

晶体硅异质结太阳能电池综合了晶体硅电池与薄膜电池的优势，正在成为下一代太阳能电池投资的热点之一。

# HIT：下一代光伏电池新风口

文/袁素

在2020年平价上网的战略引导下，光伏发电技术迭代的暗潮汹涌不止。

2015年之前，硅基太阳能电池由BSF(铝背场)电池主导，2015年之后P-PERC(钝化发射极和背面技术)电池开始起量，目前PERC电池已经成为市场主流电池，但其光电转换效率提升之后，开始逐渐放缓。

那么，谁是下一代太阳能电池？基于N型硅片的异质结电池最近两年尤为引人关注，资本正在密集布局。

异质结电池(Heterojunction with Intrinsic Thin film, 简称HIT, 也有人简称HJT或HDT或SHJ), 全

称晶体硅异质结太阳能电池。该技术是在晶体硅上沉积非晶硅薄膜，它综合了晶体硅电池与薄膜电池的优势，具备光电转化效率提升潜力高、更大的降成本空间、更高的双面率、可有效降低热损失、更低的光致衰减、制备工艺简单等特点，是下一代太阳能电池投资的热点之一。

去年以来，多家上市公司在公告中均表示，正在关注或者已经布局HIT领域，其中包括通威股份(600438.SH)、爱康科技(002610)、协鑫集成(002506.SZ)、新特能源(01799.HK)、晶科能源(NYSE:JKS)、山煤国际

(600546.SH)、东方日升(300118.SZ)等多家能源企业。

HIT俨然已成为太阳能电池产业的一个新风口，那么太阳能电池会从P型PERC电池转向N型HIT电池吗？何时可以实现这一转向？HIT量产面临哪些挑战？

## HIT凭啥成风口

根据基体材料可以将太阳能电池分为有机太阳电池和无机太阳电池。

其中，无机太阳电池可分为晶体硅太阳电池和薄膜太阳电池，晶体硅太阳电池可分为单晶硅太阳电池和多晶硅太阳电池。目前晶硅太阳能

## 国内HIT电池规划及已建产能

开工/公告日期	企业	投资金额	规划产能	已建产能	项目所在地
	上澎		40MW	40MW	浙江嘉兴
2016年2月	晋能		2GW	100MW	山西晋中
2016年3月	中智		1.2GW	160MW	江苏泰兴
2016年4月	联合再生能源 (URE)		50MW	50MW	中国台湾
2017年5月	钧石能源	125亿元	5GW	500MW	福建莆田/晋江
2017年7月	汉能	39.15亿元	600MW	120MW	四川成都
2018年5月	彩虹集团	35亿元	2GW	-	浙江嘉兴
2018年5月	国家电投	1.2亿元	100MW	-	江西南昌
2018年5月	通威		1GW	200MW	四川成都
2018年6月	爱康科技	106亿元	5GW	-	浙江湖州
2019年2月	福建晋锐能源	125亿元	5GW	-	福建晋江
2019年3月	唐正能源	6亿元	500MW	-	山东东营
2019年7月	山煤国际/钧石		10GW	-	
2019年8月	东方日升	33亿元	2.5GW	-	浙江宁波

&gt;&gt; 资料来源：光伏们网站

当前P型单晶 PERC 电池的转换记录是由晶科能源创造的23.95%，而 HIT 的转换记录则是日本 Kaneka公司创造的26.63%。

电池，特别是单晶硅太阳能电池因其效率高、可靠性强、成本下降潜力大而成为市场主流。

根据基体硅片的掺杂种类，单晶硅太阳能电池可细分为P型电池和N型电池。P型电池中PERC技术逐渐成为主流，叠加SE(选择性发射极)技术，电池效率逐渐提升。但是P型电池有其转换效率的极限，N型电池成为未来高转换效率的方向，主要包括PERT(发射结钝化及背场全扩散)、TOPCon(隧穿氧化钝化接触)、IBC(全背电极接触)、HIT(异质结)四种技术路径。

