

# 半导体

## 汽车半导体行业深度-从行业发展到量价分析

汽车半导体市场是近年来最有潜力的半导体应用市场,特斯拉带动新能源汽车的投资热情,电动汽车渗透率将持续快速提升,汽车内部结构变化带来电子零部件价值量增加,其带来的不仅仅是电机、电控及电池领域的增长,从内部零部件角度来说,汽车半导体升级空间广阔:半导体(包括MCU、功率半导体和传感器)以功率半导体为例,电源驱动模块大量应用功率半导体,且应用于高压领域的IGBT用量显著提升,预计单车价值量由70美金上升至300美金+功率半导体正加速向国内转移,国内电子企业有望享受这一轮市场增长+市场转移带来的高业绩增长预期。

我们假设2016-2020年全球燃油车年产量由6963万辆增长至7478万辆,年均增速2%;新能源汽车(包括纯电动和混动)由77万辆增长至299万辆,年均增速47%,考虑内部零部件电子化带来的价值增量,我们判断车用半导体增速远快于2%的汽车市场平均增速。我们认为汽车新能源化带来的价值和量同步升级,汽车半导体企业将深度受益于相关产业扩张所带来的市场机遇。

我们建议重点关注功率半导体在国内的产业链变革。我们看好国内企业通过已收购回来的海外优质汽车半导体资产,并进行国产替代打开成长空间的逻辑。从目前的进度看,国内的闻泰科技有望凭借成功的资本运作和成本管理能力率先获得成功,预计未来国内将出现自己的优秀汽车功率半导体企业。

**投资建议:**汽车功率半导体领域首推闻泰科技(拟收购安世半导体),关注功率器件领域:扬杰科技,捷捷微电,华虹半导体;

**风险提示:**新能源汽车/电动市场发展不及预期,全球经济波动加剧,安世半导体收购进度不及预期。

证券研究报告

2018年11月26日

投资评级

行业评级 强于大市(维持评级)

上次评级 强于大市

作者

潘暕 分析师  
SAC执业证书编号: S1110517070005  
panjian@tfzq.com

陈俊杰 分析师  
SAC执业证书编号: S1110517070009  
chenjunjie@tfzq.com

行业走势图



资料来源: 贝格数据

相关报告

- 《半导体-行业研究周报:扩大半导体行业边界的成长动能(1)——新能源汽车》 2018-11-18
- 《半导体-行业研究周报:讨论国产半导体设备的“质变”到“量变”再次确立“设备”为投资主线》 2018-11-11
- 《半导体-行业点评:北京矽成(ISSI)历次收购方案梳理》 2018-11-11

### 重点标的推荐

股票代码	股票名称	收盘价 2018-11-23	投资 评级	EPS(元)				P/E			
				2017A	2018E	2019E	2020E	2017A	2018E	2019E	2020E
600745.SH	闻泰科技	30.48	买入	0.52	1.37	1.87	2.38	58.62	22.25	16.30	12.81

资料来源: 天风证券研究所, 注: PE=收盘价/EPS



## 内容目录

核心观点:	5
1. 新能源汽车驱动汽车半导体发展	5
1.1. 汽车半导体的定义及前景	5
1.1.1. 汽车半导体的市场竞争特点	5
1.1.2. 汽车半导体的企业特征	5
1.1.3. 受环保驱动的新能源汽车市场是刚需	6
1.1.4. 新能源汽车半导体投资前景探讨	6
1.2. 特斯拉点燃汽车半导体行业投资热情	7
1.3. 全球新能源汽车迈入高增长轨道	8
2. 新能源汽车电子化显性增量——电机电控&电池	10
2.1. 汽车核心驱动部件-电机	10
2.2. 汽车电控系统介绍	12
2.2.1. 整车控制系统（VCU）	13
2.2.2. 电机控制器（MCU）	13
2.2.3. 电池管理系统（BMS）	13
2.3. 新能源汽车的限制性技术-电池	14
3. 新能源汽车内部器件价值增长核心逻辑——电池电压提升	16
3.1. 新能源车按照动力来源的分类	16
3.2. 48V 微混车发展空间广阔	17
3.3. 高电压下电池零部件的潜在变化	18
4. 新能源汽车电子化隐性增量——功率半导体量价齐升	18
4.1. 功率半导体	19
4.1.1. 汽车用功率半导体——汽车电能转换和控制的核心部件	19
4.1.2. 新能源汽车带来的功率半导体应用变化	20
4.1.3. 从“质”和“量”两方面看新能源汽车为功率器件带来的价值增量	20
4.1.4. 汽车功率半导体价值量测算及各元器件空间测算	23
4.1.5. 功率半导体市场基本被海外垄断，国内企业替代空间广阔	25
4.1.6. 国际领先汽车半导体方案提供商	27
5. 投资建议	31

## 图表目录

图 1: 2017 年全球前十大车用半导体供应商排行 (%)	6
图 2: 全球四大区域碳排放的法律要求 (CO <sub>2</sub> / km)	6
图 3: 2017 年我国充电桩发展数量现状 (个)	6
图 4: 汽车电子技术路线	6
图 5: 特斯拉季度销量 (辆)	7
图 6: 特斯拉 Model 3	8
图 7: 特斯拉销量预期 (万台)	8

图 8: 2018 年前三季度全球新能源汽车销售占比 (%)	8
图 9: 2018 年前三季度中国新能源汽车销售占比 (%)	9
图 10: 我国新能源乘用车销量及渗透率 (单位: 万辆, %)	9
图 11: 全球新能源乘用车销量及渗透率 (单位: 万辆, %)	9
图 12: 新能源汽车内部结构——大量用到电子零配件	10
图 13: 新能源汽车电机结构	11
图 14: 新能源汽车三级模块体系	12
图 15: 2016 年中国锂动力电池企业竞争格局 (%)	15
图 16: 纯电动车驱动系统基本组成	16
图 17: 普通混合动力汽车驱动系统基本组成	16
图 18: 分立器件按下游应用分类 (%)	19
图 19: 分立器件行业整体规模及增速 (亿美元, %)	19
图 20: 按车型分类的电子部件比例 (%)	20
图 21: 电动车中的逆变器	20
图 22: 充电器在电动车中工作	21
图 23: 不同新能源汽车运行电压功率分布	21
图 24: IGBT 和 MOSFET 的工作特性	21
图 25: 英飞凌全电压范围应用的新能源汽车功率器件	22
图 26: 2016 年全球 IGBT 半导体市场份额 (%)	23
图 27: 2016 年中国分立 IGBT 主要厂商排名 (%)	23
图 28: 2016 年中国 IGBT-IPM 主要厂商排名 (%)	23
图 29: 内燃机到电动汽车发展中半导体的价值 (美元)	24
图 30: 新能源汽车驱动功率半导体市场规模增大	24
图 31: 功率半导体市场主要参与厂家	25
图 32: 2017 年英飞凌细分市场同比增长 (%)	27
图 33: 英飞凌公司近年股息分配情况 (美分)	27
图 34: 2017 年英飞凌分地区市场收入占比 (%)	27
图 35: 2017 年英飞凌主营业务占比 (%)	28
图 36: 恩智浦近年营收及复合增长率 (十亿美元)	29
图 37: 恩智浦近年毛利润及复合增长率 (十亿美元)	29
图 38: 恩智浦的业务划分及对应客户	29
图 39: 恩智浦 2017 年营收分类 (%)	30
图 40: 恩智浦 2017 年 HPMS 收入终端市场划分 (%)	30
表 1: 新能源汽车带动汽车内部半导体含量 (元)	5
表 2: 国内外主要新能源汽车电动类型及供应商情况	12
表 3: 单车 MCU 消耗量	13
表 4: 国内外主要 BMS 厂商技术指标 (°C)	14
表 5: 新能源汽车电力电池的基本性能要求	14
表 6: 主要锂离子电池类型优缺点对比	15
表 7: 国内外主要新能源汽车电池价格 (RMB)	16

表 8：全球知名车企部分混动车车型.....	17
表 9：新能源汽车带动汽车内部半导体价值增量（元）.....	19
表 10：功率半导体的单车价值量估算（美元）（维度 2）.....	24
表 11：新能源车带来各功率半导体市场空间测算（百万美元，%）.....	25

## 核心观点：

我们假设 2016-2020 年全球燃油车年产量由 6963 万辆增长至 7478 万辆，年均增速 2%；新能源汽车（包括纯电动和混动）由 77 万辆增长至 299 万辆，计算年均增速为 47%，考虑内部零部件电子化带来的价值增量，我们判断车用半导体增速远快于 2% 的汽车市场平均增速（见下表）。我们认为汽车新能源化带来的价值和量同步升级，汽车半导体企业将深度受益于相关产业扩张所带来的市场机遇。

表 1：新能源汽车带动汽车内部半导体含量（元）

(单位:元)	单车价值量（乘用车）		整车市场空间预测（亿元）			
	传统汽车	新能源汽车	2017	2020	增长(yoy)	
半导体	功率器件	71	387			
	IC	77	77	2601	3263.2	6.60%
	传感器	44	49			

资料来源：IHS，天风证券研究所整理

## 1. 新能源汽车驱动汽车半导体发展

### 1.1. 汽车半导体的定义及前景

我们深度看好新能源汽车电子装置中半导体成分的增长，包括电机结合的电子控制装置和独立于动力系统以外的车载电子装备。电子控制装置主要是汽车动力、驾驶控制等系统组成，后者通常与通信、娱乐设备相关，汽车电子根据功能可分为车身控制系统（ECU）、安全系统、娱乐设备、底盘控制、高级驾驶辅助系统（ADAS）等，每个系统需要通过半导体器件实现相关功能，包括存储器、传感器、光电器件、射频器件、功率器件等。

我们认为，汽车半导体市场将是近年来发展最快的 IC 芯片应用市场之一。而其中受益于新能源汽车的渗透率提升，价值量和出货量的双重叠加增长驱动将格外显著。

#### 1.1.1. 汽车半导体的市场竞争特点

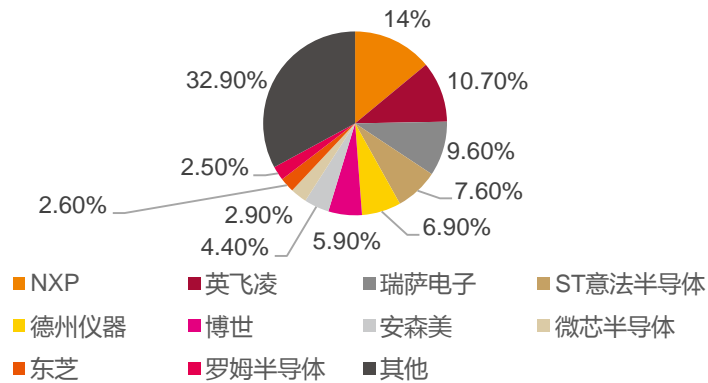
车用半导体对产品性能和可靠性要求很高，汽车的使用环境更接近于工业产品，汽车半导体通常工作在高温、高湿、严寒等恶劣极端环境下，加上汽车对安全事故的零容忍，对半导体产品的抗干扰能力、可靠性及稳定性要求极高，这与一两年就更新换代的智能手机不同，汽车产品更新频率较低，每年的升级幅度很小，多集中于外观或动力组件，一手汽车加上二手使用年限通常能达到 10 年，说明汽车电子供应商较为固定，同时 IDM 厂家对比 IC 设计企业更有优势。

产品开发周期比较长，加之对汽车电子产品的高要求及定制化需求，使得半导体厂商通常必须在商用前 4-5 年即和汽车制造厂商共同启动研发，同时产品认证的周期漫长，国际标准组织要求汽车电子半导体厂商建立相应开发生产流程后，并获得相应的认证方可进入汽车产业链，导致新进企业进入产业链难度很高，以上诸多特点使得汽车电子整个上下游供应链关系比较稳定，有很强的行业壁垒。

#### 1.1.2. 汽车半导体的企业特征

全球汽车半导体厂商主要有英飞凌、NXP、瑞萨电子、ST 意法半导体、TI 等龙头企业，根据 Semicast Research 的研究显示，2017 年 NXP 全球市场份额达 14%，领先第二名英飞凌 3 个百分点，前十名总份额达到 67.1%，显示集中度进一步增加。

