



电力设备与新能源行业研究

买入（维持评级）
行业专题研究报告

证券研究报告

新能源与电力设备组
 分析师：姚遥（执业 S1130512080001）
 yaoy@gjzq.com.cn

千帆竞发于沉舟之侧，技术创新不受景气度羁绊

——高效太阳能电池系列深度（七）

投资逻辑

光伏行业的产品迭代具有普适性规律，性价比是产品能否迭代成功的核心：光伏行业过去十年来技术和产品迭代迅速，从硅片环节的单晶到多晶、到电池环节的BSF到PERC再到TOPCon、辅材环节的单玻到双玻等，技术的迭代成功具有共同点，即在新产品推向市场时生产厂商和下游客户共同享受到了高于现有产品的收益，也就是新产品需要拥有更高的性价比。在产业链的各个环节中，由于电池环节技术迭代速度快、路线多样化，因此往往是光伏技术迭代的最核心环节：从电池、组件厂商角度来说，由于电池技术迭代速度快，因此产能的建成和规划长期处于远超市场需求的过剩状态，这就需要高强度的研发投入以保持产品性价比领先才能攫取收益；从终端的角度来讲，电池效率提升所带来的组件端功率的增益最为直观，最容易判断性价比，因此光伏电池环节是比较典型的性价比驱动技术迭代的环节。

复盘BSF到PERC，技术进步不受景气度羁绊，双重性价比优势加速PERC迭代：根据CPIA统计，2018年、2019年国内新增光伏装机分别同比下降17%、32%，然而2018年PERC市占率从2017年的15%提升至33.5%，2019年市占率超过65%，考虑到扩产决策周期，实际上PERC电池的产能扩张并未受到531政策的过度冲击。核心原因为2017年开始单晶硅片环节在RGZ及金刚线切割工艺快速成熟的共同作用下成本快速下降，使得单晶硅片相较于多晶硅片性价比明显溢出，同时在从BSF向PERC升级的过程中，单晶PERC的提效幅度显著大于单晶BSF，从而加速了PERC对BSF的替代。

复盘TOPCon迭代PERC，长时间高溢价水平吸引行业扩产规模激增：2021年底晶科能源于全行业率先大规模扩产N型TOPCon产能拉开了行业转向TOPCon电池技术的序幕，随着TOPCon扩产加速，产业链各环节资源向TOPCon倾斜，规模化效应将TOPCon与PERC的组件端制造成本基本拉平，但此时TOPCon在下游仍享有合理溢价，因此相比PERC拥有更好的盈利能力，造成了TOPCon的急速扩产。根据CPIA统计，2021-2023年TOPCon市占率从不到3%提升至23%，预计2024年将超过60%。

产能全面过剩阶段更应不破不立，“破坏”式创新是打破当前电池、组件环节同质化内卷的必由之路：当下时间节点主产业链由于产能全面过剩，多环节进入现金亏损状态，甚至TOPCon电池片也处于负毛利状态，根据我们统计，截至2024H1，TOPCon电池产能总规划超1100GW，累计落地超650GW。在产品同质化严重的背景下，具有显著性价比优势的差异化产品几乎是打破“内卷”的唯一出路，2024年内，HJT与xBC工艺产业化进展均取得了快速突破，有望引领下一个电池技术迭代的周期。

投资建议与估值

针对新技术迭代所带来的投资机会，我们认为目前来看主要有2个方向：方向一是配合新技术导入降本增效工艺的相关设备厂商，重点推荐：奥特维、迈为股份；第二个方向是在电池技术路线上布局领先、产业化进展较快的头部组件、电池厂商，重点推荐：通威股份、隆基绿能、晶科能源。

风险提示

新技术渗透不及预期、研发进展不及预期、产业链价格下行风险、企业盈利扭亏不及预期。



内容目录

1 技术创新是光伏行业发展的主旋律，性价比是影响技术创新落地的关键.....	5
2 从 BSF 转向 PERC，乘政策东风，光伏行业实现高质量发展.....	7
2.1 以全球能源转型为背景，十三五期间国家政策鼓励光伏实现高质量发展.....	7
2.2 单晶替代多晶推动 PERC 迭代 BSF，高效产品的推出与行业高质量发展的目标相契合.....	9
2.3 降本增效持续提升 PERC 性价比，上游迭代、下游产业升级共同压缩 BSF 生存空间.....	10
3 从 PERC 转向 TOPCon，政策利导、技术转型，转换效率再进一步.....	13
3.1 国内光伏进入高速发展时期，实现平价上网.....	13
3.2 TOPCon 领衔 N 型技术效率突破，行业快速进入 N 型时代.....	15
4 探索下一代主流电池技术——HJT、xBC 均表现出竞争力.....	18
4.1 “破坏式”创新是打破当前电池环节同质化内卷的必由之路.....	18
4.2 成本差距缩窄：HJT/xBC 组件降本路径清晰，与 topcon 成本快速靠近.....	21
4.3 性价比凸显，HJT/xBC 组件有望在下游逐步放量.....	24
5 投资建议.....	27
5.1 奥特维：光伏设备平台化龙头企业，布局多条技术路线.....	27
5.2 迈为股份：行业领先的 HJT 电池设备制造商，持续推动 HJT 路线降本增效.....	29
5.3 通威股份：头部 HJT 技术领先企业，有望引领 GW 级产线扩产.....	29
5.4 隆基绿能：一体化组件龙头，xBC 产能规划行业领先.....	30
5.5 晶科能源：N 型电池产能规模行业领先，研发实力稳居行业前列.....	31
6 风险提示.....	32

图表目录

图表 1： 2015 年起单晶硅片盈利能力明显好于多晶硅片.....	5
图表 2： 在 PERC 电池上，单晶产品较多晶产品具有更大的效率优势.....	5
图表 3： 以通威为例，2018 年公司单晶电池毛利率开始超越多晶.....	5
图表 4： N 型 TOPCon 产品毛利水平高于 P 型产品.....	5
图表 5： 2016 年以来电站端初始投资成本、LCOE 快速下降.....	6
图表 6： 2016 以来，光伏电池技术路线迭代历程及重要事件节点.....	6
图表 7： “十三五”初期，国家层面能源相关政策频发.....	7
图表 8： 2015-2020 年，国内光伏发电渗透率提升近 1.5PCT.....	8
图表 9： 2014-2020 年，光伏上网电价、补贴持续下调.....	8
图表 10： 自 2018 年光伏补贴、电价下调后，光伏发电项目度电收益缩窄.....	9
图表 11： 2018 年 1 月，大同 1GW 基地单晶组件运行效率明显优于多晶组件.....	9
图表 12： 2018 年 1 月，大同基地运行效率前十组件均为单晶产品.....	9
图表 13： 第三批领跑者计划共 6.5GW.....	10
图表 14： 2017 年第三批领跑者中标产品中，单晶 PERC 组件占比高达 67%.....	10
图表 15： 2019 年，PERC 技术成为市场主流.....	10
图表 16： PERC 电池效率显著优于 BSF.....	10
图表 17： 单晶硅片凸显性价比的同时，溢价相对稳定.....	11



图表 18:	PERC 迭代过程中, 单位设备投资持续下降.....	12
图表 19:	PERC 电池较常规多晶电池长时间保持较高价差.....	12
图表 20:	PERC 组件溢价受上游价格变动和下游需求影响在 0.1-0.5 元/W 波动.....	13
图表 21:	2021 版中国国家自主贡献主要目标整体要求提高.....	13
图表 22:	2016-2023 年, 国内光伏渗透率提高近 3PCT.....	14
图表 23:	大基地项目中光伏规模占比近 50%.....	14
图表 24:	2023 年, 国内光伏制造业月均签约投资规模超千亿.....	15
图表 25:	2021-2025E, TOPCon 产线单位设备投资降幅超过 PERC.....	16
图表 26:	TOPCon 电池效率远高于 PERC, 2024 年已成为市场主流技术.....	16
图表 27:	182 版型下, TOPCon 组件较 PERC 高出约 20-30W.....	16
图表 28:	在 TOPCon 迭代 PERC 的周期中, 电池溢价相对稳定.....	17
图表 29:	2022 年底到 2024 上半年, TOPCon 组件较 PERC 溢价相对稳定.....	17
图表 30:	不同 BOS 成本地区, N 型组件较 P 型溢价在 0.04-0.11 元/W.....	18
图表 31:	2024 年中, TOPCon 组件总制造成本与 PERC 基本打平.....	18
图表 32:	2024 年, 主产业链盈利下行.....	19
图表 33:	截至 2024 年, TOPCon 电池产能总规划超 1170GW.....	19
图表 34:	历史上, 光伏电池技术迭代并非都在行业高景气背景下发生.....	19
图表 35:	在 2024 年本中, 电池/组件转换效率指标均有提高.....	20
图表 36:	2020-2024 年发展高效电池技术行业政策梳理.....	20
图表 37:	预计到 2025 年, HJT 产线单位设备投资有望低于 3 亿元/GW.....	21
图表 38:	2021-2024 年, 各技术路线电池项目单位投资呈逐年下降趋势.....	21
图表 39:	2021-2024 年, 各技术路线一体化项目单位投资呈逐年下降趋势.....	21
图表 40:	假设白银价格升至 10000 元/kg, 导入 OBB+30%银包铜将使 HJT 与 TOPCon 的成本差距缩窄约 5 分/W.....	22
图表 41:	HJT 电池效率较同期 TOPCon 高 0.2-0.5%.....	23
图表 42:	2020-2024 年, 隆基/爱旭 BC 组件端快速提效.....	23
图表 43:	同版型 HJT/xBC 组件功率较 TOPCon 约高 10-30W.....	23
图表 44:	2024 年中, 理想状态下主流版型 HJT 组件总制造成本较 TOPCon 主流版型高约 7 分/W.....	24
图表 45:	截至 2024H1, HJT 电池落地产能达 42.3GW.....	24
图表 46:	HJT 组件在较 topcon 溢价 0.14-0.18 元/W 的情况下, 项目 IRR 仍能保持相同水平.....	25
图表 47:	BOS 成本相同的情况下, HJT 组件较 TOPCon 溢价范围在 0.02-0.07 元/W.....	25
图表 48:	2024 年, HJT 组件较 TOPCon 溢价相对稳定在 0.1 元/W 附近.....	25
图表 49:	2024 年内, 下游 HJT 组件招标规模已达到 10.8GW+.....	26
图表 50:	到 2026 年, 两家 BC 领先企业产能总计将达到 200GW.....	26
图表 51:	隆基绿能 HPBC 组件应用场景拓宽.....	27
图表 52:	2024 年内, 爱旭股份 ABC 组件签约规模和应用场景均实现进一步突破.....	27
图表 53:	公司产品历经 12 年 9 代技术升级、7 次产能提速.....	28
图表 54:	公司电池设备订单持续获得光伏头部企业认可.....	28
图表 55:	公司 HJT 电池实验室效率持续提高.....	29
图表 56:	通威连续 8 次打破 HJT 组件功率纪录.....	30
图表 57:	HPBC 二代电池结构升级.....	31
图表 58:	等土地面积下 HPBC 二代较 TOPCon 具有更优的产品价值.....	31



图表 59： 2024 年一季度，晶科能源 TOPCon 组件出货量达到约 20GW..... 32



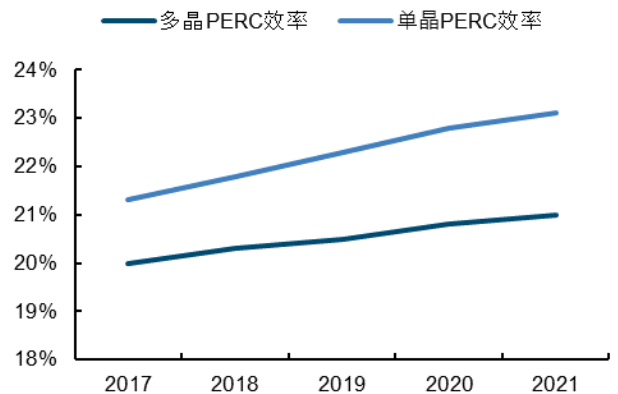
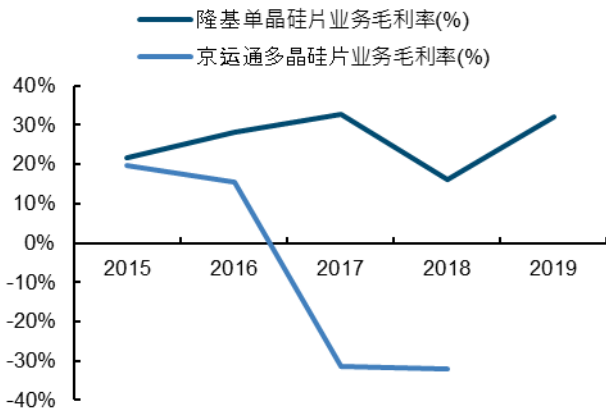
1 技术创新是光伏行业发展的主旋律，性价比是影响技术创新落地的关键

降本增效是光伏行业永恒的追求，技术创新是光伏行业发展的主旋律。光伏行业过去十年来技术和产品迭代迅速，如硅片环节，降本增效催生单/多晶硅片的切换，催生硅片薄片化及金刚线细线化；电池环节，降本增效催生了 PERC、TOPCon 等多代高效电池技术的迭代；组件环节，除发电产品本身随着技术路线发生变化外，降本增效诉求下电池片金属化栅线工艺向多主栅/无主栅路径演化；设备环节，各工艺相匹配的设备也被要求快速迭代革新以提高生产效率，同时尽可能降低生产过程中的电池效率损失。

硅片环节，根据隆基绿能 2015 年报，当年公司全面推行 RCZ 及金刚线切割工艺产业化应用，硅片产品非硅成本同比下降 20.78%，成为高效单晶组件和常规多晶组件成本基本持平的重要推手，单晶硅片性价比实现突破，并在此后几年持续拉开与多晶硅片盈利水平上的差距，表现出更可观的利润空间。同时，单晶硅片展现出明显的效率提升，根据中国光伏行业协会统计，相同 PERC 技术下，单晶产品的电池转换效率较多晶高出约 1-2PCT，向下游展现出优异的发电增益潜力，2019 年单晶硅片市场占比达到 65%，成为主流路线。

图表1：2015年起单晶硅片盈利能力明显好于多晶硅片

图表2：在 PERC 电池上，单晶产品较多晶产品具有更大的效率优势



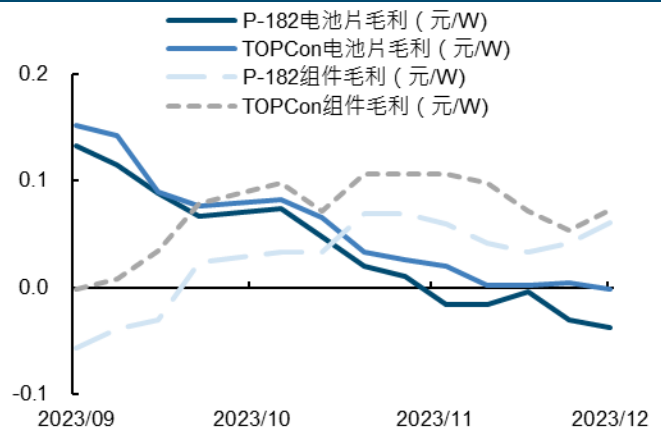
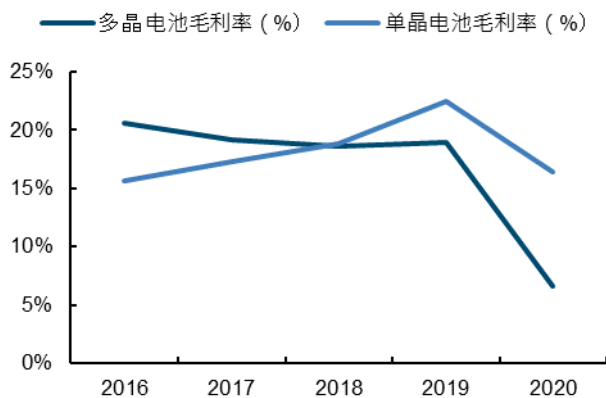
来源：京运通公告，隆基绿能公告，国金证券研究所

来源：中国光伏行业协会，国金证券研究所

在产业链的各个环节中，由于电池环节技术迭代速度快、路线多样化，因此往往是光伏技术迭代的最核心环节。从 BSF 到 PERC，再从单晶 P 型发展到单晶 N 型，电池转换效率的持续提升是技术迭代的核心，而性价比是影响技术创新落地的关键。从电池、组件厂商角度来说，由于电池技术迭代速度快，因此产能的建成和规划长期处于远超市场需求的过剩状态，这就需要高强度的研发投入以保持产品性价比领先才能攫取收益；从终端的角度来讲，电池效率提升所带来的组件端功率的增益最为直观，最容易判断性价比，因此光伏电池环节是比较典型的性价比驱动技术迭代的环节。

图表3：以通威为例，2018年公司单晶电池毛利率开始超越多晶

图表4：N型 TOPCon 产品毛利水平高于P型产品



来源：通威公告，国金证券研究所

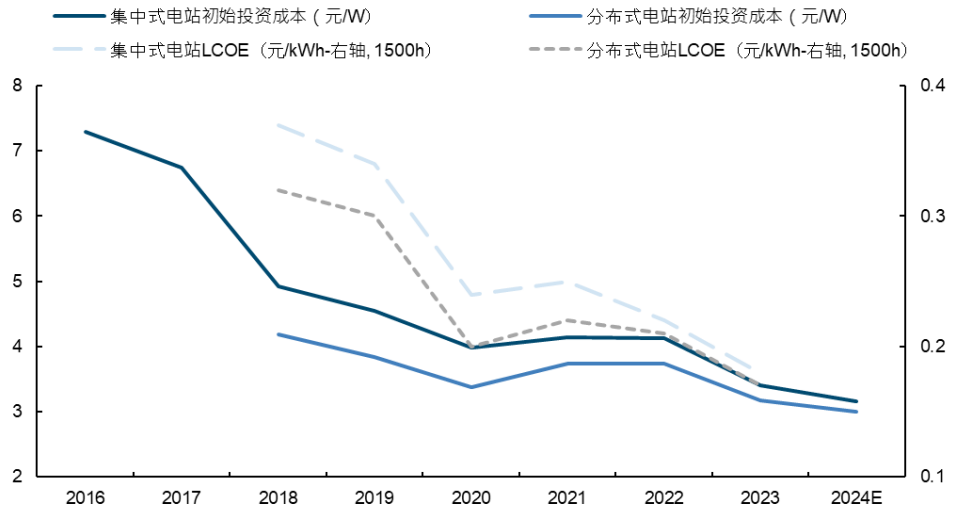
来源：硅业分会，infolink，国金证券研究所测算

在电池新技术迭代的初期，由于效率的优势，往往能在终端客户的报价中看到产品的溢价，一般情况下溢价主要由两部分构成，第一部分即采购时最能直观看到的，高效产品



较此前常规产品能够摊薄多少项目总成本中与面积相关的 BOS 成本。以大型地面电站为例，组件端功率的提升可以降低项目中电缆、支架、其他电气设备的投入，降低的成本即我们所定义的合理溢价。高效光伏组件在合理溢价的基础上，通过更优异的产品特性，比如：更高的双面率、衰减率更低、弱光效应更好等，会给终端带来全生命周期发电量的增益，从而提升 IRR 水平，这是我们所定义的第二部分溢价，即技术溢价，这部分溢价受生产厂商营销策略、客户议价能力等因素的影响，不同项目有所不同。高效产品能依靠功率增益实现项目单位成本的下降和总收益的提升，从而在下游获得较高的接受度。根据光伏行业协会统计，随着电池主流技术路线从 BSF 发展为 PERC 再迭代为 TOPCon，电站端初始单位投资成本和 1500h 等效利用小时数的 LCOE 下降近一半，在光伏发电平价上网的背景下为终端客户带来更大的价值。

