

# 人工智能视角下的无人驾驶汽车：移动的智能联网机器人

推荐 首次覆盖

## ——人工智能系列研究之无人驾驶深度研究

### 投资要点：

- **无人驾驶汽车：轮式智能机器人，眼疾脑快是核心**  
百度、谷歌为代表的互联网企业，以人工智能的视角切入无人驾驶产业，将无人驾驶汽车看做一个智能的机器人系统，基于无人驾驶技术的汽车，实质上就是一台移动的智能联网机器人，可以实现真正的智能化和共享化。传统汽车技术只是“移动”能力的载体，人工智能和车联网才是无人驾驶技术的核心。无人驾驶汽车是汽车工业和人工智能的集大成者
- **识别技术和深度学习算法的突破使无人驾驶成为可能**  
无人驾驶技术可抽象为“环境探测-自动决策-控制响应”，其发展主要依赖于三方面技术的成熟：智能感知技术是前提，智能决策和控制技术是核心，高精度地图及智能交通设施等是重要支撑。智能识别及决策技术就像智能汽车的中枢神经，是自动驾驶技术成熟的核心及瓶颈。深度学习云平台让每一个新上路的“新驾驶脑”都像“老司机”那样，拥有丰富的驾驶经验。作为无人驾驶发展成熟的重要支撑，高精度、全信息地图是不可或缺的。
- **无人驾驶技术将是人类社会一次重大的变革**  
无人自动驾驶技术使出行更经济、交通更高效、出行更安全。无人驾驶将推动法规、交通指示、保险对无人驾驶的适应，无人驾驶将车辆共享推向更高层次
- **无人驾驶的产业化路线——商用车先于乘用车、双驾双控过度到无人驾驶**  
商用车将先于乘用车率先实现特定区域下的完全自动驾驶。整体上是双驾双控逐步走向完全的无人驾驶。
- **重点看好中海达、四维图新和东软股份等公司**  
中海达是国内激光移动测量和高精度定位的龙头，有望成为高精度地图厂商测绘仪器的提供商和数据提供方，高精度定位市场也将打开。四维图新是前装市场份额最大的图商，依靠其技术优势及流量优势切入高精度地图的制作与运营。东软集团是国内汽车电子的领先厂商，有望切入无人驾驶系统集成领域。
- **风险提示**  
政策风险，技术进步不及预期，竞争加剧风险

### 分析师

沈海兵

☎：(8621) 20252609

✉：shenhaibing@chinastock.com.cn

执业证书编号：S0130514060002

### 联系人：

黄荣昱

☎：(0755) 2390 8856

✉：huangrongzhao@chinastock.com.cn

赵乃迪

☎：(8610) 8357 4080

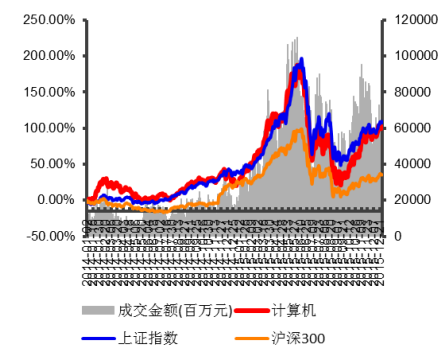
✉：zhaonaidi@chinastock.com.cn

田杰华

☎：(8621) 2025 7805

✉：tianjiehua@chinastock.com.cn

图：计算机行业相对大盘走势



## 投资概要：

### 驱动因素、关键假设及主要预测：

#### 1、巨头发力，无人驾驶主要技术逐渐成熟，行业进入爆发期

各大车企、互联网巨头、芯片巨人、传感器公司纷纷推出自动驾驶的相关的技术，极大丰富了产业链的关键环节。主要技术和产业链环节均已形成较成熟的企业和技术，我们判断，无人驾驶汽车即将进入爆发期。

#### 2、识别技术和深度学习算法的突破使完全自动驾驶成为可能

三维激光雷达、毫米波雷达、图像识别等新型探测器的成熟，以及深度学习算法的进步，使汽车工业由传统制造业主导转向人工智能主导。智能控制技术就好比智能汽车的运动中枢神经，是自动驾驶技术发展的核心

#### 3、商用车将先于乘用车率先实现特定区域下的完全自动驾驶

商用车将先于乘用车率先实现特定区域下的完全自动驾驶，并且形成示范效应，继续推动无人驾驶汽车的样本训练和提高。

### 我们与市场不同的观点：

我们认为，无人驾驶汽车是汽车工业和人工智能的集大成者，直觉和驾驶的经验让人们觉得无人驾驶不可思议，然而如果以人工智能的视角看待无人驾驶，将无人驾驶汽车看做一台轮式智能机器人，这些机器人凭借探测器作为“精确的眼睛”、以深度学习为基础的人工智能作为“聪明果断的大脑”，从而实现快速的移动。进一步，这些“移动的智能轮式机器人”构成一个智能的车联网，可以实现良好的通信、协调，最终实现一个高效、安全的交通、出行体系。

### 估值与投资建议：

我们看好无人驾驶汽车投资机遇，中海达是国内激光移动测量和高精度定位的龙头，有望成为高精度地图厂商测绘仪器的提供商和数据提供方，高精度定位市场也将打开。四维图新是前装市场份额最大的图商，依靠其技术优势及流量优势切入高精度地图的制作与运营。东软集团是国内汽车电子的领先厂商，有望切入无人驾驶系统集成领域。

### 主要风险因素：

政策风险，技术进步不及预期，竞争加剧风险

## 目 录

<b>一、无人驾驶汽车：轮式智能机器人，眼疾脑快是核心</b>	<b>3</b>
（一）“一石激起千层浪”——为何百度无人车能掀起人们对无人驾驶产业的空前关注？	3
（二）“产业链关键环节日渐成熟，无人驾驶汽车东方既白”——互联网企业和车企各自的探索	4
（三）“底特律握手硅谷”——无人驾驶汽车是汽车工业和人工智能的集大成者	8
<b>二、识别技术和深度学习算法的突破使无人驾驶成为可能</b>	<b>9</b>
（一）智能感知：传感器技术和模式识别技术突破瓶颈	10
（二）驾驶脑：深度学习算法让“驾驶脑”成为信得过的“老司机”	13
（三）高精地图：夜空中最亮的星	15
<b>三、无人驾驶技术将是人类社会一次重大的变革</b>	<b>18</b>
（一）出行更经济、交通更高效、出行更安全	18
（二）无人驾驶将推动法规、交通指示、保险对自动驾驶的适应	19
（三）自动驾驶将车辆共享推向更高层次	22
<b>四、无人驾驶的产业化路线——商用车先于乘用车、双驾双控过度到无人驾驶</b>	<b>24</b>
（一）商用车将先于乘用车率先实现特定区域下的完全自动驾驶	24
（二）整体上由双驾双控逐步走向完全的无人驾驶	25
<b>五、重点上市公司分析</b>	<b>27</b>
（一）中海达：激光测量、高精度定位龙头	27
（二）四维图新：高精度地图制做和运营方	27
（三）东软集团：汽车电子积累深厚，有望成为无人驾驶系统集成方	29
<b>附录一：科技行业的非线性发展：由计算机、互联网的发展而想到</b>	<b>31</b>
<b>插图目录</b>	<b>32</b>
<b>表格目录</b>	<b>32</b>

## 一、无人驾驶汽车：轮式智能机器人，眼疾脑快是核心

### （一）“一石激起千层浪”——为何百度无人车能掀起人们对无人驾驶产业的空前关注？

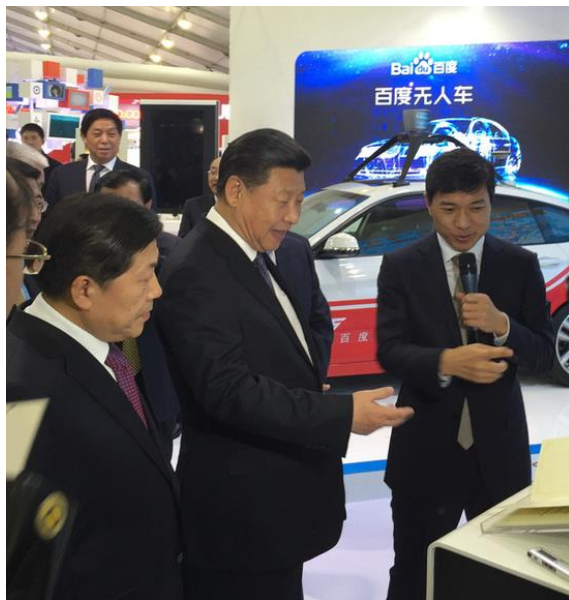
一石激起千层浪——百度无人车掀起了投资界对无人（自动）驾驶的空前关注。12月10日上午，百度官方微信公众号上宣布：百度无人驾驶车国内首次实现了城市、环路及高速道路混合路况下的完全自动驾驶。紧接着，12月14日下午，百度召开“百度自动驾驶事业部成立大会暨产业生态报告会”，发布了10号上午无人驾驶的实验情况，并且展示了百度以“自动驾驶汽车大脑”的角色切入自动驾驶领域的战略。随后16日，百度无人车高调亮相乌镇的“第二届世界互联网大会”，李彦宏亲自向习主席展示了百度的无人驾驶汽车的最新成果。

图 1：百度无人驾驶汽车外观、内部、顶部照片



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

图 2：习主席在乌镇“互联网大会”上参观百度无人车



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

相比百度这次试验的成功的“高关注”，我国之前几次成功的路测的关注度却受到“冷落”。我国在无人驾驶领域早有成果，2011年，国防科技大学自主研发的红旗 HQ3 无人车已经完成了从长沙到武汉 286 公里的高速全程无人驾驶实验。此次实验中，无人车自主超车 67 次，成功超越其他行驶道上车辆 116 辆，被其他车辆超越 148 次，实测全程自动驾驶平均时速 87 公里。2012 年，自军事交通学院的无人车团队的“猛狮 3 号”完成了从北京台湖收费站到天津东丽收费站，共 114 公里的距离路测。在复杂的高速公路行车条件下，无人车完全由电脑智能操作驾驶，最高时速达 105 公里，历时 85 分钟。是我国首次在官方认证下完成高速公路测试的无人驾驶智能汽车。就实现时间、里程、难度上，几次试验并无本质的差异，除了百度作为互联网巨头本身受到更多关注之外，为何百度无人车能掀起人们对无人（自动）驾驶产业的空前关注呢？

图 3：国防科技大学的 HQ3 实现长沙到武汉的路测

图 4：军事交通学院的“猛狮 3 号”实现津京高速的路测





资料来源：互联网，中国银河证券研究部



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

我们认为，百度、谷歌为代表的互联网企业，以人工智能的视角切入无人驾驶产业，将无人驾驶汽车看做一个智能的机器人系统，基于无人驾驶技术的汽车，实质上就是一台移动的智能联网机器人，可以实现真正的智能化和共享化。传统汽车技术只是移动能力的载体，人工智能和车联网才是无人驾驶技术的核心。我们认为这样的视角获得了更多的共鸣，在人工智能时代大爆发的当下，描绘了一个更有可能实现的无人驾驶产业发展的图景，提振了人们对无人驾驶汽车的信心。本质上，近年备受关注的特斯拉就是这一方面的先驱，特斯拉一方面在新能源使用效率和电池性能上非常优秀，另一方面实际上每一辆特斯拉，其实就是一辆互联网化的智能机器人。特斯拉拥有全球独有的 OverTheAir (OTA) 空中升级技术——免费开上“新车”的技术。15 年底的 7.0 升级主要集中在自动驾驶方面，车主通过 OTA 升级使汽车获得了全新的自动驾驶模式 Autopilot 功能，一方面将在高速驾驶中减轻驾驶员负担，另一方面在帮助用户泊车上更加简单、方便。

