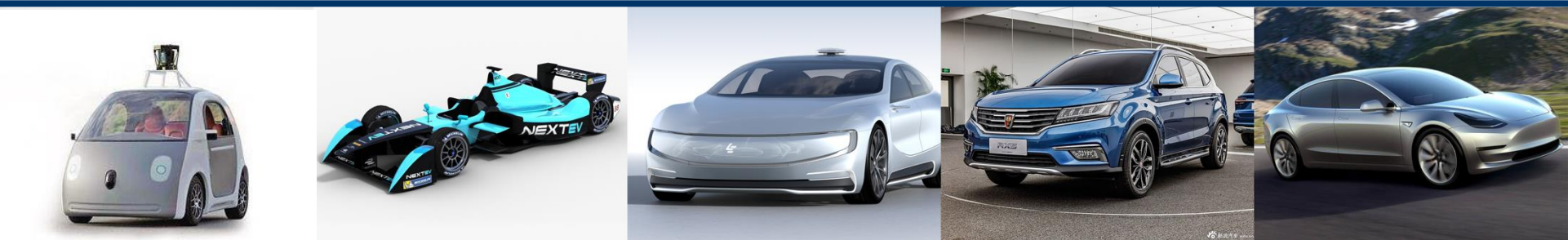


# ADAS：通往智能驾驶



中信证券汽车行业

许英博 陈俊斌 崔宇硕

2016年7月

# 汽车的演变历程

- 未来汽车将回归其本源用途：运输
- 未来汽车的演变趋势：小型，智能，电动



过去

现在

未来

## 加入“知识星球 行业与管理资源”库，免费下载报告合集

1. 每月上传分享2000+份最新行业资源（涵盖科技、金融、教育、互联网、房地产、生物制药、医疗健康等行业报告、科技动态、管理方案等）；
2. 免费下载资源库已存行业报告。
3. 免费下载资源库已存国内外咨询公司管理方案与企业运营制度等。
4. 免费下载资源库已存科技方案、论文、报告及课件。



微信扫码加入“知识星球 行业与管理资源”，  
获取更多行业报告、管理文案、大师笔记

## 加入微信群，每日获取免费3+份报告

1. 扫一扫二维码，添加群主微信（微信号：Teamkon）
2. 添加好友请备注：**姓名+单位+业务领域**
3. 群主将邀请您进专业行业报告资源群



微信扫码二维码，免费报告轻松领

# 越来越多的科技公司参与汽车市场

特斯拉Model 3支持Autopilot



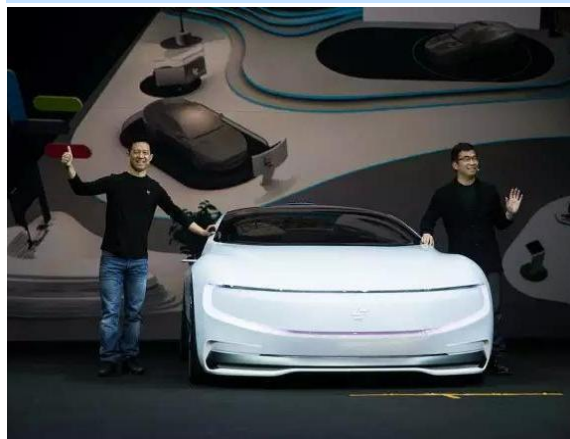
谷歌无人驾驶车获美国政府司机认证



百度无人驾驶车完成路测



乐视推出智能电动汽车LeSEE



阿里上汽联合打造互联网汽车RX5



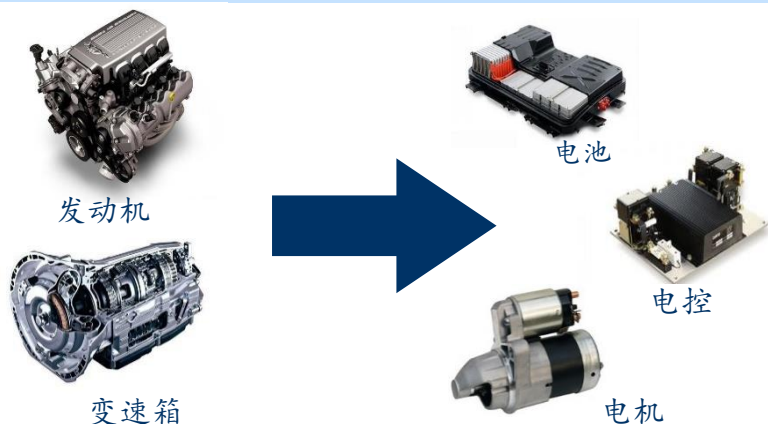
蔚来汽车赞助电动方程式世界锦标赛





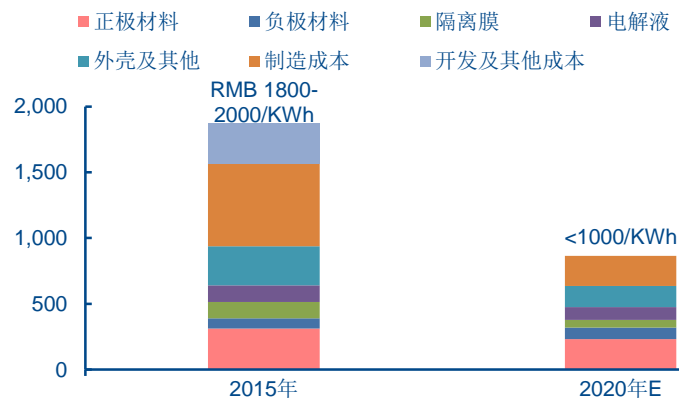
# 新能源车降低了造车的门槛

## 新能源车降低了造车的门槛



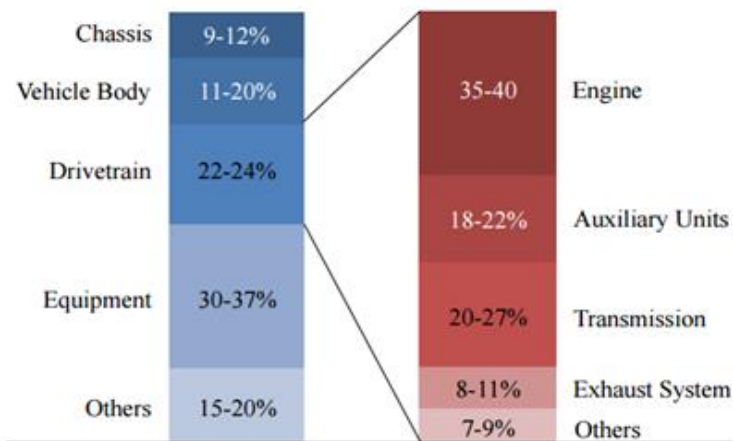
Source: baidu.com, CITIC Securities Research Dept.

## 动力电池成本将在2020年下降50%

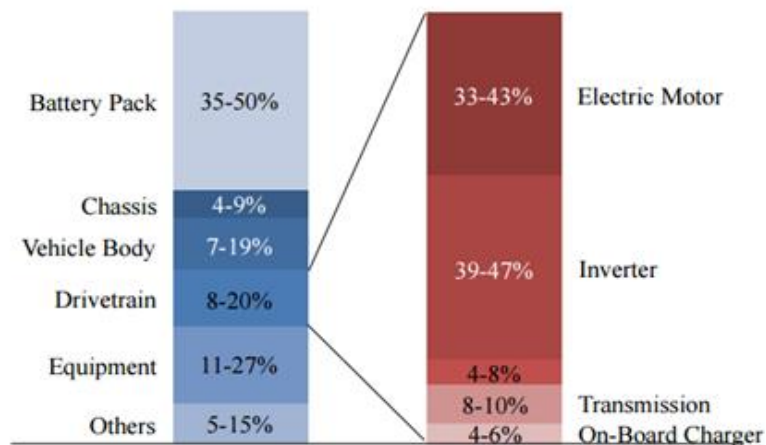


Source: CITIC Securities Research Dept.

## 电池占电动车总成本35-50%



Cost structure of a conventional vehicle



Cost structure of a battery electric vehicle

Source: Research Gate, Edited by CITIC Securities Research Dept.