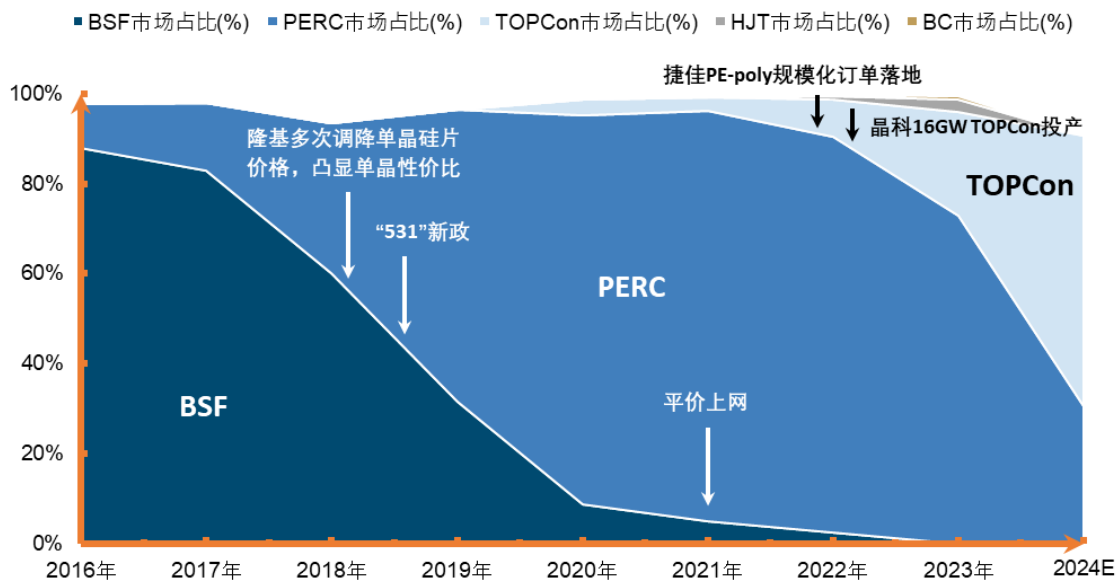
图表5：2016年以来电站端初始投资成本、LCOE快速下降



来源：中国光伏行业协会，国金证券研究所

总的来看，技术的迭代成功具有共同点，即在新产品推向市场时生产厂商和下游客户共同享受到了高于现有产品的收益，也就是新产品需要拥有更高的性价比。行业每一次进行新技术路线的选择源于降本增效的需求，新技术渗透初期凭借稀缺性带来技术溢价，在制造端表现出更大的盈利潜力，推动产业内技术路线同步转变；同时由于发电产品向终端市场展现出更快的投资回报获得认可，产业链自下而上分享增加的发电量收益，从而实现全行业主流技术路线的转变。

图表6：2016以来，光伏电池技术路线迭代历程及重要事件节点



来源：中国光伏行业协会，国金证券研究所



2 从 BSF 转向 PERC，乘政策东风，光伏行业实现高质量发展

2.1 以全球能源转型为背景，十三五期间国家政策鼓励光伏实现高质量发展

从 1994 年《联合国气候变化框架公约》到 1997 年《京都议定书》，再到 2015 年《巴黎协定》，能源及气候问题一直受到全球各国的关注。2015 年 12 月 12 日，为应对全球气候变化威胁，197 个国家在巴黎召开的缔约方会议上通过《巴黎协定》，旨在大幅减少全球温室气体排放，将本世纪全球平均气温升幅控制在 2℃ 以内，同时寻求将气温升幅进一步限制在 1.5℃ 以内的措施。

中国于 2016 年 9 月加入《巴黎协定》，根据世界银行统计，2015 年中国二氧化碳排放量达到 98.6 亿吨，占全球二氧化碳排放量的 28.94%。2015 年 6 月中国政府提交的《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》文件中提出，到 2030 年左右实现碳达峰，非化石能源占一次能源消费比重达到 20% 左右。在全球能源转型的大背景下，我国面临着严峻的减排挑战。

为了进一步落实能源转型的目标，十三五期间国家层面政策方面层层加码，以确保新能源行业能够实现高质量发展。总量层面，2016 年发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》将单位 GDP 能耗降低 15% 和单位 GDP 二氧化碳排放降低 18% 作为约束性指标；2017 年，国家发改委发布《可再生能源发展“十三五”规划》，提出到 2020 年，非化石能源消费比重达到 15%，供给端要求可再生能源发电装机达到 6.8 亿千瓦，其中光伏发电规模达到 1.05 亿千瓦，并且到 2020 年，光伏项目电价与电网销售电价相当。这意味着光伏发电在成为我国“十三五”规划中可再生能源主力军的同时，势必要找寻一条高质量发展路径去强化光伏发电的市场化竞争力。

图表7：“十三五”初期，国家层面能源相关政策频发

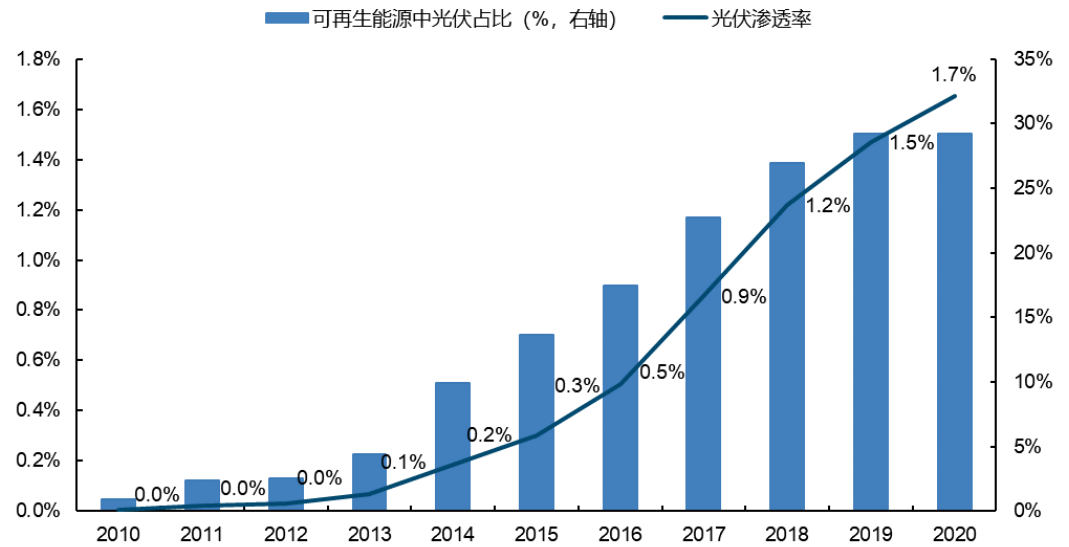
时间	政策名称	总量层面	光伏方面
2016/3/17	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	到 2020 年，单位 GDP 能耗降低 15%、单位 GDP 二氧化碳排放降低 18%	继续推进光伏发电发展
2016/10/27	《国务院关于印发“十三五”控制温室气体排放工作方案的通知》	推动我国二氧化碳排放 2030 年左右达到峰值并争取尽早达峰	到 2020 年，力争光伏装机达到 1 亿千瓦
2016/12/10	《可再生能源发展“十三五”规划》	2020、2030 年非化石能源占一次能源消费比重分别达到 15%、20%	促进光伏发电规模化应用及成本降低
2016/12/20	《国务院关于印发“十三五”节能减排综合工作方案的通知》	到 2020 年，非化石能源占能源消费总量比重达到 15%	推广建筑屋顶分布式光伏发电；推动太阳能光伏组件等新品种废弃物的回收利用
2017/1/17	《能源发展“十三五”规划》	非化石能源消费比重提高到 15% 以上，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2015 年下降 18%	2020 年，太阳能发电规模达到 1.1 亿千瓦以上

来源：国务院，国家发改委，国金证券研究所

在国内可再生能源发电结构中，光伏起步相对较晚，根据 Energy Institute 统计，到 2015 年，国内光伏在总体能源结构中的渗透率仅 0.3%，在可再生能源结构中占比 13.7%，发电规模远低于同期风电水平，低渗透率往往意味着更大的成长空间，促进光伏行业的快速发展成为“十三五”期间我国能源转型的主要工作之一，相关政策围绕高质量发展这一核心主旋律频频发布，我国光伏行业逐渐从低成本、高补贴最终实现了平价上网，2020 年国内光伏发电渗透率实现 1.7%，在可再生能源发电结构中的比重接近 30%。



图表8: 2015-2020年, 国内光伏发电渗透率提升近1.5PCT



来源: EI, 国金证券研究所

同时, 为实现行业的高质量发展, 2018年国家发改委发布“531新政”, 意在将光伏发展重点从扩大规模转到提质增效上来。2018年以前, 国内光伏行业高速发展的代价是财政补贴缺口扩大, 行业无序扩张, 根据国家能源局报道, 截至2017年底, 光伏补贴缺口达455亿元, 占可再生能源发电补贴缺口的40%, 且呈逐年扩大趋势。为此, 2018年5月31日, 国家发改委、财政部、能源局联合发布《关于2018年光伏发电有关事项的通知》, 提出加快光伏发电补贴退坡, 降低补贴强度, 随着光伏电站上网电价逐年下降, 同时光伏发电补贴锐减, 2019年, 部分地区光伏电站LCOE濒临盈亏平衡线, 迫使制造业通过技术进步提高组件发电量, 从而降低度电成本、获得收益。

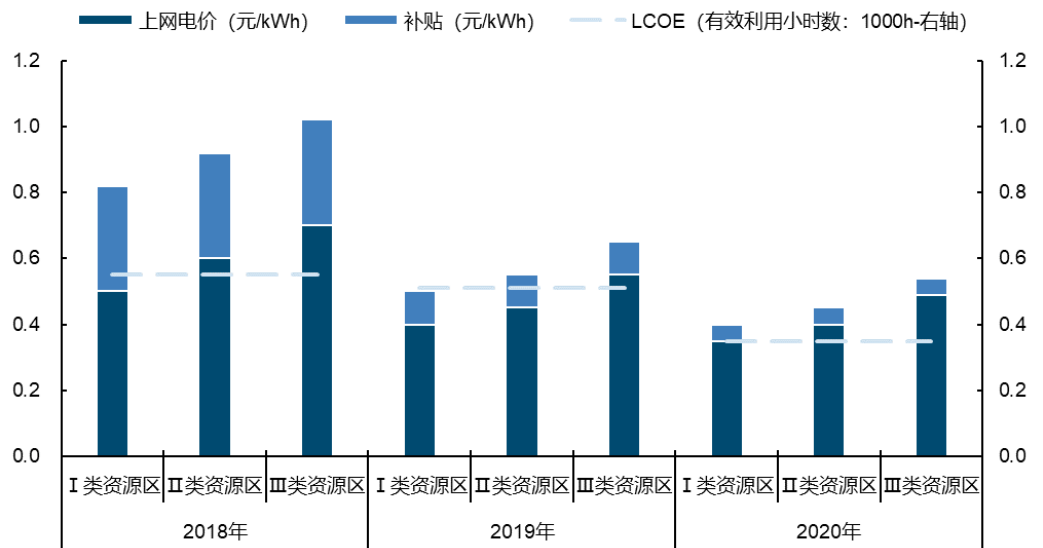
图表9: 2014-2020年, 光伏上网电价、补贴持续下调

	光伏电站标杆上网电价 (元/千瓦时)			补贴 (元/千瓦时)
	I类资源区	II类资源区	III类资源区	
2014年	0.9	0.95	1	
2016年	0.8	0.88	0.98	0.42
2017年	0.65	0.75	0.85	
2018年上半年	0.55	0.65	0.75	0.37
2018年下半年	0.5	0.6	0.7	0.32
2019年 (指导价)	0.4	0.45	0.55	0.1
2020年 (指导价)	0.35	0.4	0.49	0.05

来源: 国家发改委, 国金证券研究所



图表10: 自 2018 年光伏补贴、电价下调后, 光伏发电项目度电收益缩窄



来源: 中国光伏行业协会, 国家发改委, 国金证券研究所

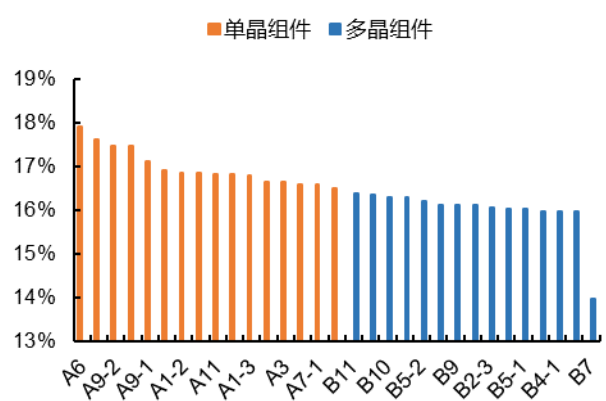
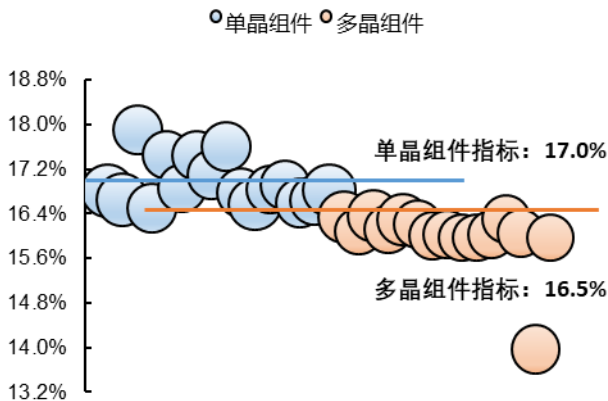
2.2 单晶替代多晶推动 PERC 迭代 BSF, 高效产品的推出与行业高质量发展的目标相契合

早在“十三五”之前, 相关部门就意识到组件效率提升对光伏发电建设成本下降、市场竞争力提升、补贴缺口缩小等方面的积极连锁作用。2015年6月, 国家能源局联合有关部门发布《关于促进先进光伏技术产品应用和产业升级的意见》, 提出实施“领跑者”计划, 多晶硅/单晶硅先进技术产品的转换效率应达到 16.5%/17.0%。此后, 在 2015-2016 年, 组织开展了两期共 9 个领跑基地建设, 总规模 6.5GW。

实证数据方面显示单晶光伏产品所带来的效率提升及发电增益明显好于多晶产品。在首个暨第一批领跑基地山西大同 1GW 项目中, 单晶组件规模 0.58GW, 多晶组件规模 0.42GW。2018年1月大同市发改委发布的应用领跑基地运行监测月报显示, 15 款多晶组件平均标称效率为 16.52%, 项目运行监测下平均转换效率仅为 15.99%; 16 款单晶组件平均标称效率为 17.22%, 项目运行监测下平均转换效率为 16.97%; 基地中, 运行效率排名前十的组件均为单晶产品。在领跑者项目中, 单晶组件明显表现出更优异的效率、发电指标和更大的发展潜力。

图表11: 2018年1月, 大同 1GW 基地单晶组件运行效率明显优于多晶组件

图表12: 2018年1月, 大同基地运行效率前十组件均为单晶产品



来源: 大同发改委, 国金证券研究所

来源: 大同发改委, 国金证券研究所

备注: 实证数据来自大同一期光伏发电应用领跑基地、2018年1月监测月报

备注: 实证数据来自大同一期光伏发电应用领跑基地、2018年1月监测月报

2017年9月, 国家能源局再次出台光伏发电“领跑者”计划实施和 2017 年领跑基地建设有关要求, 一方面应用领跑基地采用的多晶硅/单晶硅电池组件转换效率提升至 17.0%/17.8%; 另一方面新增技术领跑基地, 面向自主研发、市场尚未应用的前沿技术或突破性技术产品, 效率要求分别达到 18.0% (多晶) /18.9% (单晶) 以上, 技术指标门



槛大幅提高。在第三批领跑者项目中，应用领跑基地共 10 个/5GW，技术领跑基地共 3 个/1.5GW，领跑基地规模持续扩大。

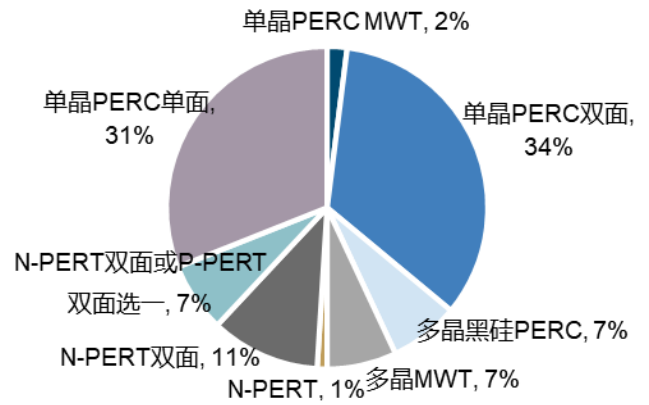
根据 EnergyTrend 统计，在第三批领跑基地共 6.5GW 中标产品中，单晶 PERC 组件占比高达 67%，且其中两个基地的最低中标电价与当地脱硫煤电价打平。政策引导下，行业开始坚定选择以单晶 PERC 技术为下一代主流产品的迭代路径趋势愈发清晰。

图表13: 第三批领跑者计划共 6.5GW

图表14: 2017年第三批领跑者中标产品中，单晶PERC组件占比高达67%

第三批领跑者基地	地区	规模 (GW)
应用领跑基地	山西大同	0.5
	山西寿阳	0.5
	陕西渭南	0.5
	河北海兴	0.5
	吉林白城	0.5
	江苏泗洪	0.5
	青海格尔木	0.5
	内蒙古达拉特旗	0.5
	青海德令哈	0.5
	江苏宝应	0.5
技术领跑基地	江西上饶	0.5
	山西长治	0.5
	陕西铜川	0.5
总计		6.5

来源：国家能源局，国金证券研究所



来源：EnergyTrend，国金证券研究所

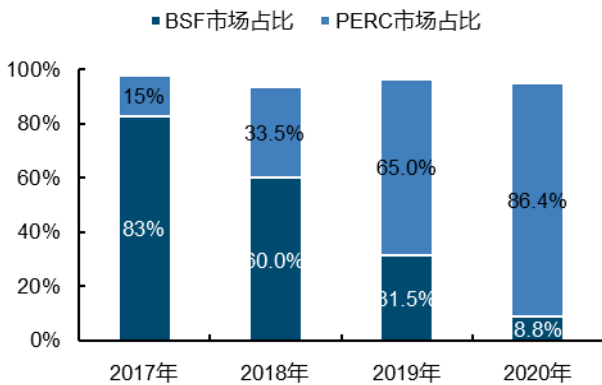
2.3 降本增效持续提升 PERC 性价比，上游迭代、下游产业升级共同压缩 BSF 生存空间

