

中国平安 PINGAN

专业·价值

专业 让生活更简单

证券研究报告

# 半导体行业系列专题（二）之碳化硅： 衬底产能持续扩充，关注渗透加速下的 国产化机会

电子行业 强于大市

平安证券研究所 TMT团队

分析师：付强 S1060520070001（证券投资咨询） 徐勇 S1060519090004（证券投资咨询）

邮箱：FUQIANG021@pingan.com.cn

XUYONG318@pingan.com.cn

2024年1月10日

请务必阅读正文后免责条款

平安证券

# 投资逻辑图

## 碳化硅

材料性能突出，  
器件优势明显

当前硅基半导体逼近物理极限

综合性能突出，  
替代趋势清晰

材料

相较Si

禁带宽度 **X3倍**

击穿电压 **X10倍**

热导率 **X5倍**

电子饱和漂移速率 **X3倍**

器件

相较Si器件

总能量损耗低**80%**

器件尺寸缩小**90%**

开关频率和工作温度均大幅提升

自主可控需求强烈

第三代半导体为关键技术，利好政策持续推出助力产业发展

当前国内外技术代差约为**5-8年**，具备实现国产替代机遇

市场天花板高

2026年全球SiC器件市场规模将达**71亿美元**

降本提效增益明显，  
下游持续景气带动需求提升

降本提效优势明显，  
下游需求不断提升

新能源车

电力损耗减少**6-10%**；综合成本下降**6%**

2023年SiC上车速度明显加快，  
800V高压SiC平台车型不断推出

2027年车用SiC功率器件市场规模达**50亿美元**

光伏

转换效率提升至**99%**；能耗降低**50%**；  
设备循环寿命提升**50倍**

2027年光伏SiC功率器件市场规模达**4亿美元**

下游持续景气，  
存在供应缺口

SiC晶体生长慢且加工难，原材料到晶圆转换率仅**50%**

海外厂商以IDM为主，产能存在内供消化情况

SICC

株洲中车时代电气股份有限公司  
ZHUZHOU CRRC TIMES ELECTRIC CO., LTD.

starpower

新功率  
CEPOWER

晶盛  
JINGSHENG

CGEE

三安光电  
San An Optoelectronics

# 投资要点

- **材料性能突出，器件优势明显。**当前Si半导体已逼近物理极限，以SiC为代表的第三代半导体成为后摩尔时代半导体行业发展的重点方向之一，SiC材料拥有高击穿电场、高导热率以及高饱和电子漂移速度等特性，制备的器件相较于Si产品能够降低80%损耗的同时将器件尺寸缩小90%，在新能源汽车、光伏以及轨道交通等领域具备广阔的替代空间。
- **SiC为半导体重要新材料，产业链自主可控需求强烈。**当前海外对华科技限制持续加码，产业链自主可控刻不容缓，SiC作为半导体领域的重要新材料，国内外SiC技术代差约为5-8年，相较硅基半导体，具备实现国产替代机遇，国家重视程度将不断上升，有望持续推出利好政策助力国内SiC行业发展，国内SiC产业链有望迎来快速发展良机。
- **SiC晶体生长慢且加工难，提升良率和产能是控制成本的关键。**SiC器件成本是Si器件的3倍左右，是制约SiC行业快速发展的核心因素之一，造成该问题的主要原因在于SiC长晶速度缓慢且加工难度大，从原材料到晶圆转换率仅为50%。未来在技术进步和规模经济共同作用下，产线将向8英寸转移，衬底尺寸扩径将助力产业链降本，预计衬底价格将以每年8%的速度下降，有望进一步加速SiC发展渗透。
- **降本提效增益明显，下游持续景气带动需求提升。**SiC器件能够为新能源汽车以及光伏等关键下游带来明显的效率提升以及综合成本优化，随着SiC渗透加速，Yole预计2026年全球SiC器件市场规模将达71亿美元，其中，新能源汽车作为SiC器件增长的主要驱动力，近些年整体销量呈现快速增长态势，将不断带动SiC器件需求，预计2027年全球车用SiC功率器件市场规模将达50亿美元。
- **投资建议：**在SiC头部厂商持续扩产背景下，SiC衬底、器件供应能力不断加强，规模效应带动价格持续下探，SiC渗透率持续提升，尤其是在新能源汽车领域，SiC上车速度明显加快，预计2024年市场将会推出更多搭载SiC器件的车型，将进一步带动SiC需求增长，叠加当前国产替代主旋律持续深化，国家对重点领域关键材料重视程度持续提升，国产SiC厂商有望迎来发展良机，建议关注技术底蕴扎实且产能扩充顺利的SiC产业链公司天岳先进、时代电气、斯达半导、新洁能、晶盛机电、晶升股份、三安光电。
- **风险提示：**1) 碳化硅上车进度不及预期风险；2) 产业链各环节国产替代进度不及预期风险；3) 衬底价格下降不及预期风险；4) 宏观经济下行风险。



# CONTENT 目录

- ① 一、降本提效增益明显，下游景气带动需求提升
- ② 二、晶体生长慢且加工难，提高良率和产能是关键
- ③ 三、行业重点公司
- ④ 四、投资建议和风险提示

# 1.1 硅基半导体逼近物理极限，第三代半导体性能优势突出

- 第三代半导体是指化合物半导体，包括碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）、氧化锌（ZnO）、氧化铝（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）以及金刚石等宽禁带半导体材料（导带与禁带间能隙差Eg>2.3eV）。
- **第三代半导体综合性能优势突出。**当前硅基半导体在架构、可靠性、综合性能的提升方面都已经逼近物理极限，摩尔定律演进逐步放缓，相较第一代半导体，以碳化硅和氮化镓为代表的第三代半导体从材料端至器件端的性能优势突出，具备高频、高效、高功率、耐高压、耐高温等特点，是未来半导体产业发展的重要方向。

## ◆ 化合物半导体与元素半导体比较

	元素半导体	化合物半导体	
	第一代半导体	第二代半导体	第三代半导体
主要材料	硅、锗	砷化镓、锑化铟	碳化硅、氮化镓
技术标志	大尺寸晶圆、小芯片制程	提升通信速度、存储密度	高击穿电场、高功率、高频
主要产品	大规模集成电路	光通信、光显示、光存储	高频高功率电子器件

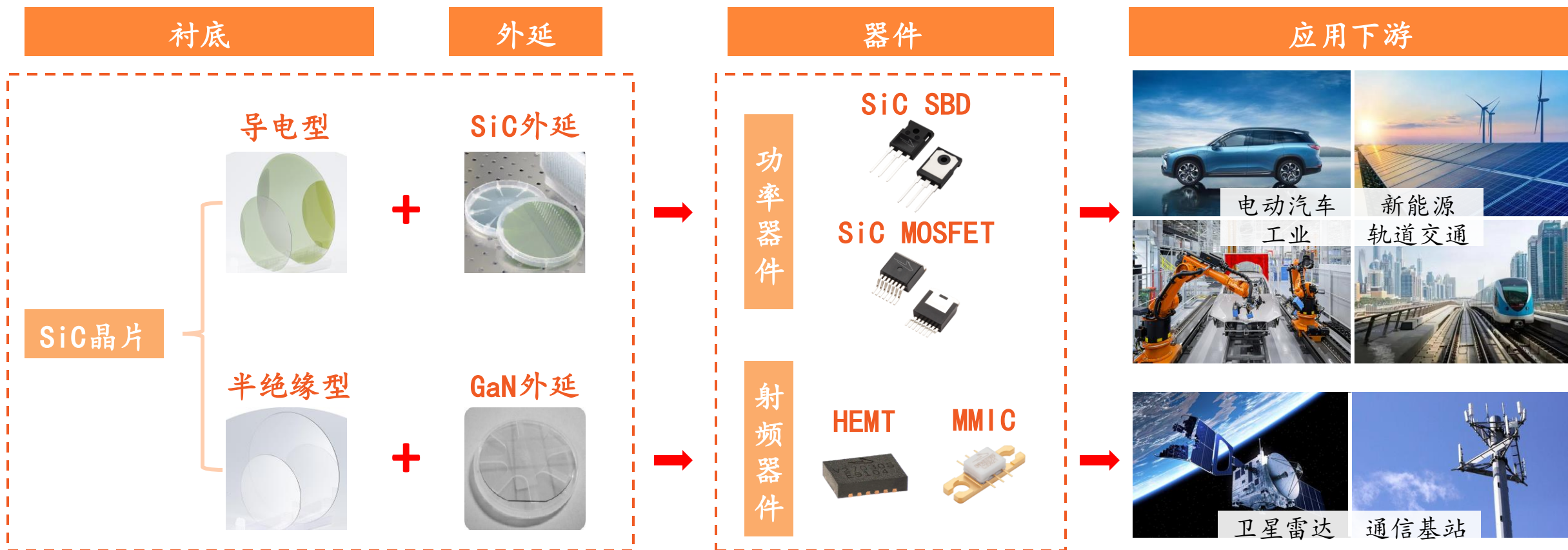
## ◆ 碳化硅（SiC）各项性能指标优势明显

	第一代半导体	第二代半导体	第三代半导体	
半导体材料	Si	GaAs	GaN	4H-SiC
禁带宽度 (eV)	1.12	1.43	3.37	3.26
击穿场强 (MV/cm)	0.3	0.06	5	3
电子迁移率 (cm <sup>2</sup> /Vs)	1350	8500	1250	800
空穴迁移率 (cm <sup>2</sup> /Vs)	480	400	<200	115
热导率 (W/cm*K)	1.3	0.55	2	4.9

资料来源：亿渡数据，平安证券研究所

## 1.2 碳化硅分类及应用下游

- 当前第三代半导体主要以碳化硅作为衬底材料，根据电阻率又可分为导电型和半绝缘型。其中，通过在导电型衬底上生长同质碳化硅外延可制成功率器件，主要应用于新能源汽车、光伏发电等领域，在半绝缘型衬底生长异质氮化镓外延可制成射频器件，主要应用于通信、雷达等领域。



资料来源：Wolfspeed官网，天科合达官网，广东天域官网，中电化合物官网，平安证券研究所

## 1.3 利好政策持续发布，助力碳化硅产业国产化

- **碳化硅为半导体重要新材料，国家重视程度持续加大。**作为支撑新一代信息技术、绿色节能减排的重要材料和核心电子器件，近年来政府陆续推出相关政策文件助力第三代半导体产业发展。

### ◆ 碳化硅行业相关政策与活动

日期	相关活动政策
2021.12	国家工信部发布《重点新材料首批次应用示范指导目录(2021年版)》，碳化硅同质外延片、碳化硅单晶衬底、8-12英寸硅单晶抛光片、8-12英寸硅单晶外延片属于关键战略材料领域的先进半导体材料。
2021.08	8月14日，工信部宣布将SiC (SiC) 复合材料、碳基复合材料等纳入“十四五”产业科技创新相关发展规划
2021.05	国家科技体制改革和创新体系建设领导小组第十八次会议召开，会上讨论了面向后摩尔时代的集成电路潜在颠覆性技术
2021.03	新华网刊登了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，其中“集成电路”领域，特别提出SiC、氮化镓等宽禁带半导体即第三代半导体要取得发展。
2020.07	国务院发文《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》中指出，国家鼓励集成电路企业，自获利年度起，第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照25%的法定税率或减半征收企业所得税
2019.12	国务院在《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》中明确要求加快培育布局第三代半导体产业，推动制造业高质量发展
2019.11	工信部印发《重点新材料首批次应用示范指导目录》，其中GaN单晶衬底、功率器件用GaN外延片、SiC外延片，SiC单晶衬底等第三代半导体产品进入目录
2019.06	商务部及发改委在鼓励外商投资名单中增加了支持引进SiC超细粉体外商企业
2016.07	国务院推出了《关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知》，其中首次提到要加快第三代半导体芯片技术与器件的研发

