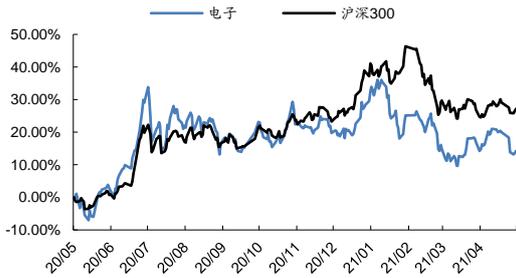


研究所  
证券分析师: 吴吉森 S0350520050002  
wujs01@ghzq.com.cn  
联系人: 厉秋迪 S0350121010059  
liqd@ghzq.com.cn

## 大变革时代, 汽车半导体站上历史的进程

### ——汽车半导体深度报告

#### 最近一年行业走势



#### 行业相对表现

表现	1M	3M	12M
电子	0.0	-8.7	14.5
沪深300	2.0	-13.1	27.4

#### 相关报告

#### 投资要点:

- 汽车行业向电动化、智能化、网联化迈进, 产业链正迎来价值重构。**百年汽车行业正迎来变革的时代, 汽车正快速向电动化、智能化、网联化发展, 在全球汽车销量进入存量时代的大背景下, 得益于全球对清洁能源的需求, 2020年新能源车销量达324万辆, 同比增长43%, 销售占比提升至4.24%, 随着全球各地政府持续推动、充电桩等配套设施加速布局、电动车续航问题逐步解决, 新能源车正成为后疫情时代汽车行业复苏的强劲动力。汽车在向“三化”发展的同时, 产业链价值构成也正发生剧变, 与内燃机相关的系统和元器件正在缩减, 而三电(电池、电驱、电控)的引入快速提升汽车硅含量, 一般情况下电池、电驱、电控占整车成本比重分别达38%/6.5%/5.5%, 根据Strategy Analytics数据, 2019年纯电动车单车平均半导体价值达到了775美元, 为燃油车的两倍有余。
- 汽车半导体受益“三化”趋势多点开花, 各细分领域打开增量空间。**根据IHS数据, 2020年全球汽车半导体市场规模为380亿美元, 受益于汽车行业“三化”趋势, 预计到2026年将达到676亿美元, 英飞凌、恩智浦、瑞萨半导体等欧美日巨头占据汽车半导体领域绝大部分市场份额, 我国部分企业已具备较强竞争力, 但整体差距仍较大。具体拆分来看, 功率器件方面, 2020年汽车功率器件市场规模约为45亿美元, 随着单车功率器件价值以及电动车渗透率持续提升, 预计到2025年达到92亿美元; 计算和控制芯片方面, 芯片算力提升将带动主控芯片价值量成长, 2020年汽车计算和控制类芯片市场规模约为108亿美元, 预计到2025年增长至164亿美元; 存储芯片方面, 增量主要来源于汽车智能化带来的数据存储需求, 2020年全球汽车存储芯片的市场规模约为40亿美元, 预计到2025年超过80亿美元; 模拟芯片方面, 电动化、网联化为电源管理芯片、射频芯片带来了增量需求, 2019年汽车模拟芯片市场规模为98亿美元, 预计到2024年达到150亿美元; 传感器方面, 我们测算到2025年汽车半导体传感器市场增量将达到31亿美元, 增量主要来源于车载CIS、毫米波雷达、激光雷达等智能汽车标配硬件。
- 汽车“缺芯”增加供应链导入机会, 汽车半导体国产替代全面加速。**2020年底至今, 疫情等事件性因素导致的晶圆产能错配, 叠加部分汽车芯片厂遭受自然灾害影响, 致使汽车“缺芯”问题愈演愈烈, 我国汽车芯片约90%依赖进口, 而海外汽车芯片厂商供应短缺增加

了国内厂商的供应链导入机会，汽车半导体国产替代进程有望全面提速。此外，结合**政策和资金面**来看，我国对石油的进口依赖度持续攀升，新能源车能有效缓解我国石油的进口压力，我们认为国家对新能源车的发展是坚定不移的，新能源车产业资本热度有望继续提升；**客户方面**，我国是汽车产销大国，新能源车产业链成熟，叠加特斯拉国产化趋势，将进一步推动我国汽车半导体供应链发展；**技术壁垒方面**，我国在车规级芯片制造领域相比消费电子芯片对外部依赖更小，为产业链企业长期发展奠定了良好基础。因此综合来看，汽车半导体政策、资金、产业趋势全面向好，我国汽车半导体优秀企业有望借行业发展与国产替代之东风迅速崛起。

- **行业评级及投资策略：**汽车行业正向电动化、智能化、网联化深入发展，推动汽车半导体价值量大幅提升，我国汽车半导体领域优秀企业有望乘风而起，给予行业“推荐”评级，重点推荐：韦尔股份、北京君正、斯达半导、华润微、捷捷微电、兆易创新、圣邦股份、卓胜微、新洁能；受益标的：士兰微、闻泰科技。
- **风险提示：**新冠疫情海外扩散导致下游需求不及预期；贸易战持续恶化风险；推荐公司业绩不及预期。

#### 重点关注公司及盈利预测

重点公司 代码	股票 名称	2021-05-12 股价	EPS			PE			投资 评级
			2020	2021E	2022E	2020	2021E	2022E	
603501.SH	韦尔股份	266.82	3.12	4.75	6.23	85.52	56.17	42.83	买入
300223.SZ	北京君正	62.7	0.16	1.16	1.53	391.88	54.05	40.98	买入
603290.SH	斯达半导	197.81	1.13	1.44	1.95	175.05	137.37	101.44	买入
688396.SH	华润微	61.5	0.79	1.03	1.2	77.85	59.71	51.25	买入
300623.SZ	捷捷微电	27.04	0.58	0.8	0.99	46.62	33.8	27.31	买入
603986.SH	兆易创新	170.01	1.87	2.91	3.72	90.91	58.42	45.7	买入
300661.SZ	圣邦股份	233.68	1.85	2.74	3.58	126.31	85.28	65.27	买入
300782.SZ	卓胜微	377	5.96	11.82	15.83	63.26	31.9	23.82	买入
605111.SH	新洁能	123.35	1.38	3.1	4.03	89.38	39.79	30.61	买入

资料来源：Wind 资讯，国海证券研究所

## 内容目录

1、 汽车“三化”趋势持续，推动汽车硅含量提升 .....	8
1.1、 汽车行业整体处于存量市场，集中度上升 .....	8
1.2、 电动化、智能化、网联化是汽车行业大势所趋 .....	10
1.3、 汽车成本结构正在重构，汽车电子 BOM 占比提升 .....	20
2、 汽车半导体市场空间迅速扩容，应用多点开花 .....	22
2.1、 功率器件：电动化最受益赛道，市场快速扩容 .....	26
2.2、 主控芯片：控制走向中心化，算力需求持续提升 .....	34
2.3、 存储芯片：车载数据量提升，打开存储芯片空间 .....	39
2.4、 模拟芯片：电池管理、通信器件助推赛道成长 .....	42
2.5、 传感器：汽车感知层核心器件，受益智能化崛起 .....	47
3、 三大因素助推，汽车半导体国产替代势在必行 .....	55
3.1、 因素一：我国国情适合发展电动新能源车 .....	55
3.2、 因素二：车规芯片产业链自主可控难度相对低 .....	56
3.3、 因素三：“缺芯”+客户本土化意愿推动汽车半导体国产化 .....	57
4、 国内汽车半导体重点标的介绍： .....	61
4.1、 韦尔股份： CIS 巨头，车规级产品全球第二 .....	61
4.2、 北京君正： 并购 ISSI，车载存储技术领先者 .....	62
4.3、 斯达半导：国内 IGBT 龙头，打入多家车企供应链 .....	63
4.4、 华润微：国内 MOSFET 器件 IDM 巨头 .....	64
4.5、 捷捷微电：国内晶闸管龙头，布局车规级器件 .....	65
4.6、 兆易创新：国内 MCU、Nor Flash 龙头 .....	66
4.7、 士兰微：厚积薄发，功率半导体巨头初显 .....	67
4.8、 闻泰科技：收购安世，切入车规级功率器件赛道 .....	68
5、 行业评级及投资策略 .....	69
6、 风险提示 .....	69

## 图表目录

图 1: 2005-2019 年全球汽车产量情况.....	8
图 2: 2005-2020 年全球汽车销量情况.....	8
图 3: 2005-2020 年中国汽车产量情况.....	8
图 4: 2005-2020 年中国汽车销量情况.....	8
图 5: 2014-2019 年中国汽车制造业营业收入情况.....	9
图 6: 2014-2020 年中国汽车行业 CR10 情况 .....	9
图 7: 2020 年我国国产品牌汽车市场格局.....	9
图 8: 豪华品牌的渗透率呈稳步提升趋势.....	9
图 9: 2014-2020 年全球新能源车销量及渗透率 .....	10
图 10: 我国新能源车销量及渗透率快速提升 .....	10
图 11: 2013-2020 年特斯拉销量快速提升 .....	11
图 12: 特斯拉产能规划情况 .....	11
图 13: 电动机相比内燃机结构更为简单 .....	11
图 14: 电驱动系统的能量使用效率优势 .....	12
图 15: 各国消费者对电动车价格、充电配套、电池续航不满意的问卷占比.....	13
图 16: 我国充电桩数量预测 (百万个) .....	14
图 17: 纯电动车实际续航与燃油车差距逐步减小 .....	14
图 18: 锂电池平均价格预测 .....	14
图 19: 新能源车后续使用成本与燃油车对比 .....	14
图 20: 实现汽车智能网联的传感系统、决策系统与执行系统.....	15
图 21: 奔驰 S 级配备的夜视功能 .....	15
图 22: 开启 Autopilot 后的特斯拉仪表盘.....	15
图 23: 特斯拉暂时在自动驾驶领域领跑 .....	17
图 24: 特斯拉公布的每次事故所需里程对比 (单位: 千英里) .....	17
图 25: 统一样本后特斯拉 autopilot 并未展现安全优势 (单位: 千英里) .....	17
图 26: V2X 将“人、车、路、云”等交通参与者有机地联系在一起 .....	18
图 27: 车联网在 5G 高相关度应用中市场潜力领先.....	18
图 28: 全球智能网联汽车出货量预测.....	19
图 29: 中国车联网产业市场规模稳步提升.....	19
图 30: V2X 将“人、车、路、云”等交通参与者有机地联系在一起 .....	19
图 31: 燃油车成本结构情况 .....	20
图 32: 纯电动车成本结构情况.....	20
图 33: 电动化、自动驾驶和数字化大幅提升了汽车电子 BOM.....	21
图 34: 电动化对电池管理、电控提出了更高要求.....	21
图 35: 汽车电动化带来的电子元器件 BOM 提升情况 .....	21
图 36: L1-L3 带来的电子元器件 BOM 提升情况 .....	22
图 37: 数字化对电子元器件 BOM 提升情况.....	22
图 38: 汽车半导体应用在车身各个部分 .....	22
图 39: 全球汽车半导体市场规模快速增长.....	23
图 40: 我国汽车半导体市场规模迅速增长.....	23
图 41: 车规级芯片对可靠性要求最高.....	23
图 42: 车规级芯片进入供应链的周期较长.....	23
图 43: 2019 年不同电动化程度汽车平均半导体价值量 .....	24
图 44: 传统燃油车半导体价值分配情况 .....	24

图 45: 纯电动车半导体价值分配情况.....	24
图 46: 汽车半导体产业链全景图 .....	25
图 47: 2019 年全球汽车半导体各国市场份额情况.....	25
图 48: 2019 年全球汽车半导体企业市场份额 .....	25
图 49: 功率器件主要分类 .....	26
图 50: 汽车功率器件应用在车身各个环节.....	27
图 51: 新能源车的三电系统 .....	27
图 52: Model 3 逆变器上的 SIC MOSFETS 模块 .....	27
图 53: 2019 年功率半导体下游终端市场占比情况.....	28
图 54: 全球汽车功率器件市场快速增长 .....	28
图 55: IGBT 芯片结构 .....	28
图 56: IGBT 在电控系统中成本占比在 40%-50% .....	28
图 57: 充电桩市场规模测算 .....	29
图 58: 充电桩功率器件市场规模测算.....	29
图 59: SIC 器件适用于高压高频领域.....	30
图 60: SiC MOSFET 器件将大幅减少损耗 .....	30
图 61: SiC 功率模块体积较原尺寸大幅减小 .....	30
图 62: SiC 相对 Si 具有优秀的材料特性 .....	30
图 63: 不同功率器件在不同新能源车型上的应用情况 .....	31
图 64: 新能源车功率器件是 SiC 市场增长的主要动力 .....	31
图 65: 2019 年功率分立器件和模组市场份额情况.....	32
图 66: 2019 年全球 MOSFET 行业份额.....	32
图 67: 2018 年 IGBT 模组市场份额情况.....	33
图 68: 2019 年国内新能源车 IGBT 出货量份额情况.....	33
图 69: 汽车电子巨头博世提出的汽车电子电气架构呈中心化发展的趋势 .....	35
图 70: 车载控制芯片形态的演化趋势.....	35
图 71: 主控芯片和功能芯片配合对车身进行控制.....	36
图 72: 特斯拉 FSD 自动驾驶芯片架构.....	36
图 73: 自动驾驶需要处理的数据量日益提升 .....	36
图 74: 自动驾驶 L1-L5 需要的算力 (TFLOPS / TOPS) .....	36
图 75: 汽车主控芯片与功能芯片增长情况及预测 (单位: 百万美元) .....	37
图 76: 汽车模拟 IC 产业链作用原理.....	39
图 77: 存储产品在汽车各个系统均有应用.....	39
图 78: 自动驾驶等级对应的存储带宽需求.....	40
图 79: 自动驾驶等级对应的存储容量需求.....	40
图 80: 不同类型汽车存储 IC 对应市场规模情况 .....	40
图 81: 2018 年 NAND 市场份额情况.....	41
图 82: 2018 年 DRAM 市场份额情况 .....	41
图 83: 2020Q1 年 NOR FLASH 市场份额情况 .....	41
图 84: 汽车存储的市场份额情况 .....	41
图 85: 汽车模拟 IC 在车身中的主要应用领域 .....	42
图 86: 2017-2024F 汽车模拟 IC 市场规模及增速 .....	43
图 87: 2019-2024F 模拟 IC 下游细分市场 CAGR.....	43
图 88: 全球模拟 IC 市场竞争格局 .....	43
图 89: 中国模拟 IC 市场竞争格局 .....	43
图 90: 2011-2025E 新能源车动力锂电装机量 (GWh) .....	44

图 91: 2017-2025E 新能源汽车 BMS 装机量 (万套)	44
图 92: 车载电源管理芯片市场稳步增长	45
图 93: 电源管理芯片市场竞争格局	45
图 94: 网联汽车中的射频技术	46
图 95: 车联网 C-V2X 示意图	46
图 96: 车载射频前端市场空间快速增长	46
图 97: 2018-2019 年全球射频前端竞争格局	46
图 98: 全球车载通信模块市场规模快速成长	47
图 99: 汽车通信芯片主要企业	47
图 100: 汽车传感器分布	47
图 101: L1-L5: 单车传感器价值量将随智能化程度提升而提升	48
图 102: 车载摄像头分布情况	49
图 103: 全球车载摄像头出货量	49
图 104: 平均单车摄像头搭载量走势	49
图 105: 车载摄像头产业链	50
图 106: CIS 在光学镜头价值量占比达 52%	50
图 107: 2019 年汽车 CIS 增速领先其余领域	51
图 108: 2018 年全球车载 CIS 竞争格局 (销售额口径)	51
图 109: 特斯拉 Model 3 搭载了 12 个超声波传感器	52
图 110: 全球车载超声波雷达市场规模预测	52
图 111: 中国汽车超声波雷达需求量 (单位: 万个)	52
图 112: 国内外超声波雷达厂商	52
图 113: 全球车载毫米波雷达市场规模预测	53
图 114: 中国汽车毫米波雷达需求量 (单位: 万个)	53
图 115: 2018 年全球毫米波雷达竞争格局	53
图 116: 国内企业在毫米波雷达领域的进展情况	53
图 117: 激光雷达内部结构	54
图 118: 蔚来 ET7 在车顶搭载一个激光雷达	54
图 119: 车载激光雷达市场将快速成长	54
图 120: 中国汽车激光雷达需求量 (单位: 万个)	54
图 121: 我国对石油的进口依赖度持续提升	56
图 122: 2020 年全球动力电池装机市场份额	56
图 123: 精进电动的电动机技术指标领先	56
图 124: 主要晶圆制造厂商先进制程规划进度	57
图 125: 苹果将产业链向中国大陆转移助推供应链核心企业营业收入迅速成长 (单位: 亿人民币)	60
图 126: 2020 年以来我国造车新势力三强销量迅速增长	60
图 127: 豪威科技 ASIL-C 级汽车图像传感器	61
图 128: 2015-2020 韦尔股份营业收入变化	61
图 129: 2015-2020 韦尔股份归母净利润变化	61
图 130: 2015-2020 北京君正营业收入变化	62
图 131: 2015-2020 北京君正归母净利润变化	62
图 132: 2015-2020 斯达半导营业收入变化	63
图 133: 2015-2020 斯达半导归母净利润变化	63
图 134: 2016-2020 华润微营业收入变化	64
图 135: 2016-2020 华润微归母净利润变化	64
图 136: 公司充电桩系统及电路系统示意图	65

图 137: 2015-2020 年捷捷微电营业收入及变化 .....	65
图 138: 2015-2020 年捷捷微电归母净利润及变化 .....	65
图 139: 兆易创新 SPI NOR Flash 主要特性 .....	66
图 140: 兆易创新 RISC-V GD32VF103 系列 MCU 产品 .....	66
图 141: 2015-2020 兆易创新营业收入变化 .....	66
图 142: 2015-2020 兆易创新归母净利润变化 .....	66
图 143: 2015-2020 年士兰微营业收入及变化 .....	67
图 144: 2015-2020 年士兰微毛利及毛利率变化 .....	67
图 145: 公司车规级应用种类 .....	68
图 146: 2015-2020 年闻泰科技营业收入变化 .....	68
图 147: 2015-2020 年闻泰科技归母净利润变化 .....	68
表 1: 全球各国/地区纷纷推出禁售燃油车时间点 .....	12
表 2: 各大车企纷纷跟进政府政策推出停售燃油车的规划 .....	12
表 3: 梅赛德斯-奔驰对其在中国市场销售的车型所配备的 ADAS 功能渗透率预测 .....	16
表 4: 国际汽车工程师协会标准下的自动驾驶等级分类及定义 .....	16
表 5: 国内汽车半导体在各领域的主要差距及自主率 .....	26
表 6: 新能源车带来的 IGBT 增量测算 .....	29
表 7: 我国对电驱动用 SiC 半导体开关器件未来规划情况 .....	32
表 8: 国内外汽车功率器件主要企业情况介绍 .....	33
表 9: 国内涉足 SIC 的主要上市企业梳理 .....	34
表 10: 汽车 MCU 龙头企业与国内主要参与者 .....	37
表 11: 汽车自动驾驶芯片龙头企业与国内主要参与者 .....	38
表 12: 当前市场主流的自动驾驶芯片方案对比 .....	38
表 13: 汽车存储芯片龙头企业与国内主要参与者 .....	42
表 14: 汽车模拟芯片龙头企业与国内主要参与者 .....	44
表 15: 新能源车 AFE 市场规模预测 .....	45
表 16: Yole 预测自动驾驶带来的单车传感器增量 .....	48
表 17: L2+车型对 L2 车型带来的传感器市场增量测算 .....	48
表 18: 车载摄像头主要组件及供应商 .....	50
表 19: 车载 CIS 市场空间测算 .....	50
表 20: 汽车雷达横向对比 .....	51
表 21: 激光雷达主要参与企业及介绍 .....	55
表 22: 汽车半导体主要技术平台以及国内晶圆代工龙头技术水平对比 .....	57
表 23: 截至 2021.03 全球因缺芯导致的汽车已减产数量情况 .....	58
表 24: 近期国内车企减产情况汇总 (不完全统计) .....	58
表 25: 国产特斯拉 model Y 供应链梳理 (不完全统计) .....	58
表 26: 公司 DDR4/DDR3 产品介绍 .....	62
表 27: 公司 IGBT 模块应用于新能源汽车产品类型 .....	63
表 28: 国内同行业可比公司比较情况 .....	64
表 29: 士兰微汽车电子应用案例 .....	67
表 30: 重点关注公司及盈利预测 .....	69

# 1、汽车“三化”趋势持续，推动汽车硅含量提升

## 1.1、汽车行业整体处于存量市场，集中度上升

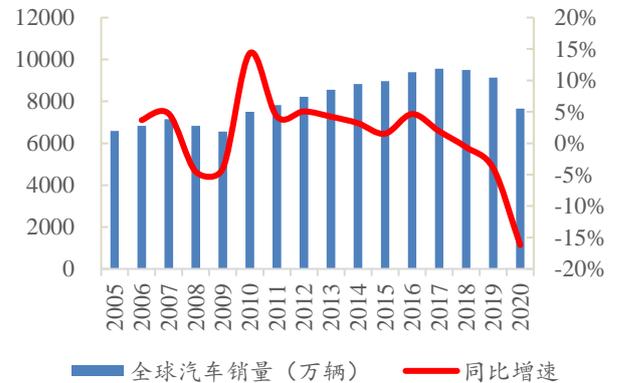
汽车行业整体已进入存量市场，内部结构性的趋势将成为行业关注重点。2017年以来，汽车市场销量持续下滑，2019年全球汽车销量9129.7万辆，同比减少3.95%，2020年在疫情冲击下，全球汽车销量同比下降16.21%至7650万辆，随着疫情控制，耐用品消费增速回升，预计2021年将迎来回暖，但整体而言，汽车行业已进入存量市场竞争的态势，内部结构性趋势是市场关注重点。

图 1：2005-2019 年全球汽车产量情况



资料来源：wind、中汽协、国海证券研究所

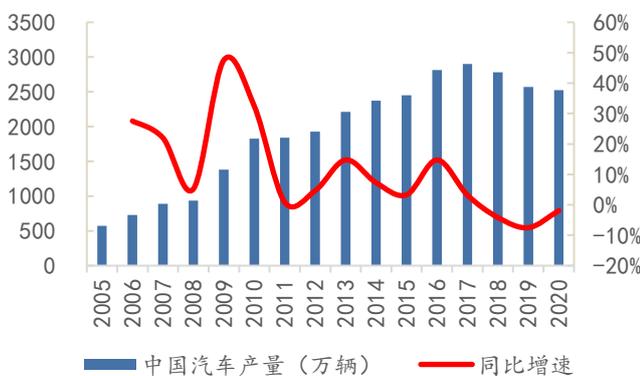
图 2：2005-2020 年全球汽车销量情况



资料来源：wind、中汽协、IHS、国海证券研究所

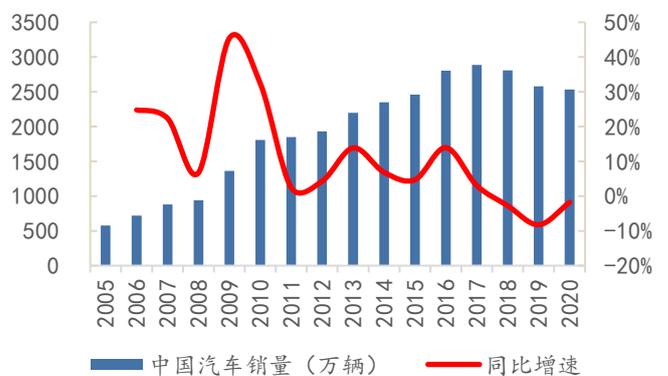
我国是汽车制造和消费大国，产销量连续 12 年位居世界第一。2020 年虽然我国疫情后复工复产顺利进行以及营销方式加速转变，汽车市场复苏显著优于世界平均水平，基本消除了疫情的影响，我国汽车行业展现出强大的发展韧性和内生动力。根据中汽协数据，2020 年中国汽车产量 2522.5 万辆，同比下降 1.93%，销售量 2531.1 万辆，同比下降 1.78%，降幅比 2019 年分别收窄 5.58 和 6.46 个百分点，截至 2020 年底我国汽车保有量达到 2.81 亿辆，赶上美国并列世界第一。

图 3：2005-2020 年中国汽车产量情况



资料来源：wind、中汽协、国海证券研究所

图 4：2005-2020 年中国汽车销量情况



资料来源：wind、中汽协、国海证券研究所

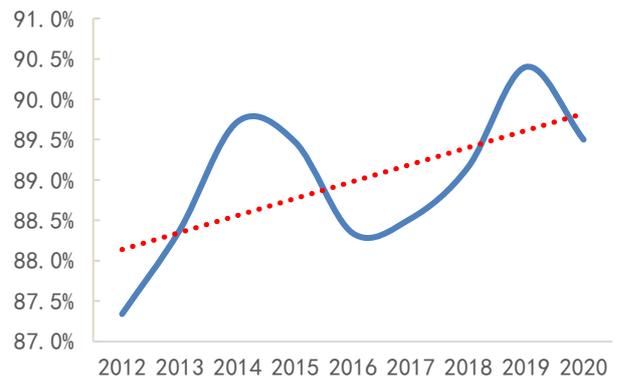
后疫情时代我国汽车制造业营收逆势增长，汽车行业逐渐向头部品牌集中。随着人均生活消费水平和 GDP 增加，人们购车愿望十分强烈，消费能力的释放和整体市场的繁荣都提升着汽车行业的景气度。2014-2017 年中国汽车制造业营业收入稳步增加，从 6.8 万亿增至 8.5 万亿，2018 年-2019 年呈下降趋势，根据国家统计局数据，2020 年汽车制造业营收 81557.7 亿元，同比增长 1.4%，回暖速度超预期。2012-2020 年，我国汽车行业前十大企业市占率从 87.34% 提升至 89.50%，市场集中度整体呈上升趋势。

图 5: 2014-2019 年中国汽车制造业营业收入情况



资料来源: 国家统计局、国海证券研究所

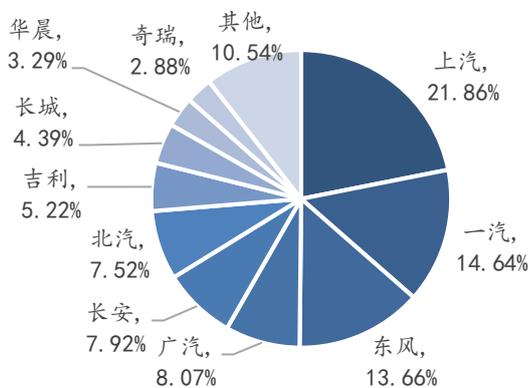
图 6: 2014-2020 年中国汽车行业 CR10 情况



资料来源: 中汽协、国海证券研究所

存量市场竞争加剧，集中度持续提升。2020 年我国汽车行业前十大企业集团总共占据约九成的市场份额，其中，上汽、一汽和东风市占率分别为 21.86%、14.64% 和 13.66%，分列前三，三家企业集团就占据了整个市场的半壁江山，纵观全球，汽车行业整体处于存量市场，市场竞争趋向激烈，而以 BBA 为代表的豪华品牌正不断下放产品价格，叠加存量汽车市场中改善性需求的抬升，以 BBA 为代表的豪华品牌份额也呈现上升趋势，2006-2020 年，奔驰、宝马、奥迪销量合计从 323.90 万辆增长至 588.57 万辆，CAGR 为 4.36%，与此同时，三大品牌的渗透率从 4.74% 稳步提升到了 7.69%，不论是国内市场还是全球市场，拥有核心内燃机技术的龙头品牌在日趋激烈的竞争中显示出了更大的优势。

图 7: 2020 年我国国产品牌汽车市场格局



资料来源: 中汽协、国海证券研究所

图 8: 豪华品牌的渗透率呈稳步提升趋势



资料来源: 盖世汽车、国海证券研究所

百年汽车行业正迎来众多变革，电动化、智能化、网联化值得优先关注。汽车行业从诞生至今已逾百年，当前汽车行业在经历着非常多的变革，比如汽车行业的商业模式在快速变化，传统汽车品牌往往采用经销商模式，把大多数的售后服务外包给了下游经销商，而以特斯拉为代表的电动车新贵则普遍采用了直销模式，此外，随着汽车智能化的深入，自动驾驶软件为汽车带来更多附加值，传统汽车主要为一次性买卖，买进汽车的那一天是这辆车最值钱的一天，随后车辆不断贬值，而未来自动驾驶软件的不断迭代有望使得汽车附加值有望在售出后还能不断提升；另外，随着共享经济逐步被挖掘，汽车共享出行市场也非常值得期待。就汽车本身而言，为了更好地研究汽车产业发展趋势对车身本身以及相应半导体行业带来的增量，我们主要选取了汽车的电动化、智能化、网联化这“三化”趋势进行解读。

## 1.2、电动化、智能化、网联化是汽车行业大势所趋

### 1.2.1、电动化：电动车渗透率、市场认可度迅速提升

当前电动化走在所有趋势最前面，新能源车市场快速增长，渗透率持续提升。尽管汽车市场整体处于存量竞争的状态，新冠疫情加剧了汽车销量整体下滑，2020年新能源车依然实现了强劲的增长。2014-2020年，全球新能源车产量从54.9万辆增长至324万辆，五年CAGR达42.62%，渗透率从0.61%增长至4.24%，国内市场来看，我国新能源车销量从2014年的7.5万辆增长至2020年的136.7万辆，CAGR达62.22%，渗透率从0.32%迅速提升至5.40%，增速显著超过世界平均水平，是全球新能源车市场增长的主要动力。

图 9：2014-2020 年全球新能源车销量及渗透率



图 10：我国新能源车销量及渗透率快速提升

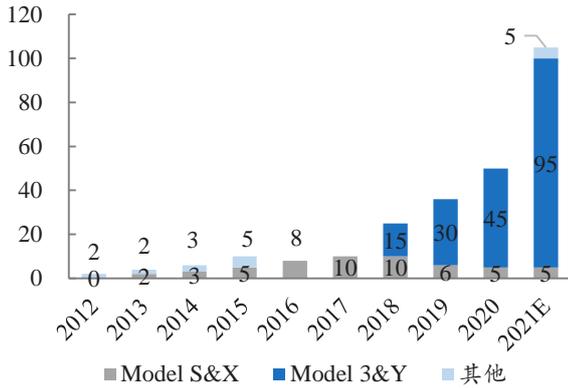


资料来源：华经情报网、ev volumes、国海证券研究所

资料来源：中国汽车工业协会、国海证券研究所

特斯拉 model3/Y 推动新能源车迅速放量。随着特斯拉 model3 和 model Y 进入市场，电动车在主流中端价位市场快速攻城略地，根据百灵研究数据，自 2018 年 model 3 上市到 2020 年的 3 年间，特斯拉总销量从 25 万辆增长至 50 万辆，实现两年翻倍的增速，随着政策、产品、产能等趋势不断向好，预计 2021 年特斯拉总销量将达到 105 万辆，实现一年翻倍的加速成长，短期来看，电动车渗透率提升的动能十分充沛。

图 11: 2013-2020 年特斯拉销量快速提升



资料来源: TESLA、百灵研究、国海证券研究所

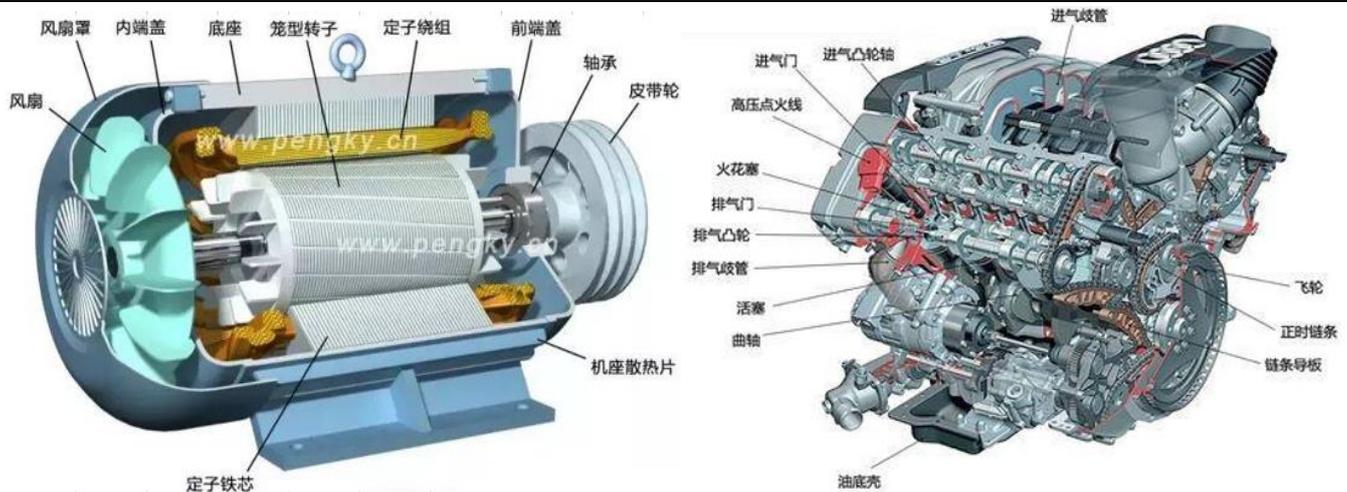
图 12: 特斯拉产能规划情况

工厂	车型	产能	
		2020	2021
美国弗里蒙特	Model S/X	9	9
	Model 3/Y	40	50
美国奥斯汀	Cybertruck	-	-
	Semi	-	-
中国上海	Model 3	20	30
	Model Y	0	25
德国柏林	Model 3	0	50
	Model Y	0	50

