



## 长风破浪，功率半导体国产化之路稳中求进

## 推荐|首次

### ——国元证券半导体产业系列研究

#### 报告要点:

#### ● 能耗管理需求日益强烈，功率半导体市场空间广阔

功率半导体作为需求驱动型产业，受益于新能源汽车、工业控制等终端市场能耗管理需求的日益强烈，市场保持稳步增长。集邦咨询数据显示 2018 年中国功率半导体市场规模同比增长 12.76% 至 2591 亿元人民币。IHS 预估全球车用功率半导体市场规模 2022 年将达到 85 亿美元，2015~2022 年复合增长率为 7.5%。中国大陆市场需求占全球份额约 43%，但国内厂商自给率却只有约 5%，进口替代空间巨大。

#### ● 中美贸易新形势，政策支持助力半导体国产厂商迎来发展良机

美国技术管制打压我国半导体产业发展，中国作为工业和交通大国，功率器件和电源管理芯片需求旺盛，半导体自主可控涉及经济和战略安全，政府政策和产业基金大力支持，国产厂商迎来发展良机。生产端政府联合投资克服制造业高投资门槛，客户端半导体器件和芯片国产化意愿明显，产品验证门槛降低。

#### ● 国内产业链逐步完善，静待技术迭代

功率器件和芯片产品多样，定制化程度高，研发投入门槛相对低，功率半导体对制程敏感度不及数字电路，国际主流产线依旧为 6 寸和 8 寸产线，这也为国内企业进入该领域创造了合适的条件，功率半导体是国产半导体比较好的突破口。目前国内士兰微等企业在功率 IC 领域已取得一定成就，相应模块产品已导入白电产业链。捷捷微电、台基股份等在晶闸管领域实现了部分的进口代替，国内产业链已逐步完善，未来国内企业将伴随市场需求进行技术迭代，追赶国际领先企业。

#### 投资建议

推荐综合实力强劲的全球标准器件龙头**闻泰科技(600745)**(安世半导体);**韦尔股份(603501)**,设计与分销并重,涉足功率半导体分立器件,收购豪威切入 CMOS 图像传感器,迎来发展新天地;研发能力强的国内功率半导体 IDM 龙头**士兰微(600460)**;功率器件销量领先的**华微电子(600360)**;国内晶闸管龙头**捷捷微电(300623)**;同时建议关注**扬杰科技(300373)**、**三安光电(600703)**、**台基股份(300046)**。

#### 风险提示

贸易摩擦带来的供应链风险,相关公司研发进展不及预期,汇率波动风险,下游需求不及预期、客户认证不及预期等。

#### 附表:重点公司盈利预测

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (百万元)	EPS			PE		
					2018	2019E	2020E	2018	2019E	2020E
600745	闻泰科技	买入	33.82	21552.35	0.10	1.15	1.61	220.68	25.22	18.09
603501	韦尔股份	增持	55.8	25428.28	0.30	0.81	1.18	96.51	68.77	47.34
600460	士兰微	增持	17.15	22501.86	0.13	0.21	0.29	62.50	82.63	59.93
300623	捷捷微电	增持	23.21	6257.15	0.92	0.74	0.91	25.47	31.30	25.59
600360	华微电子	增持	6.77	6528.12	0.40	0.66	0.81	36.39	23.20	18.92

#### 过去一年市场行情



资料来源: Wind

#### 相关研究报告

国元证券公司首次覆盖报告-捷捷微电(300623)—国内晶闸管领航者,功率半导体业务稳步成长

#### 报告作者

分析师 刘单于  
 执业证书编号 S0020518120001  
 电话 021-51097188-1928  
 邮箱 liuchanyu@gyzq.com.cn

联系人 毛正  
 执业证书编号 S0020118010043  
 电话 021-51097188-1872  
 邮箱 maozheng@gyzq.com.cn

资料来源: Wind, 国元证券研究中心, 注: 数据取自 Wind 一致预测

## 目 录

1. 功率半导体是微电子领域的重要基础器件.....	8
1.1 功率半导体主要用作电子器件中的开关及整流器.....	8
1.2 功率半导体历史悠久，产品类型丰富多样.....	8
1.2.1 功率二极管为两极元器件，应用范围广泛.....	9
1.2.2 晶闸管为半可控器件，可用于高电压和大电流环境.....	9
1.2.3 功率 MOSFET 作为全控型器件下游应用市场最大.....	10
1.2.4 IGBT 作为高压功率器件正在快速发展.....	10
1.3 功率半导体种类繁多，有多种分类方式.....	12
1.3.1 控制类型-不可控、半可控、全控型.....	12
1.3.2 驱动方式-电流、电压、光学.....	13
1.3.3 载流子类型-单极型、多极型、混合型.....	13
1.3.4 材料特性-从单晶材料过渡到化合物半导体材料.....	14
1.3.5 集成度-从分立器件发展至功率集成 IC.....	14
1.4 功率半导体通过晶圆制造获得成品.....	15
1.5 欧美日企业占据全球绝对主导位置.....	15
1.5.1 MOSFET 市场需求最大，依旧海外厂商占据主导.....	17
1.5.2 IGBT 市场成长迅速，国内外差距巨大.....	18
1.5.3 功率集成 IC 领域欧美企业领先全球.....	19
2. 能源管理时代下游行业蓬勃发展带来旺盛需求.....	20
2.1 新能源汽车高速发展带动汽车功率半导体需求增长迅猛.....	21
2.1.1 政策扶植叠加汽车智能化，新能源车市场需求大幅扩大.....	22
2.1.2 充电桩市场受益于电动车消费增长快速.....	23
2.1.3 应用需求驱动碳化硅等器件良好发展前景.....	23
2.2 制造业升级，工业自动化促进功率半导体需求稳步增长.....	25
2.3 家居市场变频化智能化提升功率半导体需求.....	26
2.3.1 变频家电更优能耗，市场快速增长.....	26
2.3.2 智能家居逐步普及激发功率半导体系统化解决方案需求.....	27
2.4 5G 通讯建设和设备升级促进大量功率半导体需求.....	28
2.5 智能电网和光伏发电进一步推动功率半导体发展.....	28
3. 产业政策护航，功率半导体是中国“芯”的最好突破口.....	29
3.1 发达国家对中国技术封锁由来已久，中国芯自主可控势在必行.....	29
3.1.1 应对技术封锁，大陆积极出台政策支持产业技术突破.....	30
3.1.2 集成电路大基金为产业公司注入新鲜血液，助力企业长期发展.....	32
3.2 功率半导体是国产芯片最好的突破口.....	34
3.2.1 功率半导体潜在市场期待本土化.....	34
3.2.2 新一代半导体材料初步发展，中国企业已开始布局.....	34
3.2.3 平衡产业链上下游，减少进口依赖.....	39
3.2.4 国产厂商厚积薄发，逐步获得阶段性成果.....	40
3.2.5 国际厂商供不应求，国内厂商接机攻入市场.....	42
3.3 海外龙头深耕细作长期占据行业顶尖位置.....	43

3.3.1 英飞凌 (Infineon) -全球功率半导体分立器件航母 .....	44
3.3.2 德州仪器 (TI) -全球模拟 IC 和功率 IC 的巨头 .....	48
3.3.3 他山之石可以攻玉, 国际大厂发展路径值得借鉴 .....	51
4.投资逻辑 .....	52
4.1 投资主线 .....	52
4.2 重点公司 .....	53
4.2.1 闻泰科技(600745): 收购安世半导体打造国际功率半导体龙头 .....	53
4.2.2 韦尔股份(603501): 功率半导体设计与分销并重, 收购北京豪威切入 CMOS 图像传感器, 迎来发展新天地 .....	55
4.2.3 士兰微(600460): 国内 IDM 龙头, 新产线陆续产出助力长期发展 .....	58
4.2.4 华微电子(600360): 国内功率器件龙头, 募投 8 寸产线扩大规模 .....	60
4.2.5 捷捷微电(300623): 国内晶闸管领航者, 半导体业务稳步增长 .....	62
4.2.6 扬杰科技(300373): 国内二极管龙头, 布局 SiC 芯片和器件 .....	64
4.2.7 台基股份(300046): 大功率器件领先厂商, 深化主业布局 IGBT ... ..	66
4.2.8 三安光电(600703): LED 龙头布局化合物半导体, 打造化合物材料领先平台 .....	68
5.风险提示 .....	69

## 图表目录

图 1: 功率半导体应用范围 .....	8
图 2: 功率半导体发展历史 .....	8
图 3: 2017 年全球功率半导体器件市场结构 .....	9
图 4: 2017 年模拟集成电路市场结构 .....	9
图 5: 各种类型二极管 .....	9
图 6: 二极管伏安特性 .....	9
图 7: 晶闸管产品图 .....	10
图 8: 晶闸管伏安特性曲线 .....	10
图 9: 功率 MOSFET 产品图 .....	10
图 10: 功率 MOSFET 模组等效电路图 .....	10
图 11: IGBT 模块产品图 (绝缘栅双极型晶体管) .....	11
图 12: IGBT 模组等效电路图 .....	11
图 13: 功率半导体分类 .....	12
图 14: 功率半导体按控制类型分类 .....	13
图 15: 功率半导体按驱动方式分类 .....	13
图 16: 功率半导体按载流子类型分类 .....	13
图 17: 功率半导体按材料特性分类 .....	14
图 18: 功率半导体制造工艺 .....	15
图 19: 功率半导体器件市场规模 (亿美元) .....	15
图 20: 2017 年全球功率半导体器件全球市场竞争格局 .....	15
图 21: 2018 年全球功率半导体市场区域分布 .....	16

图 22: 2018 年中国大陆功率半导体自给率分析 .....	16
图 23: 全球功率 MOSFET 市场规模 .....	18
图 24: 2018 年全球 MOSFET 厂商市场份额 .....	18
图 25: 功率半导体器件发展轨迹 .....	18
图 26: IGBT 市场规模 .....	19
图 27: 2017 年全球 IGBT 厂商市场份额 .....	19
图 28: 中国 IGBT 供需关系 .....	19
图 29: 全球功率 IC 市场规模 .....	20
图 30: 2017 年全球功率 IC 厂商市场份额 .....	20
图 31: 2017 全球功率半导体下游应用市场 .....	20
图 32: 2017 中国功率半导体下游应用市场 .....	20
图 33: 汽车领域功率半导体应用 .....	21
图 34: 新能源汽车与传统汽车半导体含量对比图 .....	21
图 35: 中国新能源汽车产量 .....	22
图 36: 中国新能源汽车销量 .....	22
图 37: 我国电动汽车充电桩数量统计情况 .....	23
图 38: 中国充电桩功率器件市场 .....	23
图 39: 碳化硅与硅器件性能比较 .....	23
图 40: 按应用细分的射频 GaN 市场 .....	24
图 41: 2016~2022 年按应用细分的 SiC 功率器件市场预测 .....	24
图 42: GaN 功率器件应用场景 .....	24
图 43: 功率 GaN 集成技术路线图 .....	24
图 44: SiC 功率半导体市场驱动力发展路线图 .....	25
图 45: SiC 功率器件发展概况 .....	25
图 46: 功率半导体市场应用 .....	25
图 47: 全球工业功率半导体市场规模 .....	25
图 48: 四次工业革命 .....	26
图 49: 工业自动化系统图 .....	26
图 50: 变频家电市场规模 .....	26
图 51: 智能家居示意图 .....	27
图 52: 智能家居全球市场规模 .....	27
图 53: 智能家居中国市场规模 .....	27
图 54: 通讯领域功率半导体行业构成 .....	28
图 55: 通讯领域功率半导体器件市场规模 .....	28
图 56: 光伏发电流程 .....	29
图 57: 全球光伏和风力发电消费量 (万亿瓦时) .....	29
图 58: 智能电网架构示意图 .....	29
图 59: 瓦森纳尔协定缔约国 .....	30
图 60: 中美贸易战逐渐升温 .....	30
图 61: 大基金一期产业链的投资额占比 .....	32
图 62: 大基金二期募资规模预期 (亿元) .....	32
图 63: 2017 年大陆功率半导体国产化程度 .....	34

图 64: 2017 年中国与国际功率半导体厂商对比 (亿元)	34
图 65: 2018 年功率 GaN 产业链全景	34
图 66: SiC 二极管产业链图	34
图 67: SiC、GaN、Si 适用领域	35
图 68: SiC 相关行业发展预期	35
图 69: 2017 年碳化硅器件市场格局	36
图 70: 2017 碳化硅晶圆市场格局	36
图 71: GaN 市场规模	37
图 72: GaN 在 5G 中优势	37
图 73: GaN 专利数量	37
图 74: GaN 专利综合情况	37
图 75: 2017 功率半导体分立器件及模块市占率前十	43
图 76: 2017 功率 IC 市占率前十	43
图 77: 2017 IGBT 分立器件市占率前十	44
图 78: 2017 IGBT 模组市占率前十	44
图 79: 2017 功率 MOSFET 市占率前十	44
图 80: 2017 年智能功率模块 (IPM) 市占率前十	44
图 81: 英飞凌营业总收入	45
图 82: 英飞凌归母净利润	45
图 83: 英飞凌海内外市场占比	46
图 84: 英飞凌研发投入	46
图 85: 英飞凌 MOSFET 产品迭代时间表	46
图 86: 英飞凌每年申请专利数量	47
图 87: 功率半导体公司专利数量	47
图 88: TI 历年营收情况	48
图 89: TI 历年归母净利润	48
图 90: 2018 德州仪器收入构成	48
图 91: 近五年德州仪器收入构成	48
图 92: TI 历年销售毛利率和净利率	49
图 93: TI 历年研发费用 (亿元)	49
图 94: 2018 德州仪器市场构成	50
图 95: 近五年德州仪器市场构成	50
图 96: 智能卡市占率排名	51
图 97: 车用半导体市占率排名	51
图 98: 功率半导体公司研发投入 (亿元)	52
图 99: 功率半导体公司研发投入占比	52
图 100: 闻泰科技营业总营收	54
图 101: 闻泰科技归母净利润	54
图 102: 2018 年闻泰科技营业收入构成	54
图 103: 2017 年闻泰科技主要客户构成	54
图 104: 安世半导体各领域产品应用及重要客户	55
图 105: 韦尔股份营业总收入	56

图 106: 韦尔股份归母净利润 .....	56
图 107: 韦尔股份历年研发投入 .....	57
图 108: 韦尔股份历年销售构成 .....	57
图 109: 士兰微历年营收 .....	58
图 110: 士兰微历年归母净利润 .....	58
图 111: 2018 年研发投入占营业收入比例 .....	60
图 112: 2017 年研发人员占总员工比例 .....	60
图 113: 华微电子历年营收 .....	61
图 114: 华微电子历年净利润 .....	61
图 115: 捷捷微电历年营收情况 .....	62
图 116: 捷捷微电归母净利润 .....	62
图 117: 捷捷微电未来产品结构布局 .....	63
图 118: 2018 年捷捷微电主营分布 .....	63
图 119: 捷捷微电研发投入情况 .....	63
图 120: 捷捷微电主营业务毛利率 .....	63
图 121: 扬杰科技历年营收 .....	64
图 122: 扬杰科技历年归母净利润 .....	64
图 123: 2018 年扬杰科技营收构成 .....	65
图 124: 扬杰科技营收构成 (亿元) .....	65
图 125: 台基股份历年营收 (亿元) .....	66
图 126: 台基股份历年归母净利润 (亿元) .....	66
图 127: 台基股份营收构成 .....	67
图 128: 中国影视剧市场规模 (亿元) .....	67
图 129: 三安光电总营收 .....	68
图 130: 三安光电归母净利润 .....	68
图 131: 三安光电 2018 年营收结构 .....	68
图 132: 三安光电历年研发投入占比 .....	68
图 133: 三安光电五大核心业务 .....	69
图 134: 三安光电产业基地 .....	69
表 1: 常见四种功率半导体特性及其应用 .....	11
表 2: 常见功率半导体分立器件 .....	12
表 3: 常见材料的技术参数 .....	14
表 4: 2017 全球领先功率半导体企业 .....	16
表 5: 2017 年大陆十大半导体功率器件厂商 .....	17
表 6: 新能源汽车扶持政策 .....	22
表 7: 集成电路产业主要政策 (一) .....	30
表 8: 集成电路产业主要政策 (二) .....	31
表 9: 集成电路产业省级地方政策 .....	31
表 10: 国家集成电路产业大基金一期投资标的 .....	32
表 11: 截至 2019 年 5 月地方集成电路产业投资基金汇总 .....	33

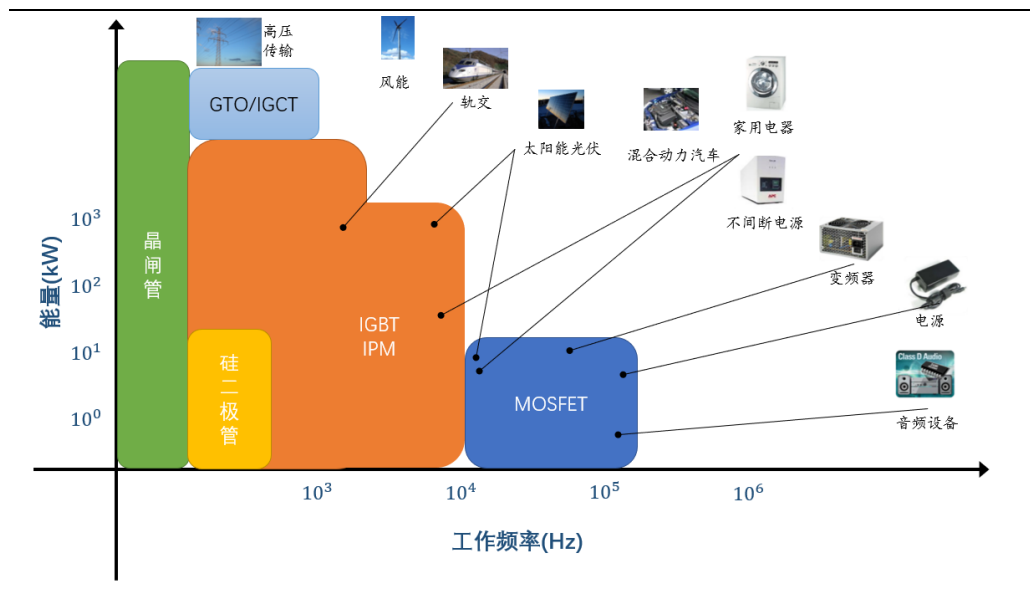
表 12: 国内碳化硅产业主要公司.....	36
表 13: 国内 GaN 产业链主要公司.....	38
表 14: 功率半导体市场格局及国产化替换机会.....	39
表 15: 2017 年中国功率 MOSFET 供应商排名.....	40
表 16: 国内 IGBT 产业链主要公司及主要产品.....	41
表 17: 2017 年中国功率 IGBT 供应商排名.....	42
表 18: 2018Q4 和 2019Q1 MOSFET 货期和价格情况.....	42
表 19: 2018Q4 和 2019Q1 IGBT 和二极管货期和价格情况.....	43
表 20: 英飞凌主要产品一览.....	45
表 21: 英飞凌并购产业情况.....	47
表 22: 2018 德州仪器产品市场.....	49
表 23: 德州仪器并购史.....	49
表 24: 德州仪器工厂地址与生产范围 (一).....	50
表 25: 德州仪器工厂地址与生产范围 (二).....	51
表 26: 闻泰科技财务预测表.....	55
表 27: 韦尔股份主要设计产品.....	56
表 28: 韦尔股份主要代理商.....	57
表 29: 2018 年韦尔股份主要并购事件.....	58
表 30: 韦尔股份财务预测表.....	58
表 31: 士兰微产品分类表.....	59
表 32: 士兰微财务预测表.....	60
表 33: 华微电子产能情况.....	61
表 34: 华微电子财务预测表.....	62
表 35: 捷捷微电财务预测表.....	64
表 36: 扬杰科技在建工程项目情况.....	65
表 37: 台基股份半导体产品分类表.....	66
表 38: 台基股份主要研发项目进展情况.....	67

## 1. 功率半导体是微电子领域的重要基础器件

### 1.1 功率半导体主要用作电子器件中的开关及整流器

功率半导体是硅、砷化镓、氮化硅等半导体材料，经历沉积、清除、布线以及电学属性的调整等工艺后，所得到的电学器件。功率半导体的应用十分广泛：从几十毫瓦的耳机放大系统，到上千兆瓦的高压直流传输过程；从储能、家电，到IT产品、网络通讯，只要是涉及电的领域，都有着它的影子。

图 1：功率半导体应用范围

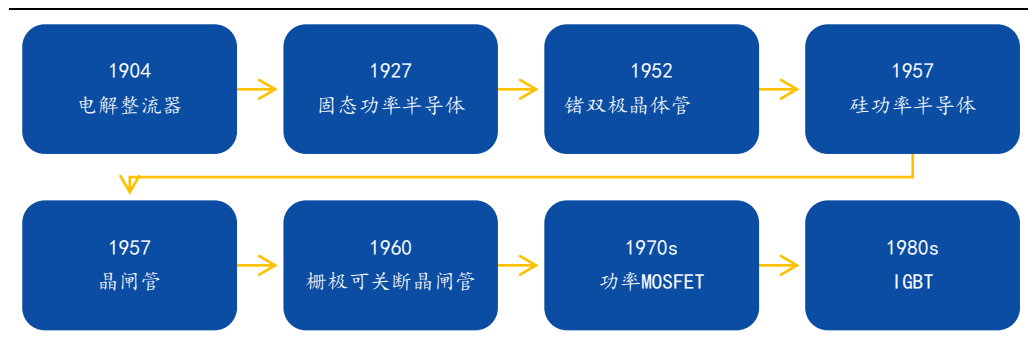


资料来源：Applied materials, 英飞凌, 国元证券研究中心

### 1.2 功率半导体历史悠久，产品类型丰富多样

功率半导体发展历史悠久，最早可以追溯到 1904 年法国实验者 A.Nodon 发明的第一个用于电源电路的半导体器件——电解整流器。这深受早期无线电实验者的欢迎。而随着科技的发展，功率半导体在电子领域的重要性逐渐凸显出来，至今，功率半导体已经成为电子电力行业的核心。

图 2：功率半导体发展历史

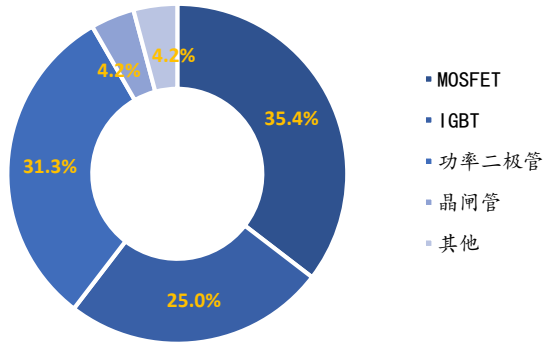


资料来源：Wikipedia – power semiconductor devices, 国元证券研究中心



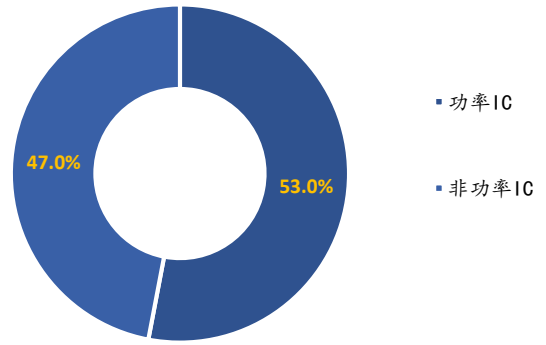
功率半导体用处广泛、种类繁多，而在销售市场中，分立器件主要以功率二极管、晶闸管、功率 MOSFET 和 IGBT 模组为占比最大的四个方面。此外，模拟集成电路中的功率集成电路也是功率半导体的重要组成部分之一。

图 3：2017 年全球功率半导体器件市场结构



资料来源：WSTS，国元证券研究中心

图 4：2017 年模拟集成电路市场结构



资料来源：IDC，国元证券研究中心

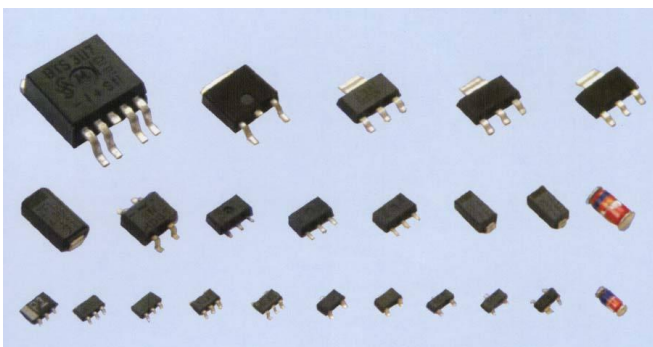
### 1.2.1 功率二极管为两极元器件，应用范围广泛

二极管是一种不可控的两极元件，由于其有电流电压曲线不对称，因此一般被用作交流变直流的整流器件以及电路方向电流控制等方面。

二极管存在着齐纳效应与雪崩效应。齐纳效应为高反向电压将硅原子的电子拽出，称为自由带电离子，导致电流上升很陡，反应在二极管上即为相对较低的反向击穿电压。雪崩效应则为在反向电压很大时，反向的载流子能量很高，撞在硅原子上使之电离，产生出大量的电子，导致反向电流迅速增大。

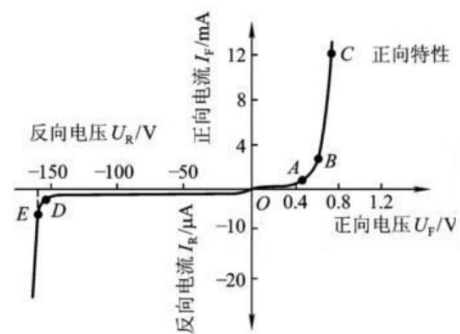
二极管产品类型很多，按用途分可以分为普通二极管和特殊二极管。普通二极管包括检波二极管、整流二极管、开关二极管和稳压二极管；特殊二极管包括变容二极管、光电二极管和发光二极管。

图 5：各种类型二极管



资料来源：FRPP，国元证券研究中心

图 6：二极管伏安特性



资料来源：DZSC，国元证券研究中心

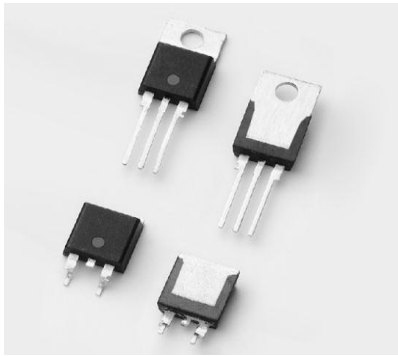
### 1.2.2 晶闸管为半可控器件，可用于高电压和大电流环境

晶闸管是一个半可控的半导体元件，能控制打开，无法控制关闭。被广泛应用于可控整流、交流调压、无触点电子开关、逆变及变频等电子电路中，是典型的小电流控制

大电流的设备。

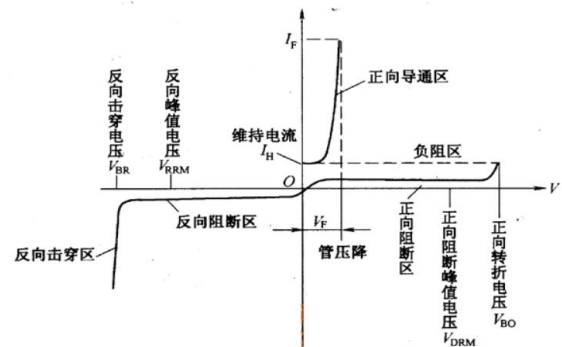
晶闸管的其派生器件有：快速晶闸管，可关断晶闸管（GTO），逆导晶闸管，光控晶闸管等。晶闸管往往有着闩锁效应，闩锁效应(latch-up)就是有一个强电场施加在器件结构中的氧化物薄膜上，则该氧化物薄膜就会因介质击穿而损坏。很细的金属化迹线会由于大电流而损坏，并会由于浪涌电流造成的过热而形成开路。

图 7：晶闸管产品图



资料来源：Little fuse, 国元证券研究中心

图 8：晶闸管伏安特性曲线



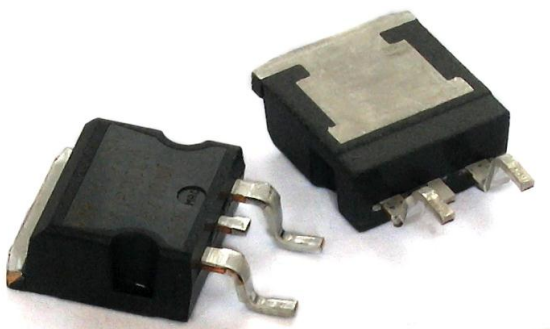
资料来源：互动百科, 国元证券研究中心

### 1.2.3 功率 MOSFET 作为全控型器件下游应用市场最大

功率 MOSFET 的特点是用栅极电压来控制漏极电流，驱动电路简单，需要的驱动功率小、开关速度快、工作频率高，是制造 AC-DC 开关转换器(将交流电压转换成直流电压) 和 DC-DC 转换器(将一个直流电压等级转换成另一个电压等级) 的必要器件。

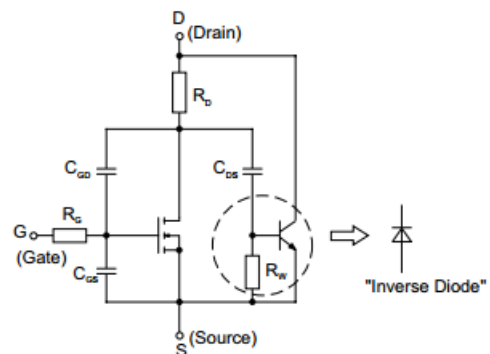
功率 MOSFET 模组的等效电路包含三个电容、两个电阻，一个理想 MOSFET，一个 NPN 晶体管以及一个寄生 NPN 晶体管基极-发射极之间的电阻。而这个寄生电阻与其寄生的 NPN 晶体管的基极-发射极部分构成了逆向二极管，使得功率 MOSFET 具有反向导通性。

图 9：功率 MOSFET 产品图



资料来源：Wikipedia – Power MOSFET, 国元证券研究中心

图 10：功率 MOSFET 模组等效电路图



资料来源：Semikron, 国元证券研究中心

### 1.2.4 IGBT 作为高压功率器件正在快速发展

IGBT 绝缘栅双极型晶体管 (Insulated Gate Bipolar Transistor) 一般指分立器件或者 IGBT 模组。IGBT 分立器件是由三极管和绝缘栅型场效应管组成的复合全控型电

压驱动式功率半导体器件, IGBT 兼有 MOSFET 和 GTR 这两种器件的优点, 输入阻抗高、导通压降低和驱动功率小。非常适合应用于直流电压为 600V 及以上的变流系统如交流电机、变频器、开关电源、照明电路、牵引传动等领域。

IGBT 模块是由 IGBT 与 FWD (续流二极管芯片) 通过特定的电路桥接封装而成的模块化半导体产品, 具有节能、耐压高、安装维修方便、散热稳定等特点。IGBT 是能源变换与传输的核心器件, 在轨道交通、智能电网、电动汽车与新能源装备等领域应用极广。