图 5：汽车工业正向着智能化方向发展



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

图 6：人工智能成为自动驾驶汽车的大脑



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

## （二）“产业链关键环节日渐成熟，无人驾驶汽车东方既白”——互联网企业和车企各自的探索

无人驾驶并非科幻电影中的通天入地，亦非保守主义者眼中的遥不可及，互联网企业、整

车制造商、汽车零件商、共享出行企业都从各自的利益出发，对自动驾驶进行了各自的探索。他们的特色也非常鲜明，互联网企业以颠覆的姿态，直接切入以人工智能为主导的的无人驾驶（完全自动驾驶）；整车厂商则从车的驾驶性、安全性推出高度自动驾驶的功能以提升客户的体验和安全，进而增强自家车辆的市场竞争力。汽车零件厂商则折中探索 ADAS 的解决方案同时进行无人驾驶关键技术的实验。

谷歌互联网企业中参与自动驾驶研究的先驱，也是完全自动驾驶的倡导者，代表了目前无人驾驶的最高水平。谷歌自 2009 年起推进无人驾驶的开发，Google Driverless Car 是谷歌公司的 Google X 实验室研发中的完全自动驾驶汽车，不需要驾驶者就能启动、行驶以及停止。目前正在测试，已经安全驾驶累计里程超过 160 万公里。谷歌无人驾驶家族共包含 23 辆基于雷克萨斯 RX450h 混合动力改造的无人驾驶汽车和 30 辆公司自主设计研发的软糖类型的汽车原型，这些车辆大部分都位于加州的山景城中，少量位于德州的奥斯丁，每周这些车辆的所有自动行驶里程在 10000 到 15000 英里之间。美国福特汽车和谷歌正在自动驾驶汽车的开发和生产方面推进合作谈判。多家美国媒体报道了这一消息。计划在福特生产的车辆上配备谷歌开发的自动驾驶系统。两家公司可能合资成立业务公司，汽车生产预计由福特负责，而专用软件和系统的开发由谷歌负责。通过将无人驾驶汽车项目变成公司实体，谷歌可能会寻找更深入的方式来通过无人驾驶汽车赚钱，直接挑战流行的搭车共享服务（Uber）。

图 7：谷歌委托制造的无人车原型



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

图 8：正在行驶中的谷歌无人驾驶汽车



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

特斯拉通过 OTA 系统升级，实现车道锁定等高级辅助驾驶，并表示将在两年内实现完全的自动驾驶功能。在最新版本的特斯拉车载系统中，已经搭载了名为 Autopilot 的自动驾驶功能。凡是在 2014 年 11 月后生产的 Model S 车型，现在也已经用上了 Autopilot，Elon Musk 已经表示现在的 Autopilot 不是终点，完善的自动驾驶距离特斯拉并不遥远，2 年后就能实现。他认为现在的 Model S 其实已经具备了自动驾驶的全部要素，他们要做的是不断的让系统针对环境进行优化，特斯拉如果投入上千名工程师来进行测试，最快 2 年时间就能完成自动驾驶。

图 9：特斯拉可实现车道锁定等自动驾驶功能

图 10：特斯拉自动驾驶模式下的界面





资料来源：互联网，中国银河证券研究部



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

新能源汽车天生具备与互联网相结合的独特优势，自动驾驶技术在新能源汽车上或会得到更快发展。由于传统汽车制造业已经有 100 多年的历史，形成了大量的技术专利与行业标准，互联网企业如果需要将移动电话、蓝牙、定位等设备与车辆本身实现互联互通，在没有厂商的支持下，是非常复杂的系统工程。而车辆内部信息与电子产品技术接口是整车企业的核心利益所在，很难拿出来与别人共享。然而新能源汽车在设计初期就充分采用了互联网技术，相对于传统汽车更容易实现车与车之间、车与移动设备之间的互联互通。

以特斯拉的 Model S 为例，车内改变了传统汽车的仪表设置，换而代之以 17 寸的大屏和谷歌提供的安卓系统，车辆的主要功能都有由外置屏幕实现控制，并且操作系统易于进行个性化定制和升级。此外特斯拉还与 AT&T 合作把 3G 或 4G 信号连接到特斯拉上，从而使新能源汽车能够分享性能数据，获得更好的远程诊断和维护服务。

图 11：特斯拉的大屏系统充分采用了互联网技术



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

法国法雷奥公司(Valeo)2015 年 12 月 3 日宣布,该公司的自动驾驶试验车辆“Cruise4U”完成了环法国一周的行驶。试验车从巴黎出发,总行驶距离超过 1 万公里,其中,以自动驾驶模式行驶了 4000km 以上。法雷奥表示,对于调整系统以适应实际道路上的行驶及路况来说,这是一次非常宝贵的机会。Cruise4U 的自动驾驶系统的主要技术是法雷奥与德国 Ibeo

Automotive Systems (IBEO) 公司合作开发的激光扫描仪“SCALA”。系统还利用 Mobileye 公司的图像处理技术,对激光扫描仪收集的数据以及车载摄像头的影像实施整合,生成周边环境的地图。

图 12: Valeo 完成环法无人车测试



资料来源:互联网,中国银河证券研究部

主流的车企如奥迪发布了面向消费者的原型车,完成了从加州到拉斯维加斯之间 500 公里的驾驶任务。沃尔沃的自动驾驶计划名叫「Intellisafe」,该公司希望在 2020 年推向大众市场时能够有效减少沃尔沃汽车的事故,避免沃尔沃汽车导致的死亡或受伤。Bosch (博世)、Delphi (德尔福公司) 也纷纷推出的可以安装到现有汽车上的软件和传感器产品,从而实现自动驾驶。共享用车厂商 Uber 虽然不会参与整车制造,但也在全力拥抱自动驾驶汽车。

图 13: 奥迪推出自动驾驶

图 14: Uber 的中驾驶概念车设计图





资料来源：互联网，中国银河证券研究部



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

### （三）“底特律握手硅谷”——无人驾驶汽车是汽车工业和人工智能的集大成者

我们认为车企目前在做的是**自动驾驶（司机监督下的自动驾驶、司机辅助自动驾驶）**，它们充分考虑了成本、法律、自身利益等关系，推动汽车的智能化和安全性；**Google 等企业做的是无人驾驶（完全的自动驾驶）**。自动驾驶是为驾驶员提供一种选择，在某些特定的路况让汽车自己行驶，可以理解为“驾驶员”和“驾驶脑”对车的“双控双驾”。无人驾驶没有给驾驶员选择的机会，全程让“驾驶脑”自己驾驶。由于还处在研究阶段并未实现量产，并未控制成本。是对自动驾驶技术的终极探索和尝试。无人驾驶并不是 ADAS 的必然产物，发展无人驾驶也并非要从 ADAS 技术起步。正如谷歌的无人驾驶汽车工程师举例那样：并不是每天练习跳跃，最终就能飞翔。要想飞翔，要寻找正确的方法。

**传统车企的自动驾驶车型仍保留传统汽车的所有功能**，并不限制驾驶员通过传统的驾驶界面（方向盘、油门和刹车）进行操作。沃尔沃希望自动驾驶车型能为驾驶员减少不必要的劳动。它在路况重复、乏味的时候可以替驾驶员进行自动驾驶，节省驾驶员的精力。在合适的路段通过传统的驾驶界面，令驾驶员享受更多的驾驶乐趣。同时在自动驾驶时驾驶员也保有充分的自主性。

**而谷歌、百度等互联网公司的思路完全不同**，他们把传统汽车除实用性外的一切属性完全抛弃，把车辆彻底变成一种满足人们出行需求的工具，而没有除工具以外的任何乐趣。谷歌做到了完全的无人驾驶，乘客不需要，也不能干预车辆的操控。本质上来说，谷歌的项目换成自动驾驶的自行车、摩托车甚至磁悬浮车辆也能成立，只要有一个能载人载物的车体，能从 A 点到达 B 点就足够了。

表 1：传统厂商与互联网厂商在自动驾驶阶段进行研究探索

阶段	自动程度	描述	案例	实现阶段
第一阶段	驾驶员辅助	驾驶员辅助系统能为驾驶员在驾驶时提供必要的信息采集，在关键时刻，给予清晰的、精确的警告	车道偏离警告 (LDW)，正面碰撞警告 (FCW) 和盲点报警系统	基本实现
第二阶段	半自动驾驶	驾驶员在得到警告后，仍然没能做	紧急自动刹车 (AEB)，紧急车道辅助	中高档车已经实现

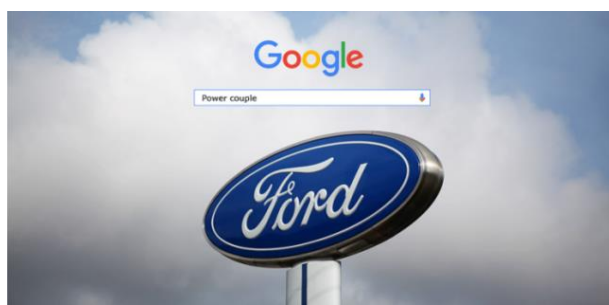
段		出相应措施时，半自动系统能让在（ELA）。 汽车自动做出相应反应。		
第三阶段	高度自动驾驶	在驾驶员监控的情况下，让汽车提供长时间或短时间的自动控制行驶	自适应巡航、自动跟车	高档车（奔驰、奥迪等）已实现，特斯拉已推出此功能
第四阶段	完全自动驾驶（无人驾驶）	在无需驾驶员监控的情况下，汽车可以完全实现自动驾驶	驾驶员可以在车上从事其他活动，如上网办公、娱乐或者休息。	谷歌、百度等已在部分路段实现

资料来源：互联网，中国银河证券研究部

泛在的传感器、移动互联网和云计算造就大数据时代，大数据时代又成为人工智能的沃土，学科交叉加速，产业前沿延伸，新兴商业延伸。传统意义的学科界别、产业界别、商业界别日趋模糊，人工智能与传统的汽车工业碰撞创新将会造就全新的移动的智能网联终端，我们暂且先称之为“无人驾驶汽车”（电动汽车上已经不再使用汽油，但是人们因为习惯问题还在用着“汽车”这个名字）。无人驾驶汽车是汽车工业和人工智能的集大成者。