2015 年以来，在三批领跑者项目的引导下，光伏电池的扩产天平开始向 PERC 技术路线倾斜；2018 年“531 新政”的实施更是将 PERC 带到了行业扩产的主流地位，根据中国光伏行业协会统计，2019 年，新建电池产线均采用 PERC 技术，同时部分企业对老旧电池产线进行改造，PERC 市场份额迅速反超，2018-2020 年，PERC 市占率从 33.5% 提升至 86.4%，正式完成对 BSF 技术的迭代，成为市场主流路线。

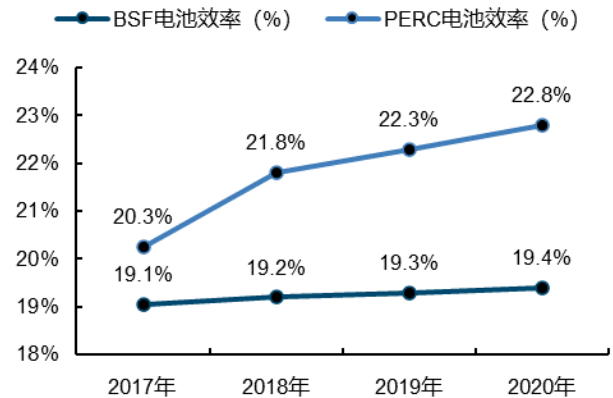
同时，根据中国光伏行业协会统计，2018-2020 年，BSF 电池转换效率仅提高 0.2%，提升乏力，一方面原因是市场研发投入、产业链上下游资源等向 PERC 倾斜，多晶 BSF 技术的提效手段捉襟见肘；另一方面多晶 BSF 电池存在 20% 的极限效率瓶颈，2018 年多晶 BSF 电池端效率已达到 19.2%，提效空间几乎见顶，该效率水平下，即使仍有可导入量产的提效手段，也往往收效甚微。

图表15: 2019年，PERC技术成为市场主流

图表16: PERC电池效率显著优于BSF



来源：中国光伏行业协会，国金证券研究所



来源：中国光伏行业协会，国金证券研究所



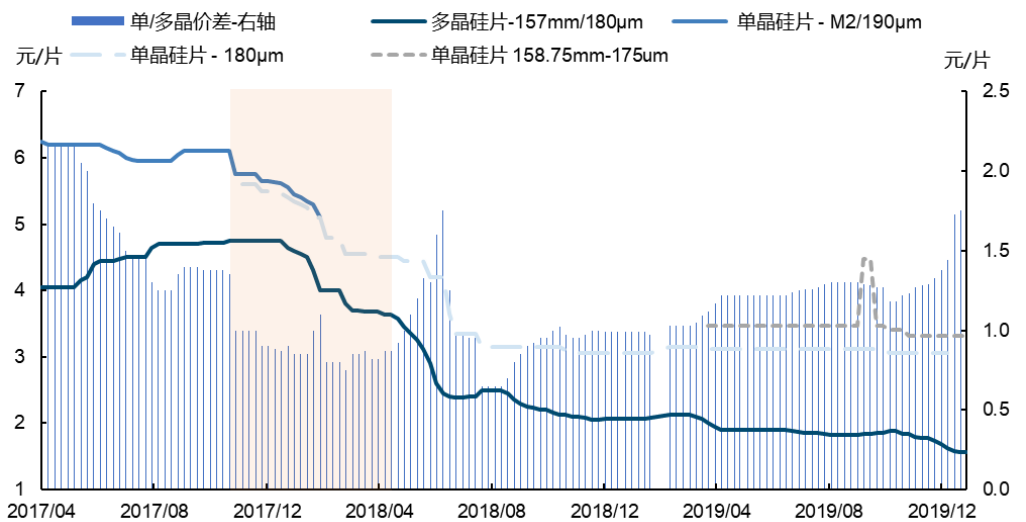
而 PERC 之所以能在当时实现技术领先，离不开两大核心工艺变化，一是单、多晶硅基的转变，二是钝化技术的升级，其中单晶成功替代多晶是促成 PERC 迭代 BSF 的最重要原因之一。

传统 PERC 技术采用单晶 P 型硅作为基底，单晶硅内部硅晶体保持单一取向，结构完美，因此较多晶硅具有更好的光学、电学、力学性能，转换效率在晶硅光伏电池中最高。而另一个角度来说，更优质的晶体意味着更高的制造成本，这也是单晶技术在光伏行业中并非第一个实现产业化的主要原因。

2013 年，隆基 RCZ 技术（多次装料拉晶技术）从研发阶段进入大规模推广应用；此后几年，拉棒环节，持续通过增加单炉产量、加快拉晶速度、增加连续拉晶次数、配合设备自动化与智能化等方式降低成本；切片环节，导入金刚线，替代传统砂浆线，同时金刚线持续细线化，减少切割硅耗，推动硅片薄片化，提高单位出片率，从而实现成本降低。

从硅片环节价格来看，2017 上半年，单晶硅片与多晶硅片的价差仍在 2 元/片左右，下半年开始由于单晶硅片持续产能释放，规模效应下隆基、中环不断调降单晶硅片价格；与此同时，多晶市场仍处于供不应求状态，价格相对稳定，这使得单/多晶硅片价差进一步缩窄，此后，隆基为凸显单晶性价比，多次调降单晶硅片价格以扭转市场对单、多晶产品的需求，在明显的性价比表现下，单晶产品的价格竞争力持续表现。

图17: 单晶硅片凸显性价比的同时，溢价相对稳定



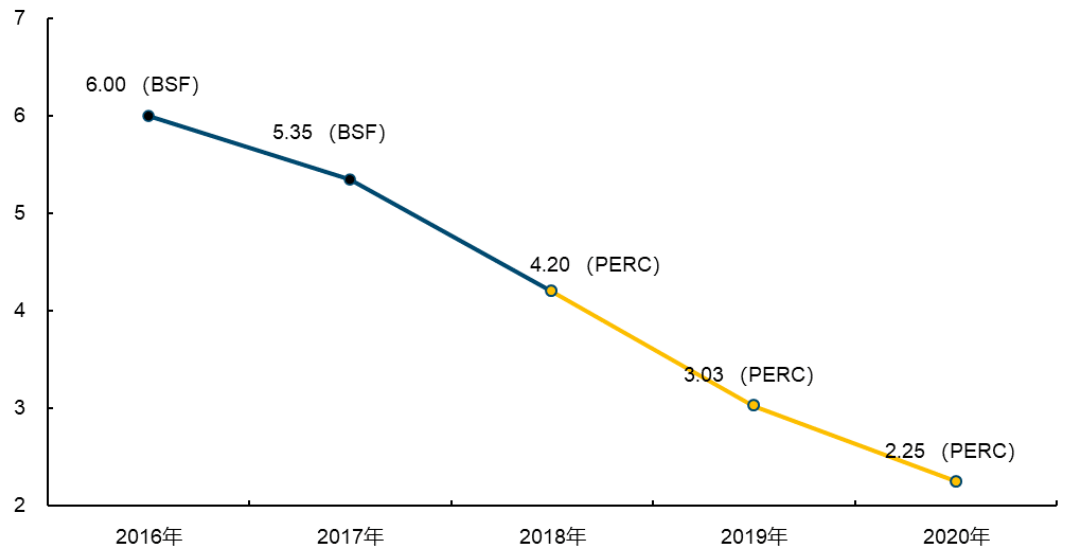
来源: InfoLink, 国金证券研究所

钝化技术方面，BSF 采用背面全铝背场设计，起到电场和钝化的作用，从而带来的严重的复合问题也使 BSF 电池转换效率难以越过 20% 大关。在正面结构几乎不变的基础上，PERC 技术采用背面 $Al_2O_3+SiN_x$ 作为钝化层，局部开槽印刷铝浆，形成背面接触。因此，在工序上，PERC 较 BSF 多出背面钝化层沉积、激光开槽两个步骤，需要相应增加 PECVD 镀膜设备和激光开槽设备，产线投资额提高。

然而随着电池生产线关键设备的国产化进程不断加速，PERC 产线即使在较 BSF 产线设备量增加的基础上，投资成本也以超预期的速度快速下降，2017 年常规 BSF 产线设备投资为 5.35 亿元/GW；2018 年新扩产能全部为 PERC，产线设备投资就下降至 4.2 亿元/GW，较去年 BSF 下降 21.5%；此后 2019 年继续降至 3.0 亿元/GW，同比下降 29%，为 PERC 技术的性价比提升奠定坚实的基础。

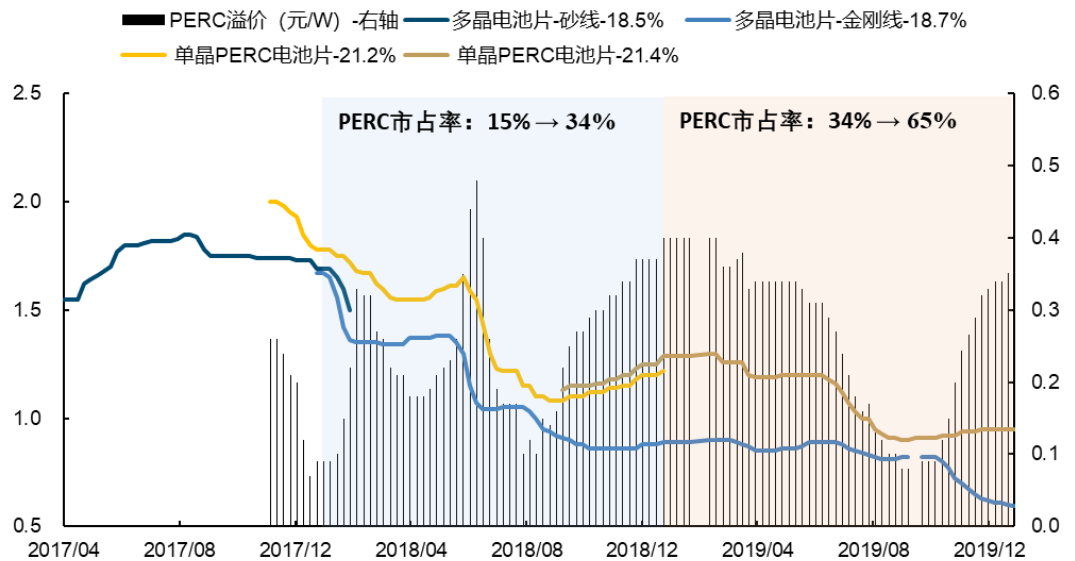


图表18: PERC 迭代过程中, 单位设备投资持续下降



来源: 中国光伏行业协会, 国金证券研究所

图表19: PERC 电池较常规多晶电池长时间保持较高价差



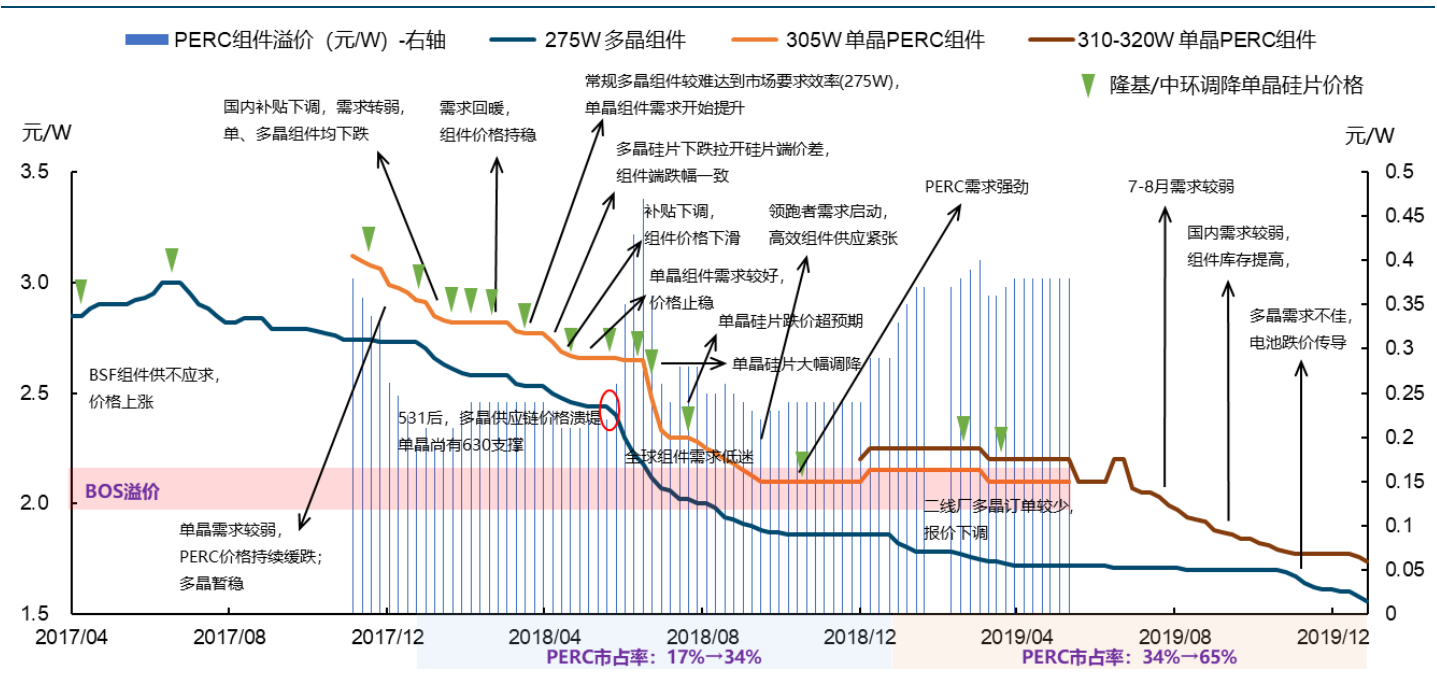
来源: InfoLink, 国金证券研究所

对于各环节的制造公司来说, 新技术的超额盈利是推进技术迭代的动力, 对于终端来说, 看到较常规产品更高的性价比是接受新产品的原因。根据我们推算, BSF 组件与 PERC 组件合理价差主要来自功率增加所能摊薄的面积相关的 BOS 成本, 即每个支架上将匹配更高功率的组件, 同等容量电站所用到的逆变器、支架、电缆等主要设备成本, 以及土建、安装工程、项目设计、工程验收和前期相关费用对应的单瓦支出降低。以 BSF 组件功率为 275W 为 baseline, 当面积相关的 BOS 成本在 1.5-2.0 元/W 时, 如果 PERC 组件功率高 30W, 相应溢价应在 0.15-0.20 元/W。而实际上在 2017 年底-2018 年抢占市场的过程中, PERC 较 BSF 组件的溢价最低也约在 0.19 元/W, 证明终端实际上愿意对 PERC 支付一定的高效技术溢价, 可观的溢价水平促使 PERC 产能快速扩张的。

至 2018 年底, PERC 所展现出的更高性价比彻底扭转了市场上的单多晶产品需求, 对单晶组件价格形成有力支撑, 此时 BSF 组件开始缓跌, PERC 溢价回升至约 0.4 元/W 的较高水平。2019 年 5 月, 单晶 PERC 组件主流功率提升至 310W, 与 BSF 的功率差进一步拉开, 年内市占率提升至 65%, 至此市场正式进入 PERC 时代。



图表20: PERC 组件溢价受上游价格变动和下游需求影响在 0.1-0.5 元/W 波动



来源: InfoLink, 国金证券研究所

3 从 PERC 转向 TOPCon, 政策利导、技术转型, 转换效率再进一步

2021 年 10 月 28 日, 就《巴黎协定》对各缔约国国家自主贡献的成效报告和目标更新的要求, 中国提交了《中国落实国家自主贡献成效和新目标新举措》和《中国本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略》, 经国家应对气候变化战略研究和国际合作中心初步测算, 2019 年中国碳排放强度是 2005 年的 51.9%, 比 2015 年下降约 48.1%, 基本扭转了二氧化碳碳排放快速增长的势头, 为全球应对气候变化作出了巨大贡献。

较 2015 年版本, 中国将国家自主贡献目标中的“碳达峰”时点更新至 2030 年前, 新增“碳中和”目标时点为 2060 年前, 提出到 2030 年风能和太阳能总装机容量超过 12 亿千瓦。我国在温室气体目标、排放量; 非化石能源消费比重等方面均表达了更高的目标追求, 早日完成低碳转型目标的国际声誉进一步放大。

图表21: 2021 版中国国家自主贡献主要目标整体要求提高

	2015 年	2021 年
碳达峰、碳中和目标	二氧化碳排放 2030 年左右达到峰值并争取尽早达峰	力争 2030 年前碳排放达峰, 争取在 2060 年前实现碳中和
2030 年单位国内生产总值二氧化碳排放	比 2005 年下降 60-65%	比 2005 年下降 65%以上
2030 年非化石能源占一次能源消费比重	达到 20%左右	达到 25%左右
2030 年风电、太阳能发电总装机容量		达到 12 亿千瓦以上

来源: 绿色和平, climatewatch, 国金证券研究所

自 2021 年开始, 联合国秘书处就最新的国家自主贡献信息编写年度 NDC 综合报告, 展示各国政府正在或计划采取的行动。根据最新于 2023 年 11 月 14 日发布的 2023 年国家自主贡献综合报告统计, 93%的缔约国以 2030 年为国家自主贡献的实施期, 考虑所有缔约国最新国家自主贡献的实施情况, 全球排放量有可能在 2030 年前达到峰值。

在缔约国提出的 77 项减碳方案中, 50%的缔约国提出光伏减排举措, 预计到 2030 年, 太阳能的净减排潜力达到 3.3 Gt CO₂ 当量/年, 成为净减排潜力最大的能源举措。

