

行业研究 / 深度研究

2016年03月11日

行业评级:

电子元器件

增持(维持)

张騑 执业证书编号: S0570515060001
研究员 021-28972073
lu.zhang@htsc.com

章诚 执业证书编号: S0570515020001
研究员 021-28972071
zhangcheng@htsc.com

谢志才 执业证书编号: S0570512070062
研究员 0755-82492295
xiezhicai@htsc.com

高宏博 执业证书编号: S0570515030005
研究员 010-56793966
gaohongbo@htsc.com

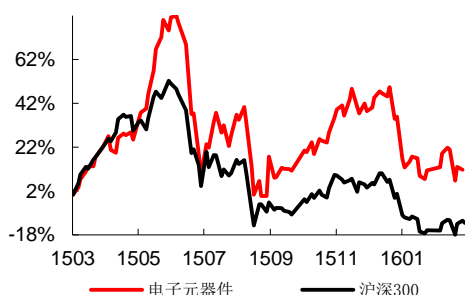
蔡清源 021-28972096
联系人 caiqingyuan@htsc.com

祝嘉麟 021-28972068
联系人 zhujialin@htsc.com

相关研究

- 1《远方光电(300306):加速布局,打造全领域检测平台》2016.03
- 2《电子元器件:“十三五”促进电子产业全面升级,指纹识别阵营再添猛将》2016.03
- 3《国民技术(300077):安全芯片龙头,打造物联网时代应用平台》2016.03

行业走势图



资料来源: wind, 华泰证券研究所

敢问路在何方: 无人驾驶行将上路

探知奇点系列报告之一

投资要点:

- ◆ **探知奇点, 明晰未来。**2005年美国未来学家雷蒙德·库兹韦尔在《奇点临近》一书中借用物理学概念奇点(Singularity)来指代电脑智能与人脑智能兼容的那个神妙时刻。十年时间过去, 人工智能、物联网的发展, 越来越多的科技进步表明“奇点”正在临近。随之而来将会带动机器人、无人汽车以及海量联网设备的无边界成长。我们将以“探知奇点”为题为您完整分析整个产业的发展脉络。
- ◆ **无人驾驶电动车是汽车发展的终极形态。**人类理想中的汽车是快速、便捷、安全、绿色、智能化的汽车。无人驾驶电动车将是汽车发展的终极形态, 汽车的绿色化和智能化将是发展的两大趋势。
- ◆ **辅助驾驶(ADAS)是无人驾驶的必经阶段。**在无人驾驶的发展过程中, 整合各类汽车电子技术的ADAS(高级辅助驾驶)是技术发展必经阶段, 汽车电子系统通过传感器、ECU和执行系统赋予汽车思考和解决问题的能力, 当电子系统与机械系统的结合日趋完善时, 汽车将逐步从单一交通工具, 变成广泛的应用平台。
- ◆ **无人驾驶有三大关键环节: 感知系统——感知周围环境的传感器; 语言系统——车辆本身的联网通信、车车之间与车路之间的通信、汽车与乘车人的沟通机制; 认知系统——用完善的地图辨别路在何方, 通过深度学习完善行车决策。**
- ◆ **无人驾驶的发展需要法律法规的一步步完善, 而法律具有本地属性, 一国的法规进步需要参照本国相关产业的发展程度。**在无人驾驶实现过程中, 网络安全有潜在的风险, 但也意味着其价值巨大。
- ◆ **从载物到载人, 从辅助到智能, 新商业模式将驱动无人驾驶发展。**无人驾驶发展的过程中将会带来新的商业模式, 从半自动驾驶时期高速公路客车、货车的无人化, 到无人驾驶全面实现时, 个人生活、道路状况、物流体系、交通系统都将发生巨大变化, 无人驾驶将深刻改变整个社会的运转方式。最早出现无人驾驶的领域可能是物流行业, 之后其影响拓展到人和路, 再之后交通系统完成进化。
- ◆ **关注无人驾驶投资的三大维度。**对无人驾驶影响的标的, 我们从汽车本身、人车交互、交通系统三个维度进行划分, 并将相关的产业分解为驱动型标的, 和受益型标的。驱动型标的是无人驾驶技术发展的主力, 诸如车身电子控制系统(欧菲光)、人车交互/辅助驾驶系统(均胜电子、欧菲光、得润电子)、数据采集分析系统(兴民钢圈)等, 是影响整个产业发展速度的核心动力, 在整个无人驾驶相关产业中价值更高。
- ◆ **风险提示:**自动驾驶技术落地进度不达预期, 政策法规限制自动驾驶汽车商用。

重点推荐

股票代码	股票名称	收盘价(元)	投资评级	EPS(元)				P/E			
				2014	2015E	2016E	2017E	2014	2015E	2016E	2017E
002456	欧菲光	21.50	买入	0.66	0.48	0.99	1.39	32.6	44.8	21.7	15.5
600699	均胜电子	31.25	买入	0.55	0.62	1.00	1.23	56.8	50.4	31.3	25.2

正文目录

电子对汽车的改造——从受控到思考，从修身到代驾.....	4
从自动驾驶到无人驾驶：ADAS 是阶梯.....	5
小白龙取经路：无人驾驶路上他做到了什么？	7
感知硬件：无人驾驶汽车的眼耳鼻.....	8
车联万物.....	11
认知系统——数据量决定智能的层次	13
地图——无人驾驶汽车的记忆中枢.....	13
行车决策——不断完善要靠“深度学习”	15
无人驾驶可能引发的变革和障碍	17
无人驾驶前还需要什么？	17
法律法规需要进一步完善	17
网络安全潜在需求巨大	18
无人驾驶的产业机会	19
ADAS 与无人驾驶带来的新商业模式	20
长途车的高速公路辅助驾驶——Level 2-3 已经可以大量减少伤亡	20
Level 4 无人驾驶之下的新城市	20
无人驾驶产业发展路径	23
无人驾驶社会的新生活	23
推荐标的	26

图表目录

图 1: Level 0 的预警 ADAS 加上对车辆的控制实现 Level 1 的 ADAS 功能	6
图 2: Level 1 的 ADAS 实现难度并不相同	7
图 3: 小白龙的三个关键系统.....	8
图 4: 微波雷达	9
图 5: 摄像头	9
图 6: 激光雷达	9
图 7: 激光雷达的测绘效果图.....	9
图 8: 谷歌自动驾驶汽车顶部的激光雷达.....	10
图 9: 百度自动驾驶汽车顶部的激光雷达.....	10
图 10: 沃尔沃 XC90 的超声波传感器配置.....	10
图 11: 超声波传感器	10
图 12: 多种感知硬件配合使用	11

图 13: 从旗语到转向灯到 V2V	12
图 14: V2V 与 V2I 使车辆与整体行驶环境联通	12
图 15: 平视显示 HUD 系统	13
图 16: 手势控制举例	13
图 17: 地图数据多种采集手段	14
图 18: 明确所处位置	14
图 19: 辨别周围环境	14
图 20: 确定行驶路线	15
图 21: 实时监控行驶路线情况	15
图 22: 深度学习算法实现对奥迪 A7 识别的过程	16
图 23: 美国、欧盟、日本与韩国关于“代驾”ADAS 的法规进程	17
图 24: 信息化的汽车需要加倍的网络安全	18
图 25: 全球汽车智能化相关产业金额估算	19
图 26: 全球汽车智能化相关产业金额估算	19
图 27: 中国汽车智能化相关产业金额估算	20
图 28: 无人驾驶车的座位空间布局可以随心所欲	21
图 29: 未来一些职业人的工作空间从房间转到路上	21
图 30: 快递将大量使用无人驾驶汽车	22
图 31: 无人驾驶将为社会节省大量时间	24
图 32: 无人驾驶汽车给残疾人、老年人出行提供极大便利	25
表格 1: 简单的逻辑系统	4
表格 2: 复杂的逻辑系统	4
表格 3: 常规驾驶、自动驾驶、无人驾驶	5
表格 4: 部分“代驾”ADAS	5
表格 5: NHTSA 划分的自动驾驶等级	6
表格 6: 浅层模型和深层模型的对比	16
表格 7: 无人驾驶标的整理分类	26

电子对汽车的改造——从受控到思考，从修身到代驾

“汽车”二字分别代表着“动力（汽）”与“机械（车）”，这是自汽车诞生之日起支撑其不断进化的两大支柱。而随着大规模集成电路为代表的电子技术不断成熟并融入“汽车”，汽车的逻辑逐渐发生了转变，“电子”作为媒介和手段，不断将汽车的各个动力与机械模块升级改造，完成进化。

改造一方面为动力和机械部分添加**控制手段**（如雨刷、电动车窗、电动座椅等），同时为提高驾驶的安全性和舒适程度添加独立的**电子设备**（如车大灯、影音娱乐系统、空调新风系统等）；另一方面电子作为监测、判断、控制的**逻辑系统**，让汽车具备思考的能力。

思考的过程就是**逻辑系统发现问题，回答问题，并反馈给动力、机械以及其他独立电子系统执行命令、解决问题的过程**。传感器是监测车辆状态，发现问题的入口；电子控制单元 ECU（Electronic Control Unit）是逻辑判断的中枢，由其决定处理问题的方式。

逻辑系统的复杂度取决于解决问题的难易程度，简单的问题涉及的监测、判断、控制系统就简单，反之系统则复杂。举例来说，简单问题有：

表格1：简单的逻辑系统

问题	电子逻辑系统	涉及传感器
驾驶者是否系好了安全带	安全带提醒装置 SBR（Safety Belt Reminder）	座椅压力传感器、卡扣接触传感器
轮胎气压是否足够	轮胎压力监测系统 TPMS（Tire Pressure Monitoring System）	气压传感器或者转速传感器
现在碰撞的强度是否需要弹出气囊	安全气囊系统 SRS（Supplement Restraint System）	碰撞强度传感器

