



上海证券
SHANGHAI SECURITIES

四大核心竞争力护航，本土碳化硅衬底龙头开启扩张新征程

买入（首次）

行业： 电子
日期： 2024年06月30日

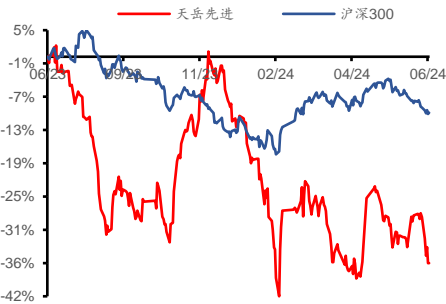
分析师： 马永正
Tel: 021-53686147
E-mail: mayongzheng@shzq.com
SAC 编号: S0870523090001

联系人： 陈凯
Tel: 021-53686412
E-mail: chenkai@shzq.com
SAC 编号: S0870123070004

基本数据

最新收盘价（元）	46.92
12mth A 股价格区间（元）	42.60-75.22
总股本（百万股）	429.71
无限售 A 股/总股本	61.52%
流通市值（亿元）	124.04

最近一年股票与沪深 300 比较



相关报告：

■ 投资摘要

卡位碳化硅产业链关键节点，本土衬底龙头换道超车开花结果。碳化硅是第三代半导体材料代表，利用其大禁带宽度特点制成的功率器件能够更好地适应高压、高温工作环境，有效降低系统的电气尺寸和运行成本，在新能源汽车及充电、光伏、电网等领域具有极大的应用潜力。碳化硅衬底在器件成本结构中占比接近一半，其供给和价格是决定碳化硅基功率器件持续渗透和产业扩容的关键。公司深耕碳化硅衬底多年，在半绝缘型领域具有国际影响力，近年来公司把握车光储终端强势增长机遇转向导电型衬底的研发生产，凭借生产端和技术端的长期积累成功实现产线技改升级和产能扩张，2023 年实现衬底销售近 23 万片，yoy+254.70%，济南工厂产量稳步推进，上海工厂 30 万片/年产能提前达产，客户端也已实现了与英飞凌等国际领先功率厂商的长期合作。据日本富士经济测算，2023 年公司导电型碳化硅衬底市占率位居全球第二。2023 年公司实现营业收入 12.51 亿元，yoy+199.90%。碳中和背景下终端需求提供强劲增长动力，长期规模降本+供需优化抬升行业天花板。碳化硅器件从整车轻量化、高效补能及优化系统集成等多角度助力新能源整车效能提升，已逐步实现从“主打亮点”到“旗舰标配”的跨越。新能源汽车渗透率持续提升叠加 800V 架构升级为碳化硅产业扩容提供核心动力，据 YOLE 预测，2028 年全球车端碳化硅功率器件规模有望达到 77.41 亿美元，22-28 年均复合增长率高达 33.25%。据 CPIA 数据显示，2023 年全球/中国光伏新增装机量同比增速为 69.57%/148.12%，产业仍处于强建设周期；双碳目标持续推进背景下，2024 年“新型储能”写入政府工作报告，新型电力系统和特高压输电网络加速建设，新一轮的能源基建投资有望进一步助力碳化硅产业发展壮大。碳化硅器件的高压、高频及低损特性还将持续赋能轨交、UPS 等其他领域。据 YOLE 预测，2028 年全球碳化硅器件规模有望达到 89.06 亿美元，我们认为随着产业链内的规模降本&产能扩张带动的器件渗透率提升，叠加新技术（如人工智能等）持续催生下的新应用不断涌现，碳化硅产业的市场空间将持续扩大。

长期规模降本是碳化硅产业发展壮大的底层逻辑，天岳先进依托四大核心竞争力逐鹿世界。如前所述，碳化硅产业市场空间的兑现需要依托器件尤其是衬底层面的长期降本，这一过程既需要持续的技术进步来改进衬底生长效率&产品良率，也需要上游产能的持续扩大，二者综合推动行业供需缺口改善。我们认为，天岳先进具有以下四大核心竞争力：庞大的真实产能、订单背书的产品质量、高研发投入推动下的领先良率以及 8 英寸衬底的规模供应能力。从订单角度来看，扎实的产能和领先的产品质量能够确保产品的稳定性和一致性，使公司能够获得长期稳定增长的订单；而持续提升的良率和 8 英寸衬底供应能力则助力内部长期降本，改善并提升公司的盈利能力。立足本土市场，我们认为公司将受益于国产替代快速成长，并依托在海外头部客户积累的逐步参与全球竞争。

■ 投资建议

首次覆盖给予“买入”评级。公司持续发力底层核心技术提升产品竞争力，同步有序推进产能建设，前期积累开花结果。公司卡位衬底节点助力碳化硅器件长期降本，依托产能、质量两大优势嵌入头部客户供应链，并在良率和尺寸方面的针对性投入推动长期内部降本，持续

推动公司营收和盈利能力长期稳定增长。预计公司2024-2026年实现归母净利润1.56/3.44/5.56亿元，对应PE分别为130/59/36倍。

■ 风险提示

产品降本不及预期、行业竞争加剧、研发进展不及预期

■ 数据预测与估值

单位：百万元	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入	1251	2237	3189	4250
年增长率	199.9%	78.9%	42.6%	33.3%
归母净利润	-46	156	344	556
年增长率	74.0%	440.3%	121.2%	61.6%
每股收益（元）	-0.11	0.36	0.80	1.29
市盈率（X）	—	129.60	58.60	36.26
市净率（X）	3.86	3.79	3.56	3.24

资料来源：Wind，上海证券研究所（2024年06月28日收盘价）

目录

1 业绩拐点已至，碳化硅衬底龙头启航	5
1.1 卡位关键节点，产品转型打开广阔市场空间	5
1.2 股权结构概述.....	5
1.3 拨云见日，未来可期.....	6
2 碳化硅已成为功率行业坚定不移的革新方向	9
2.1 多年深耕碳化硅衬底，卓越成绩彰显实力	9
2.2 衬底制备是碳化硅产业核心环节	10
2.3 产业加速扩张整合，天岳先进竞争优势愈发明显.....	12
3 星海征途，大势所趋	17
3.1 车用：碳化硅器件绝配 800V 架构，车端应用为碳化硅产 业发展壮大提供核心动力	17
3.2 光伏&储能：碳中和背景下产业规模持续扩大，碳化硅器 件高效助力	19
3.3 电网：新型电力系统建设势在必行，把握电网端升级投资 新机遇.....	21
3.4 其他：应用外延持续拓展，产业前景广阔.....	23
3.5 产业蓬勃发展，关注产业链关键节点	26
4 盈利预测	28
5 风险提示	29

图

图 1：公司发展历程	5
图 2：股权结构图（2024.3.31）	6
图 3：2019-2023 年公司营收情况（百万元）	6
图 4：2019-2023 年公司毛利率情况.....	6
图 5：2021-2024Q1 年公司费用情况	7
图 6：2021-2024Q1 年公司净利润情况（百万元）	7
图 7：2020-2024Q1 年公司运营能力指标概况（天）	7
图 8：碳化硅衬底企业核心增长逻辑.....	8
图 9：三代半导体材料应用实例及性质对比.....	9
图 10：碳化硅优势概述	9
图 11：碳化硅&氮化镓核心应用领域.....	10
图 12：碳化硅&硅基核心器件性质对比.....	10
图 13：碳化硅衬底的制备流程概览	10
图 14：碳化硅衬底制备核心难点	11
图 15：碳化硅器件制造成本结构.....	11
图 16：SiC & Si 主要器件部署成本对比	11
图 17：碳化硅产业发展核心逻辑图（衬底视角）	12
图 18：2022-2028 年全球碳化硅衬底产能规模及预测（万 片）	13
图 19：2020-2023 年公司碳化硅衬底产销量情况（万片） ..	13
图 20：6 VS 8 英寸碳化硅成本趋势演变	14

图 21: 天岳先进液相法8英寸晶体	14
图 22: 碳化硅器件端的市占情况	15
图 23: 天岳先进境外销售变化情况 (百万元)	15
图 24: 全球&中国新能源汽车销量 (万辆)	17
图 25: 碳化硅器件应用优势及 800V 平台带动下的零部件升级情况	18
图 26: 华为新一代全液冷超充充电桩	19
图 27: 2022-2028 碳化硅器件车端市场规模及预测 (亿美元)	19
图 28: 全球光伏新增装机规模及预测 (GW)	20
图 29: 中国光伏新增装机规模及预测 (GW)	20
图 30: 2019-2024 年中国新型储能累计装机规模及预测 (GW)	20
图 31: 碳化硅器件光伏逆变器/储能变流器示例	21
图 32: 2020-2040 年光伏逆变器中碳化硅功率器件占比预测	21
图 33: 2022-2028 碳化硅器件光储端市场规模及预测 (百万美元)	21
图 34: 中国新型电力系统建设“三步走”发展演变路径	22
图 35: 2019-2024 年中国特高压累计输送电量规模及预测 (亿千瓦时)	22
图 36: 2006-2025 年中国特高压各阶段投资规模及预测 (亿元)	22
图 37: 2022-2028 碳化硅器件电力端市场规模及预测 (百万美元)	23
图 38: N700S 混合型碳化硅模块效能对比	23
图 39: 不间断电源典型组成结构	24
图 40: 碳化硅助力系统体积高效降低	24
图 41: 训练部分大语言模型的耗电量对比	25
图 42: 2023-2028 碳化硅器件其他应用市场规模及预测 (百万美元)	25

表

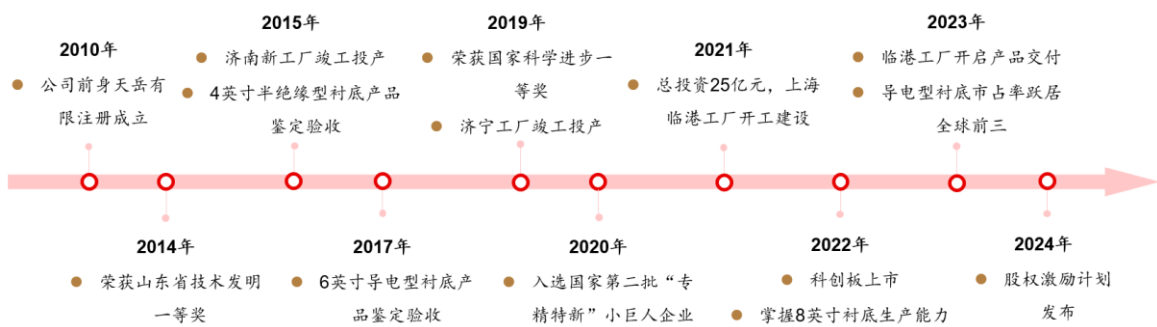
表 1: 公司核心产品及性质概述	9
表 2: 2023-2024 年全球主要功率&碳化硅企业合作情况一览	12
表 3: 天岳先进主要国际先进水平研发项目概览	14
表 4: 北京车展主要车厂 (部分) 碳化硅车型情况	18
表 5: 中国搭载碳化硅技术地铁线路概况 (截至到 2023.3)	24
表 6: 2024Q1 中国碳化主要产业投资项目说明及进展情况	26
表 7: 公司分业务增速与毛利预测 (百万元人民币)	28

1 业绩拐点已至，碳化硅衬底龙头启航

1.1 卡位关键节点，产品转型打开广阔市场空间

长期专注于技术升级与产能扩张，天岳先进已成为具有全球影响力的碳化硅衬底企业。天岳先进成立于 2010 年，是本土领先的宽禁带半导体衬底材料制造商，致力于碳化硅衬底的研发和生产。2015-2017 年公司先后完成了半绝缘型及导电型碳化硅衬底产品的鉴定验收，并于 2020 年成功入选国家第二批“专精特新”小巨人企业。在全球碳化硅半导体产业市场快速发展背景下，公司于 2021 年开启了在上海临港的总投资 25 亿元、6 英寸碳化硅晶片工厂建设，据公司 2023 年报表述，临港工厂第一阶段产能产量已提前实现，未来将继续推进二期建设规划，同时积极推动头部客户向 8 英寸转型。