资料来源: 百灵研究、国海证券研究所

电动车机械结构较传统燃油车更简单, 产品标准化程度更高, 行业准入门槛更低。汽车电动化将使零部件减少 1/3。普通燃油车的零部件数量一般认为是 30000 个, 其中发动机类占比约 22%、驱动操控类占比 19%、车身占比 15%、悬架制动占比 15%、照明及线束占比 12%、其它电子装备占比 10%。对于 EV, 发动机的 22%、电子产品的 7%、驱动传动系统的 7% 等被去除。而电池、电机、DC/DC 转换器、电动刹车等至多增加 100-200 个零部件。综合来看, 汽车电动化将减少 11000 个零部件。

图 13: 电动机相比内燃机结构更为简单



资料来源: 鹏芃科艺、电子发烧友、国海证券研究所

电驱动系统拥有更高的能量使用效率。受益于电动机可以做到机械能和电能的双向转换, 电驱系统的能量使用效率较内燃机更高, 当汽车具备一些动能和势能的情况下, 在刹车时电驱动电机可以把动能和势能转换为电能储存起来留待下一次使用, 而传统的 ICE 发动机在刹车时, 所有的动能和势能都会转换成热能损耗, 因此电驱动系统在节能方面对比内燃机驱动具有根本性的优势。

图 14: 电驱动系统的能量使用效率优势



资料来源：精进电动、国海证券研究所

**展望：电动车将从政策驱动型走向需求驱动型市场**

当前各国政策是新能源车市场的主要推手，脱离政策的市场化仍需时日。产业发展一般需要市场、政策等多方面因素的参与，在新能源车领域，政策显然走在了最前面，如下图所示，全球各地正通过立法的方式，陆续公布了禁售燃油车的时间节点，我们认为这一举措将大幅刺激传统汽车厂商向新能源汽车领域转型。

**表 1: 全球各国/地区纷纷推出禁售燃油车时间点**

禁售燃油车时间节点	国家/地区
2024 年	意大利-罗马
2025 年	法国-巴黎、西班牙-马德里、希腊-雅典、墨西哥、挪威
2029 年	美国-加州
2030 年	中国-海南、荷兰、德国、印度、以色列、爱尔兰、日本-东京、丹麦、冰岛、斯洛文尼亚、瑞典、英国
2032 年	英国-苏格兰
2035 年	日本、加拿大-魁北克省
2040 年	法国、西班牙、加拿大-不列颠哥伦比亚省

资料来源：易车网、汽车产经网、国海证券研究所

各大车企纷纷响应政策号召加速新能源转型。随着全球各国禁售燃油车时间表陆续敲定，各大车企也纷纷转型加速布局新能源车，沃尔沃在 2019 年宣布将不再推出新款燃油车，随后戴姆勒、福特、本田等车企陆续宣布将在近些年开始停售旗下燃油车，汽车电动化转型持续深入。

**表 2: 各大车企纷纷跟进政府政策推出停售燃油车的规划**

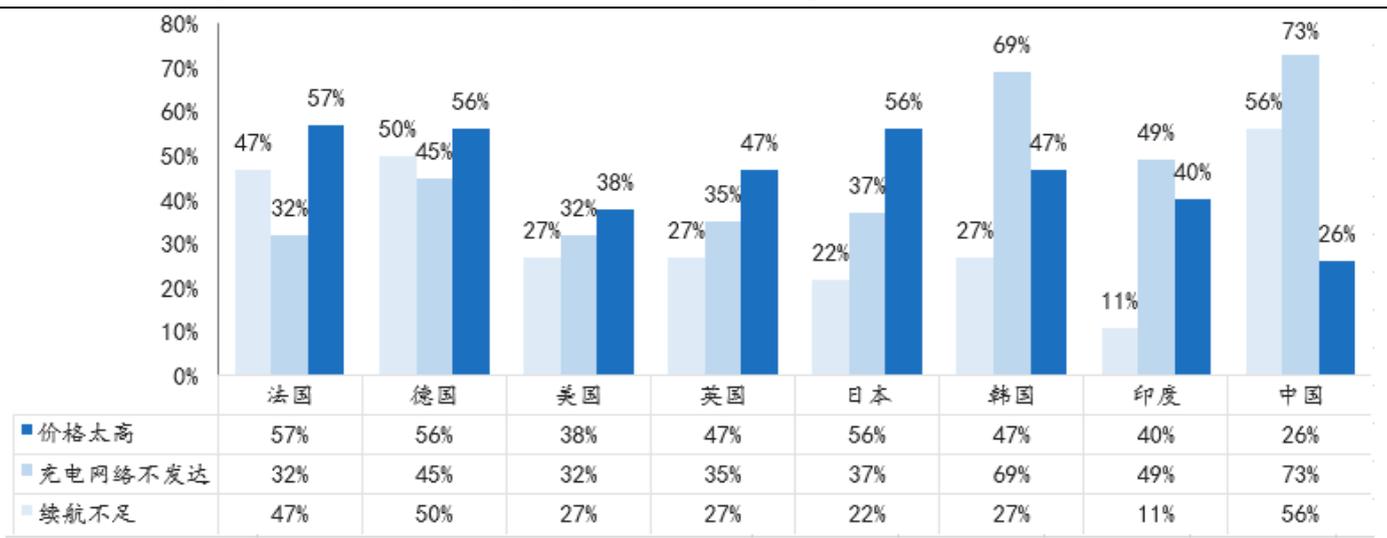
年份	厂商	政策
2019	沃尔沃	2019 年起，沃尔沃不再推出燃油车，届时所有车型都将为纯电动或混合动力车
2019	菲亚特克莱斯勒	2019 年开始，玛莎拉蒂只生产电动和混动车型；2021 年 Jeep 品牌车型将全部采用电动版本
2020	斯巴鲁	2020 年全面停止生产柴油引擎车款与销售，重心转投入新型水平对置汽油引擎和电动车型的研发
2020	捷豹路虎	2020 年起，捷豹路虎所有新发布车型均将实现电动化，包括纯电动、插电混动和轻度混动

2022	戴姆勒	2022 年停产停售旗下全部燃油车；Smart 品牌将率先开始停售燃油车
2022	福特	林肯 2022 年全面停售燃油车；2025 年末，福特将推出电动车型 15 款
2025	本田	2025 年前将在欧洲市场的新能源车型占比提升到三分之二，目前占比仅为 5%
2025	长安	2020 年完成三大新能源专用平台的打造；2025 年全面停售传统燃油车，实现全谱系产品的电动化
2025	北汽	除特种车、专用车外，2020 年全面停售传统燃油乘用车，2025 年全国全面停售燃油车
2030	大众	最迟 2030 年前，将实现所有车型电动化，传统燃油车彻底停止销售
2050	丰田	2020 年前推出超过 10 款电动车型，但全面停售传统燃油车最晚将到 2050 年开始执行

资料来源：易车网、汽车产经网、国海证券研究所

**价格、充电配套、电池续航是当前纯电动车发展的主要障碍。**排除政策（补贴、禁售等措施）之外的影响，消费者的需求才是决定未来纯电动车能否持续长足成长的最终因素，根据罗兰贝格《汽车行业颠覆性数据探测》显示，在各个国家的消费者中，纯电动车过高的价格、不完善的充电网络和续航问题为影响消费者购买意愿的主要因素，因此我们认为，纯电动车若要达到当前燃油车的销量量级（数千万台），必要条件是在成本端对燃油车型具备竞争力、在充电配套上达到使用体验不亚于燃油车使用加油站以及在续航里程上与燃油车型相当。

图 15：各国消费者对电动车价格、充电配套、电池续航不满意的问卷占比



资料来源：车百智库、罗兰贝格、国海证券研究所

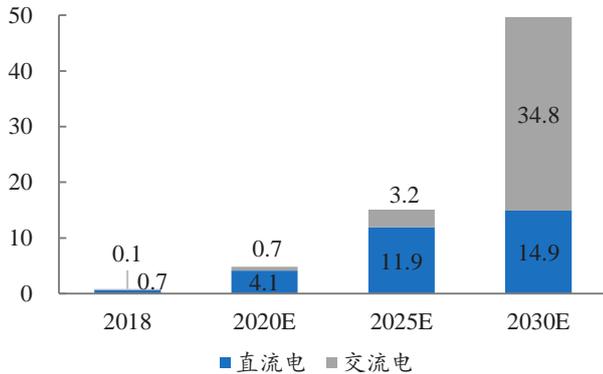
**配套设施加速完善、电池成本持续下降为电动车发展打下坚实基础。**

**充电配套设施：充电桩数量迅速提升。**新能源车配套设施的快速落地将使得新能源车日常使用越来越方便，推进新能源车从政策驱动逐步走向需求驱动，根据智能网联汽车网数据，2018 年我国新能源车充电桩数量仅为 80 万个，预计到 2025 年全国充电桩数量将达到 1510 万个，到 2030 年将达到 4970 万个，2018-2030 年复合增长率将达到 41%，其中直流充电桩的占比将从 18%提升至 30%。

**电动车实际续航里程：电动车续航问题正逐步得到优化。**以当前市场上主流纯电动车实际续航里程为例，小鹏 P7、特斯拉 Model Y 均已突破 500 公里大关，而当前传统燃油车续航区间在 400 公里-800 公里之间，主流续航在 500 公里上下，也就是说当前优秀的电动车产品已经基本赶上了主流燃油车平均续航水

平，未来，随着电池技术持续发展，电动车续航短的问题有望持续淡化。

图 16: 我国充电桩数量预测 (百万个)



资料来源: 智能网联汽车网、国海证券研究所

图 17: 纯电动车实际续航与燃油车差距逐步减小

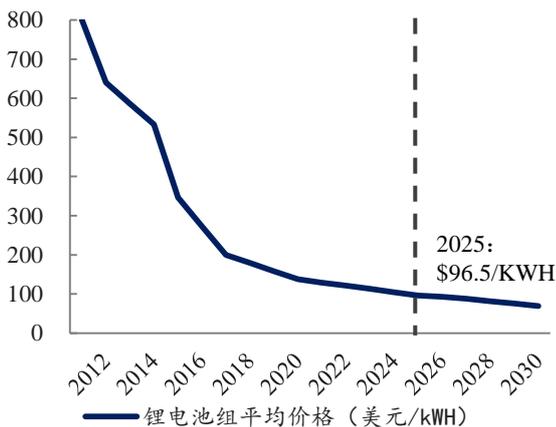
车名	实测续航 (km, -6°C, 城市路况)
小鹏P7	548.7
特斯拉Model Y	506.8
比亚迪汉EV	482.1
广汽蔚来007	458.1
蔚来ES6	457.4
宝马iX3	449

资料来源: 腾讯汽车、国海证券研究所

**电动车成本端: 动力锂电池成本持续下降为新能源车竞争力提升带来持续动力。** 电池在纯电动车成本占比接近 40%，根据彭博财经数据，2011 年动力锂电池平均价格高达 800 美元/千瓦时，预计到 2025 年动力锂电池平均价格将下降至 96.5 美元/千瓦时，且仍具备持续下降空间，因此，锂电池价格的持续下降将对电动车整车成本下降带来长足动力，为电动车相对燃油车逐渐带来成本端的竞争力。

**日常使用经济性: 电动车的后续使用经济性远超燃油车。** 此外，在日常使用方面，以我国情况为例，假设燃油车每百公里消耗 7 升 92 号汽车，单价 6.5 元/升，成本约为 45.5 元，而纯电动车百公里能耗约为 13kWh，以 1.5 元/度电计算，成本约为 19.5 元，每百公里节省成本达到 26 元，日常经济性凸显。此外，在车辆后续保养维护方面，电驱系统的维护频率与成本也显著低于燃油车。

图 18: 锂电池平均价格预测



资料来源: 彭博财经、国海证券研究所

图 19: 新能源车后续使用成本与燃油车对比

能源	92#汽油	电	成本差
单价	6.5元/升	1.5元/度	--
百公里能耗	7L	13kW/h	--
百公里能耗成本 (元)	45.5	19.5	--
一年15000km (元)	6825	2925	3900
5年75000km (元)	34125	14625	19500
100000km (元)	45500	19500	26000
平均每公里成本 (元/公里)	0.455	0.195	0.26

资料来源: Autolab、国海证券研究所

### 1.2.2、智能化: 从 ADAS 到自动驾驶, 解放人是最终目标

智能化是汽车变革的下半页。所有整车厂商(包括燃油车企业)都在提倡智能化, 国家发改委联合 11 部委印发的《智能创新发展战略》为智能汽车下的官方定义

为：智能汽车是指通过搭载先进传感器等装置，运用人工智能等新技术，具有自动驾驶功能，逐步成为智能移动空间和应用终端的新一代汽车。从这个定义我们可以看出智能汽车将不再只是一个代步工具，同时还将是可移动的、除了家和办公室之外的第三空间，人可以随时在车内与办公室、家、公共设施相连，可以娱乐、社交、工作，而实现这些愿景得核心障碍就是自动驾驶技术的发展，自动驾驶技术有望成为智能汽车的当前追逐的终极目标。

图 20：实现汽车智能网联的传感系统、决策系统与执行系统



资料来源：清华大学苏州汽车研究院、国海证券研究所

**辅助驾驶系统 (ADAS):** ADAS 是 Advanced Driver Assistance System-高级驾驶辅助系统的简称，简单来讲就是紧急情况下在驾驶员主观反应之前作出主动判断和预防措施，来达到预防和辅助的作用。我们可以称它为自动驾驶的简化版。ADAS 确切来说并不是自动驾驶，可以说这两者的研究重点完全不同。ADAS 本质是辅助驾驶，核心是环境感知，而自动驾驶则是人工智能，体系有很大差别。不过 ADAS 也可以视作自动驾驶汽车的前提，判断一个系统是 ADAS 系统还是自动驾驶系统，关键看该系统是否有决策部分。自动驾驶是高级驾驶辅助的最终目标，ADAS 属于 L2 (部分自动驾驶) 级别的自动驾驶。在通往 L5 级别自动驾驶的道路上，ADAS 系统的成熟与完善是基本保障。

图 21：奔驰 S 级配备的夜视功能



资料来源：搜狐、国海证券研究所

图 22：开启 Autopilot 后的特斯拉仪表盘



资料来源：特斯拉、国海证券研究所

**ADAS 渗透率将持续提升。**根据梅赛德斯-奔驰公司预测，其在中国市场销售的车型配备各项 ADAS 功能呈渗透率持续上升的趋势，到 2022 年，预计夜视功能渗透率将达到 20%，交通安全标识识别渗透率将达到 32%，自动紧急刹车功能将持续取代前碰撞预警功能，渗透率将在 2022 年达到 87%。

表 3: 梅赛德斯-奔驰对其在中国市场销售的车型所配备的 ADAS 功能渗透率预测

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
自适应巡航	35%	38%	43%	46%	48%	51%	55%	58%
前碰撞预警	12%	12%	11%	10%	8%	6%	4%	2%
自动紧急刹车	62%	65%	69%	73%	76%	79%	83%	87%
夜视	13%	15%	17%	17%	18%	19%	20%	20%
交通标志识别	17%	19%	21%	23%	25%	28%	30%	32%
车道偏离预警	43%	48%	54%	58%	62%	66%	71%	74%
盲点监测	36%	39%	41%	44%	46%	49%	51%	53%
司机监控	97%	98%	98%	98%	99%	100%	100%	100%
前照灯自动转向	44%	47%	50%	54%	58%	62%	65%	69%
半自动泊车辅助	65%	67%	69%	72%	74%	77%	79%	81%

资料来源：梅赛德斯-奔驰、国海证券研究所

**自动驾驶技术：**无人驾驶与高级辅助驾驶领域通常将自动驾驶技术按照国际汽车工程师协会（SAE International）发布的工程建议 J3016 进行分类。从 L0 级（纯由驾驶员控制）至 L5 级（完全自动驾驶），级别越高，车辆的自动化程度越高，动态行驶过程中对驾驶员的参与度需求越低，对车载传感器组成的环境感知系统的依赖性也越强。

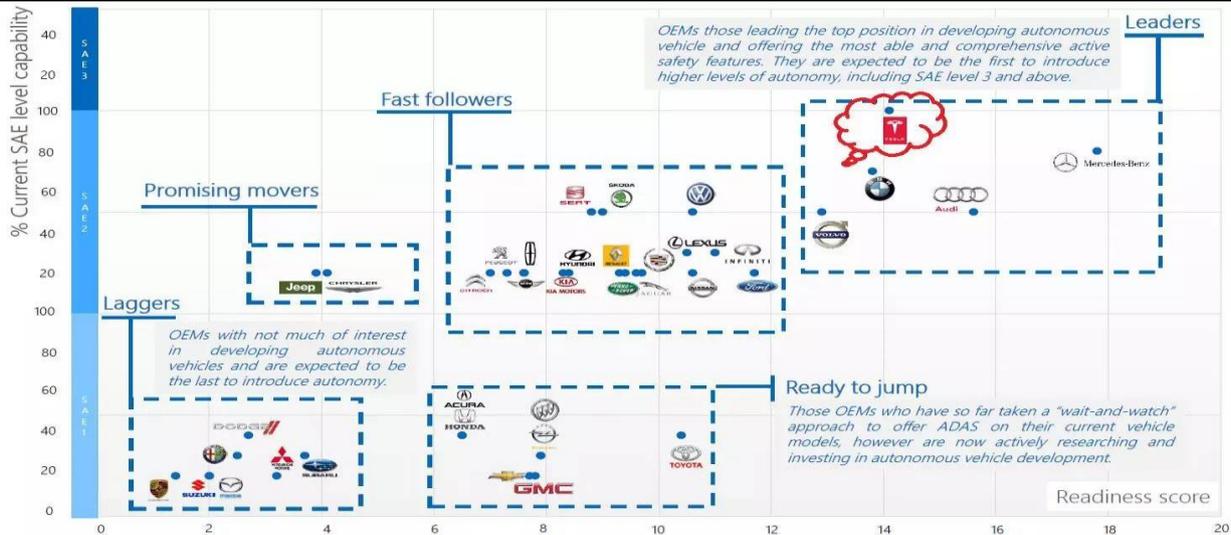
表 4: 国际汽车工程师协会标准下的自动驾驶等级分类及定义

等级	名称	定义	环境监控主体	决策责任方	是否限定场景
L0	无自动化 No Driving Automation	需要驾驶者全权操纵	驾驶员	驾驶员	是
L1	驾驶辅助 Driver Assistance	针对方向盘和加减速中一项提供驾驶支持，其他由驾驶者操作	驾驶员	驾驶员	是
L2	部分自动化 Partial Driving Automation	针对方向盘和加减速中多项提供驾驶支持，其他由驾驶者操作	驾驶员	驾驶员	是
L3	有条件自动化 Conditional Driving Automation	由系统完成所有驾驶操作，根据系统请求，驾驶者提供适当操作	系统/ 驾驶员	系统/ 驾驶员	是
L4	高度自动化 High Driving Automation	在限定道路和环境中由系统完成所有驾驶操作	系统	系统	是
L5	完全自动化 Full Driving Automation	在所有道路和环境中由系统完成所有驾驶操作	系统	系统	否

资料来源：国际汽车工程师协会、国海证券研究所

**电动车相比燃油车在智能化方向更具优势。**当前电动车企新势力往往在自动驾驶赛道上更为领先，电动车具备发展优势的主要原因有以下几点：（1）电动汽车有着更好的灵敏度和可控性、（2）电动车电动化程度更高，能源利用效率更高，以及（3）电动汽车在导入网联和数据的采集、优化方面更有优势。

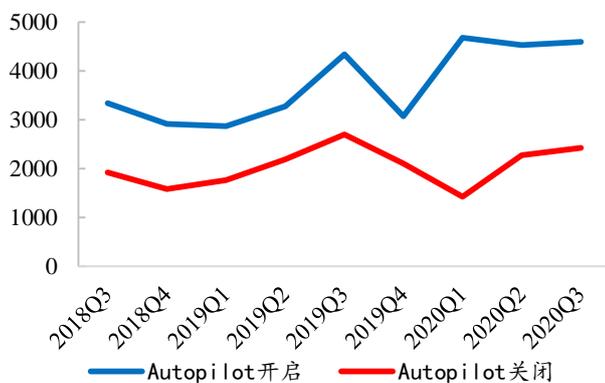
图 23: 特斯拉暂时在自动驾驶领域领跑



资料来源: SBD、国海证券研究所

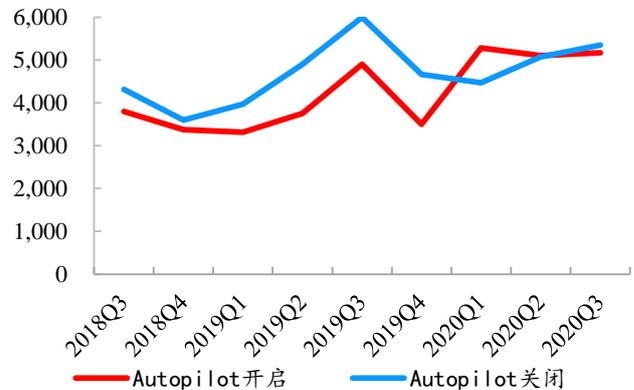
自动驾驶的安全性、责任划分难题导致 L3 级成为自动驾驶等级中的分水岭。L3 级是自动驾驶等级中的分水岭，其驾驶责任的界定最为复杂：在自动驾驶功能开启的场景中，环境监控主体从驾驶员变成了传感器系统，驾驶决策责任方由驾驶员过渡到了汽车系统，而正由于从 L2 级到 L3 级自动驾驶驾驶责任将转移到车端，需要大幅增加冗余设计，确保自动驾驶的安全性超过人类驾驶员，此外，由于 L3 级自动驾驶允许自动驾驶系统无法适应的情况下，要求人类驾驶员对系统进行接管，这就导致了责任划分不清的问题，许多自动驾驶系统研发人员认为如何区分人类驾驶员是否该进行接管非常困难。此外，根据特斯拉从 2018Q3 至今每季度公布的自动驾驶安全报告重的数据来看，似乎在 autopilot 开启的情况下，特斯拉车辆的事故率显著低于未开启 Autopilot 的情况，然而，特斯拉的数据有较强的误导性，原因在于，Autopilot 绝大部分情况下只能在高速路上开启，而高速路的事故率本身比非高速路要低很多，因此，下列左图特斯拉官方公布的 autopilot 开启的数据样本和 autopilot 关闭的数据样本具有较大不可比性，右图为经过样本统一处理的数据，可以看到 autopilot 并未真正展现安全优势。

图 24: 特斯拉公布的每次事故所需里程对比 (单位: 千英里)



资料来源: 特斯拉、国海证券研究所

图 25: 统一样本后特斯拉 autopilot 并未展现安全优势 (单位: 千英里)

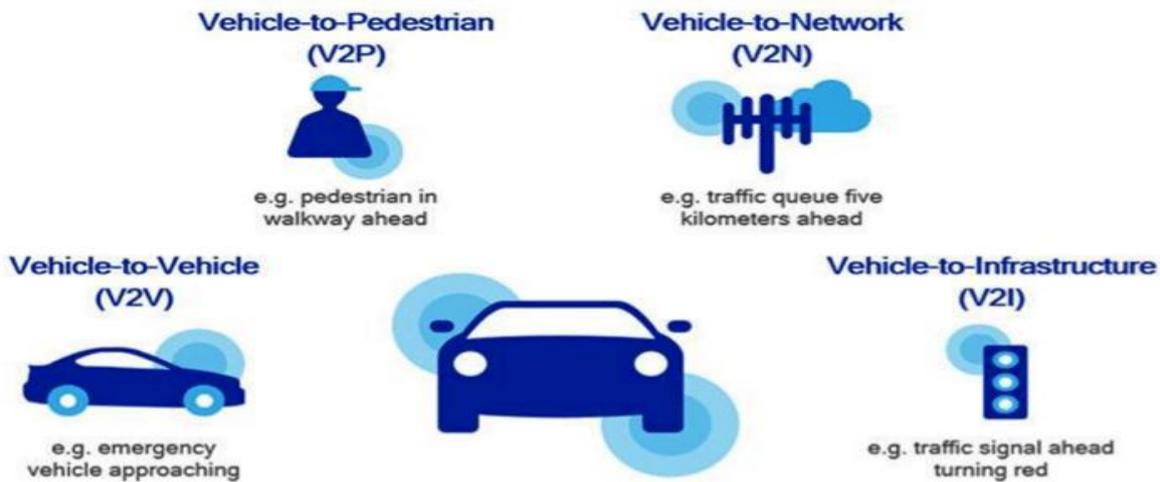


资料来源: 福布斯网、国海证券研究所

### 1.2.3、网联化：5G 赋能 V2X，助推汽车智能化更上一层

网联化是对智能化的补充。网联化实际上是通过车联网（V2X）对智能化（自动驾驶技术、智慧座舱）进行了补充，车联网（V2X）是实现车辆与周围的车、人、交通基础设施和网络等全方位连接和通信的新一代信息通信技术，车联网通信包括车与车之间（V2V）、车与路之间（V2I）、车与人之间（V2P）、车与网络之间（V2N）等，具有低时延、高可靠等特殊严苛的通信要求，通过 V2X 将“人、车、路、云”等交通参与要素有机地联系在一起，一方面能够获取更为丰富的感知信息，促进自动驾驶发展；另一方面通过构建智慧交通系统，提升交通效率、提高驾驶安全、降低事故发生率、改善交通管理、减少污染等。

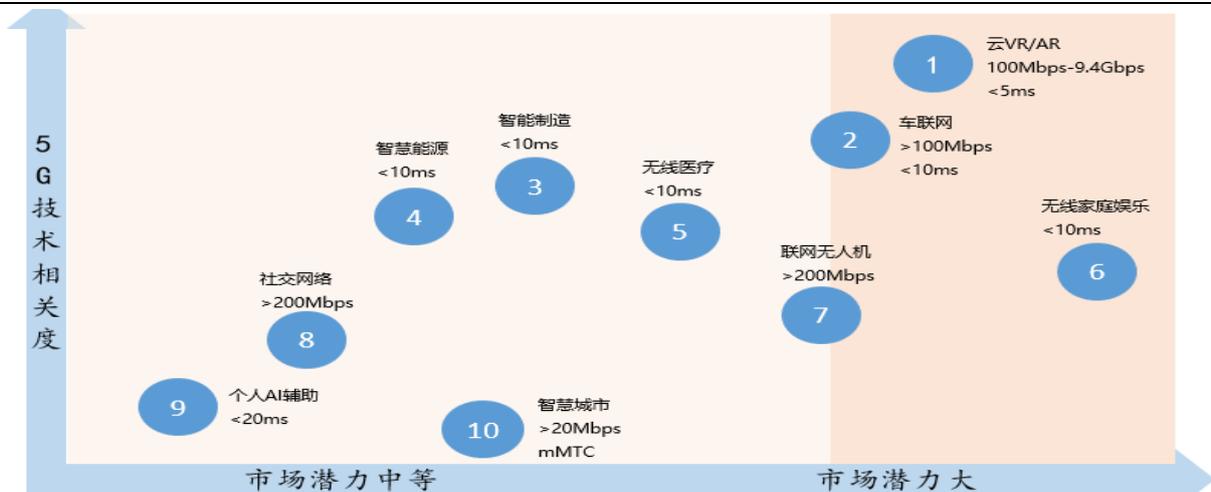
图 26：V2X 将“人、车、路、云”等交通参与者有机地联系在一起



资料来源：IMT-2020（5G）推进组《C-V2X 白皮书》、国海证券研究所

5G+C-V2X 将赋能自动驾驶，车联网是 5G 最重要应用之一。为了实现全天候、全场景无人驾驶，传统基于单车智能的车载感知/决策/控制将向网联智能的协同感知/决策/控制演进，5G 具有更高传输速率、超大容量的特性，通过 5G 的赋能，5G+C-V2X 技术发展将进一步提升车联网的体验。

图 27：车联网在 5G 高相关度应用中市场潜力领先



资料来源：华为 5G 应用白皮书、国海证券研究所

**V2X 的最终目标是结合汽车智能系统实现完全自动驾驶。**C-V2X 应用可以分近期和中远期两大阶段。近期通过车车协同、车路协同实现辅助驾驶，提高驾驶安全，提升交通效率；以及特定场景的中低速无人驾驶，提高生产效率，降低成本。中长期将结合人工智能、大数据等新技术，融合雷达、视频感知等技术，通过车联网实现从单车智能到网联智能，最终实现完全自动驾驶。

**网联汽车成长空间广阔，未来市场可期。**根据 IDC 中国 2020 年预测，全球智能网联汽车数量快速增长，将于 2023 年达到 7630 万辆，根据中商产业研究院数据显示，2019 年车联网市场规模超 1900 亿元。随着车联网技术的进一步应用，中国车联网市场规模持续扩大，预计 2022 年将达到约 3500 亿元。

图 28: 全球智能网联汽车出货量预测

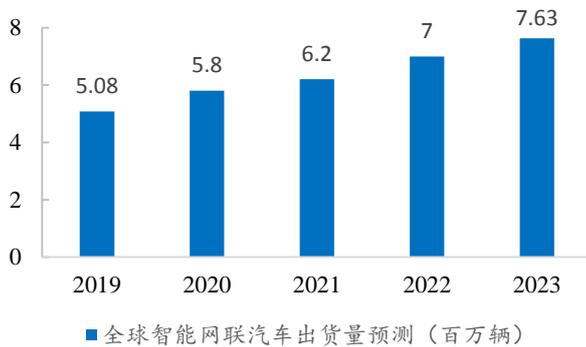
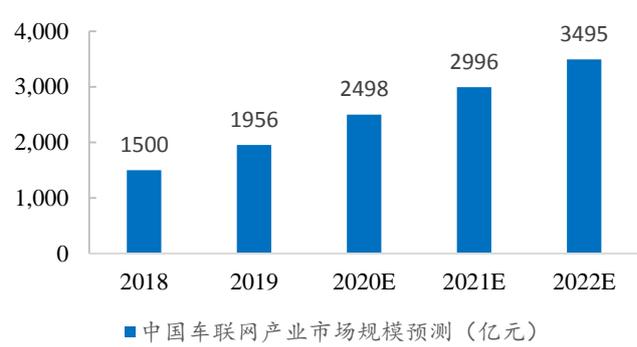


图 29: 中国车联网产业市场规模稳步提升



资料来源: IDC 中国、国海证券研究所

资料来源: 中商产业研究院、国海证券研究所

**我国车载通信产业链完备，车联网大发展指日可待。**目前，我国车联网产业化进程逐步加快，产业链上下游企业已经围绕 LTE-V2X 形成包括通信芯片、通信模组、终端设备、整车制造、运营服务、测试认证、高精度定位及地图服务等为主导的完整产业链生态。

图 30: V2X 将“人、车、路、云”等交通参与者有机地联系在一起

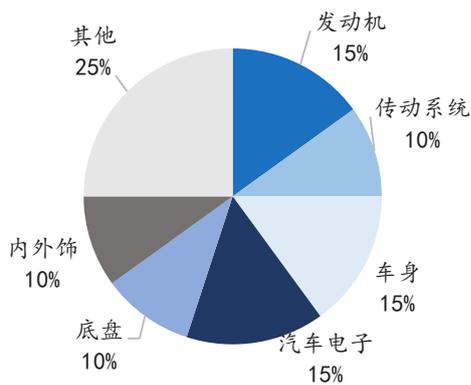


资料来源: IMT-2020 (5G) 推进组《C-V2X 白皮书》、国海证券研究所

### 1.3、汽车成本结构正在重构，汽车电子 BOM 占比提升

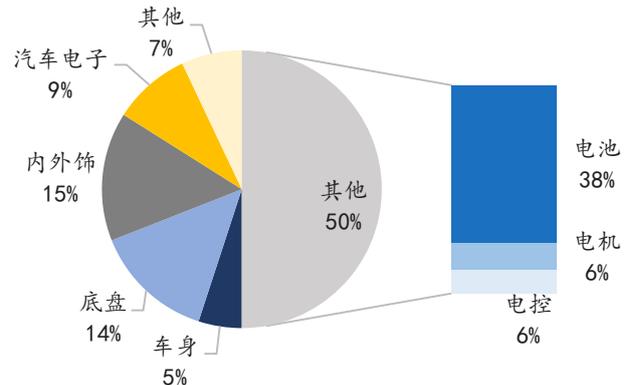
电动车新增了三电（电池、电机、电控）系统，单车成本构成变化显著。电动化带来最显著的改变是汽车动力系统的改变，电池、电机、电控并称为新能源车三电系统，电机驱动汽车前行，而电机控制器驱动电机工作，电机控制器由逆变器和控制器两部分组成：逆变器接收电池输送过来的直流电电能，逆变成三相交流电给汽车电机提供电源，控制器接受电机转速等信号反馈到仪表，当发生制动或者加速行为时，控制器控制变频器频率的升降，从而达到加速或者减速的目的。传统燃油车中，发动机、传动系统、车身、汽车电子、底盘、内外饰一般分别占据总成本的 15%/10%/15%/15%/10%/10%，以常规电动汽车而言，电驱动力系统主要由电池、电机和电控组成，一般占 50%的价格成本，其中电池又占比 38%，电机占比 6.5%，电控占比 5.5%，此外，底盘占比 14%，车身占比 5%，内饰占比 15%，电子占比 9%，其他占比 7%。相比可以看出新能源汽车与传统产油车的成本结构有了很大变化，增加了高达 38%的电池系统外，电控、底盘占比增加，发动机方面，由于电驱结构大幅简化，电机占比较燃油发动机大幅下降。

