

TOPCon专题：渗透率加速提升，全产业N型共振

证券分析师：曾朵红

执业证书编号：S0600516080001

联系邮箱：zengdh@dwzq.com.cn

联系电话：021-60199798

2023年6月18日



- TOPCON电池：性能优异，N型时代主流选择
- P/N同价在即，降本增效持续推进
- TOPCon产业进展迅速，各家百舸争流
- 步入N时代，全产业链协同共振
- 投资建议及风险提示

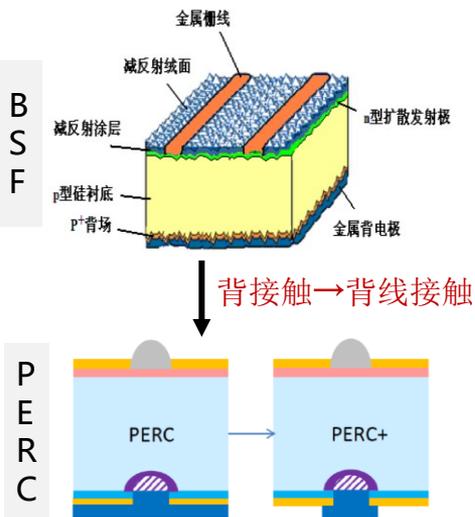
- ◆ **光伏电池新技术TOPCon率先发力，目前LP路线是主流，PE路线即将放量。** 复盘PERC电池产业化进程，工艺承接BSF、量产效率破20%瓶颈+超额盈利是其完成对BSF取代的关键因素，目前PERC量产效率逐渐接近理论极限24.5%，亟需效率更高的N型电池破局。TOPCon电池理论效率28.7%，同时实验室/量产效率达26.7%/25.3%，提效空间大同时兼容PERC产线，可通过技改转换升级，成为存量PERC转型最具性价比路线。TOPCon路径方面，LPCVD已进入主流成熟阶段，PECVD即将放量。部分厂商采用PVD技术，实现了量产无绕镀，但设备投资较大。捷佳伟创基于PE路线深耕，推出PE-poly设备，解决了绕镀严重、石英件寿命短等痛点，同时爆膜等工艺问题通过验证，业内也已正式量产；多种工艺路径各有千秋。
- ◆ **P/N同价在即，效率持续提升，2023年渗透率有望近30%。** TOPCon放量关键在降本增效，拆分TOPCon电池成本可以看到，**1) 硅片端**，目前TOPCon硅片端单W成本与PERC持平；**2) 非硅成本**，**①设备端**：TOPCon较PERC单GW投资高约5000万元，单W折旧成本增加1分，**②银浆方面**，TOPCon银耗约105mg/片，较PERC银耗70mg/片单W成本增加2分，**③其他方面**，工序/电耗增加和良率降低使TOPCon成本增加约1分/W；结合TOPCon组件1毛2/W溢价，预计TOPCon整体超额收益8分+，经济性凸显。未来硅片薄片化+超多主栅+高精度串焊技术+银浆优化有助于整体成本进一步下降。增效方面，未来有望通过引入SE平台、进行双面钝化以及叠层电池技术等方式，实现效率进一步提升。晶科能源56GW、钧达股份44GW等龙头厂商的TOPcon量产线均计划在2023年落地，预计2023/2024年底TOPCon产能超460/750GW，渗透率分别达29%/66%。
- ◆ **N型时代来临，TOPCon引领全产业链协同共振。** N型电池迭代P型产业化加速，带动硅料、硅片、银浆、焊带、胶膜等产品需求上升。**1) 上游硅料/硅片**，相比P型硅料/硅片，N型硅料生产工艺要求更高，硅片良率、减薄和差异化潜力突出，随着N型技术不断优化，N型组件及电池片成本下降放量，相应N型硅片、N型硅料需求增加；**2) 配套辅材**，**①银浆方面**，N型电池技术银浆消耗量与P型电池相比大幅提升，且近年来银浆技术国产化水平持续上升，未来随着TOPCon电池渗透率提升，布局领先的银浆厂商有望显著受益，**②焊带方面**，SMBB技术是一种极细化的互连焊带技术，焊带线径降低可以提效降本，借助N型TOPCon电池片放量，SMBB组件技术将会加速，**③胶膜方面**，POE胶膜抗PID性能更优秀，更适用于N型化/双玻化电池，而POE生产由海外垄断，N型电池占比提升有望推动国内EVA/POE产能迅速扩张，此外EPE等胶膜新技术方案也将逐步放量。
- ◆ **投资建议：看好2023年量利双升并布局新技术的组件龙头（晶科能源、晶澳科技、隆基绿能、天合光能、通威股份，关注横店东磁、亿晶光电等），纯度高、盈利好的电池新技术龙头（钧达股份、爱旭股份）、和受益新技术迭代的产业链环节：N型银浆（关注聚和材料、帝科股份、苏州固锴）、胶膜（福斯特、海优新材）、SMBB焊带（关注宇邦新材）、N型硅片（TCL中环、弘元绿能）、N型硅料（通威股份、大全能源）。**
- ◆ **风险提示：竞争加剧、技术突破不及预期、光伏装机不及预期。**

1. TOPCON电池：性能优异，N型时代主流选择

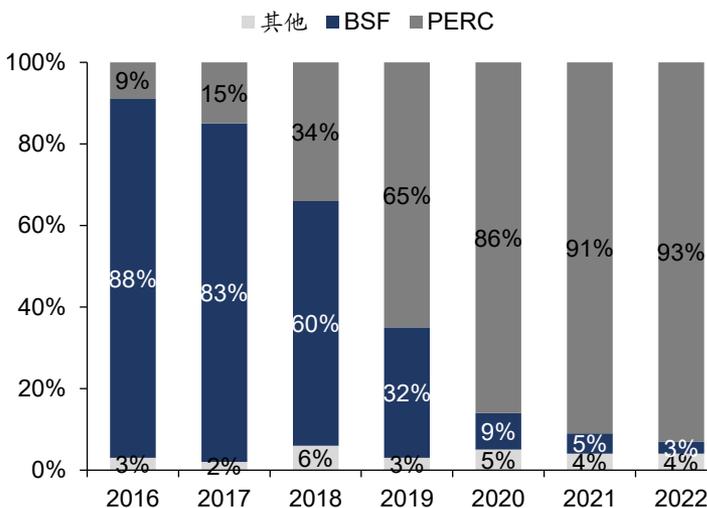
1 复盘：BSF到PERC的技术迭代

- ◆ **从BSF到PERC，技术路线接近，增加2步即升级成PERC。** BSF是初代光伏电池技术，其工艺流程是制备p-n结后，在硅片的背光面沉积一层铝膜，制备P+层，BSF最高量产效率在20%左右。从工艺路线来看，PERC电池较BSF新增钝化叠层和激光开槽两道工序，在电池背面附上钝化层，减少光电损失的同时将正反面半导体与金属接触面积各降低至6%，电池效率理论极限升至24.5%。
- ◆ **设备依赖度高，国产化推动PERC加速崛起。** 最初PERC电池工艺流程仅包括7个简单步骤，近年来逐渐新增了双面氧化、激光掺杂制备SE技术、载流子注入再生技术、背抛光工艺等优化工艺，不仅能提高电池效率，还能大幅减缓PERC太阳电池的衰减。同时在PERC电池发展过程中，国产设备厂商异军突起，不仅在性能方面超越国外厂商，价格也远低于进口设备，PERC电池产线投资持续下降远超市场预期。后进入厂商可以新建先进产线，效率更高，且产线建设成本更低。

图表：从BSF到PERC



图表：电池市场份额



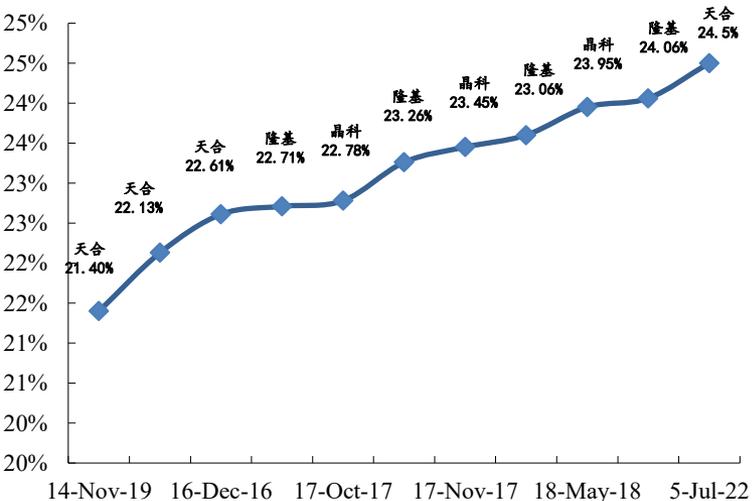
图表：PERC设备国产替代

设备	国外厂商	国产厂商
制绒设备	RENA、施耐德	捷佳伟创、晶洲装备
扩散设备	Tempress、Centrotherm	捷佳伟创、丰盛装备、北方华创
钝化设备	Meyer Burger、Solay Tec、Centrotherm	捷佳伟创、理想能源、江苏微导、丰盛装备
丝网印刷	Baccini	迈为股份、科隆威

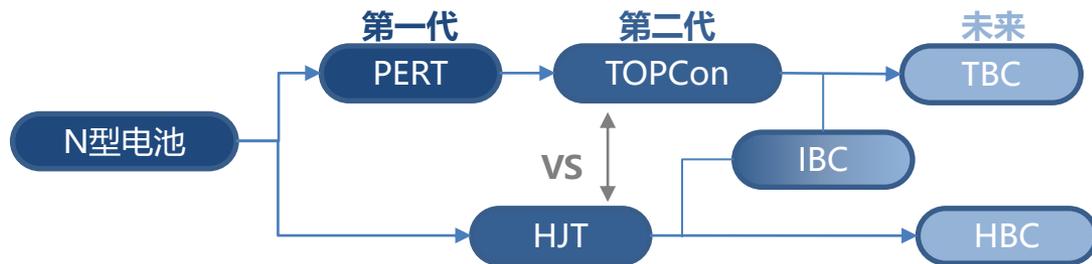
2 PERC效率已近极限，N型电池登场破局

- ◆ **单晶PERC电池效率接近效率极限。** 从目前实验室效率看，天合2022年实现的24.5%转换效率已接近PERC电池极限效率。通过技术工艺的不断改进，目前单晶PERC电池的产业化平均效率达到23.1%+，较20年提高0.3pct。目前产业量产效率可达23.6%，已接近理论效率极限24.5%，提升空间有限。而N型电池效率天花板更高，目前量产效率已达25.3%，行业亟需N型电池破局。
- ◆ **N型时代来临，多技术路径发展。** N型晶硅电池凭借高转化效率、高可靠性及产业化可行性，未来或将成为下一代光伏电池主流技术。目前，N型光伏电池主要包括TOPCon、HJT和IBC三种技术路线，IBC电池结构叠加潜力大，可结合HJT/TOPCon升级为下一代N型电池技术，例如：IBC与TOPCon继续结合将形成TBC技术，IBC与HJT继续结合将形成HBC技术。

图表：单晶PERC电池接近效率极限



图表：N型电池介绍和发展路径

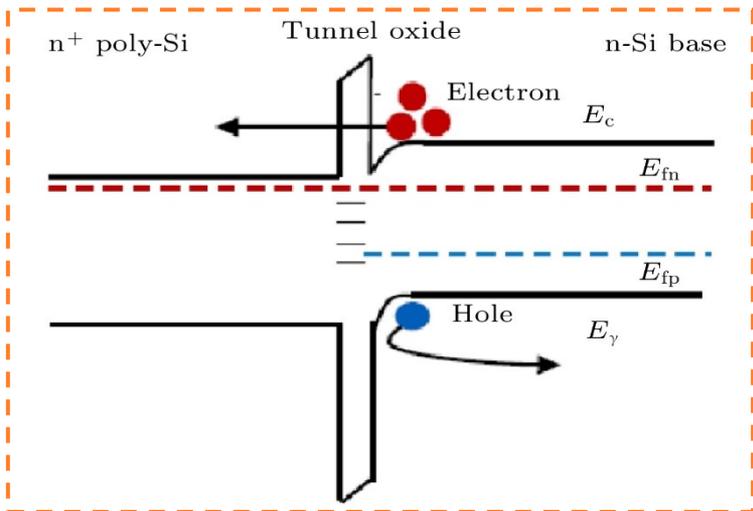


N型电池	结构及制备技术
PERT	PERC技术改进，在钝化层上进行全面扩散，加强钝化层效果
TOPCon	在电池背面制备超薄氧化硅，再沉积掺杂硅薄层，二者共同形成钝化接触结构
HJT	在电池片里同时存在晶硅/硅，非晶硅存在能更好实现钝化效果
IBC	把正负电极都置于电池背面，减少反射入射光带来的阴影损失

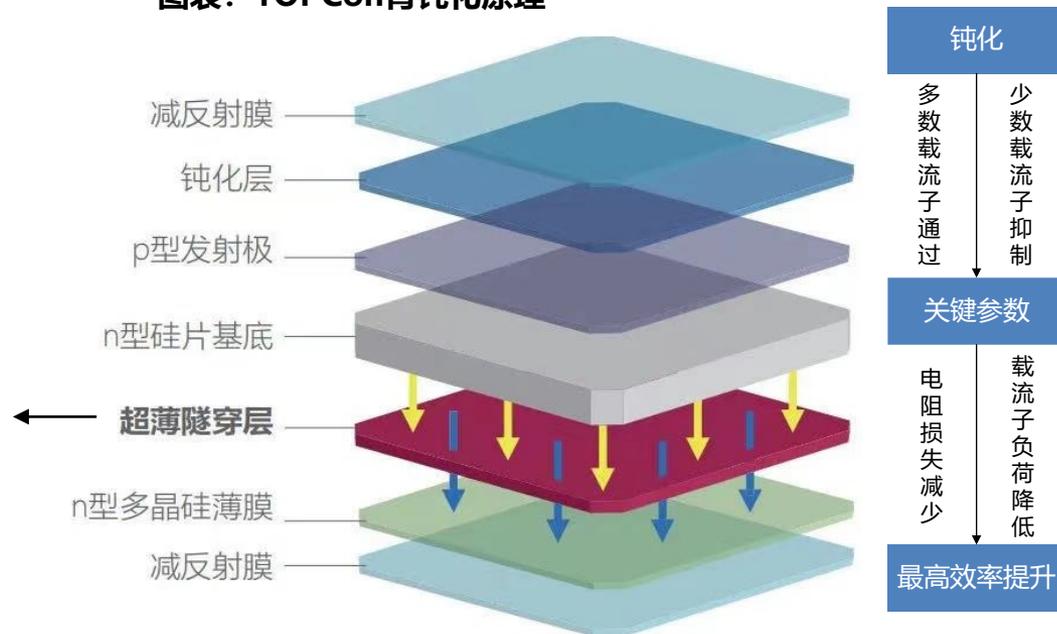
1 TOPCon技术原理：氧化硅+掺磷多晶硅的背钝化工艺

- ◆ **TOPCon技术简介：** TOPCon太阳能电池是一种使用超薄隧穿氧化层作为钝化层结构的太阳电池。
- ◆ **TOPCon技术原理：** 在电池背面制备一层超薄的隧穿氧化层($\sim 1.5\text{nm}$)和一层掺杂的多晶硅薄膜，二者共同形成了钝化接触结构，电池基板以N型硅基板为主，使用一层超薄的氧化层与掺杂的薄膜硅钝化电池的背面，其中背面氧化层厚度 1.4nm ，采用湿法化学生长，随后在氧化层之上，沉积 200nm 掺磷的非晶硅，之后经过退火重结晶并加强钝化效果。背钝化接触结构为硅片的背面提供了良好的表面钝化，超薄氧化层可以使多子电子隧穿进入多晶硅层同时阻挡少子空穴复合，进而电子在多晶硅层横向传输被金属收集，从而极大地降低了金属接触复合电流，提升了电池的开路电压和短路电流。

