

## 软件定义汽车—L4核心玩家前瞻

汽车行业证券分析师：黄细里

执业编号：S0600520010001

联系邮箱：huangxl@dwzq.com.cn

联系电话：021-60199790

2021年8月19日



## ■ 人工智能领军企业—百度

---

Apollo开放平台

---

Apollo Robotaxi & 集度汽车

---

Robo-Truck应用场景，打造万亿市场

---

Robo-Truck技术特点&产业格局

---

建议关注企业

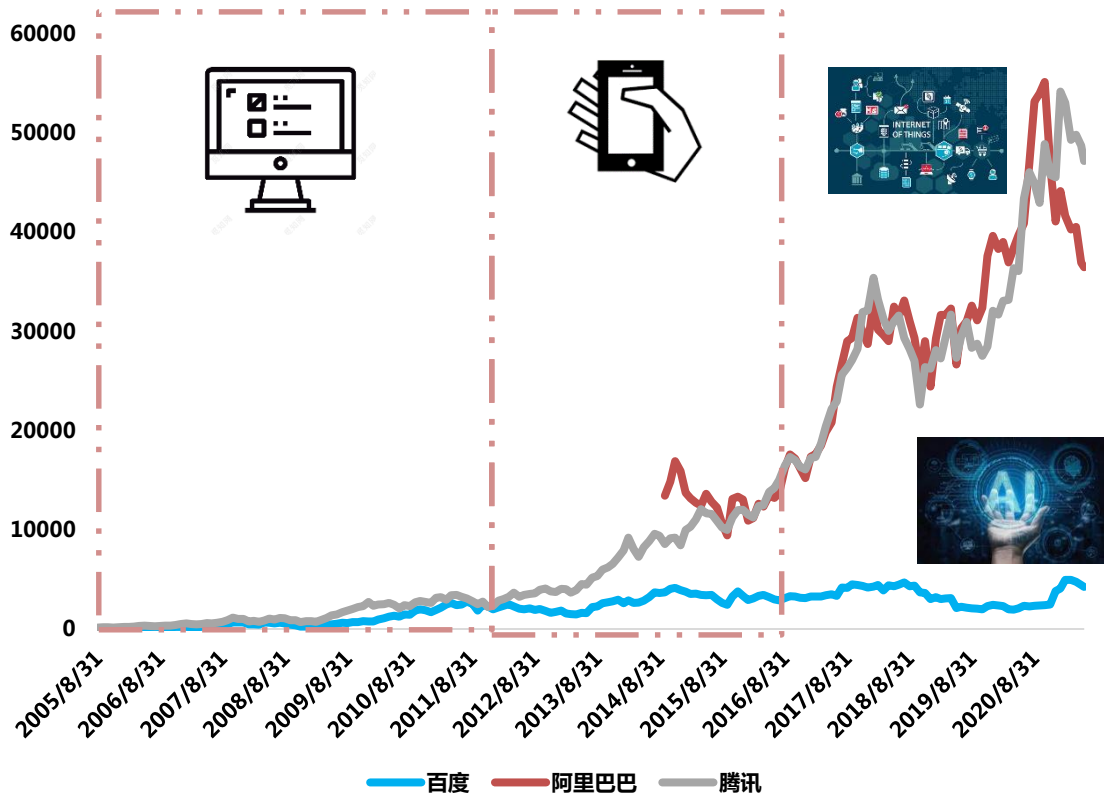
---

风险提示

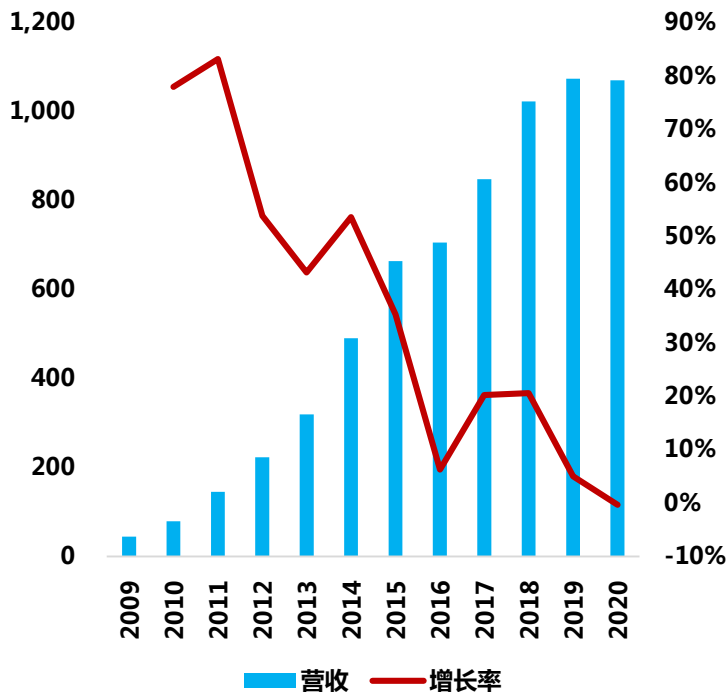
---

- ◆ **PC互联网时代占据搜索入口，移动互联网时代转型节奏落后。** PC互联网时代，百度网页搜索的入口，一举成为中国互联网巨头，而在移动互联网时代，由于公司管理层对移动搜索的产品模式的不看好、公司缺乏移动端的基因等问题，布局节奏明显慢于其他企业。
- ◆ **营收增速放缓，BAT市值拉开差距。** 2012年起，百度营收增速放缓，虽然百度相继投资或成立了爱奇艺、百度糯米、百度贴吧、百度外卖等品牌来布局移动端业务，但与BAT等其他互联网巨头的市值差距越来越大，相继被腾讯、阿里赶超。

图：BAT市值变化（亿元）

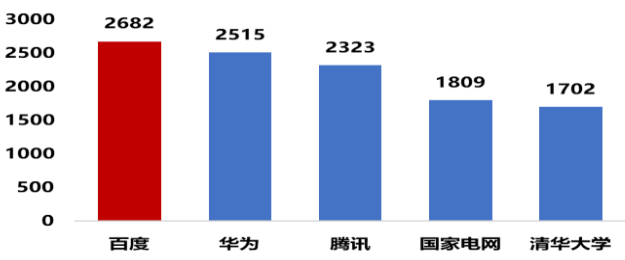


图：百度2009-2020年营收以及营收增长率（亿元）

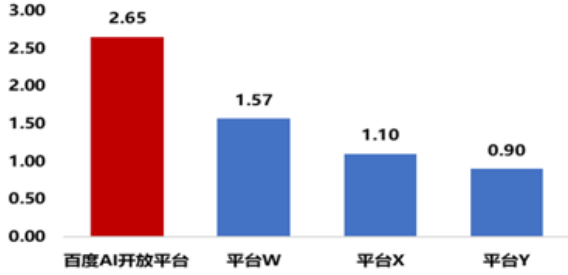


- ◆ **深耕AI领域十年有余，庞大客户数据助力AI业务发展。** 百度于2010年开始在人工智能领域探索，是中国最早布局人工智能的互联网巨头；其搜索业务带来的庞大客户群体的数据，有助于公司开展人工智能AI业务，从而更好的为用户提供使用体验。
- ◆ **AI专利数量领先，拥有中国最大的AI开放平台。** 截至2020年10月，百度拥有2682个AI专利，专利数量高于华为和腾讯，是中国AI专利最多的企业，百度AI平台也拥有超过265万名开发者，是中国最大的开放式AI平台。
- ◆ **历时8载，百度智能驾驶已实现三大领域覆盖。** 百度自动驾驶孵化于2013年李彦宏成立的百度深度学习研究院，经过8年的发展，业务逐步覆盖“自动驾驶、智能车联、智能交通”三大领域。

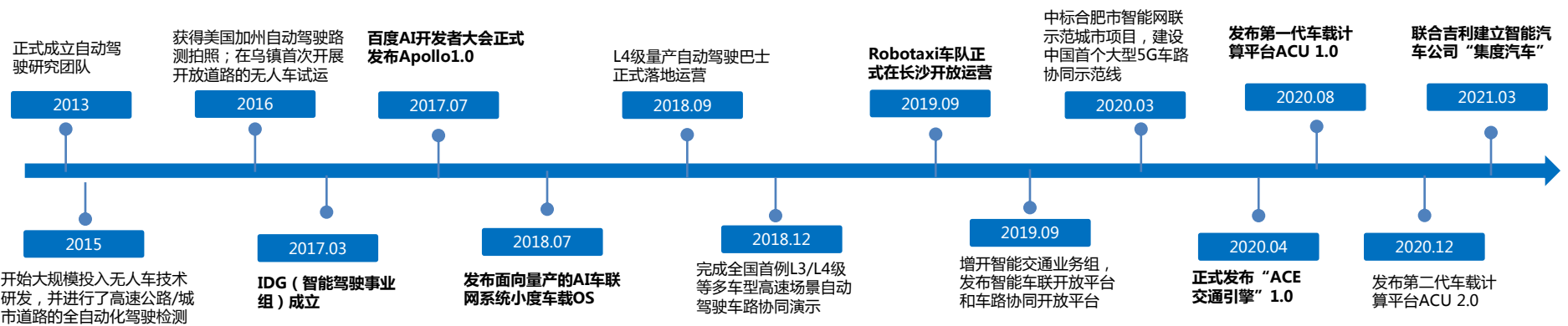
图：中国企业拥有AI专利数量对比（个）



图：中国AI平台用户数量对比（百万名）



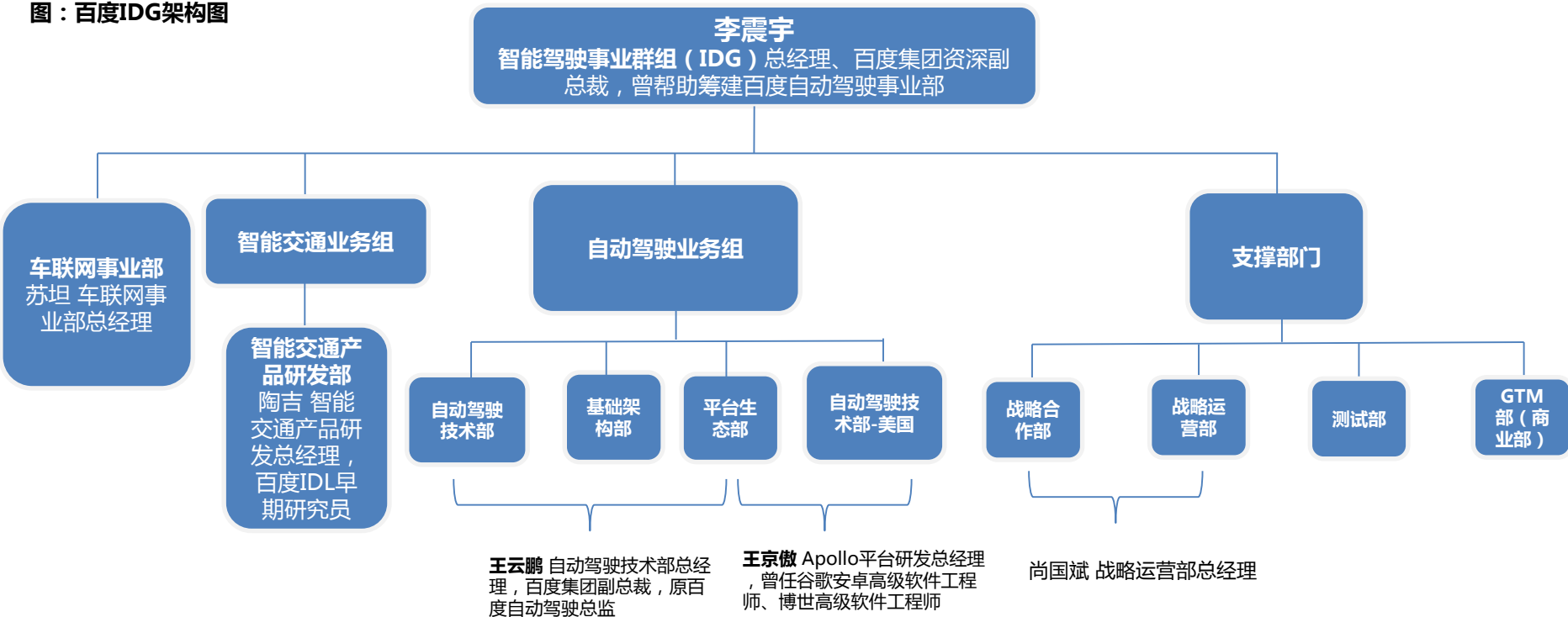
图：百度智能驾驶相关业务发展历程



数据来源：国家工业信息安全发展研究中心，百度招股说明书，36kr，东吴证券研究所

- ◆ **百度IDG核心骨干携带人工智能+自动驾驶产业基因。** 总经理李震宇曾助百度筹建AI平台并负责平台日常运营管理、筹建自动驾驶事业部并担任自动驾驶事业部常务副总经理。 **副总裁王云鹏**曾任百度自动驾驶总监、百度金融平台总监、国家科技部2030重大专项“自动驾驶国家新一代人工智能开放创新平台”项目负责人。
- ◆ **自动驾驶的黄埔军校，“百度系”人才撑起中国自动驾驶半边天。** 在2015-2017年大量人才从百度流出，其中包括原百度研究员副院长余凯的团队（地平线）、原百度自动驾驶首席科学家韩旭的团队（文远知行）、原百度首席科学家吴恩达的团队（Drive.ai）、原百度首席架构师彭军的团队（小马智行）等；这一情况直到李震宇上任之后才得以改善。
- ◆ **魏东加盟百度Apollo，助推无人共享车商业化进程。** 拥有丰富出行领域的操盘经验的原首汽约车CEO魏东加盟担任百度IDG副总裁和首席安全运营官，将牵头Apollo共享无人车的商业运营。

图：百度IDG架构图



- ◆ **Apollo已形成自动驾驶、智能车联、车路协同三大开放平台**
- ✓ **自动驾驶平台基于QNX内核，自研计算平台+中间件+算法。** 百度Apollo自动驾驶平台基于 QNX 内核，自研 ACU计算平台+Cyber RT中间件+自动驾驶算法，提供一整套自动驾驶解决方案。
- ✓ **智能车联平台双维度赋能车企实现智能化。** 智舱维度，小度车载2021的五大数字化基座可供车企自由搭配，助力车企打造下一代智能驾舱；智云维度，围绕OEM的三大核心价值链-“造好车、用好车、卖好车”，助力车企“造更聪明的车、让用户更爱用”。
- ✓ **搭建车路协同平台，实现多场景应用。** 通过车路协同平台，Apollo能为OEM、政府、合作伙伴等在智能信控、智能公交、自动驾驶、智能停车、智能货运、智能车联等多个场景实现应用。

图：百度Apollo 6.0平台架构



## 人工智能领军企业一百度

### ■ Apollo开放平台

Apollo Robotaxi & 集度汽车

Robo-Truck应用场景，打造万亿市场

Robo-Truck技术特点&产业格局

建议关注企业

风险提示





## ◆ 昆仑芯片 AI芯片助力自动驾驶

- ✓ **多年FPGA技术积累，助力打造AI芯片—昆仑。** FPGA作为一种半定制化的芯片，效率高于通用性GPU芯片，灵活性强于专用型ASIC芯片，既可用于云端，也可用于边缘实例。而百度拥有超过多年的FPGA AI加速器经验积累，助力推出以FPGA为基础的通用AI芯片—昆仑
- ✓ **量产已超两万片，有望搭载集度汽车。** 截至2020年底，昆仑芯片1 (14nm工艺) 已量产超过2万片，主要应用于百度搜索引擎、云计算等业务中，产品稳定性得到验证。百度在2020年9月举办的“万物智能——百度世界2020”大会上透露，昆仑芯片2(7nm工艺) 将在2021年下半年实现量产，性能相较昆仑芯片1将提升3倍。据集度汽车披露，昆仑芯片有望搭载于集度汽车未来上市的车型中。
- ✓ **昆仑芯片业务独立，助力AI芯片业务发展。** 2021年6月，昆仑芯片业务成立独立新公司—昆仑芯(北京)科技有限公司，百度芯片首席架构师欧阳剑出任昆仑芯片公司CEO，该公司在同年3月完成独立融资，估值约为130亿元人民币。百度希望通过芯片业务独立，在智能计算和半导体领域打造出领军企业。

图：GPU/FPGA/ASIC方案的对比

指标	GPU	FPGA	ASIC
类型	通用型	半定制化	专用型
量产成本	高	高	低
功耗	高	中	低
开发周期	很短	短	长
主要特点	用于图像处理，计算能力强，通用性强，开发工具丰富易上手	一般用于前期开发测试或科研学术领域，编程和配置门槛高，功能可修改	用于市场高需求的专用领域，需要底层硬件编程，开发周期长、难度较大

图：百度昆仑芯片与各厂商自动驾驶芯片对比

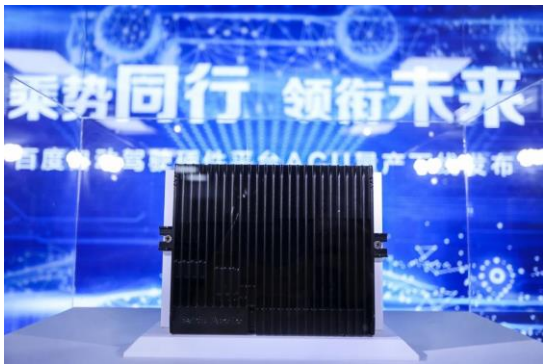
企业	SOC			
	型号	AI算力(TOPS)	功耗(W)	工艺
Tesla	FSD	72	36	14nm
Mobileye	EyeQ5	12	2.4	7nm
英伟达	Xavier	30	40	12nm
	Orin	36-199	15-40	7nm
	Altan	1000 (2025年)	/	7nm
百度	<b>昆仑 1</b>	<b>260</b>	<b>100+</b>	<b>14nm</b>
华为	Ascend 310	16	8	12nm
地平线	征程2	4	2	28nm
	征程3	5	2.5	16nm
	征程5	96-128	20-25	7nm
高通	SA900A/B	/	/	/
黑芝麻	A 1000	40-70	<8	/



## ◆ ACU(Apollo Computing Unit)1.0 计算平台，专注智能泊车功能。

- ✓ 采用英飞凌+赛灵思芯片，全面部署AUTOSAR。硬件维度，ACU 1.0计算平台的SoC芯片采用赛灵思ZU5，MCU芯片采用英飞凌 TC297；软件维度，ACU 1.0计算平台适配百度PaddlePaddle深度学习框架，全面部署AUTOSAR，全车规基础软件开发。
- ✓ 支持两种泊车模式，达到最高车规标准等级。ACU 1.0计算平台的算力为1.5TOPS，支持P-AVP（公共智能泊车）、H-AVP（居家智能泊车）两种智能泊车模式，硬件安全岛设计达到功能安全最高等级（ASIL-D）。

图：百度ACU 自动驾驶计算平台



图：英飞凌TC297芯片



图：赛灵思ZU5芯片



- ◆ **ACU 2.0/3.0计算平台，算力持续提升，新增应用场景。**
- ✓ **ACU 2.0 采用德州仪器TDA4芯片，确保供应稳定及软件适配。** ACU 2.0计算平台，采用两颗德州仪器的TDA4芯片，算力达到8-32T。整体算力不算突出，但从供应链角度能够实现稳定供货，并且德州仪器处理器能够更好的和百度的软件算法结合。
- ✓ **计算平台算力持续提升，应用场景不断新增。** ACU 2.0 新增支持“高速公路领航辅助驾驶 ( Highway-ANP )”。根据百度发布的ACU发展规划，ACU 3.0 将于2023年底推出，算力将达到100-200T，新增“城市道路领航辅助驾驶 ( Urban-ANP ) 以及”城市道路自动泊车(Urban-AVP)“。
- ✓ **发布第五代Robotaxi车型，算力达到800T。** 2021年6月17日，百度发布第五代无人共享车Apollo Moon，基于“ANP-Robotaxi”产品架构，搭载的计算平台的算力高达800T。

