

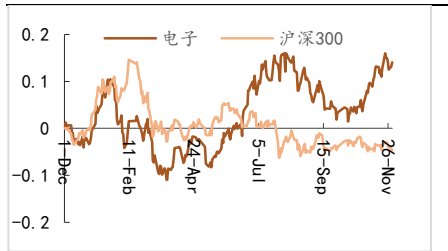
评级：看好

核心观点

何立中
电子行业首席分析师
SAC 执证编号：S0110521050001
helizhong@sczq.com.cn
电话：010-56511843

韩杨
电子行业研究助理
hanyang@sczq.com.cn
电话：010-56511840

市场指数走势（最近 1 年）



资料来源：聚源数据

相关研究

- 2021 年 10 月 12 日行业深度报告：
《IGBT 助力碳中和——工控市场规模测算》
- 2021 年 9 月 13 日公司深度报告：
《宏微科技深度报告：大客户带来高速增长，新能源拉动 IGBT 需求爆发》
- 2021 年 10 月 30 日公司点评报告：
《宏微科技：Q3 业绩符合预期，光伏及新能源车持续发力》
- 2021 年 11 月 1 日公司点评报告：
《斯达半导：Q3 业绩加速增长，新能源持续突破》
- 2021 年 11 月 3 日公司点评报告：
《士兰微：IDM 龙头盈利能力持续提升》

- 本文为 IGBT 市场空间测算系列第二篇——光伏 IGBT 规模测算。有关工控领域 IGBT 市场空间请参考我们 10 月 12 日外发报告《IGBT 助力碳中和——工控市场规模测算》
- IGBT 是光伏逆变器实现 DC/AC 核心器件。光伏逆变器通过 IGBT 等功率半导体开关器件的开通和关断作用，把直流电转换成交流电，是光伏系统的关键部件。光伏逆变器主要由输入滤波电路、DC/DC MPPT 电路、DC/AC 逆变电路、输出滤波电路、核心控制单元电路组成。
- 现阶段光伏 IGBT 领域，英飞凌等国外厂商占据主要市场份额。根据 IHS Markit 数据，2019 年全球 IGBT 模块和单管市占率排名第一的企业均为英飞凌，市占率分别为 35.6%和 32.5%。其中，IGBT 模块排名前十的国内公司仅有斯达半导，IGBT 单管排名前十的国内公司仅有士兰微，市占率分别为 2.5%和 2.2%，我国企业发展空间巨大。
- 为探寻我国光伏逆变器领域 IGBT 市场空间，我们详细分析了英飞凌为集中式逆变器、单相组串式逆变器和三相组串式逆变器提供的功率半导体解决方案。研究发现：(1) 集中式光伏逆变器功率较大，多采用 IGBT 模块方案。(2) 针对组串式逆变器，在 DC/DC 升压阶段，IGBT 单管和模块方案兼有。在 DC/AC 逆变阶段，单项组串式逆变器主要采取 IGBT 单管方案；三相组串式逆变器 IGBT 单管和模块方案均有。
- 光伏装机量的快速增长，将拉动 IGBT 需求爆发。随着全球变暖问题日益严峻，减少二氧化碳排放量大力发展清洁能源已成全球共识。在碳达峰、碳中和目标的推动下，未来 5 年全球光伏行业将迎来快速增长。根据中国光伏行业协会预测，2025 年全球新增光伏装机量有望达 330GW。
- 预计 2025 年光伏逆变器 IGBT 整体市场规模将达 105 亿元。假设 2025 年全球新增及替换的光伏逆变器合计装机量为 372GW，按照 IGBT 占组串式逆变器 BOM 成本的 18%、占集中式逆变器 BOM 成本的 15%计算，预计 2025 年光伏逆变器 IGBT 市场规模将达 105 亿元。
- 具体来看，IGBT 单管和模块市场规模将分别达 40 亿元和 65 亿元。假设微型和单相组串式逆变器全部采用 IGBT 单管；集中式逆变器全部采用 IGBT 模块；对于 500kW 以下的三相组串式逆变器，假设 IGBT 单管和模块各占 1/2。我们预计 2025 年光伏逆变器领域 IGBT 单管市场空间约为 40 亿元，IGBT 模块市场空间约为 65 亿元。
- 投资建议：在光伏 IGBT 领域，我们重点推荐在 IGBT 领域深耕多年且具有 IGBT 模块封装能力的斯达半导和宏微科技以及拥有 12 吋产线的 IDM 龙头士兰微。推荐关注从 MOSFET 等功率半导体器件逐渐向 IGBT 发力的扬杰科技和新洁能以及轨交等高压 IGBT 龙头时代电气和以车规 IGBT 为核心的比亚迪半导体。
- 风险提示
研发不及预期、国产替代不及预期、行业竞争加剧。

目录

1 IGBT 是光伏逆变器实现 DC/AC 核心器件	1
2 根据逆变器功率选择 IGBT 单管或模块方案	2
2.1 光伏逆变器以组串式和集中式为主.....	2
2.2 集中式逆变器多用 IGBT 模块方案.....	3
2.3 组串式逆变器兼用 IGBT 单管和模块.....	5
2.3.1 单相组串式逆变器多用 IGBT 单管方案.....	6
2.3.2 三相组串式逆变器可选 IGBT 单管或模块.....	7
2.4 光伏逆变器用 IGBT 向高功率方向发展.....	9
3 光伏装机量增长将拉动 IGBT 需求爆发	9
4 光伏逆变器用 IGBT 市场规模测算	10
4.1 光伏逆变器用 IGBT 整体规模测算.....	10
4.2 光伏逆变器用 IGBT 单管和模块规模测算.....	11
5 投资建议	11
5.1 斯达半导.....	12
5.2 宏微科技.....	13
5.3 士兰微.....	14
5.4 扬杰科技.....	15
5.5 新洁能.....	16
5.6 时代电气.....	16
5.7 比亚迪半导体.....	17
6 风险提示	18

插图目录

图 1 光伏并网逆变器应用示意图.....	1
图 2 光伏发电系统.....	1
图 3 单相光伏逆变器电路图.....	2
图 4 2020 年-2030E 不同类型逆变器市场占比变化趋势.....	3
图 5 英飞凌集中式逆变器产品解决方案.....	4
图 6 英飞凌集中式光伏逆变器用功率器件产品示意图.....	5
图 7 英飞凌组串式逆变器 DC/DC 升压电路功率器件产品示意图.....	6
图 8 英飞凌单相组串式逆变器产品解决方案.....	6
图 9 英飞凌单相组串式光伏逆变器用功率器件产品示意图.....	7
图 11 英飞凌三相组串式光伏逆变器用功率器件产品示意图.....	9
图 12 2011 年-2030E 全球光伏年度新增装机规模.....	10
图 13 2020 年光伏逆变器按功率拆分市场份额.....	11
图 14 2020 年斯达半导收入结构.....	12
图 15 2015-2020 年斯达半导营业收入及同比增速.....	12
图 16 2015-2020 年斯达半导净利润及同比增速.....	13
图 17 2015-2020 年斯达半导毛利率与净利率.....	13
图 18 2020 年宏微科技主营业务收入分行业占比.....	13
图 19 2020 年宏微科技主营业务收入分产品占比.....	13

图 20 宏微科技 2012 年-2021 年 1-9 月收入及同比增速	14
图 21 宏微科技 2012 年-2021 年 1-9 月净利润及同比增速	14
图 22 2020 年士兰微收入结构	15
图 23 2011-2020 年士兰微营业收入及同比增速	15
图 24 2020 年扬杰科技收入结构	15
图 25 2009-2020 年扬杰科技营业收入及同比增速	15
图 26 2020 年新洁能收入结构	16
图 27 2014-2020 年新洁能营业收入及同比增速	16
图 28 2020 年时代电气收入结构	17
图 29 2018-2020 年时代电气功率半导体收入及增速	17
图 30 2020 年比亚迪半导体收入结构	18
图 31 2018-2020 年比亚迪营业收入及同比增速	18

表格目录

表 1 集中式与组串式逆变器对比	2
表 2 2020 年-2030E 我国逆变器单机主流额定功率	3
表 3 英飞凌集中式光伏逆变器拓扑结构和解决方案	4
表 4 英飞凌组串式逆变器 DC/DC 升压电路拓扑结构和解决方案	6
表 5 英飞凌单相组串式逆变器 DC/AC 逆变电路拓扑结构和解决方案	7
表 6 英飞凌三相组串式逆变器 DC/AC 逆变电路拓扑结构和解决方案	8
表 7 2020 年-2030E 我国逆变器功率密度变化趋势	9
表 8 光伏逆变器用 IGBT 市场规模	10
表 9 光伏逆变器 IGBT 单管和模块的市场规模	11
表 10 国内主要 IGBT 公司业绩及估值情况	12

