

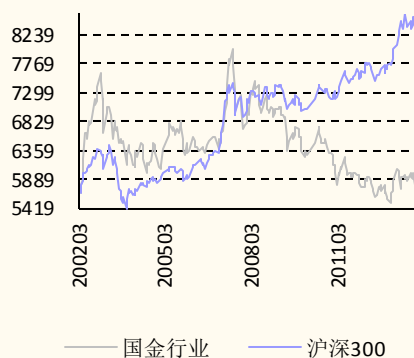
创新技术与企业服务研究中心

计算机行业研究 买入（维持评级）

行业深度研究

市场数据(人民币)

市场优化平均市盈率	18.90
国金计算机指数	5796
沪深300指数	5570
上证指数	3607
深证成指	15629
中小板综指	13554



相关报告

- 1.《春季躁动，计算机板块买什么？-计算机行业点评》，2020.12.15
- 2.《优选赛道，聚焦龙头-计算机行业2021年投资策略》，2020.12.7
- 3.《板块迎来配置窗口-计算机行业周观点》，2020.10.11
- 4.《重视龙头与低估值改善标的-计算机行业周观点》，2020.9.13
- 5.《数字货币时代加速来临-计算机行业周观点》，2020.8.30

翟炜 分析师 SAC 执业编号: S1130520020005
zhaiwei@gjzq.com.cn

邵广雨 联系人

自动驾驶驶向何方？

行业观点

- **产业链与市场空间：**当前我国自动驾驶正处于L2向L3级别转化的阶段，预计2025年L2.5级别自动驾驶车辆渗透率为50%，2030年L2.5和L4级别自动驾驶汽车渗透率分别将达70%和18%。从产业链上看，仅上游（感知层、传输层、决策层、执行层）和中游平台层，到2025年新增市场空间达3088亿元，2030年可达7020亿元，10年复合增速为27%。
- **发展路径与核心参与方：**技术路径上看，欧美等国鉴于其道路的规范化优势和自动驾驶技术的成熟度，其自动驾驶技术路径以单车智能为主；中国则在追赶单车智能技术基础上，凭借体制、政策、环境、5G技术等优势重点发展车路协同，将车路协议与单车智能结合，有望实现换道超车。从行业发展来看，自动驾驶参与方主要有传统车企、互联网巨头和造车新势力等三类玩家。在路径选择上，传统车企在加速技术追赶的同时考虑量产和安全，采用渐进式发展路径从L1逐步过渡到L2及以上，当前主要处于L2.5阶段；互联网厂商与造车新势力则凭借其在软件、算法和算力等方面的优势选择跳过L1/L2等低级阶段，直接以L4/L5自动驾驶为目标跨越式发展，当前部分L4级已率先在特定场景的商用车领域落地，乘用车领域正在加速追赶。此外，Tie1和OEM等厂商也同步从辅助驾驶层级进入自动驾驶市场。
- **核心推动力：**我们认为当前推动自动驾驶产业向前发展的主要驱动力在于四个方面：1) 产业政策不断加码：2020年11月，国汽智联发布最新的我国智能网联汽车技术路线图，明确提出到2025/2030年我国L2/L3级渗透率为50%/70%；2) 5G技术加速助力C-V2X发展：车联网是5G应用的典型场景，当前我国5G基站建成超70万个，全球占比超70%，5G低延时、高可靠等特性可加快车联网和自动驾驶的研发进度，同时C-V2X技术标准路线已成为未来自动驾驶发展的通信路线标准，我国在C-V2X上拥有较强的先发优势；3) BATH等互联网巨头纷纷入局，加快推动自动驾驶技术发展和商业化应用落地；4) 特斯拉的倒逼：当前特斯拉市值已超8千亿美元成为名副其实的车企巨头，其OTA技术、智能计算平台以及软件定义汽车的商业模式，带来的汽车领域的革命犹如当年的苹果手机对传统手机行业的颠覆，特斯拉的鲶鱼效应将加快推进自动驾驶产业不断向前。
- **计算机领域细分赛道机会：**从市场规模来看，我们测算到25/30年，自动驾驶决策层（自动驾驶AI芯片、高精地图）达1138亿元/2236亿元、感知层（激光雷达）达125亿元/845亿元、平台层（智能座舱）为810亿元/1866亿元；从增速来看，智能座舱增速最快（10年复合增速达32%）。建议重点从产业链上下游筛选各环节技术壁垒高、拥有定价权以及拥有产业协同效应的细分领域，推荐上游感知层的激光雷达，决策层的操作系统、自动驾驶加速芯片和高精度地图，中游平台层的智能座舱等。

投资建议

- **推荐组合：**中科创达、德赛西威、四维图新、华阳集团。

风险提示

- 自动驾驶政策推进不及预期；技术瓶颈难以打破；产业链上中下游协同受阻；中美贸易摩擦等。

内容目录

一、自动驾驶全产业链增量空间超 7000 亿元	7
1.1 感知层：自动驾驶汽车的眼睛和耳朵，增量空间达 1900 亿元	9
1.2 传输层：自动驾驶提供信号传输，增量空间超 600 亿	14
1.3 决策层：自动驾驶汽车大脑，增量空间超 2200 亿元	16
1.4 执行层：自动驾驶的四肢，增量空间达 388 亿元	24
1.5 中游平台层：完成自动驾驶功能的居中调度，增量空间为 1866 亿元	27
1.6 整车厂与第三方服务	31
二、自动驾驶技术路径探究	33
2.1 单车智能 VS 车路协同：各有千秋，未来趋于协同	33
2.2 中国无人驾驶路径以单车智能结合车路协同	36
2.3 渐进式 VS 跨越式：传统车企渐进式，互联网与造车新势力跨越式发展	39
三、多重因素促进自动驾驶产业发展	43
3.1 产业政策驱动	43
3.2 从 LTE-V2X 到 5G-V2X，车联网进入落地期	44
3.3 BATH 等互联网巨头加持	48
3.4 特斯拉的倒逼	51
四、计算机相关细分赛道：智能座舱、车载操作系统、高精度地图	53
4.1 智能座舱与智能驾驶：前装市场是关键	53
4.2 操作系统：中科创达为汽车操作系统领域龙头	57
4.3 高精地图：四维图新有望获得高精地图数据运营权	59
五、投资建议	62
5.1 投资策略	62
5.2 核心推荐标的	64
六、风险提示	64

图表目录

图表 1：自动驾驶发展历史	7
图表 2：SAE 版自动驾驶分类	8
图表 3：中国版自动驾驶分类	8
图表 4：全球自动驾驶发展阶段	8
图表 5：预计 2035 年后可实现完全无人驾驶	8
图表 6：自动驾驶产业链梳理	9
图表 7：自动驾驶传感器市场空间测算	9
图表 8：各类车载摄像头功能介绍	10
图表 9：车载前置摄像头方案对比	10
图表 10：各类传感器功能对比	11

图表 11: 自动驾驶传感器两种路径对比.....	11
图表 12: 不同 RFID 产品对比	12
图表 13: RFID 技术的应用.....	12
图表 14: 基于摄像头的车载视觉系统.....	12
图表 15: GPS 示意图	13
图表 16: 北斗卫星轨迹.....	13
图表 17: 几种惯性导航系统.....	13
图表 18: RSU 示意图	14
图表 19: RSU 配套元件	14
图表 20: 基于 MEC 的车联网方案.....	14
图表 21: 自动驾驶传输层市场空间测算.....	15
图表 22: 华为 Balong765	15
图表 23: 通信元器件主要厂商.....	15
图表 24: T-Box 通信示意图.....	16
图表 25: C-V2X 与 DSRC 技术对比	16
图表 26: 自动驾驶决策层增量空间测算.....	17
图表 27: 车载底层 OS 分类及特点.....	17
图表 28: 2019 年全球智能座舱操作系统竞争格局.....	17
图表 29: 各厂商上层应用系统及其底层 OS 情况.....	18
图表 30: 汽车芯片分类.....	19
图表 31: 全球汽车芯片市场规模统计及增长情况.....	19
图表 32: 2019 全球汽车芯片行业竞争格局.....	19
图表 33: 典型智能座舱芯片对比	19
图表 34: GPU、FPGA、ASIC 性能比较	20
图表 35: 高级芯片赛道主流芯片性能比较	20
图表 36: 自动驾驶决策层系统规划过程.....	21
图表 37: 决策层运动规划算法比较.....	21
图表 38: 高精度地图与普通导航地图的区别.....	22
图表 39: 高精度地图协助自动驾驶路径.....	22
图表 40: 不同级别智能驾驶对高精地图要求.....	22
图表 41: 高精度地图是自动驾驶协同智能的基础设施.....	23
图表 42: 面向未来的无人驾驶地图平台.....	23
图表 43: 2020-2025 中国高精度地图市场规模 (亿元)	23
图表 44: 2019 年中国高精度地图市场厂商份额.....	23
图表 45: 四维图新、高德、百度等高精度地图产品对比.....	23
图表 46: 自动驾驶执行层新增市场空间测算.....	25
图表 47: 电子油门组成.....	25
图表 48: 线控驱动系统构成.....	25
图表 49: EHB 工作原理	26

图表 50: EMB 系统工作框图.....	26
图表 51: 电子转向系统示意图.....	26
图表 52: EPS 系统示意图.....	26
图表 53: 自动驾驶产业链平台层新增市场空间测算.....	27
图表 54: 车载信息系统演变示意图.....	28
图表 55: TSP 在车联网产业链中的位置.....	28
图表 56: 主流车厂均主导 TSP 产品.....	28
图表 57: 整车主导 TSP 商业模式.....	29
图表 58: 第三方主导 TSP 商业模式.....	29
图表 59: 智能座舱产品构成图.....	29
图表 60: 智能座舱产业链构成.....	30
图表 61: 智能座舱产业流程.....	30
图表 62: 智能座舱产业链变化.....	30
图表 63: 不同车企加快布局智能座舱情况.....	31
图表 64: 车联网产业结构中整车厂与第三方服务环节.....	31
图表 65: 新兴与传统整车厂商无人驾驶规划 (部分).....	32
图表 66: 第三方服务商无人驾驶规划 (部分).....	33
图表 67: 单车智能技术框架.....	33
图表 68: 车路协同联网体系示意图.....	34
图表 69: 车路协同系统关键技术.....	34
图表 70: 智能车载终端产业图谱.....	35
图表 71: 智能路侧市场部分相关企业布局情况.....	35
图表 72: 车路协同通信技术平台布局情况.....	35
图表 73: 云控平台服务能力.....	35
图表 74: 我国车路协同落地项目 (部分).....	36
图表 75: 单车智能与车路系统的优劣势对比.....	36
图表 76: 国家级智能网联汽车示范区.....	37
图表 77: 车路协同相关政策.....	37
图表 78: 5G 技术传输速率高、网络容量大、延时短.....	38
图表 79: 2020 年车路协同布局新进展.....	39
图表 80: 2019Gartner 新兴技术成熟度曲线.....	39
图表 81: 2020Gartner 新兴技术成熟度曲线.....	39
图表 82: 自动驾驶发展路径.....	39
图表 83: 各车企 L3 量产车型 (含计划).....	40
图表 84: 2020 年自动驾驶竞争力排行.....	41
图表 85: 造车新势力合作车企及落地情况.....	41
图表 86: 自动驾驶商用车全局图.....	42
图表 87: 自动驾驶卡车应用场景.....	42
图表 88: 各企业 Robotaxi 进度.....	43

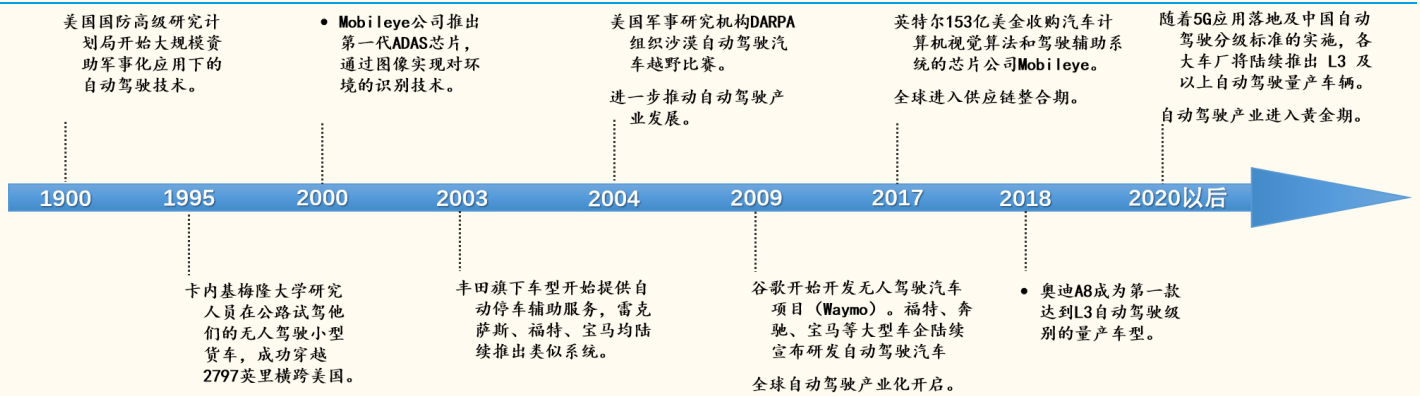
图表 89: 我国智能网联汽车发展总体目标.....	44
图表 90: 5G 标准推进路线图.....	45
图表 91: 通信技术发展历程.....	45
图表 92: 中国 5G 基站建设数量预测.....	45
图表 93: 5G 时代十大应用场景.....	45
图表 94: C-V2X 技术演进过程.....	46
图表 95: 车联网不同发展阶段.....	46
图表 96: 高级自动驾驶 (L4 及以上) V2X 六大要素.....	46
图表 97: “车路云”一体化协同示意图.....	46
图表 98: 车联网及自动驾驶领域技术特性及应用成熟度情况.....	47
图表 99: 全球车联网领域技术专利分布.....	47
图表 100: 全球 C-V2X 领域技术专利分布.....	47
图表 101: 中国 5G-V2X 推进案例 (不完全统计).....	47
图表 102: 中国实现与普及无人驾驶服务路线图.....	48
图表 103: 小度车载 2020 架构.....	49
图表 104: 百度车联网生态合作伙伴.....	49
图表 105: 百度 Apollo 发展路线图.....	49
图表 106: 百度 Apollo 生态合作伙伴.....	49
图表 107: 阿里 2038 超级联盟.....	50
图表 108: 阿里自动驾驶技术架构.....	50
图表 109: 腾讯“四横两纵一中台”业务矩阵.....	50
图表 110: 腾讯自动驾驶开发平台.....	50
图表 111: 华为智能汽车解决方案.....	51
图表 112: 华为 5G 汽车生态圈.....	51
图表 113: 汽车软件 OTA 成绩单.....	52
图表 114: 特斯拉硬件进化过程.....	52
图表 115: 特斯拉 ADAS 对抗测评.....	52
图表 116: Tesla Premium Connectivity.....	53
图表 117: 智能座舱是汽车智能化发展重要组成.....	53
图表 118: 国内主要智能座舱供应商前装市场配套情况.....	54
图表 119: 德赛西威三大业务群.....	54
图表 120: 瑞虎 8 PLUS 搭载德赛西威智能座舱域控制器.....	55
图表 121: 搭载德赛西威 AR 导航方案的仪表盘.....	55
图表 122: 德赛西威驾驶域控制器 IPU03.....	55
图表 123: 华阳集团业务布局.....	56
图表 124: 华阳集团汽车电子产品在驾驶舱内应用场景.....	56
图表 125: 华阳集团智能座舱.....	57
图表 126: 中科创达业务图景.....	58
图表 127: 汽车电子系统在汽车总成本中的占比.....	58

图表 128: 中科创达智能汽车解决方案.....	59
图表 129: 中科创达 2020 定增投向.....	59
图表 130: 四维图新“智能大脑”业务布局.....	60
图表 131: 2014-2020H1 年四维图新收入结构.....	60
图表 132: 四维图新 ADAS 地图 2.0.....	60
图表 133: 四维图新 L3 HD Pro.....	60
图表 134: 国汽智联股东.....	61
图表 135: 国汽智联运行模式.....	62
图表 136: 国汽智联整合学界及产业资源.....	62
图表 137: 自动驾驶产业链各环节新增市场空间测算.....	63

一、自动驾驶全产业链增量空间超 7000 亿元

- **自动驾驶发展历史：自 20 年开始，自动驾驶产业将步入黄金发展期**
 - 自动驾驶汽车指主要依靠人工智能、视觉计算、雷达和全球定位及车路协同等技术，使汽车具有环境感知、路径规划和自主控制的能力，从而可让计算机自动操作的机动车辆。美国、德国等国家均将自动驾驶汽车视为未来汽车产业发展的主流趋势，各方面投入持续加大。
 - 有别于传统人工驾驶车辆，自动驾驶车辆最大特点是 AI 技术的主导，其驾驶过程是机器不断收集驾驶信息并进行信息分析和自我学习从而达到自动驾驶的系统工程。伴随自动驾驶汽车的发展，每辆汽车将从过去的封闭转向开放，融入到联网的平台中进行实时的信息交互。
 - 自动驾驶最早应用于 20 世纪 90 年代的美国军事领域，产业化开始于 21 世纪谷歌 Moonshot 计划中的无人车项目。以英特尔 153 亿美金收购无人驾驶视觉芯片公司 Mobileye 为标志事件，全球进入供应链整合期。2020 年开始，主流车厂预计将陆续推出 L3 及以上自动驾驶量产车辆，自动驾驶产业有望进入黄金发展期。

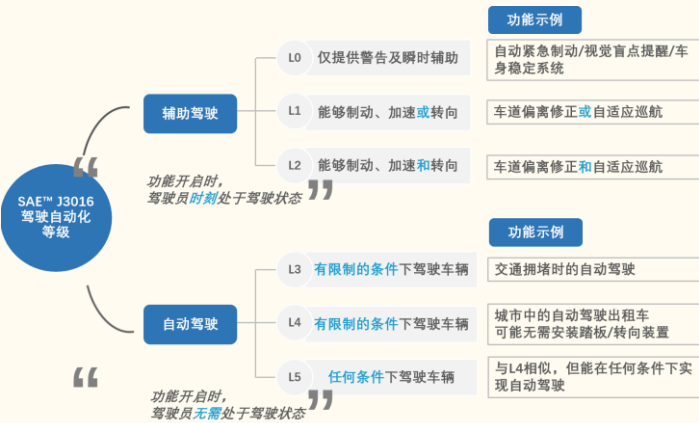
图表 1：自动驾驶发展历史



来源：国金证券研究所整理

- **自动驾驶级别：当前全球自动驾驶处于 L2 向 L3 级别转变的阶段**
 - 2016 年，NHTSA 和 SAE 对无人驾驶发展程度率先给出了分级定义标准，将智能网联汽车的无人驾驶程度由低到高划分为 6 个层级。2020 年 3 月 9 日，我国工信部公示了《汽车驾驶自动化分级》推荐性国家标准报批稿，拟于 2021 年 1 月 1 日开始实施。
 - 中美分类标准对每个具体的驾驶自动化功能分级结果基本一致。根据“开启自动驾驶功能后，驾驶员是否应该处于驾驶状态”为标准。SAE 发布的自动驾驶分级标准中，L3 级以上（包括 L3 级）的功能才能称之为“自动驾驶功能”；中国《汽车驾驶自动化分级》中，以 L3 为界限，动态驾驶任务的接管者的主体发生改变。因此，L3 及以上级别才可被称为“高等级自动驾驶”。即自动驾驶以 L3 为分界线，L3 以上（包括 L3）被称为自动驾驶，L3 以下被称为辅助驾驶。

图表 2：SAE 版自动驾驶分类



来源：SAE，亿欧，国金证券研究所

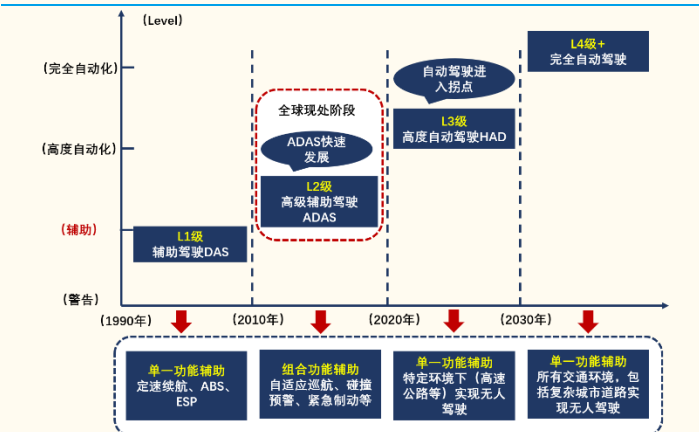
图表 3：中国版自动驾驶分类



来源：工信部，国金证券研究所

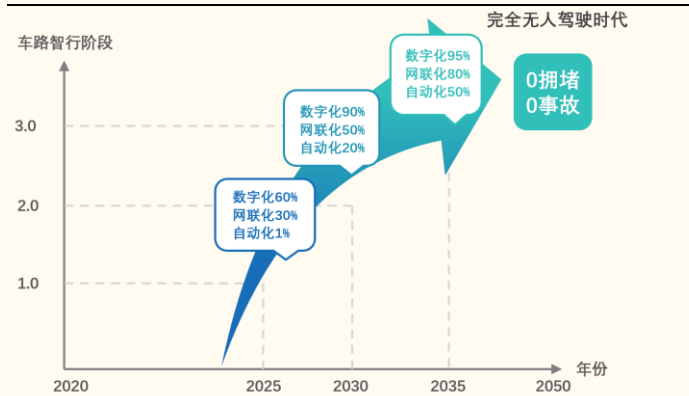
- 目前，全球自动驾驶处于 L2 向 L3 级别转化的过程。L2 级的 ADAS（高级驾驶辅助系统）是实现高等级自动驾驶的基础，目前全球正处于汽车自动化程度的第二阶段，即 L2 级 ADAS 阶段。在当前阶段，依据驾驶环境信息，由一个或多个驾驶辅助系统在特定工况下执行转向或加速/减速，同时驾驶员执行所有其余的各类动态驾驶任务。随着技术的不断进步，作为自动驾驶基础的 ADAS 应用快速发展。

图表 4：全球自动驾驶发展阶段



来源：前瞻研究院，国金证券研究所

图表 5：预计 2035 年后可实现完全无人驾驶



来源：百度 Apollo，国金证券研究所

- 现阶段高等级自动驾驶主要聚焦于限定区域应用场景。在高等级自动驾驶领域，因为前期研发投入大、技术难度高，L3 级及以上自动驾驶汽车商业化进程缓慢，产业链合作伙伴抱团共同发展渐成常态。现阶段，高等级自动驾驶研发投入及商业化验证主要聚集在智慧园区/示范园区、港口、码头、停车场、高速等限定区域应用场景，以及商用车物流、自动泊车等细分领域，低成本自动驾驶解决方案以及可弥补真实道路测试验证的自动驾驶仿真测试需求凸显。但随着汽车产业“四化”转型加速，以及国家频繁发布产业红利政策加速推进围绕智能汽车等新经济生态的快速发展，自动驾驶载人、载物、高速测试等陆续开放，关键节点及核心领域具备前沿技术验证及整合服务能力的企业有望实现突破。

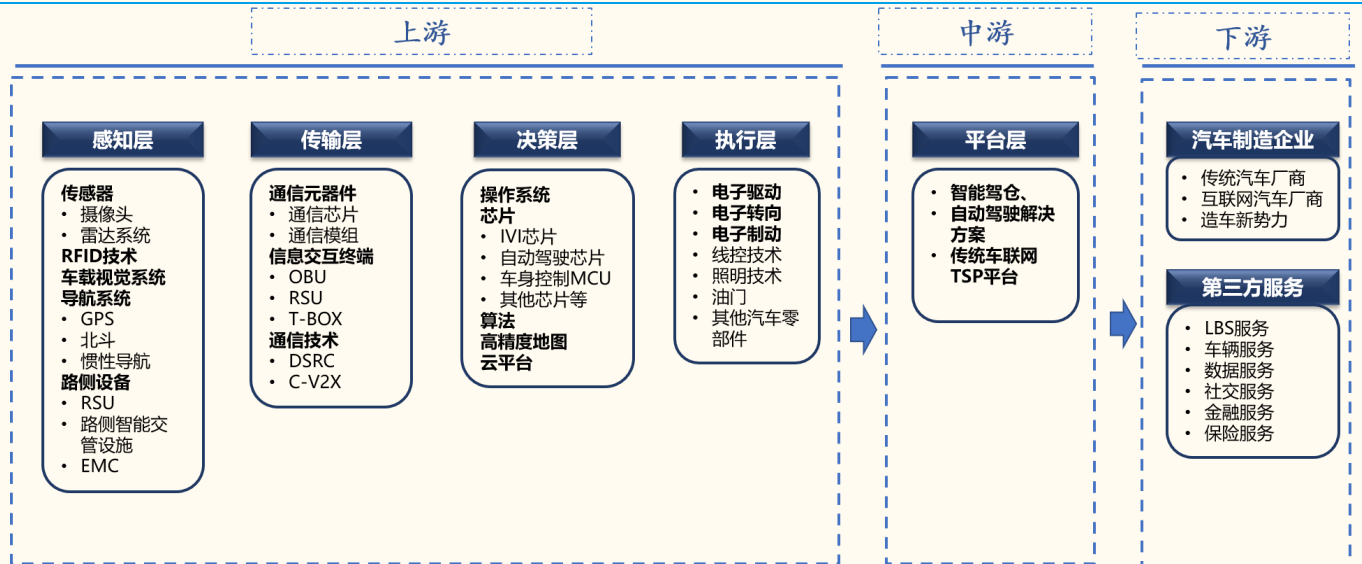
■ 自动驾驶产业链：上游感知、传输、决策和执行层，中游平台层，下游为整车与服务

- 自动驾驶汽车功能的实现需要汽车制造商、零部件供应商、车载计算平台开发商、出行服务供应商等多方主体参与，因此，自动驾驶汽车

的产业链较长。具体而言，上游包括感知层、传输层、决策层和执行层；中游为平台层，包括整合的智能驾舱平台、自动驾驶解决方案以及传统的车联网 TSP 平台；下游主要为整车厂和第三方服务。

- 其中，上游感知层包括车载摄像头、雷达系统、高精度地图、高精度定位、导航系统、路侧设备等；传输层基于通信设备和服务为自动驾驶提供信号传输，主要包括通信设备和通信服务；决策层包括计算平台、芯片、操作系统、算法等；执行层，对决策命令进行执行，包含线控、电子驱动/转向/制动、系统集成及其他汽车零部件厂商。四条系统环环相扣，实现汽车网联化功能。

图表 6：自动驾驶产业链梳理

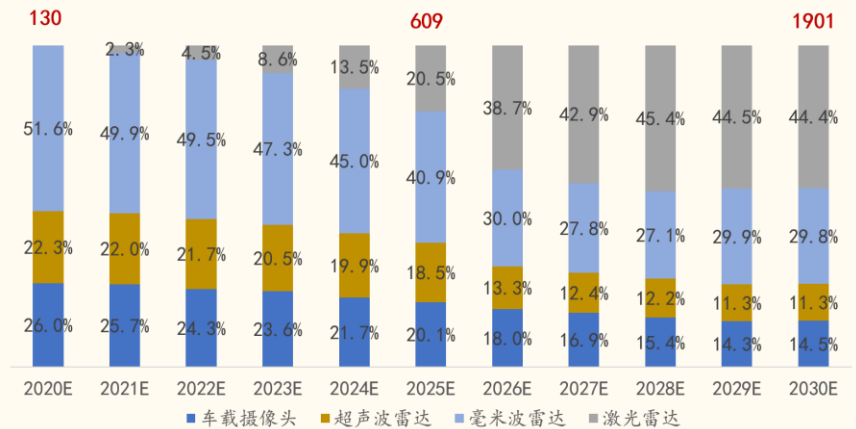


来源：国金证券研究所整理

1.1 感知层：自动驾驶汽车的眼睛和耳朵，增量空间达 1900 亿元

- 感知层用于感知外部环境变化、获取相关信息。主要包括智能硬件（传感器、RFID 及车载视觉系统等）、导航（GPS、北斗以及惯性导航系统）、路侧设备等。
- 智能硬件是智能汽车的“眼睛”。无人驾驶硬件系统包括有传感器、RFID、车载视觉系统等。随着车联网、智能互联成为未来趋势，相关硬件产品需求量也日益增大。根据赛迪智库《2020 年中国汽车电子产业发展形势展望》，汽车电子、装置在汽车制造成本中所占的比重逐年提高。通过硬件系统，感知并采集环境信息是无人驾驶的第一步。
- 我们认为自动驾驶汽车感知层带来的市场增量主要在传感器，当前行业内主流研发和应用的自动驾驶汽车传感器为车载摄像头、超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达等，不同的组合形成了以视觉主导（摄像头+毫米波雷达+视觉芯片）和以多传感器融合（激光雷达+毫米波雷达+摄像头）为主导两种路径。无论何种路径，均会带动传感器的需求增长，我们测算，预计到 2025 年传感器市场规模将达 609 亿元，到 2030 年将达 1901 亿元，10 年复合增速约 30%。

图表 7：自动驾驶传感器市场空间测算



来源：国金数据中心，国金证券研究所预测

假设预测：1，中国乘用车产量 20-22 分别为-5%/3%/3.5%，23-25 年为 5%，26-30 年为 3%；2，L2.5 级别自动驾驶汽车渗透率 25 年为 50%，30 年为 70%；3，传感器单价、单车用量参考车东西、CSDN 等。

- 1) 传感器：目前主流的自动驾驶传感器以摄像头和雷达为主。车载摄像头模拟人类的视野，合成汽车周围的环境图像。按摄像头的安装位置不同，可分为前视、侧视、后视和内置四种类型。

图表 8：各类车载摄像头功能介绍

功能	摄像头类型		具体功能简介
车道偏离预警 (LDW)	前视	单目/双目	当前视摄像头检测到车辆即将偏离车道线时，就会发出警报
前向碰撞预警 (FCW)	前视	单目/双目	当前摄像头检测到与前车距离过近，可能发生追尾时，就会发出警报
车道保持辅助 (LKA)	前视	单目/双目	当前视摄像头检测到车辆即将偏离车道线时，就会向控制中心发出信息，然后由控制中心发出指令，及时纠正行驶方向
行人碰撞预警 (PCW)	前视	单目/双目	前摄像头会标记前方道路行人，并在可能发生碰撞时及时发出警报
交通标志识别 (TSR)	前视	单目/双目	识别前方道路两侧的交通标志
盲点监测 (BSD)	侧视	广角	利用侧视摄像头，将后视镜盲区内的影像显示在驾驶舱内
泊车辅助 (PA)	后视	广角	泊车时将车尾影像显示在驾驶舱内，预测并标记倒车轨迹，辅助驾驶员泊车
驾驶员注意力监测 (DM)	内置	广角	安装在车内，用于检测驾驶员是否疲劳、闭眼等
360 环视 (AVM)	前/侧/后	广角	利用车辆前后左右的摄像头获取的影像，通过图像拼接技术，输出车辆周边全景图

