

## 自动驾驶时代电子控制系统如何演变

8 月工信部和发改委印发《扩大和升级信息消费三年行动计划（2018-2020 年）》通知，提出推进车载智能芯片、自动驾驶操作系统、车辆智能算法等关键技术产品研发，至 2020 年建立可靠、安全、实时性强的智能网联汽车计算平台。政策加码下，自动驾驶主题再度升温。

我们之前在多篇报告中详细分析了汽车电气化对半导体行业的深刻影响，新能源汽车半导体用量相比于传统燃油车将成倍增长，功率器件特别是 IGBT 和 MOSFET 迎来时代发展机遇。而自动驾驶的到来将使得汽车半导体价值量跃升到一个新的高度，由域控制器所带来的新增模块价值量有望超过 1000 美金，无论是整车厂商还是自动驾驶模块供应商，都无法忽视这一重要变化。

传统汽车电子控制系统采用 ECU 与传感器一一对应的分布式架构，汽车电子化背景下，车载 ECU 数量快速增长，2017 年豪华车 ECU 数量超过 100 个，约为 2010 年时的 2 倍。为应对 ECU 数量增长产生的成本问题，以“域控制器”为核心的中心化架构成为未来发展方向。

根据佐思产研，在无人驾驶时代，分布式架构下线束成本将不低于 1000 美元，重量达 100 公斤；中心化架构采用一个域控制器 DCU，减少了车内 ECU 和线束数量，汽车内部架构将得到极大简化。同时，这种统一处理的方式也推进了系统功能的集成化，提高了处理器和存储器的利用效率。

域控制器的道路上，哪些企业走在了前头：

（1）奥迪 zFAS——2018 年 4 月，奥迪全新 A8L 成为全球第一款实现量产的有限情况下 L3 级自动驾驶汽车，zFAS 由奥迪、德尔福、英伟达、TTTech 和 Mobileye 合作完成。

（2）2016 年 10 月，特斯拉发布了基于英伟达 Drive PX2 计算平台的 Autopilot 2.0 系统，次年 8 月，特斯拉引入新款 Autopilot 2.5 硬件套装，为最新车型配备新一代的自动驾驶计算硬件和功能更强、冗余更大的计算性能。

（3）2018 年 3 月，上汽集团与 TTTech 签署合资协议，成立合资公司共同推进智能驾驶控制器 iECU 的研发。上汽于 2018 年 4 月发布的国内首款量产智能驾驶汽车荣威 MARVEL X 将搭载 iECU，该车型具备全速段智能巡航和全功能智能泊车辅助功能。

## 中小公司研究

陈萌

chenmeng@csc.com.cn

021-68821600-818

执业证书编号：S1440515080001

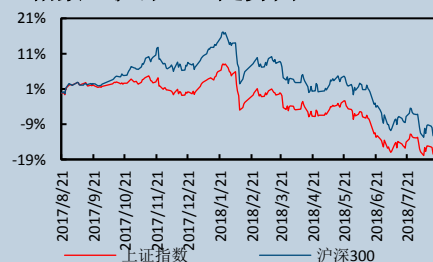
研究助理 秦基栗

qinjili@csc.com.cn

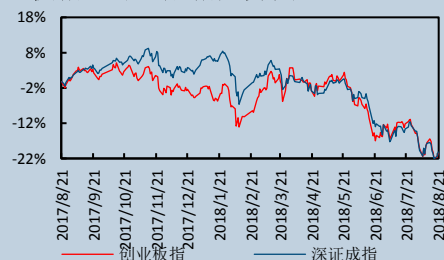
021-68821622

发布日期：2018 年 08 月 21 日

上证指数、沪深 300 走势图



创业板指、深证成指走势图



## 目录

政策加码下，自动驾驶热度升温 .....	2
自动驾驶时代多域控制器应运而生 .....	4
典型域控制器介绍 .....	7
奥迪 zFAS .....	7
特斯拉 Autopilot .....	8
上汽 iECU .....	9

