



2021-04-09

行业深度报告

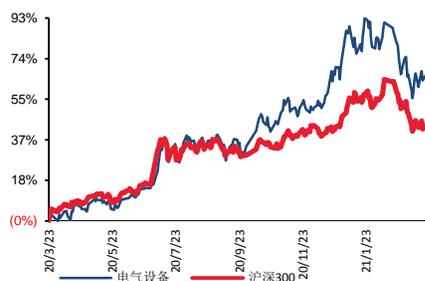
看好/维持

电气设备

工业 资本货物

光伏深度报告专题之二——聚焦 HJT，下一代电池技术的领航员

■ 走势比较



■ 子行业评级

证券分析师：张文臣

电话：010-88321731

E-MAIL: zhangwc@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190518010005

证券分析师：刘晶敏

电话：010-88321616

E-MAIL: liujm@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190516050001

证券分析师：周涛

电话：010-88321940

E-MAIL: zhoutao@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190517120001

证券分析师：方杰

电话：010-88321942

报告摘要

本报告从目前光伏产业链环节中最具有技术变革性的电池环节出发，深度剖析未来电池技术的大方向异质结技术，主要解决三大问题，一是为什么市场现在选择了异质结？二是为什么异质结会成为未来的电池主流技术？三是基于此逻辑下的细分领域投资机会及受益标的。

工序简单，简化电池制备流程。HJT 技术仅有四道工序，分别为清洗制绒、非晶硅薄膜沉积、TCO 薄膜制备和丝网印刷。其中清洗制绒和丝网印刷都是传统硅晶电池的工艺，HJT 独特的工艺在于非晶硅薄膜沉积和 TCO 膜的沉积。HJT 技术大大减化了制备流程，未来更容易实现产业化和流程化。

产能规划近百 GW，规模化量产在即。截至目前，包括爱康科技、东方日升、中利集团、天合光能、比太科技、钧石能源、山煤国际、通威股份等在内的多家光伏电池片知名企业均已宣布投资新建 GW 级的 HJT 项目。据公开资料显示，目前市场上规划 HJT 电池片技术的产能有近 100GW。

国产设备、银浆性价比高，替代进口大势所趋。现有 HJT 产线的设备中，丝网印刷的国产化程度比较高，其余三个环节进口设备占主导。因此在国产化顺利的情况下，PECVD 和 PVD 两个环节的设备投资额有望由国产设备替代，降低成本。此外，低温银浆的减量工艺和国产化趋势是提升丝网印刷经济性的有效途径，从而可以进一步实现降本。

薄片化和高功率凸显 HJT 技术的经济性。据测算，受益于薄片化，基于 160 μ m 厚度硅片的 HJT 技术，每片硅耗量能够比 PERC 技术下降接近 9%。未来当 HJT 硅片降到 150 μ m 厚度时，硅耗可以下降近 15%。此外，由于 HJT 组件的高功率所带来的相关 BOS 成本摊薄也不容小觑。根据测算，以 182 尺寸为例，在目前的参数下，HJT 和 PERC 的系统成本差异在

E-MAIL: fangjie@tpyzq.com

执业资格证书编码: S1190517120002

实习生武阳参与了本报告的资料搜集整理工作。

0.144 元/W。根据我们的敏感分析数据，在 PERC 电池的效率在 23.5% 的前提下，当 HJT 的电池效率达到 25.5%，硅片厚度到达 150 μ m 时，就会比 PERC 更具经济性。此外，当 HJT 的电池非硅成本下降到 0.27 元/W 的时候，也会比 PERC 更具经济性。

投资建议：基于此报告的逻辑，强烈看好异质结电池技术发展和大规模产业化带来的投资机会，主要分为三大细分领域：设备端如捷佳伟创、迈为股份、奥特维等。电池端投入较早进展较快的公司如通威股份、爱康科技等。辅材端如帝科股份、苏州固得等。

风险提示：技术降本不及预期，硅片厚度、银浆耗量工艺技术进步不及预期，银浆国产化和降价进度较慢，设备国产化进程较慢，量产良率控制、效率和成本控制不及预期。

目录

| | |
|------------------------------------|----|
| 一、光伏电池技术概述 | 5 |
| (一) 光伏电池发电原理 | 5 |
| (二) 现有电池技术简介 | 5 |
| 二、市场为何选择了 HJT | 7 |
| (一) HJT 的发展进程和基本结构 | 7 |
| (二) 工艺流程简洁，非晶硅薄膜和 TCO 膜沉积是关键 | 8 |
| (三) 比较优势明显，发展潜力巨大 | 11 |
| (四) 产能规划近百 GW，规模化量产在即 | 14 |
| 三、HJT 为什么可以引领未来 | 15 |
| (一) 国产设备性价比高，替代进口大势所趋 | 16 |
| (二) 多主栅技术助力辅材降本 | 18 |
| (三) 薄片化减少硅耗降本显著 | 18 |
| (四) 高效率摊薄终端成本成就 HJT 技术 | 19 |
| 四、相关标的 | 20 |
| (一) 电池端 | 21 |
| (二) 设备端 | 22 |
| (三) 辅材端 | 23 |
| 五、结语 | 24 |

图表目录

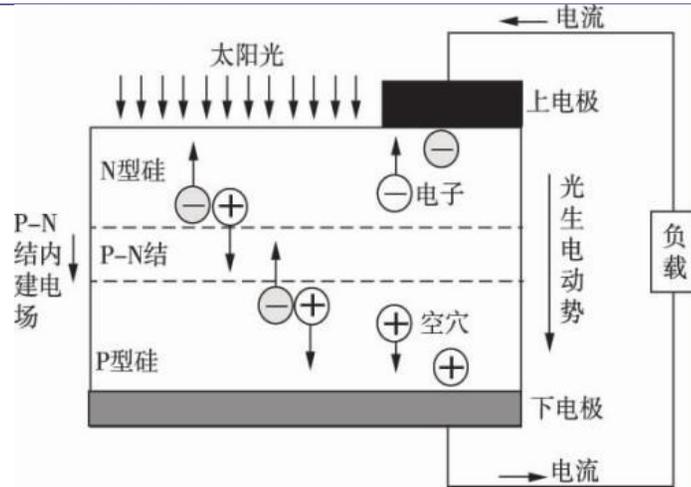
| | |
|--------------------------------|----|
| 图表 1: 太阳能电池发电原理 | 5 |
| 图表 2: 电池技术比较 | 6 |
| 图表 3: HJT 的发展进程 | 7 |
| 图表 4: HJT 电池的结构 | 8 |
| 图表 5: HJT 电池各层材料及对应的制备工艺 | 8 |
| 图表 6: HJT 工艺流程及原理 | 9 |
| 图表 7: RCA 工艺与 O3 工艺 | 9 |
| 图表 8: CAT-CVD 与 PECVD | 10 |
| 图表 9: PERC 与 HJT 制造工艺流程图 | 11 |
| 图表 10: IBC+HJT | 12 |
| 图表 11: 钙钛矿+HJT | 12 |
| 图表 12: 不同电池的温度系数 | 13 |
| 图表 13: HJT 产能规划 | 14 |
| 图表 14: HJT 产线建设招标情况 | 15 |
| 图表 15: HJT 电池的成本分布 | 15 |
| 图表 16: 国内外关键设备的价格及参数比较 | 17 |
| 图表 17: 不同丝网印刷技术的银浆消耗量 | 18 |
| 图表 18: 薄片化的降本效应测算 | 19 |
| 图表 19: PERC 与 HJT 技术成本差异 | 20 |
| 图表 20: HJT 技术成本敏感性分析 | 20 |

一、光伏电池技术概述

(一) 光伏电池发电原理

光伏发电是一种把太阳能转化为电能的过程，其发电原理是太阳光照在半导体P-N结上，形成新的空穴-电子对，在P-N结内建电场的作用下，N区的光生空穴流向P区，P区的光生电子流向N区，形成从N到P的光生电动势，从而使P端电势升高，N端电势降低，接通电路后就形成P到N的外部电流。电流可以送往蓄电池中存储起来，也可以直接推动负载工作。