图 31：燃油车成本结构情况



资料来源：高工机器人、国海证券研究所

图 32：纯电动车成本结构情况

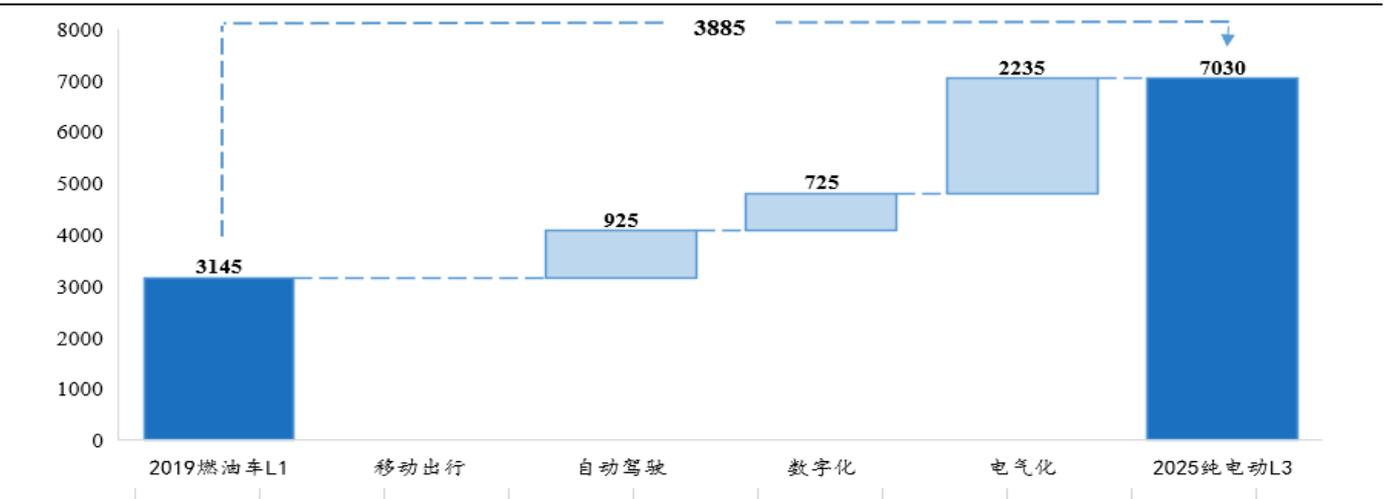


资料来源：高工机器人、国海证券研究所

**单车电子元器件 BOM 快速增长。**罗兰贝格在《汽车电子革命系列白皮书》认为汽车发展趋势遵循“M.A.D.E”，即 Mobility-移动出行、Autonomous-自动驾驶、Digitalization-数字化和 Electrification-电动化，以 2019 年典型的 L1 级豪华品牌燃油车为例，汽车电子电气相关的 BOM（物料清单）价值（不含电池与电机）将从 2019 年的 3145 美元提升至 2025 年的 7030 美元，单车增量达 3885 美元，其中自动驾驶、数字化和电动化将分别带来 925 美元/725 美元/2235 美元的提升，移动出行趋势对汽车电子元器件 BOM 影响较小。

我们看到罗兰贝格对汽车发展的“M.A.D.E”四个趋势的解释中，除去“移动出行”趋势对电子元器件成本没有影响外，电动化、自动驾驶、数字化的内涵与我们上文所提的“三化”-“电动化、智能化、网联化”一致，而“电动化、智能化、网联化”正是推动汽车单车成本构成变革的主要趋势。

图 33: 电动化、自动驾驶和数字化大幅提升了汽车电子 BOM

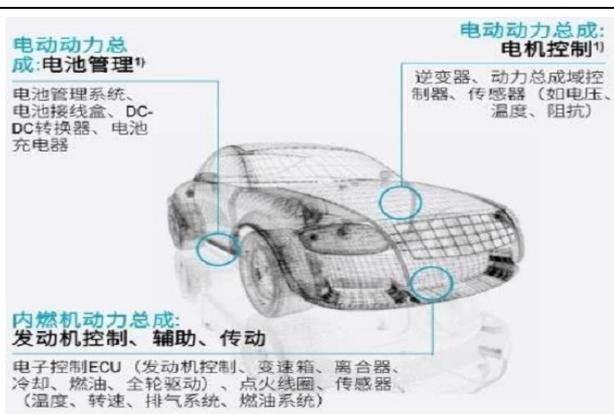


资料来源: 罗兰贝格、国海证券研究所

自动驾驶、数字化、电动化对汽车电子元器件成本影响的具体拆分:

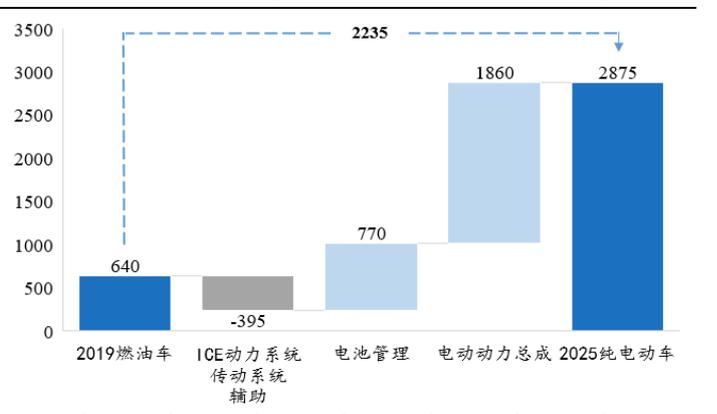
汽车电动化推动豪华品牌电池管理、电控系统电子元件单车价值净提升 2235 美元。汽车电子元器件 BOM 的大部分增长来源于电动化, 尽管与 ICE (内燃机) 动力系统相关的电子元器件将减少 395 美元单车, 但是电池管理 (电池接线盒、DC-DC 转换器等) 和与电驱相关的电控系统 (如逆变器、动力总成域控制器 DCU、各类传感器) 将带来超过 2600 美元的价值提升。

图 34: 电动化对电池管理、电控提出了更高要求



资料来源: 罗兰贝格、国海证券研究所

图 35: 汽车电动化带来的电子元器件 BOM 提升情况



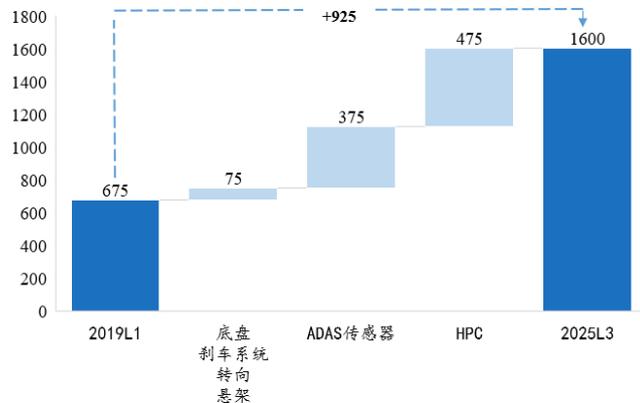
资料来源: 罗兰贝格、国海证券研究所

自动驾驶推动豪华品牌单车电子元件价值量净提升 925 美元。自动驾驶对汽车电子元器件价值提升主要体现在传感器、车载计算平台与软件方面, 根据罗兰贝格测算, 由于 L3 级别需要超前设计具有相应冗余算力的高性能计算芯片, 在 L3 级的豪华品牌轿车中, HPC、ADAS 传感器相对 L1 级同类车型将分别带来 475 美元/375 美元的单车价值增量, 底盘、刹车系统、转向、悬架内的电子元器件增量为 75 美元, 自动驾驶合计带来 925 美元的单车增量。

数字互联推动豪华品牌单车电子电气架构相关元器件价值净提升 725 美元。根据罗兰贝格测算, 在数字化方面, 智能网联、信息娱乐系统和电子电气架构将分

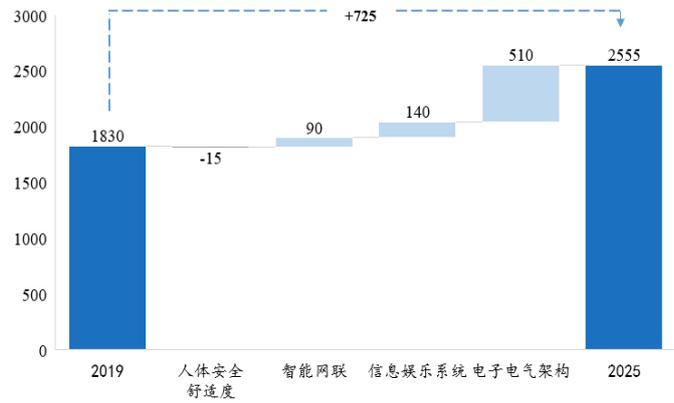
别带来 90 美元/140 美元/510 美元的单车电子元件 BOM 增量，电气架构价值量提升显著的主要原因为座舱域控制器及基础软件（如操作系统）将成为未来价值高地，OTA（在线升级）技术正不断拉长底层硬件的生命周期以平摊研发成本。

图 36: L1-L3 带来的电子元器件 BOM 提升情况



资料来源：罗兰贝格、国海证券研究所

图 37: 数字化对电子元器件 BOM 提升情况

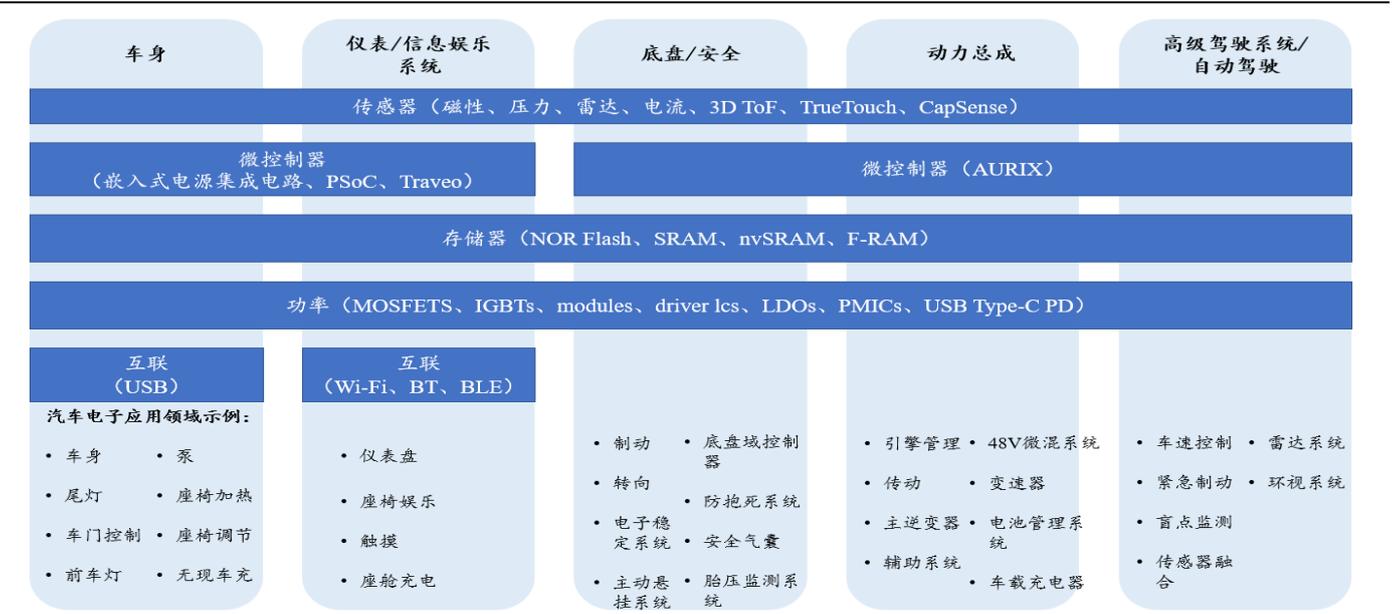


资料来源：罗兰贝格、国海证券研究所

## 2、汽车半导体市场空间迅速扩容，应用多点开花

汽车半导体是汽车电子核心，广泛应用于车身多个系统。在汽车电子元器件中，半导体将是承担功能实现的核心器件，汽车半导体按种类可分为微控制器（MCU、SoC 等）、功率半导体（IGBT、MOSFET、电源管理芯片等）、存储（NOR、NAND、Dram 等）、传感器（压力、雷达、电流、图像等）、以及互联芯片（射频器件），使用范围涵盖车身、仪表/信息娱乐系统、底盘/安全、动力总成和驾驶辅助系统五大板块。传感器、微控制器、存储设备、功率在各个板块都有需求，而互联芯片主要用于车身及信息系统方面。

图 38: 汽车半导体应用在车身各个部分



资料来源：wind、国海证券研究所

汽车半导体市场空间广阔，我国作为汽车生产大国占据四分之一市场。根据 IHS Markit 数据，受新冠疫情对汽车半导体的影响，2020 年全球汽车半导体市场规模为 380 亿美元，同比下降约 9.6%，预计到 2026 年将达到 676 亿美元，2019 年-2026 年年复合增长率为 7%，我国作为汽车制造大国，汽车产量蝉联全球第一，对汽车半导体需求同样旺盛，2020 年中国汽车半导体市场规模约为 94 亿美元，预计到 2030 年将达到 159 亿美元，年复合增长率为 5.40%。

图 39: 全球汽车半导体市场规模快速增长

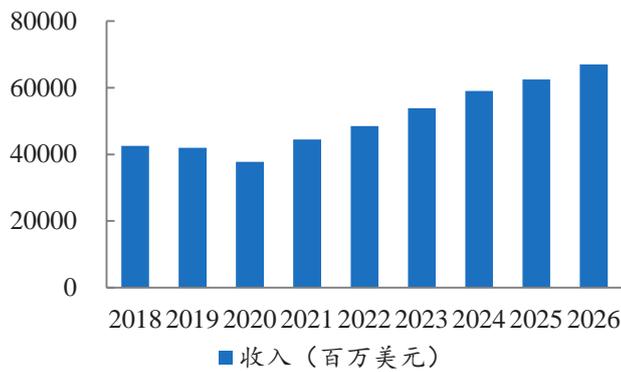
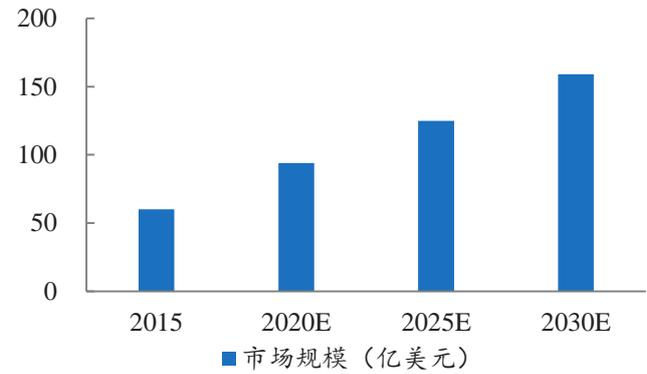


图 40: 我国汽车半导体市场规模迅速增长



资料来源: IHS Markit、国海证券研究所

资料来源: 毕马威、德勤、盖世汽车、国海证券研究所

车规级芯片较消费级和工业级别芯片对可靠性、稳定性有更高的要求。车规级芯片对于存储解决方案的挑战性在于，自动驾驶汽车的每个系统都有独特要求，任何一款存储解决方案都无法适用于整辆汽车，此外，车规级芯片相比消费芯片和一般工业芯片开发难度更高，工作环境也更严苛，同时由于涉及到人身安全，要求极高的安全性和可靠性。

图 41: 车规级芯片对可靠性要求最高

指标要求	消费级	工业级	车规模
温度	0°C-40°C	-10°C-70°C	40°C-155°C
湿度	低	根据使用环境而定	0%-100%
验证	JESD47 (Chips) ISO16750 (Modules)	JESD47 (Chips) ISO16750 (Modules)	AEC-Q100 ISO2626 ISO/TS 16949
出错率	<3%	<1%	0
使用时间	1-3年	5-10年	15年
供货时间	2年	5年	30年

资料来源: 地平线、盖世汽车、国海证券研究所

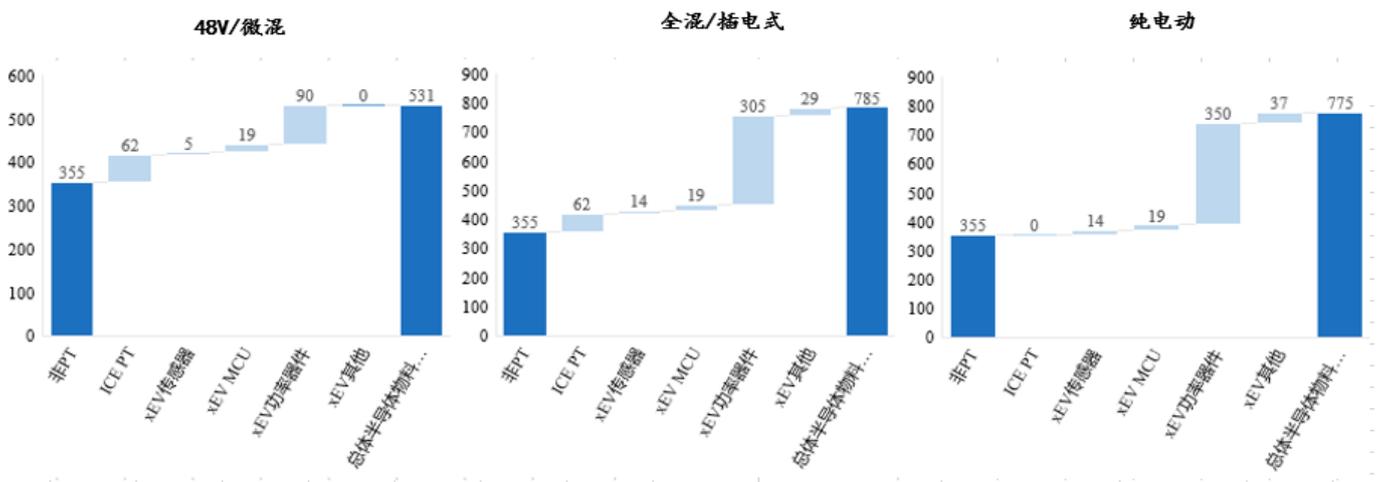
图 42: 车规级芯片进入供应链的周期较长



资料来源: 地平线、盖世汽车、国海证券研究所

单车电动化程度越高，单车半导体价值增量越显著。根据英飞凌和 Strategy Analytics 数据显示，2019 年典型的传统燃油车单车半导体价值在 355 美元，以 2019 年典型的 48V/微混汽车、全混/插电、纯电动车型为例，单车半导体用量分别较传统燃油车提升了 176 美元/429 美元/420 美元，纯电动车半导体含量不及插混车型的主要原因可以简单概括为插混车型动力系统复杂，相对多出了内燃机控制相关的半导体。

图 43: 2019 年不同电动化程度汽车平均半导体价值量



资料来源: 英飞凌、Strategy Analytics、盖世汽车、国海证券研究所

从半导体价值分配来看, 纯电动车功率半导体价值占比显著提升。Strategic Analytics 数据显示, 传统燃油车中, 价值占比最高的半导体器件为 MCU, 占比达 23%, 功率半导体和传感器分别占 21%和 13%, 而在典型的纯电动汽车中, 受益于动力系统由内燃机过渡为电驱动系统, 传统机械结构的动力系统被电动机和电控系统取代, 其中电控系统需要大量的逆变器, 对 IGBT、MOSFET 等功率器件产生了大量需求, 推动了功率半导体在纯电动车的价值占比大幅提升至 55%, MCU 和传感器价值占比分别下降至 11%和 7%。

图 44: 传统燃油车半导体价值分配情况

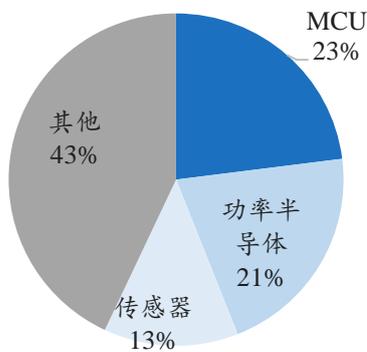
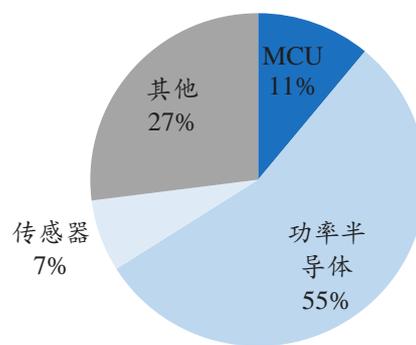


图 45: 纯电动车半导体价值分配情况



资料来源: Strategy Analytics、盖世汽车、国海证券研究所

资料来源: Strategy Analytics、盖世汽车、国海证券研究所

汽车半导体产业链环节众多, 分工明确。汽车半导体产业链同消费电子一样, 最下游是各类模组厂商, 以汽车摄像头为例, 摄像头模组厂商有舜宇光学科技、欧菲光, 在摄像头传感器端有安森美、豪威科技, 在传感器产业环节则分为了材料、设备厂商, 芯片设计厂商、芯片制造厂商、芯片封装测试厂商等, 整体来看, 汽车半导体产业链环节众多, 分工相对明确。

图 46: 汽车半导体产业链全景图



资料来源: 盖世汽车、国海证券研究所

欧美日巨头占据汽车半导体近 95% 份额，我国企业整体市占率极低。就全球半导体市场的竞争格局来看，优势企业主要集中于美国、欧洲地区的德国、法国、荷兰、瑞士等，亚太地区的日本、韩国、中国和以色列等。恩智浦、瑞萨电子、英飞凌、意法半导体、德州仪器等传统汽车芯片巨头具备丰富的产品布局和领先的技术实力，2019 年占据全球汽车芯片 50% 的市场份额。由于设计、生产等方面的技术差距较大，至今我国未形成具备国际竞争力的汽车芯片供应商，整体在汽车芯片领域的市场份额极低。

图 47: 2019 年全球汽车半导体各国市场份额情况

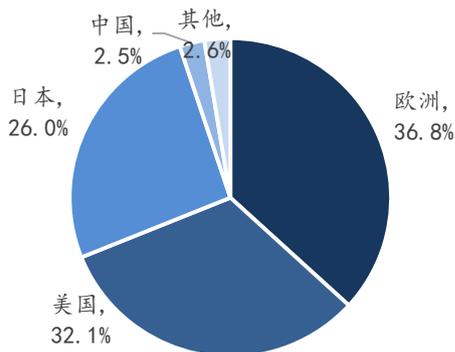
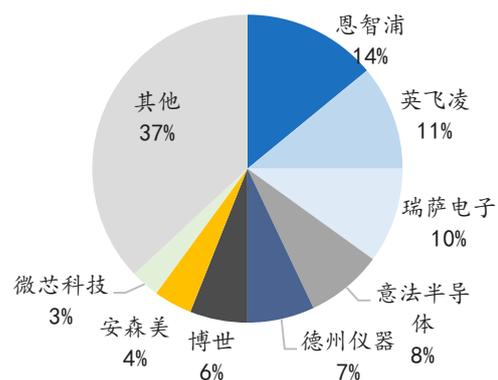


图 48: 2019 年全球汽车半导体企业市场份额



资料来源: Gartner、北京半导体行业协会、盖世汽车、国海证券研究所

资料来源: Strategy Analytics、盖世汽车、国海证券研究所

整体来看，我国汽车半导体与世界领先水平差距仍较大。国内汽车半导体在基础环节、标准和验证体系、车规产品验证、产业配套等方面能力薄弱，同时在半导体各个产品自主率较低，与我国与消费电子半导体产业链相比，由于汽车半导体在可靠性、稳定性等领域要求更高，且我国终端车企品牌市占率远不如消费电子领域，国内品牌对产业链扶持力度有限，国内企业在汽车半导体领域的整体市

占率更低，同时也对应着可观的国产替代空间。

表 5: 国内汽车半导体在各领域的主要差距及自主率

产品种类	单车价值 (美元)		主要差距与基础	自主率
	传统车	新能源车		
计算、控制类芯片	77	80	MCU、GPU、FPGA 等通用芯片领域高度垄断，前三大市占率约七成，面向 ADAS 的 ASIC 技术路线尚不确定，国内初创企业角度	<1%
传感器	44	49	在车身感知领域国外企业高度垄断，前三大市占率约占七成以上，国内基础不足，在视觉、毫米波雷达等新兴环境传感器领域国内具有基础，部分已实现商用车、工程车等领域应用	4%
功率半导体	71	387	IGBT、MOSFET 领域与国外差距较大，国内在功率分立器件和模块等领域更为擅长，三代化合物半导体领域国内正在布局	8%
通信	10	35	V2X 属于增量市场，国内依靠 5G 布局有发展基础	<3%
存储器	8	10	存储器属于车用半导体增量市场，主要被美光、三星等垄断，国内在车用 SRAM、利基型 DRAM 等环节有基础	8%
其他	126	153	-	<5%

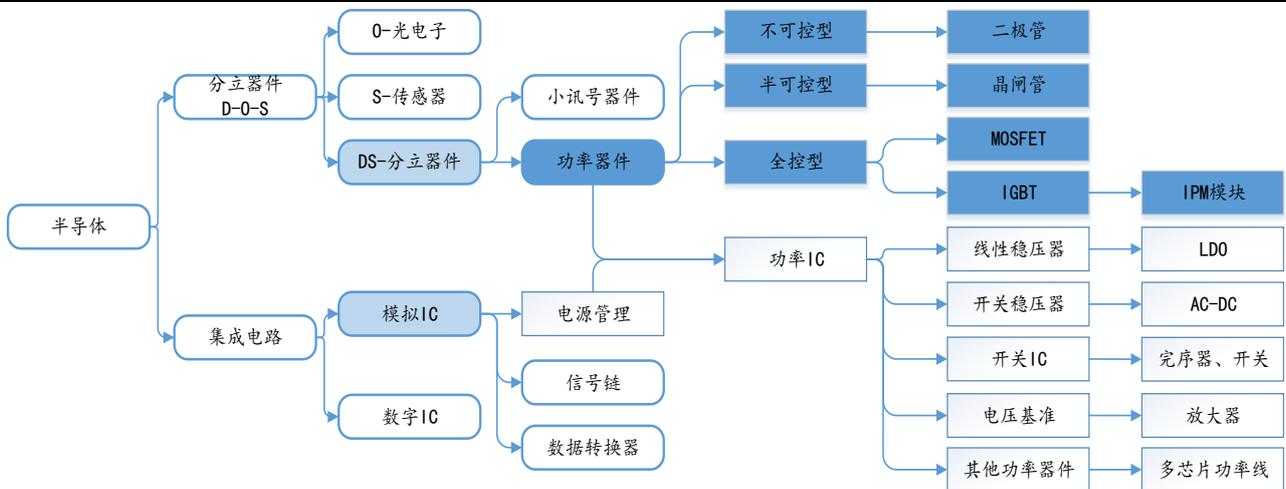
资料来源：盖世汽车、国海证券研究所

## 2.1、功率器件：电动化最受益赛道，市场快速扩容

### 2.1.1、Si IGBT：汽车电控产生大量需求，市场空间广阔

功率半导体是电子装置电能转换与电路控制的核心，通过利用半导体的单向导电性实现电源开关和电力转换。具体用于变频、变相、变压、逆变、整流、增幅、开关等，相关产品具有节能的作用，被广泛应用于汽车、通信、消费电子和工业领域。功率半导体可以分为电源管理 IC、功率模组和功率器件三大类。其中，模组是将多个分立功率器件进行模块化封装；功率 IC 是将分立功率器件与驱动/控制/保护/接口/监测等外围电路集成；功率器件是功率模块与功率 IC 的关键。功率分立器件根据可控性可以分为三类：不可控型、半控型和全控型。

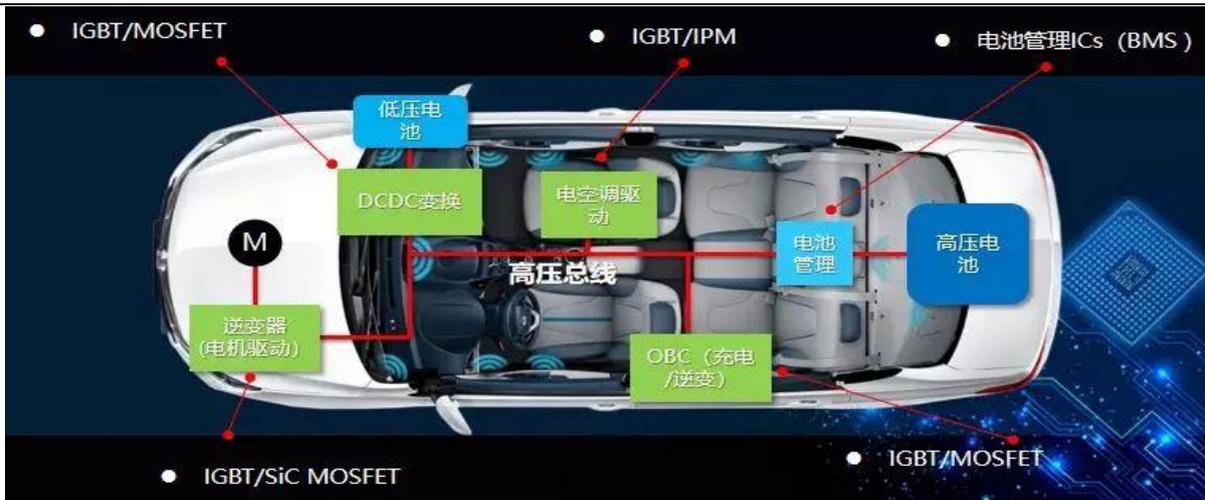
图 49: 功率器件主要分类



资料来源：华润微招股说明书、国海证券研究所

功率器件应用于车身多个模块。功率半导体在汽车中主要运用在动力控制系统、照明系统、燃油喷射、底盘安全系统中，传统汽车中，功率半导体主要应用于启动、发电和安全领域，而新能源汽车普遍采用高压电路，当电池输出高压时，需要频繁进行电压变化，对电压转换电路需求提升，此外还需要大量的 DC-AC 逆变器、变压器、换流器等，这些对 IGBT、MOSFET、二极管等半导体器件的需求量很大。综合来看，单辆汽车的功率转换系统主要有：(1) 车载充电机 (charger on board)，(2) DC/AC 系统，给汽车空调系统、车灯系统供电，(3) DC/DC 转换器 (300v 到 14v 的转换)，给车载小功率电子设备供电，(4) DC/DC converter (300v 转换为 650v)，(5) DC/AC 逆变器，给汽车马达电机供电。(6) 汽车发电机。

图 50: 汽车功率器件应用在车身各个环节



资料来源: NE 时代、国海证券研究所

电动车功率器件增量主要来源于电控系统。电机控制器作为控制电动汽车驱动电机的设备，负责接收整车控制器和制动踏板、油门踏板、换挡机构等传送的控制信息，通过控制驱动电机的电压和电流对驱动电机转速、转矩、转向进行控制，并可同时对动力电池的输出进行相应控制。一般来说，电控系统中的功率变换模块 (Power Converter) 负责对电机电流进行控制。电动汽车经常使用的功率器件有大功率晶体管、门极可关断晶闸管 (GTO)、功率场效应管 (MOSFET)、绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 以及智能功率模块 (IPM) 等。

图 51: 新能源车的三电系统



资料来源: 电气圈、国海证券研究所

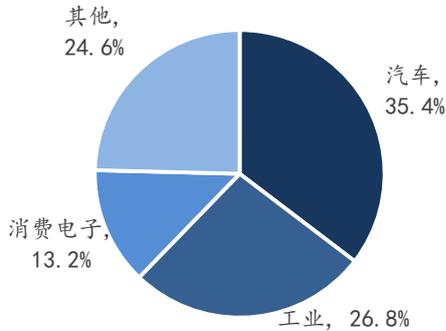
图 52: Model 3 逆变器上的 SiC MOSFETS 模块



资料来源: 新能源电动汽车技术、国海证券研究所

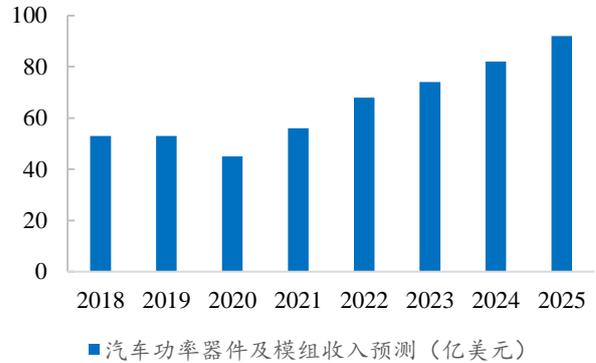
汽车是功率器件最主要的下游应用，未来市场可期。根据智研咨询数据，汽车是功率半导体下游应用中的主要领域，2019年汽车在功率半导体下游终端市场占比35.4%，根据Omdia数据，由于新冠疫情对汽车销量的负面影响，2020年全球汽车功率器件市场下降至45亿美元，得益于汽车行业复苏以及新能源车的渗透率的快速提升，预计到2025年将提升至92亿美元。