图 1：2017 年全球前十大车用半导体供应商排行（%）

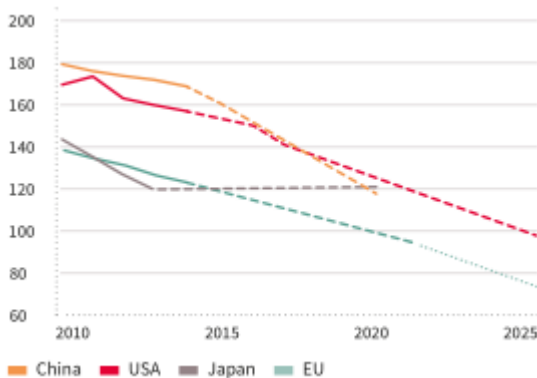


资料来源：Semicast Research，天风证券研究所

### 1.1.3. 受环保驱动的新能源汽车市场是刚需

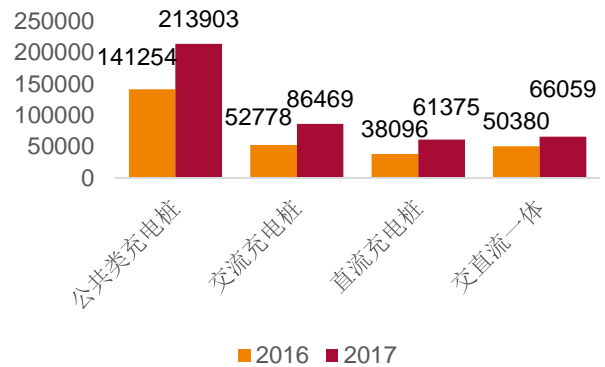
汽车行业一直致力于节能减排。这里一部分原因是受到更加严格的二氧化碳减排规则限制：比如新的欧盟委员会规则要求到 2021 年将平均车辆排放量减少到 95 g CO<sub>2</sub>/公里等。同时越来越多的中产阶级也充分意识到减少燃料消耗可以节省资金，减少对健康和环境的影响，有助于提高生活质量，这都直接增加了对新能源汽车的需求。

图 2：全球四大区域碳排放的法律要求（CO<sub>2</sub> / km）



资料来源：国际清洁能源委员会，天风证券研究所

图 3：2017 年我国充电桩发展数量现状（个）



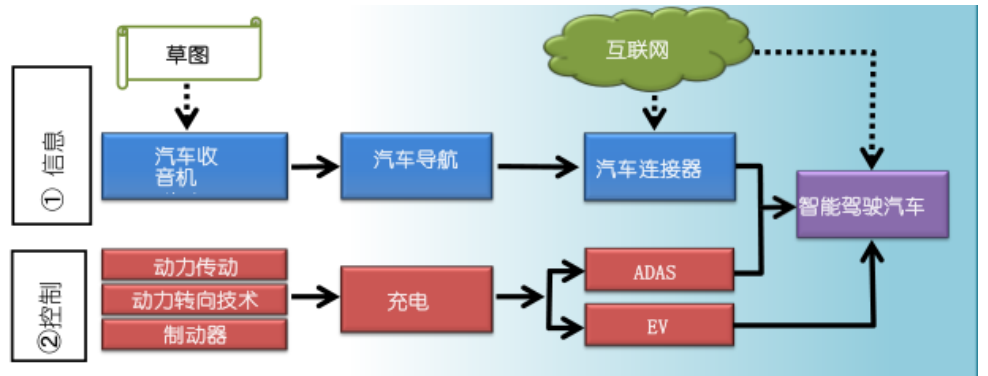
资料来源：中国充电联盟，天风证券研究所

### 1.1.4. 新能源汽车半导体投资前景探讨

我们描述一个简单的技术路线图，我们认为汽车相关行业有两种主要的投资路径：（1）信息系统技术的进步（2）控制系统技术的改良。这两种技术都将发展并融入一个紧密集成的技术平台，以满足最终无人驾驶的需求。

信息系统技术主要涉及汽车收音机和汽车视听系统。传统路线图中的旧式手动导航已经演变成汽车自动导航系统。电子制造商的数据通信技术使得智能交通系统可以用于路、车和车到车之间的无线通信。

图 4：汽车电子技术路线



资料来源：MUMSS，天风证券研究所

随着移动技术的快速发展和互联网的进一步深化，最终能实现人、车、道路、云空间之间数据共享互通，并最终实现智能交通、智能汽车、智能驾驶等功能。我们认为随着数据通信技术的进步，电子产品制造商将发挥更大的作用，车用半导体前景空间广阔。

控制系统技术已经从单纯节油发展到节约能源和提高效率相结合的技术。电子制造商通过动力传动系统，动力转向系统和电子制动系统为这一领域做出了很大贡献，而且这种趋势可能会持续下去。

但展望未来三五年的投资机会，我们认为**传统的汽车节油业务增速相对较为缓慢，难以出现大幅发展**，仅仅是替代现有部件不太可能导致更高的市场需求，虽然龙头公司可以通过扩张销售渠道，占领新兴国家市场获得一定的营收增长，但基本可以认定这些技术只能产生较稳定的现金流，不足以给予较高的利润增长预期。

值得关注的是，我们看到车用连接器，ADAS 和无人驾驶有关的技术有望引发资本的追逐，有较强的增长前景，是提振业绩的核心组件所在，这将吸引大量新的零部件生产和解决方案的出现。ADAS 能够有效解决乘客在汽车的舒适安全旅行中的相关痛点，我们认为 ADAS 具有较强的市场需求，各种系统解决方案也处于大规模商业化的前期，这个领域充满了对司机和乘客有明显益处的解决方案，如自主紧急制动（AEB）系统、自动泊车系统和驾驶员疲劳探测等。我们了解到，国内外大多数领先的汽车制造商已经在开发 ADAS，考虑到平衡成本和性能方面仍处于试错阶段，**我们认为 ADAS 将成为汽车零部件供应商的主要战场之一。**

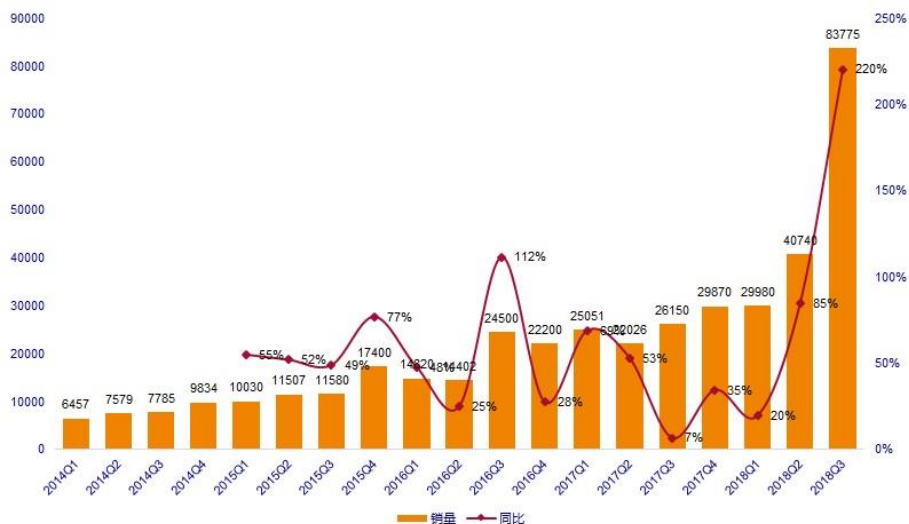
无人驾驶技术是当前电气技术、车用连接技术和 ADAS 组合的最高阶段，但短期内我们认为无人驾驶的商机较为有限，主要停留在实验阶段，而 ADAS 和车联网中积累的技术和专业对于无人驾驶是必不可少的基础，这也是无人驾驶中人工智能难以独立解决的模块。

## 1.2. 特斯拉点燃汽车半导体行业投资热情

### 特斯拉带动新能源汽车投资热情

2018 年 11 月，特斯拉在最新季的财报中披露，3 季度 Model 3 的销售环比 2 季度增长 100%以上，公司业绩也超出华尔街的一致预期，公司股价也随着财报披露表现良好。

图 5：特斯拉季度销量（辆）



资料来源：特斯拉公告，天风证券研究所

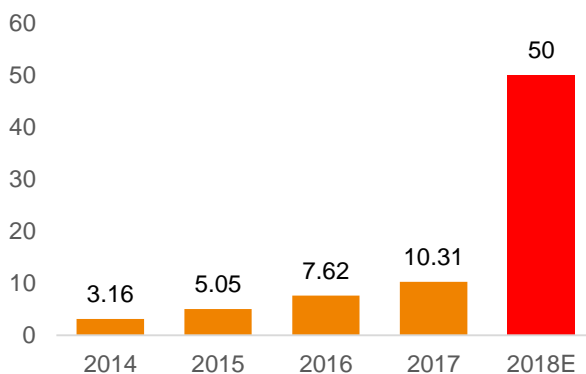
特斯拉 Model 3 的发布意味着特斯拉正式迈向大众领域，3.5 万美元的“亲民”价格使其成为一款普通消费者“买得起”的特斯拉。

图 6：特斯拉 Model 3



资料来源：特斯拉公告，天风证券研究所

图 7：特斯拉销量预期 (万台)



资料来源：EV Sales，天风证券研究所

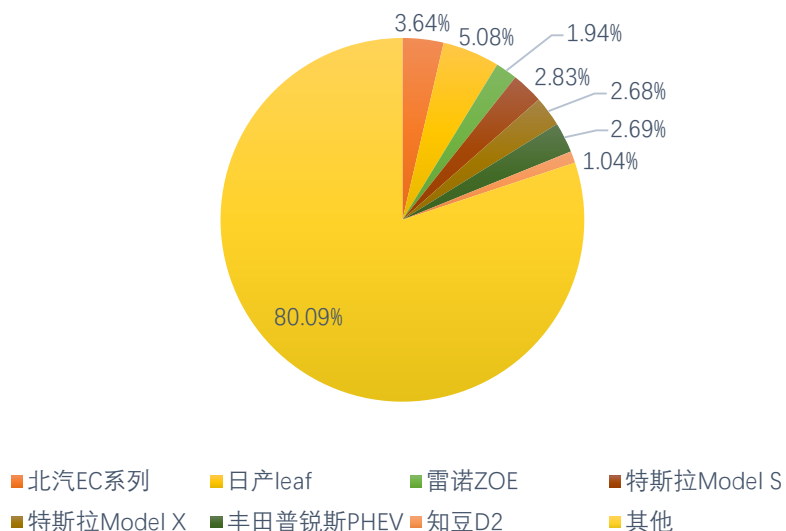
特斯拉受到市场的追捧的重要意义不仅仅是一个品牌效应，我们认为特斯拉和苹果都是推出了革命性的产品，同时受到消费者的追捧。正如苹果推动了智能手机的快速渗透，我们认为特斯拉或带来智能汽车&新能源汽车的快速普及，竞争对手会受特斯拉产品的影响重新考虑产品方案。

本文将着重关注在新能源汽车普及后，汽车内部半导体发生的变化。

### 1.3. 全球新能源汽车迈入高增长轨道

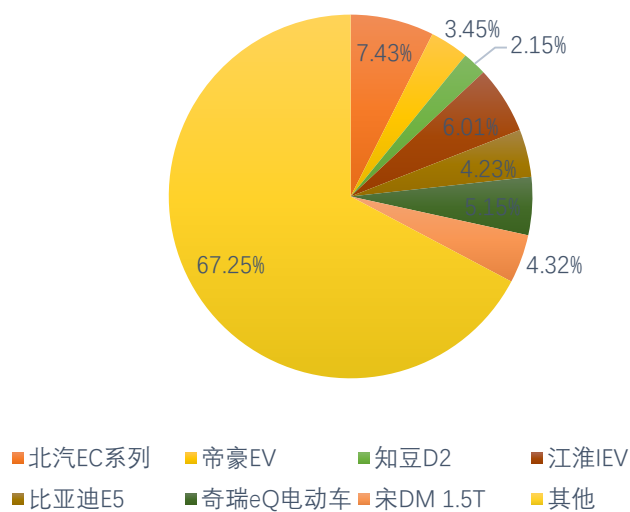
- 近年来我国新能源汽车产销量大幅增长，渗透率不断提高。根据中国乘联会数据显示，我国新能源乘用车销售量由 2013 年的 1.5 万辆，快速增长至 2016 年的 32.9 万辆，3 年复合增速 79%。