# 智能汽车的发展趋势

## ■ 长期（十年以后）：全时段全路况的无人驾驶

- 谷歌无人车
- 摄像头+激光雷达+毫米波雷达+超声波雷达
- 自动加速，自动刹车，自动转向



## ■ 中短期（正在进行）：智能辅助驾驶ADAS (Advanced Driver Assistance System)

- 特斯拉Autopilot
- 摄像头+毫米波雷达+超声波雷达
- 自适应巡航，车道偏离预警，自动泊车



# 科技型公司的造车计划

参与方	时间	关键事件
谷歌	2014年5月	发布首辆无人驾驶原型车
	2015年1月	开始在加州路试
	2016年2月	被美国政府正式认证为司机
	2020年（计划）	无人车量产
百度	2015年12月	与宝马合作的无人驾驶汽车在北京路试成功
	2015年12月	成立无人驾驶事业部
	2018年（计划）	高自动化无人驾驶部分商业化
	2020年（计划）	无人驾驶汽车大规模生产
阿里	2015年4月	成立阿里汽车事业部
	2016年7月	与上汽合作的互联网汽车RX5上市
腾讯	2015年6月	与和谐汽车、富士康联合成立和谐富腾
	2018年（计划）	和谐富腾旗下爱迪生和iCar量产
乐视	2015年7月	成立乐视汽车事业部
	2015年12月	与阿斯顿马丁合作，代工第一代乐视超级汽车
	2016年1月	与美国电动汽车公司Faraday Future合作，推出电动超级概念跑车FFZero1
	2016年4月	投资10亿美元的电动车厂在美国拉斯维加斯奠基
	2016年4月	推出首款无人驾驶超级概念车LeSEE
蔚来	2014年底	蔚来汽车成立
	2015年6月	TCR车队获得Formula E首个年度车手总冠军
	2016年4月	与江淮签署100亿元战略合作协议
车和家	2015年4月	车和家成立
	2016年4月	自建工厂落地常州，30万产能全铝工厂以及配套的BMS与电池厂

# 阿里&上汽：荣威RX5互联网汽车

## ■ 荣威RX5：全球首款量产互联网汽车

- 7月6日上市，定价15-19万；
- YunOS for Car 智能车机系统：独立ID账号，学习和记忆用户的驾驶路线和习惯，预判用户的生活喜好与需求，在出现道路关闭或拥堵状况时提前通知用户并建议新的路线；
- 上汽“蓝芯”高效动力科技：1.5/2.0T涡轮增压发动机，最大功率124/162kW；未来将提供“绿芯”插电式混合动力和纯电车型。

阿里上汽合作荣威RX5即将上市



资料来源：网易汽车，中信证券研究部

荣威RX5配备10英寸大屏



资料来源：网易汽车，中信证券研究部



# ADAS主要功能：预警类VS执行类

ADAS各项技术及主要功能

ADAS	主要功能	传感	执行
自适应巡航ACC	前方有车时实现车距控制，前方无车时实现车速控制	车距传感器（毫米波雷达、激光雷达、摄像头等）	油门、档位、制动
车道偏离预警LDW	在驾驶员无意识偏出车道时发出预警	车道线传感器（摄像头、立体相机、红外线、激光雷达等）	显示系统（中控台、导航显示器、抬头显示HUD等）
车道保持辅助LKA	在车辆非受控偏离车道时主动干预转向，实现车道保持	车道线传感器（摄像头、立体相机、红外线、激光雷达等）	转向
前撞预警FCW	在前车车距过小时发出预警	车距传感器（毫米波雷达、激光雷达、摄像头等）	显示系统（中控台、导航显示器、抬头显示HUD等）
自动紧急制动AEB	在前车车距过小时主动干预制动	车距传感器（毫米波雷达、激光雷达、摄像头等）	制动
交通标志识别TSR	识别交通标志并作出相应提示	摄像头	显示系统（中控台、导航显示器、抬头显示HUD等）
智能远光控制IHC	根据道路和车辆的灯光情况自动切换前照灯，光线足够暗且附近没有其他车辆的灯光时切换至远光，有对面或前方车辆的灯光时切换至近光	摄像头	前照灯
自动泊车AP	自动探测周围环境，实现自动泊车入位	距离传感器（超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达、摄像头等）	油门、制动、转向
行人检测系统PDS	探测车辆前方行人状况，必要时给予警告或干预制动	摄像头	制动、显示系统（中控台、导航显示器、抬头显示HUD等）
盲点探测BSD	监视驾驶者侧方和后方盲区，在必要时给予警告	距离传感器（超声波雷达、毫米波雷达、激光雷达、摄像头等）	显示系统（中控台、导航显示器、抬头显示HUD等）
夜视系统NVS	利用主动或被动的红外线成像，为驾驶员提供弱光线环境下的视觉辅助	红外线传感器	显示系统（中控台、导航显示器、抬头显示HUD等）
驾驶员疲劳检测DSM	通过驾驶行为或驾驶员脸部和眼睛的特征评估，判断驾驶员疲劳度，在必要时给予警告	红外线传感器、摄像头	显示系统（中控台、导航显示器、抬头显示HUD等）
全景泊车系统SVC	利用多个摄像头拼接全景图像，为驾驶员泊车提供视觉辅助	摄像头	显示系统（中控台、导航显示器、抬头显示HUD等）