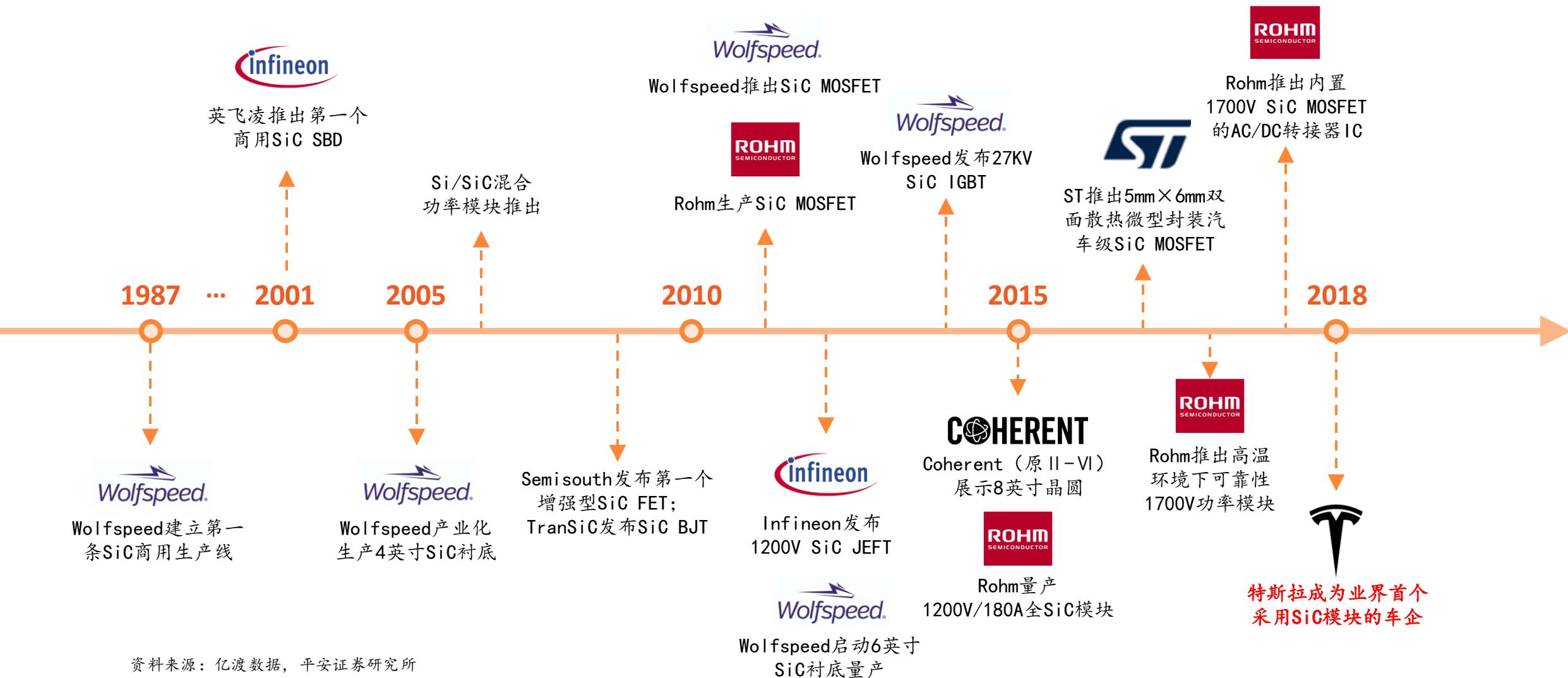
资料来源：亿渡数据，瀚天天成招股书，平安证券研究所

# 1.4 碳化硅产品商业化发展历程

萌芽期

培育期

发展期

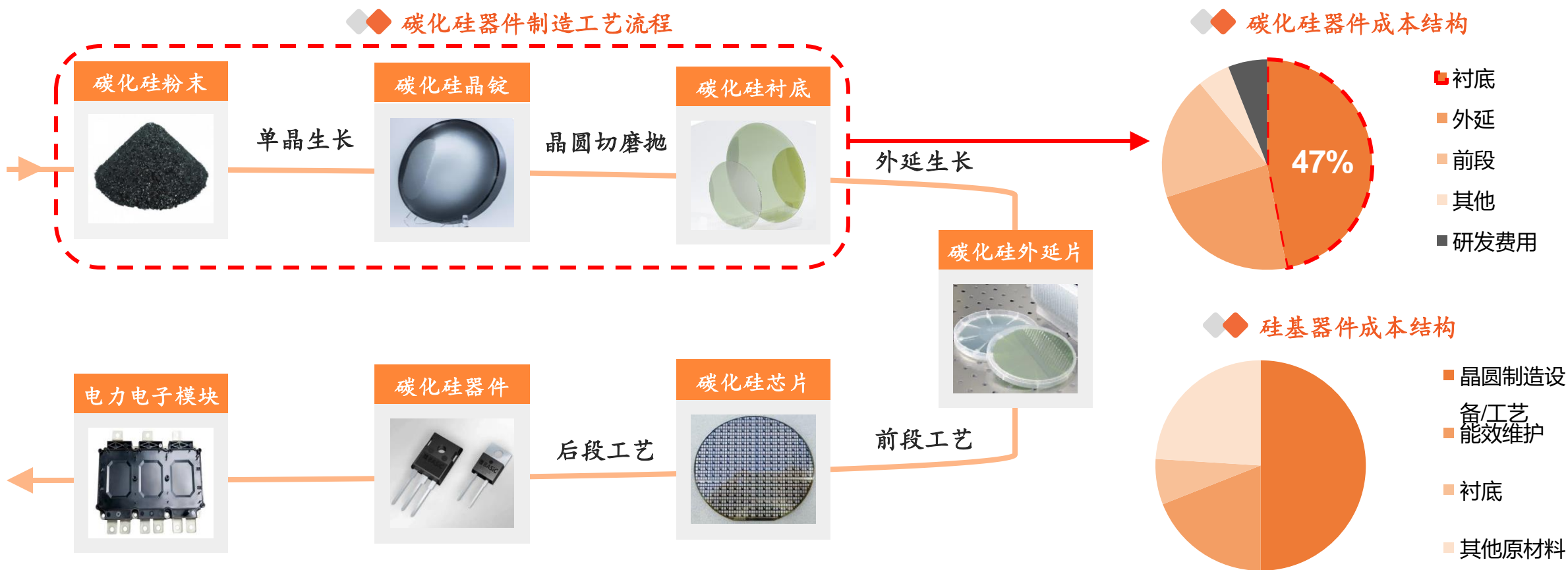


资料来源：亿渡数据，平安证券研究所



## 1.5 SiC衬底为核心价值环节，成本占比高达47%

- **碳化硅衬底技术壁垒高，为价值链条核心环节。**碳化硅器件的生产流程与硅基器件基本一致，包括衬底制备、外延生长、晶圆制造以及封装测试等环节，但碳化硅器件价值量存在倒挂，其成本主要集中在衬底和外延，根据CASA数据，两者占成本比例合计70%。其中，衬底制造技术壁垒最高，成本占比高达47%，是最核心环节。



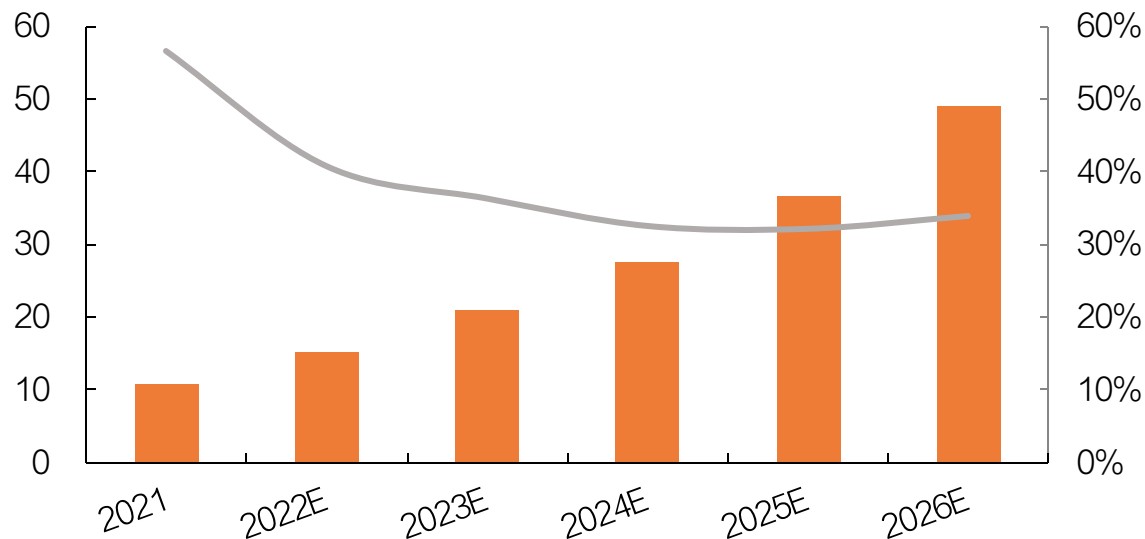
资料来源：亿渡数据，CASA，平安证券研究所

## 1.6 2026年全球SiC器件市场规模将达71亿美元

- **2026年全球SiC功率器件市场规模将达49亿美元。** 受益于SiC功率器件在新能源汽车以及光伏储能等领域带来的效率提升，碳化硅功率器件需求持续提升，Yole预计全球SiC功率器件市场规模将由2021年的11亿美元增加至2026年的49亿美元，2021-2026年年复合增长率达35%。根据TrendForce数据，以营收作为统计口径，2022年意法半导体以37%市占率排名全球第一，其次为英飞凌和Wolfspeed，市占率分别为18%和16%。
- **2026年全球半绝缘型SiC射频器件市场规模将达22亿美元。** 随着5G渗透率不断提升以及MassiveMIMO技术推广，将进一步带动GaN-on-SiC射频器件需求，Yole预计2026年全球GaN-on-SiC射频器件市场规模将增加至22亿美元，2021-2026年年复合增速达16%。

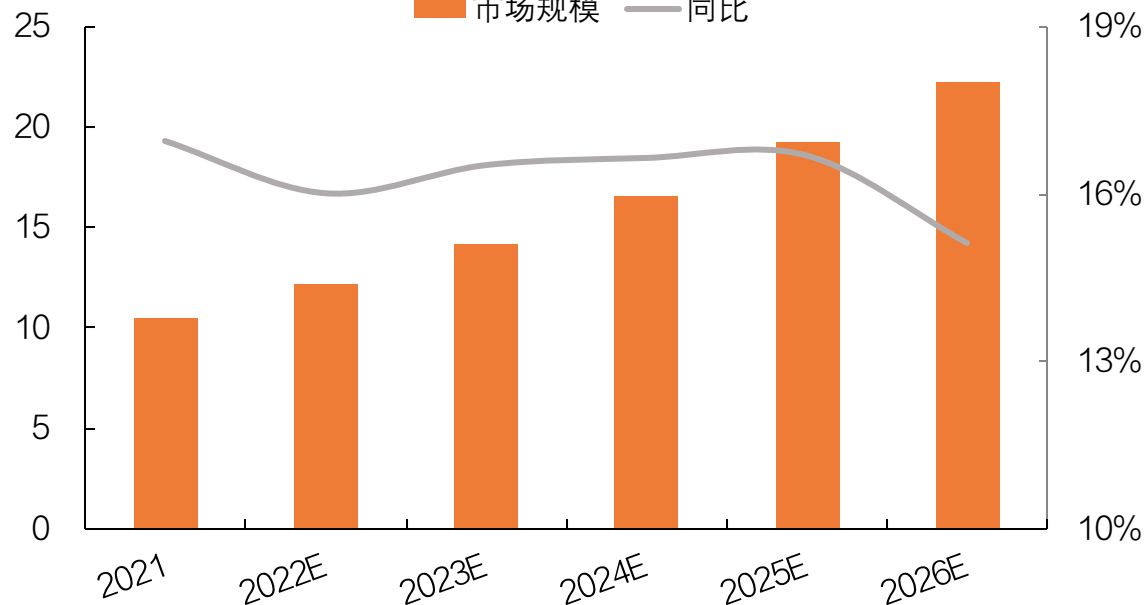
◆ 全球碳化硅功率器件市场规模（亿美元）

■ 市场规模 — 同比



◆ 全球半绝缘型碳化硅基射频器件市场规模（亿美元）

■ 市场规模 — 同比



资料来源：Yole，亿渡数据，平安证券研究所

## 1.7 SiC功率器件在高效能源转换领域具有明显优势

凭借SiC材料的耐高压、耐高频、耐高温等特性，SiC功率器件相较于Si器件具有明显优势，具体包括：

- 1) 能量损耗低：SiC具有极低的导通电阻，同规格SiC-MOS相较Si-IGBT总能量损失可降低约**80%**。
- 2) 器件尺寸小：SiC损耗低且电流密度高，同规格SiC-MOS仅为Si-MOS原尺寸的**1/10**。
- 3) 开关频率高：SiC不存在电流拖尾现象，开关损耗低，能大幅提高实际用的开关频率。
- 4) 工作温度高：SiC拥有更高的热导率，器件散热更加容易，能够降低对散热系统的需求，利于终端轻量化和小型化。

### ◆ SiC功率器件综合性能突出

	Si MOSFET	Si IGBT	SiC MOSFET
击穿电压	12V-500V	400V-12KV	>600V
电流密度	中等	高	非常高
导通电阻	中等	中等	低
高频开关特征	高	低	非常高
成本	低	中等	高
热导率	低	低	高
运行温度	125°C	125°C	175-200°C
供应商	多	多	仅少数几家老牌供应商，但新供应商数量增长迅速
可靠性标准	√	√	尚在摸索建设中
技术成熟度	高	高	中等

### ◆ 同规格SiC器件与硅基器件对比

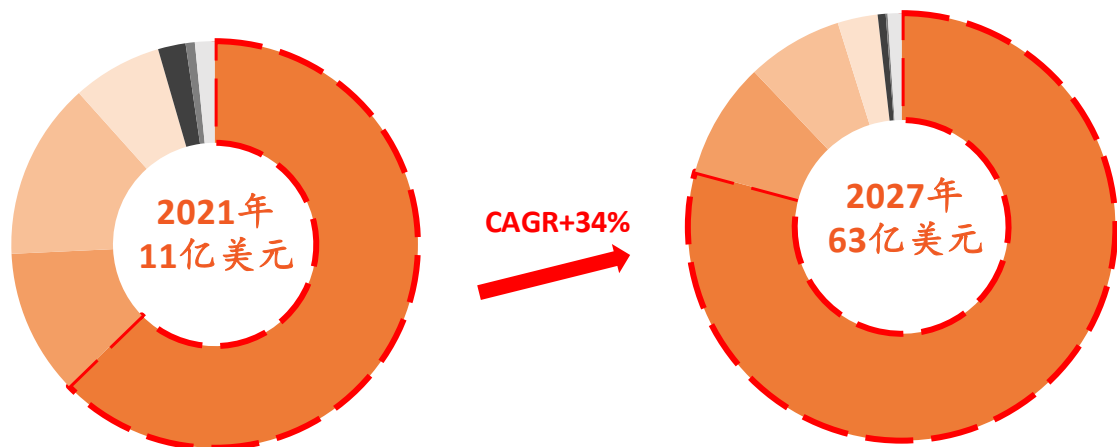


# 1.8 车用SiC功率器件主导市场，市场占比逐年提升

➤ **电动汽车为SiC功率器件核心应用下游，市场占比逐年提升。** 由于SiC功率器件在能源转换效率方面具有明显优势，因此广泛应用于电动汽车、光伏新能源、轨道交通和智慧电网等领域。其中，汽车应用为SiC功率器件最核心应用下游，且市场占比呈现逐年增加态势，Yole预计2027年车用SiC功率器件占总市场比例将由2021年的63%增加至79%，其次为工业和新能源领域，占比分别为9%和7%。

## ◆ 全球碳化硅功率器件市场规模 (亿美元)

■ 汽车 ■ 工业 ■ 新能源 ■ 交通运输 ■ 电信及基础设施 ■ 消费类 ■ 其他



## ◆ 碳化硅功率器件应用领域

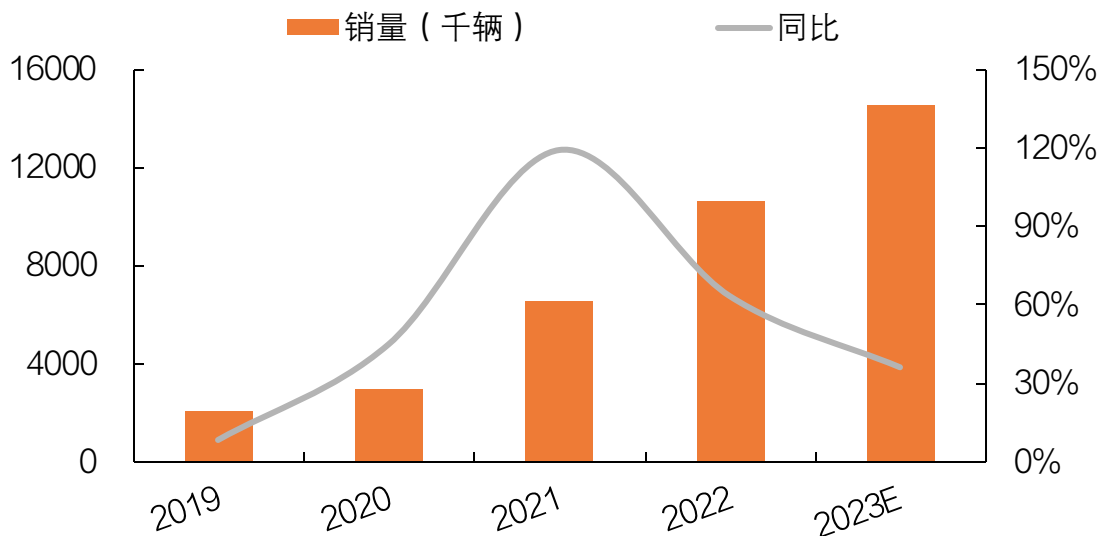


资料来源: Yole, 天科合达招股书, 平安证券研究所

## 1.9 新能源汽车：SiC加速上车，800V平台车型持续推出

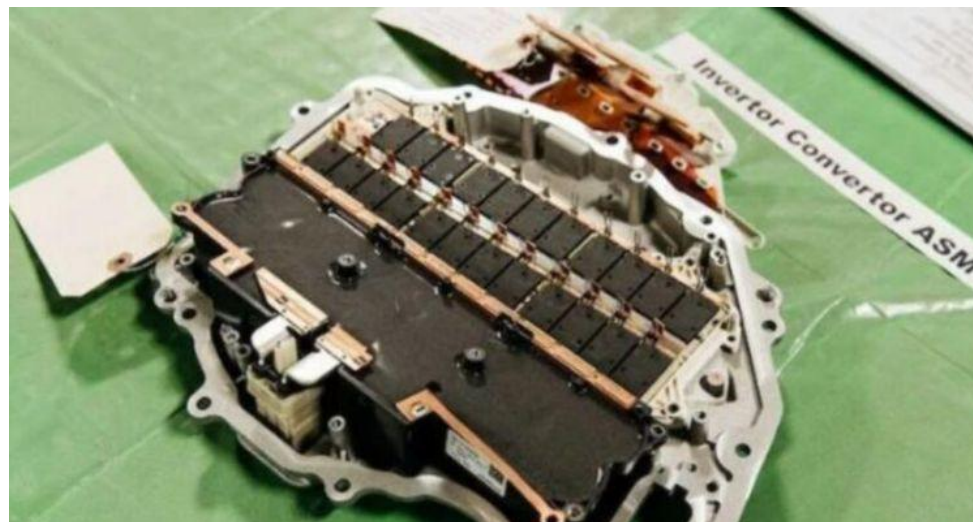
- **新能源汽车销量持续提升，中国为全球第一大市场。**根据TrendForce数据，2022年全球新能源汽车销量达1065万辆，同比+64%，其中纯电汽车销量达789万辆，同比+69%，混动汽车销量达274万辆，同比+51%，从地区来看，2022年中国地区占全球市场比例达63%，为全球第一大市场。
- **2023年搭载800V高压平台车型明显增多。**2018年，特斯拉率先在Model3上采用SiC主驱逆变器模块，成为业界首个大规模搭载SiC模块的车企，伴随SiC衬底产能提升和工艺进步，搭载SiC器件车型逐步增多，尤其是在2023年下半年，以小鹏G6、智界S7、问界M9为代表的800V高压平台车型纷纷发售，SiC上车速度明显加快。

◆ 全球新能源汽车销量



资料来源：TrendForce，电子发烧友，平安证券研究所

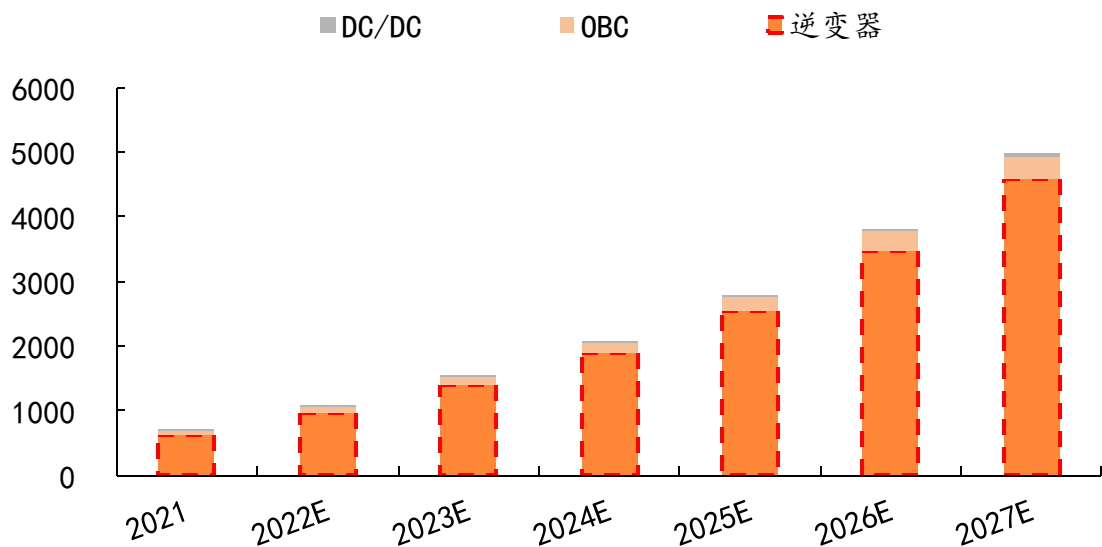
◆ Model 3主逆变器采用了24颗SiC MOSFET



## 1.10 新能源汽车：新能源汽车为SiC功率器件实现增长的核心推手

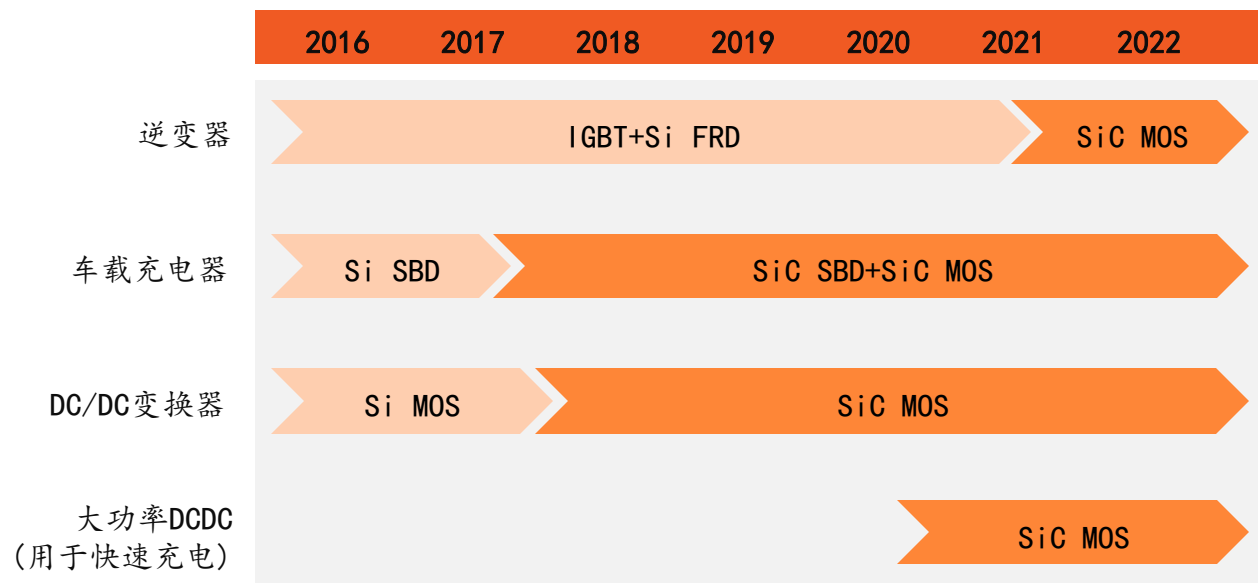
- **SiC功率器件在车用领域主要涉及逆变器、OBC以及DC/DC。**新能源车通过搭载SiC功率器件，将带来逆变器效率提升、系统尺寸小型化、综合成本降低以及行驶里程增加等好处，将取代Si器件成为未来新能源车升级功率器件的主要趋势。尽管当前SiC-MOS成本约为Si-IGBT的3倍，但是根据英飞凌测算，SiC-MOS可以减少6-10%电力损耗，电池成本节省将超过SiC器件增加的成本，最高可以节省6%的综合系统成本。同时，SiC优势在800V平台中将进一步放大，以小鹏G9为例，其800V高压SiC平台相较400V平台续航提升5%，可实现充电5分钟续航超过200Km。
- **2027年全球车用SiC功率器件市场规模有望达50亿美元。**考虑到未来新能源汽车存在续航里程以及充电效率提升的需求，SiC功率器件渗透率将进一步提升，市场规模也有望从2021年的7亿美元增加至2027年的50亿美元，2021-2027年年复合增长率达39%，其中，逆变器为主要应用领域，2027年全球市场规模将达46亿美元，OBC和DC/DC分别为3.4亿美元和0.6亿美元。

### ◆ 电动汽车碳化硅功率器件市场规模（百万美元）



资料来源：Yole, ROHM官网, 平安证券研究所

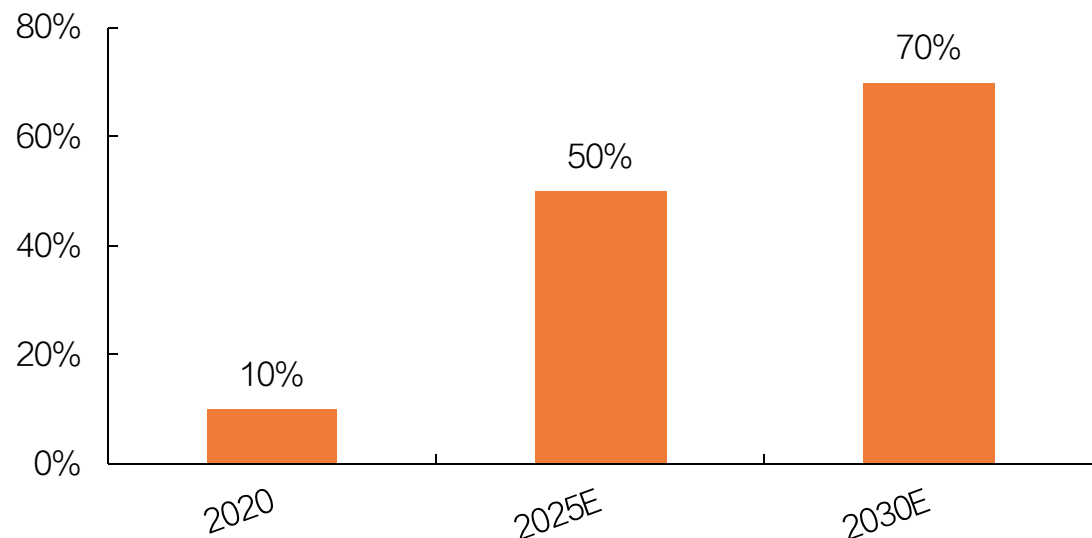
### ◆ 车用功率器件类型演进历程



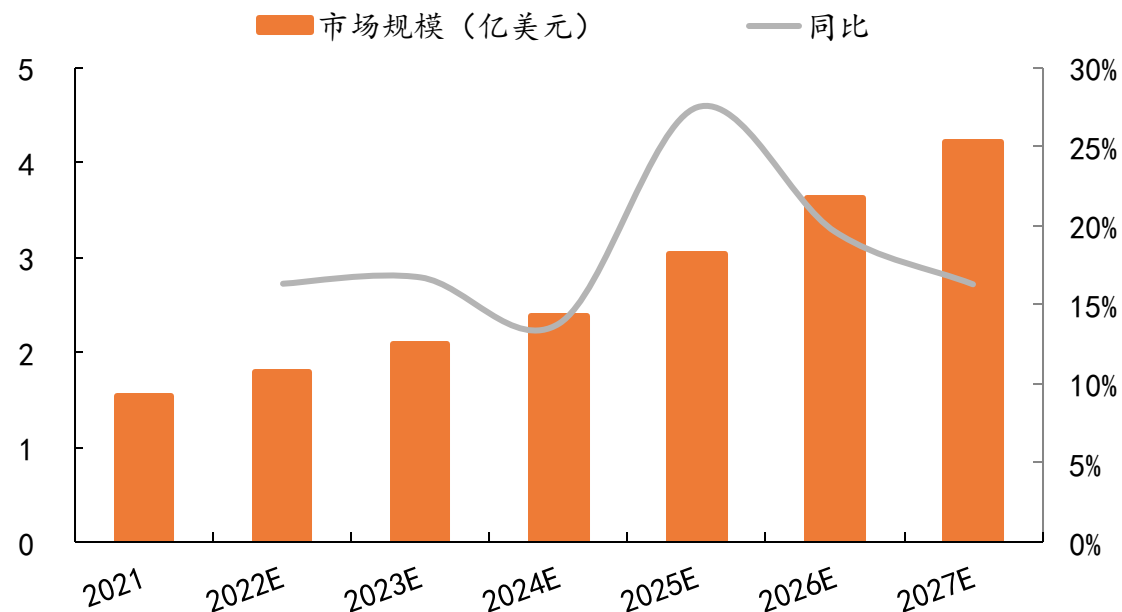
## 1.10 光伏：降本增效成为SiC功率器件在光伏领域的主要驱动力

- ▶ **降本增效成为SiC功率器件在光伏领域的主要驱动力。**在光伏发电应用中，使用SiC材料可将转换效率可从96%提升至99%以上，能量损耗降低50%以上，设备循环寿命提升50倍。得益于SiC功率器件带来的降本增效优势，根据CASA预测，在2025年碳化硅功率器件占比将达到50%，未来将继续保持稳定增长态势。
- ▶ **2027年全球光伏SiC功率器件市场规模将达4.2亿美元。**2021年全球光伏碳化硅功率器件市场规模为1.54亿美元，随着SiC器件渗透率持续提升，预计2027年全球光伏SiC功率器件市场规模将增加至4.23亿美元，2021-2027年年复合增长率为18%

◆ 光伏逆变器中导电型碳化硅功率器件占比预测



◆ 全球光伏碳化硅功率器件市场规模



资料来源：CASA, Yole, 平安证券研究所

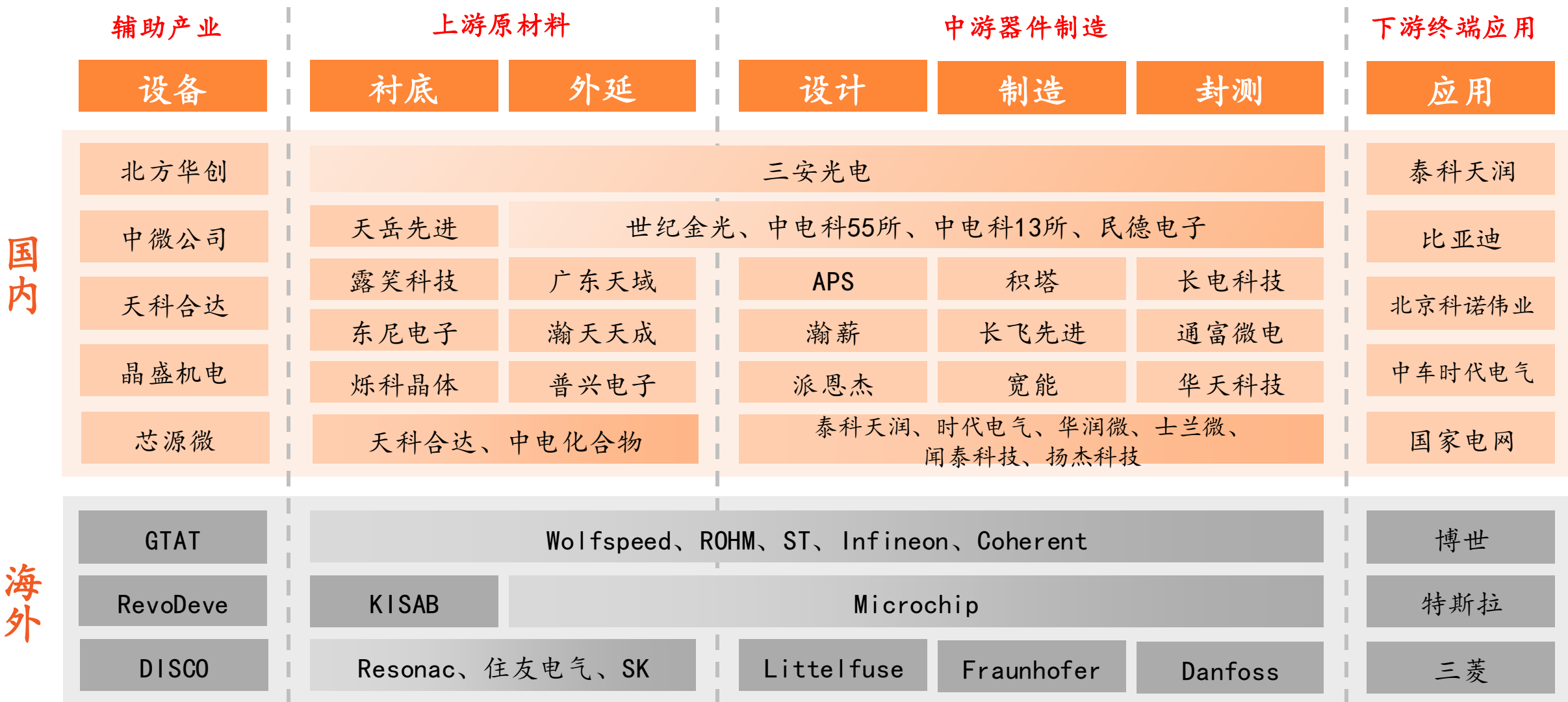


# CONTENT 目录

- ① 一、降本提效增益明显，下游景气带动需求提升
- ② 二、晶体生长慢且加工难，提高良率和产能是关键
- ③ 三、行业重点公司
- ④ 四、投资建议和风险提示