图表：TOPCon电池载流子运输机制



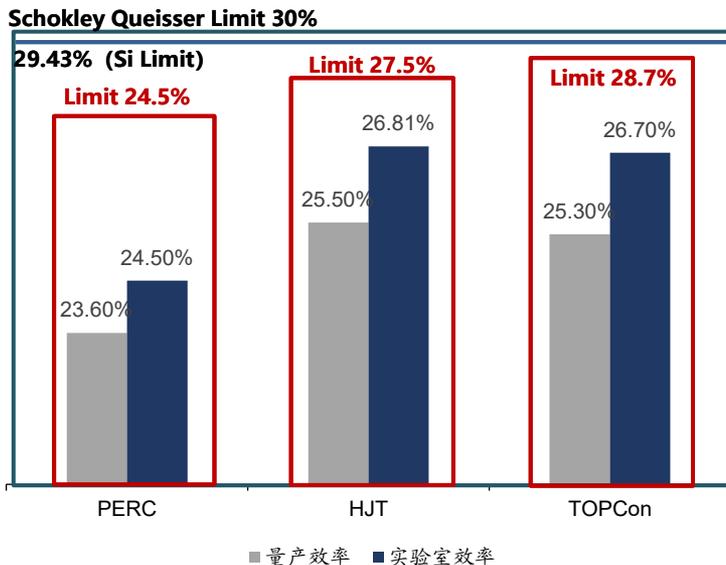
图表：TOPCon背钝化原理



2 TOPCon优势：电池性能参数突出，理论极限高

- ◆ **电池理论效率极限最高。**从转化效率来看，TOPCon电池的理论极限效率高达28.7%，高于HJT和PERC的27.5%和24.5%，接近晶硅光伏电池理论效率极限29.43%。同时TOPCon实验室和量产效率达到了26.4%和25.3%。2022年底晶科能源单晶双面N型TOPCon电池实现26.4%的转换效率，而后2023年4月中来N型TOPCon电池再次刷新世界纪录，认证后的效率达26.7%。
- ◆ **TOPCon电池双面率高、温升系数和衰减率低。**目前，TOPCon电池双面率可以达到85%，温升系数低至-0.30%/°C，能够大幅提升电池单W发电量。同时，TOPCon电池的首年衰减率1%，是PERC电池首年衰减率的50%，逐年衰减0.4%。

图表：TOPCon效率极限更高



图表：N型电池性能参数优异

电池	PERC	TOPCon	HJT
温升系数	-0.35%/°C	-0.30%/°C	-0.26%/°C
双面率	75-80%	85%	90%
光致衰减	首年2%每年0.45%	首年1%每年0.4%	首年2%每年0.25%

3 TOPCon优势：产线兼容性高，承接PERC工艺升级

- ◆ **TOPCon与PERC产线兼容性高。** TOPCon相比PERC，主要新增了硼扩散、隧穿氧化层、多晶硅沉积掺杂和清洗等步骤，取消了激光开槽工序。大部分TOPCon产线可基于原先PERC产线升级，大幅降低了设备投资成本，预计是存量PERC产能未来转型的最具性价比路线。
- ◆ **HJT工艺步骤少，但制备难度高。** HJT光伏电池是一种利用晶体硅基板和非晶硅薄膜制成的混合型电池，核心结构是双面非晶硅薄膜和双面TCO导电膜，与PERC电池结构完全不同，因此工艺路线变化较大，与PERC产线完全不兼容，需要投建新产线。

图表：PERC、TOPCon、HJT工艺路线对比



4 TOPCon优势：设备投资较低，改造升级成本小

◆ TOPCon电池可在PERC产线基础上升级改造，单GW初始投资额为1.4-1.6亿左右，基于PERC产线升级成本为4000-5000万/GW。与P型电池相比，TOPCon电池将磷扩散改为硼扩散，增加了隧穿层、Poly层的制备，取消了激光开槽步骤。初始投资中清洗制绒设备800万元，占比5%；硼扩散炉成本2000万，占比12%；刻蚀成本1200万，占比7%；背面氧化隧穿及多晶硅掺杂相关设备成本分别为4500万（LPCVD）和3500万（PECVD）；双面减反膜设备成本为3200万，占比20%；丝印设备成本为3500万，占比22%。2020年之后的PERC产能在预留机位的情况下能够进行改造升级，升级成本为4000-5000万/GW，主要系氧化隧穿及多晶硅、掺磷设备成本。

图表：TOPCon单GW投资额、设备占比及竞争格局

清洗制绒	硼扩散炉	刻蚀	背面隧穿层+多晶硅+掺磷		正背面PE	印刷
			LP+磷矿+RCA	PECVD+退火		
800万	2000万	1200万	4500万	3500万	3200万	3500万
占比5%	占比12%	占比7%	占比25%		占比20%	占比22%
捷佳伟创	扩散炉： 拉普拉斯 捷佳伟创 激光掺杂： 帝尔激光 英诺激光 海目星	捷佳伟创 金辰股份 拉普拉斯	拉普拉斯 捷佳伟创 普乐新能源 赛瑞达	捷佳伟创 金辰股份	捷佳伟创 金辰股份 拉普拉斯	迈为股份 捷佳伟创 金辰股份

5 TOPCon优势：整体成本低，量产性价比高

◆ 相比HJT、XBC和钙钛矿电池，TOPCon成本优势突出：一方面，TOPCon可以延续PERC基础设备配置，从存量PERC产线升级，从而节约一定成本。而HJT、XBC和钙钛矿电池不兼容PERC产线设备，必须新建产线，设备投入成本大，其中XBC和钙钛矿电池量产技术还不成熟。另一方面，在已成熟的电池技术中，HJT采用的低温银浆成本价格高于PERC和TOPCon采用的高温银浆成本的10-20%。因此，TOPCon单W成本和单GW设备投资额更小，短期来看，TOPCon性价比更佳。

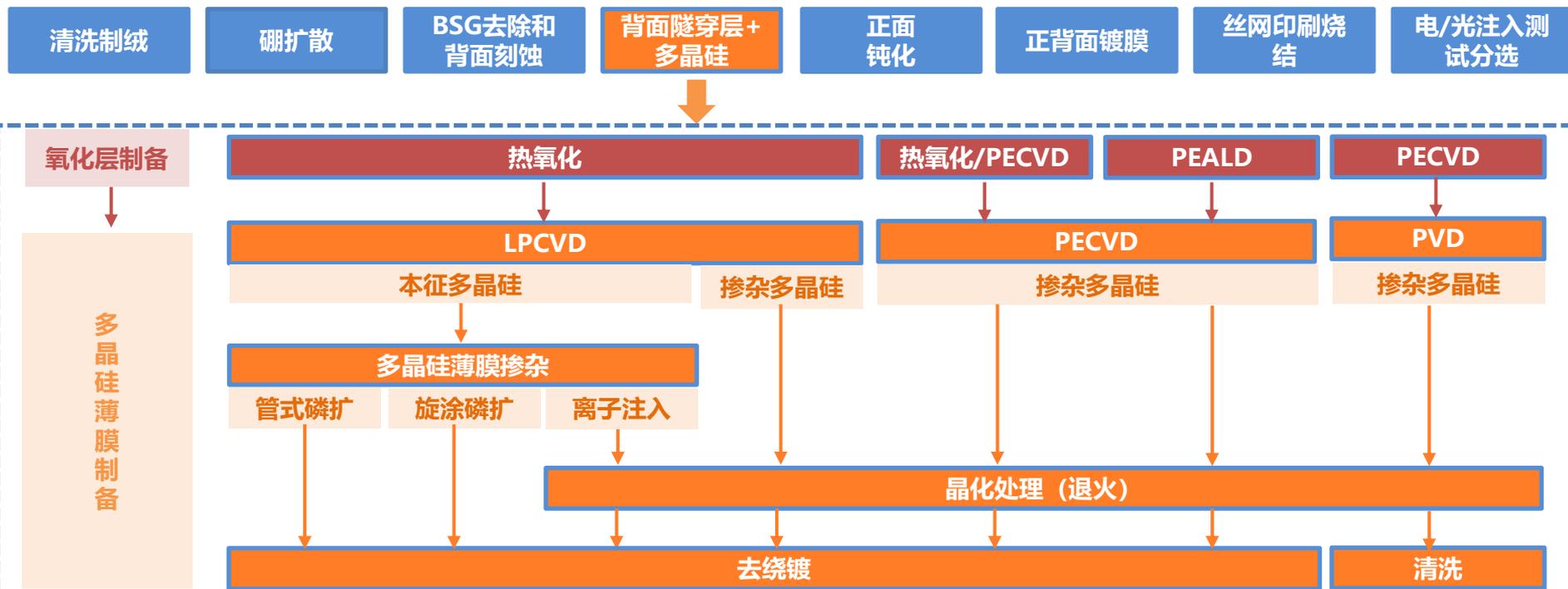
图表：各种电池片技术对比

电池片技术	PERC	TOPCon	HJT	XBC	钙钛矿
释义	发射极钝化和背面接触	隧穿氧化层钝化接触	具有本征非晶层的异质结	叉指式背接触	ABX ₃ 系列金属氧化物
核心技术	背钝化	硼扩散和LPCVD/PECVD	非晶硅/微晶薄膜沉积TCO制备，低温浆料	前表面陷光和钝化技术、背面表面掺杂技术	钙钛矿薄膜制备、缺陷钝化技术
理论效率	24.50%	28.70%	27.50%	/	单层31%，双层35%，三层45+%
实验室效率	24.50%	26.70%	26.81%	26.7% (HBC)	28+%
量产转换效率	23.2-23.6%	25.2-25.7%	25.3-26%	25.20%	/
温升系数	-0.38%/°C	-0.32%/°C	-0.26%/°C	-0.30%/°C	/
双面率	75-80%	85%	90%	单面为主	/
光致衰减	首年2%每年0.45%	首年1%每年0.4%	首年2%每年0.25%	/	/
工艺步骤	8-10	9-12	4-6	12+	/
生产成本	0.4-0.5元/W	0.4-0.5元/W	0.5-0.7元/W	1-2元/W	1.5元/W
设备投资额	1-1.5亿元/GW	1.5-2亿元/GW	3.5-4亿元/GW	3+亿元/GW	10-13亿元/GW
优势	性价比高	可从现有产线升级	工序少，转换效率潜力大，薄片化降本潜力较大	效率高	效率高
问题	转化效率接近理论极限	技术壁垒较高，工艺制程增加，步骤多，影响良率	技术壁垒高，无法利用现有设备，设备投资成本高	成本高，技术难度大	成本高

6 TOPCon路径：钝化方式殊途同归，构建SiO+POLY

◆ TOPCon工艺根据背钝化方式不同可分为LPCVD、PECVD、PEALD+PECVD、PVD polySi四种：LPCVD是低压气相沉积，将一种或数种气态物质在较低压力下，用热激活能使其发生热分解反应，沉积在衬底表面形成所需薄膜；PECVD是等离子体增强气相沉积，借助微波或射频等使含有薄膜组成原子的气体在局部形成等离子体，在基片上沉积出所期望的薄膜；PEALD+PECVD是等离子增强原子层沉积，结合了ALD和等离子体辅助沉积的优势；PVD是物理气相沉积，在真空条件下用物理的方法(真空溅射镀膜)使材料沉积在被镀工件上。中来所采用的POPAID就属于PVD沉积氧化硅和多晶硅膜技术，解决了传统路线量产绕镀严重问题。

图表：TOPCon核心工艺流程



7 TOPCon路径：LP行业主流，PE放量在即

- ◆ **LPCVD、PECVD、PEALD+PECVD、PVD polySi**四种方式各有优劣，目前行业以LP为主流：
 - 1) **LPCVD**：在效率、良率和产能方面有较大优势，目前GW级量产效率为24.9%，实验室效率为25.7%，良率为97%，单插4300pcs，双插8000pcs，但是存在石英寿命短耗材大、沉积速率慢以及绕镀严重等问题，尚存改进空间；
 - 2) **PECVD**：沉积速率高达16nm/min，绕镀轻微在2mm以内，易原位掺杂，设备投入成本低于LP路线，未来良率和效率数据验证后，有望规模化应用。基于PE路线深耕，捷佳伟创推出的三合一PE-poly设备深受市场关注；
 - 3) **其他路线**：PEALD+PECVD法，使用PEALD沉积氧化硅可解决原有不均匀性问题；PVD法成膜速度快、无绕镀、利于薄片化和多功能升级，但设备价格较高、方阻均匀性差。

图表：TOPCon 钝化层技术路线对比

特性	LPCVD	PECVD	PEALD	PVD
绕镀问题	严重	轻微, 1-2mm	轻微, <1mm	无绕镀
工艺成熟度	高	较高	低	工艺时间短
原位掺杂	难	易	易	易
成膜质量	好	均匀性差	好	方阻均匀性差
工艺时间	长	短	较短	短
石英耗材/靶材	大	小	较小	大
设备投资	小	小		大
占地面积	小	小		大
其他问题	不同尺寸硅片兼容性差	易爆膜, 气体用量大	易爆膜, 效率偏低	清洗需单独处理

8 TOPCON路线：LP和PE路线对比

图表：LPCVD和PECVD路线对比

	LPCVD (低压化学气相沉积)	PECVD (等离子体化学气相沉积)	说明
原理图			<p>LPCVD: 将一种或数种气态物质，在较低压力下用热能激活，发生热分解或化学反应，沉积在衬底表面形成薄膜；</p> <p>PECVD: 借助微波或射频等使含有薄膜组成原子的气体，在局部形成等离子体，而等离子体化学活性很强，很容易发生反应，在基片上沉积薄膜</p>
掺杂方式	本征/原位	原位	原位掺杂是沉积同时通入含杂质气体掺杂；其他掺杂方法需要在沉积本征薄膜后再次注入或扩散。
绕镀问题	严重	轻微	LP路线无法避免非晶硅绕镀，需额外工艺清除；PE会在硅片侧面及正面边缘区产生轻微且规则绕镀，易去除
产能	单插：4300 pcs 双插：8000 pcs	4200 pcs	早期主流单插工艺， 后续LP路线可通过单插变双插提高产能
沉积速率	慢	快	LP受限于热力学平衡效应，无法显著提升沉积速率；而PE可在非平衡态下实现提升沉积速率
膜层质量	高	易爆膜	PE沉积速度快，容易衍生爆膜现象，降低良率
耗材成本	高	低	LP需定期停机维护，更换石英炉管/载具；PE非晶硅仅沉积在石墨舟上，需定期清洗
能耗	高	低	LP沉积速率慢，温度高，能耗相对更高
良率	97%	高于LP	-
效率	25.4%	25.6%	-