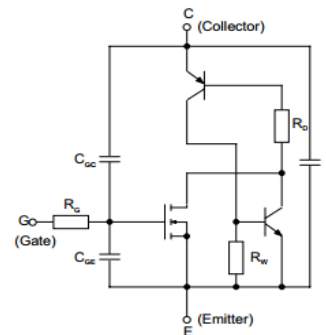
2015 年国际 IGBT 市场规模约为 48 亿美元, 预计到 2020 年市场规模可以达到 80 亿美元, 年复合增长率约 10%。2014 年国内 IGBT 销售额是 88.7 亿元, 约占全球市场的 1/3。预计 2020 年中国 IGBT 市场规模将超 200 亿元, 年复合增长率约为 15%。国外企业如英飞凌、ABB、三菱等厂商研发的 IGBT 器件产品规格涵盖电压 600V-6500V, 电流 2A-3600A, 已形成完善的 IGBT 产品系列。

图 11: IGBT 模块产品图 (绝缘栅双极型晶体管)



资料来源: Elecfans, 国元证券研究中心

图 12: IGBT 模组等效电路图



资料来源: Semikron, 国元证券研究中心

功率器件种类较多, 根据不同的器件特性分别应用于不同的应用领域。二极管晶闸管等传统器件虽然是不可控或半可控器件, 但优点是成本低, 生产工艺相对简单, 在大量中低端领域还是大量使用。IGBT 等器件更多应用于高压高可靠性领域, 器件结构相对复杂并且生产工艺门槛高, 成本相对较高, 在轨道交通、汽车等领域广泛使用。

表 1: 常见四种功率半导体特性及其应用

类型	可控型	特点	应用
功率二极管	不可控	电流电压小, 具有单向导通性	整流器及电流控制
晶闸管	半可控	体积小, 耐压	可控整流、逆变变频等
功率 MOSFET	全控	工作频率高, 开关速度快, 驱动功率小	高速开关电路
IGBT 模组	全控	耐压高、散热稳定	轨道交通, 智能电网, 电动汽车

资料来源: 公开资料整理, 国元证券研究中心

由于电路越来越复杂、越来越具有多样性, 因此功率器件的种类也随之不断的多元化。除去上述四种功率分立器件外, 还有很多其他的功率半导体。功率半导体器件在中国大陆的工业、消费、军事等领域都有着广泛应用, 具有很高的战略地位, 因此中国功率半导体自主可控之路势在必行。

表 2：常见功率半导体分立器件

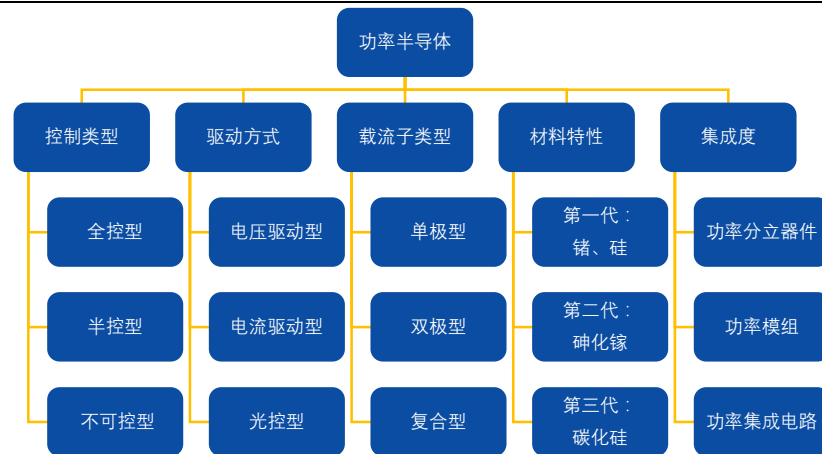
功率半导体	描述
可关断晶闸管 GTO	可关断晶闸管(GTO)是晶闸管的一种派生器件，属于全控型器件。可关断晶闸管既保留了普通单向晶闸管耐压高、电流大的特性，又具备了自关断能力，且关断时间短，工作频率高，使用方便，但对关断脉冲信号的脉冲功率和门极负向电流的上升率要求较高，是理想的高压、大电流开关器件。
双向可控硅 TRIAC	双向可控硅可被认为是一对反并联连接的普通可控硅的集成，工作原理与普通单向可控硅相同，但该器件在主电极的正反两个方向均可触发导通。
双极性晶体管 BJT	俗称“三极管”，能够放大信号，并且具有较好的功率控制、高速工作以及耐久能力，所以它常被用来构成放大器电路，或驱动扬声器、电动机等设备
MOS 栅极控制晶闸管 MCT	MCT 既具有晶闸管良好的关断和导通特性，又具备 MOS 场效应管输入阻抗高、驱动功率低和开关速度快的优点，克服了晶闸管速度慢、不能自关断和高压 MOS 场效应管导通压降大的不足，被广泛用于高压大功率器件之中
集成门极换流晶闸管 IGCT	IGCT 集 IGBT 的高速开关特性和 GTO 的高阻断电压和低导通损耗特性于一体，具有电流大、阻断电压高、开关频率高、可靠性高、结构紧凑、低导通损耗等特点，而且成本低，成品率高，有很好的应用前景。

资料来源：Wikipedia - Power semiconductor devices，国元证券研究中心

### 1.3 功率半导体种类繁多，有多种分类方式

功率半导体种类繁多、用途广泛，因此从不同角度出发、根据不同用途，对功率半导体有着不同的分类方法。一般而言，功率半导体可以从五个角度去分类：**控制类型**、**驱动方式**、**载流子类型**、**材料特性**以及**半导体的集成度**。

图 13：功率半导体分类

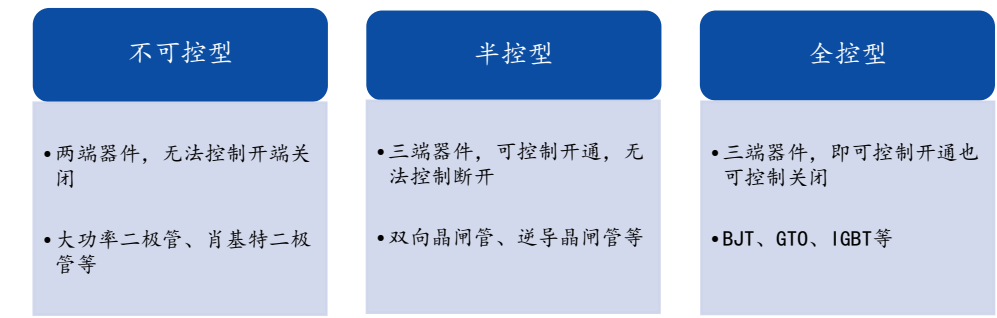


资料来源：公开资料整理. 国元证券研究中心

#### 1.3.1 控制类型-不可控、半可控、全控型

控制类型是通过判断该功率半导体是否主动可控制其打开、关闭来进行分类，一般情况下分为三类：不可控，半可控以及全控型。

图 14：功率半导体按控制类型分类

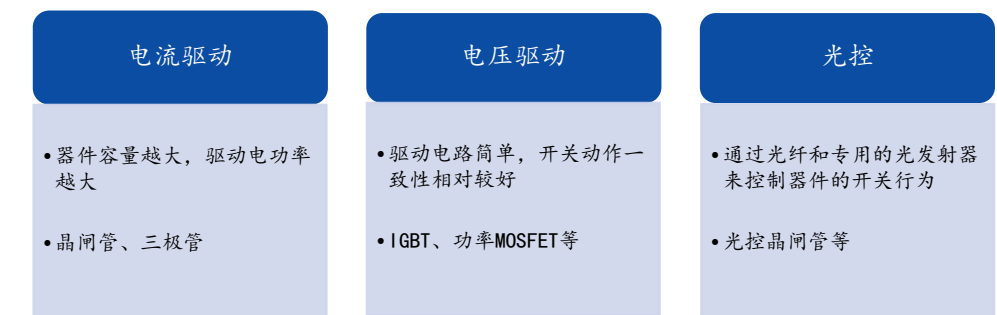


资料来源：ITTBank，国元证券研究中心

### 1.3.2 驱动方式-电流、电压、光学

驱动方式是根据该功率器件受何种动力因素而打开或者关闭，常见分为：电流驱动、电压驱动与光控。

图 15：功率半导体按驱动方式分类

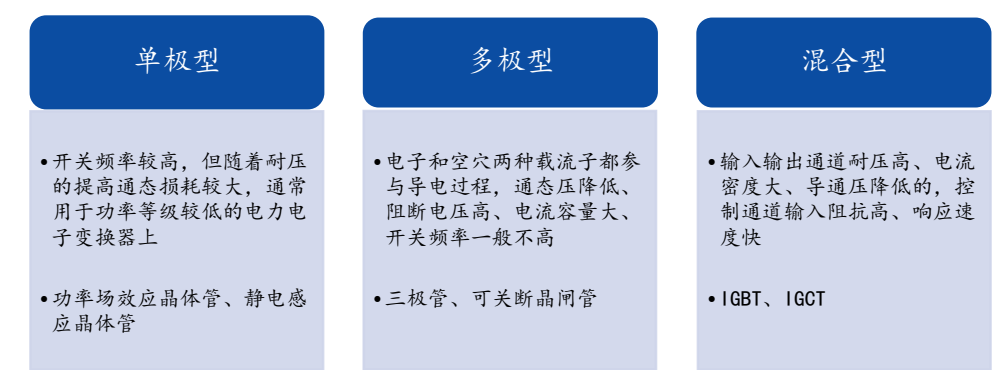


资料来源：ITTBank，国元证券研究中心

### 1.3.3 载流子类型-单极型、多极型、混合型

载流子类型分类通常仅仅用在对功率器件运作机理的理论分析上，在市场上极少采取此种分类方式。

图 16：功率半导体按载流子类型分类

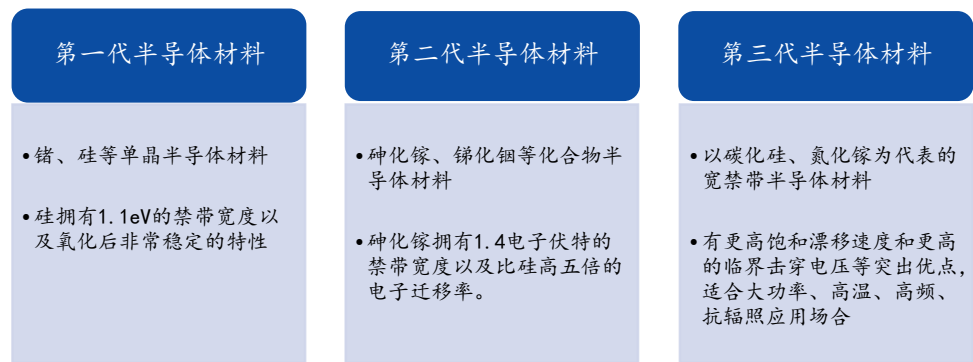


资料来源：电子工程世界，国元证券研究中心

### 1.3.4 材料特性-从单晶材料过渡到化合物半导体材料

制作功率半导体器件的材料必须拥有一个足够大的禁带宽度，以确保在较高的工作温度下，本征载流子浓度也不会超过轻掺杂区的浓度，避免器件紊乱。而随着禁带宽度的增加，临界击穿电场也会增高，器件可以做到更高的耐压。当然，过大的禁带宽度会导致杂质电离更困难，使自建电势和阈值电压增高。除去物理性质，制作功率半导体器件的材料还被要求化学状态稳定。在功率半导体发展历史上，功率半导体可以分为三代：

图 17：功率半导体按材料特性分类



资料来源：电子工程世界，国元证券研究中心

第三代半导体材料为未来发展的重点，但由于当前技术相对不是很成熟和高成本原因导致应用还并不普及，市场上主流的还是以硅为材料的功率半导体器件。

表 3：常见材料的技术参数

参数	单位	Si	4H - SiC	GaN
禁带宽度	eV	1.12	3.26	3.41
击穿电场	MV/cm	0.23	2.2	3.3
电子迁移率	cm <sup>2</sup> /Vs	1400	950	1500
漂移速度	10 <sup>7</sup> cm/s	1	2.7	2.5
热传导率	W/cmK	1.5	3.8	1.3

资料来源：Semikron - Application Manual Power Semiconductors. 国元证券研究中心

### 1.3.5 集成度-从分立器件发展至功率集成 IC

按照集成度可以分为功率半导体分立型器件、功率模组和功率集成电路三类。

功率分立器件由功率二极管、晶闸管等器件组成，为电路中最基本的元件。

功率模组往往为实现特定功能（如开关、电路保护等）而将一些分立器件的芯片组合并重新组合绝缘得到。若将分立器件简单集中在一起，由于每个元件的散热片是同功率器件的一个主要端口相连接，因此必须相互隔离并用导线连接。这样在材料、体积、生产工时等方面都是十分浪费的。

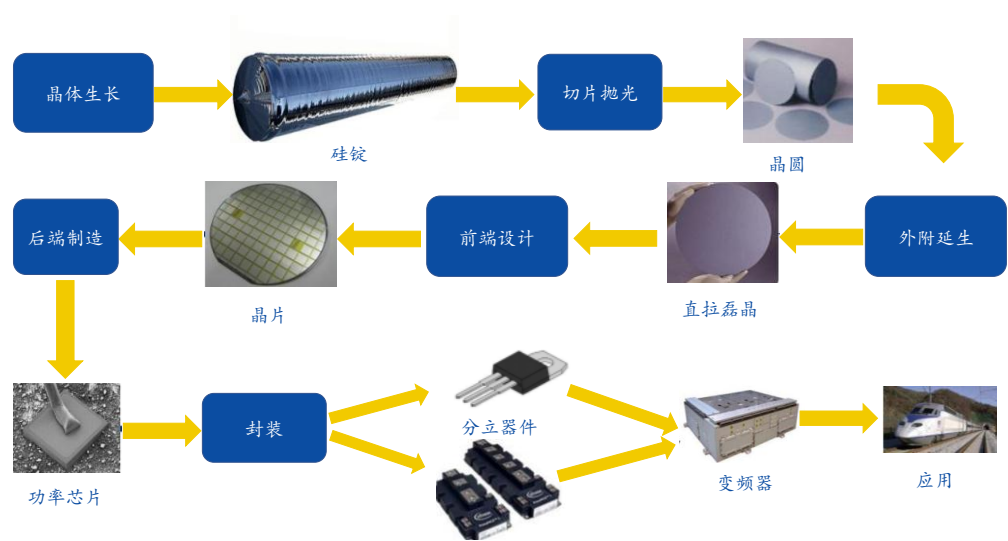
功率集成电路，是模拟集成电路的主要构成，主要是指由电容、晶体管、其他功率分立器件等组成的模拟电路集成在一起用来处理模拟信号的集成电路。功率集成电路

的主要构成电路有：放大器、滤波器、反馈电路、基准源电路、开关电容电路等。功率集成电路，有着体积小、重量轻、引出线和焊接点少、寿命长、可靠性高、性能好、成本低、便于大规模量产等优点。

#### 1.4 功率半导体通过晶圆制造获得成品

功率半导体器件的生产过程大致上可以分为：材料晶圆的制作，功率器件芯片的生产，对芯片的封装以及最后的下游应用这四个阶段。

图 18：功率半导体制造工艺



资料来源：Yole, 国元证券研究中心

#### 1.5 欧美日企业占据全球绝对主导地位

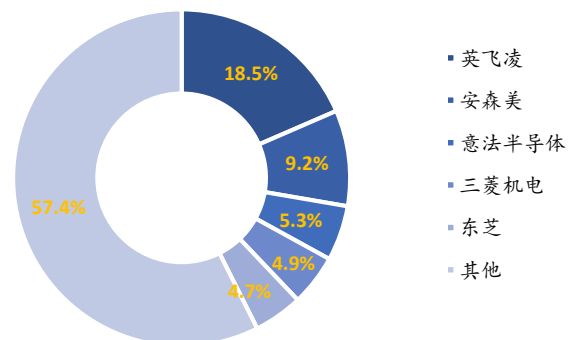
功率半导体的应用领域非常广泛，市场规模高达数百亿美元。根据 Yole 数据，2018 年全球功率半导体分立的器件市场规模为 363 亿美元，预计到 2022 年达到 426 亿美元，复合增长率为 5.43%。

图 19：功率半导体器件市场规模（亿美元）



资料来源：Yole, 国元证券研究中心

图 20：2017 年全球功率半导体器件全球市场竞争格局



资料来源：IHS, 国元证券研究中心

根据 IHS 统计，2017 年英飞凌占据全球市场的 18.5%，约为第二名安森美公司的两倍；此外，全球前五的企业均为欧日美的企业，加起来约占据全球份额的 50%。前十的企业中也没有大陆地区的企业，目前在功率半导体行业中国企业还有很大的追赶空间。

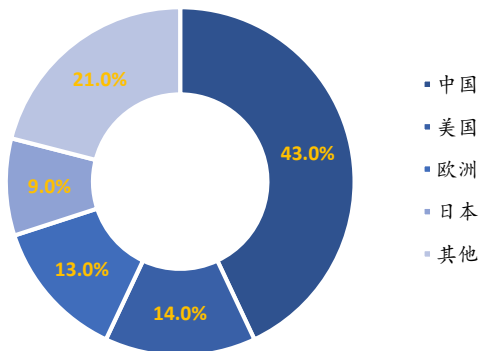
表 4：2017 全球领先功率半导体企业

排名	厂商	公司概况
1	英飞凌	全球最大的功率半导体厂商，涵盖了所有功率技术，包括高度可靠的 IGBT、功率 MOSFET、功率分立式元件、各种交流-直流、直流-交流转换等；
2	安森美	产品系列包括电源、模拟、数字信号处理、混合信号、先进逻辑、时钟管理等，为诸多领域首选的高效电源供应商
3	意法半导体	从分立二极管和晶体管到复杂的 SOC 器件，产品类型达 3000 多种，主要用于通讯、汽车电子等领域
4	三菱电机	产品主要用于源与电气系统、工业自动化、信息与通信系统、电子器件和家用电器行业
5	东芝	主要产品有特种 IC、IGBT、MOSFET、功率二极管、功率三极管等
6	Vishay	主要生产二极管、功率 MOSFET、光电器件、整流器以及各种功率模组。
7	瑞萨	该公司是 LCD 驱动器集成电路、智能卡微控制器、射频集成电路 (RF-IC)、大功率放大器、混合信号集成电路、系统级芯片、系统级封装 (SiP) 等产品领先供应商。
8	富士电机	主要产品为驱动控制器、不间断电源、自动化及仪器仪表产品、低压/中高压电器产品
9	罗姆半导体	以功率 IC 为主，占据总收入 46%，分立器件（如二极管、碳化硅功率器件等）占据 38%
10	塞米控	主要生产中等功率输出范围中广泛应用的电力电子组件和系统；产品系列包括芯片、分离器件、二极管、晶闸管、IGBT 功率模块一直到系统和功率组件。

资料来源：IHS，国元证券研究中心

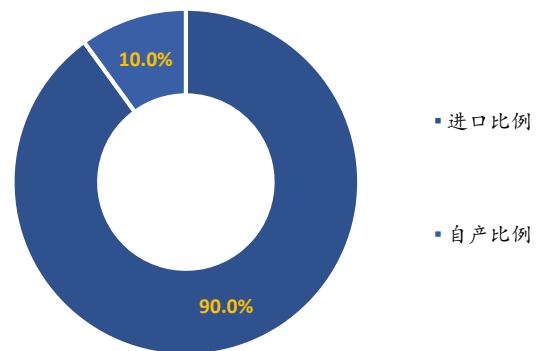
中国大陆占有全球份额的 43%，且随着国内环保意识的逐渐增强，对功率半导体器件的需求也会逐渐增大。但是，中国大陆在功率半导体器件领域几乎处于全产业链落后的被动局面，包含国际大厂产能在内的国内市场自给率大约只有 10%，而由本土企业贡献的份额甚至只有 5%，这其中还包括了功率二极管等本土最具优势的中低端器件，其余产品供应主要依赖进口实现。其主要原因，在于中国大陆企业受起步晚、技术水平较低、产品线不齐全、企业规模小等因素，还处于追赶状态，远远落后于老牌企业。

图 21：2018 年全球功率半导体市场区域分布



资料来源：WSTS,中国半导体协会，国元证券研究中心

图 22：2018 年中国大陆功率半导体自给率分析



资料来源：乐晴智库，国元证券研究中心



但目前本土企业也发展迅速，已基本完成了产业链的布局，且在功率半导体领域呈现展现多点开花的良好形势。

2018年，中国半导体行业协会对国内的半导体厂商进行了评定，评选出了大陆十大半导体功率器件厂商，这些厂商均以功率半导体器件为主营业务，且各有特色，如华微电子的IGBT生产线、扬杰科技的“MCC”双品牌等。

**表 5：2017 年大陆十大半导体功率器件厂商**

排名	厂商	主营功率半导体器件业务
1	吉林华微电子	已建立从高端二极管、单双向可控硅、MOS 系列产品到第六代 IGBT 国内最齐全、最具竞争力的功率半导体器件产品体系。
2	扬州扬杰科技	主营业务为分立器件芯片、功率二极管、整流桥及电力电子模块等产品的研发、制造和销售
3	苏州固锟电子	整流二极管芯片、开关二极管、稳压二极管、微型桥堆、金属玻璃封装大功率整流器等
4	华润华晶微电子	主导产品为双极型功率晶体管、MOS 型功率晶体管、IGBT 和特种二极管；是国内生产规模最大、技术装备领先的功率半导体器件研发、生产基地
5	瑞能半导体	主要产品为可控硅整流器和三端双向可控硅、硅功率二极管、高压晶体管和碳化硅二极管等
6	常州银河世纪微电子	主要产品为各类二极管、三极管、桥式整流器等半导体分立器件的研发设计、芯片制造、封装测试、销售及技术服务。
7	无锡新洁能股份有限公司	主要产品包括：沟槽型功率 MOSFET、屏蔽栅功率 MOSFET、超结功率 MOSFET、沟槽栅场截止型 IGBT
8	杭州立昂微电子股份有限公司	主打功率肖基特芯片。为国内该细分行业的龙头企业，是功率肖基特芯片的主要供应商和出口厂家
9	北京燕东微电子有限公司	主要产品为模拟集成电路、功率二极管、MOS 系列、电路保护器件、场效应器件等，是一家专业化的集设计、制造、销售于一体的 IDM 高科技企业
10	深圳深爱半导体股份有限公司	主导产品如双极功率晶体管（BUL6800 系列、MJE13000 系列）、功率 MOSFET、LED 驱动 IC 等在业内享有较高声誉并已批量进入国际市场。

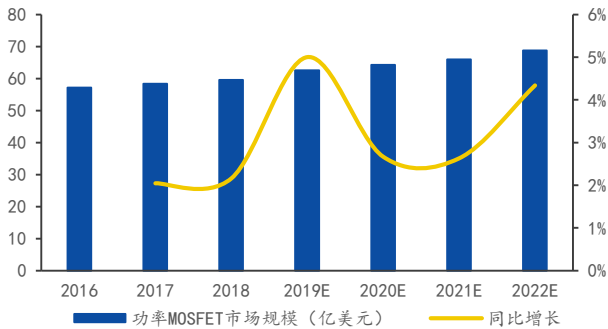
资料来源：中国半导体行业协会，公司官网，国元证券研究中心

除此之外，还有许多公司因其主要产品并非功率器件而未被收入该榜单，但实际上在功率器件领域也已经有很大的发展。杭州士兰微在功率半导体领域已经形成分立器件、功率 IC 等体系化产品构成；捷捷微电打造成国内晶闸管领域的龙头；三安光电则在化合物半导体领域积极布局。2018 年底，闻泰科技收购安世半导体，成为国内标准器件和功率半导体的龙头，这极大地增强了该公司在功率半导体领域的竞争力。

### 1.5.1 MOSFET 市场需求最大，依旧海外厂商占据主导

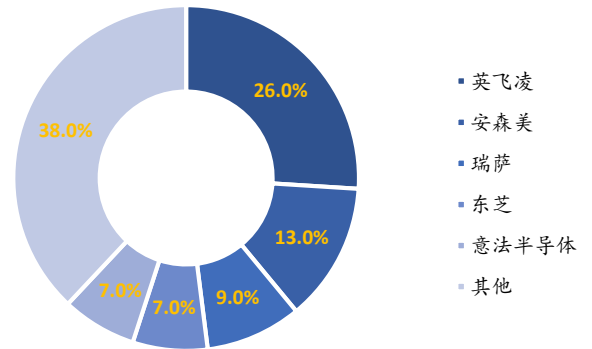
**MOSFET 是功率分立器件最大市场。**根据 Yole 预测，在 2017 年，全球 MOSFET 市场规模为 58.35 亿美元，占总市场的 35.4%，功率 MOSFET 下游应用包含计算机、消费电子等行业，因此在未来几年内，功率 MOSFET 将依旧保持着增长的势头。但在全球竞争格局之中，功率 MOSFET 几乎集中在国际大厂之中，英飞凌、安森美和瑞萨加起来占据了全球市场的仅 50%。

图 23: 全球功率 MOSFET 市场规模



资料来源: Yole, 国元证券研究中心

图 24: 2018 年全球 MOSFET 厂商市场份额

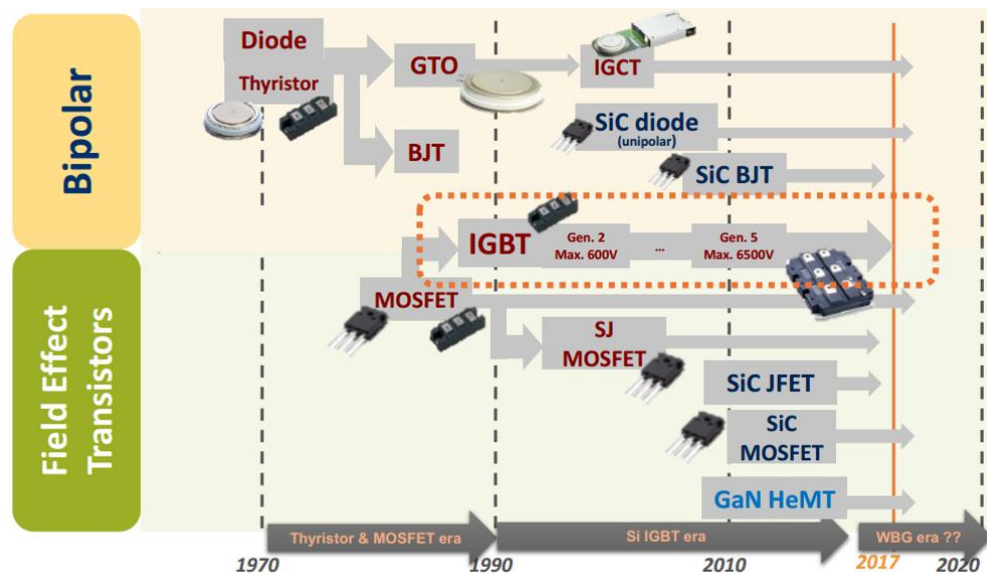


资料来源: IHS, 国元证券研究中心

### 1.5.2 IGBT 市场成长迅速, 国内外差距巨大

作为新能源汽车、高铁动车、智能电网等新兴产业不可缺少的一部分, IGBT 在上世纪八十年代被设计出来之后, 就开始了飞速发展的道路, 并逐步成为功率半导体分立器件的核心所在。

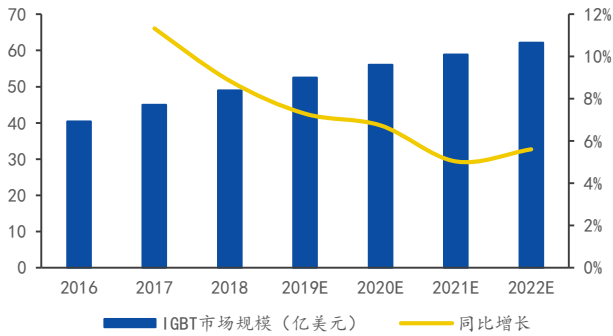
图 25: 功率半导体器件发展轨迹



资料来源: Yole, 国元证券研究中心

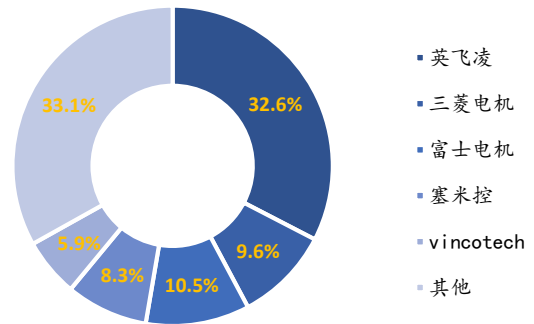
根据 Yole 预测, 在 2018 年, 全球 IGBT 市场 (包括 IGBT 与 IGBT 模组) 规模约为 48.97 亿美元, 占功率半导体分立器件市场的 25%, 此外, 由于 IGBT 是新能源车必不可少半导体器件, 下游依旧保持着强劲的增长。但在全球竞争市场之中, IGBT 是英飞凌、三菱、富士电机等国际厂商的天下, 此三家就已经占据全部市场份额的 50% 以上。

图 26: IGBT 市场规模



资料来源: Yole, 国元证券研究中心

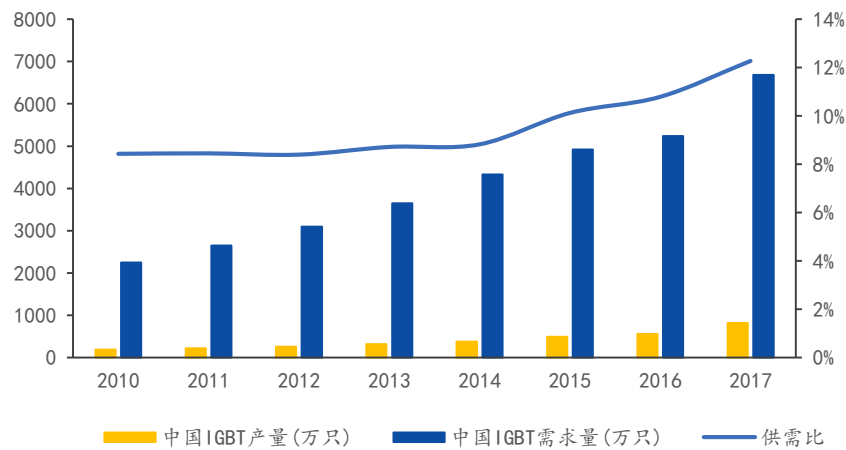
图 27: 2017 年全球 IGBT 厂商市场份额



资料来源: IHS, 英飞凌, 国元证券研究中心

而在大陆地区, 数据显示 2017 年中国 IGBT 的需求量为 6680 万只, 而产量却仅有 820 万只, 绝大多数依靠着进口。而 IGBT 又是轨道交通、智能电网等中国重点发展行业不可缺少的一部分, 因此在未来这个缺口会进一步的增大。