资料来源：华泰证券研究所

复杂问题如：

表格2：复杂的逻辑系统

问题	电子逻辑系统	涉及传感器
在当前的速度下，如何用最短的时间刹车而车轮不打滑？	防抱死系统 ABS（Anti-Lock Braking System）	前后四个车轮的轮速传感器
在当前的速度、方向盘转向角度、车体相对轴线偏移程度、车辆离心力的条件下，怎样保障刹车、转弯时的稳定？	电子稳定控制 ESC（Electronic Stability Control）	轮速传感器、转向传感器、侧滑传感器、横向加速传感器
在当前的车载重量、路面状况、坡度和行驶速度下，怎样减少震动、保持稳定？	电子控制悬架系统 ECSC（Electronic Control Suspension System）	车速传感器、加速度传感器、水平传感器
在目前的空气流量、发动机转速下，喷油量多少可以达到最佳燃烧效率？	电控燃油喷射 EFI(Electronic Fuel Injection)	氧气传感器、节气门位置传感器、转速传感器、水温传感器、

资料来源：华泰证券研究所

当电子帮助动力与机械部分完成了越来越多的改造之后，车辆执行命令的逻辑更加顺畅，汽车本身作为代步工具的进化——“修身”日趋完美。电子对汽车的改造由体内移向体外；各种环境感知手段如摄像头、雷达逐渐丰富，同时车辆被赋予联网能力，车车通信、车路通信的机制不断建立，电子开始改造汽车里最大的缺陷——驾驶者，这一情感动物本身。对驾驶者的改造从学习驾驶开始，学习的最终目的则是要代替驾驶者，让汽车成为“代驾”的工具。

从“修身”到“代驾”，汽车电子关注的焦点从自身拓展到行驶空间，汽车正在逐渐学会像驾驶者一样掌握自我控制的逻辑。

电子正在为无人驾驶的实现一步步铺平道路，今天汽车产业已经处于一个质变发生的前夕——未来汽车将代替我们观察周围的环境，思考路线，掌控节奏，驾驶者不再需要让方向盘和油门刹车占用我们全部的注意力，人类利用技术进一步自我解放，汽车将成为生活和工作空间的自然延伸，而出行这一恒古不变的需求将得到根本性的满足。如同自来水和输电网让水和电触手可得，现代城市由此建造一样，无人驾驶让出行需求随时随地的得到满足，未来城市的生活方式将会因此改写。

从自动驾驶到无人驾驶：ADAS 是阶梯

在此要首先区分两个概念：自动驾驶（Automated Driving 或者 Auto Pilot）与自主驾驶（Autonomous Driving）或者说无人驾驶（Self-Driving）。自动驾驶的控制命令由驾驶者发出，即使车的自动控制功能再复杂，也是为使驾驶者对于车的操控更加便利，最后的安全保证还是驾驶者；而自主驾驶或者无人驾驶的控制由汽车发出，汽车安全的最后一道保险由车辆本身负责。

表格3：常规驾驶、自动驾驶、无人驾驶

	常规驾驶	自动驾驶	无人驾驶
司机角色	全时掌控	适时掌控	不须司机
安全保障	司机负责	司机负责，车辆辅助	车辆负责
发展特征	起点	进化	革命

资料来源：华泰证券研究所

在通往无人驾驶的路上，车辆的自动驾驶能力不断升级，而高级驾驶者辅助系统 ADAS（Advanced Driver Assistance Systems）就是升级过程中的台阶。如果按照“修身”与“代驾”的标准划分，ABS（防抱死系统）、ESC（电子稳定控制）走“修身”的路线，强调汽车机械部分的自我完善；“修身”逐渐完成的情况下，以“代驾”为目的的 ADAS 更受关注，借由环境感知手段收集行车环境信息，作以综合判断，辅助驾驶员做决策。

比较重要的“代驾”ADAS 包括：

表格4：部分“代驾”ADAS

ADAS 项目	英文简称与表述
前向碰撞预警	FCW（Forward Collision Warning）
车道偏离预警	LDW（Lane Departure Warning）
夜视技术	NV（Night Vision）
泊车辅助	PA（Parking Assistance）
自适应巡航	ACC（Adaptive Cruise Control）
前向碰撞减轻/避免	FCAM（Forward Collision Avoiding and Mitigation）
车道保持	LKS（Lane Keep Support）
自动紧急刹车	AEB（Autonomous Emergency Braking）
前向行人避让刹车	FPIMB(Frontal Pedestrian Impact Mitigation Braking)

资料来源：华泰证券研究所整理

这些 ADAS 重要性取决于可以多大程度上帮助车辆提高自动驾驶能力。美国是走在无人驾驶最前沿的国家，美国高速公路安全管理局（NHTSA）将自动驾驶从低到高分 5 个等级，其中对应着不同的 ADAS 种类：

表格5: NHTSA 划分的自动驾驶等级

等级	要求	举例
Level 0	没有对车辆实现自动控制	FCW, LDW, NV, PA
Level 1	有一个自动控制功能	ACC, FCAM, LKS, AEB, PFIMB
Level 2	高级自动控制功能	ACC+LKS
Level 3	手可以离开方向盘,同时脚可以离开踏板	交通拥堵辅助驾驶, 自动泊车
Level 4	有限的无人驾驶	全路况辅助驾驶, 司机可以介入控制
Level 5	完全的无人驾驶	全路况辅助驾驶, 完全不用司机控制

资料来源: NHTSA, 华泰证券研究所

从上述划分可以看出, 虽然都是以“代驾”为目的的 ADAS, 但是在自动驾驶的等级上档次不同。比如, 仅是以发出预警为目的的 ADAS 功能如前向碰撞预警 FCW、车道偏离预警 LDW 等属于 Level 0——对周围环境的感知和预警固然重要, 但只是知道周围有什么, 却没有实现对车辆的控制, 一切交由驾驶员做决策的话, 就不能算作自动驾驶功能。在预警基础上增加对车辆的控制, 才能具备自动驾驶的属性。比如作为 Level 1 自动驾驶的前向碰撞减轻/避免 FCAM 就是在 FCW 的基础上加入两种刹车机制: 动态刹车支持 DBS (Dynamic Brake Support) ——使司机踩下刹车踏板时加速刹车, 以及撞车迫近刹车 CIB (Crash Imminent Braking) ——在司机未踩刹车时由逻辑系统触发刹车。与此类似的是, 车道偏离预警 LDW 属于 Level 0, 在电子助力转向 EPS (Electric Power Steering) 的帮助下, 可以升级为 Level 1 的车道保持 LKS。

图1: Level 0 的预警 ADAS 加上对车辆的控制实现 Level 1 的 ADAS 功能

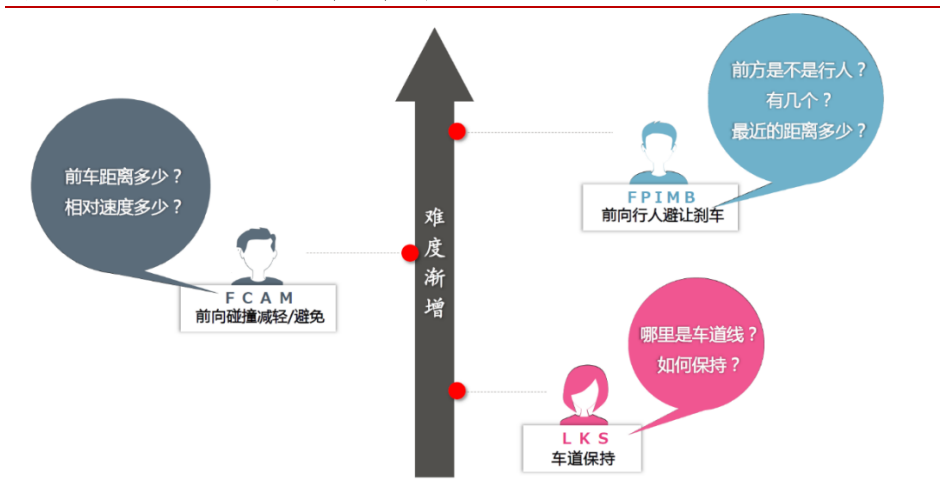
资料来源: 华泰证券研究所

而各种 ADAS 的难度也不相同, 比如如下几种 ADAS 都是基于机器视觉发挥作用:

- 车道保持 LKS 的功能实现是通过摄像头识别公路上的车道线, 没有车道线时就不能发挥作用, 其检测的区域固定且规律;
- 前向碰撞减轻/避免 FCAM 是基于对车辆前方不定时、不定位随机出现的车辆和行人做检测, 而且在车速较快的情况下更要求 ADAS 及时发现目标作出提醒或者操作, 可想而知, 其难度比车道保持 LKS 要高出不少。

- 以行人为识别目标的前向行人避让刹车 FPIMB，相比于前方车辆来说行人的体态不一，迎面与侧面不同角度下呈现的视觉效果不相同，如果出现的一群人还要找出最近的一个，以其为标准决定刹车时间，所以难度更高。

图2： Level 1 的 ADAS 实现难度并不相同



资料来源：华泰证券研究所

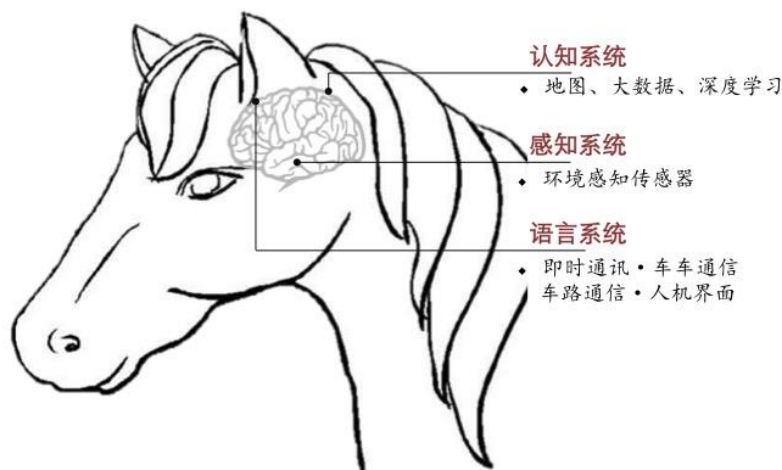
各种 ADAS 都有不断进化的需要，精度不断提升，多种技术相互融合，搭配使用，最终成为无人驾驶汽车的一个子模块。