资料来源：中信证券研究部整理

# ADAS主要功能：执行是核心

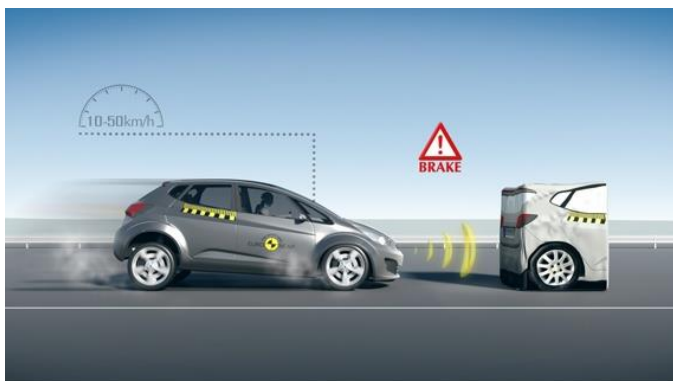
## 自适应巡航ACC



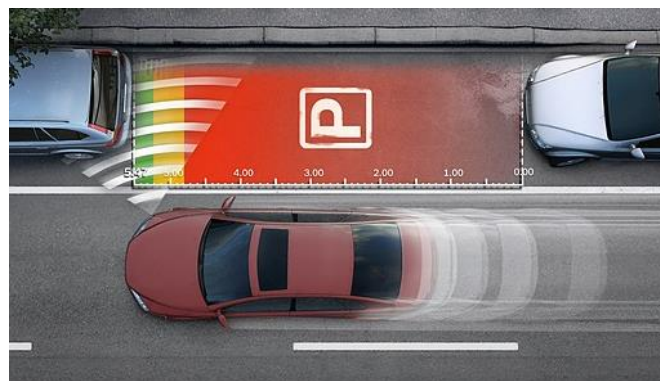
## 车道保持辅助LKA



## 自动紧急制动AEB



## 自动停车AP



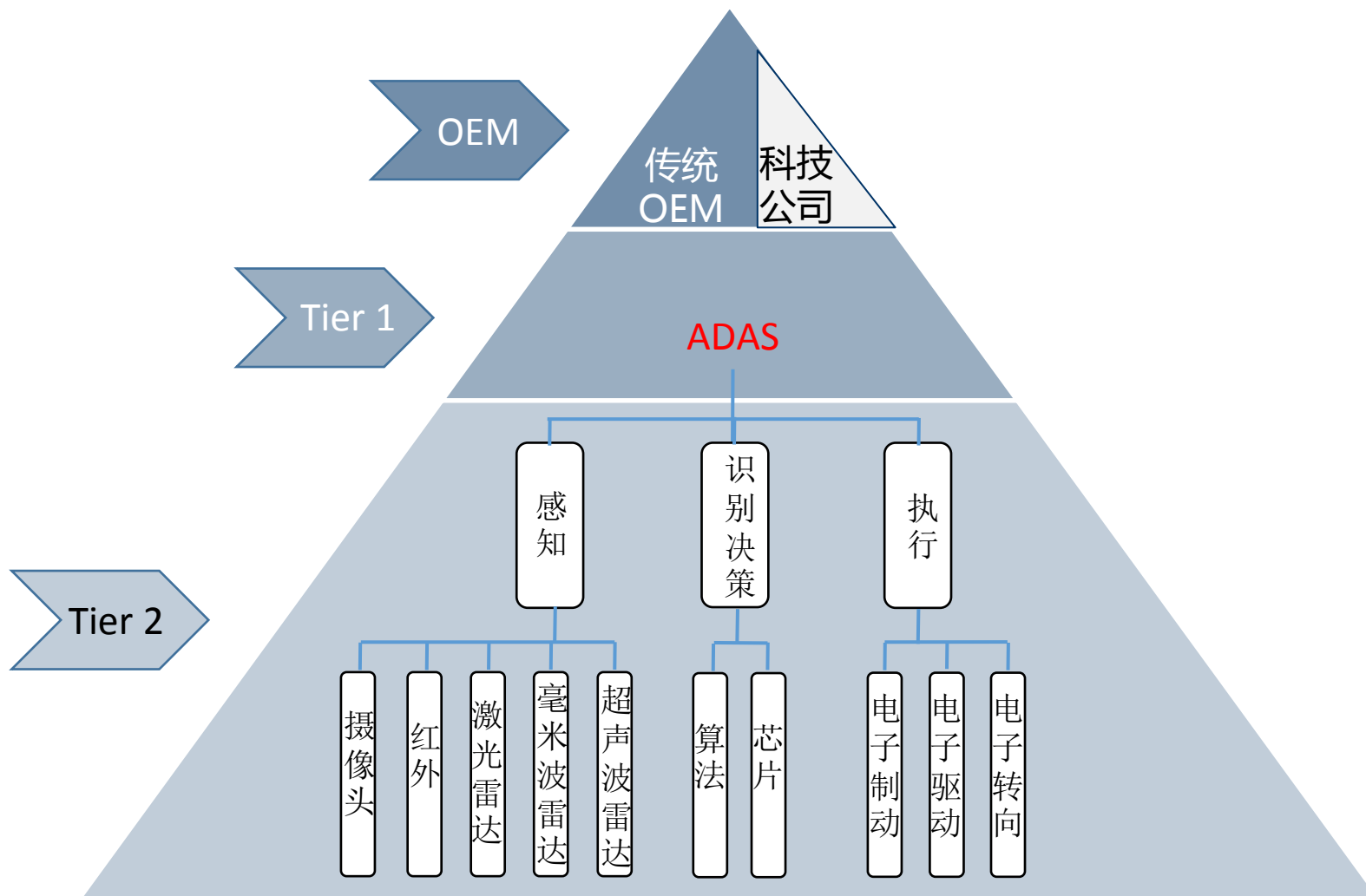
# 汽车安全法规助力ADAS快速发展

## ■ 欧美日均将ADAS列入汽车安全法规，中国或于近年效仿

各国均将ADAS列入汽车安全法规			
地区	机构	颁布时间	法规主要内容
美国	NHTSA	2011	车辆安全评分中列入前撞预警 FCW
		2015	自2018年开始，五星安全标准必须配备自动紧急制动AEB
		2016	占美国汽车市场份额99%以上的20家汽车制造商已同意： 自2022年9月1日起，车辆总重在3856kg之下的乘用车和轻型卡车标配AEB；自2025年9月1日起，总重在3856~4536kg之间的卡车标配AEB
欧洲	NCAP	2013	大型商用车必须配备AEB
		2014	乘用车要获得5星评分必须有至少一项主动安全技术，包括AEB，ACC，LDW，LKA等
日本	MLIT	2014	将AEB纳入安全评分体系
中国	C-NCAP	2018（预计）	在安全评分体系中加入FCW，AEB，LDW，PDS等