1 IGBT 是光伏逆变器实现 DC/AC 核心器件

光伏逆变器是光伏发电系统关键部件。在太阳能光伏发电过程中，光伏阵列所发的电能为直流电能，然而许多负载需要交流电能。光伏逆变器将光伏发电系统产生的直流电通过电力电子变换技术转换为生活所需的交流电，是光伏电站最重要的核心部件之一，是太阳能和用户之间联系的必经之路。光伏逆变器需要保证输入电网的电能质量（如谐波含量、直流分量、电压、频率、相位等）符合要求。

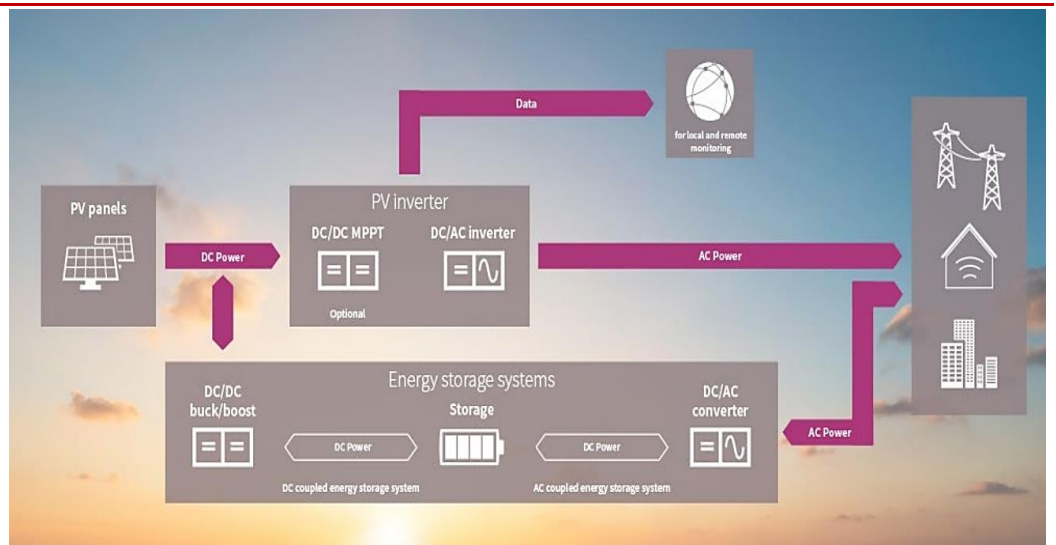
图 1 光伏并网逆变器应用示意图



资料来源：固德威招股说明书，首创证券

光伏逆变器主要由输入滤波电路、DC/DC MPPT 电路、DC/AC 逆变电路、输出滤波电路、核心控制单元电路组成。逆变器的工作原理是通过 IGBT 等功率半导体开关器件的开通和关断作用，把直流电能变换成交流电能的。电路中都使用具有开关特性的半导体功率器件，由控制电路周期性地对功率器件发出开、关脉冲控制信号，控制各个功率器件轮流导通和关断，再经过变压器耦合升压或降压后，整形滤波输出符合要求的交流电。

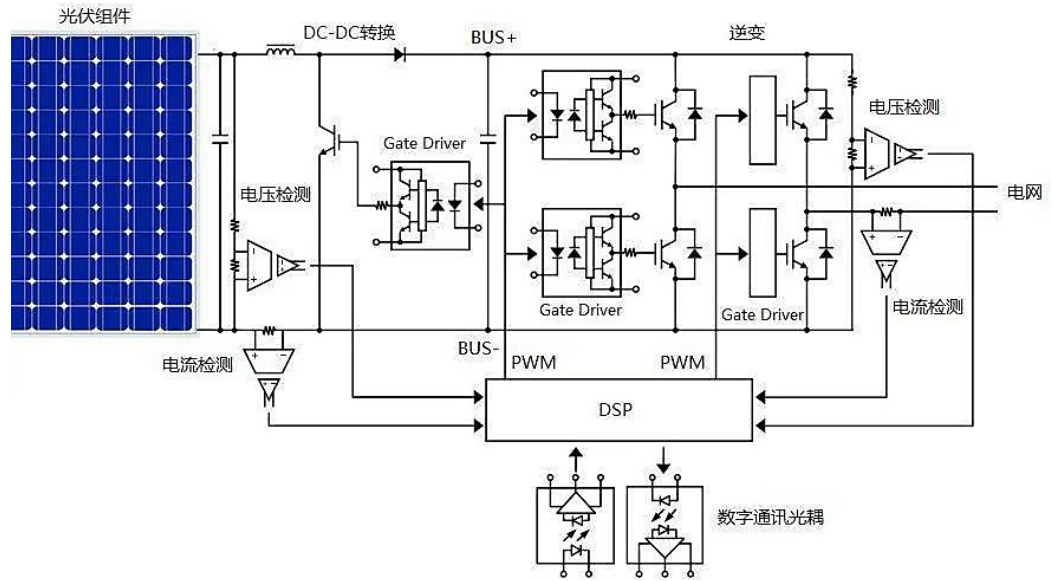
图 2 光伏发电系统



资料来源：英飞凌，首创证券

IGBT 在光伏逆变器中主要应用在 DC/DC 升压和 DC/AC 逆变电路中。IGBT 全称为绝缘栅双极型晶体管，是由 BJT（双极型三极管）和 MOSFET（绝缘栅型场效应管）组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件。兼有 MOSFET 的高输入阻抗和 GTR 的低导通压降两方面的优点。能够根据工业装置中的信号指令来调节电路中的电压、电流、频率、相位等，以实现精准调控的目的。

图 3 单相光伏逆变器电路图



资料来源：电子发烧友网，首创证券

2 根据逆变器功率选择 IGBT 单管或模块方案

2.1 光伏逆变器以组串式和集中式为主

根据技术路线不同，光伏逆变器分为集中式、组串式、集散式和微型逆变器。目前市场主要以集中式逆变器和组串式逆变器为主。集中式逆变器是将汇总后的直流电转变为交流电，功率相对较大；组串式逆变器是将组件产生的直流电直接转变为交流电再进行汇总，功率相对较小。

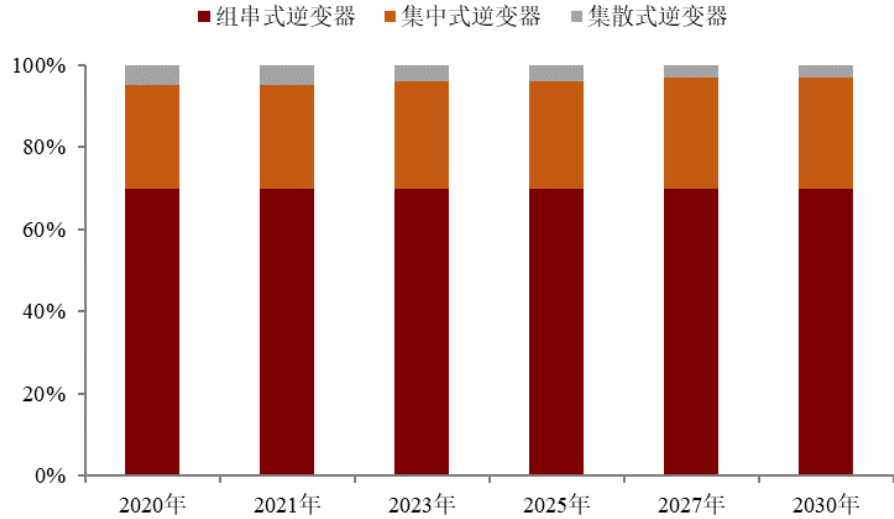
表 1 集中式与组串式逆变器对比

逆变器类型	优势	劣势	适用领域	发展趋势
组串式逆变器	体积小，重量轻，便于运输与安装；夜间自损耗小；单机容量小，故障时发电量损失少；光伏组件发电多	转换效率低；功率密度大，元器件工作温度高，故障率相对较高，成本相对较高	户用和工商业屋顶、农业大棚光伏、水面光伏等分布式电站，以及丘陵、大型地面等集中式电站	单机功率往大型化发展，有效拉低单瓦成本，地面电站应用逐渐增加；转换效率不断提升，并朝着智能化、安全性等技术领域发展
集中式逆变器	转换效率高；元器件数量少，成本低、可靠性高	单机体积大，重量重，运输与安装难度大；需单独建设安装基建；单机容量大，故障时发电量损失大	大型地面、矿坑等集中式电站	不断提升单机容量，降低电站投资和度电成本