小白龙取经路：无人驾驶路上他做到了什么？

那么让车辆无人驾驶都需要有哪些准备，学会哪些逻辑？不妨举一个耳熟能详的智能座驾作分析——《西游记》里的白龙马。对于小白龙来说，师傅三藏虽然名义上是驾驶者，实际上却只是乘客，三藏下达的命令是走或停，而路线是小白龙自己决定的。

就像普通汽车与无人驾驶汽车的差异不在于动力、机械亦或是电子执行模块，而在于其电子逻辑系统——小白龙与普通马匹的差异并不在于身体或者神经系统，而在于他有一个智能的大脑。小白龙可以自主决定行进的节奏、方向和路线，他与普通马匹的差别主要体现在大脑的三个方面：

- 1) **感知系统**——小白龙眼观六路耳听八方，灵敏的鼻子还能辨别附近花草的香味。
- 2) **语言系统**——小白龙可以和路上其他的马交谈，可以与师傅对话，还可以与天上神仙心灵感应。
- 3) **认知系统**——小白龙具备地理知识，心中知道路在何方，根据感知系统与语言系统得到的信息综合判断行进路线与停走的节奏，让师傅坐得安全、坐得舒心。

图3： 小白龙的三个关键系统

资料来源：华泰证券研究所

按照无人驾驶的逻辑来看，小白龙的几个特征分别对应着：如同感知系统，用于周围环境感知的传感器；如同语言系统，车辆本身的联网通信能力，与其他车辆和行车环境沟通的能力，以及与乘车人沟通的能力；如同认知系统，汽车要具备一份地图分辨路在何方，并且根据各种收集到的信息不断对全局的路线以及行走的步调做实时调整，还要通过不断学习完善行车决策。

从环境感知传感器来讲，多种技术的综合使用会提高环境感知的精确性，冗余的传感器配置可以保障系统的稳定性，成熟的无人驾驶需要的是“可视”摄像头与“半可视”激光雷达，“非可视”微波雷达、超声波雷达的综合运用。

关于联网通信能力，需要**即时通信**，让车随时使用互联网，还要有与周围的机动车、行车环境即时交流的能力，同时也要与乘客交换信息的能力。这里要求的是**车联万物**——使车辆始终联网，支持车车通信（Vehicle to Vehicle），车路通信（Vehicle to Infrastructure），让驾驶员者与车辆的沟通的**人机操作界面 HMI**（Human Machine Interface）更友好自然。

就**地图**来说，需要的是精确的位置捕捉，实时的路线指引，需要规划合理的路线，并且实时更新道路有无施工，交通情况如何，前方信号是红是绿。至于行车决策，无人驾驶的目标不仅仅是让车辆开动起来，而且要走得像老司机，这要依靠**深度学习**让汽车不断学习开车的技能，行车技术最终强于一般驾驶者。

感知硬件：无人驾驶汽车的眼耳鼻

汽车上负责感知的硬件丰富多样，而与自动驾驶相关的主要是负责空间与环境感知的硬件——激光雷达、微波雷达、超声波传感器、可见光摄像头、热成像摄像头。

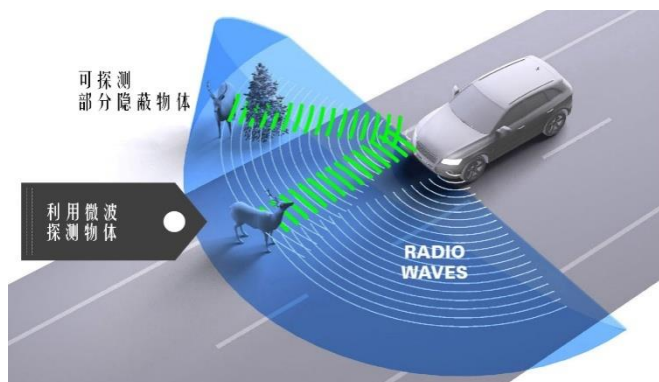
各种传感器各有优势：

微波雷达的作用是对周围物体做**初步定位**，确定周围物体的方位、距离和移动速度，并且可以在各种天气条件（晴天或者雨天）下，各种光照条件下（白天或者晚上）工作。相比于激光、可见光、红外光来说，微波的波长更长，可以绕过障碍物找到隐藏其后的物体（比如在树丛后移动的麋鹿），但是由于微波频率有限，探测到的物体缺少细节，识别并不精确。

微波雷达之中还有分别，如长距离微波雷达负责瞭望狭窄范围远方的物体，近距离雷达判断宽阔范围内近处的物体。

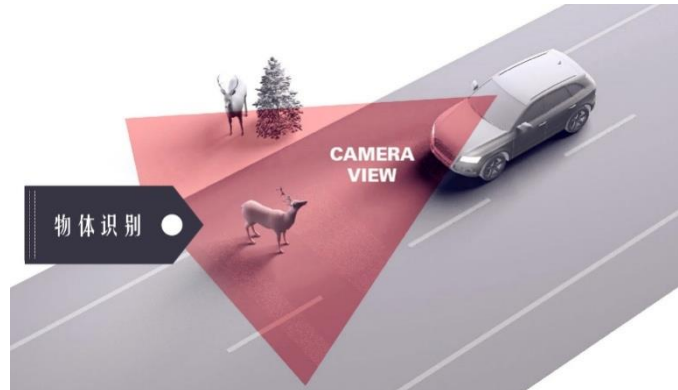
摄像头的作用是分辨物体的细节，并且读取交通信息，比如交通灯、车道线、交通指示牌以及前方车辆的尾灯。在夜晚，可见光摄像头不能发挥作用，而红外热成像摄像头可以取而代之。

图4：微波雷达



资料来源：Delphi，华泰证券研究所

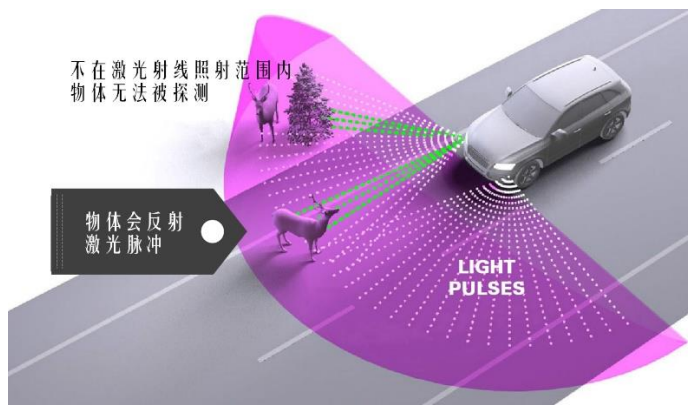
图5：摄像头



资料来源：Delphi，华泰证券研究所

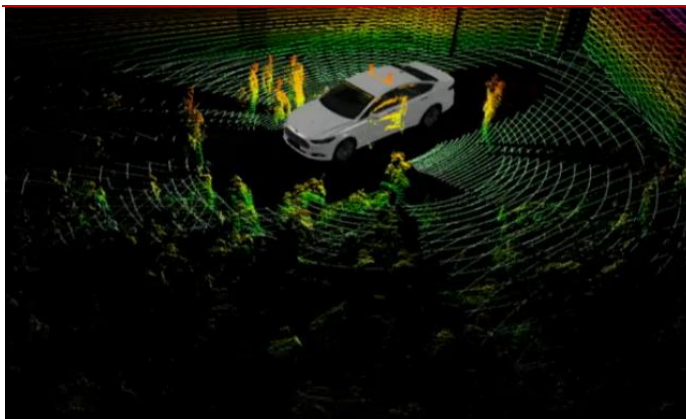
激光雷达的作用是精确描绘车辆所处的环境，通过测量激光发射器发射出的脉冲调制光线与反射回的光线间的飞行时间（Time of Flight）来测量距离，通过雷达的旋转或者多个定向雷达的信息叠加重建完整的行车环境。由于激光方向性好，所以测量距离远、精度高且不依赖于自然光，因此非常适合实时的车身周围环境测绘，但是在雨雾天气中，激光雷达的作用会有所打折。激光雷达的成像精度虽然不及人眼和摄像头，但是能完整绘制出 360°全空间所有物体的远近与方位，是实用性最强的一种传感器。

图6：激光雷达



资料来源：Delphi，华泰证券研究所

图7：激光雷达的测绘效果图



资料来源：互联网，华泰证券研究所

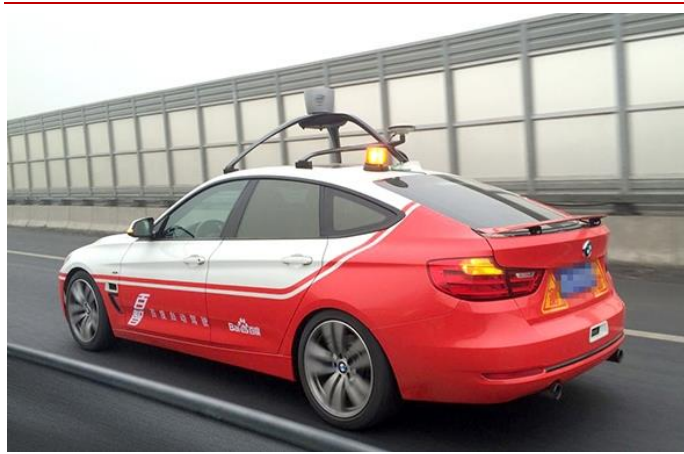
目前 Google 和百度都直接面向 NHTSA 第四级——无人驾驶汽车做研发，汽车的核心感知手段都是激光雷达。目前市场化的车载激光雷达发出的激光线束数量多为 64 线，环视四周的方式是不停地旋转，发射和接受激光脉冲。

图8：谷歌自动驾驶汽车顶部的激光雷达



资料来源：互联网，华泰证券研究所

图9：百度自动驾驶汽车顶部的激光雷达



资料来源：互联网，华泰证券研究所

Google 无人驾驶汽车最初使用的激光雷达由 Velodyne 提供，由于发射的激光线束数量多，机械结构的成本也较高（并非专门为汽车所造），价格在 7 万美金左右。在 2016 年的 CES 展会上 Velodyne 推出了汽车专用的 Puck Auto，32 线价格仍在 5000-10000 美金之间，而一家创业 3 年的公司 Quanergy 推出的产品仅有 8 线，但是已经可以大致分辨周围物体的形状；其形态是“固态”，也就是不能完成 360° 环视，但可以覆盖一个固定的角度。这种简版激光雷达的最大优势是价格大幅下降，如果量产成本可以达到 100 美元。届时，一台车上安装多台激光雷达即可补足 360° 的覆盖范围，而且没有太高的成本负担。相信电子产品的快速迭代将使性价比突出的激光雷达产品可以快速产业化。

超声波传感器通常用于测量数米以内的距离。超声波方向性好、距离分辨率比较高、不受色彩和光照度干扰、不受外界光线和电磁场干扰，而且能在有灰尘、烟雾、有毒等各种环境中稳定工作。这些特性都有利于超声波传感器测定物体的位置、距离。

图10：沃尔沃 XC90 的超声波传感器配置



资料来源：Volvo，华泰证券研究所

图11：超声波传感器

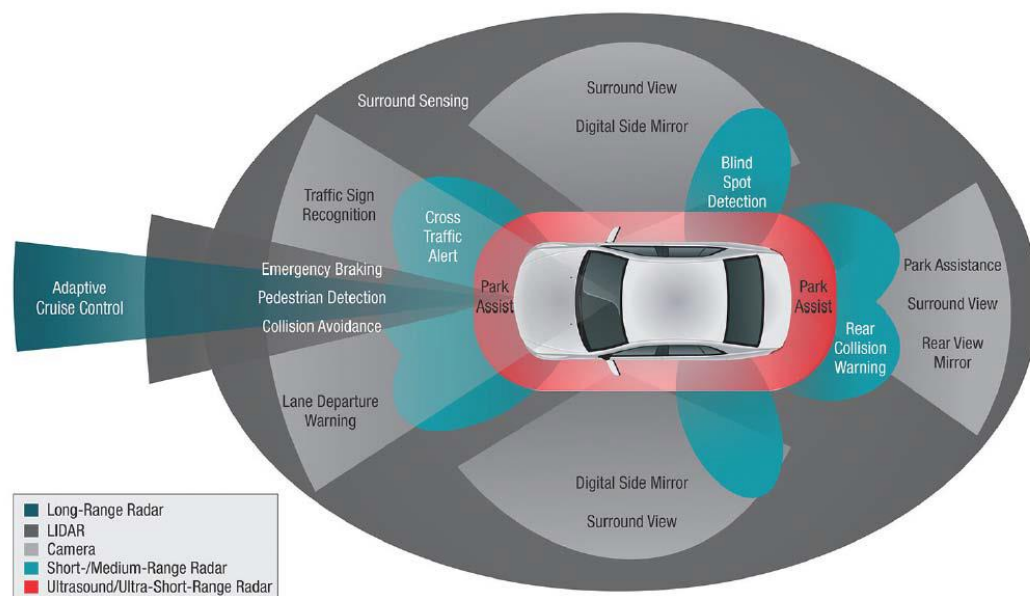


资料来源：Delphi，华泰证券研究所

这些感知硬件各有所长，而一个完整的自动驾驶系统需要尽可能多的感知硬件参与：激光雷达给车辆行驶环境实时画像，使 360° 范围内物体一览无余；近距雷达与超声波雷达对前后车与相邻车道实施监控，一旦有其他目标非正常接近即发出报警；远距雷达负责瞭望远处是否有突然逼近的车辆，给驾驶系统留出足够的反应时间；摄像头负责给捕捉到的物体做精确画像，辨别物体究竟是车还是人，是迷茫的动物还是失落的货物。

多个感知硬件同时参与就是为了给系统增加冗余的防护，保证信息采集密度足够大才能更好的做出驾驶决策。

图12：多种感知硬件配合使用



资料来源：TI，华泰证券研究所

车联网万物

车辆的通信能力分为三个层次，一是让车始终联网，随时使用网络服务，二是车辆与车辆之间（V2V）、车辆与交通设施之间（V2I）可以实时通信，三是车辆与驾驶者的沟通机制（HMI）。

让车辆始终有网络服务，这是让行驶环境更智能的基础。这里的网络服务指的是 3G/4G 乃至未来 5G 的即时通信信号，车辆内置独立的通讯模块，使汽车可以自由上网，同时成为网络上可以找到的一点，使车辆可以与服务器随时交换信息。

车车通信 V2V，车路通信 V2I 对于单车与整体行车环境来讲都有重大意义：首先，V2V 与 V2I 会使车辆本身在周围行车环境的帮助下更安全、舒适的行驶；其次，信号灯等基础设施掌握即将通行的车流密度，可以弹性的分配红绿灯时间；最后，当所有车辆与交通设施都支持 V2V 与 V2I 之后，全局实时通讯，整体道路的安全性、行车效率将会有更大的提升。

联通车与车、车与环境，是局部范围内实现自动驾驶的有力支撑。其实在古老的航海时代，旗语的发明就是为解决船与船的信息沟通问题，而传统汽车上的转向灯、刹车尾灯等也是为了向其他车辆传递转向和减速信息。仅用视觉信息可以传递的有效信息太少，需要有统一的通信协议解决这一问题，在交通领域使用的传输协议是专用短程通信协议 DSRC（Dedicated Short Range Communication），使用特定频段的射频信号传递车辆信息。

图13： 从旗语到转向灯到 V2V

资料来源：华泰证券研究所

试想，如果在一定范围内车辆之间以及车辆与交通设施之间可以通信，车辆向周围广播传递自身的速度、位置信息，不携带任何与车个性化细节相关的隐私，交通设施如信号灯提前告知车辆交通信号变化周期，速度指示牌告知车辆限速信息，方向指示牌告知单行道和交通路口分道信息，急转弯、有横风路段、学校附近、人行道前都有信息及时并提前告知到车辆，这样的驾驶环境将对车辆非常友好，不仅安全得到保障，驾控的感觉也更加舒适。

图14： V2V 与 V2I 使车辆与整体行驶环境联通

资料来源：Delphi，华泰证券研究所

驾驶者与车辆之间的交互必不可少，在第4级的无人驾驶实现之前，驾驶者始终需要对车辆做有效控制，而即使做到第4级的无人驾驶，车在出发前还需要被下达命令，告知目的地，上车后也有可能临时更改目的地，同时在车中驾驶员的角色转变为乘客，乘车出行的时间里有更多时间关注车载娱乐（Infotainment）系统，人机交互界面 HMI（Human Machine Interface）的重要性不言而喻。

将 HMI 分为输入与输出两大模块，在向无人驾驶过渡的过程中将呈现如下趋势：

HMI 输入：

- 复杂的人机交互将由自然语言（语音）和触摸屏配合完成；
- 简单的、单步的人际交互将由精选的几个机械控制配合简单的手势控制完成；
- 通过与智能设备连接获取驾驶者信息、辅助通讯。

HMI 输出：

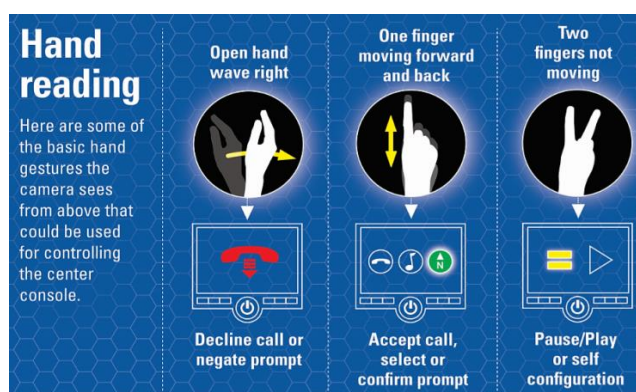
- 平视显示 HUD（Head up Display）将和数字仪表盘完美的融合到一起，配合警示音为驾驶员提供最为关键的驾驶信息；
- 使用语音播报和中央大屏显示提供次要的驾驶信息。

图15： 平视显示 HUD 系统



资料来源：互联网，华泰证券研究所

图16： 手势控制举例



资料来源：Delphi，华泰证券研究所

当无人驾驶实现时，人机交互的手段将得到简化——手势控制、HUD 等以减少驾驶者精力分散为目的的交互方式被弱化，而语音控制、触摸屏等使交互更便利、更自然的方式将被强化。