图 8：2018 年前三季度全球新能源汽车销售占比 (%)



资料来源: Marklines, 天风证券研究所

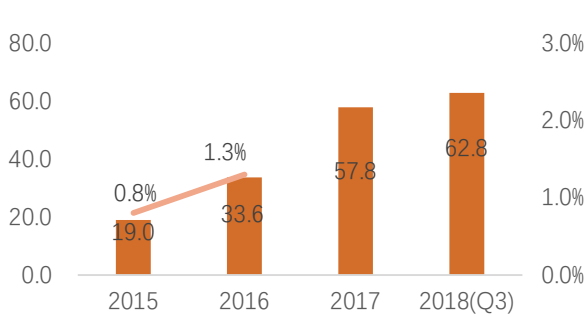
图 9: 2018 年前三季度中国新能源汽车销售占比 (%)



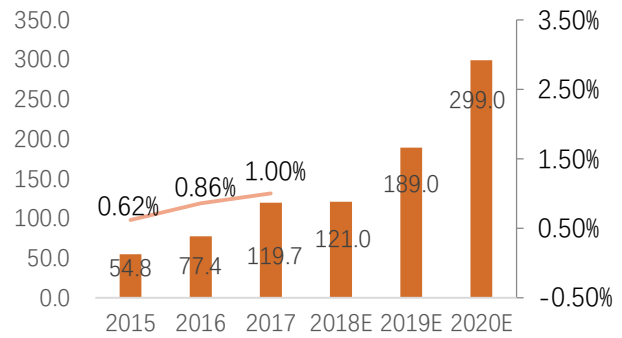
资料来源: 中国乘联会, 天风证券研究所

图 10: 我国新能源乘用车销量及渗透率 (单位: 万辆, %)

图 11: 全球新能源乘用车销量及渗透率 (单位, 万辆, %)



资料来源：中国乘联会，天风证券研究所



资料来源：EV Sales，天风证券研究所

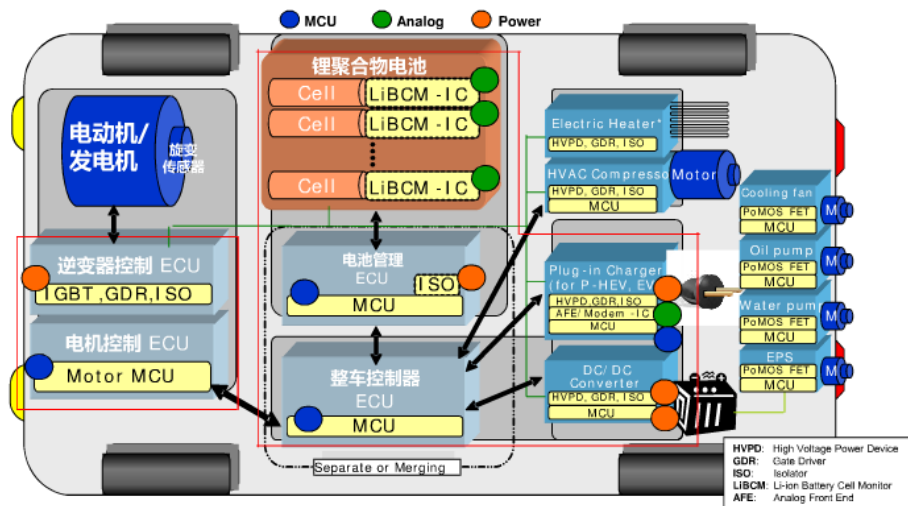
## 2. 新能源汽车电子化显性增量——电机电控&电池

### 新能源汽车电子化的显性增量——电机+电控+电池

和燃油发动机的汽车相比，纯电动汽车使用电动机代替了燃油车的柴油/汽油发动机；以电池组代替了燃油，为电动机提供动力；其中还有一个最主要的部件就是电控系统，电控系统由电池管理系统和控制系统构成，管理电池组和控制电池的能量输出以及调节电动机的转速等，是连接新能源电池和电机的重要中间载体。

从电子产品价值量上来看，电机和电控系统也是新能源汽车相对传统汽车而言最大的成本增量，目前乘用车电机价值量大约在 1000 美元，控制器价值量大约在 1000 美元。考虑电机和控制器，再加上其他的电子配件，电动汽车成本较传统汽车的价值增量超过 2000 美元。

图 12：新能源汽车内部结构——大量用到电子零配件

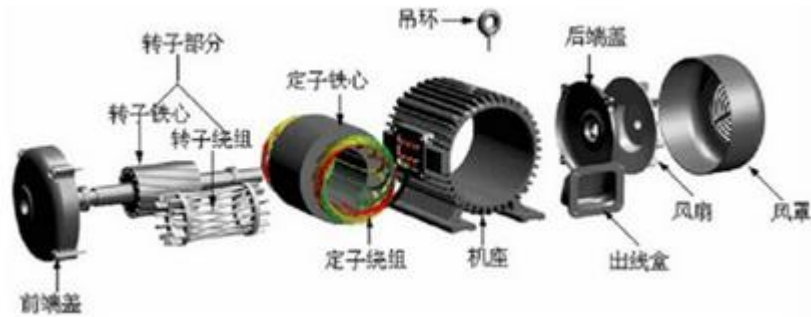


资料来源：Murata，天风证券研究所

### 2.1. 汽车核心驱动部件-电机

新能源汽车电机主要是由定子、转子和机械结构三大部分组成。定子和转子是其中的核心，主要原理是转子绕组通过切割定子旋转磁场产生感应电动势及电流，并形成电磁转矩而使电动机旋转。

图 13：新能源汽车电机结构



资料来源：Murata，天风证券研究所

从类型上看，目前新能源汽车电机主要分为 4 类：直流电机、异步电机、永磁同步电机和开关磁阻电机。

- 直流电机：**新能源汽车直流电机有两组绕组，一组在转子上，一组在定子上，这两组绕组能提供两组磁通量，因此，磁动势可以相互作用从而产生转矩。主要是看中了直流电机的产品成熟，控制方式容易，调速优良的特点。但由于直流电动机本身的短板非常突出，其自身复杂的机械结构（电刷和机械换向器等），制约了它的瞬时过载能力和电机转速的进一步提高；并且在长时间工作的情况下，电机的机械结构会产生损耗，提高了维护成本。此外，电动机运转时的电刷火花会使转子发热，浪费能量，散热困难，还会造成高频电磁干扰，这些因素都会影响到整车性能。
- 交流异步电机：**又称感应电动机，即转子在交流电产生的旋转磁场的作用下，获得一个转动转矩，因而使转子转动。转子总是在“追赶”定子电磁场的旋转速度，并且为了能够切割磁感应线而产生感应电流，转子的转速总要比定子电磁场的转速慢一点点（约为 2%~5%），也就是异步运行，故而称为交流异步电动机。与直流电机相比，交流异步电机效率较高，体积较小、质量轻，而且交流异步电机无电刷和换向器，不存在换向火花问题，因而工作可靠性较高，使用寿命也较长。因此，对于车载能量有限的电动汽车来说，其性能明显优于直流电机。但也存在以下不足：由于转子的转速与定子的转速存在差异，因而调速性能较差；交流异步电机的控制相对较为复杂，配用的控制器成本较高。
- 永磁同步电机：**不同于直流电机是通过绕组内通电流产生磁场，永磁同步电机采用永磁体产生磁场，即定子产生旋转磁场，转子用永磁材料制成。其存在诸多优势：首先，因转子属于永磁材料，不仅避免了电阻损耗及产生的热量损失，而且结构上大大简化，既做到了高效节能又使得可靠性大为增强，寿命增加。另外，永磁电机气隙磁密度可大大提高，使得电机体积缩小、重量可相对减轻 30%左右。永磁驱动电机起动转矩大，在汽车启动时能提供有效地启动转矩，满足汽车的运行需求。最后，力能指标好，当电机只有 20%负荷时，其力能指标仍为满负荷的 80%以上。且永磁无刷同步电机的恒转矩区比较长，一直延伸到电机最高转速的 50%左右，这对提高汽车的低速动力性能有很大帮助。不过，永磁同步电机也存在一定缺陷，如电机整体造价较高、永磁材料性能受外部环境变化、控制系统成本偏高等。
- 开关磁阻电机：**结构比其它任何一种电动机都要简单，在电动机的转子上没有滑环、绕组和永磁体等，只是在定子上有简单的集中绕组，绕组的端部较短，没有相间跨接线，维护修理容易。因而可靠性好，转速可达 15000r/min。损耗主要在定子，电机易于冷却；转子无永磁体，易于实现各种特殊要求的转矩速度特性，而且在很广的范围内保持高效率。开关磁阻电机还具有在较宽转速和转矩范围内高效运行、控制灵活、可四象运行、响应速度快等优点。但开关磁阻电机也存在转矩波动大、噪声大等缺陷。

目前在乘用车上永磁同步电机和交流异步电机是应用最广泛的电机形式：当前美国车企和部分欧洲车企偏爱交流异步电机，主要存在三方面原因：第一，交流异步电机价格低廉，从成本上考虑具有优势；第二，美国汽车的车型相对较大，这恰与交流异步电机体积不发生冲突；第三，美国高速路网发达，这使得交流电机的高速区间效率性能表现得尤为突出。相反，在中国、日本等其他国家永磁同步电机在新能源汽车上使用最为广泛。这最主要是出于对本国路况的考虑，永磁同步电机在反复启停、加减速时仍能保持较高性能。此外，永磁材料需要大量稀土等原材料，我国储量丰富，日本则具有比较先进的永磁制造产业，这就为永磁同步电机的推广创造了得天独厚的客观条件。

从电机装机数量上来看，永磁同步电机装机量更高，从综合性能上看，永磁同步电机最具优势，故而永磁电机装机量占比较高。相信随着稀土开采量的持续供应和电机工艺水平的不断提高，预计永磁电机将在较长时间内占据中国新能源汽车的电机市场。

表 2：国内外主要新能源汽车电动类型及供应商情况

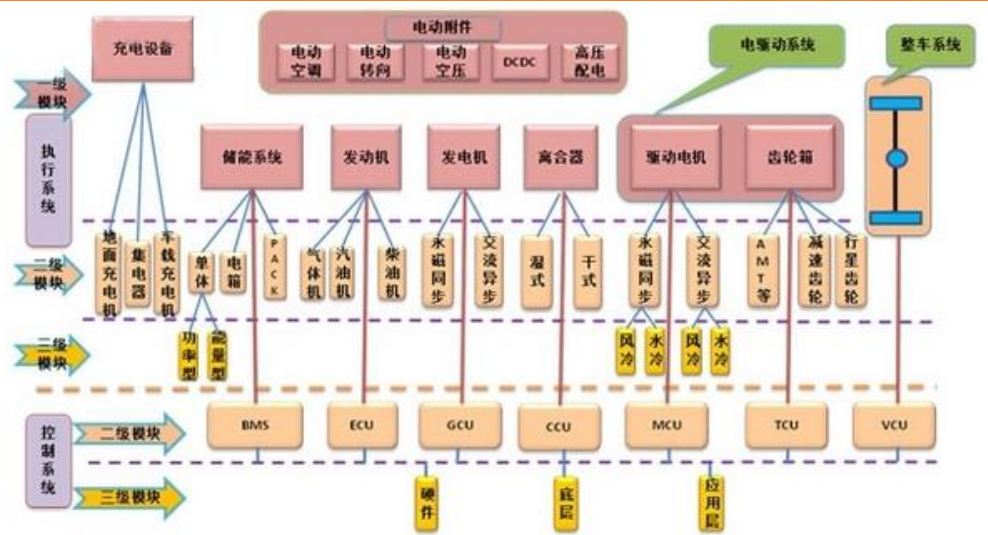
国外车型	电动机类型	电机供应商	国内车型（乘用车）	电动机类型	电机供应商
宝马 i3	永磁同步电动机	采埃孚	北汽	永磁同步电动机	精进电机
宝马 Mini-E	交流异步电动机	AC Propulsion	比亚迪	永磁同步电动机	比亚迪
日产 Leaf	永磁同步电动机	In-house	上汽	永磁同步电动机	海电驱动、上海大郡、林泉电机
Tesla S	交流异步电动机	福田电机	东风	永磁同步电动机	大地和、上海电驱动
雪佛兰 Spark	永磁同步电动机	日立汽车系统	奇瑞	永磁同步电动机	上海电驱动、浙江尤奈特、芜湖杰瑞诺
福特 Focus Electric	永磁同步电动机	Magna Powertrain	江淮	永磁同步电动机	尤奈特电机、巨一自动化、上海电驱动
本田 Fit EV	永磁同步电动机	In-house	长安	永磁同步电动机	上海电驱动、宁波远洲、成都华川电装
丰田 Pruis	交流异步电动机	In-house	吉利	永磁同步电动机	吉利、江苏微特利