图表1：太阳能电池发电原理



资料来源：百度图库，太平洋研究院整理

(二) 现有电池技术简介

PERC电池——钝化发射极和背面电池(Passivated Emitter and Rear Cell, PERC) 技术已成为行业中的主流技术。PERC技术是通过在硅片的背面增加一层钝化层(氧化铝或氧化硅)，对硅片起到钝化的作用，可有效提升少子寿命。目前全球产能已经超过200GW，年产量超过150GW。在PERC基础上，如果背面不用铝浆，改成局部铝栅线，可以简单升级成双面PERC结构，双面率可以达到75—85%。对于PERC电池来说，从目前的研究情况来看，量产效率已经提升到23.5%，有望提升到24%。但是再往上提升难度非常大。从成本方面来看，PERC电池的非硅成本已经到0.2元/瓦左右，降本空间有限。从盈利情况看，由于产能的快速扩张，盈利空间有限，电池厂商需要寻找新的方向来拓宽盈利空间，恢复融资能力。

N-PERT电池——钝化发射极背表面全扩散电池 (Passivated Emitter and Rear Totally-diffused Cell) 是一种全扩散背场钝化结构，通常PN结在正面，结构比较简单，

是最早的N型电池，是天然的双面结构，双面率可以达到80—95%，但是在量产效率和成本上已经不具备优势，已经被证明为不经济的技术路线。

N-TOPCon电池——隧穿氧化层钝化接触电池(Tunnel Oxide Passivating Contacts Cell)是一种钝化接触结构，前表面与N-PERT太阳能电池没有本质区别，主要区别在于背面。基本原理是在N型硅片背面沉积一层很薄氧化硅，然后再沉积一层重掺杂的多晶硅薄膜，实现背面的钝化接触，提高开路电压，提升转化效率。目前行业里TOPCon的量产效率已经超过24%，双面率相对于PERC略低，但可以通过增加PERC产线的设备来升级，具有一定的空间。

HJT电池——异质结电池(Heterojunction Technology Cell)的基本原理是在N型硅片基底上采用非晶硅沉积的方式形成异质结并作为钝化层。这种结构的电池开路电压更高，效率也会相应的比较高，同时最外一层有TCO透明导电层。工艺采用的是低温工艺，银浆的温度通常在200度左右，便于采用更薄的N型硅片，使未来有比较大的硅片成本下降空间。目前行业量产效率24%左右，双面率90%以上。现在主要问题是设备与材料的成本比较高，工艺控制难度比较大。

IBC电池——差指状背接触电池(Interdigitated Back Contact Cell) 电池的基本原理是在N型硅片的基础上，前后表面均覆盖一层热氧化膜，以降低表面复合。利用光刻技术，在电池背面分别进行磷、硼局部扩散，有效消除高聚光条件下的电压饱和效应。由于PN结都在背面做差指状接触，所以正面没有栅线遮挡，正面受光面积增加，电流也增加。主要问题是工艺比较复杂，成本也比较高。潜在的空间是可以和异质结结合，采用非晶硅钝化层结构或隧穿钝化层来形成HBC结构。

图表2：电池技术比较

| | PERC | N-PERT | N-TOPCon | HJT | IBC |
|------|------------|----------|------------|---------|---------|
| 电池效率 | 23.5% | 23.5% | 24% | 24.2% | 25% |
| 优势 | 性价比高 | 可从现有产能升级 | 可从现有产能升级 | 工序少 | 效率高 |
| 量产 | 非常成熟 | 可量产 | 量产难度大 | 量产难度大 | 量产难度大 |
| 技术难度 | 容易 | 较容易 | 高 | 高 | 极高 |
| 工序 | 少 | 较少 | 多 | 最少 | 多 |
| 设备投资 | 少 | 较少 | 较贵 | 贵 | 非常贵 |
| 产能兼容 | 产能很多 | 可用现有设备升级 | 可用新产线升级 | 不兼容 | 不兼容 |
| 问题 | 扩张快，降本空间有限 | 没有性价比 | 难度高，效率提升不够 | 设备投资成本高 | 难度高，成本高 |

资料来源：光伏盒子，太平洋研究院整理

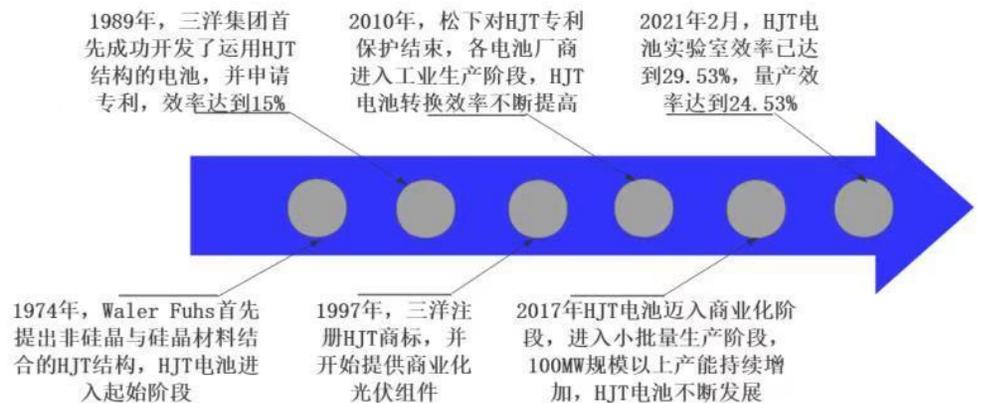
综上所述，根据比较我们发现目前主流的PERC技术由于其效率极限的限制，未来将会被更先进的技术所替代，那么在先进的诸多N型电池技术中，我们认为HJT是目前最具潜力的电池技术，首先它的电池效率比PERC技术要高一个台阶，24%的转换效率是PERC电池的极限值而却只是HJT的基础值。其次，HJT的工序很简单，只需要四个环节，并且在薄片化和无衰减上有优势。最后，HJT成本相对于IBC更低且降本路径更明确。因此我们认为在可预见的未来HJT具备成为主流电池技术的潜力。

二、市场为何选择了 HJT

（一）HJT 的发展进程和基本结构

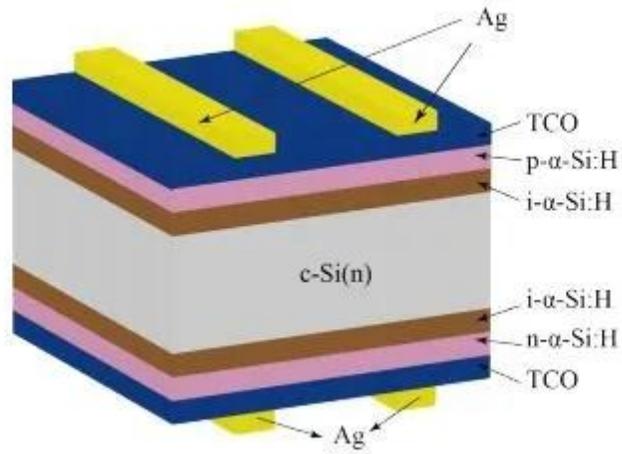
自1974年Waler Fuhs首先提出了非晶硅与晶硅材料结合的HJT结构开始，HJT电池的发展进入起始阶段。1989年三洋集团首次成功开发了运用HJT结构的太阳能电池，并申请专利，效率达到15%。1997年三洋为HJT申请注册商标，并开始提供商业化光伏组件，HJT电池进入初步发展阶段。2010年后，松下对HJT电池的专利保护结束，各电池厂商们迎来了大力发展该技术的机会，HJT电池进入工业生产阶段，在这个阶段中，HJT电池的转换效率不断提升，2017年HJT电池迈入商业化阶段，关注进入HJT行业的公司增加，进入小批量生产阶段，随着100MW规模以上产能投入运营的数量持续增加，预计未来HJT电池还将获得不断的发展。截至2021年2月，HJT电池的最高实验室效率已达到29.52%，量产效率达到24.53%。

图表3：HJT的发展进程



HJT电池结构如下图所示，首先在N型单晶硅片（c-Si）的正面沉积很薄的本征非晶硅薄膜（i-a-Si:H）和P型非晶硅薄膜（p-a-Si:H），然后在硅片的背面沉积很薄的本征非晶硅薄膜（i-a-Si:H）和N型非晶硅薄膜（n-a-Si:H）形成背表面场，再在电池的两面沉积透明氧化物导电薄膜(TCO)，TCO不仅可以减少收集电流时的串联电阻，还能起到减反作用，最后在TCO上制作金属电极。

