IGBT 产业链梳理，大摩热捧的逻辑是什么？

今天我们要研究的这条产业链，其实是"新基建"的核心赛道，5G 基站、特高压、高铁轨交、充电桩的顺利推动，样样都离不开它。

这行业某龙头 A，2020 年 2 月上市以来，连续 20 个交易日一字涨停，创下近两年的一字板记录。其股价从首发当日的 15.26 元/股，一路上涨至 199.52 元/股，短短半年时间，上涨 10 倍。



图：龙头 A 股价图

来源：wind

再来看港市龙头 B，2020 年至今涨幅高达 69.81%，振幅达 154.57%。



图：龙头 B 股价图

来源：wind

它就是——**IGBT 产业链**，堪称电力电子行业里的“CPU”。上述两家代表龙头，分别对应斯达半导 VS 华虹半导体。

2020 年 3 月份，摩根斯坦利发布研报称，“新基建”计划有一个共同的特点，就是——他们都需要电源管理或由电力驱动。作为电力电子重要的开关部件，IGBT 将有助于推动新基建的发展。

看到这里，值得思考的问题随之而来：

一是，IGBT 这个赛道增长驱动力是什么？对于半导体行业，技术方向 VS 需求，什么才是投资的主轴？

二是，这个行业的市场参与者有谁？他们未来的增长空间有多少？

(壹)

功率半导体，按工作的电压和频率，主要划分为 MOSFET（40%）、IGBT（33%）、二极管（27%）。IGBT 的集成度、结构的复杂程度均排首位，被称为电力电子行业里的“CPU”。



图：IGBT 应用领域

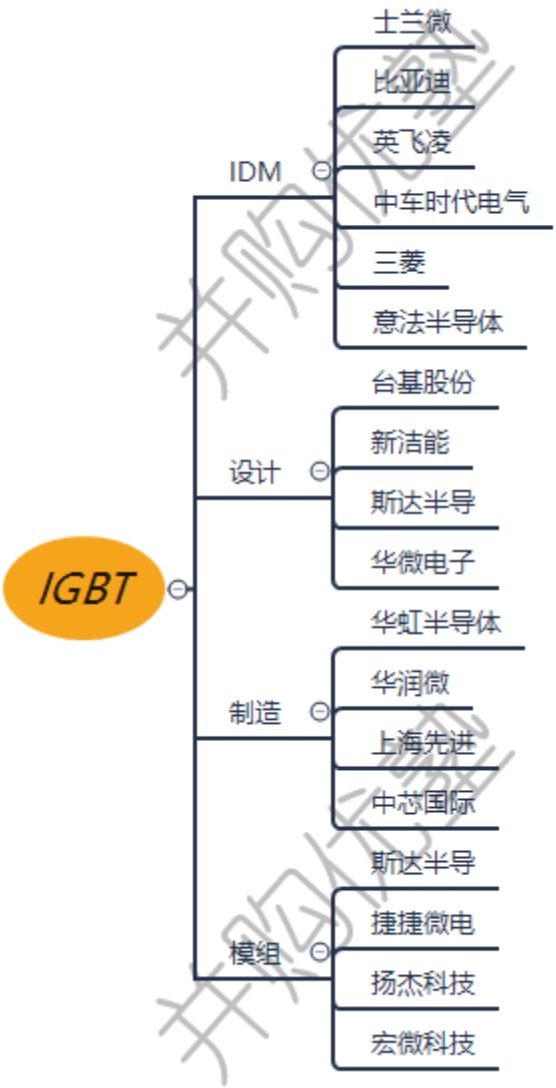
来源：国元证券

从产业链来看，IGBT 作为半导体产业子赛道，根据是否自建晶圆产线，分为 IDM 和 fabless 两种模式。按照生产流程来分，IGBT 产业链包括：上游的设计环节，以及中游制造、下游的模组等。其中：

上游——设计环节主要是结合材料的物理性质，对单个器件进行参数设计、调整、性能改良等，代表企业有**新洁能、华微电子、斯达半导。**

中游——制造环节价值占比 40%以上，制造难点在于晶圆减薄、沟槽工艺、应力控制、高剂量离子注入和激光退火等。代表企业有 IDM 厂，如：英飞凌、意法半导体，也有 foundry 厂：**华虹半导体、华润微。**

下游——封装及模块环节价值量占比约 35%，功率器件有着工作环境极端、可靠性要求高、替换周期长等特点，封装技术在功率半导体重要性较高。代表企业有：**斯达半导体。**



图：产业链结构

来源：塔坚研究

(贰)

根据摩根斯坦利预测，2020 年-2025 年，中国 IGBT 市场规模将增长到 2020 年的 379 亿元人民币，年复合增长率为 15%。新能源汽

车、工业控制、变频家电将是三大应用领域，占比分别是 27%、21%、20%。

对于下游需求驱动力，我们挨个来看：

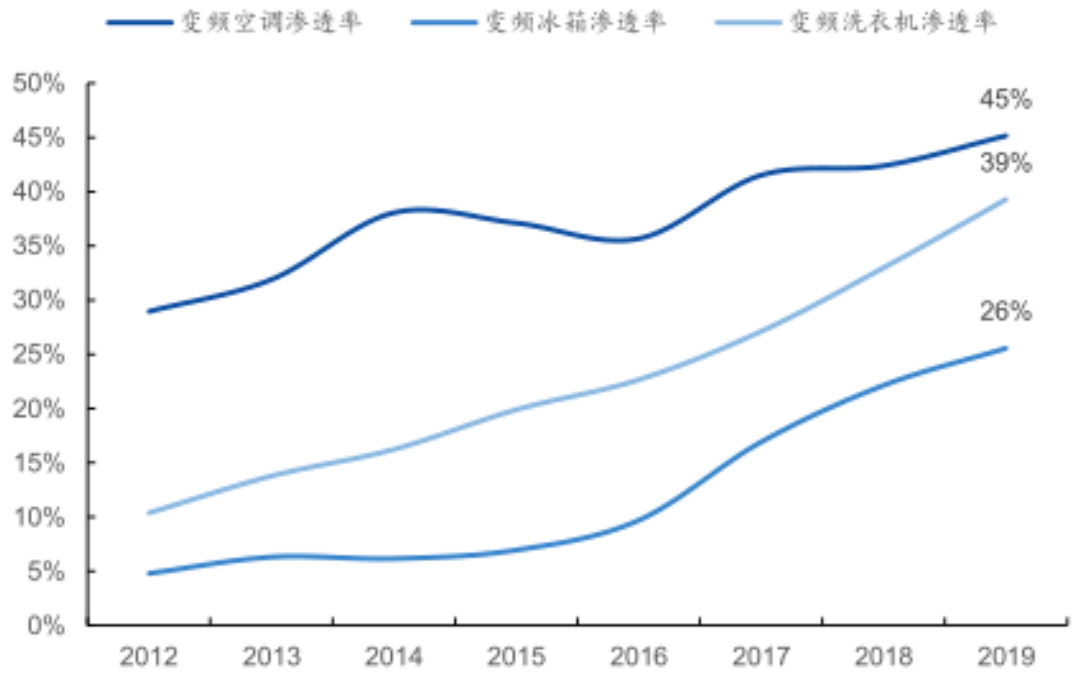
1）增长驱动力 1：家电变频渗透率提升。

IGBT 作为变频控制器的关键部件，主要应用于变频空调、变频冰箱中。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一定优势，一台变频冰箱比普通冰箱节能 40%。

2019 年冰箱和洗衣机销售量同比增长 20%，空调增长 6%。变频空调、冰箱、洗衣机渗透率分别为 45%、39%、26%，仍处于增长阶段。假设未来十年内，变频家电渗透率达到 60%，*家用电器 IGBT 复合增速从 18%递减至 10%。*

优塾

图：中国变频家电渗透率



图：变频家电渗透率

来源：国元证券

2）增长驱动力 2：城镇化率驱动高铁、轨交增长。

一辆动车的加速快慢、电耗高低、舒适度都取决于其“牵引变流器”，而 IGBT 则是其中的核心部件。每个动车组列车装有 4 台牵引变流器，共需要 128 个 IGBT 模块，单个 IGBT 模块在 1.3 万元/只。

2020-2025 年在我国“新基建”建设涉及的七大产业领域中，城际高铁和轨道交通领域的总投资规模较大，投资规模预计达 34400 万亿元，*根据兴业证券预测，预计拉动 IGBT 需求以 5%-7%增速增长*。

3）增长驱动力 3：光伏及风电渗透率提升

风力发电、光伏发电的整流器和逆变器需要使用 IGBT 模块，占光伏发电成本 10%，损耗却在 80%以上，是控制成本的重要元件。*根据 GWEC 公布的《全球风电市场-供应侧报告 2019》显示，全球风机制造商前十五强中有八家中国企业，预计未来需求增速将维持在 11%-16%左右增长。*

基于以上三大需求领域，参考摩根斯坦利的数据，我们测算出预计未来五年内，IGBT 行业增速将维持在 11%左右的增速中枢。

	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年
家电	3,193	3,799	4,483	5,021	5,624	6,242	6,867
高铁及清洁能源	4,094	4,872	4,941	5,138	5,434	5,641	5,945
工业	3752	4277	4962	5656	6392	7159	7946
合计	11,039	12,948	14,386	15,815	17,450	19,042	20,758
yoy		*17%*	*11%*	*10%*	*10%*	*9%*	*9%*

图：IGBT 部分市场规模预测

来源：塔坚研究、Morgan Stanley

上述三个驱动力属于较为平稳的需求，IGBT 领域，还有一块不确定性较强的驱动力——新能源汽车。并且，其在 IGBT 行业下游需求占比排名首位，高达 27%，接下来，我们重点看未来 IGBT 更大的应用领域，新能源汽车市场。

(叁)

一辆电动车 IGBT 采购成本大约在 450 美元/辆，采购金额占电动车总成本的 8%至 10%。以一辆特斯拉 Model X 为例，采用了英飞凌提供的 132 个 IGBT 单管 (非模块) 来进行控制，总成本是 650 美元。

根据我们我们在闻泰科技的研究中（详见专业版报告库，不详述）测算，预计受新能源汽车渗透率提升驱动，未来五年 IGBT 市场规模增速中枢将在 20%-23%的高增长区间。

	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年
新能源汽车需求	37.48	50.97	59.34	68.32	78.13	102.31	127.10
YOY		36%	16%	15%	14%	31%	24%

图：IGBT 新能源汽车需求预测

来源：塔坚研究

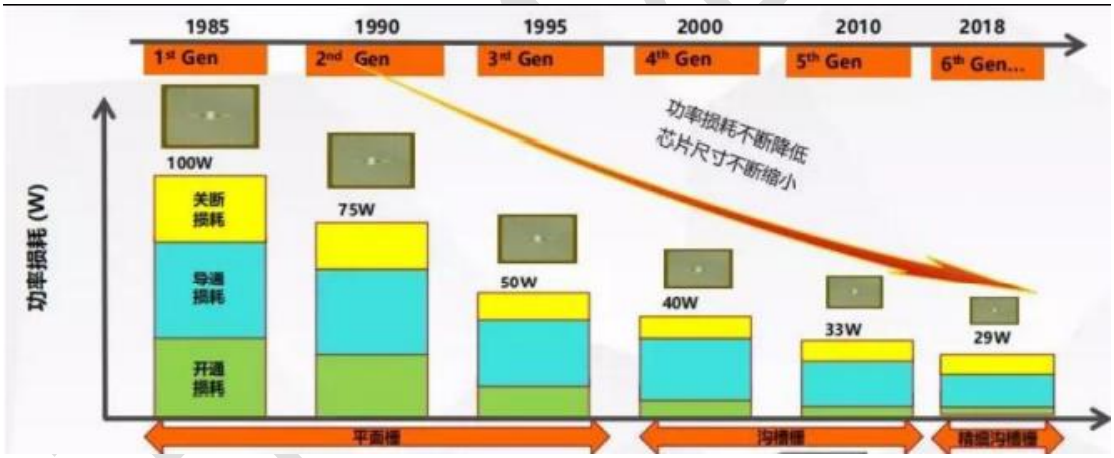
但是，对于半导体行业，需求不是根本，技术升级才是把握投资机会的主轴，一旦技术发生迭代，需求将不再呈现线性增长的状态。

目前，IGBT 在新能源车领域，发生的一个比较大的变数在于——技术迭代。

2018 年，特斯拉在当前的爆款车型 Model3 中，使用了碳化硅+MOSFET，代替了 IGBT，这也是第三代半导体当前备受关注的主要原因。因此，关于新能源车这个驱动力，我们需要小心论证的，就是第三代半导体，会如何去 IGBT 的需求以及技术演变?

从技术维度，第三代半导体对当前硅基 IGBT 的优势是较为明显的。

回溯从 1985 年-2018 年，IGBT 的技术已经经历了 6 次重大技术迭代，每一代主要致力于：**提高开关速率，减小电能损耗。**



图：IGBT 技术迭代图

来源：CRRC，海通证券研究所

从上图可以看出，前 1-4 代的开关损耗，每一代比起上一代都有着较大幅度的下降，但从第 5 代开始，性能提升幅度下降，并且，迭代耗时长达 8 年。

这意味着，硅基 IGBT 的技术升级空间在缩小，其原因，就在于材料的限制——IGBT 使用的硅（Si）基功率器件驱动系统，当前的性能，已经逼近硅材料本身的天花板。

想要进一步突破，必须要有一种新型材料，第三代半导体材料——碳化硅（SiC）。

相比硅材料（si），碳化硅（sic）应用在新能源车上有 2 大优势：

1）耐高压、低损耗——碳化硅的击穿场强是硅的 10 倍，耐高压、热导率性能更好；总能量损失小于 1/4。

2）重量更小——同样功率的 SIC 模块尺寸下降 43%，重量减轻 6KG。

目前，第三代半导体的应用，已经开始有一些放量的苗头。特斯拉 Model 3 逆变器共有 24 个电源模块，每个模块有 2 个 SiC MOSFET，合计每辆车共用 48 个 SiC MOSFET，由意法半导体供应。

根据科锐 CREE 的调研显示，在特斯拉 2018 年用碳化硅之前，全球 99%的车厂都没有计划用碳化硅。2018 年在特斯拉量产之后，

他们又做了同样的调查，20%的车厂仍然用硅基，30%的车厂决定用碳化硅，还有 30%的车厂没有决定。

表10、国际主流车企 SiC 未来规划

车企	主要合作方	阶段	应用	未来规划
特斯拉	与 ST 意法/英飞凌合作	大规模量产装车	SiC Mosfet 已经应用于 Model3 的主驱逆变器，在系统层面实现了 5-8%的效率提升	所有车型的主驱逆变器全面应用 SiC Mosfet
大众	Cree、英飞凌	验证阶段	FAST 项目战略合作伙伴，搭载在 MEB 平台电动车进行测试	配套 MEB 高端车型
丰田	Rohm、电装	验证阶段	搭载凯美瑞 Hybrid 和普锐斯进行路面技术测试	
比亚迪	自研开发	小批量量产	目前主要是 SiC 二极管应用于充电模块，主驱逆变器仍为硅基 IGBT	2023 年全面铺开 SiC Mosfet
上汽	英飞凌	验证阶段		
蔚来	NA	方案论证、实验		

图：汽车厂商 SIC 规划

来源：兴业证券

那么，在性能空间更好，并且有下游大规模应用场景的背景下，这样的替代，在远期大概率会发生，那么，会以何种节奏发生呢?

(肆)

我们认为，短期内替代较慢，但随着新技术成本的不断下降，替代会逐步加速推进。

上述推论，主要原因有两点：

1）目前碳化硅的成本高——尤其是时间成本，碳化硅（sic）是在硅（si）上生长，生产时间大约是普通硅的 6 倍，耗时太长；生产成本上，SiC 生长过程中，晶圆的不良率很高，导致其价格是 Si 的 5-10 倍，注意，第三代半导体的原材料生产，也存在较大障碍。

2）产能不足——目前全球碳化硅市场规模仅有 3.9 亿美元，仅占功率半导体整体市场的 1%。高品质碳化硅晶片的技术难度很大，基本被 USA 的 CREE（科锐）占据 60%市场份额，国内厂商有**山东天岳（未上市）、天科合达（科创板）**两家。

其实，不仅是国内起步较慢，海外的发展速度同样不快，其实，早在 1992 年，英飞凌已经开始研发碳化硅技术，但到 2017 年销售额占其总收入比重仅有 1/20-1/10 之间。

英飞凌没有大力推进的原因，与后续的模组封装工艺难度提升也有关系。碳化硅是一种非常难处理的材料，硬度高、耐温高，导致配套材料也要做到耐高温的能力，其模组封装工艺需采用银浆烧结技术，耐高温能力要达到 900 度以上。

但注意，上述的障碍，基本都是集中在工艺层面，即，当前的工艺，导致成本上，并不支持三代半导体的推进，因此，工艺层面的技术突破，是需要重点关注的行业动向，一旦工艺突破，导致三代半导体的成本快速下降，那么，IGBT 就可能会逐步被三代半导体替代。

并且，由于特斯拉的大力推进，新能源车，很可能是三代半导体首先开始替代的方向，因而，我们后续需要密切追踪这个领域的趋势。不过，短期内，受制于成本 IGBT 仍将是主流。

整体来看，IGBT 行业目前整体的成长性较强，但注意，IGBT 在国内市场的增长问题，并不在需求上，供给才是主要矛盾。目前，IGBT 国产化率极低，2018 年，市场需求是国产供给量的 7 倍，那么，目前，在国内，谁拥有 IGBT 的产能?

(伍)

国内真正能够量产 IGBT 的厂商不多，大部分集中在低功率的消费电子领域。梳理下来，国内共有**士兰微、比亚迪、斯达半导、中车时代电气、华虹**等 9 家上市公司，总结如下：

技术难度	电压等级	应用领域	国内上市供应厂商	海外供应商
电压越高技术壁垒越强	超低压<600V	变频家电	士兰微、华虹、华润微、华微电子、赛晶电力电子、新洁能	英飞凌、安森美、三菱、日立
	650-1700V	电动汽车/光伏/风电	中车时代电气、比亚迪、华虹、斯达半导体（模组）	英飞凌、瑞萨、三菱、意法半导体
	3300V	轨道交通	中车时代电气、斯达半导	三菱/英飞凌
	4500V-6500V	高压电网/高铁	中车时代电气、斯达半导	三菱/英飞凌

图：IGBT 供应商统计

来源：塔坚研究

IGBT 作为大功率半导体器件，电压承受等级在 600V-6500V 之间，耐压能力越高，技术壁垒越强。家电用和消费电子 IGBT 的技术要求通常低于车规级、轨交级 IGBT，下游客户对价格较敏感。以上几家公司产品结构不同，但基本可以发现，功率越高的厂商，毛利率水平更高。

	企业名称	毛利率
高功率	英飞凌科技	37.29
	中车时代电气	38.31
	意法半导体	38.68
中高功率	斯达半导	30.29
	华虹半导体	30.29
低功率	华微电子	19.53
	新洁能	20.55
	中芯国际-U	20.62

图：毛利率对比

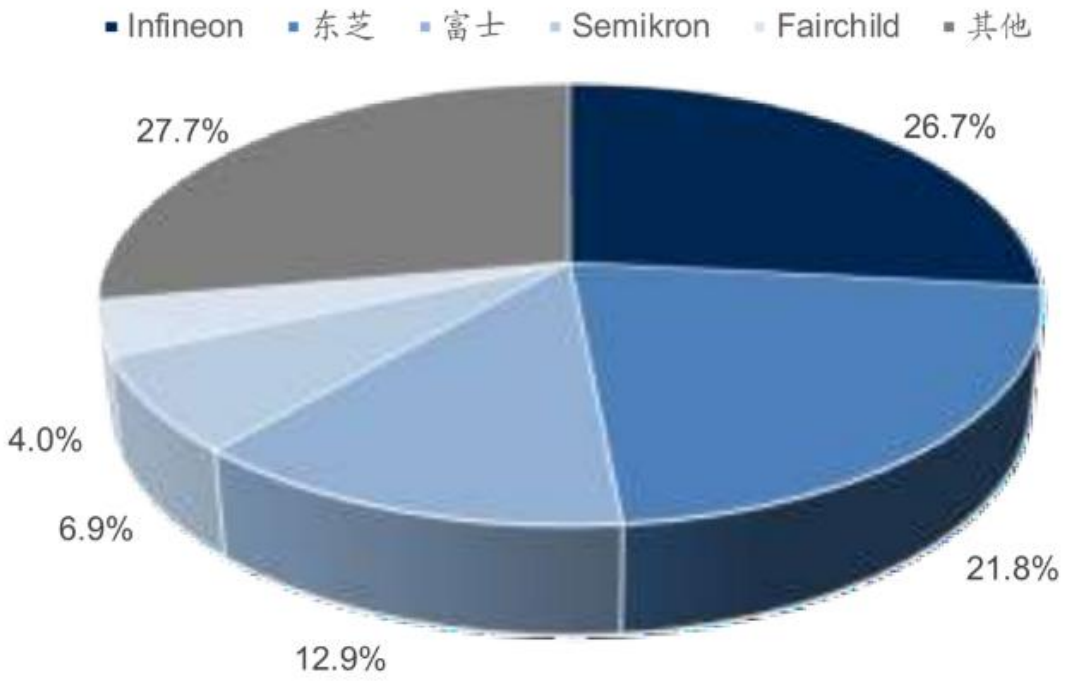
来源：塔坚研究

由于以上 8 家公司所处产业链环节不同，我们分别来看。

（陆）

首先，来看采用 IDM 模式厂商。

海外龙头以 IDM 为主，在提高产品毛利并建立技术壁垒更有优势，直接拥有生产设施，不仅能在产品交付进度上有更多的控制权，而且一旦利用率提升，还能实现更高的盈利增长。从全球 IGBT 市场竞争格局来看，基本全部是 IDM 模式。



图：全球 IGBT 市场份额占比

来源：国信证券

国内采用 IDM 模式的仅有四家：中车时代电气、比亚迪、士兰微（未量产），各自产能统计如下：

公司名称	产能分布
比亚迪	6"IGBT 100千片/月
中车时代电气	8英寸IGBT产能，50千片/月
士兰微	规划产能3万片/月，目前处于产能爬坡期

图：IDM 厂产能统计

来源：塔坚研究

中车时代电气——收入结构中 IGBT 占比 3%，在大功率 3300-6500V IGBT 领域国内唯一制造商，产能排名居首，其生产的 IGBT 模块主要应用在高铁、国家电网特高压项目中。

比亚迪——生产车用级 IGBT 模组，2019 年量产，自供其高端新能源汽车比亚迪汉系列。IGBT 模组自用不产生收入，从市场份额来看，2019 年全国 IGBT 市占率 19%，排名第三。

士兰微——主要生产白色家电领域 IGBT 模组，2019 年 IGBT 实现量产，规划产能 3 万片/月，目前产能仍处于爬坡期。未披露收入占比，目前仍处于导入量产期。

接下来，是设计环节。

IGBT 的核心环节不在于设计，设计环节的主要在于基于系统为客户开发定制化产品 。同一类型的功率器件，不同下游场景应用对应着不同的功率和频率需求。

由此，一般情况下，没有制造能力的厂商会结合上游的设计、下游的封测及模组业务。从市场竞争格局来看，国内仅做设计的厂商主要有**新洁能、东威半导体（未上市）、中科君芯（未上市）、斯达半导。**

IGBT 设计共经历了 6 代迭代，目前正处于第六代沟槽电场截止型（FS-Trench)成熟期，斯达半导（2016 年推出）、比亚迪（计划 2021 年推出），从设计环节来看，斯达的技术在国内较为领先，从技术代际来看，和英飞凌处于同一梯队。

表2、IGBT 技术变迁

代别	技术特点	芯片面积（相对值）	通态饱和压降（V）	关断时间	功率损耗（相对值）	年份
1	平面穿通（P.PT）	100	3.0	0.5	100	1988
2	改进的平面穿通型（P.PT）	56	2.8	0.3	74	1990
3	沟槽型（Trench）	40	2.0	0.25	51	1992
4	非穿通型（NPT）	31	1.5	0.25	39	1997
5	电场截至型（FS）	27	1.3	0.19	33	2001
6	电场截止沟槽型（FS-Trench）	24	1.0	0.15	29	2003

图：IGBT 设计技术变迁

来源：兴业证券

其次，是晶圆代工环节。

IGBT 模组，核心环节和难点在于制程工艺，占成本比重 40%。重点和难点在晶圆减薄，减薄工艺可以提高电源效率，实现更好地散热。具备 IGBT 代工能力的有：华虹半导体、中芯国际、华润微电子、上海先进（退市）。

功率半导体产能 包括：IGBT/MOSFET	产线地址	产能（千片/月）	状态
华虹半导体	上海	175	正常生产
华润微	重庆	50	正常生产
上海先进	上海	12	正常生产
中芯国际	绍兴	20	产能爬坡
上海先进	上海	60	正在建设

图：代工厂产能统计

来源：塔坚研究

华虹半导体——以 IGBT、MOSFET 代工为主，可以生产 600-1200V 电压区间内的新一代 IGBT 产品(NPT/FS，第 4~6 代)，而 1700V-6500V 的产品仍在开发中。

华润微——据称已建立 Trench-FS 工艺平台,并具备 600V-6500V IGBT 工艺能力。

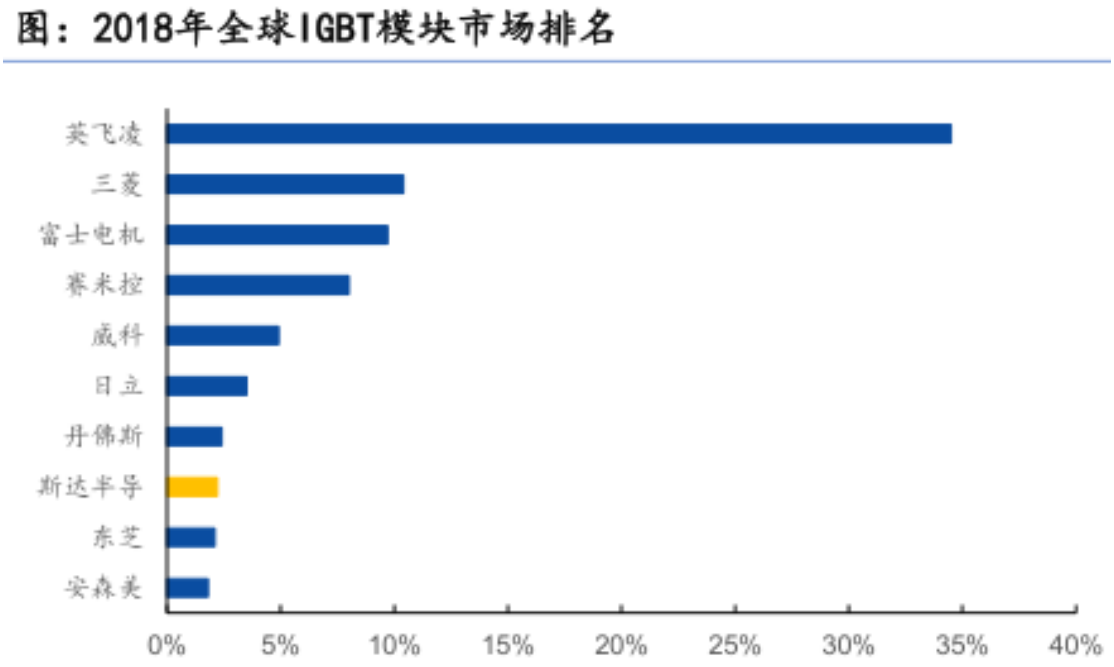
中芯国际——中芯绍兴主要提供 MEMS、IGBT 和 MOSFET 的特色工艺代工及封测服务 2020 年投产，与扬杰科技、捷捷微电签订了功率器件合作协议，两家公司在中芯绍兴的 2020 年度平均投片分别不低于 2000 片/月和 7000 片/月。

再次，是封装及模组环节。

模组封装环节，约占价值量比重约 35%，仅次于晶圆代工。

由于中、高功率应用场景，比如高铁、智能电网领域，更倾向于使用模块，由于模组的封装工艺和结构更复杂，需要实现多元件电气互联，同时要考虑高温失效和散热问题，导致功率越高领域，模组成本占比越高。

同时具备设计、模组生产能力的厂商有：**斯达半导、华微电子。**2018 年，全球前十大 IGBT 供应商，国内仅有斯达半导上榜，市占率仅 2.2%，华微电子市占率 0.5%。



图：IGBT 模块市场排名

来源：英飞凌官网、国元证券

除了上述公司之外，目前存在一些潜在的进入者，主要是以定增募资投向 IGBT，有规划的为：捷捷微电、扬杰科技、台基股份等。三家厂商均为功率器件 IDM 厂，产品以低功率的 MOSFET、晶闸管为主。由于募投项目仍处于早期，目前主要以设计和封测为主，暂时无法作产能比较。

(柒)

根据上述产业链梳理后，我们能够发现，目前国内的 IGBT 公司大多以非主业的形式存在，IGBT 业务占比较高的公司其实只有两家：

斯达半导——主攻设计和模组，1200V 的 IGBT 模块占收入比重 75%，其中下游应用领域中工业控制占比 79%、风电光伏占比 17%、变频家电占比 4%。

华虹半导体——主攻代工代工，IGBT/MOSFET 占收入比重 39%，存储器占比 34%，模拟芯片占比 14%、逻辑射频占比 10%。

两家公司均位于产业链核心赛道，晶圆代工占成本比重约 40%，略高于模组（35%），从资金壁垒来看，华虹半导体产线投入的资金需求远高于模组领域。

需要注意的是，两家公司为上下游关系，即，斯达设计，华虹代工，斯达封装，因此，其实 IGBT 业务的增长趋同性较高。

我们对比来看，两家未来的产能情况如何。

斯达半导——上市募集资金扩张 IGBT 模块产能 120 万个/年、IPM 模块产能，预计 2 年投产，全面达产后带来收入 7.3 亿元。2019 年其 IGBT 产能 400 万个/年，营业收入 7.79 亿元。

注意，这个扩产规模并不是非常激进，这也与我们此前判断的较为相符。上面写了，全面达产后带来收入 7.3 亿元，2019 年营业收入 7.79 亿元，预计总贡献增长大概有 100%，分摊到三年内，年化增长大概为 30%左右。

华虹半导体——2020 年上半年收入同比增长-4.96%，其中，IGBT 同比增长 11.9%，是四大类收入中，唯一实现正增长的业务。未来增长主要看两方面：

产能：2018 年华虹无锡产线投产，12 英寸晶圆厂，包括 55/65 纳米的 NOR FLASH 芯片、射频芯片、MCU 微控制器和 IGBT 功率器件，预计达产后产能 4 万片/月（12 英寸）。但当前达产仅有 1 万片/月，即只有 25%的产能利用率，而根据其测算，月产量至少

达到 2.5 万片时，该厂才能达到盈亏平衡，华虹预计 2021 年底能够实现。如果晶圆价格低的话，预计 3 万片/月。

对比来看，短期内，斯达半导由于业务更加聚焦于 IGBT，需求的确定性更高，同时，由于其不涉及制造环节，因此，也没有重资产投入，良率控制等问题，供给增长的确定性也更高，但长期需要考虑技术升级问题。

放眼远期，假如第三代半导体工艺发生突破，进行大规模商业化，那么，对各自的影响不同：

晶圆代工——Sic 材料可以采用 MOSFET 工艺，比 IGBT 制造工艺更简单，可能会导致产业链核心资产向上游原材料转移。

模组加工——功率越高对模组的技术要求越高，未来第三代半导体推广，封装价值量提升，未来价值量会提升。传统 Si 封装电感参数较大难以匹配，车规级 Sic 封装技术——银浆烧结工艺技术壁垒更高，目前技术集中在英飞凌、斯达等厂商中。

（捌）

好，行业增长驱动力看完后，我们再继续深入，梳理一下这条产业链图谱……

以上，为本报告部分内容。近期我们新开辟了基金笔记、宏观笔记、产业链梳理笔记三个研究系列。如需获取全部行业笔记、基金笔记、宏观笔记、建模笔记，请扫描下方二维码订阅专业版报告库。一分耕耘一分收获，只有厚积薄发的硬核分析，才能在关键时刻洞见未来。



扫码阅读优塾核心产品

专业版报告库

如需了解更多，请添加工作人员微信：ys_dsj

【版权与免责声明】*1）关于版权：版权所有，违者必究，未经许可，不得以任何形式进行翻版、拷贝、复制。2）关于内容：我们只负责财务分析、产业研究，内容观点仅供参考，不支持任何形式的决策依据，也不支撑任何形式的投资建议。本文是基于公众公司属性，根据其法定义务内向公众公开披露的财报、审计、公告等信息整理，不为未来的变化做背书，未来发生的任何变化均与本文无关。我们力求信息准确，但不保证其完整性、准确性、及时性。市场有风险，研究需谨慎。3）关于主题：财务建模报告工作量巨大，仅覆盖部分重点行业及案例，不保证您需要的所有案例都覆盖，请谅解。4）关于平台：优塾团队所有内容以微信平台为唯一出口，不为任何其他平台内容负责，对仿冒、侵权平台，我们保留法律追诉权力。*