资料来源：CNEV，天风证券研究所

## 2.2. 汽车电控系统介绍

新能源汽车控制系统部分则包括电池管理系统（BMS）、发动机电子控制单元（ECU）、发电机控制器（GCU）、离合器控制单元（CCU）、电机控制器（MCU）、变速器控制系统（TCU）和整车控制器（VCU）。其中核心是 BMS\VCU 和 MCU。

图 14：新能源汽车三级模块体系



资料来源：IC Insights，天风证券研究所

### 2.2.1. 整车控制系统（VCU）

整车控制系统是实现整车控制决策的核心电子控制单元，一般仅新能源汽车配备、传统燃油车无需该装置。VCU 通过采集油门踏板、挡位、刹车踏板等信号来判断驾驶员的驾驶意图；通过监测车辆状态(车速、温度等)信息，由 VCU 判断处理后，向动力系统、动力电池系统发送车辆的运行状态控制指令，同时控制车载附件电力系统的工作模式；VCU 具有整车系统故障诊断保护与存储功能。

### 2.2.2. 电机控制器（MCU）

电机控制器（MCU）通过接收 VCU 的车辆行驶控制指令，控制电动机输出指定的扭矩和转速，驱动车辆行驶。实现把动力电池的直流电能转换为所需的高压交流电、并驱动电机本体输出机械能。

车用 MCU 在汽车中的应用呈现出多样性，从简单的车灯控制到复杂的发动机控制、汽车远程通信实现，高、中、低端 MCU 在汽车中都可以发挥作用。不同汽车电子系统对 MCU 的要求是不同的，也就决定了车用 MCU 的多样性。

一辆汽车至多需要 50 颗 MCU，应用领域遍及安全应用、车体控制、动力能源相关等，其中电动汽车分别在 EV 主反相器、EV 辅助反相器、EV HV/LV DC/DC、EV AC/DC 充电部件比传统汽车多需要 4 颗 MCU，其中 32 位 MCU 单价在 3-15 美元，16 位 MCU 单价在 3-5 美元，8 位单价在 1-3 美元。总体而言，单车 MCU 价值在 102-484 美元。

表 3：单车 MCU 消耗量

类型	数量	单价	总价
32 位	28	\$3-15	\$74-420
16 位	5	\$3-5	\$15-25
8 位	13	\$1-3	\$13-39
总计	46	-	\$102-484

资料来源：IHS，天风证券研究所

### 2.2.3. 电池管理系统（BMS）

**电池管理系统 (BMS)** 作为保护动力锂离子电池使用安全的控制系统，时刻监控电池的使用状态，通过必要措施缓解电池组的不一致性，为新能源车辆的使用安全提供保障。

电动汽车动力电池是由几千个小电芯组成的，**电池包的组成主要包括电芯、模块、电气系统、热管理系统、箱体和 BMS。**

电池管理系统 (Battery Management System, 缩写 BMS) 是对电池进行管理的系统，主要负责监测和管理整个电池组的政策工作：**主要功能包括估测电流的电荷状态、检测电池的使用状态、管控电池的循环寿命、在充电过程中对电池进行热管理、启停锂电池冷却系统，同时也管理单体电池间的均衡，防止单体电池过充过放产生的危险。**

表 4: 国内外主要 BMS 厂商技术指标 (°C)

	国外主流厂商	国内主流厂商
配套方案	主从结构	主从结构
温度指标	-40~85°C	-40~85°C
技术指标	主动平衡	被动平衡
车型应用范围	纯电动车、混动车	纯电动车、混动车
功能安全	电池过充、过放、温升保护、绝缘防护、高压互锁、预充电	电池过充、过放、温升保护、绝缘防护
适用电芯范围	锰酸锂、三元材料	铅酸电池、镍氢电池、锂电池等动力电池

资料来源：电子元件技术网，天风证券研究所

### 国内参与 BMS 企业有 3 类

1)**动力电池企业**：目前国内第一梯队动力电池企业均涉足，且大多是“BMS+PACK”模式，掌握了动力电池电芯到电池包的整套核心技术，具有较强的竞争实力。代表企业有 BYD、(宁德)CATL、中航锂电、国轩高科等。

2)**整车企业**：整车企业对电芯的参与较少，一般通过兼并购、战略合作等方面进入，而 BMS 则为大的企业重点考虑的领域。国内如长安、北汽、吉利等车企均有专门的研发团队进行 BMS 的研发，除了核心技术的掌握外，在成本和效率方面较其他企业有较强的竞争力。

3)**第三方 BMS 企业**：目前国内第三方 BMS 企业仍占据主要位置。一部分由动力电池 BMS 企业，另一部分是传统数码电池及 BMS 企业转型而来。相对来讲，作为专业的第三方 BMS 企业，技术积累有天然的优势。目前这类企业参与者众多，但技术相差较大，国内处于竞争前列的企业主要有科列技术、亿能电子、冠拓、力高新能源、华霆动力、上海妙益等。

BMS 价格与电芯的类型、电量、电压等有关，通常来讲，不计算 PACK，每辆车 BMS 价格在 3000-20000 元，客车电池容量大，电压等级高，BMS 较贵。乘用车和专用车电压等级较低，价格也相对便宜。

### 2.3. 新能源汽车的限制性技术-电池

电池作为电动汽车的动力源，一直以来被视为电动汽车发展的重要标志性技术，也是制约电动汽车发展的重要瓶颈，其性能好坏直接影响到驱动电动机的性能，进而影响整车的行驶性能和排放性能。考虑到新能源汽车电池工作环境的复杂多变性，并需保持稳定持久的电能来源，电池性能要满足以下要求。

表 5: 新能源汽车电力电池的基本性能要求

性能要求	解释
------	----

能量高	以提高汽车单次行驶历程，减小汽车重量，缩小电池空间
功率大	以提高加速行驶、爬坡和负载行驶性能
均匀一致性好	避免单节电池的不稳定性影响总体电池包功能
使用寿命长	提高电池周期内的行驶里程数，降低成本
温差适应性、环境适应性好	以适应内部工作环境和外部地理环境的变化
安全性好	避免泄漏、撞击等意外引起的起火或爆炸等危险事故
价格低廉	降低成本，提升市场竞争力
清洁环保	要求电池材料属于环境友好型、无二次污染，便于回收利用

资料来源：CNEV，天风证券研究所

从新能源汽车电池类型上来看，新能源汽车中的电池包括酸铅电池、镍氢电池、锂离子电池等。目前，锂离子电池(锂离子电池和锂聚合物电池)除在价格和安全性方面处于劣势以外，其他方面均处于领先地位，目前已经逐渐成为主流的新能源汽车电池形式。而创新性锂聚合物电池将会是未来研发重点。此外镍氢电池则主要存在于混动车型中，铅酸电池则作为传统燃油汽车设备供电装置中。

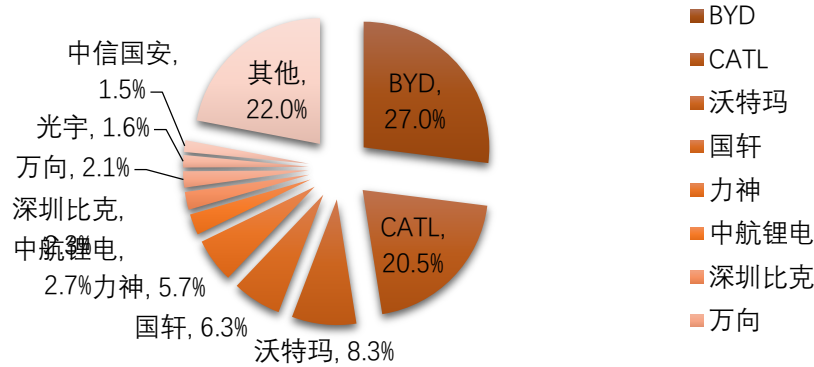
表 6：主要锂离子电池类型优缺点对比

锂离子电池类型	优点	缺点	应用车型
磷酸铁锂电池	1. 放电效率较高，倍率放电情况下充放电效率可达到 90%以上，要比低速电动汽车使用的铅酸电池高出 10% 2. 安全性好，可以在 390℃以内的高温下保持稳定，不含任何重金属 3. 磷酸铁锂电池使用寿命较长，理论寿命可以达到 7~8 年	1. 价格较高 2. 电池容量较小，同样的电池容量，磷酸铁锂电池的重量更重、体积更大 3. 不能回收再利用，没有可回收价值	比亚迪 E6, (63kWh 磷酸铁锂电池，续航里程 300km)、宇通新能源客车、厦门金龙新能源客车等
三元锂电池	1. 价格相对低廉 2. 能量密度大，体积比能量较高 3. 安全性有技术保证，陶瓷隔膜技术的应用帮助三元锂电池在短路发生时及时阻隔短路源	1. 无法通过针刺实验 2. 使用寿命上相对较短 3. 镍、钴资源紧张，其大量应用可能导致市场价格上涨	特斯拉 Model S (续航里程能够达到 486 公里，电池容量达到 85kWh) 北汽 EV200 和 ES210 吉利帝豪、江淮 iEV5、艾瑞泽 7e、荣威 Erx5 等
锰酸锂电池	1. 安全性能好 2. 振实密度较大，同样体积下电池中能装下更多的物质，拥有更高的电量 3. 成本较低，锰元素储量高，资源丰富	1. 锰的本身性质不太稳定，易分解产生气体 2. 耐高温性能较差，会减少其使用寿命	启辰晨风、日产聆风、普锐斯第三代
钛酸锂电池	1. 电池循环寿命长 2. 具备快充 3. 耐宽温和安全性好	1. 造价偏高 2. 能量密度偏低	研发阶段

资料来源：OFweek，天风证券研究所

大型企业技术资金方面优势明显，大规模出货量有利于带来规模经济效应，而且获取政府资金补助这一块也有优势。未来，行业整合趋势日益明显，中国锂动力电池市场将进一步向优势企业和龙头企业集中。

图 15：2016 年中国锂动力电池企业竞争格局 (%)



资料来源: EVTank、天风证券研究所

从价格上看, 电池成本是整车正本最高的部分, 占整车成本的 10%-15%以上。也是新能源汽车价值量最高的部件之一。以特斯拉为例, 特斯拉的动力电池由 7000 多颗 18650 电芯构成的电池总成, 按照单颗电芯价值 2-3 美元计算, 特斯拉电池成本高达 1.5 万-2 万美金。而国内新能源车电池价格也普遍在 5-10 万元左右。

表 7: 国内外主要新能源汽车电池价格 (RMB)

	整车价格 (人民币)	电池成本估算(人民币)
特斯拉 Model S	70-100 万	10-15 万
比亚迪 E6	30.98-36.98 万	约 12 万
吉利帝豪 ev300	19.48-24.98 万	约 6 万
腾势 ev400	36.98-43.28 万	约 9 万
北汽 eu260	20.59-21.59 万	约 6 万