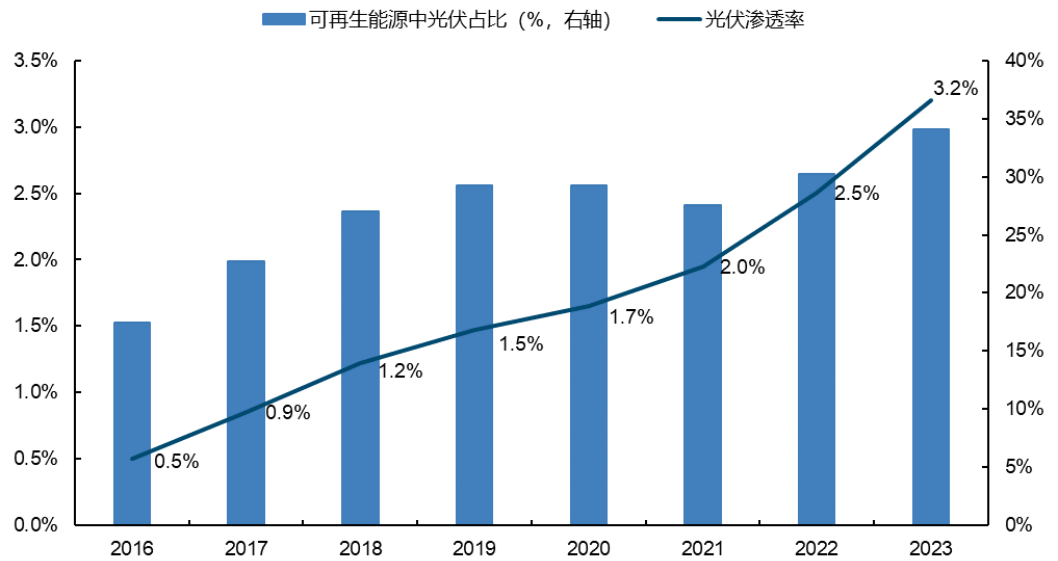
3.1 国内光伏进入高速发展时期, 实现平价上网

截至 2020 年底, 我国光伏发电累计装机达到 252.5GW, 能源消费结构中光伏渗透率达到 1.7%。在 2030 年碳达峰、2060 年碳中和目标下, 光伏发电规模更是迎来新一轮的快速增长, 彼时中国光伏产业经过 PERC 时代的全速发展已经在国际上实现全面领先, 2023 年, 光伏电池组件出口金额高达人民币 3056.4 亿元, 成为中国制造出口“新三样”之一。2023 年, 仅国内光伏新增装机规模就达到 216.9GW, 累计光伏装机规模达到 609.5GW, 能



源消费结构中光伏占比达到 3.2%，“十四五”过去仅三年，光伏渗透率增长幅度就超过了“十三五”时期。

图表22：2016-2023年，国内光伏渗透率提高近3PCT



来源：EI，国金证券研究所

在“十四五”规划中，国家明确了“可再生能源将逐步成长为支撑经济社会发展的主力能源”的大方向，光伏在国家能源战略中的地位进一步提升。随着光伏发电成本的不断下降，2021年6月，国家发改委出台《关于2021年新能源上网电价政策有关事项的通知》，明确2021年起对新备案集中式光伏电站、工商业分布式光伏项目，中央财政不再补贴，实行平价上网，同时为支持产业加快发展，明确2021年新建项目不再通过竞争性方式形成具体上网电价，直接执行当地燃煤发电基准价，价格作为引导资源配置的灵敏信号，推动光伏发电继续向市场化发展。

在平价上网的基础上，一方面我国具有丰富的沙漠、戈壁、荒漠等地区的风光资源，另一方面通过规模效应可以更大程度降低土地、基建、运维等方面的成本，2021年10月，习主席在联合国生物多样性大会上提出“中国将持续推进产业结构和能源结构调整，大力发展可再生能源，在沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目”，吹响风光大基地建设号角。截至目前，已公布的三批大基地总规模约260GW，其中光伏项目涉及规模约120GW，占比近50%，根据建设期限不同，大基地项目将持续助力我国构建以新能源为主体的新型电力系统的部署，早日实现2030年碳达峰目标。

图表23：大基地项目中光伏规模占比近50%

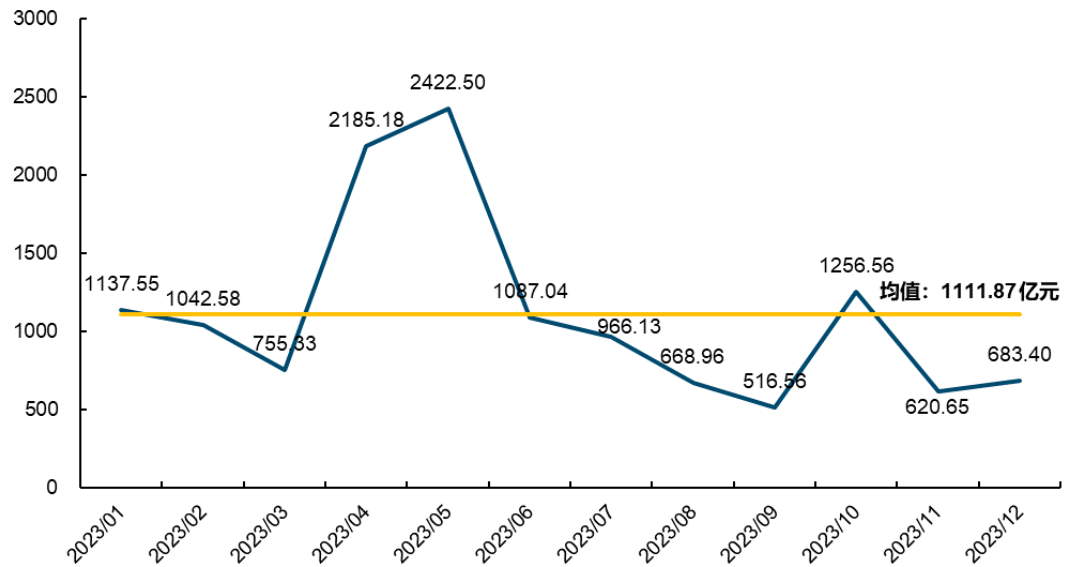
基地类型	总规模 (GW)	光伏规模 (GW)
第一批	97.18	43.83
第二批	34.68	14.65
第三批	67.28	31.03
沙戈荒大基地	60.20	33.00
大基地项目总规模	259.34	122.51

来源：北极星太阳能光伏网，国金证券研究所

在光伏高速发展的背景下，设备、工艺的不断成熟促进光伏制造业产能扩张节奏加快。一方面在各地发展新能源产业化集群的大方向上，2023年部分地方政府出台税收优惠、厂房代建等政策吸引光伏制造企业签约落户，以期带动当地就业、活跃市场，根据国际能源网统计，2023年全年国内光伏制造业项目签约投资规模超万亿元。



图表24: 2023年, 国内光伏制造业月均签约投资规模超千亿元



来源: 国际能源网, 国金证券研究所

3.2 TOPCon 领衔 N 型技术效率突破, 行业快速进入 N 型时代

在国家及各地政府新能源政策支持下, 结合国内大基地项目等光伏装机内需扩大, 随着“十四五”光伏发电迈入平价上网阶段, 行业内对降本增效的诉求愈发强烈。2021 年, PERC 电池平均转换效率提升 3PCT, 迈入 23% 大关, 与理论极限转换效率仅相差 1.5PCT, 越是接近极限效率, 电池提效手段越少, 提效难度越大, 改变硅基多子类型从而提高电池效率的方案开始被市场关注。

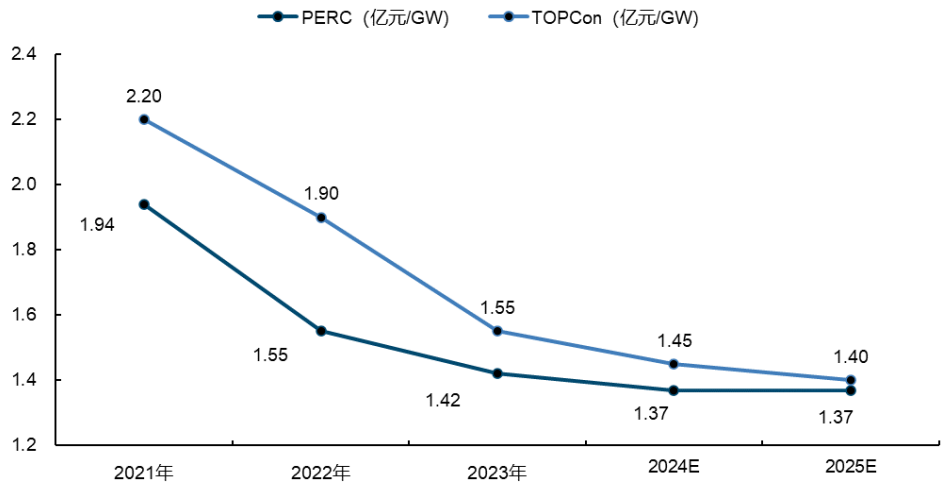
TOPCon 在 PERC 工艺的基础上具有延续性, 主要变化在于, 一是单晶硅基少子类型从电子转变为空穴, 由于硅片中缺陷能级对空穴的捕获能力较弱, 较 P 型硅片中的少子寿命大大延长, TOPCon 技术采用单晶 N 型硅片作为基底, 电池转换效率获得了显著提升。二是钝化技术进一步升级, TOPCon 采用隧穿氧化层钝化接触技术, 较 PERC 引入超薄氧化硅层和 p+ 多晶硅层, 在原 PERC 工序的基础上增加氧化、掺杂及退火步骤, 相应设备需求增加。

TOPCon 电池设备取得突破为大规模扩产奠定基础。根据中国光伏行业协会统计, 2020 年, TOPCon 路线中的低压硼扩散、LPCVD 等关键设备已经实现国产化, 且成熟度高, 但由于 LPCVD 具有绕镀、能耗高、石英件高损耗等固有难点, 初期 TOPCon 设备 GW 级规模的投资额较 PERC 需要增加 20-30%, 一定程度限制了新技术的产业化。

2021 年, PECVD 设备领先企业捷佳伟创针对 TOPCon 工艺研发隧穿层、Poly 层、原位掺杂层的“三合一”制备的 PE-poly 设备并成功交付客户量产运行, 大幅缩短原位掺杂工艺时间, 提高生产效率, 有效提升 TOPCon 的转换效率和良率, 进一步加快 TOPCon 电池的大规模产业化进程。到 2023 年, TOPCon 设备投资成本已下降至 1.55 亿元/GW, 降幅超远预期, 同年 PERC 产线投资降幅趋缓, 预计到 2024 年, TOPCon 与 PERC 在设备折旧一项上的成本几乎打平 (按 6 年折旧)。根据中国光伏行业协会统计, 2023 年新投产产线以 N 型技术为主, 其中 TOPCon 技术由于兼容 PERC 产线、极限效率高, 成为扩产的主流选择, 预计到 2024 年 TOPCon 电池市场占比将达到 60% 以上, 成为新一代主流技术路线。



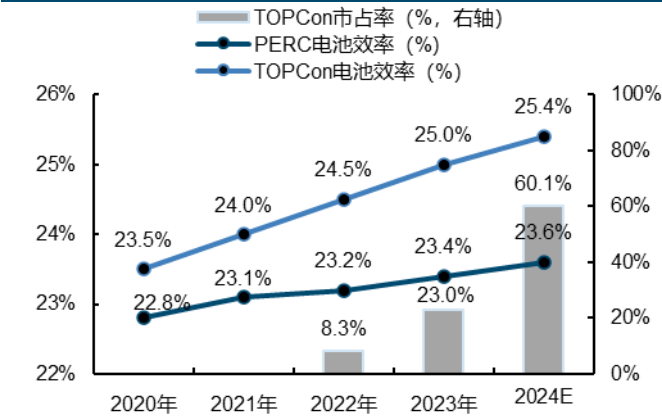
图表25: 2021-2025E, TOPCon 产线单位设备投资降幅超过 PERC



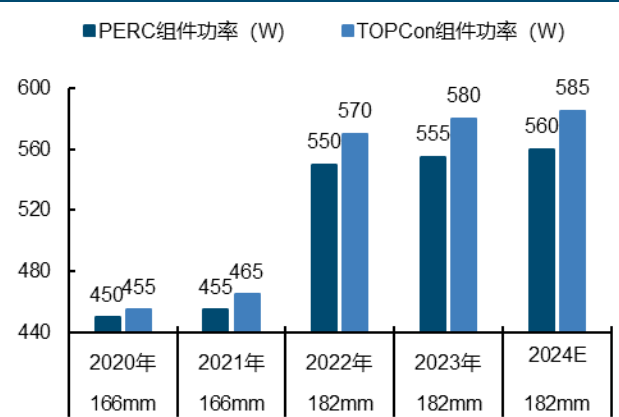
来源: 中国光伏行业协会, 国金证券研究所

图表26: TOPCon 电池效率远高于 PERC, 2024 年已成为市场主流技术

图表27: 182 版型下, TOPCon 组件较 PERC 高出约 20-30W



来源: 中国光伏行业协会, 国金证券研究所



来源: 中国光伏行业协会, 国金证券研究所

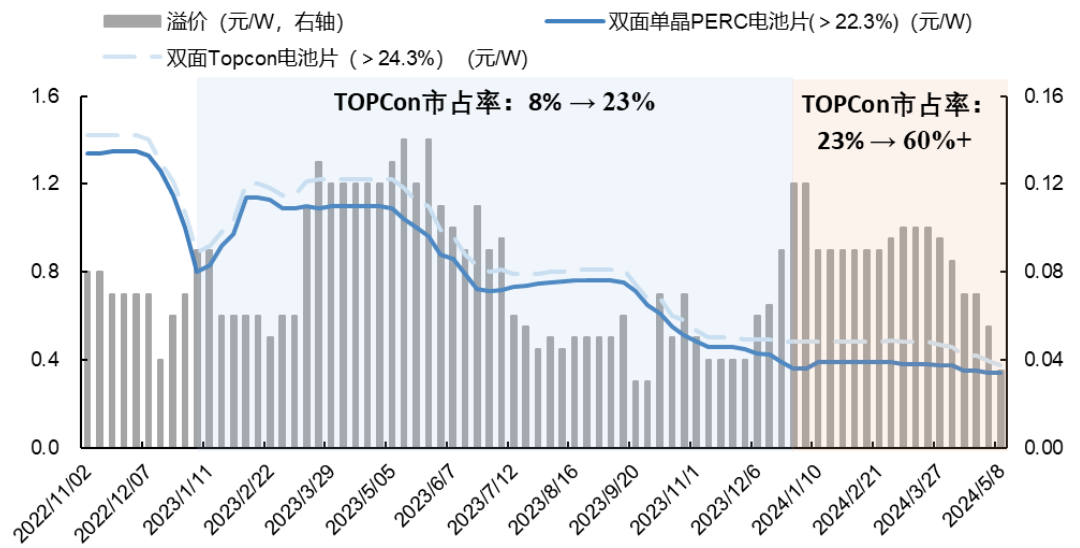
实际在前文提到的 PERC 迭代 BSF 过程的初期, 单晶替代多晶为核心矛盾, 电池技术的转变是跟随着硅片端的变革而发生的, 即若单晶降价, 较多晶有性价比, 则 PERC 需求旺盛; 反之则需求下降, 这种局面一直持续到单晶完全替代多晶的局面形成, PERC 才拥有独立的定价权。

而在 TOPCon 迭代 PERC 的周期中, 这一情况有所不同, 因为 N 型硅片较 P 型硅片迭代难度并不是很大, 原理上来说只是改变硅片中的掺杂元素, 同时, N/P 硅片本身的性价比差异并不像单晶/多晶一样巨大, 所以在这一次迭代过程中, 电池工艺的革新占据主导地位, 上游硅片技术变化主要配合电池技术的渗透情况而变化。

2022 年底开始, 光伏产业链价格回落, 这一时期, TOPCon 电池凭借更高的效率仍能与 PERC 维持约 0.07 元/W 的溢价。2023 上半年, 受益于大型地面电站对 N 型高效产品的需求提升, 而短期可量产的 TOPCon 产能还未大幅投产、爬坡速度较慢, 因此订单爆满、供不应求的局面将 TOPCon 与 PERC 电池的溢价拉开至约 0.12 元/W, 而根据我们的测算, 2023 上半年, TOPCon 电池非硅成本约为 0.221 元/W, “电池非硅成本+硅成本”较 PERC 仅高 0.055 元/W, 高溢价吸引光伏制造企业大规模扩产, 根据我们统计, 截至 2023 年底, TOPCon 产能达到近 600GW, 其中下半年落地 400GW+, 至此, TOPCon 技术已成为行业内的主流光伏电池技术路线。



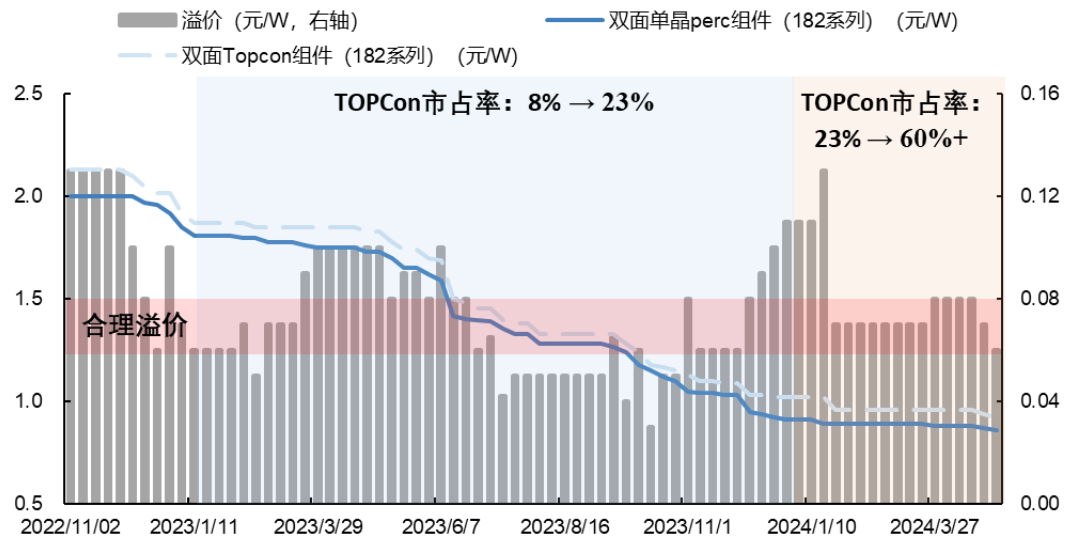
图表28: 在 TOPCon 迭代 PERC 的周期中, 电池溢价相对稳定



来源: 盖锡咨询, 中国光伏行业协会, 国金证券研究所

同一时期 TOPCon 组件端较 PERC 溢价变化趋势与电池环节具有一致性。根据测算, 假设 TOPCon 组件较 PERC 组件的合理价差来自组件功率增加所摊薄的与面积相关 BOS 成本, 以 182 版型 PERC 组件功率为 560W 为 baseline, 当面积相关的 BOS 成本在 1.3-1.8 元/W 时, 如果 TOPCon 组件功率高出 PERC 20W, 相应的合理溢价应在 0.06-0.08 元/W。虽然 2022 年末至 2024 年中, 产业链价格持续下行, 但 TOPCon 组件较 PERC 始终保有溢价, 且溢价范围较长时间维持在合理溢价区间。

图表29: 2022 年底到 2024 上半年, TOPCon 组件较 PERC 溢价相对稳定



来源: 盖锡咨询, 中国光伏行业协会, 国金证券研究所

在整个迭代过程中, 大部分时间 TOPCon 与 PERC 的价差基本处于或高于合理溢价范围, 终端需求旺盛、高效组件供不应求时, TOPCon 还可以获得来自发电增益的技术溢价, 表明终端市场对高效技术溢价的认可, 下游需求和可观的溢价促使 TOPCon 迅速成为新的主流技术。