图 28: 中国 IGBT 供需关系

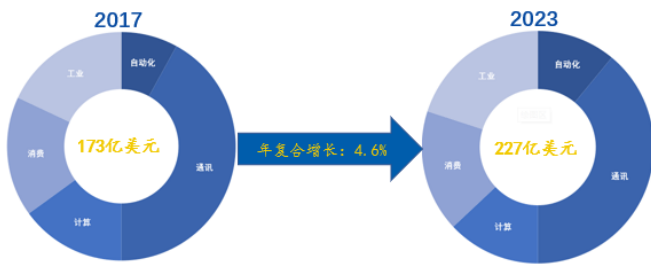


资料来源: Yole, 国元证券研究中心

### 1.5.3 功率集成 IC 领域欧美企业领先全球

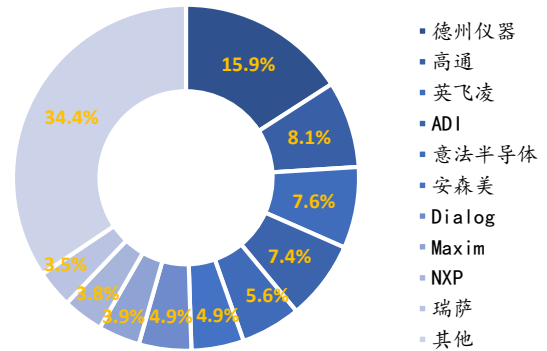
电子电力系统均离不开电源供应, 因此电源管理芯片 (包括标准的功率 IC 以及模拟 ASSP 用途的功率 IC) 也是功率半导体领域的中流砥柱, 市场规模庞大。根据 IHS 的统计数据, 2017 年全球功率 IC 市场的总市场规模为 236 亿美元, 其中德州仪器独占鳌头, 拥有 15.9% 的市占率, 高通以 8.1% 排名第二, 英飞凌 7.6% 排第三。前十均为欧日美大型企业。而在中国对功率 IC 的需求同样巨大, 根据集邦咨询最新数据, 2018 年中国大陆地区电源管理 IC 市场规模为 717 亿元人民币, 较 2017 年同比增长 8%。市场研调机构 TMR 预估, 2013~2019 年全球电源管理 IC 市场年复合增长率 (CAGR) 将达 6.1%。2012 年全球电源管理 IC 市场规模达 299 亿美元, 到 2019 年预估规模将成长到 460 亿美元。

图 29：全球功率 IC 市场规模



资料来源：Yole, 国元证券研究中心

图 30：2017 年全球功率 IC 厂商市场份额



资料来源：IHS, 英飞凌, 国元证券研究中心

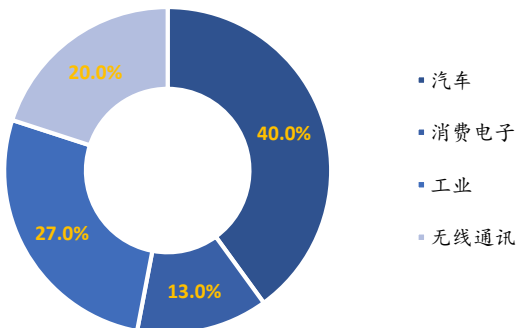
功率 IC 作为模拟 IC 的主要构成部分,其充分体现了模拟集成电路行业的四个特点:从需求端角度,下游需求分散,产品生命周期较长;从供给端角度,偏向于成熟和特种工艺,目前以八寸产线为主,部分国际大厂已经实现 12 寸功率产线的量产;从竞争端角度,竞争格局分散,厂商之间竞争压力小;从技术端角度,行业技术壁垒较高,重经验以人为本。

## 2.能源管理时代下游行业蓬勃发展带来旺盛需求

功率器件是进行功率处理,具有处理高电压,大电流能力的半导体器件。典型的功率处理包括变频、变压、变流、功率管理等,所以功率器件几乎用于所有的电子制造业。目前功率半导体的应用范围已从传统的工业控制和 4C 产业(计算机、通信、消费类电子产品和汽车)扩展到新能源、轨道交通、智能电网等新领域。Gartner 统计数据显示汽车行业越来越成为下游主要需求方。随着功率半导体器件性能的提高以及各产品追求低功耗和高能效比,光伏、智能电网、汽车电子、5G 通讯等热点应用领域将在推动功率半导体行业稳定发展的同时,进一步优化下游市场结构。

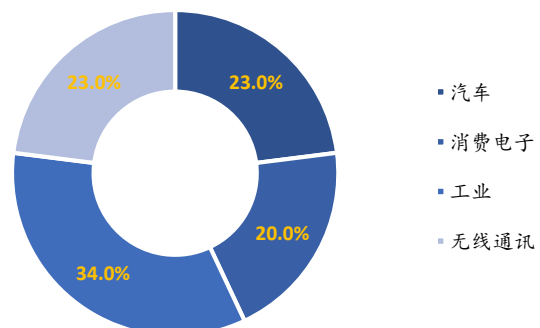
与国际市场相比,中国汽车电子的应用比例小于国际市场,但随着新能源汽车在国内的逐渐推广以及配套充电站的普及,汽车电子有望成为功率半导体行业的突破口。

图 31：2017 全球功率半导体下游应用市场



资料来源：Gartner, 国元证券研究中心

图 32：2017 中国功率半导体下游应用市场

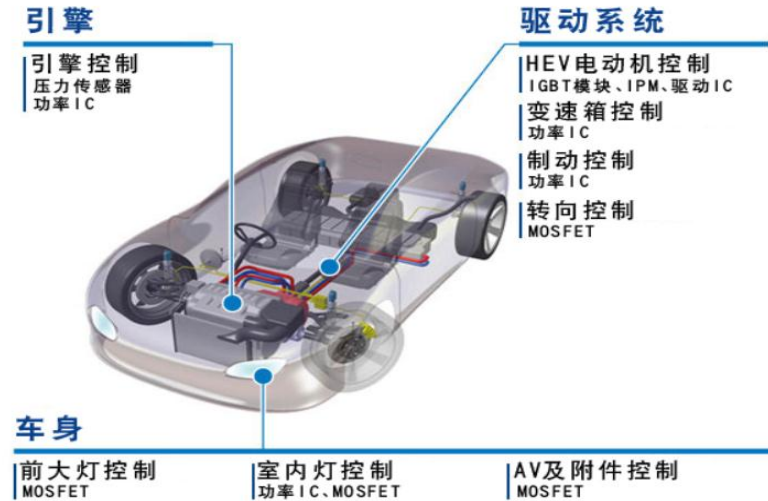


资料来源：中国半导体行业协会, 国元证券研究中心

## 2.1 新能源汽车高速发展带动汽车功率半导体需求增长迅猛

功率半导体特别是 MOSFET 和 IGBT，是汽车电子的核心。无论是在汽车引擎中的压力传感器，或者驱动系统中的转向、变速、制动，抑或是车灯、仪表盘等仪器的运作控制，都离不开半导体功率器件。

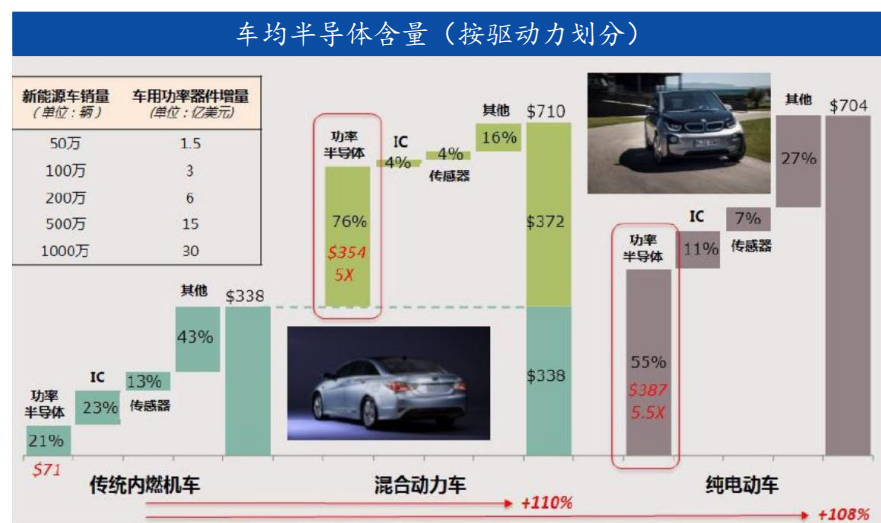
图 33：汽车领域功率半导体应用



资料来源：富士电机，国元证券研究中心

相对传统燃油车，新能源汽车功率半导体使用量更大。根据 Strategy Analytics 的分析，在传统内燃机车上，功率半导体价值为\$71，占据车用半导体总价值的 21%；而对于混合动力车，则在传统内燃汽车基础上新增的功率半导体价值为\$354，占据新增总价值的 76%；在纯电动车上，功率半导体价值为\$387，占据车用半导体总价值的 55%。

图 34：新能源汽车与传统汽车半导体含量对比图

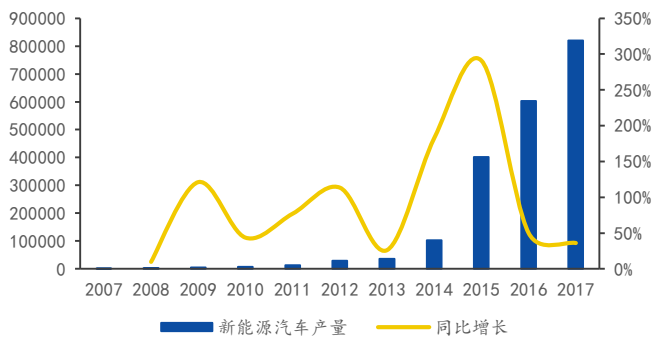


资料来源：Strategy Analytics，国元证券研究中心

### 2.1.1 政策扶植叠加汽车智能化，新能源车市场需求大幅扩大

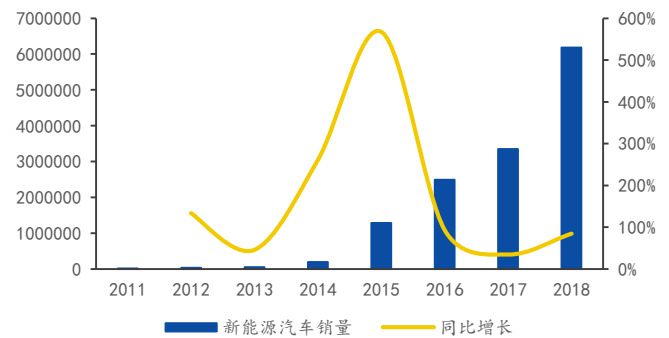
新能源汽车消费增长迅速，带动汽车电子消费。在2007年，国内新能源汽车的总生产量为2,179辆，而在2017年，国内生产量已经达到了819,991辆，年复合增长率达到了惊人的93%，且同比增长均稳定在50%以上。而新能源汽车销量则从2011年的15,736辆增长到了2018年的6,185,699辆，年复合增长率为111%。

图 35：中国新能源汽车产量



资料来源：Wind，国元证券研究中心

图 36：中国新能源汽车销量



资料来源：Wind，国元证券研究中心

政府政策大力扶持，新能源汽车产业蓬勃发展。截止2019年4月，国家、地方出台了多项政策，对于新能源汽车进行扶持，包括购车补贴、公共交通逐渐更改成新能源车等，这稳固新能源汽车强劲的发展势头，也将保持功率半导体市场强劲增长的势头。

表 6：新能源汽车扶持政策

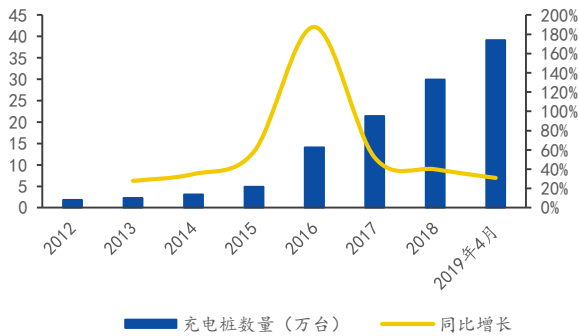
时间	颁布单位	政策名称
2018年2月	财政部、科技部、发改委	《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》
2018年2月	工信部等七部委	《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》
2018年3月	工信部等七部委	《新能源汽车动力蓄电池回收利用试点实施方案》
2018年3月	国家能源局	《2018年能源工作指导意见》
2018年4月	工信部、财政部、国税总局	《免征车辆购置税的新能源汽车车型目录》
2018年4月	商务部	《对美国加征关税商品清单》
2018年4月	财政部、工信部、科技部、发改委	《关于开展2018年及以往年度新能源汽车推广应用补贴资金清算中报的通知》
2018年5月	发改委	《汽车产业投资管理规定（征求意见稿）》
2018年5月	国务院关税规则委员会	《关于降低汽车整车及零部件进口关税的公告》
2018年6月	工信部	《关于做好平行进口汽车燃料消耗量与新能源汽车积分数据报送工作的通知》
2018年6月	交通运输部、公安部、商务部	《关于公布城市绿色货运配送示范工程创建城市的通知》
2018年6月	发改委、商务部	《外商投资准入特别管理措施（负面清单）（2018年版）》
2018年7月	国务院	《关于打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》
2018年7月	发改委	《关于创新和完善促进绿色发展价格机制的意见》
2018年9月	工信部	《享受车船税见面优惠的节约能源 使用新能源汽车车型目录》
2018年9月	工信部	《新能源汽车推广应用推荐车型目录（2018年第9批）》
2018年9月	工信部	《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》企业名单（第一批）
2018年10月	国务院	《推进运输结构调整三年行动计划（2018-2020年）》

资料来源：前瞻网，国元证券研究中心

### 2.1.2 充电桩市场受益于电动车消费增长快速

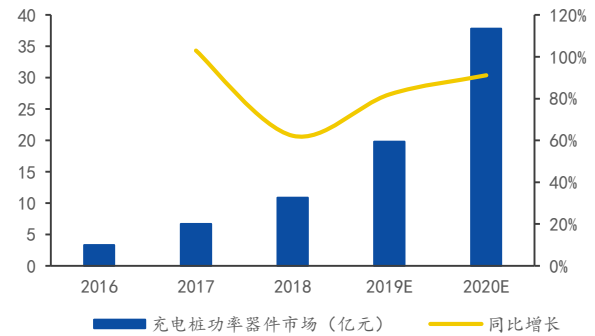
作为新能源汽车不可缺少的配套措施，汽车充电桩也是对功率半导体增长的驱动力之一。目前汽车充电桩的核心功率模块有两种：一种是采用 IGBT 芯片；另一种为采用 MOSFET 芯片。国家能源局在《电动汽车充电基础设施建设规划》草案中提出，到 2020 年国内充换电站数量将达到 1.2 万个，充电桩达到 450 万个。中国产业信息研究院数据预计到 2020 年国内充电桩功率器件市场规模有望超过 35 亿元。

图 37：我国电动汽车充电桩数量统计情况



资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究中心

图 38：中国充电桩功率器件市场

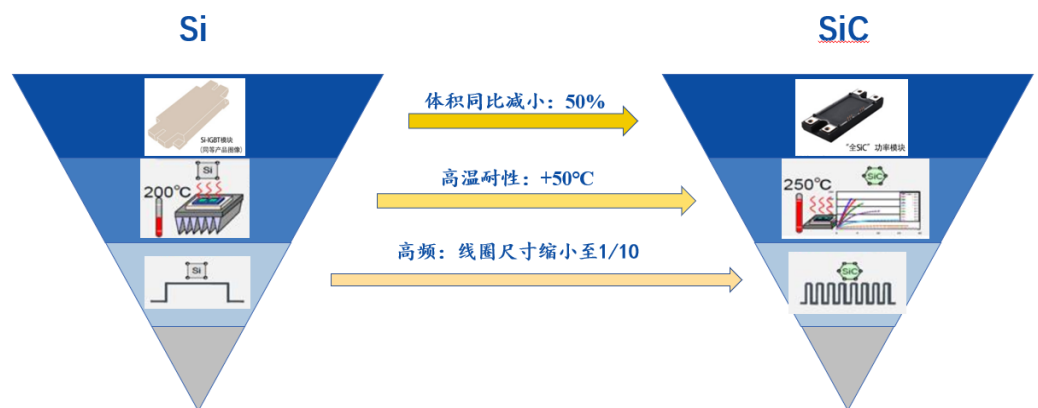


资料来源：易车网，中国产业信息研究院，国元证券研究中心

### 2.1.3 应用需求驱动碳化硅等器件良好发展前景

宽禁带功率半导体的研发与应用日益受到重视，其中碳化硅 (SiC) 和氮化镓 (GaN) 以高效的光电转化能力、优良的高频功率特性、高温性能稳定和低成本等优势，成为支撑信息、能源、交通、先进制造、国防等领域发展的重点新材料。

图 39：碳化硅与硅器件性能比较



资料来源：Rohm，国元证券研究中心

**GaN 功率半导体的市场应用领域偏向中低电压范围**，集中在 1000V 以下。在射频通信方面，GaN 技术正助力 5G 通信的发展。5G 技术不仅需要超带宽，更需要高速接入，低接入时延，低功耗和高可靠性，以支持海量设备的互联。GaN 功率器件可以提供更高的功率密度、更高效率和更低功耗。

**SiC 功率半导体在 1000V 以上的中高电压范围内更具优势**。在满足同等性能要求时，

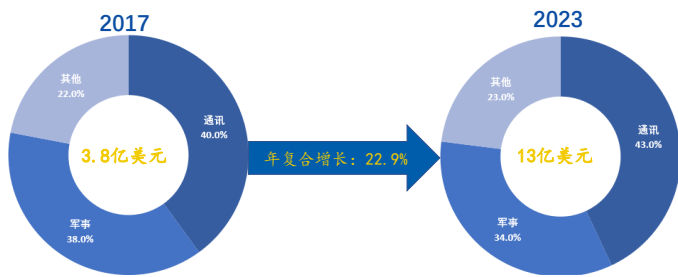
采用具有高温、高压、高频优势的碳化硅材料制作的功率器件，可以比硅材料的更薄、更轻、更小巧。而碳化硅的高温、高压、高频的优势恰好满足新能源汽车的应用需求。

相较于硅器件，SiC 器件在新能源汽车上的使用有三个优点：

- 第一，在相同电池包的情况下能带来里程的提升；
- 第二，减小电动车的重量；
- 第三，提高车的功率密度。

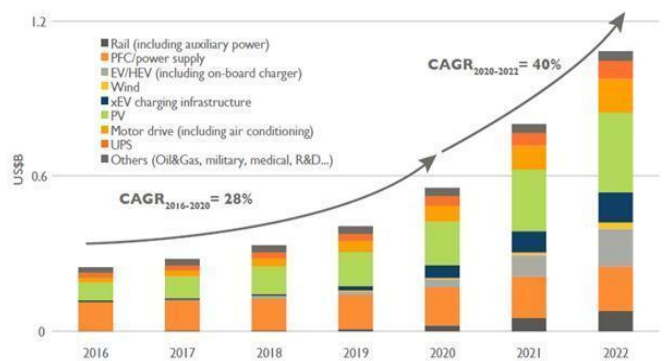
因此随着新能源车的发展，碳化硅器件性能上的优势将推进碳化硅器件市场规模的扩张，也将促使更多的功率半导体企业将目光聚焦在碳化硅器件上。

图 40：按应用细分的射频 GaN 市场



资料来源：Yole，国元证券研究中心

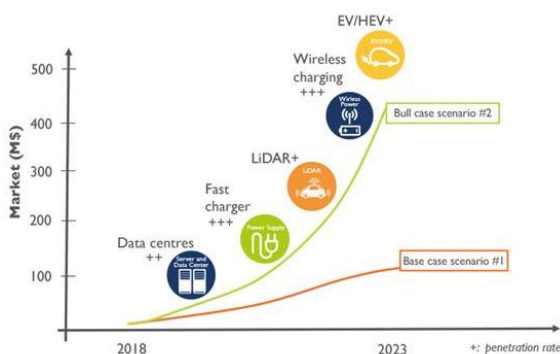
图 41：2016~2022 年按应用细分的 SiC 功率器件市场预测



资料来源：Yole，国元证券研究中心

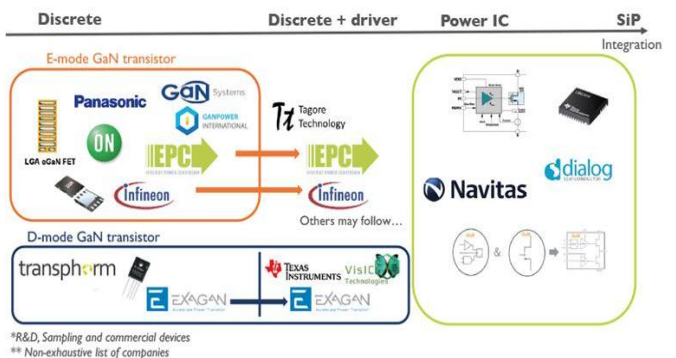
随着 5G 建设和逐步商用，GaN 市场迎来高速发展。Yole 预计到 2023 年射频 GaN 的市场规模将大幅扩张 3.4 倍达 13 亿美元，2017~2023 的年复合平均成长率 CAGR 为 22.9%。2016 年全球 GaN 器件市场规模 165 亿美元，到 2023 年将达到 224.7 亿美元。同时 Yole 预计全球 SiC 功率半导体市场将从 2017 年的 3.02 亿美元成长至 2023 年的 13.99 亿美元，2017~2023 年的市场规模年复合成长率(CAGR)为 29%，推动力来自混合动力及电动汽车、电力和光伏(PV)逆变器等方面的需求。

图 42：GaN 功率器件应用场景



资料来源：Yole，国元证券研究中心

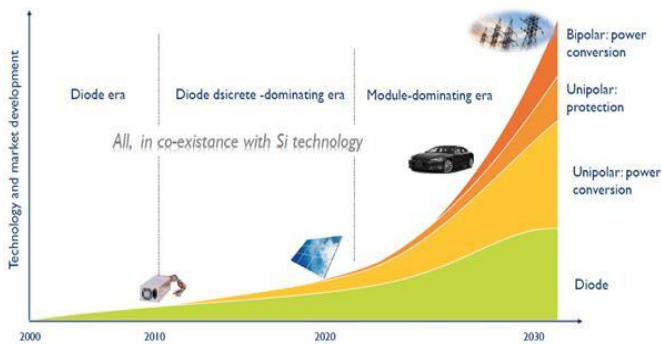
图 43：功率 GaN 集成技术路线图



资料来源：Yole，国元证券研究中心



图 44: SiC 功率半导体市场驱动力发展路线图



资料来源: Yole, 国元证券研究中心

图 45: SiC 功率器件发展概况

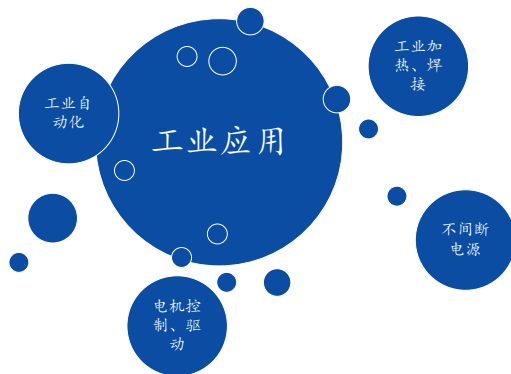


资料来源: 日立功率半导体, 国元证券研究中心

## 2.2 制造业升级, 工业自动化促进功率半导体需求稳步增长

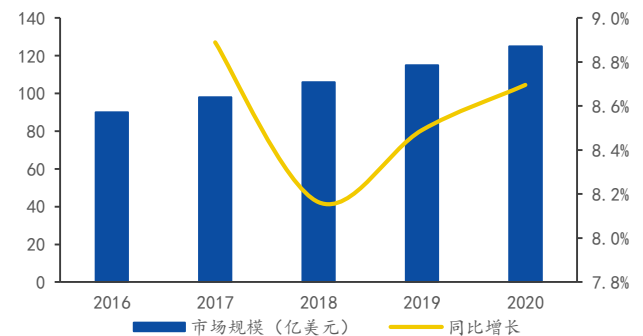
工业领域是功率半导体的支柱领域之一, 拥有着庞大的功率半导体市场。根据中商产业研究院的数据, 全球的工业功率半导体的市场规模在 2017 年为 98 亿美元, 并将在 2020 年达到 125 亿美元, 且增长速度十分稳定, 均维持在 8% 左右。功率半导体在工业领域, 主要发挥着控制电压、电流和变频的作用。

图 46: 功率半导体市场应用



资料来源: 英飞凌, 国元证券研究中心

图 47: 全球工业功率半导体市场规模



资料来源: 中商产业研究院, 国元证券研究中心

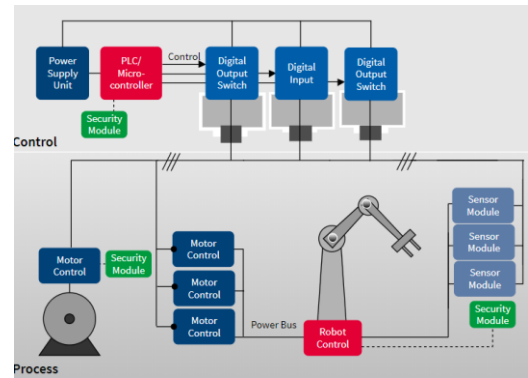
2013 年德国提出了工业 4.0 的高科技计划, 也被称为第四次工业革命。其核心在于是智能集成感控系统, 可以主动排除生产障碍, 此外在中国制造升级以及美国制造业振兴计划中, 也都重点强调了这一点。可见高度自动化以及智能化将会是现在以及未来世界工业发展的核心所在。而功率半导体则是实现自动化中不可缺少的一块, 从控制到加工, 都离不开安全、高效的功率 IC 以及传感器。因而世界范围内政策上的扶持将会增大对功率半导体的需求, 从而扩大功率半导体的市场。

图 48：四次工业革命



资料来源：三星，国元证券研究中心

图 49：工业自动化系统图



资料来源：英飞凌，国元证券研究中心

## 2.3 家居市场变频化智能化提升功率半导体需求

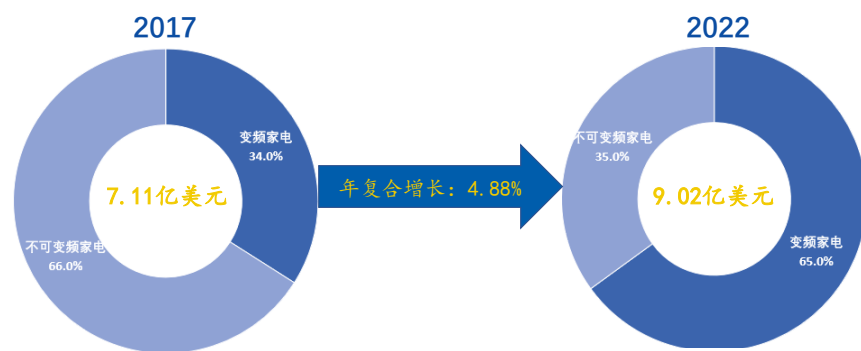
消费类电子也是功率半导体器件供应的重要领域。除了传统手机产品，家用电器产品如电视机、电脑、冰箱、空调、照明等均开始步入节能降耗的时代，变频家电以及智能家居则是当下最为热门的概念。

### 2.3.1 变频家电更优能耗，市场快速增长

相对于传统的家电产品，变频家电产品在能效、性能及智能控制等方面有明显的先天优势，主要应用于空调、微波炉、冰箱、热水器等耗电较大的电器。例如，变频冰箱其冻能力比普通冰箱提高 20%，节能比普通冰箱提高 40% 左右，而噪音则降低了 2~3dB。

变频家电的市场前景广阔。根据 IHS 的数据，2017 年全球家用电器销量约 7.11 亿台，其中可变频家电数量为 2.44 亿台，占比为 34%。预计到 2022 年可变频家电销售量将达到 5.85 亿台，占比达到 65%。

图 50：变频家电市场规模



资料来源：IHS，国元证券研究中心

英飞凌的数据显示从不可变频家电到变频家电，单位家电中的半导体价值从\$0.79 增长到\$10.67，且绝大部分的增加价值均属于功率半导体，因此全球家用电器变频化也将推动家电领域功率器件的发展。

### 2.3.2 智能家居逐步普及激发功率半导体系统化解方案需求

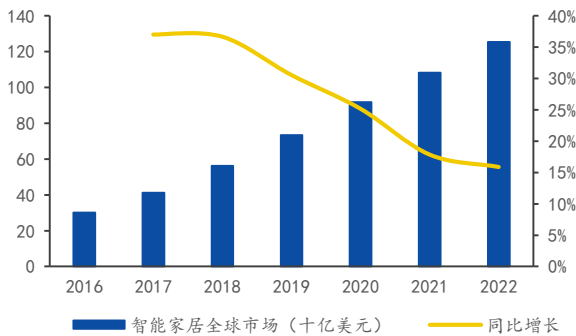
图 51：智能家居示意图



资料来源：意法半导体，国元证券研究中心

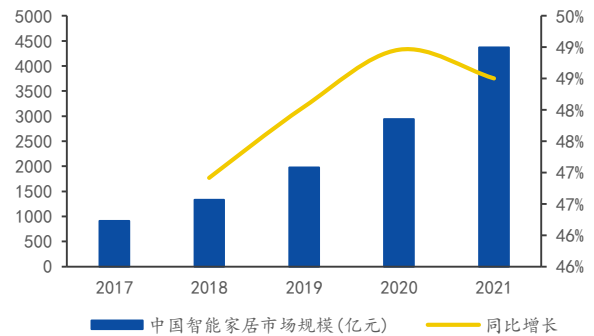
智能家居是物联网的朝阳产业，它通过物联网技术将家中的各种设备（如音视频设备、照明系统、窗帘控制、空调控制、安防系统、网络家电等）连接到一起，提供家电控制、照明控制、电话远程控制、室内外遥控、防盗报警、环境监测、暖通控制、红外转发等多种功能和手段。与普通家居相比，智能家居不仅具有传统的居住功能，兼备建筑、网络通信、信息家电、设备自动化，提供全方位的信息交互功能。但要做到“智能”，就需要配备合适的功率半导体解决方案的设备和系统，它们使得智能家居的各个器件能够准确的收集实时数据并做出及时相应。

图 52：智能家居全球市场规模



资料来源：ABI 市场数据，国元证券研究中心

图 53：智能家居中国市场规模



资料来源：中国产业信息网，国元证券研究中心

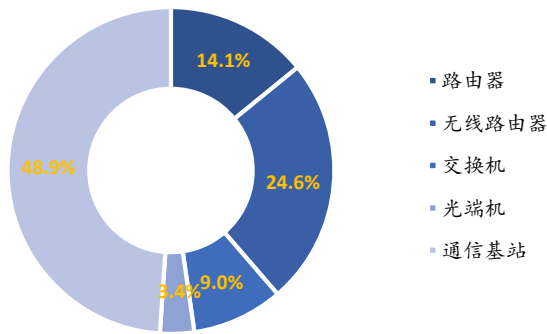
根据 ABI 市场数据的研究预测，全球智能家居市场规模将从 2016 年的 \$300.2 亿美元增长到 2022 年的 1254 亿美元，年复合增长率达到 25%。而在中国，智能家居的渗透率仅仅占据 0.1%，远远落后于美国 (5.8%) 等发达国家。但随着经济的增长以及国民对生活质量要求的不断提高，智能家居在中国将会获得迅速发展。根据中国产业信息网的分析，预计在 2020 年，中国的智能家居渗透率将达到 0.5%，且整体的总市场规模也将超过千亿规模。

