民生证券 MINSHENG SECURITIES

机械行业

行业研究/深度报告

景气上行叠加技术更新，组件设备放量可期

—光伏组件设备行业深度报告

深度研究报告/机械行业　　2021 年 2 月 8 日

报告摘要：

- **核心逻辑：组件产能持续扩张，叠加新型组件技术加速渗透，组件设备持续升级，核心设备需求旺盛，相关的组件设备企业有望持续受益**
- **组件为光伏产业链重要一环，国产设备已实现进口替代**

光伏组件位于光伏制造产业链的下游环节，是太阳能发电系统中最重要的部分。光伏组件的主要设备包括激光划片机、串焊机、自动叠层设备、层压机以及自动流水线。从 2010 年起，我国的组件设备行业开始逐渐形成自己的国产化体系，并逐步对海外设备进行进口替代。随着我国组件设备行业的市场环境日渐成熟，国内设备企业竞争力提升，为行业快速发展、技术迭代奠定了良好基础。

- **光伏景气度高涨，组件设备行业β上行**

近年来，随着行业的降本提效持续推进，光伏发电的经济性日益凸显，全球光伏装机规模呈现出快速增长的态势。根据 CPIA 的预测，未来五年，全球光伏新增装机的高景气有望延续。在中性/乐观预期下，全球年均的新增装机规模有望高达 222/287GW。面对快速增长的新增装机规模，上游的组件龙头纷纷宣布新一轮的扩产计划。据不完全统计，2020 年，龙头企业发布的组件扩产计划已高达 312GW。未来，随着新产能的招标陆续开展，组件设备需求有望持续释放。根据我们的测算，若每 GW 组件设备投资额为 0.58 亿元，则未来 3 年，组件设备的市场规模可达 255 亿元。另外，值得注意的是，随着大尺寸组件、半片、多主栅等新兴技术渗透率的快速提升，单一产线的设备构成有望迎来新的变化，未来，单位组件产能的投资额存在上行可能，行业竞争格局也存在进一步优化的空间。

- **组件技术浪潮将至，孕育设备百亿细分市场**

目前，新型组件百花齐放，大尺寸组件、半片组件、多主栅组件、拼片组件、叠瓦组件纷纷崭露头角，凭借更优的性能以及更高的性价比，新型组件的市场渗透率迅速提升。与此同时，为实现最优发电效果，新型技术往往相互叠加。融合了半片、多主栅、拼片等新型技术的大尺寸组件将成为未来市场的主流方向，产品放量有望超出预期。新型工艺技术点燃对激光划片机、多主栅串焊机等相关设备的增量需求，根据我们的测算，未来 3 年，组件核心设备，如激光划片机、串焊机、层压机、流水线体，其市场规模有望达到 13 亿元、89 亿元、35 亿元、115 亿元，其中，受益于较高的单位产能价值量和迅速提升的渗透率，串焊机市场在单一设备的细分市场中的规模最大，或将成为此轮技术迭代周期中最大赢家。

- **投资建议**

光伏行业高景气，组件产能持续扩张，核心设备需求旺盛，同时，新型组件技术快速渗透，催生多个细分蓝海市场，组件设备有望迎来新一轮迭代升级。而凭借优良的产品性价比，以及本土配套服务响应快捷，国内组件设备厂商有望在新一轮扩产升级浪潮中充分受益。综合考虑技术水平、客户资源以及产品线条等因素，建议关注组件设备龙头企业，奥特维、先导智能、金辰股份。

