



# 异质结：颠覆与被颠覆

## ——光伏设备系列深度报告三

分析师：冯胜

执业证书编号：S0740519050004

电话：0755-22660869

Email: fengsheng@r.qlzq.com.cn

分析师：王可

执业证书编号：S0740519080001

Email: wangke@r.qlzq.com.cn

中泰证券研究所  
专业|深度|可信 投资知识服务

2020年02月10日

## 核心观点及投资策略

- 异质结是应运平价而生的光伏第五次技术革命，具备颠覆属性。异质结技术契合平价上网进程，降本增效力度不弱于前四次技术革命，有望带动行业新增装机增量爆发。同时具备颠覆性技术革命属性，将吸引新的产业资本关注，有望诞生新的行业龙头。
- 异质结产业化大潮的关键时点是**2020Q3**。我们从现状下、理论下、经验下三个维度测算了异质结组件的经济性，最终结论为异质结大规模产业化仍需满足两个要素：一是异质结设备投资额降至5亿/GW。二是低温银浆的国产化。设备降本结合银浆国产将带来异质结电池成本降至0.97元/W。
- 异质结市场空间测算。假设2025年异质结产业发展成熟，存量异质结电池产能为300GW,增量产能为100GW；经测算设备市场空间为300亿元，低温银浆市场空间为319亿元，靶材市场空间125亿元，异质结电池市场空间超3000亿元，组件市场空间超5000亿元。
- 新型PERC技术的发展不容忽视。TOPCON效率和良率仍待进一步提高，目前仍不具备经济性。2019年底的HJT不具备单瓦成本的经济性，但2020Q3随着设备和材料国产化会较PERC+SE具备经济性。新型PERC+技术如果能顺利落地，会具备显著的经济性，且经济性高于2020Q3的HJT，因此如果出现新型PERC+技术落地，预计会对HJT的扩产进度造成一定影响。
- 投资策略：给予异质结行业推荐评级。平价上网，设备先行，建议重点关注异质结设备投资机会，**核心推荐捷佳伟创（多重布局，技术具备安全边际）**，其次推荐迈为股份、金辰股份。其次建议关注异质结电池组件及材料投资机会，**核心推荐山煤国际（大手笔布局具备先发优势）**，其次推荐爱康科技。
- 风险提示：异质结行业发展不及预期、设备及材料降本不及预期、新型PERC+技术发展超预期。

# 目 录

一、异质结电池：光伏行业发展的第五次技术革命

---

二、现状与格局：星星之火，即将燎原

---

三、盈亏平衡点：设备和材料的国产化是关键

---

四、设备及材料：详细市场空间测算

---

五、替代性技术：PERC+技术的现状与前瞻

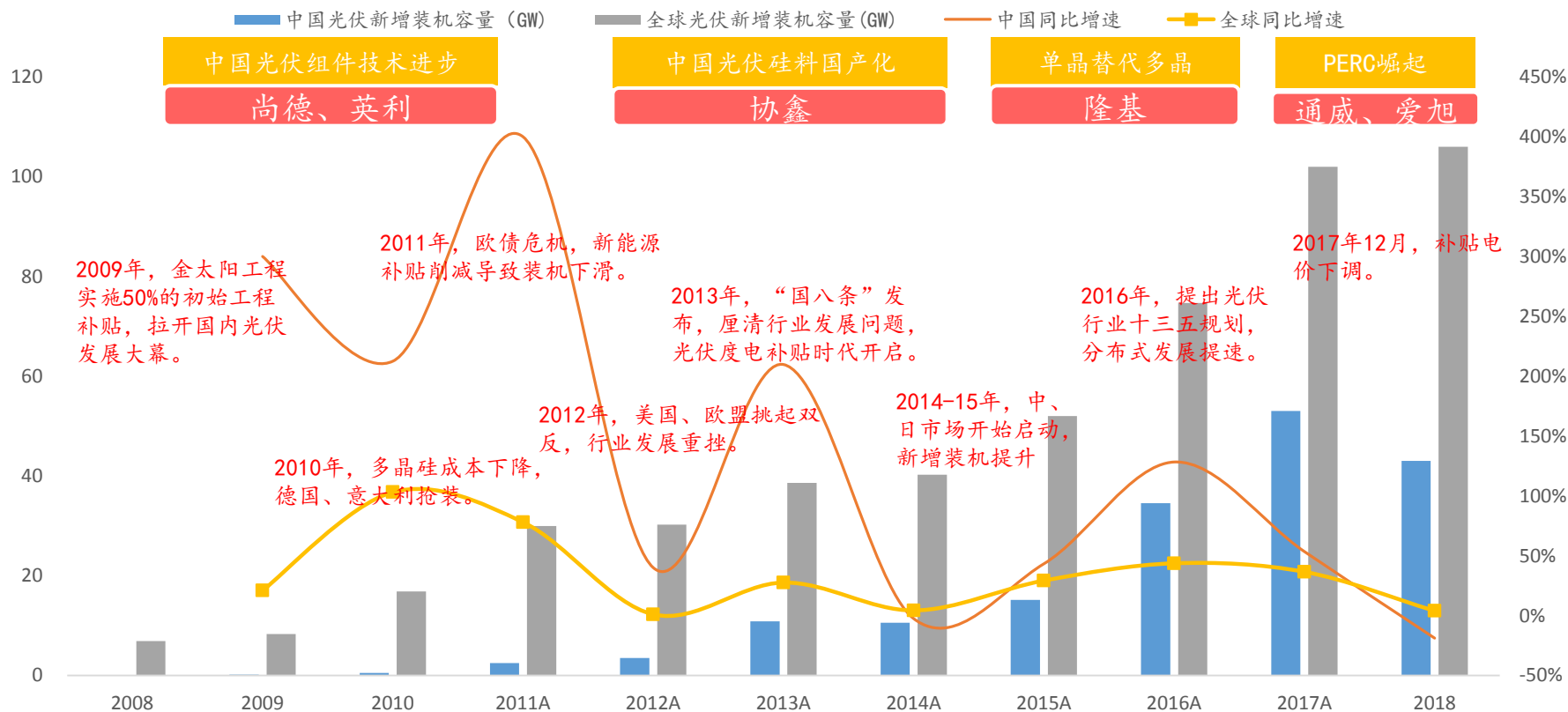
---

六、行业投资策略：平价上网，设备先行

## 1 过去十年，光伏行业发展具有两大推动力

- 光伏行业的发展具备两大推动力：政策波动以及技术进步。
- 从全球来看，光伏行业发展的周期性波动主要受政策驱动。
- 从中国来看，中国光伏产业的崛起离不开技术进步的推动。

图表1：全球、我国光伏新增装机容量及同比增长情况



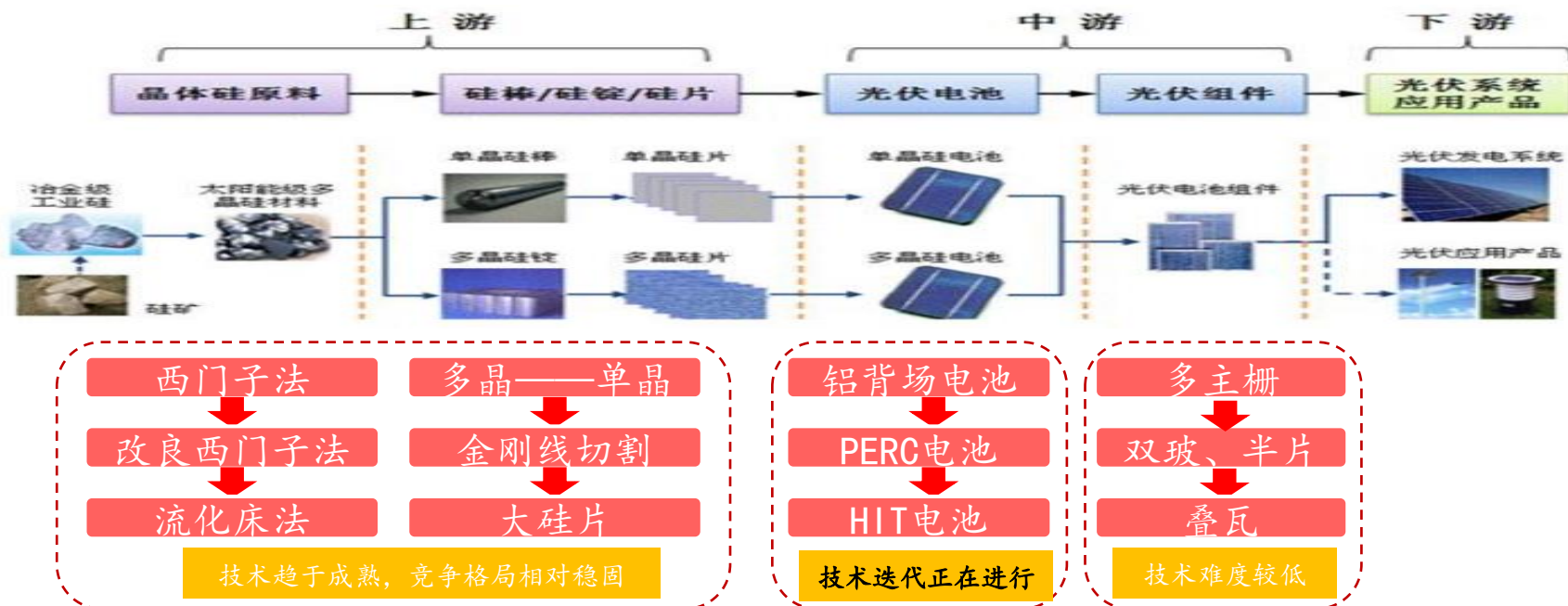
来源：公司公告、中泰证券研究所

## 2 平价时代，光伏电池片将成为降本增效主阵地

□ 2019年1月9日，光伏平价上网政策正式出台。这项政策具备深远的意义，因为它标志着中国光伏产业迈入了一个新的阶段。这一阶段最显著的特征，就是在行业发展的推动力上，政策波动的影响在趋弱，而技术进步的影响在加强。

□ 光伏电池片领域将成为平价上网时代降本增效的主阵地。硅料和硅片端的工艺和设备均已较为成熟，竞争格局较难动摇。组件环节主要以自动化技术为主，技术难度和门槛相对较低。（详细论述参考中泰机械组光伏设备深度报告一《平价上网，设备先行》）

图表2：光伏产业链技术迭代过程

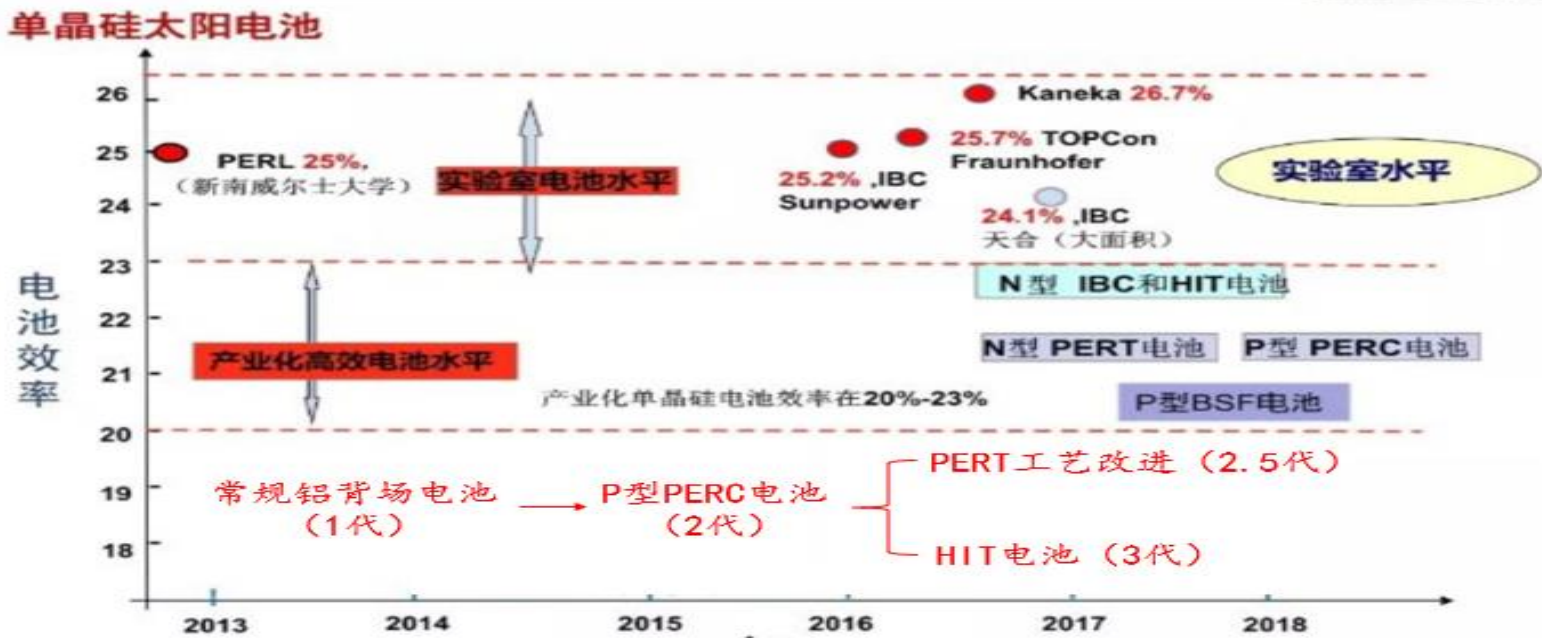


### 3 异质结：光伏行业发展的第五次技术革命

□ **PERC**：光伏行业的第四次技术革命。2016年SNEC展上，梅耶博格推出了PERC的板式二合一PECVD，能够在传统的铝背场电池背面镀氧化铝和氮化硅薄膜，从而推动了PERC技术的产业化浪潮。2016-2019年，PERC扩产产能分别为9、20、30、45GW，逐年增加。

□ **异质结**是光伏行业的第五次技术革命。后PERC时代：一是在PERC的基础上进行持续的工艺改进，我们称之为“PERC+”技术；二是对PERC工艺进行了颠覆的异质结电池，这类技术的优势是光电转换效率高，代表行业下一代技术的发展方向。

图表3：光伏电池片技术迭代方向

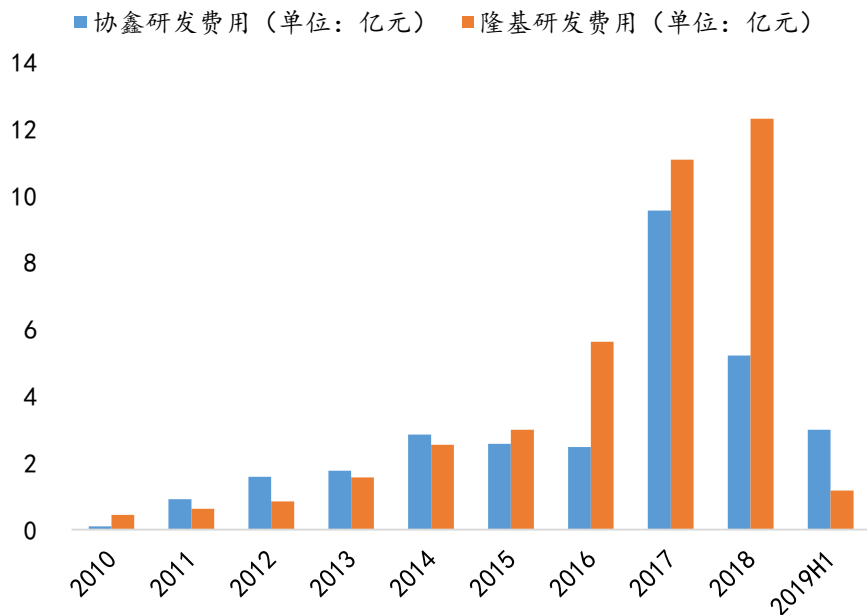


## 4 光伏技术革命：颠覆与被颠覆进程中的投资机会

□ 光伏技术革命孕育的是颠覆性机会。光伏行业作为新能源行业的重要构成，本质上仍是景气度持续向上的新兴行业，行业龙头具备一定先发优势，但是在新技术的冲击下，龙头的竞争格局依然会被颠覆。

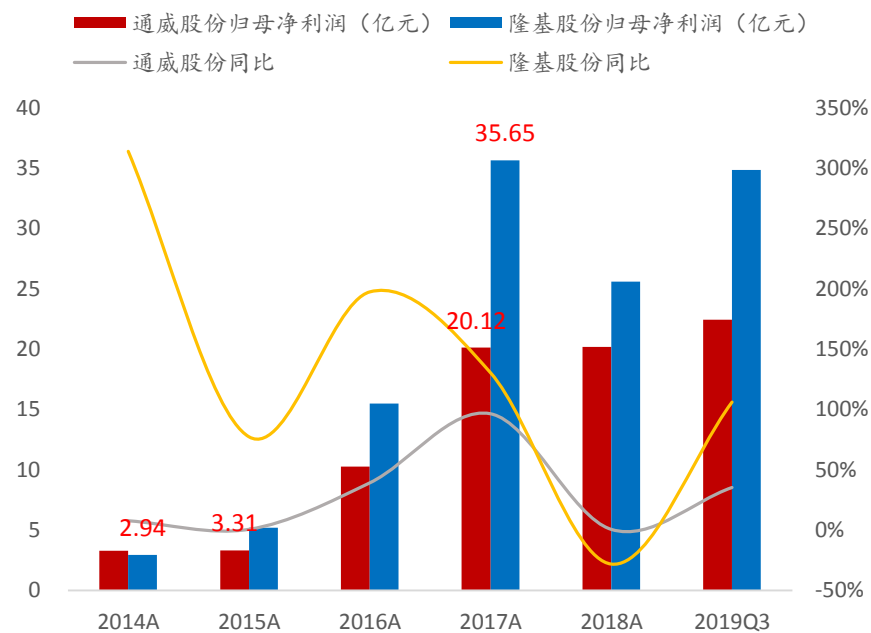
□ 异质结：应运平价而生，新的龙头或将诞生。异质结技术契合平价上网进程，降本增效力度不弱于前四次技术革命，有望带动行业新增装机增量爆发。同时具备颠覆性技术革命属性，将吸引新的产业资本关注。

图表4：隆基股份、保利协鑫研发费用



来源：wind、中泰证券研究所 注：其实非可比口径，保利协鑫取研发费用，隆基股份取研发投入

图表5：上两轮技术革命带来的产业红利



来源：wind、中泰证券研究所

# 目 录

一、异质结电池：光伏行业发展的第五次技术革命

---

**二、现状与格局：星星之火，即将燎原**

---

三、盈亏平衡点：设备和材料的国产化是关键

---

四、设备及材料：详细市场空间测算

---

五、替代性技术：PERC+技术的现状与前瞻

---

六、行业投资策略：平价上网，设备先行

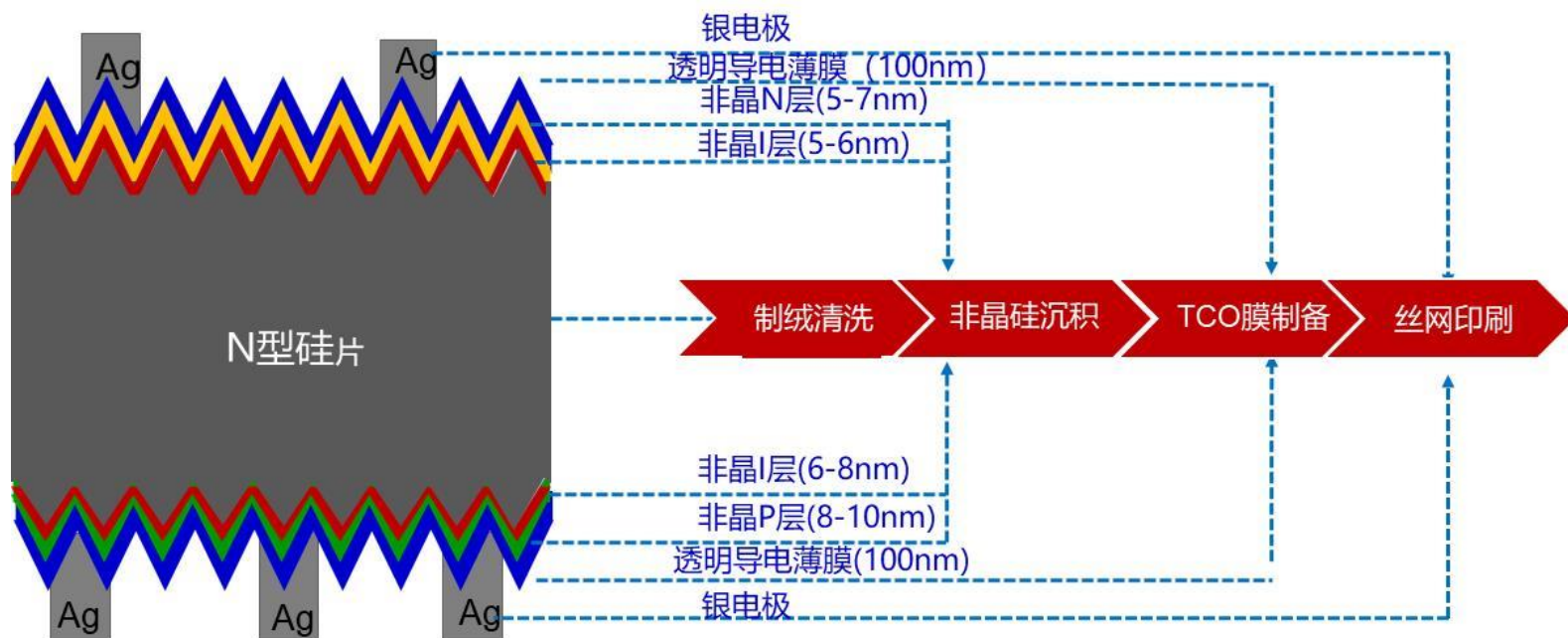


## 1 工艺篇：异质结电池制造包括四大工艺

□ **异质结电池起源：**异质结电池最早由日本三洋公司于1990年成功开发，其注册的商标为HIT。根据其他家企业的注册商标情况，又包括HJT、HDT、SHJ等。异质结电池同样是基于光伏特效应，只是P-N结是由非晶硅（a-Si）和晶体硅（c-Si）材料形成的异质结（背面的高低结亦然）。

□ **异质结电池优势：**①结构对称，易于实现薄片化。②低温工艺，能耗低。③开路电压高，转换效率高。。④温度系数低。光照升温下功率输出优于常规电池。⑤无LID（光衰）和PID（电位诱发衰减，常规电池组件的玻璃中的钠离子迁移到电池片表面并聚集进入电池内部，破坏P-N结）效应。

图表6：异质结电池的工艺构成



## 2 产业篇：目前产能以百兆瓦级为主

□ 目前已投产的HJT仍以百兆瓦级别为主，前期设备主要以进口为主，单GW投资在15-18亿（2016-18年），由于工艺简单，良率基本上能做到98%以上。转换效率根据各家采取的组件工艺有所不同，一般在23%（5BB，5主栅）、23.5%（MBB，多主栅；或0BB，无主栅，如SWCT）。

图表7：异质结行业已投产产能情况

厂家	电池效率	产能	售价（元/W）	良率	公司状况
汉能	23%（5BB）	120MW	2.5	98%	停产
晋能	24.5%（5BB,加光注入）	50MW	2.5	98.5%	满产
新日光	23.5%（5BB）	50MW	45美分（卖电池）	99%	满产
中智	22.8%（5BB）	160MW	4.5	98.5%	停产
上澎	22.3%（5BB）	35MW	未知	98.5%	停产
金石	24%（MBB+光注入）	400MW	2.4	97%	大量生产
REC	24.3%(0BB+光注入)	600MW	无	预计95%	批量生产
成都通威	23.7%（0BB）	100MW	无	95%（预估）	小批量生产
合肥通威	23.3%（5BB+光注入）	240MW	无	无	批量实验生产
爱康	(5BB23.8%) (MBB24.3%)	220MW	无	目标99%	设备制造中

## 2 产业篇：山煤国际有望开启异质结GW级投资热潮

- 山煤国际大手笔投资异质结具备良好示范效应。2019年7月26日，山煤国际宣布与钧石能源签订《战略合作框架协议》，双方拟共同建设总规模10GW的异质结电池生产线。
- 作为典型的新入局者，山煤依托煤炭主业的强大现金流布局异质结行业，背后的核心逻辑就是光伏技术革命下“颠覆与被颠覆”的行业属性，新入局者更容易实现弯道超车。

### 图表8：国内异质结产能规划情况

厂家	投资计划		产能		现状
东方日升	2.5GW		首期150MW		设备选型中
山东唐正	500MW		100MW		设备选型
山煤国际	10GW		首期500MW		设备选型
山西潞安	未知		100MW		设备选型
爱旭	未知		200MW		设备选型

厂家	制绒清洗	非晶硅镀膜	TCO制备	丝网印刷	光退火
捷佳伟创	通威/唐正	爱康/通威/潞安	爱康/潞安	通威	未开始研发
迈为		通威（合肥）		晋能/REC/通威	晋能/REC/通威
理想能源		东方日升			
湖南宏大			东方日升		

## 3 设备篇：异质结设备降本逻辑简析

- 根据东方日升公告，纯进口异质结设备投资为10亿/GW。影响设备投资额的因素为三个：一是设备配置，如TCO制备选择RPD还是PVD；二是采取进口还是国产方案；三是设备提产能，目前产线仍以100MW/条线为主，单线产能提升后将进一步降低单GW设备投资额。
- 随着国产设备厂商陆续突破以及设备产能提升，预计2020年异质结设备单GW投资额有望降至5亿/GW。

### 图表8：国内异质结产能规划情况

序号	工序	设备名称	台套数	纯进口方案	5亿/GW方案
1	单晶制绒	自动插片机	10	0.75	0.30
		单晶制绒设备	10		
2	表面清洗	RCA清洗设备	10	0.75	0.30
		自动下料机	10		
3	本征非晶硅沉积	自动上料机	10	4.00	2.50
		PECVD	10		
4	P型非晶硅沉积	PECVD			
5	本征非晶硅沉积	PECVD			
6	N型非晶硅沉积	PECVD			
7	正面TCO沉积	RPD	10	2.75	1.00
		RPD			
8	背面TCO沉积	自动下料机	10	1.75	1.20
		自动上料机	10		
9	丝网印刷	丝网印刷机	10	1.75	1.20
10	低温烘干	低温烘干机	10		
11	测试分选	颜色、EL、IV测试分选	10	0.75	1.20
12	其他辅助设备	制氮系统、废弃处理系统、电子天平、显微镜、反射率仪、四探针方阻测试、椭偏仪等	-		
合计				10.00	5.00

## 3 设备篇：量产产能设备方案选择

□ 在早期已实现量产的企业（如晋能、中智、汉能）中，设备选择进口方案居多，单GW投资较高。2019年开始，以通威、爱康为代表的后进入者开始在部分设备的选型上采用国产方案，成本开始有所降低。

### 图表9：量产厂家设备信息汇总

量产厂家	状态	制绒清洗	非晶硅镀膜	TCO制备	丝网印刷
晋能	满产	YAC	应用材料/精曜	Ulvac/精曜RPD	应用材料
中智	停产	singulus	Ulvac (CAT-CVD)	冯.阿登纳	mcrotec
汉能	停产	YAC	理想能源	非晶硅PVD设备改造	应用材料
新日光	满产	YAC	精曜	精曜RPD	应用材料
成都通威	批量	YAC/捷佳伟创	理想能源/Ulvac	Singulus/捷佳伟创RPD	应用材料/捷佳伟创
合肥通威	调试	YAC	迈为	冯.阿登纳	迈为
上澎	停产	捷佳创	周星	Ulvac	应用材料
REC	批量	未知	梅耶博格	梅耶博格	迈为
金石	满产	YAC	钧石	钧石	电镀
Heve solar	满产	Singulus/REN A	欧瑞康PE改造	MB/阿登纳	亚希
爱康	待量产	YAC	应用材料	捷佳伟创RPD	应用材料
日升	选型中	YAC	理想能源	湖南宏大	应用材料

### 3 设备篇：制绒清洗设备分析

- 技术路线：RCA+氨氮；RCA+臭氧。
- 下游应用：晋能、汉能、钧石等已实现量产厂家均使用RCA+氨氮工艺；爱康、东方日升、新日光等在建或完成设备选型企业拟使用RCA+臭氧方案。
- 设备格局：目前主要厂商为YAC（60-70%市占率）。其余企业包括捷佳伟创（成都通威、上彭、钧石早期）、singulus(中智)、RENA（Heve solar）。
- 技术对比：RCA+氨氮的优点是能够获得低金属杂质的界面；RCA+臭氧的优点是更加环保，成本更低，0.25元/片（氨氮成本约为0.32元/片）。
- 应用现状：主流量产企业采用RCA+氨氮工艺，但下一代RCA+臭氧已开始应用，2020年量产企业预计主要选择RCA+臭氧工艺。
- 技术趋势及理由：看好RCA+臭氧。再下一步是RCA+臭氧+国产添加剂，预计将成本降低至0.2元/片以下。理由：成本更低。
- 设备商及成本：捷佳伟创国产，单GW投资额低于3000万。

### 3 设备篇：非晶硅沉积设备——技术路径

- 技术路线：分为PECVD和HWCVD；  
PECVD分为动态PECVD和静态PECVD；  
静态PECVD分为链式静态PECVD和团簇式静态PECVD。

图表10：异质结非晶硅沉积设备应用情况

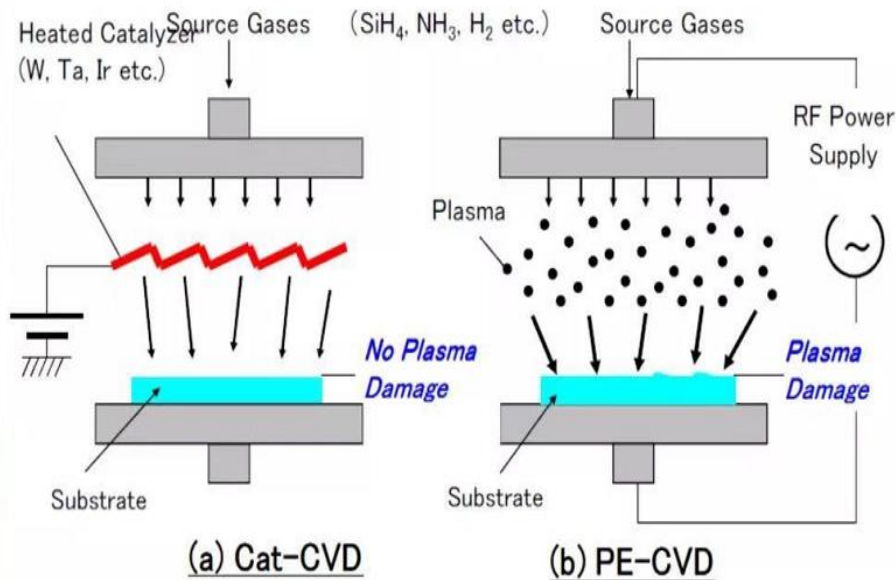
主工艺名称	技术路线		电池厂应用情况	量产设备供应商	在研设备供应商
非晶硅沉积	PECVD	静态	晋能、爱康	应材	捷佳伟创、金辰股份、迈为股份、江松、先导
			汉能、东方日升、成都通威、隆基	理想	
			金石	钧石	
			晋能、新日光	精曜	
			REC	梅耶博格	
	动态	合肥通威	迈为	比太	
CAT-CVD (HWCVD)		中智、成都通威 (另一条)	Ulvac(日本爱发科)	捷佳伟创 (联合爱发科储备)	

来源：第二届非晶硅/晶体硅异质结论坛、中泰证券研究所

### 3 设备篇：非晶硅沉积设备——技术优缺点对比

- **动态PECVD与静态PECVD对比：**静态PECVD的优点是运行相对稳定，缺点是产能相对较低，成本较高；动态PECVD的优点是产能较大，设备成本低，缺点是：1、设备腔体较多，连续生产工艺匹配性较差，产能能否释放问题严重；2、电极间距固定严重影响效率提升。
- **HWCVD优缺点：**日本三洋的选择方案，优点是沉积非晶硅质量较好，缺陷更少；缺点是镀膜均匀性较差，uptime偏低，立式镀膜自动化较为复杂导致碎片率较高，电耗偏高。
- **其他技术方向：**①团簇式静态PECVD，设备主要供应商为应材，属于半导体设备工艺，难以国产化。②叠层式静态PECVD，设备主要供应商为理想能源，由于采用的是甚高频电源，腔体不容易做大，需要采用叠层方式来扩大单台设备产能。优点是镀膜质量好，有量产认证；缺点是叠层式的设备自动化难度高，容易带来高碎片率。
- **技术趋势及理由：**看好静态链式PECVD。理由：稳定性好，易通过扩大产能实现降本，预计更容易被市场认可。
- **设备商及成本：**捷佳伟创、迈为股份、金辰股份国产，单GW投资额有望降至2.5亿。

图表11：HJT中HWCVD与PECVD工艺对比



图表12：应材团簇式PECVD



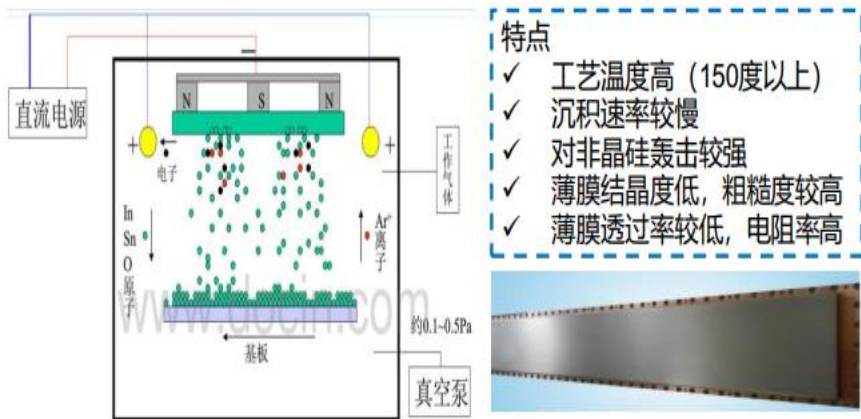


### 3 设备篇：透明导电膜（TCO）设备——技术路径

□ **TCO制备工艺**：主要指采用PVD（物理气相沉积）的方式来镀双面的透明导电膜，原理是通过对靶材的轰击实现镀膜。

□ **技术路径**：RPD（反应等离子体沉积）和PVD（物理化学气相沉积）。其中RPD工艺采用IWO（氧化铟掺钨）制备IWO透明导电薄膜；PVD工艺是采用直流磁控溅射的方式制备ITO（氧化铟锡）透明导电薄膜。

图表13: PVD镀膜原理 (sputter)

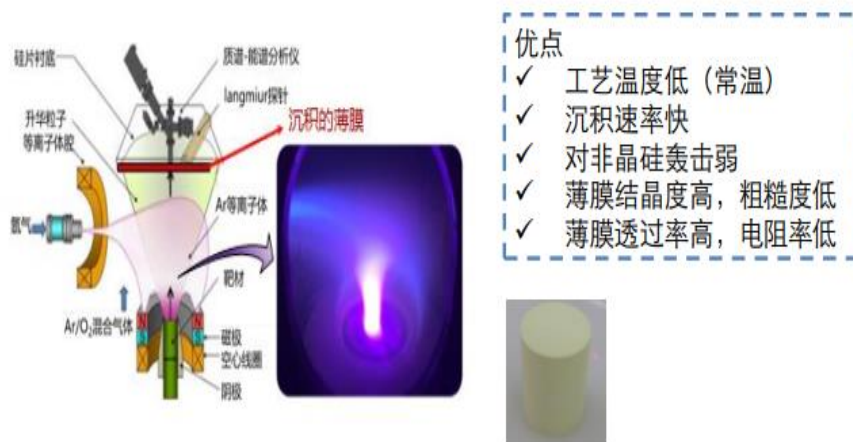


- 特点**
- ✓ 工艺温度高 (150度以上)
  - ✓ 沉积速率较慢
  - ✓ 对非晶硅轰击较强
  - ✓ 薄膜结晶度低, 粗糙度较高
  - ✓ 薄膜透过率较低, 电阻率高

Ar气在高电压下电离产生Ar+ → Ar+受到电场与磁场引导Ar+打到靶材上  
→ 靶材原子下落 → 沉积在衬底上

来源：精曜科技、中泰证券研究所

图表14: RPD镀膜原理



- 优点**
- ✓ 工艺温度低 (常温)
  - ✓ 沉积速率快
  - ✓ 对非晶硅轰击弱
  - ✓ 薄膜结晶度高, 粗糙度低
  - ✓ 薄膜透过率高, 电阻率低

等离子体枪中产生Ar+ → Ar+进入到生长腔室 → 磁场引导Ar+打到靶材上  
→ 靶材升华 → 再沉积在衬底上

来源：精曜科技、中泰证券研究所

### 3 设备篇：透明导电膜（TCO）设备——技术优缺点对比

- **PVD设备**：优点是设备产能更大，因此成本更低；且能通过靶材的优化，实现转换效率的提升。缺点是镀膜质量差，影响最终转换效率；单耗略高，SCOT靶材主要是韩国ANP供应。
- **RPD设备**：优点是膜质量更优，RPD（IWO靶材）较PVD（ITO靶材）转换效率差异0.5%，较PVD（SCOT靶材）转换效率0.3%；靶材单耗略低，成本国产化后低于PVD。缺点是设备成本高。
- **技术趋势及理由**：看好RPD+PVD一体机。RPD成本高的原因是只能自下而上镀膜，成本较高（需要2台设备，一台下镀膜+出片翻面+另一台下镀膜），而PVD可以单台完成正反面镀膜。RPD+PVD一体机通过单台设备完成RPD下镀膜+PVD上镀膜，成本较低，镀膜质量更好，预计将成为主流方向。
- **设备商及成本**：捷佳伟创独家供应RPD+PVD一体机方案，预计单GW价格为1.2亿。

图表15：异质结透明导电膜设备应用情况

主工艺名称	技术路线		电池厂应用情况	量产设备供应商	在研设备供应商
TCO（透明导电膜）制备	PVD		中智、合肥通威、Heve solar	冯阿登纳	捷佳伟创（外协）
			成都通威（另一条）	Singulus	
			REC	梅耶博格	
			金石	钧石	
			东方日升	湖南宏大	
			晋能、上彭	Ulvac(日本爱发科)	
	RPD	正背面均PRD	成都通威、爱康	捷佳伟创	专利垄断，捷佳伟创独家授权
			晋能、新日光	精曜	
正RPD背PVD一体机		研发		捷佳伟创	

来源：第二届非晶硅/晶体硅异质结论坛、中泰证券研究所

### 3 设备篇：丝网印刷设备分析

- 工艺变化：异质结电池的丝网印刷与PERC的丝网印刷工艺接近，增量技术较少。
- 竞争格局：进口品牌以应材为主，国产品牌以迈为为主，其余厂商包括mcrotec和捷佳伟创、金辰股份。
- 技术趋势：短期内对产能要求不高，以稳定性和降本为主。降本的核心是设备的国产化。
- 设备商及成本：目前迈为股份进度最快，预计单GW成本低于1亿元。

#### 4 材料篇：低温银浆——2020年有望国产化

- 低温银浆成本取决于两个因素：银单耗和低温银浆价格。
- 低温银浆单耗与组件工艺密切相关。5BB（五主栅）由于银栅线更粗，单耗高于MBB（多主栅）以及0BB（无主栅）。
- 低温银浆价格：①进口银浆。2019年量产厂家采购价格6500-6800元/kg。（高温银浆的正银价格约为4500-4800元/kg）②进口银浆国产。京都电子2020年国内工厂预计将投产，价格有望降至6000元/kg左右。③国产品牌银浆。国内厂商自主生产的低温银浆，预计价格为5000-5500元/kg。最终将与高温银浆平价。
- 低温银浆竞争格局：2019年，本京都电子在低温银浆市占率为90%。国产品牌主要为两家，一是苏州晶银（苏州固得子公司）、二是常州聚合新材。

图表16：各类组件工艺的低温银浆成本测算

	5BB	叠瓦	无主栅叠瓦	MBB	SWCT
银单耗 (mg)	300	240	150	160	90
进口银浆单耗 (元/瓦)	0.329	0.267	0.16	0.172	0.10
进口银浆国产 (元/瓦)	0.304	0.246	0.148	0.159	0.09
国内国产 (元/瓦)	0.253	0.205	0.123	0.132	0.07

## 4 材料篇：靶材——基本已实现国产化

- **PVD靶材**：主要为ITO和SCOT（ITIO），SCOT的转换效率较ITO高0.15-0.2%。
- **RPD靶材**：主要为IWO靶材，也有新型研究方向，如ICO、IMO等。
- **行业现状**：ITO和IWO的靶材基本已实现国产化，SCOT尚待国产化。
- **竞争格局**：ITO靶材的代表企业为先导，IWO进口靶材主要由日本住友提供，国内代表企业为长沙壹纳，长沙壹纳同时亦能提供ITO靶材。SCOT靶材目前主要由韩国ANP公司提供。

**图表17：各类组件工艺的低温银浆成本测算**

工艺	靶材种类	厂家	企业	售价（元/kg）	单耗（mg/片）
PVD	ITO	先导	大陆	约2500	约130
		映日	大陆		
		光洋	台企		
		壹纳	大陆		
	SCOT(ITIO)	韩国ANP	韩国	约4500	约130
RPD	IWO/ICO	住友	日本+台湾	约6400	约110
	IWO/ICO	壹纳	大陆	约2250	

来源：第二届非晶硅/晶体硅异质结论坛、中泰证券研究所

## 目 录

一、异质结电池：光伏行业发展的第五次技术革命

---

二、现状与格局：星星之火，即将燎原

---

**三、盈亏平衡点：设备和材料的国产化是关键**

---

四、设备及材料：详细市场空间测算

---

五、替代性技术：PERC+技术的现状与前瞻

---

六、行业投资策略：平价上网，设备先行

## 1 异质结和PERC成本对比—电池端

- 性价比测算的关键是组件成本。从产业链应用角度来看，虽然异质结技术发生在电池端，但是最终买单的是终端的电站企业，因此组件性价比的测算是关键。
- 经测算，常规单晶PERC的成本为0.83元/W（含税）。目前已达产的异质结电池成本在1.3-1.5元/W左右（含税，5年折旧测算），将于2020年达产的异质结电池成本在1.06元/W（含税，5年折旧测算）。

图表18：PERC电池成本估算

电池生产成本-领先企业	常规单晶PERC
硅片成本（元/W）	<b>0.50</b>
正银成本	0.09
背银成本	0.01
铝浆成本	0.01
折旧成本	0.02
人工成本	0.03
能源成本	0.03
其他成本	0.04
非硅成本小计（元/W）	0.23
电池成本合计（元/W，不含税）	0.73
<b>电池成本合计（元/W，含税）</b>	<b>0.83</b>

来源：中泰证券研究所估算

图表19：异质结电池成本估算（2020年达产）

样本1：HJT厂家A（预计2020年Q2达产）	
组件工艺	MBB
硅片规格	G1
硅片（160um）	3.40
化学品（元/pcs）	0.25
气体（元/pcs）	0.1
TCO工艺	RPD（国产）
靶材价格（元/kg）	2500
靶材（元/pcs）	0.25
银浆价格（元/kg）	
银浆单耗（mg）	160
低温银浆成本（元/pcs）	0.96
耗材（元/pcs）	0.06
电池效率	24.30%
电池面积（mm <sup>2</sup> ）	25199
电池功率	6.12
电池良率	98.50%
设备投入（亿/百兆瓦）	0.88
设备折旧（元/瓦）10年	0.088
设备折旧（元/瓦）5年	0.176
直接人力（元/瓦）	0.025
水电气（元/瓦）	0.035
bom成本（元/w）	0.823
制造成本（10年折旧）	0.148
制造成本（5年折旧）	0.236
<b>电池综合成本（10年折旧）</b>	<b>0.971</b>
<b>电池综合成本（5年折旧）</b>	<b>1.06</b>

来源：中泰证券研究所估算

## 1 异质结和PERC成本对比—电池端

### 图表20：异质结电池成本估算（2020年前已达产）

样本2：HJT厂家B\C\D（2020年前已达产的产能）							
	5BB		MBB		5BB	MBB	5BB
硅片规格	M2		M2		M2		M2
硅片（160um）	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16
化学品（元/pcs）	0.3	0.3	0.3	0.3	0.34	0.34	0.28
气体（元/pcs）	0.1	0.1	0.1	0.1	0.08	0.08	0.06
	PVD（国产）	RPD（国产）	PVD（国产）	RPD（国产）	PVD（国产）	PVD（国产）	PVD（国产）
靶材价格（元/kg）	2500	2300	2500	2300	2500	2500	2500
靶材（元/pcs）	0.42	0.25	0.42	0.24	0.36	0.36	0.42
银浆价格（元/kg）	6500		6500		6500		6500
银浆单耗（mg）	320	320	160	160	370	160	330
低温银浆成本（元/pcs）	2.08	2.08	1.04	1.04	2.405	1.04	2.145
耗材（元/pcs）	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
电池效率	23.50%	23.50%	24%	24%	23%	23%	22.80%
电池面积（mm <sup>2</sup> ）	24432	24432	24432	24432	24432	24432	24432
电池功率	5.74	5.74	5.86	5.86	5.62	5.62	5.57
电池良率	98.50%	98.50%	98.50%	98.50%	98.50%	98.50%	98.50%
设备投入（亿/百兆瓦）	1.9	1.9	1.9	1.9	1.4	1.4	1.6
设备折旧（元/瓦）10年	0.19	0.19	0.19	0.19	0.14	0.14	0.16
设备折旧（元/瓦）5年	0.38	0.38	0.38	0.38	0.28	0.28	0.32
直接人力（元/瓦）	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
水电气（元/瓦）	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.06
bom成本（元/w）	1.071	1.041	0.868	0.837	1.146	0.899	1.105
制造成本（10年折旧）	0.275	0.275	0.275	0.275	0.225	0.225	0.26
制造成本（5年折旧）	0.465	0.465	0.465	0.465	0.365	0.365	0.42
<b>电池综合成本（10年折旧）</b>	<b>1.346</b>	<b>1.316</b>	<b>1.143</b>	<b>1.112</b>	<b>1.371</b>	<b>1.124</b>	<b>1.365</b>
<b>电池综合成本（5年折旧）</b>	<b>1.54</b>	<b>1.51</b>	<b>1.33</b>	<b>1.30</b>	<b>1.51</b>	<b>1.26</b>	<b>1.52</b>



## 2 异质结和PERC成本对比—组件端

- 异质结组件工艺与PERC组件基本一致，但功率较高，因此组件单W加工包装成本更低。经测算，异质结72片MBB组件（功率425W）的组件加工包装成本为0.63元/W（含税）；PERC72片MBB半片组件（功率390W）的组件加工包装成本为0.66元/W（含税），异质结组件成本较PERC低约0.03元/W。
- 组件整体成本对比：以72片MBB工艺为例，异质结组件成本为 $1.06+0.63=1.69$ 元/W（含税），PERC组件成本为 $0.83+0.66=1.49$ 元/W（含税）。异质结组件单瓦成本较PERC高0.2元/W（含税）。

## 3 异质结和PERC组件溢价分析

□ 在基于异质结组件成本测算的基础上，结合两种技术组件价格的溢价进行分析，对异质结技术的临界点进行测算。主要分为三种情形：

□ ①现状下的溢价。根据PVInfoLink最新调研数据，23%转换效率的HJT电池售价为1.7元/W，HJT组件售价为2.5元/W。21.9%效率的PERC电池售价为0.95元/W，PERC组件售价1.75元/W。现状下HJT组件溢价高达0.75元/W，但由于异质结行业发展处于早期，产品主要供应高端需求，不具备大规模量产替代的代表意义。

□ ②理论下的溢价。HJT组件相较于PERC组件理论溢价主要基于发电增益测算，从组件功率来看，HJT组件较PERC组件高9%（72版型略高一点）。9%组件功率提升带来电站发电量增加9%，按照成本传导模型，组件成本占电站端42%，9%的发电增益能够带来组件价格提升21%，按照目前1.75元/W的组件价格测算，溢价空间为0.37元/W。此外，HJT组件通过低温度系数、高双面率、低衰减系数能够进一步提升发电增益，从而带来增量溢价。但是这些参数在不同地区差异较大，我们基于保守假设全国平均5%增益计算，额外将带来溢价空间为0.21元/W。即异质结组件的理论溢价空间约为0.6元/W。

□ ③经验下的溢价。理论溢价是基于度电成本进行分析，即使按照已投产异质结组件成本（电池1.5元/W+组件0.62元/W=2.12元/W），高于PERC组件成本0.63元/W，也在理论溢价下基本打平PERC组件成本。但从历史上来看，度电成本并非新老技术交替的关键点。根据产业链调研反馈的经验性数据，组件的功率每高10W，约能带来0.1元/W的溢价，目前60片HJT组件功率高于PERC组件约30W，对应溢价空间约为0.3元/W。

### 3 异质结和PERC组件溢价分析

基于前文分析，我们测算即使在经验性数据下，异质结组件的溢价空间已高于成本提升空间，但为何当前各家企业投产规划仍以百兆瓦居多？产业化大潮何时来临？

我们认为，原因主要有三点：

一是，1.07元/W的电池成本是2020年的主流成本，按照当前已投产产能的成本测算，仅能满足理论溢价测算，无法满足经验溢价测算。

二是，即使是1.07元/W的测算，组件成本端贵0.2元/W，经验溢价空间为0.3元/W，溢价空间并不突出，且仍有待持续验证。

三是，1.07元/W的测算中，设备单GW投资额仍高达8.8亿/GW，远高于PERC的2亿/GW设备投资额，从而压低了电池企业的扩产意愿。

我们认为，异质结产业化的大潮来临仍需满足两个要素：

一是，异质结设备投资额降至5亿/GW。一方面，单GW投资下降会增加电池企业投资意愿；另一方面，异质结设备厂商已向产业链给出这一预期，下游客户更愿意设备降价后再大规模投产。

二是，低温银浆的国产化。设备降本结合银浆国产将带来异质结电池成本降至0.97元/W（含税），异质结电池预期收益将进一步提升。

图表21：异质结电池成本测算（预期）

样本1：HJT厂家A（预计2020年Q3达产）		
第一阶段目标 (2020Q2)	硅片规格	MBB
	硅片（160um）	G1
	化学品（元/pcs）	3.40
	气体（元/pcs）	0.25
		0.1
		RPD（国产）
	靶材价格（元/kg）	2500
	靶材（元/pcs）	0.25
	银浆价格（元/kg）	
	银浆单耗（mg）	160
	低温银浆成本（元/pcs）	0.96
	耗材（元/pcs）	0.06
	电池效率	24.30%
	电池面积（mm <sup>2</sup> ）	25199
	电池功率	6.12
	电池良率	98.50%
	设备投入（亿/百兆瓦）	0.88
	设备折旧（元/瓦）10年	0.088
	设备折旧（元/瓦）5年	0.176
	直接人力（元/瓦）	0.025
	水电气（元/瓦）	0.035
	bom成本（元/w）	0.823
	制造成本（10年折旧）	0.148
制造成本（5年折旧）	0.236	
<b>电池综合成本（10年折旧）</b>	<b>0.971</b>	
<b>电池综合成本（5年折旧）</b>	<b>1.06</b>	
设备降本及银浆国产预期	设备国产（亿/百兆瓦）	0.5
	设备折旧（元/瓦）10年	0.05
	设备折旧（元/瓦）5年	0.1
	银浆国产（元/kg）	5000
	低温银浆成本（元/pcs）	0.8
	bom成本（元/w）	0.806
	制造成本（10年折旧）	0.11
	制造成本（5年折旧）	0.16
	<b>电池综合成本（10年折旧）</b>	<b>0.92</b>
	<b>电池综合成本（5年折旧）</b>	<b>0.97</b>

来源：中泰证券研究所

注：假设设备成本为5亿/GW，低温银浆价格为5000元/KG

## 4 异质结产业化大潮关键时点：2020年Q3

- 从设备降本来看，国产品牌中捷佳伟创、迈为股份进展较快。以捷佳伟创为例，其国产化整线设备预计2020Q1推出，假设验证时间为1-2个季度，即2020Q3将完成验证。
- 从低温银浆国产化来看，日本京都电子2020年国内工厂将开始投产，预计下半年形成有效供给。
- 结合以上两大因素判断，我们认为山煤国际的大手笔规划拉开了异质结行业产业化序幕，设备降本及低温银浆国产化将会推动第一波异质结扩产高潮。

图表22：捷佳伟创HJT设备参数及产品进度

主流工艺流程

工序	选型	SC可提供	产能(PCS/Hour)	国产设备进展
自动化	/	全厂自动化,可提供	根据产线匹配	实现国产
制绒清洗	RCA清洗	可提供	>6000	实现国产
	O3清洗	可提供	>6000	
非晶硅沉积	PE-CVD	2020Q1可提供	5500	实现国产
透明电极	RPD	可提供	>5500	实现国产
电极制备	丝网印刷	可提供	>6000	实现国产

## 目 录

一、异质结电池：光伏行业发展的第五次技术革命

---

二、现状与格局：星星之火，即将燎原

---

三、盈亏平衡点：设备和材料的国产化是关键

---

**四、设备及材料：详细市场空间测算**

---

五、替代性技术：PERC+技术的现状与前瞻

---

六、行业投资策略：平价上网，设备先行

## 1 异质结行业扩产节奏测算

□ 我们基于以下假设对HJT设备市场空间进行测算：

①考虑到下游装机需求，假设2019-2022年全球光伏电池片产能年均增速为15%；

②基于图表8中的已有产能规划，2019年HJT预计扩产计划1.5GW；参考PERC产能在2016-2018年新增10GW、20GW、30GW，**假设2020Q3异质结设备降本及银浆国产化进度如预期**，即到2020Q3年异质结将迎来第一波扩产高潮，假设2020-2022年HJT新增产能为10GW、20GW、30GW（新增产能对应设备订单，不代表当年即达产）。

③长期来看，我们预计**2025年异质结扩产高点将达到100GW**。一方面，参考2019年PERC扩产达到45GW，考虑到异质结技术落地有望带来光伏平价上网，假设2025年HJT产能扩产有望达到100GW。另一方面，受平价上网助推，2025年全球光伏新增装机容量需求有望达到3-500GW，异质结设备的更新周期为3-5年左右，基于此测算，在不考虑额外的新技术冲击下，异质结产业成熟下的存量更新需求为年均100GW。

**图表23：异质结行业扩产节奏预测**

	2018A	2019E	2020E	2021E	2022E	2025E
光伏电池片产能 (GW)	132.43	152.29	175.14	201.41	231.62	
HJT电池片渗透率 (%)	0.76%	1.64%	7.14%	16.14%	26.98%	
HJT电池存量产能 (GW)	1.00	2.50	12.50	32.50	62.50	300.00
HJT电池增量产能 (GW)		1.50	10.00	20.00	30.00	100.00

来源：索比光伏、中泰证券研究所

## 2 异质结设备市场空间测算

□ 基于异质结行业扩产节奏，结合设备降本情况进行分析：

①2019年异质结设备单GW投资额为10亿元，**假设2020Q3异质结设备降本符合预期**，预计2020年异质结设备单GW投资额为5亿元，假设2021-2022年分别降至4、3.5亿元，即2022年异质结设备市场空间将达到105亿元。

②从长期来看，异质结设备属于半导体设备的降维，具备较高的门槛。预计异质结设备单GW投资的长期下限为3亿/GW，按照100GW/年的需求计算，异质结设备市场空间有望达到300亿元。

**图表24：异质结设备市场空间测算**

	2018A	2019E	2020E	2021E	2022E	2025E
光伏电池片产能 (GW)	132.43	152.29	175.14	201.41	231.62	
HJT电池片渗透率 (%)		1.64%	7.14%	16.14%	26.98%	
HJT电池存量产能 (GW)	1.00	2.50	12.50	32.50	62.50	
HJT电池增量产能 (GW)		1.50	10.00	20.00	30.00	100.00
HJT生产线单位投资额 (亿元/GW)		10.00	5.00	4.00	3.50	3.00
HJT电池生产线市场空间 (亿元)		15	50	80	105	300

来源：索比光伏、中泰证券研究所

### 3 异质结材料市场空间测算

①低温银浆：我们认为组件端MBB将成为主流工艺，参考图表16，银单耗为160mg/片。假设2020-2022年低温银浆分别实现进口企业国产化、国产企业国产化，对应银浆价格为6000、5000元/kg。长期来看，假设高低温银浆平价，低温银浆价格为4500元/kg。

②靶材：我们认为RPD+PVD一体机将成为行业发展趋势。假设2020-2023年ITO、SCOT、IWO三类靶材的市占率分别为7:2:1、4:4:2、2:4:4、0:5:5，参考图表17，2019年三类靶材单耗分别为130、130、110mg/片，价格分别为2500、4500（进口）、2250元/kg，假设单耗维持不变，国产靶材价格每年降价5%，进口靶材每年降价20%。

图表25：异质结行业扩产节奏预测

大类指标	细分指标	2018A	2019E	2020E	2021E	2022E	2025E
扩产节奏	光伏电池片产能 (GW)	132.43	152.29	175.14	201.41	231.62	
	HJT电池片渗透率 (%)	0.76%	1.64%	7.14%	16.14%	26.98%	
	HJT电池存量产能 (GW)	1.00	2.50	12.50	32.50	62.50	300.00
	HJT电池增量产能 (GW)		1.50	10.00	20.00	30.00	100.00
低温银浆	低温银浆单耗 (mg/片)	160					
	低温银浆单耗 (mg/W)	26.54					
	低温银浆价格 (元/kg)	6500	6500	6000	5000	4800	4000
	低温银浆单耗 (元/W)	0.173	0.173	0.159	0.133	0.127	0.106
	低温银浆市场空间 (亿元)	1.73	4.31	19.91	43.13	79.63	318.50
靶材	ITO单耗 (mg/片)	130.00					
	SCOT单耗 (mg/片)	130.00					
	IWO单耗 (mg/片)	110.00					
	ITO单耗 (mg/W)	21.57					
	SCOT单耗 (mg/W)	21.57					
	IWO单耗 (mg/W)	18.25					
	ITO价格 (元/kg)		2500	2375	2256	2143	2100
	SCOT价格 (元/kg)		4500	3600	2880	2304	2300
	IWO价格 (元/kg)		2250	2138	2031	1929	1833
	ITO市占率		70%	40%	20%	0%	0%
	SCOT市占率		20%	40%	40%	50%	50%
	IWO市占率		10%	20%	40%	50%	50%
	ITO市场空间 (亿元)		0.94	2.56	3.16	0.00	0.00
	SCOT市场空间 (亿元)		0.49	3.88	8.07	15.53	74.40
IWO市场空间 (亿元)		0.10	0.98	4.82	11.00	50.16	
靶材合计市场空间 (亿元)		1.53	7.42	16.05	26.53	124.56	

来源：索比光伏、中泰证券研究所



## 4 异质结电池及组件市场空间测算

①**电池价格**：2020年下半年预计价格降至经验溢价价格（较PERC高0.3元/W），即为1.25元/W；假设此后逐年降价5%。

②**组件价格**：2020年下半年预计价格降至经验溢价价格（较PERC高0.3元/W），即为2.05元/W；假设此后逐年降价5%。

图表26：异质结详细市场空间测算及相关标的

大类指标	细分指标	2018A	2019E	2020E	2021E	2022E	2025E	相关标的
扩产节奏	光伏电池片产能 (GW)	132.43	152.29	175.14	201.41	231.62		
	HJT电池片渗透率 (%)	0.76%	1.64%	7.14%	16.14%	26.98%		
	HJT电池存量产能 (GW)	1.00	2.50	12.50	32.50	62.50	300.00	
	HJT电池增量产能 (GW)		1.50	10.00	20.00	30.00	100.00	
设备	HJT生产线单位投资额 (亿元/GW)		10.00	5.00	4.00	3.50	3.00	捷佳伟创、迈为股份、金辰股份
	HJT电池生产线市场空间 (亿元)		15.00	50.00	80.00	105.00	300.00	
低温银浆	低温银浆单耗 (mg/片)	160						苏州固锝、常州聚合
	低温银浆单耗 (mg/W)	26.54						
	低温银浆价格 (元/kg)	6500	6500	6000	5000	4800	4000	
	低温银浆单耗 (元/W)	0.173	0.173	0.159	0.133	0.127	0.106	
	低温银浆市场空间 (亿元)	1.73	4.31	19.91	43.13	79.63	318.50	
靶材	ITO单耗 (mg/片)	130.00						先导稀材、长沙壹纳
	SCOT单耗 (mg/片)	130.00						
	IWO单耗 (mg/片)	110.00						
	ITO单耗 (mg/W)	21.57						
	SCOT单耗 (mg/W)	21.57						
	IWO单耗 (mg/W)	18.25						
	ITO价格 (元/kg)		2500	2375	2256	2143	2100	
	SCOT价格 (元/kg)		4500	3600	2880	2304	2300	
	IWO价格 (元/kg)		2250	2138	2031	1929	1833	
	ITO市占率		70%	40%	20%	0%	0%	
	SCOT市占率		20%	40%	40%	50%	50%	
	IWO市占率		10%	20%	40%	50%	50%	
	ITO市场空间 (亿元)		0.94	2.56	3.16	0.00	0.00	
	SCOT市场空间 (亿元)		0.49	3.88	8.07	15.53	74.40	
IWO市场空间 (亿元)		0.10	0.98	4.82	11.00	50.16		
靶材合计市场空间 (亿元)		1.53	7.42	16.05	26.53	124.56		
产品	HJT电池价格 (元/W)		1.70	1.25	1.19	1.13	1.07	山煤国际、爱康科技、东方日升、潞安环能
	HJT电池市场空间 (亿元)		43	156	386	705	3215	
	HJT组件价格 (元/W)		2.50	2.05	1.95	1.85	1.76	
	HJT组件市场空间 (亿元)		63	256	633	1156	5273	

来源：索比光伏、中泰证券研究所

## 目 录

一、异质结电池：光伏行业发展的第五次技术革命

---

二、现状与格局：星星之火，即将燎原

---

三、盈亏平衡点：设备和材料的国产化是关键

---

四、设备及材料：详细市场空间测算

---

**五、替代性技术：PERC+技术的现状与前瞻**

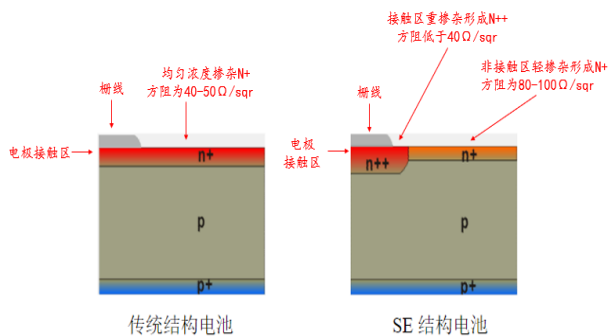
---

六、行业投资策略：平价上网，设备先行

# 1 传统PERC+技术分析：SE已渗透，TOPCON待突破

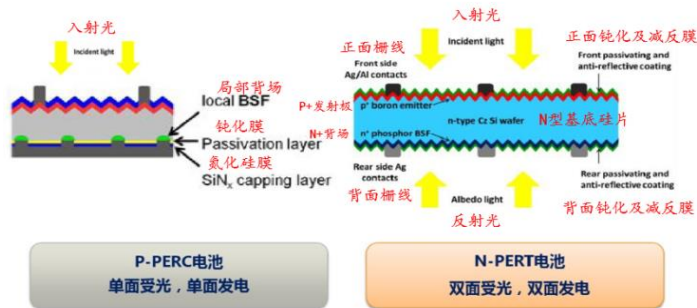
“PERC+”工艺：PERC能够基于新的工艺和技术改进提升光电转换效率，新的工艺能够与老的产线兼容。主要包括SE、双面、N-PERT、TOPCon等。

图表27：SE电池和传统电池结构对比



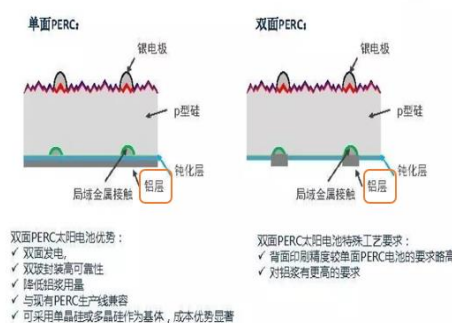
来源：《太阳能学报》、中泰证券研究所

图表29：N-PERT和P-PERC电池结构对比



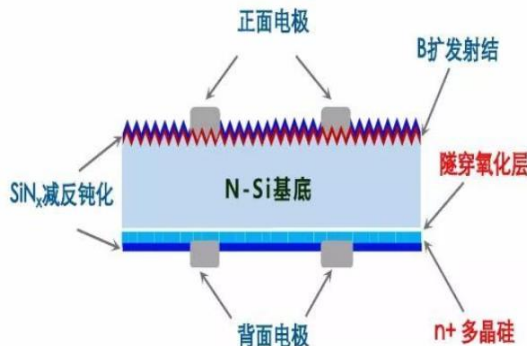
来源：英利熊猫、中泰证券研究所

图表28：双面PERC电池的结构与优势



来源：《太阳能技术产品与工程》、中泰证券研究所

图表30：TOPCon电池基本结构（N型）



来源：中来股份、中泰证券研究所

## 1 传统PERC+技术分析：SE已渗透，TOPCON待突破

□ **PERC+技术中率先突破的是SE。**SE通过新增激光掺杂的工艺，在早期单GW投资额增加3500-5000万的基础上，能够提升0.3%左右的转换效率。2018年531后，SE技术开始大规模普及，截至2019年底，预计SE的渗透率基本达到100%。

□ **SE工艺增量设备：**主要是帝尔激光的激光掺杂设备（成本占比70%）以及捷佳伟创的碱抛光设备（成本占比30%）。

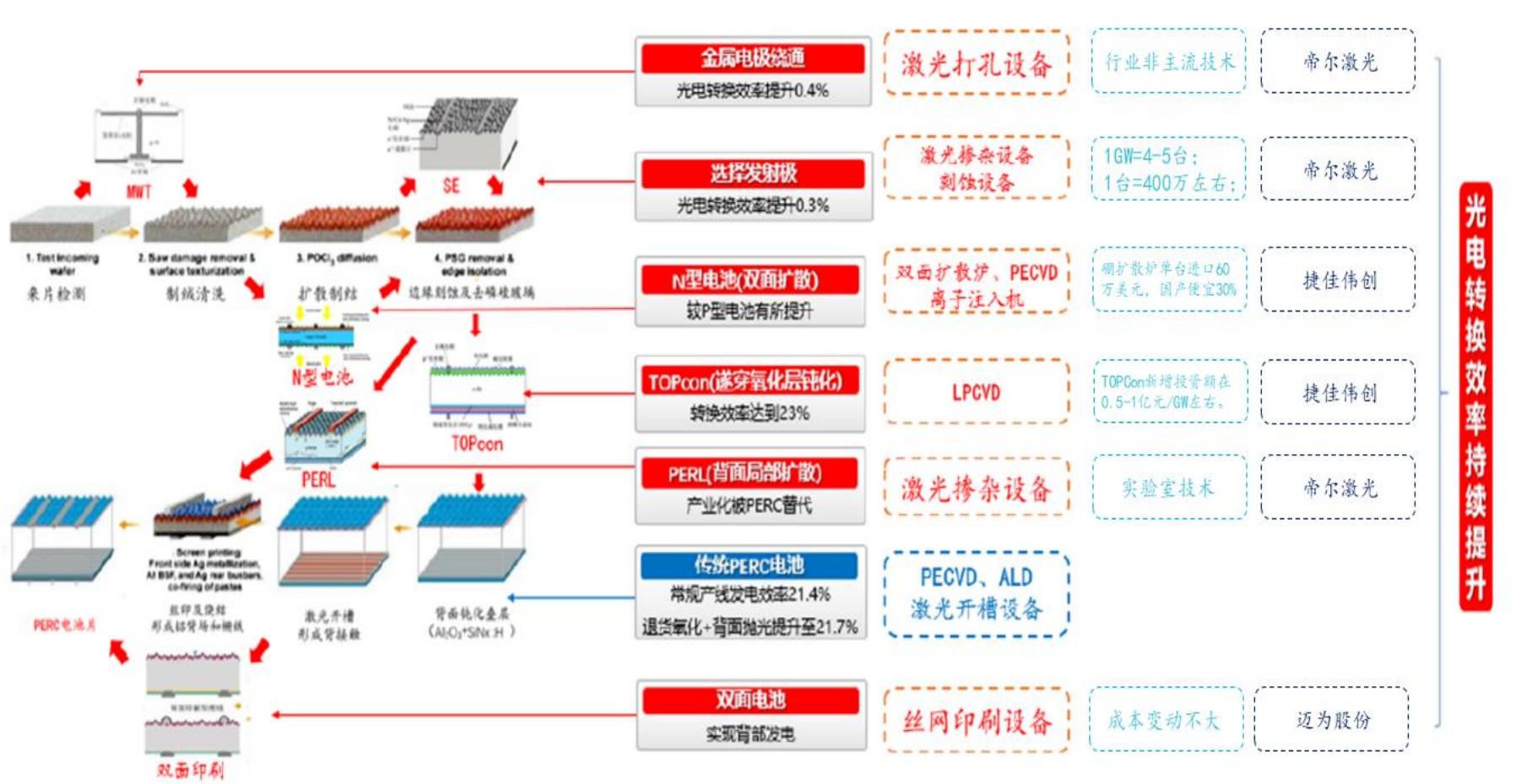
□ **TOPCON有待突破。**TOPCON的全称叫隧穿氧化层钝化接触技术，其本质是在PERC的背面多加一层隧穿氧化层，对电池片进行进一步的钝化。从设备端来看，新增两类设备：一是做隧穿氧化层的设备，为LPCVD；二是由于目前的TOPCON以N型为主，需要采用硼扩散炉替换原有的磷扩散炉。

□ **TOPCON设备进展：**TOPCON工艺难点是早期背面的磷扩散必须用离子注入设备，成本很高，进口一台设备300万美金。2019年下半年开始，天合、中来工艺取得突破，均采用磷扩散炉替代离子注入设备，单台成本低于300万人民币。总体来看，硼扩设备基本国产化，主要厂商为捷佳伟创。背面扩磷为成熟产品，主要有捷佳伟创、北方华创。LPCVD，进口厂商是CT和TEMPRESS，国内是捷佳伟创、以及非上市公司普乐，在2019年底的新品发布会上，捷佳伟创推出了全新的LPCVD产品，预计2020年有望取得TOPCON的订单。

□ **TOPCON产业进展：**主要玩家为中来和天合。中来产能在1.5-2GW，部分设备自制，良率85%，效率22.6%左右。天合后来居上，在2019年SNEC展推出了24.58%的TOPCON电池片，目前转换效率做到23.1%，良率90%左右。

1 传统PERC+技术分析：SE已渗透，TOPCON待突破

图表31: PERC+”工艺的改进方向及受益标的



来源：《太阳能学报》、《太阳能技术产品与工程》、中泰证券研究所

## 2 新兴PERC+技术分析：捷佳伟创PERC+TCO技术

□ **新兴PERC+技术的特征：**作为一种过渡技术，像目前的TOPCON仅做到23%的转换效率显然不够，也不具备吸引力。而对于PERC企业而言，直接切入HJT不仅没有先发优势，且存量的产能会带来额外的负担，因此头部的PERC企业以求自救，均开始研制PERC+技术。根据产业链调研，这类新型的PERC+技术具备三个特征：一是转换效率能够达到23.5%-24%；二是单GW投资增量不超过1个亿；三是最好是P型电池技术。

□ **以捷佳伟创的PERC+技术为例，**根据专利披露内容，这类技术也应该属于P-TCO或P-TCO+TOPCON。简而言之，这个技术最大的创新就是在原有PERC的基础上，结合捷佳伟创在RPD的独家优势，添加一层透明导电膜（TCO），实现转换效率的提升，属于PERC与HJT的工艺的结合。

□ **其他PERC+路径：**除捷佳伟创外，头部PERC企业亦有自己的新技术布局，或基于PERC、或基于TOPCON进行改进，但主要是在背面通过镀膜的技术提升转换效率，但目前尚未能搜集到相关专利公告内容，在推广进度上预计会略慢于捷佳伟创。

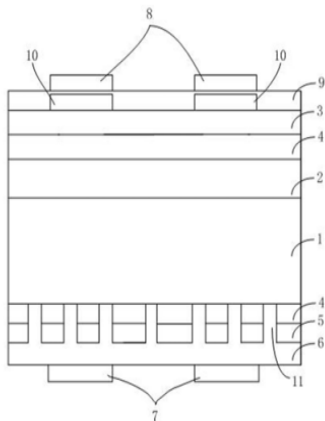
图表32：捷佳伟创专利1

(54)实用新型名称

一种具有透明导电层的单多晶P型单面PERC电池

(57)摘要

本实用新型公开了一种具有透明导电层的单多晶P型单面PERC电池，包括P型衬底(1)，所述P型衬底的上面由下往上依次叠置N型扩散层(2)、二氧化硅层(3)和正金属电极；所述P型衬底的下面由上往下依次叠置钝化层(4)、氮化硅层(5)、背电场层(6)和背金属电极(7)；本实用新型中的透明导电层使电池片的受光率提高，同时其导电特性良好，也可以降低串联电阻，进而提高本实用新型的太阳能电池的短路电流和填充因子；通过优化太阳能电池中的各部分的具体尺寸与材质，使得本实用新型的太阳能电池的光电转换效率达到最优，同时本实用新型的制造方法简单易行，且与现有的制备工艺兼容，便于工业化生产。



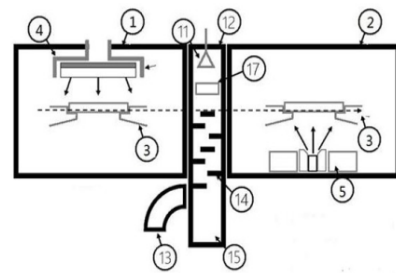
图表33：捷佳伟创专利2

(54)发明名称

制作双面透明导电氧化物薄膜的镀膜设备

(57)摘要

本发明公开了制作双面透明导电氧化物薄膜的镀膜设备，其至少包括第一镀膜腔(1)和第二镀膜腔(2)、横穿第一和第二镀膜腔的用于传输镀膜载板的传输带(3)，第一和第二镀膜腔内分别设有镀膜源，当待镀膜载板依次穿过第一和第二镀膜腔时，所述镀膜源对待镀膜载板双面镀制透明导电氧化物薄膜；本发明解决了离子镀膜和溅射镀膜的缺点，有效解决镀膜粉尘对于TCO薄膜质量及产品效率的影响，尤其适合高效率薄膜硅/晶体硅异质结太阳能电池的正面和背面连续生产时、方向由下往上镀膜源上方薄膜积迭所积造成的粉尘而产生缺陷。且本发明的设备和方法可适用于多种具有不同性能的TCO材料及不同形式的镀膜源。



## 3 PERC+技术的进度会在短期内对HJT推广产生影响

□ 假设新型PERC+技术的特征为：电池转换效率为24%，在PERC基础上的增量投资为1亿/GW，材料增量成本为0.02元/W，测算后新型PERC+电池片的单W成本为0.82元（含税）。

□ 将PERC+SE、TOPCON、新型PERC+、HJT（分为2019年底及2020Q3两种情形）四类技术的电池成本效率进行对比，最终结论为：TOPCON效率和良率仍待进一步提高，目前仍不具备经济性。2019年底的HJT不具备单瓦成本的经济性，但2020Q3随着设备和材料国产化会较PERC+SE具备经济性。新型PERC+技术果能顺利落地，会具备显著的经济性，且经济性高于2020Q3的HJT，因此如果出现新型PERC+技术落地，预计会对HJT的扩产进度造成一定影响。

### 图表34：各类电池技术成本及效率对比

	PERC (+SE)	PERC+		HJT (2019)	HJT (2020Q3)
		TOPCON	新型PERC+		
电池片类型	P型	N型	P型	N型	N型
2019预计常规量产转换效率	22.30%	23.00%	24.00%	24.00%	24.50%
转换效率提升幅度		3.14%	7.62%	7.62%	9.87%
电池片单W成本提升弹性		13.35%	32.41%	32.41%	41.96%
实验室转换效率		25%+	预计25%	26%+	26%+
单GW投资成本（亿）	2.5	3.2	4	8	5
单GW投资成本提升幅度		28%	60%	220%	100%
单W成本（元/W，目前）	0.83	暂无，考虑N型，按1元算。	0.81	1.3	0.97
单W成本提升幅度		20.48%	-2.41%	56.63%	16.87%
较PERC+SE是否具有经济性		否	是	否	是

## 目 录

一、异质结电池：光伏行业发展的第五次技术革命

---

二、现状与格局：星星之火，即将燎原

---

三、盈亏平衡点：设备和材料的国产化是关键

---

四、设备及材料：详细市场空间测算

---

五、替代性技术：PERC+技术的现状与前瞻

---

六、行业投资策略：平价上网，设备先行

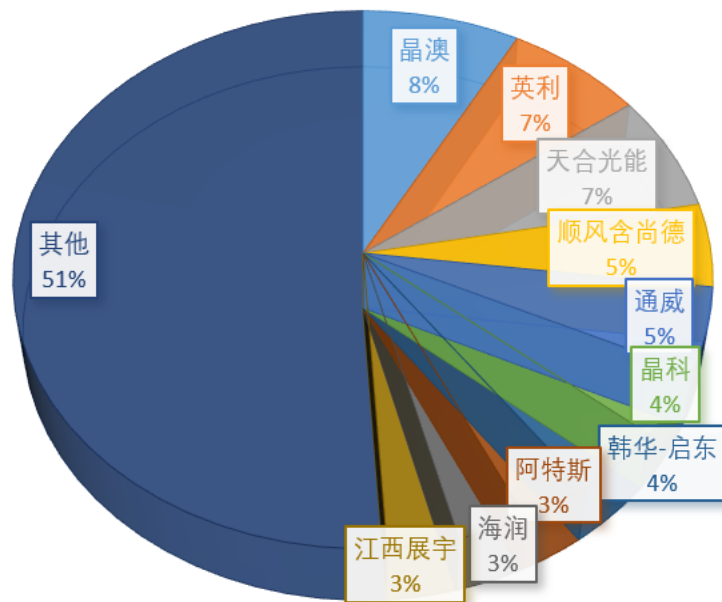


## 1 平价上网，设备先行

□ 光伏电池片行业存在显著的“后发优势”。光伏电池片行业属于重资产投资领域，当企业产能升级不能匹配技术迭代速度时，伴随着老产品的性价比丧失，企业将逐步被市场淘汰。

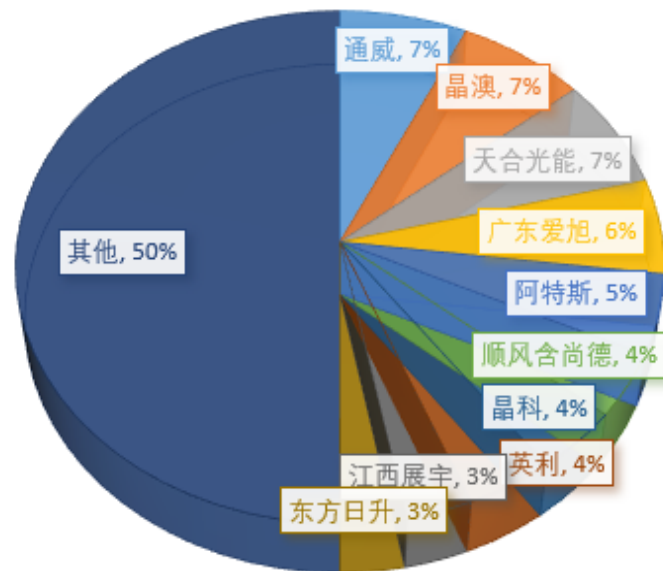
□ 从2016-2017年的光伏电池片企业产能分布来看，前十大企业市场集中度占比约为50%，且市场占有率排序变动明显，如爱旭2016年未入行业前十，2017年产能占比为行业第四。从PERC电池片产能来看，2019年润阳预计产能从2018年的2GW提升至11GW，PERC产能规模有望跃居行业第二。

图表35：2016年我国光伏电池片企业产能



来源：CPIA、中泰证券研究所

图表36：2017年我国光伏电池片企业产能



来源：CPIA、中泰证券研究所

## 1 平价上网，设备先行

❑ 电池片设备企业具备“先发优势”，充分受益行业技术迭代。工艺设备技术延展性强，设备龙头具有明显“先发优势”。凭借在基础工艺领域的长时间浸淫，即使技术出现迭代，电池片设备龙头也具备较为明显的先发优势，从而持续巩固市场地位。

❑ 其中，各细分底层工艺环节的市占率为：根据各公司招股说明书披露，①制绒、刻蚀工艺，捷佳伟创市占率70%；②扩散、镀膜工艺，捷佳伟创市占率50%；③激光工艺，帝尔激光市占率80%；④丝网印刷工艺：迈为股份市占率70%。

**图表37：技术演进过程中底层工艺具有延展性（红色字体代表新增工艺）**

	常规BSF电池	P-PERC单晶电池	P-PERC+SE	N-PERT	N-TOPCON	N-HIT电池	底层工艺
1	硅片清洗植绒	硅片清洗植绒	硅片清洗植绒	硅片清洗植绒	硅片清洗植绒	硅片清洗植绒	制绒
2	扩磷	扩磷	扩磷	扩硼	扩硼		扩散
3	—	—	激光掺杂	—	—	—	激光
4	等离子去边or湿法去背结	湿法去背结	湿法去背结	湿法去背结	湿法去背结	—	刻蚀
5	清洗	清洗	清洗	清洗	清洗	—	
6	—	—	—	离子注入磷或扩散	离子注入磷或扩散	PECVD沉积硼	镀膜
7	PECVD镀SiNx膜	PECVD镀SiNx	PECVD镀SiNx	PECVD镀SiNx	PECVD镀SiNx	PECVD沉积磷	
8	—	ALD+PECVD镀Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiNx	ALD+PECVD镀Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiNx	ALD+PECVD镀Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiNx	ALD+PECVD镀Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiNx	PVD镀透明导电膜	
9	—	激光开槽	激光开槽	—	LPCVD镀贯穿层	—	丝网印刷
10	3丝印+3烘干	3丝印+3烘干	3丝印+3烘干	3丝印+3烘干	3丝印+3烘干	3丝印+3烘干	
11	测试分选	测试分选	测试分选	测试分选	测试分选	测试分选	
工序数	6	8	9	8	9	4	
转换效率	19%-19.5%	21.5%-22%	22%-22.3%	22%-22.5%		23%-24%	
设备单位投资成本(亿/GW)	1.5	2	2.5	2.5	3.2	5-6	
PERC增量设备投资成本(亿/GW)		0	0.5	0.5	0.7	2.5-3.5	
增量设备类别		背钝化设备、激光开槽设备	激光掺杂设备	扩硼设备、离子注入或背扩散	扩硼设备、离子注入或背扩散设备、LPCVD	全新工艺，全新设备	

来源：捷佳伟创、迈为股份、帝尔激光招股说明书、中泰证券研究所

## 2 核心观点及投资策略

- 异质结是应运平价而生的光伏第五次技术革命，具备颠覆属性。异质结技术契合平价上网进程，降本增效力度不弱于前四次技术革命，有望带动行业新增装机增量爆发。同时具备颠覆性技术革命属性，将吸引新的产业资本关注，有望诞生新的行业龙头。
- 异质结产业化大潮的关键时点是**2020Q3**。我们从现状下、理论下、经验下三个维度测算了异质结组件的经济性，最终结论为异质结大规模产业化仍需满足两个要素：一是异质结设备投资额降至5亿/GW。二是低温银浆的国产化。设备降本结合银浆国产将带来异质结电池成本降至0.97元/W。
- 异质结市场空间测算。假设2025年异质结产业发展成熟，存量异质结电池产能为300GW,增量产能为100GW；经测算设备市场空间为300亿元，低温银浆市场空间为319亿元，靶材市场空间125亿元，异质结电池市场空间超3000亿元，组件市场空间超5000亿元。
- 新型PERC技术的发展不容忽视。TOPCON效率和良率仍待进一步提高，目前仍不具备经济性。2019年底的HJT不具备单瓦成本的经济性，但2020Q3随着设备和材料国产化会较PERC+SE具备经济性。新型PERC+技术如果能顺利落地，会具备显著的经济性，且经济性高于2020Q3的HJT，因此如果出现新型PERC+技术落地，预计会对HJT的扩产进度造成一定影响。
- 投资策略：给予异质结行业推荐评级。平价上网，设备先行，建议重点关注异质结设备投资机会，**核心推荐捷佳伟创（多重布局，技术具备安全边际）**，其次推荐迈为股份、金辰股份。其次建议关注异质结电池组件及材料投资机会，**核心推荐山煤国际（大手笔布局具备先发优势）**，其次推荐爱康科技。
- 风险提示：异质结行业发展不及预期、设备及材料降本不及预期、新型PERC+技术发展超预期。

# 重要声明

■中泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

■本报告基于本公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。但本公司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，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，可能会随时调整。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。

■市场有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

■投资者应注意，在法律允许的情况下，本公司及其本公司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投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司及其本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息。

■本报告版权归“中泰证券股份有限公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“中泰证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。