2. P/N同价在即，降本增效持续推进

1 硅片端：薄片化不断推进，TOPCon硅片端成本与PERC持平

◆ **薄片化推动TOPCon硅成本低PERC型约1分/W，硅片端成本基本打平。**硅片减薄同时增加少子复合几率及长波透光损失，但TOPCon电池可以通过钝化等技术工艺消除相关负面影响，薄片化持续进行，目前行业主流TOPCon硅片厚度为130 μ m，相比PERC主流的150 μ m低20 μ m。我们根据硅业分会6月14日最新N/P型硅料价格80.5/72.4元/kg进行测算，结果显示TOPCon硅成本约0.13元/W，较PERC低1分/W，而TOPCon硅片非硅成本相比PERC型略高，综合看TOPCon电池在硅片端的成本与PERC持平。

◆ **N型电池效率更高摊薄外购硅片成本，N型比P型低2分/W。**TOPCon电池效率更高，尽管N型硅片价格相较P型高7分/片，但功率摊薄后其硅片端成本更低。此外，外购硅片相较一体化厂商在硅片端成本高出约60-70%。

图表：硅片成本对比

技术	PERC	TOPCon
电池效率 (%)	23.50%	25.40%
一体化厂商		
1.电池片功率测算		
电池片尺寸 (mm)	182	182
单片电池片功率 (W)	7.76	8.38
2.硅片端硅成本测算		
拉棒损耗	6%	6%
硅片厚度 (μ m)	150	130
金钢线直径 (μ m)	33	33
磨料损耗 (μ m)	20	20
导轮槽距 (μ m)	203	183
良率 (%)	99.0%	97.0%
实际出片数 (片/kg)	63	69
硅料含税价格 (元/kg)	72.40	80.50
硅成本 (元/W)	0.14	0.13
3.硅片端非硅成本测算		
拉棒非硅成本 (元/片)	0.65	0.76
切片非硅成本 (元/片)	0.24	0.24
非硅成本 (元/W)	0.11	0.12
硅片端总成本 (元/W)	0.25	0.25
外购硅片		
硅片价格 (元/片)	3.8	3.87
硅片端成本 (元/W)	0.43	0.41

2 电池非硅：设备折旧、高银耗及低良率带来约4分/W成本上升

- ◆ 目前TOPCon电池非硅成本比PERC高约4分/W，整体看总成本高约3-4分/W：
 - 1) 设备端，TOPCon较PERC单GW投资成本高约5000万元，单瓦折旧成本增加1分/W；
 - 2) 银浆方面，TOPCon银耗（正银+背银）约12-13mg/W，较PERC银耗（正银+背银）9-10mg/W增加2分/W成本；
 - 3) 其他成本方面，TOPCon路线工序增加，使电能辅料及人力成本较PERC增加1分/W；
 - 4) 良率方面，TOPCon良率比PERC低0.5pct，导致成本比P型高0.1分/W。
- ◆ 总体来看相比于PERC电池，TOPCon电池的成本上升为约4分/W。

图表：非硅成本比较分析

技术	PERC	TOPCon
电池效率 (%)	23.50%	25.40%
良率 (%)	98.5%	98.0%
瓦数(W)	7.76	8.38
电池片尺寸 (mm)	182	182
1.电池设备折旧测算		
生产设备价格 (亿/GW)	1.2	1.7
折旧年限 (年)	6	6
残值率 (%)	5%	5%
单W折旧 (元/W)	0.02	0.03
2.浆料成本测算		
银浆耗量 (mg/W)	9	12
银浆价格 (元/kg)	5398	5575
单瓦成本 (元/W)	0.05	0.07
3.其他成本测算		
电能、辅料及人力成本 (元/W)	0.07	0.08
良率成本 (元/W)	0.002	0.003
电池非硅成本 (元/W)	0.14	0.18
一体化厂商		
硅成本 (元/W)	0.25	0.25
电池总成本 (元/W)	0.39	0.43
外购硅片厂商		
硅成本 (元/W)	0.43	0.41
电池总成本 (元/W)	0.57	0.59

3 组件端：TOPCon组件端成本基本持平，整体成本高约3分/W

- ◆ 目前TOPCon组件端成本与PERC基本持平，整体看总成本高约3-4分/W：
 - **1) 胶膜方面**，假设PERC组件所用EVA胶膜价格为10元/平米，TOPCon组件使用的POE、EPE等胶膜均价为12元/平米，计算得胶膜成本分别为8分/W，9分/W；
 - **2) 玻璃方面**，假设光伏玻璃价格为18.5元/W，TOPCon组件功率更高摊薄成本，单瓦玻璃成本较PERC低约1分/W；
 - **3) 其他辅材方面**，TOPCon比PERC低约1分/W；
 - **4) 其他成本方面**基本持平。
- ◆ 总体来看，相比于PERC组件，TOPCon组件成本高约3-4分/W。

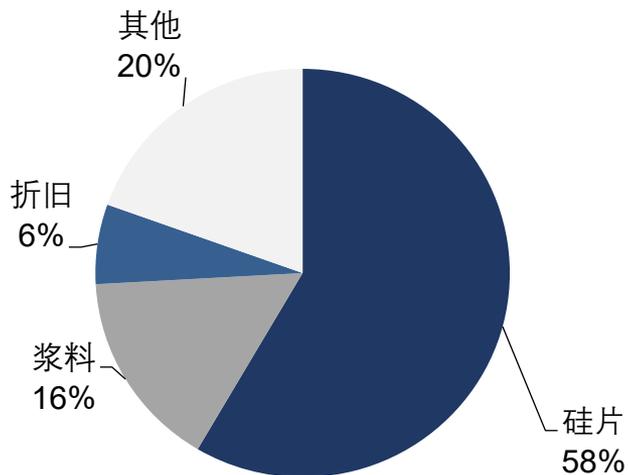
图表：组件端成本比较分析

技术	PERC	TOPCon
电池效率 (%)	23.50%	25.40%
电池片尺寸 (mm)	182	182
单片电池片功率 (W)	7.76	8.38
组件成本测算		
CTM	100.0%	97.0%
组件功率 (W)	559	586
组件面积 (平米)	2.57	2.57
组件效率 (%)	21.77%	22.83%
胶膜含税价 (元/平米)	10	12
胶膜成本 (元/W)	0.08	0.09
玻璃含税价 (元/平米)	18.5	18.5
玻璃成本 (元/W)	0.15	0.14
其他辅材成本 (元/W)	0.22	0.21
其他成本 (元/W)	0.1	0.1
组件生产成本	0.55	0.55
一体化厂商		
电池成本 (元/W)	0.39	0.43
组件总成本 (元/W)	0.94	0.97
外购硅片厂商		
硅成本 (元/W)	0.57	0.59
电池总成本 (元/W)	1.12	1.13

4 降本路径多元，薄片化、降银耗为主要方式

◆ **TOPCon降本路径多元，包括硅片端薄片化、非硅部分银浆降低耗量等。**在总体成本构成中，当硅料含税价80.5元/kg时，硅片成本占电池成本58%，比例较大，未来硅料成本下降有助于硅片成本下降，根据我们测算，假设N型硅料价格80.5元/kg，硅片每减薄10 μ m，成本可对应下降约2%，龙头已在进行130 μ m以下尝试。非硅成本主要为银浆，成本占比为16%，目前TOPCon银浆用量12-13mg/W，银浆国产化有望降低银浆价格，且未来可以通过栅线优化及背面用银铝浆替代推动TOPCon成本下降，SMBB+高精度串焊有望降低银浆耗量至90mg/片。

图表：TOPCon电池成本拆分



图表：TOPCon与PERC成本对比（三环节一体化厂商）

技术	PERC	TOPCon
电池硅成本	0.25	0.25
电池非硅成本		
1.设备折旧		
生产设备价格 (亿/GW)	1.20	1.70
单W折旧 (元/W)	0.02	0.03
2.浆料		
单片银浆耗量 (mg/片)	9	12
银浆价格 (元/kg)	5398	5575
单瓦成本 (元)	0.05	0.07
3.其他		
电能、辅料及人力成本 (元/W)	0.07	0.08
良率成本 (元/W)	0.00	0.00
电池非硅成本 (元/W)	0.14	0.18
电池总成本 (元/W)	0.39	0.43

5 硅价持续下行，薄片化成本降幅缩小

- ◆ 硅料价格持续下行，硅片薄片化成本降幅缩小，后续重点依靠提效及非硅降本！当前硅料产能持续放量降价，硅料价格已从30万/吨高位快速跌至8万/吨，薄片化带来的成本降幅缩小。根据我们测算，硅价从300元/kg下降至60元/kg，150mm与130mm硅片成本差异将从0.05元/W下降至0.01元/W。

图表：硅价与薄片化降本敏感性分析

硅料含税价格 (元/kg)	60	80	100	150	200	250	300
硅料不含税价格 (元/kg)	53.10	70.80	88.50	132.74	176.99	221.24	265.49
150mm硅片成本测算							
硅片厚度 (mm)	150						
硅耗 (g/W)	2.04						
硅成本 (元/W)	0.11	0.14	0.18	0.27	0.36	0.45	0.54
硅片端总成本 (元/W)	0.23	0.26	0.30	0.39	0.48	0.57	0.66
130mm硅片成本测算							
硅片厚度 (mm)	130						
硅耗 (g/W)	1.84						
硅成本 (元/W)	0.10	0.13	0.16	0.24	0.33	0.41	0.49
硅片端总成本 (元/W)	0.22	0.25	0.28	0.36	0.44	0.52	0.61
硅片端成本差异 (元/W)	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05

6 银浆降耗能够进一步带动成本下降

- ◆ **银浆耗量90mg/片时单瓦成本再降1分！** 非硅成本上对银浆耗量进行成本测算，假设不含税银浆价格为5575元/kg，双面银浆用量105mg对应单瓦成本为0.07元，随着未来技术发展多主栅+高精度串焊有望降低银浆耗量至90mg/片，对应成本0.06元/W，单瓦成本下降0.01元。

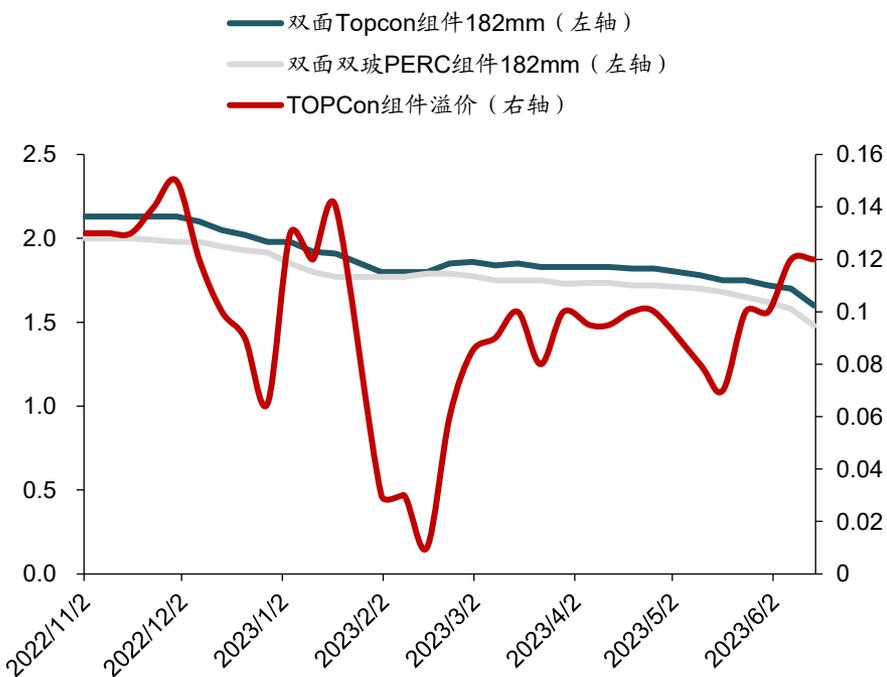
图表：银浆降耗对成本影响

技术	TOPCon				
	电池非硅成本测算				
	1.设备折旧				
生产设备价格 (亿/GW)	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
单W折旧 (元/W)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	2.浆料				
单片银浆耗量 (mg/片)	85	90	95	100	105
单片银浆耗量 (mg/瓦)	10.14	10.73	11.33	11.93	12.52
银浆价格 (元/kg)	5575	5575	5575	5575	5575
单瓦成本 (元)	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
	3.其他				
电能、辅料及人力成本 (元/W)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
良率成本 (元/W)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
电池非硅成本 (元/W)	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18
电池总成本 (元/W)	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43

7 TOPCon实现8分+超额收益，经济性凸显！

- ◆ **TOPCon整体超额收益为4分，经济性已然体现！** 根据PV Infolink 6月14日最新报价，双面TOPCon组件（182mm）均价1.6元/W，P型均价1.48元/W，N型组件较PERC组件溢价约0.12元/W，表明N型组件的发电量增益已经得到终端认可。而TOPCon组件总成本较PERC高0.03-0.04元/W，整体TOPCon已实现超过8分超额收益，经济性凸显！

图表：TOPCon组件相比P型溢价约0.12元/W



图表：TOPCon超额收益对比分析

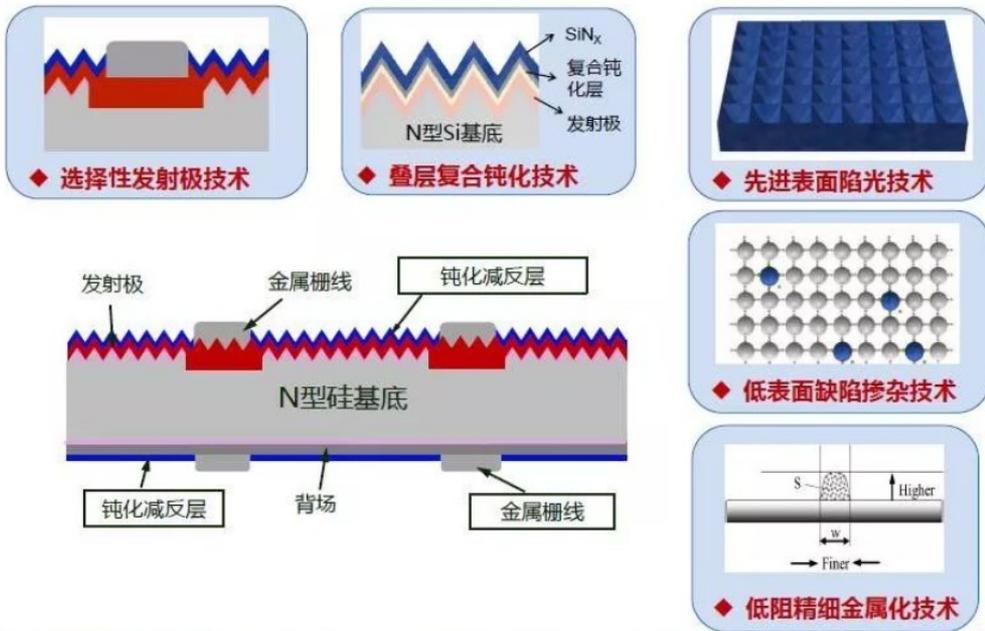
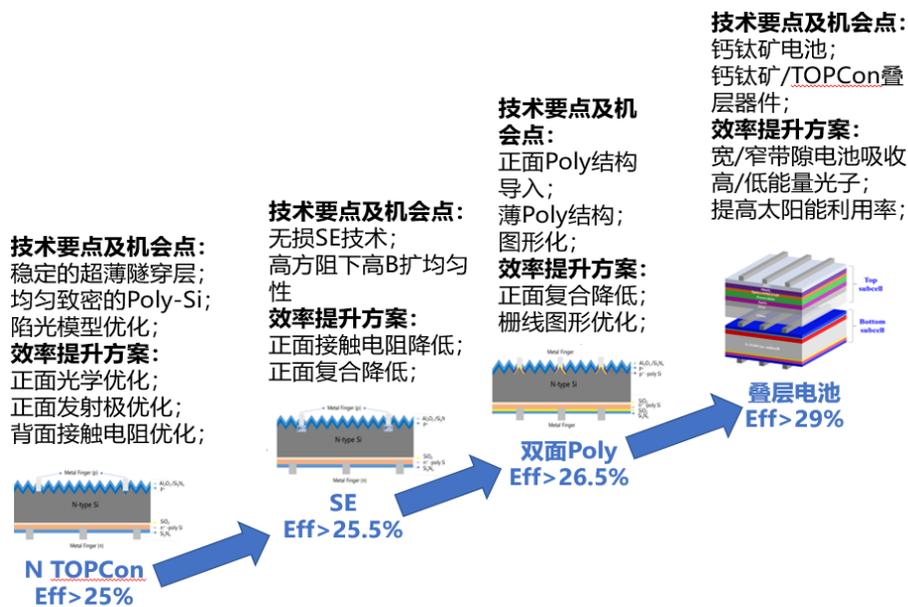
技术	PERC	TOPCon
硅片端	基准	持平
电池非硅端	基准	+4分/W
组件端	基准	-1分/W
组件总成本	基准	+3~4分/W
电池效率	23.50%	25.40%
组件溢价	基准	12分/W
超额收益	基准	8分+/W