## 2.4 5G 通讯建设和设备升级促进大量功率半导体需求

通讯行业也是功率半导体行业的一大终端市场，常规应用包括信号基站、交换机、光端机、路由器等。其中信号基站占据半壁江山。

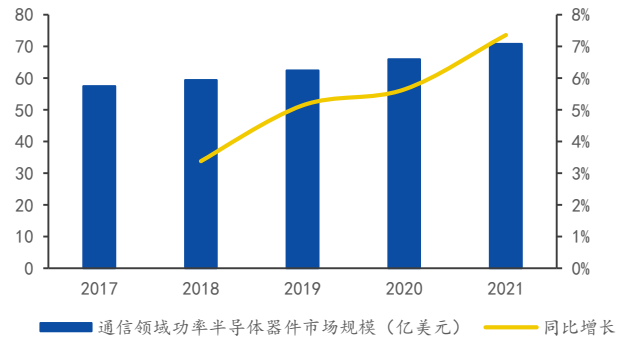
5G 通信对功率半导体的刺激作用主要在两个方面，一方面是 5G 是高流量数据处理，5G 基站能耗是 4G 基站的 3 倍，本身 5G 时代的基站建设带来更多的电源管理需求，从而刺激功率半导体的需求；另一方面是 5G 时代相应消费电子设备如手机对功率半导体的需求有显著增长，PA 单机数量增加会促进砷化镓功率器件需求，5G 手机端大数据流也将推动手机电源管理 IC 的需求。5G 的核心技术 Massive MIMO 中，对由功率 MOSFET 构成的射频器件的需求量大大提升。据中国产业信息研究院的数据，通讯功率半导体市场将从 2017 年的 57.45 亿美元上升到 2021 年的 70.81 亿美元。增速也从 3.38% 增长至 7.35%。当前 5G 正处于建设阶段并将逐步商用，相较于 4G，数据传输速率和延迟均有着更高的要求，这强有力的推动了通讯领域功率半导体的发展。

图 54：通讯领域功率半导体行业构成



资料来源：中国产业信息研究院，国元证券研究中心

图 55：通讯领域功率半导体器件市场规模



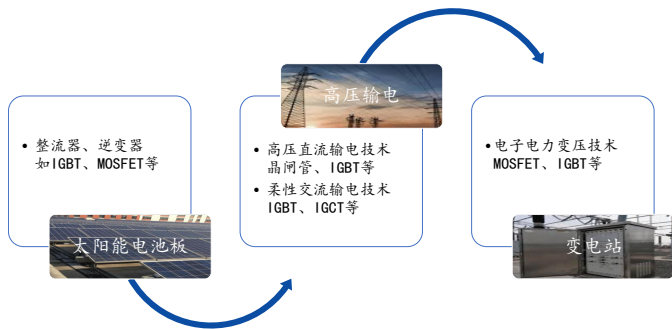
资料来源：中国产业信息研究院，国元证券研究中心

## 2.5 智能电网和光伏发电进一步推动功率半导体发展

功率半导体在新能源领域也有较多应用，例如光伏发电和智能电网。具体而言，在发电过程中，光伏电池板产生的电流产生的是直流电，而由于太阳光强弱会改变等特性，其产生电流也往往不稳定，无法直接输送入电网之中，因此需要有 MOSFET、IGBT 参与的整流器、逆变器。而在电流传输过程之中，如采用高压直流输电，则需要大功率晶闸管、大功率 IGBT 等功率器件，而采用柔性交流输电技术也需要大量使用 IGBT 等功率半导体器件。而在进入家庭之前，需要将高压电降至家用电压，而功率半导体更是电力电子变压的关键器件。在风力发电过程之中，同样也大量的需要功率半导体。

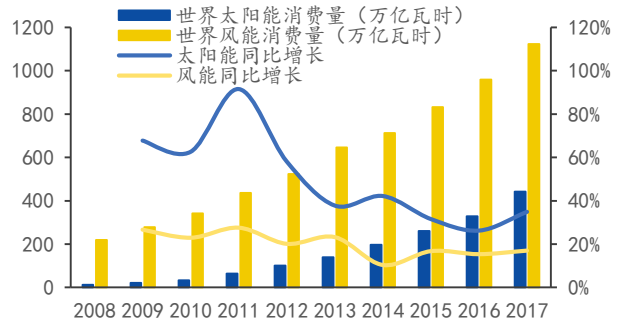
智能电网具备可靠、自愈、经济、兼容、集成和安全等特点。基于半导体技术与电力技术的融合，其增强了电网的灵活性和可靠性，是智能电网的先进控制和调节手段。传统的机械式控制手段，响应速度慢、不能频繁动作、控制功能离散，而大功率电力电子器件作为智能电网的核心部件具有更强、更快、更有效的功能特点，最终使得智能电网实现电力高效节能的传输。

图 56：光伏发电流程



资料来源：安森美，国元证券研究中心

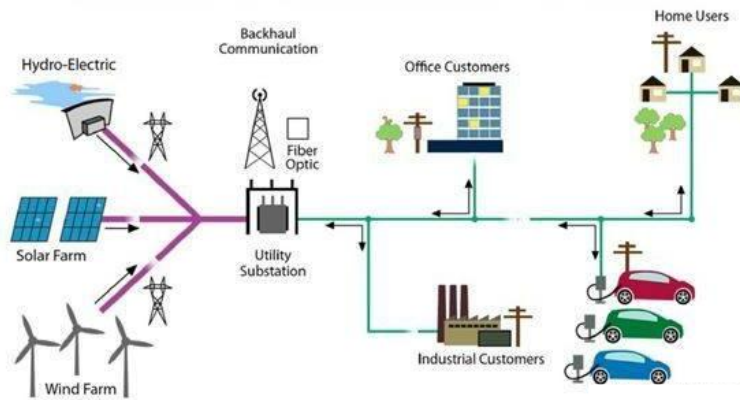
图 57：全球光伏和风力发电消费量（万亿千瓦时）



资料来源：Wind，国元证券研究中心

传统能源消耗对地球造成不可逆的破坏，因而新型能源越来越受重视，近些年新能源市场发展快速，从全球范围来看，风能太阳能发电增长都十分稳定和快速。风力发电消费量从 2008 年的 219.12 亿千瓦时增长到了 2017 年的 1122.7 亿千瓦时，年复合增长率达到 17.7%；光伏发电从 2008 年的 12.22 亿千瓦时增长到 2017 年的 442.64 亿千瓦时，年复合增长率更是超过了 43%。

图 58：智能电网架构示意图



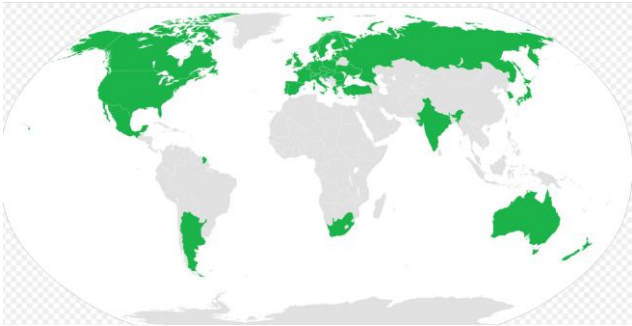
资料来源：eeWorld，国元证券研究中心

### 3. 产业政策护航，功率半导体是中国“芯”的最好突破口

#### 3.1 发达国家对中国技术封锁由来已久，中国芯自主可控势在必行

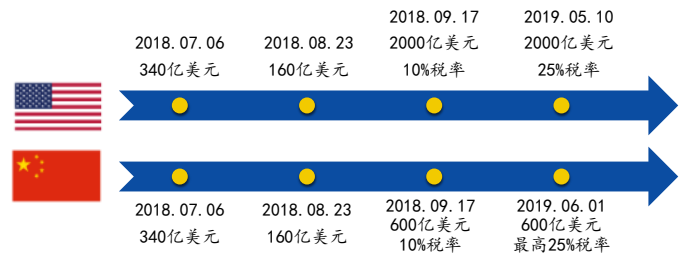
《瓦森纳尔协定》允许成员国在自愿的基础上对各自的技术出口实施控制，但实际上成员国在重要的技术出口决策上受到美国的影响，中国、伊朗、利比亚等均在这个被限制的国家名单之中。在中美高技术合作方面，美国总是从其全球安全战略考虑，并以出口限制政策为借口，严格限制高技术向中国出口。美日欧等国家在高端技术领域对中国进行了严密的封锁，其中包括部分高技术功率半导体器件，例如抗辐照 MOSFET、宽带大功率高频氮化镓功率管。

图 59: 瓦森纳协定缔约国



资料来源: Wikipedia, 国元证券研究中心

图 60: 中美贸易战逐渐升温



资料来源: 公开资料整理, 国元证券研究中心

2019年, 特朗普宣布将华为纳入出口管制“实体名单”, 美国将全方位对华为进行技术禁运, 根据2018年底华为公布的92家核心供应商名单, 美国有33家, 主要为半导体和软件公司; 而随着中美贸易战的不断升级, 除去美国公司外, 部分欧美公司受25%材料或技术来源于美国影响也被迫中止合作。核心芯片的缺失导致大陆半导体产业链面临“卡脖子”风险, 关乎国家战略安全, 我国半导体国产化之路势在必行, 对应的国内半导体企业也将迎来发展良机。

### 3.1.1 应对技术封锁, 大陆积极出台政策支持产业技术突破

为了打破西方国家的技术封锁, 中国陆续出台了多项政策以支持半导体行业的发展。早在1988年, 国家科技部组织实施了“火炬计划”以充分发挥中国科技力量的优势与潜力来促进中国高新技术的发展, 扶持了诸如“台基股份”、“泰科天润”等功率半导体公司的发展壮大。2006年国务院在《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》中提出《极大规模集成电路制造技术及成套工艺》项目, 因次序排在国家重大专项所列16个重大专项第二位, 在行业内被称为“02专项”, 其目标为在集成电路相关技术上缩小与世界先进水平的差距。02专项提出至今已经有十多年, 项目支持了许多企业功率半导体技术的发展。

表 7: 集成电路产业主要政策 (一)

时间	相关部门	政策	政策扶持要点
2018	财政部、工信部、发改委	《关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知》	对于符合不同要求的集成电路生产企业将享受不同程度的企业所得税减半征收政策。
2017	科技部	《国家高新技术产业开发区“十三五”发展规划》	优化产业结构, 推进集成电路及专用装备核心技术突破和应用。
2016	发改委、工信部	《信息产业发展指南》	着力提升集成电路设计水平; 建成技术先进、安全可靠的集成电路产业体系; 重点发展12英寸集成电路成套生产线设备。
2016	能源局	《电力发展“十三五”规划》	提高功率半导体器件的水平以推进直流高压输电、柔性交流输电、大容量断路器、直流断路器等技术。
2016	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	建设国家级功率半导体研发中心; 大力发展国产IGBT行业、促进SiC和GaN器件的研发应用。

资料来源: 前瞻产业研究院, 国元证券研究中心

**表 8：集成电路产业主要政策（二）**

时间	相关部门	政策	政策扶持要点
2016	国务院	《“十三五”国家信息化规划》	大力推进集成电路创新突破。加大面向新型计算、5G、智能制造、工业互联网、物联网的芯片设计研发部署，推动 32/28nm、16/14nm 工艺生产线建设，加快 10/7nm 工艺技术研发。
2016	财政部、发改委、工信部	《关于软件和集成电路产业企业所得税优惠政策有关问题的通知》	规定了集成电路设计企业可享受一定的所得税减免政策
2015	科技部	《科技部重点支持集成电路重点专项》	“核心电子器件、高端通用芯片及基础软件产品”和“极大规模集成电路设备制造及成套工艺”列为国家重点科技专项
2015	国务院	《中国制造 2025》	将轨道交通、电力设备、新能源等列为突破发展的重点领域；对核心器件功率半导体的性能提出更高需求。
2014	工信部	《国家集成电路发展推进纲领》	为半导体设计、制造、封装等各个核心环节顶下了发展方向与重点；设立国家集成电路产业投资基金。

资料来源：前瞻产业研究院，国元证券研究中心

在 2016 年国家提出“十三五”规划并系统阐述了对集成电路产业的政策支持以及目标之后，行业发展明显提高到了一个新的地步。**各地方政府也积极响应**，因地制宜地提出了地方性的集成电路产业发展纲要。

**表 9：集成电路产业省级地方政策**

省市	政策
北京	《北京市加快科技创新发展集成电路产业的指导意见》
浙江	《浙江省进一步加快集成电路产业发展的实施意见》
上海	《关于本市进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》
河南	《河南省电子信息产业转型升级行动计划（2017-2020 年）》
广东	《广东省战略性新兴产业发展“十三五”规划》
河北	《河北省工业转型升级“十三五”规划》
湖南	《湖南省“十三五”科技创新规划》
云南	《云南省信息产业发展规划（2016-2020 年）》
陕西	《陕西省“十三五”战略性新兴产业发展规划》
甘肃	《甘肃省“十三五”工业转型升级规划》
湖北	《湖北省集成电路产业发展行动方案》
福建	《福建省“十三五”战略性新兴产业发展专项规划》
江西	《江西省电子信息制造业三年行动计划（2016-2018 年）》
江苏	《省政府关于加快全省集成电路产业发展的意见》
安徽	《安徽省人民政府办公厅关于加快集成电路产业发展的意见》
重庆	《重庆市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》
辽宁	《辽宁省科学和技术发展“十三五”规划》
吉林	《中国制造 2025 吉林实施纲要》
山东	《山东省“十三五”战略性新兴产业发展规划》

资料来源：观研天下、国元证券研究中心

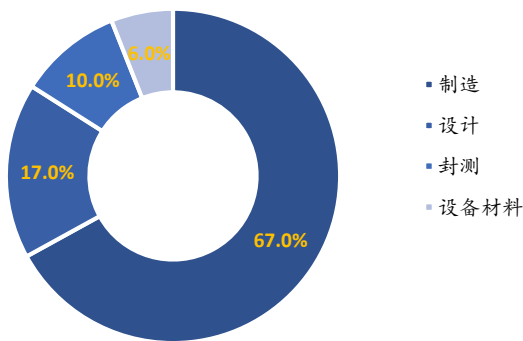
### 3.1.2 集成电路大基金为产业公司注入新鲜血液，助力企业长期发展

2014年6月，国务院颁布了《国家集成电路产业发展推进纲要》，提出设立**国家集成电路产业基金**（简称“大基金”），将半导体产业新技术研发提升至国家战略高度。

大基金一期（2014.09-2018.05）已经投资完毕，**总投资额达到1387亿元**，累计决策投资项目达到70个左右，涉及公司52家，投资范围涵盖集成电路产业上、下游各个环节。其中，**集成电路制造占67%，设计占17%，封测占10%，装备材料占6%**。受政策扶持影响，集成电路制造业进入高速增长阶段。

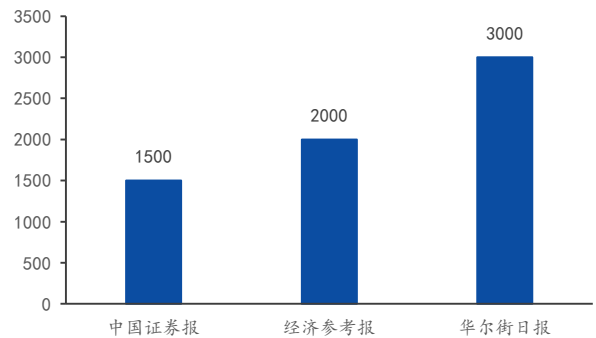
大基金二期也已进入募资阶段，据主流媒体报道**二期规模会超过一期，达到1500亿元以上**，中国证券报称二期募资将超过1500亿人民币；经济参考报预计二期目标是募集1500亿-2000亿元；华尔街日报则预计二期募集将达474亿美元，合计人民币约3000亿。产业大基金政策的扶持将继续为集成电路产业的发展注入强大的动力。

图 61：大基金一期产业链的投资额占比



资料来源：中国产业信息研究院，国元证券研究中心

图 62：大基金二期募资规模预期（亿元）



资料来源：公开资料整理，国元证券研究中心

在功率半导体领域，大基金也进行布局支持产业发展。2016年2月3日，杭州士兰微发布公告，公司将与国家集成电路产业投资基金股份有限公司共同投资建设8英寸芯片生产线，共增资8亿元，公司增资2亿，大基金增资6亿。此外三安光电控股股东三安集团与大基金签订了股份转让协议，截至2019年一季度，大基金持有三安光电股份比例11.3%，为公司第二大股东。大基金投资范围涵盖产业链上下游，功率半导体作为其中一个重要分支也获得产业基金的支持。

表 10：国家集成电路产业大基金一期投资标的

业务领域	被投资企业
设计领域	紫光展讯、中兴微电子、艾派克、湖南国科微、北斗星通、深圳国微、盛科网络、硅谷数模、芯原微电子
晶圆领域	中芯国际、长江存储、华力、士兰微、三安光电、耐威科技
封测领域	长电科技、通富微电、华天科技、中芯长电
装备领域	中微半导体、沈阳拓荆、长川科技、上海睿利、北方华创
材料领域	上海硅产业集团、江苏鑫华半导体、安集微电子、烟台德邦
基金领域	地方子基金(北京、上海)、龙头企业子基金(芯动能、中芯聚源、安芯基金)、绩优园队子基金(武岳峰、鸿泰、盈富泰克)、芯鑫融资租赁

资料来源：TrendForce，集微网，国元证券研究中心



除国家集成电路产业投资基金外，多个省市也相继成立或准备成立集成电路产业投资基金，目前包括北京、上海、广东等在内的十几个省市已成立专门扶持半导体产业发展的地方政府性基金。截止 2019 年 5 月，由大基金撬动的地方集成电路产业投资基金已达 5836 亿元。

2017 年 12 月，士兰微与厦门海沧区政府签署了《战略合作框架协议》，士兰微与厦门半导体投资集团有限公司共同投资（即厦门地方投资基金）220 亿元，规划建设一条特色芯片生产线与一条先进化合物半导体器件生产线。前者着重于功率半导体芯片以及 MEMS 传感器；后者则定位在第三代功率半导体、光通讯器件、高端 LED 芯片等。

**表 11：截至 2019 年 5 月地方集成电路产业投资基金汇总**

地区	时间	规模	用途
北京	2013.12	300 亿	投资集成电路设计、制造、封装、测试、核心装备等关键环节
天津	2014.2	2 亿/年	集成电路设计产业
安徽	2014.11	2.5 亿	半导体和电子信息产业
广东	2015.7	5 亿/年	市级实验室、重点实验室、工程研究中心等研发
江苏	2015.7	10 亿	集成电路设计、芯片生产线、先进封装测试
湖北	2015.8	300 亿	集成电路设计、兼顾设计、封装等上下游产业链
深圳	2015.10	200 亿	存储器
合肥	2015.10	100 亿	集成电路产业投资基金
贵州	2015.12	18 亿	推动贵州省集成电路产业快速发展
上海	2016.1	500 亿	100 亿元设计业并购基金、100 亿元装备材料业基金、300 亿元制造业基金
厦门	2016.3	160 亿	培育一批符合厦门产业发展方向的标杆企业
湖南	2016.3	50 亿	首期基金规模 2.5 亿元，目标规模 50 亿元
四川	2016.3	100-120 亿	扶持壮大四川优势的集成电路相关企业
辽宁	2016.5	100 亿	集成电路产业基金，目标 100 亿，首期募集 20 亿元
广东	2016.6	150 亿	集成电路设计、制造、封测及材料装备等产业链重大创新项目
陕西	2016.8	300 亿	集成电路制造、封装、测试、核心装备等产业关键环节的重点项目投资
南京	2016.12	500-600 亿	推动南京集成电路产业发展
无锡	2017.1	200 亿	重点聚焦、培育若干个国内外知名集成电路龙头企业，扶持一批中小集成电路企业
昆山	2017.2	100 亿	引导社会资本、产业资本和金融资本等投向集成电路产业
安徽	2017.5	300 亿	重点投资集成电路晶圆制造、设计、封测、装备材料等全产业领域
青岛	2017.11	30 亿	山东第一个半导体产业基金
厦门	2018.4	500 亿	重点投资集成电路产业，通过母基金引导社会资本、产业资本、金融资本等
南京	2018.7	67 亿	追加资金，预计撬动 200 亿美元社会资本，进一步打造“芯上南京”集成电路产业地标
重庆	2019.1	50 亿	人工智能、智能制造、新材料等诸多领域
宁波	2019.4	20 亿	集成电路芯片制造，兼顾芯片设计、封装测试、设备和材料等产业
嘉兴	2019.5	10 亿	芯片设计、封装测试、材料设备

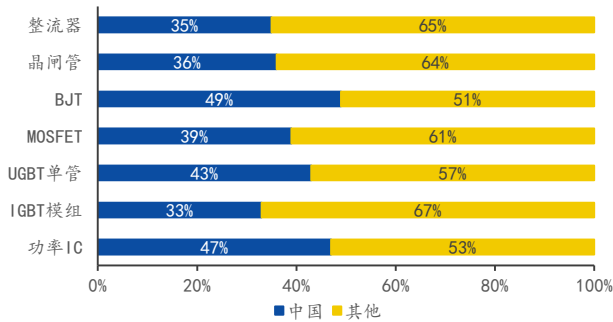
资料来源：中国半导体行业协会，前瞻产业研究院，国元证券研究中心

### 3.2 功率半导体是国产芯片最好的突破口

#### 3.2.1 功率半导体潜在市场期待本土化

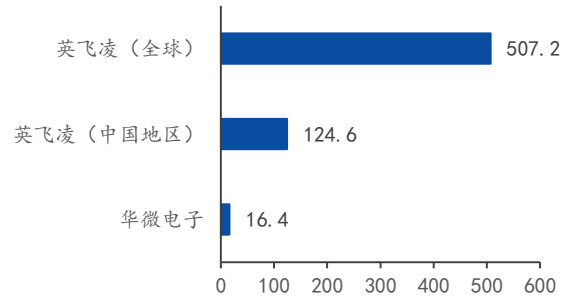
中国是全球最大的半导体消费国，但各类半导体器件和芯片的自给率低。大陆地区虽然已诞生数家功率半导体企业，但产品主要集中在中低端领域，各类功率半导体器件和功率 IC 的国产化率不足 50%。

图 63：2017 年大陆功率半导体国产化程度



资料来源：Yole，国元证券研究中心

图 64：2017 年中国与国际功率半导体厂商对比（亿元）



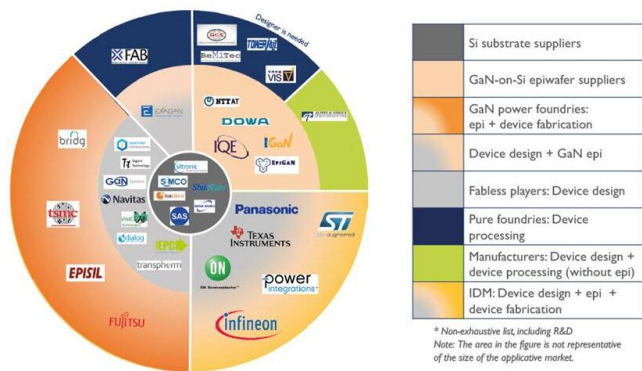
资料来源：基业常青，国元证券研究中心

尽管大陆功率半导体市场需求占全球市场约 40%，但国际巨头占据国内市场绝大部分份额，全球市占率靠前的企业中并没有来自本土。2017 年全球营收规模最大的功率半导体厂商英飞凌在中国实现的营收是国内半导体厂商华微电子的 8 倍。Yole 数据显示 2017 年大陆功率半导体产品国产化率均低于 50%，进口可替代空间巨大。随着中兴华为事件的持续，下游国产厂商对功率半导体国产替代意愿明显，这将有利于国产功率半导体厂商更容易进入下游客户的产品验证。

#### 3.2.2 新一代半导体材料初步发展，中国企业已开始布局

自从 1957 年第一个硅二极管问世以来，硅材料由于其稳定的性质、制取方法简单、低廉的成本等因素，迅速成为功率半导体核心材料，但硅器件性能已经逐渐接近其物理极限。但随着科技的发展，轨道交通、智能电网对功率半导体提出了更高耐压的需求，工业控制、5G 设备则需要更高的响应频率。

图 65：2018 年功率 GaN 产业链全景



资料来源：Yole，国元证券研究中心

图 66：SiC 二极管产业链图

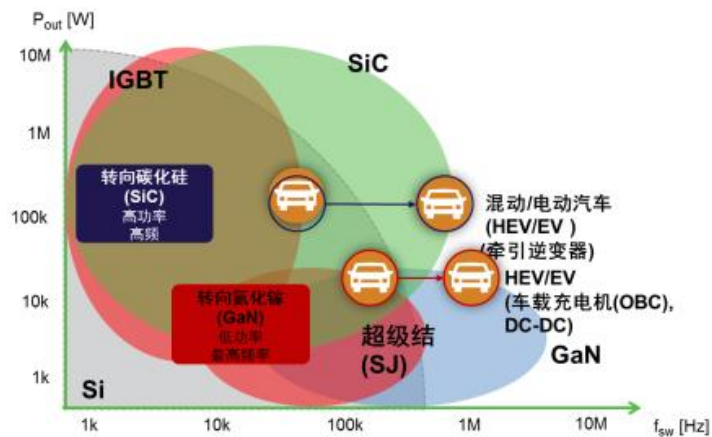


资料来源：基业常青，国元证券研究中心

第三代半导体材料可以满足现代社会对高温、高功率、高压、高频以及抗辐射等新要求，且其拥有体积小、污染少、运行损耗低等经济和环保效益，因此第三代半导体材料正逐步成为发展的重心。当前主流的第三代半导体材料为碳化硅与氮化硅，前者多用于高压场合如智能电网、轨道交通；后者则在高频领域有更大的应用（5G 等）。功率半导体市场主体被国外公司主导，在新一代半导体材料上国内公司也已取得一定成就，正在积极追赶。

在碳化硅方面，国内公司已经逐步形成完整产业链，可以生产新一代的碳化硅功率半导体；在氮化镓方面，国内目前诸多高等院校、研究机构、公司厂商，已经进行了大量研究，拥有大量的专利技术；在氧化锌方面，国内已经成功生长出近两英寸的单晶片，处于世界领先水平。

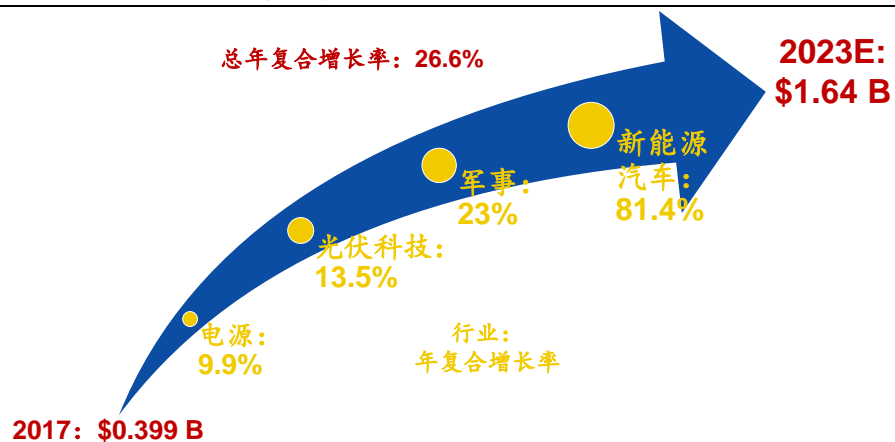
图 67：SiC、GaN、Si 适用领域



资料来源：安森美，国元证券研究中心

作为第三代半导体的代表材料，碳化硅市场发展迅速。据 IHS 数据，2017 年的碳化硅市场总量为 3.99 亿美元，而在 2023 年将会达到 16.44 亿美元，年复合增长率达到 26.6%。其中，发展最大的是新能源汽车领域，年复合增长率达到了惊人的 81.4%。

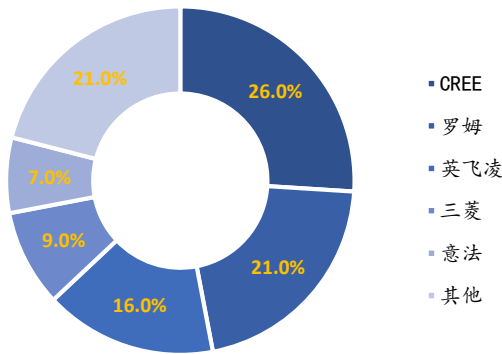
图 68：SiC 相关行业发展预期



资料来源：IHS，国元证券研究中心

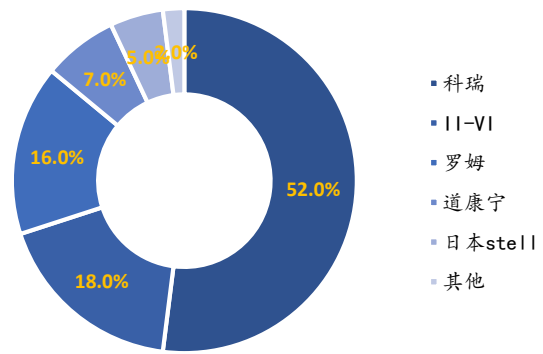
从二十世纪九十年代开始，碳化硅材料开始进入市场化。Cree 上世纪末就开始进行碳化硅的研发工作，并在世界各国申请了多项专利，造成技术上的垄断，制约了其他公司的发展；罗姆半导体从 2000 年开始对碳化硅技术的研究，并在 2009 年收购了 SiCrystal；英飞凌拥有雄厚的资本优势，这导致目前碳化硅市场主要由这三家把控。而碳化硅晶圆市场，则更是几乎由科瑞、罗姆半导体、II-VI 国际公司垄断。

图 69：2017 年碳化硅器件市场格局



资料来源：Yole, 国元证券研究中心

图 70：2017 碳化硅晶圆市场格局



资料来源：Yole, 国元证券研究中心

在国内如扬杰科技、中车、中电 13 所等公司及研究机构也加大对碳化硅器件的研究，逐步打破国外公司的封锁，目前也已经形成完整的碳化硅产业链——即上游衬底、中游外延片、下游器件制造。

表 12：国内碳化硅产业主要公司

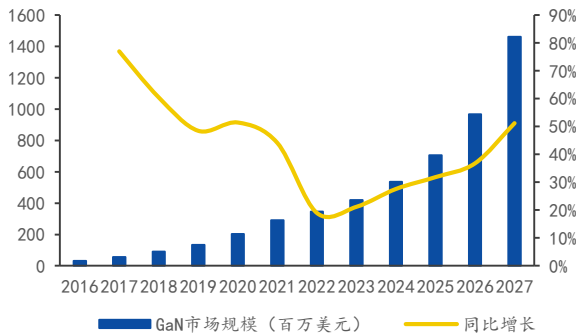
厂商	产业链地位	主要成就
山东天岳	单晶衬底	量产四英寸单晶衬底，独立自主开发 6 英寸衬底技术
天科合达	单晶衬底	国内首家建立完成碳化硅生产线、实现碳化硅晶体产业化的公司，量产 2-4 英寸晶片
河北同光	单晶衬底	4 英寸及六英寸导电性、半绝缘碳化硅衬底；其中 4 英寸衬底已达世界先进水平
瀚天天成	外延片	形成 3 英寸、4 英寸以及 6 英寸的完整碳化硅半导体外延晶片生产线
天域半导体	外延片	3 英寸、4 英寸以及 6 英寸的碳化硅外延晶片
中电 2/13/55 所	器件/模块/IDM	量产高纯碳化硅材料、高纯半绝缘晶片；实现 4-6 寸碳化硅外延片、芯片设计制造、模块封装的完整产业链；
中车时代	器件/模块/IDM	国内首家 6 英寸碳化硅生产线；实现碳化硅二极管和 MOSFET 工艺
世纪金光	器件/模块/IDM	集半导体单晶材料、外延、器件、模块的研发、设计、生产与销售于一体，贯通了第三代半导体全产业链。
泰科天润	器件/模块/IDM	建成国内第一条完整的 4~6 寸碳化硅器件量产线，可在碳化硅外延上实现半导体功率器件的制造工艺。