图表4：HJT电池的结构



资料来源：摩尔光伏，太平洋研究院整理

（三）工艺流程简洁，非晶硅薄膜和 TCO 膜沉积是关键

HJT技术有四道工序，分别为清洗制绒、非晶硅薄膜沉积，TCO薄膜制备和丝网印刷。其中清洗制绒和丝网印刷都是传统硅晶电池的工艺，HJT独特的工艺在于非晶硅薄膜沉积和TCO膜的沉积。

图表5：HJT电池各层材料及对应的制备工艺

| HJT 电池结构 | 各层材料及名称 | 制造工艺 |
|------------|---------------|---------|
| 电极 | 银或铜电极 | 丝网印刷 |
| TCO | 透明导电薄膜层 | TCO 膜沉积 |
| a-Si: H(p) | 掺杂 P 型氢化非晶硅薄膜 | 非晶硅薄膜沉积 |
| a-Si: H(i) | 本征氢化非晶硅薄膜 | |
| c-Si (n) | 晶硅基底 | 清洗制绒 |
| a-Si: H(i) | 本征氢化非晶硅薄膜 | 非晶硅薄膜沉积 |
| a-Si: H(p) | 掺杂 N 型氢化非晶硅薄膜 | |
| TCO | 透明导电薄膜层 | TCO 膜沉积 |
| 电极 | 银或铜电极 | 丝网印刷 |

资料来源：【新型太阳能电池材料、器件、应用】，太平洋研究院整理

图表6: HJT工艺流程及原理

| 工艺环节 | 清洗制绒 | 非晶硅薄膜沉积 | TCO 沉积 | 丝网印刷 |
|------|---------------------------------------|---|---------------------------|--------------|
| 原理简介 | 利用硅在 NaOH 等碱溶液中的各向异性腐蚀特性在表面刻出类似金字塔结构 | 通过先将源气体分解成高能粒子，从而在向气相和基体界面发生化学反应，反应物形成薄膜 | 氢原子轰击阴极靶材，靶材被溅射出来而沉积到基板表面 | 银浆印刷后烧结形成银电极 |
| 最终目的 | 利用造成的绒面造成陷光现象，减少光的反射率，增加光吸收，最终提升光电转化率 | 沉积形成的 a-Si (p) 层与硅基 c-Si(n) 共同构成异质结界面，a-Si (p) 层形成背结场 | 解决 a-Si 层横向导电性不佳的同时保持透光性 | 通过银电极将电流导出 |

资料来源:【新型太阳能电池材料、器件、应用】，太平洋研究院整理

清洁制绒——对清洁度要求更高，主流工艺为RCA法。硅片经过前期的工序加工后，表面可能受到有机杂质、颗粒、金属离子等沾污，在制作电池的第一步都是对硅片进行清洗，同时为了增加对光的能量吸收以及提升钝化效果，在硅片表面腐蚀出金字塔形貌以作为陷光结构也非常重要。异质结电池要形成高钝化的a-Si:H/c-Si (n) 界面，硅面表面清洁度要更高。在对硅片进行湿法处理之前有三个步骤，分别是去除硅片切割过程的损伤、制绒和表面清洁，目的是除去有机物的金属杂质。清洗主流工艺为RCA法。RCA法最早由美国Radio Corporation of America研发用于半导体晶圆清洗工艺，该工艺包含SC1和SC2两个步骤，分别使用NH₄OH、H₂O₂和HCl、H₂O₂。由于NH₄OH和H₂O₂本身的挥发性较强，而RCA工艺温度高于60摄氏度更是加剧了其挥发，从而引起更高的清洗成本。另外一种新的清洗工艺是以臭氧法，臭氧去离子水(DIO₃)不仅可以更高效地去除有机杂质和金属杂质，同时减少化学品的消耗，而且不会产生含氮废水。根据测算，臭氧清洗的异质结电池转化效率比RCA最高可高出绝对值0.45%，臭氧清洗工艺已于2015年开始在异质结规模化生产中进行推广，但在国内的应用还不广泛。

 图表7: RCA工艺与O₃工艺

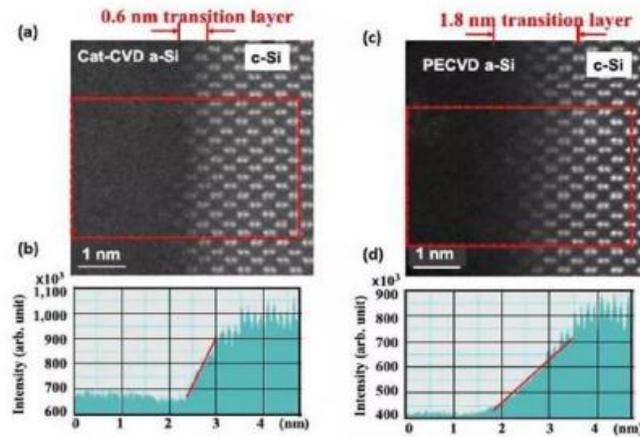
| | Preclean | Structuring | | Postclean | | | Conditioning | |
|----------------|--|-------------|-----|--|---------------------|---|--------------|-----|
| RCA | NH ₄ OH、H ₂ O ₂ (SC1) | SDR | TEX | NH ₄ OH/H ₂ O ₂ | HF、HNO ₃ | HCl、H ₂ O ₂ (SC2) | HF | Dry |
| O ₃ | DIO ₃ | SDR | TEX | HF、DIO ₃ | | | HF | Dry |

资料来源: Fraunhofer, 太平洋研究院整理

非晶硅薄膜沉积——PECVD是主流，Cat-CVD有潜力。非晶硅薄膜沉积是HJT电池生产过程中最关键的步骤，因为其决定了HJT电池钝化的有效性，而钝化效果是转换

效率提升的保证。该过程涉及在硅片两侧沉积本征非晶硅薄膜和沉积极性相反的掺杂非晶硅薄膜。非晶硅薄膜沉积过程中化学气相沉积法（Chemical Vapor Deposition）是主流工艺，其中以PECVD（离子体增强化学气相沉积）和Cat-CVD（热丝化学气相沉积）为主。目前PECVD是主流，Cat-CVD具有潜力，PECVD是等离子体增强化学的气相沉积法，这种方法具备基本温度低，沉积速度快，成膜质量好等优点。PECVD方法使用源气体分子与电子之间的碰撞，即三维空间中各点之间的碰撞，而Cat-CVD方法使用气体分子与催化剂主体表面之间的接触。过程为将气体分解为中性基团，对硅片表面无轰击，比较柔和，相较于PECVD所得的非晶硅薄膜中氢含量更高，有利于钝化效果提升，从这一角度来看，Cat-CVD方法的潜力比PECVD大得多。此外，Cat-CVD对于源气体的利用率在80%以上，而PECVD目前仅为10%-20%，而且Cat-CVD理论上可在热丝两侧同时沉积，生产速度更快。但制约Cat-CVD大规模生产应用的原因是其存在着催化剂表面逐渐变性问题以及原料气和催化剂种类组合等问题，均匀性较差，热丝需要周期性更换，更换周期小于一个月，这增加了Cat-CVD设备的运行成本，未来需不断改善工艺，延长热丝寿命。

图8：Cat-CVD与PECVD



资料来源：Fraunhofer，太平洋研究院整理

TCO薄膜沉积：PVD是主流，RPD效率高价格贵。制备透明导电氧化层（TCO）薄膜，是用作减反射层和横向运输载流子至电极的导电层。TCO最关键的指标是透过率和电阻率，透过率越高且电阻率越低，对于入射光的利用和转换效率越好。透过率与电阻率对立，导电性好意味着载流子浓度高，而载流子浓度高会造成近红外区域吸收增加，则透过率降低。制备TCO目前有PVD和RPD两种方式，更主流的为PVD(Physical Vapor Deposition)即物理气相沉积，其基本原理是辉光放电产生的氩离子轰击阴极靶材，靶材被溅射出来而沉积到基板表面。RPD (Reactive plasma deposition) 即反应等