## 2.1 碳化硅产业链全景图



资料来源：亿渡数据，Yole，平安证券研究所

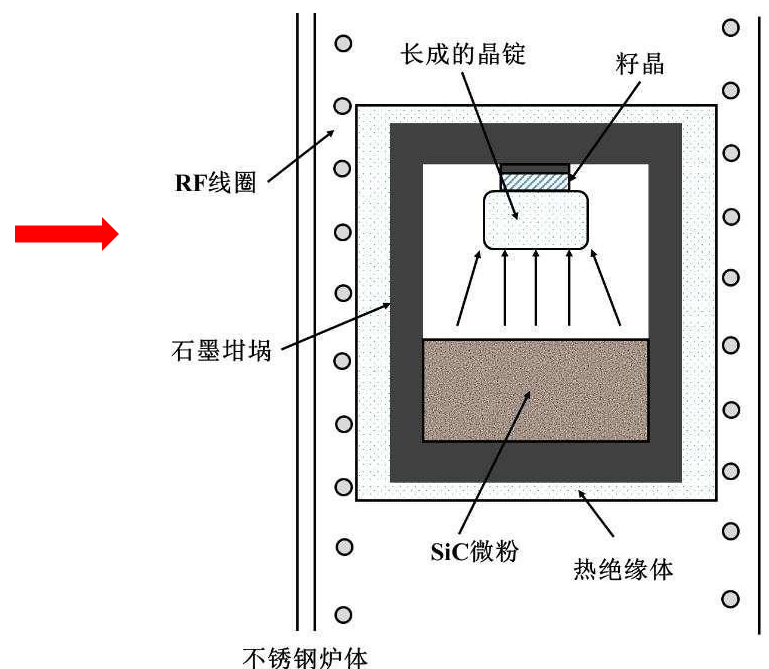
## 2.2 晶体生长效率缓慢是造成供应缺口的重要原因

- **碳化硅晶体生长存在三大难点：**1) **长晶速度慢：**以主流物理气相传输法（PVT）为例，碳化硅晶棒生长速度为0.2-0.4mm/h，硅晶棒可达1-10mm/h；2) **黑盒操作良率低：**在封闭的石墨坩埚中无法即时控制晶体生长状况，容易产生如微管、位错等缺陷问题，十分依赖工艺经验；3) **扩径难度大：**随着尺寸扩大，碳化硅晶体生长难度工艺呈几何级增长。
- **PVT为当前晶体生长主流工艺，温度控制是关键。**碳化硅在常压高温下不融化，但在1800°C以上的高温时，会发生分解升华成多种气相组分，PVT法主要是将高纯碳化硅微粉和籽晶分别置于单晶生长炉内的底部和顶部，通过电磁感应将坩埚加热至2000°C以上，碳化硅微粉升华且分解产生气态物质，在温度梯度驱动下到达温度较低的籽晶处形成碳化硅晶体。

### 碳化硅晶体生长主流工艺比较

生长工艺	生长温度 (°C)	生长速度 (mm/h)	优点	缺点	主要厂商
物理气相传输/PVT	2200-2500	0.2-0.4	最成熟最常用	半绝缘制造困难、生长厚度受限、没有一体化设备	Wolfspeed、Coherent、SiCrystal、天岳、天科
高温化学气相沉积/HTPVD	2200	0.3-1.0	可持续的原料、可调整的参数、一体化的设备	速率和缺陷控制	Norstel、日本电装
液相外延/LPE	1460-1800	0.5-2.0	类似提拉法	金属杂质、硅溶液碳的溶解度有限	住友等

### 物理气相传输法生长碳化硅晶体示意图



资料来源：亿渡数据，天科合达招股书，平安证券研究所

## 2.3 碳化硅晶片加工过程难，推动工艺进步具有关键意义

► **碳化硅单晶的加工过程主要分为切片、薄化和抛光。**除了晶体生长慢，由于碳化硅硬度与金刚石接近，导致后续加工难度大，成为限制SiC器件市场发展的另外一个重要因素，推动加工工艺发展成为提高SiC产量及成本控制的重要举措。

### 切片难

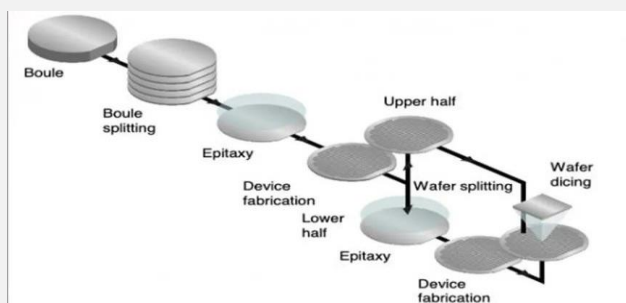
切片作为SiC单晶加工过程的第一道工序，切片的效果和质量直接决定了后续薄化、抛光的加工水平。当前常用的SiC切割工艺主要是往复式金刚石固结磨料多线切割，常规切缝宽度在180-250 $\mu\text{m}$ ，该切割工艺损耗较大，造成晶圆出片数量低。

#### 不同切割工艺的性能对比

切割工艺	磨料切片	激光切割	冷分离	电火花
材料去除原理	磨料研磨	脉冲激光改性	激光改性	脉冲火花放电蚀除
切缝宽度/ $\mu\text{m}$	180-250	<10	<10	<100
总厚度变化/ $\mu\text{m}$	<30	<25	<1	<25

2018年英飞凌于以1.24亿欧元收购Siltrix，后者开发了冷裂创新切割工艺。相比传统的多线切割工艺，冷裂工艺只损失1/8的碳化硅材料，可大幅降低单晶在切割过程中的材料损耗。

#### 冷裂切割工艺可大幅降低材料损耗



资料来源：亿渡数据，英飞凌官网，行家说三代半，平安证券研究所

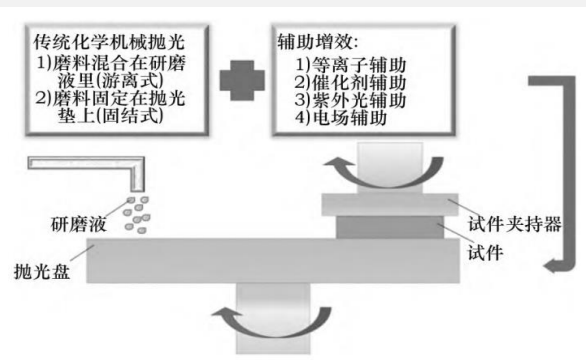
### 磨抛难

由于SiC材料较为硬、脆，在薄化过程中容易造成SiC晶片开裂，导致减薄过程非常困难，为了提高加工精度和效率，目前主要的薄化技术包括超声振动辅助磨削和在线电解修整辅助磨削。

SiC晶片的抛光工艺可以分为粗抛和精抛，粗抛为机械抛光，主要为了提高抛光加工效率。精抛为单面抛光，为晶片加工的最后一道工序，当前应用最广泛的抛光技术是化学机械抛光，通过化学腐蚀和机械磨损协同作用，实现材料表面去除及平坦化。

采用化学机械抛光移除材料1-2 $\mu\text{m}$ 深度需要数十小时才能完成，对产能及成本均有所影响，为了提高精抛效率，可以利用辅助增效技术来控制SiC表面较软氧化层的形成并从力学上改善SiC氧化层材料的去除。台湾工研院便是在传统化学机械抛光法中搭配了大面积大气电浆，使得抛光速率提升了5倍以上，有望降低30-50%加工成本。

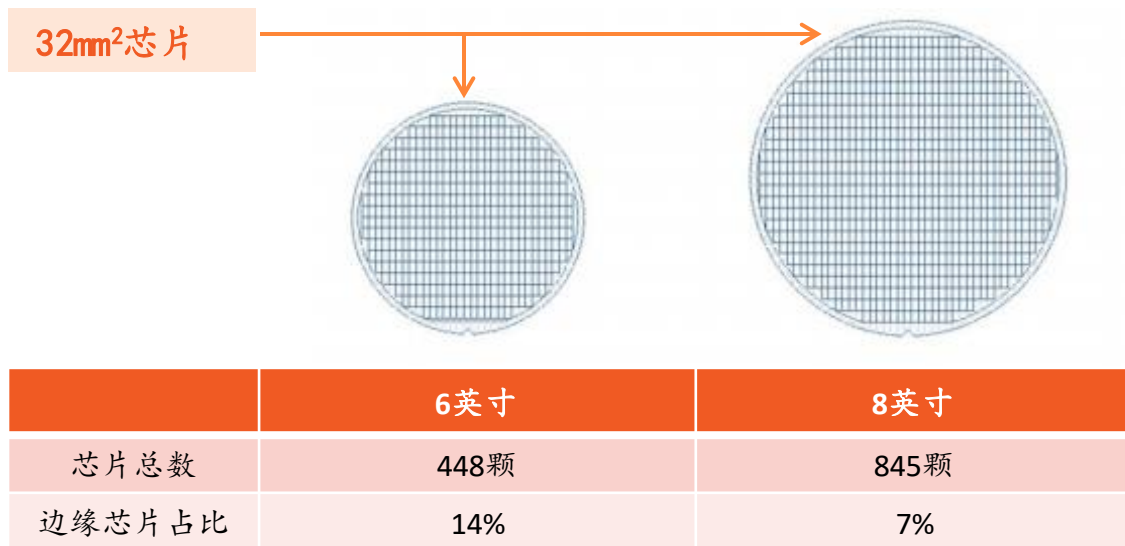
#### SiC化学机械抛光辅助增效方法



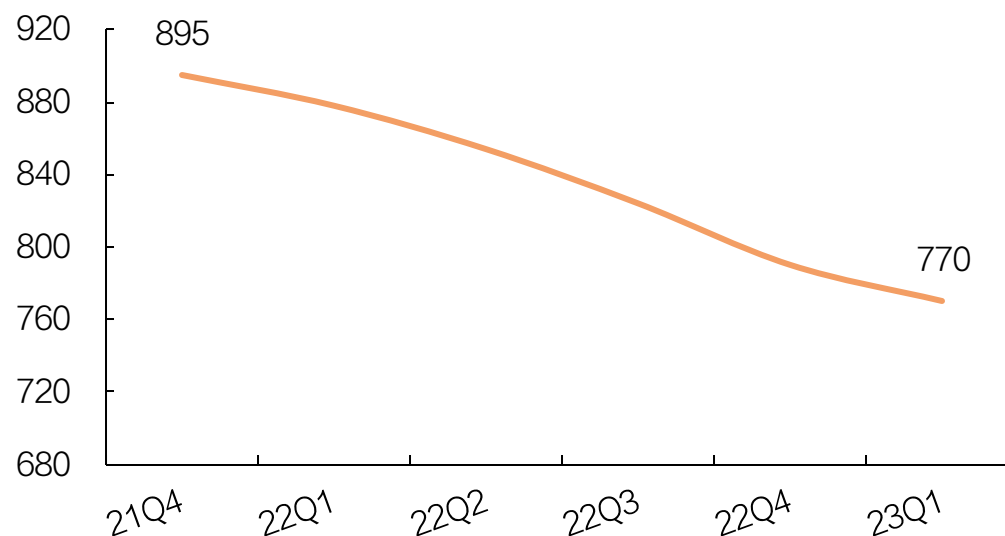
## 2.4 8英寸衬底为行业重点发展方向，未来SiC衬底价格将持续下探

➤ **8英寸衬底为未来SiC行业重点发展趋势。**由于SiC衬底制备难度大且良率较低，造成SiC器件成本明显高于Si产品，随着衬底尺寸增大，可集成的芯片单位总数就越大，根据Wolfspeed数据，8英寸SiC衬底相较于6英寸可制备32mm<sup>2</sup>芯片的总数将提升89%，边缘浪费将由14%降低至7%。同时，根据GTAT公司预测，相较于6英寸平台，8英寸衬底的引入将使SiC器件成本降低20%-35%。展望未来，随着8英寸SiC生产工艺优化改良以及生产设备配套更新，叠加相关产能的不断提升，未来SiC衬底价格将逐步下探。

◆ 8英寸碳化硅衬底可实现成本降低



◆ 6英寸导电型SiC衬底价格（单位：美元）

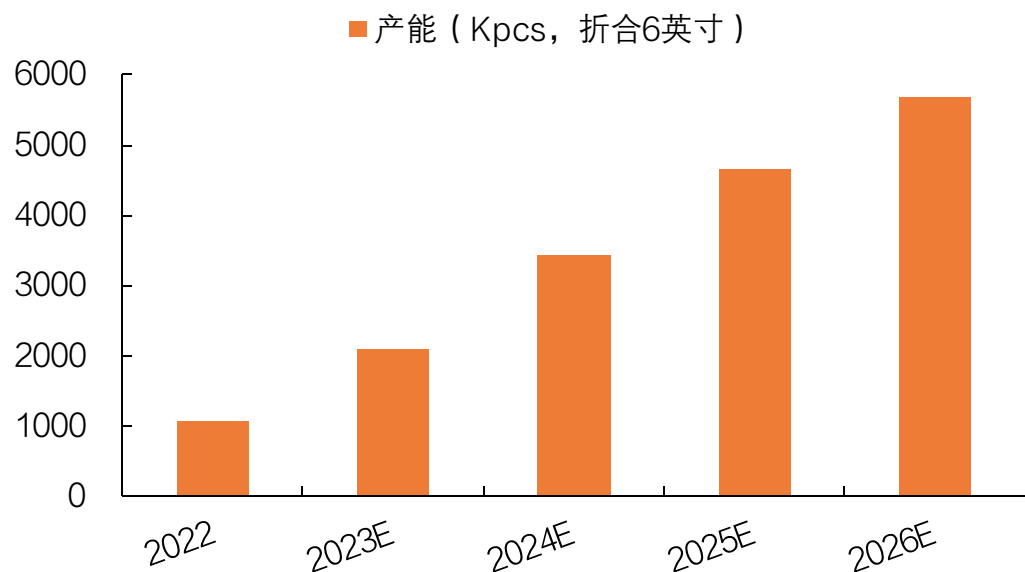


资料来源：Wolfspeed官网，TrendForce，平安证券研究所

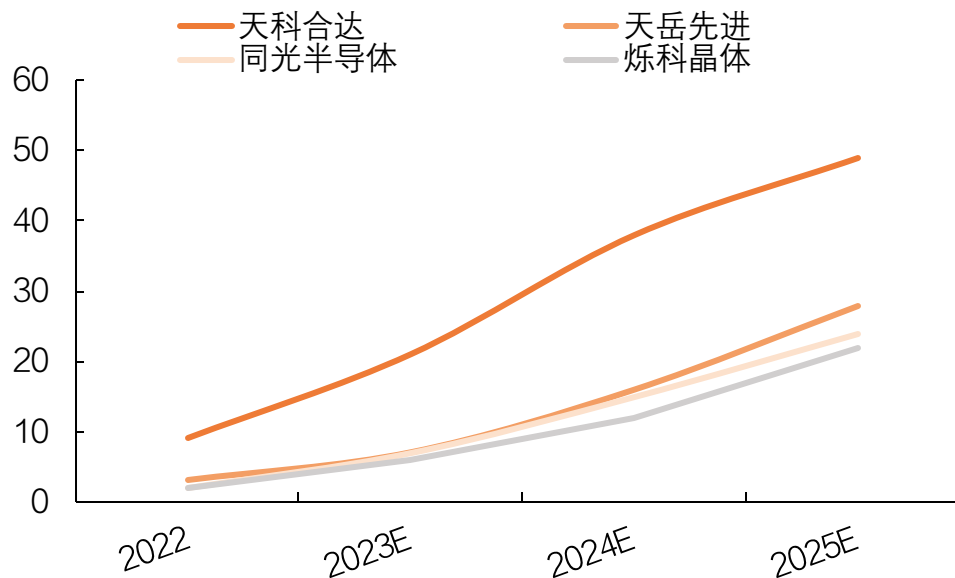
## 2.5 头部厂商持续加大扩产，导电型SiC衬底产能逐年递增

- **全球SiC衬底产能呈现快速增长态势。**根据TrendForce数据，当前Wolfspeed、Coherent等厂商持续加大产能扩充，预计2023年全球折合6英寸导电型SiC衬底产能将达到2100Kpcs，同比+96%，预计2026年将增加至5690Kpcs，2023-2026年CAGR达39%。
- **国内市场，天科合达的导电型SiC衬底产能处于全面领先地位。**根据TrendForce数据，随着天科合达在北京、江苏两地开启大规模扩产行动，预计2025年天科合达折合6英寸的导电型SiC衬底月产能将达到4.9万片，将大幅领先其他国内SiC衬底厂商。