**硅谷牵手底特律：科技企业与传统车企将联手开发无人驾驶车。**有人设想无人驾驶汽车是否会像“智能手机取代功能手机”一样颠覆传统车企。但是，我们认为要想让无人驾驶汽车在未来数年真正成为道路上的风景，科技企业与传统车企可能不得不携手合作。汽车工业走过百年，在安全性、功能性、经济性上已有非凡的积累；科技企业凭借人才优势，在人工智能、机器视觉等领域也有难以逾越的技术鸿沟。合作才是无人驾驶车梦想照进现实的必由之路。2016CES 之前，先是传谷歌将和福特联手打造一个独立的自动驾驶汽车制造公司。然后是 CES 期间，高德和德尔福达成战略合作协议，在自动驾驶领域展开广泛深入的合作，具体将集中于高精度地图、精准导航、高精度定位、LBS 服务等方面。通用汽车和汽车分享公司 Lyft1 月 4 日宣布，它们将合作开发能够像 Lyft 出租车那样让消费者召之即来的无人驾驶汽车。沃尔沃汽车和科技公司爱立信（Ericsson）宣布将会共同研发轿车流媒体技术，为日后自动驾驶汽车提供智能、高带宽连接的数据流服务。这些项目都展现了科技巨头和大型汽车制造商为打造出无人驾驶汽车而展开合作的最新例证。

图 15：外媒传谷歌和福特欲成立合资公司开发无人车



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

图 16：通用战略投资 Lyft，共同开发无人车服务



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

## 二、识别技术和深度学习算法的突破使无人驾驶成为可能

智能汽车作为一个机器人系统，所涉及到的机器人技术主要有感知（perception）、路径规划（planning）和控制（control）三大块内容。无人驾驶技术可抽象为“环境探测-自动决

策-控制响应”，其发展主要依赖于三方面技术的成熟：**智能感知技术是前提，智能决策和控制技术是核心，高精度地图及智能交通设施等是重要支撑。**

**以一种易于理解的方式看待无人驾驶技术：试想一个驾驶员在驾驶过程中的作用：**

1、眼看耳听大脑想：驾驶过程中，司机不断观察（1）行人、行车；（2）交通指示；并思考这些信息的含义。

2、根据所获取信息对车辆实施控制：根据所观察到的信息，根据交通规则、导航、周围行人和行车状况，决定驾驶动作。

3、适当的导航。

4、通过手和脚实现驾驶反馈。

**接着，我们可以思考如何用人工智能的技术取代司机的功能：**

1、智能的探测器并识别信息的含义：激光雷达（可以判断较远物体的相对距离）、毫米波雷达（能监测较近距离障碍物）、摄像头（获取交通指示牌、车道线）。

2、能够理解交通情况并作出判断的“驾驶脑”：在获取了交通状况之后，还要试图理解车辆所处的情况并作出判断。

3、导航：高精度地图。

4、通过控制器实现驾驶反馈。

通过以上的分析，自动驾驶包括4大模块（高精度地图、感知、定位、智能决策与控制），底层为高精度地图、中间层为感知、定位，最高层为智能决策与控制。

## （一）智能感知：传感器技术和模式识别技术突破瓶颈

**智能识别及决策技术就想智能汽车的中枢神经，是自动驾驶技术成熟的核心及瓶颈。**为实现自动驾驶，必须先完成智能识别及决策系统的安全性检测。目前，计算机系统决策已经存在成熟的模型，但模型输出结果的准确性极大程度上决定于系统参数及阈值的设定。过去，参数及阈值设定基本基于统计学结果，往往不可避免存在误差；而在大数据时代，更具广度和深度的数据统计能带来更为精确的结果，但需依靠人工智能来实现。

**传感器所感知到的信息池需要通过适当的模式识别技术来映射到真实环境，从而达到感知环境的目的。**模式识别的两个重要方面：光学信息识别和声学信息识别。对应到自动驾驶中，光学信息识别包括对路况、行人等做出的判断；声学信息识别在与实现车与车之间的智能沟通。例如：在驾车过程中，驾驶员通过观察前方就能轻易分辨出车道线的信息。若智能汽车需获取车道线信息，首先需要通过摄像头获取道路影像，但其本身并不具备映射到真实环境的物理含义。只有通过适当的算法从影像资料中提取能反映车道线的影像部分，并进行映射。不同的传感器由于环境感知原理的差异，识别算法上也存在着不同。

**智能识别及决策技术是连接环境感知和智能控制的桥梁。**基于感知识别到的分类信息，判断行驶的外部环境状况及车辆状态，进而做出行车决策，并将命令传达至汽车智能控制系统，以实现自动驾驶动作。该技术要解决的核心问题便是完成驾驶行为的规划：不同行为之间保持相对独立；同时，行为间切换需能实现平滑过渡。智能识别及决策技术的实现方式主要为将决策算法植入集成芯片，如视觉识别技术龙头以色列企业 Mobileye 的核心技术之一就是基于感知信息分析和识别，提供算法进行行驶决策智能预判。

除了激光雷达（避障），还有毫米波雷达（探测）、GPS（定位）、里程计（定位）、陀螺仪（定位）、视觉系统（检测、避障）、数传电台（监控）等等。就不说很多小细节的进步了，但是上述的传感器都是必须的，所以无人车的第一个难点是传感器。



### 1、基于 LiDAR（激光雷达测量）的感知系统。

google 上用到的 LIDAR, LIDAR 被认为是在无人驾驶汽车上最佳的技术, 因为精度高并且可以使汽车在地图上面准确地定位。谷歌使用的 Velodyne HDL-64E Lidar, 即 Velodyne 公司 64 线激光雷达是目前世界上最先进, 体积最小, 单位能量密度最高, 采集数据最丰富的专业激光传感器。集成了 64 束激光发射器和 64 个激光接收器。360 度的旋转, 最高 15Hz 的转动频率, 每周 4000 个点的采集频率, HDL-64E 采用创新的激光阵列技术, 相比较其它导航和绘图传感器, 系统可达到+2° 到-24.8° 的垂直视场角。专利技术的旋转头设计, 在水平 360° 视场角内持续旋转。它每秒可输出高达 1.333 百万个测量点, 测量范围可达 120m。

图 17: 出于安全性考虑, 谷歌和百度均选择了效果最佳、价格最贵的 64 线激光雷达

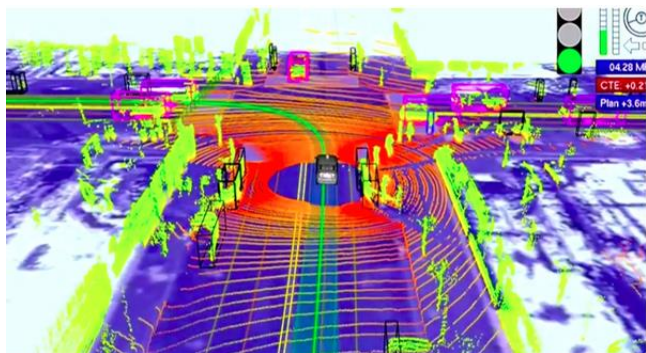
产品图	供货商	型号与关键指标	价格范围
	Velodyne	HDL-64 64 线 测量范围: 100-120m 距离精度<2cm 扫描角度: 360 度	50-100 万
	Velodyne	HDL-32 32 线 测量范围: 80-100M 距离精度<2cm 扫描角度: 360 度	30-40 万
	ibeo	LUX 8 线 测量范围: 200M 距离精度<10cm 水平扫描角度: 110 度	15-25 万
	ibeo	LUX 4 线 测量范围: 200M 距离精度<4cm 水平扫描角度: 110 度	10-15 万

数据来源: 中国银河证券研究部

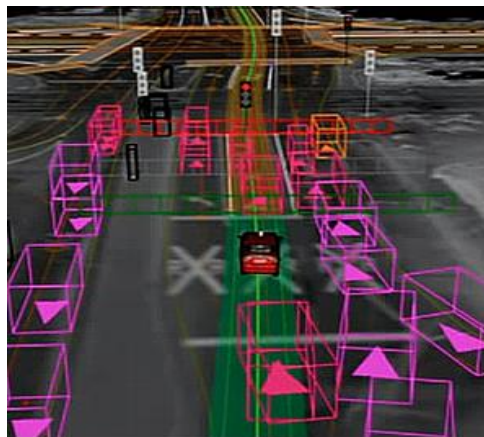
激光雷达能够即时构建周围 100 米左右的三维模型, 相当于无人驾驶汽车的眼。图 18 里的三维场景虽然足够密和详尽, 但是汽车本身并不知道场景的表示和涵义。也就是说, 它仅仅知道有物体在某个位置, 但物体究竟是建筑? 还是树木? 还是路标? 仅仅通过这个图还并不知道。算法需要通过视觉信息检测到动态物体, 包括汽车、人、自行车等。

图 18: LiDAR 实时构建的三维模型

图 19: “驾驶脑”计算机对三维模型进行建模分析



资料来源: google, 中国银河证券研究部



资料来源: google, 中国银河证券研究部

## 2、基于相机/雷达的感知系统。

**Mobileye** 作为全球计算机视觉技术和 ADAS 系统开发的龙头, 代表着智能感知识别领域的技术前沿。其产品能实现诸如前碰撞预警 (FCW)、行人探测与防撞预警 (PCW)、车道保持及危险预警 (HMW) 等功能。同时, 公司主张的单目摄像头-单芯片的感知识别模式, 具有低成本和易集成等优势; 但在远距离测距和横向视野方面存在不足。其在视觉算法市场中的占有率接近垄断地位, 超过 90%。

2016CES 上, 通用汽车公司宣布其将与智能行车技术公司 **Mobileye** 合作, 使用众包方式, 建立高精度的持续更新地图。在一个比人类视角更广、精度更高的情境下, 自动驾驶也将会更安全。大众汽车将与图像自动化处理领域的技术引领者—**Mobileye** 建立战略合作关系。为此, 双方在 CES 上签署了一份意向书, 合资公司的研发重点是基于摄像头的实时图像处理技术。同时, 该技术以及高精度数字化地图是实现自动驾驶的关键所在。

**图 20: Mobileye 摄像头的功能示例**



数据来源: mobileye 官网, 中国银河证券研究部

### 3、毫米波雷达: 测距

毫米波它波长是 10 毫米到 1 毫米, 频段 30-300GHz, 毫米波穿透力非常强, 这种媒介它用在车辆上做传感器非常适合, 主要的应用场景就是测量距离, 探测无人车周边的环境。尤其车载传感器对于全天候适应性的要求的时候, 毫米波频段是比较适合的。这也是为什么在车载传感器里面, 除了视频、红外以及激光之外, 毫米波雷达在自动驾驶和无人驾驶里面是必不可少的传感器, 这个是一个非常主要的原因。

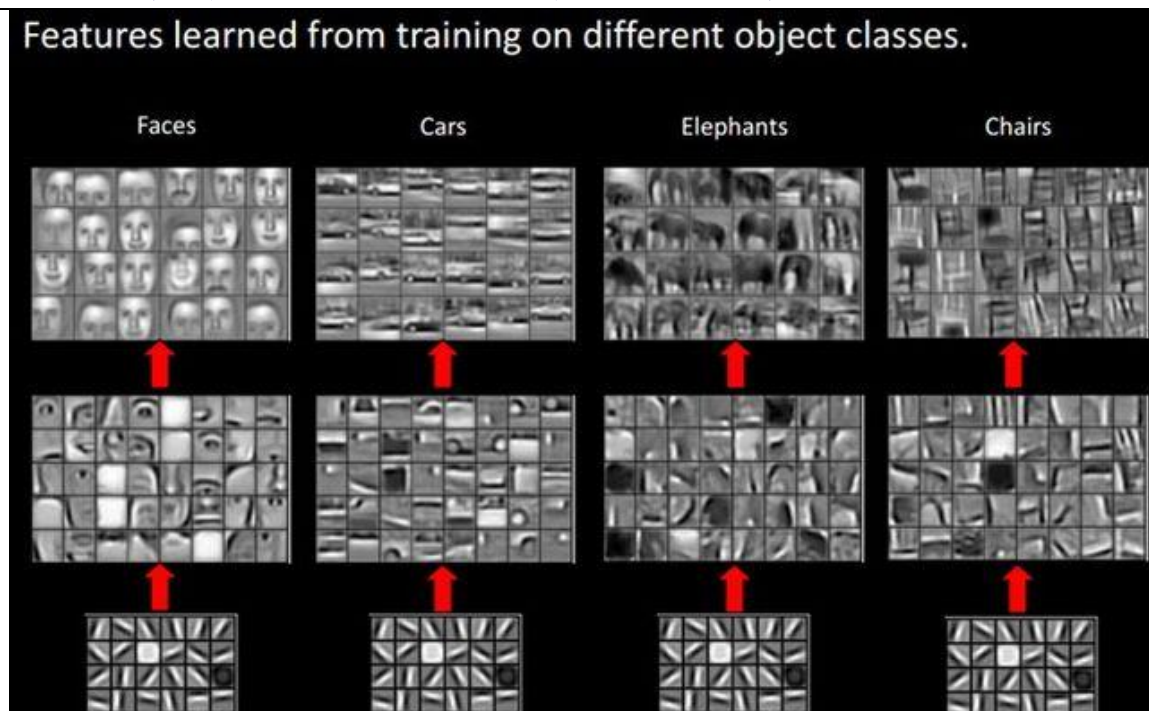
## (二) 驾驶脑: 深度学习算法让“驾驶脑”成为信得过的“老司机”

深度学习云平台让每一个新上路的“新驾驶脑”都像“老司机”那样, 拥有丰富的驾驶经验。谷歌现在约拥有 50 量无人车, 累计行驶里程已经超过 160 万公里, 每一量无人车行驶过程中遇到各式各样的交通情景和突发状况将产生大量的数据, 这些大数据被传回云平台用作深度学习的训练样本, 经过大量样本训练学习的“驾驶脑”, 不仅仅获得了自身行驶的驾驶经验, 同时也获得了其他车辆的“学习、训练成果”, 随着样本训练的不断增长, “驾驶脑”的驾驶技术将呈现级数式的增长, 就像人类中的“老司机”一样令人放心, 更令人兴奋的是, 每一辆刚上路的“新手”都是一位有着百万公里驾驶经验的“老司机”, 这一学习、分享、复制的方式,



将大幅度提升无人驾驶技术的进步，同时提高无人驾驶汽车的安全性。

图 21：深度学习算法通过多层迭代通过特征抽象进行模式识别的学习



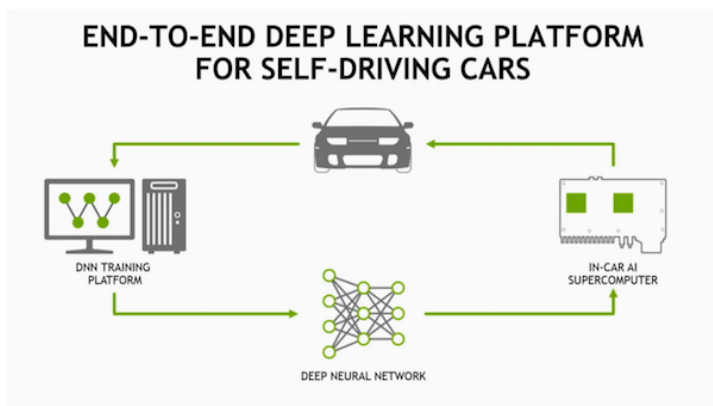
数据来源：互联网，中国银河证券研究部

智能控制技术就好比智能汽车的运动中枢神经，是自动驾驶技术发展的核心之一。依据智能识别及决策系统传达的行车命令，智能控制系统执行自动驾驶。智能控制技术的实现主要依靠汽车电控组件，包括电子稳定控制系统 ESP、辅助驾驶系统 ADAS 等，其基础技术已较为成熟，国内外已有非常好的诸如英飞凌等供应商，能协助车厂实现相关功能。全球领先半导体供应商英飞凌聚焦驾驶智能化。英飞凌 AURIX 微控制器具有优良的实时处理性能、嵌入式安全功能和最高灵活性，是整个车内网络架构的信任锚，能够支持自动驾驶汽车内的不同高级驾驶辅助系统。基于该产品，英飞凌与伊莱比特、NVIDIA 合作研发同类中首款自动驾驶平台。同时，英飞凌基于其 3D 图像传感器芯片与科世达合作推出了摄像头驾驶员辅助系统，是实现汽车自动驾驶的重要里程碑。公司生产的 SPT9 是用于汽车电子的高度集成系统解决方案，应用领域广泛，比如汽车电动机的智能控制、电动车窗升降器、雨刷、天窗、电动座椅和风机/鼓风机控制、油泵和水泵、安全气囊、音响功放等。

芯片巨人 NVIDIA 推出了新一代针对自动驾驶开发的深度学习的车载超级电脑——DRIVE PX 2；Drive PX2 可以用作自动驾驶汽车的超级大脑，以深度学习算法来加强车辆的感知能力，识别出车辆行驶环境周围的其他所有物体，包括行人、车辆、路标、车道线、建筑设施等等，对车辆各类传感器收集到的数据进行处理与分析，进而进行判断，再做出决策。总有 12 个 CPU，每秒能够进行 24 万亿次深度学习的运算。为了适应车上的工作环境，配有水冷装置，最高工作温度可达到 80°C。Drive PX2 能够最多对接车辆上 12 个视频摄像头，外加激光雷达传感器、雷达传感器以及超声波传感器。

图 22：英伟达的云端-车端深度学习平台构想

图 23：PX 2 与可乐瓶大小相仿，计算能力相当 150 台 MacBook pro



资料来源：互联网，中国银河证券研究部



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

当前，智能控制技术难点在于：如何与决策系统更好地连接从而提高控制的精确度。在大数据和云计算时代，智能控制技术需依托深度学习，才能实现自动驾驶所要求的安全性和精确度。深度学习是人工智能的一门学科，是通过计算机算法在机器上模拟神经网络，让机器具备学习的能力。百度 IDL 不但是百度的第一个基础技术研发部门，事实上，也是中国第一家从事深度学习的研发机构。百度欲凭借自家强大的地理信息服务、云计算能力和人工智能服务，旨在为汽车打造“百度大脑”。但要实现汽车的自动驾驶，就得让车辆安全高效且舒适精确地控制自己；而整车厂在车辆控制上具有得天独厚的优势。因此，百度要和宝马进行合作。宝马向百度开放车辆的底层控制接口，并传授相应的车辆控制指令。

图 24：百度无人驾驶车的控制单元



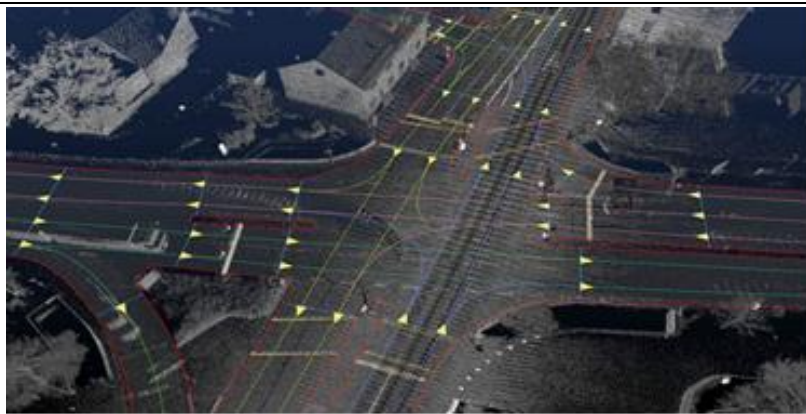
数据来源：互联网，银河证券研究部

### (三) 高精地图：夜空中最亮的星

作为自动驾驶发展成熟的重要支撑，高精度、全信息地图是不可或缺的。进行超出传感器感知范围及能力的驾驶行为时，则必须依靠高精度地图。目前地图提供信息的精细程度是无法满足自动驾驶在准确性和安全性方面的要求。当前普通地图导航能实现的精确度以m为计量，而自动驾驶所要求的高精地图需达到cm级的精确度（10-20cm）。且高精地图在道路数据采集的量级上也更大。自动驾驶用地图不仅要实现较高的精度，还要包含全面的交通指示和限制的信息，如：车道限制的精确高度、车道线的位置、下水道口、障碍物以及在日常道路上能看到的每一个细节。

诺基亚 HERE 地图是全球范围内领先的高精地图服务提供商。在过去的15个月中，HERE已在6大洲，30个国家利用400辆测绘车完成约2百万公里（120万英里）的高精度道路数据绘制，且数据库仍在持续扩充。为了实现10-20厘米的地图精度，HERE地图应用LiDAR技术获取数十亿的三维点云数据以建立路面模型，既包括车道数量和宽度等基本信息，也涵盖道路坡度和斜率，车道标记，以及路标等细节。目前，HERE地图已为美国的硅谷地区和密歇根州，以及法国和德国的部分地区的特定公路提供高精度地图数据。

图 25: Here 高精度地图示例



数据来源：互联网，中国银河证券研究部

各方力量积极布局高精度地图，爆发前夜跑马圈地。目前高精度地图的技术路线大约有两大技术路线：一是，谷歌和德系三强收购 Here 的激光雷达移动测量车的路线，他们使用激光雷达和摄像头获取点云数据，进而建模分类得到高精度地图。另一技术路线是，通用、大众联手 Mobileye 布局众包地图，还有丰田推出的高精度地图采集系统，主要通过车辆的摄像头+GPS、丰田自主开发的软件以及云端。目前，大多数高精度地图需要使用激光雷达。激光雷达虽然精度很高，但非常贵，只有在收集到数据后对其进行标记才能使用。由于高精度地图测绘成本很高，所以高精地图不能频繁更新数据，其实用性下降。如果每辆车都能收集数据，即使精度不如 LIDAR，那么也能够降低成本，增加数据量。目前高精地图测绘依靠 LIDAR 的测绘车，如果普通的车会通过摄像头，捕捉限速标志、车道线等道路信息。所有收集到的数据，都会通过丰田「自动云端空间信息生成技术」来处理。通过处理所有车辆上传的地图数据，就能够得到整体上精度较高的地图。

图 26: here 的激光雷达采集车

图 27: 通过众包云平台的方式制作高精度地图



#### Beyond GPS

A HERE mapping car, sometimes mistaken for a Google Maps car, has \$80,000 worth of electronics mounted to the roof.