图 53: 2019 年功率半导体下游终端市场占比情况



资料来源：智研咨询、国海证券研究所

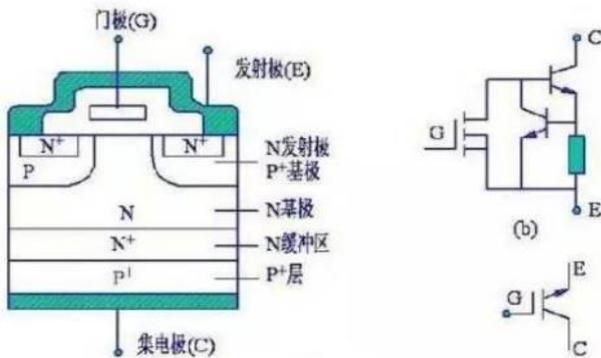
图 54: 全球汽车功率器件市场快速增长



资料来源：Omdia 2020、国海证券研究所

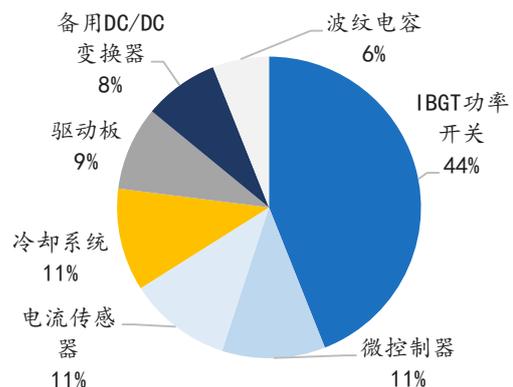
**IGBT**：汽车电机控制系统中 IGBT 需求量快速增长，IGBT 占据电控系统 40%-50%的材料成本，占纯电动车总成本约 8%-10%。IGBT 全称绝缘栅双极型晶体管，是由 BJT(双极型三极管)和 MOS (绝缘栅型场效应管)组成的复合式半导体，IGBT 兼具 MOS 和 BJT 的优点，导通原理与 MOSFET 类似，都是通过电压驱动进行导通，电动汽车使用到 IGBT 的装置主要有五项（包含逆变器、直流/交流电变流器、车载充电器、电力监控系统以及其他附属系统），在配合高电压高功率的工作条件下，功率元件的采用需替换成 IGBT 元件或 IGBT 模块，对 IGBT 元件的需求量较大。在纯电动车的电控系统中，IGBT 主要用于逆变器中，成本占比区间大致为 40%-50%。

图 55: IGBT 芯片结构



资料来源：电子发烧友、国海证券研究所

图 56: IGBT 在电控系统中成本占比在 40%-50%



资料来源：一览众车、国海证券研究所

**IGBT 增量空间广阔**。特斯拉后三相交流异步电机每相要用到 28 个 IGBT 总共使用 84 个 IGBT，加上电机其他部位的 IGBT，特斯拉 Model S 共使用 96 个 IGBT。按照每个 IGBT 5 美元的价格计算，双电机 IGBT 价格约为 480 美元左右。由于

Model S 定位相对高端，且考虑到部分插混车型电机对 IGBT 需求较低，我们假设新能源车电动机 IGBT 平均数量为 48 个，价格以 5 美元计，平均每辆车的 IGBT 增量空间为 240 美元，假设 2021-2025 年全球乘用车销量稳步复苏至 9600 万辆，新能源车销售占比提升至 18%，到 2025 年汽车 IGBT 市场增量将达到 41 亿美元。

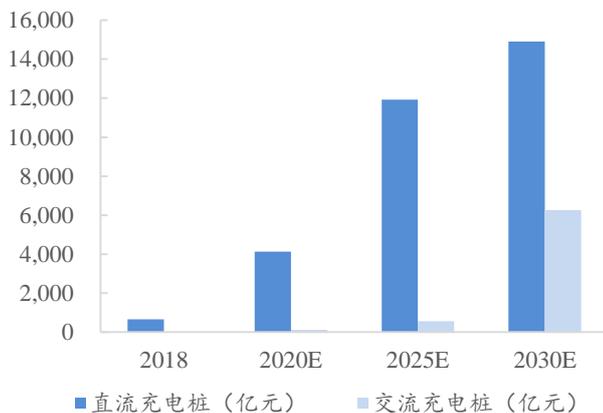
表 6: 新能源车带来的 IGBT 增量测算

	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
汽车销量预测 (假设)	8000	8600	9100	9400	9600
全球新能源车销量占比 (假设)	5%	7%	11%	15%	18%
全球新能源车销量	400	602	1001	1410	1728
单车 IGBT 增量	240	240	240	240	240
汽车 IGBT 市场增量 (亿美元)	10	14	24	34	41

资料来源：特斯拉、国海证券研究所

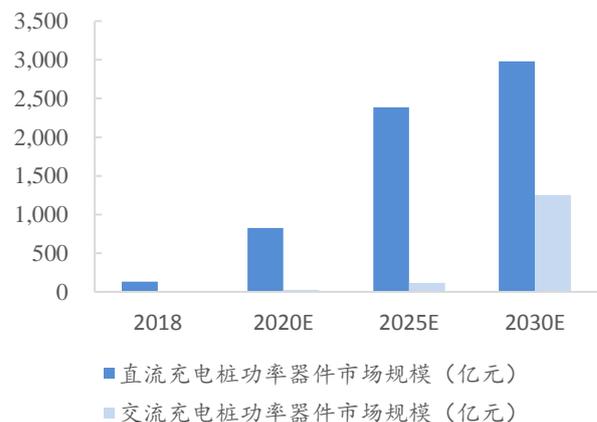
新能源车充电桩对功率器件也将产生可观的需求。与新能源汽车相配套的充电桩对功率半导体需求也很大，新能源汽车充电桩分为直流 IGBT 充电桩和交流 MOSFET 充电桩，直流充电桩的优点在于充电速度快，缺点是价格高昂。按照国家电网充电桩招标价格（直流充电桩 10 万元/个；交流充电桩 1.8 万元/个）来测算的话，2020 年我国直流电充电桩市场规模在 4128 亿元，交流电充电桩市场规模在 121 亿元，预计到 2030 年整体充电桩市场规模为 21172.2 亿元。此外，IGBT 模块在电动汽车中发挥着至关重要的作用，是充电桩的核心技术部件，IGBT 模块占充电桩成本约 20%。据此我们预测，2030 年我国功率半导体市场规模将超过 4200 亿元。

图 57: 充电桩市场规模测算



资料来源：智能网联汽车网、前瞻产业研究院、国海证券研究所

图 58: 充电桩功率器件市场规模测算



资料来源：智能网联汽车网、前瞻产业研究院、国海证券研究所

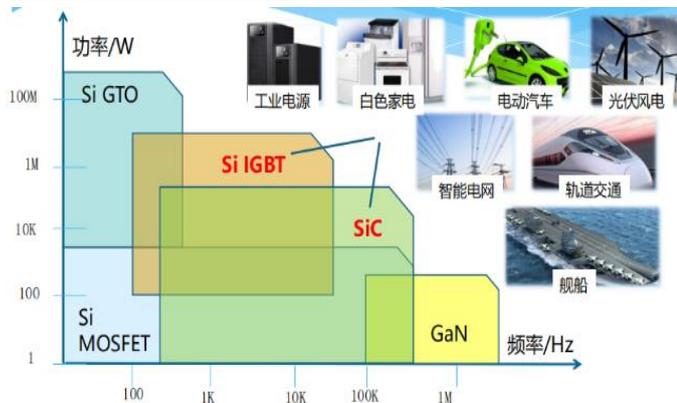
### 2.1.2、SiC MOSFET: 大功率、高频率催生需求，未来市场可期

SiC MOSFET 性能优秀，对 Si IGBT 产生了部分替代效应。MOSFET 和 IGBT 都用作开关，不同点在于硅基 MOSFET 不耐高压，只能用在低压领域，开关频率高，损耗低。IGBT 结合了 BJT 和 MOS 的优点，耐高压性能较强，开关频率低于 MOSFET，损耗较高。SiC MOSFET 具有较高的击穿电场强度，比传统

Si MOSFET 更耐高压，同时拥有更高的开关频率和下降的通态电阻，开关速度比 Si IGBT 快，损耗比 Si IGBT 小，在高频、高电压领域正取代 Si IGBT 和 Si MOSFET，此外，SiC MOSFET 模块的体积可以大幅减小，由于电动车电池模块重量和体积较大，引入 SiC 可以节省部分电驱系统的体积，为整体空间布局的设计带来更大优势。

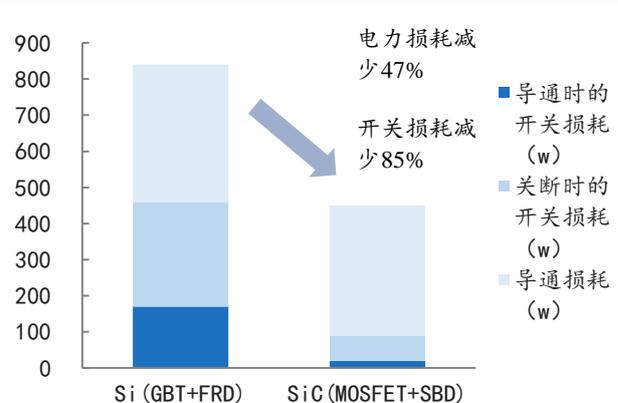
**SiC 产业成熟度较低，成本仍较高。**当前 SiC 的器件产业化的主要问题在于 SiC 外延生产遇到材料应力的不整合，在晶片尺寸增大的情况下，外延层键合表面应力超过拉伸极限，这会损坏晶体光栅并降低良率。此外，SiC 芯片现在产量较低，晶片尺寸仍然主要为 4 英寸或 6 英寸，这些都使得难以实现大尺寸晶片的成本效率，同类型的 SiC MOSFET 的成本是 Si IGBT 的八到十二倍，与传统的 Si IGBT 相比，汽车 SiC 解决方案的成本高出约 300 美元。

图 59: SiC 器件适用于高压高频领域



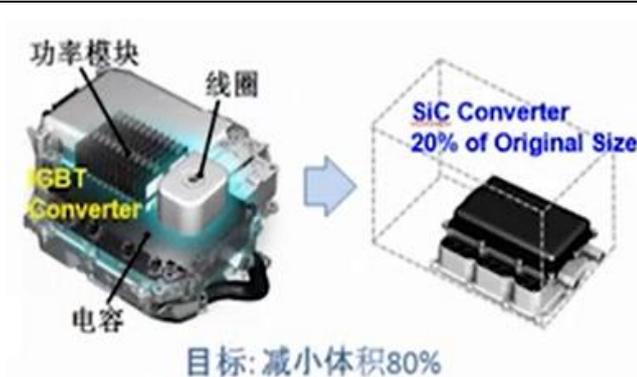
资料来源: BC-AUTO、国海证券研究所

图 60: SiC MOSFET 器件将大幅减少损耗



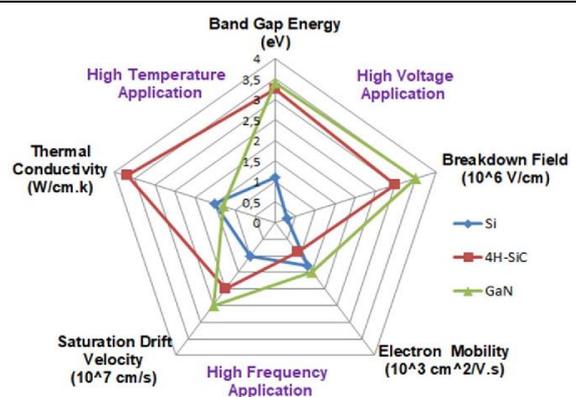
资料来源: 精进电动、国海证券研究所

图 61: SiC 功率模块体积较原尺寸大幅减小



资料来源: 精进电动、国海证券研究所

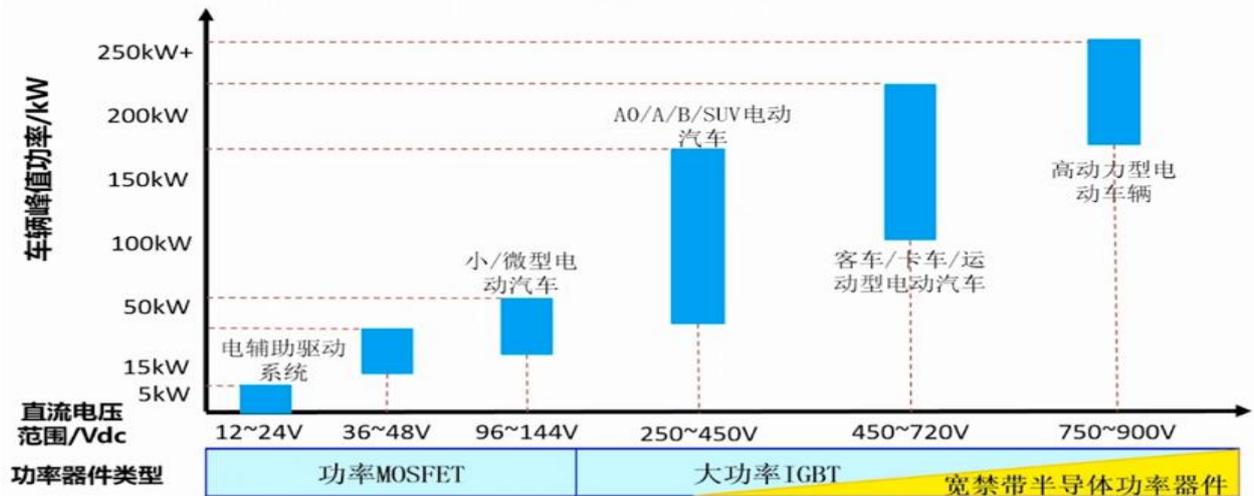
图 62: SiC 相对 Si 具有优秀的材料特性



资料来源: Yole、国海证券研究所

**SI IGBT 和 SIC MOSFET 将长期共存:** 展望未来，纯电动乘用车的工作电压将以 350V 起步为主，在这个电压范围，大功率的 IGBT 仍能长期胜任，且在成本端具备优势，在中高端乘用车、客车以及货车领域，对工作电压有更高要求的情况下，比如 600V、800V 乃至 1000V，SiC MOSFET 性能优势逐渐显露，由于 SiC 产业化仍需要较长时间，目前来看成本下降到硅基芯片仍有较大难度，因此在相当长的时间内，SI IGBT 和 SIC MOSFET 将长期共存。

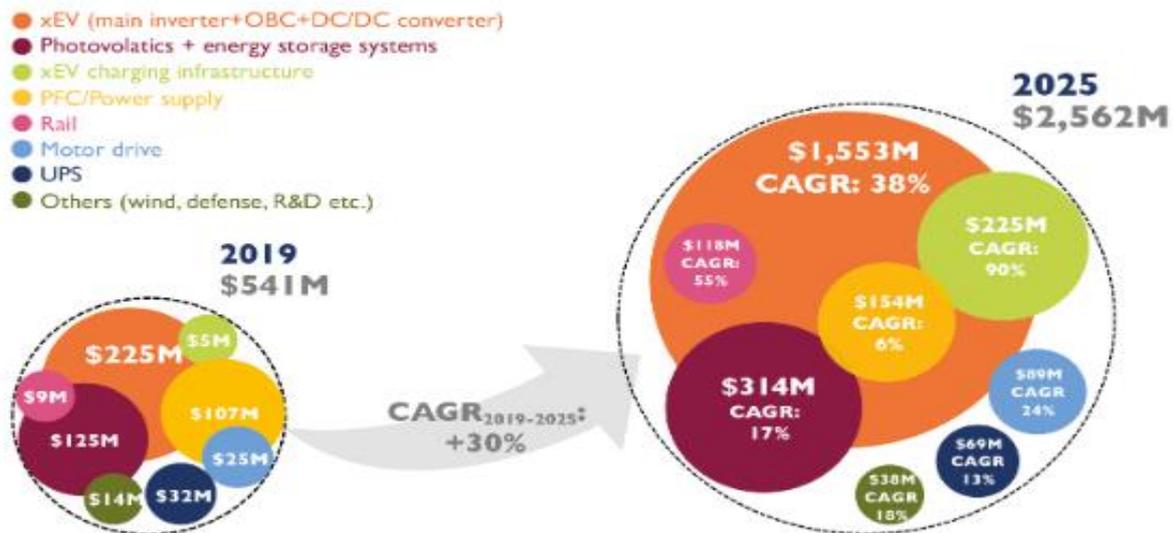
图 63: 不同功率器件在不同新能源车型上的应用情况



资料来源：精进电动、国海证券研究所

新能源车将带动 SiC 市场快速成长，预计 2025 年新能源车 SiC 功率器件市场将达到 15.53 亿美元。根据 Yole 数据显示，2019 年 SiC 功率器件市场中有 2.25 亿美元来源于新能源车，且是 SiC 功率器件下游的主要单一市场，预计到 2025 年，新能源车将贡献 15.53 亿美元的 SiC 功率市场，年复合增长率达 38%，此外，受益于新能源车充电桩等基础设施快速落地，2019 年应用于充电桩的 SiC 市场仅为 500 万美元，预计到 2025 年将达到 2.25 亿美元，年复合增长率达 90%。

图 64: 新能源车功率器件是 SiC 市场增长的主要动力



资料来源：Yole、国海证券研究所

国家政策大力助推车规 SiC 发展，产业前景向好。国家对第三代半导体行业发展极为重视，在车规级 SiC 领域提出的总体目标为：到 2025 年，SiC MOSFET 关键性能与国际先进水平的差距缩小到一代内，突破芯片新型结构设计以及先进工艺技术，实现 SiC MOSFET 芯片产业化；到 2030 年，SiC MOSFET 关键性能达到国际先进水平；到 2035 年，SiC MOSFET 关键性能与国际最高水平相当。

表 7: 我国对电驱动用 SiC 半导体开关器件未来规划情况

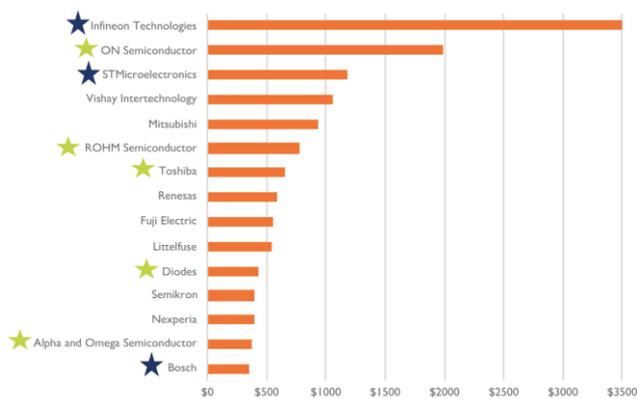
	~2025 年	~2030 年	~2035 年
<b>总体目标</b>	SiC MOSFET 关键性能与国际先进水平的差距缩小到一代以内; 突破芯片新型结构设计以及先进工艺技术; 实现耐高温、低损耗 SiC MOSFET 芯片产业化。	SiC MOSFET 关键性能达到国际先进水平; 提升芯片结构设计以及工艺技术水平; 进一步提升耐高温、低损耗 SiC MOSFET 芯片产业规模。	SiC MOSFET 关键性能与国际最高水平相当; 芯片结构设计以及工艺技术水平进一步提升; 实现耐高温、低损耗 SiC MOSFET 芯片大规模产业化。
<b>关键指标</b>	击穿电压登记达到 650V~1200V 单芯片导通电流达到 150A 芯片电流密度达到 450A/cm <sup>2</sup> 芯片最高工作结温达到 225°C	击穿电压登记达到 650V~1500V 单芯片导通电流达到 250A 芯片电流密度达到 600A/cm <sup>2</sup> 芯片最高工作结温达到 250°C	击穿电压登记达到 650V~1700V 单芯片导通电流达到 400A 芯片电流密度达到 800A/cm <sup>2</sup> 芯片最高工作结温达到 275°C
<b>关键技术</b>	耐高温、低损耗 SiC MOSFET 芯片设计 高电子迁移率、高可靠 SiC MOS 栅氧介质形成工艺 SiC MOS 沟槽栅形成工艺 高温封装材料与封装工艺技术	耐高温、低损耗 SiC MOSFET 芯片设计 高电子迁移率、高可靠 SiC MOS 沟槽栅氧工艺和栅氧拐角电场平缓技术 高深宽比、高可靠性 SiC MOS 沟槽栅氧工艺和栅氧拐角电场平缓技术 高温封装材料与封装工艺技术	耐高温、低损耗 SiC MOSFET 芯片设计 高电子迁移率、高可靠 SiC MOS 沟槽栅氧工艺和栅氧拐角电场平缓技术 高深宽比、高可靠性 SiC MOS 沟槽栅氧工艺和栅氧拐角电场平缓技术 高温封装材料与封装工艺技术

资料来源: 精进电动、国海证券研究所

### 2.1.3、欧美日企业占据先发优势，我国企业任重道远

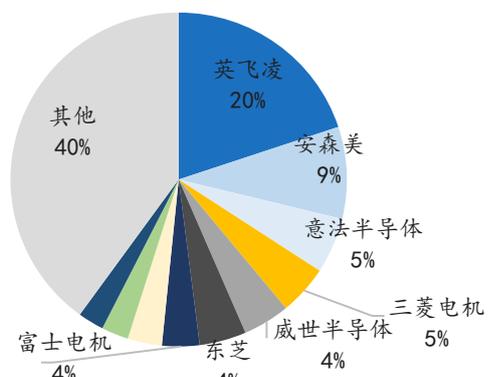
欧美日占据大部分汽车功率器件份额，我国企业快速追赶。功率半导体厂商以欧美日为主，中国厂商起步较晚，技术比较落后，与欧美日厂商差距较大。目前功率半导体厂商可以分为三个梯队，第一梯队是英飞凌、安森美等欧美厂商为主，第二梯队亿三菱电机、富士电机等日本厂商为主，第三梯队是士兰微、安世半导体等中国厂商。根据 Yole 数据，2019 年英飞凌、安森美、意法半导体、三菱电机在功率器件和模组领域领先。功率半导体厂商大多有完整的晶圆厂、芯片制造厂和封装厂，英飞凌、安森美等龙头企业均为 IDM 模式，对成本和质量控制能力很强，实力强劲，以高端产品为主；中国大陆的厂商大多也是 IDM 模式，产品以低端二极管和低压 MOSFET 为主，实力较弱；中国台湾以 Fabless 模式为主，主要负责芯片制造和封装。

图 65: 2019 年功率分立器件和模组市场份额情况



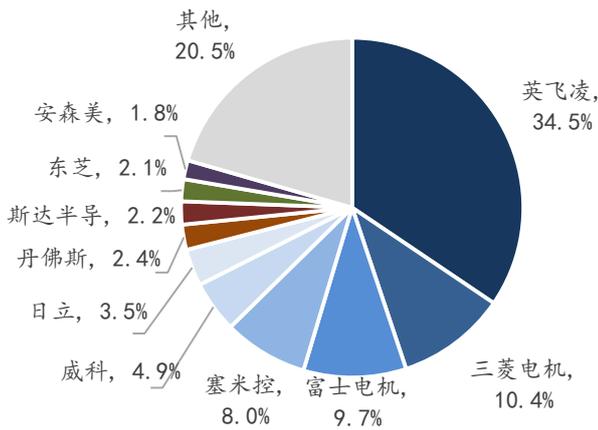
资料来源: Yole、国海证券研究所

图 66: 2019 年全球 MOSFET 行业份额



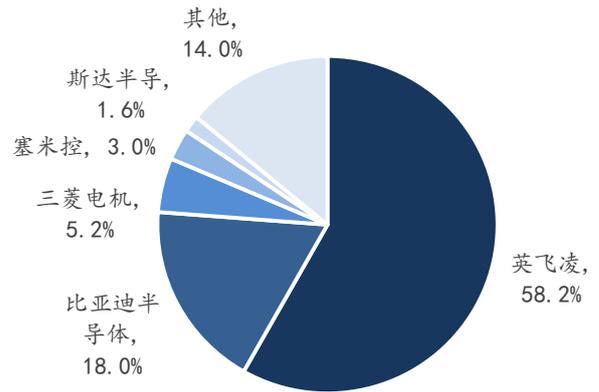
资料来源: Omdia、国海证券研究所

图 67: 2018 年 IGBT 模组市场份额情况



资料来源: 英飞凌、国海证券研究所

图 68: 2019 年国内新能源车 IGBT 出货量份额情况



资料来源: NE 时代、国海证券研究所

以比亚迪半导体、斯达半导为代表的国内 IGBT 优秀企业正在冉冉升起。在汽车 IGBT 领域，我国比亚迪半导体和斯达半导具备较强竞争实力，根据 NE 时代数据，2019 年国内新能源车市场中，英飞凌以 58.2% 一家独大，比亚迪半导体、斯达半导份额分别达 18% 和 1.6%，位居前列。

表 8: 国内外汽车功率器件主要企业情况介绍

序号	企业	地区	主要产品	2018 年全球市场份额	备注
1	英飞凌	德国	MOSFET、IGBT	25.40%	产品组合全面，覆盖所有功率技术，2019 中国 IGBT 配套 62.8 万套，市场份额 58.2%
2	三菱	日本	MOSFET、IGBT、晶闸管、二极管、SiC 器件	5.90%	2019 年中国市场 IGBT 配套 5.6 万套，占比 5.2%
3	安森美	美国	MOSFET、IGBT、SiC 器件	14.40%	安森美主要产品包括模拟 IC、逻辑 IC 和分立半导体元件等
4	意法半导体	意大利	MOSFET、IGBT、二极管、SiC 器件	10.40%	意法半导体主要功率产品包括 IGBT、MOSFET、功率双极器件、碳化硅 MOSFET
5	比亚迪	深圳	MOSFET、IGBT、SiC 器件	-	布局十余年，拥有国内首个汽车 IGBT 产业链
6	闻泰科技	上海	MOSFET、IGBT、晶闸管、二极管	4%(MOSFET)	收购安世半导体一举成为汽车、通讯应用等领域的头部二极管供应商
7	韦尔股份	上海	MOSFET、二极管	-	2018 年 MOSFET 收入 1.2 亿元，半导体收入 8 亿元（设计），晶圆厂尺寸为 6/8 英寸（Fabless）
8	华润微电子	无锡	MOSFET、IGBT、晶闸管、二极管	-	MOSFET 产品收入规模和技术水平在国内位列前茅
9	中车时代	株洲	IGBT、晶闸管、二极管、SiC 器件	-	拥有芯片-模块-装置-系统完整产业链，IGBT 产品开始部署于乘用车
10	斯达半导	嘉兴	IGBT 模块	1.6%	IGBT 产品国内技术领先，并已打入国内部分乘用车品牌

资料来源: 搜狐汽车、中国市场学会（汽车）、国海证券研究所

**SIC: 海外企业占据先发优势，国内企业加速布局。**随着第三代半导体的总体目

标确立，国内企业在 SiC 领域持续加大布局，从 SiC 衬底到外延片，再到芯片及器件均有企业布局，以 LED 龙头三安光电为例，其规划布局了 SiC 衬底、SiC 外延、SiC 芯片器件全流程，6 寸 SiC MOSFET 预计 2021 年量产，拟投资 160 亿元在长沙建设 SiC 产业园，产品将涵盖 6 寸 SiC 导电衬底、4 寸半绝缘衬底、SiC 二极管外延、SiC MOSFET 外延、SiC 封装二极管、SiC 封装 MOSFET。

表 9: 国内涉足 SiC 的主要上市企业梳理

股票代码	公司	产品及环节	详情
600703.SH	三安光电	SiC 衬底、SiC 外延、SiC 芯片器件、GaN 芯片器件	6 寸 SiC MOSFET 预计 2021 年量产，拟投资 160 亿元在长沙建设 SiC 产业园，涵盖 6 寸 SiC 导电衬底、4 寸半绝缘衬底、SiC 二极管外延、SiC MOSFET 外延、SiC 封装二极管、SiC 封装 MOSFET；提供硅基 GaN 代工服务、6 英寸 GaN 产线（年产 6 万片）
002617.SZ	露笑科技	SiC 衬底	与中科钢研、国宏中宇合作 SiC 衬底、外延、相关核心工艺装备；正募资 SiC 衬底生产；与合肥政府共同建设 SiC 产业园
002171.SZ	楚江新材	SiC 衬底	子公司顶立科技（SiC 单晶、装备、材料、高纯 C 粉）
600330.SH	天通股份	SiC 衬底	旗下天通凯成 SiC 衬底材料正处于研发阶段
603595.SH	东尼电子	SiC 衬底	SiC 衬底产品处于研发打样阶段
688396.SH	华润微	SiC 芯片器件	1200V 和 650V 工业级 SiC 肖特基二极管功率器件产品、6 英寸商用 SiC 晶圆产线量产
300373.SZ	扬杰科技	SiC 芯片器件	国宇电子 14.95% 的股权（中电科 55 所），SiC、器件研发
300623.SZ	捷捷微电	SiC 芯片器件、GaN 芯片器件	与中科院微电子所、西安电子科技大学合作研发 SiC、GaN 半导体器件
600360.SH	华微电子	SiC 芯片器件	已开发出 SiC-SBD 二极管样品
603290.SH	斯达半导	SiC 芯片器件	和宇通等联合研发基于 SiC 的电机控制系统
600745.SH	闻泰科技	GaN 芯片器件、SiC 芯片	安世半导体 GaN FET 功率器件产品
002023.SZ	海特高新	代工	海威华芯 6 寸（兼容 4 寸）的 SiC 基 GaN 晶圆代工产线（基站用 GaN 代工工艺）。高端 GaN LED 衬底、外延、芯片
688012.SH	中微公司	设备	MOCVD 设备（GaN 基 LED 设备）
002371.SZ	北方华创	设备	SiC：长晶炉、外延炉、刻蚀、高温退火、氧化、PVD、清洗机
688200.SH	华峰测控	设备	正在研发 SiC 和 GaN 领域测试技术

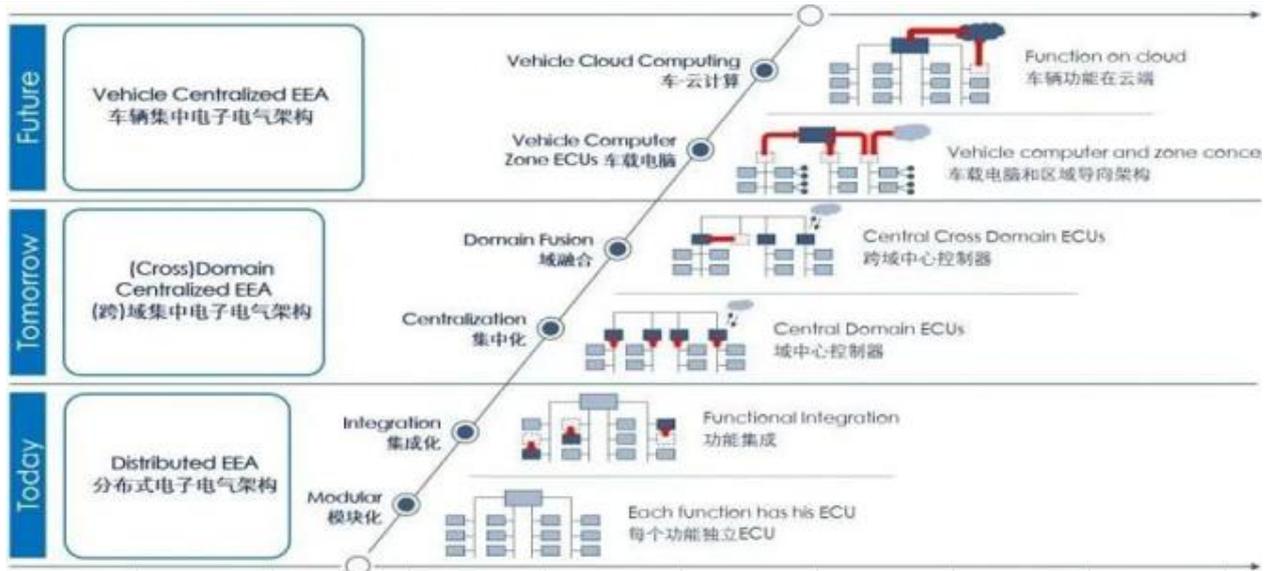
资料来源：创道咨询、国海证券研究所

## 2.2、主控芯片：控制走向中心化，算力需求持续提升

### 2.2.1、汽车算力快速增长，主控芯片市场将大幅扩容

汽车电动化推动电子电气架构变革，由分布式向集中式发展。电子电气架构简称 E/E 架构，指对汽车的传感器、中央处理器、ECU、线束、信息娱乐系统以及底盘系统等整车软硬件进行系统设计的方案，进而实现车内高效的信号传输、系统布置等效果。如果没有电动车的兴起，传统 E/E 架构将延续辉煌，而电动车和自动驾驶技术席卷了整个行业，大量新出现的 ECU 和信号传输效率需求，让原来的分布式 E/E 架构受到挑战，甚至正在成为技术发展的桎梏。