图 1：公司发展历程



资料来源：iFinD，济宁新闻网，齐鲁壹点，金融界，界面新闻，公司官网，上海证券研究所

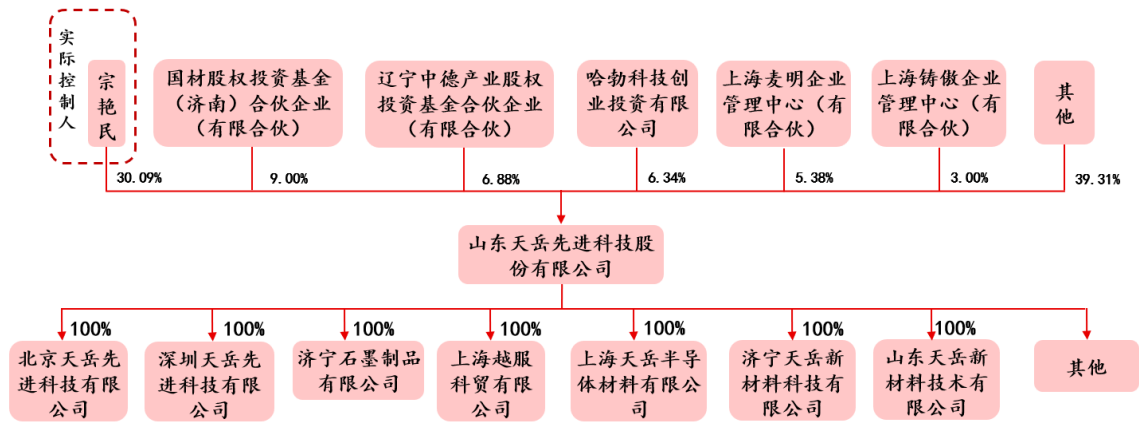
1.2 股权结构概述

股权结构稳定，组织架构合理。截止到 2024Q1，公司的实际控制人宗艳民直接持有公司 30.09%，持股较为集中，股权结构稳定。公司上市时获得海通旗下多支基金、济南国材及华为哈勃持股，截止到 2024Q1 依然保持较高持股比重。旗下控股公司各司其职，其中上海越服主要从事原材料及设备采购，上海天岳则主要负责碳化硅衬底材料的研发、生产和销售；此外，公司还在日本设立控股公司以进行前沿技术研发及开拓市场。

重视激励，通过员工持股平台强化公司对核心人员吸引力。天岳先进作为科技创新型企业极为重视人才培养和吸引，在上市之初设立了上海麦明及上海铸傲两大直接员工持股平台和上海爵芑、上海策辉两大间接员工持股平台，截止到 2024Q1，上海麦明和上海铸傲分别持有公司 5.38%、3.00% 股份。公司对股权激励的重视有助于吸引与保留优秀的技术骨干和经营管理人才，稳定核

心人员及公司的高效经营，使得公司能够在半导体领域保持持久的竞争力。

图 2：股权结构图（2024.3.31）

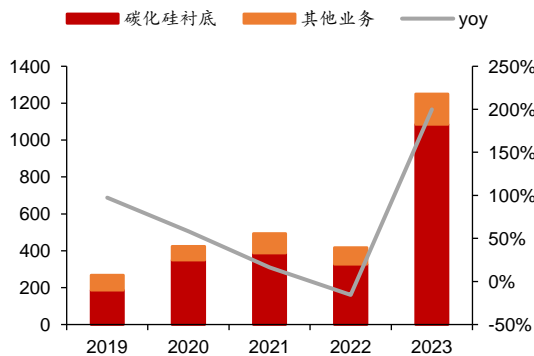


资料来源：iFinD，上海证券研究所

1.3 拨云见日，未来可期

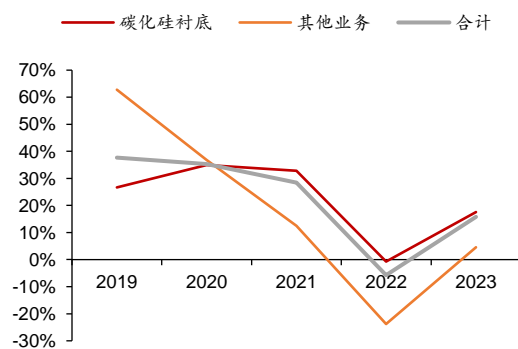
营收大幅增长，毛利率回暖。近年来公司把握功率半导体市场机遇，适时向导电型碳化硅衬底转型，2022 年产品结构的调整使得公司因产线、设备调整等导致临时性产能下滑，进而影响总产量、营业收入和综合毛利率等有所下降。而进入 2023 年，虽然半导体整体仍处于下行周期，但公司凭借高品质的产品持续获得国内外客户的认可和合作，产能产量稳步推进，目前，全球前十大功率半导体企业有超过半数已成为公司的客户。**2023 年公司实现营收 12.51 亿元，yoy+199.90%，其中核心业务碳化硅衬底贡献营收约 10.86 亿元，yoy+233.05%，同时综合毛利率回升至 15.81%，yoy+21.56 pcts。**我们认为，随着 2024 年半导体行业逐步复苏叠加碳化硅产业持续壮大，已签订单的兑现和新增订单落地有望带动公司营收中枢进一步上升，公司毛利率水平也有望持续回暖。

图 3：2019-2023 年公司营收情况（百万元）



资料来源：iFinD，上海证券研究所

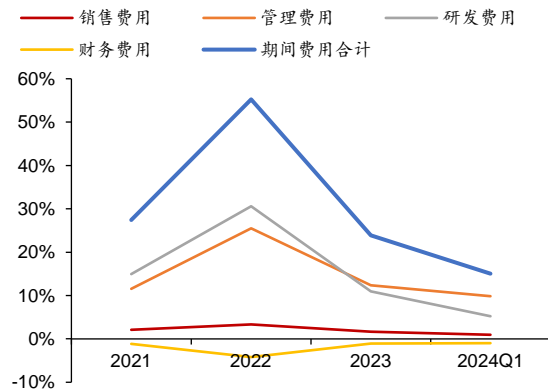
图 4：2019-2023 年公司毛利率情况



资料来源：iFinD，上海证券研究所

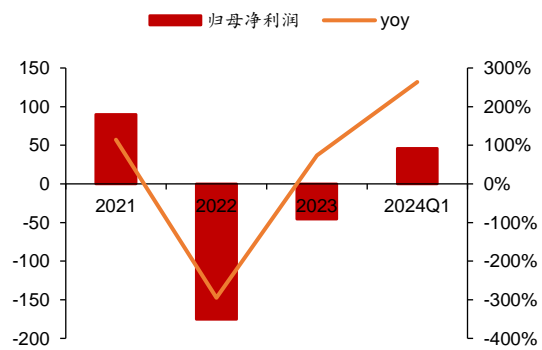
期间费用率逐步改善，盈利能力持续向好。2023 年受总营收大幅增长影响，公司各项费用率均有所改善。其中管理费用受司新建产能及折旧与摊销增加等影响有所增加，同时 2023 年客户数量和订单增加所导致的销售团队扩大同样使销售费用有明显增长。2024Q1，公司期间费用率进一步下降至 15.05%。利润端，经营改善使得公司 2023 年亏损大幅收窄；2024Q1，公司实现归母净利润 0.46 亿元，yoy+263.73%。展望未来，我们认为，随着公司未来产能规模和客户订单的持续扩大，营收规模的进一步扩张有望带动期间费用率持续降低，同时公司盈利能力有望持续向好。

图 5：2021-2024Q1 年公司费用情况



资料来源：iFinD，上海证券研究所

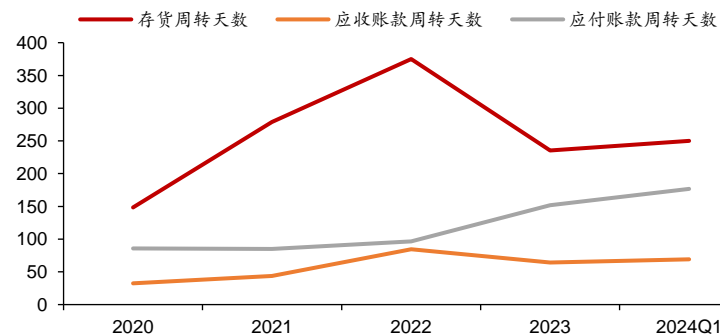
图 6：2021-2024Q1 年公司净利润情况（百万元）



资料来源：iFinD，上海证券研究所

产品销量显著增长，账期全面转好。公司凭借优秀的产品质量、产能规模、稳定供应能力，受到国际市场的持续关注，产品加速“出海”。2023 年公司碳化硅衬底销量达到 22.63 万片，销量同比增长 254.73%。到 2024Q1，公司库存周转天数约为 249.79 天，略有提升。账期端，2023 年公司应收账款周转天数降至约 64.30 天，同时应付账款周转天数升至约 151.93 天，在公司持续开发国际一线客户的同时，账期持续向好，体现了公司较强的营运能力。

图 7：2020-2024Q1 公司运营能力指标概况（天）



资料来源：iFinD，上海证券研究所

公司专注于碳化硅衬底的研发、生产和销售，位于整个碳化

硅产业链的上游。我们认为位于该节点的公司竞争力及努力方向体现在以下几点：1) 外向开源：产能、质量，充足且持续的产能保障和高度一致、稳定的产品质量决定了衬底公司能否获得及能否持续获得优质的订单，是一家碳化硅衬底企业竞争实力的直接体现；2) 内向节流：良率、尺寸，良率直接影响从产能向产量的转化，还体现着公司的技术水平，而尺寸扩大则是碳化硅衬底长期降本必然方向，二者均是碳化硅行业技术壁垒和成本控制的核心要素。

目前，天岳先进在这四大方面已取得优秀的业绩并持续努力，公司已建成济南和上海两大产能基地，其中上海工厂已提前达产实现导电型衬底 30 万片/年供应能力，公司 8 英寸碳化硅产品已实现批量化销售，其产品质量受到国际一线大厂认可并签订了长期供应协议。我们认为，当前天岳先进已成为碳化硅领域的国际龙头之一，随着行业规模持续壮大及公司技术、产能水平跟进，公司营收规模及盈利水平将持续扩大。

图 8：碳化硅衬底企业核心增长逻辑



资料来源：证券时报，壹零社，第一财经，艾邦陶瓷展，科创板日报，行家说三代半，公司 2023 年年报，艾邦半导体网，先进半导体材料，AI 芯天下，集邦化合物半导体，财联社，公司官网，天科合达招股书（申报稿），Wolfspeed 上海证券研究所

2 碳化硅已成为功率行业坚定不移的革新方向

2.1 多年深耕碳化硅衬底，卓越成绩彰显实力

公司始终专注碳化硅衬底领域，并通过多年攻坚积累了深厚的技术经验和实力。据 YOLE 数据显示，公司在 2019-2022 连续四年位居半绝缘型碳化硅衬底市场世界前三。

近年来，随着全球能源电气化、低碳化发展趋势走强，国际市场对高品质导电型碳化硅衬底的需求持续旺盛，公司把握时机逐步向导电型衬底转型并加快产业化进程。随着上海临港厂第一阶段产能提前实现，公司产能规模再上台阶。据日本权威行业调研机构富士经济报告测算，2023 年全球导电型碳化硅衬底材料市场中天岳先进的占有率已超越高意跃居全球第二。

表 1：公司核心产品及性质概述

产品类别	图示	电阻率	产品介绍	应用领域
半绝缘型		$\geq 105 \Omega \cdot \text{cm}$	通过在半绝缘型碳化硅衬底上生长氮化镓外延层，制得碳化硅基氮化镓外延片，可进一步制成 HEMT 等微波射频器件	适用于高频、高温场景如 5G、雷达及国防等领域
导电型		$15 \sim 30 \Omega \cdot \text{cm}$	通过导电型碳化硅衬底上生长碳化硅外延层，制得碳化硅同质外延片，可进一步制成肖特基二极管、MOSFET、IGBT 等功率器件	适用于高温、高压场景如新能源汽车、光伏、智能电网及轨道交通等领域

