

# 斯达半导 (603290.SH)

## 深度分析

### 积技以培风，以 IGBT/SiC 大翼将图南

电子 | 集成电路III

投资评级

**买入-A(维持)**

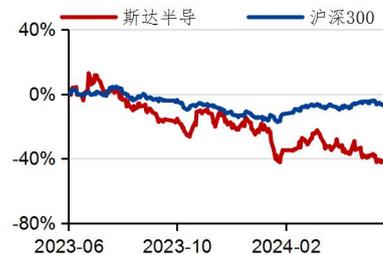
股价(2024-06-07)

88.13 元

#### 交易数据

总市值(百万元)	21,095.93
流通市值(百万元)	21,095.93
总股本(百万股)	239.37
流通股本(百万股)	239.37
12个月价格区间	235.98/87.37

#### 一年股价表现



资料来源: 聚源

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	-2.13	-16.3	-33.96
绝对收益	-4.65	-15.48	-40.81

分析师

孙远峰

 SAC 执业证书编号: S0910522120001  
 sunyuanfeng@huajinsec.cn

分析师

王海维

 SAC 执业证书编号: S0910523020005  
 wanghaiwei@huajinsec.cn

报告联系人

宋鹏

songpeng@huajinsec.cn

#### 相关报告

斯达半导: 全年业绩稳健增长, 产品持续放量同时新增多个项目定点-华金证券-电子-斯达半导-公司快报 2024.4.8

#### 投资要点

斯达半导聚焦于 IGBT 模块/SiC 为主的功率半导体领域, 成功研发出全系列 IGBT 芯片、FRD 芯片和 IGBT 模块, 实现进口替代。其中 IGBT 模块产品超过 600 种, 电压等级涵盖 100V-3300V, 电流等级涵盖 10A-3600A。产品已被成功应用于新能源汽车、变频器、逆变焊机、UPS、光伏/风力发电、SVG、白色家电等领域。受益于汽车电气化持续推进, 汽车电子成为半导体领域逆势增长代表, 800V 平台架构下对 SiC 功率电子器件需求增长明显, 为公司提供中长期强劲增长动力开启第二成长曲线。

◆ **技术领先&多领域覆盖, 打开新能源汽车/风光储/工控需求增量。**斯达半导优势在于 IGBT 模块, 主要覆盖新能源汽车/风光储和工控领域。2013 年斯达半导开始专注新能源汽车 IGBT 模块的研发, 目前其 IGBT 电压等级涵盖范围为 100V-3300V, 率先实现第七代 IGBT 产品的研发。(1) **车规 IGBT 模块合计配套超 200 万套主电机控制器, 欧洲一线 Tier 1 开始大批量交货。**2023 年, 公司应用于主电机控制器的车规级 IGBT 模块持续放量, 合计配套超过 200 万套新能源汽车主电机控制器, 公司在车用空调、充电桩、电子助力转向等新能源汽车半导体器件份额进一步提高; 公司基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的 750V 车规级 IGBT 模块大批量装车, 公司基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的 1200V 车规级 IGBT 模块新增多个 800V 系统车型的主电机控制器项目定点, 将对 2024 年-2030 年公司新能源汽车 IGBT 模块销售增长提供持续推动力。(2) **风光储/工控: 风光储业务快速增长, 产品在北美等海外市场批量装机, 工控领域已为多家国际企业正式供应商。**公司已是国内多家主流光伏逆变器、风电逆变器企业主要供应商, 并且与头部企业建立了深入战略合作关系, 继续发挥技术领先优势为客户提供更高功率、更高效率解决方案。基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的 IGBT 模块在地面光伏电站和大型储能批量装机, 并在北美等海外电站批量装机; 1200V、650V 大电流单管已大批量应用于工商业光伏和储能, 处于行业领先地位。在工业控制领域, 公司已为国内多家头部变频器企业 IGBT 模块的主要供应商, 已是工控行业多家国际企业正式供应商。

◆ **五大优势加速 SiC 上车, 率先卡位打造第二增长极。**SiC 上车可提供助力实现系统小型化, 增大汽车可用空间; 导通及开关损耗减少, 从而续航里程增加; 减少汽车重量, 有利于轻量化; 承受输入功率大, 电机扭矩更大, 加速能力强; 降低电池成本提升续航里程, 降低整车成本等五大优势。受益于汽车电气化的持续推进, 汽车电子成为半导体领域逆势增长的代表, 800V 平台架构下对 SiC 功率电子器件需求增长明显。受益于中国新能源汽车厂商近年来持续投放新车型, 销量同步快速增长的双核驱动, 正带动本土 SiC MOS 供应商市占率稳步提升, 仅比亚迪、极氪、吉利银河、蔚来、理想、赛力斯这几家车企, 新能源乘用车 SiC MOS 主驱功率模块的国产化率已由 2021 年的 31.89% 提升至 24Q1 的 65.57%。随着各品牌车企合作车型的上市和交付, 斯达半导等国内厂商的市占率有望进一步提升。斯达半导作为国际领先功率器件厂商, 在 SiC MOS 领域具有先发优势, 2023 年, 公司应用于新能源汽车主控制器的车规级 SiC MOSFET 模块大批量装车应用, 同时新增多个使用车规级 SiC MOSFET 模块的 800V 系统主电机控制器项目定点, 将对公司



2024-2030 年主控制器用车规级 SiC MOSFET 模块销售增长提供持续推动力。

- ◆ **募投项目有望于 24 年达使用状态，拓展高压功率/SiC 器件，转向 Fabless+IDM 模式。** 2021 年公司以非公开发行形式实际募集资金净额 34.77 亿元，用于高压特色工艺功率芯片研发及产业化/SiC 芯片研发及产业化/功率半导体模块生产线自动化改造等项目。项目完成后，1) 加快高压特色工艺功率芯片领域的布局，丰富公司产品线，满足智能电网、轨道交通、风力发电行业对高压功率芯片的市场需求；2) 向碳化硅芯片研发及产业化领域拓展，从而达到优化产品结构，完善产品布局的目的；3) 预计形成年产 30 万片 6 英寸高压特色工艺功率芯片/年产 6 万片 6 英寸 SiC 芯片生产能力，新增年产 400 万片的功率半导体模块生产能力。
- ◆ **投资建议：**考虑到新能源汽车/发电等领域下游客户端竞争加剧，致使上游厂商利润承压，我们调整对公司原有预测。预计 2024 年至 2026 年营业收入由原来的 48.35/61.89/77.05 亿元调整为 45.22/52.56/61.76 亿元，增速分别为 23.5%/16.2%/17.5%；归母净利润由原来的 12.00/15.26/19.07 亿元调整为 9.66/11.29/13.02 亿元，增速分别为 6.1%/16.9%/15.3%；对应 PE 分别为 21.8/18.7/16.2 倍。考虑到斯达半导是国内 IGBT 模块龙头且技术迭代处于国内领先水平，率先卡位 SiC MOS 开启第二增长极，新能源汽车/风光储/工控等下游应用蓬勃发展打开 IGBT/SiC MOS 需求增长空间，叠加预计 24 年非公开发行项目投产对下游市场供货保障能力提升。维持“买入”评级。
- ◆ **风险提示：**产品结构单一风险；新技术、新工艺、新产品无法如期产业化风险；产线建设及投产后收益不及预期风险；新能源汽车市场波动风险；下游需求不及预期风险。

#### 财务数据与估值

会计年度	2022A	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入(百万元)	2,705	3,663	4,522	5,256	6,176
YoY(%)	58.5	35.4	23.5	16.2	17.5
归母净利润(百万元)	818	911	966	1,129	1,302
YoY(%)	105.2	11.4	6.1	16.9	15.3
毛利率(%)	40.3	37.5	32.7	33.1	32.8
EPS(摊薄/元)	3.42	3.80	4.04	4.72	5.44
ROE(%)	14.3	14.2	13.5	14.2	14.7
P/E(倍)	25.8	23.2	21.8	18.7	16.2
P/B(倍)	3.7	3.3	3.0	2.7	2.4
净利率(%)	30.2	24.9	21.4	21.5	21.1

数据来源：聚源、华金证券研究所

## 内容目录

<b>1、斯达半导体：国际 IGBT 模块领先企业</b> .....	<b>7</b>
1.1 发展历程：深耕 IGBT 领域，第七代微沟槽车规模块大批量装车.....	7
1.2 股权架构：股权结构相对集中，实控人专业背景背书.....	8
1.3 科研能力：核心技术团队稳定，研发人员占比达 24%.....	10
1.4 产品矩阵：以 IGBT 模块为主，多领域广泛应用.....	10
1.5 经营概况：经营管理卓尔不群，新能源为主要收入领域.....	11
<b>2、IGBT：技术领先&amp;多领域覆盖，打开新能源汽车/风光储/工控需求增量</b> .....	<b>16</b>
2.1 行业综述：IGBT= MOSFET + BJT，为电力电子行业“CPU”.....	16
2.2 技术分析：沟槽栅+场截止系列时代技术组合.....	18
2.3 市场追踪：国内 IGBT 总产能将达 341 万片/年（等效 8 寸），厂商货期持续回落.....	22
2.3.1 规模：26 年全球 IGBT 规模有望突破 80 亿美元，22 年斯达半导模块进入全球前十.....	23
2.3.2 供需：24 年中国 IGBT 产量预计超 7,500 万只，自给率或达 40%.....	25
2.3.3 现状：24Q1 货期持续回落，价格保持稳定.....	26
2.4 应用详解：新能源领域快速发展，打开 IGBT 应用市场.....	27
2.4.1 新能源汽车：新能源汽车增量带动汽车 IGBT 需求，25 年规模有望达 370 亿元.....	28
2.4.2 新能源发电：风光储发展带动 IGBT 需求空间增长.....	31
2.4.3 工控及白色家电：25 年工控 IGBT 有望达 170 亿元，变频家电对 IPM 需求日益增长.....	38
2.5 公司优势：提供多领域解决方案，车规 IGBT 为欧洲 Tier1 批量供货.....	40
<b>3、SiC MOSFET：五大优势加速 SiC 上车，率先卡位打造第二增长极</b> .....	<b>42</b>
3.1 行业综述：28 年全球 SiC 市场规模有望达 90 亿美元，汽车占比超 70%.....	42
3.2 发展趋势：SiC 上车为大势所趋，90%用于驱动逆变器.....	45
3.3 公司优势：SiC MOSFET 模块批量装车，先发优势凸显.....	52
<b>4、募投：拓展高压功率/SiC 器件，转向 Fabless+IDM 模式</b> .....	<b>52</b>
<b>5、盈利预测与估值</b> .....	<b>53</b>
<b>6、风险提示</b> .....	<b>55</b>

## 图表目录

图 1：斯达半导体核心技术发展历程.....	8
图 2：斯达半导体股权结构图（前十大股东）.....	9
图 3：2019-2023 斯达半导体研发人员数目及占比（人/%）.....	10
图 4：2023 斯达半导体研发人员学历结构（人）.....	10
图 5：斯达半导体部分产品及应用领域.....	11
图 6：2016-2024Q1 斯达半导体营收状况（亿元/%）.....	12
图 7：2016-2024Q1 斯达半导归母净利润（亿元/%）.....	12
图 8：2017-2024Q1 斯达半导毛利率及净利率（%）.....	12
图 9：2017-2024Q1 斯达半导可比公司毛利率（%）.....	12
图 10：2016-2023 斯达半导收入结构（%）.....	13
图 11：2016-2023 斯达半导各主营业务毛利率（%）.....	13
图 12：2016-2023 斯达半导产/销量及产销率（万个/%）.....	14
图 13：2016-2023 斯达半导 IGBT 模块单价（%）.....	14
图 14：2016-2023 斯达半导下游应用占比（%）.....	14

图 15: 2016-2019H1 斯达半导主营业务成本占比 (%)	15
图 16: 2021-2023 斯达半导直销与经销占比 (%)	15
图 17: 2017-2024Q1 斯达半导研发费用情况 (亿元/%)	16
图 18: 2016-2024Q1 斯达半导销售/管理/财务费用及四费占营收比例 (亿元/%)	16
图 19: IGBT 结构示意图	17
图 20: IGBT 等效电路图及电路符号	17
图 21: IGBT 工作原理 (导通: (a)、(b), 关断: (c))	17
图 22: IGBT 三个发展阶段	18
图 23: 穿通型 IGBT 器件	19
图 24: 非穿通型 IGBT 器件	19
图 25: 平面型 IGBT 器件	20
图 26: 沟槽型 IGBT 器件	20
图 27: 非穿通型 IGBT 与场截止型 IGBT 对比	20
图 28: IGBT 技术演进路线 (1/2)	21
图 29: IGBT 技术演进路线 (2/2)	22
图 30: 2020-2026 全球 IGBT 市场规模及预测 (十亿美元)	23
图 31: 2022 年各细分 IGBT 前十大厂商市占率 (左: 分立式; 中: IPMs; 右: IGBT 模组)	24
图 32: 2018-2024E 中国 IGBT 产量预测 (万只)	25
图 33: 2018-2024E 中国 IGBT 自给率预测 (%)	25
图 34: 从输出容量和工作频率的角度划分各种功率器件适用范围	27
图 35: 从输出容量和工作频率的角度划分各种功率器件相应应用	27
图 36: 2014-2024E 全球电动汽车销量 (万辆/%)	28
图 37: 2013-2025E 中国新能源汽车销量 (万辆/%)	28
图 38: IGBT 在新能源汽车中的应用	29
图 39: IGBT 在新能源汽车成本占比 (%)	29
图 40: 2020-2025E 全球新能源汽车 IGBT 市场规模及增速 (考虑 SiC 渗透率, 亿元/%)	31
图 41: 2020-2025E 中国新能源汽车 IGBT 市场规模及增速 (考虑 SiC 渗透率, 亿元/%)	31
图 42: 2016-2028E 全球可再生能源发电技术份额 (%)	31
图 43: 中国可再生能源发电量增长状况 (GW)	31
图 44: 2017-2024E 全球光伏新增装机量 (GW/%)	32
图 45: 2018-2023 中国光伏新增装机量 (GW/%)	32
图 46: 光伏逆变器在太阳能发电系统的作用	33
图 47: 光伏逆变器的电路构成	33
图 48: 集中式逆变器原理图	33
图 49: 组串式逆变器原理图	33
图 50: 模块化逆变器原理图	34
图 51: 微型逆变器原理图	34
图 52: 2022 年中国光伏逆变器成本构成	34
图 53: 2022 年中国光伏逆变器市场结构	34
图 54: 2013-2023 中国风电新增装机量 (万千瓦/%)	35
图 55: 2013-2023 中国风电机组新增出口 (MW/%)	35
图 56: 双馈风力发电机系统示意图	36
图 57: 全功率风力发电机系统示意图	36
图 58: 2018-2020 电气风电风机成本原材料明细 (%)	36
图 59: 2019-2021 三一重能风机及配件成本原材料明细 (%)	36

图 60: 2017-2023 全球储能市场新增规模 (GWh/%)	37
图 61: 2019-2023 中国储能市场新增装机规模 (GW/GWh)	37
图 62: 储能系统工作模式	38
图 63: 电化学储能系统结构图	38
图 64: 锂电池储能系统成本构成 (%)	38
图 65: 储能 PCS 上游元器件	38
图 66: 功率半导体在工业中的应用	39
图 67: 新能源汽车应用方案	41
图 68: 功率部分模块及控制器部分结构图	41
图 69: 斯达半导在光伏解决方案 (集中式 P2)	42
图 70: 斯达半导在光伏解决方案 (组串式方案 1)	42
图 71: 斯达半导模块在 UPS 行业解决方案 (2Pack)	42
图 72: 斯达半导模块在 UPS 行业解决方案 (6Pack)	42
图 73: SiC 功率元器件带来的好处	43
图 74: 碳化硅功率器件应用领域	44
图 75: 2028 年全球 SiC 下游应用领域占比 (%)	44
图 76: 2022-2028 新能源汽车功率器件市场预测 (百万美元)	44
图 77: SiC MOS 在新能源汽车中的应用	45
图 78: 使用英飞凌 SiC 功率器件的汽车厂商	45
图 79: DC/DC 控制器/车载充电器 SiC 样机与 Si 对比	46
图 80: 电机控制器 SiC 样机与 Si 对比	46
图 81: 电机控制器中使用 SiC 产品带来的收益	47
图 82: 新能源汽车中使用 SiC 产品带来的收益	47
图 83: 2022-2024 SiC 车型数量 (款)	47
图 84: 2021-2024Q1 主流中国品牌新能源乘用车 SiC MOS 主驱功率模块国产化率	47
图 85: Model 3 逆变器中的碳化硅 MOSFET	50
图 86: Model 3 逆变器中的碳化硅 MOSFET 拆解	50
图 87: 6 英寸和 8 英寸碳化硅衬底生产效率对比	50
图 88: Evo 平台 12 合 1 智能电驱系统	51
图 89: 12 合 1 的电驱全系搭载 1200V 碳化硅电控	51
图 90: 斯达半导 SiC 产品图 (部分)	52
表 1: 斯达半导主要控股参股公司分析	9
表 2: IGBT 与 BJT、MOSFET 性能对比	18
表 3: IGBT 前十大厂商市占率变化	24
表 4: 国内 IGBT 产能统计 (部分)	26
表 5: 23Q1-24Q1 部分 IGBT 厂商货期趋势	27
表 6: 不同动力形式新能源汽车 IGBT 使用量	29
表 7: 不同车级 IGBT 价值量 (估算)	30
表 8: 四类逆变器的主要对比情况	34
表 9: 华能阿荣旗岭东二期等 12 个风电项目风力发电机组及其附属设备集中采购预招标开标情况	37
表 10: 国内 IGBT 公司竞争状况	40
表 11: SiC 的物理性质和特点	43
表 12: 2022 年部分国际企业 SiC 功率产品应用情况	48
表 13: 2023 -2024Q1 中国品牌新能源乘用车 SiC MOS 主驱功率模块供应商及导入情况 (辆/套/%)	49

表 14: 中国品牌新能源乘用车 SiC MOS 主驱功率模块市场竞争格局 (辆/套/%) .....	49
表 15: 市场上量产电机转速较高厂商 .....	51
表 16: 2021 年斯达半导非公开发行股票募集资金使用计划 (万元) .....	53
表 17: 公司业务盈利预测 (百万元/%) .....	54
表 18: 可比公司估值 .....	55

## 1、斯达半导：国际 IGBT 模块领先企业

斯达半导专注从事以 IGBT 为主的功率半导体芯片和模块的设计研发、生产及销售服务，是目前国内功率半导体器件领域的领军企业。公司总部位于浙江嘉兴，在上海、重庆、浙江和欧洲均设有子公司，并在国内和欧洲德国及瑞士设有研发中心。公司主要产品分功率芯片和功率模块两大类，主要包括 IGBT、MOSFET、FRD、SiC 芯片和模块。公司成功研发出全系列 IGBT 芯片、FRD 芯片和 IGBT 模块，实现进口替代。其中 IGBT 模块产品超过 600 种，电压等级涵盖 100V-3300V，电流等级涵盖 10A-3600A。产品已被成功应用于新能源汽车、变频器、逆变焊机、UPS、光伏/风力发电、SVG、白色家电等领域。

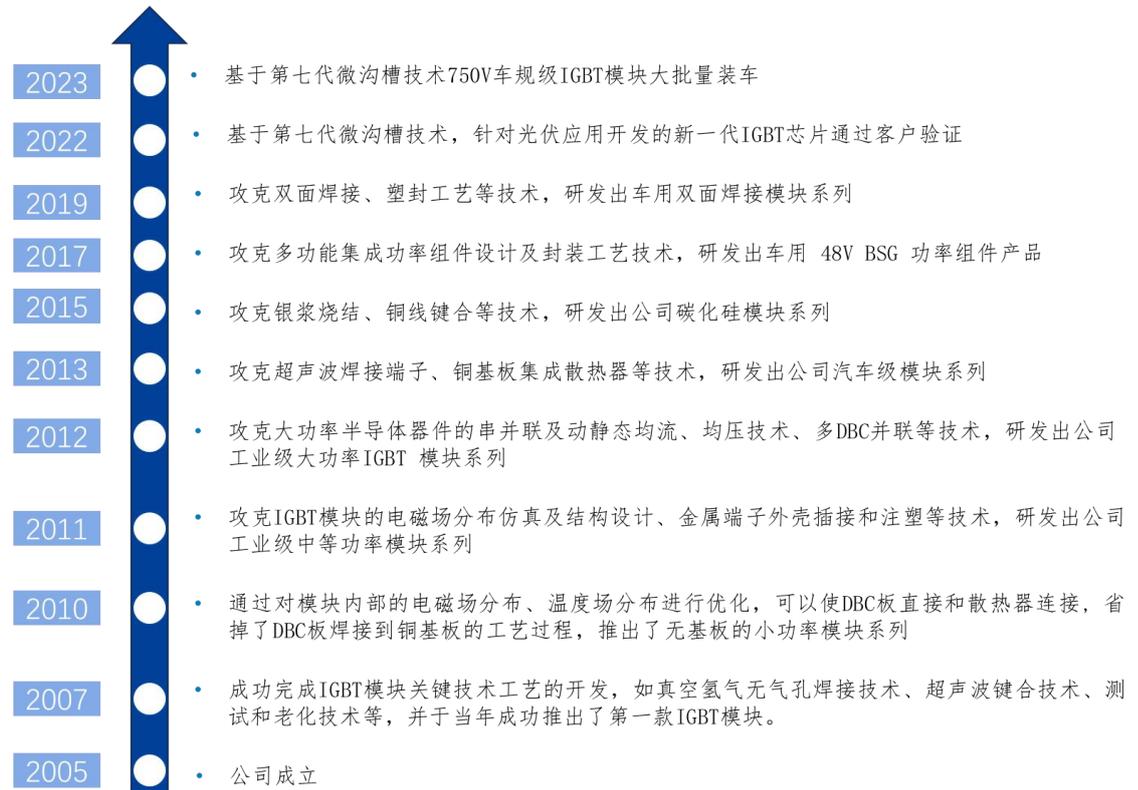
### 1.1 发展历程：深耕 IGBT 领域，第七代微沟槽车规模块大批量装车

(1) IGBT 模块设计、制造和测试：公司自成立之初就专心进行 IGBT 产品的研发、相关人才的培养和上游产业链的培育。经过一年多的研发，公司在 2007 年成功完成了 IGBT 模块关键技术工艺的开发，如真空氢气无气孔焊接技术、超声波键合技术、测试和老化技术等，并于当年成功推出了第一款 IGBT 模块。随着公司技术的不断积累和进步，先后推出了各系列 IGBT 模块。2022 年，公司基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的新一代车规级 650V/750V IGBT 芯片通过客户验证并开始大批量供货。2023 年，公司基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的 750V 车规级 IGBT 模块大批量装车，公司基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的 1200V 车规级 IGBT 模块新增多个 800V 系统车型的主电机控制器项目定点，将对 2024 年-2030 年公司新能源汽车 IGBT 模块销售增长提供持续推动力。

(2) IGBT 芯片：IGBT 芯片是 IGBT 模块中最核心的原材料，研发难度较大，市场上可选的供应商资源较少，客户验证周期较长，故公司较早开始布局研发 IGBT 芯片。2012 年，公司成功独立研发出了 NPT 型 IGBT 芯片，并于 2012 年实现量产。2015 年，公司成功独立研发出了最新一代 FS-Trench 型 IGBT 芯片，与市场主流的进口芯片性能相当，并于 2016 年底实现量产。到 2018 年底公司已量产所有型号的 IGBT 芯片。

(3) 快恢复二极管芯片：快恢复二极管芯片较 IGBT 芯片来说研发难度相对较低且市面上可选择供应商较多，故公司开始研发快恢复二极管时间较晚。2017 年底，公司成功研发出漏电流小，正温度系数的快恢复二极管芯片，并实现量产。到 2018 年底公司已量产所有型号的快恢复二极管芯片。

图 1：斯达半导核心技术发展历程



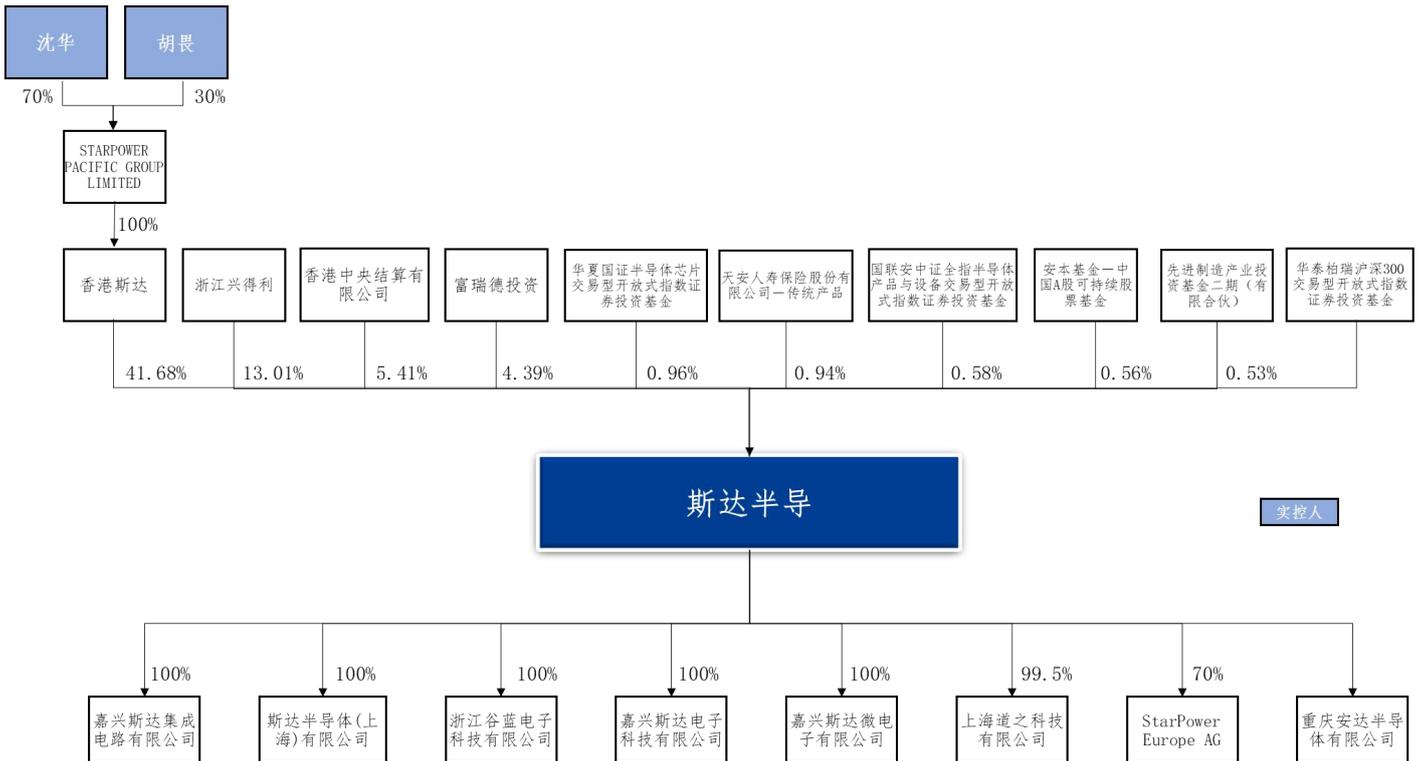
资料来源：斯达半导招股说明书、公司年报、华金证券研究所

## 1.2 股权架构：股权结构相对集中，实控人专业背景背书

公司股权结构相对集中，实控人专业背景背书有利于推动公司快速发展。公司实际控制人为沈华、胡畏夫妇，通过斯达控股间接持有香港斯达 100%股份，从而实际支配香港斯达所持公司 41.68%股份。其中，沈华先生于 1995 年获得美国麻省理工学院材料学博士学位。1982 年 7 月至 1983 年 8 月任杭州汽车发动机厂助理工程师，1986 年 7 月至 1990 年 6 月任北京科技大学讲师，1995 年 7 月至 1999 年 7 月任西门子半导体部门（英飞凌前身，1999 年成为英飞凌公司）高级研发工程师，1999 年 8 月至 2006 年 2 月任 XILINX 公司高级项目经理，公司设立以来一直担任公司董事长和总经理。

