

专用设备行业

光伏产业链景气持续传导，重视光伏设备投资机会

行业评级

买入

前次评级

买入

报告日期

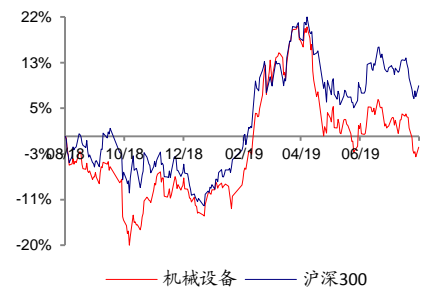
2019-08-21

核心观点：

相对市场表现

● 产业链景气传导和价值分布，决定扩产强度和装备需求弹性

光伏产业链由上游硅料和硅片，中游电池片和下游组件，以及最终端的光伏电站组成，因此构成了产业链上需求的传导和成本的分布。一方面由于技术迭代带来的一个环节持续扩产达产将带动上游环节投资供需趋紧重启投资。另一方面，新技术产业化带动产品性价比提升也将降低下游成本刺激需求扩大，这其中电池片环节是承上启下的最重要一环。而产业链价值分布决定了各环节降本空间和结构，进而决定了不同技术路线迭代的经济性和必要性，从而为我们分析下游投资规模和设备需求弹性提供依据。



● 电池环节：Perc 加速替代，HIT 投资兴起

随着高成本电池片产能退出和组件装机规模后续提升，以及单晶对多晶需求形成替代，Perc 电池片价格有望企稳，规划中的 Perc 扩产仍在有序落地。降本增效始终是光伏行业永恒的主题，继 PERC 电池之后，HIT 电池技术崭露头角。未来 3 年可能是 Perc 电池与 HIT 电池共存的产业大发展时代，电池片核心制程设备国产化将加速高效技术产业化进程。

分析师：

罗立波



SAC 执证号：S0260513050002



021-60750636



luolibob@gf.com.cn

分析师：

王珂



SAC 执证号：S0260517080006



021-60750636



gfwangke@gf.com.cn

分析师：

代川



SAC 执证号：S0260517080007



021-60750615



daichuan@gf.com.cn

分析师：

刘芷君



SAC 执证号：S0260514030001



SFC CE No. BMW928



021-60750802



liuzhijun@gf.com.cn

请注意，罗立波、王珂、代川并非香港证券及期货事务监察委员会的注册持牌人，不可在香港从事受监管活动。

● 硅片环节：尺寸换代来临，推动行业投资升级

硅片是光伏产业链中最前端的制造环节，因此硅片环节是决定单多晶工艺路线差别的根本所在。下半年国内电池厂产能扩张幅度远大于硅片，硅片供应不足局面将延续。同时未来硅片产能增量将以单晶为主，打开了单晶长晶炉和切片设备长期需求将带来提振。而大尺寸硅片换代来临将驱动硅片产能新一轮设备升级投资，长晶设备迎来景气向上与工艺溢价叠加。

● 投资建议

下半年国内光伏装机提速，带动组件及中上游产品需求，产业链景气度走高。国家能源局预计国内全年可建成并网的装机容量在 40-45GW，下半年度装机规模将接近历史最高水平。电池片环节，随着高成本产能退出和组件装机规模提升，下半年 Perc 电池片价格有望企稳回升，Perc 扩产仍有序落地。同时 HIT 电池技术凭借高效优势开始崭露头角，核心设备加速国产化有望带动成本下降至可量产水平。硅片环节，下半年高效电池片产能集中投产，单晶硅片将延续供不应求趋势，同时硅片尺寸换代来临，下游升级扩产将直接拉动长晶设备需求。继续重点推荐电池片设备核心供应商捷佳伟创、迈为股份，长晶及硅片设备核心供应商晶盛机电，建议关注组件设备核心供应商金辰股份、先导智能。

● 风险提示

需求波动风险；产业政策变化风险；经营波动风险；海外订单下降风险

相关研究：

专用设备行业:锂电设备企业 2019-06-27

矩阵形成，密切关注下游投资进程

光伏设备行业:政策环境不断 2019-01-10

完善，光伏设备企业迎机遇

重点公司估值和财务分析表

股票简称	股票代码	货币	最新	最近	评级	合理价值 (元/股)	EPS(元)		PE(x)		EV/EBITDA(x)		ROE(%)	
			收盘价	报告日期			2019E	2020E	2019E	2020E	2019E	2020E	2019E	2020E
捷佳伟创	300724	CNY	29.54	2019/7/12	买入	35.91	1.33	1.79	22.21	16.50	16.36	21.01	16.1	17.7
迈为股份	300751	CNY	152.56	2019/7/8	买入	151	5.38	7.49	28.36	20.37	20.22	14.35	19.7	21.6
晶盛机电	300316	CNY	14.44	2019/7/12	买入	13.25	0.53	0.63	27.25	22.92	18.74	15.81	14.4	14.6

数据来源: Wind、广发证券发展研究中心

备注: 表中估值指标按照最新收盘价计算

目录索引

一、光伏产业链景气度判断	6
1.1 产业链景气传导过程	6
1.2 产业链价值结构分布	6
1.3 产业链工艺设备梳理	8
1.4 上半年光伏产业情况	9
1.5 下半年光伏产业展望	11
1.6 今年产业政策梳理	12
二、电池：PERC 加速替代，HIT 投资兴起	14
2.1 技术路线：PERC 投资延续，HIT 等高效技术崭露头角	14
2.2 供需分析：密集投产导致价格下降，落后产能淘汰后迎来平衡	15
2.3 设备投资：高效技术交替发展，电池片设备环节持续前行	18
2.4 相关公司：捷佳伟创、迈为股份	19
三、硅片：尺寸换代来临，推动行业投资升级	22
3.1 技术路线：单晶大硅片优势继续扩大，长晶环节成投资核心	22
3.2 供需分析：单晶硅片供不应求，局势将延续至 2020 年	23
3.3 设备投资：硅片尺寸迭代时代来临，推动投资规模升级	24
3.4 相关公司：晶盛机电	27
四、组件：下半年装机回升，新工艺环节增多	29
4.1 技术路线：叠瓦、双面、半片等技术迭起	29
4.2 供需分析：下半年国内需求回升，海外需求延续增长	32
4.3 设备投资：新组件技术增加工艺环节，设备多兼容性成趋势	35
4.4 相关公司：金辰股份、先导智能	36
五、投资建议	37

图表索引

图 1: 光伏产业链上下游示意图.....	6
图 2: 2018 年地面光伏系统初始投资结构.....	7
图 3: 2018 年光伏组件成本结构.....	7
图 4: 2018 年 M2 单晶规格电池片成本结构.....	7
图 5: 2018 年 M2 单晶规格硅片成本结构.....	7
图 6: 光伏产业链工序、设备与相关上市公司示意图.....	8
图 7: 2019 年上半年光伏各环节产量同比增速.....	9
图 8: 2019 年上半年光伏各环节出口金额 (亿美元).....	10
图 9: 2013 至 2019 年全球光伏最低中标电价发展趋势 (美分/kWh).....	10
图 10: 国内光伏半年度装机情况.....	11
图 11: 国内光伏企业研发费用变化.....	12
图 12: 各类电池技术市场占比变化预测.....	14
图 13: 各类电池技术量产效率与组件成本对比 (2018).....	14
图 14: 各类电池技术迭代所需设备解决方案.....	15
图 15: 全球光伏电池片产量及同比.....	16
图 16: 中国光伏电池片产量及同比增速.....	16
图 17: 国内 Perc/Perc 双面电池片价格 (元/W, 21.5%).....	17
图 18: 国内现有 Perc 电池产能成本分布区间.....	17
图 19: 国内光伏电池片产能预测.....	18
图 20: PERC 与 HIT 技术工艺及对应设备.....	19
图 21: 捷佳伟创发展历程.....	20
图 22: 捷佳伟创电池片核心制程设备布局.....	20
图 23: 迈为股份发展历程.....	20
图 24: 迈为股份电池片环节成套设备.....	20
图 25: 2018 年中国光伏硅片产量单/多晶占比.....	22
图 26: 2019 年上半年中国光伏硅片产量单/多晶占比.....	22
图 27: 单晶电池产量占比预测.....	22
图 28: 全球光伏硅片产量及中国占比.....	23
图 29: 中国光伏硅片产量及同比增速.....	23
图 30: 国内电池片和硅片产能预测.....	24
图 31: 国内单晶/多晶硅片价格及价差 (元/片, 156mm).....	24
图 32: 光伏硅片持仓发展趋势.....	25
图 33: 中环股份推出 M12 大尺寸硅片.....	26
图 34: 光伏单晶长晶炉内部结构.....	26
图 35: 隆基股份和中环股份未来两年光伏硅片扩产规划.....	27
图 36: 晶盛机电在 12 寸大尺寸硅片领域具备全套设备生产能力.....	28
图 37: 晶盛机电帮助客户搭建的无人硅片抛光车间.....	28
图 38: 晶盛机电帮助客户搭建的自动化电池生产线.....	28
图 39: 光伏组件内部构成.....	29

图 40: 单/双面组件市占率变化趋势	30
图 41: 叠瓦产能预测 (GW)	30
图 42: 叠瓦组件结构示意图	30
图 43: 叠瓦组件出货企业和地域分布	31
图 44: 主栅技术市占率变化趋势	31
图 45: 隆基组件新品 Hi-MO X	32
图 46: 全球光伏电池片产量及中国占比	33
图 47: 中国光伏电池片产量及同比增速	33
图 48: 国内下半年光伏半装机规模预测	33
图 49: 2018/19 年上半年中国光伏产品出口金额对比	34
图 50: 2018 年中国主要组件出口国家/地区	34
图 51: 2019 年上半年中国主要组件出口国家/地区	34
图 52: 光伏组件制造工艺	35
图 53: 金辰股份组件层压机	36
图 54: 金辰股份组件串焊机	36
图 55: 先导智能高速串焊机	37
图 56: 先导智能叠瓦成套组件设备	37
表 1: 2019 年上半年重要政策概览	12
表 2: 2019 年上半年重要政策主要内容摘要	13
表 3: 2019 二三季度 Perc 电池投产统计	18
表 4: 组件厂商新建产线设备投资额	32
表 5: 光伏组件主要生产设备及用途	36

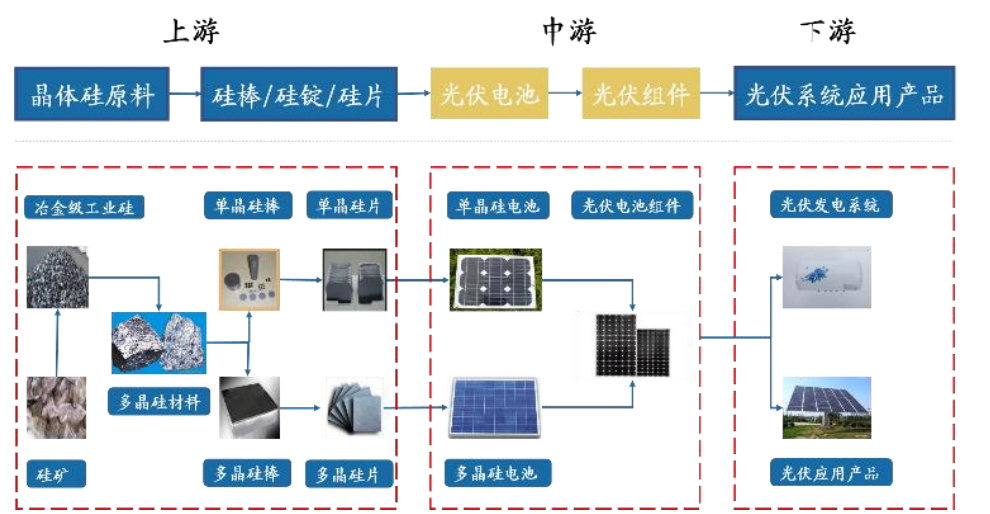
一、光伏产业链景气度判断

1.1 产业链景气传导过程

光伏产业是指将硅料通过各类技术和工艺路线生产出太阳能电池片，并将太阳能电池经过串并联后进行封装保护形成大面积的太阳能电池组件，再配合功率控制器等，形成光伏发电装置的产业链。

太阳能光伏产业链由三大环节组成，分别为：上游硅料和硅片，中游电池片和下游组件，以及最终端的光伏电站。从整个产业链利润分布来看，上游企业和中游企业利润主要由产品单位价格、生产成本和出货量决定，下游应用端发电站运营的收益相对稳定，跟标杆电价、光照时间相关。中间段电池片和电池组件的附加值较低。根据Photon consulting统计结果，在光伏行业各环节中，若以营业利润率进行排序，则有如下顺序：硅片>电池片>电池系统安装及服务>电池组件。同时产业链各个环节的利润率分布也是动态变化的，一方面由于技术迭代带来的一个环节持续扩产达产将带动上游环节投资供需趋紧重启投资。另一方面，新技术产业化带动产品性价比提升也将降低下游成本刺激需求不断扩大。而这其中电池片环节是承上启下的最重要一环。

图 1：光伏产业链上下游示意图



数据来源：光伏技术网，广发证券发展研究中心

1.2 产业链价值结构分布

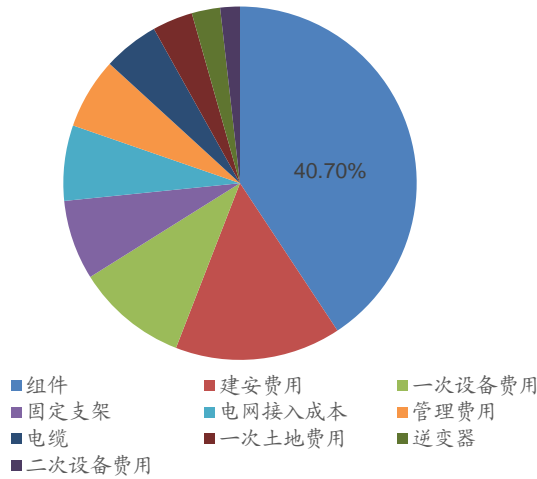
产业链价值分布决定了各环节降本空间降本结构，进而决定了不同技术迭代路径的必要性，从而为我们分析下游投资规模和设备需求弹性提供依据。

首先从电站角度看，组件成本已经下降至电站成本四成左右，其他固定成本开支相对刚性。在其他固定成本不变的情况下，单板功率越大则单W非组件成本摊薄的越低，因此下游电站有很强意愿接受大功率组件，上游的大尺寸硅片等高功率技术有巨大空间。因此组件的价值分布决定了大功率/大硅片技术路线的必然趋势。

从光伏组件成本构成来看，电池片成本占比依然接近七成，成为组件降成本的主要环节。因此未来新建组件产能必须可以兼容多种电池片尺寸和技术路线，组件生产

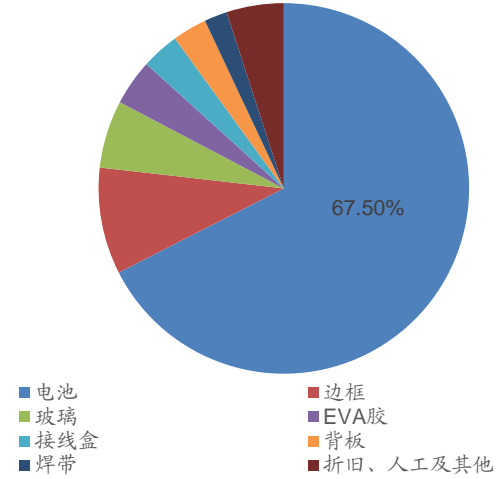
效率优先也决定了组件产能设备投资更追求性价比。而叠瓦、半片等组件生产工艺也成本降本增效的有利手段。