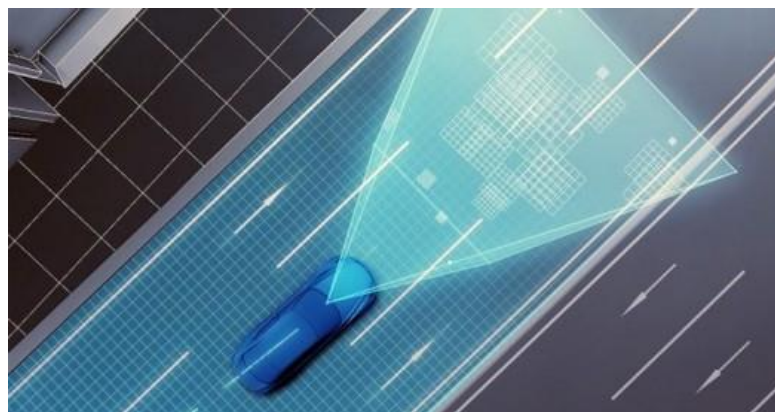


Display screen and one-terabyte hard drive

GPS antenna  
Velodyne 32-beam lidar sensor  
Four 24-megapixel digital cameras  
Inertia sensors  
Actuator to raise/lower equipment



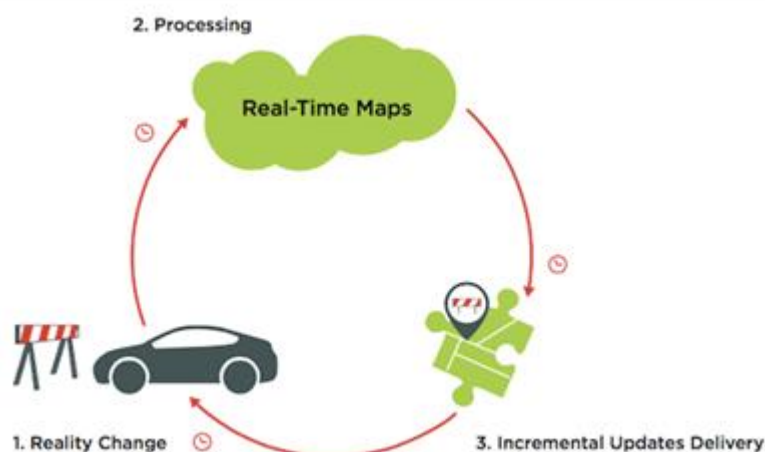
料来源：互联网，中国银河证券研究部



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

TomTom 与德国汽车供应商博世集团合作发力，共同研发适用于高度自动化驾驶的高精度地图。合作协议显示：TomTom 将负责地图设计，博世则基于其在系统工程方面的技术经验，制定地图设计及绘制的规范要求，提高精确度，并且使其能无缝处理汽车传感器采集的数据。

图 28：实时地图更新流程



数据来源：车云网，中国银河证券研究部

国内的上市公司四维图新、高德导航正大力研发高精度地图，且有前装导航地图 65%-70% 的市场份额优势。中海达拥有移动激光测量技术，是高精度地图的基础。四维图新是中国领先的数字地图内容、动态交通信息服务及基于位置的大数据垂直应用服务提供商，与宝马、大众、奔驰、通用、沃尔沃、福特、上汽、丰田、日产、现代、标致等主流车厂建立合作，领航中国前装车载导航市场 13 年。目前，公司借助自主研发的专属于 HAD 地图二、三维编辑平台，提供绝对精度达到 20 厘米的高精度地图。

图 29：中海达搭载移动激光扫描的测量车



数据来源：互联网，中国银河证券研究部

### 三、无人驾驶技术将是人类社会一次重大的变革

#### （一）出行更经济、交通更高效、出行更安全

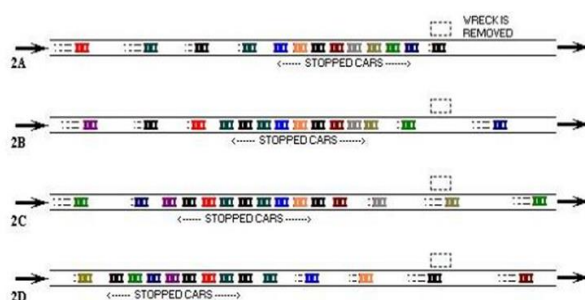
**出行更经济、交通更高效。**目前，很多的交通堵塞是由于人们不好的驾驶习惯和低效的交通调度带来的。无人驾驶实现了更好的车间沟通和驾驶规则，将减少拥堵，提高出行的效率。同样，自动驾驶技术也将推动汽车共享，也将减少形式的汽车的数量。因为自动驾驶汽车所预留的车间距更大，加速和减速都是经过一系列计算来决定的。不同于人类司机驾驶会经常超车或者猛踩刹车，自动驾驶汽车在车流比较密的时候，会保留一定的车距，减少突然刹车的次数，从而减少对后方车辆的影响，避免引起成条车流的波浪式加减速。

图 30：自动驾驶将提升交叉口实际通行能力

图 31：良好的驾驶习惯有利于提升同行效率



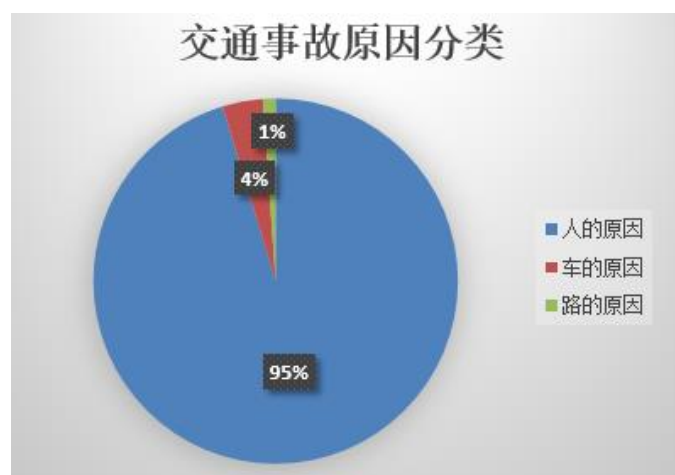
资料来源：互联网，中国银河证券研究部



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

**出行更安全**，有很多事故都是由于驾驶员注意力不集中引起的，或者人的一些错误，包括在观察上的失误、决策上的失误，或者驾驶员失去驾驶能力的情况，这都是一些人为的因素。所以说安全是我们做自动驾驶最大的原因之一，因为机器不会酒驾，机器也不会睡着了，机器也不会犯一些注意力不集中的错误。相关技术有车道偏离预警，碰撞预警，盲区监测，倒车雷达/影像，360 环视影像等系统。目前，多家汽车制造商和一些研究机构正在开发摄像头、传感器、雷达等方面的技术，希望让汽车能够与红绿灯等周围设施进行通讯，并且对附近的驾驶环境给出提醒。据了解，已经推出的技术包括自适应巡航控制、紧急刹车以及半自动驾驶功能，这些功能让道路更加安全。

图 32：实时地图更新流程



数据来源：车云网，中国银河证券研究部

## (二) 无人驾驶将推动法规、交通指示、保险对自动驾驶的适应

**方向盘后到底是谁？界定自动驾驶汽车的责任需要法律。**谷歌在加州的无人驾驶汽车已经出现了几十个小事故。大部分事故中，它们都是被人类司机追尾。那么，谁应该为这些事故负责？是制造这些自动驾驶汽车的公司，还是坐在自动驾驶汽车里的车主？这些都是需要法律亟待解决的问题。工信部部长苗圩认为，自动驾驶技术在应用上还有很多工作要做。他表示，



“将来这个车不是本人开的，是本人坐的，这个车也是本人所有的。一旦撞了人以后追究谁的责任？是追究生产这台车企业的责任，还是业主的责任？在法律上还要研究这个问题。”现在加州已经有 11 家公司取得了无人驾驶汽车上路测试许可。此外，无人驾驶汽车在正式上路前要获得政府认证，这就包括第三方测试、三年内定期提交测试报告等工作。

最后是关于产品的责任问题。在目前交通法规下，如果路面上出现了事故，一般情况是一个驾驶员和另外一个驾驶员争论，到底是谁负责。在将来，如果自动驾驶的车辆在路面上发生事故，最坏的情况可能是两个驾驶员一起起诉车厂，说你们的车没有开好，这个责任是你们车厂的。所以考虑到这个产品责任问题，我们车厂有责任保证这个车辆能够在所有的条件下非常好的运转。我们经常强调安全是第一的，速度其实是排在安全的后面。我们把自动驾驶的车辆在路面上进行展示是非常小心的，因为我们不想再展示的过程中把一个不完善的技术展示给公众，会影响公众对自动驾驶技术的印象，其实是有害的。关于法规和产品责任，在国际上有各种各样的研究和讨论，在国内相关部门及他们的智囊团进行共同的研究和讨论，无人驾驶汽车的交通责任方面的认定还需要更多的讨论。

**交通指示将向智能化发展。**我们不妨“脑洞大开”的设想，**未来的交通指示可能因无人驾驶技术而改变**，同时也有可能被做成二维码，或者通过 RFID 感应，将更丰富的信息存储在云端，这样就能实现无人车更准确、更丰富的获取信息。当前，无人驾驶汽车可识别交通指示牌、道路标识、车主语音命令等信息，进而提醒系统及时调整行驶模式。该系统最终会将交通信号灯、汽车、行人信息以及路面的各类参数综合起来，在人工智能技术帮助下，实现自动行驶功能。

**无人驾驶风险衡量更精准，保费定价更公平，新的险种可能会出现。**保费与事故发生频率和严重程度存在直接的关系。在无人驾驶汽车的世界里，汽车事故显著减少，因此这些保费中有大部分将化为泡影。当然，还是需要一些汽车保险，但汽车保险市场可能会缩减 75%，甚至更多。保险公司一般是从各自保费收入中赚取利润，因此，对于许多保险公司而言，保费大幅下滑意味着末日来临。”从梅振家在美国与保险公司多次会谈的情况看，美国保险业高管对无人驾驶汽车影响保险业的问题不屑一顾。目前美国保险业普遍认同的观点是，即使无人驾驶汽车未来有可能普及，那也是几十年以后才会对保险业造成重大影响，现在没必要担心此事。现在美国保险业的心思是，假如无人驾驶汽车技术还需要好些年才能成熟，然后还需要解决监管问题，其中包括颁发牌照和界定与之相关的责任问题。接着，还需要好多年时间赢得消费者对无人驾驶汽车的信任。然后，鉴于汽车是一种寿命跨度较长的产品，所以还需要等待 10 多年才能看到无人驾驶汽车在美国的道路上占有一个显著的比例。美国保险业还有一种观点认为，即使发生汽车事故率下降，但汽车受损程度将加剧，因为修理那些配有各种摄像头、传感器、雷达等设备的无人驾驶汽车的费用肯定昂贵。不过，美国也有一些保险公司的高管表示了担忧。美国州农保险公司(StateFarm Insurance)企业创新负责人弗雷克说，大多数汽车事故都发生在交通拥堵的时候，而事故的发生又导致更多的拥堵以及更多的事故。即使诸如智能巡航控制和碰撞规避等渐进式无人驾驶技术的普及率达到 25%，也将大大缓解交通拥堵程度，并将减少与拥堵相关的事故次数，这将促使汽车保费出现实质性的降低。

**汽车保险公司可能改变商业模式。**过去，汽车保险主要为人为错误导致的事故提供保障。伴随着无人驾驶的发展，汽车保险可能会改变其核心的商业模式，主要侧重于保护汽车制造商在自动驾驶技术发生故障时所承担的责任，而不是保护个人消费者在因人为错误导致事故时所

承担的责任。这种变化可使保险行业发生转变，即由原来的为成千上百个人消费者提供保障转变成只为几个 OEM 及基础设置运营商提供保障，有点类似于邮轮公司及运输公司的保险。