维持评级　推荐

行业与沪深 300 走势比较



资料来源：Wind，民生证券研究院

分析师：徐昊

执业证号：S0100520090001
电话：021-60876739
邮箱：xuhao_yj@mszq.com

研究助理：关启亮

执业证号：S0100120030002
电话：021-60876757
邮箱：guanqiliang@mszq.com

研究助理：张建业

执业证号：S0100120080003
电话：010-85127604
邮箱：zhangjianye@mszq.com

相关研究

1.20200512-异质结电池设备行业深度报告：复盘 PERC 发展历程，推演设备未来图景

2. 20200313-捷佳伟创深度报告：光伏设备龙头，乘新型高效电池之东风

风险提示

光伏组件的技术迭代速度不及预期风险；下游组件厂商扩产不及预期风险；组件设备增量市场和存量替换规模不及预期风险；组件设备行业竞争格局恶化风险。

盈利预测与财务指标

代码	重点公司	现价	EPS			PE			评级
		2月5日	2019A	2020E	2021E	2019A	2020E	2021E	
688516	奥特维*	60.06	0.99	1.35	2.17	60.67	44.49	27.68	暂未评级
300450	先导智能	93.3	0.87	1.02	1.40	107.24	91.47	66.64	推荐
603396	金辰股份*	34.66	0.57	0.86	1.55	60.81	40.30	22.36	暂未评级

资料来源：标*数据来自 wind 一致性预期、公司公告，民生证券研究院
注：奥特维 2020E 的 EPS 为奥特维预增报告中归母净利润下限/总股数计算所得

目录

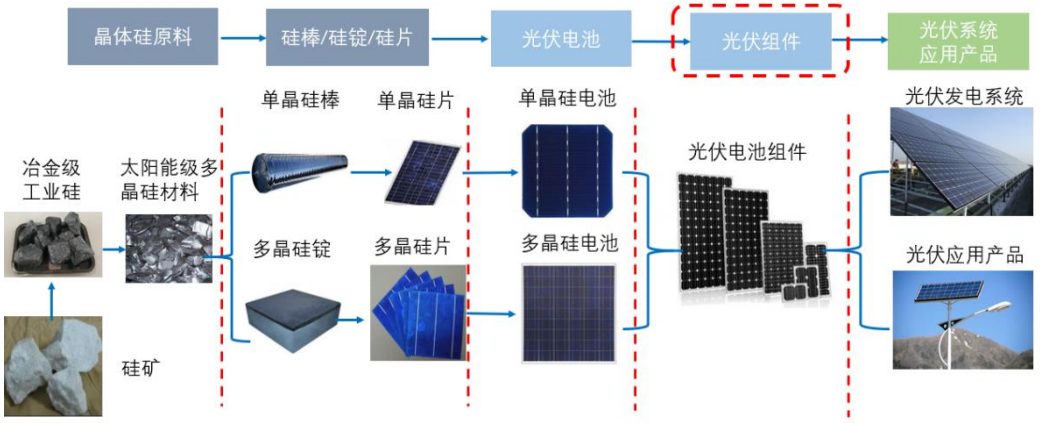
1 光伏组件设备简述 4
1.1 组件为光伏产业链重要一环，国产组件具备国际竞争力 4
1.2 组件设备与工艺流程相对应，国产设备业已实现进口替代 5
2 光伏行业景气有望长虹，组件设备未来可期 9
2.1 光伏发电经济性提升，装机规模迎“爆发式”增长 9
2.2 下游乘政策东风积极扩产，设备获行业景气迈入上行区间 14
2.3 组件设备市场相对成熟，竞争格局持续优化 17
3 技术浪潮将至，孕育设备百亿细分市场 20
3.1 组件技术百花齐放，多设备共同受益 20
3.2 大尺寸/半片/多主栅等新型组件技术崭露头角，催生出庞大的增量设备需求 21
3.3 技术变革催生百亿细分市场，串焊机或为此轮变革最大赢家 27
4 投资建议 29
4.1 奥特维：国内串焊机龙头，明后年订单有望爆发 29
4.2 先导智能：组件设备先行者，自动化设备有望成为新亮点 30
4.3 金辰股份：组件自动化龙头企业，积极布局叠瓦设备 32
5 风险提示 34
插图目录 35
表格目录 36