## 图目录

图 1：百度 L4 级巴士“阿波龙”实现量产 .....	2
图 2：百度 L4 级无人驾驶物流车“新石器 AX1”实现量产 .....	2
图 3：Waymo 为物流卡车配备了全套的自动驾驶设备 .....	3
图 4：Waymo 向城市居民提供免费自动驾驶服务 .....	3
图 5：无人驾驶两大技术阵营比较 .....	3
图 6：自动驾驶运算平台两大联盟比较 .....	4
图 7：汽车电子控制系统运作模式 .....	4
图 8：ECU 分布式架构 .....	5
图 9：豪华车 ECU 数量变化 .....	5
图 10：汽车架构发展趋势 .....	5
图 11：基于“域”的汽车电子控制系统 .....	6
图 12：应用于 ADAS 系统的多域控制器 .....	6
图 13：奥迪 A8 汽车架构 .....	7
图 14：zFAS 核心元件 .....	7
图 15：英伟达 K1 .....	8
图 16：AlteraCyclone V .....	8
图 17：Autopilot2.0/2.5 处理器基于 NVIDIA 公司研发的最新产品 DRIVE PX2 .....	8
图 18：Autopilot 2.0 含 8 个摄像头，360 度可视范围 .....	9
图 19：Autopilot 2.0 主板正面 .....	9
图 20：Autopilot2.5 主板多角度视图 .....	9
图 21：AI Cruise 全速段智能巡航 .....	10
图 22：AI Parking 全功能智能泊车 .....	10
图 23：上汽集团智能驾驶技术发展 .....	10
图 24：TTTech Motionwise .....	11

## 表目录

表 1：我国自动驾驶道路测试牌照发放情况 .....	2
----------------------------	---

## 政策加码下，自动驾驶热度升温

2018 年 8 月 10 日，工信部和发改委印发《扩大和升级信息消费三年行动计划（2018-2020 年）》通知，提出推进车载智能芯片、自动驾驶操作系统、车辆智能算法等关键技术产品研发，计划到 2020 年建立可靠、安全、实时性强的智能网联汽车计算平台，支撑高度自动驾驶。在此之前，8 月 3 日中国智能网联汽车产业创新联盟、全国汽车标准化技术委员会联合发布了《智能网联汽车自动驾驶功能测试规程（试行）》，规范了自动驾驶功能的各检测项目对应测试场景、测试规程及通过条件，为全国大规模的自动驾驶道路测试奠定基础。自动驾驶在各项政策的推动和护航下，进入飞速发展的黄金时代。

表 1：我国自动驾驶道路测试牌照发放情况

城市	时间	车企	测试范围	路程总长（公里）
北京	2018.03.22	百度、蔚来、北汽新能源、戴姆勒	北京经济技术开发区、顺义区和海淀区的 33 条道路	105
上海	2018.03.01	上汽、蔚来、宝马中国	嘉定区博园路、北安德路	5.6
福建平潭	2018.03.30	金龙、百度	平潭岛中西部的麒麟大道西段	> 6
长春	2018.04.17	一汽	-	-
重庆	2018.04.18	长安汽车、百度、一汽、东风汽车、广汽、吉利、北汽福田	礼嘉社区环线	12.5
深圳	2018.05.04	腾讯	-	-

资料来源：盖世汽车，中信建投证券研究发展部

百度 L4 级巴士“阿波龙”批量下线，Apollo 开放平台迈入量产新时代。7 月 4 日，百度与金龙客车合作的 L4 级巴士阿波龙正式量产下线，首批量产 100 量，将发往北京、雄安、深圳、福建平潭、湖北武汉、日本东京等地开展商业化运营，标志着 Apollo 开放平台迈入量产新时代。同时，百度联合新石器公司全球首发 L4 级量产无人驾驶物流车“新石器 AX1”，并在常州、雄安率先落地试运营。谷歌母公司 Alphabet 旗下自动驾驶汽车公司 Waymo 8 月 1 日与凤凰城交通运输局合作，计划为居民提供去公交站、火车站和轻轨站的班车服务，这标志着 Waymo 在公共交通领域迈出的第一步。

