



异质结：颠覆与被颠覆

中泰证券 王可

2020年12月

中泰证券研究所
专业|深度|可信 投资知识服务

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

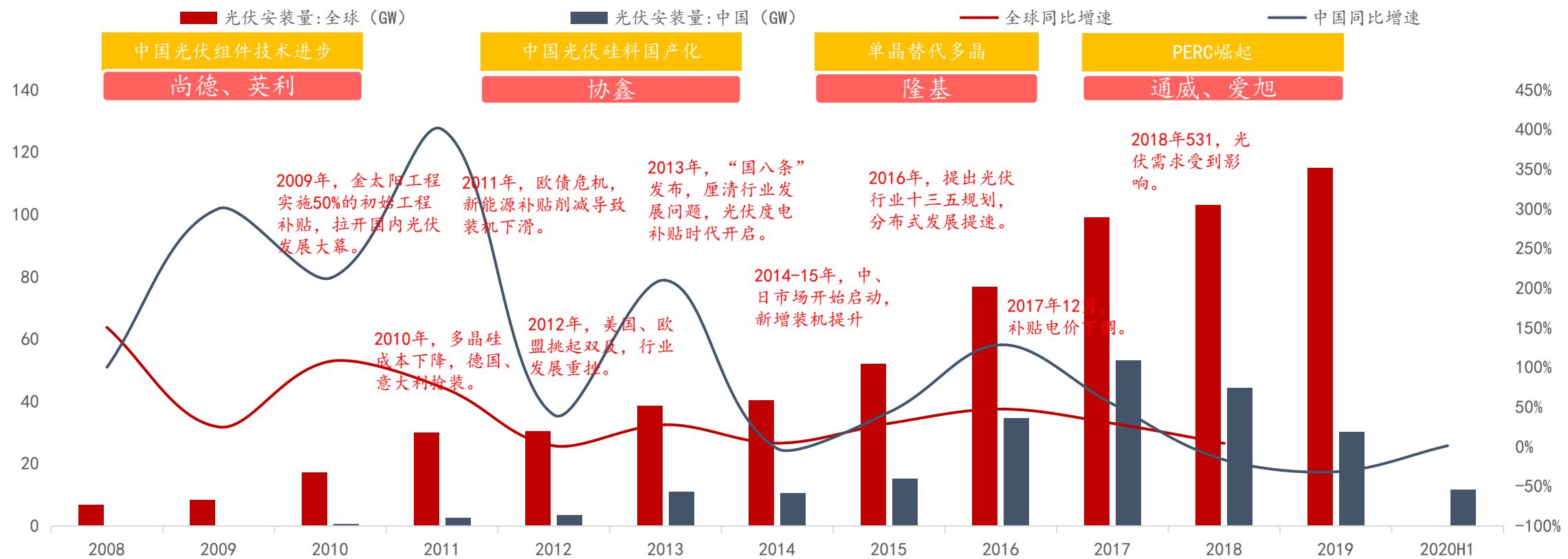
五、风险点分析：靶材、低温银浆

六、2021：异质结制造元年

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

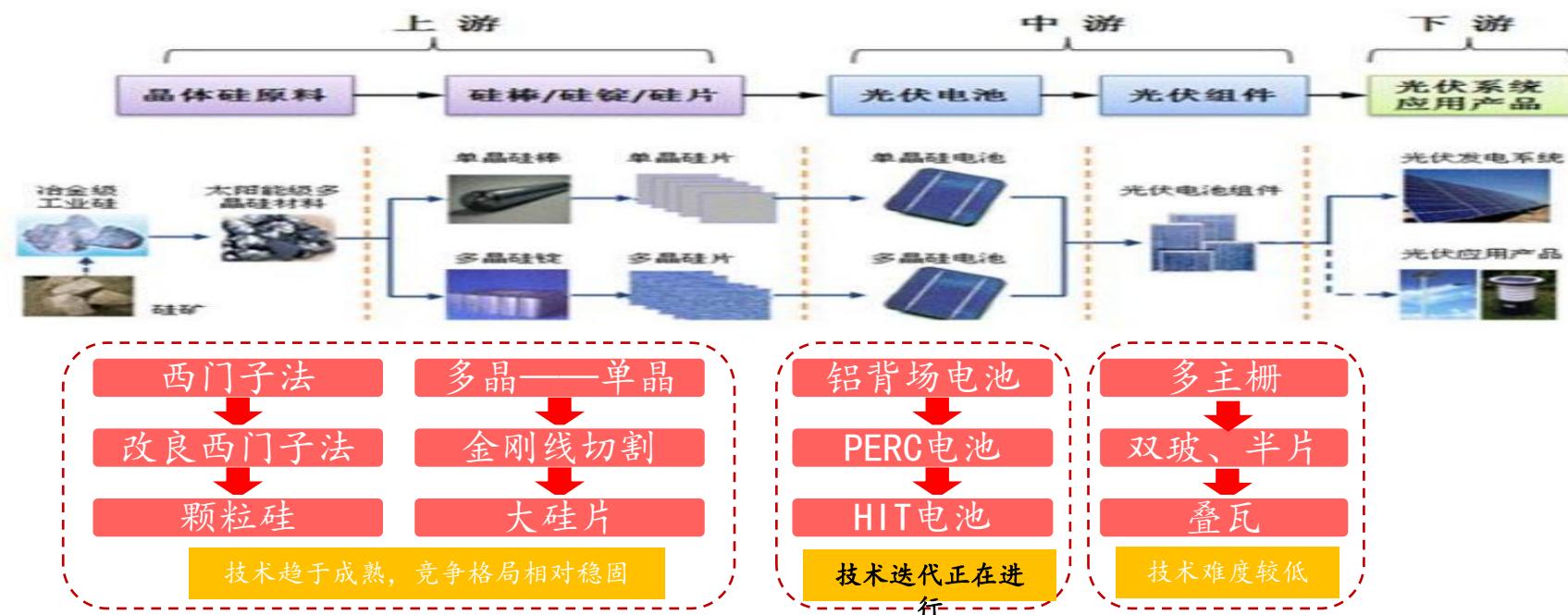


来源：SOLARZOOM、国家能源局、国际能源署、中泰证券研究所