1 光伏组件设备简述

1.1 组件为光伏产业链重要一环，国产组件具备国际竞争力

光伏分为硅料、硅片、电池片、组件四个环节。**光伏组件是光伏产业链条中的下游环节，位于光伏电池和光伏系统之间。**

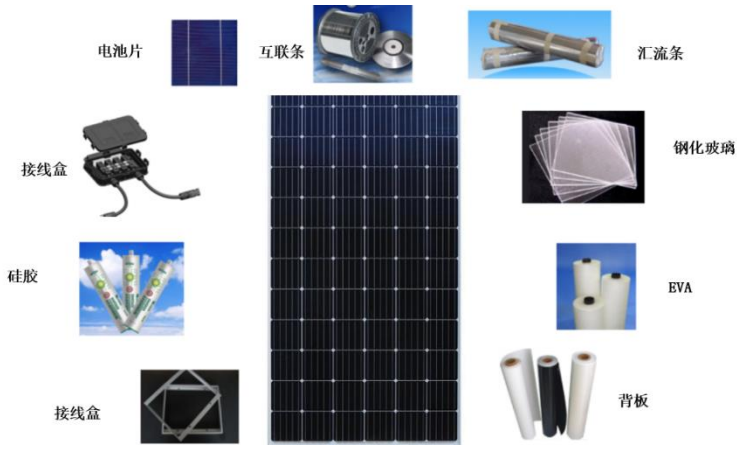
图 1：光伏产业链



资料来源：捷佳伟创招股说明书，民生证券研究院

光伏组件是最小有效发电单位，主要由九大核心部分组成。光伏电池片单片发电量有限，需经串联和封装为组件，才能作为电源使用，因此光伏组件是可以单独提供直流电输出的最小的不可分割的太阳电池装置。光伏组件主要包括电池片、互联条、汇流条、钢化玻璃、EVA、背板、铝合金、硅胶、接线盒等九大核心组成部分。

图 2：光伏组件的核心组成



资料来源：允能科技官网，民生证券研究院

我国光伏组件起步较早，具备国际竞争力。在光伏硅料、硅片、电池片、组件四个环节中，组件环节起步最早，最先在我国发展起来。近几年，随着其他环节的发展，组件逐渐与电池、硅片厂商绑定。放眼全球，我国光伏行业在组件环节的优势较大，根据 PV InfoLink 对全球十

大组件出货商的统计，近四年来，国内组件厂商在全球的竞争对手仅美国的 First Soler，韩国的韩华集团。

表 1：2017-2020 年全球十大组件出货商

排名	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
1	晶科	晶科	晶科	隆基
2	天合光能	晶澳	晶澳	晶科
3	晶澳	韩华 Q cells	天合光能	晶澳
4	阿特斯	天合光能	隆基	天合光能
5	韩华 Q cells	隆基乐叶	阿斯特	阿斯特
6	协鑫集成	阿斯特	韩华 Q cells	韩华 Q cells
7	隆基乐叶	东方日升	东方日升	东方日升
8	东方日升	协鑫集成	尚德	正泰
9	尚德	尚德	正泰	First Solar
10	中利腾晖	正泰/中利腾晖	苏州腾晖	尚德