资料来源：固德威招股说明书，首创证券

目前组串式逆变器占据主要市场份额。根据中国光伏行业协会数据，2020年，光伏逆变器市场仍然以集中式逆变器和组串式逆变器为主，集散式逆变器占比较小。其中，组串式逆变器依然占据主要地位，占比为66.5%，集中式逆变器占比为28.5%，集散式逆变器的市场占有率约为5.0%。预计未来组串式逆变器仍将占据主导。

图 4 2020年-2030E 不同类型逆变器市场占比变化趋势



资料来源：中国光伏行业协会，首创证券

集中式逆变器单机功率较大，组串式逆变器单机功率相对较小。根据中国光伏行业协会数据，2020年，集中式逆变器单机功率为3125kW/台。集中式电站用组串式逆变器单机功率为225kW/台，集散式逆变器单机功率为3150kW/台。户用光伏逆变器单机功率，在220V电压下为8kW/台，在380V电压下约15-20kW/台。

表 2 2020年-2030E 我国逆变器单机主流额定功率

	2020年	2021年	2023年	2025年	2027年	2030年
集中式逆变器 (kW/台)	3,125	3,125	3,400	4,000	5,000	6,250
组串式逆变器-集中式电站用 (kW/台)	225	250	315	355	375	425
集散式逆变器 (kW/台)	3,150	3,150	3,400	4,000	5,000	6,250

资料来源：中国光伏行业协会，首创证券

2.2 集中式逆变器多用 IGBT 模块方案

集中式光伏逆变器额定功率从600KW到3000KW不等。集中式光伏逆变器是将很多并行的光伏组串连到同一台集中逆变器的直流输入端，做最大功率峰值跟踪以后，再经过逆变后并入电网。其单体功率高，成本低，电网调节性好，但要求光伏组串之间要有很好的匹配，一旦出现多云、部分遮阴或单个组串故障，将影响整个光伏系统的效率和电产能。

集中式逆变器最大功率跟踪电压范围较窄，组件配置灵活性较低，发电时间短，需要专用的具备通风散热的专用机房，主要适用于光照均匀的集中性地面大型光伏电站等。集中式逆变器通常基于单级功率转换，大部分逆变器采用变压器设计或隔离变压器设计。

集中式光伏逆变器功率较大，多采用 IGBT 模块方案。单台集中式逆变器的功率范围通常为 600KW 到 1000KW，将多台逆变器并联起来，可实现功率高达 3000KW 的逆变解决方案。根据英飞凌的集中式逆变器解决方案，在 DC/AC 阶段，主要包括 4 种拓扑结构，分别为两电平拓扑和三电平 NPC1/NPC2/ANPC 拓扑。三电平拓扑因其效率更高而被广泛使用。

1000V 光伏系统通常首选三电平 NPC2 拓扑。1500V 光伏系统由于可以降低系统成本，提高端到端效率而广受欢迎，三电平 NPC1/ANPC 拓扑可实现更稳健的逆变器设计。开关频率和冷却要求是影响交流滤波器尺寸、系统容量和成本的关键因素，需要具有低损耗和高电流密度的功率模块。

图 5 英飞凌集中式逆变器产品解决方案



资料来源：英飞凌，首创证券

表 3 英飞凌集中式光伏逆变器拓扑结构和解决方案

	两电平	三电平 NPC1	三电平 NPC2	三电平 ANPC
拓扑结构				
光伏阵列电压	1000V	1500V	1000V	1500V
模块配置	DUAL	DUAL (x3)	DUAL+ Common Emitteror Common Collector	DUAL (x3)
模块产品	62mm EconoDUAL 3 PrimePACK 3 PrimePACK 3+	EconoDUAL 3 PrimePACK 3 PrimePACK 3+	62mm	EconoDUAL 3 PrimePACK 3 PrimePACK 3+

资料来源：英飞凌，首创证券

根据英飞凌的解决方案，当集中式逆变器功率低于 250kW 时，选用 62mm 模块产品；当功率低于 500kW 时，选用 EconoDUAL 3 模块；当功率达到 800kW 时，选用 PrimePACK 3 模块；当功率超过 1000kW 时，选用 PrimePACK 3+ 模块。

图 6 英飞凌集中式光伏逆变器用功率器件产品示意图



资料来源：英飞凌，首创证券

2.3 组串式逆变器兼用 IGBT 单管和模块

组串式逆变器是对几组（一般为 1-4 组）光伏组串进行单独的最大功率峰值跟踪，再经过逆变以后并入交流电网，一台组串式逆变器可以有多个最大功率峰值跟踪模块。组串式逆变器的单体容量一般在 100kW 以下，其优点是不同的最大功率峰值跟踪模块的组串间可以有电压和电流的不匹配，当有一块组件发生故障或者被阴影遮挡，只会影响其对应的最大功率峰值跟踪模块少数几个组串发电量，对系统整体没有影响。

组串式逆变器最大功率跟踪电压范围宽、组件配置灵活、发电时间长，可直接安装在室外。相较于集中式逆变器，组串式逆变器价格略高，大量组串式逆变器并联时需要在技术上抑制谐振的发生，主要应用于分布式发电系统，在集中式光伏发电系统亦可应用。

组串式逆变器通常需要经过 2 次电压变换，即经过 DC/DC 升压和 DC/AC 逆变。在 DC/DC 阶段将可变直流电压转换为固定直流电压，同时通过最大功率点追踪 (MPPT) 技术从光伏板中提取最大电流。

在 DC/DC 升压阶段，根据功率不同适用分立器件和模块 2 种方案。根据英飞凌提供的解决方案，DC/DC 升压电路包括 3 种拓扑结构，分别为全桥、单向升压和双向升压。其中，全桥的拓扑结构的光伏阵列电压为小于等于 60V，英飞凌提供了分立器件解决方案；单向升压的拓扑结构的光伏阵列电压为 600V 或 1000V，可以选择分立器件或模块的解决方案；双向升压的拓扑结构的光伏阵列电压为 1500V，采取分立器件解决方案。

表 4 英飞凌组串式逆变器 DC/DC 升压电路拓扑结构和解决方案

种类	全桥	单向升压	双向升压
拓扑结构			
光伏阵列电压	≤60V	600V/1000V	1500V
阻断电压	60-150V	600V/650V/1200V	1200V
分立器件方案	60-150V OptiMOS	600V/650V: CoolMOS&CoolSiC MOSFET/IGBT TRENCHSTOP 5 S5/H5+CoolSiC Schottky diodes 1200V: CoolSiC MOSFET/IGBT HighSpeed3 H3/ TRENCHSTOP IGBT6 S6+CoolSiC Schottky diodes	CoolSiC MOSFET / HighSpeed3 IGBT H3 / TRENCHSTOP IGBT6 S6 + CoolSiC Schottky diodes
模块方案	无推荐	EasyPACK 1B/2B	-

资料来源：英飞凌，首创证券

图 7 英飞凌组串式逆变器 DC/DC 升压电路功率器件产品示意图

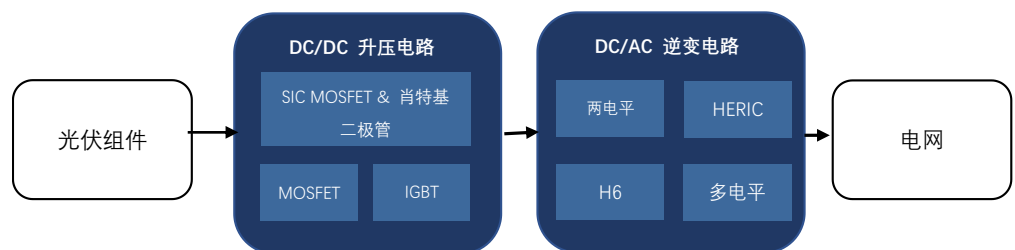


资料来源：英飞凌，首创证券

2.3.1 单相组串式逆变器多用 IGBT 单管方案

单相组串式逆变器额定功率一般低于 15kW。因电网接入方式不同，组串式逆变器分为 220V 单相组串式逆变器和 380V 三相组串式逆变器。户用光伏逆变器多采用单相组串式逆变器。