◆ 全球导电型SiC衬底产能预测



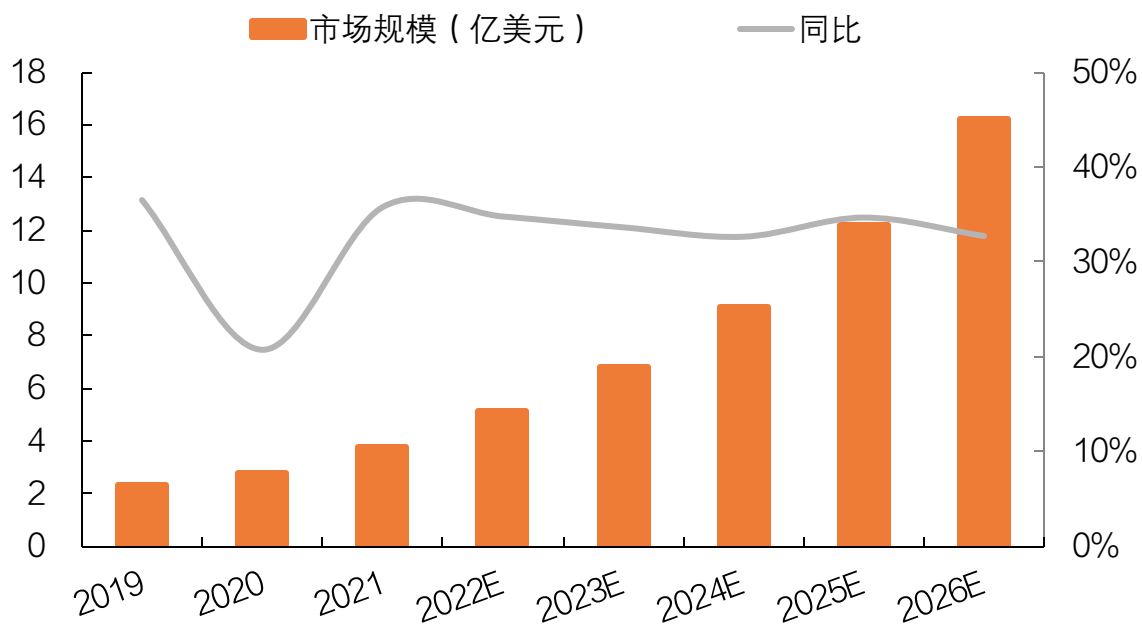
◆ 国内主要SiC衬底厂商产能预测 (KWPM, 折合6英寸)



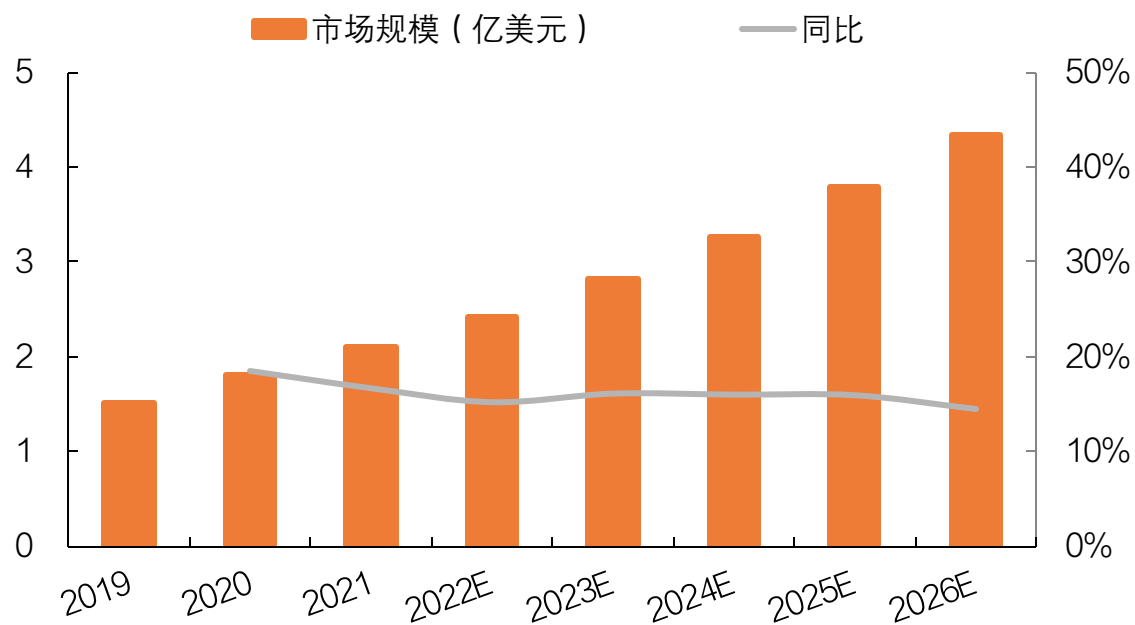
## 2.6 2026年全球SiC衬底市场规模将达20亿美元

- **2026年全球导电型SiC衬底市场规模将达16亿美元。**2019年全球导电型SiC衬底市场规模达2.3亿美元，受新能源汽车等下游领域的持续景气，预计2026年将增长至16.2亿美元，2019-2026年年复合增长率达32%。
- **2026年全球半绝缘型SiC衬底市场规模将达4亿美元。**2019年全球半绝缘型SiC衬底市场规模达1.5亿美元，受益于5G渗透加速以及全球地缘政治动荡，预计2026年将增长至4.3亿美元，2019-2026年年复合增长率达16%。

◆ 2019-2026年全球导电型碳化硅衬底市场规模



◆ 2019-2026年全球半绝缘型碳化硅衬底市场规模



资料来源：亿渡数据，Yole，平安证券研究所

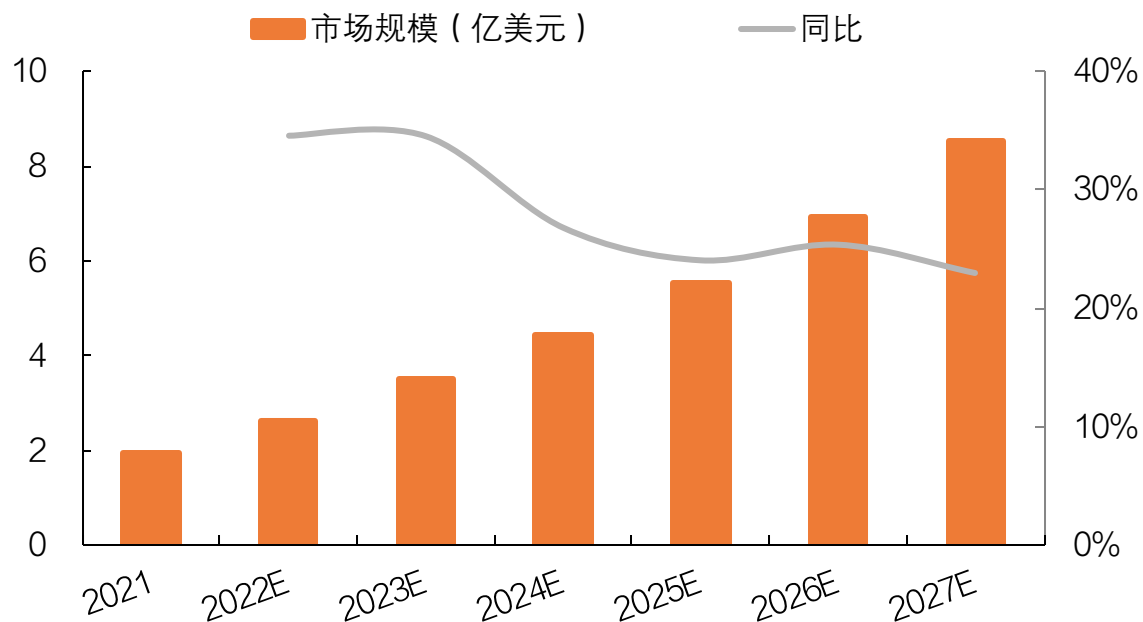
## 2.7 外延质量直接影响器件性能，CVD法是当前主流工艺

- 相较于硅基器件，SiC器件基本在外延上实现，是SiC产业链重要环节。根据CASA数据，SiC外延在器件成本占比中达23%。当前SiC外延生长工艺主要包括化学气相沉积（CVD）、分子束外延（MBE）、液相外延法（LPE）等，其中，CVD法能够直接制备出复杂的SiC器件且系统操作比较简单，制备成本相对较低，是当前制备SiC外延应用最为广泛的方式。
- 2027年全球SiC外延晶圆市场规模将达8.5亿美元。2021年全球SiC外延晶圆市场规模达1.9亿美元，随着新能源汽车销量增加不断带动SiC需求的提升，Yole预计2027年全球市场规模将增加至8.5亿美元，2021-2027年年复合增长率达28%。

◆ SiC外延层三种生长方式优缺点对比

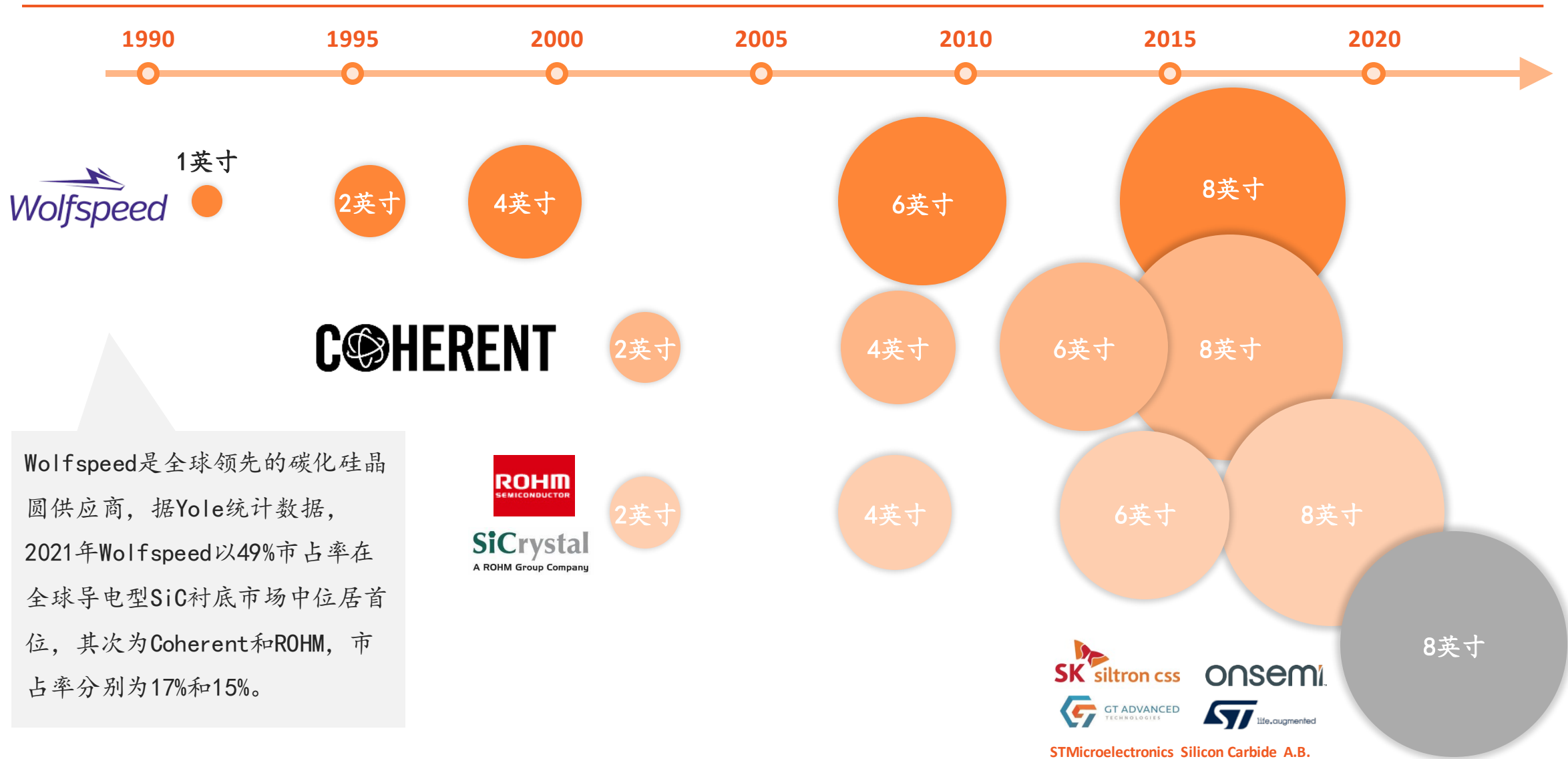
生长工艺	液相外延法/LPE	分子束外延生长/MBE	化学气相沉积/CVD
优点	设备需求简单、成本较低	可在低生长温度下生长不同的晶型外延层	生长厚外延层时能够对生长速率精确控制
缺点	很难控制好外延层的表面形貌、设备不能同时外延多片晶圆限制批量生产	设备真空要求度高、成本高昂、生长外延层速率慢	外延层仍存在各种缺陷、外延生长工艺仍需不断优化

◆ 全球碳化硅外延晶圆片市场规模



资料来源：亿渡数据，Yole，平安证券研究所

## 2.8 碳化硅晶圆尺寸发展历程



Wolfspeed是全球领先的碳化硅晶圆供应商，据Yole统计数据，2021年Wolfspeed以49%市占率在全球导电型SiC衬底市场中位居首位，其次为Coherent和ROHM，市占率分别为17%和15%。