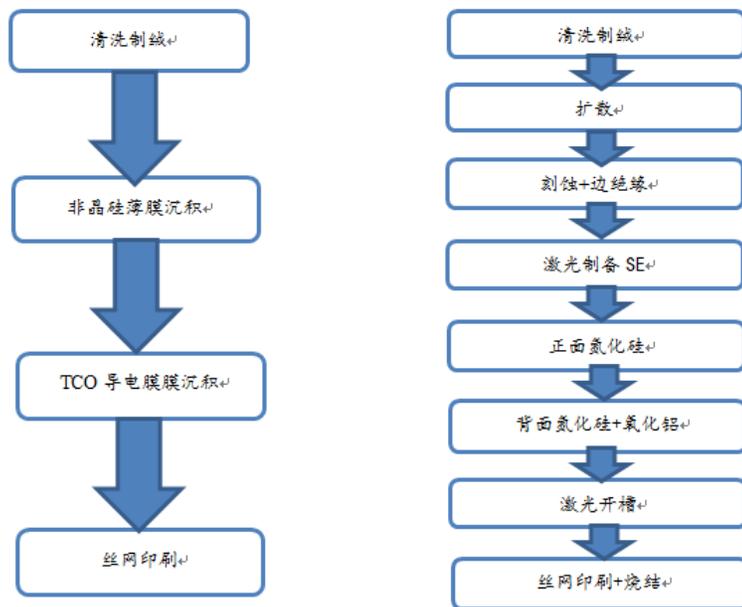
离子体沉积，是由日本住友公司开发的一种低温、低损伤TCO薄膜镀膜工艺，其制备的TCO薄膜结构更加致密、结晶度更高、导电性和透光性更好。但目前住友公司对RPD核心设备具有垄断优势，能带来0.5%左右的效率提升，但其成本相对较高。

丝网印刷：低温固化时间长。由于HJT电池的工艺温度限制在200摄氏度以内的低温环境中，所以传统的高温烧结生产工艺并不适用于HJT电池的生产。目前主要的手段包括以下两个，一个是丝网印刷，这是太阳能电池金属化的主要手段，是目前常用的工艺，成熟度较高，与常规P型电池差别不大，主要区别在于印刷后的固化阶段。HJT所用银栅线是靠浆料中的有机高分子成分在固化炉中将栅线粘附在电池表面和TCO形成良好接触，所以只能在200摄氏度以内完成，持续时间较长需要几十分钟。而常规P型电池只需要在800℃高温烧结几秒即可。另一个是电镀法，这是用光刻的方式得到良好的栅线图案，主要材料为铜，成本较低，栅线结构可控性高，电池的串联电阻小，但电镀铜工艺流程长，技术复杂，对污水处理要求较高。因此目前行业主流采用的仍为丝网印刷。

（四）比较优势明显，发展潜力巨大

HJT电池工艺流程简洁。目前市场上主流的电池技术PERC需要8-10道工序，而HJT技术只有四道工序，大大减化了制备流程，未来更容易实现产业化和流程化。

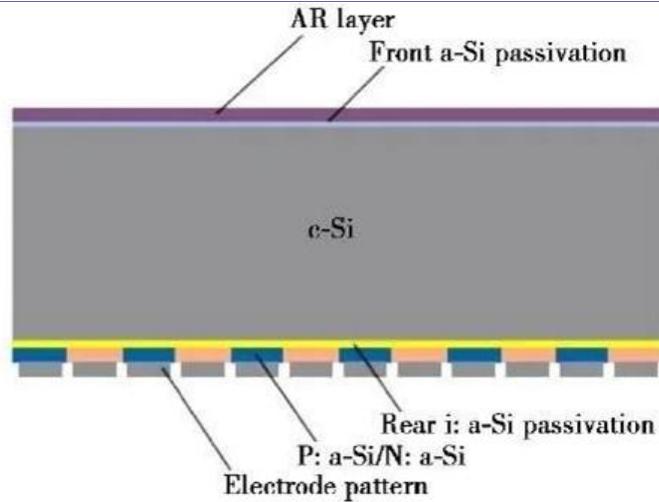
图表9：PERC与HJT制造工艺流程图



资料来源：捷佳伟创公告，太平洋研究院整理

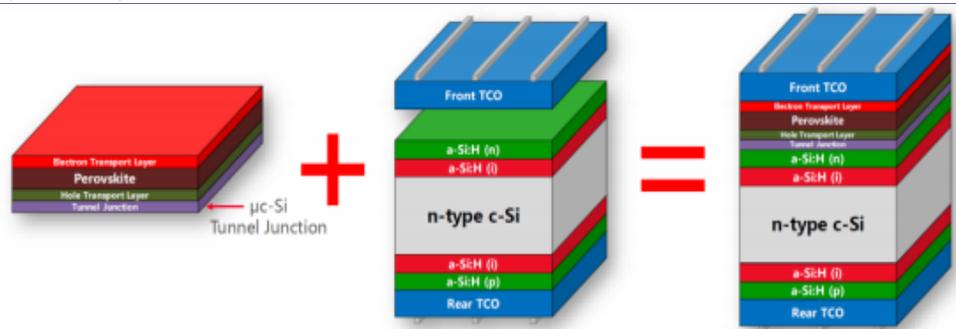
薄膜沉积工艺带来巨大的发展潜力。由于HJT电池采用的是薄膜沉积工艺，这就使得其可以和IBC或者钙钛矿电池结合，技术的相融性决定了其具有很大的发展潜力。IBC和HJT的结合结构是采用非晶硅钝化层结构或隧穿钝化层来形成HBC结构，HBC电池同时具备了IBC电池的高短路电流以及HJT电池的高开压，实验室转换效率高达26.63%，其发展潜力已得证明。钙钛矿和HJT的结合能够更加高效地利用太阳光中高能蓝光部分，理论转换率的极限为43%。截至2021年2月，牛津光伏公司在其实验室的钙钛矿硅异质结串联结构电池的效率再创新高，达到29.52%。在量产方面，截至2021年2月，国家电投中央研究院所属新能源科技有限公司研发的、具有完全自主知识产权的“高效晶体硅铜栅线异质结光伏电池（C-HJT）”最高量产效率已达24.53%。

图表10: IBC+HJT



资料来源：百度图库，太平洋研究院整理

图表11: 钙钛矿+HJT



资料来源：汉能，太平洋研究院整理

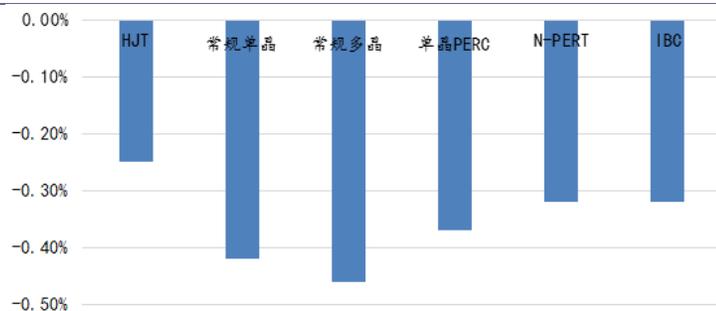
高开路电压带来强大的效率优势。效率是光伏电池的核心竞争力，从技术原理来

看，电池转换效率的决定因素由开路电压、短路电流和填充因子构成，HJT 电池的核心优势在于良好的钝化带来的开路电压高，从而带来效率的优势。开路电压是决定电池的效率重要因素之一。获得更高开路电压的两个途径为：更低的载流子复合速率即避免少数载流子与多数载流子发生复合、更低的接触阻抗即促进多数载流子有效运输。目前主流的PERC电池技术与传统BSF技术相比增加了氧化铝背钝化和激光开槽两道工艺，即利用场钝化削弱了BSF背面直接与Si接触带来的载流子复合严重的问题，开路电压的极限从685mV提升到690mV，而HJT技术则使用非晶硅薄膜作为钝化材料。避免最外层TCO薄膜中的载流子复合速率高和非晶硅薄膜接触电阻率高这些缺点。从而结合了TCO薄膜接触电阻率低和非晶硅薄膜载流子复合速率低的优点，实现载流子的一维运输的同时减少了向金属接触区域迁移导致的损失，开路电压可提升到740-750mV。

无光衰问题使HJT具有长期发电增益。在实际使用过程中，光衰问题是电池的重大问题。电池的效率会受光衰的影响，不会一直保持最佳状态，从而导致每年发电量的递减。PERC电池采用P型硅片，传统工艺为掺硼形成，新工艺为掺镓形成。掺硼的工艺会导致形成硼氧复合体 BO-LID进而引起光衰现象，甚至PERC单晶电池的首年衰减比光电转化效率相对较低的多晶电池还高出0.5%。而由于N型硅片掺磷，不存在硼氧复合体，由此导致的光衰几乎可以忽略。组件的预期寿命长达25年，因此光衰参数的差异在长期中将会放大，对光伏电站的收益将产生影响。根据实测数据，在使用同是22%效率的PERC电池组件和异质结电池组件，异质结双面组件发电量比高效单晶PERC单面组件发电量高20%-30%左右，比高效单晶PERC双面组件发电量高10%。当考虑到光伏组件全生命周期时，发电增益的优势更为明显。

