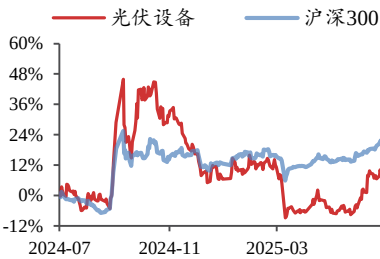


光伏设备

2025 年 07 月 27 日

投资评级：看好（维持）

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《硅料涨价向下游传导，成交量提升夯实价格——行业点评报告》
-2025.7.18

《官媒&高层接连发声，供给侧改革有望深化——行业点评报告》-2025.7.2

《破除光伏“内卷式”竞争，关注行业贝塔修复——行业点评报告》
-2025.7.1

光伏技术深度系列（一）：BC 盈利拐点率先而至，“反内卷”时代未来可期

——行业深度报告

殷晟路（分析师）

yinshenglu@kysec.cn

证书编号：S0790522080001

● 龙头业绩兑现，后续发展可期

7 月 11 日爱旭股份披露半年报业绩预告，受益于 BC 组件高溢价、持续降本及海外出货占比提升，公司在 2025 年 Q2 实现归母净利润 0.2 至 1.3 亿元，单季度扭亏为盈。在光伏主产业链普遍承压亏损的背景下，BC 技术的超额收益已兑现。展望下半年，随着光伏行业“反内卷”持续推进，产业链价格有望回暖，BC 产品盈利空间将进一步打开。

● 技术优势凸显，盈利能力提升

当前 BC 技术电池量产批次平均转换效率达 27% 以上，组件量产效率全面突破 24%。主流版型双面双玻组件功率达 665W，较传统及升级后的 TOPCon 组件分别有 30W、15W 增益，且在低衰减、抗隐裂、低温度系数、弱光性能等方面具优势。未来 3-5 年内，通过导入光管理、双极复核钝化和新型的先进的金属化等提效手段，BC 电池效率有望达 28.5%，带动组件效率突破 26%，保持领先地位。BC 组件在不同应用场景上都具备优势：（1）BC 组件高功率与全黑美观设计适配分布式场景；（2）随着双面率提升，集中式场景 BC 组件综合发电能力优于 TOPCon；（3）BC 组件弱光性能契合市场化电价机制下业主对早晚时段增发电力需求。因而 BC 组件在国内外市场渗透率持续提升且具备显著溢价。当前 BC 电池组件平均非硅成本与 TOPCon 的差距已收窄至 6 分/W 以内，后续在设备投资、良率、银耗等方面仍有较大优化空间。

● 产能扩张加速，降银势在必行

在光伏制造业面临严重产能过剩的背景下，主要厂商均已基本暂停国内 TOPCon 路线的扩产规划，当前仍在进行的产能建设项目主要聚焦于 BC 技术路线。当前行业新增/改造 XBC 产能规划近 90GW，带动设备需求增长。

银浆是光伏电池核心辅材，BC 技术因背面电极布局，对银浆要求高且银耗更大，叠加银价持续高位震荡，行业降本诉求迫切。当前 BC 厂商正加速推进少银化、无银化，银包铜、高铜浆、纯铜浆等方案均已进入产线验证阶段。

● 受益标的：

主链方面，头部 BC 企业有望实现量利齐增，受益标的：爱旭股份、隆基绿能。辅材方面，贱金属化及 BC 专用辅材有望受益于 BC 出货量的提升，受益标的：聚和材料、博迁新材、帝科股份、广信材料、福斯特、宇邦新材。设备方面，BC 产能扩张有望为相关设备带来增量订单，受益标的：帝尔激光、海目星、英诺激光、拉普拉斯、奥特维、先导智能。

● 风险提示：政策力度不及预期风险、行业产能出清进展不及预期风险、新技术产业化进度不及预期风险。

内容目录

1、技术优势凸显，提效空间广阔	4
2、市场加速渗透，盈利能力提升	7
2.1、溢价优势显著	8
2.1.1、高度适配分布式场景	8
2.1.2、集中式场景优势显现	8
2.1.3、弱光性能契合新需求	9
2.2、降本持续推进	12
3、产能扩张加速，设备需求释放	13
3.1、BC 电池设备投资强度更大	13
3.2、激光设备为主要增量	15
3.3、BC 产能逆势扩张	16
4、降本势在必行，方案多维突破	18
4.1、铜电镀/无银金属化涂布	20
4.2、银包铜/纯铜浆	23
4.3、0BB 技术	26
5、核心标的	27
5.1、主链：溢价优势驱动业绩拐点率先兑现	27
5.1.1、爱旭股份	27
5.1.2、隆基绿能	28
5.2、辅材：技术革新催生材料要求迭代升级	29
5.2.1、金属化	29
5.2.2、绝缘胶	30
5.2.3、焊带	30
5.3、设备：产能扩张激活设备需求持续释放	31
5.3.1、激光设备	31
5.3.2、镀膜设备	31
5.3.3、串焊设备	32
6、风险提示	33

图表目录

图 1：IBC 电池结构及电极布局示意图	4
图 2：SunPower 第一代 IBC 电池结构示意图	4
图 3：TBC 电池结构示意图	5
图 4：HBC 电池结构示意图	5
图 5：第一代 HPBC 电池结构示意图	5
图 6：第二代 HPBC 电池结构示意图	5
图 7：“一”字型焊接方式示意图	6
图 8：满屏 BC 组件与常规 BC 组件对比	6
图 9：BC 技术迭代方向展望	7
图 10：各技术路线组件出货量预测图（GW）	8
图 11：应用 BC 组件的户用场景示意图	8

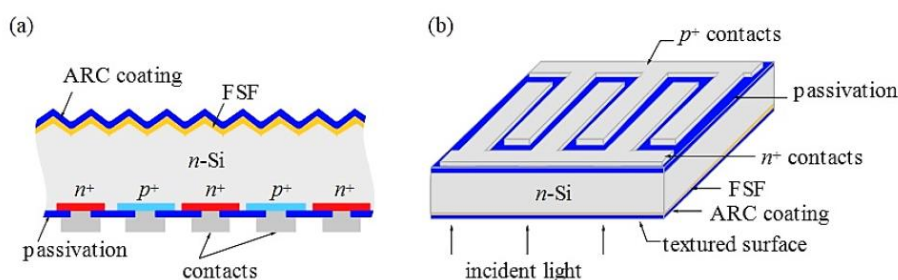
图 12: 应用 TOPCon 组件的户用场景示意图	8
图 13: 2025 年 4 月山东日前出清价格统计	10
图 14: 国内 BC 及 TOPCon 组件价格 (单位: 元/W)	10
图 15: 欧洲 BC 及 TOPCon 组件价格 (单位: 美元/W)	10
图 16: 各技术路线工艺流程对比	14
图 17: BC 电池设备投资成本结构	14
图 18: TBC 电池工艺第一道激光图形化示意图	16
图 19: TBC 电池工艺第二道激光图形化示意图	16
图 20: 电池非硅成本结构 (不含折旧)	19
图 21: 24 年上海银价走势图 (单位: 元/公斤)	19
图 22: 垂直电镀方法示意图	21
图 23: 水平电镀设备结构图	22
图 24: 水平电镀方法示意图	22
图 25: 银浆电极线宽示意图	22
图 26: 铜电镀电极线宽示意图	22
图 27: 银浆电极横截面示意图	23
图 28: 铜电镀电极横截面示意图	23
图 29: 银包铜合成过程示意图	24
图 30: 铜氧化实验结果	25
图 31: 常规栅线结构与 0BB 栅线结构对比	27
图 32: 2025 年 6 月全球商业化光伏组件量产效率榜单	27
图 33: BC 绝缘胶应用示意图	30
图 34: 帝尔激光微刻蚀设备示意图	31
图 35: 奥特维 BC 电池印胶线示意图	32
表 1: 技术路线理论极限对比	4
表 2: 不同技术路线叠加 BC 进展情况	5
表 3: 各公司 2382*1134 版型双面双玻组件主要参数对比	6
表 4: 集中式场景组件综合功率统计表	9
表 5: 2025 年以来大型能源集团集采项目中标情况	11
表 6: BC 及 TOPCon 非硅成本差推算表	13
表 7: 激光图形化与光刻技术对比	15
表 8: 不同技术激光设备价值量统计表	15
表 9: 直接减材法与间接减材法对比	15
表 10: BC 扩产/改造规划统计表	17
表 11: 各技术路线对浆料技术要求	18
表 12: 少银化路线对比	19
表 13: 常见银包铜粉制备方法对比	23
表 14: 针对铜氧化、铜扩散、焊接稳定性等问题的主流解决方案	25
表 15: 主流 0BB 技术路线	26
表 16: 爱旭主要 BC 产品展示	28
表 17: 隆基主要 BC 产品展示	29
表 18: 受益标的盈利预测与估值	32

1、技术优势凸显，提效空间广阔

BC 电池（Back Contact Cell）全称为背接触电池，其基型是 IBC 电池，即叉指式背接触电池（Interdigitated Back Contact Cell）。

IBC 电池最早由 Schwartz 和 Lammert 于 1975 年提出，是一种将电池的发射区电极和基区电极均设计于电池背面的硅太阳电池。其发射极和背表面场以交叉的形式排布在电池背面，发射极和基极金属接触电极也呈交叉状，正背面采用氧化层钝化，减少载流子复合。电池正面无栅线遮挡，外观精美。

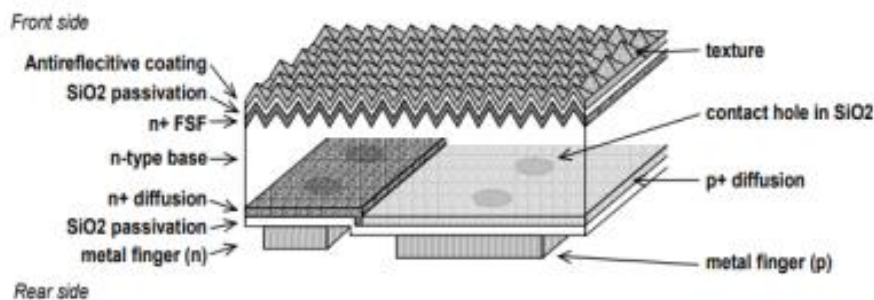
图1：IBC 电池结构及电极布局示意图



资料来源：ITRI

2004 年，美国 SunPower 公司（现 Moxeon）采用点接触和丝网印刷技术研发，在其菲律宾工厂实现全球首块大面积（149cm²）IBC 电池商业化量产，最高转换效率 21.5%，为后续 BC 技术路线的电池结构和工艺框架奠定了基础。

图2：SunPower 第一代 IBC 电池结构示意图



资料来源：SunPower

BC 技术与 TOPCon、HJT、PERC 等技术不同的地方在于，其主要通过背面图形化工艺将 p+发射极、n+背场区以及栅线放置于电池背面，是电池背面图形结构的变化。而其他三种电池技术路线则主要是通过改变电池钝化的膜层结构，实现效率以及其他特性的改变。BC 电池的理论转换效率极限为 29.1%，逼近硅基极限，高于 TOPCon 和 HJT 的 28.7%和 28.5%。

表1：技术路线理论极限对比

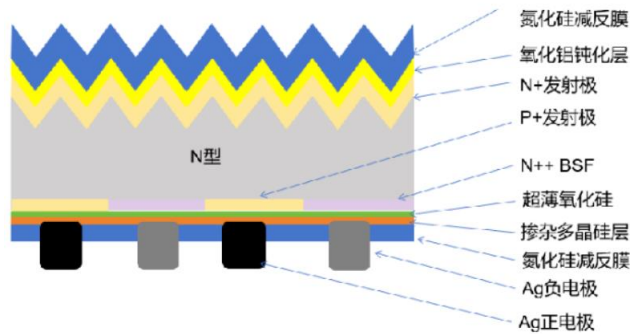
技术路线	理论效率	距晶硅极限差	核心瓶颈
PERC	25.0%	4.4%	背表面复合($J_0 > 200 \text{ fA/cm}^2$)
TOPCon	28.7%	0.7%	载流子输运和光学无法达成平衡
HJT	28.5%	0.9%	光学损失大

技术路线	理论效率	距晶硅极限差	核心瓶颈
BC	29.1%	0.3%	高精度图形化电极的实现

资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》、开源证券研究所

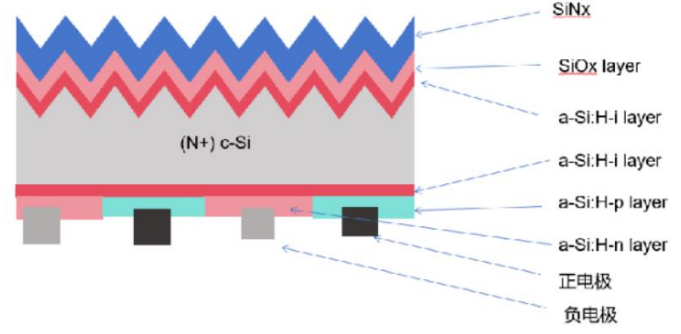
BC 电池技术本质上是一种电极工程平台，可与 TOPCon、HJT、钙钛矿等技术有机结合，兼收其他技术优点并进一步提升转换效率，统称为 XBC 电池（X Back Contact Cell），即各类背接触电池。目前常见的有 TBC 电池、ABC 电池、HPBC 电池、HBC 电池等。