斯达欧洲/上海道之为公司重要组成部分。上海道之是专业从事功率半导体元器件尤其是新能源汽车用 IGBT 芯片和模块研发及生产的国家级高新技术企业。成立于 2013 年 1 月，位于上海新能源汽车与关键零部件产业园内，占地 30 亩。主要产品包括可用于新能源汽车、工业控制和新能源等领域的 IGBT 芯片、FRD 芯片、IGBT 模块及功率组件等。是目前国内车用 IGBT 领域的领军企业。StarPower Europe AG 在其位于德国纽伦堡的分公司开设了一个欧洲研发中心，斯达半导持股比例为 70%，其目的是研究和测试功率半导体的新技术、封装和材料，以便为 StarPower 开发未来几代型号。

图 2：斯达半导股权结构图（前十大股东）



资料来源：Wind、斯达半导 2024 年第一季度财报、华金证券研究所

注：前十大股东股份占比数据截至 2024 年 03 月 31 日

表 1：斯达半导主要控股参股公司分析

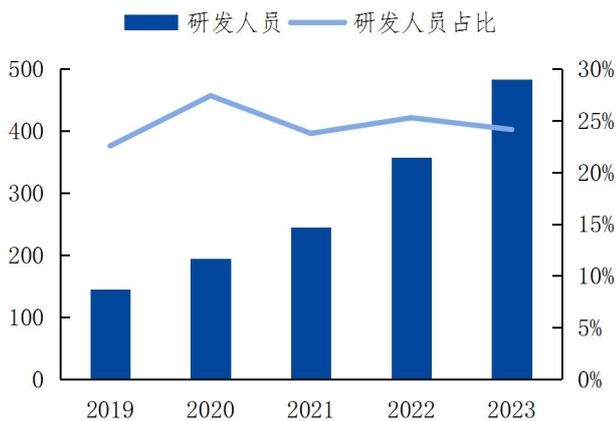
公司名称	持股	简介
上海道之科技有限公司	99.50%	经营范围为从事新能源技术、节能技术、环保技术领域内的技术开发、技术转让、技术咨询、技术服务，IGBT 芯片的设计与 IGBT 模块的生产，半导体芯片、元器件的设计，从事货物进出口及技术进出口业务。2023 年全年营业收入 22.08 亿元，净利润 3.78 亿元。
StarPower Europe AG	70%	主要从事国际业务的拓展和前沿功率半导体芯片及模块的设计和研发。2023 年全年营业收入 3.11 亿元，净利润 0.28 亿元。
重庆安达半导体有限公司	70%	经营范围为半导体分立器件制造；半导体分立器件销售；集成电路芯片设计及服务；货物进出口；技术进出口
浙江谷蓝电子科技有限公司	全资子公司	斯达半导全资子公司，经营范围为集成电路芯片设计及服务，半导体分立器件制造，主要从事半导体分立器件销售。2023 年全年营业收入 2.29 亿元，净利润-0.11 亿元。
嘉兴斯达电子科技有限公司	全资子公司	主要从事 IGBT 模块销售业务，2023 年全年营业收入 397.23 万元，净利润 6.29 万元。
嘉兴斯达微电子有限公司	全资子公司	嘉兴斯达微电子有限公司是公司募投项目《高压特色工艺功率芯片研发及产业化项目》、《SiC 芯片研发及产业化项目》的实施主体。2023 年全年营业收入 2.63 亿元，净利润 0.62 亿元。
嘉兴斯达集成电路有限公司	全资子公司	截止目前，公司暂未开展相关业务
斯达半导体(上海)有限公司	全资子公司	截至 2023 年 12 月 31 日，公司暂未开展业务

资料来源：斯达半导 2023 年年度报告、华金证券研究所

### 1.3 科研能力：核心技术团队稳定，研发人员占比达 24%

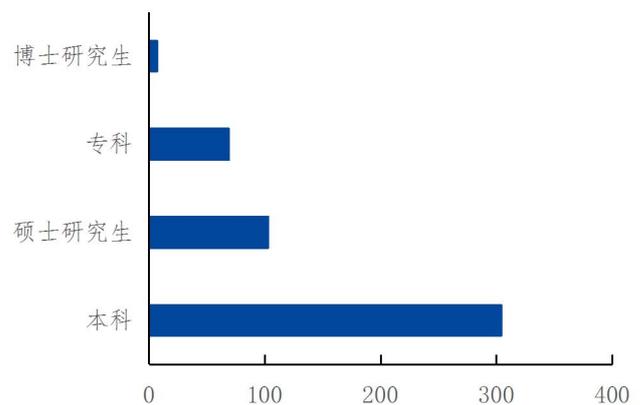
**核心技术团队稳定，且从业经验丰富。**公司创始人为半导体行业技术专家，具备丰富的知识、技术储备及行业经验；公司拥有多名具有国内外一流研发水平的技术人员，多人具备在国际著名功率半导体公司承担研发工作的经历；公司的核心技术团队稳定，大多数人在本公司拥有十年以上的工作经验。**2023**年末，公司共有研究开发人员**483**名，占公司员工总数的**24.13%**。公司核心技术人员为沈华、汤艺、戴志展、刘志红和胡少华，其主要负责的技术研究方向如下：沈华先生有多年 IGBT 相关技术研发及生产管理经验，目前作为公司董事长及总经理，负责把控公司战略发展方向；汤艺女士有多年 IGBT 芯片技术研发及管理经验，目前作为公司副总经理及技术副总裁，负责公司 IGBT 芯片技术的研发工作；戴志展先生拥有多年半导体元器件设计及系统应用经验，目前作为公司副总经理，负责公司产品测试和系统应用工作；刘志红先生一直从事模块设计开发工作，拥有丰富的模块技术研发以及实践经验，现任公司研发部总监，负责公司模块封装技术的研发工作；胡少华先生一直从事模块制造工艺的开发工作，在模块制造工艺方面有丰富的行业经验和技術积累，现任公司工艺部总监。专业的人才团队为公司的持续稳定发展奠定良好基础，人才优势为公司持续发展提供动力。

图 3：2019-2023 斯达半导研发人员数目及占比（人/%）



资料来源：斯达半导 2019-2023 年年报、华金证券研究所

图 4：2023 斯达半导研发人员学历结构（人）



资料来源：斯达半导 2023 年年报、华金证券研究所

### 1.4 产品矩阵：以 IGBT 模块为主，多领域广泛应用

公司长期致力于 IGBT、快恢复二极管、MOSFET 等功率芯片的设计和工艺及 IGBT、SiC MOSFET 等功率模块的设计、制造和测试。**2023**年，斯达半导 IGBT 模块销售收入占主营业务收入比例为**91.55%**，为公司主要收入来源产品。公司主要产品为功率半导体元器件，包括 IGBT、MOSFET、IPM、FRD、SiC 等等。其中 IGBT 模块产品超过**600**种，电压等级涵盖**100V-3300V**，电流等级涵盖**10A-3600A**。产品已被成功应用于新能源汽车、变频器、逆变焊机、UPS、光伏/风力发电、SVG、白色家电等领域。以新能源汽车为例，新能源汽车区别于传统车最核心的技术是“三电”系统，主要是指电机、电池、电控。“三电”中电控系统的主要作用是接收整车控制器的指令，进而控制驱动电机的转速和转矩，以控制整车的运动。另外，在制动阶段，电机控制

器负责将驱动电机的回馈能量进行回收并储存到动力电池以提高能源利用效率。IGBT 模块为电控系统的核心器件,担负着电控系统中将动力电池直流电能转换成驱动电机所需交流变频电能的功能,IGBT 模块决定了整车的电能转换效率。除 IGBT 模块外,公司还生产和供应碳化硅模块。

图 5: 斯达半导部分产品及应用领域

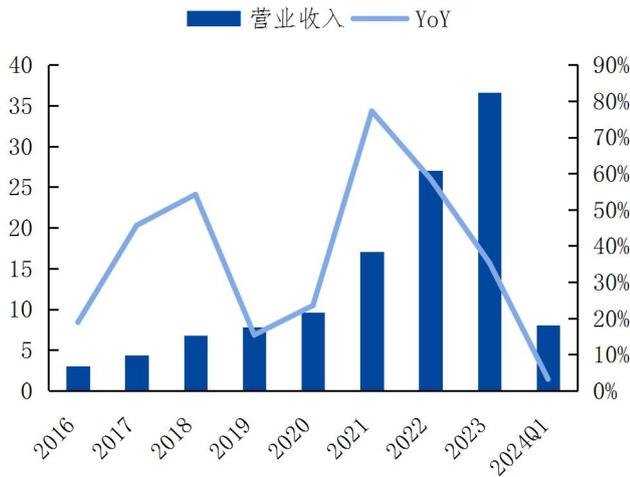


资料来源: 斯达半导官网、斯达半导招股说明书、华金证券研究所

### 1.5 经营概况: 经营管理卓尔不群, 新能源为主要收入领域

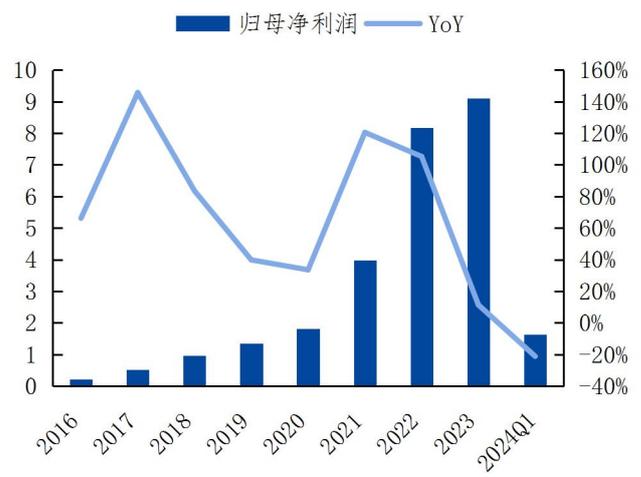
各细分业务均实现稳步增长, 营收同比增长超 35%。2023 年, 公司实现营业收入 36.63 亿元, 同比增长 35.39%, 实现归母净利润 9.11 亿元, 同比增长 11.36%。同时, 公司主营业务收入在各细分行业均实现稳步增长: (1) 公司工业控制和电源业务营业收入为 12.79 亿元, 同比增长 15.64%。(2) 公司新能源业务营业收入为 21.56 亿元, 同比增长 48.09%。(3) 公司变频白色家电及其他业务营业收入为 2.03 亿元, 同比增长 69.48%。2024Q1, 公司实现营收 8.05 亿元, 同比增长 3.17%, 归母净利润为 1.63 亿元, 同比下降 21.14%。

图 6：2016-2024Q1 斯达半导营收状况（亿元/%）



资料来源：Wind、华金证券研究所

图 7：2016-2024Q1 斯达半导归母净利润（亿元/%）

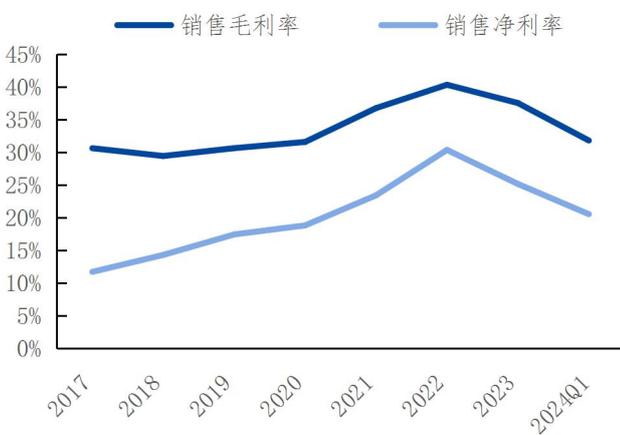


资料来源：Wind、华金证券研究所

功率品类差异化&进入技术附加值相对较高领域，共促公司毛利率名列前茅。2019-2024Q1，斯达半导毛利率分别为 30.61%/31.56%/36.73%/40.30%/37.51%/31.78%；可比公司毛利率均值为 21.73%/24.72%/31.54%/31.51%/25.63%/22.58%。公司综合毛利率相对较高的主要原因包括：

（1）功率半导体器件行业细分产品领域众多，同行业各公司在产品类型、产品结构、成本结构、技术水平、所处市场竞争情况等方面均有所不同，因此各公司的综合毛利率水平存在差异。公司在多年的经营中积累了丰富的技术经验，形成了领先的生产工艺以及技术优势，产品竞争力突出，使得公司可保持相对较高的毛利率水平；（2）基于公司国内领先的技术实力、稳定可靠的产品质量和良好的信誉及口碑，产品已成功进入技术附加值相对较高的应用领域，在一定程度上提高了公司整体毛利率水平；（3）公司长期从事 IGBT 模块的生产销售业务，掌握了丰富的生产经营及管理经验。同时，公司通过加强采购、生产环节的成本管理，有效地控制了生产成本。

图 8：2017-2024Q1 斯达半导毛利率及净利率（%）



资料来源：Wind、华金证券研究所

图 9：2017-2024Q1 斯达半导可比公司毛利率（%）



资料来源：Wind、华金证券研究所

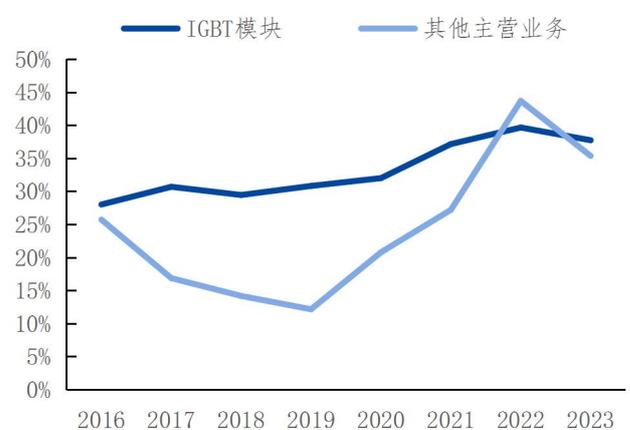
IGBT 模块为公司主要营收来源，占比高达 90%以上。公司主营业务是以 IGBT 为主的功率半导体芯片和模块的设计研发和生产，并以 IGBT 模块形式对外实现销售。IGBT 模块的核心是 IGBT 芯片和快恢复二极管芯片，公司自主研发设计的 IGBT 芯片和快恢复二极管芯片是公司的核心竞争力之一。2019-2023 年，公司 IGBT 模块产品实现营收 7.61/9.12/15.95/22.25/33.31 亿元，占总营收比例分别为 97.58%/94.65%/93.46%/82.23%/90.94%，毛利率分别为 30.81%/31.99%/37.14%/39.65%/37.72%。公司其他产品主要为 MOSFET 模块、整流及快恢复二极管模块及分立器件等。2019-2023 年，公司其他产品实现营收 0.16/0.48/1.01/4.57/3.32 亿元，占总营收比例分别为 1.99%/4.97%/5.91%/16.91%/9.06%，毛利率分别为 12.15%/20.77%/27.19%/43.67%/35.35%。2022 年由于应用于光伏逆变器的 IGBT 单管销售收入同比增长 353.18%，故其他收入占比大幅上升，致使 IGBT 模块占比有所下降。

图 10: 2016-2023 斯达半导收入结构 (%)



资料来源: Wind、华金证券研究所

图 11: 2016-2023 斯达半导各主营业务毛利率 (%)



资料来源: Wind、华金证券研究所

产销率保持较高水平，产品结构为毛利率/价格差异主要因素。公司逐步扩大生产规模，产能呈不断扩大的趋势；同时，随着公司与既有客户的合作日趋稳固，以及公司不断打开新的市场，公司的产能利用率呈现逐步上升趋势，2019-2023 年公司 IGBT 模块产量分别为 417/545/930/920/1,373 万块，销量分别为 418/523/878/980/1,274 万块，产销率分别为 100.24%/95.96%/94.41%/106.52%/92.79%，整体来看产销量率接近 100%。价格方面，2019-2023 年，公司 IGBT 模块平均单价为 181.96/174.28/181.67/227.01/261.47 元/块，同比增长 4.11%/-4.22%/4.24%/24.95%/15.18%。公司不同规格产品达千余种，产品价格因产品性能、参数要求等而有所不同，从几十元到几千元不等，年度产品平均单价的不同主要源自当年所销售产品的整体结构的差异。

新能源领域为公司产品主要下游应用方向，成为多领域头部企业主要供应商。2019-2023 年，公司新能源领域营收占比分别为 21.14%/22.31%/33.48%/53.82%/58.87%，已成为公司主要营收来源领域。从客户角度分析，在新能源汽车领域，公司是国内车规级 IGBT/SiC 模块的主要供应商，公司积极开拓海外市场并获得了多家国外头部 Tier1 的项目定点；在新能源发电领域，公司已是国内多家主流光伏逆变器客户、风电逆变器客户的主要供应商，并且与头部企业建立了深入的战略合作关系，公司根据客户需求不断推出符合市场需求的具有市场竞争力的产品；

在工业控制领域，公司目前已经成为国内多家头部变频器企业 IGBT 模块主要供应商，同时公司已是工控行业多家国际企业正式供应商。

图 12: 2016-2023 斯达半导产/销量及产销率 (万个/%)



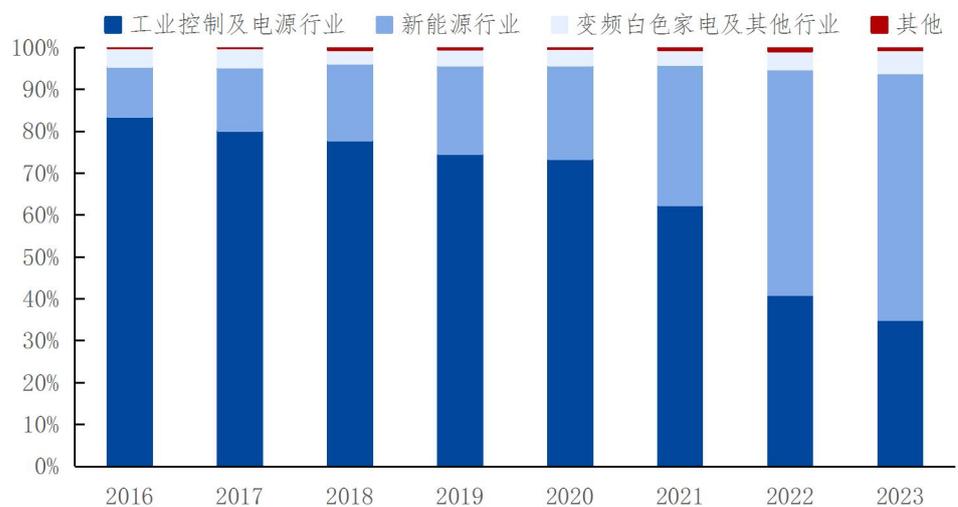
资料来源: 斯达半导招股说明书、斯达半导 2019-2023 年年报、华金证券研究所

图 13: 2016-2023 斯达半导 IGBT 模块单价 (%)



资料来源: 斯达半导招股说明书、斯达半导 2019-2023 年年报、华金证券研究所

图 14: 2016-2023 斯达半导下游应用占比 (%)

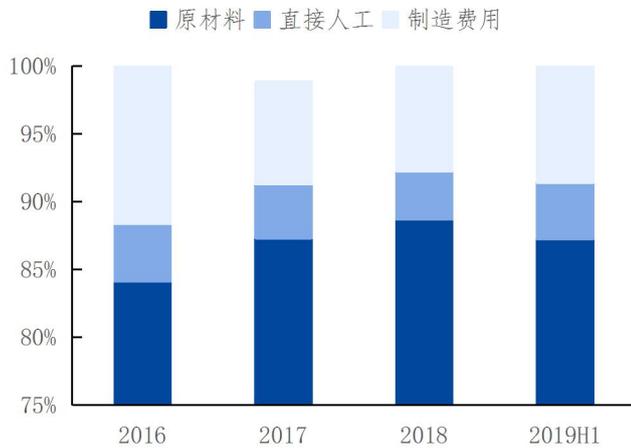


资料来源: Wind、斯达半导 2019-2023 年年报、华金证券研究所

**Fabless 模式聚焦设计，原材料为公司主要成本。**斯达半导采用 Fabless 经营模式，公司聚焦研发、设计与销售，通过委外代工完成制造与封测环节，该模式相较于 IDM 属于轻资产模式，能够快速响应市场需求。受公司现有生产模式的影响，公司主营业务成本结构相对稳定，主营业务成本中原材料为最主要的成本，原材料主要包括 IGBT 芯片、快恢复二极管芯片、DBC 板、散热基板等，2016-2019H1 公司主营业务成本中原材料占比分别为 84.10%/87.29%/88.67%/87.21%（自 2019H1 起，公司不再披露材料、人工、制造费用细分占比）。

以直销为主，便于产品调整。斯达半导选择以直销为主、经销为辅的销售模式，可迅速了解客户需求，同时通过经销迅速拓张市场份额，提高市场声誉。此外，公司可以根据客户性质，灵活的选择直销和经销的维护方式，更好地服务客户。2023年，公司直销占总营收 85.79%，经销占比为 14.21%。

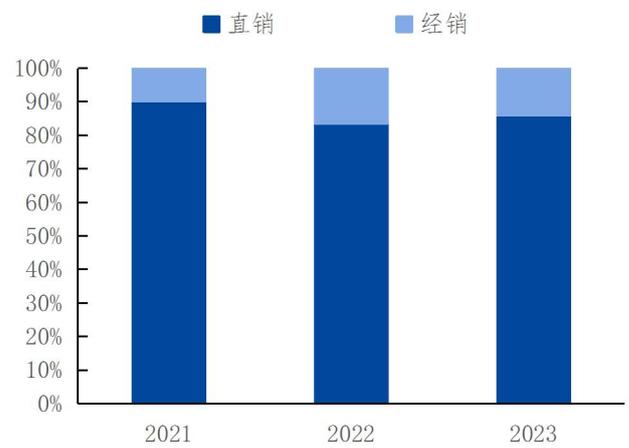
图 15: 2016-2019H1 斯达半导主营业务成本占比 (%)



资料来源：斯达半导招股说明书、华金证券研究所

注：自 2019H1 起，公司不再披露材料、人工、制造费用细分占比

图 16: 2021-2023 斯达半导直销与经销占比 (%)

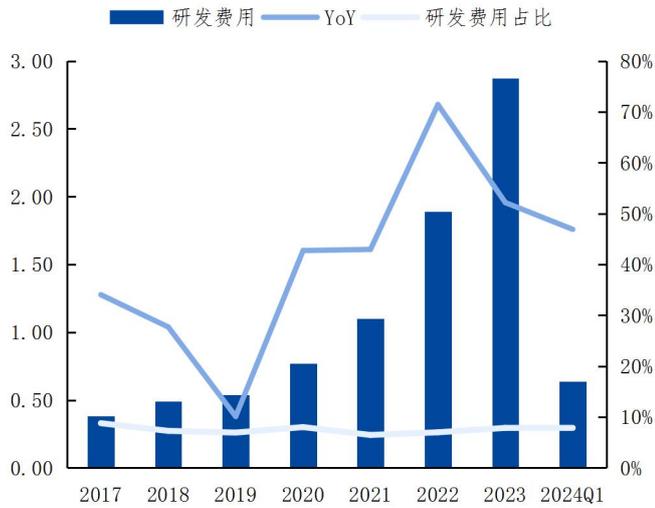


资料来源：斯达半导 2021-2023 年年报、华金证券研究所

研发费用逐年增长，持续投入为公司转型战略塑造技术护城河。2019-2024Q1，公司研发费用分别为 0.54/0.77/1.10/1.89/2.87/0.64 亿元，研发费用占营收比例为 6.93%/8.00%/6.46%/6.98%/7.85%/7.91%。从研发费用增长层面分析，2019-2024Q1，公司研发费用同比增长分别为 10.10%/42.73%/42.95%/71.45%/52.17%/46.90%。2023 年，公司在瑞士苏黎世成立新的研发中心，苏黎世研发中心是公司 2024 年成立德国纽伦堡研发中心后在欧洲设立的第二个海外研发中心，公司将不断补充高素质的专业技术团队，进一步加大对下一代 IGBT、SiC 芯片以及模块先进封装技术的研发力度。

