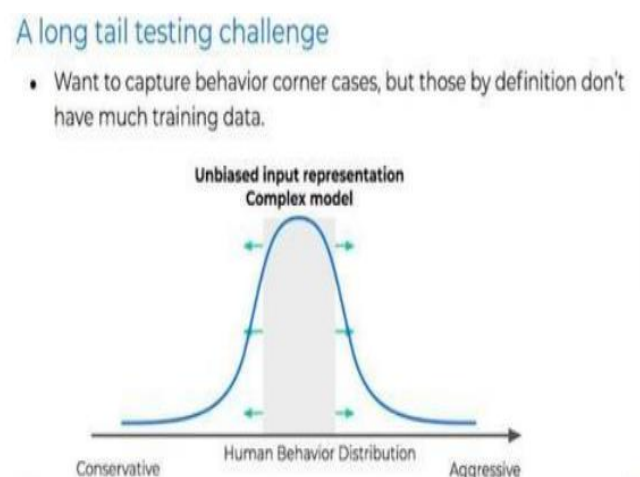
主流汽车企业均从 ADAS 功能入手实现产品化，并逐步向 L3、L4 级别功能方向演进。头部企业则是同时布局 ADAS 产品开发与 L4 级别的自动驾驶技术研究，例如：大众，GM，Ford 等。当前，L2 智能驾驶产品已经较为成熟，正在向 L3 技术阶段发展。企业通过传感器、计算平台、算法的不断升级与迭代，逐步完善产品功能，并扩展应用场景。特斯拉、奥迪、小鹏等已经宣传开发出具备 L3 技术能力的智能驾驶汽车，但因为 ODD(Operational Design Domain:设计运行区域)在法律及标准上还没有明确，他们更多以 L2+来定义相关产品。2020 年底，特斯拉在写给加州机动车管理局(DMV)邮件中承认，FSD 目前并非真正的完全自动驾驶，FSD 和 Autopilot 一样，都属于 L2 级自动辅助驾驶系统。

图 9：Waymo 处于自动驾驶领先地位



来源：Navgant Research Leaderboard Report: Automated Driving 2020

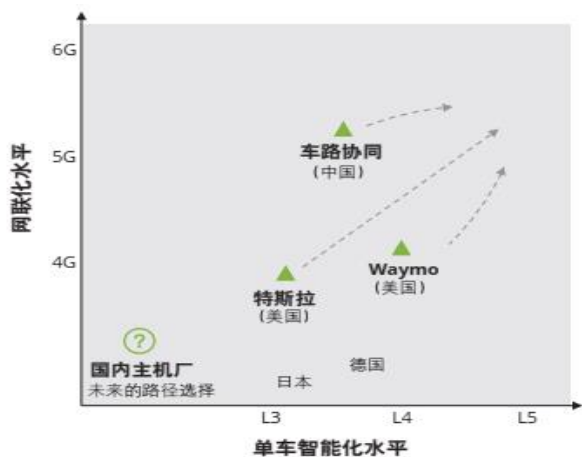
图 10：自动驾驶面临长尾效应：难以覆盖全面



来源：Waymo，国联证券研究所

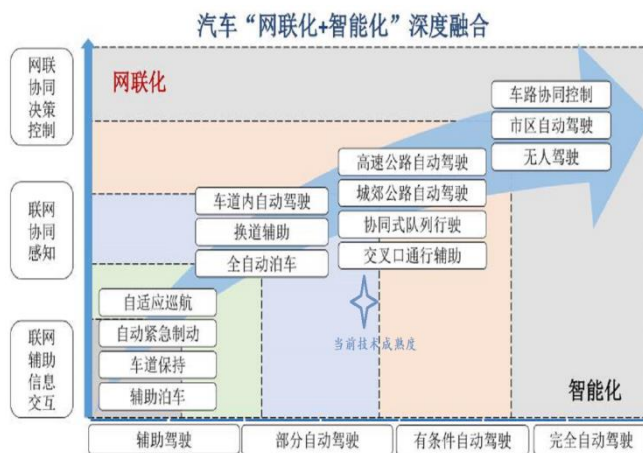
我国更加强调智能化与网联化同步发展，以网联功能构建“人-车-路-云”的整体解决方案，减小单车智能的开发难度。2020年2月，由发改委等11部委联合发布的《智能汽车创新发展战略》中明确提出：“到2025年，中国标准智能汽车的技术创新、产业生态、基础设施、法规标准、产品监管和网络安全体系基本形成。实现有条件自动驾驶的智能汽车达到规模化生产，实现高度自动驾驶的智能汽车在特定环境下市场化应用。智能交通系统和智慧城市相关设施建设取得积极进展，车用无线通信网络（LTE-V2X等）实现区域覆盖，新一代车用无线通信网络（5G-V2X）在部分城市、高速公路逐步开展应用，高精度时空基准服务网络实现全覆盖。”

图表 11：各国通向自动驾驶的战略选择



来源：《德勤：新基建下的自动驾驶》，国联证券研究所

图表 12：我国强调智能化与网联化协同发展



来源：汽车工程协会节能路线图，国联证券研究所

## 2 市场需求：产品功能与应用场景的匹配程度影响用户需求

### 2.1 ADAS(辅助驾驶)：产品成熟，功能不断丰富

ADAS(先进辅助驾驶系统) 利用雷达、摄像头等传感器采集汽车周边环境数据，进行静态、动态物体的识别、跟踪，控制系统结合地图数据进行做出行为决策，使驾驶者觉察可能发生的危险，必要时直接控制车辆的刹车或者转向动作，可有效提升驾驶安全性、舒适性。

ADAS 所涉及的主要零部件毫米波雷达、超声波雷达、摄像头、电动转向、电动刹车等已经在技术上成熟，并实现了大规模量产与应用。ADAS 的功能与应用也越来越丰富，相关测评标准已经颁布。在国家标准(2019年)《道路车辆先进驾驶辅助系统(ADAS)术语及定义》中给出了 36 项 ADAS 功能，包含 FCW、BSD、HMW、HUD 等信息辅助类 21 项，AEB、ACC、LKA 等控制辅助类 15 项。

图表 13：常见乘用车 ADAS 功能、价值及其工作原理

价值	功能	说明	感知部分	执行部分
安全控制 (控制辅助)	ACC(Adaptive Cruise Control) 自适应巡航系统	保持安全距离，自动控制巡航车速	距离传感器(微波雷达、激光雷达、摄像头等)	油门、挡位、制动
	LKA(Lane Keeping Assist) 车道保持系统	在车辆非受控偏离车道时，自动调节转向	车道线识别传感器(摄像头、激光雷达等)	转向
	AEB(Autonomous Emergency Braking) 自动紧急制动	前方出现障碍物，自动紧急停车	距离传感器(微波雷达、激光雷达、摄像头等)	制动
	AFL(Adaptive Front Lights) 智能大灯控制	可以根据道路的形状来改变大灯的方向。令一些智能大灯控制系统能够根据车速和道路环境来改变大灯的强度。	摄像头	前大灯
安全提醒 (信息辅助)	FCW(Forward Collision Warning) 前撞预警	检测车距，并发出警告	距离传感器(微波雷达、激光雷达、摄像头等)	报警(仪表显示、声音、振动等)
	LDW(Lane Departure Warning) 车道偏离预警	在驾驶员无意识偏出车道时发出报警	车道线识别传感器(摄像头、激光雷达等)	报警(仪表显示、声音、振动等)
	DMS(Driver Monitoring Systems) 注意力检测系统	当驾驶员出现疲劳，注意力不集中的时候提醒驾驶员	摄像头	报警(仪表显示、声音、振动等)
	BSD(Blind Spot Detection) 盲点检测	监视驾驶员视觉盲区，给予警告	距离传感器(微波雷达、激光雷达、摄像头等)	报警(仪表显示、声音、振动等)
提升效率	AP 自动泊车	识别周围环境、实现自动停车入位	距离传感器(超声波、毫米波、激光雷达、摄像头等)	油门、制动、转向

来源：国联证券研究所

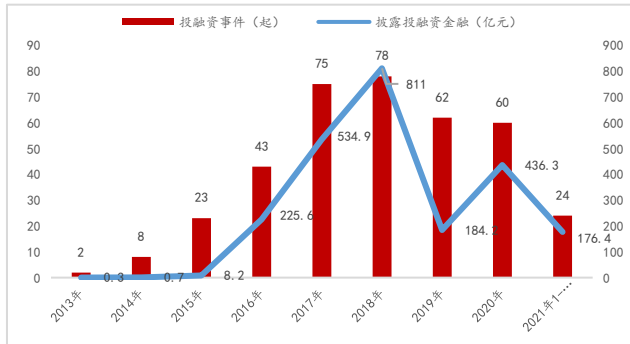
在乘用车领域，常用的 ADAS 功能包括安全控制类的 ACC/AEB/LKS 等，预警类的 FCW/LDW/PCW/BSD 等，其他辅助性的 AP 等功能。





过去几年，经历了自动驾驶投资起落后，“场景致胜”已经成为行业共识。当前，各个公司纷纷选定自己的主攻场景，以争取实现更早的商业化落地。Waymo、百度、滴滴、Uber、文远知行、小马智行等公司的重点在 Robotaxi 领域；TuSimple(图森未来)、智加科技、赢彻科技等公司主攻干线物流；主线科技、西井科技等集中在港口物流；希迪智驾、易控智加等主攻矿区场景；京东 X、菜鸟等则在园区物流配送上投入较大。

图表 18：国内自动驾驶领域投资波动



来源：企查查，盖世汽车，国联证券研究所

图表 19：港口集装箱卡车与末端配送小车



来源：东风汽车，京东 X，国联证券研究所

不同的场景，产品开发难度不同，商业落地速度也有差别。因为港口集装箱卡车运行环境较为封闭，车速要求不高，产品开发相对简单，有望在 2023 年前后实现商业化落地。而 Robotaxi 因为场景较为复杂，即使在美国较高的出行成本下，实现商业化的收支平衡也要到 2026 年以后。这也是 Waymo 在美国凤凰城的 Robotaxi 运营无法持续扩大的原因。

图表 20：L3 以上的自动驾驶开发：各公司选定主攻场景



来源：亿欧智库，国联证券研究所

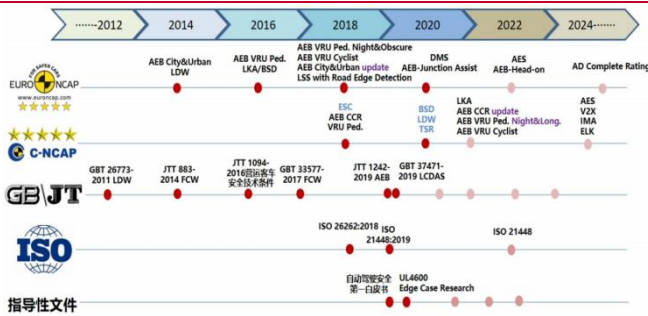
### 2.3 产品功能价值决定需求弹性

➢ 辅助驾驶的安全功能被纳入法规标准，有望快速普及

智能驾驶的主动安全功能能够提高道路安全、减少交通事故。因此，我国政府正在将会越来越多的主动安全功能纳入到法规标准体系。

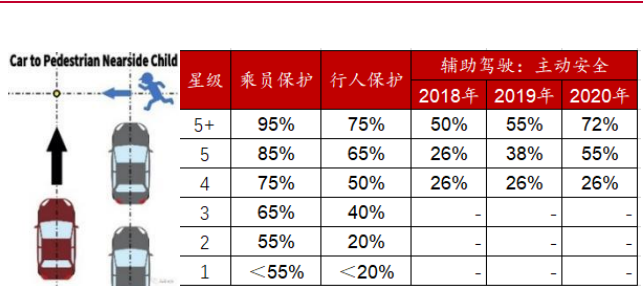
在乘用车领域，AEB等辅助驾驶功能已经被纳入欧洲、北美、我国的测试认证规范，标准引导产品升级的意味明显。2018年，AEB已被纳入我国乘用车的新车评价规程(C-NCAP)，缺乏相关配置的车辆将难以获得较高的评级。根据评分体系，在2018年，车辆要获得5星级评价，主动安全的最低得分率要求为26%；而到2019年，最低得分率提升至38%；2020年提升至55%。根据Euro NCAP的发展规划，针对AEB功能，将引入更多测试包括：后向行人保护、AEB交叉路口评价等。2022年开始引入Head-on（迎面）测试，模拟车辆正面头碰头的场景。

图表 21: ADAS/AD (主动安全) 相关标准计划



来源：中汽中心 (CATARC)

图表 22: 乘用车对 AEB 搭载与性能要求越来越高



来源：搜狐汽车，国联证券研究所

在商用车领域，特别是“两客一危”车辆（公交、客运、危化品车辆），因为其交通安全运行影响重大，政府已经将装配 AEB, FCW 等辅助驾驶功能列入强制标准。考虑到商用车安全问题所造成的社会隐性成本，针对普通商用车的推荐标准也已经颁布。部分强制性政策与规定从“两客一危”开始，并逐步向重型载货汽车、新能源汽车、中轻卡、专项作业车等领域推行。

图表 23: 主动安全功能被引入商用车管理法规

主动安全功能	GB 7258-2017 机动车运行安全技术条件	JT/T 1094-2016 营运客车安全技术条件	JT/T 11781-2018 营运货车安全技术条件
ESC、EBS	车长≥7m的未设置乘客站立区的客车 总质量≥12000kg的危险货物运输货车 2022.01.01	总质量>3500kg的营运客车 <b>已实施</b>	最大设计总质量>12000kg的载货汽车 2021.05.01
FCW、AEB	车长>11m的公路客车和旅游客车 2021.01.01	车长>9m的营运客车 2021.01.01	最大设计总质量>12000kg的载货汽车 2020.05.01
LDW、LKA	车长>11m的公路客车和旅游客车 2022.01.01	车长>9m的营运客车 2020.05.01	最大设计总质量>18000kg的载货汽车 2020.05.01

测试项目	标准
车道偏离预警系统LDW	JT/T 883-2014、GB/T 26773-2011、危险货物道路运输营运车辆安全技术条件
前向碰撞预警系统FCW	JT/T 883-2014、GB/T 33577-2017、危险货物道路运输营运车辆安全技术条件
自动紧急制动系统AEB	JT/T 1242-2019、GB/T 38186-2019、GB 7258-2017 机动车安全技术条件、ECE R131
自适应巡航控制系统ACC	GB/T 20608-2006、ISO 15622-2002、GB 24545-2019
车道保持辅助系统LKA	ISO 11270-2014、20171040-T-339、

来源：中汽中心 (CATARC)

图表 24: “两客一危”安全监管大量应用辅助驾驶



来源：锐明技术，国联证券研究所

2020年发布的《道路运输条例（修订草案征求意见稿）》，要求客运车辆、危险货物运输车辆、半挂牵引车及总质量12吨以上的载货车辆应当按照有关规定



配备具有行驶功能的卫星定位装置和智能视频监控装置。

这些涉及人员安全的标准与法规政策的出台将会促进辅助驾驶（安全）功能渗透率提升，加速功能改进与系统单车价值提升。

➢ 显性价值清晰的智能驾驶功能市场接受度高

在车辆驾驶过程中，停车、跟车、变道、紧急情况应对是常见的驾驶员操作。乘用车的智能驾驶功能开发主要是针对这些情景中的痛点，满足驾驶员的需求。例如，停车对新手司机而言难度较大，自动泊车（代客泊车）能够完成从找车位到泊车入库的全过程。而在交通拥堵的道路，ACC（自适应巡航）能够有效跟车缓解驾驶员的疲劳。对这些功能需求与驾驶员的经验、道路运行条件密切相关，产品价格对于需求弹性影响较大。

图表 25：自动泊车功能解决用户痛点



来源：百度 Apollo，国联证券研究所

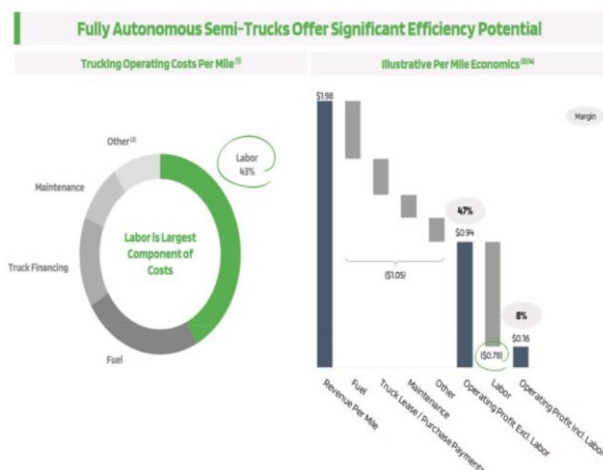
图表 26：ACC 功能缓解驾驶员跟车疲劳



来源：网易汽车，国联证券研究所

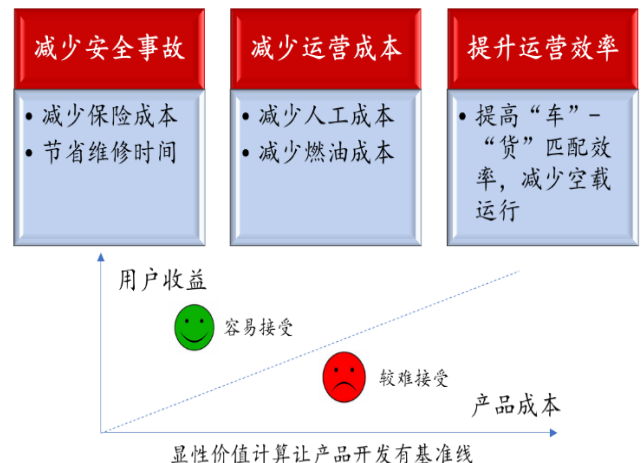
而在商用车领域，车辆作为生产资料，智能驾驶功能主要围绕如何安全、高效的创造价值进行开发。产品与功能的接受度与投入回报比直接相关，一旦突破拐点，市场渗透率有望快速增长。图森未来（TSP.O）在其招股书中披露，自动驾驶卡车有望实现 USD1.98/mile 的成本节省，未来有望接近 1 年的投入回报比，这将使得用户接受度迅速提升。与之类似，2020 年我国重卡 AMT 变速箱投入回报比已被用户接受，出货增速超过 7 倍且供不应求，正在快速普及。

图表 27：自动驾驶卡车将在多个环节为用户节约成本



来源：图森未来招股说明书，国联证券研究所

图表 28：商用车智能驾驶产品价值较为显性



来源：国联证券研究所



尽管乘用车与商用车对智能驾驶需求出发点不同，但随着政策完善、技术成熟、客户认知度提高，能够切实解决用户痛点的智能驾驶功能有望快速普及。

➢ 个性化智能驾驶功能市场接受度将由产品成熟度、用户支付意愿共同决定。

随着对于用户体验的重视，智能座舱作为智能驾驶中“人机交互”的端口越来越受到重视，HUD（抬头显示）、多屏显示等功能被已在部分车型上搭载。但这些个性化的功能还面临成本较高、成熟度不够的局面，其市场普及与渗透率提升需要时间。

图表 29：智能座舱功能带来个性化体验



来源：汽车之家，国联证券研究所

图表 30：用户对车载导航地图支付意愿不强

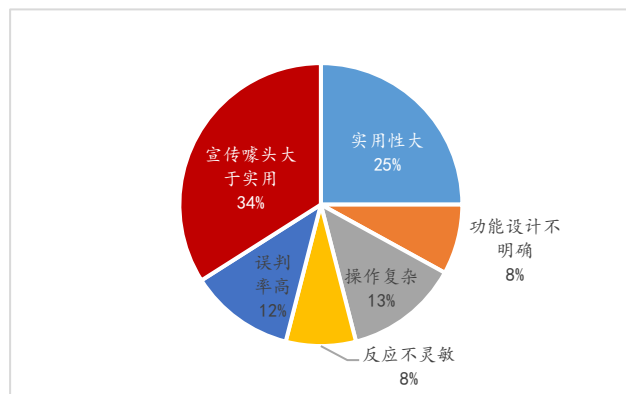


来源：四维图新，百度地图

同时，部分智能驾驶功能夸大宣传、操作复杂、用户体验不佳，在客户端存在“老手不会用，新手不会用”等问题，影响了其渗透节奏。根据威尔森咨询在 2019 年的调查，中国消费者对智能驾驶的兴趣度达到 71%，但是信赖度只有 28%。因为用户习惯与功能成熟度，用户更多不愿意支付额外费用或者处于观望状态。根据 2020 年 Q4 Tesla 交流会，中国用户的 FSD 软件付费激活率仅为 2%，费用更低的小鹏汽车 Xpilot 激活率也仅 20%。

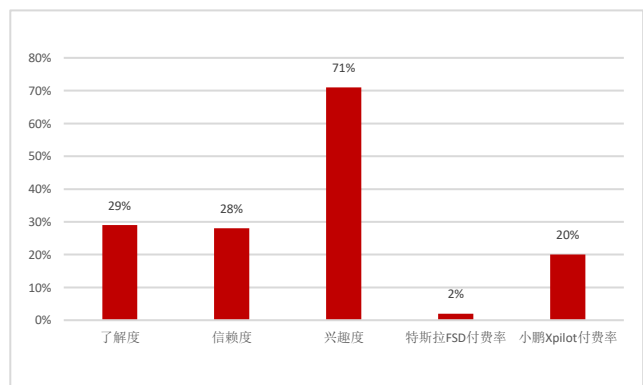
对于个性化的智能驾驶产品，还需要在提升用户满意度与支付意愿上努力。

图表 31：ADAS 功能体验调查，用户满意度不高



来源：盖世汽车，国联证券研究所

图表 32：用户对智能驾驶兴趣度高，支付意愿不强



来源：威尔森汽车智能决策，亿欧汽车，国联证券研究所

### 3 政策、技术、标杆共同推动，智能驾驶加速到来

#### 3.1 政策支持：国家战略方向；地方大力扶持；行业积极响应

##### ➢ 智能驾驶的国家战略

2020年，我国11个部委联合发布的《智能汽车创新发展战略》中已明确指出智能驾驶汽车是国家战略发展方向，其包括：“（一）智能汽车已成为全球汽车产业发展的战略方向；（二）发展智能汽车对我国具有重要的战略意义；（三）我国拥有智能汽车发展的战略优势。”**发展层面：**智能驾驶汽车是成为汽车强国的战略选择。**产业层面：**鼓励相关产业跨界融合，产业链重构，智能化，网络化，平台化发展。**技术层面：**智能驾驶带动了高新技术的发展。**应用层面：**汽车由机械运载工具转变为智能移动空间和应用终端、新业态的重要载体。

##### ➢ 地方大力扶持智能驾驶产业落地

地方政府对智能驾驶发展也极为重视，纷纷出台各项鼓励与扶持政策。包括：依托新型城镇化和智能化道路交通设施等重大工程建设，纷纷建立智能公交与车路协同技术应用示范线路；制定示范应用推广计划，逐年扩大智能网联公交车示范区域和应用数量；制定政府采购要求，逐年提高智能驾驶环卫车等的示范应用比例；设立人才专项配套政策，引导行业人聚集；扶持企业的智能驾驶技术研发等。地方政府希望通过不断扩大智能驾驶示范应用规模，以示范应用带动产业发展。

##### ➢ 行业标准体系正在成形，产品评测促进行业健康发展

**行业标准是指导智能驾驶发展的重要依据。**相关部门将智能网联汽车标准体系框架定义为“基础”、“通用规范”、“产品与技术应用”、“相关标准”四个部分，同时根据各具体标准在内容范围、技术等级上的共性和区别，形成14个子类。2020年，我国已制定30项以上智能网联汽车重点标准，初步建立能够支撑驾驶辅助及低级别自动驾驶的智能网联汽车标准体系，到2025年预计将制定100项以上智能网联汽车标准，系统形成支撑高级别自动驾驶的智能网联汽车标准体系。

图表 33：我国智能网联汽车标准体系框架



来源：工信部，国联证券研究所

图表 34：ADAS 基本功能标准体系已经建立

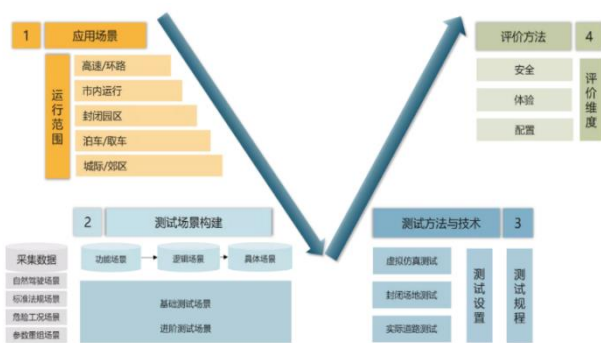


来源：中汽中心，国联证券研究所

产品测试评价、质量检测体系完善将为消费者购车用车保驾护航。随着整车企业纷纷发布具备L3~L4级自动驾驶功能汽车产品量产计划，且积极开展道路测试、应

用示范及商业化试运营，行业急需建立完善智能网联汽车产品等级划分及评估准则，服务消费者购车用车。2020年10月，由中国智能网联汽车产业创新联盟、北汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司、华为技术有限公司、中汽中心、中国汽研等共同编制完成了《智能网联汽车产品测试评价白皮书》，行业在智能网联汽车产品测试评价流程上达成了共识。其适用于配备自动驾驶系统且具备L3/L4/L5自动驾驶功能的M类、N类车辆，其它类型车辆可参照执行；可用于评价高速/环路、市内运行、泊车/取车、封闭园区和城际/郊区等五大连续运行场景的自动驾驶运行能力；可用于Robotaxi、AVP、HWP等典型自动驾驶汽车产品的测评，同时港口、矿区车辆可参照使用。2021年1月，国家市场监督管理总局正式同意中国汽研与湖南湘江智能科技创新中心有限公司共同筹建“国家智能网联汽车质量监督检验中心（湖南）”。

图表 35：行业对于产品测试评价达成共识



来源：《智能网联汽车产品测试评价白皮书》，国联证券研究所

图表 36：2021 年，智能网联汽车质检中心获批



来源：中国汽研，国联证券研究所

### 3.2 技术进步：感知/智能/通讯技术导入

#### ➤ 感知技术发展

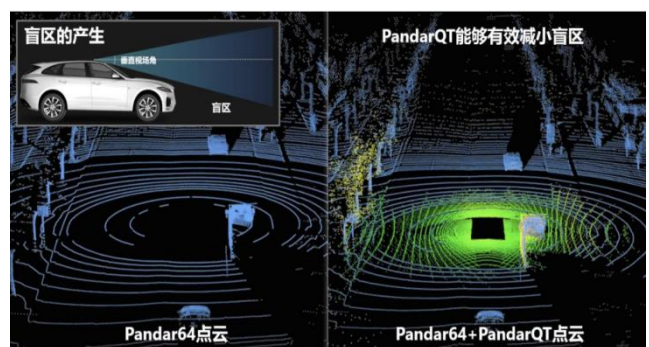
感知是指智能驾驶系统从环境中收集信息并从中提取相关知识的过程，通常包含环境感知和定位两部分。其中，环境感知（Environmental Perception）指对于环境的场景理解能力，例如障碍物的类型、道路标志及标线的识别、行人车辆的检测、交通信号的辨识等。定位（Localization）是对感知结果的后处理，通过定位功能从而帮助汽车了解其相对于所处环境的位置。