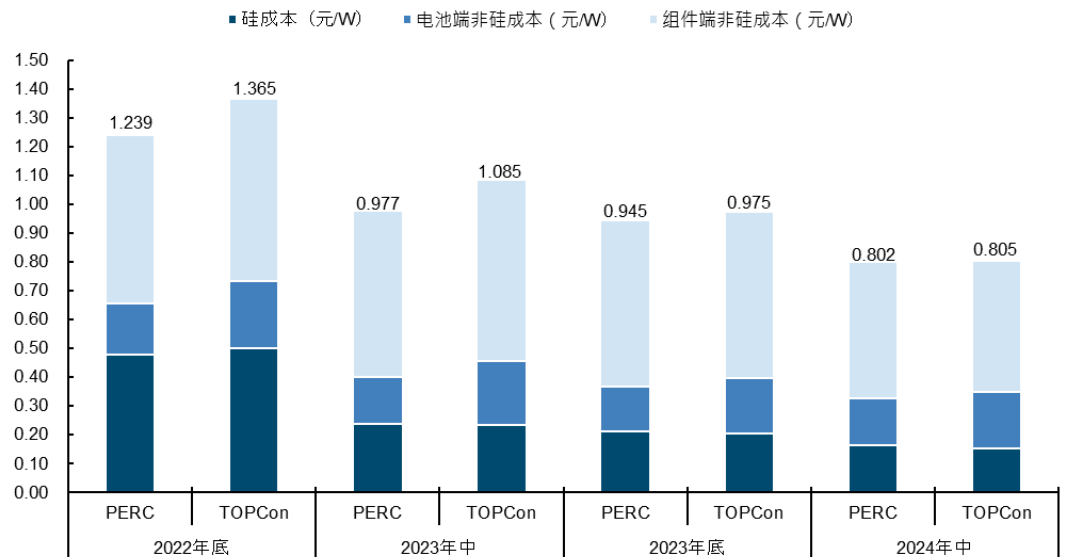
图表30: 不同 BOS 成本地区, N 型组件较 P 型溢价在 0.04-0.11 元/W

面积相关 BOS成本 (元/w)	N型组件功率对比P型PERC组件功率(W)						
	N型 P型	580	585	590	705	710	715
1.3		0.04	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08
1.4		0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09
1.5	溢价情况	0.05	0.06	0.08	0.07	0.08	0.09
1.6		0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10
1.7		0.06	0.07	0.09	0.08	0.10	0.11
1.8		0.06	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11

来源: 中国光伏行业协会, 国金证券研究所测算

组件总制造成本的快速下降也是 TOPCon 可以抢占下游市场的重要因素之一。尽管 TOPCon 工艺从 2022 年起就开始产业化步伐, 但是当年的 TOPCon 量产之路并不顺利, 良率较低、爬坡较慢等问题在起初并没有得到很好地解决。到 2023 年, 随着行业内 TOPCon 产能达到 100GW+ 级别, 产业资源开始向 TOPCon 倾斜, TOPCon 组件良率、功率得到快速提升, 动辄 10GW+ 级别的扩产进一步摊薄人工、能源、场地等成本, 同时降本技术持续导入量产, 如薄片化、超多主栅等进一步节省硅片、浆料的成本, 到 2024 年中 TOPCon 较 PERC 在组件端的制造成本基本打平。

图表31: 2024 年中, TOPCon 组件总制造成本与 PERC 基本打平



来源: solarzoom, smm, 国金证券研究所测算

4 探索下一代主流电池技术——HJT、xBC 均表现出竞争力

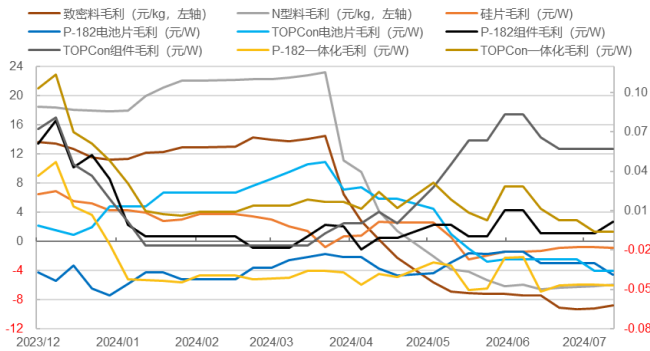
4.1 “破坏式”创新是打破当前电池环节同质化内卷的必由之路

2023 年下半年开始, 产业链价格持续走低, 同时由于 TOPCon 的大规模扩产, 同质化竞争加剧, 各环节盈利能力大幅下跌, 进入 2024 年, 主产业链盈利几乎均处于亏损状态。按照当前现货价格测算 (不考虑海外长单及部分高盈利市场), 主产业链基本进入负毛利状态, 仅 TOPCon 组件 (外购电池片) 环节仍有一定毛利, 但考虑到组件环节费用率较高, 预计主产业链基本均处于亏损状态。

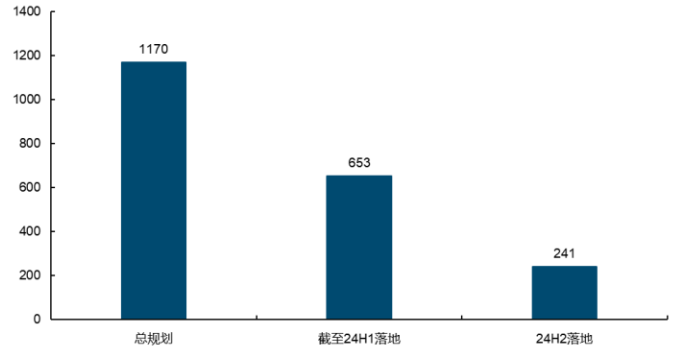
其中 TOPCon 电池片也处于负毛利状态, 主要因 2023-2024 年上半年 TOPCon 电池扩产呈爆发式增长, 渗透率快速提升, 但与此同时行业内存量 PERC 产能较多, 下游对成熟的 PERC 产品仍有一定量的需求, 导致目前 TOPCon 电池也出现了产能过剩的局面。根据我们统计到 2024 年, TOPCon 电池产能总规划超 1100GW, 截至 2024 上半年累计落地产能超 600GW, TOPCon 产能扩张的脚步或有放缓, 但并未停止, 考虑到在此前 TOPCon 加速渗透的过程中技术快速扩散的历史以及设备供应商众多的情况, 预计 TOPCon 盈利修复空间有限。



图表32: 2024年, 主产业链盈利下行



图表33: 截至2024年, TOPCon电池产能总规划超1170GW

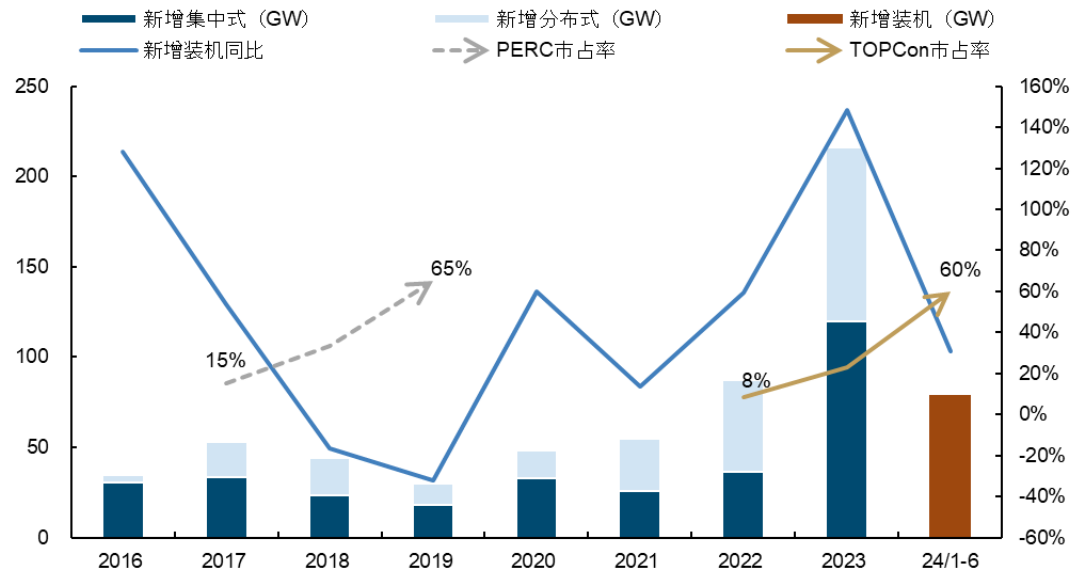


来源: 硅业分会, infolink, 国金证券研究所

来源: 各公司公告, 国金证券研究所

同时, 国内光伏装机规模增速在经历 2022-2023 年的高速发展后相对放缓, 在 2023 年国内光伏装机规模达到 216GW 的基础上, 2024 年 1-6 月国内光伏累计新增装机 102GW, 同比增长 31%, 其中 6 月国内光伏新增装机 23GW, 同比增长 36%。然而历史上的光伏技术迭代并非都在高需求下发生, 例如 2017-2019 年 PERC 大规模扩张奠定主流地位, 恰逢“531 新政”出台, 装机需求锐减, 上网电价和政府补贴同步减少, 迫使国内光伏企业加速高效技术的应用, 反而助推了 PERC 的迭代, 当前节点展望未来, 产品同质化严重, 只有做到差异化才有望突出重围。

图表34: 历史上, 光伏电池技术迭代并非都在行业高景气背景下发生



来源: 能源局, 国金证券研究所

十四五期间, 各地新能源政策对高效电池产能的建设存在着积极引导, 多数省将高效电池技术具体化表述为 TOPCon、HJT、xBC、钙钛矿及叠层等新型薄膜太阳能电池, 并在政策层面进行了重点支持。

为缓解产能过剩, 淘汰落后产能, 2024 年 7 月 9 日, 工信部对《光伏制造行业规范条件 (2024 年本)》(征求意见稿) 公开征求意见, 再次聚焦光伏产业“高质量发展”, 引导光伏减少单纯扩大产能的光伏制造项目, 在项目设立资本金、能耗、效率、光伏产品质保、知识产权等方面进一步提高了指标要求。其中产品指标方面, 新建/改扩建 N 型单晶硅组件平均光电转换效率要求不低于 23.1%, 在不放宽检测标准的情况下, N 型技术路线上更有利于促进 HJT、xBC 产能的扩产, 加速新技术迭代。



图表35: 在 2024 年本中, 电池/组件转换效率指标均有提高

类别	环节	参数	项目类型	具体指标/要求 (2021 年本)	具体指标/要求 (2024 年本-征求意见稿)
产品要求	多晶电池	平均光电转换效率	现有	不低于 19%	不低于 21.4%
			新建/改扩建	不低于 20.5%	不低于 21.7%
	单晶电池	平均光电转换效率	现有	不低于 22.5%	P 型: 不低于 23.2% N 型: 不低于 25%
			新建/改扩建	不低于 23%	P 型: 不低于 23.7% N 型: 不低于 26%
	多晶组件	平均光电转换效率	现有	不低于 17%	不低于 19.4%
			新建/改扩建	不低于 18.4%	不低于 19.7%
	单晶组件	平均光电转换效率	现有	不低于 19.6%	P 型: 不低于 21.2% N 型: 不低于 22.3%
			新建/改扩建	不低于 20%	P 型: 不低于 21.8% N 型: 不低于 23.1%

来源: 工信部, 国金证券研究所

图表36: 2020-2024 年发展高效电池技术行业政策梳理

地区	时间	政策名称	内容
河北省	2021/3/24	《河北省制造业技术改造投资导向目录 (2021-2022 年)》	太阳能光伏及能源电子产业链重点投资方向包括: 单、多晶, 以及 <u>薄膜、钙钛矿、异质结</u> 等新型高效太阳能电池及组件。
	2021/7/16	《山西省电子信息制造业 2021 年行动计划》	大力推进 <u>异质结 (HJT) 电池、TOPCon 双面电池、钙钛矿+晶硅叠层电池</u> 等前沿关键技术研发和产业化, 做大光伏电池、组件产业规模。
山西省	2023/3/3	《山西省电子信息制造业 2023 年行动计划》	支持 <u>TOPCon 电池、异质结电池、钙钛矿及叠层电池</u> 等先进技术的研发应用, 提升高效低成本晶硅电池、先进适用的智能光伏组件量产能力, 促进多晶硅、硅棒、硅片、光伏玻璃、金刚线等配套产业发展。
宁夏回族自治区	2021/9/9	《宁夏回族自治区科技创新“十四五”规划》	引进开发高效硅 <u>异质结电池、薄膜电池、钙钛矿电池</u> 、建筑用光伏组件等新型产品
江西省	2021/11/10	《江西省“十四五”产业技术创新发展规划》	光伏领域重点发展大尺寸单晶硅片和 N 型硅片, 鼓励加快铸造单晶硅技术改造。开展 <u>TOPCon、异质结 (HJT)</u> 等高效 N 型电池生产技术的研发与产业化。开展 <u>GaAs 双结/三结空间电池、晶硅/钙钛矿叠层电池</u> 等前沿电池技术研发。
江苏省	2023/2/16	《关于推动战略性新兴产业融合集群发展的实施方案》	加快 N 型隧穿氧化层钝化接触 (<u>TOPCon</u>)、 <u>异质结 (HJT)、钙钛矿电池及高效薄膜电池</u> 的研发和产业化。
	2024/2/8	《广东省培育发展未来绿色低碳产业集群行动计划》	重点推进背接触电池 (<u>XBC</u>)、隧穿氧化层钝化接触电池 (<u>TOPCon</u>) 和本征薄膜异质结电池 (<u>HJT</u>) 等下一代高效晶硅光伏电池的产业化发展和商业化应用。推进薄膜电池降本增效, 加快 <u>钙钛矿、晶体硅-钙钛矿叠层、钙钛矿-钙钛矿叠层</u> 等新型光伏电池技术工艺和装备的突破及示范应用。
广东省	2023/12/23	《宝安区关于促进新能源产业高质量发展的若干措施》	重点支持光伏产业的节能环保硅料、下一代晶硅电池 (<u>TOPCon、HJT、XBC</u>)、 <u>薄膜太阳能电池</u> 、先进逆变技术等领域。
四川省	2024/1/10	《促进光伏产业高质量发展的实施意见》	加快隧穿氧化层钝化接触 (<u>TOPCon</u>)、异质结 (<u>HJT</u>)、全背电极接触 (<u>XBC</u>) 等高效电池技术产业化步伐, 加大对 <u>钙钛矿电池、碲化镉等化合物薄膜电池</u> 先进技术扶持力度, 打造光伏产业创新高地。

来源: 各省政府官网, 国金证券研究所

回顾历史上过去两次迭代, 新的电池技术路线往往可以通过功率提升获得技术溢价, 同时成本端在规模效应和技术量产的过程中快速下降, 实现超额盈利。当前时点看, 在产能出清节奏缓慢的背景下, 我们认为只有依靠技术迭代获得超额收益, 同时重新建立产业链下游环节供给与光伏终端装机需求的平衡, 才有望扭转当前的盈利状况。



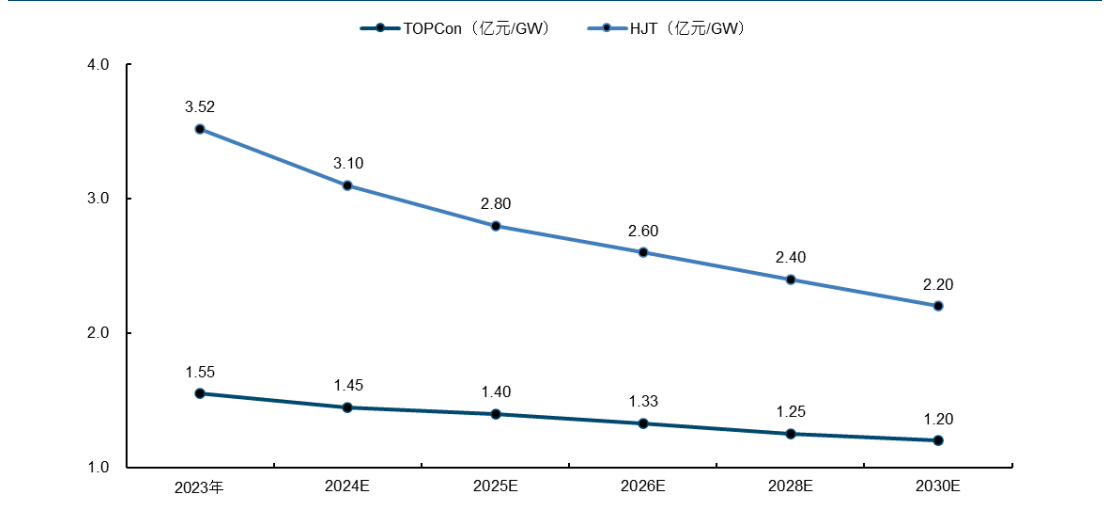
对于目前市场上有望迭代 TOPCon 的技术，主要聚焦在 HJT 和 xBC 路线进展，总结其有望对 TOPCon 实现迭代的原因，包括：

- 1) 2024 年以来，HJT、xBC 依靠各类降本手段实现了制造成本的快速下降，与 TOPCon 的成本差距缩窄，并有望进一步打平。
- 2) 目前看 HJT、xBC 电池效率仍有较大提升空间，即使在相同电池端转换效率下，组件端功率也均优于 TOPCon。
- 3) 截至 2024 年中，HJT、xBC 落地产能初具规模，并且根据各企业的产能规划，后续有望通过规模效应凝聚产业资源、降本增效进一步凸显新技术的性价比。

4.2 成本差距缩窄：HJT/xBC 组件降本路径清晰，与 topcon 成本快速靠近

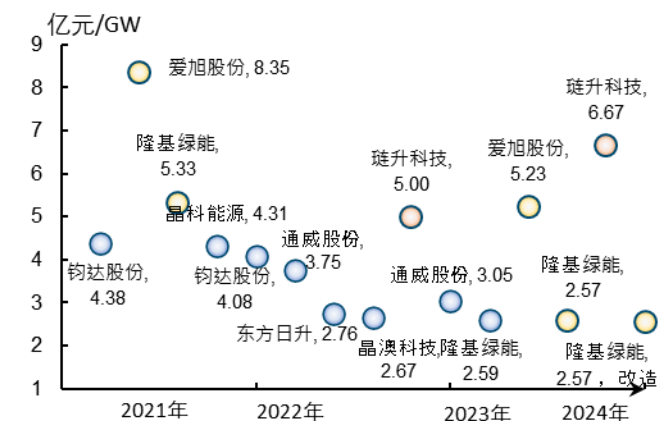
新技术固定资产投资已经处于快速下降通道中，助力技术性价比提升。虽然 TOPCon、HJT、xBC 都以 N 型硅片作为基材，但由于钝化技术和电池结构上的差别，三者制程和核心设备上具有明显差异。而 2024 年，随着 HJT、xBC 开始形成一定的规模，推动设备成熟度及生产能力提高，单位设备投资进入快速下降通道。根据中国光伏行业协会预测，2024 年 HJT 产线单位设备投资有望接近 3 亿元/GW；根据爱旭公告，2023 年 ABC 产能单位投资也从 21 年的约 7 亿元/GW 降至 5-6 亿元/GW；根据隆基公告，2023 年新扩 HPBC pro 电池产能单位设备投资仅需约 3 亿元/GW。长远看，随着 HJT、xBC 电池产能规模扩大，伴随着持续的技术进步，设备投资端还有更大的降幅预期。