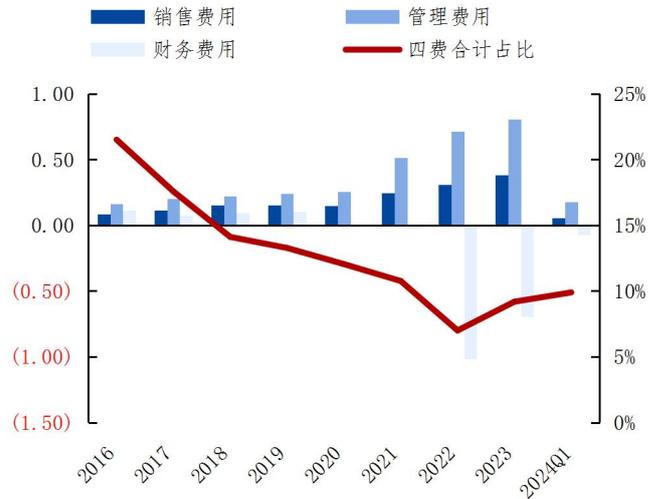
由于财务费用大幅下降，斯达半导四费合计占营收比例整体呈下降趋势。2019-2023 年，四费（销售、管理、财务、研发）合计分别为 1.03/1.16/1.84/1.89/3.36 亿元，四费合计占营收比例分别为 13.27%/12.04%/10.76%/7.00%/9.19%，2022 年四费合计占营收比例显著下降，主要系公司利息收入增加所致。2023 年销售费用为 0.38 亿元，同比增长 22.85%，主要系公司营业收入增加销售人员薪酬等支出相应增长所致；管理费用为 0.81 亿元，同比增长 13.11%，主要系公司规模扩大人员增加，管理运营成本增加所致；财务费用为-0.70 亿元，同比下降 31.64%。2024Q1 四费合计为 0.80 亿元，占营收比例为 9.89%。

图 17: 2017-2024Q1 斯达半导研发费用情况 (亿元/%)



资料来源: Wind、华金证券研究所

图 18: 2016-2024Q1 斯达半导销售/管理/财务费用及四费占营收比例 (亿元/%)



资料来源: Wind、华金证券研究所

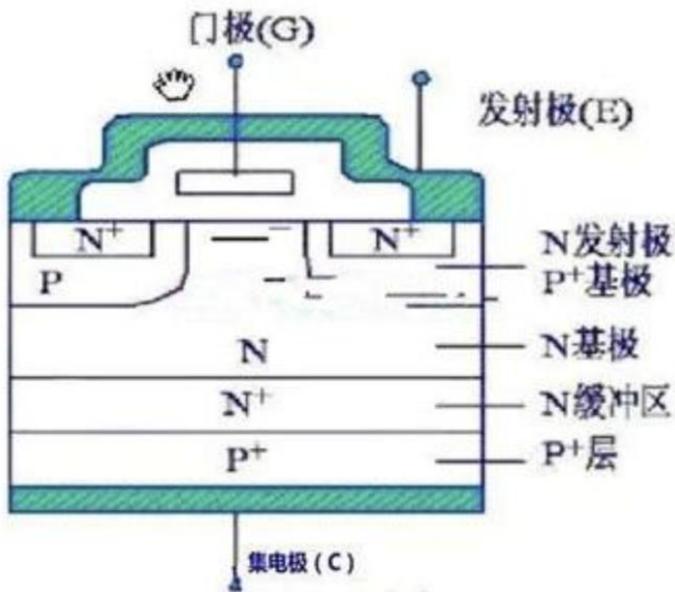
## 2、IGBT: 技术领先&多领域覆盖, 打开新能源汽车/风光储/工控需求增量

### 2.1 行业综述: IGBT= MOSFET + BJT, 为电力电子行业“CPU”

IGBT 作为一种新型电力电子器件, 是国际上公认的电力电子技术第三次革命最具代表性的产品, 是工业控制及自动化领域的核心元器件, 其作用类似于人类的“心脏”, 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。因此, IGBT 被称为电力电子行业里的“CPU”, 广泛应用于电机节能、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、新能源汽车等领域。

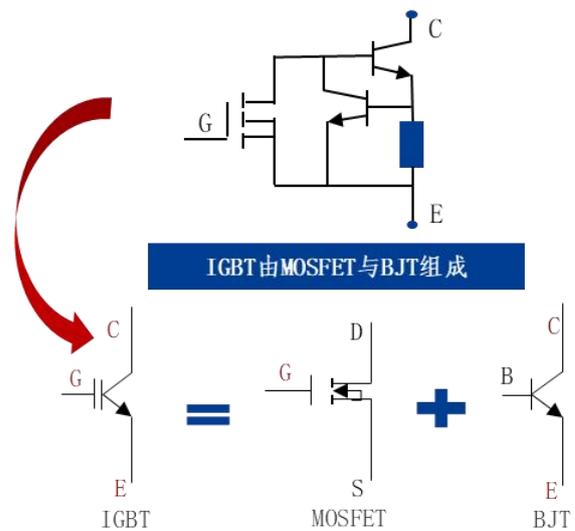
**IGBT= MOSFET + BJT。** IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 又称绝缘栅双极型晶体管, 是由 MOS (绝缘栅型场效应管) 和 BJT (双极型三极管) 组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件, 其输入极为 MOSFET, 输出极为 PNP 晶体管, 因此, 可以把其看作是 MOS 输入的达林顿管。它融合了 MOSFET 的高输入阻抗和 GTR 的低导通压降两方面的优点, 具备易于驱动、峰值电流容量大、自关断、开关频率高 (10-40 kHz) 等特点, 已逐步取代晶闸管和 GTO (门极可关断晶闸管), 是目前发展最为迅速的新一代电力电子器件, 也是变频器的重要元件之一。

图 19: IGBT 结构示意图



资料来源: 贵州利来机电、华金证券研究所

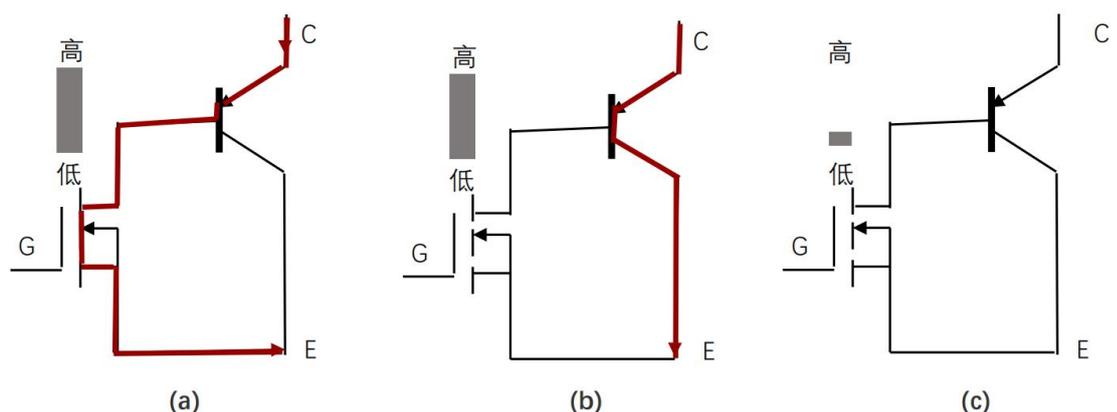
图 20: IGBT 等效电路图及电路符号



资料来源: 爱上半导体、贵州利来机电、华金证券研究所

IGBT 由栅极 (G)、发射极 (E) 和集电极 (C) 三个极控制。IGBT 的开关作用是通过加正向栅极电压形成沟道，给 PNP 晶体管提供基极电流，使 IGBT 导通。反之，加反向门极电压消除沟道，切断基极电流，使 IGBT 关断。若在 IGBT 的栅极和发射极之间加上驱动正电压，则 MOSFET 导通，这样 PNP 晶体管的集电极与基极之间成低阻状态而使得晶体管导通；若 IGBT 的栅极和发射极之间电压为 0V, 则 MOSFET 截止，切断 PNP 晶体管基极电流的供给，使得晶体管截止。

图 21: IGBT 工作原理 (导通: (a)、(b), 关断: (c))



资料来源: 爱上半导体、华金证券研究所

IGBT 攻守兼备，BJT 及 MOSFET 优势集合体。IGBT 既有 MOSFET 的开关速度快、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。IGBT 稳定性比 MOSFET 稍差,强于 BJT, 但 IGBT 耐压比 MOSFET 容易做高, 不易被二次击穿而失效, 易于高压应用领域。

表 2: IGBT 与 BJT、MOSFET 性能对比

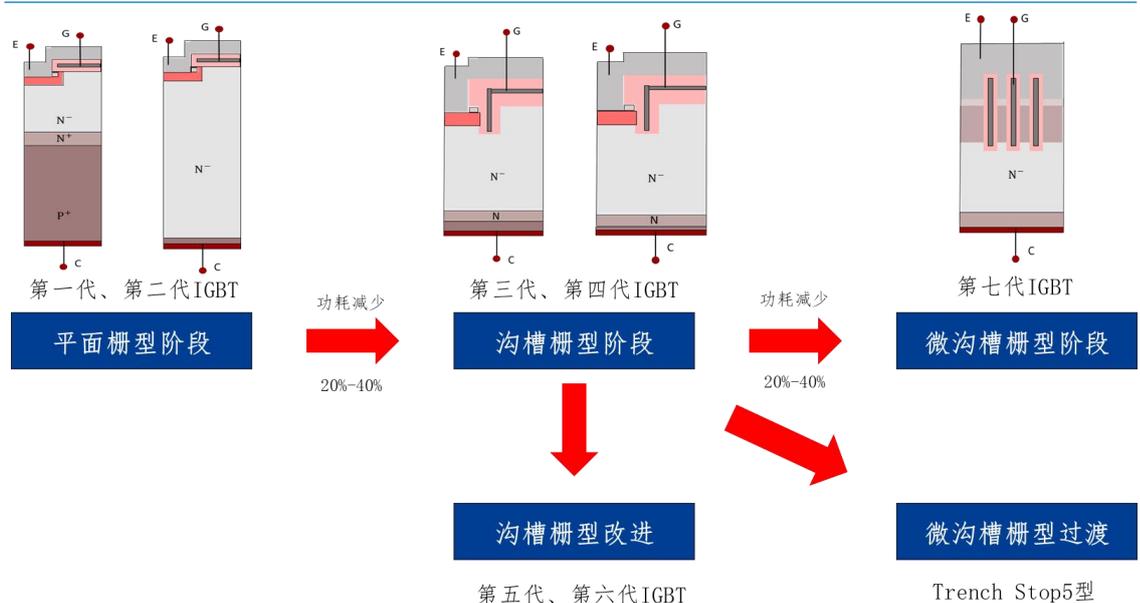
	BJT	MOSFET	IGBT
驱动方式	电流	电压	电压
驱动电路	负复杂	简单	简单
输入阻抗	低	高	高
驱动功率	高	低	低
开关速度	慢 (微秒)	快 (纳秒)	中等
工作频率	低 ( $\leq 100\text{kHz}$ )	快 ( $\leq 1\text{MHz}$ )	中等
安全工作区	窄	宽	宽
饱和电压	低	高	低

资料来源: 智研咨询、华金证券研究所

## 2.2 技术分析: 沟槽栅+场截止系划时代技术组合

降低损耗与生产成本为主要发展趋势, 沟槽栅+场截止成为划时代技术组合。第一阶段是第一、第二代 IGBT 为代表的平面栅型 IGBT, 其中第一代由于工艺复杂且成本高, 已基本被淘汰。第二代部分类型产品目前仍有销售; 第二阶段是以第三代、第四代 IGBT 为代表的沟槽栅型 IGBT。该类型产品通过创新的沟槽设计, 大大减小了 IGBT 的体积和使用功耗, 因此被广泛使用。第五代、第六代的 IGBT, 属于对沟槽栅型的改进, 结构并未有很大的变动。此外, 该阶段还出现了第三阶段的过渡型产品 Trench Stop; 第三阶段是 2018 年以后出现的第七代微沟槽型 IGBT, 该类型产品更大程度地减小了器件的体积和功耗, 目前英飞凌等厂商技术已达量产水平。

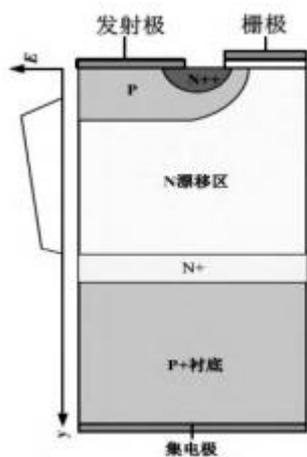
图 22: IGBT 三个发展阶段



资料来源: 车规功率半导体前沿、华金证券研究所

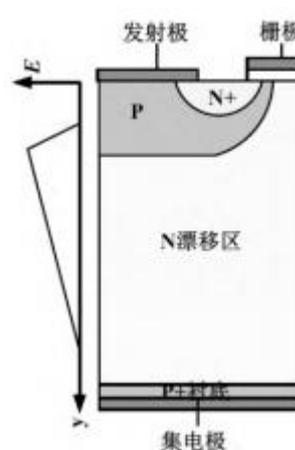
穿通型 IGBT 为负温度系数，非穿通型 IGBT 为正温度系数。穿通型 IGBT 以高杂 P+ 为村底，之上是 N+ 缓冲层，以 N- 基为外延，最后通过扩散和注入工艺构造发射极和栅极。当外加电压足够高时，它可以穿通整个 N 基区，因而称为“穿通”型。非穿通型 IGBT 以低掺杂的 N 基区作为村底，这样 P+ 掺杂发射区就可以设计得很薄，在阻断状态，电场只在 N 型村底内存在。因为电场不再“穿通”N 型村底，所以被称为“非穿通”IGBT，低掺杂 N- 型村底必须设计得相对比较厚，以能够承受所有阻断电压，这样该层损耗为 IGBT 总损耗主要部分。由于背部发射区（P 掺杂层）较薄，所以其中的载流子浓度不如穿通型 IGBT 中的浓度高，因而很难改变发射区中载流子寿命。相对于穿通型 IGBT，关断时拖尾电流较低，但是持续的时间更长。

图 23：穿通型 IGBT 器件



资料来源：半导体在线、华金证券研究所

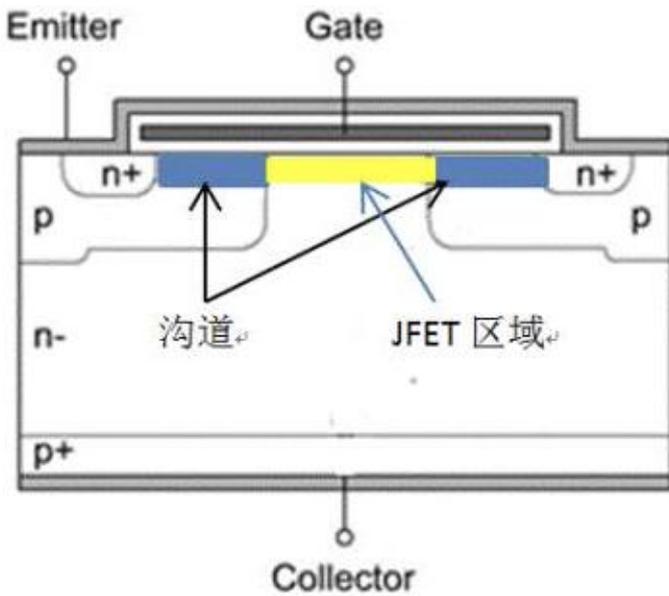
图 24：非穿通型 IGBT 器件



资料来源：半导体在线、华金证券研究所

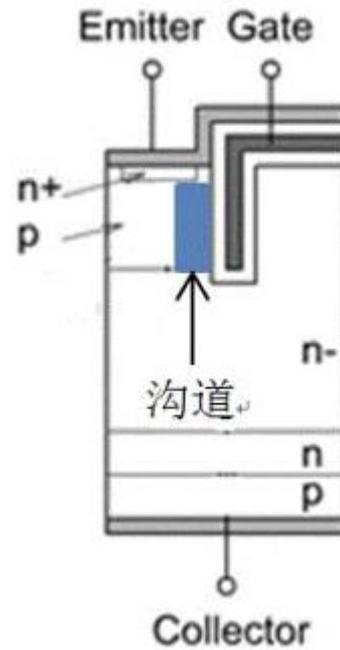
P 型发射区反型沟道垂直，消除 JFET 效应。沟槽栅结构与平面栅极结构的主要区别在于，当 IGBT 开通时，P 型发射区的反型沟道是垂直的而不是水平的。在平面栅 IGBT 中，正向导通时，P 阱与 N- 漂移区形成的 PN 结处于轻微的反向偏置状态，因而会形成有一定宽度的空间电荷区，它挤占了一定的空间，因此电流只能从一个相对较窄的空间流过，增大了电流通路上的阻抗。因此，在平面栅 IGBT 中，在电子流通方向上，包含沟道电阻  $R_{kanal}$ ，JFET 电阻  $R_{JFET}$ ，与漂移区电阻  $R_n$ 。而沟槽型 IGBT，因为沟道垂直，消灭 JFET 区域，因而整个电流通路上阻抗更低。沟槽型 IGBT 载流子浓度远高于平面型 IGBT，故在沟槽型 IGBT 中，适当沟槽宽度与间距可以提高 N- 区近表面层的载流子浓度，从而减小漂移区电阻  $R_n$ 。沟槽 IGBT 的垂直结构省去在硅表面上制作导电沟道的面积，更有利于设计紧凑的元胞。即在同等芯片面积上可以制作更多的 IGBT 元胞，从而增加导电沟道宽度，降低沟道电阻。

图 25: 平面型 IGBT 器件



资料来源: 艾邦半导体网、华金证券研究所

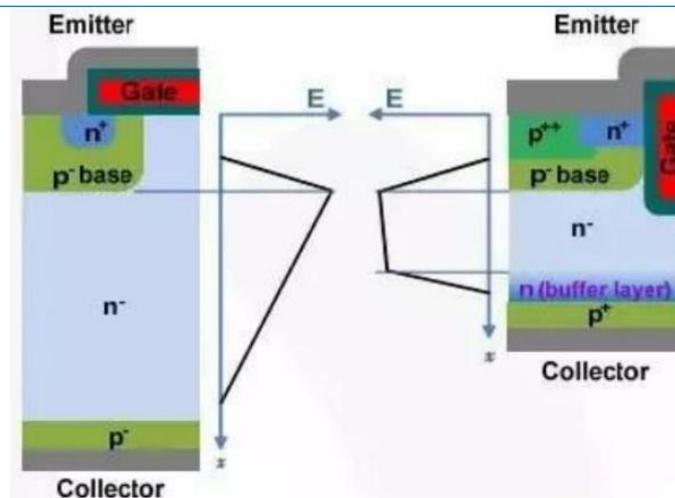
图 26: 沟槽型 IGBT 器件



资料来源: 艾邦半导体网、华金证券研究所

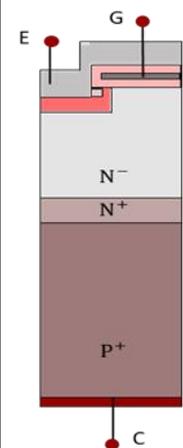
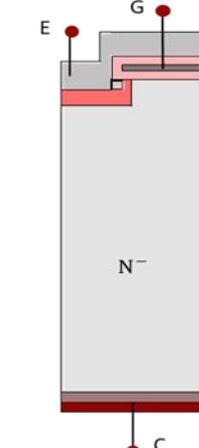
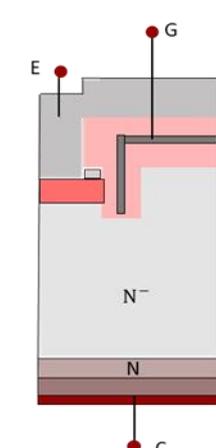
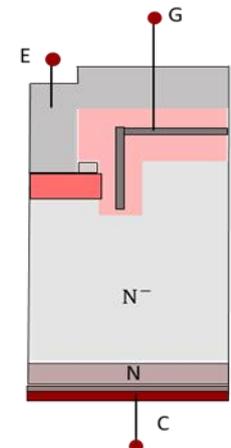
截止层提前降低截止电场为达到高功率有效手段。要做到高功率，就必须降低饱和压降，也就是降低  $R_{on}$ 。所以必须要降低 N-漂移区厚度，但 N-漂移区厚度受到截止状态的电场约束（太薄容易穿通）。故要想降低 N-漂移区厚度，必须要让截止电场到沟道前提前降下来。所以需要 P 型发射区与 N-漂移区之间引入 N+场截止层（Field Stop, FS）。当 IGBT 处于关闭状态，电场在截止层内迅速降低到 0，达到终止的目的，从而进一步降低 N-漂移区厚度达到降低  $R_{on}$  和饱和压降。场截止结构与 N+缓冲结构类似，故同样存在穿通型 IGBT 器件抑制关闭状态下的拖尾电流提高关闭速度的效果。

图 27: 非穿通型 IGBT 与场截止型 IGBT 对比



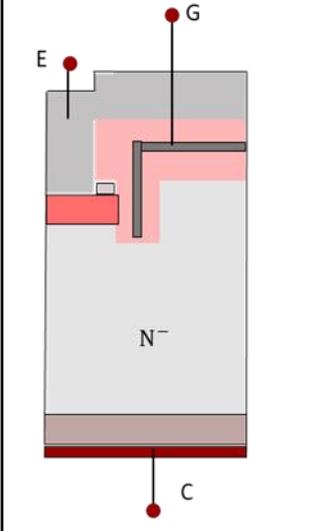
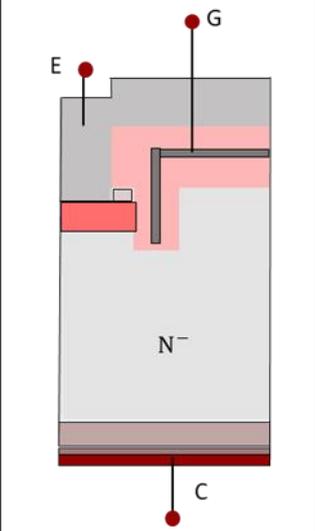
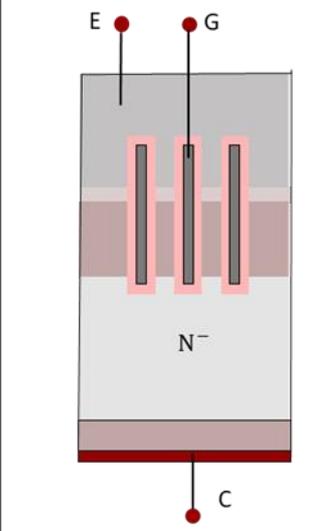
资料来源: EETOP、华金证券研究所

图 28: IGBT 技术演进路线 (1/2)

	第一代IGBT	第二代IGBT	第三代IGBT	第四代IGBT
技术命名	穿通型结构 (PT)	平面栅+非穿通 (NPT)	沟槽栅 (Trench) + 场截止 (Field-Stop)	沟槽栅+场截止+薄晶圆
芯片面积 (单位面积: IGBT1)	1	0.65	0.44	0.4
通态压降		3.4V	2V	2V
关断时间	0.5us	0.25us	0.2us	0.05us
功率损耗 (相对值)	100	70	33	15
短路能力	-	10us	10us 6us (600V下)	10us
最高结温	-	125°C	125°C	150°C
特点	工艺复杂, 成本高需要载流子寿命控制, 饱和压降呈负温度系数, 不利于并联。	因N-漂移区厚度降低, 饱和导通电压相比PT减少。正温度系数, 利于并联, 125°C工作结温, 高鲁棒性。	沟槽栅结构: 优化性能, 沟道密度增加、近表面载流子浓度增加。 场截止结构: 降低厚度, 使得通态压降降低。	高开关频率、优化开关柔软度。通过使用薄晶圆及优化背面结构, 进一步降低开关损耗, 同时开关柔软度更高。
应用情况	80年代后期逐渐被NPT取代。	部分产品在高频开关应用领域仍有一定销量。	在中低压领域基本已经被IGBT4取代, 但在高压领域依然占主导地位, 比如3,300V, 4,500V, 6,500V主流产品任然使用IGBT3。	目前使用最为广泛的IGBT芯片技术, 电压包含600V、1,200V、1,700V等, 电流以10A-3,600A均有覆盖
结构图				

资料来源: 斯达半导招股说明书、芯知社区、功率半导体技术实验室、头豹研究院、华金证券研究所

图 29: IGBT 技术演进路线 (2/2)

	第五代IGBT	第六代IGBT	第七代IGBT
技术命名	沟槽栅+场截止+表面覆铜	沟槽栅+场截止	微沟槽栅 (MPT) +场截止
芯片面积 (单位面积: IGBT1)	0.32	0.26	更小
通态压降	1.5V	低至1.85V	1.6V
关断时间	0.05us	0.05us	0.05us
功率损耗 (相对值)	15	15	10
短路能力	10us	3us	8us
最高结温	175°C	175°C	连续150°C 过载175°C
特点	因其表面覆铜以及先进XT封装工艺, 工作结温可达175°C。芯片厚度进一步减薄, 饱和压降更低, 输出电流能力提升30%。	器件结构和IGBT4类似, 但优化了背面P+注入, 从而得到了新的折衷曲线, Rg可控。	微沟槽栅结构: 沟道密度, 元胞间距经过精心设计, 并且优化了寄生电容参数, 从而实现5kv/us下的最佳开关性能。
应用情况	目前只封装在Prime-PACK里, 电压只有1,200V, 1,700V, 包括E5, P5。	只有单管封装的产品, 包括S6, H6。	T7用于电机驱动器, E7广泛应用于电动商用车主驱, 光伏逆变器。
结构图			

资料来源: 斯达半导招股说明书、芯知社区、功率半导体技术实验室、头豹研究院、华金证券研究所

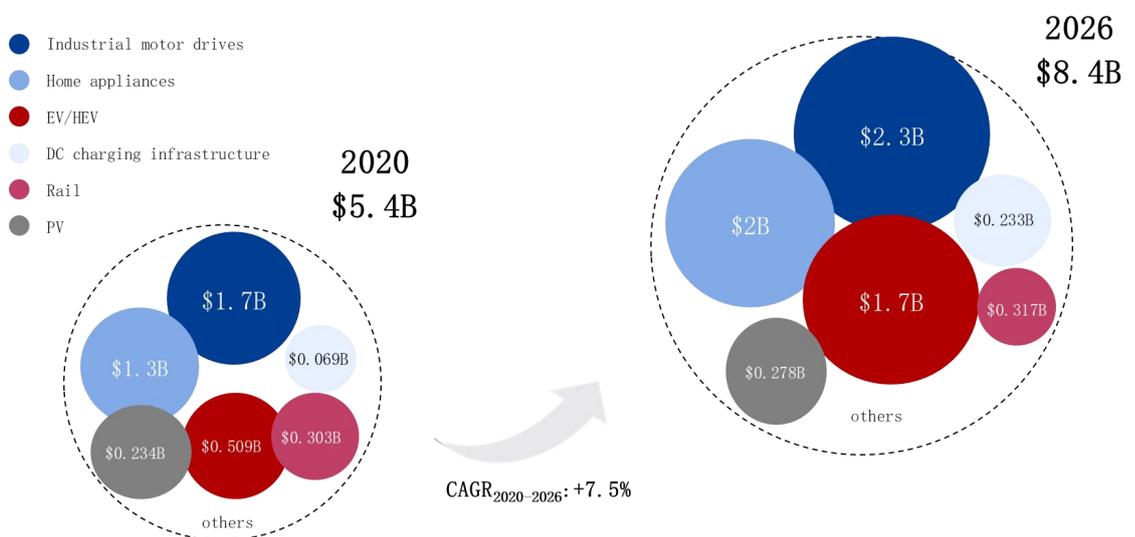
### 2.3 市场追踪: 国内 IGBT 总产能将达 341 万片/年 (等效 8 寸), 厂商货期持续回落