认知系统——数据量决定智能的层次

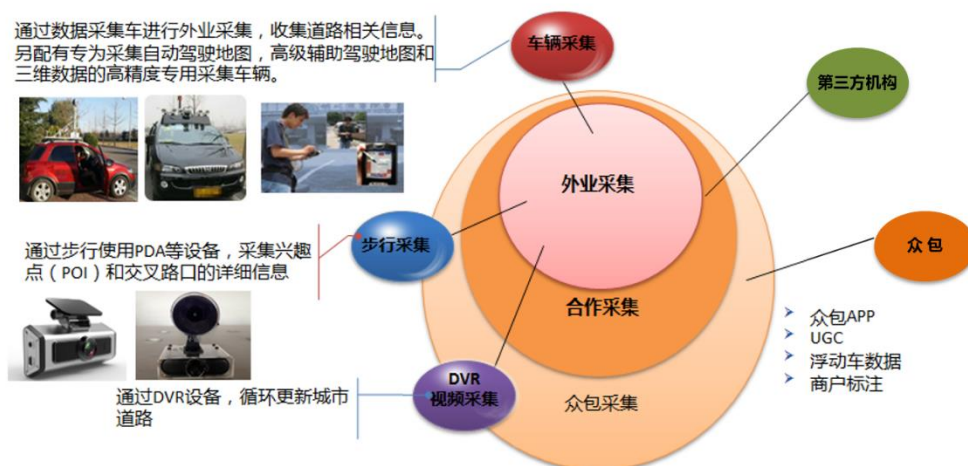
地图——无人驾驶汽车的记忆中枢

试想，无论是小白龙还是你和我，确定了要去的地点之后必须知道走怎样的路线可以到达目的地，即使手中没有地图，那脑中也得有相应的行进路线。让车辆知道向什么方向行进，一份可用的地图就是必不可少的。

放心的让车辆自动驾驶，这份地图就需要尽量详细，在静态地图上不断叠加信息，比如每段道路的车流密度形成的拥堵状况，以及施工或者肇事等需要避让的路段，再叠加道路上关键的交通标示，如交通信号、方向指示牌、速度指示牌等，并且对车道线、路沿和隔离带这些关键指标有效辨识形成分层信息集合。

数据是地图的基础与核心，目前业内数据的采集手段主要包括：

- 1) 厂商采集：基础数据如道路信息、兴趣点 POI（Point of Interest）等当前的收集方式是由地图厂商人工采集。
- 2) 合作伙伴提供：地图商与出租车公司合作，与当地交管部门合作，拥堵状况的监测来自搭载 GPS 的社会运营车辆汇总的数据。
- 3) 热心用户“众包”：用户主动上传地图和兴趣点数据。

图17： 地图数据多种采集手段

资料来源：高德地图，华泰证券研究所

而在无人驾驶的环境中数据采集的方式将发生极大变化——所有用户在不知不觉中完成众包，这使得：

- 1) **信息更精细**：路面情况、车流密度以及重要交通标示等各类信息可以利用车载摄像头不断收集，借助车的即时通讯，此部分信息即可由每辆车实时上传到云端，实现交通信息实时更新。这意味每辆车既是信息的提供者又是信息的使用者，这样的地图有绝佳的实时性，也需要有完备的开放性作保障。
- 2) **信息来源更广、纠错能力更强**：由于每辆车都具有信息采集以及通信的能力，有车的地方就有信息提供，可以实时的比较其采集的地理数据与当前地图库中信息是否吻合，如果发现异常就申请更新数据，当其他车辆对此信息再次确认之后即可完成数据的更新。

无人驾驶需要的地图不仅仅是全局性的，更是要实时描绘其行驶环境，得到**车道级别的导航**。基于各种环境感知传感器，提取车道线、路牌、标志标线，路侧或道路上方物体等等自动驾驶地图要素和属性，形成最终的车道级高精度地图。

如下是 Google 基于其地图系统与激光雷达绘制车道级高精度地图，做出驾驶决策的过程。

图18： 明确所处位置

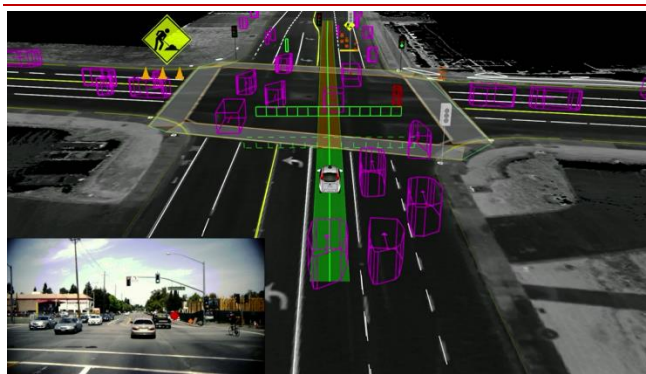
资料来源：Google，华泰证券研究所

图19： 辨别周围环境

资料来源：Google，华泰证券研究所

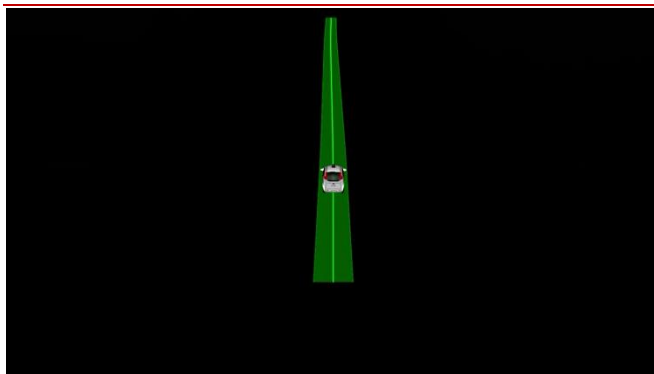
车辆首先要知道其身处何方，如上面左图，了解车道线的划分，当前是直行的方向。接下来辨别周围环境，如上面右图，观察到紫色的线框代表机动车，红色的是自行车，确认左前方路口处有施工标识，过路口后右侧相邻车道也有施工。

图20： 确定行驶路线



资料来源：Google，华泰证券研究所

图21： 实时监控行驶路线情况



资料来源：Google，华泰证券研究所

然后根据行进的方向（向前），确定需要国通路口之后直行而不能偏移到右侧相邻的施工车道，如上面左图，**确定绿色的行驶路线**，再紧盯前车的行进快慢，调节油门刹车的力度，如上面右图，并**实时监控**有没有其他物体会进入到预定的行驶路线中。

卫星定位系统：为辅助地图确定车辆在图中的位置，定位系统必不可少，配备了定位系统才能从全局出发，为车辆规划合适的路径。当前最通用的定位系统是 GPS 系统，目前民用 GPS 的定位误差为 10 米，就普通驾驶者来说经常有因为起始位置不正确，不能判别是在高架上还是地面上等问题被指引一条错误路线，想让车辆自动驾驶的难度就更高了，所以导航精度的升级也是必然。

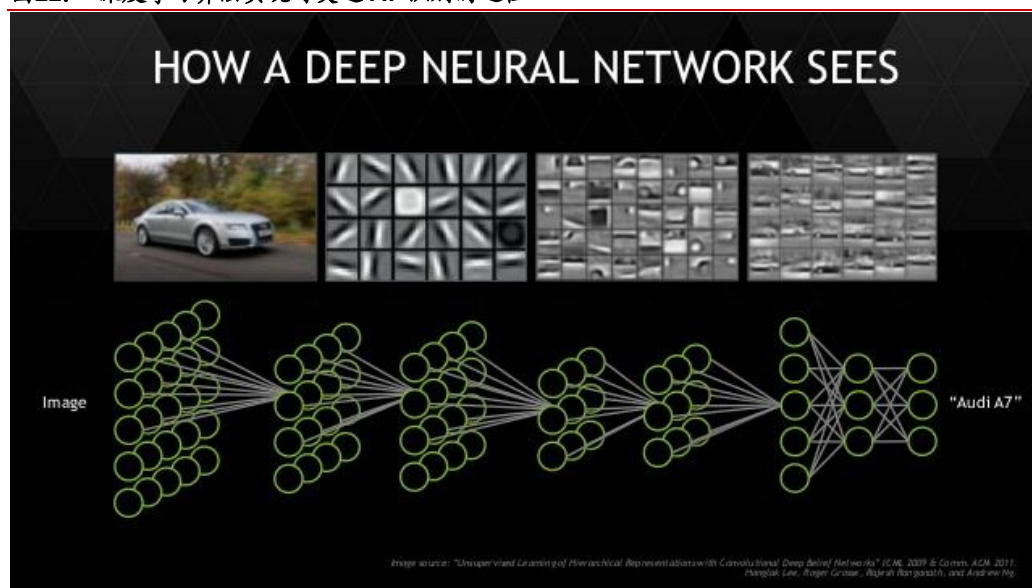
我国的北斗产业的布局日趋完善，2016 年 2 月 1 日，第 5 颗北斗卫星发射升空，在 2018 年前我国将继续发射 18 颗北斗导航卫星，未来 5 年之内将发射近 40 颗卫星。2013 年 3 月，我国首个北斗卫星导航地面增强网——“北斗精密定位服务系统”项目正式通过验收。该项目开发并采用了具有完全自主知识产权的软硬件产品，建成 30 个北斗连续运行基准站及相应的控制和服务系统，可通过地面基准站网的增强，实现北斗系统高精度导航定位服务。该项目首次专业应用领域实现厘米级精确定位。这将为无人驾驶提供高精度的辅助。

行车决策——不断完善要靠“深度学习”

每个考过驾照的人都知道，即使科目一的理论考试得到满分，也不意味着已经学会了驾驶。人类学习驾驶的过程也是不断向他人学习的过程，对于让车辆学会自动驾驶这样一件事复杂的工作，如果觉得穷举出所有逻辑即可以让它带着人到处奔走，实在是一件不安心的事。好在“深度学习”提供了另一个可能的方向。

“深度学习”是机器学习研究中的一个新的领域，它模拟人类大脑神经网络的工作原理，将输出的信号通过多层处理，将底层特征抽象为高层类别，它的目标是更有效率、更精确地处理信息。深度学习自 2006 年由 Geoffrey Hinton 教授和他的两个学生被提出后，使得机器学习有了突破性的进展，极大地推动了人工智能水平的提升。2013 年，《麻省理工技术评论》把它列入年度十大技术突破之一。

人脑具有一个深度结构，认知过程是逐步进行，逐层抽象的，能够层次化地组织思想和概念。深度学习之所以有如此大的作用，正是因为它较好地模拟了人脑这种“分层”和“抽象”的认知和思考方式。

图22： 深度学习算法实现对奥迪 A7 识别的过程

资料来源：互联网，华泰证券研究所

深度学习的实质，是通过构建具有很多隐层的机器学习模型和海量的训练数据，来学习更有用的特征，从而最终提升分类或预测的准确性。因此，“深度模型”是手段，“特征学习”是目的。区别于传统的浅层学习，深度学习的不同在于：1）强调了模型结构的深度，通常有 5 层、6 层，甚至 10 多层的隐层节点；2）明确突出了特征学习的重要性，也就是说，通过逐层特征变换，将样本在原空间的特征表示变换到一个新特征空间，从而使分类或预测更加容易。与人工规则构造特征的方法相比，利用大数据来学习特征，更能够刻画数据的丰富内在信息。

表格6： 浅层模型和深层模型的对比

	浅层模型	深层模型
模型层数	1-2	5-10
模型表达能力	有限	强大
特征提取方式	特征工程	自动抽取特征
训练难度	容易	复杂，需要较多技巧
理论	有成熟的理论基础	理论分析困难
依赖先验知识	依赖更多先验知识	依赖较少先验知识
数据需求量	多	更多
适用场景	需要简单特征的任务：发电机故障诊断、 时间序列处理、视频字幕定位提取	需要高度抽象特征的任务：语音识别、 图像、自然语言处理

资料来源：Wind，华泰证券研究所

利用深度学习，就可以让汽车的驾驶知识不断积累丰富，试想，100 年前驾驶技术最好的人来到今天，同样也不会驾驶，因为他缺少了这 100 年间人类社会在学习驾驶的过程中积累的知识。在实践中人类总结出对向车辆应该分两侧行驶，车道线可以规范同向行驶车辆，乘客要系好安全带，夜间行车要开车灯。而这些知识通过不断的总结，教给今天的汽车，就可以让车懂得如何自动驾驶，而越来越多的数据量就可以让车开起来像一个老司机。

何为老司机？老司机在拥挤的道路上，发现前方车辆启动时不会猛踩油门，因为走不远就会再次停下；发现前方相隔三辆的车影逐渐减速时就会预备减速，因为前面两辆车即将停下；前方距离交通路口 300 米，绿灯转成红灯时，会松掉油门但不会踩刹车，让车匀速缓行。总之，无人驾驶的目标就是要学会老司机的思维方式：安全、舒适、节能、有建设性。

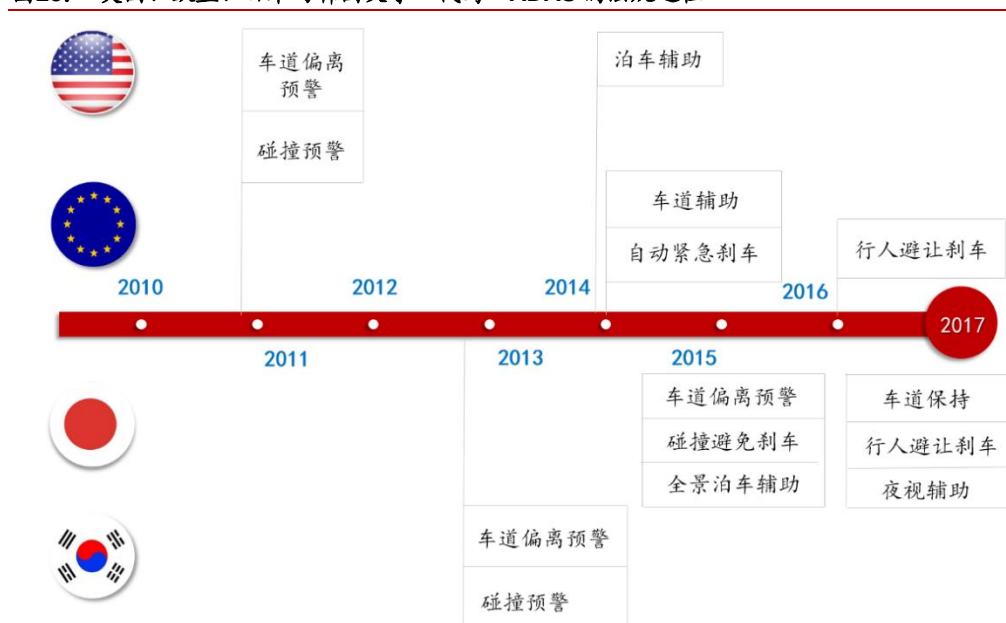
无人驾驶可能引发的变革和障碍

无人驾驶前还需要什么？

法律法规需要进一步完善

无人驾驶的实现基础是驾驶相关的法律法规需要升级，因为目前在中国，法律规定汽车驾驶员的双手不允许离开方向盘。在美国、欧盟、日本和韩国这些自动驾驶走在前列的国家中，关于 ADAS 的法规进程如下：

图23： 美国、欧盟、日本与韩国关于“代驾” ADAS 的法规进程



资料来源：IHS，华泰证券研究所

驾驶相关的法律法规升级节奏既取决于技术进步的节奏，也必定基于本国的相关产业基础。而当前在无人驾驶的研发领域，欧美日玩家走在前面，我国的相关技术积累不足，如果保持与国外一样的步调更新，可能会面临整个产业在发展之初即遭到巨大冲击的风险。而一旦技术成熟之后，合适的立法将会快速产业化速度。

另一方面，由于深度学习对于无人驾驶是必不可少的，而每个国家的驾驶习惯都有不同，在美国完成训练并不意味着在中国可以上路（中国的行车环境也许是世界上最复杂的之一）。所以无人驾驶在中国产业化之前，必须要在中国的道路上做大量的测试和积累，这些测试也必须在中国的法律法规允许的范围之内进行。正式比赛仍未开始，中国的产业参与者与世界的厂商都在积极准备赛前训练。

网络安全潜在需求巨大

由于无人驾驶汽车高度电子化，电子系统的逻辑稳定性成为安全保障的关键，保证车辆的系统稳定性以及网络安全非常重要。

其实电子系统稳定性与网络安全的重要性不仅仅存在于未来，在今天的汽车上，所有机械系统都已经电子化，而所有信息的传递均基于车内网络，保护车辆不受黑客攻击已经是车厂的重要任务之一。只是在无人驾驶成为标配之时，车车互联、车路互联以及车辆本身实时联网的特点使得车与外界环境交换信息的机会更多，网络安全的重要性更为凸显，保证车辆的网络安全是无人驾驶成熟之前必须妥善考虑的重大问题。

图24： 信息化的汽车需要加倍的网络安全



资料来源：互联网，华泰证券研究所

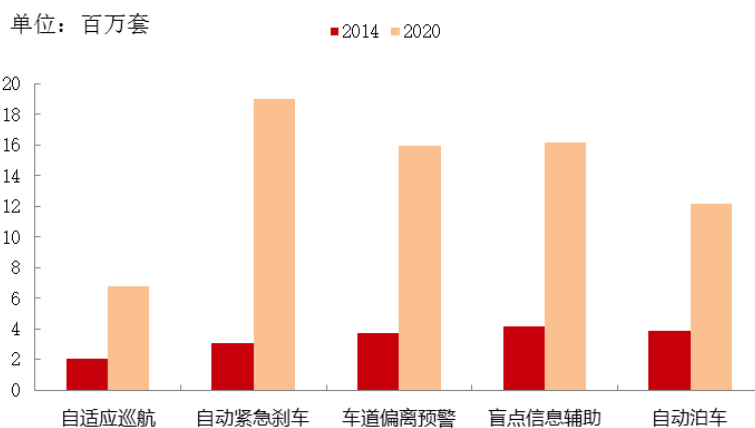
车辆的电子系统不断开放是大势所趋，汽车内电子系统也越来越复杂，网络安全面临的潜在风险也意味着保卫网络安全的价值巨大。根据 BCG 的统计，在过去 50 年的时间里，汽车内电子系统的代码数量呈指数型增长，到 2015 年已经接近 1 亿行，与电脑操作系统处在同样的数量级。当今互联网公司的造车运动如火如荼，而保护车辆的网络安全也是这些 IT 公司的本业，某些新进入者如 Google 与百度等都是直接面向终极无人驾驶技术发力，对于网络安全的解决也会是主要关心的内容。

但是需要担心网络问题会阻止无人驾驶的发展吗？如果在 10 年前，有人告诉你不用去银行就可以把账户里的存款全部转出，会非常担心吗？但是今天使用支付宝就可以轻松做到，每个用户也乐在其中。不可低估技术的发展，相信网络安全会在无人驾驶技术发展的同时不断巩固。

无人驾驶的产业机会

根据 IHS 的预测，在 2025 到 2055 年，有 90% 的车会被有自动驾驶功能的汽车替代，而在 2020 年之前，各种“代驾”ADAS 将迎来高速发展，如自动紧急刹车 AEB 这一模块，出货数量将从 2014 年的 310 万套增长到 2020 年的 1900 万套，6 年 6 倍增幅。这一价值巨大的市场将会创造强劲而且不断更新的产业机会，市场长线价值巨大，等待被不断发掘。