图 8 英飞凌单相组串式逆变器产品解决方案



资料来源：英飞凌，首创证券

对于单相组串式逆变器 DC/AC 逆变阶段，英飞凌主要采取分立器件方案。在该阶段，英飞凌提供了 4 种拓扑结构和解决方案，包括传统的两电平拓扑和创新的 HERIC、H6 和多电平拓扑。创新拓扑因其效率更高、系统成本更低、尺寸小巧和轻便性而饱受青睐。

一般而言，单相组串式逆变器连接到 600V 光伏阵列，通常采用 HERIC 和 H6 拓扑结构。逆变器的尺寸和重量很大程度上取决于交流滤波器和冷却系统，需要更高的开关操作以减小系统的尺寸和成本。

表 5 英飞凌单相组串式逆变器 DC/AC 逆变电路拓扑结构和解决方案

	两电平	HERIC	H6	Multilevel
拓扑结构				
阻断电压	600V/650V	600V/650V	600V/650V	150V
主要产品	S1-S4: CoolSiC MOSFET / CoolMOS / IGBT TRENCHSTOP 5 S5 / H5	S1-S4: CoolMOS & CoolSiC MOSFET IGBT TRENCHSTOP 5 L5 / S5 S5/S6: IGBT TRENCHSTOP 5 L5 / S5	S1/S2: IGBT TRENCHSTOP 5 L5 / S5 S3-S6: CoolMOSTM / IGBT TRENCHSTOP 5 S5 / H5	S1-S8: OptiMOS / CoolGaN MOSFET

资料来源：英飞凌，首创证券

图 9 英飞凌单相组串式光伏逆变器用功率器件产品示意图



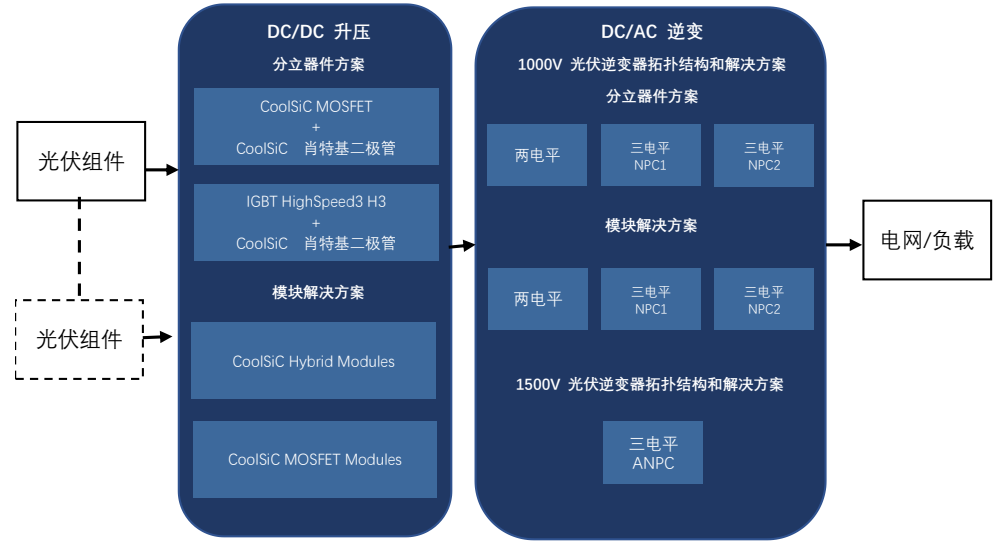
资料来源：英飞凌，首创证券

2.3.2 三相组串式逆变器可选 IGBT 单管或模块

三相组串式逆变器额定功率从几千瓦到 200kW 不等。通常单台逆变器功率为 5KW 到 200KW，将逆变器进一步并联，总功率可达到 20MW。在工商业应用中，逆变器功率范围在 20KW 到 200KW 之间。

在 DC/DC 升压阶段，英飞凌提供了分立器件和模块两种解决方案。在 DC/AC 逆变阶段，英飞凌主要提供 4 种拓扑结构，包括两电平、三电平 NPC1、三电平 NPC2 和三电平 ANPC，三电平拓扑因其效率更高而饱受青睐。

图 10 英飞凌三相组串式逆变器产品解决方案



资料来源：英飞凌，首创证券

对于 1000V 光伏阵列系统，主要采用三电平 NPC1 或 NPC2 拓扑。三电平 NPC1 可使用 600V 功率器件，即使是在超大尺寸的光伏面板的系统中，功率器件也可以工作在超过 20Khz 的开关频率下。三电平 NPC2 需同时使用 600V 和 1200V 功率器件，该拓扑非常适合于器件工作在小于 20Khz 的开关频率下。

在 1500V 光伏系统中，三电平 ANPC 因较高可靠性和在全功率因数运行范围内均有较高的效率，而得到了广泛应用。

表 6 英飞凌三相组串式逆变器 DC/AC 逆变电路拓扑结构和解决方案

	两电平	三电平 NPC1	三电平 NPC2	三电平 ANPC
拓扑结构				
光伏阵列电压	1000V	1000V	1000V	1500V
阻断电压	1200V	650V	1200V+650V	950V/1200V
分立器件解决方案	S1/S2: CoolSiC MOSFET /IGBT HighSpeed3 H3 / TRENCHSTOP IGBT 6 S6	S1/S4: IGBT TRENCHSTOP 5 S5 or H5 S2/S3: IGBT TRENCHSTOP 5 L5 / S5 D5/D6: CoolSiC Schottky Diode	S1/S4: CoolSiC MOSFET /IGBT HighSpeed3 H3 / TRENCHSTOP IGBT 6 S6 S2/S3: IGBT TRENCHSTOP 5 L5 / S5	推荐模块方案
模块方案	DUAL, Easy 1B/2B (CoolSiC MOSFET)	3-level, Easy 1B/2B	3-level, Easy 1B/2B	3-level, Easy 2B (CoolSiC or S7/L7)

资料来源：英飞凌，首创证券

在 DC/AC 逆变阶段，当功率在 10kW 时采用分立器件方案；当功率达到 30kW 或 100kW 时，采用模块方案。

图 11 英飞凌三相组串式光伏逆变器用功率器件产品示意图



资料来源：英飞凌，首创证券

2.4 光伏逆变器用 IGBT 向高功率方向发展

逆变器功率密度是指逆变器额定输出功率与逆变器设备自身的重量比值。2020 年集中式逆变器功率密度为 1.16kW/kg，集中式电站用组串式逆变器功率密度为 2.14kW/kg，集散式逆变器功率密度为 1.17kW/kg，单相户用光伏逆变器功率密度为 0.57kW/kg，三相户用逆变器功率密度为 1.00kW/kg。

表 7 2020 年-2030E 我国逆变器功率密度变化趋势

	2020 年	2021 年	2023 年	2025 年	2027 年	2030 年
集中式逆变器 (kW/kg)	1.16	1.16	1.24	1.39	1.60	1.73
组串式逆变器-集中式电站用 (kW/kg)	2.14	2.38	2.70	2.79	2.81	3.03
集散式逆变器 (kW/kg)	1.17	1.17	1.40	1.48	1.85	2.10

资料来源：中国光伏行业协会，首创证券

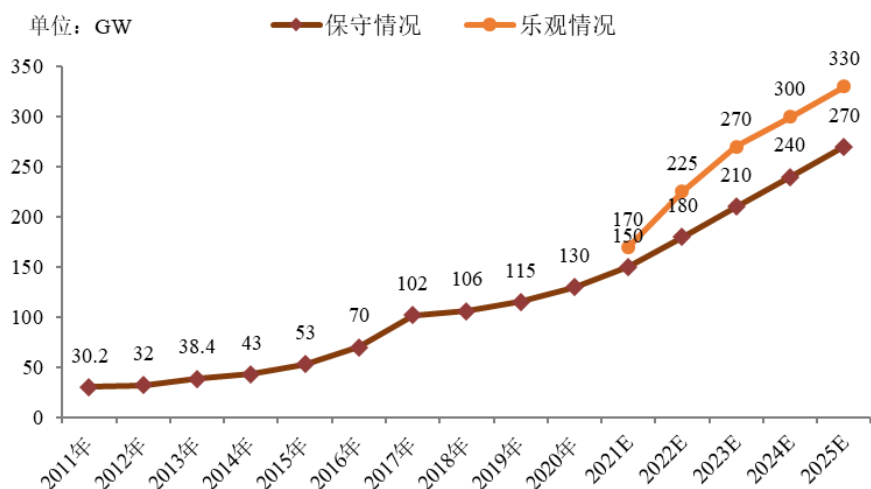
逆变器功率密度将呈逐年提升的趋势。根据中国光伏行业协会预测，到 2030 年，集中式逆变器功率密度将提升至 1.73kW/kg；集中式电站用组串式逆变器功率密度将提升至 3.03kW/kg；集散式逆变器功率密度将提升至 2.1kW/kg。