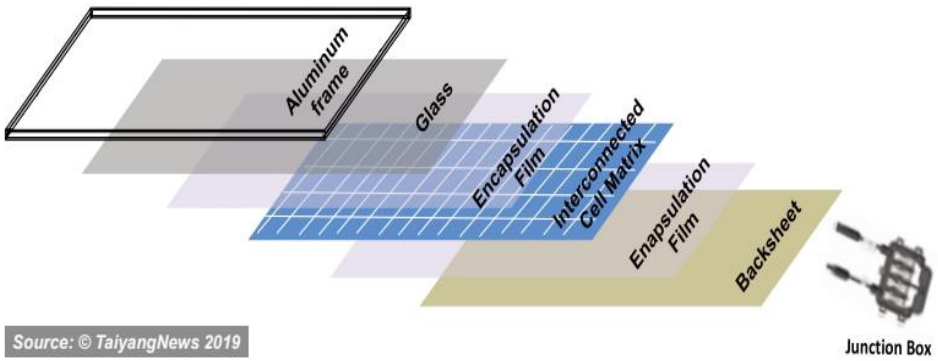
资料来源：PV InfoLink，民生证券研究院

1.2 组件设备与工艺流程相对应，国产设备业已实现进口替代

1.2.1 组件制备的工艺流程

光伏组件的制备主要包括电池片互联和层压两大步骤。电池片互联决定了组件的电性能，目前，光伏组件的标准电池片数量为 60 片或 72 片，对应以 10 或 12 条铜线作为汇流条将其连接起来，6 组互联为一个光伏组件。光伏组件产品的使用寿命至少为 25 年，需保证它的环境耐受性，并具备一定的机械性能，因此，在电池片互联后，一般而言，需按照钢化玻璃、EVA、电池片、背板以从下到上的顺序，经过层压的方式封装在一起，背板与钢化玻璃将电池片和 EVA 封装在内部，通过铝边框和硅胶密封边缘保护。

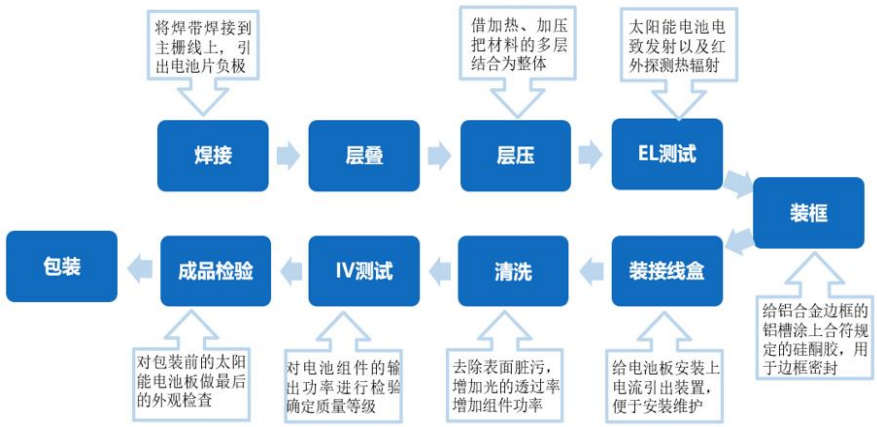
图 3：光伏组件的结构



资料来源：Taiyang news，民生证券研究院

光伏组件制备的具体工艺流程可分为：焊接、叠层、层压、EL 测试、装框、装接线盒、清晰、IV 测试、成品检验、包装等，其中技术和价值量最高的环节为焊接和层压。

图 4：组件工艺流程

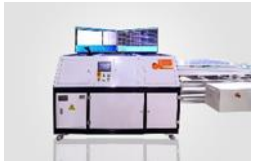


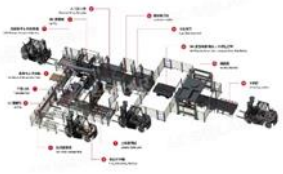
资料来源：光能科技，民生证券研究院

1.2.2 组件设备

组件设备与组件制备的各个工艺流程相对应，主要设备包括激光划片机、串焊机、自动叠层设备、层压机以及自动流水线。具体环节看，焊接环节需要的设备有激光划片机、汇流条焊接机、电池片串焊机；层叠环节需要的设备为摆模板机；层压环节需要层压机；EL 测试环节需要 EL 测试仪；装框环节需要的设备为自动摆框装框机；装接线盒环节需要接线盒焊接机；清洗环节需要的设备为组件翻转单元；IV 测试环节用到的设备为 IV 曲线测试仪；成品检验环节需要的设备为翻转检查单元；包装环节需要包装产线。除上述单一设备外，设备厂商还可提供组件自动化装备产线，涵盖各个环节，实现交钥匙工程。

