

走进“芯”时代系列之八十“功率半导”深度分析

“功率半导”铸全球竞争护城河，产品格局看“底部”机遇

分析师：孙远峰 S0910522120001

分析师：王海维 S0910523020005

联系人：吴家欢 S0910123110007

2024年6月5日

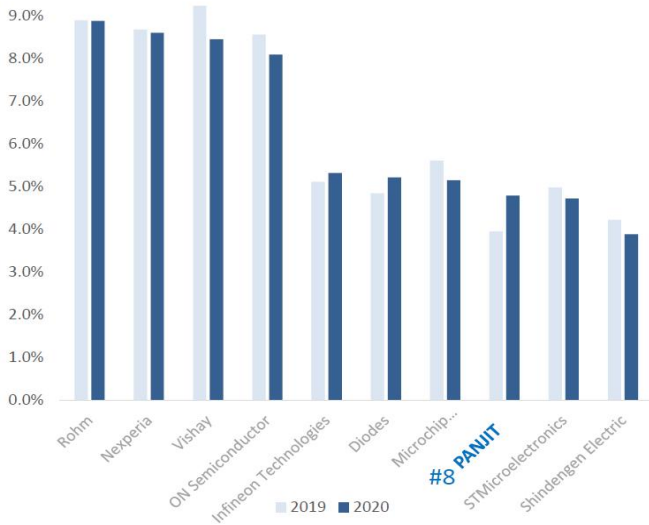
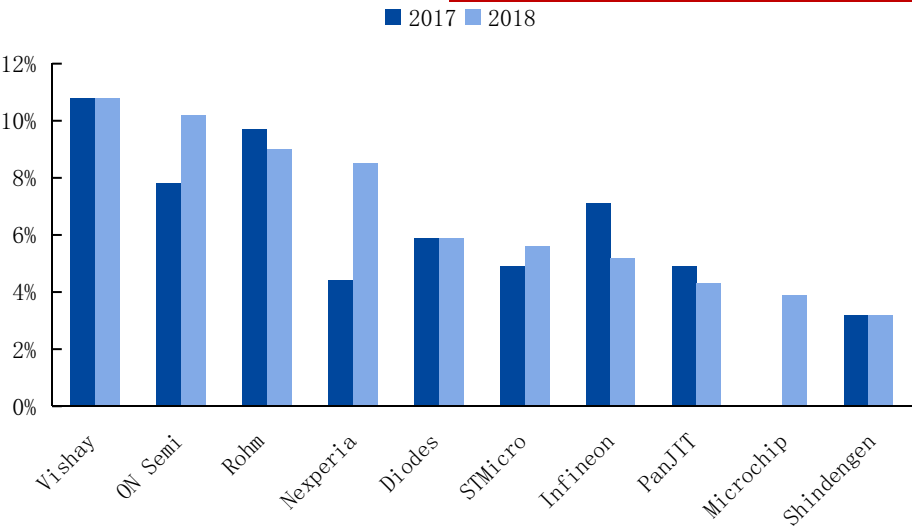
国产功率参与全球化竞争，长期空间足，板块估值处历史底部

- ◆ **国产功率参与全球化竞争，产品与技术从“缓慢追赶”到“逐步领先”，积极拓展海外市场。**国产功率厂商近几年快速进行技术升级与产品迭代，与国际龙头厂商差距显著缩小甚至在特定领域内快速取代海外龙头成为核心供应商，并且形成不可逆转的主流趋势。在二极管/IGBT模组领域，国内厂商建立强护城河，全球市占率显著提升，替代空间足，同时运用海外品牌或海外建厂等方式积极拓展海外市场，龙头企业海外销售占比有望进一步提升。MOSFET方面，AI服务器的快速放量提供增量空间，国产MOSFET替代空间足。
- ◆ **车规主驱IGBT模块供给格局逐渐稳定，2024年为国产SiC MOSFET主驱规模放量元年。**车规IGBT模组供给侧格局逐渐稳定，经过过去3年终端数据统计，车企更倾向于稳定性/可靠性占优的龙头供应商，由于缺货带来的多家供应的格局将逐渐向头部龙头企业集中。2024年为国产SiC MOSFET主驱规模放量的元年，8寸线逐渐落地，预计沟槽型SiC MOSFET也逐步追赶国际大厂。其中，性能指标（包括比导通电阻/短路耐受时间等）、产能（优先考虑产能供给充沛厂商）以及高可靠性成为终端车企关注重点。我们认为，具备领先SiC模块封装能力、充分的产能配套能力以及产品高可靠性的龙头企业有望充分受益。
- ◆ **国产功率（上市公司）全球市占率约21%，长期替代空间足，短期需求缓慢恢复格局优化，板块处于估值底部。**根据我们统计，上市功率公司2023年营收合计为443亿元，全球市占率约为21%，Omdia预计2026年全球功率半导体市场规模将增长至358.65亿美元（约2600亿元），长期看国产功率厂商将与国际大厂同台竞争替代空间足，短期来看，终端需求逐季复苏，产能充裕供给侧相对过剩，但格局上看会逐渐向头部厂商集中优化，当前功率板块处于历史估值底部，建议关注**扬杰科技（双品牌运营，积极开拓海外市场）、斯达半导（车规IGBT龙头，SiC MOS步入快速放量阶段）、华润微（国产MOSFET领先，12寸产线多品类布局）、新洁能（AI服务器等新兴应用占比提升）、芯联集成（8寸SiC MOS产线进展顺利，国产车规系统解决方案提供商）**。
- ◆ **风险提示：**下游需求低于预期、产品同质化严重竞争激烈盈利能力低于预期、技术迭代低于预期等。

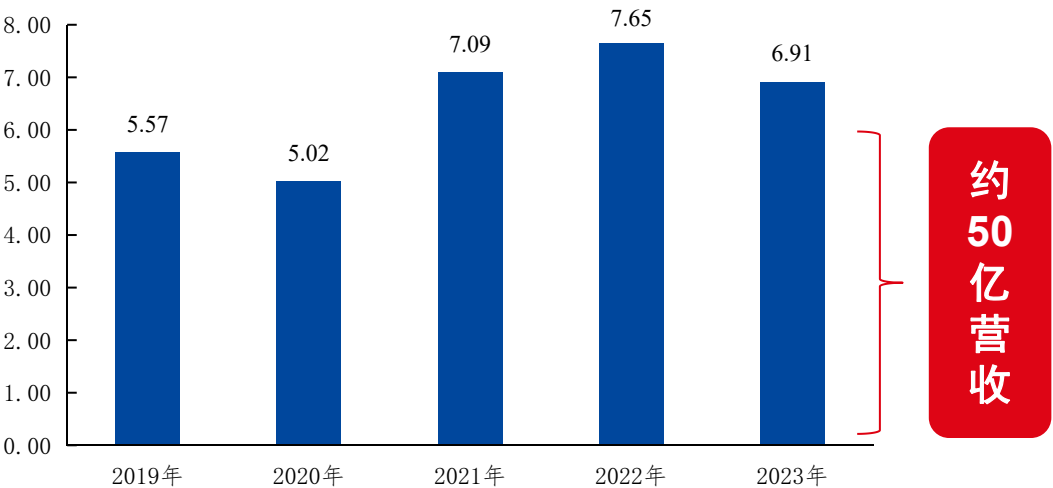
- 01 国产二极管/IGBT模组全球市占提升，AI服务器贡献MOS新应用
- 02 车规主驱SiC MOSFET国产放量元年，“器件”环节“性能/产能/可靠性”为重要指标
- 03 需求缓慢复苏，依托本土终端需求市占率或进一步提升
- 04 相关标的&投资建议
- 05 风险提示

二极管参与全球化竞争，铸极强护城河

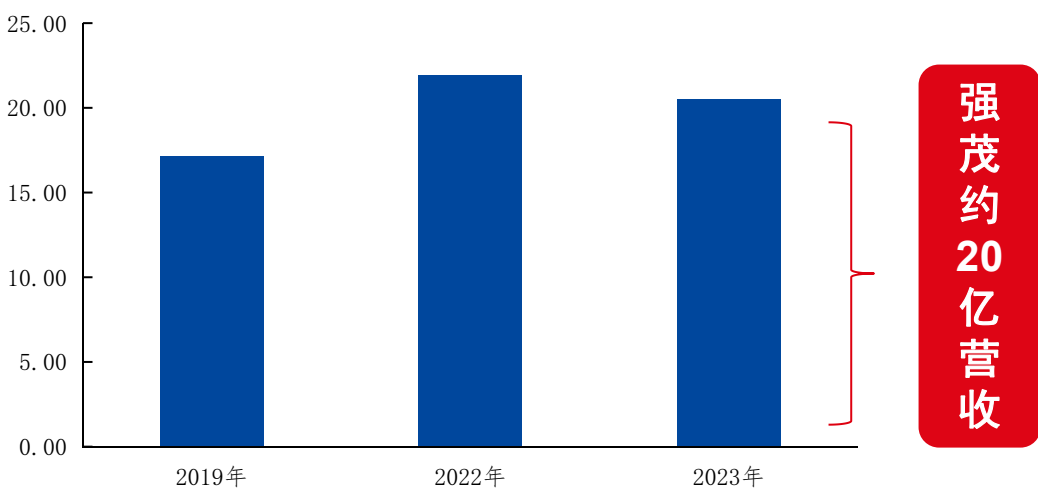
2017年-2021年全球二极管竞争格局，21年开始“扬杰科技”参与全球化竞争，位列第9



2019年-2023年美国Vishay 二极管营收（亿美元）



2019年/2022年/2023年强茂二极管营收（亿元）

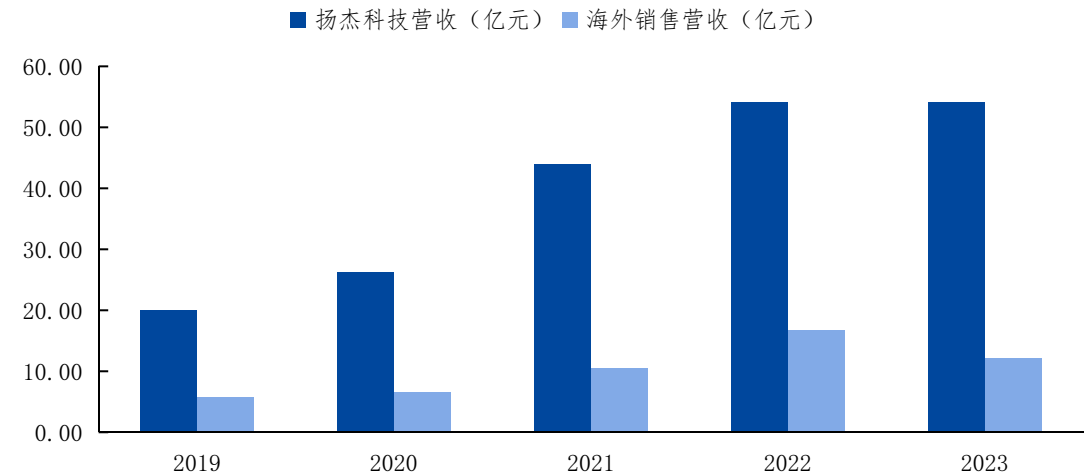


资料来源：Vishay、强茂、Wind、华金证券研究所

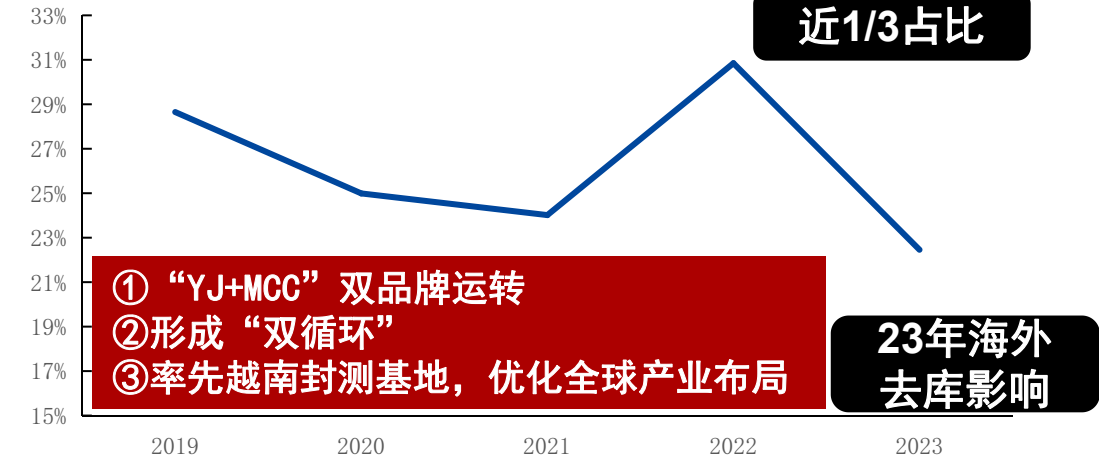
请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

扬杰科技“双品牌+双循环”，景气拐点向上，估值处于历史底部

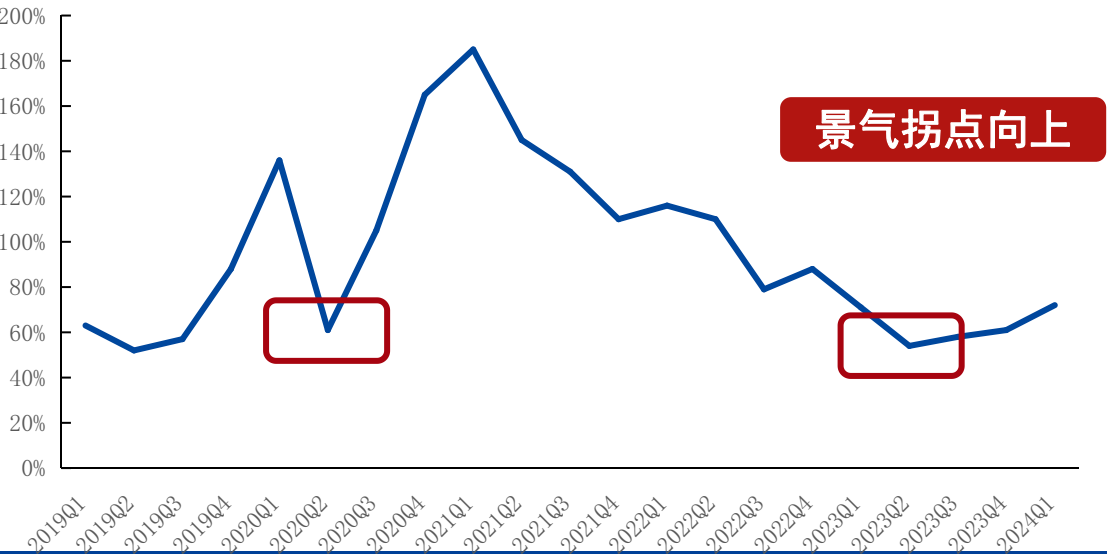
2019年-2022年扬杰科技整体营收及海外销售营收（亿元）



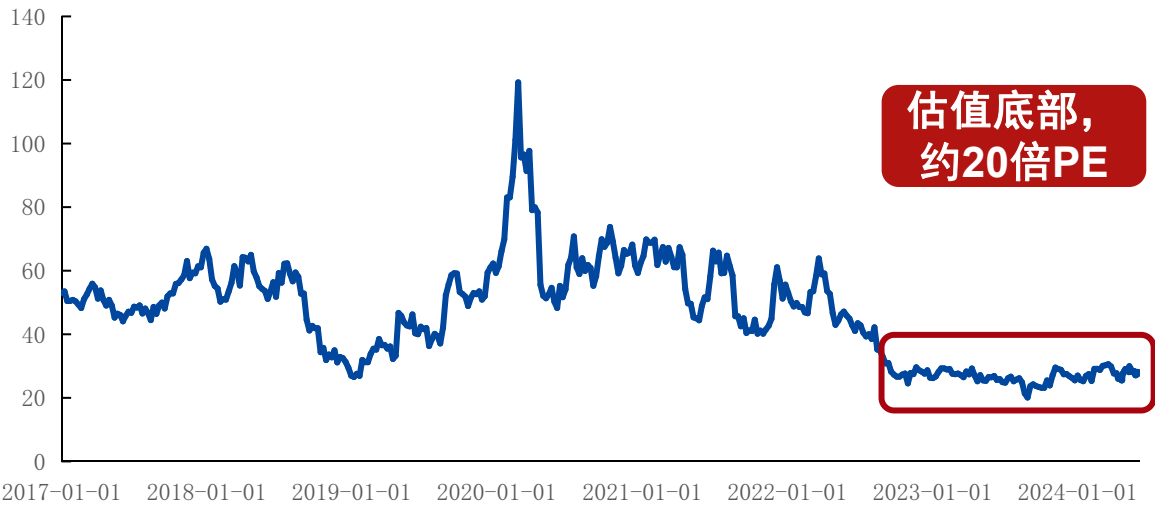
2019年-2022年“MCC”海外销售占比（%）



2019Q1~2023Q4 Vishay 二极管BB值

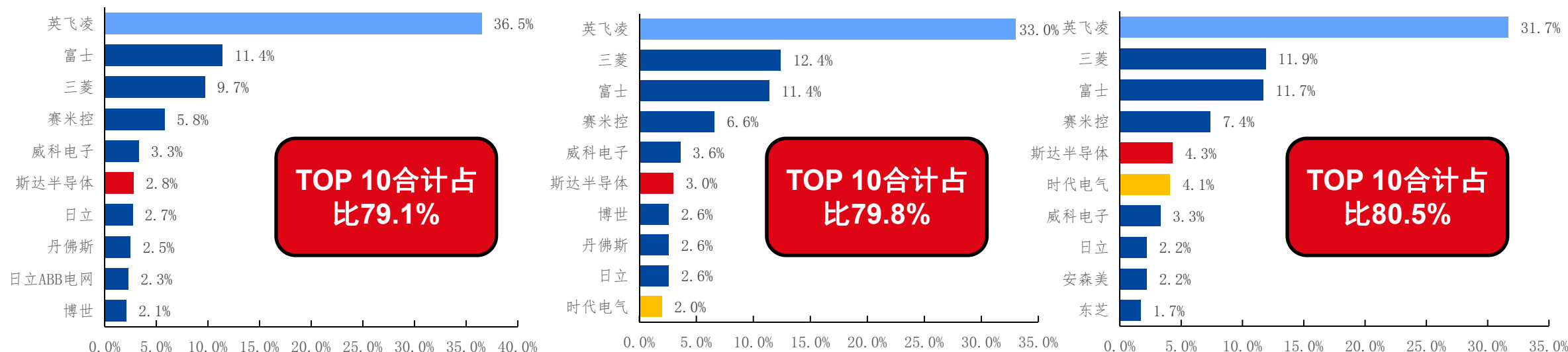


2017年至今扬杰科技 PE (TTM)



3年进口替代窗口期看IGBT模块供给格局

2020年（左）/2021年（中）/2022年（右）IGBT模块供给侧格局



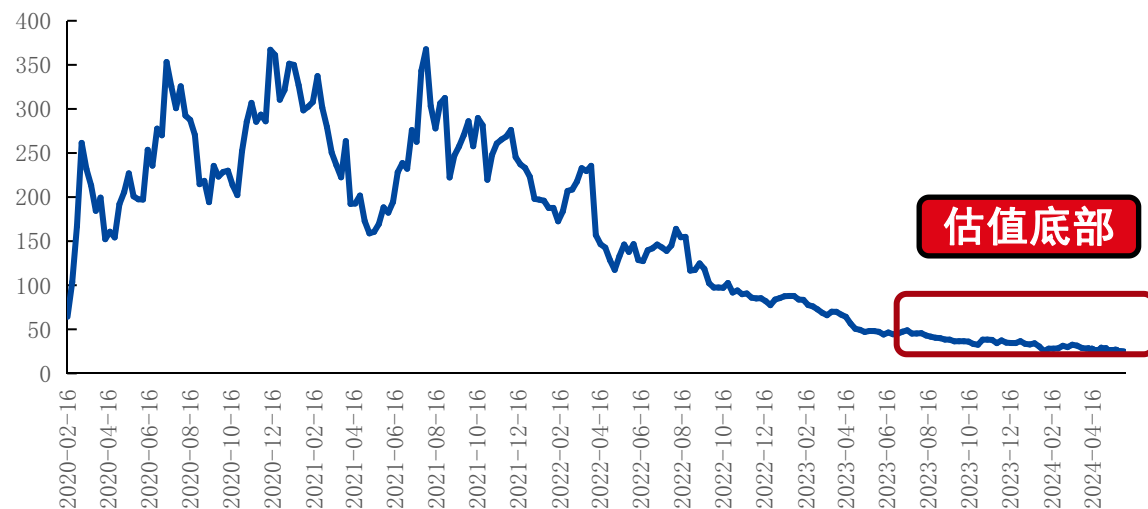
2021-2025年全球IGBT市场规模（亿美元）



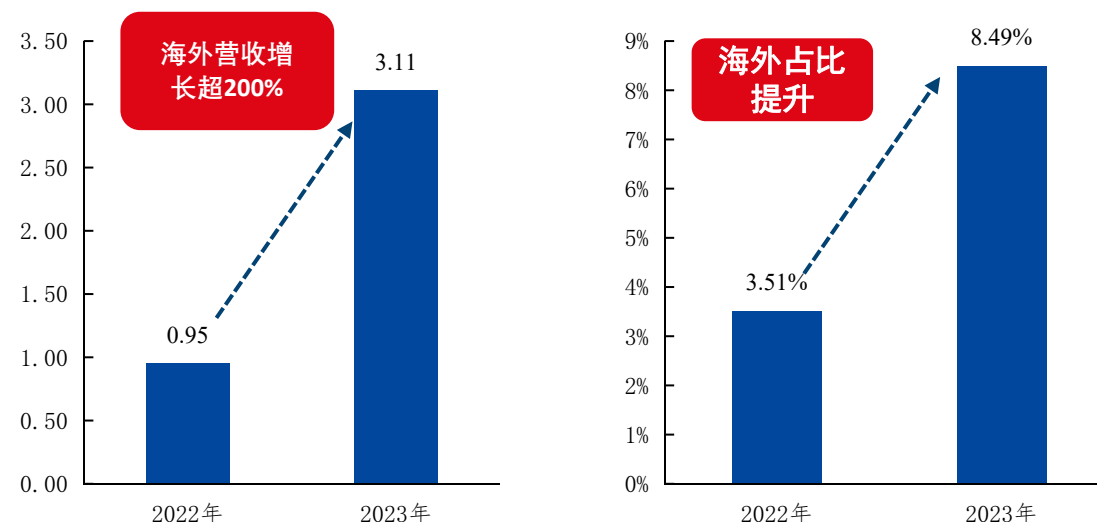
- ◆ 根据omdia和英飞凌官方数据，2022年全球IGBT产品市场规模约为90亿美元；
- ◆ IGBT模块从供给侧格局看，经过21年缺货替代国产份额提升，2022年海外大厂恢复供应后份额依然继续提升（体现为上图中英飞凌市占率持续降低，国产厂商份额进一步提升）；
- ◆ 我们认为，在全球功率半导体不缺货的市场环境下，终端客户不需要引入太多国产供应链企业，在2021年已经切入品牌终端客户的厂商具备极强的先发优势，国产IGBT以及SiC MOS在车规主驱应用中的份额有望逐渐提升，供给侧格局持续优化。