图表 37：车辆感知识别的内容



来源：智加科技，国联证券研究所

图表 38：激光雷达在汽车上的应用



来源：禾赛科技招股书，国联证券研究所

感知是智能驾驶系统的基础。以摄像头为基础的视觉感知技术，因为成本较低，



获取信息丰富，有利于大规模在汽车上应用。同时，毫米波雷达、超声波雷达技术在汽车上也应用得越来越成熟。激光雷达过去一般用在测绘、工业生产领域，价格昂贵。2019年，Luminar发布了价格不到1000美元的LiDAR解决方案。Velodyne公司则计划到2024年将平均售价从2017年的17900美元降至600美元。2020年，华为宣布其将量产的激光雷达单价在200美元以下。随着激光雷达价格的快速下降，奥迪、宝马、奔驰等整车企业已将其纳入了搭载规划。

➤ 算法升级与计算平台进步

过去十年，随着深度学习为代表的算法在人工智能领域中应用，计算机科学又进入了新的阶段。深度学习是用于建立、模拟人脑进行分析学习的神经网络，并模仿人脑的机制来解释数据的一种机器学习技术。它的基本特点，是试图模仿大脑的神经元之间传递，处理信息的模式。最典型的应用是计算机视觉和自然语言处理(NLP)领域。其需要依靠大量的数据与硬件计算能力来完善功能。

Mobileye 以其算法和芯片技术快速成为 ADAS 领域头部企业，市场占有率一度超过 70%。当前，其算法日趋成熟、芯片性能大幅提升，能够实现判断前方车辆、行人、安全距离、车道线等功能，满足了智能驾驶大规模应用的需求。其第四代算法芯片 EyeQ4 较上一代性能提升 8 倍，EyeQ 系列芯片累计发货量超过 5000 万块。2017 年，Mobileye 被英特尔以 153 亿美元巨资收购。

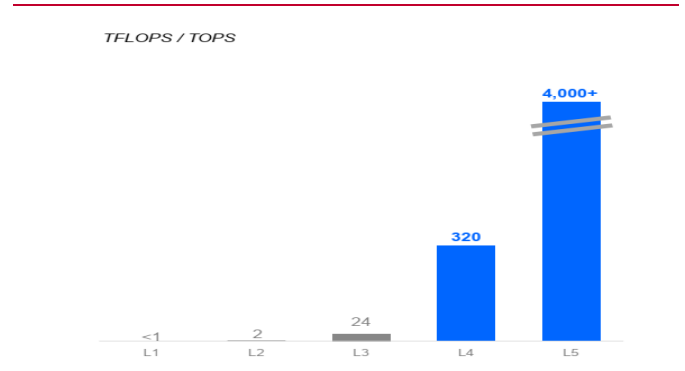
英伟达 (NVIDIA)、高通 (Qualcomm)、华为、百度、地平线等科技公司也纷纷布局车载计算平台。2019 年末，英伟达推出的全新自动驾驶芯片 ORIN，其性能已达 200TOPS (每秒钟一万亿次运算)，接近 L4 级别自动驾驶的算力要求。

图表 39: Mobileye 以算法与芯片成为行业龙头



来源: Mobileye 官网

图表 40: 计算能力提升满足高等级智能驾驶需求



来源: 地平线

➤ 5G 时代到来，V2X 成为新基建一部分

车联网 (V2X) 能够实现车与车通讯 (V2V)、车与人通讯 (V2P)、车与路通讯 (V2I)、车与云端通讯 (V2C) 等信息交换。通过 V2X，车辆可以通过网络获取到更多的道路和其他交通参与者的信息，而不是仅仅通过自车的感知和预测，能够有效降低单车成本、提升系统可靠性。

5G 通讯技术正在全球范围进行应用。对于智能驾驶，5G 的低延时、高带宽的特点，为 V2X 通讯网络提供了更全面的保障。当有低延时高带宽的基础设施支撑后，



智能驾驶通过车端和云端的协同感知、计算能够发挥出更大的潜力。5G 时代的到来，将推动车联网功能（V2X）的扩展与应用，有望帮助智能驾驶完善功能。

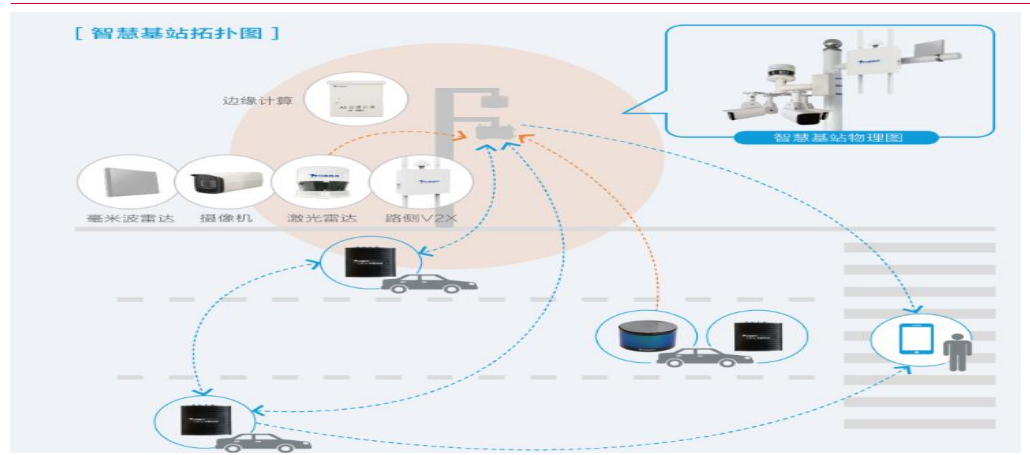
图表 41：“人-车-路-云”相互连接，构建未来智慧交通体系



来源：《德勤：新基建下的自动驾驶》，国联证券研究所

我国 5G 通信技术全球领先，基站建设覆盖广，为汽车的网联化提供了良好的基础环境。因此，我国在实现智能交通的战略上更加偏向车路协同发展，注重车辆的网络化水平提升，减小对于单车智能技术的依赖，加快智能网联汽车产品落地。2020 年，智慧道路基站建设成为我国“新基建”的重要内容。智慧基站作为基础设施被应用在道路上，其包括了道路信息感知、数据存储与计算、信息中继传输等功能为一体。智慧基站通过 5G/V2X 通信，以极低延时将信息传输给周边车辆、移动终端及云端，实现“人-车-路-云”协同交互，提供高质量道路信息服务。

图表 42：智慧基站承担路段感知、通讯、计算功能



来源：万集科技，国联证券研究所

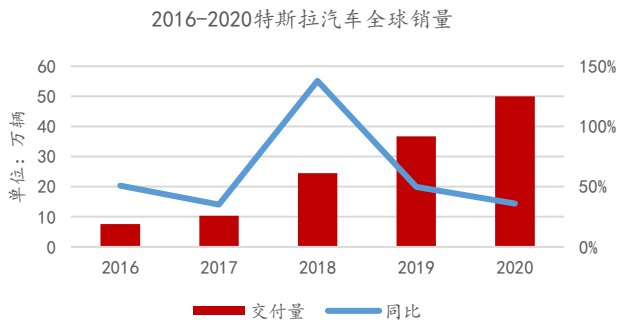
传感器、计算机、通讯、电子等技术的发展直接或者间接的推动着智能驾驶技术的进步，智能驾驶领域也成为多产业融合发展的代表。在技术端，L3/L4 级别自动驾驶技术的成熟度依托于各部分技术的成熟度，体现为明显的短板效应。

因此，对于自动驾驶，我们认为不应高估技术短期突破，但是更不应低估其对于产业结构、商业模式的长期影响。

### 3.3 标杆引领：特斯拉引领智驾体验

伴随着上海工厂量产 Model 3，2020 年特斯拉达到了近 50 万辆交付。特斯拉 2017-2019 年的交付量分别达到 10.31/24.52/36.75 万辆，持续高速增长。除了纯电动，驱动特斯拉的另一个产品特征就是其智能驾驶功能，实现全面自动驾驶（FSD, Full Self Driving）是公司产品开发的目標。

图表 43：特斯拉汽车连续高速增长



来源：特斯拉公告，国联证券研究所

图表 44：智能驾驶功能是特斯拉宣传重点



来源：Tesla 官网，国联证券研究所

特斯拉汽车除支持目前已实现的 Autopilot 自动辅助驾驶功能外，能够通过 OTA 更新软件，不断完善功能。环绕车身共配有 8 个摄像头，视野范围达 360 度，对周围环境的监测距离最远可达 250 米。12 个超声波传感器作为整套视觉系统的补充，可探测到柔软或坚硬的物体，传感距离和精确度接近上一代系统的两倍。增强版前置雷达通过发射冗余波长的雷达波，能够穿越雨、雾、灰尘，甚至前车的下方空间进行探测，为视觉系统提供更丰富的数据。系统功能已包括：主动巡航控制、辅助转向、自动变道、自动泊车、车库召唤、自动驶入高速匝道、自动识别红绿灯、路标、环岛等复杂路况并自动控制等。同时，特斯拉引领的大屏幕车载中控，实现了更加智能的人机交互模式，极大的提高了驾驶体验。

图表 45：国产品牌对标特斯拉智能驾驶功能与配置



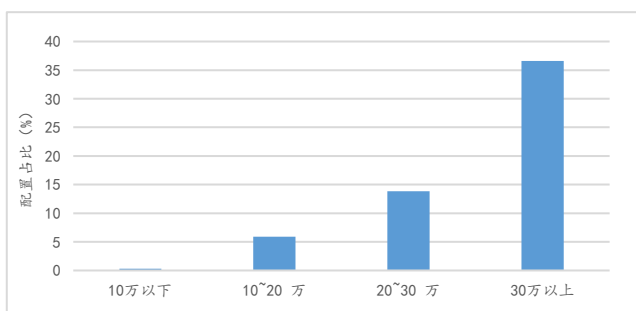
来源：智己汽车官网，国联证券研究所

标杆已至，本土品牌纷纷应战，智能驾驶将由导入期进入成长期，体现为搭载功

能越来越多，渗透率越来越高。特斯拉的 Autopilot 带来了巨大的示范效应，有望成为智能驾驶功能全面普及的加速器。特别是新能源汽车领域，小鹏汽车、蔚来汽车、智己汽车等均将智能驾驶功能作为其产品力的体现，这将推动 L2 及 L2+ 的智能驾驶的在市场端的普及。

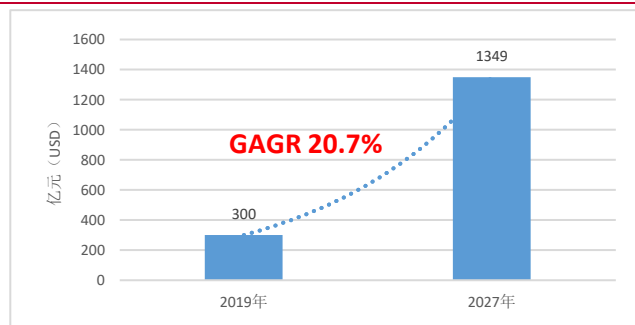
在燃油车领域，L2 及以上智能驾驶功能的渗透率仍在低位，市场潜力巨大。以典型 L2 级自动泊车功能为例，该功能在 30 万以上的车型配比较高，超过 30%；而在 10~20 万区间的车型中，该功能平均率仅为 5%。8~20 万的区间是我国乘用车销量的主力，占比达到 64%。可见，该功能的整车搭载率依然在 10% 左右。细分来看，以长城汽车、吉利汽车为代表的自主龙头企业的泊车功能搭载率已达到 10% 以上。智能驾驶功能已成为自主产品超高性价比与产品领先性的标志，正在越来越被重视。

图表 46：乘用车市场自动泊车功能搭载仍然较低



来源：易车网@2020，国联证券研究所

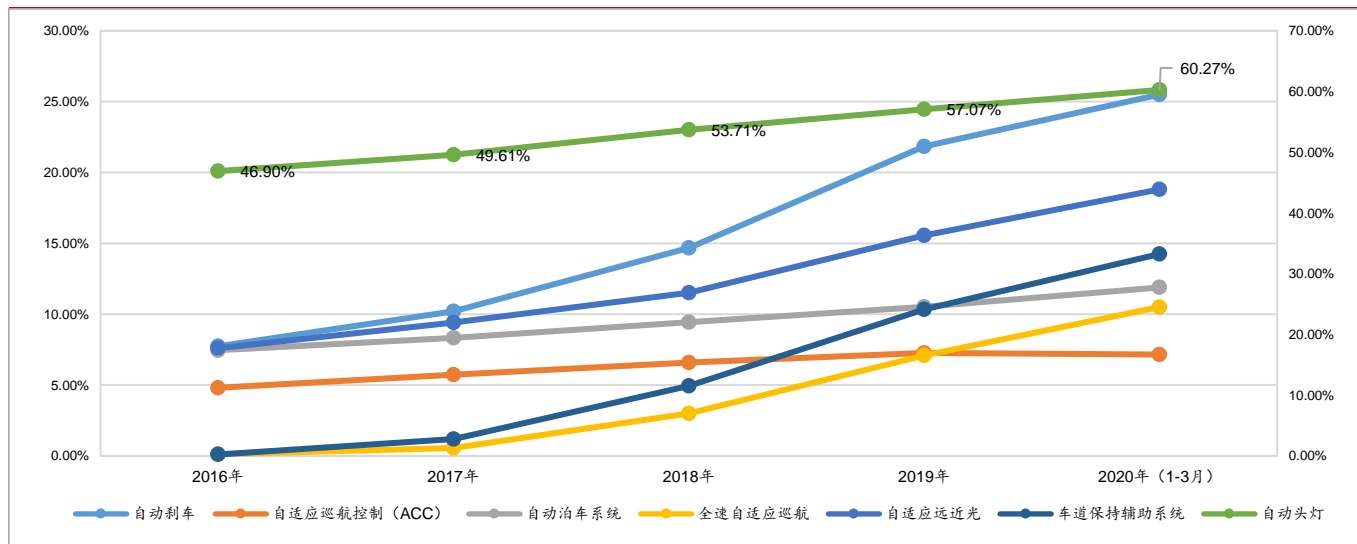
图表 47：全球 ADAS 市场预测 2019-2027



来源：MarketStand@2019，国联证券研究所整理绘制

随着智能驾驶功能的增加与普及，Marketstand 公司预测从 2019 到 2027 年，全球 ADAS 市场年均增速将达到 20.7%，有望成为千亿美元的市场。

图表 48：我国乘用车部分 ADAS 配置变化情况：虽然逐年增高，但大部分功能低于 20% 搭载率



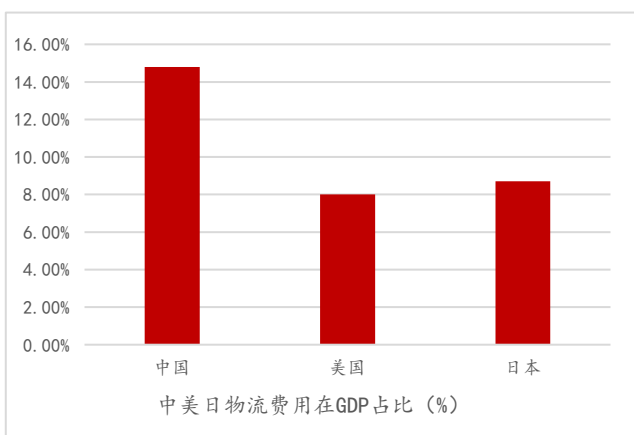
来源：中汽中心，国联证券研究所

### 3.4 标杆引领：商用车龙头寻求开辟新大陆

➤ 商用车市场更加追求安全与高效，智能驾驶价值更加显性

商用车作为生产工具，投资回报比是客户价值的根本。在细分客户之中，个体用户更加看重初始购买成本，而团体客户多选择 TCO（全生命周期费用）作为其购买判断的依据。我国物流费用在 GDP 中约占 15%，明显高于发达国家水平。其中一个重要的原因是公路货运效率不高，因为安排不合理、信息不对称造成空载运营。根据罗兰贝格测算，当前中国商用车市场总 TCO 规模为 7 万亿，仅仅通过车联网方式将会有 1.02 万亿市场优化空间。可见，智能网联汽车对于商用车市场有着巨大吸引力，能够降低社会物流总成本。

图表 49：我国物流费用占 GDP 比重较高



来源：产业信息网，国联证券研究所

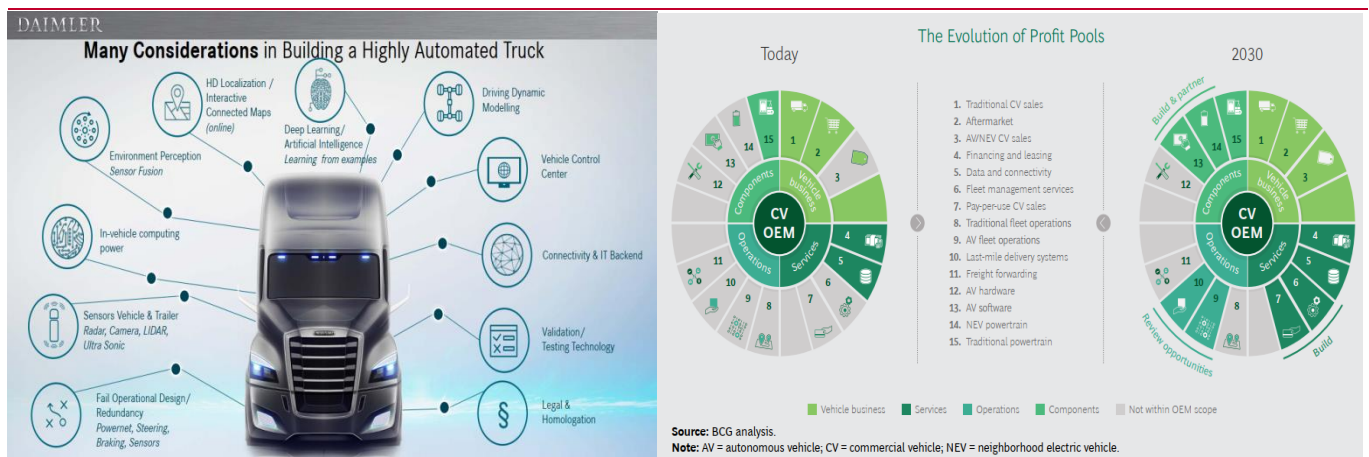
图表 50：通过车联网技术能够有效节约运输成本



来源：罗兰贝格

随着智能物流的发展，重卡整车企业的边界将有望大幅拓宽。重卡整车企业有望从汽车制造业企业转变为智慧交通运输解决方案提供者。这其中包括车辆业务将会延伸到新能源领域，车队管理服务将会更加注重数据交易，通过自动驾驶卡车提供运营管理服务，零部件涵盖新增的高附加值部件。车联网技术有望减小企业与客户之间的信息不对称，这将有效帮助整车企业提高后市场的营运能力，包括汽车金融、售后维修、二手车交易等。

图表 51：随着自动驾驶重卡发展，整车企业的价值领域将会大幅拓展



来源：Daimler Truck, BCG, 国联证券研究所

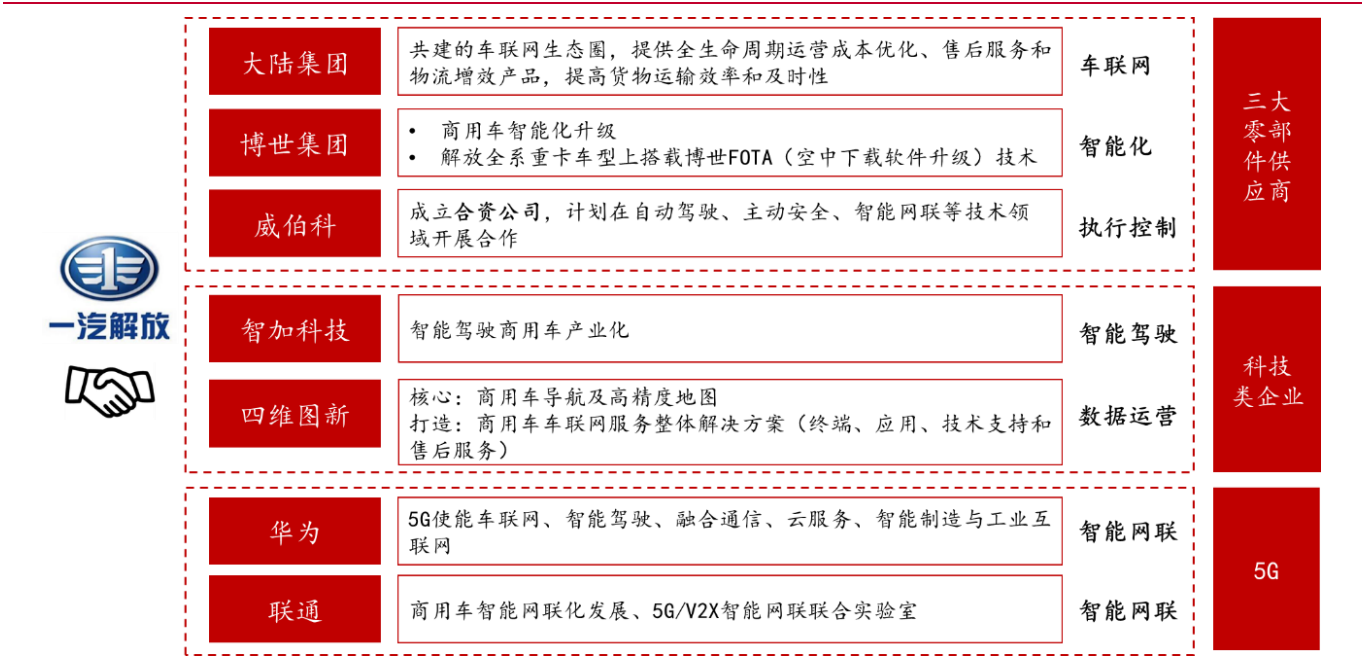


➤ 智能驾驶重卡成为企业未来产品方向

国际商用车企业利润在产品端与后市场服务端的比例为 7:3，而我国汽车产业当前还是以产品销售为主的传统模式。智能驾驶重卡有望成为产品开发的主要方向，国内企业业务模式有望拓展。

2019 年，一汽解放发布了“哥伦布智慧物流开放计划”，旨在打造新业态产业集群，探索新技术、新模式、新市场，引领未来。2020 年，其合作伙伴已发展到 96 家，共同打造了领先的商用车智能网联生态。一汽解放长期位居国内重卡销量第一，在其带动下，陕汽、东风等竞争对手也开始加快了其智能重卡产品开发节奏。

图表 52：一汽解放已通过哥伦布计划布局智能驾驶、后市场、车联网



来源：公开资料整理，国联证券研究所整理

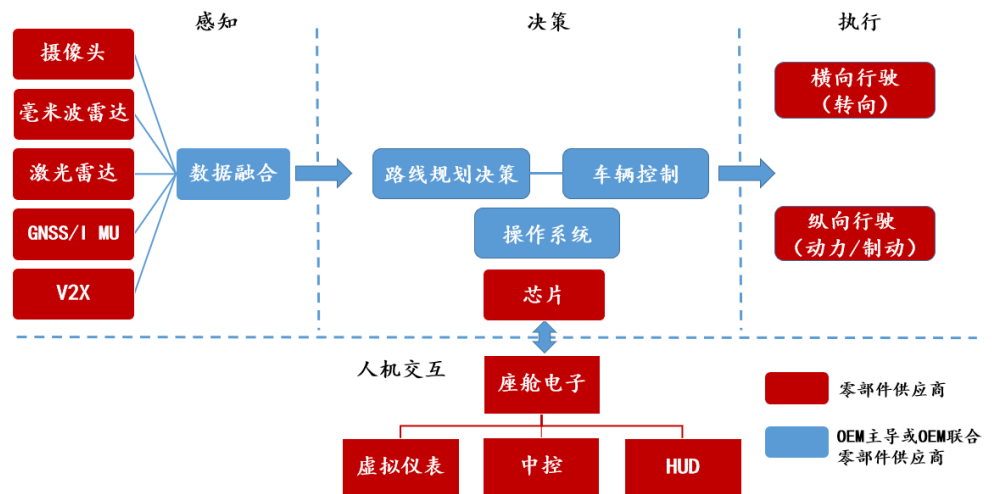
对于科技公司，L3/L4 级的智能重卡商业化落地即将进入冲刺阶段。2021 年 3 月，图森未来递交了招股说明书，有望在美国上市，成为自动驾驶第一股。2021 年 4 月，智加科技(Plus)宣布完成新一轮 2.2 亿美元融资，加上一个月前的 2 亿美元，智加科技今年已完成总计达 4.2 亿美元的融资。2020 年 11 月，赢彻科技宣布完成了 1.2 亿美元股权融资，此轮融资由宁德时代领投，原有股东包括普洛斯、G7、蔚来资本参与跟投。商用车领域的标杆科技公司正在获得资本市场的关注。

## 4 智能驾驶产业链分析：增量零部件与产业重构带来机会

### 4.1 当前：智能驾驶产业链分工与合作，集成能力是关键

智能驾驶主要功能包括环境感知、决策规划、控制执行等。从功能职责分析，零部件供应商负责提供感知相关的各类传感器，转向、制动等车辆控制执行器；整车企业自主或者与零部件 Tier1 供应商一起负责系统的集成，主要包括：数据融合、规划决策、车辆控制等系统功能部分。

图表 53：智能驾驶整车厂（OEM）与供应商的分工与合作

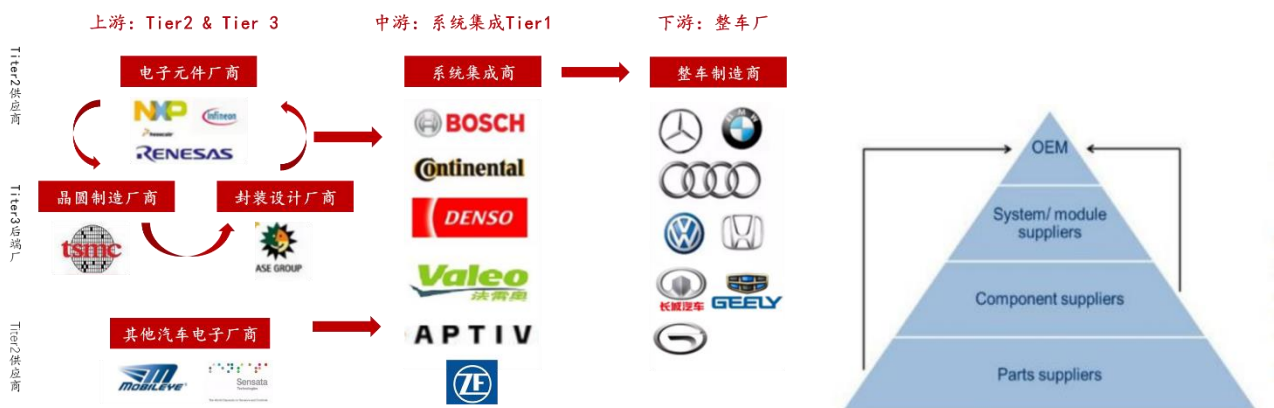


来源：国联证券研究所

➤ 当前：自主整车集成能力有限，依赖国际 Tier1

对于 ADAS 级别智能驾驶产业链，上游为 Tier2/Tier3 供应商，负责提供元器件或者次要零部件；中游系统 Tier1 供应商通常以自己的优势产品为依托，整合次级 Tier2 供应商，为整车企业提供系统产品与服务；下游则为整车企业。从技术角度，ADAS 功能涉及感知、控制与执行等众多领域，Tier1 供应商扮演着承上启下的角色，需要具备系统集成能力，十分关键。