图：百度ACU发展规划

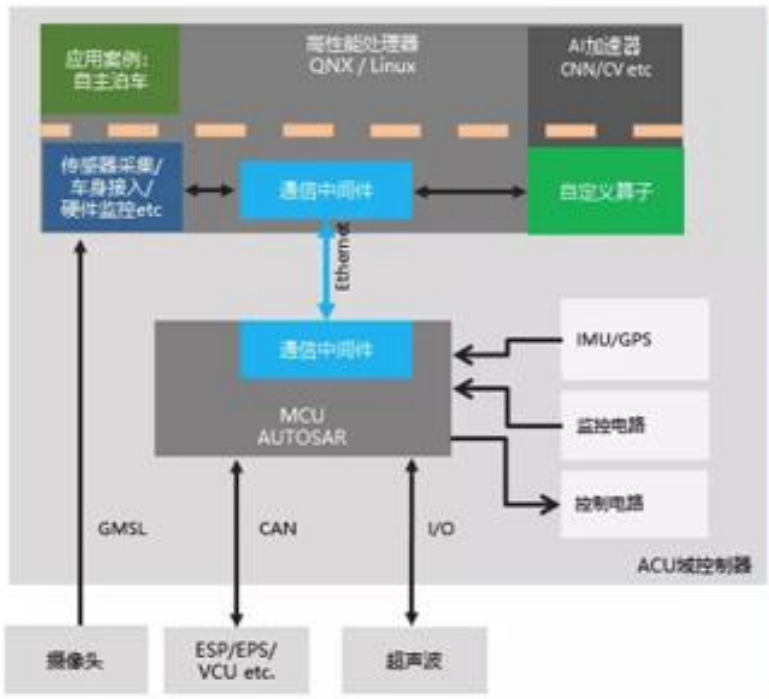


图：自动驾驶域控制器算力汇总

供应商	产品名称	算力 TOPS	核心芯片	量产时间
华为	MDC 810	400	一颗昇腾SoC集成CPU、NPU、ISP	2021
博世	DASy 2.0	最高300	英伟达GPU+Xeon处理器	2021
德赛西威	IPU04	250+	英伟达Orin	2022
特斯拉	AutoPilot 3.0	144	FSD芯片	2019
大疆	D130/D130+	100	-	2022
东软睿驰	X-BOX 3.0	30-64	Xavier	2020
百度	ACU 1.0 五仁	1.5	赛灵思ZU5	2020
	ACU 2.0 四喜	8-32	两颗TI TDA4	2021
	ACU 3.0 三鲜	100-200	暂未披露	2023
维宁尔	Zeus	30	Xavier	2021E
优控	EAXVA04	30	Xavier	2021

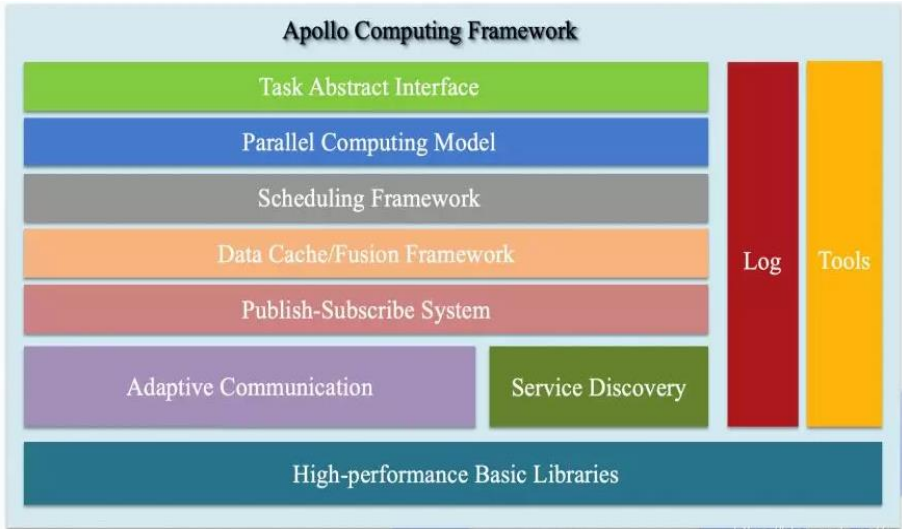
- ◆ **百度ACU计算平台双向打通嵌入式MCU与高性能处理器之间的连接**
- ✓ **高性能处理器和车规MCU通信存在鸿沟，UMB同时实现两种延展方案。** 高性能处理器操作系统（QNX/LINUX）和嵌入式MCU上运行的AUTOSAR协议之间存在通信鸿沟。百度同时实现了从QNX/Linux向CP AUTOSAR以及从CP AUTOSAR 向QNX/Linux延展的两种方案。抽象封装后命名为UMB（Unified Message Bus）。
- ✓ **全球首发DDS通信协议在CP AUTOSAR上部署，完成ACU基础软件环境。** DDS是高性能处理器操作系统中的通信协议，百度全球首次将其在CP AUTOSAR上进行了部署，从而打通了QNX/Linux与嵌入式MCU之间的通信。在此基础上，可以方便的调用传感器信号、网络管理、硬件监控等底层软件功能，打包完成ACU基础软件环境，在基础软件环境之上，更方便的支持自动驾驶功能的开发

图：百度ACU物理层、应用层结构图

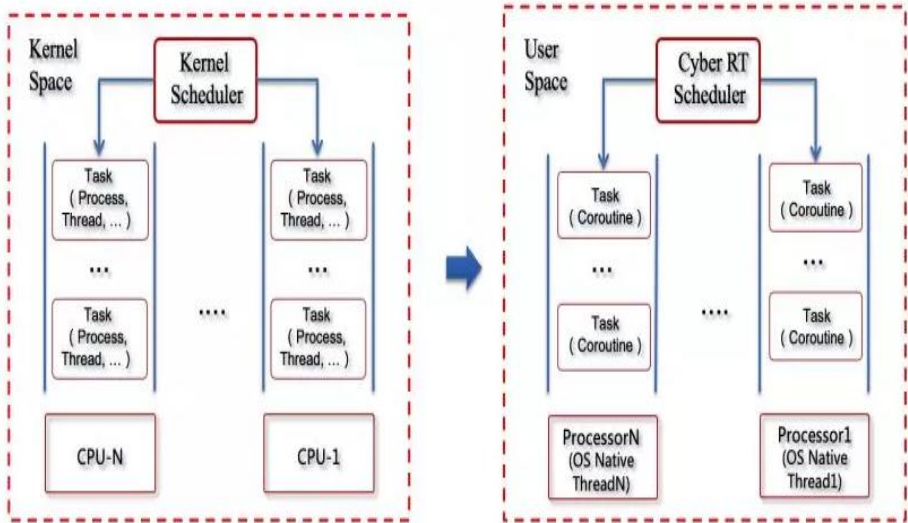


- ◆ **自研中间件Cyber-RT，增强汽车软件架构可靠性和定制化功能**
- ✓ **传统中间件ROS，应用丰富但存在进程调度短板。**在传统自动驾驶系统中，中间件大部分都采用ROS（Robot Operating System），ROS作为开源社区具有众多丰富的经过验证的应用软件，可以大大缩短研发成本和时间。但是存在进程调度逻辑的不确定性等问题，难以符合自动驾驶功能安全的需求。
- ✓ **Cyber-RT提供任务调动能力，更加适用自动驾驶系统。**针对ROS对于任务调度的缺点，百度自研了中间件Cyber-RT，它介于底层的实时操作系统（Real-time operating system, RTOS）和上层算法之间。核心功能是实现计算任务调度。主要设计是把调度、任务从内核空间搬到了用户空间，让调度可以和算法的业务逻辑紧密结合，更加适用于自动驾驶领域。

图：Cyber-RT架构



图：从内核空间到用户空间



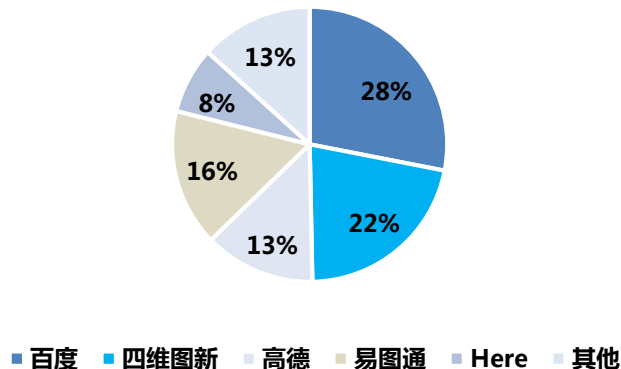
## ◆ 百度高精度地图助力地图匹配、辅助环境感知和路径规划

- ✓ **行业壁垒较高，百度具有先发优势。** 由于高精度地图涉及国家安全，截至2020年10月，全国仅有的28家企业具备研究高精度地图的资质，最早可以追溯到2013年。此后，百度不断加大投入力度，成为了最早完成全国30万高速公路采集和高精地图制作的地图商
- ✓ **市占率领先，与多家车企实现量产合作。** IDC咨询的市场研究报告显示，在2020年的中国高精地图解决方案市场中，百度市占率最高达到28.07%，领先于四维图新、高德等企业。截至2021年5月，百度已经与广汽、蔚来、威马、长安、本田、长城、吉利、北汽、江淮、恒大等多家车企实现量产合作。
- ✓ **现可实现分钟级的数据更新，90%的地图绘制流程自动化。** 2013年百度启动高精度地图采集，依托多元感知数据处理、云服务中心和数据中心等构成的Intelligent Map平台，现可实现分钟级的数据更新，同时百度开发了一套完善的地图绘制系统，从而使90%的地图绘制流程自动化。

图：国内高精度地图厂商主要客户

高精度地图厂商	主要客户
百度	长城汽车、福特汽车、现代汽车、广汽集团、威马、长安汽车、吉利汽车、北汽、江淮、恒大等
四维图新	宝马、奔驰、奥迪、大众、沃尔沃等
高德	小鹏、一汽、通用、吉利等

图：2020年中国企业高精度地图市场份额





## ◆ H-AVP 面向固定停车位泊车技术

- ✓ 依托SLAM定位建图技术,大幅提升自动泊车控制距离。学习和记录过的地区,无需从头获取信息,传感器只需识别新的障碍物,控制距离因此大幅提升,1%定位精度,覆盖室内外停车场,涵盖大风、烈日、小雨、小雪等天气状况。
- ✓ 百万级算力云端学习平台保证路线有效性。传感器上传的信息到云端进行融合、处理、计算,支持云端后台学习加速单趟学习进程,实现即学即用。后续持续进行多趟路线更新保持路线有效性。

## ◆ P-AVP 公共智能泊车,面向公共场所非固定停车位。

- ✓ 车-云-图-场融合方案,实现高精度自主泊车最优性价比。1) 车端:搭配百度ACU以及各类传感器,实时提供自车6D坐标,成本低廉;2) 云端:全局调度平台,多端联动,支持多车多场自动调度,计算最优路线。3) 图端:实时发现变更,天级更新高精地图行业最快更新速度。4) 场端:有效感知所有尺寸大于20cm的障碍物;检测率接近100%;覆盖停车场所有死角盲区。

- ◆ 面向于最后一公里的无人驾驶场景, H-AVP智能泊车方案率先落地。2021年,威马W6成为全球首款搭载百度AVP自主泊车方案的量产车型,率先实现的是H-AVP功能, P-AVP功能将在年内通过OTA的方式进行推送。

图: AVP传感器配置



图: 威马W6





## ◆ L4级别自动驾驶功能降维释放，ANP加速量产进程

- ✓ **发布纯视觉城市L4级别自动驾驶方案Apollo Lite，有效降低系统成本。** 2019年，百度发布Apollo Lite方案，是国内唯一的L4级别纯视觉城市道路闭环解决方案。与激光雷达方案相比，以全车12颗摄像头作为传感器实现L4级别自动驾驶方案能够有效的降低系统成本，显著降低自动驾驶方案上车的门槛。
- ✓ **L4级别自动驾驶功能降维释放，推动自动驾驶方案上车。** 2020年基于Apollo Lite方案，百度发布了纯视觉的领航辅助驾驶方案—ANP(Apollo Navigation Pilot)。将德州仪器（TI）的车规级处理器TDA4作为计算平台的核心芯片。相较于Mobileye和NVIDIA，TI的芯片产品更加符合量产的稳定性要求，能够确保上车量产。
- ✓ **AVP与ANP结合，实现城市全场景覆盖的自动驾驶方案。** 通过AVP和ANP两套自动驾驶方案相结合，百度实现了城市低速和高速环境的自动驾驶场景全覆盖。据百度披露，AVP功能已经与广汽，威马，长城等品牌开展合作，在威马W6车型上进行了首次量产，未来ANP功能也会陆续的在威马、吉利等品牌上实现量产装车。

图：Apollo智驾



图：Apollo智能量产套件



- ◆ **小度车载2021，鸿鹄芯片提供底层技术支持，五大数字化底座组建下一代智能驾舱产品**
- ✓ **低功耗车规级语音芯片，为小度车载提供底层技术支持。** 鸿鹄芯片是百度首颗多功能车规级语音芯片，使用了HiFi4自定义指令集，双核DSP核心，平均功耗仅100mW，为百度智能网联生态提供底层技术支持。
- ✓ **五大基座打造面向未来的智能驾舱产品。** AI基座，语音/语义/图像三个维度助力人机交互；生态基座，小度助手使人机交互更自然，3000+车载智能小程序满足用户多元化需求；LBS基座，新一代生态AI车载地图，打通人、车、路，全面升级用户出行体验；数据基座，基于百度在交通领域和大数据的积累，形成的一套完整的专为汽车和出行服务的数据平台；系统基座，提供未来智能汽车所最需要的底层系统保障。
- ◆ **百度的智能座舱方案是5大基座的组合，车企可自由搭配出服务于不同档次和功能的车型的智能驾舱方案。**

图：百度车规级鸿鹄芯片



图：小度车载OS五大核心基座



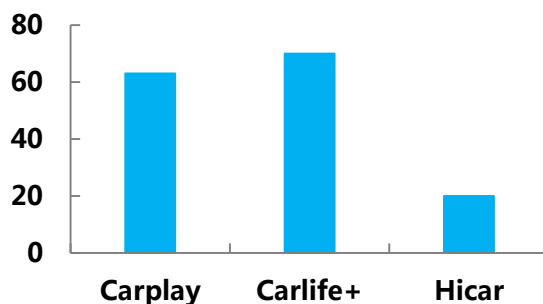
## ◆ CarLife+/智能车盒/度小镜 可用于中期换代升级的车型和后装市场提供的智能车联解决方案

- ✓ **Carlife+**，多系统适配的手机车机互联解决方案，覆盖用户广且合作车企/车型数量领先。Carlife+是一款手机车机互联的解决方案，在车机端可与Linux、QNX、Android适配，在用户端支持Android和iOS智能操作系统，可覆盖到95%以上的智能手机用户；截至2020年，CarLife+合作品牌已达70+，超过650+合作车型，领先于Carplay和HiCar。
- ✓ **智能车盒**，低成本上车快，软硬一体的解决方案。智能车盒集成小度车载的功能，通过CarLife+通道可快速赋能车机系统，它的优势在于能确保整车硬件、IVI系统无需改造，以最低的成本、最快的速度融入车载系统。
- ✓ **度小镜**，业内首款智能硬件产品，搭载百度智能车联核心功能。度小镜可与Carlife+适配，用户可以通过度小镜手机APP实现与实体产品账号的互联互通，并可使用智能车载导航、ADAS高级辅助驾驶、海量车内娱乐资源等小度车载的核心功能。

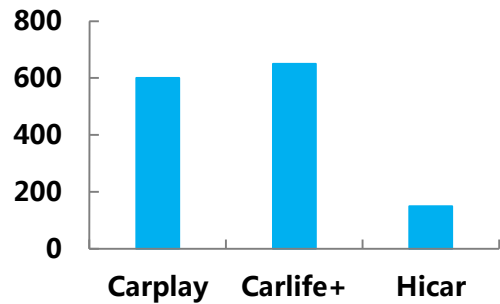
图：智能硬件产品度小镜



图：手机互联解决方案合作车企数量（个）



图：手机互联解决方案合作车型数量（辆）



- ◆ **百度智能车云 围绕OEM的三大核心价值链，助力车企“造好车、用好车、卖好车”**
- ✓ **汽车AI中台/自动驾驶中台，助力车企“造好车”。** 百度汽车AI中台拥有业界最领先的AI能力，支持车企私有化部署语音语义、视觉、推荐引擎等产品，助力车企开启AI之门；自动驾驶中台可提供快速获得的场景化方案，大幅降低研发成本，大幅缩短研发周期，助力车企具备领先一代自动驾驶能力。
- ✓ **安全大脑/智能运营平台，助力车企“用好车”。** 安全大脑运用百度的多年安全技术积累帮助车企在数字化、智能化时代拥有更加坚实的防御盾，让智能汽车持续进化的同时拥有高度安全；智能运营平台则会在智能客服和智能维保的基础上，依托百度在地图和自动驾驶方面的积累，为用户提供业界最成熟的智能出行方案。
- ✓ **营销大脑，助力车企“卖好车”。** 营销大脑依托百度精准的流量数据，打造出全链路数字化服务，为车企、经销商伙伴精准地获取汽车存量市场的意向用户，提升车企的卖车效率。

图：Apollo智能车云



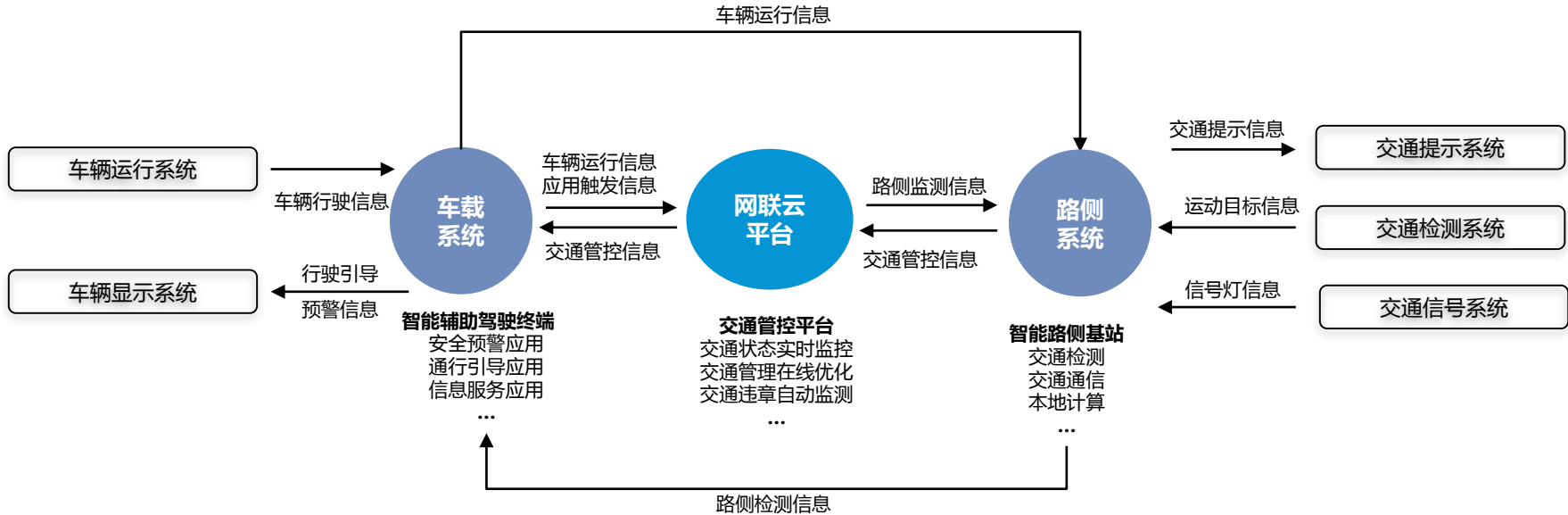
### ◆ 车路协同原理

✓ **通过网络互联化、车辆自动化、和系统集成化，构建车路协同自动驾驶系统。**在单车智能的基础上，通过车路两端的传感器对交通环境进行实时高精度感知定位，按照约定协议进行数据交互，实现车/路/人之间不同程度的信息交互共享(网络互联化)，并涵盖不同程度的车辆自动化驾驶阶段(车辆自动化)，以及考虑车辆与道路之间协同优化问题(系统集成化)。

### ◆ Apollo V2X车路协同解决方案

✓ **为城市交通提供全域感知能力。**Apollo V2X车路协同解决方案可对所有交通参与者进行感知理解，路侧设备可采集全局路网图像，播发全量车辆位置、速度等信息，从而有效扩大车辆视距，避免感知盲区；该解决方案还可实现城市级全时空动态交通信息采集并与云端融合，为交通参与者和管理者实现全局最优的协同控制能力。

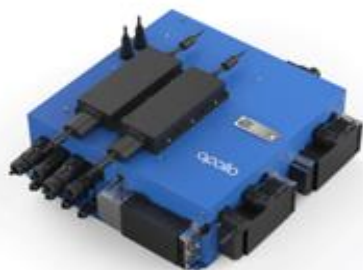
图：车路协同架构





- ◆ **百度自研路测单元RSCU，高算力且能适应恶劣环境。** RSCU能够实现2\*8Tops的高算力，支持双向8车道十字路口的数据量计算。采用军工级电源、供电稳定可靠，并且适应外部环境能力强，防水防腐蚀，耐寒耐高温适应恶劣户外环境，
- ◆ **联合多家企业及高校，助力智能交通新基建。** 百度已经与多家车路协同企业签订合作协议，研发V2X技术相关产品，共同打造智能交通示范城市；并与清华大学智能产业研究院合作研发了Apollo Air 纯路侧感知的车路协同技术，助力百度Apollo车路协同的研发与生态建设，推动自动驾驶技术的发展和演进。

图：百度自研路测单元RSCU



图：百度Apollo车路协同业务的合作伙伴

合作伙伴	合作内容
清华大学智能产业研究院	共同研发Apollo Air，纯路侧感知车路协同技术
海信网络科技	基于车路协同领域，开展技术产品研发以及项目与市场资源的合作
千方科技	千方科技将研发并提供面向自动驾驶的V2X车载终端与道路交通设施
大唐高鸿	百度Apollo自动驾驶C-V2X通信模组的独家合作伙伴



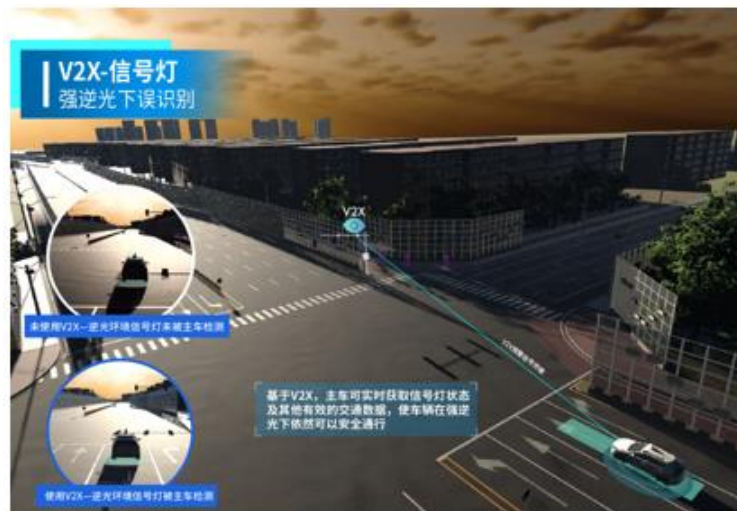
## ◆ Apollo Air 纯路侧感知实现L4级自动驾驶，技术开放推动行业发展

- ✓ **Apollo Air技术亮相，已在多个城市的若干路口测试。** 2021年5月13日，百度发布了Apollo Air，这是全球首次使用纯路侧感知能力实现开放道路L4级自动驾驶闭环的车路协同技术，是车路协同领域的最高技术能力体现；Apollo Air技术已在北京、广州等城市的若干路口落地，实现了纯路侧感知L4级自动驾驶真实场景的测试。
- ✓ **路端感知实现L4级自动驾驶，有望降低自动驾驶成本。** Apollo Air技术可在没有车端传感器、路端轻量感知前提下，仅利用V2X、5G等无线通信技术实现车路云协同；替换车载自动驾驶系统的感知系统，在车路云尺度空间上实现高质量无人驾驶，未来有望降低自动驾驶车辆的成本。
- ✓ **持续反哺V2X车路协同方案。** Apollo Air迭代的纯路侧感知技术将持续反哺百度的V2X车路协同方案，提升无人驾驶方案的鲁棒性和安全性。

图：Apollo Air 应用场景-盲区



图：Apollo Air 应用场景-信号灯



## ◆ ACE智能交通 智能交通综合解决方案

- ✓ **首发全球唯一实现自主可控的智能交通解决方案。** 2020年4月，百度发布智能交通综合解决方案ACE1.0，集成了百度在人工智能、大数据、自动驾驶、车路协同等领域的多年积累，是全球首个自主可控的智能交通解决方案，其中ACE分别代表了Autonomous Driving自动驾驶、Connected Road车路协同、Efficient Mobility高效出行。2021年7月29日，在上海Apollo Park开园当天，百度发布了智能交通综合解决方案ACE2.0。
- ✓ **ACE2.0采用1+3+N的总体架构。** 1个数字底座，“车路云图”全栈技术为核心的数字底座，构成了百度ACE2.0的数据基础；3大智能引擎，分别为Apollo自动驾驶引擎、车路协同引擎、MaaS出行引擎；N个场景应用，包括以智慧交管、智慧高速、智慧停车为代表的数字化，APP、车机、度小镜、智能路口为代表的网联化，以及Robobus、Robotaxi、阿波龙为代表的自动化。
- ✓ **多个城市开展落地实践，获得业内最大订单。** 截至2021年7月，百度已在北京、上海、广州等多个城市展开落地实践，拿下多个智能交通建设的订单，最高订单金额达到4.6亿，为业界最高。

图：百度ACE交通引擎总体架构



图：百度智能交通城市建设订单概览

签约时间	地区	合作内容	金额（元）
2021.07	上海嘉定区	Apollo Park	暂未披露
2021.04	重庆永川区	L4级自动驾驶开放测试和示范运营基地	5280万
2021.03	北京至雄安新区	暂未披露	4400万
2021.03	成都高新区	5G智慧城市智能驾驶项目	1.05亿
2020.11	河北保定区	AI交管大脑第二期	8670万
2020.08	广州黄浦区	中国首个自动驾驶MaaS示范基地-Apollo Park	4.6亿
2020.08	长沙高新区	智能网联与智慧交通深度融合的智慧出行项目	4084万
2019.12	河北保定区	AI交管大脑第一期	1.01亿



人工智能领军企业—百度

Apollo开放平台

■ **Apollo Robotaxi & 集度汽车**

Robo-Truck应用场景，打造万亿市场

Robo-Truck技术特点&产业格局

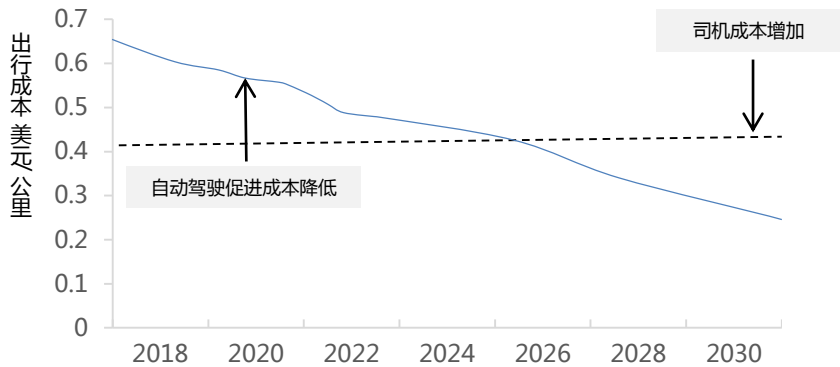
建议关注企业

风险提示

## ◆ 高级别自动驾驶的终级应用场景

- ✓ **Robotaxi是市场空间最大的自动驾驶场景之一。**出行服务将会成为现阶段高级别自动驾驶市场规模最大的场景之一，我们测算，到2031年中国Robotaxi行业的市场规模有望突破4万亿元。
- ✓ **节省人力+减少花费，达到盈亏平衡点后发展加速。**Robotaxi为出行公司省去人力成本，为消费者减少出行花费，根据麦肯锡预测，2025-2026年行业将迎来盈亏平衡点，届时Robotaxi的商业化会进入加速阶段。
- ✓ **单车智能 VS 车路协同，技术路线之争的核心是降低成本。**Robotaxi的“军备竞赛”已然开始，单车智能技术路线的代表Waymo通过自研激光雷达降低成本，而车路协同技术路线的代表百度则用路侧智能代替部分车侧智能的方式降低成本；我国5G技术世界领先，基站覆盖广，车路协同技术路线具备较好的设施基础。

图：Robotaxi行业的盈亏平衡点在2025-2026年之间



图：单车智能路线和车路协同路线的代表厂商

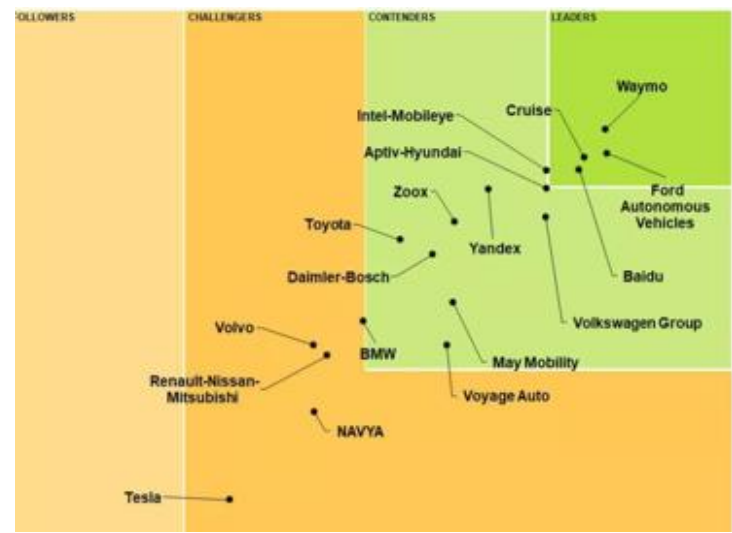




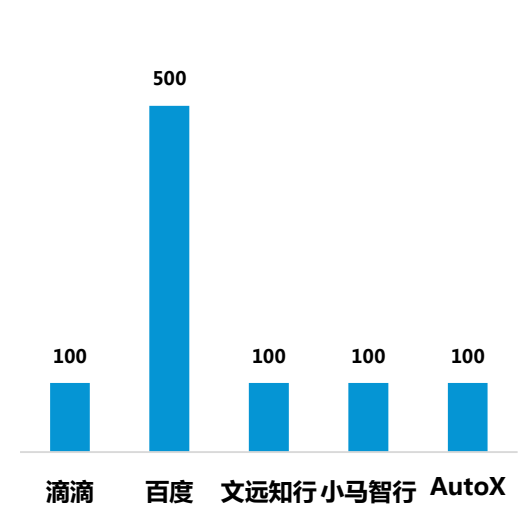
## ◆ Apollo Robotaxi 自动驾驶能力领先的中国无人共享车公司

- ✓ **8年技术累计助力百度成为中国自动驾驶能力的领导者。**无人驾驶车是百度最先切入的自动驾驶领域，已有八年的技术累积，在美国权威机构Navigant Research发表的自动驾驶能力排行榜中，百度是进入第一梯队的唯一中国企业。
- ✓ **自动驾驶测试牌照和车队数量最多、专利最多、测试里程最多的无人共享车公司。**截至2020年底，Apollo获得智能驾驶专利达2900件，244张测试牌照，自动驾驶路测里程超过1200万公里，各项指标均为中国自动驾驶企业之最。

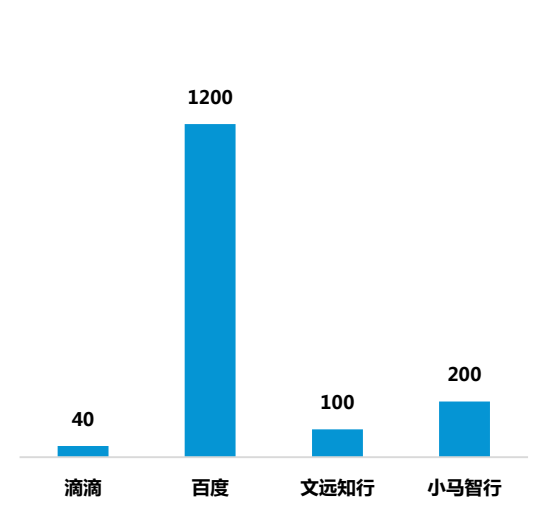
图： Navigant Research自动驾驶竞争力排名（2020年）



图：截至2020年，各公司的自动驾驶测试车队数量（个）



图：截至2020年，各公司的自动驾驶测试里程（km）



## ◆ 第五代共享无人车Apollo Moon 成本降低一倍，性能提升10倍

✓ 定制化激光雷达+轻量化传感器套件，大幅降低成本。Apollo Moon搭载一个机械式激光雷达+一个固态激光雷达+13个摄像头+五个毫米波雷达的三环式、多冗余传感器组合；Apollo Moon的造价为48万元，相比百度上一代Robotaxi造价降低50%，是行业平均造价的1/3。

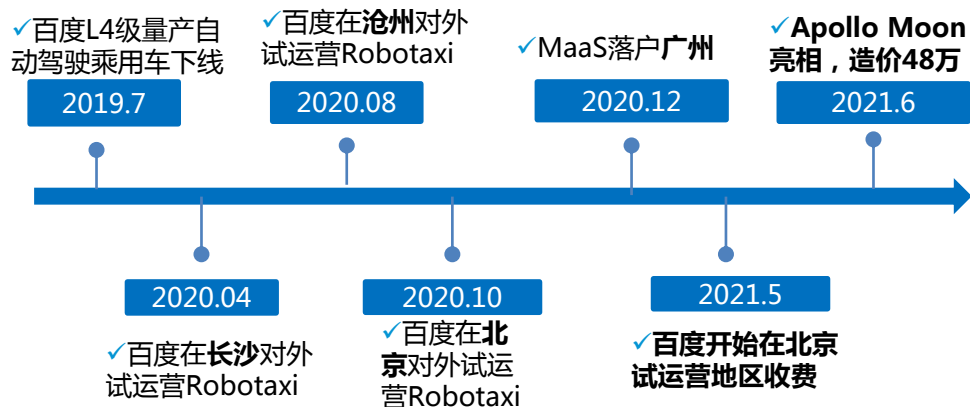
✓ 摄像头个数提升+算力提升+车路协同技术，助力Apollo Moon性能提升10倍。单车智能维度，Apollo Moon在三环视、多冗余传感器的基础上，增加摄像头的数量，同时计算平台ANP-Robotaxi的算力提升到了800T。车路协同维度，Apollo Moon搭载百度定制的OBU，车端实时接收路端感知设备发出的消息，在红绿灯识别，盲区检测等方面借力V2X技术，将大幅提升障碍物探测的完备性；Apollo Moon相较上一代车型能力有10倍提升，复杂城市道路送达成功率高达99.99%。

## ◆ Apollo Robotaxi 中国第一家实现商业化收入的无人共享车企业

✓ Robotaxi已在多个城市开启运营，已经在北京试运营地区实现商业收入。截至2021年7月，百度已在沧州、长沙、广州、北京试运营Robotaxi服务，其中在北京首钢地区于2021年5月2号开始收费，百度也成为世界第二家、中国第一家实现Robotaxi商业收入的公司。

图：百度联合北汽极狐联手打造Apollo新一代无人共享车-Apollo Moon

图：百度无人驾驶车布局时间线

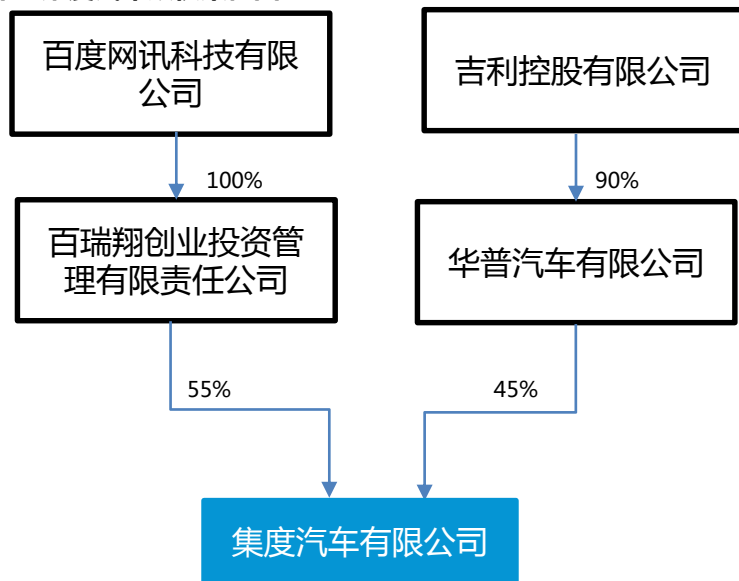




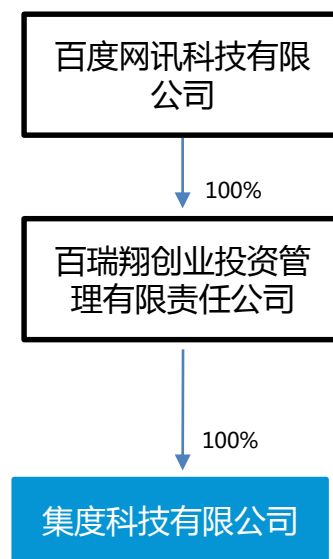
## ◆集度汽车 进军整车制造业，百度智能驾驶的新动作

- ✓ **老牌车企吉利助力百度下海造车。**2021年1月11日，百度宣布正式组建一家智能汽车公司，以整车制造商的身份布局汽车行业，百度控股55%，吉利控股45%，新公司取名为“集度汽车”。
- ✓ **管理层拥有丰富的产业经历，团队规模已超过百人。**CEO夏一平曾创立摩拜单车并担任首席技术官，曾担任菲亚特克莱斯勒亚太区智能车联事业部负责人；集度汽车现有100多人的团队，背景来自3个方向--传统主机厂、新势力，互联网和消费电子，集度计划在年底建立1500人的团队。
- ✓ **独资成立集度科技。**百度成立集度科技有限公司成立，注册资本 20 亿人民币，经营范围包括新能源汽车整车及相关零部件的技术服务、技术开发、技术咨询；销售新能源汽车、新能源汽车生产测试设备等。

图：集度汽车股权架构图



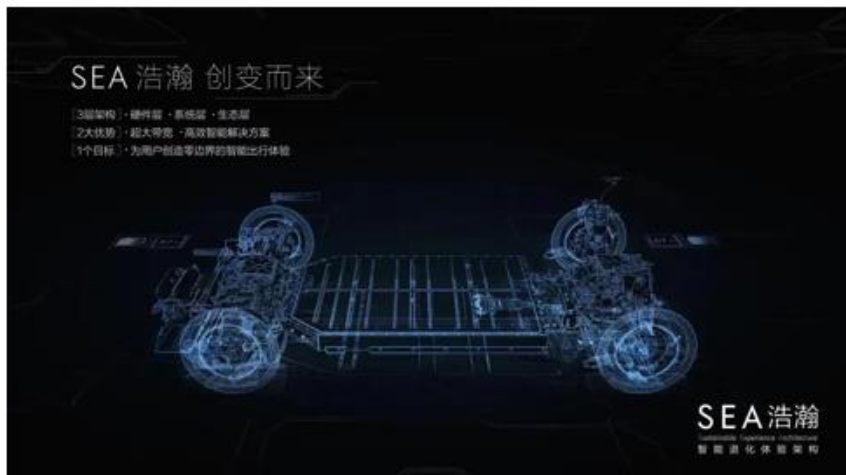
图：集度科技股权架构图



## ◆ Apollo、吉利、集度分工明确，车型定位已确定

- ✓ 依托Apollo的技术能力打造智能汽车。Apollo在自动驾驶及智能座舱领域有成熟方案，会分别提供超算平台、算法、高精地图、智能驾云、小度车载等核心技术。
- ✓ 吉利SEA浩瀚平台，帮助集度提高软件开发效率。吉利的浩瀚架构是全球第一个开源的智能电动架构，实现了从A级车-E级车的全尺寸覆盖，可以满足轿车、SUV、MPV、小型城市车、跑车、皮卡及未来出行车辆等全部造型需求，同时具备开放架构、超高带宽、柔性可扩展三大特点，在该架构之下，软件开发周期可以缩短50%，为全球最高效纯电架构之一。
- ✓ 开发电子电器架构JET，实现软硬件解耦。集度正在打造基于SOA的电子电气架构JiDu Evolving Technology，JET相当于车的神经系统，向下衔接了浩瀚平台，向上承载了域控制器、OS，可实现软硬解耦。
- ✓ 新车型定位轻奢，外观和内饰选型确定。集度的第一款车售价不会低于20万元，定位轻奢，兼顾女性用户的需求，第一款车的外观和内饰的选型已经敲定，最快可能在2022年接受预定。

图：百度SEA浩瀚架构概念图



图：JET智能化技术平台





人工智能领军企业一百度

---

Apollo开放平台

---

Apollo Robotaxi & 集度汽车

---

■ **Robo-Truck应用场景，打造万亿市场**

---

Robo-Truck技术特点&产业格局

---

建议关注企业

---

风险提示

---

◆ **商用车的自动驾驶应用场景包括六个领域：干线物流、港口场景、物流园区、矿区场景、机场场景、末端配送。**其中，**干线物流与港口物流是两大主要应用场景。**干线物流是公路运输主要形式，是自动驾驶商用车领域市场空间最广阔的部分，我们预计未来将达到万亿级市场体量；港口物流作为低速封闭场景，自动驾驶技术难度相对较低，有望率先商业化落地。

图：自动驾驶商用车领域六大应用场景

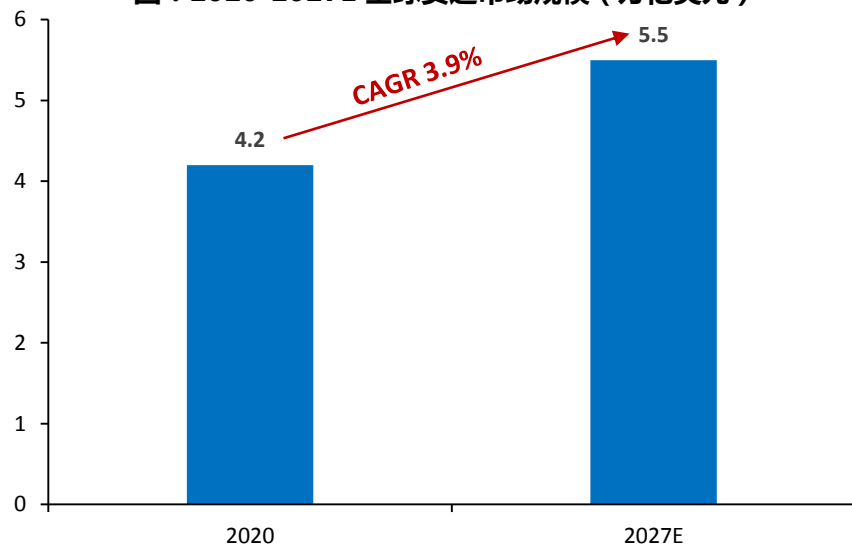
项目	干线物流	港口场景	物流园区	矿区场景	机场场景	末端配送场景
场景介绍	干线物流因运输距离长、运力集中，是公路运输主要形式，也是自动驾驶商用车领域最大的一块蛋糕	港口物流主要是低速封闭场景，落地较快但整体市场规模相对较小	物流园区是封闭低速场景，应用于园区内库房与库房、车间与车间的短驳货物运输场景	主要应用于露天矿区封闭场景，环境较差，粉尘多，自动驾驶感知难度高	机场是封闭低速场景，交通环境相对简单	末端配送特点是高频、分散，主要解决“最后一公里”配送问题
应用情况	目前国内应用是会铺设一条专用的智慧道路，图森未来、主线科技等已在多地商业试运营	全国已有十余个港口实现自动驾驶集卡落地，主要分布于东南沿海港口	菜鸟、苏宁、德邦等已布局物流园区自动驾驶，京东也在筹备5G物流示范园，全国引入自动驾驶技术	白云鄂博矿区、鄂尔多斯矿区等多个矿区展开试运营	广州、海口、北京等多地机场已开展自动驾驶试运营，力图打造智能化机场	目前苏宁、京东等平台均已推出L4级无人配送小车，并已实现运营
车辆类型	自动驾驶货车	自动驾驶集卡/牵引车	自动驾驶重卡/轻型货车	自动驾驶矿卡/宽体车	自动驾驶摆渡车/行李车	无人配送车



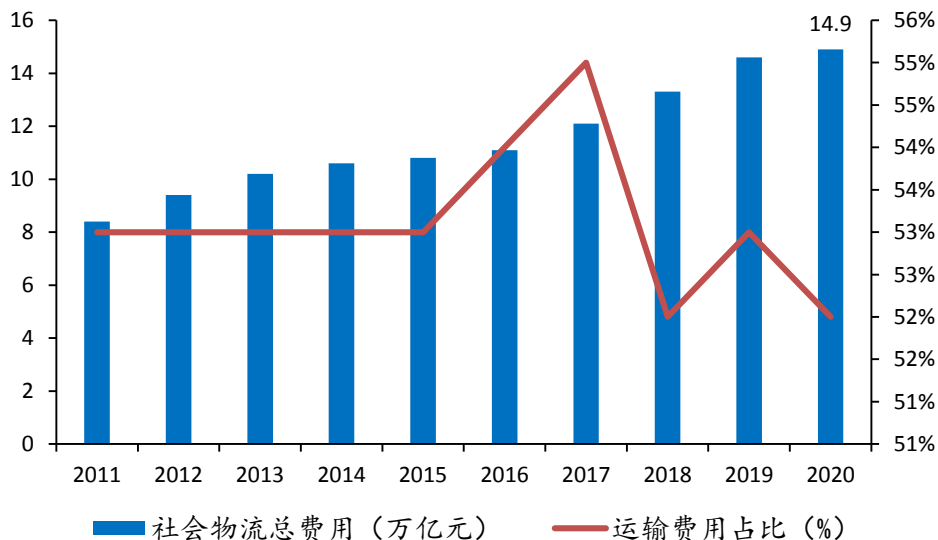
◆ **全球货运市场稳定增长**：据Research and Markets数据，2020年全球货运市场规模达到4.2万亿美元，预计到2027年将达到5.5万亿美元，2020-2027年CAGR为4%。

◆ **公路干线货运中的RoboTruck市场体量测算**：2020年社会总物流费用为14.9万亿元（人民币，下同），其中运输费用占比52%，物流运输市场空间约7.5万亿元。2020年公路运输占比约74%，而干线物流约占公路运输中的40%，因此2020年公路干线货运市场空间为2.29万亿元。当RoboTruck渗透率达到10%时，对应市场空间2293亿元；当渗透率达到50%时，对应市场空间1.15万亿元。

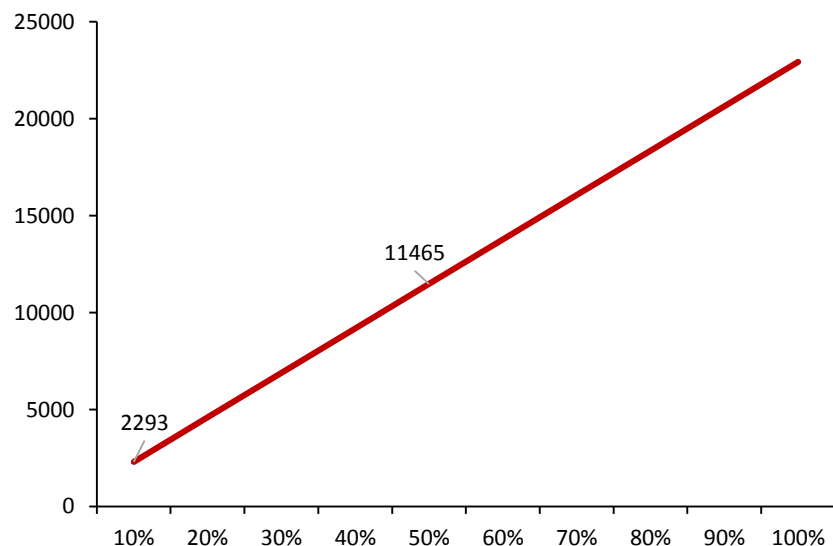
图：2020-2027E 全球货运市场规模（万亿美元）



图：2011-2020年中国社会物流总费用及运输费用占比

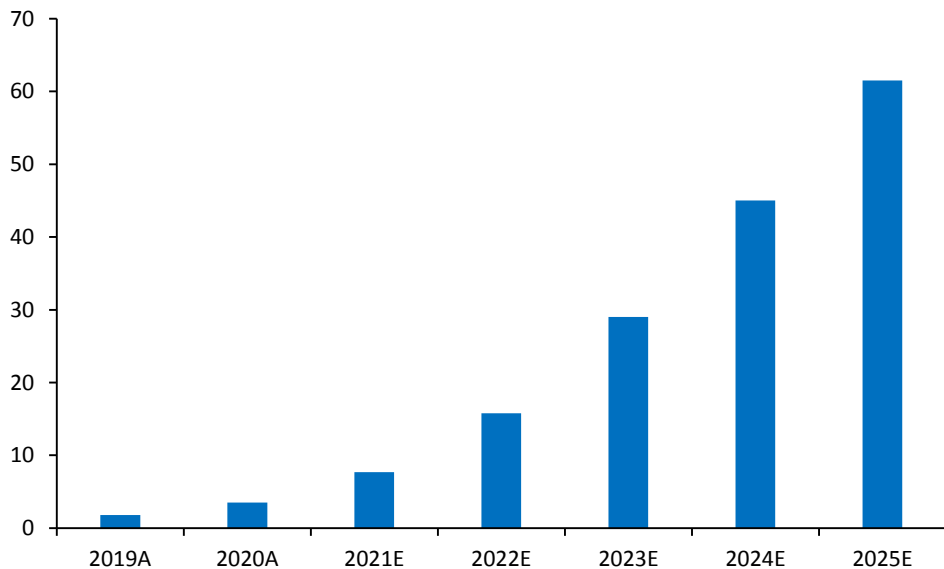


图：渗透率为50%时，Robotruck市场空间预计达到1.15万亿元人民币

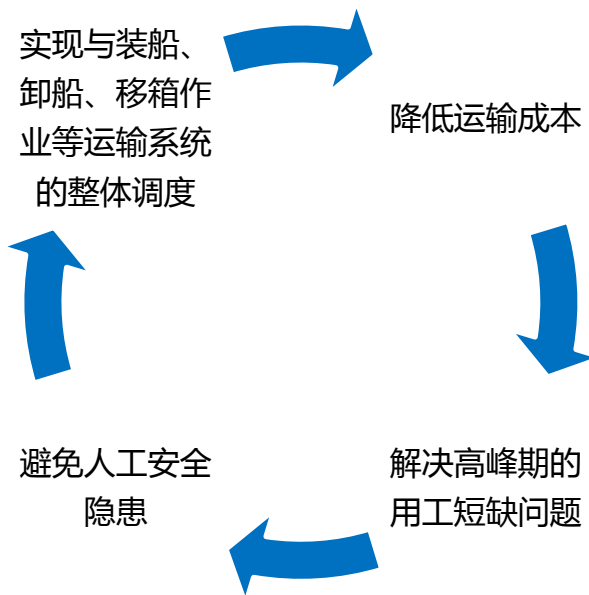


- ◆ **港口自动驾驶的特点是封闭场景+低速运营，也是自动驾驶率先商业化落地的典型场景。**无人驾驶领域投入高、回报周期长，而港口自动驾驶运营可以实现技术测试迭代+有收益，商用后可以点带面延伸至干线物流领域。两者共用商用车底盘等硬件，在车规工程化、商业运营、算法迭代能力等方面均有共通之处，可以进行良好的衔接。
- ◆ **据佐思汽研数据，预计到2025年，中国港口内集卡L4级自动驾驶渗透率将超过20%，L4级港口自动驾驶集卡应用规模达到6000-7000辆，中国港口自动驾驶规模将超过60亿元，占全球市场约30%。**虽然港口自动驾驶本身市场规模相对较小，但具备示范效应，衍生意义较大，可以衍生出航运-港口-高速干线-物流枢纽的全程自动驾驶物流场景。

图：2019-2025年中国港口自动驾驶市场规模（亿元）



图：港口作业自动驾驶技术应用优势分析



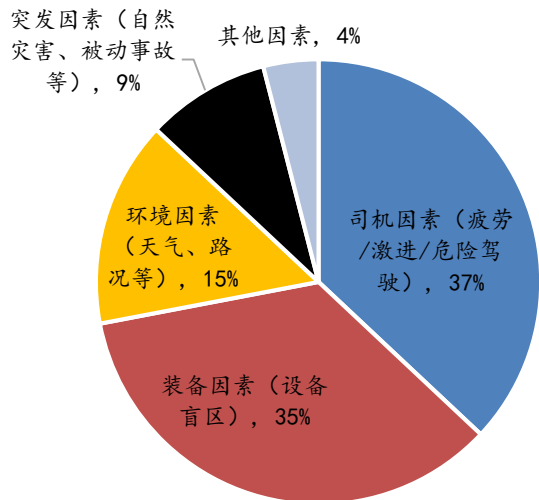


## ◆ RoboTruck替代优势：有效降低驾驶事故率，提升安全性。

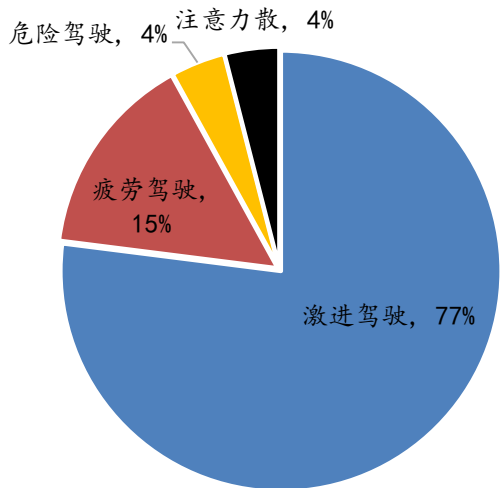
◆ **导致公路货运事故发生的因素中，司机因素占比最高。**对比中美两国2019年平均公路货运事故发生率，中国为3.7起/百万公里，相比美国1.3起/百万公里事故发生风险仍较高。其中司机因素占比最高，达到37%。而在司机因素中，激进驾驶占比达到77%（超速、过快转弯、超车剐蹭、未保持安全距离等）；疲劳驾驶占比15%（未充分休息、身体欠佳等）；危险驾驶占比4%（开车途中打电话、看手机、抽烟等）；注意力分散占比4%（逆行、溜车等）。

◆ **货车司机普遍工作时长长、劳动强度大。**根据中国物流与采购联合会数据，2020年日均工作时长超过8小时的货车司机占比达到82.4%，普遍存在疲劳驾驶风险。

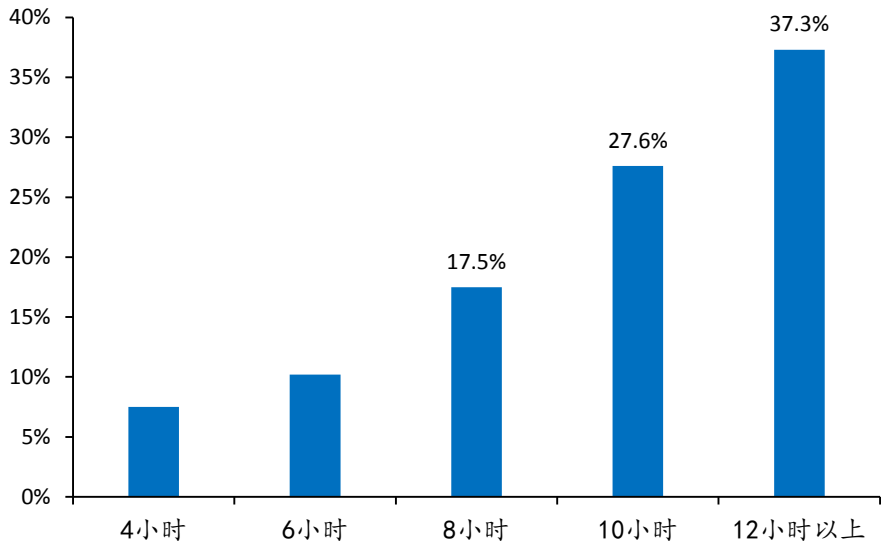
图：2019年中国公路货运事故因素



图：2019年司机因素导致公路货运事故具体分解



图：2020年国内货车司机日均工作时长分布情况

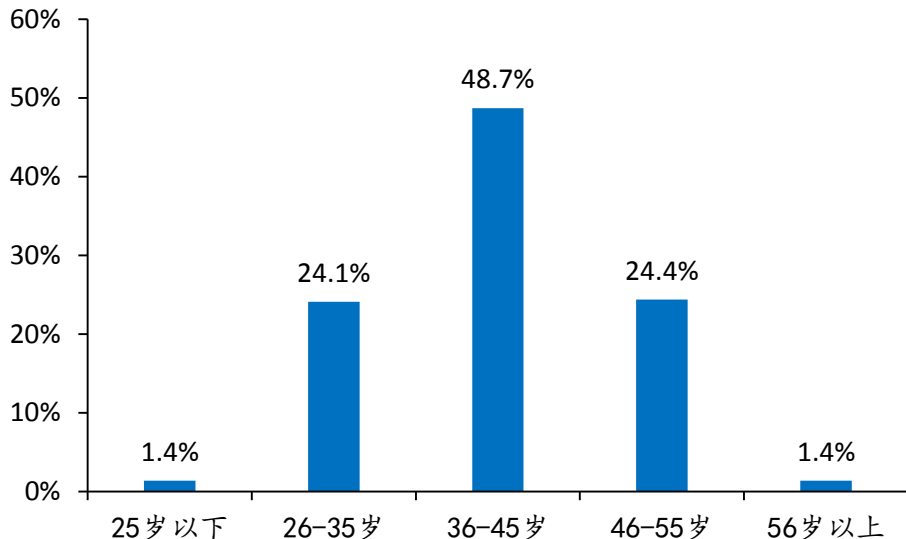


## ◆ RoboTruck替代优势：降低人力成本，弥补岗位缺口。

◆ **货运行业人力成本持续上升。**根据麦肯锡物流行业报告，2009-2018年，中国交通运输物业人力成本快速上升，年均增长约10%。

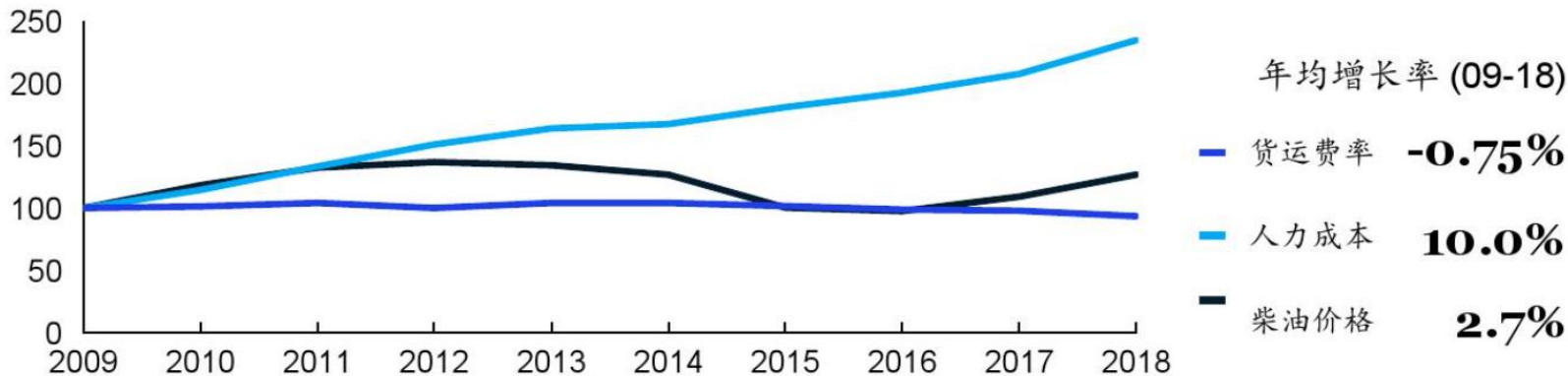
◆ **货车司机年龄断层趋势凸显，岗位缺口较大。**根据中国物流与采购联合会数据，截至2020年底，货车司机年龄主要集中在36-45岁之间，占比48.7%。由于工作强度大、常年在外奔波、危险性较大等因素，年轻司机占比相较往年有明显下滑。据央视财经报道，**我国未来运货司机缺口将达到1000万人。**RoboTruck的出现可以有效降低人力成本，弥补行业人力缺口。

图：2020年货运司机年龄分布情况



图：2009-2018年中国公路货运市场货运费率、人力成本、柴油价格变化

指数化 (2009 = 100)



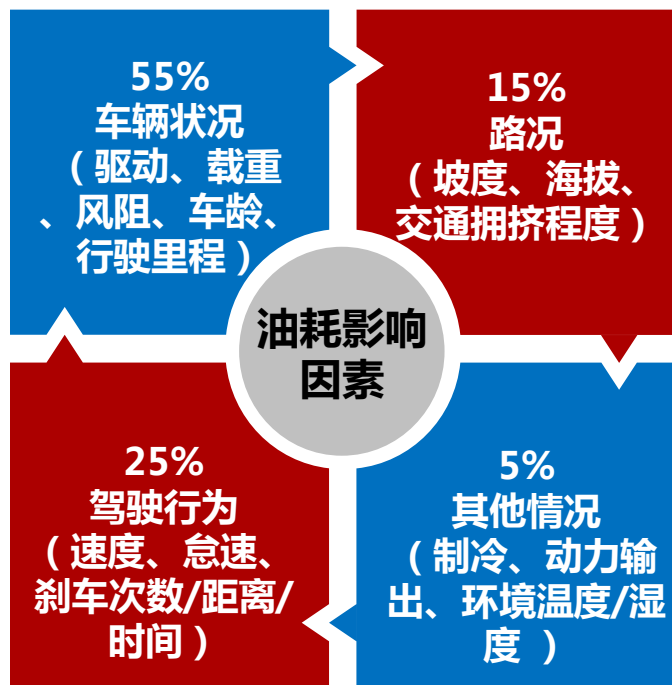
## ◆ RoboTruck替代优势-燃油效率提升，促进节能环保。

- ◆ **自动驾驶系统可通过策略优化节省燃油消耗。**传统重型卡车油耗大、排放量大，同时具有不良驾驶习惯的司机可能加大能耗。驾驶习惯良好的司机可降低20%的油耗，而自动驾驶系统可以对换道策略等进行优化，相比驾驶习惯最好的司机进一步节省能耗。
- ◆ 根据图森未来和加州大学圣地亚哥分校联合完成的研究，**图森未来的自动驾驶技术能为重型卡车节省至少10%的燃油消耗。**具体实现措施上，包括运动控制规划方面选择合理的运动加减速路径，在执行层面上充分利用滑行制动和发动机制动，减少气刹的使用等。

表：不同形式速度下的燃油效率情况

速度（英里/小时）	0-30	30-40	40-50	50-60
无人驾驶系统（公里/升）	3.49	5.43	5.91	5.56
人类驾驶（公里/升）	3.14	4.56	5.46	5.46
燃油效率提升幅度	21%	17%	8%	3%

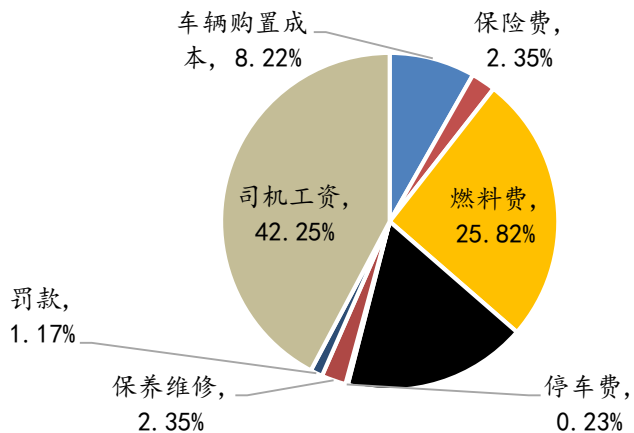
图：汽车油耗影响因素



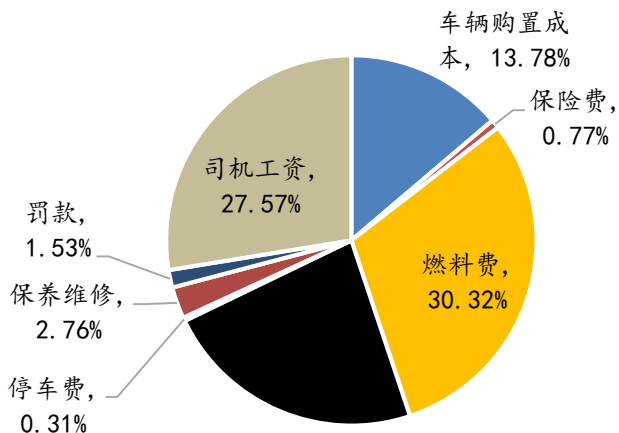
◆从重卡的5年运营成本结构来看，引入自动驾驶系统后，5年总成本降低23.4%，总成本节约近百万元，平均每年20万元。

成本项目	金额/万元（传统模式）	占比	金额/万元（自动驾驶）	占比情况	备注
车辆购置成本	35	8.22%	45	13.78%	
保险费	10	2.35%	2.5	0.77%	传统模式（交强险5000元+商业险15000元）
燃料费	110	25.82%	99	30.32%	自动驾驶节省10%
高速费	75	17.61%	75	22.97%	0.075元/吨/公里
停车费	1	0.23%	1	0.31%	
保养维修	10	2.35%	9	2.76%	按每年2万元计算，自动驾驶节省约10%
罚款	5	1.17%	5	1.53%	按每年1万元计算
司机工资	180	42.25%	90	27.57%	每个司机每月成本15000元，传统模式下需要2个司机
总成本	426	100%	326.5	100%	引入自动驾驶后成本降低23.4%

图：传统模式下的卡车五年成本运营结构



图：自动驾驶下的卡车五年成本运营结构



◆作为前沿科技与汽车制造业、交通出行行业等融合发展的产物，自动驾驶已被各国上升到国家战略高度，纷纷抢占技术与产业制高点。自动驾驶汽车是促进汽车产业可持续发展的重要技术，而任何技术的产业化落地都必须有相关法律政策的保障实施。我国已将自动驾驶纳入国家顶层规划，积极推动自动驾驶产业发展。

表：2018-2021年国务院及各部委关于自动驾驶相关政策

政策	时间	发布机构	具体内容
《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》	2018年	工信部、公安部、交通运输部	省、市级政府相关主管部门可以根据当地实际情况，依据本规范制定实施细则，具体组织开展智能网联汽车道路测试工作。
《交通强国建设纲要》	2019年9月	国务院	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。大力发展智慧交通，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。
《推进综合交通运输大数据发展行动纲要（2020-2025）》	2019年12月	交通运输部	推动货运物流数字化发展，逐步完善国家交通运输物流公共信息平台，推动全国多式联运公共信息系统建设，促进多种运输方式间数据交互共享。鼓励网络平台道路货运、车货匹配、智能航运等“互联网+货运物流”新模式发展。
《智能汽车创新发展战略》	2020年2月	发改委、网信办、科技部、工信部等11部委	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。
《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》	2020年10月	国务院	到2025年，高度自动驾驶汽车实现限定区域和特定场景商业化应用，充换电服务便利性显著提高。
《关于促进道路交通自动驾驶技术发展和应用的指导意见》	2020年12月	交通运输部	支持开展自动驾驶载货运输服务，鼓励在港口、机场、物流场站、交通运输基础设施建设工地等环境相对封闭的区域及邮政快递末端配送等场景，结合生产作业要求，开展自动驾驶载货示范应用。
《国家综合立体交通网规划纲要》	2021年2月	国务院	智能列车、智能网联汽车（智能汽车、自动驾驶、车路协同）、智能化通用航空器、智能船舶及邮政快递设施的技术达到世界先进水平。





人工智能领军企业—百度

Apollo开放平台

Apollo Robotaxi & 集度汽车

Robo-Truck应用场景，打造万亿市场

■ **Robo-Truck技术特点&产业格局**

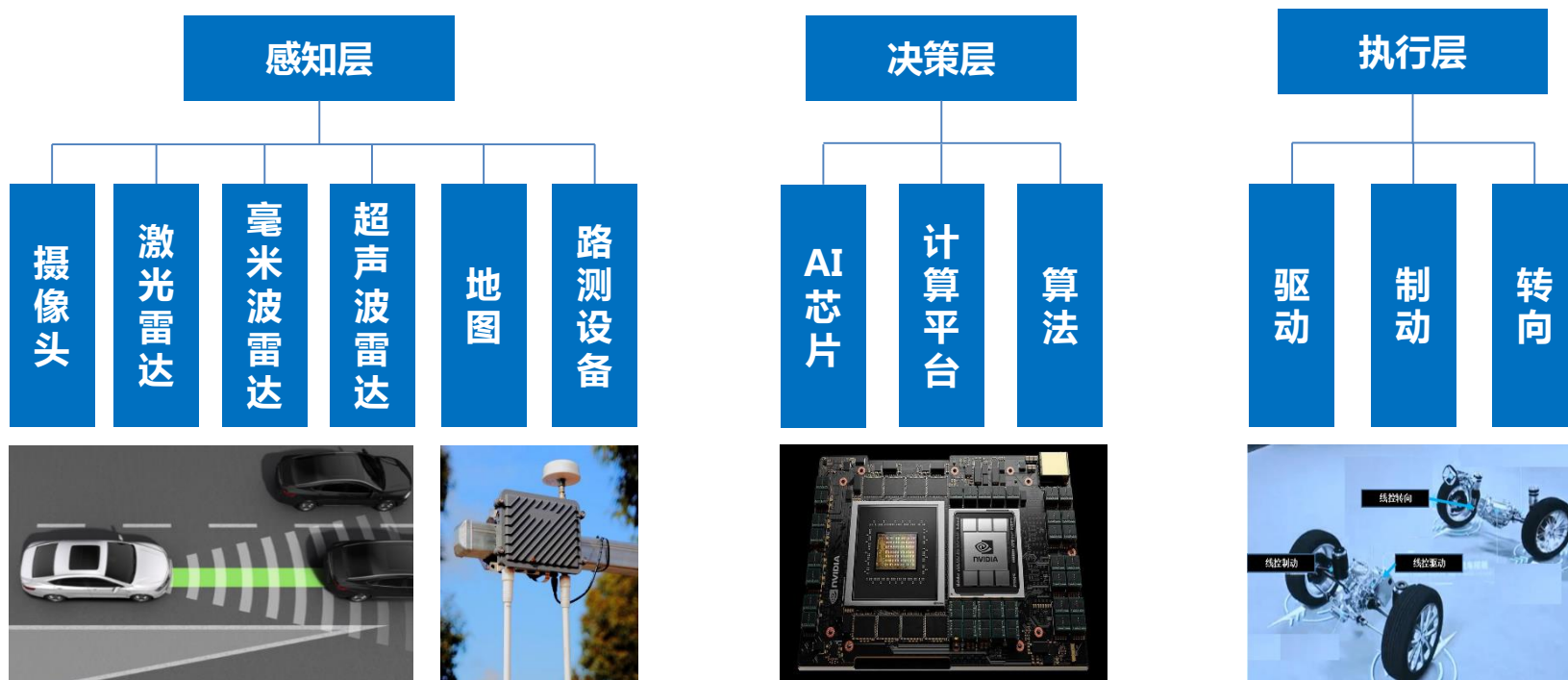
建议关注企业

风险提示

## ◆ 自动驾驶系统主要包括感知、决策、执行三大核心环节。

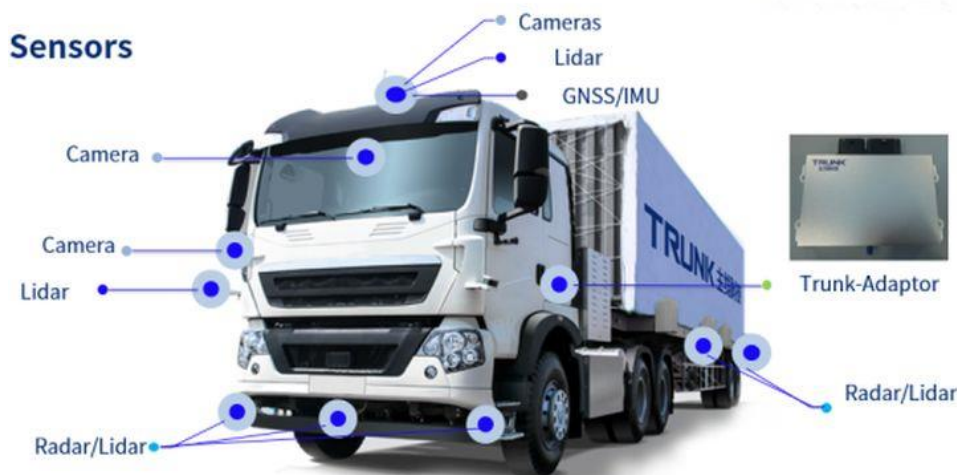
- **感知层**由摄像头、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等传感单元，加上高精地图和路测单元（RSU）组成，负责周边环境的感知。
- **决策层**由高算力AI芯片+计算平台+软件算法构成，负责处理感知信息，对车辆运行状态进行决策，输出控制命令。
- **执行层**由驱动+制动+转向三大单元构成，负责整车运动姿态控制，是构成高等级自动驾驶的重要安全保障。

图：自动驾驶三大核心环节



- ◆ **感知环节，激光雷达+视觉融合方案成为标配。** 通过多传感器融合方案，实现车辆周边360°感知。卡车由于体积/质量大，盲区更复杂，操纵难度相比乘用车更高，因此需要搭载更多的硬件传感器。
- ◆ **决策环节，多家RoboTruck企业与英伟达合作，将搭载Orin芯片。** 由于自动驾驶落地在卡车领域主要面向L3以上高阶自动驾驶，对芯片算力需求更大，因此英伟达的高算力AI芯片成为首选，包括图森未来、智加科技、赢彻科技、主线科技、瑞典Einride、美国Locomotion等企业均将使用NVIDIA Orin芯片打造RoboTruck解决方案。
- ◆ **执行环节，电动化+智能化趋势推动商用卡车驱动/制动/转向系统升级。** 截至2021年7月，大多数商用车仍搭载液压助力系统HPS或EHPS，由于自动驾驶率先落地无人货运市场，将推动EPS（电控助力转向）方案渗透率实现较快提升。

图：RoboTruck感知环节传感器配置



图：采用英伟达Orin芯片的RoboTruck企业



## ◆ RoboTruck商业化落地主要分为5个阶段：

- **第一阶段“原型期”**，包括方案可行性研究，制定技术发展方向，并寻找合作伙伴共同推进。
- **第二阶段“工程验证期”**，通过验证（路测验证+仿真系统验证），证明自动驾驶的安全性和经济性。
- **第三阶段“设计验证期”**，此前工程验证期验证通过的自动驾驶系统，需要与量产车进行融合设计。
- **第四阶段“生产验证期”**，开始进行大规模生产准备，包括打通生产制造流水线与供应链体系。
- **第五阶段“量产期”**，实现大规模商业化落地。

◆ **RoboTruck面临的技术挑战**：相比乘用车，卡车感知盲区大，制动距离长，湿滑路面更是可以达到 300米的制动距离；卡车带挂属于非刚性，控制难度大。

表：RoboTruck商业化落地5个阶段

阶段	原型期	工程验证期	设计验证期	生产验证期	量产期
目标	可行性研究；确认技术方向；寻找合作伙伴	工程定义，问题识别；路测验证；仿真系统验证	可靠性与安全性验证；自动驾驶系统与量产车进行融合设计	经过验证的大规模生产	量产产品具有可拓展性和连续性；大规模商业化落地
落地	设计Demo	工程流程；基础设施与度量标准	工程车向量产车过渡；可通过可靠性与安全性测试	流水线+供应链体系准备	实现量产

表：乘用车与卡车对比

类型	乘用车	卡车
标定	振动程度：中等	振动程度：严重
感知	感知类别为车辆、行人、车道线、红绿灯；感知距离 100-200m	感知类别为车辆、车道线；感知距离 > 300m
地图/定位	城市：稠密特征，无隧道	高速：稀疏场景，有隧道
预测	cut-in, cut-out	cut-in, cut-out, 减速
规划	安全，平顺	安全，平顺，高效
控制	刚性物体，最高载重2吨	非刚性，最高载重50吨



- ◆ **针对干线物流，RoboTruck企业主要采用两种模式：偏渐进的L3路线和偏激进的L4路线。**
- **以图森未来、小马智行为代表的企业坚持L4级自动驾驶技术的落地。** 由于L4级自动驾驶技术难度更高，落地时间较晚：图森未来预计2024年实现量产，小马智行的自动驾驶卡车业务预计2023-2024年实现前装量产SOP，2025年实现自动驾驶卡车的规模化量产应用。
- **以赢彻科技、宏景智驾为代表的企业侧重L3级自动驾驶技术的应用。** 相比之下，实践L3路线落地速度更快：赢彻科技计划在2021年底实现前装量产，宏景智驾预计2022可以实现量产落地。

图：图森未来自动驾驶卡车



图：小马智行自动驾驶卡车



图：赢彻科技自动驾驶卡车



图：宏景智驾自动驾驶卡车





◆ **自动驾驶重卡技术探索方面，国外车企及科技公司布局较早。** 特斯拉于2017年发布首款电动卡车Semi，根据2021年Q2季度财报电话会议披露，Semi车型的量产交付将推迟到2022年。Waymo最早于2017年开始在加州和亚利桑那州测试自动驾驶卡车，2020年融资22.5亿美元+2021年融资25亿美元，旗下Waymo Via专注于RoboTruck领域，Waymo One专注于RoboTaxi领域。

企业	时间	研发及运营进展
特斯拉	2017年11月	发布旗下首款电动卡车Semi，有300英里和500英里的续航范围选择，价格分别为15万美元和18万美元
丰田	2018年4月	丰田旗下重型卡车公司Hino与大众旗下卡车和巴士部门合作，开展自动驾驶卡车和减排技术研发
沃尔沃	2019年6月	研发了一款名为Vera的自动驾驶概念卡车，并在港口测试作业，此前还曾推出自动驾驶矿用卡车
戴姆勒	2020年10月	与Waymo合作，戴姆勒将在旗下 Freightliner Cascadia 重卡（Class 8）中整合 Waymo 的自动驾驶技术
福特	2018年9月	发布F-Vision概念卡车，拥有电动总成和L4级别自动驾驶系统
斯堪尼亚	2019年9月	发布全新无人驾驶概念卡车AXL，这款卡车没有驾驶室，针对矿山与大型封闭式工地场景
现代汽车	2018年7月	在韩国高速公路上开展自动驾驶卡车结队测试，选用满载货物的现代 Xcient 半卡，配备了SAE 3级自动驾驶装置
Waymo	2017年	开始在加利福尼亚州和亚利桑那州测试自动驾驶卡车，旗下Waymo Via专注于重卡自动驾驶提供RoboTruck服务，Waymo One专注于乘用车自动驾驶提供RoboTaxi服务
Thor	2018年8月	发布了一款电动半自动驾驶卡车原型车，对标特斯拉Semi
Einride	2018年	推出两款无人驾驶卡车，分别为T-Podd和T-Log，其中T-Log无座无窗，没有驾驶室；2021年5月B轮融资1.1亿美元，将拓展向美国市场
Embark	2021年6月	Embark宣布将与空白支票公司Northern Genesis Acquisition Corp. II合并上市，上市后其市值可达52亿美元。

◆ **中国自动驾驶重卡发展提速。** 由于商用车自动驾驶落地快于乘用车自动驾驶，国内RoboTruck科技企业快速崛起。其中图森未来于2021年4月率先赴美上市，智加科技拟通过SPAC合并上市，掀起了RoboTruck企业的上市融资浪潮。

公司	创始情况	成立时间/人数	合作厂商	产品路线
图森未来	陈默（十年经验连续创业者） 侯晓迪（加州理工博士）	2017年 950人	福田汽车、陕重汽、NAVISTAR、PACCAR、TRATON、UPS	干线物流
智加科技	刘万千（斯坦福博士）	2016年	一汽解放、依维柯、满帮集团、苏宁物流、顺丰快递	干线物流 园区物流
主线科技	张天雷（清华博士）	2017年 100人	中国重汽、一汽、福田汽车、徐工集团、福佑卡车、德邦快递、京东物流、普洛斯、全球捷运、海通科创、中机公司	港口自动驾驶 干线物流
赢彻科技	马喆人（上海交大）	2018年	中国重汽、东风商用车、G7、普洛斯、壹米滴答、中国外运、顺丰快运、嘉明物流等	干线物流
小马智行	彭军（斯坦福博士） 楼天城（清华博士）	2016年 500+人	丰田、现代、一汽、广汽、T3出行	自动驾驶出租车 干线物流
牧月科技（被文远知行收购）	杨庆雄（伊利诺伊大学香槟分校博士）	2018年 50人	三一海工、厦门公交集团、百果园、中通快递	商用车自动驾驶
宏景智驾	刘飞龙（剑桥大学博士）	2018年 300+人	江淮汽车、理想汽车、安能物流	干线物流 域控制器供应商
希迪智驾	李泽湘（加州大学博客利分校博士）	2017年	东风柳汽、福田戴姆勒、北奔重汽、中兴通讯、山河智能	商用车自动驾驶 智能网联解决方案
西井科技	谭黎敏（悉尼大学博士）	2015年 110人	华为、和记港口集团、洪湾国码、雄韬股份、优刻得	类脑芯片 港口自动驾驶
飞步科技	何晓飞（浙大教授）	2017年 130人	中国重汽、一汽、万向集团、中国邮政EMS、德邦快递	商用车自动驾驶 AI芯片
斯年智驾	郭林栋（上海交大博士）	2020年 30人	比亚迪、宁波大榭	港口自动驾驶
畅加风行	张祖峰（军事院校硕士）	2018年 20人	宁波大榭	商用车自动驾驶 线控改装
中科云杉	潘元承（伊利诺伊大学香槟分校博士）	2019年 20人	比亚迪、柳汽、威驰腾、Uhnder	港口自动驾驶 毫米波雷达
经纬恒润	吉英存（北航博士）	2003年 2734人	一汽解放（日照港、唐山港）	汽车电子 港口自动驾驶
三一海工	传统大型机械行业龙头企业	2011年	招商局	线控底盘 港口自动驾驶

◆ **国内重卡企业陆续开启重卡自动驾驶布局。**国内重卡市场集中度高，一汽解放（23.22%）、东风集团（19.17%）、中国重汽（18.48%）、陕汽集团（14.00%）、福田集团（9.25%）5家企业市占率合计在80%以上（按各重卡企业销量对比2020年全国重卡销量统计市占率）。多家重卡企业已陆续在港口、干线、园区、矿山等多场景进行自动驾驶技术布局。

企业	自动驾驶级别	场景	车型	发展阶段
解放	L2级	/	J7重卡	具备量产能力
	L4级	高速公路编队驾驶	/	测试
	L4级	港口	J7重卡	商业化运营
	L4级	港口专用集装箱运输	ICV	商业化运营
	L4级	环卫	J6F (轻型)	/
	L4级	矿用自卸车	/	/
	L4级	城市智能物流车	轻型车	/
	L4级	城市智能公交车	/	/
东风	L4级	列队行驶	天龙重卡	/
福田	L3级	通勤	图雅诺	示范运营
	L3级	物流	欧马可	示范运营
	L3级	列队行驶	图雅诺、欧曼重卡	测试
中国重汽	L4级	港口	HOWO-T5G电动卡车	累积实现12个月无人驾驶运营作业
北奔重汽	L4级	/	重卡	/
江铃汽车	L4级	园区	轻客	封闭运营
	L4级	环卫	轻卡	示范运营
	L4级	物流	轻卡	/
江铃重汽	L4级	特定园区、特定场景	Q-Truck电动重卡	/
陕汽	L3级	港口	德龙X6000 4X2牵引车	运营测试
上汽红岩	L4级	港口	重卡	示范运营

◆ **国内自动驾驶港口应用加速。** 2018年起，多家自动驾驶技术解决方案提供商陆续进行自动驾驶集卡落地应用并逐步实现商业化试运营。截至2021年4月，国内已有十余个港口落地应用自动驾驶集卡，“北-中-南”沿海重要港口均有布局，包括上海洋山港、天津港、妈湾港、宁波舟山港、珠海港、唐山港等。

时间	港口	参与方	车型
2021年3月	山东日照港	日照港集发公司、中国电信日照分公司	中国重汽卡车
2021年1月	中远海运港口厦门远海码头	中远海运集团、东风商用车、中国移动等	东风商用车集装箱卡车
2020年12月	宁波舟山港梅山港区	振华重工、梅东公司、飞步科技	13辆智能集卡
2020年8月	妈湾智慧港	招商国际信息、SCCT、中科云杉、中国重汽、三一海工等	中国重汽卡车、三一纯电动无人集卡
2020年5月	武汉花山港	湖北三环集团、湖北联通公司、武汉港务集团、武汉小狮科技	三环智能集装箱无人转运车
2020年1月	天津港	天津港、主线科技、中国重卡等	25台中国重汽豪沃T5G无人驾驶电动卡车
2019年11月	唐山港	唐山移动、唐山港集团、中国重卡、经纬恒润等	5台无人集卡测试车
2019年11月	上海洋山港	上汽集团、上港集团、中国移动、图森未来、陕重汽等	上汽红岩、陕重汽卡车
2018年10月	深圳盐田国际集装箱码头	西井科技、和记港口	西井科技Well-Truck
2018年4月	河北曹妃甸港	图森未来、陕重汽	陕重汽卡车
2018年4月	青岛港	智加科技、一汽解放	一汽解放J7、一汽解放无驾驶舱ICV
2018年1月	广东珠海港	珠海港、西井科技	上汽依维柯红岩杰狮
2017年12月	天津港	天津港、中国重汽、主线科技	中国重汽卡车



人工智能领军企业一百度

---

Apollo开放平台

---

Apollo Robotaxi & 集度汽车

---

Robo-Truck应用场景，打造万亿市场

---

Robo-Truck技术特点&产业格局

---

■ **建议关注企业**

---

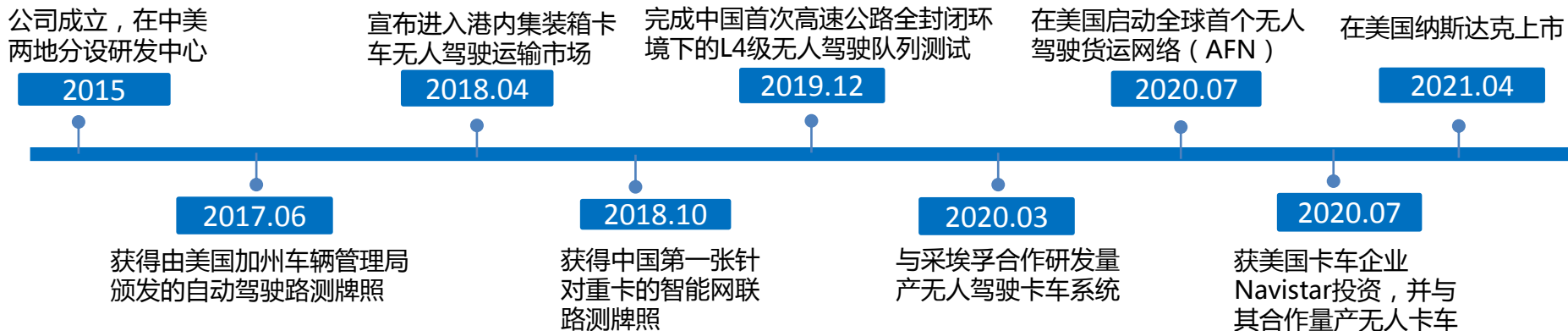
风险提示

---



◆ **图森未来 (TuSimple) 成立于2015年，业务聚焦商用车智驾服务。** 公司先后获得新浪创投、治平资本、英伟达、UPS、Navistar (美国卡车制造商)、Traton (大众商用车集团) 投资，并于2021年4月15日登陆纳斯达克。公司拥有280余项核心技术专利、950名员工。凭借自身的研发实力以及良好的商务合作环境，公司已经实现 L4 级别半挂载车在高速公路和地面街道行驶，并于2021年一季度达成370万英里的路测距离。

图表：图森未来发展历程及历史融资情况



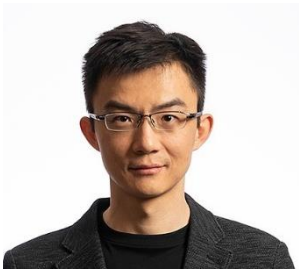
时间	融资金额	融资轮次	投资方
2021年4月	13.5亿美元	IPO	承销商：摩根士丹利、花旗银行、摩根大通
2020年11月	3.5亿美元	E轮	VectoIQ、新浪微博基金、大众商用车集团Traton、Navistar、固特异风投
2020年7月	/	战略投资	美国卡车企业Navistar
2019年9月	1.2亿美元	D+轮	鼎晖投资、UPS、万都中国
2019年5月	/	战略投资	UPS
2019年2月	9500万美元	D轮	新浪、鼎晖投资
2017年11月	5500万美元	C轮	新浪、复合资本、治平资本
2017年4月	数千万美元	B轮	新浪、英伟达、治平资本
2016年1月	5000万人民币	A轮	新浪微博基金



**陈默**  
创始人兼执行主席



**吕程**  
总裁兼CEO



**侯晓迪**  
CTO



**Patrick Dillon**  
CFO



**James Mullen**  
行政主管/法律顾问



**Charles Price**  
首席产品官

- 10年创业经验
- 曾创立运营楼宇广告平台苍穹广告
- 国内页游棋牌平台深蓝兄弟
- 国内较早的汽车O2O汽车交易平台车国网



- 13年管理经验
- 联合创始人/KCA资本合作人首席运营官
- 哈佛商学院MBA
- 弗吉尼亚大学计算机科学和经济学学士



- 10年计算机视觉和认知科学研究经验
- 在自动驾驶汽车领域拥有13项专利
- 加州理工大学博士
- 本科毕业于上海交通大学



- 13年投行、金融、会计经验
- 曾担任摩根士丹利投行部成员
- 曾任职德勤当经理
- 芝加哥大学Booth商学院MBA



- 25年物流监管经验，风险管理方面优秀
- 曾是美国联邦机动车运输安全管理局 (FMCSA) 首席法律顾问



- 25年研发经验，拥有10项专利，其中6项在互联网和车辆自动化领域
- 曾担任美国健身器材科技公司Peloton技术副总裁
- 曾担任甲骨文公司副总裁，Lumenare Networks联合创始人

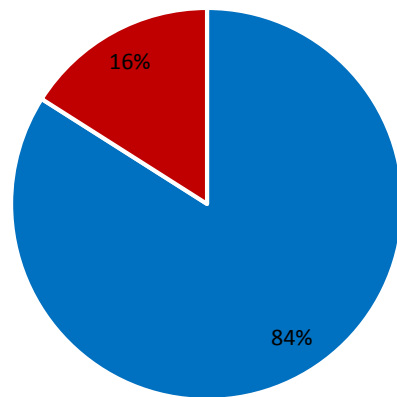


◆ **营收规模实现成倍增长。** 2018-2020年期间，图森未来的营收分别为0.9万美元、71万美元、184.3万美元，营收成倍增长。2021年Q1公司营收94.4万美元，同比增长25.9万美元增长264.5%。

◆ **净亏损幅度加大。** 图森未来2018-2020年的净亏损分别为4503.4万美元、8488.3万美元、17787万美元，由于前期投入较大，净亏损幅度加大。2021年Q1公司净亏损38500万美元，亏损幅度持续增长。

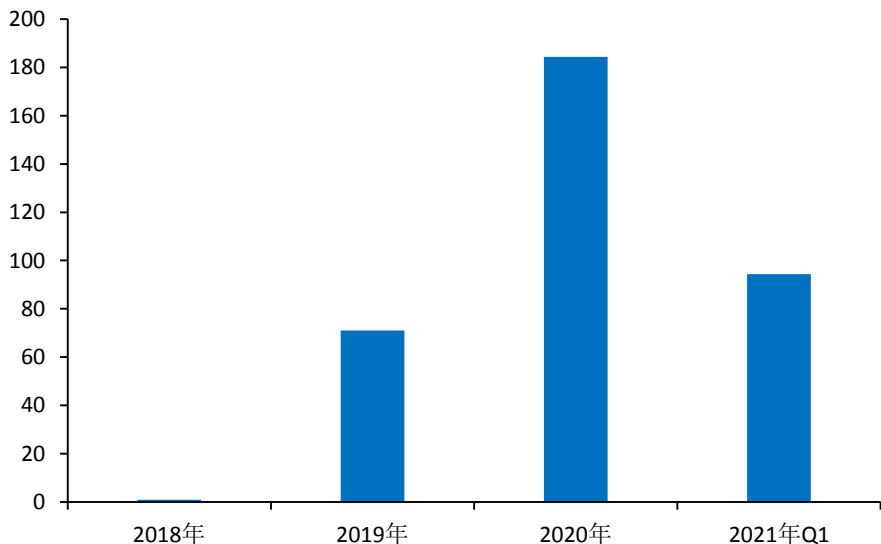
◆ **研发人员占比超过80%。** 截至2021年Q1，公司共有950名员工，其中84%为技术研发岗位。

图：截至2021年Q1研发人员占比情况

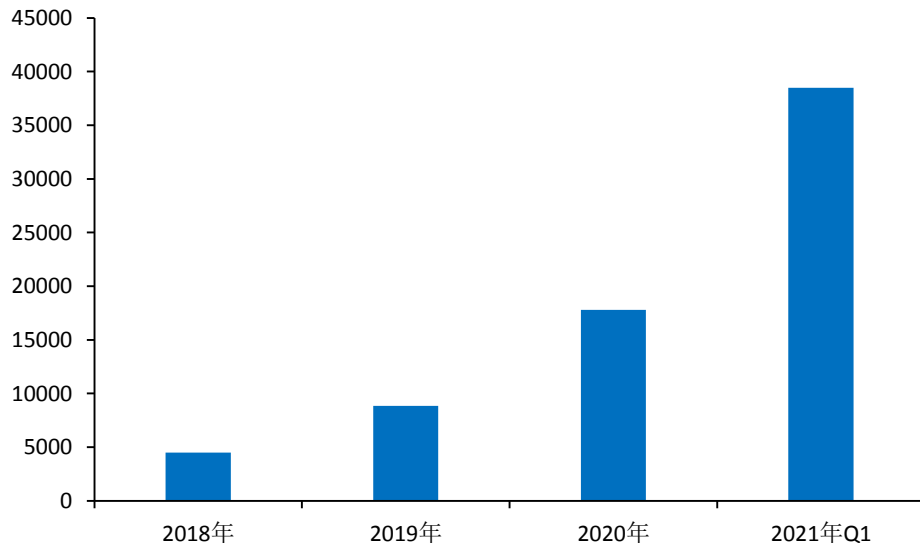


■ 研发人员 ■ 其他

图：2018-2020年图森未来营收规模情况（万美元）



图：2018-2020年图森未来净亏损变动情况（万美元）

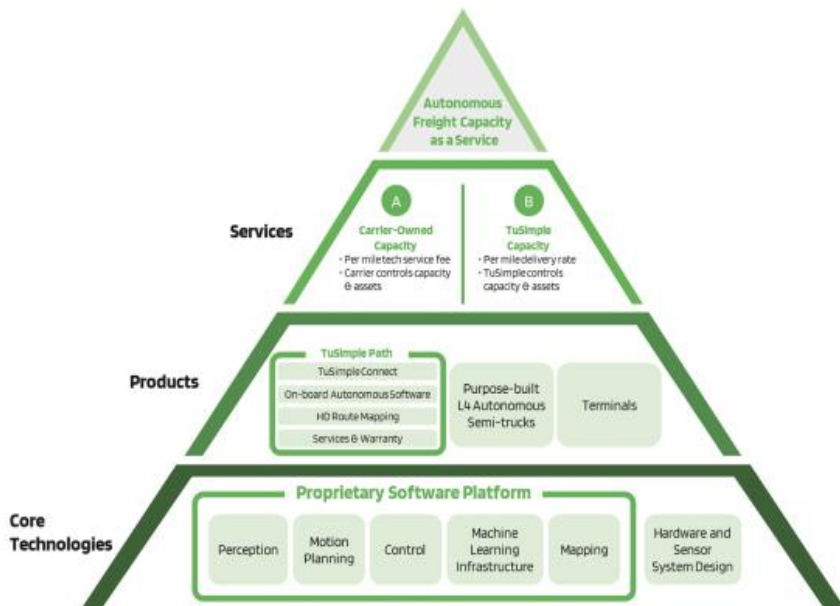


◆ **图森未来的无人驾驶货运网络 ( Autonomous Freight Network , AFN ) 是一个创新的货运生态系统**，将为用户提供更安全、更低成本和可靠的按需货运能力。为了支持 AFN，公司正开发具有安全性和可靠性的特制L4自主半挂车，该半挂车融合了公司的核心技术，包括公司的自主软件平台和传感器系统。

◆ **五大核心技术+三大产品体系+两种服务模式，构建AFN核心解决方案。**

- **五大核心技术**：感知、运动规划、控制、机器学习基础设施和高清地图。
- **三大产品体系**：特制L4半挂车+TuSimple路径系统+AFN终端网络。
- **两种服务模式**：承运人自有运力模式+ 图森自营模式。

图：AFN核心解决方案逻辑图



图：五大核心技术

感知	运动规划	控制	机器学习	地图
1000米感知范围，能够检测、跟踪和分析车辆运动模式，包括相对速度和距离	35秒运动规划时间	燃油效率提高10%	280万英里实际道路里程和1.5亿多英里模拟里程中，积累大量半挂车专用驾驶数据来训练感知和运动规划能力	专有的全国货运路线图，可以再AFN内控制和查看路线，从而提高系统精度、准确性和可靠性
600万亿次车载软件每秒执行操作次数；多传感器融合，包括摄像头和雷达（含激光雷达）	75英里/小时安全、平稳、高速运行	适应不同路况：动态适应卡车拖车货物重量及测风速度	利用机器学习分析软件，每天可以处理10万个实例	数据收集后自动化处理，可以微调并生成精度小于等于5cm的完整3D高清地图

- ◆ **L4自动半挂式卡车。** 公司规划在2024年前装量产下线第一台L4级自动驾驶卡车，合作方是美国卡车制造商Navistar以及Traton，这种半挂卡车未来将大规模生产并部署在公司的自主货运网络AFN上。
- ◆ **公司设计的专用L4自主半挂卡车已经经历了六个系列的更新。** 从2017年展示概念，随着公司开发沿着可靠性、安全性等方向不断前进，截至2021年4月，已更新到F系列，并生产70辆（50辆在美国的AFN上运营，20辆在中国），在接受预订的4个月里接到超过5700个订单。

图：图森未来自主半挂卡车的迭代更新

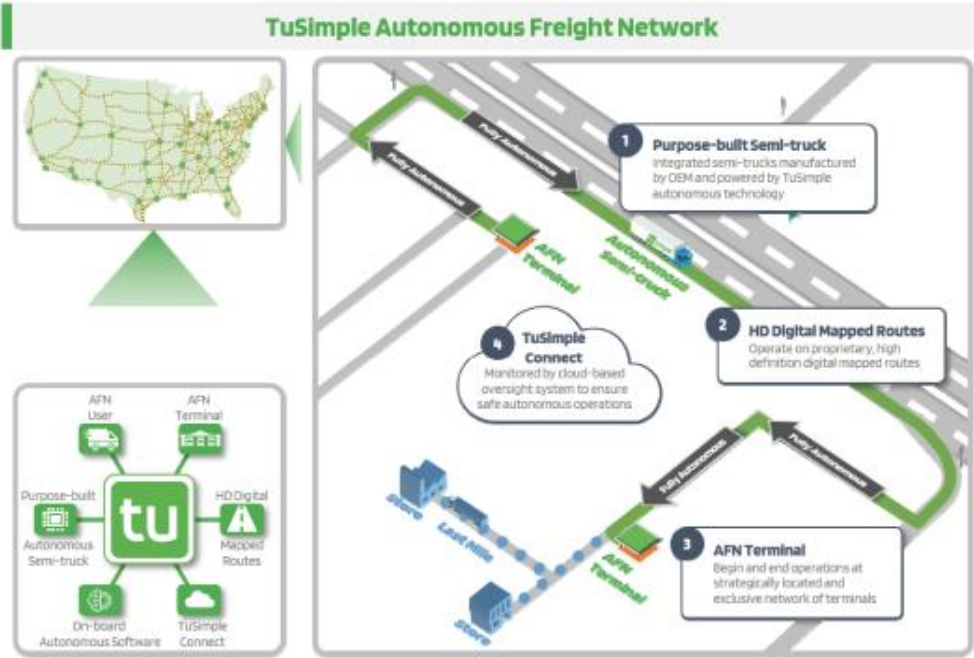
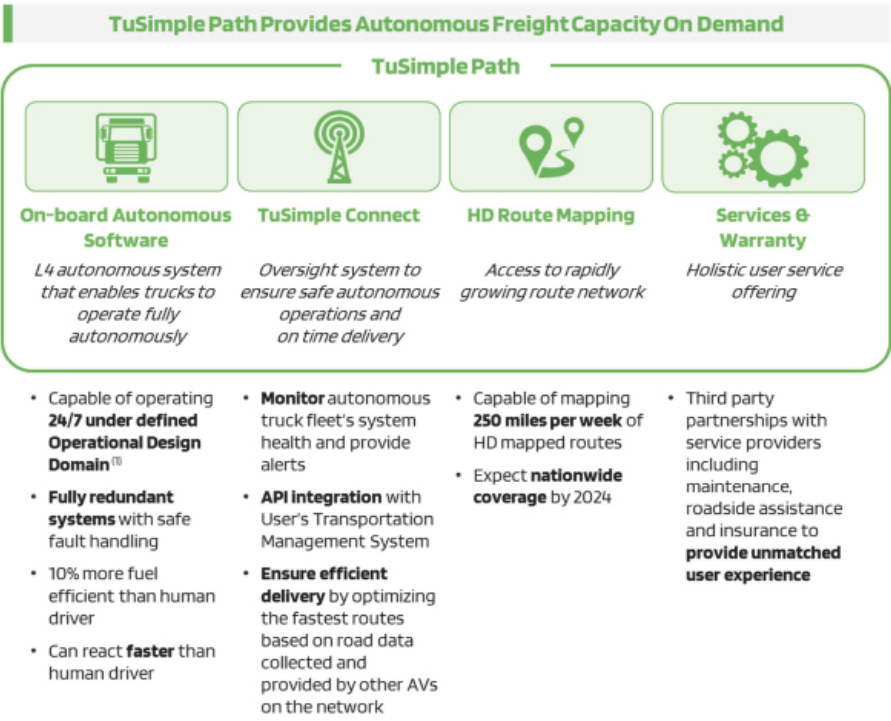




- ◆ **TuSimple 路径系统。** L4自动半挂卡车由公司的车载自动驾驶软件、基于TuSimple Connect云的自动操作监督系统、自动高清路线地图构成，支持紧急路边救援，以提供安全无缝的端到端自动驾驶货运服务。用户将以每英里向图森未来支付使用费，使用图森未来的专有路径，并受益于较低的总运费。
- ◆ **AFN终端网络由一个个物流枢纽中心构成，包括用户的现有物流枢纽中心和 TuSimple 物流枢纽中心。** 这些枢纽中心一般位于战略位置，以最大限度地接近用户设施。整体来看，不断延伸的终端网络与L4自主半挂车从终端到终端的自动驾驶系统具有很强的互补性，能够最大限度地提高运营效率。公司正积极与用户生态系统合作，以扩大终端网络的覆盖范围。

图：TuSimple 路径系统示意图

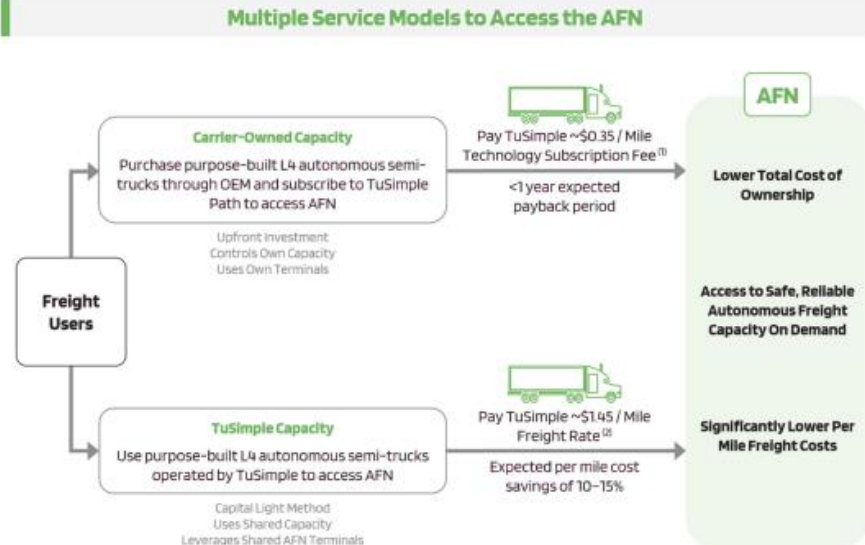
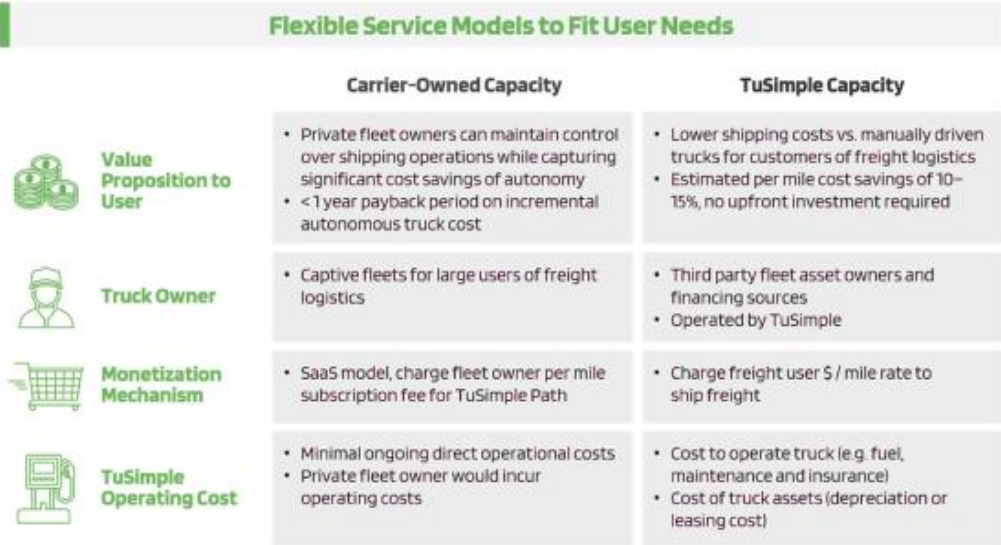
图：AFN终端网络



- ◆ **Carrier-Owned Capacity (承运人自有运力模式)**：货运公司向图森合作的OEM购买自动驾驶卡车，后续通过订阅 TuSimple路径，支付每英里的订阅费。根据图森未来招股书，这种方式预计将大幅降低用户的年成本，硬件增量成本的回收期不到一年。据图森未来预计，若每英里技术订购费为0.35美元，将为托运人节省每英里0.4-0.5美元的成本，相当于每辆卡车每年节省约9.5万美元。
- ◆ **TuSimple capacity (图森自营模式)**：客户直接向图森车队下运送订单，图森未来提供全套自主货运能力。根据图森未来招股书，用户付费使用其 L4 自动半挂卡车，预计将比传统卡车货运公司收取的每英里费率低10-15%。若以1.70美元/英里的美国现行传统运费率为例，将运费率降低15%，每10万英里可节省约25000美元。

图：两种服务模式对比

图：图森未来的两种服务提供方式



## ◆ 单车潜在收入测算

- 根据图森未来公开路演资料，公司预计每年每辆卡车运行350天，每天运行15小时，平均速度为40英里/小时，一年每辆卡车可运行21万英里。在承运人自有运力模式下，公司每辆车每年可创造7.35万美元的潜在收入，而在图森自营模式下，每辆车每年可创造30.45万美元的潜在收入。

图：图森未来的每辆卡车每年可创造的潜在经常性收入

预计每辆卡车每年行驶里程	$350(\text{每年运行天数}) \times 15(\text{每天经营小时数}) \times 40(\text{平均车速：英里/小时}) = 21\text{万}(\text{每年英里数})$
承运人自有运力模式	$0.35\text{美元}(\text{每英里收费}) \times 21\text{万}(\text{每年英里数}) = 7.35\text{万美元}(\text{每年每辆车经常性收入})$
图森自营模式	$1.45\text{美元}(\text{每英里收费}) \times 21\text{万}(\text{每年英里数}) = 30.45\text{万美元}(\text{每年每辆经常性收入})$

- ◆ **公司简介**：成立于2016年，是全球领先的自动驾驶重卡解决方案提供商。
- ▶ **公司拥有L4级全栈自动驾驶技术研发能力，专注于干线物流场景。**以自动驾驶技术为核心，致力于发展最安全的自动驾驶商业化运营运输车队，让交通更安全，让运输更便利。在自动驾驶重卡商业化应用上，智加科技联合头部供应商打造完善的关键部件供应链，并在中美两地打造“自动驾驶解决方案提供商-主机厂-物流场景方”的产业铁三角，打造闭环商业生态。
- ▶ 核心成员来自世界顶尖的高科技企业及研究机构，90%以上人员为研发人员。
- ◆ **历史融资**：公司成立以来共获得9轮融资，2021年以来累计获得4.2亿美元融资，得到包括满帮集团、万向汽车、上汽创投等产业资本及其他众多明星资本加持。2021年5月，公司宣布已与特殊目的收购公司 (SPAC) Hennessy Capital Investment Corp. V 签订合并协议，合并完成后使用股票代码“PLAV”在纽交所挂牌交易。根据交易条款，合并后，智加科技市值约33亿美元，并将获得约5亿美元的新融资。

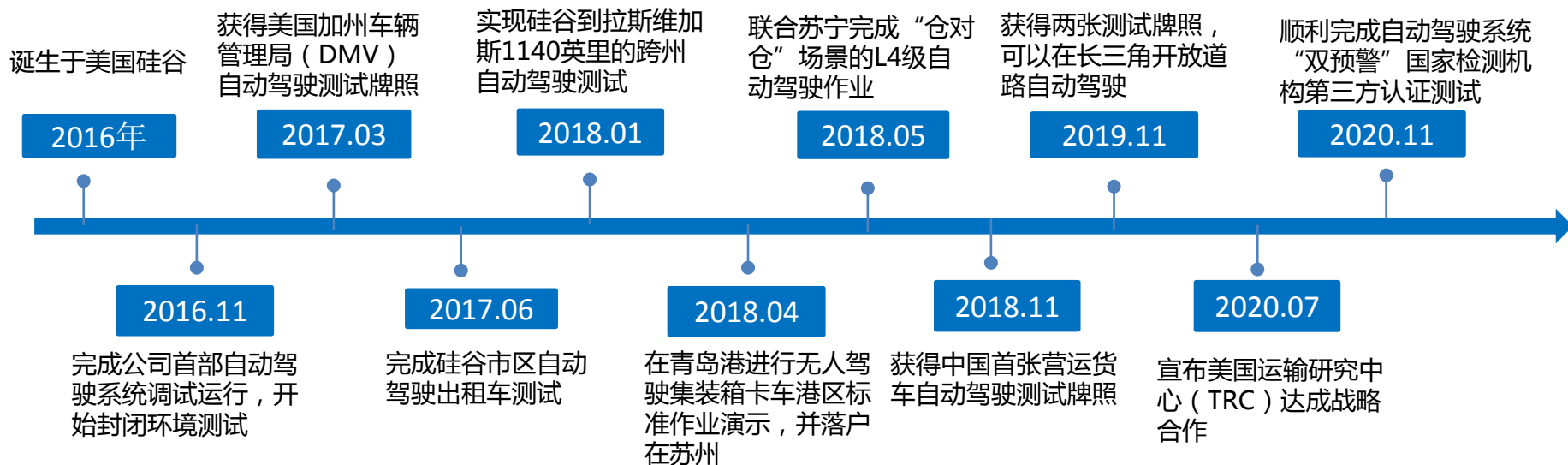
表：智加科技融资历程

2016.09	2017.06	2018.02	2018.06	2018.1	2019.08	2020.11	2021.02	2021.03
种子轮	天使轮	Pre-A轮	A轮	A+轮	B轮	C轮	D轮	战略投资
-	1000万美元	-	1.1亿美元	-	2亿美元	1亿美元	2亿美元	2.2亿美元
清谷资本	Mayfield Fund 光速中国 金沙江创投	上汽集团 华创资本 金沙江创投	满帮集团 金沙江创投	红杉资本 满帮集团 金沙江创投	-	国泰君安国际 Hedosophia	国泰君安国际 万向汽车 满帮集团 CPE源峰	上汽创投、卓易资本、 红杉资本中国、锴明 投资、满帮集团、 Millennium Tech Value Parnters、广达 电脑、方源资本

## ◆ 公司致力于无人驾驶重卡研究，已临近量产阶段。

- 自从2017年3月拿到DMV公开道路测试牌照之后，公司积极进行封闭环境和公开道路测试，在2018年1月完成了往返硅谷和拉斯维加斯两千公里+暴雨天气自动驾驶测试。
- 2018年4月至5月，智加科技联合一汽解放、苏宁物流等多家企业一起进行港口和物流园区等半封闭枢纽场景作业测试，开创物流运输新模式。
- 2018年11月30日，获得中国首张营运货车自动驾驶测试牌照，离商业化更进一步。
- 2020年11月6日经中汽研中心评审，完成自动驾驶系统“双预警”国家检测机构第三方认证测试，标志公司进入最接近量产的生产验证阶段。

图：智加科技发展进程





**刘万千**  
创始人兼CEO



北京航空航天大学本科，俄勒冈大学计算机硕士，斯坦福大学电子工程博士，成功创立了RedAtoms、RMG Networks和InformLink三家公司。职业生涯始于惠普、Silicon Graphics，并曾任职于麦肯锡。

**首席技术官**

**高级科学家**

**工程副总裁**

**首席架构师**

**咨询委员**



**郑皓，CTO**  
威斯康星大学计算机和电子工程专业硕士，斯坦福大学电子工程专业博士，任职过雅虎美国移动搜索和人工智能系统首席架构师，还曾担任雅虎北京研究院院长、Zynga 亚洲区CTO等职务。



**崔迪潇，高级主任科学家**  
西安交大控制科学与工程博士，师从中国自动驾驶泰斗郑南宁院士，毕业后留校担任人工智能学院视觉认知计算与智能车实验室助理教授，有10年自动驾驶研究工作经历。



**Shawn Kerrigan 工程副总裁**  
斯坦福大学工程学博士，先后任职于麦肯锡和Bridgewater。之后创立了Locus Energy——一家太阳能光伏性能监测和数据分析公司并担任CTO，并联合申报20项专利。



**Tim Daly，首席架构师**  
Tim在包括人工智能、网页搜索、机器学习、分布式计算和编译器设计等富有挑战性的领域拥有15年的技术管理经验。



**Dennis Mooney 首席平台官，咨询委员会委员**  
在通用汽车的职业生涯长达31年，包括在GM 担任负责整车性能执行总监，在澳大利亚的GM Holden担任董事长兼总经理，以及在通用汽车担任副总裁。之后曾在Navistar担任全球工程副总裁。

- ◆ **专注于L4级别自动驾驶解决方案的研究，开发出公司“Plus pilot”自动驾驶系统后升级为“Superpilot”自动驾驶系统。**
- **感知：**基于多个摄像头、激光雷达、毫米波雷达实现了车周无盲区，以及远距离的感知，同时在前向距离上可以实现超过500米的静态和动态障碍物的检测和跟踪。这种传感方案与单纯地强调远距离感知不同，还兼顾了感知的视野范围，可以感知到路面的起伏情况。在技术方案中，智加充分利用了**多基线配置的双目视觉和来自于激光毫米波雷达的数据的深度融合**。对于智加来说，最重要的还是车道线和动态障碍物检测。
- **车道线检测和障碍物感知：**基于立体视觉估计的曲面来实现路面点云的稠密化，从而实现图像像素和激光的点和对齐；且这种方式使得感知结果可以和车体坐标系建立清晰的物理对应关系。针对重卡的远距离障碍物感知，有了来自于双目的颜色和深度信息以后，多传感融合则有更多的操作空间，实现对障碍物的类别、位置、朝向的检测和跟踪。

图：车道线检测采用深度学习的方法

图：障碍物感知用object detection的方法

基于深度学习的方法

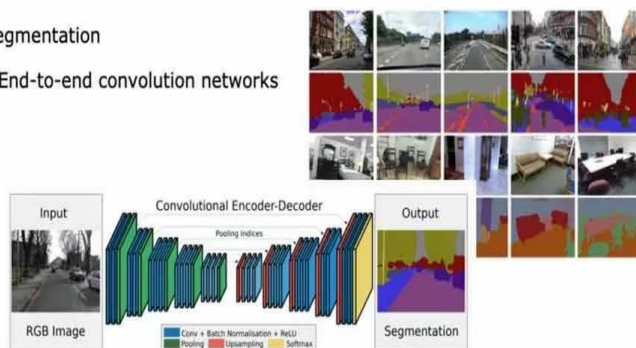
智加科技

anchor-based methods

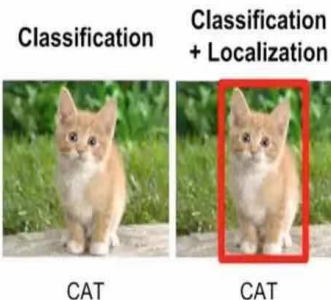
智加科技

Image Segmentation

SegNet: End-to-end convolution networks



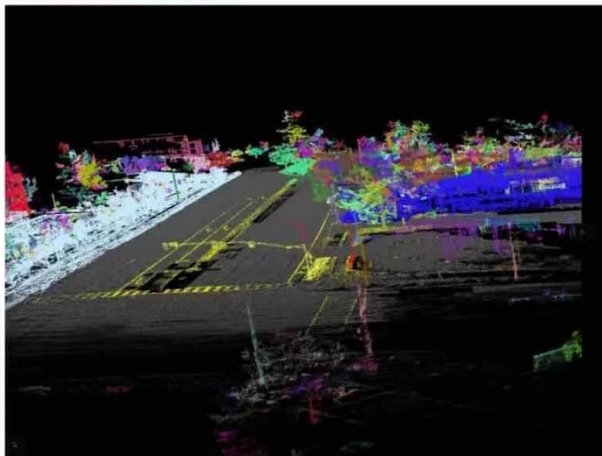
RCNN, Fast-RCNN, Faster-RCNN  
YOLO, YOLO v2, YOLO v3  
SSD



- ◆ **高精度地图和定位**：多传感融合方式。智加高精地图创建包含了 3D 点云和 2D 图像作为地图数据的输入，然后通过离线完成几何度量信息的生成和优化，并在最终使用前进行人工的确认；尤其是要对不同时间和不同车辆采集后生成的地图之间的建图精度、一致性和重复性进行可视化显示，最终地图的采集会随着车辆的测试运营不断进行增量式的更新。
- ◆ 未来商用地图采集车大部分都会是乘用车，然而其传感器配置类型和安装位置都与重卡有很大不同，比如激光数据的测距精度、返回强度等都有可能出现较大差异。**智加科技较早意识到这点，因此用来进行地图数据采集的是乘用车，用来定位验证的是重卡**；同时，智加内部也会实行类似的交叉验证，完善建图方法以及定位算法。

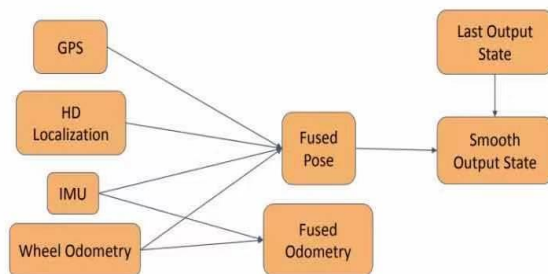
图：高精点云地图

高精点云地图



图：使用融合定位算法实现的高精度定位

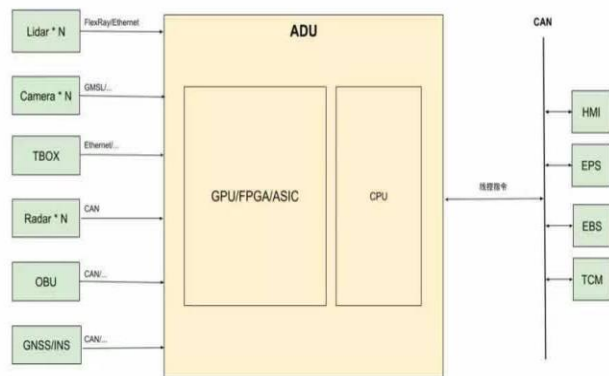
高精定位-融合定位



- ◆ **系统冗余设计/系统架构设计**：对系统的可靠冗余设计包含五个维度，分别是可靠硬件平台、传感器的冗余、功能算法的冗余、系统架构的设计以及测试验证。
- **可靠的硬件平台**，主要是指车辆平台，尤其是执行机构以及计算平台的可靠性。对车辆平台来说，它的可靠性体现在转向、制动、动力的冗余。
- **计算平台**则要满足功能安全。智加采用的混合结构，部分计算任务在传感器端做，部分计算任务在中央 ADU 端做，平衡了算力和功耗。而且，这样的架构也方便之后的冗余系统的设计与实现。
- **传感器的冗余**，即在传感器故障时有硬件备份，更重要的是，同一类型的传感器可以用来做相互校验检测系统里的软失效，如立体视觉。相应的还有功能算法冗余，即通过功能算法的冗余来判断传感器是否失效。
- **simplex 的架构设计**，其中包括抽象的传感器、抽象的执行单元，还有一个 safe landing 系统。这是一套包含了硬件传感、软件算法、失效质检、硬件（问题硬件）自隔离的系统。
- **一系列高效的测试验证**，需要把整套研发环节跑通，在一些常规测试的基础上加大难度，对系统的性能边界进行验证。同时，还要有一套高效运作的测试或研发数据管理体系，来对信息进行筛选、整理、分类，从而反哺模型的提升和系统的迭代。

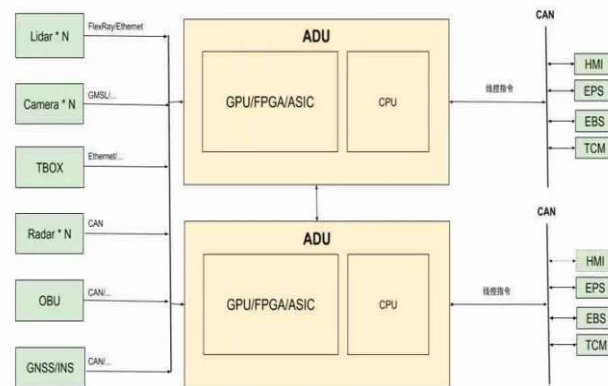
图：车载硬件架构

车载硬件架构



图：采用双ADU、CAN、线性执行机构的车载硬件冗余

车载硬件冗余





- ◆ **公司技术的产品应用是解放重卡J7 L3**，落地过程是联合一汽解放，通过L4级技术栈和传感器配置的向下兼容，利用量产车辆在真实运营中以低成本收集海量高质量数据，并反哺L4无人驾驶算法，通过不断自主学习和OTA软件升级，最终助力解放实现2023年高速公路L4级无人重卡商业运营的成功落地。时间历程为：
  - 2018年4月18日，一汽解放“智行天下勇无止境”解放J7下线暨L4级系列智能车发布；
  - 2018年10月27日，一汽解放在上海汽车会展中心举行盛大的品牌战略发布及J7上市盛典；
  - 2019年1月19日，**一汽解放首批J7智能车正式交付给智加科技**；
  - 2019年9月6日，智加科技与一汽解放成立合资公司苏州挚途科技有限公司，**还推出了首款产品“一汽解放L2量产级智能驾驶商用车”——J7**；
  - 2020年5月14日，**发布车规级、可量产的全新一代J7+智慧重卡**，J7+配备了智加 PlusPilot 自动驾驶系统，具有卓越的安全和节油性能。J7+搭载了7个摄像头和5个毫米波雷达及激光雷达和车内驾驶监控系统；
  - 2020年9月10日，一汽解放正式发布了和智加科技合作的**全球首款量产自动驾驶重卡——J7 L3超级卡车**，首批J7 L3交付给了京东物流。车身配置7个摄像头、5个毫米波雷达和1个激光雷达，搭载超级领航（SuperPilot）自动驾驶系统。

图：一汽解放L2量产级商用车投放仪式媒体专访



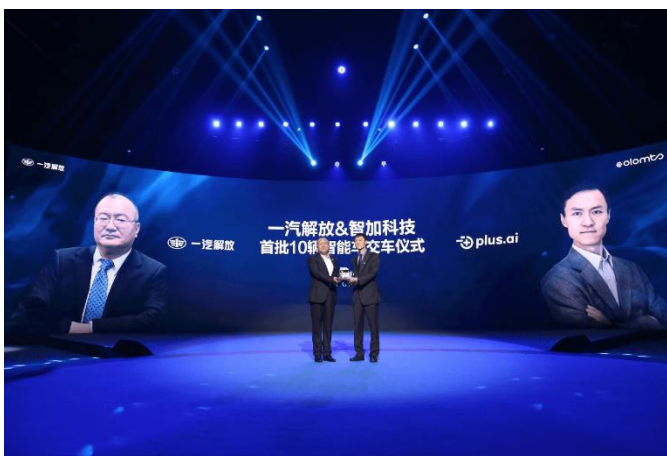
图：一汽解放“哥伦布”生态合作伙伴大会





- ◆ **智加科技有丰富的上下游环境，一方面是顶级上游合作伙伴，包括世界排名靠前的卡车厂商、Tier1厂商和芯片商，共同推动无人驾驶重卡的落地进程：**
  - **合作研发自动驾驶解决方案：**2021年3月宣布下一代自动驾驶产品将使用英伟达Drive Orin计算平台，2020年11月宣布与黑莓达成战略合作，将使用QNX OS for Safety软件解决方案。激光雷达采用的大疆旗下的激光雷达品牌Livox的产品，Livox预计将会为J7智能车型全生命周期提供约10万颗车规级的激光雷达。
  - **合作研发自动驾驶卡车：**与美国顶级卡车制造商Navistar、Paccar签署战略合作协议，计划未来部署千辆无人驾驶重卡。以及和一汽解放成立合资公司——挚途科技，目标直指重卡量产。
  - **合作共享乘用车自动驾驶技术：**曾给上汽提供过ADAS解决方案，截至2021年7月，双方只在自动驾驶技术方面有合作。与奇瑞开展试点项目，公司L4级别自动驾驶系统将整合至奇瑞测试车辆中；此外还将进一步探索在奇瑞量产车型中的应用，此次合作着眼于乘用车型在城市中的驾驶场景，将在深度视觉技术上进行联合研发。
  - **合作研发基于5G车路协同的智能驾驶干线物流项目：**从2019年11月到2020年5月，与中国移动不断加深合作，融合5G独立组网、车路协同多源融合感知方案、多级边缘计算、高度自动驾驶技术解决方案，具备可复制、可推广特性，标志着智加5G V2X融合单车智能的落地应用迈出关键一步。

图：智加科技联合一汽解放J7重卡车型发布



图：智加科技参加中国移动举办的5G峰会



- ◆ **智加科技有丰富的上下游环境，客户资源丰富，主要向车货匹配平台、物流公司和需要货运的生产公司提供货运服务，推进自动驾驶重卡的落地商业化。**
- **国内最大的运力平台：**与**满帮集团**签订了独家战略合作协议，将基于L3级别自动驾驶超级重卡J7开展商业化运营。新车型将接入满帮平台收集大量真实营运路测数据，高效训练自动驾驶软件系统，并利用OTA远程更新系统持续提升车辆性能。另外满帮集团将把自动驾驶重卡车型作为推荐货架产品，最终实现高速公路L4级无人重卡商业运营的成功落地。
- **国内顶尖物流平台：**2018年5月24日，联合**苏宁物流**正式完成了行业首个L4级智慧物流“仓对仓”无人驾驶场景作业测试。首批J7 L3交付给**京东物流**。
- **生产商：**2019年11月24日，完成了为世界乳业巨头**蓝多湖(Land O Lakes)**提供的首次自动驾驶货运服务，横跨2800英里。曾为**亚马逊**、**百事**提供试运营服务。

图：一汽解放、英伟达、满帮、智加科技宣布合作



图：苏宁物流测试场景



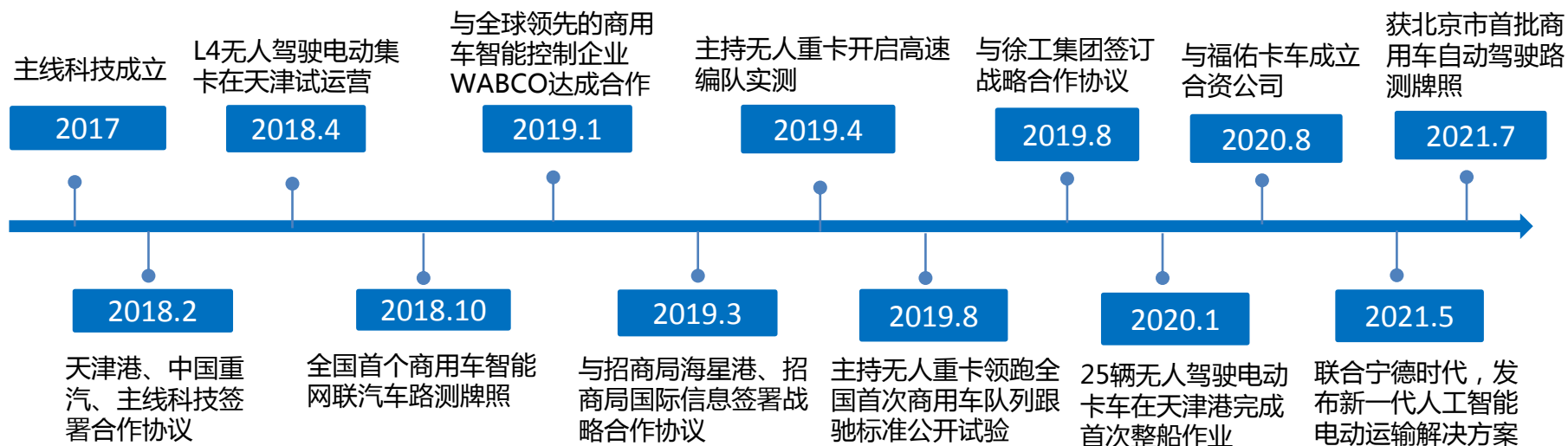
- ◆ **公司简介**：成立于2017年，致力于提供“AI+物流”的L4级无人驾驶解决方案，是物流智能驾驶平台与服务提供商。公司致力于打造封闭、半封闭和城区全场景下的智能驾驶物流引擎，赋能于港口、高速干线、物流园区和城区配送等多样化物流场景，力求用领先的无人驾驶全栈技术实现物流行业的降本增效。
- ◆ **公司团队**：核心团队汇聚人工智能、汽车、物流等领域行业领军人物，由中国工程院院士、人工智能&智能驾驶泰斗李德毅院士担任首席科学家。研发团队毕业于清华大学、北京大学、伯克利、苏黎世联邦理工等知名高校，曾就职于谷歌、百度、MSRA、特斯拉等知名企业，研发人员占比85%，硕士以上学历占比95%。团队技术能力覆盖智能驾驶全栈，融合感知与厘米级定位，语意级认知，车规级控制等，并在环境感知、驾驶认知、智能控制及汽车电子技术等领域取得了多项第一。
- ◆ **历史融资**：公司成立以来共获得3轮融资，2017年8月获得国内人工智能巨头科大讯飞旗下基金数千万人民币投资。2018年10月获得蔚来资本、普洛斯隐山资本联合领投，钟鼎创投跟投的A轮融资，其中普洛斯GLP是专注于物流、不动产、基础设施、金融及相关科技领域的投资机构，钟鼎创投是专注于物流供应链领域的投资机构。2019年9月，获得博世风险投资部、普洛斯隐山资本A+轮融资，国际Tier1巨头博世集团亲自加持。

表：主线科技历史融资情况

时间	融资轮次	融资金额	投资方
2019.09	A+轮	未披露	博世集团风险投资部，普洛斯隐山资本
2018.10	A轮	未披露	蔚来资本、普洛斯隐山资本联合领投，钟鼎创投跟投
2017.08	天使轮	数千万人民币	科大讯飞旗下基金

- 2018年2月，主线科技与天津港、中国重汽签署智能纯电动集装箱牵引车研发与示范项目三方合作协议；
- 2018年4月，主线科技打造的L4无人驾驶电动集卡在天津港试运营，**标志着中国首个40吨无人驾驶卡车迈出商用第一步**；
- 2018年10月，获得**全国首个商用车智能网联汽车路测牌照**；
- 2019年3月，与招商局海星港、招商局国际信息签署战略合作协议，以“AI+港口”合作模式，促进无人驾驶技术在港口领域的应用；
- 2020年1月，**25辆无人驾驶电动卡车在天津港完成首次整船作业**；
- 2021年5月，联合宁德时代，发布新一代人工智能电动运输解决方案；
- 2021年7月，携手京东物流、中国重汽、福佑卡车、福田汽车获得**北京智能网联汽车政策先行区首批商用车自动驾驶路测牌照**。

图：主线科技发展历程





## ◆张天雷，创始人/CEO

- 清华大学博士，人工智能学会智能驾驶专业委员会副秘书长，曾发表论文专利六十余篇，此前任职于百度自动驾驶事业部。师从中国无人驾驶泰斗李德毅院士，全程参与了中国最早的18次从北京到天津的无人车公共道路测试。



## ◆李德毅 首席科学家

- 指挥自动化和人工智能专家，爱丁堡赫瑞-瓦特大学博士学位，中国工程院院士、国际欧亚科学院院士。中国人工智能学会理事长，中国云计算专家委员会主任，清华大学、国防大学兼职教授，博士生导师。长期从事计算机工程、不确定性人工智能、大数据和智能驾驶领域研究。



## ◆李博，联合创始人/副总经理

- 先后毕业于北大和瑞士苏黎世理工，回国前曾供职于欧盟V-Charge自动驾驶项目和谷歌街景项目，之后作为元老成员加入百度无人车项目。在多年自动驾驶研发过程中，将三维视觉和深度学习结合，提出了可以用于处理无人车激光数据的三维深度学习技术，成为自动驾驶感知领域的一大技术热点。此外，李博在无人驾驶开源方面贡献颇多，是OpenCV、PCL、ROS等诸多人工智能开源项目的参与者。





- ◆ 基于科技赋能物流行业的愿景，主线科技制定**三步走战略**：
  - 第一步：**打造满足港口应用场景的自动驾驶卡车**，并在该场景下积累技术和数据，现已成功完成量产及交付；
  - 第二步：横向扩展到与港口场景相连接的**半封闭高速场景**，已与物流公司开展高速自动驾驶示范应用；
  - 第三步：逐步走进**城区场景**，完成物流全场景覆盖。
- ◆ **公司自动驾驶核心产品与解决方案**：
  - **面向港口物流枢纽与高速干线物流场景的港口无人驾驶电动集卡3.0**，具有L4级自动驾驶软硬件系统，2020年9月率先实现去安全员，即驾驶舱内不再配备安全员进行监控或接管。
  - **ART人工智能运输机器人2.0**，基于完全无人驾驶的自动化运营能力，助力天津港打造新一代智能化集装箱码头。
  - **高速干线物流自动驾驶卡车2.0**，面向传统公路货运场景打造，经深入干线物流场景真实运营，加速数据闭环及商业模式验证。
  - **支持实现完全无人驾驶的Trunk Master 自动驾驶系统以及支持车队级运营管理的Trunk Cloud 运营服务平台。**

图：主线科技自动驾驶产品与商业化进展



图：ART人工智能运输机器人2.0率先在天津港投入测试



- ◆目前公司重点推进L4港口水平运输自动驾驶解决方案，打造港口场景无人驾驶卡车。解决方案主要包括贝位直达（根据接收的TOS指令，按照系统规划路线到达指定贝位）、贝位停止（到达后自动停在作业位置）、车道内正常行驶、避障行驶、执行或转弯过路口、TOS系统交互、中控监控平台和远程操控平台。
- ◆公司已经在智慧港口场景实现无人驾驶技术的规模商业化，与**天津港、宁波舟山港、招商港口妈湾智慧港等大型港口枢纽企业建立合作**，并打造了全球规模最大的港口无人驾驶卡车车队。
- 天津港合作**：2018年2月，与天津港、中国重汽签署智能纯电动集装箱牵引车研发与示范项目三方合作协议，同年4月开始无人集卡试运营。2020年1月，25辆无人驾驶电动卡车在天津港完成首次整船作业，**率先实现港口物流枢纽场景完全无人驾驶**（即驾驶舱内不再配备安全员进行监控或接管）。
- 招商妈湾港**：公司联合中国重汽共同打造的无人驾驶集装箱卡车承接了招商妈湾港建设交工完成后的“第一箱”运输，无人集卡在妈湾港正式落地运营。
- 宁波舟山港**：2020年11月，向宁波舟山港完成交付13台无人驾驶卡车商业订单，并正式在港口启动多车编队实船作业。

图：主线科技无人集卡落地天津港



图：主线科技无人集卡落地妈湾港



图：主线科技无人集卡落地舟山港





- ◆ 实现港口枢纽无人驾驶卡车的完全无人化商业运营，面临着多重技术考验和场景关卡限制：
  - **复杂恶劣的气候环境**：不同地区港口无人集卡实行24小时全天候作业，光照条件变幻莫测，且在港口易遭遇雨、雪、雾霾、大风等极端恶劣气候；
  - **动态复杂的作业场景**：无人集卡和有人驾驶集卡（包括外来集卡）进行混编作业，现场道路纵横交错，经常存在路权之争；大量集装箱堆放的堆场、岸桥下方对卫星信号遮挡十分严重；
  - **严格要求的流程标准**：无人集卡装卸锁销需要精准停靠、安全交互；轨道吊/轮胎吊装卸集装箱要求车辆具有厘米级的定位和控制精度。
- ◆ **应对港口场景限制，公司的L4港口水平运输自动驾驶解决方案核心优势所在**：
  - **面向真实作业场景，打造算法领先、功能完整、安全冗余的自动驾驶软硬件系统**。该系统在软件算法层面融合了环境感知系统、基于多源定位信息的高精度定位系统以及智能决策规划系统；在硬件层面融合使用了激光雷达、视觉相机、毫米波雷达等多种传感器以及具备强大的车载智能驾驶终端平台。
  - **大量港口场景数据形成迭代闭环**。在港口物流枢纽，主线科技的无人集卡进行了大量持续的实地运营测试。截至2020年9月，已服务港口物流运输超过8万小时，无人集卡累计运输集装箱超15万TEU，行驶里程超25万公里，积累了海量作业数据，并通过“数据采集-回流-分析-优化-验证”形成迭代闭环。
  - **5G与V2X技术加持，远程多维化管控**。针对港口物流枢纽中的极端长尾情景，主线科技无人集卡基于5G网络通信环境，应用V2X技术，进一步增强车辆的感知范围，提高行驶安全与作业效率。同时，基于低延时、高带宽5G网络条件下的云端计算和远程监控服务，可实现实时的系统优化、智能调度管控和远程遥控驾驶等操作。

图：无人集卡港口作业



图：无人集卡全自动驾驶



- ◆ **L4高速干线自动驾驶解决方案为仓到仓高速干线的自动驾驶运输方案。**根据运营场景，适配商用车的自动驾驶解决方案，行驶速度不小于60km/h，包括厢式货车/集装箱卡车等。
- ◆ **L4高速干线自动驾驶解决方案落地情况：**
  - ✓ 2018年，主线科技拿到了全国首个商用车智能网联汽车路测牌照；
  - ✓ 2019年，主线科技参与了全国首次在真实高速场景下自动驾驶卡车编队实测；
  - ✓ 通过前期长达两年对中国道路环境的高速自动驾驶研究，**2020年主线科技高速自动驾驶货车应用——“自动驾驶专用车道设计及货车队列控制”成功入选“十三五”国家重点研发计划。**
  - ✓ 2020年8月，与福佑卡车共同成立合资公司，推动自动驾驶技术在干线运输场景的落地，并计划于2021年计划打造一支上百台规模的无人驾驶卡车车队，。
  - ✓ 截至2021年7月，主线科技已经与**山东高速集团、天津西青区、北京亦庄**共同开展智慧高速测试示范。
- ◆ **高速干线物流未来落地规划：**
  - ✓ 第一阶段，实现人工智能运输系统NATS在**天津、宁波-舟山、深圳北中南三大物流枢纽+京沪高速沿线**的覆盖，形成高速自动驾驶货运样板间；第二阶段，实现在中国东部地区十大物流枢纽的全部覆盖，以及京雄高速、大兴机场高速、滨莱高速、沪宁高速、杭绍台高速、济淮高速、延崇高速、南宁沙吴高速、杭甬高速以及京沪高速十大高速的全部覆盖，最终阶段覆盖中国所有物流枢纽和高速干线。

图：高速干线编队行驶



图：高速干线自动驾驶卡车



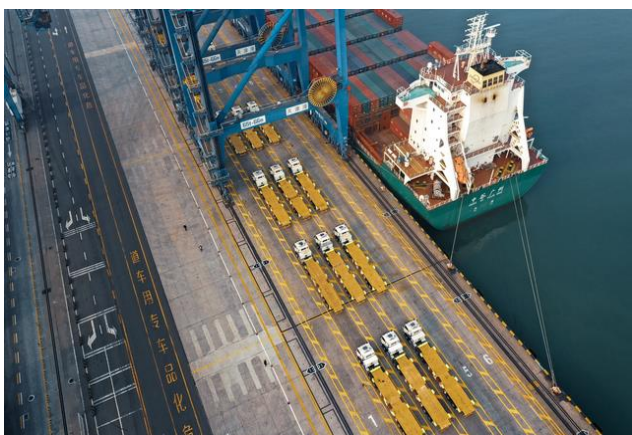
- ◆ 2021年5月19日，主线科技与宁德时代联合推出新一代人工智能电动运输解决方案NATS。
- “智能化”结合了主线科技的自动驾驶解决方案，包括适用于港口物流枢纽水平运输的无人驾驶电动集卡，与ART人工智能运输机器人，以及主线科技自主研发的Trunk Cloud港口无人驾驶云服务平台。
- “电动化”结合了宁德时代的新能源解决方案，包括车电分离技术、换电技术、动力电池租售业务等产品模块。





- ✓ **联合全球捷运，拓展港口智慧物流新版图。** 2020年12月3日，公司与全球捷运物流集团签署战略合作协议，携手打造港口智慧物流全方位产业合作平台，结合全球捷运智能物流信息系统和主线科技智能驾驶运输系统，共同推进港口智慧物流新技术的应用实践。
- ✓ **主线科技联合华为，加速智慧港口落地。** 2021年1月17日，公司与华为在天津港正式签署合作协议，共同参与的智慧港口项目——天津港北疆港区C段智能化集装箱码头1#泊位正式启动联调联试。
- ✓ **主线科技协同Velodyne，加速物流干线自动驾驶落地。** 2021年1月19日，公司与全球知名激光雷达厂商Velodyne达成战略合作，共同推进新一代无人驾驶卡车的车规级量产，加速实现无人驾驶卡车在中国物流干线市场的商业化运营。

主线科技与全球捷运合作推动港口智慧物流新技术



主线科技与华为合作参与天津港北疆港区项目



主线科技与Velodyne合作落地物流干线自动驾驶





人工智能领军企业一百度

---

Apollo开放平台

---

Apollo Robotaxi & 集度汽车

---

Robo-Truck应用场景，打造万亿市场

---

Robo-Truck技术特点&产业格局

---

建议关注企业

---

■ 风险提示

---

- ◆ **乘用车需求复苏低于预期。** 因为芯片短缺可能持续，下游乘用车需求复苏低于预期。
- ◆ **新能源汽车渗透率低于预期。** 因充电/电池续航等多原因，国内市场新能源汽车销量增长幅度可能低于市场预期。
- ◆ **智能化增速低于预期。** 考虑消费者对自动驾驶接受程度的消费观念变化，乘用车行业智能化普及的速度可能较慢。

注：“如无特殊注明，本文相关数据的货币单位均为人民币。”

东吴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。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

东吴证券投资评级标准：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于5%与15%之间；

中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与5%之间；

减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

行业投资评级：

增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于大盘5%以上；

中性：预期未来6个月内，行业指数相对大盘-5%与5%；

减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于大盘5%以上。

东吴证券研究所  
苏州工业园区星阳街5号  
邮政编码：215021  
传真：（0512）62938527  
公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

# 东吴证券 财富家园