IGBT模组，斯达半导国产之星“冉冉升起”

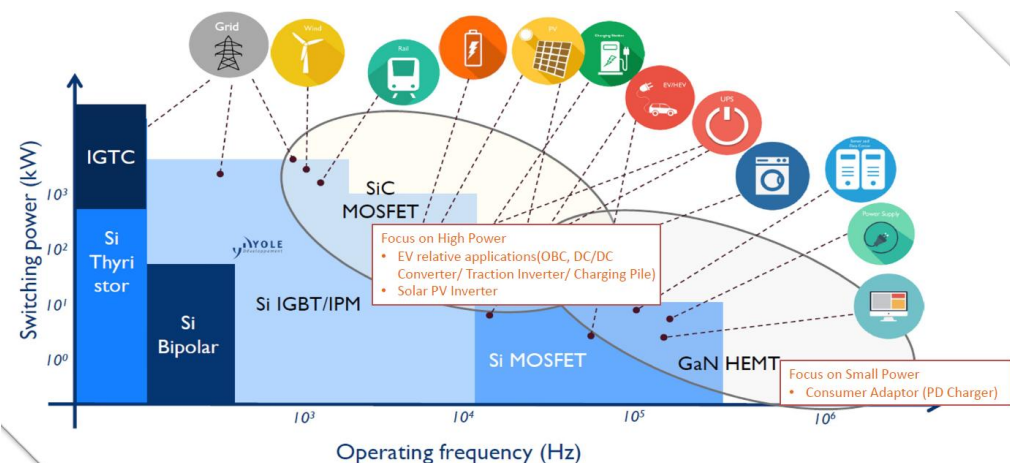
斯达半导，当前处于估值底部



斯达欧洲营收及占比（亿元，%）



不同产品应用区间，斯达SiC MOS项目进展顺利



- ◆ **海外拓展：**2023年公司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Tier 1开始大批量交付，同时新增IGBT/SiC MOS主电机项目定点，快速增长；
- ◆ **SiC MOS：**自主研发SiC Mosfet芯片通过多家客户整车验证并开始批量供货；
- ◆ **具备极强的“先发优势”：**国产功率替代的机遇存在于“缺芯”，公司抓住替代契机，成为主流IGBT模块供应商，叠加公司供货稳定性及产品先进性，先发优势不断加强与巩固。

英伟达H100供电系统，功率器件迎增量

◆ AI服务器电源解决方案：

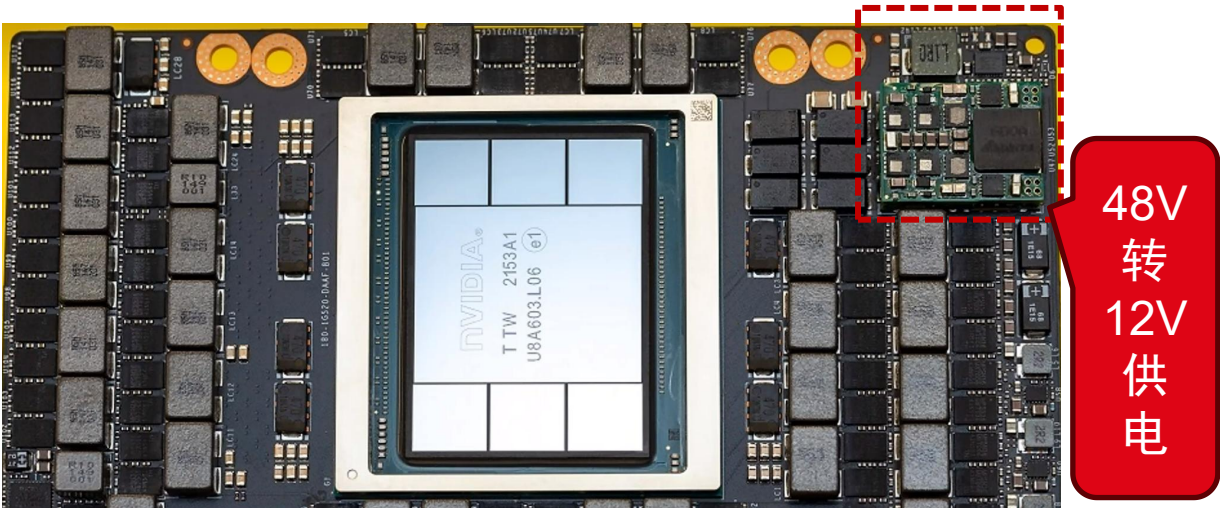
一级转换电源：AC-DC；

二级转换电源：48V→5V/12V（降压），需要MOSFET；

三级供电电源：DrMOS

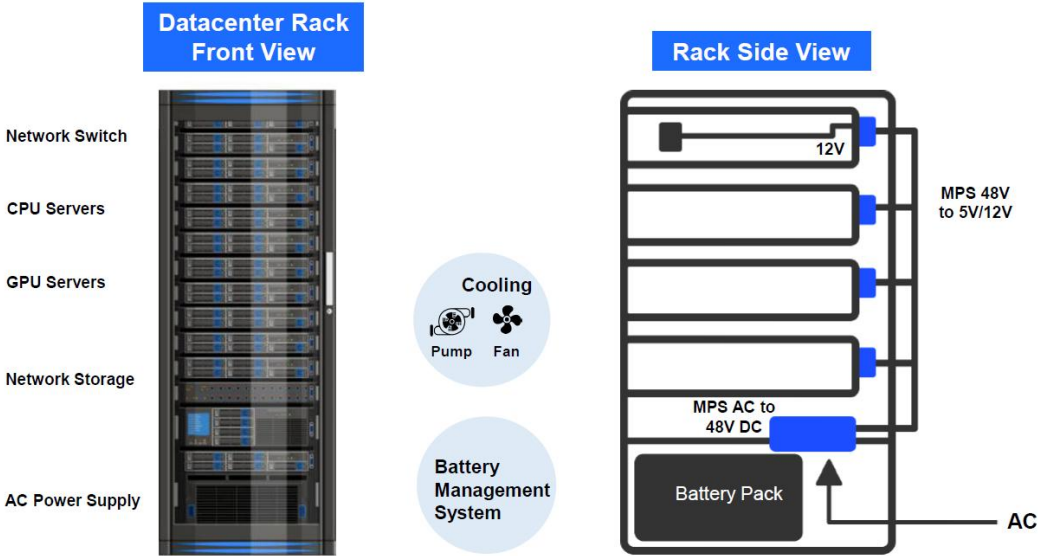
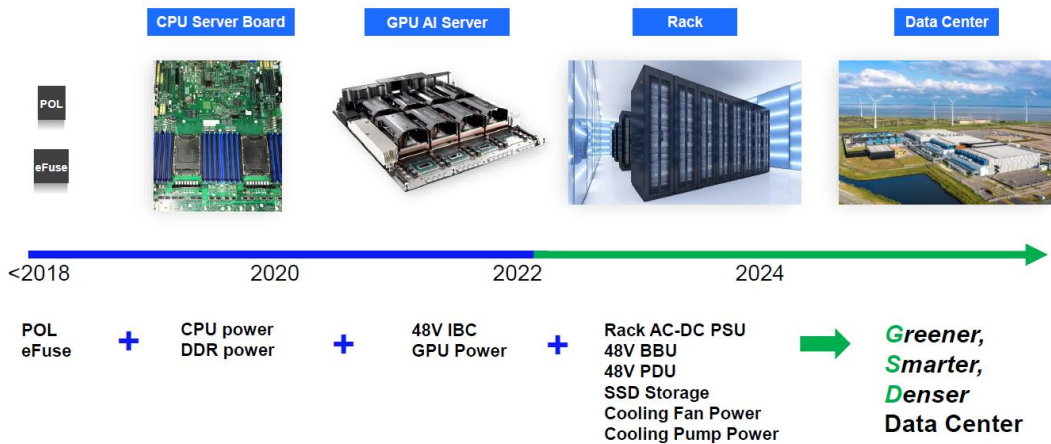
◆ 关注国内MOSFET突破AI服务器厂商以及布局DrMOS/多相控制器供应商

英伟达H100卡结构图



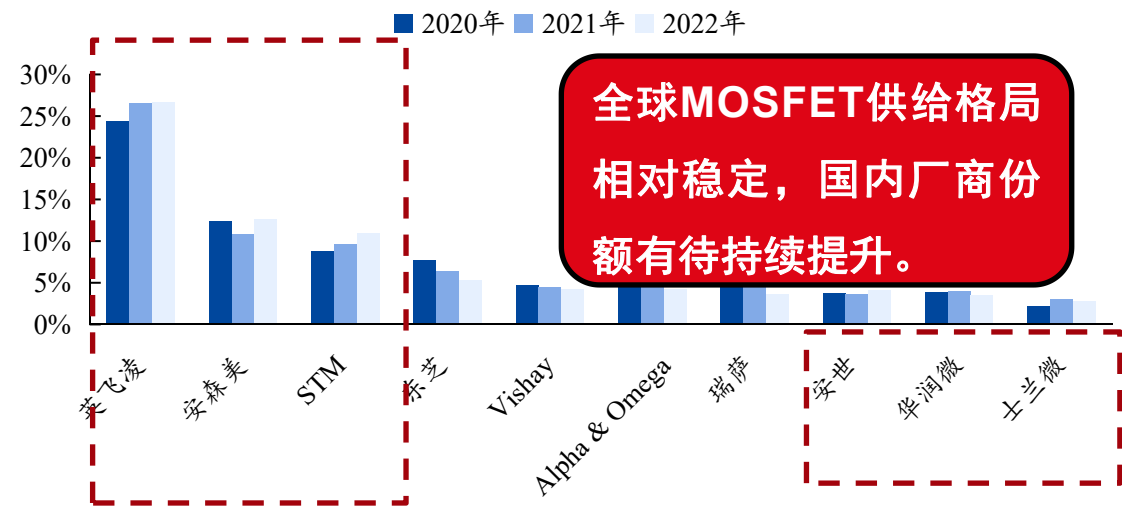
MPS 算力领域布局

>\$4B SAM and Rapidly Growing

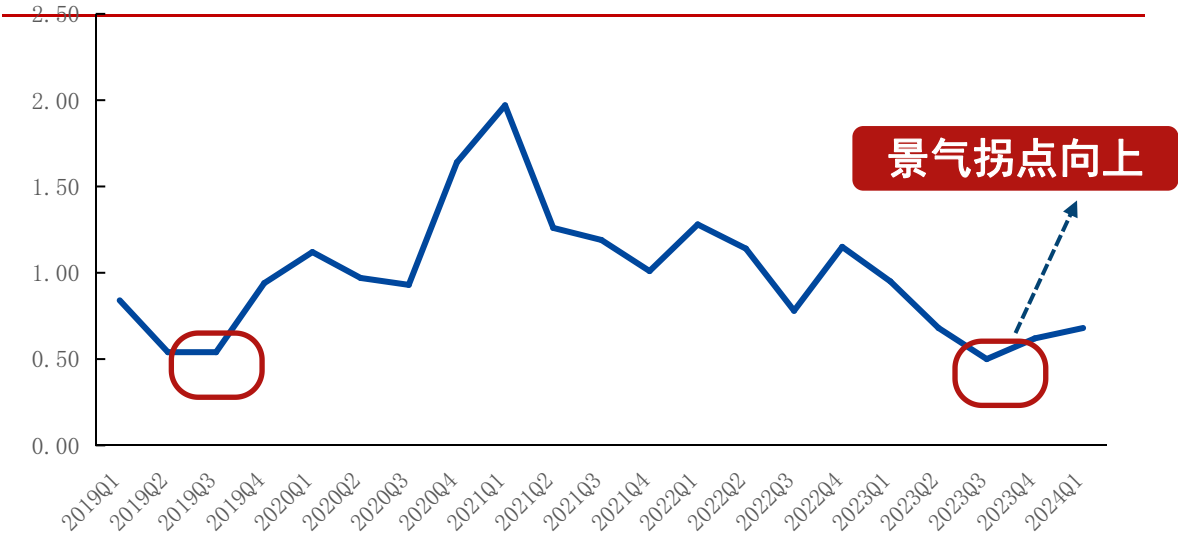


MOSFET，格局稳定

2020年-2022年全球MOSFET格局相对稳定，国内企业抢占东芝瑞萨份额



2019Q1-2023Q4 Vishay MOSFET BB值



2018年-2025年 全球和中国MOSFET市场规模（亿美元）



MOSFET技术演进

方式名称	演进特点	代表案例	影响
制程缩小	线宽制程的缩减，但不追求先进的制程	从10m演进至0.15 μm-0.35 μm	全面提升器件性能
技术变化	同种设计结构中新技术带来的结构调整	从 Planar变化至 Trench再变化至 Supr Junction 与 Advanced Trench	提高器件的电压承载能力与工作频率
工艺进步	同种设计与技术结构中生产工艺的进步	英飞凌 CoolMOS系列S5-C7	主要提高器件的FOM品质，降低功耗
材料迭代	半导体材料的改变	Si MOSFET演进至 SiC/ GAN MOSFET	全面提升器件性能并降低功耗

资料来源：Omdia、英飞凌、Vishay、东微半导体2023年半年报、半导体在线、华金证券研究所

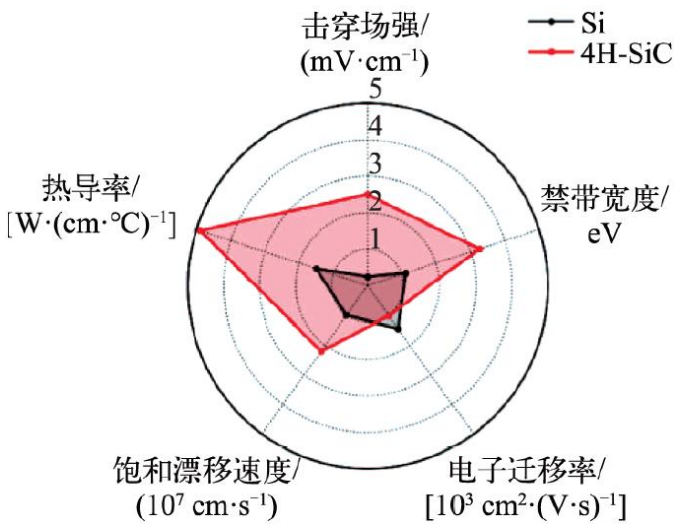
请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

- 01 国产二极管/IGBT模组全球市占提升，AI服务器贡献MOS新应用
- 02 车规主驱SiC MOSFET国产放量元年，“器件”环节“性能/产能/可靠性”为重要指标
- 03 需求缓慢复苏，依托本土终端需求市占率或进一步提升
- 04 相关标的&投资建议
- 05 风险提示

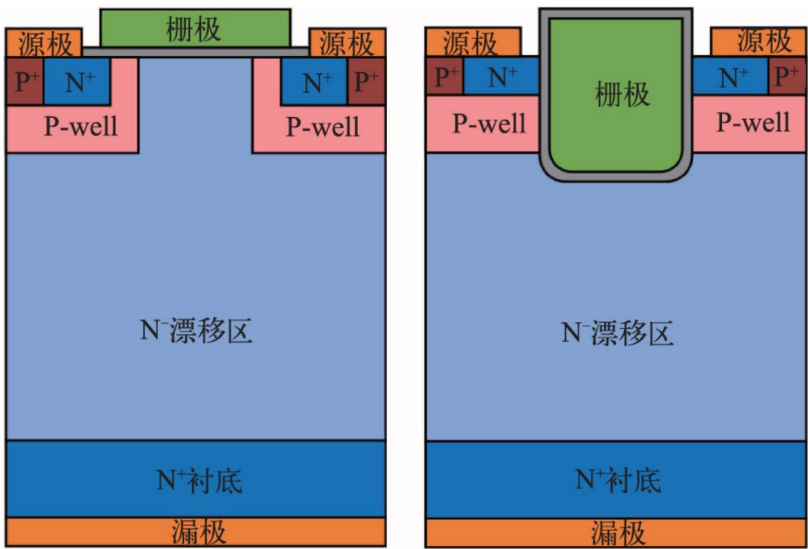
SiC MOSFET：衬底由Si变SiC

- ◆ 高压SiC MOSFET器件是一种具有输入阻抗高、工作频率高、无拖尾电流等特点的单极型功率器件，相较于其他单/双极型开关器件具有以下优越性：其开关损耗低，易于提高功率模块整体效率；开关频率高，降低了电容电感体积，利于电力电子变换器的整体小型化；工作环境温度理论上可达 600 ℃，远超 Si 基器件，利于在高温环境下的应用。
- ◆ SiC MOSFET根据栅极工艺可分为平面型MOSFET（VDMOS）和沟槽型MOSFET（TMOS）两种技术路线。多数产品均采用VDMOS结构，其工艺简单、阻断能力强，然而导通电阻较大。TMOS沟道迁移率高，但工艺较为复杂，受栅氧可靠性影响导致阻断能力较差。3.3kV及以下等级的SiC MOSFET 以TMOS结构为主，然而对于3.3 kV以上、特别是10kV及以上的超高压等级SiC MOSFET，只能采用VDMOS结构以避免沟槽底部的栅氧可靠性问题。

Si和4H-SiC材料的主要特性



VDMOS（左）和TMOS（右）结构图



部分厂商SiC MOSFET性能对比

		Sichain	Cree	Rohm	ST	Bosch
参数	单位	Gen I	Gen III+	Gen IV	Gen III	Gen I
芯片尺寸	mm ²	30	25	25	24	23
比导通电阻	mΩ.cm ²	3.3	2.8	2.3	3	2.8
导通电阻 (常温), 25℃	mΩ	14	14.5	11	16	13.4
导通电阻 (高温), 175℃	mΩ	27	21.8	29	27	32.1
栅极驱动 电压	V	- 4V/+18V	-4V/+15V	-2V/+18V	-5V/+18V	-5V/+18V
阈值电压	V	2.8	2.5	3.8	3	3.2
栅极电荷	nC	230	227	260	130	190

- ◆ 相比硅基器件，SiC器件可使新能源车在加速性能、整车成本、续航里程、轻量化设计等各方面大幅提升。
- ◆ **更快的加速度：**汽车加速性能与动力系统输出的最大功率和最大扭矩密切相关，SiC技术可使驱动电机在低转速时承受更大输入功率从而输出更大扭矩，同时无需担忧电流过大导致的热效应和功率损耗。
- ◆ **更低的整车成本：**虽然SiC器件成本略高于硅基器件，但采用SiC器件实现了电池成本的大幅下降和续航里程的提升，从而有效降低了整车成本。
- ◆ **更长的续航里程：**SiC器件通过导通/开关两个维度降低损耗，从而实现增加电动车续航里程的目的。1) 导通：SiC的禁带宽度远高于Si，可实现高浓度掺杂，导致漂移区宽度大幅缩短，导通时正向压降和导通损耗都小于Si基IGBT；2) 开关：SiC MOSFET属于单极器件，不存在拖尾电流，且SiC载流子迁移率约是Si的3倍，可提供更快的开关速度，以降低损耗。
- ◆ **轻量化设计：**1) SiC材料载流子迁移率高，可提供较高电流密度，相同功率等级下封装尺寸更小；以IPM为例，SiC功率模块体积约为硅功率模块的1/3~2/3。2) SiC可实现高频开关，减少滤波器和无源器件如变压器、电容、电感等的使用，从而减少系统体积和重量。3) SiC禁带宽度宽且具有良好的热导率，可使器件工作于高温环境中，从而减少散热器体积。4) SiC损耗低，同样续航范围内可减少电池容量。

