

0BB（无主栅）助力TOPCon降本提效，有望加速放量

证券分析师：曾朵红

执业证书编号：S0600516080001

联系邮箱：zengdh@dwzq.com.cn

证券分析师：郭亚男

执业证书：S0600523070003

guoyn@dwzq.com.cn

联系电话：021-60199798

2024年6月10日

0BB助力TOPCon降本提效，有望加速放量

- ◆ **电池主栅持续迭代，0BB呼之欲出。** 电池栅线图形从MBB/SMBB（多主栅/超多主栅）向0BB进一步发展。0BB仅保留副栅，减少金属电极使用，并降低遮光面积，提高光电转换效率：**主栅去除在组件环节用焊带替代汇集，降低银耗10%+；预计可提高组件约5W功率。** 0BB量产分为覆膜、焊接点胶、点胶、Smartwire等4种方案：**覆膜方案**需新购设备+增设承载膜，工艺成熟良率高，新扩产线可快速导入；正泰ZBB组件于23年12月已实现量产出货，当前海宁基地产能1GW，预计24H1扩至6GW，优品率可达99.8%，预计量产良率达99.6%；**焊接+点胶方案**承接原有工艺，设备可改造升级；头部厂晶科能源测试基本完成，组件良率相对略低，较常规SMBB相差约1pct，但已触达量产水准，后续扩产节奏核心看设备投资成本；**Smartwire方案**工艺复杂，设备及材料成本高；**点胶方案**工艺简单，产品结合力及可靠性不足，存在焊带与电池片结合力不足、需引入新材料等问题；**量产导入方面**，头部企业已率先完成验证，各有GW级规划规划。对HJT厂而言0BB必要性充足、为量产必选；TOPCon而言符合降本增效行业趋势，渗透率逐步提升。
- ◆ **0BB经济性基本打平，规模化潜力更足。** 0BB经济性基本触达，测算成本打平SMBB，叠加组件提效约5W+后续规模化降本，效益明显。**新扩产线情境下**两种方案皆满足要求：导入0BB后银浆降本2分、点胶增加5厘（覆膜增加3分）、焊带基本打平、设备降本4厘（串焊设备略增、丝印设备减少）；**覆膜方案**工艺成熟+可靠性高，但经济性略低；**焊接点胶**当前良率略低，但量产化经济性效益更强。考虑**存量改造情况**，设备成本发生变化，**焊接点胶**（存量改造升级成本约600-1000万/GW）经济性提升；**覆膜方案**无法改造，更适配新扩产线。随贵金属整体通胀，银价上涨降本潜力进一步提升，23年来伦敦金价上涨31%、银价上涨19%；工业用银持续增加，**若银价上涨30%、0BB可降低银价成本约2分，性价比进一步提升**；同时**规模化量产后，成本有望进一步下降**。材料端：胶膜预计可从420g+下降至380g，承载膜后续或将降价50%，降至1分+/W，0BB焊带大规模量产后或将有所让利；设备端：规模效应起量后，0BB设备有望从近3000万/GW降至2000万/GW；工艺端：量产工艺持续优化，良率有望进一步提升，降低工艺成本。
- ◆ **0BB趋势显现，各环节损益参差。** 0BB趋势显现，0BB在头部企业起量后亦会向全行业推进，各环节损益参差。**电池组件**：0BB推动降本增效，头部企业享受技术先发 α 。正如SMBB在头部企业跑通后享受先发优势，0BB在头部企业起量后亦会向全行业推进。**设备**：串焊机价值量提升，丝印价值量下降；测算新增+改造需求下，3年累计串焊机市场空间约109亿，龙头随TOPCon 量产有望受益。**胶膜（覆膜方案）**：增加承载膜；胶膜龙头福斯特已实现承载膜批量出货供应。**焊带**：耗量下降但盈利能力提升；预计0BB加工费高4元/kg，带动盈利结构性提升，头部企业宇邦新材、同享科技、威腾电气有望凭借龙头优势+技术迭代提升行业份额。**胶水（点胶方案）**：新增需求，价值量提升；**银浆**：价值量下降10%，但有头部企业为提效当前选择微降银耗；银浆龙头聚和材料积极布局0BB胶水，行业内已实现批量供应，保持领先地位。
- ◆ **投资建议**：0BB技术的研发及量产符合行业发展方向，可以带来更高的电池效率、更低的银耗、更细的焊带等。技术渗透率提升后反映在各环节损益呈现参差，**推荐设备更替受益的串焊机龙头奥特维（机械组覆盖），技术渗透率提升后盈利改善的焊带（宇邦新材、同享科技，建议关注威腾电气）；增加承载膜价值的胶膜龙头福斯特；新增胶水价值量（聚和材料等）；以及先发导入、享受技术成本 α 的头部电池组件（晶科能源、阿特斯、晶澳科技、天合光能、隆基绿能等，建议关注正泰新能（未上市）。**
- ◆ **风险提示**：竞争加剧、政策超预期变化、电网消纳问题限制、可再生能源装机不及预期、原材料供应不足等。



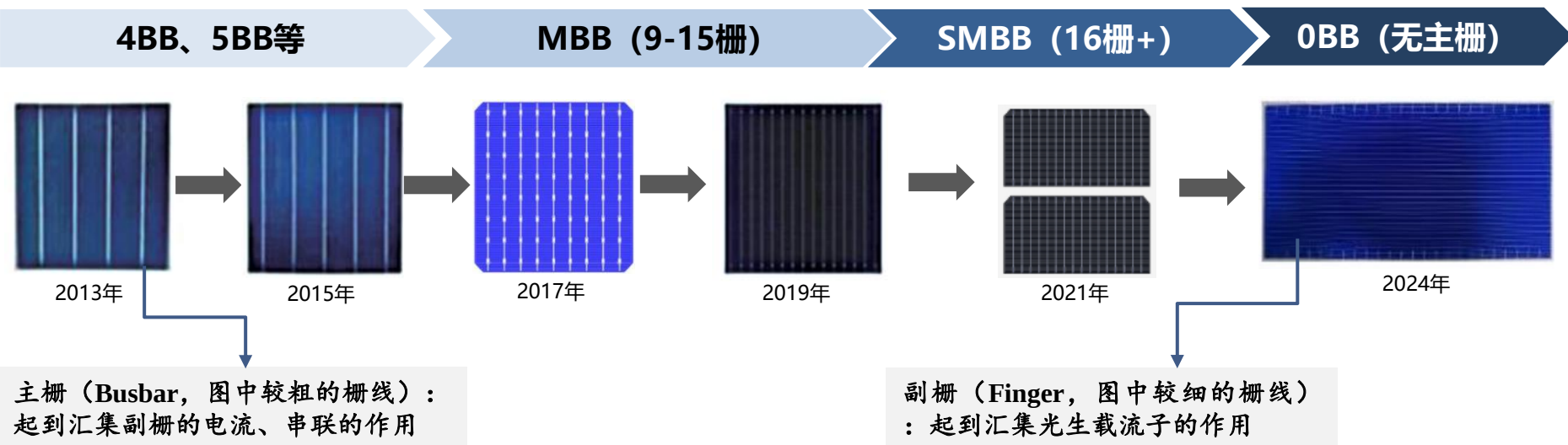
- 电池主栅持续迭代，0BB呼之欲出
- 经济性基本打平，规模化潜力更足
- 产业链：0BB趋势显现，各环节损益参差
- 投资建议与风险提示

电池主栅持续迭代，0BB呼之欲出

1 0BB：电池主栅持续迭代，0BB呼之欲出

- ◆ 栅线图形从MBB（多主栅）向SMBB（超多主栅）发展，0BB为进一步升级。传统的太阳能电池组件在金属电极部分包含主栅和副栅（细栅），其中主栅用于汇流和串联副栅电流，副栅则用于收集光生载流子。0BB技术取消了主栅，仅保留副栅，从而减少了金属电极的使用，降低了遮光面积，提高了光电转换效率。
- ◆ 主栅用于汇集电流、可用焊带替代，去除后降银增效。1) 主栅（Busbar）主要由银浆制成，起到汇集副栅电流的作用，可去除后在组件环节用焊带替代汇集，直接降低银耗10%+、推动电池降本。2) 遮光更少、接触更优，提高整体组件效率。①0BB焊带更细，整体遮光面积更小，光学增益提高组件效率；②同时焊带汇集电流截面体积更大、接触电阻小，效率仍有增益；预计可提高组件5W+功率。

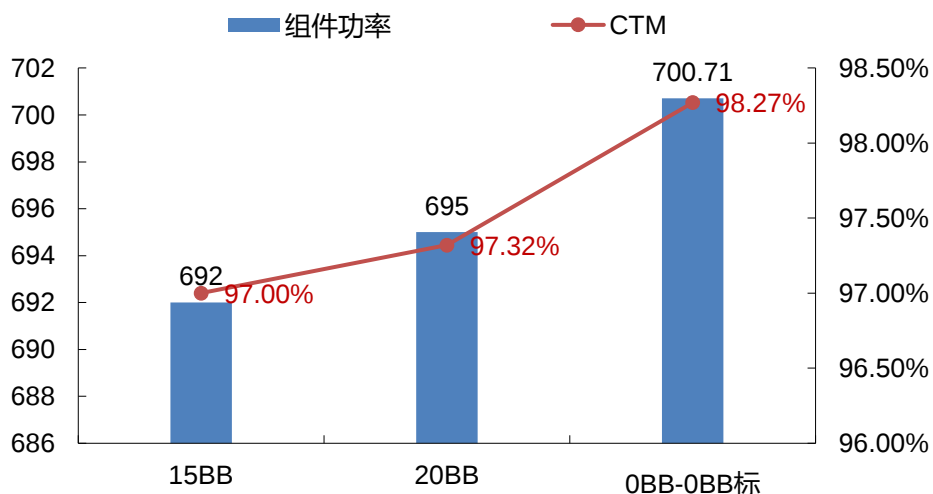
图表：电池栅线示意图（上）及电池主栅由MBB向SMBB及0BB发展趋势（下）



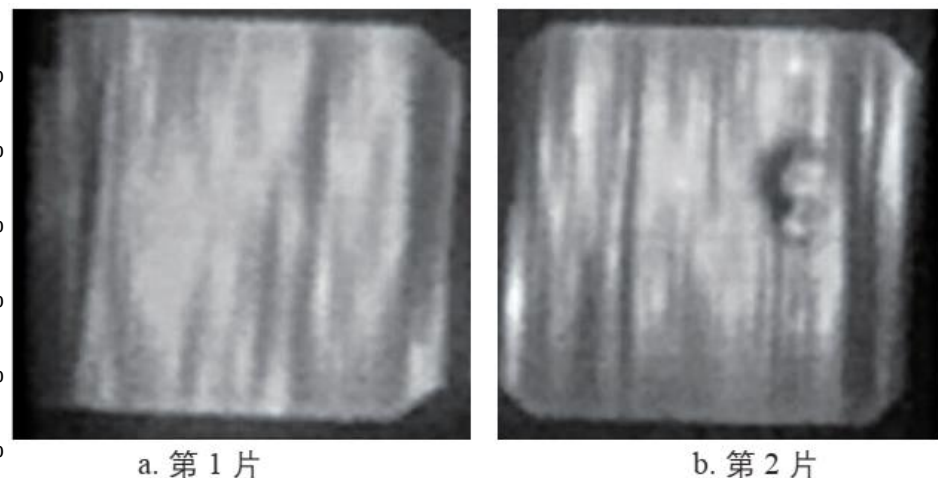
2 0BB：降本增效下工艺复杂度提升，需权衡稳定性及成本效益

- ◆ **0BB技术优势包括降低生产成本、提高功率、提高良品率等。**
1) 降低生产成本：0BB技术可以降低银浆耗量，可以大幅降低生产成本。相较3BB电池，0BB电池单片银浆耗量从0.14mg降低到0.07mg，降低约50%。
2) 提高功率：0BB技术在增加电池受光面积的同时，通过增加主栅/金属丝数量，缩短电流传输路径，减小串联电阻，提高组件功率。同时采用圆形金属丝封装技术可以利用光的二次反射，进一步提高组件效率。
3) 部分方案提高良品率：0BB电池电流传导途径密集，当遇到断栅或隐裂现象时对电流收集影响程度小，组件封装损失显著降低，性能更可靠。
- ◆ **0BB技术也存在工艺复杂、稳定性不足、成本效益平衡等问题。**
1) 工艺复杂：0BB电池取消主栅且背面只有背电场或分段电极，这一过程可能增加电池串接和组件封装的工艺复杂性，且对原辅材也有更高要求，可能会增加工艺复杂性。
2) 稳定性不足：电池片焊接、层压后EL检测四周微暗，电池边缘与铜丝结合力不足。
3) 成本效益平衡：0BB技术无法采用常规串焊设备，且需要增加胶水和绝缘材料，实际应用中需平衡材料成本、设备投资和生产效益等因素。