图3：TBC 电池结构示意图



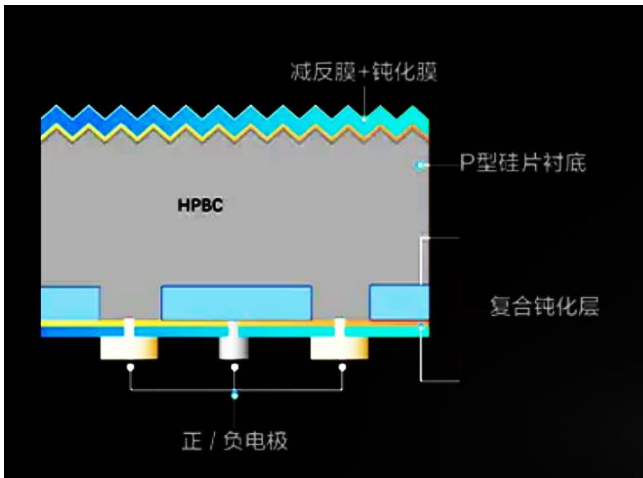
资料来源：欣质检测

图4：HBC 电池结构示意图



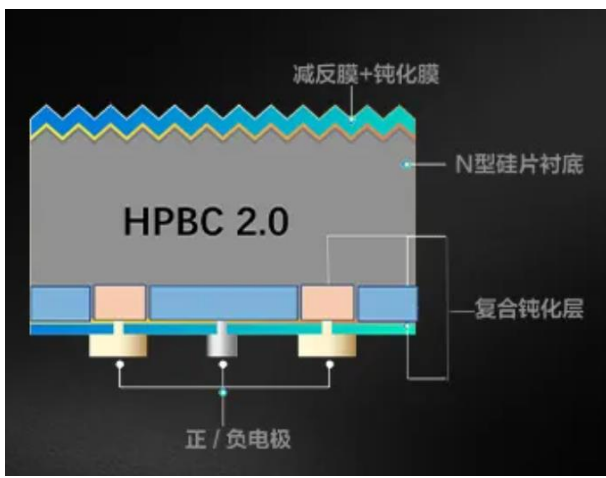
资料来源：欣质检测

图5：第一代 HPBC 电池结构示意图



资料来源：隆基绿能公众号

图6：第二代 HPBC 电池结构示意图



资料来源：隆基绿能公众号

隆基二代 HPBC、爱旭 ABC 等主流电池产品均以 TBC 为主要结构。TBC 电池和 HBC 电池分别将 BC 电池高的短路电流与 TOPCon 电池优异的钝化接触特性以及 HJT 电池高的开路电压相结合，从而获得更高的电池效率。当前 TBC 技术已经全面量产，HBC 技术还在推动量产过程中。

表2：不同技术路线叠加 BC 进展情况

技术融合路线	实验室电池效率	量产组件效率	产业化进度
HJT 非晶硅层+BC 背接触	27.81%	/	中试线
TOPCon 多晶硅钝化+BC 金属化	≥27.1%	24.4%	2025 年>100GW

资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》、开源证券研究所

BC 电池通过全背交叉电极技术将电池的正负电极全部集成于背面，消除传统电池正面 3-5%的金属栅线遮挡，最大化光吸收面积，入射光子利用率提升到 97.3%，从而带来更高的短路电流密度(Jsc)，提升整体光电转换效率。另外，BC 电池的 PN 结在电池背面，正面无 PN 结，消除了因正面掺杂的扩散结带来的寄生吸收，提升了光子的吸收和利用率。正面无载流子收集需求，可获得更加灵活的光学和钝化设计，追求极致的减反和钝化效果，进一步提升电池转换效率。

除电池结构本身带来的差异化优势外，爱旭等 BC 头部企业还通过无银金属化涂布、“一”字型焊接、满屏技术等方式进一步提升产品竞争力。

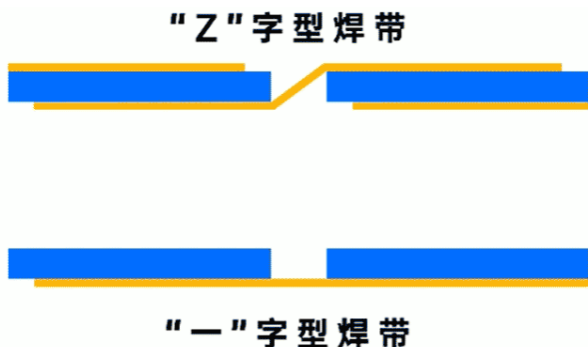
(1) 无银金属化涂布：通过电化学及化学手段镀铜/镍/锡，以纯铜替代电极，实现全无银量产制造。同时，铜栅与硅片的无缝绑定，零烧穿、零损伤的技术特性，大大提升电池的韧性与强度。此外原材料成本低廉且充沛易获取、电池效率高、确保产业规模化扩展无后顾之忧。

(2) “一”字型焊接：全背面“一”字型焊接代替传统“Z”字型焊接，所有焊带均匀分布在电池背面，且处于同一水平面，避免常规的复杂封装流程，提升焊接强度，相连的电池边缘无碎裂风险，显著降低了组件脱落和隐裂风险。

(3) 满屏技术：通过精准叠焊技术消除片间距、隐藏汇流条，将电池片最大化铺满组件，进一步提升有效发电面积，并完美适配客户美学需求。

图7：“一”字型焊接方式示意图

图8：满屏 BC 组件与常规 BC 组件对比



满屏 BC 组件

常规 BC 组件

资料来源：爱旭股份公众号

资料来源：爱旭股份官网

当前 BC 技术电池量产批次平均转换效率达 27%以上，组件量产效率全面突破 24%。根据各头部电池组件企业官网资料显示，当前量产主流版型(2382mm×1134mm)双面双玻 BC 组件最高功率达 665W，与传统 TOPCon 组件相比有约 30W 的功率增益，较通过导入半片钝化、MAX、无主栅等技术进行升级后的 TOPCon+组件仍有约 15W 的功率增益，具备同等面积输出功率更高的优势。此外 BC 组件兼具低衰减、低温度系数、高温抑制、抗隐裂、弱光性能更优与阴影遮挡发电优化等方面优势，确保了全生命周期内的发电稳定性与可靠性。

表3：各公司 2382*1134 版型双面双玻组件主要参数对比

公司	隆基绿能	爱旭股份	晶科能源	天合光能	晶澳科技
产品名称	Hi-MO X10	恒星系列	Tiger Neo 3.0	至尊系列	Deepblue 4.0
技术路线	BC	BC	TOPCon+	TOPCon	TOPCon
组件尺寸	2382*1134	2382*1134	2382*1134	2382*1134	2382*1134

公司	隆基绿能	爱旭股份	晶科能源	天合光能	晶澳科技
功率范围	640-665W	635-665W	625-650W	610-635W	605-630W
最高转换效率	24.60%	24.60%	24.06%	23.50%	23.30%
首年功率衰减	<1%	≤1%	1%	1%	1%
后续功率衰减	0.35%	≤0.35%	0.40%	0.40%	0.40%
功率温度系数	-0.26%/°C	-0.26%/°C	-0.29%/°C	-0.29%/°C	-0.29%/°C
双面率	70%±5%	75%±5%	80%±5%	80%±5%	80%±5%

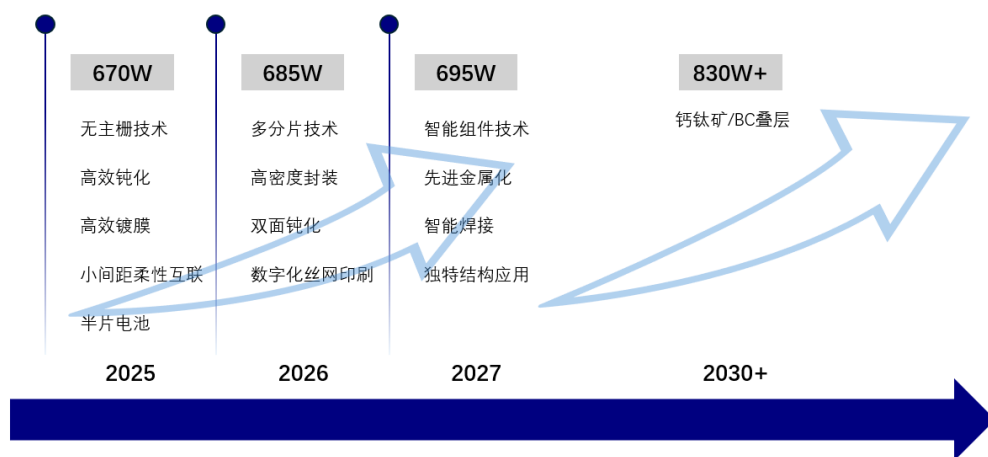
资料来源：各公司官网、开源证券研究所

BC 和 TOPCon 的技术博弈日趋激烈，在 TOPCon 电池进行升级的同时，BC 电池技术也在不断优化，后续升级演进的方向也愈发清晰。在未来的 3-5 年内，BC 电池效率有望提升到 28.5% 左右，进一步逼近 29.1% 的理论转换效率极限，并推动整体组件效率突破 26%，有望持续保持领先优势。

在电池技术提效上，BC 电池未来几年将在光管理、双极复核钝化和新型的先进的金属化等方面持续发力，稳步来降低电学损失，逐步提升其光电转换效率。

在组件效率提升上，通过多分片及高密度封装技术的量产实现，提高有限面积内电池的整体封装占比；并通过智能焊接、智能组件技术等技术的突破，大幅度降低焊接及电路失配带来的损失，进一步提升组件效率。

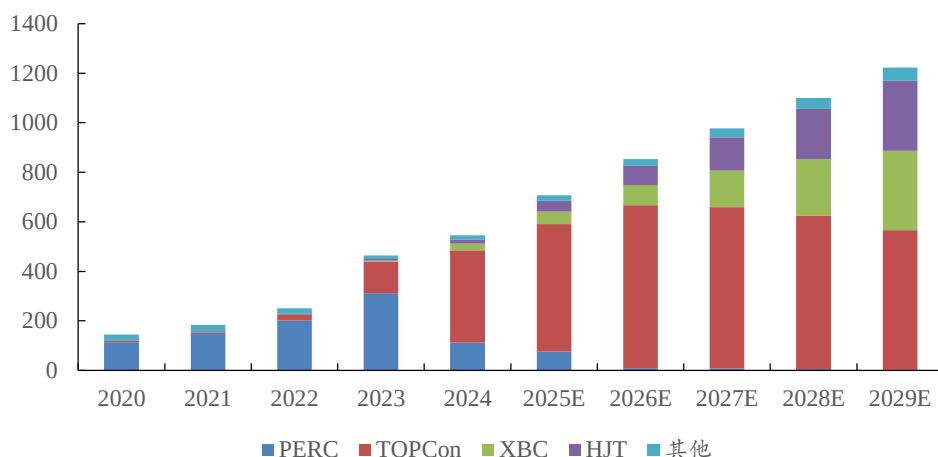
图9：BC 技术迭代方向展望



资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》发布会-隆基绿能报告

2、市场加速渗透，盈利能力提升

自 2023 年起，以 TOPCon 为代表的 N 型电池技术逐步成为市场主流。与此同时，XBC 电池凭借其更高的转换效率、更优的弱光性能以及与其他技术路线良好的兼容性，增长势头强劲。预计未来五年，其出货占比将从 2024 年的近 5% 提升至 25% 以上。BC 组件的高溢价叠加持续降本，将使生产厂商显著受益于出货量的持续提升。

图10：各技术路线组件出货量预测图（GW）


资料来源：CPIA、灼识咨询、开源证券研究所

2.1、溢价优势显著

2.1.1、高度适配分布式场景

BC 组件凭借其正面无栅线的全黑设计，显著提升了外观美感，提高了住宅和 BIPV 建筑的美观度。同时，BC 组件更高的正面发电效率，使其在分布式场景屋顶面积受限的条件下，具备显著的单位面积功率密度优势，有助于实现更高的装机容量。BC 组件能够同时满足分布式客户对产品美观性和发电性能的双重需求，高度契合分布式应用场景的核心要求。因而 BC 组件在分布式市场，特别是对产品溢价接受度更高的海外分布式市场，能有持续享有明显的溢价空间。

图11：应用 BC 组件的户用场景示意图


资料来源：爱旭股份官网

图12：应用 TOPCon 组件的户用场景示意图


资料来源：天合富家官网

2.1.2、集中式场景优势显现

BC 组件具备更高的正面功率且双面率持续优化，当前在多个集中式应用场景下也展现出优于 TOPCon 组件的综合发电能力。基于当前双面组件的综合功率测试方法简化公式：正面功率+正面功率*双面率*背面辐射占比，参考各家官网展示的 2382*1134 版型双玻组件参数，并根据水面、草地、沙地、水泥等集中式项目主流场