逆变器功率密度提升需要 IGBT 等功率器件开关耐压等级和电流的提升。此外，搭配更好的散热材质和设计，逆变器额定功率提升在技术上是可行的。但未来逆变器单机额定功率的提升除技术创新外，同时也要考虑 LCOE 成本最优以及与高功率组件的匹配等因素，因此市场中逆变器单机主流额定功率，将由市场需求确定。

3 光伏装机量增长将拉动 IGBT 需求爆发

国家在“十四五”期间将坚持清洁低碳战略方向不动摇，加快化石能源清洁高效利用，大力推动非化石能源发展，持续扩大清洁能源消费占比，推动能源绿色低碳转型，为如期实现碳中和目标创造基础。光伏发电作为绿色环保的发电方式，符合国家能源改革以质量效益为主的发展方向，国内光伏行业面临广阔的发展前景。

图 12 2011 年-2030E 全球光伏年度新增装机规模



资料来源：中国光伏行业协会，首创证券

4 光伏逆变器用 IGBT 市场规模测算

4.1 光伏逆变器用 IGBT 整体规模测算

2025 年光伏逆变器用 IGBT 市场规模预计将达 105 亿元。根据中国光伏行业协会预测，2025 年全球光伏逆变器新增装机量有望达 330GW，假设 2025 年光伏逆变器替换装机量为 42GW。按照 IGBT 占组串式逆变器 BOM 成本的 18%，以及占集中式逆变器 BOM 成本的 15% 计算，预计 2025 年光伏逆变器 IGBT 市场规模将超百亿。

表 8 光伏逆变器用 IGBT 市场规模

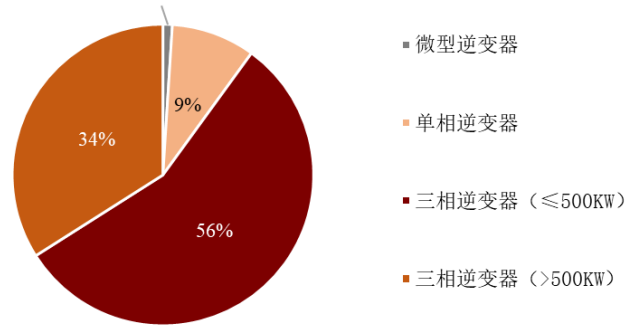
	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
光伏逆变器新增装机量 (GW)	170	225	270	300	330
光伏逆变器替换装机量 (GW)	24	26	30	34	42
组串式逆变器 IGBT 规模 (亿元)	42	54	65	73	81
——组串式逆变器装机容量 (GW)	136	175	210	234	261
——平均单价 (元/W)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
——行业平均毛利率	25%	25%	25%	25%	25%
——IGBT 器件占 BOM 成本比重	18%	18%	18%	18%	18%
集中式逆变器 IGBT 规模 (亿元)	13	16	19	22	24
——集中式逆变器装机容量 (GW)	58	75	90	100	112
——平均单价 (元/W)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
——行业平均毛利率	20%	20%	20%	20%	20%
——IGBT 器件占 BOM 成本比重	15%	15%	15%	15%	15%
光伏逆变器 IGBT 市场规模 (亿元)	55	71	85	94	105

资料来源：中国光伏行业协会，首创证券预测

4.2 光伏逆变器用 IGBT 单管和模块规模测算

根据 IHS Markit 数据，2020 年全球微型逆变器占比约为 1%；单相逆变器占比约为 9%；低功率三相逆变器（≤500KW）占比约为 56%；高功率三相逆变器（>500KW）占比约为 34%。此外三相逆变器包含集中式逆变器和三相组串式逆变器。

图 13 2020 年光伏逆变器按功率拆分市场份额



资料来源：IHS Markit，首创证券

2025 年 IGBT 单管和模块市场空间分别为 40 亿元和 65 亿元。由于微型及单相逆变器功率较小，假设全部采用 IGBT 单管方案；高功率三相逆变器假设全部采用 IGBT 模块方案；对于低功率三相逆变器假设 IGBT 单管和模块方案各占 1/2。因此，我们预计 2025 年 IGBT 单管市场空间约为 40 亿元，IGBT 模块市场空间约为 65 亿元。

表 9 光伏逆变器 IGBT 单管和模块的市场规模

	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
微型逆变器占比	1%	1%	1%	1%	1%
单相逆变器占比	9%	9%	9%	9%	9%
低功率三相逆变器（≤500KW）占比	56%	56%	56%	56%	56%
高功率三相逆变器（>500KW）占比	34%	34%	34%	34%	34%
光伏逆变器 IGBT 市场总规模（亿元）	55	71	85	94	105
光伏逆变器 IGBT 单管市场规模（亿元）	21	27	32	36	40
光伏逆变器 IGBT 模块市场规模（亿元）	34	44	53	58	65

资料来源：IHS Markit，首创证券预测

5 投资建议

在光伏 IGBT 领域，我们重点推荐在 IGBT 领域深耕多年且具有 IGBT 模块封装能力的斯达半导和宏微科技以及拥有 12 吋产线的 IDM 龙头士兰微。

推荐关注从 MOSFET 等功率半导体器件逐渐向 IGBT 发力的扬杰科技和新洁能以及轨交等高压 IGBT 龙头时代电气和以车规 IGBT 为核心的比亚迪半导体。

表 10 国内主要 IGBT 公司业绩及估值情况

股票代码	公司名称	2020 年 营业收入 (亿元)	2020 年 净利润 (亿元)	2020 年 销售毛利率 (%)	2021H1 公司 IGBT 产品收入 (亿元)	PEttm	PSttm	总市值 (亿元)
603290.SH	斯达半导	9.63	1.81	31.56	7.12	261.56	54.90	818.91
688711.SH	宏微科技	3.32	0.27	23.59	2.22	284.09	33.47	155.60
600460.SH	士兰微	42.81	-0.23	22.50	1.90	117.05	13.44	878.96
605111.SH	新洁能	9.55	1.39	25.37	0.26	90.90	22.86	317.36
300373.SZ	扬杰科技	26.17	3.82	34.27	未披露	56.71	9.61	385.89
688187.SH	时代电气	160.34	24.97	37.22	未披露	57.19	8.50	995.26
A21288.SZ	比亚迪半导体	14.41	0.59	27.87	未披露	-	-	-

资料来源: wind, 首創證券

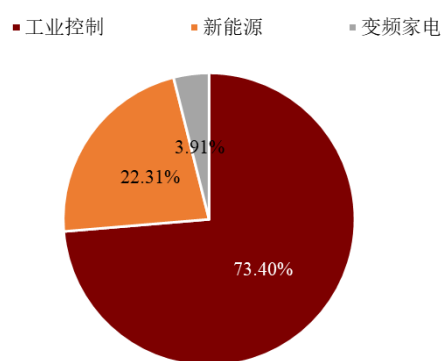
注: PE ttm、PS ttm 及总市值取 2021 年 11 月 30 日数据。

5.1 斯达半导

斯达半导是国内 IGBT 龙头，市占率全球第七。根据 IHS 报告，2019 年，斯达半导 IGBT 模块市占率全球第七，是唯一进入前十的中国企业。斯达半导成立于 2005 年 4 月，2020 年 2 月在上交所主板上市。

