

半导体研究系列之五（功率半导体）：电力电子核心，国产替代大势所趋

行业专题研究

吴吉森（分析师）

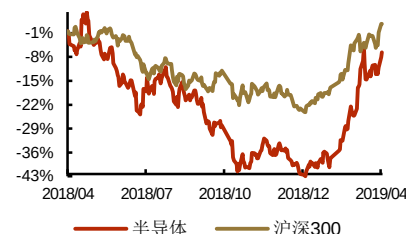
021-68865595

wujisen@xsdzq.cn

证书编号：S0280518110002

推荐（维持评级）

行业指数走势图



● 功率半导体是系统应用核心器件，战略地位突出

功率半导体是电子装置电能转换与电路控制的核心，本质上，是通过利用半导体的单向导电性实现电源开关和电力转换的功能。功率半导体包括功率 IC 和功率器件，是系统应用的核心器件，战略地位十分突出。功率半导体具体用途是变频、变相、变压、逆变、整流、增幅、开关等。从产品种类看，根据 Yole 统计数据，2017 年功率半导体最大的细分领域是功率 IC，占比 54%，MOSFET 占比 17%，IGBT 占比 12%，功率二极管/整流桥占比 15%。

● 新兴应用不断涌现，功率半导体市场持续向好

功率半导体的应用领域非常广泛，根据 Yole 数据，2017 年全球功率半导体市场规模为 327 亿美元，预计到 2022 年达到 426 亿美元，复合增长率为 5.43%，其中，2017 年全球功率半导体器件市场规模为 144.01 亿美元，预计到 2022 年市场规模将达到 174.88 亿美元，复合增长率为 3.96%。在全球功率半导体市场中，工业、汽车、无线通讯和消费电子是前四大终端市场，根据中商产业研究院数据，2017 年工业应用市场是功率半导体最大的市场，占比 34%，汽车领域占比 23%，消费电子占比 20%，无线通讯占比 23%。我们认为受益于工业、新能源汽车、通信和消费电子领域新兴应用不断出现，全球功率半导体市场将会不断向好，规模将会不断扩大。

● 中国是全球最大功率半导体市场，国产替代大势所趋

中国是全球最大的功率半导体消费国，根据 Yole 数据，2017 年中国功率半导体市场空间占全球比例为 39%。功率半导体厂商以欧美日为主，且大多是 IDM 模式，是 IGBT 和中高压 MOSFET 的主要制造商，占据全球功率半导体 70% 的市场份额，英飞凌、安森美是典型代表；中国大陆以二极管、低压 MOSFET、晶闸管等低端功率半导体为主，目前实力较弱，占据全球 10% 的市场份额，供需缺口很大，国产替代迫在眉睫。目前，国外厂商逐步退出低压功率半导体领域，国内的龙头企业有望依靠成本优势和技术优势承接这部分市场份额；在高端产品领域，中国中车、比亚迪等企业在高铁、汽车等领域已经取得了突破。我们认为随着国内汽车电子、工业电子等下游产业日渐崛起，国内功率半导体市场将迎来更广阔的发展前景，国内企业迎来绝佳的发展良机，国产替代将是顺势而为。

● **受益标的：**捷捷微电（300623）：国内晶闸管龙头企业，在晶闸管领域率先打破国外垄断；扬杰科技（300373）：内生外延并举，切入 SiC 领域；华微电子（600360）：老牌功率半导体企业，新兴领域不断突破；士兰微（600460）：产能加速释放，积极布局 GaN 领域；闻泰科技（600745）：拟并购安世半导体，未来成长可期；斯达股份：国内 IGBT 领军企业，受益于下游行业大发展；陆芯科技：新一代功率半导体技术领航企业。

● **风险提示：**行业竞争加剧、研发不及预期、国产替代进度不及预期

相关报告

《半导体研究系列之四（存储器）：自主可控，存储之道》2019-03-09

《半导体研究系列之三（材料）：半导体产业基石，国产替代正当时》2018-04-10

《半导体研究系列之二（设备）：星星之火，燎原之势渐起》2018-04-10

《半导体研究系列之一：大国重器，进击的中国半导体产业》2018-04-01

目 录

1、 功率半导体是系统应用核心器件，战略地位突出	5
1.1、 功率半导体是电能转换与电路控制的核心	5
1.2、 功率半导体分类	5
1.2.1、 二极管：最简单的功率器件	7
1.2.2、 MOSFET：高频开关，功率器件最大市场	7
1.2.3、 IGBT：电力电子行业“CPU”	9
1.3、 功率 IC：功率器件与其他元器件集成，用于小电流环境	10
2、 新兴应用不断涌现，功率半导体市场持续向好	10
2.1、 工业领域对电机需求不断提升	11
2.2、 汽车电子价格提升，新能源汽车爆发增长	12
2.3、 节能环保意识增强，智能电网普及	14
2.4、 5G 爆发在即，通信行业对功率半导体需求激增	14
2.5、 消费电子领域 Type-C 接口普及，主板升级换代	15
3、 功率半导体欧美日三足鼎立，国产替代正当时	16
3.1、 欧美日三足鼎立，中国厂商实力有待提高	16
3.2、 供需缺口大，中国功率半导体依赖进口	17
3.3、 二极管：市场集中度低，有望率先实现国产替代	20
3.4、 MOSFET：中低压市场有望替代，高压市场取得突破	21
3.5、 IGBT：自给率不足 10%，国内厂商逐个突破	21
4、 新材料功率半导体大有可为，国内企业有望弯道超车	24
4.1、 碳化硅功率器件前景广阔，欧美日三分天下	25
4.2、 氮化镓（GaN）：起步较晚，衬底成本高昂	28
5、 受益标的：	30
5.1、 捷捷微电（300623）：国内晶闸管龙头企业，打破国外厂商垄断	30
5.2、 扬杰科技（300373）：内生外延并举，切入 SiC 领域	31
5.3、 华微电子（600360）：老牌功率半导体企业，新兴领域不断突破	32
5.4、 士兰微（600460）：产能加速释放，积极布局 GaN 领域	33
5.5、 闻泰科技（600745）：拟并购安世半导体，未来成长可期	34
5.6、 斯达股份：国内 IGBT 领军企业，受益于下游行业大发展	35
5.7、 陆芯科技：新一代功率半导体技术领航企业	35
6、 风险提示	36

图表目录

图 1： 功率器件分类	6
图 2： 功率半导体应用领域	7
图 3： 2017 年功率半导体下游市场结构占比	7
图 4： 二极管结构示意图	7
图 5： 二极管单向导通示意图	7
图 6： MOSFET 结构图	8
图 7： 全球 MOSFET 市场规模稳步增长	8
图 8： 2022 年 MOSFET 终端应用占比	8
图 9： IGBT 结构图	9
图 10： IGBT 主要应用领域	9

图 11: 全球 IGBT 市场规模持续增长.....	10
图 12: 2017 年功率半导体终端市场格局	11
图 13: 2017 年功率半导体终端市场格局	11
图 14: 全球功率半导体器件市场规模稳步增长	11
图 15: 工业功率半导体市场规模稳步增长	12
图 16: 电动汽车主要功率模块图解	12
图 17: 新能源汽车出货量快速增长	13
图 18: 汽车电子成本构成 (美元)	13
图 19: 汽车功率半导体市场规模.....	错误!未定义书签。
图 20: 充电桩安装数量快速增长	14
图 21: 充电桩功率半导体市场规模快速增长	14
图 22: 全球新增光伏装机量预测	14
图 23: 全球光伏功率半导体市场规模预测	14
图 24: 全球通信设备市场规模稳步增长	15
图 25: 通信功率半导体市场规模稳步增长	15
图 26: Type-C 接口设备出货量预测	16
图 27: Type-C 接口对 MOSFET 需求测算	16
图 28: 消费电子功率半导体市场规模稳步增长	16
图 29: 2017 年功率半导体竞争格局情况	17
图 30: 2017 年全球功率器件供给按照区域划分占比	18
图 31: 2017 年全球功率器件需求按区域划分占比	18
图 32: 8 寸晶圆价格持续上涨	18
图 33: 二极管市场规模预测稳步增长	20
图 34: 二极管进出口数量逐步减少	20
图 35: 英飞凌营收稳步增长	22
图 36: 英飞凌净利润快速增长	22
图 37: 2018 年英飞凌营收结构 (按地区)	23
图 38: 2018 年英飞凌营收结构 (按产品)	23
图 39: 中国 IGBT 市场供需对比	24
图 40: SiC 二极管与 Si 二极管对比	26
图 41: SiC 与 GaN 应用领域	26
图 42: 碳化硅功率器件市场规模 (按应用分类)	27
图 43: SiC 上下游产业链	28
图 44: 氮化镓功率器件市场规模 (按应用分类)	28
图 45: 氮化镓功率器件厂商	29
图 46: 捷捷微电营业收入稳步增长	30
图 47: 捷捷微电净利润稳步增长	30
图 48: 扬杰科技营业收入持续增长	31
图 49: 扬杰科技净利润增长情况	31
图 50: 华微电子营业收入稳步增长	32
图 51: 华微电子归母净利润快速增长	32
图 52: 士兰微营业收入稳步增长	33
图 53: 士兰微归母净利润增长情况	33
图 54: 闻泰科技净利润快速增长	34
图 55: 安世半导体净利润快速增长	34
图 56: 斯达股份营收快速增长	35
图 57: 斯达股份营利润快速增长	35

表 1: 电力转换的四种基本模式.....	5
表 2: 功率器件各项参数及其应用领域对比	6
表 3: 中国厂商与国外厂商对比.....	17
表 4: 功率器件交货期.....	19
表 5: 国内可用于功率器件制造的晶圆线产能.....	19
表 6: 国内新增晶圆产线.....	20
表 7: 2017 年中国 MOSFET 市场格局	21
表 8: 全球 IGBT 供应商排名	22
表 9: 全球 IGBT 供应商排名（按电压）	23
表 10: 半导体材料对比.....	25
表 11: Si 基器件与 SiC 器件价格对比.....	27
表 12: 公司 IGBT 应用领域和性能.....	36

1、功率半导体是系统应用核心器件，战略地位突出

1.1、功率半导体是电能转换与电路控制的核心

功率半导体是电子装置电能转换与电路控制的核心，本质上，是通过利用半导体的单向导电性实现电源开关和电力转换的功能。无论是水电、核电、火电还是风电，甚至各种电池提供的化学电能，大部分均无法直接使用，75%以上的电能应用需由功率半导体器件进行功率变换以后才能供设备使用。

模拟 IC 中的电源管理 IC 与分立器件中的功率器件功能相似，二者经常集成在一颗芯片中，因此功率半导体包括功率 IC 和功率器件。功率半导体的具体用途是变频、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。在汽车中，汽车蓄电池的输入电压在 12V-36V，而民用电电压为 220V，将民用电电压转换至输入电压的过程叫做变压。蓄电池的输入电流一般是直流电，将交流电转换为直流电的过程叫做整流。汽车运行时，蓄电池持续输出直流电，而汽车的各个模块需要使用交流电，交流电转换为直流电的过程叫做逆变。汽车蓄电池输出的电压很低，无法满足各个模块的需求，将低电压转换成高电压的过程叫做增幅。电动汽车的马达使用的电流是三相电。首先，蓄电池输出的直流电经过逆变后成为单向交流电，将单向交流电变为三相电的过程叫做变相。

表1：电力转换的四种基本模式

转换形式	代表设备	实现功能
AC-AC	变压器	升降压，常用在输配电系统中
AC-DC	整流器	将交流电转化为直流电，常用在电器电源中
DC-AC	逆变器	将直流电转化为交流电，常用在变频器中
DC-DC	稳压器	斩波，常用在仪器仪表中

资料来源：基业长青、新时代证券研究所

1.2、功率半导体分类

功率半导体主要分为功率器件、功率 IC。其中功率器件经历了近 70 年的发展历程：20 世纪 40 年代，功率器件以二极管为主，主要产品是肖特基二极管、快恢复二极管等；晶闸管出现于 1958 年，兴盛于六七十年代；近 20 年来各个领域对功率器件的电压和频率要求越来越严格，MOSFET 和 IGBT 逐渐成为主流，多个 IGBT 可以集成为 IPM 模块，用于大电流和大电压的环境。功率 IC 是由功率半导体与驱动电路、电源管理芯片等集成而来的模块，主要应用在小电流和低电压的环境。

根据可控性分类

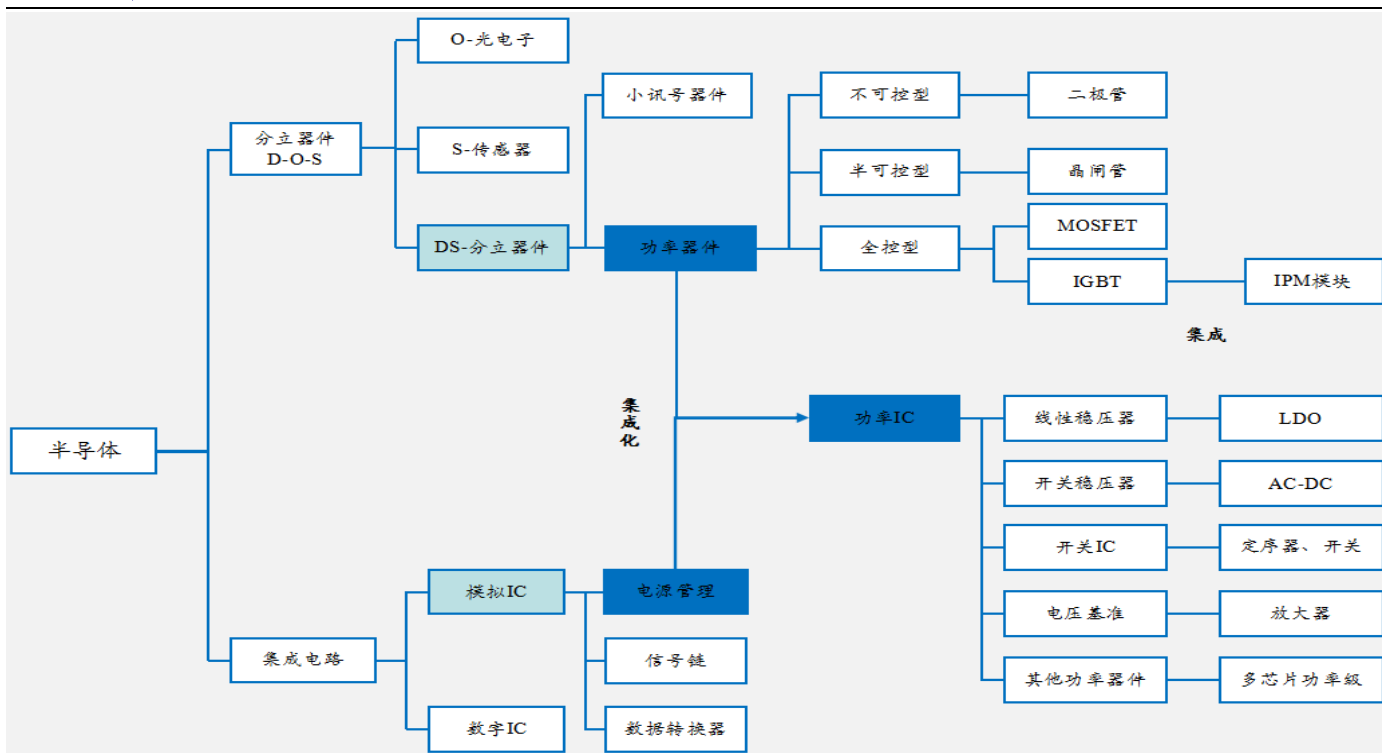
根据功率半导体的可控性可以将功率半导体分为三类，第一类是不可控型功率器件，主要是功率二极管。功率二极管一般为两端器件，其中一端为阴极，另一端为阳极，二极管的开关操作完全取决于施加在阴极和阳极的电压，正向导通，反向阻断，电流的方向也是单向的，只能正向通过。二极管的开通和关断都不能通过器件本身进行控制，因此将这类器件称为不可控器件。

第二类是半控型功率器件，半控型器件主要是晶闸管（SCR）及其派生器件，如双向晶闸管、逆导晶闸管等。这类器件一般是三段器件，除阳极和阴极外，还增加了一个控制用门极。半控型器件也具有单向导电性，其开通不仅需在阳极和阴极

间施加正向电压，还必须在门极和阴极间输入正向可控功率。这类器件一旦开通就无法通过门极控制关断，只能从外部改变加在阳、阴极间的电压极性或强制阳极电流变为零。这类器件的开通可控而关断不可控，因此被称之为半控型器件。

第三类是全控型器件，以 IGBT 和 MOSFET 等器件为主。这类器件也是带有控制端的三端器件，其控制端不仅可以控制开通，也能控制关断，因此称之为全控型器件。

图1：功率器件分类



根据驱动形式分类

根据驱动形式的不同，我们将功率半导体分为三类，第一类是电流驱动型，第二类是电压驱动型，第三类是光驱动型。

电流驱动型器件有 SCR、BJT、GTO 等，这类器件必须有足够的驱动电流才能使器件导通或者关断，本质上是通过极电流来控制器件。GTO 和 SCR 一般通过脉冲电流控制，BJT 则需要通过持续的电流控制。