图 69: 汽车电子巨头博世提出的汽车电子电气架构呈中心化发展的趋势



资料来源：博世、汽车之心、国海证券研究所

以 ASIC 为核心的自动驾驶芯片是汽车主控芯片的终极目标。对照博世的六个阶段，可以看到，除了已经进入车载电脑的阶段特斯拉 Model 3，大多数车企的汽车 E/E 架构刚刚度过模块化阶段，正在进入集成化阶段，每演进一个阶段，E/E 架构的效率会更高，比如，在集成化阶段，CAN 总线的传输速率可达 100 kBit/s，按照模型预测，如果采用车载以太网，可以实现比 CAN 总线高 1000 倍的带宽，也即达到 100Mbps 高实时带宽，如果搭载车规级芯片，还可以让汽车拥有中央计算机的处理能力，可以满足车辆向智能终端演变的算力需求。

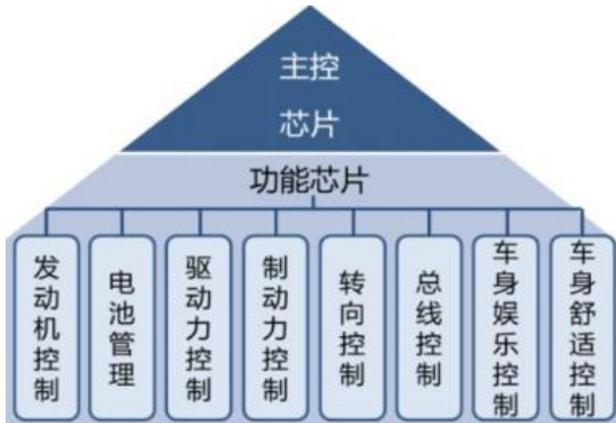
图 70: 车载控制芯片形态的演化趋势



资料来源：盖世汽车、国海证券研究所

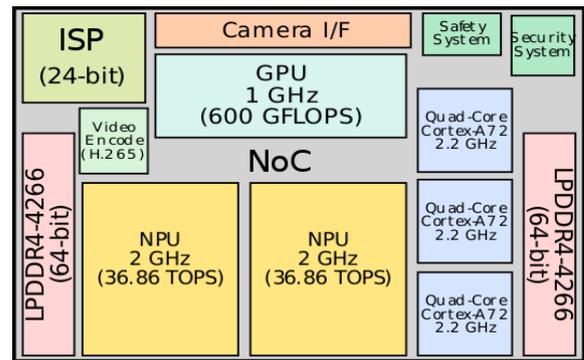
当前汽车主控芯片主要是 MCU(流微控制单元 Microcontroller Unit)，负责计算和控制。MCU 是把中央处理器(Central Process Unit;CPU)的频率与规格做适当缩减，并将内存(memory)、计数器(Timer)、USB、A/D 转换、UART、PLC、DMA 等周边接口，甚至 LCD 驱动电路都整合在单一主板上，形成能完整处理任务的微型计算机。MCU 主要作用于最核心的安全与驾驶方面，自动驾驶(辅助)系统的控制，中控系统的显示与运算、发动机、底盘和车身控制等。

图 71: 主控芯片和功能芯片配合对车身进行控制



资料来源: 芯闻路 1 号、国海证券研究所

图 72: 特斯拉 FSD 自动驾驶芯片架构



资料来源: wikichip、国海证券研究所

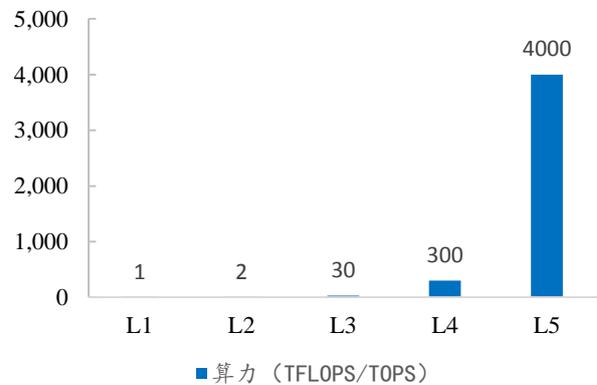
**L3 级自动驾驶需要 30TOPS 的算力，未来车载计算芯片空间广阔。**根据国内自动驾驶芯片厂商地平线数据，L1/L2 级别对算力的需求不足 2TOPS（1TOPS 代表一秒钟进行 1 万亿次计算），而到了 L3 级别自动驾驶，算力需求将迅速来到 30TOPS，为了冗余设计的考虑，我们看到当前主流自动驾驶芯片的设计算力多达到了大几十 TOPS，到 L4 和 L5 级别，自动驾驶对算力的需求将来到 300 和 4000TOPS，当然，目前满足 L3 级别的芯片已经陆续流片，而 L3 级别的自动驾驶技术仍需时日，自动驾驶芯片算力再短期内并没有显著再提升的需求。

图 73: 自动驾驶需要处理的数据量日益提升



资料来源: 英特尔、国海证券研究所

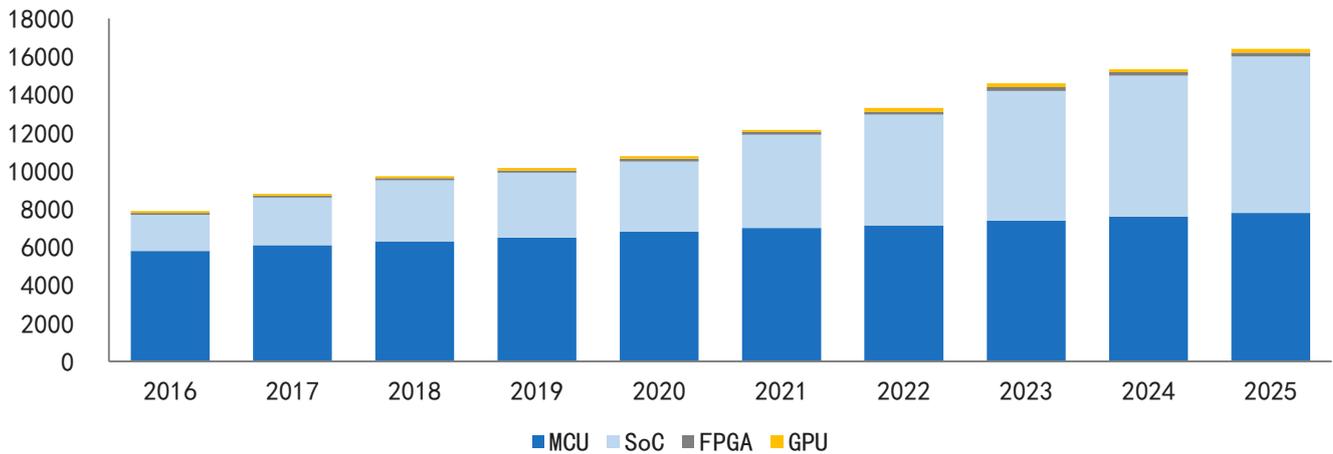
图 74: 自动驾驶 L1-L5 需要的算力(TFLOPS / TOPS)



资料来源: 地平线、IHS、盖世汽车、国海证券研究所

**汽车计算、控制类芯片市场规模约为 108 亿美元，SoC 将成为主要增量。**根据 IHS 数据显示，当前 MCU 芯片市场规模约为 70 亿美元，预计 2025 年将增长至 78 亿美元，受益于汽车电动化以及自动驾驶技术的发展，汽车电子电气架构由分布式向集中化跃进，SoC 是未来汽车计算、控制类芯片的主要增量来源，2020 年汽车 SOC 芯片市场规模约为 37 亿美元，预计到 2025 年将迅速增长至约 82 亿美元，CAGR 达 14.87%。

图 75: 汽车主控芯片与功能芯片增长情况及预测 (单位: 百万美元)



资料来源: IHS、搜狐汽车研究室、国海证券研究所

### 2.2.2、欧美大厂领跑控制类芯片，我国企业奋力追赶

**功能芯片:** 在 MCU 领域, 英飞凌、瑞萨、恩智浦、ST 为头部企业, 均具有覆盖不同应用和功能的完整 MCU 产品线, 近年加快了并购步伐, 市场进一步集中, CR5 占据全球约 80% 的市场份额。国内份额与国外企业差距较大, 上市公司中颖电子、兆易创新、东软载波都涉及汽车电子领域, 但市占率极少。

表 10: 汽车 MCU 龙头企业与国内主要参与者

序号	企业	地区	主要产品	全球市场份额	备注
1	恩智浦	荷兰	8051 内核的 8、16、32 位 MCU	27.80%	2015 年以 118 亿美元收购飞思卡尔
2	瑞萨	日本	32 位 MCU	31.20%	2016 年瑞萨与 NEC 合并组成 MCU 巨无霸
3	意法半导体	意大利	STM32/STM8 系列 MCU	-	ARM 内核 32 位 MCU 表现突出
4	英飞凌	德国	8、16、32 位 MCU、XC 系列、AURIX 系列等	8.50%	应用于诸多电机控制领域
5	中颖电子	上海	4、8、32 位 MCU	-	基于 ARM 内核设计
6	兆易创新	北京	GD32 系列 Cortex-M3 32 位 MCU	-	拥有 320 款 MCU 产品
7	杰发科技	合肥	车规级 MCU AC811、AC7801x	-	2018 年车规级产品上车
8	东软载波	青岛	8、32 位 MCU	-	自主研发 8 位 CPU 内核

资料来源: 搜狐汽车、中国市场学会(汽车)、国海证券研究所

**计算类芯片:** 瑞萨电子、恩智浦、德州仪器等传统汽车芯片企业是当前量产环节的主导力量, 凭借深厚的汽车芯片设计经验, 在嵌入式计算处理器领域与汽车软件、系统开发商深度绑定, 能够更好地协同车辆控制, 把控功能安全需求。英伟达、高通、Intel 虽为传统 ICT 企业, 近年来在汽车主控芯片领域大举布局, 现已跻身全球汽车半导体前 25, 主打 ADAS、自动驾驶以及智能座舱领域的芯片设计, 具备传统芯片企业难以比拟的算力优势, Intel Mobileye 的 EyeQ 系列芯片、高通骁龙 820A 就是典型代表, 而其他产品多处于研发应用和预量产阶段。

表 11: 汽车自动驾驶芯片龙头企业与国内主要参与者

序号	企业	地区	主要产品	合作伙伴	备注
1	高通	美国	骁龙 B201 智能座舱芯片、自动驾驶平台 Snapdragon Ride	大众、奥迪、捷豹路虎、本田、比亚迪、吉利等	全球 25 家头部整车厂中 18 家使用高通智能驾驶舱芯片，自动驾驶芯片 2023 年量产
2	英伟达	美国	Drive PX2、Drive ARX Orin 系列自动驾驶芯片	丰田、奔驰、奥迪、沃尔沃、吉利、德赛西威、百度等	超过 370 家车厂、Tier1、研究机构、高校都在用英伟达的 GPU 或自动驾驶平台
3	英特尔	美国	Mobileye EyeQ 系列、Intel Go 自动驾驶解决方案	福特、本田、奥迪、大众、FCA、宝马、通用等	合作超过 27 个主机厂，占据全球 70% 的辅助驾驶（ADAS）市场份额
4	恩智浦	荷兰	S32 平台、IMAX 处理器、Bluebox 开发平台	Autoliv、Bosch 和 Delphi 等顶级汽车供应商	首家在下一代“高效能安全计算”汽车平台实现 5nm 制程的汽车芯片厂商
5	瑞萨	日本	R-Car 片上系统、Renesas autonomy 平台	丰田、大众、日产、长城、麦格纳、黑莓、光庭等	R-Car 系列芯片广泛应用于自动驾驶、智能座舱，产品兼容性优异
6	华为	深圳	鲲鹏 920、昇腾 310、麒麟 710A 等	奥迪、奔驰、沃尔沃、比亚迪、上汽、长城、长安等	MDC 智能驾驶计算平台通过 ISO 26262 车规功能安全认证，710A 芯片实现量产
7	地平线	北京	征程系列 AI 芯片	奥迪、博世、长安、比亚迪、上汽、广汽等	征程 2 芯片量产应用车型长安 UNI-T
8	黑芝麻	上海	华山系列	上汽、一汽、比亚迪、通用、博世、蔚来等	主打智能驾驶解决方案，华山一号芯片已经在量产中
9	芯驰科技	南京	X9、G9、V9	69 家产业合作伙伴	已发布 9 个系列高性能 SoC

资料来源：搜狐汽车、中国市场学会（汽车）、国海证券研究所

我国企业在自动驾驶芯片领域快速发力，后来居上之势已显。在自动驾驶芯片领域，兼顾高算力和低功耗的芯片是未来的发展趋势，目前除了特斯拉等少部分车企采用自研方案外，其他主要采用第三方方案，我国企业在自动驾驶芯片领域快速追赶，虽然还未在量产车上有搭载，但在关键参数方面已逐步达到世界先进水平，以地平线征程 2 自动驾驶芯片为例，其能效比达到了 2，与特斯拉当前的主力芯片 FSD 相当，且地平线使用的是相对落后的 28nm 工艺。

表 12: 当前市场主流的自动驾驶芯片方案对比

厂商	应用场景	名称	算力/TOPS	功耗/W	能效比	晶体管数量	制备工艺
特斯拉	L3	FSD	72	36	2	60 亿	14 nm
	L4/L5						7 nm
零跑	L3	凌芯 01	4.2	4	1.05		28 nm
Mobileye	L3/L4	EyeQ4	2.5	3	0.8		28 nm
	L4/L5	EyeQ5 (2020)	24	10	2.4		7 nm
英伟达	L3/L4	Xavier SoC	30	30	1	90 亿	12 nm
	L4/L5	Orin Soc (2022)	200	45	4.4	170 亿	7 nm
地平线	L2	Journey 2	4	2	2		28 nm
	L2/L3	Journey 3 (2020)	5	2.5	2		16 nm
	L3/L4	Journey 5 (2021)	96/128	20/35	4.8/3.7		
华为	L3/L4	昇腾 310	16	8	2		12 nm
黑芝麻	L2	A1000L (2021)	16	5	3.2		16 nm
特斯拉	L2+	A1000 (2021)	70	10	7		16 nm

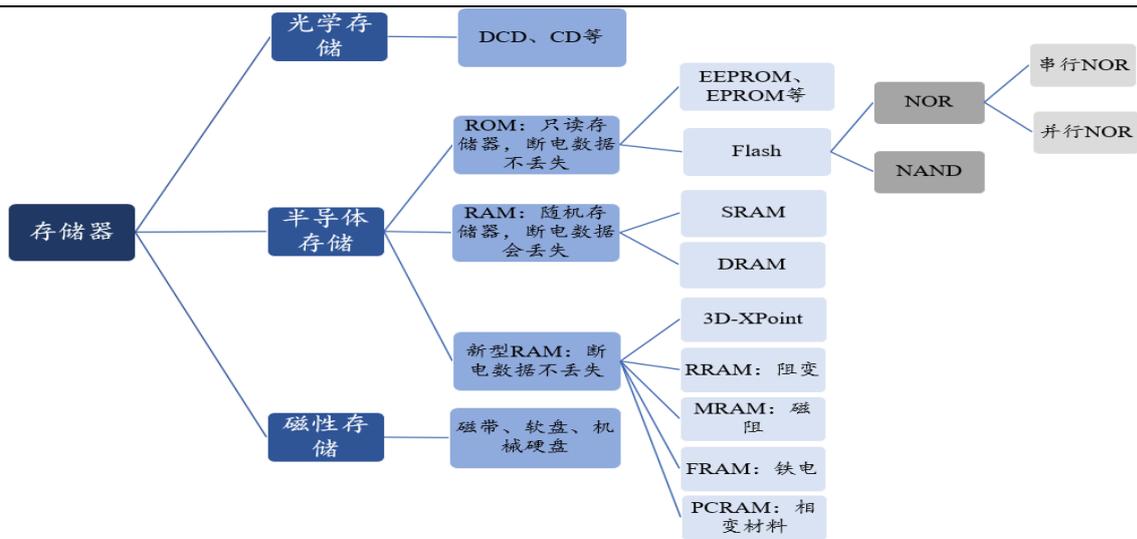
资料来源：盖世汽车、国海证券研究所

## 2.3、存储芯片：车载数据量提升，打开存储芯片空间

### 2.3.1、算力提升存储带宽及容量需求，L3 级是分水岭

存储器种类繁多，是信息技术中用于保存信息的记忆设备，目前市场上 DRAM 和 NAND Flash 为主流存储器，而 NOR Flash、SRAM、SLC NAND 等属于利基型存储器。DRAM 是最常见的系统内存，具有体积小、集成度高、功耗低等优点；Flash 具备电子可擦除可编程、断电不丢失数据以及快速读取数据等性能。

图 76：汽车模拟 IC 产业链作用原理



资料来源：lesbell、国海证券研究所

汽车存储应用在汽车多个模块，传统汽车需求较小，目前国内市场约为 7-10 亿人民币。为实现自动驾驶汽车的互联性，包括仪表盘系统、导航系统、信息娱乐系统、动力传动系统、电话通讯系统、平视显示器 (HUD)、传感器、CPU、黑匣子等，都需要存储技术为自动驾驶汽车提供基础代码、数据和参数。汽车电子产业对存储的需求主要来自于 IVI、TBOX 和数字仪表盘等产品，根据存储模组厂商江波龙统计，目前每台车对存储的需求量平均在 32GB 左右。

图 77：存储产品在汽车各个系统均有应用

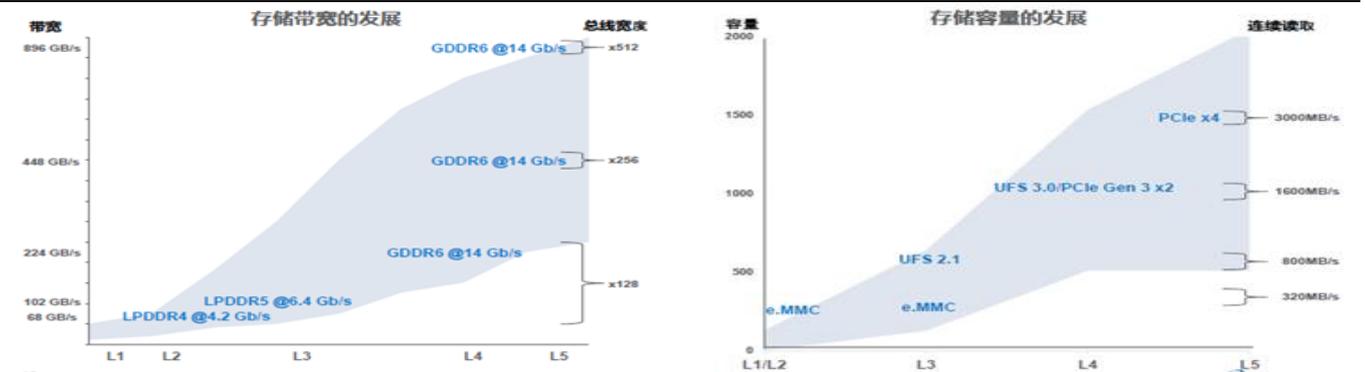


资料来源：SK 海力士、国海证券研究所

**L3 级自动驾驶将为汽车存储带来显著增量，而 L3 级自动驾驶正处于瓶颈期。** L1-L5 级自动驾驶对内存和存储产品分别提出了不同的需求：在 L1、L2 级别时，存储带宽（左边图）大多数需求能够由 LPDDR4 满足，而随着技术要求越来越高，未来更多将会由 LPDDR5 和 GDDR6 产品来满足更高的计算性能。同时，在存储容量（右边图）中，现有的 e.MMC 产品基本能满足现有应用需求，基本上可以满足 8G 到 64G 到 128G 的容量，但未来对于存储的写入速率、容量要求和性能的要求越来越高，会从 e.MMC 转到 UFS 再转到 PCIe，根据 Semico Research，对 L1、L2 级而言，每车存储容量差别不大，一般配置 8GB DRAM 和 8GB NAND，但是 L3、L4 级别的自动驾驶的高精度地图、数据、算法都需要大容量存储来支持，一辆 L3 级的自动驾驶汽车将需要 16GB DRAM 和 256GB NAND，一辆 L5 级的全自动驾驶汽车估计需要 74GB DRAM 和 1TB NAND。

图 78：自动驾驶等级对应的存储带宽需求

图 79：自动驾驶等级对应的存储容量需求

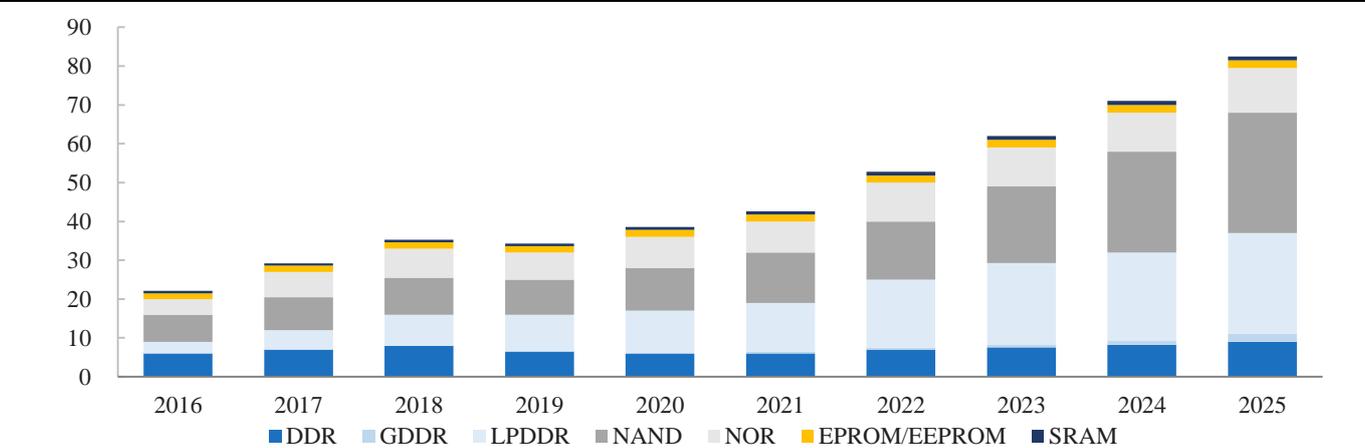


资料来源：美光、国海证券研究所

资料来源：美光、国海证券研究所

**2020 年车用存储市场空间约为 40 亿美元，预计到 2025 年翻倍。** 根据江波龙信息，国内的汽车存储市场的规模约为 7 到 10 亿人民币，市场规模相较存储器市场而言占比还非常低。根据 HIS 数据，2020 年汽车存储 IC 市场规模在 40 亿美元左右，而根据 WSTS 数据，2020 年全球存储 IC 市场为 1175 亿美元，汽车用存储 IC 份额不足 4%，展望未来，随着汽车自动驾驶功能的迭代，全球汽车存储 IC 市场空间将快速增长，预计到 2025 年将至少翻倍，超过 80 亿美元，逐渐成为存储 IC 市场中越来越重要的部分。

图 80：不同类型汽车存储 IC 对应市场规模情况

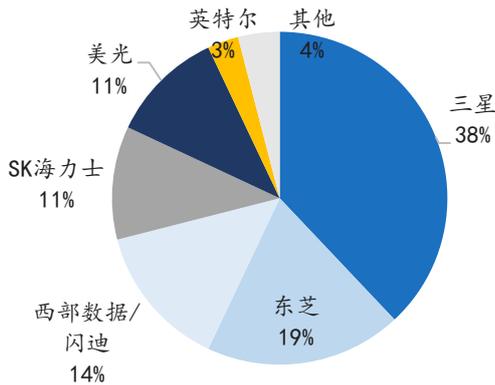


资料来源：IHS、搜狐汽车研究室、国海证券研究所

### 2.3.2、美韩日台主导市场，国内企业寻求突围机会

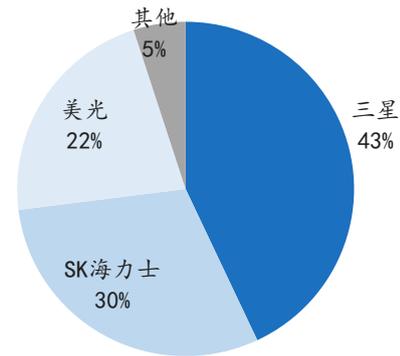
存储行业具备典型的重资产、高资本壁垒、技术密集属性，全球存储行业集中度非常高。NAND 和 DRAM 是存储市场的两大主要产品类型，根据 Yole 数据，2018 年，三星、东芝、西部数据、SK 海力士、美光在 NAND 市场的份额分别达到了 38%/19%/14%/11%/11%，前五大市场份额合计达 93%，而 DRAM 市场几乎被三星、SK 海力士、美光三家瓜分，2018 年三家企业市占率合计达到了 95%，呈现寡头垄断格局。

图 81：2018 年 NAND 市场份额情况



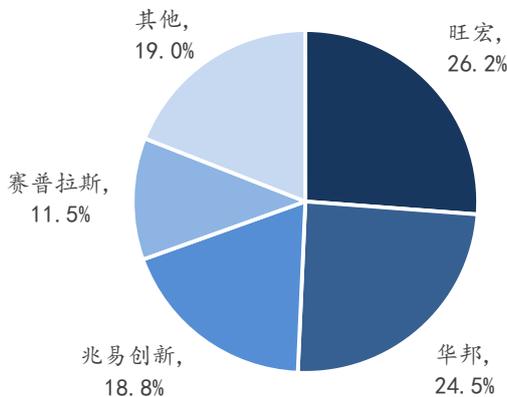
资料来源：Yole、国海证券研究所

图 82：2018 年 DRAM 市场份额情况



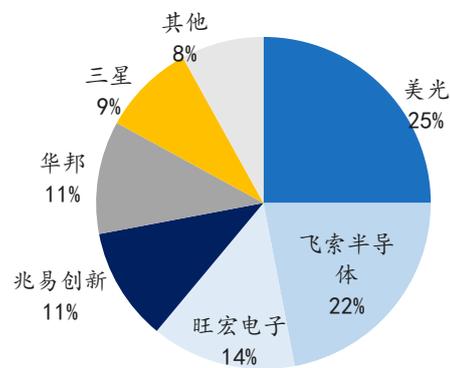
资料来源：Yole、国海证券研究所

图 83：2020Q1 年 NOR FLASH 市场份额情况



资料来源：Trendforce、前瞻产业研究院、国海证券研究所

图 84：汽车存储的市场份额情况



资料来源：IC share、国海证券研究所

尽管当前市场规模尚小，各大巨头正纷纷发力汽车存储领域提前布局。三星、海力士、美光全球存储三巨头引领存储芯片技术的发展潮流，同时在汽车 ADAS、信息娱乐系统中提供多种行业解决方案，从 NAND、eMMC 到容量更大、读写更快的 UFD、PCIe SSD，紧跟自动驾驶和车联网带来的大数据量、大带宽吞吐需求。国内企业近年来逐渐实现存储技术突破，面对智能汽车给车载存储带来的机遇，兆易创新与合肥长鑫密切合作，2019 年推出 GD25 全系列 SPI NOR FLASH，满足 AEC-Q100 标准，是目前少有的全国产化车规存储器解决方案；旺宏半导体推出 eMMC/DDR/LPDDR/SSD/DIMM 等嵌入式存储、移动存储，拓展汽车电子应用领域；北京君正旗下 ISSI(北京矽成)2016 年上半年公司 SRAM 产品收入在全球 SRAM 市场中位居第二，仅次于赛普拉斯；DRAM 产品收入在全球 DRAM 市场中位居第八位，目前是国内在车规级存储芯片市场具备全球

竞争力的少数企业之一。

表 13: 汽车存储芯片龙头企业与国内主要参与者

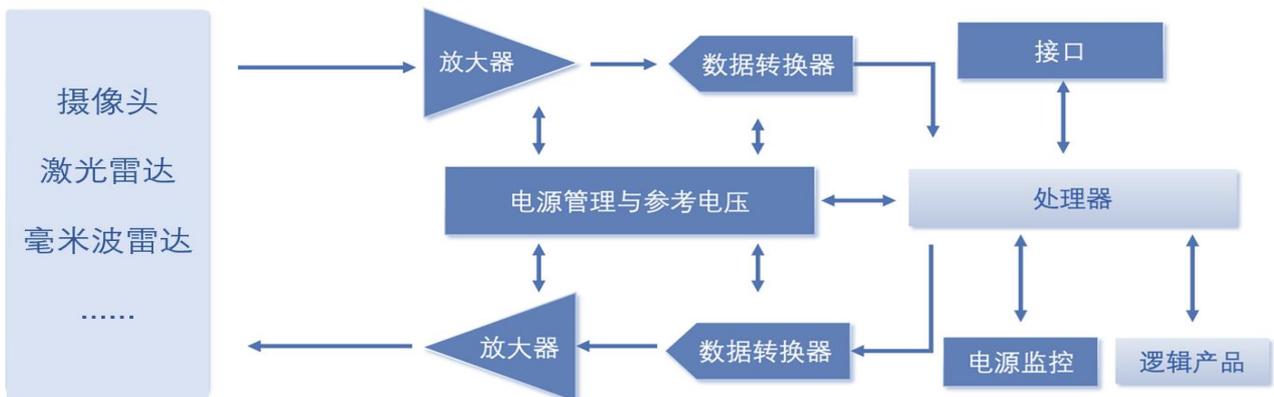
No.	企业	地区	主要产品	备注
1	三星	韩国	V-NAND、LPDDR4X	提供嵌入式通用存储,写入速度高达 1200MB/s,LPDDR4X 通过了 AEC-Q100 100 1 级认证
2	海力士	韩国	NAND、DRAM	全球仅次于三星电子的第二大存储芯片制造商
3	美光	美国	DDR3/4、LPDDR33/4、eMMC 5.0、SSD	供应汽车 ADAS、仪表盘、信息娱乐系统需要的 DDR3/4、LPDDR3/4、eMMC 5.0、SSD
4	微芯	美国	EEPROM、SRAM 等	2016 年 Microchip 以 35、6 亿美元现金+股票的方式收购 Atmel。
5	兆易创新	北京	GD25 全系列 SPI NOR Flash	GD25 全系列 SPI NOR Flash 满足 AEC-Q100 标准,是目前少数全国产化车规存储器解决方案
6	旺宏	中国台湾	eMMC/DDR/LPDDR/SSD/DIMM	致力于为车载存储器提供存储产品和解决方案
7	长鑫存储	合肥	LPDDR4X、DDR	合肥长鑫是继国际三寡头之后,全球第四家量产 20nm 以下 DRAM 的公司
8	北京君正	北京	DRAM、SRAM	旗下 ISSI (北京矽成) 2016 年上半年公司 SRAM 产品收入在全球 SRAM 市场中位居第二,仅次于赛普拉斯; DRAM 产品收入在全球 DRAM 市场中位居第八位。

资料来源: 搜狐汽车、中国市场学会(汽车)、国海证券研究所

## 2.4、模拟芯片：电池管理、通信器件助推赛道成长

汽车的电动化、智能化、网联化大势所趋，模拟 IC 必不可少。模拟芯片按照产品可以分为电源管理芯片和信号链芯片。电源管理系统（BMS）能够处理好整车系统的能源管理；汽车的智能化除了需要各种 AI 芯片外，还需要 MCU 和传感技术的配合，高性能传感器和传感融合技术同样也需要信号链芯片进行信号传输、处理；汽车的网联化，即 V2X，需要实现人车交互、车车交互等，这些通讯都离不开射频芯片的发出接收处理。从燃油汽车到油电混合汽车、再到纯电动车，不仅对汽车电子的需求量增大，而且对汽车电子的要求也越来越高，更加需要能耐受高电压、大电流的电子元器件，模拟 IC 亦是如此，通过对数据的收集、处理、转化，实现信息交互。外界真实信号被传感器感知，得到的模拟信号经过放大器、模数转换器处理最终由 MCU 控制其他系统的信号的输出。

图 85: 汽车模拟 IC 在车身中的主要应用领域

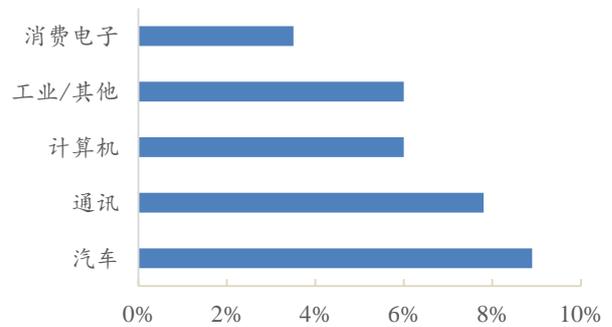


资料来源: 思瑞浦、国海证券研究所

汽车模拟 IC 市场 2024 年将达到 150 亿美元，在模拟 IC 各下游领域中 CAGR 最高，达 8.9%。根据 IC Insights，2019 年，汽车模拟 IC 市场规模 97.96 亿美元，同比下降 1.30%，预计 2020 年市场规模达到 104.81 亿美元，同比增长 6.99%，随着电动车渗透率的提升，预计到 2024 年，汽车模拟 IC 市场将达到 150.29 亿美元。2019-2024 年模拟 IC 下游应用中，汽车市场的 CAGR 最高为 8.9%，超过第二的通讯市场 1.1pct，可见未来模拟 IC 中，汽车市场是一个重要的增长点。