资料来源：水木清华研究中心，公司官网，国元证券研究中心

与碳化硅相比，氮化镓适用于超高频功率器件领域，氮化镓器件最高频率超过  $10^6$  Hz，功率在 1000W 左右，开关速度是碳化硅的四倍。但氮化镓目前尚处于起步阶段，市

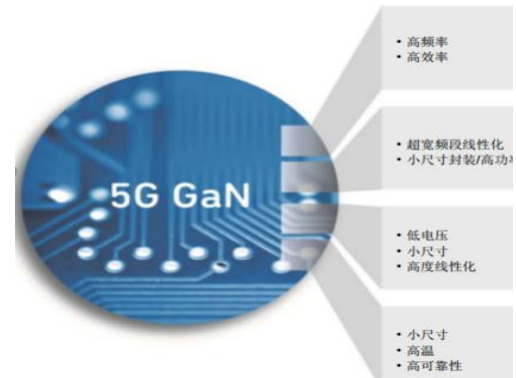
场规模较小。但随着 5G 时代的到来、无线充电技术的兴起、电网对输电性能要求提高将给予氮化镓功率器件市场爆炸式增长。IHS 预测，在 2018 年，氮化镓功率器件市场规模约为 9000 万美元，但在 2027 年时，将会突破 10 亿美元。

图 71: GaN 市场规模



资料来源: IHS, 国元证券研究中心

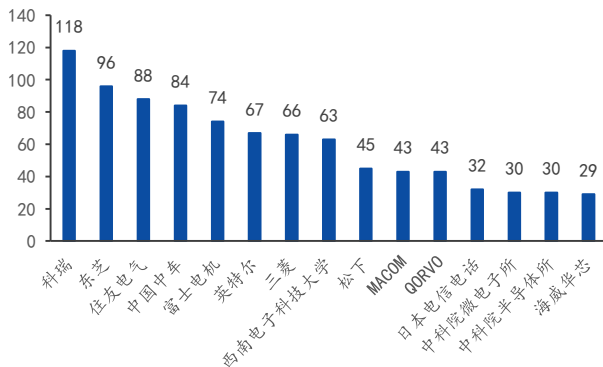
图 72: GaN 在 5G 中优势



资料来源: QORVO, 国元证券研究中心

氮化镓处于刚刚起步状态，市场格局尚不明朗。但可以根据研究机构、公司拥有氮化镓的专利情况去预测。根据 Knowmade 的数据，截止 2018 年底，全球氮化镓专利族拥有数量最多的依旧是科瑞、东芝这些国际厂商，但中国企业也已占据一席之地：中国中车排名第四，西南电子科技大学排名第八，前五名中共有五家中国机构。而在纳入了专利的技术含量、实用性等性能的考量之后，根据 Yole 的数据，中国企业依旧占据一席之地。

图 73: GaN 专利数量



资料来源: Knowmade, 国元证券研究中心

图 74: GaN 专利综合情况



资料来源: Yole, 国元证券研究中心

除在专利技术上紧跟世界前沿外，从单晶衬底、晶圆代工，到外延片技术，在到功率器件或者射频器件的生产等环节，中国企业也已开始了全产业链的布局。

在产业链之中，国内不少公司也掌握着较为独到的技术，如纳维科技是国际上为数不多能批量提供 2 英寸氮化镓单晶产品的单位；士兰微也即将具备 8 英寸氮化镓功率器件制造技术；三安光电更是早早就布局新一代半导体材料技术，目前是国内唯一一家有能力批量制造氮化镓外延和芯片的企业。

**表 13：国内 GaN 产业链主要公司**

厂商	产业链地位	主要成就
纳维科技	单晶衬底	实现了 2 英寸氮化镓单晶衬底的生产、完成了 4 英寸产品的工程化技术开发、突破了 6 英寸的关键技术，现在是国内唯一一家、国际上少数几家之一能够批量提供 2 英寸氮化镓单晶产品的单位。
东莞中镓	单晶衬底	建成国内首家专业的氮化镓 (GaN) 衬底材料生产线，制备出厚度达 1100 微米的自支撑 GaN 衬底，并能够稳定生产。
苏州晶湛	外延片	生产氮化镓外延片，应用于微波射频和电力电子领域；可提供 6 英寸、8 英寸硅基氮化镓晶圆材料
聚能晶源	外延片	从事氮化镓外延片的设计、开发、生产，成功研制了 8 英寸硅基氮化镓外延晶圆
世纪金光	外延片	集半导体单晶材料、外延、器件、模块的研发、设计、生产与销售于一体，贯通了第三代半导体全产业链。
英诺塞克	射频器件	拥有国内首条 8 英寸硅基氮化镓生产线
中晶半导体	射频器件	以 GaN 衬底为基础，重点发展 Mini/MicroLED 外延、芯片技术，并向新型显示模组方向延展
三安集成	射频器件	具备衬底材料、外延生长、以及芯片制造的产业整合能力，拥有大规模、先进制程能力的 MOCVD 外延生长制造线。
苏州能讯	射频器件	中国第一家氮化镓电子材料与器件工厂，拥有专利 280 项，拥有全套自主知识产权的氮化镓电子器件设计、制造技术。
江苏能化	功率器件	8 条 6 英寸以上的外延片生产线和一条完整的功率器件工艺生产线，主要生产以氮化镓为代表的复合半导体高性能晶圆及其功率器件、芯片和模块
江苏华功	功率器件	由北京大学、中山大学提供技术支持，致力于硅基氮化镓功率电子产业化实现 6 英寸 650 伏硅基氮化镓外延片的量产；拥有世界先进水平的 650 伏硅基氮化镓功率器件产品
大连芯冠	功率器件	国内第一家专注于氮化镓功率器件研发和制造的高科技企业，自主研发世界上第一款氮化镓电路保护开关器件
华润微电子	功率器件	拥有 8 英寸硅基氮化镓生产线；生产国内首个 8 英寸氮化镓功率器件产品
士兰微	功率器件	建成 6 英寸硅基氮化镓功率器件生产线。
三安光电	光电器件	中国唯一一家有能力批量制造砷化镓 (GaAs) 和氮化镓 (GaN) 外延和芯片的企业
中蕊光电	光电器件	形成以 GaN 半导体材料科研基地和光电装备生产基地
海威华芯	代工	国内首家提供 6 英寸氮化镓微波集成电的纯晶圆代工企业；已成功突破 6 英寸 GaN 晶圆键合技术。

资料来源：半导体行业观察，国元证券研究中心

氮化铝相较于氮化镓拥有更高的热导率，更容易实现半绝缘；而与碳化硅相比，则晶格失配更小，有效提高器件性能。氧化锌的激子束缚能比其他材料高很多，使得其在室温下更稳定，且激发效率更高，是一种在国防建设与经济上都有重要应用的多功能晶体。氮化铝、氧化锌等第三代半导体材料目前还处于实验室阶段，尚未进入在市场上形成完整产业链。

整体而言，第三代半导体技术尚处于发展状态，还有许多不足之处。以当前运用程度最高的碳化硅为例，其技术上尚有几个缺陷：

- **材料成本过高。**目前碳化硅芯片的工艺不如硅成熟，主要为4英寸晶圆，材料的利用率不高，而Si芯片的晶圆早已经发展到12寸。具体而言，相同规格的产品，碳化硅器件的整体价格达到硅器件的5-6倍。
- **高温损耗过大。**碳化硅器件虽然能在高温下运行，但其在高温条件下产生的高功率损耗很大程度上限制了其应用，这是与器件开发之初的目的相违背的。
- **封装技术滞后。**目前碳化硅模块所使用的封装技术还是沿用硅模块的设计，其可靠性和寿命均无法满足其工作温度的要求。

### 3.2.3 平衡产业链上下游，减少进口依赖

据IBS预测，人们对于电子化智能化生活要求的提高，未来中国半导体市场将进一步扩大，预计在2027年可达5000亿美元，市场前景可期将为国内半导体公司带来发展机遇；但也面临挑战，半导体公司创新技术不足或将面临淘汰。目前国内半导体市场规模占全球41%，而本土半导体产业供应仅为12%，其中包括产业链上游晶圆芯片设计销售占全球11%与产业链下游纯晶圆代工厂的7%。

表 14：功率半导体市场格局及国产化替换机会

产品类型	市场格局	本土企业机会
功率 IC	格局成熟，美国在该领域具有绝对领先优势；欧洲在功率 IC 和功率分立器件方面也都具有较强实力；日本虽然厂商数量众多，但整体市场份额不高。其中功率 IC 下游核心产品——电源 IC 被 TI、Dialog、Qualcomm 以及 Maxim 等企业主宰。	短期内，本土企业尚无优势。
功率二极管	技术成熟、市场进入门槛低，注重的是生产过程和成本的控制。国际最大厂商是 Vishay，2017 年占据 11.71% 市场份额，而后第二至第七大厂商市场份额为 5%-8%，与第一相差不是非常明显，其后厂商市场份额不足 5%，市场份额相对分散。	由于生产工艺技术门槛相对低，大陆人力成本具有优势，本土企业具有一定竞争力，进口替代空间大；自 2014 年起，中国大陆二极管及相关器件出口数量持续超过进口额。
MOSFET	国内厂商主要集中在低压 MOSFET 领域，中高压 MOSFET 主要被国外厂商占据。2017 年英飞凌占据国内近 30% 市场份额；本土士兰微和吉林华微大约占据 2% 和 1.1% 的市场份额。在低压 MOSFET 领域国内落后国外 0.5-1 代，高压落后 1-2 代。	国内厂商潜力大，进口替代的空间巨大；在低压领域有望实现替代。
IGBT	英飞凌、三菱电机、富士电机、德国赛米控四供应商占据全球超过 70% 的市场份额。本土优势企业主要有中国中车、嘉兴斯达、比亚迪、士兰微，但与国际龙头相比，实力还很弱。	在工业控制、白色家电、动车等领域，IGBT 国产化替代潜力大。士兰微已有部分产品进入白电供应链。中车、比亚迪等企业在轨道交通和汽车领域将有所突破。
新一代 SiC	关键技术被国际巨头所垄断，CREE 独占 SiC 晶圆制造市场份额 60% 以上；中游部分，英飞凌、CREE、意法半导体和安森美合计占据 50% 以上 SiC 功率半导体器件市场份额。英飞凌、CREE 和 Rohm 合计占据了全球 SiC 90% 的市场份额。	国内起步时间晚，国内外差距很大；2015 年泰科天润首次实现碳化硅肖特基二极管量产。

资料来源：公开资料整理，国元证券研究中心

我国半导体产业链及不平衡，下游领域我国在应用层面已十分成熟，但在中上游领域远远落后与国际先进水平，这使得本国上游企业无法满足下游领域旺盛的需求，只能大量依赖进口，依赖比例近 90%。**突破技术难关，提升产品质量，实现进口替代**将一直是我国半导体行业发展方向。

### 3.2.4 国产厂商厚积薄发，逐步获得阶段性成果

2017 年中国功率 MOSFET 市场规模 26.39 亿美元，占据全球 67.12 亿元市场规模的 39.3%，中国功率 MOSFET 市场需求量与中国企业供给量存在巨大差距，中国功率 MOSFET 行业存在进口替代空间。

**MOSFET 领域国内厂商在中低端领域逐步实现进口替代。**大陆企业凭借较强成本控制能力在中低端领域逐步打开市场，实现进口替代。MOSFET 领域也有通过外延并购方式获得国际领先厂商先进产能和技术的案例，如原恩智浦标准器件部门被中国资本收购成为独立公司安世半导体，现被上市公司闻泰科技收购。外延方式获得先进厂商是实现大陆功率半导体技术飞跃发展的捷径，但在新国际形势下这种途径无疑变得越发困难，自主创新依旧是中国的必走之路。

**表 15：2017 年中国功率 MOSFET 供应商排名**

排名	公司	2016 (百万美元)	2016 市场份额	2017 (百万美元)	2017 市场份额
1	英飞凌	601	27.20%	710	26.90%
2	安森美	362	16.40%	500	19.00%
3	瑞萨	161	7.30%	186	7.00%
4	东芝	147	6.60%	167	6.30%
5	AOS	104	4.70%	127	4.80%
6	意法半导体	90	4.10%	96	3.60%
7	Vishay	87	3.90%	92	3.50%
8	安世半导体	0	0.00%	85	3.20%
9	美格纳半导体	75	3.40%	84	3.20%
10	士兰微	40	1.80%	65	2.50%
11	Diodes	52	2.40%	57	2.50%

资料来源：IHS，国元证券研究中心

IHS 数据显示，中国功率 MOSFET 供应商排名依旧是英飞凌、安森美、瑞萨等国际先进厂商排名靠前，但也可以乐观的看到国内安世半导体、士兰微等企业上榜，表明国内企业产品已得到市场认可，尤其安世半导体作为前 NXP 旗下部门，已掌握高中低端全系列分立器件和功率器件技术，未来将继续引领国内企业向国际厂商占领的市场发起挑战。

**随着国内的持续研发投入，近几年国内 IGBT 技术发展取得不错的进步，国外厂商垄断状况有所打破，已取得一定的成果：**

- 中车集团的西安永电电气公司生产的 6500V/600A IGBT 功率模块已成功下线，使其成为全球第四个、国内第一个能够封装 6500V 以上电压等级 IGBT 的厂家。
- 华润上华和华虹宏力基于 6 英寸和 8 英寸的平面型和沟槽型 1700V、2500V 和 3300V IGBT 芯片已进入量产。



- 士兰微电子推出了应用于家用电磁炉的 1350V RC-IGBT 系列产品。士兰微电子的 600V 单管 IGBT 产品已经在电焊机和 IPM 领域大规模应用。
- 比亚迪发布车规级 IGBT4.0，电流输出能力较当前市场主流的 IGBT 高 15%；而在同等工况下，综合损耗降低了约 20%

**表 16：国内 IGBT 产业链主要公司及主要产品**

公司	类型	地点	主要产品及服务
株洲中车时代电气	IDM	株洲	1200V-6500V 高压模块，国内唯一自主掌握了高铁动力 IGBT 芯片及模块技术的企业
深圳比亚迪	IDM	深圳	工业级 IGBT 模块、汽车级 IGBT 模块，600V IGBT 单管、IGBT 驱动芯片
杭州士兰微	IDM	杭州	300-600V 穿透型 IGBT 工艺，1200V 非穿透型 IGBT 工艺，面向电焊机、变频器、光伏变频器、电机逆变器、UPS 电源、家电、消费电子
吉林华微	IDM	吉林	3 英寸、4 英寸、5 英寸与 6 英寸等多条功率半导体分立器件及 IC 芯片生产线、应用于逆变器、电磁炉、UPS 电源
中航微电子	IDM	重庆	1200V/20-50A IGBT 功率器件
中环股份	IDM	天津	用于消费电子 IGBT 已经量产，高电压 IGBT 还在研发、节能型功率器件可用于充电
西安永电	模块	西安	1200-6500V/75A-2400A 高压模块，主要面向轨道交通、智能电网等高压领域
西安爱帕克	模块	西安	600-1200V/50A-400A 模块
威海新佳	模块	威海	1200V 模块，应用于 AC 和 DC 电机控制、变频器、UPS 电源
江苏宏微	模块	常州	600-1200V/15-60A 单管，600-1700V 模块，应用于特种电源、电焊机、UPS、逆变器等领域
嘉兴斯达	模块、设计	嘉兴	600-3300V/1800A-3700A 模块
南京银茂微	模块、设计	南京	600-1700V 模块，应用于工业变频、新能源、电源装备
中科君芯	设计	无锡	国内唯一一家全面掌握 650-6500V 全电压 IGBT 芯片的企业，面向电磁感应加热、变频家电、逆变焊机、工业变频等领域
西安芯派	设计	西安	650-1700V IGBT，应用于电源管理、电池管理、电机控制及充电桩等领域
吉林华微斯帕克	设计	吉林	智能功率模块及大功率 IGBT 模块
宁波达新	设计	余姚	单管、模块，面向逆变焊机、工业变频、白色家电、充电桩、UPS 电源、光伏逆变器等
无锡同方微	设计	无锡	600/1200/1350V，用于交流/直流驱动、不间断电源、电磁炉、通用逆变器
无锡新洁能	设计	无锡	Trench NPT/Trench FS 工艺；适用于电磁加热等各类软件开关
金芯微电子	设计	上海	面向电磁炉领域
山东科达	设计	东营	600V、1200V 单管、模块，应用于电磁炉、小功率变频器、逆变焊机、无刷马达控制器等领域
华虹宏力	制造	上海	拥有 600-1200V Trench FS 及 1700V Trench NPT 工艺；3300-6500V 高压芯片工艺在研发
上海先进	制造	上海	为英飞凌代工
深圳方正微	制造	深圳	提供功率分立器件 IGBT 晶圆制造技术
中芯国际	制造	上海	代工厂
华润上海	制造	无锡	1200V planar NPT IGBT 工艺

资料来源：微电子制造，国元证券研究中心整理

**IGBT 领域市场端国内厂商尚未形成规模。**由于 IGBT 开发难度大，产品验证周期长，可靠性要求极高，产品替代周期蛮长，作为起步晚的国内企业还面临技术和市场的双重困难。IHS 数据显示，中国功率 IGBT 供应商排名前十几位均为传统 IGBT 海外厂商，尚没有本土企业身影。随着国内企业技术的不断突破，未来在市场端将逐步出现本土企业身影。

**表 17：2017 年中国功率 IGBT 供应商排名**

2017 排名	公司	2016 (百万美元)	2017 (百万美元)	同比增长
1	英飞凌	88.1	131.4	49.15%
2	安森美	46.1	74.5	61.61%
3	意法半导体	15.5	22	41.94%
4	其他	13.8	19	37.68%
5	东芝半导体	14.2	16.2	14.08%
6	美格纳半导体	13.2	14.8	12.12%
7	富士电机	17.6	12.4	-29.55%
8	Trinno	8.2	11.3	37.80%
9	瑞萨	9.3	10.7	15.05%
10	三菱电机	9	10	11.11%
11	AOS	3.4	9.3	173.53%
12	Littlefuse	14	9	-35.71%
13	ABB	3.8	7.7	102.63%

资料来源：IHS，国元证券研究中心

### 3.2.5 国际厂商供不应求，国内厂商接机攻入市场

受 8 寸硅晶圆缺货价格上涨和国际厂商产能向汽车等高端产业切换等因素影响，导致 2017 年以来 MOSFET、IGBT 等功率器件一直呈现紧缺上涨形势，交期延长。根据富昌电子最新的市场行情分析报告显示，低压 MOSFET、高压 MOSFET 在 2019 年一季度仍然表现出交期延长且价格上涨的趋势。这也为国内企业进入市场创造良好的机会，我们也看到士兰微等企业 2018 年器件收入实现 28.5% 的同比增长。

**表 18：2018Q4 和 2019Q1 MOSFET 货期和价格情况**

技术	制造商	2019Q1	2019Q1	2019Q1	2018Q4	2018Q4	2018Q4
		货期	货期趋势	价格趋势	货期	货期趋势	价格趋势
低压 MOSFET	英飞凌	39-52	稳定	稳定	39-52	延长	上涨
	Diodie	32-40	稳定	上涨	26-40	延长	上涨
	安森美(仙童)	26-40	延长	上涨	26-40	延长	上涨
	安森美	39-52	延长	上涨	39-52	延长	上涨
	安世	36-52	稳定	上涨	36-52	延长	上涨
	意法半导体	38-42	稳定	稳定	38-42	稳定	稳定
	Vishay	33-50	稳定	稳定	26-44	稳定	稳定
高压 MOSFET	英飞凌	39-52	稳定	上涨	39-52	延长	上涨
	安森美(仙童)	36-44	延长	上涨	16-26	延长	上涨
	IXYS	36-44	稳定	上涨	36-44	延长	稳定
	意法半导体	36-44	稳定	稳定	38-44	稳定	稳定
	罗姆半导体	36-40	稳定	稳定	36-40	延长	稳定
	Microsemi	26-40	稳定	稳定	26-40	延长	稳定
	Vishay	39-44	稳定	稳定	39-44	延长	稳定

资料来源：富昌电子，国元证券研究中心

表 19: 2018Q4 和 2019Q1 IGBT 和二极管货期和价格情况

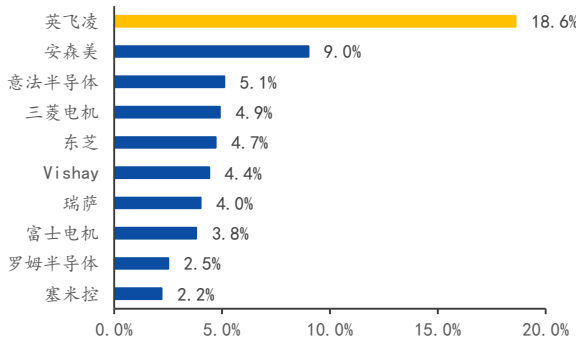
技术	制造商	2019Q1 货期	2019Q1 货期趋势	2019Q1 价格趋势	2018Q4 货期	2018Q4 货期趋势	2018Q4 价格趋势
IGBT	安森美 (仙童)	33-52	延长	上涨	20-24&52	延长	上涨
	英飞凌	39-52	稳定	稳定	39-52	延长	上涨
	Microsemi	36-44	稳定	稳定	36-44	稳定	上涨
	IXYS	36-44	延长	上涨	36-44	延长	稳定
	意法半导体	44-50	稳定	稳定	50	延长	上涨
	Diodes	12-36	延长	上涨	12-36	延长	上涨
肖基特二极管	安世半导体	16-52	稳定	稳定	16-52	延长	上涨
	安森美	16-40	稳定	稳定	16-40	延长	上涨
	安森美 (仙童)	16-45	延长	上涨	16-45	延长	上涨

资料来源: 富昌电子, 国元证券研究中心

### 3.3 海外龙头深耕细作长期占据行业顶尖位置

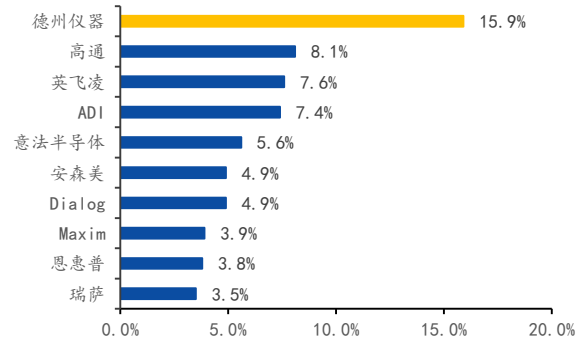
目前在功率半导体市场方面, 由于国际厂商起步更早, 并且通过行业间的相互整合, 已发展成规模体量巨大的国际巨头, 国际厂商制造水平遥遥领先, 占据市场主要份额。在功率分立器件以及功率模组方面, 英飞凌连续十五年独占鳌头, 占据着全球最大市场份额, 而在模拟和功率 IC 方面, 德州仪器已连续三年排名该领域世界第一。

图 75: 2017 功率半导体分立器件及模块市占率前十



资料来源: IHS 统计, 国元证券研究中心

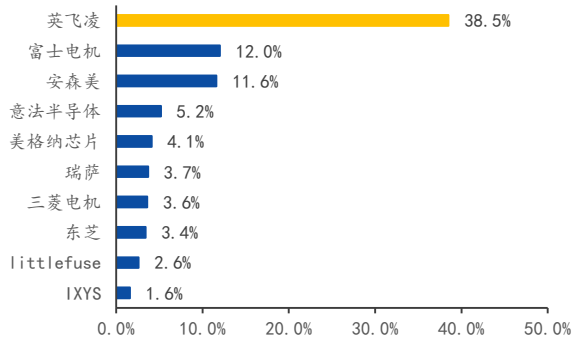
图 76: 2017 功率 IC 市占率前十



资料来源: IHS 统计, 国元证券研究中心

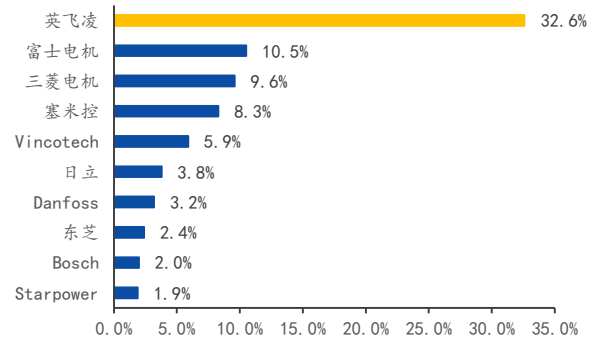
根据 IHS 统计的调查显示, 在当下市场前景较好的 IGBT 器件和 IGBT 模块方面、市占率前十均为国际厂商, 英飞凌在该领域占据 IGBT 领域统治地位, 分别以 38.5% 和 32.6% 的市场份额遥遥领先其他企业, 是第二名富士电机的三倍以上。英飞凌凭借优秀的产品品质充分享受中国轨道交通的发展红利, 中国的动车组和高铁就大量使用的是英飞凌的 IGBT 产品。一辆 8 节编组动车包含 128 个英飞凌 IGBT 模块为整个列车提供了 10 兆瓦的功率, 每辆列车共装有 4 台变流器, 每台搭载了 32 个英飞凌 IGBT 模块。每个模块含 24 个 IGBT 芯片和 12 个二极管芯片, 每个模块标称电流 600 安, 可承受 6500 伏高的电压。

图 77：2017 IGBT 分立器件市占率前十



资料来源：IHS 统计，国元证券研究中心

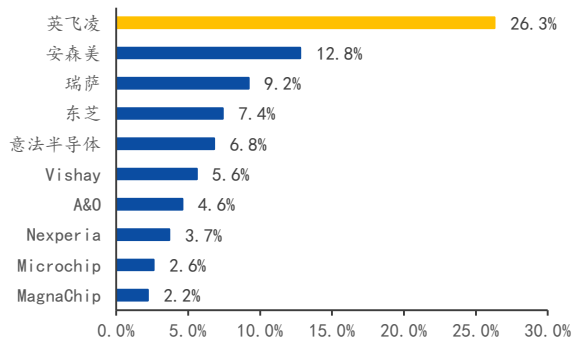
图 78：2017 IGBT 模组市占率前十



资料来源：IHS 统计，国元证券研究中心

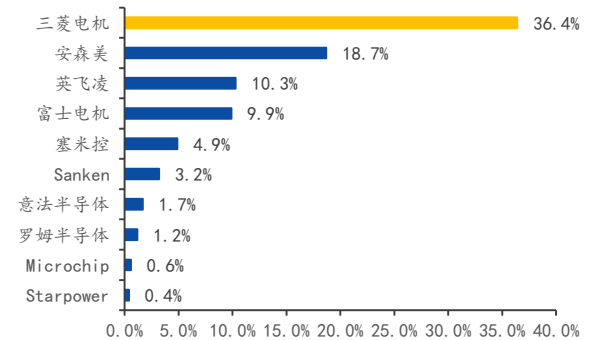
在 MOSFET 领域，英飞凌同样占据世界领先地位，2017 年市场份额 26.3%，超过第二名的 2 倍。公司还是全球汽车级 MOSFET 的领导者，在 2015-2016 财年，公司售出超过 15 亿颗汽车级 MOSFET 器件，全球每款新车平均配备了 18 颗英飞凌 MOSFET 器件，而在高端电动汽车中数量则高达 250 颗。IPM 内置的驱动和保护电路使系统硬件电路简单和可靠，IPM 模块广泛用于驱动电机，在 IPM 模块方面，三菱电机领先全球，该领域同样没有国内企业身影。

图 79：2017 功率 MOSFET 市占率前十



资料来源：IHS 统计，国元证券研究中心

图 80：2017 年智能功率模块（IPM）市占率前十



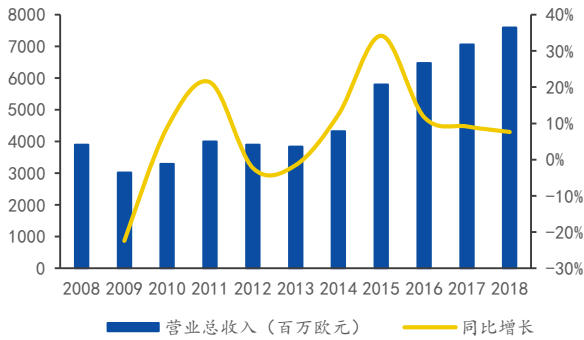
资料来源：IHS 统计，国元证券研究中心

### 3.3.1 英飞凌（Infineon）-全球功率半导体分立器件航母

英飞凌（Infineon Technologies AG）是一个总部设在德国的半导体及相关系统解决方案的设计商、开发商和制造商。公司设有四个运营部门：汽车部门、工业控制部门、电源管理和多市场部门，芯片和安全部门。英飞凌先后在法国（股票代码：IFX）和美国（股票代码：IFNNY）挂牌上市，是全球最大的功率半导体厂商。

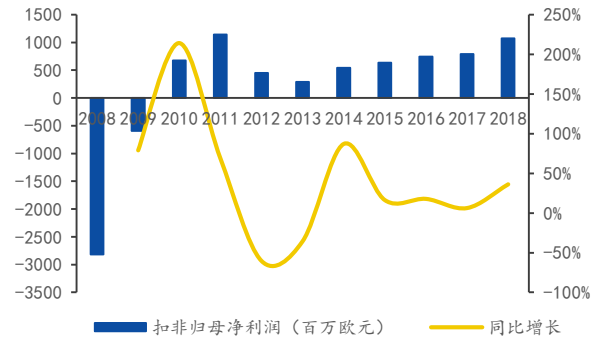
英飞凌营业总收入状况增长良好，2008、2009 年由于受到经济危机的影响，营业额略有下滑，其余时候均保持着增长势头，2009 年营业总收入为 30.27 亿欧元，而至 2018 年，已达到 75.99 亿欧元，增长超过 1 倍。公司净利润在 2013 年前波动较大，主要有几个方面原因，一方面由于英飞凌国际化成分太高，受世界经济影响较大；另一方面由于其子公司奇梦达经济形势不好，在 09 年申请破产。英飞凌在 2008、2009 年，均产生巨额亏损，而在之后，英飞凌并购投资项目较多，又利润的暴增。

图 81：英飞凌营业总收入



资料来源：公司年报，国元证券研究中心

图 82：英飞凌归母净利润



资料来源：公司年报，国元证券研究中心

英飞凌是市场上唯一提供全面产品组合的企业，涵盖了所有功率技术，包括高度可靠的 IGBT、功率 MOSFET、功率分立式元件、各种交流-直流、直流-交流转换等。英飞凌还涉及汽车芯片、传感器芯片、射频器件、智能卡、微控制器等等领域。