图 2：2018年地面光伏系统初始投资结构



数据来源：光伏领跑者创新论坛，广发证券发展研究中心

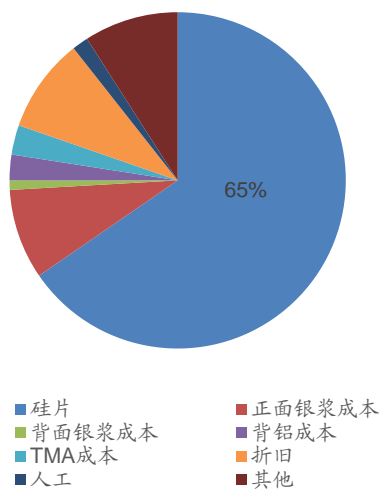
图 3：2018年光伏组件成本结构



数据来源：光伏领跑者创新论坛，广发证券发展研究中心

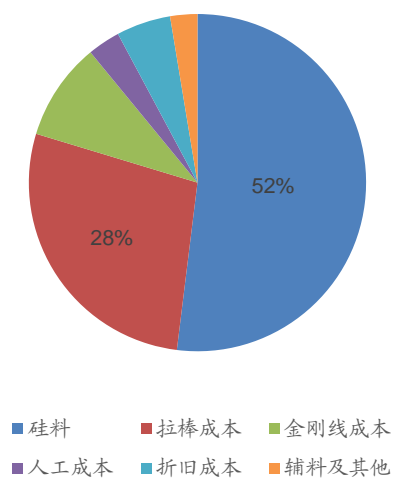
从光伏电池片成本构成看，根据光伏产业协会数据统计，硅片成本占比65%，非硅成本占比35%。银浆等非硅材料的降低有赖于新型的电池片技术和丝网印刷工艺。因此N型HIT技术具备降低硅片厚度，降低生产温度，提高转换效率等优势，对电池片环节降本增效具有重大意义。同时，高效扩散镀膜设备和丝网印刷设备依然是电池工艺主要的硬件需求。

图 4：2018年M2单晶规格电池片成本结构



数据来源：中国光伏产业协会，广发证券发展研究中心

图 5：2018年M2单晶规格硅片成本结构



数据来源：中国光伏产业协会，广发证券发展研究中心

从光伏硅片成本构成看，硅料成本占比52%，非硅成本占比48%。其中拉晶成本28%，切片成本占比9%，尤其是拉晶工艺成为硅片生产中主要的成本工艺。硅片的价值分布显示长晶拉棒是硅片制程中的核心工艺，降本有赖于长晶炉效率的提升以及长晶产能的自动化改造带来的综合节拍加快。该环节主要新型技术包括大硅片、连续拉晶等技术。

1.3 产业链工艺设备梳理

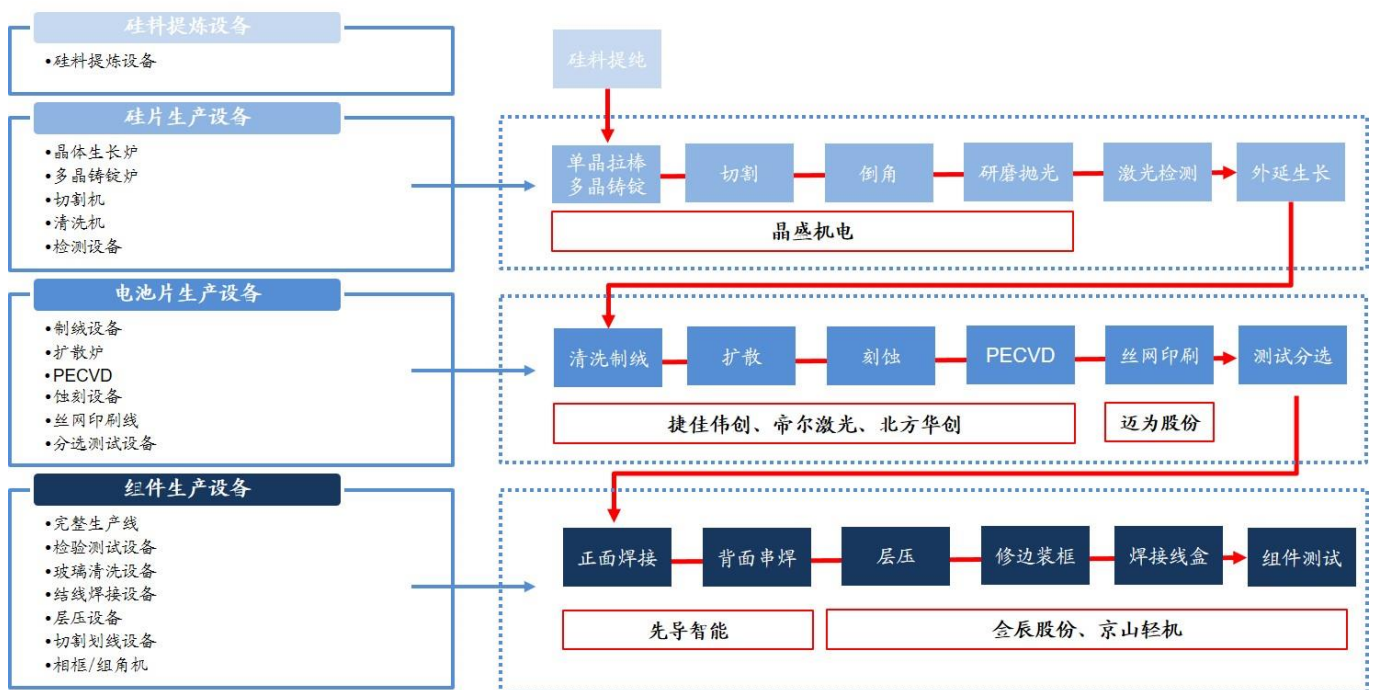
从产业链工艺设备来看，最上游硅料提纯产业，核心工序就是多晶硅的提纯，涉及的主要设备是硅料提炼设备。

上游硅片产业，核心工序按多晶硅片和单晶硅片分为两条技术路线，两者主要差异在第一道工序，单晶一般使用直拉技术（目前协鑫也在推广铸锭单晶产品），多晶一般使用铸锭技术。后续环节包括切割、倒角、研磨抛光、检测和外延生长。对应的生产设备分别为长晶炉、铸锭炉、切割机、倒角机、抛光机、清洗和检测设备。目前相关上市公司主要包括长晶炉和硅片加工设备供应商晶盛机电。

中游电池片产业，核心工序根据不同技术路线也有一定差异，以Perc等高效电池技术为例主要生产环节包括制绒、扩散、刻蚀、镀膜、丝网印刷和测试分选。相关加工设备分别为制绒炉、扩散炉、刻蚀机、Pecvd设备、丝网印刷机、分选和测试机等。相关上市公司主要包括扩散和Pecvd设备供应商捷佳伟创和北方华创、丝网印刷设备供应商迈为股份、激光刻槽设备供应商帝尔激光等。

下游组件产业，核心工序根据电池片排列方式（如叠瓦、拼片）也有一定差异，以传统组件生产为例主要加工环节包括焊接、串焊、层压、装框、接线盒组装和组件测试。相关对应设备包括层压机、串焊机、装框机等。相关上市公司包括串焊机和ALD供应商先导智能、组件产线供应商金辰股份和京山轻机。

图 6：光伏产业链工序、设备与相关上市公司示意图



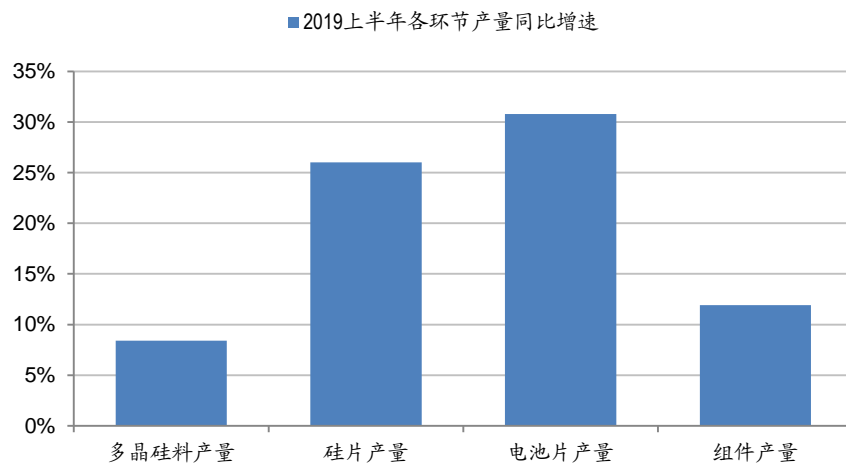
数据来源：光伏技术网，广发证券发展研究中心

1.4 上半年光伏产业情况

2019年7月25日由中国光伏行业协会主办的光伏行业2019年上半年发展回顾与下半年形势展望研讨会在北京召开。工业和信息化部电子信息司副司长吴胜武在会上发言指出上半年我国光伏产业四大特征。2019年上半年我国光伏产业整体保持健康发展，一是制造规模稳步提升，多晶硅、硅片、电池、组件等各主要制造环节产量增长明显；二是技术水平不断提升，骨干企业量产单晶PERC电池的平均转换效率已突破22.6%，结合MBB、半片、叠瓦等技术后，组件量产最高功率已突破400MW，TOPCon、HJT等高效电池技术稳步推进；三是对外贸易快速扩大，根据光伏行业协会统计数据，1-6月我国光伏产品出口额同比增长31.7%，电池与组件实现出口额和出口量双增；四是装机规模仍居首位，1-6月我国光伏发电新增装机约11.4GW，预计2019全年将达到40GW以上，继续保持一定规模，并位居全球第一。2019年上半年，海外市场是我国光伏制造保持增长的主要驱动力，下半年随着补贴项目、平价项目相继落地，国内市场有望恢复，预计2019年全年我国光伏制造业整体仍将保持平稳增长。

此次峰会上中国光伏行业协会副理事长兼秘书长王勃华介绍了2019年上半年我国光伏产业各个环节发展情况。根据光伏行业协会统计数据，多晶硅环节，2019年上半年我国多晶硅产量15.5万吨，同比增加8.4%，上半年新增产能5.7万吨。硅片环节，2019年上半年我国硅片产量63GW，同比增长26%，产量前十企业占总产量的90.1%。电池片环节，2019年上半年我国电池片产量约51GW，同比增长30.8%，产量前十企业均超过2GW。组件环节，2019年上半年我国组件产量约47GW，同比增长约11.9%，上半年主要企业基本保持满产。

图 7：2019年上半年光伏各环节产量同比增速

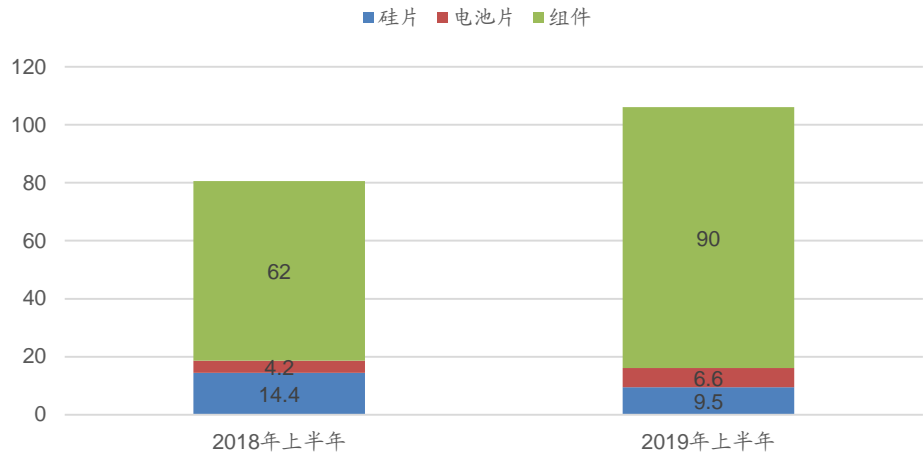


数据来源：中国光伏行业协会，广发证券发展研究中心

光伏产品进出口方面，根据中国光伏行业协会统计2019年上半年我国光伏产品(硅片、电池片、组件)出口总额106.1亿美元，同比增长31.7%。分不同产品来看，2019年上半年硅片出口金额同比下降，出口量小幅增长，单晶硅片占比超过70%(2018年占比约35%); 电池片出口额大幅增长，上半年出口量超过2018年全年出口量; 组件出口额90亿美元，大幅增长，出口量约36GW，同比增长近一倍。2019年上半年我国光伏组件出口国家/地区更加多元化，出口额超过亿美元的国家/地区有16个(2018年

为12个), 出口量超过1GW的国家/地区10个(2018年为4个)。

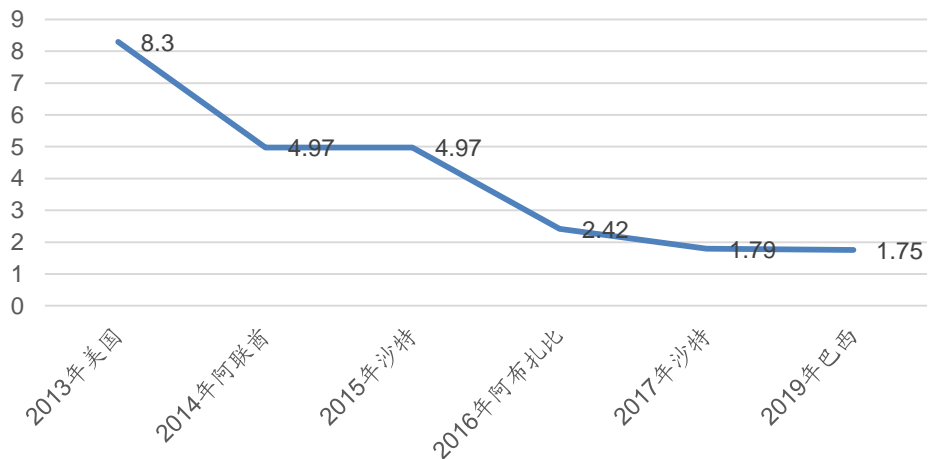
图 8: 2019年上半年光伏各环节出口金额 (亿美元)



数据来源: 中国光伏行业协会, 广发证券发展研究中心

分市场看, 上半年首先是全球光伏装机市场发展超预期。根据中国光伏行业协会统计, 2019年上半年全球装机约47GW, 其中越南为享受20年0.0935美元/kWh的电价补贴, 越南光伏市场呈爆发式增长;乌克兰上半年装机1.25GW, 达到去年全年新增装机量的90%;墨西哥上半年新增装机约1GW, 增长率超过30%。

图 9: 2013至2019年全球光伏最低中标电价发展趋势 (美分/kWh)



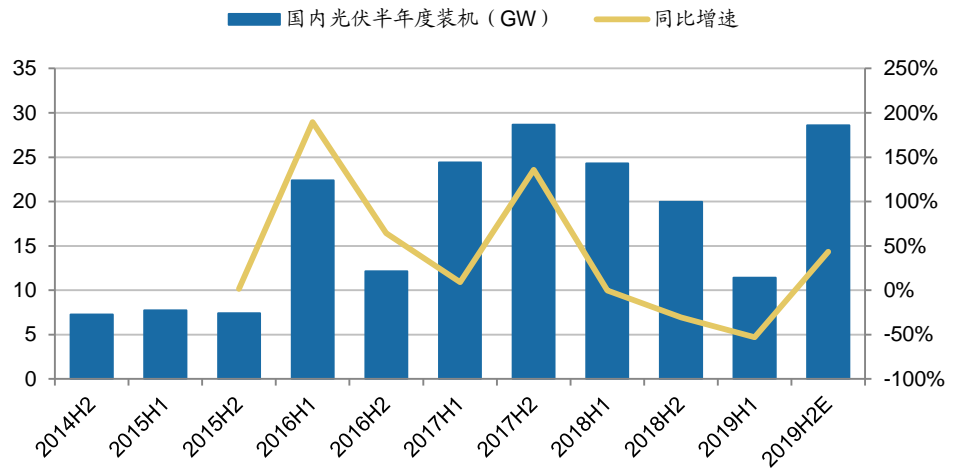
数据来源: 中国光伏行业协会, 广发证券发展研究中心

中国国内市场则需求并未充分表达, 下半年终端装机潜力巨大。根据中国光伏行业协会统计, 2019年上半年我国光伏新增装机不足12GW, 降幅超过50%, 其中集中式电站新增装机约6.8GW, 同比下降43.3%; 分布式光伏新增装机约4.6GW, 同比下降61.7%。在竞价机制理顺、补贴规模明确的背景下, 光伏行业协会预计下半年国内还有30GW的建设容量。2019年我国光伏竞价项目共涉及22个省份、3921个项目、2279万千瓦。