资料来源：Yole，平安证券研究所



## 2.9 国内外SiC晶圆技术差距主要在于良率控制以及衬底尺寸扩大

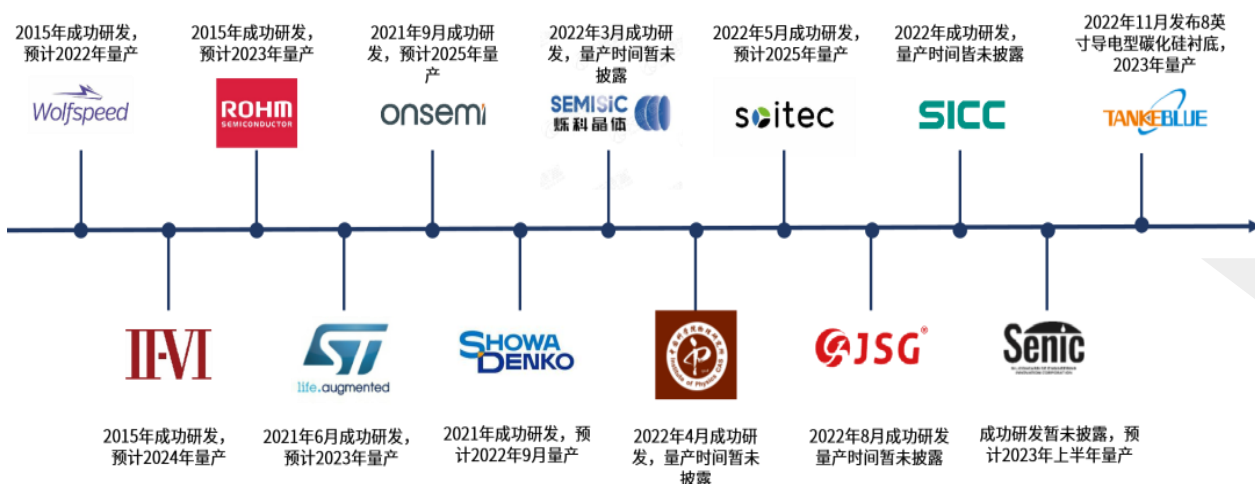
### ◆ 国内外4英寸导电型碳化硅衬底参数对比

项目	Wolfspeed	Coherent	天科合达	天岳先进
电阻率	0.015-0.028Ω·cm	0.02Ω·cm 左右	0.015-0.025Ω·cm	0.015-0.028Ω·cm
直径	99.5-100mm	-	99.5-100mm	99.5-100mm
翘曲度	≤45μm	-	≤35μm	≤45μm
总厚度变化	≤15μm	-	≤10μm	≤10μm
多型	≤5% (面积)	-	0	0
微管密度	≤1cm <sup>-2</sup>	<0.1cm <sup>-2</sup>	≤0.5cm <sup>-2</sup>	≤1cm <sup>-2</sup>

### ◆ 国内外6英寸导电型碳化硅衬底参数对比

项目	Wolfspeed	Coherent	天科合达	天岳先进
电阻率	0.015-0.028Ω·cm	~0.02Ω·cm	0.015-0.025Ω·cm	0.015-0.025Ω·cm
直径	150±0.25 mm	-	150±0.2 mm	150±0.2 mm
翘曲度	≤40μm	-	≤60μm	≤40μm
总厚度变化	≤10μm	-	≤15μm	≤10μm
多型	≤5% (面积)	-	0	-
微管密度	≤1cm <sup>-2</sup>	<0.1cm <sup>-2</sup>	≤0.5cm <sup>-2</sup>	≤0.5cm <sup>-2</sup>

### ◆ 国内外厂商8英寸SiC衬底研发进展及量产时间



从技术参数来看, 当前国产碳化硅晶圆厂在4英寸/6英寸碳化硅衬底质量上已到国际先进水平, 但整体与国际厂商仍存在5-8年技术代差, 主要差距为:

- **1) 良率低、成本高:** 当前国内外厂商在衬底良率上仍存在一定差距, 导致衬底制造过程中材料存在浪费, 有效产能较低。
- **2) 衬底扩径落后:** 海外厂商在2015年就实现了6英寸碳化硅衬底产业化, 近几年开始向8英寸过渡, 而国内厂商主要以4英寸为主, 逐步向6英寸转移。

资料来源: 天科合达招股说明书, 天岳先进招股说明书, 平安证券研究所

## 2.10 重点SiC衬底厂商与器件制造原厂供应和合作情况

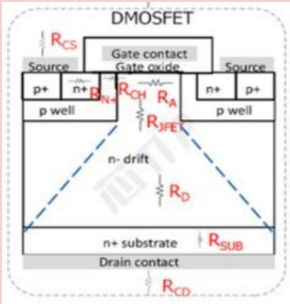
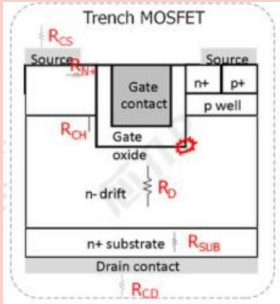
衬底厂商	时间	器件厂商	合作内容	合作金额	供应产品	
海外	Wolfspeed	2018年	Infineon	Wolfspeed与Infineon签订6英寸SiC晶圆长期供应协议	-	SiC衬底及外延片
		2019年	ST	Wolfspeed与ST签订6英寸SiC晶圆长期供应协议	2.5亿美元	SiC衬底
		2019年	ST	双方扩大现有6英寸SiC晶圆供应协议	>5亿美元	SiC衬底
		2022年	-	协议批量供应6英寸SiC裸晶圆和外延晶圆	2.25亿美元	SiC衬底及外延片
		2022年	TE	双方就电动汽车能源管理达成合作	-	SiC MOSFET
	Coherent	2022年	东莞天域	双方签订6英寸SiC基片合作合同	1亿美元	SiC衬底
		2022年	Infineon	Coherent（原II-VI）与Infineon签订6英寸SiC衬底合作协议	-	SiC衬底
	ROHM	2020年	ST	ROHM通过子公司SiCrystal签订SiC晶圆供应协议	1.2亿美元	SiC衬底
		2022年	赛米控	ROHM第4代SiC MOS将被应用在赛米控车规级功率模块	-	SiC MOSFET
	ON Semi	2020年	Infineon	ON Semi子公司GTAT与Infineon签订为期5年SiC晶棒供货协议	-	SiC衬底
	SK Siltron	2023年	Qorvo	双方签订SiC芯片与外延片的长期供应协议	-	SiC衬底及外延片
	ST	2019年	Norstel	ST完成对SiC晶圆制造商Norstel的整体收购	1.4亿美元	SiC衬底及外延片
		2022年	赛米控	ST与赛米控就电动汽车eMPACK功率模块签订4年合作协议	10亿欧元	SiC衬底及器件
Resonac	2023年	Infineon	Resonac与Infineon签订多年SiC材料供应与合作协议	-	SiC衬底	
国内	天科合达	2023年	Infineon	与Infineon签订6英寸SiC晶圆和晶锭供应协议	-	SiC衬底
	天岳先进	2023年	Infineon	与Infineon签订6英寸SiC晶圆和晶锭供应协议	-	SiC衬底
		2023年	-	2024-2026年将向F客户销售碳化硅产品	8亿人民币	SiC产品
	东尼电子	2023年	-	2023-2025年将向T客户交付共计93.5万片6英寸SiC衬底	数十亿人民币	SiC衬底
	三安光电	2023年	ST	子公司湖南三安与ST在重庆设立合资公司并制造SiC外延、芯片独家销售给ST	32亿美元	SiC外延、芯片

资料来源：芯八哥，各公司官网和公告，平安证券研究所

## 2.11 平面结构为主流选择，沟槽器件在高压领域更具优势

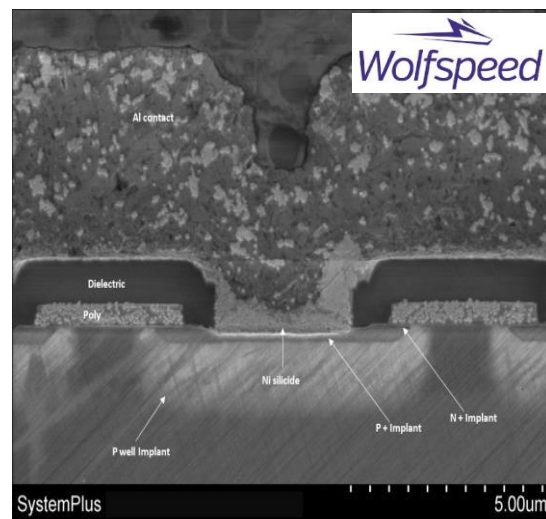
➤ **当前SiC器件设计结构主要分为平面型和沟槽型。**目前SiC器件主要以平面型结构为主，平面型相比沟槽型不容易产生局部击穿问题，工作稳定性更高，在1200V以下市场具备广泛应用价值，同时，平面型结构制造工艺更加简单，在量产及成本方面更具优势。而通过沟槽侧壁形成沟道的沟槽型SiC MOS可以在提高沟道迁移率的同时消除JFET区域，能够进一步降低器件导通电阻，开关速度更快，器件性能相对高效。当前市场中选择平面型MOS的厂商包括Wolfspeed、ST、Microsemi、斯达半导等，能够量产沟槽型MOS的厂商为ROHM的双沟槽节、英飞凌的半包沟槽和日本住友的接地双掩埋结构。

### ◆ 平面结构和沟槽结构的对比

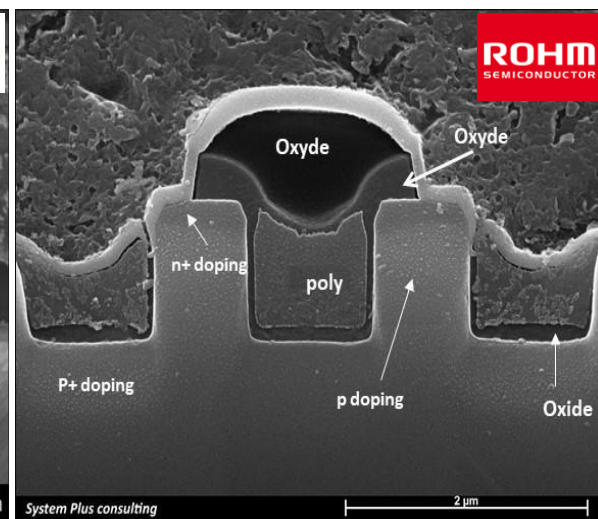
	平面型结构	沟槽型结构
		
工艺复杂程度	简单	复杂
单元一致性	好	差
雪崩能量	高	差
电阻	JFET效应增加通态电阻	导通电阻明显降低
寄生电容	大	小，开关速度快，开关损耗低

### ◆ 不同结构类型SiC MOS横截面展示

Wolfspeed平面型1200V SiC MOS



ROHM第三代沟槽型MOS



资料来源：亿渡数据，Wolfspeed官网，ROHM官网，平安证券研究所

## 2.12 重点SiC衬底/器件厂商与车企供应和合作情况

SiC衬底/器件厂商	时间	合作车企	合作内容
Wolfspeed	2019年	大众	Wolfspeed入选大众“未来汽车供应轨道”计划（FAST）独家SiC合作伙伴
	2021年	通用	Wolfspeed与通用达成电动车项目SiC合作
	2022年	Lucid Motors	Wolfspeed与Lucid签订了多年SiC供应协议
	2022年	捷豹路虎	Wolfspeed为路虎下一代电动汽车提供SiC半导体用于车辆逆变器
	2023年	奔驰	Wolfspeed为奔驰电动汽车（EV）平台提供SiC器件
ST	2016年	特斯拉	ST为特斯拉Model3提供SiC模组
	2021年	雷诺	ST与雷诺合作开发高效、尺寸合适的SiC、氮化镓模块化组件
	2022年	现代	现代E-GMP电车平台将使用ST第三代SiC模块
	2023年	迈凯伦	迈凯伦下一代IPG5 800V逆变器将搭载由ST提供的1200V SiC MOSFET模块
	2023年	理想	ST与理想签署长期SiC MOSFET供货协议
ROHM	2021年	吉利	吉利纯电动车将采用ROHM新一代SiC模块
	2022年	马自达	ROHM与马自达联合开发SiC逆变器与SiC功率模块
	2022年	Lucid Motors	Lucid将采用ROHM的SiC MOSFET打造车载充电器（OBC）
Infineon	2022年	Stellantis	2025-2030年Infineon向Stellantis供应SiC芯片合作协议
	2023年	现代汽车	现代Ioniq5已采用Infineon SiC MOSFET模块
	2023年	起亚	英飞凌与起亚签署了SiC和Si功率半导体长期供货协议
ON Semi	2022年	奔驰	ON Semi为奔驰纯电动汽车提供VE-Trac SiC模块
	2022年	蔚来	蔚来ET7搭载ON Semi SiC功率模块
	2023年	大众	ON Semi SiC产品将用于大众下一代平台系列的车辆牵引逆变器解决方案
	2023年	现代起亚	ON Semi的Elite SiC系列SiC功率模块已被起亚EV6 GT车型采用
	2023年	宝马	宝马与ON Semi签署了长期SiC模块供货协议
	2023年	极氪	ON Semi与极氪签署SiC长期供货协议
斯达半导体	2020年	宇通客车	斯达与宇通客车合作开发1200V SiC功率模块
	2022年	小鹏	小鹏G9搭载斯达半导体主驱SiC功率模块
三安光电	2022年	新能源车企	2024年至2027年三安光电与国内新能源车企达成SiC芯片采购协议
	2022年	理想	三安光电与理想共建SiC产品研发及生产基地
基本半导体	2022年	广汽埃安	基本半导体与广汽埃安签订SiC器件《战略合作协议》和《长期采购合作协议》
比亚迪半导体	2020年	比亚迪	比亚迪汉搭载自研SiC模块
芯聚能	2022年	吉利Smart	吉利Smart搭载芯聚能SiC模块

资料来源：芯八哥，各公司官网和公告，平安证券研究所



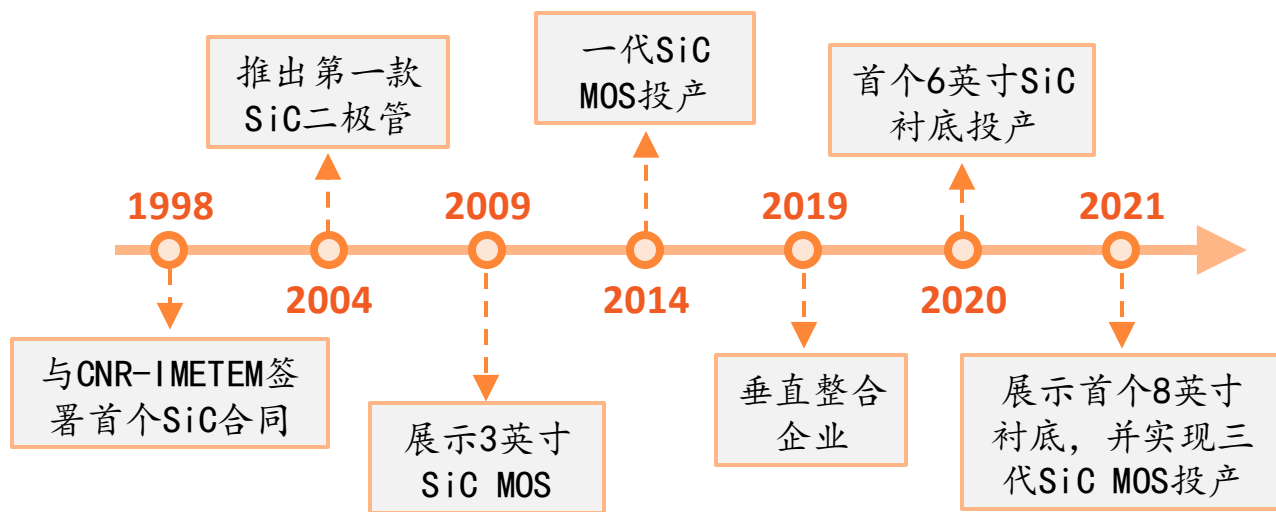
# CONTENT 目录

- ① 一、降本提效增益明显，下游景气带动需求提升
- ② 二、晶体生长慢且加工难，提高良率和产能是关键
- ③ 三、行业重点公司
- ④ 四、投资建议与风险提示