来源：电子发烧友，国金证券研究所

前视摄像头最为重要，主要布置在车外用于感知车道、行人、路侧等环境，按照不同功能解决方案可分为单目、双目和多目等。摄像头在车内主要应用于倒车影像（后视）和 360 度全景（环视）。高端汽车的各种辅助设备配备的摄像头可以多达 8 个，用于辅助驾驶员泊车或触发紧急刹车。

图表 9：不同车载前置摄像头对比

	单目摄像头	双目摄像头	多目摄像头
优势	传感器简单，成本低廉，对计算资源要求低，系统结构相对简单	三维立体认知，没有识别率的限制，精度更高，无需维护样本数据库	信息利用充分，解决摄像头切换焦距问题及不同距离下识别清晰度问题，提高精度
劣势	无法对非标准障碍物进行判断，距离并非真正意义上的测量，准确度较低	计算量大，硬件成本更高，立体匹配是典型难题，在线标定更复杂些	对算法要求高，实时性更差，成本大幅增加，需要解决安装位置空间问题，结构配置烦琐
典型供应商	Mobiledye	博世、大陆、LG、电装、日立	蔚来、Mobiledye

来源：国金证券研究所整理

雷达传感器分为超声波雷达、毫米波雷达和激光雷达。雷达传感器的基本原理是通过电磁波遇到障碍后的反射信号，实时计算出汽车与障碍物的距离与接近速度。超声波雷达发射回声脉冲识别障碍物，主要用于泊车测距、辅助刹车等，价格较低应用较广。毫米波雷达通过天

线发射毫米波信号，阅读反射信号识别车身周围环境，有 24GHz（短距测量）和 77GHz（长距测量）。激光雷达基于波长在 900nm~1500nm 左右的激光探测和扫视空间三维信息，精度最高且抗干扰能力强，但价格最贵且容易受到极端天气影响。

图表 10：各类传感器功能对比

	原理	功能	优势	劣势	成本	国外/内代表性厂商
超声波雷达	超声波测距	变道辅助，盲区检测，自动泊车等。	穿透性强，测距方法简单，成本低，短距离测量优势明显	传播速度慢，无法跟上车距实时变化，方向性较差且易受天气影响	15-20 美金	博世、法雷奥、日本村田、尼塞拉、电装、三菱、松下等；国内同致电子、航盛电子、深圳豪恩、辉创、上富、奥迪威等
毫米波雷达	回波成像（电磁波）	自适应巡航控制，前向防撞报警，盲区检测，辅助停车，辅助变道，自动紧急制动阀，自动泊车等。	天气适应性好	探测距离与精度相对激光雷达较弱	150-300 美金	博世、海拉、奥托立夫、德尔福等；国内华域汽车、智波科技、森思泰克、卓泰达、隼眼科技等
激光雷达	回波成像（激光）	自适应巡航控制，前向防撞报警，盲区检测，辅助停车，自动紧急制动阀，自动泊车，导航及定位等。	精度高、探测距离远	易受自然光或热辐射影响，价格昂贵	8000-80000 美金	Velodyne、Ibco、Quanergy、徠卡、FARO、Ocular 等；国内速腾聚创、北醒光子、北科天绘等
摄像头	图像处理及模式识别	自适应巡航控制，前向防撞报警，盲区检测，辅助停车，自动紧急制动阀，自动泊车，变道辅助，驾驶员状态监控，交通标识识别，导航及定位等。	精度高，距离远，直观方便，成本较低	受天气影响较大，算法及算力要求高	35-50 美金	CMOS：OV、Aptina、Sony、格科微、思比科等；模组：韩国 MCNEX、同致科技、舜宇光学等
红外线传感器	热成像与红外测距	侧方超车提醒，倒车提醒等。	夜视效果极佳	探测距离较近，应用局限较大	600-2000 美金	奥托立夫、博世等，国内保千里高德红外等

来源：CSDN，一览众车，国金证券研究所

目前自动驾驶传感器的选择存在两种不同的路径：一种以摄像头主导，搭配毫米波雷达，使用先进的计算机视觉算法实现全自动驾驶，典型代表有 Mobileye、特斯拉和百度 Apollo Lite；另一种则以激光雷达为主，同时搭载毫米波雷达、超声波传感器和摄像头，远距离全方位探测能力强，但成本相对较高，典型代表为谷歌 Waymo、百度 Apollo（除 Apollo Lite）、文远知行等主流自动驾驶厂商。目前两种路径尚未分出胜负，但我们认为随着自动驾驶技术的发展，激光雷达的价格有望下降，其全方位探测能力和不易受环境影响的优势将逐渐显现出来，有望成为未来自动驾驶汽车主流的配置。

图表 11：自动驾驶传感器两种路径对比

技术路线	视觉主导	多传感器融合
典型厂商	特斯拉&Mobileye	Waym&奥迪
技术特点	采用多小摄像头，依靠强大算法，成本适中，探测角度较小，远距离探测能力稍弱。	激光雷达+毫米波雷达+摄像头多传感器组合，成本较高，远距离，全方位探测能力强。
传感器方案	特斯拉 Model3：8 个摄像头+1 个毫米波雷达； Mobileye：11 个摄像头以及 2 个高算力视觉芯片。吉利预计 2021 年下半年交付采用 Mobileye 方案的汽车	Waymo：8 个摄像头+4 个毫米波雷达+5 个激光雷达； 奥迪 A8：6 个摄像头+5 个毫米波雷达+1 个激光雷达

来源：各公司官网，国金证券研究所

- 2) RFID 又称无线射频识别，是自动驾驶的耳朵。RFID 是一种通信技术，可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无需识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。RFID 主要由标签、阅读器/读写器、天线三个部分组成。标签的主要功能是附着在物体上用以标

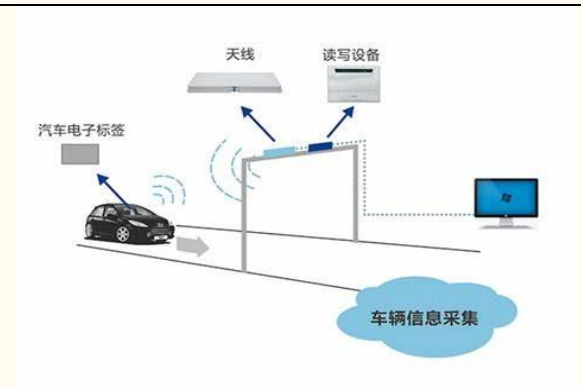
识目标对象，由耦合元件及芯片组成，具有唯一的电子编码；阅读器/读写器的主要功能是读取(或写入)标签信息；天线的功能则是在标签和阅读器之间传递射频信号。RFID 应用于车联网的优势是，能够快速识别多个高速运转的物体，安全性好，识别速度快、距离远，数据存储量大等。RFID 技术的衍生产品主要有三类，分别是无源 RFID、有源 RFID 和半有源 RFID。目前我国已初步形成较为完善的 RFID 产业链，但在与车联网密切相关的超高频 RFID 研发领域与先进技术仍有差距。

图表 12：不同 RFID 产品对比

	产品	特点	应用
无源 RFID	近距离接触式识别	单位小、价格便宜、寿命长、识别短不够精确	公交卡、车辆收费管理、行驶证管理等等
有源 RFID	远距离自动识别	体积大、价格贵、寿命短、识别长、更精确	智慧医院、智慧交通、智能停车等等
半有源 RFID	综合无源和有源	综合无源和有源	低频近距离精确定位，微波远距离识别和上传数据

来源：前瞻研究院，国金证券研究所

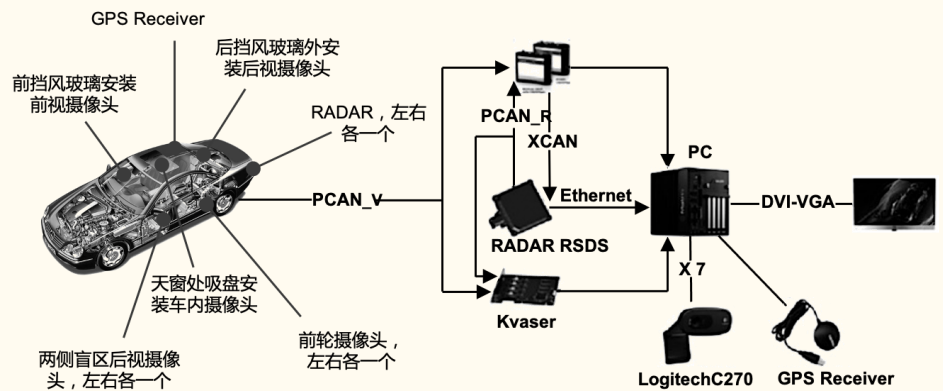
图表 13：RFID 技术的应用



来源：航天华拓，国金证券研究所

- 3) 车载视觉系统是感知层硬件的整合，借助机器视觉技术进行图像增强和数据处理。车载视觉系统主要应用于视觉增强的驾驶辅助。采用 CCD、红外传感器、车速传感器、GPS 及毫米波雷达等传感器获取道路信息，通过图像处理软件进行信息的传输与处理，提取低能见度、低照度下交通环境中的有用信息并剔除噪声，在最短的时间内以图像的形式提供给驾驶员，提高车辆行驶的安全度。除了直接反馈给驾驶员图像外，车载视觉系统已经发展出路况检测、行人车辆分析、交通标志识别、车道线等地面标识识别、驾驶员疲劳驾驶提醒等种种功能。比如车内摄像头实时捕捉驾驶员面部信息，通过声音、光线、振动等刺激驾驶员，使其恢复清醒状态。

图表 14：基于摄像头的车载视觉系统



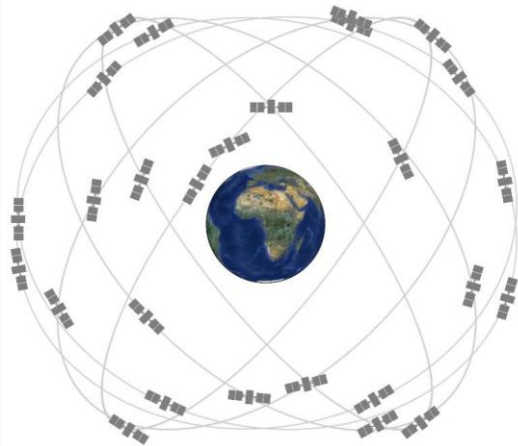
来源：汽车测试网，国金证券研究所

- 导航系统是智能汽车的指南针。无人驾驶汽车的导航定位主要通过全球定位系统 (GPS)、北斗卫星导航系统 (BDS)、惯性导航系统等实时获取车辆的位置、航向、速度。L1、L2 级导航定位仅需要实现 ADAS 导航级精度即可；L3-L5 级自动驾驶需要厘米级精度导航。
- GPS：是全球常用的民用卫星导航技术。其定位原理是采用 24 颗 GPS 卫星在离地面 1.2 万英里的高空以 12h 为周期环绕地球运行，使得在任意时刻、在地面上的任意一点都可以同时观测到 4 颗以上的卫

星。GPS 相对定位精度在 50km 以内可达 6-10m, 100-500km 可达 7-10m。通过差分基准站、载波相位差分 (RTK) 等技术, 可实现厘米级定位结果。但民用 GPS 目前精确度还不足, 军用 GPS 精度较高。

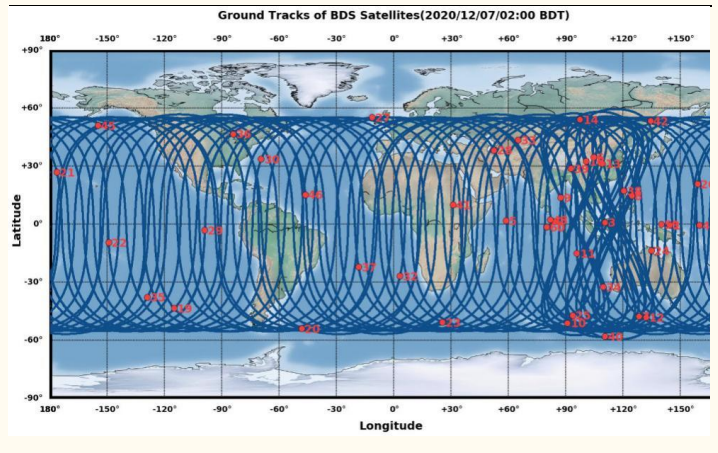
- **北斗导航:** 为全球用户提供全天候、全天时、高精度的定位。2020 年 7 月 31 日, 北斗三号全球卫星导航系统建成并开通。北斗卫星系统相比于其他导航其特点: 一是北斗系统空间段采用三种轨道卫星组成的混合星座, 与其他卫星导航系统相比高轨卫星更多, 抗遮挡能力强, 尤其在低纬度地区性能优势更为明显。二是北斗系统提供多个频点的导航信号, 能够通过多频信号组合使用等方式提高服务精度。三是北斗系统创新融合了导航与通信能力, 具备定位导航授时、星基增强、地基增强、精密单点定位、短报文通信和国际搜救等多种服务能力。

图表 15: GPS 示意图



来源: GPS 官网, 国金证券研究所

图表 16: 北斗卫星轨迹



来源: 北斗官网, 国金证券研究所

- **惯性导航系统:** 通过惯性测量组件 (IMU) 测量载体相对惯性空间的角速率和加速度信息, 利用牛顿运动定律自动推算载体的瞬时速度和位置信息, 具有不依赖外界信息、不向外界辐射能量、不受干扰、隐蔽性好的特点。惯性导航系统在 GPS 信号丢失或者很弱的情况下, 暂时填补 GPS 留下的空缺, 用积分法取得最接近真实的三维高精度定位。城市中高楼林立, 还有桥梁、隧道等遮盖情况, 卫星信号很难全程覆盖, 所以无人驾驶需要惯性导航系统。但是由于惯性导航难以实时校准, 随着行驶距离增大, 误差也会增大。当前, 惯性技术正处于第四代发展阶段, 其目标是实现高精度、高可靠性、低成本、小型化、数字化、应用领域更加广泛的导航系统。

图表 17: 几种惯性导航系统

分类	基本含义	特点
捷联式惯性导航系统	可直接装在飞行器、舰艇、导弹等需要导航信息的主体上, 用计算机把测量信号变为导航参数的一种导航技术。	系统体积小、重量轻、成本低、维护方便。
解析式惯性导航系统	解析式惯性导航系统是平台稳定在惯性空间的惯性遵循系统。	优点: 直接模拟导航坐标系, 计算简单, 能隔离载体的角运动, 系统精度高。
半解析式惯性导航系统	半解析式惯性导航系统又称当地水平惯导系统, 有一个三轴稳定平台, 台面始终平行当地水平面。	缺点: 结构复杂, 体积大, 制造成本高。

来源: 北斗官网, 国金证券研究所

- **路侧设备是保证自动驾驶实现“车路协同”的必要条件。**自动驾驶若仅只有车端的数据, 难以实现安全、准确的驾驶, 路端的一系列设备也必不可少。车联网路侧建设重点包括 **RSU**、**路侧智能交管设施**、**MEC** 设备等。
- **路侧单元 (RSU)** 类似于通信“小基站”, 主要由射频模组构成, 也根据终端应用的场景外接各类不同设备。RSU 安装在路侧, 采用 DSR 技术, 与**车载单元 OBU** 进行通讯, 实现车辆身份识别, 电子扣分的装置。主要功能包括: 接收与发送数据, 作为车联网信息中转站; 感知

道路状态；执行信号灯操作；对接路侧可变信息牌等。区别于车载终端，路侧单元与中国的交通系统和交通环境有密切的耦合性与相关性。目前的 RSU 供应商主要来自于自主企业，包括大唐、华为、东软、星云互联、金溢科技、千方科技、万集科技等。

图表 18: RSU 示意图



来源: Taiwantrade, 国金证券研究所

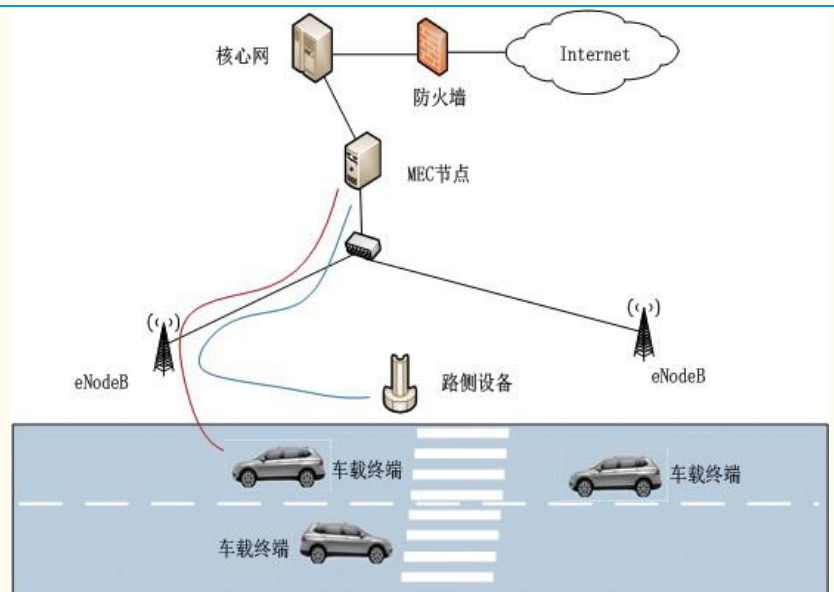
图表 19: RSU 配套元件

主要构成	RSU 配套元件
射频天线	1T2R 为标配
射频前端	滤波器、PA、双工
基带芯片	对射频数据进行处理
定位模组	GPS、北斗
接口管理	网络通信接口、USB、总线接口、IO 接口
可选集成外接	边缘计算节点、摄像头、雷达、信号灯控制器等

来源: Ai 车库, 国金证券研究所

- 路侧智能交管设施**包含道路交通信号控制、道路交通视频监控、道路交通流信息采集、道路交通违法监测记录、道路交通信息发布等。随着 V2X 技术的演进与发展，全新的应用场景对路侧交管设施提出新的应用需求，衍生出面向智能网联车辆的信息交互、服务等应用需求。后期规划通过修订现有设施标准、制定新的信息交互接口规范来指导现有路侧交管设施的升级改造，如《道路交通信号控制机信息发布接口规范》（送审稿）规定了信号灯色、控制状态、可变车道功能、交通事件、车辆状态等信息的发布与接收。
- 移动边缘计算 MEC** 通过在网络边缘处部署平台化的网络节点，具有低时延、高算力、高存储、个性化的优势。在现有的车联网系统中，车与车、车与路侧设备间的数据传输与转发，都需要经过云计算中心的处理，传输路径较大，数据量较大，对云计算平台的数据处理能力与传输时延的要求都较高。将 MEC 引入车联网中，可将云计算的部分功能下沉到 MEC 中，大大降低数据的传输时延。MEC 与 LTE-V2X 结合，拓展了车联网业务应用场景，ICT 企业，包括三大电信运营商及华为、中兴、诺基亚等设备商纷纷布局 MEC 在车联网领域的应用。

图表 20: 基于 MEC 的车联网方案



来源: 安全内参, 国金证券研究所

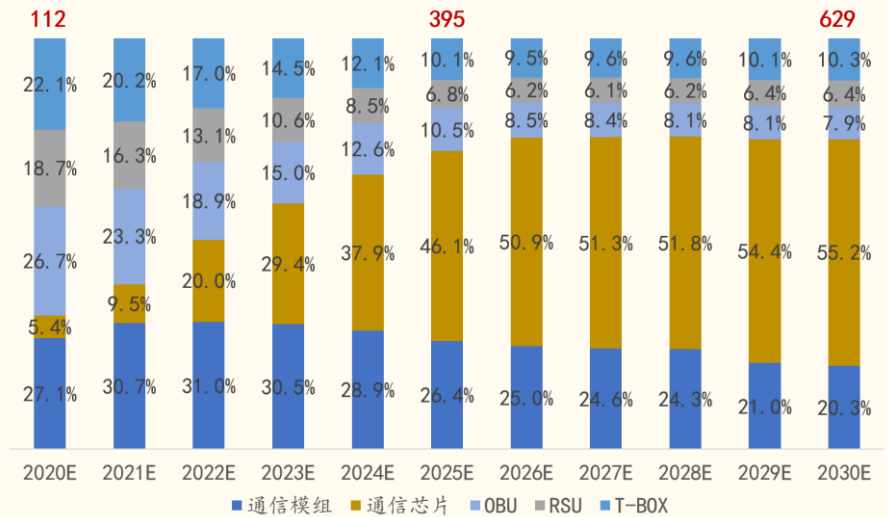
1.2 传输层：自动驾驶提供信号传输，增量空间超 600 亿

- 传输层是基于通信技术将感知层获得的环境信息转换成信号传导到决策层，类似人体的传输神经。传输层主要包含通信设备和通信服务，其中通

信设备以元器件、信息交互终端等为主，通信服务主要为 DSRC 和 C-V2X 两种服务自动驾驶的无线通信技术。

- 传输层的增量来自于 V2X 带来的通信芯片、通信模组以及信息交互终端 OBU、RSU 和 T-BOX 等。我们认为自动驾驶带来的不仅仅是单车的网联化，还需必备路的智能化，即车路协同。因此，预计传输层将带来通信芯片、模组等通信元器件以及车路信息交互终端的爆发。我们预测自动驾驶传输层的价值空间到 2025 年达到 395 亿元，2030 年达到 629 亿元，10 年复合增速为 18.79%。

图表 21：自动驾驶传输层市场空间测算



来源：国金证券研究所预测

假设预测：1，中国乘用车产量 20-22 分别为-5%/3%/3.5%，23-25 年为 5%，26-30 年为 3%；2，L2.5 级别自动驾驶汽车渗透率 25 年为 50%，30 年为 70%；3，各模块单价、单车用量参考头豹研究院、中商产业研究、水清木华研究中心等。

- 通信元器件：通信芯片、通信模组。通信芯片是处理各种数据的中枢，目前市场主流通信芯片有华为双模通信芯片 Balong 765；大唐的 PC5 Mode 4 LTE-V2X 自研芯片；高通的 9150 LTE-V2X 芯片组。通信芯片及外围器件组成了通信模组，如华为基于 Balong 765 芯片的 LTE-V2X 商用车规级通信模组 ME959；大唐基于自研芯片的 PC5 Mode 4 LTE-V2X 车规级通信模组 DMD31；移远联合高通发布的 LTE-V2X 通信模组 AG15。

图表 22：华为 Balong765



来源：EET，国金证券研究所

图表 23：通信元器件主要厂商

	国内企业	国外企业
通信芯片	四维图新、华为、大唐、紫光集团、ZTE 中兴	Qualcomm、Autotalks、MTK、ALPS
通信模组	华为、移远通信、高新兴、有方科技、日海智能、高鸿、广和通	Qualcomm、ALPS、Gemalto、Telit

来源：国金证券研究所整理

- 信息交互终端：OBU、RSU 和 T-BOX。OBU 是车载单元，是采用 DSRC 技术，采集车况、路况、行人信息，提供与 RSU 及其他 OBU 的通讯信息交互功能。路侧单元 RSU 能够接收与发送数据，作为车联网信息中转站；感知道路状态；执行信号灯操作；对接路侧可变信息牌等。T-BOX 又称 TCU（车联网控制单元），是安装在汽车上用于控制跟踪汽车的嵌入式系统，包括 GPS 系统、移动通讯外部接口电子处理单元、微控制器、移动通

讯单元以及存储器，主要有总线信号收集和服务器通信两大类功能，可实现汽车与 TSP 服务商的互联，通过手机 APP 端发送控制命令。目前国内车厂前装 T-Box 渗透率约为 25%。

图表 24：T-Box 通信示意图



来源：Ai 车库，国金证券研究所

- **通信技术：DSRC 和 C-V2X。**目前主流的无线通信技术有两种，一种是基于 Wi-Fi 技术也被称为 DSRC（专用短距离通信）的技术路线，以日本、美国为代表主导；另一种是中国主导的基于蜂窝网络特别是 5G 技术的 C-V2X（蜂窝车联网）。随着中国 5G 及配套产业的不断落地，政府和中国企业更倾向于 C-V2X 的技术方向。
- **C-V2X 代表车联网未来技术发展方向。**DSRC 基于 wifi 技术较为成熟，商用化程度领先。C-V2X（Cellular-V2X）则是基于 3G/4G/5G 等蜂窝网通信技术演进形成的车用无线通信技术，可实现长距离和更大范围的可靠通信，在技术性和先进性及后续演进方面优于 DSRC，代表了车联网未来的技术发展方向。2020 年 11 月 18 日，美国联邦通信委员会（FCC）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（IEEE 802.11p）并转向 C-V2X。美国转向之后，意味着由我国主推的 C-V2X 将成为全球范围内广受认可的行业事实标准。

图表 25：C-V2X 与 DSRC 技术对比

	DSRC	LTE-V
制定者	IEEE	3GPP
支持者	美国交通部、各大车企（大众、雷诺和博世等）	华为、大唐、各大车企，例如奥迪、宝马
标准	始于 2004，已完成	始于 2017，已完成 R15 标准
平均延时	低（小于 50ms）	高（大于 50ms）；5G 可降低时延
带宽	高	更高
适用场景	行车安全，交通调度	娱乐

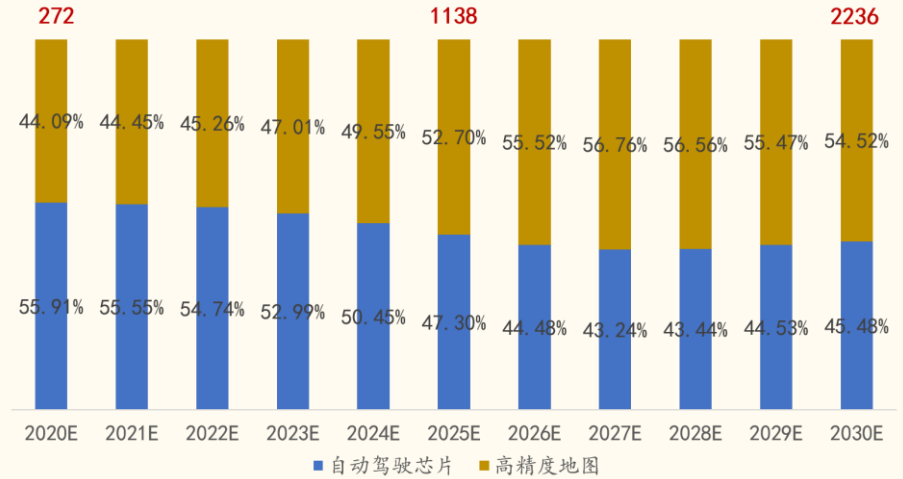
来源：中国信通院，国金证券研究所

1.3 决策层：自动驾驶汽车大脑，增量空间超 2200 亿元

- 当前，从技术角度看，随着 ADAS 系统的广泛部署和以及长时间的技术开发，自动驾驶感知技术已经不是主要瓶颈；传输层自 C-V2X 胜出之后，技术路线也已基本确定；执行层则是主机厂和 Tier1 厂商擅长的领域。因此，我们认为自动驾驶技术实现的真正门槛就在于决策层上。决策层通过利用感知层、传输层反映回来的信息，建立相应的模型，制定出适合的控制策略。由于真实路况的复杂程度，以及不同人对于不同路况的不同解决对策，决策算法需要覆盖多数罕见路况的海量数据以及完善高效的人工智能技术。从功能上看，决策层主要包含操作系统、芯片、算法、高精度地图以及云平台等核心构成元素。

- 我们认为自动驾驶决策层带来的增量空间主要在于自动驾驶 AI 芯片和对应的高精度地图，这两者是 L3 及以上级别自动驾驶汽车必备的功能要素。经我们测算，到 2025 年自动驾驶决策层可见的增量空间将达 1138 亿元，2030 年将达 2236 亿元，10 年复合增速达 23.44%。

图表 26：自动驾驶决策层增量空间测算



来源：国金证券研究所预测

假设预测：1，中国乘用车产量 20-22 分别为-5%/3%/3.5%，23-25 年为 5%，26-30 年为 3%；2，L2.5 级别自动驾驶汽车渗透率 25 年为 50%，30 年为 70%；3，AI 芯片与高精地图参考前瞻研究院、车云网等。

1) 操作系统：为自动驾驶提供底层支撑

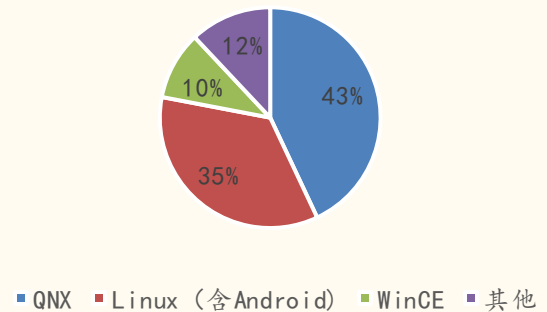
- 自动驾驶操作系统从功能上可以分为三大类，分别为智能座舱操作系统、智能驾驶操作系统、智能车控操作系统。
- 智能座舱操作系统：智能座舱操作系统主要为车载信息服务以及车内人机交互提供控制平台，是汽车实现座舱智能化与多源信息融合的运行环境，支撑用户应用平台的定制开发。从用户端为语音图像识别、人机交互、地图导航、信息安全、人-车-路-云数据融合等应用提供支撑。随着汽车场景逐渐转变为智能移动终端，智能座舱操作系统需要通过支持更多个性化的应用服务及强大的生态，面向客户进行差异化竞争。目前，全球智能座舱操作系统的标准还未统一，在传统智能座舱操作系统中，QNX 占据了 40% 以上的市场份额，但随着智能座舱信息娱乐应用的逐渐丰富，拥有强大生态基础的开源操作系统 Linux (含 Android) 占据第二大市场空间。

图表 27：车载底层 OS 分类及特点

底层 OS	主要特点
QNX	安全性高，但不开源，开发难度大、成本高、应用生态弱
Android	应用生态强大，开源，但安全性和稳定性较弱
Linux	开源，定制开发灵活，安全性较高，但应用生态不完善

来源：CSDN，国金证券研究所

图表 28：2019 年全球智能座舱操作系统竞争格局



来源：AI 车库，国金证券研究所

- 智能车控操作系统：智能车控操作系统是实现车辆自动行驶功能、动力性的运行基础。车控操作系统为车载控制 ECU 的硬件与算法提供了接口与交互平台，基于 POSIX 标准的操作系统，适用于自动驾驶所需

要的高性能计算和高带宽通信。车控操作系统技术发展较早，目前标准化工作已经开展。其中，由宝马、博世、戴姆勒、通用等大型车企作为核心成员的汽车开放系统架构组织 AUTOSAR 建立的 Adaptive 平台，采用了开放式架构和代码开源方式，目前已经成为国际主流的标准架构。不仅实现了降本增效，还保障了车辆的安全性和一致性。