### 2.3.1 规模：26 年全球 IGBT 规模有望突破 80 亿美元，22 年斯达半导体进入全球前十

功率半导体主要用于电力设备的电能变换和电路控制，是进行电能处理的核心器件，弱电控制与强电运行间的桥梁，细分产品主要有 MOSFET、IGBT、BJT 等。随着世界各国对节能减排的需求越来越迫切，功率半导体器件已从传统的工业控制和 4C（通信、计算机、消费电子、汽车）领域迈向新能源、新能源汽车、轨道交通、智能电网、变频家电等诸多产业。功率半导体的发展使得变频设备广泛的应用于日常的消费，促进了清洁能源、电力终端消费以及终端消费电子的产品发展。根据 Omdia 数据，2023 年全球功率半导体市场规模达到 503 亿美元，预计 2027 年市场规模将达到 596 亿美元。中国是最大的功率半导体市场之一，据中商产业研究院发布的《2024-2029 年中国功率半导体产业市场供需格局及发展前景预测报告》，2024 年中国功率半导体市场规模预计将达到 1,752.55 亿元人民币，这一增长主要受到智能电网、新能源汽车等领域对功率半导体需求量大幅提升的推动。

IGBT 是目前发展最快的功率半导体器件之一，根据 Yole 数据，2022 年全球 IGBT 的市场规模约为 68 亿美元，受益于新能源汽车、新能源发电、工业控制等领域的需求大幅增加，预计 2026 年全球 IGBT 市场规模将达到 84 亿美元。中国是全球最大的 IGBT 市场，约占全球 IGBT 市场规模的 40%，预计到 2025 年中国 IGBT 市场规模将达到 522 亿人民币，是细分市场中发展最快的功率器件之一。

图 30：2020-2026 全球 IGBT 市场规模及预测（十亿美元）

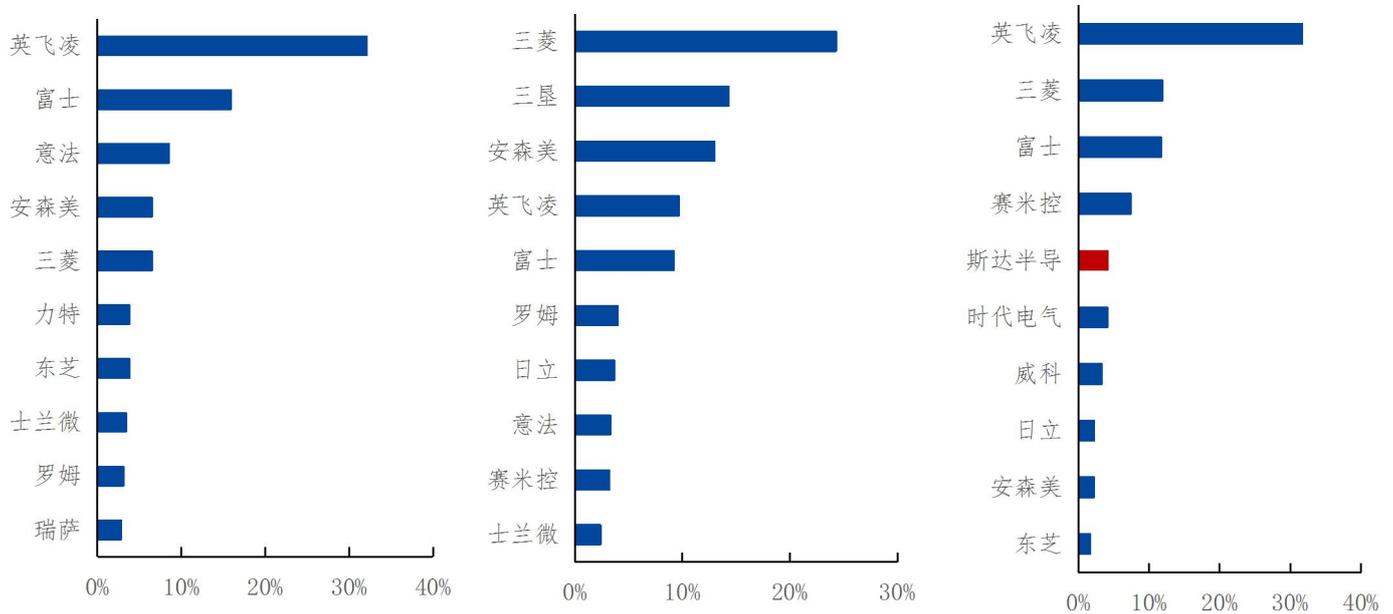


资料来源：Yole、华金证券研究所

我国 IGBT 产业起步较晚，全球市场主要被国外企业垄断。IGBT 市场竞争格局较为稳定，其中英飞凌常年在分立式 IGBT 及 IGBT 模组领域位居全球第一。根据英飞凌财报数据，2022 年英飞凌在分立式 IGBT 及 IGBT 模块领域以 32.1%/31.7% 占据全球第一，三菱以 24.3% 的市场份额在 IPMs 市场占领榜首；从国内层面分析，在分立 IGBT 市场中，只有士兰微进入全球前十，

以 3.4% 的份额排名第八, 在 IGBT 模组中仅斯达半导、时代电气进入全球前十, 分别以 4.3%/4.1% 的市场份额排名第五、第六。

图 31: 2022 年各细分 IGBT 前十大厂商市占率 (左: 分立式; 中: IPMs; 右: IGBT 模组)



资料来源: 英飞凌财报、华金证券研究所

表 3: IGBT 前十大厂商市占率变化

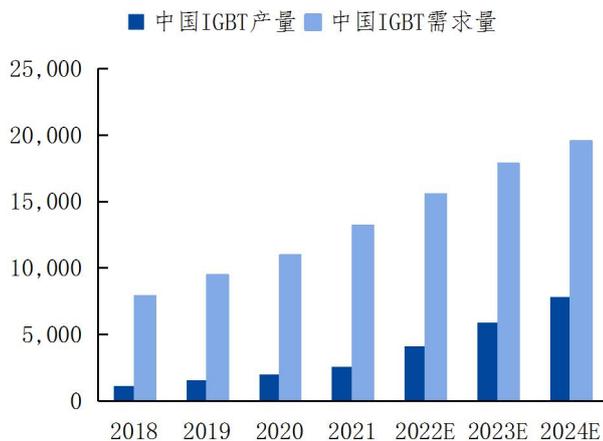
年份	2017			2019			2021			
	IGBT 类型	分立式	IPMs	模块	分立式	IPMs	模块	分立式	IPMs	模块
1		英飞凌	三菱	英飞凌	英飞凌	三菱	英飞凌	英飞凌	三菱	英飞凌
		38.5%	36.4%	32.6%	32.5%	32.7%	35.6%	28.9%	29.6%	33.0%
2		富士	安森美	富士	富士	安森美	三菱	富士	三垦	三菱
		12.0%	18.7%	10.5%	11.7%	17.9%	11.9%	15.2%	15.2%	12.4%
3		安森美	英飞凌	三菱	安森美	英飞凌	富士	三菱	安森美	富士
		11.6%	10.3%	9.6%	7.9%	11.5%	10.5%	9.2%	11.8%	11.4%
4		意法	富士	赛米控	东芝	富士	赛米控	意法	富士	赛米控
		5.2%	9.9%	8.3%	6.1%	7.8%	7.3%	8.0%	10.9%	6.6%
5		美格纳	赛米控	威科	三菱	赛米控	威科	安森美	英飞凌	威科
		4.1%	4.9%	5.9%	5.7%	7.0%	3.5%	6.0%	9.5%	3.6%
6		瑞萨	三垦	日立	意法	罗姆	日立	东芝	赛米控	斯达半导
		3.7%	3.2%	3.8%	5.4%	4.2%	3.1%	4.5%	4.2%	3.0%
7		三菱	意法	丹佛斯	力特	三垦	丹佛斯	力特	意法	博世
		3.6%	1.7%	3.2%	4.7%	2.9%	2.5%	4.2%	2.9%	2.6%
8		东芝	罗姆	东芝	瑞萨	意法	斯达半导	士兰微	士兰微	丹佛斯
		3.4%	1.2%	2.4%	4.5%	2.4%	2.5%	3.5%	2.2%	2.6%
9		力特	微芯	博世	美格纳	士兰微	东芝	瑞萨	罗姆	日立
		2.6%	0.6%	2.0%	3.7%	1.1%	2.4%	3.5%	1.7%	2.6%
10		IXYS	斯达半导	斯达半导	士兰微	华微电子	ABB	美格纳	华微电子	时代电气
		1.6%	0.4%	1.9%	2.2%	0.8%	1.8%	3.1%	1.0%	2.0%

资料来源: 英飞凌财报、华金证券研究所

### 2.3.2 供需：24 年中国 IGBT 产量预计超 7,500 万只，自给率或达 40%

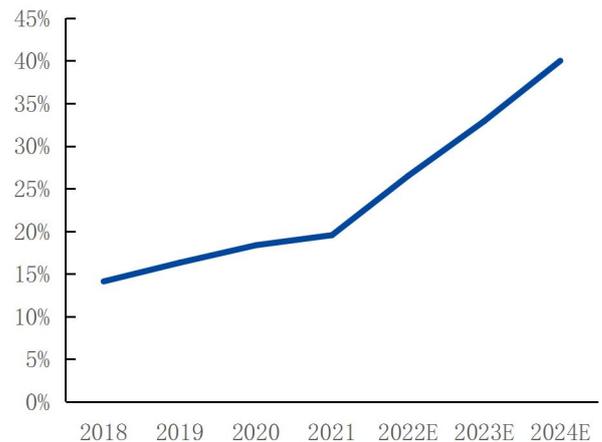
2024 年产量预计超 7,500 万只，国产替代为主要驱动力。根据芯八哥引用 Yole 数据，2019-2021 年我国 IGBT 产量分别为 1,550/2,020/2,580 万只，预计到 2024 年将产量将增长至 7,820 万只。基于国家相关政策中提出核心元器件国产化的要求，国产替代成为国内 IGBT 行业的发展趋势和促进行业内企业发展的主要驱动因素。IGBT 是我国重大科技突破专项中的重点扶持项目，自 2015 年以来我国 IGBT 自给率超过 10%并逐渐增长，预计 2024 年我国 IGBT 自给率或达 40%。

图 32：2018-2024E 中国 IGBT 产量预测（万只）



资料来源：Yole、芯八哥、华金证券研究所

图 33：2018-2024E 中国 IGBT 自给率预测（%）



资料来源：Yole、芯八哥、华金证券研究所

国内 IGBT 总产能将达 341 万片/年（等效 8 寸）。我国半导体企业尚不能满足国内市场对于 IGBT 的需求，根据 Yole 数据，2019-2021 年我国 IGBT 的市场总需求量分别为 9,500/11,000/13,200 万只，国内生产占比不到 20%，预计 24 年国内生产占比有望达 40%。根据半导体产业纵横数据，截至 2022 年 10 月 10 日统计，若统计产线均处于投产状态，按照规划产能我国 IGBT 产能（等效 8 寸）将达到 341 万片/年（约 28 万片/月）。其中：（1）比亚迪：目前比亚迪半导体拥有宁波比亚迪半导体、广东比亚迪节能科技、长沙比亚迪半导体、西安比亚迪半导体、济南比亚迪半导体 5 家子公司。产能方面则有宁波半导体（6 英寸）、长沙半导体（8 英寸）和济南半导体（8 英寸）。根据比亚迪半导体的招股书披露，2021H1 的 IGBT 模块产能为 130 万个/半年。（2）斯达半导：斯达半导是国内最大的第三方 IGBT 厂，也是切入主流整车厂最多的公司。斯达半导采用的是 Fabless 模式，依靠华虹和积塔代工。2021 年公司 IGBT 模块产量 930 万只。2021 年 7 月，斯达半导与华虹半导体联手宣布 12 英寸车规级 IGBT 规模量产，产出已超 10,000 片晶圆。根据斯达半导《2021 年度非公开发行 A 股股票预案（修订稿）》披露，将募资 35 亿元用于 IGBT 芯片、SiC 芯片的研发及生产，预计将会达成 6 英寸 IGBT 产能 30 万片/年，6 英寸 SiC 芯片产能 6 万片/年。

表 4：国内 IGBT 产能统计（部分）

序号	厂商	产线	所在地	产线建设/投产	规格	规划产能	应用领域
1		长沙比亚迪半导体	湖南	2020 年建设	8 寸	50 万片/年	—
2	比亚迪	济南比亚迪半导体	山东	2021 年投产	8 寸	22 万片/年	—
3		宁波比亚迪半导体	浙江	2008 年建设	6 寸	30 万片/年	新能源汽车、家电
4	时代电气	时代电气 IGBT 一期产线	湖南	2014 年建设	8 寸	12 万片/年	轨道交通领域高压 IGBT
5		时代电气 IGBT 二期产线	湖南	2021 年投产	8 寸	24 万片/年	车轨、新能源中低压 IGBT 芯片
6		杭州士兰集成	浙江	2001 年建设	5/6 寸	12 万片/年	—
7	士兰微	厦门士兰集科（一期）	厦门	2020 年投产	12 寸	24 万片/年	—
8		杭州士兰集昕	浙江	2017 年投产	8 寸	12 万片/年	—
9	斯达半导	高压特色工艺功率芯片研发及产业化项目	浙江	2021 年建设	6 寸	30 万片/年	预计 2024 年 11 月达使用状态
10		SiC 芯片研发及产业化项目	浙江	2021 年建设	6 寸	6 万片/年	
11		Newport	—	—	8 寸	12 万片/年	—
12	闻泰	临港	上海	2021 年建设	12 寸	—	汽车、计算机通信 IGBT
13	积塔半导	SiC 化合物半导体生产线	上海	2020 年投产	6 寸	14.4 万片/年	—
14	体	先进特色工艺生产线	上海	2020 年投产	8 寸	14.4 万片/年	—
15	华润微	无锡 FAB2	江苏	2019 年投产	8 寸	6 万片/年	—
16		重庆润西微电子	重庆	-	12 寸	2.4 万片/年	-
17	中芯国际	绍兴 SMEC	浙江	2018 年建设	8 寸	24 万片/年	—
18	华虹	华虹 FBA 2	上海	2018 年投产	8 寸	12 万片/年	—
19		无锡 FAB 7	江苏	2019 年投产	12 寸	30 万片/年	—
						341 万片/年	
中国总产能（等效 8 英寸）						(约 28 万片/月)	

资料来源：半导体产业纵横、华金证券研究所

注：截至 2022 年 10 月 10 日

### 2.3.3 现状：24Q1 货期持续回落，价格保持稳定

各厂商 IGBT 货期呈现回落趋势，价格保持稳定。根据富昌电子数据，英飞凌 IGBT 货期从 2023Q1 的 39-50 周下降至 2024Q1 的 14-52 周；微芯 IGBT 货期从 2023Q1 的 42-52 周下降至 2024Q1 的 22-46 周；意法半导体 IGBT 货期从 2023Q1 的 47-52 周下降至 2024Q1 的 12-52 周；安森美 IGBT 货期从 2023Q3 的 39-52 周下降至 2024Q1 的 12-52 周。价格方面各厂商 IGBT24Q1 价格相较于 23Q4 保持稳定。根据萨科微数据，包括安森美、Microsemi、罗姆、安世在内的功率半导体厂商，旗下 IGBT、二极管、晶体管、低压 MOSFET、整流器等功率半导体正常的供货周期基本在 8 周左右。

表 5: 23Q1-24Q1 部分 IGBT 厂商货期趋势

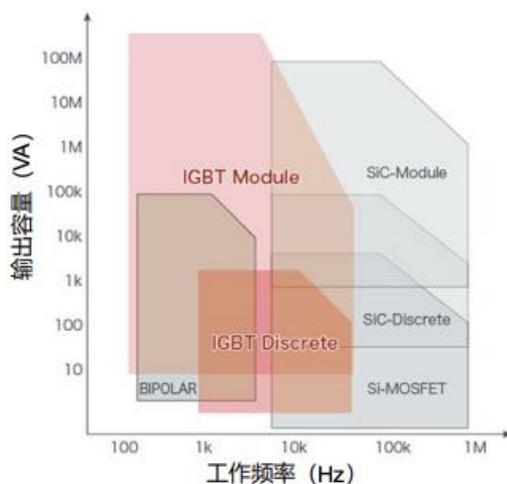
品牌	货期					货期趋势	价格趋势
	23Q1	23Q2	23Q3	23Q4	24Q1		
英飞凌	39-50	39-50	39-50	14-52	14-52	下降	稳定
IXYS	50-54	50-54	50-54	50-54	50-54	维持	稳定
力特			50-54	50-54	40-60	维持	稳定
微芯	42-52	42-52	42-52	42-52	22-46	下降	稳定
安森美			39-52	16-52	12-52	下降	稳定
意法半导体	47-52	47-52	47-52	14-52	12-52	下降	稳定

资料来源: 富昌电子、小猫芯城、华金证券研究所

## 2.4 应用详解: 新能源领域快速发展, 打开 IGBT 应用市场

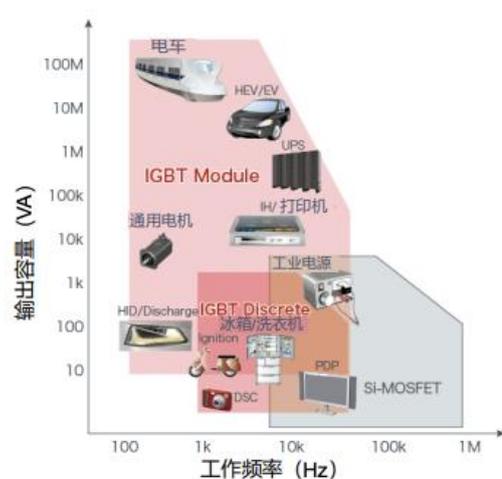
IGBT 模块在高电压大电流及 HEV/EV 领域为主流, 分立式 IGBT 在家电及小型工业设备需求较大。IGBT 分立产品覆盖 1kHz-50、60kHz 的频率范围、稍高于 1kVA 的输出容量范围。对于 IGBT 模块而言, 根据与其他部件的组合等情况, 工作频率上限程度相同, 但输出容量范围可高达 100MVA 以上。随着输出容量的增加, 工作频率会因为开关损耗等的限制而降低。① 在 IGBT 与 Si MOSFET 的比较中, IGBT 覆盖输出容量大的低频区域, Si MOSFET 覆盖输出容量小的高频区域。② 在 IGBT 与 SiC MOSFET 的比较中, SiC MOSFET 覆盖输出容量大的高频区域。③ Si MOSFET 与 SiC MOSFET 覆盖的频率范围相同, 但 Si MOSFET 覆盖低输出容量区域, 而 SiC MOSFET 则覆盖高输出容量区域。在部分应用产品中各功率器件选择存在重叠(主要根据工作频率方面的优点来区分使用), 但在处理高电压大电流的电车和 HEV/EV 领域, 主流产品认为 IGBT 模块。分立式 IGBT 和 Si MOSFET 在家电和小型工业设备等应用中需求较大。

图 34: 从输出容量和工作频率的角度划分各种功率器件适用范围



资料来源: ROHM、华金证券研究所

图 35: 从输出容量和工作频率的角度划分各种功率器件相应应用

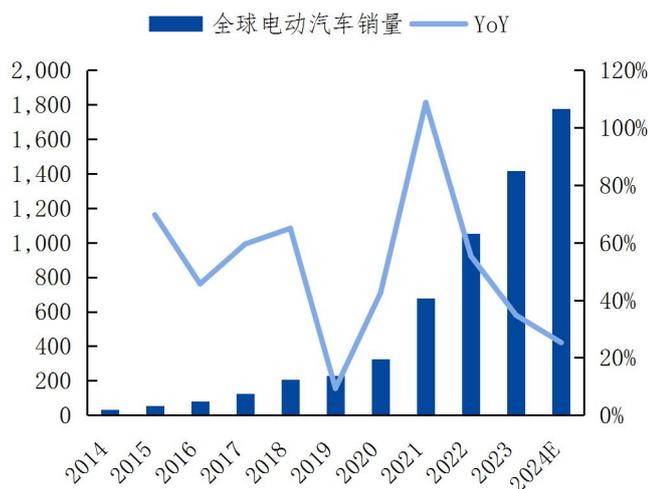


资料来源: ROHM、华金证券研究所

## 2.4.1 新能源汽车：新能源汽车增量带动汽车 IGBT 需求，25 年规模有望达 370 亿元

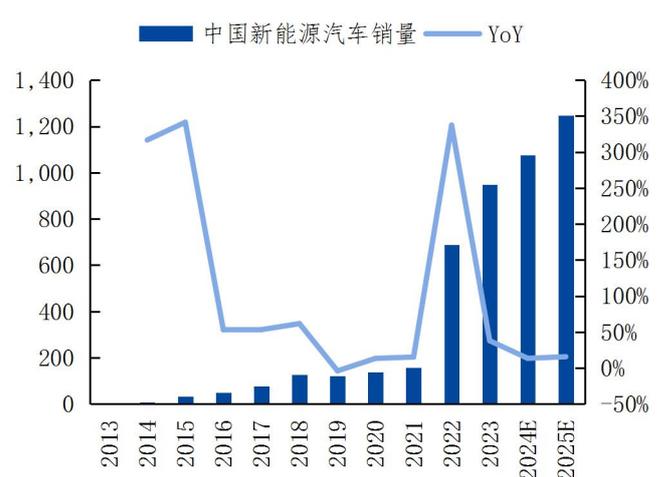
23 年全球电动汽车销量预计超 1,400 万辆，中国新能源汽车保持产销两旺发展势头。根据 EV Volumes 数据，2023 年全球共销售约 1,420 万辆新型纯电动汽车（BEV）和插电式混合动力汽车（PHEV），同比增长 35%；其中，1,000 万辆为纯电动 BEV，420 万辆为插电式混合动力汽车（PHEV）和增程式电动汽车（EREV）；插电式混合动力汽车销量较去年增长 133 万辆，其中大部分在中国（120 万辆），比亚迪插电式混合动力汽车销量高企以及增程式电动汽车（EREV）的复兴是主要原因；与插电式混合动力汽车相比，增程式电动汽车拥有更大的电池和更长全电动续航里程，并搭载小型汽油发动机作为“备用”发电机，2023 总销量为 70.59 万辆，其中 98% 在中国销售。电动汽车升级、财政激励措施持续实施、充电基础设施改善和环保主义继续支持电动汽车增长，叠加 OEM 制造商在利润允许的范围内降低价格，有望进一步促进新能源汽车销量增长，预计 2024 年全球电动汽车销量约为 1,776 万辆，占全球轻型汽车销量 19.6%。我国新能源汽车近两年来高速发展，连续 9 年位居全球第一。根据中汽协数据，在政策和市场的双重作用下，2023 年新能源汽车持续快速增长，新能源汽车产销分别完成 958.7 万辆和 949.5 万辆，同比分别增长 35.8% 和 37.9%，市场占有率达到 31.6%，高于上年同期 5.9pcts。其中，新能源商用车产销分别占商用车产销 11.5% 和 11.1%；新能源乘用车产销分别占乘用车产销的 34.9% 和 34.7%。根据集微咨询数据，预计未来几年我国新能源汽车市场将保持稳定增长，2025 年销量有望达 1,246 万辆，渗透率达 42%。新能源汽车的巨大增量将带动汽车 IGBT 需求稳定增长，根据集微咨询数据，在考虑 SiC 渗透率前提下，2022 年全球新能源车 IGBT 市场规模达 206 亿元，预计 2025 年将达到 376 亿元，CAGR（2022-2025）为 22.3%。

图 36：2014-2024E 全球电动汽车销量（万辆/%）



资料来源：EV Volumes、华金证券研究所

图 37：2013-2025E 中国新能源汽车销量（万辆/%）

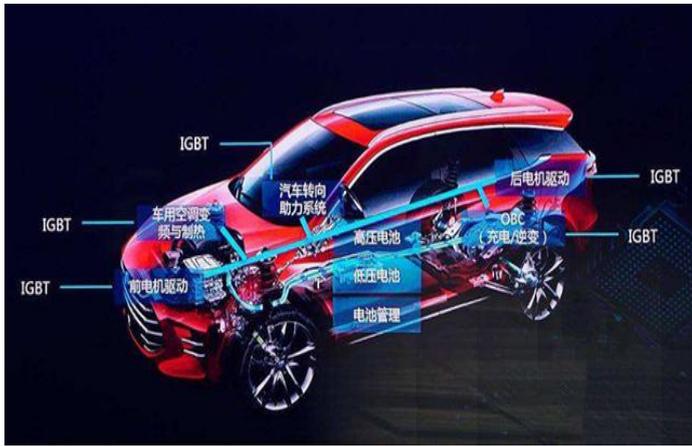


资料来源：中汽协、集微咨询、华金证券研究所

IGBT 广泛应用于电动汽车各个部件，系其核心器件。在新能源汽车中，IGBT 主要应用于电机驱动控制系统、热管理系统、电源系统等，具体功能如下：在主逆变器中，IGBT 将高压电池的直流电转换为驱动三相电机的交流电；在车载充电机中，IGBT 将交流电转化为直流电并为

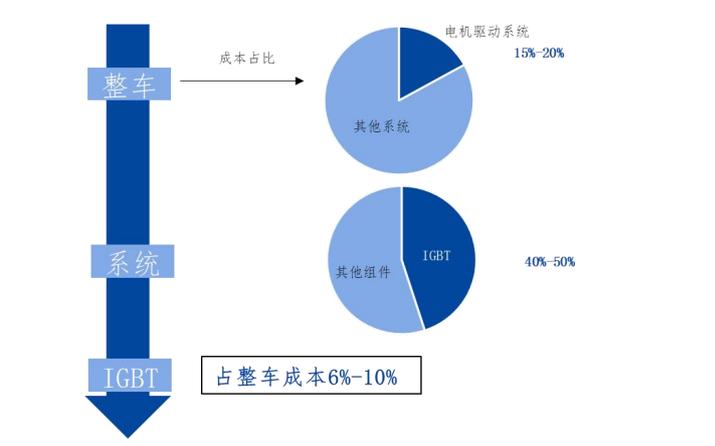
高压电池充电；在 DC-DC 变换器中，IGBT 将高压电池输出的高电压转化成低电压后供汽车低压供电网络使用；此外，IGBT 也广泛应用在 PTC 加热器、水泵、油泵、空调压缩机等辅逆变器中，完成小功率 DC-AC 转换。根据集微咨询数据，新能源汽车中电机驱动系统是关键成本之一，约占整车成本的 15%-20%，IGBT 约占电机驱动系统成本的 40%-50%，故 IGBT 约占整车成本的 6%-10%。