资料来源：NHTSA，NCAP，MLIT，中信证券研究部整理

# 未来汽车行业格局：金字塔，科技公司进入



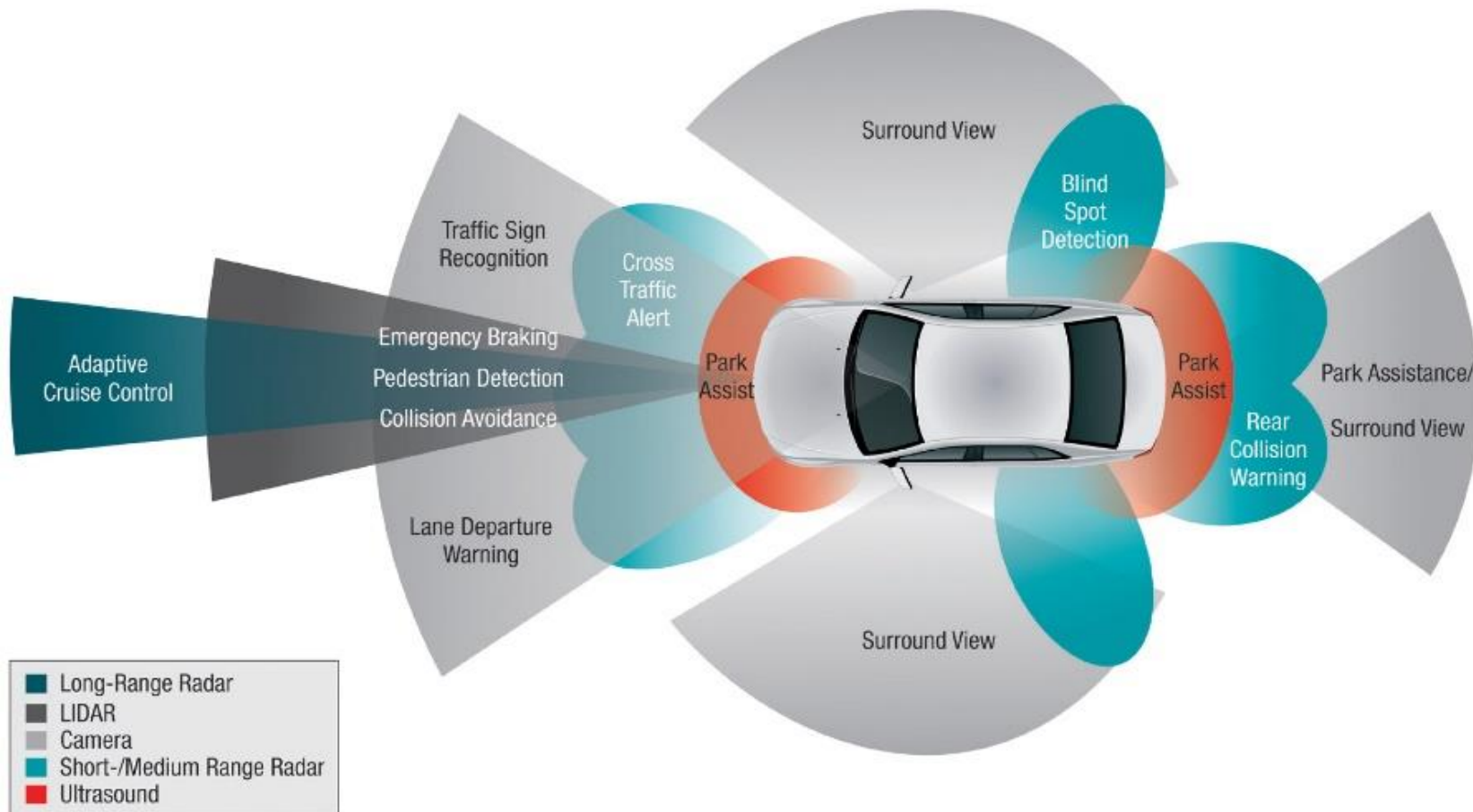


# 智能汽车



# 感知模块：多传感器融合发展

ADAS传感器融合



资料来源：ACTOM，中信证券研究部

# 感知模块：多传感器优势互补

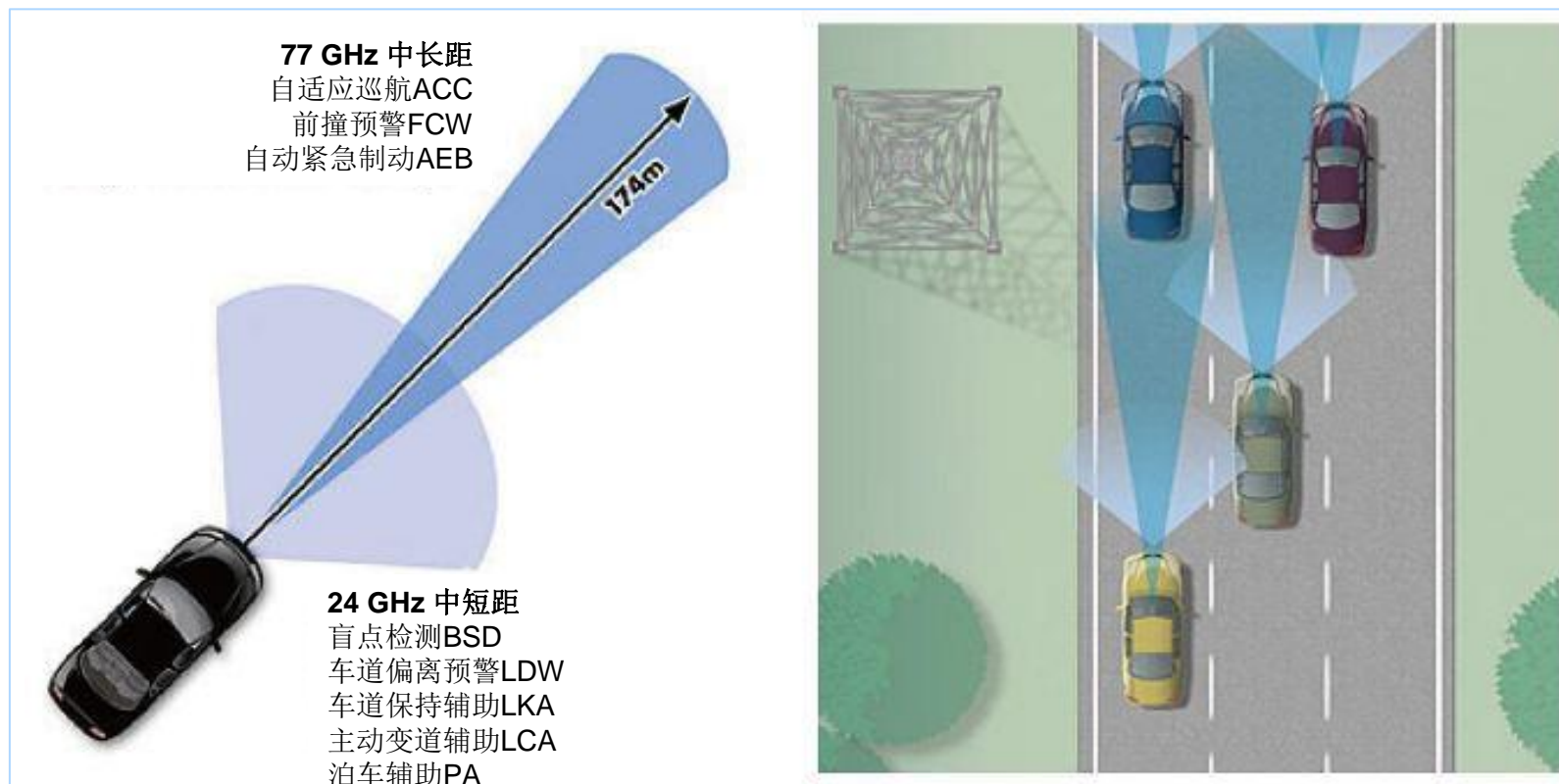
车载传感器对比					
	毫米波雷达	激光雷达	超声波雷达	摄像头	红外
成本（美元）	100-150	1000-8000	1-5	150-300	50-200
探测距离（m）	100-250	80-150	5	6-100	150-400
探测角度（°）	10-70	15-360	120	30	30
分辨率	√	o	×	√	×
低误报率	√	o	×	o	×
温度适应性	√	√	×	√	o
黑暗适应性	√	√	√	×	√
不良天气适应性	√	×	×	×	×
车道线/交通标志检测	×	×	×	√	×