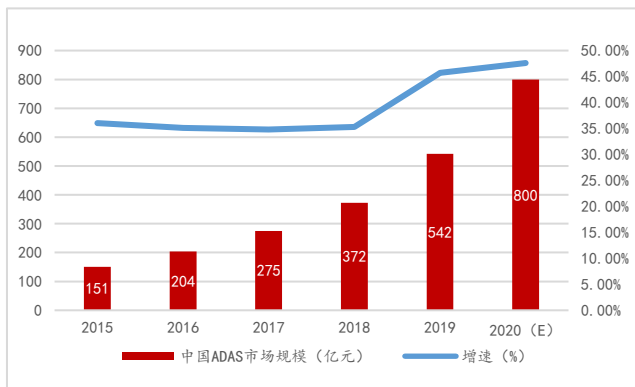
图表 54：ADAS 级别智能驾驶产业链上下游：主机厂处于顶层，处于主导地位



来源：盖世汽车，汽车工业网，国联证券研究所

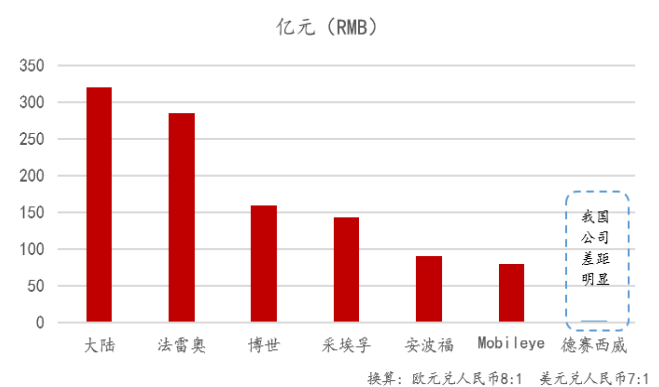
国际零部件巨头承担着 Tier1 的角色，占据了绝大部分市场份额。在乘用车领域，大陆、德尔福、博世，电装、奥托立夫为前五名，占据全球超过 65% 的市场份额。商用车 ADAS 的系统集成商集中度更高，威伯科、大陆集团与博世集团三家企业合计占有全球超过 60% 的份额。根据智研咨询测算，2020 年我国 ADAS 市场规模达到 800 亿元。因为国内 ADAS 开发起步晚，自主整车企业多依赖国际 Tier1 供应商提供成套方案，以确保功能开发的成功率，国内供应商市场份额较小。

图表 55：我国 ADAS 市场增长迅速



来源：智研咨询，国联证券研究所

图表 56：部分公司 ADAS 业务收入比较(2019 年)



来源：盖世汽车，国联证券研究所 注：2020 年因疫情原因数据有所失真

丰富的产品布局是成为 Tier1 供应商的必要条件。在智能驾驶领域，博世、大陆和法雷奥是全球 Tier1 中布局最全面的企业，华为是国内 Tier1 中布局最全面的企业。智能驾驶领域的 Tier1 主要收入来自于感知层中的毫米波雷达与视觉系统、决策层的控制器等 ADAS 系统增量部件，以提供一体化方案为主。

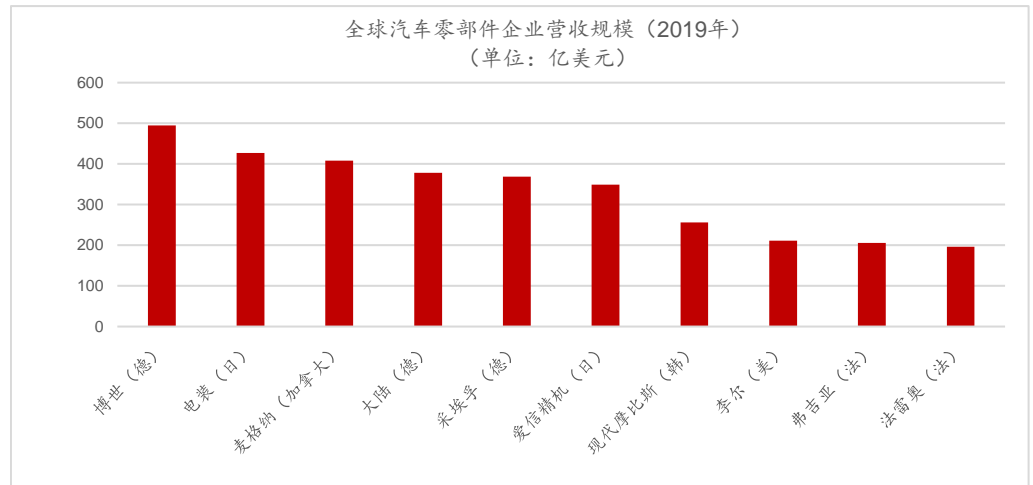
图表 57：部分零部件企业在智能驾驶领域的布局：国际公司优势明显

公司	感知层				决策层	执行层
	视觉	雷达	激光雷达	地图定位		
国际公司	博世	○	○	○	○	○
	大陆	○	○	○	○	○
	法雷奥	○	○	○	○	
	安波福	○	○			○
	采埃孚	○	○	○		○
	电装	○	○	○		○
	伟世通					○
国内公司	麦格纳	○	○		○	○
	华为		○	○	○	
	百度				○	
	德赛西威	○	○			○
	均胜电子			○		
	保隆科技	○	○			
	四维图新				○	○
华阳	○	○				

来源：盖世汽车，各公司官网，国联证券研究所

全球前十位的 Tier1 供应商均为欧/美/日/韩企业，缺乏世界级 Tier1 厂商是我国汽车零部件产业的“阿喀琉斯之踵”，限制了国产汽车电子零部件进入整车体系。成为一流汽车电子 Tier1，除了必要的规模、丰富的产品线，还需要具备系统集成与服务能力。

图表 58：全球零部件 TOP10 均能承担 Tier1 角色



来源：盖世汽车，国联证券研究所

近年来，部分本土企业例如华域汽车、德赛西威、均胜电子等在部分 ADAS 基础功能上已经具备部分集成能力，正在向 Tier1 角色成长。

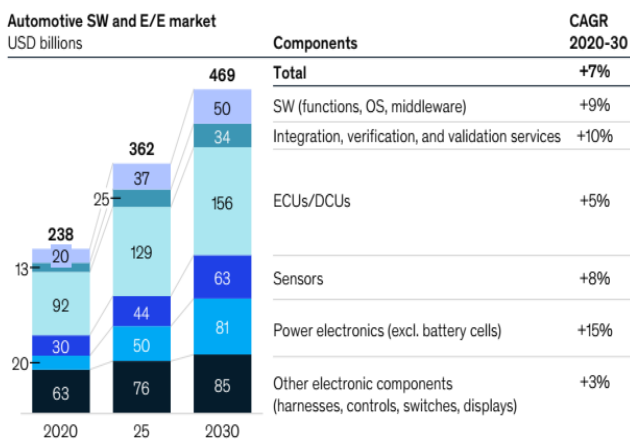


## 4.2 未来：产业链重构，增量部件价值高

高等级智能驾驶需要更高的信号传输效率、更强的计算能力、更完善的软件控制，电子电气架构（EEA）与汽车软件的价值将会持续提升。根据 McKinsey 的测算，2020 年至 2030 年，软件及电子电气架构（EEA）相关的市场 GARA 将会达到 7%。

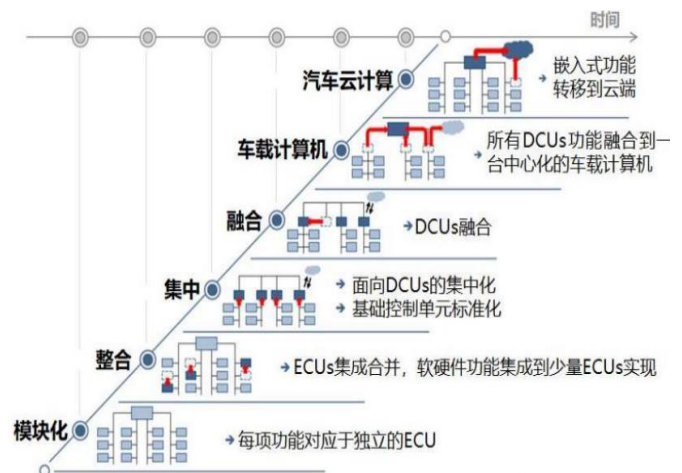
电子电气架构（EEA）是整车所用电子器件的组合形式，一个高效架构将有效降低产品成本、开发成本，提升产品导入效率，同时具备很强的适应性，以应对功能的不断升级的需求。传统的电子电气架构（EEA）无法适应未来智能驾驶功能的需求，必须进行升级与调整。其趋势是从传统的分立控制向集中的域控制转变，最终形成“车载电脑+云计算”的云端互通模式。除了技术上的挑战，这一升级过程也需要伴随着组织分工的重构，工作量巨大。

图表 59：汽车软件与 EEA 的价值量将会持续提升



来源：McKinsey (2020)，国联证券研究所

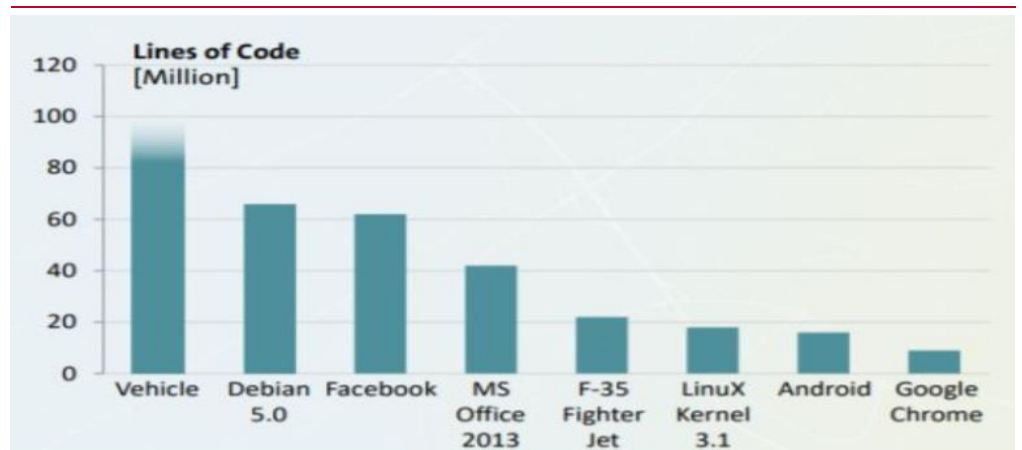
图表 60：电子电气架构升级也是组织重构的过程



来源：博世，国联证券研究所

同时，当前汽车软件分布在 50~100 个 ECU 中，软件结构复杂，代码量已经超过 Facebook、Android 等软件，且开发与维护效率低下，已经无法适应未来高等级智能驾驶的复杂功能需求。

图表 61：汽车软件与其他软件对比：代码量巨大



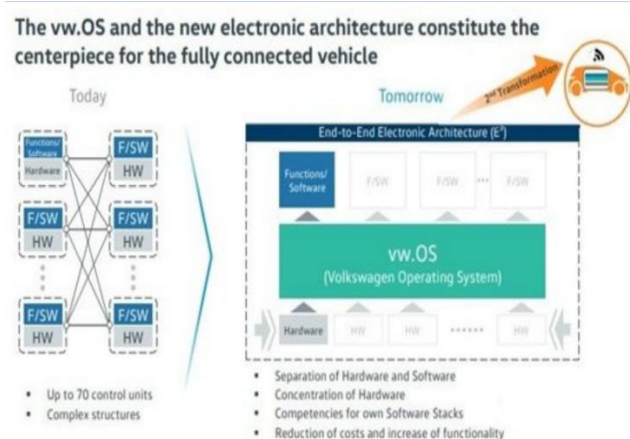
来源：大众汽车，国联证券研究所

特斯拉 Model3 革命性 EEA 架构，开启集中计算平台时代，软件定义汽车成为

可能。特斯拉将整车功能尽可能集中到 3 个计算模块之中，仅留下负责外设的 ECU 分散布置，通过 CAN 或以太网总线桥接起。在这样的 EEA 架构中，特斯拉利用 OTA（远程升级技术），让其产品功能能够不断迭代与更新，从而充分发挥其软件能力。同时，Tire1 硬件供应商的影响力与议价能力被大大削弱。

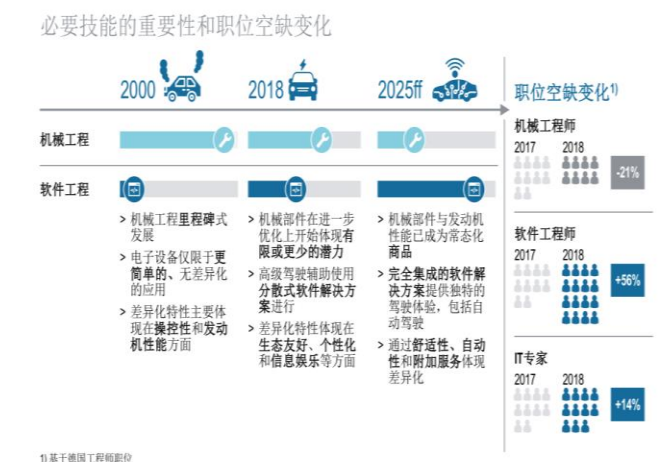
传统整车企业已意识到软件定义汽车将是产业链、组织要素的重构的核心，关系到企业未来的生存，纷纷加大投入力度。大众汽车已成立专门的数字化与软件部门。目标在 2025 年前，投资 70 亿欧元，招聘 10000 名软件工程师，将软件自研比率从目前的不到 10%提升至 60%。并借助 Car.Software 打造的标准化操作系统 vw.OS。

图表 62：对标特斯拉，大众汽车提升软件自研率



来源：大众汽车，国联证券研究所

图表 63：汽车企业需要更多的软件人才与 IT 专家



来源：罗兰贝格，国联证券研究所

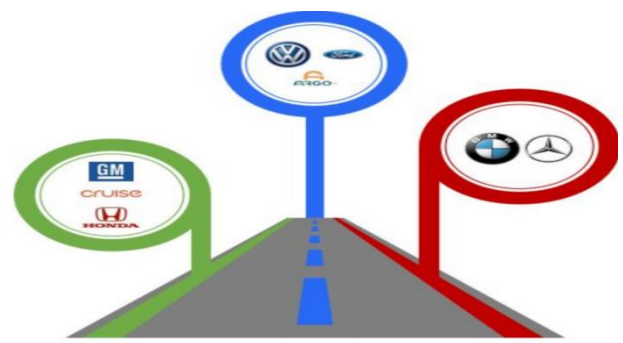
与特斯拉相比，传统整车企业缺乏相关技术储备，需要巨大投入才有可能迎头赶上。面对这种窘迫的局面，整车企业一方面联手科技公司，弥补知识、技能上的欠缺；另一方面，抢先争夺软件开发人员，并收购相关科技公司，例如：通用 GM 收购 Cruise。无论哪种方式对于整车企业都是巨大的投入，选择更加开放合作、利益共享的模式正在成为主流。

图表 64：整车企业积极与科技公司合作



来源：公开资料整理，国联证券研究所

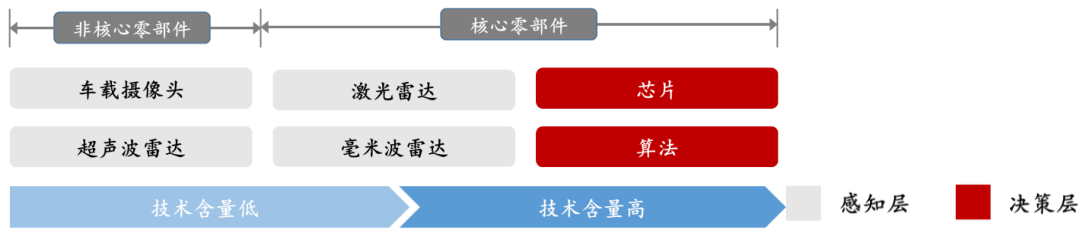
图表 65：国际整车企业抱团研究 L4 级智能驾驶



来源：盖世汽车，国联证券研究所

在新的产业生态体系中，芯片、算法、数据服务、激光雷达等将成为产业链中的新增核心零部件，且附加值高，新进入者将不可避免。而成熟的传统零部件将会面临着被替代或者价值被挤占的局面，传统 Tier1 的主营业务将会受到挑战。

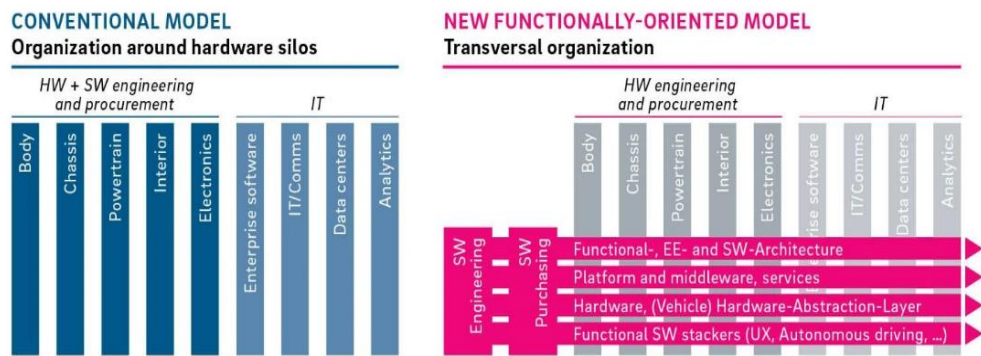
图表 66：芯片、算法将成为未来智能驾驶的核心零部件，价值节点发生转移



来源：德勤，国联证券研究所

汽车软件成为各方合作的重要纽带，有实力的整车企业产品组织方式将会变化，其对软件的掌控将会加强。整车企业的软件部门将会贯穿到零部件开发环节，传统 Tier1 以软硬件承包的模式将会面临挑战。

图表 67：应对软件定义汽车，整车企业的组织架构将会发生转变



来源：罗兰贝格，国联证券研究所

因此，传统国际 Tier1 将会面临整车客户策略调整与科技公司进入的双重冲击，业务拆分与重组不可避免。这也将带来供应商的洗牌和产业合作模式的改变。

图表 68：行业变革下的各方需求与痛点：传统国际 Tier1 面临双重挤压

企业	所需资源	痛点
传统 OEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>缺乏计算机、软件方面技能，需要大量资源投入。</li> <li>依靠传统的 Tier1 资源比较有限，需要引入新科技公司等参与布局软件、算法等人才。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>短期内成本没法均摊。</li> <li>电子电气架构变化导致组织架构不清晰。</li> <li>技术迭代跟不大竞争对手。</li> </ul>
造车新势力	<ul style="list-style-type: none"> <li>前期大量资源投入到软件研发、电子电气等领域。</li> <li>需要建立产品开发与验证体系。</li> <li>供应商资源。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>前期研发效率不高，投入巨大，短期没收益。</li> <li>整车经验不足，验证不充分。</li> <li>Tier1 和 Tier2 管控能力弱。</li> </ul>
传统 Tier1	<ul style="list-style-type: none"> <li>软硬分离，战略上需满足 OEM 变化业务。</li> <li>加大算法、软件研发人才储备。</li> <li>芯片、基础软件供应商资源。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>传统业务需要转型，以适合变化。</li> <li>OEM 主导全产业链的核心技术整合，Tier1 不再是大包大揽，部分软件功能可能会被车企的软件中心所吸收。</li> <li>更多科技公司参与，加剧竞争。</li> </ul>

来源：公开资料整理，国联证券研究所

近年来，博世、大陆、德尔福、采埃孚等国际 Tier1 都进行了拆分与并购，以应对未来自动驾驶等技术带来的挑战。



图表 69：国际汽车 Tier1 供应商拆分与并购，应对技术变革



来源：公开资料整理，国联证券研究所

未来，乘用车将升级为出行服务提供商。汽车产业链将由原来等级分明、相对封闭的金字塔结构转变为互融共生、分工合作、利益共享的新型产业生态。在乘用车领域，当智能驾驶达到 L4（自动驾驶）阶段，整车厂商将不再是行业的下游，服务用户出行成为行业终极目标。数据、共享经济和人工智能技术将打破过去成熟的金字塔式的汽车产业链结构。

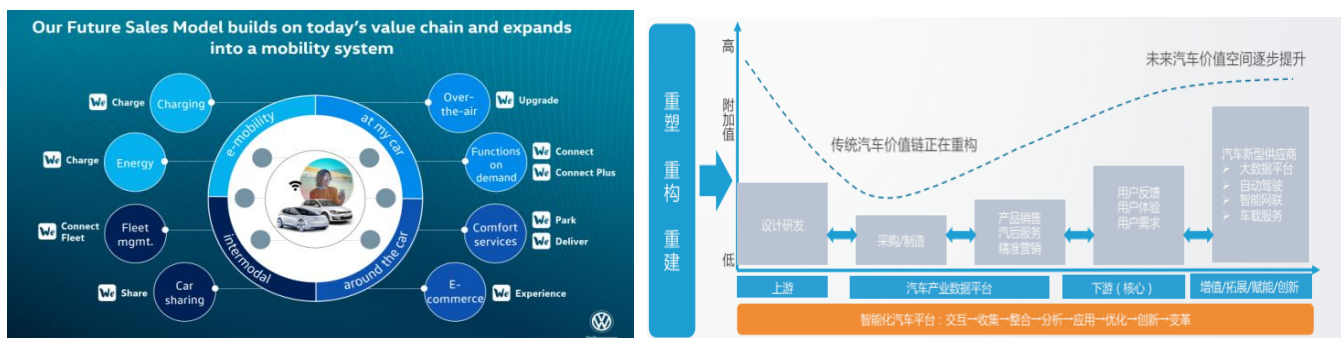
图表 70：高等级智能驾驶实现共享出行，构建新型生态网络



来源：亿欧智库，国联证券研究所

在网络型的生态结构中，抢占关键节点、成为用户端口将是头部企业布局的重点。以智能汽车为平台基础，出行服务将会完成用户交互，数据收集、整合、分析，功能应用、优化、迭代等。汽车产业的价值链将会从传统的生产制造向汽车使用端延伸。企业如果能够对接用户，持续了解用户需求，改善用户体验，就有希望在产业链上占据主动位置，获得较高附加值。

图表 71：汽车价值链重构：通过软件实现价值链向中后段转移



来源：大众汽车，亿欧智库，国联证券研究所



因此，整车企业希望转型为出行服务提供商，例如：入股 T3 出行。科技公司希望拥有自己的硬件设备端口，例如：百度与吉利合作造车。

在商用车领域，商用车升级成为物流服务提供商，创造价值是根本。智能驾驶最终将会成为物流服务的重要组成部分。因此，场景方（例如 G7、满帮等货运平台）对商用车智能驾驶积极推动，其与头部商用车企业、智能驾驶公司共同组成了商业化联盟以尽快实现产品落地。

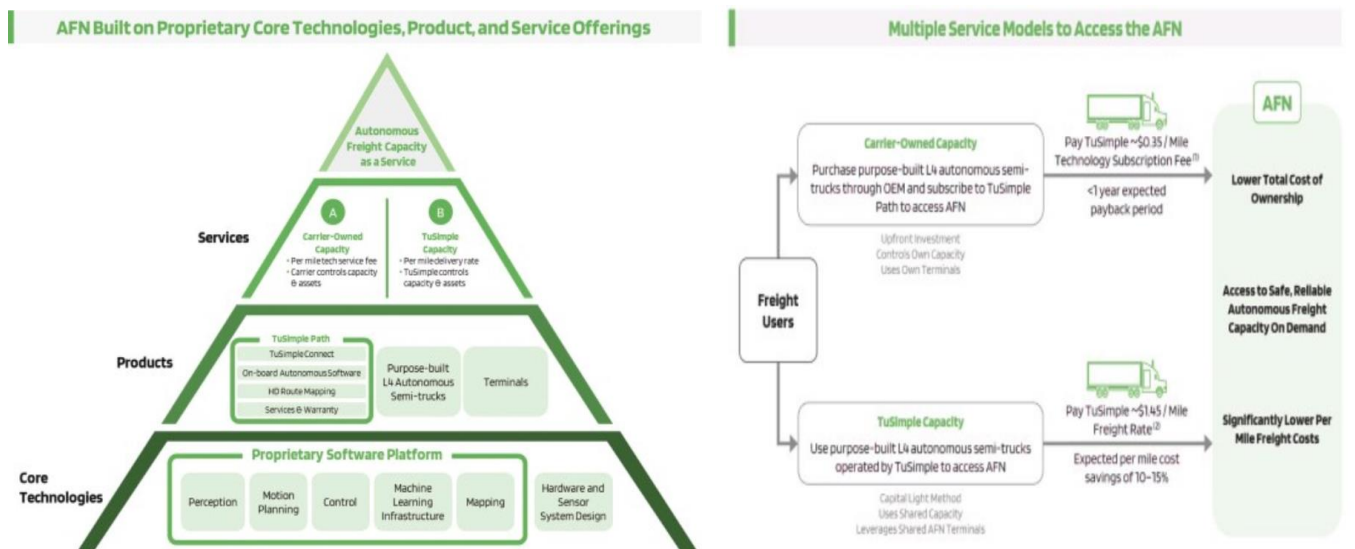
图表 72：商用车干线物流领域合作模式

智能驾驶科技公司	车辆制造商 OEM	场景与运营方	备注
赢彻科技	东风商用车	G7 平台	赢彻发起股东是 G7
智加科技	一汽解放	满帮平台	一汽解放与智加科技成立合资公司
Embank	Paccar	亚马逊	亚马逊战略投资 Embank

来源：公开资料整理，国联证券研究所

从经济效益与安全角度，智能驾驶对商用车的价值更加突出，一旦功能与商业模式成熟，其普及速度将会更加迅速。根据图森未来招股说明书，其作为科技公司，将货运服务、自动驾驶产品、核心技术作为公司主要业务范围。其与合作伙伴一起构建智能物流运营服务体系，并推出灵活的商业运营模式。

图表 73：自动驾驶公司（图森未来 TSP.O）对于智能物流网络体系构想及商业模式



来源：图森未来招股说明书，国联证券研究所；AFN：Autonomous Freight Network

在产业链重构的过程中，国产零部件供应商有望迎来机会：

首先，以华为、百度为代表的本土科技公司进入汽车行业，有望带动上游企业。2019 年，华为汽车事业部成立，其旨在成为未来智能汽车领域 Tier1，并从“端(车)-管-云”三个层次全面布局。在车端，智能电动、智能驾驶、智能座舱布局包括了核心零部件产品，软件平台，系统方案，开发与测试工具等。华为的布局体现了其对汽车行业早已经做过深入的研究，以“增量零部件”为目标，以其 ICT 能力为基础，“赋能”整车企业，成为下一代 Tier1 的战略目标明确。为了实现这一目标，华为一手抓住关键零部件，一手打造系统解决方案能力，既有广度也有深度，更容易与整车开展不同程度的合作。同时，华为也与本土上游、生态其他环节展开了合作，其中包括四维图

新、中国汽研、航盛电子、宁德时代等。在华为的牵头下，更多本土零部件企业有望跟随其进入到整车体系之中，借华为的扩张而成长。

其次，在智能电动时代，自主车企的研发水平有了较大提升，正向研发进入突破阶段。自主汽车品牌经历了 20 多年的发展，从逆向研发起步，到搭建研发体系和平台架构，现在已经开始取得核心技术正向研发的突破。在需求与功能定义能力上，自主企业已经具备部分能力。