图 38: IGBT 在新能源汽车中的应用



资料来源：集微网、华金证券研究所

图 39: IGBT 在新能源汽车成本占比 (%)



资料来源：ST、集微咨询、华金证券研究所

新能源汽车动力性能随 IGBT 组件数目增加而提升。随着新能源汽车动力性能增强,IGBT 组件使用个数随之上升,例如 MHEV 48V 电动马达功率为 5-13KW,其 IGBT 组件数量约为 2-5 个, BEV B 电动马达功率为 120-150KW,其 IGBT 组件数量则为 90-120 个。随着新能源汽车的动力性能增强,IGBT 组件数量也在提升,带动整体 IGBT 价值量提升。

表 6: 不同动力形式新能源汽车 IGBT 使用量

	功率半导体 使用电压 (V)	电动马达功率 (KW)	IGBT 组件使用个数
Micro Hybrid 12V	75	<5	2-3
MHEV 48V	75	5-13	2-5
MHEV 中混	250	10-20	5-10
MHEV 全混	650	20-40	90-120
PHEB FullPower	650	50-90	90-120
		60-120	
BEV A	650	60-120	90-120
BEV B	650/1,200	120-150	120-150

资料来源：比亚迪半导体、集微咨询、华金证券研究所

电控部分 IGBT 用量最大,高级车型单车 IGBT 价值量最大。电动车功率半导体中,IGBT 价值量最大,其中电控部分用量最大,一个电控模块 IGBT 价值量约 1,000 元左右,OBC、电子助力转向、空调中 IGBT 价值量均在 300 元以下。不同车型单车 IGBT 价值量,A00/A0 级车约为 1,200-1,500 元;15 万左右车型约为 1,600-1,900 元,20 万-30 万车型单车 IGBT 价值量约为 2,600-3,200 元;高级车型单车 IGBT 价值量则约 3,600-4,500 元。

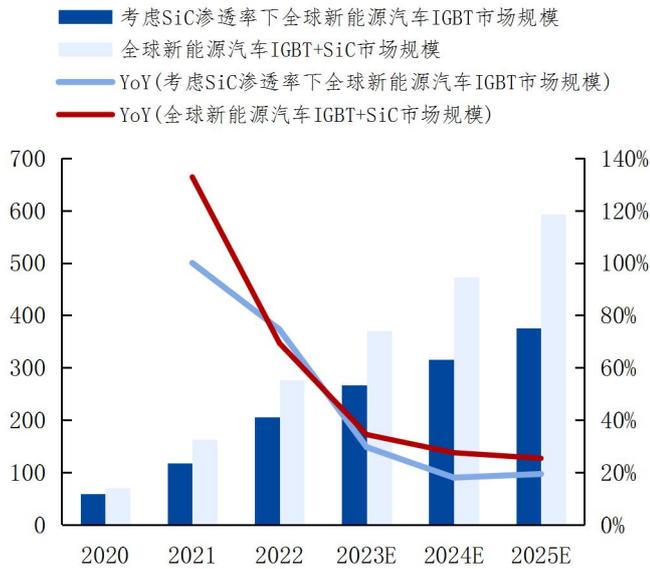
表 7：不同车级 IGBT 价值量（估算）

不同车级	车型	电控/模块方案	电控中功率模块价值量	OBC	空调 IGBT 单管	电子助力转向	单车 IGBT 价值量
A00/A0 级 EV	代步车	1 个模块	600-900 元				1200-1500 元
A 级及以上	15 万车型 (两驱车)	单电控(1 个模块)	1000-1300 元				1600-1900 元
	20 万-30 万车型	一般是四驱 (前后各一个电机, 共 2 个模块)	2000-2600 元				2600-3200 元
	高级车型	前驱+后驱 (前驱 1 个模块, 后驱 2 个模块)	3000-3900 元	约 300 元 SiC MOS 管渗透率逐步提升	约 100 元 采用 IGBT 单管/IPM	约 200 元 MOS 单管 也可应用	3600-4500 元 IGBT>600 元, 电控采用 SiC 模块
	豪华电动 (特斯拉 Model3)	SiC 模块 (内含 48SiC MOSFET)	4000-5000 元				1500-1600 元
	物流车	两驱 (3 个模块)	900-1000 元				3000-3600 元
商用车	8 米大巴车	四驱 (6 个模块, 前后两个电控, 1 个电控 3 个模块)	2700-3000 元				约 4200 元
	10 米大巴车	四驱 (6 个模块)	约 3600 元				

资料来源：集微咨询、华金证券研究所

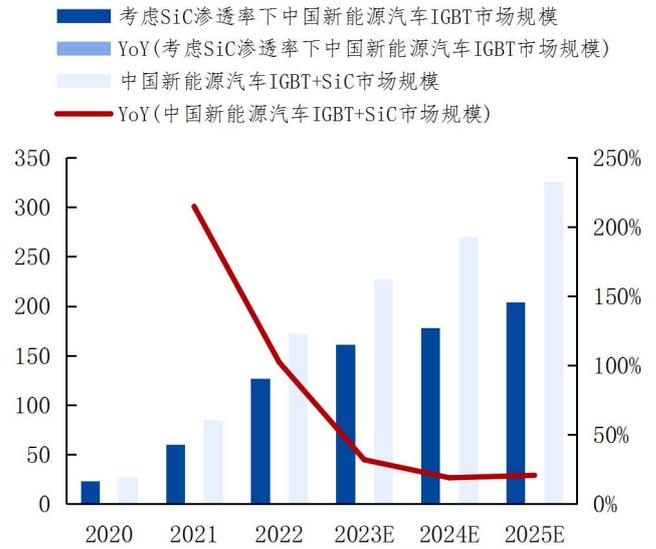
**Si-IGBT 仍将是主流功率器件，与 SiC 功率器件长期共存。** SiC 性能优势叠加成本持续降低将助推 SiC 器件在新能源汽车领域快速发展。根据英飞凌数据，预计到 2025 年 SiC 在新能源车的渗透率约达 20%。随着 SiC MOSFET 技术的发展及在新能源汽车领域持续渗透，未来将会抢占一部分 IGBT 市场空间。目前各大 IGBT 厂商也正在积极布局 SiC 功率器件，综合 SiC 和 IGBT 的各自优势，Si-IGBT 及 SiC 二极管做混合模块的方案已经开始获得应用，未来具有很高的市场潜力。根据集微咨询预计，在综合考虑汽车性价比权衡下，未来几年 Si-IGBT 仍将是主流功率器件，并将与 SiC 功率器件长期共存，共同推动汽车产业升级发展，预计 2025 年全球新能源车 IGBT+SiC 市场规模将达 593 亿元，CAGR (2022-2025) 达 29%。其中，2022 年中国新能源车 IGBT 市场规模约 127 亿元，预计 2025 年将达到 204 亿元，CAGR (2022-2025) 为 17%。目前国内厂商中 SiC 扩产及应用进程加速，预计 2025 年中国新能源车 IGBT+SiC 市场规模将达 326 亿元，CAGR (2022-2025) 达 23.7%。

图 40: 2020-2025E 全球新能源汽车 IGBT 市场规模及增速 (考虑 SiC 渗透率, 亿元/%)



资料来源: 集微咨询、华金证券研究所

图 41: 2020-2025E 中国新能源汽车 IGBT 市场规模及增速 (考虑 SiC 渗透率, 亿元/%)

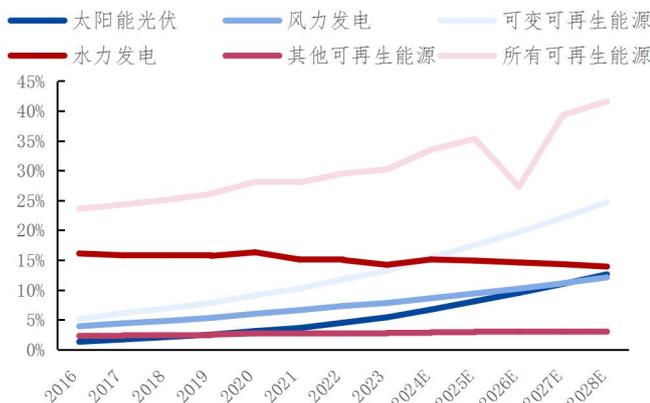


资料来源: 集微咨询、华金证券研究所

## 2.4.2 新能源发电: 风光储发展带动 IGBT 需求空间增长

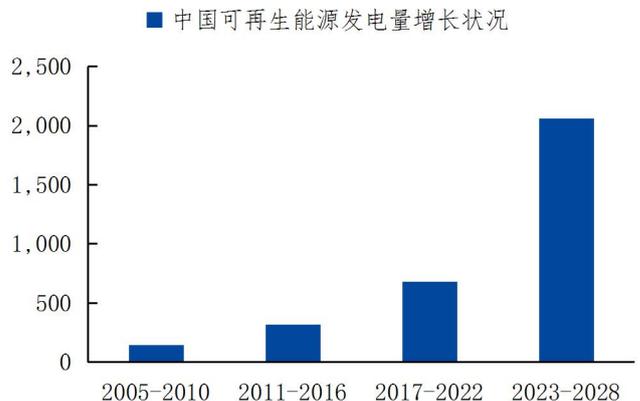
28 年可再生能源发电占 40% 以上, 其中近 60% 来自中国。根据 IEA 数据, 在 130 多个国家支持性政策的推动下, 2023-2028 年期间将有近 3,700GW 新增可再生能源发电量上线, 太阳能光伏和风能将占全球新增可再生能源 95%, 发电成本低于化石和非化石燃料替代品。其中: 到 2024 年, 风能和太阳能光伏发电总量将超过水力发电; 2025 年, 可再生能源将超越煤炭, 成为最大的发电来源; 风能和太阳能光伏发电将分别在 2025/2026 年超过核能发电; 到 2028 年, 可再生能源将占全球发电量的 42% 以上, 其中风能和太阳能光伏发电的份额将翻一番, 达到 25%。IEA 预计中国将提前六年实现其 2030 年风电和太阳能光伏发电装机量的国家目标, 2028 年全球新增可再生能源发电量中将有近 60% 来自中国。

图 42: 2016-2028E 全球可再生能源发电技术份额 (%)



资料来源: IEA、华金证券研究所

图 43: 中国可再生能源发电量增长状况 (GW)

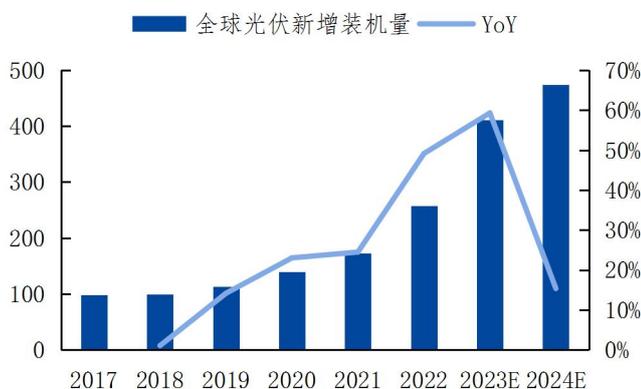


资料来源: IEA、华金证券研究所

## 1) 光伏

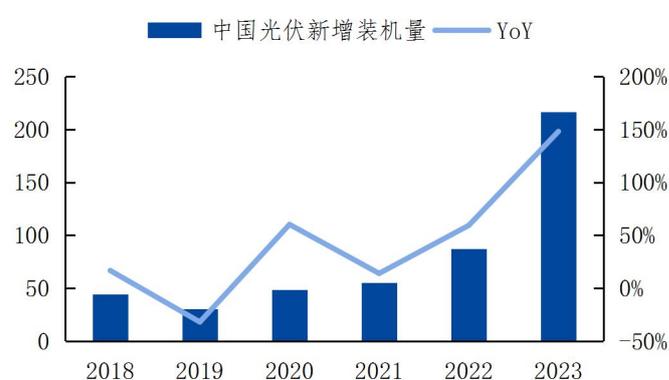
全球光伏新增装机持续增长，中国集中式增长动能尤为强劲。尽管受到供应链价格波动、经济环境复杂等因素影响，2023 年全球光伏制造端规模仍保持高速扩张态势。集邦咨询预计，2023 年全球光伏新增装机 411GW，同比增长 59%；预计 2024 年新增装机 474GW，同比增长 16%，新增装机增速放缓，将从高速增长回归理性。当前，电网容量不足和风光消纳问题已成为制约各国光伏需求保持高增的一大关键点，需待电网完成阶段性升级或储能装机放量后，全球光伏装机潜力才能进一步释放。2023 年，我国国内光伏新增装机 216.88GW，同比增加 148.1%。其中，我国大部分大基地项目在 2023 年年底前并网，集中式光伏电站新增装机 120.59GW，同比增长 232.2%，分布式光伏电站新增装机 96.29GW，同比增长 88.4%。

图 44：2017-2024E 全球光伏新增装机量（GW/%）



资料来源：CPIA、华金证券研究所

图 45：2018-2023 中国光伏新增装机量（GW/%）

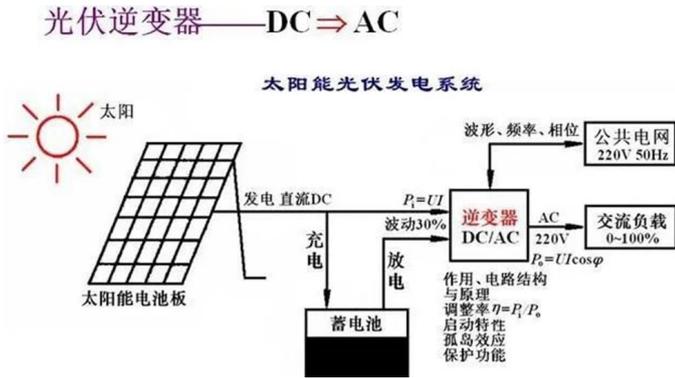


资料来源：集邦新能源、华金证券研究所

光伏逆变器是将太阳能电池所产生的直流电能转换为交流电能的转换装置。将直流电能转换成交流电能的过程称为逆变，完成逆变功能的电路称为逆变电路，而实现逆变过程的装置称为逆变器或逆变装置。太阳能光伏发电系统中使用的逆变器是一种将太阳能电池所产生的直流电能转换为交流电能的转换装置，它使转换后的交流电的电压、频率、波形等与电力系统交流电的电压、频率、波形等相一致，以满足为各种交流用电装置、设备供电及并网发电的需要。

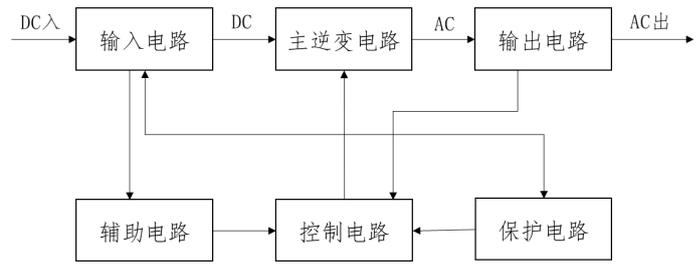
逆变器主要由半导体功率器件和逆变器驱动、控制电路两大部分组成。目前的逆变器多数采用功率场效应晶体管(V MOSFET)、绝缘栅极晶体管(IGBT)、可关断晶体管(GTO)、MOS 控制晶体管(MGT)、MOS 控制晶闸管(MCT)、静电感应晶体管(SIT)、静电感应晶闸管(SITH)以及智能型功率模块(IPM)等多种先进且易于控制的大功率器件，控制逆变驱动电路也从模拟集成电路发展到单片机控制，甚至采用数字信号处理器(DSP)控制，使逆变器向着高频化、节能化、全控化、集成化和多功能化方向发展。

图 46: 光伏逆变器在太阳能发电系统的作用



资料来源: ABLTY 电气、华金证券研究所

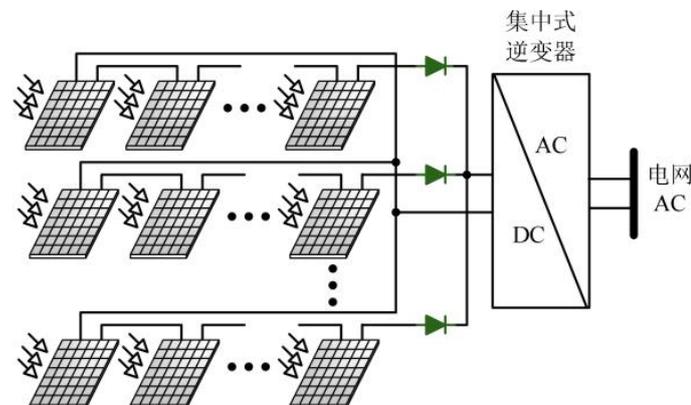
图 47: 光伏逆变器的电路构成



资料来源: ABLTY 电气、华金证券研究所

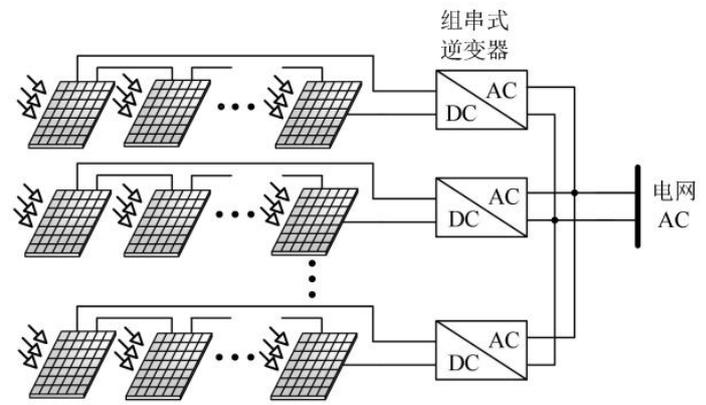
光伏逆变器一般可以按照技术路线及功率水平分为集中式逆变器、组串式逆变器、模块化逆变器和微型逆变器等。(1) 集中式逆变器: 集中式逆变器单体容量通常在 500kW 以上, 单体功率高, 成本低, 电网调节性好, 但要求光伏组串之间要有很好的匹配, 一旦出现多云、部分遮阴或单个组串故障, 将影响整个光伏发电系统的效率和电产能。集中式逆变器最大功率点跟踪电压范围较窄, 组件配置灵活性较低, 发电时间短, 主要适用于光照均匀的集中式大型地面光伏电站等。(2) 组串式逆变器: 组串式逆变器对应分布式光伏发电系统, 其对数串光伏组件进行单独的最大功率点跟踪, 再经过逆变单元以后并入交流电网, 一台组串式逆变器可以有多个最大功率点跟踪模块, 组串式逆变器的单体容量一般在 100kW 以下。(3) 模块化逆变器: 模块化逆变器的使用场景为百千瓦级至兆瓦级光伏电站的电能变换, 其参考了微型逆变器“分布式电能变换”的设计思路。输入侧可接数个光伏组件串并联形成的光伏阵列, 逆变器主体则由多个逆变器模块组合而成, 两侧形成“多组串对多逆变器模块”的组合形式。(4) 微型逆变器: 主要应用于发电规模更小的分布式场景, 微型逆变器的单体容量一般在 5kW 以下, 其优点是可以对每块组件进行独立的最大功率点跟踪控制, 在碰到部分遮阴或者组件性能差异的情况提高整体效率, 平均而言, 微型逆变器的系统转换效率可达 90% 以上。

图 48: 集中式逆变器原理图



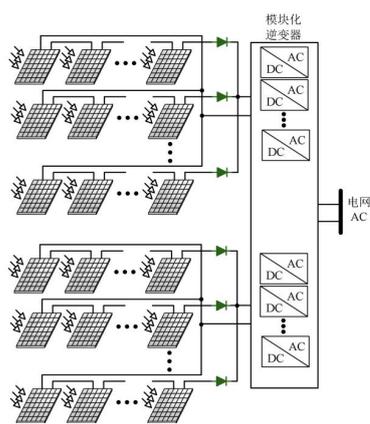
资料来源: 禾迈股份招股说明书、华金证券研究所

图 49: 组串式逆变器原理图



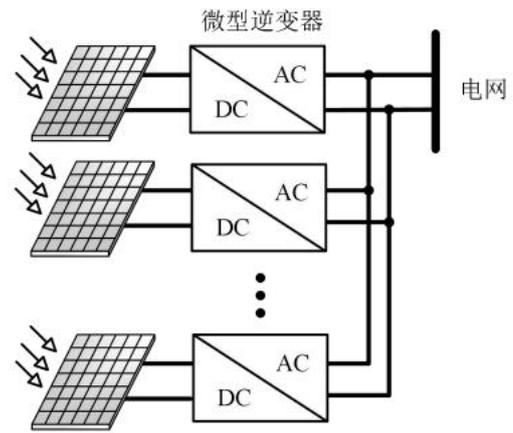
资料来源: 禾迈股份招股说明书、华金证券研究所

图 50: 模块化逆变器原理图



资料来源: 禾迈股份招股说明书、华金证券研究所

图 51: 微型逆变器原理图



资料来源: 禾迈股份招股说明书、华金证券研究所

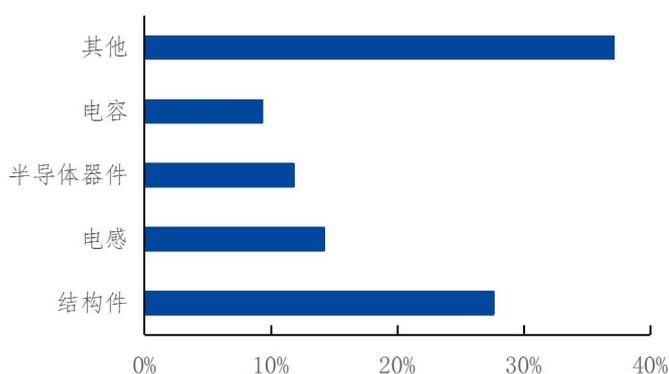
表 8: 四类逆变器的主要对比情况

	集中式逆变器	组串式逆变器	模块化逆变器	微型逆变器
功率等级	>500kW	3-220kW	50-1000kW	0.25-2kW
最大输入电压	1000V	600V-1000V	600V-1000V	60V
最大功率对应组件量	约 3000 组件	10-1000 个组件	150-3000 个组件	单个组件
最大功率点跟踪数/系统效率	3000 组件/个, 系统效率一般	10-20 组件/个, 系统效率较高	10-3000 组件/个, 系统效率较高	1-2 组件/个, 系统效率最高
单瓦价格	较低	中等	中等	较高
主要应用场景	集中式发电场景	集中式发电场景、分布式发电场景 (工商业、户用)	集中式发电场景、分布式发电场景 (大型工商业为主)	分布式发电场景 (户用为主)

资料来源: 禾迈股份招股说明书、华金证券研究所

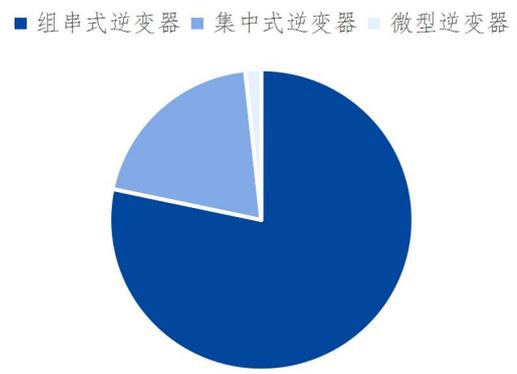
组串式逆变器占比最大，半导体器件约占逆变器成本 12%。根据华经产业研究院数据，光伏逆变器原材料主要由结构件（27.6%）、电感（14.2%）、半导体器件等构成，半导体器件和集成电路材料主要为 IGBT 元器件、IC 半导体，其中以 IGBT 为主的半导体器件占逆变器成本约 11.8%左右。根据中商产业研究院引用 CPIA 数据，2022 年中国光伏逆变器中组串式逆变器占比最多，为 78.3%，集中式逆变器与微型逆变器分别为 20.0%与 1.7%。

图 52: 2022 年中国光伏逆变器成本构成



资料来源: 华经产业研究院、华金证券研究所

图 53: 2022 年中国光伏逆变器市场结构



资料来源: CPIA、中商产业研究院、华金证券研究所

## 2) 风电

**2023 年中国风电新增装机 14,187 台，同比增长 59.3%。**根据 CWEA 数据，2023 年全国（除港、澳、台地区外）新增装机 14,187 台，容量 7,937 万千瓦，同比增长 59.3%；其中，陆上风电新增装机容量 7,219 万千瓦，占全部新增装机容量的 91%，海上风电新增装机容量 718.3 万千瓦，占全部新增装机容量的 9%。截至 2023 年底，累计装机超过 19.5 万台，共计 47,460 万千瓦，同比增长 20%，其中：陆上累计装机容量 43,690 万千瓦，占全部累计装机容量的 92.1%；海上累计装机容量 3,770 万千瓦，占全部累计装机容量的 7.9%。2023 年，中国风电机组新增出口 671 台，容量为 3665.1MW，同比增长 60.2%，其中：陆上风电机组出口 667 台，共计 3651.6MW；海上风电机组出口 4 台，共计 13.5MW。截至 2023 年底，中国风电机组累计出口 4,895 台，容量为 15,594MW，其中：陆上风电机组累计出口 4,779 台，共计 15,090.8MW，海上风电机组累计出口 116 台，共计 503MW。