1 TOPCon提效空间广，效率有望达到27%

- ◆ TOPCon提效的核心在于降低电学损失，包括SE、双面POLY、全域钝化以及叠层电池等方法。TOPCon提效核心需要降低电学损失。各厂商即将引入SE平台，预计将提效0.2%-0.4%，24年引入双面POLY，效率有望提高至26%以上，25年引入全域钝化技术，有望提效至27%，之后提效主线在叠层电池技术发展。
- ◆ 目前主流效率在25%-25.5%之间，未来提效路径多元空间广阔。当前各家厂商N型电池效率提升速度较快，主流效率在25%以上，未来有望通过引入SE平台、进行双面钝化以及叠层电池技术突破等方式，实现效率进一步提升。

图表：TOPCon提效路线

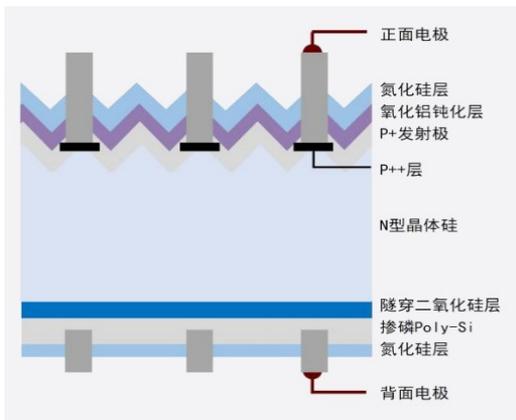
图表：TOPCon提效方案



2 选择性发射极：SE为电池提效利器，有望成TOPCon标配

- ◆ TOPCon中SE技术与PERC中的SE原理类似，在电极内/外进行高/低浓度掺杂，能够提高硅片少子寿命，提高电池效率。SE（选择性发射极技术）是指在金属正极与硅片接触部位及其附近进行高浓度掺杂形成P++层，而在电极以外的区域进行低浓度掺杂形成P+层。该技术既可确保硅片和电极之间有较低的接触电阻，又可降低硅片表面复合率，以提高硅片的少子寿命，从而提升电池的转换效率。硼掺杂工艺更复杂激光器功率更高；过程中可能存在两类钝化层烧穿，需精准把控激光功率。
- ◆ TOPCon中的激光掺杂分为一次硼扩、二次硼扩两种路径，目前量产主流选择一次激光直掺。一次硼扩类似于PERC生产过程标配的硼扩工艺，工序较为简单，该路径下仅进行一次激光掺杂、硼扩与清洗，工序较简单且设备投资额较低，但技术难度较高。

图表：TOPCon+SE结构示意图



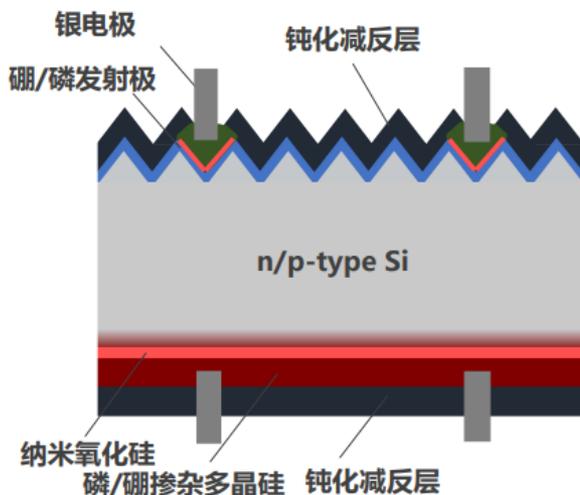
图表：一次/二次硼扩流程对比



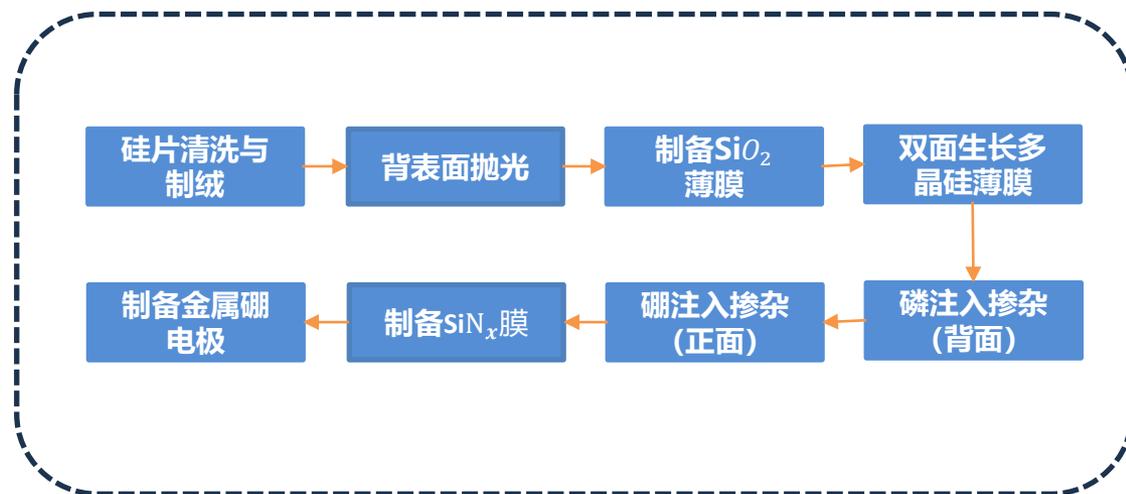
3 双面POLY：正面钝化进一步提效，双面TOPCon潜力足

- ◆ 目前钝化结构主要应用在电池背表面，双面钝化/全域钝化能够进一步提高效率。目前TOPCon电池仅在后表面进行钝化，前表面仍采用传统电池结构。为进一步降低电池表面载流子复合速率、减小接触电阻，可以在正面电极下进行P-poly，采用双面/全域钝化结构进一步提高正面效率。
- ◆ N型双面钝化结构由上下钝化、隧穿层组成。双面钝化接触电池的硅片基体正面设有多晶硅层，基体的背面为P掺杂的poly钝化层。不同于双面钝化仅在电极下方进行P-poly，全域钝化技术对电池正面整体进行P-poly，预计能够进一步提高效率。

图表：一种双面钝化电池结构



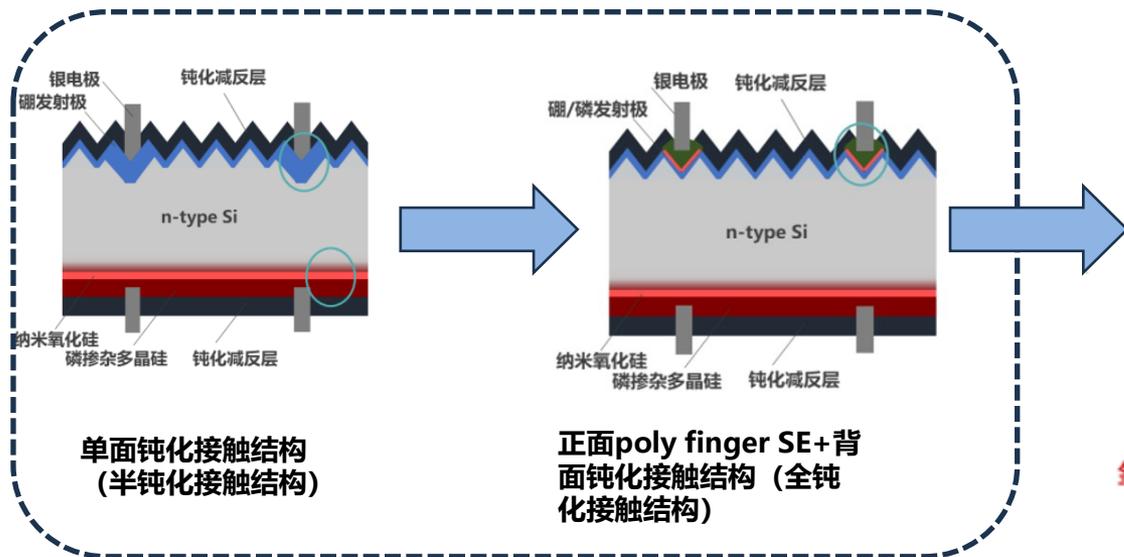
图表：实验室制备双面钝化电池流程图



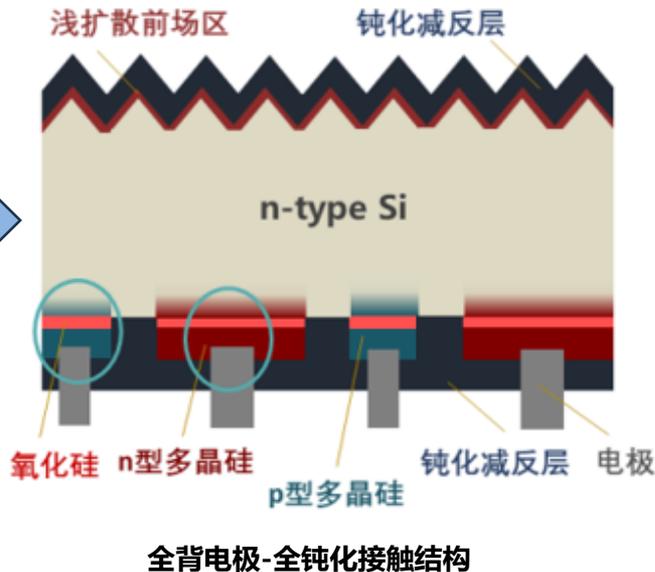
4 TBC电池：TOPCon+IBC，正面效率有望获得高增益。

- ◆ TBC兼具IBC与TOPCon优势，能够进一步提高效率。TBC指Topcon与IBC技术的结合，该种工艺综合了Topcon的隧穿氧化层技术以及IBC在背面排布电极的优势，能够获得更高的电池效率，更具经济性。
- ◆ TBC技术更复杂，需同时解决IBC与TOPCon的生产工艺问题。相较于TOPCon，TBC主要增加了背面电极的相关工艺，包括掩膜、激光开槽、刻蚀以及PN区的制备等。目前TBC电池制造的主要步骤包括沉积隧穿氧化层及P+多晶硅、沉积钝化膜、在硅片的背面印刷电极等，整体工艺更为复杂。

图表：TOPCon结构技术发展路径



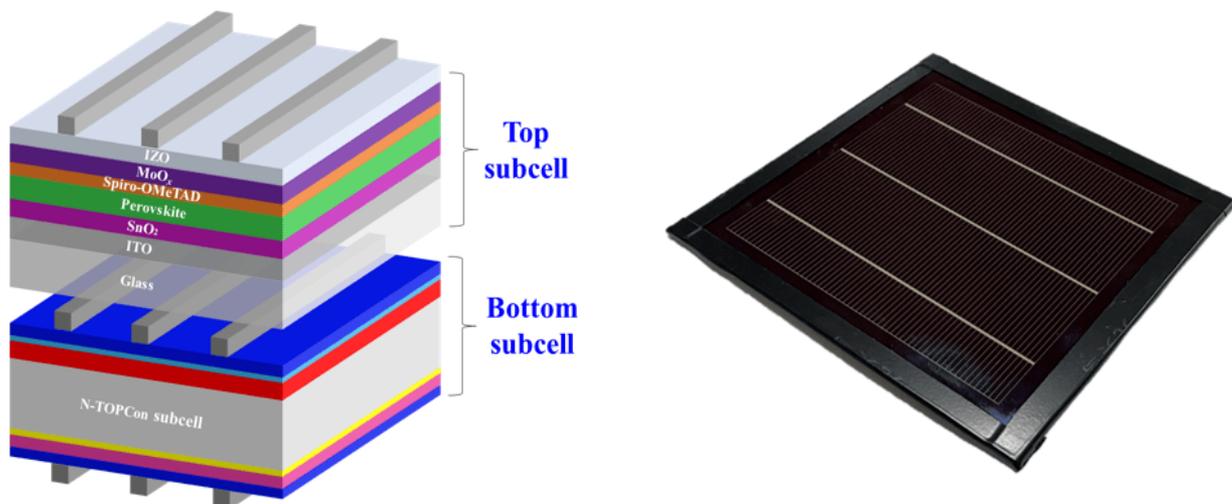
图表：TBC电池结构



5 叠层电池：TOPCon+钙钛矿，多结电池前景远大

- ◆ 叠层电池技术能提高太阳能利用率，钙钛矿+晶硅电池技术前景巨大，有望突破效率极限。叠层结构用宽/窄带隙电池吸收高/低能量光子，从而能够提高太阳能利用率，提高电池效率。钙钛矿适合构建成为叠层太阳能电池，基于钙钛矿/TOPCon的叠层太阳能电池结构包括作为底电池的TOPCon结构、中间层和作为顶电池的钙钛矿结构。通过钙钛矿电池与晶硅电池叠层的方式，可以突破传统晶硅电池理论效率极限，进一步提升太阳能电池的转换效率。
- ◆ 各大厂商加紧布局，钙钛矿/TOPCon初见成效。目前，宁德时代、纤纳光电、华晟新能源等企业已开启钙钛矿试制产线，预计将于23年投资建设GW级产能，2025年前后钙钛矿有望实现GW级量产。晶科能源的研究人员已研制出效率达到27.6%的单片钙钛矿/TOPCon叠层器件；天合也积极投入钙钛矿技术相关研究，期望达到钙钛矿/TOPCon两端叠层太阳电池效率大于29%的目标。