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下降本增效的主阵地。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。

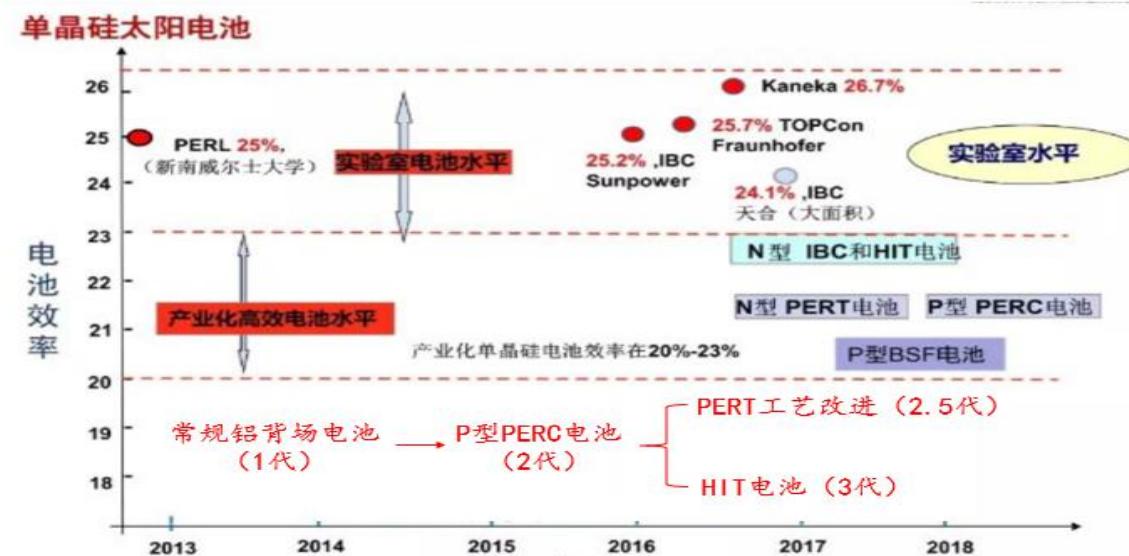
图表2：光伏产业链技术迭代过程



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。随着梅耶博格率先推出PERC量产设备，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。2016-2020年，PERC扩产产能分别为9、20、30、45、80GW（预计），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。