蔚来、小鹏、上汽、长安等为代表的本土企业在智能驾驶领域积极推动产品落地，德赛西威、中科创达、地平线等本土供应商在供应链中的地位也得到了提升。

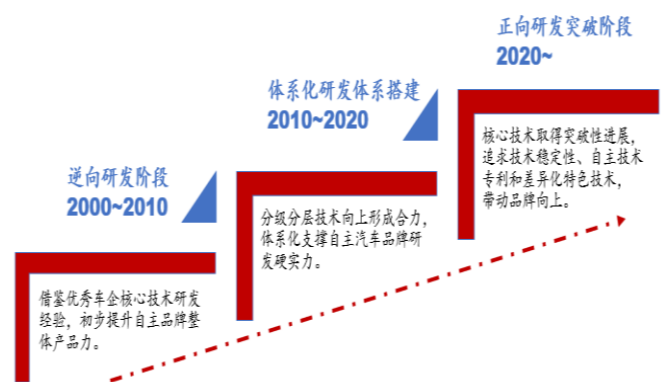
最后，在产业链重构过程中，国际竞争对手拆分与重组导致战略摇摆与执行力下降，本土零部件企业市场空间增大。

图表 74：华为进入汽车领域，目标成为头部 Tier1



来源：盖世汽车，国联证券研究所

图表 75：我国整车企业进入正向研发突破阶段



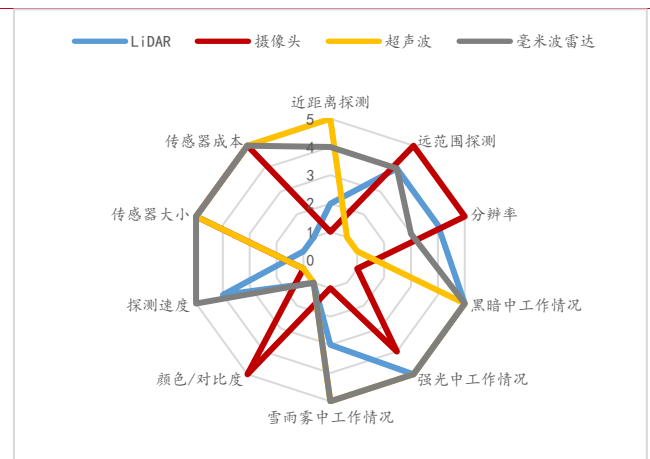
来源：公开资料，国联证券研究所整理

### 4.3 感知层：确定的增量市场，期待国产放量

➢ 感知传感器种类与原理：受益于智能驾驶渗透率与等级提高

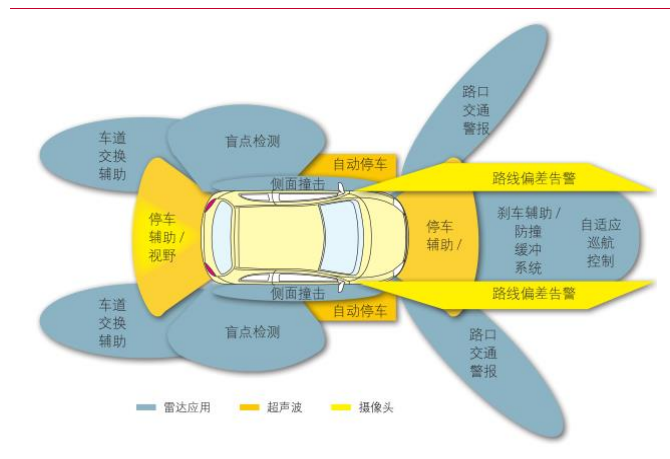
感知层的基本组成是各种类型的传感器，包括：摄像头、超声波雷达、毫米波雷达，激光雷达等。感知是智能驾驶的基础，在一辆能够实现 L2 及以上功能的车上需要搭载多种传感器，进行大量的冗余设计，才能确保产品的安全可靠。

图表 76：雷达、超声波、摄像头各有优劣



来源：MIT 人工智能所，国联证券研究所

图表 77：雷达、超声波、摄像头对应功能



来源：中国知网，国联证券研究所

不同的 ADAS 功能将会应用到不同类型传感器的优势。在近距离、低速环境下，超声波、摄像头能够较好胜任，在远距离环境下，毫米波雷达、摄像头、激光雷达更加有效。在分辨率方面，摄像头与激光雷达较为有优势。

图表 78：主要感知传感器原理及比较

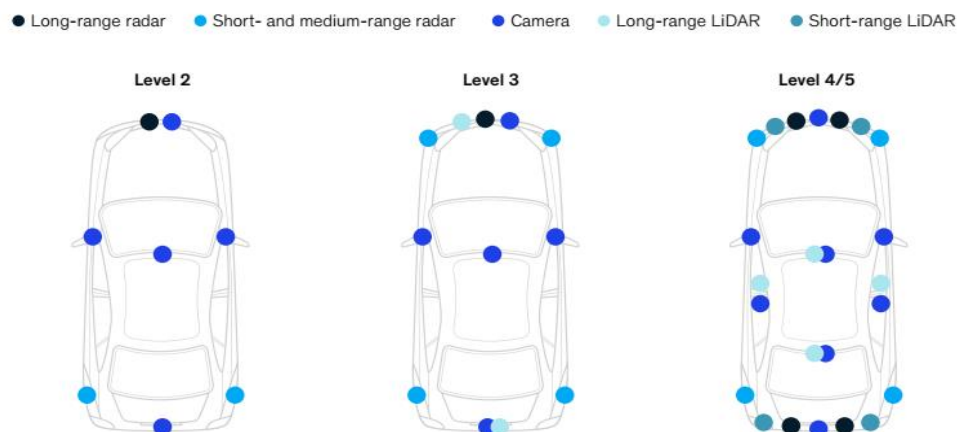
传感器	原理	优势	劣势	距离	应用举例
超声波雷达	通过超声波发射装置向外发出超声波，通过接收器接收返回超声波的时间差来测算距离。一般采用 40kHz 探头	防水、防尘，监测距离在 0.1-3 米之间	测试角度较小，需要在车身安装多个	3m	倒车雷达、自动泊车
毫米波雷达	利用波长 1-10mm，频率 30GHz - 300 GHz 的毫米波，通过测量回波的时间差算出距离。目前车载雷达的频率主要分为 24GHz 频段和 77GHz 频段	不受天气情况和夜间影响，可以探测远距离物体	行人的反射波较弱，难以探测	大于 200m	ACC、BSD、AEB
摄像头	通过摄像头采集外部图像，并通过算法进行图像识别	可分辨出障碍物的大小和距离，能够识别行人和交通标识	受视野影响，受恶劣天气影响，逆光或光影复杂情况效果差	6-100m	LDW、LKA、PCW、360 环视
激光雷达	通过发射和接受激光光束，分析激光遇到目标对象后的折返时间，计算出目标对象与车的相对距离，目前常见的激光雷达为 8 线、16 线和 32 线激光雷达，激光雷达线束越多，探测精度越高，安全性也越高	探测精度高，方向性强，响应快，能够快速检出目标的三维模型	成本高，容易受到天气的影响，比如雨雪、大雾等极端天气	150m-300m	探测车辆周围交通信息，实现自动驾驶功能

来源：盖世汽车、国联证券研究所

智能驾驶渗透率提高与等级提升将带动传感器产业链发展。对于实现智能驾驶功能，虽然各公司在传感器种类与数量选择上有差异，但等级越高搭载传感器越多是确定趋势。根据车型配置信息的相关统计，智能驾驶在 L2 需要 9~19 个传感器，包

括超声波雷达、长距离及短距离雷达和环视摄像头，发展到 L3 预计需要搭载 19~27 个，可能需要激光雷达、高精度导航定位等。在特斯拉、蔚来、小鹏等新能源汽车产品中，均配备了大量摄像头、毫米波雷达、超声波雷达等传感器。以小鹏 P7 XPilot 3.0 为例，其搭载博世第五代毫米波雷达，前置 4 个摄像头（1 个三目摄像头模块和 1 个 DMS 摄像头）、5 个增强感知摄像头、4 个环视摄像头共 13 个摄像头。在感知车辆两侧和后方情况方面，小鹏汽车用毫米波雷达+摄像头形成两套系统、互为冗余，实现全车 360 度无死角覆盖。同时，4 个环视摄像头用于 360 度影像和自动泊车功能。

图表 79：智能驾驶等级越高传感器搭载数量与种类将会越多



来源：McKinsey，国联证券研究所

在传感器零部件价格上，摄像头中，用于环视等的广角摄像头价格较便宜约 150 元/个，用于前视功能的单目及多目摄像头附加值较高，单价在 600 元以上；毫米波雷达 24Ghz 约 300 元/个作为角雷达使用，77Ghz 约 700 元/个；近距离泊车用的超声波雷达的价格最为便宜约 70 元/个。根据传感器单价及配置方案，我们预计 L1 至 L4 级别的传感分别为 1580 元、3600 元、11460 元、16960 元。从 L2 到 L3 级方案，传感器配置需要有较大的提升，主要是增加了激光雷达、惯性导航等新型传感器。

图表 80：不同智能驾驶级别的传感器方案估算（元）

主要传感器	单价	L1		L2		L3		L4	
		数量	价格	数量	价格	数量	价格	数量	价格
超声波雷达	70	4	280	8	560	8	560	8	560
前摄像头	600	1	600	2	1200	3	1800	3	1800
长距毫米波雷达	700	1	700	1	700	3	2100	3	2100
环视摄像头	150			4	600	4	600	4	600
短距毫米波雷达	300			2	600	4	1200	4	1200
驾驶员监控摄像头	200					1	200	1	200
激光雷达*	2000					1	2000	3	6000
惯性导航*	3000					1	3000	1	3000
红外夜视*	1500							1	1500
总计		6	1580	17	3660	25	11460	29	16960

来源：基业常青产业研究，盖世汽车，国联证券研究所；\*：国联证券研究所根据各厂商配置情况对量、价进行估算量产价格

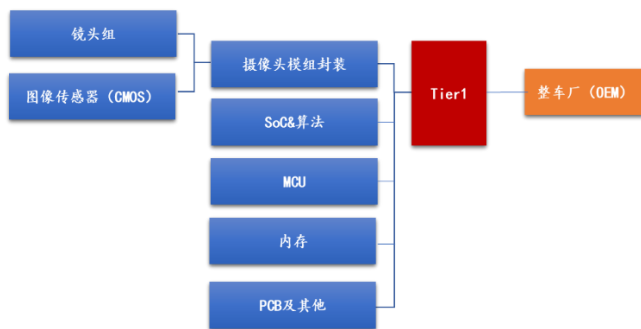


➤ 摄像头系统：芯片+算法是核心， 近距离应用等功能本土企业有望替代

摄像头系统是 ADAS 核心传感器，在镜头采集图像后，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。其最大优势在于识别内容丰富（物体是车还是人、标志牌是什么颜色），且摄像头硬件成本相对低廉。

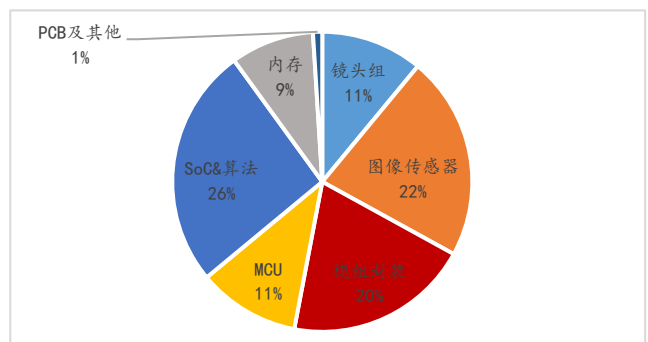
摄像头系统产业链环节包括：镜头组、芯片、视觉方案提供商（算法）、传统 Tier1 等。摄像头模组本身的壁垒不高，摄像头背后的算法和芯片是核心。通常由从事环境感知的企业采购摄像头模组以及芯片，在芯片上实现算法软件的开发，其附加值可以达到 30%-70%以上。Tier1 负责完成与整车厂的对接，系统集成等。Tier1 环节多为国际供应商，其提供毫米波雷达等其他传感器，配合整车主机厂完成多传感器融合等集成工作。当前，主要公司包括：博世，大陆，ZF，法雷奥等。

图表 81：视觉系统产业链（前视摄像头为例）



来源：System Plus Consulting, 国联证券研究所

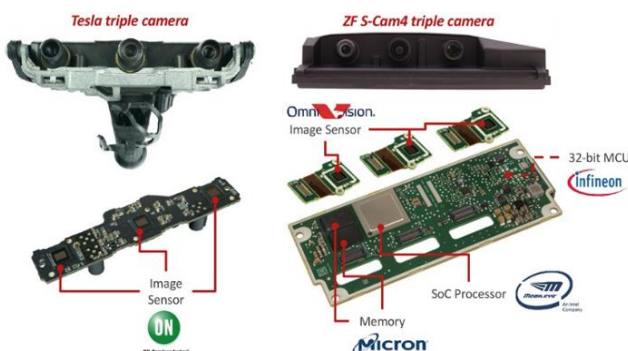
图表 82：ZF 前视三目摄像头成本分拆



来源：System Plus Consulting, 国联证券研究所

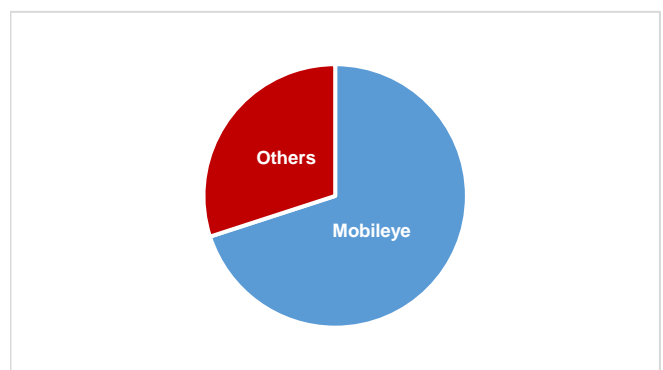
在汽车芯片环节，多数被国外垄断，主要供应商有英飞凌 (Infineon)、瑞萨电子 (Renesas)、意法半导体 (ST)、恩智浦 (NXP)、富士通 (Fujitsu)、赛灵思 (Xilinx)、英伟达 (NVIDIA) 等，提供包括 ARM、DSP、ASIC、MCU、SOC、FPGA、GPU 等芯片方案。以 Mobileye 为代表的视觉公司与 Tier1 配合为 OEM 定义产品，掌握核心的视觉传感器算法，并向下游客户提供车载摄像头模组、EyeQ 芯片以及软件算法在内的整套方案。掌控视觉感知芯片与软件算法等附加值更高环节，是 Mobileye 能够获取高估值的原因。Mobileye 在前视摄像头解决方案领域市场占有率达到 70%。

图表 83：摄像头涉及到的芯片供应商



来源：System Plus Consulting, 国联证券研究所

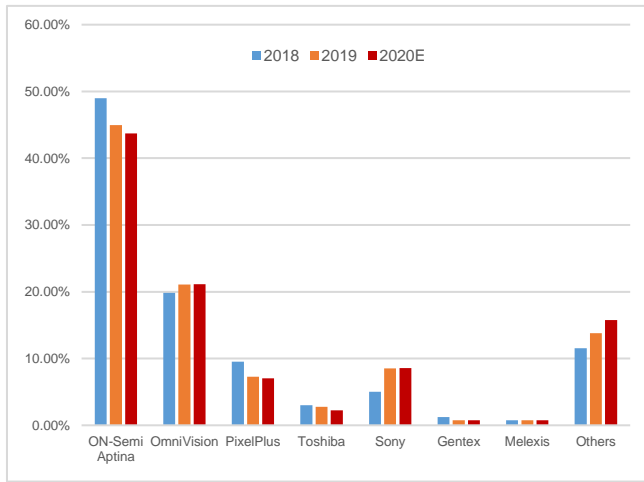
图表 84：Mobileye 占前视方案市场主导地位



来源：ofweek, 国联证券研究所

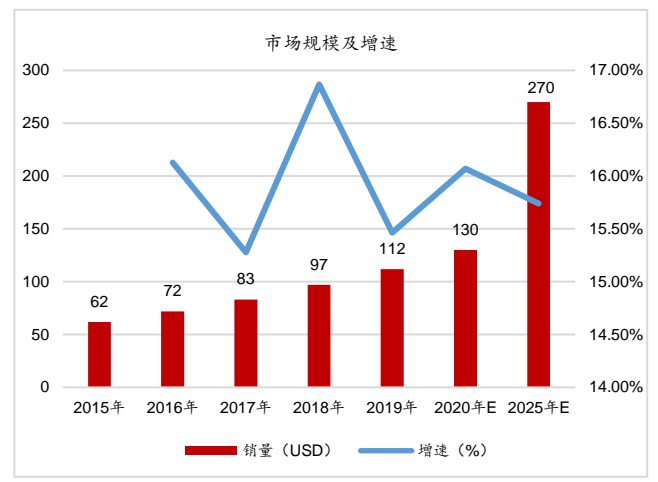
CMOS 图像传感器实现图像采集功能。在该领域，目前韦尔股份旗下的 OmniVision 处于全球第二，且份额逐年上升。

图表 85：2018 至 2020 年，汽车 CMOS 市场份额



来源：TSR，国联证券研究所整理

图表 86：全球车载视觉系统市场规模



来源：ICVTank，前瞻产业研究，国联证券研究所整理

根据 ICVTank、IHS 等数据，2015 年以来全球车载摄像头市场持续 15% 以上高速增长，2020 年将达到 130 亿美元。随着车载摄像头的单车搭载量与渗透率提升，预计到 2025 年，全球车载摄像头行业规模将达 270 亿美元。

图表 87：车载摄像头分类及功能

摄像头类型	安装部位	功能	概要
单目	前视	FCW、LDW、TSR、ACC、PCW	视角一般为 45 度，双目摄像头拥有更好的测距功能，但需要装在两个位置，成本较单目贵 50% 左右
双目			
广角	环视*4	全景泊车	广角镜头，在车四周装配 4 个进行图像拼接实现全景图，加入算法可实现道路线感知
广角	后视	后视泊车辅助	广角或鱼镜头，主要为倒车后视镜
广角	测试*2	盲点检测、代替后视镜	盲点检测只要使用超声波雷达，但目前也有使用摄像头代替
广角	内置	闭眼提醒	广角镜头，一般装在车内后视镜处

来源：中商产业研究院，国联证券研究所

国内企业方面，以虹软科技，Minieye 等为代表的国内科技在以识别算法为基础切入到智能驾驶领域。经纬恒润基于 Mobileye 系统，以 Tier1 角色为部分自主车企提供解决方案。保隆科技、德赛西威均成功推出了 360 环视系统，并搭载到部分自主品牌车辆上。

相对前视系统而言，因为 360 环视系统、驾驶监控等功能应用于近距离场景，对摄像系统要求较低，并且其多为预警类功能，与车辆其他系统耦合度低，部件供应商更容易进入。随着这些功能在中低价位车型上搭载，具有成本优势的本土企业有望迎来放量。

图表 88：车载摄像头产业链部分参与企业

车载摄像头产业链环节	国外代表企业	国内代表企业
镜头组	Sekonix、kantatsu、fujifilm	舜宇光学、联创电子
CMOS 传感器	安森美、索尼、三星	韦尔股份、思特威、比亚迪半导体
模组封装与系统集成	松下、法雷奥、富士通、大陆、博世	欧菲光、丘钛科技、华域汽车、德赛西威、保隆科技
软件算法	Mobileye	虹软科技、Minieye、北京中科慧眼
SOC	Mobileye、NVIDIA	地平线、华为

来源：公开资料整理，国联证券研究所

图表 89：车载摄像头种类及国产机会：360 全景影像、疲劳监测、盲区监测等视觉领域产品有望突破

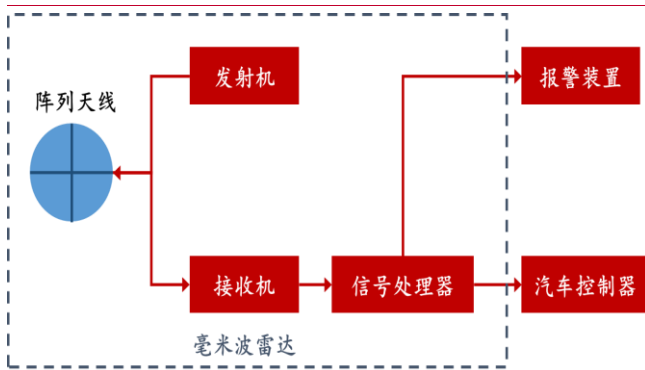


来源：保隆科技产品手册、国联证券研究所

➤ 毫米波雷达: 77GHz 是趋势，本土产品在商用车领域率先应用

毫米波雷达发射毫米波段的电磁波，利用障碍物反射波的时间差确定障碍物距离，利用反射波的频率偏移确定相对速度。毫米波雷达穿透雾、烟、灰尘的能力强，具有全天候（大雨天除外）全天时的优点。其缺点是无法识别物体颜色；视场角较小，需要多个雷达组合使用；行人的反射波较弱，难以识别。

图表 90：汽车毫米波雷达工作原理



来源：汽车电子设计，国联证券研究所

图表 91：汽车毫米波雷达结构



来源：博世，国联证券研究所

汽车毫米波雷达核心部件为 MMIC 模块和雷达天线 PCB 板。前段单片微波集成电路 (MMIC) 包括多种功能电路，如低噪声放大器 (LNA)、功率放大器、混频器、甚至收发系统等功能。在雷达天线 PCB 板上，主流方案是微带阵列，即将高频 PCB 板集成在普通的 PCB 基板上实现天线的功能，需要在较小的集成空间，并保持天线足够的信号强度。

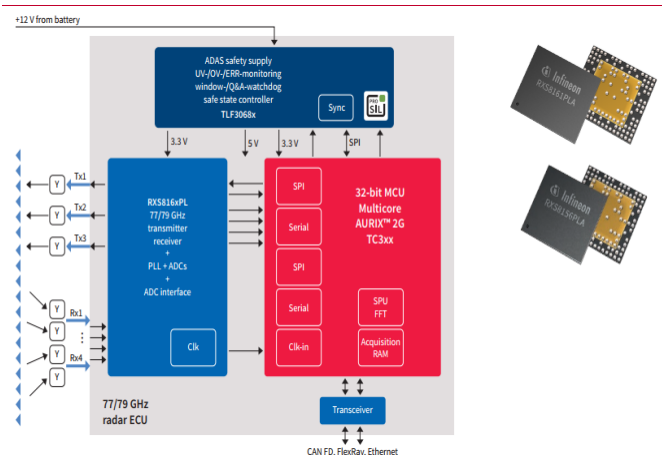
汽车毫米波雷达在欧美已经使用多年，国内起步较晚。因此，在毫米波雷达产业链上，基带数字信号处理芯片、单片微波集成电路、高频 PCB 板等方面的供应商多为汽车电子半导体供应商，如 Infineon、NXP、TI 等，国内供应商基本处于空白状态。国际汽车电子半导体供应商具备提供一整套解决方案的能力。以 Infineon 为例，其针对 77/79GHz 汽车毫米波雷达前段 MMIC，提供了 RXS816xPL 系列芯片。同时，其能提供配套的芯片，包括：安全管理芯片、多核 MCU 等，甚至能够提供一整套针对 AEB 功能的系统方案，实现高度集成。

图表 92：大陆 ARS4-B 毫米波雷达主要芯片供应商



来源：System Plus Consulting，国联证券研究所

图表 93：Infineon 提供的 77/79GHz 的芯片方案



来源：Infineon，国联证券研究所

目前市场上主流的车载毫米波雷达频段为 24GHz (用于短中距离) 和 77GHz (用于长距离雷达)。77 GHz 在性能和体积上都更具优势，77GHz 的距离分辨率更高，体积比 24GHz 产品小了三分之一，是未来发展的趋势。

24GHz 雷达现在主要应用于盲点探测 (BSD)，77GHz 雷达主要用于自适应巡航控制系统 (ACC)，前向碰撞预警 (FCW) 和自动紧急制动 (AEB)。根据中国新车



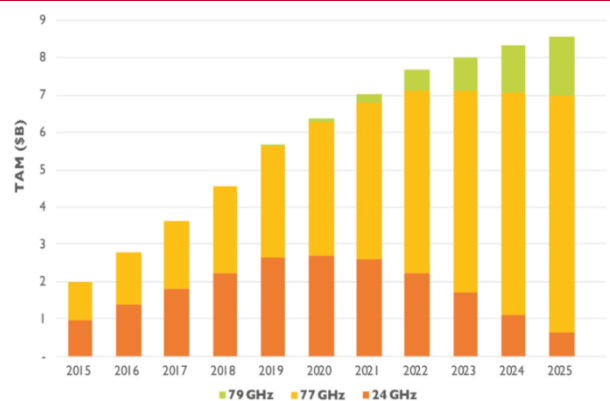
评价规程 (C-NCAP), 自动紧急制动系统 (AEB) 已纳入评分体系, 77GHz 雷达需求将会上升。当前乘用车上, 毫米波雷达主流采用“1+2+2”的方案, 前向搭载 1 个 77GHz 的长距雷达, 侧向和后向各搭载 2 个 24GHz 的中短距雷达。例如: 蔚来 ES8。

图表 94: 典型车载雷达系统搭配 (1+2+2)



来源: 盖世汽车, 国联证券研究所

图表 95: 未来 77GHz 和 79GHz 是趋势

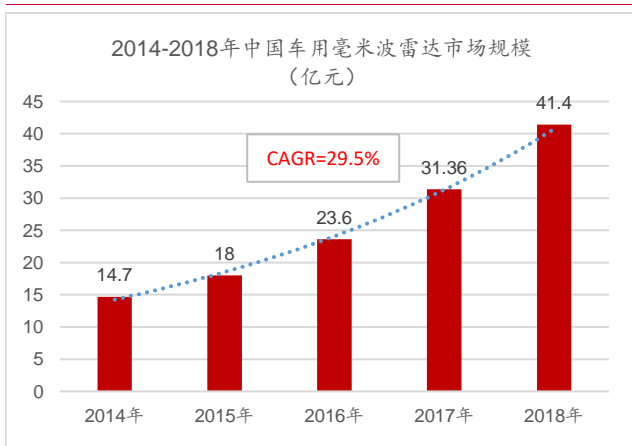


来源: Yole@2019, 国联证券研究所

根据华经产业研究院发布的《2020-2025 年中国毫米波雷达行业竞争格局分析及投资战略咨询报告》, 2014 年至 2018 年, 中国车用雷达市场从 14.7 亿元增长到 41.4 亿元, 年复合增长率为 29.5%。我们认为随着乘用车 L2/L3 级别车辆渗透率提升、商用车 AEB 成为强制搭载要求, 我国毫米波雷达传感器的年复合增长率将达到 30%, 2025 年有望达到 210 亿元以上的规模。

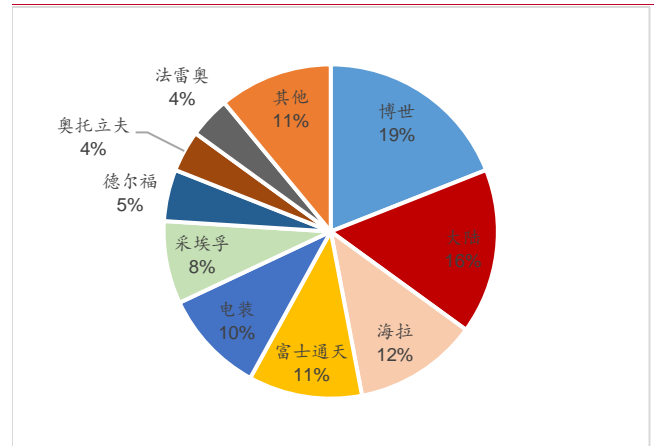
汽车毫米波雷达主要由大陆、博世、海拉、电装等国际巨头所主导。特别是难度更高的 77/79GHz 雷达, 博世、大陆、德尔福 (安波福)、电装、天合 (采埃孚) 等公司的产品早已实现了量产搭载, 且其均具备整车集成、多传感器融合能力。