资料来源：公司招股书，江苏卓远半导体有限公司，上海证券研究所

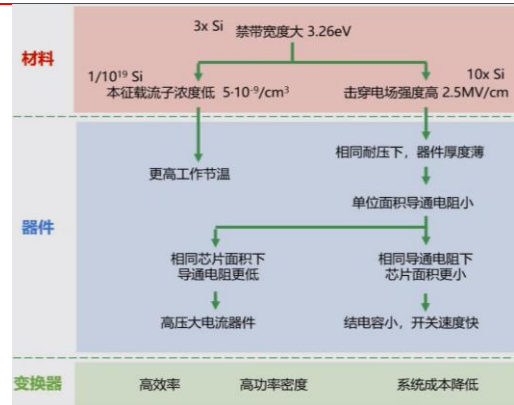
第三代半导体核心材料，优良性质绝配功率领域。碳化硅由于具有较大的禁带宽度，同时具备热导率高、临界击穿场强高、电子饱和漂移速率高等特点，可有效突破传统硅基半导体器件及其材料的物理极限，开发出更适应高压、高温、高功率、高频等条件的新一代半导体器件，有效降低系统的电气尺寸和运行成本，因此我们认为其在新能源汽车及充电、光伏、电网等领域具有极大的应用潜力。

图 9：三代半导体材料应用实例及性质对比

	1 st GEN		2 nd GEN		3 rd GEN	
	Si	Ge	InP	GaAs	GaN	SiC
材料	硅	锗	磷化铟	砷化镓	氮化镓	碳化硅
禁带宽度	Si × 2.9	Si × 3.1	Si × 3.3	Si × 3.1	Si × 10	Si × 11
热导率	Si × 3.3	Si × 0.9	Si × 3.3	Si × 0.9	Si × 3	Si × 2.75
器件					Si × 0.01	Si × 0.5
击穿场强						
最高工作温度						
开关损耗						

资料来源：泰科天润半导体，化合物半导体洞察，上海证券研究所

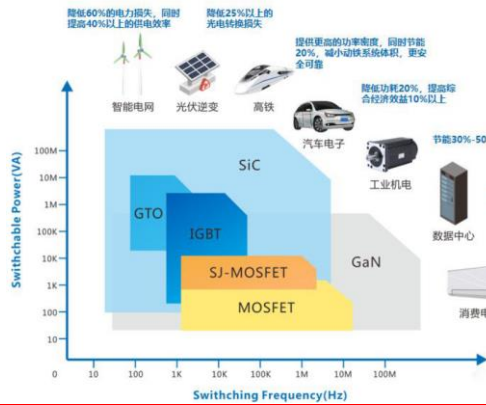
图 10：碳化硅优势概述



资料来源：泰科天润半导体，上海证券研究所

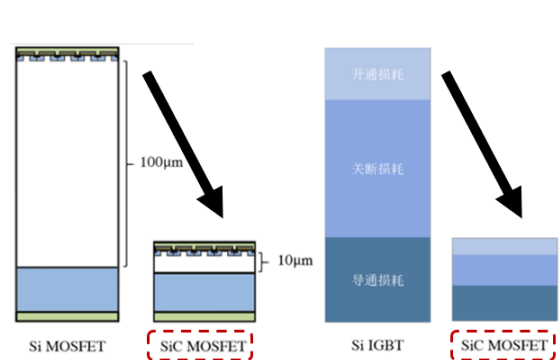
如前所述，第三代半导体材料由于在高压高频等领域的适应性，因此随着功率行业逐步发展，其器件正成为各领域提升运行效率的重要选择。典型如 SiC MOSFET 由于自身的超低能量损耗与较小的尺寸，正在特定领域逐步替代同类硅基产品。

图 11：碳化硅&氮化镓核心应用领域



资料来源：YOLE，界面新闻，上海证券研究所

图 12：碳化硅&硅基核心器件性质对比



资料来源：公司招股书，上海证券研究所

2.2 衬底制备是碳化硅产业核心环节

衬底制备流程复杂，涉及多学科交叉应用。碳化硅衬底的制备需要将碳化硅粉料放入长晶炉进行晶体生长，典型的 PVT 法是通过感应加热的方式在密闭生长腔室内在高温、接近真空的低压下加热碳化硅粉料，使其升华产生反应气体，并使气相组分按照设计的热场和温梯进行分布和传输，使组分输运至生长腔室既定的结晶位置沉积、生长为碳化硅单晶。产生的晶锭还要经过加工、切割、研磨、抛光及清洗等一系列工序，最终得到碳化硅衬底片。在制备过程中需要材料、热动力学、半导体物理、化学、计算机仿真模拟、机械等多学科交叉知识应用。

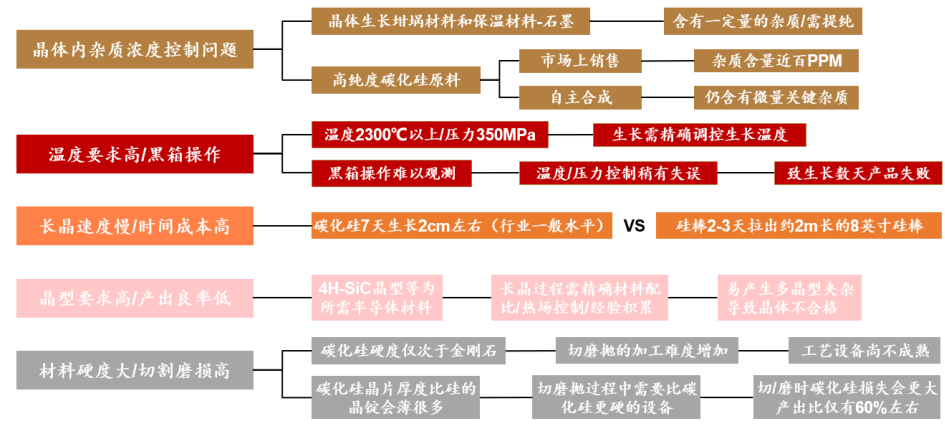
图 13：碳化硅衬底的制备流程概览



资料来源：芯片半导体实验室，上海证券研究所

衬底生长和切割加工是碳化硅行业技术壁垒的核心体现。相较硅基衬底，碳化硅衬底的制备不仅耗时，在生长时还需要密切控制晶体内杂质浓度及温度，防止因缺陷过度导致产品失败。同时，碳化硅硬度仅次于金刚石，且自身属于高脆性材料，在后续加工中切割磨损度较高，使得最终产出比较低；目前碳化硅衬底切割的主要方式有砂浆切割、金刚石线切割以及最新的能够降低损耗、提高加工效率的激光切割。

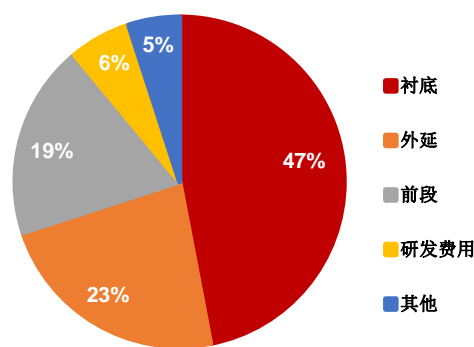
图 14：碳化硅衬底制备核心难点



资料来源：芯片半导体实验室，上海证券研究所

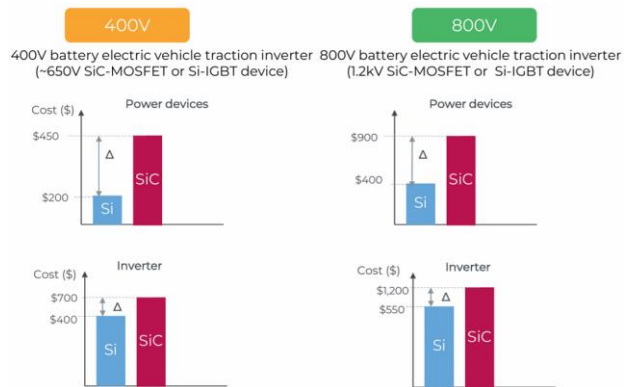
衬底制备的复杂流程与技术壁垒拔高器件成本，是碳化硅产业的关键痛点。如前所述，由于碳化硅制备过程中的时间成本、技术难度以及必要损耗，使得其终端器件中，衬底的成本占比达到了 47%，而硅基器件的成本有 50%是在硅晶圆制造上，衬底仅占 7%。这种差异也使得碳化硅器件在特定领域如新能源汽车上的部署成本远高于硅基器件，高昂的价格在一定程度上限制了碳化硅的扩大使用。因此我们认为，把握核心价值量的衬底环节是决定碳化硅产业发展壮大的关键。

图 15：碳化硅器件制造成本结构



资料来源：中商产业研究院，上海证券研究所

图 16：SiC & Si 主要器件部署成本对比

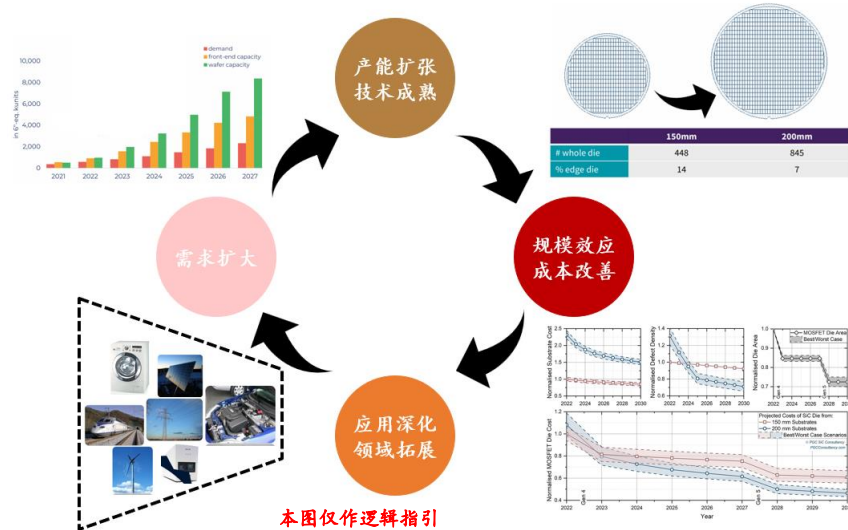


资料来源：YOLE，上海证券研究所

产能扩张和降本为碳化硅产业未来发展的主线。碳化硅器件

虽然具有优异的性能，然而考虑到使用性价比，其价格依然是阻碍碳化硅进一步提升渗透率的核心原因。我们认为，产能扩张和降本未来碳化硅产业发展的主线，随着产能扩张及大尺寸衬底技术的成熟，能够有效拉低衬底成本，使得碳化硅器件的应用逐步深化、扩大，并在新需求的产生中实现良性循环。

图 17：碳化硅产业发展核心逻辑图（衬底视角）



资料来源：YOLE, Wolfspeed, PGC Consultancy, 上海证券研究所

2.3 产业加速扩张整合，天岳先进竞争优势愈发明显

全球碳化硅产业链加速整合，衬底产能锁定成为关键。进入 2023 年，全球主要功率厂商均加快了碳化硅布局如产能扩张计划、长期合作协议，中国企业也正在逐步登上国际舞台：三安光电与意法半导体成立碳化硅器件制造合资公司，由此前者将单独建设和运营一座新的 200 毫米碳化硅衬底工厂，以满足合资企业的需求。此外，英飞凌与天岳先进及天科合达签订长期供货协议，双方的供应量预计均将占到英飞凌长期需求量的两位数份额。2023 年频繁的产能合作更加凸显衬底在整个碳化硅产业链中的重要性。