资料来源：IEEE，中信证券研究部整理 √：优 o：良 ×：一般

# 感知模块之毫米波雷达：工作原理

## ■ 毫米波雷达：发射毫米波波段电磁波，测距+测速

毫米波雷达工作示意图

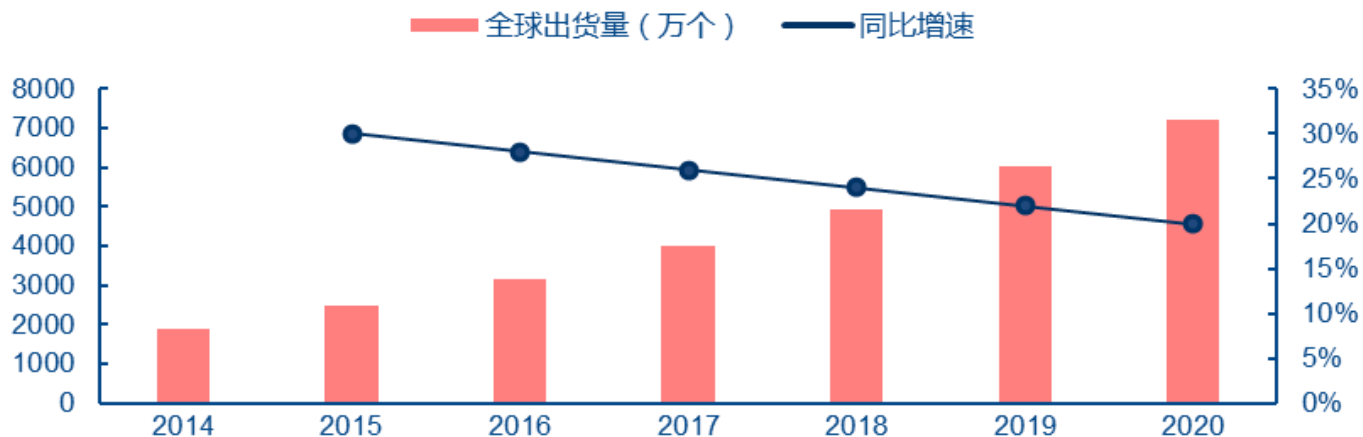


资料来源：中信证券研究部整理



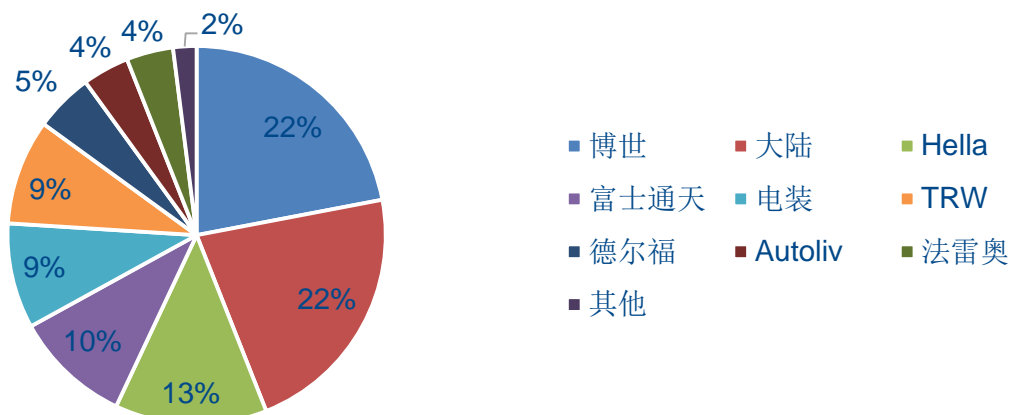
# 感知模块之毫米波雷达：增量发展，外国企业主导

全球车载毫米波雷达预测



资料来源：Plunkett Research（含预测），中信证券研究部

2015年全球汽车毫米波雷达主要厂家市场占有率

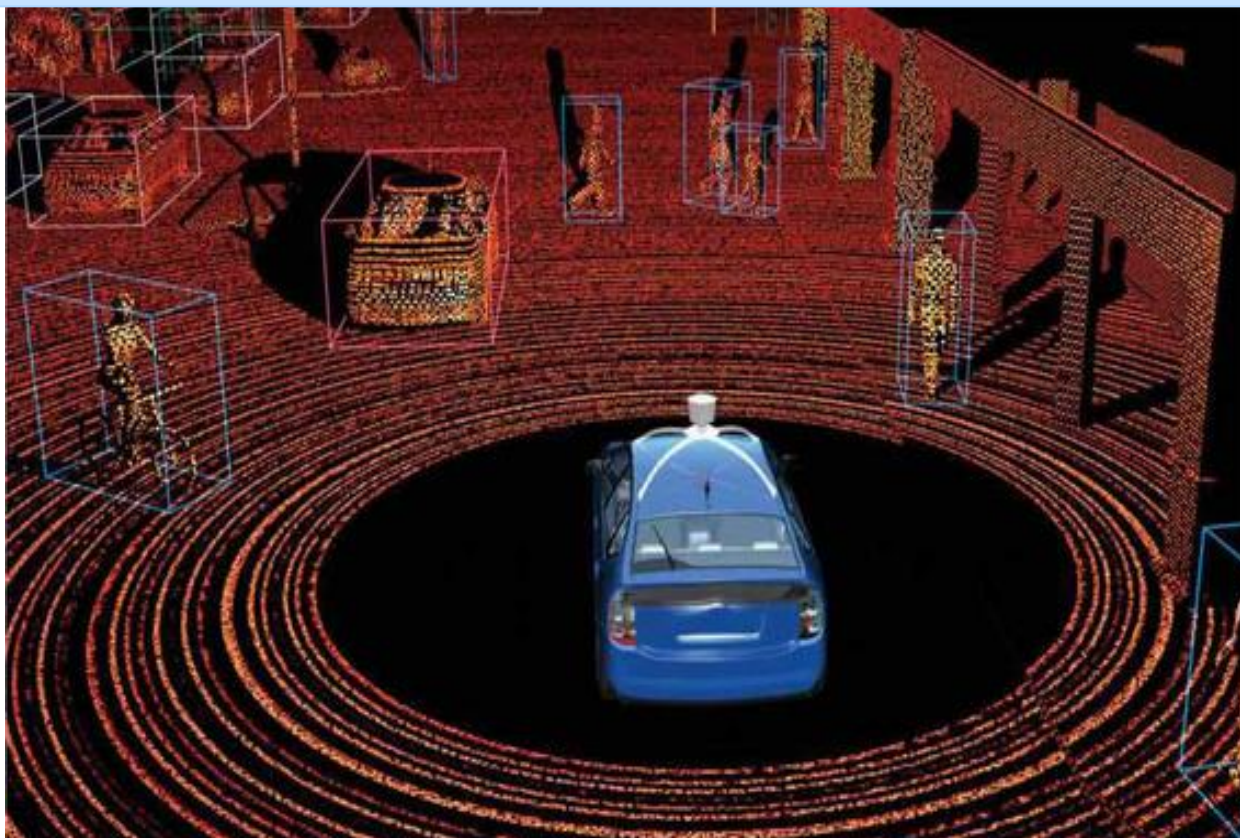


资料来源：佐思产研，中信证券研究部整理

# 感知模块之激光雷达

## ■ 激光雷达：激光发射与接收，三维环境建模

激光雷达3D点云示意图



资料来源：牛车网，中信证券研究部整理

# 感知模块之激光雷达：旋转→固态

- 激光雷达固态化是未来趋势，存在小型化、低成本优势

旋转与固态激光雷达对比



资料来源：汽车之家，中信证券研究部整理

# 感知模块之激光雷达：旋转VS固态

旋转激光雷达产品对比

生产厂家	产品	价格	线数	维数	旋转频率	测量范围	分辨率	精度
Ibeo	Lux		4	2.5D	12.5/25/50Hz	水平视场85度，垂直视场3.2度，探测距离200米	水平角分辨率0.125度，垂直角分辨率0.8度	10cm
	Lux 8L		8	2.5D	6.25/12.5/25Hz	水平视场110度，垂直视场6.4度，探测距离200米	水平角分辨率0.125度，垂直角分辨率0.8度	4cm
Velodyne	VLP-16	7999美元	16	3D	5-20Hz	水平视场360度，垂直视场30度，探测距离100米	水平角分辨率0.1-0.4度，垂直角分辨率2度	3cm
	HDL-32E	2万美元	32	3D	5-20Hz	水平视场360度，垂直视场40度，探测距离100米	水平角分辨率0.1-0.4度，垂直角分辨率1.33度	2cm
	HDL-64E	7万美元	64	3D	5-20Hz	水平视场360度，垂直视场26.8度，探测距离120米	水平角分辨率0.08度，垂直角分辨率0.4度	<2cm

资料来源：欧百拓官网，Velodyne官网，中信证券研究部整理

固态/混合固态激光雷达产品对比

生产厂家	合作伙伴	产品	价格	线数
Quanergy	德尔福	固态S3	250美元，量产后100美元	8
Ibeo	法雷奥	混合固态Scala		4
Velodyne	福特	混合固态Ultra Puck Auto	量产价500美元，2025年200美元	32

资料来源：汽车之家，车云网，中信证券研究部整理



# 感知模块之摄像头

摄像头的应用方案对比

	应用场景	技术难点
单目摄像头	自适应巡航ACC,车道偏离预警LDW,车道保持辅助LKA,前撞预警FCW,自动紧急制动AEB,交通标志识别TSR,自动泊车AP,行人监测PDS,驾驶员状态监测DMS	机器学习, 模式识别
后视摄像头	自动泊车AP	恶劣环境适应性
立体(双目)摄像头	自适应巡航ACC,车道偏离预警LDW,车道保持辅助LKA,前撞预警FCW,自动紧急制动AEB,交通标志识别TSR,自动泊车AP,行人监测PDS,驾驶员状态监测DMS	双目标定, 双目定位
环视摄像头	自动泊车AP, 全景泊车系统SVC	畸变还原与对接
资料来源: 中信证券研究部整理		

单目摄像头



资料来源: 360汽车, 中信证券研究部

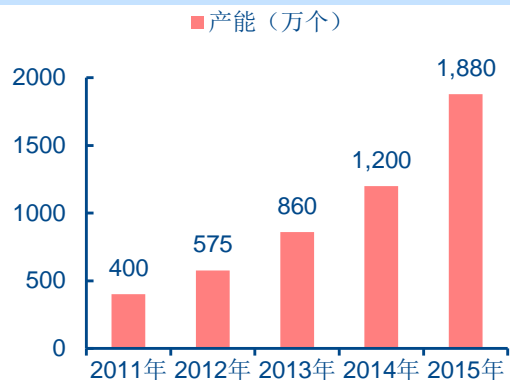
双目摄像头



资料来源: 网易汽车, 中信证券研究部

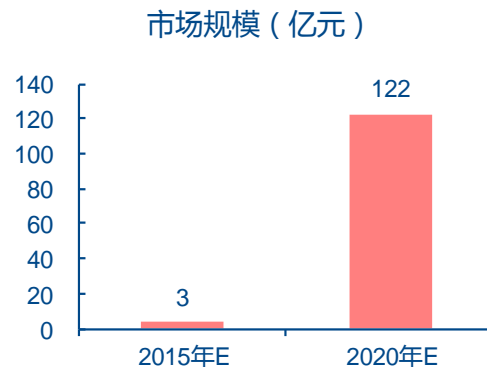
# 感知模块之摄像头：国内龙头地位稳固

## 2011-2015年中国车载镜头产能



资料来源：智研咨询，中信证券研究部

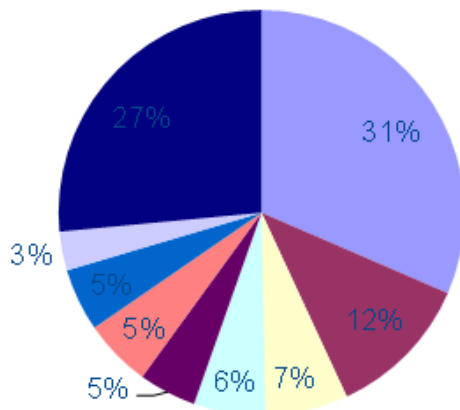
## 车载镜头中国市场规模预测（亿元）



资料来源：中信证券研究部预测

## 2014年全球摄像头市场份额

■ 大立光电 ■ 玉晶 ■ Sekonlx ■ Kantatsu ■ 舜宇光学 ■ Kolen ■ DIOSTECH ■ SEMCO ■ 其他



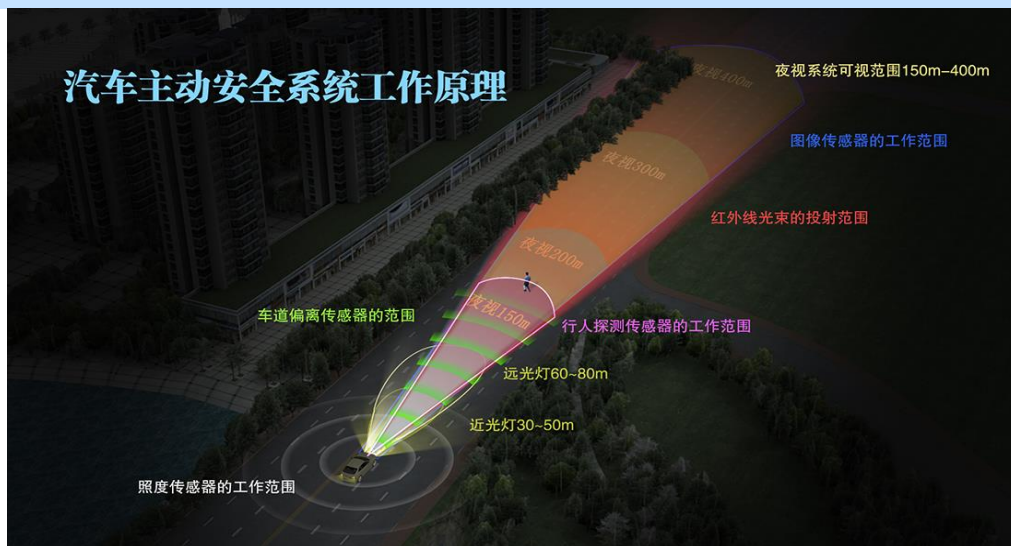
资料来源：Techno Systems Research，中信证券研究部整理

# 感知模块之红外夜视

## ■ 汽车安全关注度提升，红外夜视成长空间巨大

- 据美国国家公路交通安全管理局(NHTS)的统计，虽然夜间行车在整个公路交通中只占四分之一，发生的事故却占到一半；
- 2015年红外夜视系统的渗透率仅有1%左右，以2020年前装渗透率达到5%估算，单套系统2500元左右，届时仅前装就会有38亿元的市场空间。

红外夜视系统工作原理



资料来源：保千里，中信证券研究部整理

## 执行机构：电控化是必然趋势

电子制动

液压制动



电控液压制  
动EHB



电控机械制  
动EMB

电子驱动

集中式驱动



分布式轮边  
驱动



分布式轮毂  
驱动

电子转向

机械转向



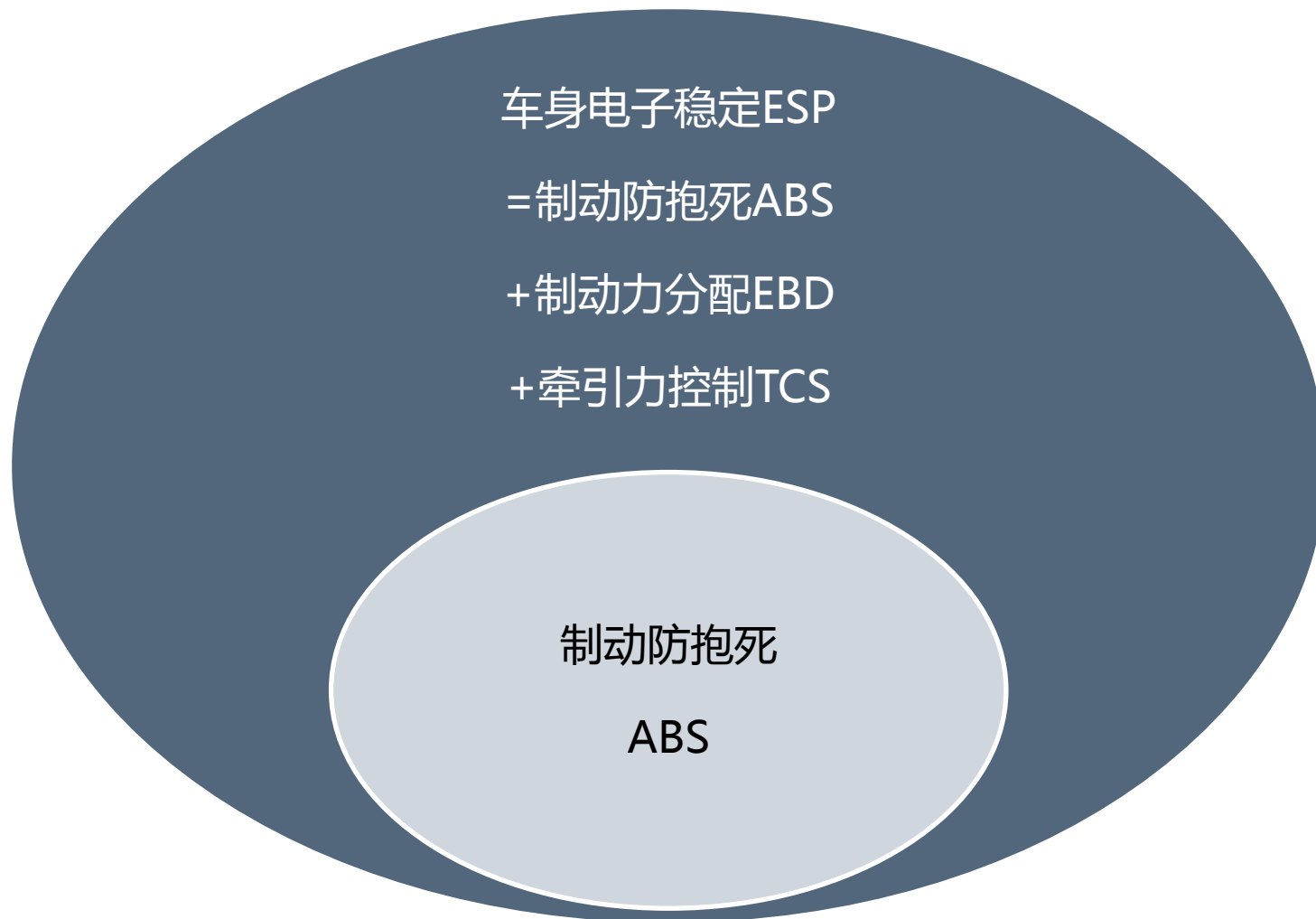
线控转向  
+机械备份



线控转向

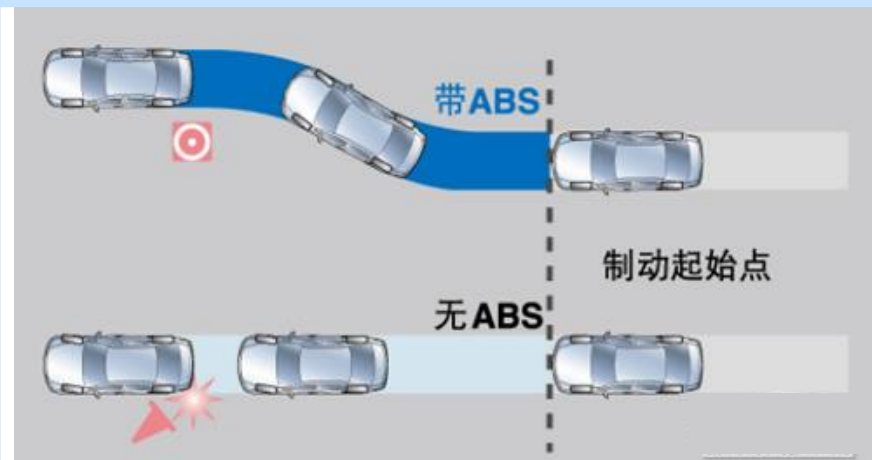


## 执行机构之制动系统：传统汽车的制动辅助控制



# 制动防抱死系统（ABS）& 车身电子稳定系统（ESP）

ABS防抱死示意图



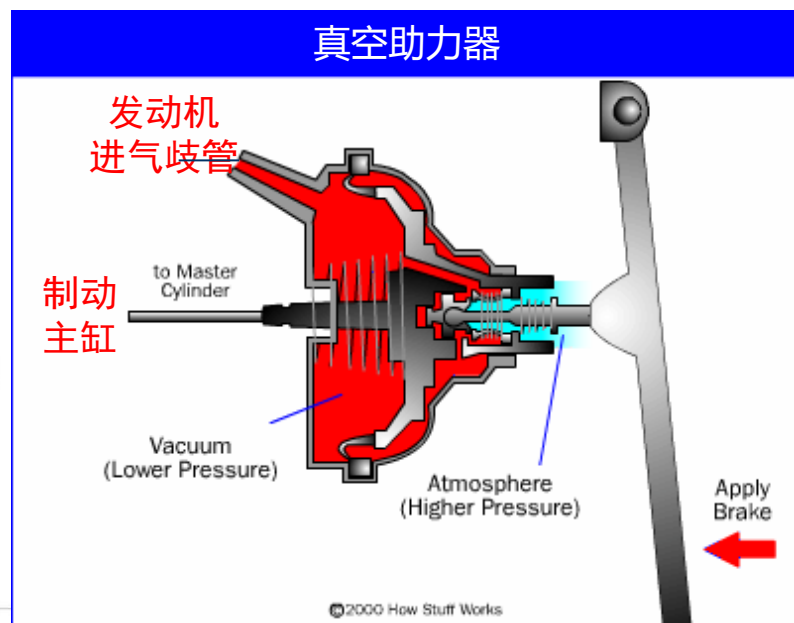
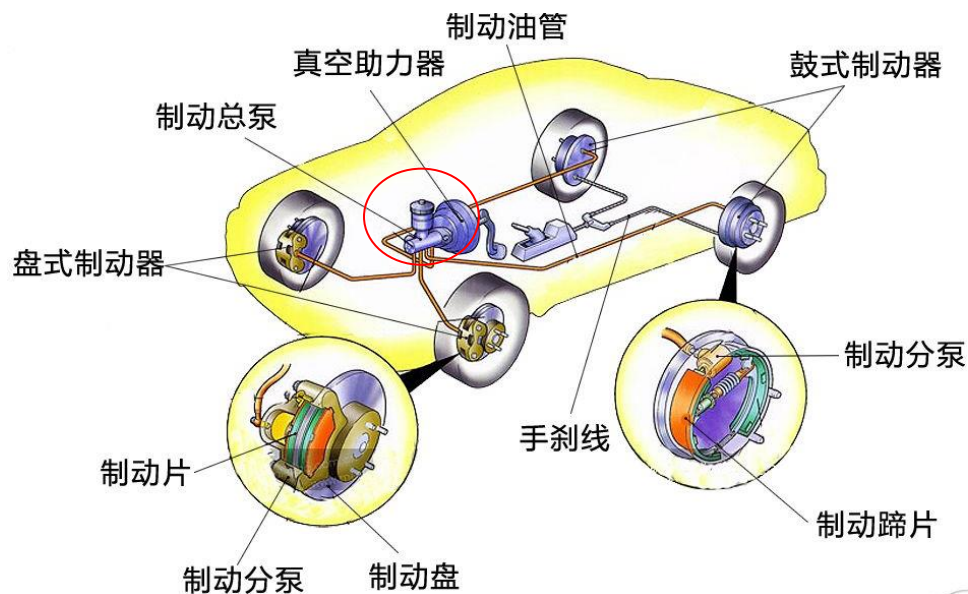
ESP车身电子稳定控制示意图