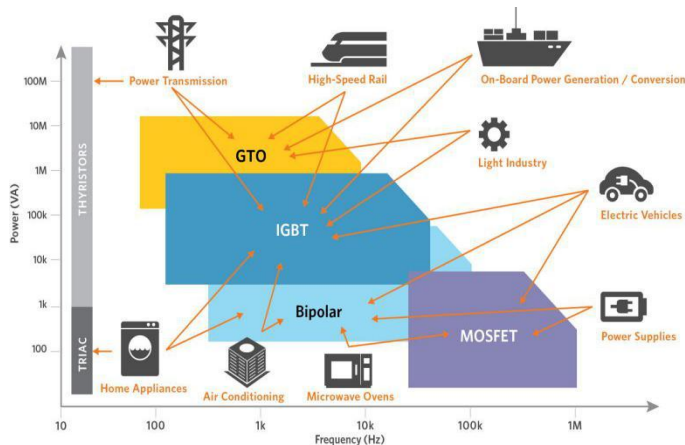
电压控制型电路主要是 IGBT 和 MOSFET 等，这类器件的导通和关断只需要一定的电压和很小的驱动电流，因此器件的驱动功率很小，驱动电路比较简单。

光控型器件一般是专门制造的功率半导体器件，如光控晶闸管。这类器件的开关行为通过光纤和专用光发射器来控制，不依赖电流或者电压驱动。

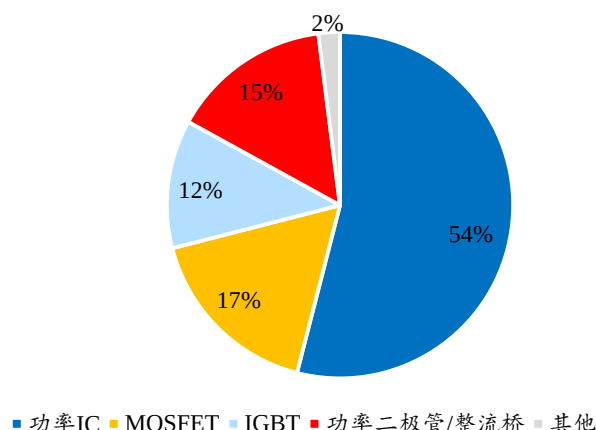
表2：功率器件各项参数及其应用领域对比

类型	可控性	驱动形式	导通方向	电压	特点	应用领域
二极管	不可控型	电流驱动	单向	低于 1V	电压电流较小，只能单向导电	电子设备、工业
晶闸管	半控型	电压驱动	单向	几千伏	体积小、耐压高	工业、UPS、电焊机、变频器
IGBT	全控型	电压驱动	双向	600V 以上	能承受高电压，不能放大电压	电机、逆变器、高铁、汽车
MOSFET	全控型	电压驱动	双向	十几伏到 1000 伏	开关频率高，不耐超高压，可改变电压	高速开关电源

资料来源：菱端电子、新时代证券研究所

图2： 功率半导体应用领域

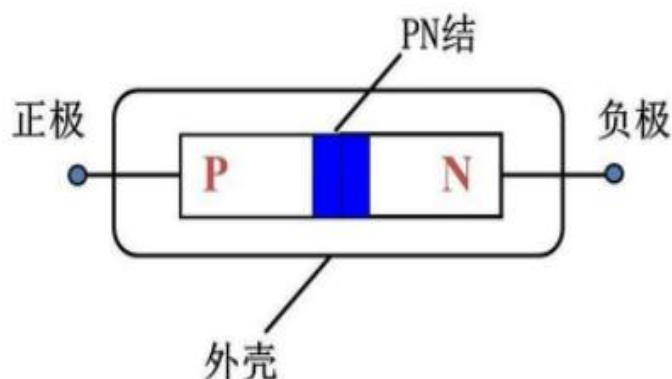
资料来源：Applied Materials、新时代证券研究所

图3： 2017 年功率半导体下游市场结构占比

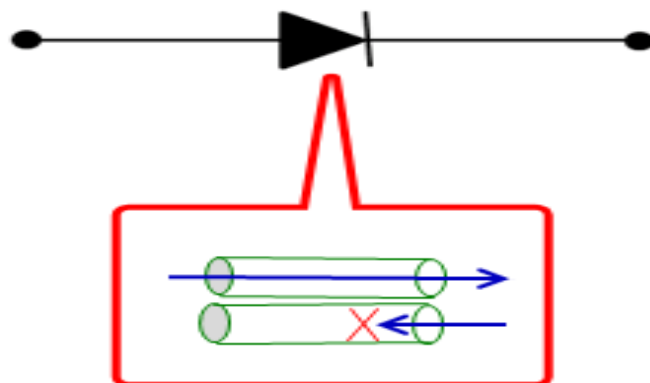
资料来源：Yole、IHS、新时代证券研究所

1.2.1、二极管：最简单的功率器件

二极管是最简单的功率器件，由 P 极和 N 极形成 PN 结结构，电流只能从 P 极流向 N 极。二极管由电流驱动，无法自主控制通断，电流单向只能通过。二极管的作用有整流电路、检波电路、稳压电路和各种调制电路。二极管承受的电压和电流较低（锗管导通电压为 0.3V，硅管为 0.7V），电流一般不超过几十毫安，电压和电流过高会导致二极管被击穿。常见的二极管有肖特基二极管、快恢复二极管、TVS 二极管等。

图4： 二极管结构示意图

资料来源：电子发烧友网、新时代证券研究所

图5： 二极管单向导通示意图

资料来源：富士电机、新时代证券研究所

二极管应用：二极管是最简单的功率器件，由于二极管具有单向导电的特性，通常用于稳压电路、整流电路、检波电路等。齐纳二极管通常用于稳压电路，在达到反向击穿电压前，齐纳二极管的电阻非常高。达到反向击穿电压时，反向电阻降低，在这个低阻区中电流增加而电压保持恒定。TVS 二极管常用于电路保护，TVS 管的响应速度很高，当 TVS 管两端经受瞬间高能量冲击时，TVS 能以极高的速度将高阻抗降为低阻抗，从而吸收大电流，保护电路。

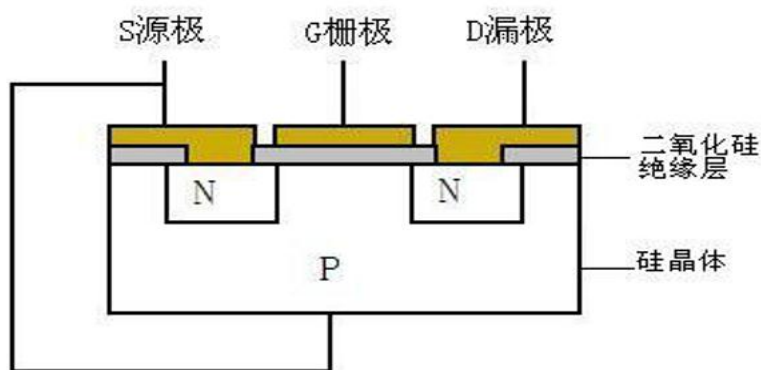
二极管市场规模：整流器由二极管与一些金属堆叠而成，二者在功能上相似，因此将二极管和整流器合并研究。根据 Yole 的数据，2016 年全球二极管及整流器市场规模为 33.43 亿美元，其中整流器市场规模为 27.58 亿美元，占比为 82.50%。

1.2.2、MOSFET：高频开关，功率器件最大市场

金属-氧化物半导体场效应晶体管，可广泛运用于数字电路和模拟电路。

MOSFET 由 P 极、N 极、G 栅极、S 源极和 D 漏极组成。金属栅极与 N 极、P 极之间有一层二氧化硅绝缘层，电阻非常高。不断增加 G 与 S 间的电压至一定程度，绝缘层电阻减小，形成导电沟道，从而控制漏极电流。因此 MOSFET 是通过电压来控制导通，在 G 与 S 间施加一定电压即可导通，不施加电压则关断，器件通断完全可控。MOSFET 的优点是开关速度很高，通常在几十纳秒至几百纳秒，开关损耗很小，通常用于开关电源，缺点是在高压环境下压降很高，随着电压上升电阻变大，传导损耗很高。MOSFET 的导通与阻断都由电压控制，电流可以双向通过。

图6: MOSFET 结构图

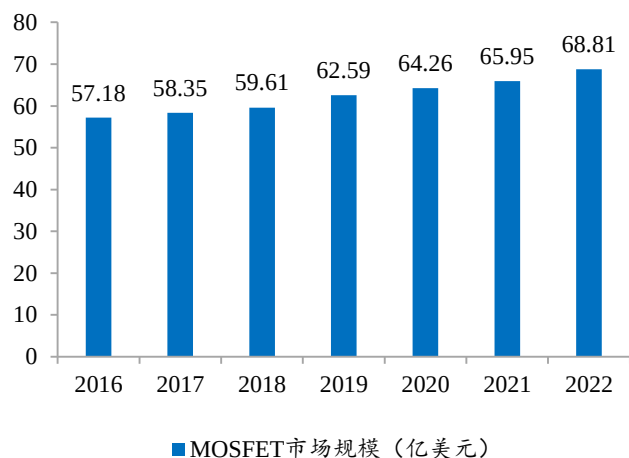


资料来源：电子发烧友、新时代证券研究所

MOSFET 工作原理：MOSFET 本质上是一个开关，开关的导通和关断完全可控。通过脉宽调制，MOSFET 可以完成变频等功能。假设一个器件前 1 秒输入电压为 100V，后 1 秒 MOSFET 关断，这 2 秒内相当于持续输入 50V 的等效电压，这就是脉宽调制的原理。通过控制 MOSFET 导通关断可以改变电压和频率。

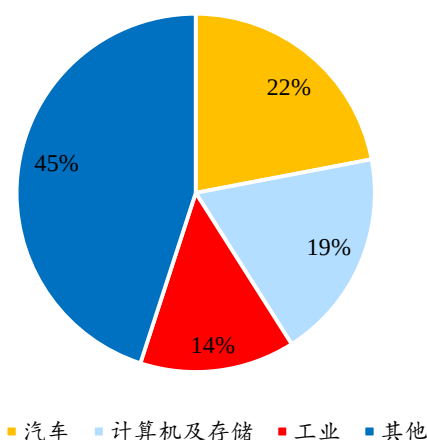
MOSFET 是功率器件最大市场。MOSFET 在功率器件中占比最高，2018 年全球 MOSFET 市场规模为 59.61 亿美元，占功率器件市场的 39.78%。MOSFET 的优点在于稳定性好，适用于 AC/DC 开关电源、DC/DC 转换器，因此 MOSFET 通常用于计算机、消费电子、汽车和工业等领域。Yole 预测到 2022 年 MOSFET 下游应用中，汽车占比为 22%，计算机及存储占比为 19%，工业占比为 14%。

图7: 全球 MOSFET 市场规模稳步增长



资料来源：Yole 预测、新时代证券研究所

图8: 2022 年 MOSFET 终端应用占比

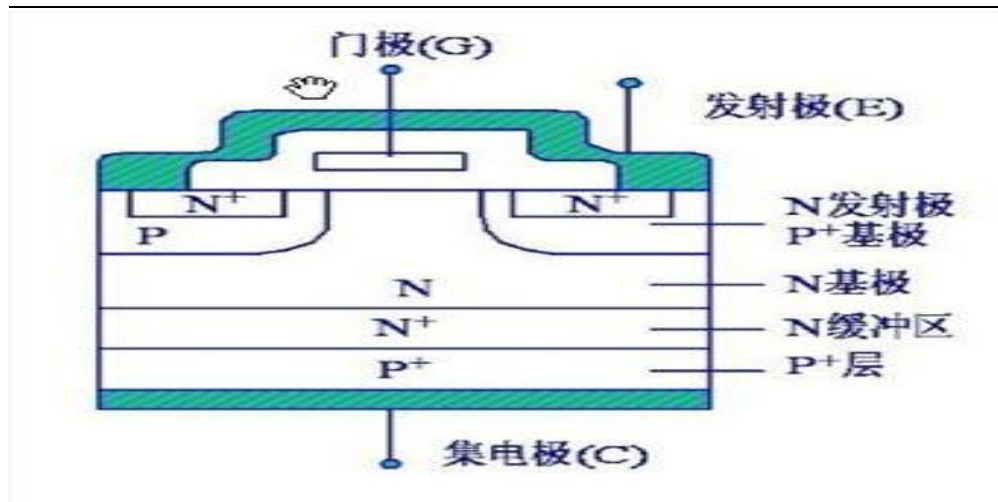


资料来源：Yole 预测、新时代证券研究所

1.2.3、IGBT：电力电子行业“CPU”

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。IGBT在克服了MOSFET缺点，拥有高输入阻抗和低导通压降的特点，在高压环境下传导损耗较小。**IGBT是电机驱动的核心，广泛应用于逆变器、变频器等，在UPS、开关电源、电车、交流电机等领域，逐步替代GTO、GTR等产品。**IGBT的应用范围一般都在耐压600V以上，电流10A以上，频率1KHz以上的区域。IGBT固有结构导致其作为高频开关时损耗较大，IGBT工作频率通常为40-50KHz。IGBT的导通与阻断都受电压控制，可以双向导通。

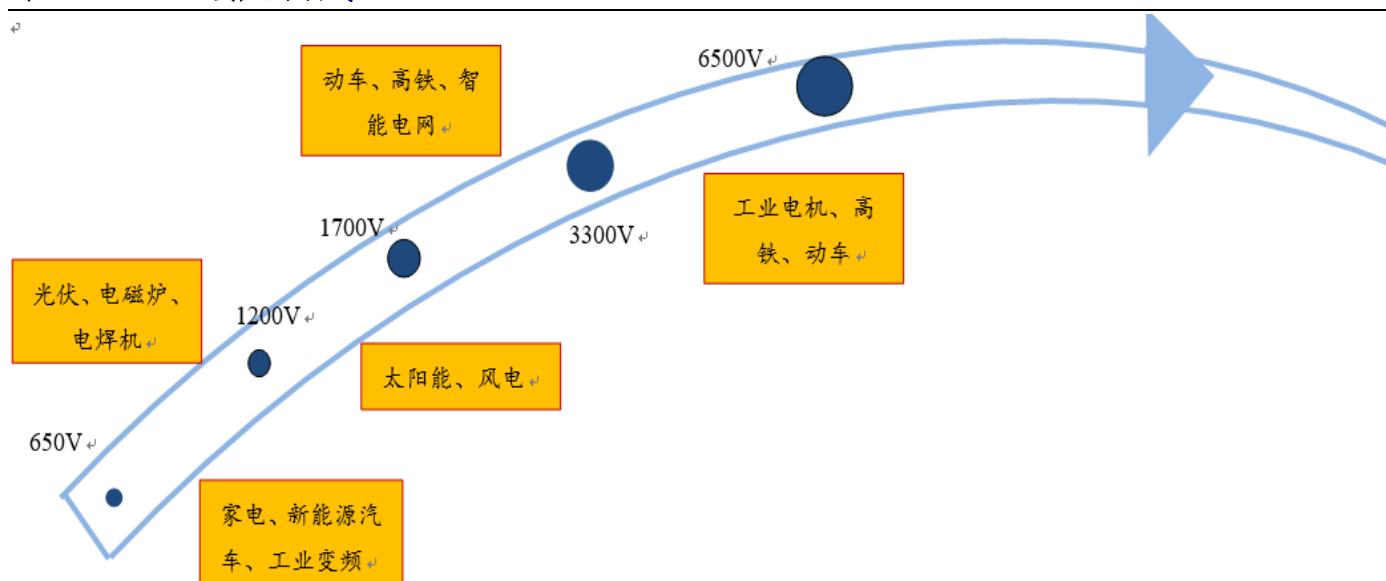
图9： IGBT 结构图



资料来源：21ic、新时代证券研究所

IGBT 应用：IGBT的应用领域非常广泛，小到家电、数码产品，大到航空航天、高铁等领域，新能源汽车、智能电网等新兴应用也会大量使用IGBT。按电压需求分类，消费类电子应用的IGBT电压通常在600V以下，太阳能逆变器需要1200V的低损耗IGBT，动车使用的IGBT电压在1700V至6500V之间，智能电网应用的IGBT通常为3300V。

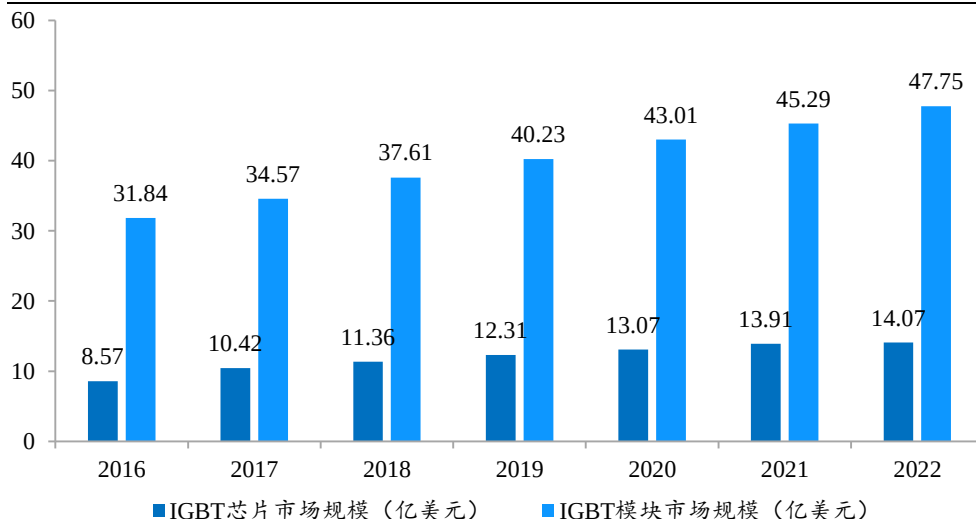
图10： IGBT 主要应用领域



资料来源：摩尔精英、新时代证券研究所

IGBT分为IGBT芯片和IGBT模块,其中IGBT模块是由IGBT芯片封装而来,具有参数优秀、最高电压高、引线电感小的特点,是IGBT最常见的应用形式,IGBT模块常用于大电流和大电压环境。根据ASMC的数据,2018年全球IGBT芯片市场规模为11.36亿美元,IGBT模块市场规模为37.61亿美元,总计48.97亿美元,占功率器件市场的32.68%。