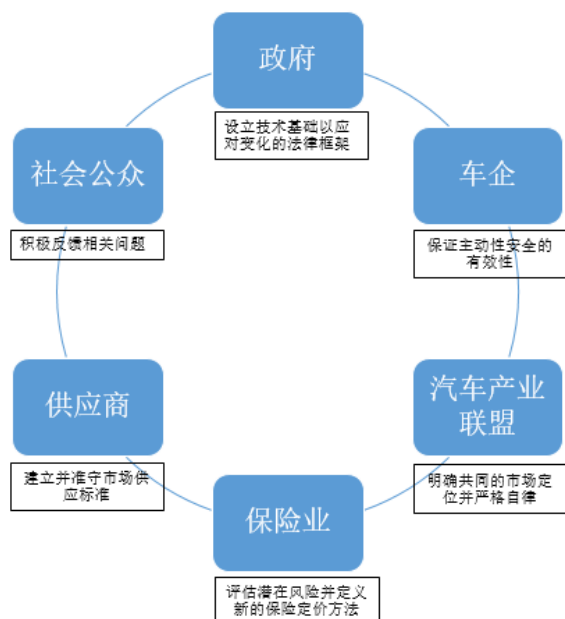
图 33：全球普遍使用的一些认证框架

监管法律	道路交通法规	产品责任
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目前，高度自动驾驶系统由于有悖与当地法律而准许应用</li> <li>• 例如，欧盟相关的自动驾驶系统就和ECE-R79(转向系统)以及ECE-R48(照明)法律不相符</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 各地区法律的差异性给自动驾驶汽车标准的设定带来麻烦，美国允许自动驾驶汽车上路，而欧洲不允许</li> <li>• 《维也纳道路交通公约》是一份针对交通监管的国际条约，受该条约影响，很多国家禁止自动驾驶汽车上路</li> <li>• 国际通用的车型认证管理方案需要更新，使得自动驾驶车辆可以被纳入认证范围</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 必须证明这个车辆是安全的，而且能够对社会带来更多的益处</li> <li>• 如果制造商有悖于传统人力驾驶的责任，必须承担更高的责任风险</li> <li>• 交通责任可能由消费者转嫁到厂商身上，厂商需要做好谨慎细致的审核管理</li> </ul>

资料来源：联合国，BCG 分析，中国银河证券研究部

**要实现自动驾驶技术，必须有多方合作伙伴：**首先，社会和公众必须被说服，自动驾驶技术是对社会有益的，是可以接受的；第二个，政府相关部门必须要讨论法律框架的修改，批准无人驾驶的车辆上路；第三个，对车企的责任，必须证明这个车辆是安全的，而且能够对社会带来更多的益处；第四个，对于车厂供应商，必须提供标准化的部件，为车厂生产汽车服务。汽车产业的各种联盟是黏合车企和供应商非常好的地方，最后保险业可能也得适应自动驾驶车辆的变化。

图 34：多方合作力促自动驾驶安全实现



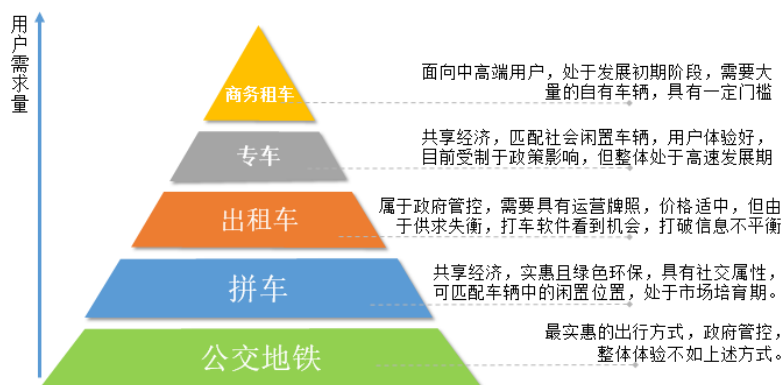
资料来源：虎嗅网，中国银河证券研究部

### （三）自动驾驶将车辆共享推向更高层次

**汽车共享将提升自动驾驶新层次。**分时共享用车能最大化车辆在城市中的使用效率，在不同时间段内，不同用户可以使用同一辆车，可以缩短车辆无效使用时间和提高用车的衔接性。随着分享经济理论的推行，人们不仅从技术和实用性对汽车有较高的要求，而且更加希望汽车在环保经济方面能满足一定的要求。百度新成立的自动驾驶事业部，将以实现“智慧出行，分时共享”为核心目标，让人们享受智能的出行服务，并在不同时段让自动驾驶汽车服务不同人群，以实现汽车资源的分时段共享。这极大地体现了分享经济的理念。根据百度自动驾驶的技术规划，我们可以预计，3年内，自动驾驶汽车将被商用，前提是选择一定的区域进行；5年内，自动驾驶汽车将被量产并大规模部署；10年后，80%会成为一个重要的比例，即80%新增汽车为新能源汽车，80%新增汽车需自动驾驶，80%新增汽车会互相共享。

图 35：打车市场的需求分析

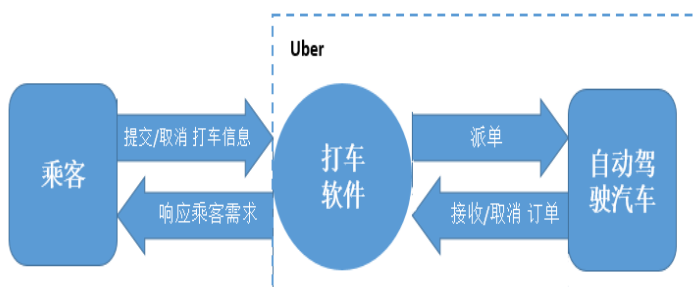




资料来源：网络资料，中国银河证券研究部

**自动驾驶将使 P2P 汽车共享经济将进一步解放，极大改变消费模式。**Uber 是世界上最大的出租车公司，却没有一辆汽车。在日益发达的打车市场之中，传统的服务模式、经营模式已受到冲击，而 P2P 汽车共享经济日渐成为人们生活中不可或缺的行为方式。自 2010 年在旧金山推出移动打车业务以来，Uber 已覆盖全球 58 个国家和地区 310 个城市，合作司机超过 100 万名。Uber 打车软件使乘客和司机的对接效率大大提高，同时私家车资源逐渐公有化，原本闲散的社会资源得到充分利用，最终使得人们出行效率大大提高。Uber 的商业模式符合“共享经济”的特征——产品服务化，所有权和使用权分离，客户公平享有社会资源。目前部分城市 Uber 价格仍然偏贵，其中一个原因就是司机的成本太高，如果没有司机的话那么 Uber 的费用会大大降低。Uber 已经成立了一个高科技实验室，专门研究地图、驾驶安全和无人驾驶技术，并坚信无人驾驶技术会更安全，更环保，并且会降低驾驶开支。

图 36: Uber 自动驾驶汽车对接乘客模式



资料来源：公司资料，中国银河证券研究部

## 四、无人驾驶的产业化路线——商用车先于乘用车、双驾双控过度到无人驾驶

### （一）商用车将先于乘用车率先实现特定区域下的完全自动驾驶

**工业运输车辆有望率先抢滩无人驾驶：**具备区域固定、频次较高、成本较高等特点。尽管短期内并非路上行驶的所有汽车都具备无人驾驶功能，但在诸如采矿、务农等一些环境可控的应用场景中，100%的无人驾驶汽车已成为现实。在一些大公司的仓储仓库里（如京东、亚马逊），物流机器人正井然有序地搬运着货物。我们如果把汽车看成一种“运力较强的轮式机器人”，工业运输车辆具备最便利的无人车应用条件和最强烈的应用动机。从无人车应用条件来看：工业车队在操作的多重限制、私人道路使用，使无人驾驶汽车有了用武之地。从应用的动机来看：至于商人如何从中获利，首当其冲便是人力成本的大幅缩减，其次由于路线经过最大程度优化后，能源的减少也将大幅度降低成本。其实，在大企业的仓储中心中的智能运用中，缓慢的、小型的“轮式运载机器人”已经实现了“无人运行”，同样的，汽车作为一种大型的“轮式运载机器人”的运用也并无本质的差别和难度。

图 37：亚马逊仓储试用机器人：每年节省约 9 亿美元



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

图 38：亚马逊提出无人机送货的设想



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

表 2：传统厂商与互联网厂商在自动驾驶阶段进行研究探索

	商用车	乘用车
用途	载客、物流。 特定场景下使用：厂区、BRT	个人使用，家庭使用，单位使用
区域限定	担当某项任务，往往有限的驾驶区域	与个人生活区域相关，大多在城市、社区等
使用量	里程长、频次高	因人而异，主要用于代步、旅游等，里程较短，频次较低
对成本敏感性	由于使用频繁，对司机费用敏感 能源费用敏感	往往无驾驶员成本，使用不太多，对成本不太敏感

资料来源：中国银河证券研究部

**卡车将有望成为公共道路上率先实现无人驾驶的交通工具。**戴姆勒在无人驾驶卡车方面是行业先驱，卡车已经在德国和美国测试驱动的路线驾驶了约 20000 公里。戴姆勒表示无人驾驶卡车可以提高效率并且减少碳的排放量。由于优化换挡、加速和制动，至少减少百分之五的

二氧化碳排放。目前已经有大量原型车在测，而相关车企和供应商的精力主要集中在应对复杂路况的软件算法的研发方面。

图 39：奔驰测试无人驾驶卡车



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

图 40：奔驰无人驾驶卡车运行中



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

在国内乘用车市场远超商用车的今天，人们容易忽视的一点是：客车比私家车更容易、也更需要实现自动驾驶。能性方面，客车的行进线路相对固定，高精度地图可以一次投入反复利用，同样，固定的路线也能获得较好的安全性保障；必要性方面，客车司机的疲劳驾驶情况往往要比乘用车严重得多，不少客车事故的祸因都是司机的疲劳驾驶或其他不当操作。因此，利用可靠的自动驾驶技术来规避危险也有助于提高客车驾驶的安全性。除了宇通的路测，法国的 EasyMile 已经勇敢迈出了商业化的第一步，他们生产的 EZ10 无人驾驶公交车不仅正式投入了运用，至今为止已经在芬兰、瑞士运送了数万名乘客。所以我们认为，无人客车的应用前景广阔，比如城市 BRT 线路、旅游区环线、厂区接驳车、机场接驳车等。

图 41：宇通客车无人驾驶客车



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

图 42：法国的 EasyMile 车



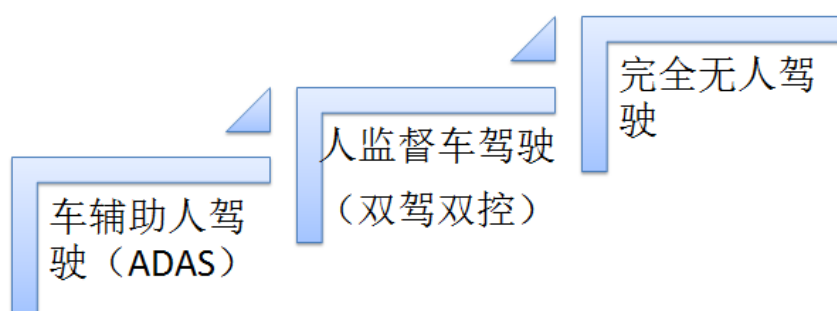
资料来源：互联网，中国银河证券研究部

## （二）整体上由双驾双控逐步走向完全的无人驾驶



如果把商用车理解车 ToB，将乘用车理解为 ToC，我们认为，自动驾驶和人工驾驶将在比较长的一段时间内并存，双驾双控，互为补充。逐步实现车辅助人驾驶到人监督车驾驶的转变。经过高精度地图的建立完成，交通信号对无人驾驶的相应适应之后，亦或者车间通信与车联网等基础设施也都建设完成。那时的“驾驶脑”也经历了更多的样本训练，经过长久的积累，已经成为一名名副其实的“老司机”，那时完全的无人驾驶将得以实现。