- **智能驾驶操作系统：**智能驾驶系统由感知层、决策层和执行层三个层面构成。首先通过各项传感器采集车辆周围的数据，并进行整合；其次在决策层将整合后的数据进行分类处理，加以分析后发出指令；最后，车辆各部分电子元件执行指令。其中，智能驾驶操作系统处于决策层，主要完成对收集上来的数据的分类处理、分析、发出指令等操作，需要强大的算法以及芯片性能来支撑。目前正处于 L2、L3 级别自动驾驶的上行阶段，各厂商基于 OSEK/VDX、AUTOSAR 等技术规范，研发出各自的智能驾驶操作系统产品，并向 Tier1 供应商提供解决方案。
- **从架构来看，自动驾驶系统又可分为底层操作系统、中间层以及上层系统。**
- **底层操作系统：**管理汽车整个硬件、软件资源，所有应用和服务都必须在底层 OS 上运行，给用户和其他软件提供接口和环境。目前，较为主流的底层汽车操作系统有 QNX、Linux、Android，以及鸿蒙、AliOS 等中国互联网企业研发的操作系统
- **中间层：**下接底层 OS 厂商，将标准化产品接口对接到中间层平台上，同时，向上对接应用层开发商及服务商，在将定制化开发工作集中在业务层面。根据 ICVTank 的预测，2020 年国内自动驾驶系统中间件市场规模可达 10 亿元人民币。
- **上层系统：**由各类车厂、解决方案提供商在底层 OS 基础上为客户定制的各类个性化操作系统都属于上层应用系统。近年来，互联网巨头 BATH、造车新势力、整车厂均已进行布局。其中，互联网企业依托其软件方面的经验以及多年积累的应用生态体系，在上层操作系统领域具有较大优势。互联网企业阿里依托 AliOS 作为底层架构的斑马智行系统，互联网企业苹果依托 iOS 的 Carplay，造车新势力特斯拉基于 Linux 的 Version 系统，以及传统车厂宝马基于 QNX 的 iDrive 智能车载系统，目前都已经在部分车型上实现适配及应用落地。未来也将会更多企业入局。

图表 29：各厂商上层应用系统及其底层 OS 情况

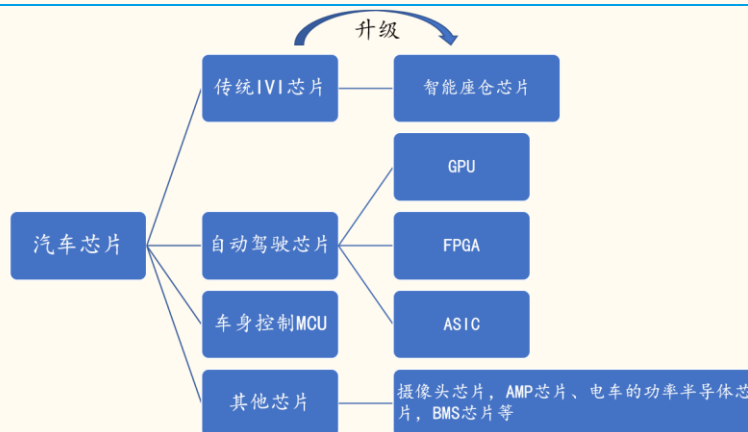
类型	公司	平台	底层 OS	公司	平台	底层 OS
互联网企业	百度	Apollo	QNX	腾讯	TAI	Android
	阿里	斑马智行	AliOS	苹果	Carplay	iOS
造车新势力	特斯拉	Version	Linux	蔚来	NOMI	Android
	比亚迪	DiLink	Android			
传统车厂	宝马	iDrive	QNX	本田	Honda Connect	Android
	奥迪	MMI	QNX	福特	SYNC	QNX

来源：汽车之家，国金证券研究所

■ 2) 芯片：为自动驾驶提供算力支撑

- 芯片是汽车必不可少的核心部分，按照不同功能可为三类，一类是传统的 IVI 芯片，目前正逐步升级为智能驾舱芯片；第二类是负责自动驾驶功能的芯片，按照算力需求其演进路线为 CPU→GPU→FPGA→ASIC；第三类是车身控制 MCU 芯片。此外，还有多种其他功能的芯片，如摄像头芯片，AMP 芯片、功率半导体芯片、胎压监测芯片 TPMS、BMS 芯片等。

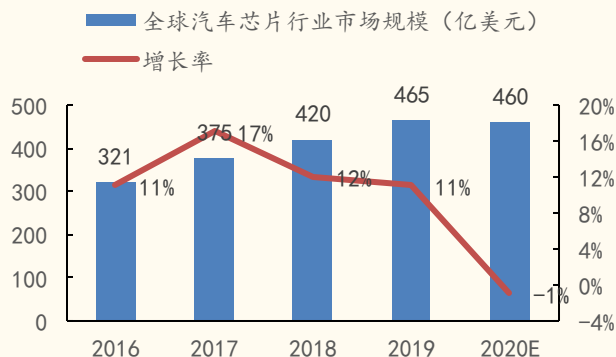
图表 30：汽车芯片分类



来源：国金证券研究所整理

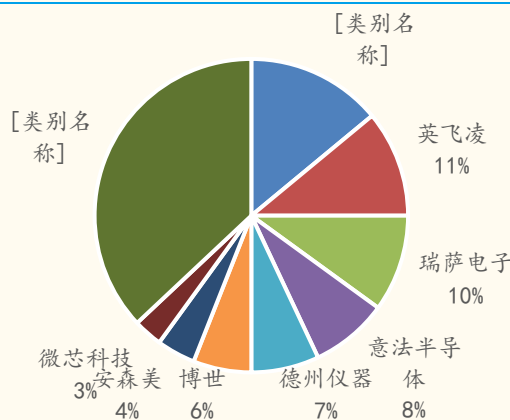
- 汽车芯片市场规模快速增长，垄断格局逐步打破。据 ICVTank 数据显示，2019 年全球汽车芯片市场规模达 465 亿美元，同比增长 11%，受全球新冠疫情的影响，在汽车销量下滑冲击下，2020 年全球汽车芯片市场规模将有小幅下滑，预计规模为 460 亿美元。2019 年，恩智浦占全球汽车芯片市场 14%，英飞凌次之，占比 11%，目前全球汽车芯片的市场集中度较高，行业 CR4 为 43%，行业 CR8 达 63%。随着汽车行业加速进入智能化时代，这一格局将逐步打破，包括以高通、英伟达为代表的传统汽车半导体厂商、以谷歌、亚马逊、苹果等为代表的互联网科技公司、以奥迪、宝马、特斯拉为代表的整车企业大举进军自动驾驶芯片领域，行业未来将会形成多头竞争的格局。

图表 31：全球汽车芯片市场规模统计及增长情况



来源：ICVTank，国金证券研究所

图表 32：2019 全球汽车芯片行业竞争格局



来源：ICVTank，国金证券研究所

- IVI 芯片为车载信息娱乐系统芯片，随着自动驾驶的技术的发展，IVI 逐步升级为智能座舱，其包含的智能座舱电子的连接越来越多，包括 V2X、WIFI、蓝牙、4G、T-BOX，高精度地图等。目前，各大 Tier1 正在推出或在研的智能座舱平台方案，包括 NXP、瑞萨等传统汽车芯片供应商外，以及高通、英特尔等在内的老牌芯片企业和国产芯片商全志科技，都在纷纷推出自家的智能座舱芯片产品。

图表 33：典型智能座舱芯片对比

芯片方案	特性	Tier1 应用实例
英特尔 -- Apollo Lake	采用了英特尔的行业领先 14 纳米工艺技术，架构也升级到 Goldmont，处理器的性能更强。具有强大的计算力和负载整合功能，包含多个高清视频输出接口，充分满足下一代智能座舱需求。支持车载信息娱乐系统、车载驾驶舱体验、数字仪表、后座娱乐和先进驾驶辅助系统。	东软 哈曼 欧菲光
瑞萨 --	基于 ARM 的 Cortex-A57/A53 多核处理器搭建，采用 ARM 的最新 64 位 CPU 核架构，实现了 40000 DMIPS (Dhrystone 百万指令/每秒的处理性能)；采用 PowerVR GX6650 作为 3D 图形引擎。除了 CPU	均胜电子 弗吉亚

R-CAR H3	和 GPU 以外，片上并行可编程引擎 IMP-X5 也提供了先进的图像识别技术。	
NXP -- iMx8	ARMCortex 架构核心，符合汽车 AEC-Q100 等级 3，处理器核心包含 4 核 Arm Cortex-A53，双核 Arm Cortex-A72，双核 Arm Cortex-M4F，以及一个 Arm Cortex-M4F。适用于从高端视觉核多媒体处理，到高安全和可靠性的嵌入式应用等跨领域的多种应用场景，包括多屏、HUD、座椅娱乐应用、全部数字座舱电子设施应用。	博泰 航盛
高通 -- 820A	定制 64 位 Kryo 四核处理器，Adreno530 GPU，是 Qualcomm Technologies 最新的汽车级系统级芯片 (SoC)，提供可扩展的下一代支持机器智能的信息娱乐、图形和多媒体平台，包括仪表盘和信息娱乐显示屏等；还支持信息娱乐系统通过软件更新进行升级，使汽车可通过升级获得最新特性及差异化提升。	德赛西威 伟世通 远特科技
全志科技 -- T7	CPU 采用了 Hexa-core A7，GPU 用的是 Mali-400 MP4，并且支持行业内最先进的 1080P60 265 编解码，和 MIPI & LVDS & RGB 等多种显示接口。具备很强的兼容性，不仅能支持当前智能座舱主流产品形态的研发需求，还能够适配 Android、Linux、QNX 三种不同的车载操作系。	-

来源：远特科技，国金证券研究所

- **自动驾驶芯片演进路线为 CPU→GPU→FPGA→ASIC。**传统 CPU 算力不足，难以满足处理视频、图片等非结构化数据的需求，GPU 同时处理大量简单计算任务的特性在自动驾驶领域成为主流方案。目前已有的主流芯片类型中，GPU 擅长云端训练，现阶段占据自动驾驶芯片主导地位，但其功率较高且推理效率一般；FPGA 芯片算力强，客户可根据需求编程，改变用途，但功耗高，量产成本较高，目前主要适用于应用场景较多的企业、军事等用户；ASIC 芯片是专门针对特定客户特定目的设置的专用芯片，只搭载一种算法，形成一种用途，首次“开模”成本高，但量产成本低。此外，ASIC 芯片功耗低、体积小等特点非常符合车规级产品的标准，目前主要适用于场景单一的消费电子，“挖矿”等客户。结合 ASIC 的优势，综合考虑算力、功耗、成本等因素，我们认为长远看自动驾驶的 AI 芯片会以 ASIC 为主流解决方案。

图表 34: GPU、FPGA、ASIC 性能比较

指标	定制化程度	灵活性	成本	功耗	优点	缺点	计算场景
GPU	通用	高	高	高	计算能力强，产品成熟	效率低，编程难度大	云端训练推理
FPGA	半定制化	高	较高	较高	性能高、功耗低、更灵活	峰值计算能力弱	云端和终端推理
ASIC	全定制化	低	低	低	性能强、功耗低、体积小	不可编辑、研发时间长	云端训练推理、终端推理

来源：CSDN，36 氪，国金证券研究所

- **国产自主芯片加速追赶。**在高级芯片赛道中，英伟达、高通、华为、谷歌、特斯拉等厂商拥有较强的先发优势，但随着自动驾驶快速发展，国内其他芯片厂商也在加速追赶。2020 年 5 月，北汽集团旗下北汽产投与 Imagination 集团合资成立北京核芯达科技有限公司，在汽车芯片领域提供先进解决方案。除此之外，上汽、长安、比亚迪、吉利汽车等汽车企业，以及地平线、寒武纪、黑芝麻等高科技企业都在发力车载芯片领域。

图表 35: 高级芯片赛道主流芯片性能比较

芯片	英伟达		Mobileye		特斯拉	华为		地平线			黑芝麻		
	Xavier	Orin	Eye Q4	Eye Q5	FSD	Ascend 310	Ascend 910	J2	J3	J4	A500	A1000	A1000L
AI 算力 (TOPs)	30	36-200	2.5	24	72	8-16	256-512	4	5	96	5.8	40-70	16
功耗(W)	30	16-65	6	10	72	8	310	2	10	15	<2	<8	<5
量产时间	2020	2022	2019	2021	2019	2018	2019	2019	2020	2022	2020	2021	2021
适配场景	L2-L5	L2-L5	L1-L2	L3	L3	L4	L4	L1-L2	L1-L2	L3	L1-L2	L3	L2-L3
业务模式	Tier2		Tier2		车企	Tier1		Tier2			Tier2		

来源：各公司官网，国金证券研究所

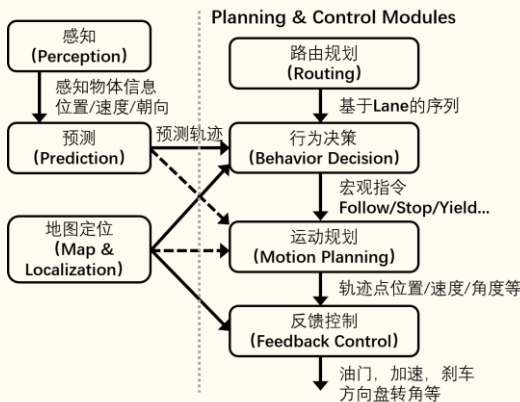
■ 3) 算法是决策层的核心竞争力

- **区分一套系统是 ADAS 还是自动驾驶 (L2 到 L3 的跨越) 主要是看该系统是否有决策部分，而决策层的核心竞争力基本体现在决策算法方**

面。典型的决策规划模块可以分为三个层次：路径规划、行为决策和运动规划等，而这三者功能的完成均建立在对应的算法之上。

- 全局路径规划是指在给定车辆当前位置与终点目标后，通过搜索选择一条最优（路程最短或时间最快）的路径。常见的全局路径规划算法包括 Dijkstra 和 A 算法，以及在这两种算法基础上的多种改进。
- 在确定全局路径之后，自动驾驶车辆需要根据具体的道路状况、交通规则、其他车辆与行人等情况作出合适的行为决策。由于真实的驾驶场景的高度复杂性，真正实现 L4、L5 级别自动驾驶技术的核心瓶颈在于：需要解决在多智能体决策的复杂环境中，存在感知不确定性情况的规划问题。深度学习的快速发展为这一问题的解决带来了曙光，目前常见的行为决策模型主要包括有限状态机模型、决策树模型、基于知识的推理决策模型、基于价值的决策模型等，模型的效用均在加速探索中。
- 最后，运动规划（Motion Planning）层根据具体的行为决策，规划生成一条满足特定约束条件（例如车辆本身的动力学约束、避免碰撞、乘客舒适性等）的轨迹，该轨迹作为控制模块的输入决定车辆最终行驶路径。常见的运动规划算法包括：基于搜索的算法、基于采样的规划算法、直接优化方法、参数化曲线构造法和人工势场法等。不同算法的完备性和最优性不同。
- 综合来看，由于自动驾驶车辆在复杂环境中作出最优决策，这一问题与强化学习的定义非常吻合，我们认为随着深度强化学习技术的快速发展，会有越来越多的研究团队开始将其应用于自动驾驶决策规划中，将行为决策与运动规划模块相融合，直接学习得到行驶轨迹，同时结合车辆动力学以及状态参数估计，有望逐步突破完全自动驾驶的技术瓶颈。

图表 36：自动驾驶决策层系统规划过程



来源：CSDN，国金证券研究所

图表 37：决策层运动规划算法比较

算法类别	完备性	最优性
基于搜索	完备	最优
基于采样	概率完备	渐进最优
直接优化	不完备	局部最优
参数化曲线构造	不完备	局部最优
人工势场法	不完备	局部最优

来源：电子发烧友，国金证券研究所

■ 4) 高精度地图将成为自动驾驶、车路协同的基础设施

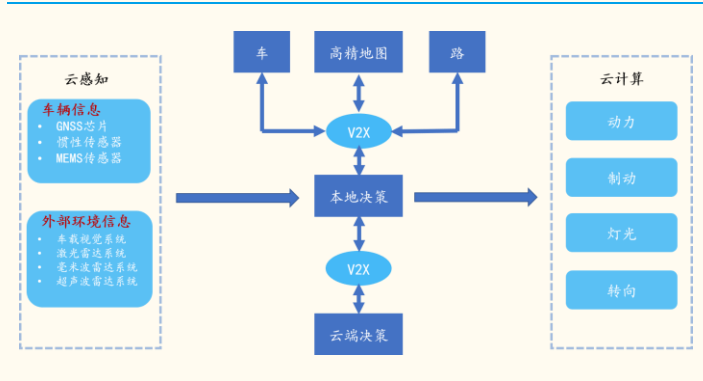
- 高精度地图相比于普通导航电子地图具有高精度、高动态、多维度等“两高一多”的特点。高精度即精度达到厘米级别；高动态是指高精度地图数据的实时性，未来应对各类突发状况，自动驾驶车辆需要高精度地图的数据具有较好的实时性；多维度则是指地图中不仅包含有详细的车道模型、道路部件信息，还包括与交通安全相关的一些道路属性信息，如 GPS 信号消失的区域、道路施工状态等。相比于传统汽车，自动驾驶汽车可通过云端的高精地图实现路径规划，并通过本地决策与云端决策并重的方式分析雷达、MEMS 等传感器获取海量数据，然后通过执行单元控制车辆。

图表 38：高精度地图与普通导航地图的区别

类型	普通导航地图	高精度地图
示意图		
使用对象	人—驾驶员	机器—自动驾驶系统
用途定位	辅助驾驶员：主要用于导航和搜索	辅助自动驾驶系统：构成环境感知辅助、路径规划以及路径规划
所属系统	娱乐信息系统	自动驾驶安全系统
精度	米级	厘米级
数据更新频率	小时/月级更新频率即可满足需求	需要分钟级甚至秒级的更新频率
内容要素	<ul style="list-style-type: none"> 道路线形要素：道路形状、坡度、方向等 兴趣点 (POI)：商店、学校、医院、加油站、充电桩等 行政区域边界：国家、省界、市界、县界等 	<ul style="list-style-type: none"> 更加详细的道路模型：包括车道线、道路宽度及道路属性 专门标注道路障碍物进行实时路况感知

来源：CSDN，国金证券研究所

图表 39：高精度地图协助自动驾驶路径



来源：前瞻研究院，国金证券研究所

- 自动驾驶级别越高对高精地图的数据处理能力要求越强。普通导航地图的精度在 5m 左右，只描绘道路的位置和形态，没有反映道路的细节信息。自动驾驶仅仅依靠车辆自身传感器和车辆本身的处理器容易导致对道路地面的异物和凹陷判断错误，在普通地图下发生安全事故可能性高。而高精地图的绝对精度要求优于 1m，相对精度达到 10-20cm。对于不同级别的自动驾驶，需要地图的数据也是呈几何倍递增。L3 以上自动驾驶系统要求动态信息以较高频率更新，L4 以上地图需要静态地图和动态时间。目前国内主流应用场景是 L2+，需要在静态地图上做出动态反映。

图表 40：不同级别智能驾驶对高精地图要求

阶段	L1	L2	L3	L4 及以上
概念	安全辅助驾驶	半自动驾驶	高度自动驾驶	全自动驾驶
精度	2-5m	50cm-1m	10-30cm	10-30cm
采集	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	传统地图+ADAS	车道模型+高精度 ADAS	HAD-Map	多源数据融合
状态	静态地图	静态地图+动态地图	静态地图+动态时间	静态地图+实时传输

来源：智研咨询，国金证券研究所

- 未来高精度地图可能成为车路协同、自动驾驶的基础设施。对高精度地图来说，最为关键的是有统一的参考坐标系，传统参考坐标系为 GPS 即 84 坐标系或 02 坐标系。这种坐标系虽然有具体信息但缺少实际意义上的语义信息，而对 V2X 来说，最重要的是保证车辆间及车路间具有一定的逻辑关系也即车路协同。在自动驾驶初期，可通过车上装载高精度地图实现基础的车路协同功能，而在未来，当车路协同的路侧设施足够发达时，可由路侧设施来感知周围的环境、获取更多实时有效信息实现实时更新数字地图鲜度，以保证车辆的驾驶安全。因此，我们认为未来高精度地图的表现形式，可能表现为车路协同、自动驾驶的基础设施。对高精度地图厂商来说，其商业模式将不仅仅定位于赋能自动驾驶的车辆，而是通过较多的传感器和路侧设备获取车辆状态信息、周边环境信息的数据资源，达到车辆定位、车辆优化以及与市政管理部门合作帮助实现社会优化治理等，从而构建一个实时面向未来的无人驾驶地图平台。

图表 41：高精度地图是自动驾驶协同智能的基础设施



来源：四维图新，国金证券研究所

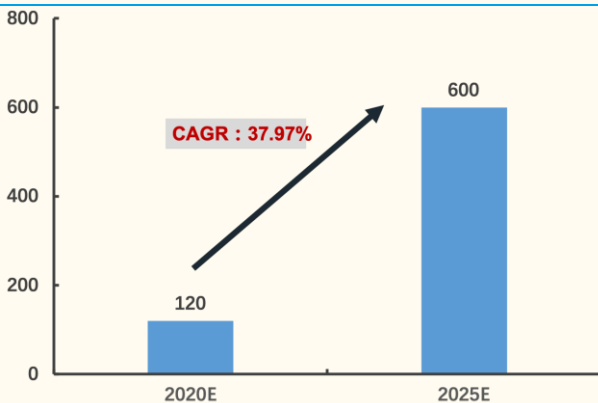
图表 42：面向未来的无人驾驶地图平台



来源：四维图新，国金证券研究所

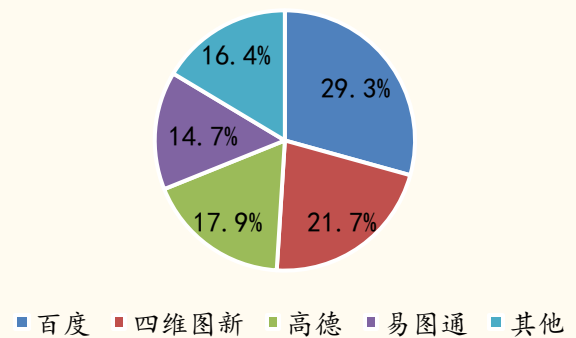
- 预计 2025 年我国高精度地图市场规模将达 600 亿元，百度、四维图新、高德位居前三。高精度地图在无人驾驶领域具有不可替代性，随着产业政策的推进及技术的不断革新，高精度地图产业有望快速发展。据前瞻研究院数据显示，预计 2020 年我国高精度地图市场规模为 120 亿元，到 2025 年将达到 600 亿元，年均复合增速达 37.97%。从厂商市占率来看，2020 年 11 月 16 日，IDC 首发《2019 年中国高精度地图解决方案市场份额报告》显示，2019 年中国高精度地图市场集中度较高，前三名分别为百度、四维图新和高德，市占率分别为 29.3%、21.7%和 17.9%。

图表 43：2020-2025 中国高精度地图市场规模（亿元）



来源：前瞻研究院，国金证券研究所

图表 44：2019 年中国高精度地图市场厂商份额



来源：IDC，国金证券研究所

- 国内三大高精地图厂商，四维图新率先获得 L3+级别量产订单。目前高精度地图行业主要参与者为百度、高德和四维图新等三家，其背后是互联网三大巨头 BAT。三家在技术路线、制图方式上略有区别，正在加速产品推进和商业化落地。从订单上看，目前四维图新和高德地图均有 L3 及 L3+级别自动驾驶订单落地，其中四维图新最早在 19 年 2 月拿到宝马 L3+级别自动驾驶系统的高精地图量产订单，预计 21 年开始推向市场。

图表 45：四维图新、高德、百度等高精度地图产品对比

	四维图新	高德地图	百度地图
技术路线	主攻软件服务，为用户提供包括智能路线规划、智能导航（驾车、步行、骑行）、实时路况等出行相关服务的平台。	软硬件产品双管齐下，硬件方面与国外硬件供应商合作，提供最新地图浏览器、专业地图服务、专业在线导航功能、AR 虚拟实景、丰富的出行查询功能、动态导航等	软硬件产品双管齐下，提供车身控制芯片（MCU）、导航地图、导航软件、动态交通信息以及乘用车和商用车定制化车联网解决方案。
制图方式	众包采集、集中采集结合。	众包采集、集中采集结合。高德专	众包采集、集中采集结合。以自主

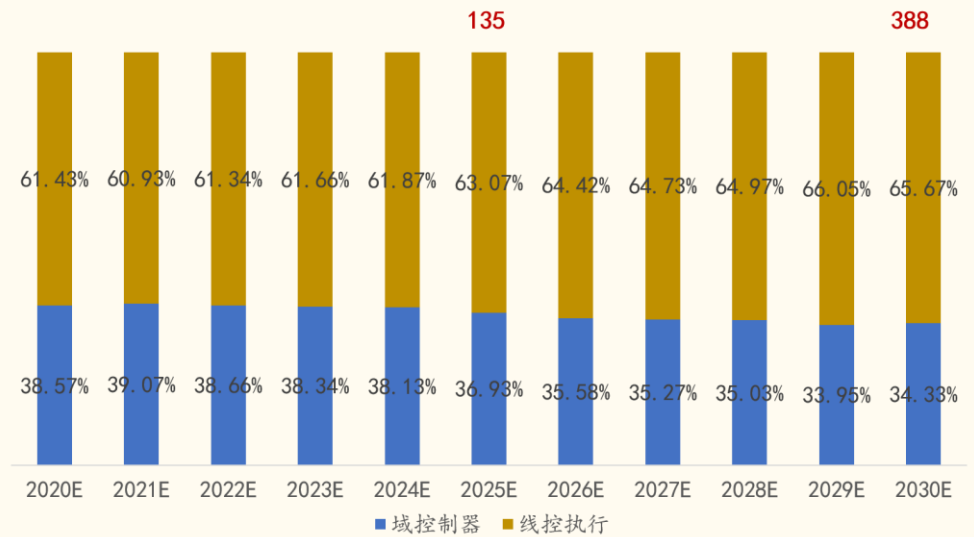
	<p>字眼地图数据采集车采用摄像头和Velodyne的64线雷达，可以精确地识别各类标志。</p>	<p>用于HAD级别高精度地图的采集车主要通过2个激光雷达和4个摄像头采集道路信息，精度可达10厘米。</p>	<p>研发的高精度地图采集车为主，按照严格的采集规范操作，完成第一张图；并以轻量采集设备车为辅，实现更灵活更高频次的更新采集；再加以配合客户及各合作伙伴提供的传感器数据，达到低成本高时效的数据验证和数据更新。</p>
<p>产品推进</p>	<p>1) 自研专业采集车，掌握数据采集、制图、众包更新以及快速迭代的自动驾驶地图完整解决方案；</p> <p>2) 自研FastMap生产平台，应用图像识别、数据挖掘等技术推进地图数据的采集和更新；</p> <p>3) 基于全国北斗地基增强系统的“网-云-端”高精度定位完整解决方案已经初步具备商业化服务能力，基于高精度地图及诸多车身传感器数据融合的高精度定位辅助技术与多个OEM车厂进行联合开发合作；4) 2019年底，L3级别低成本自动驾驶整体解决方案通过北京自动驾驶路测T3级牌照考试验证，L4级自动驾驶方案可以实现特定场景下的自动代客泊车。</p>	<p>1) 2019年4月，高德宣布大幅降低高精地图数据在车型量产阶段的商业化应用价格，承诺标准化高精地图每车年费价格不超过100元，并承诺，随着后续搭载辅助驾驶、自动驾驶功能车型规模的不断增加，每年将提供不低于2%的降本幅度；</p> <p>2) 2019年12月，与英伟达联合宣布达成战略合作，共研高精定位解决方案；</p>	<p>1) 2019年12月，百度Apollo取得由北京市自动驾驶测试管理联席工作小组颁发的首批自动驾驶车辆道路载人测试许可40张；</p> <p>2) 2020年4月，百度Apollo正式对外发布“ACE交通引擎”，首次披露Apollo智能交通解决方案，系统解读百度在人工智能、自动驾驶、车路协同方面的业务规划。</p> <p>3) 2020年8月24日，百度Apollo获批北京市自动驾驶第二阶段载人测试通知书。百度Apollo自动驾驶车队在京完成了超过51.9万公里的道路测试。</p>
<p>订单概况</p>	<p>2019年2月，与宝马中国签署自动驾驶地图及相关服务许可协议，为宝马21-24年在中国销售的L3以上自动驾驶系统提供地图产品及服务，为国内首个用于L3+自动驾驶系统的高精地图量产订单。</p>	<p>2016年8月，拿下第一张高精地图商业化订单，为凯迪拉克CT6(L2.5级别自动驾驶)提供精度达到米级的ADAS地图；</p> <p>2020年4月，小鹏汽车和高德地图联合宣布，小鹏P7 XPILOT 3.0自动驾驶辅助系统将搭载高德高精地图，是高德高精地图首次在L3级别自动驾驶系统上的量产应用。</p>	<p>2018年8月，百度宣布与长城汽车达成合作协议，百度的高精地图方案将在2020年下半年通过长城的WEY品牌落地。</p>

来源：各公司官网，国金证券研究所

1.4 执行层：自动驾驶的四肢，增量空间达388亿元

- **执行控制好比“驾驶员的手脚”，是自动驾驶真正落地的基础。**执行层是无人驾驶系统的最底层，其核心任务是通过驱动、制动及转向控制系统，相互配合，使汽车能够按照决策部分规划的轨迹稳定行驶，并且同时能够实现避让、保持车距、超车等动作。随自动驾驶的发展，执行层由驾驶员施加人力、通过真空和液压等推动的方式逐渐被电子化、电动化系统所替代，电信号替代机械力的线控技术在自动驾驶时代全面渗透。
- 自动驾驶执行层带来新的增量市场主要源自于域控制器和线控执行等功能设备。我们测算，到2025年自动驾驶执行层可见增量市场规模将达135亿元，2030年将达388亿元，10年复合增速超30%。

图表 46: 自动驾驶执行层新增市场空间测算

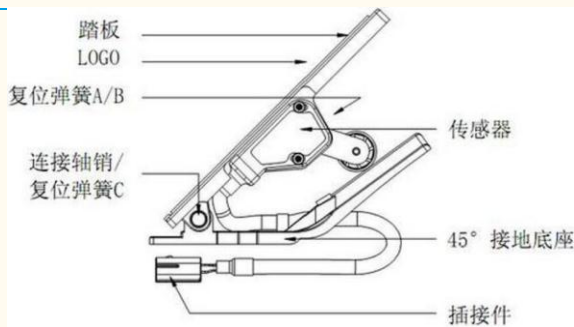


来源: 国金证券研究所预测

假设预测: 1, 中国乘用车产量 20-22 分别为-5%/3%/3.5%, 23-25 年为 5%, 26-30 年为 3%; 2, L2.5 级别自动驾驶汽车渗透率 25 年为 50%, 30 年为 70%; 3, 各模块单价、单车用量与渗透率参考智研咨询、CSDN 等