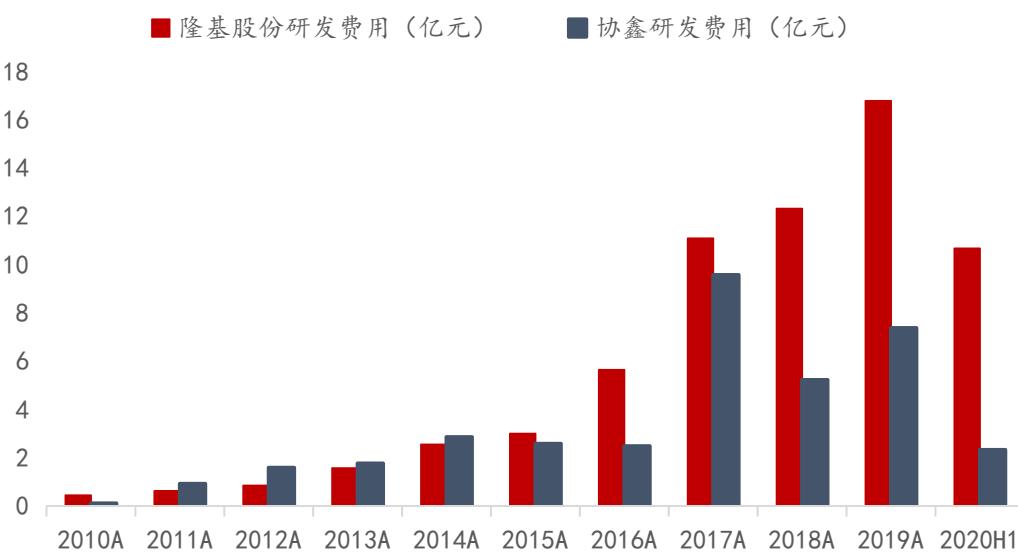
图表3：光伏电池片技术迭代方向



4 光伏技术革命：颠覆与被颠覆进程中的投资机会

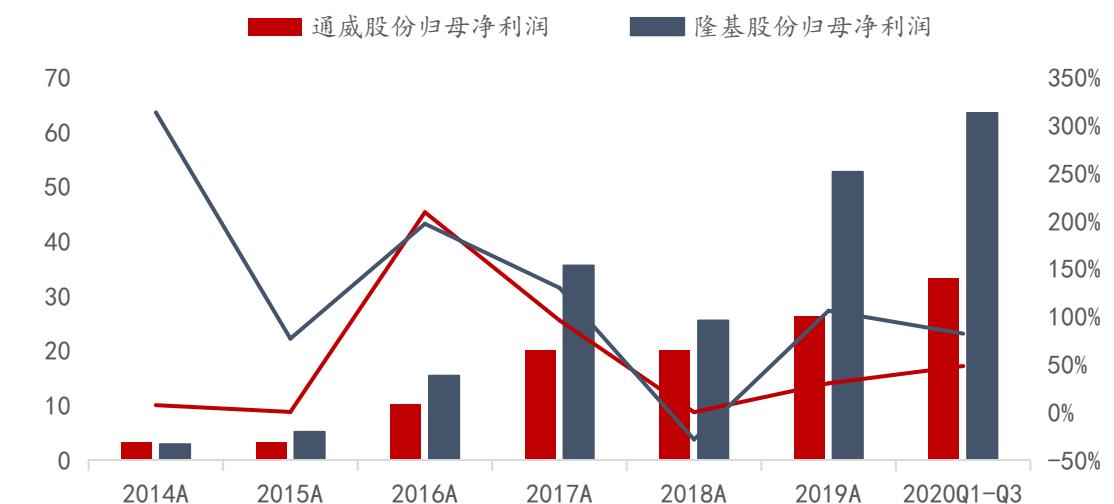
- 光伏技术革命孕育的是颠覆性机会。光伏行业作为新能源行业的重要构成，本质上仍是景气度持续向上的新兴行业，行业龙头具备一定先发优势，但是在新技术的冲击下，龙头的竞争格局依然会被颠覆。
- 异质结：应运平价而生，新的龙头或将诞生。异质结技术契合平价上网进程，降本增效力度不弱于前四次技术革命，有望带动行业新增装机增量爆发。同时具备颠覆性技术革命属性，将吸引新的产业资本关注。