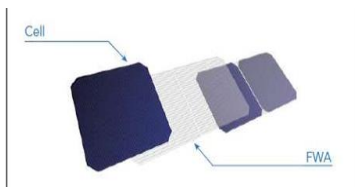
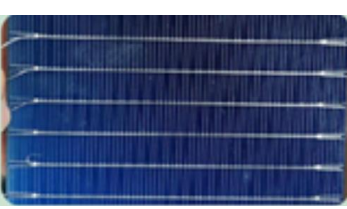
图表：0BB技术可以提高组件功率和良品率



图表：焊接层压后电池边缘与铜丝结合力不足



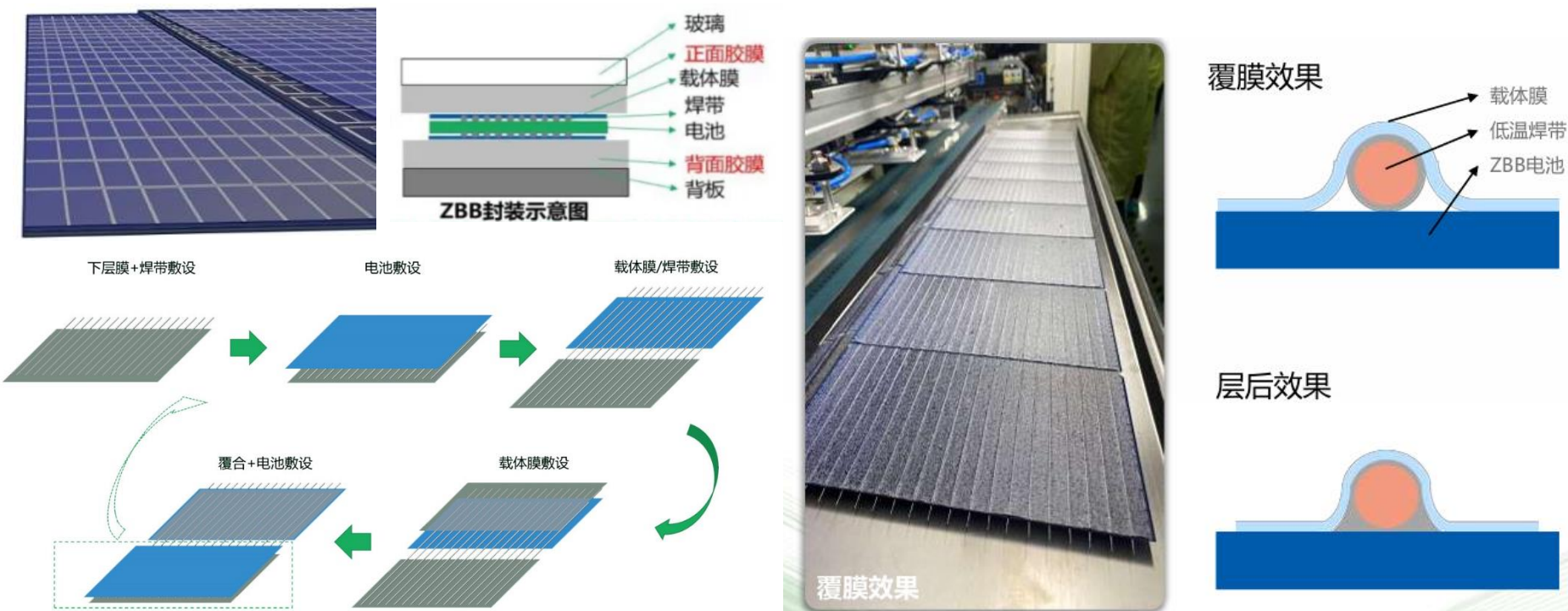
电池主栅持续迭代，0BB呼之欲出

方案	覆膜IFC	SmartWire	点胶/印胶	焊接+点胶
图示				
工艺方法简述	低温预焊接+覆膜固定，通过层压实现焊接金属化	先实现焊带与薄膜固定，然后通过薄膜预粘接串联电池，并通过层压实现焊接合金化	在电池副栅线间点胶，通过胶点实现焊带与电池栅线连接，并通过层压实现焊接合金化	减小焊点，通过高温焊接将焊带固定到电池，通过胶点进一步加固
优势	1) 低温工艺无焊接应力 2) 焊带与电池贴合力度高 3) 电池单耗及材料下降空间大 4) 工艺简单 5) 兼容未来新技术	1) 低温工艺无焊接应力 2) 焊带与电池贴合力度高 3) 电池单耗及材料下降空间大	1) 低温工艺无焊接应力 2) 电池单耗及材料下降空间大	1) 常规设备可升级 2) 保持高温焊接，技术接受度高
劣势	引入载体膜，前期成本高	1) 工艺复杂 2) 设备成本高	1) 电池与焊带无法形成直接紧密贴合 2) 引入载体膜或者低流动胶膜 3) 引入新的材料体系(胶水)，材料耐候性未知	1) 极小焊点+高温焊接潜在应力风险高 2) 引入新的材料体系(胶水)，材料耐候性未知
胶膜需求	皮肤膜+封装胶膜	承载膜(钢丝复合膜)+封装胶膜	皮肤膜+封装胶膜一体膜(常规胶膜改性处理)/PVB	常规封装胶膜
设备迭代	薄膜互联设备替换常规串焊设备	SWCT铺膜设备替换常规串焊设备	组件环节: 新增UV丝网印刷机 薄膜互联设备替换常规串焊设备	组件环节: 0BB串焊机替换常规串焊设备, 新增点胶装置
设备厂商				
应用厂商				

3 覆膜方案：需新购设备+增设承载膜，以膜实现低温互联

- ◆ 以承载膜实现焊带+电池互联，低温层压实现二次封装。ZBB技术（IFC一体化覆膜）通过低温低流动性承载膜，将低温焊带紧密贴合在每根横向细栅线上；再通过低温层压工艺实现二次封装，以实现传统焊接工艺一致，甚至更优的互联封装效果。
- ◆ 较传统焊接变化较大+增设载体膜，需新购设备、新产线性性价比更高。覆膜方案用高分子膜代替传统焊接，固定焊带与电池片，与传统pad点焊接方式变化较大、原有设备兼容性低；同时增设高分子膜填充在叠片电池之间，起到缓冲作用。

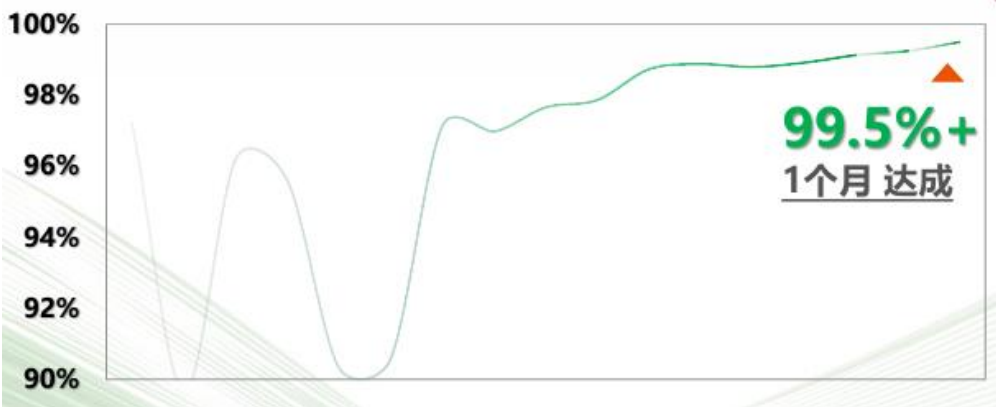
图表：覆膜方案工艺步骤及覆膜层压后效果



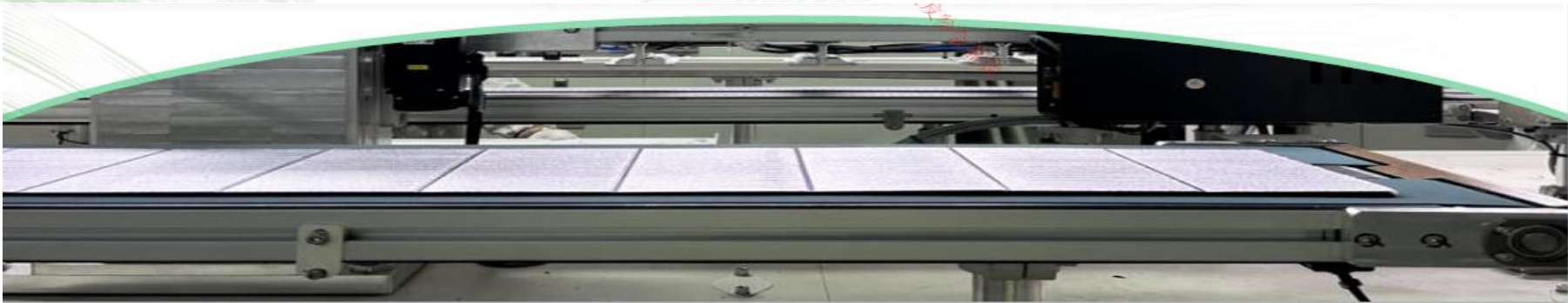
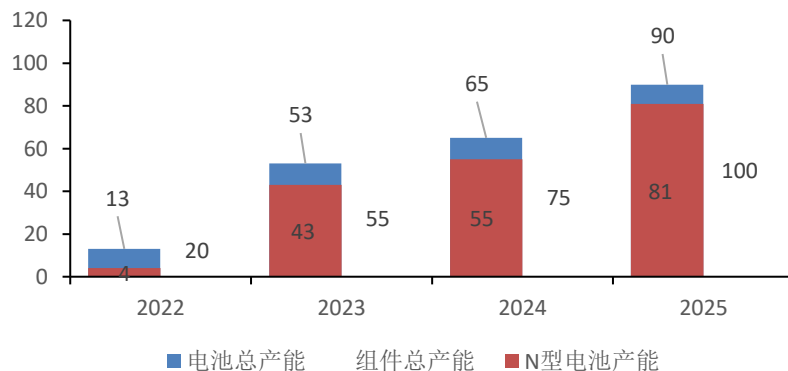
3 覆膜方案：工艺成熟良率高，新扩产线可快速导入

- ◆ 覆膜方案工艺成熟、良率高，快速导入量产。1) 工艺成熟、新产能可快速导入：技术已完全成熟，正泰ZBB-TOPCon组件于23年12月已实现量产出货；当前海宁基地产能1GW，预计24H1扩至6GW；2) 良率更高、工艺优势明显：正泰ZBB优品率可达99.8%，得益于低温工艺技术、焊接温度下降70%，碎片率0.3%以内，且在薄硅片优势更明显；预计量产良率达99.6%，工艺优势明显。

图表：正泰ZBB工艺良率进展迅速



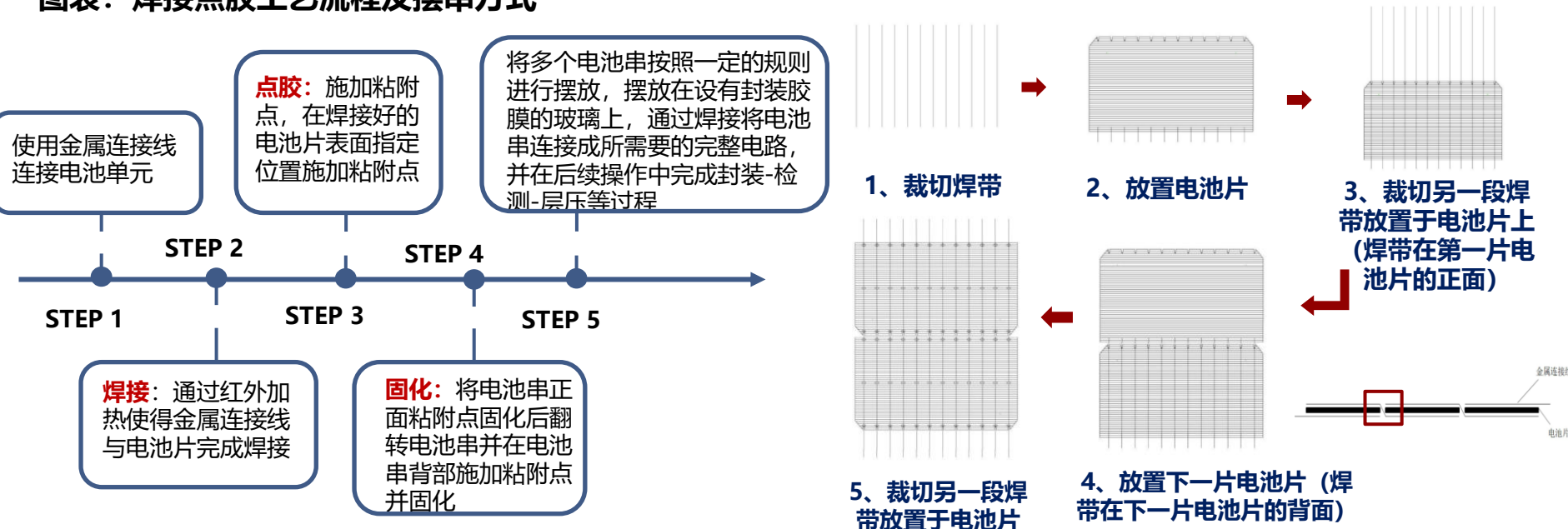
图表：正泰N-TOPCon电池组件产能布局 (GW)



4 焊接+点胶：承接原有工艺，设备可改造升级

- ◆ **承接传统串焊方式，原有设备可改造升级。**减小焊点、保留首尾pad点焊接，通过高温焊接将焊带固定到电池；再通过胶点进一步将焊带加固在电池上。工艺步骤可分为三步：**1) 焊接：**通过红外加热使得焊带表面合金熔化并与电池片表面及细栅完成初步连接；**2) 点胶：**在焊接好的电池片-焊带的指定位置施加粘附点，根据遮光面积和机械性能需要，粘附点数量3-8排；**3) 固化：**将电池串正面粘附点固化，将电池串保持一定温度条件下进行翻转，并在电池串背部施加粘附点，同时固化形成电池串。
- ◆ **结合力强+无需引入承载膜，但易断栅、良率低。**焊接点胶方案需要先焊接预固定，再通过点胶加固。因此该方案的优点在于焊带和电池片的结合力足，不易脱栅，缺点在于焊接过程中容易导致断栅，对点胶精度要求高，难度大、速度慢。**若原有设备改造，则串焊速度亦有一定下降。**

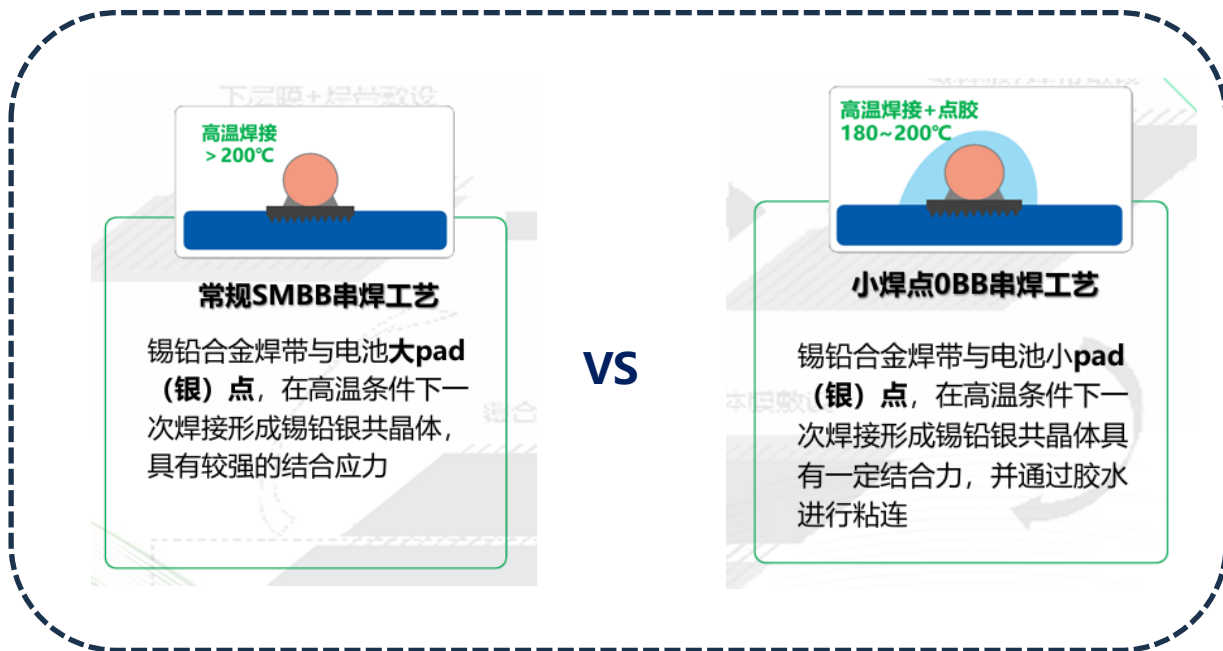
图表：焊接点胶工艺流程及摆串方式



4 焊接+点胶：头部测试基本完成，良率略低但已达量产水平

- ◆ **改进导入阶段，大厂带队持续推动。** TOPCon龙头晶科能源尝试导入焊接+点胶方案0BB，并联合串焊机设备厂奥特维持续进行技术改进。当前具备GW级产能，预计后续Q2导入6GW、并逐步启动进一步规模化量产。
- ◆ **当前良率偏低，持续改进有望加速导入。** 焊接+点胶方案承接原有SMBB串焊工艺，可在原设备上升级改造，改造成本低+可利用存量产能，对原有SMBB产能更友好。**焊接点胶方案组件良率相对略低，较常规SMBB相差约1pct，但已触达量产水准，后续扩产节奏核心看设备投资成本。**

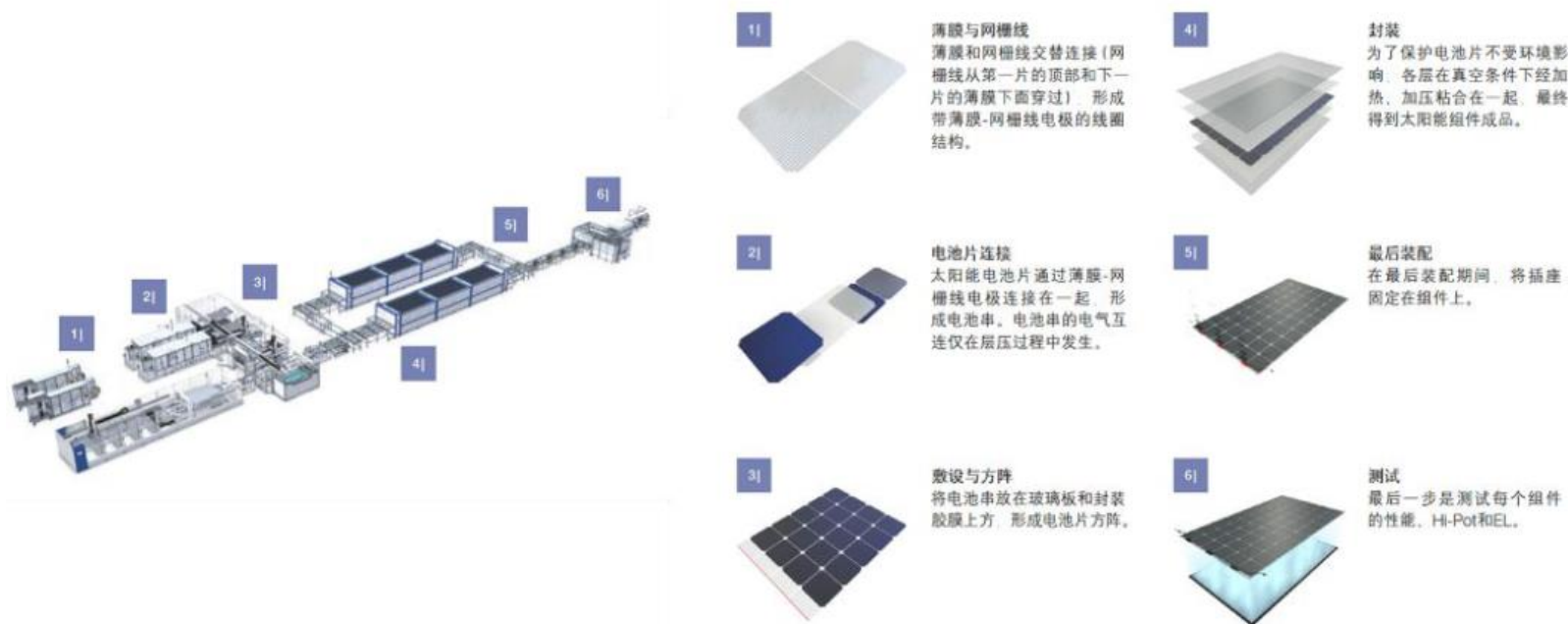
图表：TOPCon组件SMBB与焊接点胶0BB工艺对比



5 Smartwire：工艺复杂，设备及材料成本高

- ◆ **通过层压实现焊接合金化。**先实现焊带与薄膜固定，然后通过薄膜预粘接串联电池，并通过层压实现焊接合金化。SWCT技术主要包含两个方面：1) 实现太阳能电池片的机械和电气连接，形成电池串；2) 对电池串进行封装，将电池串放在玻璃板和封装胶膜上方形成电池片方阵，并在真空条件下加压、加热粘合，实现电极与细栅的稳定电接触。
- ◆ **降低银耗+提升组件效率，但是存在工艺复杂、材料设备成本高等问题。**SWCT采用细网栅线和密集的矩阵式连接不仅降低了电阻损失还减少了太阳能电池片表面被遮盖的面积，有效提升组件功率；不使用主栅可以显著降低银耗。但同时因为需要膜线复合、定位预压等工艺替代传统串焊环节，增加工艺复杂程度；虽然降低银耗，但是需要增加承载膜，并且用铺膜设备替换传统串焊机，影响材料及设备成本。