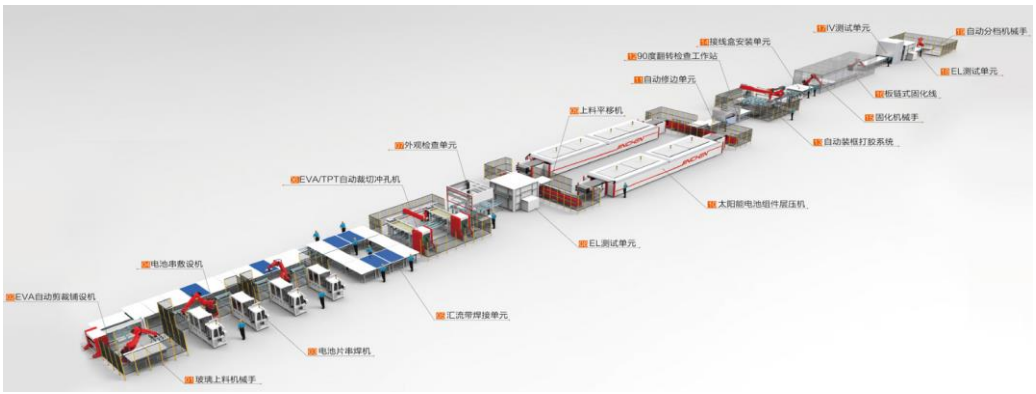
表 2：组件各个工艺环节所对应的设备

工艺	作用	设备	设备图示
焊接	将互联条焊接到电池正面（负极）的主栅线上，通过互联条将电池片正面和周围电池片背面电极相互串焊接在一起	激光划片机、汇流条焊接机、电池片串焊机	
层叠	将串焊后的电池串与玻璃、背板材料等叠层在一起	摆模板机	
层压	将铺好的光伏组件放入层压机内，抽真空，将加热融化并加压将电池玻璃和背板紧密粘合在一起，最后进行降温固化	层压机	
EL 测试	检测太阳能电池组件隐裂、碎片、虚焊、断栅等异常现象	EL 测试仪	

装框	使用硅胶充填铝边框和电池组件的缝隙，各边框间用角键连接，增加组件长度，提升使用寿命	自动摆框装框机	
装接线盒	使用硅胶粘合接线盒与组件背板，将组件内的引出线穿出背板，与接线盒内的内部线路相连	接线盒焊接机	
清洗	去除表面污渍，增强透光率	清洗设备	
IV 测试	检测组件输出功率	IV 曲线测试仪	
成品检验	进行外观检测检测	翻转检查单元	
包装		包装线	
工艺之间	自动化单元，替代人工	串间距矫正机、自动装纸护角机	

资料来源：光能科技、金辰股份官网，仪器交易网，仪器信息网，苏州晟成官网，民生证券研究院

图 5：组件自动化生产线



资料来源：金辰股份公司官网，民生证券研究院

1.2.3 国产设备稳步实现进口替代

国产组件设备历经三个阶段，最终实现组件进口替代。光伏行业发展的初期，三头在外，组件设备国产化的起步颇为艰难。光伏组件的市场和技术都在外，国内厂商高额进口西方的技术和设备，利用国内的资源和劳动力进行生产和加工，然后向外出口价值量较低的组件产品。2000 年起，国产组件设备开始替代进口设备，在解决有无问题之后，因为组件厂商大部分以出口为导向，所以相较于国外先进设备生产的组件产品，国产设备所生产的组件难以赢得外国客户的认可。国产组件设备真正的发展源于中国光伏产业的兴起，2011 年，全国能源工作会议明确提出，“十二五”期间将稳步发展太阳能,把光伏产业培养成为中国先进的装备制造产业和新兴能源支柱产业。随着技术难度的攻克，国产组件设备在价格端具备更大的优势，交货周期更短，服务响应更为及时，2018 年，除功率测设设备，组件设备基本实现进口替代。