图表：钙钛矿/TOPCon电池示意图



3. TOPCon产业进展迅速，各家百舸争流

1 TOPCon大幅扩产，各家产业化进展迅速

- ◆ 2023年TOPCon大幅扩产，产业化进展迅速，一线厂商产能布局领先。2023年起各厂商大幅扩产TOPCon，晶澳科技56GW、天合光能30GW、晶科能源21GW等TOPCon量产线均计划于2023年落地。从投产进度来看，一线厂商进入2023年后TOPCon扩产进度总体大幅领先二线厂商。

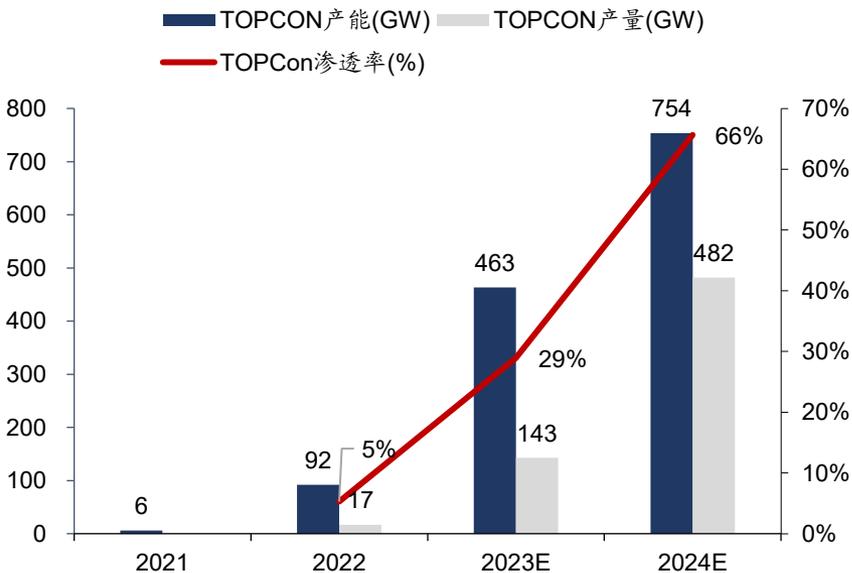
图表：TOPCon产能布局及扩产规划

	技术路线	22Q1	22Q2	22Q3	22Q4	22未产能 (GW)	23Q1	23Q2	23Q3	23Q4	23未产能 (GW)	24未产能 (GW)
晶科能源	LPCVD	合肥一期8GW	海宁一期8GW	合肥二期8GW	海宁二期11GW	35		海宁6.5GW	楚雄6.5GW		56	85
晶澳科技	PECVD、LPCVD			宁晋1.3GW		1.3		宁晋6GW	扬州一期10GW 曲靖一期10GW	扬州二期10GW+石家庄10GW	57.3	82
钧达股份	LPCVD			滁州一期8GW		8	滁州二期10GW	淮安一期13GW		淮安二期13GW	44	60
天合光能	PECVD				宿迁8GW	10.5	预计全年新增投30GW				40	60
隆基绿能	LPCVD					-			鄂尔多斯30GW		30	80
阿特斯	PEVCD					-		宿迁8GW		扬州14GW 泰国8GW	30	38
通威股份	PECVD、LPCVD				眉山8.5GW+1GW中试	9.5		彭山16GW			25.5	67.5
一道新能	LPCVD					9					25	25
中来股份	PVD		泰州3.6GW		山西一期首批4GW	7.6			山西一期剩余4GW		11.6	19.6
弘元绿能	PECVD					-				徐州二期14GW	14	24
协鑫集成	PECVD、LPCVD					-			芜湖一期10GW		10	20
亿晶光电	PECVD					-		滁州一期10GW			10	10
其他	-					11.5					110	232.5
合计	PECVD、LPCVD					92.4					463.4	753.6

2 TOPCon确定主流地位，渗透率加速提升

- ◆ **TOPCon确定主流地位，渗透率加速提升！** PERC效率已达顶点，N型时代加速来临，TOPCon确定行业主流地位，产能大幅扩张，我们预计2023年底TOPCon总产能将超过460GW，全年渗透率提升至约29%，24年渗透率进一步提升，预计达66%！
- ◆ **高效率+高功率TOPCon组件已至，电池厂商布局一体化产能！** 现阶段TOPCon量产平均转换效率超过25%，组件功率向高功率方向演进，头部企业在技术上存在动态领先优势。技术路线方面，LPCVD已进入主流成熟阶段，PECVD即将放量。光伏产业链各环节的产能不平衡现象长期存在，利润分配在各环节有较大波动。供给挤压之下一体化组件龙头盈利能力相对稳健，头部电池组件企业积极向产业链上游布局一体化产能。

图表：TOPCon产能产量及渗透率预测



图表：TOPCon技术路线对比

公司	路线	转换效率	最大组件瓦数	一体化情况
晶科	LPCVD	实验室26.4%，量产25.4%	635W (182mm 2x78片)	硅片+电池+组件
天合	PECVD	实验室25.6% (210mm)，量产25.3%	690W (210R 2x66片)	电池+组件，西宁布局硅料+硅片+组件辅材
中来	PVD	实验室26.7% (182mm)，量产25.5% (182mm)	最大 700W (210mm) 主流 575W (210mm 2x72片)	电池+组件+背板
晶澳	PECVD	量产25.3%	630W (182mm 2x78片)	硅片+电池+组件
通威	PECVD	量产25.7% (182mm)	690W (210mm 2x66片) 580W (182mm 2x72片)	硅料+电池+组件
钧达/捷泰	LPCVD	量产25%+	575W (182mm 2x72片)	电池+组件
一道新能	LPCVD	量产25.2%	615W (182*91mm 2x78片)	电池+组件
正泰新能	LPCVD	量产25.3%	700W (210mm 2x66片) 630W (182mm 2x72片)	电池+组件
协鑫集成	LPCVD、PECVD	组件效率22%+	685W (210mm) 575W (182mm)	电池+组件
弘元绿能	PECVD	实验室26.4%，量产25.4%	635W (182mm 2x78片)	硅片，布局电池+组件

3 TOPCon产品受到青睐，组件招标份额不断提升

◆ **TOPCon产品受到青睐，组件招标份额不断提升。**新近组件招标项目中，TOPCon产品因其发电增益高受到青睐，同时享受溢价。TOPCon组件占比由2月33%提升至4月50%水平，TOPCon招标份额不断提升。中核汇能6GW组件招标中TOPCon占比33%，同时报价相较PERC溢价约8分/W。华能及大唐招标项目中TOPCon组件占比均达50%，报价相较PERC组件分别高出6.5分/W及8.2分/W。

图表：2月中核汇能6GW组件招标(N型占比42%)

包件	组件要求	规模 (GW)	报价 (元/W)	均价 (元/W)
包件1	p型单晶540Wp以下	0.5	1.603~1.720	1.644
	p型单晶540Wp及以上	3		
包件2	n型单晶(TOPCon)550Wp及以上	2	1.653~1.802	1.721
包件3	n型单晶(HJT)580Wp及以上	0.5	1.725~1.887	1.804
N型占比		42%	TOPCon溢价	0.077
			HJT溢价	0.160

图表：4月华能6GW组件招标(N型占比50%)

标段	采购组件型号	容量 (GW)	报价 (元/W)	均价 (元/W)
标段一	P型、545-560W、双面双玻	2.5	1.528~1.673	1.607
标段二	P型、585W及以上、双面双玻	0.5	1.548~1.761	1.635
标段三	N型、双面双玻	3	1.602~1.787	1.700
N型占比		50%	N型溢价	0.065

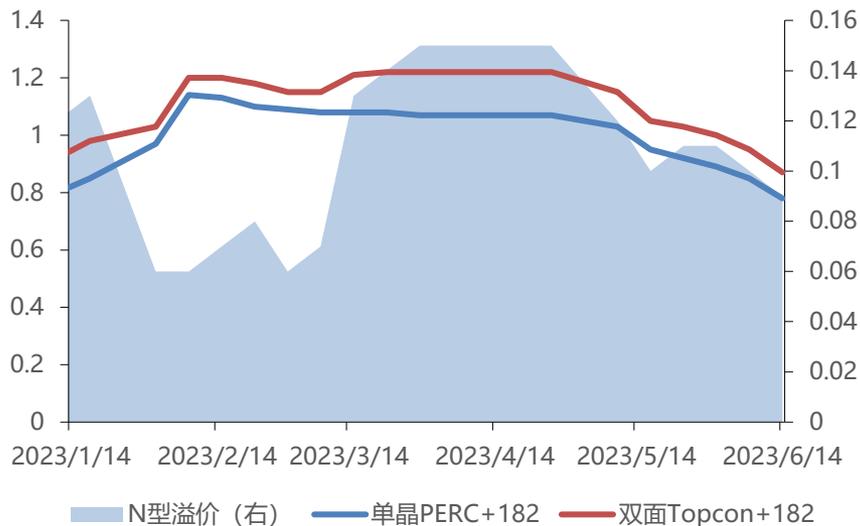
图表：4月大唐8GW组件招标(N型占比50%)

标段	标段名称	容量 (GW)	报价 (元/W)	均价 (元/W)
标段一	P型单晶PERC光伏组件	4	1.470~1.655	1.560
标段二	N型光伏组件	4	1.540~1.700	1.642
N型占比		50%	N型溢价	0.082

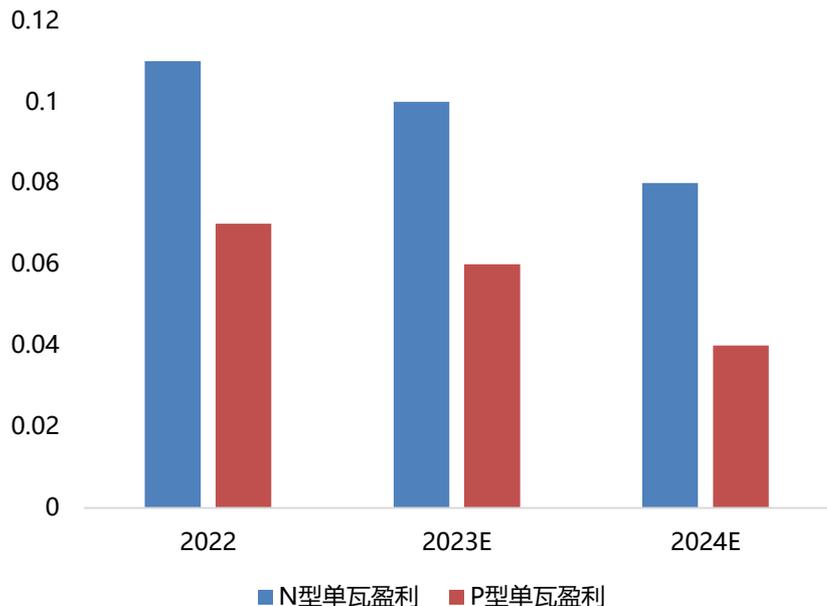
4 TOPCon电池较PERC溢价约1毛，有望保持盈利优势

◆ **当前TOPCon电池较PERC溢价约9分，价格优势明显。**根据PVinfoLink6月14日最新电池报价，182双面TOPCon电池价格0.87元/W，同尺寸PERC电池价格0.78元/W，约有9分/W的溢价。我们预计随着各电池厂商TOPCon产能扩张计划逐步落地，2024年TOPCon溢价空间或将回落，但预计旺盛需求下TOPCon仍将享溢价约5-10分/W。成本方面，随着TOPCon电池效率不断提升带来的成本摊薄，及产线投资降本和材料降本，N型电池成本将逐步与P型打平，保持盈利优势。

图表：N/P电池片单价及N型溢价（元/W）



图表：N/P电池单瓦盈利预测（行业平均水平，元/W）



1 晶科能源：量产行业领先，技术突破持续领先

- ◆ **N型TOPCon电池片加速投产，量产效率已达25.4%，先发优势明显。** 公司是国内最早对N型组件进行量产发布的一线组件制造商。公司TOPCon电池创造了26.4%的实验室转换效率，两年7次打破N型TOPCon电池世界纪录。目前公司TOPCon电池平均量产效率已达25.4%，预计23年底达25.8%。22年底晶科N型组件一体化成本已与P型基本持平，未来N型额外盈利仍有更大释放空间。
- ◆ **截至2022年底已建成N型产能35GW，预计23/24年N型产能将达56/85GW。** 截至22年底公司已有35GW TOPCon产能，分别为合肥一期8GW、海宁一期8GW、合肥二期8GW和海宁二期11GW；预计至23/24年末预计产能达56/85GW，其中海宁6.5GW和楚雄6.5GW预计分别将于23Q2和23Q3投产，山西56GW一体化项目一二期24Q1-Q2投产。公司预计2023年N型出货占比在60%以上。

图表：晶科能源N型TOPCon电池转化效率达26.4%

图表：晶科能源N型TOPCon电池产能情况



地点	产能 (GW)	量产效率	状态
合肥一期	8	25%	2022年初投产 22Q2已实现满产
海宁一期	8	25%+	2022年初投产 22Q2已实现满产
合肥二期	8	25%+	产能爬坡中
海宁二期	11	25%+	22Q4投产
海宁	6.5	-	预计23Q2投产
楚雄	6.5	-	预计23Q3投产
山西一期	14	-	预计24Q1投产
山西二期	14	-	预计24Q2投产

2 钧达股份：TOPCon量产先行者，充分受益N型溢价

- ◆ **滁州基地N型TOPCon量产效率达25%+，目标23年底提效至25.8%**。公司选择LPCVD技术路线，并在SE、激光转印、双面钝化等技术方面加大研发投入，目前公司已经量产的 TOPCon1.0 产品量产效率达25.2%，正在通过SE等技术的导入积极推动TOPCon2.0产品量产，预计量产转换效率可达25.5%。公司目标在2023年底将TOPCon电池转换效率提升至25.8%。
- ◆ **N型TOPCon已投产产能31GW，在建产能13GW**。公司建成及规划中的生产基地有3处，规划年产能53.5GW。上饶基地拥有9.5GW大尺寸P型PERC产能，产品转换效率达23.5%。滁州基地规划18GW N型TOPCon产能，一期8GW已于22Q3建成达产，转换效率达25%以上；二期10GW于23年2月投产。淮安基地已签订年产26GW N型电池片项目合作协议，一期13GW已于23年4月投产，二期13GW预计23Q4投产。

图表：钧达产能项目规划

分期	技术路线	设计产能	达产时间
上饶基地	PERC	9.5GW	已达产
滁州基地一期	N型TOPCon	8GW	已达产
滁州基地二期	N型TOPCon	10GW	23M2投产
淮安基地一期	N型TOPCon	13GW	23M4投产
淮安基地二期	N型TOPCon	13GW	2023Q4

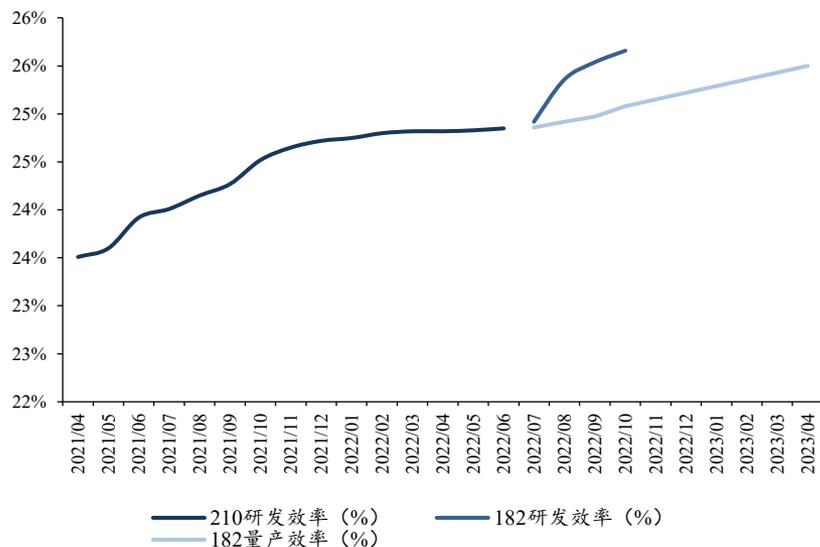
图表：钧达在研项目情况

主要研发项目名称	项目目的	项目进展
激光SE项目	效率提升	完成工艺开发
LPCVD单面沉积项目	成本降低	完成工艺开发
TOPCon3.0项目	效率提升	正在开发中

3 通威股份：TOPCon产能持续提升，量产效率25.5%+

- ◆ **TOPCon平均量产效率25.5%+**。眉山8.5GW TOPCon产线23年4月已满产发挥，目前平均转换效率已达25.5%+，叠加SE后将进一步提升。2023年SNEC展期间，公司推出N型大矩形片TWMNG-72HD产品在主流182-72版型上进一步探索，相较182-72TOPCon组件功率再提升25~30W，单块组件功率超600W。
- ◆ **2023年底TOPCon电池投产产能将超20GW**。22年底公司电池产能达70GW，其中182mm及以上尺寸产能占比95%+，公司预计23年电池出货将达70GW。TOPCon产能方面，22年底公司已有9.5GW TOPCon电池产能，22年底彭山一期16GW TOPCon电池项目已启动，预计将于23年7月首线出片。

图表：TOPCon电池效率趋势



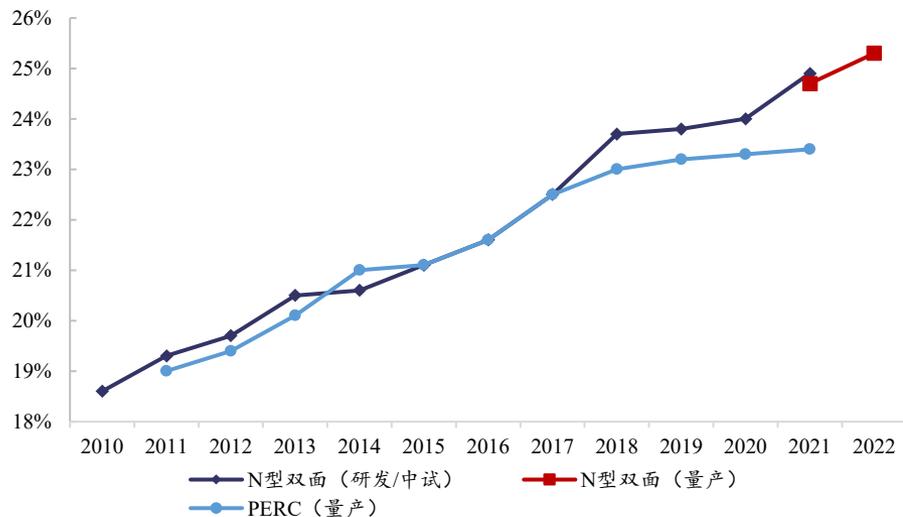
图表：通威TOPCon电池产能规划

项目	产能	投产时间
眉山TOPCon中试	1GW	2022年底
眉山三期	8.5GW	2022年底
彭山一期	16GW	2023Q3
彭山二期	16GW	2024
成都双流	25GW	2024

4 晶澳科技：TOPCon产能加速投产，182组件最高功率630W

- ◆ **TOPCon产能加速投产，72版型组件最高功率可达630W。**截至23年6月，公司已投产7.3GW TOPCon电池产能，其中宁晋1.3GW已满产，电池量产效率达25.3%+。扬州20GW、曲靖10GW将于23Q3陆续投产。23年5月，公司推出的N型新型组件DeepBlue 4.0 Pro基于182mm*199mm尺寸矩形硅片，结合高密度封装技术，72版型最高功率可达630W，组件效率超过22.5%，与上一代同尺寸182系列78版型组件功率相当，但工作电压低7.6%，有效降低了系统BOS成本与组件的热斑风险。
- ◆ **23年全年组件出货目标60-65GW，其中N型出货占比30%。**公司预计至23年底硅片/电池/组件产能将达到是70/70/80GW，电池投产进度顺利的情况下年底产能将达80-90GW。

图：晶澳科技电池效率进展图



图表：晶澳科技新建电池产能统计

项目	产能	投产时间
宁晋一期	1.3GW	2022Q3
宁晋二期	6GW	2023M5
扬州一期	10GW	2023M7
扬州二期	10GW	2023M9
曲靖	10GW	2023M9
石家庄	10GW	23M12-24M1
东台	10GW	23M12-24M1

5 天合光能：i-TOPCon行业领先，210R 持续亮眼

- ◆ **新型i-TOPCon电池量产效率25.3%+，210R差异化明显。**23年5月SNEC展公司发布了全新升级的i-TOPCon Advanced技术依托210R创新矩形电池、大面积激光掺杂硼选择性发射极技术、首创式背平面微结构反射器等技术，量产效率可达26%。天合光能已储备了未来的i-TOPCon技术，目前正在实验室开发正背面接触全钝化的技术。同时天合光能正在研发i-TOPCon+钙钛矿叠层电池技术，预判该技术路线可以将电池效率拉升至30%以上，实验室初步结果为28.5%。
- ◆ **23年底TOPCon电池产能预计将提升至40GW。**22年底公司电池/组件产能已达50/65GW，其中TOPCon产能为宿迁8GW，预计2023年中即将满产，良率在97%以上。新增产能方面，2023年公司预计新增投产TOPCon电池产能30GW，至23年底TOPCon电池产能预计将提升至40GW。

图表：天合光能各电池技术转换效率

N型电池技术	公司转换效率
TOPCon电池	25.3%+(量产效率)
TOPCon+钙钛矿叠层	28.5%(实验室效率) 30%+(效率提升目标)

图表：天合光能N型产能统计

地点	产能	投产时间
宿迁	8GW电池	2022Q4
淮安一期	5GW电池 10GW组件	10GW组件23M3 5GW电池23年内
淮安二期	10GW电池 5GW组件	尚未确定
青海西宁	10GW电池 10GW组件	2025年前

6 隆基绿能：TOPCon放量，配合HPBC实现多市场覆盖

- ◆ **钙钛矿叠层电池转换效率突破33.5%!** 6月14日，隆基绿能在德国举行的Intersolar Europe上面正式宣布，经欧洲太阳能测试机构ESTI权威认证，隆基绿能在商业级绒面CZ硅片上实现了晶硅-钙钛矿叠层电池33.5%的转换效率新世界纪录。自22年12月31日认证29.55%到33.5%，效率绝对值提升3.95%，展示了晶硅-钙钛矿叠层电池作为一种新型电池技术的显著效率优势。
- ◆ **HPBC+TOPCon实现对高端及地面市场全覆盖。** 公司HPBC电池量产效率超25%，产能方面，西咸新区29GW与泰州4GW均已投产，预计年底产能达33GW，出货20GW+，公司HPBC组件主要面向高端市场。公司于2019年开始对TOPCon技术研发，2021年建设500MW中试线，2023年8月鄂尔多斯30GW预计开始投产，年底产能超20GW。2021年以来公司多次打破TOPCon电池研发效率的世界纪录，研发实力雄厚，量产组件效率损失解决方案更优，组件功率更高带给客户更多发电增益，公司TOPCon组件主要面向地面市场，实现对高端/地面市场全覆盖。

图表：隆基绿能各电池技术转换效率

N型电池技术	公司转换效率
HPBC电池	25%+(量产效率)
P型TOPCon电池	25.19%(实验室效率)
N型TOPCon电池	25.21%(实验室效率)
N型HJT电池	26.50%(实验室效率)
自研硅HJT	26.81%(实验室效率)
晶硅-钙钛矿叠层电池	33.5% (实验室效率)

图表：隆基绿能N型产能统计

地点	产能	投产时间
西咸新区	29GW HPBC电池	2023年3月投产
泰州	4GW HPBC电池	2023Q2投产
鄂尔多斯	30GW TOPCon电池	2023年8月投产， 2024Q1满产

7 正泰新能：布局N型TOPCon高功率组件

- ◆ **已投产12GW TOPCon电池产能，量产平均效率达25.3%**。2022年7月25日，公司海宁三期4GW首片TOPCon电池、组件下线，目前TOPCon电池量产平均效率达25.3%。2023年5月29日，正泰新能海宁基地四期N型TOPCon8GW电池与12GW组件完成首片下线，四期项目采用行业领先的TOPCon 3.0工艺路线，将建成数字化电池车间、数字化组件车间，并计划6月25日实现首线满产，8月15日达成全线满产。
- ◆ **推出ASTRO N系列TOPCon组件，效率可达22.1%，单板功率可达700W**。正泰新能采用高效n型TOPCon双面电池、n型大硅片、高可靠性封装、超无损激光切割、多主栅+半片设计、优化边框+双层高透玻璃等多种技术。2023年，正泰新能预期组件出货将超30GW，n型占比70%以上

图表：正泰相关事件

时间	事件
2022.4	正泰电器公告，拟整体剥离光伏组件制造业务至正泰新能后对外出售
2022.4	正泰新能发布N型TOPCon组件产品ASTRON系列
2022.7	海宁基地三期4GW首片N型TOPCon电池、组件下线
2023.5	海宁基地四期N型TOPCon8GW电池与12GW组件完成首片下线

图表：正泰TOPCon产能

项目基地	产能 (GW)	投产时间
海宁三期	4GW	22Q3
海宁四期	8GW	23Q2

8 中来股份：TOPCon效率25.5%+，实验室最高效率26.7%

- ◆ **TOPCon电池转化效率 $\geq 25.5\%$ ，实验室最高转化效率达26.7%。**公司推出新一代J-TOPCon2.0 n型高效太阳能电池技术和工艺，其中182-16BB超高效单晶双面n型TOPCon电池，实验室最高转化效率达26.7%；182-16BB08-SE单晶双面n型TOPCon电池转化效率 $\geq 25.5\%$ 。此外，中来J-TOPCon 2.0采用板式PVD技术沉积poly层，无绕镀，无需额外的去绕镀工艺使得TOPCon的制造成本更低，良率更高。
- ◆ **现有TOPCon产能7.6GW，在建TOPCon产能12GW。**2022年8月公司在泰州累计投建的N型 TOPCon电池产能达3.6GW；山西年产16GW高效单晶电池智能工厂项目，一期首批4GW已于22年底投产，剩余4GW将于23年投产；二期8GW计划争取在2023年完成建设。

图表：中来在建TOPCon产能

TOPCon项目	规划产能	建设进展
泰州	3.6GW	已于2022年投产
山西年产16GW高效单晶电池智能工厂项目（一期8GW）	8GW	首批4GW产线22年12月完成建设，目前已实现量产； 剩余4GW正在有序推进中，预计于23年年内投产
山西年产16GW高效单晶电池智能工厂项目（二期8GW）	8GW	正在有序推进中，计划争取在2023年完成建设

4. 步入N时代，全产业协同共振

1 产业链：N型电池带动全产业链协同共振



上游：N型硅料、硅片

中游：N型电池片、组件

辅材：银浆、焊带、POE等



1 N型硅料：国内供应比或提升，溢价或进一步拉大

- ◆ **N型硅料品质等级更高，国内供应比例有望提高。** N型产品对硅料品质要求更高，目前N硅料要求电子二级以上等级，比P型料高两个等级，技术指标差距在2-10倍。目前大全/通威/新特N型的产能储备较充足，未来伴随N型需求不断增加，主流厂家N型产能储备逐渐释放，国内供应比例相应提高。
- ◆ **N型硅料溢价0.8万元/吨，N型需求增加，溢价预计进一步扩大。** 根据硅业分会数据，目前N型料相比P型溢价0.8万元/吨，未来随硅片薄片化进程加速，N型硅片竞争激烈，N型料的需求增加，渗透率逐步提高，溢价将进一步扩大。同时N型料生产壁垒较高，具有N型生产能力的硅料企业有盈利优势，硅料行业盈利差异将再次被拉开。

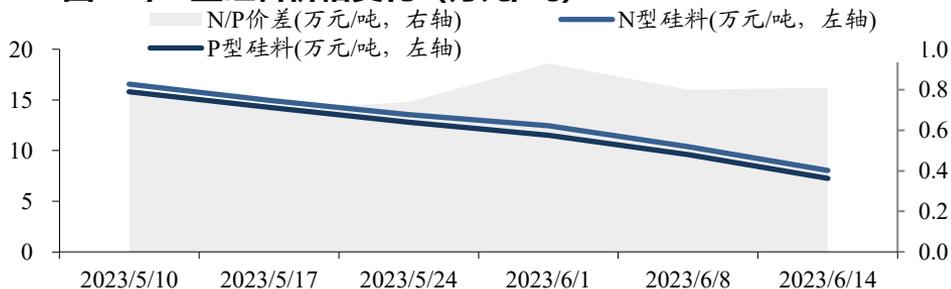
图：N型硅料与P型硅料对比

硅料类型	N型硅料	P型硅料
质量标准	电子二级以上	电子三级及太阳级
致密程度	致密程度要求较高，菜花料、次级料无法适用	可用菜花料、次级料
含氧、碳量	要求较高，防止电池同心圆、黑心片的产生	相对要求较低
硅料纯度	纯度较高，检测电阻一般需大于100Ωcm或者检测不出电阻率	纯度相对较低，检测电阻可低于100Ωcm
破碎程度	要求破碎尺寸70mm以下	大于70mm
工艺流程	N、P型差别不大	
初始投资额	N型材料更高端，后端洁净环境更好，初始投资额更大	
循环回收	N型料品质更高，可循环回收重新用于硅料	

图：主要厂商N型硅料储备

公司名称	N型产能储备
大全新能源	新疆产能60%-70%可拉N型，内蒙产能100%可拉N型
通威	所有产能均可以满足N、P需求；2018年后，所有新建项目均定位为N型硅料高纯晶硅
新特	N型产能占比约70%