图 43: Uber 自动驾驶汽车对接乘客模式



资料来源：中国银河证券研究部

政府对无人驾驶汽车将提供全方位的支持。上海国际汽车城已经被授予国内首个智能网联汽车示范区，并公布了无人驾驶汽车城的总体规划。目前，上海无人汽车城内的封闭式网联汽车测试场已经初步搭建完成，路面、路灯以及红绿灯等设施已经配备 Wi-Fi 和传感器。按计划，未来三年内将有 3000 辆无人驾驶汽车上路试驾。内华达州颁布了首批自动驾驶标准生产汽车（autonomous standard production vehicles）的牌照。有 2013 年谷歌和奥迪的先例在，美国内华达州已经成为发放测试自动驾驶汽车牌照的先锋。现如今，内华达州又颁了首批自动驾驶标准生产汽车（autonomous standard production vehicles）的牌照。牌照授予对象是 3 辆奔驰 E 级，也就意味着这三辆车可以自己在路上开了。

图 44: 上海国际汽车城是国内首个智能网联汽车示范区



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

图 45: 内华达州为奔驰颁布了首批自动驾驶标准生产汽车



资料来源：互联网，中国银河证券研究部

## 五、重点上市公司分析

### （一）中海达：激光测量、高精度定位龙头

公司成立于1999年，一直专注于测绘和空间信息领域，潜心于GNSS核心技术的研发。成立初始公司研发的测量型GNSS产品逐步替代进口产品，目前市场占有率超过30%。至今，子公司海达数云是国内激光扫描和激光移动测量的领先企业。公司已在空间信息产业链三大环节“数据采集装备、数据提供、数据应用及决策新案”进行了全面布局，产品涵盖测量型GNSS产品、GIS产品、光电测绘、海洋声纳探测、三维激光扫描、行业决策新案（灾害监测、文物管理等）以及LBS等领域。

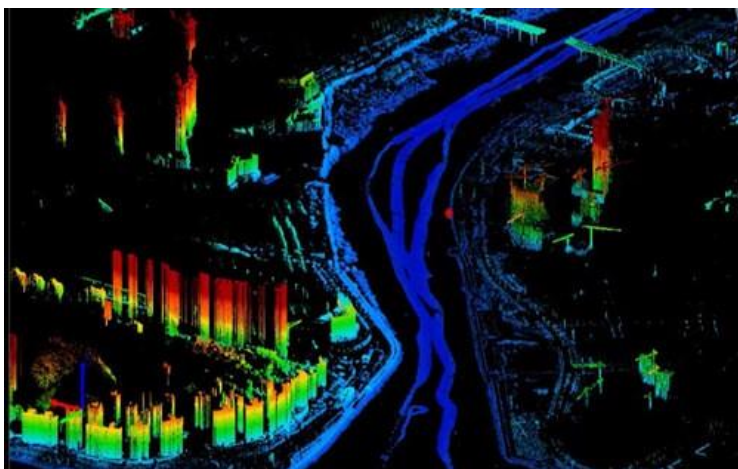
激光移动测量技术可为无人驾驶提供高精度地图制作的点云数据，公司自主研发的激光移动测量车也可可为图商提供数据。公司为百度提供了国内部分城市的街景地图，如昆明、长沙等，并已在百度全景上线。海达数云以完全自主知识产权的高精度三维激光测量技术为核心，以3S技术为依托，围绕高精度三维激光扫描仪器及其集成系统的研发、生产、销售与行业应用，面向测绘地理信息、数字文化遗产、精密工业测量、数字城市等领域提供完整的信息化解决方案与服务，为数字三维世界建设与应用提供技术支撑。

图 46：中海达搭载移动激光扫描的测量车



资料来源：中海达，中国银河证券研究部

图 47：中海达获取的三维点云数据



资料来源：中海达，中国银河证券研究部

公司的高精度定位系统也是无人驾驶技术中不可获取的重要一环。高精度GNSS产品具有技术门槛高的特点。经过多年的发展，国内品牌在传统的高精度GNSS产品（主要为测量型GNSS、GIS数据采集器）市场已单据约80%的市场份额。中海达、南方测绘、华测导航单比分别为30%、30%、20%的份额，实现了三足鼎立的格局；但是在部分高端产品中端以外资品牌为主。

### （二）四维图新：高精度地图制做和运营方

四维图新是中国第一大、全球第四大的数字地图提供商，作为高度垄断国内前装车载导

航及手机地图导航领域的双寡头之一，行业龙头地位明显。公司主要业务有电子导航地图、车联网业务、动态交通信息服务和在线服务及行业应用。

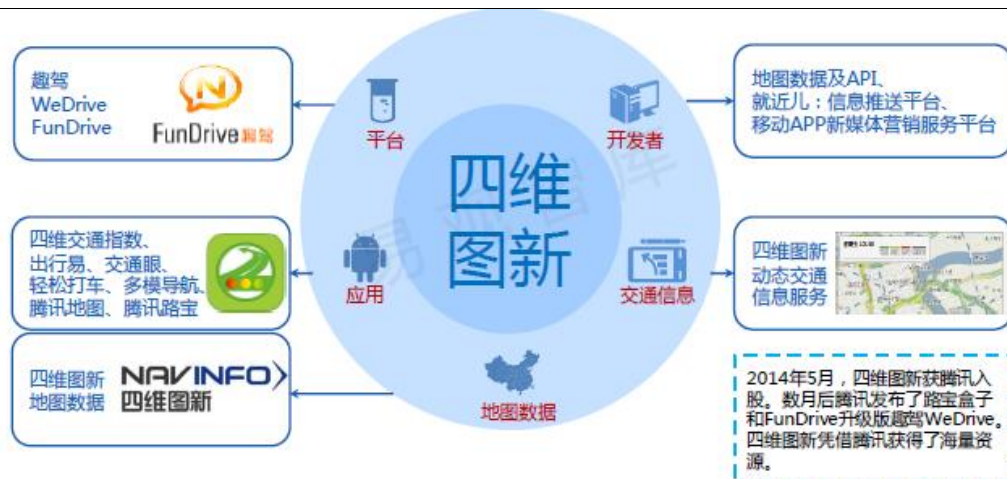
表 3：四维图新主营业务及主要竞争对手

主营业务	主要竞争对手
车载导航领域	高德软件
消费电子领域及其它	高德软件
动态交通信息	高德软件、掌城科技
车联网及地图编译服务	航天信息、中交兴路、启明信息
在线服务及行业应用	数字政通、超图软件、MapInfo

数据来源：互联网、银河证券研究部

公司正从地理信息服务商向车联网综合解决服务商转型。公司虽然脱胎于地理信息产业，但是经过多年的发展和积累，已经逐步确定了自己的发展方向——以地理信息为核心，在车联网产业中，做汽车行业需要的软件、服务、应用、数据的综合服务。四维图新目前已经完成了从传统地图到动态内容、云端服务、车载手机应用，以及车载操作系统、手机车机互联方案的最完整的车联网生态链布局。

图 48 四维图新车联网产业链布局



数据来源：易观国际、银河证券研究部

公司作为地理信息产业的龙头，在技术和流量方面有巨大优势，将巩固其行业龙头地位。(1) 技术优势：目前国内实际能够自主研发生产导航电子地图的只有 5 家左右，且市场主要为四维图新和高德软件长期垄断。公司已有数据是经历漫长积累所得，非朝夕可以赶超，公司凭借其数据层面的技术优势足以在市场占据一席之地。未来，无论是以 BAT 为首的新兴互联网巨头涉足电子导航软件服务行业，还是以传统车厂为代表硬件厂商，在进行车联网业务拓展之时都有数据层面的要求，借助公司在渠道上领先的地位，有望在车联网外延业务拓展中占据有利地位。目前，公司已经在 2014 年与腾讯合作推出了车联网整体解决方案 WeDrive，借助腾讯的流量资源实现车联网业务放量拓展可期。(2) 流量优势：经过多年的积



累，四维图新积累了丰富的入口资源，有助于其后续进行商业模式的探索和尝试。其中，自主流量入口为：前装车载导航（41%）、（移动互联网方向）手机导航地图、手机 app；外部方面入口，公司在 2014 年与腾讯合作推出了车联网整体解决方案 WeDrive，未来有望借助腾讯的流量资源实现车联网业务放量拓展。

**高精度地图是自动驾驶导航系统的一部分，公司正在大力研发与无人驾驶导航系统相匹配的高精度辅助驾驶地图和无人驾驶地图。**高精度地图可以辅助纠正车辆行驶位置信息和路况信息，与传感器相互验证，提高无人驾驶的安全性和稳定性。在路况信息发生变化或者大雪等特殊气候条件下，高精度地图的作用将大大增强。四维深耕地图领域多年，作为国内龙头，高精度测绘和数据采集技术完备，世纪高通是公司实时路况信息的重要来源。

### （三）东软集团：汽车电子积累深厚，有望成为无人驾驶系统集成方

公司是一家以软件技术为核心，通过软件与服务的结合，软件与制造的结合，技术与行业管理能力的结合，提供行业解决方案和产品工程解决方案以及相关软件产品、平台及服务的企业，在大连、南海、成都和沈阳分别建立 3 所东软信息学院和 1 所生物医学与信息工程学院；在美国、日本、欧洲、中东设有子公司。东软的行业解决方案涵盖领域包括：电信、能源、金融、政府（社会保障、财政、税务、公共安全、国土资源、海洋、质量监督检验检疫、工商、知识产权等）、制造业与商贸流通业、医疗卫生、教育、交通等行业。

公司车载电子业务起步于国际外包，为阿尔派（公司第二大股东）等国际顶级汽车电子厂商提供外包服务，目前公司从事汽车电子业务的团队在 3000 人左右，团队规模在全球领先。长期的汽车电子外包经验助力公司在国内市场发力，已与奇瑞等国内车厂签订了车载系统销售合同或意向，业务模式也从此前的外包服务向产品 License 销售模式提升，2012 年 3 月公司已与奇瑞签订销售意向书，预计 2013~19 年向奇瑞量子销售车载娱乐信息系统 31 亿元。

无论从团队规模还是产品来看，公司的车载电子研发团队在国内都较为领先，国内车厂在车型和车载电子的发力将为公司带来发展空间，预计未来车载电子占公司收入比重有望达到 10%，成为公司主要的收入增量。东软集团与阿尔派电子（中国）有限公司（以下简称“阿尔派电子”）、沈阳福瑞驰企业管理中心共同签订《合资协议》，将共同投资设立东软睿驰汽车技术（上海）有限公司。此举标志着东软在汽车电子领域积极拓展业务内涵，推动汽车电子业务向智能化、互联网化、新能源化布局，是东软在汽车电子领域 20 多年发展历程中又一重要里程碑事件。东软睿驰的注册资本 38,462 万元，其中，东软集团出资 15,770 万元，占合资公司注册资本的 41%，将成为合资公司的控股公司；阿尔派电子出资 15,000 万元，占合资公司注册资本的 39%；福瑞驰作为员工持股的主体出资 7,692 万元，占合资公司注册资本的 20%。