1.5 下半年光伏产业展望

①组件端来看，下半年国内装机提速，带动组件及中上游产品需求，产业链景气度走高。展望下半年，光伏行业协会预计2019年全球光伏新增装机预计在110GW-120GW，国家能源局预计中国年内可建成并网的装机容量在40-45GW。针对光伏产业未来发展方面工信部吴司长指出，平价过程中，光伏产业利润率正面临不可避免的持续下降，为保证持续的研发和技术创新，业内并购重组将成为常态，拥有技术积累优势、管理制度优势、生态品牌优势的企业将脱颖而出。此外，我国光伏制造业虽在产业化规模和技术方面全球领先，但前沿性、颠覆性光伏技术研发方面仍有很大提升空间。如果按照国家能源局给出的全年装机指导目标下限40GW，可以计算得到下半年国内装机需要达到至少28.6GW，下半年同比增速将达到43%以上，半年度装机规模将接近历史最高水平。

图 10: 国内光伏半年度装机情况

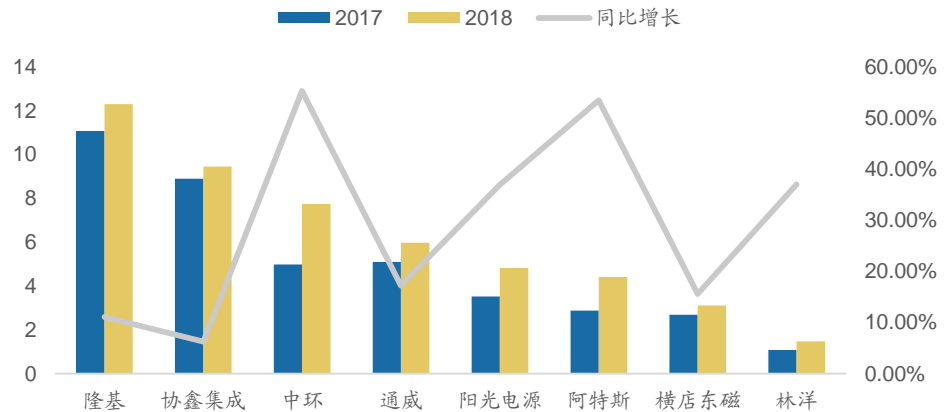


数据来源：国家能源局，广发证券发展研究中心

②硅片端来看，下半年高效电池片产能集中投产，单晶硅片将出现供不应求局面，硅片厂商扩产直接拉动长晶设备需求。从18年开始随着Perc电池技术不断得到产业认可，19年迎来新建产能集中释放，根据光伏行业协会统计预计今年下半年将有30GW电池片投产，上游单晶硅片将出现阶段性供不应求局面，硅片企业将提前或扩大扩产计划。

③电池片端来看，Perc电池片价格下降，驱动单晶替代多晶和高成本产能退出。下游加大研发投入，HIT技术崭露头角。展望下半年，光伏行业协。根据Pvinfolink最新报价，单晶Perc电池片平均价格已经下降至0.95元/W，趋近多晶硅片0.83元/W报价，单多晶价差创达到历史最小区间。需求端看，单晶性价比提升将对多晶电池片需求形成替代，另一方面随着高成本电池片产能退出和组件装机规模后续提升，Perc电池片价格有望企稳，规划中的Perc扩产仍有望有序落地。继PERC电池成为行业热点后，HIT电池技术初有突破，性价比优势开始显现，未来3年可能是P型PERC电池与N型HIT电池共存的产业时代。

图 11: 国内光伏企业研发费用变化



数据来源: 各公司 17/18 年年报, 广发证券发展研究中心

1.6 今年产业政策梳理

整体上, 光伏产业仍属于政策主导型的产业, 国家政策方向对该行业来说至关重要。我国光伏产业近些年的蓬勃发展, 很大程度上得益于中央和地方政府的支持。2019 年上半年, 财政部、发改委、能源局、国务院扶贫办等部门先后颁布了 9 个政策、3 个实施情况的介绍, 这些政策的颁布将继续推动我国光伏产业的稳步发展。

表 1: 2019 年上半年重要政策概览

所属类别	颁发部门	文件名称	文件类型
财政	财政部	《关于下达可再生能源电价附加补助资金预算的通知》	政策
	国家发改委、商务部	《鼓励外商投资产业目录(2019 年版)》	政策
标准	财政部	《关于下达 2019 年度大气污染防治资金预算的通知》	政策
	国家能源局	《能源标准化管理办法》及实施细则	政策
扶贫	国家标准委	《2019 年全国标准化工作要点》	政策
	国务院扶贫办	《关于加强全国光伏扶贫信息监测工作的通知》	政策
建设	国务院扶贫办党组	《关于脱贫攻坚专项巡视整改进展情况的通报》	实施情况
	国家能源局	《关于 2019 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》	政策
		《关于公布 2019 年第一批风电、光伏发电平价上网项目的通知》	实施情况
消纳	国家发改委、国家能源局	《第三期光伏发电领跑者基地奖励信息公示》	实施情况
监管	国家能源局综合司	《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》	政策
		《关于印发 2019 年重点专项监管工作方案的通知》	政策

数据来源: 各部委官网, 广发证券发展研究中心

表 2：2019年上半年重要政策主要内容摘要

文件名称	主要内容
《关于下达可再生能源电价附加补助资金预算的通知》	下发可再生能源补贴 81 亿元。其中，光伏 30.8 亿元，光伏扶贫 3718 万元，自然人分布式 4843 万元，光伏电站及工商业分布式 29.9726 亿元。
《鼓励外商投资产业目录》	鼓励外资参与制造业高质量发展。全国鼓励外商投资产业目录新增或修改条目 80% 以上属于制造业范畴，支持外资更多投向高端制造、智能制造、绿色制造等领域。
《关于下达 2019 年度大气污染防治资金预算的通知》	同有关部门督促试点城市积极稳妥地做好清洁取暖工作。纳入第三批试点范围的城市要尽快做好清洁取暖实施方案，审核通过后予以备案，作为地方实施清洁取暖改造和绩效评价的重要依据。
《能源标准化管理办法》及细则	制定能源行业标准，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，推进能源生产和消费革命的需求，要有利于能源节约与资源综合利用，推进能源领域中国标准与国外标准之间的转化运用，增强中国能源标准国际影响力。
《2019 年全国标准化工作要点》	完善光伏光热、风能、核电、氢能与燃料电池、电力储能等新能源综合利用标准体系，等能源传输标准体系，以及直流配电、电力需求侧响应等能源节约高效利用技术及装备标准体系。
《关于加强全国光伏扶贫信息监测工作的通知》	按时实现光伏扶贫信息监测系统普及和应用，提高光伏扶贫电站的动态监测和全生命周期管理，并结合全区脱贫攻坚大数据平台光伏扶贫模块的建设，共同推动光伏扶贫工作持续健康发展。
《关于脱贫攻坚专项巡视整改进展情况的通报》	建立全国光伏扶贫信息检测系统，公布第二批光伏财政补助目录、光伏扶贫项目。出台光伏扶贫村级电站运维管理办法，严格管理新建电站，防止光伏扶贫建设质量不高。
《关于 2019 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》	积极推进平价上网项目建设，严格规范补贴项目竞争配置，全面落实电力送出消纳条件，以及优化建设投资营商环境等。
《关于公布 2019 年第一批风电、光伏发电平价上网项目的通知》	公示了 2019 年第一批风电、光伏发电平价上网项目名单，政策的出台表示 2019 年风电、光伏行业政策“市场化”导向已明确，实行分类管理，竞价换补贴，补贴定规模，加速行业平价上网。
《第三期光伏发电领跑者基地奖励激励信息公示》	对第三期 10 个光伏发电应用领跑基地中按期并网发电、验收合格且优选确定的电价较光伏发电标杆电价降幅最大的 3 个基地用于奖励激励，并明确提出申报奖励基地的具体要求和条件。
《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》	对政府部门、电网企业、电力用户等各类承担消纳责任的主体提出优先消纳可再生能源的明确要求，强调对电力消费侧市场行为进行引导，推动能源消费向绿色用能转变。
《关于印发 2019 年重点专项监管工作方案的通知》	不断促进能源服务能力提升，各派出能源监管机构对监管中发现的问题，促进辖区内电力企业整改，督促有关电力企业总部共同解决问题。

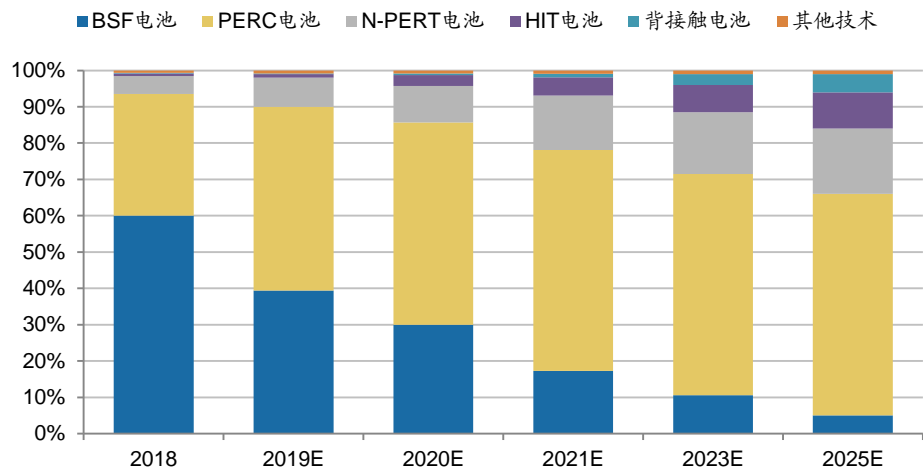
数据来源：各部委官网，广发证券发展研究中心

二、电池：Perc 加速替代，HIT 投资兴起

2.1 技术路线：Perc 投资延续，HIT 等高效技术崭露头角

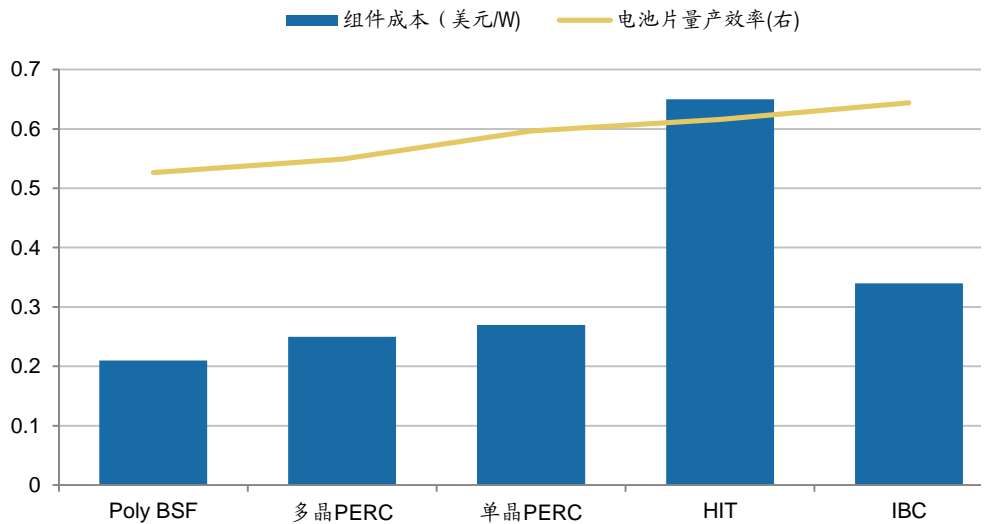
随着全球光伏市场进入高效高功率时代，高效电池产品越来越受到市场青睐。Perc 技术在18年以来迅速成为电池片市场上的主流技术路线，并带动了高效电池片投资持续进行。而HIT为代表的异质结技术也被产业参与者认定为未来主流方向之一，其中中国晋能、汉能、福建均石等公司19年开始纷纷布局HIT生产线。

图 12：各类电池技术市场占比变化预测



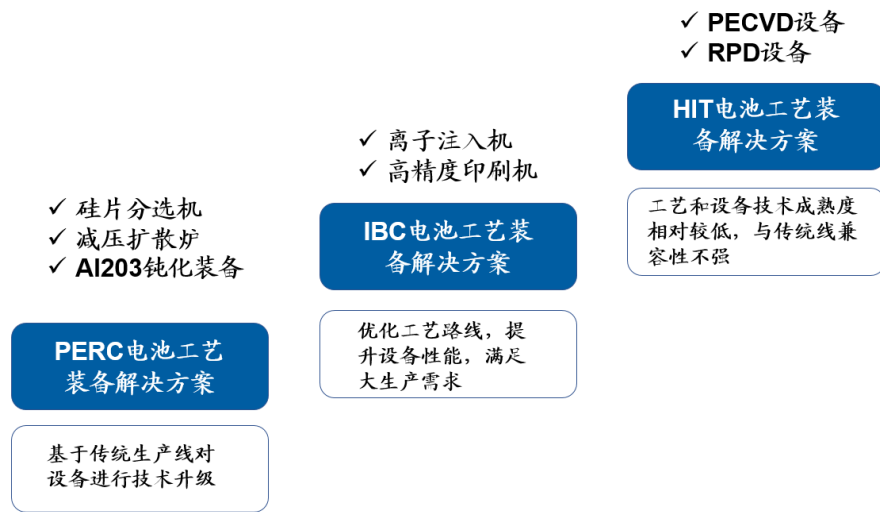
数据来源：中国光伏产业发展路线图，广发证券发展研究中心

图 13：各类电池技术量产效率与组件成本对比（2018）



数据来源：索比光伏网，广发证券发展研究中心

图 14: 各类电池技术迭代所需设备解决方案



数据来源：光伏工艺网，广发证券发展研究中心

降本增效始终是光伏行业永恒的主题，随着行业不断的技术进步和政策推动，大众的目光逐渐转移至度电成本上，高效电池因此备受瞩目。继PERC电池成为行业热点后，HIT电池技术初有突破，性价比优势开始显现，未来3年可能是P型PERC电池与N型HIT电池共存的产业时代。

HIT是Heterojunction with Intrinsic Thin-layer的缩写，意为本征薄膜异质结技术，因HIT已被日本三洋公司申请为注册商标，所以又被称为HJT技术。异质结电池具有能量转换效率高、简单的低温制造工艺、薄硅片应用、温度系数和CTM低、可双面发电等一系列优势，工艺步骤也更为简便，全部生产流程的工艺步骤仅为四步。2015年三洋的HIT专利保护结束，现在国内企业发展HIT已无专利方面的障碍，核心障碍在于如何把成本做低，HIT成本方面的障碍主要来自①设备未完成国产化单位产能投资额度较高；②产量较小导致N型硅片、关键辅材价格较高。