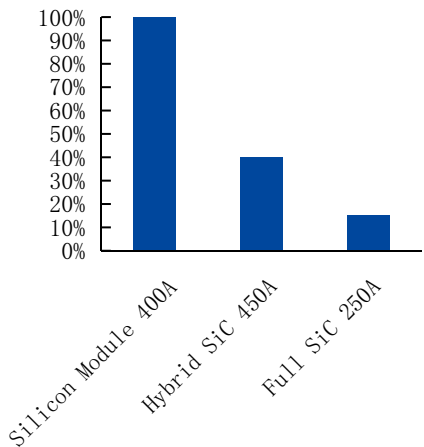
SiC产品在新能源车的具体应用领域

		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

电机控制器中使用SiC产品带来的收益



不同功率模块在最大开关频率下的开关损耗

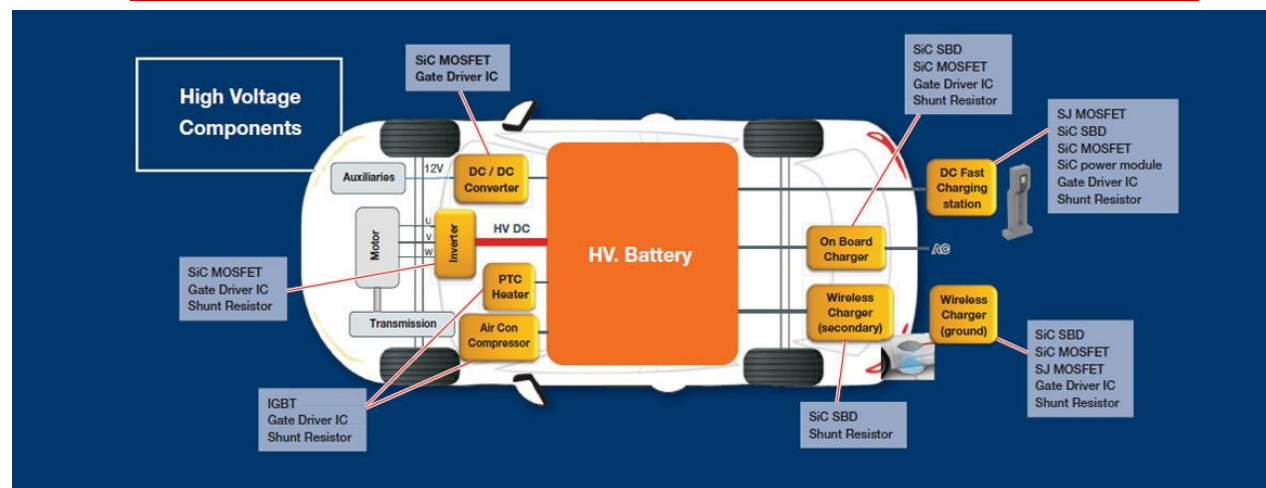


资料来源：《碳化硅在新能源汽车中的应用现状与导入路径（陈东坡）》、Rohm、Semikron、华金证券研究所

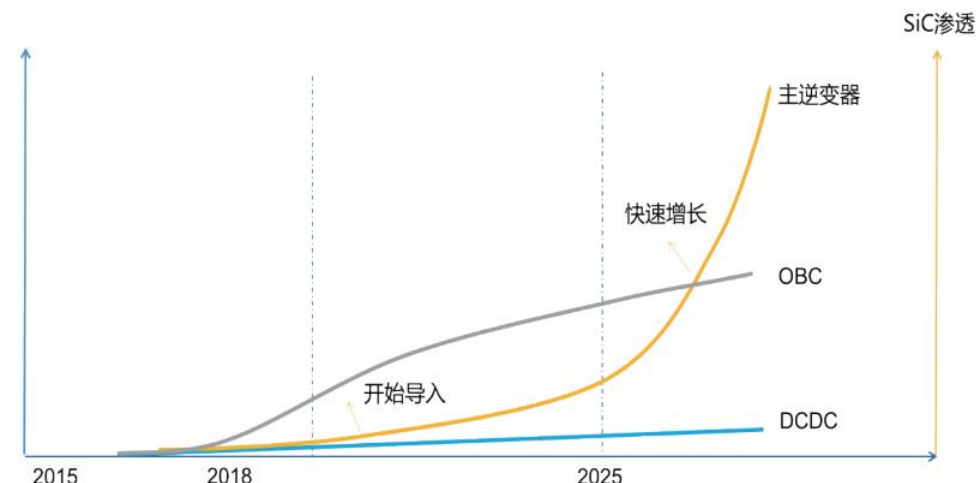
SiC在新能源车的导入路径

- ◆ **导入领域：从OBC导入过渡到电机控制器。** SiC功率器件主要用于控制器、OBC（车载充电器）和DC-DC车载电源转换器，其中，电机控制器用SiC功率模块市场空间最大。SiC产品早在2018年就已应用于OBC领域。SiC在OBC和DC-DC中的渗透率正逐步提升，同时通过这些场景应用推动SiC产品技术成熟与成本下降，最终渗透进可靠性要求更高的电机控制器。
- ◆ **导入车型：长续航里程电动车最先导入。** 800V高压平台是解决里程焦虑与充电慢的主流选择。理论上800V/500A的高压充电可实现5~10min快充目标。与硅基IGBT相比，SiC MOSFET具有高耐压、低导通损耗、低开关损耗等优点，应用于800V高压平台新能源车可大幅提升电驱效率并降低整车能耗。
- ◆ **导入时间：预计2025年开始进入快速增长。** 国内外主流车企均已布局800V高压平台架构。随着800V高压平台的普及，加之SiC产品性价比与可靠性提升，SiC在新能源车上的应用有望于2025年进入快速增长。
- ◆ **导入产品：从分立器件向全SiC模块过渡。** SiC功率器件包括二极管和晶体管。SiC模块则是由多个晶体管、二极管等分立器件合封组成，可使系统在更高开关频率下工作，减少被动器件体积，同时提供更好散热表现；在使用相同尺寸的Die时，模块能够以更大功率运行，有助于小型化设计。

SiC产品在新能源车的具体应用领域



SiC产品在新能源车的导入进度



小米SU7再次引燃SiC主驱，供应链海外为主



小米SU7版本

- ✓ 标准版本和SU7 Pro版本
 - 400V 电驱平台
- ✓ SU7 Max版本（四驱）
 - 800V 电驱平台

SiC主驱供应商

- ✓ 联合汽车电子
 - 半桥模块

UAES

- ✓ 汇川联合动力
 - 半桥模块

INOVANCE
Automotive

SiC MOSFET供应商

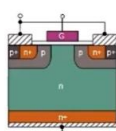
- ✓ 博世解决方案
 - 第二代沟槽型SiC芯片

- ✓ 英飞凌，意法半导体和安森美
 - 英飞凌，沟槽型SiC
 - 意法半导体和安森美，平面栅SiC MOS

三类SiC MOS结构解决方案优劣势

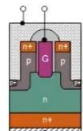
SiC MOS平面栅与沟槽栅结构图

SiC Planar



- ✓ Low complexity process
- ✓ Good shielding of oxide possible

SiC TRENCH



- ✓ Low channel resistance
- ✓ Shrink potential higher than in planar DMOS

Infineon TRENCH

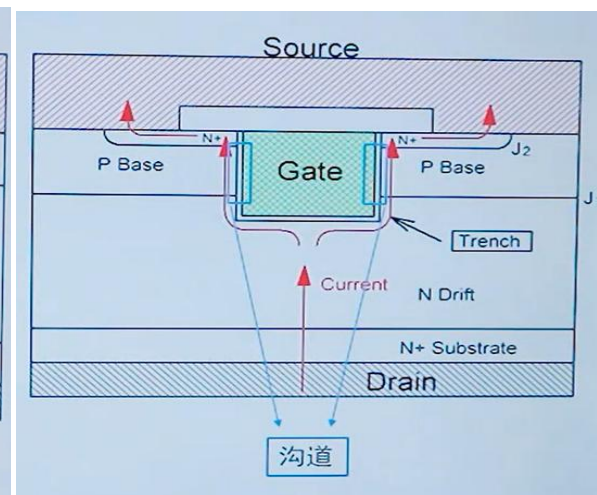
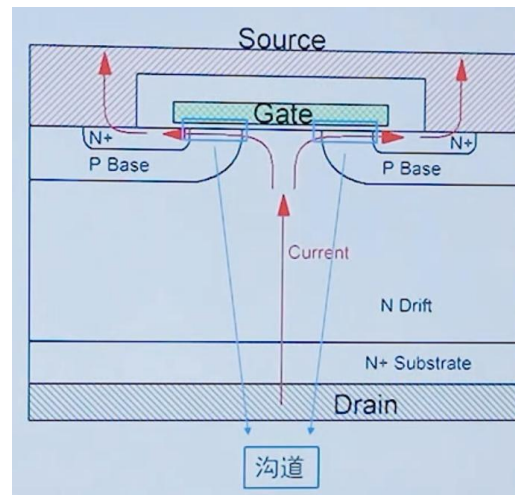


- ✓ Low channel resistance
- ✓ Shrink potential higher than in planar DMOS
- ✓ Oxide corners shielded by folded double trench
- ✓ Long experience in trench know-how

- Sophisticated process know-how needed

- x Very low channel mobility
- x Limited shrink options

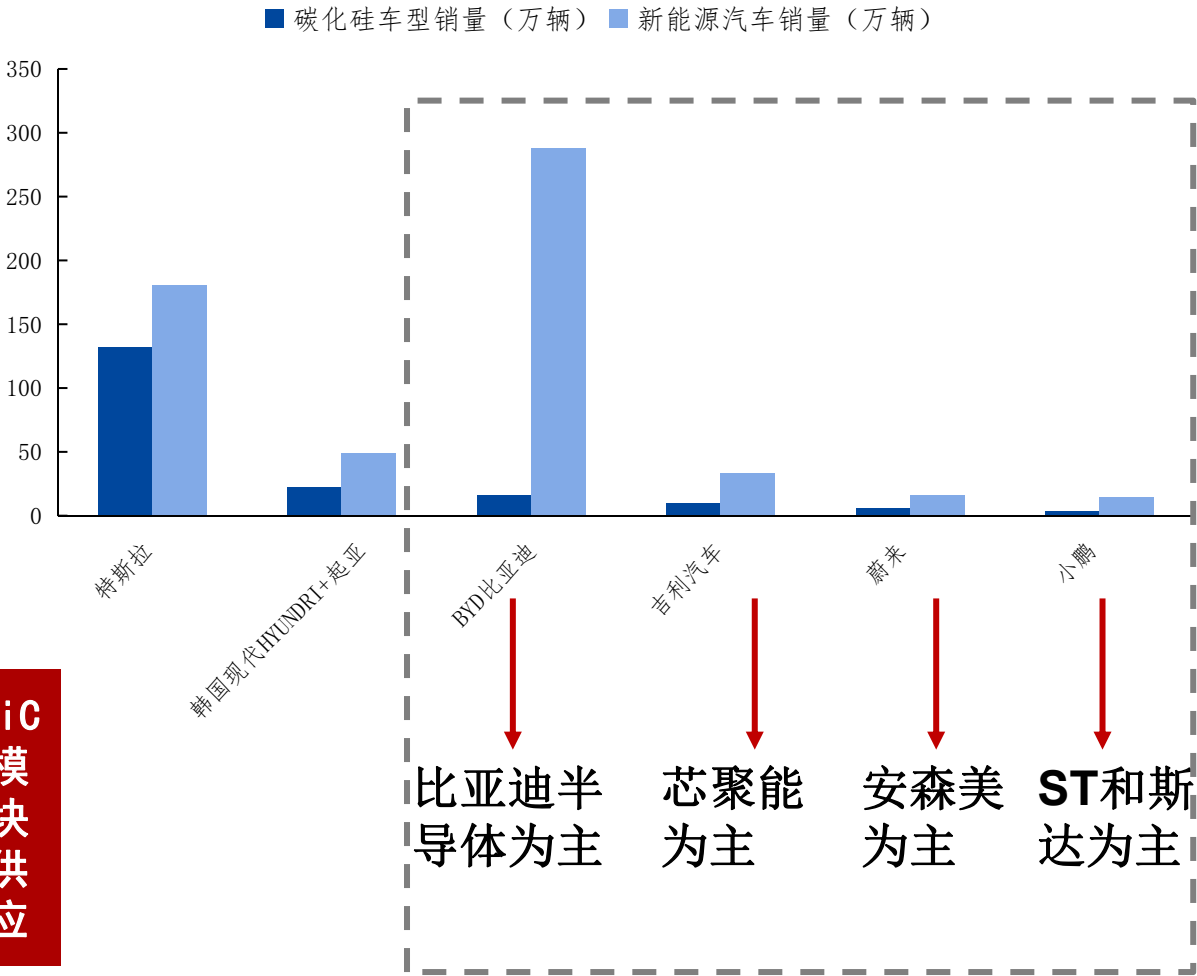
- x Protection of oxide corners needed



- ✓ 平面栅工艺简单，但通态电阻高；沟槽栅工艺复杂，但导通电阻低，开关速度快，损耗低；

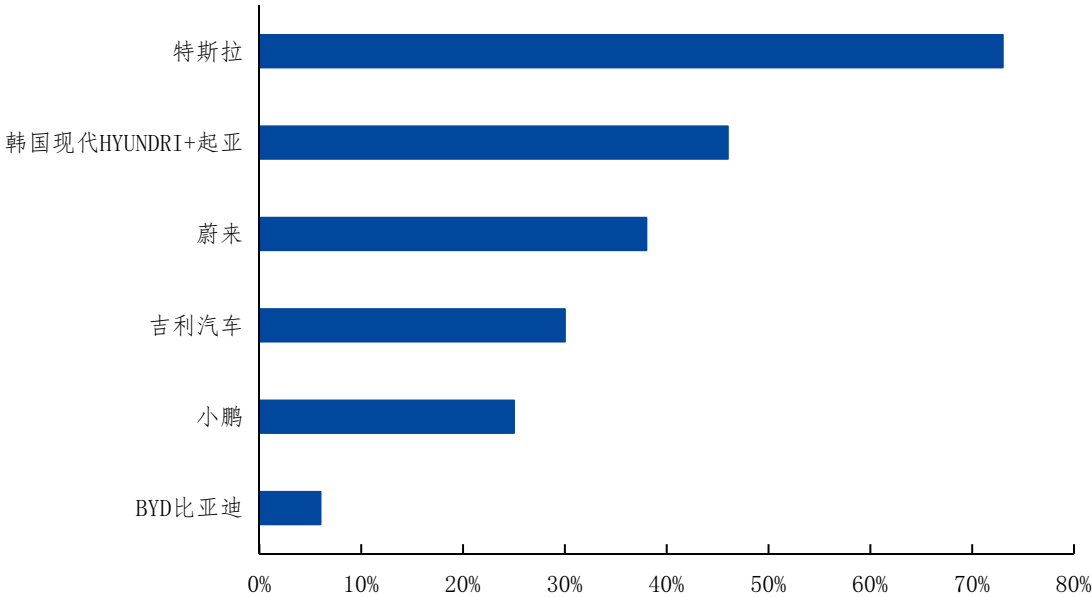
SiC MOSFET渗透率低，逐渐成为中高端主驱主流

各新能源汽车品牌销量以及采用SiC数量（万辆）



SiC
模块
供应

各车企碳化硅渗透率（%）

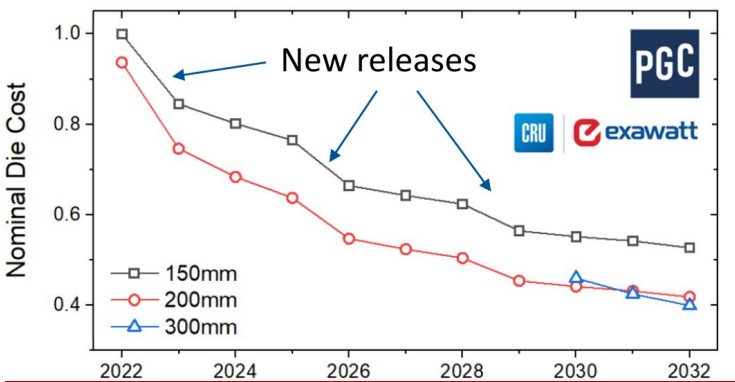


- ◆ 从当前终端车企看，目前仅有特斯拉SiC采用比例较高，比亚迪由于成本/供应链等因素考虑2023年SiC渗透率仅为6%。
- ◆ 从供应体系来看，目前特斯拉主要采用海外供应商，所以我们认为随着特斯拉更具竞争力与高性价比车型的推出，国产供应链日渐成熟稳定的情况下或迎来发展机遇，关注SiC MOSFET龙头厂商的布局。

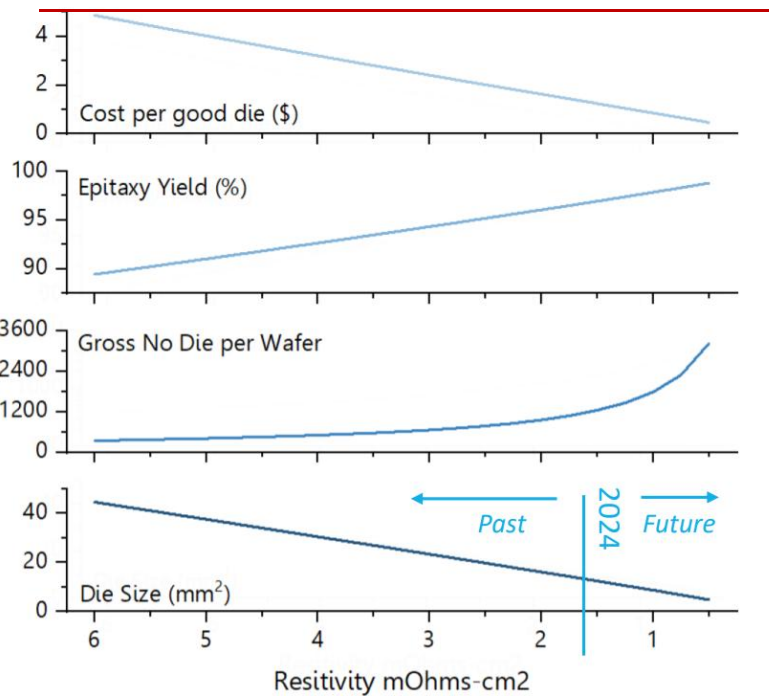
SiC MOSFET重要指标之一：比导通电阻

- ◆ 比导通电阻 ($R_{on, sp}$) 是评价单极型功率器件性能的重要指标，其物理意义为导通电阻 (R_{on}) 与芯片有源区面积 (A_{Active}) 的乘积。
- ◆ 比导通电阻越小，表明相同导通电阻产品所需的die size越小，成本越低，但同时故障条件下的电流密度亦有所增加，导致可靠性下降。

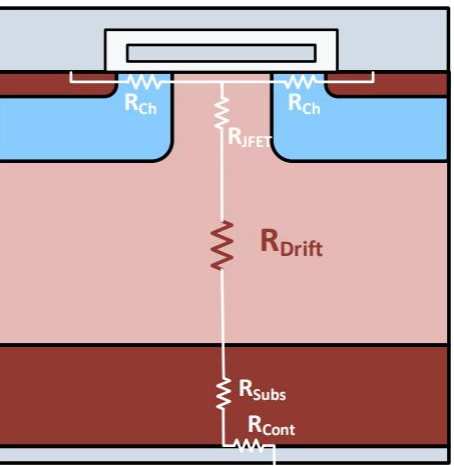
低 $R_{on, sp}$ 新品发布导致成本发生阶跃变化



器件比导通电阻越小，成本越低



导通电阻 (R_{on}) 组成成分

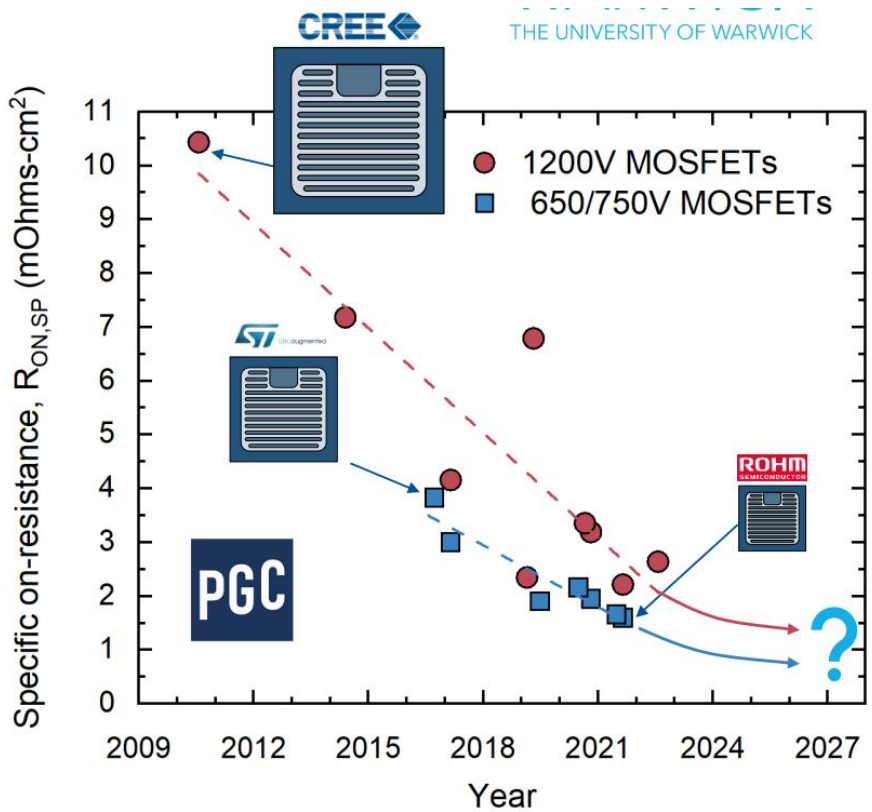


$R_{on} = R_{Drift} + R_{Ch} + R_{JFET} + R_{Subs} + R_{Other}$

芯片有源区 (A_{Active}) 代表区域

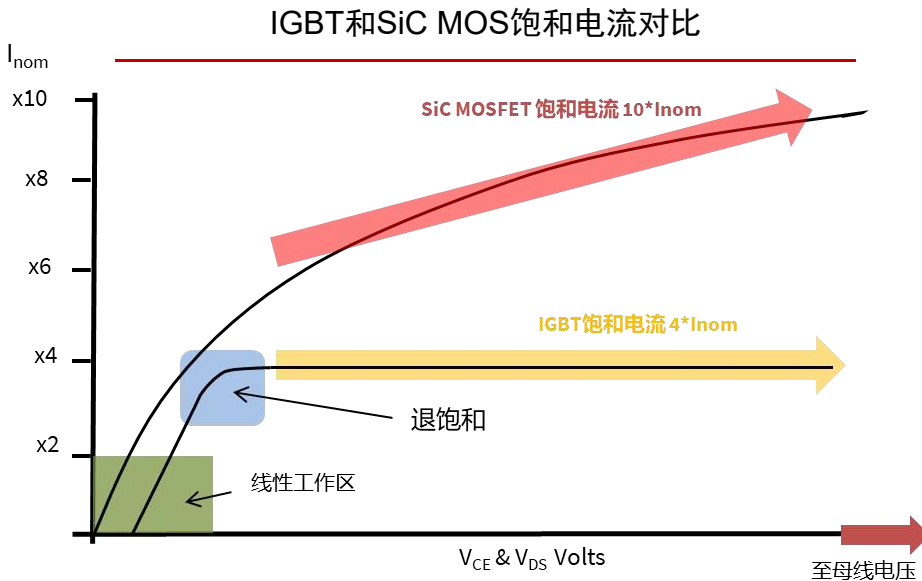


SiC MOS产品比导通电阻发展趋势

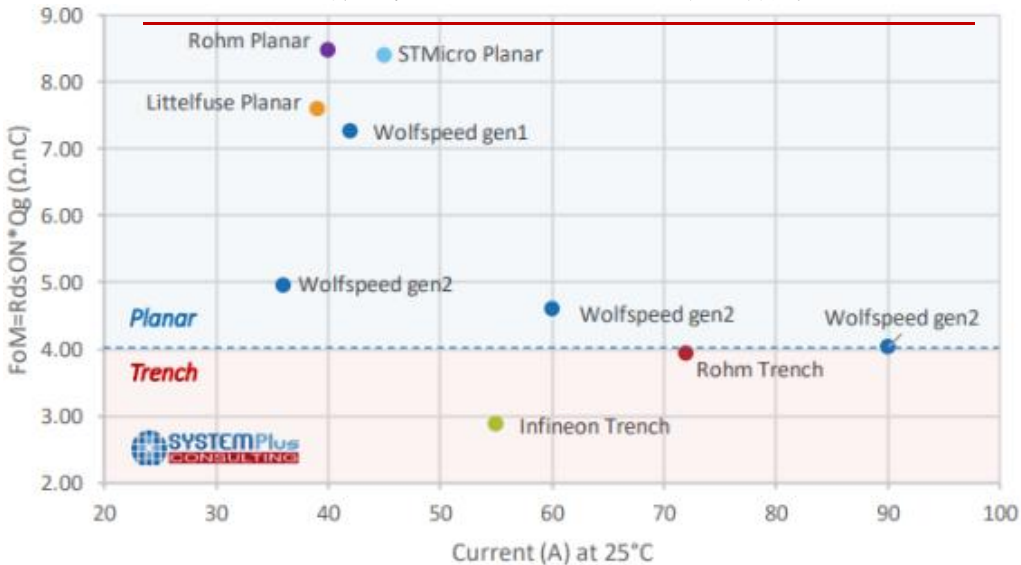


SiC MOSFET重要指标之二：品质因数FOM和短路耐受时间

- 品质因数FOM反映器件导通和开关的综合性能，常用指标为 $R_{dsON} \cdot Q_g$ ，即器件导通电阻与门级电荷的乘积。FOM数值越小，表示器件同时具备低导通电阻和快速开关特性，综合性能越优秀。
- 短路耐受时间 t_{sc} ：即器件最大允许的短路时间，用于衡量器件抗短路能力。大部分IGBT短路耐受时间在5~10 μs ，而SiC MOS几乎没有或仅有较少 μs 抗短路能力。英飞凌CoolSiC MOS短路耐受时间仅为3 μs 。然而，短路耐受时间的提升会提高导通电阻，带来更多损耗；因此器件抗短路能力设计需根据目标应用综合考虑多种因素。
- SiC MOS短路耐受时间较IGBT低主要系 1) 短路电流高：IGBT短路电流一般是额定电流的4~6倍，而SiC MOS的短路电流可达额定电流10倍。2) 漂移层薄：由于SiC临界电场强度约是Si的10倍，同样耐压等级下SiC MOS漂移区仅需Si基IGBT的1/10，意味着SiC MOS短路时热量更集中，温度更高。3) 面积小：SiC MOS芯片面积小于同电流等级的IGBT，电流密度更高，热量更集中。