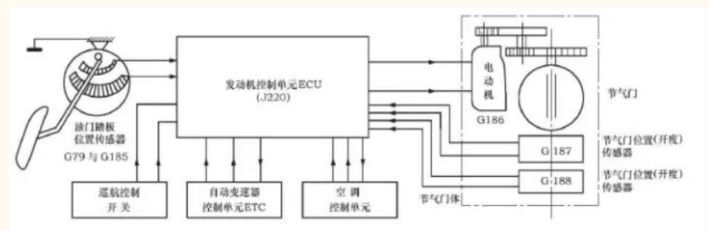
- 电子驱动: 发展成熟, 相比传统驱动优势明显。** 电子驱动的工作原理: 传感器将监测到的油门踏板高度变化送往 ECU, ECU 对该信息和其它系统传来的数据进行运算处理得到控制信号, 通过线路送到伺服电动机继电器从而调整节气门, 系统中数据总线负责系统 ECU 之间的通讯。相比传统拉线油门, 在硬件上, 电子驱动需要添加油门位置位移传感器和伺服电机及其驱动器、执行机构, 并加 ECU 接线; 在软件上, 需要开发分析位置传感器信号、综合车况给出控制指令的算法, 并且集成在车载 ECU 上, 因此成本提高, 且有一定延迟效果, 但同时电动化替代能够达到舒适性和经济性均佳、改善发动机的节油、排放性能的效果, 有效减少了误操作导致的熄火或闯动, 提高稳定性, 是实现自动驾驶的必然选择。其中最常见的是 ASR (牵引力控制系统)和速度控制系统 (巡航控制), 目前已经得到广泛的应用。

图表 47: 电子油门组成



来源: CNKI, 国金证券研究所

图表 48: 线控驱动系统构成



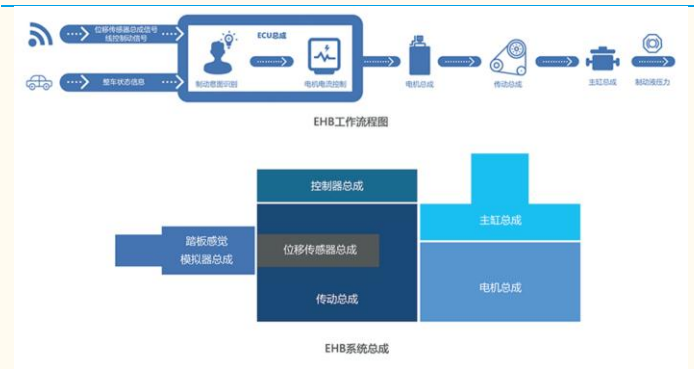
来源: CNKI, 国金证券研究所

- 电子制动: 执行层最关键部分。** 传统制动系统主要由真空助力器、主缸、储液壶、轮缸、制动鼓或制动碟构成, 当踩下刹车踏板时, 与其连接的推杆将力传递到真空助力器, 通过大气压和真空的压力差将力矩放大, 传递给液压制动总泵从而进行制动。电子制动就是以电子元件来取代液压或者气压控制单元, 经历了从真空液压制动 (HPB) 到电控和液压结合 (EHB), 再逐步转向纯电控制的机械制动 (EMB) 和智能化线控制动的发展。EHB 与 EMB 为目前市场最主流两种解决方案, 其主要区别在于制动力来源, 前者制动力由液压蓄能器提供, 后者由电机来提供。由于真空环境的稳定性决定了制动操作难易度, 而电子制动利用电子真空泵通过电机直接驱动产生真空源, 将原有的真空助力器、制动总泵及带有车辆稳

定系统的 ABS 总泵进行了集成，有效解决了传统模式启动时真空度不够的问题，可实现制动能量回收最大化。

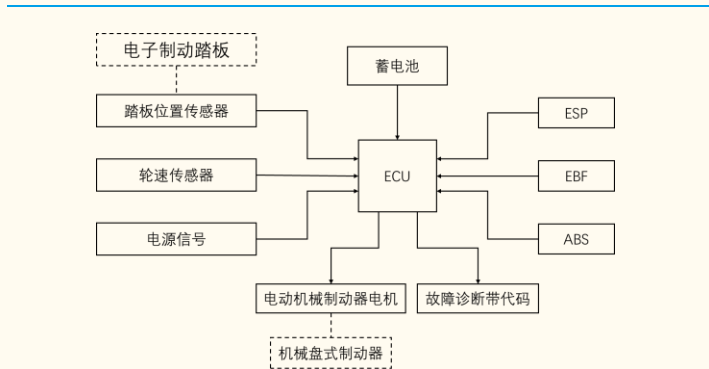
- **EHB 是电子与液压系统相结合的多用途、多形式制动系统。**EHB 即线控液压制动器，由电子系统提供柔性控制，液压系统作为备用系统提供动力，确保系统电子部分故障时系统制动能力的稳定运行。EHB 通过蓄能器能够连续多次提供制动压力，并可分别对 4 个轮胎的制动力矩进行单独调节。和传统制动相比，EHB 结构紧凑、改善了制动效能、控制方便可靠、制动噪声显著减小、不需要真空装置、有效减轻了制动踏板的打脚、提供了更好的踏板感觉。由于模块化程度的提高，设计灵活性提高、制动系统零部件数量减少，节省了车内布置空间。EHB 系统仍然需要液压部件，不具备完全电子制动的优点，可看作 EMB 系统的先期产品。

图表 49: EHB 工作原理



来源：同驭汽车科技，国金证券研究所

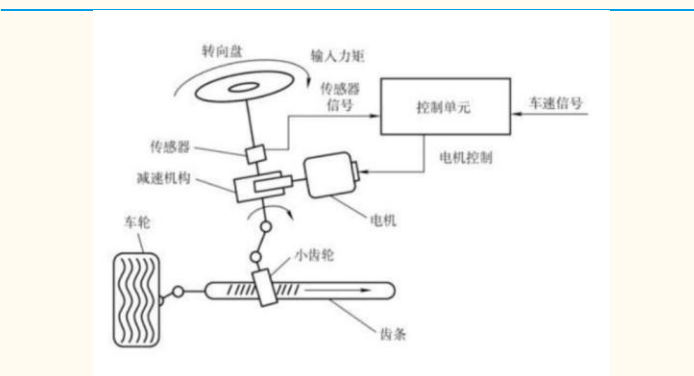
图表 50: EMB 系统工作框图



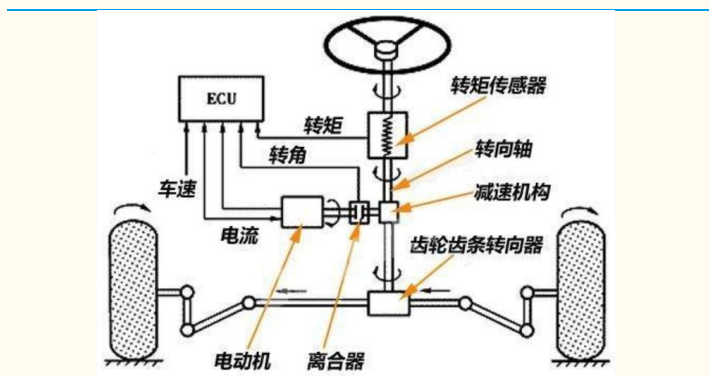
来源：一汽海马，国金证券研究所

- **EMB 系统是机电一体化系统。**EMB 系统通过电子控制系统对制动电机实施电流控制，在原制动分泵处建立机械推力，通过原盘式制动器的夹钳从两侧夹紧摩擦盘，实现车轮制动。电子元件替代液压元件，大大简化了制动系统的结构、便于布置、装配和维修，同时降低了环境污染。结构简单、功能集成可靠的电子机械制动系统逐渐受到更多的青睐，EMB 将最终取代传统制动器，成为未来车辆的发展方向。
- **电子转向：电动助力 EPS 占据主流。**类似制动系统，传统机械液压助力转向系统（HPS）几乎被替代，升级至电子液压助力转向系统（EHPS），由电力驱动的电动助力转向系统（EPS）逐步占据主流。EHPS 在传统机械结构上增加液压反应装置和液流分配阀，新增电控系统包括车速传感器、电磁阀、转向 ECU 等，使得转向油泵由电动机驱动，解决了转向助力与车速的适配问题，并有效的减少了油耗，主要适用于中大型商用车、大型 MPV 和 SUV。由于结构和技术过于复杂，EPS 系统以传动效率更高（90%+）、能耗更低、装配简单方便、操纵稳定性、主动回正趋势等优势，逐渐取代 EHPS 成为目前主流的乘用车转向助力方案。

图表 51: 电子转向系统示意图



图表 52: EPS 系统示意图



来源：CNKI，国金证券研究所

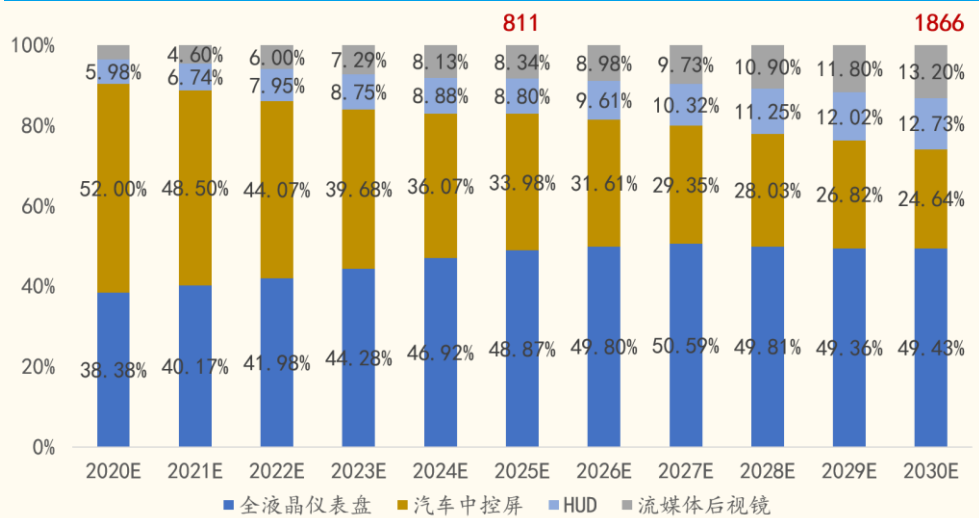
来源：CNKI，国金证券研究所

- **执行控制层技术主要掌握在国外 Tier1 及主机厂手中，国内基础相对薄弱。**执行控制产品研发主要依靠数据积累，需要不断测试和优化。目前落地自动驾驶的执行控制部分被国外 Tier1 垄断，大多不开放，典型有博世 Ibooster，日立 EACT，大陆 MKC1，天合 IBC 等。相比而言，国内供应商大多技术储备不足，为生产型 Tier1，电子制动系统方案上以 EHB 为主，包括联创 CBS、同驭 EHB、上海制动系统等，乘用车方面供应商有亚太股份，商用车方面供应商有万安科技，拓普集团电子真空泵进入量产装车。转向系统方面，厂商集中度较高，主要集中在美国、欧洲、日韩等地，外资品牌包括捷太格特、采埃孚（被博世并购）、日本精工、万都、现代摩比斯等，自主品牌包括中汽系统（CAAS）、湖北恒隆企业集团、豫北转向系统、耐世特、易力达机电、湖北三环、浙江世宝等。

1.5 中游平台层：完成自动驾驶功能的居中调度，增量空间为 1866 亿元

- 平台层以 TSP 车联网平台厂商为主，包括智能座舱、智能驾驶整体解决方案等。
- 自动驾驶平台层带来增量空间主要以智能座舱为主，主流智能座舱包含全液晶仪表盘、汽车中控屏、HUD 和流媒体后视镜等四大模块。我们测算，到 2025 年智能座舱市场空间为 811 亿元，2030 年达到 1866 亿元，10 年复合增速近 30%。

图表 53：自动驾驶产业链平台层新增市场空间测算

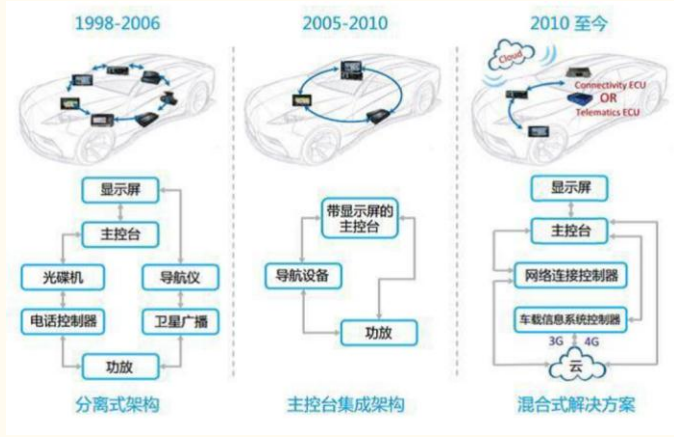


来源：国金证券研究所

假设预测：1，中国乘用车产量 20-22 分别为 -5%/3%/3.5%，23-25 年为 5%，26-30 年为 3%；2，L2.5 级别自动驾驶汽车渗透率 25 年为 50%，30 年为 70%；3，各模块单价、单车用量参考头智研咨询、ICVTank 等

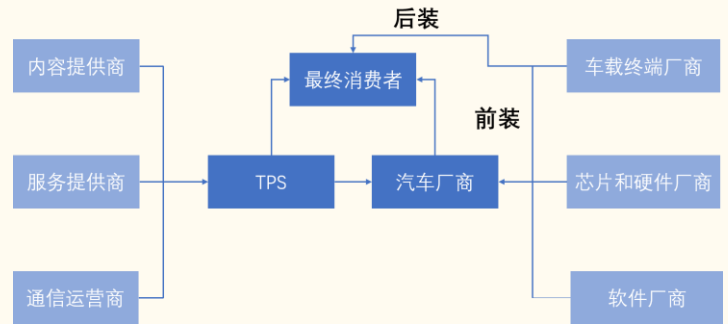
- **TSP 车联网平台提供车载信息服务**，通过在汽车上安装车载信息设备，利用通信网络为驾驶员和乘客提供多样化信息服务，包括行车导航、路况信息、行车安全预警、免提通话、天气服务、紧急救援、车辆性能检测等。
- **TSP 在车联网产业链中居于核心地位。**上接汽车、车载设备制造商、网络运营商，下接内容提供商，TSP 的服务集合了位置服务、GIS 服务和通信服务，如导航、娱乐、咨询、安防、SNS、远程保养等。其核心价值主要体现在：向下游直面用户，是直接为用户提供服务价值的主体；向上游扮演资源整合角色，涉及车载设备提供商、网络服务提供商、信息服务内容提供商等，整合多方信息及资源为用户提供车载信息服务。

图表 54: 车载信息系统演变示意图



来源: 汽车之家, 国金证券研究所

图表 55: TSP 在车联网产业链中的位置



来源: 国金证券研究所整理

- **TSP 是产业链中潜在利润空间最大的环节。**作为产业链的核心位置, TSP 拥有整个链上最核心的大数据资源, 且其数据具有积累性, 据此可以演化为多种商业模式, 是车联网产业链潜在利润空间最大的环节。TSP 盈利模式为: 面对车主, TSP 依托于线上服务赚取服务费用, 赚取 B2C 中的利润; 在客户数量以及交互数据达到一定体量后, 可以与广告商、保险公司、物流公司、租车公司等开展一系列商业模式的探索, 拓展 B2B 业务。
- 目前 TSP 根据车厂主导的程度大致可以分为三种模式。
 - **模式一: 车企设立自己的 TSP。**整车厂商基于自身强大的软硬件开发能力强大, 对于信息系统起到核心作用, 尤其与车辆相关的部分保持绝对开发控制权, 其他辅助应用及内容让供应商协助完成。该模式通常采用前装模式, 在新车出厂前完成预装, 一定期限内提供服务, 之后客户自主选择是否续费。对于这一模式的 TSP 服务, 预装保证产商能够稳定获得足够的 TSP 用户, 而续费率是保持活跃用户的关键。此外, 由于 TSP 供应商与整车厂商的紧密关系, 整车厂商还能获得 CRM 数据, 从而获取客户对整车产品的信息反馈和更新, 将反馈应用到车型设计及整车制造过程, 提供更符合客户需求的汽车产品。典型代表是通用 OnStar。

图表 56: 主流车厂均主导 TSP 产品

车厂	TSP	费用	服务重点
通用	OnStar	第一年免费, 480-1580 元/年	安防、导航
丰田	G-BOOK	前两年免费, 1200 元/年	导航、信息娱乐、中心通话
上汽	InKaNet	第一年免费, 360-1536 元/年	导航、信息娱乐
福特	SYNC	按照数据量收取通讯费	导航、信息娱乐、车栓
现代	BlueLink	第一年免费, 600 元/年	导航、信息娱乐、远程控制
吉利	GnetLink		导航、信息娱乐
长安	InCall	第一年免费, 468-1160 元/年	导航、信息咨询
日产	carwings	第一年免费, 880-1380 元/年	通信、信息娱乐
宝马	iDrive	前三年免费, 1000 元/年	导航、信息娱乐、车内监控

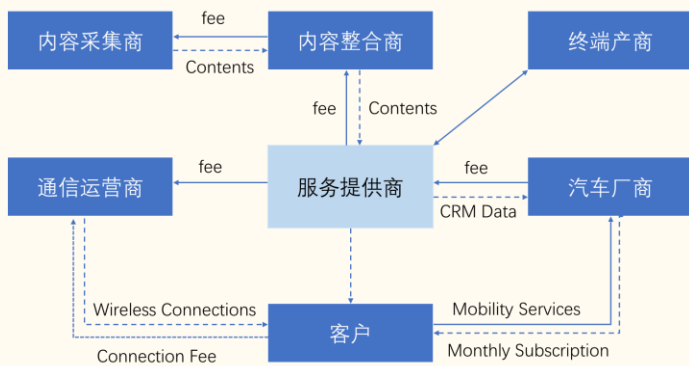
来源: 各公司官网, 国金证券研究所

- **模式二: 车厂与第三方供应商合作设立 TSP。**该模式是国内整车厂主要采用的模式, 车厂掌握核心商业资源, 自主决定数据开放程度, 遴选 TSP 进行合作。运营过程中, 整车厂具有较大发言权, 主导业务方向, 管理和控制 TSP; 合作方具备专业团队、运营管理经验、全套运营资质及健全管理流程, 从而能够快速理解、消化、执行车厂需求, 帮助车厂快速进入车联网产业, 同时为车

厂定制个性化方案，引入竞争机制。但这种模式下车厂对于数据的提供往往不够彻底，部分深度合作受限。典型的例子是丰田与九五智驾共同运营的 G-book。

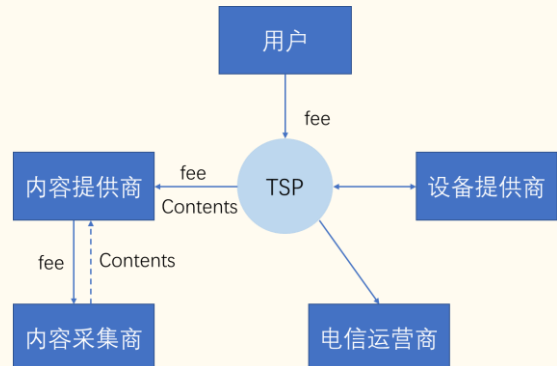
- **模式三：第三方供应商提供独立 TSP。** TSP 主要承担产品研发工作，是车联网各项应用服务的主要设计者与核心运营方，这套系统基本完全独立于汽车存在，车载系统与汽车的功能较为脱离。其拥有两大主要的业务出口：一是前装出口，为整车厂提供专门的定制化解决方案，关键在于能否获得更多整车品牌和配套型号的认证；二是后装综合服务，直接面向车主需求，通过渠道进行销售（主要包括 4S 店、汽修店、线上/线下零售渠道等），需要大量的人力物力进行渠道拓展和市场营销，相对于前装模式推广难度更大。独立 TSP 模式源于科技公司的兴起，它们在整合资源上更具灵活性，而车厂也节省了相关研发、资源投入。典型比如四维图新趣驾等。

图表 57: 整车主导 TSP 商业模式



来源: Telematics 国际产业联盟, 国金证券研究所

图表 58: 第三方主导 TSP 商业模式



来源: Telematics 国际产业联盟, 国金证券研究所

- **智能座舱是车企智能化、高端化的刚需，也是未来智能网联汽车的主要组成部分之一。**它以座舱域控制器（DCU）为核心，推动包含液晶仪表盘、中控屏、流媒体后视镜、抬头显示系统等部件在内的多屏融合，实现语音控制、手势操作等更智能化的交互方式。从汽车整体架构来看，座舱域控制器（DCU）链接传统座舱电子部件，进一步整合智能辅助驾驶 ADAS 系统和车联网 V2X 系统，使智能汽车可以进一步优化整合自动驾驶、车载互联、信息娱乐等功能，完整的解决方案帮助智能汽车从代步工具逐渐成为可移动生活空间。

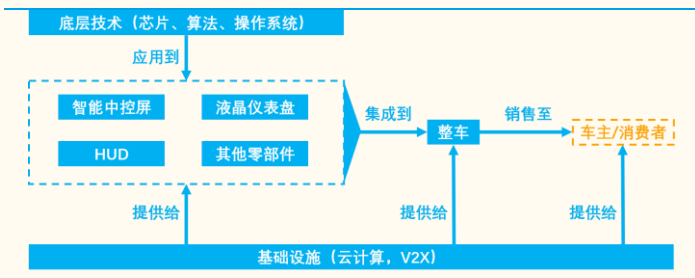
图表 59: 智能座舱产品构成图



来源: 伟世通, 国金证券研究所

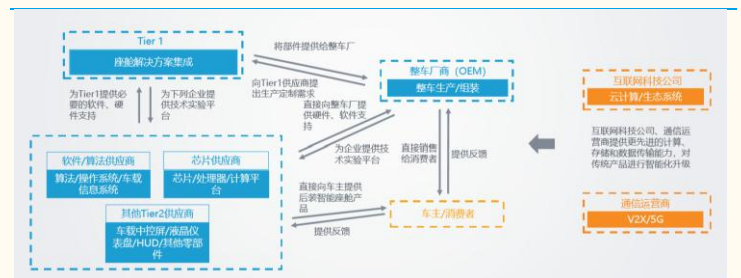
- **智能座舱产业链分为硬件和软件两部分。**硬件包括了传统中控和仪表盘，以及新纳入的抬头显示器 HUD、后座显示屏等 HMI 多屏，软件则由于加入了手势语言在内的交互技术，包含底层嵌入式操作系统、软件服务、ADAS 系统等应用。软硬件底层技术根据产品的不同需求应用到各个智能化零部件中；不同智能化零部件在座舱内集成形成一套完整解决方案，以整车体现，整车进而销售给车主；与此同时，基础设施参与整个流程，为各环节提供数据传输、运算存储等服务。
- **智能座舱产业趋向于跨界、融合、集成的网状结构。**上游零部件企业寻求后向一体化，下游整车厂寻求前向一体化，独立研发算法和智能硬件，与此同时，新兴互联网公司与传统整车、零部件企业进行深度合作，共同推出智能座舱整体解决方案。对于整车厂而言，其拥有成熟的汽车研发、生产、供应链体系，但相对来讲软件开发实力略有不足，缺乏良好的生态体系。对于新兴互联网公司而言，其具备完善的应用生态、强大的系统开发能力，但缺乏与相关行业经验，对硬件的集成开发的能力相对较弱。对于 Tier1 供应商而言，其独特优势在于系统定制能力和丰富的车规级硬件开发经验

图表 60：智能座舱产业链构成



来源：亿欧，国金证券研究所

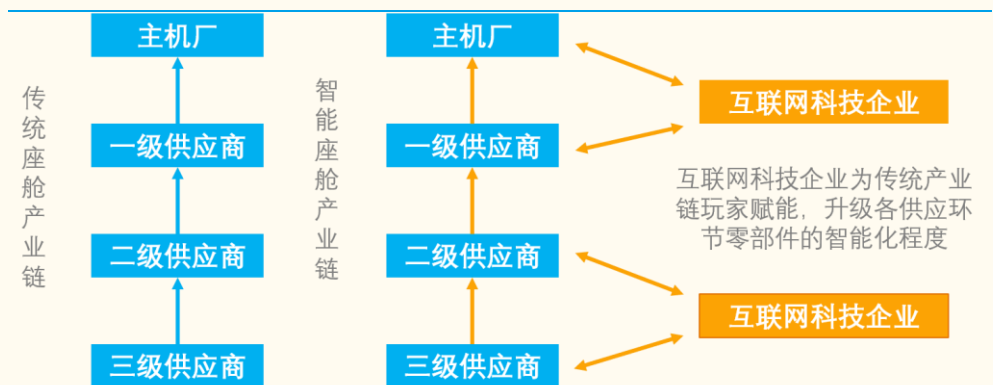
图表 61：智能座舱产业流程



来源：亿欧，国金证券研究所

- **算法软件数据将成为价值链重心。**互联网和科技公司在产业中占比升高，他们在算法、芯片、网络连接和生态系统搭建上占据优势，而传统主机厂和 Tier 1 则在汽车传统的生产制造环节有丰富经验。未来可能主要为两种跨界模式：一是传统车企和 Tier 1 与互联网巨头合作，比如上汽和阿里。车企将相对封闭的生产数据一定程度开放给互联网企业，用于座舱智能化的升级；二是零部件大厂收购有发展潜力的科技公司，从而掌握核心技术。长期来看，整个汽车价值链的重心将从硬件生产制造逐渐转向系统、算法等软件层面，掌握核心软件能力、数据的互联网公司，及转型及时的主机厂将占据行业主导地位。国内汽车发展虽然落后国外，但互联网行业一直占据主导，拥有流量和生态优势。因此，国内车企、其他供应商借助互联网，有望赶超国外大厂。

图表 62：智能座舱产业链变化



来源：亿欧，国金证券研究所

- 从企业类型来看，无论是传统国际品牌，还是造车新势力和国内自主品牌，在智能座舱上都积极布局，近一两年都有产品完整落地。从交互方式来看，自然语音识别方式以其符合正常对话逻辑、良好的交互体验得到了众多品牌认可，造车新势力、国内自主品牌以及奔驰、宝马、奥迪都搭载了自然语音识别模块。从操作系统看，大部分企业有自研或自有的、以 QNX、Linux 和安卓底层构架的配套操作系统。芯片方面，高通和英伟达市场认可度依旧很高。中控屏和仪表盘则呈现了明显的大屏集成偏好，全液晶中控屏和仪表盘快速渗透自主品牌及造车新势力，而 HUD 主要为选装搭载，渗透率相对较低。

图表 63: 不同车企加快布局智能座舱情况

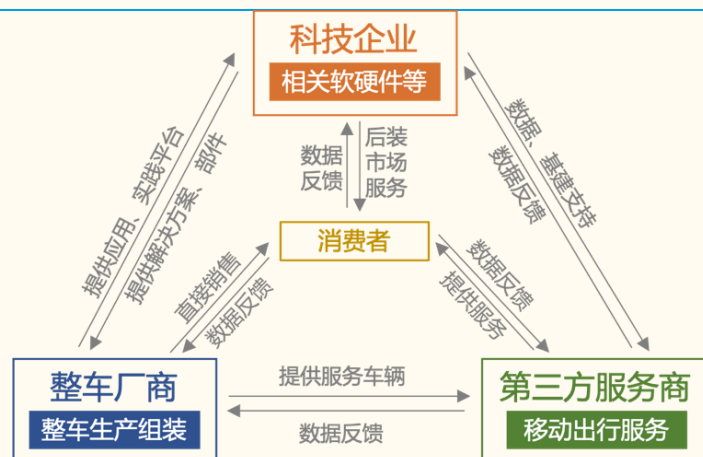
分类	企业	交互方式	操作系统	芯片	中控屏(寸)	仪表盘(寸)	HUD	
国际品牌	奔驰	自然语音识别	MBUX	英伟达	双 10.25 寸		可选装	
	宝马	自然语音+手势	iDrive		12.3	12.3	部分标配, 可选装	
	奥迪	自然语音识别	MMI		上 10.1+下 8.6	12.3	可选装	
	标致	条目式语音指令	Blue-i	未披露	8	12.3	-	
	丰田		-		9	7		
	福特		SYNC		8	4.2		
自主品牌	荣威	自然语音识别	AliOS	高通	10.4	3.5		-
	名爵		AliOS		10.1	-		
	比亚迪		DiLink	高通骁龙	12.8	5		
	吉利		GKUI	高通	8	7		
造车新势力	特斯拉	自然语音识别	自研	英伟达	整合至一块 15 寸		-	
	拜腾	手势+面部+自然语音	自研	未披露	一块 48 寸, 方向盘搭载 7 寸			
	蔚来	自然语音识别	NOMI	英伟达	10.4	8.8		可选装
	小鹏		Xmart OS		15.6	12.3		-
	威马		自研	未披露	12.8	12.3		

来源: 公司官网, 亿欧, 国金证券研究所

1.6 整车厂与第三方服务

- 经过各层级的技术研发，最终由整车厂进行技术集成与生产组装，完成无人驾驶产品的生产末环。整车厂商为关键技术企业提供应用、实践平台，科技企业直接向整车厂商提供解决方案、部件。生产组装完毕的整车，一部分直接销售到消费者端，一部分成为第三方服务商的服务供应车辆。此类服务商一般为移动出行服务商，提供服务所得的数据反馈将协助整车厂及科技企业调整产品研发。部分整车厂也在向第三方服务商转变，或与之开展深度合作，整个无人驾驶产业链呈现生态化、网状化趋势。

图表 64: 车联网产业结构中整车厂与第三方服务环节



来源：《车联网网络安全白皮书（2020年）》，国金证券研究所

- **整车厂商也在积极布局智能网联汽车产业。**新兴车企（蔚来、零跑、理想、小鹏、奇点等）具备后发优势，在研发方面普遍优于传统车企，科技嗅觉更灵敏，部分智能网联相关技术已成为产品亮点。传统整车厂商（一汽、广汽、北汽、长安、吉利、奇瑞等）在智能网联领域的发展相对较缓，在软件算法等领域开发能力相对不足，多数选择以收购或战略合作的方式与科技企业共赢。整车企业的布局加速了智能网联产品的适配应用，促进了相关技术的迭代升级，保障了无人驾驶产业乃至智能网联汽车行业持续快速发展。