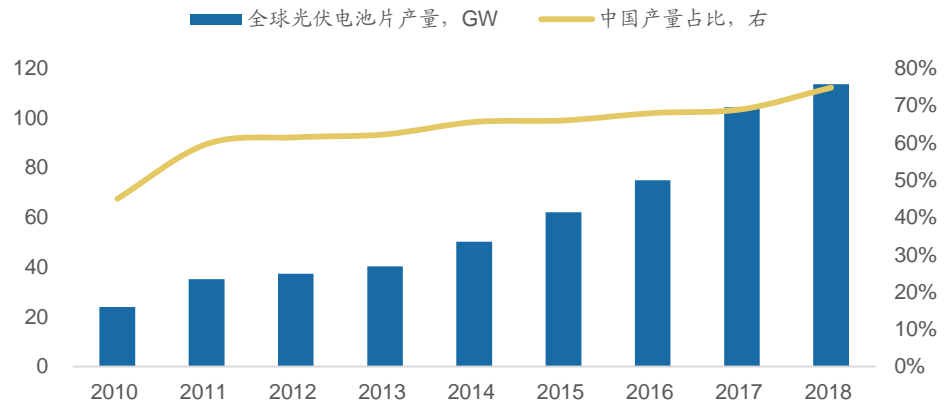
HIT电池的制备工艺步骤简单，且工艺温度低，可避免高温工艺对硅片的损伤，并有效降低排放，但是工艺难度大，且产线与传统电池不兼容，设备资产投资较大。制备的核心工艺是非晶硅薄膜的沉积，其对工艺清洁度要求极高，量产过程中可靠性和可重复性是一大挑战，目前通常用PECVD法制备。

异质结太阳能电池现阶段生产成本仍偏高。但随着更多企业的加入，以及设备国产化、硅片减薄、低温银浆用量的降低等，异质结电池的成本有望得到大幅降低，异质结技术路线在未来两年有望取得快速发展。

2.2 供需分析：密集投产导致价格下降，落后产能淘汰后迎来平衡

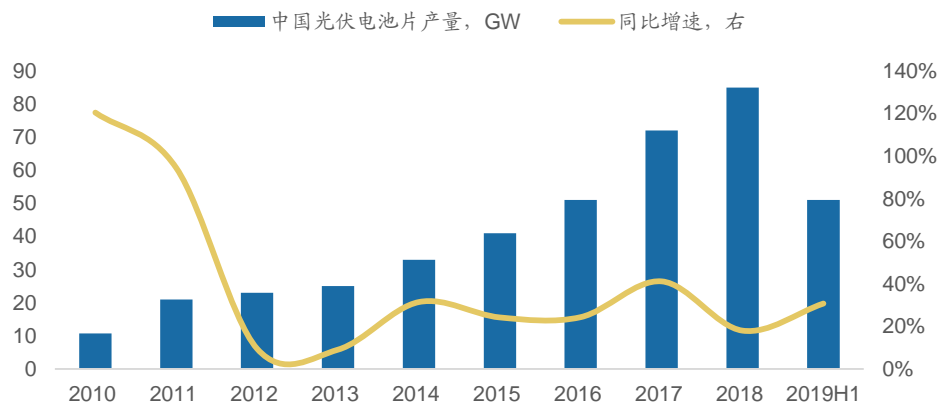
2019年上半年我国电池片产量约51GW，同比增长30.8%，产量前十企业均超过2GW。从全球占比来看，2019年上半年我国电池片产量已经占据75%的全球份额。

图 15: 全球光伏电池片产量及同比



数据来源: 中国光伏行业协会, 广发证券发展研究中心

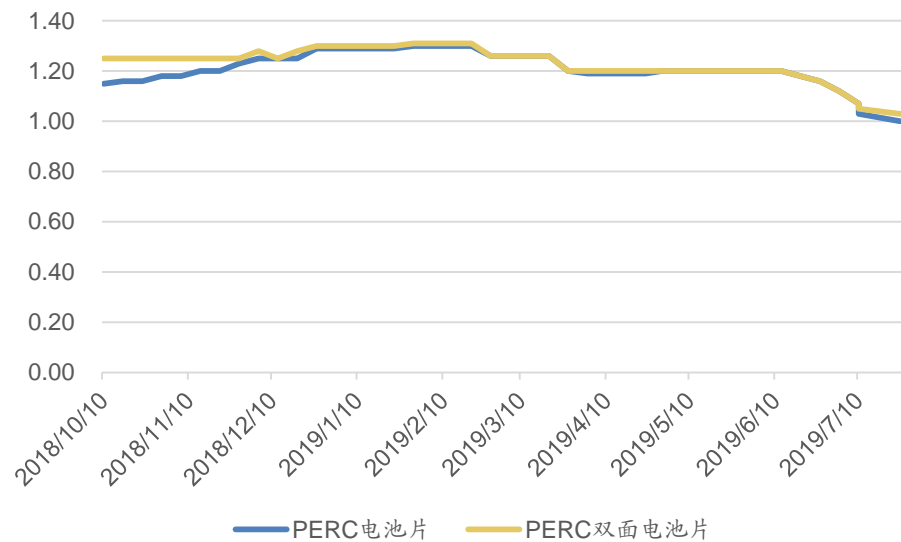
图 16: 中国光伏电池片产量及同比增速



数据来源: 中国光伏行业协会, 广发证券发展研究中心

下半年, 光伏行业协。根据PvinfoLink最新报价, 单晶Perc电池片平均价格已经下降至0.95元/W, 趋近多晶硅片0.83元/W报价, 单多晶价差创达到历史最小区间。需求端看, 单晶性价比提升将对多晶电池片需求形成替代, 另一方面随着高成本电池片产能退出和组件装机规模后续提升, Perc电池片价格有望企稳, 规划中的Perc扩产仍有望有序落地。

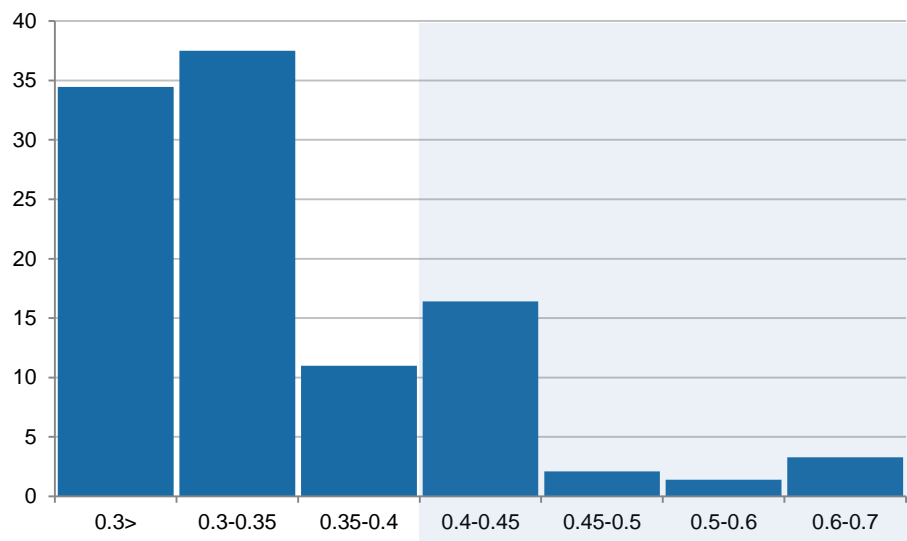
图 17: 国内Perc/Perc双面电池片价格 (元/W, 21.5%)



数据来源: Pvinfolink, 广发证券发展研究中心

一方面, 没有成本优势的老旧Perc产能将在价格重压下减产或关闭产能。按照近期Pvinfolink约1元/W的电池片报价, 减去单位硅片成本(按0.6元/W)等, 则单位生产成本要压缩到0.4元/W以下才能有现金盈利, 根据Pvinfolink统计的国内现有产能成本线, 将有约15-20GW的产能无法覆盖现金成本面临减产。随着电池片价格继续下降, 高成本产能的退出将稳定电池片市场价格在一定区间。伴随着Perc市场份额的提升, 对高效电池产能的需求还会提升, 长期看单瓦电池片的价格有望维持在1~1.05元/W区间。同时本轮电池片产业企业梯队已经形成, 头部企业将享有品牌溢价。

图 18: 国内现有Perc电池产能成本分布区间



数据来源: Pvinfolink, 广发证券发展研究中心

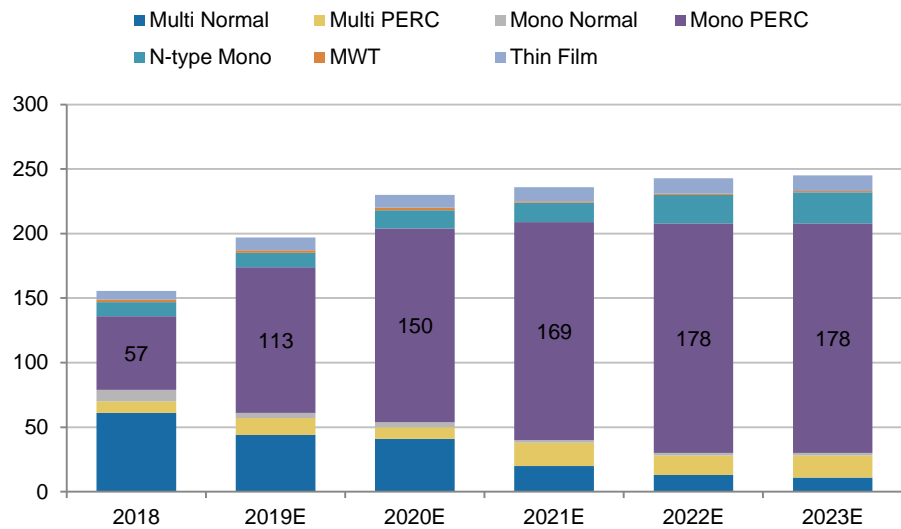
另一方面, 本轮Perc电池下降将会更进一步放大对上游单晶硅片的需求量, 使得单晶硅片的紧缺持续更长时间。伴随着二三季度这一系列产能的投放, 单晶硅片会在下半年的某个时点出现明显的供给缺口。建议关注长晶设备环节需求变化和核心设备公司晶盛机电。

2.3 设备投资：高效技术交替发展，电池片设备环节持续前行

从未来国内电池片产能发展趋势看,由于常规多晶产品降本空间已经非常有限,2019年开始单晶将逐渐占据市场主导地位, Perc电池片投资仍将延续至2022年。根据 Pvinfolink的预测数据,未来3年(2020-2021)Perc电池片新增产能投资依然有65GW的规模。同时,1-2年内随着N型电池片降本路线更加成熟,将成为新一代高效电池技术投资主力方向之一,带动电池片设备环节持续前行。

除了扩产增加的设备需求外,随着硅片尺寸变化,电池片产线在兼容常规尺寸的电池片外,未来还将需要配合组件客户做出158.75mm、161.7mm、166mm甚至是210mm尺寸的转变,这也将带动电池片环节设备投资。

图 19: 国内光伏电池片产能预测



数据来源: Pvinfolink, 广发证券发展研究中心

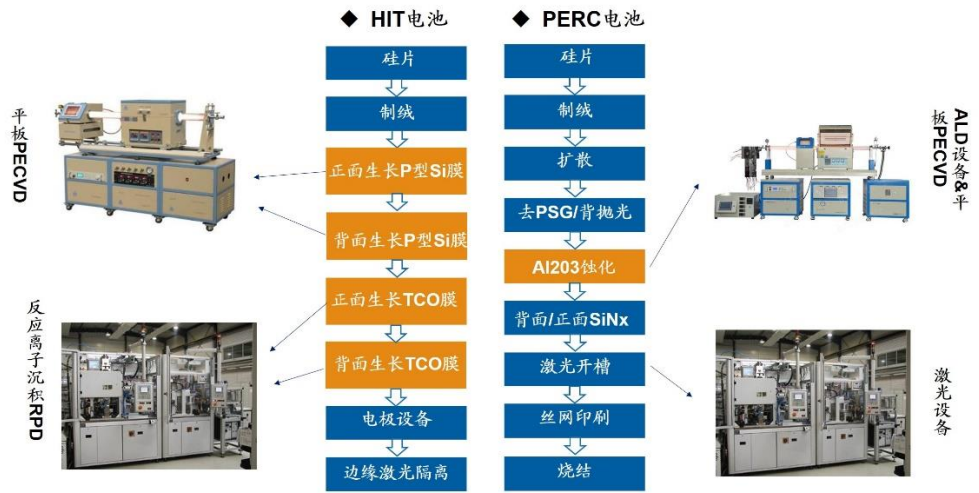
表 3: 2019二三季度Perc电池投产统计

公司名称	投产时间	硅片需求量(万片/月)	项目地点
润阳悦达	2019/04-2019/07	5700	盐城
东方日升	2019/05-2019/07	4050	金坛
苏民新能源	2019 第二季度	2800	南通
阿特斯	2019 第二季度	2100	备注: 多晶
通威股份	2019/4/1	2100	成都
一道新能源	2019/06-2019/07	1700	衢州
中宇光伏	2019/05-2019/06	1600	江苏沛县
横店东磁	2019/04-2019/06	1500	横店
晶科能源	2019/4/1	1400	马来西亚
潞安光伏	2019/04-2019/05	1000	潞安
天合光能	2019/4/1	800	常州
爱旭太阳能	2019/4/1	600	佛山
总计		25350	

数据来源: Solarwit, 广发证券发展研究中心

2.4 相关公司：捷佳伟创、迈为股份

图 20: PERC与HIT技术工艺及对应设备



数据来源：索比光伏网，广发证券发展研究中心

捷佳伟创是国内领先的晶体硅太阳能电池生产设备供应商，公司成立于2007年6月18日，主营PECVD设备、扩散炉、制绒设备、刻蚀设备、清洗设备、自动化配套设备等晶体硅太阳能电池生产工艺流程中的主要设备的研发、制造和销售，为太阳能光伏电池生产企业提供高转换效率大产能整体解决方案。公司与其旗下全资子公司常州捷佳于2011年被评为国家高新技术企业，在国内晶体硅太阳能电池生产设备制造行业处于领先地位。

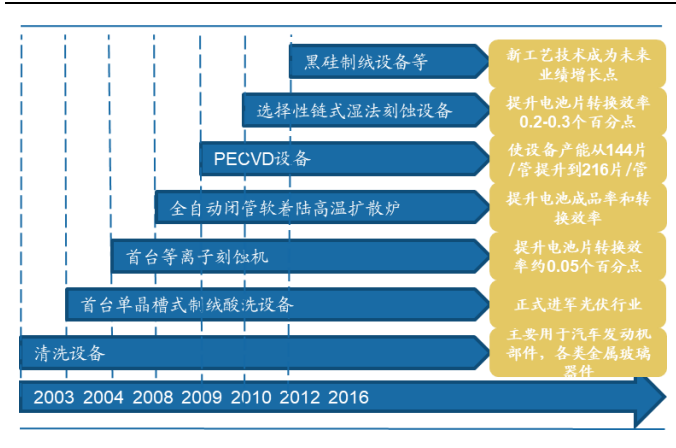
随着下游Perc/HIT等新型电池技术迭代推进，公司进行完备的产品体系建设，全方位布局晶体硅太阳能电池生产制造的各项工艺步骤，不断研发制成了包括全自动硅料、硅棒、硅芯清洗设备，全自动链式、槽式制绒清洗设备，以及湿法刻蚀、管式PECVD设备等智能化、自动化生产设备在内的多种类产品，能够为下游太阳能电池生产制造商提供一整套电池生产解决方案。

通威股份6月发布新闻，公布其超高效异质结（HJT）电池项目第一片HJT电池片以23%的转换效率横空出世，这标志着HJT电池规模化量产技术迈入了一个新高度，引起了全行业的关注。捷佳伟创官网披露，公司以核心工艺设备供应商的角色参与了该项目建设，提供了湿法制程、RPD制程、金属化制程三道工序的核心装备，该三道工序的设备也是捷佳伟创为布局HJT电池技术而研发的部分设备。捷佳伟创HJT团队以专业、积极、高效的服务配合项目的开展，有力保证了该项目第一片电池片按计划成功下线。