表 2：2023-2024 年全球主要功率&碳化硅企业合作情况一览

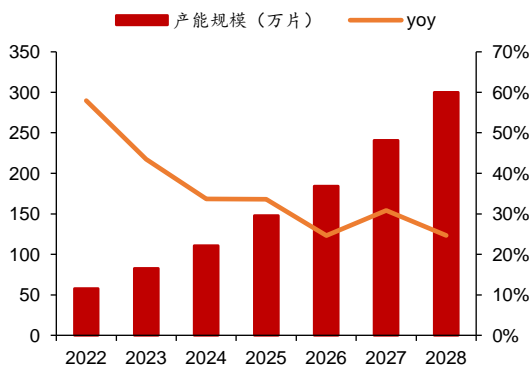
主体	动态
意法半导体	卡塔尼亚碳化硅衬底工厂预计将于 2024 年开始投产。 与三安光电建立碳化硅器件合资工厂，三安光电还将单独建设和运营一座新的 200 毫米碳化硅衬底工厂，以满足合资企业的需求。(2023.6) 在与罗姆集团旗下 SiCrystal 公司现有的 6 英寸碳化硅衬底晶圆多年长期供货协议基础上，继续扩大合作。(2024.4)
安森美	与 Vitesco 签订价值 19 亿美元 10 年长期合约，包含 2.5 亿美元用于安森美自身碳化硅衬底及外延的扩产。(2023Q2) 在与 Magna 签订长期供货协议外获得 0.4 亿美元投资。(2023.7) 与博格华纳签订价值超 10 亿美元的碳化硅合作协议，博格华纳将集成安森美 EliteSiC 1200 V 和 750 V 功率器件到其 VIPER 功率模块中，搭载于主驱逆变器解决方案。(2023.7) 计划在德国建造全球最大、最先进的 8 英寸碳化硅器件制造工厂，未来

Wolfspeed	将与美国北卡罗莱纳州碳化硅材料工厂及莫霍克谷器件工厂构成 Wolfspeed 65 亿美元产能扩张计划重要组成部分。(2023.2) 携手采埃孚计划在德国成立碳化硅半导体研发中心,以期显著改进碳化硅半导体在系统设计、模块结构和生产工艺方面的技术。(2023.5) 与瑞萨电子签订为期 10 年的碳化硅晶圆供应协议以确保 6 英寸/8 英寸 SiC 晶圆的供应,先期支付 20 亿美元定金。(2023.7)
罗姆	宣布将在日本宫崎县的第二家工厂生产 8 英寸碳化硅衬底供内部使用,预计于 2024 年开始投产。(2023.11) 与 Resonac 签署新的多年供应与合作协议,Resonac 初始阶段侧重于 6 英寸碳化硅材料供应,协议后期支持英飞凌向 8 英寸晶圆过渡。(2023.1)
英飞凌	分别与天岳先进、天科合达签订供货协议。双方的供应量预计均将占到英飞凌长期需求量的两位数份额。协议后期天岳先进、天科合达也将助力英飞凌向 8 英寸碳化硅晶圆过渡。(2023.5) 英飞凌与 SK Siltron CSS 正式达成协议,后者将为英飞凌提供 6 英寸碳化硅晶圆,并在后续协助英飞凌向 8 英寸晶圆直径过渡。(2024.1) 未来五年将追加投资高达 50 亿欧元大幅扩建居林工厂(第三座厂房的二期建设),旨在建造「全球最大的 8 英寸碳化硅功率晶圆厂」。
三菱	携手日本电装向高意碳化硅业务独立子公司分别投资 5 亿美元各获得 12.5% 非控股权益,确保稳定采购高质量 6/8 英寸碳化硅晶片。(2023.10)

资料来源: NE 时代半导体, 界面新闻, YOLE, 行家说三代半, 采埃孚官网, 满天芯, 上海证券研究所

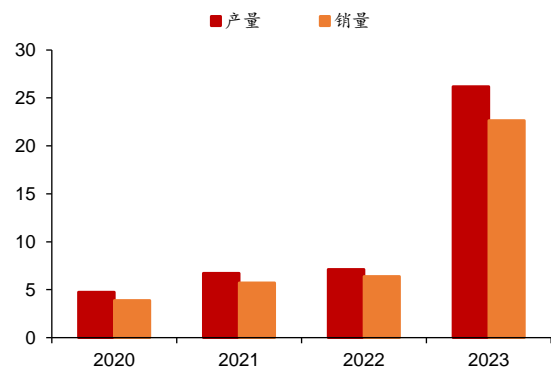
全球碳化硅衬底规模加速扩张, 产能优势助力天岳先进打造国际影响力。如前所述, 我们认为衬底端的产能扩张即是碳化硅产业发展壮大的关键, 也是当下功率半导体行业主流企业的焦点。据 YOLE 统计, 到 2028 年全球碳化硅衬底规模(以 6 英寸记)有望突破年需求有望突破 300 万片。而天岳先进背靠中国市场兼有先发优势, 2023 全年出货量超 22 万片, yoy+254.70%, 同时公司原计划 2026 年达产的临港工厂年产 30 万片 6 英寸碳化硅衬底规划提前实现, 未来公司还将继续推进第二阶段产能提升规划, 持续巩固规模优势。

图 18: 2022-2028 年全球碳化硅衬底产能规模及预测(万片)



资料来源: YOLE, 上海证券研究所

图 19: 2020-2023 年公司碳化硅衬底产销量情况(万片)

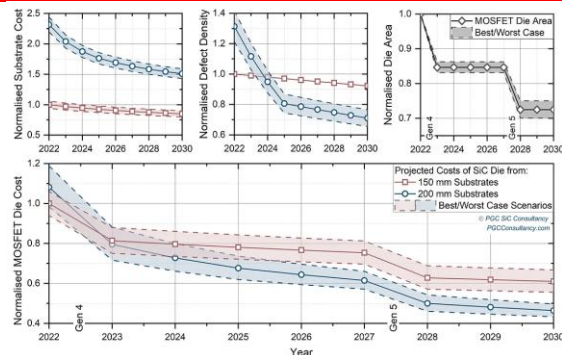


资料来源: iFind, 上海证券研究所

成本驱动碳化硅向大尺寸演变是长期趋势, 8 英寸衬底量产能力是技术实力的体现。8 英寸碳化硅晶圆相较 6 英寸能够得到更多

的裸片数量，在相同的良率下能够有效降低单位成本，从而显著降低器件成本。但受制于技术壁垒，目前8英寸碳化硅衬底规模尚小，在全球范围内仅有少数企业拥有量产能力。天岳先进于2022年通过自主扩径实现高质量8英寸产品的制备，在产品性能持续提升和批量化制备等各方面具有领先优势；2023年，公司业内首创使用液相法制备出了低缺陷的8英寸晶体，突破了碳化硅单晶高质量生长界面控制和缺陷控制难题。目前，公司8英寸碳化硅衬底已经具备量产能力并实现了批量交付，产品质量和批量供应能力领先，公司未来还将同步助力头部客户向8英寸转型。

图 20: 6 VS 8 英寸碳化硅成本趋势演变



资料来源: PGC Consultancy, 上海证券研究所

图 21: 天岳先进液相法8英寸晶体



资料来源: 天岳先进官微, 上海证券研究所

把握市场前沿动态，持续强化技术实力。技术壁垒是确保碳化硅衬底厂商保持领先地位的关键，天岳先进始终重视行业核心技术，在碳化硅衬底的晶体生长（长厚长快、扩径）、缺陷控制、高效加工以及最前沿技术加强投入，目前多项技术处于世界先进水平。

表 3: 天岳先进主要国际先进水平研发项目概览

项目名称	累计投入	研发进展	技术目标	应用前景
8英寸宽禁带碳化硅半导体单晶生长及衬底加工关键技术项目	1.06亿元	样品阶段	研究高质量、大直径宽禁带碳化硅半导体制备技术，突破8英寸碳化硅单晶生长、缺陷控制、衬底加工关键核心技术。	广泛应用在5G通讯、电动汽车、智能电网、大数据等领域
高质量碳化硅晶体厚度提升项目	1143.39万元	研发阶段	通过对长晶热场结构进行调整，优化温场分布；对形核温度、时间、压力，生长温度、压力等工艺参数进行调整，进行厚度提升。	研制出低成本高质量碳化硅单晶衬底
项目O	218.31万元	研发阶段	通过碳化硅单晶快速制备技术突破、缺陷表征控制技术突破和新型加工技术突破，实现满足车规级MOS器件使用要求的高质量8英寸碳化硅单晶衬底的技术突破和产业化。	研制出符合车规级MOS器件要求的8英寸碳化硅单晶衬底
碳化硅单晶生长关键技术	1719.20万元	中试阶段	通过研究高质量籽晶制备技术、高纯原料合成、精准杂质及电学性能控制、碳化硅单晶生长过程中的缺陷控制等技术，实现均匀稳定的电学特性和连续生长的质量稳定可控。	主要面向功率器件客户，处于整个宽禁带碳化硅半导体产业链的最前端
高质量导电型碳化硅晶体生长	1939.22万元	样品阶段	通过研究大尺寸单晶生长炉设计、扩径技术、缺陷控制、高效衬底加工等技术，研制出大尺寸高品质导电型碳化硅单晶衬底。	我国新能源汽车、轨道交通、智能电网等领域
项目D	1425.88万元	样品阶段	通过对碳化硅高纯原料合成，生长过程中微管、位错、杂质等缺陷控制，应力控制，衬底超精密加工等重大关键问题进行专题技术研究，提高SiC衬底材料良率和稳定性。	高阻抗宽禁带半导体材料
项目E	1396.96万元	样品阶段	重点攻克宽禁带半导体材料基平面位错和螺位错等微观缺陷以及衬底超精密加工等关键	七大新基建产业发展所需核心材料

请务必阅读尾页重要声明

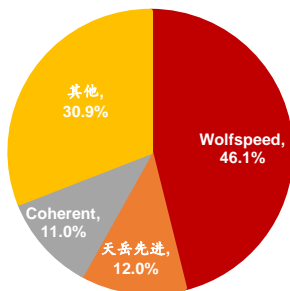
高效加工	信息通讯设备材料生产应用关键技术攻关项目	4202.20 万元	样品阶段	问题，掌握高质量碳化硅材料生长关键核心技术，获得成套的技术解决方案。 进一步提升碳化硅单晶的半绝缘性能、弯曲度和翘曲度技术指标，提升产品合格率。	用于信息通信设备材料生产应用示范平台建设
	碳化硅晶体激光剥离技术	415.25 万元	研发阶段	本项目通过分析不同扫描方式和材料微观结构对碳化硅剥离表面损伤层深度的影响，对激光扫描聚焦技术、晶片超声剥离技术、晶片表面应力控制技术等方面进行研究，解决传统多线切割工艺中加工效率低、加工应力高和材料损耗大等难题。	攻克碳化硅晶体新型激光剥离技术，实现降低碳化硅晶体损耗，提高加工效率及衬底质量的目标
	高效碳化硅抛光液的研究与应用	445.18 万元	中试阶段	解决超硬碳化硅晶圆表面平坦化加工效率和表面缺陷等关键核心技术问题，研制出高效率高质量表面的碳化硅抛光液，打破进口垄断，实现进口替代。	为我国碳化硅产业提供自主耗材，推动我国碳化硅产业链国产化替代
前沿技术	高质量低成本碳化硅液相法制备关键技术	410.55 万元	研发阶段	利用溶液法生长 SiC 单晶过程中的缺陷转变机理，降低 SiC 晶体的中的缺陷密度，为 PVT 法提供高质量的籽晶，达到降低 PVT 法生长 SiC 中缺陷密度的目的，从而开发出具有自主知识产权的高品质 SiC 单晶生长技术，实现 6 英寸及 8 英寸高品质 SiC 单晶衬底的量产。	用溶液法研制出低缺陷密度高品质的 6 英寸及 8 英寸碳化硅单晶衬底