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

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

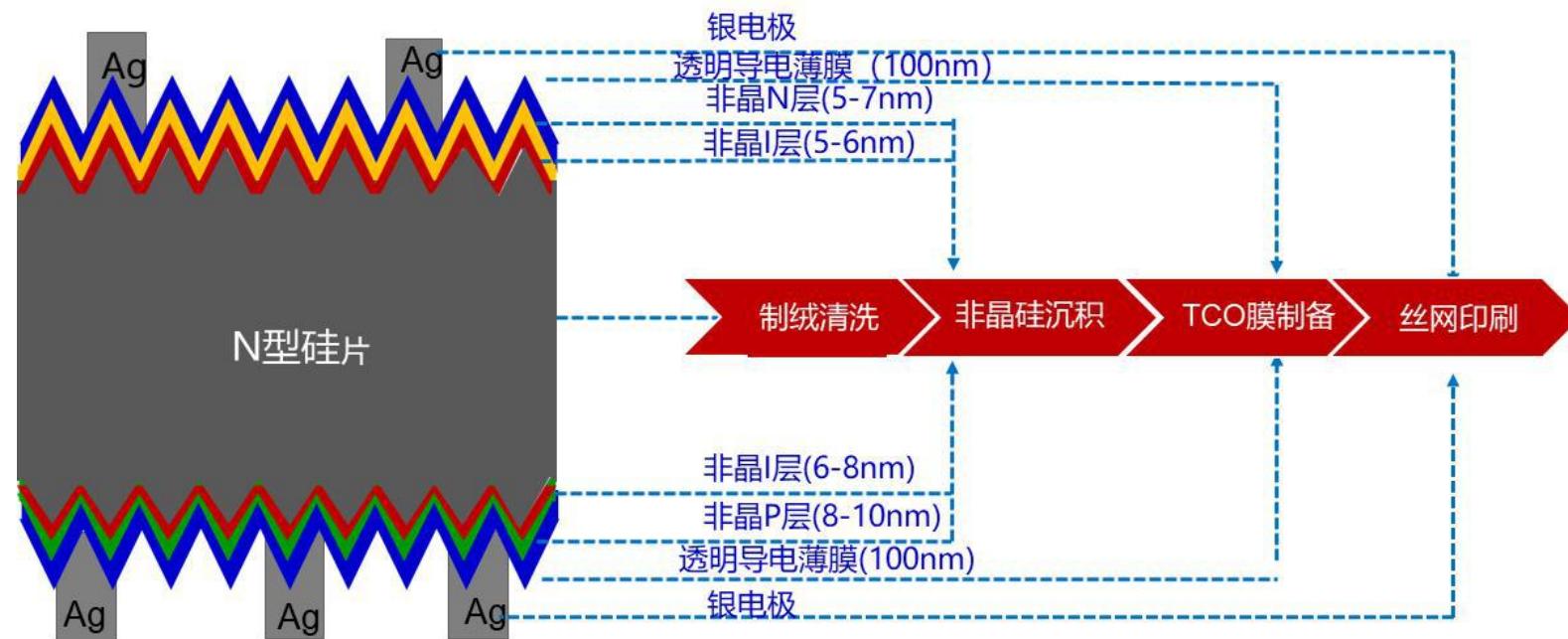
五、风险点分析：靶材、低温银浆

六、2021：异质结制造元年

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生伏特效应，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	公司状况
汉能	23.20%	120MW	停产
晋能	24%（光注入 +9BB）	150MW	满产
新日光	可到24.3%	40MW	满产
中智	22.8%（5BB）	160MW	被爱康托管
上澎	22.3%（5BB）	35MW	停产
金石	24%（9BB+光注入）	400MW	大量生产
REC	24.3%(0BB+光注入)	600MW	批量生产
成都通威	23.9%（9BB+光注入）	150MW	大批量生产
合肥通威	23.9%（9BB+光注入）	200MW	停产
日升	23.5%（9BB+光注入）	50MW	批量生产
爱康	(9BB 24.1%)	220MW	设备安装调试
	(无主栅叠瓦 24.3%)		

2 产业篇：行业GW级扩张时代即将开启

- 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。
- 爱康科技与泰兴高新区的6GW合作彰显政策扶持力度。政府参与到异质结扩展大军中来，是“十四五”对新能源、新技术支持的一个缩影。12月15日，爱康宣布长兴基地首次试样流片，随着国内首个异质结GW级基地进入流片阶段，行业扩张时代即将开启。

图表8：国内异质结产能规划情况

厂家	地点	产能	公司状况
开盛	安徽宣城	800MW	设备招标结束
通威	成都金堂	1GW	设备招标结束
山煤国际	山西晋中	1GW	设备招标中
爱康科技	浙江长兴	2GW	第一条线已入场
	江苏泰兴	2GW	政府协议已签订
东方日升	宁海	1GW	待定
阿特斯	嘉兴	250MW	设备制造中
晶澳	待定	200MW	待定

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：异质结设备降本逻辑简析

- 2019年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PECVD；二是采取进口还是国产方案；三是设备提产能，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投资额降至4-5亿/GW。

图表9：HJT设备成本构成

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	4.00	2.50
		自动下料机	10		
3	本征非晶硅沉积	自动上料机	10	10	4.00
		PECVD			
4	P型非晶硅沉积	PECVD		10	2.50
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
		低温烘干	10		
10	低温烘干	低温烘干机	10	0.75	1.20
11	测试分选	颜色、EL、IV测试分选	10		
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	

来源：东方日升、中泰证券研究所

图表10：HJT设备降本路径



来源：爱康科技、中泰证券研究所

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11：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	microtec
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

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、风险点分析：靶材、低温银浆

六、2021：异质结制造元年

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0.79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0.99元/W（含税，5年折旧测算）。

图表12：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)	0.47
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)	0.70
电池成本合计 (元/W, 含税)	0.79

来源：中泰证券研究所估算

图表13：异质结电池成本估算 (2020年达产)

	2020达产		
	M2	G1	M6
硅片	0.364	0.411	0.393
化学品	0.040	0.039	0.034
气体	0.019	0.018	0.017
靶材	0.047	0.045	0.041
银浆+耗材	0.185	0.184	0.184
非硅bom成本	0.290	0.287	0.277
折旧	0.200	0.200	0.200
水电+污水	0.050	0.050	0.050
人工	0.040	0.040	0.040
电池成本	0.944	0.988	0.959
测算条件	设备8.5亿/gw，银浆6000元/kg，效率24.3%。靶材2300元/kg，硅片价格基于当前		

来源：中泰证券研究所估算

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 $0.99+0.63=1.62$ 元/W（含税），PERC组件成本为 $0.79+0.66=1.45$ 元/W（含税）。异质结组件单瓦成本较PERC高0.2元/W（含税）。