捷佳伟创官网披露，应用于HJT电池产线的RPD设备是捷佳伟创获得住友重工（中国大陆地区）授权后进行研发制造的核心工艺设备，这种透光导电膜设备设计独特，相对传统的PVD设备具有表面损伤少、载子迁移速度高等技术优势，对于HJT电池转换效率的提升具有较大的贡献。RPD设备应用广泛，除应用于HJT电池产线外，还可应用于OLED、钙钛矿电池等诸多领域。捷佳伟创引进了具有丰富设计和工艺实践能力海内外博士技术团队，结合行业发展需求加紧开发大产能、高效率的新一代机型设备，并积极研究拓展该设备在其他领域的应用。

捷佳伟创致力于高效HJT电池全制程交钥匙工程的开发。捷佳伟创已完成了HJT电池产线全工序智能工厂的团队建设、架构设计和整体规划，并通过全球引智、国际合作等方式，全面进入开发验证阶段。预计于今年年底实现HJT整线设备全面国产化，并投入客户端全面进行量产验证。

图 21: 捷佳伟创发展历程



数据来源: 公司官网, 广发证券发展研究中心

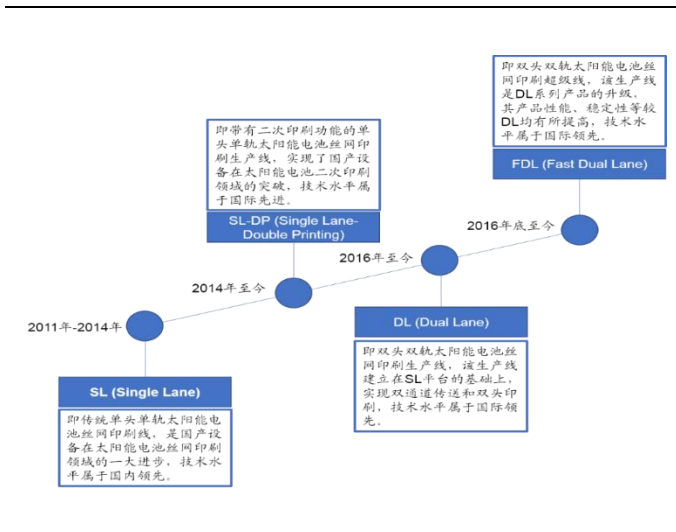
图 22: 捷佳伟创电池片核心制程设备布局



数据来源: 公司官网, 广发证券发展研究中心

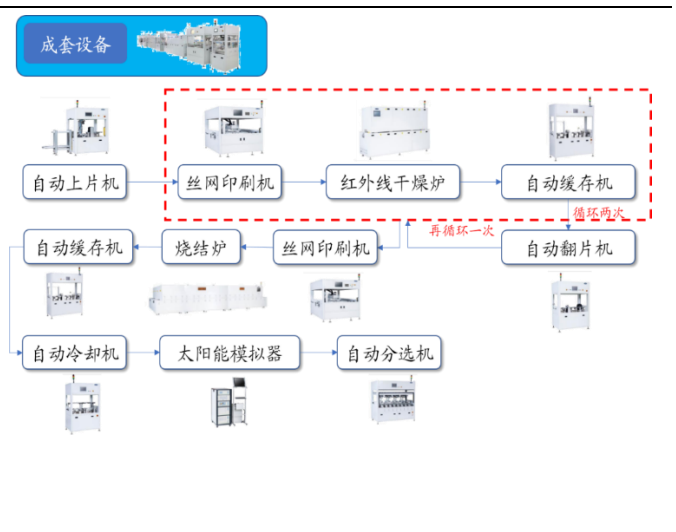
迈为股份是光伏行业全球领先的设备供应商及服务提供商，主营产品是光伏电池片印刷丝网印刷生产线成套设备等。经过多年的测试研究和经验积累，公司的太阳能电池丝网印刷生产线成套设备的性能和技术指标已经可以和进口设备相媲美。同时，公司采取进入部分太阳能光伏龙头企业赢得口碑后辐射整个市场的策略，构建了自身的销售网络。目前，公司产品已经已经赢得市场的高度认可，公司与天合光能、晶科能源、阿特斯、隆基乐叶等主流光伏企业保持了良好的合作，销售规模和市场份额不断攀升。根据公司招股书披露，从2016年开始公司在国内太阳能电池丝网印刷设备领域的增量市场份额已经跃居首位。

图 23: 迈为股份发展历程



数据来源: 公司招股书, 广发证券发展研究中心

图 24: 迈为股份电池片环节成套设备



数据来源: 公司招股书, 广发证券发展研究中心

迈为股份坚持自主研发为核心，建立了一支综合素质过硬，专业能力出众的研发团队，拥有机械、电气、软件三个研发中心，近150名研发人员，取得5项软件著作权、13项发明专利、32项实用新型专利、1项外观专利。公司于2018年1月设立博士后科研工作站，2017年被认定为省级企业技术中心，并依托高新技术企业平台，承担江苏省重大成果转化项目、太阳能电池丝网印刷生产线被认定为江苏省首台（套）重大装备，获颁姑苏创业创新领军人才。

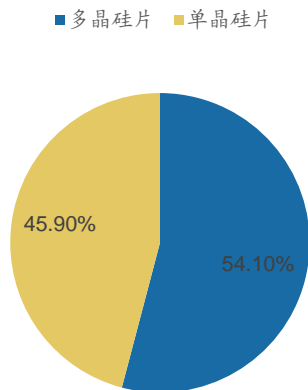
三、硅片：尺寸换代来临，推动行业投资升级

3.1 技术路线：单晶大硅片优势继续扩大，长晶环节成投资核心

硅片环节是光伏产业链中最前端的制造环节。硅片企业将硅料加工成规范尺寸的硅片，应用于下游的电池和组件。同时光伏硅片环节也是单多、晶技术的分界起点，单多晶产品在电池片与组件过程的区别很小，差异主要源自硅片环节的单晶拉棒/多晶铸锭工艺的不同，因此硅片环节是决定单多晶工艺路线差别的根本所在。

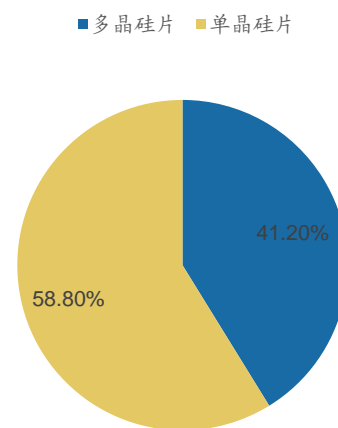
上世纪光伏行业诞生之初市场上仅有单晶光伏产品。八十年代后期，随着多晶电池低成本的经济效益优势凸显，多晶份额逐年提高，并在2014年前后达到80%左右市占率（根据中国光伏行业协会统计）。从2015年开始随着长晶成本快速下降以及金刚线切片技术的应用，单晶/多晶成本差距逐渐缩小，单晶份额开始扩大。2017年随着中国领跑者计划实施单晶产品效率优势开始迅速展现，进一步提高了单晶份额。

图 25：2018年中国光伏硅片产量单/多晶占比



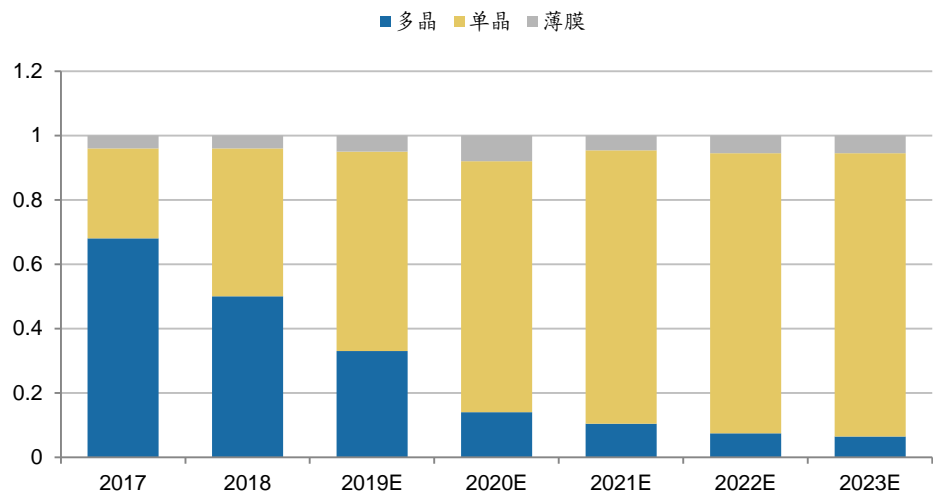
数据来源：中国光伏行业协会，广发证券发展研究中心

图 26：2019年上半年中国光伏硅片产量单/多晶占比



数据来源：中国光伏行业协会，广发证券发展研究中心

图 27：单晶电池产量占比预测



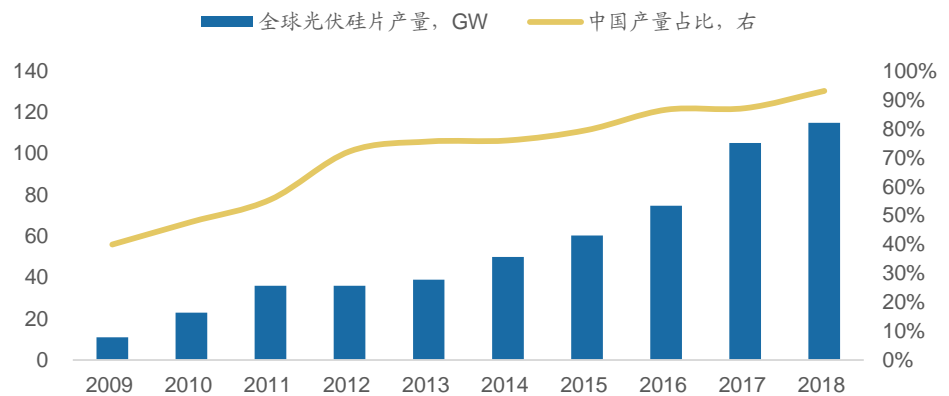
数据来源：PvinfoLink，广发证券发展研究中心

根据中国光伏行业协会统计，2019年上半年光伏硅片产量占比达到58.8%，创单晶占比历史最高水平。单晶硅片和下游电池片技术已经成为行业主要发展方向，未来随着单晶多晶价差缩小，单晶占比仍有望持续提升。从需求端看，未来晶硅市场的增量将以单晶为主，多晶市场增长非常有限。这对于单晶长晶环节的长晶炉和切片机设备需求将带来提振。

3.2 供需分析：单晶硅片供不应求，局势将延续至 2020 年

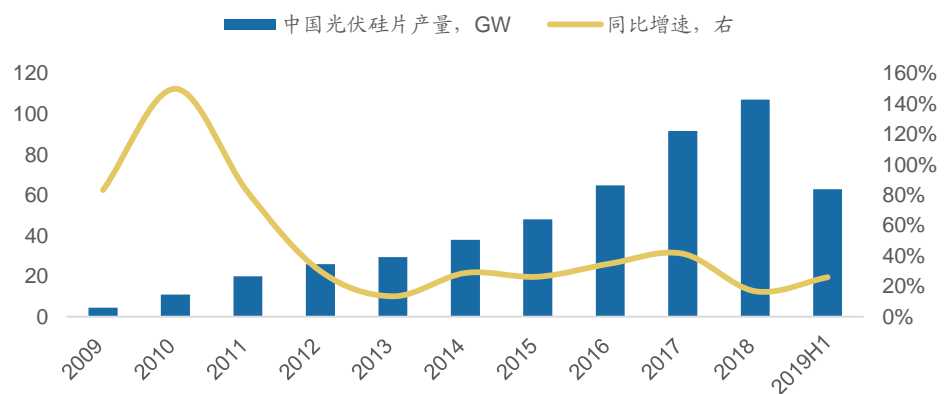
根据光伏行业协会统计数据，2018年我国光伏硅片产量107GW，占全球产量的93%，硅片环节全球占比继续创历史新高。可以说中国的硅片产能变化情况基本代表了全球光伏硅片的产能变化情况。2019年上半年我国硅片产量63GW，同比增长26%，其中产量前十企业占总产量的90.1%。

图 28：全球光伏硅片产量及中国占比



数据来源：中国光伏行业协会，广发证券发展研究中心

图 29：中国光伏硅片产量及同比增速

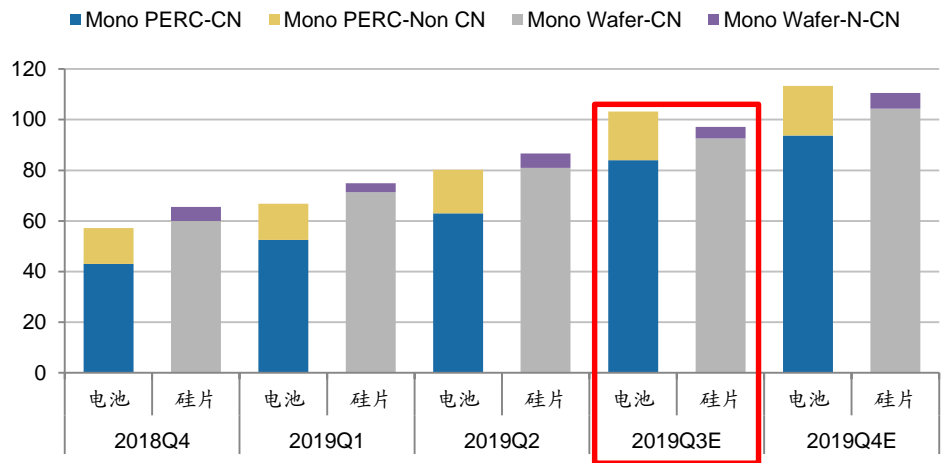


数据来源：中国光伏行业协会，广发证券发展研究中心

从供给角度看，虽然单晶硅片2019年也有扩产，但是电池厂Perc产能扩张幅度更大，下半年将出现电池厂硅片供应不足的情况。根据PvinfoLink预测，随着国内电池片产能今年下半年的集中投产，今年三季度单晶电池片产能将超过100GW，将首次出现下游电池片产能超过上游硅片产能的情形。目前看单晶硅片供应的紧张趋势将延续

至2020年整体硅片产能集中达产的阶段。

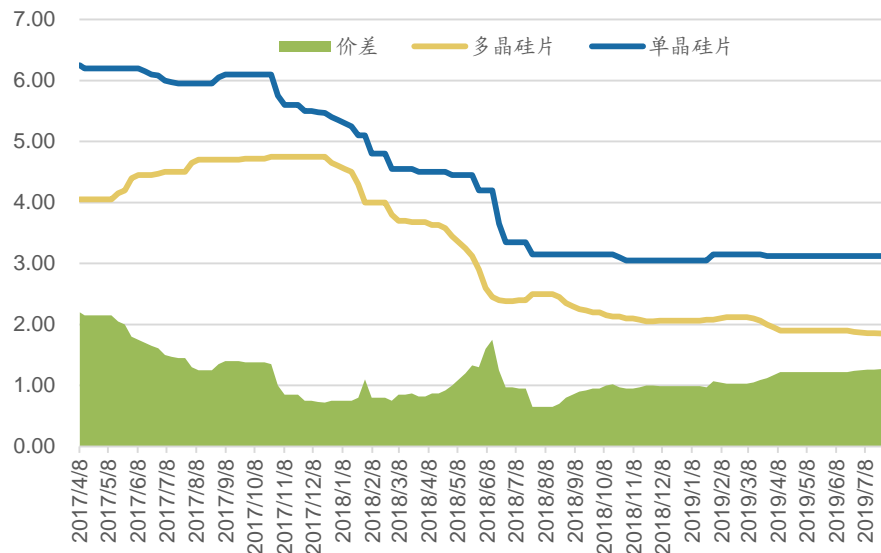
图 30: 国内电池片和硅片产能预测



数据来源: Pvinfolink, 广发证券发展研究中心

从硅片价格看, 经历了17-18年的价格下滑后, 18年8月至今单晶硅片价格一直保持稳定, 并且在二季度开始相较于多晶硅片价差有扩大趋势。这也在一定程度上反映了单晶硅片供给阶段性紧张的局面, 从单晶硅片供求关系看, 支撑未来半年价格继续反弹。