资料来源：公司 2023 年年报，上海证券研究所

真实产能支撑确保订单可持续性，天岳先进卡位核心供应商有助于业务规模持续扩大。据日本富士经济数据显示，2023 年公司导电型碳化硅产品市占率位达到 12.0%，位居全球第二。天岳先进凭借扎实的产能基础，自 2022 年以来便持续获得客户认可：2023 年 8 月，天岳先进发布公告，公司与客户 F 签订了一份框架采购协议，合同金额超过 8 亿元，客户 F 根据合同约定需支付人民币 1 亿元作为本协议的保证金。在此之前，公司表示长短期订单充裕，其中包括 2022 年 7 月公告的折合人民币 13.93 亿元的订单。

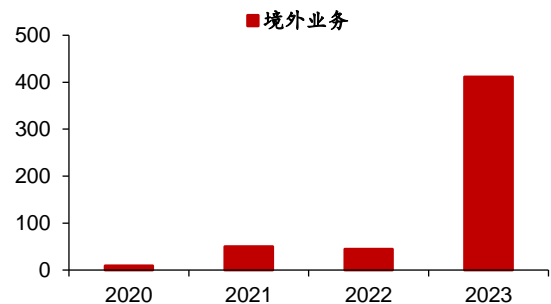
客户方面，公司与英飞凌及博世在碳化硅领域合作多年，2023 年 5 月公司与英飞凌签署了新的长期供货协议，未来公司的供应量预计将占到英飞凌长期需求量的两位数份额。同时公司凭借自身在车规级碳化硅产品的领先优势卡位主流功率半导体企业，目前全球前十大功率半导体企业超过一半已成为公司客户。我们认为率先进入一线客户供应链的厂商具有极强的竞争优势，因此天岳先进有望在未来市场加速扩张中率先受益，并凭借与国际一流厂商长期合作的背书，未来持续获得优质订单。

图 22：碳化硅器件端的市占情况



资料来源：天岳先进官微，上海证券研究所

图 23：天岳先进境外销售变化情况（百万元）



资料来源：iFinD，上海证券研究所

结合我们在此前对碳化硅衬底企业竞争力与核心增长逻辑的分析，我们认为，碳化硅在产能、质量、良率及尺寸四大方面均具有相当的竞争力：

产能：2023 年全年公司碳化硅衬底产量为 26.20 万片，形成销售 22.63 万片，年末库存 5.50 万片。据 2023 年年报表述，上海临港工厂一期年产 30 万片产能已经提前达产，公司已形成了济南和上海两大产能基地，公司具有真实的产能支撑；

质量：公司衬底达到车规标准，与全球领先的功率半导体器件巨头英飞凌以及汽车电子 tier 1 厂商博世合作多年，同时全球前十大功率半导体超一半已成为公司客户，客户的认可是产品质量的核心评价标准；

良率：公司持续加大研发力度，在晶体生长和缺陷控制等领域不断突破技术瓶颈，相关产品良率也在逐步提升并处于行业内领先水平；

尺寸：公司在大尺寸碳化硅衬底上布局领先，到目前 8 英寸导电型碳化硅衬底已经具备批量交付能力，同时也在积极推动头部客户向 8 英寸转型。

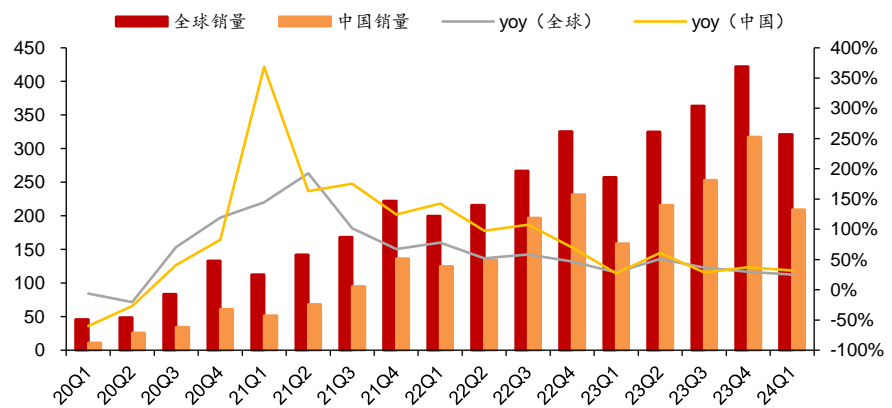
综上所述，我们认为庞大的真实产能规模和有全球顶尖碳化硅功率器件厂商认可并达成长期供货协议背书的产品质量，确保公司能够在未来获得长期可持续发展的订单；而公司长期的研发投入确保公司跟随前沿技术，通过良率的持续提升和 8 英寸衬底带来的价格提升和规模降本确保公司长期的盈利能力。

3 星海征途，大势所趋

3.1 车用：碳化硅器件绝配 800V 架构，车端应用为碳化硅产业发展壮大提供核心动力

汽车电动化持续推进，新能源汽车依然是功率行业的核心终端市场。进入 2024 年，全球及中国的新能源汽车销量依旧保持高速增长，据 iFinD 数据显示，2024Q1，全球及中国新能源汽车销量同比增速分别为 24.91%和 31.72%。且据乘联会数据显示，2024 年 4 月 1-14 日中国新能源乘用车零售渗透率约为 50.39%，首次超过传统燃油乘用车。我们认为在新能源汽车稳定增长的背景下，其对功率行业的带动依然具有确定性。

图 24：全球&中国新能源汽车销量（万辆）



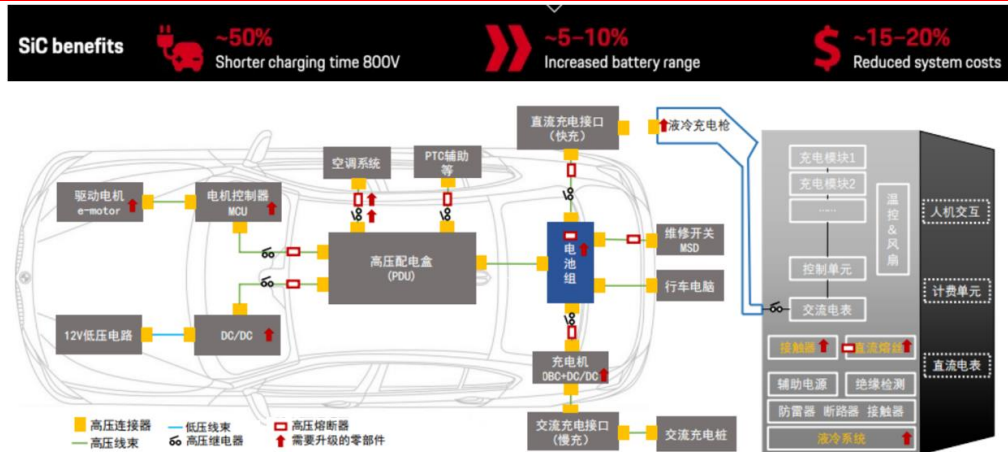
资料来源：iFinD，上海证券研究所

碳化硅器件助力新能源汽车效能提升，高效优化整车系统架构。相较于原有的硅基功率器件，碳化硅器件具有更高的能源利用效率，能够有效提升新能源汽车的续航里程和运转效率，同时碳化硅功率器件兼具小尺寸和提升系统能源密度的功能，助力新能源汽车系统高效集成。碳化硅优秀的耐热性能进一步拔高了其功率器件的极限工作温度，增强了汽车电子系统的适应性和可靠性，还可有效降低散热系统的体积和重量，助力整车轻量化的实现。

800V 平台响应行业需求，碳化硅为高压平台提供基础硬件支撑。电压平台升级拉高了整车充电效率的上限，满足消费端对高续航、快补能的需求，且有效降低系统能损。如前所述，碳化硅基功率半导体由于损耗低、开关频率高等优异性能，将在很大程度上替代硅基功率产品。同时为满足高压平台在体积、轻量、耐压及耐高温等方面的需求，OBC/DCDC 等功率器件的集成化趋势会更加明显，高压平台下高压 OBC 的使用需求也会愈发确定，且为了能够适配原有的 400V 直流快充桩，800V 架构下的新能源汽车

车也需要配有额外的 DCDC 转换器进行升压，这进一步拉动了 DCDC 的需求。

图 25: 碳化硅器件应用优势及 800V 平台带动下的零部件升级情况



资料来源：驭势资本，半导体行业观察，上海证券研究所

碳化硅器件加速上车，逐步成为各旗舰车型的标配。如前所述，碳化硅器件凭借在新能源电驱中优秀的长续航表现与快速充电优势，正在逐步成为各新能源旗舰车型的标配。2024 年北京车展上，碳化硅车型约有 74 款，碳化硅器件的使用几乎是所有车企新品发布的重磅亮点。与此同时，本土车厂也在积极布局碳化硅产业链，并通过自主研发碳化硅模块或协同开发来逐步实现关键器件的自主化。我们认为，未来随着 800V 平台的加速普及&产业链本土化加深，碳化硅功率器件及模块的规模化应用将持续走强。

表 4: 北京车展主要车厂（部分）碳化硅车型情况

车厂	车型	详情
小米	小米 SU7	SU7 Max 搭载汇川联合动力 SiC 电驱、SU7 标准版&Pro 搭载联合汽车电子 400VSiC 电驱
比亚迪	海洋、仰望、方程豹、腾势	海洋：海鲨 Shark 电控和发电系统控制器全系标配 SiC 芯片；方程豹：豹 5 搭载比亚迪 DMO 平台，该平台包含纵置 EHS 电混系统，该系统采用了 SiC 器件，峰值功率为 200kW 的驱动电机；仰望：全系车型标配“易四方”技术，应用全新一代 SiC 电控技术；腾势：新款腾势 N7 采用全栈 800V 碳化硅高压平台
华为	鸿蒙智行系列	问界 M5 纯电版本搭载 800V 巨鲸碳化硅高压快充平台和 100 度电池包
吉利	极氪、极星、极越、Smart、路特斯、银河	极氪：极氪 MIX 全系搭载 800V 碳化硅高性能后电机，极氪 009 全系标配高性能永磁同步电机，后电机采用 SiC 碳化硅技术；极星：双电机版 & 单电机版均带有碳化硅逆变器；银河：银河星舰采用自研 GEA 全球智能新能源架构及碳化硅混合驱动集成等多项最新科技
蔚来	ET 系列、乐道	ET：ET7 行政版共推出 4 款配置，搭载碳化硅高效电驱平台
奇瑞	奇瑞、星途、捷途、iCAR	星途：星纪元 ET 搭载了全域 800V 高压系统、SiC 碳化硅电驱系统
东风	岚图	岚图：全新岚海动力系统搭载自研 800V 碳化硅平台，该平台搭载最新一代 TMO+ 160 纳米级精细沟槽栅芯片技术
北汽	极狐	极狐：极狐阿尔法 S5 采用全域 800V 高压架构，具有先进的碳化硅电驱系统；BJ 系列：BJ40 魔核电驱版搭载碳化硅电控，BJ60e 车型后驱系统搭载基于碳化硅的 250kW 三合一总成产品
哪吒	哪吒	哪吒 S 猎装版纯电版采用 800V 高压架构搭配 SiC 碳化硅多合一电机

资料来源：行家说三代半，上海证券研究所

800V 与高功率快充互为后援，碳化硅持器件续赋能。大功率充电是应对新能源汽车补能痛点的有效手段，800V 平台和大功率充电桩也在此背景下应运而生，这一趋势对充电桩的高效性和安全性提出了更高的要求。而碳化硅功率器件具备耐高压、耐高温、高频、低损耗等特性，且与传统硅基器件相比，能够支持增加充电桩近 30% 的输出功率，并且减少损耗高达 50% 左右，增强充电桩的稳定性。因此“SiC”+“800V”组合逐步成为新能源主流车企和充电桩桩企的布局热点，当前，华为、小米等厂商均在加快超充桩的开发。