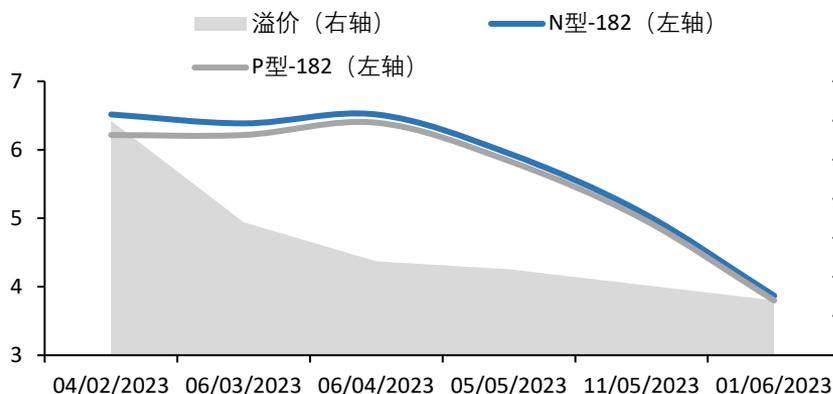
图：P/N型硅料价格变化（万元/吨）



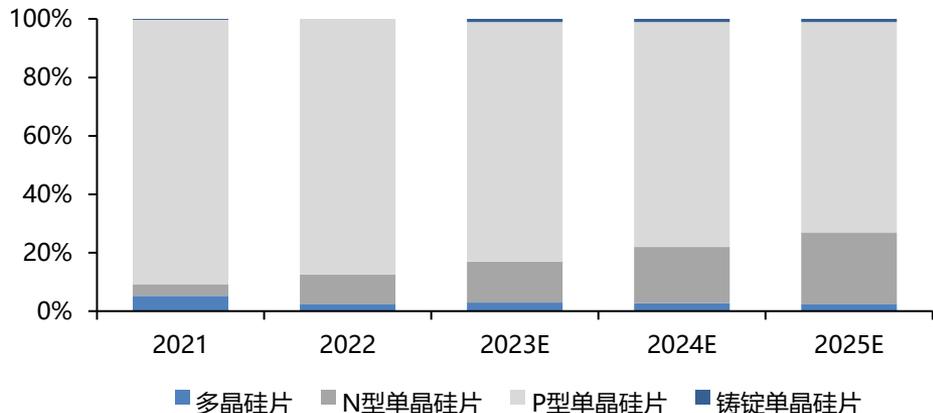
2 N型硅片：相较于P型更高的极限效率和溢价

- ◆ **TOPCon所使用的N型硅片相较于P型硅片可达到极限效率更高。** P型硅片在拉晶工艺中掺杂硼元素，而N型硅片在拉晶工艺中掺杂磷元素、在电池片生产工艺中再进行磷离子注入/扩散。P型硅片所采用的PERC电池的理论极限转化效率仅为24.5%，而目前已经实现了24%的量产效率，几乎没有进一步提升的空间。因此，迫切需要转向新的技术路径。N型电池的理论极限效率超过了27%，在衰减率和温度系数等方面都更有优势。
- ◆ **因效率优势，N型硅片相较P型有更高溢价，N型硅片产量爆发式增长。** 截至2023年6月1日，N型硅片相较于P型的溢价约7%。由于N型电池片工艺更加复杂，所以成本更高，随着技术不断优化，N型电池片产业链制造成本将不断降低，N型硅片的需求会加速爆发，据中国光伏行业协会数据，2022年P型单晶硅片出货量市场份额达87.5%，N型单晶硅片仅10%，我们预计2025年N型单晶硅片产量占比有望达25%，提升迅速。

图：N/P硅片价格趋势及溢价水平（元/片）



图：2021-2025E不同类型硅片出货量的市场份额（单位：%）



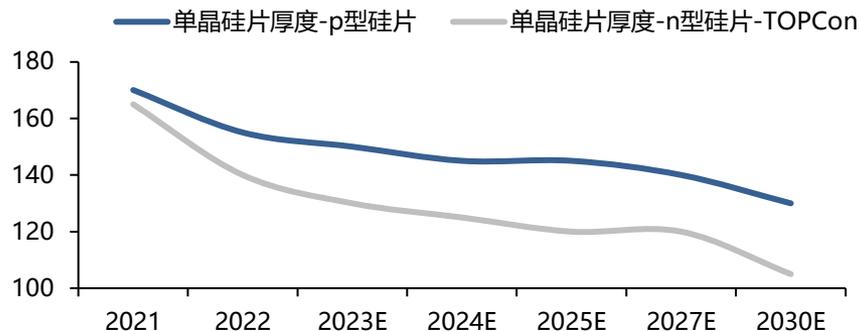
3 N型硅片发展趋势：薄片化、差异化

- ◆ **N型硅片推动减薄，PN切换推动150um到130um渗透。** 在降本增效下目标下，各家积极推进薄片化，受益硅片尺寸结构改善、薄片化、新产能释放，支撑龙头厂商盈利水平。据中国光伏行业协会数据，2022年P型硅片平均厚度约155μm、较21年下降15μm，N型单晶硅片中，用于TOPCon电池的n型硅片平均厚度约140μm，N型单晶硅片比P型单晶硅片更具减薄潜力。
- ◆ **N型硅片时代，产品差异性大幅提升。** 1) **N型硅片相比P型种类提升：** TOPCon、HJT、BC等N型电池技术在SNEC上展出，对N型硅片的差异化需求提升；其中TOPCon涉及LP、PE等多种路线，布局最广；2) **TOPCon硅片尺寸差异提升：** 晶澳、晶科、通威等龙头公司采用矩形硅片技术，硅片端各厂商如晶澳/晶科/通威/天合，均全面采用182以上大尺寸，覆盖182mm*182mm、182mm*192mm、182mm*199mm等。

图：厂商部分TOPCon硅片种类及尺寸

公司	产品	电池技术	尺寸
晶澳科技	JAM72D40LB系列	TOPCon	182mm*188mm
	JAM72D42LB系列		182mm*199mm
晶科能源	TigerNeo	TOPCon	182mm*182mm
			182mm*192mm
			182mm*182mm
通威	TWMNG-72HD	TOPCon	182mm*192mm
天合光能	N型至尊	TOPCon	210mm*210mm
			210mm*182mm
			210mm*182mm
			182mm*182mm

图：硅片厚度变化趋势（μm）（上）；龙头厂商薄片化的进度（下）



隆基	182mm	P型	150μm
	166mm	N型	130μm
中环	218.2mm	P型	150μm
	210mm		N型
	182mm		
166mm			
弘元绿能	产品可实现单次切片数2500片，形成100μm左右厚度的硅片，并保证良品率在90%以上。		
高测股份	与行业上下游龙头进行联合研发，推出异质结专用的超薄半片硅片(210mm*105mm*120μm)，已经实现量产。		

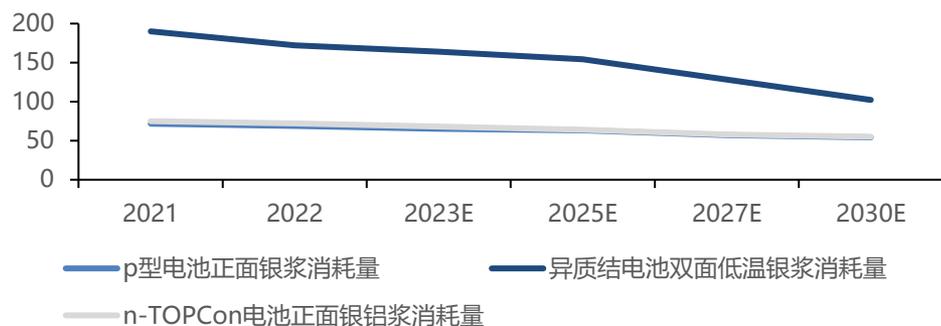
1 N型电池银耗提升，正银性能要求提高

- ◆ **与P型电池相比，N型电池技术银浆消耗量大幅提升。**截至目前，行业内182尺寸PERC电池平均正面银耗约60mg/片，背面银耗约20-30mg/片，由于背面固含量为60%，换算成正银约15mg/片，所以银耗总计75mg/片；对于182尺寸TOPCon电池，行业龙头正面银耗已降至47mg/片，背面银耗57mg/片，合计约104-105mg/片；HJT电池只有166和210尺寸，换算成182尺寸银耗约为160-170mg/片。与P型电池正银消耗量相比，TOPCon电池银浆消耗量（正银+背银）平均约为1.5倍。
- ◆ **正面银浆性能要求高，对电池片性能影响大。**正面银浆需要实现更多的功能和效用，对产品的技术要求较背面银浆更高，其主要作用是汇集、导出光生载流子，为保证电池片的光电转化效率，正面银浆需具备印刷性能好、高宽比高的基本要求，还需与硅晶片形成良好的欧姆电阻并降低接触，具备较高的制备难度和技术壁垒。TOPCon背面银浆与PERC正面银浆差异不大，但由于TOPCon电池存在正面钝化发射极需求，正面需要银铝浆，因此TOPCon银浆价值量和耗量相较PERC更高，随着TOPCon电池渗透率的持续提升，银浆需求有望保持旺盛。

图：不同类型电池银浆耗量对比

电池片类型	正面银浆 (mg/片)	背面银浆 (mg/片)
182mmPERC	60	15
182mmTOPCon	47	57
HJT (换算成182mm)	160-170 (双面低温银浆)	

图：2021-2030E各类电池银浆消耗量变化趋势（单位：mg/片）



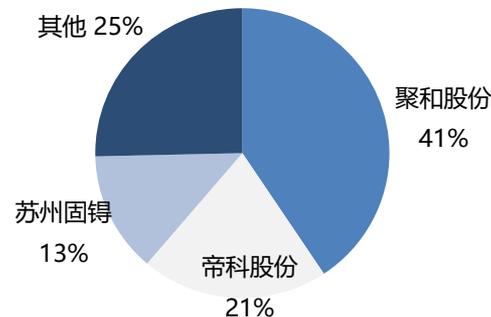
2 银浆市场空间持续增长，国产比例提升

- ◆ **随TOPCon渗透率持续提升，银浆市场空间持续增长。**我们预计PERC银浆耗量在23年末前稳定保持11吨/GW，24-25年将降低至9.5吨/GW；同时21-25年TOPCon银浆耗量将从15吨/GW降低至10吨/GW，银浆价格保持小幅下滑趋势，测算23年银浆市场空间合计251亿元，至2025年市场空间提升至434亿元，布局领先的银浆厂商有望显著受益。
- ◆ **正面银浆产品性能趋于稳定，国产比例持续上升。**过去几年，随着国产正面银浆技术含量、产品性能及稳定性持续提升，国产化程度持续上升，22年国产化率达75%。大陆企业中，聚和股份、帝科股份、晶银新材（苏州固锴）占据主要市场份额，2022年市场份额为41%/21%13%，均与下游头部电池企业形成紧密合作，且目前在TOPCon银浆技术方面也均有储备。

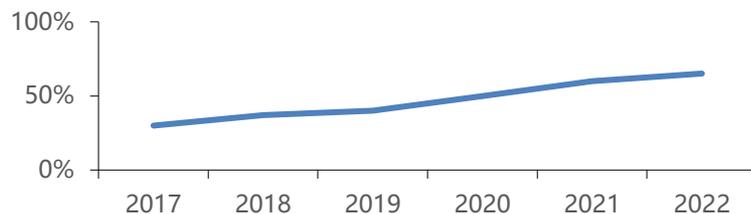
图：TOPCon银浆市场空间测算

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
光伏装机(GW)	176	240	375	481	586
电池片需求量(GW)	211	306	462	578	703
PERC占比	99%	95%	72%	35%	15%
PERC需求量	209	291	333	260	176
银浆耗量 (吨/GW)	11	11	11	9.5	9.5
银浆价格 (万元/吨)	550	500	450	450	450
银浆空间 (亿元)	126.4	160.1	164.8	111.2	75.2
同比增长	13.4%	26.6%	3.0%	-32.6%	-32.3%
TOPCon占比	1%	5%	28%	65%	85%
TOPCon需求量	2.0	15.0	129.0	375.7	597.6
银浆耗量 (吨/GW)	15	13	11	10	10
银浆价格 (万元/吨)	620	615	610	605	600
银浆空间 (亿元)	1.86	11.99	86.56	227.30	358.53
同比增长	-	544.8%	621.8%	162.6%	57.7%
合计市场空间 (亿元)	128.3	172.0	251.4	338.4	433.8
同比增长	15.0%	34.1%	46.1%	34.6%	28.2%

图：2022年中国正面银浆市场格局



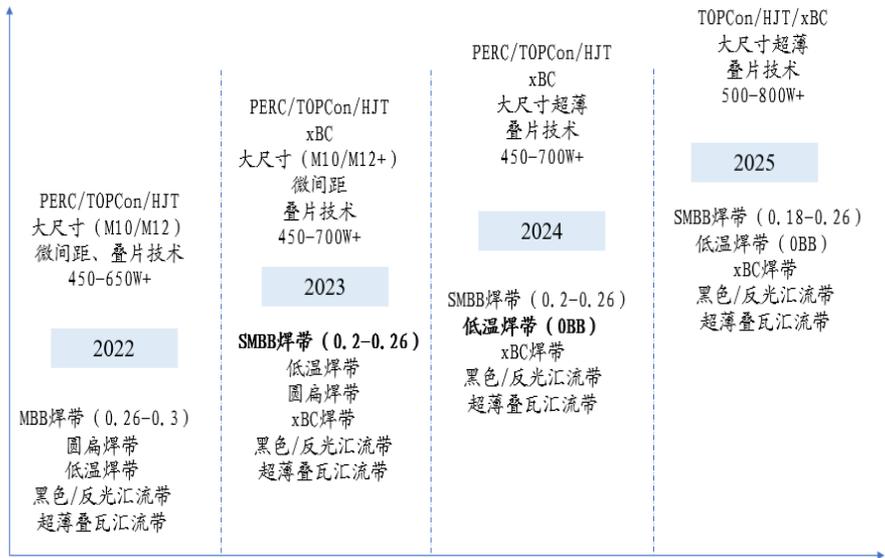
图：2017-2022正面银浆国产化率



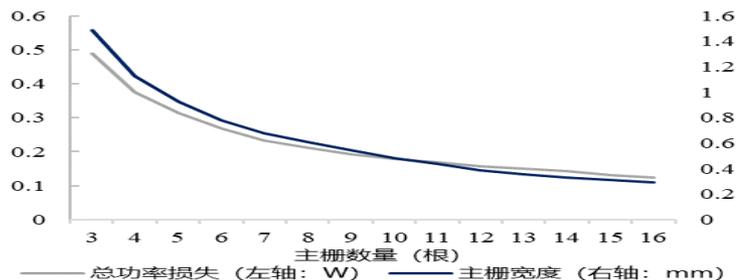
3 焊带趋势：MBB-SMBB技术迭代，多主栅推动降本增效

- ◆ **MBB到SMBB是组件技术迭代的方向，核心原因是可以提效降本。** 超级多主栅技术（SMBB）是指主栅数量为12及以上的新型组件技术。SMBB焊带最明显的特征：其内径变小，通常小于0.30mm。SMBB焊带工艺提供了更细的焊带和更低的每瓦单价成本，一方面增强了焊接强度；另一方面降低了银浆耗量，加工费会比传统焊带更高，增强厂商的毛利率。
- ◆ **多主栅技术推动银浆耗量下降，实现降本增效。** 由于TOPCon电池银浆耗量显著增加，且银浆在电池片成本中占比较高，降低银耗是TOPCon电池降本的重要途径之一，目前行业主要通过多主栅技术以及减小栅线宽度来减少正银消耗量，同时，增加主栅数量将降低组件总功率的损失。截至2023年6月，主栅数量已超16根，宽度减至0.4mm以下，同时组件总功率损失也降至0.2W以下。116BB焊带在TOPCon电池片主栅技术市场占比中不断提升，我们预计2030年将几乎完全替代9/10BB以及11BB焊带，市占比逼近100%。

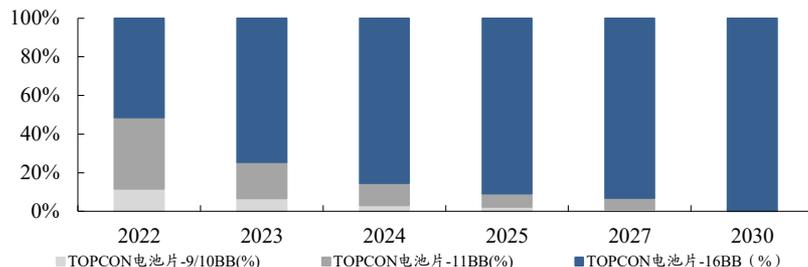
图：光伏焊带产品发展趋势



图：主栅数量增加将降低组件总功率损失 (W, mm)



图：TOPCon 电池片各种主栅技术市场占比



4 SMBB焊带受益于TOPCon放量有望增加出货

- ◆ **电池片加速从P型转到N型，TOPCon的量逐渐增加，SMBB焊带需求增大。**借助N型TOPCon电池片23年持续放量，SMBB组件技术将会加速，乐观情况下，2025年全球光伏焊带市场需求量将达793.44亿元。24/25年全球装机需求有望达到480/585GW，对应组件需求为600/702GW，按1GW光伏组件所需光伏焊带500吨、550吨和600吨的不同情况模拟计算，到2025年全球光伏焊带市场需求量分别为35.1万吨、38.6万吨、42.1万吨，按6.85万元/吨单价计算，对应价值量为240.4亿元、264.5亿元、288.5亿元。
- ◆ **SMBB焊带替代MBB焊带的趋势逐渐明显。**2022年MBB/SMBB焊带市场规模分别为85%/9%，我们预计2023年SMBB焊带市场规模将增至25%，同时MBB焊带将减至60%。

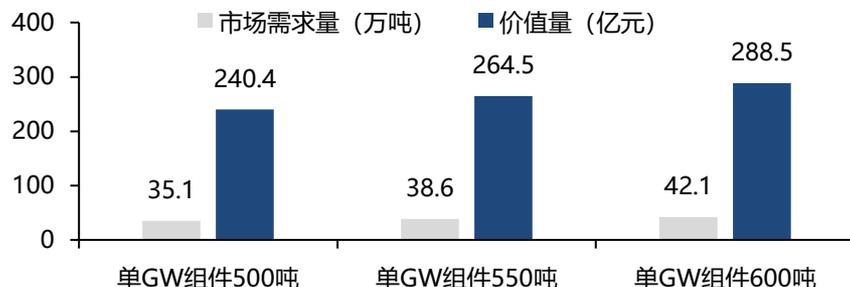
图：2025年全球光伏焊带市场需求量

		2022	2023E	2024E	2025E
装机	全球(GW)	240	375	480	585
	容配比	1.29	1.25	1.25	1.2
	对应组件需求(GW)	309.6	468.8	600.0	702.0
焊带需求	单GW组件500吨焊带需求(万吨)	15.5	23.4	30.0	35.1
	单GW组件550吨焊带需求(万吨)	17.0	25.8	33.0	38.6
	单GW组件600吨焊带需求(万吨)	18.6	28.1	36.0	42.1

图：焊带市场规模预测

	2021	2022	2023E
MBB 焊带 (P 型) 占比 (%)	90%	85%	60%
SMBB 焊带 (N 型) 占比 (%)		9%	25%

图：2025年全球光伏焊带市场需求量



5 2023年N型+双玻占比提升，POE粒子供应或短暂紧缺

◆ **双玻化/N型化拉动POE需求提升。** 1) 单玻P型组件主要采用上下EVA胶膜封装，双玻组件背面PID现象更严重，因此需要抗PID性能更好的POE/EPE封装以保护电池。2) N型TOP电池的PN结与P型相反，正面PID大于背面，而正面对转化效率至关重要，需要用抗PID性能更好的POE保护。POE具有更低的水汽透过率、更高的体积电阻率以及更高的抗PID性能，同时更耐高温、低温、老化和抗紫外线性能更好，更适合N型双玻的封装需求。

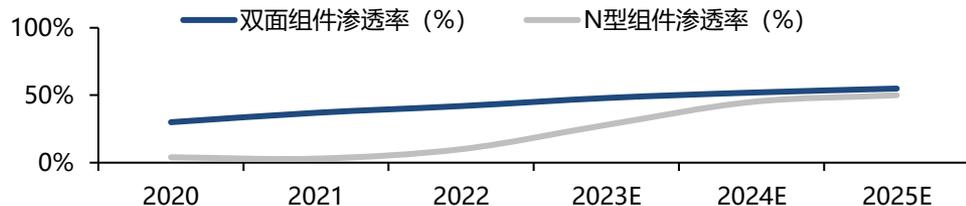
◆ 我们假设2024年装机量达480GW，则对应的组件出货共576GW，根据PVInfoLink预测的各类电池占比，我们预计2024年PERC/TOPCon/XBC/HJT的产量分别为184/337/19/19GW。我们分为三种情景进行讨论（假设EPE层中EVA、POE、EVA比例分别为1:2:1）。

- (1) 高封装要求情景：TOPCon和HJT均采用POE+POE封装方式，XBC采用EVA+POE的封装方式，双玻PERC采用EVA+EPE封装。
- (2) 中性封装要求情景：单玻TOPCon与XBC均采用EVA+POE的封装方式，双玻TOPCon采用POE，HJT采用EPE+EPE，双玻PERC采用EVA+EPE封装。
- (3) 低封装要求情景：TOPCon、XBC与双玻PERC均采用EVA+EPE封装方式，HJT采用EPE+EPE封装。

◆ 考虑分情形测算，高/中/低封装要求下2023年POE需求达75/69/33万吨，2023年光伏级POE产能约43万吨，考虑2022年市场端囤积大约10万吨POE粒子，2023年预计POE供给约53万吨；则低封装要求可完全满足需求，中/高封装要求缺口，2023年组件从高封装要求（POE）逐渐转化为低封装要求（EPE）过程中POE粒子或存在阶段性紧缺，POE价格或有所上涨。

图：全球光伏级POE供需测算

光伏POE需求	2020	2021	2022	2023E	2024E
全球装机量 (GW)	140	171	240	375	480
容配比	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
全球组件出货量 (GW)	168	205.2	288	450	576
PERC组件占比	86%	95%	86%	66%	32%
N型组件占比			8%	30%	65%
TOPCon			80%	85%	90%
XBC			10%	10%	5%
HJT			10%	5%	5%
其他占比			6%	4%	3%
组件产量:					
PERC	144.5	194.9	247.7	297.0	184.3
PERC双玻占比	30%	32%	35%	50%	55%
PERC双玻产量	43	62	87	149	101
TOPCon			18	115	337
XBC			2	14	19
HJT			2	7	19
每GW粒子需求 (万吨)	0.5	0.48	0.47	0.46	0.45
POE需求-高封装要求:					
PERC (双玻)	5.42	7.49	10.19	17.08	11.40
TOPCON			8.66	52.79	151.63
XBC			0.54	3.11	4.21
HJT			1.08	3.11	8.42
POE合计	5.42	7.49	20.47	76.07	175.67
POE需求-中性封装要求:					
PERC (双玻)	5.42	7.49	10.19	17.08	11.40
TOPCON			7.58	47.51	136.47
XBC			0.54	3.11	4.21
HJT			0.54	1.55	4.21
POE合计	5.42	7.49	18.85	69.24	156.30
POE需求-低封装要求:					
PERC(双玻)	5.42	7.49	10.19	17.08	11.40
TOPCon			2.17	13.20	37.91
XBC			0.27	1.55	2.11
HJT			0.54	1.55	4.21
POE合计	5.42	7.49	13.16	33.38	55.63



4.3 配套辅材：光伏封装胶膜

6 国内EVA产能扩张迅速，或缓解POE供应紧缺

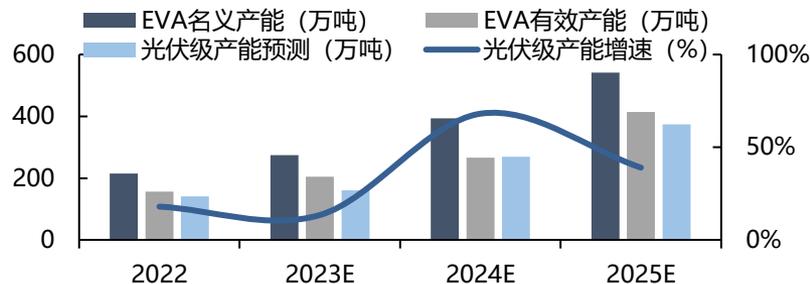
- ◆ **国内EVA产能扩张迅速，国产化替代中。**N型和双玻组件需求持续增长或导致POE的供需不平衡，组件厂商逐步用EPE+EVA封装方式来缓解POE供应紧张的问题。2022年，国内EVA总名义产能达215万吨/年，其中有效产能为156万吨/年。我们预计23/24/25年，国内EVA总名义产能将分别增至274/429/542万吨/年，有效产能分别为205/266/414万吨/年；23-24年国内光伏级EVA快速增长，增速达68%，将缓解POE供应端紧缺的情况。

图：国内主要EVA产能分布（万吨/年）

企业	工艺	2022	2023E	2024E	2025E
中石化-北京东方化工	釜式 意大利埃尼	4	4	4	4
中石化-北京华美	釜式 杜邦	6	6	6	6
中石化-燕山石化	管式 埃克森美孚	20	20	20	20
中石化-扬子石化	釜式 Basell	10	10	10	10
中石化-中科炼化	釜式 Basell	10	10	20	20
中石化-扬子巴斯夫	管式 Basell	20	20	20	20
联泓新科	釜式 埃克森美孚	15	15	35	35
宁波台塑	釜式 埃克森美孚	10	10	10	22.8
斯尔邦 (东方盛虹)	20万吨管式Basell, 10万吨釜式	30	30	50	90
延长榆林能化	管式 Basell	30	30	30	30
中化泉州	釜式 埃克森美孚	10	14	14	14
浙江石化	管式 Basell	30	30	50	110
古雷石化	管式 埃克森美孚	0	30	30	30
宁夏煤业	釜式 埃克森美孚	0	0	0	0
天利高新	管式 Basell	20	20	20	20
宝丰能源	管式 Basell	0	25	25	25
南山裕龙石化	管式 Basell/ECI	0	0	50	50
中石油-吉林石化	管式	0	0	0	0
福建百宏	釜式15, 管式20	0	0	35	35
名义产能合计	-	215	274	429	542
有效产能合计	-	156	205	266	414

图：主流胶膜类型对比（上），国内主要EVA产能变化（下）

胶膜类型	优势	劣势	使用范围
透明EVA	高性价比，高透光率	反射性差，抗PID性能差	单面PERC组件上层，对性能要求一般的普通组件
白色EVA	高反射率，高发电效率，抗PID，水汽阻隔，线路保护	价格较高	单玻、双玻、薄膜组件的下层封装
POE	大幅降低PID,水汽阻隔性能强，高体积电阻率，耐候性，高透光率	价格较高，背板粘结力低，交联反应速率慢，功能助剂易析出，透光率偏低	双玻组件，N型电池组件
多层共挤EPE	兼备POE高阻水性、高抗PID性能及EVA高成品率层压工艺	价格介于EVA和POE之间，助剂易迁移，保质期较短	双玻组件，N型电池组件



5. 投资建议及风险提示

- ◆ 光伏需求同比高增，预计2023年装机370-380GW，同增50%+，TOPCon渗透率提升至近30%，看好电池新技术溢价及渗透率提升带来的结构性机会。**投资建议**：看好2023年量利双升并布局新技术的组件龙头（**晶科能源、晶澳科技、隆基绿能、天合光能、通威股份**，关注横店东磁、亿晶光电等），纯度高、盈利好的电池新技术龙头（**钧达股份、爱旭股份**）、和受益新技术迭代的产业链环节：N型银浆（关注聚和材料、帝科股份、苏州固锴）、胶膜（福斯特、海优新材）、SMBB焊带（关注宇邦新材）、N型硅片（TCL中环、弘元绿能）、N型硅料（通威股份、大全能源）。

图：公司估值表（截至2023年6月16日）

环节	证券代码	名称	总市值 (亿元)	股价	归母净利润 (亿元)			PE			评级	总股本 (亿股)	来源
					2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E			
组件	601012.SH	隆基绿能	2,246	30	185.2	228.4	276.1	12	10	8	买入	75.82	东吴证券研究所
	688599.SH	天合光能	927	43	74.6	95.1	116.5	12	10	8	买入	21.73	东吴证券研究所
	002459.SZ	晶澳科技	1,341	41	100.4	128.6	160.9	13	10	8	买入	33.07	东吴证券研究所
	688223.SH	晶科能源	1,348	13	71.7	96.7	126.0	19	14	11	买入	100.00	东吴证券研究所
	600438.SH	通威股份	1,551	34.5	196	175	186	8	9	8	买入	45.02	东吴证券研究所
电池	600732.SH	爱旭股份	537	29	30	39	45	18	14	12	买入	18.27	东吴证券研究所
	002865.SZ	钧达股份	283	142	25	33	38	11	9	7	买入	1.99	东吴证券研究所
硅料	688303.SH	大全能源	903	42	166	121	-	5	7	-	买入	21.37	东吴证券研究所
硅片	603185.SH	弘元绿能	306	74	45	54	65	7	6	5	买入	4.11	东吴证券研究所
	002129.SZ	TCL中环	1,290	32	101	126	145	13	10	9	买入	40.42	东吴证券研究所
胶膜	603806.SH	福斯特	622	33	28	37	48	22	17	13	买入	18.64	东吴证券研究所
	688680.SH	海优新材	98	117	4.2	7.4	9.9	23	13	10	买入	0.84	东吴证券研究所
N型银浆	300842.SZ	帝科股份	73	73	3.9	5.9	8.1	19	12	9	-	1.00	wind一致预期
	688503.SH	聚和材料	144	87	5.8	8.2	10.6	25	18	14	-	1.66	wind一致预期
	002079.SZ	苏州固锴	98	12	3.1	3.7	-	32	26	-	-	8.08	wind一致预期
SMBB焊带	300861.SZ	宇邦新材	200	42	19.7	23.5	28.3	10	9	7	-	4.80	wind一致预期

- ◆ **竞争加剧。**光伏行业竞争者较多，产能扩产旺盛，若竞争进一步加剧，将对业内公司的盈利能力产生影响。
- ◆ **技术突破不及预期。**TOPCon技术当前成本主要受良率及效率影响较大，若后续技术突破不及预期，效率提升较慢，成本端持续劣势可能会对业内公司盈利产生影响。
- ◆ **光伏装机不及预期。**国家出台一系列鼓励政策支持光伏行业发展，若未来政策走向不利于光伏发展影响光伏装机，则行业盈利空间将被压缩，从而影响行业内公司的经营业绩。

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。在法律许可的情况下，东吴证券及其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并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准：

投资评级基于分析师对报告发布日后6至12个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普500指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）），具体如下：

公司投资评级：

- 买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在15%以上；
- 增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于5%与15%之间；
- 中性：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-5%与5%之间；
- 减持：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准介于-15%与-5%之间；
- 卖出：预期未来6个月个股涨跌幅相对基准在-15%以下。

行业投资评级：

- 增持：预期未来6个月内，行业指数相对强于基准5%以上；
- 中性：预期未来6个月内，行业指数相对基准-5%与5%；
- 减持：预期未来6个月内，行业指数相对弱于基准5%以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所苏州工业园区星阳街5号

邮政编码：215021

传真：(0512) 62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>

东吴证券 财富家园