### 3.1 意法半导体：市场份额全球领先，持续扩大衬底制造产能

- 意法半导体作为全球第一大车用SiC功率器件供应商，于2004年推出第一款SiC二极管，2009年推出SiC MOS，并于2014年实现量产，凭借公司领先的技术实力和产品性能，公司成为特斯拉SiC器件的核心供应商。根据TrendForce数据，以销售额作为统计口径，2022年公司以37%的市占率位列全球SiC功率器件市场首位。
- 当前公司的碳化硅产品主要由位于意大利及新加坡的晶圆厂进行生产，封装测试等后端制造则在中国深圳及摩洛哥完成，2022年公司宣布在意大利新建一座碳化硅衬底制造厂，2023年6月公司与三安光电合作在中国重庆建立一个新8英寸SiC器件制造厂，同年12月，公司与理想汽车签订了SiC长期供货协议，当前公司的车企客户包括特斯拉、比亚迪、吉利、现代等。

#### ◆ 意法半导体SiC业务发展重大里程碑



#### ◆ 意法半导体SiC产品组合

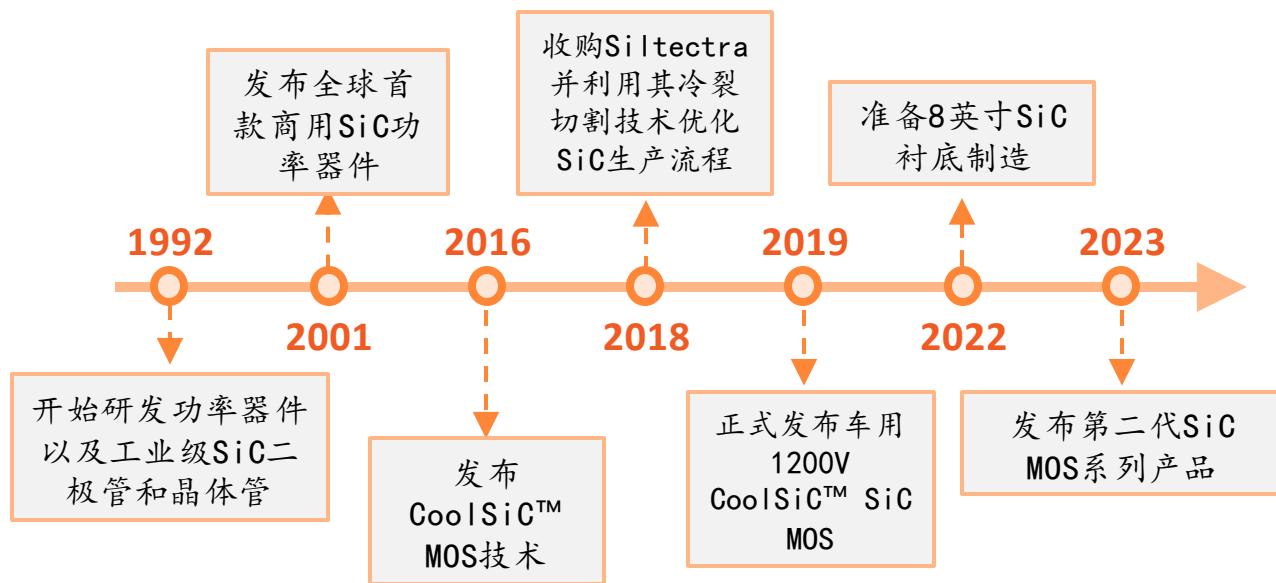


资料来源：ST官网，平安证券研究所

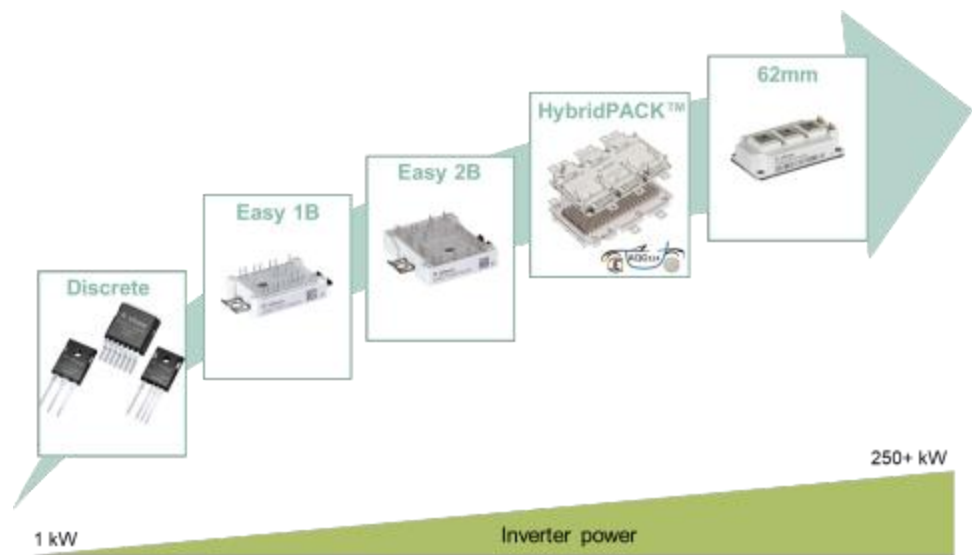
## 3.2 英飞凌：自研沟槽型SiC技术，产品矩阵持续扩充

- 英飞凌于1992年便开始研发SiC相关技术，相较于当前主流的平面型SiC器件，英飞凌选择基于沟槽半导体工艺开发独有的CoolSiC™ MOS技术，并于2019年推出车用1200V SiC MOS产品，迄今为止，英飞凌已向全球3600多家汽车和工业客户提供碳化硅半导体产品，根据TrendForce数据，2022年公司以12%市占率位列全球SiC功率器件市场第二位。
- 为了提高SiC材料供应，一方面，公司先后与天科合达和天岳先进等多家晶圆厂签订长期供货协议；另一方面，在未来5年内，公司将再投入50亿欧元进行居林第三厂区的二期建设，打造全球最大的8英寸SiC功率半导体晶圆制造厂。

### ◆ 英飞凌SiC业务发展重大里程碑



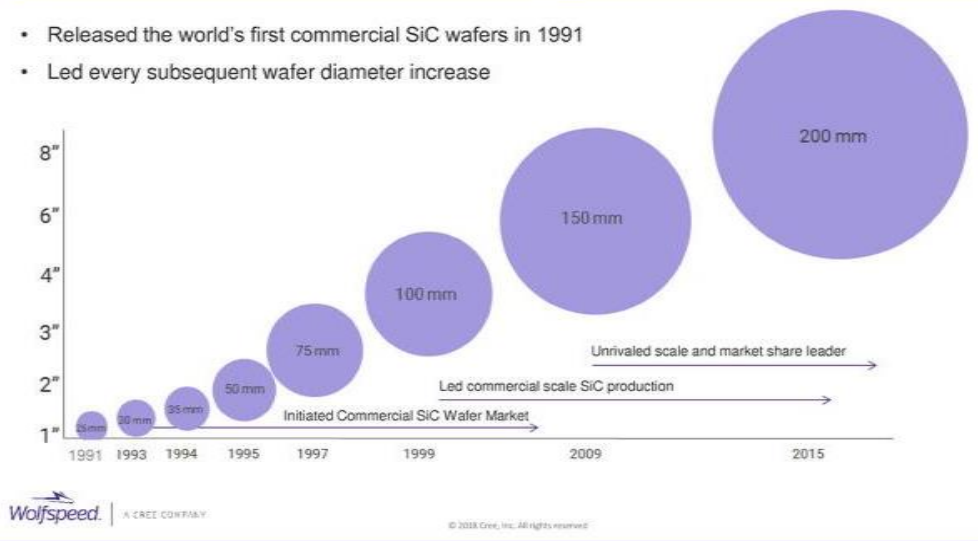
### ◆ 英飞凌SiC产品矩阵



### 3.3 Wolfspeed: 全球领先SiC龙头，已实现8英寸量产

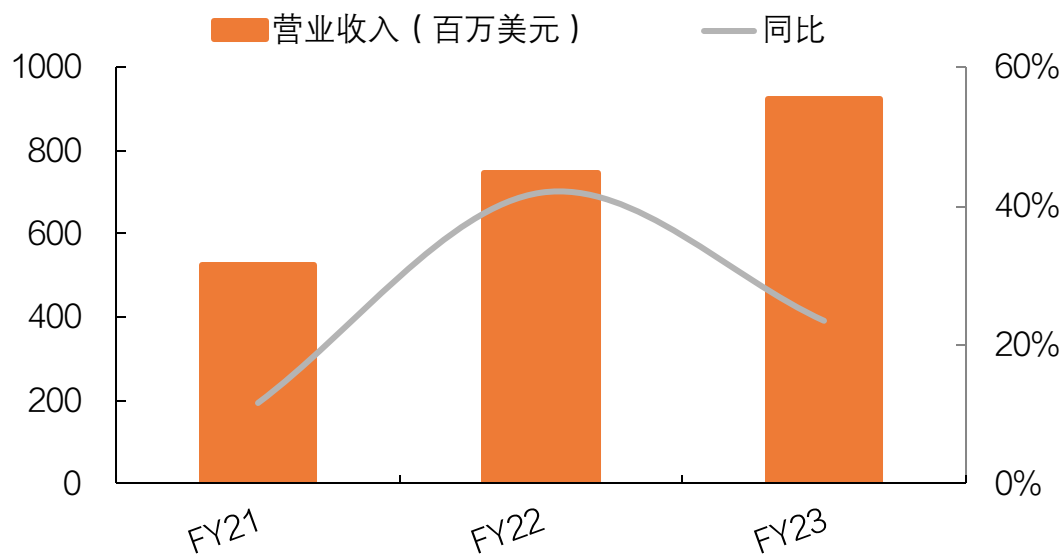
- Wolfspeed（前Cree）为全球SiC全产业链龙头企业，总部位于美国，主营产品涉及SiC材料、功率器件和射频器件三大类，公司碳化硅晶片供应量位居世界第一，根据Yole数据，2021年全球导电型SiC衬底市场份额高达49%，全球SiC功率器件市场份额达14%（位列第三）。同时，公司早在2015年便完成了8英寸SiC衬底的研发，并于2022年4月宣布启用8英寸碳化硅晶圆厂产线，当前公司SiC衬底产能在85万片/年（折合成6英寸），在技术与产能上均处于全球领先地位。
- 2022年公司宣布未来五年将投入65亿美元进行全球产能扩张，将提升现有材料产能10倍以上，预计到2027年将为公司带来约40亿美元收入，当前该产能扩张计划主要包括John Palmour 碳化硅制造中心（全球最大碳化硅晶体生长工厂）、8英寸莫霍克谷器件工厂以及德国恩斯多夫8英寸SiC晶圆工厂。

#### ◆ Wolfspeed碳化硅衬底技术发展历程



资料来源：Wolfspeed官网，平安证券研究所

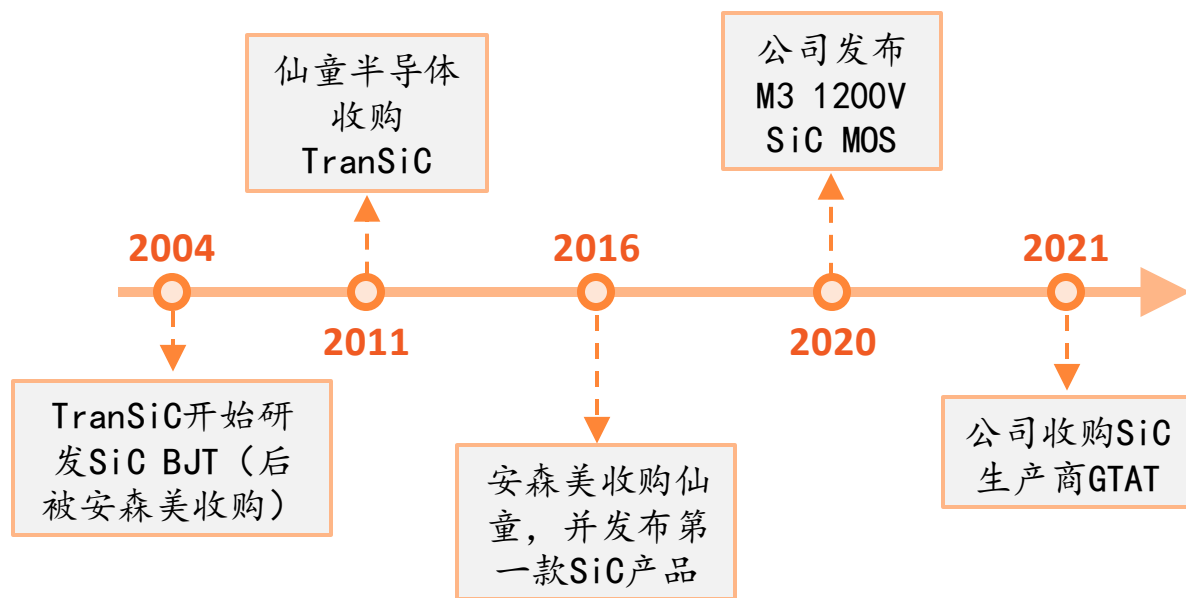
#### ◆ Wolfspeed营业收入情况





### 3.4 安森美：市场份额不断提升，纵向持续整合产业链

- ▶ 凭借仙童半导体此前在SiC技术上的积累，在2016年收购仙童后安森美快速开展了SiC业务的发展，2021年公司成功收购SiC生产商GTAT，进一步完善了公司在SiC产业链上的垂直布局。当前公司在全球SiC市场份额处于快速增长状态，根据TrendForce数据，2022年公司在SiC功率器件市场份额已达12%，位列全球第四，公司的车企客户主要包括大众、宝马、现代、蔚来、极氪等。
  - ▶ 目前公司已具备6英寸SiC衬底量产能力，2023年10月，公司在韩国的超大型SiC制造工厂扩建完工，该工厂以满产状态计算每年可生产超过一百万片8英寸SiC晶圆，公司SiC衬底供应能力得到进一步提升。
- ◆ 安森美SiC业务发展历程 ◆ 安森美从SiC衬底到系统环节全覆盖