HJT电池温度系数更低，效率更高。通常情况下，电池片温度每升高1摄氏度，常规单晶电池的温度系数为-0.42%，PERC电池-0.37%，PERC有所改善但幅度并不大。异质结电池的温度系数仅为-0.25%。而HJT电池本身的效率就更高，功率更高，因而高温的功率损失更低，比较优势更为突出。

图表12：不同电池的温度系数



资料来源：前瞻产业研究院，太平洋研究院整理

(五) 产能规划近百 GW，规模化量产在即

截至目前，包括爱康科技、东方日升、中利集团、天合光能、比太科技、钧石能源、山煤国际、通威股份等在内的多家光伏电池片知名企业均已宣布投资新建GW级的HJT相关项目。经检索公开渠道信息，下表列式2020年以来部分下游电池片厂商HJT电池片产能规划情况，据公开资料显示，目前市场上规划HJT电池片技术的产能有近100GW。

图表13: HJT产能规划

| 公司 | 时间 | 内容 |
|-------|----------|--|
| 通威股份 | 2020年2月 | 通威股份在成都市金堂县投资建设年产30GW高效太阳能电池及配套项目 |
| 中利集团 | 2020年3月 | 非公开发行股票募集资金投向1GW高效异质结(HJT)电池及组件项目，将新建高效异质结太阳能电池生产线4条，高效太阳能组件生产线4条 |
| 爱康科技 | 2020年3月 | 非公开发行募集资金总额不超过17亿元，其中11.9亿元投向1.32GW高效异质结光伏电池及组件项目 |
| 爱康&捷佳 | 2020年5月 | 爱康科技宣布与捷佳伟创签署爱康长兴2GW异质结电池项目战略合作框架协议，将共同探索在HJT异质结技术领域的深入合作 |
| 高登赛 | 2020年6月 | 阜新国家高新技术产业开发区管委会与山东高登赛能源集团签订项目合作协议，双方将携手共建1GW高效异质结太阳能电池产业基地项目。 |
| 比太科技 | 2020年6月 | 比太科技与颍上县政府合作5G高效异质结电池生产项目 |
| 东方日升 | 2020年7月 | 东方日升在安徽滁州经济技术开发区建设“年产5GW高效太阳能电池组件生产项目”，在义乌经济技术开发区建设“15GW(一期5GW)高效太阳能电池组件生产项目”，采用异质结电池工艺。 |
| 山煤国际 | 2020年8月 | 山煤国际拟开展10GW高效异质结(HJT)太阳能电池产业化项目(一期为3GW)。 |
| 聆达股份 | 2020年8月 | 三期拟建设HJT异质结叠加钙钛矿电池项目 |
| 厦门神科 | 2020年9月 | 将在“衢饶”示范区投资18亿元建设年产2GW异质结太阳能电池生产线项目 |
| 斯坦得 | 2020年9月 | 1GW异质结电池生产基地 |
| 爱康科技 | 2020年10月 | 爱康科技拟在泰兴高新技术产业开发区建设6GW高效HJT太阳能电池及高效组件项目，分三期建设，每期2GW |
| 钧石能源 | 2020年11月 | 钧石能源和舟山市政府签约，计划投资80亿元建设10GW异质结太阳能电池片项目 |
| 润阳集团 | 2020年11月 | 润阳集团与捷佳伟创在江苏盐城签署30GW单晶PERC+和5GW异质结项目战略合作框架协议 |
| 安徽华晟 | 2021年3月 | 500MWHJT电池项目产能爬坡过程中，6月达产后，安徽华晟还将于下半年启动2GWHJT电池+组件扩产。 |
| 潞能能源 | 2021年3月 | 项目总投资30亿元，计划年产1GW TOPCon 电池，1GW HJT 电池、500MW 高效半片组件。 |
| 宝峰时尚 | 2021年3月 | 利用单铸硅片制造高效本征薄层异质结(HJT)电池 |
| 合计 | | 以上公开信息合计有 97.32GW HJT 电池扩产规划 |

资料来源：捷佳伟创公告，太平洋研究院整理

截至到2021年一季度末，各大公司的已经开始采购设备进行中试线建设或者实现小规模量产的产能及所用设备厂商如下，可以看出目前国有的设备厂商开始崭露头角，未来将替代进口设备成为主角。同时，这些近3GW的产能有望在2021年释放。

图表14: HJT产线建设招标情况

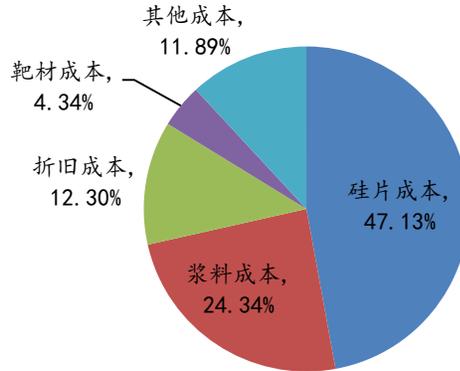
| 企业 | 产能 | 制绒清洗 | PECVD | PVD/RPD | 丝网印刷 |
|-----------|-------|-----------|----------------------------------|-----------------------|------------|
| 爱康科技 | 220MW | 日本YAC | 应用材料 | 捷佳RPD | 应用材料 |
| 中威(通威成都线) | 200MW | YAC 捷佳 | 理想万里晖 PECVD 爱发科 Cat-CVD | 新格拉斯 PVD、捷佳 RPD | 应用材料 捷佳 |
| 通威合肥线 | 250MW | YAC | 迈为 | 冯阿登纳 | 迈为 |
| 安徽宣城 | 500MW | YAC | 迈为 理想万里晖 | 迈为 | 迈为 中辰昊 |
| 阿特斯 | 250MW | YAC | 迈为 | 迈为 | 迈为 |
| 通威股份 | 1GW | YAC 捷佳 | 迈为 理想万里晖 钧石 | 迈为 钧石 佰立恒 | 迈为 捷佳 |
| 安徽华晟 | 500MW | YAC | 迈为 理想万里晖 | 迈为 | 迈为 中辰昊 |

资料来源: solarzoom, 太平洋研究院整理

三、HJT 为什么可以引领未来

和目前主流的PERC技术相比，HJT技术的高效率和发电量的长期增益是其天然的优势，目前最大的问题是成本，所以产业在持续努力不断提升HJT转换效率的同时，降低其制造成本，提升性价比。为什么说HJT可以引领未来的电池技术，这是因为目前其降本的路径非常明晰，在可预见的3年内，HJT的性价比可以高于PERC技术，实现大规模的量产。

图表15: HJT电池的成本分布



资料来源：前瞻产业研究院，太平洋研究院整理

（一）国产设备性价比高，替代进口大势所趋

现有HJT产线的设备中，丝网印刷的国产化程度比较高，其余三个环节进口设备占主导。因此在国产化顺利的情况下，PECVD和PVD两个环节的设备投资有望由国产设备替代，降低成本。

PECVD设备涉及到真空、发射和沉积系统、气体监控和控制系统、电气系统以及外腔系统，制造工艺复杂，过去一直被海外企业垄断。国内企业近年来积极投入研发，虽然目前主要还处于机械加工、集成层面，真空棒、高压管以及气体分析仪等关键核心部件还需进口，但国产化的尝试和进展已经带来了较大成本降低。目前国际上能提供适合异质结制造低温工艺的PECVD设备供应商有美国的应用材料、韩国的Jusung、瑞士的梅耶博格、瑞士的INDEOtec。中国企业能提供异质结 PECVD 设备的有中国大陆的钧石能源、中国大陆的理想能源、中国大陆的捷造光电、中国台湾的精耀科技等企业。国内理想万里晖在2018年首批量产PECVD设备下线，价格比国外进口低30%以上，产品性能也不输国际一流设备。捷佳伟创也同爱康科技等电池厂商共同研发PECVD设备。迈为股份则为通威提供了相关设备，正处于验证阶段。进口的梅耶博格PECVD设备效率为2400片每小时，1GW的PECVD进口设备价格在5亿元左右。从国内企业研发情况来看，国内企业PECVD的通量有望达到5500-6000片小时，每GW所需要的设备台数从10台缩减至4-5台，PECVD环节设备投资成本有望降低一半左右。