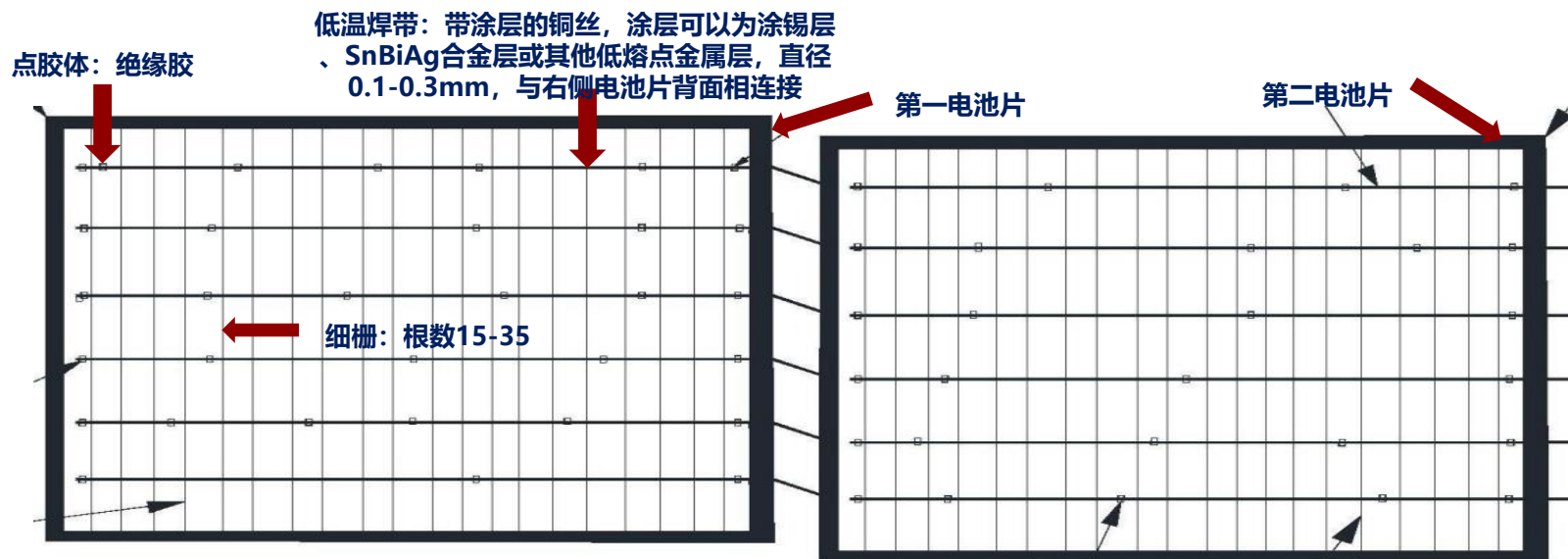
图表：Smartwire工艺流程



6 点胶：方案简单，产品结合力及可靠性不足

- ◆ **点胶方案主要包含预施胶、布线、加固、固化、层压合金化等步骤。**在电池副栅线间点胶，通过胶点实现焊带与电池栅线连接，并通过层压实现焊接合金化。点胶方案流程大致分为四步：1) 点胶：在电池片正面和背面的固定位置预施胶；2) 布线：沿着垂直于每个电池片表面的细栅线的方向均匀间隔布置多条焊带，与细栅线垂直；3) 固化：通过热固化、UV固化或者光固化方式对胶结构进行固化，使得胶结构更牢固的粘在电池片表面和焊带外侧；4) 层压：对电池组件进行加热层压及封装。
- ◆ **该方案设备简单、低温工艺，但存在焊带与电池片结合力不足、需引入新材料等问题。**点胶方案加工温度在140-150℃，对电池产生的热机械应力较小。点胶不能有效将焊带与电池片结合，仍需经过层压才能完成焊接合金化，故层压后才能确定是否存在EL不良，影响组件端良率。同时需要引入皮肤膜或一体膜和UV胶或热固胶，增加新材料后材料耐候性待验证。同时新增加皮肤膜后，常规封装胶膜需要进行改性处理，工艺需要进行优化。

图表：点胶连接电池串结构示意图



1 导入进展：头部率先完成验证，量产导入拾级而上

- ◆ 多家厂商布局导入0BB技术，部分企业已量产。**HJT：0BB为降本导入的胜负手。**东方日升5GW点胶法制异质结0BB电池已量产，预计在24Q2新增0.5GW；**TOPCon：符合降本增效行业趋势。**23年5月，正泰新能在SNEC中发布了搭载低应力无主栅技术的TOPCon3.0产品，并且已实现1GW量产，计划在24年上半年新增5GW产能；晶科1GW量产产线完成，后续扩产计划视设备商务洽谈结果。

图表：主要厂家0BB进展和布局

企业	电池技术	技术方案	设备供应	进展和规划
晶科	TOPCon	焊接点胶-UV固化	奥特维	验证通过，24Q1新增1GW 后续量产进度视设备商务洽谈结果。
		覆膜IFC	小牛	方案验证
天合	TOPCon	焊接点胶-UV固化	设备改造	方案验证
	HJT	覆膜IFC	小牛	方案验证
东方日升	HJT	点胶-UV固化	光远为主 奥特维/小牛	5GW已量产
		覆膜IFC	小牛	24Q2新增0.5GW
通威	HJT	覆膜IFC	小牛	方案验证中，规划2.6GW
		焊接点胶-UV固化	迈为	
		点胶-热固 点胶-UV固化	奥特维 光远	
正泰	TOPCon	覆膜IFC	小牛	1GWW已量产 计划24H1再新增5GW
华晟	HJT	焊接点胶-UV固化	迈为	合肥5.4GW项目中2GW已开始批量测试 后续规划全面推广，20GW+
一道	TOPCon	点胶-UV固化	奥特维	方案验证

经济性基本打平，规模化潜力更足

经济性：成本基本打平，考虑效率溢价动力更足

TOPCon-0BB经济性测算对比表—新扩产线*			
TOPCon 182电池片	SMBB	0BB-覆膜方案	0BB-焊接点胶
	16BB (当前主流)	小批量产	小批量产
电池片功率 (W)	8.06	8.13	8.13
72-182版型组件功率	580	585	585
浆料 (纯银浆)			
单片耗量 (mg/片)	100	85	85
单W耗量 (mg/W)	12	10	10
银浆价格 (元/kg)	8100	8100	8100
银浆单W成本 (元/W)	0.10	0.08	0.08
0BB相较16BB单W银浆成本变化 (元/W)		-0.02	-0.02
热固胶水			
胶水单W成本 (元/W) ⑦	0.0	0.0	0.005
0BB胶水成本变化 (元/W)		0.00	0.005
承载膜			
承载膜价格 (元/平)	0	3.5	
承载膜单耗 (W/平)	100	100	
承载膜单W成本 (元/W)	0.00	0.035	
承载膜成本变化 (元/W)		0.035	0.00
焊带			
焊带价格 (元/吨)	91000	95000	95000
--焊带毛利率 (%)	11%	15%	15%
--焊带加工费 (元/kg)	10	14	14
焊带耗量 (吨/GW)	400	380	380
焊带价值量 (万元/GW)	3640	3610	3610
焊带单W成本 (元/W)	0.036	0.036	0.036
焊带成本变化		0.000	0.000
良率			
良率	99.5%	99.5%	98.5%
良率成本变化 (元/W)		0.00	0.01
运营成本合计			
运营成本 (元/W)	0.11	0.14	0.11
运营成本变化 (元/W)	0.000	0.02	-0.01
设备			
丝印设备价值量 (亿元/GW)	0.4	0.2	0.2
串焊机价值量 (亿元/GW)	0.2	0.27	0.27
丝印+串焊机价值量合计 (亿元/GW)	0.6	0.47	0.47
0BB相较SMBB设备价值量变化 (亿元/GW)		-0.13	-0.13
折旧年限	3	3	3
0BB设备成本变化 (元/W)		-0.004	-0.004
整体成本变化	基准	0.015	-0.015

- ◆ **成本基本打平，考虑效率溢价及降本潜力，技术经济性基本触达！**以新扩产线进行测算，较当前主流SMBB相比，0BB主要带动的成本变动有：**1) 银浆成本下降**：TOPCon银浆耗量可下降10%+，对应降本2分；**2) 胶水成本增加 (点胶方案)**：0BB点胶方案需增加胶水 (热固胶)，测算成本增加约5厘；**3) 封装方案增加承载膜 (覆膜方案)**：当前承载膜约3-3.5元/平 (100克重)，对用成本增加约3分；**4) 焊带成本变动**：耗量下降，价格提升，测算成本基本打平；**5) 设备成本**：串焊机成本提升，传统的SMBB串焊机约2000万/GW，0BB串焊机约3000万/GW，未来有望下降。但去除主栅后丝印设备下降 (减正背主栅2道)，设备价值量由4000万/GW下降至2000万/GW；**测算0BB成本基本打平SMBB，考虑组件提效约5W，效益增量明显。**
- ◆ **覆膜方案工艺成熟+可靠性高，但经济性略低；**焊接点胶当前良率略低，但量产化经济性效益更强。两种方案皆满足新扩产线要求。

经济性：成本基本打平，考虑效率溢价动力更足

TOPCon-0BB经济性测算对比表—存量改造*

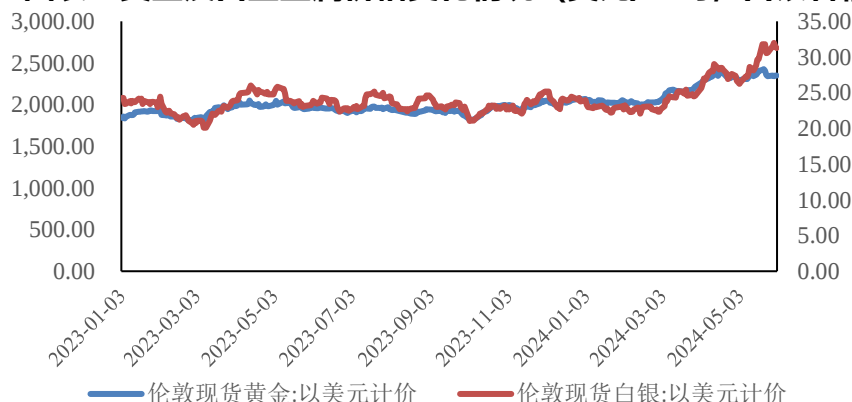
TOPCon 182电池片	SMBB	0BB-覆膜方案	0BB-焊接点胶
	16BB (当前主流)	小批量产	小批量产
电池片功率 (W)	8.06	8.13	8.13
72-182版型组件功率	580	585	585
浆料 (纯银浆)			
单片耗量 (mg/片)	100	85	85
单W耗量 (mg/W)	12	10	10
银浆价格 (元/kg)	8100	8100	8100
银浆单W成本 (元/W)	0.10	0.08	0.08
0BB相较16BB单W银浆成本变化 (元/W)		-0.02	-0.02
热固胶水			
胶水单W成本 (元/W) ⑦	0.0	0.0	0.005
0BB胶水成本变化 (元/W)		0.00	0.005
承载膜			
承载膜价格 (元/平)	0	3.5	
承载膜单耗 (W/平)	100	100	
承载膜单W成本 (元/W)	0.00	0.035	
承载膜成本变化 (元/W)		0.035	0.00
焊带			
焊带价格 (元/吨)	91000	95000	95000
--焊带毛利率 (%)	11%	15%	15%
--焊带加工费 (元/kg)	10	14	14
焊带耗量 (吨/GW)	400	380	380
焊带价值量 (万元/GW)	3640	3610	3610
焊带单W成本 (元/W)	0.036	0.036	0.036
焊带成本变化		0.000	0.000
良率			
良率	99.5%	99.5%	98.5%
良率成本变化 (元/W)		0.00	0.01
运营成本合计			
运营成本 (元/W)	0.11	0.14	0.11
运营成本变化 (元/W)	0.000	0.02	-0.01
设备			
串焊机价值量 (亿元/GW)		0.27	0.07
折旧年限	3	3	3
0BB设备成本变化 (元/W)		0.009	0.002
整体成本变化	基准	0.028	-0.009

- ◆ 存量改造情况下，焊接点胶经济性提升！覆膜方案无法改造，更适配新扩产线。以存量改造情况进行测算，较新扩产线方案相比，主要**设备成本**发生变化：焊接点胶方案可以进行存量设备改造升级，预计成本约600-1000万/GW；覆膜方案无法进行存量升级，新购设备成本2000-3000万/GW，整体成本抬升，经济性略有下降，更适配新扩产线情景。

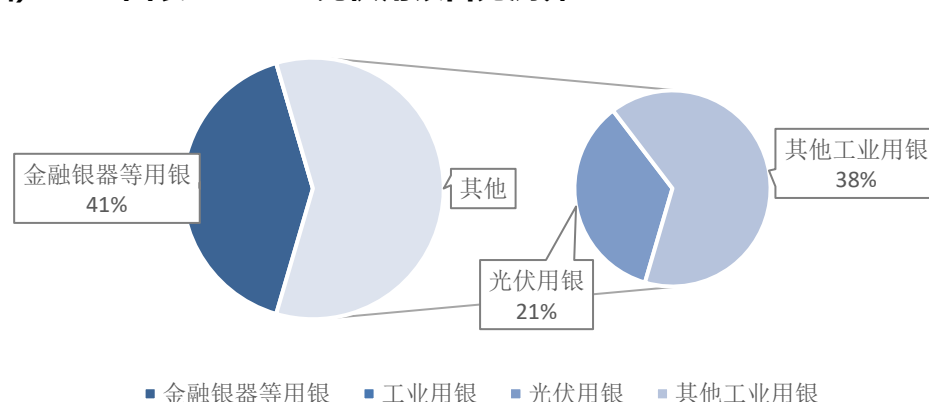
3 贵金属整体通胀，银价上涨降本潜力进一步提升

- ◆ **贵金属进入上涨通道，23年来伦敦金价上涨31%、银价上涨19%。**贵金属价格持续上涨，23年来伦敦金价上涨30%、银价上涨31%；24年加速向上；**工业用银持续增加，助推银价上涨。**23年白银年产量约3.1万吨/需求量约3.7万吨，其中金融投资需求等约1.7万吨；工业用银需求约2万吨，其中光伏约占6000吨，预计24年光伏用银7500-8000吨，光伏用银持续提升，或助推银价上涨。
- ◆ **银价上涨0BB经济性提升，降本潜力更高。**随光伏用银占比提升+全球贵金属价格上涨，预计银价或持续上涨，增加光伏银价成本。在银价上涨情境下测算，**若银价上涨30%、0BB可降低银价成本约2分，性价比进一步提升。**

图表：黄金及白金金属价格变化情况（美元/盎司，白银右轴）



图表：2024E光伏用银占比测算



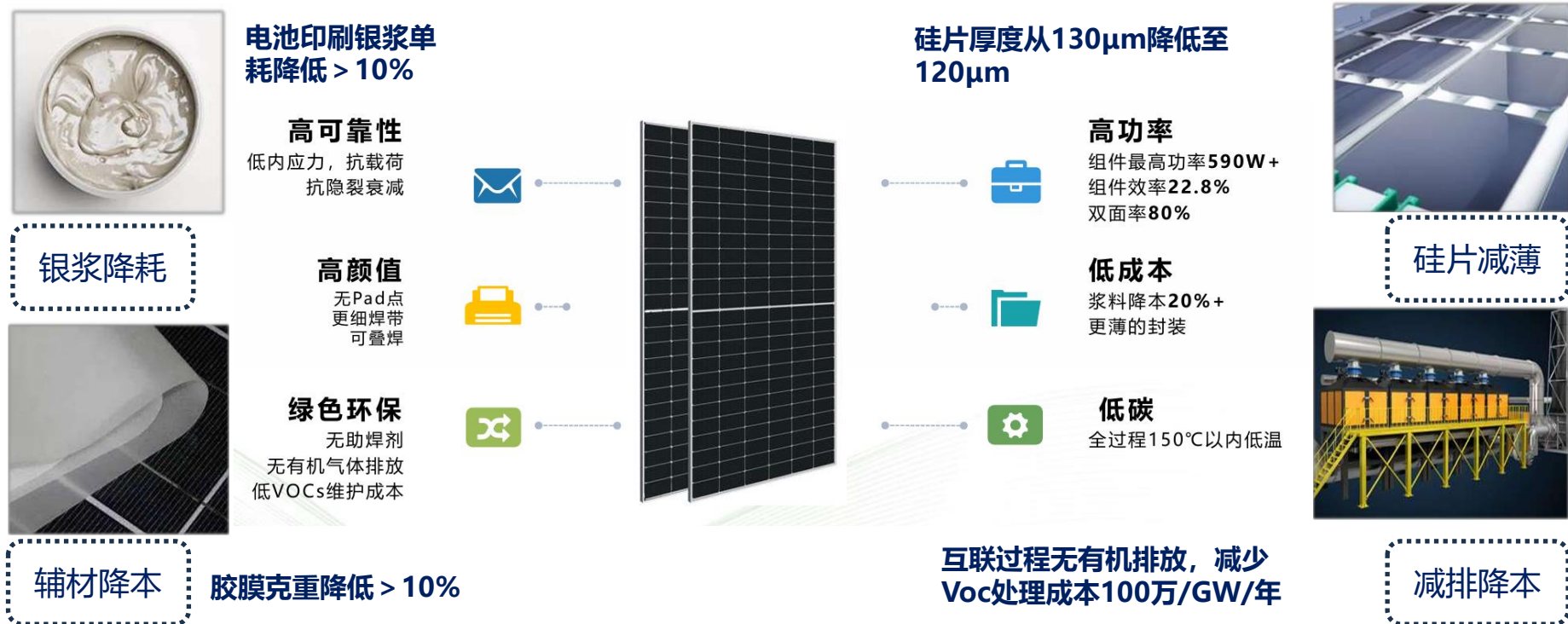
银价上涨对0BB银浆降本弹性测算

TOPCon 182电池片	SMBB-当前银价	0BB-当前银价	0BB-银价上涨10%	0BB-银价上涨20%	0BB-银价上涨30%
电池片功率① (W)	8.06	8.13	8.13	8.13	8.13
单片耗量 (mg/片)	100	85	85	85	85
单W耗量 (mg/W)	12	10	10	10	10
银浆价格 (元/kg)	8100	8100	8910	9720	10530
银浆单W成本 (元/W)	0.100	0.085	0.093	0.102	0.110
0BB相较16BB单W银浆成本变化 (元/W)		-0.016	-0.017	-0.019	-0.020

4 规模化量产后，成本有望进一步下降

- ◆ 当前0BB仍处小批量生产阶段，规模化量产后仍有进一步降本空间。小批量阶段整体规模效应不明显，随量产产能大规模铺开，整体成本有望进一步下降。
- 1) 材料端：**
- ①**封装胶膜：**0BB胶膜克重可进一步下降，预计可从420g+下降至380g，推动胶膜降本；
 - 承载膜（覆膜方案）**当前3-3.5元/平（100克重），后续或将降价50%，降至1分+/W；
 - ②**焊带：**0BB毛利率初期较SMBB提升较多，大规模量产后或将有所让利。
- 设备端：**规模效应起量后，0BB设备有望从近3000万/GW降至2000万/GW，较原先SMBB持平。
- 3) 工艺端：**量产工艺持续优化，良率有望进一步提升，降低工艺成本。

图表：0BB技术产品综合成本相比于SMBB更低，规模效应起量后潜力更足

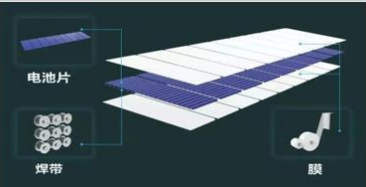


0BB趋势显现，各环节损益参差

1 产业链：0BB趋势显现，各环节损益参差

- ◆ 0BB技术的研发及量产符合行业发展方向，可以带来更高的电池效率、更低的银耗、更细的焊带等。技术渗透率提升后反映在各环节损益呈现参差，主要总结为：1) 银浆：价值量下降；2) 胶膜（覆膜方案）：增加承载膜；3) 焊带：量减利增；4) 胶水（点胶方案）：价值量提升；5) 设备：串焊机价值量提升，丝银价值量下降。

图表：0BB技术导入后对产业链各环节的影响

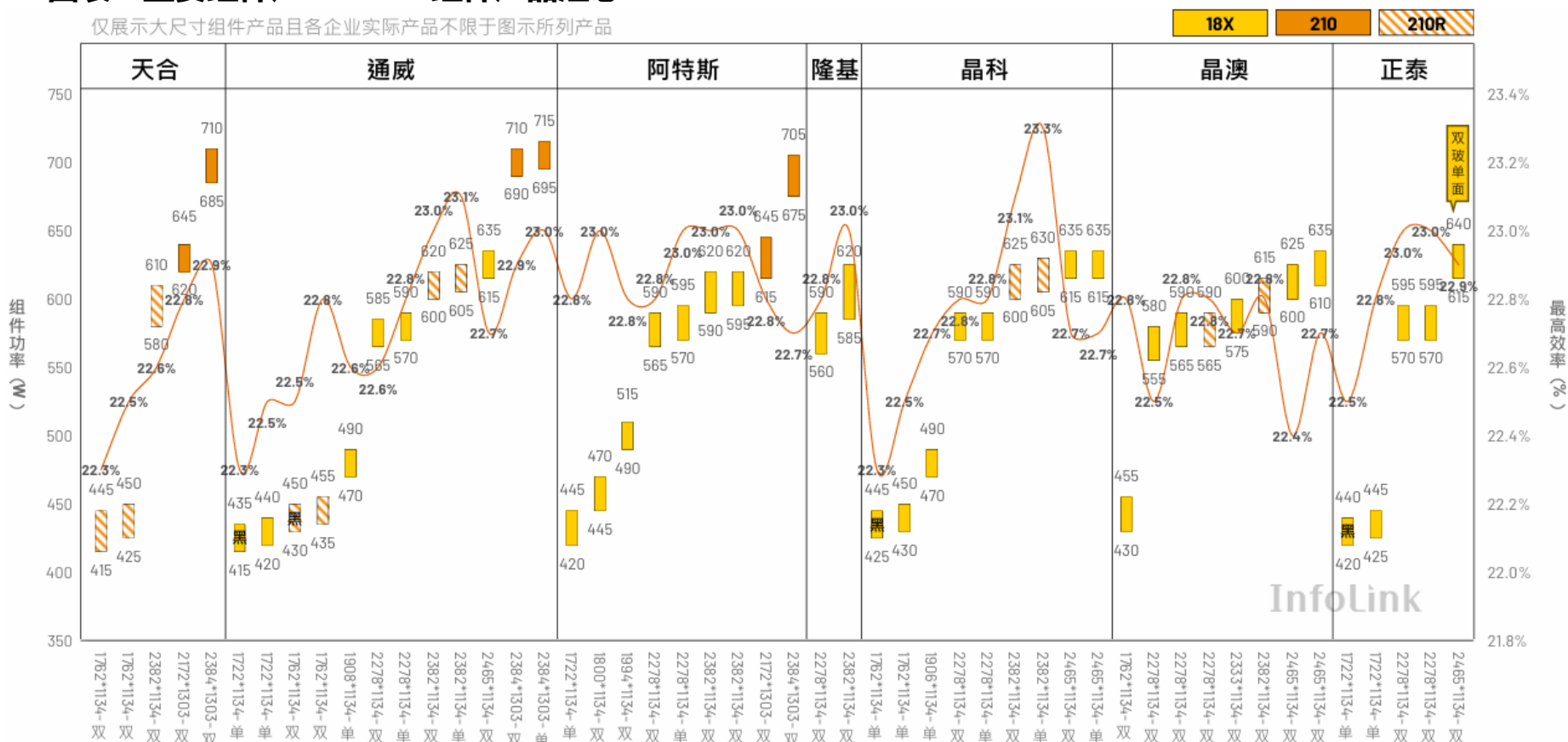
方案	覆膜IFC	焊接+点胶
图示		
设备	串焊机：无法改造，新购设备约2000-3000万/GW，价值量  丝印设备：无正背面主栅设备，价值量 	串焊机：改造成本约600-1000万/GW，价值量  新购设备约2000-3000万/GW，价值量  丝印设备：无正背面主栅设备，价值量 
焊带	SMBB向0BB焊带转变，细线径+低温，耗量下降 	加工费提升 
银浆	去除银浆主栅，耗量下降10%+，银浆价值量（耗量） 	
0BB胶水	无	约10g/块组件，价值量 
封装胶膜	皮肤膜+常规胶膜 增设皮肤膜（承载膜），价值量 	常规封装胶膜
电池组件	电池组件导入0BB降本增效，产业趋势有望快速渗透。头部厂商可享受高效率、低成本的α技术优势。	

1 电池组件：0BB推动降本增效，头部企业享受技术先发α

- ◆ 0BB技术带来电池组件厂降本增效，率先导入的头部企业享受技术先发α。0BB组件较SMBB效率更高，可提效约5W；同时推进银浆等材料端降本，享受成本优势。当前0BB在量产导入端为TOPCon头部企业布局更为积极，正如SMBB在头部企业跑通后享受先发优势；0BB在头部企业起量后亦会向全行业推进。

图表：主要组件厂TOPCon组件产品汇总

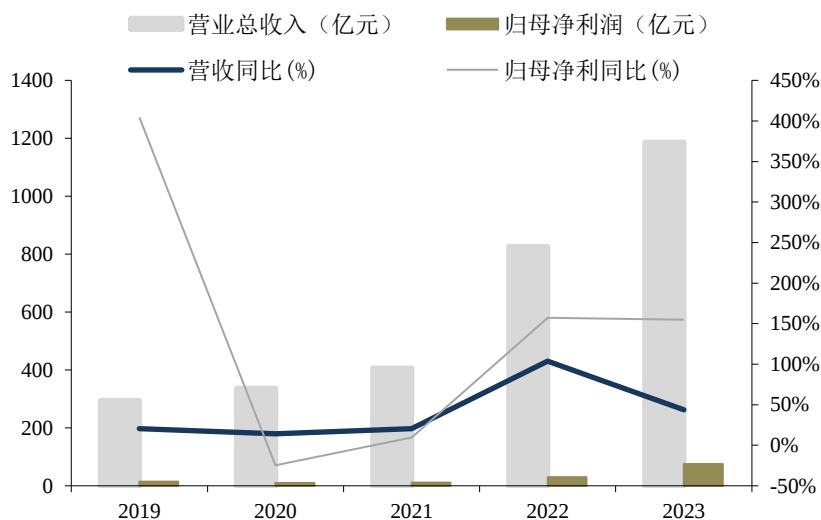
仅展示大尺寸组件产品且各企业实际产品不限于图示所列产品



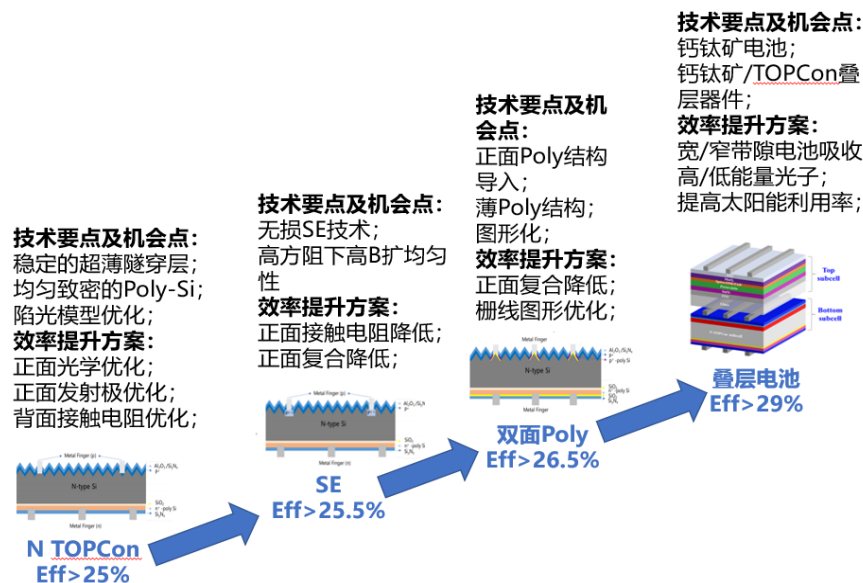
1 晶科能源：全球光伏组件龙头，导入OBB技术增强竞争力

- ◆ **一体化企业稳坐组件龙头，引领N型技术升级。**公司主要从事太阳能光伏组件、电池片、硅片的研发、生产和销售以及光伏技术的应用和产业化，建立了从拉棒/铸锭、硅片生产、电池片生产到光伏组件生产的垂直一体化产能。2016-2019年，公司连续4年位列全球光伏组件出货量第一名。2023年底硅片/电池/组件产能85/90/110GW，出货量达83.56GW（包括78.52GW太阳能组件，5.04GW电池片及硅片），同增80.1%，计划24年出货100GW。2023年公司全年营收1186.8亿元，同增44%，归母净利74.86亿元，同增155%。
- ◆ **OBB技术加速导入，年内助力降本增效。**公司已完成1GW小试（焊接点胶）在运行，技术基本成熟；具体量产规划视行业情况及商务谈判结果而定。银浆降约10%，成本降约1分（山西大基地的模式能够降运营成本5分/w）。后续公司将持续优化银浆等，整体实现降本增效。

图表：晶科能源2019-2023年业绩情况



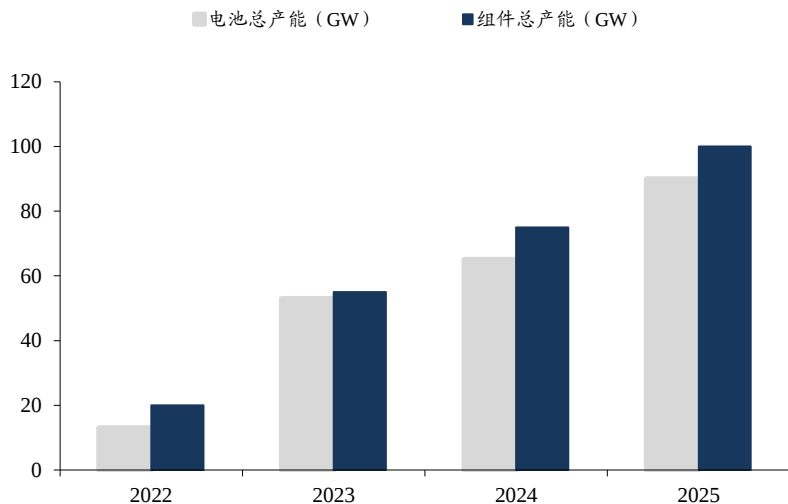
图表：晶科能源TOPCon提效路径



1 正泰新能：光伏电池组件领先企业，新增产线顺应0BB化

- ◆ **专注于光伏电池组件，产品畅销全球。**公司专注于高效晶硅太阳能电池与组件的研发、生产和销售，持续推出ASTRO系列高效组件产品。公司已建成10个智能制造基地，23年电池总产能53GW，其中TOPCon43GW，组件总产能55GW；累计全球出货总量80GW+，24年出货目标45-60GW。
- ◆ **新旧产能改造，把握0BB趋势。**公司持续探索0BB，与TOPCon结合提升瓦数，减少用银量，成本降低0.01-0.02元/片，适用于对外观要求高的场景。0BB目前三条线约1GW，存量产能或购入新设备再改0BB，在新产能投入上倾向0BB。**正泰认为0BB是行业大趋势，且尤其受欧洲客户青睐，预计将持续扩大产能。**

图表：正泰新能2022-2025产能规划



图表：正泰ASTRO 组件产品迭代

4BB 156 多晶PERC 黑硅技术	5BB 156 高效单晶 PERC技术	G1 158.75 PERC SE HC半片技术	M6 166 22.5%+ PERC+ MBB+半片	M10 182 23%+ PERC+ MBB+半片 无损切割	G12 210 23.2%+ PERC+ MBB+半片 无损切割 高密度封装	M10/M11L/210R 25.6%+ n-TOPCon SMBB/ZBB+半片 +无损切割
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022-2023
ASTRO 1	ASTRO 2	ASTRO 3	ASTRO 4	ASTRO 5	ASTRO 6	ASTRO N7
325-350W 17.8%	375-390W 19.3%	405-425W 20.7%	440-460W 21.1%	540-550W 21.5%	650-670W 21.6%	585W /610W/630W 22.5%+

2 设备：OBB改造+新增需求起量，技术迭代享增量弹性

- ◆ **OBB渗透率提升，推动设备端百亿新增+改造空间。** OBB经济性打平跑通，下游扩产渗透预计有望3年内达约50%产能占比。**新增：**考虑行业产能充足+资本开支收紧，预计25/26年组件产能约维持15%增速，较前期增速下滑。预计24/25/26年新增OBB渗透率15%/70%/100%，单位投资逐渐下降，测算市场空间约11/30/45亿元；**改造：**考虑行业23年新增组件产能预留改造空间+性价比合适，预计将在3年内完成改造，预计24/25/26年改造占比5%/35%/60%（占23年新增产能），对应市场空间2/9/13亿元。**合计3年累计市场空间约109亿元。**

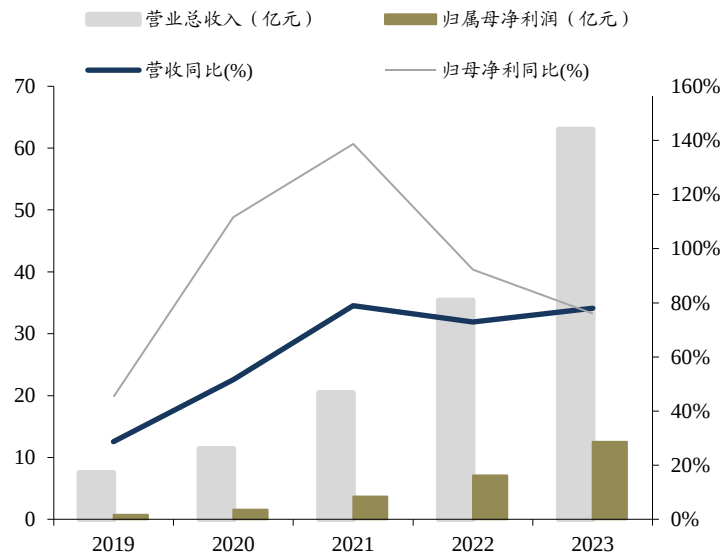
图表：OBB设备空间测算

时间	2020	2021	2022	2023	2024E	2025E	2026E
光伏装机需求	140	172	240	403	511	618	739
组件产能	272	373	535	888	1143	1314	1512
——新增产能	100	101	162	353	255	171	197
OBB占比 (%)					15%	70%	100%
OBB扩产 (GW)					38	120	197
单位投资 (百万/GW)					28	25	23
市场空间 (亿元)					11	30	45
——OBB改造产能 (GW)					18	124	212
OBB占比 (%)					5%	35%	60%
单位投资 (百万/GW)					10	7	6
市场空间 (亿元)					2	9	13
累计OBB产能 (GW)					56	299	708
OBB产能占比 (%)					5%	23%	47%
合计市场空间 (亿元)					12	39	58

2 奥特维：传统串焊机龙头，TOPCon 0BB迎来量产

- ◆ **传统串焊机龙头，多元化发展助力业绩高速增长。**公司目前在光伏、锂电、半导体三个领域均已拥有成熟产品，全球市场占有率超60%。2023年实现营收63.02亿元，同增78.05%，实现归母净利润12.56亿元，同增76.10%。
- ◆ **TOPCon 0BB 焊接工艺全新突破，迎来量产。**公司从2020年中开始分别结合PERC、TOPCon和HJT电池预研0BB焊接技术，涉及多种0BB串焊工艺。随着研究深入，已完成相关专利申请120多项。目前已在TOPCon上真正突破技术瓶颈，达到量产发布条件。0BB方案改造升级，既提升了组件产品竞争力，又解决了组件企业存量设备因工艺落后带来的全面置换压力，符合当前市场不确定情况下的投资策略。

图表：奥特维2019-2023年业绩情况



图表：TOPCon-0BB量产设备发布图及串焊机设备



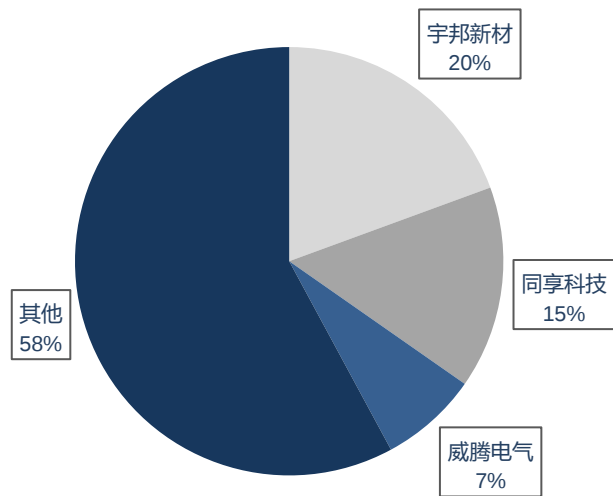
3 焊带：0BB推动量减利增，头部企业抢占份额对冲降量

- ◆ **技术难度带来溢价，SMBB/0BB焊带贡献毛利率优势。**相比于MBB焊带，SMBB栅线数量更多且直径更细，因而技术难度更大，当前加工费高于0BB。0BB细线径下难度进一步提升，盈利能力较SMBB再度增强，预计加工费高4元/kg，带动盈利结构性提升。
- ◆ **技术资金优势凸显，龙头集中度有望提升。**1) 焊带需要流动资金投入较高且下游回款周期较长，龙头上市充分募资积极进行产能扩张，行业格局有望走向集中；2) 常规焊带产品同质化严重，随电池技术革新，龙头厂商依靠技术研发，将进一步催化市场向集中度更高方向演进。**头部企业抢占份额对冲降量。**

图表：不同类型焊带平均单耗及毛利率差异

	平均单耗吨/GW	毛利率	主要适配电池技术
MBB	430.0	<10%	PERC等
SMBB	410.0	11-12%	TOPCon、HJT
0BB	380.0	>20%	HJT、TOPCon等
低温焊带	430.0	-	HJT
扁焊带平均单耗	480.0	-	BC

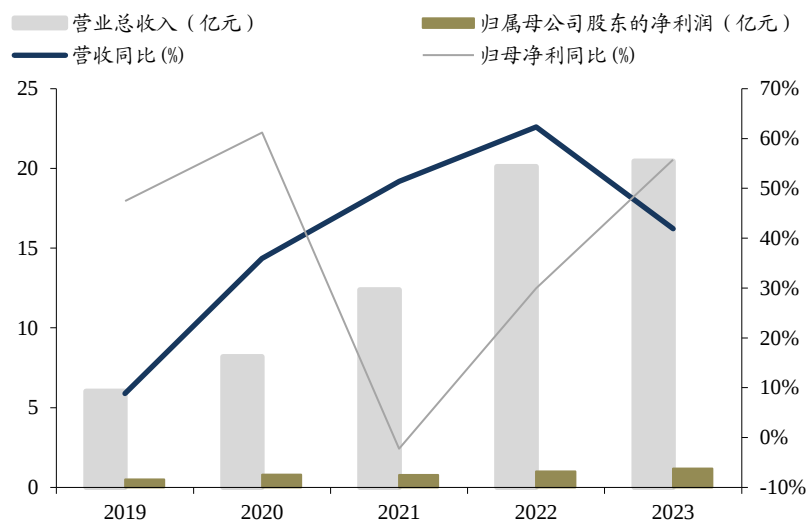
图表：焊带行业结构较松散，集中度提升空间大(2023E)



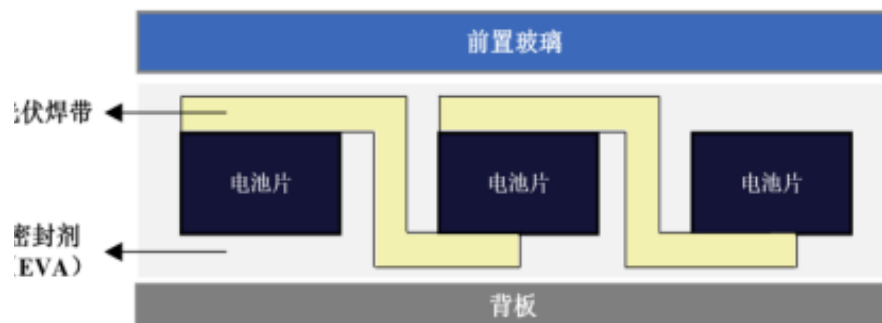
3 宇邦新材：光伏焊带龙头，0BB技术研发提升电池效率

- ◆ **光伏焊带龙头，技术迭代提振业绩。**业务布局互连带为主，汇流带为辅，品牌知名度和市场占有率均居于领先地位；公司目前可达产能规模3500-3800吨/月；出货量23年全年3万吨+，预计24年同增30%，达4万吨+。2023年业绩预测归母净利润1.4亿元~1.7亿元，同增39.41%~69.28%，持续增长。
- ◆ **公司深入研发0BB焊带，促进电池端功率提升。**目前公司自主研发的0BB焊带单耗380吨，线径0.18-0.22，具有较强的性能稳定性和产品可靠性，主要客户已认可且在导入，24年将继续增长，赋予公司技术先发优势。

图表：宇邦新材2019-2023年业绩情况



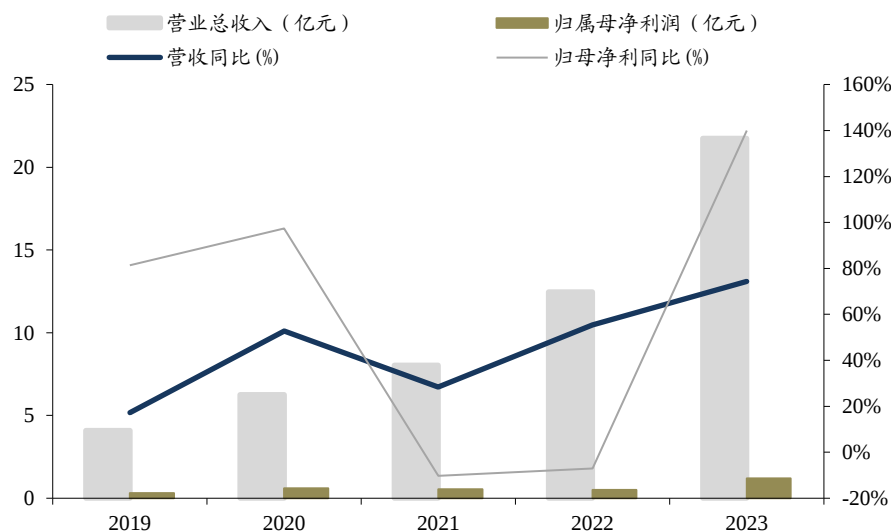
图表：光伏焊带工作原理



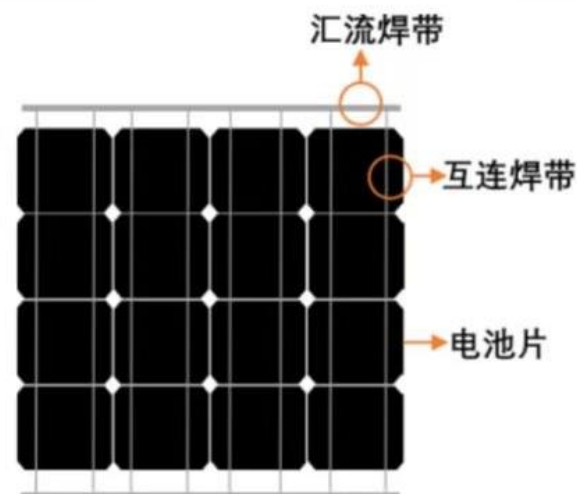
2 同享科技：专注高性能光伏焊带，0BB实现小规模销售

- ◆ **专注高性能光伏焊带，为行业领先企业。**公司主要产品包括互连焊带和汇流焊带。截至2023年末，公司产能已超过2.5万吨，下游客户订单量大，产能利用率接近100%。2023年公司实现营收21.75亿元，同增74.39%；净利润1.20亿元，同增139.99%，
- ◆ **紧跟0BB技术趋势，已实现小规模销售。**公司0BB焊带主要根据订单生产，目前虽出货规模较小，但已实现销售。公司产品布局电池片三大发展方向，紧跟未来技术趋势，储备产品满足市场需求。

图表：同享科技2019-2023年业绩情况



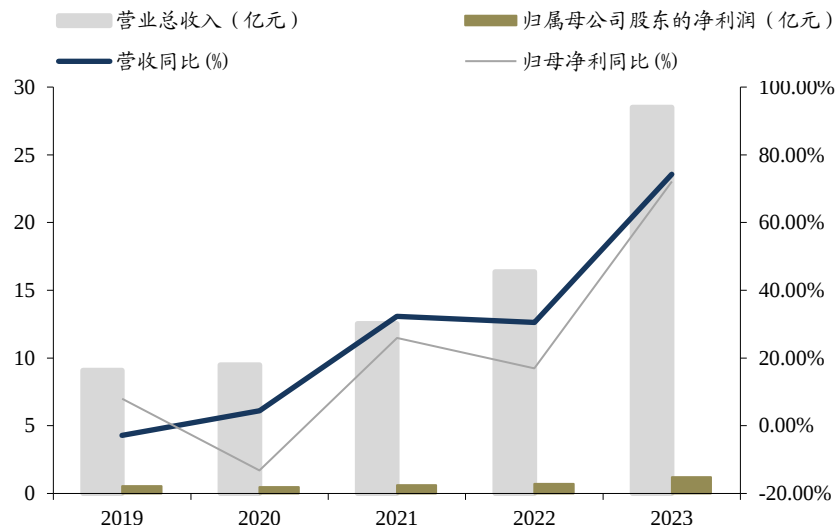
图表：汇流焊带与互连焊带



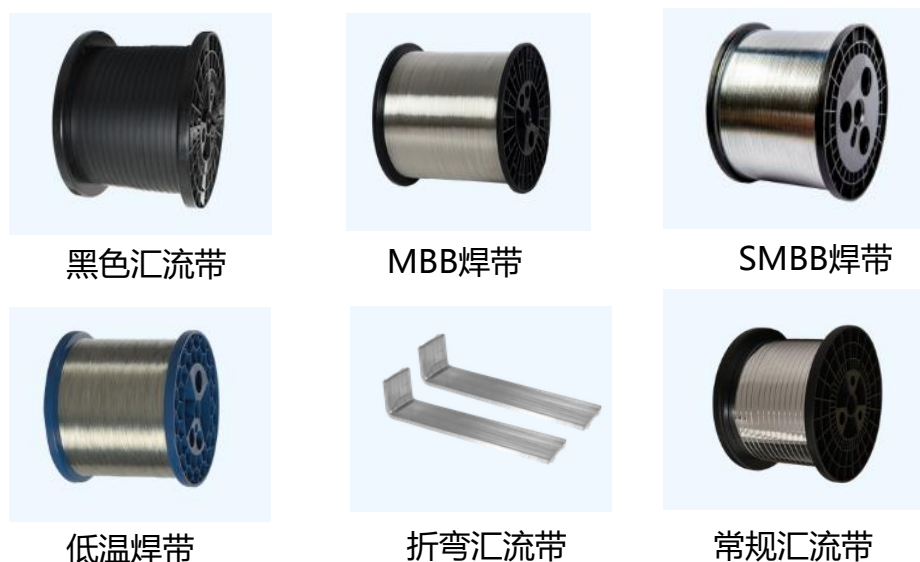
2 威腾电气：焊带业务为第二增长极，0BB量产指日可待

- ◆ **焊带、储能、母线三大主业鼎立，焊带业务为公司第二增长极。**公司业务涵盖配电设备、光伏新材和储能系统，光伏新材业务现有产能1.8万吨，新建产能2.5万吨，24年将投运部分新产能；23年出货1.26万吨，24年计划出货2万吨+；2023年公司实现营收28.51万元，同增74.22%，其中焊带营收10亿+；归母净利润1.20亿元，同增72.12%。
- ◆ **0BB技术蓄势待发，试验达标即将量产。**目前公司0BB技术储备充足，已与晶科合作0BB试验线，若试验线数据达到要求，预计24年Q2工厂化量产，公司可作为第一批0BB供应商进入晶科。公司仍将继续加强与现有客户的合作，并适时拓展新客户，根据客户订单要求进行排产。

图表：威腾电气2019-2023年业绩情况



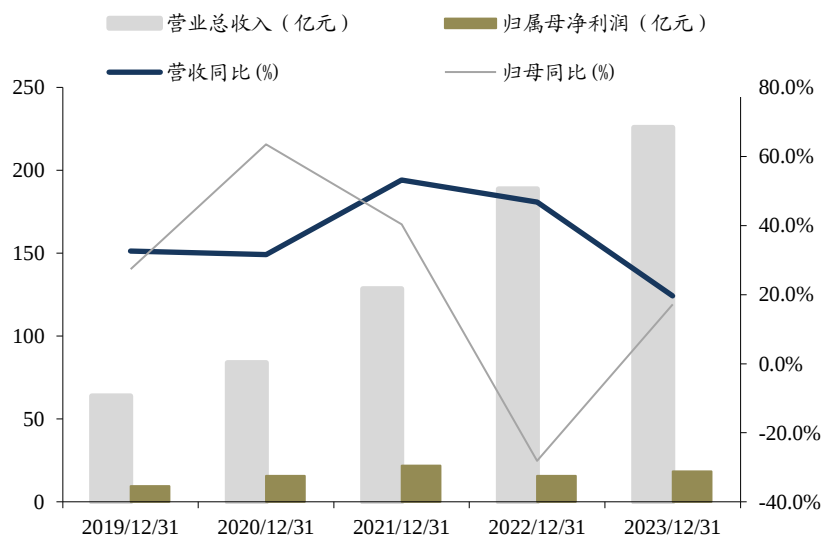
图表：威腾电气光伏焊带产品



3 福斯特：胶膜领域稳固龙头，连接膜批量出货供应全球

- ◆ **胶膜领域稳固龙头，营收盈利稳健增长。**公司深耕胶膜领域近二十载，主营业务为光伏封装材料（如EVA、POE、EPE胶膜），市占率常年维持50%。2023年公司光伏胶膜出货量22.49亿平米，同增70.24%；24年预计出货26-28亿平米。产能预计24年底超30亿平。2023年公司营收达225亿元，同增19.66%；归母净利润18.50亿元，同增17.20%。
- ◆ **封装胶膜针对性验证，连接膜批量出货供应全球。**0BB目前有三种连接方式，其中两种会影响到封装胶膜的改变，公司针对一体化封装方案和连接膜方案做针对性产品验证，是行业内唯一一家形成批量出货连接膜的胶膜企业，供应大量海内外客户组件客户。

图表：福斯特2019-2023年业绩情况



图表：福斯特封装产品矩阵

- TOPCon：TF4N纯POE+爱比寿抗酸EVA解决单玻封装难题；低/零水透背板阻挡水汽入侵
-
- 该图展示了福斯特封装产品的结构层。从顶层到底层依次为：玻璃、TF4N POE（标注为离子阻断创新技术）、N-TOPCon cell、爱比寿 EVA（标注为抗酸化专利技术）、背板。
- HJT：光转换胶膜、高粘胶膜、零水透 PIB 封边胶、0BB 专用CF膜
 - XBC：超高反黑美学背板、白/黑绝缘条、电池绝缘胶

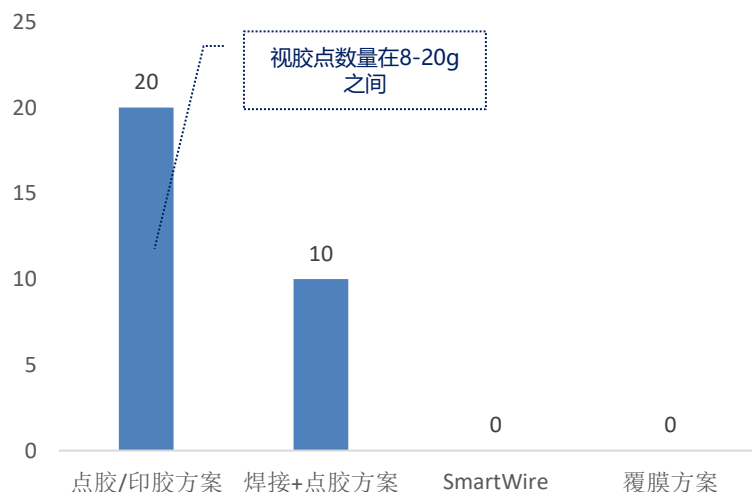
4 银浆&胶水：银浆高价低利、胶水低价高利，盈利或可对冲

- ◆ **去除主栅银耗下降，盈利略有下降。** TOPCon主栅银耗约10mg+，整体降银约10%-20%。但银浆环节主要赚取加工费，价值量近90%约白银成本，毛利率约10%左右，高价低利（主栅价值量约1000万/gw）、银耗下降后盈利略有收损，但幅度可控。**同时头部厂商为提升组件效率，当前量产方案上选择微降银耗以换取组件效率提升。**
- ◆ **0BB胶水低价值量高毛利，盈利增幅强。** 0BB胶水（热固胶）为单组份胶黏剂，原材料简单、成本低，整体价值量低但盈利能力强（单GW约500-600万）。当前0BB导入初期，整体供应厂商少、格局较优，为新增应用场景，盈利增幅强。

图表：银浆主栅及0BB胶水价值量及盈利预测对比

对比	银浆主栅	0BB胶水
价值量（万元/GW）	1000+	500
毛利率（%）	约10%，加工费600元+/kg	毛利率较高，预计30%以上
净利率（%）	约5%，历史净利200-300/kg	预计10%+
净利价值量（万元/GW）	50	估计约50

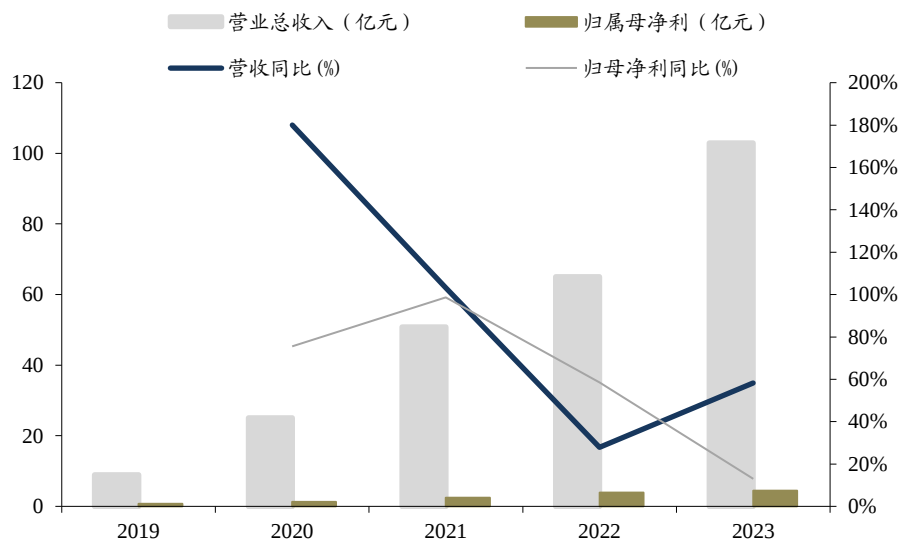
图表：不同0BB方案胶水耗量对比（g/块组件）



4 聚和材料：光伏银浆龙头，0BB冲击银浆，胶水受益

- ◆ **光伏银浆行业龙头，营收利润持续高速增长。**公司主要产品为太阳能电池用正面银浆，主要包括P型PERC电池的主副栅银浆，N型TOPCon、HJT电池正、背面的主副栅银浆等。银浆23年产能国内3000吨，出货2002.96吨，24年预计出货3000吨+。2023年公司实现总营收102.90亿元，同增58.21%，归母净利润 4.42亿元，同增13%。
- ◆ **0BB降低银浆需求，胶水新增填补银耗下降。**下游客户推进0BB、减少银浆用量将负向影响公司银浆产销。但公司在三年前就已经开始尝试0BB，旗下德朗聚目前涉足0BB胶水，若顺利推进，HJT会大量增长，成为公司顺应下游技术变化的又一增长极。

图表：聚和材料2019-2023年业绩情况



图表：聚和材料主要业务



投资建议与风险提示

◆ **投资建议：** OBB技术的研发及量产符合行业发展方向，可以带来更高的电池效率、更低的银耗、更细的焊带等。技术渗透率提升后反映在各环节损益呈现参差，**推荐**设备更替受益的串焊机龙头奥特维(机械组覆盖)，**技术渗透率提升后盈利改善的焊带**（宇邦新材、同享科技，建议关注威腾电气）；**增加承载膜价值的胶膜龙头福斯特**；新增胶水价值量（聚和材料等）；以及**先发导入、享受技术成本 α 的头部电池组件**（晶科能源、阿特斯、晶澳科技、天合光能、隆基绿能等，建议关注正泰新能（未上市）。

表：公司估值表（截至2024年6月7日）

环节	名称	总市值 (亿元)	股价	归母净利润（亿元）				PE			PB现值	评级	来源
				2023A	2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E			
设备	奥特维	170	54	13	18	24	30	9	7	6	4.9	买入	东吴
焊带	宇邦新材	35	34	1.5	2.2	3.1	3.9	16	11	9	2.3	买入	Wind一致预期
	同享科技	18	16	1	1.5	1.9	2.1	12	10	8	3.2	买入	Wind一致预期
	威腾电气	31	20	1	2.1	3.1	4.0	15	10	8	2.9	买入	Wind一致预期
胶膜	福斯特	458	25	19	26	33	41	18	14	11	3.0	买入	东吴
	海优新材	26	31	(2.3)	0.53	1.50	2.22	49	17	12	1.3	增持	东吴
OBB胶水	聚和材料	86	52	4	7	9	10	12	10	8	1.9	买入	东吴
组件	隆基绿能	1,269	17	108	35	60	85	36	21	15	1.9	买入	东吴
	天合光能	443	20	55	40	57	71	11	8	6	1.4	买入	东吴
	晶澳科技	463	14	70	32	47	71	14	10	7	1.4	买入	东吴
	晶科能源	843	8	74	42	60	86	20	14	10	2.5	买入	东吴
	阿特斯	427	12	29	35	51	64	12	8	7	1.9	买入	东吴
电池	钧达股份	106	46	8	10	14	17	10	8	6	2.4	买入	东吴

- ◆ **竞争加剧。**若行业竞争加剧，将影响业内公司的盈利能力。
- ◆ **政策超预期变化。**未来政策走向对行业盈利空间和公司业绩有较大影响。
- ◆ **电网消纳问题限制。**光伏消纳或受电网消纳的影响，总体装机增长受到行政上限制和干预。
- ◆ **技术进展不及预期。**0BB量产导入取决于行业的量产技术进步及降本，若技术进展不及预期可能导致导入推迟。
- ◆ **原材料供应不足。**原材料供应不足对业内公司收入增长有较大影响。

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

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），北交所基准指数为北证50指数），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