图11: 全球IGBT市场规模持续增长



资料来源: Yole 预测、新时代证券研究所

1.3、功率 IC: 功率器件与其他元器件集成, 用于小电流环境

功率 IC 通常由功率器件、电源管理芯片和驱动电路集成而来, 能承受的电流比较小, 能承受大电流的模块一般是 IGBT 集成形成的 IPM 模块。功率 IC 可以分为以下五大类: 线性稳压、开关稳压器、电压基准、开关 IC 和其他功率 IC。

线性稳压器: 传统线性稳压器、LDO 稳压器;

开关稳压器: AC-DC 开关稳压器、DC-DC 开关稳压器、隔离开关控制器、非隔离开关控制器;

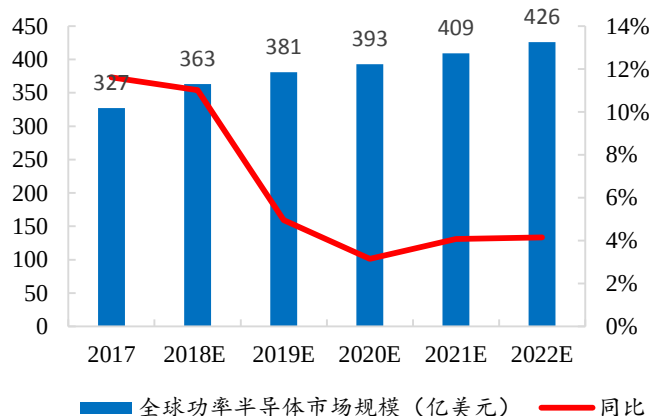
开关 IC: 电压监控器、定序器、开关、热插拔控制器、以太网电源控制器;

电压基准: 缓冲放大器、交流放大器;

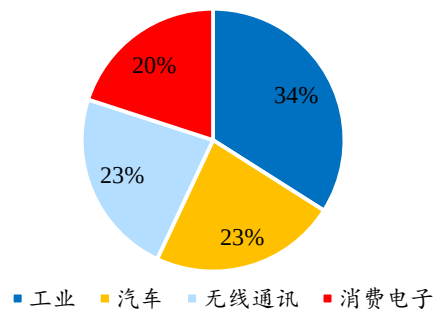
其他功率管理 IC: 以太网供电控制器、功率因数校正控制器、多通道电源管理 IC、多芯片功率级、单芯片功率级、热插拔控制器和其他电源管理 IC。

2、新兴应用不断涌现, 功率半导体市场持续向好

功率半导体的应用领域非常广泛, 根据 Yole 数据, 2017 年全球功率半导体市场规模为 327 亿美元, 预计到 2022 年达到 426 亿美元, 复合增长率为 5.43%。其中, 工业、汽车、无线通讯和消费电子是功率半导体的前四大终端市场。根据中商产业研究院的数据, 2017 年工业应用市场占全球功率半导体市场的 34%, 汽车领域占比为 23%, 消费电子占比为 20%, 无线通讯占比为 23%。随着对节能减排的需求日益迫切, 功率半导体的应用领域从传统的工业领域和 4C 领域逐步进入新能源、智能电网、轨道交通、变频家电等市场。

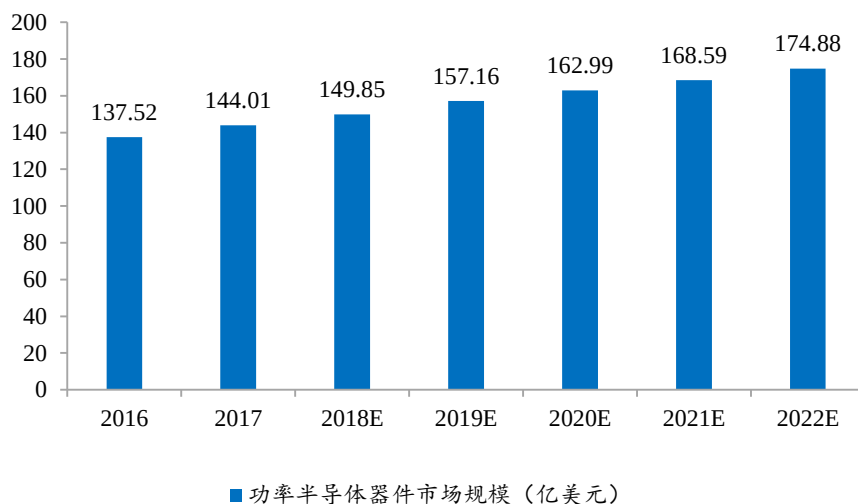
图12: 2017年功率半导体终端市场格局

资料来源: Yole 预测、新时代证券研究所

图13: 2017年功率半导体终端市场格局

资料来源: 中商产业研究院、新时代证券研究所

受益于工业、电网、新能源汽车和消费电子领域新兴应用不断出现，功率半导体器件市场规模不断增长。根据 Yole 数据，2017 年全球功率半导体器件市场规模为 144.01 亿美元，预计到 2022 年功率半导体器件市场规模将达到 174.88 亿美元，复合增长率为 3.96%。

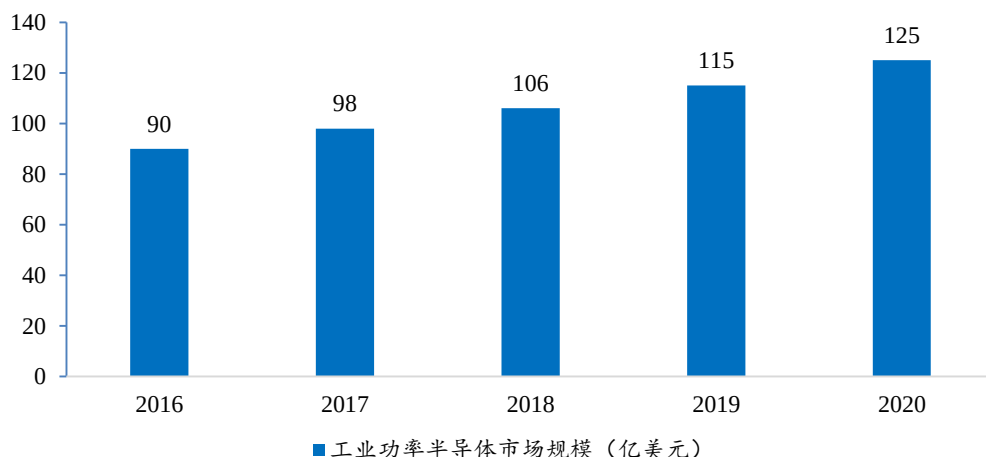
图14: 全球功率半导体器件市场规模稳步增长

资料来源: Yole 预测、新时代证券研究所

2.1、工业领域对电机需求不断提升

工业领域是功率半导体最大的市场，数控机床、牵引机等电机对功率半导体需求很大，主要使用的功率半导体是 IGBT。随着《中国制造 2025》和“工业 4.0”不断推进，工业的生产制造、仓储、物流等流程改造对电机需求不断扩大，工业功率半导体需求增加。

根据中商产业研究院的数据，2016 年全球工业功率半导体的市场规模为 90 亿美元，受益于工业技术的进步，2020 年全球工业功率半导体的市场规模将达到 125 亿美元，复合增长率为 8.56%。

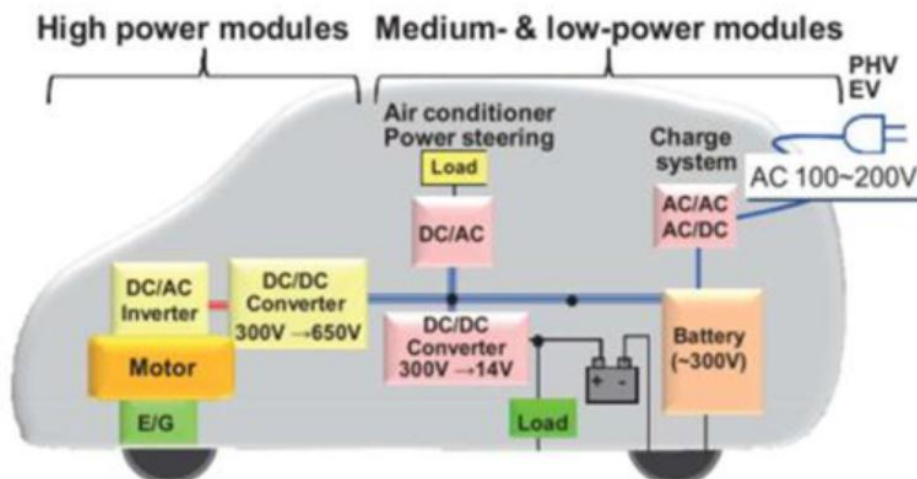
图15: 工业功率半导体市场规模稳步增长

资料来源：中商产业研究院预测、新时代证券研究所

2.2、汽车电子价格提升，新能源汽车爆发增长

汽车中使用最多的半导体分别是传感器、MCU 和功率半导体。其中 MCU 占比最高，其次是功率半导体，功率半导体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，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。汽车电机控制系统中需要使用数十个 IGBT，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，特斯拉共使用 96 个 IGBT。按照每个 IGBT4-5 美元的价格计算，双电机 IGBT 价格大概在 650 美元左右，如果使用 IGBT 模块则为 1200 美元左右。

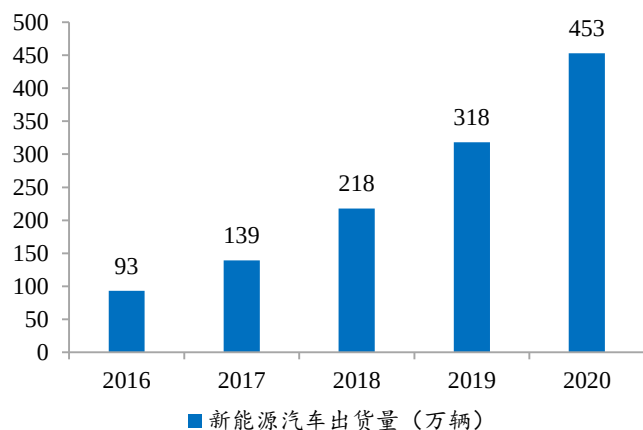
单辆汽车的功率转换系统主要有：(1) 车载充电机 (charger on board)，(2) DC/AC 系统，给汽车空调系统、车灯系统供电，(3) DC/DC 转换器 (300V 到 14V 的转换)，给车载小功率电子设备供电，(4) DC/DC converter (300V 转换为 650V)，(5) DC/AC 逆变器，给汽车马达电机供电。(6) 汽车发电机。

图16: 电动汽车主要功率模块图解

资料来源：中商产业信息网、新时代证券研究所

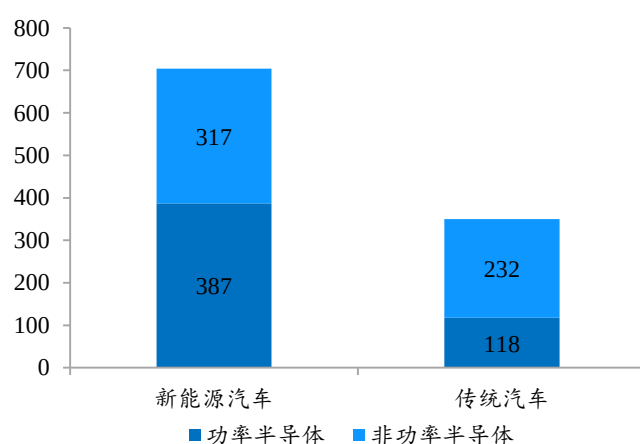
电动汽车将搭载大量新的功率模块，拉动功率半导体快速发展。电动汽车将新增大量与电池能源转换相关的功率半导体器件，功率半导体应用大幅上升。根据麦肯锡统计数据，纯电动汽车的半导体成本为 704 美元，比传统汽车 350 美元高出近 1 倍，其中功率半导体的成本为 387 美元，占总成本的 55%。

图17： 新能源汽车出货量快速增长



资料来源：观研天下预测、新时代证券研究所

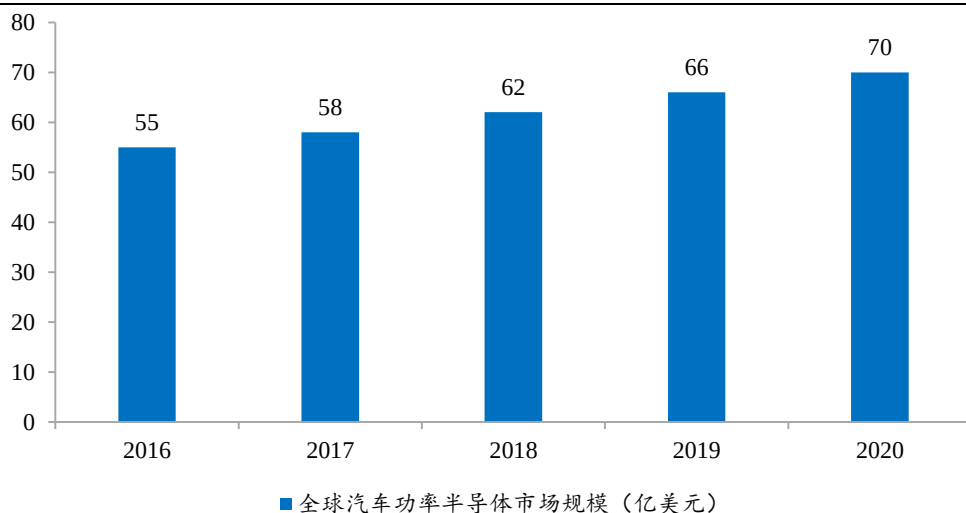
图18： 汽车电子成本构成（美元）



资料来源：麦肯锡、新时代证券研究所

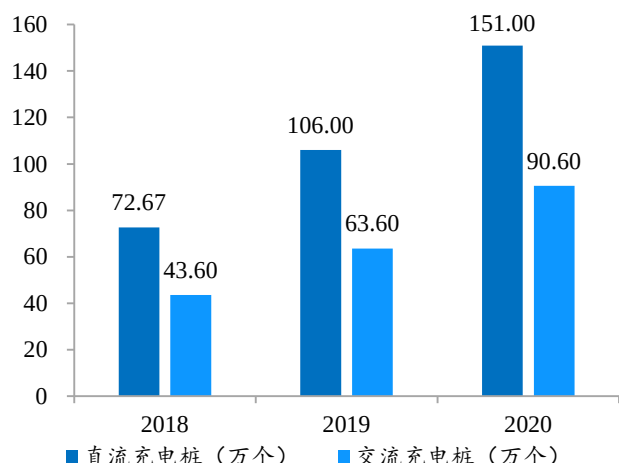
全球汽车功率半导体市场规模稳步增长。根据中商产业研究院、英飞凌数据，2017 年全球汽车功率半导体市场规模为 58 亿美元，预计到 2020 年达到 70 亿美元，复合增长率 6.47%。

图19： 汽车功率半导体市场规模稳步增长

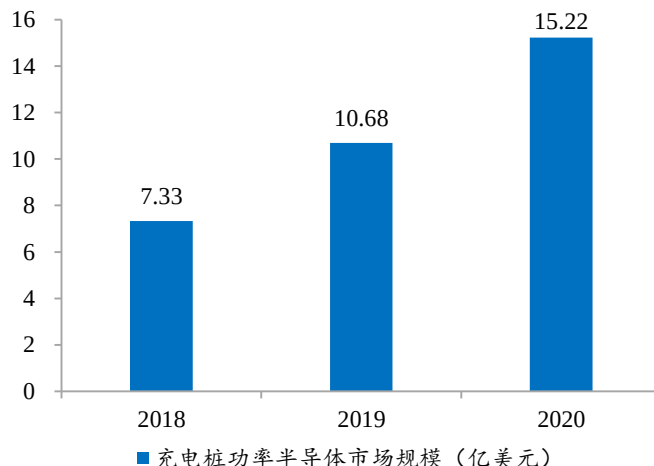


资料来源：中商产业研究院预测、英飞凌预测、新时代证券研究所

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。直流充电桩的成本约 4500 美元，交流充电桩的成本约 900 美元，其中功率半导体占总成本的 20% 左右。目前直流充电桩按 3:1 配置，交流充电桩按 5:1 配置，据此我们测算 2020 年直流充电桩需求为 151 万个，交流充电桩需求为 90.6 万个，2020 年全球充电桩市场对功率半导体的需求为 15.22 亿美元。

图20: 充电桩安装数量快速增长

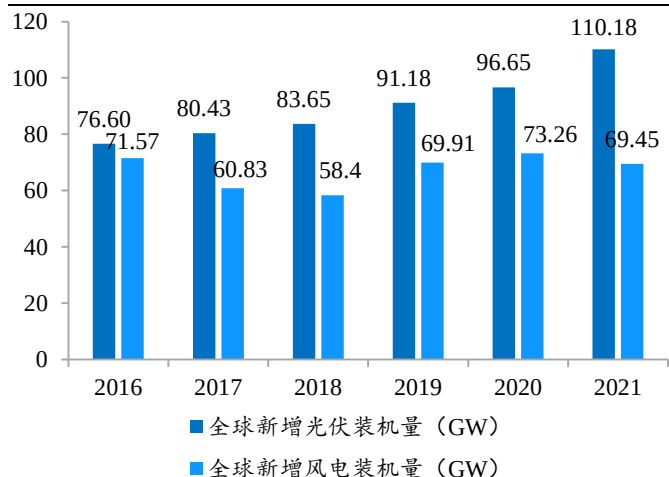
资料来源: 观研天下预测、新时代证券研究所

图21: 充电桩功率半导体市场规模快速增长

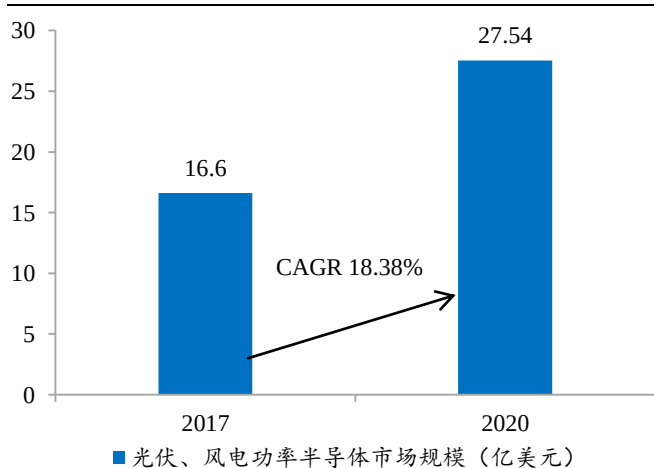
资料来源: 麦肯锡预测、新时代证券研究所

2.3、节能环保意识增强, 智能电网普及

功率半导体在智能电网和智能电表中的应用也非常广泛。智能电网发电过程中使用大量的逆变器和整流器, 其中核心的功率半导体是 IGBT。光伏电网还需要使用大量的光伏二极管, 按常规配置, 1MW 的光伏组件约需太阳接线盒 5000 只, 每只太阳接线盒平均需要 5 只光伏二极管, 1MW 的光伏组件共需要 25000 只光伏二极管。同时, 用电过程也需要使用变压器对电压进行转换, 变压器的核心器件也是 IGBT, 智能电网对功率半导体需求非常大。配套的智能电表也需要使用功率半导体, 智能电表需要使用二极管和桥式整流器来实现电路数据处理, 一般情况下需要使用 1-2 只整流器, 9-13 只二极管。

图22: 全球新增光伏装机量预测

资料来源: FTI 预测、赛迪智库预测、新时代证券研究所

图23: 全球光伏功率半导体市场规模预测

资料来源: 芯师爷、产业信息研究院预测、新时代证券研究所

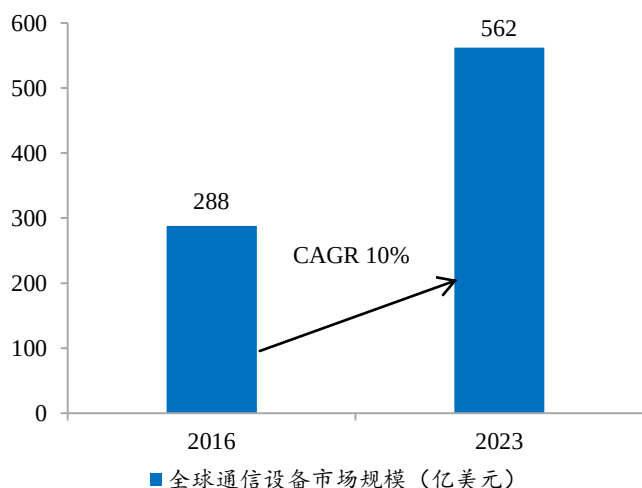
2.4、5G 爆发在即, 通信行业对功率半导体需求激增

通信行业也是功率半导体的一大终端市场, 其中通信基站和数据中心等设备需要维持全天供电, 供电系统中的逆变器、整流器使用大量的功率半导体。5G 将成为通信功率半导体市场的增长动力, 5G 通信带动基站等设备的建设。根据 Market Research Future 的预测, 受益于 5G 通信爆发, 全球通信设备市场规模将维持高速增长, 2016 年全球通信设备市场规模约 288 亿美元, 预计到 2023 年市场规模将达

到 562 亿美元，复合增长率约 10%。

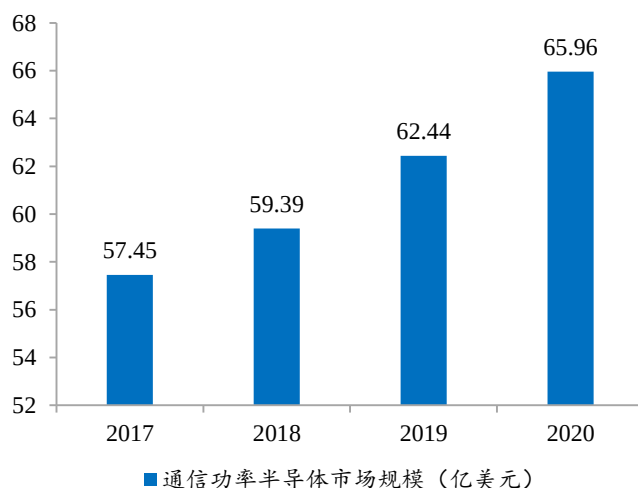
通信设备市场规模不断提升，功率半导体需求不断增加，根据中商产业研究院数据，全球通信功率半导体市场规模将由 2017 年的 57.45 亿美元增长至 2020 年的 65.96 亿美元，复合增长率为 4.71%，5G 基站升级是通信功率半导体市场最重要的推动力。

图24: 全球通信设备市场规模稳步增长



资料来源: Market Research Future 预测、新时代证券研究所

图25: 通信功率半导体市场规模稳步增长



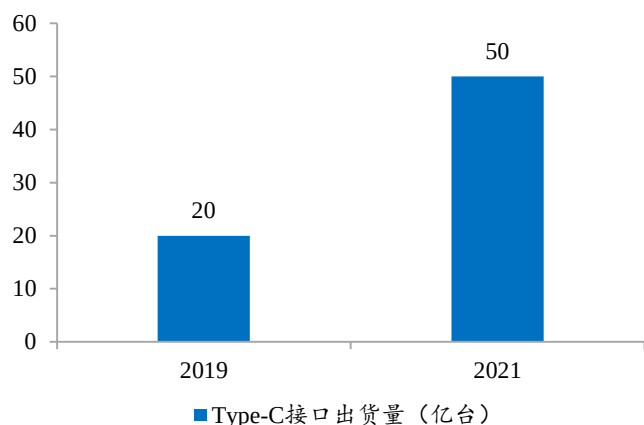
资料来源: 中商产业研究院预测、新时代证券研究所

2.5、消费电子领域 Type-C 接口普及，主板升级换代

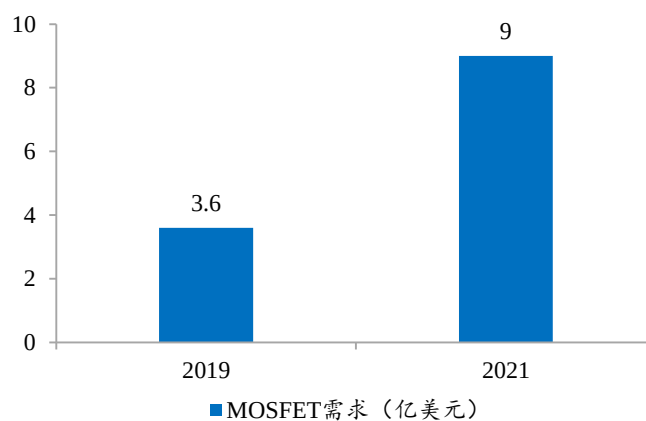
消费电子类型很多，电视、手机、冰箱、空调等产品都要使用功率半导体，一般是小电压的功率半导体，如 MOSFET 等。2017 年消费电子占功率半导体市场的 20%。随着消费电子不断升级换代，对电源使用效率、续航提出更高要求，需要更多的功率半导体。

Type-C 接口普及对功率半导体需求大幅增加，主要使用的功率半导体是 MOSFET。Type-C 集合了充电、数据、音视频接口的功能，接口不分正反面，不易损伤手机充电口，数据传输速度高于传统 USB 接口，充电效率高。苹果、华为等公司都大力推进 Type-C 接口的普及。传统 USB 接口中使用的 MOSFET 数量为 3 个，Type-C 接口中 MOSFET 的数量为 5 个，消费电子对 MOSFET 需求增加。根据 GSMArena 的数据，2017 年 Type-C 接口的渗透率为 42%。IHS 预计 2019 年 Type-C 接口设备的出货量将达到 20 亿台，其中 Type-C 在计算机中渗透率将达到 80%，在智能手机和平板电脑中渗透率达到 50%。USB-IF 预计 2021 年配备 Type-C 接口的电子设备出货量将达到 50 亿台。

计算机主板升级换代，供电相数增加。MOSFET 的作用是稳定电源供给，可用在计算机主板供电中，通常每相供电需要 2 个 MOSFET。目前主流产品的供电相数一般是 6 相，共需要 12 个 MOSFET。计算机主板升级换代，对 MOSFET 需求不断增大。

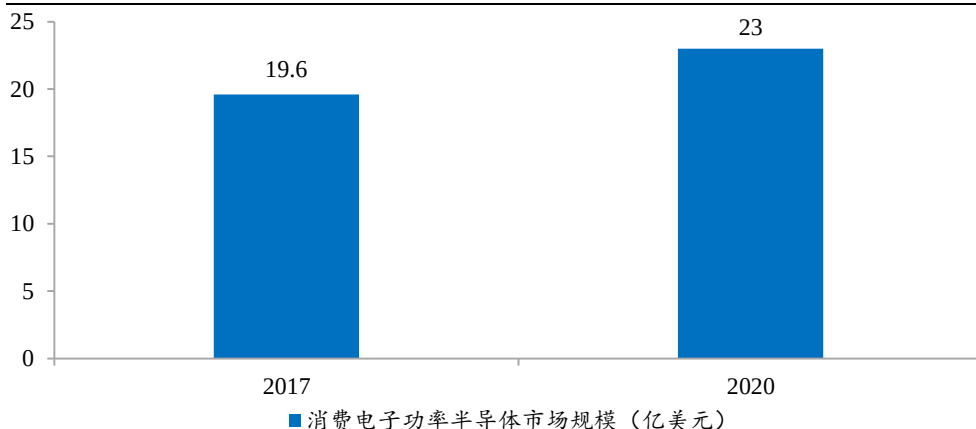
图26: Type-C 接口设备出货量预测

资料来源: IHS 预测、USB-IF、新时代证券研究所

图27: Type-C 接口对 MOSFET 需求测算

资料来源: 新时代证券研究所预测

全球消费电子功率半导体市场规模稳步增长。受益于 Type-C 接口普及以及电子产品升级换代, 消费电子对功率半导体需求稳步增加。根据中商产业研究院数据, 2017 年全球消费电子功率半导体的市场规模为 19.6 亿美元, 预计到 2020 年市场规模将达到 23 亿美元, 复合增长率为 5.48%。

图28: 消费电子功率半导体市场规模稳步增长

资料来源: 中商产业研究院预测、新时代证券研究所

3、功率半导体欧美日三足鼎立, 国产替代正当时

3.1、欧美日三足鼎立, 中国厂商实力有待提高

欧美日厂商多为 IDM 模式, 实力强劲

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。欧美日的功率半导体厂家大多是 IDM 模式, 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。

功率半导体行业集中度很高, 根据 IHS 的数据, 2017 年全球前 10 大功率半导体厂商占据了 60.60% 的市场份额。其中英飞凌是全球最大的功率半导体厂商, 市场占比为 18.50%。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

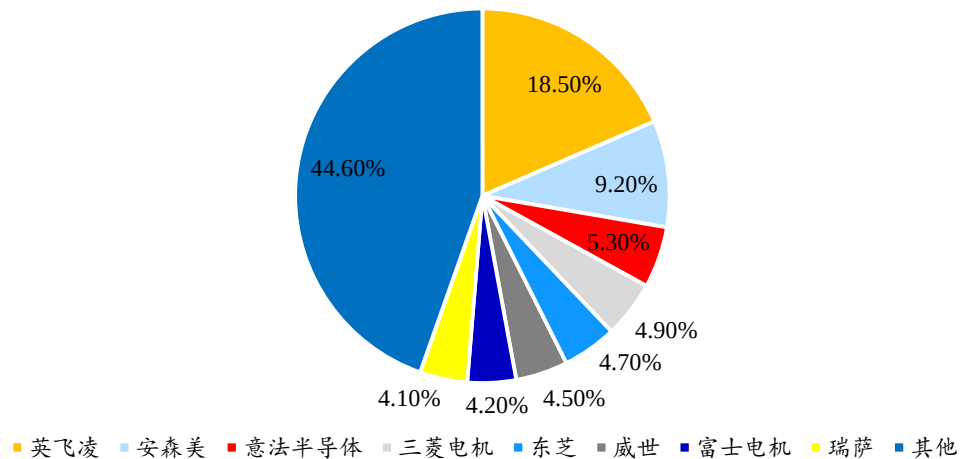
是英飞凌、安森美等欧美厂商为主，第二梯队亿三菱电机、富士电机等日本厂商为主，第三梯队是士兰微、安世半导体等中国厂商。

表3：中国厂商与国外厂商对比

国家/地区	产业链模式	厂商	2017 年营收	主要产品
美国	IDM	Littelfuse	12.22 亿美元	晶闸管、二极管、电路保护产品
		Diodes Inc.	10.54 亿美元	二极管、整流器、MOSFET
欧洲	IDM	英飞凌	83.26 亿美元	IGBT、汽车及工业 MOSFET
		安森美	55.43 亿美元	汽车工业 MOSFET、整流器、IGBT
日本	IDM	三菱	416.24 亿美元	工业、军用 IGBT
		东芝	443.96 亿美元	高压 IGBT
中国大陆	IDM	华微电子	16.35 亿元	IGBT、二极管、MOSFET
		士兰微	27.42 亿元	低压 MOSFET
中国台湾	Fabless	茂达	1.42 亿美元	MOSFET、IGBT
		富鼎电子	0.72 亿美元	MOSFET、IGBT

资料来源：芯谋研究、新时代证券研究所

图29：2017 年功率半导体竞争格局情况



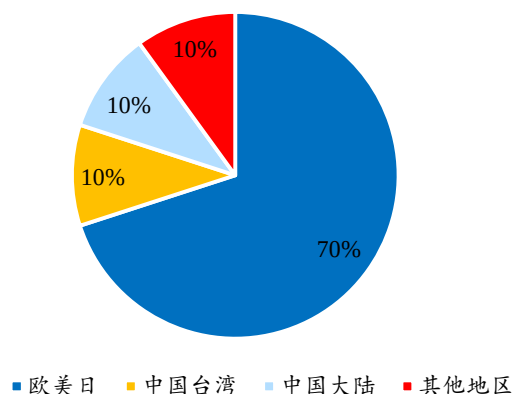
资料来源：IHS、新时代证券研究所

3.2、供需缺口大，中国功率半导体依赖进口

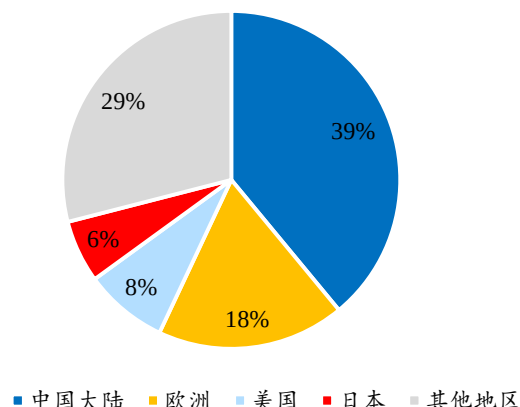
从供给端来看，全球功率半导体的主要产地集中在欧美日，当地厂商拥有先进的技术和良好的成本管理能力和能力，是 IGBT 和中高压 MOSFET 的主要制造商，占据全球功率半导体 70% 的市场份额。其次是中国台湾，中国台湾的厂商从代工向设计的方向发展，与欧美日仍然有一定差距，目前占据全球 10% 的市场份额。中国大陆以二极管、低压 MOSFET、晶闸管等低端功率半导体为主，目前实力较弱，占据全球 10% 的市场份额。

从需求端来看，中国是全球最大的功率半导体消费国。根据 Yole 数据，中国功率半导体市场空间占全球比例为 39%，居第一位；欧洲第二位，占比 18%，美国占比 8%，日本占比 6%，其他地区占比 29%。

功率半导体呈供需严重不匹配的格局，欧美日的功率器件产量占全球的 70%，中国是全球最大的功率器件市场，中国功率器件产能仅占全球的 10%，且以低端产品为主，功率器件缺口巨大。