图 1：百度 L4 级巴士“阿波龙”实现量产



资料来源：百度，中信建投证券研究发展部

图 2：百度 L4 级无人驾驶物流车“新石器 AX1”实现量产



资料来源：百度，中信建投证券研究发展部

图 3：Waymo 为物流卡车配备了全套的自动驾驶设备



资料来源：远光灯，中信建投证券研究发展部

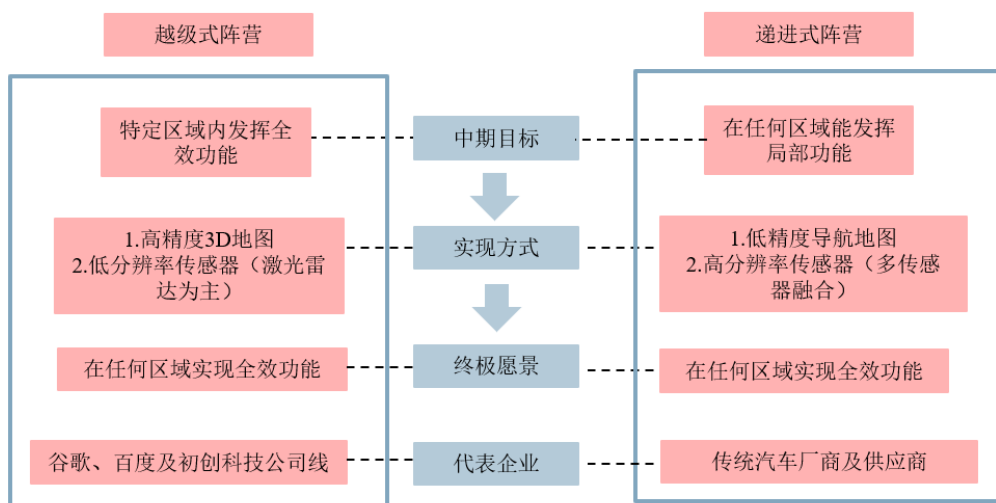
图 4：Waymo 向城市居民提供免费自动驾驶服务



资料来源：远光灯，中信建投证券研究发展部

目前无人驾驶分为两大技术阵营，一方是以互联网巨头谷歌、百度及初创科技公司为代表的越级式阵营，依靠强大的技术支持和巨额的研究投入，强调通过采集高精度 3D 地图信息，配合激光雷达的使用，在某一区域内直接实现高级别自动驾驶（L4 以上）；另一方是以主机厂为代表的渐进式阵营，致力于以万无一失的复杂传感器组合识别周围环境，不断完善 ADAS 功能，以逐渐递进到自动驾驶。

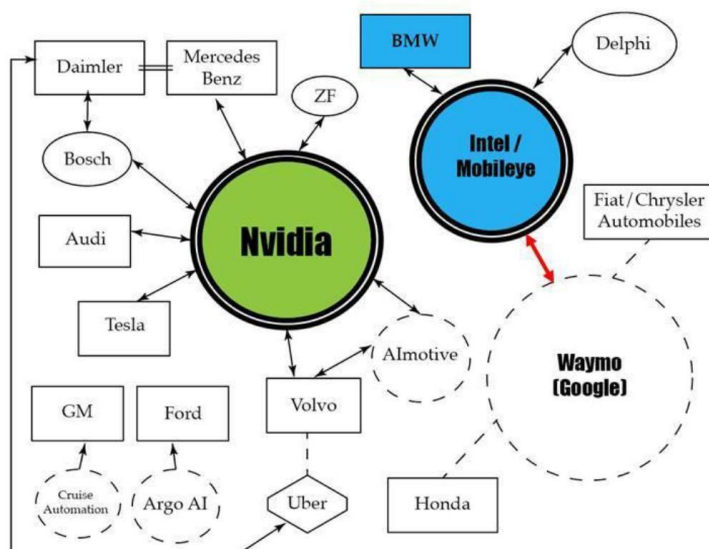
图 5：无人驾驶两大技术阵营比较



资料来源：Mobileye 发布会，中信建投证券研究发展部

目前能提供自动驾驶运算平台的公司主要有英特尔、英伟达。英特尔和宝马、Mobileye 联合研发无人驾驶汽车后，2017 年 5 月、6 月和 8 月，德尔福、大陆和克莱斯勒相继加入，组建起汽车厂商、科技公司和零配件供应商相互合作的联盟。另一阵营则以英伟达为首，联合戴姆勒、博世、丰田、奥迪、特斯拉等，共同研发无人驾驶技术。

图 6：自动驾驶运算平台两大联盟比较



资料来源：雷锋网，中信建投证券研究发展部

## 自动驾驶时代多域控制器应运而生

汽车电子控制系统主要由传感器、控制器和执行器组成。当汽车运行时，传感器监测汽车的内部状态和外部环境，并将这些信息通过信号发送到控制器；控制器接收传感器信号后，对其进行处理并做出决策，向相应的执行器发送驱动信号，由执行器执行命令。

传统汽车电子控制系统采用控制器 ECU 与传感器一一对应的分布式架构；在汽车电子化的背景下，车载 ECU 数量快速增长，2017 年豪华车 ECU 数量超过 100 个，约为 2010 年时的 2 倍。电子控制单元 ECU (Electronic Control Unit) 一般由 CPU、存储器、输入/输出接口、数模转换器等大规模集成电路组成。最初 ECU 主要用于控制发动机工作；随着汽车电子化的推进，ECU 被逐渐应用于 4 轮驱动、电控自动变速器、ABS（防抱死制动系统）、安全气囊等系统。同时，在 ADAS 和自动驾驶技术的推动下，车内 ECU 的数量迅速增长：以豪华车为例，2010 年车内平均 ECU 数量为 60 个，2017 年已接近 110 个。