图 86: 2017-2024F 汽车模拟 IC 市场规模及增速

图 87: 2019-2024F 模拟 IC 下游细分市场 CAGR



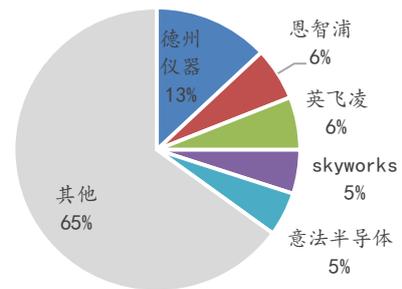
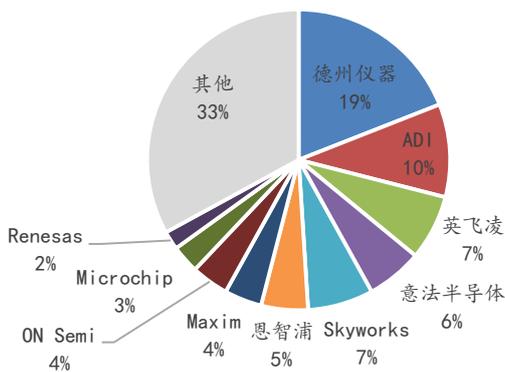
资料来源: IC Insights、国海证券研究所

资料来源: IC Insights、国海证券研究所

尽管海外巨头主导了模拟芯片市场，但模拟芯片市场相对分散，国内市场集中度相对全球市场更低。目前不论是从全球市场还是国内市场，模拟芯片的主要供应商还是被德州仪器、英飞凌、Skyworks 占据绝大部分份额。全球 Top5 模拟 IC 厂商的市占率之和约为 49%，而国内市场 Top5 模拟 IC 供应商的市场份额总和约为 35%，相较于全球市场，我国模拟 IC 市场市场集中度更低。

图 88: 全球模拟 IC 市场竞争格局

图 89: 中国模拟 IC 市场竞争格局



资料来源: IC Insights、国海证券研究所

资料来源: Gartner、国海证券研究所

全球汽车模拟 IC 市场中，德州仪器、ADI、英飞凌、思佳讯、恩智浦、安森美、瑞萨有较强的竞争力，国内企业起步晚，差距较大，巨头普遍走内生发展和外延并购同时进行的成长之路。德州仪器在电源管理和运算放大器这两个领域处于龙头地位，下游市场集中于工业和汽车电子市场；ADI 常年占据数据转换器龙头，目前专注于工业和通信市场；英飞凌则是著名的汽车电子厂商，在电源管理和功率半导体中排名靠前。思佳讯是射频芯片巨头之一，恩智浦、安森美、瑞萨均是实力较强的汽车电子厂商。国内模拟芯片的供应商主要包括矽力杰、圣邦微、思

瑞浦、芯海科技等。国内供应商相比国外起步较晚，从产品丰富程度到技术水平还普遍存在着较大差距，尤其车规类产品差距会更大。不同于数字芯片，模拟芯片具有 IC 设计依赖资深研发，产品种类繁多，制造工艺相对成熟，产品生命周期长、用户粘性大的特点，使得模拟芯片成为一个长坡厚雪的行业，呈现强者恒强的局面。国内外模拟 IC 厂商的扩大主要通过两个方面，工程师队伍的扩大和企业规模的扩大，即通过培养工程师或高薪聘请工程师来增强研发实力，通过企业并购来扩大产品种类、专利数量和企业规模。

表 14: 汽车模拟芯片龙头企业与国内主要参与者

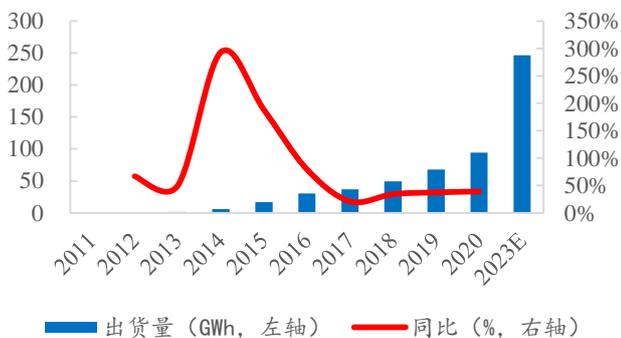
No.	企业	地区	主要产品	备注
1	德州仪器	美国	电源管理及信号链产品	"BQ796XX 系列电池管理芯片已在售；
2	ADI	美国	线性产品、数据转换器	高速运算放大器 OPA855、858、859 系列均已在售；
3	英飞凌	德国	电源管理、信号链产品等	高精度和使能功能的汽车类 300mA、低 IQ、高 PSRR LDO 稳压器 TPS784、785 系列已在售等"
4	Skyworks	美国	模拟前端、射频	信号链芯片 CNOXXX 系列、ADUM 系列均有多款产品在售；
5	圣邦股份	中国	信号链及电源管理	电源管理系统 TLE901X 系列等通过车规认证
6	矽力杰	中国	电源管理和音频放大器	多款 AFE 芯片、射频 SKYA210XX 系列芯片在售
7	思瑞浦	中国	信号链模拟芯片	起步阶段
8	芯海科技	中国	高精度 ADC 和高性能 MCU	起步阶段

资料来源: wind、国海证券研究所

### 2.4.1、BMS 芯片：动力电池装机驱动，市场稳步增长

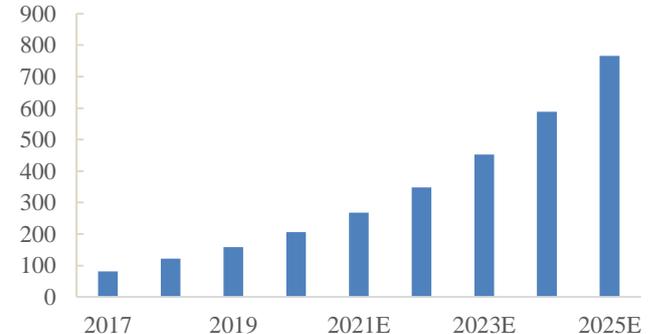
**BMS（电池管理系统）是新能源车的电源管理芯片主要增量。**电动汽车的动力电池由几千个小电芯组成，而电池包主要由电芯、模块、电气系统、热管理系统、箱体和 BMS 组成。BMS 是一个保护动力锂离子电池使用安全的系统，包括估测电流的电荷状态、检测电池的使用状态、管理电池的循环寿命、在充电过程中对电池进行热管理等功能。近两年在国内新能源汽车市场的快速发展带动下，国内动力电池 BMS 市场需求规模也迅速增长，根据前瞻产业研究院数据，2020 年我国新能源汽车动力锂电池实现装机量 94.5 万套，同比增长 38.97%，预计到 2023 年将迅速增长至 246.5GWh。根据 IDC 预计，未来 5 年中国新能源车市场 CAGR 达到 36.1%，这里我们保守假设 BMS 市场 CAGR 为 30%，预计 2025 年 BMS 产品装机量将达到 766 万套。

图 90: 2011-2025E 新能源车动力锂电装机量 (GWh)



资料来源: 前瞻产业研究院、国海证券研究所

图 91: 2017-2025E 新能源汽车 BMS 装机量 (万套)



资料来源: GGII、IDC、国海证券研究所

车载电源管理芯片市场稳步增长, 预计 2025 年市场规模为 20 亿美元。根据 Yole 数据, 2018 年全球电源管理芯片市场规模为 191 亿美元, 应用在汽车及交通运输领域的电源管理芯片市场为 15 亿美元, 受益于新能源车渗透率不断提升, 动力电池对电源管理芯片的需求持续上升, 预计到 2024 年汽车及交通领域的电源管理芯片市场规模将达到 20 亿美元, CAGR 为 4.91%。电源管理芯片市场欧美大厂同样占据绝大部分份额, 根据 Yole 数据, 德州仪器、高通、模拟器件、美信、英飞凌、安森美、恩智浦、戴洛格半导体、瑞萨电子合计市场份额超过 75%。

图 92: 车载电源管理芯片市场稳步增长

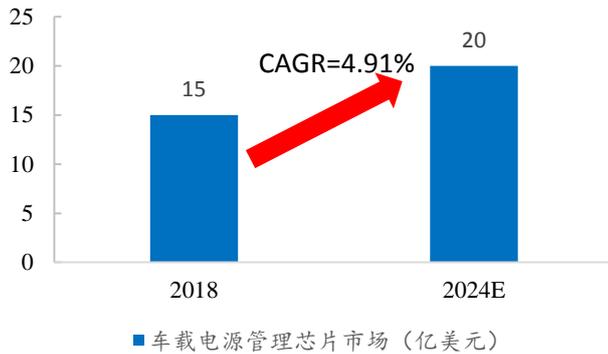
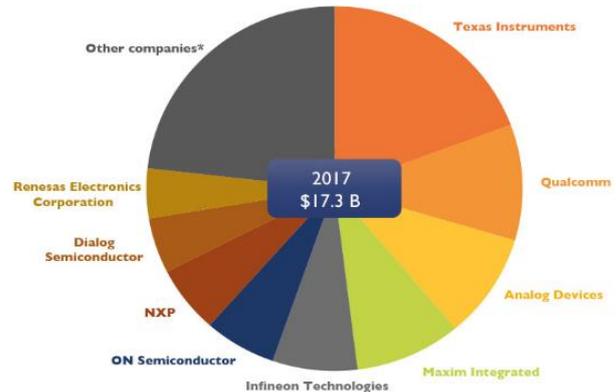


图 93: 电源管理芯片市场竞争格局



资料来源: Yole、国海证券研究所

资料来源: Yole、国海证券研究所

#### 2.4.2、信号链芯片: C-V2X 助推, 市场空间迅速成长

**AFE (模拟前端):** 新能源汽车 BMS (电源管理系统) 同样包含信号链芯片, 预计 2025 年国内动力电池带来的 AFE 市场规模接近 30 亿元。BMS 中包含 AFE, 即模拟前端, 主要用于处理信号源过来的模拟信号, 并将处理完的信号转换成数字信号送往后续数字电路进行处理。应用领域一般包含模拟信号放大、信号调理和模数转换电路等。目前新能源车 BMS 产品中多采用集连多颗 AFE 芯片 (不包含采样电路) 的方式, 我们选取 ADI 公司 LTC6813 芯片进行新能源车 BMS 系统的 AFE 市场空间测算, 一般情况下, 单车使用 AFE 数量在 12~15 颗之间, 单价在 30~35 元之间, 这里我们取单车 13 颗 AFE 芯片, AFE 单价在 30~35 元之间逐次递减进行市场空间测算。我们估计出 2019 年 AFE 的市场规模在 7.22 亿元, 预计 2025 年市场规模将达到 29.86 亿元。

表 15: 新能源车 AFE 市场规模预测

	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
BMS 装机量 (万套)	158.6	206.18	268.034	348.4442	452.9775	588.8707	765.5319
AFE 数量 (万颗)	2061.8	2680.34	3484.442	4529.775	5888.707	7655.319	9951.915
AFE 单价 (元/颗)	35	34	33	32	31	30	30
AFE 市场规模 (万元)	72163	91131.56	114986.6	144952.8	182549.9	229659.6	298557.4

资料来源: GGII、国海证券研究所

**射频前端:** 车联网无线通信模块包含四个部分, 即天线、射频前端、射频收发、基带, 射频器件是实现 C-V2X 的关键器件。除 BMS 外, 车载无线通信系统同样需要用到大量射频器件 (主要由信号链芯片组成), 射频器件是指能够将射频信号与数字信号进行转换的芯片, 它包括功率放大器 PA、滤波器、低噪声放大

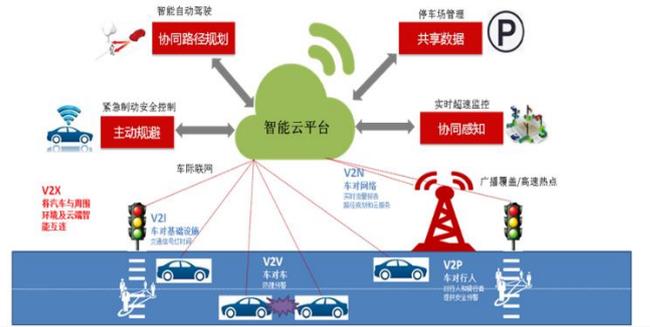
器 LNA、天线开关、双工器、调谐器等，在车身重主要应用于卫星通信、信息娱乐、V2X 以及定位等功能中。

图 94：网联汽车中的射频技术



资料来源：Qorvo、国海证券研究所

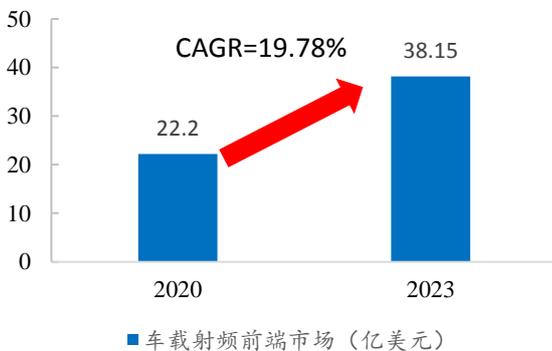
图 95：车联网 C-V2X 示意图



资料来源：Qorvo、国海证券研究所

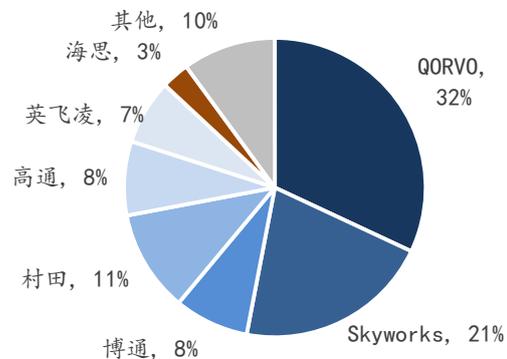
车载射频前端市场空间预计到 2023 年达到 38.15 亿美元，海外龙头企业寡头垄断。IDC 预计 2020 年全球智能网联汽车出货量约为 4440 万台，到 2023 年全球智能网联汽车的出货量将进一步增至 7630 万台，假设射频前端芯片单车成本 50 美元，经测算 2020 年能网联汽车射频前端市场空间维 22.20 亿美元，预计到 2023 年达到 38.15 亿美元。射频前端市场由欧美日厂商寡头垄断，2018-2019 年，QORVO、思佳讯、博通、村田、高通、英飞凌合计市场份额达到 87%，市场集中度非常高。

图 96：车载射频前端市场空间快速增长



资料来源：IDC、国海证券研究所

图 97：2018-2019 年全球射频前端竞争格局

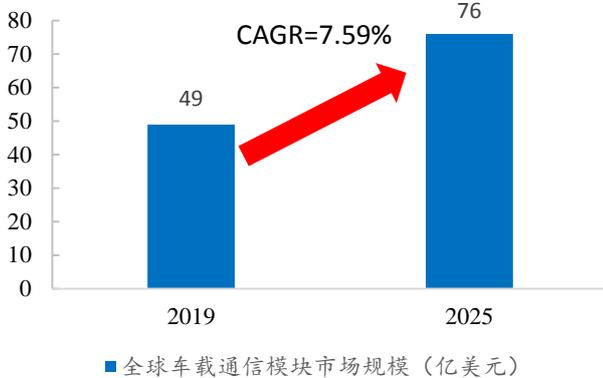


资料来源：Yole、国海证券研究所

通信芯片模块：C-V2X 助力市场成长，我国企业已建立较大优势。当前主要应用为信息娱乐系统中的远程通信 ECU 和 ADAS 中应用的 V2X 无线通信模块，2019 年市场规模约为 49 亿美元，预计到 2025 年达到约 76 亿美元，年复合增长率约为 7.6%。我国经过多年艰苦卓绝的追赶，在 4G、5G 时代实现后来居上，通信技术和市场应用均处于国际领先地位，在车载通信也取得了迅速发展，在 C-V2X 车联网通信领域走出一条自主化的道路，实现了从芯片、模组、设备、整车、测试认证与运营服务的全产业链覆盖，蜂窝通信领域，华为已累计为全球数百万辆汽车提供 4G 通信模组，5G 模组也已实现量产上车；C-V2X 领域，国内涌现出华为、大唐、高新兴、移远通信等为代表的一大批 C-V2X 芯片\模组企业，华为基带芯片 Balong 765、Balong 5000 相继应用于车载单元和路边单元，

大唐高鸿顺利实现 C-V2X 车规级模组 DMD3A 量产。国外企业高通与高新兴、移远通信等国内模组厂商广泛合作，推动 C-V2X 芯片组在中国的推广应用，Autotalks 积极与大唐等中国厂商进行 C-V2X 芯片组级互操作测试。

图 98: 全球车载通信模块市场规模快速成长



资料来源: IHS、国海证券研究所

图 99: 汽车通信芯片主要企业

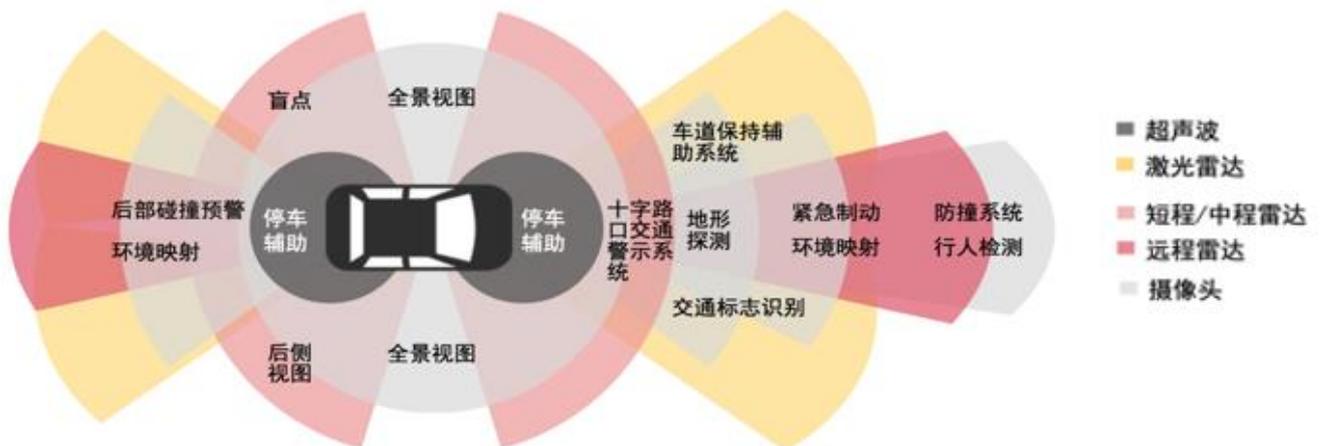
企业	地区	主要产品	备注
高通	美国	9150 C-V2X芯片组	高通已经同5G汽车联盟建立了合作关系, 通过众多试验和技术演示推动C-V2X全球部署
Autotalks	以色列	V2X芯片组	与意法半导体合作开发V2X芯片组和增强全球导航定位系统
瑞萨	日本	R-CAR W2R、W2H SoC	针对日本、美国和欧洲市场开发新型R-Car W2H 通信处理器SoC、R-Car W2R 5.9 GHz频段无线通信SoC
华为	中国	巴龙765、巴龙5000	携手18家车企成立“5G汽车生态圈”, 5G模组已实现上车应用
大唐高鸿	中国	车规级模组DMD3A	与阿尔卑斯阿尔派合作打造的C-V2X车规级模组DMD3A生产线顺利落成并投入量产

资料来源: 搜狐汽车研究室、国海证券研究所

## 2.5、传感器: 汽车感知层核心器件, 受益智能化崛起

传感器是实现汽车智能化的感知端设备, 分布于车身各处。随着自动驾驶技术的快速发展, 越来越多的汽车厂商将传感器整合到 ADAS 或自动驾驶车中。汽车传感器分布于车身内外, 通过获取的车身状态、外界环境信息, 将模拟信号转化为电信号后, 传递至汽车的中央处单元中。汽车传感器分为车身感知和环境监测两大类, 而汽车自动化技术将更多地带动环境监测类传感器的需求增加。汽车环境监测类传感器包括: 超声波传感器、毫米波雷达、激光雷达、摄像头等。

图 100: 汽车传感器分布



资料来源: 普华永道、国海证券研究所

自动驾驶对汽车传感器的需求呈倍数级增加。在不同的自动驾驶等级下, 车辆功能越多, 传感器数量也会越多。根据 Yole, 汽车自动化驾驶技术 L1 至 L5 发展过程中, 超声波雷达应用从 6 个增加至 8 个, 摄像头、毫米波雷达和激光雷

达也将分别从 2 个增加至 9 个、1 个增加至 5 个、0 个增加至 4 个。

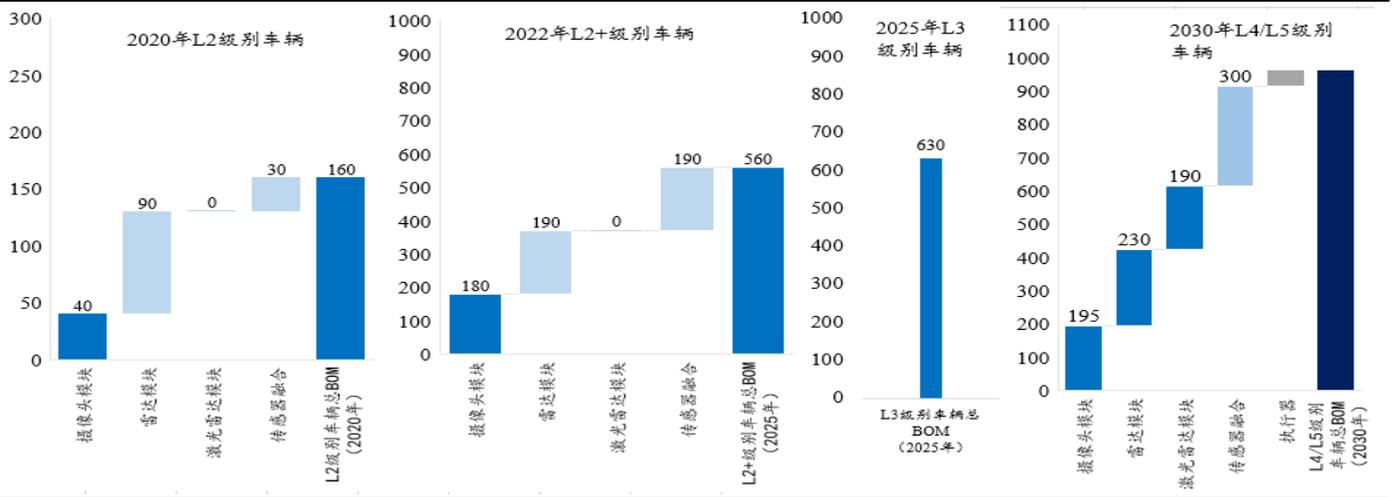
表 16: Yole 预测自动驾驶带来的单车传感器增量

	L1	L2	L3	L4	L5
超声波雷达	6	8	8	8	8
摄像头	2	7	8	9	9
毫米波雷达	1	1	5	5	5
激光雷达	0	0	1	2	4

资料来源: Yole、国海证券研究所

自动驾驶将大幅提升汽车单车传感器价值量。根据英飞凌和 strategy analytics 数据, L2 级别的自动驾驶车辆对传感器的单车 BOM 为 160 美元, 而为了给 L3 级自动驾驶做好充分的冗余设计, 在 L2+级自动驾驶车辆中, 摄像头、雷达、传感器融合模块价值都将大幅提升, 单车传感器 BOM 将达到 560 美元, 较 L2 级增长 400 美元, L3 级车辆的单车传感器价值量对 L2+级别不会有显著提升。

图 101: L1-L5: 单车传感器价值量将随智能化程度提升而提升



资料来源: 英飞凌、strategy analytics、盖世汽车、国海证券研究所

L2+车型对 L2 车型将带来可观的传感器价值增量。受疫情影响, 自动驾驶研发及投资有所减缓, 目前汽车自动化等级正处于 L2, 预计 2025 年 L3 市场化完成, 即实现 ADAS 各项功能。根据新车销量及自动驾驶级别渗透率, 假设 2025 年全球汽车销量为 9600 万辆, 其中 L2+车型销量占比达到 8%, 我们测算至 2025 年汽车传感器市场将较 2020 年增长 31 亿美元。

表 17: L2+车型对 L2 车型带来的传感器市场增量测算

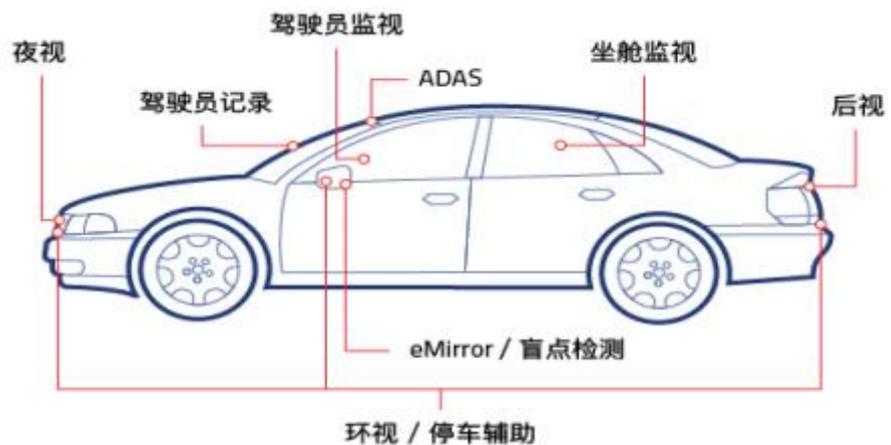
	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
汽车销量预测 (万辆, 假设值)	8000	8600	9100	9400	9600
L2+车型销量占比 (假设值)	1%	2%	4%	6%	8%
全球 L2+车型销量	80	172	364	564	768
L2+相对 L2 传感器单车价值增量 (美元)	400	400	400	400	400
汽车传感器市场增量 (亿美元)	3	7	15	23	31

资料来源: 英飞凌、strategy analytics、国海证券研究所

### 2.5.1、CIS：智能化迅速扩容市场，国内企业后来居上

摄像头是 ADAS 系统、汽车自动驾驶领域不可缺少的传感设备。摄像头在汽车中分布位置不同，功能也不一样，包括前视、侧视、环视、后视、内置等。前视摄像头安装在挡风玻璃上，作用是前车防撞预警、车道偏离预警、交通标志识别以及行人碰撞预警等，有单目或者双目，双目测距能力更好，成本也更贵；环视摄像头安装在车四周，用于全景泊车，一般装配 4-8 个摄像头，通过图像拼接的方式实现全景观察，还可以加入算法实现道路感知；后视摄像头安装在后尾箱上，提供倒车影像，实现泊车辅助；侧视摄像头安装在后视镜下方，用于盲点监测，一般盲点监测只需使用超声波雷达，目前也有使用摄像头代替；内置摄像头安装在车内后视镜处，监测司机状态，用于疲劳驾驶提醒。

图 102：车载摄像头分布情况



资料来源：CIOE 中国光博会、国海证券研究所

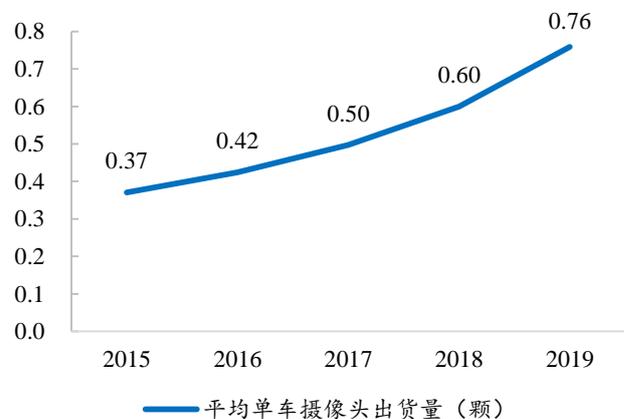
全球单车摄像头搭载量快速提升。根据中国产业研究院数据，受益于汽车智能化程度提升，车载摄像头出货量快速提升，2015 年全球车载摄像头出货量仅为 3360 万颗，到 2019 年达到了 6967 万颗，CAGR 达 20.0%，将每年汽车摄像头出货量除以每年汽车产量，我们看到全球单车摄像头搭载量也在快速成长，2015 年单车仅为 0.37 颗，2019 年已达到 0.76 颗，CAGR 为 19.5%。

图 103：全球车载摄像头出货量



资料来源：中国产业研究院、国海证券研究所

图 104：平均单车摄像头搭载量走势



资料来源：中国产业研究院、wind、国海证券研究所

我国企业在车载摄像头产业链布局深厚，未来将充分受益。摄像头产业链主要包括光学镜头、CIS 传感器、模组封装、音圈马达、红外截止滤光片，其中 CIS（COMS 图像传感器）是摄像头产业链中价值量的主要部分，价值占比达 52%。车载摄像头镜头中舜宇光学出货量位居全球第一、摄像头芯片出货量第一的是安森美，而摄像头模组厂商包括松下、法雷奥、富士通、信利国际、海康威视、比亚迪、联合光学、德赛西威等。总体来看，我国企业在车载摄像头产业链布局深厚，有望借汽车智能化渗透率提升快速成长。

图 105: 车载摄像头产业链

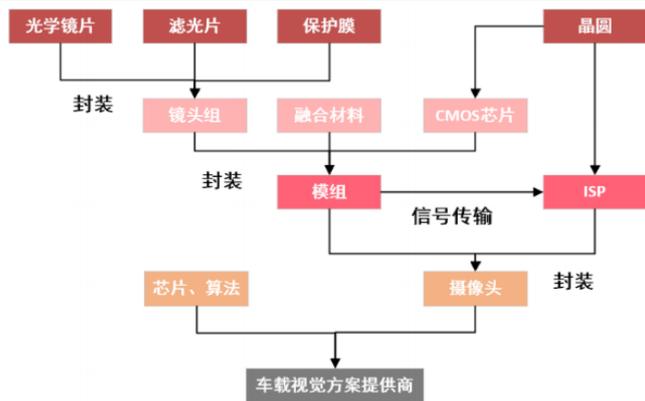
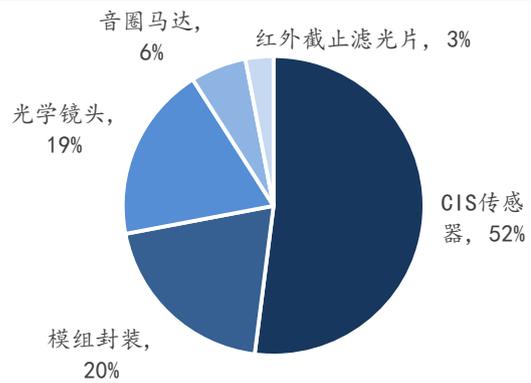


图 106: CIS 在光学镜头价值量占比达 52%



资料来源: CIOE 中国光博会、国海证券研究所

资料来源: ittbank、国海证券研究所

表 18: 车载摄像头主要组件及供应商

组件	主要供应商
光学镜头	舜宇光学、联创电子、欧菲光、福光股份、力鼎光电等
光学模组	松下、法雷奥、富士通、信利国际、海康威视、比亚迪、联合光学、德赛西威等
摄像头芯片	安森美、豪威科技、索尼、三星等
DSP 数字处理芯片	TI、ADI、摩托罗拉
软件算法	Mobileye、地平线等

资料来源: 各公司官网、国海证券研究所整理

2019 年车载 CIS 市场规模为 13.05 亿美元，预计到 2025 年达到 48 亿美元。根据 Yole 数据，2019 年全球 CIS 市场规模约为 193 亿美元，其中汽车 CIS 市场 13.05 亿美元，占比 7%，2019 年全球车载 CIS 出货量为 6967 万颗，单颗平均价格为 18.73 美元，考虑到汽车智能化对摄像头像素要求持续提升，带动单颗 CIS 价值提升，我们假设到 2025 年平均单颗车载摄像头价值缓慢增长至 20 美元，单车平均用量则从 2019 年的 0.76 颗增长至 2.5 颗，预计到 2025 年，全球车载 CIS 市场将增长至 48 亿美元。