图 31: 国内单晶/多晶硅片价格及价差 (元/片, 156mm)



数据来源: Pvinfolink, 广发证券发展研究中心

3.3 设备投资: 硅片尺寸迭代时代来临, 推动投资规模升级

产业发展趋势看, 由于电池片的效率提升空间越来越有限, 为追求更高的组件总功率输出, 未来硅片尺寸将朝向大硅片迈进。过去3年156mm一直是行业主流的硅片尺寸, 随着18/19年开始下游企业在硅片尺寸上的探索, 未来硅片有望出现不同形态

和尺寸并行的局面。

近年来光伏产业链中的电池片和组件环节技术快速迭代驱动固定资产投资不断加码，硅片长晶环节技术路线则相对稳定，过往投资主要依靠重复产能扩张拉动。电池方面高效PERC、双面电池、黑硅等技术陆续投入生产，N型异质结技术也呈现后起之势；组件方面双玻、半片、多主栅、叠瓦等技术也进入大规模产业化阶段。而在光伏硅片方面，除了在拉晶、切片等环节过去三年取得一定技术突破（多次拉晶技术、金刚线切割技术等）外，未来值得重点关注的现象就是单晶硅片形态和尺寸变化将推动光伏硅片产业也步入技术迭代推动投资升级的时代。

单晶硅片行业在2010年之前主要以对边距125mm的小尺寸硅片为主。2010年后156mm硅片比例逐渐提升，并成为行业主流。2013年隆基、中环、晶龙、阳光能源、卡姆丹克5家企业联合发布了M1与M2(156.75)硅片标准，在不改变组件尺寸的情况下，M2通过提升了2.2%的硅片面积使组件功率提升了5W以上，迅速成为行业主流并稳定了数年时间，同期市场还有少量M4规格(161.7mm)硅片。2018年下半年开始，受“5.31”影响市场竞争加剧，产业内企业再次把目光投向硅片，希望通过扩大硅片尺寸提升组件功率以获得产品竞争力。

图 32: 光伏硅片持仓发展趋势



数据来源：晶盛机电官网、广发证券发展研究中心

大尺寸硅片已经成为光伏硅片技术迭代的趋势性方向。从单片生产成本看，因为电池、组件以片计的生产速率基本固定，通过提升硅片尺寸可以使单位时间产出的电池、组件功率获得提升，这样分摊到每片上的设备、人工和其他成本都将减少，从而降低了电池和组件的制造成本，这在125mm硅片切换到156mm硅片时尤为明显。从电站系统成本来看，相同效率下因硅片尺寸增大带来单体支架上的组件功率相应提升，分摊到每W的支架、桩基的成本也得到摊薄。综合以上两点，在设备生产与运输条件允许的前提下，硅片的尺寸做大成为趋势。目前产业中也已经开始探索，隆基近日推出了166mm的M6单晶硅片技术。而硅片尺寸的扩大主要阻力来自于对现有设备兼容性的挑战，或者说是大尺寸带来的成本降低是否能覆盖产线设备的重新购置成本。当硅片尺寸摊薄成本足够大时，必然会驱动一轮新的固定资产投资，尤其是长晶环节。

同时硅片尺寸变大，还会带动下游电池片和硅片相应设备需求。目前硅片做大在电池片生产中的制约因素在于扩散炉。因此在硅片尽量做大而扩散炉直径有限的情况下，有一定倒角的单晶硅片比全方单晶硅片具有一定优势。

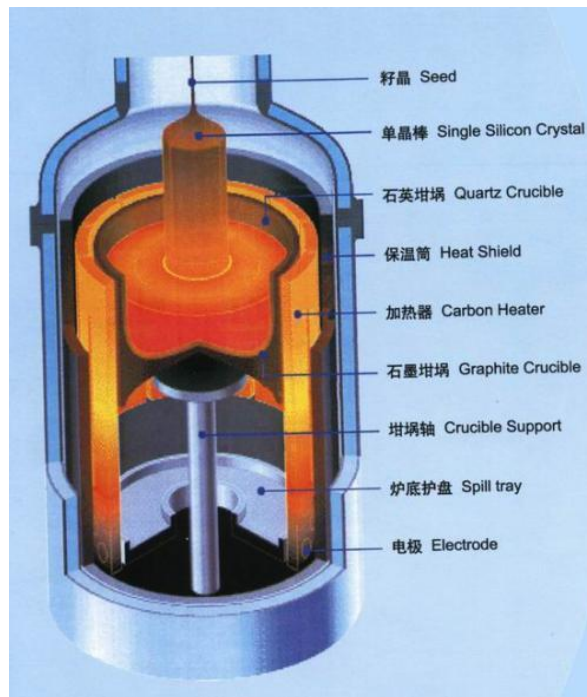
图 33: 中环股份推出M12大尺寸硅片



数据来源: 中环股份官网、广发证券发展研究中心

2019年8月16日, 中环股份召开M12硅片新产品发布会。该产品采用12英寸超大钻石线切割太阳能单晶硅正方片, 面积达44096立方毫米, 对边距达210毫米, 总面积相对于目前主流的M2硅片提升80.5%。发布会上, 公司公布测算结果新产品有望降低度电成本达6%, 采用M12产品可将组件功率提升到600W级别。同时公司针对该产品申报百余项专利进行技术保护, 能够形成壁垒。从中环产品发布来看, 采用更大尺寸硅片已经成为产业链降本的重要手段, 将等待下游尤其是终端电站的验证。

图 34: 光伏单晶长晶炉内部结构



数据来源: 中国光伏网、广发证券发展研究中心

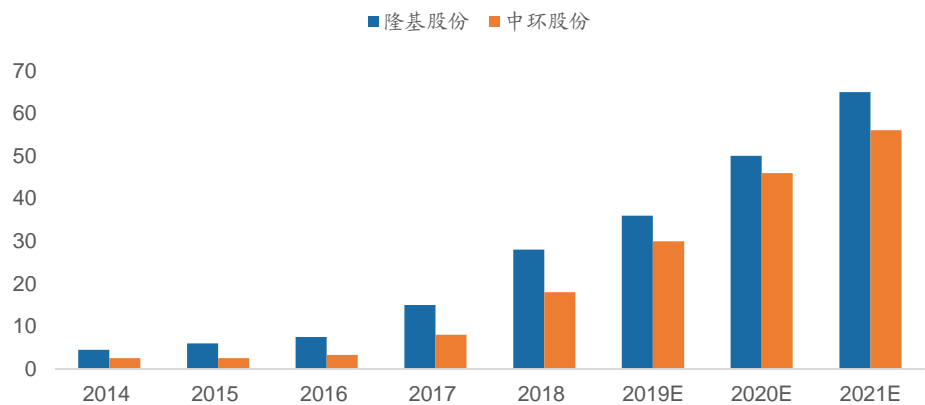
除此以外, 作为全球多晶产业链龙头的保利协鑫一直保持对铸锭单晶技术的持续研发, 自2011年起经过7年改良, 终于在2017年推出了第三代成熟铸锭单晶产品—鑫单晶G3, 并于2018年起开始规模化应用。保利协鑫称其第三代铸锭单晶产品相比直拉单晶产品具有“单晶的性能, 多晶的成本”优势。铸锭单晶是指采用多晶铸锭炉, 在常规多晶铸锭工艺的基础上加入单晶籽晶, 定向凝固后形成方型硅锭, 并通过开方、切片等环节, 最终制成单多晶混合的硅片。其本质上是沿用了多晶的制备流程和工

艺路线，因此相对于铸锭多晶成本增加较小，二次技改投入也小，这对于存续大量多晶产能的光伏企业意义重大。目前看铸锭单晶更多是对多晶产能技改的升级路线，未来产品也主要瞄准替代多晶市场，不会对直拉长晶技术及设备构成直接威胁。但铸锭单晶技术研发的背后，展现的是硅片段技术迭代时代已经加速来临。

根据隆基和中环这两大硅片龙头公布的扩产计划看，未来2年仍是硅片环节产能加速释放的阶段。同时，产业链其他企业也有跨界扩张计划，比如今年5月上机数控发布公告，将在包头建年产5GW单晶硅拉晶项目，拟投资30亿元。同时叠加①硅片尺寸

迭代带来的单位投资金额提升，②原有产能改造需求，③其他硅片企业扩产跟进，这三方面因素影响，长晶设备需求面临需求大幅提升。硅片生长及加工设备核心上市公司晶盛机电有望直接受益。

图 35：隆基股份和中环股份未来两年光伏硅片扩产规划



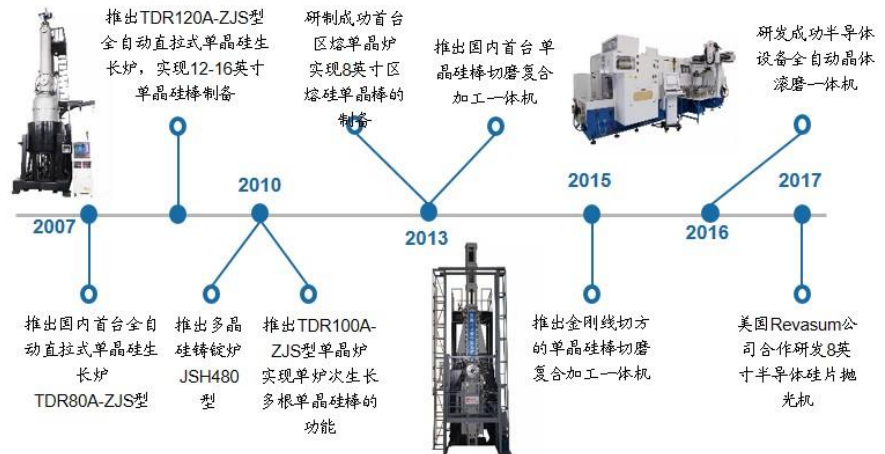
数据来源：公司历年年报、广发证券发展研究中心

3.4 相关公司：晶盛机电

晶盛机电是国内晶体硅生长设备产业龙头企业，专注于拥有自主知识产权的晶体硅生长设备及其控制系统的研发、制造和销售。公司主营业务涵盖半导体、光伏设备的研发及制造，业务领域包括包括半导体、光伏、LED照明、工业4.0领域。晶体硅生长设备是公司主营业务，产品运用于半导体及光伏领域。公司先后开发出拥有完全自主知识产权的直拉式全自动晶体生长炉、铸锭多晶炉产品。目前公司形成了从晶体生长装备，到晶体材料加工，电池，组件核心设备为一体的完整的产业布局。

晶盛机电7月公告了近期与四川晶科能源有限公司签订了单晶炉及配套设备供货合同。公告披露公司在2019年4月、5月、7月分3次与晶科签订单晶炉及配套设备采购合同，合计9.541亿元。同时公司2019一季报披露与晶科在3月签订2.94亿元合同，因此截止目前公司累计已公告与晶科签订设备合同金额合计12.48亿元。公司6月17日晚公告近期与无锡上机数控公司签订了全自动单晶炉供货合同。公告披露合同总金额约5.54亿元。上机数控凭借其丰富的行业经验和资源优势，目前积极开拓与主营业务密切相关的单晶硅棒生产业务。

图 36: 晶盛机电在12寸大尺寸硅片领域具备全套设备生产能力



数据来源: 公司官网、广发证券发展研究中心

晶盛机电自主研发的IMES智慧工厂管理系统、晶体生长云海BI智能管理系统和工厂自动化解决方案, 满足了客户对“网络化+自动化智能制造”“机器换人”的生产技术需求, 结合专业化的设备维护服务, 实现了信息化、少人化、自动化、高效化、智能化的管理模式, 打造成为智能制造系统整体解决方案的供应商和服务商。

同时, 晶盛机电瞄准半导体材料的晶体生长及加工装备, 通过自主研发及国外先进技术的合作交流, 依托国家科技重大02专项, 突破了国外技术垄断, 填补了国内空白, 实现了锗、硅、蓝宝石、碳化硅等材料的晶体生长及加工核心装备的国产化, 推动了我国半导体硅片的规模化生产, 打造成为半导体材料装备领先企业。

图 37: 晶盛机电帮助客户搭建的无人硅片抛光车间



数据来源: 公司官网, 广发证券发展研究中心

图 38: 晶盛机电帮助客户搭建的自动化电池生产线



数据来源: 公司官网, 广发证券发展研究中心

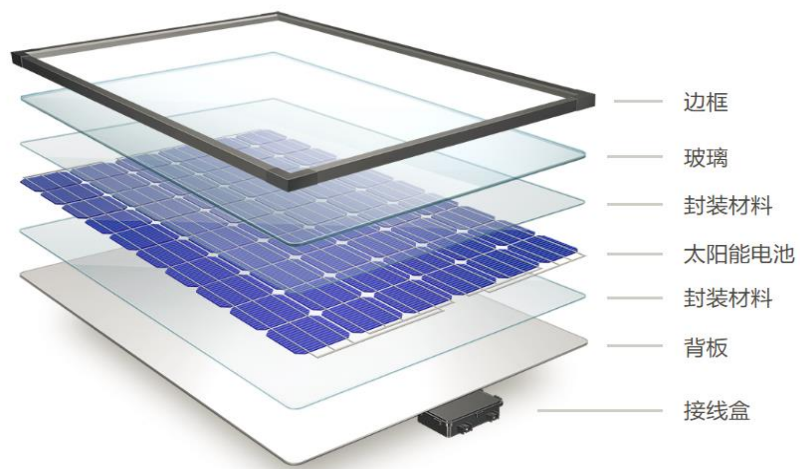
四、组件：下半年装机回升，新工艺环节增多

4.1 技术路线：叠瓦、双面、半片等技术迭起

光伏组件是光伏发电系统中的核心部分，其作用是根据将太阳能转变为电能，并送往蓄电池中进行存储。按照组成部分，常用的晶硅光伏组件主要由电池片、EVA封装材料、玻璃，背板和边框、接线盒等3部件构成：

- (1) 电池片：是太阳能发电的核心部件，根据光生伏特效应能够在受光照的条件下形成自由电子，并且在PN结的单向导通下形成电流，从而将太阳能转变为电能。目前电池片的发展技术有铝背场（Al-BSF）、钝化发射极和背表面（PERC）、异质结（HIT）等。
- (2) EVA封装材料：采用含有EVA的热固性胶膜将电池片、背板和玻璃层压成整体，形成组件。
- (3) 玻璃、背板和边框：起到防止电池片收到外界腐蚀或损伤、延长组件使用寿命，便于后续安装等作用的部件。
- (4) 接线盒：一般组件中有60或72块电池片，电池片通过银浆串联连接，在光照条件下形成电流后通过银浆导线传至接线盒中，再接到外部蓄电池中。