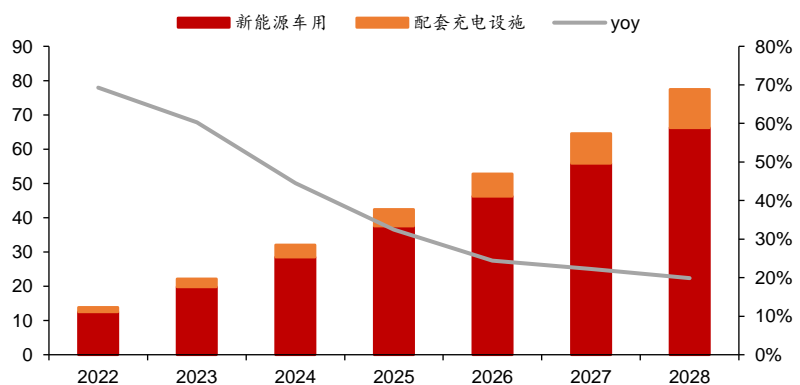
图 26：华为新一代全液冷超充电桩



资料来源：行家说三代半，上海证券研究所

新能源汽车及配套产业已成为碳化硅产业最大的应用终端。据 YOLE 统计，到 2028 年，全球碳化硅器件市场的车端（车用及充电设施）规模有望达到 77.41 亿美元，成为整个产业最核心的增量市场。

图 27：2022-2028 碳化硅器件车端市场规模及预测（亿美元）



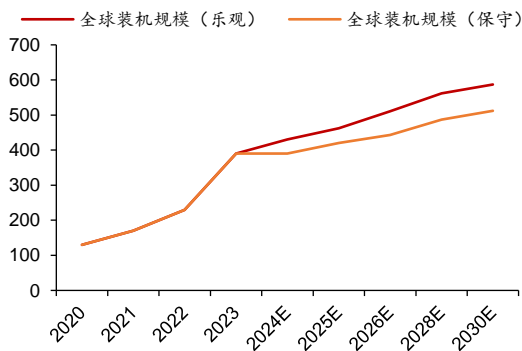
资料来源：YOLE，上海证券研究所

3.2 光伏&储能：碳中和背景下产业规模持续扩大，碳化硅器件高效助力

光伏仍处于强建设周期，配套产业发展前景广阔。根据中国

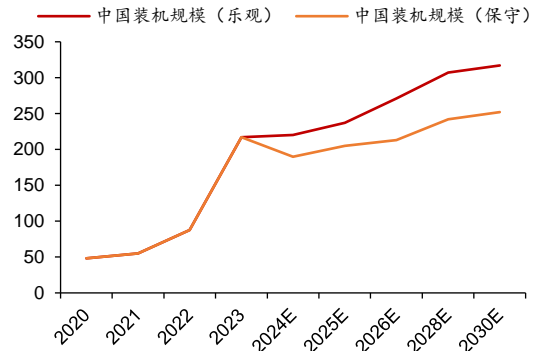
光伏行业协会发布的最新数据显示，2023 年全球及中国的光伏新增装机规模进一步提升，增速远超 2023 年年中预期：其中 2023 年全年中国光伏新增装机达 217GW，同比增速达到 148.12%，而全球光伏新增装机则达到 390GW，光伏产业在 2023 年的优异表现拉高了未来的规模预期，我们认为在光伏产业继续保持高速增长背景下，有望带动配套产业快速发展。

图 28：全球光伏新增装机规模及预测（GW）



资料来源：中国光伏行业协会 CPIA，上海证券研究所

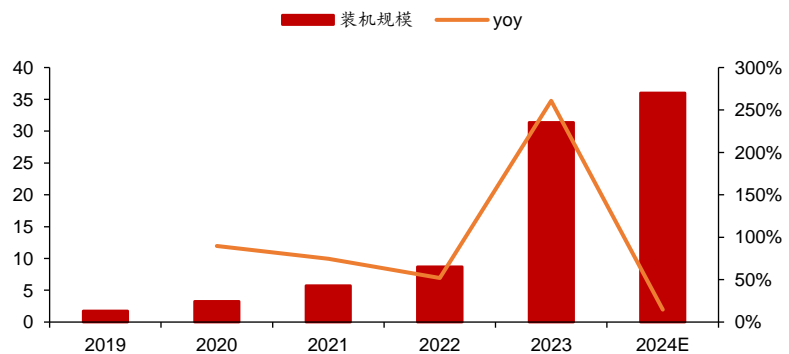
图 29：中国光伏新增装机规模及预测（GW）



资料来源：中国光伏行业协会 CPIA，上海证券研究所

构建新型能源体系，是引领新质生产力发展并推动社会高质量进步的重要路径。“新型储能”2024 年首次被写入《政府工作报告》，是构建新型电力系统和推动战略性新兴产业发展的重要支撑。据中商产业研究院数据显示，截至 2023 年底，全国已建成投运新型储能项目累计装机规模达 31.39GW，新增装机规模约 22.6GW，较 2022 年底增长超过 260.80%，近 10 倍于“十三五”末装机规模。据中商产业研究院预测，2024 年中国新型储能累计装机规模有望达到 36.00GW。

图 30：2019-2024 年中国新型储能累计装机规模及预测（GW）



资料来源：中商产业研究院，上海证券研究所

碳化硅器件充分赋能光储，加速渗透。碳化硅器件的使用顺应了光伏电站电压等级提升趋势，能够有效延长光伏逆变器的使用寿命，降低系统成本；同时碳化硅器件还使储能变流器在额定

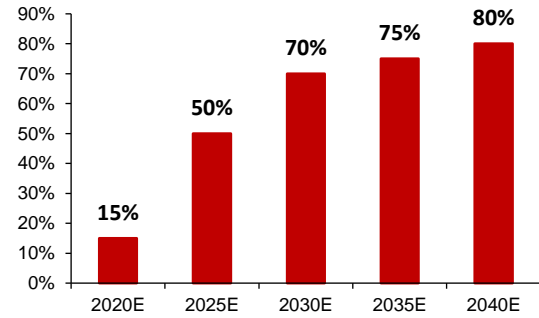
功率工况下，平均效率和模块功率密度得到持续提升。当前，海内外各企业逐步发力碳化硅器件在光储市场的应用，其市场渗透率也有望在碳化硅全节点规模降本的趋势下持续提升。

图 31：碳化硅器件光伏逆变器/储能变流器示例



资料来源：英飞凌工业半导体，储能网，英博电气官网，上海证券研究所

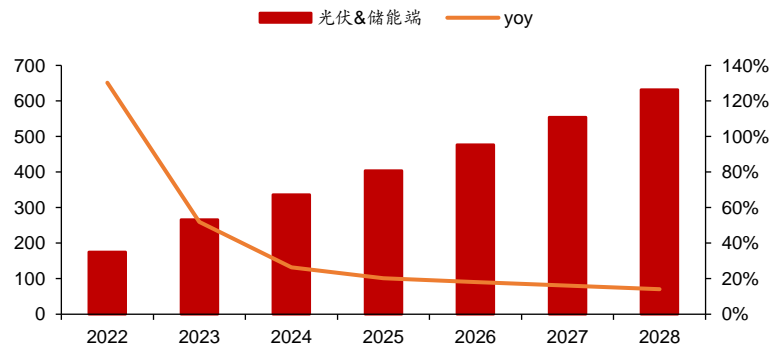
图 32：2020-2040 年光伏逆变器中碳化硅功率器件占比预测



资料来源：CASA，中商情报网，上海证券研究所

光伏&储能仍旧保持着较强的增长动力，在应用端效能提升需求背景下，该领域有望成为新能源车端外碳化硅产业的第二大需求市场。据 YOLE 统计预测，到 2028 年光伏&储能端对碳化硅产业的需求规模有望达到 6.32 亿美元，2022-2028 年均复合增长率约 23.86%。

图 33：2022-2028 碳化硅器件光储端市场规模及预测（百万美元）



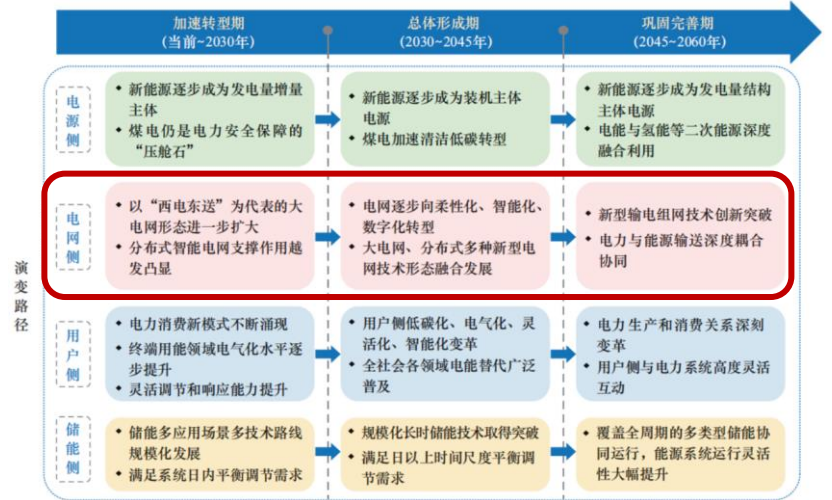
资料来源：YOLE，上海证券研究所

3.3 电网：新型电力系统建设势在必行，把握电网端升级投资新机遇

智能电网&高压输电助力新型电力系统建设。前面的两节分别从用电和发电两大角度阐述了碳化硅的重要作用 and 产业发展机会，而从电力的产生到应用过程中，中间的电力配置&输送环节同样重要。尤其是在碳中和持续推进、电力需求逐步提升背景下，确保能源电力安全，满足我国经济社会高质量发展的电力需求以及建成高比例新能源供给消纳体系成为新型电力系统主要任务，在这一过程中，智能电网和高效输电系统的统筹和建设在国家新型电

力系统“三步走”发展路径中扮演着极为重要的角色。

图 34：中国新型电力系统建设“三步走”发展演变路径

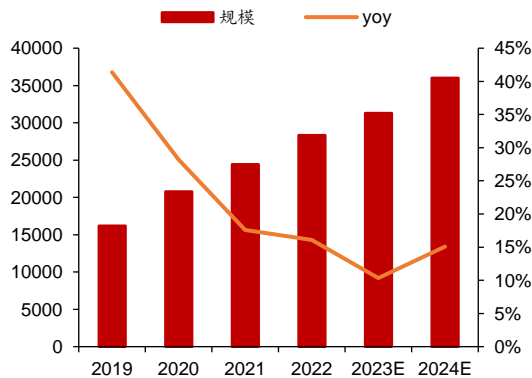


资料来源：绿电来，上海证券研究所

特高压打造电力输送“超级动脉”，碳化硅器件提供助力。电力输送是电力系统整体功能的重要组成环节，特高压输电在建设新型能源系统中扮演着重要角色。与传统输电技术相比，特高压输电技术的输送容量最高提升至3倍，输送距离最高提升至2.5倍，输电损耗可降低45%，单位容量线路走廊宽度减小30%，单位容量造价降低28%，可以更安全、更高效、更环保地配置能源。因此在构建新型电力系统背景下，特高压输电已成为推动能源转型、实现高质量发展等目标的重要技术。

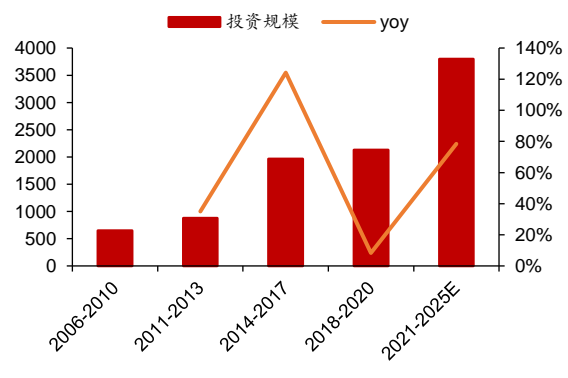
而碳化硅材料在功率领域的应用弥补了硅基半导体器件在大电压、高功率和高温度方面的局限，碳化硅基功率器件的高频、高可靠性、高效率等优势使其在固态变压器、柔性交流输电及高压直流输电等应用方面推动了智能电网的发展和变革。因此在国家大力发展新基建、加快新型电力系统建设驱动下特高压输电等工程有望持续带动高压碳化硅功率器件的需求。