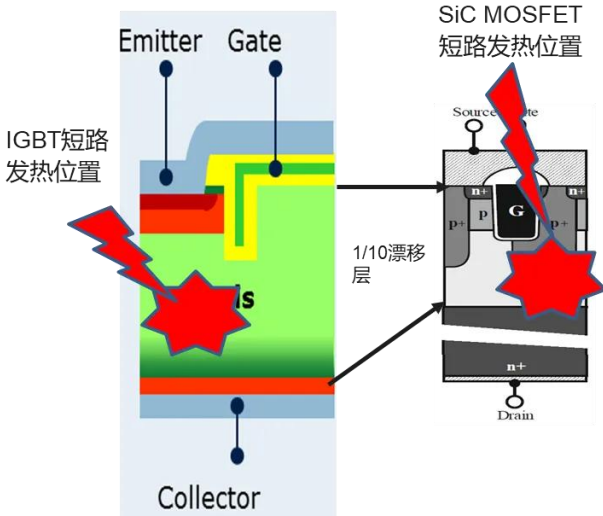
不同厂商1200V SiC MOS 品质因数对比



IGBT和SiC MOS整体对比

	IGBT	SiC MOS
短路电流	4~6 x I_{nom}	~10 x I_{nom}
芯片面积	1x	~0.3x
发热集中位置	整体	外延层
功耗密度	1x	~20x

IGBT和SiC MOS短路发热位置对比

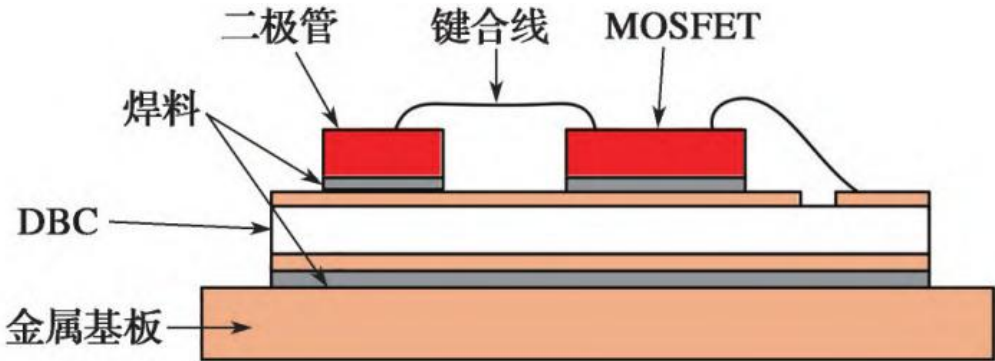


模块封装重要性凸显：SiC模块封装发展方向和不同封装形式

- ◆ SiC模块封装主要有四大发展方向：①直流母排间寄生电感降低至5nH以下；②提升模块最高工作温度 $T_{j\max}$ 至200℃以上；③降低 R_{thJ-C} 和 R_{thJ-F} ；④提高功率密度、增强电流能力和长期可靠性。
- ◆ 目前市面上SiC模块产品大部分仍沿用硅基器件的平面封装方式，专门针对大功率SiC器件的封装较少，难以充分发挥SiC材料的优异性能。
- ◆ 传统硅基平面封装方式下，引线键合技术和内部复杂的互连结构易带来较大的寄生电容/电感。同时，SiC模块功率密度大，传统封装难以具备优秀的散热性能，高温下易出现性能和可靠性下降。

采用传统硅基平面封装技术的SiC模块结构

多个功率芯片（包括SiC MOSFET和SiC 肖特基二极管SBD）被焊接/粘贴于同一绝缘衬板的金属化表面，该衬板既承担模块的电气绝缘作用，同时又是模块整体封装热阻的重要组成部分，而功率芯片正面的电气连接则采用铝线/铜线键合方式来实现。



SiC模块不同封装形式介绍

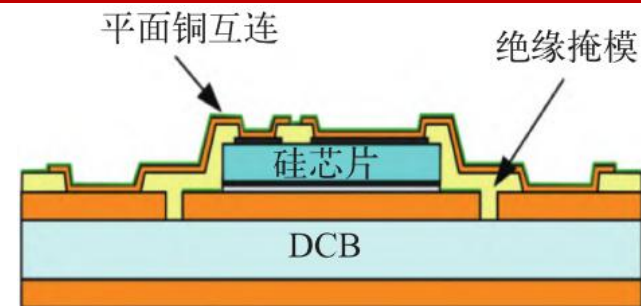
封装方式	金属键合线	功率等级	杂散电感大小/nH	制造商
传统硅基平面封装	有	1200V~1700V/20A~500A	20~30	Wolfspeed、Rohm、Semikron 等
DBC+PCB混合封装	有	1200V~1700V/20A~100A	<5	CPES，华科等
SKiN	无	1200V/400A	<1.5	Semikron
平面互联封装	无	650V~1200V/100A~300A	<5	Silicon Power（DLB端子直连技术），IR（Cu-Clip技术），Siemens（SiPLIT技术）
双面焊接（烧结）封装	无	650V~10kV/50A~300A	<5	橡树岭实验室、中车时代电气、天津大学、CPES 等
压接封装	无	1200V/100A~200A	<10	浙江大学、阿肯色大学、阿尔堡大学
三维（3D）封装	无	1200V/80A	<1	格勒诺布尔-阿尔卑斯大学

资料来源：《大功率半导体模块封装进展与展望（王彦刚）》、《碳化硅功率模块封装及热管理关键技术（盛况）》、《碳化硅功率器件封装关键技术综述及展望（盛况）》、《SiC功率模块封装技术及展望（蔡蔚）》、《碳化硅器件封装进展综述及展望（杜泽晨）》 华金证券研究所

DBC+PCB混合封装/SKiN封装/平面互联封装

- ◆ **DBC+PCB混合封装：**将DBC和PCB板进行整合，通过键合线连接芯片和PCB板，实现了直接在PCB层间控制换流回路，缩减换流路径来减小寄生电感。此外，封装PCB层可采用标准PCB制造工艺，且在单个回流焊工艺中与器件一起焊接到基板上，简化了混合模块的制造工艺。通过增加电路板的铜层和使用通孔、盲孔甚至埋孔通孔，可在PCB上实现更复杂的布线，开关电流路径实现更灵活地控制，同时提供在模块中嵌入栅极驱动器电路的可能性。
- ◆ **SKiN封装：**Semikron公司汽车级SiC模块产品eMPack采用SKiN技术，其芯片互连采用双层柔性PCB实现，分别形成功率和栅极回路，降低寄生电感；芯片的上下表面通过银烧结技术分别与PCB、绝缘衬板连接；冷却方式灵活，可采用直接水冷或客户定制的冷却结构（如封闭铝散热器结构）；外壳通过压力结构系统（Direct Pressed Die, DPD）将压力施加于芯片和衬板之上，使PCB与芯片、衬板与散热器紧密接触，从而可以减小导热硅脂厚度，达到减小热阻的效果。
- ◆ **平面互联封装：**通过消除金属键合线，将电流回路从DBC板平面布局拓展到芯片上下平面的层间布局，显著减小了回路面积，降低杂散电感参数。

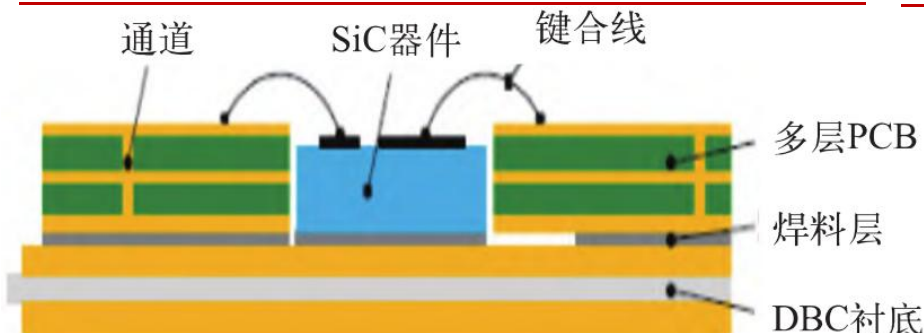
平面互联封装结构



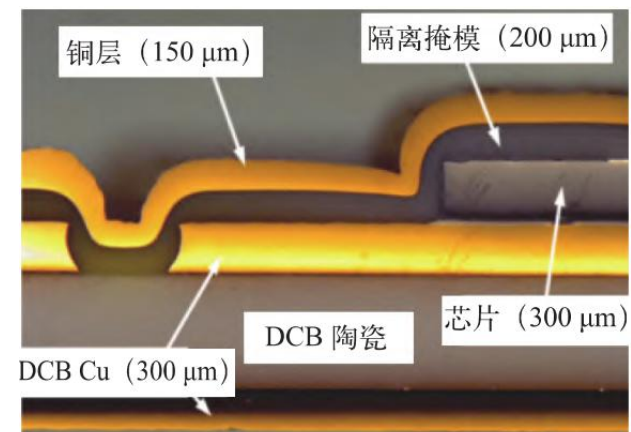
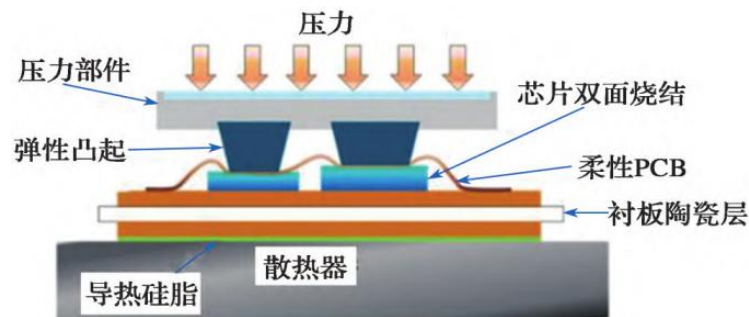
西门子SiPLIT模块横截面

为降低器件的导通电阻和寄生电感，西门子开发平面互连技术SiPLIT。与引线键合方式相比，平面互连技术的芯片接触面积高达90%，并提供了更大的横截面，封装电阻降低了25%；此外与引线键合跨越的环路相比，互连的共面结构仅覆盖了很小的电流环路区域，使互连的寄生电感降低50%。

DBC+PCB混合封装结构



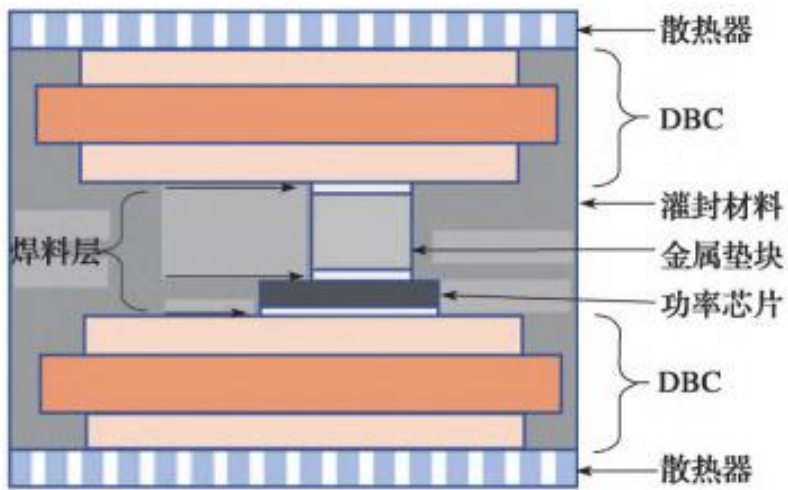
Semikron公司SKiN封装结构



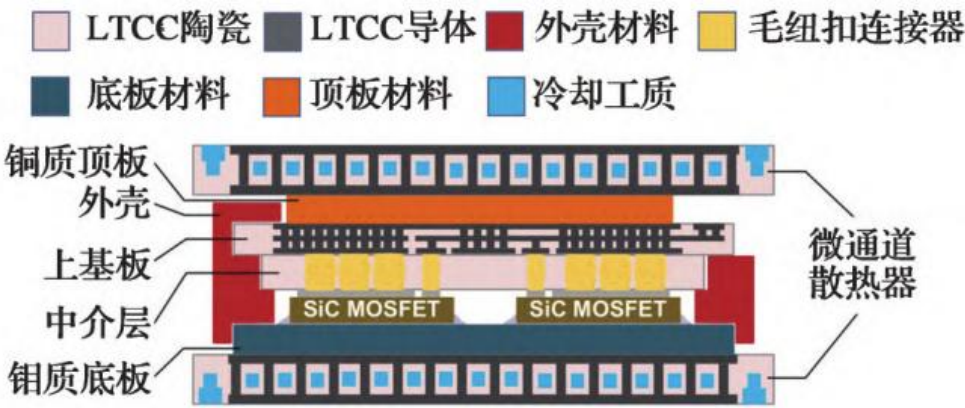
双面焊接（烧结）封装/压接封装/三维（3D）封装

- ◆ **双面焊接（烧结）封装：**在功率芯片两侧焊接DBC散热基板，为芯片上下表面提供散热通道；或者使用银烧结技术将芯片一面焊DBC，另一面连接铝片。双面散热既能优化基板边缘场强，还能够降低电磁干扰，减小桥臂中点的对地寄生电容，使其具有损耗低、热性能好、制造成本低等优点。目前双面散热技术主要应用在新能源电动车内部模块。
- ◆ **压接封装：**压接封装结构模块各层组件界面间依靠压力接触实现电热传导，具有高功率密度、双面散热、低通态损耗、抗冲击能力强、耐失效短路和易于串联等优点，突破了传统器件键合点和焊料层失效的瓶颈问题，但由于密封等要求多采用LTCC陶瓷设计，成本较高，且压接封装结构复杂，目前基本只用于高压模块制造。
- ◆ **三维（3D）封装：**利用SiC功率器件垂直型的结构特点，将开关桥臂的下管直接叠在上管之上，消除了桥臂中点的多余布线，可将回路寄生电感降至1nH以下。

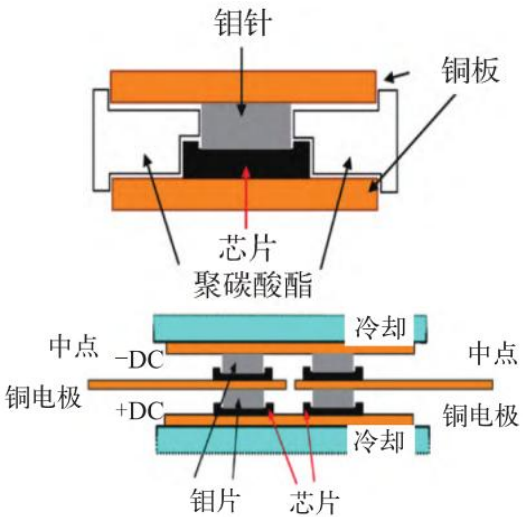
双面焊接（烧结）封装结构



压接封装结构



三维（3D）封装结构

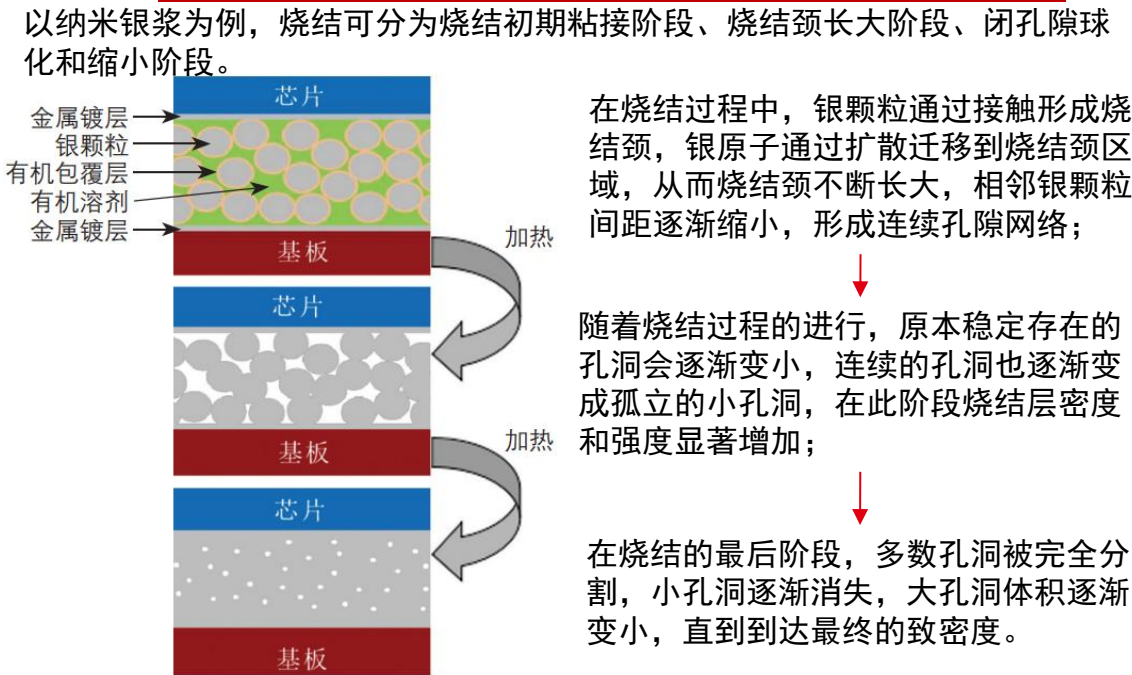


- ◆ 传统钎焊及导电胶粘工艺存在导电性能差、热阻大等缺点，且使用温度小于175℃，在大温变的条件下容易发生蠕变等退化现象，引发疲劳失效等可靠性问题，无法发挥SiC功率器件高结温和高功率的优势。
- ◆ 银烧结技术，亦称为低温连接技术，适用于高温SiC器件等宽禁带半导体功率模块的界面互联，具有以下四点优势：1) 烧结连接层成分为银，具有优异的导电和导热性能；2) 由于银的熔点高达（961℃），将不会产生熔点小于300℃的软钎焊连接层中出现的典型疲劳效应，具有极高的可靠性；3) 所用烧结材料具有和传统软钎焊料相近的烧结温度；4) 烧结材料不含铅，属于环境友好型材料。

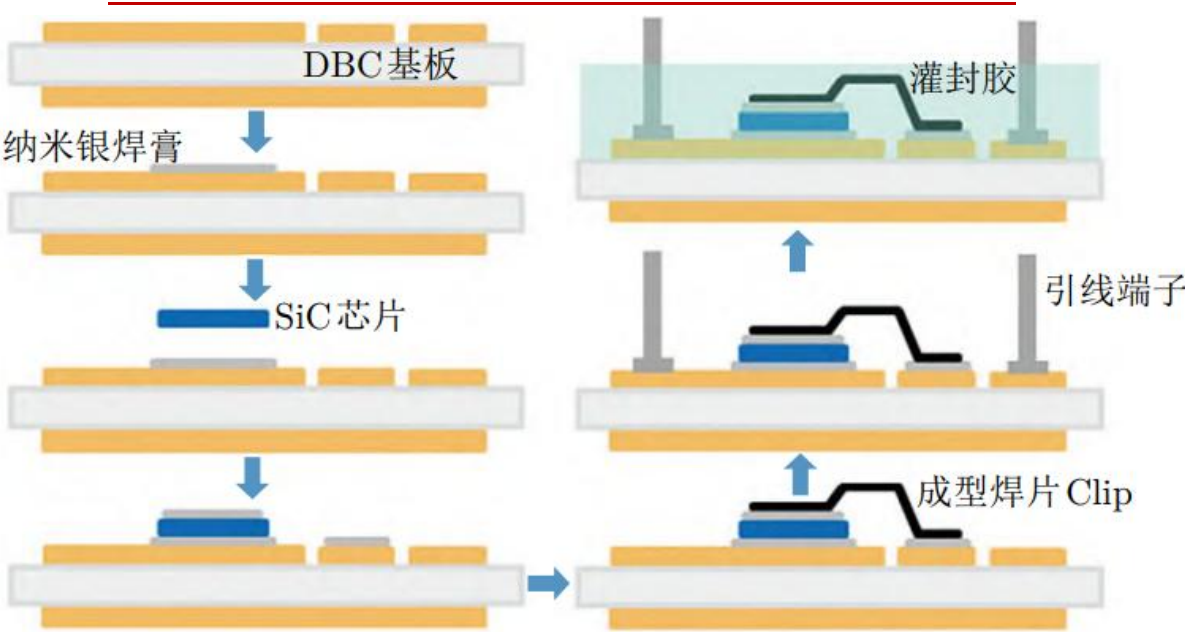
功率模块高温封装的挑战及解决方案

挑战	解决方案
芯片连接	银烧结、铜烧结、瞬态液相焊接（TLPS）
互连技术	铜线键合、平面互连
端子连接	超声焊接、激光焊接、压力接触
衬板连接	银烧结、高温焊料焊接、TLPS
灌封技术	高温硅胶、高温树脂
冷却技术	双面冷却、相变散热