资料来源: 各车企官网, 电子元件技术网, 天风证券研究所

### 3. 新能源汽车内部器件价值增长核心逻辑——电池电压提升

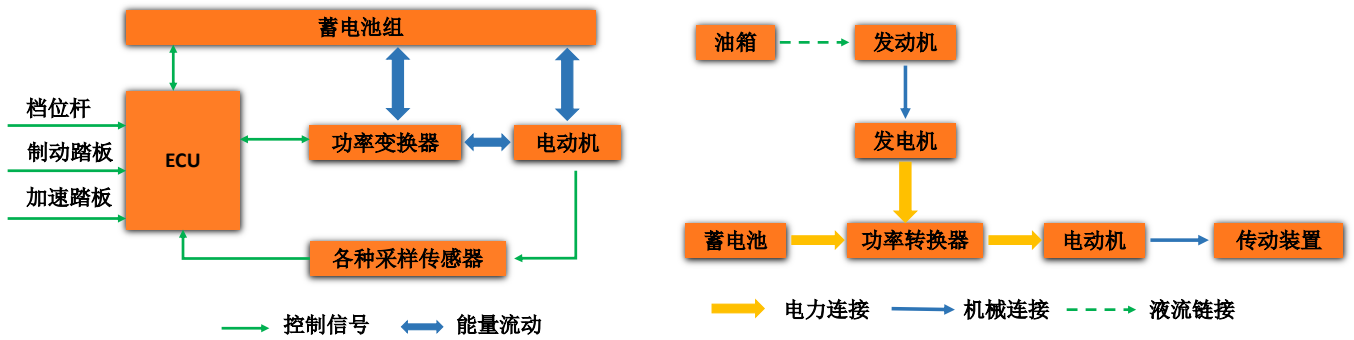
#### 3.1. 新能源车按照动力来源的分类

新能源汽车按照动力来源可分为纯电动车和混动车。纯电动车顾名思义是完全由电机驱动, 而混动车是由发动机和电机共同驱动, 根据二者动力比例不同又可以分为微混、中混和强混, 这一比例根据划分标准不同而异, 其中一种划分为: 电机功率/总功率小于 10%的为微混; 10%-25%为中混; 大于 25%为强混。

相对于纯电动车完全靠电机驱动, 混合动力车的驱动系统主要由电动机、动力电池、发动机组成。车辆在正常行驶时, 发动机通过发电机将电能传递给功率转换器, 进而驱动车轮; 在启动或低速行驶时, 通过蓄电池将电能传递给功率转换器; 在遇到坡道或急加速时, 发动机和蓄电池共同传递能量驱动车辆行驶。混动车只需用到一种燃料而不需外部充电, 蓄电池的能量来自于发电机输出的多余电能以及减速/制动模式下驱动轮的动能。

图 16: 纯电动车驱动系统基本组成

图 17: 普通混合动力汽车驱动系统基本组成



资料来源：汽车工程师，天风证券研究所

资料来源：汽车工程师，天风证券研究所

- 强混车采用大功率电机，电压都在几百伏水平，无论在启停还是正常行驶时都以电力驱动，只有在特定复杂情况才会启动发动机进行辅助。强混车可以实现自动启停+回馈制动+电动辅助+纯电驱动。
- 中混车的功率小于强混车，电压超过 100 伏，在正常行驶起步阶段使用电力驱动，速度到达一定界限后启动发动机行驶。中混车至少可以实现自动启停+回馈制动+电动辅助。
- 微混车所需功率较小，正常行驶时是以发动机驱动，只有在启停时才会启动电动机。弱混车至少可以实现自动启停+回馈制动。

### 3.2. 48V 微混车发展空间广阔

微混车相较于其他类型混合动力车及纯电动车，新增的成本较少，越来越广泛的被整个欧洲和中国市场所接受。微混车在传统发动机车的基础上，仅加入了启停系统，对于发动机的改动很小，因此新增的成本较小；相反，中混或强混车虽然能够带来 30-50%的节油效果，但其研发、制造带来的成本更高，经济效应不强。

微混车节能效果优良，可以满足 2020 年的油耗标准。工信部出台的第四阶段油耗限值标准要求乘用车生产企业的平均油耗必须从 2015 年的 6.9L/100km 下降至 2020 年的 5.0L/100km。以 6.9L/100km 为平均耗油量，以 15%为微混车的节油率来计算，目前微混车的耗油量可以缩减为 5.2L/100km，随着技术的近一步提高，未来微混车有望达到 5.0L/km 的油耗标准。

微混车受到各大主流车企的追捧：微混车很好的解决了节能减排和转型成本之间的难题，具有广阔的应用前景，世界各大知名车企纷纷推出 48V 微混车型：2016 年，奥迪 SQ7 配备了 48V 电池；2017 年，宝马全新 5 系搭载 48V 电动系统；2018 年，奔驰将推出 S 级 M256，这是奔驰首款搭载 48V 微混系统的车型。

表 8：全球知名车企部分混动车车型

车企	混合动力车	48V 微混车
奥迪	2017 年 A6L e-tron/Q7e-tron 2 款	2018 年 Q8
	2018 年 A8 e-tron/Q3 e-tron 2 款	E-tron
宝马	2017 年 740Le sDrive/X7 740Le xDrive/I3 增程型 4 款	全新 5 系
	2017 年计划 C 350 e/GLK/GLE 500e 4MATIC/GLE	
奔驰	Coupe/Vision e 等 10 款	2018 年 S 级
	2018-2024 年计划推出 6 款	M256
沃尔沃	2017 年 S90 混动长轴距版 PHEV/ V90 2 款	2019 年推出
上汽通用	2017 年雪佛兰沃蓝达 Volt/别克君越增程式混动车/宝骏	2018 年推出

E100/凯迪拉克 CT6 PHEV 4 款

长安汽车	2017 年 CS75 PHEV	2017 年新逸动蓝动版
大众	2017 年速腾 2018 年迈腾/高尔夫 2 款	2017 年第八代高尔夫
丰田	2017 年普锐斯/凯美瑞/雅力士 3 款 2018 年卡罗拉/雷凌 2 款	
荣威	2017 年 ei6 PHE/eRX5 2 款	
比亚迪	2017 年唐 100 PHEV/宋 DM 双模混动版/新款秦/M5 新能源版 4 款	

资料来源：各车企网站，天风证券研究所

### 3.3. 高电压下电池零部件的潜在变化

纯电动车的动力电池电压普遍大于 300V，如特斯拉 Model S 的电池电压为 400V、比亚迪唐的为 500V。就已经实现量产的混动车而言，电池电压普遍大于 100V。而微混车的电池电压在 48V（以 48V 微混车为例）。一般而言传统汽车的电池电压为 12V。

无论是纯电动车还是混动车，汽车的电池电压相对传统汽车发生大变化，由此带来汽车内部核心零部件的变化：

#### 更多的 DC-DC 变换电路：

汽车上传统负载，如空调、雨刮器等，采用 12V 电压，而电池输出为 48V 甚至更高的电压，需要大量的电压转化模块（DC-DC）模块进行电压转换。这其中就用到了更多的功率半导体和被动器件（变压器等）。

#### 对电性能更高的要求：

汽车内部电压、电流大幅提高，需要耐大电压、大电流的继电器、连接器、线缆和被动器件，同时在防止漏电、短路等性能上也需要大幅提升。

汽车电池电压的变化带来更多的电子零部件需求（功率半导体、被动器件）；同时催生既有零部件升级更新的需求（继电器、连接器、线缆、被动器件等），将有效打开汽车电子企业成长天花板。我们下一节将针对这些变化作详细阐述：

## 4. 新能源汽车电子化隐性增量——功率半导体量价齐升

我们假设 2016-2020 年全球燃油车年产量由 6963 万辆增长至 7478 万辆，年均增速 2%；新能源汽车（包括纯电动和混动）由 77 万辆增长至 299 万辆，年均增速 47%，考虑内部零部件电子化带来的价值增量，我们判断车用半导体、PCB、继电器、连接器、被动器件、LED 车灯的复合增速远快于 2% 的汽车市场平均增速（见下表）。其中我们重点考虑车用半导体部分，以功率半导体增量最为显著。我们认为传统电子制造企业将深度受益于汽车新能源化带来的电子零部件升级机遇。

表 9：新能源汽车带动汽车内部半导体价值增量（元）

(单位:元)	单车价值量（乘用车）		整车市场空间预测（亿元）		
	传统汽车	新能源汽车	2017	2020	增长(yoy)
功率器件	71	387			
	IC	77	2601	3263.2	6.60%
	传感器	44			

资料来源：IHS，天风证券研究所整理

## 4.1. 功率半导体

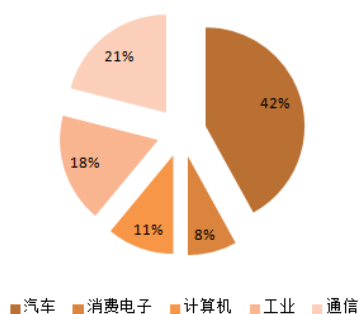
### 4.1.1. 汽车用功率半导体——汽车电能转换和控制的核心部件

分立器件是重要的电子元器件，广泛应用于计算机、通信、消费电子、汽车电子、工控等领域。目前全球分立器件的市场规模在 200 亿美元左右，其中汽车领域占比约为 42%，是最大的应用市场。

分立器件按照产品类型来分，包括半导体二极管、三极管、MOS、整流器、以及保护和滤波器件等。功率半导体器件是电能转换和控制的核心部件，设计成本小，通用性强，应用领域广，发展空间大。

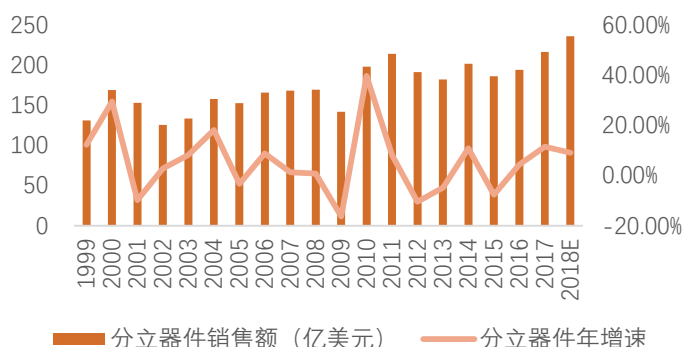
随着汽车电子、电信通讯等市场的飞速发展，分立器件仍有广泛的应用前景和发展潜力。新的器件理论、新的器件结构将推动各种新型分立器件的发展。国际大型半导体公司仍在市场上处于优势稳定地位，业务稳定。同时中国半导体产业保持着持续、快速、稳定的发展。

图 18：分立器件按下游应用分类（%）



资料来源：wind，天风证券研究所

图 19：分立器件行业整体规模及增速（亿美元，%）



资料来源：Wind，天风证券研究所

汽车电子用分立器件主要集中在 1) **前装汽车动力总成和驱动**。汽车作为封闭系统，内部的电力输出，需要通过功率器件的转化实现，和车上机械系统进行配合使用，实现所谓“机电结合”。尤其在以电力驱动马达的新能源汽车和混合动力汽车中，功率器件的重要性更为显著突出 2) **后装车载信息系统**，是在汽车环境下能够独立使用的电子装置，和汽车本身的性能并无直接关系，这类电子产品具体包括汽车信息系统（行车电脑）、导航系统、汽车音响及电视娱乐系统、车载通信系统、上网设备等。

按产品分类，动力总成里的分立器件主要是 MOS 管，功率二极管，功率三极管等功率半导体器件，主要厂家包括英飞凌，Onsemi 等。后装用到的分立器件，以逻辑器件为主，还有接口部分的 TVS 管。前装用到的功率半导体售价从几美金到十几美金不等，用量大概在几十片的数量级。随着新能源电动车动力电池模块使用大量的电力设备，而电力设备中

都含有功率半导体器件。因此新能源汽车中的功率半导体器件使用量大大增加。

从传统汽车跨越到新能源汽车，价值量增长最快的是功率半导体器件，以下我们将重点讨论。

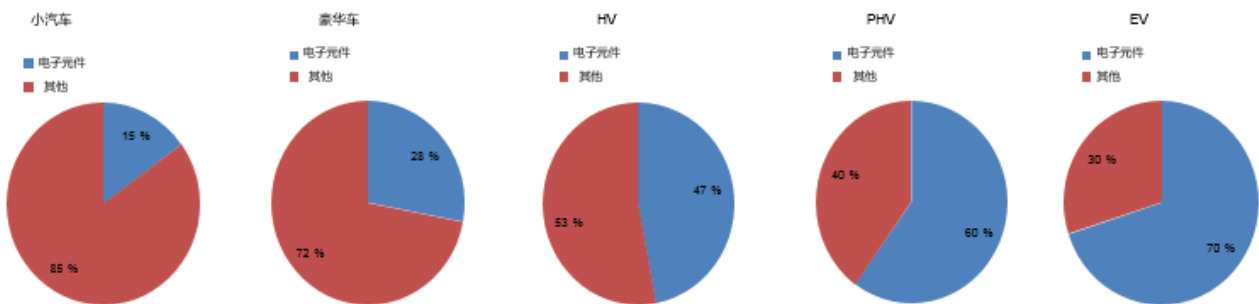
#### 4.1.2. 新能源汽车带来的功率半导体应用变化

##### 新能源汽车带来的功率半导体量的变化

汽车电子可分为动力控制系统、车载车身电子以及安全控制系统。车载电子包括车载信息系统、导航系统、上网设备和汽车音响等；车身电子包括汽车座椅系统、安全气囊、车窗升降系统、雨刮器系统、车灯照明、汽车空调系统以及防盗系统；安全控制系统可分为主动安全系统和被动安全系统。新能源汽车和传统汽车电子方面主要区别在于动力控制系统。传统的燃油汽车动力控制系统包括电子点火系统、电子燃油喷射系统等；而新能源汽车则包括动力电池系统、驱动电机和电控系统。