图 54：2013-2023 中国风电新增装机量（万千瓦/%）



资料来源：CWEA、华金证券研究所

注：数据不包含中国香港、中国澳门、中国台湾

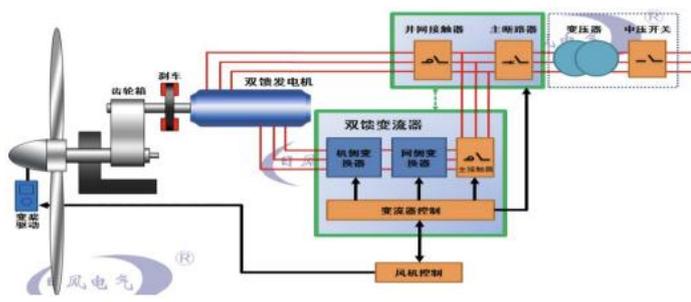
图 55：2013-2023 中国风电机组新增出口（MV/%）



资料来源：CWEA、华金证券研究所

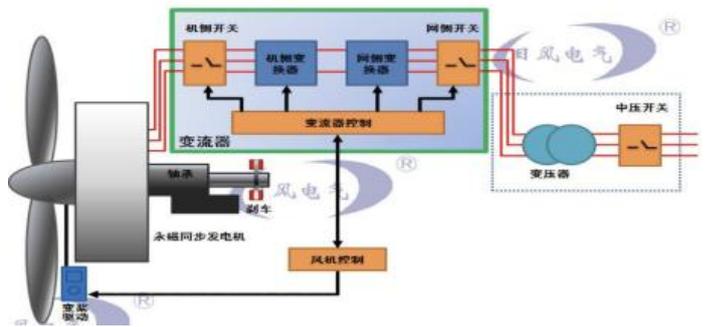
**风电变流器用于解决风机在变化转速下保证电能的恒频输出。**风电变流器可根据风速的大小适应发电机的转速，使风机实现最佳风能捕获，同时实现风电机组的并网控制、有功输出以及对电网无功的支持和高低电压穿越控制，用以提高风能利用率，增加发电效率。风电变流器按适配不同的发电机类型可分为双馈型和全功率型两类。作为发电机和电网的接口，风电变流器是风电机组中的核心设备，是机组电气性能、变换效率、可用度的主要决定因素。风电变流器主要由控制模块、功率模块、断路器、接触器、滤波器、电抗器、变压器及机柜等组成。其中，功率模块组件主要包括 IGBT、驱动板、PCB 印制板等。

图 56: 双馈风力发电机系统示意图



资料来源: 日风电气招股说明书、华金证券研究所

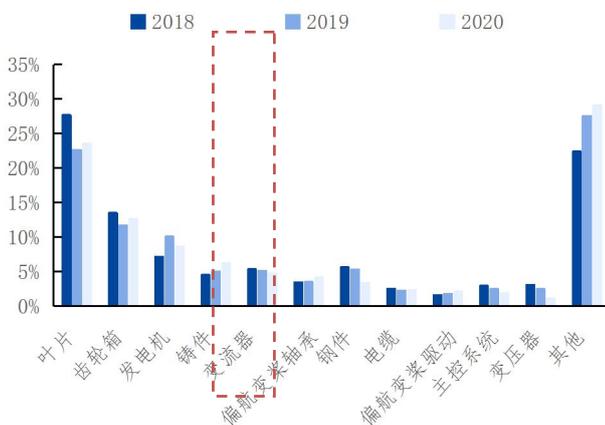
图 57: 全功率风力发电机系统示意图



资料来源: 日风电气招股说明书、华金证券研究所

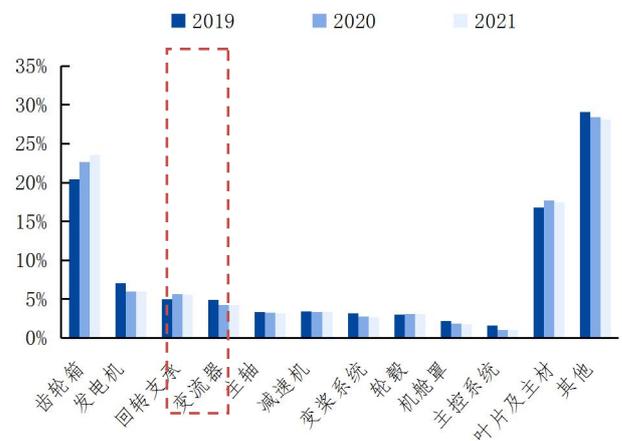
功率模块在风机成本中占比约在 **0.92%-1.60%**。电气风电为中国领先的风电整机制造商与服务商，也是中国最大的海上风电整机制造商与服务商，根据电气风电招股说明书，2018-2020 年变流器占其成本比例分别为 **5.36%/5.13%/4.74%**；根据三一重能招股说明书，2019-2021 年其风机及配件业务营业成本原材料明细构成中，变流器占比分别为 **4.91%/4.27%/4.22%**。日风电气是一家主要从事风电变流器等电力电子设备的研发、生产、销售及及相关技术服务的高新技术企业，是中国海装、联合动力、上海电气、东方电气、运达股份、中国中车等国内主要风电整机厂家的关键设备供应商。根据日风电气招股说明书，2018-2020 年其采购功率模块组件占主要原材料 **23.35%/31.67%/29.51%**。假设：1) 变流器在风机成本占比约 **4%-5%** 之间；2) 功率模块在变流器成本占比约为 **23%-32%**。综上所述，功率模块在风机整机成本约 **0.92%-1.60%**。价格方面，根据每日风电数据，华能阿荣旗岭东二期等 **12** 个风电项目共计 **2,390MW** 风力发电机组及其附属设备集中采购开标。开标信息显示，项目共有 **10** 家整机商竞标，标段一至标段二最低折合单价为 **1,118 元/kW**，并由同一家整机商给出；标段三最低折合单价为 **1,321 元/kW**；标段四最低折合单价为 **1,443 元/kW**；标段五最低折合单价为 **2,380 元/kW**；标段六最低折合单价为 **3,008 元/kW**。其中，标段一至标段四不含塔筒；标段五为技改项目，塔筒全部利用原塔筒，含增加的塔筒过渡段；标段六为海上风电项目，含塔筒。

图 58: 2018-2020 电气风电风机成本原材料明细 (%)



资料来源: 电气风电招股说明书、华金证券研究所

图 59: 2019-2021 三一重能风机及配件成本原材料明细 (%)



资料来源: 三一重能招股说明书、华金证券研究所

表 9: 华能阿荣旗岭东二期等 12 个风电项目风力发电机组及其附属设备集中采购预招标开标情况

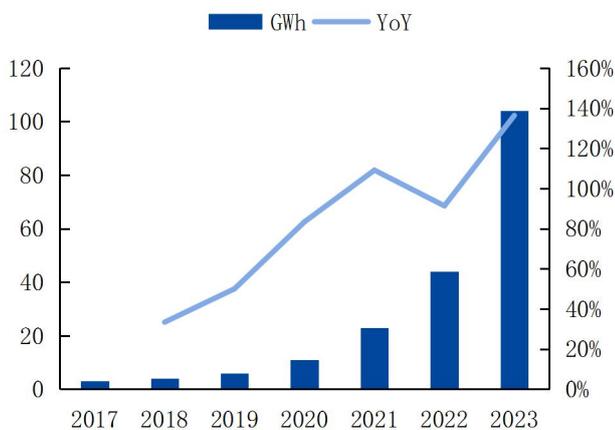
企业	标段一 单价(元/kW)	标段二 单价(元/kW)	标段三 单价(元/kW)	标段四 单价(元/kW)	标段五 单价(元/kW)	标段六 单价(元/kW)
整机商 1	1,184	1,184	1,351	1,494	2,380	
整机商 2	1,178	1,178	1,345		2,398	
整机商 3	1,309	1,331	1,358	1,677	2,398	3,068
整机商 4			1,482		2,398	3,068
整机商 5	1,118	1,118	1,399		2,400	
整机商 6	1,202	1,200	1,321	1,461	2,400	
整机商 7	1,297	1,297		1,443	2,400	
整机商 8	1,225	1,225	1,323		2,400	3,051
整机商 9	1,395	1,395	1,670	1,914	2,400	3,080
整机商 10	1,222	1,222	1,369	1,644	2,400	3,039

资料来源: 每日风电、华金证券研究所

### 3) 储能

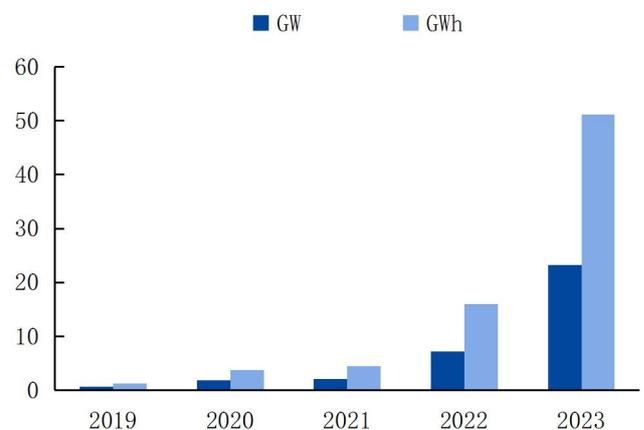
**2023 年全球储能新增装机规模超 100Gwh，中国新增规模超过美国占全球比例近 50%。**在全球碳中和的大背景下，能源转型在世界范围内已呈现不可逆趋势，在此基础上，全球储能市场步入快速发展阶段。根据 EESA 数据，2017-2023 全球储能新增装机规模（GWh）平均增速超过 85%，在 2020 年后，呈现出近乎每年翻一番的增长趋势。2023 年全球储能市场新增装机规模达到了 103.5GWh，已超过全球储能装机的历史累计规模（101GWh）。中国储能市场在“十四五”期间增速迅猛，2023 年新增装机规模约为 23.22GW/51.13GWh，同比增长 221%，约占全球储能市场新增装机规模的 49%，中国储能新增装机规模已连续两年超过美国，成为全球储能市场新增占比最高的国家。展望 2024 年，根据集邦咨询数据，24 年全球储能新增装机有望达 71GW/167GWh，其中，中国储能新增装机有望达 29.2 GW/66.3GWh，美国储能新增装机有望达 13.7GW/43.4GWh。

图 60: 2017-2023 全球储能市场新增规模（GWh/%）



资料来源: EESA、华金证券研究所

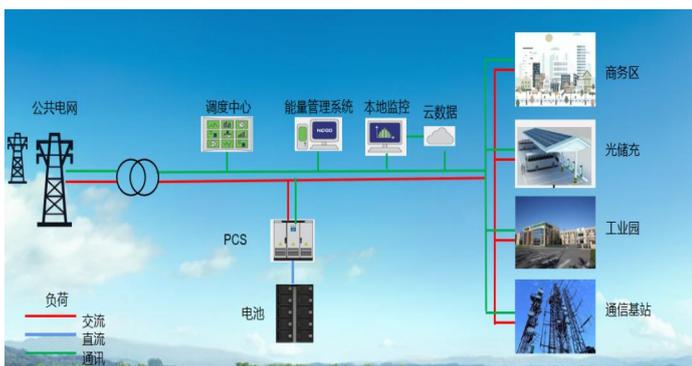
图 61: 2019-2023 中国储能市场新增装机规模（GW/GWh）



资料来源: EESA、华金证券研究所

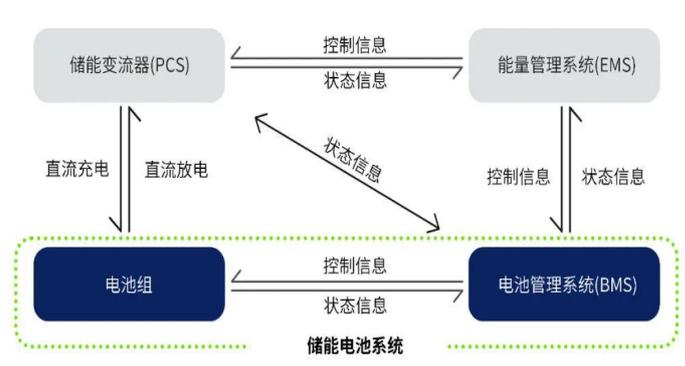
**储能变流器 PCS 为储能系统与电网中间实现电能双向流动的核心部件，约占成本 11%。**储能变流器的工作原理是交、直流侧可控的四象限运行的变流装置，实现对电能的交直流双向转换。该原理就是通过微网监控指令进行恒功率或恒流控制，给电池充电或放电，同时平滑风电、太阳能等波动性电源的输出。根据出海半导体引用起点研究院数据，储能 PCS 包含逆变器、充放电控制器、电池管理系统（BMS）等多个组成部分，成本占整体储能系统成本约 11.4%，其主要功能包括平抑功率、信息交互、保护等，PCS 决定了输出电能质量和动态特性，也很大程度影响电池使用寿命。在储能 PCS 中，绝缘栅双极型晶体管（IGBT）是核心部件，其性能直接影响储能 PCS 的整体性能。

图 62：储能系统工作模式



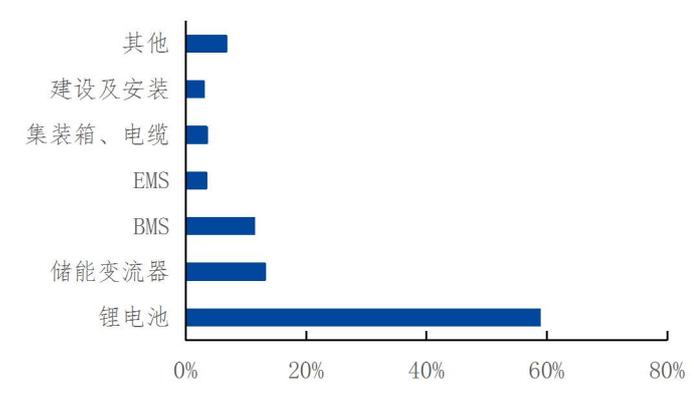
资料来源：电力电子技术与新能源、华金证券研究所

图 63：电化学储能系统结构图



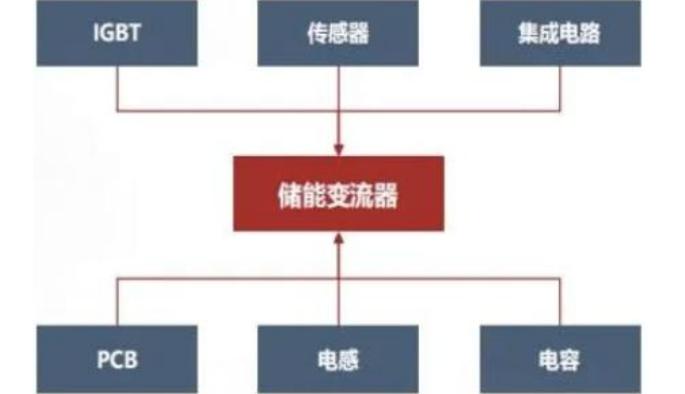
资料来源：电力电子技术与新能源、华金证券研究所

图 64：锂电池储能系统成本构成（%）



资料来源：起点研究院、出海半导体网、华金证券研究所

图 65：储能 PCS 上游元器件



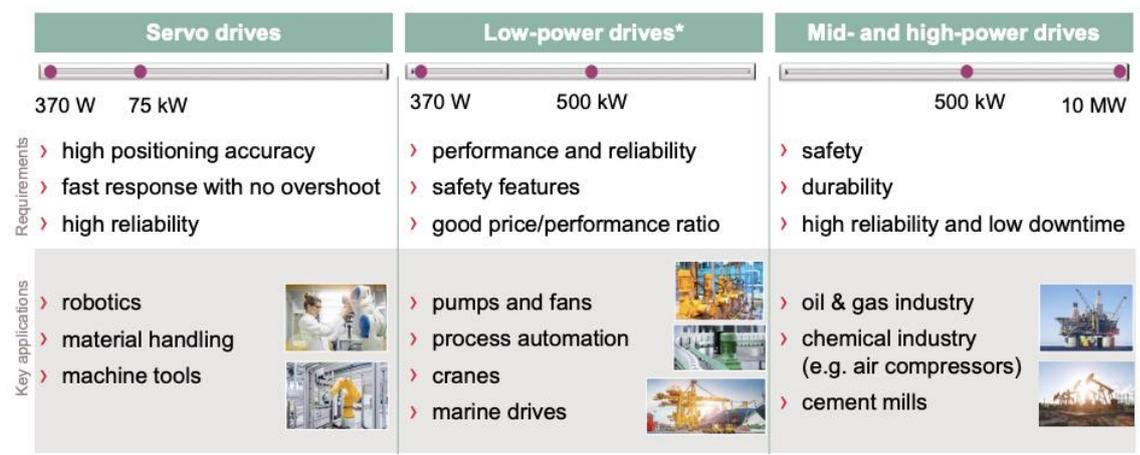
资料来源：起点研究院、出海半导体网、华金证券研究所

### 2.4.3 工控及白色家电：25 年工控 IGBT 有望达 170 亿元，变频家电对 IPM 需求日益增长

广泛应用多工业领域，25 年工控 IGBT 有望达 170 亿元。随着工业自动化的深化，广泛部署的工业机器人和智能化机床都依赖于强大而灵活的交流电机、伺服电机以及节能的变频器和电源装置，IGBT 广泛应用于可变速电机、不间断电源、工控变频器、接触器中，为工业自动化提

供高效灵活的电能输出。如：(1) 电磁感应加热：从技术上来讲，电磁感应加热系统本质上其实是一种交-直-交的变频装置，它的电路结构是由整流单元、滤波单元、逆变单元及其控制、保护单元和负载组成。电磁感应加热设备通常按照工作频率范围分成五类：低频感应加热，中频感应加热，高频感应加热，超高频感应加热。终端用户可根据不同类型的电磁感应加热设备的电压及频率等要求，选用相对应的 IGBT 型号进行匹配。(2) 工业电源：大规模用到 IGBT 的工业电源一般有开关电源、中高频 IGBT 逆变电源、不间断电源 (UPS)、应急电源 (EPS) 等。以开关电源为例来看，开关电源主要有两种，分别为直流开关电源和交流开关电源。其中直流开关电源的核心是 DC/DC 变换，即来自于诸如市电电源、蓄电池电源等质量较差的原生态电源 (通俗讲即为粗电)，变成设备所需要的、高质量的电 (即为精电)。(3) 工业电焊：除去电磁感应和电源外，IGBT 在工业电焊中也有许多应用，一般称为逆变电焊机或者弧焊逆变器。其工作原理主要是通过将工频交流电 (50Hz) 经过整流滤波变成直流，再通过大功率开关电子元件 (即 IGBT) 将直流逆变成千赫兹到万赫兹的中频交流电，同时经变压器降至适合于焊接的几十伏电压，再次整流并经过滤波输出平稳的直流电，进行焊接工作。从市场规模来看，根据集邦咨询数据，2021 年全球工业控制 IGBT 市场规模约为 150 亿元，预计未来 4 年将保持在 3%-5% 的稳定增长，到 2025 年市场规模将达到 170 亿元。

图 66：功率半导体在工业中的应用



资料来源：英飞凌、华金证券研究所

变频家电中 IPM 模块需求日益增加。IPM 模块将 IGBT 芯片、FRD 芯片、驱动电路、保护电路、检测电路等集成在同一个模块内，通过调节输出交流电的幅值和频率控制电机的转速来实现变频。在变频家电领域，空调、冰箱、洗衣机等耗电较多的产品普遍具有节能、高效、降噪、智能控制的需求，因此对大功率 IPM 模块的需求量也在日益增长。根据产业在线的统计，2021 年我国家用空调变频比例同比增加 14%，对应增加 4500 万颗 IPM 模块，总量达 2.5 亿颗；冰箱变频增加 2000 万颗 IGBT 芯片需求，总量达 1.2 亿颗；而洗衣机的变频比例提升至 45%，增加 700 万颗 IPM 需求，总量达 3300 万颗。

## 2.5 公司优势：提供多领域解决方案，车规 IGBT 为欧洲 Tier1 批量供货

率先实现第七代 IGBT 研发，具备高压 IGBT 芯片技术。IGBT 不断进行技术迭代，主要向着降低开关损耗和创建更薄的结构方向改善和发展。其在纵向结构、栅极结构以及硅片加工工艺方面不断升级改进，共经历了七次大型技术演变，各项指标在演变中不断优化。目前，IGBT 芯片已经迭代至第七代精细沟槽栅场截止型 IGBT，但考虑成本后，应用最广泛的仍是 IGBT 第四代产品。士兰微、华润微、新洁能、华微电子、比亚迪、宏微科技均已经拥有中低压 IGBT 产品的生产能力，而具备高压 IGBT 芯片生产能力的中国厂商则只有时代电气和斯达半导体两家。其中，斯达半导体优势在于 IGBT 模块，主要覆盖新能源汽车/发电和工控领域。2013 年斯达半导体开始专注新能源汽车 IGBT 模块的研发，目前其 IGBT 电压等级涵盖范围为 100V-3300V，率先实现第七代 IGBT 产品的研发。

表 10：国内 IGBT 公司竞争状况

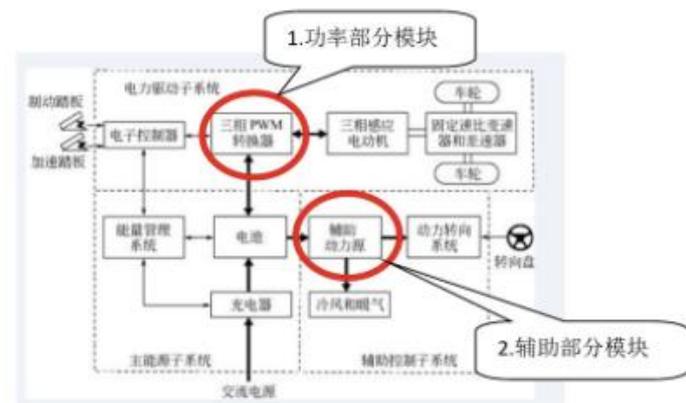
公司	经营模式	主流技术格局	电压覆盖范围	产品应用领域	代工厂
斯达半导体	Fabless 转 IDM	第七代 IGBT 技术	100-3300V	车载、光伏、风电、工控、家电	上海华虹、上海先进
时代电气	IDM	第五代 IGBT 技术 (第七代 IGBT 技术已研发成功)	750-6500V	轨交、车载、光伏、风电、工控	-
士兰微	IDM	第五代 IGBT 技术 (第七代 IGBT 技术送审阶段)	600-1350V	白电、工控、新能源车、光伏领域	
扬杰科技	Fabless+IDM	第四代 IGBT 技术	600-1200V	工控、消费电子	中芯绍兴
比亚迪半导体	IDM	第五代 IGBT 技术	750-1200V	汽车、工业、家电、新能源、消费电子	
宏微科技	Fabless	第五代 IGBT 技术	650-1700V	工控、光伏、新能源车	华虹宏力、积塔
新洁能	Fabless	第四代 IGBT 技术 (第七代 IGBT 技术已量产)	600-1350V	光伏、白电领域	华虹宏力、中芯国际、华润上海
华润微	IDM	第五代 IGBT 技术	600-1350V	工控、家电、汽车	
华微电子	IDM	第六代 IGBT 技术	360-1350V	工控、家电	
振华永光		第六代 IGBT 技术 (第七代 IGBT 功率模块成功研制)	600V-1700V	军用、汽车等	

资料来源：半导体产业纵横、华金证券研究所

车规 IGBT 模块合计配套超 200 万套主电机控制器，欧洲一线 Tier 1 开始大批量交货。(1) 产品应用：2023 年，公司生产的应用于主电机控制器的车规级 IGBT 模块持续放量，合计配套超过 200 万套新能源汽车主电机控制器，公司在车用空调，充电桩，电子助力转向等新能源汽车半导体器件份额进一步提高。(2) 技术迭代：2023 年，公司基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的 750V 车规级 IGBT 模块大批量装车，公司基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的 1200V 车规级 IGBT 模块新增多个 800V 系统车型的主电机控制器项目定点，将对 2024 年-2030 年公司新能源汽车 IGBT 模块销售增长提供持续推动力。(3) 产品：根据斯达半导体官网显示，在公司已有封装基础上，市场上存在的电压电流等级模块斯达半导体均可生产，如公

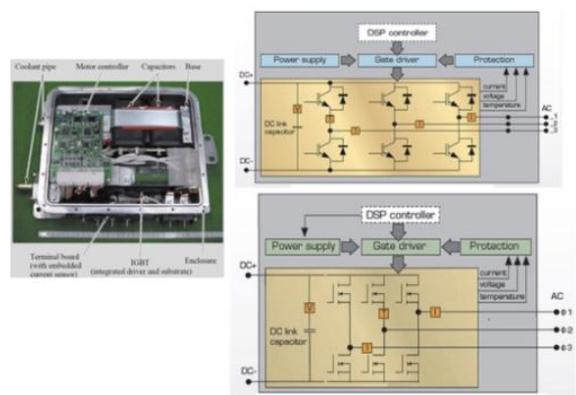
司在 GD800HHT65P4S 模块封装基础上，还可生产 GD600HTT65P4S(650V/600A)、GD400HTT120P4S(1200V/400A)等模块，且该封装可做带 Pin-in 的散热基板，也可做不带 Pin-fin 的平面散热基板型模块。(4) 产能：公司和深蓝汽车合资成立重庆安达半导体有限公司，研发生产高性能、高可靠性的车规级 IGBT 模块和车规级 SiC MOSFET 模块，预计 2024 年完成厂房建设并开始生产。(5) 客户：斯达半导与国内大部分主流车企已取得合作关系，当前客户包括比亚迪、广汽、长安、奇瑞、北汽等。2023 年，斯达半导海外新能源汽车市场取得重要进展，车规级 IGBT 模块在欧洲一线品牌 Tier1 开始大批量交付，同时新增多个 IGBT/SiC MOSFET 主电机控制器项目定点，海外新能源汽车市场呈现快速增长趋势。2023 年，公司海外业务取得快速发展，子公司斯达欧洲实现营业收入 3.11 亿元，同比增长 226.66%，连续两年保持翻番以上成长；斯达欧洲以外的出口业务实现营业收入 0.77 亿元，同比增长 70.88%，海外市场持续突破将给公司带来更广阔成长空间。