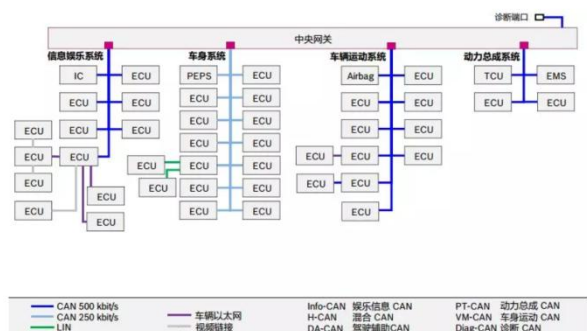
图 7：汽车电子控制系统运作模式



资料来源：中信建投证券研究发展部

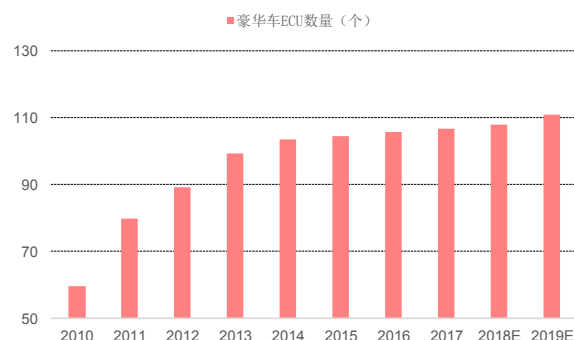


图 8：ECU 分布式架构



资料来源：高工智能，中信建投证券研究发展部

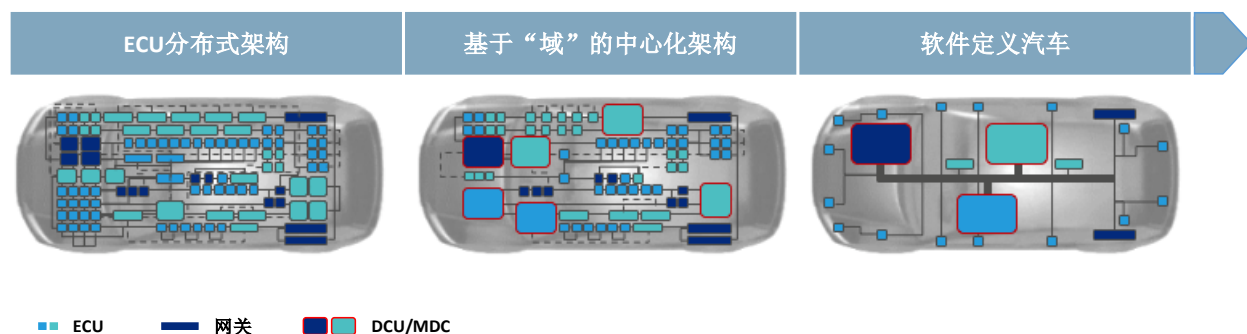
图 9：豪华车 ECU 数量变化



资料来源：黑莓，中信建投证券研究发展部

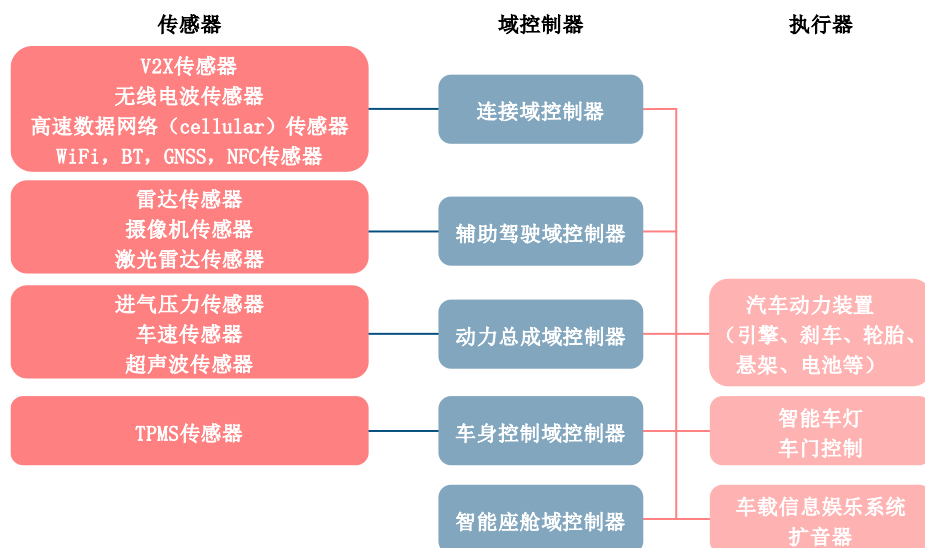
为应对 ECU 数量增长产生的成本问题，以“域控制器”为核心的中心化架构成为未来发展方向。根据佐思产研，如果沿用当前的分布式架构，无人驾驶时代线束系统成本将不低于 1000 美元，重量达 100 公斤。中心化架构采用一个域控制器 DCU (domain control unit) 对接一个域内多个传感器的形式，使用处理能力更强的 CPU/GPU 更加集中地控制某个域，从而减少了车内 ECU 和线束数量，实现对汽车成本和重量的控制；基于德尔福的设想，未来汽车 ECU 数量会越来越少，转而以 DCU 为控制单元，汽车内部架构将得到极大简化。