新能源电动汽车出现了重大变化，简而言之，汽车将不再需要汽油发动机，油箱或变速器。决定电动汽车性能的关键部件是电动机，PCU（即逆变器，DC / DC 转换器）以及其他核心电气部件。车内电气部件的平均比例将会大幅上升。

图 20：按车型分类的电子部件比例（%）



资料来源：日本机械工业振兴协会，天风证券研究所

从电动动力系统的应用看汽车零部件的变化，我们注意到传统的汽油车辆具有冷却系统，燃料供应系统和冷却/加热系统的发动机布局。混合动力汽车具有汽油发动机车辆和混合动力车专用系统的组合，整个系统较为复杂。随着这些车辆演变成电动车辆，则不再需要与发动机相关的部件。新能源汽车比汽油车和混合动力汽车具有更简单的结构。

#### 4.1.3. 从“质”和“量”两方面看新能源汽车为功率器件带来的价值增量

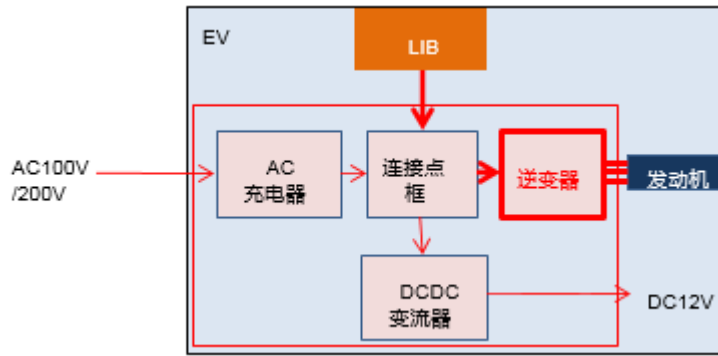
##### 1) 新能源汽车带来的功率半导体量的变化

新能源纯电动汽车（EV）的动力系统需要使用可充电的电池驱动电机。电源模块包含车载充电器、变频器、转换器等电力设备，而这些设备中全都包含功率半导体，例如：

##### ● 逆变器

电动汽车配备有大容量可充电电池，其利用储存的能量来驱动电动机并为汽车供电。可充电电池不能直接连接到电机，它们通常通过电机逆变器连接，简称为逆变器。逆变器通常将 DC12V 的直流电转换为和市电相同的 AC220V 交流电。

图 21：电动车中的逆变器



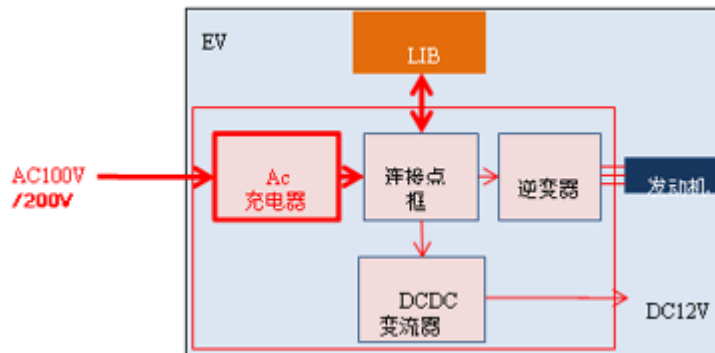
资料来源：电子元件技术网，天风证券研究所

● 车载充电器

交流充电桩提供的是交流电 ( AC 100V-240V )，而高压锂离子电池 ( LIB ) 需要用直流 ( DC ) 充电，因此充电器必须要有直流转换器。车载充电器电压范围一般在 85V-265V，这样使得车辆可以在世界任何地方充电。

在车载充电器中有大量的功率三极管作为功率开关器件使用。功率三极管包括了双极型管，MOS 管以及 IGBT。

图 22：充电器在电动车中工作



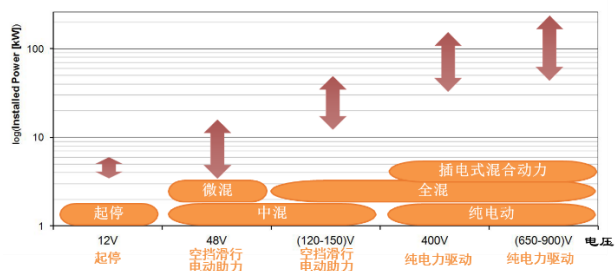
资料来源：电子元件技术网，天风证券研究所

2) 新能源汽车带来的功率半导体质的变化

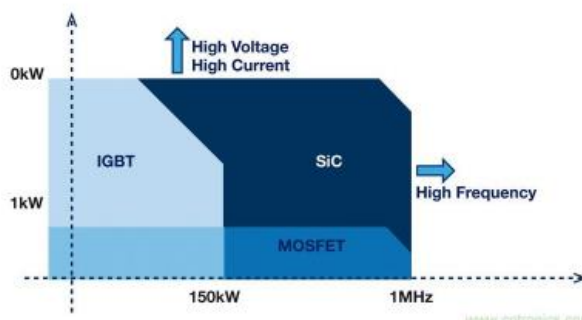
不同新能源汽车电力系统的主要作用不同，中微混汽车的电力系统主要在空挡滑行时提供电动助力，而全混或者纯电动汽车的电力系统主要功能则是提供电力驱动。一方面，由于电力系统的主要功能不同，不同新能源汽车电力系统的运行电压功率的范围差异巨大。中混汽车的电压一般在 150V 以下，而全混合纯电动汽车的电压超过 400V 甚至更高。另一方面，不同功率半导体的工作电压不同，IGBT 适合高压工作，而 MOSFET 适合低压工作。在电力驱动系统中，IGBT 用于逆变器模块，该模块将蓄电池的直流电转换交流电驱动电机。在电源系统中，IGBT 用于各种交流/直流与直流/直流变换器中，实现为蓄电池充电与完成所需电压等级的电源变换等功能。同时，新能源汽车充电桩中也需要大量使用 IGBT。因此，新能源汽车导致了汽车功率半导体种中 IGBT/MOSFET 的使用量越来越大，种类也越来越多。

图 23：不同新能源汽车运行电压功率分布

图 24：IGBT 和 MOSFET 的工作特性



资料来源：MUMSS，天风证券研究所



资料来源：EEWorld，天风证券研究所

图 25：英飞凌全电压范围应用的新能源汽车功率器件



资料来源：EEPW 网站，天风证券研究所

我们通过测算认为 IGBT 在新能源车中的价值量居功率器件之首。表征 IGBT 的参数和性能指标详细列举如下

IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)，又称为绝缘栅双极型晶体管，兼有传统的金属氧化物场效晶体管（MOSFET）与半导体三极管（BJT）的优点，输入阻抗高，电流承载能力较强。而广泛应用于高压交流系统，如交流电机、电力传输、照明电路、牵引传动等等。

第五、六代部件是在 IGBT 经历了多次技术革新后出现的先进产品，各项综合指标提升十分明显，尤其是第六代 IGBT 硅片用薄化晶片工艺将非穿通结构改为穿通型，承受工作电压水平直接提高到 6500V，在性能上出现了极大飞跃（实际产品中，第六代优值系数可高于第五代 30%）。IGBT 器件在工作频率在中压、中电流的功率半导体器件的应用范围内占据了主导地位，输出功率可达到兆瓦级。

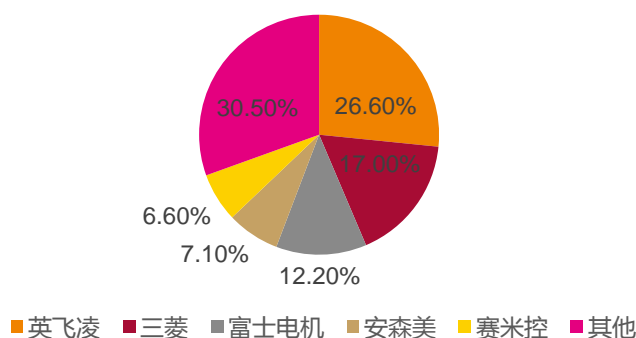
近年来电动汽车产业的快速发展为电机控制器、辅助电源（DC/AC、DC/DC、充电机）等关键零部件行业提供了强大的市场需求，同时下游产业链中核心器件——IGBT 也迎来了良好的发展机遇。

在车载零部件中，电机控制器将储能系统的直流电逆变为三相交流电，并根据车辆需求控制驱动电机，为新能源汽车提供基本驱动力；同时在车辆制动时将动能转换为电能至储能系统，是主要的能量转换器件。其不仅负荷较重、控制精度要求高，而且还要兼顾电动汽车的电压等级、功率等级、极限环境、功率密度、使用寿命、控制成本等要求。针对电动汽车运行情况的需求，电动汽车的 IGBT 芯片正朝着小型化、抗震动、低损耗、耐高温、更高安全性以及智能化方向发展。

国外先进企业如英飞凌、富士、三菱等均开发了新一代电动汽车 IGBT 芯片，目前 IGBT 产品汽车市场国产占有率仍然较低。株洲中车时代电气已开发 1700V~6500V 系列 IGBT 产品，并在轨道交通、智能电网等领域实现商用，在此基础上开发了 T5 代适合电动汽车应用的 750V/200A、1200V/200A 以及 750V/300A 规格双面可焊的高性能 IGBT 芯片，目前处于国内领先水平。华虹宏力基于 6 英寸和 8 英寸的平面型和沟槽型 1700V、2500V 和 3300V 的 IGBT 芯片已进入量产。

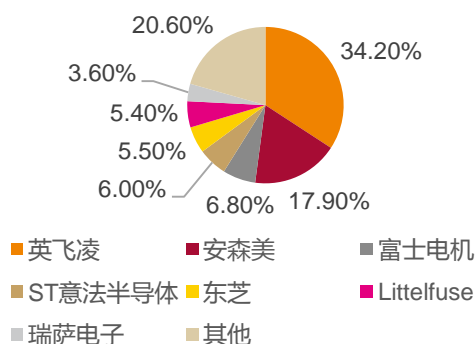
国内 IGBT 的主要市场份额均被美、日、欧洲等海外企业所垄断，总部位于浙江嘉兴的斯达半导体 (starpower) 是我国目前国内最大的 IGBT 模块生产厂家，2016 年斯达半导体在 IGBT 模块领域的全球市场占有率为 2.5%，排全球第 9 位。

图 26：2016 年全球 IGBT 半导体市场份额 (%)



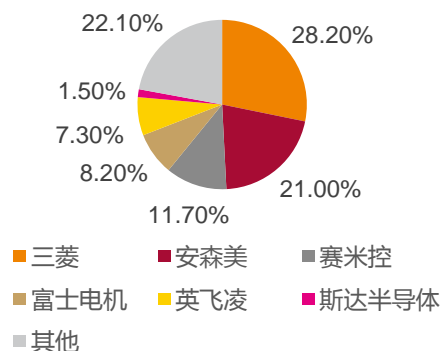
资料来源：IHS，天风证券研究所

图 27：2016 年中国分立 IGBT 主要厂商排名 (%)



资料来源：IHS，天风证券研究所

图 28：2016 年中国 IGBT-IPM 主要厂商排名 (%)



资料来源：IHS，天风证券研究所

#### 4.1.4. 汽车功率半导体价值量测算及各元器件空间测算

我们根据全球行业数据推导因为新能源汽车带来的半导体含硅量提升和相应功率半导体所占的比例来推导未来功率半导体在新能源汽车驱动下的市场规模。

对比传统汽车和新能源汽车（以 Tesla 为例）的含硅量以及功率半导体在车用半导体中所占比例来测算车载功率半导体的单车价值量提升，我们预计单车的价值量从 71 美元上升至