图表37：预计到 2025 年，HJT 产线单位设备投资有望低于 3 亿元/GW



来源：中国光伏行业协会，国金证券研究所

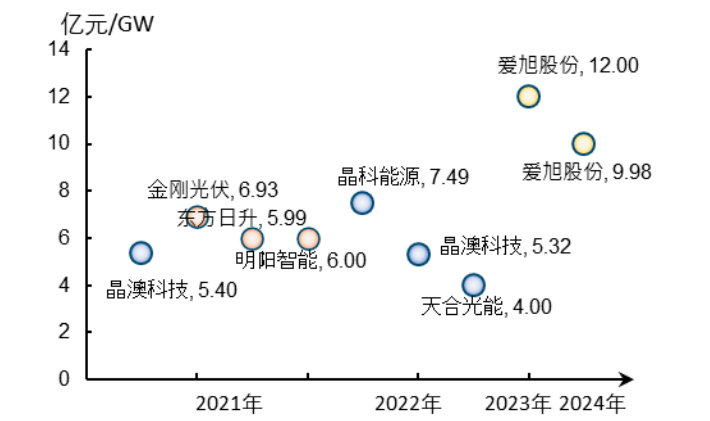
图表38：2021-2024 年，各技术路线电池项目单位投资呈逐年下降趋势



来源：各公司公告，国金证券研究所

备注：蓝色代表 topcon 项目，橙色代表 HJT 项目，黄色代表 xBC 项目

图表39：2021-2024 年，各技术路线一体化项目单位投资呈逐年下降趋势



来源：各公司公告，国金证券研究所

备注：蓝色代表 topcon 项目，橙色代表 HJT 项目，黄色代表 xBC 项目



高银价背景下，新型金属化方案导入超预期，推动新技术总制造成本下降。2024 年以来白银价格持续上涨，创近年来新高，从商品属性方面，全球矿产银供给增长受限，光伏+AI 驱动工业需求增长，预计白银供需将维持短缺，供需基本面给予银价较强支撑；从金融属性方面，预计随着市场关注度持续提升将进一步激发白银投资需求，触发白银价格快速上涨。

HJT 路线，当前已导入的新型金属化降本方案包括材料端开发的三七开银包铜浆料和电池栅线工艺端迭代的 OBB 技术。前者以贱金属替代的逻辑，在银价高位时期率先体现出与 TOPCon 电池非硅成本差距的有效缩小；后者以减少银浆用量同时提高电池效率的逻辑，助推总制造成本进一步缩窄。根据我们测算，当 OBB 技术下银浆耗量均为 9mg/W 的情况下，随着白银价格升高，HJT 导入三七开银包铜可以较 TOPCon 节省金属化成本 0.03-0.07 元/W。

xBC 路线，贱金属替代和 OBB 技术同样开始导入量产，助力成本下降。爱旭股份在 ABC 电池上采用无银化金属涂布技术，并更进一步推出基于金属铜涂布方案的终极焊接技术——OBB 技术，成本下降的同时提高电池片强度和组件可靠性，预计济南基地的 ABC 产品每瓦成本将低于 TOPCon。2024 年 7 月，隆基股份在投资者交流会上也表示，公司在历经 7 年的贱金属化工工艺开发后已经获得较好进展，预计在 2025 年下半年解决 HPBC 产品用银问题，随着贱金属替代银浆的技术成果逐步落地，BC 技术成本将得到大幅降低，到 2025 年底，BC 组件成本预计持平或低于 TOPCon 水平。

图表40：假设白银价格升至 10000 元/kg，导入 OBB+30%银包铜将使 HJT 与 TOPCon 的成本差距缩窄约 5 分/W

单 W 浆料成本 (元)	白银价格 (元/KG)	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000
HJT (210 尺寸, 11.25W/片)	OBB+纯银浆料	0.057	0.065	0.073	0.081	0.089	0.097	0.105
	OBB+30%银包铜浆料	0.030	0.032	0.035	0.038	0.040	0.043	0.046
	30%银包铜成本节省	0.027	0.032	0.038	0.043	0.048	0.054	0.059
TOPCon (182 尺寸, 8.12W/片)	16BB+纯银浆料	0.072	0.082	0.093	0.104	0.115	0.125	0.136
	OBB+纯银浆料	0.060	0.069	0.078	0.087	0.096	0.105	0.114
	OBB 成本节省	-0.012	-0.014	-0.015	-0.017	-0.019	-0.021	-0.022
HJT 与 TOPCon 成本差距	OBB 纯银比较	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.008	-0.009
	OBB+30%银包铜比较	-0.030	-0.037	-0.043	-0.049	-0.055	-0.062	-0.068

来源：国金证券研究所测算

备注：以 OBB 技术下，银浆耗量 9mg/W 为基准。

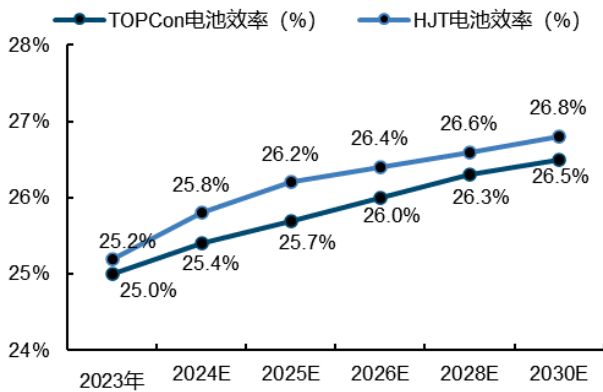
组件总制造成本的降低主要体现在两个方面，“制程中材料、设备成本的降低”和“组件功率提升对单位成本的摊薄”。

TOPCon、HJT、xBC 都以 N 型硅片作为基材，但钝化技术和电池结构上的差别使得新技术路线在与 TOPCon 技术形成功率代差一点上具备较大潜力。

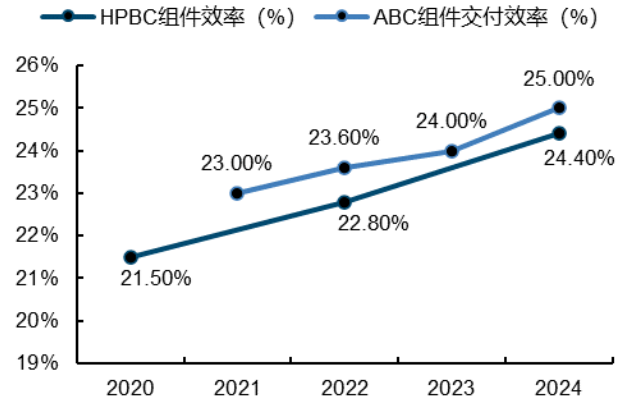
HJT 组件端功率的提升主要来自：1) 电池结构对称，较高的双面率使组件叠加背面发电量后功率大幅提升；2) 正背面均采用非晶硅钝化技术，钝化效果更好，降低载流子复合损失，提高电池端效率；3) 工序简洁，且使用低温制程，大幅降低电池/组件制作过程中的碎片率和效率损失。xBC 组件端功率的提升则主要来自于全背电极接触的特殊电池结构，正面无栅线使电池有效光照面积增大，效率提升。



图表41: HJT 电池效率较同期 TOPCon 高 0.2-0.5%



图表42: 2020-2024 年, 隆基/爱旭 BC 组件端快速提效

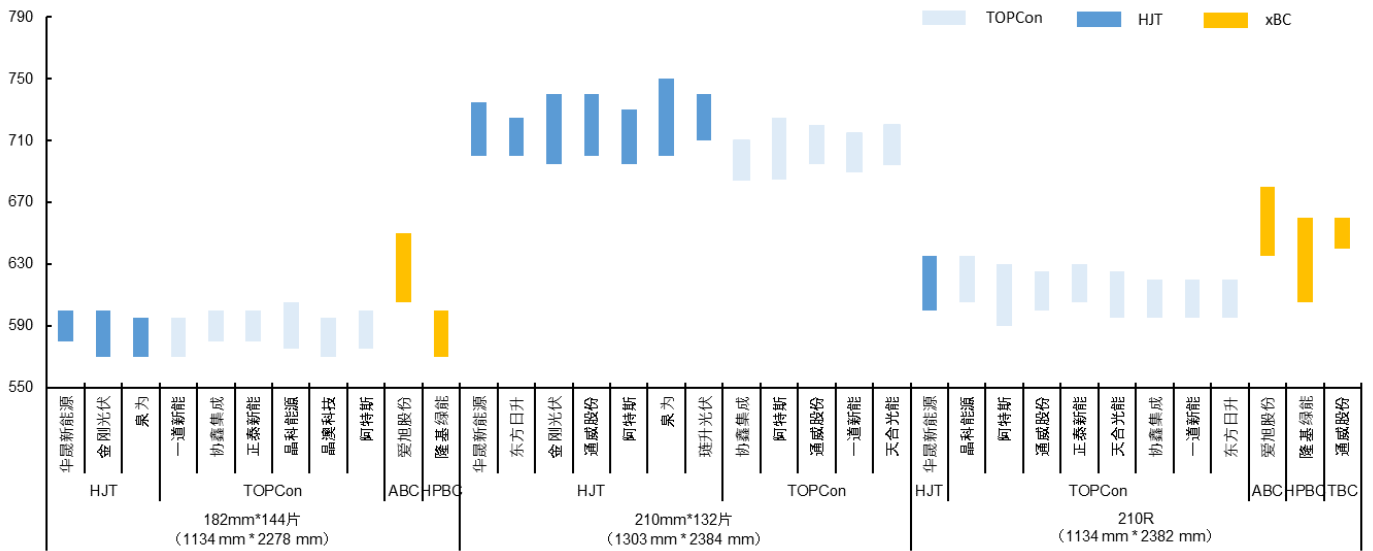


来源: 中国光伏行业协会, 国金证券研究所

来源: 爱旭发布会 202406, 隆基发布会 202407, 国金证券研究所

根据 2024 年 SNEC 展会上, 各家所展出的不同电池技术路线、不同版型组件的功率对比, 在 210mm 系列尺寸中, 当前 HJT 组件平均功率较 TOPCon 高出 10-20W 左右; 在 182/210R 规格系列中, 当前 xBC 组件平均功率较 TOPCon 领先 10-30W 左右。

图表43: 同版型 HJT/xBC 组件功率较 TOPCon 约高 10-30W

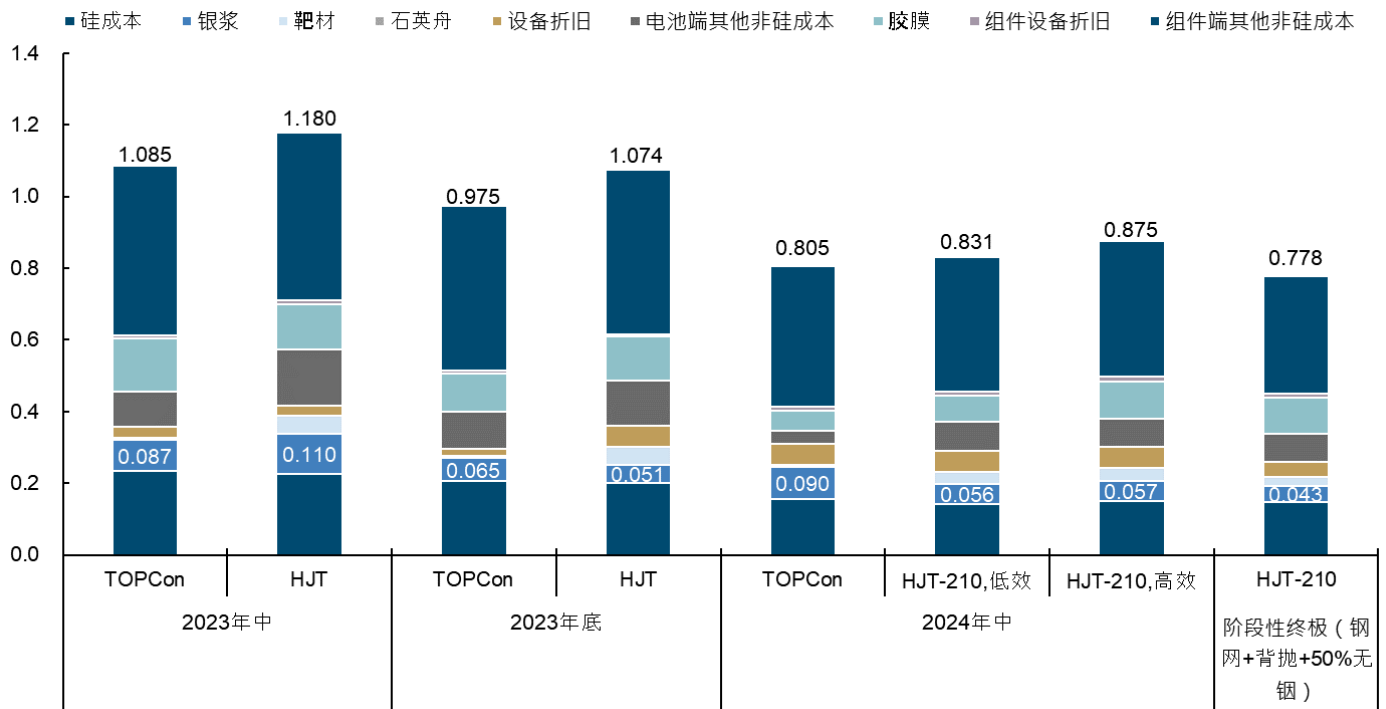


来源: SNEC2024, 各公司官网, 国金证券研究所

随着金属化降本方案导入量产以及提效方案的应用, 当前 (2024 年中) 可见 210 版型 HJT 浆料成本已降至约 0.056 元/W, 而 TOPCon 电池由于原理问题仍需要正背面均导入纯银浆料, 随着银价上涨金属化成本不降反升, 根据我们测算, 在金属化成本方面, HJT 较 TOPCon 已具有 0.03 元/W 以上的成本优势, 在当前已经提出且有望导入量产的各类降本技术叠加下, HJT 组件总成本还有起码 0.1 元/W 左右的下降空间。xBC 技术上, 根据隆基投资者交流会透露, HPBC 2.0 和 TOPCon 成本在电池端几乎接近, 预计 2025 年底 BC 组件的成本会和 TOPCon 持平或低于 TOPCon 水平; 根据爱旭新一代 ABC 满屏组件发布会内容, 公司预计济南基地的 ABC 产品在硅棒、电池、组件非硅三大环节较 TOPCon 均实现更低的单瓦成本。



图表44: 2024年中, 理想状态下主流版型HJT组件总制造成本较TOPCon主流版型高约7分/W



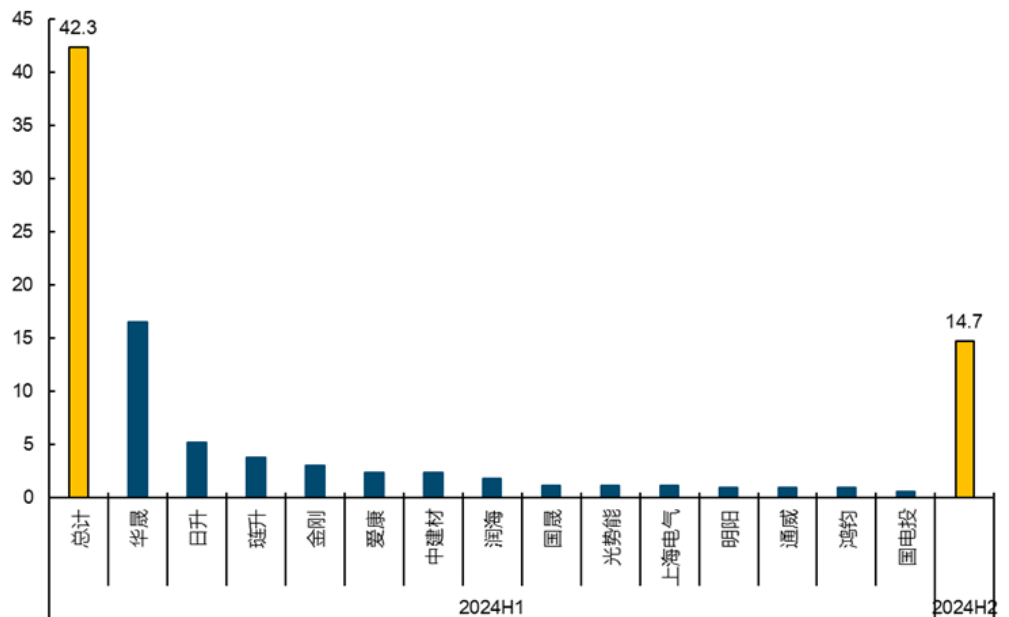
来源: solarzoom, smm, 国金证券研究所测算

备注: 以2024/7/17价格进行测算, 其中N型硅料价格为38元/kg, 银浆价格为8110元/kg, 玻璃价格14.75元/m², 靶材价格2533元/公斤, EPE胶膜价格7.05元/m², 光转膜在EPE胶膜基础上溢价4元/平方米, 丁基胶价格92元/kg, 焊带价格106元/kg, 边框72.62元/件, 接线盒14.5元/件。

4.3 性价比凸显, HJT/xBC组件有望在下游逐步放量

在当前时间点, 无论HJT还是xBC, 都已经初步具备了大规模产业化的能力。分技术路线来看, 根据solarzoom统计, 截至2024H1, 行业内HJT电池已投产产能为42.3GW, 预计全年落地达57GW, 已初具量产规模。伴随着降本技术的逐步量产导入对生产成本的降低, 以及在下需求促使产能利用率提升、提效技术和现有工艺优化促使电池效率提高对单位制造成本的摊薄, HJT路线有望从2025年上半年开始进入加速扩产状态。

图表45: 截至2024H1, HJT电池落地产能达42.3GW



来源: solarzoom, 国金证券研究所

高功率的背后是有望创造更大的客户价值, 为终端电站带来更多发电量收益和单位面积



相关的成本降低。

1) 面积相关的 BOS 成本摊薄：高功率组件单位面积瓦数提高，对应单位面积 BOS 成本摊薄，假设最终 210 版型 HJT 组件功率差距拉开至约 30W，相同 BOS 成本下，HJT 组件溢价约 0.06 元/W，我们认为组件厂商受益于新技术迭代所获得的合理溢价主要来自 BOS 成本的摊薄。

2) 发电量增益带来的 IRR 溢价：HJT 技术衰减率低、发电增益高，根据国检集团电站实证数据，假设 HJT 组件首年衰减 0.95%，次年起年均衰减 0.28%，以 30 年全生命周期计算，叠加首年发电增益 2.9%，相同 IRR 对应的 HJT 组件溢价约 0.16 元/W，我们认为组件厂商在 IRR 端获得的溢价主要取决于终端对于高效技术发电量增益的认可，相对具有弹性。