在这四种技术路径中，PERT可实

现量产，技术难度不大，设备投资较少，但是与双面P-PERC相比没有性价比优势，已经证明为不经济的技术路线；TOPCon背面收光较差，量产难度很高，目前有布局的企业包括LG、REC、中来等；IBC效率最高，可以达到23.5%~24.5%，但技术难度极高，设备投资高，成本高，国内尚未实现量产，目前有布局的企业包括LG、中来、Sunpower等；HIT效率可达23%~24%，工序少、可实现量产，目前已经有松下、通威、晋能、中智、钧石等公司布局，并实现量产，成为高效电池未来的发展方向，但是其目前的最大阻碍是设备投资较贵。

相比于传统的太阳能电池，HIT 由于采取了单晶硅衬底和非晶硅薄膜异质结的结构，同时具备了单晶硅与非晶硅电池的优点，具体包括效率提升潜力高、降成本空间大、更高的双面率、可有效降低热损失、更低的光致衰减、制备工艺简单等六大优点。其中，前两个优点尤为值得关注。在效率提升方面，HIT 采用的N型硅片具有较高的少子寿命，非晶硅钝化的对称结构也可以获得较低的表面复合速率，因而硅异质结太阳能电池的开路电压远高于传统单晶硅太阳能电池，其效率潜力比当前使用P型硅片的PERC电池要高1.5%~2%。

当前P型单晶PERC电池的转换记录是由晶科能源创造的23.95%，而HIT的转换记录则是日本Kaneka公司创造的26.63%。如果将HIT与其他技术路线叠加起来，电池效率的提升空间会进一步加大。

在降成本方面，HIT结合了薄膜太阳能电池低温的制造优点，避免了传统的高温工艺，不仅大大地节约了燃料能源，而且低温加工环境有利于实现HIT薄片化，减少硅的使用量，降低硅原料成本。HIT工艺流程相对简化，全部生产流程只需四步即可完成，而P-PERC为了实现23.9%的转化效率，需要叠加多种技术，工艺步骤多达8步，由此产生了更高的成本。

当然HIT的缺点也很明显，主要在于工艺要求严格，需要低温组件封装工艺，设备投资高，透明导电薄膜

成本高，最终导致电池综合成本较高。

根据PVInfoLink的研究数据，2019年11月，HIT电池的生产成本为1.65元/瓦，远高于单晶PERC的0.93元/瓦。

### 规划产能已超35吉瓦

从产业的层面来看，全球范围进入HIT已有近20年的产业化历史，而国内企业的布局基本在近五年。

HIT最早由日本三洋公司研发，1991年三洋首次在硅异质结结构的太阳能电池中应用本征非晶硅薄膜，降低了界面缺陷态密度，使载流子复合降低，实现了异质结界面钝化作用，得到本征薄膜异质结电池，其转换效率高达18.1%。

此后HIT的转换效率不断提高，在2003年，三洋通过优化异质结、减少光学损失、增大有效电池面积等方法，使HIT实验室效率达到了21.3%。2010年，三洋宣布扩大HIT组件生产规模，并于2012年被松下收购。2013年，松下研制了厚度仅有98 $\mu\text{m}$ 的HIT电池，效率达24.7%。2014年，松下采用IBC技术，将HIT电池的转换效率提升到25.6%。

从全球来看，现有产能1吉瓦、量产效率达23%的日本三洋是这个细分领域的老大，HIT技术领先的企业还包括美国光伏企业REC Solar、日本光伏企业Kaneka、美国Solarcity等大企业。

由于HIT的技术门槛高，且长期

尽管国内规划的HIT 规模已经超过35吉瓦，但据统计，实际产能只有1.3吉瓦。

掌握在以松下和Kaneka为代表的日本企业手中，我国HIT技术的研究明显落后于日本。2015年之后，松下的HIT专利已经过期，技术壁垒消除，这为我国大力发展HIT技术提供了历史性契机。