图表 65：新兴与传统整车厂商无人驾驶规划（部分）

新兴 厂商	蔚来	2020年11月，与英特尔旗下自动驾驶技术公司 Mobileye 达成战略合作，基于蔚来第二代整车平台打造 L4 级别自动驾驶车型，预计 2022 年交付。重启 L4 级自动驾驶自研项目，目前正处于团队组建、数据采集阶段。
	拜腾	2018 年与自动驾驶技术公司 Aurora Innovation 达成战略合作，帮助拜腾实现 L4 级别自动驾驶能力，同年发布概念车型 K-Byte Concept，规划将在 2021 年投放市场，并具备 L4 级的自动驾驶能力。
	理想	现阶段全系标配 L2 级别的高级辅助驾驶系统。2020 年 9 月，与芯片公司 NVIDIA 及汽车电子公司德赛西威签订战略合作协议，计划下一步很快实现 NOA（自动辅助导航）和更多的 L3 应用场景，并希望到 2025 年实现 L4。
	小鹏	2020 年 4 月，与 NVIDIA 继续合作，下一代智能纯电车型将继续搭载 NVIDIA AI 自动驾驶计算平台。4 月 27 日具备 L3 级别自动驾驶功能的“小鹏 P7”正式上市，成为首款搭载 NVIDIA DRIVE AGX Xavier 自动驾驶平台的量产车型。
	零跑	2020 年 11 月，零跑 C11 首发亮相，配备“Leap Pilot 智能驾驶系统”，可实现 L3 级智能驾驶功能，并可后续通过 OTA 升级到 L4 级别。
	奇点	2018 年 11 月，宣布采用 NVIDIA DRIVE AGX Xavier AI 芯片研发下一代自动驾驶汽车，计划于 2019 年正式完成 L3 技术研发，2020 年实现 L3 自动驾驶量产落地，但目前暂无进展。
	车和家	2018 年提出要打造用于移动出行的 Robo-taxi（SAE L4），到 2025 年量产并投入商业化运营。
	特斯拉	2020 年 10 月，根据测试，FSD（完全自动驾驶）Beta 套件部分已经实现 L4 级别的功能。
传统 厂商	一汽	2019 年 12 月，百度宣布将与红旗合作量产 Robotaxi。2020 年初，一汽红旗计划在 2020 年实现 L3 级别自动驾驶车辆的量产，在 2021 年实现 L4 级别自动驾驶车辆的量产。搭载 L2.5 级驾驶辅助的红旗 H9 于 8 月上市。2020 年 10 月，中国一汽与小马智行就自动驾驶技术领域达成合作，共同探索 L4 级自动驾驶系统的前装量产及商业运营模式。
	广汽	2019 年 10 月，广汽埃安 LX 上市，搭载 L3 级别的 ADiGO 3.0 自动驾驶系统，实现高精地图全路段全速域脱手自动驾驶。
	本田	2020 年 11 月，宣布计划在 2021 年 3 月底前开始销售配备了 L3 级自动驾驶系统的 Legend 豪华轿车，日本政府已经向本田的“Traffic Jam Pilot”颁发了安全认证。
	北汽	力争在 2025 年之前实现 L4 级自动驾驶产品量产，及 L5 级完全自动驾驶技术的开发成熟。
	长安	2020 年 3 月实现中国首个 L3 级有限自动驾驶技术体验，待道路条件以及法律法规完善后，配备 L3 级自动驾驶系统的长安 UNI-T 将正式进入市场。计划在 2022 年逐步开始量产 L4，2025 年实现 L4 级量产。
	长城	与 L3 级别自动驾驶系统配合使用的新一代转向机将在 2021 年正式投产，届时搭载 L3 自动驾驶系统的长城新车将随之发布。
	奇瑞	2020 年 9 月，基于@Pilot 实现 L2+级自动驾驶辅助的奇瑞蚂蚁上市。
	吉利	2019 年表示将于 2020 年实现 L3 等级自动驾驶车型的大规模量产，但根据 2020 年 11 月最新上市的星瑞来看，还远远未达到 L3 级别要求。2020 年 9 月，发布 SEA 浩瀚架构及概念车 ZERO Concept——首发 Mobileye EyeQ@5H 高算力 AI 芯片，搭载的 CoPilot 自动驾驶辅助系统由 Mobileye SuperVision 系统提供技术驱动。
	宝马	自动驾驶辅助系统 Pro 属于 L2 级别；iX 系统已经具备 L3 级自动驾驶能力，将于 2021 年下半年量产。
	奔驰	计划 2021 年下半年推出 L3，S 级轿车有望成为该公司首款具有 L3 功能的车型，目标是升级至 L4。

来源：公司官网，国金证券研究所

- **第三方服务商**主要是为未来移动出行进行开发与测试、为公众和商业运输提供移动出行服务的公司等，包括网约车平台、无人驾驶出租车、无人送货车、接驳车等服务商，如 Uber、Grab、2getthere、Bestmile、滴滴出行、神州优车、首汽约车等。剥离司机角色，打车和租车或许在未来殊途同归。科技企业在算法上具有优势，然而相对缺乏产业数据，因此深耕产业的出行公司，或将成为下一步无人驾驶的突破点。

图表 66: 第三方服务商无人驾驶规划 (部分)

滴滴出行	2020 年发布定制网约车 D1; 计划于 2025 年推出 D3, 普及 100 万辆, 搭载自动驾驶功能; 2030 年希望去掉驾驶舱, 实现完全自动驾驶。2020 年 6 月在上海嘉定区进行无人驾驶网约车试点。
文远知行	计划 2021 年在部分城区开展真正无人驾驶的 Robotaxi 运营, 争取再过 3-4 年, 在一个城市的大部分区域实现全无人出租车运营服务。
神州优车	神州“优车智脑”在美国硅谷的实验室已研发出新一代具有自主知识产权的 ADAS 系统(高级驾驶辅助系统), 并且在部分车辆上试行。邀请各研究机构入驻并对整车厂商、政府部门开放, 在优车智脑为核心的基础上推出智慧交通开放平台 (UTOP)。
首汽约车	2017 年与百度达成战略合作, 将共同推动智慧交通建设及车联网、自动驾驶的商业化运行, 百度将向首汽约车提供包括 DuerOS 及 Apollo 平台在内的成套解决方案, 首汽约车将在自己的平台中进行自动驾驶的商业化运营。
Uber	Uber 将自动驾驶部门 ATG 股份交给 Aurora, 并向 Aurora 注资 4 亿美元, 在合并后持有 26% 的股份。此前, Uber 表示自动驾驶部门对使用行业竞争对手的技术持开放态度。
Grab	2016 年已经与无人驾驶软件开发商 nuTonomy 达成合作意向, 2018 年表示与滴滴紧密联系商谈自动驾驶合作。
2getthere	2019 年被采埃孚收购。采埃孚与微软合作致力于建立汽车市场的数字云平台; 与图森未来合作, 进一步推动无人驾驶卡车的技术研发和商业化落地; 与 Aeva 共同研发全新的自动驾驶汽车传感器 (LiDAR)。
Bestmile	2019 年与自动驾驶出行解决方案公司 Beep 建立合作关系, 将利用 Bestmile 的车队编排平台, 规划、管理和编排自己的自动驾驶接驳车车队。2018 年与自动驾驶操作系统公司 Renovo、自动驾驶车辆技术提供商 OhmioAutomotion 公司达成合作。

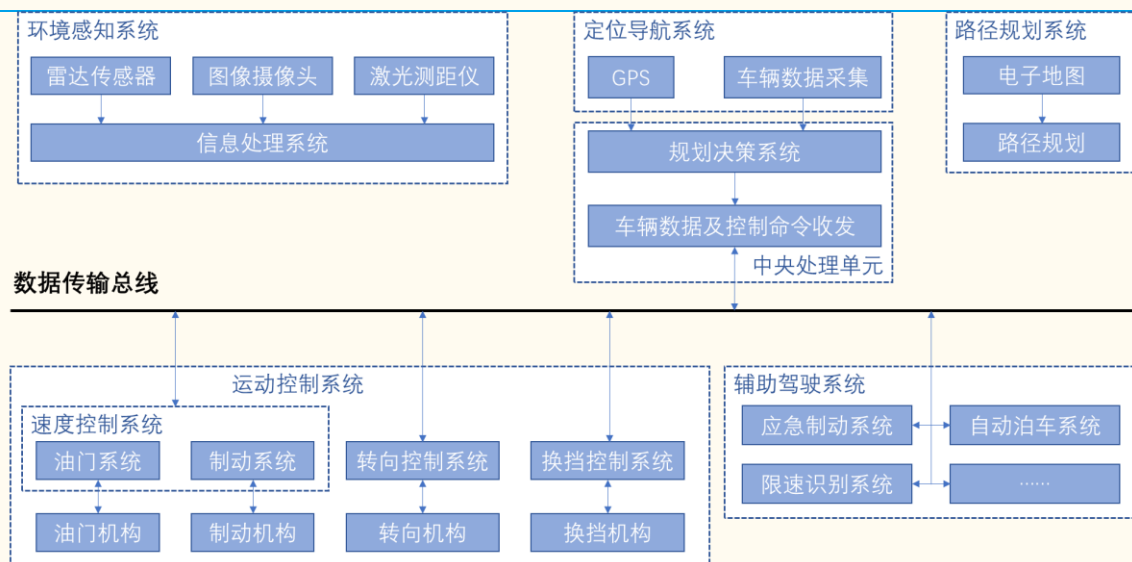
来源: 公司官网, 国金证券研究所

二、自动驾驶技术路径探究

2.1 单车智能 VS 车路协同: 各有千秋, 未来趋于协同

- 按照技术路径, 无人驾驶当前主流有两种实现路径: 一是基于单车感知和高效算法决策的**单车智能模式**, 二是基于道路基站和车辆进行通信、通过云端调控的**车路协同模式**。
- 单车智能模式痛点无可回避**。从目前表现来看, 单车智能存在许多弱点: 首先是多传感器融合问题, 以及随之而来的对芯片性能的要求; 无人驾驶依靠 AI, 但 AI 黑箱效应难以克服; 自动驾驶 110 亿英里的道路检测难以实现; 全自动驾驶有几百万极端工况, 软件设计难以保证和验证; L3、L4、L5 自动驾驶成本极高, 单车均价约 20 万美元, 难以进入私家车领域; 全自动驾驶汽车实际行驶安全难以保障。

图表 67: 单车智能技术框架



来源: 参照系, 国金证券研究所

- 车路协同是单车智能的延伸和拓展**。单车智能是车路协同的基础, 如果没有单车智能, 智能网联就没有基础平台, 更重要的是在路侧没有铺设智能设备、通讯受到干扰、智能路侧设备出现故障时, 单车智能保证汽车安全行驶。此外, 在车路协同无法覆盖的区域以及极端场景中, 还是需要依赖

单车智能自动采取行动。而由于单车智能不可忽视的痛点，车路协同形成单车传感器的性能延伸，缓解计算平台算力压力，对于高级别自动驾驶不可或缺，基于场景来看锦上添花，能够加快汽车产业化落地，无论在时间或空间维度实现更全面的覆盖。

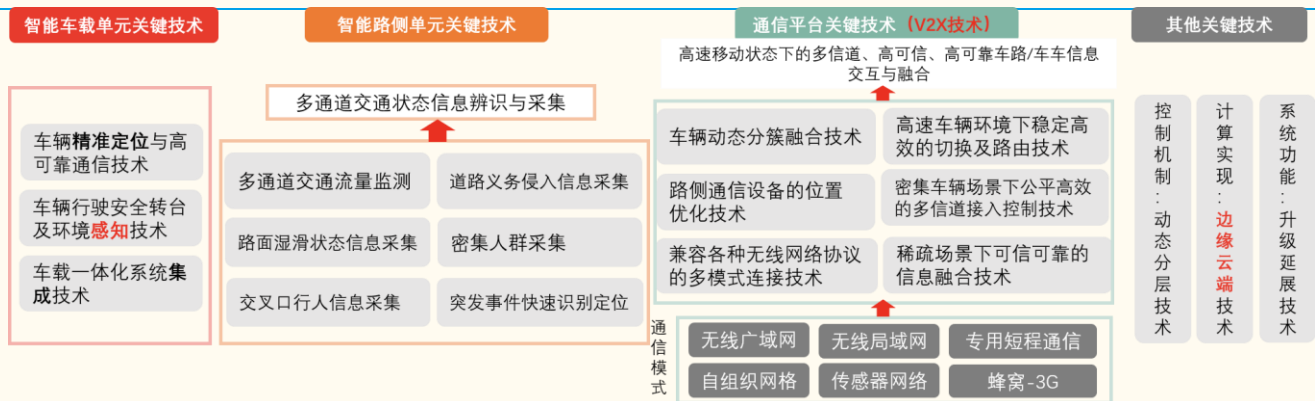
图表 68：车路协同联网体系示意图



来源：中国信息通信研究院，国金证券研究所

- 车路协同系统的基础技术包括四个部分，可依据构成划分为智能车载单元关键技术、智能路侧关键技术、通信平台关键技术和其他关键技术，其中V2X是车路系统核心的基础技术。

图表 69：车路协同系统关键技术



来源：金溢科技，头豹研究院，国金证券研究所

- 智能车载单元，借助当前主流的LTE-V2X以及新一代5G-V2X信息通信技术，实现车辆之间、车路之间、车与行人、车与云端之间的全面信息交互。从产业结构角度来看，车载终端主要包括通信芯片、通信模组、终端设备、V2X协议及V2X应用软件。整个车载终端的产业结构包括硬件和软件产业参与者。
- 智能路侧系统，在车路协同体系中，通过部署智能设备，收集路侧信息。其通过智能传感器设备，结合智能车载信息，提供危险驾驶提醒、车辆违章预警、道路异常提醒、道路拥堵分析、交叉路口、协调调度等功能。整个系统的运转流程是：通过架设在道路侧传感器感知到的实时道路信息与车辆共享，使车辆拥有超视野感知能力，提供较全面的路侧环境信息，与车辆进行信息数据共享，同时将车侧信息收集至云端，最终进行应用。按照职能板块划分，智能路侧系统主要包含智能基础设施板块、智能传感器板块、通讯计算板块等：智能基础设施类板块主要包括信号灯控制机、电子指示牌、北斗差分基站等设备要素；智能传感器板块主要包括激光雷达、高清摄像头、毫米波雷达等，可探测车辆状态、道路实时状况等；通讯计算板块则是指其中

的通信管道，包括 LTE/NR 模组，能够支持数据传输等。同时，在路侧单元一些实时信息需要在边缘侧进行数据计算，以解决道路交通中的应急事件。

图表 70：智能车载终端产业图谱



来源：亿欧，国金证券研究所

图表 71：智能路侧市场部分相关企业布局情况

企业	布局情况
千方科技	提供"管慧公路解决方案"，全面面向公路建设、管理、养护，数据运营、出行服务等。
华为	目前已有六家国内外车企搭载了其 LT-V2X 车载终端类测试。
Apollo	在路侧感知传感器方案、算法、V2X 终端硬件及软件方面均有布局。
银江股份	产品包括城市交通智能化管控体合平台系统、城市交通智能化诱导系统、快速公交信号优先控制系统等。
皖通科技	从事高速公路信息化建设领域的系统集成、应用软件开发及运行维护业务。
捷顺科技	正研发智能停车，产品涵盖智能停车管理系统、智能门禁管理系统等。
四维图新	提供电子号款定位服务。

来源：企业信息整理，国金证券研究所

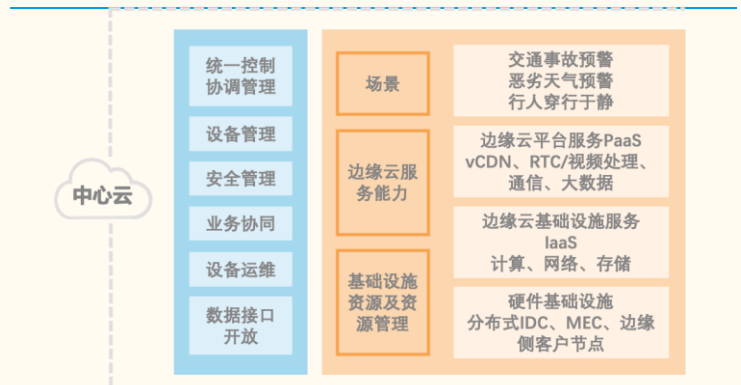
- **通信平台**，作为车路协同中的连接管道，主要负责提供车与车、车与路间实时传输的信息管道，通过低延时、高可靠、快速接入的网络环境，保障车端与路侧端的信息实时交互。目前，车路协同的底层通信技术较为通用的是 DSRC（专用短程通信）和基于蜂窝网通信技术演进的 C-V2X。C-V2X 起步相对较晚，但其基于蜂窝通信技术，可移动性、可靠性强，具有前向兼容性的 5G 演进路线，未来可支持自动驾驶，中国布局领先。
- **云控平台**，在车路协同产业发展中承担着“指挥者”的角色。云控平台包括云控基础平台和云控应用平台。云控平台能为智能汽车及其用户、管理及服务机构等提供车辆运行、基础设施、交通环境、交通管理等动态基础数据，具有高性能信息共享、高实时性云计算、大数据分析、信息安全等基础服务机制，是支持智能网联汽车实际应用需求的基础支撑平台。在应用层面，云控平台的搭建能够增强智能网联驾驶服务能力，降低交通事故伤亡几率，减少交通拥堵时间，提升交通效率。目前，通过云控基础平台的物理架构，已经基本形成车端-边缘云-区域云-中心云四级支撑体系。

图表 72：车路协同通信技术平台布局情况

通信芯片	
中国信科集团	已发布 PCS Mode 4 模式的 LTE-V2X 测试芯片模组
华为	发布了支持包括 LTE-V2X 在内的多模 4.5G LTE 调制解调芯片 Balong 765
高通	发布了支持 PCS 单模的 9150LTE-V2X 芯片组
通信模组	
大唐高通	发布了业界首款 LTE-V 商用通信模组 DMD31，并发布量产车规级模组 DMD3A
华为	发布商用车规级通信模组 ME959
高通	高通联合移远发布了 LTE-V2X 通信模组 AG15
高新兴	推出了支持 LTE-V2X 的车规级通信模组 GM556A
通信基站	
华为	已推出测试用 LTE-V2X 基站
上海诺基亚贝尔	将提供 LTE+MEC 的基站产品

来源：亿欧，国金证券研究所

图表 73：云控平台服务能力



来源：边缘云计算技术与标准化白皮书，国金证券研究所

- **车路协同优势：安全、高效、低成本、落地更快。** 相较单车智能，车路协同的路径具有四个优势：
- **安全角度**，车路协同可以做到超视距感知，路边单元通过自身传感器帮助补充了车辆无法感知的道路信息，抹去探测死角，实现协同决

策，根据华为数据，单车智能目前能够识别 60%左右交通事故，而 V2X 技术能够避免超 96%交通事故；

- **效率角度**，一方面，路边单元使用市点，突破了车载能源限制，解决计算瓶颈问题，大幅提高车辆决策能力；另一方面，不同于单车智能个体优化决策，车路协同方案通过中央计算中心实现宏观角度的全局统筹优化，根源上解决拥堵问题，提升交通效率；
- **成本角度**，根据中智行数据，普通道路改造升级为智能道路所需成本不到人民币 100 万/公里，中国有 485 万公里道路，3 亿辆车，车路协同解决方案将在每辆无人驾驶汽车上节约 2 万元以上，整体成本将节省 1 亿以上；
- **落地角度**，车路协同节省大量人工智能网络单车深度学习的时间，由于车辆互联，车路协同深度学习总时数远多于单车智能深度学习时间，短期内不仅能解决拥堵问题，还能获得更好的单车智能效果。

图表 74：我国车路协同落地项目（部分）

时间	项目
2018.04	百度与长沙合作建设自动驾驶与车路协同创新示范城市
2018.05	无锡车联网（LTE-V2X）城市级应用示范项目正式签约
2018.09	阿里巴巴达摩院和交通运输部公路科学研究院达成战略合作
2018.12	华为携手北京市首都公路发展集团有限公司及其下属震速通公司、奥迪中国完成全国首例实际高速公路场景车端协同测试
2019.01	华人运通在盐城直布，落地全球首条车路协同自动加速智能化通路
2019.01	蘑菇车联网车路协同方案落地顺义智能网联汽车特色小填
2020.06	雄安新区绿色智能交通先行示范区车路协同体验活动开启
2020.07	福特中国直布 C-V2X 车路协同功能年底将上车

来源：各公司官网，官方公众号，国金证券研究所

- **车路协同体系亦面临挑战**。车路云一体化运行不乏挑战：车辆层面，无论是融合感知还是协同决策，车路联合实现实时有效协同是难题；交通层面，除了要提高自动驾驶汽车性能，还要解决交通拥堵和联合管控，技术上面临着高可靠、低延时的数据交互问题；计算资源开发方面，如何将大数据挖掘、计算等及时有效输送到末端面临挑战等。

2.2 中国无人驾驶路径以单车智能结合车路协同

- 关于“单车智能”还是“车路协同”，一直存在诸多研究与争论。“单车智能”倾向于车辆自身的自动驾驶能力，能够精准及时地感知、决策、控制，从而实现无人驾驶；“车路协同”则更注重全局优化，通过车车、车路信息交互达到智能协同，为无人驾驶构建一个更完善的生态环境。
- **单车智能与车路协同各有优劣，理想状态下可形成互补**。单车智能在车路网络出现漏洞等极端情况下能够保证车辆的安全行驶，而车路协同能够实现信号源传输、超视距通信、多个检测视角等单车无法做到的场景。理想状态下，单车智能和车路协同能够优劣互补，从而达到最佳无人驾驶状态。

图表 75：单车智能与车路协同的优劣势对比

	单车智能	车路协同
优势	专注车辆本身智能化，需对道路基础设施进行全局的智能化网联化更新。	通过相关基础设施的协同运作，更有可能达成交通的统一调度，从而大大提高交通效率、降低事故率。
劣势	缺少车车、车路交互也导致其对整体交通情况的改善程度有限。	对网络安全提出了极高的要求，破坏单车网络造成的事故相对较小，若车路协同网络遭受攻击，则可能造成整个交通网络的瘫痪甚至更严重的后果。

来源：国金证券研究所整理

- **我国基本明确了车路协同与单车智能结合的发展道路**。自动驾驶起源于美国，在单车智能领域，我国与美国有较大差距，同时由于我国路况设施复

杂, 相较而言, 将车联网作为发展智能交通、无人驾驶的杠杆着力点, 重点发展车路协同, 则有望实现换道超车。

- **车路协同与单车智能结合发展, 我国拥有基于国情的天然优势。**强大的统筹能力和基建能力使得新技术的研发突破及实施落地具有更高的可行性。无论是聚焦单车的高精尖技术, 还是聚焦全局的基础设施协同, 我国都有能力从研发到测试到法规健全到落地改造的全过程给予深度扶持。
 - **体制层面, 国家统筹能力优势。**我国特殊的国情决定了国家拥有强大的全局统筹能力, 在新技术的研发与落地各阶段皆能发挥其强大的号召引领作用。在车路协同、单车智能关键技术的研发过程中, 国家通过政策优惠等实际手段刺激技术突破。这种统筹能力在车路协同的研究与落地中显得尤为突出, 国家可通过设立测试示范区、牵头大厂合作等方式加速技术研发, 并逐步完成全国范围内的道路基础设施重新规划与升级。过去几年间, 国家大力推动智能汽车产业集群发展, 并积极在各大城市打造先导区及示范区。

图表 76: 国家级智能网联汽车示范区

时间	批复单位	事件
2015.06	工信部	国家智能网联汽车(上海)试点示范区
2015.09	工信部	国家5G车联网应用示范区(浙江云栖小镇、乌镇)
2016.01	工信部	国家智能汽车与智慧交通(京冀)示范区
2016.01	工信部	智能汽车集成系统实验区(i-VISTA)(重庆)
2016.11	工信部	国家智能网联汽车与智慧交通吉林(长春)示范区
2016.11	工信部	国家智能网联汽车与智慧交通湖北(武汉)示范区
2017.07	工信部、公安部	国家智能交通综合测试基地(无锡)
2017.11	工信部	国家级中德智能网联汽车四川试验基地(成都)
2018.03	工信部	国家基于宽带移动互联网智能网联汽车与智慧交通应用示范区(广州)
2018.07	工信部	国家智能网联汽车应用(北方)示范区
2019.05	工信部	国家级江苏(无锡)车联网先导区
2019.12	工信部	国家级天津(西青)车联网先导区
2020.09	长三角三省一市 经信部	国家级长三角区域车联网先导区
2020.10	工信部	国家级湖南(长沙)车联网先导区

来源: 工信部, 国金证券研究所

- **战略层面, 具备国家政策支持。**早在2011年科技部就将“智能车路协同关键技术研究”列入863计划重要课题。2015-2020年, 政府集中发布了多个车联网(狭义上车联网等同于车路协同)相关政策, 进一步完善车联网标准体系建设、推动智慧公路示范项目和车联网先导区的试点应用。工程院院士李德毅表示, “人、车、路”三大要素结合是我国发展自动驾驶和智能网联的特色, 我们尝试在车、路上同时作出创新, 走出有中国特色的智能网联道路。

图表 77: 车路协同相关政策

时间	单位	文件名	相关内容
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等无线网络关键技术研发与产业化, 全面构建通信和计算相结合的车联网体系架构。推动完善车联网产业基础设施, 构建基于LTE-V2X、5G-V2X等无线网络技术的网络基础设施。
2018.12	北京市经信局	《北京市智能网联汽车创新发展行动方案(2019年-2022年)》	持续推进智能网联汽车技术产业化, 强化自动驾驶技术能力, 建设新型整车制造体系。加快建设智能路网设施, 大力发展以车路协同为核心的智能路网技术, 加快开展智能路网改造。建成满足超大城市出行需求的交通云等。
2019.06	江苏省工信厅等	《江苏省推进车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划(2019-2021年)》	聚焦车联网车路协同、5G通信、C-V2X等行业共性和关键技术, 打通C-V2X端到端全产业链的技术瓶颈。提升C-V2X网络覆盖水平, 推进道路设施数字化改造, 建设新型交通基础设施, 推进智能平台互联互通。
2019.09	中共中央、国务院	《交通强国建设纲要》	推动大数据、互联网、人工智能、区块链、超级计算等新技术与交通行业深度融合。

2019.12	天津市工信局	《天津市车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划》	加快关键核心技术攻关(视觉传感器、超声波雷达、5G-V2X等产品),加强基础设施建设包括道路数字化升级改造、车联网大数据中心及云平台建设等,加强标准体系建设。
2020.02	国家发改委等11部委	《智能汽车创新发展战略》	到2025年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。
2020.03	工信部	《关于推动5G加快发展的通知》	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,结合5G商用部署,推动5G、LTE-V2X纳入智慧城市、智能交通建设的重要通信标准和协议,开展5G-V2X标准研制及研发验证。
2020.04	工信部	《2020年智能网联汽车标准化工作要点》	加快推进汽车智能化标准制定。协同推动汽车网联化标准制定。
2020.05	江苏省工信厅等	《江苏省车联网产业发展重点任务分解表(2020年-2021年)》	明确“推动产业集群发展、提升自主创新水平、加快基础设施升级改造、加强标准体系建设、拓展示范应用新模式、完善安全保障机制、加快道路测试验证体系建设”七大方面65项重点任务。
2020.06	四川省经信厅等	《关于推进智能网联汽车产业发展的通知》	对复杂环境感知、智能决策控制、人机交互及人机共驾、车路交互等前瞻性关键技术进行突破,并推进高精度传感器、车规级芯片、车载智能终端、激光/毫米波雷达等产品研发与产业化。
2020.07	广州市工信局、广州市发改委	《广州市加快推进数字新基建发展三年行动计划(2020-2022年)》	依托广汽集团等龙头企业探索车联网发展技术路线和技术标准,结合车联网建设推出量产型智能网联汽车,建设环大湾区车路协同试验网。打造集线控底盘芯片、软件、传感器及终端设备为一体的“汽车大脑及神经系统”以及车联网路侧设备、边缘云区域云产品等全产业链体系。
2020.10	国务院	《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》	发展一体化智慧出行服务。加快建设涵盖前端信息采集、边缘分布式计算、云端集中管控的新型智能交通管控系统。推进交通标志标识等道路基础设施数字化改造升级。
2020.11	中国智能网联汽车创新中心	《智能网联汽车技术路线图2.0》	“人-车-路-云”高度协同,提高通信网络、道路交通、地图定位等智能化基础设施覆盖度。

来源:各部门官网,国金证券研究所

- **技术层面, 5G 全球领先创造机会优势。**在超强感知、智能规划、智慧调度等方面,将AI赋能的单车智能和5G相结合,为单点智能的车加装上全天候、全场景、360度的“千里眼”和统筹全局的“智慧脑”,实现车、路、人、基础设施的万物互联和万物互控。每辆车都将成为信息的接收者、中转者、处理者和发出者,全局调配将在一张城市智慧网上运行实现。

图表 78: 5G 技术传输速率高、网络容量大、延时短

时间	4G 参考值	5G 参考值	提升倍数
用户体验速率	10Mbps	0.1-1Gbps	10-100 倍
峰值速率	1Gbps	20Gbps	20 倍
流量密度	0.1Tbps/km ²	10Tbps/km ²	100 倍
连接数密度	10 ⁵ /km ²	10 ⁶ /km ²	10 倍
空口延时	10ms	1ms	0.1 倍
移动性	350km/h	500km/h	1.43 倍
能效	1 倍	100 倍提升	100 倍
频谱效率	1 倍	3-5 倍提升	3-5 倍

来源: 亿欧, 国金证券研究所

- **环境层面, 新基建全面助力车路协同。**新基建主要涉及汽车行业两大板块: 新能源汽车基础设施与智能网联汽车基础设施。补齐新能源汽车基础设施能助推新能源汽车产业发展, 加强智能网联汽车建设将大幅提升汽车智能化水平, 最终提升车辆出行效率, 改善用户出行体验。2020年4月, 国务院常务会议中, 着重提到了推动车联网、智慧城市等发展建设, 意味着新基建将成为重要推手。

图表 79: 2020 年车路协同布局新进展

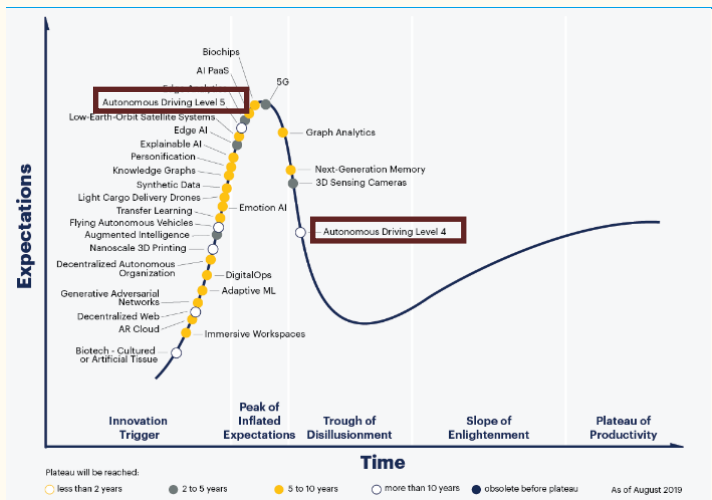
重庆	3月7日, 重庆两江新区新基建智能网联专场活动举办, 签约项目总投资 62.8 亿元。
山西	3月24日, 山西省“交通强国建设试点自动驾驶车路协同示范区(城市路段)项目将在阳泉市进行车路协同规划建设。
上海	5月7日, 上海市经信委表示, 在智能网联汽车方面, 上海将重点建设安事国家智能网联汽车等 3 个示范区和车联网云一体化等示范项目, 总投资超过 20 亿元。
无锡	5月10日, 无锡市政府表示将着力布局车联网“新基建”, 创新部署打造示范样板工程。
沧州	5月14日, 沧州市直布开放第二批智能网联汽车测试路网推安新区。
雄安	6月5日, 雄安新区绿色智能交通先行示范区车路协同体验活动。
江苏	6月17日, 江苏省发布了《江苏省智能网联汽车集群产教融合推进工作方案》。
青岛	6月22日, 青岛明确将打造全业态、全场景、全智能的全球首个“智慧新生活之城”。
天津	6月28日, 天津港(集团)有限公司、宣布将打造全国首个港口智能网联测试示范区项目。