景分别进行综合功率计算。在沙地、水泥等背面进光量相对较高的场景下，同版型 BC 组件综合功率超 TOPCon 组件 1.36%-5.07%，背面进光量越低增益越大，在水面场景下综合功率增益达 1.82%-5.30%。

表4：集中式场景组件综合功率统计表

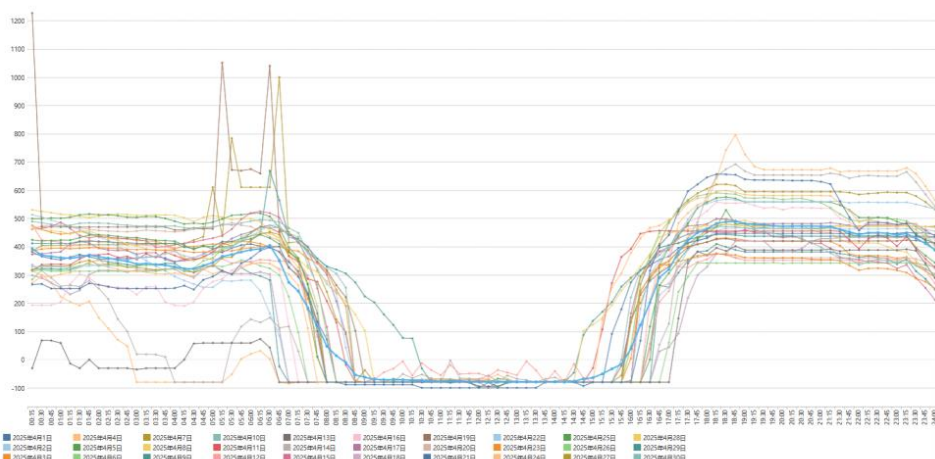
产品	正面功率	双面率	综合功率
水面：背面辐射占比 5%			
BC 组件-爱旭	665	75%	690
BC 组件-隆基	665	70%	688
TOPCon 组件-晶科	650	80%	676
TOPCon 组件-天合	635	80%	660
TOPCon 组件-晶澳	630	80%	655
草地：背面辐射占比 6%			
BC 组件-爱旭	665	75%	695
BC 组件-隆基	665	70%	693
TOPCon 组件-晶科	650	80%	681
TOPCon 组件-天合	635	80%	665
TOPCon 组件-晶澳	630	80%	660
沙地：背面辐射占比 10%			
BC 组件-爱旭	665	75%	715
BC 组件-隆基	665	70%	712
TOPCon 组件-晶科	650	80%	702
TOPCon 组件-天合	635	80%	686
TOPCon 组件-晶澳	630	80%	680
水泥：背面辐射占比 10%			
BC 组件-爱旭	665	75%	715
BC 组件-隆基	665	70%	712
TOPCon 组件-晶科	650	80%	702
TOPCon 组件-天合	635	80%	686
TOPCon 组件-晶澳	630	80%	680

资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》、《新型钝化接触（TOPCon）技术及 Tiger Neo 3.0 商业方案白皮书》、开源证券研究所

2.1.3、弱光性能契合新需求

BC 组件因正面无栅线，结合减反射膜以及高开压特性，能增加光线吸收量，使其在清晨、傍晚等弱光条件下仍能保持良好发电能力。以山东电力市场为例，新能源大发月份的日前现货价格呈现深化的“鸭型曲线”特征：午间光伏出力高峰往往对应工业用电低谷，导致发电企业被迫报出低价甚至负电价；而傍晚光伏出力陡降时正值居民用电需求高峰，从而推高电价。BC 组件优异的弱光性能与 136 号文后市场化电价机制下业主对早晚高电价时段增发电力的需求精准契合。

图13：2025 年 4 月山东日前出清价格统计

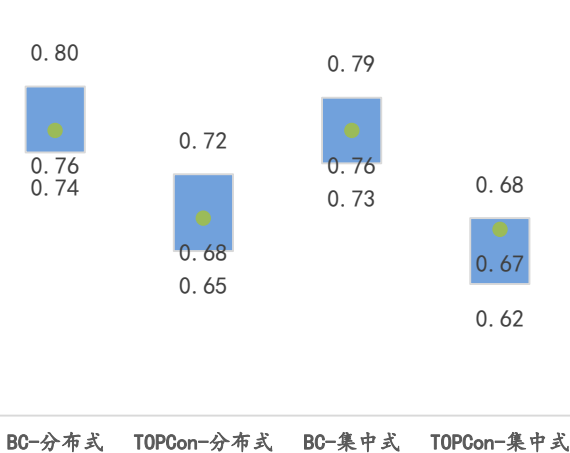


资料来源：兰木达电力现货

BC 组件目前出货规模较小，各第三方平台因统计口径与计算方式不同，公布的市场价格也存在较大差异，但 BC 组件相较 TOPCon 组件的高溢价具有确定性。根据 Infolink 的数据，截至 7 月 23 日国内 BC 组件均价为 0.76 元/W，相较 TOPCon 组件高 0.08 元/W，欧洲户用和工商业项目的 BC 组件均价达 0.182 美元/W 和 0.115 美元/W，远高于 TOPCon 均价 0.085 美元/W。

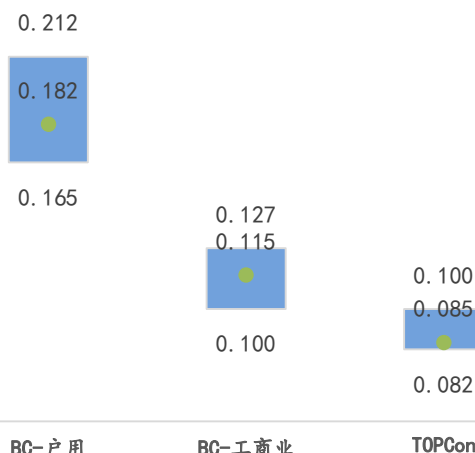
另外，根据爱旭股份在 2025 年 5 月 29 日披露的业绩说明会记录表，ABC 组件凭借功率高、收益多、超安全的产品优势，通过价值定价的商业模式，在国内外市场相较 TOPCon 竞品有较显著的销售溢价。其中国内分布式市场产品溢价约在 10% 左右，海外分布式工商业市场溢价 10%-20% 左右，欧洲等高价值户用市场溢价可达 30%-40% 左右，其中高功率、全黑美学的双玻 ABC 组件在欧洲户用市场渠道售价可达 1.2 元/W 以上。在集中式市场，凭借双面率的提升和阴影遮挡优化、低隐裂风险、热斑温度低等综合优势，ABC 组件也获得客户在溢价上的认可。

图14：国内 BC 及 TOPCon 组件价格（单位：元/W）



资料来源：Infolink 公众号、开源证券研究所

图15：欧洲 BC 及 TOPCon 组件价格（单位：美元/W）



资料来源：Infolink 公众号、开源证券研究所

自 2024 年 8 月华能集团 15GW 框架协议采购招标中单独设立了 1GW 的 BC 标段以来，多家大型电力投资集团均已在光伏组件招标中为 BC 技术单独设立标段，标志着 BC 组件在集中式市场的差异化价值正持续被下游客户认可。

根据公开资料，2025 年以来央企国企组件集采中，BC 组件相较 TOPCon 组件仍保持 0.04-0.06 元/W 的较高溢价。3 月大唐集团和 4 月南水北调中线新能源集采中，BC 技术设有单独标段，并分别取得 0.046 元/W 和 0.060 元/W 的平均溢价。2 月内蒙古能源集团集采中并未单设 BC 标段，隆基的二代 HPBC 与 TOPCon 直接大类集中竞标，仍取得 0.056 元/W 的平均溢价。

表5：2025 年以来大型能源集团集采项目中标情况

技术路线	中标人	容量规模 MW	中标金额 亿元	中标单价 元/W
一、2025 年 4 月南水北调中线新能源（北京）有限公司 2025-2026 年度光伏组件集中采购				
BC 组件				
1	爱旭	300	2.27	0.755
2	隆基	300	2.30	0.768
TOPCon 组件（前 5）				
1	通威	700	4.89	0.699
2	晶科	700	4.94	0.705
3	隆基	700	4.94	0.705
4	晶澳	700	4.94	0.705
5	一道	700	4.84	0.692
BC 组件相较 TOPCon 组件平均溢价				0.060
二、2025 年 3 月大唐集团公示 2025-2026 年度光伏组件框架采购				
BC 组件				
1	爱旭	1000	7.45	0.745
2	隆基	1000	7.50	0.750
TOPCon 组件				
1	通威	19500	137.48	0.705
2	晶科	19500	136.31	0.699
3	隆基	19500	137.48	0.705
4	晶澳	19500	137.48	0.705
5	一道	19500	134.94	0.692
BC 组件相较 TOPCon 组件平均溢价				0.046
三、2025 年 2 月“阿电入乌”、达拉特旗防沙治沙项目、杭锦旗防沙治沙项目光伏组件采购				
BC 组件				
1	隆基	501	3.71	0.740
TOPCon 组件				
1	英利	964	6.37	0.661
2	一道	842	5.82	0.692
3	东方日升	601	4.16	0.692

4	环晟	601	4.16	0.692
BC 组件相较 TOPCon 组件平均溢价				0.056

资料来源：索比光伏网、开源证券研究所

2.2、降本持续推进

随着 BC 电池组件的产能扩张与出货量提升，规模效应加速释放，推动 BC 生产成本进入下行通道。然而在部分核心成本维度上，包括设备初始投资额、量产良率水平、银浆单位耗量等环节，BC 技术尚存优化空间，需通过技术升级持续降本。

设备初始投资额：据 CPIA 数据，电池设备方面，2024 年 XBC 投资成本约 3 亿元/GW，略低于异质结的 3.22 亿元/GW，但高于 TOPCon 的 1.42 亿元/GW；组件设备方面，2024 年新投 XBC、HJT、TOPCon 产线的设备投资额分别为 0.63、0.54、0.49 亿元/MW。未来随着产业规模的进一步增大、设备生产能力的提高及技术进步，单位产能设备投资额将进一步下降。

良率水平：良率是影响 BC 电池成本的关键因素，每提升 1%的良率，成本可下降约 0.33 分/W。BC 电池生产工艺难点主要集中在背面图形化、金属化两个方面。XBC 电池背面 P 区和 N 区交替分布，容易产生漏电现象，因此对 N、P 之间的基区精度或者绝缘层的设计提出了很高要求，另外背面金属电极需要开孔且对准扩散区，也对工艺难度和精度提出了较高的要求。但随着头部企业不断优化生产流程、提高设备精度和加强质量控制，电池良率持续提升，当前爱旭 ABC 及隆基 HPBC2.0 电池产线良率已达到 97%以上。

银耗：银浆是连接电池片与外部电路的关键材料，印刷在电池上烧结后形成电极，负责收集和传导电池表面的光生载流子，对电池转换效率至关重要。对电池的转换效率起着关键的作用。在一定程度上，银浆用量与转换效率成正比，用量多时电极内阻小，电池输出功率高；用量少时电极内阻大，电池输出功率低。BC 电池将正面电极转移至背面，背面正负极交错分布，载流子需穿过整个电池片才能到达电极，导致内部电阻偏高。为降低电阻需在制备过程中增加银浆用量，加粗银栅线。而由于银资源有限且价格较高，导致银浆一直是电池非硅成本的重心。据 CPIA 数据，2024 年 TOPCon 电池双面银浆平均消耗量约 86mg/片；异质结电池由于已普遍采用银含量 30-50%的银包铜技术，双面低温银浆消耗量降至约 75mg/片；XBC 电池银浆消耗量约 135mg/片，但未来随着贱金属等技术的大规模应用，银浆耗量将加速下降。

据 CPIA 数据测算，2025 年 BC 电池组件平均非硅成本与 TOPCon 的差距缩窄至 6 分/W 以内，而头部 BC 企业凭借着技术优势，成本差已降至 3-5 分/W。

表6：BC 及 TOPCon 非硅成本差推算表

项目	2024	2025E	2026E	2027E
银耗				
银耗差 (mg/W)	4.22	3.58	3.29	2.46
XBC 银耗 (mg/片)	135.00	124.00	117.00	105.00
TOPCon 银耗 (mg/片)	86.00	80.00	75.00	70.00
182-XBC 电池功率 (W/片)	8.61	8.71	8.80	8.90
182-TOPCon 电池功率 (W/片)	8.41	8.51	8.61	8.67
银价 (元/g)	7.50	7.50	7.50	7.50
单瓦银耗成本差 (元/W)	0.032	0.027	0.025	0.018
折旧 (电池&组件)				
设备投资成本差 (亿元/GW)	1.72	1.58	1.48	1.34
XBC 设备投资额 (亿元/GW)	3.63	3.42	3.25	3.03
TOPCon 设备投资额 (亿元/GW)	1.91	1.84	1.77	1.69
设备折旧年限 (年)	12.00	12.00	12.00	12.00
单瓦折旧成本差 (元/W)	0.029	0.026	0.025	0.022
电耗 (电池&组件)				
电耗差 (kwh/MW)	1.42	1.27	1.08	0.92
XBC 电耗 (万 kwh/MW)	7.93	7.68	7.40	7.16
TOPCon 电耗 (万 kwh/MW)	6.51	6.42	6.31	6.23
电价 (元/kwh)	0.95	0.95	0.95	0.95
单瓦电耗成本差 (元/W)	0.007	0.007	0.006	0.005
水耗 (电池&组件)				
水耗差 (t/MW)	69.00	66.50	64.00	61.50
XBC 水耗 (t/MW)	623.00	604.00	585.00	566.00
TOPCon 水耗 (t/MW)	554.00	537.50	521.00	504.50
水价 (元/t)	5.02	5.02	5.02	5.02
单瓦水耗成本差 (元/W)	0.000	0.000	0.000	0.000
总成本差 (元/W)	0.068	0.060	0.055	0.046

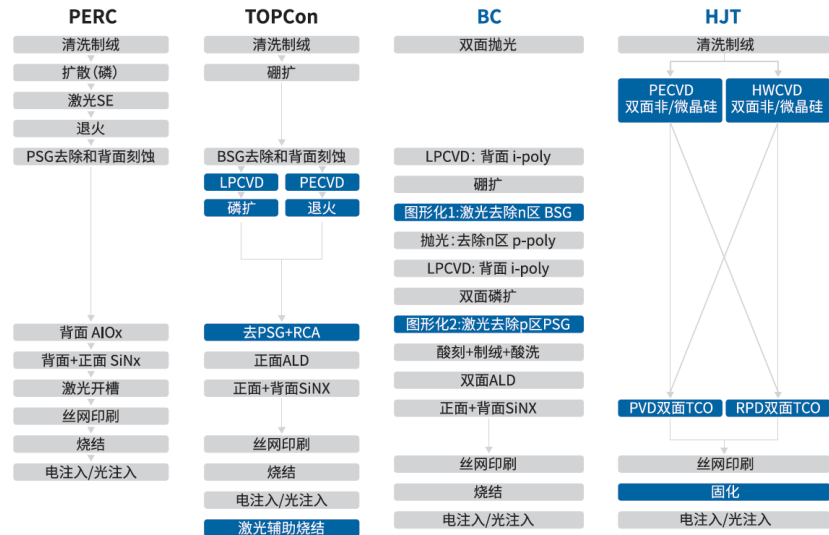
资料来源：CPIA、开源证券研究所

3、产能扩张加速，设备需求释放

3.1、BC 电池设备投资强度更大

BC 电池的制造工艺本质上是 TOPCon 等高效电池技术路线的延伸，但其工艺复杂性更高。以 TBC 电池为例，目前其工艺流程有 14 道步骤，较标准 TOPCon 产线 12 道工序要再多 2 道，主要因为其需在背面构建叉指状 p+/n+ 区，要通过激光开槽、掩膜等技术进行精确的图形化处理。

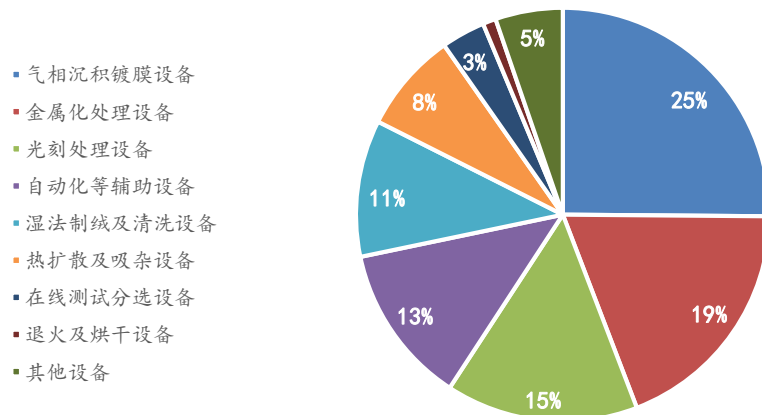
图16：各技术路线工艺流程对比



资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》

工艺链延长及制程复杂度提升，显著推高了BC电池的单位设备投资额。参考爱旭股份2023年9月披露的公告，其义乌六期15GW高效晶硅太阳能电池项目预计设备总投资57.29亿元，折合单位产能投资额3.82亿元/GW。关键高价值设备构成中：气相沉积镀膜设备0.96亿元/GW，占25.13%；金属化处理设备0.73亿元/GW，占19.25%；光刻处理设备0.57亿元/GW，占15.04%，合计贡献近60%的设备投资成本。当前随着技术成熟度提升及工艺优化，新建BC产线的设备投资额已降至2.5-3亿元/GW以内。

图17：BC电池设备投资成本结构



资料来源：爱旭股份公告、开源证券研究所

3.2、激光设备为主要增量

BC 电池因正负极都在电池背面，需要对背面 p+/n+ 区域实现高精度隔离来确保电池可用性。早期 BC 电池研发依赖半导体光刻技术实现背面 p+/n+ 区域的高精度隔离，但其高昂的成本与复杂的制程（需 6-8 道光刻掩膜步骤）严重制约了产业化进程。2018 年德国 ISFH 首次提出“激光掺杂+背面钝化”的方案并进行了技术实现，但技术成熟度低，产能、成本、技术无法与常规技术竞争。近几年，随着激光图形化技术的快速发展，在精度提升、损伤控制和生产效率上得到全面突破，2021 年正式进入成熟应用期。当前 BC 电池量产已经全面使用激光图形化替代光刻技术，在大幅度降低电池设备及制程成本的同时压缩工艺步骤，真正将 BC 电池制造逻辑从“半导体级精度”向“低成本可量产精度”的范式跃迁。

表7：激光图形化与光刻技术对比

参数	光刻工艺（传统）	激光图形化（BC 技术）	改进效果
图形精度	$\pm 0.5 \mu m$	$\pm 2 \mu m$	满足量产需求
设备投资	/	/	成本下降 60%以上
耗材	光刻胶	无耗材	无耗材
生产节拍	120 片/小时	5000 片/小时	产能提升 40 倍以上

资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》、开源证券研究所

激光在 BC 电池制造中扮演着至关重要的角色，PERC 产线中激光设备价值量在 1000 万元/GW 左右，TOPCon 产线中激光设备价值量仅 500 万/GW 左右（不含 poly finger 设备），而当前新投 BC 产线中激光设备价值量约 5000 万/GW，BC 产能的扩张将带动激光设备需求大幅增长。

表8：不同技术激光设备价值量统计表

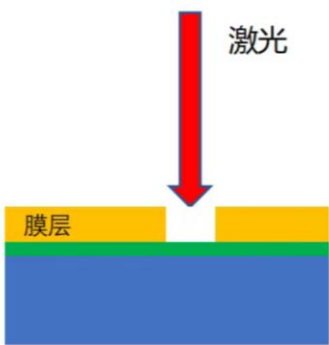
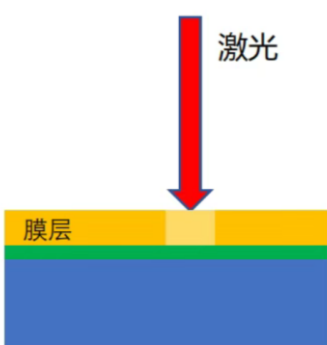
技术路线	激光设备	单 GW 价值量
PERC	SE 激光掺杂	1000 万元
	激光消融	
TOPCon	激光 SE（已被 LECO 替代）	700-800 万元
	LECO	500 万
	poly finger（待大规模导入）	800-1000 万
XBC	激光开膜	5000 万元
	P/N 区隔离	
	金属化前激光开槽	

资料来源：帝尔激光公告、海目星公告、开源证券研究所

激光图形化分为减材法和增材法，其中减材法中又包括直接减材法和间接减材法，目前 XBC 工艺中采用的是直接减材法。

表9：直接减材法与间接减材法对比

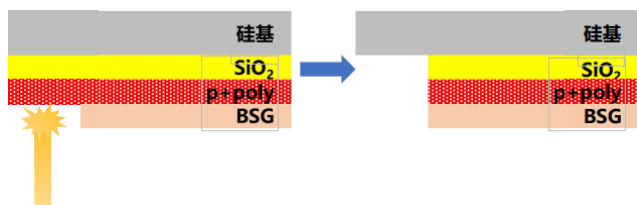
技术路线	直接减材法	间接减材法
------	-------	-------

技术路线	直接减材法	间接减材法
示意图		
应用	已用于 BC 电池量产	功率器件、芯片制造等领域
方式	激光刻蚀	激光成像曝光 激光辅助化学腐蚀
原理	将激光光束精确聚焦到目标膜层，在特定激光功率密度下，膜层吸收激光热能，瞬间融化气化的过程	利用蓝紫光激光器，通过数字或光学掩膜完成曝光 将激光光束聚焦目标膜层的上表面，通过激光作用将膜层的品格结构疏松化，再搭配酸碱湿法的方式去除膜层
特点	• 可作用于任意区域 • 自由图形化 • 光斑形貌可调制 • 波长、脉冲可调制 • 可加工材料较多	• 成本相对较高 • 需光刻胶工艺 • 较单纯化学腐蚀效率更高 • 可调控速度 • 可实现化学腐蚀的图形化

资料来源：XBC 电池与组件技术论坛-英诺激光报告、开源证券研究所

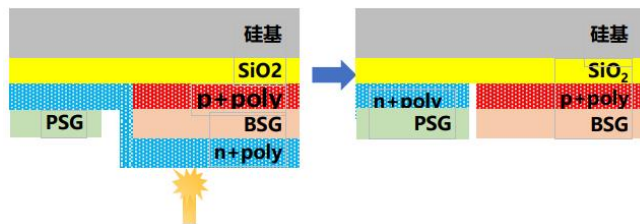
两次激光刻蚀是 TBC 关键工艺，分别用于去除 n 区 BSG 和 p 区 PSG，通过精准控制激光加工，确保 P/N 结构分布合理，提高电池转换效率。工艺流程虽然复杂，但可以减少传统扩散工艺的影响，提高良率。

图18: TBC 电池工艺第一道激光图形化示意图



资料来源：晶硅太阳能电池技术

图19: TBC 电池工艺第二道激光图形化示意图



资料来源：晶硅太阳能电池技术

3.3、BC 产能逆势扩张

在光伏制造业面临严重产能过剩的背景下，主要厂商均已基本暂停国内 TOPCon 路线的新建产能规划，当前仍在进行的产能建设项目主要聚焦于 BC 技术路线。隆基和爱旭持续保持 BC 领军企业的地位，部分二三线企业也在通过自投、合建、改造等方式扩充 BC 产能，而所有头部企业也都已布局至少一条 BC 技术中试线，并加速推进工艺研发与量产转化进程。

隆基绿能持续领跑 BC 产业化进程，其 HPBC 2.0 产能计划从 2025 年 4 月底的 15GW 提升至 2025 年末的 50GW。新增产能中约 50%通过原有 HPBC 1.0 及 PERC

产线技术改造实现。另外，在 6 月 30 日股东大会上，公司董事长钟宝中表示 6 月份 HPBC 2.0 产品单月产出达 2GW，预计 9 月份可实现单月产出 3GW，11 月份可实现单月产出 4GW。

爱旭股份目前拥有 2 个 BC 电池及组件生产基地，共 18GW ABC 产能，其中珠海基地有 10GW 产能，义乌基地有 8GW 产能。此外，爱旭在济南规划了 30GW 电池组件产能，分三期建设，目前一期 10GW 项目的部分组件车间已投产，电池车间厂房已完成封顶，计划年内实现电池车间投产。

基于主要企业披露的产能规划估算，行业新增/改造 XBC 产能规划近 90GW。

表10：BC 扩产/改造规划统计表

公司	BC 产品	当前产能 GW	总产能规划 GW
隆基绿能	HPBC 2.0	24	50
爱旭股份	ABC	18	35
协鑫集成	GPC	/	13*
普乐科技	TBC	2	12
英发睿能	HPBC	/	6*
钧石能源/金阳新能源	HBC	2*	6*
创维光伏	ABC	/	5*
高景太阳能	GBC	2	3
Maxeon(TCL 中环)	IBC	2	2
黄河水电(国电投)	TBC/IBC	0.2	0.2
通威股份	TBC	中试线	/
天合光能	TBC	中试线	/
晶科能源	TBC	中试线	/
晶澳科技	TBC	中试线	/
阿特斯	TBC	中试线	/
一道新能	DBC	中试线	/
正泰新能	TBC	中试线	/
钧达股份	TBC	中试线	/
横店东磁	TBC	中试线	/
中来股份	JBC	/	/
尚德电力	TBC	/	/
华耀光电	HYBC	/	/
合计	XBC	40.7	130.2

*协鑫集成与日晟产投成立合资公司，计划将合资公司控股子公司高新卓曜 12GW 电池产能部分产线技改升级为 BC 电池产能。此外协鑫集成在芜湖规划 1GW BC 电池产能，计划于 2025 年 11 月试生产。

*英发睿能与隆基绿能合作建设 16GW HPBC 电池片项目，首期 6GW 产能将于 2025 年内投产。

*金阳新能源于 2024 年 9 月披露公告，与钜能电力（钧石能源）、隆基绿能设立合资公司，将隆基的西安航天产业基地四条 PERC 产线升级为 HBC 生产线。此外，金阳新能源于 2025 年 4 月披露公告，福建金石（钧石能源）与义乌晶澳拟设立合资公司将 4GW PERC 产能升级改造为 HBC 产能，金阳新能源将为合资公司提供 HBC 电池专利技术使用权。

*创维光伏与爱旭股份合作建设 5GW ABC 电池片项目，其中创维持股 61.1%，爱旭持股 27.8%，预计将于 2025 年下半年投产。

资料来源：各公司官网及公告、开源证券研究所

4、降银势在必行，方案多维突破

银浆是制备晶硅光伏电池金属电极的核心材料，用以收集和传导电池所产生的电流，具有高导电性和低电阻率的特点。不同的光伏电池技术，其表面用于收集和传输电流的电极制备原理和方式也不同，所需浆料产品的技术要求也存在较大差异。因此，在下游光伏电池技术迭代发展的过程中，浆料厂商需要针对下游电池片厂商的技术路线、工艺情况、工艺成熟度和生产设备的升级换代情况及时进行配套性开发。

与 TOPCon 技术路线相比，XBC 电池金属电极均布局于背面，其膜层结构及工艺更为复杂，既要求导电浆料具备良好的导电性，又需避免破坏膜层，对印刷精度、断栅控制等环节的要求也更高。另外 XBC 电池烧结温度较低且高温时间更短，对导电浆料接触优化要求更高。

表11：各技术路线对浆料技术要求

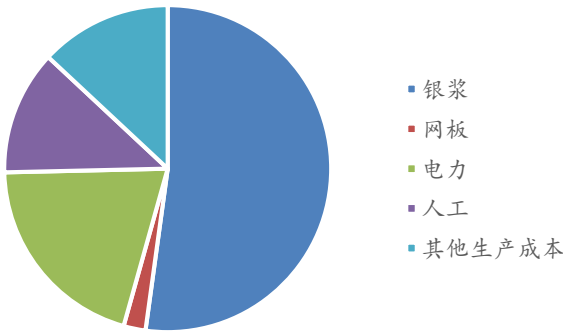
电池技术	产品类型	浆料技术要求	技术门槛
XBC	XBC 电池 p-poly 银浆	低掺杂浓度 p-poly 钝化结构中形成良好的欧姆接触，良好的印刷性确保精准腐蚀	在形成良好接触的同时，确保对 poly 层的低腐蚀，减少复合，保护开压以及填充
	XBC 电池 n-poly 银浆	n-poly 钝化结构中形成良好的欧姆接触，同时要避免玻璃腐蚀以及金属复合带来的钝化层破坏，尽可能减少钝化损失	增强对接触深度的控制，尽可能保护钝化层以提升填充
	XBC 电池主栅银浆	主要起到收集细栅电流的作用，同时通过焊带连接将电池串联成组件。需求：(1)对氮化硅膜损伤较小，同时具有良好的焊接拉力，保证较高的光电性能和良好的可靠性；(2)固含低，单耗低；(3)与细栅兼容性好	低单耗与高拉力的平衡
TOPCon	TOPCon 电池正面细栅银浆	TOPCon 叠加 LECO 技术后，烧结温度下降，匹配 LECO 技术要求，更高效提升明显，解决了 B 扩接触难的问题。浆料的发展方向为降低单耗，提升接触，减少钝化，提升效率	开压更少复合，即对钝化层精准腐蚀。同时匹配细线印刷，达到降本增效的需求
	TOPCon 电池背面细栅银浆	向更低的烧结温度发展来减少对钝化效果的损伤，也需要在保证接触电阻和避免金属复合的基础上，具备良好印刷性能和烘干工艺	与原有 PERC 正面细栅银浆技术同源，需增加对接触深度控制和印刷烘干脱落控制
	TOPCon 电池主栅银浆	主要起到收集细栅电流的作用，同时通过焊带连接将电池串联成组件。TOPCon 电池主栅银浆需要做到以下几点：(1)对氮化硅膜损伤较小，同时具有良好的焊接拉力，保证较高的光电性能和良好的可靠性；(2)具备良好的印刷性能；(3)主栅银浆与细栅银浆一起烧	与原有 PERC 主栅银浆技术同源

电池技术	产品类型	浆料技术要求	技术门槛
结，因此对工艺窗口要求较高			
HJT	HJT 电池低温银浆	需实现贱金属替代改善导电率和可靠性，同时通过高速印刷、快速固化提升产能	(1)改善贱金属易氧化的机理特性给浆料厂商开发制备提出了很大挑战；(2)产品在较多的可靠性风险，验证、评估测试周期较长
PERC	PERC 电池银浆	PERC 电池片技术处于下行周期，产品成熟度已经很高，产品技术迭代空间小	

资料来源：海天股份公告、开源证券研究所

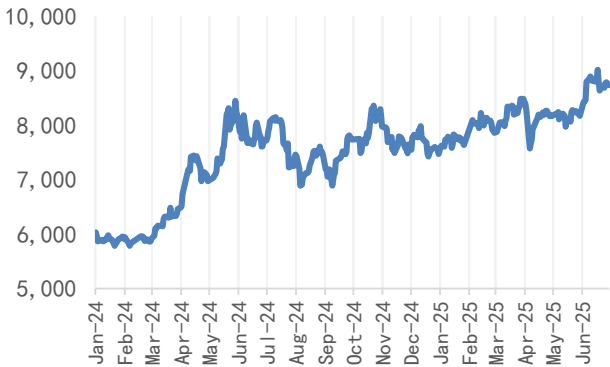
银浆作为直接影响光伏电池转换效率的关键材料，具有用量大、成本高、技术门槛高等特点。根据 CPIA 提供，2024 年 12 月光伏主流产品（N 型 M10 及 G12R）中，不计折旧、不含增值税，银浆成本占到电池非硅成本的 50%以上，而 XBC 技术由于单位银耗更高，银浆成本占比预计更高。此外，2024 年以来银价持续上涨，当前已涨至单公斤 8000 元以上，进一步推高电池厂商成本压力，降本诉求迫切。

图20：电池非硅成本结构（不含折旧）



资料来源：CPIA、开源证券研究所

图21：24 年上海银价走势图（单位：元/公斤）



资料来源：上海黄金交易所、开源证券研究所

受光伏银浆耗量激增与全球白银供应趋紧影响，银价持续高位震荡，倒逼电池厂商加速技术革新，在保障电池转换效率的同时控制银浆耗量。目前少银化路线有多种，主要可以分为直接降低银用量方案，包括低固含、0BB、网板优化、钢板印刷等方式；另一种为通过贱金属部分取代银，包括银包铜、铜电镀、铜浆/铝浆等方式。

表12：少银化路线对比

路线	降银方式	应用场景	方案	银耗降低	进展	挑战
低固含	降低银用量	TOPCon/BC	背细:91%→87% 主栅:86%→83%→<80%	10%-15%	细栅浆料 89% 固含量已量产 主栅浆料 83% 固含量已量产	存在可靠性及断栅质量风险
0BB	降低银用量	TOPCon/HJT/BC	覆膜方案 点胶方案 焊接+点胶方案	20%	三种方案目前均有量产案例	/
常规网	降低银用量	TOPCon/H	高强度钨丝	10-15%	TOPCon 测试	更细的网纱，强度

路线	降本方式	应用场景	方案	银耗降低	进展	挑战
版	量	JT/BC	网纱线径:7→5→4 μm 副栅开口:10→8→ 6 μm		中	需提升
钢板印 刷	降低银用 量	TOPCon/H JT/BC	钢板全开口	10-15%	HJT 已量产 TOPCon 测试 中	主栅交界处易断 网版寿命短
银包铜	贱金属替 代	TOPCon/H JT/BC	银含 50%→40%→30%	50%+	30-35%银含银 包铜浆料已量 产	TOPCon/BC 需要 种子层 可靠性风险
铜电镀	贱金属替 代	TOPCon/H JT/BC	电镀	100%	个别企业量产	环保, 良率, 成本
铜浆/ 铝浆	贱金属替 代	TOPCon/H JT/BC	银浆+铜浆 银浆+铝浆	20-60%	个别企业量产 验证	TOPCon 正面难以 实现 可靠性风险

资料来源：正泰新能《高效 n 型光伏电池少银化技术路径》报告、开源证券研究所

当前，头部 BC 企业正持续探索铜电镀、银包铜、以及纯铜浆料等多种技术方案以进一步降低银浆用量，充分发挥贱金属铜的显著优势：

- （1）资源禀赋优势：根据铜业发展协会（CDA）数据，目前全球已知的铜矿资源量约为 26.3 亿吨，是银储备量的约 4500 倍。
- （2）成本优势：相较于白银，铜具备较强的价格竞争力。以最新现货价格计，铜价约为 80 元/千克，不足白银价格的 1%。
- （3）导电性优势：铜的电阻率为 1.68 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ，银的电阻率为 1.59 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ ，铜具备优良的电导性和热导性。

4.1、铜电镀/无银金属化涂布

光伏电镀铜技术是一种借鉴印刷电路板 PCB 生产中的成熟度图形化电镀铜线路工艺，基本原理是利用化学电解原理，在特定金属表面镀上铜层，其优势在于可精准控制铜层厚度与均匀性。电镀铜主要工序包括种子层制备、图形化、电镀及后处理四大环节，目前各环节技术路线不一，多种组合工艺方案并行。

- （1）种子层制备：为了保证电镀过程中良好的导电性，通常通过在栅线区域进行种子层的制备，从而保证较好的电子传输，能够促进金属栅线的生长，加快电镀效率。常见的种子层材料包括金属铜、镍、铜镍合金、钛、钨等，其制备方式主要有物理气相沉淀（PVD）和化学气相沉淀（CVD）、喷涂、印刷等方法。由于 PVD 方法技术门槛较低，因此目前 PVD 制备种子层为主流方法，其中主要采取溅镀技术溅射金属层。
- （2）图形化：喷涂感光胶层，并通过曝光、显影将图形转移至感光材料上。目前曝光显影环节主流技术有 LDI 激光直写光刻+显影、常规掩膜光刻+显影、激光开槽、喷墨打印等，其中无需掩膜的激光直写光刻技术应用潜力较大，激光开槽能够节约曝光显影步骤的成本，目前已在 BC 类电池上量产应用。

(3) **电镀**：将电池片插在电解池中还原溶液中的铜离子为铜金属，完成铜的沉淀。工艺主要包括垂直电镀、水平电镀、插片式电镀等路线。

垂直电镀通常分为六个步骤：

步骤一，对 N 型硅片表面通过湿化学法进行织构化处理；

步骤二，在 N 型硅片正面制作发射极；

步骤三，在 N 型硅片背面沉积隧穿氧化层，并在隧穿氧化层上沉积掺杂多晶硅；

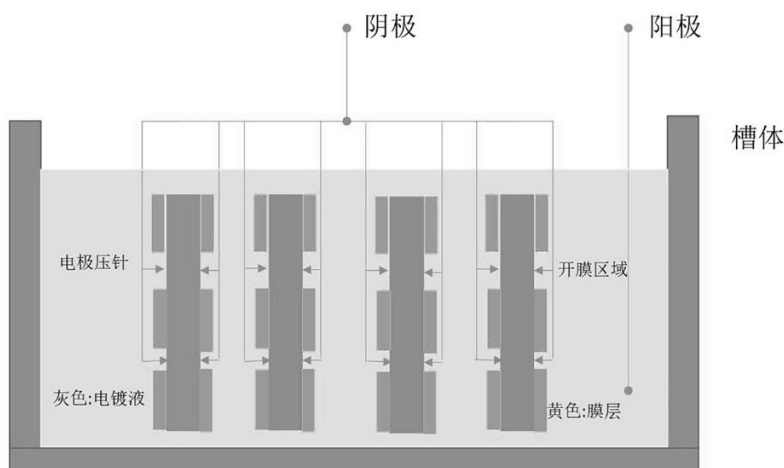
步骤四，对 N 型硅片进行双面镀膜；

步骤五，在 N 型硅片的正面和背面进行激光开膜形成电极栅线预设区以及电镀压针区；

步骤六，电镀电极夹持住电池正面和背面的电镀压针区进行槽式电镀。

垂直电镀设备较为成熟，但无法以流水线的方式对太阳能电池进行电镀，电镀效率较低，且垂直电镀的电极压点阻挡了电镀反应，影响电池的外观以及转换效率。

图22：垂直电镀方法示意图



资料来源：国家知识产权局

水平电镀方面，根据爱旭专利“太阳能电池的制备方法及其太阳能电池组件、发电系统”（授权公告号 CN114335257A，授权公告日 2022.04.12），可分为三步制备：