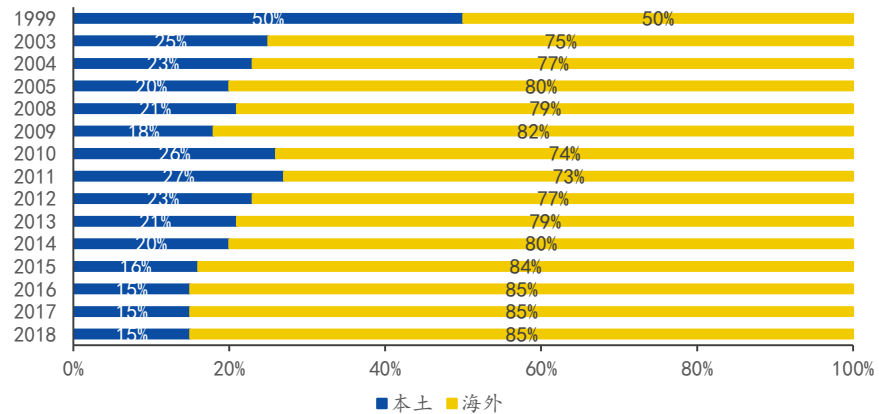
表 20：英飞凌主要产品一览

产品分类	具体产品
功率器件	MOSFET、IGBT、宽禁带半导体（碳化硅/氮化镓）、智能型低侧与高侧开关、线性电压稳压器、直流-直流转换器、AC-DC 电源转换、电机控制与栅极驱动、照明集成电路、音频驱动集成电路、高功率晶闸管和二极管、固态继电器、工业电隔离接口 IC、智能模块（IPM）
汽车系统芯片	发电机调节器、系统基础芯片、发动机管理芯片、用于变速箱控制的恒流电磁阀控制芯片、约束系统芯片、继电器恒流驱动器、镜子芯片
静电放电于浪涌保护	多功能静电放电设备、低电容静电放电设备、电涌保护装置
微控制器	基于 ARM 的 32 位工业微控制器、32 位 TriCore 微控制器
射频与无线控制	射频晶体管、射频二极管、射频开关、低噪声放大器、射频模块（LMM）、毫米波集成芯片、无线控制、高可靠性分立器件
安全与智能卡	安全控制器、智能卡方案、OPTIGA 嵌入式安全方案、非接触存储器、安全访问模块、用于 USB 令牌的安全控制器、智能卡模块
传感器芯片	磁性位置传感器、磁性速度传感器、磁性电流传感器、集成式压力传感器、雷达传感器、用于消费类电子的电容式传感器、硅麦克风
接口	汽车收发器、工业收发器
晶体管与二极管	双极型晶体管、二极管

资料来源：公司官网、国元证券研究中心

英飞凌积极开拓海外市场。在 1999 年刚上市时，英飞凌在德国本土的市场销量占据 50%，而在欧盟其他国家、美国、东亚等地区的份额加起来占据 50%。而在企业的发展过程之中，英飞凌逐步扩大海外市场，其海外市场占比逐渐扩大，至 2018 年，其本土份额已经只占据 15%，海外市场则占据了 85%，其中中国占据 34% 的市场份额，为最大客户来源；欧洲、中东其他国家以及非洲加起来占据 32%，仅次于中国。

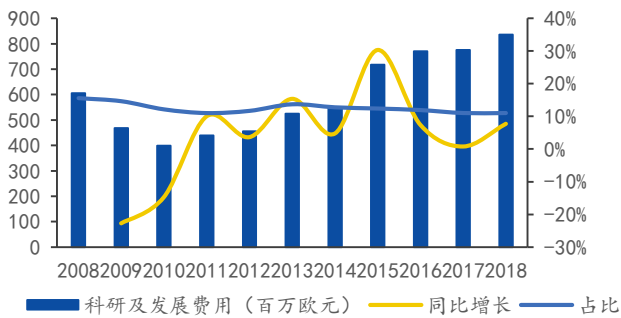
图 83: 英飞凌海内外市场占比



资料来源: 公司年报, 国元证券研究中心

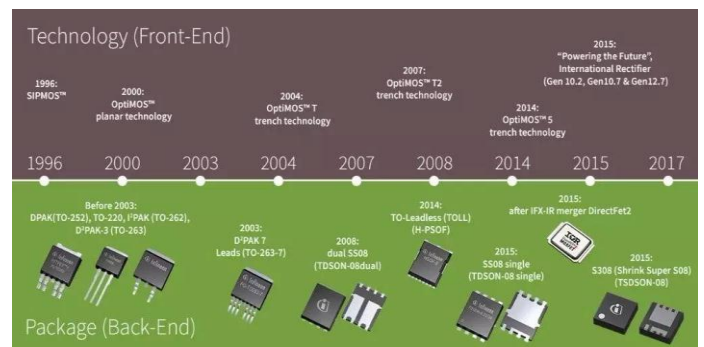
英飞凌在研发投入上不遗余力, 在 2018 年, 英飞凌投入 8.36 亿欧元用于科研、发展, 在其总计约 4 万人的员工之中, 有 7000 余人是从事科技科研方面, 占比 18%。由于在奇梦达从英飞凌剥离之后, 英飞凌的总营收、科研投入等数据均有明显降低。因此这里只参考奇梦达完全独立后英飞凌的相关数据。从整体上, 英飞凌的科研费用投入在不停上升, 2008 年, 其科研投入共计 6.06 亿欧元, 由于受经济危机影响, 公司整体经济效益下滑, 在 2009 年科研投入为 4.68 亿欧元, 之后研发基金基本保持着 10% 的增长势头。

图 84: 英飞凌科研投入



资料来源: 公司年报, 国元证券研究中心

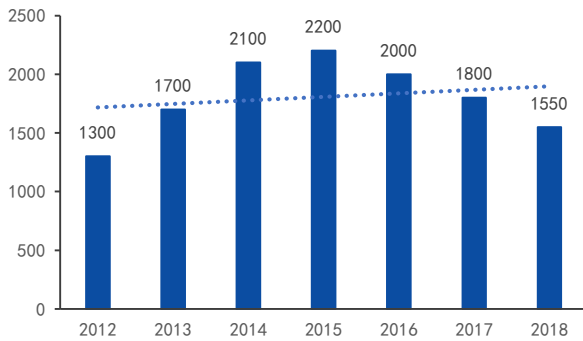
图 85: 英飞凌 MOSFET 产品迭代时间表



资料来源: 公司年报, 国元证券研究中心

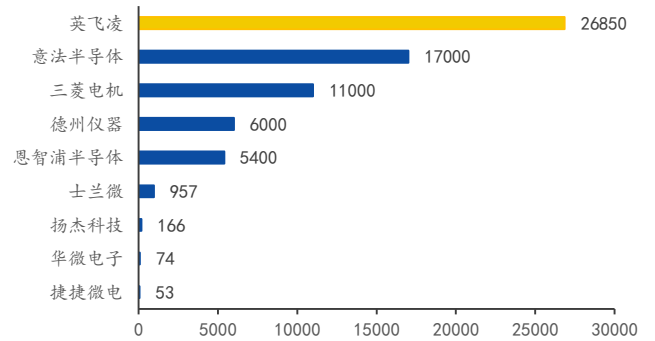
大量的研发投入也带来了丰厚的回报, 产品不断迭代, 领先同行企业。英飞凌的近几年每年新申请的专利数量均在 1000 以上, 年平均申请约 1700 项专利。而在整个功率半导体行业之中, 英飞凌合计拥有 26850 项专利, 遥遥领先其他企业。而其他国际功率半导体厂商, 专利数量在 10000 项左右。而国内的功率半导体厂商由于起步晚规模小, 整体呈现专利积累不足, 与国际厂商差距巨大。

图 86：英飞凌每年申请专利数量



资料来源：公司年报，国元证券研究中心

图 87：功率半导体公司专利数量



资料来源：公司年报，公司官网，国元证券研究中心

2010 年之前, 英飞凌抛售冗余的业务部门, 加大在功率半导体产业的投入。而在 2010 年以后, 英飞凌则通过并购新企业, 来扩大在功率半导体产业上的优势, 以及规划布局新赛道。2015 年, 英飞凌收购国际整流器公司, 一跃成为第三代半导体中的翘楚。2019 年, 英飞凌收购 Cypress, 预计在完成收购后, 英飞凌将成为全球汽车芯片领域的第一位。此外, 英飞凌曾进行对 Wolfspeed (Cree 公司的射频部分)、意法半导体提出过收购行为, 意在完全巩固其龙头地位, 后因政府干预而失败。由此可见, 英飞凌并购发展的核心思想在于**剥离劣势产业线, 而将优势产业逐步打造成行业龙头**。

表 21：英飞凌并购产业情况

时间	举动	结果及影响
2019.06	收购 Cypress	补充在传感器领域的技术; 英飞凌将超越恩智浦跃居全球汽车芯片领域第一位。
2018.11	收购 Siltechtra	扩展使用新材料 SiC 的产品组合, 增大碳化硅产能; 巩固英飞凌在碳化硅市场的地位
2018.03	出售科技射频功率业务	整合英飞凌的现有资源, 投入战略性增长领域: 比如电动汽车、无人驾驶、可再生能源以及互联技术等
2018.02	收购 Merus Audio 公司	为英飞凌现有的功率 70 瓦以下的音频放大产品提供很好的补充。进一步巩固英飞凌在人机交互领域的技术专长
2016.01	收购 Innoluce	在激光雷达技术领域向前迈进了一大步; 巩固了在自动驾驶领域的领先地位
2015.01	收购国际整流器公司	优势互补, 加强在功率半导体领域的专场, 并整合了先进化合物半导体的知识; 稳固英飞凌在全球市场上的领先地位
2014.11	收购 Schweizer Electronic 的部分股份	携手开发功率半导体与 PCB 集成技术; 进军高功率汽车和功率应用芯片
2009.11	出售有限通讯业务	剥离无关业务, 整合资源后投入其优势产业
2008.04	收购 Primarion	i 加强在电源管理应用领域的实力
2008.03	出售硬盘驱动器服务	劣势产业退出, 加大优势产业投入
2007.08	出售 Altis	精简业务组合, 专注于核心市场
2007.06	收购德州仪器 DSL CPE 业务	将德州仪器的 DSL CPE 产品与英飞凌的技术创新结合起来, 将为 DSL 用户带来独一无二的端到端产品
2007.04	出售光纤业务部	精简业务组合, 专注于核心市场
2006	拆分内存部门	通过战略重组, 加强市场竞争地位

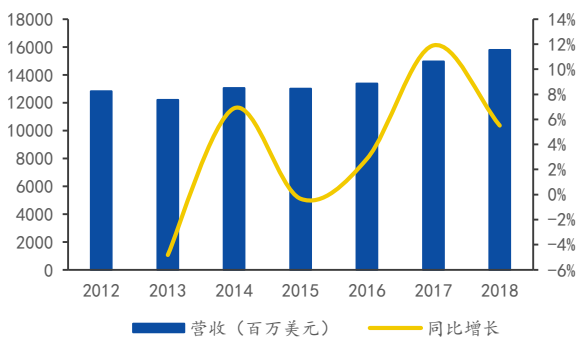
资料来源：公司官网，公司年报，国元证券研究中心

### 3.3.2 德州仪器 (TI) -全球模拟 IC 和功率 IC 的巨头

德州仪器作为全球模拟集成电路和功率芯片设计龙头企业,在 20 年的并购整合中实现完美飞跃,然而在 2000 年之前 TI 还只是一家专注于 DSP 和基带处理器的芯片设计公司,从 1997 年 3.95 亿美元收购 Amati Communications 到 2011 年 650 亿美元收购 National Semiconductor,巩固了 TI 在行业的领导地位。从营收角度看, TI 的收入从 1987 年 55.94 亿美元增长到 2017 年 149.61 亿美元,年复合增长率约 3.3%,长期稳居前十大半导体公司之列。

TI 在 2011 年完成并购后营业收入小幅缩减,调整后自 2013 年能保持稳定增长,2018 年营业收入突破 1000 亿元,约 1082.87 亿元,同比上升 10.77%。从归母净利润来看,2017 年及以前年度保持稳定增长,但增幅较小,2018 年归母净利润为 872.66 亿元,同比增长 115.5%,是近年来最大一次增幅,与 2018 年公司净利率大幅提升存在相同内在因素。

图 88: TI 历年营收情况



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

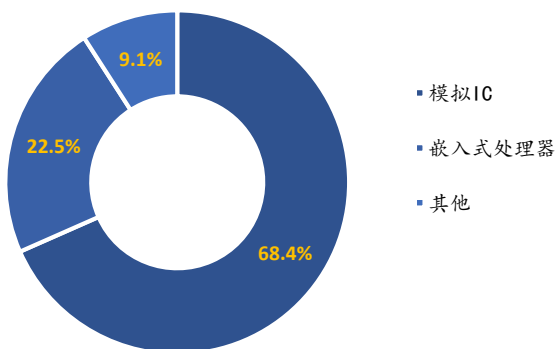
图 89: TI 历年归母净利润



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

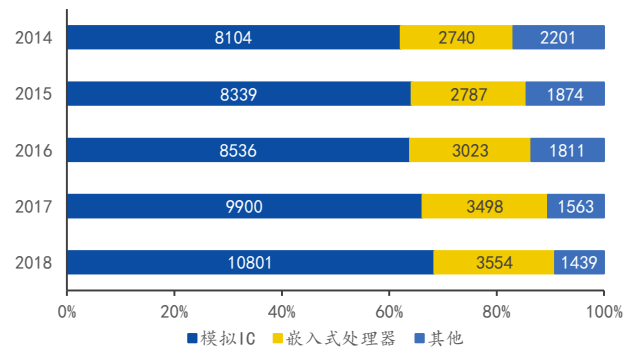
德州仪器的产品主要以模拟 IC 为主,2018 年在模拟 IC 上收入达到 10.81 亿美元,占总收入的 68.4%,嵌入式处理器收入 3.554 亿美元,占据 22.5%。而根据其近五年的收入构成,可以看出,德州仪器在精简业务组合,加强优势产业。其核心产品模拟 IC 的占比在逐年递增,而其他产品则渐渐被淘汰,占比逐年降低。

图 90: 2018 德州仪器收入构成



资料来源: 公司年报, 国元证券研究中心

图 91: 近五年德州仪器收入构成



资料来源: 公司年报, 国元证券研究中心



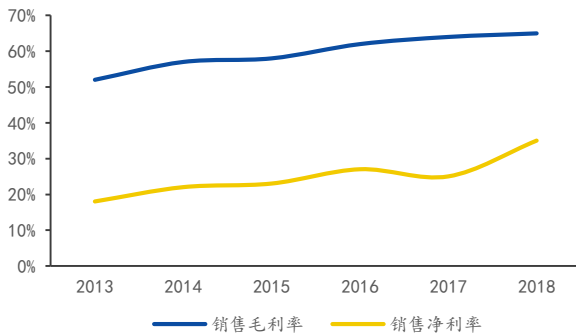
表 22: 2018 德州仪器产品市场

市场	占比	具体应用
工业	36%	工业控制、工业自动化、航空航天、国防、电源管理、电力驱动、工业运输等
自动化	20%	自动驾驶系统, 混合动力系统, 光电转换, 非能动式安全系统等
个人电子	23%	手机, 平板电脑, 电脑, 打印机, 传真, 电视, 数据存储设备等
通讯设备	11%	无线路由, 数据通讯, 光缆等
企业系统	7%	数据中心, 企业设备, 大数据计算
其他	3%	计算器等

资料来源: 公司年报, 国元证券研究中心

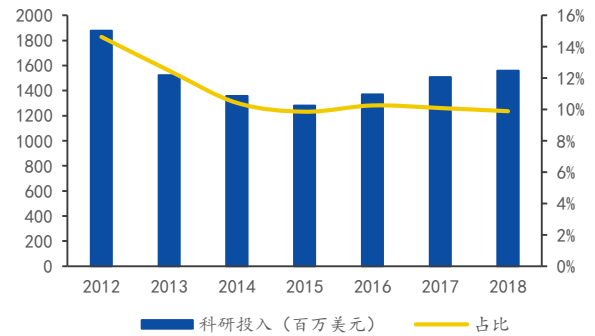
德州仪器的毛利率和净利率自 2013 年起持续走高, 来源于业务规模扩大, 成本得以合理控制。2018 年毛利率达 65%, 净利率大幅度上升至 35%。在公司规模不断扩大的同时, TI 也不断的增大其研发投入, 以保证公司的竞争力处于行业领先。

图 92: TI 历年销售毛利率和净利率



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

图 93: TI 历年研发费用 (亿元)



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

芯片的多元化与专业化使仅靠自身研发很难实现新市场开拓, 因此打入新市场最经济有效的方式就是并购整合, 考虑到国内企业并购空间有限, 海外研发团队的引进将是国内并购整合的一波推动力。

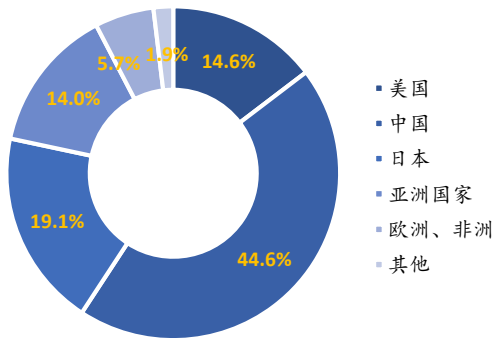
表 23: 德州仪器并购史

年份	并购标的	并购金额(美元)
1997	Amati Communications	395 million
1998	GO DSP	/
1999	Libit Signal Processing	365 million
1999	Telogy Networks	457 million
1999	Unitrode Corporation	/
2000	Burr-Brown Corporation	7.6 billion
2006	Chipcon	200 million
2009	CICLON	/
2009	Luminary Micro	/
2011	National Semiconductor	6.5 billion

资料来源: 德州仪器, 国元证券研究中心

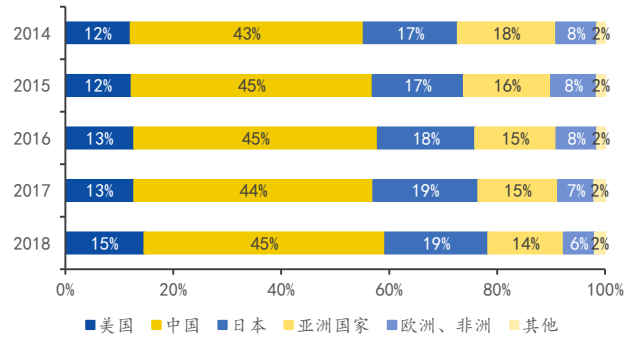
德州仪器全球化程度很高，全球主要市场来自于中国，2018年在中国的营收达到70亿美元，占总收入45%，本土美国的营收仅有23亿美元，占总营收15%。中国具备全球最大的工业体系，而TI有庞而完整的产业线覆盖，工业系统的覆盖面很广，产品丰富多样，拥有十万余种产品，能为客户解决全方位的需求，同时公司创新能力强，除了突破性创新之外，TI还不断对市场固有产品进行升级改造，正因为TI能够源源不断给客户提供的产品，所以TI才能在中国市场不断取得成功。

图 94：2018 德州仪器市场构成



资料来源：公司年报，国元证券研究中心

图 95：近五年德州仪器市场构成



资料来源：公司年报，国元证券研究中心

德州仪器根据其市场构成建立了大量海外生产线，贴近市场终端。包括在美国本土有六条生产线，德州仪器在全球八个国家，共十八个地区拥有生产线。主要生产模拟芯片、嵌入式处理器。

表 24：德州仪器工厂地址与生产范围（一）

国家	地区	模拟芯片	嵌入式芯片
美国	德克萨斯州-达拉斯	✓	✓
	德克萨斯州-休斯顿		✓
	德克萨斯州-谢尔曼	✓	
	亚利桑那州-图森	✓	
	加利福尼亚州-圣克拉拉	✓	
	缅因州-南波特兰	✓	
中国	上海	✓	✓
	成都	✓	✓
	台北	✓	✓
德国	弗赖辛	✓	✓
印度	班加罗尔	✓	✓
日本	会津	✓	✓
	Miho	✓	✓

资料来源：公司年报，国元证券研究中心

表 25：德州仪器工厂地址与生产范围（二）

国家	地区	模拟芯片	嵌入式芯片
马来西亚	吉隆坡	✓	
	马六甲	✓	
墨西哥	阿瓜斯卡连特斯州	✓	✓
菲律宾	碧瑶	✓	✓
	邦板牙	✓	
英国	苏格兰-格林诺克	✓	✓

资料来源：公司年报，国元证券研究中心

### 3.3.3 他山之石可以攻玉，国际大厂发展路径值得借鉴

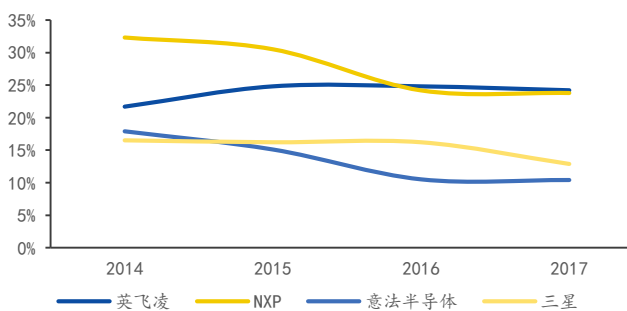
公司逐渐崛起成为龙头企业或许有着其不可复制的偶然性与巧合，但在这些背后所透露出来的发展理念以及共性值得学习。

#### ➤ 精简业务组合，加强优势产业

第一个集成电路就诞生于德州仪器，从此德州仪器一直是集成电路行业的领跑者，但随着集成电路产业的快速激增，德州仪器的发展速度无法跟上，于是德州仪器放弃了在数字电路上的广大市场，**专心发展于模拟集成电路这一领域**；而由于模拟 IC 的多元化导致模拟 IC 的种类不断的增多，因此德州仪器也不停地开展对其他相关公司进行并购来进入模拟 IC 领域的新赛道，以保障其龙头地位。

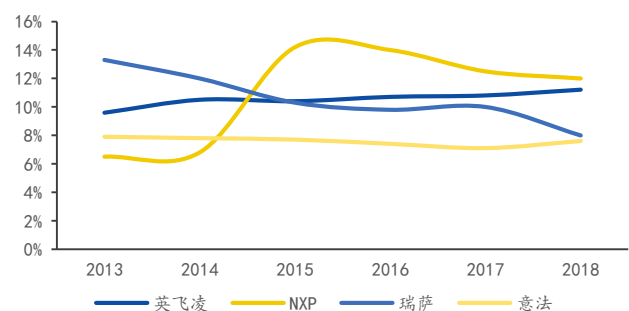
英飞凌的例子也，从其上市开始，便在不停地**剥离劣势产业**，如奇梦达、光纤部门、通信部门等，将全部精力放在功率半导体器件上，而在其成为功率半导体龙头之后，再对本身较为强势的车用半导体以及智能卡进行加强，其智能卡领域在 16 年超越 NXP 成为龙头，以及在 2019 年完成对 Cypress 的收购后，预计在 2020 年将成为车载半导体领域的龙头。

图 96：智能卡市占率排名



资料来源：IHS 统计，国元证券研究中心

图 97：车用半导体市占率排名



资料来源：IHS 统计，国元证券研究中心

#### ➤ 强调科研开发，重视人才招纳

德州仪器十分重视科研开发。在 1952 年，电子行业尚未兴起之时，德州仪器便开始进行晶体管的制造与销售，并随后建立了中央研究室。而第一个商用硅晶体管、第一个集成电路、第一个逻辑芯片等当下半导体的核心器件都诞生于此。而现在，TI 与

七十几所大学合作，共设立了近百个实验室。同时，德州仪器每年投入近百亿人民币进行科研开发所用，占其公司总营收的 10%。

相较于一路领跑的德州仪器，英飞凌的发展则更具说服力。在 1999 年英飞凌刚刚上市之时，英飞凌在科研投入占据其总营收的 35%！而后面，随着企业规模的不断扩大，虽然其在诸如生产、销售上的成本不断提高，导致其科研投入占比不断下降，但其净科研投入规模却始终保持增长状态，2018 年英飞凌在科研上投入 8.36 亿欧元，约为人民币 65 亿元，约占营业收入比例为 11%。

对比海外功率半导体公司，国内的功率半导体公司无论是在研发投入比例上除少数公司外均低于海外公司，这也与本土企业盈利能力不强有关，只有开发出有竞争力的高附加值产品，为企业创造利润，进而能带动研发投入增加，形成良性循环。

图 98：功率半导体公司研发投入（亿元）

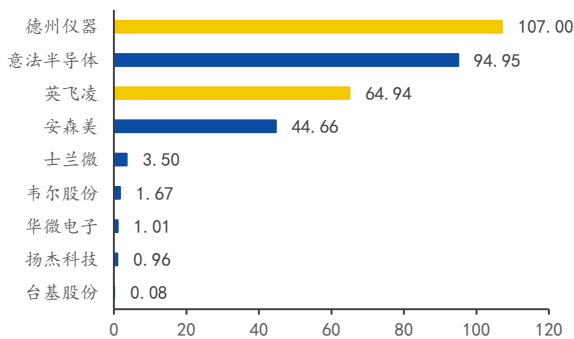
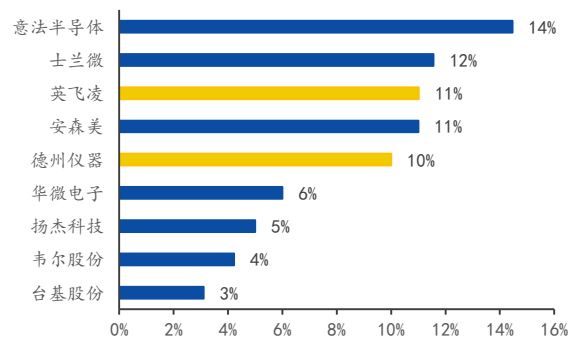


图 99：功率半导体公司研发投入占比



资料来源：IHS 统计，国元证券研究中心

资料来源：IHS 统计，国元证券研究中心

### ➤ 借助资本力量，外延式并购打造强大平台

无论是英飞凌还是 TI，在公司成长过程中均通过 IPO 上市进行募资，后续又不断进行外延式并购和扩张，深耕公司优势主业。

半导体产业技术门槛高，技术积累周期长，外延式并购可以一方面快速获得更多的核心技术和优秀团队，围绕主业打造专利护城河，提高行业进入门槛，另一方面半导体领域技术创新容易快速引发行业格局变化，外延式并购也达到消除潜在竞争对手的目的，并且对于上市公司而已外延式并购可以快速增厚公司业绩，增强投资者信心，进一步利于公司融资再投资。

## 4. 投资逻辑

### 4.1 投资主线

国内功率半导体产业发展逻辑：

- 功率半导体全球来看并非寡头垄断，功率器件和电路应用十分广泛，**细分领域和产品多而分散，市场多样化，研发投入相对低**是最突出的特征，公司运营风险相对低，因此国内企业具备进入该领域的机会，**在特定领域或细分方向国内企业可以找准赛道打造自身优势，形成细分领域的竞争优势。**

- 国内企业规模和技术普遍大幅弱于国际厂商，国际大厂还具备专利优势，但功率半导体发展历史久远，很多基础器件**专利已过期**，国内企业可以针对相关产品在**前人成果基础上进行突破和创新将更加高效**。另据华润微电子测算，全球功率半导体技术人才 20%为华人，通过人才的流动和引进，国内企业已逐渐掌握相关技术的 Know-how。
- 功率半导体产品追求高可靠性，制程要求低于数字电路或存储领域，并不遵循摩尔定律，这为**制造端国内企业追赶国际厂商**留出机会。但客户端壁垒更高，功率半导体的验证周期长，成本敏感度低，但**国内厂商在服务和交期上可以建立优势**，下游市场在大陆，在产品品质做到一致的情况下，服务端做到及时和高效，交期优于国际厂商，国内厂商还是会逐步赢得市场认可和客户订单。
- 华为、中兴事件反应国际厂商对我国先进技术封堵之心昭然若揭，**以市场换技术的路径将越来越难**，**半导体自主可控已上升至国家战略层面**，下游厂商担忧芯片过度依赖海外厂商，卡脖子风险将会造成公司停摆，因此国内半导体厂商迎来黄金发展期，客户端验证将易于从前。但当前产业最大瓶颈不在于技术，而是人才缺乏，当前有国内政策支持，人才团队引进将变得相对容易，并伴随资本持续进入该领域，行业人才的待遇将得到改善，也将吸引更多的人才进入该领域。

现今新能源已成为功率半导体最大的市场，尤其是在新能源汽车需求持续走高的条件下，市场对于功率半导体的需求量呈现稳步上涨。在轨道交通、智能电网以及变频家电等领域，功率半导体市场表现也十分活跃。纵观整个功率器件市场，行业领先企业均为欧美日厂商，如英飞凌、NXP、TI、瑞萨等，国内仍处于起步阶段。伴随政策和资本市场的支持，国内半导体产业发展路径将更加清晰，市场的需求和进口替代的紧迫性将促进国内企业逐步成长壮大。目前国内功率半导体发展已取得一定成绩，但进口依赖程度依旧很高，国内企业有巨大成长空间，**我们推荐关注研发实力较强并有自主制造能力的国内公司，重点关注业绩稳定可持续的企业。**

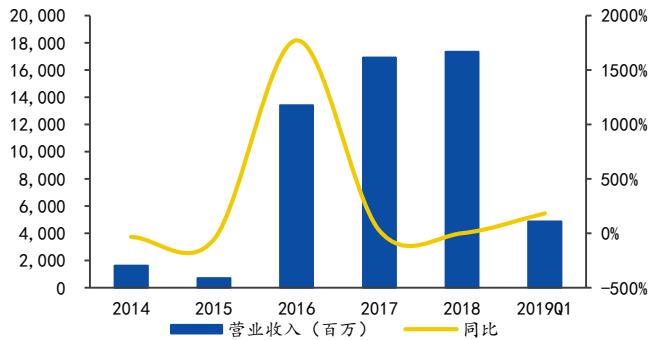
## 4.2 重点公司

### 4.2.1 闻泰科技(600745)：收购安世半导体打造国际功率半导体龙头

闻泰科技是全球知名的 4G/5G 智能终端创新研发平台，业务领域涵盖人工智能(AI)、物联网(IoT)、智能手机、平板电脑、智能硬件、笔记本电脑、汽车电子等智能终端设备的研发设计和智能制造，客户群遍及全球各地，与行业大多数主流品牌保持着深度的合作关系，服务全球大部分国家和地区。