银浆烧结互联示意图



纳米双面银烧结工艺流程



国内厂商SiC领域布局情况

- ◆ 国内SiC产业链建设正在加速。扬杰、士兰微等厂商纷纷入局SiC赛道，产能建设和器件研发均取得一定进展。
- ◆ 扬杰科技：布局全系列SiC产品，结合高温离子注入、薄片技术，已成功推出SiC系列二极管产品。G1、G2系SiC MOS产品已实现批量出货，型号覆盖650V/1200V/1700V 13mΩ-1000mΩ，其中1200V SiC MOS平台的比导通电阻已做到3.5mΩ*cm²以下，FOM值达到3300mΩ*nC以下。公司预计2024年底前完成月产5000片6英寸SiC芯片产线的建设。
- ◆ 士兰微：2024年5月，公司与厦门半导体投资集团有限公司、厦门新翼科技实业有限公司签署《投资合作协议》，合资经营项目公司“厦门士兰集宏半导体有限公司”，以项目公司负责作为项目主体建设一条以SiC-MOSFET为主要产品的8英寸SiC功率器件芯片制造生产线，产能规模6万片/月。增资后士兰微对项目公司持股比例为25.18%。

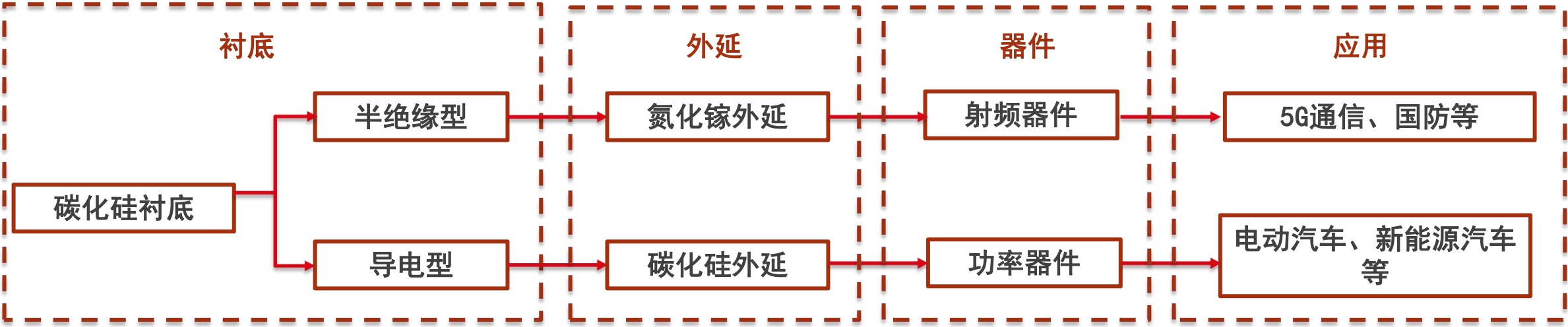
国内厂商SiC领域布局情况

公司	SiC领域布局情况
扬杰科技	1) 公司布局全系列SiC产品，包括SiC系列二极管产品和SiC MOS产品；2) 公司预计2024年12月31日前完成月产5000片6英寸SiC芯片产线的建设。
斯达半导	1) 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，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；2) 负责研发生产车规级SiC MOSFET模块的合资子公司重庆安达半导体预计2024年完成厂房建设并开始生产；3) SiC芯片研发及产业化项目预计2024年11月达到预定可使用状态日期。
士兰微	2024年5月，公司与厦门半导体投资集团有限公司、厦门新翼科技实业有限公司签署《投资合作协议》，合资经营项目公司“厦门士兰集宏半导体有限公司”，以项目公司负责作为项目主体建设一条以SiC-MOSFET为主要产品的8英寸SiC功率器件芯片制造生产线，产能规模6万片/月。增资后士兰微对项目公司持股比例为25.18%。
芯联集成	1) 公司从2021年起投入SiC MOSFET芯片、模组封装技术的研发和产能建设，用于车载主驱逆变器的SiC MOSFET器件和模块于2023年实现量产，公司表示2024年SiC产品预计实现10亿元以上收入；2) 截至2023年12月，公司6英寸SiC MOSFET产线已实现月产出5000片以上，预计2024年产能提升至1万片/月；3) 8英寸SiC MOSFET产线预计24Q2通线，24Q4送样，2025年量产。
积塔半导体	1) 公司是国内较早具备碳化硅功率器件制造能力的企业，工艺技术平台覆盖JBS和MOSFET等，已建成自主知识产权的车规级650V/750V/1200V碳化硅JBS工艺平台、650V/750V/1200V碳化硅MOSFET工艺平台；2) SiC月产能3万片/月。
芯聚能	1) 公司已成为国内最大的面向车规级和工控领域碳化硅芯片制造和研发企业，2023 年产值同比增长 624.18%；2) 公司新能源车用主驱SiC模块供应超10万块，月产出超2万个汽车主驱模块；3) 工业大电流SiC-MOSFET产品在特种电源市场实现量产出货，在国内该细分领域市占率位列第一。
三安光电	公司推出了650V-1700V宽电压范围的SiC MOSFET产品。其中，1700V/1000mΩ MOSFET主要应用于光伏逆变器辅助电源，1200V/75mΩ MOSFET主要应用于新能源汽车OBC。两款产品均处于客户导入阶段，将逐步批量供货；1200V/16mΩ车规级芯片已通过战略客户模块验证。

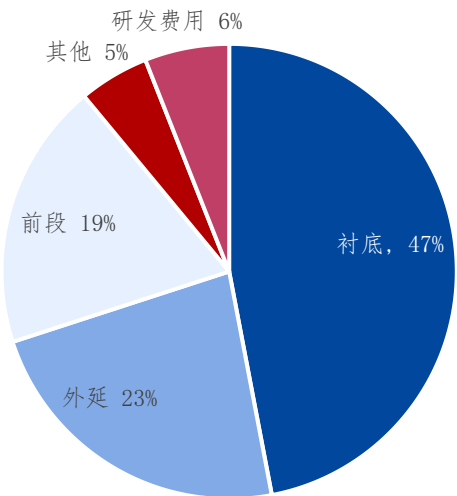
资料来源：各公司公告，各公司官网，华金证券研究所整理

SiC MOSFET，海外龙头看“器件”环节占优

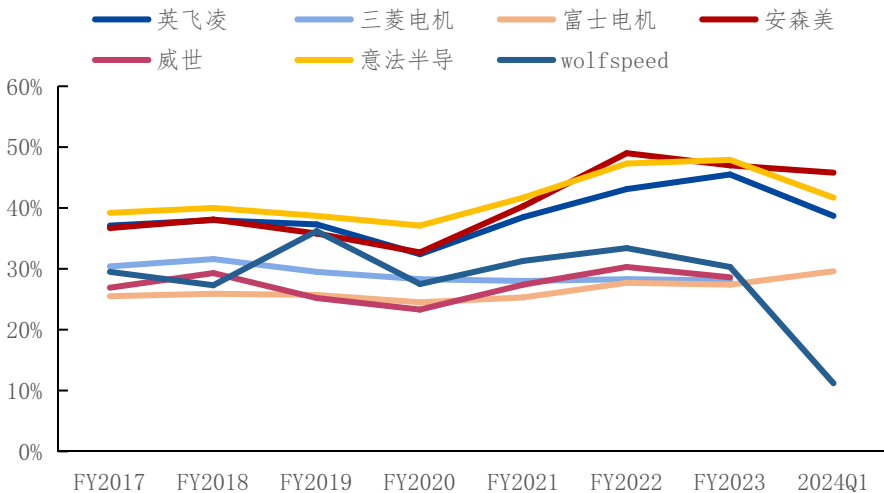
碳化硅产业链三大环节：上游衬底→中游外延片→下游器件制造



SiC器件制造成本结构



Wolf speed与英飞凌/安森美/意法等毛利率对比



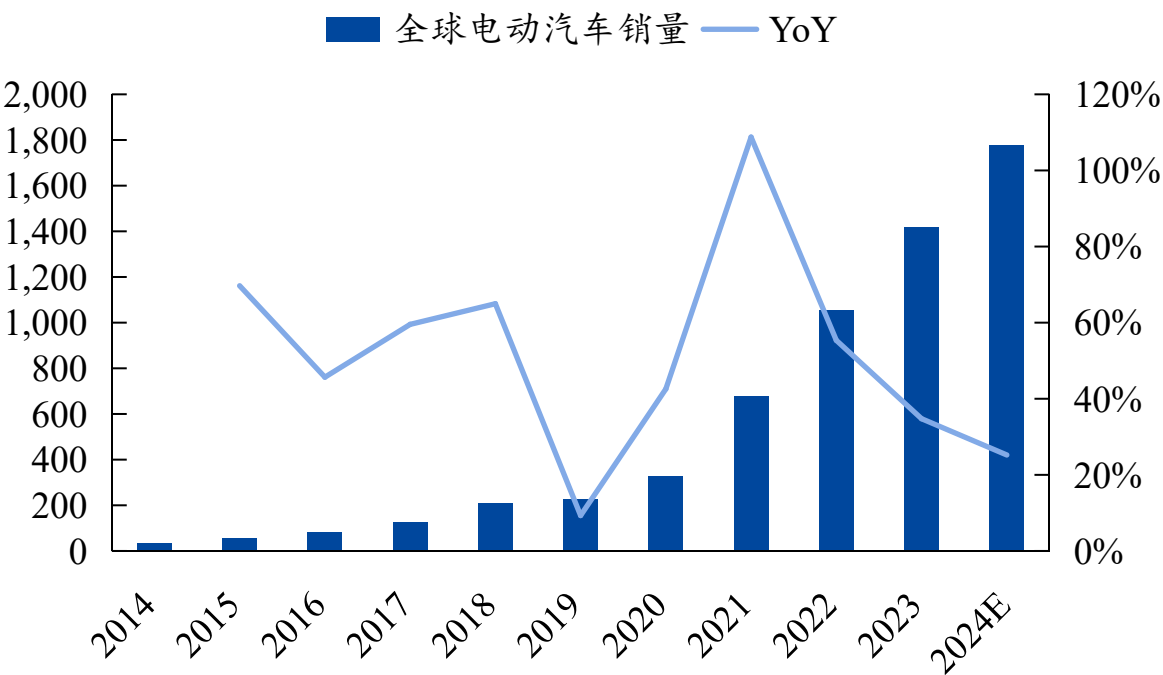
- ◆ 英飞凌/意法半导体/安森美SiC器件公司毛利率相比材料环节具备优势，目前器件环节毛利率在40-50%之间；
- ◆ 英飞凌/意法半导体/安森美SiC MOS器件公司毛利率强于普通功率半导体厂商；
- ◆ 国产功率器件公司目前在SiC MOS领域尤其在汽车主驱应用方面依然处于起步阶段，借鉴车规IGBT成长路径，成长空间足；

- 01 国产二极管/IGBT模组全球市占提升，AI服务器贡献MOS新应用
- 02 车规主驱SiC MOSFET国产放量元年，“器件”环节“性能/产能/可靠性”为重要指标
- 03 需求缓慢复苏，依托本土终端需求市占率或进一步提升
- 04 相关标的&投资建议
- 05 风险提示

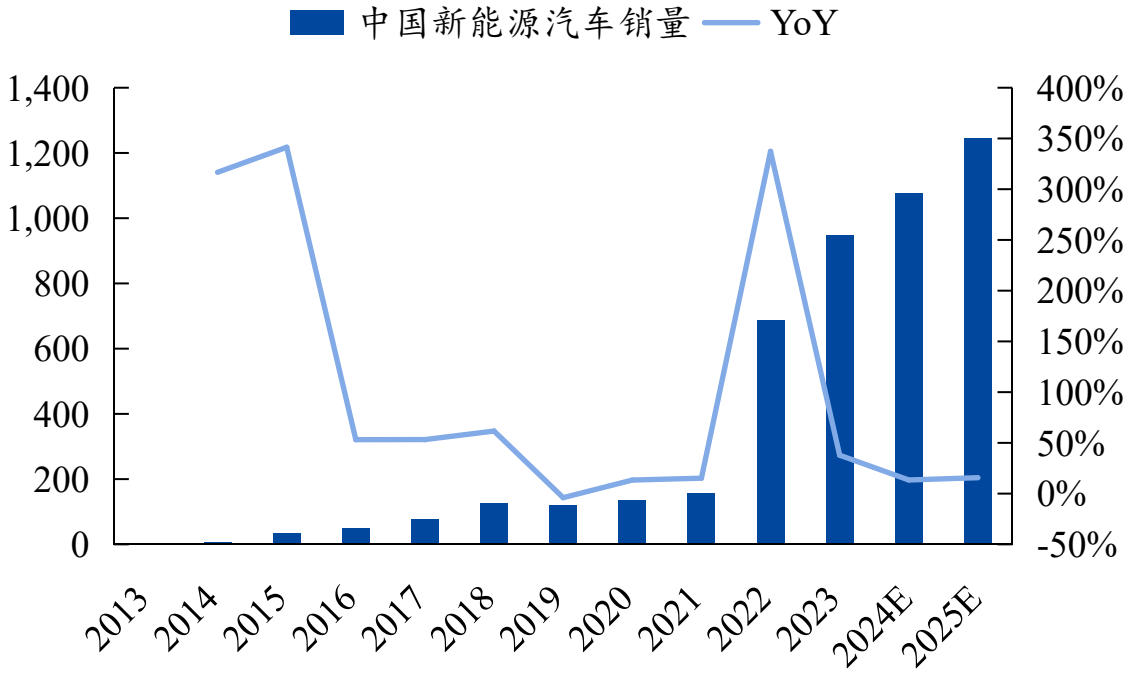
新能源汽车：功率单车价值量/数量&新能源汽车销量提升，注入量价双增逻辑

◆ 23年全球电动汽车销量超1,400万辆，中国未来几年市场将稳定增长。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%；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达到1,776万辆，占全球轻型汽车销量19.6%。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%。

2014-2024E全球电动汽车销量（万辆/%）



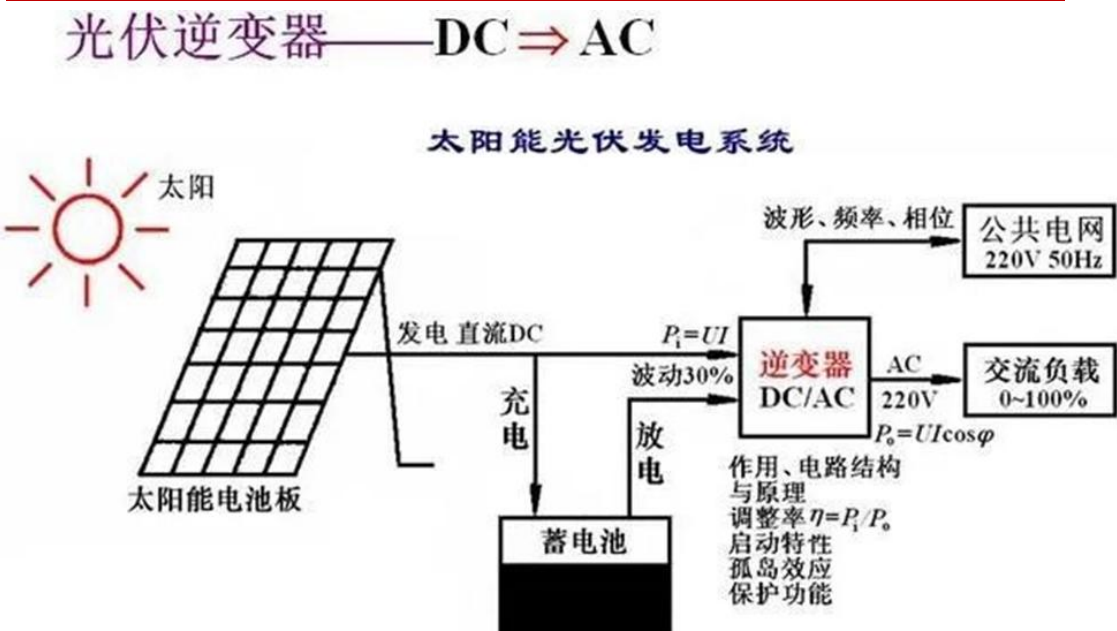
2013-2025E中国新能源汽车销量（万辆/%）



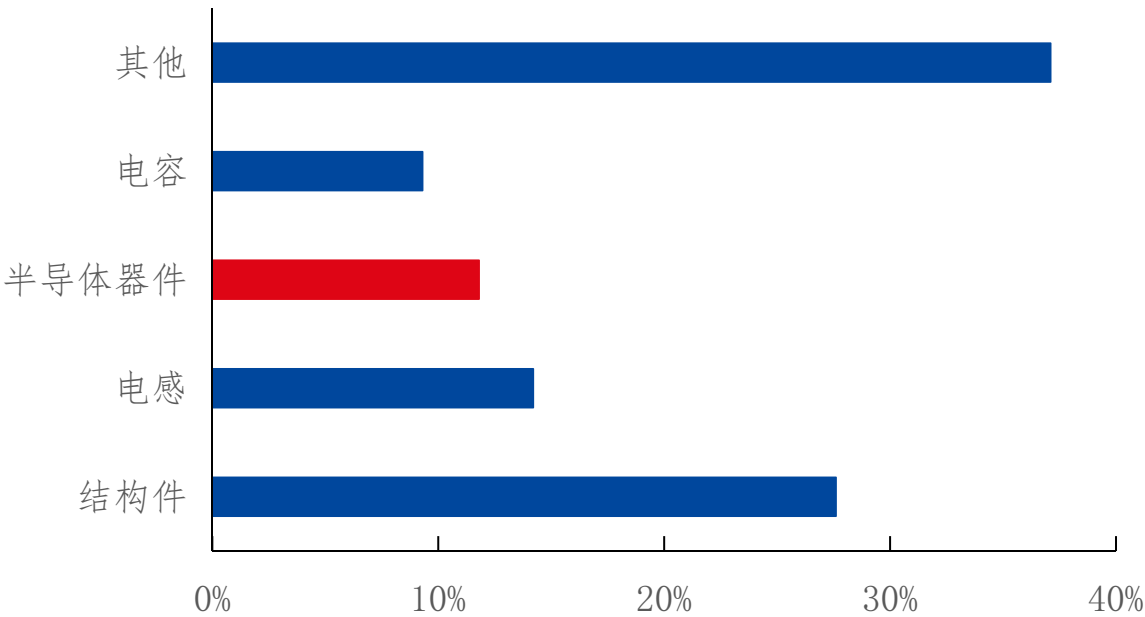
资料来源：EV Volumes、中汽协、集微咨询、华金证券研究所

- ◆ 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。将直流电能变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。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。
- ◆ 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。

光伏逆变器在太阳能发电系统的作用

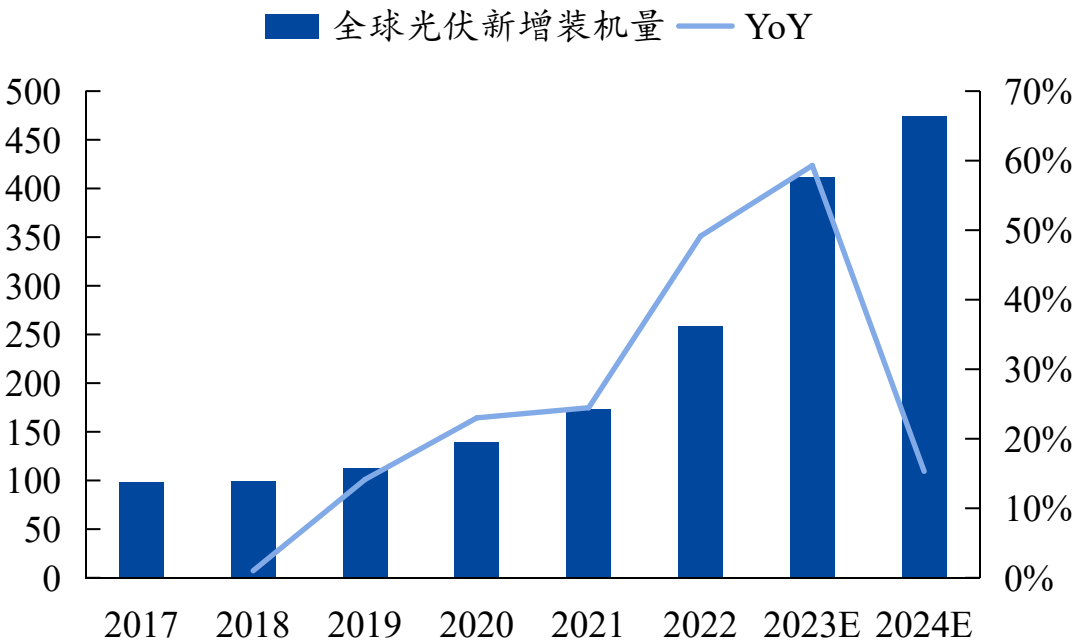


2022年中国光伏逆变器成本构成

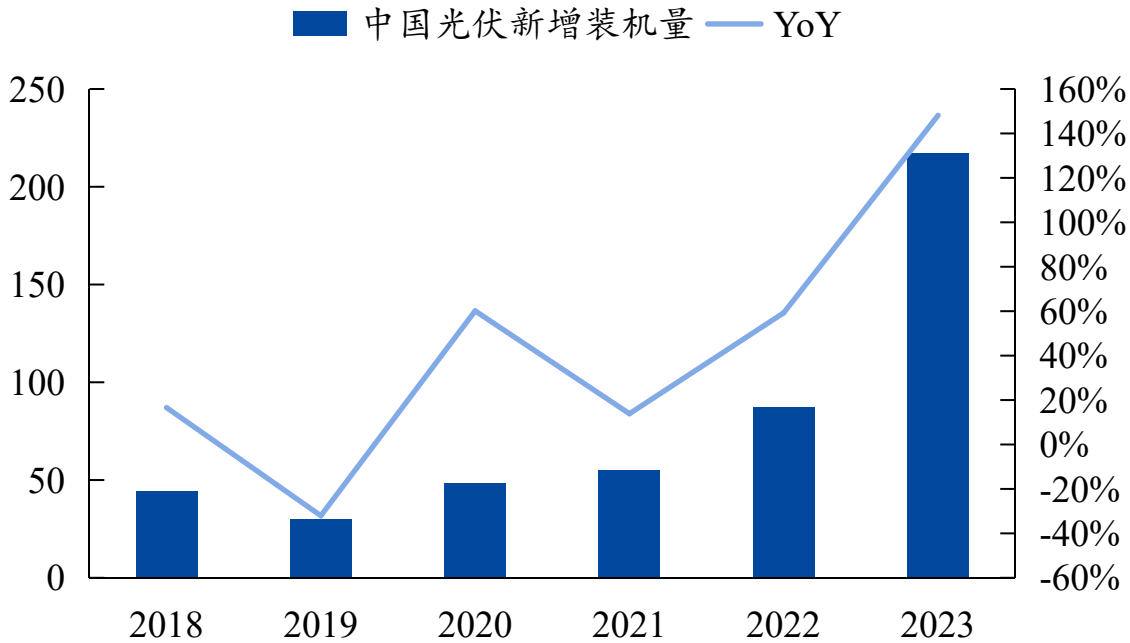


◆ 全球光伏新增装机持续增长，中国集中式增长动能尤为强劲。集邦咨询预计，2023年全球光伏新增装机411GW，同比增长59%；预计2024年新增装机474GW，同比增长16%，新增装机增速放缓，将从高速增长回归理性。当前，电网容量不足和风光消纳问题已成为制约各国光伏需求保持高增的一大关键点，需待电网完成阶段性升级或储能装机放量后，全球光伏装机潜力才能进一步释放。2023年，我国国内光伏新增装机216.88GW，同比增加148.1%。其中，我国大部分大基地项目在2023年年底前并网，集中式光伏电站新增装机120.59GW，同比增长232.2%，分布式光伏电站新增装机96.29GW，同比增长88.4%。