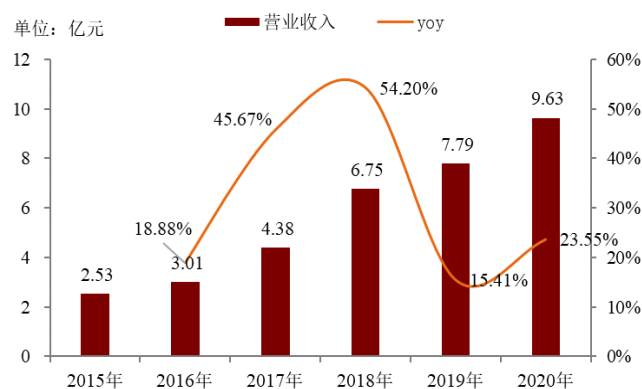
公司主要产品为 IGBT 模块，主要用于工业控制、新能源和变频家电领域。2020 年工控、新能源和变频家电收入占比分别为 71.68%、26.14%和 1.59%。2020 年公司实现收入 9.63 亿元，同比+23.55%，净利润 1.81 亿元，同比+33.30%。2020 年公司毛利率为 31.56%，净利率为 18.80%。

图 14 2020 年斯达半导收入结构



资料来源: 斯达半导 2020 年报, 首創證券

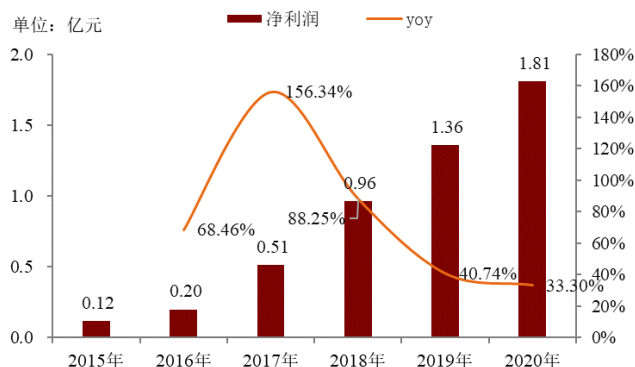
图 15 2015-2020 年斯达半导营业收入及同比增速



资料来源: wind, 首創證券

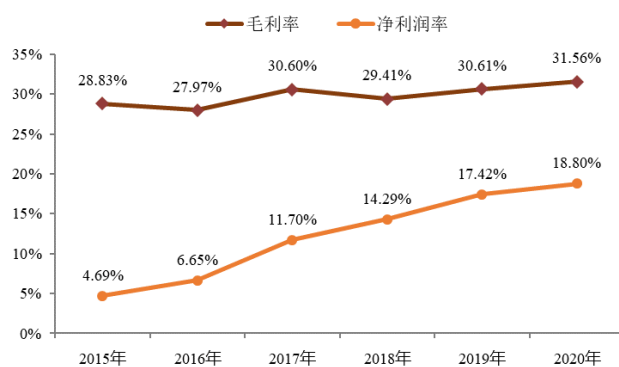
公司较早布局光伏发电，乘国产替代良机迅速放量。2019 年公司自研 IGBT 芯片就已在集中式光伏逆变器大功率模块和组串式逆变器的 Boost 及三电平模块广泛应用。新冠疫情后，在全球缺芯的背景下，公司把握住国产替代良机，光伏 IGBT 迅速放量。2021H1 使用公司自研芯片的 IGBT 模块和分立器件在国内主流光伏逆变器客户开始大批量装机应用。

图 16 2015-2020 年斯达半导净利润及同比增速



资料来源: wind, 首创证券

图 17 2015-2020 年斯达半导毛利率与净利润率

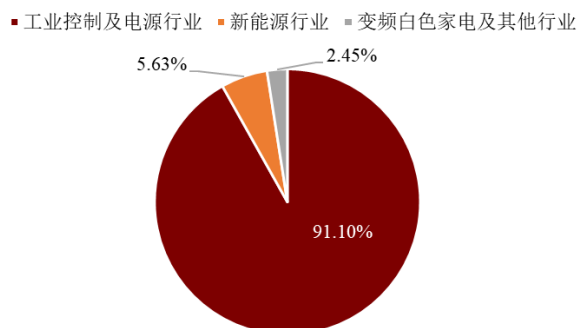


资料来源: wind, 首创证券

5.2 宏微科技

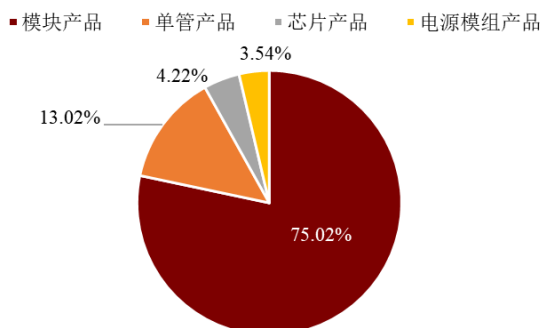
宏微科技是国内首批 IGBT 公司。公司成立于 2006 年 8 月, 主要产品包括 IGBT、FRED 芯片、单管和模块。公司 IGBT 单管芯片全部来自自研, 模块产品芯片自研外购并举。公司产品主要用于工业控制、新能源和变频白色家电领域, 2020 年收入占比分别为 91.10%、5.63% 以及 2.45%。

图 18 2020 年宏微科技主营业务收入分行业占比



资料来源: 宏微科技招股说明书, 首创证券

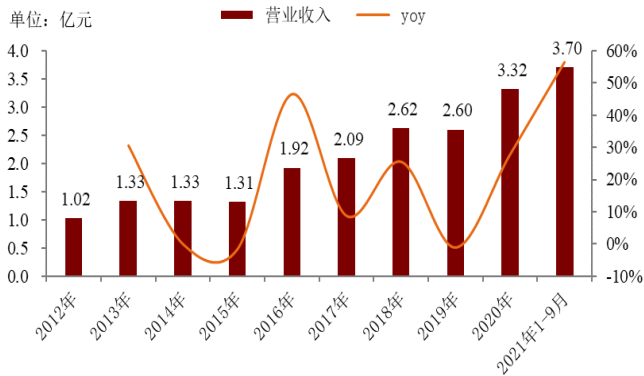
图 19 2020 年宏微科技主营业务收入分产品占比



资料来源: 宏微科技招股说明书, 首创证券

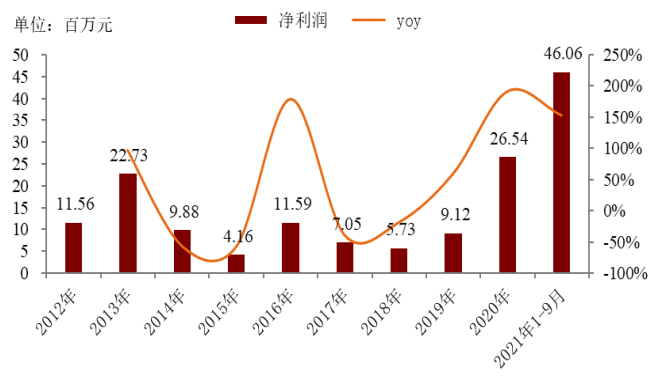
新能源及国产替代需求强劲, 2021 年 1-9 月公司业绩高增。2021 年 1-9 月公司实现收入 3.70 亿元, 同比+56.30%; 归母净利润 0.47 亿元, 同比+152.62%。2021Q3 单季度收入 1.36 亿元, 同比+42.55%; 归母净利润 0.15 亿元, 同比+89.25%。

图 20 宏微科技 2012 年-2021 年 1-9 月收入及同比增速



资料来源: wind, 首创证券

图 21 宏微科技 2012 年-2021 年 1-9 月净利润及同比增速



资料来源: wind, 首创证券

2020 年公司成为华为光伏 IGBT 供应商，光伏领域收入有望加速释放。公司于 2020 年与华为在光伏逆变器上展开合作，2021 年订单数量逐渐增加，预计 2022 年将进一步增多。光伏对系统要求较高，公司产品可靠性受到市场认可，伴随明年产能逐渐释放，公司能够满足更多的客户需求，带来收入的加速增长。

车规 IGBT 进展顺利，已定点 15 个车型。公司已进入 4-5 家汽车品牌厂商，合计完成 15 个车型定点，预计将于 2023 年大幅放量。展望明年，公司 750V 车规 IGBT 及汇川定制款有望贡献收入。此外，公司积极布局第三代半导体，SiC 产线预计将于年底前完工，2023 年后逐步起量。