图 35：2019-2024 年中国特高压累计输送电量规模及预测（亿千瓦时）



资料来源：中商产业研究院，上海证券研究所

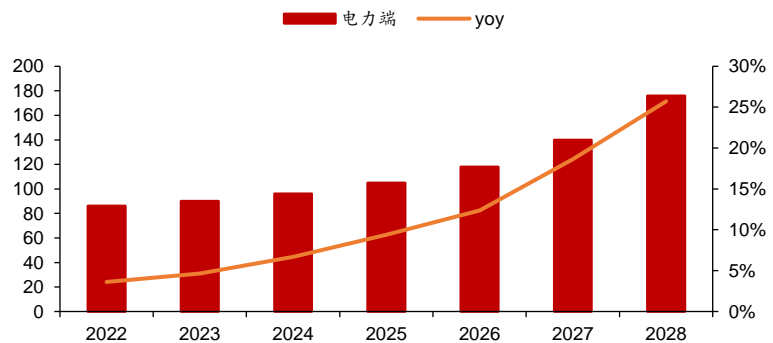
图 36：2006-2025 年中国特高压各阶段投资规模及预测（亿元）



资料来源：中商产业研究院，上海证券研究所

能源革命推动下碳化硅器件在电力电网端需求潜力巨大。据 YOLE 预测数据显示，碳化硅器件在电力端需求规模到 2028 年有望达到 1.76 亿美元，2022-2028 年均复合增长率约 12.68%，同比增速有望持续加快。电力电网行业属于国家基础设施建设的重要领域，其投资具有明显的周期倾向，在本轮全球能源革命推动下全球电网投资快速增长，我们认为随着器件的降本和规模化应用，碳化硅行业有望搭乘本轮全球范围内的电网建设，实现超越预期的市场规模空间。

图 37: 2022-2028 碳化硅器件电力端市场规模及预测 (百万美元)

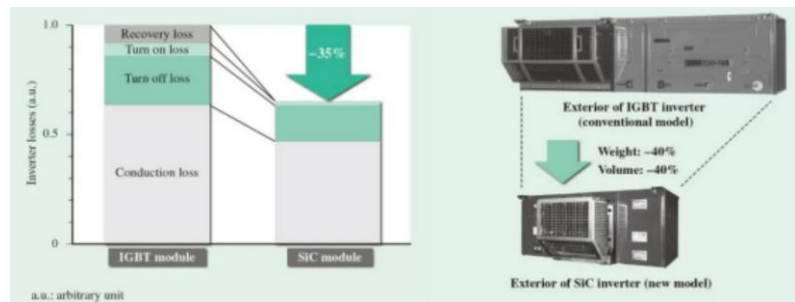


资料来源: YOLE, 上海证券研究所

3.4 其他: 应用外延持续拓展, 产业前景广阔

碳化硅模块正在成为轨交牵引逆变器的主流发展方向。轨道交通牵引系统功率容量超过兆瓦级，需要功率半导体器件具备高功率密度、低损耗和高可靠性等要求，对比之下，相同规格的碳化硅基 MOSFET 较硅基 IGBT 的总能量损耗可大大降低 70%。日本和欧洲是将碳化硅应用于轨交领域的先行者：据公开资料显示，N700S 列车主转换器中的 SiC 功率模块由东芝、日立、富士电机和三菱电机负责，其中东芝、日立和富士电提供配备 SiC 二极管的混合型模块，而三菱电机提供全碳化硅模块。且据 Medcom 透露，在欧洲也已有超过 1000 多辆采用 Medcom 公司碳化硅技术的节能有轨电车、电动公交车和无轨电车等在公路和轨道上运行。

图 38: N700S 混合型碳化硅模块效能对比



资料来源: 行家说三代半, 上海证券研究所

我国碳化硅技术在轨交领域的应用发展也在双碳目标下持续推进，截止到 2023 年 3 月，国内已有 9 条地铁线路搭载碳化硅技术，分别位于西安、广州、珠海、武汉、上海、苏州以及深圳等地，中国中车集团及旗下的控股子公司在该领域扮演了重要角色。

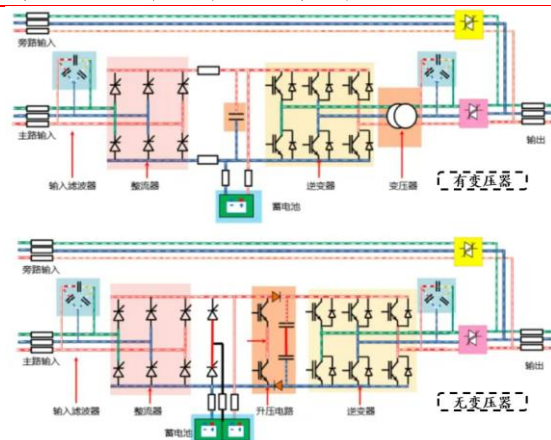
表 5：中国搭载碳化硅技术地铁线路概况（截至到 2023.3）

时间	地铁线路	技术提供	概况
2023.3	西安地铁 1 号线	中车永济电机	/
2021.5	深圳地铁 1 号线	中车株洲电力机车研究所	无故障运营 5 个月以上，累计载客公里数超 6.5 万公里，各项性能参数均达到世界先进水平
2021.3	苏州轨道交通 3 号线	中车南京浦镇	仅采用碳化硅可节能 5% 以上，加上永磁直驱牵引电机列车节能达 20%
2020.10	上海 6 号线	西安中车永济	/
2020.10	上海 8 号线	西安中车永济	/
2020.7	武汉东湖有轨电车	中车四方股份	变流装置功率等级超过 20kW、能耗降低 40% 以上、重量和体积均减少 30%
2020.7	珠海 1 号线	中车大连公司	采用碳化硅器件以后，设备体积减少 50%、重量减轻 56%、效率提高到 95.5% 以上
2019.11	广州地铁 8 号线	中车青岛四方机车	整车减重 13%，综合节能 15%
2018.12	西安地铁 4 号线	中车四方股份	整车综合节能 15% 以上

资料来源：行家说三代半，上海证券研究所

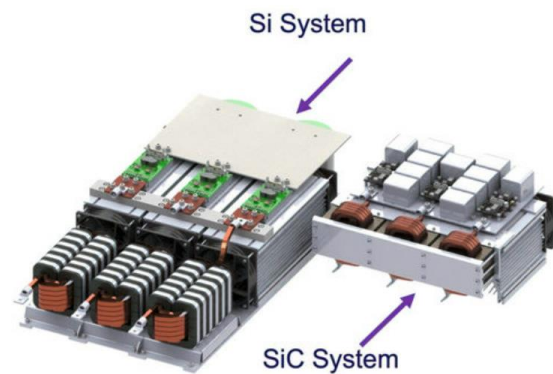
赋能 UPS，碳化硅应用有望逐步铺开。不间断电源（UPS）和其他基于电池的储能系统可以确保住宅、电信设施、数据中心、工业设备、医疗设备和其他关键设备持续供电，并以整流器、逆变器为主要组成部分。碳化硅器件能够使 UPS 更加高效节能，同时拥有更好的热损值，能在更高的温度下运行，因此可以采用更加紧凑和经济的冷却设计方案，减小占地面积，增加特定区域内的可用电力容量。未来随着碳化硅器件的充分降本，其模块在 UPS 中的应用有望逐步铺开。

图 39：不间断电源典型组成结构



资料来源：深圳立思辰，上海证券研究所

图 40：碳化硅助力系统体积高效降低

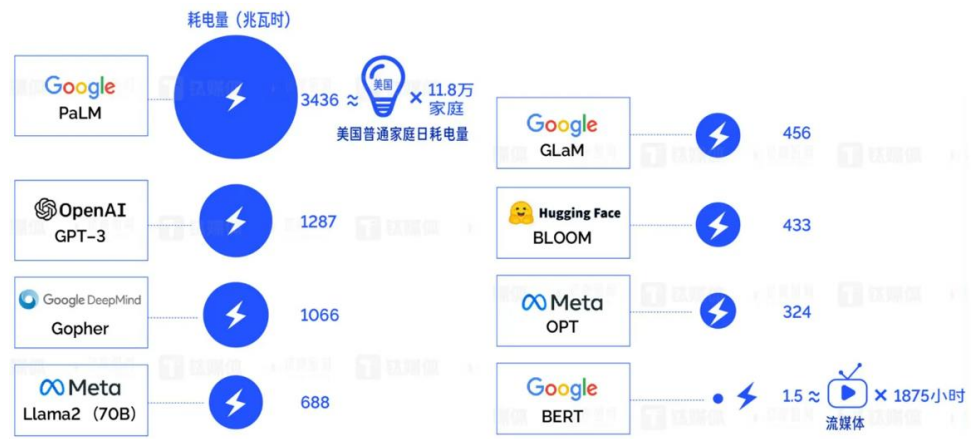


资料来源：国晶微半导体，上海证券研究所

技术进步催生新应用领域，碳化硅潜力仍有待发掘。近年来

数字化和云服务等高计算领域的快速发展，对数据中心的计算、存储、传输等方面有了更高的要求，随之而来的是数据中心对电力的消耗愈发庞大。根据中国 IDC 圈数据，数据中心耗电量占全国用电量比重预计将从 2018 年的 1.6% 增长至 2025 年的 5.8%。2023 年 ChatGPT 又将算力需求继续推高，据美国 Uptime Institute 的预测，到 2025 年，人工智能业务在全球数据中心用电量中的占比将从 2% 猛增到 10%。在绝对需求增加的背景下，能够减少电力损失、提高效率和加强热控制等的电源解决方案的有望逐步发展，碳化硅也将在此过程中提供充分助力。以上仅仅只是技术进步在人工智能领域的展望，我们认为，随着各领域深入发展产生了对能源使用效率和热管理的更高需求，都将会会有碳化硅器件充分发挥作用的机会，因此，整个碳化硅产业依然有着极大的发展潜力。

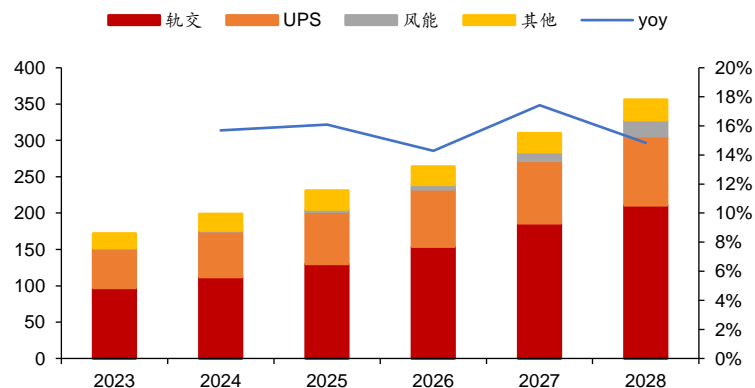
图 41：训练部分大语言模型的耗电量对比



资料来源：钛媒体，上海证券研究所

据 YOLE 统计，碳化硅器件在轨交、UPS、风能及其他应用领域的产业规模到 2028 年有望达到 3.56 亿美元，我们预计随着碳化硅应用外延的持续拓展，产业规模还将持续增长。

图 42：2023-2028 碳化硅器件其他应用市场规模及预测（百万美元）



资料来源：YOLE，上海证券研究所

3.5 产业蓬勃发展，关注产业链关键节点

2024Q1，本土碳化硅产业投资热情不减。进入 2024 年，碳化硅产业延续了 2023 年的火热态势，纵观一二级市场，围绕技术研发、投融资、产能建设等各项目仍在如火如荼地推进。因此，从市场的实际动作来看，我们认为碳化硅依然是一个具有极大发展潜力并处于快速成长的市场。