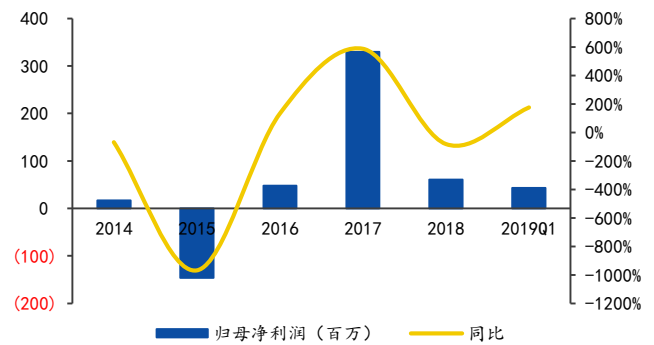
闻泰科技近几年公司资本市场动作不断，导致其营收和利润有着巨大的变化。闻泰通讯是在 2017 年 2 月通过中茵股份的资产重组登陆 A 股。2017 年 8 月中茵股份更名为闻泰科技。在重组并购之后，**闻泰科技成为中国手机 ODM 的唯一一家 A 股上市公司**。期间，由于会计规则所限，其负债算在 2015 年度，而利润算在 2016 年度故 15 年与 16 年数据有较大差异。17 年公司并购告一段落，在 2018 年**闻泰科技又正式开启了对原恩智浦旗下安世半导体的收购**。因此公司的整体营收与利润数据波动较大。

图 100: 闻泰科技营业总营收



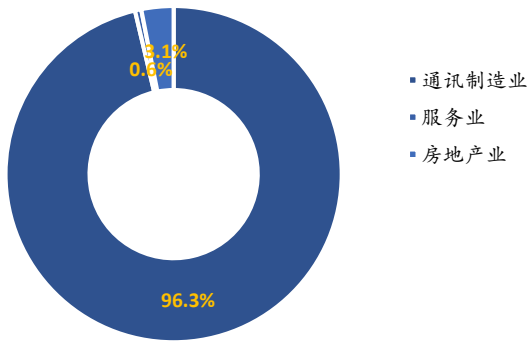
资料来源: Wind, 国元证券研究中心

图 101: 闻泰科技归母净利润



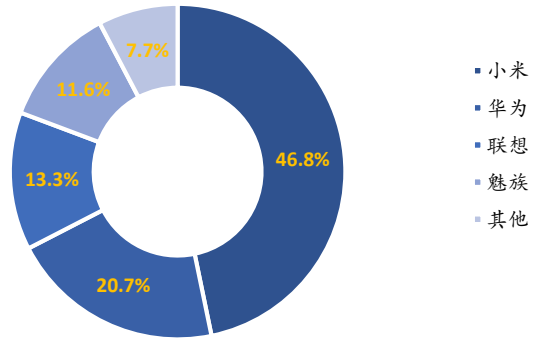
资料来源: Wind, 国元证券研究中心

图 102: 2018 年闻泰科技营业收入构成



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

图 103: 2017 年闻泰科技主要客户构成



资料来源: ITTBANK, 国元证券研究中心

2016 年 10 月, 闻泰科技与高通公司签署战略合作协议, 双方拟在未来的新兴领域建立长期紧密的战略合作关系, 共同在车载电子、VR 技术以及 3D 智能摄像等领域进行技术和产品开发。2018 年闻泰科技与高通、联想、OPPO、vivo、小米等公司联合启动"5G 领航"计划, 共同合作开发 5G 相关产品将带来巨大的市场机遇。闻泰科技与高通公司签署了 5G LICENSEE 授权文件, 并已经拿到高通 5G 平台相关技术文档。在高通公司的技术支持下, 闻泰科技已启动 5G 相关产品的预研工作。

2019 年 6 月, 闻泰科技收购安世半导体获得证监会审批通过。安世半导体前身为恩智浦的标准产品事业部, 拥有 60 多年的半导体行业专业经验, 于 2017 年初开始独立运营。安世半导体专注于分立器件、逻辑器件及 MOSFET 器件的设计、生产和销售, 其产品应用于汽车、工业与能源、移动及可穿戴、消费及计算机等领域, 公司采用 IDM 模式的安世集团拥有半导体产品设计、制造和封装测试全部环节。公司三大产品类别, 从细分市场的全球排名看, 安世半导体二极管和晶体管排名第一, 逻辑器件排名第二(仅次于 TI), ESD 保护器件排名第二, 小信号 MOSFET 排名第二, 汽车功率 MOSFET 排名第二(仅次于 Infineon)。

图 104：安世半导体各领域产品应用及重要客户



资料来源：闻泰科技，国元证券研究中心

此次收购有利于闻泰科技的业务向产业链上游扩展延伸，增强了闻泰科技的核心竞争力和持续盈利能力。闻泰科技主营业务为移动终端、智能硬件、笔记本电脑、虚拟现实、车联网、汽车电子等物联网领域产品的研发和制造，与安世半导体所主要从事的半导体器件生产处于电子信息产业链的上下游。

**盈利预测：**5G 逐步商用将推动智能终端的换代升级，闻泰科技作为 ODM 龙头目前研发订单供不应求，同时制造端公司计划在印度、印尼建立制造工厂，公司 ODM 板块营收和利润将迎来增长。由于安世半导体尚未完成最终整合和并表，目前依旧针对公司主业进行盈利预测，我们预计 2019-2021 年公司营业收入为 252/318/398 亿元，净利润为 6.06/8.37/11.2 亿元，对应 EPS 为 0.95/1.31/1.76 元/股，考虑公司 ODM 发展稳健叠加公司布局功率半导体新赛道，给予“买入”评级。

**风险提示：**收购进程不达预期，5G 进程不达预期。

表 26：闻泰科技财务预测表

财务数据和估值	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	16916.23	17335.11	25170.58	31765.27	39865.41
收入同比(%)	26.08%	2.48%	45.20%	26.20%	25.50%
归母净利润(百万元)	329.39	61.02	606.33	836.89	1118.42
归母净利润同比(%)	586.49%	-81.47%	893.67%	38.03%	33.64%
ROE(%)	9.31%	1.70%	14.45%	16.62%	18.18%
每股收益(元)	0.52	0.10	0.95	1.31	1.76
市盈率(P/E)	64.21	346.63	34.88	25.27	18.91

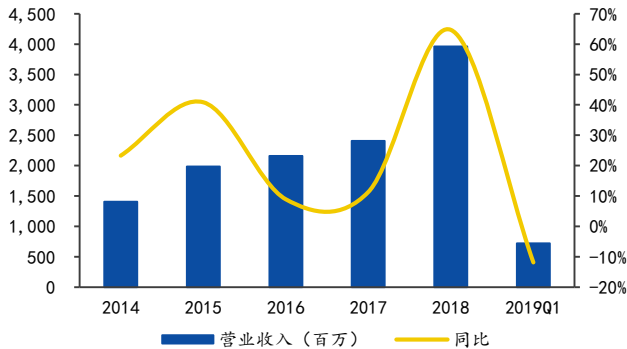
资料来源：Wind, 国元证券研究中心

#### 4.2.2 韦尔股份(603501)：功率半导体设计与分销并重，收购北京豪威切入 CMOS 图像传感器，迎来发展新天地

韦尔股份是一家半导体设计和销售公司，其设计部分主要采取 **Fabless** 模式，主要从事集成电路的研发设计和销售。公司主要从事设计、制造和销售应用于便携式电子

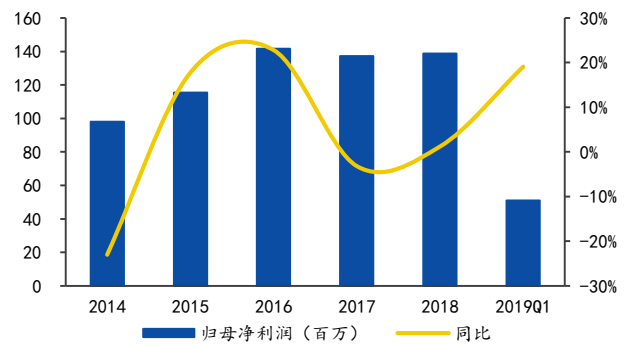
产品、电视、电动车、电表、通信设备、网络设备、信息终端等领域的高性能集成电路。公司业务主要分为电子元器件销售和半导体设计业务两大板块，受益于行业需求稳定，上市以来公司营收和净利润保持稳步增长。

图 105：韦尔股份营业总收入



资料来源：Wind，国元证券研究中心

图 106：韦尔股份归母净利润



资料来源：Wind，国元证券研究中心

公司设计业务主要进行分立器件、电源管理 IC、直播芯片、射频芯片和 MEMS 麦克风等产品的开发。半导体分立器件和集成电路芯片设计要求企业具备丰富的技术和经验积累，公司已研发出一系列业界领先的核心产品。

表 27：韦尔股份主要设计产品

产品名称	主要功能	应用领域	技术优势
瞬态二极管	提高整个系统的防静电/抗浪涌电流能力	消费类电子、安防、网络通信、汽车等	采用先进的沟槽技术和超薄化封装技术，已进入国内第一批电容小于 0.4PF 产品的量产阶段，其 ESD 性能具备国际领先水平
MOSFET	信号放大、电子开关、功率控制等	消费类电子、安防、网络通信、汽车、工业等	拥有多层外延技术、背面减薄技术和芯片倒装技术等多项核心技术，目前最小 pitch 小于 1 $\mu$ m，最小设计线宽小于 0.2 $\mu$ m
肖特基二极管	电源整流，电流控向，截波等	消费类电子、安防、网络通信、汽车、工业等	采用先进的沟槽技术，产品具有优异性能指标及电学参数
LDO	过流保护、差分放大器、延迟器等功能	消费类电子、网络通信、汽车等	在模拟电路的整体架构及设计模块方面积累丰富，并形成专利技术
DC-DC	调压，抑制电网侧谐波电流噪声	消费类电子如笔记本电脑、电视机、机顶盒等	在模拟电路的整体架构及设计模块方面积累丰富，并形成专利技术
LED 背光驱动	构造一个恒流源电路，确保任何条件下背光 LED 的发光亮度不变	手机、平板电脑、笔记本电脑、电视机等	在模拟电路的整体架构及设计模块方面积累丰富，并形成专利技术
模拟开关	信号切换、功能切换	消费类电子、安防、网络通信、汽车、工业等	在模拟电路的整体架构及设计模块方面积累丰富，并形成专利技术
直播芯片	数字信号解码、输出	电视机	拥有丰富的 SoC 芯片设计经验和先进工艺设计的物理实现经验积累
射频芯片	信号放大、信号传输	移动通信	提供国内首创多模/多频功放新架构射频芯片，并开发了 TD-LTE 射频功放技术
MEMS 麦克风	实现声信号转换为电信号	消费类电子如智能音箱、无线耳机等	应用特有的封装结构提高声学性能，尺寸小，高信噪比，功耗低

资料来源：公司年报，国元证券研究中心



韦尔股份的销售业务采取**买断式采购的模式**，具体分为境内采购和境外采购两部分：境内采购主要由北京京鸿志及其子公司、上海灵心、深圳东益、鸿光电子、上海树固在境内进行；境外采购主要由香港华清、香港灵心、香港东意、鸿光兴盛、香港树伟朋在境外进行。

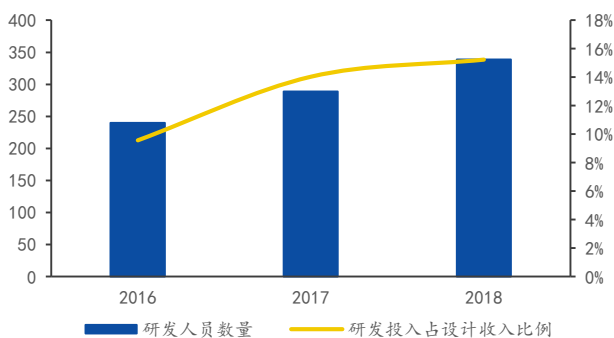
表 28：韦尔股份主要代理商

产品名称	细分产品	主要代理原厂	应用领域
被动件	电阻、电容、电感等	松下、乾坤、国巨、三星、AVX、LIZ、WALSIN、HEC 等	移动通信、家用电器、安防电
结构器件	连接器、卡座、卡托、PCB 等	Molex、松下、南亚等	子、数码产品、智能穿戴、金
分立器件	光电半导体器件、晶振、半导体等	光宝、TXC、VISHAY、WILL 等	融支付、工业设备、电力设
集成电路	芯片、Sensor、Memory、Flash 等	WILL、光宝、江波龙、XMC、Zetta、ISSI、OV、Superpix 等	备、电机控制、电源、仪器仪
射频器件	滤波器等	松下、ACX 等	表、汽车及部件、消防、照明、
显示模组	PMOLED、LCM、AIT 等	智晶、LGD 等	轨道交通等
			车载市场

资料来源：公司年报，国元证券研究中心

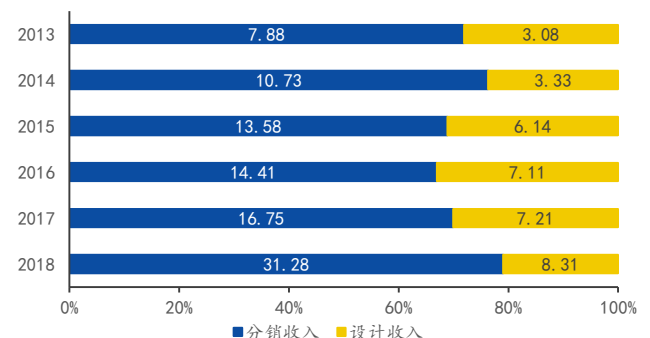
公司重视技术研发工作，不断加大研发投入，半导体设计业务研发投入占半导体设计业务销售收入比例逐年提升，2016-2018 年分别达到 9.58%、14.04%、15.24%。研发人员数量也由 2016 年的 240 人增长至 2018 年 339 人。研发投入也获得营收上的体现，设计收入占比逐年增长，2018 年设计收入占比为 8.31%。公司已拥有专利 67 项，掌握多模多频功率放大器技术、SOI 开关技术、Trench（深槽）技术、多层外延技术、背面减薄技术和芯片倒装技术等多项核心专利技术。这使得其研发设计的半导体产品可有效解决高集成度、低功耗等消费电子领域面临的主要课题，在业内处于领先水平。

图 107：韦尔股份历年研发投入



资料来源：Wind，国元证券研究中心

图 108：韦尔股份历年销售构成



资料来源：Wind，国元证券研究中心

2018 年，韦尔股份发起了对北京豪威、思比科的收购，**进军 CMOS 市场**。豪威科技是世界第三大 CIS 厂商，在手机、安防、汽车等领域均有着一定的影响力；CIS 竞争格局目前索尼、三星、豪威三家占据 73% 份额，BDO 数据显示豪威科技在手机、汽车、安防中份额分别为 20%、29%、40%，随着中美贸易之后芯片自主化需求强烈等，预计豪威科技的市场有望提升。双方整合后将在产品结构和客户端形成协同效应，利用各自优秀的产品在对方客户平台上进行验证和拓展。

表 29：2018 年韦尔股份主要并购事件

首次披露日	交易标的	标的方所在行业	交易总价值(万元)	最新进度
2018-09-20	芯能投资 100%股权;芯力投资 100%股权	多领域控股	168,741.93	完成
2018-08-15	北京豪威 85.53%股权;思比科 42.27%股权; 视信源 79.93%股权	半导体产品,通信设备,信息 科技咨询与其它服务	1,351,206.44	发审委通过
2018-07-14	豪威科技 1.97%的股权	半导体产品	26,000.00	董事会预案
2018-07-03	北京豪威 1.9543%股权	半导体产品	3,964.75	董事会预案

资料来源: Wind, 国元证券研究中心

**盈利预测:** 公司分销业务将受益于大陆半导体的旺盛需求继续保持稳定,设计业务将继续扩大规模并与豪威形成协同效应,不考虑收购豪威科技的,我们预计公司 2019~2021 年营收分别为 44.75/51.82/59.85 亿元,归母净利润为 1.65/3.11/3.74 亿元,对应 EPS 位 0.36/0.68/0.82,给予“增持”评级。

**风险提示:** 业绩承诺不及预期,汇率波动,下游客户过于集中等。

表 30: 韦尔股份财务预测表

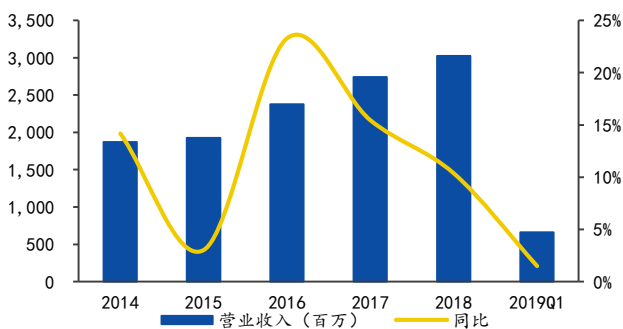
财务数据和估值	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	2405.92	3963.51	4474.80	5181.82	5985.00
收入同比(%)	11.35%	64.74%	12.90%	15.80%	15.50%
归母净利润(百万元)	137.16	138.80	164.59	311.39	373.56
归母净利润同比(%)	-3.20%	1.20%	18.58%	89.19%	19.96%
ROE(%)	11.63%	8.49%	9.23%	14.86%	15.13%
每股收益(元)	0.30	0.30	0.36	0.68	0.82
市盈率(P/E)	172.21	170.16	143.50	75.85	63.23

资料来源: Wind, 国元证券研究中心

#### 4.2.3 士兰微(600460): 国内 IDM 龙头, 新产线陆续产出助力长期发展

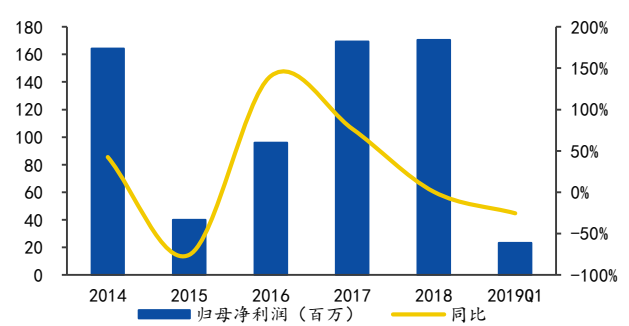
士兰微是目前国内为数不多的以 IDM 为主要发展模式的综合型半导体产品公司。公司主要产品包括集成电路、半导体分立器件、LED(发光二极管)产品等三大类。士兰微陆续承担了国家科技重大专项“01 专项”和“02 专项”多个科研专项课题,同时也是国家“910”工程的重要承担者。

图 109: 士兰微历年营收



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

图 110: 士兰微历年归母净利润



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

公司主营收入增长整体趋势稳定，但利润受市场影响较大。2015 年，在全球经济持续低迷，国内经济下行压力较大的情况下，LED 芯片行业竞争加剧的影响，其子公司士兰明芯在 2015 年出现了较大的亏损。导致其在营业总收入上增速放缓，而利润方面呈现亏损。公司 2018 年营业利润同比减少 33.06%，主要由于士兰集昕 8 寸产线未完全达产，固定成本相对较高，对应的折旧影响公司利润，另一个因素是士兰明芯受 LED 行业不景气影响，产生了一定的亏损。

分产品来看，2018 年全年，集成电路营业收入 9.63 亿元，比去年同期下降 9%；功率分立器件收入 14.75 亿元，比去年同期增长 30.41%；发光二极管营业收入 5.05 亿元，同比下降 0.05%；总共在电子元器件方面收入 29.96 亿元，同比增长 10.08%。集成电路收入下滑主要由于数字音频电路出货量较前一年有大幅下降，另外 LED 出货量下降也产生一些影响。公司在 IPM 功率模块领域取得突破，已导入白电企业，2018 年出货超 300 万颗，同比增长 50%，预计随着进口替代效应进一步加强，预计该产品未来几年继续快速增长。

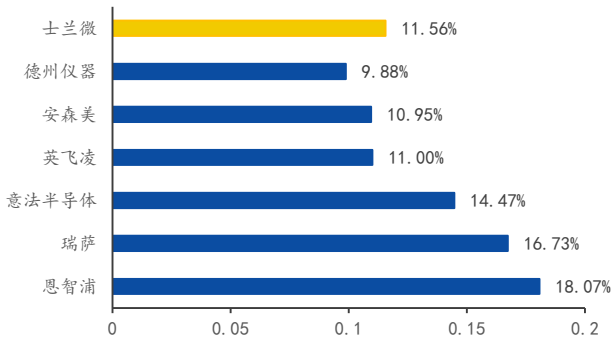
**表 31：士兰微产品分类表**

产品	营业收入 (亿元)	营收占比	毛利率	产品内容
集成电路	9.63	32.14%	30.19%	集成电路的制造和销售；自产产品及技术的出口业务；经营生产、科研所需原辅材料、机械设备、仪器仪表、零配件及技术的进口业务；经营来料加工和“三来一补”业务。
分立器件	14.75	49.24%	26.84%	集成电路芯片、分立器件芯片、半导体、功率模块；功率半导体与集成电路的技术开发、技术转让，包括低压 MOSFET、超结 MOSFET、IGBT、IGBT 大功率模块 (PIM)、快恢复管等产品
发光二极管	5.05	16.85%	12.06%	设计、制造：发光半导体器件、化合物半导体器件以及半导体照明设备；销售自产产品；货物进出口。
其他	0.53	1.76%	7.83%	售后业务等其他业务
总计	29.96	100.00%	25.09%	-

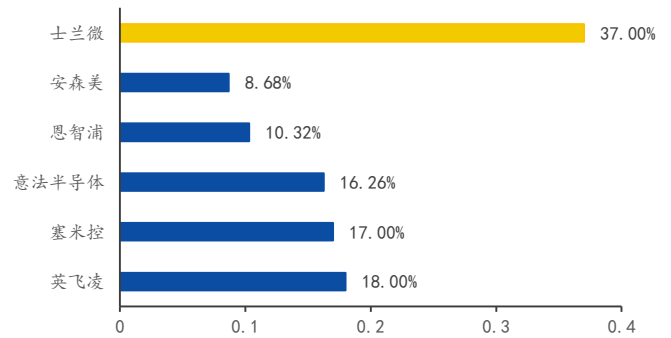
资料来源：公司年报，国元证券研究中心

功率器件主要由子公司杭州士兰集昕微电子有限公司、杭州士兰集成电路有限公司等数家子公司制造。包括 5 寸、6 寸、8 寸低压 MOSFET、超结 MOSFET、IGBT、IGBT 大功率模块 (PIM)、快恢复管等功率产品。其中士兰集昕有一条 8 寸的生产线尚未完全组装完毕，目前总体完成进度达到 89%；士兰集昕的产能扩建项目进度处于 90%，功率器件的产量还有一定提升空间。

2018 年 10 月 18 日，杭州士兰微电子股份有限公司 12 寸特色工艺芯片生产线与先进化合物半导体生产线在厦门海沧区举行开工典礼。12 寸芯片生产线定位为功率半导体芯片以及 MEMS 传感器，项目一期预计 2021 年达产；二期预计 2024 年达产。而先进化合物生产线聚焦于氮化镓功率半导体、光通讯器件、LED 芯片。项目一期预计 2019 年年底达产、二期预计 2024 年达产。

**图 111：2018 年研发投入占营业收入比例**


资料来源：公司年报，IRI，国元证券研究中心

**图 112：2017 年研发人员占总员工比例**


资料来源：公司年报，IRI，国元证券研究中心

**公司研发投入比例力度大，达到国际大厂同类水平。**士兰微 2018 年的研发投入占比 11.56%，与英飞凌、安森美等国际领先企业研发投入力度持平，在研发人员比例方面，公司高达 36.9%，显著高于其他企业，主要也源于公司制造端研发也需要大量人员。在研发成果上，公司累计发明专利 361 个，实用新型专利累计 330 个，虽然落后于国际大厂，但在国内功率半导体领域处于领先地位。士兰微牵头的基于自主知识产权的高清晰度实时监控 SOC 芯片、国产化汽车电子芯片关键技术、600V 高速低功耗 600V 以上多芯片高压模块、面向移动终端和物联网的智能传感器产品制造与封装一体化集成等技术，均获得国家“01 专项”、“02 专项”的大量支持。

**盈利预测：**公司 8 寸产线产能具备提升空间，高附加值产品也将切换至 8 寸产线，将优化八寸线利润率，未来 12 寸产线投产将支撑公司长期发展，我们看好公司产品打入高门槛的家电、汽车等行业，高附加值产品的放量将改善公司业绩，预计 2019-2021 年公司营业收入分别为 33.34/38.39/43.08 亿元，净利润为 1.53/1.8/2.13 亿元，对应 EPS 为 0.12/0.14/0.16 元/股，给予“增持”评级。

**风险提示：**新技术研发周期过长、宏观经济波动、新建项目无法达成预期。

**表 32：士兰微财务预测表**

财务数据和估值	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	2741.79	3025.86	3334.49	3839.67	4308.11
收入同比 (%)	15.44%	10.36%	10.20%	15.15%	12.20%
归母净利润(百万元)	169.49	170.46	153.06	180.04	212.76
归母净利润同比 (%)	76.75%	0.58%	-10.21%	17.62%	18.18%
ROE (%)	6.46%	4.97%	4.28%	4.79%	5.36%
每股收益 (元)	0.13	0.13	0.12	0.14	0.16
市盈率 (P/E)	129.67	128.93	143.59	122.07	103.30

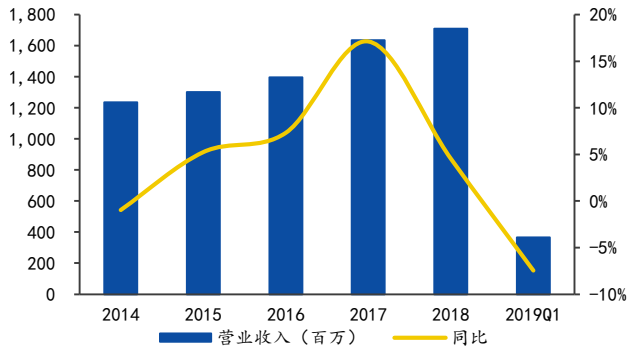
资料来源：Wind，国元证券研究中心

#### 4.2.4 华微电子(600360)：国内功率器件龙头，募投 8 寸产线扩大规模

吉林华微电子股份有限公司是集功率半导体器件设计研发、芯片加工、封装测试及产品营销为一体的国家级高新技术企业，已成为国内技术领先、产品种类最为齐全的功

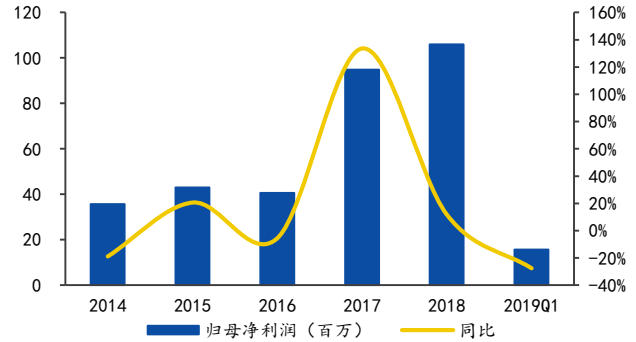
率半导体器件 IDM 公司。公司坚持生产、研发、储备相结合的技术开发战略，不断向功率半导体器件的中高端技术及应用领域拓展，已建立从高端二极管、单双向可控硅、MOS 系列产品到第六代 IGBT 国内最齐全、最具竞争力的功率半导体器件产品体系。

图 113：华微电子历年营收



资料来源：Wind，国元证券研究中心

图 114：华微电子历年净利润



资料来源：Wind，国元证券研究中心

公司主营业务增长稳定。尤其是在 2017 年，功率半导体行业发展迅速，市场需求增加，公司产能、技术积累及产品结构调整得到了快速释放，公司 MOSFET 产品系列、光伏肖特基产品系列实现了销售收入的快速增长，从而带动公司毛利率上升，毛利额增加、扣非后净利润增加，整体归母净利润从 4061 万增长到 9500 万，增长率达 133%。2018 年公司营收 17.09 亿元，同比增长 4.55% 和净利润 1.06 亿元，同比增长 11.76%。

华微电子目前拥有专利 74 项，其中发明专利 18 项，并拥有多项核心终端技术、工艺制造技术和产品制造技术，已掌握从高端二极管到第六代 IGBT 等各领域的核心技术，产品涵盖 IGBT、MOSFET、SBD、FRD、SCR、BJT 等。

表 33：华微电子产能情况

项目	2017 年				2016 年				2015 年			
	产能	产量	销量	产销率	产能	产量	销量	产销率	产能	产量	销量	产销率
4 英寸	96	41.33	37.78	91.41%	110	39.72	42.5	107.00%	200	93.9	114.45	121.88%
5 英寸	150	149.89	148.65	99.17%	150	119.92	119.1	99.32%	130	99.17	102.39	103.25%
6 英寸	75	74.79	72.4	96.80%	72	57.64	56.94	98.79%	69	55.69	54.34	97.58%

资料来源：华微电子配股说明书，国元证券研究中心

华微电子拥有 4 英寸、5 英寸与 6 英寸等多条功率半导体晶圆生产线，各尺寸晶圆生产能力为 330 万片/年，订单情况良好。其中 4 英寸生产线建成时间较长，建成后主要生产双极型功率晶体管，主要用于节能灯等下游产品。受 LED 灯替代节能灯影响，2015 年以来，双极型功率晶体管市场需求逐步萎缩，产能利用率较低。2016 年，华微电子根据 4 寸线产能利用情形，一方面对 4 英寸生产线部分设备进行改造升级，调整到 5 英寸生产线使用，另一方面对 4 英寸生产线进行产品结构进行调整，将部分产能调整为生产市场需求较好的可控硅、对管等产品。

近期，华微电子进行了配股募投项目，募集资金 8 亿，用于新型电力电子器件基地

项目（二期）的建设。项目建成后，华微电子将具有加工 8 英寸芯片 24 万片/年的加工能力。产品包括重点应用于工业传动、消费电子等领域，形成 600V-1700V 各种电压、电流等级的 IGBT 芯片；同时包括应用于各领域的具有成熟产业化技术的 MOSFET 芯片，以及与公司主流产品配套的 IC 芯片。而根据公司说明，预计项目达产后将实现年销售收入 9.18 亿元，生产期平均年税后净利润为 1.90 亿元，项目内部收益率（税后）为 16.22%，投资回收期（税后）为 6.54 年。

**盈利预测：**随着公司募投项目的建设，公司中长期发展将获得增长动力，我们预计 2019-2021 年公司营业收入分别为 18.83/21.12/23.76 亿元，归母净利润分别为 1.25/1.45/1.70 亿元，对应 EPS 为 0.13/0.15/0.18 元/股，给予“增持”评级。

**风险提示：**募投项目实施风险、技术研发不及预期的风险、上游原材料受贸易战影响风险。

表 34：华微电子财务预测表

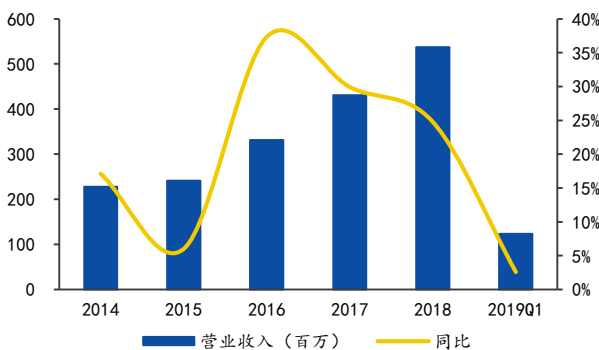
财务数据和估值	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	1634.89	1709.26	1883.61	2112.47	2376.52
收入同比 (%)	17.12%	4.55%	10.20%	12.15%	12.50%
归母净利润(百万元)	94.85	106.01	125.12	145.04	170.61
归母净利润同比 (%)	133.52%	11.76%	18.03%	15.92%	17.63%
ROE (%)	4.47%	4.71%	5.27%	5.76%	6.34%
每股收益 (元)	0.10	0.11	0.13	0.15	0.18
市盈率 (P/E)	67.09	60.04	50.86	43.88	37.30