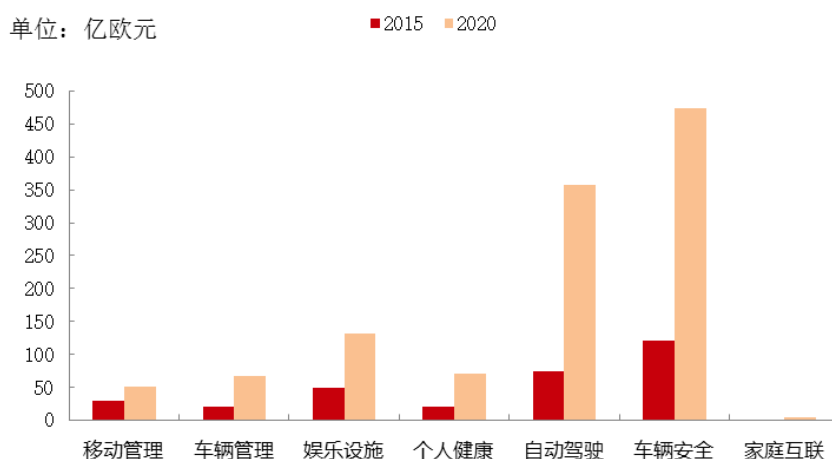
图25： 全球汽车智能化相关产业金额估算



资料来源：IHS，华泰证券研究所

根据普华永道的估算，全球与汽车智能化相关的产业需求在 2015 年为 318.7 亿欧元，到 2020 年将飞速增长到 1152 亿欧元，其中车辆安全和自动驾驶相关的产值将由 196.7 亿欧元成长到 860 亿欧元，复合年增速 34%。

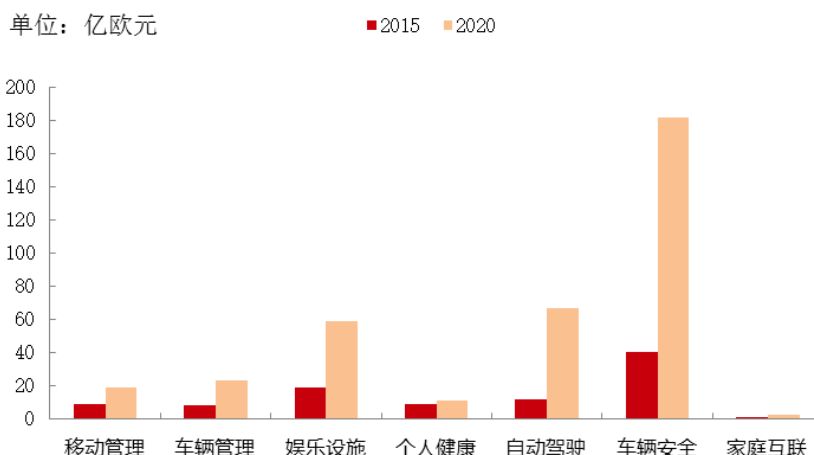
图26： 全球汽车智能化相关产业金额估算



资料来源：普华永道，华泰证券研究所

中国车辆安全和自动驾驶相关的产值将由 2015 年的 96.1 亿欧元增长到 2020 年的 361.3 亿，而车辆安全和自动驾驶相关的产值将由 52 亿欧元成长到 249 亿欧元，复合年增速 37%。

图27： 中国汽车智能化相关产业金额估算



资料来源：普华永道，华泰证券研究所

ADAS 与无人驾驶带来的新商业模式

在从自动驾驶过渡到无人驾驶的阶段，可能会出现哪些新的商业模式？我们按照 NHTSA 的无人驾驶划分寻找对应的新商业模式。

长途车的高速公路辅助驾驶——Level 2-3 已经可以大量减少伤亡

每年高速公路交通事故屡见不鲜，而长途客车与货车因操作难度高，往往是引发事故的重要原因，而且只要事故中有这些体型庞大的长途客车、货车参与，造成的伤亡经常十分惨重，往往出现事故后会占据整条道路，造成大堵车。

疲劳驾驶、不当驾驶等行为是引发长途车肇事的主要诱因，如果用无人驾驶技术代替司机，将有效降低事故率。在高速公路全封闭、车道线规整的行驶环境中，实现全自动驾驶的难度相比于开放路段来说小得多。

虽然这一操作可以在 Level 2 的高级自动驾驶达到之后实现，但是为了避免司机麻痹大意，依然要在技术达到 Level 3 时开始实施，并且仅在高速公路路段由汽车做无人驾驶操作，进入高速后和离开高速前切换到司机全程控制，自动驾驶系统作为辅助，以便驾驭更复杂的城市路段，让驾驶者随时保持良好状态。

Level 4 无人驾驶之下的新城市

在 Level 4 的无人驾驶条件下，公共车辆的供应需求可能会大大增多，而私家车的需求会减少。

回到使用汽车最根本的价值，即解决出行需求。私家车的存在是因为公共车辆不能满足全部的出行需求，而如果所有人出行时都可以有司机接送，为什么还一定要自己开车呢？

而目前出租车成本仍然较高，主要原因之一是车辆是需要司机驾驶，另外车辆的能耗较高。试想，如果无人驾驶成为现实，节省下司机成本之后可以将用车成本降低许多，未来新能源汽车的普及也必将大幅降低车辆的能源成本。无人驾驶的租车方式可以按 Uber 和滴滴打车为范本，用车随叫随到，预约方便快捷。

图28： 无人驾驶车的座位空间布局可以随心所欲

资料来源：奔驰，华泰证券研究所

以下我们考虑一个极端的情况，无人驾驶汽车就如同今天的水和电一样是基本的公共资源，将会发生什么？

1) 人的变化：

随时用车随时召唤：大量无人驾驶汽车可被使用，当需要用车时，系统会分配距离最近的车迎接乘客。自动驾驶的车不会停下来，让城市中的车辆分布动态平衡，就像 Windows 进程之中就算没有程序在运行，CPU 也不会停止工作，而是在运行系统空闲 Idle 进程。

不同需求档次有分别：部分人仍然拥有私家车，但是私车的牌照价格非常昂贵，而且必须有单独的车库供平日停靠。对于更多的消费者来说，车辆选择档次有高低差别，租金并不相同，比如分为大众型、有选型、高级型。

一部分职业人的工作空间从房间转到路上：由于无人驾驶车具备全面的网络功能，而乘客无需关心驾驶操控，人在车内被完全解放，一部分作家、网络卖家等自由职业者乃至心理医生、抑郁症患者将从房间搬到车内。“宅”将不仅仅指宅在家里，还有人宅在车上。

图29： 未来一些职业人的工作空间从房间转到路上

资料来源：互联网，华泰证券研究所

2) 路的变化

街上没有停车位：因为所有的车都在流动，没有私人车辆需要停在路边等待主人，道路将会被充分使用。没有乘客的大部分空车匀速游弋在道路上，随时等待乘客的召唤。

停车场变身为电源更换站：无人驾驶成熟时，电池的储能密度预计将有很大突破，快充技术将非常普遍，无人驾驶汽车将主要是电动车。原先为大量闲置车设计的停车场用途将发生巨大变化，变身为电动车的电源更换站。无人驾驶车在站内快速完成电源更换，备用电源在此被集中充电。电动车模块化的设计思路使得保养更加简单，需要保养的电动车在站内可以完成自动常规保养。

3) 物流大变革

妈妈再也不用担心我忘带书包：一部分空车转变为速递车，同城之间的及时快递将“坐车”直接送达，城市运转的效率将极大提升；

白天送不完的货晚上继续：晚间无人驾驶车辆不用休息，经过简单的改造可以直接变为快递用车（或者物流公司派出专用的无人驾驶快递车），云端服务器根据需求给各个地区物流仓库分配快递车数量，在每个小区安装自动收货柜，车辆和收货柜上装载自动传送带，货物由传送带送入柜内，柜内机器视觉摄像机自动扫描快递的二维码，识别所属单元房间。

图30： 快递将大量使用无人驾驶汽车



资料来源：大众，华泰证券研究所

4) 交通极为规整

交通路口的红绿灯没有固定时间：每辆车从乘客上车的一刻已经知道行驶的目的地和方向，由于每辆车都有与云端的通信能力，云端不仅了解此刻路面上的车流量，而且掌握各个车辆的行进路线，根据每个路段的车流密度，对每个路口的交通信号做实时调整；路口也通过车路通信 V2I 机制实时掌握各方向来车密度，辅助云端做进一步微调。

不会走错路口，也不会超速：无人驾驶车本身已经通过云端中心了解到各个路段的限速、路况、路口走向等信息，而且可以通过与路牌、交通标志等道路设施的车路通信实时补充不足信息，在每段路上都按照标准的方式行进，不会超过限速，也不会有特别慢的车出现在车流中，路上“孤岛”将不复存在。

车辆同时起步，同时停车：车车通信与车路通信可以将路口信号灯由红转绿的信息同时传达到所有排队车辆，所有车辆几乎可以同时启动，并有秩序的加速，按一定的安全距离行驶。

交通路口“拧麻花”不会再现：无人驾驶车辆进入路口前总是询问路口，多久以后变为红灯，如果路口拥堵，在这段时间内能否让前方排队的车全部通过，如果不能，那就不被允许进入路口，免得垂直方向可以通行的时候造成堵塞，形成“拧麻花”。

无人驾驶产业发展路径

虽然全面无人驾驶的社会将非常美好，但是我们没法在一夜间跨入无人驾驶时代，无人驾驶车总是会经历从少到多的积累过程，在此我们总结出无人驾驶带动的产业发展的路径图：

从物流，到人和路，再到交通系统。

1) 无人驾驶出现的第一辆车可能是：物流车。

如果无人驾驶技术被商用，在推广之初对于安全的担忧会比较多，而**让货物坐车比让人坐车安心得多，所以无人驾驶最先被应用的领域可能是物流系统。**

物流系统可以划分为主干线的物流（跨省间、城市间以及区县的主仓库之间的物流）和支线物流，主干线物流可以由无人驾驶的大型货车负责周转，当无人驾驶进化到 Level 2-3 阶段时，这一周转在高速公路的部分即可因自动驾驶受益；而支线物流由无人驾驶的中型货运车负责，与小区内如前所述的自动收货柜配合，完成各个地区的物流配送。

2) 全社会 30% 车辆无人驾驶：乘客大规模使用无人驾驶的车代步。

当无人驾驶车辆比例进一步提升后，其安全性会被更加认可，更多的消费者将乐于参与到无人驾驶汽车带来的新生活中来。如上所述的人的变化和路的变化将渐次发生，而非无人驾驶的车辆会在这一过程中被逐渐替代。

基于车和路的变化比如新职业、新生活方式的出现，以及道路环境、停车场等设施的转换将在这一阶段引发大量商业变化，届时社会运转方式将被改写，为全社会道路的根本改变奠定基础。

3) 70% 车辆无人驾驶时：交通系统的功能向最优化发展。

当一个区域内大多数车辆都是无人驾驶的时候，只有少部分非无人驾驶车是例外，多数车按照同样的逻辑按章行驶，整体的交通效率必定越来越高。

但是在仍然剩余 30% 人工驾驶车辆的情况下，并非所有交通信息都是可感知和可控制的，同时系统又要为 70% 的无人驾驶车统一规划行进路线与节奏。系统面临的现实世界的复杂度既高于无人驾驶车占少数的阶段，也高于所有车辆都是无人驾驶车的阶段，**此时对于整体交通系统的沟通机制、协调能力、处理能力都有空前绝后的高要求。**

这个目标看似遥不可及，但是也许在某一些小城市，有人会尝试这样的试验，将无人驾驶车比例直接提升到占绝大多数，到时其示范意义将会是巨大的。

无人驾驶社会的新生活

在未来的某一天，当无人驾驶普及时，生活与现在可能有这样的不同：

1) 汽车出行的安全大幅提升

自动驾驶状态下，车辆始终以安全为上，对于交通规则遵守成为车辆驾驶的设计思路而不再是可有可无的道德约束。行车环境更加友善，事故率大大降低，路上再不会有新手上路，因为可以无人驾驶的车辆都可以达到“老司机”（不是赛车手）的水准。整个社会的行车安全水平大幅上升，可能挽救的生命可以与安全带、行车道的发明相媲美。

2) 时间节约

由于汽车不再需要司机，选择“驾车”出行其实只是将我们的正常生活的空间延伸到车上，而不会打断生活本身，无人驾驶解放的不仅是我们的双手，更不会占用我们全部的注意力。另一方面，由于车车通讯、车路通讯大幅提升了全社会整体出行效率，单次出行时间将大为节省。

再进一步，如果车车通讯、车路通讯成为标配，届时车辆的行进相比于现下的情况，就如同井然有序行进中的阅兵方阵与闲散逛街的人群之间的差异，路面上的车辆统一行进，行车整体性将大大提升，平均车速可以大幅提高，再辅以全局实时信息的接收，让车辆可以根据路段交通状况即时调整行车路线，那么驾车浪费的时间将大大减少，开车将是如同乘地铁一样准时的一种全新出行方式。

以 BCG 的估计来说，这场对传统汽车的改造运动节约多达 40% 的出行时间，省下因上下班拥堵而浪费的时间达到 800 亿小时，并减少 40% 的燃油消耗。仅美国一地，这些社会效应产生的价值就高达 1.3 万亿美金。

图31： 无人驾驶将为社会节省大量时间



资料来源：互联网，华泰证券研究所

3) 污染和碳排放的福音

汽车的能耗在无人驾驶的世界里会大幅降低，一方面由于车辆的行车方式更合理，每辆车都像老司机一样行驶的更节能；另一方面，由于道路整体拥堵问题被解决，车辆出行的时间将大幅缩短，汽车尾气排放就得到抑制。此外，高精度地图所包括的一些道路信息，例如道路曲率、坡度（包括横坡、纵坡）等，使得车辆可预判前方道路的形状和属性，从而预先设定油门力度、速度、加速减速位置和时间等，以实现省油节能的目的。

从 2008 年 5 月至 2012 年 6 月，欧盟为测试自适应巡航（Adaptive Cruise Control, ACC）系统的效能，曾进行一次 European field operational test，1200 位司机总行程达到 3500 万公里，结果发现自适应巡航系统平均节省油耗 2.1%，降低追尾事故 16-42%。在 ACC 单独发挥作用的情况下节能效果即如此显著，而且车辆的测试环境是在大量没有 ACC 功能的车辆中间。当更多的无人驾驶功能具备以及更多的无人驾驶车辆一同上路的情况下，油耗节省将更加显著。

4) 打开新的市场

根据全国第二次残疾人抽样调查的数据，中国残疾人总数超过 8000 万，其中视力、听力和肢体残疾占比超过 2/3。对于这些出行不便的人士来说，现在仅有一少部分可以驾驶专用车辆独立出行。而目前中国 65 岁以上老年人已超过总人口 10%，这一比例将在未来相当一段时间内不断攀升，而对于没有学过开车的老年人来说，学习现在的驾车技术难度太高，而即使原本具备驾驶技能，随着年事增大反应能力下降，也会面临越来越不适合驾车的情况。

无人驾驶的作用在残疾人和老年人的出行辅助方面优势巨大，仅依靠初始设定便可以由汽车自动带到相应目的地，为不适合开车和学车的残疾人和老年人创造出行的方式，不仅扩大残疾人的能力范围，让老年人老有所乐，也会相应打开汽车的新需求。

图32： 无人驾驶汽车给残疾人、老年人出行提供极大便利



资料来源：互联网，华泰证券研究所

特斯拉 CEO 埃隆·马斯克说，当无人驾驶普及之后，不支持无人驾驶的老爷车的作用可能和现在的马一样，人们收藏他们不是为了用而是为了怀旧。在汽车刚刚诞生时，大部分人没有想过有一天马路行驶的没有一辆是马车。社会发展的过程不断加速，十年前还没有人知道智能手机为何物，如今已经成了每个人的标配，相信无人驾驶已经真的不远了。

推荐标的

按照汽车本身、人车交互、交通系统三个维度划分无人驾驶相关标的，并将汽车本身相关的产业分解为驱动自动驾驶/无人驾驶发展的，和自动驾驶/无人驾驶发展过程中受益的标的。

汽车本身相关的驱动型标的是无人驾驶技术发展的主力，是影响整个产业发展速度的核心动力，在整个无人驾驶相关产业中价值更高。

我们建议从下面的维度关注汽车电子相关标的：

表格7：无人驾驶标的整理分类

类别	业务分类	标的
车之上——驱动型	逻辑控制，ADAS 模块	均胜电子（主被动安全）、亚太股份（主动安全）、万安科技（主动安全）、金固股份（主动安全）
	地图、导航	四维图新（地图）、启明信息（导航）
	环境感知传感器	欧菲光（摄像头）、保千里（红外夜视仪）、巨星科技（激光雷达）
	车辆数据收集	兴民钢圈（行车数据收集）、得润电子（行车数据收集）
车之上——受益型	LED 车灯	华域汽车、广日股份、鸿利光电、星宇股份
	连接器	得润电子、永鼎股份、立讯精密
人车交互	人机界面	均胜电子
	车载信息系统	东风科技、盛路通信、乐视网、索菱股份、东软集团
	触摸屏	长信科技
	语音交互	科大讯飞
交通系统	智能交通	易华录、海康威视、大华股份、川大智胜
	云计算	浪潮信息、中兴通讯
	停车场	安居宝、捷顺科技

资料来源：华泰证券研究所

重点推荐标的：

欧菲光：“智能汽车+”战略正在逐步展开当中，公司通过数年积累，汽车电子业务方面已经积累了丰富的产品研发经验和人才队伍，同时公司也积极引进了来自行业内优秀企业的高级管理人员，类似德尔福、哈曼、大陆电子等等一线企业。公司将围绕着前装、后装市场的汽车电子、ADAS、智能驾驶、互联网车险等应用积极展开平台化布局，构建属于欧菲光的车联网战略，结合公司来自融创天下的智慧城市、视频压缩、应用平台业务，实现从终端到平台的智慧交通业务。随着公司业务的逐步落地，触摸屏、摄像头、生物识别、汽车等将齐头并进。预计公司 2015-17 年 EPS 分别为 0.48 元，0.99 元，1.39 元。

均胜电子：拟定增 86 亿收购 KSS+TS 德累斯顿，切入智能驾驶+车联网。KSS 公司主营产品包括 ADAS、安全气囊和安全带等，在汽车智能驾驶领域具有相当的技术实力。TS 德累斯顿主营汽车模块化信息系统、导航辅助驾驶和智能车联等。我们认为收购 KSS、TS 德累斯顿除了能够增厚业绩之外，还将与均胜原有的 HMI、电子控制单元形成协同，实现汽车电子与 HMI、汽车功能件、汽车安全等几大方向布局的战略意图。预计公司增发后 2015-17 年 EPS 分别为 0.62 元，1.00 元，1.23 元。

免责声明

本报告仅供华泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。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均为无效。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，本公司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头寸并进行交易，也可能为之提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权力。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：Z23032000。

© 版权所有 2016 年华泰证券股份有限公司

评级说明

行业评级体系

- 报告发布日后的 6 个月内的行业涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

- 投资建议的评级标准

增持行业股票指数超越基准

中性行业股票指数基本与基准持平

减持行业股票指数明显弱于基准

公司评级体系

- 报告发布日后的 6 个月内的公司涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

- 投资建议的评级标准

买入股价超越基准 20%以上

增持股价超越基准 5%-20%

中性股价相对基准波动在 -5%~5%之间

减持股价弱于基准 5%-20%

卖出股价弱于基准 20%以上

华泰证券研究

南京

南京市建邺区江东中路 228 号华泰证券广场 1 号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999 / 传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区深南大道 4011 号香港中旅大厦 24 层/邮政编码: 518048

电话: 86 755 82493932 / 传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同 28 号太平洋保险大厦 A 座 18 层
 邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166 / 传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路 18 号保利广场 E 栋 23 楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098 / 传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com