

2019-3-21

行业研究 | 深度报告

评级 **看好** 维持

电子设备、仪器和元件行业

从器件类型与材料性能看功率半导体未来前景

报告要点

■ 从器件类型与材料性能看功率半导体未来前景

分立器件中功率器件占据主要地位，典型的功率半导体处理功能包括变频、变压、变流、功率放大和功率管理等。因此，功率半导体器件是电力电子变化技术的基础，也是电力电子变化装置的核心组件，其在车用市场与能源效率观念推动下，市场规模不断攀升。我们认为功率半导体市场的成长是由其性能决定的，从器件类型角度看，普通二极管逐步向高性能的 IGBT、MOSFET 跨越；从材料角度看，碳化硅和氮化镓将通过突破硅的性能极限。

■ 器件的高端化：关注 IGBT 与 MOSFET

当前全球功率器件市场规模接近 200 亿美元，伴随着清洁能源行业、电动汽车行业以及物联网行业的需求不断增长，预计 2023 年达到 221 亿美元。从竞争格局上看，大陆、台湾地区厂商主要集中在二极管、晶闸管、低压 MOSFET 等低端功率器件领域，IGBT、中高压 MOSFET 等高端器件主要由欧美日厂商占据。中国作为全球电子终端加工中心，是功率半导体最大的市场，国内厂商与下游客户的距离更近，与本土客户的沟通交流更加顺畅，能够对客户的要求做出更加快速的响应，国产替代空间巨大。因此，结合能源方面的市场需求扩容与国产化必要性，IGBT 与 MOSFET 方向值得密切关注。

■ 材料的先进化：化合物半导体将全面提升器件性能

第三代化合物半导体相对传统硅基器件速度更快、节能效果更好，可以作为传统功率器件技术升级的方向，海外巨头已经开始布局。目前第三代功率半导体器件发展方向主要有 SiC 和 GaN 两大方向，SiC 拥有更高的热导率和更成熟的技术，而 GaN 高电子迁移率和饱和电子速率、成本更低的优点，两者的不同优势决定了应用范围上的差异，GaN 的市场应用偏向高频小电力领域，集中在 600V 以下；而 SiC 适用于 1200V 以上的高温大电力领域。未来，电动车与电源领域对于第三代化合物半导体器件的需求将随低耗化趋势打开。

■ 建议关注标的

考虑到未来功率半导体的市场前景，建议关注涉及化合物半导体领域的三安光电，功率半导体生产制造的扬杰科技、闻泰科技以及产业链上下游优质标的。

分析师 莫文宇

☎ (8621) 61118752

✉ mowuy@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490514090001

分析师 杨洋

(8621) 61118752

yangyang4@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490517070012

分析师 王平阳

(8621) 61118752

wangpy2@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490517050002

联系人 周迪

(8621) 61118752

zhoudi1@cjsc.com.cn

市场表现对比图（近 12 个月）



资料来源：Wind

相关研究

《从英伟达收购 Mellanox 看优秀半导体标的的估值》2019-3-16

《从科技创新角度看电子企业》2019-3-10

《Mini LED 专题报告二：从技术趋势和需求维度看 Mini LED 产业空间》2019-3-3

风险提示：

1. 下游汽车、电源等需求不及预期；
2. 功率半导体技术进展不及预期。

目录

从器件类型与材料性能看功率半导体未来前景	5
功率半导体：关注 IGBT 与 MOSFET	6
IGBT 性能优越，应用范围逐步扩大	10
IGBT 行业基本情况介绍	10
IGBT 芯片技术的发展	10
IGBT 行业现状及发展趋势	11
MOSFET 稳定可靠，汽车和工业领域成为增长点	13
MOSFET 基本情况介绍	13
MOSFET 市场情况与竞争格局	13
产业链标的梳理	15
IGBT 行业公司	15
主要功率半导体公司	16
化合物半导体将全面提升器件性能	18
SiC 功率器件受益于新能源车需求加速	20
GaN 功率器件在电源领域空间广阔	23
产业链标的梳理	26
SiC 行业公司	26
GaN 行业公司	29
行业趋势叠加国产化，产业链机遇期来临	34

图表目录

图 1: 功率半导体的成长方向	5
图 2: 2017 年功率半导体市场主要产品构成	6
图 3: 功率半导体主要应用领域	6
图 4: 火力、风力、光伏发电中功率半导体的应用	7
图 5: 汽车半导体成本拆分	7
图 6: 汽车需要多种半导体技术	8
图 7: 具备负载开关的物联网设备电路示意图	8
图 8: 全球分立器件的市场规模与增速, 功率器件占大部分 (百万美元)	9
图 9: 全球功率器件的市场占比 (按地区, 2016)	9
图 10: 全球功率器件的市场占比 (按厂商, 2016)	9
图 11: IGBT 产品示意图	10
图 12: 按电压分布的 IGBT 应用领域	10
图 13: 2017 年全球功率 IGBT 市场份额分布	12
图 14: 按电压分布的 IGBT 产品主要品牌	12
图 15: 2016-2022 年全球 IGBT 市场规模 (亿美元)	12
图 16: 2008-2018 年中国 IGBT 市场规模 (亿元)	12
图 17: 2020 年中国 IGBT 市场不同领域需求预计 (亿元)	13
图 18: 2020 年中国细分领域 IGBT 需求结构	13
图 19: 功率 MOSFET 器件示意图	13
图 20: MOSFET 市场规模 (包含模组) 及增速 (百万美元)	14
图 21: 2022 年功率 MOSFET 及其模组下游应用占比	14
图 22: 2017 年全球功率 MOSFET 厂商市场份额	15
图 23: 三代主要半导体材料物理性质对比	18
图 24: 化合物半导体功率器件与硅基器件的对比	18
图 25: SiC 和 GaN 的应用领域不同	20
图 26: SiC 功率器件的 Timeline 及相关厂商	20
图 27: 英飞凌新一代 SiC 二极管推出, 性价比越来越高	21
图 28: 各家厂商的 SiC 模组	21
图 29: SiC 的功率密度更高	22
图 30: SiC 材料的电池更轻、更小、续航里程更长	22
图 31: Tesla Model 3 逆变器由 24 个 1-in-1 功率模块组成	22
图 32: 单个 SiC 功率模块	22
图 33: SiC 应用领域及其市场空间 (百万美元)	23
图 34: SiC 电力电子器件产业链	23
图 35: GaN 器件的分类及应用领域	24
图 36: 按照 Yole 爆发式模型预测, 2023 年 GaN 功率器件市场将达到 4.3 亿美元	24
图 37: 2018 年 10 月 ANKER 发布 GaN 充电器	25
图 38: 宝马 iVentures 战略投资 GaN System	25
图 39: GaN 应用领域及其市场空间 (亿美元)	25
图 40: GaN 功率器件产业链	26

图 41：2017 年全球功率半导体的市场分布	34
表 1：IGBT 芯片发展的主要技术节点	11
表 2：国内 IGBT 产业链主要公司及主要产品	15
表 3：大陆主要功率器件厂商（百万元）	16
表 4：全球推动第三代半导体功率器件产业和技术发展的国家计划	18
表 5：中国第三代半导体功率器件发展目标	19
表 6：2014 年-2017 年第三代半导体行业重要并购事件	19
表 7：SiC 功率器件分类及相应优势	21
表 8：SiC 衬底企业	26
表 9：SiC 外延企业	27
表 10：SiC 器件设计企业	28
表 11：SiC 器件制造企业	28
表 12：SiC 器件 IDM 企业	28
表 13：GaN 衬底企业	29
表 14：GaN 外延企业	30
表 15：GaN 器件设计企业	31
表 16：GaN 器件制造企业	31
表 17：GaN 器件 IDM 企业	32

从器件类型与材料性能看功率半导体未来前景

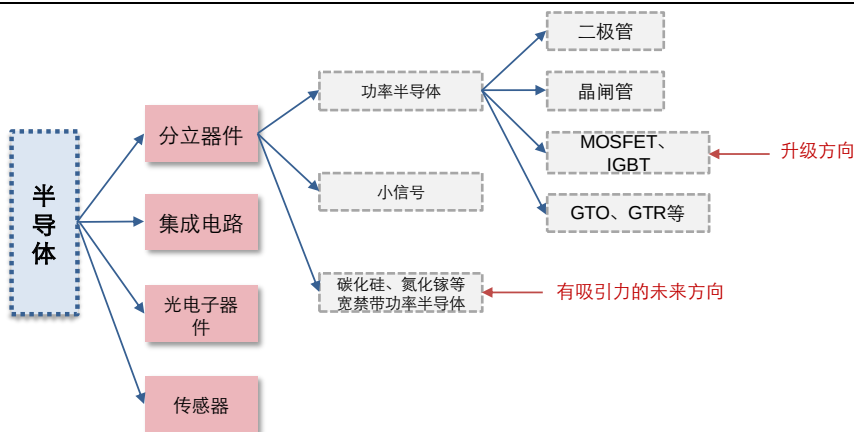
功率半导体属于半导体产业的一个分支。半导体产业主要分为集成电路和分立器件两大类，集成电路是把基本的电路元件如晶体管、二极管、电阻、电容、电感等压缩在一个小型晶片上然后封装起来形成具有多功能的单元，主要实现对信息的处理、存储和转换。而分立器件是指具有单一功能的电路基本元件，如晶体管、二极管、电阻、电容、电感等，主要实现电能的处理与变换。

功率半导体器件是电力电子变化技术的基础，也是电力电子变化装置的核心组件。分立器件中功率器件占据主要地位，典型的功率半导体处理功能包括变频、变压、变流、功率放大和功率管理等。一般我们将额定电流超过 1 安的半导体器件归类为功率半导体器件，这类器件的阻断电压低则几伏，高可超过 10000 伏。功率半导体几乎用于所有的电子制造业，包括计算机、网络通信、消费电子、汽车电子、工业控制等一系列电子领域。

在车用市场与能源效率观念推动下，全球功率半导体市场规模不断攀升。在车用部分，一方面随着原本配备在豪华汽车中的先进电动化功能，朝中端汽车渗透，推动了该部分车用功率半导体销售额的成长；另一方面，配备有启动-停车(start-stop)电力逆变器系统的车型与混合动力系统车型的增加，同样拉动功率离散元件与功率模组的成长。而功率半导体产业的核心成长关键是对改善能源效率的重视，因此在再生能源、建筑和家庭能源控制，以及工厂自动化等方面都衍生出新需求。

我们认为功率半导体市场的成长是由其性能决定的，从器件类型角度看，普通二极管逐步向高性能的 IGBT、MOSFET 跨越；从材料角度看，碳化硅和氮化镓将通过突破硅的性能极限来开拓功率半导体的新市场。

图 1：功率半导体的成长方向



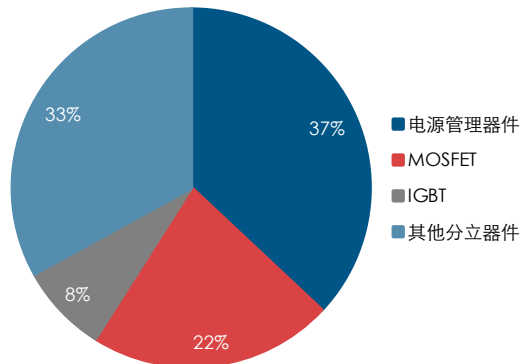
资料来源：《功率半导体器件与应用》，长江证券研究所

综上，本文将从功率半导体器件类型与化合物半导体材料两个角度来阐述功率半导体产业的发展趋势，并梳理产业链相关标的以供参考。

功率半导体：关注 IGBT 与 MOSFET

从器件类型上看，主要的功率半导体器件主要包括：二极管、PIN 二极管、双极性晶体管、晶闸管、MOSFET、IGBT 等，其中二极管、MOSFET 和 IGBT 是应用最广泛及性能指标先进的功率器件之一。

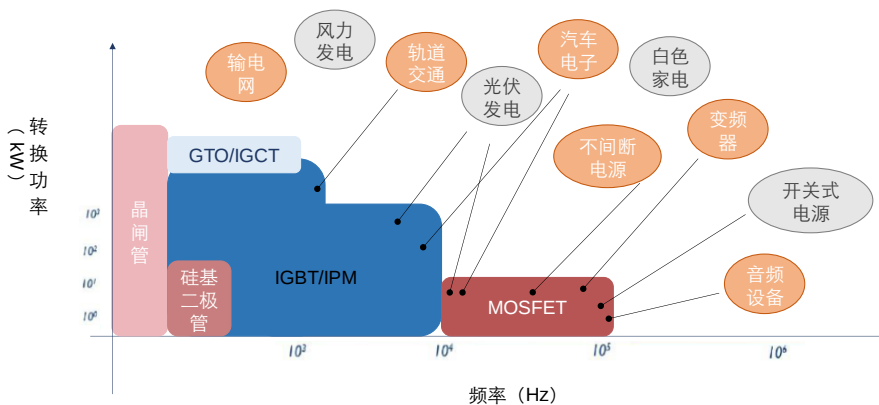
图 2：2017 年功率半导体市场主要产品构成



资料来源：中国产业信息网，长江证券研究所

功率半导体器件应用范围十分广泛。在小功率（几 W 至几千 W）领域，从计算机、电视机、洗衣机、冰箱、空调等电器的电源中均有使用；在中等功率范围（1000W 到几兆瓦），功率器件向机车、工业驱动、冶炼炉等设备中的电机提供电能；在吉瓦的大功率范围内，高压直流输电系统中需要超高电压功率半导体器件。

图 3：功率半导体主要应用领域



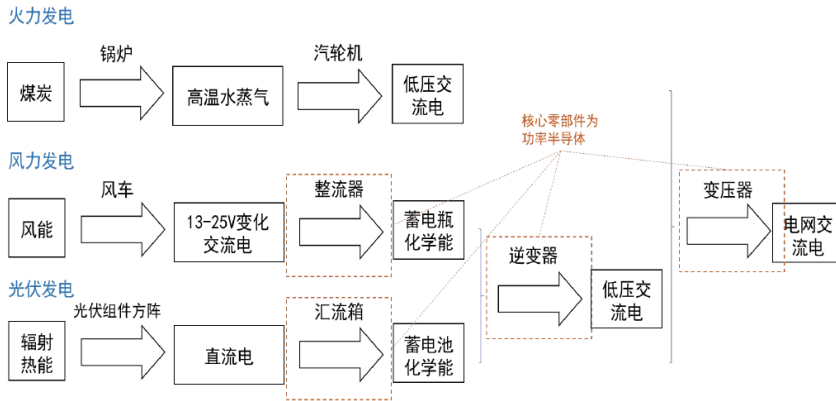
资料来源：Yole Développement，长江证券研究所

根据 Yole 的数据表明，2017 年全球功率器件市场规模为 181.5 亿美元，伴随着清洁能源行业、电动汽车行业以及物联网行业的需求不断增长，预计 2023 年达到 221 亿美元。

清洁能源行业对功率半导体需求显著。未来 5-10 年，新能源发电主要以光伏发电和风力发电为代表。根据国家能源局数据显示，2017 年，我国光伏发电装机容量继续保持快速增长，新增装机 53.06GW，连续五年位居世界第一，同比增长 53.6%，截至 2017 年底，全国光伏发电累计装机容量达到 130GW。根据“十三五”规划，风电、光伏装机总量将从 2015 年的 1.9 亿千瓦提升至 2020 年的 4 亿千瓦，复合增长率约为 16%，

由于新能源发电输出的电能不符合电网要求，需通过光伏逆变器或风力发电逆变器将其整流成直流电，再逆变成符合电网要求的交流电后输入并网，将大幅提高功率半导体的用量。

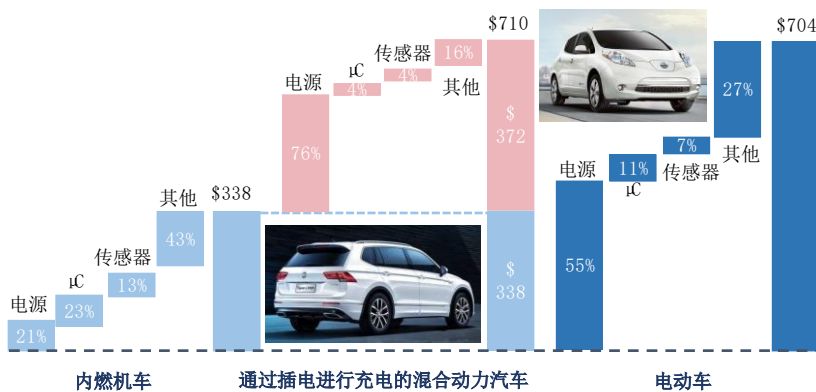
图 4：火力、风力、光伏发电中功率半导体的应用



资料来源：长江证券研究所

电动汽车行业将是功率半导体的另一大买家。汽车中传动、安全、车身控制均需要大量的半导体器件，大多数为功率半导体器件。而电动车的到来，又将在动力方面增加大量功率半导体器件。根据 Strategy Analytics 测算，轻混车（MHEV）、混动车/插电混动车（HEV/PHEV）、纯电动车（BEV）相比燃油车 71 美元的功率半导体用量分别增长 106%、398%、433%，至 146 美元、354 美元与 384 美元。

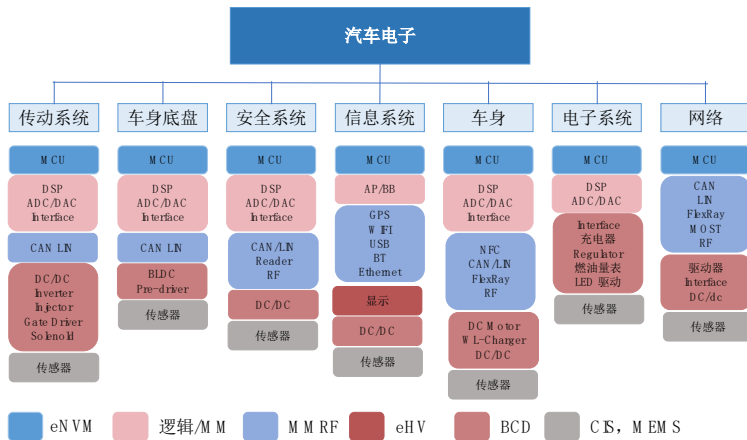
图 5：汽车半导体成本拆分



资料来源：Strategy Analytics，长江证券研究所

2016 年 11 月国务院印发的《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知》指出，到 2020 年，新能源汽车实现当年产销 200 万辆以上，累计产销超过 500 万辆，对应 2017-2020 年新能源汽车产量每年平均 40% 的增速。根据美国 WardsAuto.com 统计，2017 年全球汽车销量超过 9000 万辆，随着新能源汽车替代率逐步上升，将持续拉动功率半导体市场的需求。

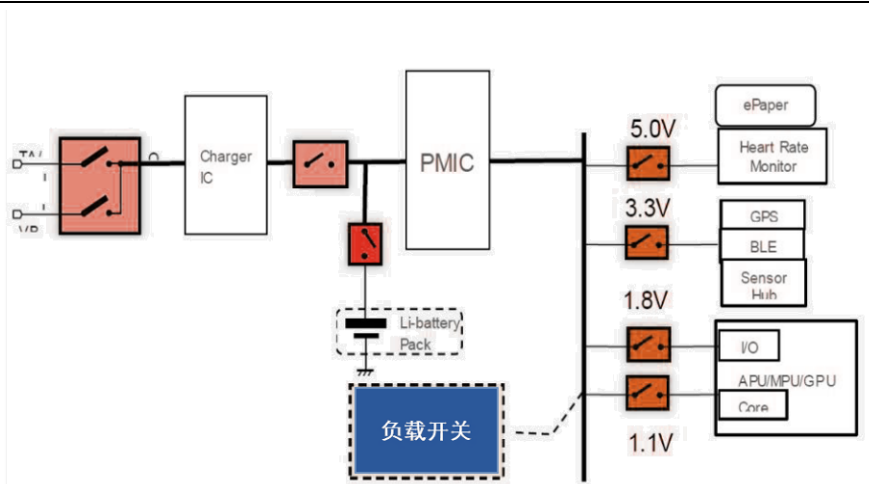
图 6：汽车需要多种半导体技术



资料来源：联华电子，半导体行业观察，长江证券研究所

如果物联网实现大规模应用，一方面会通过新增的数据收集与数据传输环节产生更多的用电需求，自然带来了功率半导体的增长空间；另一方面，由于物联网设备高精密度和低功耗的需求，在实现同样功能的设备中，可能需要通过加装负载开关等功率半导体元件来实现每一用电终端的单独控制，从而节省设备功耗。

图 7：具备负载开关的物联网设备电路示意图

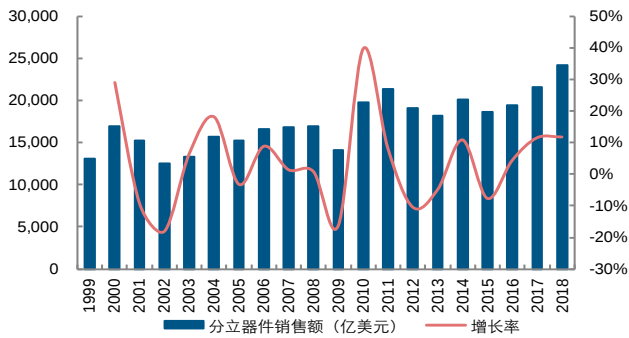


资料来源：GLF Integrated Power，长江证券研究所

全球功率半导体器件市场规模近 200 亿美元，其中欧美日的厂商占据了全球功率半导体器件大部分市场份额。在国内，虽然中国是全球最大的功率半导体器件市场，不过产业链自主能力有限，大功率、耐高压等高端产品几乎全部依赖于进口。

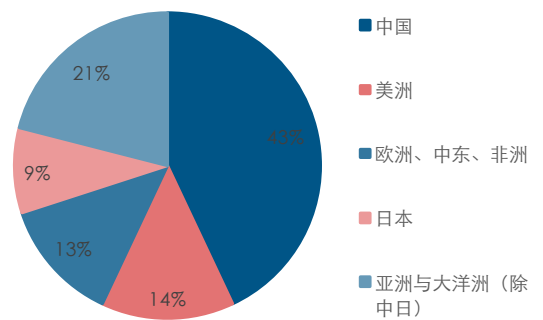
全球功率半导体巨头主要集中在美国、欧洲、日本三个地区。大陆、台湾地区厂商主要集中在二极管、晶闸管、低压 MOSFET 等低端功率器件领域，IGBT、中高压 MOSFET 等高端器件主要由欧美日厂商占据。

图 8：全球分立器件的市场规模与增速，功率器件占大部分（百万美元）



资料来源：WSTS，长江证券研究所

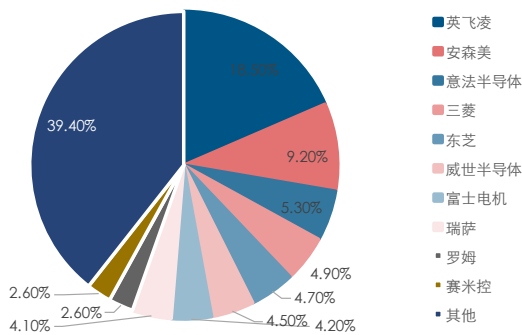
图 9：全球功率器件的市场占比（按地区，2016）



资料来源：Yole Développement，长江证券研究所

中国是功率半导体最大的市场，占据了全球 43% 的需求。中国作为全球的电子终端加工中心，国内厂商与下游客户的距离更近，与本土客户的沟通交流更加顺畅，能够对客户的需求做出更加快速的响应，国产替代空间巨大。

图 10：全球功率器件的市场占比（按厂商，2016）



资料来源：IHS，长江证券研究所

功率半导体行业格局稳固、壁垒较高，海外龙头如英飞凌、意法半导体、安森美份额稳定，基本上都具备全品类、多客户的特征，同时在生产模式上以 IDM（设计-制造-封装一体化）模式为主。由于大多应用在工业、汽车、电气设备中，产品的性能指标之外，稳定性是首要考量，因此海外龙头的功率半导体占据着极为稳固的市场份额。

我国本土功率半导体厂商起步较晚，技术升级换代较国外滞后，主要厂家包括公司、吉林华微电子、无锡华润华晶、天津中环、士兰微、苏州固锟、东光微电、江阴长电等。我国功率半导体产业发展现状是封装强于芯片制造，芯片制造强于设计。

另外，我国功率半导体厂商的产品主要集中于竞争最为激烈的中低端市场，高端市场大部分被欧美日厂家如英飞凌、意法半导体、三菱、安森美等瓜分，这也意味着未来国内厂商若能掌握功率半导体核心技术，将会有巨大的进口替代市场空间。随着国内厂商整体实力的不断增强，目前，某些国内厂商凭借成本优势已经在国内市场占有一定的市场份额，并逐步在个别产品或领域挤占国际厂商的市场份额，比如在节能照明领域，包括华润华晶、华微电子、深爱半导体为代表的节能灯用系列产品，已经成功替代了国外企业的产品。

IGBT 性能优越，应用范围逐步扩大

IGBT 行业基本情况介绍

IGBT 是 Insulated Gate Bipolar Transistor 的缩写，即**绝缘栅双极型晶体管**。它是由 BJT 和 MOSFET 组成的复合功率半导体器件，既有 MOSFET 的开关速度高、输入阻抗高、控制功率小、驱动电路简单、开关损耗小的优点，又有 BJT 导通电压低、通态电流大、损耗小的优点，在高压、大电流、高速等方面是其他功率器件不能比拟的，因而是电力电子领域较为理想的开关器件，是未来应用发展的主要方向。正是由于具有上述优点，IGBT 自 20 世纪 80 年代末开始工业化应用以来发展迅速，不仅在工业应用中取代了 MOSFET 和 GTR，甚至已扩展到 SCR 及 GTO 占优势的大功率应用领域，还在消费类电子应用中取代了 BJT、MOSFET 等功率器件的许多应用领域。

作为工业控制及自动化领域的核心器件，IGBT 模块在电机节能、轨道交通、智能电网、航空航天、家用电器、汽车电子、新能源发电、新能源汽车等诸多领域都有广泛的应用。随着新能源汽车的发展以及变频白色家电的普及，IGBT 的市场热度持续升温。它不仅在工业应用中提高了设备的自动化水平、控制精度等，也大幅提高了电能的应用效率，同时减小了产品体积和重量，节约了材料，有利于建设节约型社会。

图 11：IGBT 产品示意图



资料来源：英飞凌，长江证券研究所

图 12：按电压分布的 IGBT 应用领域



资料来源：中国产业信息网，长江证券研究所

IGBT 诞生于 20 世纪 80 年代，进入工业应用时间较晚，虽然目前占整体功率半导体功率器件市场份额仍然不大，但它代表了未来发展方向，市场规模增长很快。

IGBT 芯片技术的发展

从 20 世纪 80 年代至今，IGBT 芯片经历了 6 代升级，从平面穿通型（PT）到沟槽型电场—截止型（FS-Trench），芯片面积、工艺线宽、通态饱和压降、关断时间、功率损耗等各项指标经历了不断的优化，断态电压也从 600V 提高到 6500V 以上。

表 1: IGBT 芯片发展的主要技术节点

序号	以技术特点命名	工艺线宽 (微米)	通态饱和压 降(伏)	关断时间 (微秒)	功率损耗 (相对值)	断态电压 (伏)	出现时 间
1	平面穿通型 (PT)	5	3.0	0.50	100	600	1988
2	改进的平面穿通型 (PT)	5	2.8	0.30	74	600	1990
3	沟槽型 (Trench)	3	2.0	0.25	51	1200	1992
4	非穿通型 (NPT)	1	1.5	0.25	39	3300	1997
5	电场截止型 (FS)	0.5	1.3	0.19	33	4500	2001
6	沟槽型电场-截止型 (FS-Trench)	0.5	1.0	0.15	29	6500	2003

资料来源：中国产业研究网，长江证券研究所

IGBT 作为新兴的功率半导体器件，应用前景广阔，虽然国内政策上一直鼓励 IGBT 相关产业的发展，但是由于产品认证周期比较长，真正在产业化上取得突破，得到用户认可的国内企业目前还较少，主要是由于本行业存在较高的进入壁垒。**目前来看，IGBT 行业的进入壁垒很高，主要体现在芯片设计能力、模块设计与制造工艺、品牌与市场壁垒三个方面。**

1) 芯片设计方面：IGBT 芯片是 IGBT 模块的核心，其设计工艺极为复杂，不仅要保持模块在大电流、高电压、高频率的环境下稳定工作，还需保持开闭和损耗、抗短路能力和导通压降维持平衡。企业只有具备深厚的技术底蕴和强大的创新能力，积累丰富的经验和知识储备，才能在行业中立足。

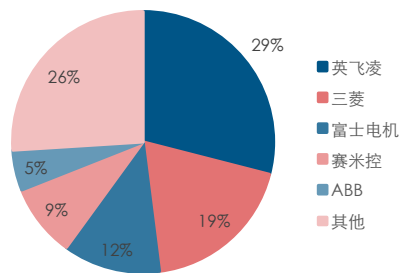
2) 模块设计及制造工艺：IGBT 模块对产品的可靠性和质量稳定性要求较高，生产工艺复杂，生产中一个看似简单的环节往往需要长时间摸索才能熟练掌握，如铝线键合，表面看只需把电路用铝线连接起来，但键合点的选择、键合的力度、时间及键合机的参数设置、键合过程中应用的夹具设计、员工操作方式等等都会影响到产品的质量和成品率。而且 IGBT 和下游应用结合紧密，往往需要研发人员对下游应用行业较为了解才能生产出符合客户要求的产品。

3) 品牌和市场壁垒：IGBT 模块是下游产品中的关键部件，其性能表现、稳定性和可靠性对下游客户来说至关重要，因此认证周期较长，替换成本高。对于新增的 IGBT 供应商，客户往往会保持谨慎态度，不仅会综合评定供应商的实力，而且通常要经过产品单体测试、整机测试、多次小批量试用等多个环节之后，才会做出大批量采购决策，采购决策周期较长。因此，新进入本行业者即使生产出 IGBT 产品，也需要耗费较长时间才能赢得客户的认可。

IGBT 行业现状及发展趋势

IGBT 市场集中度高，Yole 预计 2018 年全球 IGBT 市场将超过 40 亿美元，主要增长来自电动汽车 IGBT 功率模块。IGBT 市场较为集中，主要厂商为英飞凌、三菱集团和富士电机等。

图 13：2017 年全球功率 IGBT 市场份额分布



资料来源：赛迪智库，长江证券研究所

图 14：按电压分布的 IGBT 产品主要品牌

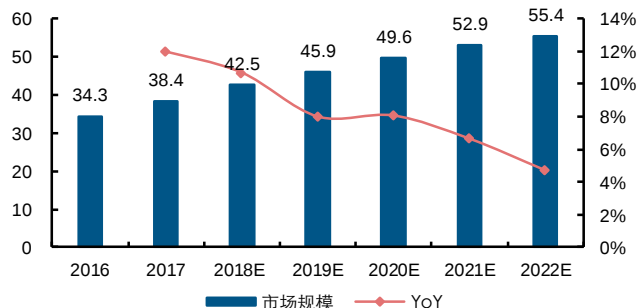
	第一	第二	第三	第四	第五
400V以下	ON	Infineon	TOSHIBA	ST	ROHM
600-650V	Infineon	ON	富士电机	富士电机	ST
1200V	Infineon	富士电机	富士电机	ON	ST
1700V	Infineon	富士电机	富士电机	HITACHI	IXYS
2500-3300V	富士电机	富士电机	Infineon	HITACHI	ABB
4500V以上	富士电机	ABB	HITACHI	Infineon	CISAC 中国中车

资料来源：IHS，长江证券研究所

目前国内外 IGBT 市场仍主要由外国企业占据，虽然我国 IGBT 市场需求增长迅速，但由于国内相关人才缺乏，工艺基础薄弱，国内企业产业化起步较晚，IGBT 模块至今几乎全部依赖进口，市场主要由欧洲、日本及美国企业占领。同时，国内企业由于芯片供应主要源于国外，制约性较强，因此发展较为缓慢。

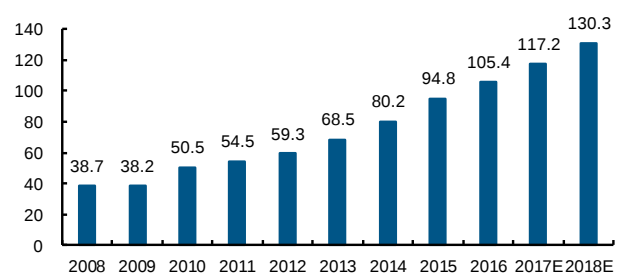
在新能源、节能环保“十二五”规划等一系列国家政策的支持下，国内 IGBT 的发展亦获得巨大的推动力，市场持续快速增长。2018 年，国内 IGBT 市场规模预计达到 130.3 亿元，中国已经成为全球最大的 IGBT 市场。

图 15：2016-2022 年全球 IGBT 市场规模（亿美元）



资料来源：IHS，长江证券研究所

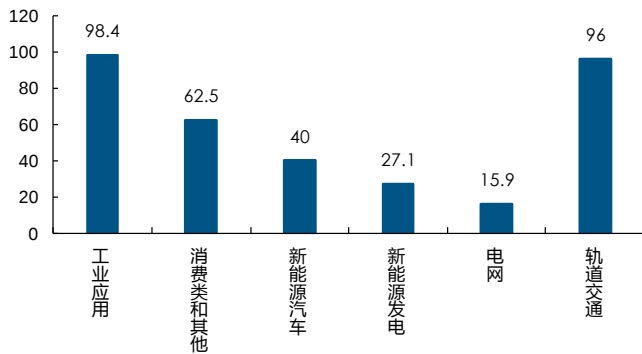
图 16：2008-2018 年中国 IGBT 市场规模（亿元）



资料来源：中国产业信息网 长江证券研究所

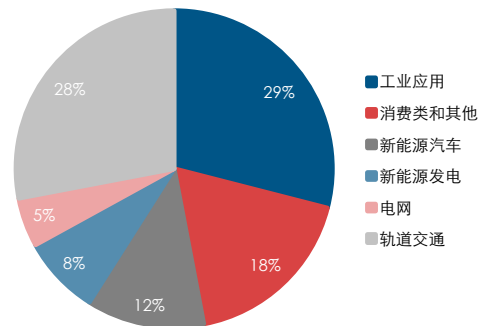
IGBT 是新能源汽车和高铁等轨道交通车辆动力系统“核心中的核心”，为业界公认发展最为迅速的新型功率器件品种。2016 年我国新能源汽车累计生产 51.7 万辆，销售 50.7 万辆，分别同比增长 52%和 53%。同时，国家相关部门有关新能源汽车推动的各项政策已逐步落地，江淮、吉利等车企也纷纷计划推出自己的“绿色战略”，新车型将会陆续推出，当前新能源汽车行业正处于快速成长期，空间估量巨大。新能源汽车及其配套设施快速增长将为 IGBT 等高端功率半导体市场规模的加速扩张提供有力的保障。根据 Yole 预计，电动汽车用 IGBT 市场到 2022 年将占整个 IGBT 市场的 40%左右。

图 17：2020 年中国 IGBT 市场不同领域需求预计（亿元）



资料来源：中国产业信息网，长江证券研究所

图 18：2020 年中国细分领域 IGBT 需求结构



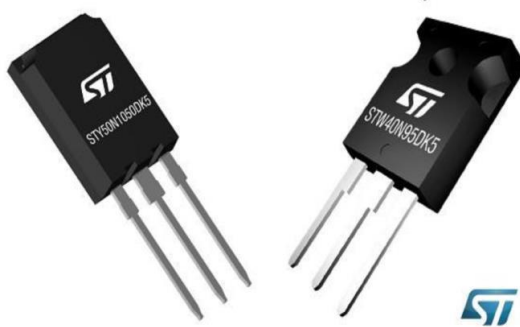
资料来源：中国产业信息网，长江证券研究所

MOSFET 稳定可靠，汽车和工业领域成为增长点

MOSFET 基本情况介绍

MOSFET 是指金属-氧化物半导体场效应晶体管，简称金氧半场效晶体管（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor），是一种可以广泛使用在模拟电路与数字电路的场效应晶体管（field-effect transistor）。主要优点是热稳定性好、安全工作区大。相较 IGBT，MOSFET 的研制较简单，也比较容易衍生出 fabless 模式，因此从事 MOSFET 的初创企业较容易成活。

图 19：功率 MOSFET 器件示意图

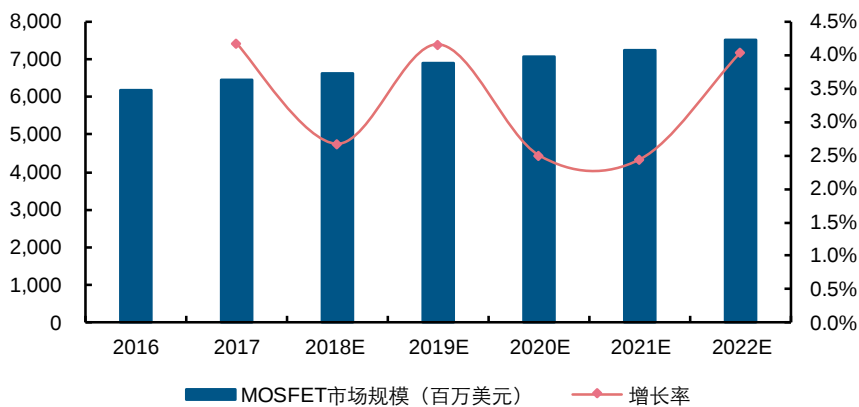


资料来源：ST，长江证券研究所

MOSFET 市场情况与竞争格局

随着汽车和工业领域为主的市场销售稳定增长，2016 年全球功率 MOSFET 市场规模接近 62 亿美元。得益于下游需求向好，MEMS 预计全球功率 MOSFET 市场将继续稳定增长，2016~2022 年期间功率 MOSFET 市场的复合年增长率预计为 3.4%。

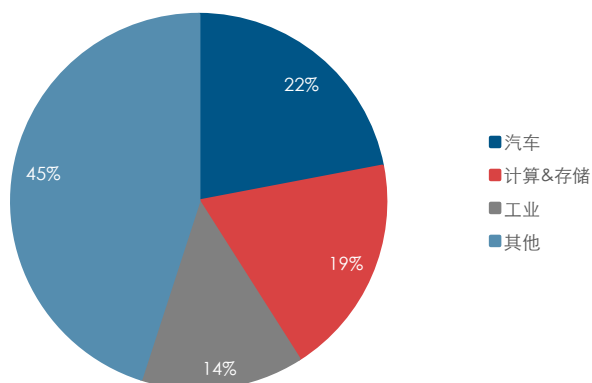
图 20: MOSFET 市场规模（包含模组）及增速（百万美元）



资料来源: Yole Development, 长江证券研究所

2016 年, 全球汽车销售量达到了 2500 万辆。功率 MOSFET 在汽车应用领域的销量超越了计算和数据存储领域, 已经占总体市场的 20% 以上。随着全球电动汽车数量的增长, 以及人们对电动汽车的青睐, 2016~2022 年期间该细分领域市场预计将以 5.1% 的复合年增长率快速增长。

图 21: 2022 年功率 MOSFET 及其模组下游应用占比

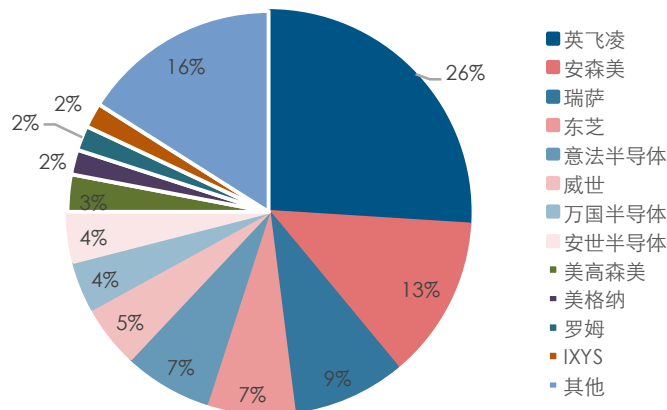


资料来源: MEMS, 长江证券研究所

功率 MOSFET 在汽车领域应用广泛, 包括刹车系统、引擎管理、动力转向系统及其它小型马达控制电路, 在这些应用中非常需要低传导损耗和高交换速度的器件。根据 EV/HEV (电动汽车/混合动力汽车) 电气化的程度, 硅功率 MOSFET 在 EV/HEV 变换器中正越来越受欢迎。MOSFET 可以处理大约 3~6 kW 的电池充电器, 完美适用于小型插电式混合动力汽车和纯电动汽车。MOSFET 还应用于 48V DC/DC 变换器和其它自动启停功能模块中的微型变频器。随着 Tesla (特斯拉) 引领的 EV/HEV 应用增长, 我们相信在未来 5 到 10 年里, 该细分市场将变得越来越重要。

全球 MOSFET 市场供应商主要是英飞凌、安森美、日本瑞萨电子、欧洲意法半导体、日本东芝等厂商, 这五家厂商 2017 年合计占有全球 62% 的市场份额。

图 22：2017 年全球功率 MOSFET 厂商市场份额



资料来源：IHS，长江证券研究所

英飞凌得益于对 International Rectifier（美国国际整流器公司）的收购，在大量的细分市场都处于领先地位。安森美在收购了仙童半导体后，已经成为 MOSFET 市场的有力竞争者。瑞萨则位于第三位，在消费类和汽车市场占据较大的市场份额。

MOSFET 领域，领先的厂商凭借规模优势和增长的竞争力，正在获得更大的市场份额。同时，很多厂商正倾向于 Fabless 模式，与台积电等代工厂等合作，也可以较容易将产品规模扩大。

产业链标的梳理

IGBT 行业公司

表 2：国内 IGBT 产业链主要公司及主要产品

序号	名称	企业类型	地区	主要业务与主要产品
1	中车时代电气	IDM	株洲	1200-6500V 高压模块，国内唯一自主掌握高铁动力 IGBT 芯片及模块技术的企业
2	深圳比亚迪	IDM	深圳	工业级 IGBT 模块，汽车级模块（新能源车与先进合作）、600V IGBT 单管、IGBT 驱动芯片
3	士兰微（A 股）	IDM	杭州	300-600V 穿通型 IGBT 工艺，1200V 非穿通型工艺，面向电焊机、变频器、光伏逆变器、电机逆变器、UPS 电源、家电、消费电子。IGBT 现有的 6 英寸生、产线一个月投片已经达到 12000 甚至 15000 片，首家全面掌握变频电机智能功率模块各项核心技术的企业。
4	吉林华微（A 股）	IDM	吉林	3/4/5/6 英寸等多公里半导体功率器件及 IC 芯片生产线，应用于逆变器、电磁炉、UPS 电源，目前公司（FS-Trench）IGBT 产品已研发成功，在新能源汽车、充电桩、变频家电等领域。
5	中航微电子	IDM	重庆	1200V/20-50A IGBT 功率器件
6	中环股份（A 股）	IDM	天津	用于消费电子 IGBT 已经量产，1200V 沟槽 IGBT 还在研发，节能型功率器件可用于充电桩
7	扬杰科技（A 股）	IDM	扬州	规划 8 寸 IGBT 晶圆建设（第三/四代）
8	中车西安永电	封装	西安	1200V-6500V/75-2400A 高压模块，主要面向轨道交通、智能电网等高压领域
9	西安爱帕克	封装	西安	600V-1200V/50-400A 模块
10	威海新佳	封装	威海	1200V/50-300A 模块，应用于 AC 和 DC 电机控制、变频器、UPS 等领域
11	江苏宏微	封装	常州	600V-1200V/15-60A 单管、600V-1700V/15-80A 模块，应用于特种电源、电焊机、UPS、逆变器、变频器等领域
12	台基股份	封装	襄阳	IGBT 封装采用国际先进的自动化设备和生产线，主要面向电力电子系统需求

13	嘉兴斯达(拟IPO)	封装设计	嘉兴	600-3300 V /1800~3700A 模块
14	南京银茂	封装设计	南京	600-1700 V /15~200A 模块, 应用于工业变频、新能源、电源装备等领域
15	中科君芯	设计	无锡	国内唯一全面掌握650-6500 V 全电压段IGBT 芯片技术企业, 面向电磁感应加热、变频家电、逆变焊机、工业变频器、新能源等领域
16	西安芯派	设计	西安	650-1700 V /80~600A IGBT, 用于电源管理、电池管理、电机控制及充电桩等领域
17	吉林华微斯帕克	设计	吉林	智能功率模块及大功率IGBT模块
18	宁波达新	设计	宁波	单管、模块、面向逆变焊机、工业领域、白色家电、充电桩、UPS 电源、光伏逆变器、空调、电磁感应加热
19	无锡同方微	设计	无锡	600 /1200 /1350V, 用于交/直流驱动、UPS、电磁炉、逆变器、开关和共振模式电源
20	无锡新洁能(三板)	设计	无锡	Trench NPT/ Trench FS 工艺, 1200/1350V, 用于电磁加热等各类开关
21	金芯微电子	设计	上海	电磁炉领域
22	山东科达	设计	东营	600V,1200V 单管、模块, 应用于电磁炉、小功率逆变器、逆变焊机、无刷马达控制器、UPS、开关电源、液晶电视、太阳能等领域
23	华虹宏力(港股)	制造	上海	拥有600-1200 V /Trench FS 及1700V Trench NPT 工艺, 3300V-6500V 高压芯片在研发
24	上海先进(港股)	制造	上海	为英飞凌代工
25	深圳方正微	制造	深圳	提供功率器件IGBT 晶圆制造技术
26	中芯国际(港股)	制造	上海	代工厂
27	华润上华	制造	无锡	1200V planar NPT IGBT 工艺

资料来源: SITRI, 长江证券研究所

主要功率半导体公司

表 3: 大陆主要功率器件厂商 (百万元)

名称	上市	2017营收	主要业务与主要产品
华微电子	A股	1634.89	主要业务: 功率器件的设计、芯片加工及封装; 主要产品: 三极管系列
扬杰科技	A股	1469.51	主要业务: 功率器件设计制造、封装测试、销售与服务; 主要产品: 功率器件、功率二极管、整流桥等
士兰微	A股	2742	主要产品: 二极管、MOS、IGBT等功率器件、LED、MEMS等。
苏州固锟	A股	1854.59	主要业务: 设计、制造、封测和销售各类功率器件; 主要产品: 二极管、三极管
华晶微电子		940	主要业务: 功率半导体的研发和生产; 主要产品: MOSFET、IGBT、BJT、二极管等
瑞能半导体	IPO	690	主要业务: 功率半导体的研发与生产; 主要产品: 二极管、晶体管、整流器等
银河世纪微	IPO	611.70	主要业务: 半导体功率器件的研发、制造和销售; 主要产品: 二极管、三极管、桥式整流器等
杭州立昂微		461	主要业务: 半导体硅片和半导体功率器件的研发、生产和销售; 主要产品: MOSFET、射频IC等
燕东微电子		454	主要业务: 模拟IC 及功率器件研发、制造和销售; 主要产品: 晶体管、二极管、模拟IC 等
嘉兴斯达	IPO		主要产品: IGBT模块
新洁能	三板	503.76	主要业务: 功率器件的研发和销售;

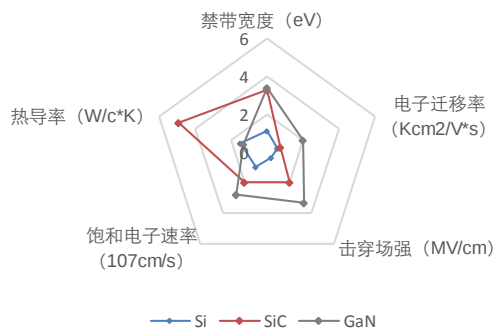
			主要产品：各类MOSFET
星海电子	三板	283.20	主要业务：功率二极管、整流桥、功率器件芯片等半导体功率器件产品的研发、制造与销售； 主要产品：功率二极管、整流桥、功率器件芯片等
三联盛	三板	60.50	主要业务：半导体功率器件的封装与测试； 主要产品：二极管、三极管、肖特基整流管、晶闸管、稳压电路等
希尔电子	三板	108.54	主要业务：半导体硅整流桥件研发、生产及销售； 主要产品：单相整流桥和三相整流桥
江苏佑风	三板	59.29	主要业务：功率器件的封装、测试及销售； 主要产品：功率器件的片式元器件
芯诺科技	三板	55.11	主要业务：功率器件芯片的研发、制造与销售； 主要产品：二极管、整流桥、开关等
先捷电子	三板	40.86	主要业务：集成电路、功率器件的封装、测试及销售； 主要产品：IC及功率器件的芯片封装和成品测试
台冠电子	三板	54.35	主要业务：功率器件的封装及测试； 主要产品：功率器件的片式元器件
美晶科技	三板	18.34	主要业务：生产新能源科技核心芯片器件； 主要产品：肖特基芯片、晶闸管、FRED、MOSFET等
江苏润奥	三板	21.17	主要业务：功率半导体的研发、制造和销售； 主要产品：功率半导体芯片、焊接二极管、晶闸管、GTO、整流二极管及其模块、组件、功率单元等
明芯微	三板	48.78	主要业务：功率器件的研发、制造与销售； 主要产品：可控硅、放电管半导体成管等
宏乾科技	三板	12.55	主要业务：智能化工业领域制造发展； 主要产品：BJT、MOSFET等
明德股份	三板	48.41	主要业务：片式整流器件生产制造； 主要产品：整流器、二极管等
深深爱	三板	442.04	主要业务：功率半导体器件制造企业； 主要产品：双极型功率晶体管、MOSFET、肖特基二极管、IGBT、快恢复二极管、LED 驱动芯片及模块、CMOS 电路等

资料来源：Wind，公司网站，长江证券研究所

化合物半导体将全面提升器件性能

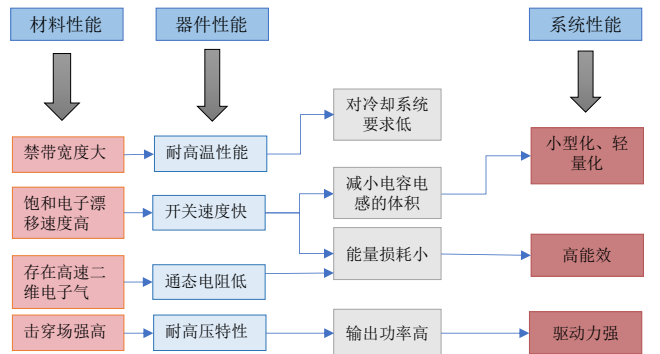
第一代半导体以硅（Si）为主要材质。**硅基（Si）**功率器件结构设计和制造工艺日趋完善，已经接近其材料特性决定的理论极限，依靠硅基器件继续完善来提高装置与系统性能的潜力十分有限。**砷化镓（GaAs）、磷化铟（InP）**等作为第二代化合物半导体因其高频性能较好主要用于射频领域，**碳化硅（SiC）和氮化镓（GaN）**等第三代半导体因禁带宽度和击穿电压高，未来在功率半导体领域有很大的应用潜力，这一领域可以说是传统硅基功率半导体的全方位升级。接下来，我们将更多聚焦于 SiC 及 GaN 领域的机会

图 23：三代主要半导体材料物理性质对比



资料来源：长江证券研究所

图 24：化合物半导体功率器件与硅基器件的对比



资料来源：长江证券研究所

第三代化合物半导体在国防军工、信息安全、能源安全方面意义重大，美国、欧洲等国家和地区相继发布政府或军队层面技术和产业扶持计划。

表 4：全球推动第三代半导体功率器件产业和技术发展的国家计划

发展计划	发布的国家或机构	计划目标
SPEED计划	欧盟委员会 (EU)	围绕材料、外延、器件、应用等SiC全产业链突破SiC器件技术，发展下一代SiC基电力电子器件，用于风能发电和新一代固态变压器。器件耐压目标是1.7kV和10kV以上。
SWITCHES计划	美国能源部 (DOE-ARPA)	研制新型宽禁带半导体材料、器件结构以及制造工艺，提高能量密度，加快开关频率，增强温度控制，使电力电子技术的成本更低，效率更高，降低电机驱动和电网电能转换等应用的能量损耗，使得控制和转换电能的方式发生重大变革。
NEXT计划	美国国防部先进研究项目局(DARPA)	研发能够同时实现极高的速度和电压的GaN器件制造工艺，满足大规模集成（在增强型/耗尽型模式下达到继承1000只晶体管）的要求。
MANGA计划	欧洲防务局 (EDA)	联合德国、法国、意大利、瑞典和英国，强化欧洲的SiC衬底和GaN外延片的区域内供应能力，降低对欧洲以外国家的依赖性，形成服务于国防工业的GaN电子器件产业链。
实现低碳社会的新 一代功率电子项目	日本新能源产业技术开发 机构(NEDO)	通过资助富士电机、三菱电机、同和电子、东京大学等机构，研发低成本的SiC电力电子器件和功率模组，应用于电动车、铁路列车等。

资料来源：新浪新闻，长江证券研究所

我国也相继发布国家计划，高度重视和推动产业发展。

表 5：中国第三代半导体功率器件发展目标

发展重点	细分重点	2025年任务目标
关键战略材料：先进半导体材料	第三代半导体单晶衬底 6-8英寸SiC、4-6英寸GaN、2-3英寸AlN单晶衬底制备技术；可生产大尺寸、高质量第三代半导体单晶衬底的国产化装备。	2025年实现在高效能源管
	第三代半导体电力电子器件、模块及应用 15kV以上SiC电力电子器件制备关键技术；高质量、低成本GaN电力电子器件的设计与制备；在高压电网、高速轨道交通、消费类电子产品、新能源汽车、新一代通用电源等领域的应用。	理中国产化率达到50%；在新能源汽车、消费类电子领域实现规模应用。

资料来源：《中国制造 2025》重点领域技术路线图，长江证券研究所

由于第三代半导体具有广阔的市场前景，国际巨头纷纷加大力度布局。一方面，通过企业并购获取新技术；另一方面加大研发和投资建设生产线，扩充新产能。

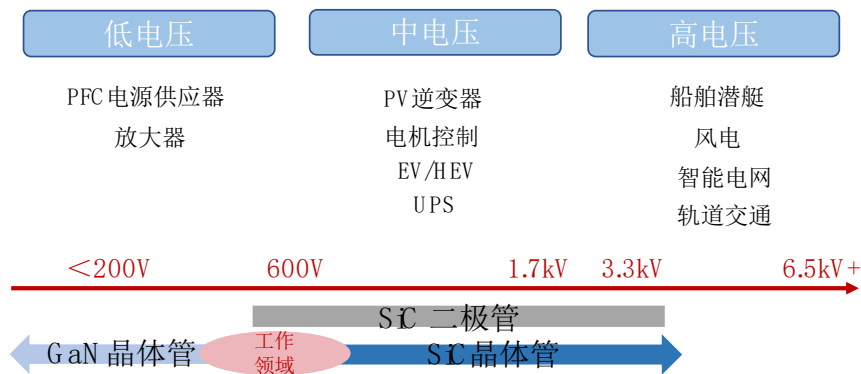
表 6：2014 年-2017 年第三代半导体行业重要并购事件

时间	并购事件	金额	影响
2014年	RFMD与TriQuint合并成Qorvo	未披露	强化GaN制造能力，并具备6英寸GaN器件制造能力
	MACOM收购Nitronex	2600万美元	获得硅基GaN射频器件技术
	Infineon收购美国IR公司	30亿美元	获得硅基GaN电力电子器件技术
2015年	住友化学收购日立金属化合物半导体业务	未披露	获得GaN外延技术，成立专门的业务公司SCIOCS
	Avago公司并购Broadcom公司	370亿美元	强强联合，丰富产品线
	建广资本收购NXP射频业务	18亿美元	NXP优质资产，包含GaN功率管业务
2016年	英飞凌计划收购CREE旗下Wolfspeed	8.5亿美元	被CFIUS否决，2018年CREE反过来宣布斥资3.45亿欧元收购英飞凌的射频功率事业部
	四川益丰电子收购法国OMMIC公司	未披露	获得GaAs和GaN制造产线和生产技术
	福建安芯基金收购瑞典Norstel公司	约2000万美元	获得SiC衬底和外延技术
2017年	ADI收购OneTree Microdevices	未披露	强化GaN射频器件的竞争力
	On Semi收购Fairchild	24亿美元	强化车用电力电子期间领域竞争力

资料来源：公司公告，长江证券研究所

目前第三代半导体功率器件发展方向主要有 SiC 和 GaN 两大方向，SiC 拥有更高的热导率和更成熟的技术，而 GaN 高电子迁移率和饱和电子速率、成本更低的优点，两者的不同优势决定了应用范围上的差异，GaN 的市场应用偏向高频小电力领域，集中在 600V 以下；而 SiC 适用于 1200V 以上的高温大电力领域。

图 25: SiC 和 GaN 的应用领域不同

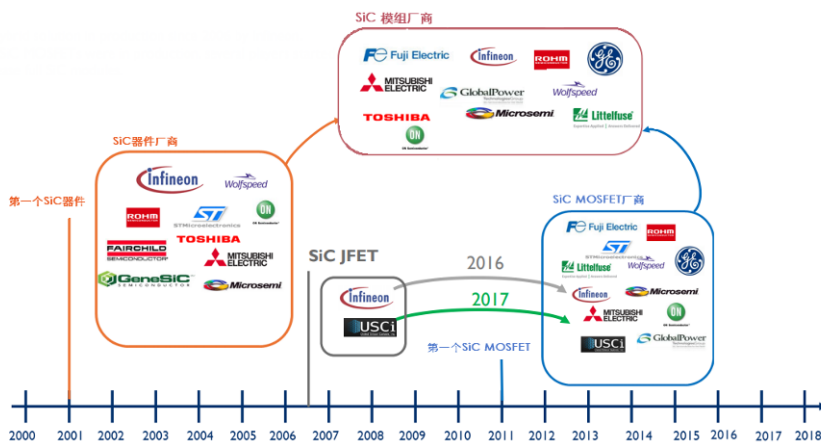


资料来源: Yole, 长江证券研究所

SiC 功率器件受益于新能源车需求加速

SiC 功率器件的研发始于 1970 年代, 80 年代 SiC 晶体质量和制造工艺获得大幅改进, 随着 90 年代高品质 6H-SiC 和 4H-SiC 外延层生长技术的成功应用, 各种 SiC 功率器件的研究和开发进入迅速发展时期。

图 26: SiC 功率器件的 Timeline 及相关厂商



资料来源: Yole, 长江证券研究所

在发展 SiC 功率半导体器件过程中, 首先推出的是 SiC 肖特基二极管 (SiC SBD), 2001 年 Infineon 公司推出 300V-600V (16A) 产品, 接着 CREE 在 2002 年推出 600V-1200V (20A) 的产品, 它们主要用在开关电源控制及马达控制中, 随后 ST、Rohm、Fairchild、TOSHIBA 等厂商纷纷推出相应产品。目前 SiC SBD 主要有电压为 600V、650V、900V、1200V、1700V 和 3300V 等产品。

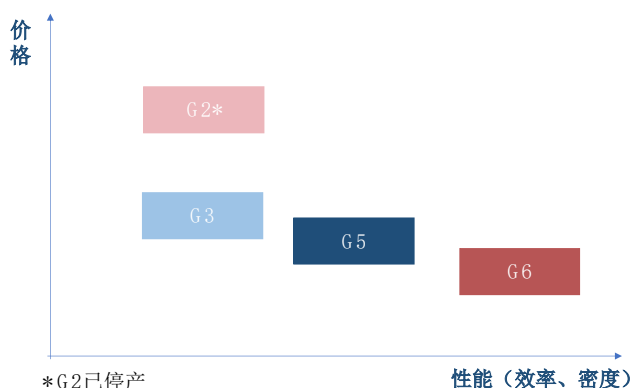
表 7：SiC 功率器件分类及相应优势

SiC功率器件类型	性能优势
肖特基二极管 (SBD)	是速度最快的高压肖特基二极管，在开关应用中，几乎没有反向恢复时间，可大幅降低开关损耗、提高开关频率，有在高频、中等电压功率开关的应用上替代Si基PiN二极管的趋势。
SiC功率 二极管 PiN二极管 (PiN)	PiN二极管的优势在于它有更小的反向漏电流和更高的击穿电压，因此广泛应用于高压低频功率开关上。
势垒肖特基二 极管 (JBS)	充分发挥SiC临界击穿电场强度高的优势，同时拥有SBD和PiN的优点，是耐高压、高温、高速的理想开关管。
金属氧化物半 导体场效应管 (MOSFET)	SiC MOSFET的阻断电压在300V-4500V之间，由于其低导通电阻、高输入阻抗、高开关速度等优势，完全有可能取代Si IGBT器件，成为理想的高压功率开关器件。
SiC功率 晶体管 结型场效应管 (JFET)	JFET性能略差于MOSFET，但其制备工艺相对MOSFET要简单，而且回避了SiC MOSFET存在的沟道迁移率低、栅氧化层质量不稳定等问题。
双极性晶体管 (BJT)	BJT与大多数FET相比具有更高的载流子处理能力和更低的导通电阻，对于4.5kV和更高阻断电压的应用，SiC双极功率器件将比单极型SiC功率器件更有实际应用价值。
绝缘栅双极晶 体管 (IGBT)	SiC IGBT适用于超高电压（5kV以上）低频领域，是最有希望应用到高压直流输电、舰船驱动等领域的高效节能的第三代半导体器件。
晶闸管	SiC晶闸管与Si晶闸管有着更低正向压降、更快的转化速度、更高的阻断电压和更高的工作温度。

资料来源：OFweek，长江证券研究所

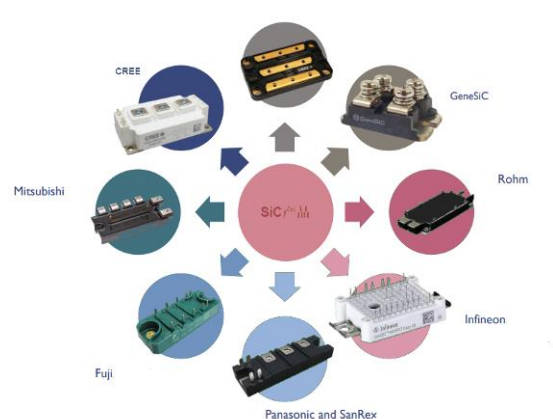
SiC JFET 和 SiC MOSFET 分别在 2006 年和 2011 年面世，目前 MOSFET 主要有电压为 400V、650V、900V、1000V、1200V 和 1700V 等产品。观察各厂商业务结构，一个大的趋势是各 SiC 器件厂商都发展其 SiC 模组业务。

图 27：英飞凌新一代 SiC 二极管推出，性价比越来越高



资料来源：英飞凌，长江证券研究所

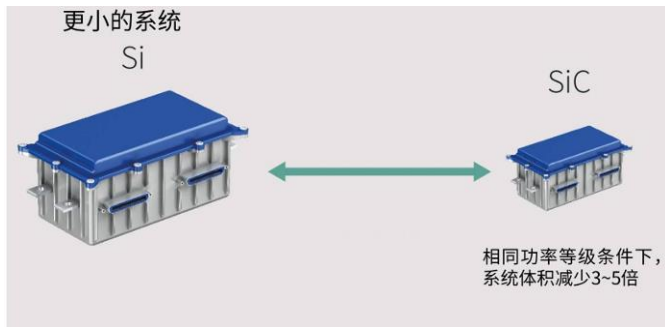
图 28：各家厂商的 SiC 模组



资料来源：Yole，长江证券研究所

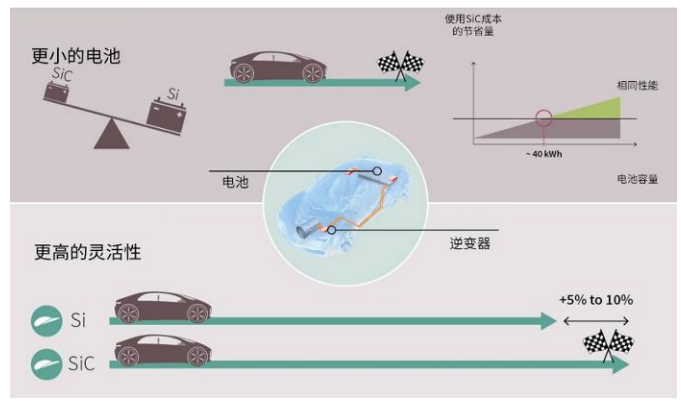
碳化硅器件比硅器件具备更高的电流密度，在功率等级相同的条件下，采用碳化硅器件可将电体积缩小化，满足功率密度更高、设计更紧凑的需求。因此，在相同的电池容量下，基于碳化硅的驱动系统可使电动车续航里程更长。

图 29: SiC 的功率密度更高



资料来源：英飞凌，长江证券研究所

图 30: SiC 材料的电池更轻、更小、续航里程更长

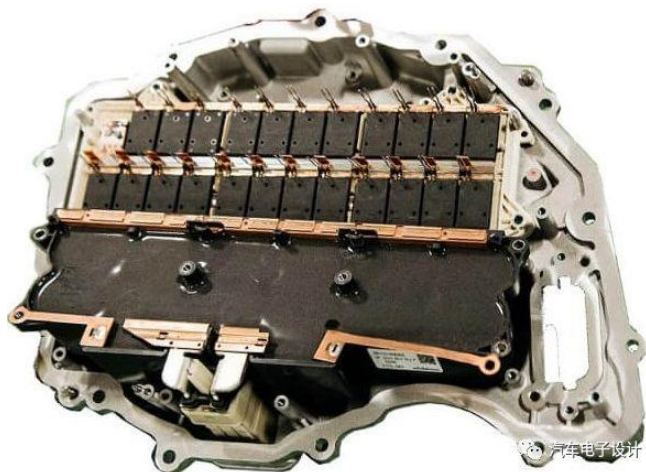


资料来源：英飞凌，长江证券研究所

目前，SiC 功率器件市场仍然主要受功率因素校正器（PFC）和光伏（PV）应用中使用的二极管驱动。在电源 PFC 电路中使用碳化硅肖特基二极管，电源效率提高显而易见，同时由于不再需要考虑软开关或无损吸收技术，缩短了电源的开发周期、减少了元件数量、简化了电路结构，更为重要的是它减小了对周围电路的电磁干扰，提高了电源的可靠性，使产品具有更高的竞争力。

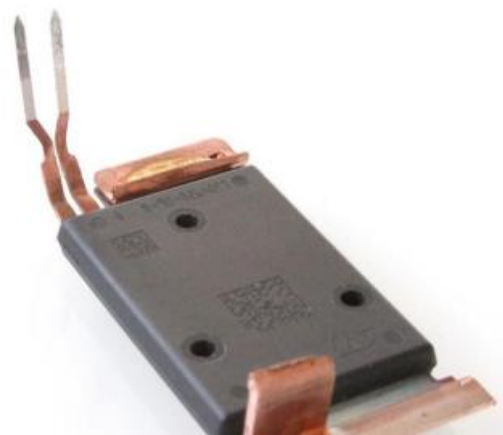
未来 5-10 年在汽车中使用 SiC 功率器件将推动行业的快速发展，SiC 在汽车中的应用包括主逆变器、车载充电器及 DC/DC 转换器等。据 Yole 统计，截至 2018 年，有超过 20 家汽车厂商已经准备好将在车载充电器中应用 SiC 肖特基二极管或者 SiC MOSFET。特斯拉是第一家在其 Model 3 中集成全 SiC 功率模块的车企，工程设计部门直接与意法半导体的合作，特斯拉逆变器由 24 个 1-in-1 功率模块组成，这些模块组装在针翅式散热器上。

图 31: Tesla Model 3 逆变器由 24 个 1-in-1 功率模块组成



资料来源：汽车电子设计，长江证券研究所

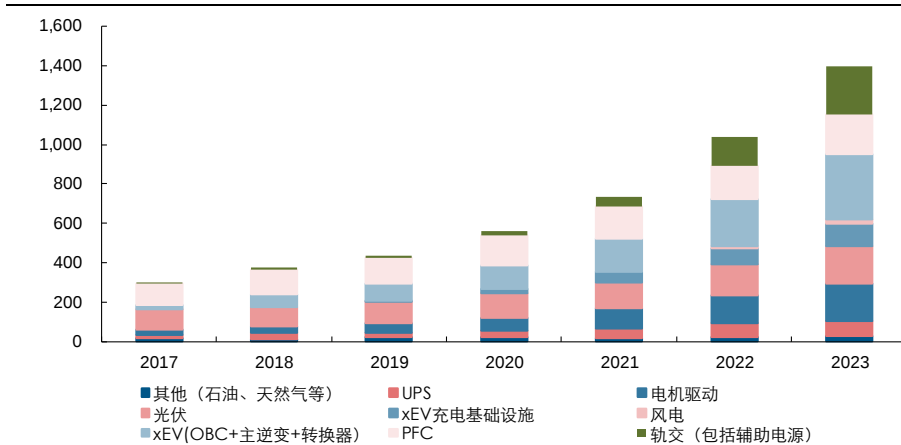
图 32: 单个 SiC 功率模块



资料来源：SYSTEM Plus CONSULTING，长江证券研究所

SiC 的出现符合未来能源效率提升的趋势，也是产业链努力的结果，未来市场空间必将越来越大。根据 Yole 的统计及预测，2017 年全球 SiC 功率器件的市场空间为 3.02 亿美金，预计到 2023 年，SiC 功率器件的市场空间可以达到 13.99 亿美金，对应 2017-2023 年复合增速达到 29%。

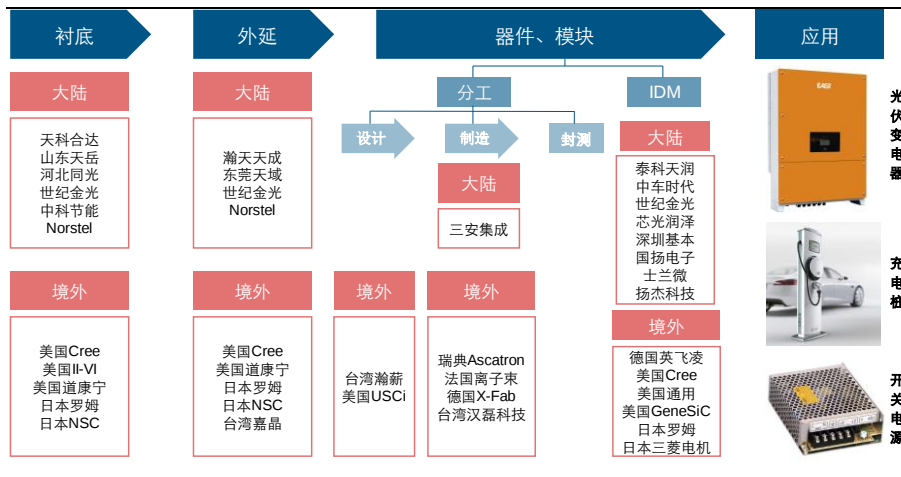
图 33: SiC 应用领域及其市场空间（百万美元）



资料来源：Yole, 长江证券研究所

类似于集成电路的制造，SiC 器件的生产也已经开始出现分工，但目前仍以 IDM 模式为主。SiC 产业链包括上游的衬底和外延环节、中游的器件和模块制造环节以及下游的应用环节。由于功率半导体的投资额较硅半导体要低，IDM 厂商较多，包括德国英飞凌、美国 Cree、美国通用、日本 Rohm 和日本三菱电机等。其中值得一提的是 Cree，拥有多年碳化硅衬底生产经验，并且其旗下的 Wolfspeed 是全球领先的射频与功率器件公司，拥有垂直一体化的生产能力。但由于大陆与台湾地区企业的进入，近年来专业分工模式也在增多，代工企业包括大陆的三安集成、瑞典 Ascatron、法国离子束、德国 X-Fab 以及台湾地区的汉磊科技等。

图 34: SiC 电力电子器件产业链

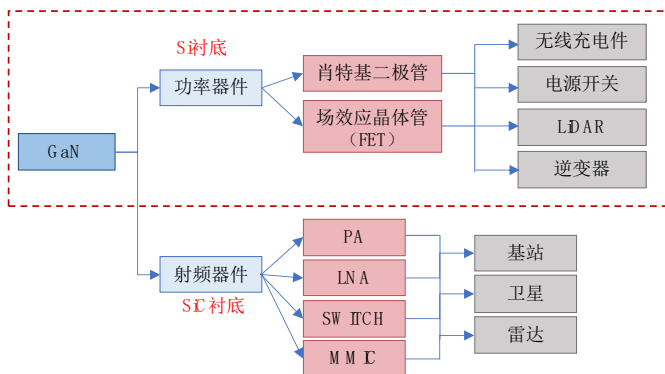


资料来源：公司公告，长江证券研究所

GaN 功率器件在电源领域空间广阔

GaN 器件分为射频器件和功率器件，射频器件产品包括 PA、LNA、SWITCH、MMIC 等，面向基站、卫星和雷达等市场（不是我们本次的研究的重点）；功率器件包括 SBD、常关型 FET、常开型 FET、级联（Cascode）FET 等产品，面向无线充电、电源开关、LiDAR、逆变器、交流器等市场（本次研究的重点）。

图 35: GaN 器件的分类及应用领域



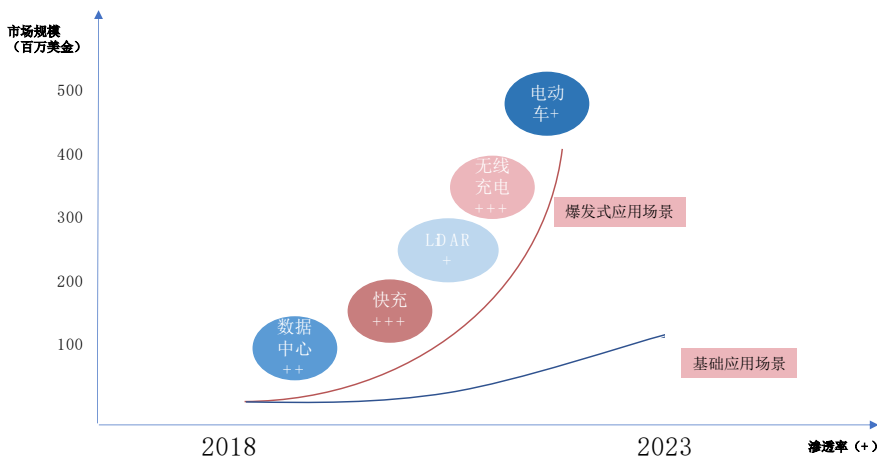
资料来源：长江证券研究所

GaN 器件的主要竞争对手是 Si 器件和 SiC 器件。GaN 器件相对 Si 器件有明显的性能优势，而 GaN 可以用廉价易得的 Si 做衬底，使得 GaN 器件相比于 SiC 器件具有更显著的成本优势。GaN 功率器件的定位为高频率、小体积、成本敏感、功率要求低的电源领域，如轻量化的消费电子电源适配器、无人机用超轻电源、无线充电设备等。

GaN 器件与 Si 器件竞争劣势在于价格较贵，很多厂商已经开始开发 GaN 集成系统使得在系统层面具有成本竞争力（耗尽型和增强型器件均可以做集成化），在另一个层面，系统级封装（SiP）也将降低模组的成本。

GaN 功率器件处于技术研发向商用推广的发展期，过去几年不断有厂商发布 GaN 产品，Yole 对 GaN 功率器件市场的预测分为稳定增长型（#1）和爆发式增长型（#2）两种，其中爆发式增长模型预计在 2023 年市场空间达到 4.3 亿美元。

图 36: 按照 Yole 爆发式模型预测，2023 年 GaN 功率器件市场将达到 4.3 亿美元



资料来源：Yole, 长江证券研究所

GaN 功率器件最大的应用领域仍然是电源应用，手机快充和无线充电都是 GaN 功率器件的潜在增长点。ANKER 今年 10 月份推出了带有集成 GaN 解决方案的快速充电电源适配器。另一方面，苹果对 GaN 技术的无线充电解决方案很感兴趣，若苹果或其他智能手机巨头将 GaN 功率器件应用到无线充电领域，将快速拉动行业增长。

汽车行业对可用于电动/混动汽车 GaN 技术时刻关注，2017 年宝马 iVentures 战略投资 GaN System，而 EPC、Transphorm 等多家厂商已经取得了汽车行业的资质，为 GaN 的潜在崛起做准备。

图 37：2018 年 10 月 ANKER 发布 GaN 充电器



资料来源：新浪科技，长江证券研究所

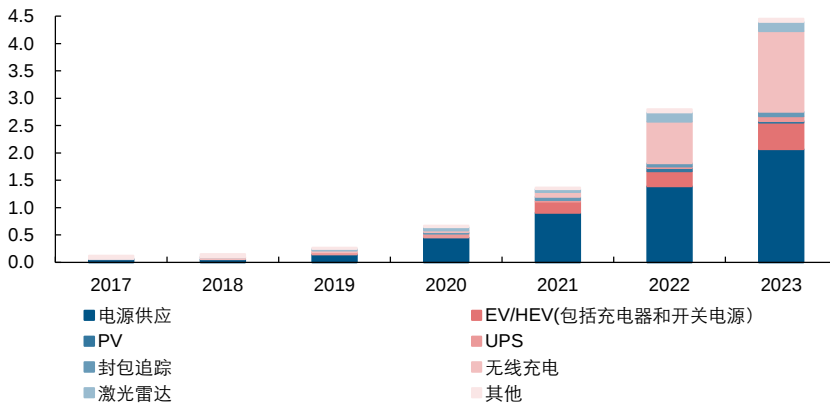
图 38：宝马 iVentures 战略投资 GaN System



资料来源：盖世汽车资讯，长江证券研究所

根据 Yole 的统计及预测，2017 年全球 GaN 功率器件的市场空间约为 1000 万美金，预计到 2023 年，GaN 功率器件的市场空间可以达到 4.3 亿美元，对应 2017-2023 年复合增速达到约 87%。

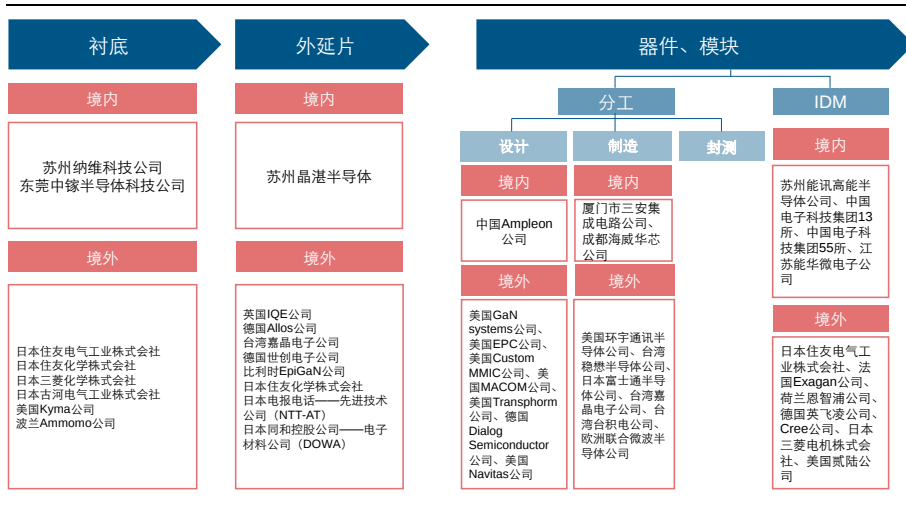
图 39：GaN 应用领域及其市场空间（亿美元）



资料来源：Yole，长江证券研究所

GaN 产业链包括上游的衬底和外延环节、中游的器件和模块制造环节以及下游的应用环节。目前 IDM 厂商较多，包括德国英飞凌、美国 Cree、美国 Avogy、美国 Exagan 和日本三菱电机等。随着行业的发展，GaN 功率器件领域涌现了一批初创设计企业，与拥有生产线的 IDM 企业或代工厂合作开发 GaN 器件产品，如 EPC、Transphorm、GaN System 等设计公司已与 On Semi、富士通半导体、台积电、X-Fab 等代工厂达成合作协议。

图 40: GaN 功率器件产业链



资料来源：公司公告，长江证券研究所

产业链标的梳理

SiC 行业公司

SiC 衬底企业

表 8: SiC 衬底企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
科锐公司 (CREE)	美国	NSQ: CREE	SiC 衬底
贰陆公司 (II-IV)	美国	NSQ: IIVI	SiC 衬底
SiCrystal (被Rohm收购)	德国	未上市	SiC 衬底
道康宁公司 (Dow Corning)	美国	未上市	SiC 衬底
Aymont 公司	美国	未上市	SiC 衬底
Norstel 公司 (被安芯基金收购)	中国	未上市	SiC 衬底
北京天科合达蓝光半导体有限公司	中国	NEEQ: 870013	SiC 衬底
山东天岳晶体材料有限公司	中国	未上市	SiC 衬底
河北同光晶体有限公司	中国	未上市	SiC 衬底
中国电科装备公司	中国	未上市	SiC 衬底

资料来源：公司网站，长江证券研究所

Norstel。公司成立于 2005 年 2 月，是目前全球重要的 SiC 衬底和外延片供应商之一，公司产品包括 4 英寸导电性 SiC 衬底、2-4 英寸半绝缘型 SiC 衬底以及 n 型或 p 型 SiC 外延片。公司已经被安芯基金收购，当前公司在泉州和欧洲扩产 SiC 衬底和外延片产能。

北京天科合达蓝光半导体有限公司。公司于 2006 年 9 月由新疆天富集团、中国科学院物理研究所共同设立，拥有一个研发中心和二个集晶体生长-晶体加工-晶片加工-清洗检测的全套碳化硅晶片生产基地，专业从事第三代半导体碳化硅衬底的研发、生产和销售。公司产品包括 4-6 英寸导电和半绝缘 SiC 衬底，目前产能约为 7 万片/年。

山东天岳晶体材料有限公司。公司成立于 2011 年 12 月，投资建成了第三代半导体产业化基地，具备研发和生产导电型、半绝缘型 2-6 英寸的 SiC 衬底。根据工程信息网，2014 年公司项目实现年产 35 万片 SiC 衬底生产能力（一期 8 万片，二期 27 万片）。

河北同光晶体有限公司。公司成立于 2012 年，主要从事第三代半导体材料碳化硅衬底的研发和生产。公司主要产品包括 4 英寸和 6 英寸导电型、半绝缘碳化硅衬底，其中 4 英寸衬底已达到世界先进水平。根据工程信息网，2015 年公司项目备案为年产 6 万片 SiC 衬底片。

SiC 外延企业

表 9：SiC 外延企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
科锐公司 (CREE)	美国	NSQ: CREE	SiC 外延片
嘉晶电子股份有限公司 (EPI)	中国台湾	TWSE: 3016	SiC 外延片
昭和电工株式会社 (Showa Denko)	日本	TYO: 4004	SiC 外延片
Norstel 公司 (被安芯基金收购)	中国	未上市	SiC 外延片
瀚天天成电子科技 (厦门) 有限公司	中国	未上市	SiC 外延片
东莞市天域半导体科技有限公司	中国	未上市	SiC 外延片

资料来源：公司网站，长江证券研究所

科锐公司 (CREE)。CREE 从事化合物半导体功率和射频业务的主体是 Wolfspeed，2016 年英飞凌曾计划 8.5 亿美金收购 Wolfspeed，但方案最终被美国政府否定，2018 年 CREE 反过来宣布斥资 3.45 亿欧元收购英飞凌的射频功率事业部。Wolfspeed 是全球碳化硅功率器件和碳化硅氮化镓射频功率解决方案的主要供应商之一，其核心竞争力包括碳化硅晶圆衬底制造，以及面向射频功率器件、包含单晶氮化镓层的碳化硅晶圆衬底制造。Wolfspeed 在 2018 财年实现营业收入 3.29 亿美元，同比增长 48.55%，实现毛利 1.59 亿美元，毛利率达到 48%。

昭和电工株式会社。公司是世界著名的综合性集团企业，生产产品涉及到石油，化学，无机，铝金属，电子信息等多种领域。公司本身拥有 SiC 外延片技术，在 2017 年 8 月接受了新日铁住金 SiC 外延片的相关资产和技术转让，在 2018 年产能由 3000 片/月扩张至 5000 片/月。

瀚天天成电子科技 (厦门) 有限公司。公司成立于 2011 年，是一家集研发、生产和销售碳化硅半导体外延片的中美合资企业，产品包括 3-6 英寸 SiC 外延片，主要应用于生产 600V-6500V SiC 电力电子功率器件（包括 SiC SBD、SiC MOSFET、SiC JFET 和 SiC BJT）。目前公司在实施项目扩产，预计在明年上半年逐步释放产能，达产后将实现年产 30 万片的产能。

东莞市天域半导体科技有限公司。公司成立于 2009 年 1 月，2010 年 5 月公司与中国科学院半导体所合作成立了“碳化硅技术研究院”，致力于第三代（宽禁带）半导体外延材料及器件的发展。公司产品包括 4-6 寸 SiC 外延片，2012 年已经具备年产 2-3 万片的产能。

SiC 器件设计企业

表 10: SiC 器件设计企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
瀚薪科技股份有限公司 (Hestia-Power)	中国台湾	未上市	MOSFET、SBD
USCi公司	美国	未上市	SBD、JFET、MOSFET、模组

资料来源：公司网站，长江证券研究所

SiC 器件制造企业

表 11: SiC 器件制造企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
Ascatron公司	瑞典	未上市	SBD、JFET、MOSFET
雷神公司 (Raytheon)	美国	NYSE: RTN	SBD、JFET、MOSFET
离子束服务公司 (IBS)	法国	未上市	SiC二极管、晶体管
X-Fab公司	德国	未上市	SiC二极管、晶体管
嘉晶电子股份有限公司 (EPI)	中国台湾	TWSE: 3016	JBS

资料来源：公司网站，长江证券研究所

Ascatron。公司自 2011 年以来一直致力于为全球客户生产先进的 SiC 外延材料和器件制造，最近公司从 Foundry 厂向 IDM 厂转型，具备 4-6 英寸 SiC 晶圆制造能力。公司特色在于 3D SiC 技术，目前已经开发出 SiC 二极管和开关产品。

X-Fab。公司是世界领先的模拟/混合信号半导体 Foundry，具备 CMOS、MEMS 等工艺制程，为满足进步的、多元化的客户需求，公司在德克萨斯州建了一条 6 英寸的碳化硅生产线，预计到 2019 年产能将达到为 3000 片/月。公司具备生产 SiC MOSFET、SiC SBD 和 SiC JFET。

IDM（设计+制造）

表 12: SiC 器件 IDM 企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
英飞凌公司 (Infineon)	德国	XETRA: IFX	SBD、MOSFET、模组
科锐公司 (CREE)	美国	NSQ: CREE	SBD、MOSFET、模组
三菱电机株式会社 (Mitsubishi Electric)	日本	TSE: 6503	SBD、模组
安森美公司 (On Semiconductor)	美国	NSQ: ON	SBD
通用电气 (GE)	美国	NYSE: GE	SBD、MOSFET、模组
罗姆株式会社 (ROHM)	日本	TSE: 6963	SBD、MOSFET、模组
GeneSiC公司	美国	未上市	SBD、JFET、晶闸管、模组
意法半导体 (ST)	瑞士	NYSE: STM	SBD、MOSFET
美高森美公司 (Microsemi)	美国	NSQ: MSCC	SBD、MOSFET、模组
东芝株式会社 (Toshiba)	日本	TSE: 6502	SBD、模组
北京世纪金光半导体有限公司	中国	未上市	SBD、MOSFET
株洲中车时代电气股份有限公司	中国	深交所: 03898	SBD MOSFET
扬州扬杰电子科技股份有限公司	中国	深交所: 300373	SBD、模组

泰科天润半导体科技（北京）有限公司	中国	未上市	SBD、MOSFET、模组
国家电网公司全球能源互联网研究院	中国	未上市	模组
中国电子科技集团13所	中国	未上市	SBD、MOSFET
中国电子科技集团55所	中国	未上市	SBD、JFET、JBS

资料来源：公司网站，长江证券研究所

英飞凌科技股份有限公司。公司是全球领先的半导体科技公司，公司产品包括功率器件、ASIC、传感器、汽车系统芯片等。公司在宽禁带半导体市场有 CoolSiC 和 CoolGaN 两条业务线，其中 CoolSiC 产品主要为 MOSFET（1200V）、SBD（650V-1200V）和混合模块（650V-1200V），应用于汽车电子、电源、光伏等领域。

北京世纪金光半导体有限公司。公司成立于 2010 年 12 月，2015 年公司第一款 SiC SBD 研制成功，并开始 SiC 全产业链工业生产线建设，2016 年第一款 SiC MOSFET 器件研发成功，2017 年将 SiC 从粉料到功率器件产业链建成并投产，公司已经成为集 SiC 单晶材料、外延、器件、模块的研发、设计、生产与销售于一体的高新技术企业。

深圳基本半导体有限公司。公司成立于 2010 年 12 月，2015 年公司第一款 SiC SBD 研制成功，并开始 SiC 全产业链工业生产线建设，2016 年第一款 SiC MOSFET 器件研发成功，2017 年将 SiC 从粉料到功率器件产业链建成并投产，公司已经成为集 SiC 单晶材料、外延、器件、模块的研发、设计、生产与销售于一体的高新技术企业。

泰科天润半导体科技（北京）有限公司。公司在北京拥有一座完整的半导体工艺晶圆厂，可在 4 英寸 SiC 晶圆上实现半导体功率器件的制造工艺，其产品以碳化硅肖特基二极管为代表，其中 600V/5A~50A、1200V/5A~50A 和 1700V/10A 等系列的碳化硅肖特基二极管产品已经投入批量生产。在 SiC MOSFET 领域，目前公司已经推出了 650V 和 1200V 的产品。

GaN 行业公司

GaN 衬底企业

表 13：GaN 衬底企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
住友电气工业株式会社 (Sumitomo Electric)	日本	TSE: 5802	2-6英寸HVPE衬底
住友化学株式会社 (Sumitomo Chemical)	日本	TSE: 4405	2-4英寸HVPE衬底
Siltronic AG	德国	XETRA: WAF	HVPE衬底
SUMCO	日本	TSE: 3436	HVPE衬底
信越化学工业 (Shin-Etsu)	日本	TSE: 4063	HVPE衬底
三菱化学株式会社 (Mitsubishi Chemical)	日本	TSE: 4188	2英寸HVPE衬底
古河电气工业株式会社 (Furukawa Electric)	日本	TSE: 5801	2英寸HVPE衬底
Kyma公司	美国	未上市	2英寸HVPE衬底
Ammomo公司	波兰	未上市	氨热法2英寸衬底
苏州纳维科技有限公司	中国	未上市	1.5-4英寸HVPE衬底
东莞市中镓半导体科技有限公司	中国	未上市	2-6英寸HVPE衬底

资料来源：公司网站，长江证券研究所

Siltronic AG。公司是德国主要的硅片供应商，2016 年宣布加入 IMEC 的 GaN-on-Si 研究计划，为下一代功率半导体器件开发可以大规模生产的 8 英寸晶圆衬底及相应器件工艺。

苏州纳维科技有限公司。公司成立于 2007 年 5 月，以中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所为技术依托，专注于从事氮化镓衬底晶片及相关设备的研发和产业化，提供各类氮化镓材料，目前 GaN 单晶衬底产品已经提供给 300 余家客户使用，基本完成了对研发市场的占领，正在提升产能向企业应用市场发展。公司申报相关核心技术专利四十余项。

东莞市中镓半导体科技有限公司。公司成立于 2009 年，以北京大学宽禁带半导体研究中心为技术依托，是国内领先的专业从事第三代半导体材料研发和制造的高新技术企业。公司创造性地采用 MOCVD 技术、激光剥离技术、HVPE 技术相结合的方法，开发出系列氮化镓（GaN）衬底产品。公司主营产品有：（1）GaN 半导体衬底材料，包括 GaN 衬底，GaN/Al₂O₃ 复合衬底，图形化蓝宝石衬底（PSS）；（2）生产设备，如激光剥离设备、HVPE 设备等。目前公司拥有国家专利 128 项，国际专利 5 项。

GaN 外延企业

表 14：GaN 外延企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
IQE 公司	英国	LSE: IQE	4-6 英寸 HEMT
EpiGaN 公司	比利时	未上市	4-6 英寸 HEMT
日本电报电话公司——先进技术公司 (NTT-AT)	日本	未上市	3-6 英寸 HEMT
同和控股有限公司——电子材料公司 (DOWA)	日本	TSE: 5714	4-6 英寸 HEMT
嘉晶电子股份有限公司 (EPI)	中国台湾	TWSE: 3016	6 英寸 HEMT
Classic 半导体公司	瑞典	未上市	HEMT
住友化学株式会社 (Sumitomo Chemical)	日本	TSE: 4405	HEMT
Allos 公司	德国	未上市	HEMT
苏州晶湛半导体有限公司	中国	未上市	6-8 英寸 HEMT

资料来源：公司网站，长江证券研究所

IQE。公司的核心业务是使用外延工艺生产化合物半导体外延片，公司生产的化合物半导体外延层包含各种半导体材料，如镓、砷、铝、镉和磷等。公司 GaN、GaAs、InP 等外延材料的独特性能使其能够应用于无线通信、先进太阳能(CPV)、高分辨率红外系统、高效 LED 照明、高效电源开关，以及使用先进光子激光器和探测器的一系列消费和工业应用领域。

苏州晶湛半导体有限公司。公司成立于 2012 年 3 月，在 2013 年建立了年产 2 万片 6 寸 GaN 外延材料生产线，2014 年低在全球首家发布其商品化 8 英寸硅基氮化镓外延片

产品，填补了国家乃至世界氮化镓产业的空白。公司产品包括的硅基、蓝宝石基和碳化硅基氮化镓外延片，截至 2016 年底在国内外申请了 80 多项发明专利。

GaN 器件设计企业

表 15: GaN 器件设计企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
GaN systems公司	加拿大	未上市	功率器件
美国宜普电源转换公司 (EPC)	美国	未上市	功率器件
Custom MMIC公司	美国	未上市	军用PA、MMIC
Transphorm公司	美国	未上市	功率器件
Dialog Semiconductor公司	德国	XETRA: DLG	功率器件
镁可微波技术公司 (MACOM)	美国	NSQ: MTSI	射频器件
Navitas Semiconductor公司	美国	未上市	功率器件
海思半导体	中国	未上市	
中兴微电子	中国		
Ampleon公司	中国	未上市	射频器件

资料来源：公司网站，长江证券研究所

GaN Systems。公司于 2008 年在加拿大成立，是一家 GaN 功率器件的设计和制造商，宝马 iVentures 是公司战略投资者。公司目前产品为 100V/650V GaN E-HEMT，产品被应用到消费电子（更小的交流适配器、无线充电）、数据中心、再生能源、工业和新能源汽车。

Ampleon(安谱隆半导体)。建广资产在 2015 年以 18 亿美元收购 NXP 旗下的 RF Power 部门，后来成立安谱隆半导体，其主要业务包括 LDMOS、SiC 基 GaN 功率放大器等射频器件的设计。公司总部位于荷兰奈梅根，2016 年安谱隆半导体（合肥）有限公司成立，作为荷兰 Ampleon 公司在中国区的研发和销售中心，致力于在射频技术等领域的创新和研发。

GaN 器件制造企业

表 16: GaN 器件制造企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
稳懋半导体股份有限公司 (Win Semi)	中国台湾	TPEX: 3105	0.45/0.25 um HEMT
环宇通讯半导体责任有限公司 (GCS)	中国台湾	TPEX: 4991	0.25-0.5 um HEMT、Power FET
富士通半导体公司 (Fujitsu Semi)	日本	未上市	SBD、POWER FET
台积电(TSMC)	中国台湾	NYSE: TSM	SBD、POWER FET
联合微波半导体公司 (UMS)	法国/德国	未上市	0.25/0.5 um HEMT
欧微波公司 (OMMIC)	法国	未上市	0.1/0.06 um HEMT
BAE系统公司 (BAE System)	英国	LSE: BA.	0.2/0.18 um HEMT
弗劳恩霍夫研究院应用固体物理研究所	德国	未上市	0.5/0.25/0.1 um HEMT
加拿大国家研究理事会	加拿大	未上市	0.5/0.15 um HEMT

X-Fab公司	德国	未上市	SBD、POWER FET
嘉晶电子股份有限公司 (EPI)	中国台湾	TWSE: 3016	HEMT、POWER SBD
三安集成电路有限公司	中国	上交所: 600703	SBD、POWER FET、 0.25-0.4um HEMT
成都海威华芯科技有限公司	中国	深交所: 002023	GaN HEMT

资料来源: 公司网站, 长江证券研究所

稳懋半导体股份有限公司。公司成立于 1999 年, 是全球首座以 6 英寸晶圆生产 GaAs MMIC 的专业晶圆代工服务公司, 公司于 2013 年研发完成 GaN 制程, 并于 2016 年开始有少量营收贡献。目前公司在 GaN 领域拥有 0.25um 28V Operation GaN HEMT 和 0.45um 50V Operation GaN HEMT 工艺制程。

环宇通讯半导体责任有限公司。公司成立于 1997 年, 主要从事 GaAs/InP/GaN 高阶射频及光电元件化合物半导体晶圆代工业务, 目前公司拥有 0.15um GaN/SiC HEMT 制程以及用于下一代高功率放大器的 GaN/Diamond HEMT 工艺。

三安集成电路有限公司。公司成立于 2014 年 5 月, 总规划用地 281 亩, 总投资额 30 亿元, 新建适用于专业通讯微电子器件市场的砷化镓高速半导体芯片与氮化镓高功率半导体芯片生产线, 规划 30 万片/年 6 寸 GaAs 以及 6 万片/年 6 寸 GaN 产能。目前公司 GaN 器件包括射频器件和功率器件, 包括 0.5um GaN MIS-HEMT、0.5um P-GaN HEMT、0.45um/0.25um/0.15um GaN/SiC 工艺制程, 目前仍然处于小批量送样阶段。

成都海威华芯科技有限公司。公司成立于 2015 年, 2016 年 4 月, 第一条 6 英寸 GaAs 生产流程打通, 同年 10 月, 6 寸 GaAs 生产线建成投用。2017 年 8 月, 公司顺利生产第一片完整的 GaN 工艺样片。公司是集工艺开发、器件模型制造于一体的第二代/第三代化合物半导体集成电路领域的开放平台, 目前公司拥有 GaAs 025 um pHEMT/GaN HEMT 集成电路工艺制程。

IDM (外延+设计+制造)

表 17: GaN 器件 IDM 企业

企业	国家或地区	股票代码	主要产品
住友电气工业株式会社 (Sumitomo Electric)	日本	TSE: 5802	GaN 射频器件
科锐公司 (CREE)	美国	NSQ: CREE	GaN 射频器件
英飞凌公司 (Infineon)	德国	XETRA: IFX	GaN 功率器件
科沃公司 (Qorvo)	美国	NSQ: QRVO	GaN 射频器件
镁可微波技术公司 (MACOM)	美国	NSQ: MTSI	GaN 射频器件
三菱电机株式会社 (Mitsubishi Electric)	日本	TSE: 6503	GaN 功率器件
Avogy 公司	美国	未上市	GaN 功率器件
Exagan 公司	美国	未上市	GaN 功率器件
安森美公司 (On Semiconductor)	美国	NSQ: ON	GaN 功率器件
雷神公司 (Raytheon)	美国	NYSE: RTN	GaN MMIC
诺斯洛普-格鲁门公司 (Northrop)	美国	NYSE: NOC	GaN MMIC

Grumman)

万国半导体有限公司 (AOS)	美国	NSQ: AOSL	GaN功率器件
华功半导体	中国	未上市	GaN功率器件
英诺赛科	中国	未上市	GaN功率器件
大连芯冠	中国	未上市	GaN功率器件
能讯高能半导体有限公司	中国	未上市	GaN射频器件
江苏能华微电子科技发展有限公司	中国	未上市	GaN功率器件
中国电子科技集团13所	中国	未上市	GaN射频器件
中国电子科技集团55所	中国	未上市	GaN射频器件

资料来源：公司网站，长江证券研究所

英飞凌科技股份有限公司。公司是全球领先的半导体科技公司，公司产品包括功率器件、ASIC、传感器、汽车系统芯片等。公司在宽禁带半导体市场有 CoolSiC 和 CoolGaN 两条业务线，其中 CoolGaN 产品主要为 600V 增强型 GaN 功率晶体管，主要应用于服务器、通讯、电源、无线充电等。

江苏华功半导体有限公司。公司成立于 2016 年 5 月，业内著名的北京大学、中山大学、中国电子信息产业集团(CEC)下属合肥彩虹蓝光科技有限公司以及东莞中镓半导体科技有限公司组成公司技术团队，核心业务涵盖以第三代半导体氮化镓(GaN)、碳化硅(SiC)为主的电力电子器件全产业链产品。公司可以提供 2-8 英寸 GaN on Si 功率电器器件外延片产品以及 650V 5A-60A 系列化 Power FETs。

英诺赛科(珠海)科技有限公司。公司是 2015 年 12 月由海归团队发起创办，从事第三代宽禁带半导体电力电子器件的研发与生产，已完成投资 10.9 亿元并建设 8 英寸增强型硅基氮化镓外延与芯片大规模量产生产线。公司商业模式将采用 IDM 全产业链模式，打造集研发、设计、外延生长、芯片制造、测试于一体的生产平台。目前公司产品包括 30V-650V 氮化镓功率与 5G 射频器件。

大连芯冠科技有限公司。公司成立于 2016 年 3 月，是一家由海外归国团队创立的半导体高科技企业，主要从事第三代半导体功率器件的研发、设计、生产和销售。公司已实现 6 英寸 650V 硅基氮化镓外延片和功率器件的量产，射频芯片的研发与产业化准备工作亦已展开，产品将定位为 10 GHz 以下的射频通讯和射频能量市场。

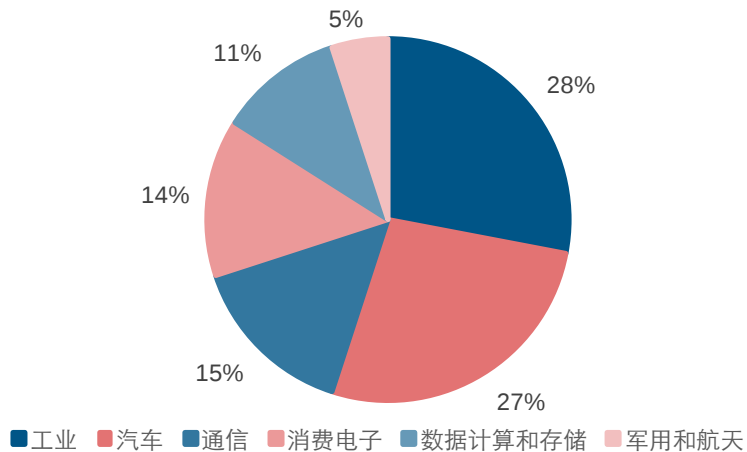
能讯高能半导体有限公司。公司创立于 2007 年，是由获得中国第一批“千人计划”支持的海外归国人员创办的，公司致力于 GaN 射频功率器件的开发和生产，目前是国内除科研院所外唯一一家在 GaN 射频功率器件领域拥有独立氮化镓 FAB 工厂和生产能力的 IDM 公司。公司产品包括 GaN 射频功率晶体管、无线通信 GaN 射频功放管、氮化镓管芯等。

江苏能华微电子科技发展有限公司。公司成立于 2010 年 6 月，是由国家千人计划专家朱廷刚博士领衔的，由美澳日归国团队创办的一家专业设计、研发，生产、制造和销售以氮化镓(GaN)产品的公司。目前公司生产 GaN 外延片、GaN 肖特基二极管以及对 2'/3'/4'/6'GaAs、GaN 代工生产 LED、二极管、FET 和晶体管。

行业趋势叠加国产化，产业链机遇期来临

随着能源问题成为关注焦点，研发适合低耗化、高频化、小型化的功率半导体器件是核心方向。受益于器件类型与材料性能两方面升级，功率半导体在汽车电子、消费电子、工业控制等方向运用更加广泛。叠加国产化趋势，我们认为功率半导体 IDM 厂商、上游材料厂商均有较大的发展前景。

图 41：2017 年全球功率半导体的市场分布



资料来源：Gartner，长江证券研究所

考虑到未来功率半导体的市场前景，建议关注涉及化合物半导体领域的三安光电，功率半导体生产制造的扬杰科技、闻泰科技以及产业链上下游优质标的。

投资评级说明

行业评级 报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准, 投资建议的评级标准为:

看 好:	相对表现优于同期相关证券市场代表性指数
中 性:	相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平
看 淡:	相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数

公司评级 报告发布日后的 12 个月内公司的涨跌幅相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅为基准, 投资建议的评级标准为:

买 入:	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 10%
增 持:	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5%~10%之间
中 性:	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%~5%之间
减 持:	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于-5%

无投资评级: 由于我们无法获取必要的资料, 或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件, 或者其他原因, 致使我们无法给出明确的投资评级。

相关证券市场代表性指数说明: A 股市场以沪深 300 指数为基准; 新三板市场以三板成指 (针对协议转让标的) 或三板做市指数 (针对做市转让标的) 为基准; 香港市场以恒生指数为基准。

联系我们

上海

浦东新区世纪大道 1198 号世纪汇广场一座 29 层 (200122)

武汉

武汉市新华路特 8 号长江证券大厦 11 楼 (430015)

北京

西城区金融街 33 号通泰大厦 15 层 (100032)

深圳

深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 3 期 36 楼 (518048)

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并注册为证券分析师, 以勤勉的职业态度, 独立、客观地出具本报告。分析逻辑基于作者的职业理解, 本报告清晰准确地反映了作者的研究观点。作者所得报酬的任何部分不曾与, 不与, 也不将与本报告中的具体推荐意见或观点而有直接或间接联系, 特此声明。

重要声明

长江证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格, 经营证券业务许可证编号: 10060000。

本报告仅限中国大陆地区发行, 仅供长江证券股份有限公司 (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。本报告的信息均来源于公开资料, 本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证, 也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正, 但文中的观点、结论和建议仅供参考, 不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价, 投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断, 本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌, 过往表现不应作为日后的表现依据; 在不同时期, 本公司可以发出其他与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告; 本报告所反映研究人员的不同观点、见解及分析方法, 并不代表本公司或其他附属机构的立场; 本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时, 本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改, 投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司及作者在自身所知合规范围内, 与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

本报告版权仅为本公司所有, 未经书面许可, 任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为长江证券研究所, 且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的, 应当注明本报告的发布人和发布日期, 提示使用证券研究报告的风险。未经授权刊载或者转发本报告的, 本公司将保留向其追究法律责任的权利。