表 19: 车载 CIS 市场空间测算

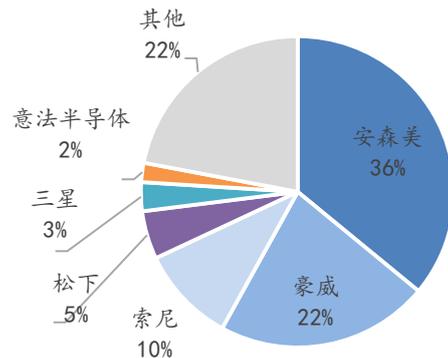
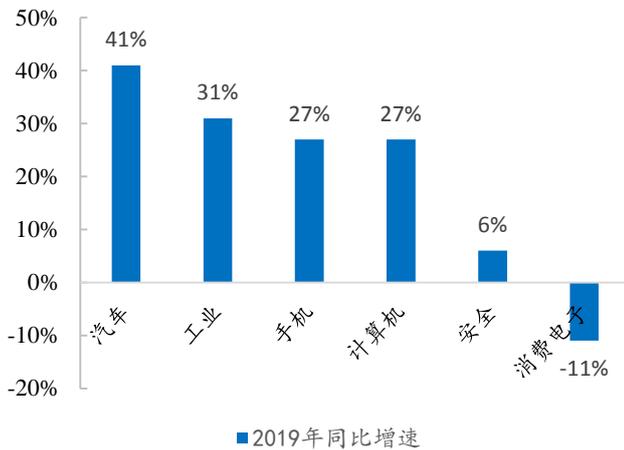
	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
汽车销量预测 (万辆)	9178	7650	8000	8600	9100	9400	9600
单车 CIS 颗数 (个)	0.76	0.93	1.13	1.38	1.68	2.05	2.50
CIS 单颗价值 (美元)	18.73	18.94	19.14	19.35	19.57	19.78	20.00
汽车 CIS 市场 (亿美元)	13.05	13.43	17.31	22.94	29.93	38.12	48.00

资料来源: Yole、国海证券研究所

汽车在 CIS 下游应用中增速位居前列，豪威科技在车载市场排名第二。根据 Yole 数据，2019 年 CIS 下游市场增速中，汽车市场同比增长 41%，远远超过手机、计算机、安防、工控等其余主要领域，从竞争格局来看，2018 年安森美以 36% 的市场份额占据第一，国内企业豪威科技以 22% 位居第二，索尼、松下、三星紧随其后，全球 CIS Top3 厂商供应超过 65%，行业集中度较高。国内企业韦尔股份通过收购豪威科技切入 CIS 领域，一举成为 CIS 领域领先企业。

图 107: 2019 年汽车 CIS 增速领先其余领域

图 108: 2018 年全球车载 CIS 竞争格局(销售额口径)



资料来源: Yole、国海证券研究所

资料来源: Yole、国海证券研究所

## 2.5.2、雷达: 渗透率持续提升, 国产替代迎大好良机

未来高级别自动驾驶将需要多种雷达的混合。单个超声波雷达售价大约为数十元，一套倒车雷达系统的雷达硬件成本不到 200 元，一套自动泊车系统的雷达硬件成本在 500 元左右。毫米波雷达的售价仍然在千元级别，而激光雷达则需数万至数十万元的成本，未来智能汽车传感器系统的实现将是多种雷达融合的方案。

表 20: 汽车雷达横向对比

	成本	探测角度	探测距离	障碍物识别能力	夜间工作能力	不良天气适应能力
超声波雷达	低	120 度	很近	一般	弱	一般
毫米波雷达	适中	10 度-70 度	远	较强	强	强
激光雷达	很高	15 度-360 度	远	很强	弱	弱

资料来源: 亿欧、国海证券研究所

### (1) 超声波雷达

超声波雷达近距离识别精度较高，主要用于泊车辅助预警和汽车盲区碰撞预警。车载超声波雷达能以 1-3 厘米精度测算 0.2-5m 范围内障碍物，通过计量发射超声波和回传超声波的时间差来测算障碍物距离，测算范围在 0.1-3m，主要应用于泊车辅助预警和汽车盲区碰撞预警，具备短距离测量成本低、精度高的优点，但受恶劣天气影响较大。随着自动化驾驶的发展，超声波搭载率有望进一步提升，中短期市场前景较好，而长期可能收到其他雷达传感器的替代压力。

图 109: 特斯拉 Model 3 搭载了 12 个超声波传感器

**360°**  
前置、侧方和车尾摄像头，视野范围达 360 度

**160m**  
前置雷达，探测前方较远距离的障碍物

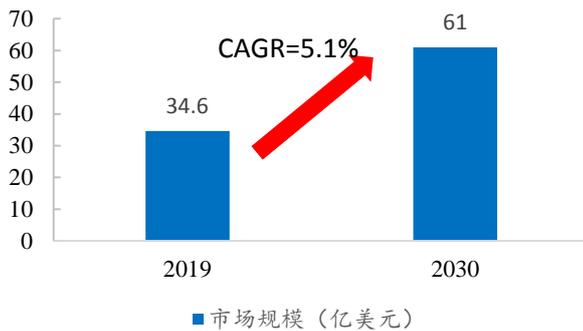
**12** 超声波传感器  
探测附近车辆，降低碰撞风险，辅助泊车



资料来源：特斯拉、国海证券研究所

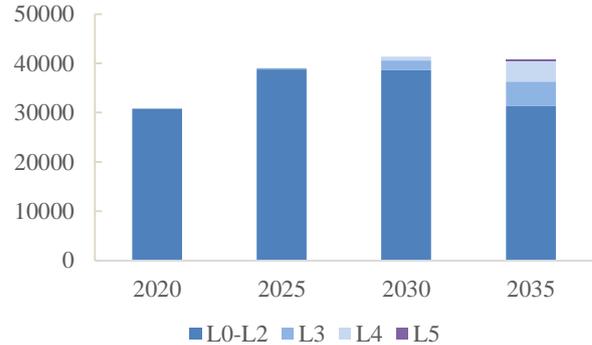
**超声波雷达市场空间广阔。**根据 P&S Intelligence 数据，2019 年，全球车载超声波雷达市场规模为 34.6 亿美元（约合 243.9 亿元）；该机构预测，2020 年至 2030 年，全球车载超声波雷达市场规模将保持 5.1% 复合年增长率，并于 2030 年达到 61 亿美元。

图 110: 全球车载超声波雷达市场规模预测



资料来源：P&S Intelligence、国海证券研究所

图 111: 中国汽车超声波雷达需求量（单位：万个）



资料来源：普华永道、国海证券研究所

**超声波雷达国内外厂商差距不大，市场充分竞争。**近年来中国超声波雷达厂商不断打破国外厂商垄断，市占率接近 50%，并且超声波雷达也完全可以胜任倒车辅助的功能，但中国厂商普遍存在研发能力较低，难以提供完整的辅助驾驶解决方案等情况。

图 112: 国内外超声波雷达厂商



资料来源：各公司官网、国海证券研究所

## (2) 毫米波雷达

毫米波雷达是 ADAS 核心，2025 年规模超 280 亿元。毫米波雷达的工作频率在 24-300GHz，波长在 1-10mm，主流车用规格为 24GHz 和 77GHz。24GHz 安装在车侧方和后方，用于盲点监测、辅助停车系统，77GHz 安装在车前方，进行中远距离的探测，价格相对昂贵。毫米波雷达作为 ADAS 系统核心传感器完全实现 ADAS 各项功能一般需要“1LRR+4S/MRR”5 个毫米波传感器，奥迪 A8 搭载 5 个毫米波雷达（1LRR+4MRR），奔驰 S 级搭载 6 个毫米波雷达（1LRR+6SRR）。目前 77GHz 的毫米波雷达系统单价在 1000 元左右，24GHz 毫米波雷达单价在 500 元左右，单车价值量超过 3000 元，根据普华永道数据，预计 2025 年中国市场规模超过 280 亿元。

图 113: 全球车载毫米波雷达市场规模预测

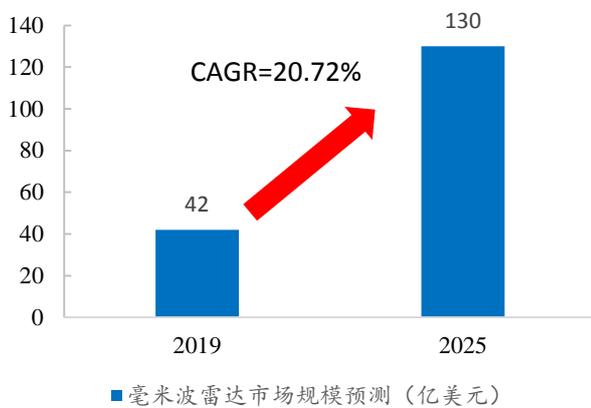
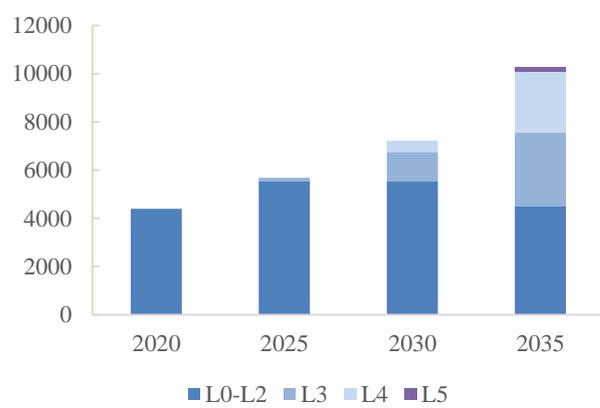


图 114: 中国汽车毫米波雷达需求量 (单位: 万个)

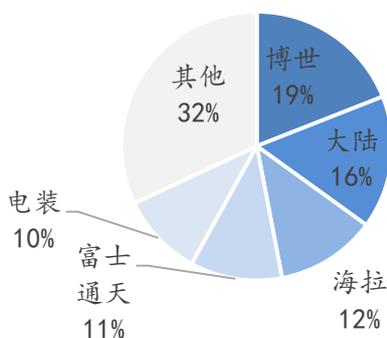


资料来源: 焉知科技、国海证券研究所

资料来源: 普华永道、Yole、国海证券研究所

毫米波雷达领域: 技术由传统零部件巨头垄断, 德美日占主导地位。根据 Ofweek, 2018 年全球前五大毫米波雷达厂商博世、大陆、海拉、富士通天、电装分别占据市场份额的 19%、16%、12%、11%和 10%，共计 68%，市场集中度较高，德日美企业占据主导地位。受限于国外技术封锁，国内市场以 24GHz 毫米波为主流方向，并且长期依赖于进口，24GHz 供应链中，国内产品体可以从英飞凌和飞思卡尔获取芯片。77GHz 毫米波技术则由海外巨头博世、大陆等垄断。

图 115: 2018 年全球毫米波雷达竞争格局



资料来源: Ofweek、国海证券研究所

图 116: 国内企业在毫米波雷达领域的进展情况

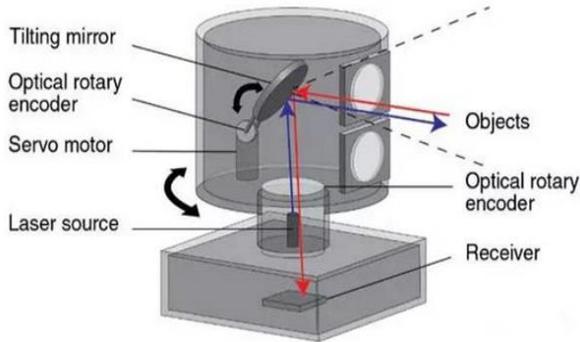
公司	雷达频率	主要优势
华域汽车	24GHz	拥有多年 24GHz 雷达研发经验、上市公司资源齐全
浙江智波	24/77GHz	开发人员在无人驾驶硬件领域经验丰富，亚太股份入股 10%
芜湖森斯泰克	24/77GHz	研发能力属国内前沿水平，24 与 77GHz 雷达进展较快
深圳卓泰达	24GHz	开发人员由军用转民用，经验丰富
沈阳承泰科技	77GHz	77GHz 雷达已在内部测试阶段
南京隼眼科技	77GHz	背靠东南大学，拥有国家毫米波雷达重点实验室
北京行易道	77GHz	77GHz 毫米波雷达研究经验丰富

资料来源: Ofweek、国海证券研究所

### (3) 激光雷达

激光雷达是未来自动驾驶必经之路，成本较高暂无大规模汽车应用。激光雷达是L3-L5自动驾驶的关键部件，主要用于计算距离和实时3D环境建模，常见有8线、16线、32线。激光雷达逐渐从机械旋转式向固态化趋势发展，是业内降低成本的方式之一，同时具备小型化、低成本、集成度高的优点。激光雷达短期因成本、技术等原因不会大规模应用于汽车领域中。

图 117: 激光雷达内部结构



资料来源: 传感器专家网、国海证券研究所

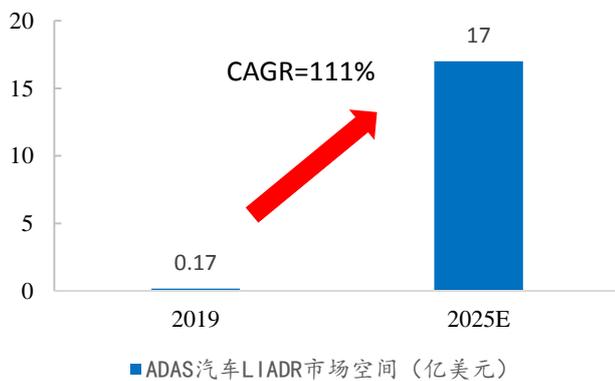
图 118: 蔚来 ET7 在车顶搭载一个激光雷达



资料来源: 蔚来、国海证券研究所

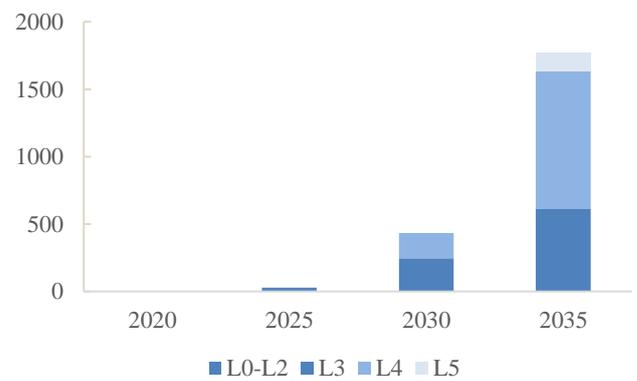
车载激光雷达市场扩容速度极快。中长期来看，受益于激光雷达成本持续下降，激光雷达渗透率将逐渐提升，根据 Yole 数据，2019 年，车载激光雷达市场规模仅为 1900 万美元，预计到 2025 年达到 17 亿美元，CAGR 达 111%。

图 119: 车载激光雷达市场将快速成长



资料来源: Yole、国海证券研究所

图 120: 中国汽车激光雷达需求量 (单位: 万个)



资料来源: 普华永道、Yole、国海证券研究所

激光雷达市场尚未成熟，国内厂商有望赶超国外优秀同行。行业内主要的激光雷达公司包括美国的 Velodyne、Luminar、Aeva、Ouster，以色列的 Innoviz，德国的 Ibeo，以及国内的禾赛科技、速腾聚创。Velodyne 在激光雷达的测距精度、抗干扰、时间同步、稳定性等方面均处于领先地位，而随着国内禾赛科技、速腾聚创的崛起，Velodyne 在华的统治地位开始动摇并被陆续取代。

表 21: 激光雷达主要参与企业及介绍

公司	发展阶段	产品成熟度	市场地位及应用场景落地	生产规划
禾赛科技 中国	成立于2014年10月, 已申请科创板上市	多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售	产品广泛用于全球头部无人驾驶项目, 同时也服务于机器人及车联网领域	拥有自主产线, 同时制定了自动化生产线及智能化工厂的发展路线
Velodyne 美国	2020年9月完成NASDAQ上市, 股票代码: VLDR	多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售	从2006年到2017年一季度是多线数旋转激光雷达市场的最主要提供方。产品广泛应用于服务机器人、无人驾驶等领域	拥有自主产线, 但逐渐转向第三方代工的模式, 已与Fabrinet、Nikon(尼康)、Veoneer(维宁尔)签署多年代工协议
Luminar 美国	2020年12月完成NASDAQ上市, 股票代码: LAZR	市场上无公开批量售卖产品	当前产品面向无人驾驶和乘用车的测试及研发项目。与沃尔沃达成供应协议, 用于2022年上市的自动驾驶系统	无公开资料
Aeva 美国	计划2021年第一季度完成NYSE上市, 股票代码: AEVA	市场上无公开批量售卖产品	当前尚无信息显示规模化应用。与奥迪自动驾驶子公司合作为乘用车提供传感器	2020年宣布与ZF(采埃孚)达成生产合作
Innoviz 以色列	计划2021年第一季度完成NASDAQ上市, 股票代码: INVZ	市场上无公开批量售卖产品	当前尚无信息显示规模化应用。与宝马达成供应协议, 为2021年推出的L3量产车提供激光雷达	2017年宣布与全球第三大代工厂Jabil(捷普)合作, 2018年宣布与Magn(麦格纳)合作宝马项目
Ouster 美国	计划2021年上半年完成NYSE上市, 股票代码: OUST	多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售	中、近距离激光雷达的主要供应商之一。产品主要应用于服务机器人、无人驾驶等领域	无公开资料
Ibeo 德国	自2016年, 德国ZF(采埃孚)持有其40%股份	转镜方案的多线半固态激光雷达已形成规模销售; 纯固态方案无公开批量售卖产品	与Valeo(法雷奥)合作量产了世界首款车规级激光雷达SCALA, 由Valeo负责生产和销售, Ibeo从中收取授权费用。SCALA是目前在ADAS领域少数在量产车上使用的多线激光雷达	无公开资料

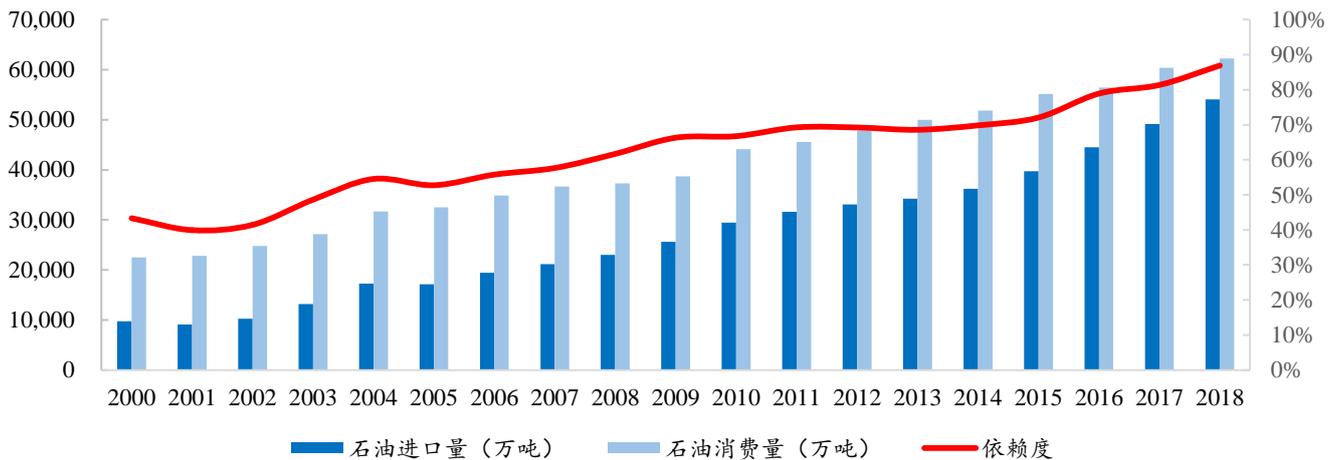
资料来源: 禾赛科技招股说明书、国海证券研究所

### 3、三大因素助推, 汽车半导体国产替代势在必行

#### 3.1、因素一: 我国国情适合发展电动新能源车

我国对石油进口依赖度较高, 优化能源结构的诉求强烈。根据国家统计局数据, 我们看到我国对石油的进口依赖度非常高, 且呈现上升趋势, 从政府角度来看, 一方面, 电动汽车可以很好的推动可再生能源行业的发展; 另一方面, 可以减少我国汽车对石油的依赖度, 我国水力资源丰富, 在光伏、核能领域具备优势, 有望通过大力推广新能源汽车、大力发展清洁能源的方式逐步摆脱对石油、煤炭的依赖, 持续优化能源结构, 提升国家综合竞争力。

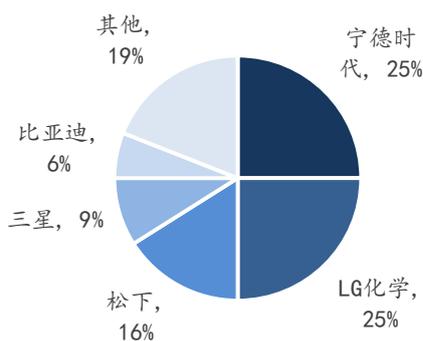
图 121: 我国对石油的进口依赖度持续提升



资料来源: 国家统计局、国海证券研究所

我国在传统汽车工业的核心竞争力较弱，在电动车动力系统部分核心器件具备竞争力，发展电动车犹如顺水推舟。我国历来重视汽车工业的发展，而我国传统汽车工业发展了数十年，在全球始终未能形成较强的竞争力，根本原因在于内燃机技术壁垒较高，欧美龙头车企多为掌握核心内燃机技术的企业，百年车企不在少数，经过百年迭代的内燃机技术已经形成了较宽的护城河。而在电动车行业，动力系统由内燃机、变速箱、传动系统变成了电池、电机、电控，核心竞争力也从内燃机技术变成了电池、电机和电控的技术，其中，**电池**方面，以**比亚迪、宁德时代、亿纬锂能**为代表的动力电池龙头企业已形成了较强的竞争力；**电驱**方面，国内电机龙头**精进电动**产品已经达到了世界领先水平；**电控**中核心材料 IGBT 领域，**斯达半导、比亚迪半导体**技术水平与世界龙头代差较小，均享有不小的市场份额，对我国电动车行业的大发展打下了坚实基础。

图 122: 2020 年全球动力电池装机市场份额



资料来源: SNE、国海证券研究所

图 123: 精进电动的电动机技术指标领先

美国通用Bolt	德国 宝马i3	美国DOE 2025目标	精进电动电机		
			一代量产	一代样机	二代强检
8810	12800	N/A	12000	6500	9000
>96%	>96%	>97%	>96%	>97%	96.5%
4.60	3.80	>5.7	4.20	5.30	4.27
		无			

资料来源: 精进电动、国海证券研究所

### 3.2、因素二: 车规芯片产业链自主可控难度相对低

车规级芯片普遍采用更为成熟的制程，我国芯片代工企业基本能满足汽车半导体代工需求。车规级芯片虽然在可靠性上相比消费级以及工业级芯片有更苛刻的要求，但是一方面由于汽车暂时对算力没有太大的需求，另一方面汽车车体空间

本身较消费电子宽裕很多，对芯片的体积没有太高的要求，因此对于先进制程的要求也不如手机芯片那么迫切。短期内，汽车芯片对制造工艺的需求并不如消费电子那么高，40nm 以上的工艺应用较为广泛，对低制程芯片产品不会造成太大影响。但长期来看，先进制程是发展趋势，先进工艺平台不可或缺。我国晶圆代工龙头中芯国际以及华虹半导体在成熟制程领域和先进制程领域均有布局，基本能满足主流车规级芯片工艺及制程要求。

表 22: 汽车半导体主要技术平台以及国内晶圆代工龙头技术水平对比

技术平台	逻辑芯片	NVM 芯片 (非易失性存储器)	CIS (图像传感器 芯片)	BCD (功率 IC 制造工艺)	IGBT (绝缘栅双极 层晶体管)
主流技术	16nm 及以上	40/55/65nm	28/40/55/65nm 及 0.11 μm	90nm、0.13/0.18 μm	平面穿透型、沟槽 型
先进技术	7nm	28nm	28nm	40nm	沟槽电场截止型
中芯国际	14nm	55nm、65nm	55nm	90nm	计划中
华虹半导体	28nm	55nm、65nm	55nm、65nm	110nm	计划中

资料来源：搜狐汽车、中国市场学会（汽车）、中芯国际、华虹半导体、国海证券研究所

我国半导体产业具备在成熟制程领域的芯片大规模量产能力。在芯片设计领域，上游 IP 和 EDA 软件工具仍严重依赖国外供应商。微控制器、CPU、AI 芯片的开发多采用 ARM 公司的芯片架构和指令集。芯片设计软件 EDA 也严重依赖美国，Synopsys, Cadence, Mentor Graphics 三家在 EDA 行业几乎形成垄断；在芯片制造领域，我国主要受限于先进制造设备，当前最先进的可实现量产的加工技术节点为 14nm，可以满足大部分汽车半导体的制程要求。

图 124: 主要晶圆制造厂商先进制程规划进度

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020F	2021F
台积电	28			20	16FF		10	7	7nm P 7nm +	5 6	3nm (T)
三星		28		22	14FF		10	8 7	5	3nm (T)	
英特尔	22			14FF				10(T)	10 (M)	10nm+	10nm++
格罗方德			28		14FF	22 FD-SOI		7 (放弃)			
联电		28					14				
中芯国际					28				14FF	14nm N+1	14nm FF(MP)

资料来源：拓璞产业研究院、国海证券研究所

### 3.3、因素三：“缺芯”+客户本土化意愿推动汽车半导体国产化

疫情导致汽车芯片产能失调，汽车“缺芯”愈演愈烈。据 AutoForecast Solutions 最新统计，截至 2021 年 3 月 30 日，芯片短缺已致全球汽车市场累计减产 115.7 万辆。预计 2021 年全球汽车市场将因此减产超 200 万辆。2021 年 3 月

26 日，蔚来汽车表示，由于芯片短缺，蔚来将临时停产 5 个工作日。蔚来第一季度的交付量将因此受到影响。

表 23: 截至 2021.03 全球因缺芯导致的汽车已减产数量情况

	已宣布减产数量 (辆)	预计 2021 年减产数量 (辆)
北美	453,000	643,000
欧洲	400,000	798,000
中国	135,000	261,000
亚洲其他	105,000	197,000
南美	45,000	80,000
中东/非洲	19,000	29,000
合计	1,157,000	2,008,000

资料来源: AutoForecast Solutions、国海证券研究所

汽车芯片供应链恢复需要至少半年以上时间，国内半导体企业有望收获更多供应链导入机会。整体来看，我国汽车芯片进口依赖度约 90%，根据 AutoForecast Solutions 预测，预计 2021 年我国汽车产量将受缺芯影响减产 261000 辆，对于国内汽车芯片企业来说，我们认为这是国产替代的机遇，我国汽车产业链上已逐步涌现出以斯达半导、比亚迪半导体、北京君正、紫光国微、韦尔股份等逐步具备竞争力的企业，在缺芯危机下，国内车厂选择国产汽车芯片产品将解决部分燃眉之急，同时也为提供了汽车芯片企业提供了绝佳的导入机会。

表 24: 近期国内车企减产情况汇总 (不完全统计)

车企	停产计划
一汽·大众奥迪	4 月份减产 30%，减产时间在两周左右，涉及 A4L、A6L 和 Q5L 等热销车型
蔚来汽车	从 3 月 29 日起合肥江淮汽车工厂的生产暂停 5 天
上汽大众	部分车型出现阶段性停产
沃尔沃	3 月份临时暂停或调整中国工厂的生产
长城汽车	5、6 月份重庆永川、保定徐水两大生产基地受到一些影响

资料来源: 我的钢铁网、国海证券研究所

特斯拉 Model 3/Y 本土化率超过 90%，剩余 10% 主要为汽车半导体，国内部分汽车半导体产品已逐步具备竞争力，有望延续本土化趋势更进一步。Model 3 与 Model Y 有 70~80% 零部件共用，根据百灵研究数据显示，国产特斯拉 Model Y 中，电机电控部分成本合计约为 21000 元，其中电控部分为 9000 元，占总成本比例约为 6.36%，从国产化机会来看，底盘电子、智能系统、功率半导体、高压电气部分、充电部分均有较大的国产化空间。根据特斯拉 2021Q1 财报，中国上海工厂的 Model Y 将在 2021 年继续按季度增产，供应本土化比率近期已经超过 90%，通过下列供应链拆分来看，我们判断剩余未实现本土化的部件主要为汽车半导体，包括主控芯片、功率器件等替代壁垒较高的核心器件。

表 25: 国产特斯拉 model Y 供应链梳理 (不完全统计)

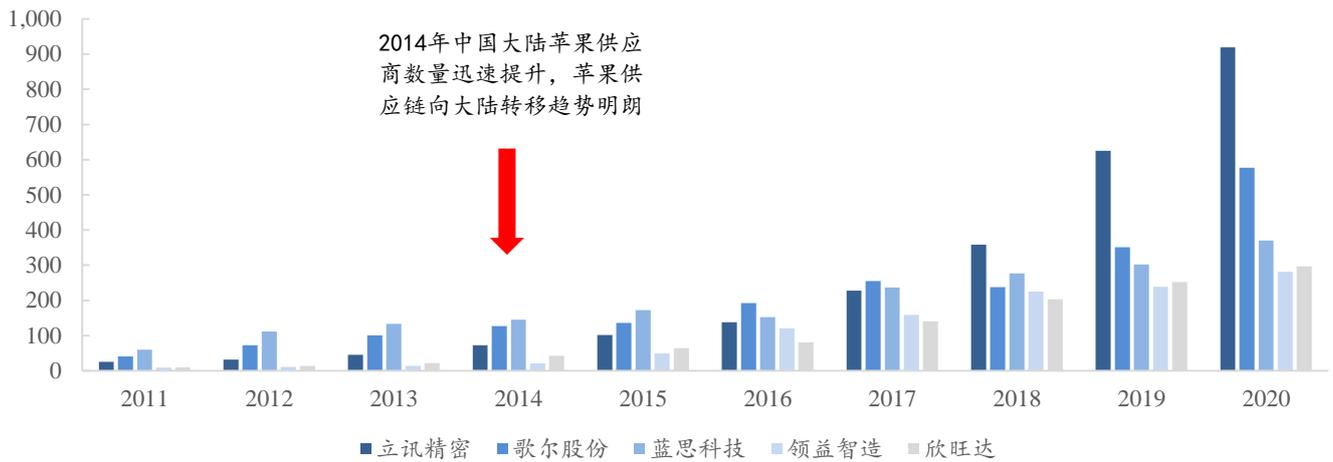
类别	零部件/材料	单车价值 (元/辆)	占比	主要供应商
电池	电池	60000	42.40%	LG
	正极	10000	7.07%	中伟股份
	负极	2000	1.41%	翔丰华

	隔膜	1800	1.27%	恩捷股份
	电解液	3500	2.47%	天赐材料
	铜箔	2500	1.77%	诺德股份等
	结构件	2000	1.41%	科达利
	电池托盘	2000	1.41%	华域汽车
	锂	2000	1.41%	赣锋锂业、雅化集团
	钴	1000	0.71%	华友钴业等
电机电控	电机	9000	6.36%	特斯拉
	电控	9000	6.36%	特斯拉
	车载充电机	3000	2.12%	新美亚
热管理	热泵管理	2000	1.41%	奥特佳
	阀体	1500	1.06%	三花智控
	管路	800	0.57%	凌云股份
	换热器	600	0.42%	银轮股份
	总成	2000	1.41%	拓普集团/三花智控
内外饰	汽车座椅	5000	3.53%	华域汽车
	门板、仪表板等	2500	1.77%	新泉股份
	地毯	1500	1.06%	拓普集团
	后视镜	1000	0.71%	宁波华翔
结构件	车身结构件	4000	2.83%	凌云股份
	电机壳体等	2500	1.77%	旭升股份
	铝材	3000	2.12%	南山铝业
底盘部件	前后副车架	1500	1.06%	拓普集团
	座椅支架	300	0.21%	万丰奥威
安全性	安全气囊等	1500	1.06%	均胜电子
	方向盘等	500	0.35%	华域汽车
汽车电子	PCB 板	1000	0.71%	世运电路
	液晶面板玻璃	500	0.35%	蓝思科技
	FPC	300	0.21%	安洁科技
	高压软连接	1000	0.71%	长盈精密
	低压线束	200	0.14%	沪光股份
	高压继电器	500	0.35%	宏发股份

资料来源：百灵研究、国海证券研究所

正如当年苹果供应链向中国大陆转移培养出了立讯精密、歌尔股份等消费电子元器件及代工巨头，特斯拉 Model 3、Model Y 的国产化以及国产化率提升同样将助推汽车电子产业链发展。在 2020 年初，特斯拉 Model3 国产化率约为 20%-30%，其元器件国产化率目标约为 70%-80%，2020 年底根据特斯拉媒体信息显示，特斯拉的国产化率目标已经基本实现，根据特斯拉 2021Q1 财报，特斯拉上海工厂本土化率已达 90%，但核心的半导体产品方面国内企业基本还未能进入特斯拉供应链，正如苹果供应链向大陆转移培养出了立讯精密、歌尔股份、蓝思科技等一众消费电子供应链巨头，我们判断国内汽车半导体供应商最终也将复制国内苹果产业链龙头成长路径实现崛起。