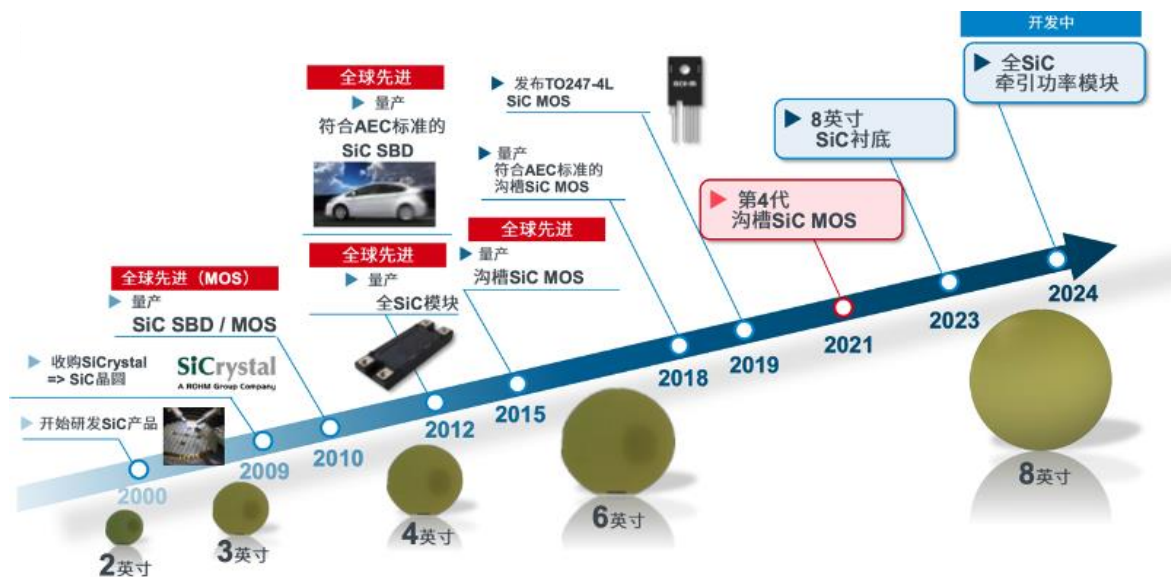


资料来源：安森美官网，平安证券研究所

### 3.5 ROHM: 深耕二十余年，器件性能持续提升

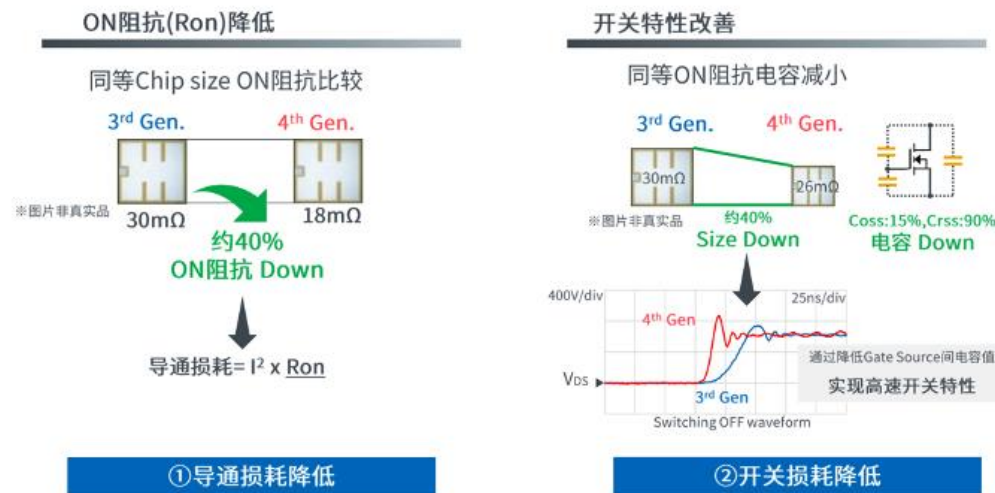
- ROHM成立于1958年日本京都，是全球领先的碳化硅IDM企业。根据Yole数据，2021年公司全球SiC功率器件市占率达9%（位居第四），导电型SiC衬底市占率15%（位居第三）。公司于2000年开始研发SiC产品，2009年收购SiC衬底和外延片供应商SiCrystal，2010年实现SiC SBD和SiC MOS量产，2021年发布第四代SiCMOS，并计划在2023年实现8英寸SiC衬底量产。在2021-2025年期间，公司将在SiC领域投入约1700-2200亿日元，预计到2025年公司SiC晶圆产能增加至30-40万片（等效6英寸）。
- 当前ROHM的SiC产品已经迭代至第四代，第四代SiC产品的耐压从650V提高到750V，同时，通过业内先进的低导通电阻技术以及沟槽结构设计优化，导通电阻相较上一代降低40%，预计在2025、2028年实现第5、6代产品，导通电阻分别再降30%。

#### ◆ ROHM碳化硅业务发展历程



#### ◆ ROHM第四代SiC产品具备低损耗优势

##### RonA的进化降低ON阻抗，开关特性的改善实现低损耗



资料来源：ROHM官网，平安证券研究所

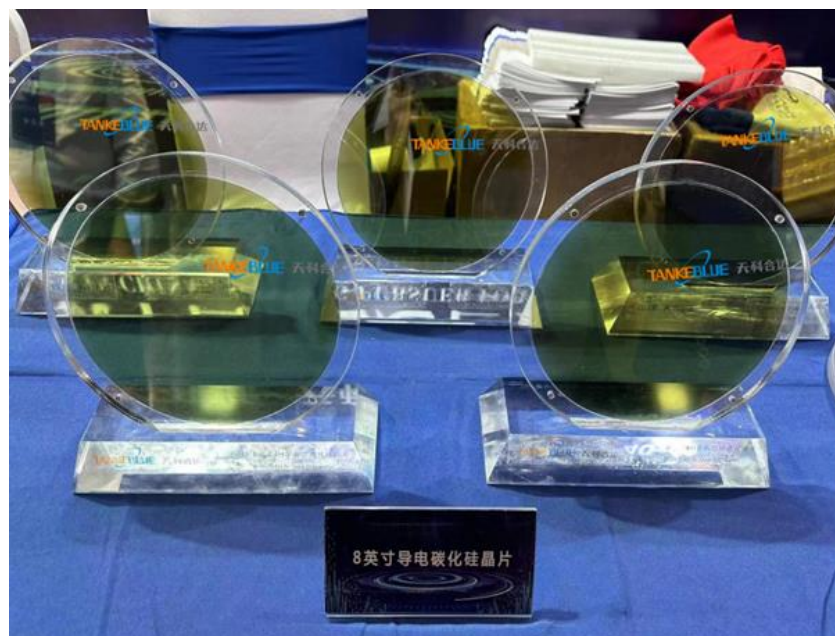
### 3.6 天科合达：国产导电型衬底领军企业，已完成8英寸衬底研发

- 天科合达于2006年由天富集团和中国科学院物理研究所共同设立，公司在导电型碳化硅单晶领域长期稳居国内第一，2021年以9%市场份额位列全球第五。公司自成立以来，先后研制出2/3/4英寸SiC衬底，于2014年在国内首次研制出6英寸SiC晶片，并形成规模化生产能力，2022年公司展示了8英寸导电型SiC衬底，预计将于2023年实现小规模量产。
- 天科合达目前拥有北京总部基地、北京研发中心和三家全资子公司，一家控股子公司，产业涵盖碳化硅单晶炉制造、碳化硅单晶生长原料制备、碳化硅单晶衬底制备和碳化硅外延制备。公司不断扩充SiC产能，计划在北京、徐州两地扩建产能基地，2023年公司与英飞凌签订长期供应协议，将向英飞凌供应6英寸SiC衬底。

#### ◆ 天科合达SiC衬底技术发展历程



#### ◆ 天科合达8英寸导电型SiC衬底展示

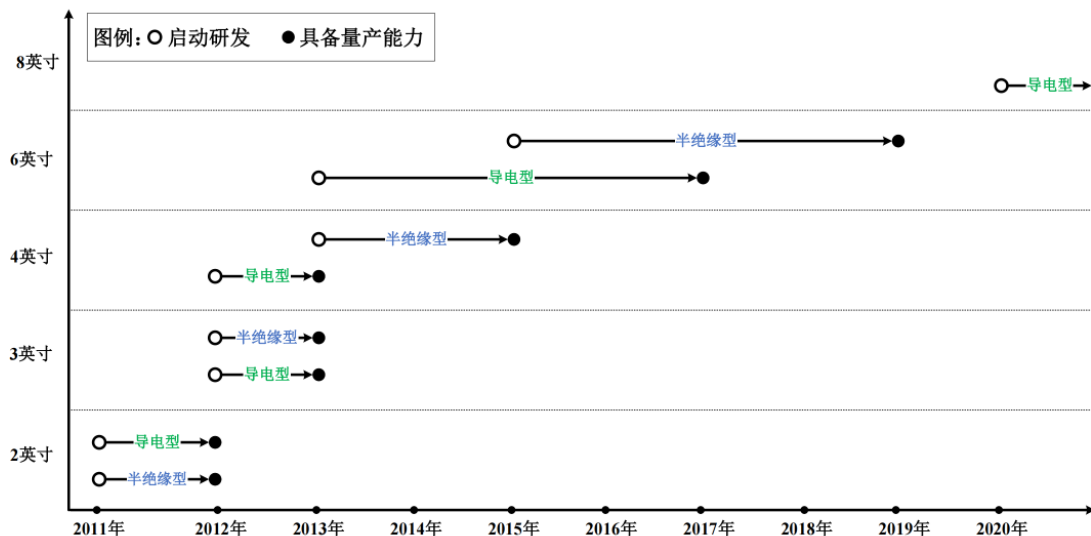


资料来源：集微网，天科合达官网，平安证券研究所

### 3.7 天岳先进：国产半绝缘型衬底龙头，导电型产品拓展有序

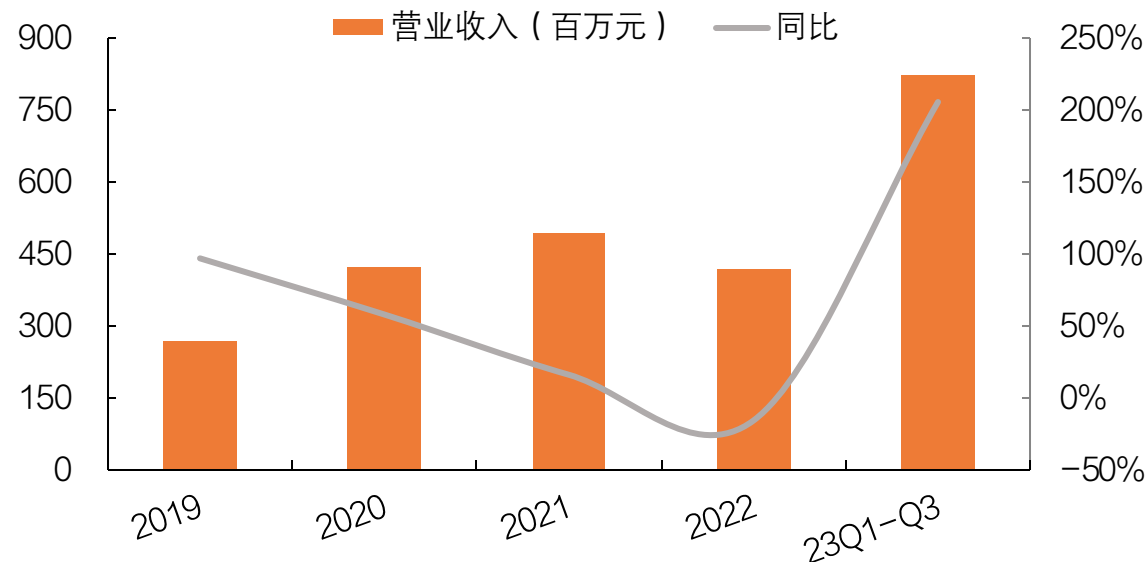
- ▶ 天岳先进（688234.SH）成立于2010年，是国内领先的SiC衬底生产企业。公司当前已具备4/6英寸半绝缘型和导电型SiC衬底量产能力，自2020年起，公司开始着力研究8英寸导电型SiC衬底，其中，2019-2022年公司在全球半绝缘型SiC衬底市场市占率连续四年保持全球前三。
- ▶ 2022年7月，公司与某战略客户签订13.93亿元长期协议，将在2023-2025年向该客户供应6英寸导电型衬底，2023年公司与英飞凌签订长期供应协议，将向英飞凌供应6英寸SiC衬底。产能方面，公司已在山东济南、济宁建立碳化硅衬底生产基地，主要生产半绝缘型衬底，同时，公司IPO募集25亿在上海临港建设6英寸导电型SiC衬底生产基地，22Q3年一期试生产，预计2026年达产，达产后新增SiC衬底30万片/年。

◆ 天岳先进SiC衬底技术发展历程



资料来源：天岳先进招股书，Wind，平安证券研究所

◆ 天岳先进营业收入情况





# CONTENT 目录

- ① 一、降本提效增益明显，下游景气带动需求提升
- ② 二、晶体生长慢且加工难，提高良率和产能是关键
- ③ 三、相关公司
- ④ 四、投资建议与风险提示

# 投资建议

➤ **投资建议：**随着SiC头部厂商纷纷采取扩产，以及生产工艺、流程持续优化改善，当前SiC价格开始持续下探，在量增+价降的双重驱动下，SiC上车速度明显加快，尤其是在2023年下半年，以小鹏G6、智界S7、问界M9为代表的800V高压平台车型纷纷发售，预计2024年市场将会推出更多搭载SiC器件的车型，将进一步带动SiC需求增长，叠加当前国产替代主旋律持续深化，国家对重点领域关键材料重视程度持续提升，国产SiC厂商有望迎来发展良机，建议关注技术底蕴扎实且产能扩充顺利的SiC产业链公司天岳先进、时代电气、斯达半导、新洁能、晶盛机电、晶升股份、三安光电。

## ◆ 推荐公司列表及盈利预测

股票简称	股票代码	2024/1/9	EPS (元)				PE (倍)				评级
		收盘价 (元)	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E	
天岳先进	688234	59.91	-0.41	0.11	0.39	1.05	-146.1	544.6	153.6	57.1	推荐
时代电气	688187	34.11	1.80	2.14	2.44	2.72	19.0	15.9	14.0	12.5	推荐
斯达半导	603290	163.18	4.79	5.64	7.16	8.47	34.1	28.9	22.8	19.3	推荐
新洁能	605111	36.71	1.46	1.14	1.45	1.77	25.1	32.2	25.3	20.7	推荐
晶盛机电	300316	39.05	2.23	3.66	4.57	5.42	17.5	10.7	8.5	7.2	未评级
晶升股份	688478	44.25	0.25	0.51	0.95	1.45	177.0	86.8	46.6	30.5	未评级
三安光电	600703	13.21	0.14	0.06	0.25	0.36	94.4	220.2	52.8	36.7	未评级

资料来源：Wind（备注：未评级公司采用Wind一致预期），平安证券研究所

# 风险提示

## (1) 碳化硅上车进度不及预期风险

若后续新能源汽车采用碳化硅器件进度不及预期，将制约碳化硅渗透发展，影响相关产业链公司经营业绩。

## (2) 产业链各环节国产替代进度不及预期风险

当前碳化硅行业被海外高度垄断，若国产碳化硅企业未取得技术突破，将影响碳化硅产业链国产化替代进度。

## (3) 衬底价格下降不及预期风险

若衬底制备工艺未能持续优化，8英寸发展进度不及预期，衬底价格下探速度将受影响，制约碳化硅渗透发展。

## (4) 宏观经济下行风险

当前全球经济处于下行周期，可能对下游需求产生负面影响。

电子信息团队				
行业	分析师/研究助理	邮箱	资格类型	资格编号
半导体	付强	fuqiang021@pingan.com.cn	投资咨询	S1060520070001
	徐碧云	XUBIYUN372@pingan.com.cn	投资咨询	S1060523070002
电子	徐勇	XUYONG318@pingan.com.cn	投资咨询	S1060519090004
	郭冠君	GUOGUANJUN625@pingan.com.cn	一般证券从业资格编号	S1060122050053
	陈福栋	CHENFUDONG847@pingan.com.cn	一般证券从业资格编号	S1060122100007

## 股票投资评级:

强烈推荐 (预计6个月内, 股价表现强于市场表现20%以上)

推 荐 (预计6个月内, 股价表现强于市场表现10%至20%之间)

中 性 (预计6个月内, 股价表现相对市场表现±10%之间)

回 避 (预计6个月内, 股价表现弱于市场表现10%以上)

## 行业投资评级:

强于大市 (预计6个月内, 行业指数表现强于市场表现5%以上)

中 性 (预计6个月内, 行业指数表现相对市场表现在±5%之间)

弱于大市 (预计6个月内, 行业指数表现弱于市场表现5%以上)

## 公司声明及风险提示:

负责撰写此报告的分析师 (一人或多人) 就本研究报告确认: 本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品, 为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考, 双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户, 并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的, 本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能, 也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识, 认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险, 投资需谨慎。

## 免责声明:

此报告旨在发给平安证券股份有限公司 (以下简称“平安证券”) 的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准, 不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠, 但平安证券不能担保其准确性或完整性, 报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价, 报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任, 除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断, 可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问, 此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司2024版权所有。保留一切权利。