ESP修正转向过度：制动外前轮

ESP修正转向不足：制动内后轮



# 液压制动系统



- 液压制动系统依赖真空助力器，真空环境来自发动机进气歧管
- 电动汽车没有发动机，制动系统电控化是必然需求
  - 电动真空泵（复杂）OR 电控制动（简化）
  - 电控制动：电控液压制动EHB，电控机械制动EMB

# 电控液压制动（EHB）

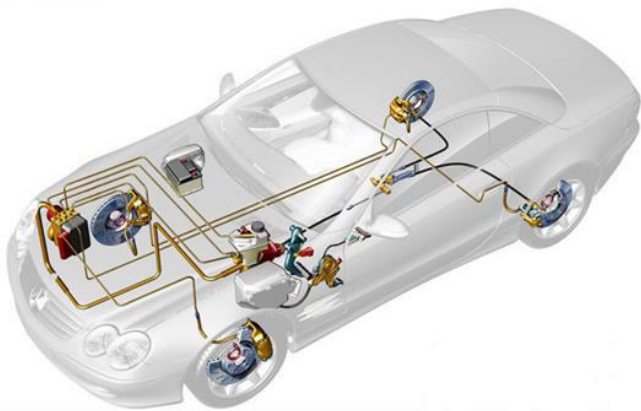
## ■ 电控液压制动（Electronic Hydraulic Brake, EHB）

- 制动踏板→ECU→电机→液压系统→制动盘/鼓（→表示机械连接，→表示电子连接）
- 特点：无需真空助力器，制动踏板与液压系统之间仍保留机械连接，液压系统与传统汽车制动系统无明显区别

## ■ 参与企业

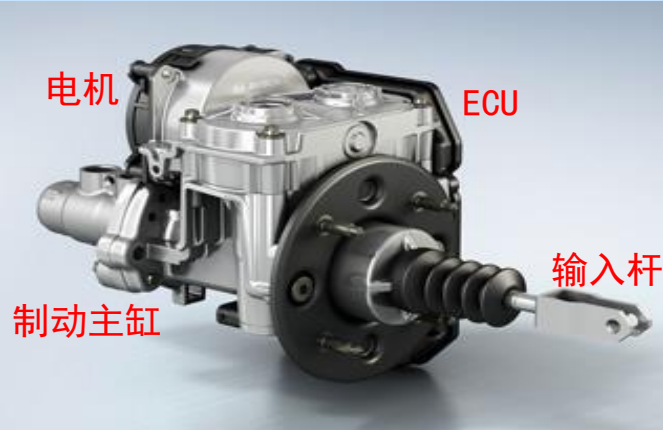
- 零部件：大陆，博世，天合，德尔福，SKF，万都，爱德克斯
- 整车厂（量产车）：奔驰（SL级，E级），通用（Hy-Drive, Sequel），福特（Focus FCV），丰田（普锐斯，雷克萨斯GS450h，皇冠Majesta），日产（Leaf）

奔驰汽车EHB系统



资料来源：腾讯汽车，中信证券研究部整理

博世 iBooster



资料来源：汽车之家，中信证券研究部整理

# 电控机械制动（EMB）

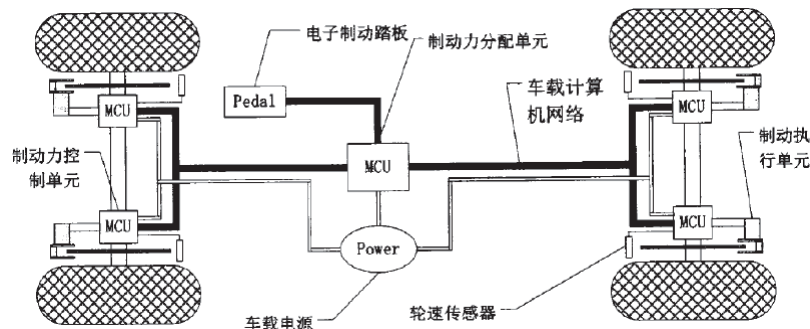
## ■ 电控机械制动（Electronic Mechanic Brake，EMB）

- 制动踏板→ECU→电机→制动执行机构（→表示机械连接，→表示电子连接）
- 特点：无需真空助力器和液压制动系统，由电机直接驱动制动执行机构进行制动零部件厂商

## ■ 参与企业

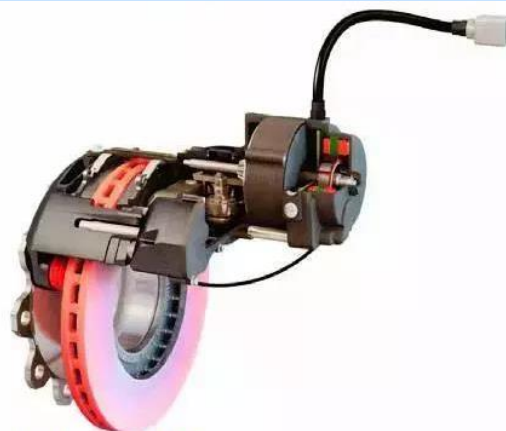
- 零部件：大陆，博世，西门子，天合，德尔福，布雷博，瀚德，SKF，万都，PBR
- 整车厂（概念车）：通用 Hy-wire，日产 EA2/Pivo，宝马 Z22，奥迪 e-tron，雪铁龙 C5