图 67：新能源汽车应用方案



资料来源：斯达半导官网、华金证券研究所

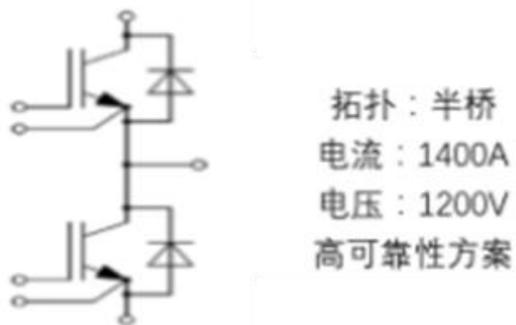
图 68：功率部分模块及控制器部分结构图



资料来源：斯达半导官网、华金证券研究所

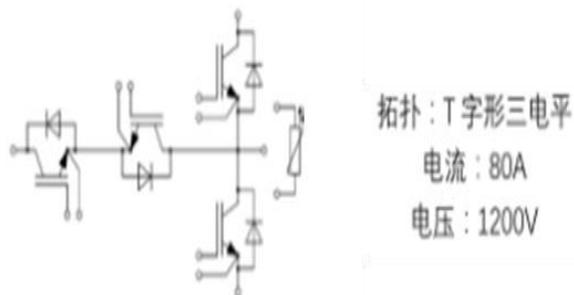
风光储业务快速增长产品，在北美等海外市场批量装机，工控领域已为多家国际企业正式供应商。在新能源发电领域，公司已是国内多家主流光伏逆变器、风电逆变器企业主要供应商，并且与头部企业建立了深入战略合作关系，继续发挥技术领先优势为客户提供更高功率、更高效率的解决方案。公司基于第七代微沟槽 Trench Field Stop 技术的 IGBT 模块在地面光伏电站和大型储能批量装机，并在北美等海外电站批量装机；公司 1200V、650V 大电流单管已大批量应用于工商业光伏和储能，处于行业领先地位。目前，公司产品已经实现户用型、工商业、地面电站光伏和储能系统全功率覆盖，成为全球光伏和储能行业的重要战略供应商。在工业控制领域，公司目前已为国内多家头部变频器企业 IGBT 模块主要供应商，国际方面已是工控行业多家国际企业正式供应商。

图 69：斯达半导在光伏解决方案（集中式 P2）



资料来源：斯达半导官网、华金证券研究所

图 70：斯达半导在光伏解决方案（组串式方案 1）



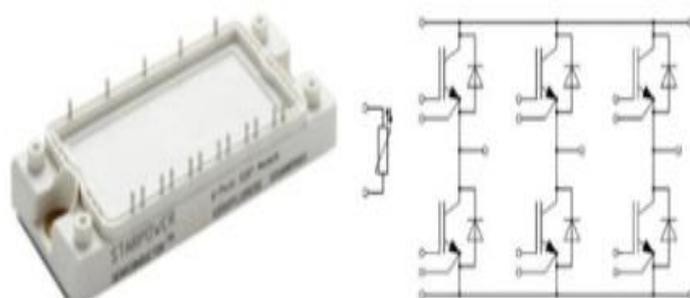
资料来源：斯达半导官网、华金证券研究所

图 71：斯达半导模块在 UPS 行业解决方案（2Pack）



资料来源：斯达半导官网、华金证券研究所

图 72：斯达半导模块在 UPS 行业解决方案（6Pack）



资料来源：斯达半导官网、华金证券研究所

### 3、SiC MOSFET：五大优势加速 SiC 上车，率先卡位打造第二增长极

#### 3.1 行业综述：28 年全球 SiC 市场规模有望达 90 亿美元，汽车占比超 70%

一代材料决定一代器件，第三代半导体物理性能相对更为出色。第一代半导体材料以硅和锗等元素半导体为代表，其典型应用是集成电路，主要应用于低压、低频、低功率的晶体管和探测器中。硅基半导体材料是目前产量最大、应用最广的半导体材料，90%以上的半导体产品是用硅基材料制作的。第二代半导体材料是以砷化镓为代表，砷化镓材料的电子迁移率约是硅的 6 倍，具有直接带隙，故其器件相对硅基器件具有高频、高速的光电性能，因此被广泛应用于光电子和微电子领域，是制作半导体发光二极管和通信器件的关键衬底材料。第三代半导体材料是指以碳化硅、氮化镓为代表的宽禁带半导体材料，与前两代半导体材料相比，第三代半导体材料禁带宽度大，具有击穿电场高、热导率高、电子饱和速率高、抗辐射能力强等优势，因此采用第三代半

导体材料制备的半导体器件不仅能在更高的温度下稳定运行，适用于高电压、高频率场景，此外，还能以较少的电能消耗，获得更高的运行能力。

表 11: SiC 的物理性质和特点

特性	Si	GaAs	4H-SiC	GaN	用途示例
结晶结构	钻石	闪锌矿	六方晶系	六方晶系	
带隙能量 (eV)	1.12	1.43	3.26	3.5	高温工作，发光波长
电子迁移率	1400	8500	900	1250	高频率元器件
空穴迁移率	600	400	100	200	
介电击穿强度	0.3	0.4	3	3	功率元器件
热导率	1.5	0.5	4.9	1.3	要求出色的散热特性
饱和漂移速度	1	2	2.7	2.7	高频率元器件
相对介电常数	11.8	12.8	9.7	9.5	

资料来源：罗姆、华金证券研究所

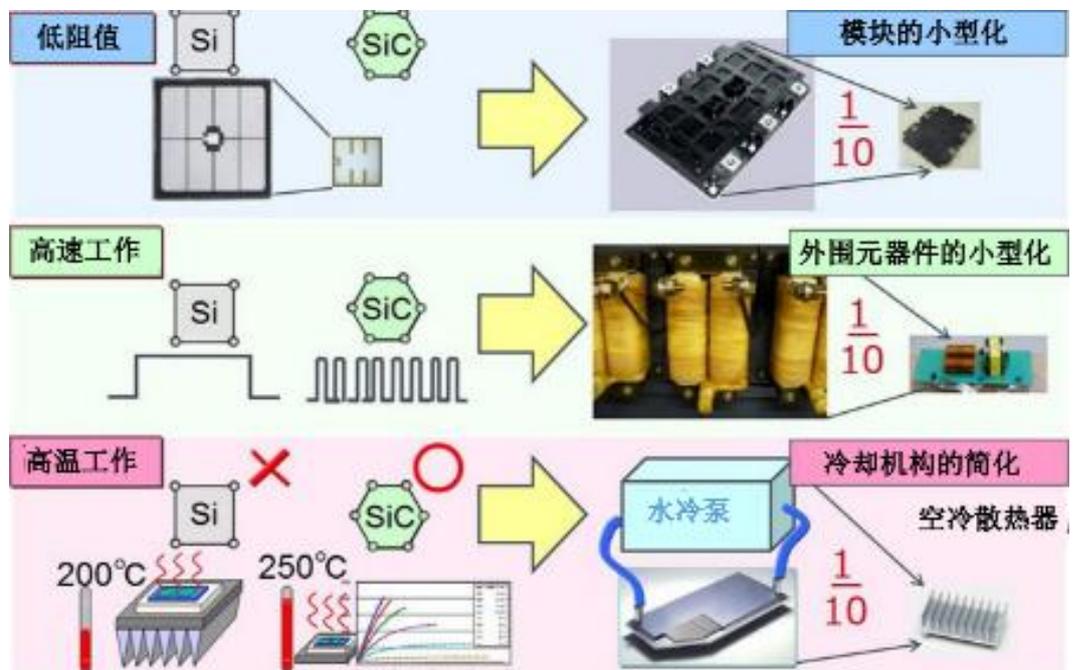
**SiC 功率器件低电阻/高速工作/高温工作等特性，大幅降低能量损耗。**

(1) **低电阻**：在阻值相同的条件下，可以减小器件（芯片）的面积。如果要处理大功率，有时可以使用将多个晶体管和二极管模块化的功率模块。例如，SiC 功率模块的尺寸可以达到同等能力 Si 模块的约 1/10。

(2) **高速工作**：通过提高开关频率，可以采用尺寸更小的变压器、线圈、电容器等外围元器件。实际上有能做到原尺寸 1/10 左右的案例。

(3) **高温工作**：容许在更高温度环境下工作，因此可以简化散热器等冷却机构。

图 73: SiC 功率元器件带来的好处



资料来源：罗姆、华金证券研究所

全球 SiC 市场规模有望达 90 亿美元，汽车占比超 70%。碳化硅功率器件以其优异的耐高压、耐高温、低损耗等性能，能够有效满足电力电子系统的高效率、小型化和轻量化要求，在新能源

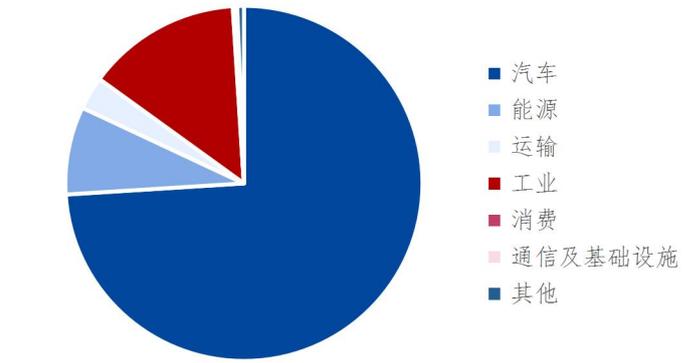
汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网等领域具有明显优势。经过近 30 年研究和开发，碳化硅衬底和功率器件制造技术在近年逐步成熟，并快速推广应用，正在掀起一场节能减排和新能源领域的巨大变革。根据 Yole 数据，2022 年全球 SiC 功率器件市场规模为 17.94 亿美元，2028 年市场规模增长至 89.06 亿美元，CAGR（2022-2028）约为 31%。其中，汽车、工业、能源三大市场正快速推动 SiC 功率器件市场增长，其中汽车市场规模最大，2022 年占总市场 70%，2028 年提升至 74%，800V 电动汽车是 SiC 器件主要增长点；在电气化趋势的支持下，新能源汽车的功率器件市场将达到 97.65 亿美元，其中 SiC MOSFET 模块将起到强劲推动作用，到 2028 年，SiC MOSFET 模块的价值就将达到 54.81 亿美元。

图 74：碳化硅功率器件应用领域



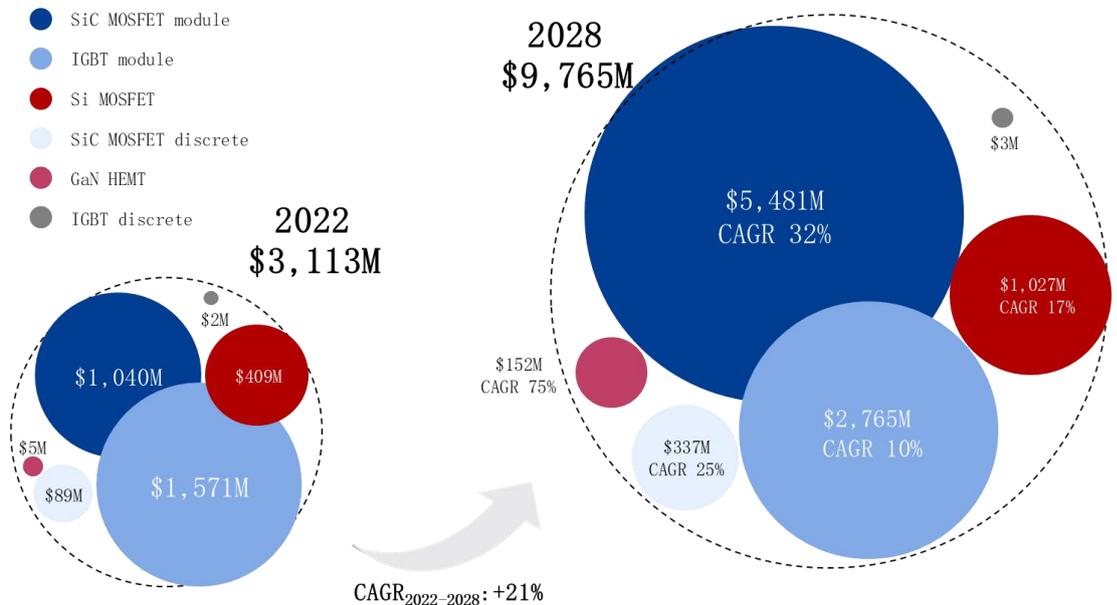
资料来源：天科合达招股说明书、华金证券研究所

图 75：2028 年全球 SiC 下游应用领域占比 (%)



资料来源：Yole、华金证券研究所

图 76：2022-2028 新能源汽车功率器件市场预测 (百万美元)



资料来源：Yole、华金证券研究所

### 3.2 发展趋势：SiC 上车为大势所趋，90%用于驱动逆变器

新能源汽车系统架构中涉及到功率半导体应用的组件包括：电机驱动系统、车载充电系统（OBC）、电源转换系统（车载 DC/DC）和非车载充电桩。SiC 功率器件应用于电机驱动系统中的主逆变器，能够显著降低电力电子系统的体积、重量和成本，提高功率密度。美国特斯拉公司的 Model 3 车型采用以 24 个 SiC MOSFET 为功率模块的逆变器，是第一家在主逆变器中集成全碳化硅功率器件的汽车厂商；碳化硅器件应用于车载充电系统和电源转换系统，能够有效降低开关损耗、提高极限工作温度、提升系统效率。目前全球已有多家汽车厂商在车载充电系统中使用碳化硅功率器件；碳化硅器件应用于新能源汽车充电桩，可以减小充电桩体积，提高充电速度。

图 77：SiC MOS 在新能源汽车中的应用



资料来源：Yole、云柚资本、华金证券研究所

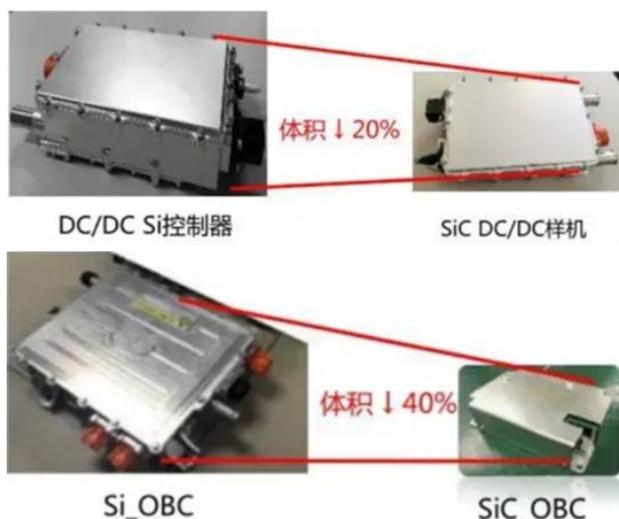
图 78：使用英飞凌 SiC 功率器件的汽车厂商



资料来源：英飞凌、华金证券研究所

五大优势加速碳化硅上车，功率厂商有望迎来历史性发展机遇。(1) SiC 器件助力实现系统小型化，增大汽车可用空间。SiC DC/DC 转换器体积较硅 DC/DC 转换器减少 20%，SiC 电机控制器体积较硅控制器缩小 64%，SiC 车载充电器体积较硅车载充电器减少 40%，故使用 SiC 器件可实现系统小型化；硅器件极限工作温度一般不能超过 300℃，而 SiC 器件极限工作温度可以达到 600℃以上；叠加 SiC 热导率均是硅 2.67 倍，有助于器件散热，可简化冷却散热装置，进一步增大可用空间。(2) 物理性能较硅基器件全面升级，助力导通及开关损耗减少，从而续航里程增加。SiC (3.3eV) 禁带宽度为硅 (1.1eV) 的 3 倍，可实现高浓度掺杂，使漂移区宽度大幅缩短，在 SiC MOS 器件导通时，正向压降和导通损耗皆小于 Si-IGBT，且不存在拖尾电流，进一步降低损耗；叠加 SiC 载流子迁移率为硅的 3 倍左右，可提供更快开关速度，以降低开关损耗。(3) SiC 模组减少汽车重量，有利于轻量化。若采用 SiC SBD 混合模组，主逆变器较纯硅模组重量减少 2kg；若采用纯 SiC 模组，主逆变器相较于混合模组重量减少 4kg，较纯硅模组重量减少 6kg。(4) SiC 器件承受输入功率大，电机扭矩更大，加速能力强。电车动力来源于电机，在低转速时，电机扭矩输出最大，随着转速提高，电机阻抗增加，输出扭矩降低。SiC 材料可保证电机在低转速承受更大输入功率且功率损耗较小，起步时扭矩更大，加速能力更强，如比亚迪汉采用 SiC 模块后，输出功率达 200kw，百公里加速 3.9 秒。(5) SiC 导入降低电池成本提升续航里程，降低整车成本。在使用 SiC-MOSFET 驱动逆变器后，电池、轻量化及冷却系统可节省共计 525-800 美元，而使用 SiC 器件相较于硅器件，成本增加 75-200 美元，故在相同里程前提下，使用 SiC 驱动逆变器可至少节省 300 美元，有效降低整车成本。

图 79: DC/DC 控制器/车载充电器 SiC 样机与 Si 对比



资料来源：比亚迪、材料深一度、CASA、宽禁带半导体、华金证券研究所

图 80: 电机控制器 SiC 样机与 Si 对比



资料来源：比亚迪、材料深一度、CASA、宽禁带半导体、华金证券研究所

图 81: 电机控制器中使用 SiC 产品带来的收益



资料来源: EEPW、华金证券研究所

图 82: 新能源汽车中使用 SiC 产品带来的收益

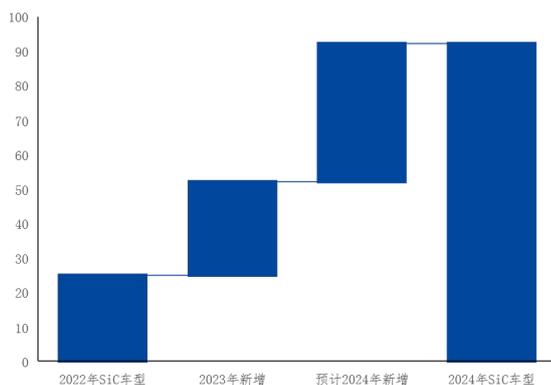
		电池节省	~ \$400 ---\$800
		空间增加/轻量化	\$++
		冷却系统节省	\$++
		使用碳化硅增加的费用	~ \$200
		每辆车使用碳化硅带来的收益	> \$400 ---\$800
		OEM厂生产10万辆车获得的收益	\$20 ---\$60

资料来源: EEPW、华金证券研究所

多家企业推出“SiC 800V”电动汽车逆变器方案。受益于汽车电气化的持续推进，汽车电子成为半导体领域逆势增长的代表，800V 平台架构下对 SiC 功率电子器件需求增长明显。从燃油车到纯电动汽车，未来随着纯电动车渗透率稳步提升，以及充电桩设施持续布局，根据 CASA 数据，预计 2026 年全球车用 SiC 功率电子渗透率将超过 50%。根据 Wolfspeed 数据，车用 SiC 市场规模有望从 2022 年的 10.6 亿美元增长至 2027 年的 49.9 亿美元，这其中 90% 的来源于驱动逆变器，10% 来源于 OBC。2022 年，Semikron、BorgWarner、McLaren Applied、Equipmake、Marelli 等汽车 Tier1 供应商纷纷推出平台电压 800V 的 SiC 电驱解决方案。Rhombus 在充电基础设施上也开始应用 1200V 的 SiC 产品。整车企业如 Toyota、Lexus、Ford、Volkswagen、Mercedes-Benz 等也加快 SiC 电驱应用。

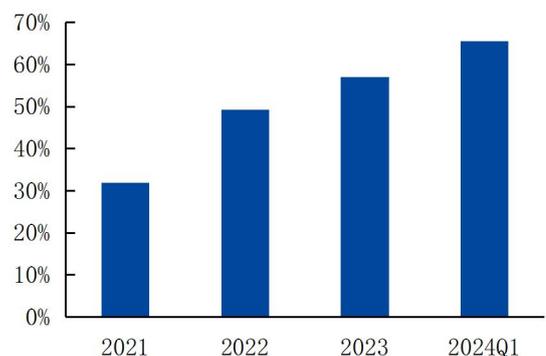
国内多款车型搭载 SiC 器件，加速 SiC 功率模块渗透。2023 年共新增 27 款碳化硅主驱车型，其中比亚迪的宋 L、方程豹 5、小鹏 G6、智己 LS6（高配版）、极氪 001 和极氪 009 等车型销售表现优异。2024 年，比亚迪将推出新版唐 EV、汉 EV、仰望 U9 等新碳化硅主驱车型，吉利银河 E8 等车型也将持续发力，此外问界 M9 和计划发售的 M8，小米 SU7 等备受瞩目的车型同样使用碳化硅。2024 年，国产碳化硅主驱车型的渗透率将进一步提升，InSemi 预计新推出的碳化硅主驱车型有望超过 40 款，催生主驱碳化硅器件和模组需求。

图 83: 2022-2024 SiC 车型数量 (款)



资料来源: InSemi、碳化硅芯观察、华金证券研究所

图 84: 2021-2024Q1 主流中国品牌新能源乘用车 SiC MOS 主驱功率模块国产化率



资料来源: 北京半导体行业协会、华金证券研究所

表 12: 2022 年部分国际企业 SiC 功率产品应用情况

厂商	产品	应用部件	技术指标 1	技术指标 2	供应商	阶段
Semikron	EV 电源模块	电驱电控	750V 和 1200V eMPack 平台, 可满足 100kW 至 750kW 的应用和 400V 至 800V 的电池系统需求	控制电源开关的 SiC MOSFET 与 Semikron 的全烧结直压芯片 (DPD) 装配工艺集成在主要电动汽车牵引逆变器	ST	
Equipmake	车用逆变器	电驱电控	400KW	40kHz, 电池体积减少 10%	-	
Rhombus	充电桩/站	充电桩/站	采用 Wolfspeed 的 1200V SiC MOSFET	-		商业化产品
Lucid Air EV	汽车逆变器	电驱电控	XM3 电源模块具有低开关损耗、最小阻和高功率密度	采用 Wolfspeed 的汽车级 1200V SiCXM3 半桥电源模块	Wolfspeed	
	车载充电	车载充电	集成 DC-DC 转换器和双向车载充电器 (OBC)	OBC 提供 19.2KW 交流充电, 22 分钟 300 公里	ROHM	
Toyota	车载充电器 /DC-DC	车载充电	-	-	自主研发	
Lexus	RZ 逆变器	电驱电控	230kW	-	-	
McLaren	第 5 代逆变器	电驱电控	重量和体积分别为 5.5kg 和 3.79L	350kW 的峰值功率 (连续 250kW); IPGS 重量和体积分别为 5.5kg 和 3.79L	-	工程验证
Ford	SiC 电机控制器	电驱电控	SiC 单管集成	双电机控制器	英博尔	样机
Vitesco Technologies	汽车逆变器	电驱电控	800V, 2025 年开始生产		-	研发阶段

资料来源: CASA、华金证券研究所

SiC 在主驱应用方面, 2021 年仅比亚迪半导体一家本土企业实现上车, 其余市场主要由安森美所垄断。至 2022 年, 新增芯聚能和斯达半导体两家本土供应商, 其中芯聚能年度市占率为 6.82%, 而斯达半导体受制于芯片供货不足, 装车量提升缓慢; 进入 2023 年, 芯联集成、汇川技术供货车型陆续上市, 芯联集成更是受益问界车型销量大增带动旗下 SiC MOS 主驱功率模块装车量快速增长; 2024 年, 主驱搭载联合电子 SiC MOS 功率模块的相关车型也进入交付阶段。小鹏汽车 SiC MOS 主驱功率模块供应商包括 ST、斯达半导体、汇川技术、芯联集成, 2023 年及之前主要由 ST 供货, 进入 2024 年以来, 本土供应商份额进入上升期。受益于中国新能源汽车厂商近年来持续投放新车型, 销量同步快速增长的双核驱动, 正带动本土 SiC MOS 供应商市占率稳步提升, 仅比亚迪、极氪、吉利银河、蔚来、理想、赛力斯这几家车企, 新能源乘用车 SiC MOS 主驱功率模块的国产化率已由 2021 年的 31.89% 提升至 24Q1 的 65.57%。随着各品牌车企合作车型的上市和交付, 斯达半导体等国内厂商的市占率有望进一步提升。

表 13: 2023 -2024Q1 中国品牌新能源乘用车 SiC MOS 主驱功率模块供应商及导入情况 (辆/套/%)

汽车品牌	蔚来 ET7	中国品牌新能源乘用车 SiC 主驱功率模块供应商	2023 年汽车销量	SiC 占比	装车量	24Q1 汽车销量	SiC 占比	装车量
比亚迪	汉 EV/海豹	比亚迪半导	200,046	85%	170,039	20,132	85%	17,112
	精灵#1/精灵#3		42,292	65%	27,490	5,387	65%	3,502
	新款极氪 001		76,246	65%	49,560	18,146	65%	11,795
吉利	极氪 X	芯聚能	22,372	100%	22,372	1,484	100%	1,484
	极氪 007		857	100%	857	14,713	100%	14,713
	极氪 009		19,210	100%	19,210	1,424	100%	1,424
	银河 E8		N.A.	N.A.	N.A.	7,688	100%	7,688
赛力斯	问界 M9	芯联集成	N.A.	N.A.	N.A.	10,697	100%	10,697
蔚来	蔚来 ES6		56,539	100%	56,539	10,632	100%	10,632
	蔚来 ET7		5,643	100%	5,643	1,058	100%	1,058
	蔚来 ET5	安森美	40,848	100%	40,848	4,793	100%	4,793
	蔚来 EC7		3,658	100%	3,658	611	100%	611
	蔚来 EC6		11,324	100%	11,324	4,222	100%	4,222
理想	MEGA	联合电子	N.A.	N.A.	N.A.	3,229	100%	3,229
小鹏	G6/X9/G9	芯联集成	100,780	100%	100,780	16,300	100%	16,300
		意法半导体						
		汇川技术 斯达半导						

资料来源: 集微咨询、华金证券研究所

表 14: 中国品牌新能源乘用车 SiC MOS 主驱功率模块市场竞争格局 (辆/套/%)

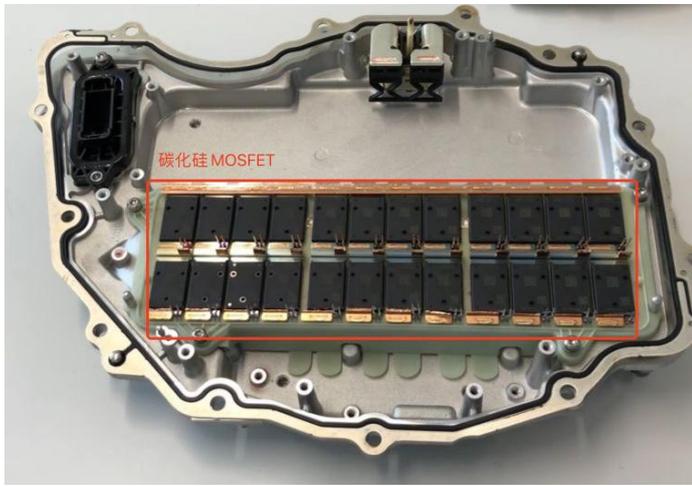
中国品牌新能源乘用车 SiC 主驱功率模块供应商	2021 年		2022 年		2023 年		2024Q1	
	SiC 装车量	市占率						
芯聚能	N.A.	N.A.	7,837	6.82%	119,489	23.51%	40,605	37.16%
安森美	18,593	68.11%	51,964	45.19%	118,012	23.22%	21,316	19.51%
比亚迪半导	8,706	31.89%	48,808	42.45%	170,039	33.45%	17,112	15.66%
小鹏供应商	N.A.	N.A.	6,373	5.54%	100,780	19.83%	16,300	14.92%
芯联集成	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	10,697	9.79%
联合电子	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3,229	2.96%
国产化率(不含小鹏汽车)		31.89%		49.26%		56.96%		65.57%