图表 96: 我国毫米波雷达市场快速增长



来源: 华经产业研究, 国联证券研究所

图表 97: 全球毫米波雷达市场格局 (2018)



来源: 智研咨询, 国联证券研究所

华域汽车、保隆科技、德赛西威、森斯泰克等国内企业已经布局了毫米波雷达, 包括: 24GHz 和 77GHz。因为产品成熟度、客户集成能力等原因, 本土企业的雷达产品难以与国际企业竞争, 市场份额较小。较长的定点周期与开发周期, 也是中国雷达厂商难以与外国厂商争夺市场份额的主要原因之一。一般新款车型的开发周期在 24~36 个月之间, 定点周期与研发周期都有相当长一段时间, 车企一旦选定供应商合

作，后续更改难度较大。当前，出于供应链的安全考虑，部分自主车企倾向选择与多家供应商进行合作，并有意扶持本土供应商，如“2+2”模式（2家国际厂商2家本土厂商），这会为国产替代带来机会。

在商用车领域，随着国家对“两危一客”等车辆有了 AEB 系统强制装配的要求，通过商用车 AEB 功能开发与搭载成为国产毫米波雷达实现量产搭载的一个路径。华域汽车以其 77GHz 前向毫米波雷达产品为基础，开发出适应商用车的 AEB 系统，成为了 ADAS 系统集成商。目前，其雷达实现为金龙客车等配套供货，已适配 7 款不同的客车车型。

图表 98：汽车雷达定点与开发周期较长

雷达类别	定点周期	开发周期
超声波雷达	1-3 个月	12 个月
毫米波雷达	6 个月	16 个月
激光雷达	大于 6 个月	大于 18 个月

来源：公开资料，国联证券研究所整理

图表 99：保隆科技毫米波雷达产品介绍



来源：保隆科技产品手册

➤ 激光雷达：技术尚未收敛，量产/性能/车规是关键

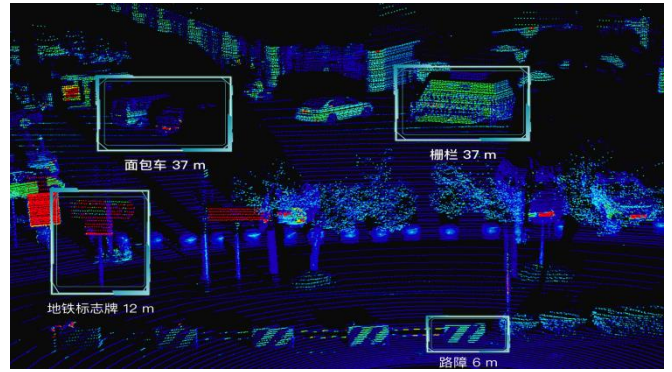
为什么需要激光雷达？视觉识别与毫米波雷达方案在特定场景下识别有缺陷，且系统冗余度不够。激光雷达能够提高识别的成功率、增加系统的安全冗余。对于L3/L4以上的智能驾驶，因需要厂商承担事故责任，激光雷达被普遍认为有搭载必要。

图表 100：视觉+毫米波雷达方案有局限性



来源：凤凰汽车，国联证券研究所

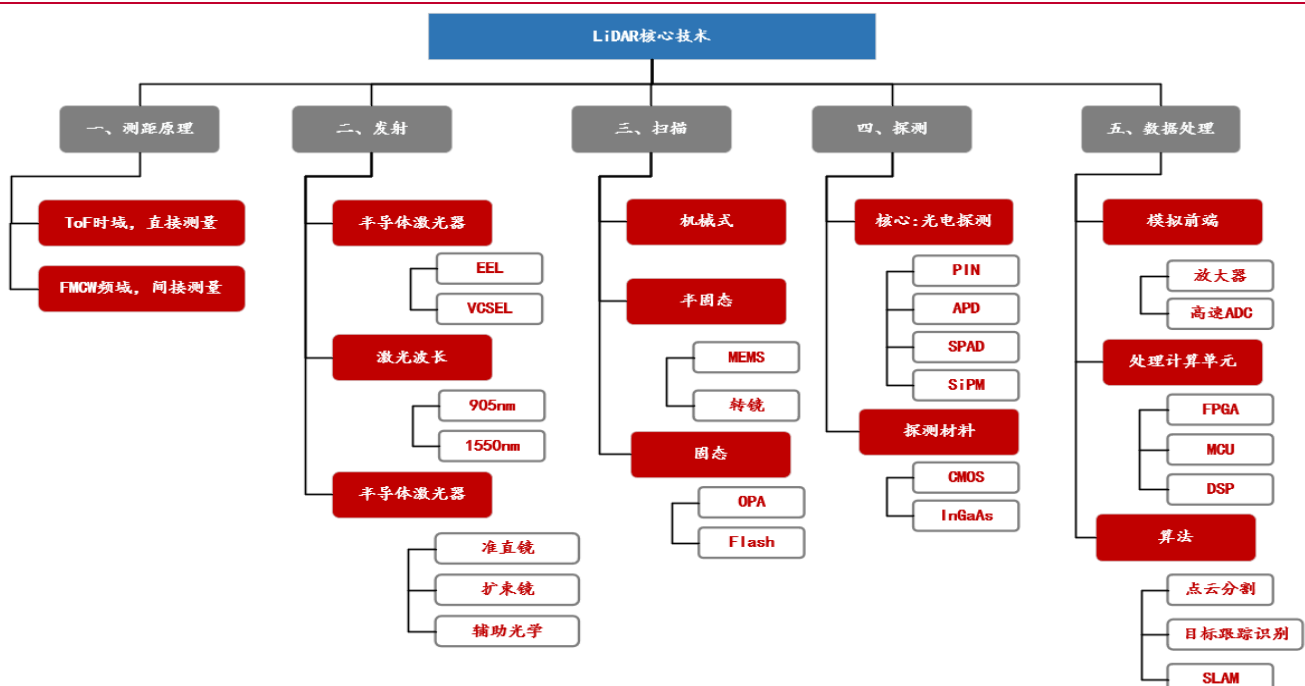
图表 101：激光雷达获取点云进行测距和物体识别



来源：禾赛科技官网，国联证券研究所

激光雷达（Laser Detecting and Ranging, Lidar），是以发射激光束探测目标的位置、速度等特征量的雷达系统。其工作原理与雷达类似，是向目标发射探测信号（激光束），然后将接收到的从目标反射回来的信号（目标回波）与发射信号进行比较，作适当处理后，就可获得目标的有关信息，如目标距离、方位、高度、速度、姿态、甚至形状等参数，实现对目标的探测、跟踪和识别。早期，激光雷达主要用于科研及测绘项目。上世纪80年代，激光雷达的商用产品如激光测距仪开始起步。2000年以后激光雷达的系统架构得到拓展，从单线扫描逐渐发展到多线扫描，激光雷达对环境三维高精度重建的应用优势被逐渐认可，并被Waymo引入无人驾驶汽车开发中。

图表 102：激光雷达聚焦五大核心部件：技术分支多，尚未收敛



来源：国联证券研究所

激光雷达核心技术聚焦于测距原理、发射、扫描、探测和数据处理等五大个方面。LiDAR 系统的核心组件主要有激光器、扫描器及光学组件、光电探测器及接收 IC，以及位置和导航器件等。

激光雷达按照测距原理可以分为飞行时间（Time of Flight, ToF）测距法、基于相干探测的 FMCW 测距法、以及三角测距法等。ToF 与 FMCW 能够实现室外阳光下较远的测程（100~250 m），是车载激光雷达的优选方案。ToF 是目前市场车载中长距激光雷达的主流方案，未来随着 FMCW 激光雷达整机和上游产业链的成熟，ToF 和 FMCW 激光雷达将在市场上并存。

图表 103：测距原理：ToF 是目前的技术主流

测距原理比较	技术特点	优劣势	量产能力	发展趋势
飞行时间法 (ToF)	通过直接测量发射激光与回波信号的时间差，基于光在空气中的传播速度得到目标物的距离信息	响应速度快；探测精度高、分立器存在零部件多、生产成本高、可靠性低等问题	已实现量产。是目前的技术主流	发射端采用平面化的激光器器件，接收端采用 CMOS 工艺的单光子探测器，定制开发 VCSEL 和单光子器件的专用芯片，提升系统性能，增强可靠性，降低成本
调频连续波法 (FMCW)	将发射激光的光频进行线性调制，通过回波信号与参考光进行相干拍频得到频率差，从而间接获得飞行时间反推目标物距离	可以直接测量速度信息；抗干扰（包括环境光和其他激光雷达）能力强	未实现量产，处于概念机阶段	使用基于硅光技术的锗硅探测器实现

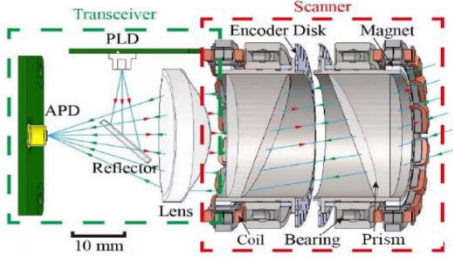
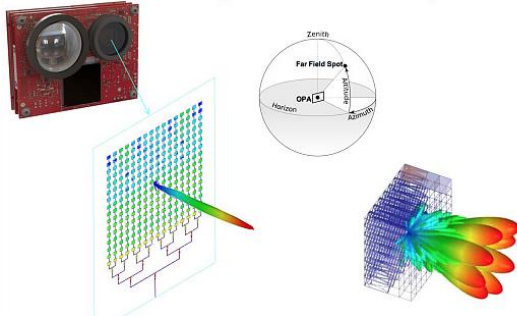
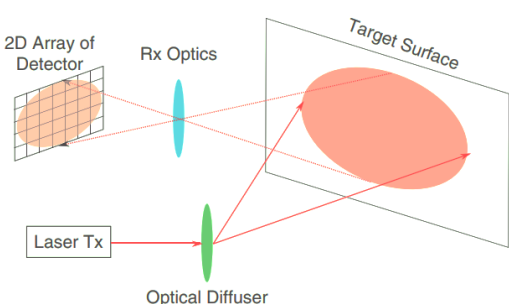
来源：禾赛科技招股说明书，国联证券研究所

激光雷达按照扫描方式有无机械转动部件可以分为机械旋转、混合固态、纯固态。机械式指整体 360°旋转，半固态式指收发模块静止、仅扫描器发生机械运动，固态式指无任何机械运动部件。混合固态分为 MEMS、转镜，纯固态分为相控阵 OPA、Flash。

图表 104：激光雷达按照扫描方式有无机械转动部件可以分为机械旋转、混合固态、纯固态

分类	扫描方式	技术特点	原理图
机械式	机械式	通过电机带动光机结构整体旋转的机械式激光雷达是激光雷达经典的技术架构，其技术发展的创新点体现在系统通道数目的增加、测距范围的拓展、空间角度分辨率的提高、系统集成度与可靠性的提升等。	
半固态	MEMS	微振镜方案采用高速振动的二维振镜实现对空间部分范围的扫描测量。微振镜方案的技术创新体现在开发口径更大、频率更高、可靠性更好振镜，以适用于激光雷达的技术方案。	



半固态	转镜	<p>转镜方案中收发模块保持不动，电机在带动转镜运动的过程中将光束反射至空间的部分范围，从而实现扫描探测。转镜也是较为成熟的激光雷达技术方案，其技术创新体现之处与高线数机械式方案类似。</p>	
固态	OPA	<p>OPA 即光学相控阵技术,通过施加电压调节每个相控单元的相位关系,利用相干原理,实现发射光束的偏转,从而完成系统对空间范围的扫描测量,OPA 技术取消了机械运动部件,是纯固态式激光雷达的一种发展方向。</p>	
	Flash	<p>电子扫描方案中按照时间顺序通过依次驱动不同视场的收发单元实现扫描,系统内没有机械运动部件,是纯固态激光雷达的一种发展方向。其架构比整体曝光所有收发单元的 Flash 固态式激光雷达更先进。</p>	

来源：禾赛科技招股说明书，Lidar for Autonomous Driving: The Principles, Challenges, and Trends for Automotive Lidar and Perception System, Quanergy, 国联证券研究所

车载激光雷达需要面临振动、低温、雨水等恶劣情况考验，固态化被认为是车载激光雷达的发展方向。目前，不同公司的产品开发侧重点不同，能够接近的商业化的产品以半固态为主。

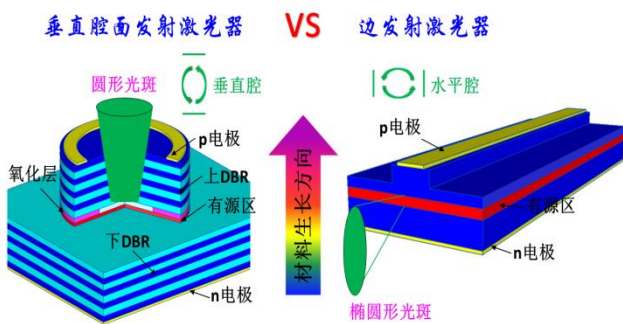
图表 105：激光雷达向固态化发展与部分公司布局



来源：各公司官网，国联证券研究所

EEL(Edge Emitting Laser,边缘发射激光器)作为探测光源具有高发光功率密度的优势,但由于其工艺步骤的复杂和繁琐,极大的依赖产线工人的手工装调技术,生产成本高且一致性难以保障。VCSEL(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser,垂直腔面发射激光器)发光面与半导体晶圆平行,其形成的激光阵列易于与平面化的电路芯片键合,精度层面由半导体加工设备保障,无需对激光器单独装调,易于和面上工艺的硅材料整合,提升光束质量。传统 VCSEL 激光器存在发光密度功率低的缺陷,近些年多家激光器公司开发出多层结 VCSEL 激光器,将发光功率密度提升了 5-10 倍。随着苹果在消费电子上应用 VCSEL,其成本以及可靠性方面优势被市场认可,我们预计 VCSEL 有望逐步取代 EEL。

图表 106: VCSEL 较 EEL 在光束质量上存在优势



来源: 中国激光, 国联证券研究所

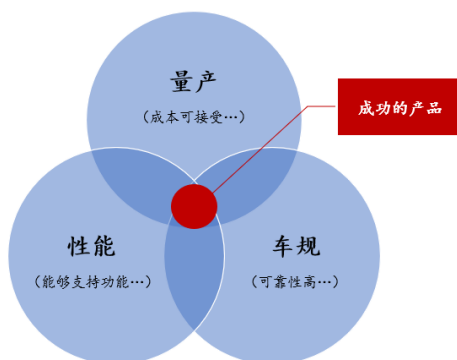
图表 107: VCSEL 在成本和可靠性方面存在优势

	VCSEL	EEL
功率	<10W, 与面积成比例	<120W
光束质量	低发散, 对称	中等发散, 不对称
温度漂移	0.07nm/K	0.25nm/K
光谱宽度	1-2nm	1-2nm
散斑	低	高
切换时间	高	高
装调	简单	复杂
成本	低	高

来源: 驭势资本, 国联证券研究所

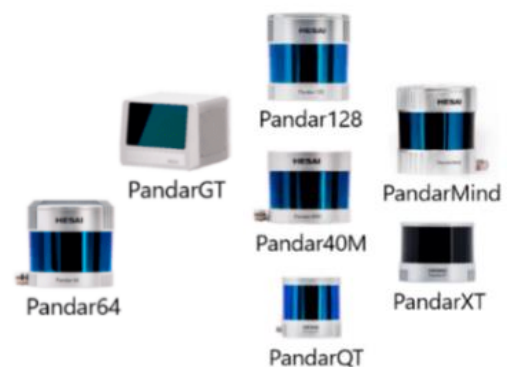
汽车激光雷达产品收敛方向为能够满足量产的成本要求、能够满足性能需求、能够满足车规要求的可靠性。成功的激光雷达产品是在三个方面达到均衡,并能够实现持续迭代,这需要激光雷达公司对下游厂商的需求有深入的理解。

图表 108: 车用激光雷达产品核心点



来源: 国联证券研究所

图表 109: 禾赛科技激光雷达



来源: 禾赛科技招股说明书, 国联证券研究所

因此,争取进入整车客户项目,或者与整车经验丰富的 Tier1 合作,成为汽车激光雷达供应商的重要工作目标。随着 Waymo、百度、福特、奥迪、宝马、蔚来、小鹏、奔驰等整车企业相继采用激光雷达的感知解决方案,各家激光雷达企业纷纷争取进入供应商之列,实现首先搭载。

**图表 110：各大车企正在加快激光雷达的搭载：激光雷达供应商选择备受关注**

计划上市时间	企业	车型	激光雷达供应商	激光雷达数量	配置
2017年	奥迪	奥迪 A8	法雷奥	1	搭载 1 个 4 线激光雷达、一个前视摄像头、4 个环视摄像头、1 个长距离毫米波雷达和 4 个中距离毫米波雷达
2021年	奔驰	S 级	法雷奥	1	搭载 1 个 Scala 第二代激光雷达
2021年	长城	摩卡	Ibeo	3	搭载 3 个固态激光雷达产品 Ibeonext
2021年	北汽	HBT	华为	3	搭载 3 个 96 线中距离激光雷达、6 个毫米波雷达、12 个摄像头、13 个超声波传感器
2021年	蔚来	ET7	Innovusion	1	搭载 33 个高精度传感器（包括 11 个 800 万像素摄像头、1 个超远距离高精度激光雷达、5 个毫米波雷达、12 个超声波雷达、2 个高精度定位单元、1 个车路协同感知和 1 个增强主驾感知）
2021年	小鹏	P5	Livox		搭载 Livox 小鹏定制版车型级激光雷达
2021年	丰田	LS	丰田&电装	1	搭载丰田与电装合作研发的激光雷达
2021年	本田	Legend		5	搭载 5 个激光雷达、具备 L3 级自动驾驶能力
2021年	宝马	iX	Innoviz	1	搭载 1 个激光雷达、4 个环视摄像头、5 个毫米波雷达、6 个感知摄像头、12 个超声波雷达
2022年	沃尔沃	XC90	Luminar		
	吉利	路特斯	Quanergy		搭载 Quanergy 的 S3 激光雷达

来源：各公司官网，国联证券研究所

衡量 LiDAR 主要性能参数包括测远能力、测距精度、集成度、角分辨率、视场角范围、光源波长以及点频等。

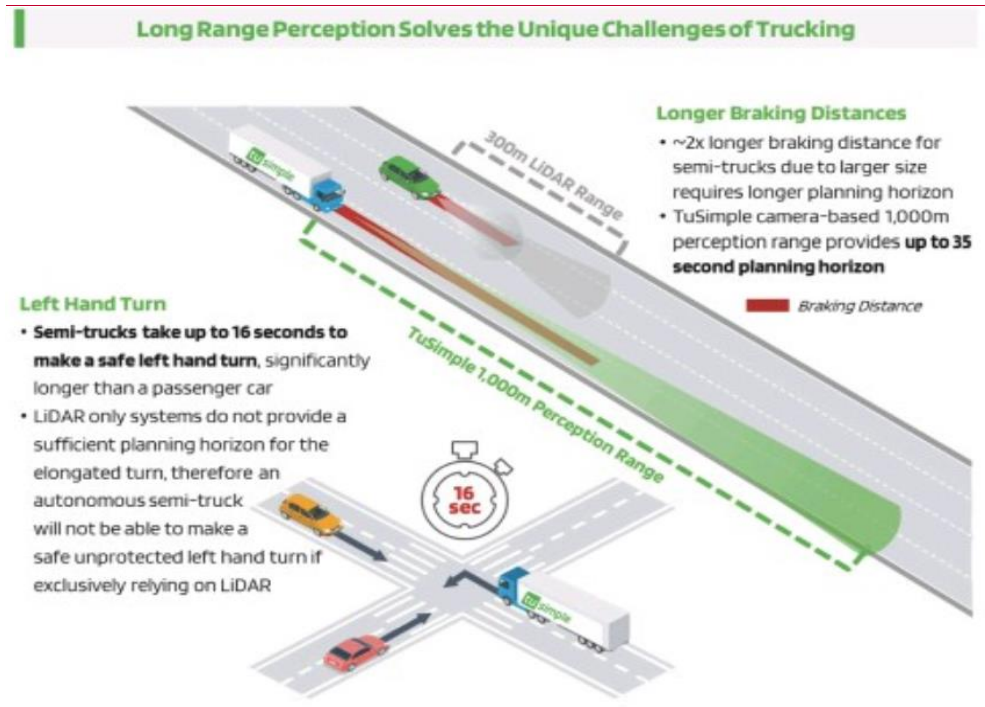
**图表 111：激光雷达主要性能参数**

参数	描述	说明
测远能力	一般指激光雷达对于 10% 低反射率目标物（标准朗伯体反射能量的比例）的最远探测距离。	激光雷达测远能力越强，距离覆盖范围越广，目标物探测能力越强，留给系统进行感知和决策的时间越长。目标物反射率影响探测距离，相同距离下，反射率越低越难进行探测。
点频	激光雷达每秒完成探测获得的探测点的数目。	点频越高说明相同时间内的探测点数越多，对目标物探测和识别越有利。
角分辨率	激光雷达相邻两个探测点之间的角度间隔，分为水平角度分辨率与垂直角度分辨率。	相邻探测点之间角度间隔越小，对目标物的细节分辨能力越强，越有利于进行目标识别。
视场角范围	激光雷达探测覆盖的角度范围，分为水平视场角范围与垂直视场角范围。	视场角越大说明激光雷达对空间的角度覆盖范围越广。
测距精度	激光雷达对同一距离下的物体多次测量所得数据之间的一致程度。	精度越高表示测量的随机误差越小，对物体形状和位置的描述越准确，对目标物探测越有利。
测距准度	测距值和真实值之间的一致程度。	准度越高表示测量的系统误差越小，对物体形状和位置的描述越准确，对目标物探测越有利。
功耗	激光雷达系统工作状态下所消耗的电功率。	在探测性能类似的情况下，功耗越低说明系统的能量利用率越高，同时散热负担也更小。
集成度	直观体现为产品的体积和重量。	在探测性能类似的情况下，集成度越高搭载于车辆或服务机器人时灵活性更高。

来源：禾赛科技招股说明书，国联证券研究所

不同的应用场景对于激光雷达性能要求不同。激光雷达企业需要与下游汽车企业、Tier1 的紧密合作，才能实现产品的持续改进与迭代。

图表 112: 不同应用场景, 对激光雷达有不同的性能要求

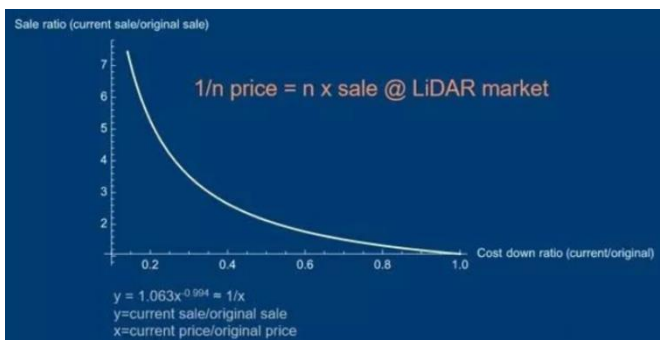


来源: 图森未来招股说明书, 国联证券研究所

激光雷达作为新型传感器尚未大规模应用, 本土企业与国际企业差距不明显, 并涌现了: 禾赛科技、华为、大疆等代表型企业, 国产供应商有望突围。我们认为影响车载激光雷达的关键因素包括:

- (1) L3/L4 级别车辆的普及速度;
- (2) 激光雷达成本下降曲线;
- (3) 激光雷达产品的应用场景;
- (4) 因涉及到感知融合算法, 激光雷达可能成为未来 Tier1 重点争夺的产品。

图表 113: 激光雷达成本下降非常关键



来源: 北醒光子, 国联证券研究所

图表 114: Tier1 对于激光雷达积极布局

企业	详情
博世	2020年1月, 领投禾赛科技C轮融资
	2020年1月, 宣布首款适用于车规的长距离激光雷达传感器已进入量产开发阶段
	2018年9月, 投资ABAX Sensing, 支持后者开展激光雷达研发
	2017年2月, 投资TetraVue, 提升自动驾驶汽车性能
大陆集团	2014年8月, 博世宣布其正在研发一款新型传感器, 预计将于2020年上市
	2019年11月, 被曝已经开发了一款新型的汽车级固态激光雷达HFL110
法雷奥	2015年8月, 开发了集成多功能摄像头和激光雷达的新型传感器模块
	2014年(或更早), 开发了一款用于城市低速路况的激光雷达
采埃孚	2019年7月, 获得总价值5亿欧元的激光雷达订单
	2017年11月, 正式推出了汽车行业首款也是目前唯一一款量产的车规级激光雷达——SCALA®
安波福	2010年12月, 与德国激光雷达企业Ibeo达成了合作, 共同开发激光雷达产品
	2019年5月, 与艾迈斯半导体、Ibeo达成合作, 研发车用固态激光雷达技术
麦格纳	2016年8月, 收购Ibeo 40%的股份
	2017年9月, 与加拿大公司LeddarTech签署了一项商业合作协议, 并对后者进行了少量投资
安波福	2017年8月, 与Innoviz达成合作, 并对后者进行了少量股权投资
	2015年, 股权投资3D激光雷达传感器的领先企业Quanergy
麦格纳	2017年9月, 对Innoviz进行战略投资, 进一步扩大合作
	2016年12月, 与Innoviz达成合作, 共同研发远距离激光雷达遥感技术解决方案

来源: 盖世汽车, 国联证券研究所

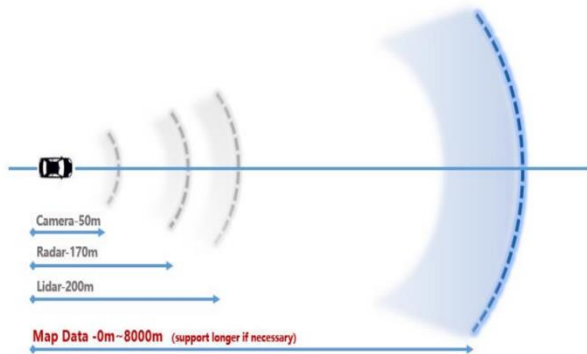


➢ 定位及地图：高等级智能驾驶必备，政策有壁垒、国货优势大

在车辆高速运动的场景下，地图定位的优势在于获得前方超视距的感知信息，以补充车载传感器的感知功能，为智能驾驶功能提供了决策与执行的时间余量。因此，高精度定位功能是实现智能驾驶的必要条件。等级越高的智能驾驶对定位及地图功能要求也越高，普通 ADAS 的定位精度要求为米级，具备 L3 功能的智能驾驶则一般需要厘米级定位。