355 美元。

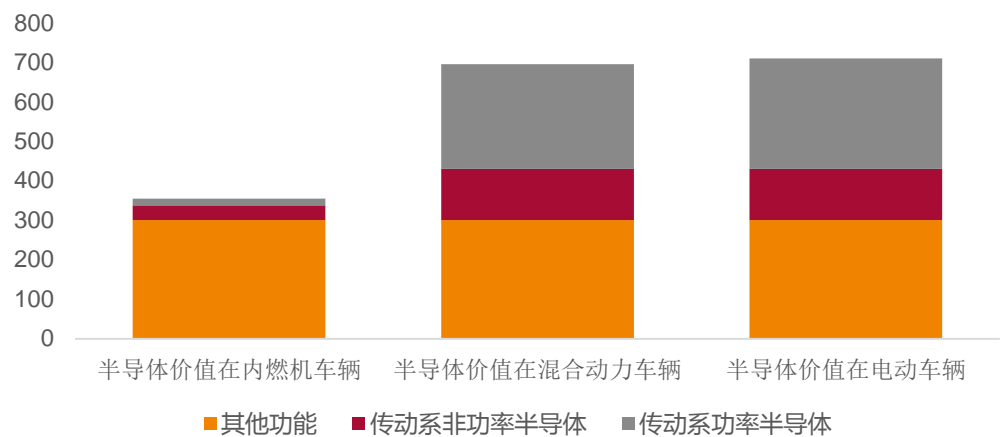
表 10: 功率半导体的单车价值量估算 (美元) (维度 2)

	传统汽车	新能源汽车 (Tesla)
含硅量 (美元)	338	700
功率半导体 占比	21%	55%
价值 (美元)	71	355

资料来源: IHS, 天风证券研究所整理

从内燃机车辆到电动车辆的过渡 (暂不考虑混合动力汽车) 中, 驱动系统中功率半导体的需求可增长十多倍。

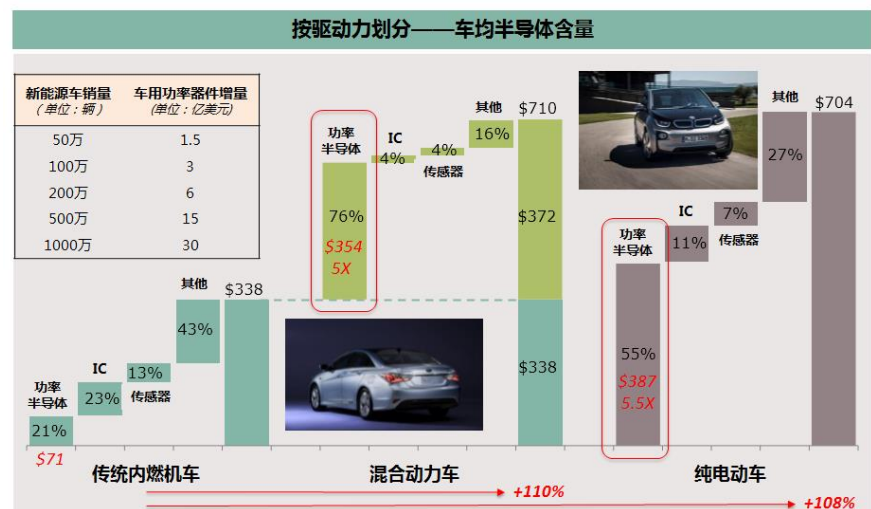
图 29: 内燃机到电动汽车发展中半导体的价值 (美元)



资料来源: IHS, 天风证券研究所

从单车的价值量推导新能源汽车带来的功率半导体器件的市场增量, 我们做出如下判断, 新能源汽车每卖出 50 万辆, 对于功率半导体器件的市场增量为 1.5 亿美元。

图 30: 新能源汽车驱动功率半导体市场规模增大



Source: Strategy Analytics, "Automotive Semiconductor Demand Forecast 2013 - 2022", June 2015.

电动化带来的车均半导体含量的激增!

资料来源: Strategy Analytics, 天风证券研究所

我们通过测算 IGBT/MOSFET 在新能源车里的单车价值量以及销量推测未来 3 年可见范围内的成长性非常显著，同时其他分立器件也有稳定的增长，由此我们认为扩大半导体产业边界的成长动能来之一来自于新能源汽车。

表 11：新能源车带来各功率半导体市场空间测算（百万美元，%）

	2016	2017	2018	2019	2020	2018-2020 CAGR
IGBT	294.5	505.8	599	935.6	1562.3	62%
YoY (%)		72%	18%	56%	67%	
新能源车销量 (百万)	0.77	1.19	1.21	1.89	2.99	
每辆车颗数	85	85	90	90	95	
ASP (\$)	4.5	5	5.5	5.5	5.5	
MOSFET	215.6	333.2	363	595.4	941.9	61%
YoY (%)		55%	9%	65%	58%	
新能源车销量 (百万)	0.77	1.19	1.21	1.89	2.99	
每辆车颗数	200	200	200	210	210	
ASP (\$)	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	
BJT 及其他	354.6	448.0	545.1	548.4	564.6	2%
整流器	551.8	815.5	1025.4	1049.1	1084.2	3%
晶闸管	130.0	179.5	218.4	226.2	231.9	3%
二极管	506.2	736.5	938.1	978.6	1020.6	4%
其他分立器件	22.8	32.5	41.7	44.7	48.0	7%

资料来源：IHS, Yole, 天风证券研究所

#### 4.1.5. 功率半导体市场基本被海外垄断，国内企业替代空间广阔

虽然功率半导体产业极具重要性，且规模庞大，但是主要供应商集中在美国、日本和欧洲。美国是电力电子器件的发源地，在全球电力电子器件市场中占有重要地位，主要器件企业有 ON Semi 等。从上世纪 90 年代开始，日本成为国际上电力电子器件产业的发达地区，主要器件企业有东芝、富士和三菱等。欧洲也是全球电力电子器件产业的发达地区，主要企业有英飞凌、ABB、Semikron 等。美国汽车制造商通常从日本汽车零部件供应商处采购。通用汽车由日立 AMS 和 TDK 供应零部件，而福特汽车则从东芝采购传动相关零部件。就混合动力汽车而言，日本汽车制造商水平要高于美国，美国企业的策略是短期从日本供应商采购部件，同时在内部开发自己的部件，以逐步进行生产替代，这对国内汽车企业零部件国产替代化起到了良好示范作用。

图 31：功率半导体市场主要参与厂家



资料来源：各公司网站，天风证券研究所

在日本的汽车制造商中，丰田汽车的所有这些零部件的内部生产比例都很高。本田汽车的传动系统相关的部件内部生产比例很高，从外部采购电池和转换器相关部件。日产汽车内部优先生产电机和逆变器，从日本国内供应商处采购其他部件。三菱汽车和马自达汽车的核心部件主要从外部采购获得。

在欧洲的汽车制造商中，大众汽车的外部零件采购比例较高，主要供应商为采埃孚（ZF）和博世（Bosch）。TDK 在为欧洲汽车制造商提供转换器方面有着悠久的历史，日本松下也有为其提供锂离子电池的市场份额。日立 AMS 向美国和欧洲的汽车制造商提供电机和逆变器。

作为混合动力汽车、插电式混合动力汽车和电动汽车的核心，驱动电机由丰田汽车，本田汽车和日产汽车等日本主要汽车制造商内部生产，而马自达和富士重工从丰田汽车生产汽车。这些电子制造商也有供应日本国外汽车制造商的记录：日立 AMS 供应通用汽车，东芝供应福特汽车，日本电产供应戴姆勒。

日立和三菱电机作为一家重型电机制造商拥有悠久的电机生产历史，并且在这一领域拥有出色的技术，但当前电机发展市场扩张速度较为谨慎。

逆变器和变频器有助于控制整个车辆的电压。它们被称为功率控制单元（PCU）。丰田汽车为其核心车型生产自己的 PCU，对于普锐斯而言，要么是公司自己生产 IGBT、基板、机箱、DC-DC 转换器，要么就由丰田代工。本田汽车为其混合动力汽车，插入式混合动力汽车和电动汽车的智能功率单元（IPU）组装 PCU，镍氢电池，锂离子电池组和电池平衡 ECU。本田飞度的 IPU 包含外部采购的零件，如三菱电机的逆变器和 TDK 的 DC-DC 转换器。本田汽车与三菱电机有很紧密的业务关系。逆变器是 PCU 和 IPU 中最重要的部分，由 IGBT 和其他功率器件组成。丰田、普锐斯使用由富士电机制造的逆变器。本田 Insight 系列采用三菱电机的逆变器，三菱 iMiEV 系列采用日立生产的逆变器。

在 DC-DC 转换器中，丰田工业和电装供应丰田汽车。电装和松下为日产汽车供应 DC-DC 转换器。TDK, Shindengen Electric, 丰田工业和电装供应本田汽车。在电子产品制造商中，尼吉康为马自达和三菱汽车提供 DC-DC 转换器。除了供应本田汽车和其他日本汽车制造商之外，TDK 似乎也有供应通用汽车、福特汽车和大众汽车的记录。混合动力汽车，插电式混合动力汽车和电动汽车用电池是由汽车制造商和电池制造商之间形成的多家合资企业采购的，旨在磨练其发展的竞争优势。

中国功率半导体市场在中高端 MOSFET 及 IGBT 主流器件市场上，主要份额依赖进口，基本被国外欧美、日本企业垄断，国内企业替代空间非常广阔。我们观察到海外的优质半导体企业被国内资本收购并上市的方式是国内潜在发展功率半导体的一个快速途径，我们看

好闻泰科技收购的安世半导体依托中国市场进行国产替代成长的逻辑。

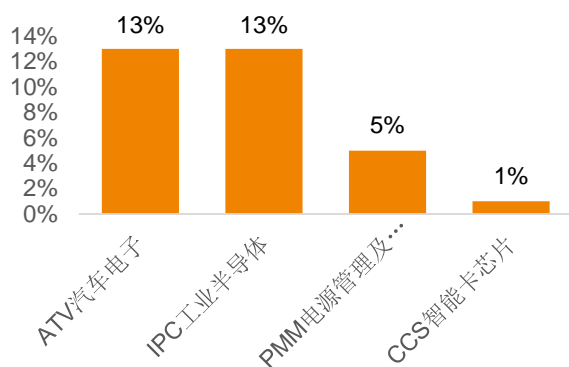
#### 4.1.6. 国际领先汽车半导体方案提供商

##### 英飞凌

英飞凌科技 (Infineon Technologies) 是汽车, 工业芯片市场领先的半导体解决方案供应商之一。英飞凌的前身是西门子集团的半导体部门, 于 1999 年分拆在德国慕尼黑正式成立, 并于 2000 年在德国法兰克福证券交易所 (FSE) IPO 上市。英飞凌现在专注于模拟与混合信号半导体的龙头企业。英飞凌在全球拥有 37000 多名员工, 英飞凌目前是全球汽车半导体组件的龙头企业, 市场占有率居于前三, 同时也是全球功率半导体领先供应商。

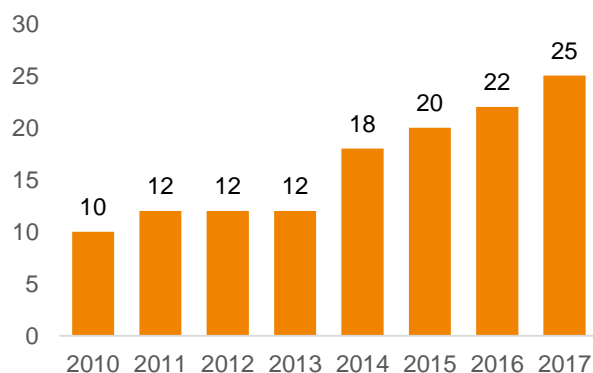
汽车电子业务是英飞凌的核心业务组成, 英飞凌的汽车电子事业部 (ATV) 的产品涵盖微控制器、射频 IC、传感器、雷达以及功率半导体等组件。

图 32: 2017 年英飞凌细分市场同比增长 (%)