图表14：不同类型组件制造成本

	78P 叠瓦	66P 叠瓦	72P 5BB	60P 5BB	72P MBB半片	60P MBB半片	HJT 78P 叠瓦	HJT 66P 叠瓦	HJT 72P MBB	HJT 60P MBB
组件功率/W	410	335	375	310	390	325	445	375	425	355
组件加工成本	辅材成本	0.4768	0.4843	0.4888	0.5086	0.4843	0.5010	0.4210	0.4345	0.4303
	人工	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397	0.0397
	动力	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087
	生产设备折旧	0.0224	0.0224	0.0141	0.0141	0.0141	0.0224	0.0224	0.0224	0.0224
	其他折旧	0.0080	0.0080	0.0070	0.0070	0.0070	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080
	其他费用	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100
	制造合计	0.0888	0.0888	0.0796	0.0796	0.0796	0.0888	0.0888	0.0888	0.0888
	组件非硅合计	0.5657	0.5732	0.5684	0.5882	0.5638	0.5806	0.5098	0.5234	0.5192
组件包装成本	0.0226	0.0221	0.0247	0.0208	0.0237	0.0199	0.0375	0.0404	0.0392	0.0427
合计含税	0.6618	0.6698	0.6669	0.6855	0.6609	0.6760	0.6136	0.6318	0.6259	0.6475
单块组件制造费用	271.34	224.37	250.10	212.49	257.75	219.69	273.03	236.93	266.00	229.87

来源：中泰证券研究所

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，24%转换效率的HJT电池售价为1.2元/W，HJT组件售价为2.1元/W（国内），2.5元/W（日本）。22.2%效率的PERC电池售价为0.85元/W，PERC组件售价1.6元/W。**现状下HJT组件溢价高达0.5-0.9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。但也为异质结制造企业提供了先发优势。**
- 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1.6元/W的组件价格测算，溢价空间为0.3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10%增益计算，额外将带来溢价空间为0.4元/W。即异质结组件的理论溢价空间约为0.7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0.63元/W=2.12元/W），高于PERC组件成本0.67元/W，也在理论溢价下基本打平PERC组件成本。**但从历史上来，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的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，0.99元/W的电池成本是2020年底达产的测算，但目前尚未达产跑出。

二是，即使是0.99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，0.99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，0.99元/W的成本需要实际跑出结果。

二是，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报价，但下游客户需要验证。

图表15：异质结电池成本测算（2021年）

	2021		
	M2	G1	M6
硅片	0.361	0.408	0.389
化学品	0.035	0.034	0.030
气体	0.019	0.018	0.017
靶材	0.053	0.052	0.048
银浆+耗材	0.160	0.159	0.164
非硅bom成本	0.267	0.264	0.258
折旧	0.120	0.120	0.120
水电+污水	0.045	0.045	0.045
人工	0.035	0.035	0.035
电池成本	0.828	0.871	0.847
测算条件	设备5亿/gw，银浆5500元/kg，效率24.5%。靶材2000元/kg，硅片价格基于当前		

来源：中泰证券研究所

4 异质结产业化大潮关键时点：GW级制造基地首次流片

- 从设备降本来看，国产品牌中捷佳伟创、迈为股份进展较快。从下游企业来看，爱康科技最为领先，其首次流片结果已于2020年12月15日发布，这是异质结行业的强催化剂。
- 从材料端来看，国产的低温银浆市占率不断提升，国产靶材基本完成进口替代，预计将受益产能提升出现规模效应。
- 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，但设备、材料降本及首次流片结果将会推动第一波异质结扩产高潮。

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、风险点分析：靶材、低温银浆

六、2021：异质结制造元年

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2020-2022年全球光伏电池片产能年均增速为15%；

②基于已有产能规划，2021年HJT预计扩产计划8GW；参考PERC产能在2016-2018年新增10GW、20GW、30GW，**随着2020年底异质结降本及流片，即到2021年异质结将迎来第一波扩产高潮，假设2021-2023年HJT新增产能为15GW、30GW、50GW（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2020年PERC扩产达到120GW，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16：异质结行业扩产节奏预测

	细分指标	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E	2025E
扩产节奏	光伏电池片产能 (GW)	132.43	163.96	175.14	201.41	236.2	
	HJT电池片渗透率 (%)	0.76%	1.52%	2.57%	9.68%	21%	
	HJT电池存量产能 (GW)	1.00	2.50	4.50	19.50	49.50	300.00
	HJT电池增量产能 (GW)		1.50	2.00	15.00	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，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17：异质结设备市场空间测算

	细分指标	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E	2025E
扩产节奏	光伏电池片产能 (GW)	132.43	163.96	175.14	201.41	236.2	
	HJT电池片渗透率 (%)	0.76%	1.52%	2.57%	9.68%	21%	
	HJT电池存量产能 (GW)	1.00	2.50	4.50	19.50	49.50	300.00
	HJT电池增量产能 (GW)		1.50	2.00	15.00	30.00	100.00
设备	HJT生产线单位投资额 (亿元/GW)		10	5	4	3.5	3
	HJT电池生产线市场空间 (亿元)		15	10	60	105	300

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，假设银单耗为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、0:5:5，2019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18：异质结行业扩产节奏预测

		细分指标	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E	2025E
扩产节奏	光伏电池片产能 (GW)	132.43	163.96	175.14	201.41	236.2		
	HJT电池片渗透率 (%)	0.76%	1.52%	2.57%	9.68%	21%		
	HJT电池存量产能 (GW)	1.00	2.50	4.50	19.50	49.50	300.00	
	HJT电池增量产能 (GW)		1.50	2.00	15.00	30.00	100.00	
设备	HJT生产线单位投资额 (亿元/GW)		10	5	4	3.5	3	
	HJT电池生产线市场空间 (亿元)		15	10	60	105	300	
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	
	低温银浆价格 (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	4.33	7.16	25.94	62.87	318.00	
靶材	ITO单耗 (mg/片)				130			
	SCOT单耗 (mg/片)				130			
	IWO单耗 (mg/片)				110			
	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	0.92	1.90	0.00	0.00	
	SCOT市场空间 (亿元)		0.49	1.40	4.85	12.30	74.42	
	IWO市场空间 (亿元)		0.10	0.35	2.89	8.71	50.18	
	靶材合计市场空间 (亿元)		1.53	2.67	9.63	21.01	124.59	

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19：异质结详细市场空间测算及相关标的

		细分指标		2018A	2019A	2020E	2021E	2022E	2025E
扩产节奏	光伏电池片产能 (GW)	132.43	163.96	175.14	201.41	236.2			
	HJT电池片渗透率 (%)	0.76%	1.52%	2.57%	9.68%	21%			
	HJT电池存产量产能 (GW)	1.00	2.50	4.50	19.50	49.50	300.00		
	HJT电池增量产能 (GW)		1.50	2.00	15.00	30.00	100.00		
设备	HJT生产线单位投资额 (亿元/GW)		10	5	4	3.5	3		
	HJT电池生产线市场空间 (亿元)		15	10	60	105	300		
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		
	低温银浆价格 (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	4.33	7.16	25.94	62.87	318.00		
靶材	ITO单耗 (mg/片)			130					
	SCOT单耗 (mg/片)				130				
	IWO单耗 (mg/片)				110				
	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	0.92	1.90	0.00	0.00		
	SCOT市场空间 (亿元)		0.49	1.40	4.85	12.30	74.42		
	IWO市场空间 (亿元)		0.10	0.35	2.89	8.71	50.18		
产品	靶材合计市场空间 (亿元)		1.53	2.67	9.63	21.01	124.59		
	HJT电池价格 (元/W)		1.7	1.25	1.19	1.13	1.07		
	HJT电池市场空间 (亿元)		42.5	56.25	232.05	559.35	3210		
	HJT组件价格 (元/W)		2.5	2.05	1.95	1.85	1.76		
	HJT组件市场空间 (亿元)		62.5	92.25	380.25	915.75	5280		