图30: 2017年全球功率器件供给按照区域划分占比

资料来源: 芯师爷、新时代证券研究所

图31: 2017年全球功率器件需求按区域划分占比

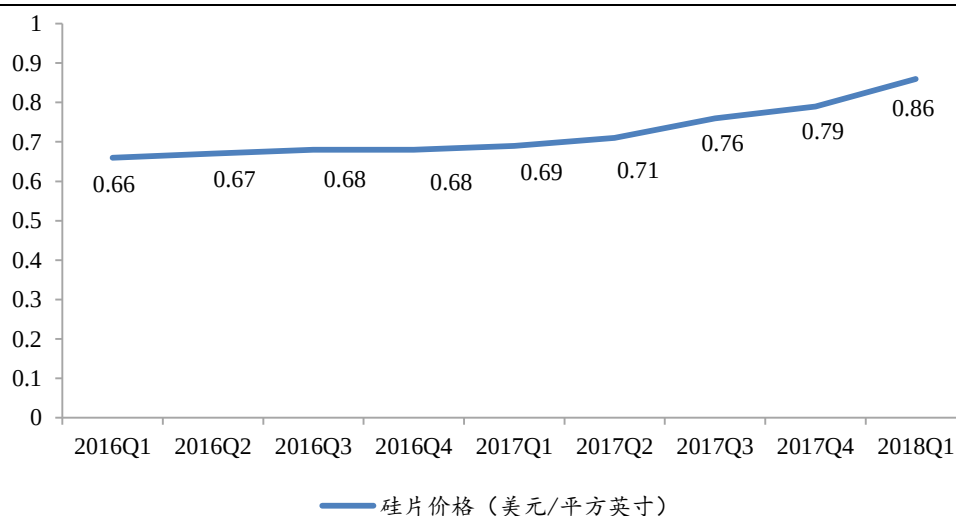
资料来源: 芯师爷、Yole、新时代证券研究所

晶圆缺货涨价, 国产缺口较大

功率半导体的制造需要使用8寸晶圆, 8寸晶圆供给不足导致功率半导体供需紧张, 价格持续上涨。2016-2018年, 8寸晶圆价格涨幅超过30%, 预计未来8寸晶圆供给紧张的情况还将继续。

从晶圆供给端来看, 8寸晶圆产能不足导致此轮涨价。受2008年金融危机的影响, 全球整机出口疲软, 对晶圆需求较低, 晶圆厂扩产能的意愿不强。随着全球经济复苏, 整机出口回暖, 对晶圆需求增加, 晶圆供给不足。新建一条晶圆生产线需要1-2年的时间, 短期内难以解决晶圆短缺的问题。其次, 12寸晶圆生产线挤占8寸晶圆产能。随着制程工艺不断提高, 晶圆厂转向12寸晶圆生产投资, 部分12寸晶圆生产线由原有的8寸晶圆生产线改造而来, 挤占了8寸晶圆产能。目前全球约有70%的晶圆是12寸, 8寸晶圆占比约20%, 8寸晶圆供给不足。

从下游需求端看, 模拟芯片与功率半导体争夺8寸晶圆产能。8寸晶圆可用于模拟芯片与功率半导体制造, 受益于新能源汽车等领域的爆发, 模拟芯片与功率半导体市场规模持续增长, 8寸晶圆供不应求。其中模拟芯片市场规模与复合增长率明显高于功率半导体, 模拟芯片将抢占8寸晶圆产能, 晶圆供需缺口进一步加大。

图32: 8寸晶圆价格持续上涨

资料来源: 前瞻产业研究院、新时代证券研究所

表4: 功率器件交货期

供应商	交期(周)	交期趋势	价格走势
中低压 MOSFET			
Infineon	16-24	延长	上涨超过 40%
Diodes Inc.	16-18	延长	
Nexperia	20-26	延长	
ST	28-38	延长	
Vishay	20-25	延长	
高压 MOSFET			
Infineon	16-20	延长	上涨超过 40%
OnSemi	16-18	延长	
IXYS	17-19	稳定	
ST	30-38	延长	
ROHM	20-26	延长	
Vishay	20-25	延长	
IGBT			
OnSemi	20-24/52	延长	上涨超过 40%
Infineon	26-39	延长	
MicroSemi	20-26	延长	
IXYS	20-26	延长	
STM	50	延长	
TVS 二极管			
Diodes Inc.	12-16	延长	上涨超过 10%
Littelfuse	16	延长	
Vishay	25-40	延长	

资料来源: IIT Bank、新时代证券研究所

国内 8 寸晶圆同样面临供给不足的窘境, 根据 CCID 的数据, 2017 年中国功率器件市场规模约 240 亿美元, 其中本土供应商如扬杰科技、华润微电子、士兰微、捷捷微电等厂商的功率器件营收不超到 20 亿美元, 剩下 90% 依赖进口。根据芯谋研究的测算, 如果国产厂商自给率达到 50%, 晶圆月产能需要达到 100 万片/月才能满足国内厂商的需求。目前可用于功率器件制造的晶圆月产能约 37 万片/月, 扣除运营不好或者尚未投入运营的产线, 产能约 30 万片/月, 缺口约 70 万片/月。预计到 2023 年国内功率器件市场规模将超过 300 亿美元, 晶圆月产能需要达到 139 万片/月, 届时国内的月产能仅 52 万片/月, 缺口为 87 万片/月。

表5: 国内可用于功率器件制造的晶圆线产能

公司名称	城市	晶圆尺寸	产能 (千片/月)
华虹宏力	上海	8 寸	60
华润微电子	重庆	8 寸	43
中车株洲所	株洲	8 寸	50
华润华晶	无锡	6 寸	120 (折合 8 寸 67.50)
杭州立昂	杭州	6 寸	105 (折合 8 寸 59.06)
菲尼克斯	乐山	6 寸	30 (折合 8 寸 16.88)
吉林华微	吉林	6 寸	6 (折合 8 寸 3.38)
西安卫光	西安	6 寸	30 (折合 8 寸 16.88)
天津中环	天津	6 寸	30 (折合 8 寸 16.88)

公司名称	城市	晶圆尺寸	产能 (千片/月)
积塔半导体 (先进)	上海	5 寸、6 寸、8 寸	30 (折合 8 寸)
中车株洲所	株洲	6 寸	5 (折合 8 寸 2.81)
合计 (折合 8 寸产能)		8 寸	366.38

资料来源：芯谋研究、新时代证券研究所

表6：国内新增晶圆产线

公司名称	城市	晶圆尺寸	产能 (千片/月)
中芯集成电路制造	绍兴	8 寸	20
积塔半导体	上海	8 寸	60
华润微电子	重庆	12 寸	30 (折合 8 寸 67.50)
华润微电子	重庆	8 寸	28
万国半导体	重庆	12 寸	20 (折合 8 寸 45)
合计 (折合 8 寸产能)		8 寸	220.50

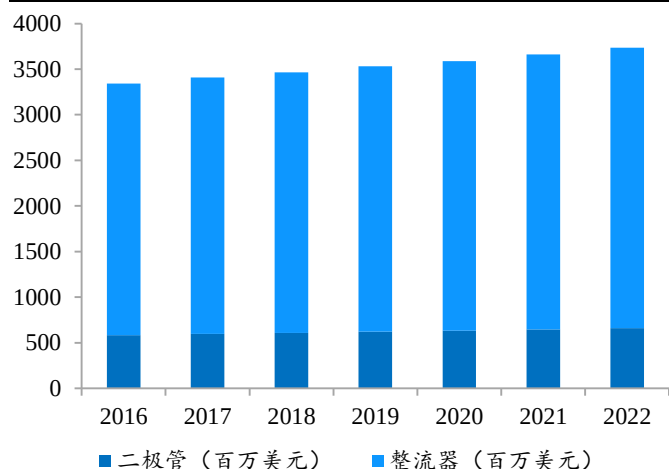
资料来源：芯谋研究、新时代证券研究所

3.3、二极管：市场集中度低，有望率先实现国产替代

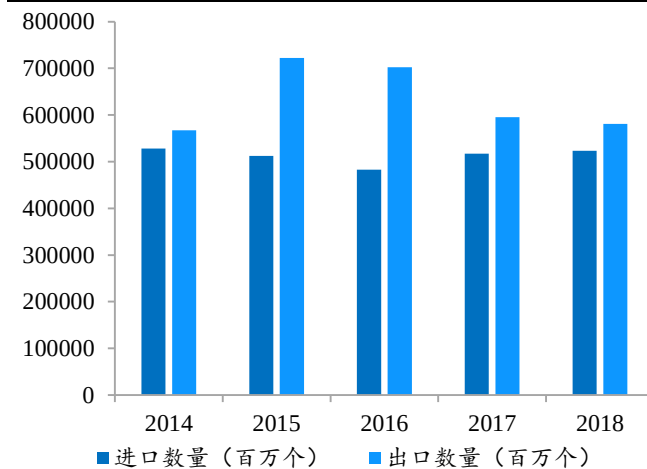
二极管市场集中度低。二极管是最早出现的功率半导体，第一代二极管距今已经有 100 多年的历史。与其他功率半导体相比，二极管的技术壁垒较低，市场上二极管厂商数量众多。前 5 大厂商中，Vishay 市场占比约 11%，其他厂商市场占比在 5%-8% 之间，二极管市场相对分散，市场集中度较低。

技术壁垒低，国外厂商产能下降。Diodes 在全球二三极管拥有很高的市场份额，2016 年底公司的晶圆厂因设备老化发生火灾，晶圆厂停产整改。此次事故涉及的主要产品是二三极管和通用料，将对全球二三极管供给造成较大影响。

二极管制造已经非常成熟，技术门槛比较低，注重生产成本和质量的控制。我国二极管生产企业大多是 IDM 模式，对质量控制比较严格，加上劳动力成本较低，二极管厂商具有较强的竞争力。国外厂商产能下降，国内厂商有望进一步扩大市场份额，进口替代空间巨大。自 2014 年起，我国二极管的出口数量已经超过进口数量，有望率先实现国产替代。

图33：二极管市场规模预测稳步增长

资料来源：Yole 预测、新时代证券研究所

图34：二极管进出口数量逐步减少

资料来源：进出口服务网、新时代证券研究所

3.4、MOSFET：中低压市场有望替代，高压市场取得突破

MOSFET 中国厂商市占率较低

根据 IHS 的数据，中国 MOSFET 市场规模约 26.40 亿美元，市场被欧美厂商所把持，国内最大的 MOSFET 厂商是英飞凌，2017 年在中国市场占比为 26.90%，前 5 大厂商市场占比为 64.00%，MOSFET 市场集中度较高。国内厂商士兰微市场占比为 2.5%，排名第十。建广资本收购恩智浦的标准业务部门后成立了 Nexperia，公司承接了恩智浦的 MOSFET 业务，2017 年 Nexperia 在国内市场占比为 3.2%，排名第八，在全球市场排名第十。士兰微与 Nexperia 市场占比总计为 5.7%，国产替代空间巨大。

表7： 2017 年中国 MOSFET 市场格局

2017 年排名	厂商名称	2016 年营收(百万美元)	2016 年市占比	2017 年营收(百万美元)	2017 年市占比
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	万国半导体	104	4.70%	127	4.80%
6	意法半导体	90	4.10%	96	3.60%
7	威世半导体	87	3.90%	92	3.50%
8	安世半导体	0	0.00%	85	3.20%
9	澄毅半导体	75	3.40%	84	3.20%
10	士兰微	40	1.80%	65	2.50%
11	达尔	52	2.40%	57	2.20%

资料来源：IHS、新时代证券研究所

中低压市场国外大厂退出，国内厂商有望承接市场份额

瑞萨电子是全球最大的中低压 MOSFET 厂商，公司在该领域市场占比为 40%，2013 年瑞萨率先退出中低压 MOSFET 领域，其他厂商也纷纷开始向毛利率较高的高压 MOSFET 领域转型。中国是全球最大的消费电子生产国，对中低压 MOSFET 需求巨大，目前士兰微的产品已经覆盖了白色家电领域，国内厂商有望承接中低压 MOSFET 领域的市场份额，实现国产替代。

收购安世完成，进军高端领域

安世半导体前身是恩智浦的标准业务部门，客户主要集中在汽车和手机领域，在汽车领域优势巨大。安世被中国财团建广资产以 27.6 亿美元的价格收购，2018 年成为全球产量最大的半导体生产商。2018 年 4 月，安世被闻泰科技以 114.35 亿元收购，收购完成后由中国企业控股。安世收购完成后，中国企业正式进军 MOSFET 高端领域。

3.5、IGBT：自给率不足 10%，国内厂商逐个突破

IGBT 市场上的主要供应商是英飞凌、三菱、富士电机、ABB、安森美等欧美和日本厂商。英飞凌是全球最大的 IGBT 厂商，2016 年英飞凌市场占比为 21.40%，前 5 大厂商占比为 64.10%，市场集中度很高。英飞凌、富机电子和安森美等厂家在 1700V 以下的中低电压 IGBT 领域处于领导地位，三菱则主宰了 2500V 以上的高电压 IGBT 领域。

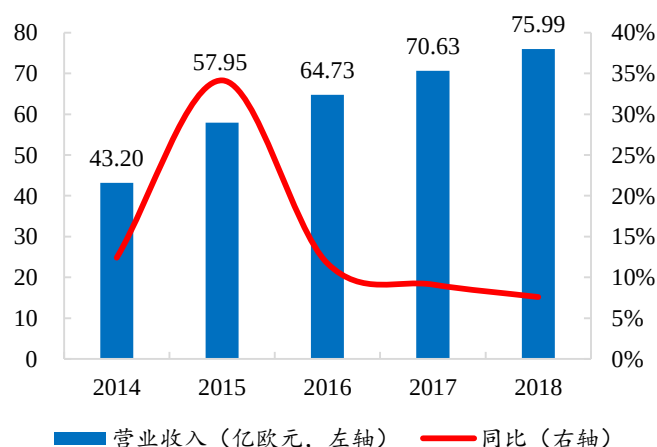
表8: 全球 IGBT 供应商排名

全球功率模块市场各供应商份额统计			
序号	企业名称	2016 年市占比 (%)	注册地
1	英飞凌科技	21.40	德国
2	三菱	17.80	日本
3	富士电机	9.60	日本
4	赛米控	9.30	德国
5	安森美半导体	6.00	美国
6	威科电子	3.40	德国
7	艾赛斯	2.70	德国
8	丹佛斯	2.70	丹麦
9	斯达股份	2.50	中国
10	博世	2.00	德国
11	其他	22.80	-

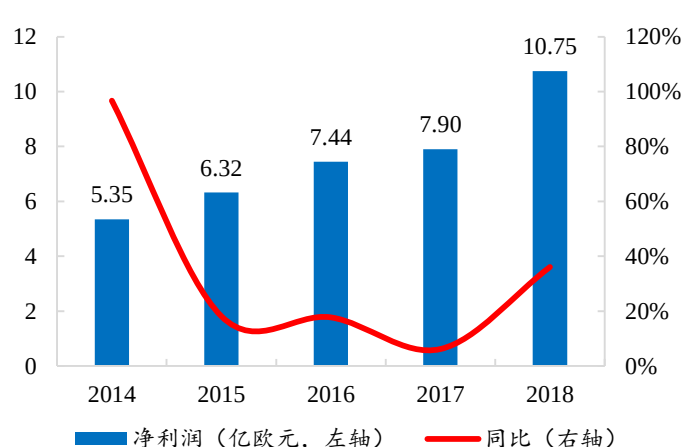
资料来源: IHS、斯达股份招股说明书、新时代证券研究所

英飞凌: 公司是功率半导体全球龙头企业, 产品主要用于汽车和工业领域, 2018 年汽车产品占公司总营收的 43%, 电源管理占公司总营收的 31%, 工业领域产品占公司总营收的 17%。2014-2018 年公司营收从 43.20 亿欧元增长至 75.99 亿欧元, 复合增长率为 15.16%, 净利润从 5.35 亿欧元增长至 10.75 亿欧元, 复合增长率为 19.06%。英飞凌的营收主要来自中国, 中国市场占总营收的 34%。

布局 12 英寸产线, 有望继续保持竞争优势。 受 8 寸晶圆产能吃紧的影响, 英飞凌积极拓展 12 英寸功率半导体生产线。与 8 英寸晶圆生产线相比, 12 英寸生产线的技术难度更大, 对品质把控要求更加严格。另一方面, 单个 12 英寸晶圆切割产生的功率半导体数量比 8 寸晶圆切割产生的数量多, 能够有效提高产能, 解决 8 英寸晶圆供给不足的问题。2019 年 2 月, 英飞凌的财报表示公司将新建 12 英寸功率半导体厂, 凭借优秀的成本和质量管控能力, 未来英飞凌有望降低功率半导体生产成本。同时, 公司将部分产能委托给一些劳动力成本较低的国家代工, 降低生产成本。随着 12 英寸产线的建成和委托代工比例不断增大, 公司有望巩固功率半导体龙头地位。

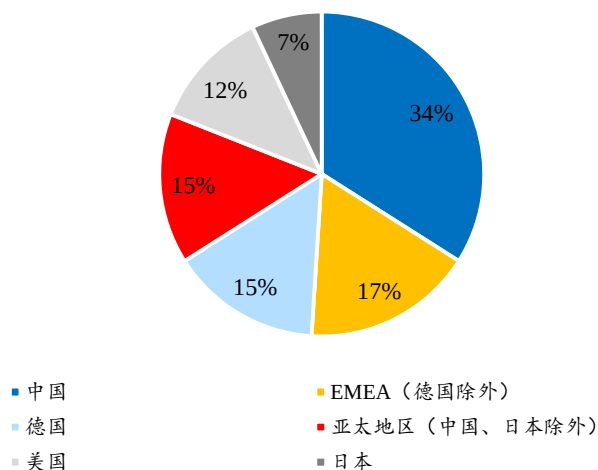
图35: 英飞凌营收稳步增长

资料来源: wind、新时代证券研究所

图36: 英飞凌净利润快速增长

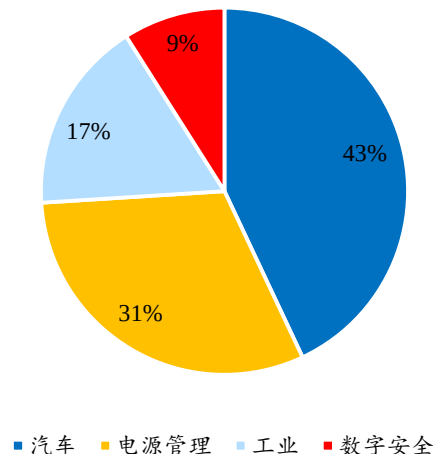
资料来源: wind、新时代证券研究所

图37: 2018年英飞凌营收结构(按地区)



资料来源: 公司年报、新时代证券研究所

图38: 2018年英飞凌营收结构(按产品)



资料来源: 公司年报、新时代证券研究所

表9: 全球 IGBT 供应商排名 (按电压)

电压排名	1	2	3	4	5
400V 及以下	安森美	英飞凌	东芝	意法半导体	罗姆半导体
600-650V	英飞凌	安森美	东芝	富机电电子	意法半导体
1200V	英飞凌	三菱	富机电电子	安森美	意法半导体
1700V	英飞凌	三菱	富机电电子	日立	艾赛斯
2500-3000V	三菱	富机电电子	英飞凌	日立	瑞典通用电气
4500V 及以上	三菱	瑞典通用电气	日立	英飞凌	中车时代

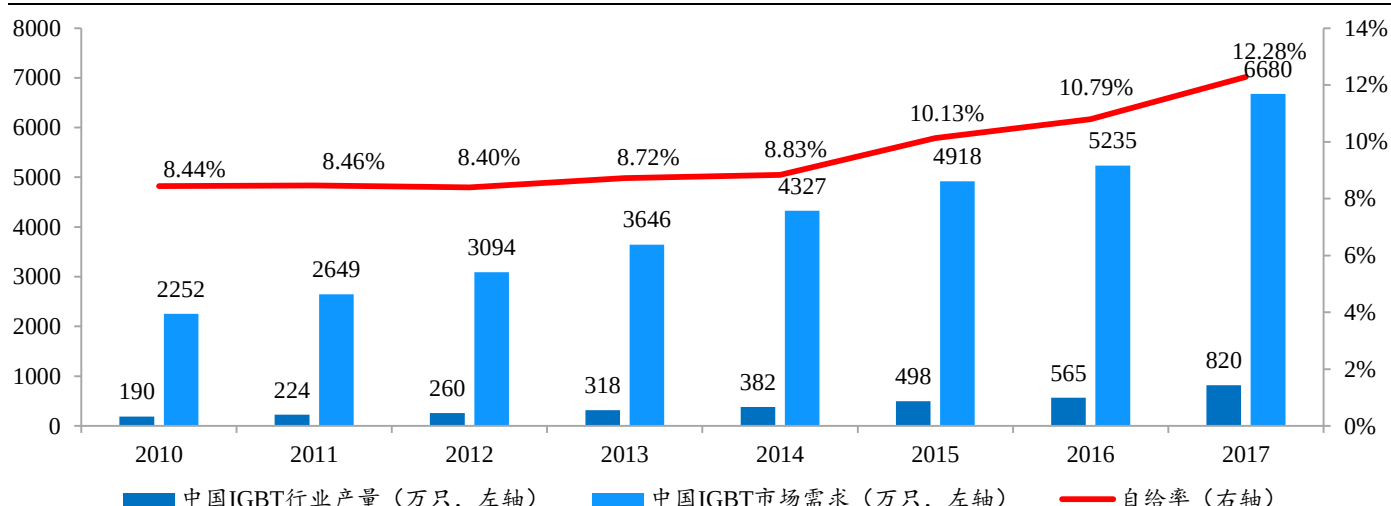
资料来源: Yole、新时代证券研究所

中国是全球最大 IGBT 市场, 自给率低

中国 IGBT 行业比较落后, 前 10 大厂商中仅斯达股份一家中国厂商。根据 IHS 的数据, 2016 年斯达股份在 IGBT 市场占比为 2.50%。中国中车在 4500V 以上 IGBT (一般用于高铁) 领域取得突破, 2017 年在 4500V 以上高压 IGBT 领域排名第五。根据集邦咨询的数据, 2017 年我国 IGBT 市场规模为 121 亿元, 按当年美元汇率折算, 市场规模为 17.92 亿美元, 占全球 IGBT 市场的 39.83%。我国是全球最大的 IGBT 消费国, 但自给率很低。2017 年中国 IGBT 行业产量为 820 万只, 我国 IGBT 市场需求为 6680 万只, 自给率 12.28%, 供给严重不足。

部分厂商有望在各自领域实现国产替代

中国 IGBT 厂商大多专注于某一领域的产品, 斯达股份的产品主要用于电力和电机牵引, 2017 年营收排名世界前 10, 公司产品性能优异, 专注于第六代 IGBT 研发与生产, 有望在电力和电机牵引领域实现国产替代。中国时代专注于 4500V 以上 IGBT 研发生产, 产品用于轨道交通领域。目前中车时代在 4500V 以上的 IGBT 领域市场规模排名第五。我国新出厂的高铁将全部使用国产 IGBT, 中车时代的 IGBT 已经出口到印度, 我国高铁 IGBT 基本实现国产替代。比亚迪专注于汽车 IGBT 领域, 拥有 IGBT 全产业链。2017 年公司推出 IGBT4.0, 产品部分性能已经达到国际领先水平, 在新能源汽车 IGBT 领域有望打破国外厂商的垄断。

图39: 中国 IGBT 市场供需对比

资料来源：智研咨询、新时代证券研究所

4、新材料功率半导体大有可为，国内企业有望弯道超车

随着功率半导体性能要求不断提高，原有材料无法满足新的需求，新型半导体材料不断被开发出来。半导体材料发展历程共经历了三代，第一代材料是硅和锗，第二代材料是砷化镓和磷化铟，第三代半导体材料是碳化硅和氮化镓。在不同的领域使用的半导体材料不同，各种半导体材料形成互补的关系。

第一代半导体材料

第一代半导体材料是锗和硅，20世纪50年代半导体材料以锗为主，基尔比开发出了基于锗的集成电路。锗可用于低压、低频、中功率晶体管及光探测电路中，缺点是耐辐射和耐高温性能很差。20世纪60年代，硅取代锗成为新的半导体材料，硅绝缘性好，提纯简单，至今仍然是应用最多的半导体材料，硅主要用于数据运算领域。

第二代半导体材料

第二代半导体材料以砷化镓（GaAs）和磷化铟（InP）为代表。人类对数据传输速度要求越来越高，硅的传输速度慢，化合物半导体应运而生。化合物半导体砷化镓和磷化铟可用于制作高速、高频、大功率及发光电子器件，主要用于通信领域。

第三代半导体材料

半导体性能要求不断提高，在高温、强辐射、大功率环境下，第一、二代半导体材料效果不佳，第三代半导体材料开始崭露头角。**第三代半导体材料又被称为宽禁带半导体材料**，主要包括碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）、砷化镓（GaAs）、氧化锌（ZnO）、金刚石、氮化铝（AlN）等，其中碳化硅和氮化镓比较成熟。与第二代半导体材料相比，第三代半导体材料的优点是禁带宽度大、击穿电场高、热导率高、抗辐射能力强、发光效率高、频率高，常用于蓝、绿、紫光的发光二极管，第三代半导体材料的另一个优点是环保，不会产生砷化镓（GaAs）、镓离子、铟离子等污染物。

表10: 半导体材料对比

物理量	Si	Ge	GaAs	GaN	3C-SiC	6H-SiC
带隙宽度 (eV)	1.12	0.67	1.43	3.37	2.36	3.0
能带类型	间接	间接	直接	直接	间接	间接
击穿场强 (MV/cm)	0.3	0.1	0.06	5	1	3-5
电子迁移率 (cm ² /V s)	1350	3900	8500	1200	<800	<400
空穴迁移率 (cm ² /V s)	480	1900	400	<200	<320	<90
热导率 (W/cm K)	1.3	0.58	0.55	2.0	3.6	4.9
饱和电子漂移速度(10 ⁷ cm/s)	1	-	2	2.5	2.5	2.5
晶格常数 (Å)	5.43	5.66	5.65	3.189/5.186	4.3596	3.0806/15.1173
键结合能 (eV)	-	-	-	-	~5	

资料来源: 电子技术应用网、新时代证券研究所

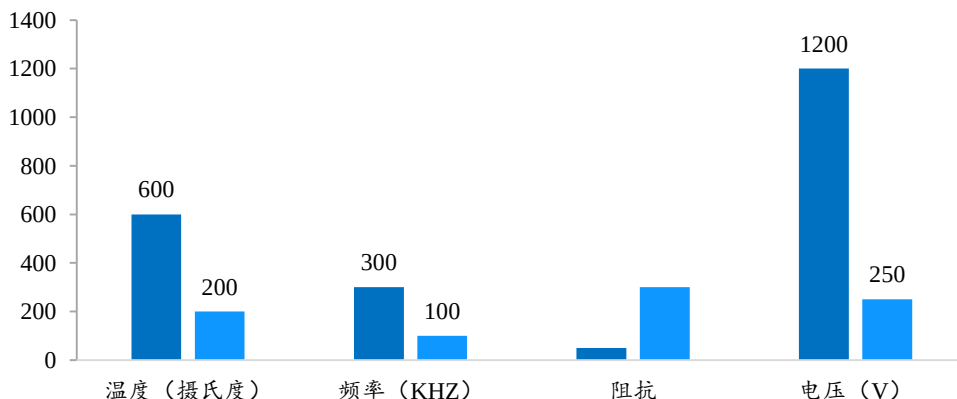
4.1、碳化硅功率器件前景广阔，欧美日三分天下

4H-SiC 适用于微电子领域，通常用于高频、高温、大功率器件，6H-SiC 适用于光电子领域。SiC 器件的优点在于功耗大大降低:

1. 应用在高铁领域，节能可达 20%以上，并减小电力系统体积;
2. 应用在新能源汽车领域，可降低能耗 20%;
3. 应用在家电领域，可节能 50%;
4. 应用在风力发电领域，可提高效率 20%;
5. 应用在太阳能领域，可降低光电转换损失 25%以上;
6. 应用在工业电机领域，可节能 30%-50%;
7. 应用在超高压直流输电和智能电网领域，可使电力损失降低 60%，供电效率提升 40 以上;
8. 应用在大数据领域，可帮助数据中心大幅降低能耗;
9. 应用在通信领域，可显著提高信号传输效率和传输安全及稳定性;
10. 应用在航天领域，可使设备损耗减小 30%-50%，工作频率提高 3 倍，电容电感体积缩小 3 倍，散热器重量大幅降低。

SiC 二极管：取代快恢复二极管

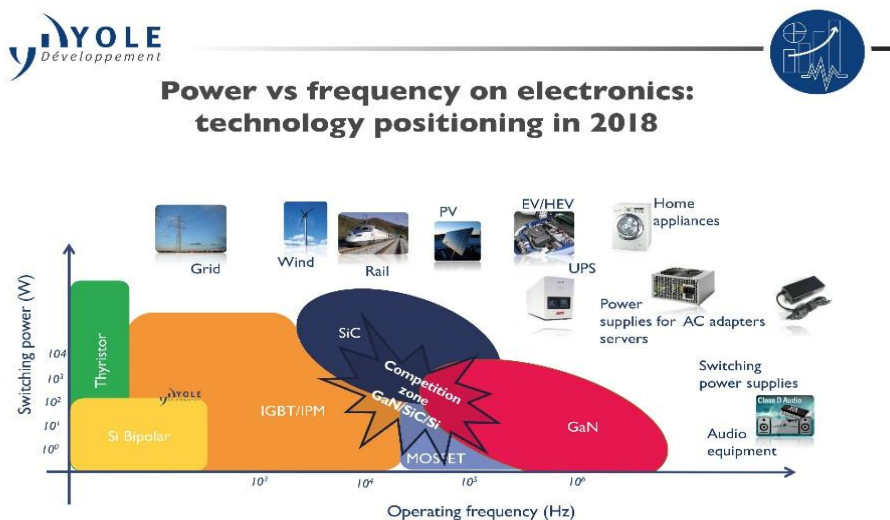
碳化硅二极管通常是 SiC 肖特基二极管，主要用于在 600V 以上领域替代传统的快恢复二极管。碳化硅肖特基二极管的正向导通电压比硅 PIN 功率二极管低，但导通电阻高，导通损耗取决于正向电流的大小，因此碳化硅肖特基二极管损耗较小。碳化硅肖特基二极管的正向导通电压是正温度系数，流过各自二极管的电流能够连续自主平衡分配，电流流向温度低的二极管，最终达到均流。而硅 PIN 功率二极管的导通电压是负温度系数，温度升高，电流流向温度高的二极管，最终电流分配失衡，因此碳化硅二极管适用于高温领域。碳化硅肖特基二极管的反向漏电流和反向恢复时间远远小于硅功率二极管，可大幅降低开关损耗，开关频率很高，适用于高压领域。

图40: SiC 二极管与 Si 二极管对比

资料来源: 立深鑫电子、新时代证券研究所

SiC MOSFET: 取代硅基 IGBT

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、高电压领域将取代 Si IGBT 和 Si MOSFET。

图41: SiC 与 GaN 应用领域

资料来源: Yole、新时代证券研究所

碳化硅前景广阔: 在过去, 高昂的价格制约了碳化硅的发展。根据各个厂商的报价, SiC MOSFET 的价格约 20 美元, 而硅基 IGBT 的单价为 4-5 美元, 碳化硅器件的价格是硅基器件的 4-5 倍, 考虑到碳化硅器件价格过高, 目前大部分厂商还是采用硅基 IGBT。预计到 2020 年碳化硅器件的价格将于硅器件价格持平, 在新能源汽车、风力发电和轨道交通等领域, 碳化硅器件将逐步取代硅基 IGBT 等器件, 碳化硅器件市场将迎来爆发。根据 Yole 的数据, 2015 年碳化硅器件市场规模在 2.1 亿美元左右, 2016-2020 年碳化硅功率器件市场复合增长率为 28%, 在 2020 年后碳化硅功率器件市场将迎来爆发, 复合增长率达到 40%, 预计到 2022 年碳化硅市场将达到 10 亿美元。

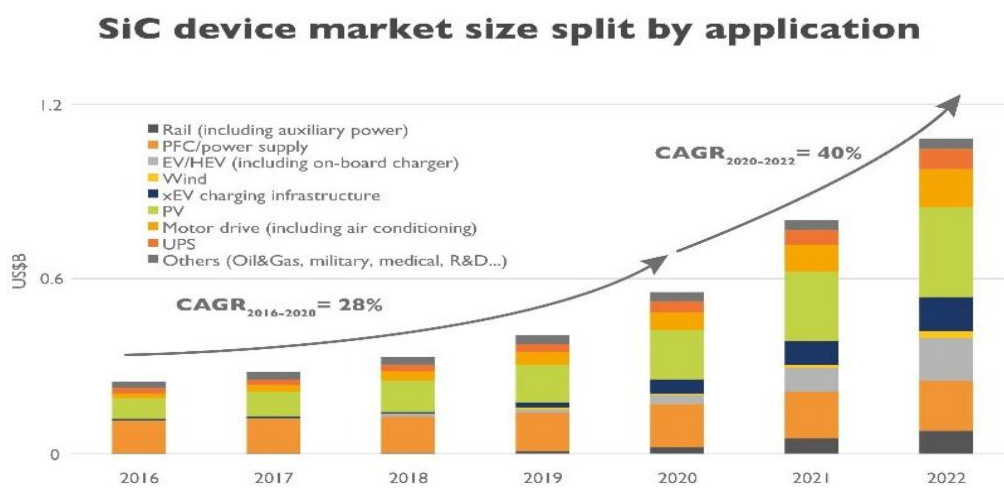
在新能源汽车、风力发电和轨道交通等领域用来替代硅基 IGBT。目前 SiC MOSFET 最大的应用领域为能量传输，主要是因为其导通压降很低，输电时损耗很小。SiC MOSFET 的损耗和体积都比硅基 IGBT 小，可以缩小新能源汽车中器件的尺寸，降低功耗。随着新能源汽车爆发，SiC MOSFET 需求不断上升，预计未来新能源将成为 SiC MOSFET 最大的应用领域。

表11: Si 基器件与 SiC 器件价格对比

材料类型	产品型号	厂商	价格
Si	IGBT	-	4-5 美元
SiC	C2M0080120D ZFETTM SiC MOSFET	Wolf Speed	130.50 人民币
	LSIC1MO120E0080 1200V SiC MOSFET	Littelfuse	133.91 人民币

资料来源：Yole、世强元件、新时代证券研究所

图42: 碳化硅功率器件市场规模（按应用分类）



资料来源：Yole、新时代证券研究所

欧美日三分天下：欧美日在碳化硅功率器件上起步较早，在碳化硅功率器件市场上处于领先地位。英飞凌和科锐处于第一梯队，英飞凌在 2001 年就将 SiC MOSFET 等产品投入市场，2012 年 1200V 碳化硅器件量产，科锐在 2012 年实现 6 寸碳化硅晶圆量产。2014 年英飞凌和科锐市场占比为 68%。第二梯队是日本和欧洲的企业，如意法半导体、富微电子、罗姆半导体等，市场占比为 32%，碳化硅功率半导体市场集中度很高。其中美国企业占全球碳化硅产量的 70%-80%，欧洲拥有完整的 SiC 衬底、外延、器件以及应用产业链，日本在设备和模块开发方面处于领先地位。

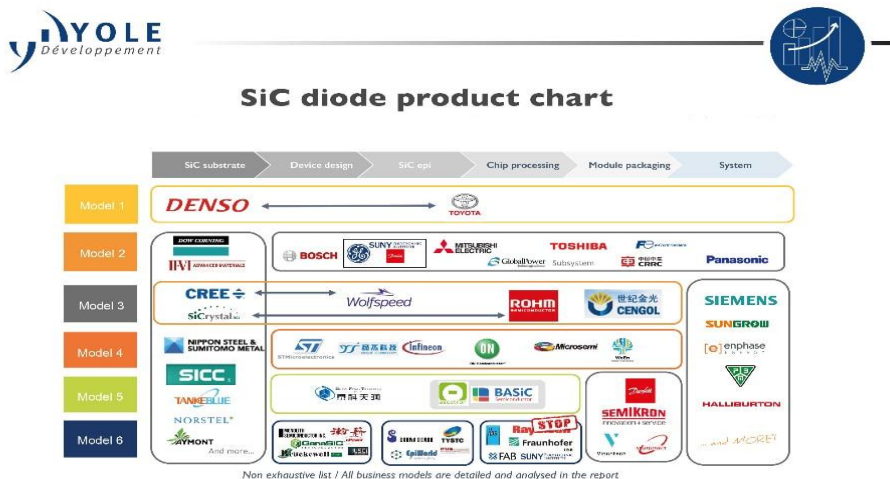
中国碳化硅产业链初具雏形，与国外厂商仍有一定差距。

衬底：山东天岳、天科合达等公司已经实现 4 英寸碳化硅晶圆量产，6 英寸碳化硅晶圆处于工艺固化阶段。

外延片：瀚天天成和天域半导体可供应 4-6 英寸碳化硅外延片。

器件：泰科天润的 600V-1700V 碳化硅二极管已经实现量产，产品质量可以比肩国际同行业的先进水平。

图43: SiC 上下游产业链



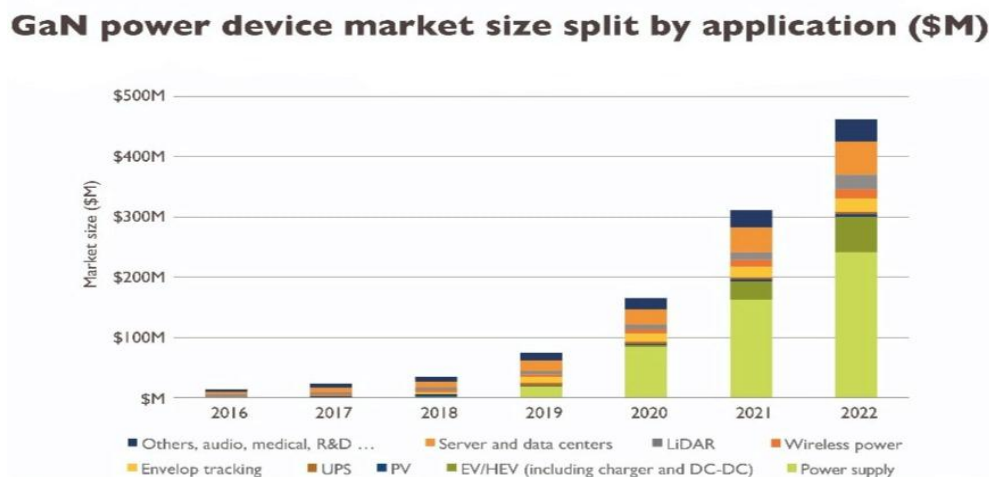
资料来源: Yole、新时代证券研究所

4.2、氮化镓 (GaN): 起步较晚, 衬底成本高昂

与碳化硅相比, 氮化镓适用于超高频率功率器件领域, GaN 器件最高频率超过 10^6 Hz, 功率在 1000W 左右, 开关速度是 SiC MOSFET 的四倍。SiC 的最高频率在 10^5 Hz 左右, 功率约是 GaN 器件的 1000 倍。GaN 定位在高功率、高电压领域, 集中在 600V-3300V, 中低压集中在 100V-600V, 主要应用于雷达、笔记本电源适配器等。

目前全球氮化镓功率器件处于起步阶段, 根据 Yole 的数据, 2018 年全球氮化镓功率器件市场规模约 4000 万美元, 市场规模较小。新能源汽车爆发增长, 电网对输电性能要求提高将推动氮化镓功率器件市场快速发展。Yole 预计到 2022 年氮化镓功率器件市场规模将达到 4.5 亿美元。

图44: 氮化镓功率器件市场规模 (按应用分类)

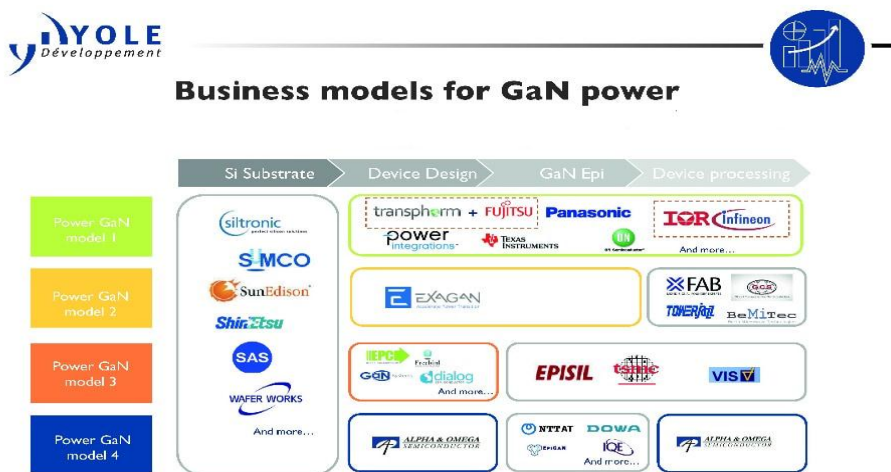


资料来源: Yole、新时代证券研究所

受制于衬底成本, GaN 发展较慢: GaN 的功率密度、带宽、可靠性和耐高温方面远胜其他材料, 缺点在于产品成本很高, 不利于大批量生产。GaN 的衬底材料是硅、碳化硅和蓝宝石, 碳化硅衬底 GaN 器件性能非常好, 但是成本高昂。与硅衬底相比, 氮化硅衬底的 GaN 器件成本高 100 倍, 衬底处理时间相差 200-300 倍。另一方面, 硅晶圆不断向大尺寸扩展, 预计硅基 GaN 器件成本将降低 30%-50%。

各厂商加紧布局 GaN 市场：英飞凌在全球 GaN 市场上处于领先地位，公司的 CoolGaN 已经可以实现量产。2015 年安森美与 Transphorm 建立合作关系，共同开发及推广基于 GaN 的产品和电源系统方案，两家公司联名推出 600V GaN 级联结构晶体管。美国 EPC 公司是首个推出增强型氮化镓 FET 的公司，可实现对传统 MOSFET 的有效替代。2018 年 5 月，公司推出 350V GaN 晶体管 EPC2050，体积是对应硅 MOSFET 尺寸的 1/20，应用领域包括太阳能逆变器、电动车充电器、电机驱动等。意法半导体预计在 2020 年前建立 GaN-on-Si 异质外延生产线。中国企业积极布局 GaN 领域，中航微电子(已被华润微电子收购)2015 年成功研制出 600V 硅基 GaN 器件。GaN 材料厂商有三安光电、士兰微，其中三安光电的 6 寸氮化镓外延片产线已经建成，填补了国内的空白。2017 年 12 月，士兰微投资一条 4/6 英寸兼容先进化合物半导体器件生产线。

图45： 氮化镓功率器件厂商



资料来源：Yole，新时代证券研究所

5、受益标的：

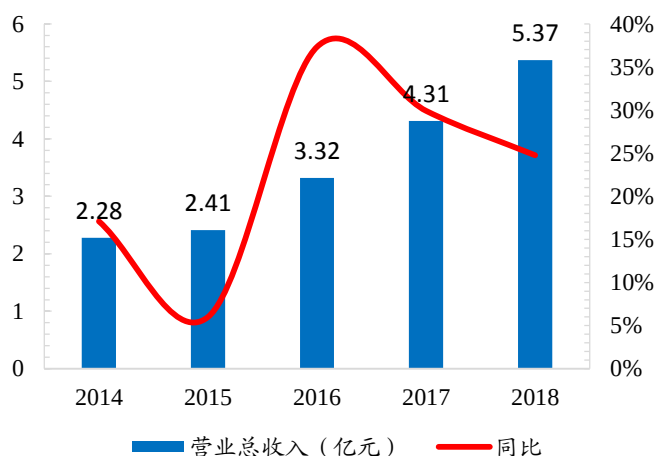
5.1、捷捷微电（300623）：国内晶闸管龙头企业，打破国外厂商垄断

公司业绩持续增长：公司是一家专业从事半导体分立器件、电力电子器件研发制造与销售的企业，也是国内生产“方片式”单双向可控硅最早及品种最齐全的厂家之一。公司主营产品为各类电力电子器件和芯片，分别为：晶闸管器件和芯片、防护类器件和芯片（包括：TVS、放电管、ESD、集成放电管、贴片 Y 电容、压敏电阻等）、二极管器件和芯片（包括：整流二极管、快恢复二极管、肖特基二极管等）、厚膜组件、晶体管器件和芯片、MOSFET 器件和芯片、碳化硅器件等。2014-2018 年公司业绩持续增长，公司营收从 2.28 亿元增长至 5.37 亿元，复合增长率为 21.31%。

晶闸管龙头企业，产能释放加速：公司产品性能优异，晶闸管产品可以占到国产晶闸管产品的 45% 以上，目前公司的市占率仅次于 ST 和 NXP，在国产替代的大趋势下，公司潜力巨大。2016 年公司功率半导体芯片销量为 49.43 万片，产能利用率为 147.79%，产销率为 101.33%。功率器件销量为 84350.62 万件，产能利用率为 207.38%，产销率为 96.90%。公司投资新建功率半导体器件生产线和半导体防护器件生产线，预计新增功率半导体芯片 45850 万只，功率器件 4.28 亿只，半导体防护器件芯片 76600 万只，半导体防护器件 7.2 亿只，产能加速释放，预计未来公司业绩增长迅速。

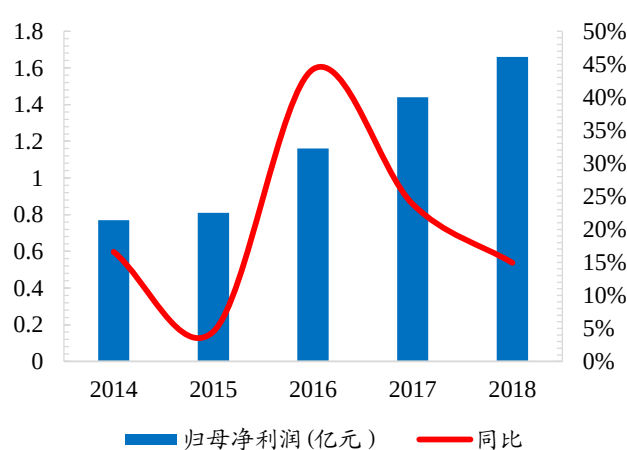
差异化战略，产品线丰富：公司采用差异化战略，主要产品是高端晶闸管、防护器件等，与其他厂商竞争关系较小。公司不断开发新产品，未来产品将包括晶闸管、防护器件、二极管、晶体管、碳化硅系列，2018 年公司已经完成了氮化镓电力电子元件、MOSFET 器件的研发，不断丰富产品线。目前公司产品主要用于家用电器和工业领域，随着 MOSFET 等产品的推出，公司有望进入新能源汽车等新兴领域。

图46：捷捷微电营业收入稳步增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

图47：捷捷微电净利润稳步增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

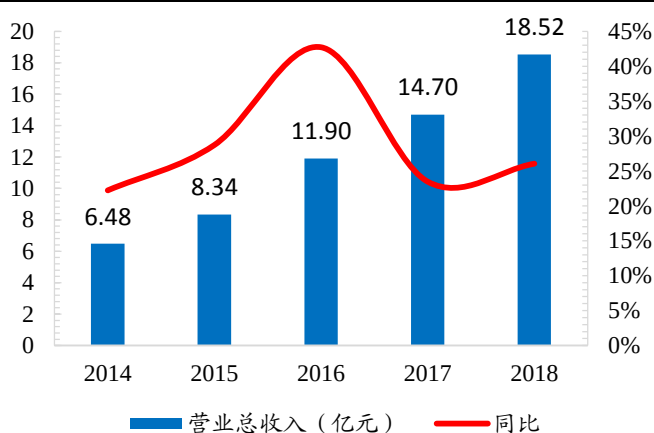
5.2、扬杰科技（300373）：内生外延并举，切入 SiC 领域

国内稀缺 IDM 厂商，内生外延并举：公司集研发、生产、销售于一体，专业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产业发展，主营产品为各类电力电子器件芯片、功率二极管、整流桥、大功率模块等产品。公司坚持内生外延并举的策略，上游整合青洋电子，增强 IDM 模式竞争力，下游收购 MCC，加速进军海外市场。2014-2018 年公司营收从 6.48 亿元增长至 18.52 亿元，复合增长率为 30.02%。

二极管市占率较高，有望率先受益于国产替代：全球二极管市场比较分散，第一大厂商 Vishay 市占率不超过 10%。公司的产品线丰富，光伏二极管市占率超过 30%，智能电表贴片式整流桥市占率约 40%，均位居市场第一，在二极管市场处于领先地位。国外二极管厂商产能下降，目前公司的产能充足，4 寸晶圆线产能为全球第一，月产量达到 100 万片，主要用于二极管芯片生产。公司作为本土 IDM 企业，在人力成本和技术上有较大优势，有望承接相应的市场份额，率先受益于国产替代。

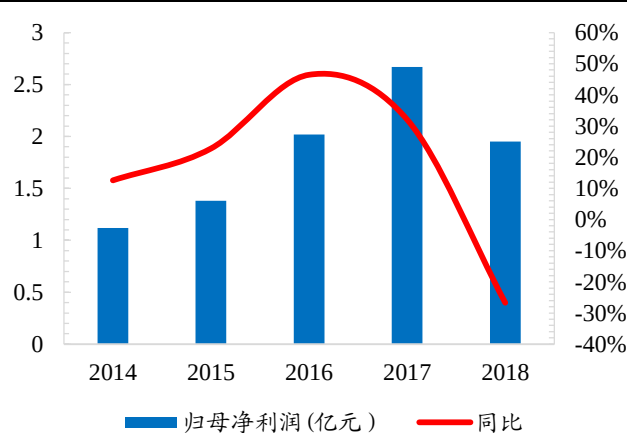
布局 IGBT、MOSFET，积极切入 SiC 领域：公司整合青洋电子后，晶圆生产线逐步从 4 寸向 6 至 8 寸升级，MOSFET 和 IGBT 对应的原材料充足。目前公司的 IGBT 项目已经实现量产，有望进军新能源汽车市场。公司是国内最早布局 SiC 领域的企业之一，具有技术优势。未来 IGBT、MOSFET 和 SiC 将成为公司业绩增长的新动力。

图48： 扬杰科技营业收入持续增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

图49： 扬杰科技净利润增长情况



资料来源：wind、新时代证券研究所

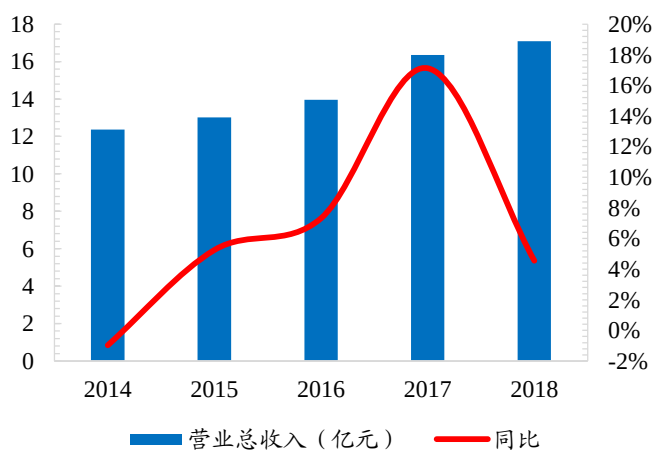
5.3、华微电子（600360）：老牌功率半导体企业，新兴领域不断突破

老牌 IDM 厂商，产品线齐全，业绩不断改善：华微电子是国内老牌 IDM 厂商，已经建立了从高端二极管、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。2014-2018 年公司营收从 12.36 亿元增长至 17.09 亿元，复合增长率 8.44%。

技术优势明显，晶圆充足：华微电子在技术方面优势明显，公司拥有 50 项专利，涵盖产品设计、工艺制造、封装和 IPM 模块，是国内为数不多能够制造 IPM 模块的厂商。其中 IGBT 发展到现在历经了 6 代升级，目前公司拥有第六代 IGBT 产品和 1700V 以上高压终端技术，明显优于国内其他厂商的中低端 IGBT 产品。在产能方面，公司作为 IDM 模式企业，拥有相应的晶圆产线，公司的 4、5、6 英寸功率半导体晶圆生产线，产能为 330 万片/年，晶圆供给充足。

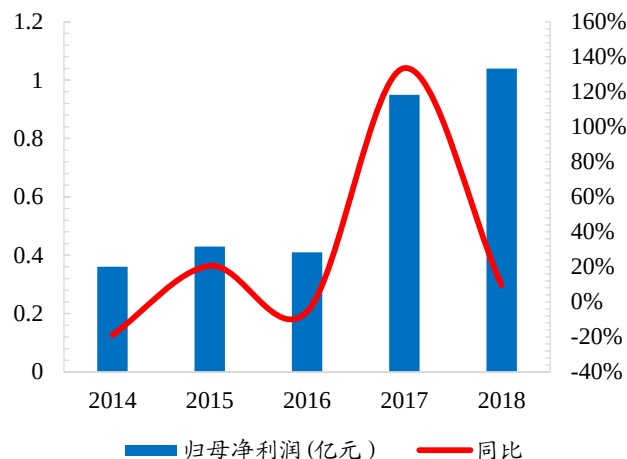
新兴领域取得突破：公司重视新兴产业带来的机会，积极切入光伏、新能源汽车、变频家电、军工等领域，基本覆盖了智能电网的产电、输电和用电端；公司生产的 FS-Trench IGBT、FRD 等高端功率器件在智能小家电、变频家电、充电桩等领域实现量产；高压 MOS、SBD 产品成功进入 DELL、DIODES 等大客户。

图50： 华微电子营业收入稳步增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

图51： 华微电子归母净利润快速增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

5.4、士兰微（600460）：产能加速释放，积极布局 GaN 领域

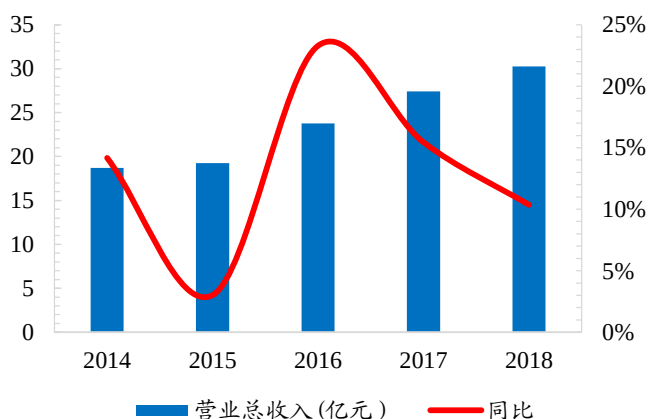
MOSFET 龙头企业，业绩稳定增长：士兰微产品集中在“VD-MOS 管、肖特基二极管”芯片和“MOSFET、IGBT、高频三极管”封装器件，应用领域为 LED 照明、工业、家电、消费电子、汽车电子等。公司是国内 MOSFET 龙头企业，2017 年公司在 MOSFET 领域市占比为 2.50%，排名第十。公司业绩稳定增长，2014-2018 年，公司营收从 18.70 亿元增长至 30.26 亿元，复合增长率为 12.79%。

获得大基金投资，8 寸线未能投产：2016 年公司获得国家集成电路产业基金 6 亿元的投资，用于 8 寸生产线建设。公司 8 寸线未能投产，导致固定成本较高，净利润有所下滑。考虑到未来 8 寸线顺利投产，公司业绩增长的确性较强。

IPM 覆盖国内白色家电，进军汽车市场：2017 年公司 IPM 模块覆盖国内白色家电市场，使用量超过 200 万颗。2018 年，公司在杭州建立汽车级功率模块封装厂，规划进入汽车功率半导体市场。作为国产 MOSFET 龙头企业，公司有望进一步扩大市场份额，实现国产替代。

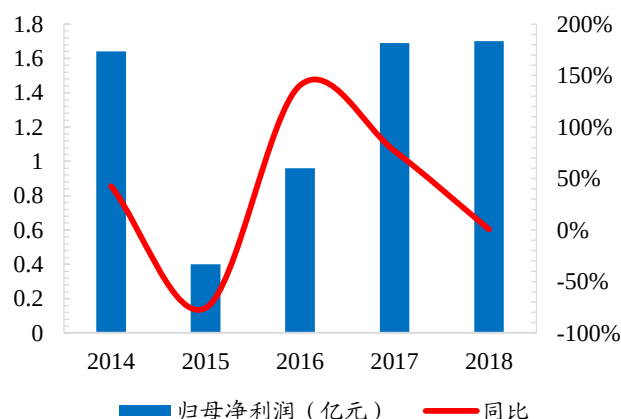
积极扩大产能，布局 12 寸生产线和 GaN 材料：2017 年公司进一步扩大产能，5 寸、6 寸芯片产能同比增长 11.32%。公司与厦门半导体投资集团有限公司共同出资 220 亿元新建 12 寸生产线，产能进一步扩张。公司积极布局 GaN 材料，建设 4/6 寸兼容先进化合物半导体器件生产线。2017 年下半年，公司已建成 6 英寸的硅基氮化镓集成电路芯片中试线。

图52： 士兰微营业收入稳步增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

图53： 士兰微归母净利润增长情况



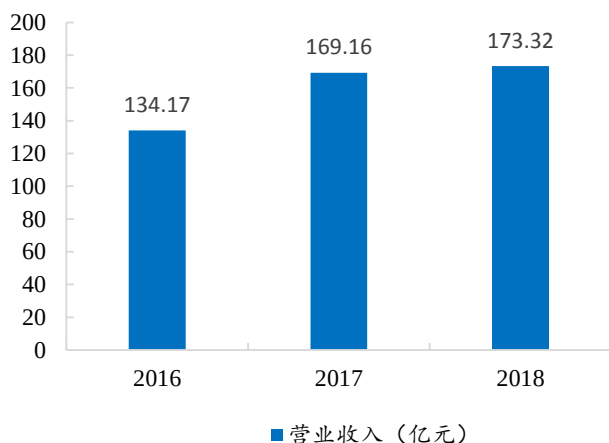
资料来源：wind、新时代证券研究所

5.5、闻泰科技（600745）：拟并购安世半导体，未来成长可期

移动终端与智能硬件大平台，下游客户资源丰富。公司是国内领先的移动终端和智能硬件产业生态平台，业务覆盖移动终端、智能硬件、笔记本电脑、虚拟现实、车联网、汽车电子等领域的研发设计和智能制造。公司与行业大多数主流品牌保持深度合作关系，下游客户资源丰富，客户包括华为、小米、联想、MOTO、魅族、LG、中国移动等全球主流品牌。

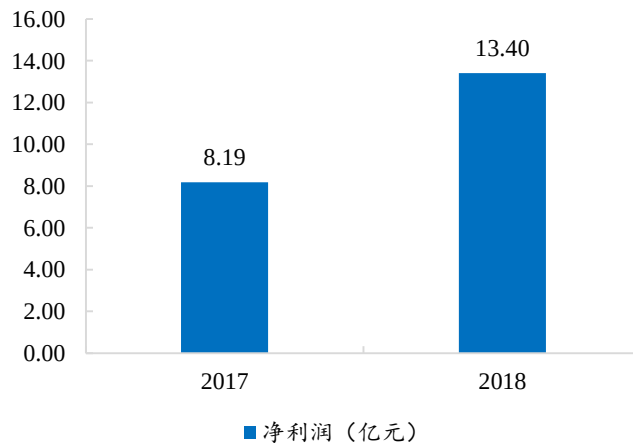
并购安世进军高端功率半导体领域，有望形成协同效应。2018年10月24日，公司宣布出资251.54亿元并购安世半导体。安世半导体是荷兰半导体巨头恩智浦的标准业务部门，专注于逻辑、分立器件和MOSFET产品。安世半导体已经切入全球汽车、通信和计算机等高端领域，汽车领域客户包括博世、比亚迪、大陆、德尔福、电装等；工业领域包括艾默生、思科、台达；计算机领域包括华硕、戴尔、惠普等。闻泰科技在消费电子领域拥有丰富的客户资源，并购完成后有望形成协同效应，安世半导体在国内的市场份额将逐步扩大。

图54： 闻泰科技营业收入稳步增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

图55： 安世半导体净利润快速增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

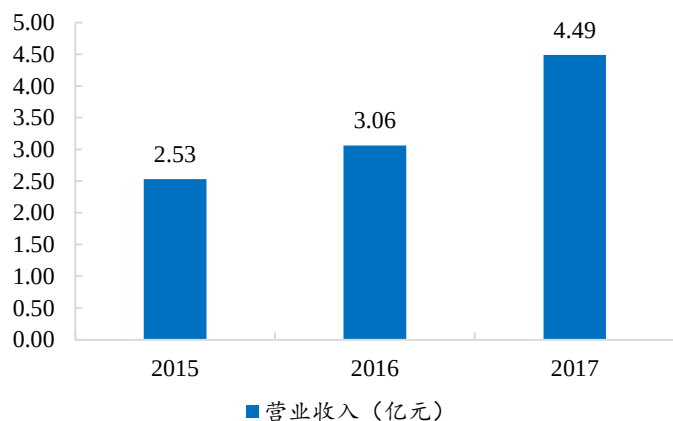
5.6、斯达股份：国内 IGBT 领军企业，受益于下游行业大发展

IGBT 领军企业，国内厂商中市占率排名第一。斯达股份是国内 IGBT 领军企业，拥有第六代 Trench-FS 技术，是国内为数不多能进入汽车功率半导体领域的厂商。根据 IHS 的数据，公司 2016 年 IGBT 模块市占率排名全球第九，中国第一，是国内 IGBT 领军企业。

产品种类齐全，覆盖电网、新能源汽车等领域。公司产品线齐全，拥有多款 IGBT 产品，可用于感应加热、变频器、新能源汽车、UPS、光伏发电、风力发电、电机牵引等领域，产品覆盖领域非常广。

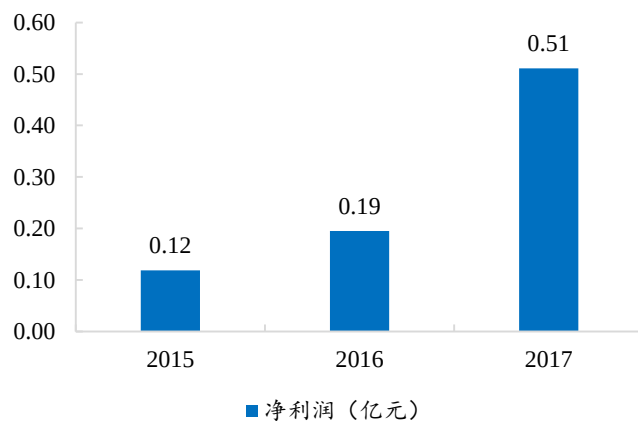
业绩增长迅速，未来有望登录主板。2015-2017 年，公司营收从 2.53 亿元增长至 4.49 亿元，复合增长率为 33.19%。净利润从 0.12 亿元增长至 0.51 亿元。公司业绩增长迅速，目前公司已经申报上市。

图56： 斯达股份营收快速增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

图57： 斯达股份净利润快速增长



资料来源：wind、新时代证券研究所

5.7、陆芯科技：新一代功率半导体技术领航企业

上海陆芯电子科技有限公司是一家专注于最新一代功率半导体器件的高新技术企业。公司聚焦于功率半导体（IGBT、SJ MOS & SiC）的设计和应用，掌握创新型功率半导体核心技术，拥有自主知识产权和品牌，累计拥有 17 项自主创新专利。

陆芯科技具有强劲的工艺开发技术和设计能力，是国内新一代功率半导体技术的领航企业。公司功率半导体产品包括：最新一代 Trench Field-Stop 技术的 400V 200A~400A 系列 IGBT、650V 10A~200A 系列 IGBT、1200V&1350V 15A~100A 系列 IGBT；500V~900V 系列 SJ MOS、650V&1200V 系列功率二极管；650V&1200V 系列 SiC 二极管。公司产品性能优异，高可靠性和稳定性，适用于感应加热行业（电磁炉电磁灶、IH 电饭锅）、高频工业领域（电焊机、UPS、光伏逆变器、PFC 等）、电机驱动领域（工业变频器、热泵、变频空调）、新能源电动汽车（车载 OBC、充电桩、汽车电机驱动、汽车电子等）

研发团队优秀，技术优势明显。公司的研发团队实力雄厚，相关研发人员曾就职于海外知名公司，拥有丰富的项目经验。公司总经理张杰先生是中国科学院“百人计划”学者，2016 年第六批浦东“百人计划”专家。2001-2011 年张杰先生就职

于美国国际整流器公司(后被英飞凌以 30 亿美元收购),主持了包括 IGBT、MOSFET、HV MOSFET 等高压功率半导体的开发。2003 年张杰先生成功研发了 IR 公司的第一代 SuperJunction MOSFET, 2006 年研发出了 IR 公司首款第六代 IGBT。

多领域布局,有望实现自主可控。

IGBT: 覆盖领域广,进军新能源汽车公司产品种类齐全,与其他厂商相比技术优势明显,上市公司中拥有第六代 IGBT 产品的厂商较少,如华微电子。同类企业大多专注于中低端市场,产品种类较少,仅有安世半导体等企业有能力进入汽车和工业半导体领域。公司产品线齐全,覆盖了白色家电、智能电网、新能源汽车等领域,未来有望实现 IGBT 自主可控。

表 12: 公司 IGBT 应用领域和性能

行业应用	型号	规格	频率	特点
感应加热	YGW15N120F1A	1200V 15A	高频	高性能、高可靠性、低成本
	YGW25N135F1A	1350V 25A		性能、耐压和成本的平衡
	YGW25N120F1A	1200V 25A		性能优秀,可达到感应加热二级能效
	YGW40N120F1A	1200V 40A		高频开关使用,性能优秀
逆变器、UPS、电焊机等	YGW50N65F1A	650V 50A	高频	高频开关、性能优
	YGW50N65F1A1	650V 50A		
	YGW25N120F1A1	1200V 25A		高性能、高可靠性、低成本
	YGW40N120F1A	1200V 25A		高性能、高可靠性
	YGW40N120F1A	1200V 40A		高频硬开关、性能优
变频器、电机驱动	YGF15N65T1	650V 15A	中低频	性能优、短路耐量高、可靠性高
	YGP24N65T1	650V 24A		
	YGW10N120T1	1200V 10A		
	YGW15N120T1	1200V 15A		
	YGW25N120T1	1200V 25A		
	YGW40N120T1B	1200V 40A		低 Vcesat、低 Eoff、高短路耐量
	YG100N120H2	1200V 100A		
新能源汽车	AU40N120T1	1200V 40A	中低频	低 Vcesat、低 Eoff、高可靠性
	YGC200N65	650V 200A		
	YGM400N65	650V 400A		

资料来源:陆芯科技、新时代证券研究所

6、风险提示

国内功率半导体市场发展不及预期;行业竞争加剧风险;国内企业研发进度不及预期。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，新时代证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师声明

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及新时代证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

分析师介绍

吴吉森，新时代证券研究所电子行业首席分析师。武汉大学金融学硕士，曾任职于中泰证券研究所，2018年加入新时代证券研究所任中小盘研究员，2018年水晶球中小市值研究第一名团队核心成员。现任电子行业首席分析师，专注于电子行业投资机会挖掘以及研究策划工作。

投资评级说明

新时代证券行业评级体系：推荐、中性、回避

推荐：未来6-12个月，预计该行业指数表现强于同期市场基准指数。

中性：未来6-12个月，预计该行业指数表现基本与同期市场基准指数持平。

回避：未来6-12个月，预计该行业指数表现弱于同期市场基准指数。

市场基准指数为沪深300指数。

新时代证券公司评级体系：强烈推荐、推荐、中性、回避

强烈推荐：未来6-12个月，预计该公司股价相对同期市场基准指数涨幅在20%以上。该评级由分析师给出。

推荐：未来6-12个月，预计该公司股价相对同期市场基准指数涨幅介于5%-20%。该评级由分析师给出。

中性：未来6-12个月，预计该公司股价相对同期市场基准指数变动幅度介于-5%-5%。该评级由分析师给出。

回避：未来6-12个月，预计该公司股价相对同期市场基准指数跌幅在5%以上。该评级由分析师给出。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

免责声明

新时代证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批复，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告由新时代证券股份有限公司（以下简称新时代证券）向其机构或个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或意图违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。

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

本报告所载的全部内容只供客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。新时代证券根据公开资料或信息客观、公正地撰写本报告，但不保证该公开资料或信息内容的准确性或完整性。客户请勿将本报告视为投资决策的唯一依据而取代个人的独立判断。

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

本报告所载内容反映的是新时代证券在发表本报告当日的判断，新时代证券可能发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但新时代证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。新时代证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

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

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

除非另有说明，所有本报告的版权属于新时代证券。未经新时代证券事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式更改、复制、传播本报告中的任何材料，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为新时代证券的商标、服务标识及标记。

新时代证券版权所有并保留一切权利。

机构销售通讯录

北京	郝颖 销售总监
	固话：010-69004649
	邮箱：haoying1@xsdzq.cn
上海	吕筱琪 销售总监
	固话：021-68865595 转 258
	邮箱：lyyouqi@xsdzq.cn
广深	吴林蔓 销售总监
	固话：0755-82291898
	邮箱：wulinman@xsdzq.cn

联系我们

新时代证券股份有限公司 研究所

北京：北京市海淀区北三环西路99号院西海国际中心15楼

邮编：100086

上海：上海市浦东新区浦东南路256号华夏银行大厦5楼

邮编：200120

广深：深圳市福田区福华一路88号中心商务大厦23楼

邮编：518046

公司网址：<http://www.xsdzq.cn/>