EMB系统示意图



资料来源：浙江大学学位论文，中信证券研究部整理

瑞典瀚德EMB样机

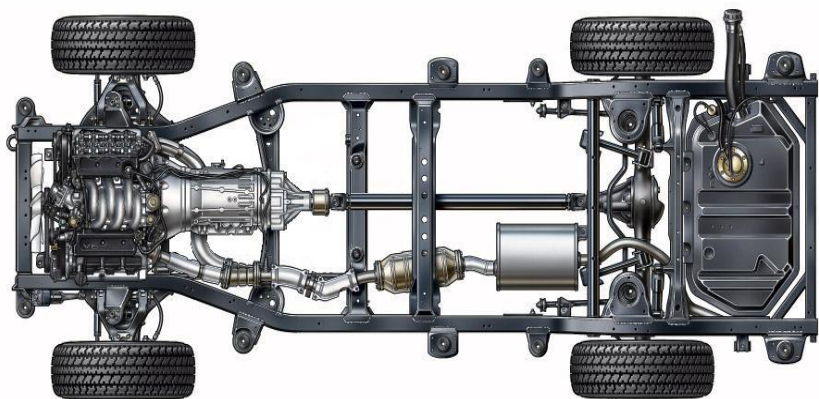


资料来源：Haldex官网，中信证券研究部整理



# 执行机构之驱动系统：由集中式向分布式发展

## 燃油汽车的集中式驱动系统



## 电动汽车的分布式驱动系统 (蓝色为电池，绿色为分布式电机)



## 轮边电机

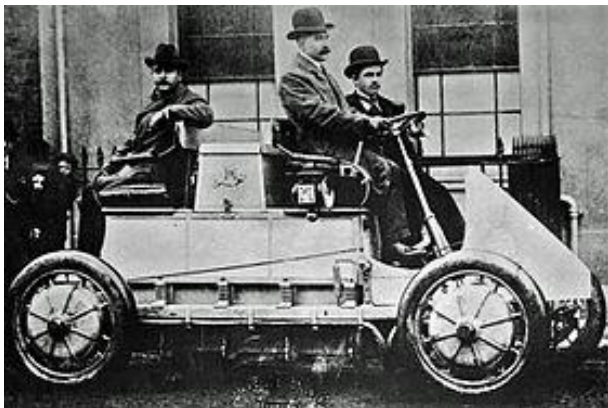


## 轮毂电机



# 分布式驱动概念车&量产车

1901, 保时捷Lohner Porsche



2010, 广汽传祺  
纯电动概念车  
两后轮轮毂电机



2003, 丰田fine-X  
氢燃料电池概念车  
四轮轮边电机



2011, 奇瑞瑞麒XI-EV  
纯电动概念车  
四轮轮毂电机



2011, 比亚迪K9  
已量产, 在全球44个城市运行  
两后轮轮边电机

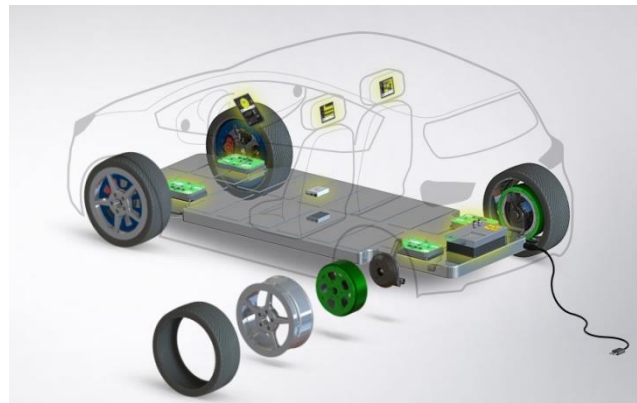


2014, 特斯拉 Model S  
纯电动量产车  
前轮集中电机+两后轮轮边电机



# 轮毂电机优势企业1: Elaphe

## ■ Elaphe专注于电动汽车及其他车辆轮毂电机技术



Elaphe轮毂电机产品系列

产品代码	M700	M1100	L-Type	Marine	LEV	COSIVU
产品重量/kg	23	68	29	32	20	50
峰值扭矩/Nm	700	1100	1500	400	225	1000
最高转速/rpm	1500	1160	1500	2400	1200	1250
峰值功率/kW	75	90	131	60	20	75
额定功率/kW	50	70	77	45	10	65
冷却方式	水冷	水冷	水冷	水冷	空冷	水冷
适用性	乘用车/轻型商用车	城市列车/公交车	SUV/动力型轿车	跑车	小型车	重型车

资料来源: Elaphe官网, 中信证券研究部整理



## 轮毂电机优势企业2: Protean

- Protean 专注设计、开发和制造ProteanDrive驱动系统，提供一体化轮毂电机驱动系统解决方案

ProteanDrive系统参数

产品重量/kg	34
峰值扭矩/Nm	1000
额定扭矩/Nm	650
峰值功率/kW	75
额定功率/kW	54

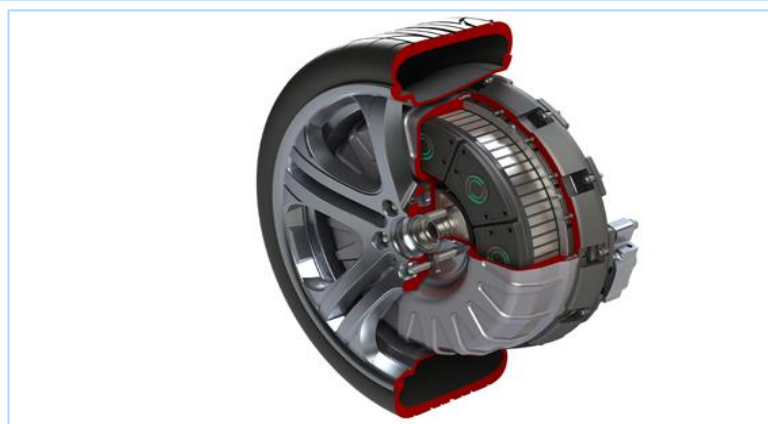
资料来源: Protean官网, 中信证券研究部整理

轮毂电机爆炸图



资料来源: Protean官网, 中信证券研究部整理

轮毂电机



资料来源: Protean官网, 中信证券研究部整理

## 轮毂电机优势企业3：米其林

### ■ 米其林是世界著名的轮胎制造企业

- 2008年在巴黎车展上首度展出Venturi Volage主动车轮；
- 其后又推出全新的WILL，车轮中不仅集成了刹车盘，而且还包括车辆的电子驱动马达和悬挂马达。

米其林主动车轮方案



资料来源：汽车之家，中信证券研究部整理



# 执行机构之转向系统：由机械式向线控式发展

## ■ 机械式转向系统

➤ 方向盘→转向管柱→转向器→前轮

## ■ 线控式转向系统（SBW, Steering by Wire）

➤ 方向盘→ECU→转向器→前轮（ → 表示机械连接， → 表示电子连接）

机械式转向系统



资料来源：百度，中信证券研究部整理

线控式转向系统



资料来源：百度，中信证券研究部整理

# 线控转向：安全问题是关键，余度技术是瓶颈

## ■ 英菲尼迪全球召回Q50

- 全球唯一线控转向量产车（有机械备份），两次因转向系统召回
- 2014，当外界温度处于零下时，电动转向系统失灵，机械备份可能不能立即启动
- 2016，软件故障或导致转向响应失效

英菲尼迪Q50因线控转向问题被召回



资料来源：TOM汽车，中信证券研究部整理

## ■ 无人驾驶是智能汽车的发展方向

- 未来科技进步趋势 “互联网” → “物联网” ，智能驾驶是“万物互联”的最好载体，“无人驾驶”是汽车智能的终极发展方向；
- 智能驾驶将进入高速发展期，技术、立法、产业化同时推动。

## ■ ADAS是关键落地点，参股和收购是上市公司介入ADAS的主要方式

- 预计2020年中国ADAS市场规模有望达到2000亿，中资ADAS公司有望通过“模仿+自主创新”方式跑步前进；
- 优秀公司相对稀缺，上市公司将通过参股和收购方式进入相关领域。

## ■ 执行机构值得重点关注

- 执行功能类ADAS是核心竞争力，相关执行机构（电子制动、轮毂电机等）有望形成数百亿元级别市场。

## ■ 投资标的

- 万安科技、拓普集团、亚太股份等。

# 公司推荐

## 上市公司布局智能汽车执行机构

公司	业务布局	产品
万安科技	与瑞典瀚德成立合资子公司HaldexVIE； 收购Protean 10%股权，并在中国成立合资公司	电子机械制动（EMB）系统 轮毂电机
拓普集团	拟定增28亿元，用于智能刹车系统与电子真空泵项目	智能刹车系统IBS
亚太股份	率先完成ABS国产化，EPB、EABS已于2015年投产，ESC将于2016年投产； 收购Elaphe 20%股权，并在中国成立合资公司	ABS/ESC 轮毂电机

资料来源：中信证券研究部整理

## 盈利预测表

简称	股价（元）	EPS（元）				PE（倍）				PB	评级
		15	16E	17E	18E	15	16E	17E	18E		
万安科技	28.94	0.19	0.24	0.31	0.37	152	121	93	78	8.5	增持
拓普集团	26.54	0.63	0.76	0.88	1.04	42	35	30	26	5.3	增持
亚太股份	18.18	0.19	0.25	0.29	0.34	94	73	63	53	5.3	增持

资料来源：wind，中信证券研究部预测

注：采用2016年6月14日收盘价

# 汽车：许英博、陈俊斌、崔宇硕

## ■ 许英博：

- 中信证券汽车行业首席分析师，证券从业9年。
- 毕业于清华大学汽车工程专业，2007年进入中信证券研究部。
- 2013、2012、2011、2010、2009年《新财富》“汽车和汽车零部件”行业第一名；2013、2012、2011、2010、2009年《证券市场周刊》“汽车和汽车零部件”行业第一名。
- 2013年II（Institutional Investor）All China，汽车分析师第二名。



## ■ 陈俊斌：

- 中信证券汽车行业分析师，证券从业6年。
- 毕业于厦门大学电子工程专业，2010年进入中信证券研究部。
- 中国注册会计师，2006年－2010年任职于毕马威华振会计师事务所。
- 2013、2012《新财富》“汽车和汽车零部件”行业第一名（团队成员）；2013、2012《证券市场周刊》“汽车和汽车零部件”行业第一名（团队成员）。



## ■ 崔宇硕

- 中信证券汽车行业分析师，硕士毕业于清华大学汽车工程系，2014年加入中信证券研究部。



## 加入“知识星球 行业与管理资源”库，免费下载报告合集

1. 每月上传分享2000+份最新行业资源（涵盖科技、金融、教育、互联网、房地产、生物制药、医疗健康等行业报告、科技动态、管理方案等）；
2. 免费下载资源库已存行业报告。
3. 免费下载资源库已存国内外咨询公司管理方案与企业运营制度等。
4. 免费下载资源库已存科技方案、论文、报告及课件。



微信扫码加入“知识星球 行业与管理资源”，  
获取更多行业报告、管理文案、大师笔记

## 加入微信群，每日获取免费3+份报告

1. 扫一扫二维码，添加群主微信（微信号：Teamkon）
2. 添加好友请备注：**姓名+单位+业务领域**
3. 群主将邀请您进专业行业报告资源群



微信扫码二维码，免费报告轻松领

致謝

## 中信证券研究部 汽车组

许英博

电话: 010-60838704  
邮件: xuyb@citics.com  
执业证书编号:  
S1010510120041

陈俊斌

电话: 010-60836703  
邮件: chenjb@citics.com  
执业证书编号:  
S1010512070001

崔宇硕

电话: 010-60836750  
邮件: cuiyushuo@citics.com  
执业证书编号:  
S1010516050002