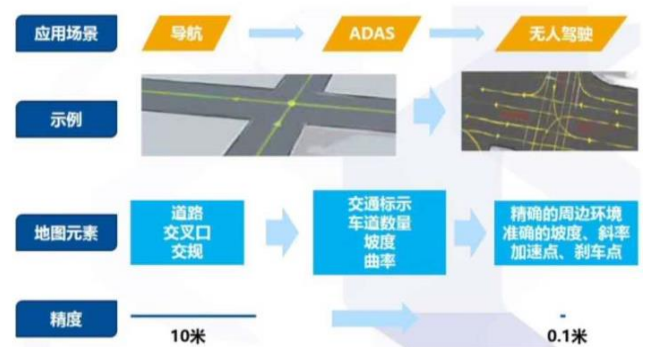
因为测绘及定位涉及到国家安全，对公司的资质要求高，存在政策壁垒。已经进入赛道的四维图新、百度、高德等本土企业将会具备优势。

图表 115：地图与其他传感器感知距离比较



来源：四维图新

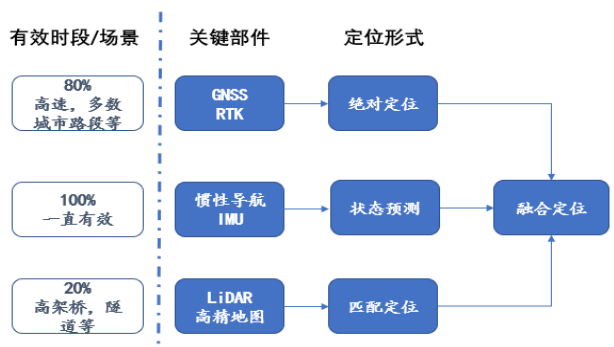
图表 116：不同等级的智能驾驶对地图的要求



来源：亿欧智库

安全可靠是智能驾驶技术成熟的前提。因为依赖单一传感器的定位方法存在场景失效的可能性，需要靠多种定位手段，互相融合冗余。小鹏 P7 XPILLOT 3.0 自动驾驶辅助系统搭载了高德高精地图，同时配备双频高精 GPS、实时动态差分定位 (RTK) 以及超高精度惯性测量单元 (IMU) 定位硬件，将可以在全场景下实现分米级定位精度，可以大幅提升自动辅助驾驶在立交桥、隧道、地下车库等复杂交通环境以及雨雪雾等不佳天气的有效性。目前，依靠网络 RTK 定位+惯性器件 (IMU) 递推+高精地图的匹配定位，被行业认为是一种复杂条件下高精定位的较为稳妥方案。

图表 117：高等级智能驾驶定位方法



来源：四维中寰，国联证券研究所

图表 118：车规级 GNSS/IMU 产品



来源：华测导航官网，国联证券研究所

传统 GNSS 单点定位精度为米级，但在 RTK 技术的辅助下，GNSS 定位系统的精度可达动态厘米级，满足高等级自动驾驶需求。

惯性导航是使用惯性测量单元 (inertial measurement unit, IMU)，以加速度测量

为基础的导航定位方法。IMU 由陀螺仪、加速度计等惯性传感器和导航解算系统集成而成。陀螺仪和加速度计是系统的核心器件，陀螺仪测量物体的角速度，加速度计测量物体的加速度。典型的惯导产品包含 3 组陀螺仪和加速度计，分别测量三个自由度的角速度和加速度，通过积分即可获得物体在三维空间的运动速度和轨迹。

**图表 119：不同车载定位方式对比**

定位方式	说明	优点	缺点
绝对定位	通过 GNSS 信号接收完成定位	全球、全天候、全天时 高精度厘米级定位	依赖卫星、易受电磁环境干扰等
预测定位	利用惯性测量单元（陀螺仪和加速度计）测量得到载体相对于惯性空间角运动和线运动参数，并通过惯性导航解算得到载体速度、位置、姿态	频率非常高，短时精度高	误差随着时间累积，且高性能 IMU 价格昂贵
匹配定位	激光点云定位需要预先制作地图，然后用实时点云和地图进行匹配，来计算激光雷达的位置和姿态，再通过激光雷达与 IMU 之间的外参，得到 IMU 的位置和姿态	没有 GNSS 情况下也可以工作，鲁棒性比较好	需要预先制作地图同时要定期更新地图，雨雪天气也会受到影响

来源：公开资料，国联证券研究所整理

根据法国 Yole 公司的估算，随着高等级智能驾驶应用的需求，全球 IMU 市场到 2022 年规模将达到约 10 亿美元，到 2027 年达到 47 亿美元。目前，以 GNSS+IMU 的高精度定位集成方案已经成熟。国内，华测导航、千寻位置等公司已经推出相关产品与服务。未来，各家自动驾驶公司对高精度定位模块的需求将向趋同化发展，当前预估大规模量产后价格在 3000~4000 元。

高精定位与地图市场价值主要受到 L3/L4 级别车辆的普及速度影响。因为政策壁垒，其有望成为本土企业确定且能够长期成长的赛道。

#### 4.4 执行层：底盘电控壁垒高，动力升级有机会

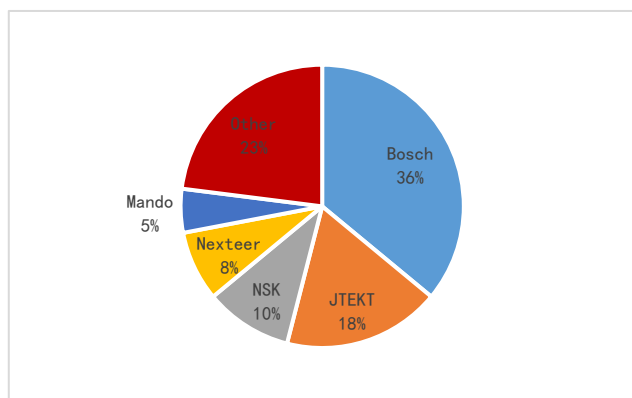
电控执行器实现是智能驾驶的基础，车辆的前进、后退与转向，需要由底盘控制系统和动力控制系统配合完成。因为直接涉及到整车安全，整个系统对可靠性、响应性等有很高的要求。

➤ 底盘电控：门槛高，国产放量还需要时间

底盘电子包括转向系统、刹车系统等，底盘的电控/电气化升级需求明确：一方面满足智能驾驶线控的要求，另一方面，刹车控制也是新能源车能量回收重要部分，直接影响电动车的行驶里程。

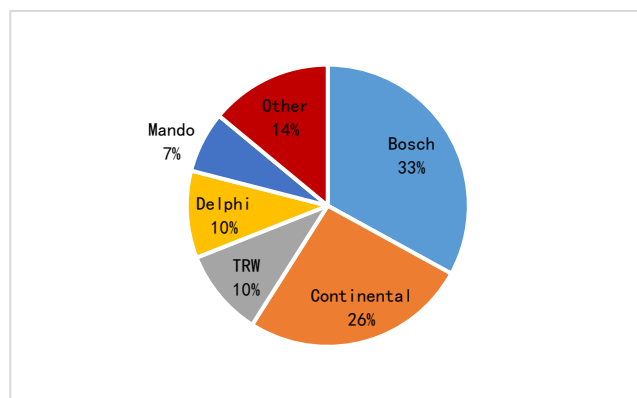
底盘电子系统主要包括：电动助力转向系统（EPS），智能刹车系统（IBS），以及将制动、转向、动力输出集成在一起的电子稳定系统（ESC）。在实现 L2 智能驾驶中，EPS, IBS, ESC 都将成为必须配置。目前，国内底盘电子市场基本上为国际零件供应商占据，特别是 Tier1 供应商有着巨大的优势。

图表 120：2017 年国内电动转向（EPS）市场格局



来源：佐思产研，国联证券研究所

图表 121：2017 年国内（ESC）市场格局



来源：佐思产研，国联证券研究所

国际供应商壁垒的形成原因包括：**（1）制动与转向零部件直接关系到车辆安全，性能要求很高。**其需要将机械件、传感器、控制器在零部件级别实现高度集成，并具备高可靠性。这需要长期的工程开发，积累大量测试验证数据以满足 ISO26262 等安全认证要求。

电动助力转向（EPS）系统主要包括机械式转向器、转矩传感器、电动机、减速机构、电子控制单元（ECU）以及车速传感器。当驾驶员转动方向盘时，转矩传感器将采集到的作用于方向柱上的转矩信号传给 ECU，ECU 再综合车速传感器信号，确定助力电机的旋转方向以及助力电流大小，并控制电机输出助力。EPS 可以很好地实现所设计的理想助力特性，给驾驶员提供良好路感，保证汽车低速时的转向轻便性以及高速时的方向稳定感。

智能刹车（IBS）的代表系统为博世的 iBooster。其剔除了真空助力泵，集成了各种传感器、控制器，使其体积更小，方便安装。在使用时，传感器会将刹车的行程信号传递给 iBooster 的控制单元，控制单元会根据信号计算出 iBooster 输出电机应该输出多少扭矩，这个扭矩会作用在一套齿轮机构上，通过齿轮机构将这个扭矩转化

为刹车主缸的刹车力，再由这个刹车力改变刹车液压，最终控制刹车卡钳进行刹车。IBS 目前只有博世、大陆、采埃孚/天合具有完备的设计技术与量产能力。

图表 122: 博世 Servolectric 电子助力转向系统



来源: 博世, 国联证券研究所

图表 123: 博世 iBooster 智能制动系统

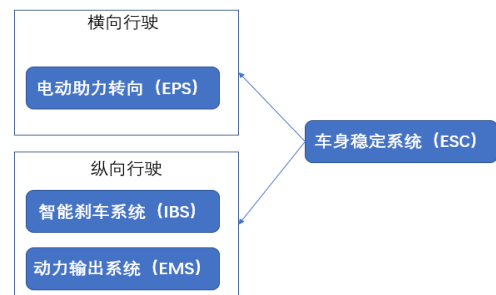
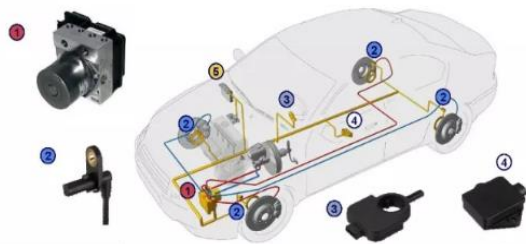


来源: 博世, 国联证券研究所

(2) 国际 Tire1 能够开发出 ESC 等系统解决方案，减轻了整车厂集成难度。其拥有丰富的产品线包括相应的传感器、执行器、控制，并应用长期累积的整车控制软件算法，形成了一套较为完整的解决方案。以转弯情况为例，为实现车辆平稳运行，ESC 需要计算汽车侧向力、纵向力等，再综合实现对转向角度、刹车动作、动力输出的调整，这需要可靠的控制策略及大量的路试标定工作，提高了技术门槛。

图表 124: 博世车身稳定系统(ESC)组成及原理

- ① Hydraulic modulator with attached Electronic Control Unit & Pressure sensor 带有 ECU 和压力传感器的液压控制单元
- ② Wheel-speed sensors 轮速传感器
- ③ Steering-angle sensor 转向角传感器
- ④ Yaw-rate and lateral acceleration sensor 横摆角速度和侧向加速度传感器
- ⑤ Communication with engine management 与发动机管理系统通讯



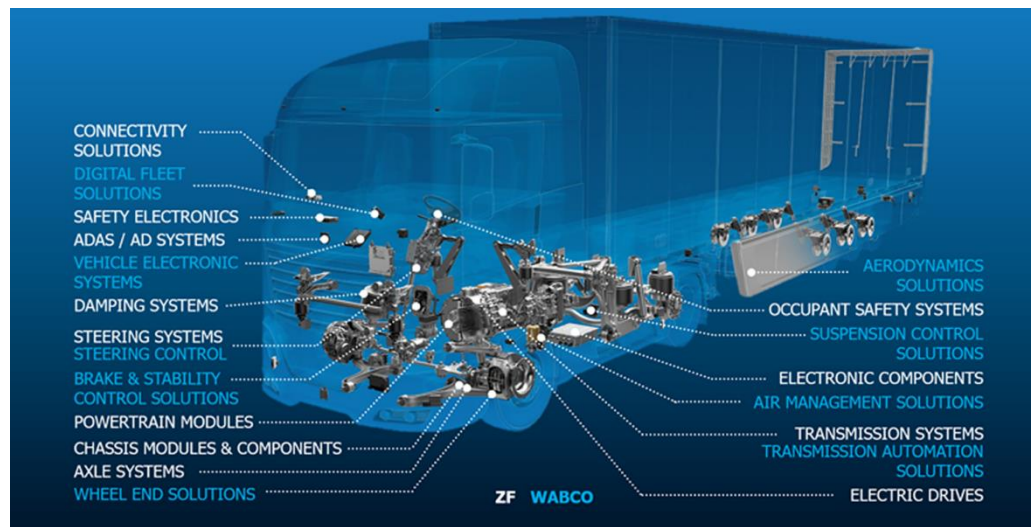
来源: 博世, 公开资料整理、国联证券研究所

(3) 零部件供应商本地化生产，实现了系统的成本降低。2019 年，博世在南京的 iBooster 生产基地已经投产，产能将达到 40 万件。其对于南京工厂产能的计划是按照 53% 的年复合增长率增长，至 2024 年该工厂将达到 320 万件的产能。根据罗兰贝格的报告，电控刹车量产价格约为 2000 元，电控转向系统价格将在 2000 元左右。

国内厂商华域汇众、伯特利、拓普集团、亚太股份等厂商均有布局 IBS、ECS 等产品，湘油泵、豫北等企业也有 EPS 产品，德尔股份开发了 EHPS 主要用于商用车领域。在底盘电控领域，产业格局稳定，国内企业的产品大多还处于样车搭载阶段，能否形成批量销售还需要进一步观察。



图表 125：国际厂商在底盘控制领域布局深厚



来源：ZF，国联证券研究所

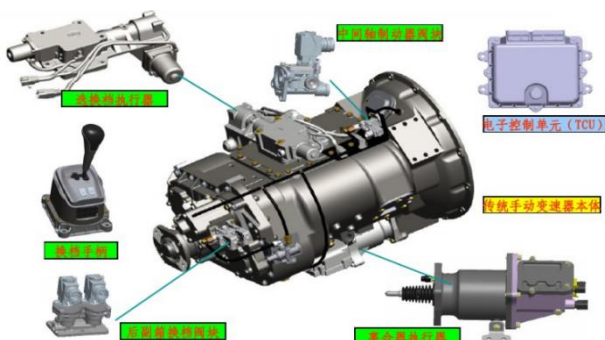
➤ 动力控制：商用车自动变速箱 AMT 快速增长带来机会

动力控制包括动力控制、档位控制等。与乘用车不同，当前我国绝大部分商用车还在使用 MT，没有实现电控化。重卡 AMT 变速箱一直因为成本、超载、油耗等问题没有得到大规模使用，成为动力电子控制的缺口。

智能驾驶赋能 AMT，对 AMT 在重卡上渗透起到了促进作用。2020 年，在多重合力下，重卡 AMT 销量增长 7 倍，呈现快速增长。预计到 2025 年物流重卡 AMT 匹配率将从 2020 年的 8% 提升到 70% 以上，普及速度惊人。

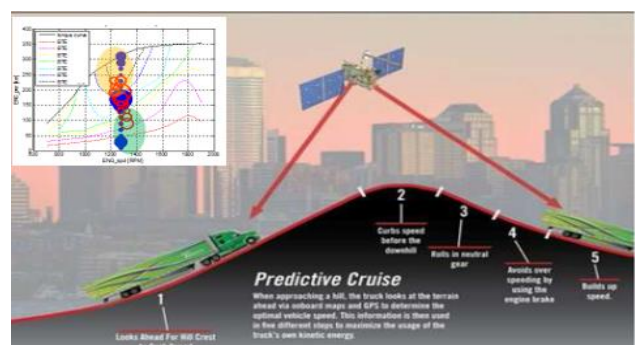
根据相关测试，AMT 重卡节油率在 1%，通过智能控制对发动机与变速箱深度优化后节油率有望到达 3%。基本上 1 年就能把前期多投入的购车成本收回来，市场已经自发接受 AMT 技术。以福田戴姆勒的预测性巡航功能为例，在高速物流场景下，车辆能够通过网联功能提前获取前方道路情况，并自动调整发动机的输出与换挡策略，保持动力总成工作在最佳经济区，以提升车辆的燃油经济性，同时降低了对驾驶员工作强度和技能的要求。L3 级的自动编队 (Truck Platooning) 功能，通过 V2X 技术，能够实现多车的编队行驶，通过减低后车的风阻实现油耗的进一步下降。这些功能实现均需要基于 AMT/AT 等电控变速箱完成。

图表 126：AMT 实现了动力输出智能控制



来源：卡车之家

图表 127：智能驾驶实现省油功能

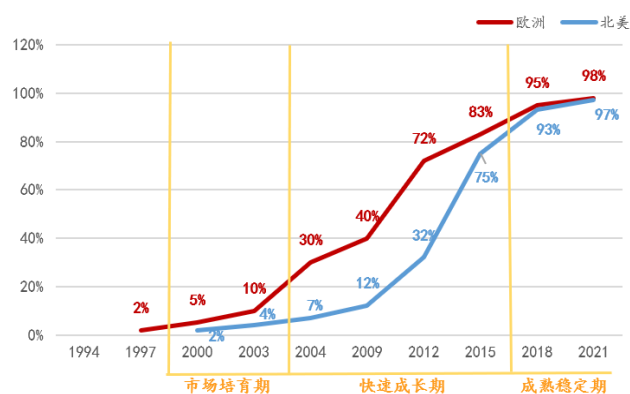


来源：大陆集团，国联证券研究所

因为干线物流对智能驾驶的需求迫切，头部企业一汽、东风、重汽、陕汽等均在布局从 L1 到 L4 级别的智能驾驶，预计到 2025 年智能驾驶卡车在干线物流领域占比将达到 50% 以上。

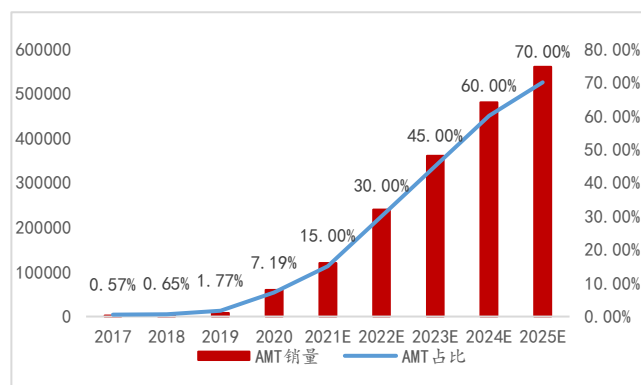
在智能驾驶的推动下，我们预计未来 5 年 AMT 重卡在牵引车的渗透率将会快速提升至 70% 以上，用 5 年时间完成欧美国家 10~15 年的普及过程。快速普及将会给产业带来新的机会。在 AMT 变速箱普及的另一重要原因是 ZF、Eaton 等国际公司实现了本地化生产，大幅降低了产品成本。在这一过程中，齿轮系统单值高、本地采购需求迫切，双环传动等本土齿轮企业有望持续受益。

图表 128：欧美 AMT 变速箱用了 15 年实现普及



来源：中汽中心，国联证券研究所

图表 129：中国重卡（牵引车）AMT 快速增长

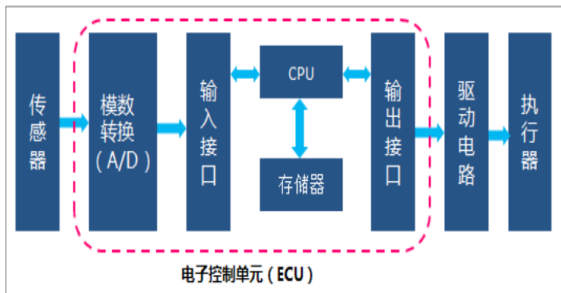


来源：中汽中心，国联证券研究所

#### 4.5 决策层（控制器与计算平台）：国产替代与增量机会并存

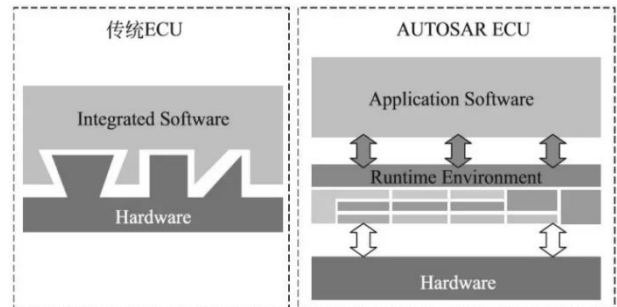
汽车电子控制器（ECU）的作用是接收来自传感器的信息，进行处理，输出相应的控制指令给到执行器执行，控制器的反应速度、判断准确性至关重要。整车企业电控系统开发的主要工作（软件算法、匹配标定等）都依托于控制器完成。在 EEA 升级过程中，部分控制器的功能将被弱化，而另一部分控制器功能将进一步拓展升级为域控制，甚至是统筹全车的计算平台。

图表 130：汽车控制器原理



来源：汽车电子技术，国联证券研究所

图表 131：汽车软件与硬件分离趋势确定



来源：AUTOSAR 规范与车用控制器软件开发，国联证券研究所

➢ 普通控制器：软硬件分离趋势带来国产替换机会

目前，整车企业为了降低汽车控制软件开发的风险，提高软件复用度，主导推出了汽车开放系统架构（AUTOSAR），其通过标准接口抽象化硬件，将整车厂应用软件（ASW）与底层软件（BSW）及控制器硬件进行分离。AUTOSAR 架构有利于车辆电子系统软件的交换与更新，能够在确保产品及服务质量的同时，提高了开发效率。

汽车电子控制单元（ECU）产业链包括晶圆、封装测试、微处理器、控制器等环节，各环节以国外公司为主。在国家大力提升自主可控的要求下，已经有本土公司进入产业链各环节，科博达等国内企业已开发了符合 AUTOSAR 的控制器模块，成功对进入 EMB 等跨国车企平台。随着 AUTOSAR 在行业的普及，一方面，整车企业对于供应商选择与切换流程将会简化，低成本国产控制器面临机会；另一方面，国产汽车芯片供应商更容易获得被采用的机会。

图表 132：汽车电子控制单元（ECU）产业链



来源：盖世汽车，国联证券研究所

图表 133：科博达车灯控制器进入国际整车厂平台



来源：科博达，国联证券研究所



➢ 域控制器与计算平台：功能重构，价值提升

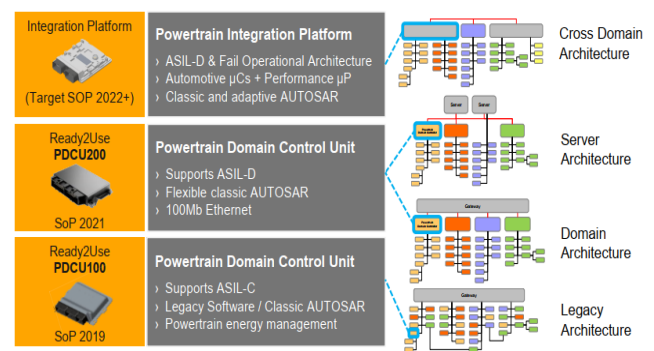
域控制器的出现是智能驾驶对整车功能重构的一部分，其将减小整车企业软件算法开发难度，方便功能扩展。域控制器因为有强大的硬件计算能力与丰富的软件接口支持，使得更多核心功能模块集中于域控制器内，系统功能集成度大大提高。而底层 ECU 的计算处理功能可以被弱化，执行层面功能得以保留，大部分传感器也可以直接传输数据给域控制器，实现信息的共享。在智能驾驶技术快速发展背景下，域控制器与计算平台将成为国内外厂商争夺的重点。

图表 134：博世域控制器 DASy



来源：博世

图表 135：大陆汽车动力域控制器(PDU)产品布局



来源：大陆汽车

车企的控制域划分虽有区别，但一般都包括动力域、底盘域、自动驾驶域、座舱域/智能信息域和车身电子域。动力域主要包括发动机（电机）、变速箱等，底盘域主要包括转向、制动等，自动驾驶域包括传感器融合、决策规划等，座舱域是智能驾驶后对人机交互有了更高的要求，也是个性化功能如车载娱乐、屏幕显示等的总控制器，车身电子域包括雨刷、车窗等。动力域控制器、底盘域控制器基本继承了原来车辆的动力控制、底盘控制功能，传统国际 Tier1 技术成熟，布局充分，集成能力强。且其与整车的驾驶安全直接相关，对模块功能安全要求等级高。在自主整车企业不具备对应集成能力情况下，难以成为本土零部件企业的增量机会。

➢ 座舱域控制器：增量机会，国产有望突破

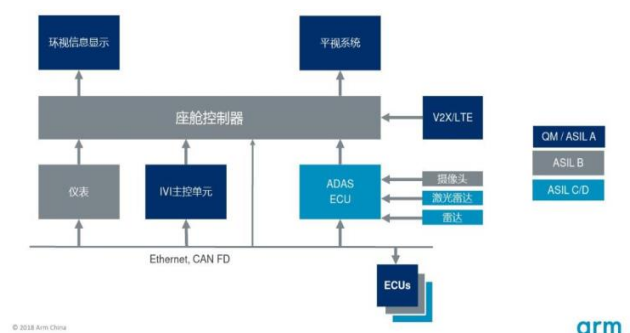
随着智能驾驶系统对人机交互的需求，原先的车载仪表、中控、娱乐信息等系统将会整合为服务驾驶员与乘客的车辆座舱域，座舱域控制器作为统筹协调控制器用于实现“一芯多屏”的架构。

图表 136：座舱域控制架构“一芯多屏”



来源：搜狐汽车，国联证券研究所

图表 137：智能座舱域的功能安全标准相对较低



来源：arm，国联证券研究所



相对于动力与底盘域控制器，座舱域控制器安全要求较低，同时，因其承载着用户交互的功能，整车企业对其功能掌控意愿较高，均希望将其作为产品差异化的抓手。作为增量机会，本土国内零部件企业具备更好的用户理解能力与服务能力，有望在此取得突破。

图表 138：座舱域控制器供应商及其产品

域控制器厂商	核心芯片	座舱域控制器名称	客户
伟世通	高通	SmartCore	吉利，戴姆勒奔驰，东风，广汽
博世	高通	AI car computer	通用、福特
安波福	英特尔	ICC	长城，奥迪，沃尔沃
电装	高通	Harmony Core	丰田
华为	车麒麟芯片	CDC 智能座舱平台	新宝骏 RC-6 (2020)
德赛西威	高通	智能座舱域控制器	理想汽车，天际汽车

来源：佐思产研，国联证券研究所

座舱域控制器通过以太网/MOST/CAN，将实现抬头显示(HUD)、仪表盘、导航、车载娱乐等部件的融合在一起，甚至可以进一步整合智能驾驶 ADAS 系统和车联网 V2X 系统，实现优化智能驾驶、车载互联、信息娱乐等功能。座舱域控制器的核心技术在于芯片，包括德州仪器的 Jacinto 7、NXP 的 i.mx8、瑞萨的 R-CARM3/H3、高通的 820A/835A 等产品，华为推出了麒麟芯片用于该领域。下游域控制器方面，除了传统国际汽车 Tier1 博世、安波福、伟世通等，国内企业德赛西威、布谷鸟、华为等均已推出相关产品。

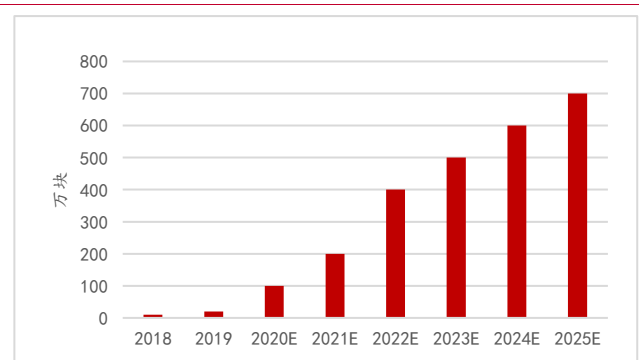
2020 年，地平线的征程 2 与 5 款车型（长安 UNI-T、长安 UNI-K、奇瑞蚂蚁、上汽智己、广汽埃安 AION Y）达成前装量产合作。截至 2020 年底，征程 2 芯片出货量已超过 16 万片。

图表 139：国产芯片在座舱域控制器领域获得突破



来源：地平线，国联证券研究所

图表 140：全球汽车座舱域控制器出货量预测



来源：佐思产研，国联证券研究所整理

佐思产业研究基于整车量产计划，预计座舱域控制器市场将在 2021 年呈现快速增长。其认为，一方面智能座舱量产难度较小、成本相对可控，另一方面全球范围内汽车 5G 网络的应用将是智能座舱的重大推力。在此背景下，国产域控制器厂商有望跟随趋势迎来放量。

➢ ADAS/AD 域控制器与计算平台，芯片是关键

ADAS /AD 域控制器,是为了完成L2及以上智能驾驶功能而需要增加的控制器。通常其需要具备多传感器融合、定位、路径规划、决策控制、无线通讯、高速通讯等能力，是智能驾驶的大脑。因为需要完成图像识别等功能，ADAS/AD 域控制器对计算能力要求非常高，更加依赖芯片技术，同时，整个控制器模块需要满足极高的功能安全等级（ASIL C/D）。

其中，L3级与L2级智能驾驶相比，汽车所需配置的摄像头和雷达数量增多，还要接入高精地图及V2X网络等各种数据源，会实时产生海量数据，对数据处理的要求非常高，传统的32位车规级MCU被认为已经无法满足。以特斯拉FSD为代表的AI芯片，已经成为中央域控制器发展的方向，芯片计算能力已经达到30TOPS（亿次/秒）以上。

图表 141: ZF (采埃孚) ProAI 的四代产品



来源: ZF, 国联证券研究所

图表 142: 德赛西威 ADAS/AD 域控制器



来源: 德赛西威, 国联证券研究所

在 ADAS/AD 域控制器领域，国际与国内 Tier1 厂商都在积极布局。现在有三种开发模式：

- (1) Tier1 负责中间层以及硬件生产，整车厂负责自动驾驶软件部分，例如德赛西威 IPU03；
- (2) Tier1 与芯片商合作，做方案整合后研发中央域控制器并向整车厂销售，例如大陆 ADCU、采埃孚 ProAI 等。
- (3) 芯片、控制器、软件全套自己完成，例如特斯拉、华为等。

图表 143: ADAS/AD 域控制器供应商及其产品

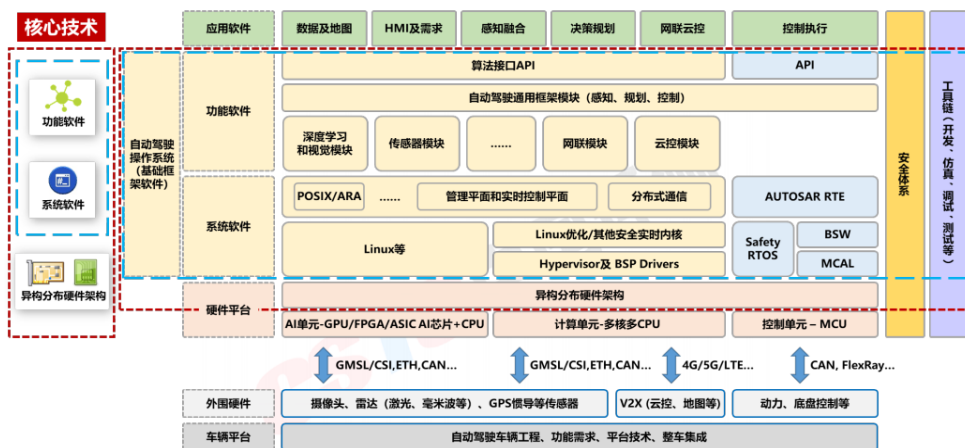
厂商	域控制器平台	计算芯片	智能驾驶等级目标
采埃孚	ProAI	NVIDIA DRIVE Xavier	L3
大陆	ADCU	NVIDIA DRIVE Xavier	L3/L4
博世	DASy 2.0	NVIDIA DRIVE Xavier	L3/L4
安波福	CSLP	Intel	L3
德赛西威	IPU03	NVIDIA DRIVE Xavier	L3
百度	ACU-Advanced (泊车功能)	Xilinx ZU5	L2
经纬恒润	ADAS Domain Controller	NXP	L2

来源: 佐思产研, 国联证券研究所

其中，德赛西威基于英伟达 Xavier 自动驾驶域控制器产品 IPU03 已经随着小鹏 P7 上市而实现量产。根据相关报道，IPU03 满足车规要求，操作系统采用 QNX Safety OS，MCU 端采用包含 Safety 组件的 Autosar 操作系统，硬件设计考虑了备份冗余设计，整体达到 ISO26262 功能安全 ASIL D 等级，为小鹏 P7 的智能驾驶系统提供安全保障；同时，Xavier 算力高达每秒 30TOPS，可实时处理来自车辆雷达、摄像头、激光雷达和超声波系统的海量数据，运行感知、定位、规划和控制等算法。

当智能驾驶进入 AD 阶段，域控制器将会进一步减少，功能将会融合到车载计算平台，软件开发等工作将会围绕计算平台展开。

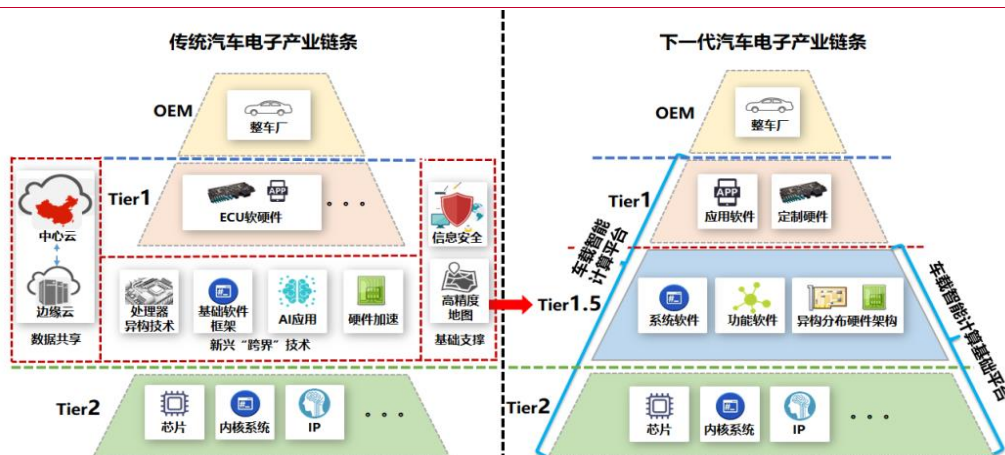
图表 144：车载智能计算基础平台参考架构：未来产业链分工围绕计算平台展开



来源：中国软件评测中心，国联证券研究所

车载智能计算基础平台是基于异构分布的硬件平台，集成自动驾驶操作系统的复杂系统，定位为下一代汽车电子产业链条 Tier1.5，是 Tier1（一级供应商）和 Tier2（二级供应商）之间的纽带和桥梁。车载智能计算基础平台将打破原有垂直化封闭产业链条，横向打通融合交叉领域，整合跨界资源，协同 Tier1、Tier2、ICT 企业、电信运营商、地图运营等企业，重点突破共性技术和基础模块，搭建集成化的基础平台，支撑定制化和市场化的服务需求。Tier1 可根据差异化的需求进行软硬件定制和应用软件加载，实现车载智能计算平台功能和整体产品批量化交付。

图表 145：智能驾驶的车载计算平台能够让 Tier1\Tier2\ICT 等企业跨界整合



来源：中国软件评测中心，国联证券研究所

特斯拉 FSD 是已量产的车载计算平台，其开启了汽车电子电气架构的新时代，领先全行业。车载计算平台作为汽车“大脑”，技术复杂度高，研发设计、生产制造、验证测试难度大周期长，而且汽车工业对性能、可靠性及安全性要求极高。传统汽车企业缺乏芯片、操作系统等技术的研发积累，初创企业资源有限无法支撑底层技术的长期投入。以英伟达、华为等科技公司抓住机会，与整车企业展开了合作，并推出了其车载计算平台产品。

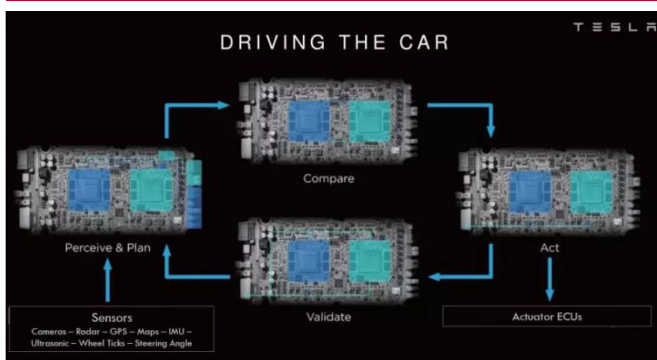
图表 146：部分车载计算平台比较

公司	特斯拉 FSD	英伟达 Driver PX Pegasus	华为 MDC 600
算力	单芯片 72 TOPS	320 TOPS	352 TOPS
功耗	单芯片 50 瓦	460 瓦	352 瓦
算力功耗比	1.44 TOPS/W	0.7 TOPS/W	1 TOPS/W
适用等级	L3	L2-L5	L3-L5
传感器支持	8 摄像头 +1 毫米波雷达 +16 超声波雷达	13 摄像头 +5 毫米波雷达 +12 超声波传感器 +1 车内摄像头	16 摄像头 +6 毫米波雷达 +16 超声波雷达 +8 LiDAR
计算处理器	2 FSD+1 GPU	2 Xavier+2 GPU	8 昇腾 310
推出时间	2019 年	2020 年	2019 年

来源：各公司官网，国联证券研究所

以华为 MDC 平台为例，其遵循平台化与标准化原则，包括平台硬件、平台软件服务、功能软件平台、配套工具链及云端协同服务，支持组件服务化、接口标准化、开发工具化；软硬件解耦，一套软件架构，不同硬件配置，支持 L2+~L5 的平滑演进。MDC 平台硬件集成具有 CPU 与 AI 计算能力的强大 SoC 芯片，并提供配套软件与开发工具链。

图表 147：特斯拉智能驾驶控制器 (FSD)



来源：特斯拉，国联证券研究所

图表 148：华为 MDC 展现其在智能汽车上布局

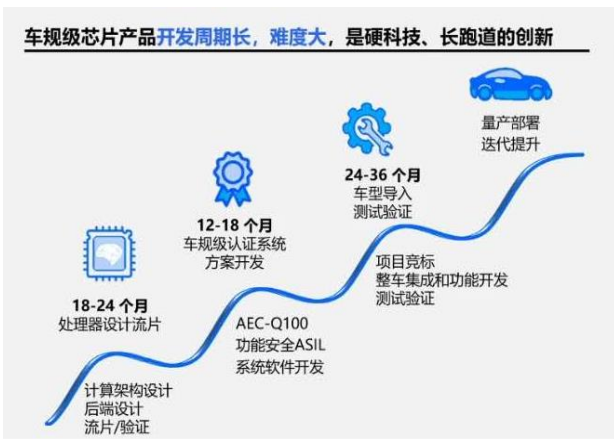


来源：华为，国联证券研究所

不论是域控制器，还是计算平台都离不开计算芯片的支持，车规级的芯片已成为智能汽车不可缺少的硬件基础。随着芯片在汽车成本占比越来越高，且其性能发挥直接决定产品品质，半导体制造商在汽车价值链中的地位将会提升。部分整车企业对芯片性能与供应链安全也越来越重视，未来倾向开发定制化的芯片，例如：特斯拉、小鹏等。



图表 149：车规级芯片开发周期长



来源：地平线

图表 150：国产地平线芯片产品规划



来源：地平线

汽车芯片与消费芯片要求不同，车规级芯片被认为是一个周期长、投资大、有很高的技术门槛的产品。其需要满足 AEC-Q100、-40~125°C 环境、15~20 年寿命的高可靠性要求，还要满足近乎零缺陷的质量要求、ISO26262 等系统安全要求和成本可控的要求。

缺乏国产车规级芯片是行业痛点，当前华为、地平线、芯驰科技等国内公司已经推出了产品。对比国际企业，本土芯片公司能够更快的响应下游客户的需求，推出场景适应性更好的产品，在 C-V2X、智能座舱等领域有优势。在产业链自主可控的趋势下，国产芯片公司有望迎来前所未有的机会。

目前，地平线已经获得上汽集团、广汽集团、长城汽车、东风汽车、比亚迪等多家本土整车企业战略投资。芯驰科技与一汽集团达成了供货协议。

图表 151：芯驰科技产品布局



来源：芯驰科技，国联证券研究所

图表 152：本土芯片企业加强与下游车企合作



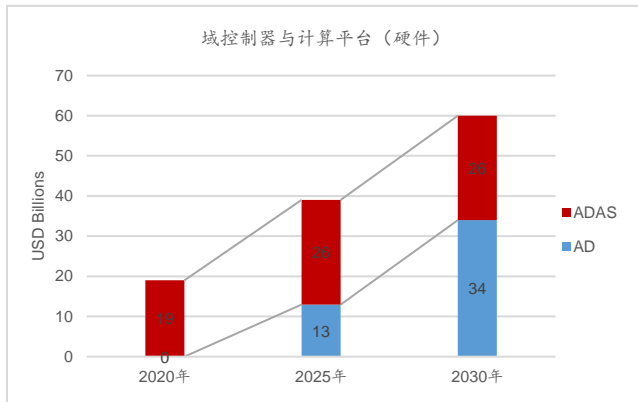
来源：比亚迪，国联证券研究所

➢ DCU 与软件市场空间：增长方向确定，未来有望翻番。

ADAS/AD 域控制器的普及与整车 EEA 平台升级速度密切相关。当前，新能源汽车平台在设计之初已经将域控制器与计算平台纳入实施方案。燃油车平台升级需要匹配车型规划及对现有产品的影响，普及速度预计较慢。根据佐思产研估算，2025 年其出货量有望达到 700 万套。而根据 McKinsey 预测，2025 年 ADAS 控制器市场

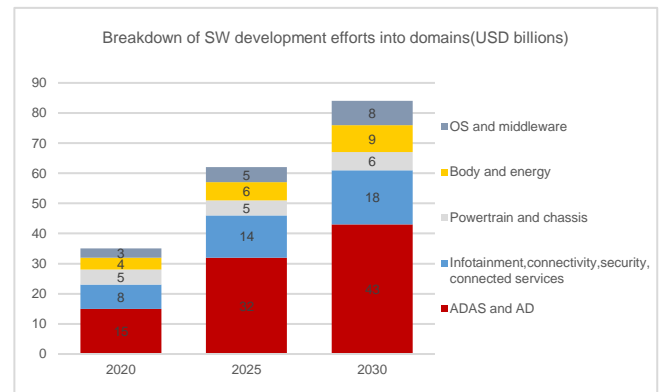
规模将从 2020 年的 190 亿美元市场规模增长到 260 亿美元，CAGR 为 6.5%，2025 年以后随着 L2 级的 ADAS 系统普及，市场规模将会保持稳定。而针对 L3/L4 级的 AD 域控制器与计算平台，若每辆车对应售价在 2600 美元，L3 以上车型年销售达到 500 万辆以上，则市场空间将到 130 亿美元。其同时预计，2030 年计算平台达到 340 亿美元的市场规模。

图表 153：域控制器与计算平台市场规模预测



来源：McKinsey (2020)，国联证券研究所整理

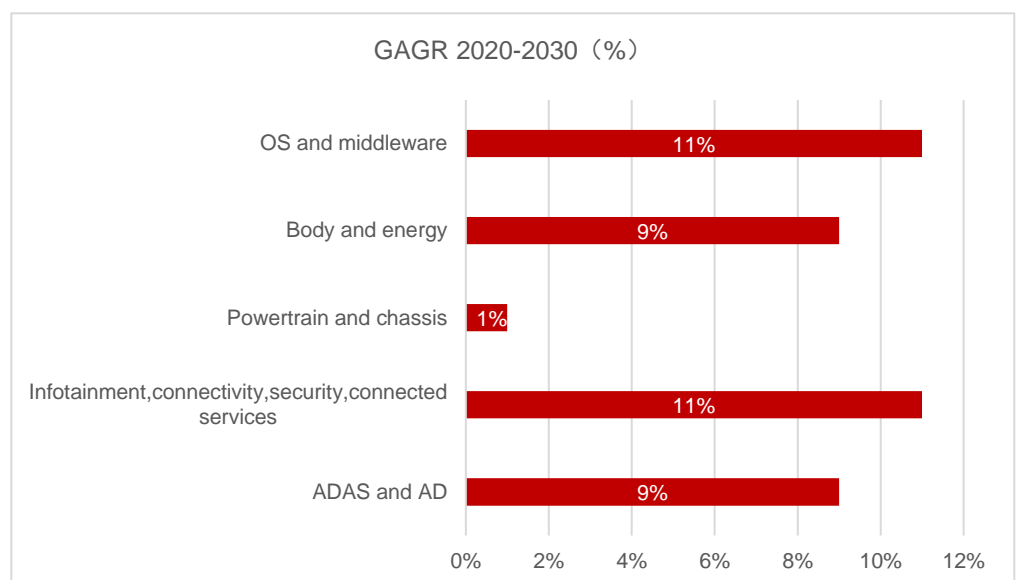
图表 154：2020 年至 2030 年汽车软件价值分解



来源：McKinsey (2020)，国联证券研究所整理

对应计算平台所需的汽车软件也会有明显的价值增长，其中 ADAS 与 AD 算法软件、OS 与中间件软件预计未来十年的 GAGR 达到 11%，分别达到 430 亿美元、80 亿美元规模。国产软件公司中科创达与高通有深入合作，随着高通进军汽车行业，汽车 OS 与中间件软件业务也成为中科创达主营业务之一。

图表 155：2020 年至 2030 年汽车软件增速预测：OS 和娱乐网联部分增速较高



来源：McKinsey (2020)，国联证券研究所整理

#### 4.6 人机交互：智能座舱对接用户

➢ 智能座舱：本土供应商有基础

在智能驾驶中，随着人从驾驶的全身贯注中解放出来，在汽车的空间中服务驾驶员及乘客就变得重要起来。智能座舱将成为趋势，其功能主要包括：1. 更加智能与简洁的功能操作，通过语音、触摸屏幕等代替原来复杂的功能按键操作；2. 更加直观、清晰的信息显示；3. 更加丰富的车载智能娱乐等。

图表 156：智能座舱整体结构



来源：公开资料整理，国联证券研究所

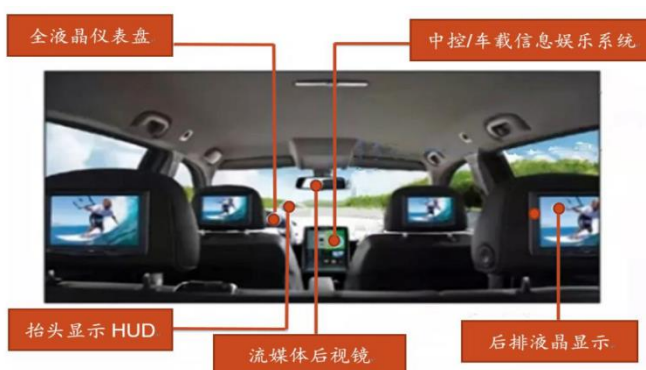
智能座舱主要组成部分包括：

(1) 硬件部分：驾驶相关部分，包括：仪表盘，流媒体后视镜，HUD 等；信息娱乐部分，包括：中控屏幕，后座娱乐系统等；其他系统：空调，座椅，音响等。

(2) 软件部分包括：从用户端开始，为应用层，中间件，虚拟层，操作系统。虚拟系统的出现能够实现软硬件分离，可以大幅提高系统开发效率。

(3) 人机交互方式：语音，人脸 (Face ID), 触摸，手势等。

图表 157：智能座舱主要构成



来源：盖世汽车，国联证券研究所

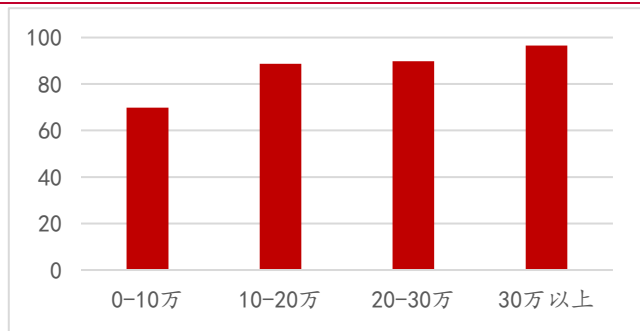
图表 158：虚拟系统对于实现智能座舱至关重要



来源：华阳集团，国联证券研究所

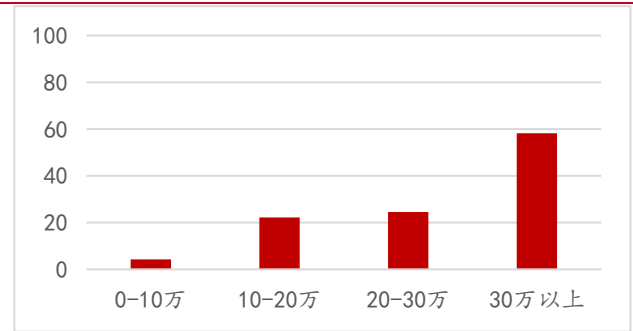
在硬件部分，车载中控屏、液晶仪表盘、抬头显示仪是智能座舱产品的重要组成部分。其中，中控屏与仪表盘作为乘用车不可或缺的部分，正在向液晶屏幕显示转变，以提供给司乘人员更加丰富的信息与视觉体验。抬头显示 HUD 结合 AR、VR 技术能够给驾驶员带来更好的体验。

图表 159：中控液晶屏搭载率已较高 (%)



来源：易车网，国联证券研究所

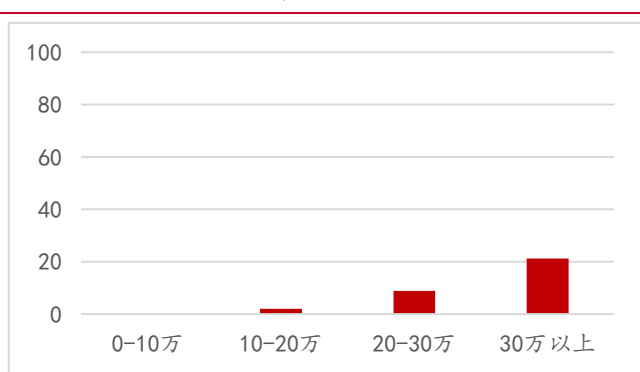
图表 160：液晶仪表盘搭载率提升有潜力 (%)



来源：易车网，国联证券研究所

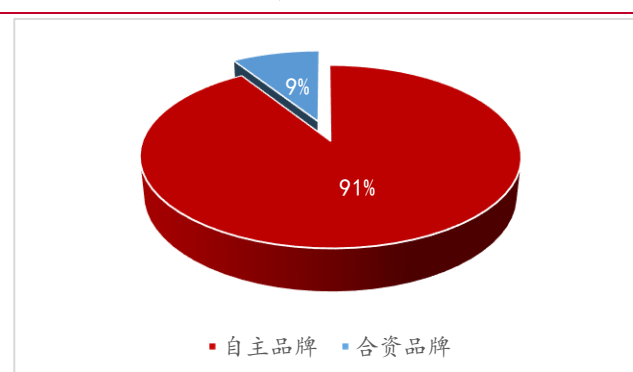
我们在易车网中统计了乘用车不同价位车型的配置情况。根据统计数据显示，当前，中控 CID 已经基本普及，搭载率在 80% 左右。液晶仪表正处在渗透期，10~30 万元的车型搭载率仅为 20%。而抬头显示的搭载率还在萌芽阶段，主要集中在 30 万元以上的车辆。从品牌来分析，自主品牌更加注重相关配置的搭载，在 10~20 万元的车型中，搭载液晶仪表配置的自主品牌车型数量对合资品牌有绝对优势。这一方面是因为自主新能源车型较多，需要搭载液晶屏显示信息；另一方面，也因为自主品牌希望通过搭载相关配置满足消费者体验，提升产品竞争力。

图表 161：HUD 搭载率还较低 (%)



来源：易车网，国联证券研究所

图表 162：10~20 万车型 液晶仪表搭载对比



来源：易车网，国联证券研究所

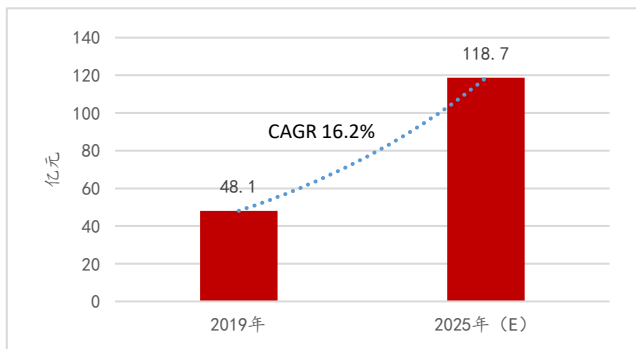
液晶仪表能够显示车辆电量电压、能量分配、导航信息等丰富的信息，这些都是传统机械仪表所不具备的，随着新能源与高等级智能驾驶汽车的渗透，液晶仪表盘的搭载将会不断上升。根据 Marklines 的预测，全液晶仪表盘将会从 2019 年的 15% 搭载率上升为 2025 年的 40%，对应市场价 1500 元，及假设 2025 年市场价 1200 元，可测算得 2025 年中国液晶仪表市场规模有望达到 119 亿元规模，增长 147%。

抬头显示 HUD 利用投影技术将导航等信息投影到挡风玻璃，司机不用频繁低头查看导航，能够提升行车安全性，尤其是在夜间及高速行驶时。HUD 更多是辅助作用，当前一套成本约 1400 元，其渗透速度预计不如液晶显示仪表。根据中汽中心数据，2019 年，HUD 市场规模约 22.4 亿元，对应约 7% 的市场搭载率。假定 2025 年



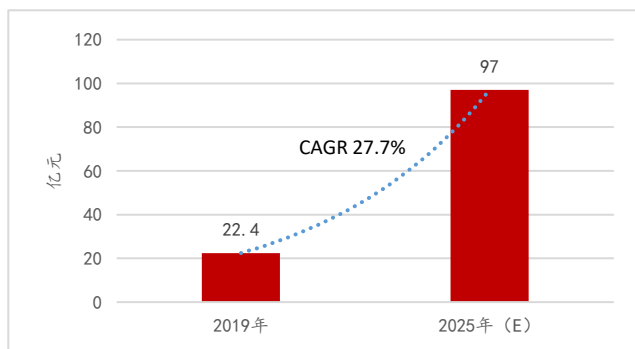
市场搭载率为 30%，成本下降至 1300 元，则对应市场规模将达到 97 亿元。液晶仪表屏、HUD 的渗透率提升将会是智能座舱领域的重要增长机会。

图表 163：中国市场液晶仪表盘市场规模预测



来源：Marklines，国联证券研究所整理

图表 164：中国市场抬头显示市场规模预测

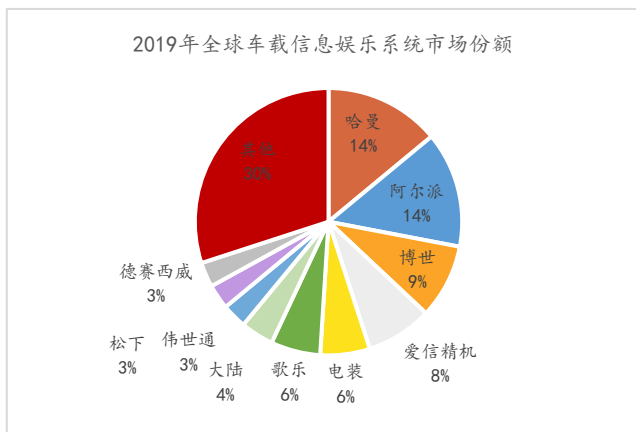


来源：中汽中心，国联证券研究所整理

在中控屏及娱乐信息系统 (IVI) 领域，市场格局较为分散。根据 Research In China 数据，2015 年全球前五大供应商集中度为 51%，其中排名前三位分别是：哈曼 (14%)、阿尔派 (14%)、博世 (9%)。从国内市场来看，目前，合资品牌和高端品牌市场主要被国外供应商 (哈曼、博世等) 把持，国内厂商 (德赛西威等) 凭借成本优势，正在占据中低端和自主品牌市场。

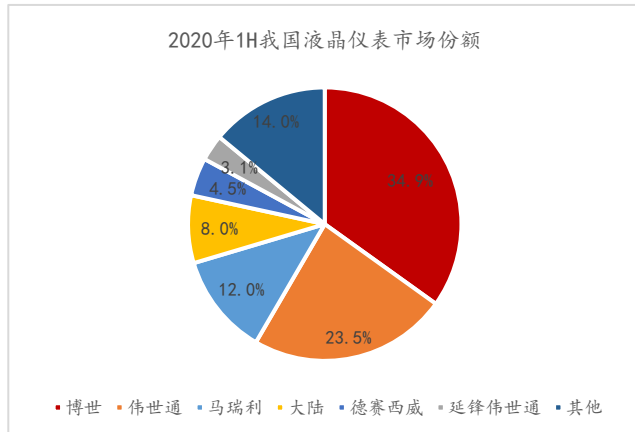
相对中控而言，汽车仪表盘属于安全件，具有更高级别的车规安全等级与可靠性要求，整车企业选择更加谨慎。根据高工智能汽车数据，2020 年上半年，我国市场前五大供应商集中度接近 80%，相对集中。其中，本土企业德赛西威排在第 5 位，市场占有率为 4.5%。

图表 165：车载中控娱乐市场格局分散



来源：Research In China，国联证券研究所

图表 166：液晶仪表市场集中度高



来源：高工智能汽车，国联证券研究所

车载中控与仪表硬件的产业链非常相似，分别为：

**上游：**车载处理器、显示屏模组、印刷电路板、外观结构件、外观塑料件等。

**中游：**软硬件集成为中控或者仪表模块；目前，德赛西威、华阳集团、中科创达、航盛电子、东软等本土企业均能提供车用仪表产品。

**下游：**整车厂。

图表 167：车用液晶仪表产业链中的主要公司



来源：亿欧智库，国联证券研究所

图表 168：中控屏产业链中的主要公司



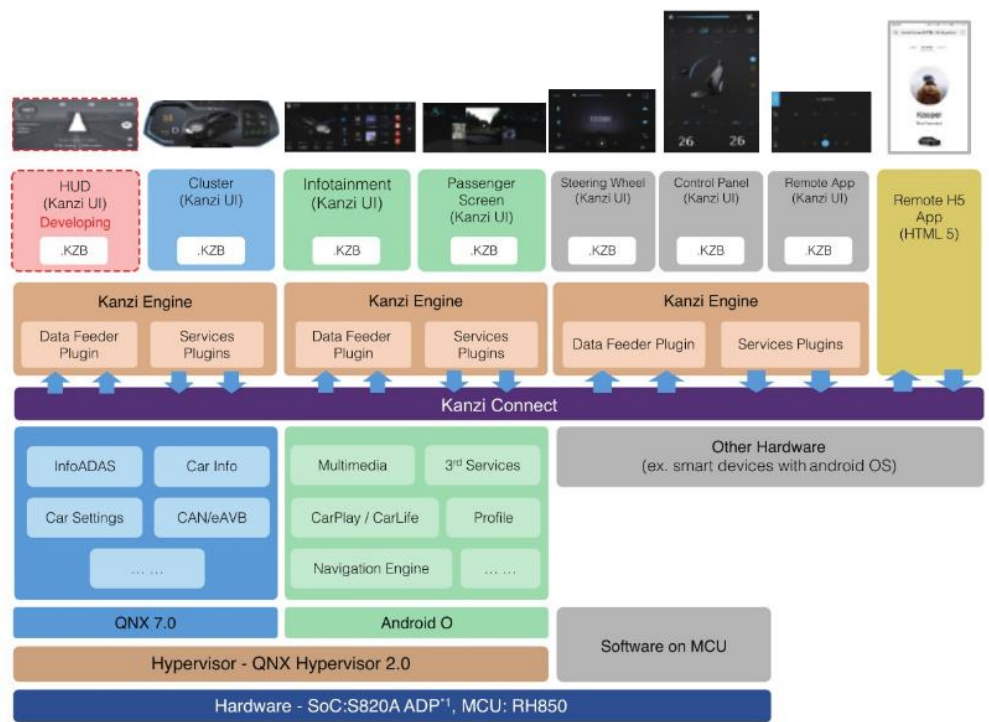
来源：亿欧智库，国联证券研究所

➢ “一芯多屏”将是未来发展趋势

在智能座舱整体设计的理念下，“一芯多屏”将成为趋势，其能有效降低成本，并易于通过 OTA 实现持续软件迭代。原本相对独立的系统将会围绕座舱域控制器与操作系统，形成一个整体解决方案，对接各个子系统。

为实现“一芯多屏”需要完整的座舱域架构，包括座舱域控制器、多芯片（如 TI 车规芯片、高通娱乐芯片）、多操作系统（Linux、安卓车规级）、Hypervisor 虚拟技术、交互逻辑和 HMI 设计等技术融合。

图表 169：智能座舱“一芯多屏”系统架构非常重要

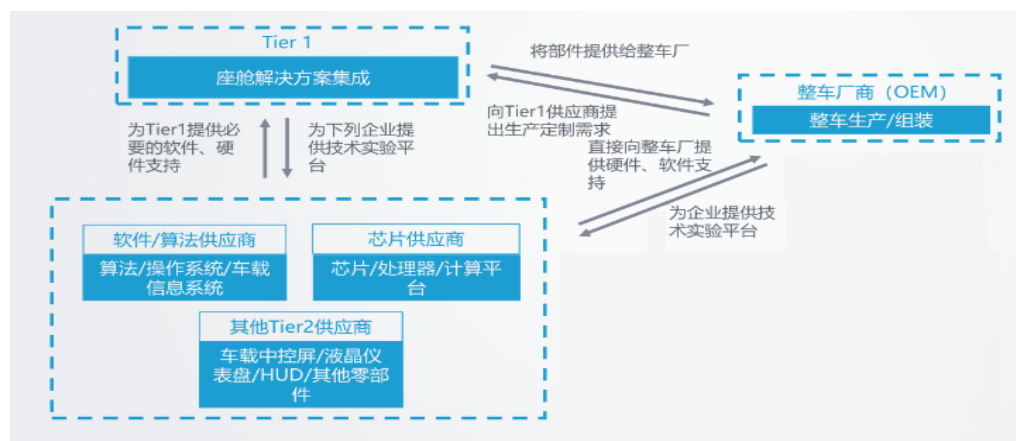


<sup>1</sup>: Also support R-Car H3, Apollo Lake, i.MX8

来源：中科创达，国联证券研究所

在“一芯多屏”的趋势下，产业链关系可能发生变化，智能座舱 Tier1 有望成为整合者。原来中控、液晶等各子系统直接对接整车厂的模式，将会被座舱解决方案提供商（Tier1）整合次级供应商、并向整车厂提供一体化解决方案的模式所取代。智能座舱 Tier1 的将分担整车厂的开发负担，并提供更加专业与经济的方案，实现双赢。

图表 170：智能座舱产业链结构：有望出现座舱 Tier1



来源：亿欧咨询，国联证券研究所

“一芯多屏”对于 Tier1 提出了更高的产品开发能力、技术集成要求。同时，单车平均收入(ASP)的上升也会给 Tier1 带来更大的发展机遇，并有望扩展上游业务范围。

图表 171：Tier1 通过集成化座舱电子产品获取更高的单车价值（ASP）



来源：伟世通，国联证券研究所

成为智能座舱 Tier1 供应商的必要条件是丰富的产品线，全面的系统集成能力，与整车企业良好的合作关系，特别是具备座舱域控制器与相应的软件定义能力。因此，上游的芯片与操作系统供应商也将会具备更大的话语权。当前，主流的底层车载操作系统均为国际供应商，包括：QNX、Linux、Android 以及 WinCE，其中 Android 是基于 Linux 系统的内核开发而来。据 IHS 统计，QNX 占据当前 60% 市场份额，预计到 2022 年 QNX 和 Linux（含 Android）将平分市场份额，WinCE 基本退出竞争。而在芯片领域，高通、英特尔、英伟达是当前的主流座舱域控制器芯片，国产的地平线征程 2 芯片已经用在长安、广汽等车型的座舱域控制中，有望成为新的突破。

智能座舱不直接对行车安全负责，对硬件模块的功能安全要求较低。中控、平视（HUD）等模块只需要达到 QM 或者 ASIL A 级别，座舱域控制器满足 ASIL B 级就可以。因此，自主整车企业更加敢于在座舱域范围内搭载新技术，切换本土供应商。随着自主整车企业市场份额的扩大，本土供应商有望因此受益。在市场与技术趋势的共同作用下，在智能座舱领域有望崛起本土的解决方案提供商（Tier1）。目前，华域

汽车、德赛西威、均胜电子、华阳集团、中科创达等上市公司均依托其优势产品进行布局，成为 Tier1 将会是其发展的关键目标。

图表 172：国内外企业在智能座舱领域布局比较

相关企业	芯片	域控制器	HUD	智能仪表	车载信息娱乐系统	驾驶安全系统
博世		○	○	○	○	○
大陆		○	○	○	○	○
电装		○	○	○	○	
安波福		○	○	○		
伟世通		○	○	○	○	
弗吉亚		○	○	○	○	○
哈曼国际			○	○	○	
松下			○	○		
高通	○					
英伟达	○					
地平线	○					
华域汽车			○	○	○	○
德赛西威		○	○	○	○	
华阳集团			○	○	○	
均胜电子				○	○	○
中科创达					○	○

来源：国联证券研究所根据盖世汽车等公开渠道信息整理

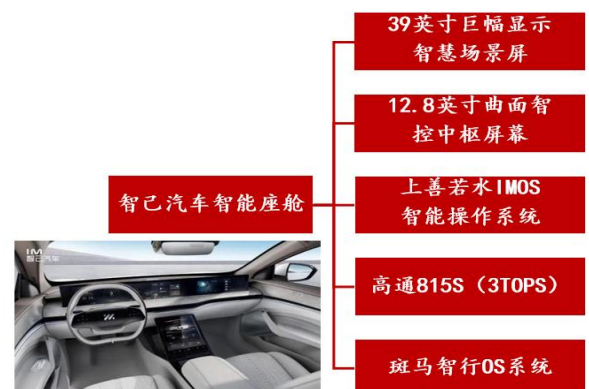
在新势力造车初期，我们看到整车企业将智能座舱全权委托给 Tier1 供应商，如：德赛西威为理想 ONE 提供座舱方案。未来，另一种可能，具备实力的整车厂商将牢牢掌控智能座舱的定义权，特别是软件系统定义，供应商更多是配合提供硬件设备。作为直接与用户对接的端口，智能座舱涉及到整车与用户的大量数据信息，将是未来产品迭代、价值变现的重要途径。以 ICT 擅长的科技公司，对于智能座舱的将会展开重点争夺，华为、百度、阿里、腾讯都已经在智能座舱上进行了不同层次的布局。新进入造车的小米，预计也会从智能座舱首先切入。龙头整车企业不会轻易放开对智能座舱的定义权，例如：智己汽车智能座舱由上汽集团的软件中心主导。

图表 173：理想 ONE 智能座舱由德赛西威集成



来源：公开资料，国联证券研究所整理

图表 174：智己汽车智能座舱整车厂主导较多



来源：公开资料，国联证券研究所整理



➤ 驾驶员监控系统 (DMS): 保障司乘安全, 涉及隐私安全

对于 L4 以下的智能驾驶, 因为需要司机承担责任或者需要司机在紧急情况下接管车辆, 从安全角度有必要装配驾驶员监控系统 (DMS) 对驾驶员进行提醒与管理, 确保智能驾驶与人工驾驶的平稳、安全切换。

DMS 利用车内摄像头获取的图像, 通过视觉跟踪、目标检测、动作识别等技术对驾驶员的驾驶行为及生理状态进行检测, 当驾驶员发生疲劳、分心、打电话、抽烟、未系安全带等危险情况时在系统设定时间内报警以避免事故发生。DSM 系统能有效规范驾驶员的驾驶行为、大大降低交通事故发生的几率。

图表 175: DMS 主要功能



来源: 虹软科技

图表 176: DMS 组成及工作原理



来源: 中科创达

芯片+AI 识别算法是 DMS 的关键核心技术, 其直接影响识别的准确率与驾驶员的体验。虹软科技利用其算法技术优势, 推出了软件硬件一体解决方案, 其通过对智能座舱视觉解决方案和部分智能驾驶辅助系统的算法及工程优化, 使负载的视觉智能解决方案能够在小型低性能芯片上稳定有效地运行。

未来, 在乘用车领域, DMS 将会作为智能座舱的一部分进行集成, 但如何保护用户隐私将会成为争论焦点。在商用车领域, DMS 可能成为生产安全管理的一部分, 需求争议较小。锐明技术专注于商用车车载视频监控领域, 拥有涵盖通用、公交、出租、两客一危、渣土及环卫行业的完整的商用车车载监控信息化产品线, 目前行业占有率领先。

## 5 投资建议

### ➤ 供需维度

**需求端：智能驾驶的功能普及速度由其价值对客户需求的满足程度而定。**可以分为以下三个层次：

(1) 安全相关的智能驾驶功能将最为刚性，如：AEB，FCW 等已有法规要求。

(2) 显性价值清晰、能够解决用户痛点的智能驾驶功能市场接受度高，如：辅助驾驶在商用车节油上的应用，乘用车自动泊车等功能。

(3) 个性化的智能驾驶功能接受度弹性较大，如：自动变道，座舱 HUD 等。

**供给端：实现产品性能、价格、可靠性平衡是关键。**

### ➤ 时空维度

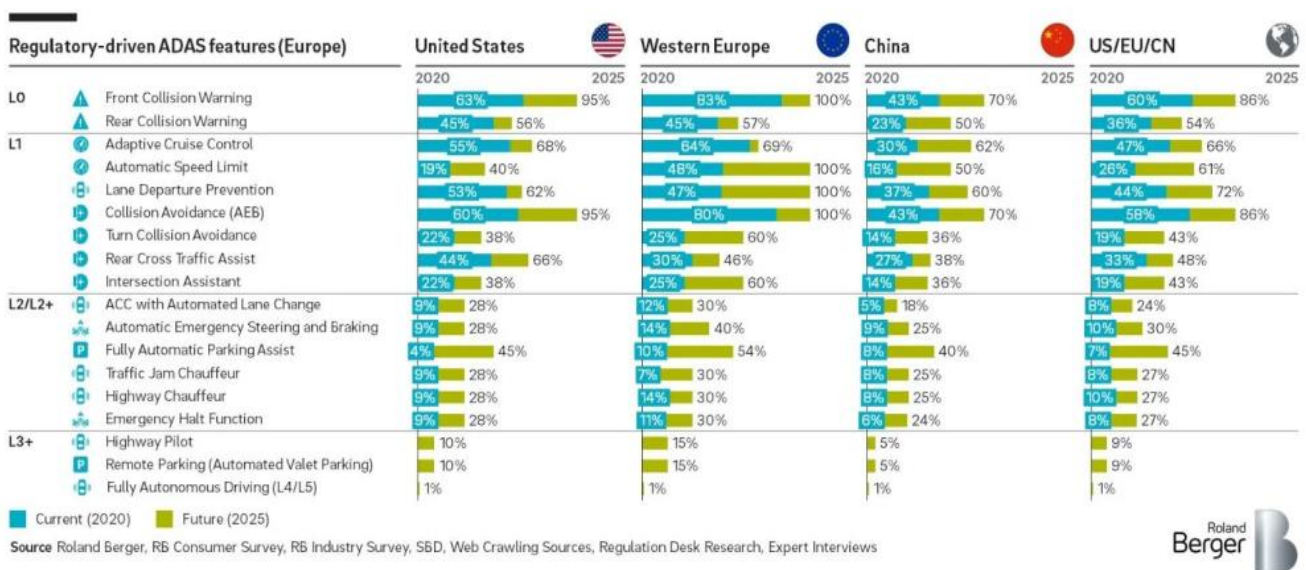
**其时已至、其势已明：**智能驾驶经过多年酝酿已经进入成长期，其主要推动力包括：政策与标准落地、技术及功能成熟、标杆带动市场。未来，辅助驾驶功能将会更加丰富，普及率提升；而自动驾驶有望在特定的场景中率先落地。

**辅助驾驶：**根据罗兰贝格的预测，未来 5 年，智能驾驶的基础功能预计将从当前 10%~40%提升至 50%~70%。

高等级功能将更多在中高端车，特别是新能源汽车上得到应用。**高端智能电动渗透率提升将会是关键。**国产零部件供应商逐渐成熟，有望以点带面取得突破。

图表 177：不同智能驾驶功能渗透率提高趋势明确

RB Forecast – Take rates by region [% installed on new vehicle sales]

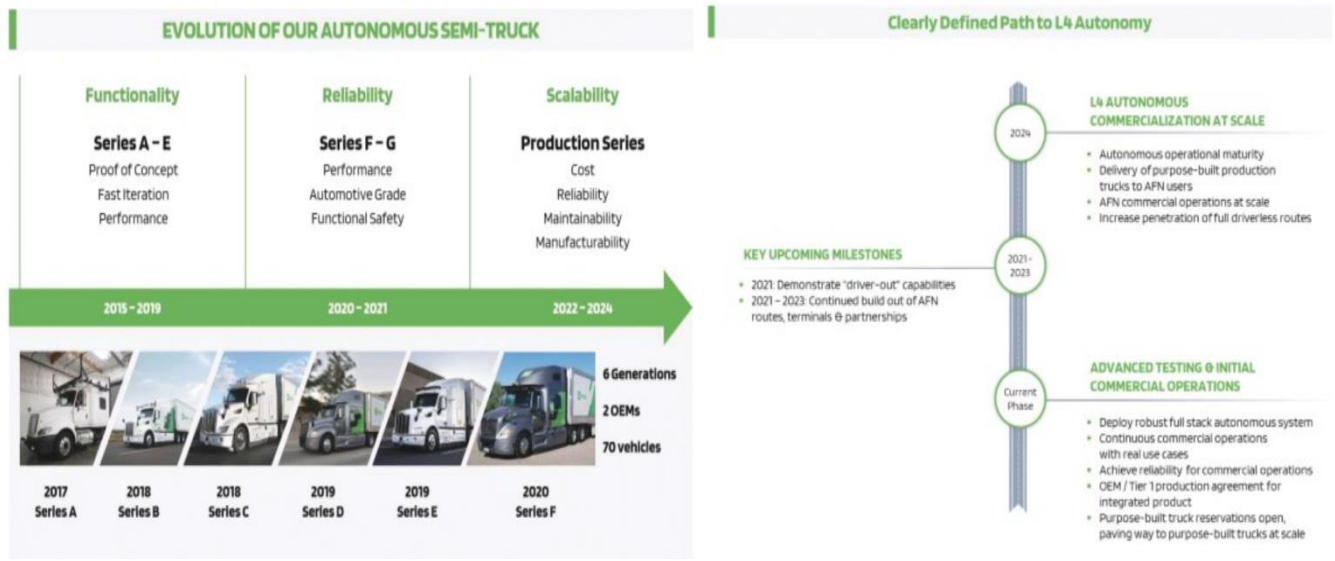


来源：罗兰贝格（2021.3），国联证券研究所

**自动驾驶：未来 3 年将是产品落地的关键时期，商用车有望先行，建议关注图森未来（TSP.O）、智加科技、赢彻科技等科技公司发展情况。**自动驾驶产品能否满足

客户投入回报比要求，将是衡量产品成功的主要标准。应用场景决定了产品落地节奏与市场空间。中美自动驾驶公司正在全力冲刺，有望率先实现商业化落地。

图表 178：未来 3 年将是自动驾驶产品商业化落地的关键时刻



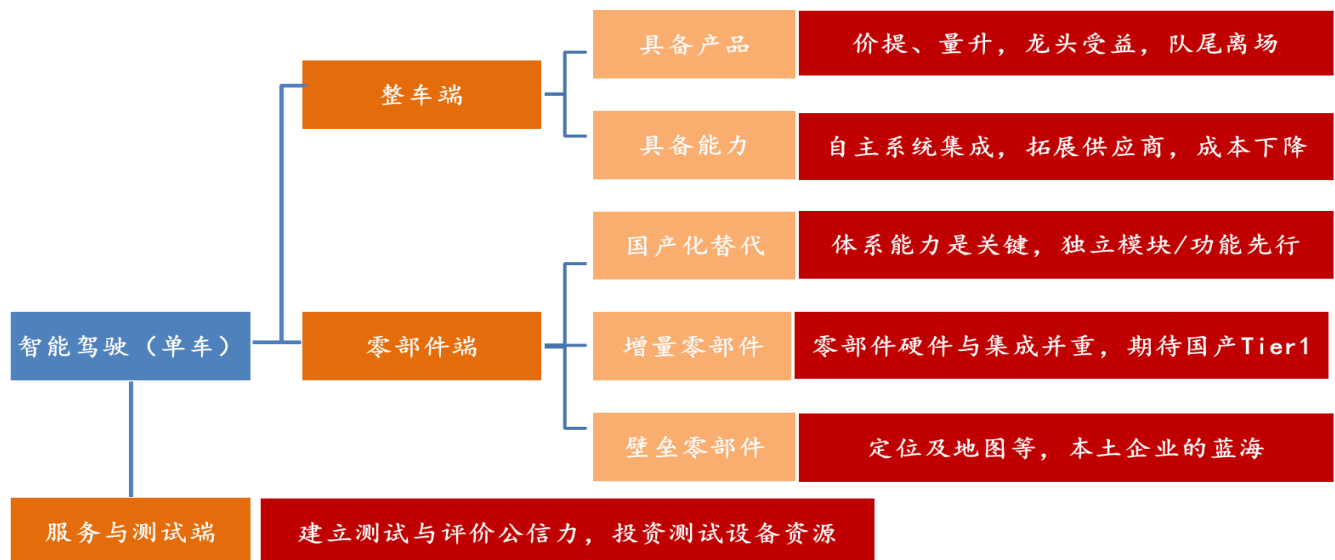
来源：图森未来招股说明书，国联证券研究所

➤ 产业维度

不论是哪个等级的智能驾驶，其均体现为大量传感器运用、计算能力提升、执行器电控化等，以智能硬件与软件为基础的汽车电子技术在整车中占比将会越来越高。

**整车端是牵引：**智能驾驶功能的搭载将是产品力的一部分，其可以提升单车的价格，市场份额有望提高。龙头企业在智能驾驶功能搭载速度、供应商的溢价能力上，都将具备优势。但这也意味着不断的资源投入，需要具备相应的技术开发能力。随着苹果、百度、小米等越来越多的科技公司加入到“造车业务”中，未来整车端的竞争将会更加激烈。对于智能驾驶功能，其在整车端的认可程度将会决定其搭载。

图表 179：从产业维度看当前智能驾驶领域投资机会



来源：国联证券研究所

**零部件端是支撑：**提供性能优异、价格低廉、可靠安全的零部件是智能驾驶发展的重要支撑。车规级汽车电子零部件在标准、体系上要求多，有一个较长的体系导入过程。当前，我国供应商普遍产品单一、缺乏系统集成能力，还不具备与国际巨头全面竞争的實力。建议从公司客户与公司产品布局维度，关注相关零部件公司的投资机会。

(1) 建议关注汽车电子零部件公司进入先进国际整车平台的能力，这意味着其公司的制度、体系及产品力得到了认可，具备未来从边缘向中心突破的潜力。

(2) 关注国产化替代的机会，遵从先易后难替换原则。在外资供应商布局早、较为成熟的领域，如毫米波雷达，前视摄像头等壁垒较高。本土零部件有望以独立功能、独立模块的零部件为先，依靠性价比优势逐步切入客户。例如，车辆预警类功能、单控制器模块等，相关公司有德赛西威、科博达、保隆科技等。

(3) 对于增量零部件，因为内外资起步差距较小，具有广泛的产品布局与系统集成能力的企业有望成为未来该领域的 Tier1。

当前，国产供应商最有希望突破的领域在智能座舱。本土公司德赛西威、华阳集团、均胜电子、华域汽车、中科创达等都已经取得进展。

未来，以激光雷达、域控制器与计算平台领域为重点，国产企业德赛西威、禾赛科技、地平线、经纬恒润等本土企业已经取得突破。

建议关注华为在汽车产业链上的布局，其成为未来 Tier1 的产品正在逐步落地。

(4) 对于外资供应商进入有壁垒的领域，其将会是国产供应商的蓝海。例如：定位与地图、车联网等零部件。相关公司：四维图新、华测导航等。

在商用车的领域，本土供应商有望基于场景优势推出智能驾驶功能，有望成为“小池塘里面的大鱼”。相关公司：锐明技术、鸿泉物联等。

**服务与测试端是保障：**随着智能驾驶的功能越来越复杂，产品测试与评价、质量检测体系将会成为智能驾驶健康发展的重要保障。同时，整车企业智能驾驶开发对测试服务、开发服务、测试场地与设备等均有大量需求。服务与测试企业将会面临确定的增长机会，有望分享智能驾驶的红利。相关公司：中国汽研、道通科技、多伦科技等。



## 6 风险提示

- **汽车销量不及预期：**特别是新能源汽车销量不及预期。
- **智能驾驶技术发展不及预期：**在传感器、算法、芯片等方面技术突破不及预期。
- **智能驾驶产品开发进度不及预期：**在“新四化”趋势下，汽车企业面临着巨大资金投入需求。其他领域投入可能会挤占智能驾驶项目开发资源，造成产品开发进度不及预期。
- **法规与技术标准推出不及预期：**L3、L4 智能驾驶需界定责任、信息安全备受关注，相关法规与技术标准推出不及预期将会影响产品落地。
- **供应链风险：**汽车电子，特别是半导体及芯片领域面临供应链风险。

### 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们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，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

### 评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准；韩国市场以柯斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表指数涨幅20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表指数涨幅10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上

### 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

### 特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

#### 无锡

国联证券股份有限公司 研究所

江苏省无锡市太湖新城金融一街8号国联金融大厦9层

电话：0510-82833337

传真：0510-82833217

#### 上海

国联证券股份有限公司 研究所

上海市浦东新区世纪大道1198号世纪汇广场1座37层

电话：021-38991500

传真：021-38571373