图表46: HJT 组件在较 topcon 溢价 0.14-0.18 元/W 的情况下，项目 IRR 仍能保持相同水平

IRR	TOPCon组件价格 (元/W)	HJT组件价格 (元/W)	HJT溢价 (元/W)
7.0%	1.00	1.18	0.18
8.0%	0.86	1.02	0.16
9.0%	0.72	0.88	0.16
10.0%	0.61	0.75	0.14
11.0%	0.50	0.64	0.14
12.0%	0.40	0.54	0.14

图表47: BOS 成本相同的情况下，HJT 组件较 TOPCon 溢价范围在 0.02-0.07 元/W

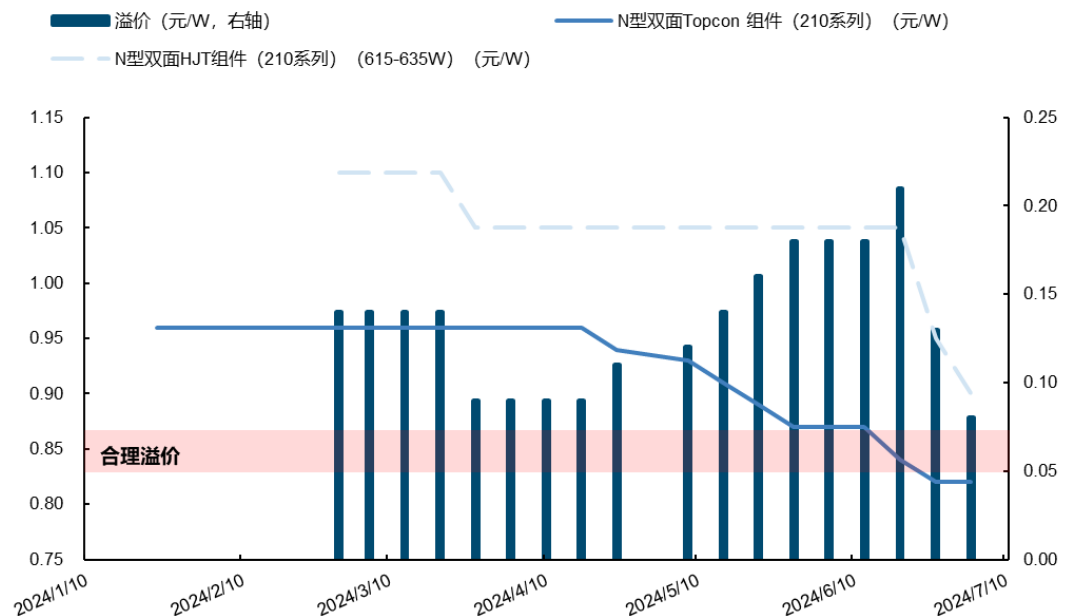
面积相关 BOS成本 (元/w)	HJT组件功率对比TOPCon组件功率(W)						
	HJT	600	610	620	710	720	730
	TOPCon	590	590	590	700	700	700
1.3	溢价情况	0.02	0.04	0.06	0.02	0.04	0.05
1.4		0.02	0.05	0.07	0.02	0.04	0.06
1.5		0.02	0.05	0.07	0.02	0.04	0.06
1.6		0.03	0.05	0.08	0.02	0.04	0.07
1.7		0.03	0.06	0.08	0.02	0.05	0.07
1.8		0.03	0.06	0.09	0.03	0.05	0.07

来源：国检集团，国金证券研究所

来源：国金证券研究所测算

从下游地面电站的招标来看，央国企接受程度提升，产业化有望加速。2024 年内，下游国央企多次发布 GW 级 HJT 组件招标项目，大唐、绿发、中核汇能等央国企集中采购甚至对 HJT 开启单独招标，截至目前 HJT 组件标段招标规模超 10.8GW，已经达到去年全年规模的 4 倍以上，大型集中式项目上对比 TOPCon 标段招标均价有约 0.1 元/W 的溢价。根据盖锡咨询发布的 210 系列 HJT、TOPCon 组件价格对比，HJT 组件市场均价较 TOPCon 的溢价范围在 0.1-0.2 元/W，高于我们判断的合理溢价区间。

图表48: 2024 年，HJT 组件较 TOPCon 溢价相对稳定在 0.1 元/W 附近



来源：盖锡咨询，国金证券研究所



图表49：2024年内，下游HJT组件招标规模已达到10.8GW+

时间	运营商	规模 (MW)	HJT 均价 (元/W)	与 TOPCon 价差 (元/W)
2024/1/30	山东中雅	700	1.116	0.23
2024/3/8	华能	500	1.05	0.14
2024/3/19	中国绿发	3500	-	-
2024/3/26	安徽涇开	1.98	0.98	
2024/4/23	大唐	1000	0.951	0.08
2024/4/26	广东电力	2	0.917	0.05
2024/5/1	青岛纳晖	35		
2024/5/6	中广核	400	0.927	-
2024/6/20	中核汇能	2000		
2024/6/28	华润	25.2252	0.825	
2024/7/2	中广核	600	1.248	
2024/7/12	中国电建	87.931955		
2024/7/18	中核汇能	2000	0.833	
总计		10852.1372	0.963	
2023 全年		2465		

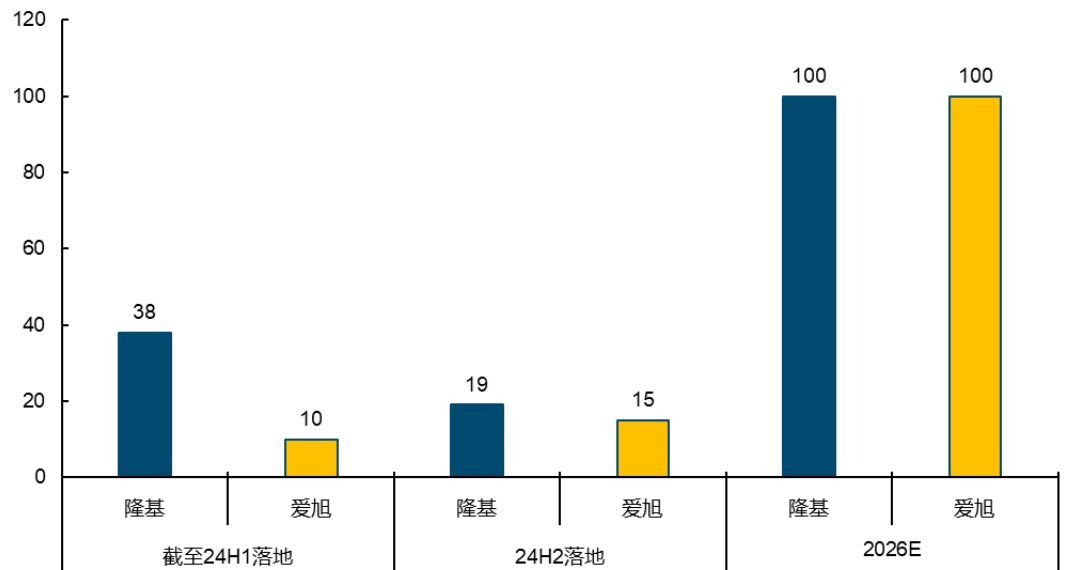
来源：各央国企电子招标投标平台，solarzoom，集邦新能源，国晟科技公众号，国金证券研究所

xBC 路线上，到 2026 年，两家 BC 领先企业产能总计将达到 200GW。

2024 年 7 月 4 日，隆基绿能召开 HPBC 二代电池产品发布会，表示公司已建成 BC 产能 38GW+，预计到 2025 年底实现约 70GW BC 产能，其中一代产品 20GW，二代产品 50GW，公司基于 HPBC 2.0 电池技术的组件产品发布至今不到 2 个月，已经实现 1GW 在手订单和超 5GW 储备订单；计划未来三年，公司 BC 电池年产能将达到 100GW。

2024 年 6 月 12 日，爱旭股份召开新一代 ABC 满屏组件发布会，公司在珠三角、长三角和黄河三角洲的三大基地共规划 ABC 产能 100GW，其中珠海基地 30GW，已投产 10GW；义乌基地 30GW，其中 15GW 正在投产中；济南基地 40GW，正在建设中产能 10GW。

图表50：到 2026 年，两家 BC 领先企业产能总计将达到 200GW



来源：爱旭发布会 202406，隆基发布会 202407，国金证券研究所

在产能持续扩大的同时，2024 年 BC 组件在应用场景拓展上取得一定突破。除了在海外分布式市场的受到青睐，2024 年内 BC 领先企业隆基、爱旭均与多个国内外集中式项目签约合作，向市场展现 xBC 技术在全场景应用的可行性。



图表51: 隆基绿能 HPBC 组件应用场景拓宽

签约企业	地区	协议内容	场景
沙特国际电力	沙特	组件供货框架协议	集中式
东方电气集团、中国华能、甘肃能源化工投资集团、中电建、新源万生、甘肃能源、中国能源	中国	战略合作协议	集中式
广东威阳、深圳伊西思电子、广东互盈光、黄金台电子、九州汇德、厦门科盛、东峻阳光、江苏绿橙、锦天新能源、金泽电力	中国	战略合作协议	分布式

来源: 隆基绿能公众号, 国金证券研究所

图表52: 2024 年内, 爱旭股份 ABC 组件签约规模和应用场景均实现进一步突破

时间	客户	客户类型	国家/地区	规模 (MW)	订单情况
2024 年 1 月	天津能源投资集团		中国	2500	合作协议
2024 年 1 月	INSELL	知名分销商	波兰	200	合作协议
2024 年 2 月	SOLSOL	知名分销商	捷克	100	合作协议
2024 年 3 月	Solar Juice、AC Solar Warehouse、Sol Distribution、Tradezone	一流分销商	澳大利亚	2000	分销协议
2024 年 3 月	BM Energy	知名分销商	荷兰、东北非地区	300	分销协议
2024 年 4 月	Warrkraft	知名分销商	慕尼黑	-	供货协议
2024 年 6 月	誉金科技、山东华阳、华能清能院、河北金租、三晋阳光		中国		框架协议
2024 年 6 月	华夏金租、启晟新能源、深圳伊西思、榆林高新产业发展	分布式光伏	中国		框架协议
2024 年 6 月	皖江金租	工商业光伏	中国		矿界协议
2024 年 6 月	HDG	地面光伏电站	德国	120	采购合同
2024 年 6 月	-	知名经销商	泰国	200	供货协议
2024 年 7 月	Tibra Pacific	地面光伏电站	波黑	58	采购合同
总计				5478+	
2023 全年				3450+	

来源: 爱旭股份公众号, 国金证券研究所

BC 产品在为客户提供更大价值的同时, 也获得了客户更多的溢价认可。2024 年 7 月, 隆基在投资者交流会上表示, 基于 HPBC 2.0 电池技术的 Hi-Mo 9 组件产品较公司 TOPCon 产品的平均溢价在 20%左右。根据爱旭公众号, 户用客户使用 700W ABC 满屏组件较 635W TOPCon 组件每件收益增加 72 元, 每块组件 25 年发电量提升 1888 度; 工商业客户采用 680W ABC 满屏组件, 在一万平屋顶上, IRR 较 615W TOPCon 提升 2.1%, 25 年发电量提升 587 万度; 集中式场景下, ABC 满屏组件的 BOS 成本降低 10%, 度电成本降低 5.1%, BC 溢价也将充分受益于高效技术本身为客户端带来的巨大价值, 从而吸引更大规模的产能扩张。

5 投资建议

针对新技术迭代所带来的投资机会, 我们认为目前来看主要有 2 个方向: 方向一是配合新技术导入降本增效工艺的相关设备厂商, 重点推荐: 奥特维、迈为股份; 第二个方向是在电池技术路线上布局领先、产业化进展较快的头部组件、电池厂商, 重点推荐: 通威股份、隆基绿能、晶科能源。

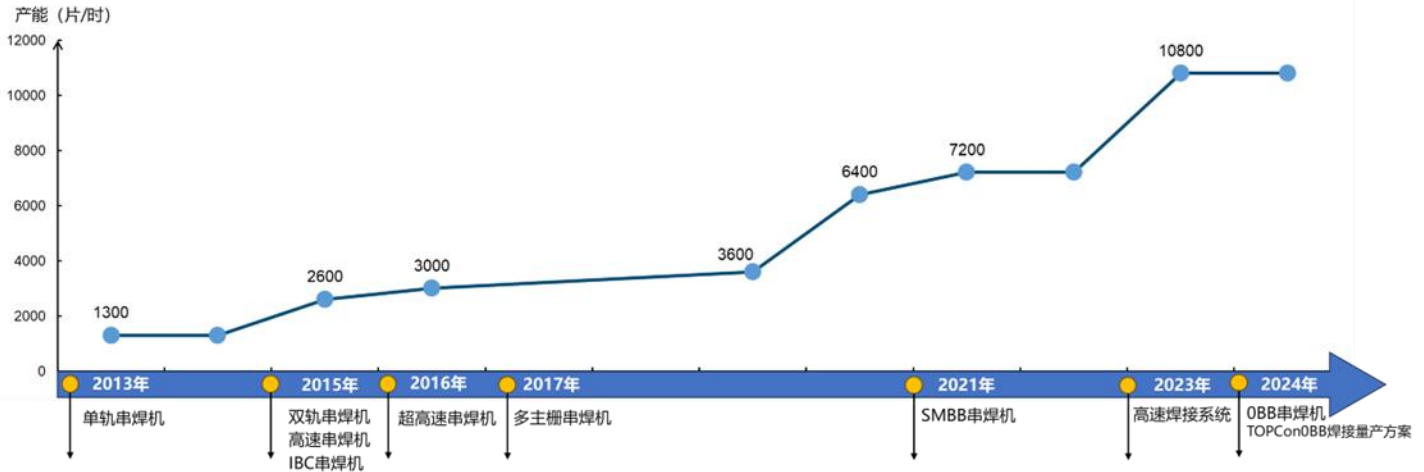
5.1 奥特维: 光伏设备平台化龙头企业, 布局多条技术路线

奥特维是光伏、锂电、半导体领域知名的智能装备制造制造商, 深耕串焊机领域十余年, 全球市占率超过 70%, 全球光伏组件前十的供应商均为公司客户。在技术储备方面, 公司在 TOPCon、HJT、xBC 三种 N 型电池技术路线上均有布局, 同时在确定性较高的下一代 OBB 组件工艺方面已实现量产出货。在光伏其他业务方面, 公司抓住 N 型电池迭代机遇, 纵向延伸至硅片、电池生产环节, 低氧单晶炉、丝网印刷、激光辅助烧结等设备均已取得了头部客户的批量订单, 订单来源从之前较为单一的组件环节开源至硅片、电池环节且占比快速提升, 平台化布局持续加深。



公司主要产品光伏串焊机方面，经历了十二年九代技术升级、七次产能提速，龙头地位难以撼动。公司串焊机产品迭代始终走在行业前列，技术进步主要朝两个方向发展：产能提升、组件技术迭代。自 2013 年公司推出第一款串焊机，产能为 1300 片/小时，到 2023 年公司高速焊接系统产能达到 10800 小片/小时，公司产品持续为行业提供降本方案。提高设备生产效率的同时，公司深耕各技术路线的串焊研发，在 2015 年推出了 BC 专用串焊机，2017 年起在多主栅技术路线上持续迭代，推出 MBB、SMBB、OBB 串焊机，2024 年奥特维推出 TOPCon OBB 焊接工艺量产方案，单片银耗节省 10% 以上，组件功率提升 5W 以上，持续为客户端制造环节降本增效。

图表53：公司产品历经 12 年 9 代技术升级、7 次产能提速



来源：奥特维招股书，奥特维公众号，国金证券研究所

此外，公司向光伏产业链上游拓展，成立子公司旭睿科技，专注于光伏电池装备的研发、生产与应用。主要产品包括，光注入烧结退火一体炉，可使 N 型电池提效 0.3% 以上，2021 年推出当年就中标晶科 N 型电池设备采购项目；丝网印刷整线，首创四平台直线交互式印刷，2021 年 5 月董事会审议通过《关于与核心员工合资设立子公司共同投资电池丝网印刷生产线的议案》，2022 年推出产品，并于当年取得江苏润阳批量订单，后又获得多家知名客户订单及复购；公司电池设备覆盖 PERC、TOPCon、IBC 等多个工艺路线，拥有强劲的市场竞争力。

图表54：公司电池设备订单持续获得光伏头部企业认可

日期	客户	订单项目	订单金额 (亿元)
2021/12/7	晶科海宁	光注入烧结退火一体机	-
2022/8/25	江苏润阳	N 型太阳能电池片生产项目	1.30
2023/3/27	隆基绿能	硅片分选机项目、电池项目、组件项目	4.30
2023/5/11	一道新能源	丝网印刷整线	超 10 条
2023/8/18	合盛硅业	丝网印刷设备、光注入设备等电池端设备	3.80
2023/10/25	光伏龙头企业	激光增强金属化设备	2.50
2023/12/15	光伏龙头企业	智能传输系统和电池端设备	2.30
2024/2/23	隆基绿能	划焊一体机、BC 印胶设备	2.70
合计			16.9+

来源：奥特维公告，奥特维公众号，国金证券研究所

2023 年公司实现营业收入 63.02 亿元，同比+78.05%；实现归母净利润 12.56 亿元，同比增长 76.10%；2024 年上半年，公司预计实现营业收入 41.97-44.62 亿元，同比增长 66.71%-77.24%；预计实现归母净利润 7.26-7.72 亿元，同比增长 38.92%-47.70%，业绩逐年高增。截至 2024 年一季度，公司在手订单 143.51 亿元，同比增长 64.11%；2023 年全年新签订单 130.94 亿元，同比增长 77.57%；2024 年一季度新签订单 34.45 亿元，同比增长 31.5%，环比增长，为公司 2024 年业绩提供强有力支撑。

根据公司的在手订单情况及最新业务进展，我们预计 2024-2026 年公司将实现归母净利润 16.9/26.0/28.8 亿元，同比+34.6%/+54.0%/+10.4%，对应 EPS 分别为 5.38/8.28/9.14 元，当前股价（2024 年 7 月 19 日收盘价 42.19 元）对应 PE 分别为 8/5/5 倍，维持“买入”评级。



5.2 迈为股份：行业领先的 HJT 电池设备制造商，持续推动 HJT 路线降本增效

公司成立于 2010 年 9 月成立，是一家集机械设计、电气研制、软件开发、精密制造于一体的高端装备制造制造商，面向太阳能光伏、显示、半导体三大行业，研发、制造、销售智能化高端装备。公司立足真空、激光、精密装备三大关键技术平台，以自主研发与技术创新实现核心设备国产化。