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

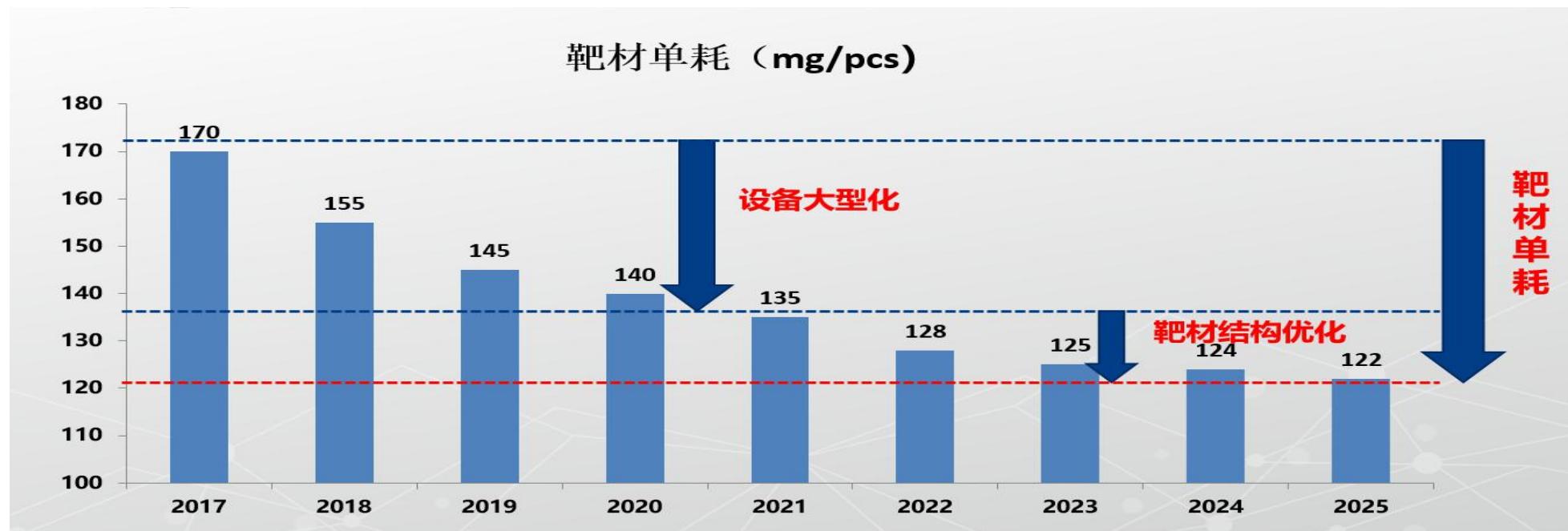
五、风险点分析：靶材、低温银浆

六、2021：异质结制造元年

1 靶材：铟矿会短缺吗？

- 市场质疑铟的存量不足以支撑异质结产业大规模发展。基于产业链调研，我们认为不会发生，主要原因：一是铟的单耗正持续降低，随着设备大型化，单片靶材的耗量从170mg已降至140mg。二是铟可以从其他矿产中提炼，如铁矿。
- 实际上铁矿石里面也会有万分之0.5至1的铟含量，对应每年有5万吨以上的铟能够产出。考虑回收的情况下，每GW纯铟的用量分别是，PVD工艺对应8吨，PRD工艺对应6.5吨，因此铟是绝对够用的。

图表20：异质结靶材单耗降低路径

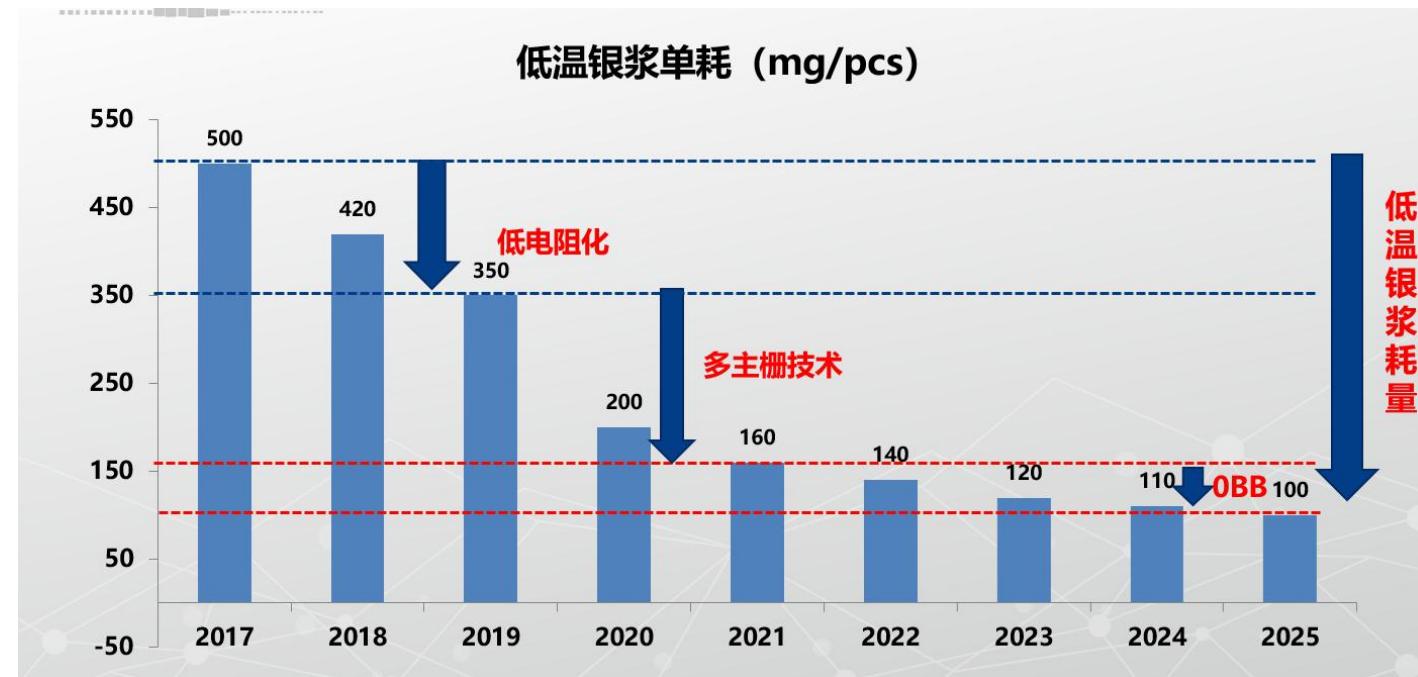


来源：索比光伏、中泰证券研究所

2 低温银浆：会成为成本制约吗？

□ 市场质疑低温银浆会成为异质结相较于PERC性价比的制约，主要是异质结的低温银浆用量更高，同时低温银浆相对高温银浆更贵。我们认为，异质结的低温银浆不会成为发展制约，主要原因：一是银单耗不能静态来看，随着技术进步，正持续降低。在采用如无主栅叠瓦等技术后，银单耗能够降至单片100mg，且均为双面发电，已与PERC非常接近。二是低温银浆具备降价空间。虽然目前低温银浆仍较高温银浆高20%左右的价格，但随着异质结规模提升、国产低温银浆厂的崛起，低温银浆价格有望向高温银浆趋近。

图表21：异质结低温银浆单耗降低路径



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、风险点分析：靶材、低温银浆

六、**2021：异质结制造元年**

1 2020年是异质结设备元年

- 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，设备公司依托底层工艺布局成长为行业龙头。①制绒、刻蚀工艺，捷佳伟创；②扩散、镀膜工艺，捷佳伟创；③激光工艺，帝尔激光；④丝网印刷工艺：迈为股份。

图表22：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 ₂ O ₃ +SiNx	PVD镀透明导电膜				
9	—	激光开槽	激光开槽	—	LPCVD镀邃穿层	—	
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	丝网印刷
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	

1 2020年是异质结设备元年

- 2020年异质结设备公司受资本市场关注。体现两个特征：一是资本市场对异质结技术路线的认可；二是大家更希望投资确定性的机会。

图表23：捷佳伟创股价走势



来源：wind、中泰证券研究所估算

图表24：迈为股份股价走势

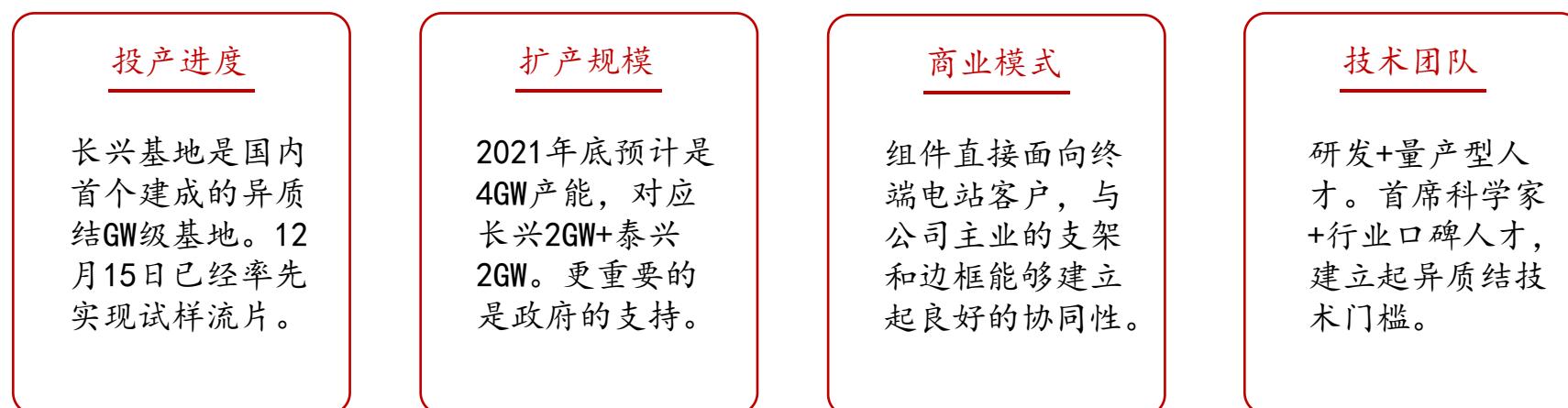


来源：wind、中泰证券研究所估算

2 2021年是异质结制造元年

- 相比于异质结设备标的，制造企业直接对标隆基通威，弹性更大。我们认为异质结有望成为电池环节的阶段性终极技术，其颠覆性属性将诞生市占率更高的大市值龙头。对标历史，协鑫实现硅料国产化后硅料竞争格局开始稳定，其市值的峰值在1000亿左右；隆基实现单晶替代多晶后硅片竞争格局开始稳定，目前其市值峰值已超过3000亿；电池片环节尚无高市占率龙头，异质结技术凭借其高投资、高门槛特性有望催化高市占率龙头，同时光伏电池市场空间较硅料、硅片均更大，未来异质结制造企业具备巨大成长潜力。
- 2020年异质结行业确定性最强的是设备，但2021年随着异质结出片的成功，制造企业将能够看到异质结业务的业绩，从而提升确定性。

图表25：以爱康为例，异质结制造企业竞争力分析



来源：中泰证券研究所