表 6：2024Q1 中国碳化硅主要产业投资项目说明及进展情况

时间	主导企业	内容	项目进展	涉及金额
2024.1.15	麒麟电子	江苏诚盛科技--麒麟大功率器件项目，主要生产大功率器件、碳化硅、IGBT 模块封测等产品，可年产分立器件约 3.3 亿只、模块 120 万只	预计将于 2024.8 量产	9 亿元
2024.2.1	晶能微电子	嘉兴国家高新区碳化硅半桥模块制造项目，规划建设年产 90 万套碳化硅半桥模块制造生产线及相关配套	签约	10 亿元
2024.2.4	臻驱半导体	年产 90 万片功率模块、45 万片 PCBA 板和 20 万台电机控制器建设项目	公示	6.45 亿元
2024.2.5	赛达半导体	碳化硅外延项目，先期产能 1.5 万片/年，2027 年规划产能为 30 万片/年	第一次环评公示	14.7 亿元
2024.2.20	扬杰科技	新能源车用 IGBT、碳化硅模块封装项目，主要从事车规级 IGBT 模块、碳化硅 MOSFET 模块的研发制造	签约	5 亿元
2024.2.24	谱析光品	年产 10 万台第三代半导体芯片与系统生产基地项目	签约	1 亿元
2024.2.26	普兴电子	6 英寸低密度缺陷碳化硅外延片产业化项目，将实现年产 24 万片碳化硅外延片的生产能力	第一次环评公示	3.5 亿元
2024.3.4	嘉兴斯达	嘉兴斯达高压特色工艺功率芯片和碳化硅芯片研发及产业化项目，投产后可实现 36 万片功率芯片年产能	计划于今年 3 月投用	20 亿元
2024.3.6	天域半导体	天域半导体总部、生产制造中心和研发中心建设项目，总产能 150 万片/年	第一期预计今年 4 月投产	80 亿元
2024.3.8	泰科天润	泰科天润公司总部、研发中心及 8 英寸碳化硅功率器件生产基地项目，将建设办公研发总部基地及应用于新能源汽车、国家电网等领域 6-8 英寸碳化硅功率器件生产基地	打桩收尾和结构施工建设准备	4 亿元
2024.3.17	天科合达	天科合达 SiC 项目二期，将购置安装单晶生长炉及配套设备合计 647 台(套)可实现年产 SiC 衬底 16 万片	主体完工，计划 8 月竣工投产	8.3 亿元
2024.3.18	斯科半导体	斯科车规级 SiC 芯片模组重大项目，年产 240 万套 SiC 半桥模块	试生产	10 亿元
2024.3.22	连城数控	第三代半导体设备研发制造项目，规划建设 SiC 长产品和加工设备的研发和生产制造基地	签约	10.5 亿元

资料来源：集邦化合物半导体，上海证券研究所

尽管碳化硅在资本市场端受到热烈追捧，但从产业内部来看，限制其渗透的阻力如器件价格过高、衬底产能不足等关键问题依然存在。因此我们认为碳化硅产业未来持续发展壮大的最关键的破局点依然在衬底端，只有技术突破带动的行业整体产品良率、生长效率提升，叠加绝对产能的持续扩大，才能使碳化硅衬底端的供给满足有效需求，并在使用成本的持续降低下弥补供需缺口，从而在良性循环中不断兑现乃至超越当前的市场预期。

结合此前对天岳先进在四大角度的分析，我们认为天岳先进作为行业关键的衬底公司，在技术实力和产能规模上已确立了竞争优势，未来将显著受益于碳化硅产业在新能源、光储、电网及

其他相关领域快速发展以及产业链本土化的赋能下快速成长，最终逐步成为比肩 Wolfspeed 的国际碳化硅衬底寡头。

4 盈利预测

1) 碳化硅衬底

碳化硅衬底是公司的核心业务，2022-2023 年以来公司产线升级及产能扩张逐步落地，与全球头部客户达成长期合作并已实现大规模出货。随着后续全球碳化硅器件加速应用，市场对公司衬底产品的需求将进一步扩大，我们预计 2024-2026 年碳化硅衬底业务收入增速分别为 83%、44%、35%，2024-2026 年的毛利率分别为 25%、28%、30%。

2) 其他业务

该业务主要包含不合格衬底、晶棒及其他事项，公司会针对客户的需求进行少量的晶棒出货，整体占比较小，随主营业务规模而发生变动。我们预计 2024-2026 年收入增速分别为 50%、30%、20%，2024-2026 年毛利率分别为 8%、10%、12%。

表 7：公司分业务增速与毛利预测（百万元人民币）

分业务收入测算	2023A	2024E	2025E	2026E
碳化硅衬底	1085.80	1989.63	2867.58	3863.78
其他业务	164.89	247.34	321.54	385.84
合计	1250.69	2236.97	3189.11	4249.63
分业务成本测算	2023A	2024E	2025E	2026E
碳化硅衬底	895.47	1492.23	2078.99	2704.65
其他业务	157.45	227.55	289.38	339.54
合计	1052.92	1719.77	2368.37	3044.19
分业务增速	2023A	2024E	2025E	2026E
碳化硅衬底	233.05%	83.24%	44.13%	34.74%
其他业务	81.16%	50.00%	30.00%	20.00%
合计	199.90%	78.86%	42.56%	33.25%
分业务毛利率	2023A	2024E	2025E	2026E
碳化硅衬底	17.53%	25.00%	27.50%	30.00%
其他业务	4.51%	8.00%	10.00%	12.00%
合计	15.81%	23.12%	25.74%	28.37%

资料来源：iFinD，上海证券研究所

投资建议

首次覆盖给予“买入”评级。受益于碳化硅器件在终端的持续渗透，公司已完成一阶段的产能扩张和技术升级，产品获得国际客户的认可并实现了较高的全球市占率。公司正在继续积极寻求合作，并通过长期持续的技术投入改善内部成本，助力客户实现 8 英寸转型，预计公司 2024-2026 年实现归母净利润 1.56/3.44/5.56 亿元，对应 PE 分别为 130/59/36 倍。

5 风险提示

1) 产品降本不及预期

碳化硅基功率器件需要持续降本以扩大其渗透率，若产能和有效供给不足则会导致器件成本居高不下，限制其扩大应用。

2) 行业竞争加剧

碳化硅衬底端的无序扩张可能会导致行业进入低效的竞争。

3) 研发进展不及预期

碳化硅衬底端需要通过持续的研发投入提升产品生长效率和良率以不断改进生产成本，若研发进展不顺则会导致盈利能力受限。

公司财务报表数据预测汇总
资产负债表 (单位: 百万元)

指标	2023A	2024E	2025E	2026E
货币资金	1030	-926	-1921	-2666
应收票据及应收账款	364	724	1020	1344
存货	843	1695	2276	2869
其他流动资产	566	723	891	1048
流动资产合计	2804	2216	2265	2595
长期股权投资	27	40	55	72
投资性房地产	0	0	0	0
固定资产	3418	4227	5192	6089
在建工程	205	305	405	455
无形资产	273	282	293	305
其他非流动资产	185	256	265	275
非流动资产合计	4107	5110	6211	7196
资产总计	6911	7326	8477	9791
短期借款	3	5	7	9
应付票据及应付账款	1070	1157	1765	2332
合同负债	99	131	206	276
其他流动负债	131	326	440	551
流动负债合计	1304	1618	2417	3168
长期借款	0	0	0	0
应付债券	0	0	0	0
其他非流动负债	381	386	393	402
非流动负债合计	381	386	393	402
负债合计	1685	2004	2811	3569
股本	430	430	430	430
资本公积	5088	5088	5088	5088
留存收益	-289	-133	211	767
归属母公司股东权益	5227	5322	5666	6222
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	5227	5322	5666	6222
负债和股东权益合计	6911	7326	8477	9791

现金流量表 (单位: 百万元)

指标	2023A	2024E	2025E	2026E
经营活动现金流量	13	-325	852	1181
净利润	-46	156	344	556
折旧摊销	227	582	774	980
营运资金变动	-179	-1044	-238	-317
其他	11	-18	-28	-39
投资活动现金流量	123	-1575	-1857	-1935
资本支出	-1395	-1508	-1860	-1948
投资变动	-3	-23	-26	-27
其他	1522	-44	29	40
筹资活动现金流量	-6	-56	9	9
债权融资	0	9	10	10
股权融资	0	-60	0	0
其他	-6	-4	-1	-1
现金净流量	129	-1955	-995	-745

利润表 (单位: 百万元)

指标	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入	1251	2237	3189	4250
营业成本	1053	1720	2368	3044
营业税金及附加	8	19	27	34
销售费用	20	36	48	55
管理费用	154	280	325	425
研发费用	137	251	319	425
财务费用	-13	-10	10	20
资产减值损失	-16	0	0	0
投资收益	16	18	29	40
公允价值变动损益	7	0	0	0
营业利润	-57	170	384	625
营业外收支净额	1	0	0	0
利润总额	-56	170	384	625
所得税	-10	14	40	69
净利润	-46	156	344	556
少数股东损益	0	0	0	0
归属母公司股东净利润	-46	156	344	556

主要指标

指标	2023A	2024E	2025E	2026E
盈利能力指标				
毛利率	15.8%	23.1%	25.7%	28.4%
净利率	-3.7%	7.0%	10.8%	13.1%
净资产收益率	-0.9%	2.9%	6.1%	8.9%
资产回报率	-0.7%	2.1%	4.1%	5.7%
投资回报率	-1.4%	2.7%	6.2%	9.2%
成长能力指标				
营业收入增长率	199.9%	78.9%	42.6%	33.3%
EBIT 增长率	60.1%	272.1%	146.6%	63.8%
归母净利润增长率	74.0%	440.3%	121.2%	61.6%
每股指标 (元)				
每股收益	-0.11	0.36	0.80	1.29
每股净资产	12.16	12.39	13.19	14.48
每股经营现金流	0.03	-0.76	1.98	2.75
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
营运能力指标				
总资产周转率	0.20	0.31	0.40	0.47
应收账款周转率	5.60	5.11	4.53	4.39
存货周转率	1.53	1.36	1.19	1.18
偿债能力指标				
资产负债率	24.4%	27.4%	33.2%	36.5%
流动比率	2.15	1.37	0.94	0.82
速动比率	1.30	0.11	-0.20	-0.27
估值指标				
P/E	—	129.60	58.60	36.26
P/B	3.86	3.79	3.56	3.24
EV/EBITDA	204.49	28.46	18.93	14.07

资料来源: Wind, 上海证券研究所

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询资格或相当的专业胜任能力，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告，并保证报告采用的信息均来自合规渠道，力求清晰、准确地反映作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响。此外，作者薪酬的任何部分不与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

公司业务资格说明

本公司具备证券投资咨询业务资格。

投资评级体系与评级定义

股票投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据公司基本面及（或）估值预期以报告日起 6 个月内公司股价相对于同期市场基准指数表现的看法。
买入	股价表现将强于基准指数 20%以上
增持	股价表现将强于基准指数 5-20%
中性	股价表现将介于基准指数±5%之间
减持	股价表现将弱于基准指数 5%以上
无评级	由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级
行业投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据行业历史基本面及（或）估值对所研究行业以报告日起 12 个月内的基本面和行业指数相对于同期市场基准指数表现的看法。
增持	行业基本面看好，相对表现优于同期基准指数
中性	行业基本面稳定，相对表现与同期基准指数持平
减持	行业基本面看淡，相对表现弱于同期基准指数
相关证券市场基准指数说明：A 股市场以沪深 300 指数为基准；港股市场以恒生指数为基准；美股市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	

投资评级说明：

不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准，投资者应区分不同机构在相同评级名称下的定义差异。本评级体系采用的是相对评级体系。投资者买卖证券的决定取决于个人的实际情况。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，投资者不应以分析师的投资评级取代个人的分析与判断。

免责声明

本报告仅供上海证券有限责任公司(以下简称“本公司”)的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告版权归本公司所有，本公司对本报告保留一切权利。未经书面授权，任何机构和个人均不得对本报告进行任何形式的发布、复制、引用或转载。如经过本公司同意引用、刊发的，须注明出处为上海证券有限责任公司研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

在法律许可的情况下，本公司或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券或期权并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供多种金融服务。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见和推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值或投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见或推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可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。

本报告中的内容和意见仅供参考，并不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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责，投资者据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的唯一参考因素，也不应当认为本报告可以取代自己的判断。