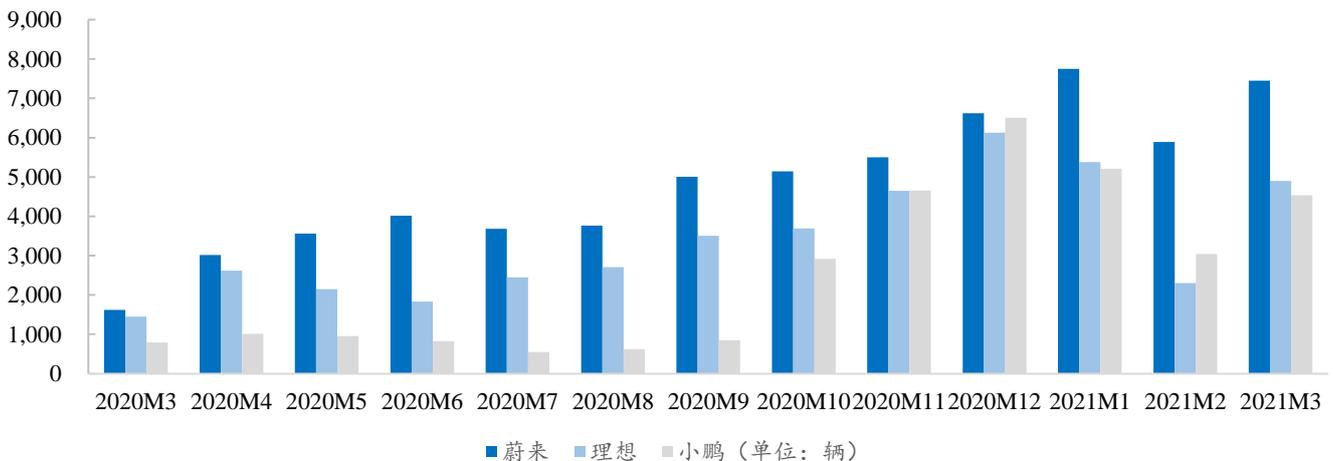
图 125: 苹果将产业链向中国大陆转移助推供应链核心企业营业收入迅速成长 (单位: 亿人民币)



资料来源: wind、国海证券研究所

我国造车新势力快速成长, 为国内汽车半导体企业发展提供沃土。以蔚来、小鹏、理想为代表的国内造车新势力三强正快速成长, 三家新势力均为纯电动车企, 根据 marklines 数据, 2020 年 3 月疫情后至 2021 年 1 月, 蔚来销量从单月 1624 台迅速增长至 7449 台, 蔚来通过换电的方式部分解决了电动车充电桩、续航等方面的问题, 开辟了电动车行业新的商业模式, 市场表现持续超预期, 小鹏、理想表现同样亮眼, 2021 年 3 月, 造车新势力三强合计销量达 16886 台, 同比大增 337%, 为国产新能源车崛起提供持续动力。我们认为, 过去汽车厂商的核心竞争力为内燃机技术, 奔驰、宝马、奥迪、丰田、大众等车企的内燃机铸就了汽车行业最宽的护城河, 汽车电动化变革使得汽车驱动系统大幅简化, 并改变了行业技术路径和竞争壁垒, 我国汽车产业链相对成熟, 叠加我国比亚迪、蔚来等新能源车品牌影响力逐渐形成, 对核心元器件本地化率的需求旺盛, 将进一步推动推动汽车半导体国产化进程。

图 126: 2020 年以来我国造车新势力三强销量迅速增长



资料来源: Marklines、国海证券研究所

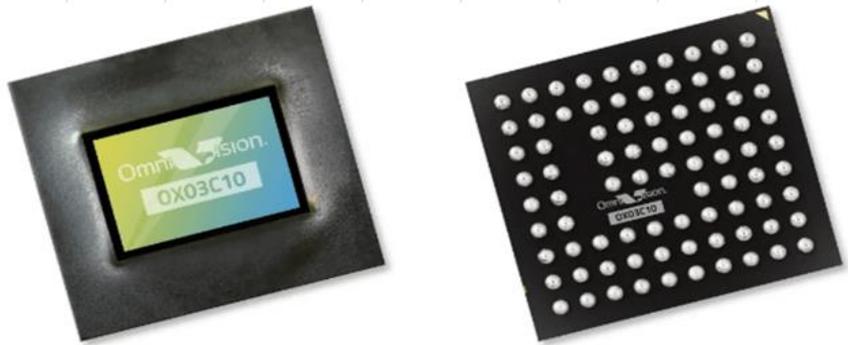
## 4、国内汽车半导体重点标的介绍:

### 4.1、韦尔股份: CIS 巨头, 车规级产品全球第二

2019 年韦尔股份收购全球第三大 CIS 设计厂商豪威科技并完成并表, 成功进入 CIS 行业。豪威深耕汽车 CIS 多年, 2005 年量产了第一颗车用图像传感器, 通过不断研发, 2009 年量产了第一代大像素技术, 2018 年量产了第一代景深技术等, 目前在汽车领域占比约 20%, 继安森美之后。

公司的产品主要用于 ADAS 的视觉系统, 包括自动紧急制动、自动驾驶、视频镜、后视镜、360 度环绕视图和驾驶员监控的摄像头系统。

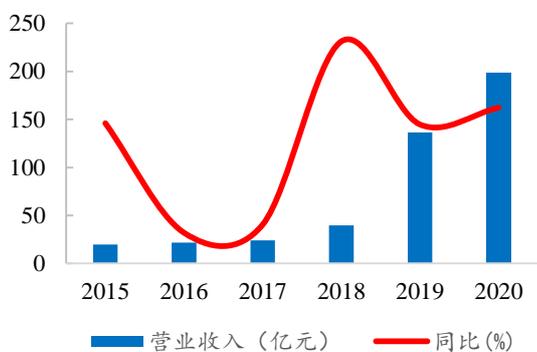
图 127: 豪威科技 ASIL-C 级汽车图像传感器



资料来源: 豪威科技、国海证券研究所

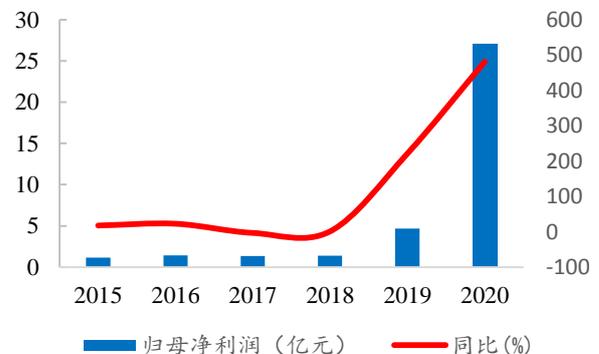
2015-2018 年, 公司实现了营收的快速增长, 从 19.83 亿元增长至 39.64 亿元, 实现归母净利润稳定增长, 从 1.15 亿元增至 1.39 亿元。2019 年 9 月, 公司并表豪威、思比科和视信源, 成为国内 CIS 龙头, 营收和归母净利润大幅增长, 同比均超 200%。2020 年, 受益于下游需求起量, 公司 CIS 产品升级, 营收同比增长 45.43%至 198.24 亿元, 归母净利润同比增长 481.17%至 27.06 亿元。

图 128: 2015-2020 韦尔股份营业收入变化



资料来源: wind、国海证券研究所

图 129: 2015-2020 韦尔股份归母净利润变化



资料来源: wind、国海证券研究所

## 4.2、北京君正：并购 ISSI，车载存储技术领先者

北京君正并购 ISSI，一举成为全球领先车规级存储芯片龙头。ISSI 是全球范围内领先的存储芯片设计商，于 1999 年切入车规级存储芯片领域，目前公司已具备成熟的芯片研发平台，生产过程中所有环节均通过 ISO/TS16949 认证，且所有存储产品均已获得 AEC-Q100 认证。

ISSI 立足于利基型车载存储市场，公司的车规级 DDR4 SDRAM 容量包括 4GB 和 8GB 两种类型，接口时钟频率可覆盖 800MHz~1600MHz，而美光科技最低也是 1200MHz。

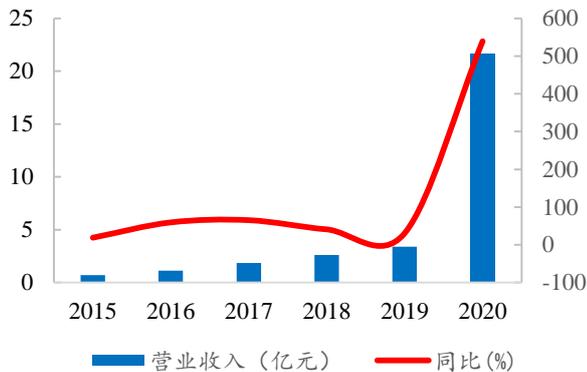
表 26：公司 DDR4/DDR3 产品介绍

产品类型	容量	总线宽度	接口时钟频率
DDR4 SDRAM	4GB	X8, X16	800MHz、933MHz、1066MHz、1200MHz
	8GB		800MHz、933MHz、1066MHz、1200MHz、1333MHz、1600MHz
DDR3 SDRAM	4GB		666MHz、800MHz
	8GB		666MHz、800MHz、933MHz

资料来源：北京君正官网、国海证券研究所

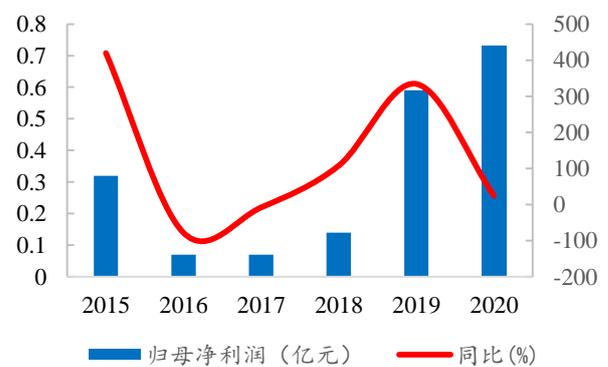
切入车载存储，开启新征程。2015-2019 年，公司主营业务转至物联网等新兴领域，营业收入 CAGR 达到 48.3%，2019 年实现 3.39 亿营收、0.59 亿归母净利润，同比大幅增长。2020 年，公司营收 21.70 亿元，同比增长 539.40%，归母净利润 0.73 亿元，同比上涨 24.38%，均系 ISSI 并表所致。

图 130：2015-2020 北京君正营业收入变化



资料来源：wind、国海证券研究所

图 131：2015-2020 北京君正归母净利润变化



资料来源：wind、国海证券研究所

### 4.3、斯达半导：国内 IGBT 龙头，打入多家车企供应链

斯达半导成立于 2005 年 4 月，2020 年于主板上市，是一家从事于从事功率半导体的研发、生产和销售服务的高新技术企业。公司主营业务 IGBT 模块销售额占比连续三年超过 97%，应用领域包括工控及电源行业、新能源行业和变频白色家电及其他行业，其中新能源行业包括新能源汽车行业。公司多款产品应用于新能源汽车中，例如 B3 系列、P 系列和 C7 等。

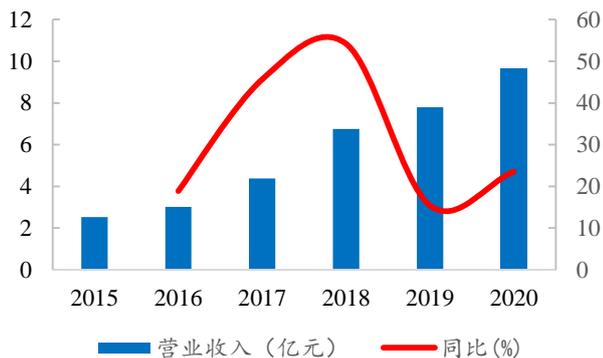
表 27：公司 IGBT 模块应用于新能源汽车产品类型

产品系列	电流范围	典型应用领域
B3/B3.1/B3.2	100-400A	新能源汽车、电动叉车
P1	600-900A	风力发电、光伏发电、新能源汽车
P2	1000-1400A	风力发电、光伏发电、新能源汽车
P3	225-400A	新能源汽车
P4	400-800A	新能源汽车
C6.1	225-600A	变频器、风力发电、光伏发电、新能源汽车
C7	225-600A	变频器、风力发电、光伏发电、新能源汽车

资料来源：斯达半导招股说明书、国海证券研究所

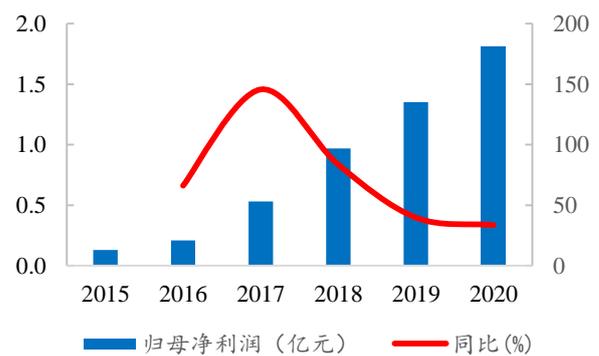
公司经历连续高增长后进入平稳增长期，年均增速维持在 20% 左右。2016-2018 年，公司营收、归母净利润持续高增长，至 2019 年，公司在全球 IGBT 功率模块市场中排名第八，中国市场排名第一，是国内第一家进入全球前十的 IGBT 厂商。2020 年，斯达半导营业收入达 9.63 亿元，同比增长 23.55%，归母净利润为 1.81 亿元，同比增长 33.56%。

图 132：2015-2020 斯达半导营业收入变化



资料来源：wind、国海证券研究所

图 133：2015-2020 斯达半导归母净利润变化



资料来源：wind、国海证券研究所

#### 4.4、华润微：国内 MOSFET 器件 IDM 巨头

华润微国内领先的运营完整产业链的半导体企业，主要有两大业务，分别是产品与方案和制造与服务，产品与方案板块业务目前主要采用 IDM 经营模式，同时公司拥有 5 条晶圆制造产线、3 条封测产线和 1 条掩膜制造产线，向国内外半导体企业提供专业化服务，即代工模式。

公司是国内业绩体量、技术能力领先的 Mosfet 厂商，已形成较为完整的产品系列。Mosfet 可覆盖 -100V 至 1500V 范围内低、中、高全系列，同时具备 600-6500VIGBT 工艺能力，未来将深度受益 5G、新能源等下游领域带来的功率半导体需求。

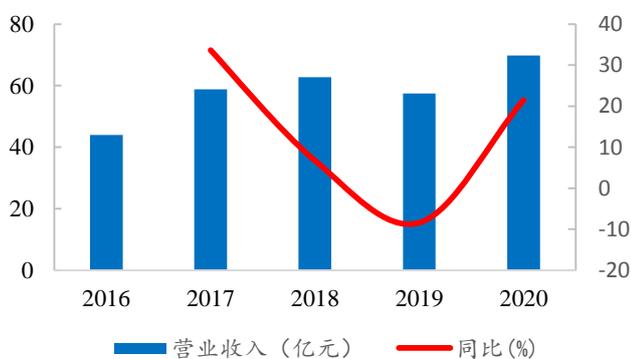
表 28：国内同行业可比公司比较情况

项目	士兰微	华微电子	扬杰科技	华润微
电压覆盖范围	30V-900V	40V-900V	-60V-150V	-100V-1500V
器件结构覆盖范围	平面栅 MOS	平面栅 MOS	平面栅 MOS	平面栅 MOS
	沟槽栅 MOS		沟槽栅 MOS	沟槽栅 MOS
	超结 MOS	超结 MOS		超结 MOS
	屏蔽栅 MOS		屏蔽栅 MOS	屏蔽栅 MOS
	耗尽型 MOS		P 沟道 MOS	P 沟道 MOS
				耗尽型 MOS

资料来源：华润微招股说明书、国海证券研究所

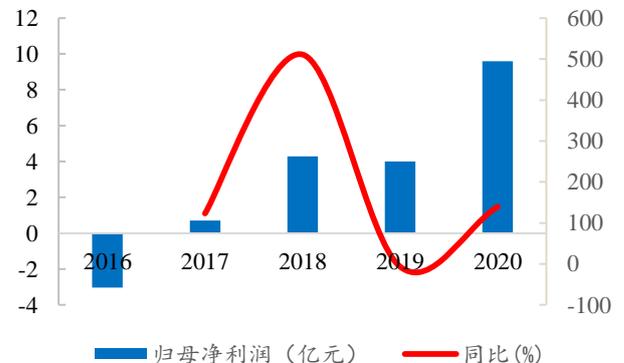
营收快速增长，盈利扭亏为盈。2016-2018 年，公司营业收入从 43.97 亿元增长至 62.71 亿元，归母净利润扭亏为盈，从 -3.03 亿元增加至 4.29 亿元，主要系公司 2017 年并购重庆华微。2019 年受行业整体下滑影响，公司营收、归母净利润均有所下降。2020 年，得益于下游需求旺盛，公司产能利用率持续高位，实现营收 69.77 亿元，同比增长 21.49%；同时公司折旧成本降低、成本费用端管控效果显著，实现归母净利润 9.60 亿元，同比增长 139.66%。

图 134：2016-2020 华润微营业收入变化



资料来源：wind、国海证券研究所

图 135：2016-2020 华润微归母净利润变化



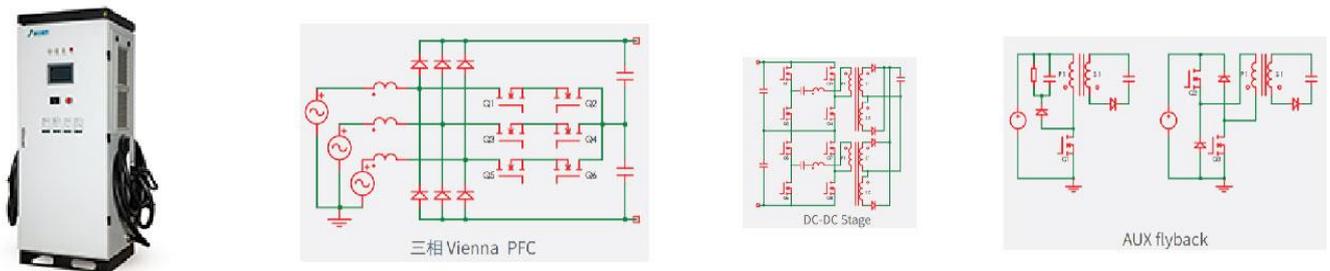
资料来源：wind、国海证券研究所

## 4.5、捷捷微电：国内晶闸管龙头，布局车规级器件

公司是一家具备功率半导体芯片和器件的研发、设计、生产和销售一体化能力的 IDM 厂商，产品主要是晶闸管、防护器件及 MOS 系列，下游客户分布广泛，应用领域分布白色家电、小家电、电力电子模块、照明、安防、通讯、电表、汽车、电动工具和摩配等。

目前，公司产品在汽车电子应用领域销售收入占比约 5%，公司的 TVS 等器件主要应用于汽车充电桩及汽车内相关功能的功率调节等，合作客户有比亚迪、罗思韦尔等。此外，公司成立全资子公司捷捷上海，主要目标客户群体是汽车电子、消费电子和 5G 通信等领域，而车规级项目为公司的新建项目，预计建设周期为 2 年左右（含基础设施及配套建设），近期环评报告已获得批复，能评、规划、土地等手续尚在办理过程中。

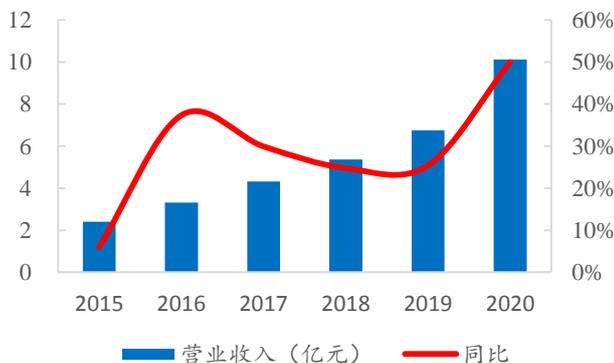
图 136: 公司充电桩系统及电路系统示意图



资料来源：捷捷微电、国海证券研究所

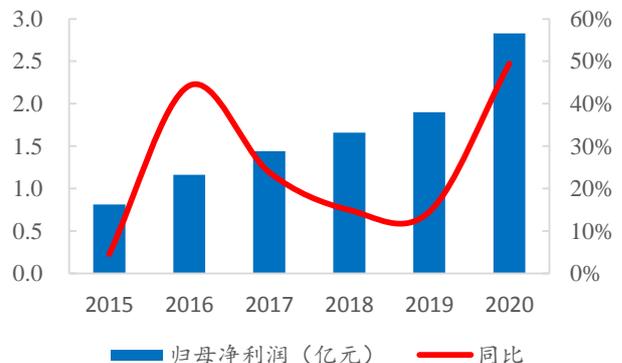
公司业绩持续高增长。2015-2019 年，公司营业收入从 2.41 亿元增至 6.74 亿元，年复合增速为 29.32%；归母净利润从 0.81 亿元增至 1.9 亿元，年复合增速为 23.76%。受益于国外疫情产能紧缺、国产替代进口及行业需求复苏，2020 年公司实现营收 10.11 亿元，同比增长 49.99%；实现归母净利润 2.83 亿元，同比增长 49.25%。

图 137: 2015-2020 年捷捷微电营业收入及变化



资料来源：wind、国海证券研究所

图 138: 2015-2020 年捷捷微电归母净利润及变化



资料来源：wind、国海证券研究所

## 4.6、兆易创新：国内 MCU、Nor Flash 龙头

兆易创新成立于 2005 年，经十余年发展成为国内存储行业“希望之光”，主要业务从存储拓展至控制、传感器，产品覆盖广。公司的 Nor Flash 市占率全球第三，应用领域包括消费电子、工控、汽车电子、医疗等。2019 年，公司陆续推出了 256Mb、512Mb 等高可靠性、高性能汽车领域产品，并且 GD25 全系列通过了 AEC-Q100 标准；公司还积极布局 32 位中高端 MCU 市场，RISC-V 类 GD32VF103 系列 MCU 产品适用于车载 GPS、智能车载 OBD 等多领域。

图 139: 兆易创新 SPI NOR Flash 主要特性

### SPI NOR Flash - 主要特性

- 支持 1.8V、2.5V、3.0V 和宽压电源供电
- 提供单通道、双通道、四通道 SPI 工作模式
- 四通道 SPI 数据吞吐量高达 532Mb/s，优于许多异步并行闪存
- 内存架构灵活自如（扇区大小：4K bytes，块大小：32/64K bytes）
- 高可靠性，数据保留时间 20 年，编程/擦除周期达 100000 次
- 工作温度范围：-40°C~85°C
- 提升的代码执行速度、简化的接口和较少的引脚等

资料来源：兆易创新官网、国海证券研究所

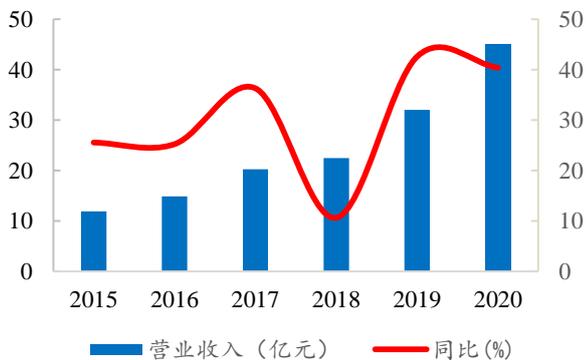
图 140: 兆易创新 RISC-V GD32VF103 系列 MCU 产品



资料来源：兆易创新官网、国海证券研究所

**营收触底反弹，归母净利润持续高增速。**2016-2019 年公司营收从 11.89 亿元增至 32.03 亿元，除 2018 年外，其余年份营收同比均在 25% 以上。2018 年营收同比降低至 10.65%，系 NOR Flash 市场供给失衡所致；2019-2020 年，TWS 耳机、物联网等市场需求旺盛，公司营收同比均超 40%。归母净利润方面，公司于 2017 年实现 125% 的增速突破；2018 年公司归母净利润触底反弹，2020 年公司实现 8.81 亿元归母净利润，同比增长 45%。

图 141: 2015-2020 兆易创新营业收入变化



资料来源：wind、国海证券研究所

图 142: 2015-2020 兆易创新归母净利润变化



资料来源：wind、国海证券研究所

## 4.7、士兰微：厚积薄发，功率半导体巨头初显

公司成立于 1997 年，经过 20 年的沉淀，成为国内半导体产品线最为齐全 IDM 厂商，产品覆盖分立器件、集成电路和 LED 芯片等，其中功率器件 MOSFET、IDBT 已居于国内领先水平。2019 年，公司位列我国 IC 设计第九位，此外，在制造方面，公司投产的国内第一条 12 英寸功率产线不断发力，国产替代率有望进一步提升。

公司两大类汽车产品在售，分别是车载充电器和 IGBT 模块，车载充电器在售产品主要为降压型 DC-DC 控制器 SD452 系列，IGBT 模块主要用于新能源汽车驱动中，有 400A/650V、820A/750V 两种。

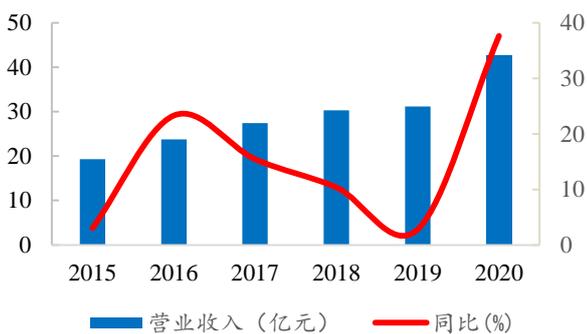
表 29：士兰微汽车电子应用案例

产品类型	功能描述	所属应用	典型封装
SD45237	汽车应用的限流可调、降压型 DC-DC 控制器	车载充电器、DC-DC 电源转换器	
SD45232	汽车应用的限流可调、 高效降压型 DC-DC 转换器	车载充电器、DC-DC 电源转换器、 适配器	SOP-8-225-1.27
SGM400PB7B1TFM	400A/650V IGBT 模块	新能源汽车驱动	B1
SGM820PB8B3TFM	820A/750V IGBT 模块	新能源汽车驱动	B3

资料来源：士兰微官网、国海证券研究所

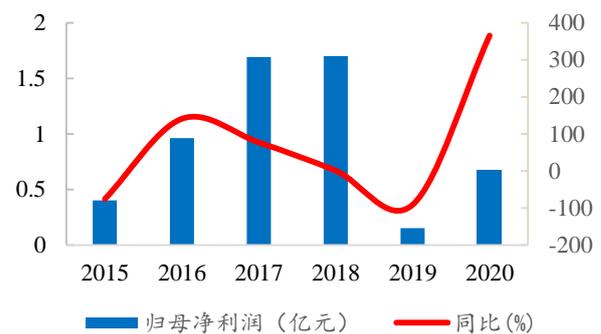
2015-2020 年，公司营业收入从 19.26 亿元增加至 42.81 亿元，年复合增速为 17.32%，归母净利润从 0.4 亿元增至 0.68 亿元。公司归母净利润波动较大，源于 LED 业务拖累和新增资产折旧对利润率造成的压力。

图 143：2015-2020 年士兰微营业收入及变化



资料来源：wind、国海证券研究所

图 144：2015-2020 年士兰微毛利及毛利率变化



资料来源：wind、国海证券研究所

## 4.8、闻泰科技：收购安世，切入车规级功率器件赛道

闻泰科技创立于 2006 年，2017 年借壳上市，是国内 ODM 龙头公司，于 2019 年收购功率半导体大厂安世半导体，成功切入半导体领域。安世半导体是全球领先的功率半导体标准器件供应商，斥资 129 亿将于上海临港建设中国第一座 12 英寸车规级功率半导体晶圆制造中心，达产产能 36 万片/年，预计 2023 年满产。

安世有接近一半的销售额来自汽车，车规市场是公司重要的产品线。公司加大了 GaN、SiC 等第三代半导体研发投入，GaN 产品已通过车规级认证，开始向客户供货，SiC 技术研发进展顺利。公司新一代 GaN 产品适合车载充电机和 DC-DC 转换器，其中车载车载充电机单向输出最高功率达 6kw，并支持双向输出结构，DC-DC 480V-12V 市场典型功率则为 5kw。面对未来，安世计划将 GaN 系统应用在牵引逆变器市场，电压进一步提升至 650V、1200V。

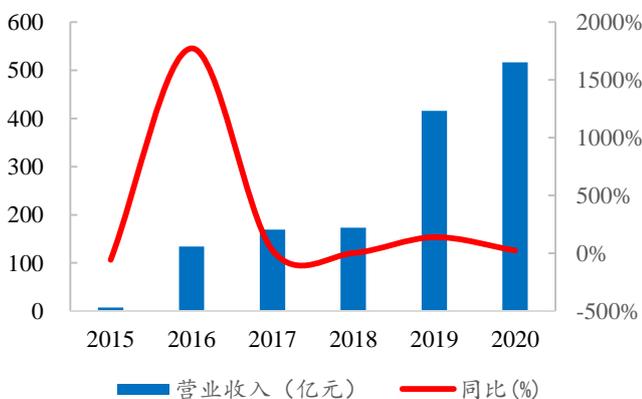
图 145：公司车规级应用种类



资料来源：闻泰科技、国海证券研究所

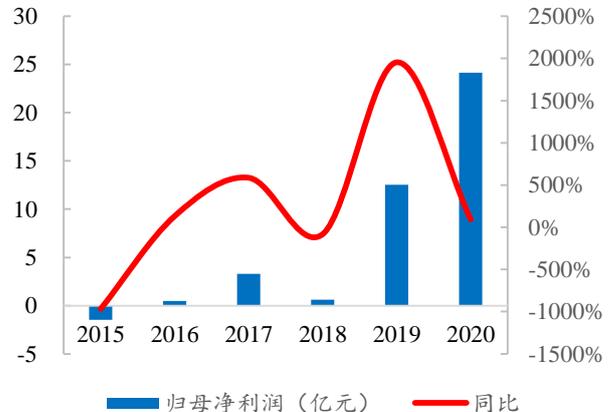
公司自 2019 年收购安世以来，收入、利润结构得到改善，营收、毛利均大幅增长，综合毛利率提升。2020 年公司实现收入 517.07 亿元，同比增长 24.36%，归母净利润 24.15 亿元，同比增长 92.68%，业绩持续高增长，主要原因为通讯板块 5G 产品的大幅出货及安世并表所致。

图 146：2015-2020 年闻泰科技营业收入变化



资料来源：wind、国海证券研究所

图 147：2015-2020 年闻泰科技归母净利润变化



资料来源：wind、国海证券研究所

## 5、行业评级及投资策略

汽车行业正向电动化、智能化、网联化深入发展，推动汽车半导体价值量大幅提升，我国汽车半导体领域优秀企业有望乘风而起，给予行业“推荐”评级，重点推荐：韦尔股份、北京君正、斯达半导、华润微、捷捷微电、兆易创新、圣邦股份、卓胜微、新洁能；受益标的：士兰微、闻泰科技。

表 30：重点关注公司及盈利预测

重点公司 代码	股票 名称	2021-05-12 股价	EPS			PE			投资 评级
			2020	2021E	2022E	2020	2021E	2022E	
603501.SH	韦尔股份	266.82	3.12	4.75	6.23	85.52	56.17	42.83	买入
300223.SZ	北京君正	62.7	0.16	1.16	1.53	391.88	54.05	40.98	买入
603290.SH	斯达半导	197.81	1.13	1.44	1.95	175.05	137.37	101.44	买入
688396.SH	华润微	61.5	0.79	1.03	1.2	77.85	59.71	51.25	买入
300623.SZ	捷捷微电	27.04	0.58	0.8	0.99	46.62	33.8	27.31	买入
603986.SH	兆易创新	170.01	1.87	2.91	3.72	90.91	58.42	45.7	买入
300661.SZ	圣邦股份	233.68	1.85	2.74	3.58	126.31	85.28	65.27	买入
300782.SZ	卓胜微	377	5.96	11.82	15.83	63.26	31.9	23.82	买入
605111.SH	新洁能	123.35	1.38	3.1	4.03	89.38	39.79	30.61	买入

资料来源：wind、国海证券研究所

## 6、风险提示

新冠疫情海外扩散导致下游需求不及预期；贸易战持续恶化风险；推荐公司业绩不及预期。

## 【电子元器件组介绍】

吴吉森，电子行业首席分析师。武汉大学金融学硕士，5年证券研究从业经验，2年通信行业经验，专注于科技行业投资机会挖掘以及研究策划工作。曾就职于中泰证券、新时代证券，2020年5月加入国海证券，2018年水晶球、第一财经第一名研究团队核心成员，2019年东方财富百强分析师电子行业第三名。

厉秋迪，研究助理。香港理工大学硕士，2021年加入国海证券研究所，主要覆盖面板、激光、安防、半导体设备和材料。

何昊，研究助理，复旦大学管理学硕士，2020年8月加入国海证券研究所，主要覆盖半导体产业链。

刘煜，研究助理。新加坡南洋理工大学硕士，2021年加入国海证券研究所，主要覆盖半导体、数字芯片、射频芯片。

赵心怡，研究助理。香港科技大学硕士，2021年加入国海证券研究所，主要覆盖消费电子、LED、PCB、被动元器件。

## 【分析师承诺】

吴吉森，本人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，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。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收到任何形式的补偿。

## 【国海证券投资评级标准】

### 行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；

回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

### 股票投资评级

买入：相对沪深300指数涨幅20%以上；

增持：相对沪深300指数涨幅介于10%~20%之间；

中性：相对沪深300指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深300指数跌幅10%以上。

## 【免责声明】

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，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。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

## 【风险提示】

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

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、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

## 【郑重声明】

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。