图 39：光伏组件内部构成



数据来源：Dupont 公司官网，广发证券发展研究中心

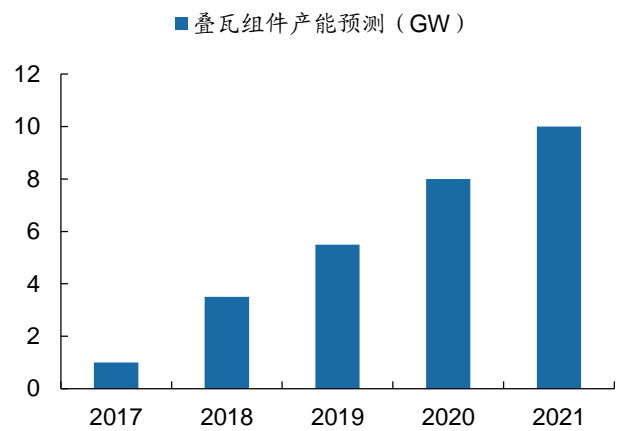
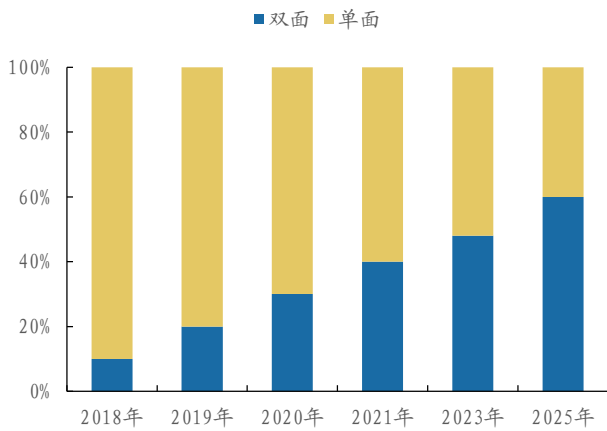
从组件技术路径来看，先进组件技术包括双面、叠瓦、半片和MBB多主栅等，按照工艺流程不同，可以进行分开比较。从2018年来看，单面技术仍占市场主流，双面技术由于领跑者电站项目中的大量采用，目前约有10%市场份额，随着新型光伏的应用拓展，到2025年有望市占率超越单面组件。

半片技术是典型的按比例提升功率的技术，它叠加在效率越高的电池片上带来的提升越大。半片技术叠加在常规多晶组件上可以提升5~6W的功率；同样的技术叠加在单晶perc组件上就可以带来8W以上的功率提升。2018年全片组件占90%以上份额。半片技术通过降低组件中串联电阻，降低内部功率损失，提高转换效率，且半片技

术工艺成熟，良率有保证，目前产能约15GW，未来有望逐步取代全片。

图 40: 单/双面组件市占率变化趋势

图 41: 叠瓦产能预测 (GW)

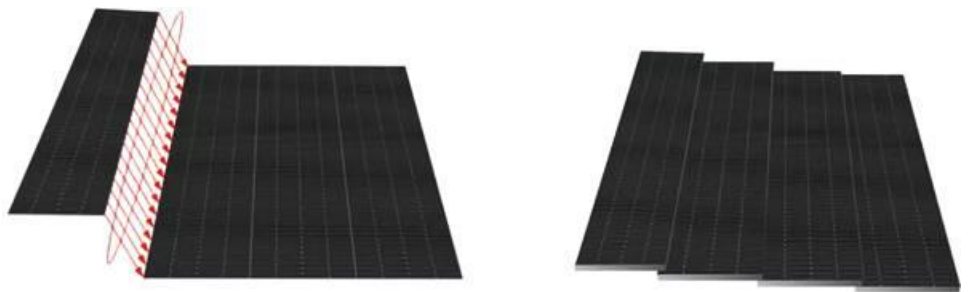


数据来源: 中国光伏产业发展路线图, 广发证券发展研究中心

数据来源: 亚化咨询, 广发证券发展研究中心

除了半片技术以外，**叠瓦技术通过可以有效增加发电面积，优化组件架构进而提升组件转换效率。**所谓叠瓦技术，是指将传统的电池片切成1/5之后，使用导电胶直接衔接两片电池，将其粘合叠加在一起，在此基础上再将电池片串联起来。这样一来便可将传统组件中保留的2-3毫米电池片间距消除，实现在相同的面积上装载更多的电池片，一般来说，常规的60型组件可以装载66片电池片。除此以外，由于叠瓦技术是使用导电胶代替焊带来进行电流传输的，没有传统组件中焊带遮盖有效受光面积的问题，因此叠瓦组件有效受光面积要大于传统组件，进一步提高了叠瓦组件的转换效率。叠瓦技术是光伏组件工艺的重要技术革新，叠瓦改变了长期以来利用焊带将电池片电连接的方式，大大增加了光伏组件的光照面积。叠瓦组件产能自今年起也有显著增加，但由于叠瓦技术长期面临着专利侵权疑虑，使得终端市场较为受限，目前除了拥有专利的东方环晟、阿特斯及江苏赛拉弗有较多海外出口，多数厂商的叠瓦组件仍以供给中国国内项目为主。

图 42: 叠瓦组件结构示意图



数据来源: PV InfoLink, 广发证券发展研究中心

从叠瓦组件的工艺流程来看，其难点一是在于切片过程中可能造成的隐裂、破损等问题；二是在焊接过程中，需要采用叠瓦专用的串焊机进行焊接，存在一定技术要求。总的来说，**影响叠瓦组件良率的工序包括：激光切割、电池小条排片、电池条**

焊接等，除此以外，其他工艺和设备要求与常规组件基本相同。

根据PV InfoLink的数据，2018年全球叠瓦组件出货量约在1GW左右。从地域来看，最大的需求依然是中国内需市场，其次是澳大利亚。从企业来看，国内市场主要是Sunpower、东方环晟，赛拉弗三家，另外阿特斯也有部分出货量。各家产能储备中东方环晟约有1.2GW，赛拉弗250MW，并且隆基目前也有GW级别扩产计划。

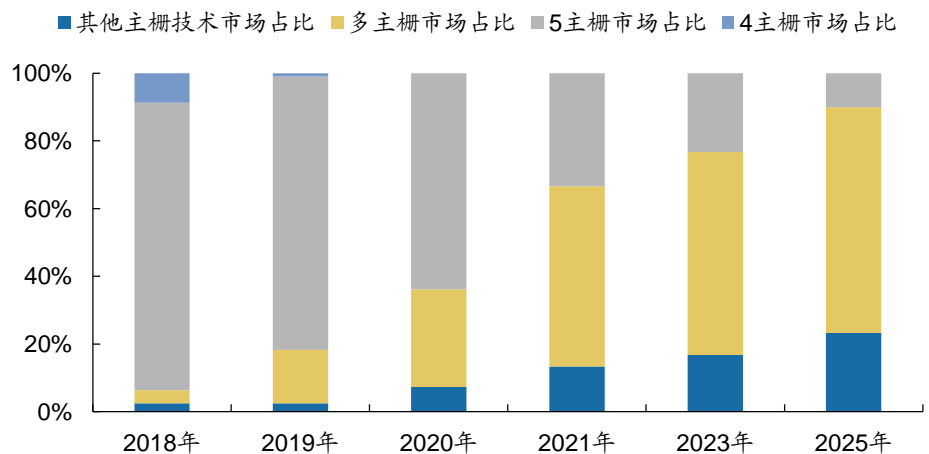
图 43: 叠瓦组件出货企业和地域分布



数据来源: PV InfoLink, 广发证券发展研究中心

此外，MBB多主栅技术是通过提高主栅数目，提高电池应力分布均匀性，进而提高导电性，增加转换效率，MBB相对于市场主流的5主栅技术，单个组件功率可以提高2-3W，且工艺成熟，是目前发展趋势，预计到2021年将成为主流。主栅技术也会对推升相应环节组件设备需求。

图 44: 主栅技术市占率变化趋势



数据来源: 中国光伏产业发展路线图, 广发证券发展研究中心

根据隆基股份泰州乐叶5GW组件项目披露的投资额来看，5GW项目工艺设备投资额

为8.3亿元，换算到单位投资额约1.7亿元/GW。根据设备明细，可以看出工艺改进在设备上的需求主要体现在激光划片机和叠焊机中的应用。

另一条东方日升金坛5GW产线，汇集了包括MBB、双面、半片、叠瓦等技术在内的先进技术，单位设备投资额为2亿/GW。叠瓦技术在普通组件加工工艺基础上，新增电池片划片、裂片、叠瓦串联焊接等工艺，新增设备除激光划片机外，普通串焊机设备也需升级。

表 4: 组件厂商新建产线设备投资额

预案日期	公司及项目	技术路径	项目规模 (GW)	工艺设备投资额 (亿元)	单位投资额 (亿元/GW)
2018年8月	隆基滁州乐叶	半片、密栅、双面等	5	8.3	1.7
2018年2月	东方日升(义乌)	低电流、双面、MBB等	5	6.1	1.2
2017年12月	东方日升(金坛)	多主栅、半片、叠瓦、双面等	5	10	2

数据来源：隆基股份《2018年度配股公开发行证券募集资金使用的可行性分析报告》，东方日升《金坛年产5GW高效单多晶光伏电池组件制造项目可行性研究报告》，广发证券发展研究中心

8月12日，隆基官网对外发布代表着“未来科技”的隆基组件新品Hi-MO X在墨尔本面向澳大利亚市场重磅发布，“超密赋能、科技至美”的Hi-MO X一经亮相便受到澳洲市场的高度关注。Hi-MO X是一款采用叠瓦技术匠心智造的高效PERC组件产品，正面转化效率达20%，组件功率可以达到350W（60型）。

图 45: 隆基组件新品Hi-MO X

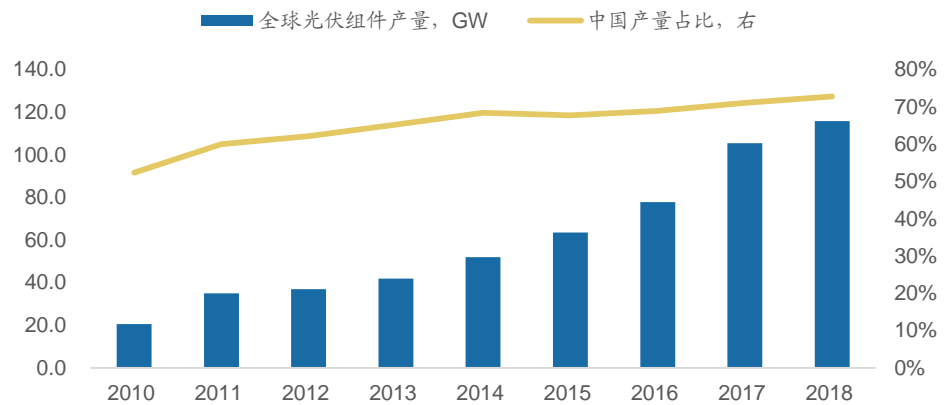


数据来源：广发证券发展研究中心

4.2 供需分析：下半年国内需求回升，海外需求延续增长

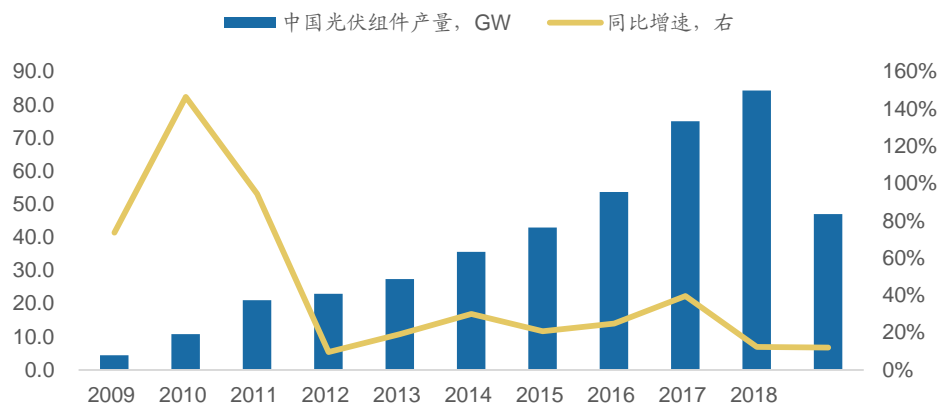
根据光伏协会统计数据，对比2000年和2018年的装机来看，全球年新增装机增长396倍，累计装机增长了361倍。2018年全球年新增装机已突110GW，累计装机达到515GW。中国光伏行业协会秘书长王勃华表示，虽然上半年内地光伏新增装机不足12GW；但随着竞价目录落地，下半年市场有望出现爆发式增长，并带来产业链部分环节需求向上。

图 46: 全球光伏电池片产量及中国占比



数据来源: 中国光伏行业协会, 广发证券发展研究中心

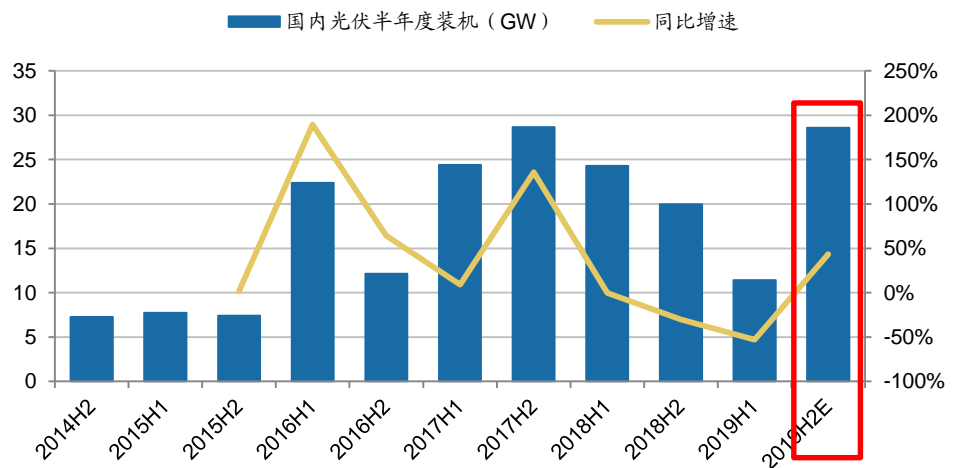
图 47: 中国光伏电池片产量及同比增速



数据来源: 中国光伏行业协会, 广发证券发展研究中心

国内需求看, 如果按照国家能源局给出的全年装机指导目标下限40GW, 可以计算得到下半年国内装机需要达到至少28.6GW, 下半年同比增速将达到43%以上, 半年度装机规模将接近历史最高水平。

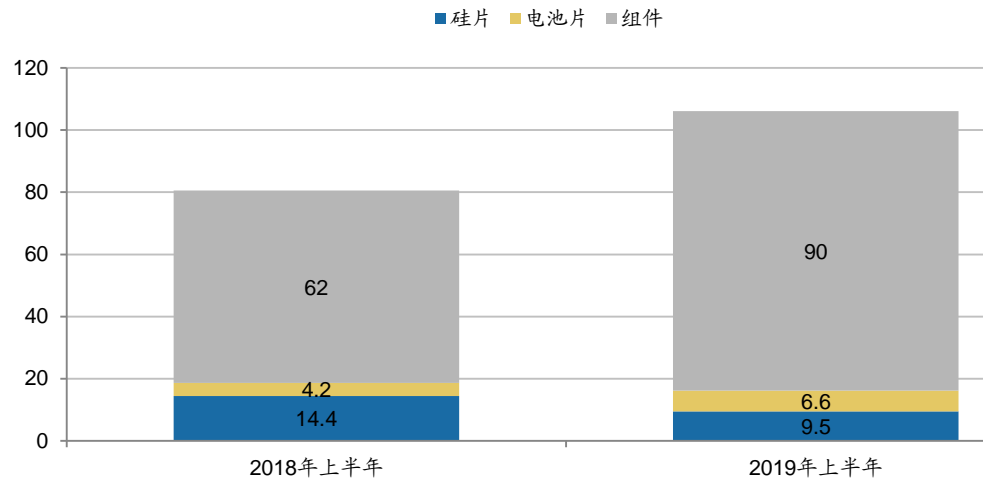
图 48: 国内下半年光伏半装机规模预测



数据来源: 国家能源局, 广发证券发展研究中心

国外市场看，根据光伏协会统计数据，2019年1-6月份我国组件出口额为88.88亿美元，同比增长51.20%，出口量34.20GW，同比增长99.50%。单晶组件出口量为17.67GW，占比51.7%，同比增长260.7%。晶科以稳定强劲的冲势蝉联第一。隆基乐叶(同比增长301.8%)、东方日升(同比增长184.7%)、尚德(同比增长159.9%)、正泰(同比增长153.5%)、天合(同比增长143.9%)增长明显。