图 10：汽车架构发展趋势



资料来源：德尔福，中信建投证券研究发展部

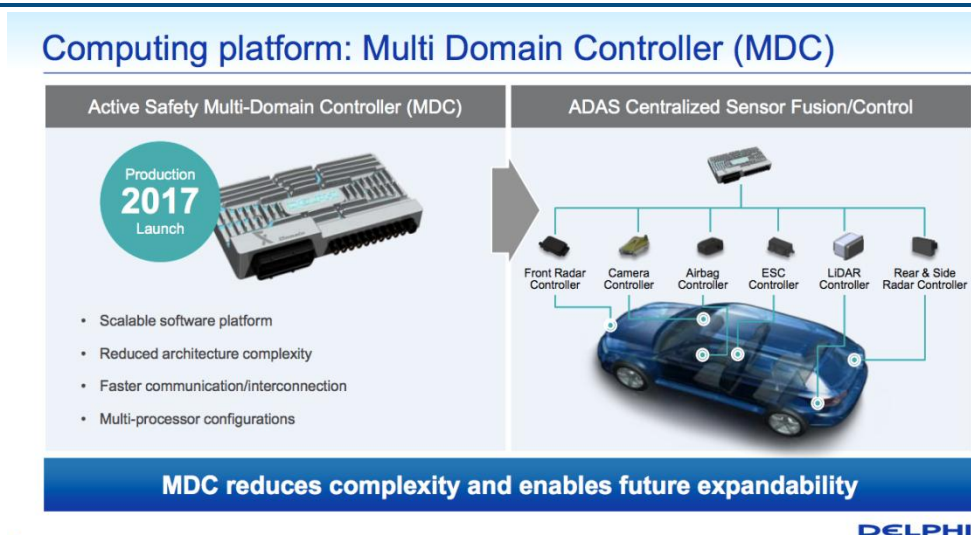
图 11：基于“域”的汽车电子控制系统



资料来源：NXP，中信建投证券研究发展部

基于多个 DCU 的多域控制器 MDC (multi-domain controller) 能够处理来自不同域的传感器信号，从而满足自动驾驶技术对汽车各域信息进行融合处理的需求。摄像头、雷达、GPS、轮速传感器等属于不同域的传感器信号在一个控制器中处理，保证控制器作出最优的驾驶决策。这种统一处理的方式也推进了系统功能的集成化，提高了处理器和存储器的利用效率。此外，整车厂可根据不同车型的需求使用不同的传感器，MDC 搭载的软件还可根据整车厂需求进行个性化定制。

图 12：应用于 ADAS 系统的多域控制器



资料来源：德尔福，中信建投证券研究发展部

## 典型域控制器介绍

### 奥迪 zFAS

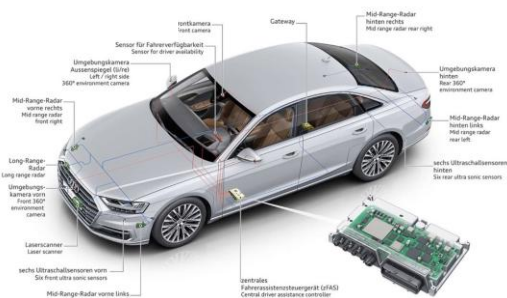
2018 年 4 月，奥迪全新 A8L 上市发售，该车型为全球第一款实现量产的有限情况下 L3 级自动驾驶汽车。当奥迪 A8L 以低于 37.3 英里/小时（约 60 公里/小时）的速度在双向高速公路上行驶时，“奥迪 AI 拥堵自动驾驶系统”能够接替人类操作驾驶，控制车辆的启动、加速、转向和制动。在驾驶途中，当系统监测到驾驶员感到疲劳或入睡时，将发出多级警示以提醒驾驶员。此外，A8L 还具备自动停车功能，驾驶员可在车外观看汽车的停车过程。

奥迪 A8L 使用的多域控制器 zFAS 由奥迪、德尔福、英伟达、TTTech 和 Mobileye 合作完成。其中，德尔福为 zFAS 提供多域控制器的基础架构，TTTech 负责设计系统设计。zFAS 的核心元件分别为 Mobileye(已被英特尔收购)的 EyeQ3、英伟达的 K1、Altera(已被英特尔收购)的 Cyclone V 和英飞凌的 Aurix TC297T。

Mobileye 的 EyeQ3 和英伟达的 K1 均负责数据处理。EyeQ3 为 Mobileye ADAS 及自动驾驶技术的第三代芯片，用于处理前置摄像和驾驶员监控摄像头的的数据，主要负责交通信号识别、行人检测、碰撞报警、光线探测和车道识别。英伟达的 K1 包含 192 个显示处理核心，图形处理能力强大，用于处理处理四个环绕摄像头的的数据，主要负责监测驾驶员状态和 360 度全景图像处理。