TCO镀膜技术有PVD和RPD两种技术路线并行，PVD设备供应商有德国的冯阿登纳，瑞士的梅耶博格，德国的新格拉斯和中国的钧石能源、捷造光电、湖南红太阳等，PVD设备主要由真空形成系统、发射源和沉积系统、沉积环境控制系统、监控系统以及传统系统，目前国内企业在发射沉积以及传动系统已经取得一定突破，而控制和监控系统则受限于气体分析仪和光功率计等设备的国产能力不足。RPD方面，国内捷佳

伟创已获得住友公司 RPD 授权，正积极研发 RPD 相关设备。目前 HJT 量产效率的分水岭是 24.5%，要实现 25% 的量产效率，RPD 扮演着非常关键的角色。1GW 美耶博格的 PVD 环节的投资在 1.5 亿元左右，捷佳伟创的 RPD 设备已经在国内产线上验证，通量也由梅耶博格的每小时 3000 片提升到每小时 5500 片，同时通过新托盘设计和新增的工艺腔加热系统，可以做到 0.6% 以上的效率提升。

图表 16: 国内外 PECVD 设备的参数比较

| PECVD 设备制造商 | 技术参数 |
|--------------|--|
| Meyer Burger | 设备沉积后可实现区熔单晶硅 (FZ) 少子寿命超过 10ms, 直拉硅片 (CZ) 少子寿命超过 4ms, 制造出的电池片温度系数最优可达 -0.25%/K。每小时设备生产量为 2400 片, 对应产能 110MW。 |
| INDEOtec | 设备的 6 英寸的直拉硅片 (CZ) 上少子寿命可达 5ms, 4 英寸的区熔硅片 (FZ) 上少子寿命达 10ms。设备每小时可生产电池片 3000 片以上, 产能约 140MW。 |
| 理想万里晖 | 单台设备产能从第一代的 50-60MW 左右提升至 2.5 代的 250MW, 预计三代设备可实现 500MW 的单台设备产能。 |
| 钧石能源 | 载板单次可装载 144 片基片 (12*12 载板尺寸), 并可兼容 M6、M10、G12 硅片, 设备 uptime 超过 90%, 每小时产量超过 3500 片。 |
| 迈为股份 | 产能最高可达 8000 片/小时, 转换效率 24% 以上, uptime > 90%。 |
| 捷造光电 | 拥有 4 个独立的 PECVD 模块处理双面异质结工艺, 保证非晶硅工艺稳定, 电极间距可调, 搭载 RF 快速匹配技术, 采用模块化设计 |

资料来源: 全球光伏, 太平洋研究院整理

图表 17: 国内外 PVD&RPD 设备的参数比较

| PVD&RPD 设备制造商 | 技术参数 |
|---------------|--|
| 冯阿登纳 | 可以在不翻转基片、不破坏真空的条件下双面沉积 TCO 薄膜, 设备沉积腔室设计较为灵活, 既可配置平板式或旋转式、单个或双磁控管, 又可以配置电子束枪或各种蒸发源。 |
| Singulus | 在全真空、无翻转的情况下进行双面沉积, 各腔室独立工作, 正背表面溅射方向可灵活选择, 旋转式圆柱形磁控管的引入将靶材利用率从 30% 提升至 80%, 两种型号工业量产设备, 每小时产量分别可达 3000 和 6000 片。 |
| Meyer Burger | 可在真空环境内无翻转实现双面薄膜沉积, 每小时产量约 3000 片, 年产能超过 140MWp, uptime 大于 94%, 单个托盘 cycle time 约 36s, 托盘单次可装载 30 个 M2-M4 硅片 |
| 钧石能源 | 采用双旋转靶设计, 靶材利用率超过 80%, 薄膜厚度均匀性可控制在 5% 以内。设备产能超过每小时 5000 片, uptime > 90%, 可兼容 M6、M10 和 M12 尺寸的大硅片。 |
| 捷佳伟创 | 捷佳伟创获得日本住友对 RPD 在中国大陆地区的独家授权, 设备 uptime > 90%, 膜厚均匀度可控制在 5% 以内, 碎片率 < 0.05%, 产能可达到 5500 片/小时 |
| 捷造光电 | 采用 inline 溅射系统, 配备大功率长寿命旋转阴极, 定制磁场设计, 降低电压, 减少高能粒子对基片的轰击, 进而提升了成膜质量, 靶材利用率大于 75%。节拍时间 72s, 膜厚均匀性和方阻均匀性分别控制在 4% 和 5% 以内 |

资料来源: 全球光伏, 太平洋研究院整理

（二）多主栅技术助力辅材降本

在HJT制造的清洗环节，臭氧+双氧水工艺在大批量生产验证后清洗效果较为稳定，并且在去除氨氮工艺后污水处理与化学品成本大大降低，是现在最佳的清洗工艺。目前来说，用双氧水+氨、氮添加的制绒添加剂主要都以进口为主，单片成本在0.4-0.6元，用臭氧+双氧水添加的制绒添加剂成本在单片0.22-0.3元。目前HJT电池制绒添加剂成本还是较高，原因在于主要还是靠进口添加剂。但添加剂本身的成本非常低，目前国内相关厂家也在研究制绒添加剂并已有所突破，预计清洗制绒环节成本降幅可达 80%以上。

此外，低温银浆的减量工艺和国产化趋势是提升丝网印刷经济性的有效途径。低温银浆是异质结电池非硅成本中最重要的部分，占HJT电池总成本的24%左右，占非硅成本的46%左右。银浆成本占比高的原因是低温银浆的价格高且用量大。在银浆用量方面，P型电池银浆使用量约为114.7mg/片，而HJT电池的银浆使用量目前高达200mg/片，消耗量是P型电池的近2倍。对于银浆消耗量大的HJT电池而言，多主栅技术具有更好的降本效果。此外，新的栅线设计方案对于降低银浆消耗和银替代也具有重要意义，梅耶博格研发的SWCT技术即可将单片银浆消耗降低到100mg/片。国内企业近年来积极研发低温银浆。目前异质结电池制造企业使用的银浆主要是国外进口，价格在6000-8000元/kg。目前国内银粉质量还有待提高，一些国内企业看重HJT电池潜力，近年来正在积极研发低温银浆且取得了一定的进展，国内企业研发较为顺利的包括常州聚合、帝科股份、苏州晶银等。随着国产化的推进，下游需求的放量、技术上银粉含量由90%逐渐下降至80%，低温银浆价格有望降低至5000元/千克以内，跟常规电池所用的高温银浆价格差距缩小至1000元/千克以内。银浆另一个降本路径为银包铜浆料，低温加工工艺使得铜作为导电材料成为可能，采用银包铜浆料有望降低银浆成本30%以上。

图表18：不同丝网印刷技术的银浆消耗量

| | 银浆单耗 | 电池效率 | 组件端效率增益 | 银浆成本(元/pcs) | 双面率 | 组件功率(w) |
|------|---------|--------|---------|-------------|-----|---------|
| 5BB | 280-320 | 23.10% | 0 | 1.9-2.1 | 90% | 330 |
| MBB | 150-170 | 23.50% | 0.35% | 1-1.1 | 95% | 335 |
| SWCT | 100 | 23.80% | 0.40% | 0.6-0.7 | 95% | 335 |

资料来源：光伏前沿，太平洋研究院整理

（三）薄片化减少硅耗降本显著

基于HJT技术原理的硅片薄片化使得硅料使用量减少。PERC电池所用的硅片主流厚度为170 μ m-180 μ m，若降到160 μ m后对于电池和组件的工艺均会形成挑战，且硅片变

薄会引起转换效率的下降。更薄的PERC电池容易发生翘曲，进而导致短路电流和转换效率的降低。在电池厚度小于110 μm 时，出现严重的翘曲及失效现象。由于HJT电池结构对称、无应力和低温工艺使得异质结电池更能接受硅片的薄化而不引起良率的下降，工艺最高温度不超过200 $^{\circ}\text{C}$ ，在低温生产的工艺下硅片不容易翘曲，硅片可以做的更薄，厚度能够做到160 μm 以下，甚至130 μm 或更薄的硅片，使其更易于实现在量产中使用薄化硅片。HJT 电池在所用硅片变薄的情况下，开路电压上升，短路电流下降，填充因子基本稳定，在硅片从200 μm 变薄为100 μm 的过程中，电池的效率能够基本维持不变，松下实验室用98 μm 的硅片能够达到24.7%的转换效率。据测算，目前以主流的硅片厚度175 μm 计算，每千克硅料对应的主流型号的出片数在38-62片，从HJT电池现有产线运行来看，160 μm 在电池生产和组件配套中应用良好，每千克硅料的出片量可以增加至42-68片，每片的硅耗量能够下降接近9%。未来当HJT硅片降到150 μm 厚度时，硅耗可以下降近15%。