2017-2024E全球光伏新增装机量（GW/%）



2018-2023中国光伏新增装机量（GW/%）

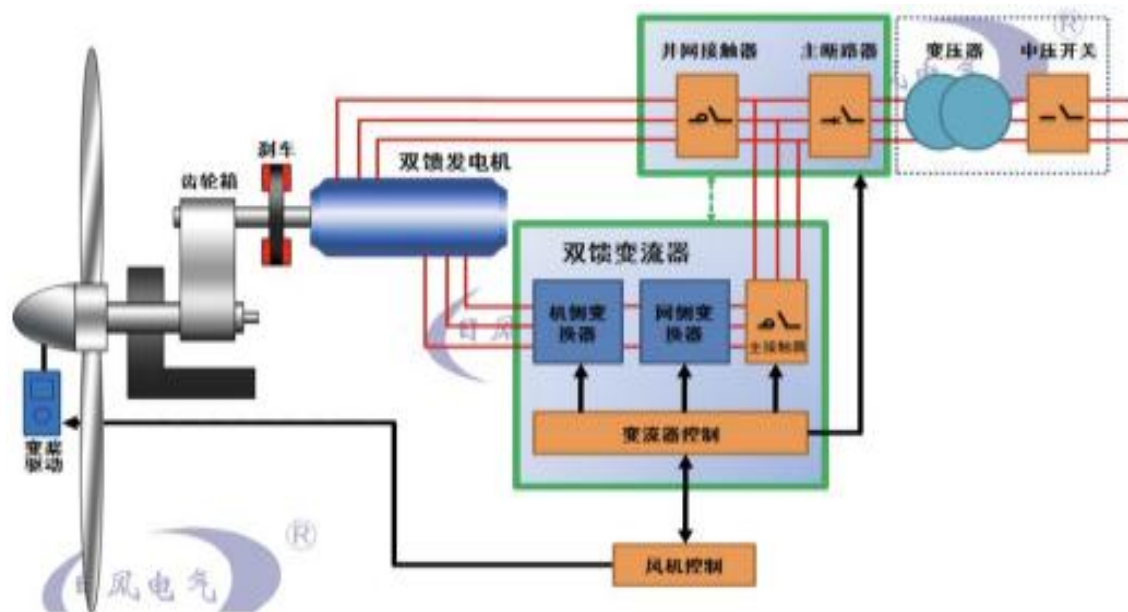


资料来源：EV Volumes、中汽协、集微咨询、华金证券研究所

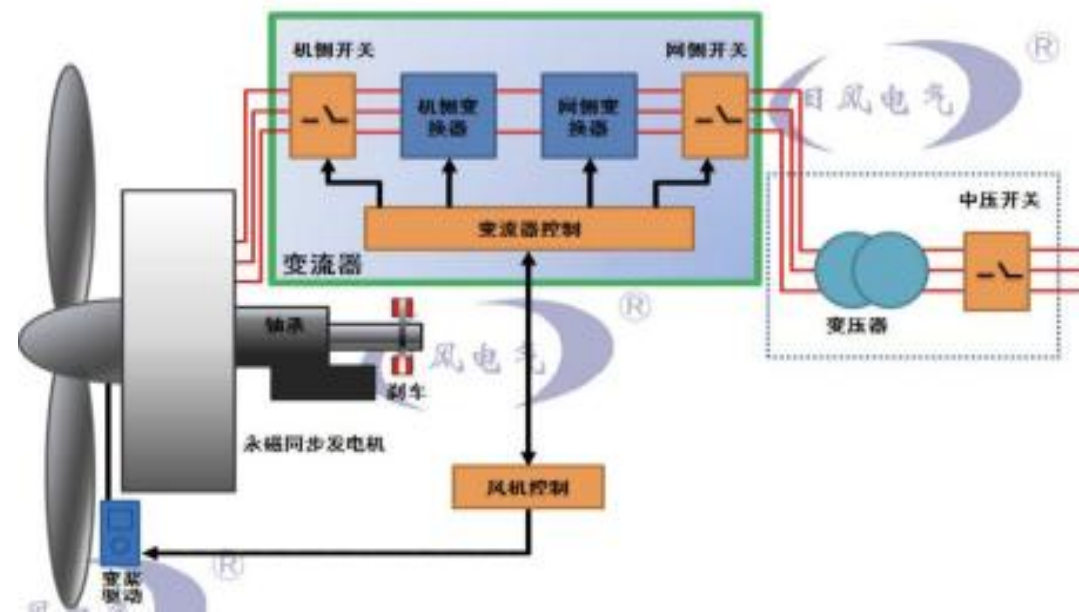
风电：新增&出口双轮驱动，风电需求带动功率半导体市场增长

- ◆ 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。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。

双馈风力发电机系统示意图



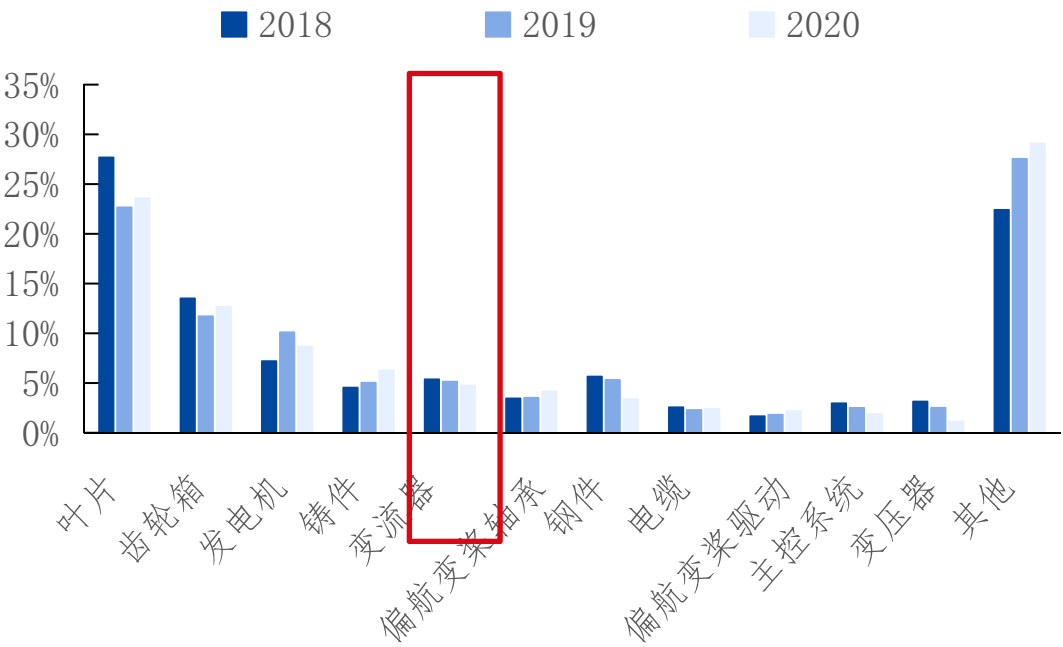
全功率风力发电机系统示意图



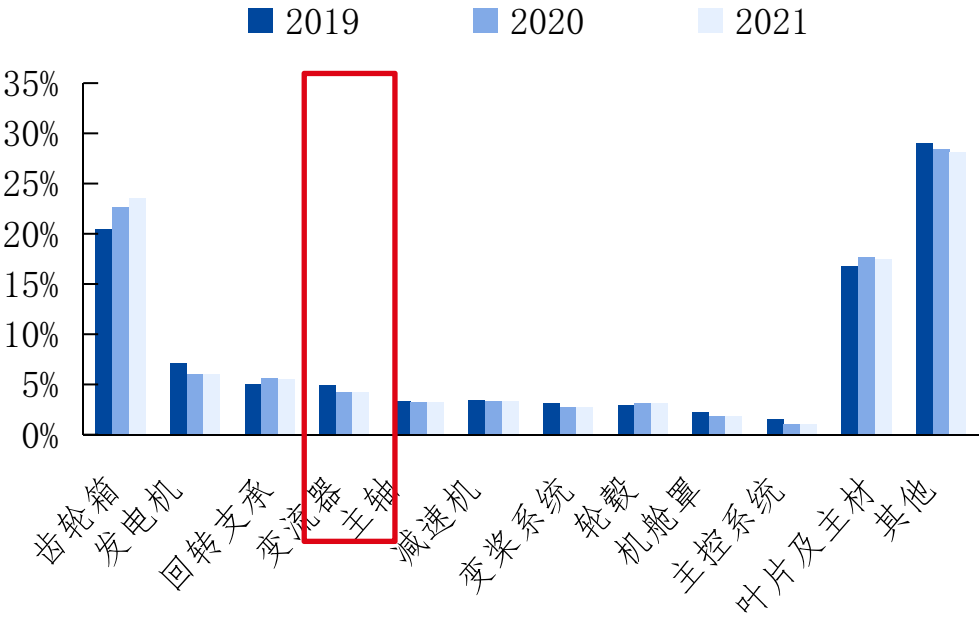
风电：新增&出口双轮驱动，风电需求带动功率半导体市场增长

◆ 功率模块在风机成本中占比约在0.92%-1.60%。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%。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%。

2018-2020 电气风电风机成本原材料明细 (%)



2019-2021 三一重能风机及配件成本原材料明细 (%)

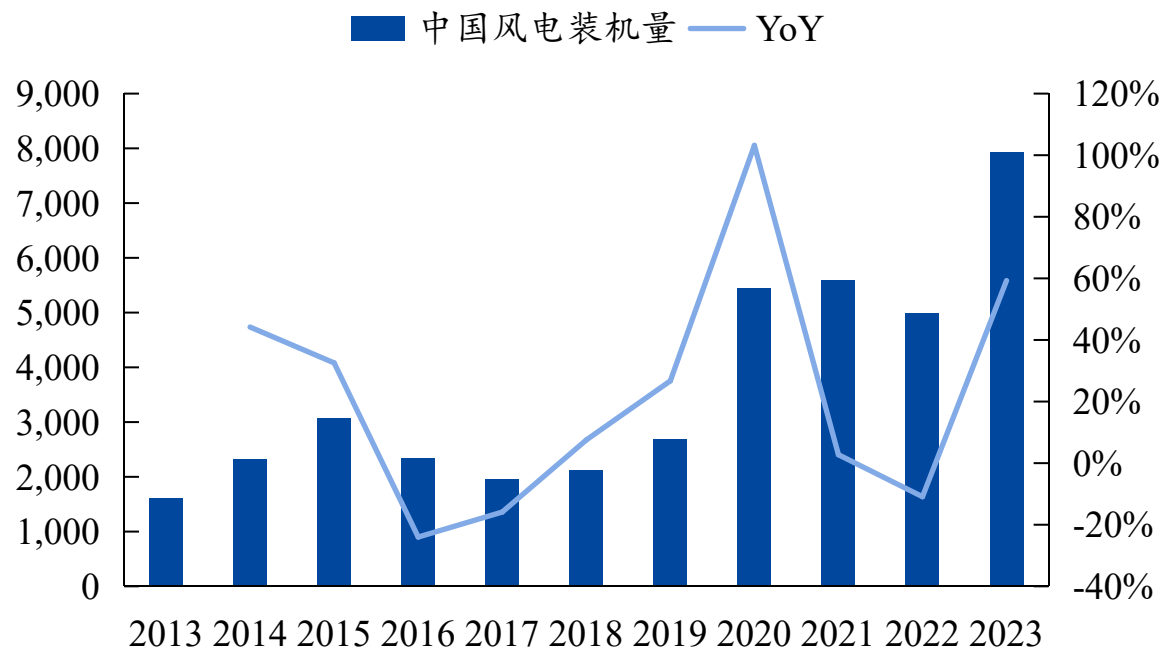


资料来源：日风电气招股说明书、电气风电招股说明书、三一重能招股说明书、华金证券研究所

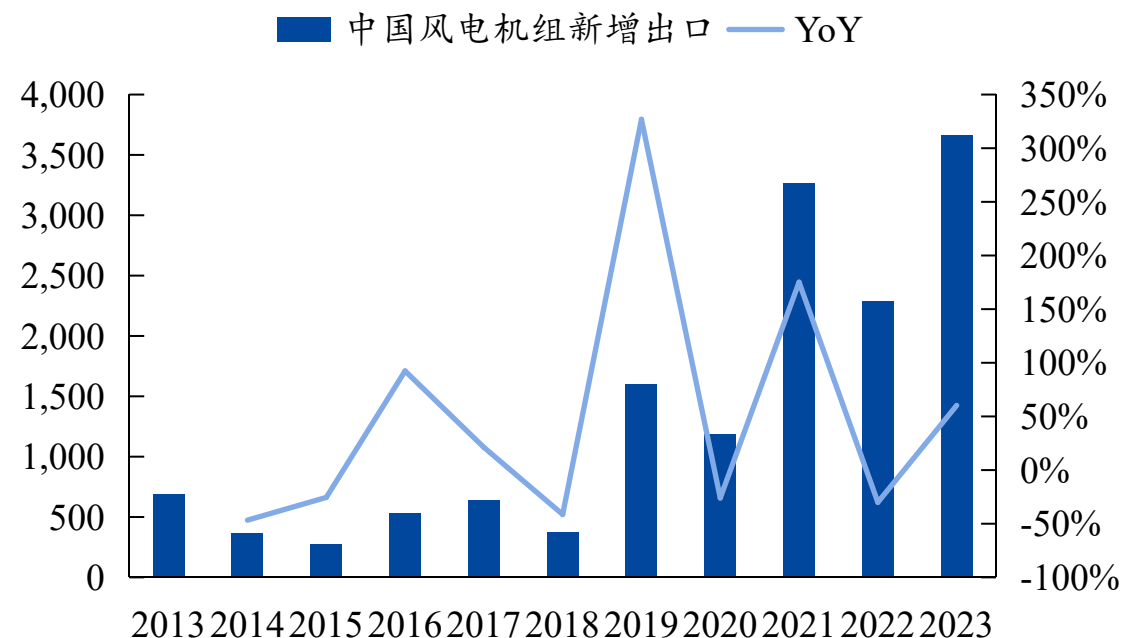
风电：新增&出口双轮驱动，风电需求带动功率半导体市场增长

- ◆ 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，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。

2013-2023中国风电新增装机量（万千瓦/%）

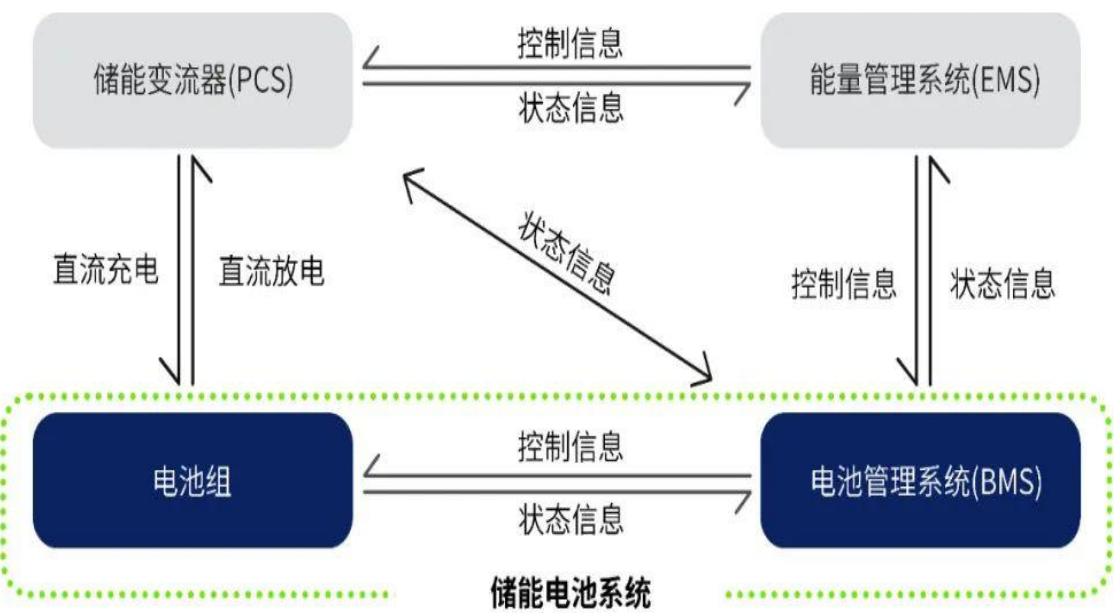


2013-2023中国风电机组新增出口（MW/%）

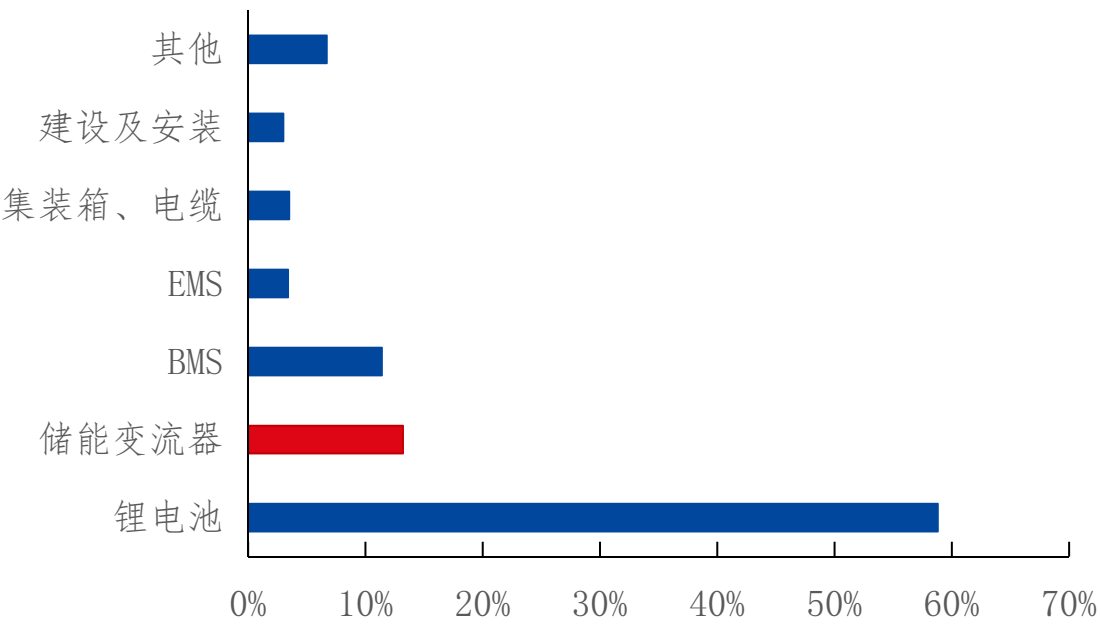


◆ 储能变流器PCS为储能系统与电网中间实现电能双向流动的核心部件，约占成本11%。储能变流器的工作原理是交、直流侧可控的四象限运行的变流装置，实现对电能的交直流双向转换。根据出海半导体引用起点研究院数据，储能PCS包含逆变器、充放电控制器、电池管理系统（BMS）等多个组成部分，成本占整体储能系统成本约11.4%，其主要功能包括平抑功率、信息交互、保护等，PCS决定了输出电能质量和动态特性，也很大程度影响电池使用寿命。在储能PCS中，绝缘栅双极型晶体管（IGBT）是核心部件，其性能直接影响储能PCS的整体性能。

电化学储能系统结构图

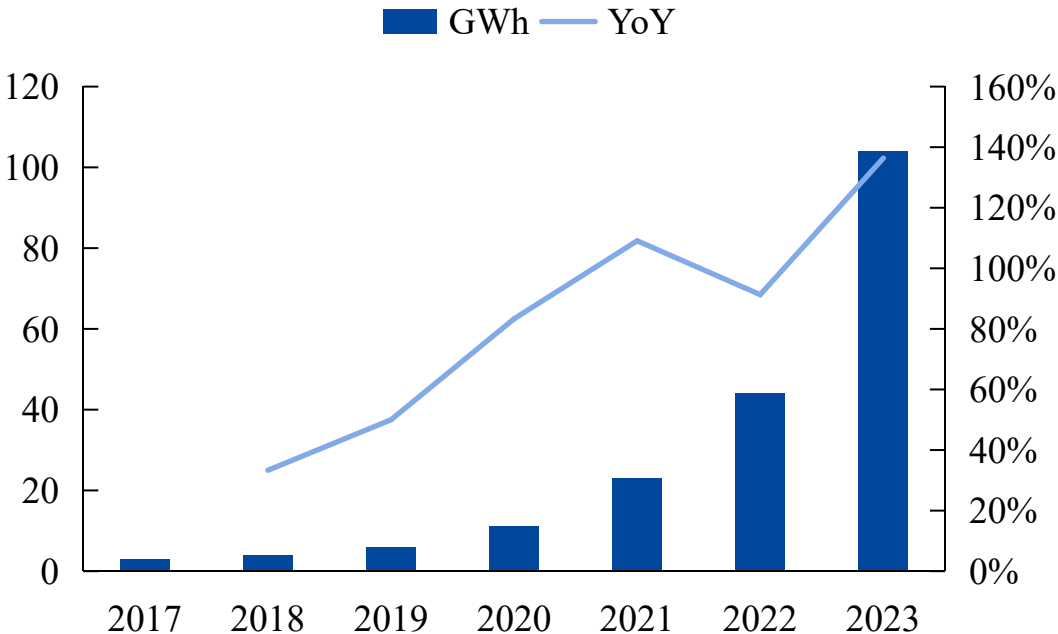


锂电池储能系统成本构成（%）

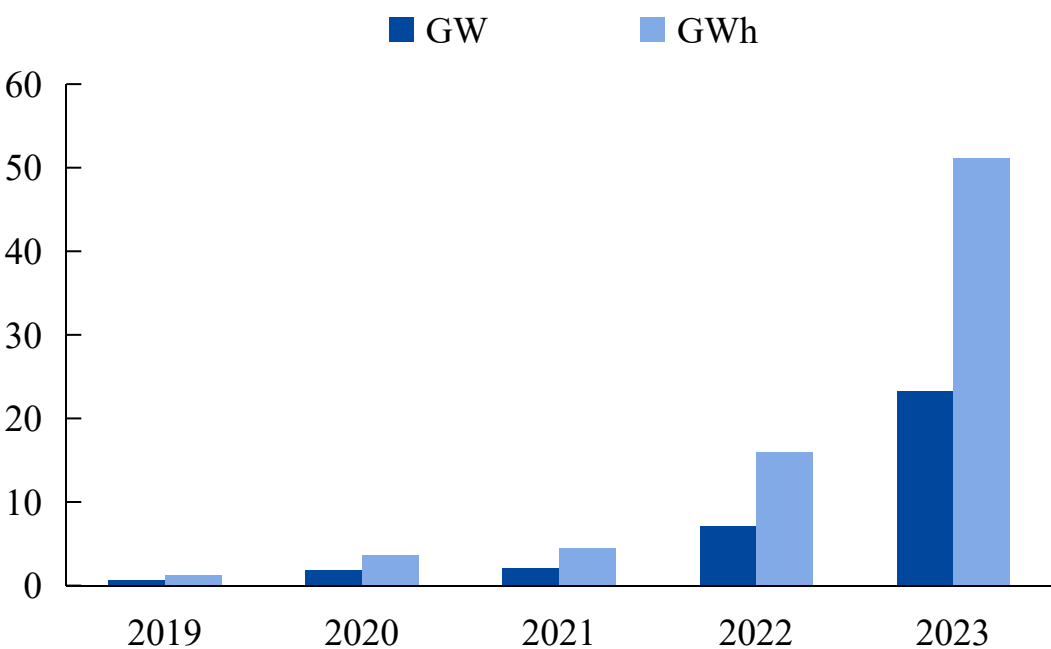


◆ 2023年全球储能新增装机规模超100Gwh，中国新增规模超过美国占全球比例近50%。根据EESA数据，2017-2023全球储能新增装机规模（GWh）平均增速超过85%，在2020年后，呈现出近乎每年翻一番的增长趋势。2023年全球储能市场新增装机规模达到了103.5GWh，已超过全球储能装机的历史累计规模（101GWh）。中国储能市场在“十四五”期间增速迅猛，2023年新增装机规模约为23.22GW/51.13GWh，同比增长221%，约占全球储能市场新增装机规模的49%，中国储能新增装机规模已连续两年超过美国，成为全球储能市场新增占比最高的国家。展望2024年，根据集邦咨询数据，24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。