资料来源：Wind, 国元证券研究中心

#### 4.2.5 捷捷微电(300623)：国内晶闸管领航者，半导体业务稳步增长

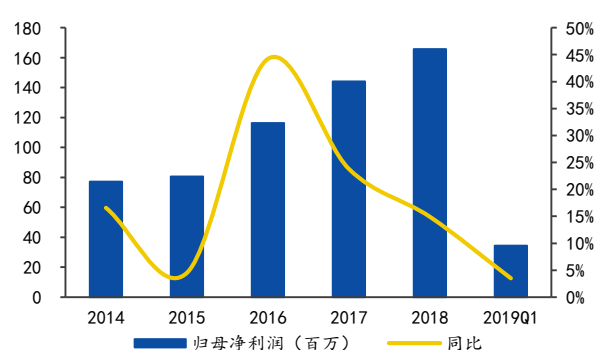
捷捷微电子股份有限公司是一家专业从事半导体分立器件、电力电子元器件研发、制造和销售的江苏省高新技术企业，是国内电力半导体器件领域中晶闸管器件及芯片方片化 IDM 半导体厂商。公司主营产品主要有晶闸管器件和芯片、防护类器件和芯片、二极管器件和芯片、厚膜组件、晶体管器件和芯片、MOSFET 器件和芯片、碳化硅器件等。

图 115：捷捷微电历年营收情况



资料来源：Wind, 国元证券研究中心

图 116：捷捷微电归母净利润

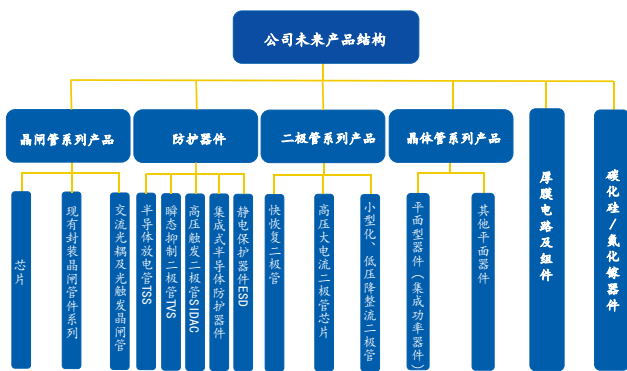


资料来源：Wind, 国元证券研究中心

公司营收和利润连续多年稳步增长。公司成立以来围绕主业不断扩张规模，提升产品市场占有率，业绩稳步增长。捷捷微电 2018 年实现营业收入 5.37 亿元，同比增长 25%，归母净利润 1.66 亿元同比增长 15%。

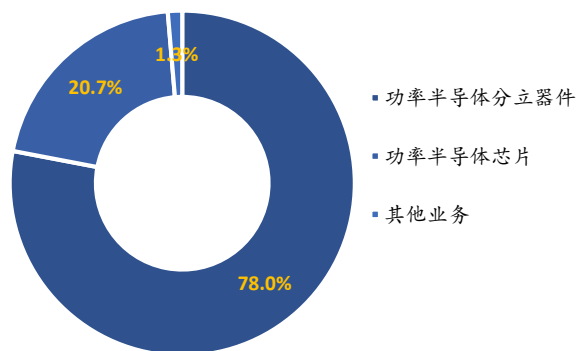
晶闸管和防护器件是公司主要收入和利润来源，公司以最终器件为主要产品，2018 年公司年报显示功率半导体分立器件营业收入 4.19 亿元，占比 77.96%；功率半导体芯片营业收入 1.1 亿元，占比 20.69%。公司未来还会沿着功率半导体的轨迹继续拓展，公司根据不同产品的特征和结合公司实际情况，制定不同的经营策略，公司可控硅、二极管芯片及器件和 FRD 采取自主设计加制造封测一体化模式 (IDM)，MOSFET 产品主要采取 Fabless+封测模式，IGBT 芯片产品采取 Fabless 模式，汽车用功率器件采取 Fabless+封测模式，部分产品采取 IDM。

图 117：捷捷微电未来产品结构布局



资料来源：Wind，国元证券研究中心

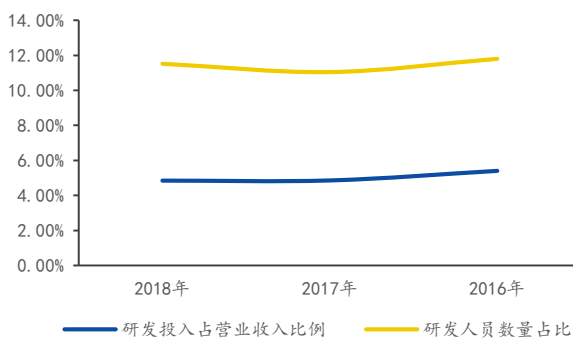
图 118：2018 年捷捷微电主营分布



资料来源：Wind，国元证券研究中心

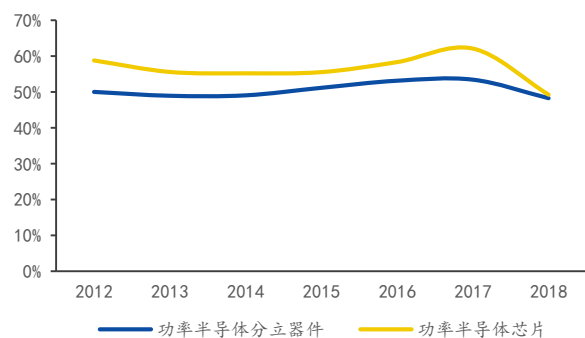
公司 2018 年研发投入 0.26 亿元，同比增加 24.31%，占营收比例为 4.85%，研发人数占比 11.52%，保持较高水平研发投入。产品角度上，主营业务保持较高毛利率约 50%左右。2018 年毛利率下降主要由于新投产项目产能利用率不够高，相应的固定资产折旧等费用影响利润。在半导体器件售价下降的情况下，公司通过扩大规模和技术改进以降低生产成本，将产品毛利率保持在较高水平。企业在开展技术创新的同时，非常注重自主知识产权的创造与保护工作，现共获得授权专利 53 项，其中发明专利 15 项，实用型新专利 37 项；外观专利 1 项。公司拥有江苏省高新技术产品 19 项。

图 119：捷捷微电研发投入情况



资料来源：Wind，国元证券研究中心

图 120：捷捷微电主营业务毛利率



资料来源：Wind，国元证券研究中心

**盈利预测：**随着公司产品线的布局日益丰富，募投项目产能也相继投产，公司将继续保持快速发展态势。考虑到公司在晶闸管行业的领先优势，以及逐步将产品线发展至防护器件和 MOS 器件等领域。我们预计 2019-2021 年公司营业收入分别为 6.2、7.3 和 8.7 亿元，归属母公司股东净利润分别为 1.83、2.18 和 2.58 亿元，按照最新股本测算对应基本每股收益分别为 0.68、0.81 和 0.96 元/股，按照最新股价测算对应 PE 估值分别为 30、25 和 21 倍，给予公司“增持”评级。

**风险提示：**募投项目产能利用率提升不及预期、行业需求超预期下跌、国际厂商恶性竞争等。

表 35：捷捷微电财务预测表

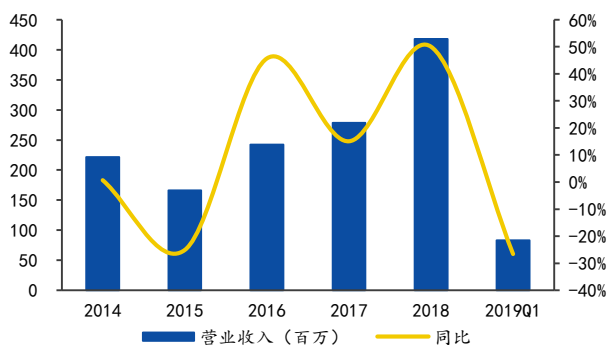
财务数据和估值	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	430.81	537.47	620.90	733.42	868.81
收入同比 (%)	29.91%	24.76%	15.52%	18.12%	18.46%
归母净利润(百万元)	144.15	165.67	183.01	218.49	257.98
归母净利润同比 (%)	23.81%	14.93%	10.47%	19.39%	18.07%
ROE (%)	11.81%	12.27%	11.94%	12.47%	12.84%
每股收益 (元)	0.53	0.61	0.68	0.81	0.96
市盈率 (P/E)	42.14	36.66	33.19	27.80	23.54

资料来源：Wind, 国元证券研究中心

#### 4.2.6 扬杰科技(300373)：国内二极管龙头，布局 SiC 芯片和器件

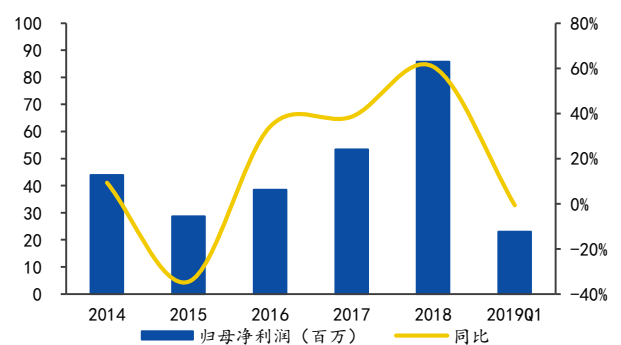
扬杰科技是一家致力于功率半导体芯片及器件制造、集成电路封装测试等领域的半导体公司。公司主营产品为各类电力电子器件芯片、功率二极管、整流桥、大功率模块、DFN/QFN 产品、SGT MOS 及碳化硅 SBD、碳化硅 JBS 等，产品广泛应用于消费类电子、安防、工控、汽车电子、新能源等诸多领域。公司连续数年被中国半导体行业协会评为中国半导体功率器件十强企业，是国家火炬计划重点高新技术企业，与清华大学、电子科技大学等国内众多高校均有长期合作项目。

图 121：扬杰科技历年营收



资料来源：Wind, 国元证券研究中心

图 122：扬杰科技历年归母净利润



资料来源：Wind, 国元证券研究中心

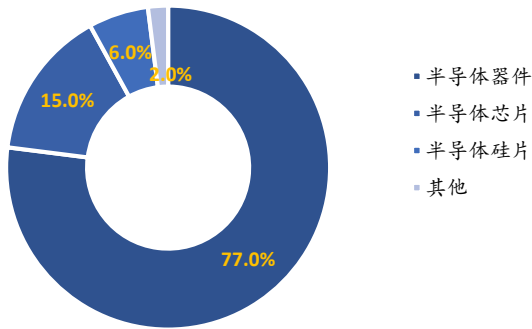
扬杰科技的营业收入增长快速，过去 5 年保持在年增长 20% 以上，从 2013 年的 5.3 亿元增长到 2018 年的 18.52 亿元。归母净利润总体增长稳定，仅在 2018 年有所下降。2018 年利润下滑主要与四季度理财、应收账款、存货、商誉等计提减值 1.05 亿



元有关。

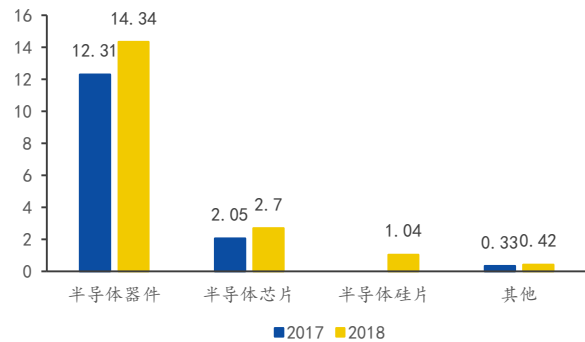
扬杰科技主要产品为半导体功率器件，2018 年营收中 77%均为半导体功率器件，15%为功率器件芯片。营业收入相较于 17 年均约有约 20%左右的增长。公司沿着建设硅基 4 寸、6 寸、8 寸晶圆工厂和对应的中高端二极管、MOSFET、IGBT 封装工厂路径，并行碳化硅基同类晶圆和封装产线建设，整体业务有序推进。

图 123：2018 年扬杰科技营收构成



资料来源：公司年报，国元证券研究中心

图 124：扬杰科技营收构成（亿元）



资料来源：公司年报，国元证券研究中心

**扬杰科技积极布局碳化硅功率半导体。**公司与西安电子科技大学有协议，共同开展第三代半导体材料与器件的产业化应用研究工作；15 年，扬杰科技通过增资和股权转让方式取得国宇电子 38.87% 股权，与中国电子科技集团公司第五十五研究所在碳化硅芯片和模块产品方面建立紧密合作关系。此外，扬杰科技募资 1.5 亿投资于碳化硅芯片、器件的研发以及产业化建设项目，根据 2018 年年报，该项目目前进度已经达到 79%。

表 36：扬杰科技在建工程项目情况

项目名称	预算	工程进度	累计投入占比
节能型功率器件芯片建设项目	3.6 亿元	70%	69.76%
碳化硅芯片、器件研发及产业化建设项目	1.5 亿元	79%	78.82%
智慧型电源芯片封装测试项目	2.5 亿元	74%	73.57%
贴片车间产能扩大项目	0.6 亿元	89%	88.56%

资料来源：公司年报，国元证券研究中心

扬杰科技积极**推进国际化战略布局**，加强海外市场与国内市场的双向联动，实现产品认证与批量合作的无缝对接。2011 年扬杰科技就开始布局日本市场，成功与松下、东芝、夏普等建立合作关系，销售额从 2011 年的 270 万元，快速增至 2014 年的约 3000 万元；公司产品远销韩国、台湾、德国、美国、印度等超过 20 个国家和地区。公司 2015 年 8 月收购半导体销售商 MCC、台湾美微科、深圳美微科，加速拓展海外销售渠道。MCC 客户为北美、东南亚、香港以及台湾等国家和地区的国际半导体行业知名企业。收购完成后，公司通过“MCC”品牌深耕海外市场，海外收入占比持续上升。

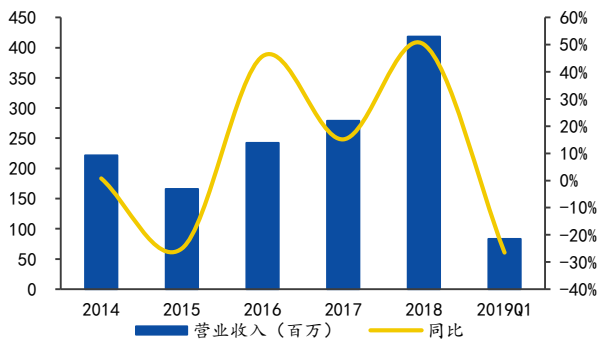
由于光伏政策和贸易战等因素影响，公司 2018 年以后经营压力明显上升。公司目前正处于传统业务趋于饱和的关键转型期，公司多个项目稳步建设和下游的海外销售

团队建设也在有条不紊的持续投入。公司过去从销售型企业逐步成功进入半导体封装、晶圆制造等核心制造环节，实现了收入规模和盈利能力的同步提升。预计未来公司八英寸先进工艺产线和电子材料布局与现有业务将产生协同效应，市场竞争力和盈利能力将会得到有效提升。

#### 4.2.7 台基股份(300046): 大功率器件领先厂商, 深化主业布局 IGBT

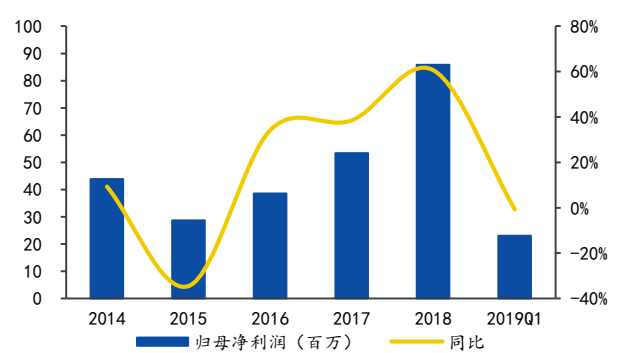
台基股份是国内大功率半导体器件领域为数不多的掌握前道(扩散)技术、中道(芯片制成)技术、后道(封装测试)技术, 并掌握大功率半导体器件设计、制造核心技术并形成规模化生产的高新技术企业。公司采用垂直整合一体化(IDM)的经营模式, 专业致力于功率半导体芯片及器件的研发、制造、销售及服务, 主要产品为功率晶闸管、整流管、IGBT、电力半导体模块等功率半导体器件, 广泛应用于工业电气控制和电源设备。

图 125: 台基股份历年营收 (亿元)



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

图 126: 台基股份历年归母净利润 (亿元)



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

自 2015 年以来, 台基股份营收增长较快, 在 2018 年实现营业收入 4.18 亿元, 同比增长 50.05%, 其中半导体产品, 实现营业收入 2.56 亿元, 同比增长 51.83%, 占总营业收入的 61.11%。2018 年实现各类半导体器件销量 161.77 万只, 其中包括晶闸管 60.68 万只, 同比增长 14.58%, 模块 67.22 万只, 同比增长 14.03%, 芯片、组件及散热器等 23 余万只。

表 37: 台基股份半导体产品分类表

产品	2018 营业收入 (亿元)	2018 营收占比	毛利率	产品内容
晶闸管	1.8	43.02%	44.05%	应用于工业电器控制和电源设备, 包括冶金铸
模块	0.645	15.43%	19.48%	造、电机驱动、大功率电源、输变配电、轨道交通、军民融合、新能源等领域。

资料来源: 公司年报, 国元证券研究中心

公司 2018 年报显示, 2018 年研发投入达 0.78 亿元, 占营业收入的 1.87%, 研发人数为 60, 占总人数的 10.91%, 近三年均在 10% 以上。公司已拥有 52 项专利技术 (其中 7 项发明专利) 和 30 余项专有技术。公司主导产品——晶闸管、整流管以及模块、IGBT 等功率半导体器件及组件, 在大功率半导体器件领域能够领先国内同行, 产业发展迅速, 公司将加快产品结构调整: 重点开发新型 IGBT 模块和 IGCT 等智能化器件, 跟踪研发以 SiC 和 GaN 为代表的第三代宽禁半导体材料和器件技术, 在保

持功率半导体领域优势下扩大销量。

表 38：台基股份主要研发项目进展情况

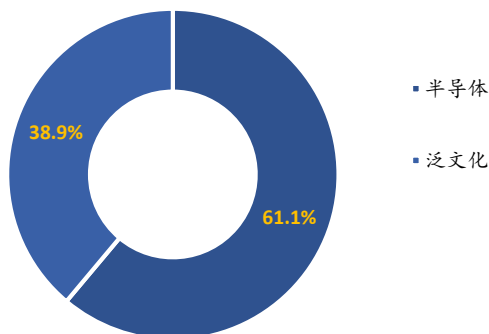
项目名称	项目背景和研发目标	2018 年度项目进展情况
7.5KV 高压器 件	基于全压接技术，应用于高压软启动、高压无功补偿及高压变频器等电气设备和系统。	器件技术水平达到 8.5KV，具备 6 英寸量产能力，产品得到市场应用认可。全压接高压器件产品形成全系列，销售额保持快速增长，成为新的增长点。
IGBT 模块和 焊接模块	国家信息产业振兴项目及湖北省重大科研专项。产品应用于马达驱动、变频器、UPS、新能源、无功补偿等各类电力电子装备。研发具有自主知识产权的产品和应用。	项目完成发改委验收，各项关键技术取得突破，建成 IGBT 模块（暨焊接模块）自动化生产线，产销量不断扩大。高功率 IGBT 芯片并联技术、多芯片集成应用等关键技术取得突破和应用。
高功率脉冲 开关组件	应用于军民融合高端装备和新能源技术，以高脉冲功率晶闸管研发为载体，开展多项新技术的研究和应用，满足国家重大项目需求。	器件技术水平和脉冲功率开关组件得到推广应用，研发完成组件的触发、均压系统等成套方案。2018 年公司持续在该产品技术领域保持领先，在特种电源和新能源领域呈现迅速增长态势。
大功率非对 称晶闸管	应用于环境保护、节能减排和大功率铸造领域设备，以大功率非对称晶闸管产品为载体，开展产品多项设计技术研究和市场应用，相应国家政策满足市场需求。	产品在静电除尘、铸造领域得到市场广泛认可，非对称晶闸管产品形成全系列，销售额保持快速增长，成为新的增长点。

资料来源：公司年报，国元证券研究中心

2018 年 9 月，台基海德基金与天津锐芯签署《关于 IGBT 模块项目合作协议》，合资设立浦峦半导体（上海）有限公司。公司引入的 IGBT 设计团队拥有丰富的全球顶级功率器件企业产业经验，技术实力雄厚，产品研发进展顺利。

2019 年 3 月，台基股份董事会审议通过了拟出资 1 亿元在北京亦庄经济开发区投资设立全资子公司的议案。主要用于**新型高功率半导体器件产业升级项目**：月产 4 万只 IGBT 模块(兼容 MOSFET 等)封测线，兼容月产 1.5 万只 SiC 等宽禁带半导体功率器件封测；月产 6500 只高功率半导体脉冲功率开关生产线；晶圆线改扩建项目以及新型高功率半导体研发中心和营销中心。

图 127：台基股份营收构成



资料来源：Wind，国元证券研究中心

图 128：中国影视剧市场规模（亿元）



资料来源：中国产业研究报告网，国元证券研究中心

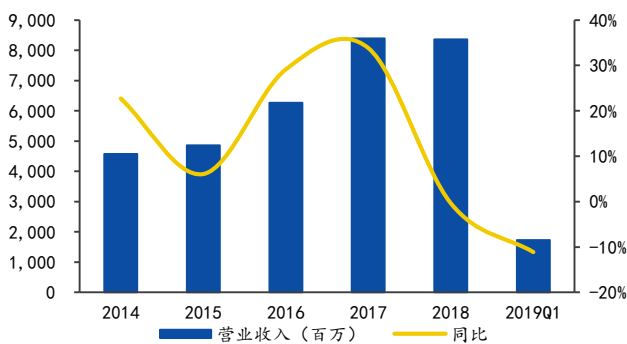
2016 年台基股份 3.8 亿元收购北京彼岸春天影视有限公司 100% 股权，进入影视传

媒业。交易完成后，台基股份形成“半导体+泛文化”双主业的形态，2018年台基股份的营收中，61.1%来自于半导体业务，38.9%的为泛文化带来的营收，达到1.6亿元。虽然拓展文化产业，但公司经营重心仍旧在功率器件业务板块，公司的大功率脉冲开关具有完全自主知识产权，技术水平达到国际领先水平，产品在冶金铸造及电机控制领域具备竞争优势，随着进口替代的需求越发紧迫，看好公司功率半导体的发展。

#### 4.2.8 三安光电(600703): LED 龙头布局化合物半导体，打造化合物材料领先平台

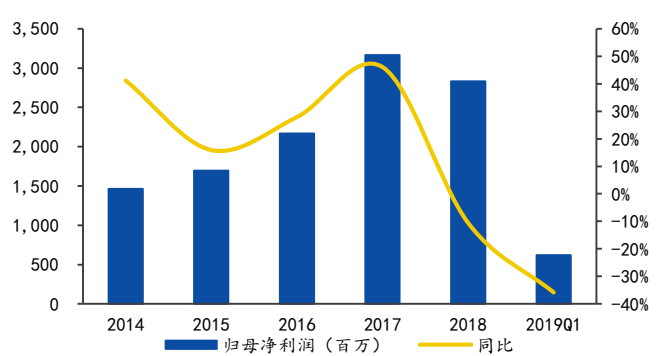
公司主要从事III-V族化合物半导体材料的研发与应用，着重于砷化镓、氮化镓、碳化硅、磷化铟、氮化铝、蓝宝石等半导体新材料所涉及到的外延、芯片为核心主业。公司业务分为LED、射频、电力电子、滤波器与光通讯五大板块。

图 129: 三安光电总营收



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

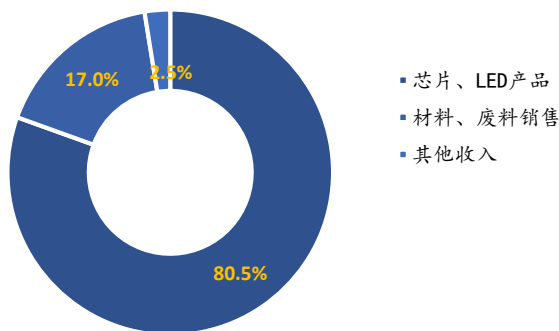
图 130: 三安光电归母净利润



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

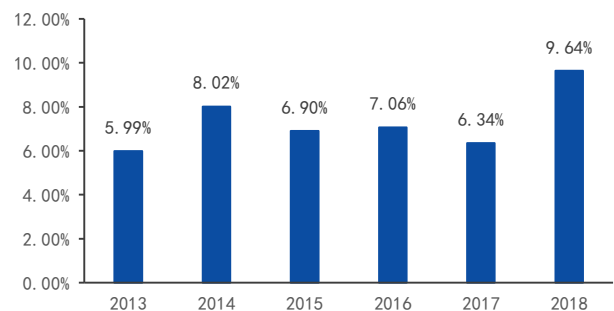
三安光电的过去几年营收增长稳定,从2012年的33.6亿增长至2018年的83.6亿,年复合增长率达到16%。净利润也总体保持着良好增长的态势。2018年受全球LED市场不景气影响,营收与利润出现小幅下滑。LED行业产品占营收80.5%,因而公司整体业绩受LED行业周期影响。

图 131: 三安光电 2018 年营收结构



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

图 132: 三安光电历年研发投入占比



资料来源: Wind, 国元证券研究中心

公司在功率半导体领域的布局主要是砷化镓氮化镓材料和碳化硅材料。砷化镓器件可应用于手机、通讯设备、汽车、导航等领域;碳化硅器件在新能源汽车等电力电子市场将会大规模应用。公司砷化镓射频HBT产品主流工艺已开发完成,产品全方面

涵盖 2G-4G PA, WiFi, IoT 等主要市场应用; PHEMT 产品通过可靠度验证, 已进入量产出货; 氮化镓射频版块 2018 年已送样 8 个客户。公司 4 寸与 6 寸碳化硅衬底材料性能良好, 生产的电力电子芯片, 其良率、电特性、封装体各方面已达到国际一流水平, 已经实现销售。

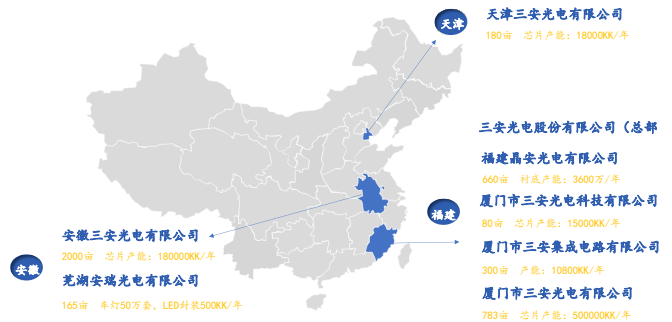
公司在建设砷化镓高速半导体与氮化镓高功率半导体项目之后, 于 2018 年与泉州市和南安市政府签订《投资合作协议》, 拟斥资 333 亿元投资多个产业化项目: 1、高端氮化镓 LED 衬底、外延、芯片的研发与制造产业化项目; 2、高端砷化镓 LED 外延、芯片的研发与制造产业化项目; 3、大功率氮化镓激光器的研发与制造产业化项目; 4、光通讯器件的研发与制造产业化项目; 5、射频、滤波器的研发与制造产业化项目; 6、功率型半导体(电力电子)的研发与制造产业化项目; 7、特种衬底材料研发与制造、特种封装产品应用研发与制造产业化项目。项目建成并达产后预计年销售收入约 270 亿元(按当前产品单价计算), 三安光电也将实现在半导体化合物高端领域的全产业链布局, 公司的高新技术及生产规模迈入国际先进行列。

图 133: 三安光电五大核心业务



资料来源: 公司官网, 国元证券研究中心

图 134: 三安光电产业基地



资料来源: 公司官网, 国元证券研究中心

## 5. 风险提示

**贸易摩擦所带来的供应链风险:** 由于中美贸易战规模逐渐扩大, 上游材料进口限制可能会受到波及, 或将对功率半导体行业造成一定的打击。

**相关公司研发进展不及预期:** 无论是第三代半导体材料的发展、突破、应用, 或者是传统功率半导体性能的进一步提升, 都需要技术、科研上的突破。若是技术难关无法按期突破, 将对相关功率半导体企业业绩增长造成压力。

**汇率波动风险:** 随着贸易战的进行, 汇率或将产生波动。而功率半导体行业对于进出口的依赖较大。汇率的波动可能会对功率半导体行业的发展带来风险。

**下游需求不及预期:** 功率半导体下游包括通讯、消费电子、汽车等多个领域, 应用面较广, 受下游需求影响较大, 下游如汽车电子化进展不及预期等将影响行业需求。

**客户认证不及预期:** 功率半导体产品认证门槛高, 周期长, 若公司产品不能顺利导入下游客户供应链, 将使得公司业绩承压。

## 投资评级说明

(1) 公司评级定义		(2) 行业评级定义	
买入	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅优于上证指数 20% 以上	推荐	预计未来 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 10% 以上
增持	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅优于上证指数 5-20% 之间	中性	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±10% 之间
持有	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅介于上证指数±5% 之间	回避	预计未来 6 个月内，行业指数表现劣于市场指数 10% 以上
卖出	预计未来 6 个月内，股价涨跌幅劣于上证指数 5% 以上		

## 分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人承诺报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业操守和专业能力，本报告清晰准确地反映了本人的研究观点并通过合理判断得出结论，结论不受任何第三方的授意、影响。

## 证券投资咨询业务的说明

根据中国证监会颁发的《经营证券业务许可证》(Z23834000),国元证券股份有限公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

## 一般性声明

本报告仅供国元证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。若国元证券以外的金融机构或任何第三方机构发送本报告，则由该金融机构或第三方机构独自为此发送行为负责。本报告不构成国元证券向发送本报告的金融机构或第三方机构之客户提供的投资建议，国元证券及其员工亦不为上述金融机构或第三方机构之客户因使用本报告或报告载述的内容引起的直接或间接损失承担任何责任。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的信息、资料、分析工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出告或购买证券或其他投资标的的投资建议或要约邀请。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。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有本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投资银行业务服务或其他服务。

## 免责条款

本报告是为特定客户和其他专业人士提供的参考资料。文中所有内容均代表个人观点。本公司力求报告内容的准确可靠，但并不对报告内容及所引用资料的准确性和完整性作出任何承诺和保证。本公司不会承担因使用本报告而产生的法律责任。本报告版权归国元证券所有，未经授权不得复印、转发或向特定读者群以外的人士传阅，如需引用或转载本报告，务必与本公司研究中心联系。网址：

www.gyzq.com.cn

## 国元证券研究中心

合肥	上海
地址：安徽省合肥市梅山路 18 号安徽国际金融中心 A 座国元证券	地址：上海市浦东新区民生路 1199 号证大五道口广场 16 楼国元证券
邮编：230000	邮编：200135
传真：(0551) 62207952	传真：(021) 68869125
	电话：(021) 51097188