资料来源: 集微咨询、华金证券研究所

**Tesla 主驱使用 48 颗 SiC MOSFET，电动车整车关键部位均使用 SiC 器件有望达 150 颗/车。**根据电力电子技术与应用数据，Tesla 的 SiC MOSFET 只用于主驱逆变器电力模块，共 24 颗，拆开封装每颗有 2 个 SiC 裸晶 (Die)，共计 48 颗 SiC MOSFET。除此之外，其他包括 OBC、一辆车附 2 个一般充电器、快充电桩等，都可以放上 SiC (将来还会有电动汽车无线充电)。如果一台电动车关键部位全部使用 SiC 器件，电动车单车使用 SiC 器件数目有望达 150 颗，则一片 6 寸晶圆是只能满足 2 台车的使用。根据 Wolfspeed 数据，6 寸 SiC 晶圆单片切出面积为 32mm<sup>2</sup>

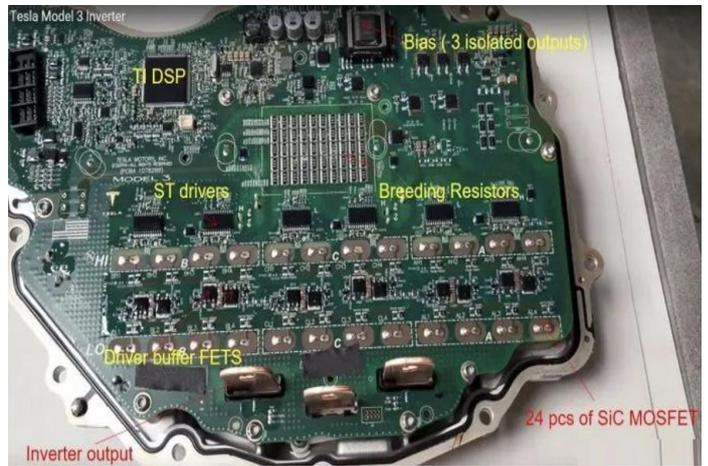
裸片数目为 448 组，边缘损失率为 14%，若采用 8 寸 SiC 晶圆，单片可切出面积为 32mm<sup>2</sup> 裸片数目为 845 组，边缘损失率为 7%。

图 85: Model 3 逆变器中的碳化硅 MOSFET



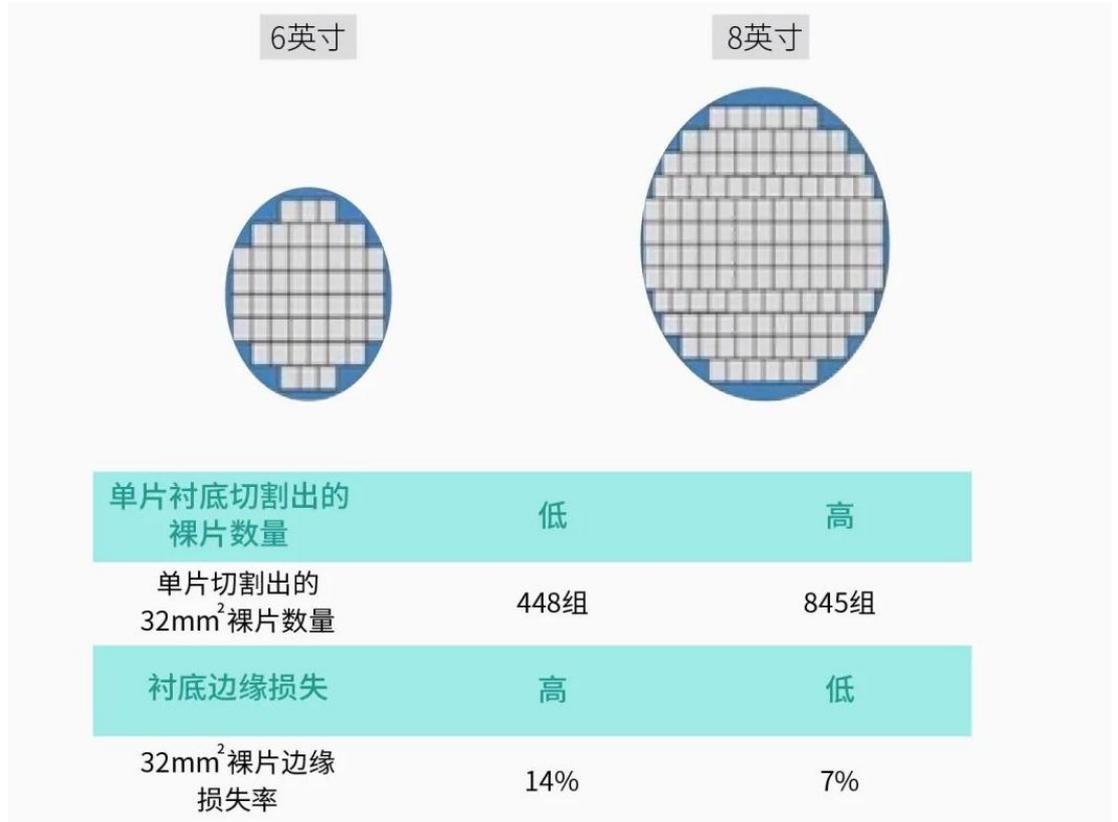
资料来源：远川科技评论、华金证券研究所

图 86: Model 3 逆变器中的碳化硅 MOSFET 拆解



资料来源：电力电子技术与应用、华金证券研究所

图 87: 6 英寸和 8 英寸碳化硅衬底生产效率对比



资料来源：远川科技评论、华金证券研究所

碳化硅为电动汽车“最强芯脏”，与高转速电机是“完美搭档”。比亚迪公布进化版 800V 平台——e 平台 3.0 Evo，Evo 平台最大的亮点是搭载全球首创的 12 合 1 智能电驱系统（之前的

3.0 平台采用的是八合一电驱), 将电机、减速器、电控、整车控制器 (VCU)、电池管理器 (BMC)、直流变换器 (DC-DC)、车载充电器 (OBC)、配电模块 (PDU)、升压模块、升流模块、自加热模块和、能量管理智控系统高度集成。该款 12 合 1 的电驱全系搭载 1200V 碳化硅电控, 并且升级了全新一代 SiC 功率模块, 电驱采用 23000rpm 电机。根据“行家说三代半”调研追踪, 比亚迪该款 23000rpm 电机处于全球领先水平, 市场上量产电机转速较高厂商有华为、广汽、小米、上汽和现代等。提升电机转速的基础是提高基波频率, 为提电机转速基波频率通常需要从 10kHz 提升至 20kHz, 而硅基 IGBT 开关频率仅为 12kHz 无法满足需求, 故必须采用 SiC 功率器件。

图 88: Evo 平台 12 合 1 智能电驱系统



资料来源: 行家说三代半、华金证券研究所

图 89: 12 合 1 的电驱全系搭载 1200V 碳化硅电控



资料来源: 行家说三代半、华金证券研究所

表 15: 市场上量产电机转速较高厂商

序号	转速	企业	车型/电机
1	27200rpm	小米	未上车 V8s
2	23000rpm	比亚迪	海狮 07 十二合一电驱
3	22000rpm	华为	智界 S7、问界 M9 DriveOne 电机
4	22000rpm	日立 Astemo	未上车
5	22000rpm	广汽	昊铂 SSR
6	21000rpm	小米	小米 SU7
7	21000rpm	上汽	智己汽车 LS6
8	21000rpm	现代企业	2024 款 IONIQ 5N
9	21000rpm	铃木	Splash 车型 采埃孚 Electric Axle Drive
10	21000rpm	创维	EV6-II
11	21000rpm	哪吒	浩智 800V SiC 高性能电驱

资料来源: 行家说三代半、华金证券研究所

### 3.3 公司优势：SiC MOSFET 模块批量装车，先发优势凸显

把握先发优势，SiC MOS 取得 800V 系统主电机控制器项目定点。IGBT/SiC 模块不仅应用广泛，且是下游产品中的核心器件，一旦出现问题会导致产品无法使用，给下游企业带来较大损失，替代成本较高，因此一般下游企业都会经过较长的认证期后才会大批量采购，新的品牌进入市场需要面临长期较大的资金投入和市场开发的困难，公司的先发优势明显。随着公司生产规模的扩大，自主芯片的批量导入和迭代，在供货稳定性及产品先进性上的优势会进一步巩固，从而提高潜在竞争对手进入本行业的壁垒。2023 年，公司应用于新能源汽车主控制器的车规级 SiC MOSFET 模块大批量装车应用，同时新增多个使用车规级 SiC MOSFET 模块的 800V 系统主电机控制器项目定点，将对公司 2024-2030 年主控制器用车规级 SiC MOSFET 模块销售增长提供持续推动力。2023 年，公司自主的车规级 SiC MOSFET 芯片在公司多个车用功率模块封装平台通过多家客户整车验证并开始批量出货。2023 年，公司和深蓝汽车合资成立重庆安达半导体有限公司，研发生产高性能、高可靠性的车规级 IGBT 模块和车规级 SiC MOSFET 模块，预计 2024 年完成厂房建设并开始生产。

图 90：斯达半导 SiC 产品图（部分）



资料来源：斯达半导官网、华金证券研究所

## 4、募投：拓展高压功率/SiC 器件，转向 Fabless+IDM 模式

2021 年公司通过非公开发行股票形式实际募集资金净额人民币 34.77 亿元，用于高压特色工艺功率芯片研发及产业化/SiC 芯片研发及产业化/功率半导体模块生产线自动化改造等项目，项目实施主体为公司全资子公司嘉兴斯达微电子有限公司，根据斯达半导 2023 年年报披露，上述项目预计于 2024 年 11 月达到预定可使用状态。

(1) 高压特色工艺功率芯片研发及产业化项目：满足智能电网、轨道交通、风力发电行业高压功率芯片的市场需求，丰富公司产品线。高压特色工艺功率芯片广泛应用于智能电网、轨道交通、风力发电等市场。目前国内以智能电网、轨道交通、风力发电为代表的高端行业应用的功率芯片主要还是被国外品牌所垄断。随着轨道交通、智能电网、风力发电等产业的持续向好，我国已逐步发展为全球特色工艺功率芯片及功率半导体器件的核心增长区域市场，国外高压特色功

率芯片供不应求，为国内 IGBT 厂商提供国产化替代的机遇。随着中国集成电路产业高质量发展战略实施，斯达微电子依托母公司在功率半导体的技术积累，在 600V/650V、1200V、1700V 等中低压 IGBT 芯片已经实现国产化，但是在 3300V、4500V 等高压功率芯片仍依赖进口，急需国产化以提高公司的竞争力。本项目的实施将有助于企业把握市场和政策机遇，进行具有自主知识产权的技术突破和成果产业化，完善产品技术和产能布局，提升核心竞争力。项目达产后，预计将形成年产 30 万片 6 英寸高压特色工艺功率芯片生产能力。

(2) SiC 芯片研发及产业化项目：把握新能源汽车市场机遇，迅速拓展新能源汽车市场份额。目前市场上销售的新能源汽车所搭载的功率半导体多数为 IGBT 和 SiCMOSFET。由于 SiC MOSFET 较 IGBT 方案比，可以有效的提升新能源汽车持续续航能力、空间利用等关键性指标，同时还可以减小电机控制器的体积，以特斯拉为代表的部分中高端车型已经开始使用 SiC MOSFET 方案。随着 SiC 技术的进步和方案的成熟，SiC 芯片市场将随着新能源汽车市场的快速增长而迅速发展。随着中国集成电路产业高质量发展战略实施，斯达微电子依托母公司在功率半导体的技术积累，把握功率半导体器件向第三代材料迭代升级发展趋势和关键基础设施核心模块安全可控政策引领，进行技术和产能布局，向碳化硅芯片研发及产业化领域拓展，从而达到优化产品结构，完善产品布局的目的。目前公司在 600V/650V、1200V、1700V 等中低压 IGBT 芯片已经实现国产化，但是 SiC 芯片仍依赖进口，急需国产化以提高公司的竞争力。为此，公司拟采用先进技术和设备，实施 SiC 芯片研发及产业化项目，产品由企业自主研发，具有完全自主知识产权，各项指标均达到国外同类产品技术要求，部分指标优于进口产品。随着公司该项目的进行，公司将把握住新能源汽车市场机遇，迅速拓展新能源汽车市场份额。项目达产后，预计将形成年产 6 万片 6 英寸 SiC 芯片生产能力。

(3) 功率半导体模块生产线自动化改造项目：提高客户供应链安全性，提升企业竞争力。公司通过多年的技术积累，生产的 IGBT 模块和 SiC 模块已获得了众多国内外主流的下游生产厂商认可，产品性能和质量稳定性和海外品牌相当。随着工业控制、新能源、新能源汽车等下游市场的需求拉动，功率半导体器件呈现供不应求的局面。公司拟采用先进技术和设备，实施以 IGBT 和 SiC 为主的功率半导体模块生产线自动化改造项目，进一步扩大产能，保证公司在市场份额持续提高及下游需求迅速增长的情况下，充分保障客户需求，提升公司综合竞争力。

表 16：2021 年斯达半导非公开发行股票募集资金使用计划（万元）

序号	项目名称	投资总额	拟投入募集资金金额
1	高压特色工艺功率芯片研发及产业化项目	150,000.00	150,000.00
2	SiC 芯片研发及产业化项目	50,000.00	50,000.00
3	功率半导体模块生产线自动化改造项目	70,000.00	70,000.00
4	补充流动资金	80,000.00	80,000.00
	合计	350,000.00	350,000.00

资料来源：《2021 年度非公开发行 A 股股票预案（修订稿）》、华金证券研究所

## 5、盈利预测与估值

公司长期致力于 IGBT、快恢复二极管、MOSFET 等功率芯片的设计和工艺及 IGBT、SiC MOSFET 等功率模块的设计、制造和测试，公司的产品广泛应用于工业控制和电源、新能源、新能源汽车、白色家电等领域。2023 年，IGBT 模块的销售收入占公司主营业务收入的 91.55%，是公司的主要产品。从下游应用发展趋势看，（1）新能源汽车：新能源汽车的巨大增量将带动汽车 IGBT 需求稳定增长，根据集微咨询数据，2022 年全球新能源车 IGBT 市场规模达 206 亿元，预计 2025 年将达到 376 亿元，CAGR（2022-2025）为 22.3%。（2）新能源发电：光伏、风力发电量的快速增长也使 IGBT 迎来新的增长动力。新能源发电输出的电能需要通过光伏逆变器或风力发电逆变器将整流后的直流电逆变为符合电网要求的交流电后输入电网，IGBT 模块是光伏逆变器和风力发电逆变器的核心器件。（3）工控：随着工业自动化的深化，广泛部署的工业机器人和智能化机床都依赖于强大而灵活的交流电机、伺服电机以及节能的变频器和电源装置，IGBT 广泛应用于可变速电机、不间断电源、工控变频器、接触器中，为工业自动化提供高效灵活的电能输出。（4）变频家电：全球家用电器变频化的加速渗透，也为 IGBT 市场带来潜在增量。IPM 模块是家电变频器的核心元器件，将 IGBT、驱动电路和保护电路封装在同一模块中。变频家电在能效、性能及智能控制等方面有明显的先天优势，预计变频家电渗透率将呈现上升趋势，市场前景广阔。综上所述，公司产品下游应用稳定增长将为公司业绩提供增量空间，我们预计 2024-2026 年公司 IGBT 模块营业收入为 4,180.52/4,894.24/5,818.04 百万元。

表 17：公司业务盈利预测（百万元/%）

产品	指标	2019	2020	2021	2022	2023	2024E	2025E	2026E
IGBT 模块	收入	760.60	911.51	1,595.09	2,224.69	3,331.11	4,180.52	4,894.24	5,818.04
	YoY	15.13%	19.84%	74.99%	39.47%	49.73%	25.50%	17.07%	18.88%
	成本	526.23	619.90	1,002.65	1,342.52	2,074.52	2,799.28	3,265.44	3,905.07
	毛利率	30.81%	31.99%	37.14%	39.65%	37.72%	33.04%	33.28%	32.88%
其他主营业务	收入	15.52	47.86	100.93	457.41	331.86	341.41	361.60	357.57
	YoY	44.31%	208.47%	110.88%	353.18%	-27.45%	2.88%	5.92%	-1.12%
	成本	13.63	37.92	73.49	257.66	214.55	241.89	251.60	247.37
	毛利率	12.15%	20.77%	27.19%	43.67%	35.35%	29.15%	30.42%	30.82%
其他业务	收入	3.32	3.63	10.62	23.39				
	YoY	-15.85%	9.35%	192.41%	120.34%				
	成本	0.97	1.24	3.72	14.92				
	毛利率	70.81%	65.74%	64.96%	36.23%				
总计	收入	779.44	963.00	1,706.64	2,705.50	3,662.97	4,521.93	5,255.84	6,175.61
	YoY	15.41%	23.55%	77.22%	58.53%	35.39%	23.45%	16.23%	17.50%
	成本	540.83	659.06	1,079.87	1,615.10	2,289.07	3,041.17	3,517.04	4,152.44
	毛利率	30.61%	31.56%	36.73%	40.30%	37.51%	32.75%	33.08%	32.76%

资料来源：Wind、华金证券研究所

我们选取国内已上市功率半导体公司作为可比公司。其中宏微科技产品包括 IGBT 分立器件、MOSFET 分立器件、FRED 分立器件，主要运用于电子设备、工控、新能源等；士兰微产品包括 IGBT 模块、MOSFET、FRD 模块，主要运用于照明、电子设备等；扬杰科技产品包括功率模块（含 IGBT 模块）、整流桥、二极管等，主要运用于工控及电源行业、汽车领域、家用

电器等；新洁能主营业务为 MOSFET、IGBT 等半导体芯片和功率器件，主要应用于光伏、白电领域。

考虑到新能源汽车/发电等领域下游客户端竞争加剧，致使上游厂商利润承压，我们调整对公司原有预测。预计 2024 年至 2026 年营业收入由原来的 48.35/61.89/77.05 亿元调整为 45.22/52.56/61.76 亿元，增速分别为 23.5%/16.2%/17.5%；归母净利润由原来的 12.00/15.26/19.07 亿元调整为 9.66/11.29/13.02 亿元，增速分别为 6.1%/16.9%/15.3%；对应 PE 分别为 21.8/18.7/16.2 倍。考虑到斯达半导是国内 IGBT 模块龙头且技术迭代处于国内领先水平，率先卡位 SiC MOS 开启第二增长极，新能源汽车/风光储/工控等下游应用蓬勃发展打开 IGBT/SiC MOS 需求增长空间，叠加预计 24 年非公开发行项目投产对下游市场供货保障能力提升。维持“买入”评级。

表 18：可比公司估值

股票代码	公司简称	总市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)			PE		
			2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E
688711.SH	宏微科技	33.21	1.28	1.89	2.43	26.01	17.55	13.69
600460.SH	士兰微	291.21	3.12	5.53	8.09	93.23	52.66	35.98
300373.SZ	扬杰科技	206.67	10.39	13.29	16.22	19.88	15.55	12.74
605111.SH	新洁能	114.83	4.04	5.12	6.34	28.39	22.44	18.11
688261.SH	东微半导	45.75	1.92	2.27	2.95	23.88	20.15	15.51
	均值		4.71	6.46	8.27	38.28	25.67	19.21
603290.SH	斯达半导	210.96	9.66	11.29	13.02	21.83	18.68	16.20

资料来源：Wind 一致预期，斯达半导盈利预测来自华金证券研究所，股价为 2024 年 06 月 07 日收盘价

## 6、风险提示

**产品结构单一风险：**公司主要产品为 IGBT 模块，占斯达半导营业收入比例的 90%以上，公司存在产品结构单一的风险。尽管 IGBT 模块目前在电机节能、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、新能源汽车等领域中有较为广泛的应用且该产品长期来看有拓展应用市场的良好前景，但如果在短期内出现各应用领域需求下降、市场拓展减缓等情况，将会对本公司的营业收入和盈利能力带来重大不利影响。

**新技术、新工艺、新产品无法如期产业化风险：**半导体行业属于技术密集型行业，需要紧跟整个行业的发展趋势，及时、高效地研究开发符合市场和客户需求的新技术、新工艺及新产品并实现产业化。如果在技术研发上出现一些波折，不能及时加大资本投入进行新技术的研发，或不能及时购入先进设备研制生产更先进的封装产品，将面临新技术、新工艺、新产品无法如期产业化风险。

**产线建设及投产后收益不及预期风险：**由于本次募集资金投资项目的投资金额较大，项目管理和组织实施是项目成功与否的关键，将直接影响到项目的进展和项目的质量。若投资项目不能按期完成，将对公司的盈利状况和未来发展产生不利影响。此外，项目经济效益的分析均为预测

性信息，募集资金投资项目建设需要时间，如果未来市场需求出现较大变化，或者公司不能有效拓展市场，将导致募投项目经济效益的实现存在较大不确定性。

**新能源汽车市场波动风险：**新能源汽车继续保持稳定快速的增长势头，但新能源汽车市场作为一个新兴的市场，可能存在较大市场波动的风险。公司在此领域投入了大量研发经费，未来包括募集资金投资项目在内，仍将继续加大该领域投入，虽然公司新能源汽车模块销售数量持续保持高速增长，但未来如果产业政策变化、汽车供应链器件配套、相关设施建设和推广速度以及客户认可度等因素影响，导致新能源汽车市场需求出现较大波动，将会对公司的盈利能力造成不利影响。

**下游需求不及预期风险：**公司下游主要以新能源领域为主，由于宏观经济不景气，导致需求不景气的风险。

## 财务报表预测和估值数据汇总

资产负债表(百万元)						利润表(百万元)					
会计年度	2022A	2023A	2024E	2025E	2026E	会计年度	2022A	2023A	2024E	2025E	2026E
<b>流动资产</b>	5159	4366	5068	5690	6225	<b>营业收入</b>	2705	3663	4522	5256	6176
现金	2868	1911	2563	2407	2877	营业成本	1615	2289	3041	3517	4152
应收票据及应收账款	541	691	934	906	1230	营业税金及附加	11	12	17	19	22
预付账款	10	37	21	46	33	营业费用	31	38	46	53	62
存货	702	1261	893	1630	1377	管理费用	71	81	99	110	131
其他流动资产	1038	466	657	702	708	研发费用	189	287	321	384	458
<b>非流动资产</b>	1969	4117	3967	4239	4587	财务费用	-102	-70	-84	-99	-125
长期投资	0	0	0	0	0	资产减值损失	-11	-13	-15	-19	-22
固定资产	668	1506	1993	2357	2716	公允价值变动收益	8	4	5	5	5
无形资产	90	105	114	124	137	投资净收益	12	2	6	6	5
其他非流动资产	1212	2507	1861	1757	1733	<b>营业利润</b>	927	1057	1109	1297	1496
<b>资产总计</b>	7128	8484	9036	9929	10812	营业外收入	0	0	1	1	1
<b>流动负债</b>	579	691	881	1124	1196	营业外支出	0	13	7	8	8
短期借款	0	0	6	2	2	<b>利润总额</b>	927	1044	1103	1290	1488
应付票据及应付账款	479	568	561	781	831	所得税	106	123	129	151	175
其他流动负债	100	124	313	341	362	<b>税后利润</b>	821	921	973	1139	1313
<b>非流动负债</b>	808	1297	960	805	655	少数股东损益	3	10	7	9	11
长期借款	664	1042	813	643	484	<b>归属母公司净利润</b>	818	911	966	1129	1302
其他非流动负债	144	255	147	162	171	EBITDA	946	1164	1218	1439	1673
<b>负债合计</b>	1387	1989	1841	1929	1851						
少数股东权益	3	59	66	75	86	<b>主要财务比率</b>					
股本	171	171	239	239	239	会计年度	2022A	2023A	2024E	2025E	2026E
资本公积	3989	4019	3951	3951	3951	<b>成长能力</b>					
留存收益	1579	2244	2925	3722	4642	营业收入(%)	58.5	35.4	23.5	16.2	17.5
归属母公司股东权益	5738	6435	7129	7924	8875	营业利润(%)	105.8	14.0	4.9	17.0	15.3
<b>负债和股东权益</b>	7128	8484	9036	9929	10812	归属于母公司净利润(%)	105.2	11.4	6.1	16.9	15.3
						<b>获利能力</b>					
						毛利率(%)	40.3	37.5	32.7	33.1	32.8
						净利率(%)	30.2	24.9	21.4	21.5	21.1
						ROE(%)	14.3	14.2	13.5	14.2	14.7
						ROIC(%)	12.0	12.1	11.4	12.2	12.9
						<b>偿债能力</b>					
						资产负债率(%)	19.5	23.4	20.4	19.4	17.1
						流动比率	8.9	6.3	5.8	5.1	5.2
						速动比率	7.1	3.8	4.4	3.3	3.7
						<b>营运能力</b>					
						总资产周转率	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6
						应收账款周转率	6.1	5.9	5.6	5.7	5.8
						应付账款周转率	4.8	4.4	5.4	5.2	5.1
						<b>估值比率</b>					
						P/E	25.8	23.2	21.8	18.7	16.2
						P/B	3.7	3.3	3.0	2.7	2.4
						EV/EBITDA	19.4	17.6	15.9	13.5	11.2

资料来源: 聚源、华金证券研究所

## 公司评级体系

### 收益评级：

买入—未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 15%以上；

增持—未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 5%至 15%；

中性—未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-5%至 5%；

减持—未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 5%至 15%；

卖出—未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 15%以上；

### 风险评级：

A —正常风险，未来 6 个月投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动；

B —较高风险，未来 6 个月投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动；

## 分析师声明

孙远峰、王海维声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

### 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

### 免责声明：

本报告仅供华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息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。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发、篡改或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华金证券股份有限公司研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

华金证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

### 风险提示：

报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。投资者对其投资行为负完全责任，我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

华金证券股份有限公司

办公地址：

上海市浦东新区杨高南路 759 号陆家嘴世纪金融广场 30 层

北京市朝阳区建国路 108 号横琴人寿大厦 17 层

深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 10 楼 05 单元

电话：021-20655588

网址：[www.huajinsec.cn](http://www.huajinsec.cn)