图表19：薄片化的降本效应测算

| 硅片尺寸 | P 型 | | HJT | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|---------|
| | 厚度 | 出片量 | 厚度 | 出片量 | 硅耗 | 厚度 | 出片量 | 硅耗 |
| 166 | 175 | 62 | 160 | 68 | -8.57% | 150 | 72 | -14.29% |
| 182 | 175 | 51 | 160 | 56 | -8.57% | 150 | 60 | -14.29% |
| 210 | 175 | 38 | 160 | 42 | -8.57% | 150 | 44 | -14.29% |

资料来源：光伏技术路线图2020版，太平洋研究院整理

（四）高效率摊薄终端成本成就 HJT 技术

PERC电池受计数原理限制，双面率提升有瓶颈，背面发电效率难以做到正面的85%以上，目前为80%-85%之间，而HJT电池本身就是双面发电的电池结构，双面率能做到95%左右。HJT的发电效率也比PERC高1%-1.5%。因此HJT组件的综合功率可以较PERC做的更大，而大功率组件可以带来下游电站建设过程中和面积相关的BOS成本（例如土地、运输、安装、桩基、支架等）的摊薄。根据我们的测算，以182尺寸为例，在目前的参数下，HJT和PERC的系统成本差异在0.144元/W。根据我们的敏感分析数据，在PERC电池的效率在23.5%的前提下，当HJT的电池效率达到25.5%，硅片厚度到达150 μm 时，就会比PERC更具经济性。此外，当HJT的电池非硅成本下降到0.27元/W的时候，也会比PERC更具经济性。由此我们也可以得出结论，HJT的经济性取决于三大要素：电池效率，电池的非硅成本以及硅片的厚度，其中前两个要素的敏感性较强，是未来提升HJT经济性的主要方向。

图表20: PERC与HJT技术成本差异

| | PERC 技术 | HJT 技术 |
|---------------|---------|--------------|
| 硅片厚度 | 175 | 160 |
| 出片量 | 51 | 56 |
| 硅片尺寸 | 182 | 182 |
| 电池效率 | 23.50% | 24.50% |
| 每片 W 数 | 7.78 | 8.12 |
| 组件正面功率 (72 片) | 560 | 584 |
| 双面率 | 85% | 95% |
| 组件总功率 | 584 | 612 |
| 硅料成本 | 0.13 | 0.11 |
| 硅片非硅 | 0.10 | 0.12 |
| 电池片非硅 | 0.2 | 0.35 |
| 组件非硅 | 0.35 | 0.34 |
| 其他系统成本 | 2.41 | 2.30 |
| 系统成本 | 3.82 | 3.96 |
| 成本差异 | | 0.144 |

资料来源: 太平洋研究院整理

图表21: HJT非硅成本测算

| 电池片非硅成本 | 0.35 | 0.33 | 0.31 | 0.30 | 0.28 | 0.27 | 0.25 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| 系统成本 | 3.96 | 3.93 | 3.90 | 3.87 | 3.85 | 3.82 | 3.80 |
| 成本差异 | 0.144 | 0.112 | 0.082 | 0.054 | 0.027 | 0.001 | -0.023 |

资料来源: Wind, 太平洋研究院整理

图表22: HJT技术成本敏感性分析

| 效率/厚度 | 160 | 155 | 150 | 145 | 140 | 135 | 130 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 24.50% | 0.144 | 0.137 | 0.131 | 0.125 | 0.119 | 0.112 | 0.106 |
| 24.75% | 0.110 | 0.104 | 0.098 | 0.091 | 0.085 | 0.079 | 0.073 |
| 25.00% | 0.077 | 0.071 | 0.065 | 0.059 | 0.053 | 0.046 | 0.040 |
| 25.25% | 0.045 | 0.038 | 0.032 | 0.026 | 0.020 | 0.014 | 0.008 |
| 25.50% | 0.013 | 0.007 | 0.001 | (0.005) | (0.011) | (0.017) | (0.023) |
| 25.75% | (0.018) | (0.024) | (0.030) | (0.036) | (0.042) | (0.048) | (0.054) |
| 26.00% | (0.049) | (0.055) | (0.060) | (0.066) | (0.072) | (0.078) | (0.084) |

资料来源: 太平洋研究院整理

四、相关标的

不同于常规电池产品的提效和技改升级，HJT对于整个产业链的影响是全方面的。

我们认为整个产业链受益的环节主要有以下几个方面：

首先，从电池环节本身而言，电池技术的革新带来行业格局的变化，优先涉足新技术的企业有望继续保持领先地位或者实现弯道超车。新技术对于电池企业的综合能力要求较高，其在研发和技术储备领域的节奏会早于PERC。我们看好具有储备技术和工艺，并且已经实现小规模量产的公司。

其次，由于HJT涉及的电池设备与现有PERC设备是不兼容的，其设备需要重塑，整个产业链都是一次大换血，在关键环节的设备目前还存在大规模国产替代的可能性，因此对于领先的电池设备企业来说，是一次巨大的机会。另外，HJT电池技术与组件的结合更为紧密，低温工艺更考验焊接拉力和可靠性，传统焊接对于160 μm 厚度以下的硅片不友好，碎片率提升较多，因此对组件的串焊工艺也需要革新。这对相应的组件串焊设备厂商来说也是一次很好的机会。

最后，由于HJT降本的一个重要方向就是银浆耗量，目前异质结电池制造企业使用的银浆主要是国外进口，价格较贵。但是一些国内企业看重HJT电池潜力，近年来正在积极研发低温银浆且取得了一定的进展，未来也会实现国产替代来降低银浆部分的成本，对于国内的低温银浆厂商来说也是一次占领市场的机会。

（一）电池端

通威股份（600438）

通威股份是市场中领先布局异质结电池的企业之一。2019年6月，第一片异质结电池片下线。2020年1月，生产的电池片效率在23.36%左右（9BB工艺），目前已提升到24%。公司已具有3条异质结产线，共计450MW产能。2020年10月，通威股份完成了成都1GWHJT电池片的招标，为首个在GW级规模上由PERC转型HJT的光伏企业。通威在异质结量产的过程中积极布局，稳步推进异质结降本增效，这对保持其在电池制造环节的龙头地位具有重要意义。

爱康科技（002610）

公司是国内率先布局异质结的光伏企业之一，公司立足自身优势，在积极巩固光伏边框、支架等优势制造的基础上，从2010年开始培育HJT异质结核心技术，目前形成了较强的技术优势。公司正在浙江省长兴县建设5GW超高效率HJT太阳能电池及5GW高效组件生产基地，采用国际顶级先进半导体设备，该项目拟分三期建设。一期项目已于2019年3月动工，为2GW。2020年12月第一片异质结电池试样生产正式下线，该电池片为G1尺寸，叠加MBB技术，功率为6.20W，电池效率达24.59%，明显高于PERC电池。目前爱康光电长兴基地第一条进口异质结220MW设备生产线已经试样量产，第

二条260MW国产生产线也已开始安装设备，预计2021年底形成近500MW产能，加上中智的合作产能后合计产能达到640MW，将成为今年异质结电池投产产能最大的公司。2020年10月，爱康科技及爱康实业与江苏省泰兴高新技术产业开发区管理委员会签署了《战略合作框架协议》，拟在泰兴高新技术产业开发区建设6GW高效异质结（HJT）太阳能电池及高效组件项目，预计分三期建设，每期2GW。爱康科技在异质结领域先发优势突出，技术优势明显，待公司上述建设项目全部顺利投产后，公司无疑将成为我国光伏电池及组件制造领域的头部企业。公司依托多年来在行业内的持续积累，已经在异质结电池及组件规模、技术和成本方面具备明显的竞争优势，有望迅速成为异质结电池龙头。