资料来源: Bloomberg, 天风证券研究所

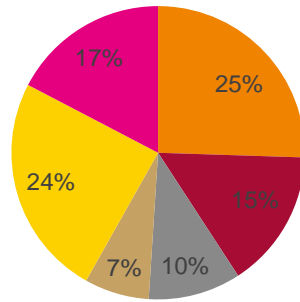
图 33: 英飞凌公司近年股息分配情况 (美分)



资料来源: Bloomberg, 天风证券研究所

我国市场一直是英飞凌近年来最重要的销售市场, 根据 2017 年年报显示, 英飞凌中国大陆地区收入为 19.67 亿美元, 占英飞凌收入的 25% (2016 年占比为 24%)。随后排名是德国, 营收为 12.41 亿美元, 占 15% (2016 年占比 15%), 美国为 8.1 亿美元, 占 10% (2016 年占比为 10%), 日本为 5.25 亿美元, 7% (2016 年占比为 6%)。英飞凌近年的股息分配也较为慷慨, 一直稳步增长中, 2016, 2017 财年是每股股息分别为 22、25 美分。

图 34: 2017 年英飞凌分地区市场收入占比 (%)

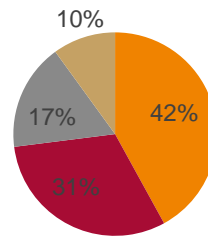


■ 中国大陆 ■ 德国 ■ 美国 ■ 日本 ■ 亚太其他地区 ■ 其他欧洲地区, 非洲, 中东

资料来源: Bloomberg, 天风证券研究所

英飞凌营收分业务占比分别是, 汽车电子 42%, 电源管理及多元化市场 31%, 工业半导体份额为 17%, 智能卡芯片占比为 10%, 平均毛利率为 37.1%, 对比 2016 年上涨 1.1 个百分点。

图 35: 2017 年英飞凌主营业务占比 (%)



■ 汽车电子 ■ 工业半导体 ■ 电源管理及多元化 ■ 智能卡芯片

资料来源: Bloomberg, 天风证券研究所

作为系统解决方案的领先供应商, 英飞凌拥有丰富的产品组合, 可用于辅助系统和智能驾驶。英飞凌的 AURIX™ 系列的微控制器确保了系统的可靠性。在执行器层面, AURIX™ 负责本地实时计算并发送命令。对于部分和全自动驾驶而言, 最重要的要求之一就是系统即使在出现故障时也能可靠地工作。为了实现这一目标, 英飞凌为这些应用提供 ISO 26262 认证的组件, 通过与互联网连接, 可以为汽车提供越来越多的功能和服务。

### NXP

**恩智浦半导体 (NXP)** 是一家注册在荷兰的上市公司, 公司注册地点在荷兰埃因霍温。恩智浦公司早年为飞利浦公司的半导体部门, 受半导体周期性拖累影响, 营收利润波动较大, 飞利浦公司转型医疗健康后, 将半导体部门整体出售给 KKR 集团, 并于 2010 年 8 月 5 号在纳斯达克挂牌上市, 首次公开发行 3400 万普通股。

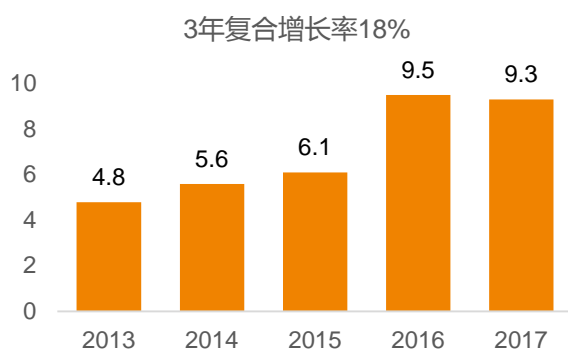
2015 年 3 月, 恩智浦宣布公司和飞思卡尔公司合并, 合并与 15 年 12 月完成, 恩智浦视为会计收购方, 飞思卡尔每一流通股转换成 0.3521 股恩智浦股票及 6.25 美元现金。

2015 年，NXP 以 110 多亿美元价格收购飞思卡尔公司后，其超越英飞凌、瑞萨等公司，成为全球汽车电子半导体第一大企业，合并公司在汽车电子领域，微控制器和安全半导体解决方案方面一举成为市场的领导者。

恩智浦公司提供全球领先的高性能混合信号（HPMS）和标准产品（SP）解决方案，公司在加密安全、高速接口及射频领域有着显著的专利优势。产品解决方案主要应用于汽车电子、个人安全识别、移动通信、工业、消费电子等行业。

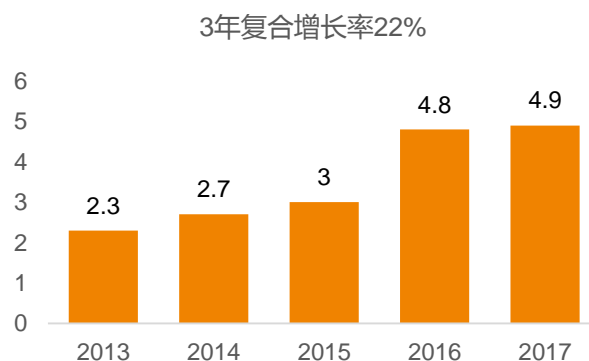
根据 2017 年年报显示，恩智浦 2017 年全年营业收入为 92.6 亿美元，受标准产品业务剥离的影响，同比下降 3%（2016 年营收为 94.98 亿美元），恩智浦在汽车（15% CAGR）和安全（12% CAGR）市场的强势定位为恩智浦公司提供了长期的可持续增长，从而抵消了通信基础设施方面的近期担忧以及智能手机市场增长的乏力。

图 36：恩智浦近年营收及复合增长率（十亿美元）



资料来源：Bloomberg，天风证券研究所

图 37：恩智浦近年毛利润及复合增长率（十亿美元）



资料来源：Bloomberg，天风证券研究所

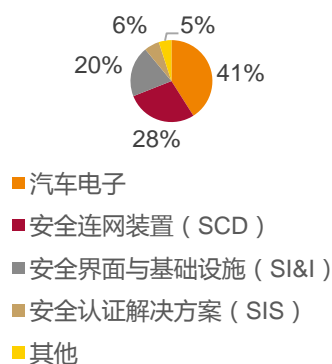
**HPMS 主要由以下四条业务线组成：汽车、安全识别、安全连接及安全接口基础设施。**每辆汽车的含硅量的增长带动了公司产品的需求量的大幅提升，主要包括高级驱动程序辅助系统（ADAS）。车载网络和电动动力系统，信息娱乐等，随着汽车电子的不断深入发展，汽车安全功能正从被动安全系统发展到带有 ADAS 的主动安全系统，如雷达、视觉、车对基础设施（V2X）系统等，发达市场和消费者需求能有效推动 ADAS，安全连接，电子安全设备等应用的增长。2017 年恩智浦 HPMS 客户数量超过 25000 家，第一大客户份额仅为 10%。体现出广泛的市场影响度。

图 38：恩智浦的业务划分及对应客户

	Automotive	Secure Identification Solutions	Secure Connected Devices	Secure Interfaces and Infrastructure
<b>Key applications</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Car access &amp; immobilizers</li> <li>In vehicle networking</li> <li>Car entertainment</li> <li>ADAS</li> <li>Telematics</li> <li>ABS</li> <li>Transmission/ throttle control</li> <li>Automotive Lighting</li> <li>Gateways</li> <li>Battery Management</li> <li>Sensors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Secure identity</li> <li>Tagging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Secure transactions</li> <li>Mobile handset</li> <li>Tablet</li> <li>Personal computer</li> <li>Smart buildings</li> <li>White goods &amp; home appliances</li> <li>Medical/Personal Healthcare</li> <li>Industrial/ IoT</li> <li>Consumer/TV/Set top box</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wireless base stations</li> <li>Networking</li> <li>Satellite &amp; CATV infra</li> <li>Radar</li> <li>Power supplies</li> <li>Lighting</li> <li>Mobile Handsets</li> <li>Pachinko machines</li> </ul>
<b>Selected market leading positions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>#1 in Automotive semiconductors</li> <li>#1 Can/LIN/ Flex Ray in-vehicle networking</li> <li>#1 passive keyless entry/ immobilizers</li> <li>#1 car radio</li> <li>#1 Chassis &amp; Safety</li> <li>#1 Powertrain</li> <li>#2 automotive MCU</li> <li>#2 audio amplifiers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>#1 e-Government</li> <li>#1 Transport &amp; Access management</li> <li>#1 Banking</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>#1 I broad based MCU</li> <li>#1 NFC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>#1 in RF Power</li> <li>#1 in communication processors</li> </ul>
<b>Key OEM and electronic manufacturing services (EMS) end customers</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autoliv</li> <li>Bosch</li> <li>Continental</li> <li>Delphi</li> <li>Denso</li> <li>Fujitsu Ten</li> <li>Hyundai</li> <li>TRW</li> <li>Valeo</li> <li>Visteon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Avery Dennison</li> <li>China Vision Microelectronic</li> <li>Chutian Dragon</li> <li>Gemalto</li> <li>Giesecke</li> <li>Hengbao</li> <li>Linxens</li> <li>Oberthur</li> <li>Smartrac</li> <li>Wuhan/Tianwu Info</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amazon</li> <li>Apple</li> <li>BBK</li> <li>Bosch</li> <li>Continental</li> <li>Huawei</li> <li>LG</li> <li>Samsung</li> <li>Visteon</li> <li>ZLG Electronics</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apple</li> <li>Arria</li> <li>Cisco</li> <li>Ericsson</li> <li>Huawei</li> <li>NEC</li> <li>Nokia</li> <li>Philips</li> <li>Samsung</li> <li>ZTE</li> </ul>

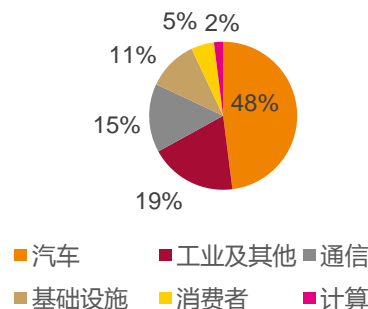
资料来源：NXPI 年报，天风证券研究所

图 39：恩智浦 2017 年营收分类 (%)



资料来源：Bloomberg，天风证券研究所

图 40：恩智浦 2017 年 HPMS 收入终端市场划分 (%)



资料来源：Bloomberg，天风证券研究所

在汽车娱乐方面，恩智浦也是市场的领先者，拥有广泛的产品组合，可满足音频和视频多种类型应用的需求，在车载网络市场，恩智浦参与设定了车载网络标准（包括 CAN，LIN 和汽车以太网标准等）

恩智浦是全球最大的小信号分立器件供应商，销售居全球首位，恩智浦投入建设的小信号 MOSFET 产品线，大部分收入也来自于汽车客户。作为该领域的头号领导者，我们相信 NXP 有能力从汽车行业的长期发展机遇中受益。

## 5. 投资建议

我们建议重点功率半导体在国内的产业链变革。我们看好国内企业通过已收购回来的海外优质汽车半导体资产并进行国产替代，打开成长空间的逻辑。从目前的进度看，国内的闻泰科技有望凭借成功的资本运作和成本管理率先获得成功，预计未来国内将出现自己的顶级汽车功率半导体企业。

投资建议：汽车功率半导体领域首推**闻泰科技**（拟收购安世半导体），关注功率器件领域：**扬杰科技，捷捷微电，华虹半导体**；

## 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

## 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券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。天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、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。

## 特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益 20%以上
		增持	预期股价相对收益 10%-20%
		持有	预期股价相对收益 -10%-10%
		卖出	预期股价相对收益 -10%以下
行业投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅 5%以上
		中性	预期行业指数涨幅 -5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅 -5%以下

## 天风证券研究

北京	武汉	上海	深圳
北京市西城区佟麟阁路 36 号 邮编：100031 邮箱：research@tfzq.com	湖北武汉市武昌区中南路 99 号保利广场 A 座 37 楼 邮编：430071 电话：(8627)-87618889 传真：(8627)-87618863 邮箱：research@tfzq.com	上海市浦东新区兰花路 333 号 333 世纪大厦 20 楼 邮编：201204 电话：(8621)-68815388 传真：(8621)-68812910 邮箱：research@tfzq.com	深圳市福田区益田路 5033 号平安金融中心 71 楼 邮编：518000 电话：(86755)-23915663 传真：(86755)-82571995 邮箱：research@tfzq.com