2017-2023全球储能市场新增规模（GWh/%）



2019-2023中国储能市场新增装机规模（GW/GWh）

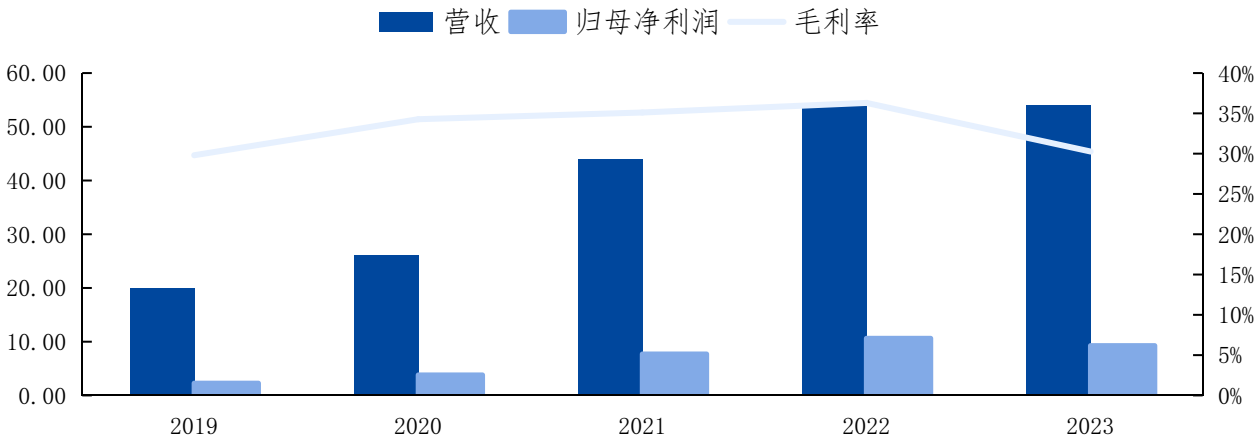


- 01 国产二极管/IGBT模组全球市占提升，AI服务器贡献MOS新应用
- 02 车规主驱SiC MOSFET国产放量元年，“器件”环节“性能/产能/可靠性”为重要指标
- 03 需求缓慢复苏，依托本土终端需求市占率或进一步提升
- 04 相关标的&投资建议
- 05 风险提示

扬杰科技（300373.SZ）：双品牌运营拓全球市场

- ◆ 扬杰科技主营产品分为材料板块、晶圆板块及封装器件板块三大板块，实行“双品牌”+“双循环”及品牌产品差异化的业务模式，“YJ”品牌产品主供国内和亚太市场，“MCC”品牌产品主供欧美市场，实现了双品牌产品的全球市场渠道覆盖。
- ◆ 2023年公司实现营收54.10亿元，同比增长0.12%；归母净利润9.24亿元，同比减少12.85%；毛利率30.26%，同比下降6.03个百分点。2023年公司光伏二极管、SiC产品、IGBT产品销售同比大幅增长，但因行业竞争进一步加剧，三类产品毛利率低于公司平均毛利率，导致整体毛利率下滑。由于海外市场仍处于去库存阶段，2023年外销收入同比减少27.11%降至12.15亿元。
- ◆ 公司布局全系列SiC产品，结合高温离子注入、薄片技术，已成功推出 SiC 系列二极管产品，SiC MOSFET 产品型号覆盖650V/1200V/1700V 13mΩ-1000mΩ。公司预计2024年底前完成月产5000片6英寸SiC芯片产线的建设，2025年完成全国产主驱碳化硅模块的批量上车。

公司历年财务数据（亿元，%）



资料来源：公司公告、Wind、华金证券研究所

公司产品矩阵



材料板块

单晶硅棒、硅片、外延片

晶圆板块

5寸、6寸、8寸等各类电力电子器件芯片

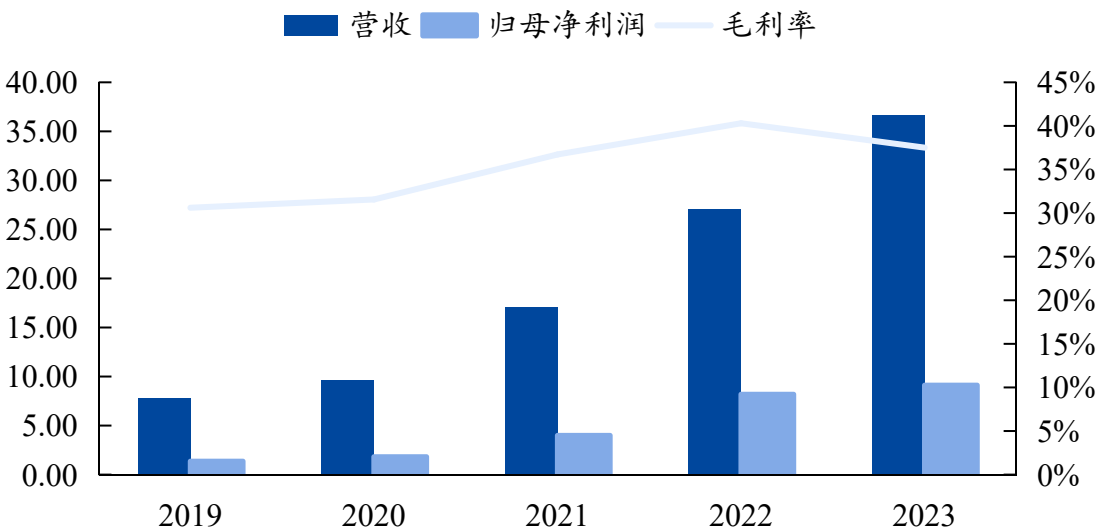
封装器件板块

MOSFET、IGBT、SiC系列产品、整流器件、保护器件、小信号及其他产品系列等

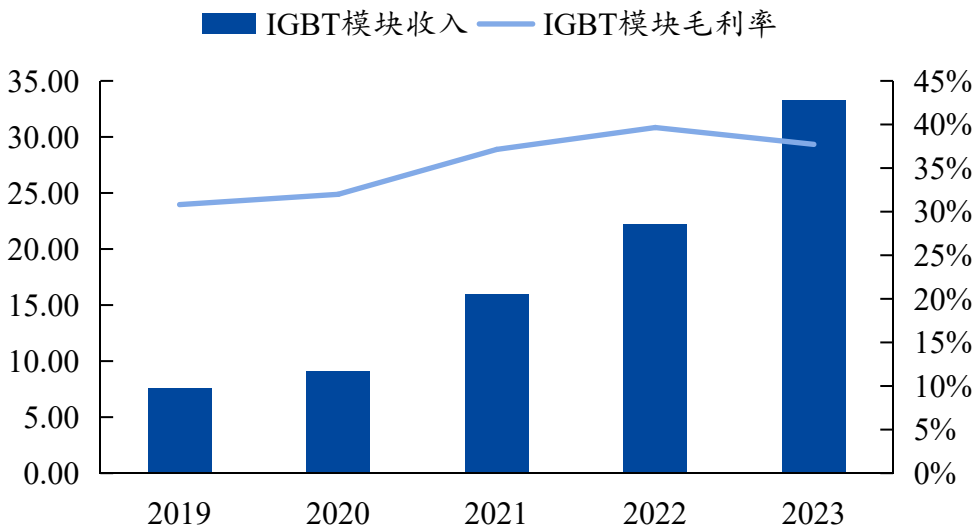
斯达半导（603290.SH）：车规IGBT龙头，SiC MOS再起航

- ◆ 斯达半导专注于IGBT和SiC功率半导体芯片和模块的设计研发、生产及销售，是全球第五大IGBT模块供应商。2023年公司营收36.63亿元，同比增长35.39%；归母净利润9.11亿元，同比增长11.36%；毛利率37.51%，同比下降2.80个百分点。
- ◆ IGBT：公司产品以IGBT模块为主，2023年IGBT模块收入为33.31亿元，占主营业务收入的91.55%。公司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。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200万套新能源车主电机控制器。
- ◆ SiC：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，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。
- ◆ 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。

公司历年财务数据（亿元，%）



公司IGBT模块历年财务数据（亿元，%）



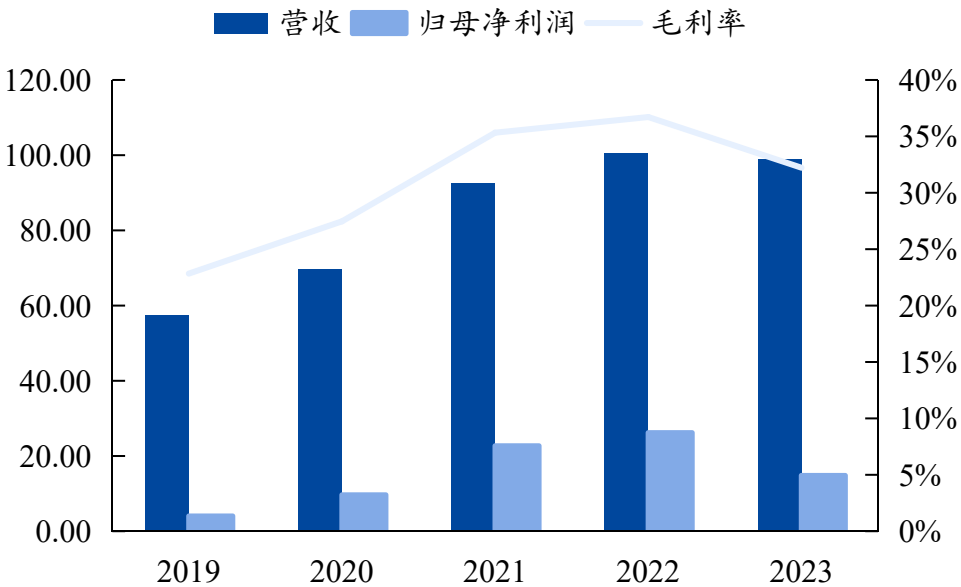
华润微（688396.SH）：国产MOS龙头，积极卡位SiC/GaN

- ◆ 华润微拥有芯片设计、掩模制造、晶圆制造、封装测试等全产业链一体化经营能力，是中国本土最大的功率半导体企业之一。公司主营业务可分为产品与方案、制造与服务两大业务板块，产品聚焦于功率半导体、数模混合、智能传感器与智能控制等领域。
- ◆ 2023年公司实现营收99.01亿元，同比减少1.59%；归母净利润14.79亿元，同比减少43.48%；毛利率32.22%，同比减少4.49个百分点。业绩承压主要系市场景气度较低，同时公司加大研发投入力度，两条12寸线、封测基地等新业务逐步开展导致期间费用有所增长。
- ◆ 2023年SiC和GaN功率器件收入同比增长135%；2024年公司宽禁带半导体销售力争实现2倍增长。SiC JBS G2平台已完成650/1200V系列共计40余颗产品开发，在多家光伏/充电桩等领域头部客户实现规模交付，同时功率密度水平达到国际领先的 SiC JBS G3 650V平台完成开发，产品得到客户认可并进入系列化。SiC MOS在新能源汽车OBC、光伏储能、工业电源等领域实现多个客户批量出货，在SiC产品销售中的比例逐步提升至60%以上。其中G1平台全系列量产，G2平台全系列出样试产并通过多家客户测试，进入批量试产阶段，车规级SiC MOS和SiC模块的研发工作进展顺利，多款产品进入市场验证。目前公司SiC产线产能升级已完成，将充分满足中长期客户需求。

公司业务矩阵



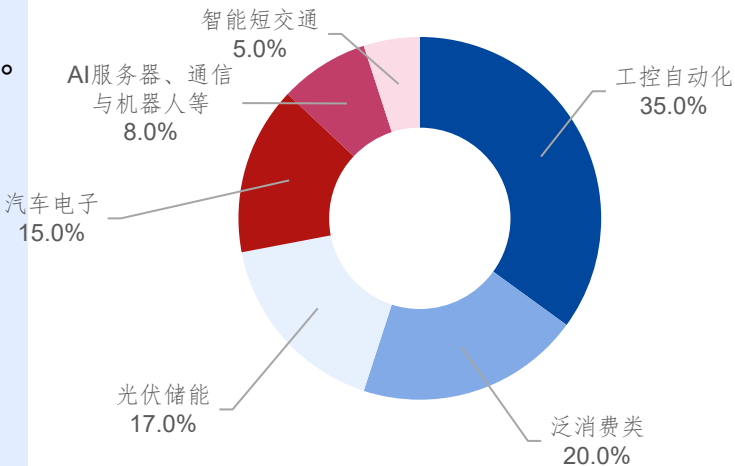
公司历年财务数据（亿元，%）



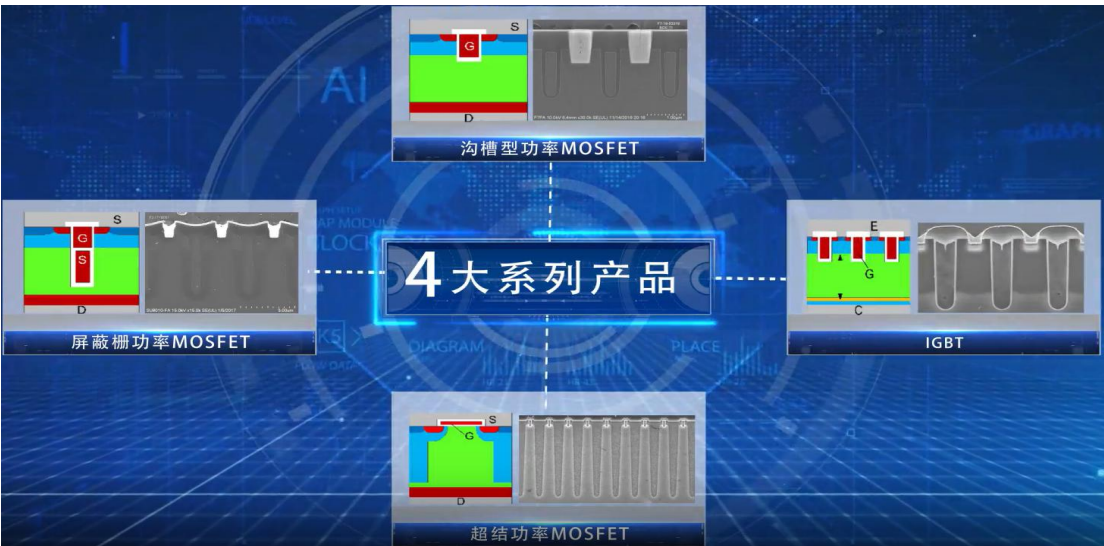
新洁能（605111.SH）：AI等新兴领域占比提升

- ◆ 新洁能主营业务为MOSFET、IGBT等半导体芯片、功率器件和功率模块的研发设计及销售。公司搭建了IGBT、SGT-MOSFET、SJ-MOSFET、Trench-MOSFET四大系列产品，目前产品型号超3000款（2023年新增600余款），电压覆盖12V~1700V。
- ◆ 受需求减弱、国内晶圆厂更多产能释放以及功率半导体行业竞争加剧等因素影响，2023年公司业绩有所承压。2023年公司实现营收14.77亿元，同比减少18.46%；归母净利润3.23亿元，同比减少25.75%；毛利率30.75%，同比减少6.18个百分点。
- ◆ 2023年公司已开发完成1200V 23mohm~75mohm和750V 26 mohm SiC MOSFET系列产品，新增产品12款，相关产品处于小规模销售阶段。同时，公司已开发第三代半导体产品的芯片代工厂，目前SiC MOSFET产品和GaN HEMT产品均已实现工程产出。

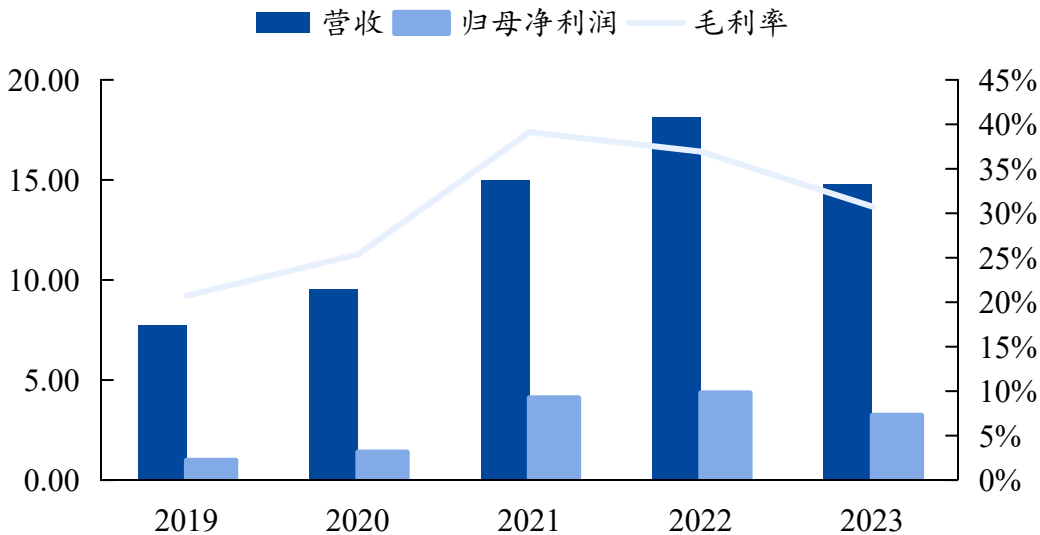
2023年公司产品下游应用结构（%）



公司业务矩阵



公司历年财务数据（亿元，%）



资料来源：公司公告，公司官网，WIND，华金证券研究所

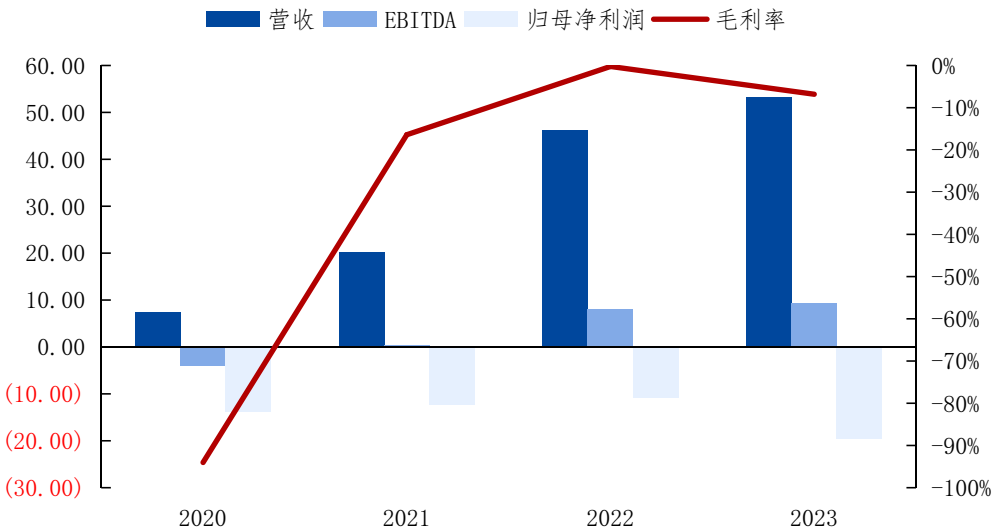
芯联集成（688469.SH）：8寸SiC MOS进展顺利，功率系统解决方案领先企业

- ◆ 芯联集成主要从事MEMS、IGBT、MOSFET、模拟IC、MCU的研发、生产、销售，是国内具备车规级IGBT/SiC芯片及模组和数模混合高压模拟芯片大规模生产制造能力的头部企业，拥有种类完整、技术先进的车规级高质量功率器件和功率IC研发及量产平台。
- ◆ 2023年公司实现营收53.24亿元，同比增长15.59%。由于公司研发投入、固定资产折旧金额较高，同时SiC产线、12英寸硅基晶圆产线、模组产线尚处于产能爬坡期，产品结构仍在持续优化进程中，规模效应未完全显现，2023年公司仍处于亏损状态。剔除折旧及摊销等因素影响，公司2023年EBITDA为9.25亿元，同比增长14.29%。
- ◆ 公司从2021年起投入SiC MOSFET芯片、模组封装技术的研发和产能建设，仅用两年时间完成了3轮技术迭代，完成了应用于主驱的平面SiC MOSFET技术的突破。目前，公司最新一代的SiC MOSFET产品性能已达世界领先水平，用于车载主驱逆变器的SiC MOSFET器件和模块于2023年实现量产，公司表示2024年SiC产品预计实现10亿元以上收入。截至2023年12月，公司6英寸SiC MOSFET产线已实现月产出5000片以上，预计2024年产能提升至1万片/月；8英寸SiC MOSFET产线预计24Q2通线，24Q4送样，2025年量产。