（二）设备端

捷佳伟创（300724）：

捷佳伟创是国内太阳能电池生产设备龙头企业，各类工艺设备的市场占有率均超过50%，按照主营业务电池片生产设备划分，公司销售额位列全球第一。公司在2020年12月推出具有完全自主知识产权的HJT关键工艺设备板式PECVD，成为全线四道工序完全自主开发的整体HJT电池解决方案的设备提供商。捷佳伟创在日本住友公司授权的基础上，开发了PRD和PVD一体的设备，综合了PRD的高质沉积特点和PVD可自上往下沉积的优点。

公司与电池片龙头厂商就HJT产线开展了较为深入的技术交流和合作。2020年5月，捷佳伟创与爱康科技签署爱康长兴2GW异质结电池项目战略合作协议，双方共同探索在HJT异质结技术领域的深入合作，2020年10月，捷佳伟创中标通威股份金堂异质结设备项目，2020年11月，捷佳伟创与润阳集团签署30GW单晶PERC+和5GWHJT异质结项目战略合作框架协议。

考虑到当前下游扩产、原有产线技术升级，以及TOPCon、HJT新技术带来的设备新增需求，未来行业景气持续向上，公司作为行业龙头市占率领先，积极布局前沿领域，卡位新一轮产业升级。

迈为股份（300751）

迈为股份是丝网印刷的设备龙头，目前已经成为HJT整条设备供应商，目前自主研发PECVD设备、PVD设备、丝网印刷设备，参股的江苏启威星装备科技有限公司，引进日本YAC技术生产清洗制绒设备，为公司HJT设备配套实现整线销售。公司实现了PECVD量产机型从5000片/小时向8000片/小时的速度迭代，HJT2.0整线可以兼容M6-M12硅片，基于M6硅片的瓶颈工序毛产能达到8000片/小时，整条标称产能超过

400MW，效率达到24.3%，处于行业领先水平。

目前公司为通威250MW异质结试验产线提供核心PECVD设备。2020年8月，公司中标安徽宣城一条250MW的异质结整线设备，整线价值1.88亿。

公司是国内率先布局异质结整线设备的龙头企业，也是率先拿到整线设备订单的企业，有望充分受益下一代异质结电池片技术快速渗透期带来的高速增长。

奥特维（688516）：

奥特维主要从事高端智能装备的研发、设计、生产和销售。其中应用于晶体硅光伏行业的设备主要包括常规串焊机、多主栅串焊机、硅片分选机、贴膜机、激光划片机等。公司于2012年进入光伏行业，2013年成功推出第一代全自动光伏串焊机，对原行业产品有了颠覆性改进，借助于良好的稳定性、兼容性和对超薄电池片的适应性，串焊机迅速获得市场认可，成为随后几年公司的主打产品。串焊机产品分为常规串焊机、多功能串焊机、叠瓦串焊机三大系列，有着高产能、高兼容性、高精度、高智能的共同特点。

截止到目前，与奥特维合作的中外企业接近400家，奥特维产品远销20多个国家和地区，累计为组件市场输出产能超过100GW，公司串焊机设备产能从3600片/小时提高到6000-6400片/小时，综合运营成本有更强的性价比。受益于HJT电池组件的崛起，公司高端产品的市场需求订单将呈现较好增长态势。

（三）辅材端

苏州固得（002079）

苏州固得的控股子公司苏州晶银的主营是设计、研发太阳能电池用银浆以及各种电子浆料，以正面银浆为主，背面银浆也有相应的研究。苏州晶银紧跟电池前沿技术，具有过硬的技术基础，并拥有核心自主知识产权。

公司的原材料以国产化为主，过去的三年，公司采用的国产银粉占比超90%，在技术上首批实现国产银粉替代进口银粉。2020年上半年，公司的HJT低温银浆已实现小批量销售，公司目前新增500吨/年的产线正在建设中，达产之后有望提升公司业绩。

帝科股份（300842）

公司是一家从事新型电子浆料的国内正银领域的领先企业，主要产品是晶硅太阳能电池正面银浆，并已积极研发和推广太阳能叠瓦组件导电胶、半导体及显示照明领域的封装和装联材料等多类别产品。公司光伏新能源领域的光伏银浆，应用于P型单晶电池的导电银浆出货已占主导地位，应用于N型电池的导电银浆已规模化出货。

公司低温银浆认证正在等待结果，从低温银浆的研发及帝科股份与下游电池厂商的关系来看，公司有望拿到第一批的低温银浆订单。截至到2020年底，银浆产能已扩产至460吨左右。未来随着HJT技术的发展，公司低温银浆业务有望受益。

五、结语

在全球气候变暖、人类生存环境恶化、常规能源短缺并造成环境污染的形势下，光伏发电技术普遍受到各国政府的重视和支持，全球太阳能开发利用规模迅速扩大，技术不断进步，成本显著降低，呈现出良好的发展前景。

在光伏平价之后，光伏技术的进步对于光伏成本的降低尤为重要，提高电池的发电效率是重中之重，是光伏大规模应用的基础。在电池环节，目前主流的PERC技术已经非常成熟，存在一定的效率瓶颈，行业需要研发效率更高的电池技术来实现进一步的降本增效。

本报告通过对光伏电池技术的梳理，论述了为什么市场在众多电池技术中选择了HJT作为下一代的技术路线，以及验证了为什么HJT技术是有潜力的，可以引领未来。此外，本报告还列出了受益于HJT技术的主要环节和主流公司，力求给予投资参考。

我们非常看好光伏行业的长期赛道，并看好HJT电池技术的发展带来的行业机会，推荐关注的细分领域有：设备端如捷佳伟创、迈为股份、奥特维等。电池端投入较早进展较快的公司如通威股份、爱康科技等。辅材端如帝科股份、苏州固得等。

风险提示：技术降本不及预期，硅片厚度、银浆耗量工艺技术进步不及预期，银浆国产化和降价进度较慢，设备国产化进程较慢，量产良率控制、效率和成本控制不及预期。



投资评级说明

1、行业评级

看好：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报高于市场整体水平 5% 以上；

中性：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报介于市场整体水平 -5% 与 5% 之间；

看淡：我们预计未来 6 个月内，行业整体回报低于市场整体水平 5% 以下。

2、公司评级

买入：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅在 15% 以上；

增持：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于 5% 与 15% 之间；

持有：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于 -5% 与 5% 之间；

减持：我们预计未来 6 个月内，个股相对大盘涨幅介于 -5% 与 -15% 之间；

销售团队

| 职务 | 姓名 | 手机 | 邮箱 |
|---------|-----|-------------|-----------------------|
| 全国销售总监 | 王均丽 | 13910596682 | wangjl@tpyzq.com |
| 华北销售副总监 | 成小勇 | 18519233712 | chengxy@tpyzq.com |
| 华北销售 | 孟超 | 13581759033 | mengchao@tpyzq.com |
| 华北销售 | 韦珂嘉 | 13701050353 | weikj@tpyzq.com |
| 华东销售总监 | 陈辉弥 | 13564966111 | chenhm@tpyzq.com |
| 华东销售副总监 | 梁金萍 | 15999569845 | liangjp@tpyzq.com |
| 华东销售 | 杨晶 | 18616086730 | yangjinga@tpyzq.com |
| 华东销售 | 秦娟娟 | 18717767929 | qinjj@tpyzq.com |
| 华东销售 | 王玉琪 | 17321189545 | wangyq@tpyzq.com |
| 华东销售 | 慈晓聪 | 18621268712 | cixc@tpyzq.com |
| 华东销售 | 郭瑜 | 18758280661 | guoyu@tpyzq.com |
| 华东销售 | 徐丽闵 | 17305260759 | xulm@tpyzq.com |
| 华南销售总监 | 张茜萍 | 13923766888 | zhangqp@tpyzq.com |
| 华南销售副总监 | 查方龙 | 18565481133 | zhaf1@tpyzq.com |
| 华南销售 | 张卓粤 | 13554982912 | zhangzy@tpyzq.com |
| 华南销售 | 张靖雯 | 18589058561 | zhangjingwen@tpyzq.co |
| 华南销售 | 何艺雯 | 13527560506 | heyw@tpyzq.com |



研究院

中国北京 100044

北京市西城区北展北街九号

华远 企业号 D 座

电话： (8610)88321761

传真： (8610) 88321566

重要声明

太平洋证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号 13480000。

本报告信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。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。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。本报告版权归太平洋证券股份有限公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。任何人使用本报告，视为同意以上声明。