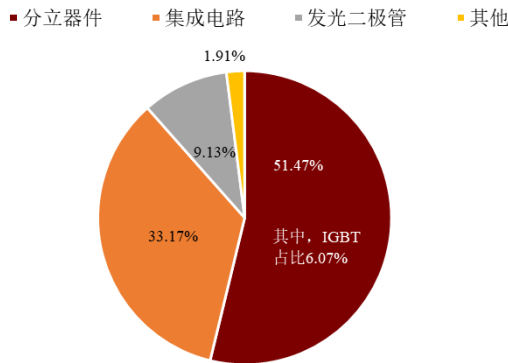
随新能源占比提升及自动化改造，公司毛利率有望提升。光伏及新能源汽车用 IGBT 毛利率较高，随公司产品结构优化，综合毛利率将稳步提升。此外，公司新建产线采取智能化管理，人工数量大幅减少亦会带来毛利率提升。

5.3 士兰微

士兰微是国内 IDM 龙头。士兰微成立于 1997 年 9 月，2003 年 3 月在上交所主板上市。公司主要产品包括集成电路、分立器件和 LED 等三大类。经过二十多年的发展，公司从一家纯芯片设计公司发展成为目前国内为数不多的以 IDM 模式为主要发展模式的综合型半导体产品公司。

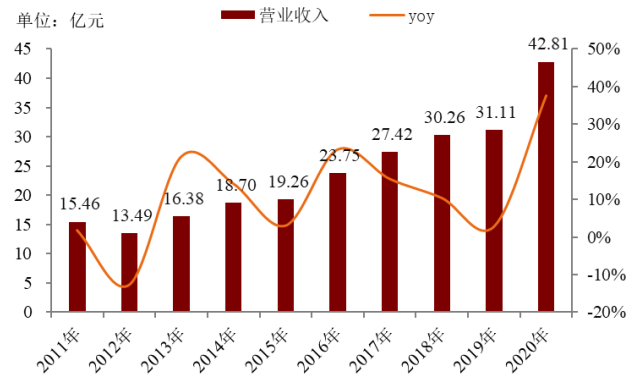
2020 年士兰微营业收入 42.81 亿元，同比增长 37.61%。其中，分立器件、集成电路、发光二极管收入分别为 22.03 亿元、14.20 亿元以及 3.91 亿元，分别占总收入的 51.47%、33.17%以及 9.13%。分立器件中，IGBT 产品营收 2.6 亿元，占收入比重为 6.07%。

图 22 2020 年士兰微收入结构



资料来源：士兰微 2020 年报，首创证券

图 23 2011-2020 年士兰微营业收入及同比增速



资料来源：wind，首创证券

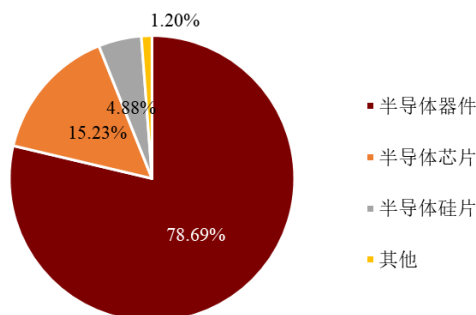
公司已开始进入光伏等新能源市场，IGBT 收入将快速增长。受益国产替代，2021H1 公司 IGBT 器件收入 1.9 亿元，同比+110%；IPM 产品方面，国内白电整机厂加速导入，2021H1 公司 IPM 模块在变频空调等白电上使用超 1800 万颗，同比+200%，实现收入 4.1 亿元，同比+156%。除白电、工控市场外公司已开始进入光伏、新能源车等新兴市场，预计全年 IGBT 相关产品将保持快速增长。

公司 12 吋产线积极扩产，持续巩固竞争优势。2021H1 士兰集科 12 吋芯片总产量 5.72 万片，预计 2021 年底月产能将达 3.5 万片。2021 年士兰集科已着手实施《新增年产 24 万片 12 英寸高压集成电路和功率器件芯片技术提升和扩产项目》，进一步加大 12 吋产线投入，预计 2022Q4 月产能将达 6 万片。

5.4 扬杰科技

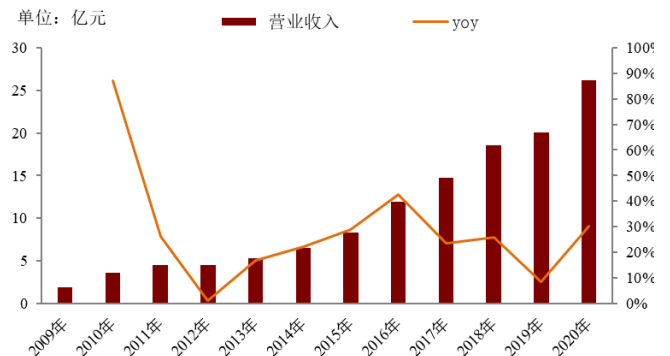
扬杰科技是老牌功率半导体 IDM 厂家，产品覆盖广泛。公司成立于 2006 年，2014 年在深交所上市。公司产品主要包括分立器件芯片、整流器件、保护器件、小信号、MOSFET、功率模块、SiC 等。产品主要应用在电源、家电、照明、安防、网通、消费电子、新能源、工控、汽车电子等多个领域。2020 年公司硅片、芯片和器件收入占比分别为 4.88%、15.23%和 78.69%。

图 24 2020 年扬杰科技收入结构



资料来源：wind，首创证券

图 25 2009-2020 年扬杰科技营业收入及同比增速



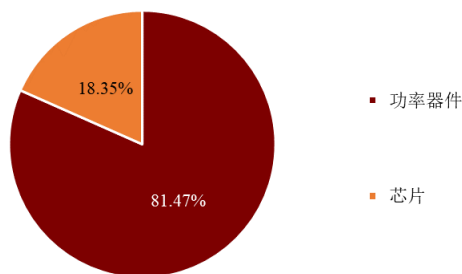
资料来源：wind，首创证券

把握国产替代良机，逐步向中高端产品进发。公司深耕功率半导体领域，目前已拥有 4 吋和 6 吋晶圆生产线，并进一步规划 8 吋晶圆产线和对应的中高端功率二极管、MOSFET 以及 IGBT 封装工厂，持续投资扩充晶圆制造及先进封测产能。在 MOSFET 板块，公司计划加速研发 SGT-MOSFET、SJ-MOSFET 等高端产品，积极对标国际品牌，尽早完成进口替代；在 IGBT 板块，公司拟加大芯片研发投入，实现 IGBT 芯片的量产，并加快 8 吋 IGBT 晶圆研发设计。

5.5 新洁能

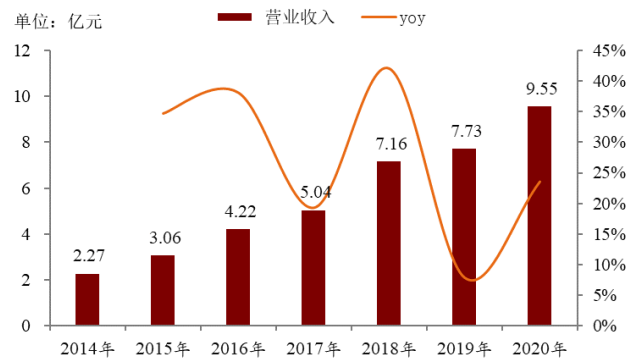
新洁能主营 MOSFET、IGBT 等分立器件产品。公司成立于 2013 年，于 2020 年在上交所上市。公司目前已经形成沟槽型功率 MOSFET、超结功率 MOSFET 两类主要产品系列，以及屏蔽栅沟槽型功率 MOSFET (SGT)、IGBT 和功率模块等新产品系列。公司主要为 Fabless 模式，并向封装测试环节延伸产业链。

图 26 2020 年新洁能收入结构



资料来源: wind, 首创证券

图 27 2014-2020 年新洁能营业收入及同比增速



资料来源: wind, 首创证券

IGBT 产品进展喜人，光伏储能等领域取得突破性进展。借助华虹 8+12 吋先进特色工艺，公司 IGBT 产品在光伏逆变、储能逆变 (UPS)、工控、电动工具马达驱动、家电变频控制等行业都获得突破性进展，与行业头部客户开展合作。此外，公司 IGBT 模块自 2021Q2 推出相关产品后，已取得部分客户订单。2021H1，公司 IGBT 产品收入 2,642.22 万元，同比+1114.60%。