东软于 2004 年成立汽车电子先行技术研发中心，专注于基于图像的汽车辅助驾驶系统技术及产品研发，目前在汽车辅助驾驶领域，共申请国际、国内发明专利 54 项，其中已经授权专利 40 余项，包括国内专利 30 项，国际专利 10 余项，领域涵盖车辆检测、行人识别、障碍物检测、道路检测、交通标志识别、头灯检测与标定、接近对象检测等技术方向。

**表 4：东软集团部分汽车辅助驾驶专利**

专利权名称	专利申请日	法定保护期限	发明人	专利权人
道路区域检测方法 及系统	2008 年 10 月 20 日	20 年	刘威、董卉、袁淮	东软集团股份有限公司
交通标志识别方法 及装路	2008 年 10 月 21 日	20 年	刘威、董卉、 陈雪、袁淮	东软集团股份有限公司
车道线的感兴趣区 域提取方法和装 路	2008 年 12 月 29 日	20 年	傅鹏宇、刘威、袁淮	东软集团股份有限公司
一种车牌候选区域 的分割方法及装 路	2009 年 11 月 19 日	20 年	刘威，王海峰，袁淮	东软集团股份有限公司
路面标识感兴趣区 域分割方法及装 路	2009 年 11 月 20 日	20 年	方正雷、傅鹏宇、袁淮	东软集团股份有限公司
数字类限制标志的 识别 方法和装路	2009 年 11 月 27 日	20 年	刘威、刘玉洁、袁淮	东软集团股份有限公司
一种检测摄像机被 干扰的方法及装路	2010 年 12 月 16 日	20 年	刘威、高阳、袁淮	东软集团股份有限公司
前景检测方法及系 统	2011 年 06 月 30 日	20 年	刘威、李琦、孙丽、 袁淮	东软集团股份有限公司

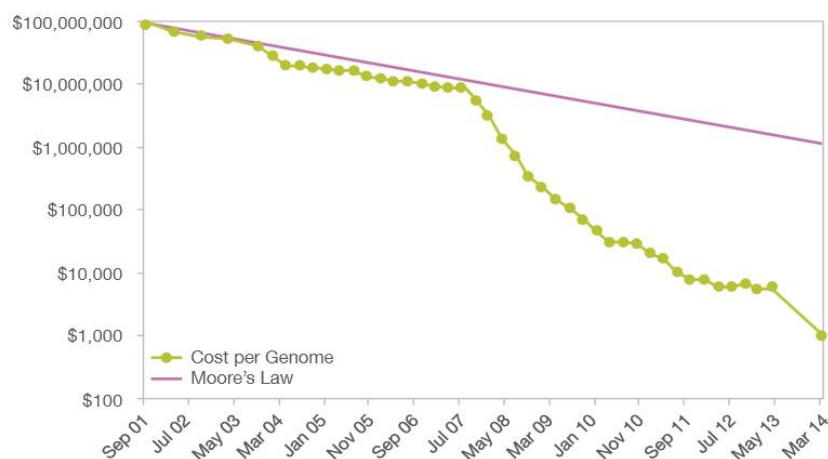
资料来源：互联网，中国银河证券研究部

## 附录一：科技行业的非线性发展：由计算机、互联网的发展而想到

在本篇无人驾驶报告的正文的末尾，笔者想分享这次研究的一些新的思考。

科技行业的发展从来都不是线性的，然而人们都习惯用线性的思维去思考一项技术、应用的发展。1946 年，第一台计算机问世，占地 1500 平方英尺，重达 30 吨，有人预言，计算机 20 年内会降到一吨以内，可曾想过，计算机的运算能力一直沿着摩尔定律向前奔跑；30 年前大哥大面世时，人们欢呼移动通信时代的到来；十年前，诺基亚称雄功能机的时代也未曾想过一个只有一个 Home 键的苹果手机会结束他的时代。人类历经 16 年，花费 30 亿美金成功测得一个人的完整基因组，然而，基因测序却呈现出超摩尔定律的发展，将测得一个人完整的基因时间缩短到以天计数，成本也控制在一万美金以内。科技史就是一个颠覆传统观念，创造不可能的奋斗史，人们如果用线性的思维思考未来，必将被时代证明是错误的。科技的发展往往伴随重大概念、技术的变革而产生跨越式的发展。

图 49：ber 自动驾驶汽车对接乘客模式



资料来源：公司资料，中国银河证券研究部

无人驾驶的未来已来，以人工智能为指引的无人驾驶汽车，以云计算、通信计数为基础的车联网，以物联网和人工智能为保障的智能交通调度，将构成车与车、车与路、车与人的智能互联，从而完全改变人类的出行方式。笔者回想近十年科技界最重要的两个变革：移动互联与云计算。移动互联网：十年前，Iphone 刚问世，智能机萌芽伊始，正是这一班科技创新的先驱克服技术、政策的难题，带领我们来到移动互联时代。十年前，网速、算法、计算机性能，云计算的理念横空出世，希望以后计算、存储像电能一样，成为网络的基础设施，不用关心出处，按需使用。那时笔者作为一名计算机人员亦觉得天方夜谭，即使要实现，也需要很久远的时间。反观当下，云存储早已被每个人熟练使用，云协作、云办公、云政务、云服务如火如荼，爆发增长。这一切的发展都不是线性的，将会有某些技术的突破带来发展的跃迁，实现非线性的发展。

笔者认为，无人驾驶汽车，从技术积累、产业链形成、产业化动机等多个角度思考，各条件已然具备。即将迎来飞速的发展与爆发。



## 插图目录

图 1: 百度无人驾驶汽车外观、内部、顶部照片 .....	3
图 2: 习主席在乌镇“互联网大会”上参观百度无人车 .....	3
图 3: 国防科技大学的 HQ3 实现长沙到武汉的路测 .....	3
图 4: 军事交通学院的“猛狮 3 号”实现津京高速的路测 .....	3
图 5: 汽车工业正向着智能化方向发展 .....	4
图 6: 人工智能成为自动驾驶汽车的大脑 .....	4
图 7 : 谷歌委托制造的无人车原型 .....	5
图 8: 正在行驶中的谷歌无人驾驶汽车 .....	5
图 9: 特斯拉可实现车道锁定等自动驾驶功能 .....	5
图 10: 特斯拉自动驾驶模式下的界面 .....	5
图 11: 特斯拉的大屏系统充分采用了互联网技术 .....	6
图 12: Valeo 完成环法无人车测试 .....	7
图 13: 奥迪推出自动驾驶 .....	7
图 14: Uber 的中驾驶概念车设计图 .....	7
图 15: 外媒传谷歌和福特欲成立合资公司开发无人车 .....	9
图 16: 通用战略投资 Lyft, 共同开发无人车服务 .....	9
图 18: LiDAR 实时构建的三维模型 .....	11
图 19: “驾驶脑”计算机对三维模型进行建模分析 .....	11
图 22: 英伟达的云端-车端深度学习平台构想 .....	14
图 23 : PX 2 与可乐瓶大小相仿, 计算能力相当 150 台 MacBook pro .....	14
图 26: here 的激光雷达采集车 .....	16
图 27: 通过众包云平台的方式制作高精度地图 .....	16
图 30: 自动驾驶将提升交叉口实际通行能力 .....	18
图 31: 良好的驾驶习惯有利于提升同行效率 .....	18
图 37: 亚马逊仓储试用机器人: 每年节省约 9 亿美元 .....	24
图 38 : 亚马逊提出无人机送货的设想 .....	24
图 39: 奔驰测试无人驾驶卡车 .....	25
图 40: 奔驰无人驾驶卡车运行中 .....	25
图 41: 宇通客车无人驾驶客车 .....	25
图 42 : 法国的 EasyMile 车 .....	25
图 44: 上海国际汽车城是国内首个智能网联汽车示范区 .....	26
图 45: 内华达州为奔驰颁布了首批自动驾驶标准生产汽车 .....	26
图 46: 中海达搭载移动激光扫描的测量车 .....	27
图 47: 中海达获取的三维点云数据 .....	27
图 48 四维图新车联网产业链布局 .....	28
图 49: ber 自动驾驶汽车对接乘客模式 .....	31

## 表格目录

表 1：传统厂商与互联网厂商在不动程度的自动驾驶阶段进行研究探索 .....	8
表 2：传统厂商与互联网厂商在不动程度的自动驾驶阶段进行研究探索 .....	24
表 3：四维图新主营业务及主要竞争对手 .....	28
表 4：东软集团部分汽车辅助驾驶专利 .....	30

—

## 评级标准

### 银河证券行业评级体系：推荐、谨慎推荐、中性、回避

**推荐：**是指未来 6—12 个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）超越交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报 20%及以上。该评级由分析师给出。

**谨慎推荐：**行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）超越交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报。该评级由分析师给出。

**中性：**行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）与交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报相当。该评级由分析师给出。

**回避：**行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）低于交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报 10%及以上。该评级由分析师给出。

### 银河证券公司评级体系：推荐、谨慎推荐、中性、回避

**推荐：**是指未来 6—12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 20%及以上。该评级由分析师给出。

**谨慎推荐：**是指未来 6—12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%—20%。该评级由分析师给出。

**中性：**是指未来 6—12 个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。该评级由分析师给出。

**回避：**是指未来 6—12 个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%及以上。该评级由分析师给出。

**沈海兵，计算机行业证券分析师。**具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映本人的研究观点。本人不曾因，不因，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受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位和执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。



## 免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券，银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）向其机构或个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或打算违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播或复印本报告。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。银河证券认为本报告所载内容及观点客观公正，但不担保其内容的准确性或完整性。客户不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

银河证券不需要采取任何行动以确保本报告涉及的内容适合于客户。银河证券建议客户如有任何疑问应当咨询证券投资顾问并独自进行投资判断。本报告并不构成投资、法律、会计或税务建议或担保任何内容适合客户，本报告不构成给予客户个人咨询建议。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部份，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给银河证券客户的，属于机密材料，只有银河证券客户才能参考或使用，如接收人并非银河证券客户，请及时退回并删除。

所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为银河证券的商标、服务标识及标记。

银河证券版权所有并保留一切权利。

## 联系

### 中国银河证券股份有限公司研究部

北京市西城区金融街 35 号国际企业大厦 C 座  
上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 26 楼  
深圳市福田区福华一路中心商务大厦 26 层  
北京市西城区金融街 35 号国际企业大厦 C 座  
公司网址：[www.chinastock.com.cn](http://www.chinastock.com.cn)

### 机构请致电：

深广地区：詹璐 0755-83453719 zhanlu@chinastock.com.cn  
海外机构：李笑裕 010-83571359 lixiaoyu@chinastock.com.cn  
北京地区：王婷 010-66568908 wangting@chinastock.com.cn  
海外机构：刘思瑶 010-83571359 liusiyao@chinastock.com.cn  
上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn