

光伏设备

报告日期: 2023 年 11 月 10 日

兼容并蓄的平台型技术，国内龙头差异化技术量产提速

——IBC 电池行业深度报告

投资要点

□ IBC 电池通过改变结构提升转换效率，工艺难度提升进入壁垒

不同于 TOPCon、HJT 等其他晶硅电池的钝化思路，IBC 电池主要通过结构的改变来提高转换效率。IBC 电池发射区和基区的电极均处于背面，正面完全无栅线遮挡，因而具备更高的转换效率、更方便的组件封装、更高的美观度。IBC 电池对基体材料和前表面的钝化要求较高，且需要通过扩散掺杂、钝化镀膜和金属化栅线等工艺在电池背面制备出叉指状间隔排列的 P 区和 N 区，分别形成金属化接触和栅线，过程中需要进行多次掩膜和光刻，工艺流程复杂、生产成本较高，具备较高的技术壁垒。

□ 兼容并蓄的平台型技术，TBC 电池和 HBC 电池前景广阔

除对现有工艺的优化外，现阶段 IBC 电池转换效率的提升方向主要在于提高表面钝化效果和开路电压。TBC 电池结合了 TOPCon 优异的钝化接触特性，受益于 TOPCon 电池工艺成熟，TBC 成为目前性价比最高的 IBC 工艺路线，产业化进程提速。HBC 电池结合 HJT 电池结构非晶硅优越的表面钝化性能，代表晶硅太阳能电池的最高转换效率水平，但工艺流程复杂、设备昂贵、配套工艺及辅材要求高，量产仍有待时日。

□ BC 组件溢价显著，国内龙头加速差异化技术量产

Maxeon 是全球 IBC 电池技术的奠基者和领军者，其前身 SunPower 是最早进行 IBC 电池研发和量产的企业，目前产销规模达到 GW 级，产品售价较海外常规组件溢价超 0.27 美元/W。国内龙头开启差异化 BC 技术量产进程。隆基绿能推出 HPBC 电池技术，当前量产效率超 25.5%，预计 2023 年底产能将提升至 30GW 以上，并且后续投资计划内的项目都会采用 BC 技术。爱旭股份推出 ABC 电池技术，首期 6.5GW ABC 电池项目已实现投产，平均量产转化效率达到 26.5%。

□ IBC 电池商业化进程提速，IBC 产业链相关标的有望受益

随着国内龙头加速扩产，BC 电池技术产业化进程有望提速。建议关注：

(1) BC 电池技术领先的主产业链龙头：隆基绿能、爱旭股份、TCL 中环、通威股份、晶科能源、晶澳科技、天合光能、阿特斯、钧达股份等；

(2) 受益 BC 电池技术扩产的光伏设备：帝尔激光、奥特维、海目星、英诺激光等；

(3) 受益 BC 电池技术放量的光伏辅材：帝科股份、聚和材料、宇邦新材、威腾电气、锦富技术、广信材料等。

□ 风险提示

IBC 电池产业化不及预期、全球光伏装机不及预期、供应链波动风险、市场竞争风险。

行业评级：看好(维持)

分析师：张雷

执业证书号：S1230521120004
zhanglei02@stocke.com.cn

分析师：陈明雨

执业证书号：S1230522040003
chenmingyu@stocke.com.cn

分析师：谢金翰

执业证书号：S1230523030003
xiejinhan@stocke.com.cn

研究助理：尹仕昕

yinshixin@stocke.com.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

正文目录

1 IBC 电池通过改变结构提升效率，有望成为下一代主流技术	5
2 制备工艺流程复杂、成本高，进入壁垒显著提升	9
3 兼容并蓄的平台型技术，TBC 和 HBC 电池提效前景广阔	12
3.1 TBC：目前性价比最高的 IBC 电池工艺路线	14
3.2 HBC：新一代最有发展潜力的晶硅电池工艺路线	16
4 Maxeon 率先开启产业化，国内龙头加速差异化技术量产	18
4.1 Maxeon：率先实现 IBC 技术量产，组件溢价超 0.27 美元/W	18
4.2 隆基绿能：后续投资计划内项目均采用 BC 技术，HPBC 实现 GW 出货	21
4.3 爱旭股份：ABC 电池及组件加速投产，转换效率全行业领先	24
5 投资标的梳理	28
6 风险提示	29

图表目录

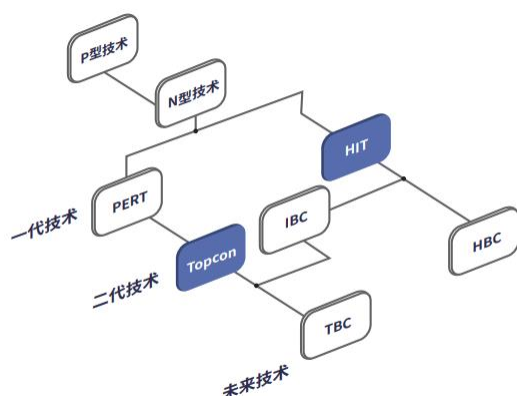
图 1: 晶硅太阳能电池产业化技术趋势.....	5
图 2: IBC 电池照片, 左图为正面外观, 右图为背面外观.....	5
图 3: IBC 太阳电池横截面示意图.....	6
图 4: IBC 太阳电池三维结构图.....	6
图 5: TaiyangNews 光伏组件量产效率排名 (2023 年 9 月, 单位: mm、片、W、%).....	7
图 6: IBC 电池组件及传统电池组件封装方式对比.....	7
图 7: 常规组件以及 IBC 组件.....	8
图 8: IBC 电池的一种制备流程.....	10
图 9: IBC 电池叠加技术示意图.....	12
图 10: IBC 电池转换效率的进化.....	13
图 11: 经典 IBC 电池和 TBC 电池结构示意图.....	14
图 12: TBC 电池的一种生产工艺.....	14
图 13: ISFH 公司两种工艺制备 POLO-IBC 电池结构示意图.....	15
图 14: 天合光能公司制备 TBC 电池效率测试情况.....	15
图 15: 经典 IBC 电池和 TBC 电池结构示意图.....	16
图 16: HBC 电池的一种生产工艺.....	17
图 17: IBC 电池转换效率的进化.....	18
图 18: Maxeon 股权结构 (单位: %) (截至 2023 年 2 月 24 日).....	19
图 19: 2019-2023H1 MAXEON IBC 组件出货情况 (单位: MW).....	20
图 20: 2020Q1-2023Q2 Maxeon IBC 组件价格及溢价情况 (单位: 美元/W).....	20
图 21: 隆基绿能 HPBC 组件示意图.....	21
图 22: 隆基绿能 HPBC+ 电池结构示意图.....	22
图 23: 隆基绿能组件效率.....	22
图 24: 隆基与德国 Solar Express 签署 1GW Hi-MO X6 框架协议.....	23
图 25: 隆基与德国 PVI 签署 1.5GW Hi-MO X6 框架协议.....	23
图 26: 爱旭 ABC 电池结构示意图.....	24
图 27: 爱旭 ABC 电池及组件实景图.....	24
图 28: TaiyangNews 全球高效量产光伏组件效率榜单.....	25
图 29: 爱旭 ABC 组件基于不同场景的产品展示.....	26
图 30: 爱旭 ABC 组件交付项目实景图.....	26
图 31: 爱旭股份与欧洲分销商 Memodo 签订 1.3GW 的 ABC 组件供应协议.....	27
图 32: 爱旭股份与荷兰最大的户用分销商 Libra 签订 650MW 的供货协议.....	27
表 1: 不同类型晶硅电池最高研发效率 (单位: %、cm ² 、V、mA/cm ²).....	6
表 2: 不同类型电池主要情况对比 (单位: %、元/W、mg/片、μm、亿元/GW、GW).....	9
表 3: 硅片关键参数对比 (单位: Ω.cm、μs、ppma).....	9
表 4: 掩膜法制备方案对比.....	10
表 5: IBC 电池按电极设计分类.....	11
表 6: 不同 BC 电池工艺特点 (单位: %、cm ² 、V、mA/cm ²).....	13
表 7: 近年来部分 POLO-IBC 太阳电池光电转换效率.....	14
表 8: HBC 电池研发转换效率统计表 (单位: %、cm ² 、mV、mA/cm ²).....	16

表 9: SunPower/Maxeon 公司 IBC 电池发展历程	19
表 10: 隆基绿能新技术产能规划	22
表 11: 爱旭股份 ABC 电池及组件在建及筹备项目	24
表 12: 爱旭 ABC 组件及常规 PERC 组件参数性能对比	25
表 13: 重点公司盈利预测与估值 (单位: 亿元、元/股、倍)	28

1 IBC 电池通过改变结构提升效率，有望成为下一代主流技术

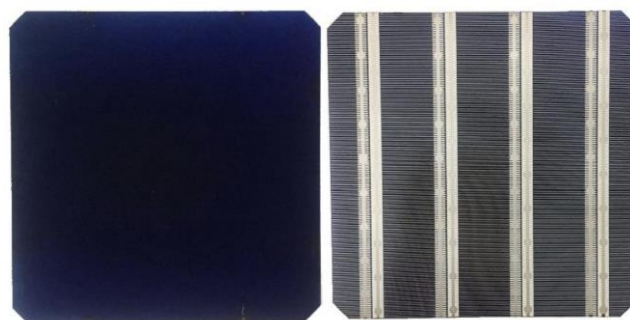
与 TOPCon、HJT 等其他晶硅电池的钝化思路不同，IBC 电池主要通过结构的改变来提高转换效率。IBC 电池（Interdigitated Back Contact，指交叉背接触），是指正负金属电极呈叉指状方式排列在电池背光面的一种背结背接触的太阳能电池结构。IBC 电池正面无金属栅线，发射极和背场以及对应的正负金属电极呈叉指状集成在电池的背面。这种正面无遮挡结构完全消除栅线电极造成的遮蔽损耗，能够最大限度地利用入射光，从而有效提高电池效率和发电量。

图1：晶硅太阳能电池产业化技术趋势



资料来源：晶科能源官网，浙商证券研究所

图2：IBC 电池照片，左图为正面外观，右图为背面外观



资料来源：《高效 N 型背接触太阳能电池工艺研究》，浙商证券研究所

IBC 电池既可使用 N 型、也可使用 P 型硅片作为衬底，以 N 型硅衬底为例的 IBC 电池结构如下：

（1）前表面为磷掺杂的 n+前场结构 FSF（Front Surface Field），利用场钝化效应降低表面少子浓度，从而降低表面复合速率，同时还可以降低串联电阻，提升电子传输能力，可通过磷扩散或离子注入等技术形成；

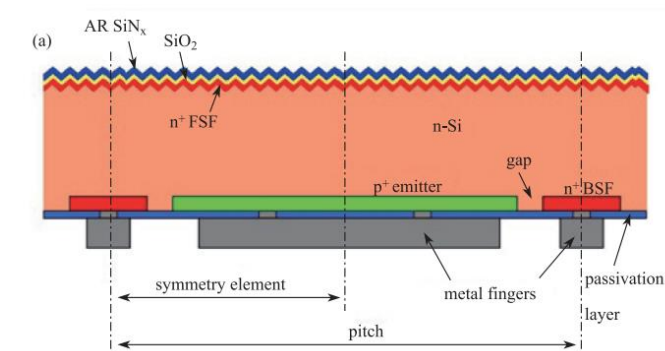
（2）背表面为采用扩散方式形成的叉指状排列的硼掺杂 p+发射极 Emitter 和磷掺杂 n+背场 BSF。p+发射极 Emitter 的作用是与 n 型硅基底形成 p-n 结，有效分流载流子，可以通过硼扩散或旋涂等方式制备；n+背表面场区能够与 n 型硅形成高低结，增强载流子的分离能力，可通过磷扩散或离子注入形成；背面 p/n 交替的叉指状结构的形成是 IBC 电池的技术核心，可通过光刻、掩膜、激光等方法实现。

（3）前后表面均采用 SiO₂/SiN_x 叠层膜作为钝化膜，抑制 IBC 太阳能电池背表面的载流子复合；

（4）前表面常镀上减反射层，提高发电效率；

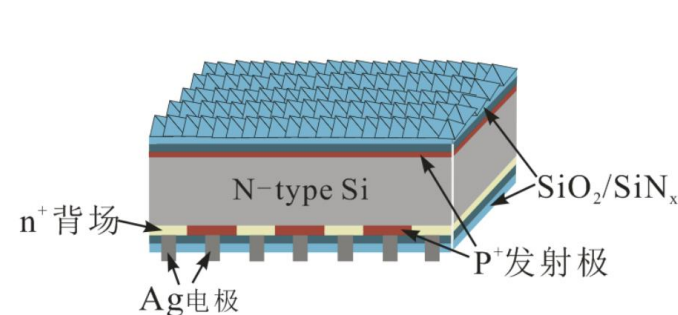
（5）金属接触部分全都在背面的正负电极接触区域，也呈叉指状排列。

图3: IBC 太阳电池横截面示意图



资料来源:《叉指背接触硅太阳电池》，浙商证券研究所

图4: IBC 太阳电池三维结构图



资料来源:《高效N型背接触太阳电池工艺研究》，浙商证券研究所

受益于正面无栅线的结构设计，IBC 电池转换效率更高、组件封装简单方便且美观。

(1) 更高的转换效率：有效提升短路电流 J_{sc} 、开路电压 V_{oc} 以及填充因子 FF 。

1) 正面无栅线遮挡，可消除金属电极的遮光电流损失，实现入射光子的最大利用化，较常规太阳电池短路电流 J_{sc} 可提高 7% 左右；

2) 由于正面不用考虑栅线遮光、金属接触等因素，可对表面钝化及表面陷光结构进行最优化的设计，可得到较低的前表面复合速率和表面反射，从而提高开路电压 V_{oc} 和短路电流 J_{sc} ；

3) 正负电极均位于电池背面，不必考虑栅线遮挡问题，可以对金属栅线结构做最大程度优化，例如适当增大栅线宽度、优化栅线形状以降低电池串联电阻，并增强对长波光子的背反射功能，从而提高电池填充因子 FF 和短路电流 J_{sc} ；

表1: 不同类型晶硅电池最高研发效率 (单位: %, cm^2 , V, mA/cm^2)

电池描述	测试机构及日期	效率 (%)	面积(cm^2)	开路电压 V_{oc} (V)	短路电流密度 J_{sc} (mA/cm^2)	填充因子 FF (%)
UNSW, p-type PERC	Sandia(3/99)	25.0± 0.5	4.00	0.706	42.7	82.8
FhG-ISE, n-type TOPCon	FhG-ISE(7/17)	25.8± 0.5	4.008	0.7241	42.87	83.1
FhG-ISE, p-type TOPCon	FhG-ISE(11/19)	26.0±0.5	4.015	0.7323	42.05	84.3
Kaneka, n-type rear IBC(HBC)	AIST(3/17)	26.7±0.5	79.0	0.738	42.65	84.9
ISFH, p-type rear IBC(POLO-IBC)	ISFH(2/18)	26.1± 0.3	3.9857	0.7266	42.62	84.3
LONGi, p-type PERC	ISFH (7/19)	24.0±0.3	244.59	0.694	41.58	83.3
Jinko, n-type TOPCon	ISFH(11/21)	25.3±0.4	268.0	0.7214	42.07	83.4
LONGi, p-type HJT	ISFH(10/22)	26.6± 0.4	274.1	0.7513	41.3	85.6
Kaneka, n-type rear IBC(HBC)	FhG-ISE(11/16)	26.6±0.5	179.74	0.7403	42.5	84.7

资料来源:《Progress in Photovoltaics》，浙商证券研究所

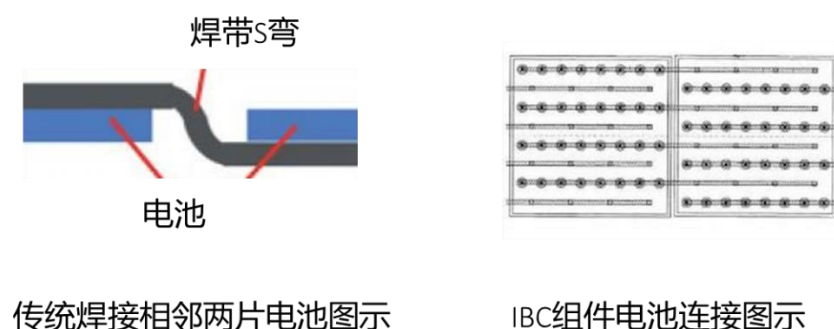
图5: TaiyangNews 光伏组件量产效率排名 (2023 年 9 月, 单位: mm、片、W、%)

TAIYANGNEWS ALL ABOUT SOLAR POWER TaiyangNews Top Modules: Highest Efficient Commercial Solar Modules 09-2023										
Rank	Company	Series	Model	Wafer type	Cell Size	Cells No.	Cell Tech	Module Technology	Power (W)	Efficiency (%)
1	AIKO	ABC White hole	AIKO-A620-MAH72Mw	n-type	182	144	ABC	Halfcell, back Contact	620	24
2	LONGi	Hi-MO 6	LR5-72HTH-600M	p-type	182	144	HPBC	Halfcell, back Contact	600	23.2
3	HUASUN	Himalaya	HS-210-B132DS	n-type	210	132	HJT	Bifacial, halfcell, MBB	715	23.02
4	Maxeon	Maxeon 6	SPR-MAX6-445-E4-AC	n-type	-	66	IBC	Back Contact	445	23
5	SPIC	ANDROMEDA 3.0	SPICN6(LDF)-60/BIH	n-type	166	120	TBC	Backcontact, halfcell, MBB	410	22.8
6	Jinko	Tiger Neo	JKM585N-72HL4-V	n-type	-	144	TOPCon	Halfcell, MBB	585	22.65
7	ASTROENERGY	Astro N5	CHSM72N(DG)/F-BH	n-type	182	144	TOPCon	Bifacial, Halfcell, MBB	585	22.6
8	中来股份 JOLYWOOD	Niwa Pro	JW-HD108N	n-type	182	108	TOPCon	Bifacial, Halfcell, MBB	440	22.53
9	risen	Hyper-ion	RSM132-8-700BH DG	n-type	210	132	HJT	Bifacial, halfcell, MBB	700	22.5
9	Trinasolar	Vertex N	TSM-NEG21C.20	n-type	210	132	TOPCon	Bifacial, halfcell, MBB	700	22.5
9	DASOLAR	-	DAS-DH156NA	n-type	182	156	TOPCon	Bifacial, halfcell, MBB	630	22.5
9	JA SOLAR	DeepBlue 4.0	JAM72D42 630/LB	n-type	182	144	TOPCon	Bifacial, halfcell, MBB	630	22.5
9	Canadian Solar	TOPHiKu6	CS6W-560-580T	n-type	182	144	TOPCon	Halfcell, MBB	580	22.5
9	TW SOLAR	-	TWMND-72HS560-580W	n-type	182	144	TOPCon	Halfcell, MBB	580	22.5
9	Canadian Solar	HiHero	CS6R-420-440H-AG	n-type	182	108	HJT	Halfcell, MBB	440	22.5

资料来源: TaiyangNews, 浙商证券研究所

(2) 组件封装更为方便灵活, 避免常规的复杂封装流程。常规电池在组件封装过程中, 需要用涂锡带从电池片的正面焊接到另一块电池的背面。IBC 电池由于其正负电极均排在电池背表面, 可以避免常规的复杂封装流程, 降低自动化生产的难度, 从而提高生产率。该结构特点还可减小电池片的间隔距离, 增大组件的封装密度, 进而提高光伏组件单位面积的发电量。

图6: IBC 电池组件及传统电池组件封装方式对比



资料来源: 中来股份, 浙商证券研究所

(3) 外形美观，尤其适用于对双面率要求较低而对美观度有一定要求的分布式场景。IBC 电池组件封装可以尽可能减小电池间隙，提高单位面积电池密度，并且正面色调更均匀美观，适用于光伏建筑一体化，具有很好的商业化前景。

图7：常规组件以及 IBC 组件



资料来源：爱旭股份，浙商证券研究所

2 制备工艺流程复杂、成本高，进入壁垒显著提升

IBC 电池的生产制造难度大、壁垒高，主要体现在：

(1) 对基体材料要求较高，需要较高的少子寿命。因为 IBC 电池属于背结电池，为使光生载流子在到达背面 p-n 结前尽可能少的或完全不被复合，就需要较高的少子扩散长度。

(2) 对前表面的钝化要求较高。如果前表面复合较高，光生载流子在未到达背面 p-n 结区之前已被复合掉，将会大幅降低电池转换效率。

(3) 制备工艺流程复杂、生产成本低。需要通过扩散掺杂、钝化镀膜和金属化栅线等工艺在电池背面制备出叉指状间隔排列的 P 区和 N 区，分别形成金属化接触和栅线，过程中需要进行多次掩膜和光刻。

表2：不同类型电池主要情况对比（单位：%、元/W、mg/片、μm、亿元/GW、GW）

N 型电池工艺	P-PERC	TOPCon	HJT	经典 IBC	TBC	经典 HBC
实验室效率 (%)	24.5% (天合)	26.4% (晶科)	26.81% (隆基)	25.2% (SunPower)	26.1% (Fraunhofer)	26.63% (Kaneka)
量产效率 (%)	22.8%-23.5%	23.5%-25.5%	23.5%-25.5%	23.5%-24.5%	24.5%-25.5%	25%-26.5%
量产难度	工序中等；难度低	工序多，难度中低	工序少，难度中高	工序多，难度中高	工序多，难度中高	工序多，难度高
产线兼容性	目前主流产线	可升级 PERC 产线	完全不兼容 PERC	兼容部分 PERC	兼容 TOPCon	兼容 HJT
设备投资 (亿元/GW)	1.55 亿元/GW	1.9 亿元/GW	3.64 亿元/GW	3 亿元/GW	3-4 亿元/GW	5 亿元/GW
量产成熟度	已成熟	已成熟	即将成熟	已成熟	即将成熟	即将成熟

资料来源：各公司公告，普乐科技，CPIA，浙商证券研究所

IBC 电池的衬底硅片要求更高的少子寿命。由于其器件结构的特殊性，IBC 电池前表面的光生载流子必须要穿过衬底远距离扩散到背表面的 P-N 结才能形成有效的光电流，从而需要保证前表面的光生载流子在运动到 P-N 结之前不被复合，因此要求衬底材料中少子的扩散长度比器件厚度大，并且电荷的表面复合速率低。相比于 P 型衬底晶硅电池，N 型晶硅电池少数载流子寿命更长、对杂质容忍度更高、更易于钝化、电学性能更优异。为提高转化效率，IBC 太阳能电池的硅基体一般选用高质量的 N 型直拉单晶硅片。

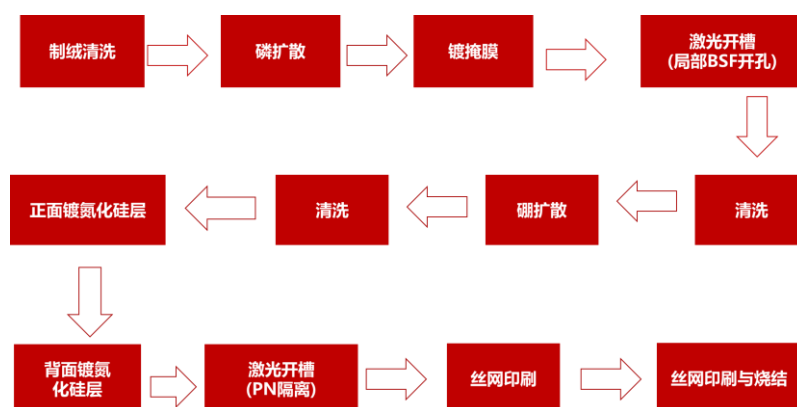
表3：硅片关键参数对比（单位：Ω.cm、μs、ppma）

	PERC 选项 1	PERC 选项 2	TOPCon	TOPCon 客户 A	TOPCon 客户 B	TOPCon 客户 C	HJT 选项 1	HJT 选项 2	HJT 客户 D	p-IBC	p-IBC 客户 E	TBC
导电类型	P	P	N	N	N	N	N	N	N	P	P	N
掺杂元素	镓	镓	磷	磷	磷	磷	磷	磷	磷	镓	镓	磷
电阻率 (Ω.cm)	0.4-1.1	0.4-1.1	0.3-2.1	0.4-1.5	0.45-1.35	0.4-1.6	0.3-2.1	1-7	0.8-1.8	0.9-2.7	0.9-2.7	2-14
少子寿命 (μs)	≥ 70	≥ 70	≥ 500	≥ 800	≥ 800	≥ 800	≥ 1000	≥ 1000	≥ 1000	≥ 150	≥ 600	≥ 3000
间隙氧含量 (ppma)	≤ 16	≤ 15	≤ 14	≤ 12.5	≤ 12	≤ 12	≤ 14	≤ 14	≤ 14	≤ 16	≤ 14	≤ 12.5
替位碳含量 (ppma)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1

资料来源：InfoLnk，浙商证券研究所

IBC 电池量产工艺的核心在于，如何低成本地在电池背面制备出呈叉指状间隔排列的 P 区和 N 区，以及在其上面分别形成金属化接触和栅线。相较于其他晶硅电池技术，IBC 电池工艺流程更为复杂，且不同厂商采用制备工艺差异化程度较高。IBC 电池量产工艺的核心难点，在于如何低成本地在电池背面制备出呈叉指状间隔排列的 P 区和 N 区，以及在其上面分别形成金属化接触和栅线，重点主要集中在扩散掺杂、钝化镀膜、金属化栅线三个方面。业内企业曾尝试过掩模光刻、离子注入、炉管扩散、CVD 原位掺杂、激光掺杂等不同的设备和工艺，来制备 IBC 电池背面 P 区和 N 区。

图8：IBC 电池的一种制备流程



资料来源：摩尔光伏，浙商证券研究所

(1) P-N 结制备难度大，激光法加速产业化。IBC 太阳能电池常见的定域掺杂方法为掩膜法，背面一般可采用光刻法、印刷法、激光法等方式形成叉指状的 p+区和 n+区。光刻法复合低、掺杂类型可控，但是成本过高，不适合大规模生产；印刷法成本较低，但对电池背面图案和栅线的设计要求非常高，存在丝网印刷的对准精度问题和印刷重复性问题；激光法工艺简单，可有效解决印刷法的局限性，但需要注意激光加工带来的硅片损伤，且需要精准对位。

表4：掩膜法制备方案对比

掩膜制备	方法描述	优势	劣势
光刻法	通过光刻的方法在掩膜上形成需要的图形	复合低，掺杂类型可控	工艺过程复杂、难度大，成本高，不适合大规模生产
印刷法	通过丝网印刷刻蚀浆料或者阻挡型浆料来刻蚀或者挡住不需要刻蚀的部分掩膜，形成需要的图形	工艺成熟，成本低廉	对电池背面图案和栅线的设计要求非常高，存在丝网印刷的对准精度问题和印刷重复性问题
激光法	利用激光束对硅板表面或其表面涂层进行刻蚀	可以得到比丝网印刷更加细小的电池单位结构，更小的金属接触开孔和更灵活的设计	激光加工带来硅片损伤，生产效率低，精准对位难度高

资料来源：《叉指背接触硅太阳能电池》，摩尔光伏，浙商证券研究所

(2) 前表面钝化要求高，带正电的薄膜如 SiNx 较为适合。IBC 电学性能受前表面影响更大，表面钝化要求更高。对于晶体硅太阳能电池，前表面的光学特性和复合至关重要。在电学方面，和常规电池相比，IBC 电池的性能受前表面的影响更大，因为大部分的光生载流子在入射面产生，而这些载流子需要从前表面流动到电池背面直到接触电极，因此，

需要更好的表面钝化来减少载流子的复合。为了降低载流子的复合，需要对电池表面进行钝化，表面钝化可以降低表面态密度。表面钝化通常有化学钝化和场钝化两种方式。带正电的薄膜如 SiN_x 较适合用于 IBC 电池的 N 型硅前表面的钝化。

（3）背面电极要求精准对位，金属化通常采用丝网印刷、蒸镀、电镀等方式。

IBC 电池的金属化之前一般涉及打开接触孔/线的步骤，N 和 P 的接触孔区需要与各自的扩散区对准。IBC 电池的栅线都在背面，不需要考虑遮光，所以可以更加灵活地设计栅线，降低串联电阻。但是，由于 IBC 电池的正表面没有金属栅线的遮挡，电流密度较大，在背面的接触和栅线上的外部串联电阻损失也较大。金属接触区的复合通常都较大，所以在一定范围内（接触电阻损失足够小）接触区的比例越小，复合就越少，从而导致 V_{oc} 越高。因此，IBC 电池的金属化之前一般要涉及到打开接触孔/线的步骤。另外，N 和 P 的接触孔区需要与各自的扩散区对准，否则会造成电池漏电失效。

金属化通常采用丝网印刷、蒸镀、电镀等方式。随着丝网印刷原辅材料和设备的不断优化与更新，IBC 太阳电池背面电极的精确对位问题已得到解决，这也给背面设计优化与成本控制提供了很大空间，丝网印刷方式优势逐渐显现。另外，蒸镀和电镀也被应用于高效电池的金属化。ANU 的 24.4% 的 IBC 电池即采用蒸镀 Al 的方法来形成金属接触。而 SunPower 更是采用电镀 Cu 来形成电极。

按照电极设计不同，IBC 电池可分为无主栅、四主栅、点接式三种。IBC 电池的核心技术之一是其背面电极的设计，因为它不仅影响电池性能，还直接决定了 IBC 组件的制作工艺。IBC 电池包含无主栅、四主栅、点接式三种类型。

表5：IBC 电池按电极设计分类

电池类型	特点
无主栅 IBC 电池	背面只印刷细栅线，无需印刷绝缘胶和主栅，相比主栅式 IBC 电池，制备工序简单、成本较低。但该类型的 IBC 电池在制作组件时需要专门的设备配套，且有较高的精度要求，导致组件端成本较高。
四主栅 IBC 电池	可使用常规焊接的方法制作组件，精度要求低，无需专用设备，适用性强。但在电池制备过程中需要印刷绝缘胶和主栅，电池工序相对复杂。
点接式 IBC 电池	无需印刷绝缘胶，主栅一次印刷，电池工序简单；制作组件时，使用金属箔进行电池片互联，精度要求低于无主栅式。

资料来源：摩尔光伏，浙商证券研究所

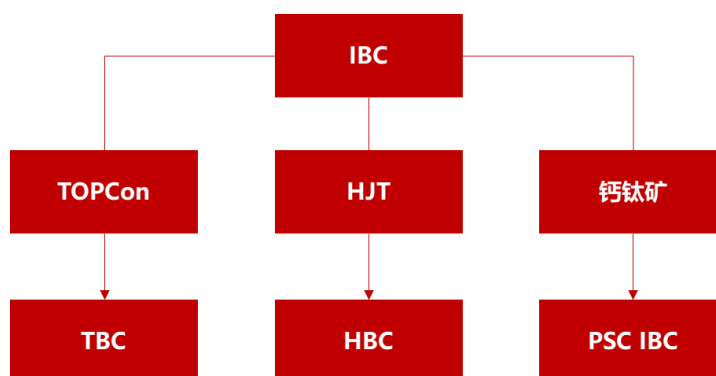
3 兼容并蓄的平台型技术，TBC 和 HBC 电池提效前景广阔

IBC 电池的提效方向，现阶段主要为提高 IBC 太阳电池的钝化效果。除了对现有工艺（如前表面场、选择性掺杂和先进陷光技术等）的优化外，IBC 太阳电池技术与光电转换效率提升方向可以分为两种：

（1）通过提高 IBC 太阳电池的钝化效果提效。包括叉指背接触异质结（HBC）电池和多晶硅氧化物选择钝化背接触（POLO-IBC/TBC）电池，主要在于应用载流子选择钝化接触可以抑制少数载流子在界面处的复合速度，从而有效提高 IBC 太阳电池表面钝化效果。

（2）作为底电池应用于叠层电池中提升光利用率。随着钙钛矿电池技术的发展，随之衍生的钙钛矿 IBC 叠层太阳电池（PSC IBC）受到研究者的重视，成为突破晶硅电池光电转换效率壁垒的重要选择。其主要技术在于具有高带隙的顶部电池能够吸收短波长的光，具有低带隙的底部电池则可以对长波长的光进行吸收，从而使叠层太阳电池能够更大程度地利用太阳能，提高 IBC 太阳电池的短路电流。

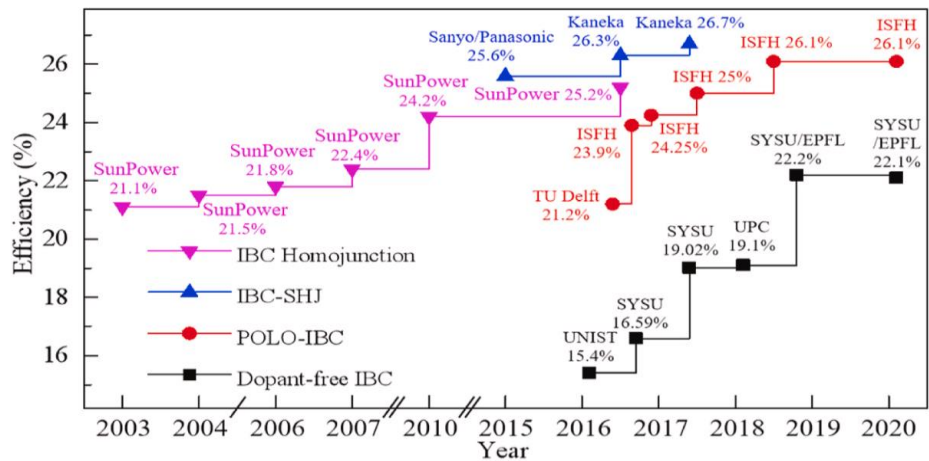
图9：IBC 电池叠加技术示意图



资料来源：晶科能源，《IBC 太阳电池技术的研究进展》，浙商证券研究所

TBC 电池和 HBC 电池技术前景广阔。随着设备成本的下降和工艺的成熟，IBC 电池逐步形成三大工艺路线：1）以 SunPower 为代表的经典 IBC 电池工艺；2）以 ISFH 为代表的 POLO-IBC 电池工艺；由于 POLO-IBC 工艺复杂，业内更看好低成本的同源技术 TBC 电池工艺（TOPCon-IBC）；3）以 Kaneka 为代表的 HBC 电池工艺（IBC-SHJ）。目前，经典 IBC 电池获取的效率溢价，难以覆盖增加的成本，该工艺路线竞争力逐步减弱，业内已将目光投向更有前景的 TBC 电池和 HBC 电池技术。

图10: IBC 电池转换效率的进化



资料来源:《Back-contact structures for optoelectronic devices: Applications and perspectives》, 浙商证券研究所

表6: 不同 BC 电池工艺特点 (单位: %、cm²、V、mA/cm²)

类目	经典 IBC 电池	TBC 电池	HBC 电池
叠加方式	-	IBC+TOPCon	IBC+HJT
PN 区	1、掩模和炉管扩散制备背面 PN 区 2、P 区 N 区隔离, 分别跟金属电极接触	1、掩模和炉管扩散制备背面 PN 区, 或掩模和 CVD 原位掺杂制备背面 PN 区 2、PN 区与基区之间沉积一层超薄隧穿氧化层 3、P 区 N 区隔离, 分别跟金属电极接触	1、掩模和 CVD 原位掺杂制备背面 PN 区 2、电池正面沉积本征非晶硅钝化层 3、PN 区与基区之间沉积本征非晶硅钝化层 4、PN 区与金属电极之间沉积 TCO 层
兼容性	兼容部分 PERC 工序	兼容部分 TOPCon 工序	兼容 HJT 设备和工艺
制程	高温制程	高温制程	低温制程
成熟度	☆☆☆	☆☆	☆
成本	较低	较低	高
量产转换效率	23.5%-24.5%	24.5%-25.5%	25%-26.5%

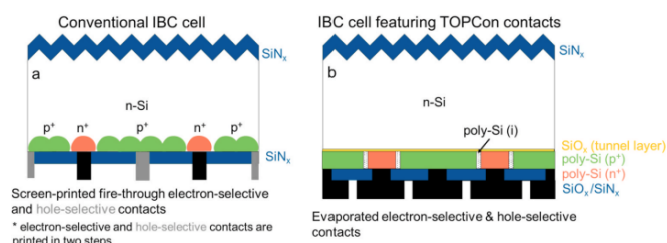
资料来源: 普乐科技, 浙商证券研究所

3.1 TBC: 目前性价比最高的 IBC 电池工艺路线

TBC 电池结合 IBC 电池高的短路电流与 TOPCon 优异的钝化接触特性, 从而获得更高的转换效率。TOPCon 电池正表面存在较高的金属接触复合, TBC 电池不存在该问题。将 TOPCon 电池钝化技术用于正面无遮挡的 IBC 太阳电池, 能在不损失电流的基础上提高钝化效果和开路电压, 从而获得更高的光电转换效率。

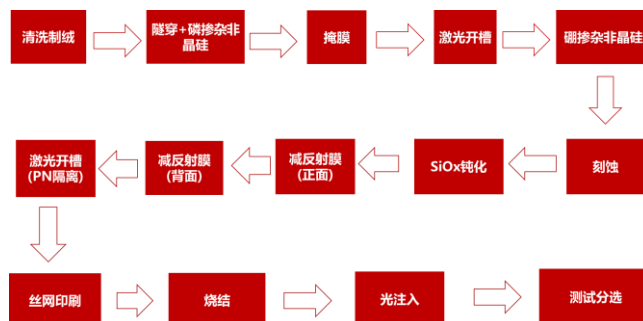
受益于 TOPCon 电池工艺的成熟, TBC 工艺成为目前性价比最高的 IBC 电池工艺路线。目前 TBC 电池技术难点主要集中在背面电极隔离、多晶硅钝化质量的均匀性以及 IBC 工艺路线的集成等。当前制备 TOPCon 电池的关键设备 LPCVD/PECVD 已经成熟, 推动 TOPCon 电池整套量产工艺成熟的同时, 带动了 TBC 电池工艺的成熟。SunPower 和国内尝试量产 IBC 电池的企业, 纷纷向该技术路线转型。

图11: 经典 IBC 电池和 TBC 电池结构示意图



资料来源:《Solar Energy Materials and Solar Cells》, 浙商证券研究所

图12: TBC 电池的一种生产工艺



资料来源: 普乐科技, 浙商证券研究所

表7: 近年来部分 POLO-IBC 太阳电池光电转换效率

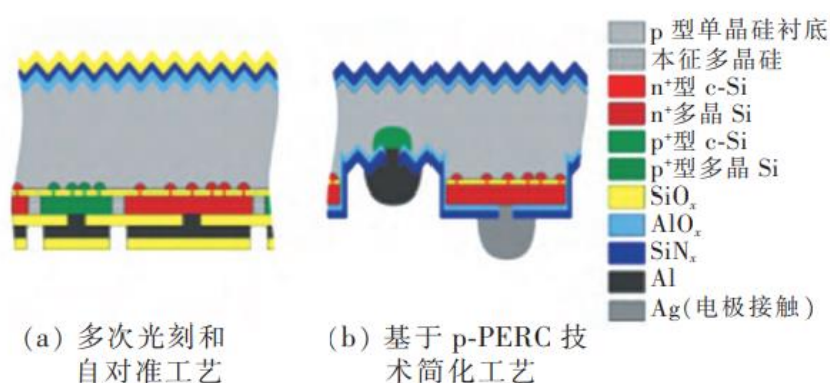
电池面积/cm ²	光电转换效率/%	Voc/mV	Jsc/(mA·cm ⁻²)	FF/%
3.99	26.10 ± 0.31	726.6 ± 1.8	42.62 ± 0.4	84.28 ± 0.59
9	21.2	692	39.2	78.3
2	23	701	42.2	77.8
3.97	24.25 ± 0.49	727.1 ± 2.5	41.57 ± 0.79	80.23 ± 0.52
4	25.01 ± 0.38	722.7 ± 2.2	41.9 ± 0.6	82.60 ± 0.60

资料来源:《IBC 太阳电池技术的研究进展》, 浙商证券研究所

TBC 电池不仅能够应用于 N 型晶硅基底, 也可以应用于 P 型基底, 在光电转换效率提升和成本降低方面都有巨大潜力。

(1) P 型硅衬底: 2018 年, ISFH 公司采用区熔 (FZ) 法制备的 P 型单晶硅片将 POLO 技术应用在 IBC 太阳电池上进行钝化, 在 4cm² 电池面积上获得 26.1% 的 POLO-IBC 太阳电池光电转换效率, 但此结构制备流程相对复杂, 并且使用多次光刻和自对准的工艺。为简化工艺, 2019 年, ISFH 公司在 p-PERC 技术基础上增加多晶硅沉积设备, 在常规 CZ 法的掺镓 P 型单晶硅片上制备 POLO-IBC 电池, 获得 21.8% 的光电转换效率。这种方法与目前常规产线兼容性高, 但光电转换效率较低。

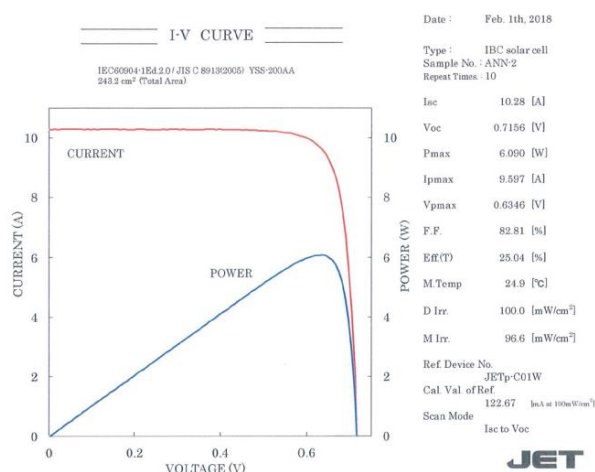
图13: ISFH 公司两种工艺制备 POLO-IBC 电池结构示意图



资料来源:《IBC 太阳能电池技术的研究进展》, 浙商证券研究所

(2) N 型硅衬底: 2018 年, 天合光能采用低压化学气相沉积 (LPCVD) 法对 IBC 电池的 BSF 进行多晶硅隧穿钝化, 仅通过调节湿法工艺使其与原始 IBC 电池工艺相兼容, 在 6 英寸硅片上实现了 IBC 电池光电转换效率由 24.1%到 25%的技术提升。

图14: 天合光能公司制备 TBC 电池效率测试情况

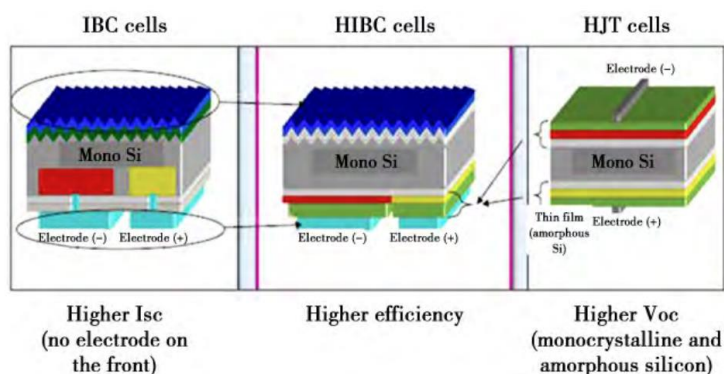


资料来源: 天合光能, 浙商证券研究所

3.2 HBC：新一代最有发展潜力的晶硅电池工艺路线

HBC 电池将 HJT 电池技术和 IBC 电池技术有机结合，利用 HJT 电池结构非晶硅优越的表面钝化性能，并借鉴了 IBC 电池结构正面无金属遮挡的优点。与 IBC 电池结构相比，HBC 太阳电池采用氢化非晶硅（a-Si:H）作为双面钝化层，在背面形成局部异质结结构，基于高质量的非晶硅钝化，获得高开路电压。与 HJT 太阳电池相比，HBC 太阳电池前表面无电极遮挡，采用减反射层取代透明的导电氧化物薄膜（TCO），在短波长范围内光学损失更少，成本更低。

图15：经典 IBC 电池和 TBC 电池结构示意图



资料来源：《N 型背接触异质结太阳电池概述》，浙商证券研究所

HBC 电池具备大短路电流和高开路电压的双重优势，代表着晶硅太阳电池的最高光电转换效率水平。2014 年 4 月，日本松下将 IBC 技术与 HJT 技术结合，在 143.7cm² 的 N 型硅片上实现 25.6% 的电池转换效率，为当时在标准测试条件下世界最高转换效率；同月，日本 Sharp 在 3.72cm² 小硅片上，制备出转换效率达到 25.1% 的 HBC 电池样片；2016 年 9 月，日本 Kaneka 宣布在面积为 180cm² 的 HBC 电池结构上实现了世界最高转换效率 26.33%；2017 年 8 月，Kaneka 又将该记录提高至 26.63%，为目前晶硅太阳能电池研发效率的最高水平和记录。

表8：HBC 电池研发转换效率统计表（单位：%、cm²、mV、mA/cm²）

公司	年份	面积(cm ²)	开路电压 Voc(mV)	短路电流密度 Jsc (mA/cm ²)	填充因子 FF (%)	效率 (%)
Panasonic	2014	143.7	740	41.8	82.7	25.6
Sharp	2014	3.72	736	41.7	81.9	25.1
Kaneka	2016	180	744	42.3	83.8	26.33
Kaneka	2017	180	740	42.5	84.6	26.63

资料来源：《N 型背接触异质结太阳电池概述》，浙商证券研究所

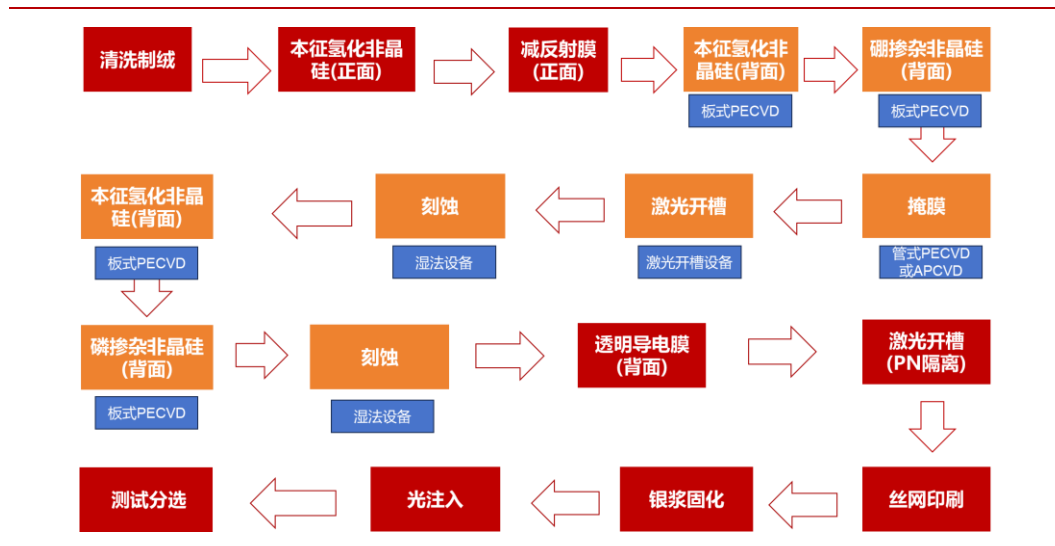
HBC 太阳电池兼具 IBC 太阳电池与 HJT 太阳电池在结构与工艺上的难点，主要体现在工艺流程复杂、设备昂贵、配套工艺及辅材要求高：

（1）需要掩模、开槽、掺杂和清洗才能完成制备背面 PN 区，制程复杂，比如 Kaneka 的方案，就高达 8 个工序，涉及 5 个不同设备，制程复杂而昂贵，而主流 PERC 电池只需一道炉管扩散工艺就完成 P-N 结的制备；

- (2) 本征和掺杂非晶硅镀膜工艺，工艺窗口窄，对工艺清洁度要求极高；
- (3) 负电极都处于背面，电极印刷和电极隔离工艺对设备精度要求高；
- (4) 低温银浆导电性弱，需要跟 TCO 配合良好，壁垒高供给少；
- (5) 低温电池制程，客户端需要低温组件封装工艺配合。

HBC 电池量产有待时日，未来降本方向在于提效的同时简化和减少工艺步骤。所有背接触结构的实现通常都会增加整个制造过程的复杂性，且背接触方案的工艺实现需要合理的图形化方案和精准的掩膜对准技术，未来最佳的解决方案是通过简化和减少工艺步骤来降低生产成本，同时提高 HBC 电池的转换效率，以及在两者之间取得平衡。

图16: HBC 电池的一种生产工艺



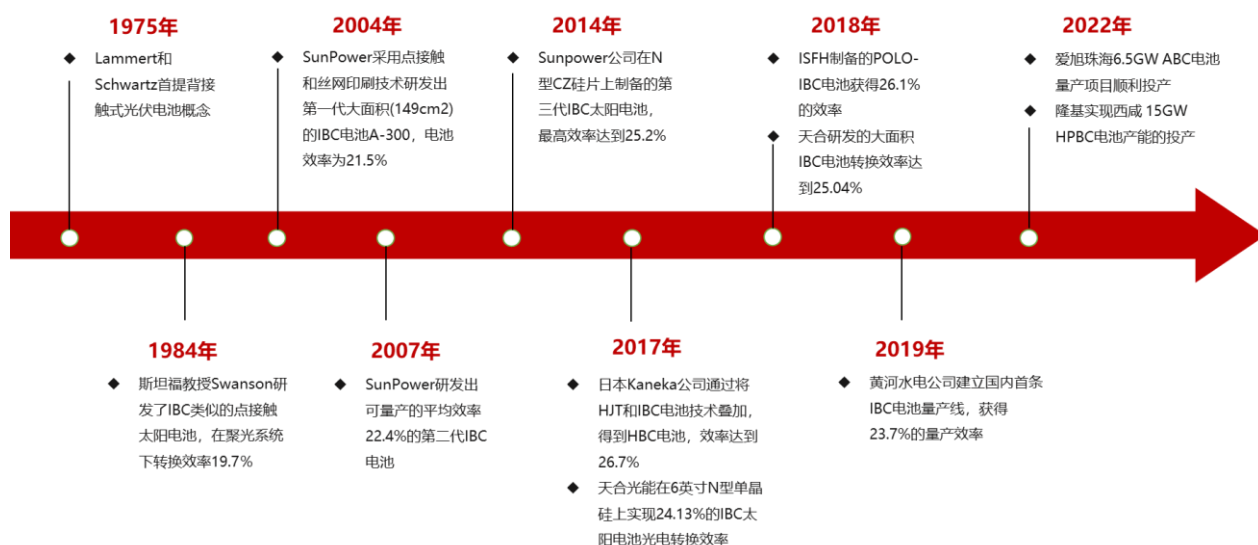
资料来源：普乐科技，浙商证券研究所

4 Maxis 率先开启产业化，国内龙头加速差异化技术量产

IBC 电池技术起源于 1975 年，Maxis 公司前身 SunPower 率先开启产业化进程。1975 年，Schwartz 和 Lammert 首提背接触式光伏电池概念，最初应用于高聚光系统中。1984 年，斯坦福教授 Swanson 研发了 IBC 类似的点接触太阳电池，在聚光系统下转换效率 19.7%；并于 1985 年创立 SunPower，研发 IBC 电池。2004 年，SunPower 采用点接触和丝网印刷技术研发出第一代大面积的 IBC 电池 A-300，电池效率为 21.5%。2007 年，SunPower 研发出可量产的平均效率 22.4% 的第二代 IBC 电池。2014 年，SunPower 公司在 N 型 CZ 硅片上制备第三代 IBC 太阳电池，最高效率达到 25.2%。2020 年，SunPower 分拆为 SunPower 和 Maxis，由 Maxis 负责 IBC 的电池组件的研发和生产。

国内企业坚定选择差异化 BC 电池路线，商业化进程提速。2017 年，天合光能公司通过自主研发，在 6 英寸的 N 型单晶硅上实现了 24.13% 的 IBC 太阳电池光电转换效率。2019 年，黄河水电公司建立国内首条 IBC 电池量产线，获得 23.7% 的量产 IBC 太阳电池光电转换效率。此后，隆基绿能推出 HPBC 电池技术，并在 2022 年实现西咸 15GW HPBC 电池产能的投产，量产效率超 25.5%。爱旭股份珠海首期 6.5GW ABC 电池项目实现投产，平均量产转化效率达到 26.5%。

图17：IBC 电池转换效率的进化

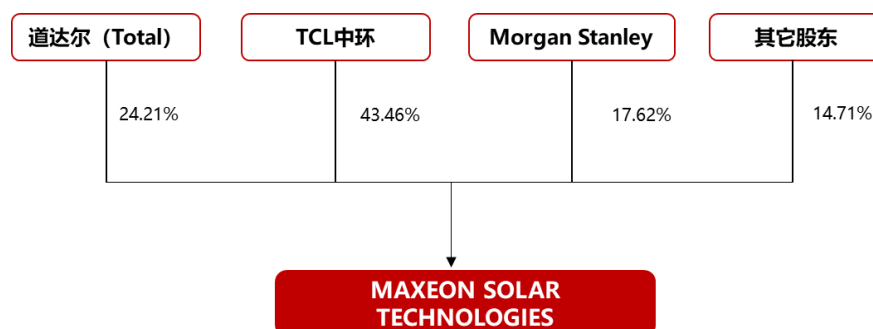


资料来源：《IBC 太阳电池技术的研究进展》，乐泰科技公众号，浙商证券研究所

4.1 Maxis：率先实现 IBC 技术量产，组件溢价超 0.27 美元/W

Maxis 是美国上市、全球领先的电池组件厂商，TCL 中环为第一大股东。2020 年，TCL 中环与道达尔（Total）达成合作，分拆 SunPower，参股在新加坡注册成立 Maxis（MAXN）。Maxis 承载 SunPower 除美国和加拿大以外的全球生产（包括专利）和销售业务，拥有 SunPower 马来西亚及菲律宾电池工厂、中国电池及组件合资公司工厂（环晟光伏）、墨西哥组件工厂、以及遍布世界的销售中心、新加坡总部以及研发中心等实体。公司掌握全球 IBC 及叠瓦专利体系，享受美国扶持政策，欧美渠道及品牌优势显著。截至 2023 年 2 月 24 日，TCL 中环持股比例达到 43.46%，为公司第一大股东。

图18: Maxeon 股权结构 (单位: %)(截至 2023 年 2 月 24 日)



资料来源: , 浙商证券研究所

Maxeon 是全球 IBC 电池技术的奠基者和领军者。1984 年, 斯坦福教授 Swanson 研发 IBC 类似的点接触太阳电池, 并在 1985 年创立 SunPower, 研发 IBC 电池; 2004 年, SunPower 菲律宾工厂 (25MW 产能) 规模量产第一代 IBC 电池, 转换效率最高 21.5%, 组件价格 5-6 美金/瓦。2023 年 6 月, Maxeon 公开全尺寸 Maxeon 7 组件口径效率测量值达到 24.7%, 该数据已由美国国家可再生能源实验室 (NREL) 确认。其次, 现有产品中, 已经开始向欧洲发货的 Maxeon 6 组件效率为 23%, 安装工作已经开始; 并且, 公司的 Maxeon 3 组件 24% 的效率版型可在 2023 年第四季度发货。

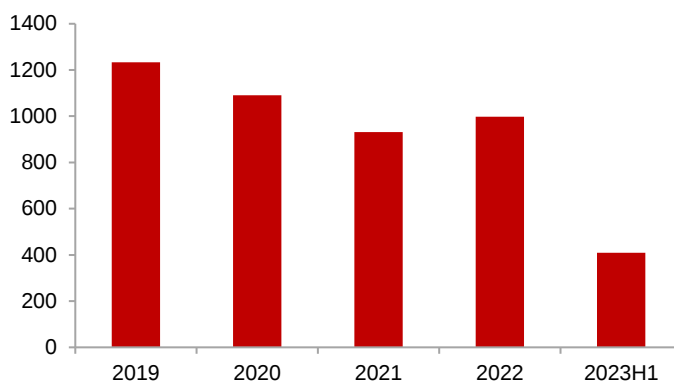
表9: SunPower/Maxeon 公司 IBC 电池发展历程

年份	最高效率	量产效率	代际	IBC 电池技术	同时期电池技术
2004 年	21.50%	20.50%	第一代 IBC 电池	规模量产 IBC 电池, 用低成本丝网印刷技术, 取代光刻 采用低成本加工设备, 例如扩散炉、湿法蚀刻和清洁设备	BSF 多晶电池 13%
2007 年	22.40%	22.00%	第二代 IBC 电池	图案化技术的优化 硅片厚度减薄到 160um 首次激光加工	BSF 多晶电池 15%
2010 年	24.20%	23.00%	第三代 IBC 电池	改进了表面掺杂和其他工艺, 进一步减小了金属接触复合; 硅片厚度减少到 145um; 克服扩散和体复合限制 抑制边缘损耗, 降低 Rs	BSF 单晶电池 18% BSF 多晶电池 16%
2016 年	25.20%	24.00%	Maxeon 5	130um 厚度硅片 首次量产隧穿结太阳能电池 提高硅片的体寿命	PERC 单晶电池 22%
2021 年	无披露	无披露	Maxeon 6	发射极复合电流密度 1.5fa/cm2 进一步降低边缘损耗 降低前表面光吸收 简化工艺, 更大硅片尺寸	TOPCon 电池 24.5% HJT 电池 24.5%
2023 年	无披露	有望达 26%	Maxeon 7	新型低成本金属化 工艺流程简化 安全性能提升 可使用 G12 硅片	TOPCon 电池 24.9% HJT 电池 25.0%

资料来源: Maxeon 官网, Maxeon 公众号, 普乐科技公众号, 浙商证券研究所

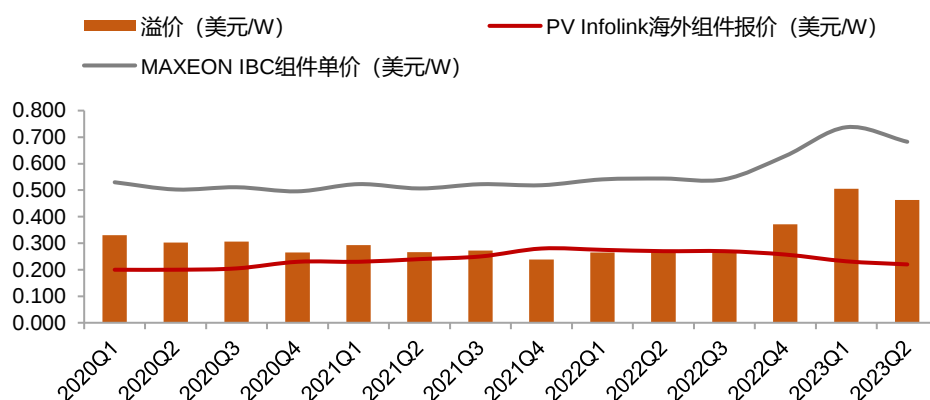
IBC 组件产销规模达到 GW 级，较常规组件溢价超 0.27 美元/W。截至 2023 年 6 月，公司 IBC 电池产能为 1GW，并有 500MW 规划产能预计 2024 年释放。2019 年以来，公司持续保持 GW 级的 IBC 组件销量。由于 IBC 组件发电性能优异、外形美观，超额溢价显著，2020 年以来较海外组件均价高出 0.27 美元/W 以上。

图19： 2019-2023H1 MAXEON IBC 组件出货情况（单位：MW）



资料来源：Maxeon 官网，浙商证券研究所

图20： 2020Q1-2023Q2 Maxeon IBC 组件价格及溢价情况（单位：美元/W）



资料来源：Maxeon 官网，InfoLink，浙商证券研究所

4.2 隆基绿能：后续投资计划内项目均采用 BC 技术，HPBC 实现 GW 出货

隆基绿能推出的 BC 技术路线是 HPBC（Hybrid Passivated Back Contact，高效复合钝化背接触技术）。基于 BC 技术平台，结合自研创新复合钝化技术，公司独创 HPBC 电池，并打造新一代 Hi-MO X6 组件，具有美观、高效、可靠、智能的特点；根据功能特性及应用场景分为探索家、科学家、极智家和艺术家四大产品系列，满足全球多元化市场需求。

图21：隆基绿能 HPBC 组件示意图

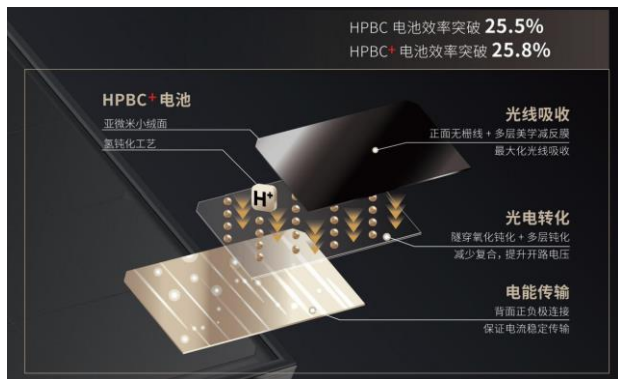


资料来源：隆基绿能官网，浙商证券研究所

目前公司新一代 HPBC 电池量产效率突破 25.5%，HPBC+电池效率突破 25.8%，组件最高转换效率也已提升为 23.3%。公司最新推出的 Hi-MO X6 组件搭载的 HPBC 电池，基于 BC 技术平台，是以电池正面无栅线为核心特点的新一代高效电池技术。结合公司创新自研的复合钝化技术，优化升级电池的光线吸收、光电转化和电流传输能力，最终能大幅提升电池的转换效率。因此，搭载 HPBC 电池技术的隆基 Hi-MO X6 组件产品，拥有高效率、高可靠性、高美观性，同时也能够给客户带来更高的价值。

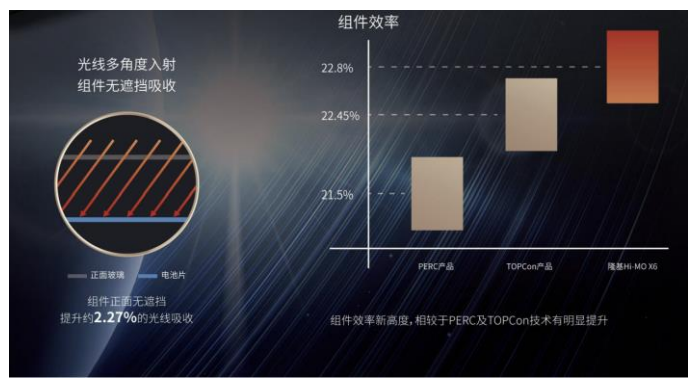
良率方面，目前公司 HPBC 已经达到了 95% 的良率，已经符合公司指标。未来随着经验的积累，公司会继续提升该产品的良率水平，预计会达到 96%、97% 甚至 98%。

图22：隆基绿能 HPBC+电池结构示意图



资料来源：隆基绿能官网，浙商证券研究所

图23：隆基绿能组件效率



资料来源：隆基绿能官网，浙商证券研究所

BC 产品专利布局完备，构建深厚技术护城河。公司在 BC 产品上已经进行了非常完备的、大量的专利布局，从电池到封装环节，公司在这项技术上总共有超过 100 项的专利，有利于公司技术的保护。

坚定看好 BC 技术，后续投资计划内项目均采用 BC 技术。公司认为在未来的 5-6 年（2028-2029 年），BC 电池会是晶硅电池的绝对主流，包括双面和单面电池。公司已经扩产的项目有超过 30GW 的 HPBC 电池和 30GW TOPCon 电池，目前已经投产，均处于产能持续提升的阶段。预计西咸 HPBC 电池项目将在 2023 年年底全面达产，TOPCon 电池项目预计到 2024 年第一季度末实现全面达产。对于公司后续投资计划内的项目，公司都会采用 BC 技术，同时将会按照公司已公布的建设节奏进行投产。

表10：隆基绿能新技术产能规划

技术路线	项目	规模 (GW)	投产时间
HPBC	西咸乐叶	29	已投产，预计 2023 年底全面达产
HPBC	泰州乐叶	4	已投产
HPBC Pro	铜川项目	12	预计 2024 年 11 月开始逐步投产，2025 年 11 月达产。
TOPCon	鄂尔多斯项目	30	已投产，预计 2024Q1 末全面达产

资料来源：隆基绿能公司公告，浙商证券研究所

HPBC 当前主推分布式场景，未来会推出面向地面电站的双面 BC 产品。从分布式应用场景来看，HPBC 单面发电优势相较其他单面光伏产品非常显著。但目前 HPBC 组件做成双面产品，较市场上先进 TOPCon 产品没有明显竞争优势，且目前公司 HPBC 电池产能受限，因此暂不主推 HPBC 在双面组件的应用市场。HPBC PRO 版本将会在单双面组件市场都具有竞争力，所以未来公司会推出面向地面电站的双面 BC 产品。

2023 年上半年，隆基 HPBC 出货量接近 1.5GW。初期公司 HPBC 产能非常有限，所以主要销往欧洲和澳洲市场。随着公司 HPBC 电池产能的快速提升，该产品会在全球范围内销售，在国内市场上公司将 HPBC 产品主要作为一种分布式屋顶产品来销售。

接连签订 HPBC 组件大单，出货有望迎来高增期。公司通过实施海外业务拓展和组织变革，业务遍及全球 150 余个国家和地区，已建立起覆盖全球的营销网络和多样化产品和服务，积累并形成了短时间内无法被其他竞争者复制的市场渠道和客户资源。2023 年 10

月 12 日，隆基绿能与总部位于德国的合作伙伴 Solar Express 签署了一项 1GW Hi-MO X6 三年供应框架协议。自此，双方将携手并进，共同加速推进德国分布式光伏的发展。10 月 18 日，隆基与总部位于德国的合作伙伴 PVI GmbH 签署 1.5GW Hi-MO X6 框架协议。

图24：隆基与德国 Solar Express 签署 1GW Hi-MO X6 框架协议



资料来源：隆基绿能公众号，浙商证券研究所

图25：隆基与德国 PVI 签署 1.5GW Hi-MO X6 框架协议

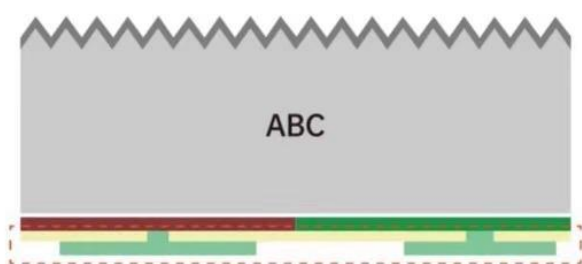


资料来源：隆基绿能公众号，浙商证券研究所

4.3 爱旭股份：ABC 电池及组件加速投产，转换效率全行业领先

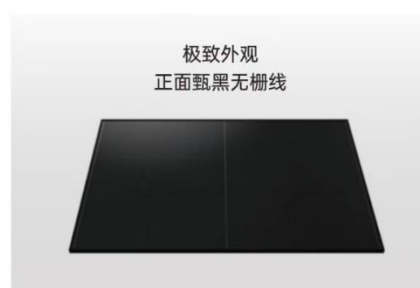
深耕太阳能电池片领域 14 年，推出拥有完整自主知识产权的 ABC 电池技术。公司基于光伏产业链多年的技术积累及对光伏技术发展的深刻理解，通过深度研发和技术创新，不但成功突破了全背接触电池的技术壁垒，还全球首创光伏电池无银化技术，推出了拥有完整自主知识产权的 ABC 电池技术。ABC 电池采用全新的背接触电池结构设计，正面无栅线，在呈现天然甄黑美观性的同时，也实现了全面积受光、全背电极、全背钝化接触等多项创新技术突破。公司开发的电池无银化技术解决了低成本规模化量产、双面发电、效率提升等问题，同时也为公司下一步开发的其他特殊应用场景奠定了良好基础。

图26：爱旭 ABC 电池结构示意图



资料来源：爱旭 ABC 组件白皮书，浙商证券研究所

图27：爱旭 ABC 电池及组件实图



资料来源：爱旭 ABC 组件白皮书，浙商证券研究所

ABC 电池及组件加速量产，珠海首期 6.5GW 电池项目顺利落地。公司新一代 N 型 ABC 电池技术标志性项目珠海首期 6.5GW ABC 电池项目已于 2023 年上半年实现投产，平均量产转化效率达到 26.5%。此外，公司宣布投资建设珠海 3.5GW 电池扩产项目及 10GW 配套组件项目、义乌 15GW 电池及配套组件项目和济南 10GW 电池及配套组件项目。至 2023 年末，公司预计将完成珠海首期 10GW 年产能电池及配套组件项目的建设，并力争实现义乌 15GW 年产能电池及配套组件项目的建成投产，建成后公司将形成 25GW 的 ABC 电池及组件年产能。

表11：爱旭股份 ABC 电池及组件在建及筹备项目

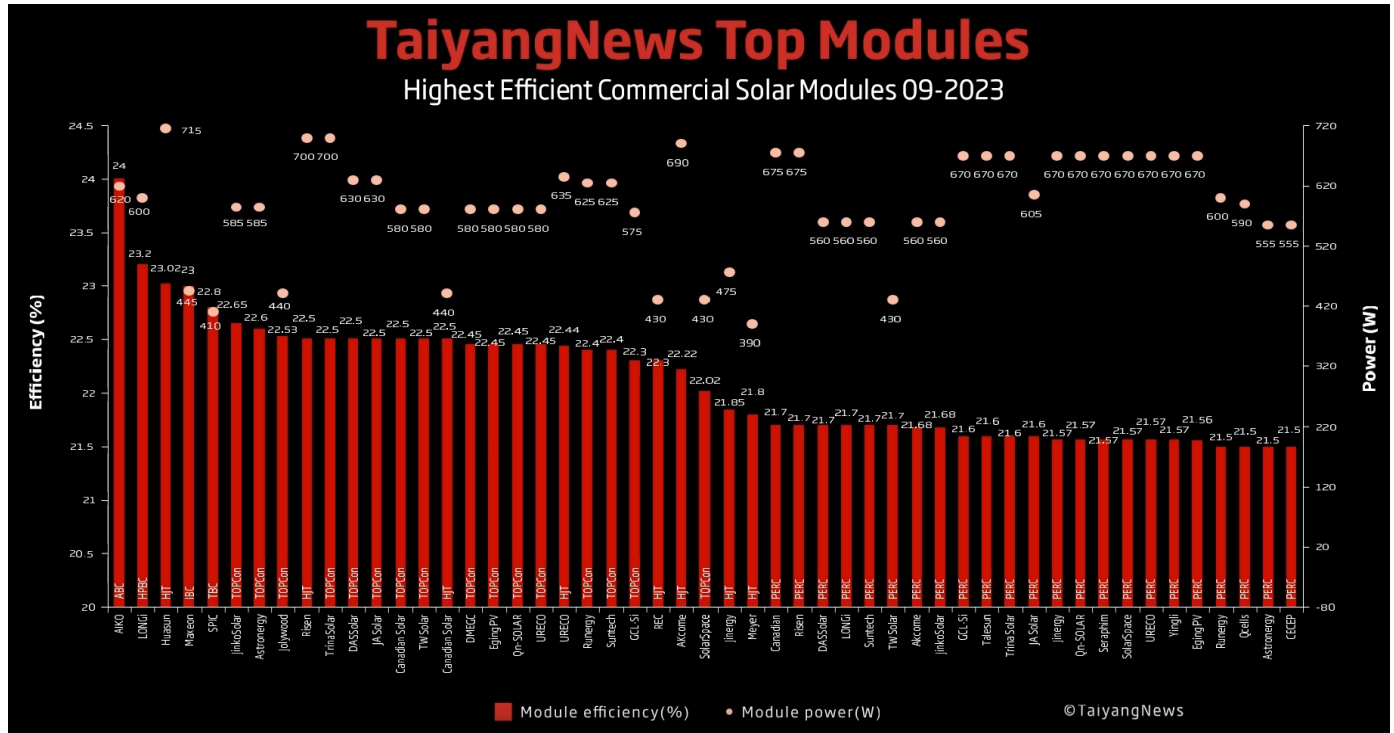
技术路线	地区	项目	投产时间
ABC	珠海	珠海首期 6.5GW 电池项目	已投产
		珠海 3.5GW 电池扩产项目	建设中，预计 2023 年末投产
		珠海 10GW 配套要组件项目	建设中，预计 2023 年末投产
	义乌	义乌 15GW 电池及配套组件项目	建设中，预计 2023 年末投产
	济南	济南 10GW 电池及配套组件项目	开展前期筹备工作

资料来源：爱旭股份公司公告，浙商证券研究所

ABC 电池及组件效率全行业领先。截至 2023 年 8 月末，公司 ABC 电池平均量产转换效率已达到 26.5%，ABC 组件量产交付效率可达 24%。ABC 组件功率、可靠性等指标皆通过了第三方权威认证测试机构德国 TÜV 集团的相关认证。根据欧洲光伏权威机构

TaiyangNews 发布的《全球高效量产光伏组件效率榜单》，公司 ABC 组件自 2023 年 3 月起蝉联榜首位置。

图28: TaiyangNews 全球高效量产光伏组件效率榜单



资料来源: TaiyangNews, 浙商证券研究所

ABC 组件兼具高功率、低衰减、温度系数好、正面美观无栅线等优异性能，在全生命周期中的发电量较同面积 PERC 组件提升 15% 以上。ABC 组件在 182mm 硅片尺寸下的 54 版型组件交付功率达到 465W，较常规 PERC 组件高 40W 以上；72 版型组件交付功率达到 620W，较常规 PERC 组件高 60W 以上；量产效率可达 24%。依托革命性的创新设计和卓越的产品性能，以及显著的美观度优势，2023 年 4 月，公司 ABC 组件荣获德国红点产品设计大奖（Red Dot Design Award），成为全球首个 XBC 类光伏组件获奖产品。

表12: 爱旭 ABC 组件及常规 PERC 组件参数性能对比

组件型号	爱旭 N 型 ABC 组件	常规 PERC 组件
外观	正面无栅线，美观性好	有栅线遮挡
组件功率（182 硅片）	72 片版型：600-620W 54 片版型：450-465W	72 片版型：540-560W 54 片版型：405-425W
电池转换效率	26.5%+	23.40%
组件转换效率	24%+	21.30%
功率衰减	首年≤1%，次年≤0.35%	首年≤2%，次年≤0.55%
功率温度系数	-0.29%/℃	-0.34%/℃
产品质保	15 年	12 年
功率质保	30 年	25 年

资料来源: 爱旭股份公司公告, 浙商证券研究所

ABC 组件可满足户用、工商业分布式场景和地面电站场景。公司研发团队针对户用、工商业及大型地面电站等典型场景，基于客户的价值创造开发出不同的产品。过去 BC 类组件被定义为是效率最高的单面电池，不能双面发电，而爱旭宣布将在 2024 年推出双面发电组件，双面率不低于 55%，将极大地拓展 ABC 组件的优势场景。爱旭将于 2023 年四季度大规模展开地面电站市场推广工作，优先聚焦中国、欧洲的高价值地面电站场景，以大客户直销为主要销售模式，通过为客户提供高功率、高质量、低衰减组件，提升电站整体投资回报率。

图29：爱旭 ABC 组件基于不同场景的产品展示



资料来源：爱旭股份公司公告，浙商证券研究所

图30：爱旭 ABC 组件交付项目实景图



资料来源：爱旭股份公司公告，浙商证券研究所

全面推进国内外渠道合作，ABC 组件在手订单充足。截至 2023 上半年，公司已在德国、荷兰、英国、意大利、新加坡、日本等 9 个国家设立海外子公司，同时持续布局欧洲、亚洲、大洋洲、南美洲等区域的海外销售网络。公司与德国 Memodo 集团签订 1.3GW ABC 组件供货协议；与荷兰 LIBRA 集团签订 650MW ABC 组件供货协议；与荷兰 VDH SOLAR 签订 520MW 的供货协议；与比利时 Gutami 签订供货协议；与英国最大光伏经销商 Segen 签署 100MW 的 ABC 组件产品分销协议；与捷克 25 ENERGY、也门 SAHARA 等公司亦达成欧洲区域产品销售协议，与九红技术系统株式会社、WWB 株式会社、IGUAZU 达成日本市场产品销售代理合作。

国内方面，公司与快易光伏、福建融信创富数字能源技术、深圳市华塔材料等达成国内 ABC 组件分销合作，与珠海华发集团签署 400MW ABC 组件合同，中标鹤洲北 380MW 滩涂电站项目，将在 2023 年内进行交付。

图31: 爱旭股份与欧洲分销商 Memodo 签订 1.3GW 的 ABC 组件供应协议



资料来源: 爱旭股份公众号, 浙商证券研究所

图32: 爱旭股份与荷兰最大的户用分销商 Libra 签订 650MW 的供货协议



资料来源: 爱旭股份公众号, 浙商证券研究所

5 投资标的梳理

随着国内龙头加速扩产，BC 电池技术产业化进程有望提速。建议关注：

(1) BC 电池技术领先的主产业链龙头：隆基绿能、爱旭股份、TCL 中环、通威股份、晶科能源、晶澳科技、天合光能、阿特斯、钧达股份等；

(2) 受益 BC 电池技术扩产的光伏设备：帝尔激光、奥特维、海目星、英诺激光等；

(3) 受益 BC 电池技术放量的光伏辅材：帝科股份、聚和材料、宇邦新材、威腾电气、锦富技术、广信材料等。

表13：重点公司盈利预测与估值（单位：亿元、元/股、倍）

代码	简称	总市值（亿元）	归母净利润（亿元）					PE		
		2023/11/9	2022	2023E	2024E	2025E	2022	2023E	2024E	2025E
601012.SH	隆基绿能	1,837	148.1	161.0	184.8	214.1	12	11	10	9
600732.SH	爱旭股份	352	23.3	31.0	43.1	59.8	15	11	8	6
002129.SZ	TCL 中环	783	68.2	85.1	103.1	121.5	11	9	8	6
600438.SH	通威股份	1,257	257.3	182.9	147.9	183.1	5	7	8	7
688223.SH	晶科能源	1,011	29.4	77.6	94.4	115.1	34	13	11	9
002459.SZ	晶澳科技	810	55.3	92.1	112.0	135.9	15	9	7	6
688599.SH	天合光能	687	36.8	71.5	90.2	112.5	19	10	8	6
688472.SH	阿特斯	562	21.6	42.2	56.1	71.6	26	13	10	8
002865.SZ	钧达股份	227	7.2	24.5	32.0	37.0	32	9	7	6
300776.SZ	帝尔激光	184	4.1	5.2	7.8	10.2	45	36	24	18
688516.SH	奥特维	230	7.1	11.9	17.1	22.6	32	19	13	10
688559.SH	海目星	81	3.8	6.8	9.2	10.4	21	12	9	8
301021.SZ	英诺激光	42	0.2	0.3	0.5	0.9	187	141	78	46
300842.SZ	帝科股份	75	-0.2	4.2	6.2	8.3	-431	18	12	9
688503.SH	聚和材料	119	3.9	5.9	8.2	10.2	30	20	14	12
301266.SZ	宇邦新材	54	1.0	2.0	3.0	4.0	54	26	18	13
688226.SH	威腾电气	28	0.7	1.2	2.1	2.8	40	23	14	10
300128.SZ	锦富技术	67	-2.3	1.0	2.4	4.0	-30	71	28	17
300537.SZ	广信材料	44	-0.3	0.4	0.9	1.4	-137	106	51	31

资料来源：，浙商证券研究所。注：以上盈利预测数据均来源于一致预期。

6 风险提示

（1）IBC 电池产业化不及预期

光伏电池技术迭代速度较快，N 型电池替代 PERC 技术趋势明确。虽然 IBC 电池具备更高的转换效率，但也面临生产制造难度大、壁垒高、初始投资成本高等挑战，如果 IBC 电池性价比问题长期难以解决，产业化进程存在不及预期的风险。

（2）全球光伏装机不及预期

光伏产品需求受行业政策变化、市场供需波动及国际贸易环境等因素影响，行业周期性波动较为明显。未来如果行业政策、国际贸易环境及市场供需等发生变化，可能影响光伏产品的市场需求。

（3）供应链波动风险

一方面，近些年来光伏行业产业链发展不均衡，在产品规格、技术应用、上下游供求关系等方面发生了快速的变化，另一方面，光伏行业组件产品海外订单排产期限较长，若原材料的供需匹配、供应安全和物流效率无法保障，企业无法准确的预判供应链未来的价格走势，将不利于企业订单的交付，或对公司盈利水平产生影响，这种变化将极大考验任何一家企业的供应链管理能力和，若企业无法有效应对，将可能会面临供应链波动所带来的风险。

（4）市场竞争风险

近些年光伏行业发展迅速，市场需求快速增长，行业内企业纷纷进行扩产或围绕产业链向上下游延伸，同时跨行业资本及企业不断涌入，导致产业链各环节新增及潜在新增产能大幅增加，光伏行业竞争愈发激烈。若未来市场需求增速低于扩产预期甚至出现下降，则上述产能扩张将进一步加剧行业内的无序竞争，从而导致产品价格不合理下跌、企业盈利下降，因此，光伏行业可能面临竞争性扩产所带来的产能过剩风险。随着光伏行业技术的不断进步，光伏产品性价比逐步提升，光伏企业在成本管控及技术研发上也会面临更大挑战。

股票投资评级说明

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1.买入：相对于沪深300指数表现+20%以上；
- 2.增持：相对于沪深300指数表现+10%~+20%；
- 3.中性：相对于沪深300指数表现-10%~+10%之间波动；
- 4.减持：相对于沪深300指数表现-10%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

- 1.看好：行业指数相对于沪深300指数表现+10%以上；
- 2.中性：行业指数相对于沪深300指数表现-10%~+10%以上；
- 3.看淡：行业指数相对于沪深300指数表现-10%以下。

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。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。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。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621)80108518

上海总部传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>