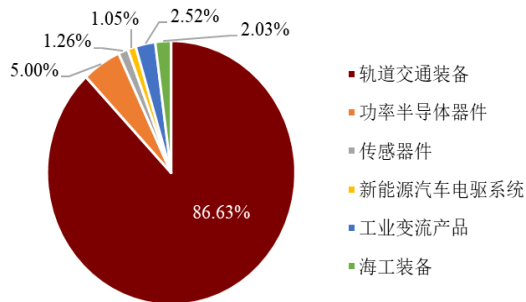
与华虹合作紧密，8+12 吋产能持续增长。公司主要芯片代工厂包括华虹宏力和华润上华，公司与华虹合作密切，在华虹 8 吋及 12 吋平台均有产能。在持续争取现有代工厂产能情况下，公司亦不断拓展境内外芯片代工供应渠道。2021H1 公司 8 吋芯片实现回货 10.3 万余片，12 吋芯片实现回货 3.2 万余片。代工产能吃紧情况下，争取到更多的芯片产能有助公司快速扩展下游市场份额。

5.6 时代电气

时代电气是我国城轨牵引变流系统龙头，具有“器件+系统+整机”完整产业链。公司主营包括除以轨道交通牵引变流系统为主的轨道交通电气装备、轨道交通工程机械、通信信号系统等外，还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。

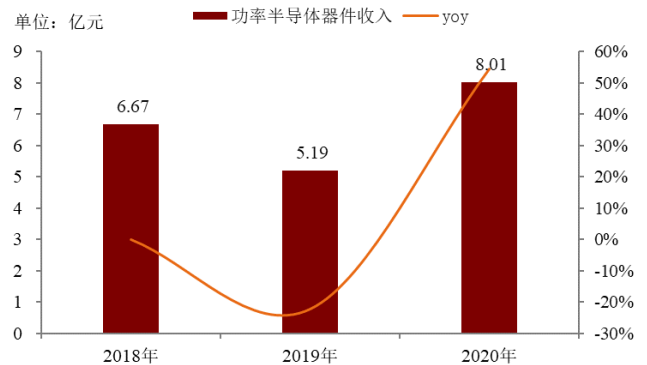
2020 年公司营收 160.34 亿元，同比下降 1.66%。其中，轨道交通装备收入 138.90 亿元，占收入比重为 86.63%；功率半导体器件收入 8.01 亿元，同比增长 54.48%，占收入比重为 5.00%。

图 28 2020 年时代电气收入结构



资料来源：时代电气招股说明书，首创证券

图 29 2018-2020 年时代电气功率半导体收入及增速



资料来源：wind，首创证券

公司是我国高压 IGBT 龙头，采用 IDM 模式布局。在功率半导体领域，公司建有 6 吋双极器件、8 吋 IGBT 和 6 吋 SiC 产业化基地。公司功率半导体器件应用于输配电、轨道交通和工业等多个领域。公司已为新能源汽车、风力发电、光伏发电、高压变频器等批量供应 IGBT 器件，750V 和 1200V IGBT 应用至新能源汽车，并已与国内多个龙头整车企业成为重要合作伙伴。

5.7 比亚迪半导体

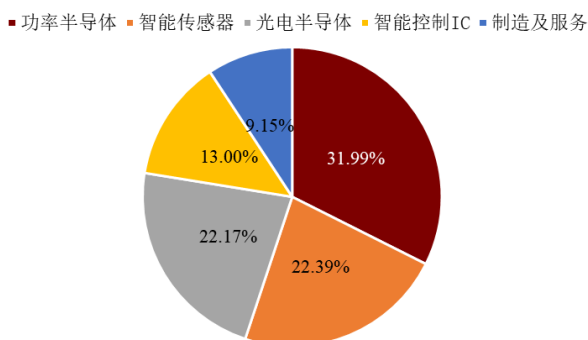
比亚迪半导体以车规级半导体为核心。主营业务包括功率半导体、智能控制 IC、智能传感器及光电半导体。公司成立于 2004 年 10 月，2021 年 6 月比亚迪半导体向深交所递交了招股说明书，拟在深交所创业板上市。

功率半导体方面，公司采取 IDM 模式经营。功率半导体方面，公司拥有从芯片设计、晶圆制造、模块封装与测试到系统级应用测试的全产业链 IDM 模式。在汽车领域，公司已量产 IGBT、SiC 器件、IPM、MCU、CMOS 图像传感器、电磁传感器、LED 光源及显示等产品，应用于汽车的电机驱动控制系统、整车热管理系统、车身控制系统、电池管理系统、车载影像系统、照明系统等重要领域。

公司是国内新能源乘用车电控 IGBT 龙头。在 IGBT 领域，根据 Omdia 统计，以 2019 年 IGBT 模块销售额计算，公司在中国新能源乘用车电机驱动控制器用 IGBT 模块全球厂商中排名第二，仅次于英飞凌，市场占有率 19%，在国内厂商中排名第一，2020 年公司继续保持全球第二国内第一的领先地位。同时，公司积极拓展工业电焊机、变频器、家电、光伏等非车规领域。

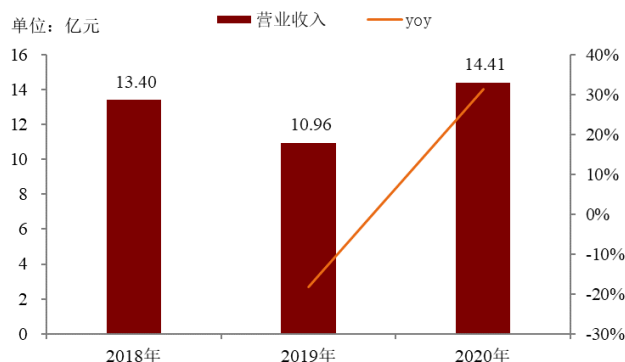
在 SiC 器件领域，公司已实现 SiC 模块在新能源汽车高端车型电机驱动控制器中的规模化应用，也是全球首家、国内唯一实现 SiC 三相全桥模块在电机驱动控制器中大批量装车的功率半导体供应商。

图 30 2020 年比亚迪半导体收入结构



资料来源：比亚迪半导体招股说明书，首创证券

图 31 2018-2020 年比亚迪营业收入及同比增速



资料来源：wind，首创证券

2020 年比亚迪半导体实现收入 14.41 亿元，同比增长 31.46%。其中，功率半导体、智能传感器、光电半导体、智能控制 IC、制造及服务分别实现收入 4.61 亿元、3.23 亿元、3.20 亿元、1.87 亿元以及 1.32 亿元，占比分别为 31.99%、22.39%、22.17%、13.00% 以及 9.15%。

6 风险提示

研发不及预期、国产替代不及预期、行业竞争加剧。

相关研究：

2021 年 10 月 12 日行业深度报告：

《IGBT 助力碳中和——工控市场规模测算》

2021 年 9 月 13 日公司深度报告：

《宏微科技深度报告：大客户带来高增长，新能源拉动 IGBT 需求爆发》

2021 年 10 月 30 日公司点评报告：

《宏微科技：Q3 业绩符合预期，光伏及新能源车持续发力》

2021 年 11 月 1 日公司点评报告：

《斯达半导：Q3 业绩加速增长，新能源持续突破》

2021 年 11 月 3 日公司点评报告：

《士兰微：IDM 龙头盈利能力持续提升》

团队简介

何立中，电子行业首席分析师，北京大学硕士，曾在比亚迪半导体从事芯片设计、国信证券研究所、中国计算机报工作，2021年4月加入首创证券。

韩杨，电子行业研究助理，厦门大学会计学硕士，2021年8月加入首创证券。

分析师声明

本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响，作者将对报告的内容和观点负责。

免责声明

本报告由首创证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）制作。本报告所在资料的来源及观点的出处皆被首创证券认为可靠，但首创证券不保证其准确性或完整性。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业财务顾问的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，首创证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告所载的信息、材料或分析工具仅提供给阁下作参考用，不是也不应被视为出售、购买或认购证券或其他金融工具的要约或要约邀请。该等信息、材料及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，首创证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

首创证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。首创证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。首创证券的自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

在法律许可的情况下，首创证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。因此，投资者应当考虑到首创证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。

本报告的版权仅为首创证券所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式转发、翻版、复制、刊登、发表或引用。

评级说明

1. 投资建议的比较标准	评级	说明
投资评级分为股票评级和行业评级 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅为基准	股票投资评级 买入 增持 中性 减持	相对沪深300指数涨幅15%以上 相对沪深300指数涨幅5%-15%之间 相对沪深300指数涨幅-5%-5%之间 相对沪深300指数跌幅5%以上
2. 投资建议的评级标准 报告发布日后的6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅为基准	行业投资评级 看好 中性 看淡	行业超越整体市场表现 行业与整体市场表现基本持平 行业弱于整体市场表现