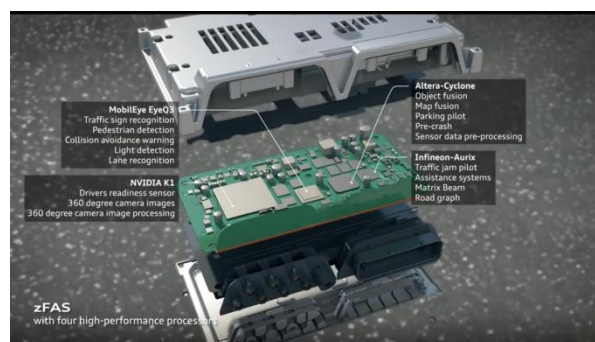
Altera 的 Cyclone V 为 28 纳米工艺的 FPGA（Field-Programmable Gate Array），使用宽带干线互联，弥补了双芯片解决方案无法提供的互联性能，主要负责目标物融合、地图融合、自动泊车、预刹车和传感器数据预处理。英飞凌的 Aurix TC297t 包括三颗独立的 TriCore 32 位内核，能够保持多个 CPU 和内存的精确同步，负责监测系统运行状态，使系统达到 ASIL-D 标准（Automotive Safety Integrity Level，D 为最高级别）。

图 13：奥迪 A8 汽车架构



资料来源：奥迪，中信建投证券研究发展部

图 14：zFAS 核心元件



资料来源：奥迪，中信建投证券研究发展部



图 15：英伟达 K1



资料来源：英伟达，中信建投证券研究发展部

图 16：AlteraCyclone V

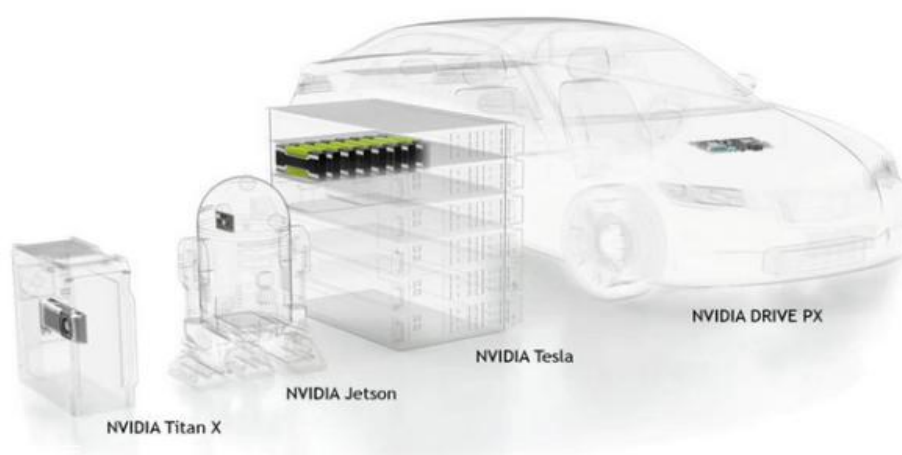


资料来源：Altera，中信建投证券研究发展部

## 特斯拉 Autopilot

2016 年 10 月，特斯拉发布了基于英伟达 Drive PX2 计算平台的全新“HW2”传感器套件和 Autopilot 2.0 系统。2017 年 8 月，特斯拉引入了新款 Autopilot 2.5 硬件套装，为最新车型 Model 3 配备新一代的自动驾驶计算硬件，提供了更强劲的计算性能，该款车型设备的功能更强、冗余更大，适用于未来的自动驾驶功能。不论是 Autopilot 2.0 还是 Autopilot 2.5，均已具备 SAE 分级中所规定的 L5 级自动驾驶的硬件基础。

图 17：Autopilot2.0/2.5 处理器基于 NVIDIA 公司研发的最新产品 DRIVE PX2



资料来源：爱卡汽车，中信建投证券研究发展部

Autopilot2.0 硬件系统包含 3 个前置摄像头，2 个侧边摄像头，3 个后置摄像头，可以覆盖 360 度可视范围；另外，车辆配备的 12 个超声波传感器完善了视觉系统，探测和传感距离增加一倍。增强版前置毫米波雷达可以穿越大雨、雾、灰尘，甚至前方车辆；为了处理传感器收集来的数据，其车载电脑采用了 NVIDIA Drive PX2 芯片，比上一代运算能力快 40 倍。

图 18: Autopilot 2.0 含 8 个摄像头, 360 度可视范围



资料来源: 特斯拉官网, 中信建投证券研究发展部

图 19: Autopilot 2.0 主板正面



资料来源: GeekCar, 中信建投证券研究发展部

2018 年 3 月, 特斯拉公布了最新款 Autopilot 2.5 车载计算机主板的照片, 该设备被用于公司旗下的 Model 3、Model S 和 Model X 车型中。这套新的硬件依然基于英伟达的 DrivePX2 无人驾驶计算平台, 但是对部分硬件配置进行了升级, 进一步提高了运算性能和系统可靠性。该款产品的最大特色在于新款二级 GPU, 可提供更为强大的计算能力及冗余; 为配合 Model 3 内新增的驾驶员摄像头, Autopilot 2.5 的硬件主板加入了车内摄像头的支持接口。

图 20: Autopilot2.5 主板多角度视图



资料来源: CES Asia 2017, 中信建投证券研究发展部

## 上汽 iECU

2018 年 3 月, 上汽集团与 TTTech 签署合资协议, 以 50.1: 49.9 的股比成立合资公司, 共同推进智能驾驶控制器 iECU 的研发。上汽于 2018 年 4 月发布的国内首款量产智能驾驶汽车荣威 MARVEL X 将搭载 iECU, 该车型具备 AI Cruise 全速段智能巡航(当车速保持在 0-150km/h 时, 车辆能够按照清晰的道路标识自动保持居中行驶, 并在预设车距内主动跟随前车直行、转弯、自动加减速、停止)和 AI Parking 全功能智能泊车辅助(最后一公里自主泊车)功能。

图 21: AI Cruise 全速段智能巡航



资料来源: 上汽, 中信建投证券研究发展部

图 22: AI Parking 全功能智能泊车



资料来源: 上汽, 中信建投证券研究发展部

上汽集团早在 2013 年便启动了对智能驾驶技术的自主研究, 并与 Mobileye、英飞凌、英伟达、高通、中国移动、华为等企业开展合作, 积累了高速自动驾驶、V2X、自动泊车等方面的经验。2018 年 3 月, 上汽成为国内首批获得开发道路测试牌照的企业; 截至 2018 年 6 月, 上汽已实现开发道路测试里程达 3000 公里, 包括封闭道路测试在内的测试总里程突破 7 万公里。

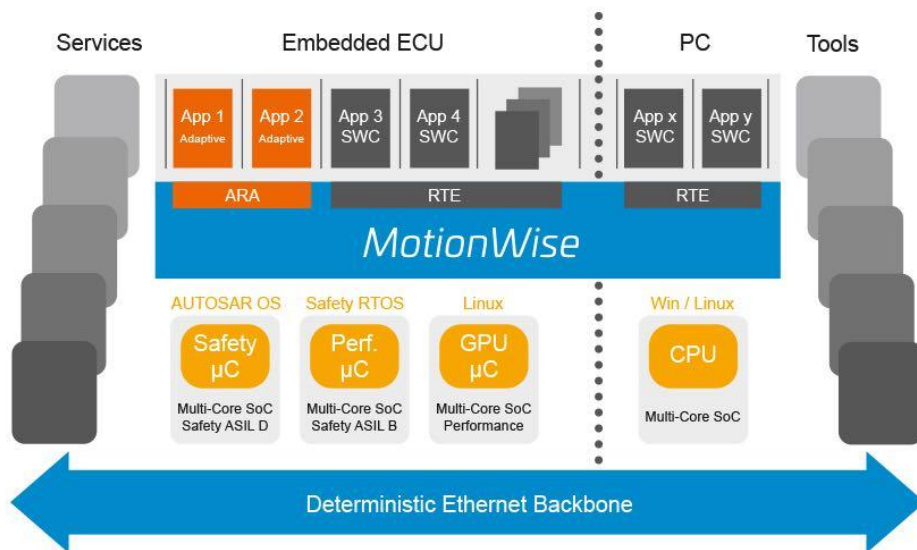
图 23: 上汽集团智能驾驶技术发展



资料来源: 上汽集团, 中信建投证券研究发展部

合作方 TTTech 为全球著名的网络与安全控制解决方案供应商, 业务覆盖航空航天、汽车、工业以及工程机械四个领域; 在自动驾驶领域, TTTech 主要提供智能驾驶控制策略。TTTech 的自动驾驶安全软件框架 Motionwise 能够有效地将应用层软件和操作系统及硬件进行解耦, 具备达 ASIL-D 的功能安全性、可拓展性、失效可用性(当车辆出现故障时, 系统仍能保持一段时间的安全运行)和实时性等优势。前文提及的奥迪 zFAS, 以及三星与英伟达在 2018 年 CES 上推出的自动驾驶方案均使用了 Motionwise。2018 年 6 月, 宝马也宣布选择 TTTech 作为其 L3 和 L4 自动驾驶功能的研发伙伴。