公司业务矩阵



公司历年财务数据（亿元，%）

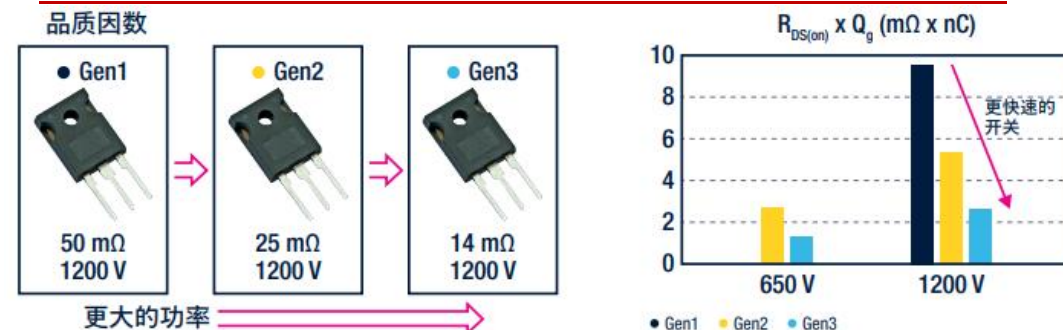


资料来源：公司公告、Wind、华金证券研究所

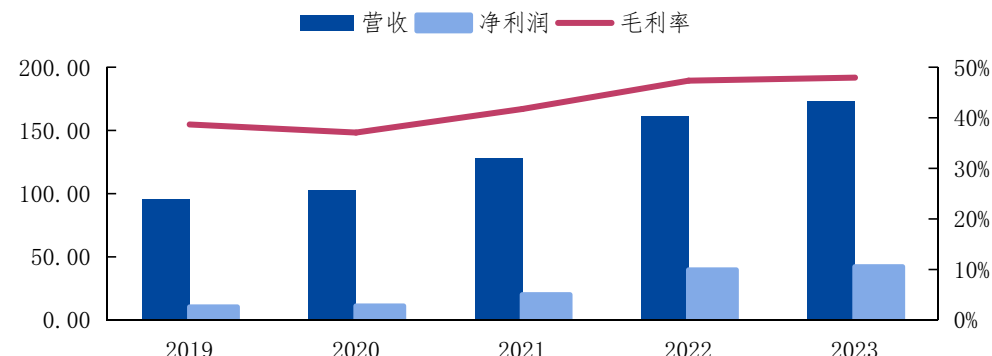
附录：意法半导体、英飞凌

- ◆ **意法半导体**：公司现有六大产品板块，分别为①专用汽车芯片；②分立器件&功率晶体管；③模拟器件、工业芯片和功率变换芯片；④通用MCU和MPU安全解决方案；⑤MEMS和光学传感解决方案；⑥ASIC专用芯片。根据Omdia数据，公司是全球第一大SiC分立器件供应商、全球第二大SiC模块供应商。公司第3代SiC MOSFET具有低RDS(ON)、低电容和高开关频率等优点，电压范围涵盖650V~1200V，同时采用先进封装，可满足汽车和工业的高标准。
- ◆ **英飞凌**：Omdia数据显示，公司是全球第一大功率器件供应商、全球第一大SiC模块供应商。与前代技术相比，公司最新一代碳化硅技术CoolSiC™ MOSFET G2在确保质量和可靠性的前提下，将MOSFET的主要性能指标（如能量和电荷储量）提高了20%，整体能效明显提升。

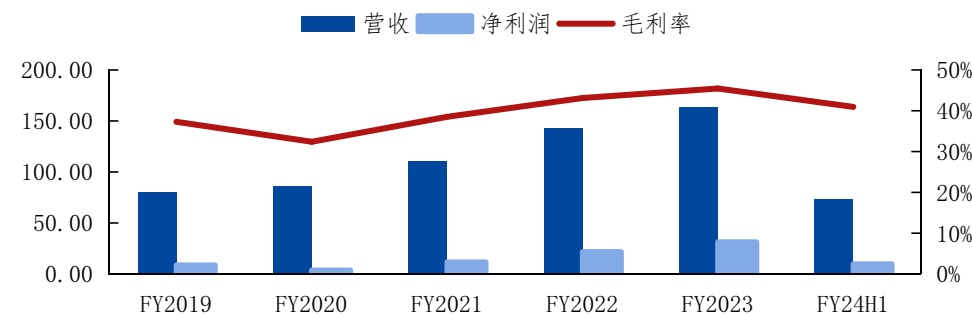
意法半导体第3代SiC MOSFET性能实现提升



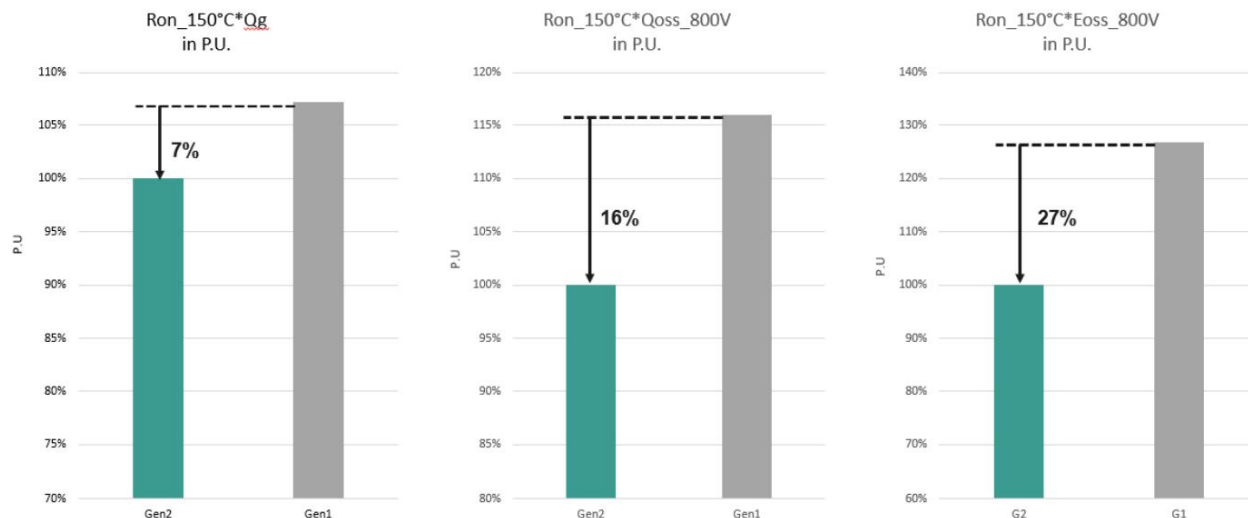
意法半导体历年财务数据（亿美元，%）



英飞凌历年财务数据（亿欧元，%）



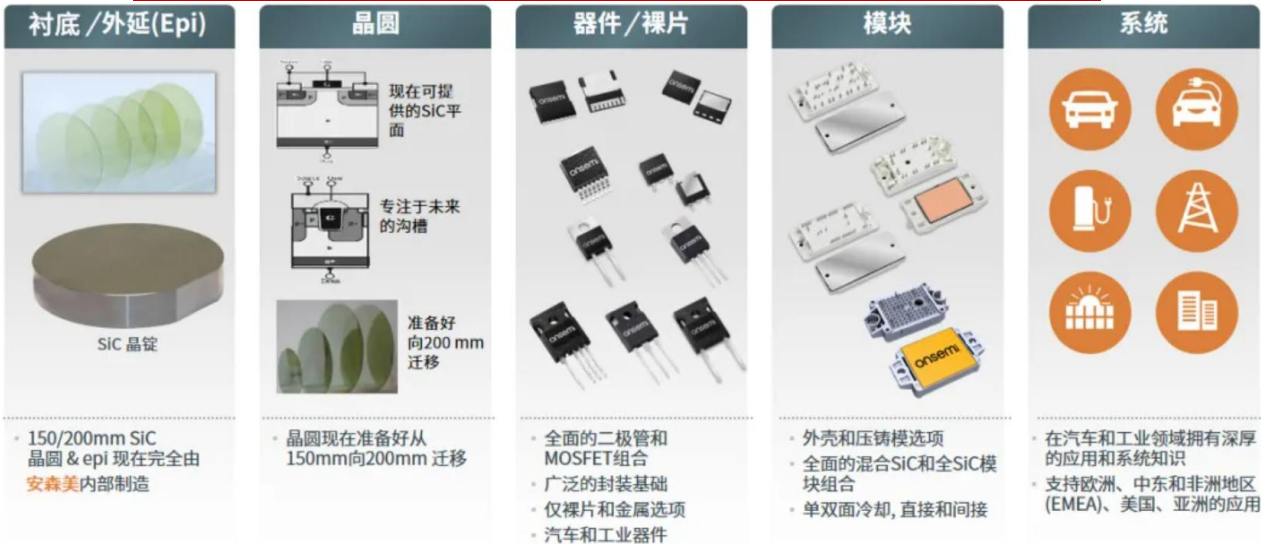
英飞凌两代SiC技术对比



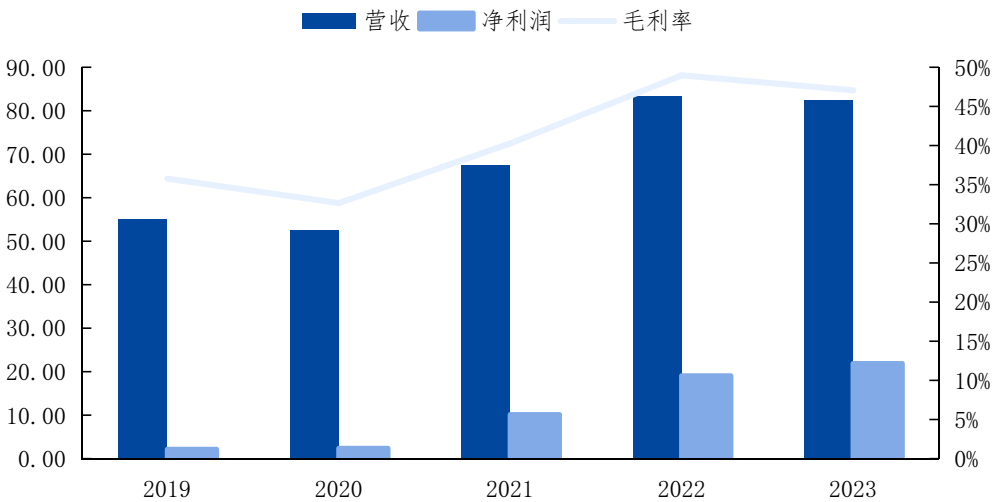
附录安森美、Wolfspeed

- ◆ **安森美：**安森美专注于汽车和工业市场，现有电源方案部、模拟与混合信号部和智能感知部三大业务单位。安森美在收购上游SiC供应企业GTAT后，实现了产业链的垂直整合，是全球少数几家能提供从衬底到模块的端到端SiC方案供应商，产品在性能、产能、成本等方面具有明显优势。安森美已与新势力（如极氪，理想）和传统车企（如奔驰、宝马和大众等）达成深度合作。
- ◆ **Wolfspeed：**Wolfspeed是全球第一大SiC材料生产商，制造了全球超60%的SiC材料。公司正在开展投资65亿美元的产能扩充计划，侧重于8英寸SiC晶圆。2024年3月，全球最大SiC制造工厂——John Palmour 碳化硅制造中心成功封顶，一期建设预计将于2024年底竣工；该工厂有望将公司SiC制造产能提升10倍。

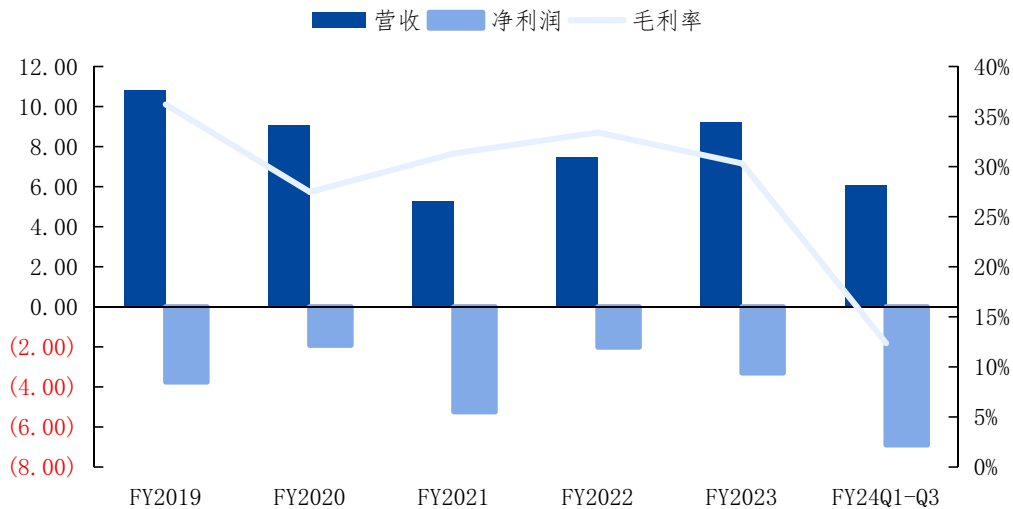
安森美可提供从衬底到模块的端到端SiC方案



安森美历年财务数据（亿美元，%）



Wolfspeed历年财务数据（亿美元，%）



- 01 国产二极管/IGBT模组全球市占提升，AI服务器贡献MOS新应用
- 02 车规主驱SiC MOSFET国产放量元年，“器件”环节“性能/产能/可靠性”为重要指标
- 03 需求缓慢复苏，依托本土终端需求市占率或进一步提升
- 04 相关标的&投资建议
- 05 风险提示

- ◆ **下游需求低于预期：**在供应链中，最终用户或消费者对产品或服务的需求低于生产者或供应商的预期。当下游需求低于预期时，可能会导致库存积压、价格下跌、利润减少，甚至可能迫使企业调整生产计划或寻求新的市场策略。
- ◆ **产品同质化严重竞争激烈盈利能力低于预期：**市场上的产品在功能、设计、品质等方面越来越相似，消费者难以区分不同品牌的产品。由于产品同质化，企业为了吸引消费者，可能会采取价格战等手段，导致市场竞争加剧。在这种情况下，企业的利润空间可能会受到压缩。
- ◆ **技术迭代低于预期等：**集成电路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产品，将面临新技术、新工艺、新产品无法如期产业化风险。

华金电子-走进“芯”时代系列深度报告

- 1、芯时代之一_半导体重磅深度《新兴技术共振进口替代，迎来全产业链投资机会》
- 2、芯时代之二_深度纪要《国产芯投资机会暨权威专家电话会》
- 3、芯时代之三_深度纪要《半导体分析和投资策略电话会》
- 4、芯时代之四_市场首篇模拟IC深度《下游应用增量不断，模拟 IC加速发展》
- 5、芯时代之五_存储器深度《存储产业链战略升级，开启国产替代“芯”篇章》
- 6、芯时代之六_功率半导体深度《功率半导体处黄金赛道，迎进口替代良机》
- 7、芯时代之七_半导体材料深度《铸行业发展基石，迎进口替代契机》
- 8、芯时代之八_深度纪要《功率半导体重磅专家交流电话会》
- 9、芯时代之九_半导体设备深度《进口替代促景气度提升，设备长期发展明朗》
- 10、芯时代之十_3D/新器件《先进封装和新器件，续写集成电路新篇章》
- 11、芯时代之十一_IC载板和SLP《IC载板及SLP，集成提升的板级贡献》
- 12、芯时代之十二_智能处理器《人工智能助力，国产芯有望“换”道超车》
- 13、芯时代之十三_封测《先进封装大势所趋，国家战略助推成长》
- 14、芯时代之十四_大硅片《供需缺口持续，国产化蓄势待发》
- 15、芯时代之十五_化合物《下一代半导体材料，5G助力市场成长》
- 16、芯时代之十六_制造《国产替代加速，拉动全产业链发展》
- 17、芯时代之十七_北方华创《双结构化持建机遇，由大做强倍显张力》
- 18、芯时代之十八_斯达半导《铸IGBT功率基石，创多领域市场契机》
- 19、芯时代之十九_功率半导体深度②《产业链逐步成熟，功率器件迎黄金发展期》
- 20、芯时代之二十_汇顶科技《光电传感创新领跑，多维布局引领未来》
- 21、芯时代之二十一_华润微《功率半导专芯致志，特色工艺术业专攻》
- 22、芯时代之二十二_大硅片*重磅深度《半导体第一蓝海，硅片融合工艺创新》
- 23、芯时代之二十三_卓胜微《5G赛道射频芯片龙头，国产替代正当时》
- 24、芯时代之二十四_沪硅产业《硅片“芯”材蓄势待发，商用量产空间广阔》
- 25、芯时代之二十五_韦尔股份《光电传感稳创领先，系统方案展创宏图》
- 26、芯时代之二十六_中环股份《半导硅片厚积薄发，特有赛道独树一帜》
- 27、芯时代之二十七_射频芯片《射频芯片千亿空间，国产替代曙光乍现》
- 28、芯时代之二十八_中芯国际《代工龙头创领升级，产业联动芯火燎原》
- 29、芯时代之二十九_寒武纪《AI芯片国内龙头，高研发投入前景可期》
- 30、芯时代之三十_芯朋微《国产电源IC十年磨一剑，铸就国内升级替代》
- 31、芯时代之三十一_射频PA《射频PA革新不止，万物互联广袤无限》
- 32、芯时代之三十二_中微公司《国内半导刻蚀巨头，迈内生&外延平台化》
- 33、芯时代之三十三_芯原股份《国内IP龙头厂商，推动SiPaaS模式发展》
- 34、芯时代之三十四_模拟IC深度PPT《模拟IC黄金赛道，本土配套渐入佳境》
- 35、芯时代之三十五_芯海科技《高精度测量ADC+MCU+AI,切入蓝海赛道超芯星》
- 36、芯时代之三十六_功率&化合物深度《扩容&替代提速，化合物布局长远》
- 37、芯时代之三十七_恒玄科技《专注智能音频SoC芯片，迎行业风口快速发展》
- 38、芯时代之三十八_和而泰《从高端到更高端，芯平台创新格局》
- 39、芯时代之三十九_家电芯深度PPT《家电芯配套渐完善,增量机遇筑蓝海》
- 40、芯时代之四十_前道设备PPT深度《2021年国产前道设备，再迎新黄金时代》
- 41、芯时代之四十一_力芯微《专注电源管理芯片，内生外延拓展产品线》
- 42、芯时代之四十二_复旦微电《国产FPGA领先企业，高技术壁垒铸就护城河》
- 43、芯时代之四十三_显示驱动深度PPT《显示驱动芯—面板国产化最后1公里》
- 44、芯时代之四十四_艾为电子《数模混合设计专家，持续迭代拓展产品线》
- 45、芯时代之四十五_紫光国微《特种与安全两翼齐飞，公司步入快速发展阶段》
- 46、芯时代之四十六_新能源芯*PPT深度《乘碳中和之风，基础元件腾飞》
- 47、芯时代之四十七_AIoT *PPT深度《AIoT大时代，SoC厂商加速发展》
- 48、芯时代之四十八_铂科新材《双碳助力发展，GPU新应用构建二次成长曲线》
- 49、芯时代之四十九_AI芯片《AI领强算力时代，GPU启新场景落地》
- 50、芯时代之五十_江海股份《乘“碳中和”之风，老牌企业三大电容全面发力》
- 51、芯时代之五十一_智能电动车1000页PPT（多行业协同）《智能电动车★投研大全》
- 52、芯时代之五十二_瑞芯微PPT深度《迈入全球准一线梯队，新硬件十年前景可期》

53、芯时代之五十三_峰昭科技《专注BLDC电机驱动控制芯片，三大核心技术引领成长》

54、芯时代之五十四_纳芯微《专注高端模拟IC，致力国内领先车规级半导体供应商》

55、芯时代之五十五_晶晨股份《核心技术为躯，全球开拓为翼》

56、芯时代之五十六_国微&复微《紫光国微与复旦微的全面对比分析》

57、芯时代之五十七_国产算力SoC《算力大时代，处理器SoC厂商综合对比》

58、芯时代之五十八_高能模拟芯《高性能模拟替代渐入深水区，工业汽车重点突破》

59、芯时代之五十九_南芯科技《电荷泵翹楚拓矩阵蓝图，通用产品力屡复制成功》

60、芯时代之六十_AI算力GPU《AI产业化再加速，智能大时代已开启》

61、芯时代之六十一_瑞芯微②深度《人工智能再加速，AIoT SoC龙头多点开花》

62、芯时代之六十二_华峰测控《技术/产品为基石，SoC/模数/功率测试机助拓全球市场》

63、芯时代之六十三_裕太微《以太网PHY芯片稀缺标的，国产化渗透初期前景广阔》

64、芯时代之六十四_华虹公司《立足成熟制程，“特色IC+功率器件”代工龙头底部加码12寸》

65、芯时代之六十五_汇顶科技《指纹&触控保持市场领先，新品营收逐步起量》

66、芯时代之六十六_中科蓝讯《产品结构升级&品牌客户突破，八大产品线拓未来》

67、芯时代之六十七_2.5D/3D封装PPT《技术发展引领产业变革，向高密度封装时代迈进》

68、芯时代之六十八_显示驱动芯片PPT《显示驱动芯片——面板国产化最后一公里》

69、芯时代之六十九_菱电电控《双转战略促量价齐升逻辑凸显，T-BOX塑造第二增长极》

70、芯时代之七十_华海清科《国产CMP设备龙头，持续走向高端化、平台化》

71、芯时代之七十一_东芯股份《利基型存储国内领先，强周期属性2024年迎拐点》

72、芯时代之七十二_通富微电《VISionS技术护城河&AMD深度合作，在AI浪潮中更上层楼》

73、芯时代之七十三_长电科技《XDFOI™平台为支撑，吹响算力/存力/汽车三重奏》

74、芯时代之七十四_算力芯片PPT《以“芯”助先进算法，以“算”驱万物智能》

75、芯时代之七十五_半导4核心材料PPT《万丈高楼材料起，夯实中国“芯”地基》

76、芯时代之七十六_HBM之设备材料PPT《HBM迭代，3D混合键合成设备材料发力点》

77、芯时代之七十七_XR深度PPT《身处人文与科技十字路口，开启空间计算时代》

78、芯时代之七十八_韦尔股份②《CIS技术全球领先，穿越周期再启航》

79、芯时代之七十九_华勤技术《ODM龙头强者更强，高性能计算成长动能充沛》

80、芯时代之八十_功率半导《“功率半导”铸全球竞争护城河，产品格局看“底部”机遇》

行业评级体系

收益评级：

领先大市 — 未来6个月的投资收益率领先沪深300指数10%以上；

同步大市 — 未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-10%至10%；

落后大市 — 未来6个月的投资收益率落后沪深300指数10%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.huajinsc.cn