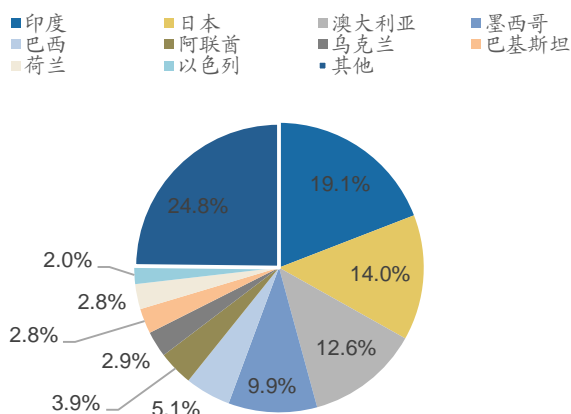
图 49: 2018/19年上半年中国光伏产品出口金额对比



数据来源：中国光伏行业协会，广发证券发展研究中心

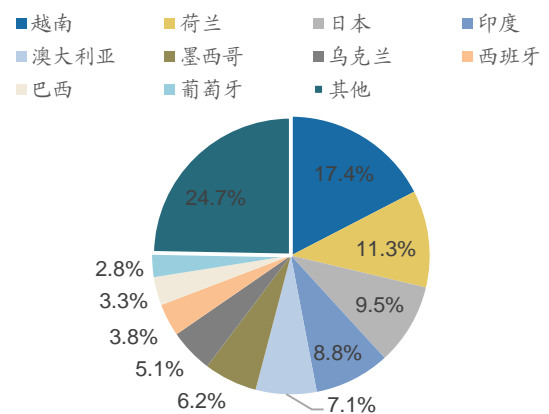
由于欧洲和美国市场的改善以及印度和越南的快速增长，2019年全球新增太阳能光伏(PV)装置有望创下历史新高。日本市场新法案对未建项目并网期限定在2020年9月底之前，预计2019-2020年会出现抢装潮。新兴市场墨西哥、澳大利亚、土耳其、阿联酋等将对我国光伏产品出口产生拉动效应。今年的海外增长预计将主要由新兴市场推动，特别是西班牙，南非，越南，以及埃及和智利。光伏行业协会预计2019年全球新增太阳能光伏装机容量能突破120GW。

图 50: 2018年中国主要组件出口国家/地区



数据来源：中国光伏行业协会，广发证券发展研究中心

图 51: 2019年上半年中国主要组件出口国家/地区



数据来源：中国光伏行业协会，广发证券发展研究中心

同时，今年大硅片组件的出货也将逐步提升，同时双面发电产品出货量也预期在明年因为201对双面组件的税率优惠而使得美国市场双面比重提升。在美国市场出现较

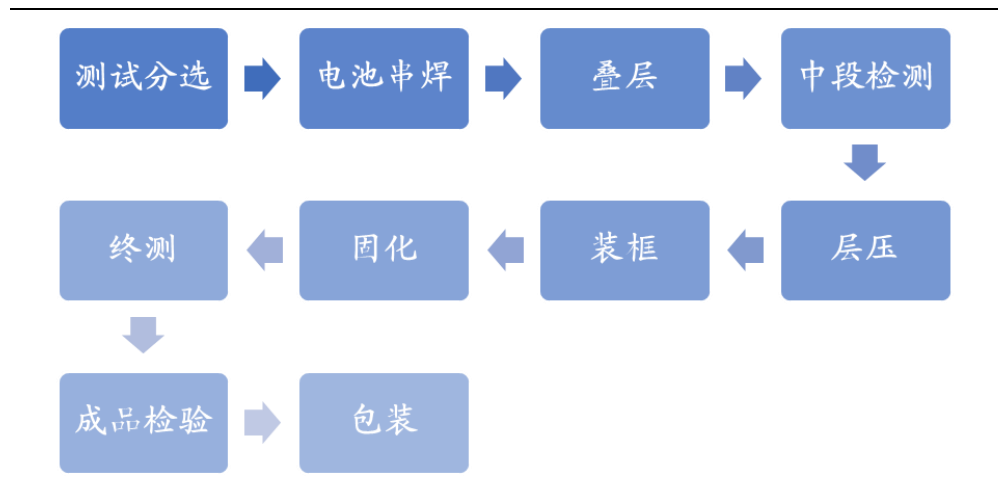
大的安装量后，预期其他较成熟的市场也会跟进，届时也将开始拉高实际的双面组件出货。

4.3 设备投资：新组件技术增加工艺环节，设备多兼容性成趋势

在组件生产的过程中，由核心部件电池片开始，需要经过分选、串焊、层压、装框、测试检验等数道工序方可得到组件产品。在这些工序中，最重要的是电池串焊和层压这两道工序：

- (1) 电池串焊：由于单一电池片功率电压较低、且易碎，无法达到用电需求，因此需要将多个电池片进行串联来提高功率和电压，主要过程是先将焊带焊接到“前一块”电池片的正面（负极），再将焊带引出焊接到“后一块”电池片的背面（正极），以此类推，将多个电池片串联成电池片组。一般来说，一块组件中有60或72块电池片串联。
- (2) 层叠与层压：借助加热、加压等方式将电池片组、EVA膜、TPT膜、玻璃、背板等多层材料结合为整体，要求汇流条不能重合产生短路、各层位置居中以保证玻璃全覆盖、背板不能出现划痕或损伤，并且完全覆盖玻璃。

图 52：光伏组件制造工艺



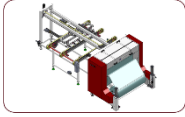




数据来源：光伏技术网，广发证券发展研究中心

在组件生产过程中，针对不同的工序，基本都有与之对应的专用组件设备用以加工生产，其基本用途如表2所示。组件生产中核心的工艺是电池串焊和层压，与之对应的专用设备为串焊机和层压机。

随着上游硅片、中游电池片不断追求更低的单位成本，各种组件高效技术也得以快速发展，相关设备的国产化进程很大程度上影响着该技术量产化的进程。目前看，不论是采取哪种高密度组件封装技术路线，总体方向都是在组件面积增加幅度有限的条件下，最大幅度的增加电池封装量。在组件设备投资部分，叠瓦及拼片企业需要投资采购全新的叠瓦焊接机和叠瓦汇流条焊接机，叠焊及小片间距则可以沿用半片机台改机升级。

表 5: 光伏组件主要生产设备及用途

产品	图示	说明
电池串数设机		串焊后的长条型电池串传入后与组件长边方向平行，进行机械规正
自动串焊机		利用机械传动机构进行电池片搬送，在加热底板上利用高温气体对电池片进行焊接
EVA 自动铺设裁剪机		在进行层压前自动进行 EVA 膜、电池片等铺设
汇流条自动焊接机		设备由汇流条制作与焊接部分部分组成，人工将汇流带盘安放好后，设备自动完成长短汇流条的分别制作与焊接。
自动层压机		借助加热、加压等方式将电池片组、EVA 膜、TPT 膜、玻璃、背板等多层材料结合为整体

数据来源：金辰股份官网、苏州晟成公司官网，广发证券发展研究中心

4.4 相关公司：金辰股份、先导智能

金辰股份公司主营业务为光伏组件自动化生产线、层压机销售、以及包括串焊机、锂电设备等。公司光伏组件设备业务直接对接国内外各大光伏组件厂商，已经积累了核心客户资源，下游客户中包括通威、隆基乐叶、中来、山西晋能等组件商。

图 53: 金辰股份组件层压机



数据来源：公司官网，广发证券发展研究中心

图 54: 金辰股份组件串焊机



数据来源：公司官网，广发证券发展研究中心

先导智能作为国内较早致力于光伏/锂电设备的企业，其串焊机业务以较高的技术水平也处于组件设备行业领先地位。根据公司年报披露，一方面公司在光伏自动化生产配套设备行业积累了丰富的经验，同时依靠自身的技术能力，为下游光伏领先企

业开发了配套于光伏电池片生产线多个工序的硅片上下料机、太阳能光伏电池自动化生产线和用于光伏组件生产的自动敷设机、电池片自动串焊机、叠瓦一体焊接机、叠瓦成套组件设备。另一方面，近年来公司以组件设备为依托，推出了光伏电池自动化生产配套设备，主要包括自动化制绒/刻蚀清洗上/下料机、自动化扩散上/下料机、自动化管式PECVD上/下料机、电池片自动串焊机、组件自动流水线及光伏电池整线解决方案等。2018年公司实现光伏业务收入2.6亿元，收入占比接近7%。

图 55: 先导智能高速串焊机



数据来源：公司官网，广发证券发展研究中心

图 56: 先导智能叠瓦成套组件设备



数据来源：公司官网，广发证券发展研究中心

五、投资建议

下半年国内光伏装机提速，带动组件及中上游产品需求，产业链景气度走高。国家能源局预计中国全年可建成并网的装机容量在40-45GW，下半年度装机规模将接近历史最高水平。电池片环节，随着高成本产能退出和组件装机规模提升，下半年Perc电池片价格有望企稳回升，Perc扩产仍有序落地。同时HIT电池技术凭借高效优势开始崭露头角，核心设备加速国产化有望带动成本下降至可量产水平。硅片环节，下半年高效电池片产能集中投产，单晶硅片将延续供不应求趋势，同时硅片尺寸换代来临，下游升级扩产将直接拉动长晶设备需求。继续重点推荐电池片设备核心供应商捷佳伟创、迈为股份，长晶及硅片设备核心供应商晶盛机电，建议关注组件设备核心供应商金辰股份、先导智能。

风险提示

下游需求波动风险：若未来行业技术进步放缓，成本下降幅度不及补贴减少幅度，下游光伏电站建设可能面临资金链断裂风险，进而影响下游客户对行业内公司的设备需求、产品验收周期和回款时间，进而影响行业内公司利润。

产业政策变化风险：光伏行业受政策补贴影响较大，弃光限电和拖欠补贴问题依然

存在。“531”新政后，随着补贴退坡加速及平价上网倒计时，降低度电成本成为行业主要发展目标。

经营业绩波动风险：行业内公司经营业绩受光伏行业周期性波动，下游客户经营业绩起伏等因素影响较大。光伏设备从发货到验收周期较长，下游企业经营不景气会延长验收时间，带来公司业绩波动风险。

海外订单下降风险：受国内光伏企业境外投资进度影响，境存在新市场和新客户开拓力度受阻的可能性。若下游客户海外投资下降，将会对行业内公司业绩带来不利影响。

广发机械行业研究小组

- 罗立波：首席分析师，清华大学理学学士和博士，9年证券从业经历，2013年进入广发证券发展研究中心。
- 刘芷君：资深分析师，英国华威商学院管理学硕士，核物理学学士，2013年加入广发证券发展研究中心。
- 代川：分析师，中山大学数量经济学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 王珂：分析师，厦门大学核物理学硕士，2015年加入广发证券发展研究中心。
- 周静：上海财经大学会计学硕士，2017年加入广发证券发展研究中心。
- 孙柏阳：南京大学金融工程硕士，2018年加入广发证券发展研究中心。

广发证券—行业投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘10%以上。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-10%~+10%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘10%以上。

广发证券—公司投资评级说明

- 买入：预期未来12个月内，股价表现强于大盘15%以上。
- 增持：预期未来12个月内，股价表现强于大盘5%-15%。
- 持有：预期未来12个月内，股价相对大盘的变动幅度介于-5%~+5%。
- 卖出：预期未来12个月内，股价表现弱于大盘5%以上。

联系我们

	广州市	深圳市	北京市	上海市	香港
地址	广州市天河区马场路 26号广发证券大厦35 楼	深圳市福田区益田路 6001号太平金融大厦 31层	北京市西城区月坛北 街2号月坛大厦18层	上海市浦东新区世纪 大道8号国金中心一 期16楼	香港中环干诺道中 111号永安中心14楼 1401-1410室
邮政编码	510627	518026	100045	200120	
客服邮箱	gfyf@gf.com.cn				

法律主体声明

本报告由广发证券股份有限公司或其关联机构制作，广发证券股份有限公司及其关联机构以下统称为“广发证券”。本报告的分销依据不同国家、地区的法律、法规和监管要求由广发证券于该国家或地区的具有相关合法合规经营资质的子公司/经营机构完成。

广发证券股份有限公司具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管，负责本报告于中国（港澳台地区除外）的分销。广发证券（香港）经纪有限公司具备香港证监会批复的就证券提供意见（4号牌照）的牌照，接受香港证监会监管，负责本报告于中国香港地区的分销。

本报告署名研究人员所持中国证券业协会注册分析师资质信息和香港证监会批复的牌照信息已于署名研究人员姓名处披露。

重要声明

广发证券股份有限公司及其关联机构可能与本报告中提及的公司寻求或正在建立业务关系，因此，投资者应当考虑广发证券股份有限公司及其关联机构因可能存在的潜在利益冲突而对本报告的独立性产生影响。投资者不应仅依据本报告内容作出任何投资决策。

本报告署名研究人员、联系人（以下均简称“研究人员”）针对本报告中相关公司或证券的研究分析内容，在此声明：（1）本报告的全部分析结论、研究观点均精确反映研究人员于本报告发出当日的关于相关公司或证券的所有个人观点，并不代表广发证券的立场；（2）研究人员的部分或全部的报酬无论在过去、现在还是将来均不会与本报告所述特定分析结论、研究观点具有直接或间接的联系。

研究人员制作本报告的报酬标准依据研究质量、客户评价、工作量等多种因素确定，其影响因素亦包括广发证券的整体经营收入，该等经营收

入部分来源于广发证券的投资银行类业务。

本报告仅面向经广发证券授权使用的客户/特定合作机构发送，不对外公开发布，只有接收人才可以使用，且对于接收人而言具有保密义务。广发证券并不因相关人员通过其他途径收到或阅读本报告而视其为广发证券的客户。在特定国家或地区传播或者发布本报告可能违反当地法律，广发证券并未采取任何行动以允许于该等国家或地区传播或者分销本报告。

本报告所提及证券可能不被允许在某些国家或地区内出售。请注意，投资涉及风险，证券价格可能会波动，因此投资回报可能会有所变化，过去的业绩并不保证未来的表现。本报告的内容、观点或建议并未考虑任何个别客户的具体投资目标、财务状况和特殊需求，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的投资建议。本报告发送给某客户是基于该客户被认为有能力独立评估投资风险、独立行使投资决策并独立承担相应风险。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被广发证券认为可靠，但广发证券不对其准确性、完整性做出任何保证。报告内容仅供参考，报告中的信息或所表达观点不构成所涉证券买卖的出价或询价。广发证券不对因使用本报告的内容而引致的损失承担任何责任，除非法律法规有明确规定。客户不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策，如有需要，应先咨询专业意见。

广发证券可发出其它与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告。本报告反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表广发证券的立场。广发证券的销售人员、交易员或其他专业人士可能以书面或口头形式，向其客户或自营交易部门提供与本报告观点相反的市场评论或交易策略，广发证券的自营交易部门亦可能会有与本报告观点不一致，甚至相反的投资策略。报告所载资料、意见及推测仅反映研究人员于发出本报告当日的判断，可随时更改且无需另行通告。广发证券或其证券研究报告业务的相关董事、高级职员、分析师和员工可能拥有本报告所提及证券的权益。在阅读本报告时，收件人应了解相关的权益披露（若有）。

本研究报告可能包括和/或描述/呈列期货合约价格的事实历史信息（“信息”）。请注意此信息仅供用作组成我们的研究方法/分析中的部分论点/依据/证据，以支持我们对所述相关行业/公司的观点的结论。在任何情况下，它并不（明示或暗示）与香港证监会第5类受规管活动（就期货合约提供意见）有关联或构成此活动。

权益披露

(1) 广发证券（香港）跟本研究报告所述公司在过去12个月内并没有任何投资银行业务的关系。

版权声明

未经广发证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、刊登、转载和引用，否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、刊登、转载和引用者承担。