图 24： TTTech Motionwise



资料来源：TTTech，中信建投证券研究发展部

## 分析师介绍

**陈萌：**中小市值首席分析师，海外市场分析师。从事中小市值研究 5 年，理学金融复合背景，擅长把握新兴产业边际改善投资机会及产业跨界研究，2017、2015 年“新财富”中小市值研究第三名、2016 年“新财富”中小市值研究入围奖。

**研究助理 秦基栗：**上海财经大学会计硕士，南京大学财务管理学士，2016 年加入中信建投证券，重点研究高端制造、新能源汽车、功率半导体等领域。2016 年“新财富”最佳分析师中小市值研究入围，2017 年“新财富”最佳分析师中小市值研究第三名。

## 研究服务

### 社保基金销售经理

姜东亚 010-85156405 jiangdongya@csc.com.cn

### 机构销售负责人

赵海兰 010-85130909 zhaohailan@csc.com.cn

### 保险组

张博 010-85130905 zhangbo@csc.com.cn

周瑞 010-85130749 zhourui@csc.com.cn

高思雨 gaosiyu@csc.com.cn

张勇 010-86451312 zhangyongzgs@csc.com.cn

张宇 010-86451497 zhangyuyf@csc.com.cn

### 北京公募组

黄玮 010-85130318 huangwei@csc.com.cn

朱燕 85156403 zhuyan@csc.com.cn

任师蕙 010-8515-9274 renshihui@csc.com.cn

黄杉 010-85156350 huangshan@csc.com.cn

王健 010-65608249 wangjianyf@csc.com.cn

杨济谦 yangjiqian@csc.com.cn

### 私募业务组

李静 010-85130595 lijing@csc.com.cn

赵倩 010-85159313 zhaoqian@csc.com.cn

### 上海地区销售经理

黄方禅 021-68821615 huangfangchan@csc.com.cn

戴悦放 021-68821617 daiyuefang@csc.com.cn

李祉瑶 010-85130464 lizhiyao@csc.com.cn

翁起帆 wengqifan@csc.com.cn

李星星 lixingxing@csc.com.cn

范亚楠 fanyanan@csc.com.cn

李绮绮 liqiqi@csc.com.cn

薛姣 xuejiao@csc.com.cn

许敏 xuminzgs@csc.com.cn

王罡 wanggangbj@csc.com.cn

### 深广地区销售经理

胡倩 0755-23953981 huqian@csc.com.cn

许舒枫 0755-23953843 xushufeng@csc.com.cn

程一天 chengyitian@csc.com.cn

曹莹 caoyingzgs@csc.com.cn

张苗苗 020-38381071 zhangmiaomiao@csc.com.cn

廖成涛 0755-22663051 liaochengtao@csc.com.cn

陈培楷 020-38381989 chenpeikai@csc.com.cn



## 评级说明

以上证指数或者深证综指的涨跌幅为基准。

买入：未来 6 个月内相对超出市场表现 15% 以上；

增持：未来 6 个月内相对超出市场表现 5—15%；

中性：未来 6 个月内相对市场表现在-5—5%之间；

减持：未来 6 个月内相对弱于市场表现 5—15%；

卖出：未来 6 个月内相对弱于市场表现 15% 以上。

## 重要声明

本报告仅供本公司的客户使用，本公司不会仅因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证本报告所包含的信息或建议在本报告发出后不会发生任何变更，且本报告中的资料、意见和预测均仅反映本报告发布时的资料、意见和预测，可能在随后会作出调整。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成投资者在投资、法律、会计或税务等方面的最终操作建议。本公司不就报告中的内容对投资者作出的最终操作建议做任何担保，没有任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，据本报告做出的任何决策与本公司和本报告作者无关。

在法律允许的情况下，本公司及其关联机构可能会持有本报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或类似的金融服务。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式翻版、复制和发布本报告。任何机构和个人如引用、刊发本报告，须同时注明出处为中信建投证券研究发展部，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和/或修改。

本公司具备证券投资咨询业务资格，且本文作者为在中国证券业协会登记注册的证券分析师，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了作者的研究观点。本文作者不曾也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

股市有风险，入市需谨慎。

## 中信建投证券研究发展部

### 北京

东城区朝内大街 2 号凯恒中心 B  
座 12 层（邮编：100010）  
电话：(8610) 8513-0588  
传真：(8610) 6560-8446

### 上海

浦东新区浦东南路 528 号上海证券大  
厦北塔 22 楼 2201 室（邮编：200120）  
电话：(8621) 6882-1612  
传真：(8621) 6882-1622

### 深圳

福田区益田路 6003 号荣超商务中心  
B 座 22 层（邮编：518035）  
电话：(0755) 8252-1369  
传真：(0755) 2395-3859