步骤一，在待设置电极的太阳能电池的第一区域，和/或第二区域进行膜层开孔；

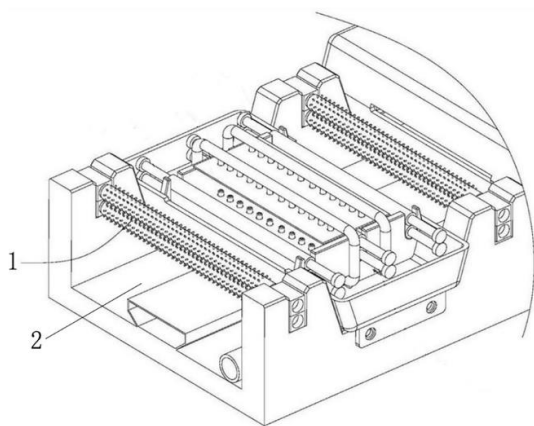
步骤二，在太阳能电池上生长种子层，种子层通过步骤一的开孔区域与第一区域，和/或第二区域形成导电接触；

步骤三，水平传输待电镀的太阳能电池，阴极电镀刷与水平传输的太阳能电池上的种子层接触，使得种子层形成电镀体系的阴极，阳极件设置于电镀槽的电镀液中，设于电镀槽内的移动机构带动太阳能电池自太阳能电池移动机构的入口向出口方向移动，以使太阳能电池在通电及水平传输中实现电镀。

水平电镀方式具有多种优点：（1）只需要设计合适长度的槽体，提高传输的速度，即可实现理想的单位时间产片量，使其满足大规模量产化需求；（2）种子层电导率高，同时电池片表面均匀地与药液接触，提高了电镀工艺的均匀性以及稳定性；

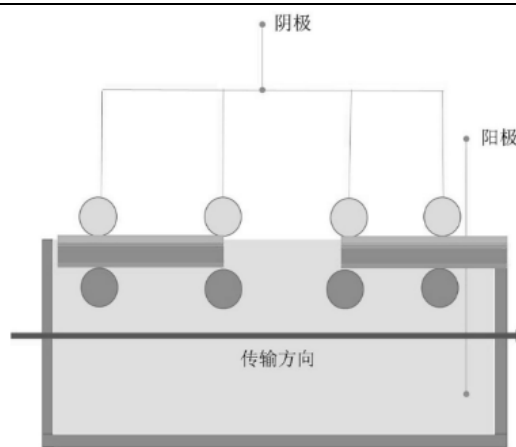
(3) 激光开膜面积独立于电极宽度，主栅区域、阴电极接触区域也不需要额外的激光开膜，有效地降低激光损失。

图23：水平电镀设备结构图



资料来源：国家知识产权局

图24：水平电镀方法示意图

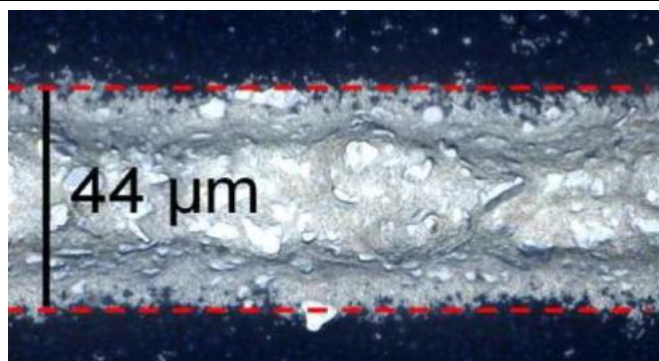


资料来源：国家知识产权局

(4) 后处理：采用清洗机对残留在表面的感光胶进行处理，刻蚀掉剩余的种子层，并通过电镀锡保护层抗铜氧化。

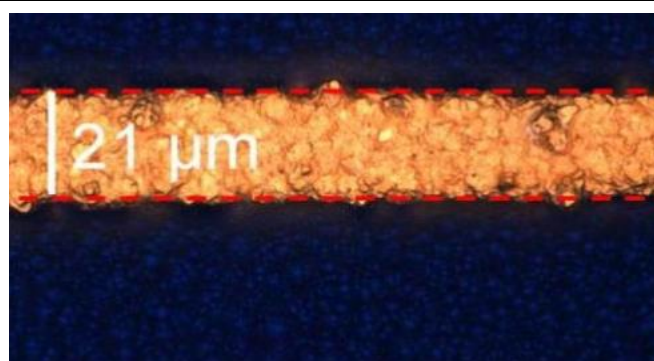
银浆电极线宽较宽且表面粗糙不平，最高高度与最低高度差距达 $9\mu\text{m}$ ，横截面呈不规则形状，高宽比仅 0.34。而铜电镀电极线宽缩至银栅的一半，表面粗糙度小于 $2\mu\text{m}$ ，横截面呈规则矩形，高宽比提升至 0.6。这种形态优势降低了遮光损失，并有效提升电流收集效率。

图25：银浆电极线宽示意图



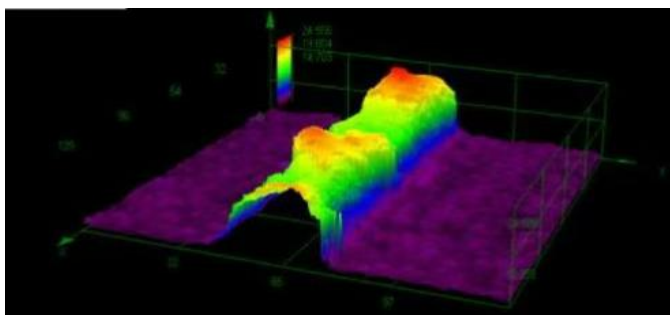
资料来源：《Process challenges of high-performance silicon heterojunction solar cells with copper electrodes》

图26：铜电镀电极线宽示意图



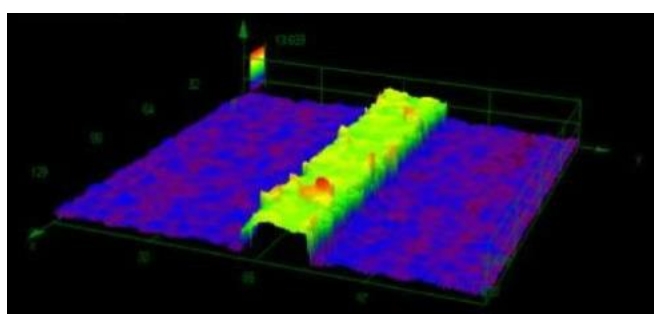
资料来源：《Process challenges of high-performance silicon heterojunction solar cells with copper electrodes》

图27：银浆电极横截面示意图



资料来源：《Process challenges of high-performance silicon heterojunction solar cells with copper electrodes》

图28：铜电镀电极横截面示意图



资料来源：《Process challenges of high-performance silicon heterojunction solar cells with copper electrodes》

电镀铜技术当前产业化过程还存在以下困难：（1）铜电镀设备投资成本仍然较高，尚存在较大降本空间，且产线较长，占地面积较大；（2）相较丝网印刷，铜电镀的工艺流程更长，良率提升难度大，可靠性问题尚需长期检验；（3）电镀过程产生的废水成分复杂，含有大量重金属离子，处理麻烦且环保成本较高，随着国内环保政策收紧，环保问题成为铜电镀技术大规模普及最大的限制因素；（4）产业链生态尚未建立，各项成本较高。

4.2、银包铜/纯铜浆

银包铜是一种通过化学镀技术在铜微纳米颗粒表面沉积特定厚度银镀层形成的复合金属材料，其银含量占比在 30%-50%之间。银包铜旨在减少光伏银浆用量，通过铜芯替代部分银，同时结合银与铜的双重优势：铜芯提供高的导电性、导热性、耐磨损性和韧性，并显著降低材料成本；银壳则确保抗氧化性、耐腐蚀性、低接触电阻以及高可靠性。而纯铜浆则将银含量直接降为 0%，能够在银包铜的基础上进一步降本，但也面临着更严重的氧化、扩散、烧结等问题。

银包铜粉常用制备方法有：喷雾热解法、电子束辐射法、气相火花烧蚀法、机械球磨法及化学镀法等，目前主流方式的是化学镀法。

表13：常见银包铜粉制备方法对比

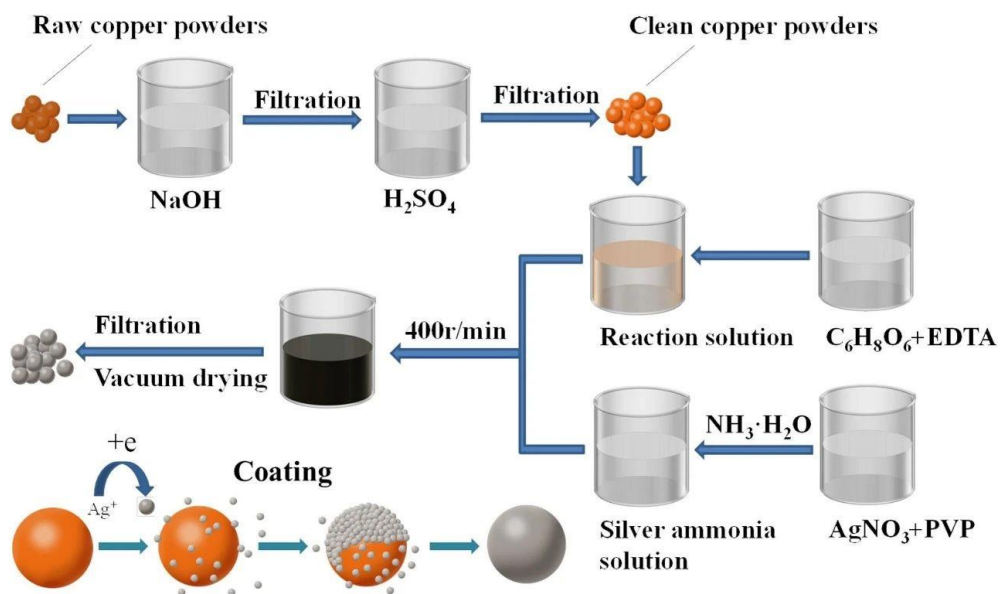
方法	喷雾热解法	电子束辐射法	气相火花烧蚀法	机械球磨法	化学镀法
原理	通过将液态前驱体溶液雾化，成微小液滴，在高温下进行热解，最终形成无机粉末	利用电子束辐照含有金属离子的水溶液，产生强还原性的水合电子，将金属离子还原为金属粉末	在两个金属电极之间施加高压，通过火花烧蚀生成的金属蒸汽凝结形成纳米颗粒	在球磨机中将混合均匀的银粉和铜粉进行球磨，从而使银粉在铜粉颗粒的表面延展开，实现包覆	基于金属之间的标准氧化还原电位差制备银包铜粉
优点	可以获得均匀的粉末	在原料成本上具备一定优势	（1）可直接使用纯铜和纯银作为原料，成本较低 （2）反应过程不使用溶剂，	生产效率高，可批量生产	流程相对简单，不需要昂贵设备和大量电力消耗，制备成本低，生产效率高，包

方法	喷雾热解法	电子束辐射法	气相火花烧蚀法	机械球磨法	化学镀法
			避免污染		覆效果好
缺点	(1) 需要昂贵的喷雾设备和热解炉 (2) 铜在高温下易氧化，需要使用还原性保护气体如氢气、一氧化碳等，增加操作危险性	电子辐照加速器价格昂贵，导致设备投产初期成本高	还处于实验室研究阶段，尚未实现工业化	生产投入大，耗银多，成本较高	(1) 镀层致密性和分散均匀性较差 (2) 为提高包覆效果，通常要将微纳米铜粉进行预处理，较为繁琐

资料来源：国家知识产权局、开源证券研究所

运用化学镀法制备银包铜粉的过程中，镀液的主要成分是由硝酸银溶液组成，并与铜离子发生置换反应，游离的银离子因为具有较高的氧化-还原电位，导致镀液稳定性不佳，制得的镀层不够致密。因此，现代工艺多采用络合剂来络合游离的银离子，提高银离子的络合常数，保证镀液在金属包覆过程中的稳定性。常见的络合体系包括：氨水络合体系、EDTA 盐体系、胺烯类化合物体系。

图29：银包铜合成过程示意图



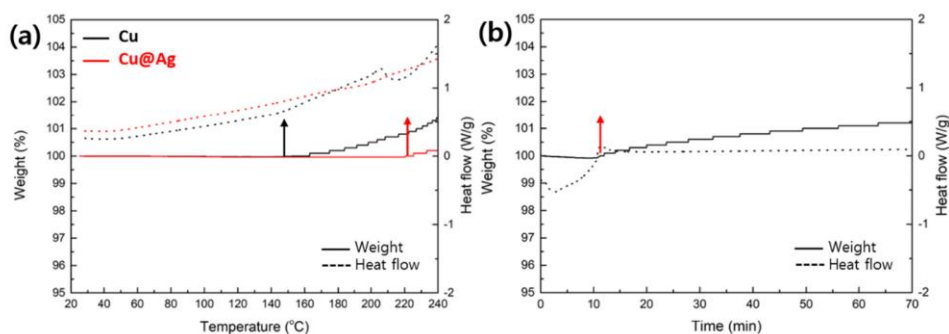
资料来源：Materials & Design

虽然银包铜/纯铜浆成本优势明显，但铜在高温环境下也存在易扩散、易氧化的问题，并且在光伏封装中铜还可能与封装材料发生腐蚀反应。

(1) 铜氧化：根据首尔科技大学的实验结果，参考下图 (a)，铜粉的质量自 148° C 起便会因铜的氧化而增加，在 240° C 时的总增重为 1.4 wt%。相比之下，银包铜粉的氧化起始温度延迟至 220° C，且在 240° C 时的增重仅为 0.2 wt%，主要系其表面厚实致密的银壳层起到了保护作用。另外，参考下图 (b)，经测试银包铜粉在空气中进行 220° C 加热时，约 12 分钟后银镀层会在高温下失去对铜芯的保护作用。

氧化铜的电阻率约为 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ ，远高于金属铜 $1.68 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ ，显著增加电极的串联电阻，导致导电性下降。

图30：铜氧化实验结果



资料来源：《Dewetting behavior of Ag in Ag-coated Cu particle with thick Ag shell》

(2) 铜扩散：铜原子在硅中的固溶度极低，但扩散速度极快。在高温条件下，铜可通过硅晶格空位和间隙扩散机制快速进入硅基体，并形成深能级陷阱中心，从而导致杂质复合增强、少子寿命下降，PN 结迁移、漏电流增加，以及钝化层失效、电池开路电压降低等问题。

(3) 焊接稳定性：1) 铜易被 EVA 酸腐蚀：常用封装胶 EVA 在光热作用下会分解释放醋酸等酸性物质，铜容易形成腐蚀产物醋酸亚铜 (CuAc)；2) 锡焊不良、粘结强度差：铜浆表面易氧化，焊接时氧化层阻碍润湿性，导致剥离力下降；3) 长期湿热老化问题：湿热下，铜与水分、空气长期反应形成氧化物层，造成失效。

表14：针对铜氧化、铜扩散、焊接稳定性等问题的主流解决方案

待解决问题	方案	原理
铜氧化	铜粉表面包覆技术	(1) 银包铜：最常用方式，在 Cu 核外包覆薄 Ag 壳，稳定性强，适配 HJT 低温浆料 (2) 低熔点金属包覆：Sn、Bi 等，可形成自愈烧结界面 (3) 聚合物包覆：印刷过程中保护铜粉，烧结时降解脱除
	气氛控制烧结	(1) 使用氮气 / 氩气保护气氛防止氧气进入炉膛 (2) 采用真空快速烧结 (RTP) 技术，在 10 秒内完成固化，避免氧化大面积发生
	开发低温铜浆工艺	典型应用于 HJT (低温 $\leq 200^\circ\text{C}$)，利用还原性有机粘结剂或添加剂避免空气氧化，同时设计银 / 铜复合导电路径，降低单一铜的导通负担，提高电极稳定
	开发烧结添加剂	掺入氢气释放源、氨基聚合物等还原性助剂，使烧结过程中氧化铜还原为金属铜
铜扩散	设计扩散阻挡结构	(1) 引入银种子层 (Ag-seed)，使铜不直接接触硅，而是先沉积银，然后再焊接铜 (2) 使用介电层 (SiN_x 、 AlO_x) / 非晶硅 (a-Si) 作为屏障
	开发浆料内部抑制剂	添加磷、硼、锰等扩散抑制剂，通过形成稳定化合物或掺杂竞争机制抑制铜迁移，典型体系包括 Cu-B 浆料、Cu-Mn 系统等
	采用快速烧结工艺	将烧结温度控制在 $700-750^\circ\text{C}$ ，时间控制在 5-10 秒内，避免缓慢温升和在高温区滞留时间过长，降低扩散累积效应

待解决问题	方案	原理
焊接稳定性	结构保护层协同设计	在电极层与硅片之间加设“牺牲层”或“缓冲层”，例如多孔 TiO_2 ，可吸附铜离子，防止其扩散进入硅基体
	铜表面制备镀层或合金层	如 Ni-P 、 Ni-Sn 共沉积，可提升抗氧化性并增强焊接润湿性，或采用纳米镀锡技术，形成致密亲锡表层，有利于低温焊接，同时要求工艺兼容现有印刷线，不增加额外投资负担
	优化封装体系	将 EVA 封装材料替换为 POE、EPE 等非醋酸类材料，或增加阻水层厚度、引入边缘封装涂层，抑制水汽入侵
	改进栅线结构	采用 SMBB（超多主栅）或 0BB（无主栅）方案，减少单栅电流负载及焊接点应力，降低应力集中导致的开裂 / 剥离风险
	添加界面改性剂	如有机锡、羧酸类粘接剂、羟基硅烷等界面促进剂，提高浆料与焊带的物理和化学粘附力

资料来源：先进铜基材料、开源证券研究所

4.3、0BB 技术

0BB 技术本质上是组件端技术，通过采用密集细栅直接焊带连接替代传统的焊带与电池片主栅局部焊接的模式，大幅度减少电流横向传输距离，降低串联电阻(RS) 20%以上。同时消除了背面的主栅，降低制造成本的同时提升背面光利用率。目前主流的 0BB 技术路线有三种，目前均有量产案例。

表15：主流 0BB 技术路线

技术路线	覆膜	点胶	焊接+点胶
图示			
工艺概述	1.低温预固定焊带和皮肤膜 2.通过层压使焊带与电池形成合金化连接	1.胶水+胶膜预固定焊带 2.通过层压使焊带与电池形成合金化连接	1.焊带和电池片通过焊接实现合金化 2.施胶加固互联强度
工艺特点	• 低温工艺 • 无助焊剂 • 无胶点固定 • 层压合金化	• 低温工艺 • 无助焊剂 • 有胶点固定 • 层压合金化	• 传统焊接工艺 • 有助焊剂，利于锡银合金化 • 焊接+胶点加固 • 层前合金化
银浆成本下降程度	高	高	中
胶水/膜成本上升程度	高	中	低

资料来源：CPIA、开源证券研究所

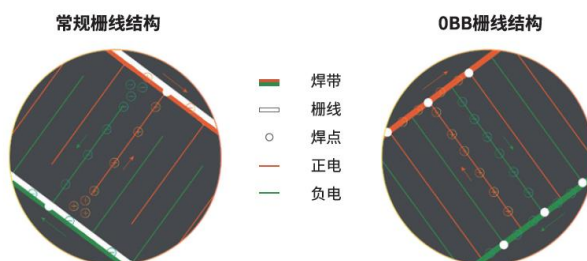
0BB 的技术应用具有多种优点：

(1) **效率/双面率提升**：有效降低组件 CTM 损失，提高组件效率 0.2%；同时由于焊接点增多，使 BC 组件的背面金属图形化设计更灵活，BC 组件双面率可提升到 75%-80%。

(2) **银耗量降低**：电池片银耗降低 30%，进一步提升 BC 电池的可制造性和经济适用性。

(3) **可靠性提升**：无主栅设计避免主栅-细栅焊接界面应力集中，同时将组件焊接点数量提升 10 倍，有效提升了组件的抗隐裂能力，隐裂比例降低 50%以上；另外，0BB 细栅焊接技术的界面热膨胀系数（CTE）匹配性更优，温度循环（TC）及湿热老化（DH）表现更优异。

图31：常规栅线结构与 0BB 栅线结构对比



资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》

5、核心标的

5.1、主链：溢价优势驱动业绩拐点率先兑现

当前，BC 产品凭借高功率、高美观度等优势，在国内外光伏市场持续获得高溢价。随着规模效应的日益显著以及贱金属化的深入推进，其单位生产成本呈现持续下行态势，带动盈利水平稳步提升。在当前光伏行业加速反内卷的背景下，产业链整体价格有望逐渐修复，而依托更为良性的供需格局和坚实的技术护城河，深耕 BC 技术路线的头部企业有望率先迎来业绩拐点。

5.1.1、爱旭股份

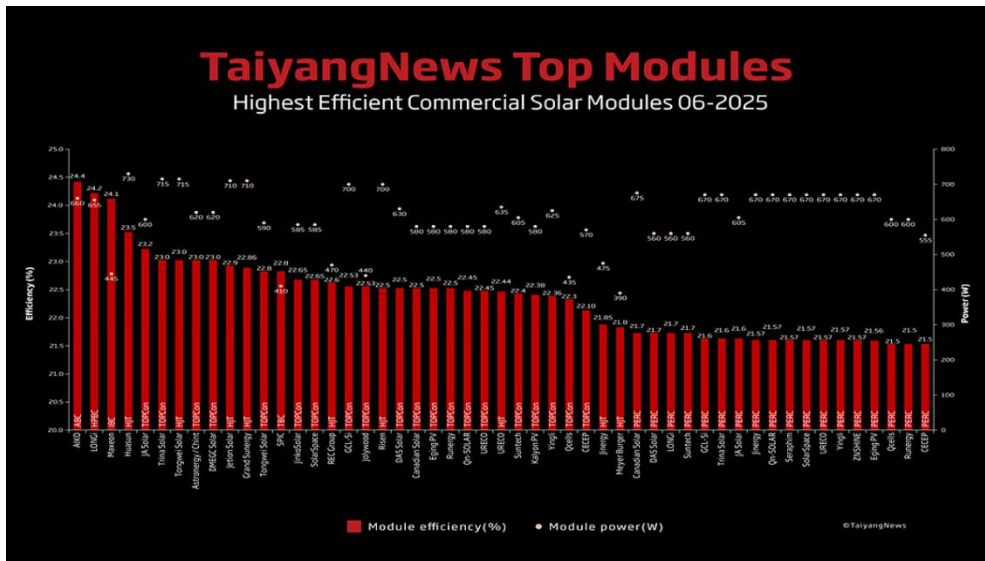
公司深耕太阳能电池领域 16 年，积累了雄厚的技术实力，在光伏电池环节处于技术领先地位。在 N 型技术时代，公司基于多年电池生产积累及对量产工艺的深刻理解，通过深度研发和技术创新，推出了 N 型全背结 ABC 技术。

ABC 组件具备正面无栅线遮挡、全背钝化、无银金属化涂布、0BB（无主栅）焊接等多种提效手段，叠加满屏组件技术，其在同等面积下功率较传统 TOPCon 组件高出 40W 至 55W，同等土地面积下装机容量高出 6%-10%。同时，凭借超高阻硅片及优化封装等技术，ABC 组件拥有更优的温度系数和更低的衰减，以及独特的阴影遮挡发电优化功能，能够有效提升全生命周期发电量和客户经济价值。

ABC 组件凭借高功率、高收益和高安全性的优势，通过价值定价的商业模式，在国内外市场取得较显著的销售溢价。根据公司披露的业绩说明会记录表，相较 TOPCon 竞品，ABC 组件在国内分布式市场溢价约在 10%左右，海外分布式工商业市场溢价 10%-20%左右，欧洲等高价户用市场溢价可达 30%-40%左右。

当前公司 ABC 电池生产良率稳定在 97%以上，组件生产良率维持在 99%以上，组件量产交付效率为 24.6%。通过应用满屏技术，组件交付效率可进一步提升至 25%以上，产品竞争力持续增强。根据 TaiyangNews 发布的全球商业化光伏组件量产效率榜单中，公司 ABC 组件已经持续 28 个月位居榜首。

图32：2025 年 6 月全球商业化光伏组件量产效率榜单



资料来源：TaiyangNews

受益于 ABC 组件在国内外市场的溢价优势，出货量的持续增长，以及生产成本不断优化，公司在 2025 年第二季度已率先实现扭亏为盈。根据 7 月 11 日披露《2025 年半年度业绩预告》，公司预计 2025 年上半年实现归属于母公司所有者的净利润为 -17,000 万元至 -28,000 万元，实现归属于母公司所有者的扣除非经常性损益后的净利润为 -41,000 万元至 -52,000 万元，对应 2025 年二季度归属于母公司所有者的净利润为 2,000 万元至 13,000 万元。

此外公司定增项目于 7 月 4 日获上交所审核通过，将有效纾解资金压力，支撑后续产能建设，突破 ABC 组件长期供不应求的瓶颈，进一步打开后续盈利空间。

表16：爱旭主要 BC 产品展示

主要系列	子系列	版型	硅片尺寸 /mm	版型尺寸 /mm	功率范围 /W	组件效率
ABC	黑洞系列	78	182.2*210	2465*1303	770~785	24.4%
	黑洞系列	78	182.2*184	2465*1134	655~680	24.3%
	黑洞系列	54	182.2*187.75	1757*1134	440~485	24.3%
	恒星系列	66	182.2*210	2382*1134	635~670	24.8%
	恒星系列	72	182.2*192.5	2382*1134	635~670	24.8%
	慧星系列	72	182.2*192.5	2382*1134	640~670	24.8%
	星云系列	54	182.2*187.75	1762*1134	435~450	22.5%
ABC 满屏	黑洞满屏系列	54	182.2*192.5	1762*1134	460-500	25.0%

资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》、开源证券研究所

5.1.2、隆基绿能

隆基绿能深耕 BC 电池技术领域，持续推动高效率 BC 电池技术的产业化进程。公司自主研发的 HPBC2.0 电池技术采用高品质泰睿硅片，突破电池衬底、钝化技术及制程工艺三大技术瓶颈，实现大规模量产。HPBC2.0 组件采用了先进复合钝化、0BB 等创新技术，叠加高可靠性背接触互联技术和高效封装工艺，规模化量产效率高达 24.8%，双面率可达 (80±5)%。2025 年以来公司 HPBC2.0 产品在全球范围内的客户认可度持续提升，并不断转化成订单，截至 5 月底公司 HPBC2.0 组件累计订

单较年初已实现大幅度增加，其中有超过 50% 订单来自海外客户。

根据公司披露的 2025 年 5 月投资者交流记录表，当前已经投产的 HPBC2.0 电池产线的良率在 97% 左右，预计 2025 年末 HPBC2.0 组件的生产成本将处在和 TOPCon 比较接近的水平。公司计划到 2025 年底将 HPBC2.0 产能提升至 50GW，其中约 50% 新增产能通过对原有 HPBC1.0 及 PERC 产线改造实现，持续巩固 BC 技术产业化领先地位。

公司在持续巩固现有技术领先优势的基础上，积极布局下一代产业化方向，通过融合 HJT 与 BC 技术优势，推出杂化背接触晶硅太阳能电池（HIBC）。2025 年 4 月，公司自主研发的 HIBC 电池经德国 ISFH 认证，转换效率突破 27.81%。2025 年 6 月公司在 SNEC 展会上正式发布了 HIBC 技术及产品，2382mm×1134mm 标准尺寸的 HIBC 组件功率超 700W，量产效率高达 25.9%。基于 HIBC 技术制造的 EcoLife 系列产品已于 2025 年 5 月在欧洲 Intersolar 展会发布，接下来将 HIBC 产品将逐步推向国内工商业市场。

表17：隆基主要 BC 产品展示

主要系列	子系列	版型	硅片尺寸 /mm	版型尺寸 /mm	功率范围 /W	组件效率
Hi-MO 9	科学家	66	182.2*210	2382*1134	655~670	24.80%
		54	182.2*192	1800*1134	495~505	24.70%
		72	182.2*192	2382*1134	655~670	24.80%
Hi-MO X10	探索家	54	182.2*192	1800*1134	475~490	24.10%
		72	182.2*192	2382*1134	630~650	24.10%
	机智家	72	182.2*192	2382*1134	640~670	24.80%

资料来源：《背接触电池技术发展白皮书》、开源证券研究所

5.2、辅材：技术革新催生材料要求迭代升级

5.2.1、金属化

为进一步降低银耗成本，电池制造商正联手浆料、粉体供应商加速推进贱金属化方案的落地。当前，银包铜、高铜浆、纯铜浆等方案均已进入产线验证阶段。

聚和材料：公司基于 HJT 技术路线率先完成 1-2 款核心铜浆产品突破，并拓展开发出适配 TOPCon、XBC 的专用铜浆产品。公司铜浆产品在多轮可靠性测试中性能表现优异，多家客户 DH500 湿热、DH1000 紫外、DH2000 热循环及 TC 焊接拉力等系列测试中，同步实现小批量试产与订单交付。目前公司正重点推进铜浆量产配套设备开发及终端市场培育，推动铜浆产业化应用。

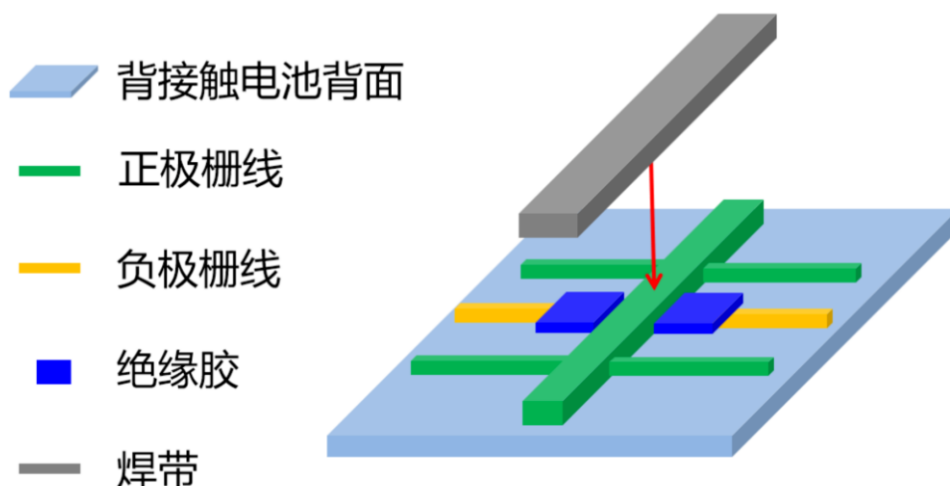
博迁新材：公司成功开发了银包覆粉、铜粉等系列超细金属粉产品，并实现了对金属粉粒径与形貌的精准调控，具有更高的比表面积和优异的分散性，能在光伏导电浆料生产中能充分发挥性能优势，在保障电池转换效率与整体稳定性的同时显著降低生产成本。目前公司超细银包覆粉及铜粉产品已通过实验室测试与行业应用验证。

帝科股份：公司是全球最大的 TOPCon 电池导电浆料供应商，并为多家领先 TBC 客户提供量产及中试标准浆料。公司在高铜浆料解决方案上与 TOPCon 龙头客户深入合作，进行高铜浆料与种子层浆料联用解决方案的验证与应用实践，已经形成了明显的先发优势，并积极推动在 TOPCon/TBC 电池组件一体化龙头客户的推广应用。

5.2.2、绝缘胶

光伏绝缘胶是 BC 电池的核心材料。由于 BC 电池正负极都在背面，需要通过具备优异的绝缘性能、良好的粘接强度和耐高温性能绝缘胶以规避焊带和正负级接触短路。BC 领先企业协同材料企业，通过多次工艺改进和产品性能测试，成功开发出综合性能满足需求的绝缘胶材料，全面提升了 BC 技术产品的可靠性。

图33：BC 绝缘胶应用示意图



资料来源：福斯特公众号

广信材料：公司光伏材料事业部根据下游客户需求开发高可靠性 BC 专用绝缘胶，适配高温工艺环境，可满足电池组件中的绝缘保护等需求。

福斯特：公司推出 BC 电池绝缘胶（FT/FU 系列）产品，拥有优异的绝缘性能和可靠的粘结性能，能够与丝印、喷墨、光固、热固多工艺匹配。

5.2.3、焊带

BC 电池的电极位于背面，组件端焊接时应力集中于背面。因焊带与电池热膨胀系数存在差异，焊接或冷却过程中焊带与电池易发生相对位移，引发单侧翘曲，影响组件良率及可靠性，焊带的设计和焊接工艺需要满足高精度、低应力和绝缘要求。

宇邦新材：推出专为 BC 组件的多层复合焊带，通过引入密度更低、导电性能良好的铝，对焊带中原先一部分铜进行替代，改变原有焊带结构，降低组件中的焊带成本。随着多层复合焊带渗透率的持续提升，公司多层复合焊带在 2025 年一季度的出货量环比增长约 90%。

5.3、设备：产能扩张激活设备需求持续释放

5.3.1、激光设备

传统 BC 电池的工艺制备需要通过涂胶、曝光、显影、刻蚀、清洗等多个步骤实现，生产成本低且良率低。通过激光设备企业的协同创新，激光图形化技术被首次引入 BC 电池制备，显著降低生产成本并提升良率，加速了 BC 技术的市场化进程。

帝尔激光：公司推出 BC 专用激光微蚀刻设备，实现各类隧穿钝化层的大面积高精细激光均匀高速蚀刻，广泛应用于各种高效背接触电池的图形化生产，实现对光刻技术的替代。公司设备已在头部 BC 厂商量产线广泛应用，匹配性优异，预计后续将充分受益于 BC 扩产及改造。

图34：帝尔激光微蚀刻设备示意图



资料来源：帝尔激光官网

海目星：公司依托激光掩膜刻蚀技术，实现高效 BC 电池图形化生产，核心竞争力在于自研激光光源及光路系统，通过光源与控制系统协同突破标准设备精度极限，灵活匹配客户定制需求。目前公司已深度参与行业大客户的 BC 技术路线研发，技术方案已通过客户验证，有望成为客户扩产首选合作伙伴。

英诺激光：英诺激光以四大创新技术赋能 BC 电池生产效率提升，（1）亚皮秒激光器在严控成本的同时实现“冷加工”，极致降低热影响，提升电池稳定性、安全性与良品率；（2）动态可变整形光斑技术可灵活调整光斑形态，显著提升稳定性与均匀性，保障微米级加工精度；（3）8 光束自动化设备占地更小、效率更高，实现产能倍增与成本下降；（4）全新光斑自动监控系统则实时监测光斑状态，推动生产流程智能化、标准化，解决传统开膜中光斑质量评价难题。

5.3.2、镀膜设备

由于 BC 电池背面结构更加复杂、制备难度更高，因此对镀膜、扩散等设备也提

出了更高的要求，其中 LPCVD 满足 BC 电池片隧穿氧化层和掺杂多晶硅层的制备工艺需求，并凭借镀膜均匀性好、致密度高、产能大等优势成为 BC 电池片隧穿氧化层和掺杂多晶硅层制备的主流技术选择。

拉普拉斯：公司的 LPCVD 设备作为 BC 电池制备的核心工艺设备，已成功应用于量产产线。依托在光伏电池设备领域的长期聚焦与深耕，公司构建起坚实的竞争优势，并与隆基绿能、爱旭股份等头部 BC 企业保持良好合作，目前已成为量产 XBC 电池片产线中热制程及镀膜设备的核心供应商。

5.3.3、串焊设备

BC 电池因背接触结构特性，需避免正面电极遮挡并确保背面焊接精度，传统串焊设备面临高碎片率与对位精度不足的挑战。通过串焊设备厂商的技术升级与工艺适配，BC 电池量产中的焊接良率显著提升，进一步推动技术规模化落地。

奥特维：公司推出适配 BC 电池的高精度多光斑串焊机，其设备已导入爱旭、隆基等头部企业量产线。此外公司针对 BC 技术还推出了电池印胶线，置于组件制程前（串焊前预处理）对 BC 电池片印刷绝缘胶和锡膏，能够有效避免正负极短路的风险提升焊接质量，进而大幅提高组件的整体焊接良率，增强组件产品的长期可靠性。当前公司印胶线已实现批量出货。

图35：奥特维 BC 电池印胶线示意图



资料来源：奥特维公众号

先导智能：结合自动化技术优势，开发 BC 专用串焊模组，采用柔性压持与视觉纠偏系统，适配 N 型 BC 电池薄片化趋势。2025 年 3 月，先导智能宣布斩获包含丝网印刷、串焊及相关设备的 GW 级 BC 产线订单。公司采用独创的新型焊带整形工艺，解决单面电池焊接后翘曲无法控制的难题，并通过新型焊接技术替代传统红外焊接，能耗降低超过 50%。

表18：受益标的盈利预测与估值

公司代码	可比公司名称	评级	收盘价	归母净利润（亿元）				PE		
			2025/7/27	2025E	2026E	2027E	2025E	2026E	2027E	
600732. SH	爱旭股份	未评级	14. 77	1. 91	13. 64	24. 33	141. 15	19. 78	11. 09	
601012. SH	隆基绿能	未评级	16. 52	-20. 11	34. 16	54. 55	-62. 25	36. 65	22. 95	
688503. SH	聚和材料	未评级	49. 60	5. 38	6. 62	7. 83	22. 33	18. 14	15. 32	
605376. SH	博迁新材	未评级	39. 57	2. 56	3. 74	4. 89	40. 40	27. 69	21. 18	

300842. SZ	帝科股份	未评级	44.67	4.56	6.19	7.56	13.88	10.24	8.38
300537. SZ	广信材料	未评级	25.14	0.55	0.92	1.39	96.09	57.23	37.68
603806. SH	福斯特	未评级	13.54	17.77	22.56	26.88	19.88	15.66	13.14
301266. SZ	宇邦新材	未评级	34.81						
300776. SZ	帝尔激光	未评级	58.28	6.59	7.92	9.31	24.20	20.14	17.12
688559. SH	海目星	未评级	31.88						
301021. SZ	英诺激光	未评级	30.57	0.49	0.78	1.17	95.57	59.89	39.87
688726. SH	拉普拉斯	未评级	46.46	7.98	8.85	10.41	23.61	21.27	18.09
688516. SH	奥特维	未评级	34.50	10.08	9.37	10.10	10.80	11.62	10.78
300450. SZ	先导智能	未评级	26.52	14.58	20.12	24.94	28.48	20.64	16.65

数据来源：Wind、开源证券研究所（盈利预测来源于 Wind 一致预期，其中宇邦新材、海目星无 Wind 一致预期）

6、风险提示

（1）政策力度不及预期：光伏板块受政策影响较大，若后续政策支持力度不及预期，可能会影响行业整体业绩表现及市场情绪。

（2）行业产能出清进展不及预期：光伏行业已进入深度调整期，前期落后产能及低竞争力企业已逐步退出。但若产能出清速度不及预期，将影响行业供需格局改善及业绩复苏节奏。

（3）新技术产业化进度不及预期：光伏行业处于技术快速迭代期，各种技术路线并行竞争。若新技术未能展现显著的竞争优势，产业化进度可能延迟，进而影响相关企业业绩兑现。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、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）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。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取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及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、价值及投资收入可能会波动。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，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。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼3层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn