

电子

行业研究/深度报告

成长行业“优质赛道”，国内龙头旭日东升

——汽车电子行业系列报告之功率篇

行业深度报告/电子

2021年1月19日

报告摘要：

●汽车功率半导体5年近7倍空间，IGBT最受益

政策支持、节能减排双重驱动，新能源汽车加速渗透，预计2025年国内新能源汽车渗透率将达到20%，2030年欧盟新能源汽车渗透率将达到40%。汽车电动化趋势下车用功率半导体单车价值大幅提升。据英飞凌统计，功率半导体ASP将从传统燃油车的71美元大幅提升至全插混/纯电汽车的330美元，是传统燃油车的4.6倍。根据我们的测算，预计2025年全球汽车功率半导体市场规模将达到80亿美元，2025年全球新能源车用功率半导体市场规模将达到53亿美元，是2020年的7.3倍，年复合增速高达48.8%，未来十年中美欧三地区新能源汽车充电桩用IGBT市场将有94亿美元增量空间。目前车用功率半导体中主要用到的是IGBT和MOSFET，而IGBT在新能源车中是电驱系统主逆变器的核心器件，并可用于辅逆变电路、DC/DC直流斩波电路、OBC（充电/逆变）等，单车价值达到273美元，占车用功率半导体ASP的83%，是绝对大头。我们预计2025年全球新能源汽车IGBT市场规模将达到44亿美元，年复合增速约48.8%，是电动化趋势下的汽车功率半导体中最受益品种。

●产品、工艺、先发优势三大壁垒构筑强护城河

1) **产品壁垒**：车规级IGBT需具备使用寿命长、故障率低、抗震性高等严格要求，能适应“极热”“极冷”的高低温工况、粉尘、盐碱等恶劣的工况环境，承受频繁启停带来的电流频繁变化，对产品要求极高。2) **工艺壁垒**：车规级IGBT设计时需保证开通关断、抗短路和导通压降三者的平衡，参数优化特殊复杂。生产制造时薄片工艺容易碎裂、正面金属熔点限制导致退火温度控制难度大。此外，IGBT模块封装的焊接和键合环节技术要求同样较高。3) **认证周期长、替换成本高、具备经验曲线效应，行业先发优势明显**。a) 车规级IGBT需满足可靠性标准、质量管理标准、功能安全标准，才有资格进入一级汽车厂商的供应链，认证周期一般至少2年。b) 由于IGBT模块是汽车中的关键部件，下游厂商出于安全性、可靠性的考虑，替换时往往呈谨慎态度，只有经过大量验证测试并通过综合评定后，才会做出大批量采购决策，替换成本高。c) IGBT业务需要长期的经验积累才能达到良好的know-how水平。d) IGBT行业属于资本密集型行业，生产、测试设备基本需要进口。此外，对IGBT生产企业的流动资金需求量也较大，新进入者在前期往往面临投入大、产出少的情况，需要较强的资金实力作后盾，才能持续进行产品的研发、生产和销售。综合来看，IGBT行业中的先行企业具有明显的先发优势。

●竞争格局优成为成长行业“优质赛道”，但当前国产化率仍然较低

据Omdia 2019年统计数据，全球IGBT模块前十大厂商占据了76%份额，市场份额集中，竞争格局较好。车规级IGBT方面，由于较高的行业壁垒，2019年中国新能源汽车IGBT模块CR4份额合计达81%，呈现寡头垄断格局。其中，英飞凌市占率58.2%排名第一，比亚迪市占率18%排名第二，三菱电机、赛米控分列第三、第四。车用IGBT凭借广阔的成长空间和良好的竞争格局已成为成长行业中的“优质赛道”。但2019年中国新能源汽车IGBT前十大厂商中仅有比亚迪、斯达半导及中车时代电气三家国内厂商入围，市场份额合计20.4%，国产替代空间广阔。

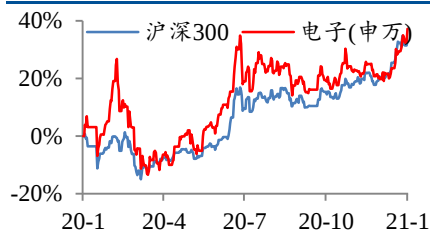
●多重因素加速国产替代，国内厂商未来发展潜力巨大

多重因素加速国产替代：1) 中国已是全球最大的汽车消费市场，且未来汽车消费需求仍将提升，为国内IGBT厂商提供了良好的发展契机。2) 贸易摩擦加剧，半导体自主可控

推荐

维持评级

行业与沪深300走势比较



资料来源：Wind，民生证券研究院

分析师：王芳

执业证号：S0100519090004

电话：021-60876730

邮箱：wangfang@mszq.com

研究助理：王浩然

执业证号：S0100120070002

电话：021-60876715

邮箱：wanghaoran@mszq.com

相关研究

【民生电子】电子行业深度报告：功率半导体量价齐升，国产替代正当时

需求日益迫切。3) 国内厂商率先布局新能源汽车产业, 抢占先发优势, 随着国内新能源车厂商的份额提升, 出于供应链安全考虑, 预计将更多采用国内半导体厂商产品。4) 国内 IGBT 厂商具备性价比高、响应速度快等本土化服务优势, 契合新能源车降本增效需要, 有望实现份额提升。5) 政策鼓励、资金支持助力国内 IGBT 行业快速发展。国内市场空间方面, 根据我们的测算, 预计 2025 年中国新能源车用功率半导体市场规模将达到 177 亿元, 是 2020 年的 6 倍, 年复合增速高达 44%, 预计 2025 年中国新能源汽车 IGBT 市场规模将达到 147 亿元, 年复合增速约 44%。2025 年中国充电桩用 IGBT 市场规模将达 109 亿元, 复合增速达 35%。综合以上分析, 我们认为车用 IGBT 国产替代进程将加速推进, 结合目前较低的市场份额占比和广阔的行业成长空间, 未来国内 IGBT 厂商增长潜力巨大。

●产能紧张短期内较难缓解, 功率半导体景气持续上行

5G 商用以及疫情宅经济加速推动社会数字化转型, 新能源车、家电、数码等终端设备市场景气度转暖, 带动半导体需求增长, 叠加半导体厂商因供应链安全需要提高安全库存, 多项因素共振导致半导体产能紧张, 目前各大晶圆代工厂商均处于满产状态。从全球来看, IC insight 预计 2021 年全球将新增 2080 万片等效 8 寸晶圆产能, 从国内来看, 在建的晶圆制造等效 8 寸产能约 2796 万片/年, 大部分集中在 2022 年投产。但考虑到新产线投产后约有 3-5 年的产能爬坡期, 短期内产能紧张较难缓解。受益于新能源汽车和充电桩需求的快速提升, 预计 2025 年全球仅车规级 IGBT 模块所需的 8 寸晶圆量就达 169 万片, 较 2020 年增长 5.4 倍, 晶圆制造需求缺口巨大。年初以来海内外各大芯片厂商纷纷上调产品价格或延长交期, 预计半导体产业链景气度仍将持续上升。

●投资建议

新能源汽车加速渗透, 汽车电动化趋势下带动功率半导体单车价值大幅提升。根据我们测算, 预计 2025 年全球汽车功率半导体市场规模将达 80 亿美元, 2025 年全球新能源车用功率半导体市场规模将达 53 亿美元, CAGR 高达 48.8%, 5 年 7 倍空间。产品类型上, 车用功率半导体中 IGBT ASP 占比达 83%, 是电动化趋势下的最受益品种。壁垒方面, 车规级 IGBT 产品、工艺、先发优势三大壁垒构筑强护城河, 且该行业竞争格局良好, 2019 年中国新能源汽车 IGBT 模块 CR4 份额合计 81%, 成为成长行业“优质赛道”。但当前国产化率仍然较低, 前十大厂商中仅三家国内厂商入围, 市场份额合计 20.4%。展望未来, 我们认为车用 IGBT 国产替代将加速推进, 结合目前较低的市场份额和广阔的成长空间, 国内 IGBT 厂商增长潜力巨大。此外, 当前功率半导体需求旺盛, 产能紧张, 在建的国内晶圆制造产能大都集中在 2022 年投产, 还需经过 3-5 年的产能爬坡, 预计短期内产能紧张较难缓解, 功率半导体产业链仍将景气向上。

建议关注: 斯达半导、中车时代电气、闻泰科技、华润微、新洁能、立昂微。

●风险提示

新能源汽车销量不及预期, 国内企业技术进步不及预期, 产品替代风险。

盈利预测与财务指标

代码	重点公司	现价	EPS			PE			评级
		1 月 18 日	2020E	2021E	2022E	2020E	2021E	2022E	
603290.SH	斯达半导	271.94	1.17	1.62	2.17	232	168	125	-
3898.HK	中车时代电气	40.95	2.13	2.49	2.73	19	16	15	-
600745.SH	闻泰科技	125.6	3.12	4.38	5.64	40	29	22	推荐
688396.SH	华润微	72.2	0.8	1.03	1.22	90	70	59	-
605111.SH	新洁能	186.2	1.48	2.17	2.92	126	86	64	-
605358.SH	立昂微	106.56	0.51	0.75	0.98	209	142	109	-

资料来源: Wind、民生证券研究院

(备注: 斯达半导、中车时代电气、华润微、新洁能、立昂微预测数据来源为万得一致预期)

目录

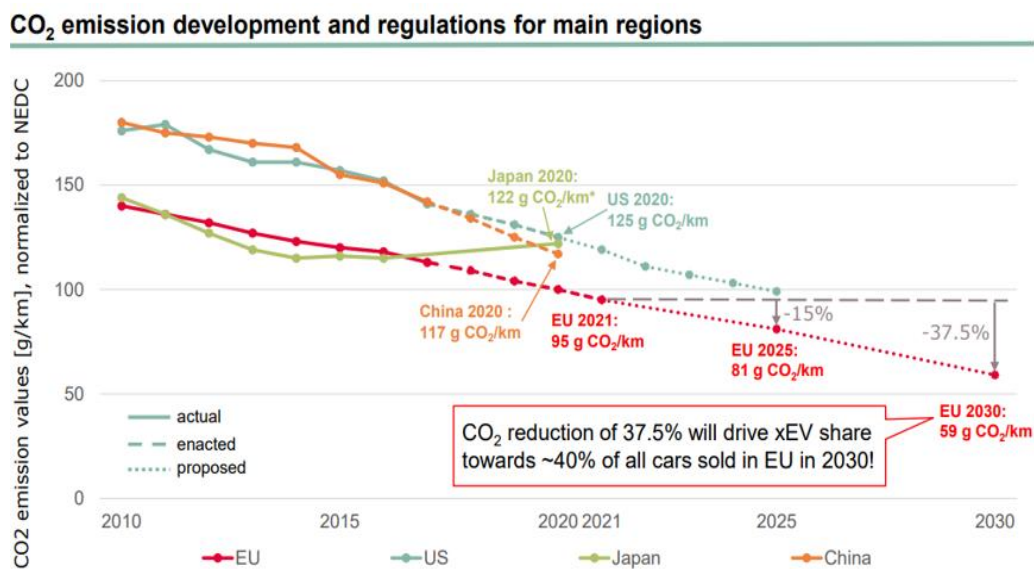
1	新能源车加速渗透，汽车功率半导体 5 年 7 倍空间	4
1.1.	新能源汽车渗透加速，汽车功率半导体迎来量价齐升	4
1.2.	全球车用充电桩 IGBT 市场空间快速增长	6
2	汽车功率半导体中，IGBT 最受益	8
2.1.	IGBT 是新能源汽车电机驱动系统的核心器件	8
2.2.	SiC 性能更优，有望成为下一代技术	11
3	产品、工艺、先发优势三大壁垒构筑强护城河	13
3.1.	工作环境复杂对车规级 IGBT 的安全、可靠提出极高要求	13
3.2.	车规级 IGBT 设计、制造和封装工艺难度大	13
3.3.	先发优势明显：认证周期长，替换成本高	16
4	车用 IGBT 行业竞争格局优，但国产化率仍然较低	17
5	多重因素加速国产替代，促进份额提升	19
6	产能紧张短期内较难缓解，功率半导体景气持续上行	24
7	投资建议	30
7.1.	斯达半导	30
7.2.	中车时代电气	30
7.3.	闻泰科技	31
8	风险提示	32
	插图目录	33
	表格目录	33

1 新能源车加速渗透，汽车功率半导体5年7倍空间

1.1. 新能源汽车渗透加速，汽车功率半导体迎来量价齐升

政策支持&节能减排驱动新能源汽车加速渗透。我国《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》提出新能源汽车发展愿景，计划到2025年，国内新能源汽车渗透率达到20%。国际上，欧洲多国二氧化碳减排政策，新能源汽车补贴政策双管齐下，以应对全球气候变暖的压力，汽车电动化路线愈加明显。在欧盟，ACEA汽车温室气体排放协议规定，到2030年以前，汽车二氧化碳排放量需低于每公里59克。根据英飞凌测算，欧盟新能源汽车渗透率将在2030达到40%。

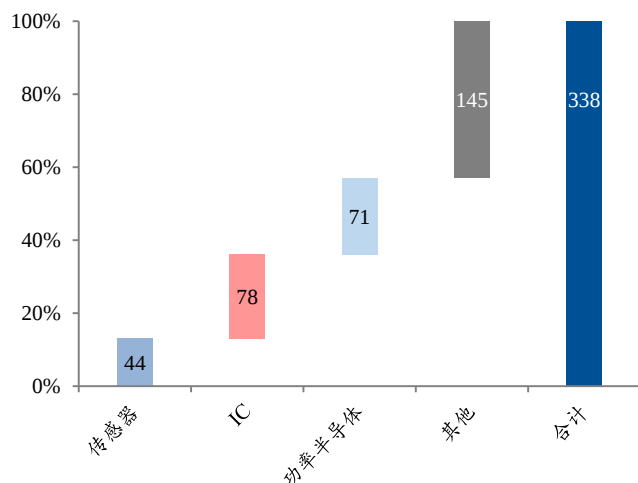
图1: 全球主要国家二氧化碳减排目标



资料来源：英飞凌，民生证券研究院

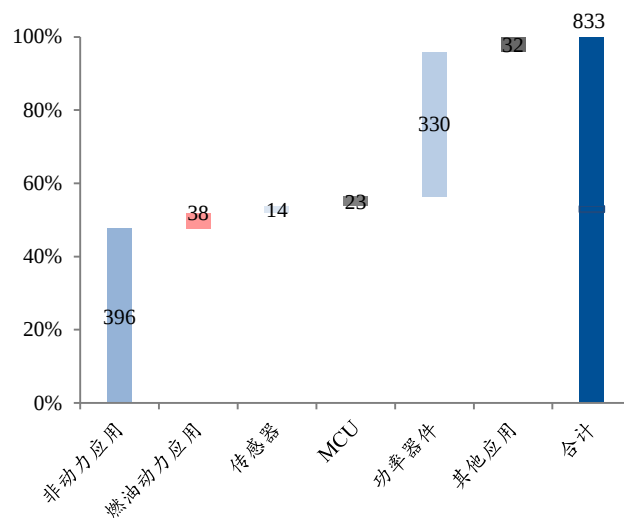
电动化带动功率半导体单车价值大幅提升，纯电车用功率半导体ASP达330美元是传统燃油车的4.6倍。以电力系统作为动力源的新能源汽车，对电子元器件功率管理，功率转换能力提出了更高的要求。在传统汽车中，功率半导体主要应用于车辆启动，发电和安全领域，低压低功率电子元器件即可满足其工作需求。而在新能源汽车中，电池输出的高电压需要进行频繁的电压变换，电流逆变，这些电路大幅提高了汽车对IGBT、MOSFET等功率半导体的需求。根据英飞凌数据，传统燃油车中，功率半导体含量为71美元，全插混/纯电池电动车中，功率半导体价值量为330美元，是传统燃油车的4.6倍。

图2:传统内燃机汽车功率半导体价值细分 (美元)



资料来源: 英飞凌, 民生证券研究院

图3:全电池和全插电混合动力车功率半导体价值细分 (美元)



资料来源: 英飞凌, 民生证券研究院

2025 年全球汽车功率半导体市场规模将达到 80 亿美元。根据 Yole 预计, 2025 年全球功率半导体市场规模将达到 225 亿美元。智研咨询统计 2019 年全球功率半导体市场中汽车领域占比 35.4%, 假设该比例维持不变, 则预计 2025 年全球汽车功率半导体市场规模将达到 79.65 亿美元。

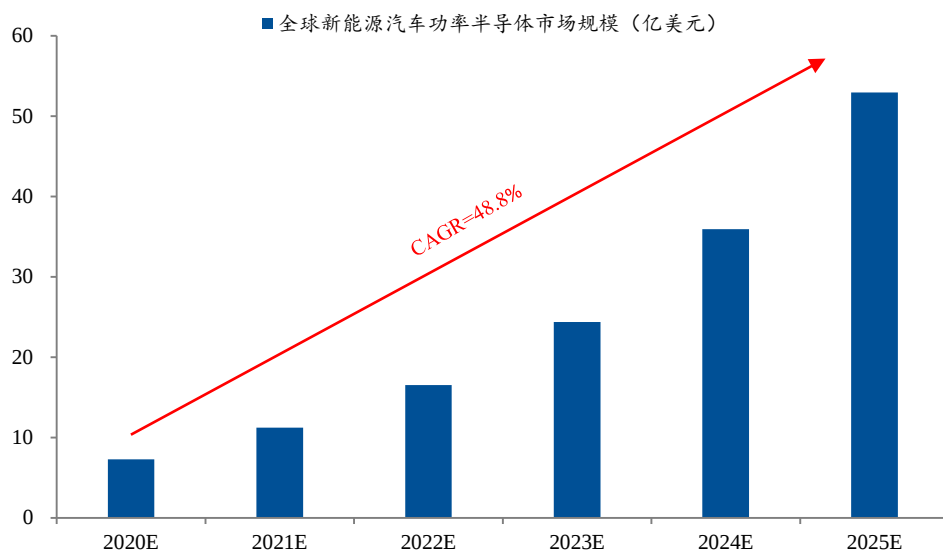
预计 2025 年全球新能源汽车功率半导体市场规模将达 53 亿美元, 是 2020 年的 7.3 倍, CAGR 为 48.8%。根据 Alix Partners 预测全球汽车销量将从 2020 年 7050 万辆增长至 2025 年 9400 万辆, EV Tank 预计全球新能源汽车销量将从 2019 年 221 万辆增长至 2025 年 1200 万辆, 2025 年全球新能源汽车渗透率将达到 13%, 较 2019 年提升 10.36pct。上文提到, 英飞凌 2020 年最新统计数据中, 新能源汽车功率半导体单车价值量为 330 美元, 考虑到目前全球功率半导体晶圆代工产能紧张, 预计今年新能源汽车功率半导体价格仍将保持在较高水平, 且未来单车价值将随着电动化趋势及双电机渗透率的增加逐步提升。根据以上数据, 我们测算 2025 年全球新能源汽车功率半导体市场规模将达到 53 亿美元, 是 2020 年的 7.3 倍, 年复合增速为 48.8%。

表1:全球新能源汽车功率半导体市场规模测算

年份	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球汽车销量 (万辆)	9130	7050	7325.66	7612.09	7909.72	8218.09	9400
全球新能源汽车销量 (万辆)	221	220	308.88	433.67	608.87	854.85	1200
全球新能源汽车渗透率	2.41%	3.12%	4.22%	5.70%	7.70%	10.40%	12.77%
新能源汽车功率半导体单车价值 (美元)	354	330	363	381	400	420	441
新能源汽车功率半导体市场规模 (亿美元)	7.29	7.26	11.212	16.53	24.37	35.92	52.95

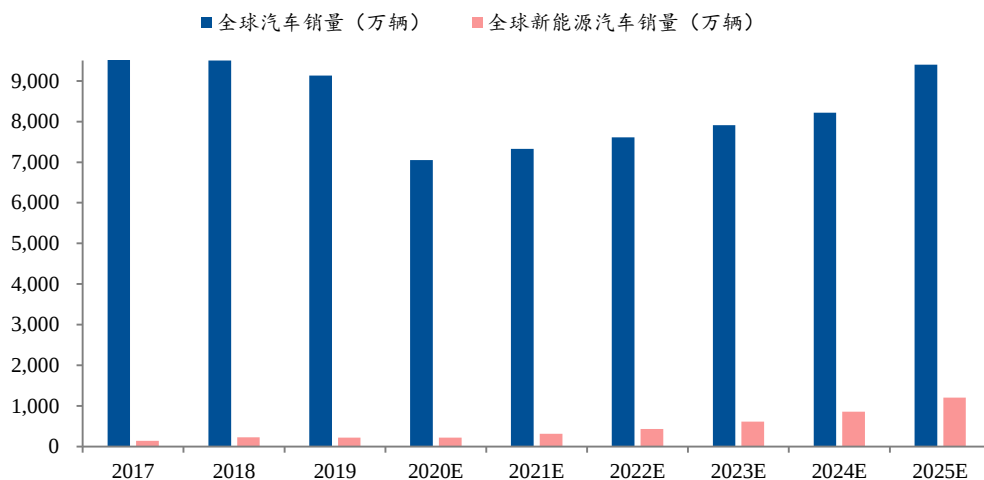
资料来源: Alix Partners, OICA, 英飞凌, EV Tank, 民生证券研究院

图4:全球新能源汽车功率半导体市场规模（亿美元）



资料来源：EV Tank，英飞凌，民生证券研究院

图5:全球汽车、新能源汽车销量测算（万辆）



资料来源：AlixPartners，OICA，民生证券研究院

1.2. 全球车用充电桩 IGBT 市场空间快速增长

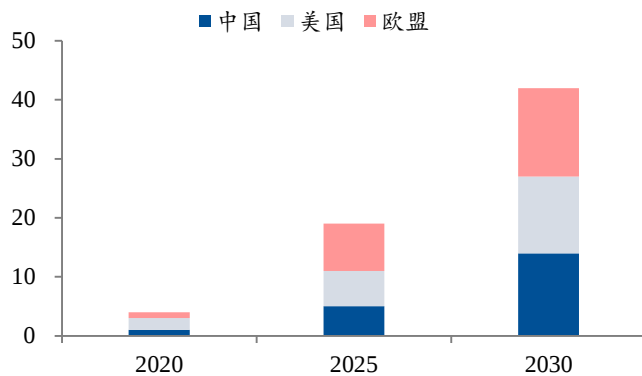
新能源车重要配套设施充电桩数量将快速增长，带动关键零部件 IGBT 需求快速提升。

随着新能源汽车渗透率的逐步提高，作为新能源汽车重要配套设施的充电桩数量也需要同步提升。根据麦肯锡统计，2020 年中美欧新能源汽车充电需求约为 180 亿千瓦时，预计到 2030 年，新能源汽车充电需求量将达到 2710 亿千瓦时，年复合增速 31.2%。新能源汽车充电设施需求的快速增长，也将带动充电桩关键零部件 IGBT 用量的大幅提升。

预计 2020-2030 十年间中美欧充电桩 IGBT 市场将有 94 亿美元增量空间。根据麦肯锡预计，中国、美国、欧盟三个地区需要在 2020-2030 十年间分别投入 190 亿/110 亿/170 亿美元资

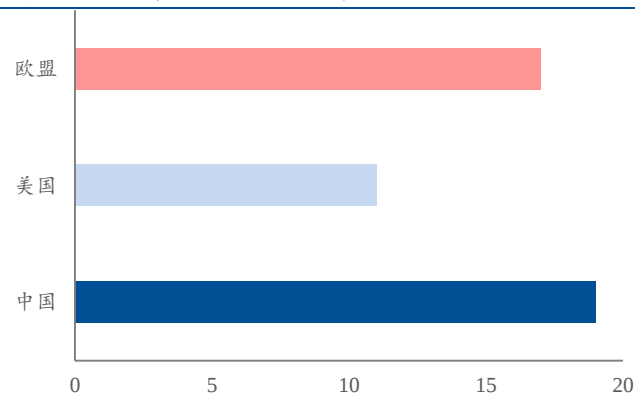
金建设新能源汽车充电桩 2000 万/2000 万/2500 万座，用以填补新能源汽车充电需求缺口。单个充电桩中，IGBT 占总成本比例约 20%。由此我们可以推算出，未来十年中美欧新能源汽车充电桩用 IGBT 市场将有 94 亿美元增量空间。

图6:2020-2030 年中美欧充电桩数量（百万座）



资料来源：麦肯锡，民生证券研究院

图7:2020-2030 中美欧新建充电桩投资额（十亿美元）

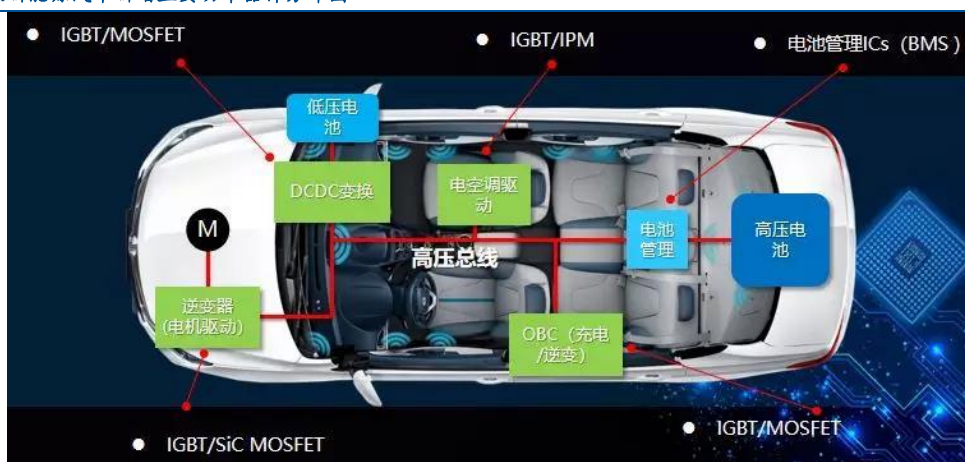


资料来源：麦肯锡，民生证券研究院

2 汽车功率半导体中，IGBT 最受益

IGBT 和 MOSFET 是车用功率半导体的主要器件。IGBT 在汽车内有四种不同应用，第一是主逆变器核心器件，主逆变器将电池输出的直流电逆变为交流电驱动汽车电机；第二应用在辅助逆变电路中，用来为其他汽车电子供电；第三应用在 DC/DC 直流斩波电路中，用来输出电压不同的电流；第四应用在 OBC（充电/逆变）中，将外部输入的交流电逆变为直流电为新能源汽车电池充电。在电动化程度较低的汽车中，由于其电池输出电压低，功率器件工作的功率范围不高，可以用 MOSFET 替代辅助逆变电路、DC/DC 直流斩波电路、OBC 中的 IGBT，以达到控制成本的目的。

图8:新能源汽车新增主要功率器件分布图



资料来源：比亚迪，民生证券研究院

2.1. IGBT 是新能源汽车电机驱动系统的核心器件

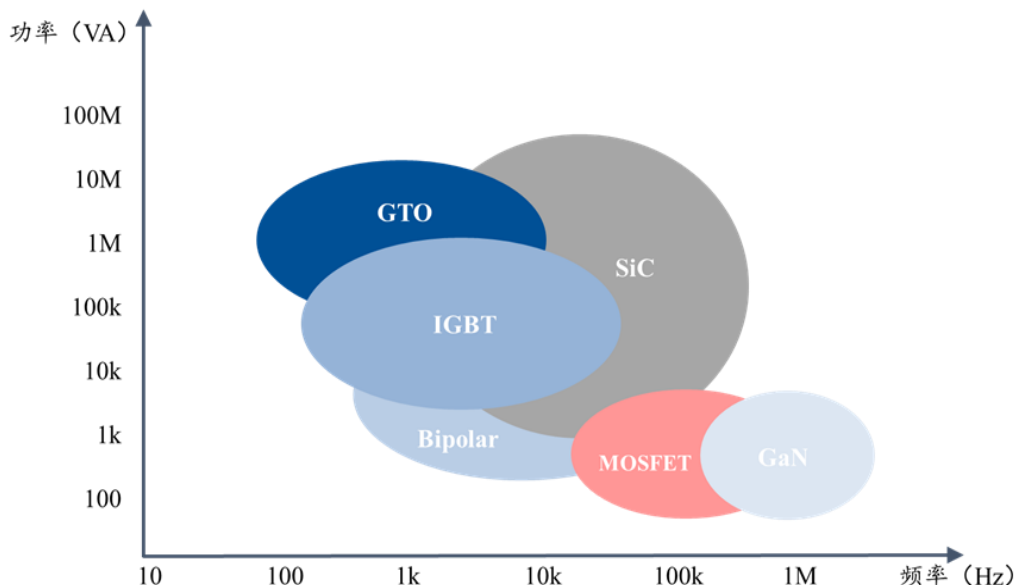
IGBT 性能优越，是新能源汽车中功率半导体的核心部件。IGBT 是 Insulated Gate Bipolar Transistor 的缩写，即绝缘栅极双极型晶体管。它是 BJT 和 MOSFET 组成的复合功率半导体器件，集合了 MOSFET 开关速度快、输入阻抗高、控制功率小、驱动电路简单、开关损耗小和 BJT 导通电压低、通态电流大、损耗小的优点。在新能源汽车中，IGBT 模块主要用于大功率逆变器，以逆变直流电为交流电从而驱动汽车电机；还用于辅助功率逆变器，为车载空调等汽车电子设备供电。

表2:MOSFET、IGBT 和 BJT 性能对比

特性	BJT	MOSFET	IGBT
驱动方法	电流	电压	电压
驱动电路	复杂	简单	简单
输入阻抗	低	高	高
驱动功率	高	低	低
开关速度	慢 (us)	快 (ns)	中
开关频率	低	快 (小于 1MHz)	中
安全工作区	窄	宽	宽
饱和电压	低	高	低

资料来源：瑞萨、中国产业信息网，民生证券研究院

图9:主要功率半导体功率和频率分布



资料来源：Applied Materials，英飞凌，民生证券研究院

IGBT 按照不同应用环境，可分为 IGBT 单管，IGBT 模块和 IPM 智能模块。IGBT 单管是 N 沟道增强型绝缘栅双极晶体管，通过向 PNP 型晶体管提供基极电流，导通整个电路。由于其适用电流较小，通常在 100A 以下，适用功率较低。但 IGBT 单管外部电路复杂，封装难度高，能体现 IGBT 制造商技术、工艺水平。IGBT 模块是由 IGBT 芯片与 FWD（快速回复二极管）通过特定的电路桥接封装而成的模块化半导体产品，多芯片通过绝缘方式并联集成封装在模块中，其安全性、可靠性得到有效提升，更适合在高压大电流场景中工作。IPM 智能模块是将 IGBT 器件与驱动电路、保护电路集成在一个模块上，由于其具有自我电路诊断、保护的功能，相比普通 IGBT 模块更智能化，常用于变频家电中。

图10:IGBT 单管、IGBT 模块、IPM 智能模块



资料来源：斯达半导体，民生证券研究院

当前英飞凌 IGBT 已发展至第 7 代产品，国内厂商逐步赶上世界先进水平。从 1988 年到 2019 年间 30 余年间，英飞凌共发布了 7 代 IGBT 产品，技术水平朝着减少芯片面积、工艺线

宽、通态饱和压降、关断时间、功率损耗和提高断态电压的趋势发展。虽然目前国内 IGBT 市场主要由国外企业占据,但在国内厂商不断地研发投入下,产品技术不断赶上世界先进水平。例如斯达半导自主研发的第二代 IGBT 芯片,对标英飞凌第六代 IGBT 芯片 (FS-Trench),且已于 2016 年实现量产,2019 年共装配 16 万套车规级 IGBT 模块;比亚迪 IGBT4.0 产品相比市场上主流的英飞凌第四代 IGBT,开关损耗更低、电流输出能力更强、温度循环寿命更长。

表3:IGBT 芯片技术发展及国产厂商最新技术产品

代际	以技术特点命名	芯片面积 (相对值)	相对上一代工艺提 升	通态饱和 压降(伏)	关断时间 (微秒)	功率密度	发明 时间	有等代际产品的 国内厂商
1	Planar+PT	100		3.7	0.3	30	1991	
2	Planar+NPT	65	低饱和压降低开关 损耗	3.1	0.28	50	1994	
3	FS-Trench	44	低导通压降低开关 损耗	2.1	0.16	70	2000	
4	FS-Trench+薄晶圆	40	高开关频率高开关 软度	2	0.06	85	2007	斯达半导, 新节 能
5	FS-Trench+表面覆铜	32	低饱和压降; 输出 电流能力提升 30%	1.7	0.3	110	2013	比亚迪
6	FS-Trench	26	低导通损耗低开关 损耗	1.5	0.08	170	2017	斯达半导
7	FS-Micro-pattern Trench	更小	高开关软度; Vce(sat)比 IGBT4 降低 20%	1.4	0.15	250	2018	

资料来源:英飞凌,比亚迪,斯达半导,新洁能,民生证券研究院

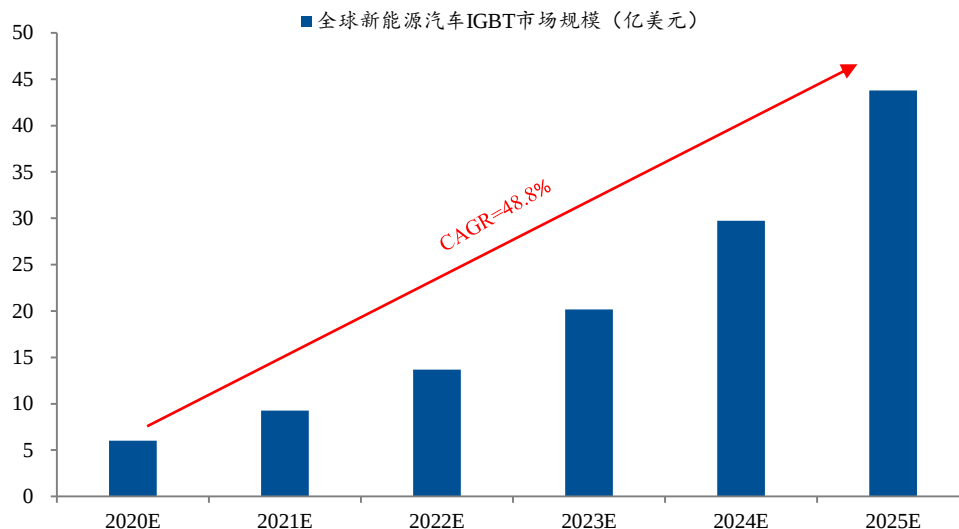
2025 年全球新能源汽车 IGBT 市场规模达 44 亿美元, CAGR 为 48.8%。根据 Yole 数据,2019 年全球新能源汽车 IGBT 市场规模为 6 亿美元。EV Sales Blog 数据公布 2019 年全球插电式混合动力汽车和纯电池电动车的销量约为 220 万辆,由此可推算出 IGBT 单车平均价值量为 273 美元(占单车功率半导体价值量 83%),考虑到目前全球半导体晶圆代工产能紧张,预计今年新能源汽车功率半导体价格仍将保持在较高水平,且未来单车价值将随着电动化趋势及双电机渗透率的增加逐步提升,乘以 EV tank 给出的未来各年全球新能源汽车的销量预测,预计全球新能源汽车 IGBT 市场规模将从 2020 年约 6 亿增长至 2025 年 44 亿美元,复合增速约 48.8%。

表4:全球新能源汽车 IGBT 市场规模测算

年份	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球汽车销量(万辆)	9130	7050	7326	7612	7910	8219	9400
全球新能源汽车渗透率	2.42%	3.12%	4.22%	5.70%	7.70%	10.40%	12.77%
全球新能源汽车销量(万辆)	221	220	309	434	609	855	1200
新能源汽车 IGBT 单车价值(美元)	273	273	300	315	331	348	365
新能源汽车 IGBT 市场规模(亿美元)	6.03	6.01	9.28	13.67	20.16	29.72	43.80

资料来源:Yole, Alix Partners, OICA, EV Tank, 民生证券研究院

图11:全球新能源汽车 IGBT 市场规模预测



资料来源: Yole, Alix Partners, OICA, EV Tank, 民生证券研究院

2.2. SiC 性能更优, 有望成为下一代技术

第三代半导体材料基底的功率器件具有更好的性能优势。与硅基半导体材料相比, 以 GaN, SiC 为代表的第三代半导体材料具有更宽的禁带宽度、更高的击穿电场、更高的热导率、更高的电子饱和速率及更高的抗辐射能力, 更适合于制作高温、高频、抗辐射及大功率器件。据英飞凌数据显示 SiC 材料的逆变器在体积、重量上比 Si 基材料逆变器分别低 3 倍、4 倍; Rohm 数据显示 SiC MOSFET 在应用中, 开关频率可达到 50KHz 以上 (而主流 IGBT 开关频率最高 20KHz), 能量损耗比 Si 基 IGBT 低 73%。SiC 基 MOSFET 相比 IGBT 具备更高的性能和更小的体积优势。

表5:碳化硅材料与硅基材料对比

特性	硅 IGBT	碳化硅 MOSFET	驱动器要求
开关频率	低, >30kHz	高 50~500kHz	采用大功率门极电阻, 优化散热环境。提高 DCDC 变换电路的效率, 降低驱动功率整体损耗。
阈值电压	5V-6V	1.6V-4.5V	负压关断/米勒钳位防止误开通
开关时间(tr, tf)	300ns	50ns	采用数字隔离驱动芯片, 可以达到信号传输延迟 50ns, 并且具有比较高的一致性, 传输抖动小于 5ns; 选用低传输延时推挽芯片。
开通电压	15V	15V~22V	优先稳负压, 保证关断电压稳定; 增加负压钳位电路,
关断电压	-15V~-5V	-5V~0V	保证关断时候负压不超标。
短路耐受时间	<10us	2~5ps	采用二极管或电阻串检测短路, 短路保护最短时间限制在 1.5us 左右。
CMTI	15kV/ps	100kV/ps	采用共模抗扰能力达到 100kV/ps 的隔离芯片进行信号传输; 采用优化的隔离变压器设计, 原边与次边采用屏蔽层, 减少相互间串扰, 米勒钳位, 防止同桥臂管子开关影响

资料来源: Basic semi, 民生证券研究院

部分高端车型已启用 SiC 基 MOSFET，有望成为未来发展方向。特斯拉 Model 3 是第一款集成全 SiC 功率模块的车型，由特斯拉工程设计部门与意法半导体合作完成，随即，英飞凌也成为了特斯拉 Model 3 SiC 功率模块供应商。除此之外，比亚迪汉 EV 四驱版，成为国内首款批量搭载 SiC MOSFET 组件的车型，其 SiC 电控的综合效率高达 97% 以上。目前国内厂商也在积极布局 SiC 生产应用，如华润微在 2020 年 7 月已实现国内首条商用的 6 寸 SiC 生产线量产，规划产能为 1000 片/月。新洁能也已拥有多项第三代半导体相关专利，并预计推出 SiC 二极管系列产品，未来将重点布局新能源汽车应用领域。

当前 SiC 受制于成本、良率因素，大规模普遍采用还需时间。目前国际主流 SiC 衬底尺寸为 4 英寸、6 英寸，由于晶圆面积小，芯片裁切效率低导致 SiC 衬底成本高昂，后续工艺中制造、封装良率低更使得 SiC 器件成本居高不下。根据中科院数据，同一级别下，SiC MOSFET 的价格比 Si IGBT 高 4 倍。车规级电控器件要满足更为严格的性能指标，需要在极端温度、强烈震动的环境下保持稳定工作。因此在导入终端产品之前，SiC MOSFET 需要经过长时间的可靠性认证，一般车规级 IGBT 模组认证期在 2 年左右。

3 产品、工艺、先发优势三大壁垒构筑强护城河

3.1. 工作环境复杂对车规级 IGBT 的安全、可靠提出极高要求

1) 需适应“极热”“极冷”的高低温工况：车规级 IGBT 的工作温度范围广，不同的安装位置有不同的温度区间，比如发动机舱要求-40℃-155℃、车身控制要求-40℃-125℃，而常规消费类芯片和元器件只需要达到 0℃-70℃。

2) 需承受频繁启停带来的电流频繁变化：车辆在拥堵路况时常会遇到频繁启停，此时升压器、逆变器的 IGBT 模块工作电流会相应的频繁升降，从而导致 IGBT 的结温快速变化，对 IGBT 的耐高温与散热性能要求甚高。

3) 需具备高抗震性：由于车况的不确定性，如山地、泥地、石子路等，车用 IGBT 在车辆行驶中可能会受到较大的震动和颠簸，要求 IGBT 模块的各引线端子有足够强的机械强度，能够在强震动情况下正常运行。

4) 能适应恶劣的工作环境：考虑到发霉、粉尘、水、盐碱自然环境（海边，雪水，雨水等）、EMC 以及有害气体侵蚀等，对 IGBT 防水防尘防腐蚀等安全性能提出了极高要求。IGBT 在这些干扰下既不能不可控地影响工作，也不能干扰车内别的设备（控制总线，MCU，传感器）。

5) 需具备长使用寿命，低故障率。一般的汽车设计寿命都在 15 年或 60 万公里左右。在整个寿命周期里，车厂对车用半导体故障率基本要求是个位数 PPM（百万分之一）量级，大部分车厂要求到 PPB（十亿分之一）量级，几乎达到故障零忍受。

表6:各应用场景 IGBT 参数对比

参数要求	消费类	工业级	汽车级
温度	-20℃-70℃	-40℃-85℃	-40℃-125℃
湿度	低	根据使用环境确定	0%-100%
验证	JESD47 (chips)	JESD47 (chips)	AEC-Q 100 (chips)
	ISO16750 (modules)	ISO16750 (modules)	ISO16750 (modules)
出错率	<3%	<1%	0
使用时间	1-3 年	5-10 年	15 年
供货时间	高至 2 年	高至 5 年	高至 30 年
工艺处理	防水处理	防水、防潮、防腐、防霉变处理	增强封装设计和散热处理
电路设计	防雷设计、短路保护、热保护等	多级防雷设计、双变压器设计、抗干扰设计、短路保护、热保护、超高压保护等	多级防雷设计、双变压器设计、抗干扰设计、多重短路保护、多重热保护、超高压保护等
系统成本	线路板一体化设计。价格低廉但维护费用较高	积木式结构，每个电路均带有自检功能，造价稍高但维护费用低	积木式结构，每个电路均带有自检功能并增强了散热处理，造价较高维护费用也高

资料来源：AEC-Q 100 标准，民生证券研究院

3.2. 车规级 IGBT 设计、制造和封装工艺难度大

车规级 IGBT 设计需保证开通关断、抗短路和导通压降三者平衡，参数优化非常特殊复

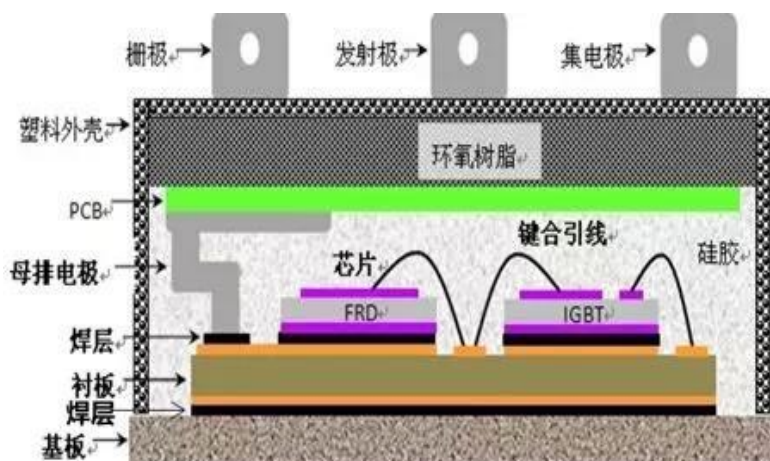
杂。车规级 IGBT 芯片通常在大电流、高电压、高频率的环境下工作，芯片设计需保证开通关断、抗短路能力和导通压降（控制热量）三者处于均衡状态，芯片设计与参数调整优化非常特殊复杂。芯片设计环节的主要难点有：

- （1）终端设计实现小尺寸满足高耐压的前提下须保证其高可靠性；
- （2）元胞设计实现高电流密度的同时须保证其较宽泛的安全工作区，要求极高的散热能力；
- （3）元胞设计实现高电流密度的同时须保证其足够的短路能力；

生产工艺难度大：薄片容易碎裂、正面金属熔点限制导致退火温度控制难度大。 IGBT 导通时可以看作导线，电流从上而下垂直穿过 IGBT，直至抵达驱动电机。1) 芯片越薄，热阻越小，但极易破碎。减薄工艺：芯片越薄，电流流过的路径越短，损耗在芯片上的能量也就随之降低，整车电池续航时间越长。2018 年底，比亚迪公布能将晶圆减薄到 120 μm ，而英飞凌的 IGBT 芯片最低已经可减薄到 40 μm 。在此厚度的晶圆和芯片上进行后续的加工，技术难度非常高，极易破碎。2) 背面工艺须在低温下进行，否则易导致正面金属融化。背面工艺：包括背面离子注入，退火激活，背面金属化等工艺步骤，由于正面金属熔点的限制与 IGBT 芯片不断减薄，这些背面工艺必须在低温下进行(不超过 450 $^{\circ}\text{C}$)，否则容易导致正面金属融化，退火激活难度极大。

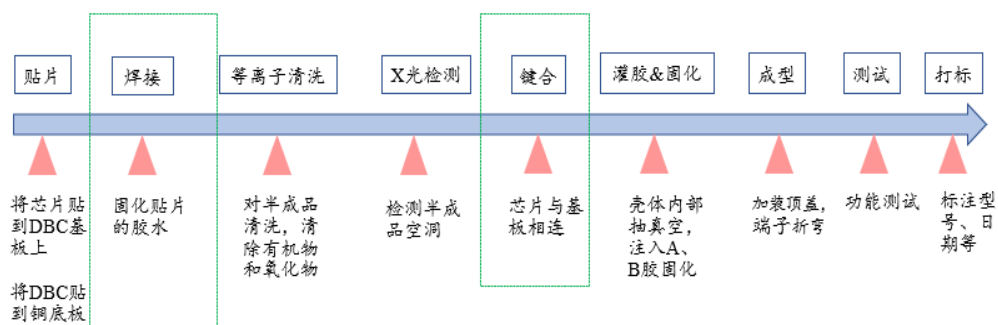
IGBT 模块封装的焊接和键合技术壁垒高。 车用 IGBT 多为模块形式使用，模块封装结构是将半导体分立器件通过某种集成方式封装到模块内部，一个 IGBT 模块通常需要经过贴片、焊接、等离子清洗、X 光检测、键合、灌胶&固化、成型、测试、打标共 9 道工艺后才能投放到市场。其中，又以焊接和键合是模块封装技术难点。

图12: 典型焊接式 IGBT 模块结构示意图



资料来源：中国汽车工业信息网，民生证券研究院

图13: IGBT 模块封装工艺流程



资料来源：中国汽车工业信息网，民生证券研究院

(1) 焊接：最新的低温银烧结贴片互联工艺参数难掌握、材料与设备成本高，成为进入壁垒。目前，主流的焊接技术是软钎焊接。但是这项技术生产的一致性和可靠性不高。为此已经开发出了低温银烧结贴片互联工艺，这种工艺的焊接层具有高热导率、高电导率、高可靠性的优点。但是，这项技术难度很高，工艺参数的设定、设备购置成本高昂、生产所用银粉成本高等成为制约厂商使用这一技术的壁垒。目前，只有英飞凌、三菱为代表的先进企业已在其部分高性能 IGBT 模块上使用低温银烧结进行焊接。

(2) 键合：具有较高的工艺难度。目前，IGBT 模块内部芯片表面互连普遍采用的键合线为铝线与铜线。铜线电阻率低、热导系数高，膨胀系数低，更适合车用高功率密度、高效散热的模块。但是铜线键合工艺的难点是需要对芯片表面进行铜金属化处理，同时需要更高的超声能量，很有可能损害 IGBT 芯片本身。1) 铜具有较强的亲氧性，要求严格密封，操作迅速。铜线与空气接触即刻产生氧化，原则上在拆封 48 小时内完成封装。氧化的铜丝更坚硬，难键合，容易产生焊点脱落或拉力强度低。2) 在键合过程中，起保护作用的惰性气体流量难把控。为了降低铜氧化程度，需将保护气体加在易出现氧化的芯片加热区域，流量太大会影响加热温度，太小则会削弱保护效果。3) 压焊夹具制作材料要求严格。夹具表面要光滑，保证载体和管脚无松动，否则将直接影响产品焊接过程中烧球不良、短线、翘丝等一系列焊线问题。4) 键合设备参数设置必须综合考虑焊接力、待机功率、弹坑的可能性等因素，难以平衡调控。任何步骤出现问题，都将导致键合失败。

表7:铜线键合与铝线键合参数对比

参数	Cu	Al
电阻率/ $\mu\Omega\cdot\text{cm}$	1.7	2.7
热导率/ $\text{W m}^{-1}\text{K}^{-1}$	400	220
热膨胀系数/	16.5	25
屈服强度/Mpa	≈ 140	≈ 29
弹性模量/Cpa	110-140	~ 50
熔化温度/ $^{\circ}\text{C}$	~ 1084	~ 660

资料来源：电子发烧友，民生证券研究院

3.3. 先发优势明显：认证周期长，替换成本高

因车用 IGBT 高可靠性的要求，其认证周期长，替换成本高，先行企业具有明显的先发优势。

- 1) **认证严格，时间周期长。**IGBT 分立器件或模块必须满足可靠性标准 AEC-Q100(IC)/101(分立器件)、质量管理标准 ISO/TS1649, 和功能安全标准 ISO 26262 ASIL B(D), 才有资格进入一级汽车厂商的供应链，认证周期一般至少 2 年。

表8:AEC-Q 100 测试项目

组别	测试项目
A	加速环境应力测试
B	加速寿命模拟测试
C	封装组合完整性测试
D	芯片晶圆可靠度测试
E	电气特性确认测试
F	缺陷筛选测试
G	空腔封装完整性测试

资料来源：AEC-Q 100 标准，民生证券研究院

2) 替换成本高。IGBT 模块是下游产品中的关键部件，负责调节电路中的电压、电流、频率、相位等，其性能表现、稳定性和可靠性对下游客户来说至关重要。对于新的 IGBT 供应商，客户往往会保持谨慎态度，不仅会从理论上综合评定供应商的实力，而且要经过产品单体测试、整机测试、多次小批量试用等环节后，才会做出大批量采购决策，替换成本较高，采购决策周期较长。

3) IGBT 业务需要长期的经验积累才能达到良好的 know-how 水平。IGBT 芯片和快恢复二极管芯片是 IGBT 模块的关键环节，其生产步骤多，使用的生产设备多，生产的组织、控制、设备调试等工作庞杂。比如散热材料的选择与处理，减薄程度与两次注入磷离子的浓度、数量与速度，背面工艺温度的把控以及各环节设备，均需要长期相关经验的摸索才能掌握芯片的设计和生产工艺。新能源汽车应用中往往要求大批量地生产出可靠性高、稳定性好的 IGBT 模块，需要经过长时间的经验积累，才能了解器材和材料的特性，掌握生产工艺。以贴片流程为例，就涉及到芯片位置的确定、不同材料的热膨胀系数及其特性、回流炉回流曲线及其他参数的设置等，这些生产工艺要经过长期的研发试验才能找到合适的方案。

4) 资金壁垒高。IGBT 行业属于资本密集型行业，产业链涵盖芯片设计、芯片制造、模块制造及测试等环节，其生产、测试设备基本需要进口，设备成本较高，同时产品的研发和市场开拓都需要较长时间。此外，对 IGBT 生产企业的流动资金需求量也较大，新进入者在前期往往面临投入大、产出少的情况，需要较强的资金实力作后盾，才能持续进行产品的研发、生产和销售。

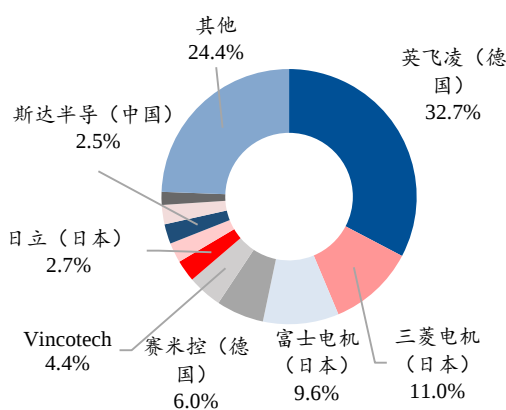
综合来看，新入行的公司即使生产出 IGBT 产品，也需要耗费较长时间才能赢得客户的认可，并需要长时间才能达到良好的 know-how 水平，同时还要面临长期较大的资金投入和市场开发的困难，先行企业先发优势明显。

4 车用 IGBT 行业竞争格局优，但国产化率仍然较低

竞争格局集中，CR4 份额合计 81%；但国产化率较低，TOP10 中仅 3 家内资入围。

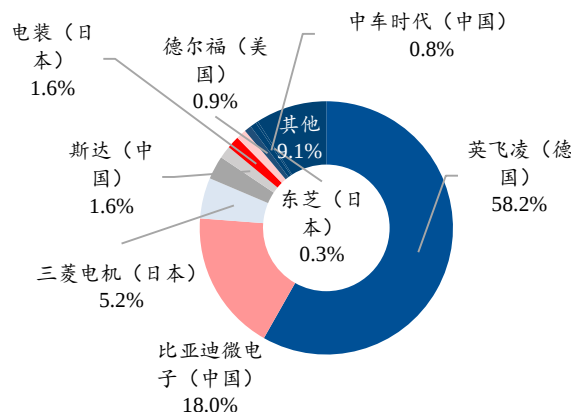
据 Omdia 2019 年统计数据显示，全球 IGBT 模块前十大供应商占据市场份额的 75.6%，市场格局集中，竞争格局较好。根据 NE 时代数据，2019 年中国共装配 108 万套车用 IGBT 模块，其中英飞凌以 62.8 万套装配数量占据了 58.2% 的份额，处于市场领先地位。比亚迪微电子排名第二，共装配 19.4 万套，份额占比为 18%。三菱电机、赛米控分列第三、第四，份额为 5.2% 和 3%。斯达半导位列第五，份额占比为 1.6%。另一家国内厂商中车时代电气位列第九，份额占比为 0.8%。2019 年新能源汽车 IGBT 模块前 4 大厂商份额合计 81.4%，呈现寡头垄断格局。而国内厂商仅有比亚迪微电子、斯达半导及中车时代电气三家企业入围市场份额 TOP10，占比 20.4%，国产化率较低。

图14:2019 年全球 IGBT 模块供应商市场份额



资料来源：Omdia，民生证券研究院

图15:2019 年我国新能源汽车 IGBT 模块供应商市场份额



资料来源：NE 时代，民生证券研究院

从电压覆盖看，国产企业 IGBT 产品线覆盖日趋完善。国内厂商斯达半导目前拥有国内最全面的 IGBT 模块产品线之一，广泛覆盖高压 (3300V) 至中低压 (600V) 的应用领域；中车时代电气则以高铁、动车等细分领域为主，目前主要在 4500V 以上高压领域具备一定竞争力。英飞凌的产品完整覆盖了下游全电压等级应用领域，ABB 则主要面向高压和最高电压等级产品。整体看来，内资企业 IGBT 产品覆盖低压至高压的全市场，低压领域布局较为完善，但与国外厂商相比，我国功率分立器件在高压领域仍需加强。

表9:部分国内外供应商电压覆盖

	<=450V	600V- 700V	900V- 1100V	1200V/13 00V	1500V/16 00V	1700V/18 00V	2500V	3300V	4500V	>=4500V
三菱										
安森美										
富士电机										
ABB										
英飞凌										
士兰微										
中车时代电气										
比亚迪										
斯达半导										

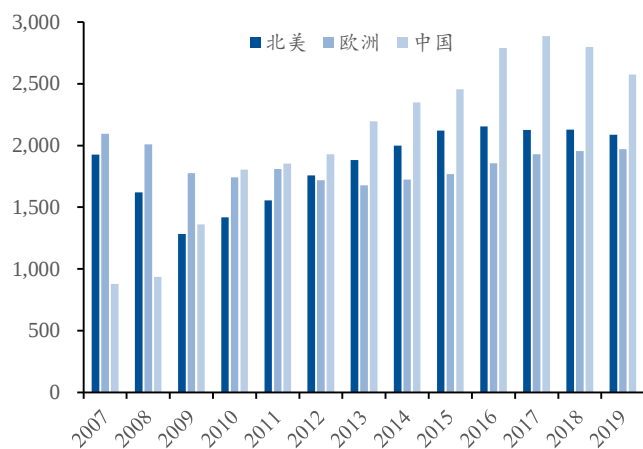
资料来源: Yole, 各公司公告, 民生证券研究院整理

5 多重因素加速国产替代，促进份额提升

贸易摩擦加剧，半导体自主可控需求日益迫切。近年中美贸易摩擦呈现加剧趋势。2016年3月及2018年4月，中兴两次被列入美国“实体清单”。2019年5月15日，华为被列入“实体清单”，被禁止与美国企业进行业务合作或向其采购电信设备，受此影响谷歌已停止向华为提供服务。2020年5月15日，美国再次颁布针对华为的新禁令，要求采用美国技术和设备生产的芯片，经美国批准才能出售给华为。2020年8月17日，华为38家子公司被列入实体清单，同年9月15日禁令全面实施。2020年12月，中芯国际被美国列入中国涉军企业名单。在美对华加强技术封锁的背景下，中国面临贸易摩擦加剧、供给受阻、国际合作不畅的风险，建立自主可控的半导体供应链，加速国产替代的需求日益迫切。

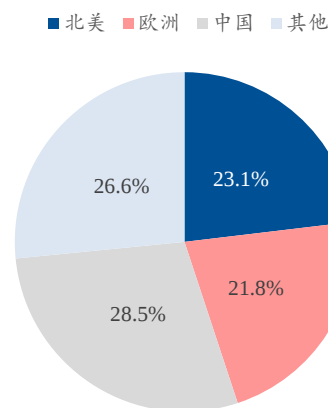
中国已成为全球最大的汽车消费市场，奠定车用IGBT良好发展契机。2019年中国新车销量达2575万辆，约占全球新车销量的28.5%，是全球最大的汽车消费市场。虽然我国目前汽车保有量超过2.6亿量，但人均汽车保有量与发达国家仍有较大差距。根据世界银行数据显示，2019年我国人均汽车保有量为0.173辆；美国为0.837辆，是中国的4.8倍；日本为0.591量，是中国的3.4倍，预计未来中国汽车销量仍将持续提升。广大的汽车消费市场为我国IGBT企业的发展提供了广阔空间，奠定了良好的发展基础。

图16:历年全球汽车销量情况（万辆）



资料来源：各国汽车协会，民生证券研究院

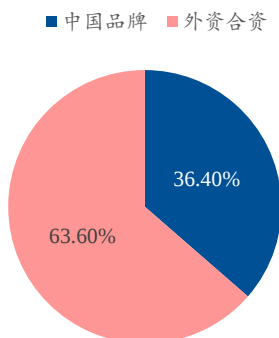
图17:2019年全球汽车销量占比情况



资料来源：各国汽车协会，民生证券研究院

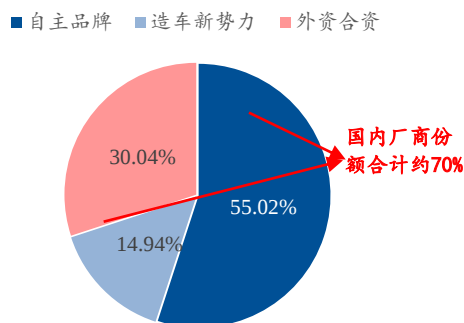
国内新能源厂商份额提升，加速IGBT国产替代。燃油车方面，我国由于起步较晚，在传统燃油汽车行业竞争力偏弱，2020年前三季度我国乘用车销量1338万辆，其中国产品牌乘用车销量占比仅约36%。而在新能源汽车行业，我国抢抓布局，已建立起不俗的技术、市场优势。2020年前三季度，中国新能源乘用车销量62万辆，其中自主品牌/造车新势力/外资合资厂商占比分别为55%、15%、30%，国内厂商占比合计达到70%，较传统燃油车提升明显。未来随着新能源汽车渗透率的逐步提升，预计国内汽车厂商的市场份额也将随之提升，迎来弯道超车。在贸易摩擦加剧背景下，国内新能源厂商出于供应链安全考虑，预计将更多使用国产IGBT，带动国产IGBT份额提升。

图18:2020 年前三季度乘用车销量占比



资料来源：乘联会，民生证券研究院

图19:2020 年前三季度新能源汽车销量占比



资料来源：乘联会，民生证券研究院

国内厂商具有性价比和快速响应优势，契合新能源汽车降本增效趋势。与国外竞争对手相比，国内 IGBT 厂商与汽车厂商的沟通成本低，供货速度快，服务能力强，能够快速响应下游客户需求，具有快速响应的优势。此外，国内功率半导体厂商还具有高性价比优势以及较低的物流和人工成本，契合新能源汽车厂商提升渗透率、市占率要求下的降本增效需求。

政策、资金助力国内 IGBT 行业发展。IGBT 具有巨大的国内和国际市场，且在产业结构升级、节能减排、新能源等领域发挥着不可替代的重要作用。近年来，国家推出多项政策分别从产业发展、研究开发、财税投资等方面支持包括 IGBT 在内的半导体产业发展。国务院于 2020 年 8 月印发《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》从财税、投融资、研究开发等全面支持半导体行业的发展。政策的全面支持将成为 IGBT 行业快速发展的有效助力。此外国家在资金层面也给予积极支持，国家集成电路产业基金（简称大基金）一期、二期也先后于 2014 年、2019 年成立，其中大基金一期募资金额 1387 亿元，大基金二期注册资本 2041.5 亿元。据集微网统计，大基金一期投资领域包括：集成电路制造 67%，设计 17%，封测 10%，装备材料 6%。在大基金及其所撬动的社会资本的投资带动下，包括 IGBT 在内的集成电路产业取得了良好发展。

表10:IGBT 行业政策梳理

时间	发布部门	政策名称	主要内容
2014.06	工信部	《国家集成电路产业发展推进纲要》	着力发展集成电路设计业，围绕重点领域产业链，强化集成电路设计、软件开发、系统集成、内容与服务协同创新，以设计业的快速增长带动制造业的发展
2016.12	国务院	《“十三五”国家战略新兴产业发展规划》	提出做强信息技术核心产业，提升核心基础硬件供给能力，推动电子器件变革性升级换代，加强低功耗高性能新原理硅基器件、硅基光电子、混合光电子、微波光电子等领域前沿技术和器件研发，包括 IGBT 在内的功率半导体分立器件产业将迎来新一轮高速发展期
2017.01	财政部、科技部、国家发改委、工信部	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》2016 版	明确电力电子功率器件的战略性新兴产业地位，其中包括绝缘栅双极晶体管芯片（IGBT）及模块
2020.08	国务院	《国务院关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知》	规定了不同纳米级别、经营期限的集成电路生产企业或项目的企业所得税的优惠政策，免除了进口自用生产设备、原材料及零配件的关税，从税收政策上支持集成电路生产企业的发展。另外从投融资政策、研究开发政策、进出口政策、人才政策等八方面全面支持集成电路产业的发展。

资料来源：国务院、国家发改委、工信部，民生证券研究院

综上所述,我们预计车用 IGBT 国产替代将加速推进,助力国内厂商份额提升。第一:我国是全球最大的汽车消费市场,且未来汽车消费需求仍将持续提升,为国内车用 IGBT 厂商的发展提供了良好契机。第二:贸易摩擦加剧,半导体自主可控需求日益迫切。第三:新能源汽车产业国内厂商率先布局,抢占先发优势,有望实现弯道超车,随着国内新能源车企业份额提升,并出于供应链安全考虑,预计将更多倾向使用国内半导体厂商产品,国产 IGBT 份额有望提升。第四:国内 IGBT 厂商具备性价比高、响应速度快等本土化服务优势,契合新能源车降本增效的需要,有望在未来的竞争中提高市场份额。第五:国家政策、资金助力 IGBT 行业发展。综合以上分析,我们认为车用 IGBT 国产替代进程将加速推进,实现份额提升。

除了份额提升外,国内 IGBT 厂商还将充分受益国内车用 IGBT 市场空间的快速增长。据我们测算,预计 2025 年中国新能源汽车用 IGBT 市场规模达 177 亿元,复合增速为 43.45%,2025 年中国新能源车充电桩 IGBT 市场空间将达 147 亿元,复合增速为 43.45%。

预计 2025 年中国新能源汽车用 IGBT 市场规模达 177 亿元,是 2020 年的 6 倍,复合增速为 43.45%,根据中汽协数据,2020 年中国汽车销量为 2530 万辆,预计到 2025 年中国汽车销量将达到 3000 万辆,其中 2020 年中国新能源汽车销量为 132 万辆,新能源车渗透率为 5.22%。若 2025 年中国新能源汽车渗透率能够达到《新能源汽车产业发展规划(2021—2035 年)》中提出的 20%,则 2025 年中国新能源汽车销量将从 2020 年 132 万辆提升至 2025 年 600 万辆。按上文中我们测算的新能源汽车功率半导体单车价值量,预计 2025 年中国新能源汽车功率半导体市场规模将达到 177 亿元,是 2020 年的 6 倍,复合增速为 43.45%。

预计 2025 年中国新能源汽车用 IGBT 市场规模达 147 亿元,复合增速为 43.45%。IGBT 最受益。根据 Yole 数据,2019 年全球新能源汽车 IGBT 市场规模为 6 亿美元。EV Sales Blog 数据公布 2019 年全球插电式混合动力汽车和纯电池电动车的销量约为 220 万辆,由此可推算出 IGBT 单车平均价值量为 273 美元(占单车功率半导体价值量 83%),受晶圆代工紧张影响,考虑到目前全球半导体晶圆代工产能紧张,预计今年新能源汽车功率半导体价格仍将保持在较高水平,且未来单车价值将随着电动化趋势及双电机渗透率的增加逐步提升。乘以 2025 年我国新能源汽车销量 600 万辆,预计中国新能源汽车 IGBT 市场规模将从 2020 年约 24 亿增长至 2025 年 147 亿元,复合增速为 43.45%。

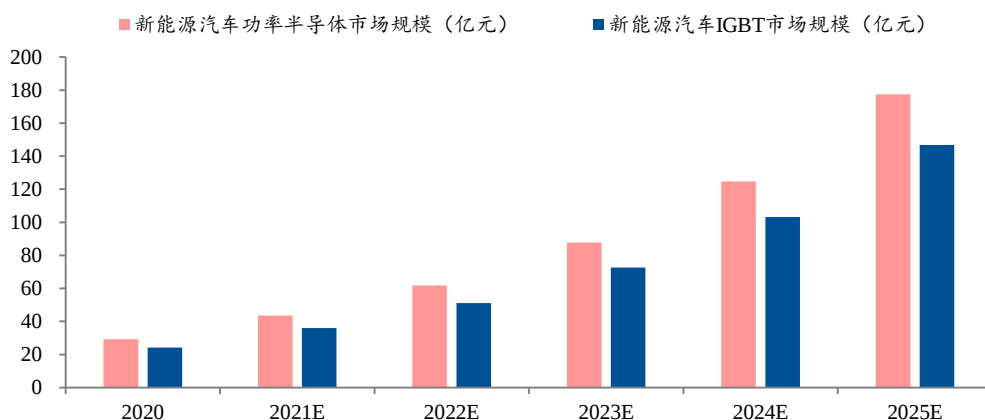
表11:中国新能源汽车功率半导体市场规模测算

年份	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
中国汽车销量(万辆)	2577	2530	2618	2708	2802	2899	3000
中国新能源汽车渗透率	5%	5%	7%	9%	12%	15%	20%
中国新能源汽车销量(万辆)	121	132	179	242	328	443	600
新能源汽车功率半导体单车价值(美元)	354	330	363	381	400	420	441
新能源汽车功率半导体市场规模(亿元)	29.44	29.21	43.48	61.80	87.82	124.81	177.37
新能源汽车 IGBT 单车价值(美元)	273	273	300	315	331	348	365
新能源汽车 IGBT 市场规模(亿元)	22.71	24.16	35.97	51.12	72.65	103.25	146.74

资料来源:中汽协,国务院办公厅,英飞凌,民生证券研究院

备注:按 2020 年 10 月英飞凌披露电动汽车功率半导体 ASP=330 美元时的汇率,1 美元=6.7 人民币汇率测算

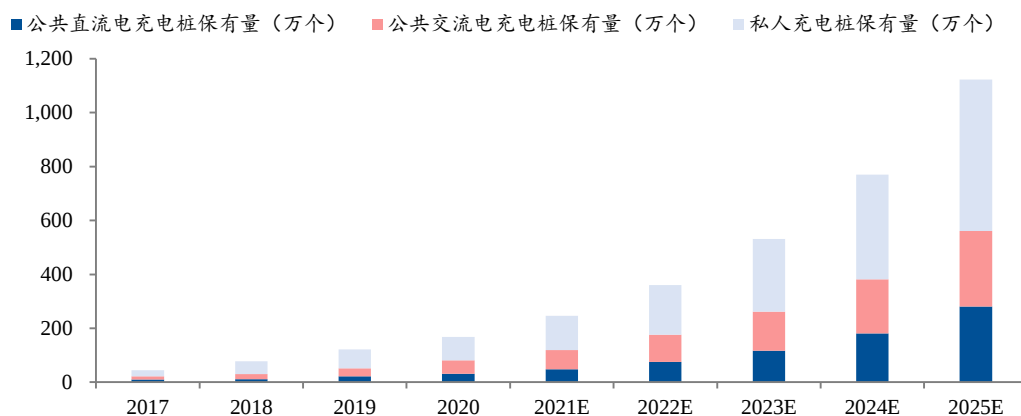
图20:中国新能源汽车功率半导体&IGBT 市场规模预测



资料来源: Yole, EV Sales Blog, 英飞凌, 中汽协, 国务院办公厅, 民生证券研究院

预计 2025 年中国新能源车充电桩 IGBT 市场空间将达 109 亿元, 复合增速为 35%。目前, 新能源汽车的报废周期在 8-10 年之间, 按照上文各年新能源汽车销量的测算, 预计 2025 年新能源汽车的保有量将达到 2246 万辆。随着新基建的推进, 保守假设到 2025 年车桩比提升至 2: 1, 可推算出 2025 年充电桩保有量约为 1123 万个。由于新基建政策侧重公共充电桩的建设, 预计公共充电桩占比将从 2020 年 48% 提升至 2025 年 50%。此外由于快充需求的增加, 预计直流充电桩在公共充电桩中的比例将从 2020 年 38% 提升至 2025 年 50%。根据国家电网历年充电桩项目招标公示数据, 我们统计出招标主力 60Kw 公共直流充电桩平均单价从 2017 年 1.15 元/W 降至 2019 年 0.9 元/W (单机价格从 2017 年 6.9 万元降至 2019 年 5.4 万元); 公共交流充电桩单机平均价格从 2017 年 0.95 万元降至 2019 年 0.54 万元。根据我们调研的市场上主流新能源汽车厂商私人充电桩价格, 我们测算出私人充电桩价格从 2017 年 1.27 万元/台降至 2020 年 0.78 万元/台。按 IGBT 在充电桩中成本占比约 20% 测算, 预计 2025 年国内充电桩用 IGBT 市场规模将达到 109 亿元, 较 2020 年的 25 亿元增长 3.4 倍, 年复合增速为 34.5%。

图21:中国新能源汽车充电桩数量预测



资料来源: 中国充电联盟, 民生证券研究院

表12:中国新能源汽车充电桩 IGBT 市场规模测算

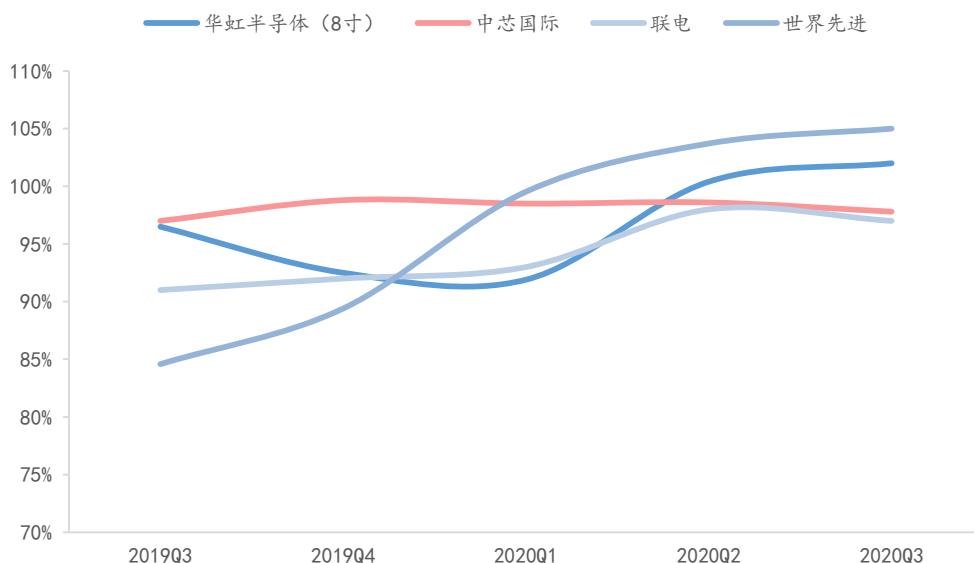
年份	2017	2018	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
新能源汽车销量 (万辆)	76.81	124.66	120.60	132.09	178.78	241.98	327.52	443.30	600.00
新能源汽车保有量 (万辆)	159.51	284.16	404.76	536.76	714.78	955.00	1280.34	1692.31	2245.74
充电桩保有量 (万个)	44.57	77.68	121.90	168.10	245.81	360.63	530.91	770.57	1122.87
车桩比	3.58	3.66	3.32	3.19	2.91	2.65	2.41	2.20	2.00
公共充电桩占比 (%)	48%	39%	42%	48%	48%	49%	49%	50%	50%
公共充电桩保有量 (万个)	21.39	29.98	51.60	80.70	118.97	175.97	261.17	382.16	561.43
公共直流充电桩保有量 (万个)	9.44	10.97	21.52	30.90	48.05	74.97	117.37	181.15	280.72
公共直流充电桩新增量 (万个)	1.64	1.53	10.56	9.38	17.15	26.92	42.40	63.79	99.57
公共直流充电桩 IGBT 价值 (亿元)	2.27	1.83	11.40	9.21	15.34	22.15	32.09	44.90	65.19
公共交流充电桩保有量 (万个)	11.95	19.01	30.12	49.80	70.92	101.00	143.81	201.01	280.72
公共交流充电桩新增量 (万个)	5.62	7.06	11.12	19.68	21.12	30.08	42.80	57.21	79.70
公共交流充电桩 IGBT 价值 (亿元)	1.07	0.85	1.20	1.93	1.89	2.48	3.24	4.03	5.22
私人充电桩占比 (%)	52.01%	61.41%	57.67%	51.99%	51.60%	51.21%	50.81%	50.41%	50.00%
私人充电桩保有量 (万个)	23.18	47.70	70.30	87.40	126.84	184.66	269.74	388.41	561.43
私人充电桩新增量 (万个)	16.93	24.52	22.60	17.10	39.44	57.82	85.08	118.67	173.03
私人充电桩 IGBT 价值 (亿元)	5.91	10.32	12.91	13.63	16.80	20.77	25.77	31.51	38.67
充电桩 IGBT 市场空间(亿元)	9.24	13.00	25.52	24.78	34.03	45.40	61.10	80.44	109.08

资料来源：中国充电联盟，国家电网，民生证券研究院

6 产能紧张短期内较难缓解，功率半导体景气持续上行

8 寸产能紧张，代工厂产能满载。2020 年 5G 商用化、以及疫情“宅经济”加速推动社会数字化转型，汽车、家电、数码等终端设备市场景气度持续回暖，大幅拉动了半导体需求增长。此外，欧美疫情尚未得到完全控制，中美贸易关系前景不明朗等因素驱动芯片厂商提高安全库存，多重因素共振导致晶圆代工产能供不应求，各大晶圆代工厂商 8 英寸产能接近满载。世界先进，华虹宏力 2020Q3 产能利用率均超过 100%，联电，中芯国际产能利用率也处在 95% 的高位附近。

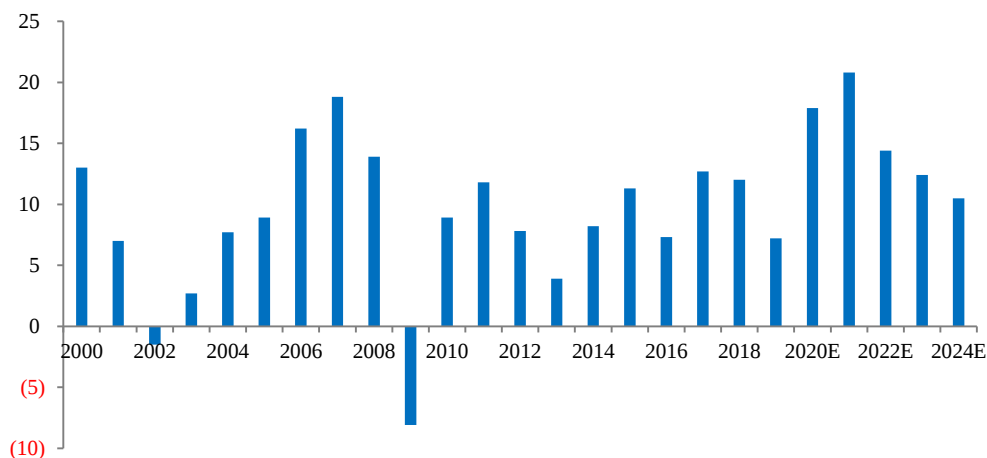
图22:部分 8 英寸晶圆代工厂产能利用率



资料来源：各公司公告，民生证券研究院

全球新增晶圆产能满产时间主要集中在 2023-2025 年，短期内较难解决产能紧张状况。从全球产能来看，根据 IC Insights 数据，预计 2020 年全球新增（等效 8 寸）晶圆产能约 1790 万片，2021 年新增 2080 万片。但由于设备购买、调试、客户验证等原因，晶圆制造厂的产能爬坡期较长，通常在 3-5 年左右，这部分新增产能真正实现满产预计将在 2023-2025 年，短期内较难解决产能紧张状况。

图23:全球新增等效 8 寸晶圆产能情况 (百万片/年)



资料来源: IC Insights, 民生证券研究院

国内在建半导体制造产能折合 8 英寸约 2796 万片/年, 大部分集中在 2022 年投产, 但考虑到新产线投产后仍有较长时间的产能爬坡期, 短期内产能紧张较难缓解。据我们不完全统计, 目前国内半导体制造产能约为 288 万片/月 (折合 8 英寸晶圆计算, 包含硅基晶圆及化合物半导体基底晶圆), 国内在建的半导体制造产能合计约为 233 万片/月 (2796 万片/年), 其中大部分新产线的投产时间集中在 2022 年, 但考虑到新产线投产后仍有 3-5 年的产能爬坡期, 无法迅速实现满产, 预计产能紧缺情况短期内仍较难缓解。

表13:国内已投产功率半导体制造产能不完全统计

厂商名称	产业链模式	基底	尺寸	产能 (万片/月)	折合 8 寸片产能 (万片)	投产状态	地点
中环股份	IDM	Si	8	50	50.00	已投产	宜兴
		Si	12	5	11.25	已投产	宜兴
		Si	12	2	4.50	已投产	天津
扬州扬杰科技	IDM	Si	4	100	25.00	已投产	扬州
		Si	6	8	4.50	已投产	扬州
华润微电子	IDM	Si	6	20.6	11.59	已投产	重庆
		SiC	6	0.1	0.06	已投产	重庆
		Si	8	6.1	6.10	2011 投产	无锡
		Si	8	5.7	5.70	已投产	重庆
台基股份	IDM	Si	4	26.67	6.67	已投产	襄阳
		Si	6	3.5	1.97	2019 年 10 月投产	杭州
		Si	8	10	10.00	已投产	衢州
吉林华微电子	IDM	Si	4	8	2.00	已投产	吉林
		Si	5	13	5.08	已投产	吉林
		Si	6	7	2.89	已投产	吉林
		Si	8	8	8.00	2020 已通线	吉林
杭州士兰微	IDM	Si	8	5	5.00	2015 年投产	杭州
		Si	12	4	9.00	2020 年 12 月投产	厦门

中车时代电 气	IDM	SiC	6	5	2.81	2017 年 12 月投产	株洲
		Si	8	1	1.00	2013 年投产产	株洲
		Si	8	5	5.00	2020 年 9 月投产	株洲
北京燕东微 电子	IDM	Si	6	6	3.38	已投产	遂宁
		Si	8	5	5.00	2019 年 6 月投产	北京
深爱半导体	IDM	Si	5	8	3.13	已投产	深圳
		Si	5	5	1.95	已投产	深圳
		Si	6	4	2.25	已投产	深圳
重庆万国半 导体	IDM	Si	12	2	4.50	2018 年投产	重庆
苏州捷捷微 电	IDM	Si	4	13.3	3.33	已投产	苏州
吉林瑞能半 导体	IDM	Si	5	4.2	1.75	已投产	吉林
		Si	6	2	1.13	已投产	吉林
深圳比亚迪	IDM	Si	6	5	2.81	2008 年开工, 已投产	宁波
中芯国际	制造	Si	8	2.5	2.50	2002 年投产	上海
		Si	8	2.5	2.50	2014 年投产	深圳
		Si	8	4	4.00	2019 年 11 月投产	绍兴
		Si	8	4.5	4.50	2004 年投产	天津
		Si	8	2.75	2.75	2018 年 11 月投产	宁波小港
		Si	12	4.5	10.13	2004 年投产	北京
		Si	12	3.5	7.88	2016 年投产	北京
华虹半导体	制造	Si	8	18	18.00	已投产	上海
		SiC	12	4	9.00	2019 年 9 月投产	无锡
上海先进/积 塔半导体	制造	Si	5	0.576	0.23	已投产	漕河泾
		Si	6	3.16	1.78	2002 年 7 月投产	漕河泾
		SiC	6	0.5	0.28	已投产	上海临港
		Si	8	3	3.00	2003 年 7 月投产	漕河泾
		Si	8	6	6.00	2020 年 3 月投产	上海临港
深圳方正微	制造	Si	6	6	3.38	2006 年 10 月投产	深圳
		Si	8	5	5.00	2007 年投产	深圳
合计					288.23		

资料来源: 各公司公告, 各公司官网, IED Inside, 电子发烧友, 民生证券研究院

表14: 国内在建功率半导体制造产能不完全统计

厂商名称	产业链模式	基底	尺寸	产能 (万片/月)	折合 8 寸片产能 (万片)	投产状态	地点
深圳比亚迪	IDM	Si	8	2.1	2.10	2020 年五月开工	长沙
闻泰科技	IDM	Si	12	3.30	7.43	2021 年开工	上海
华润微电子	IDM	Si	8	0.50	0.50	2021 年达产	重庆
		Si	12	3.00	6.75	2022 年投产	重庆
杭州士兰微	IDM	Si	12	4	9.00	2021 年投产	厦门
		化合物	4	45	11.25	2021 年投产	厦门
		Si	12	4.00	9.00	2022 年投产	厦门
		化合物	4	71	17.75	2024 年投产	厦门

重庆万国半导体	IDM	Si	12	3	6.75		重庆
吉林华微电子	IDM	Si	8	2.00	2.00		吉林
中环股份	IDM	Si	8	75	75.00	2022 年初投产	宜兴
		Si	12	15	33.75		
台基股份	IDM	Si	6	2	1.13	2022 投产	襄阳
苏州捷捷微电	IDM	Si	4	12.5	3.13	在建	苏州
		Si	6	5	2.81	在建	苏州
中芯国际	制造	Si	8	15	15.00		天津
		Si	8	2.75	2.75		宁波柴桥
		Si	12	7	15.75		北京
上海先进/积塔半导体	制造	Si	12	5	11.25		上海临港
合计					233.09		

资料来源：各公司公告，民生证券研究院

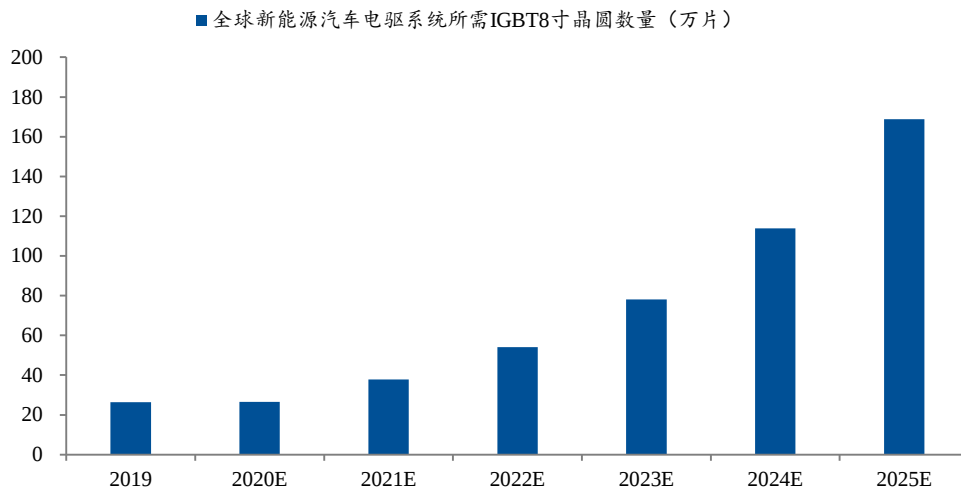
预计到 2025 年，全球车规级 IGBT 模块所需的 8 寸晶圆数量为 169 万片，较 2020 年将增长 5.4 倍。目前市场上的电动车有单电机与双电机两种，目前主流的新能源汽车使用的是单电机配置，但随着未来新能源汽车制造技术的提升，可为车辆提供更高性能的双电机新能源汽车渗透率将得到提升。在新能源车中，每个电机使用一个逆变器，每个逆变器中使用一个 IGBT 模块。鉴于双电机优异性能，我们假设其渗透率在 2025 年达到 20%，可以测算出 2025 年全球共需要向 1200 万辆电动车 1440 万台电机装配 IGBT 模块。目前单个车规级 IGBT 模块中封装 10-18 个 IGBT 芯片（因 IGBT 模块电压级别不同，芯片数量有所差异）按平均 15 个计算，则需要 2.16 亿个 IGBT 芯片。按每片 8 寸晶圆约可切出 128 个 IGBT 芯片计算，则预计 2025 年全球仅车规级 IGBT 模块所需的 8 寸晶圆量就达 169 万片，较 2020 年增长 5.4 倍。

表15:全球新能源汽车电驱系统所需 IGBT8 寸晶圆数量

年份	2019	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球新能源汽车销量（万辆）	221	220	309	434	609	855	1200
双电机新能源汽车数量（万辆）	4	7	14	28	57	117	240
双电机新能源汽车需装配的 IGBT 模块数量（万块）	9	13	27	56	114	234	480
单电机新能源汽车数量（万辆）	217	213	295	406	552	738	960
单电机新能源汽车装配的 IGBT 模块总数量（万块）	217	213	295	406	552	738	960
全球新能源汽车电驱系统所需 IGBT 模块数量（万块）	225	227	322	461	666	972	1440
全球新能源汽车电驱系统所需 IGBT 芯片数量（万片）	3381	3399	4836	6922	9988	14577	21600
全球新能源汽车电驱系统所需 IGBT8 寸晶圆数量（万片）	26	27	38	54	78	114	169

资料来源：OICA，民生证券研究院

图24:全球电动车电机驱动系统所需 IGBT8 寸晶圆数量



资料来源：OICA，民生证券研究院

晶圆涨价已传导至产业链下游，半导体景气度持续上升。终端需求持续增长、现有代工产能已经满产、新增产能短期内无法快速放量，供需矛盾导致了晶圆代工价格的上涨。台积电已取消了针对主要客户 12 寸晶圆代工 3% 的折扣优惠，联电在陆续调涨 8 寸晶圆代工价格后跟进调涨 12 寸晶圆代工价格。代工价格调涨随即传导到了产业链下游的厂商，大部分厂商涨价幅度都在 10% 以上，其中瑞萨电子宣布部分模拟和电源产品价格将调涨 15%-100%。受益产品涨价趋势，英飞凌等公司延长产品交期，预计半导体产业链景气度还将持续上升。

表16:半导体产业链厂商涨价通知不完全梳理

厂商	涨价生效日期	涨价产品类型	涨幅
航顺	2020.11.10	所有产品	10%-20%
江苏捷捷微电	2020.11.16	芯片	15%-30%
		成品器件	10%-20%
恩智浦	2020.11.26	所有产品	>5%
杭州士兰微	2020.12.9	SGT MOS 产品	20%
DIODES	2021.01.01	部分产品	
福斯特半导体	2021.01.01	所有产品	10%-20%
瑞萨电子	2021.01.01	部分模拟和电源产品	15%-100%
意法半导体	2021.01.01	所有产品	
富满微电子	2021.01.01	所有产品	10%
无锡新洁能	2021.01.01	根据具体产品型号做不同程度的调整	
上海贝岭	2021.01.01	根据具体产品型号做不同程度的调整	
山东晶导微	2021.01.01	所有产品	
华润微	2021.01.01	调整幅度视具体品种不同	
深圳得一微	2021.01.01	嵌入式存储控制芯片	50%
华微电子	2021.01.01	所有产品	10%
上海国芯	2021.01.05	所有产品	10%-20%
晶丰明源	2021.01.05	所有产品	

华大半导体	2021.01.12	MCU 产品	
光宝科技	2021.02.01	DIP4 光耦合器	10%-20%
瑞能半导体	2021.02.01	部分产品	
ALPHA&OMEGA	2021.02.01	所有产品	20%

资料来源: ittbank, 芯世相, 民生证券研究院

表17:半导体产业链厂商延长交货期通知不完全梳理

厂商	交货延期情况
微芯科技	所有交付期不到 90 天的未交付订单, 更改其“不取消一不重新计划”窗口, 延长到 90 天
矽力杰	大多数产品的订货周期定为至少 14 周, 同时可能会随着情况的变化而延长。订单有一次改交期的机会。如货品在预定装运日期后 12 周内改交期, 则须缴付 1% 的费用。2021 年 1 月 1 日后下的订单, 如果要求的交付计划低于交货期则需增加 10% 的加急费。
TI	TI 的 8 寸晶圆严重不足, 交期平均拉长到 30 周左右, 有些甚至要达到 50 周
Toshiba	交期拉长到半年左右
英飞凌	汽车特定型号的芯片缺货可能会延迟到明年上半年
Qualcomm	全系列物料交期延长至 30 周以上, CSR88 系列交期已达 33 周以上
Broadcom	低压 Mosfet 交期拉长, 延长至 17-22 周

资料来源: ittbank, 芯世相, 民生证券研究院

7 投资建议

新能源汽车加速渗透，预计 2025 年国内新能源汽车渗透率将达 20%/2030 年欧盟新能源汽车渗透率将达 40%。汽车电动化趋势下带动功率半导体单车价值从 71 美元大幅提升至 330 美元。测算可得 2025 年中国新能源汽车/充电桩用 IGBT 市场规模将达到 133/110 亿元，复合增速为 35%/55%，5 年 5 倍空间。产品类型上，车用功率半导体中 IGBT ASP 占比达 83%，是电动化趋势下的最受益品种。壁垒方面，车规级 IGBT 产品、工艺、先发优势三大壁垒构筑强护城河，叠加该行业市场份额集中，2019 年中国新能源汽车 IGBT 模块 CR4 份额合计达 81%，竞争格局良好，成为成长行业“优质赛道”。但当前国产化率仍然较低，前十大厂商中仅三家国内厂商入围，市场份额合计 20.4%。展望未来来看，国内市场空间巨大、自主可控需求加强、下游使用国产产品意愿提升、国内企业具备高性价比、快速响应优势，以及产业政策资金支持，多重因素加速国产替代，国内 IGBT 厂商未来发展潜力巨大。

建议关注：斯达半导、中车时代电气、闻泰科技、华润微、新洁能、立昂微。

7.1. 斯达半导

深耕 IGBT 十五年，IGBT 技术处于行业领先地位。公司在 IGBT 技术中深耕多年，打破了欧美日功率半导体巨头在 IGBT 技术、市场领域的垄断局面，开发出覆盖了 600V-3300V 电压等级、10A-3600A 电流等级的 600 余款 IGBT 模块产品，成为目前国内 IGBT 模块型号最齐全的厂商，可以为工控变频、电动车、新能源发电、变频家电等下游应用领域提供定制化服务。为提升毛利率，公司持续投入 IGBT 芯片研发以提升芯片自给率，降低芯片外购成本。根据公司招股说明书数据，芯片自给率从 2017 年 35.7%提升到了 2019 年 54.1%，未来有望进一步得到提升。

受益国产替代，工业控制 IGBT 市场份额有望提升。根据中国产业信息网，2018 年中国工业控制 IGBT 市场规模为 32.38 亿元，2018 年斯达半导工业控制领域收入 5.26 亿元，市占率 16.24%。受到中美贸易摩擦冲击供应链安全影响，预计 IGBT 国产替代进程将进一步加速。斯达半导在工业控制 IGBT 领域布局早，并且可以向客户提供成熟的高、中、低压变频器全套解决方案，预计公司在工业控制 IGBT 的市场份额将得到提升。

新能源车高速增长，带来 IGBT 量价齐升。2016 年公司成功量产 FS-Trench IGBT 模块，成为了国内少数可大规模生产车规级 IGBT 模块的厂商，2019 年共为 16 万辆新能源汽车装配 FS-Trench IGBT 模块，约占国内市场份额 13%。目前公司主要为国产 A 级、A00 级汽车装配 IGBT 模块，单机价值量较低。随着未来公司产品竞争力的提高，市占率将进一步提升，产品也将逐步导入到 B/C 级高端轿车，车用 IGBT 模块将迎来量价齐升。

布局车规级 SiC 模组，进一步开拓新能源汽车市场。2020 年，公司与 CREE 合作开发 1200VSiC 模块已通过宇通客车认证，预计将于 2021 年开始装配。2020 年 12 月 18 日公司发布公告将投资 2.29 亿元建设年产 8 万颗车规级 SiC 模组产业化项目，继续加大新能源汽车领域投入。

7.2. 中车时代电气

国内轨交装备电气系统龙头。株洲中车时代电气股份有限公司是中国中车二级子公司，是我国轨道交通行业内具有领导地位的牵引变流系统供应商。公司坚持以技术研发为核心，在“同心多元化”战略指导下，从轨道交通业务出发，布局功率半导体器件、工业变流产品、新能源汽车电驱系统、传感器件、海工装备等领域，打造新的业绩增长点。

以轨交 IGBT 为切入口，逐步打开新能源汽车、电网 IGBT 市场。公司 IGBT 产品定位于高端电力电子行业，目前已经实现 650V-6500V 全电压范围覆盖，是国内唯一自主掌握高铁动力 IGBT 芯片及模块技术的企业。2015 年，有公司自主研发的 IGBT 变流器首次走向海外，取得了印度 100 辆机车的订单，公司 IGBT 技术受到国际市场的认可；在输配电领域，公司生产的 IGBT 已经应用于乌东德工程、厦门柔直、渝鄂柔直、苏南 STATCOM、江苏 UPFC 等多个项目，随着公司电网 IGBT 技术的成熟，未来将获得更多订单；在新能源汽车领域，公司目前正在向长安、江淮、一汽供应 IGBT，产品主要由 2014 年 6 月竣工投产的 8 英寸 IGBT 晶圆生产线（一期）生产，该产线年产量为 12 万片。由公司建设的国内首条 8 英寸车规级 IGBT 芯片生产线（二期）也于 2020 年 9 月 26 日下线，年产量达 60 万片，这将为公司进一步打开新能源汽车 IGBT 市场。

7.3. 闻泰科技

全球 ODM 龙头企业，收购安世半导体进军半导体行业。闻泰科技是全球领先的 ODM 制造商，从事移动终端、智能硬件等产品的研发、制造业务。2018 至 2019 年通过收购安世半导体股权，实现对安世的控股，进入半导体领域。

受益 5G 浪潮，ODM 迎来业绩增长。公司是全球手机 ODM 龙头，2019 年出货 1.13 亿台，占全球市场 27.6% 的份额。2020 年，各大手机厂商密集推出新款 5G 机型，12 月 5G 手机销量占比达到 68.4%。作为已率先布局 5G 的行业龙头，闻泰科技将在 5G 手机渗透逐步提升的过程中充分受益。

安世半导体汽车业务有望为公司带来丰厚业绩。汽车是安世半导体产品最大的下游应用领域，2019 年安世实现收入 103 亿元，其中汽车板块业务收入 43 亿元，占比 42%。对于车规级半导体产品，产品本身的可靠性与供应的稳定性是客户的核心需求。安世半导体在汽车领域已通过 ACE-Q100 和 Q101 两项汽车标准认证测试，产品受到博世、比亚迪、大陆、德尔福、电装等客户的认可，建立了长期的合作关系，构筑成强生态壁垒。随着未来汽车电动化程度加深，新能源汽车渗透率提高，汽车半导体将迎来量价齐升，安世半导体汽车业务有望为公司增厚业绩。

8 风险提示

新能源汽车销量不及预期。《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》提出 2025 年中国新能源汽车渗透率将达到 20%，但 2019 年受新能源汽车补贴退坡因素影响，新能源汽车产销量有所下滑。IGBT 制造厂商已向车规级 IGBT 投入了大量研发经费。如果新能源汽车市场需求因产业政策变化受到影响，将对 IGBT 厂商盈利能力产生影响。

国内企业技术进步不及预期。功率半导体行业为技术密集型行业，技术创新、产品创新是行业竞争的关键。技术、产品研发及产业化时间周期长、资金投入大。新技术、新产品量产后还面临技术迭代等问题。若技术进步、产品开发速度不及预期，将削弱国内企业在市场上的竞争能力。

产品替代风险。各项性能指标皆优于 IGBT 的 SiC 功率器件已导入部分高端新能源汽车，若 SiC 功率器件制造技术出现突破，成本开始下降，IGBT 产品竞争能力将大大削弱。

插图目录

图 1: 全球主要国家二氧化碳减排目标.....	4
图 2: 传统内燃机汽车功率半导体价值细分 (美元)	5
图 3: 全电池和全插电混合动力汽车功率半导体价值细分 (美元)	5
图 4: 全球新能源汽车功率半导体市场规模 (亿元)	6
图 5: 全球汽车、新能源汽车销量测算 (万辆)	6
图 6: 2020-2030 年中美欧充电桩数量 (百万座)	7
图 7: 2020-2030 中美欧新建充电桩投资额 (十亿美元)	7
图 8: 新能源汽车新增主要功率器件分布图	8
图 9: 主要功率半导体功率和频率分布	9
图 10: IGBT 单管、IGBT 模块、IPM 智能模块	9
图 11: 全球新能源汽车 IGBT 市场规模预测	11
图 12: 典型焊接式 IGBT 模块结构示意图	14
图 13: IGBT 模块封装工艺流程	15
图 14: 2019 年全球 IGBT 模块供应商市场份额	17
图 15: 2019 年我国新能源汽车 IGBT 模块供应商市场份额	17
图 16: 历年全球汽车销量情况 (万辆)	19
图 17: 2019 年全球汽车销量占比情况	19
图 18: 2020 年前三季度乘用车销量占比	20
图 19: 2020 年前三季度新能源汽车销量占比	20
图 20: 中国新能源汽车功率半导体&IGBT 市场规模预测	22
图 21: 中国新能源汽车充电桩数量预测	22
图 22: 部分 8 英寸晶圆代工产能利用率	24
图 23: 全球新增等效 8 寸晶圆产能情况 (百万片/年)	25
图 24: 全球电动车电机驱动系统所需 IGBT8 寸晶圆数量	28

表格目录

表 1: 全球新能源汽车功率半导体市场规模测算	5
表 2: MOSFET、IGBT 和 BJT 性能对比	8
表 3: IGBT 芯片技术发展及国产厂商最新技术产品	10
表 4: 全球新能源汽车 IGBT 市场规模测算	10
表 5: 碳化硅材料与硅基材料对比	11
表 6: 各应用场景 IGBT 参数对比	13
表 7: 铜线键合与铝线键合参数对比	15
表 8: AEC-Q 100 测试项目	16
表 9: 部分国内外供应商电压覆盖	18
表 10: IGBT 行业政策梳理	20
表 11: 中国新能源汽车功率半导体市场规模测算	21
表 12: 中国新能源汽车充电桩 IGBT 市场规模测算	23
表 13: 国内已投产功率半导体制造产能不完全统计	25
表 14: 国内在建功率半导体制造产能不完全统计	26
表 15: 全球新能源汽车电驱系统所需 IGBT8 寸晶圆数量	27
表 16: 半导体产业链厂商涨价通知不完全统计	28
表 17: 半导体产业链厂商延长交货期通知不完全统计	29

分析师与研究助理简介

王芳，电子行业首席，曾供职于东方证券股份有限公司、一级市场私募股权投资有限公司，获得中国科学技术大学理学学士，上海交通大学上海高级金融学院硕士。

王浩然，电子行业研究员，曾供职于东吴证券股份有限公司，2019年新财富环保行业第三名团队核心成员，获得上海财经大学理学学士、金融硕士。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来股价涨幅 15%以上
	谨慎推荐	分析师预测未来股价涨幅 5%~15%之间
	中性	分析师预测未来股价涨幅-5%~5%之间
	回避	分析师预测未来股价跌幅 5%以上
行业评级标准		
以报告发布日后的 12 个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来行业指数涨幅 5%以上
	中性	分析师预测未来行业指数涨幅-5%~5%之间
	回避	分析师预测未来行业指数跌幅 5%以上

民生证券研究院：

北京：北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心A座17层； 100005

上海：上海市浦东新区世纪大道1239号世纪大都会1201A-C单元； 200122

深圳：广东省深圳市深南东路 5016 号京基一百大厦 A 座 6701-01 单元； 518001

免责声明

本报告仅供民生证券股份有限公司（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。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，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。客户不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。本公司也不对因客户使用本报告而导致的任何可能的损失负任何责任。

本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。

本公司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参与本报告所提及的公司的金融交易，亦可向有关公司提供或获取服务。本公司的一位或多位董事、高级职员或/和员工可能担任本报告所提及的公司的董事。

本公司及公司员工在当地法律允许的条件下可以向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务以及顾问、咨询业务在内的服务或业务支持。本公司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。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。

未经本公司事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播本报告。本公司版权所有并保留一切权利。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，均为本公司的商标、服务标识及标记。