根据有关统计，我国已有10多家企业布局了HIT，已经规划总产能超过35吉瓦。

其中，2016年，钧石能源建成国内首条拥有自主知识产权100兆瓦高效异质结电池生产线，转化效率突破23%。2019年5月，钧石能源收购了松下马来西亚HIT工厂，控股占比达90%。2019年，钧石能源的产能超过了600兆瓦，产线平均效率为23%，在建的新产线效率将超过25%。

2016年，晋能科技最初规划了2吉瓦产能，2017年实现HIT中试线投产，现有产能100兆瓦，HIT量产最高效率达23.85%，量产平均良率达98.29%，未来的规划产能为1吉瓦，设备正在采购中。

2018年5月，通威股份宣布与中科院上海微系统与信息技术研究所、三峡资本，共同建设规划2吉瓦HIT产能项目。第一片超高效HIT已在2019年6月成功下线，电池片转换效率达23%。三峡资本作为参股方进入，意味着国资对HIT技术看好。

2018年5月，中国电子集团旗下的彩虹新能源股份有限公司宣布，计划在浙江嘉兴建设2吉瓦HIT项目。

2018年7月，爱康科技在浙江长

兴县布局的HIT项目规划产能为5吉瓦，分期实施，一期一号厂房已完成主体建设，原本计划2019年年底投入生产。

2019年7月，山煤国际能源集团与钧石能源签了合作协议，双方将共建高达10吉瓦的HIT生产基地。这是中国内地最大规模的HIT投产计划。

2019年8月19日，东方日升年产2.5吉瓦的HIT电池与组件生产项目正式开工。该项目计划形成年产2.5吉瓦电池片、2.5吉瓦组件的生产能力，预计将在2021年实现竣工。

由此可见，国内光伏行业在HIT布局上称得上争先恐后，热火朝天。

## 量产存重大挑战

尽管国内规划的HIT已经超过35吉瓦，但根据光伏行业媒体光伏们的统计，实际产能只有1.3吉瓦。为何HIT落地这么慢？

根据光伏们的调研，除了较早进入HIT领域的晋能、钧石、中智实现百兆瓦产线量产，以及台湾的联合再生能源50兆瓦、嘉兴上澎40兆瓦小规模量产外，其他基本上都处于中试线试生产或产能建设过程中。整个行业还处在早期示范阶段，尚未实现大规模量产。

出现上述现象的原因，从需求端看，主要是由于HIT成本较高，导致国内外市场需求不足。对此，PV InfoLink首席分析师林嫣容介绍，2018年的“531”政策之后，P型产

品价格下降较快，与N型产品拉开巨大的价格差距，N型产品销售更为困难，因此HIT计划大多延迟或暂缓，基本上只有钧石在持续稳定量产。

从供给端来看，主要是由于HIT生产设备成本高，导致并未实现大规模量产，性价比优势不明显。目前HIT需要新建产线，不能利用原有产线，初始投资很高，进口生产设备约为8亿~10亿元/吉瓦，国产设备约为5亿~8亿元/吉瓦，是PERC产线的2~3倍。

晋能科技总经理杨立友公开表示，HIT进入大规模量产需要同时满足三个要求：转换效率达到24.5%，成本不能高于单晶PERC的15%，设备初始投资不能超过单晶PERC的1.25倍。

依此标准来看，HIT还处于小范围示范阶段，距离大规模量产还有一段路要走。对此，第三方机构国际“光伏技术路线图”（TRPV）预测，HIT市场份额将从2018年的3%增加到2025年的10%。

全球领先的瑞士太阳能设备公司梅耶博格公司预测，HIT的市场份额2020年将达到8%，2023年将达到10%。

而国内最早做HIT的钧石能源预测，2021年至2023年HIT装机容量将扩产10吉瓦，到2025年HIT的市场份额将有望达到20%。■