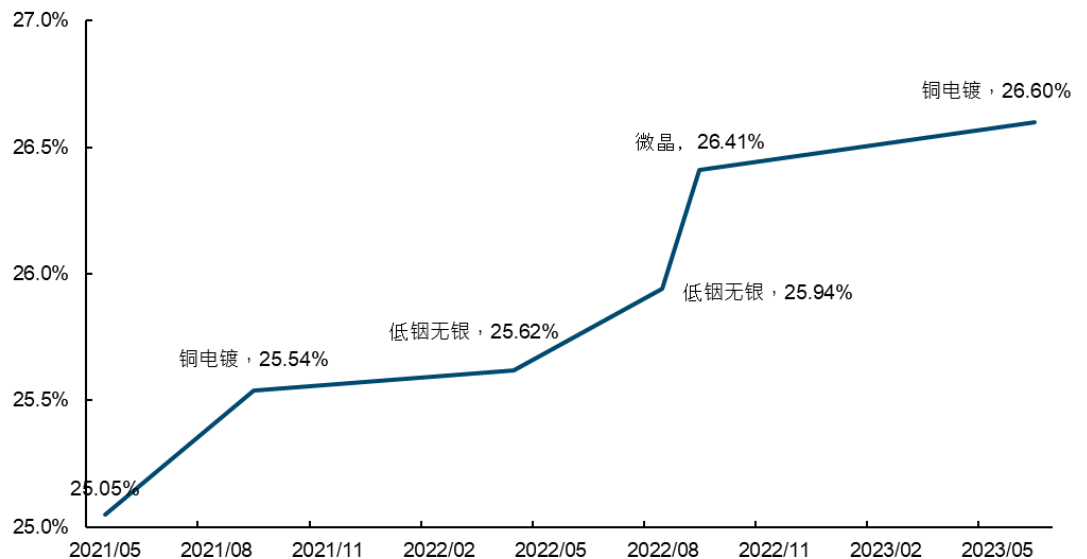
公司自成立以来，始终致力于太阳能电池丝网印刷生产线的开发。丝网印刷位于电池制造的金属化环节，是实现电流输出的必要工艺，丝网印刷设备作为电池片生产环节中的重要设备，对电池效率的提高起着至关重要的作用。公司太阳能电池丝网印刷生产线成套设备适用于 PERC、TOPCon、HJT 等多种工艺路线，凭借高性价比牢牢占据国内上次行份额前列。

公司在丝网印刷设备市场取得优势的基础上，前瞻性布局 HJT 路线，自主研发 PECVD、PVD 等核心镀膜设备，成为 HJT 太阳能电池片整线设备领先供应商，根据 solarzoom 统计，截至 2024 年 6 月，国内现有已投产 HJT 电池产线约 67 条，其中迈为产线 51 条，折合产能规模达到 30.9GW，占全市场已投产 HJT 产能规模的 70%以上。公司作为当前光伏行业为数不多能够提供 HJT 电池整线设备的企业，已中标多个项目，与华晟、金刚、印度信实等建立合作。

公司持续推动 HJT 路线降本增效。2024 年初，将双面微晶异质结高效电池整线装备的单线年产能升级至 GW 级，在保证电池片高效率、高良率的同时，降低单位人工、设备占地、能耗等多方面的运营成本，该整线已于 6 月在全球光伏电池、组件头部企业顺利实现首片电池下线，随着量产爬坡的推进，效率、产能、良率将持续攀升，有望成为行业中最前沿、最先进的异质结产线。

技术方面，公司在电池膜层制作环节，提出“降钼三部曲”，导入 50%无钼叠层膜方案可使钼基靶材理论单耗降至 6mg/W 作用；在电池金属化环节提出全开口太阳能电池钢板印刷，可以通过增加栅线高宽比、密线化印刷提高电池效率，同时节省银浆耗量；在组件环节，公司推出第二代异质结无主栅技术 NBB 及组件串焊设备，可使银浆耗量减少 30%以上，组件 CTM 提高、组件端功率有望提升 1%。

图表55：公司 HJT 电池实验室效率持续提高



来源：迈为公众号，国金证券研究所

根据对公司订单结构及 HJT 产业化的最新判断，预计公司 2024-2026 年将实现归母净利润 13.3/14.1/17.4 亿元，对应 EPS 分别为 4.8/5.0/6.2 元，当前股价（2024 年 7 月 19 日收盘价 112.4 元）对应 PE 分别为 24/22/18 倍，维持“买入”评级。

5.3 通威股份：头部 HJT 技术领先企业，有望引领 GW 级产线扩产

通威股份于 2006 年进军光伏新能源产业，历经 10 余年快速发展，已成为拥有上游高纯晶硅生产、中游高效太阳能电池片及高效组件生产、到终端光伏电站建设与运营的光伏企业。据 2023 年报披露，公司高纯晶硅在产产能 45 万吨，在建产能 40 万吨；太阳能电池现有产能超 80GW，预计到 2024 年底 TNC 电池产能规模超 100GW；组件年产能超 48GW，



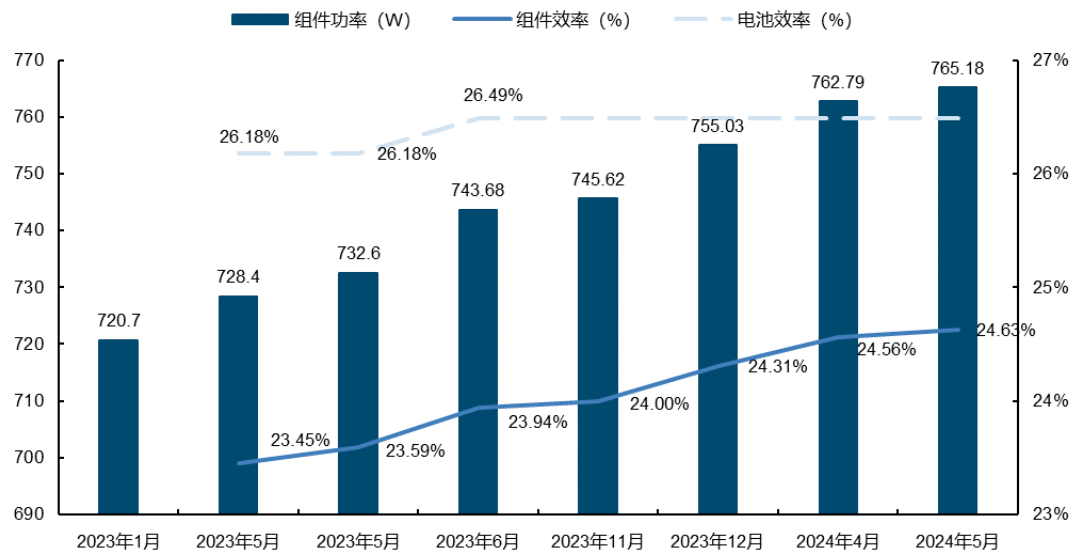
在建产能 25GW。公司进一步夯实在高纯晶硅、太阳能电池领域的全球龙头地位，加大海内外组件业务开拓。

公司紧跟行业供需变化，推动高效 N 型电池研发建设。作为行业 TOPCon PECVD 技术发展的龙头企业，产品转换效率、良率、非硅成本等指标全面领先，推动 PECVD 技术逐步成为行业主流，根据公告 2023 年报，年内公司 TNC 电池借助高方阻密栅、先进金属化等新技术导入，最新量产平均转换效率达到 26.26%，其组件产品相比传统 PERC 双面组件功率提升 30W 以上，单瓦发电量增益提高 3-5%；结合精细化管理经验，持续优化生产工序，降低单耗，非硅成本目前已降至 0.16 元/W 左右。

公司保持技术路线并行研发，确保行业领先地位。2023 年 11 月，通威建设全球创新研发中心，专注于 HJT、TNC、TBC 电池及组件，铜互连金属化、钙钛矿-晶硅叠层太阳电池、新型光伏组件等领域的核心技术与前沿技术的开发，2024 年 6 月中心首片电池顺利下线，取得突破性进展。截至 2024 年中，HJT 路线上，公司成功导入 110um 薄硅片、低湿重银包铜浆料、OBB 技术等降本方案，并同步在铜互连技术上寻求差异化突破，分别在图形化、金属化、产品可靠性等环节取得积极进展，叠加公司先进组件技术，先后 8 次打破 HJT 组件功率纪录，截至 2024 年 7 月已报道的最高功率达到 765.18W，组件效率为 24.63%。

xBC 路线上，公司 P 型 TBC 中试线批次效率最高达到 25.51%，N 型 TBC 电池研发批次效率达 26.66%，背接触技术研发已具备完善的研究中心及试验线。

图表56：通威连续 8 次打破 HJT 组件功率纪录



来源：通威公众号，国金证券研究所

根据我们对产业链价格的判断，预计公司 2024-2026 年将实现归母净利润 28.3/73.7/99.2 亿元，对应 EPS 分别为 0.6/1.6/2.2 元，当前股价（2024 年 7 月 19 日收盘价 18.31 元）对应 PE 分别为 29/11/8 倍，考虑到公司在硅料、电池环节的竞争优势，维持“买入”评级。

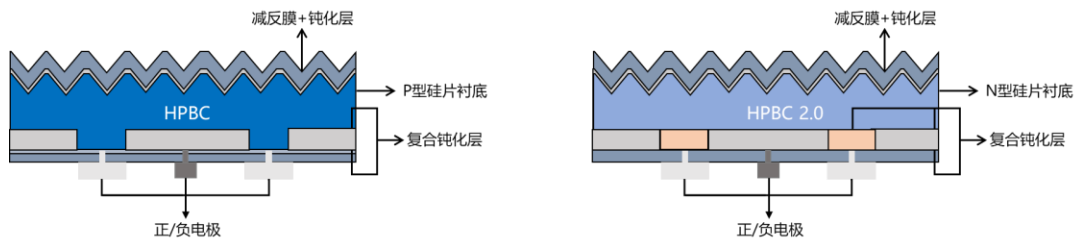
5.4 隆基绿能：一体化组件龙头，xBC 产能规划行业领先

隆基绿能为光伏行业一体化龙头公司，也是行业内最早确定以 xBC 为后续主要电池技术路线的一体化龙头厂商。根据隆基公开交流口径，隆基后续的电池技术路线将全部采用 xBC 电池工艺。截至 2024 年 7 月，隆基已建设 BC 产能 38GW+，实现 BC 产品规模化量产出货 11GW+，基于 HPBC 二代电池技术的 Hi-Mo 9 组件产品发布不到 2 个月时间，实现在手订单 1GW，储备订单超 5GW，备受市场欢迎，计划 2025 年底，二代产能达到 50GW，公司 BC 电池年产能达到约 70GW。

根据公司公众号报道，隆基 HPBC 二代电池改用 N 型硅片作为衬底，导入公司最新研发的泰睿硅片技术，具备电阻集中度高、吸杂效果好、机械性能优、杂质缺陷少等优点；钝化技术上由一代电池的单极钝化升级为双极复合钝化，理论效率提升 1% 以上。到 2024 年 7 月，公司 HPBC 2.0 电池量产平均效率达到 26.6% 以上，开路电压高达 744mV，量产良率在 95% 以上；相应的组件主流功率达到 660W，组件端转换效率为 24.43%+，182 系列尺寸下领先其他高效技术 30W 以上，等面积安装功率提升 5%，全生命周期发电增益将达到 6.5%-8.0%。



图表57: HPBC 二代电池结构升级



来源：隆基 HPBC 二代产品发布会，国金证券研究所

图表58: 等土地面积下 HPBC 二代较 TOPCon 具有更优的产品价值

集中式			分布式			
			工商业		户用	
地点	场景	全生命周期产品价值	地点	全生命周期产品价值	地点	全生命周期产品价值
德令哈	沙戈荒	+18.3 分/W	马德里	+21.5 分/W	慕尼黑	+23.5 分/W
马来西亚	水面漂浮	+26.5 分/W	悉尼	+22.3 分/W	悉尼	+23.6 分/W
西班牙	草地平单轴	+33.9 分/W	东京	+23 分/W	东京	+31.8 分/W

来源：隆基 HPBC 二代产品发布会，国金证券研究所

备注：集中式、工商业分布式场景下 HPBC 2.0 功率 660W，TOPCon 功率 630W，尺寸一致；户用场景下，HPBC 2.0 功率 480W，TOPCon 功率 455W，尺寸一致

公司积极构筑 xBC 技术护城河，在 BC 电池组件互联方面进行了 7 年以上的研发。2024 年 7 月，公司推出新型背板封装方案，较现有方案可提升 10W 以上的组件功率，转换效率有望实现 24.8%；耐湿热能力进一步提高，背面采用金属箔式封装设计，水汽入侵面积降低 90%以上；采用平面金属化设计，封装应力由常规组件的 50MPa 降低至 20MPa，抗载荷更佳，且电池片排布更加均匀，外观更优；电站端发电量较常规 BC 产品平均增益 0.5%左右；此外还具有安全性高、零隐裂、衰减率低、柔性、轻质等优势，可实现 HPBC 产品的多元化应用。

根据年报及对行业的判断，预计公司 2024-2026 年将实现归母净利润 44.5/78.9/104.3 亿元，对应 EPS 分别为 0.6/1.0/1.4 元，当前股价（2024 年 7 月 19 日收盘价 14.39 元）对应 PE 分别为 24.5/13.8/10.5 倍，维持“买入”评级。

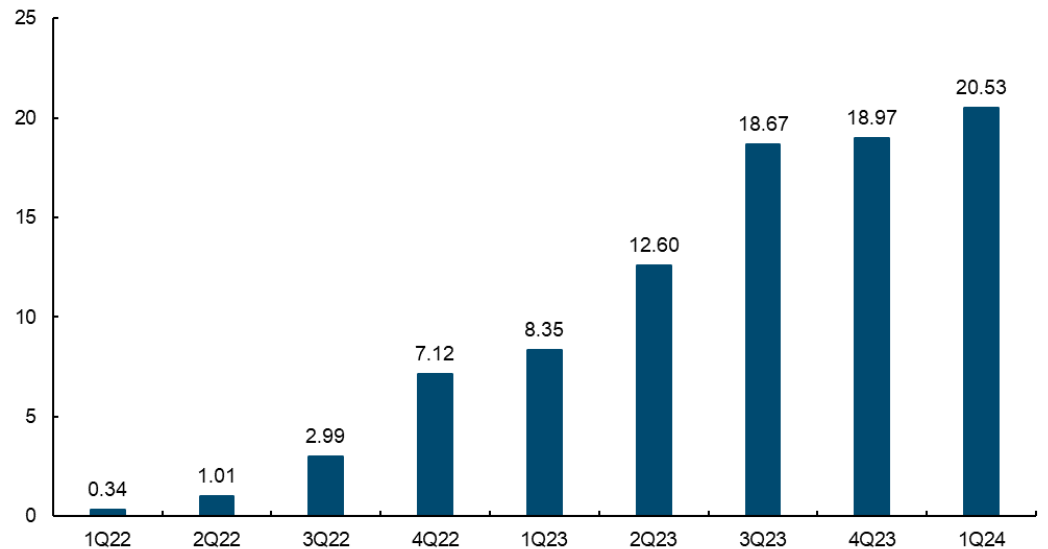
5.5 晶科能源：N 型电池产能规模行业领先，研发实力稳居行业前列

晶科能源是全球知名的太阳能科技企业，聚焦光伏产品一体化研发制造和清洁能源整体解决方案提供，销量领跑全球主流光伏市场，据公司 2024 年一季报显示，截至 2024 年一季度，公司组件出货量累计超过 236GW。公司在中国、马来西亚、越南、美国共拥有 14 个全球化生产基地，是行业中率先建立从硅片、电池片到组件生产“垂直一体化”产能的企业之一。截至 2024 年末，公司单晶硅片、电池、组件产能分别将达到 120GW、110GW 和 130GW，规模行业领先。

公司是 TOPCon 路线领军企业，于 2021 年 11 月发布 Tiger Neo N 型 TOPCon 组件及产品白皮书；2022 年 1 月安徽一期 8GW 高效 N 型电池片下线；同年 8 月青岛实证数据中，N 型 Tiger Neo 组件发电增益超过 P 型 13.94%。截至 2024 年 7 月，晶科 Tiger Neo 电池量产效率达到 26.3%，累计出货突破 100GW，公司目标到 2024 年底 TOPCon 电池量产效率实现 26.5%+。



图表59：2024年一季度，晶科能源 TOPCon 组件出货量达到约 20GW



来源：晶科公众号，国金证券研究所

公司重视研发投入，持续垒筑专利数量，截至 2024 年 5 月底，晶科全球专利申请 3800 余项，获得专利多达 3500 余项。TOPCon 路线上，公司较早布局了 OBB 技术，2021 年 11 月发布无主栅技术相关专利，在传输光生载流子的细栅上通过丝网印刷的方式布设于焊接焊带、实现电连接的栅线段，焊带被用于代替常规技术中的主栅线，从而降低银浆耗量、提高产品可靠性。优选的正背面细栅在电池片法线方向上的投影的间距为 20mm，电连接栅线和运输栅线的宽度为 200um。根据 2024 年 3 月 ifind 公告的晶科能源投资者调研纪要内容，目前公司在一体化各环节具备多种技术储备，未来提效降本路线规划明确，目前 OBB 已经按进度导入。

秉承“探索一代、研发一代、量产一代”的理念，根据投资者问答平台的交流，公司正在搭建 TBC 中试线，未来可能会规划小规模产量；在基于 N 型 TOPCon 的钙钛矿叠层电池研发上屡次取得重大突破，截至 2024 年 5 月底，公司第 26 次打破世界纪录，电池转换效率突破 33.24%，积极探寻未来钙钛矿与叠层电池产业化导入机会。

产业链价格波动盈利承压，TOPCon 效率及成本优势巩固龙头地位。2023 年公司实现营业收入 1187 亿元，同比+44%；实现归母净利润 74.4 亿元，同比增长 153.2%；2024 年一季度，公司实现营业收入 230.84 亿元，同比下降 0.3%，环比下降 31%；实现归母净利润 11.76 亿元，同比下降 29%，环比增长 8.2%。

根据我们对产业链价格的判断，预计公司 2024-2026 年将实现归母净利润 40.5/53.7/71.1 亿元，对应 EPS 分别为 0.4/0.5/0.7 元，当前股价（2024 年 7 月 19 日收盘价 7.53 元）对应 PE 分别为 18.6/14.0/10.6 倍，维持“买入”评级。

6 风险提示

新技术导入不及预期：当前市场仍处于 TOPCon 新扩产能释放期，若后续 HJT 技术降本增效不及预期，可能造成行业 HJT 扩产进程延缓，进而影响相关公司业绩。

研发进展不及预期：HJT、xBC 等新技术仍需要经历持续降本增效的过程，若工艺研发受阻或停滞，可能会造成新技术性价比无法显著优于现有主流技术，进而影响行业主流技术迭代的过程。

产业链价格下行风险：当前光伏产业链处于相对低位，若由于产能过剩问题持续，可能导致各环节价格持续低位或继续下行，进而影响相关公司业绩。

企业盈利扭亏不及预期：当前市场各环节产能处于过剩状态且同质化严重，主产业链盈利下行且各环节普遍处于亏损状态导致相关企业盈利收缩，若产能出清进度不及预期，可能会导致企业盈利扭亏周期延长，进而影响相关企业业绩。



行业投资评级的说明：

- 买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；
- 增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；
- 中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；
- 减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。



特别声明：

国金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。

形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员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。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级(含 C3 级)的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海
电话：021-80234211
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn
邮编：201204
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号
紫竹国际大厦 5 楼

北京
电话：010-85950438
邮箱：researchbj@gjzq.com.cn
邮编：100005
地址：北京市东城区建国内大街 26 号
新闻大厦 8 层南侧

深圳
电话：0755-86695353
邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：518000
地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心
18 楼 1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究