来源: 各政府官网, 国金证券研究所

2.3 渐进式 VS 跨越式: 传统车企渐进式, 互联网与造车新势力跨越式发展

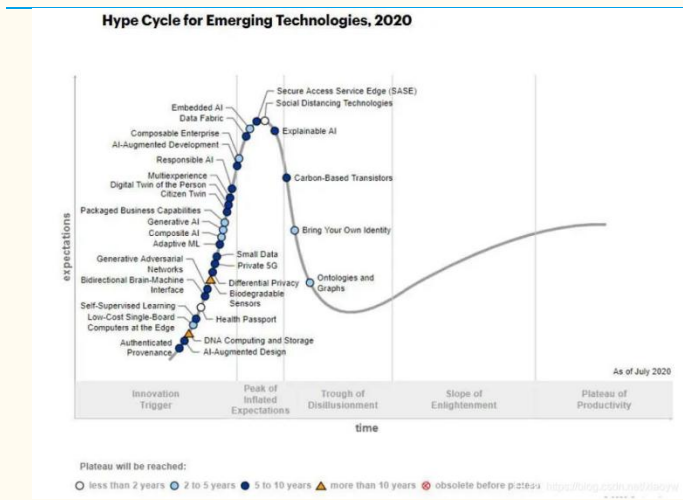
- **自动驾驶行业格局逐渐稳定。**目前自动驾驶、智能互联是汽车行业发展的方向, 传统车企和一些互联网巨头都纷纷入局无人驾驶领域。根据 Gartner2019 年新兴技术成熟度曲线, L5 级自动驾驶属于期望膨胀期, L4 级自动驾驶属于幻灭期。商用车 L3、L4 无人驾驶已经在矿山、港口、物流等流域落地, 而乘用车无人驾驶落地项目主要集中在传统车企 L2+和 L3 级量产车型和特定场景自动驾驶方面。目前无人驾驶技术逐步迈向成熟, 新入局者减少, 2020 年新兴技术成熟度曲线中自动驾驶被移出榜单。

图表 80: 2019Gartner 新兴技术成熟度曲线



来源: Gartner, 国金证券研究所

图表 81: 2020Gartner 新兴技术成熟度曲线



来源: Gartner, 国金证券研究所

- 从技术发展路径上看, 自动驾驶发展路径主要分为渐进式、跨越式和特定场景式等三种。渐进式以传统车企为主, 跨越式以互联网和造车新势力为主, 特定场景式则以商用车率先落地。







图表 82: 自动驾驶不同发展路径对比

	渐进式自动驾驶	跨越式自动驾驶	特定场景式自动驾驶
传统车企	丰田、大众、奔驰、宝马、通用、福特、吉利、长安等	互联网巨头	矿山车 踏歌智行、慧拓智、易控智驾等
新势力车企	特斯拉、蔚来、小鹏、理想、威马、华人运通等		Waymo、百度 Apollo、Apple、Amazon、华为、滴滴等等
零部件巨头	博世、大陆、电装等	初创公司(部分被收购)	接驳巴士 百度、驭势科技、宇通客车等
		Cruise、ZOOX、Argo AI、Aurora、Poni.ai 等	环卫车 深兰科技、仙途智能、女娲机器人、沃尔沃等
			快递车 新石器、白犀牛、京东、菜鸟、美团等

来源: 太平洋汽车, 国金证券研究所

- **传统车企的渐进式发展：**传统车企为了维持自己的市场地位和品牌竞争力，不能坐视新兴企业挤占空间，必须在无人驾驶领域有所研发。相比于互联网公司，传统车企显得更加“渐进”，即一步一个脚印，慢慢从低级自动驾驶迈向高级自动驾驶，一般从L1级起步，慢慢到L2及以上。
- **渐进原因主要为量产和安全：**一是考虑量产的可能性，相比于互联网企业的概念车已经考虑L4、L5的智能驾驶，传统车企在成本和量产的压力下目前主要停留在L2.5、L3驾驶。二是为了安全会造成技术上的妥协，一旦发生事故对于品牌形象受损更大，所以传统车企即使使用了无人驾驶技术也不会设计太复杂的功能或太高的最大车速。
- **并购新兴企业，拥抱新时代。**传统车企面对技术上的劣势，一方面在自己研发，一方面也会和互联网企业或新兴技术企业合作，如与华为合作的车企达几十家；另一方面也在收购初创企业，如通用收购了Cruise，福特收购了Argo AI，不断夯实技术底蕴，开发新车型。
- **L2+早已实现，L3启动落地：**早在2018年，主流传统车企就已实现了L2级自动驾驶的量产，并推出了一系列车型。近两年，L2.5、L2.8等L2+车型在市场上占据主流。L3是有条件的自动驾驶，2020年被称为L3元年，虽然有少数类似福特的车企放弃L3直攻L4，但大众、宝马、广汽等车企都宣称已经推出了L3的落地车型和计划。但由于L3标准不一，各大车厂宣称推出的L3车型主要功能有差异。

图表 83：各车企 L3 量产车型（含计划）

	车厂	上市时间	L3 主要功能	
奥迪 A8	大众	2020	在高速或有隔离带的多车道道路，60km/h 以下开启的拥堵辅助（TJP）。	
Aion LX	广汽	2019	在高精地图覆盖的中国高速及城市快速路，实现 0-120km/h 全速域脱手、脱脚自动驾驶。	
UNI-T	长安	2020	在高速或有隔离带的多车道道路，40km/h 以下的 TJP 功能。	
P7	小鹏	2020	全自动高速导航领航（NGPT）；全自动代客泊车；城市拥堵路段的自动驾驶辅助（TJP）。	
iNEXT	宝马	2021（计划）	高精地图覆盖的高速通行路段、天气及环境条件允许车辆所有传感器正常运行、最高时速不超过 85 英里/小时能够自动驾驶。	
S 级	奔驰	2021（未定）	条件允许时无人驾驶系统可完成所有操作，驾驶员完成应答即可。	

来源：各公司官网，国金证券研究所

- **L4 乘用车研究正在路上：**L4 为在限定道路、环境中可由无人操作系统完成所有驾驶操作而不需要人类互动。通用、福特，蔚来、理想，先后都宣布跳过 L3，直接研发 L4 级自动驾驶系统。而未跳过 L3 阶段的车企也并未放弃一直以来对 L4 系统的研发。比如大众在 2019 年宣布成立子公司 VWAT，主攻 L4 自动驾驶的研发，计划在 2021 年推出 L4 级 SUV ID Roomzz 进入中国市场；奔驰计划在 2021 上半年推出 L3 系统的 S 级轿车，在下半年推出 L4 级的 S 级轿车等等。总之，L4 目前还未在乘用车上量产，但各大车企计划在未来三年内能够使 L4 得到应用。

■ **造车新势力的跨越式：**互联网公司和新兴造车企业之所以称为跨越式，在于他们跳过了低级阶段，直接以 L4、L5 级自动驾驶为研发目标。主要参与者包括 Waymo、百度、Cruise、ZOOX、Argo AI、Aurora、华为、苹果、滴滴等。这些企业不以短期的落地量产为目的，而更多考虑未来的概念，所以可以集中成本在实验室的少量车上，其目标更高。

- **技术底蕴强，L4 级乘用在望。**造车新势力们在 5G、智能互联甚至车联网方面人才储备更加雄厚。根据 Navigant Research 发布的 2020 年自动驾驶竞争力排行榜单可以看出，自动驾驶领域的第一第二梯队造车新势力占据大半。互联网巨头和初创公司技术目前已经在 L4 领域发光发热：在商用车领域如无人送货等已经实现 L4 的量产；对于乘用车领域，Waymo 在底特律开设计划量产 L4 汽车的工厂，百度与一汽、威马、长城等合作，计划在 2021 年推出 L4 级量产汽车，华为 ADS 满足 L2-L4 自动驾驶过渡等功能。各大厂商虽然不约而同推迟了实现 L4 的预期时间，但相关技术的发展也在不断进行。

图表 84：2020 年自动驾驶竞争力排行



来源：Navigant Research，国金证券研究所

- **与传统车企合作或被收购，公共交通成布局重点。**虽然互联网巨头与新势力们在软件开发上具有优势，但计算机企业必然需要获取汽车底层的控制方式，及时向底层输送控制指令。所以造车新势力也不能“闭门造车”，需要跟传统车企合作，理解汽车底层逻辑。麦肯锡认为 Robotaxi、长途货运和无人配送是未来自动驾驶商用发展的方向。而 Robotaxi 构架出行平台，按英里收费等前景无疑看起来最为光明。Waymo、百度、Uber、滴滴等巨头以及 ZOOX 等创业平台都有不同的 Robotaxi 服务。目前，北京、上海、重庆、广州、郑州、深圳等城市正在开展无人驾驶出租车、公交车在城市道路上的载人研发测试。

图表 85：造车新势力合作车企及落地情况

名称	合作车企	无人驾驶落地情况
waymo	沃尔沃、捷豹、雷诺、克莱斯勒、戴姆勒等	2018 推出 Robotaxi，已经在凤凰城郊区服务超千名用户，但并未达到 L4；底特律开建全球首个 L4 级别自动驾驶量产工厂；2020 年与沃尔沃合作开发量产 L4 乘用车。
百度	戴姆勒、宝马、福特、一汽、北汽、金龙客车、长城汽车、比亚迪、威马、蔚来等等	2018 年 L4 无人商用车已实现量产；2020 年加码货运车布局；发布高级别智能驾驶解决方案 ANP；Robotaxi 多城开展测试；计划与威马合作 2021 年推出量产 L4 乘用车；计划 2025 年推出 L5 自动驾驶。
Cruise	通用（收购 Cruise）、本田	无人送货与沃尔玛、Dordash 合作，计划今明年落地；今年 1 月推出量产车 Origin，正在路测阶段；Robotaxi 计划无限期推迟；推出第四代智能驾驶车型 Cruise AV。
Yandex	现代、吉利	2017 年推出了首款自动驾驶汽车；今年推出第四代自动驾驶乘用车；商用方面自动驾驶机器人已在莫斯科提供送餐服务。

华为	奥迪、一汽红旗、东风汽车、长安汽车、苏州金龙、宇通客车等等	推出华为 ADS 满足 L2+级 ADAS 高级辅助驾驶系统到 L4 级自动驾驶的平滑演进需求，计划 2022 年量产；10 月底华为为智能汽车解决方案 HI 发布。
Argo AI	福特（投资 Argo AI）、大众	实现迈阿密地区的无人食品配送；10 月推出第四代自动驾驶平台；在美国多个地区开展路测；在卡内基梅隆大学设立自动驾驶研究中心；目前没有量产乘用车计划。
滴滴	北汽、沃尔沃	2019 年滴滴成立自动驾驶公司；今年 6 月滴滴在上海宣布开启自动驾驶载人应用示范项目；计划 2030 年运营 100 万台自动驾驶出租车。
ZOOX	——	被亚马逊收购；今年发布首款 Robotaxi；主要集中商用无人车方向。

来源：各公司官网，国金证券研究所

- **限定场景、商用车自动驾驶率先落地。**在货运、封闭园区等封闭领域，技术需求相对较低，无人驾驶车辆可以逐步代替传统车辆，率先实现商业化。特定场景式自动驾驶有很多种，如露天矿区的无人驾驶矿车、港口与大型工厂的无人驾驶运输车、景区与机场的无人驾驶巴士、园区的无人驾驶环卫车、生活小区与写字楼的无人驾驶快递车等等。它们车辆、行人种类数量少，车辆行驶速度低，场景具有地理约束性，使得从安全和成本考量都足够可行，目前，新石器、智行者、主线科技、慧拓、踏歌智行、驭势科技等初创企业均已在园区、矿区、港口、机场等限定场景下实现试点运营。

图表 86：自动驾驶商用车全局图



来源：亿欧，国金证券研究所

- **自动驾驶卡车商用已成规模。**相比于轿车来说，卡车也可以在各种封闭环境下使用，且高速公路的路况较于复杂的城市路况具有更高的可行性。从 2021 年开始，沃尔玛将在阿肯色州使用全自动货车送货。虽然 2019 年 6 月特斯拉的 semi 重卡上线计划被推迟，Uber 在 2018 年 7 月宣布暂停自动驾驶卡车的研究，但是目前，不少企业在自动驾驶卡车方面已经迎来规模化落地。我国卡车领域领先的图森未来已经开始开发 L4 级自动驾驶卡车；赢彻科技与东风商用车有限公司联合开发的 L3 重卡便顺利完成 A 样车验收；一汽解放、解放挚途与智加科技（PlusAI）联合开发的 L4 级 J7+智慧重卡也即将上市。

图表 87：自动驾驶卡车应用场景

国内车企	方向	自动驾驶等级	车型	国际车企	方向	自动驾驶等级	车型	方向
解放	港口	L4	J7/ICV	戴姆勒	长途运输	L2	Cascadia 卡车	长途运输
	环卫	L4	J6F		特定场地	L4	——	特定场地
	物流	L2	J7	深矿开采			FMX	深矿开采
东风	列队跟驰	L4	天龙 KL	沃尔沃	垃圾回收		FM	垃圾回收
	环卫		天锦		农作物收割		FE	农作物收割
重汽	港口	L4	豪沃 T5G/汕德卡		UD 卡车	列队跟驰		FH
	物流	L3	汕德卡 C7H	码头、工		L4	UD 卡车	码头、工

	矿山	L4	豪沃	福特	厂、仓库 公路物流	L4	F-Vision	厂、仓库 公路物流
陕汽		L3	德龙 X6000	曼恩	高速公路	L4	aFAS 卡车	高速公路
福田	园区物流	L3	欧马可/图雅诺		列队跟驰			列队跟驰
	列队跟驰	L3	欧曼 EST-A	斯堪尼亚	列队跟驰		G410	列队跟驰
红岩	港口	L4	5G 智能重卡	特斯拉	公路物流		Semi	公路物流
北奔		L4	XG90H		列队跟驰		Semi	列队跟驰
江铃		L4	江铃威龙 HV5					

来源：卡车之家，国金证券研究所

- **乘用车商业化受阻，开放道路仍面临技术难题。**对于无人驾驶企业来说，安全问题是重中之重。Uber 因为无人驾驶测试时曾发生致行人死亡的事故，对自动驾驶兴趣大减，并于 20 年 12 月出售旗下自动驾驶公司，率先退出无人驾驶竞争。相比于更加安全的封闭场景，开放道路场景行人、车辆种类众多，路况复杂，汽车行驶速度较快，为保证安全加载的设备也会带来成本的提高。所以推动 L4 级量产化的乘用车售卖目前还未看到希望，而 Robotaxi 作为城市道路典型产品，距离全面应用遥遥无期。
- **法律法规还待完善。**虽然不断有车企宣称已经实现了 L3、L4 的技术标准，但目前包括我国在内，各国仅仅只是划分了测试区域，出台了一些标准，以及派发了零星的无人驾驶路测牌照。许多地区商业部署的法规仍在制定中。而且现有的法律制度、政策、保险体系等，尤其城市道路的无人驾驶安全规范，并不是为自动驾驶时代的交通量身定制的，有诸多问题。
- **Robotaxi 商业前景大，但仍处于探索阶段，**根据蔚来和罗兰的报告，预计 Robotaxi 的市场规模将达到 3500 亿元，所以各大车厂都进行部署，并在多城开展试点。但受制于安全和技术的因素，Waymo 商业化运行缓慢，Cruise 无限期推迟计划，国内百度、滴滴也仅停留在试点阶段。

图表 88：各企业 Robotaxi 进度

Waymo	2017 年推出免费的 RoboTaxi 项目“Early Rider”；2018 年 12 月在凤凰城地区推出一项名为 Waymo One；2020 年发布报告拥有 600 辆左右的自动驾驶车，每周提供 1000 至 2000 次自动驾驶出行服务，在 25 个城市测试车辆；10 月官宣在凤凰城 Waymo One 提供完全无人出租服务。
百度 Apollo	2018 年与长沙签约开始 Robotaxi 计划；2019 年 6 月正式在长沙测试；今年 4 月在长沙大规模免费试乘；10 月在北京特定区域提供免费出租车服务“Apollo Go”；三年计划跑进 30 座城市，完全无人驾驶。
Cruise	2018 年 1 月发布 CruiseAV，计划 2019 年在旧金山提供 Robotaxi 服务，目前该项计划已经无限期推迟 jiahua。
小马智行 Pony ai	成立于 2016 年，专注 Robotaxi；2018 年 12 月开始在广州南沙的核心区域推出 PonyPilot Robotaxi 服务；2019 年 6 月，获得美国加州和广州自动驾驶运营牌照；截止今年，在弗里蒙特、尔湾、广州、北京、上海开展路测，全球订单超过 10 万单。
ZOOX	成立于 2014 年，专注无人驾驶出租车；2018 年拿下加州无人自动驾驶打车服务运营牌照；2020 年末推出新一代 Robotaxi 车型；计划将在旧金山和拉斯维加斯等城市推出叫车服务。
特斯拉	2020 年初，宣布部署 100 万辆 Robotaxi 计划；2020 年末计划实现 Robotaxi 所需的所有功能；2021 年上半年推出 Robotaxi 服务软件 Tesla Network。
Uber	此前在德州、华盛顿等地区开始 Robotaxi 路测；2020 年 6 月量产 Robotaxi 车型沃尔沃 XC90；后因为进展不顺出售自动驾驶子公司。
滴滴	2016 年就开始组建自动驾驶研发团队；2017 年在海外设立 AI 实验室；2020 年独立自动驾驶业务部门，Robotaxi 在上海亮相并路测。

来源：各公司官网，国金证券研究所

三、多重因素促进自动驾驶产业发展

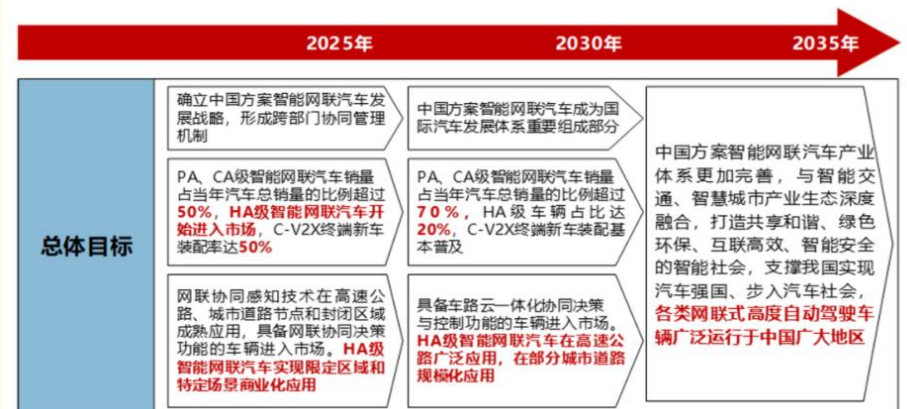
3.1 产业政策驱动

- **政府从安全监管、标准制定到战略发展，车联网政策持续出台。**2017 年 4 月，工信部、发改委、科技部联合发布《汽车产业中长期发展规划》指出

重点支持传感器、控制芯片、北斗高精度定位、车载终端、操作系统等核心技术研发及产业化。2018年，工信部制定《车联网智能网联汽车产业发展行动计划》指出到2020年，车联网用户渗透率达到30%以上，新车驾驶辅助系统（L2）搭载率达到30%以上，联网车载信息服务终端的新车装配率达到60%以上。2019年，国务院发布《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。至2020年2月，11部委联合出台《智能汽车创新发展战略》，意味着车联网产业将在我国迎来高速发展重大机遇。

- **自动驾驶领域产业政策稳步推进。**从2015年至2020年，政府发布多项相关政策，关注点从智能网联汽车细化至自动驾驶汽车。2020年初，国家相继出台《智能汽车创新发展战略》与《汽车驾驶自动化分级》两项方案，进一步明确自动驾驶战略地位与未来发展方向。
- **预计到2025年我国PA、CA级智能网联汽车销量占汽车总销量超过50%，C-V2X终端的新车装配率达50%，2030年渗透率70%，2035年各类网联式高度自动驾驶车辆广泛运行于中国广大地区。**2020年11月11日，中国智能网联汽车产业创新联盟发布《智能网联汽车技术路线图2.0》指出PA、CA级智能网联汽车渗透率要持续增加，2025年达50%，2030年超过70%。C-V2X终端的新车装配率2025年达50%，2030年基本普及，网联协同感知、协同决策与控制功能不断应用，车辆与其他交通参与者互联互通。高度自动驾驶车辆2025年首先在特定场景和限定区域实现商业化应用，并不断扩大运行范围。

图表 89：我国智能网联汽车发展总体目标

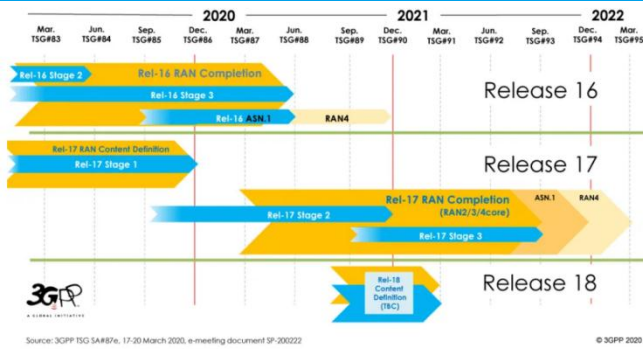


来源：《智能网联汽车技术路线图2.0》，国金证券研究所

3.2 从 LTE-V2X 到 5G-V2X，车联网进入落地期

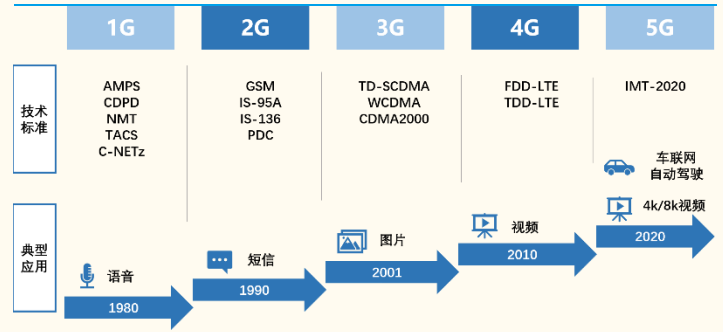
- **5G 建设超预期，车联网、自动驾驶等行业应用加速落地**
 - **R16 标准冻结，5G 将从“能用”晋级到“好用”。**2020年7月，国际标准组织 3GPP 宣布 5G R16 标准正式冻结，标志着 5G 第一个演进版本标准完成。相较于 R15 版本 R16 标准不仅增强了 5G 的功能，向各行业普及 5G 技术并催生新的数字生态产业，而且在网络能力扩展、挖潜以及降低运营成本等方面做了改进，增强了 5G 超可靠低延迟通信（URLLC）的性能。R16 标准的推出，将加速 5G 在垂直行业的需求与消费级市场补贴落地。

图表 90：5G 标准推进路线图



来源：3GPP 官网，国金证券研究所

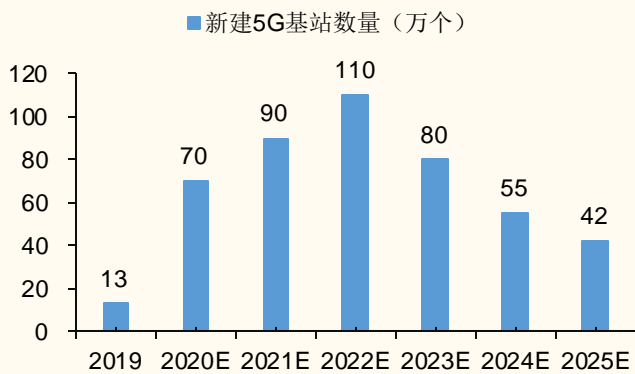
图表 91：通信技术发展历程



来源：亿欧，国金证券研究所

- 5G 基站建设超预期，车联网、自动驾驶等行业应用有望加速落地。** 2020 年 8 月 14 日，工信部副部长辛国斌表示，当前我国 5G 基站建设进度超预期，截至 6 月底，我国 5G 基站累计超 40 万个；截至 7 月底，5G 终端连接数已达 8800 万；下一步将以建设促应用，重点支持面向智慧医疗、虚拟企业专网、智能电网、车路协同车联网等 7 大领域的 5G 创新应用，进一步促进 5G 行业应用落地见效。三大运营商数据显示，截至今年 6 月底，三家基础电信企业累计发展蜂窝物联网终端用户达 11.06 亿户，同比增长 32.7%，其中应用于智能制造、智慧交通、智慧公共事业的终端用户增长分别达到 21.1%、18.2%、21.4%。5G 具有的高可靠、低时延、大带宽等特性实现车与车、车与路、车与人之间的实时通信，是车联网的重要通信网络，推动智能网联化，丰富更多车联网应用场景。

图表 92：中国 5G 基站建设数量预测



来源：前瞻研究院，国金证券研究所

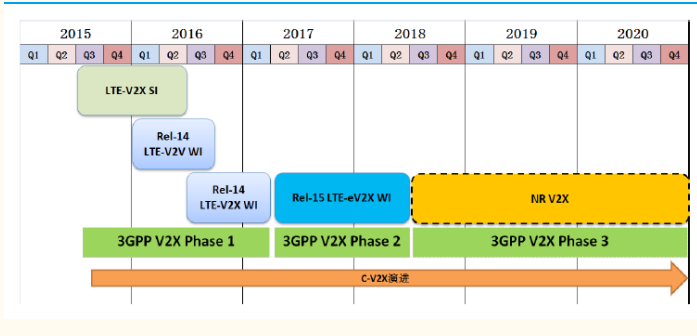
图表 93：5G 时代十大应用场景



来源：华为《5G 时代十大应用场景白皮书》，国金证券研究所

- C-V2X 技术顺利演进，车联网、自动驾驶行业发展驶入快车道。**
 - C-V2X 加快向 5G-V2X 阶段的演进，车联网、自动驾驶发展进入快车道。** C-V2X 的标准化可分为 LTE-V2X（基于 4G）、LTE-eV2X（基于 4.5G）和 5G-V2X（基于 5G 技术）等三个阶段。其中，支持 LTE-V2X 的 3GPP R14 版本标准已于 2017 年正式发布；支持 LTE-eV2X 增强（LTE-eV2X）的 3GPP R15 版本标准于 2018 年 6 月正式完成。但由于基于 4.5G 的 LTE-V2X 仍无法完全满足车联网所需的低时延、高可靠性等要求，车联网行业尽管前景广阔却发展缓慢。随着 R16 标准的固定，5G 技术的超低时延、广连接和高可靠性特征将逐渐显现，可满足车联网数据采集和处理的及时性要求，将推动 LTE-V2X 标准向 5G-V2X 方向的演进，车联网行业有望随着 5G 商用进入快速发展阶段。

图表 94: C-V2X 技术演进过程



来源: 中国信通院, 国金证券研究所

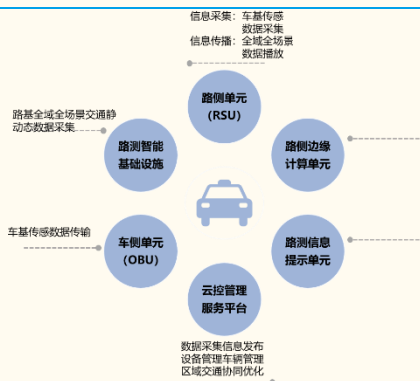
图表 95: 车联网不同发展阶段



来源: 华为《车路一体化智能网联体系 C-V2X 白皮书》, 国金证券研究所

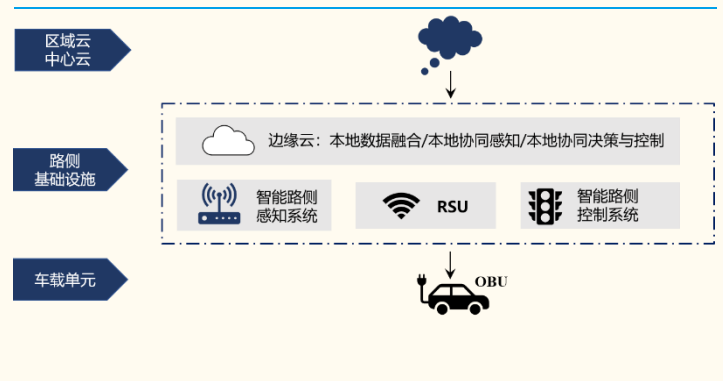
- **V2X 可降低单车智能技术难度, 缩减自动驾驶研发成本。**V2X 在高级自动驾驶中具备配比六项要素: 车侧单元 (OBU)、路测智能基础设施、路测单元 (RSU)、路测边缘计算单元、路测信息提示单元和云控管理服务云平台等。相较单车智能, V2X 增加路侧和云端部署, 可有效降低单车智能技术难度。百度数据显示, V2X 车路协同系统可降低自动驾驶 30% 的研发成本, 接管数下降 62%, 预计缩减国内自动驾驶落地时间达 2-3 年。

图表 96: 高级自动驾驶 (L4 及以上) V2X 六大要素



来源: 千方科技, 国金证券研究所

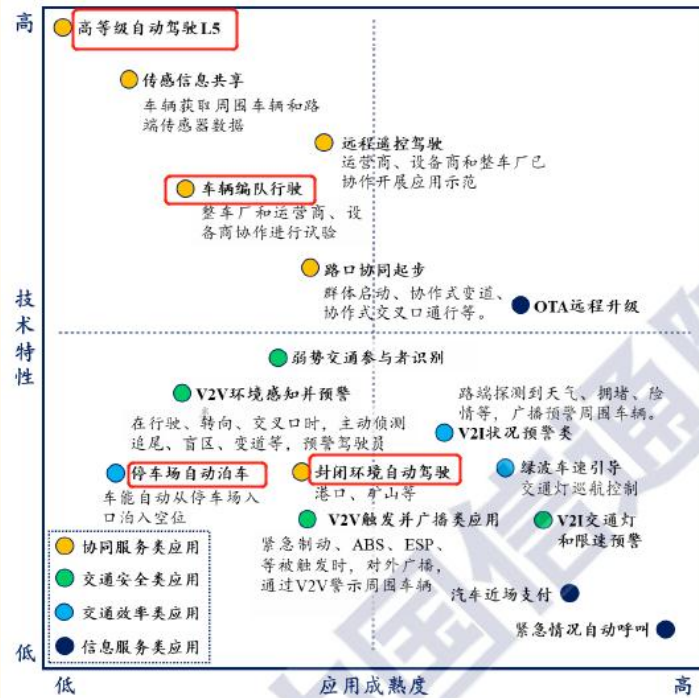
图表 97: “车路云”一体化协同示意图



来源: 亿欧, 国金证券研究所

- **部分基于 V2X 的自动驾驶场景将率先实现应用。**2019 年, 中国信通院依据技术特性 (从样品到量产技术难度) 和应用成熟度 (产业链、运用模式、管理制度和商用模式等) 将 C-V2X 支持实现的车联网应用划分为四个象限。其中, L5 级自动驾驶、车路编队行驶、封闭环境自动驾驶、停车场自主泊车等为 C-V2X 支持的高等级自动驾驶场景。从技术特性来看, 封闭环境自动驾驶=车辆编队驾驶<停车场自主泊车<L5 级自动驾驶; 从应用成熟度来看, 封闭环境自动驾驶>车辆编队驾驶>停车场自主泊车>L5 级自动驾驶。综合来看, 预计封闭环境自动驾驶将率先实现应用, 其次是车辆编队驾驶和停车场自动泊车, 最后为 L5 级自动驾驶。

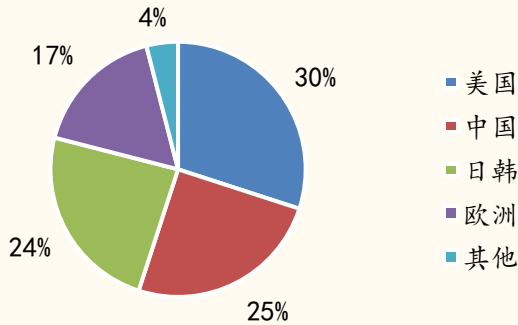
图表 98：车联网及自动驾驶领域技术特性及应用成熟度情况



来源：中国信通院，国金证券研究所

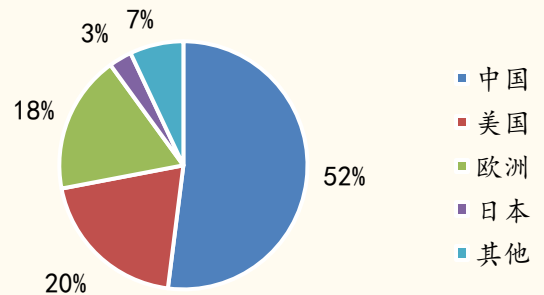
- 中国在 C-V2X 领域技术实力雄厚。根据中国通信学会发布的研究报告《车联网知识产权白皮书》截止到 2019 年 9 月全球车联网领域专利申请累计 114587 件，美国占比 30% 居首位，中国占比 25%，居第二位。但在关键的 C-V2X 车联网通信技术专利方面，中国的专利申请量占比达到 52%，为 C-V2X 领域最大的专利原创国家和布局目标国家。

图表 99：全球车联网领域技术专利分布



来源：中国通信学会，国金证券研究所

图表 100：全球 C-V2X 领域技术专利分布



来源：中国通信学会，国金证券研究所

图表 101：中国 5G-V2X 推进案例（不完全统计）

时间	主体	内容
2019 年 1 月 15 日	重庆检察院、中国联通、华为	共建“5G-V2X”自动驾驶创新平台。
2020 年 1 月 15 日	沃尔沃、中国联通	签署 5G 战略合作协议，宣布双方将联手推动 5G-V2X 技术在中国的发展。
2020 年 2 月 24 日	高新兴、吉利、高通	在 5G 车联网领域共同推进 5G-V2X 技术标准化及产业发展。同时，高通宣布将于 2021 年发布吉利全球首批支持 5G 和 C-V2X 的量产车型，公司将将这些量产车型提供 5G 和 C-V2X 产品。
2020 年 3 月 24 日	工信部	推动 5G、LTE-V2X 纳入智慧城市、智能交通建设的重要通信标准和协议，并开展 5G-V2X 标准研制及研发验证。
2020 年 6 月 9 日	金溢科技	2019 年 10 月，公司作为华为 5G 工业模组的首发合作伙伴，开始了基于 5G+V2X 的研究，预计会在 2020 年推出相关产品。

2020年6月16日

广汽新能源

推出首款紧凑型SUV产品埃安v，该产品支持5G-V2X智能通讯。

2020年6月23日

深兰科技、华为

在天津生态城率先发布全国领先的智慧公交出行应用示范，通过5G-V2X车路协同系统强大的网络和计算能力实现云与人、车、路的深度协同。

来源：各公司信息，工信部，国金证券研究所

- 2020年5月，中国智能网联汽车产业创新联盟发布《实现自动驾驶的工作报告与方针》，阐明了我国推进自动驾驶服务的实现与普及路线图。报告指出，未来3-5年，我国自动驾驶领域的发展，将逐步由自动驾驶分担现有驾驶员的作用，移动出行服务将会诞生新的附加价值。预计到2025年在限定空间及汽车专用道路（高速公路、汽车专用通道等）将完成自动驾驶完全替代驾驶员，实现车内只有乘务员（部分无人）；2026年以后，在混合空间（生活区域道路等）实现仅有远程监视或车内只有乘务员。

图表 102：中国实现与普及无人驾驶服务路线图



来源：中国智能网联汽车产业创新联盟，国金证券研究所

3.3 BATH 等互联网巨头加持

- 百度从手机车机互联到车联生态。百度在车联网方面的路线为手机车机互联方案（2014-2015年相继推出CarNet+Carlife等）-车载OS-小度车载2020。2015年9月，百度世界大会上首次披露其车联网方面的战略布局。百度车联网生态包括CarLife手机车机投射、MyCar车辆私有云、CoDriver智能语音副驾驶、CarGuard汽车卫士在内的四大OEM解决方案。2018年发布百度的车载OS——小度OS。2019年，发布了度小镜，强化运营商泛IoT智能终端布局能力。同年也发布了Apollo智能车云，助力车企在单纯提升车体验之外，实现汽车全生命周期效能提升。Apollo生态大会上发布的小度车载2020由小度OS发展而来，是一套开放的生态系统，通过整合智能驾舱、手机投屏和后装的软硬一体设备集成为各种形式的服务。目前，百度车联网已与奔驰、宝马、福特、比亚迪、长城、现代、吉利、起亚、启辰、星途等多家汽车企业合作。2019年4月3日，福特中国正式发布与百度

在车联网领域的首个合作项目——智行信息娱乐系统 SYNC+。2021年1月11日，百度正式宣布造车。

图表 103：小度车载 2020 架构



来源：百度官网，国金证券研究所

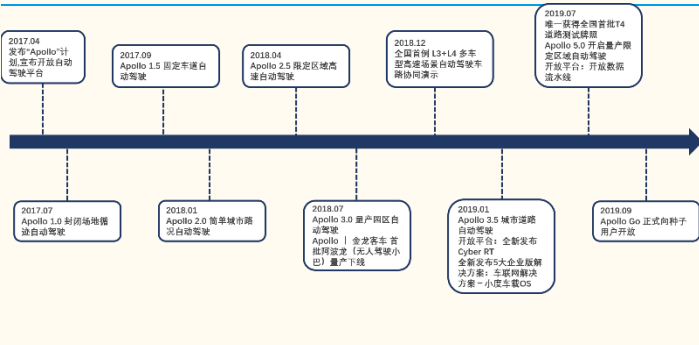
图表 104：百度车联网生态合作伙伴



来源：百度官网，国金证券研究所

- 截至 2020 年 3 月，百度 Apollo 拥有全球 36000 名开发者，177 家生态合作伙伴，56 万行开源代码，1237 件智能驾驶专利数。自动驾驶路测方面，Apollo 已拥有路测牌照数超 150 张，在北京、长沙、沧州、武汉、重庆、天津、保定、雄安等多个城市开展路测，测试里程超 300 万公里。此外，百度 Apollo 智能交通版图也在不断扩张，成为中国智能交通发展建设的重要着力点。Apollo 已经和长沙、保定、沧州、重庆、银川、绍兴、德清、株洲等多个城市达成车路协同和智能信控等方面的合作，助力当地完成智能交通、智能城市建设。

图表 105：百度 Apollo 发展路线图



来源：百度官网，国金证券研究所

图表 106：百度 Apollo 生态合作伙伴



来源：百度官网，国金证券研究所

- 阿里是国内最早入局车联网的互联网厂商，其核心产品是 AliOS 操作系统。2014 年 7 月，阿里与上汽集团正式签定战略合作协议，同年收购地图厂商高德。2015 年，与上汽共同出资 10 亿元成立斑马网络，2016 年，斑马网络推出首款搭载斑马系统（基于 YunOS）的车型——荣威 RX5，成为阿里操作系统首次在智能座舱领域整体性落地。2017 年，AliOS 携手斑马网络与神龙汽车达成战略合作，推出首款合资品牌的智能汽车，同年，阿里与福特正式签署战略合作，AliOS 将搭载在所有在中国销售的福特及林肯品牌整车（包括进口及本地生产）及在中国生产的自主品牌电动车。2018 年，阿里联合交通部公路院、国家电网、中国联通、一汽集团、上汽荣威、英特尔、福特汽车、神龙汽车、大唐电信集团等成立了“2038 超级联盟”，协同产业力量共同落地“智能高速公路”。2019 年 12 月，阿里宣布与一汽签署战略合作协议，双方将以斑马智行系统为基础，打造面向未来的下一代智能网联汽车。2020 年 4 月，斑马网络推出的斑马智行 VENUS 系统。
- 2018 年 4 月，阿里正式宣布布局自动驾驶技术，并由 AI 实验室首席科学家王刚率领团队进行研究工作。阿里通过车路协同和单车智能的方式助力自动驾驶的实现。单车智能方面主要包含三个方面：算法、硬件和系统架构。在高精度地图和精准位置服务上，阿里有高德地图和千寻位置做支撑；在算力算法等前沿技术上，阿里不仅有达摩院，

还有专注于研发芯片的平头哥，这两大平台为阿里聚集了一大批高端人才，这势必也将为其自动驾驶发展增加推动力。

图表 107: 阿里 2038 超级联盟



来源：阿里巴巴官网，国金证券研究所

图表 108: 阿里自动驾驶技术架构



来源：阿里巴巴官网，国金证券研究所

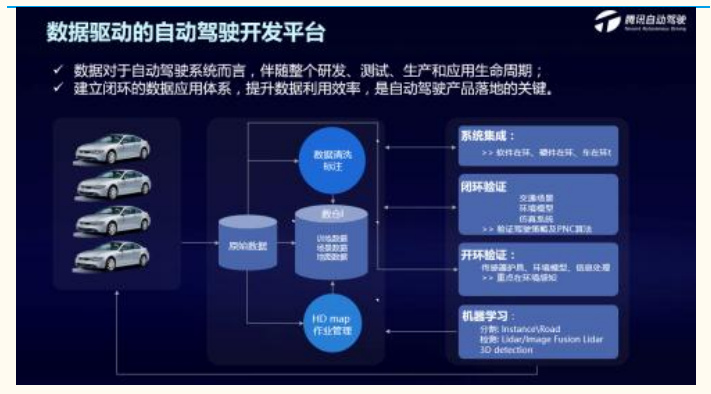
- **腾讯构筑“四横两纵一中台”生态车辆网。**腾讯虽相对较晚入局车联网领域，但凭借技术和流量优势，很快联合众多厂商和渠道开展人-车-店-厂的全面布局，构建车辆网生态。2015 年 9 月，腾讯正式推出车联开放平台，构建了车联 ROM、车联 APP 以及“MyCar”服务的三重产品体系。2017 年，腾讯车联平台发布了“AI in Car”系统，2018 年，腾讯发布全新的 TAI 汽车智能系统，即 AI in Car 2.0 版本，至此，腾讯在智慧出行领域构建成“四横两纵一中台”业务矩阵。2019 年 5 月发布车载微信，与车载系统融合实现交互。2020 年 1 月，腾讯发布 TAI 3.0 生态车联网解决方案，形成了一套跨 OS、云端轻量化的车载应用开发框架，可承载 300 万量级的应用服务开发。
- **凭借大数据、云计算优势腾讯加快自动驾驶领域技术研发。**2016 年 9 月，腾讯成立自动驾驶实验室，在高精度地图、环境感知、融合定位、决策控制等领域进行技术研发，并在车联网领域搭建车联开放平台。2018 年 11 月，腾讯发布 L3、L4 自动驾驶汽车。2019 年 7 月，腾讯与宝马中国合作了业内第一个自动驾驶开发云项目。腾讯汽车云中心、高精度地图和自动驾驶团队携手推出自动驾驶开发云服务，提供大数据存储以及包括 IaaS、PaaS、SaaS 在内的一整套专门用于自动驾驶研发的大数据云计算服务。2020 年 6 月 24 日，腾讯新一代自动驾驶虚拟仿真平台 TAD Sim 2.0 正式亮相。同时，腾讯 TAD Sim 正在与各类机构，以及国内头部汽车企业展开合作，基于高精度地图和模拟仿真技术，推行虚实结合的仿真测试，加速自动驾驶研发。

图表 109: 腾讯“四横两纵一中台”业务矩阵



来源：腾讯官网，国金证券研究所

图表 110: 腾讯自动驾驶开发平台

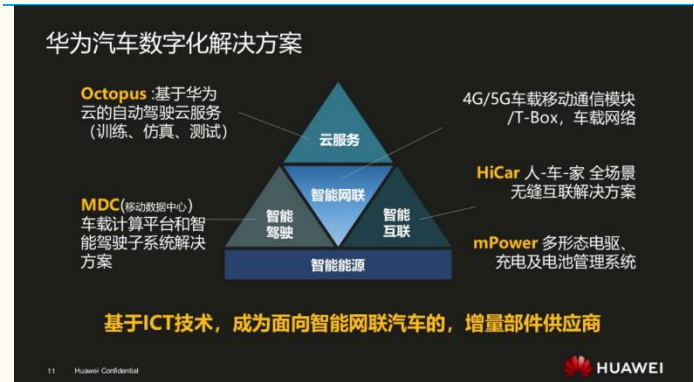


来源：腾讯官网，国金证券研究所

- **华为倾力打造 5G 汽车生态圈。**2019 年 5 月，华为成立智能汽车解决方案 BU，旨在通过将自身在 ICT 领域的设计、技术和经验等能力与产业期望相结合，充分发挥产业的技术/规模系统效应，构筑智能车云、智能座舱、智能电动、智能驾驶和智能网联等五大解决方案。2020 年

1月，华为 Octopus 自动驾驶云服务在湘江新区落地。2020年3月，华为自动驾驶操作系统获得 Safety 领域最高等级功能安全认证（ISO 26262 ASIL D），是我国首个获得 ASIL D 认证的操作系统内核，也是业界首个获得 Security & Safety 双高认证的商用 OS 内核。2020年5月，华为联合一汽集团、长安汽车、东风集团、上汽集团、上汽乘用车、上汽、广汽集团、北汽集团、比亚迪、长城汽车、奇瑞控股、江淮汽车、宇通、赛力斯、南京依维柯、T3 出行等首批 18 家车企，正式发布成立“5G 汽车生态圈”，加速 5G 技术在汽车产业的商用进程，共同打造消费者感知的 5G 汽车。2020年7月12日，全球首款搭载华为 5G 技术的量产车比亚迪汉发布，华为 HiCar 正式上线。目前 HiCar 的生态合作伙伴已经超过 30 家，合作车型超过 120 款。

图表 111：华为智能汽车解决方案



来源：华为官网，国金证券研究所

图表 112：华为 5G 汽车生态圈



来源：华为官网，国金证券研究所

3.4 特斯拉的倒逼

- **智能化转型领先者，成为车企对标靶心。** 特斯拉在短短十几年内成为了全球最有价值的汽车公司，截至 2020 年 12 月，特斯拉市值超过 6000 亿美元，为车企市值排行第一。与传统造车不同的是，特斯拉采取了集中式的电子电气架构，即通过自主研发底层操作系统，并使用中央处理器对不同的域处理器和 ECU 进行统一管理。按照博世对 EEA 的定义，大众等传统车企仍处于从“模块化”向“集成化”的过渡阶段，而特斯拉已成为一台“车载中央计算机”。从智能驾驶的解决方案来看，特斯拉自成一派，通过自研软件、自设车厂，引领了以摄像头为核心模仿人眼处理的智能驾驶方案。
- **将 OTA 应用于智能汽车，引领软件方向。** OTA 指空中下载技术，具备减少召回成本、快速响应安全需求、提升用户体验的优势。传统车系统基本不考虑更新需求，而智能汽车特斯拉早在 2012 年就提出了车辆全模块的 OTA 升级。同时，传统汽车主要依靠车辆及零部件等硬件销售获得收益，特斯拉则是由硬件销售+软件服务两部分构成，OTA 能够提高客户粘性，驱动软件增值。在特斯拉推出 OTA 后，传统车企也加紧技术研发，但目前能够真正实现 OTA 的车企寥寥无几，更多是“伪 OTA”。此前大众一万台 ID.3 插线 OTA，每台更新 7 小时，而比亚迪更是只能到店升级。在 Loup Ventures 的 OTA 成绩单中，特斯拉在提供有意义的软件更新方面领先业界三到五年。

图表 113: 汽车软件 OTA 成绩单

车企	评级	补充
特斯拉	A	自 2012 年以来, 公司为所有型号的 OTA 提供升级服务。OTA 更新影响关键车辆性能特征, 包括电池续航里程、制动和加速以及自动驾驶系统。
宝马	C+	在大多数车型提供 OTA 更新, 主要围绕信息娱乐和语音助手功能。有限的 ADAS 功能可以通过 OTA 进行升级。
通用	C	2020 年凯迪拉克 CT5 的 OTA 能力, 建立在其新的“神经网络”电子汽车平台上。预计到 2023 年, 整个通用汽车产品线都将与 OTA 兼容。
大众	C	ID 系列目前提供最小的 OTA 更新, 预计到 2025 年, 所有新车型都将与 OTA 兼容。对其汽车软件组织进行了大量投资。
福特	D	20 年在美国为大多数重新设计的汽车配备先进的 OTA 能力, 通过与英伟达的合作, 预计 2024 年让所有车辆都能与 OTA 兼容。
现代、本田、克莱斯勒、丰田	D	在某些车型中提供轻量级 OTA 更新, 没有全面 OTA 功能的明确目标日期。

来源: Loup Ventures, 国金证券研究所

- **智能驾驶计算平台领域领导者。** 特斯拉为目前智能驾驶计算平台领域领导者, 历年研发强度基本在 10% 以上, 远超传统车企 5% 的平均水平。基于自研的 FSD 芯片开发的 HW3.0 已于 2019 年率先落地并量产, 采用中央集中+区控制器的硬件建构。HW3 相比于 HW2.5 每秒传输帧数加强 21 倍, 算力增至 12 倍。特斯拉自研 FSD 芯片单颗算力高达 72TOPS, 相比于英伟达、华为、英特尔竞品, 算力最为强劲; 自研 ADAS 平台 FSD Computer 整体算力 144 TOPS, 功耗仅为 72W, 耗电量低, 支持 L4+ 级别自动驾驶, 在省电领域表现亮眼。

图表 114: 特斯拉硬件进化过程

硬件版本	HW1/AP1	HW2/EAP	HW2.5	HW3/FSD Computer
发行日期	2014.09	2016.10	2017.08	2019.04
搭载平台	MobilEye EyeQ3	英伟达 DRIVE PX 2	英伟达 DRIVE PX 2+	特斯拉自研 FSD Computer
数据处理单元系统	MobilEye EyeQ3*1 英伟达 Tegra 3*1	英伟达 Tegra Parker*1 Pascal 架构 GPU*1	英伟达 Tegra Parker*2 Pascal 架构 GPU*1	特斯拉自研 FSD 芯片*2
FPS (画面帧数)	36	110	110	2300
TOPS (处理器运算能力)	0.26	12	12	144
前置毫米波雷达检测范围	160m	160m	170m	170m

来源: 公司官网, 国金证券研究所

- **累计行驶历程突出, 用户体验感好。** 据最新官方公开数据, 截至 2020 年 4 月, 特斯拉累计上路行驶里程已达 48 亿公里。谷歌 Waymo 排名第二, 截至 2019 年 10 月, 累计上路行驶里程约为 1609 万公里, 仅为特斯拉的 1/30。从用户视角建立自动辅助驾驶实测评价体系角度出发, 根据 42 号车库披露数据, 基于对特斯拉 Model 3 HW3.0/宝马 X5/蔚来 ES6/理想 ONE 四款车型的实际运行效果来看, 特斯拉 Model 3 HW3.0 智能驾驶综合评分达到 37.6 分 (满分 40 分), 略高于理想 ONE, 显著高于宝马 X5 和蔚来 ES6 两款车型。

图表 115: 特斯拉 ADAS 对抗测评

	特斯拉 M3	理想 ONE	蔚来 ES6	宝马 X5
过弯能力	10	8	5	6
拥堵性能	8.3	8.1	5	6
自动辅助变道	9.5	7.9	8.3	0
特殊场景稳定性	9.8	8.5	6.9	8.4
总计	37.6	32.5	27.8	22.2
排名	1	2	3	4

来源: 42 号车库, 国金证券研究所

- 开创新的车企商业模式。**在传统汽车销售环节越来越难以有利可图的情况下，特斯拉首先建立直销网络打破传统经销商的阻碍，然后通过软件服务赚取超额利润：例如 9.9 美元/月 Premium Connectivity 流量服务，服务包括流媒体、车况查询、浏览器使用等。此外，特斯拉推出驾驶系统性能加速升级包，为 Model 3 双电机版本提供加速服务，更新后 0-60mph 加速时间可从 4.4 秒降低为 3.9 秒，升级费用 2000 美元。自动驾驶系统目前还是销售软件为主，而特斯拉将会在 2021 年初推出 FSD 的按月付费软件套装，类似现在很多软件的订阅机制，这无疑降低了用户付费门槛，能够获取更高收益。特斯拉的类 SaaS 模式引发竞争对手效仿和资本市场热捧，目前车载娱乐系统的繁荣很大程度上也是由于特斯拉的“倒逼”。

图表 116: Tesla Premium Connectivity



来源: Reuters, 国金证券研究所

四、计算机相关细分赛道：智能座舱、车载操作系统、高精度地图

4.1 智能座舱与智能驾驶：前装市场是关键

- 智能座舱成为汽车智能化发展重点。**智能座舱功能落地不仅需要整合多个屏幕显示（中控、仪表、抬头等），还需要整合驾驶员监控、车联网、娱乐系统及部分辅助驾驶功能。但由于暂时不涉及底盘控制，落地过程牵涉的安全压力及监管压力较小，整体技术实现难度较低；此外，作为内饰的一部分，无论是整合多屏的设计还是视觉、语音智能化交互技术的结合，都易被用户感知，差异化功能易于实现，主机厂可以迅速提高产品竞争力。因此，近期座舱智能化成为汽车智能化发展核心。

图表 117: 智能座舱是汽车智能化发展重要组成



来源：罗兰贝格，国金证券研究所

- **座舱智能终端属性不断强化，智能驾驶功能成为必然，进入前装前装产业链是关键。**伴随智能化需求的增加，座舱电子和智能驾驶功能的融合变得更加强烈，随着主动安全和辅助驾驶新技术的突破和快速应用，智能座舱的核心竞争力逐渐向智能驾驶转移。据统计汽车之家上所有在售车型，其中205个车系780款在售车型（选配+标配）配置了HUD。前瞻研究院数据显示ADAS系统在国内整体渗透率在6%左右，其中盲点监测渗透率最高，达12.1%，随着用户对驾驶便捷和安全性要求的提升，以及电子元器件成本的降低，ADAS系统会逐步向中低端市场渗透，未来ADAS系统市场具有较大的潜力；同时，ADAS渗透率的提升将使更多HUD能够显示智能辅助驾驶信息，AR增强现实技术显著提升HUD显示效果，二者帮助提升了HUD使用体验，助力HUD渗透率提升。

图表 118：国内主要智能座舱供应商前装市场配套情况

供应商	主要配套主机厂
德赛西威	广汽、上汽、长安、长城、通用五菱、大众、马自达、丰田、通用
华阳集团	长城、奇瑞、江淮、福特、广汽
均胜电子	大众、宝马、奔驰、福特、通用
路畅科技	吉利、广汽、北汽福田、汉腾汽车
索菱股份	众泰汽车
航盛电子	东风日产-北京现代、PSA-大众-本田全球供应链体系、联合上汽集团/通用五菱进入海外市场
好帮手	一汽、长安、奇瑞、吉利、江淮、长城

来源：各公司公告，国金证券研究所

■ **德赛西威：国内车载设备创领者**

- **国内车载设备龙头企业。**2017年公司制定“SMART”战略作为未来十年发展核心战略，公司产品体系开始向汽车智能化、网联化过度，整合车载信息娱乐系统、车载空调控制器、驾驶信息显示系统、显示模组与系统/显示终端四项传统业务，形成智能座舱、智能驾驶和网联服务三大业务群，聚焦强化产业群协同效应。

图表 119：德赛西威三大业务群



来源：公司公告，国金证券研究所

- **车载信息娱乐系统贡献支柱收入。**2018年，德赛西威车载信息娱乐系统营收45.07亿元，占总营收比例83.33%，2019年该业务营收40.32亿元，占比75.55%，2020年上半年营收18.58亿元，占比71.58%，同比增加1.88%。2019,2020H1车载信息娱乐系统毛利分别为23.77%，24.60%。此外，据IHS报告显示，2019年德赛西威信息娱乐系统产品销量排名全球第15名，国内自主品牌销量第1名。
- **深刻理解智能座舱，**早在2015年，德赛西威就发布了一款21.5寸炫幕智能系统，2017年引入智能驾驶舱解决方案，包含特定场景下驾驶信息、娱乐、实时摄像头、雷达等智能驾驶技术。2018年，公司获得车和家、长安汽车、天际汽车智能驾驶舱新项目订单，推出的显示模

组及系统在多个车厂项目获得量产，可配置仪表及中控显示系统获取了包括比亚迪、吉利汽车、长城汽车等众多车厂的新项目订单。2019年，公司多屏智能座舱产品在理想汽车、长安汽车和奇瑞汽车车型上配套量产；6月，公司在上海 CES 上发布了智能座舱 3.0 版本，推出基于自动驾驶 L3 环境下的“泛社交”交互中心的智能座舱理念；显示模组及系统业务量产及订单规模逐步提升。2020 年 SAECCE 展览上，德赛西威展示了自主研发的首款 Hypervisor 虚拟系统的智能座舱域控制器，奇瑞品牌全新旗舰级 SUV 瑞虎 8 PLUS 已搭载。

图表 120：瑞虎 8 PLUS 搭载德赛西威智能座舱域控制器

图表 121：搭载德赛西威 AR 导航方案的仪表盘



来源：公司官网，国金证券研究所

来源：公司官网，国金证券研究所

- **积极布局智能驾驶。**公司 2016 年开始布局智能驾驶，2017 年作为公司核心战略后，整体投入继续提升，2018 年，公司自主研发的 360 度高清环视系统、全自动泊车系统、驾驶员行为监控和身份识别系统、T-box 产品等均实现量产，同时与英伟达、小鹏汽车签订战略合作协议，联合开发 L3 级别智能驾驶系统。2019 年，ADAS 产品销售额同比增幅超 100%，360 度高清环视系统、T-Box 产品在多个车型上配套量产，V2X 产品获得合资品牌车企的项目定点；77G 毫米波雷达获自主品牌车企订单。2020 年，公司 L3 级别自动驾驶域控制器产品 IPU03 正式量产，配套供货小鹏汽车 P7 车型，网联服务事业部助力一汽-大众捷达品牌首次车联网 OTA 升级。

图表 122：德赛西威驾驶域控制器 IPU03

IPU03 System Capability



Performance
RAM: 32GB DDR4, eMMC: 128GB+8GB, UFS: 256GB
CUDA Processing
136 GB/s LPDDR4x
30 TOPS

Interface
Raw Sensor Input: 12*GMSL, 68 Gbps
Ethernet: 1*10G, 8*1G
CAN: up to 12
LVDS out: 2

Functional Safety
QNX in Xavier, AUTOSAR in Safety MCU
ISO26262 ASIL-D

德赛西威
DEESAY WESTINGHOUSE

来源：公司官网，国金证券研究所

- **持续发力网联服务。**公司于 2018 年组建车联网团队，2019 年完成对德国天线技术公司 ATTB 的收购，通过整合其天线制造领域的技术积累及人才储备，增强智能网联化产品的综合开发能力，尤其是信息交互无线连接的关键技术，并获得一汽大众、长安马自达、奇瑞捷豹路

虎、奇瑞商用车等客户车联网平台、OTA、网联软件系统等项目。公司于 2020 年 2 月在美国设立子公司，积极发掘 ATBB 公司的协同效益，进一步完善全球服务体系，提升全球服务能力。

■ 华阳集团：重点围绕汽车产业进行产品布局

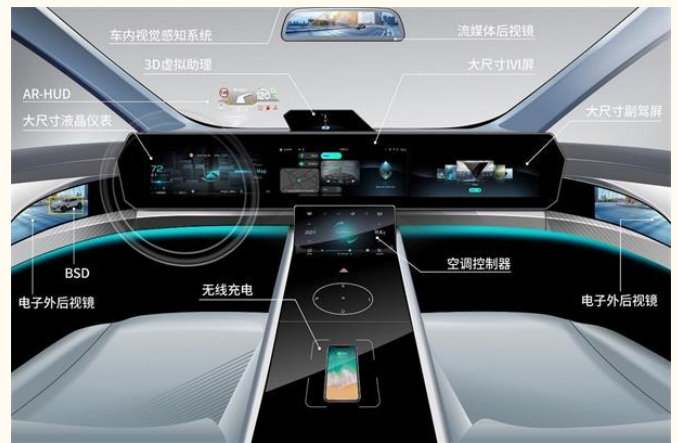
- 华阳集团重点围绕汽车产业布局。集团创立于 1993 年，历经 20 年的风雨，目前已经形成汽车电子、精密电子部件、精密压铸以及 LED 照明四大业务板块协同发展的格局。公司近年来重点围绕汽车产业布局，拥有较全面的汽车电子产品线，精密压铸产品中汽车关键零部件种类日益丰富，积极开拓其他业务板块在汽车领域的应用，逐步建立起产业链竞争优势。华阳汽车电子业务板块主要面向整车厂提供配套服务，下游客户主要为汽车厂商或汽车厂商的一级供应商。产品包括智能座舱电子、智能驾驶、车联三大类，主要为车载影音、车载智能网联、车载导航、液晶仪表、域控制器、流媒体后视镜等；抬头显示（HUD）、360 环视系统、自动泊车系统（APA）、盲区监测（BSD）、驾驶员管理系统（DMS）、车载摄像头等；无线充电、T-BOX、FOTA 等。

图表 123：华阳集团业务布局



来源：公司公告，国金证券研究所

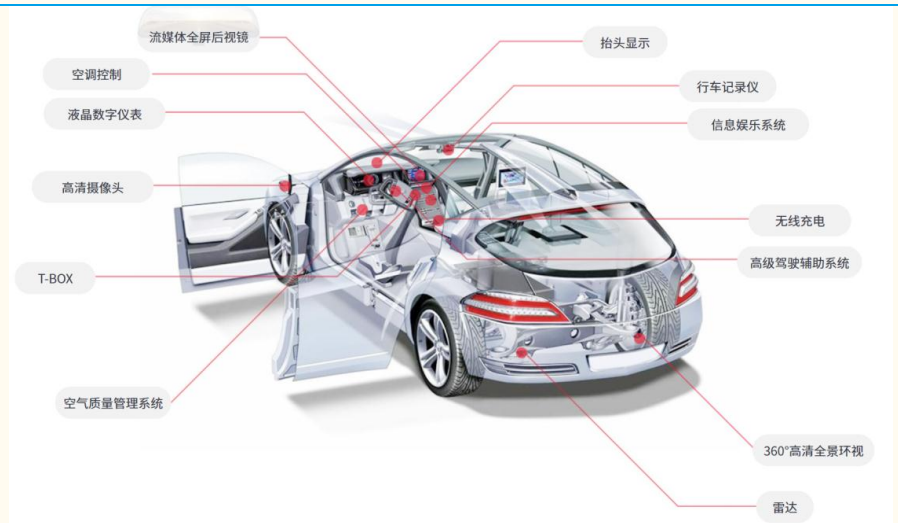
图表 124：华阳集团汽车电子产品在驾驶舱内应用场景



来源：公司公告，国金证券研究所

- 华阳集团汽车电子业务占比较高，毛利率不断提高。2018 年公司总营收 34.69 亿元，汽车电子业务收入 18.41 亿元，占比 53%，毛利率 21.88%；2019 年公司总营收 33.88 亿元，汽车电子业务收入 21.32 亿元，占比 63%，毛利率 22.31%；2020 年上半年公司总营收 12.12 亿元，汽车电子业务收入 6.87 亿元，占比 57%，毛利率 23.07%。近年来汽车电子业务客户结构持续优化，目前主要客户为长城、长安、广汽、吉利、北汽、一汽、上汽通用五菱等，2020 年新增了长安福特、小鹏等新客户。
- 汽车座舱电子供应商与系统集成服务商。华阳集团从 2001 年开始发展整机，目前已从单一的汽车影音导航产品供应商转变成汽车座舱电子供应商与系统集成服务商。主要致力于智能驾驶舱解决方案、信息娱乐系统、车身控制、车身显示、ADAS 以及车联网等产品的研究、开发、生产和销售，旨在让用户享受更有魅力的智能汽车生活。2020 年 6 月后，配套东风日产、长城的 HUD 产品陆续量产，订单增速明显，公司自主研发的 AR-HUD 方案已获得客户定点项目。

图表 125：华阳集团智能座舱



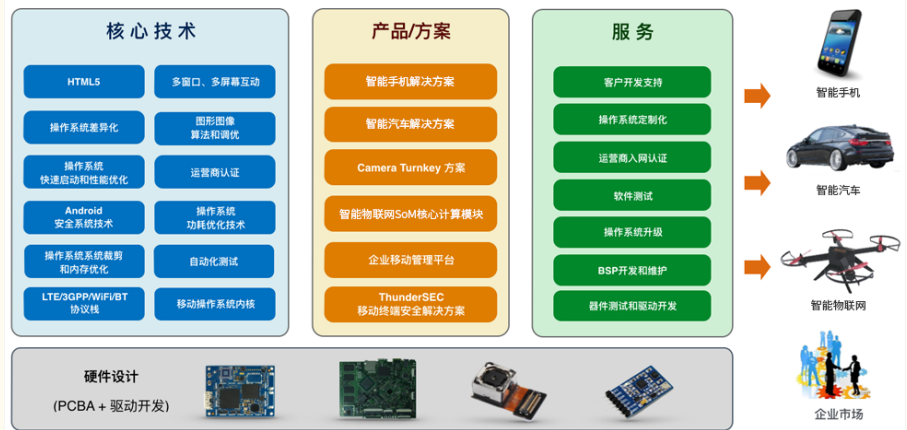
来源：公司官网，国金证券研究所

- **与华为展开全方位合作。**2020年9月28日，在北京国际汽车展览会上，华为海思与华阳联合发布360°AVM智能环视系统，此外，华阳还展示了仪表+双1.25寸液晶大屏、27寸的高清液晶大屏、搭载的HUAWEIHiCar、HUD、梧桐车联系统、新一代高清流媒体后视镜、自动泊车系统、“烔眼”技术、车载无线充电产品等。AVM环视系统实时采集车辆周围影像，并基于华为海思芯片+智能图像算法对视频拼接合成处理，显示周边环境，让驾驶员视野更开阔。此外，该系统还支持丰富的ADAS功能，包括盲区监测预警（BSD）、移动物体监测和预警（MOD）、车道偏离预警（LDW）、行车记录仪功能（DVR）等。此外，华阳的“烔眼”技术已获百度等自动驾驶公司认可，将助力威马L4级的AVP技术落地，而且已在多个车厂项目上开始落地。华为提供基础硬件平台（芯片/MDC）+基础软件平台（HOS、VOS、AOS），并提供部分场景的软件算法，此外还布局了云平台、传感器、三电领域等，是未来软件定义汽车中核心玩家之一。华阳与华为的合作逐步深入，更多搭载华为产品的汽车规模量产，华阳作为对接华为和车企的Tier1供应商将直接受益。

4.2 操作系统：中科创达为汽车操作系统领域龙头

- **全球领先的智能操作系统产品和技术提供商。**中科创达成立于2008年，2015年8月上市，致力于提供卓越的智能终端操作系统平台技术及解决方案，助力并加速智能手机、智能物联网、智能汽车等领域的产品化与技术创新。公司业务模式根据为客户提供的产品和服务类型的差异，主要分为软件开发、技术服务、软件许可和商品销售四种。在2019年总营业收入中，中科创达技术服务占比43.13%，软件开发占比30.20%，商品销售占比18.22%，软件许可占比8.45%。公司核心技术涵盖通信协议栈、深度学习、图形图像算法、操作系统优化和安全技术等多个方面。

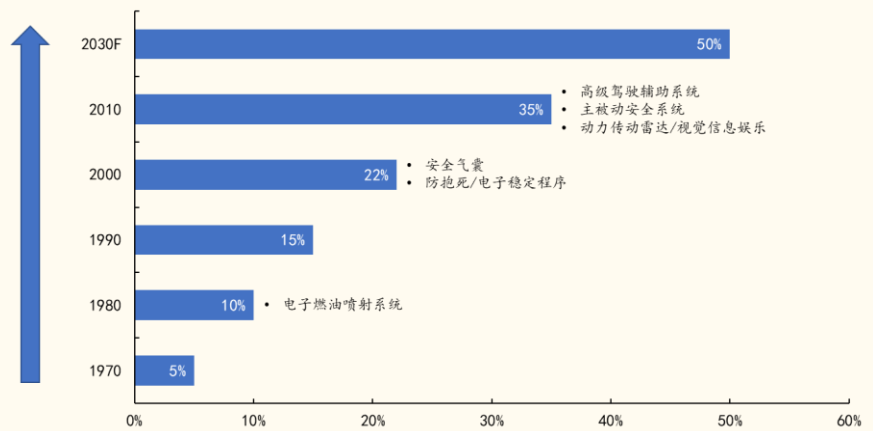
图表 126：中科创达业务图景



来源：中科创达，国金证券研究所

- **软件定义汽车。**随着“新四化”（电动化、网联化、智能化、共享化）的逐步推进，软件在汽车产品开发过程中起到的作用日益凸显。“软件定义汽车”正逐步被业界认可，其核心思想是，决定未来汽车的是以人工智能为核心的软件技术，而不再是汽车的硬件水平。
- **软件占比提升，软硬件分离。**根据德勤预计到 2030 年汽车电子系统在汽车总成本中的占比会达到 50%。而随着软件订阅模式、OTA 更新的广泛应用，硬件很难跟上软件的迭代速度，过去软件和硬件的强耦合性反而会制约汽车的进化。虽然硬件仍然维持了汽车的稳定性，但将逐步变成确保平台质量的、偏支持性的角色。

图表 127：汽车电子系统在汽车总成本中的占比



来源：德勤，国金证券研究所

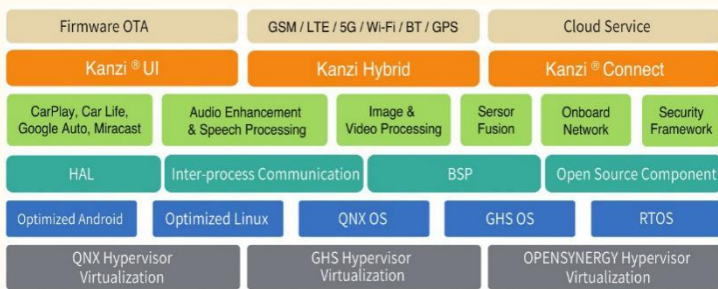
- **中科创达操作系统技术领先，搭上智能网联快车道。**目前中科创达在国内智能汽车软件业务市场渗透率领先，该部分营业收入不断增长。近年来智能网联、车联网在国内加速落地，产业链受益，中科创达可借助政策红利继续扩展业务版图，构筑市场优势。

- **形成全覆盖核心技术，车载 OS 底蕴深厚。**公司从 2013 年开始布局智能汽车业务，目前已经形成集软件 IP 授权、产品售卖、开发服务于一体的业务模式。技术上具有基于芯片底层的全栈操作系统能力。中科创达在汽车 Android 系统深耕十余年，同时可以通过硬件虚拟化架构提供不同操作环境，涵盖 QNX 和 Linux，竞争优势较为明显。
- **收购 RW 和 Appsys，与车企战略合作，补全业务版图。**Rightware 是主攻车载交互技术的初创公司，主要产品是 Kanzi 系列工具。Appsys 是 IVI 独立设计公司。中科创达并购 RW 和 Appsys 后，完成了从单纯底层软件开发到软件供应商的转型，拓展了业务版图。今年，公司与

广汽、上汽、一汽、理想、大众、GM、丰田等头部车厂合作的深度和广度均有提升。3月与广汽研究院宣布成立联合创新中心，6月公司与滴滴合作研发的DMS、ADAS等智能安全驾驶方案正式发布。同时中科创达与高通维持了深度合作，在自动驾驶芯片领域补全短板。

- **定增+股权激励，提振未来信心。**20年2月，公司发布《2020年非公开发行股票预案》，募集的17亿资金中超过10亿将被投入智能网联汽车操作系统和智能驾驶辅助系统的研发。8月12日，新增股份上市。同月，公司发布股权激励方案，计划授予365.95万股，占公司总股本0.86%。20-23年扣非净利润在2019年基础上增速不低于70%、80%、90%、100%。说明管理层对未来信心十足。

图表 128：中科创达智能汽车解决方案



来源：公司官网，国金证券研究所

图表 129：中科创达 2020 定增投向

序号	项目名称	总投资	募集资金投入额
1	智能网联汽车操作系统研发项目	92,131.53	65,909.15
2	智能驾驶辅助系统研发项目	55,715.79	36,825.32
3	5G智能终端认证平台研发项目	41,649.31	21,868.05
4	多模态融合技术研发项目	12,660.24	8,227.67
5	中科创达南京雨花研究院建设项目	51,362.90	37,260.59
	总计	253,519.77	170,090.78

来源：公司公告，国金证券研究所

- 我们认为中科创达的价值可类比手机时代 Android。在手机产业链中，公司通过对芯片的理解以及对整机性能需求的理解来完成整个手机操作性系统的优化，并逐渐培养和积累出较强的技术能力和相关 IP。同样，在汽车领域中由于汽车天生没有系统，比如安卓给移动触碰设备做的系统，而且汽车中没有统一整合集中的方式，因此其定制化工作、平台难度会更高。随着软件定义汽车时代的来临，中科创达拥有从芯片层、系统层、应用层到云端全面覆盖的技术能力，其自有 IP 和智能汽车软件能力将进一步强化公司在自动驾驶操作系统领域的地位。

4.3 高精地图：四维图新有望获得高精地图数据运营权

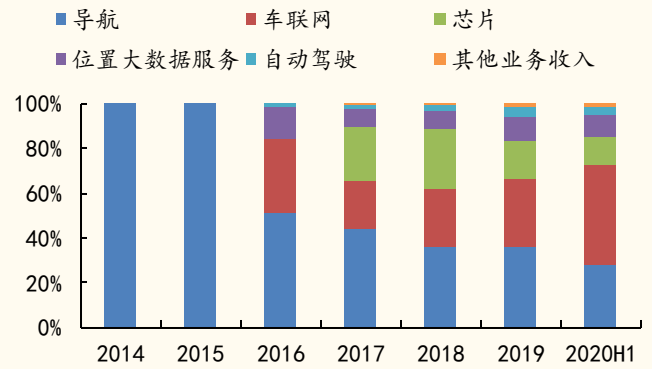
- **国产高精地图龙头。**四维图新成立于 2002 年，是由国家测绘局创建的唯一专业从事测绘的国家级公司，已成为导航地图、导航软件、动态交通信息、位置大数据、以及乘用车和商用车定制化车联网解决方案领域的领导者，计划推出汽车大脑整体解决方案。公司主营业务“五位一体”：导航、车联网、芯片、企业服务及行业应用、高级辅助驾驶及自动驾驶。近年来四维图新车联网业务不断发展，和导航一起成为企业支柱业务，根据 2019 年报导航业务收入占总收入 35.97%，车联网业务占比 30.17%。截至 2020 年，公司在导航领域市场份额稳定在 40%左右，高精地图市场份额超过 20%。

图表 130：四维图新“智能大脑”业务布局



来源：公司官网，国金证券研究所

图表 131：2014-2020H1 年四维图新收入结构



来源：Wind，国金证券研究所

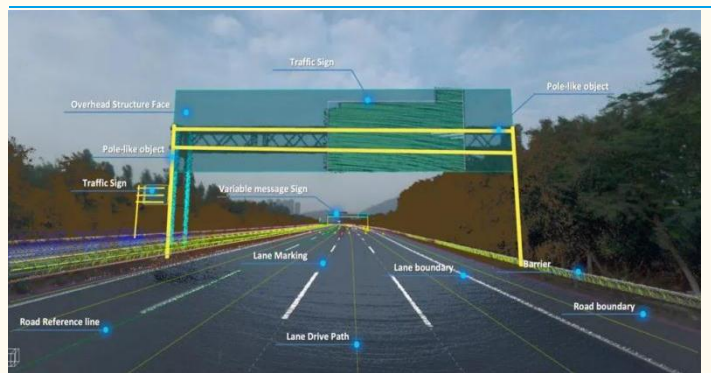
- 中国路径决定车路协同，高精地图为必要基础。**无人驾驶有单车智能和车路协同两种实现途径，国外主流为单车智能，而中国路线则是车路协同。城市道路的路况复杂，高精地图相对精度达到 10cm-20cm，支持动态更新，是车路协同产业重要利益相关方之一。车路协同与高精地图的结合是布局未来智慧交通的重点课题，四维图新作为产业龙头有望腾飞。
- 参与制定行业标准，入驻国家级智能网联平台。**四维图新在 2018 年与 HERE、日本 IPC、韩国 SK 组成 OneMap 联盟，制定全球高清动态地图标准；2020 年 8 月，参与欧洲导航数据标准协会（NDS）开发项目，与 HERE、Elektrobit、NNG 和 NDS 技术组共同开发和推广新一代地图数据标准。在政府合作方面，2017 年，四维图新与国家基础地理信息中心、武汉大学等企业、政府机构及高校合作编制近十项导航地图国家标准；2020 年 4 月，参与制定的《公路工程适应自动驾驶附属设施总体技术规范（征求意见稿）》正式发布。同时，四维图新是唯一入驻国家级智能网联平台国汽智联的高精度地图厂商，在行业中的地位难以撼动。
- 从 L2 到 L4，地图产品技术领先。**公司目前拥有甲级导航电子地图制作测绘资质（共 28 家）和 ADAS 地图资质（共 3 家）。在产品方面，四维图新已经实现 L2 级别的自动驾驶地图产品研发，并且在 L3 HAD Map 和 L4 FAD Map 地图研发上也有了重大突破。在原有 ADAS 地图数据基础上，四维图新推出的 ADAS 地图 2.0 增加了更详细的道路信息，以亚米级的精度配合 L2、L3 自动驾驶车向 L4 过渡；公司面向主机厂和合作伙伴推出了面向封闭场景的 L3+自动驾驶地图数据 HD Pro，覆盖我国超过 30 万高速公路；HD Ultimate 则是 L4/Robotaxi 的自动驾驶产品，目前正在 Top 级城市大规模覆盖。

图表 132：四维图新 ADAS 地图 2.0



来源：公司官网，国金证券研究所

图表 133：四维图新 L3 HD Pro



来源：公司公告，国金证券研究所

- 从地图到在线服务的成功转身。**四维图新将地图数据转化呈在线服务产品 HD MAP Service，支持支持百万级的车辆并发以及上层针对主机

厂要求的特定的自定义图层，包括与自动驾驶相关业务的在线应用，如导航地图的路径关联、自动驾驶的 ODD 服务等，并支持 OTA 地图更新。细化到高精地图服务上，则有基于高精地图融合定位的测评服务、基于自动驾驶的仿真云服务和高精度的差分定位服务三种类型的服务。从产品到服务构建了数据流转的闭环，进一步提升了公司的竞争力。

■ 成为国汽智联唯一高精度图商，依托央企背景有望获得数据运营权

- 国汽智联整合学界、行业资源搭建智能网联国家型平台。国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司（简称“国汽智联”）成立于 2018 年 3 月，由中国汽车工程学会、中国汽车工业协会及中国智能网联汽车产业创新联盟共同牵头，联合 18 家整车、零部件、信息通信领域领军企业和科研机构成立。2018 年 7 月，组建北京智能网联汽车产业创新中心，2019 年 5 月，组建国家智能网联汽车创新中心。2020 年 1 月，新增四位投资人，包括大众汽车、通用汽车、博世和海克斯康，注册资本由 9 亿元新增至 11 亿元，共 22 位股东每家出资 5000 万人民币，各持股 4.55%。

图表 134：国汽智联股东

股东	投资份额（万元）	占比
启迪云智科技（北京）有限公司	5000	4.55%
江铃汽车集团有限公司	5000	4.55%
北京四维图新科技股份有限公司	5000	4.55%
江苏新通达电子科技股份有限公司	5000	4.55%
北京北斗星通导航技术股份有限公司	5000	4.55%
中国汽车工程研究院股份有限公司	5000	4.55%
厦门金龙汽车集团股份有限公司	5000	4.55%
上海汽车工业（集团）总公司	5000	4.55%
重庆长安汽车股份有限公司	5000	4.55%
东风汽车集团股份有限公司	5000	4.55%
广州汽车集团股份有限公司	5000	4.55%
中国第一汽车股份有限公司	5000	4.55%
郑州宇通客车股份有限公司	5000	4.55%
上海保隆汽车科技股份有限公司	5000	4.55%
惠州市德赛西威汽车电子股份有限公司	5000	4.55%
北京汽车研究总院有限公司	5000	4.55%
中国汽车技术研究中心有限公司	5000	4.55%
大众汽车（中国）投资有限公司	5000	4.55%
博世（中国）投资有限公司	5000	4.55%
通用汽车（中国）投资有限公司	5000	4.55%
浙江亚太机电股份有限公司	5000	4.55%
海克斯康测量技术（青岛）有限公司	5000	4.55%

来源：Wind，国金证券研究所

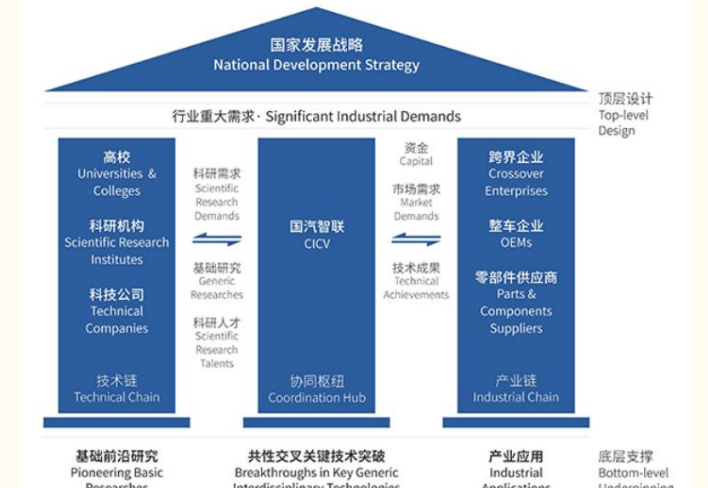
- 国汽智联为旨在依托并服务政府、服务工信部，建立智能网联汽车行业的行业规范，如 V2I、V2V 以及 V2X 的通讯标准等。公司聚焦国家战略需求和引领行业发展的基础、共性问题，为我国智能网联汽车建设新型产业生态创新体系提供基础模块和共性平台。国汽智联核心运行模式采用“公司 + 联盟”，联合产业及学界资源共同打造产业协同创新的枢纽和生态系统。
 - 核心层 - 国汽智联：股权投资主体单位为智能网联汽车前沿基础技术和共性交叉技术研发的核心单位。

- 伙伴层 - 紧密合作伙伴：国汽智联开展项目、业务合作的非股权投资主体单位，共同开展共性技术研发，作为国汽智联研发方向的补充。
- 辐射层：联盟成员是成果受让主体，接收国汽智联科技创新的成果应用转化。

图表 135：国汽智联运行模式



图表 136：国汽智联整合学界及产业资源



来源：国汽智联公众号，国金证券研究所

来源：公司官网，国金证券研究所

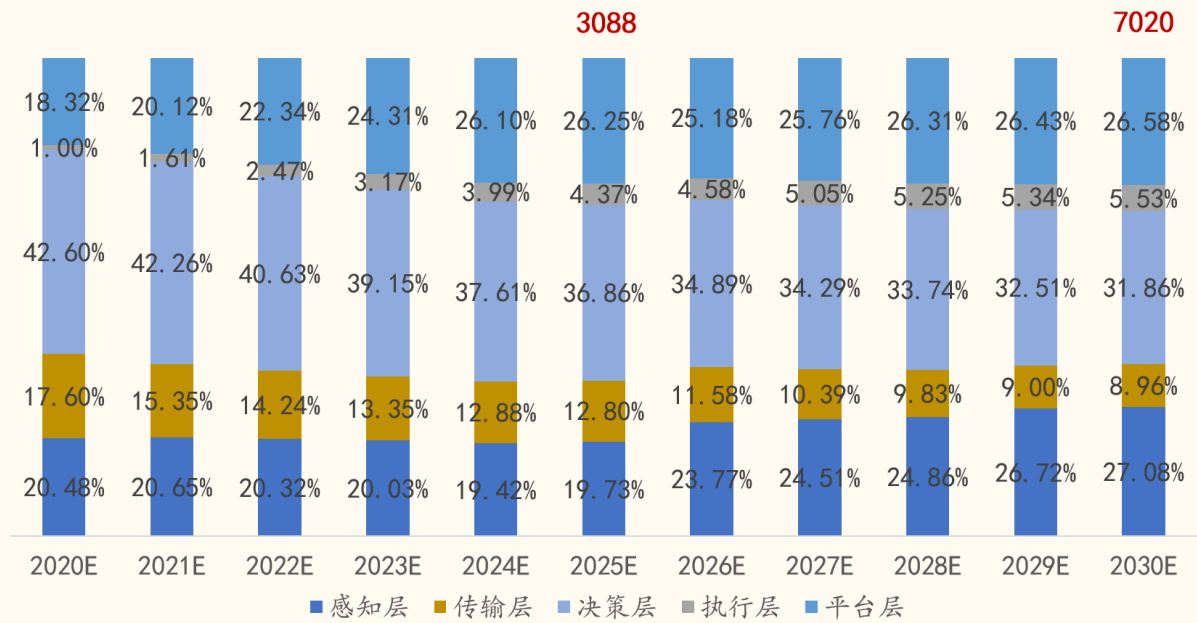
- 当前我国高精度地图市场政策加速推动，随着自动驾驶到来，高精地图数据有望强化统一管理，以降低未来动态数据更新的成本，同时满足监管的需求。从市场格局来看，外资图商进入国内市场困难，主要玩家以四维、百度、高德三个国产高精图商为代表，其中静态地图能力各家差别较小，未来竞争的关键点将体现在后续动态更新升级的能力，数据多、拥有运营权的厂商将获得先发优势，进而导致整个行业格局发生变化。四维图新自成立以来历经多次行业变革，凭借深厚的技术积淀和对政策的把握，深耕高精度地图多年，也是接入国汽智联平台的唯一高精地图厂商，有望获得数据运营权，享受政策红利。

五、投资建议

5.1 投资策略

- **自动驾驶产业链与市场空间**：当前我国自动驾驶正处于 L2 向 L3 级别转化的阶段，预计 2025 年 L2.5 级别自动驾驶车辆渗透率为 50%，2030 年 L2.5 和 L4 级别自动驾驶汽车渗透率分别将达 70%和 18%。自动驾驶带来的市场增量，从产业链上看，仅上游（感知层、传输层、决策层、执行层）和 中游平台层，到 2025 年中国自动驾驶产业新增市场空间达 3088 亿元，2030 年可达 7020 亿元，10 年复合增速为 27%。

图表 137：自动驾驶产业链各环节新增市场空间测算



来源：国金证券研究所预测

假设预测：1，中国乘用车产量 20-22 分别为 -5%/3%/3.5%，23-25 年为 5%，26-30 年为 3%；2，L2.5 级别自动驾驶汽车渗透率 25 年为 50%，30 年为 70%；3，各模块单价、单车用量及增速参考头智咨询、ICVTank、电子发烧友、CSDN、头豹研究院、中商产业研究、水清木华研究中心等。

■ **自动驾驶发展路径与核心参与方：**技术路径上看，欧美等国鉴于其道路的规范化优势和自动驾驶技术的成熟度，其自动驾驶技术路径以单车智能为主；中国则在追赶单车智能技术基础上，凭借体制、政策、环境、5G 技术等优势重点发展车路协同，将车路协议与单车智能结合，有望实现换道超车。从行业发展来看，自动驾驶参与方主要有传统车企、互联网巨头和造车新势力等三类玩家。在路径选择上，传统车企在加速技术追赶的同时考虑量产和安全，采用渐进式发展路径从 L1 逐步过渡到 L2 及以上，当前主要处于 L2.5 阶段；互联网厂商与造车新势力则凭借其在软件、算法和算力等方面的优势选择跳过 L1/L2 等低级阶段，直接以 L4/L5 自动驾驶为目标跨越式发展，当前部分 L4 级已率先在特定场景的商用车领域落地，乘用车领域正在加速追赶。此外，Tier1 和 OEM 等厂商也同步从辅助驾驶层级进入自动驾驶市场。

■ **自动驾驶核心推动力：**我们认为当前推动自动驾驶产业向前发展的主要驱动力在于四个方面：

- **1) 产业政策不断加码：**2020 年 11 月，国汽智联发布最新的我国智能网联汽车技术路线图，明确提出到 2025/2030 年我国 L2/L3 级渗透率为 50%/70%；
- **2) 5G 技术加速助力 C-V2X 发展：**车联网是 5G 应用的典型场景，当前我国 5G 基站建成超 70 万个，全球占比超 70%，5G 低延时、高可靠等特性可加快车联网和自动驾驶的研发进度，同时 C-V2X 技术标准路线已成为未来自动驾驶发展的通信路线标准，我国在 C-V2X 上拥有较强的先发优势；
- **3) BATH 等互联网巨头纷纷入局，**加快推动自动驾驶技术发展和商业化应用落地；
- **4) 特斯拉的倒逼：**当前特斯拉市值已超 8 千亿美元，成为名副其实的车企巨头，其 OTA 技术、智能计算平台以及软件定义汽车的商业模式，带来的汽车领域的革命犹如当年的苹果手机对传统手机行业的颠覆，特斯拉的鲶鱼效应将加快推进自动驾驶产业不断向前。

■ **计算机领域细分赛道机会**：从市场规模来看，我们测算到 25/30 年，自动驾驶决策层（自动驾驶 AI 芯片、高精地图）达 1138 亿元/2236 亿元、感知层（激光雷达）达 125 亿元/845 亿元、平台层（智能座舱）为 810 亿元/1866 亿元；从增速来看，智能座舱增速最快（10 年复合增速达 32%）。建议重点关注智能座舱、自动驾驶芯片、高精地图和激光雷达等细分赛道。

5.2 核心推荐标的

■ **建议重点从产业链上下游筛选各环节技术壁垒高、拥有定价权以及拥有产业协同效应的细分领域**，推荐上游感知层的激光雷达，决策层的操作系统、自动驾驶加速芯片和高精度地图，中游平台层的智能座舱等。

■ **计算机板块核心标的：**

- **操作系统领域**：中科创达
- **智能座舱与智能驾驶领域**：德赛西威、华阳集团
- **高精地图领域**：四维图新

六、风险提示

- **自动驾驶政策推进不及预期；**
- **技术瓶颈难以打破；**
- **产业链上中下游协同受阻；**
- **中美贸易摩擦等**

公司投资评级的说明：

买入：预期未来 6—12 个月内上涨幅度在 15%以上；
增持：预期未来 6—12 个月内上涨幅度在 5%—15%；
中性：预期未来 6—12 个月内变动幅度在 -5%—5%；
减持：预期未来 6—12 个月内下跌幅度在 5%以上。

行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；
增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；
中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；
减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，对由于该等问题产生的一切责任，国金证券不作出任何担保。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整。

本报告中的信息、意见等均仅供参考，不作为或被视为出售及购买证券或其他投资标的邀请或要约。客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员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。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，且收件人亦不会因为收到本报告而成为国金证券的客户。

根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；非国金证券 C3 级以上（含 C3 级）的投资者擅自使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

此报告仅限于中国大陆使用。

上海

电话：021-60753903

传真：021-61038200

邮箱：researchsh@gjzq.com.cn

邮编：201204

地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号

紫竹国际大厦 7 楼

北京

电话：010-66216979

传真：010-66216793

邮箱：researchbj@gjzq.com.cn

邮编：100053

地址：中国北京西城区长椿街 3 号 4 层

深圳

电话：0755-83831378

传真：0755-83830558

邮箱：researchsz@gjzq.com.cn

邮编：518000

地址：中国深圳市福田区中心四路 1-1 号

嘉里建设广场 T3-2402