图 6：我国组件设备历经三个发展阶段，稳步实现进口替代



资料来源：民生证券研究院

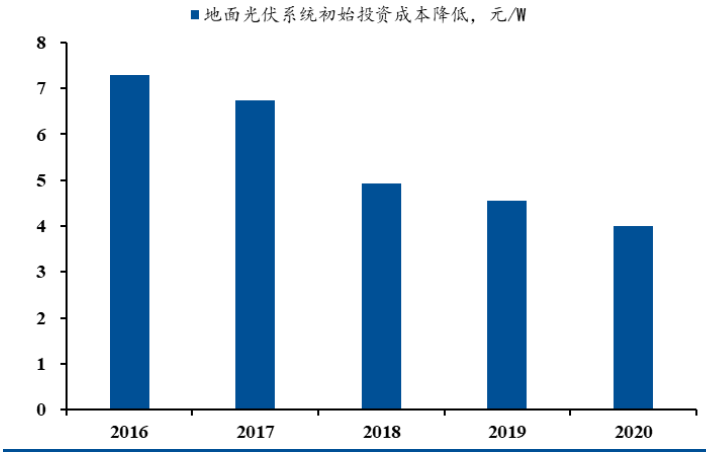
2 光伏行业景气有望长虹，组件设备未来可期

2.1 光伏发电经济性提升，装机规模迎“爆发式”增长

2.1.1 光伏降本已见成果，项目 IRR（内部收益率）稳步提升，光伏平价渐近

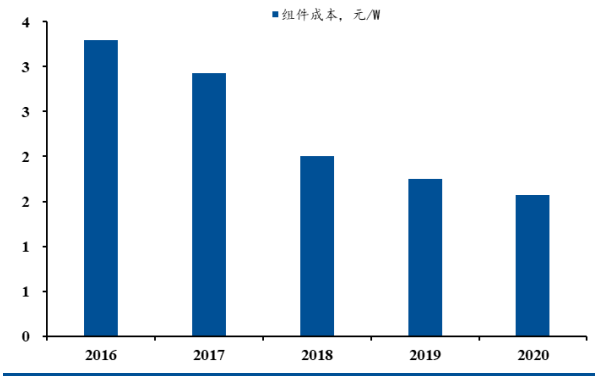
组件成本降低是光伏系统初始投资成本下降的重要推手。根据 CPIA 的数据统计，2016 年至 2020 年，我国地面光伏系统的初始投资成本从 7.3 元/W，下降至 3.99 元/W，累计降幅为 45.3%，其中，组件端的初始投资成本从 3.3 元/W，下降至 1.57 元/W，累计降幅高达 52.48%，远高于系统端的投资成本的降幅；成本占比也从 2016 年的 45.21%，下降至 2020 年的 39.30%。可见，光伏组件的成本大幅下降，是近年来光伏系统初始投资成本显著降低的重要原因。

图 7：地面光伏系统的初始投资成本大幅下降



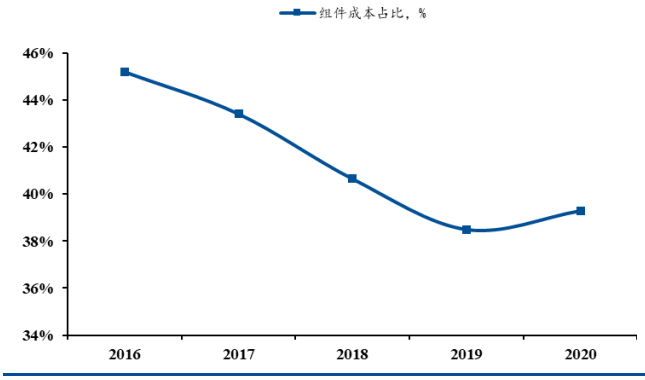
资料来源：CPIA，民生证券研究院

图 8：组件端的初始投资成本显著降低



资料来源：CPIA，民生证券研究院

图 9：组件端在初始投资成本中的占比稳步降低



资料来源：CPIA，民生证券研究院

投资成本的降低，将有效提升光伏发电项目的 IRR。基于对于光伏发电项目的理解，我们建立了项目相关的 IRR 模型。假设年有效利用小时数为 1200 小时，长期贷款利率为 7.3%，自有资本金投入占比为 30%，以此对光伏发电项目的 IRR 进行敏感性分析系，当光伏上网电价一定时，光伏发电项目的 IRR 随着单位投资成本的降低稳步提升，而且光伏发电项目的单位投资额下降的幅度越大，带来的 IRR 提升的空间越大，并呈现加速提升的态势：以 0.4 元/KWh

的上网电价为例，当项目的单位投资额从 3.7 元/W 下降至 3.4 元/W，项目的 IRR 则从 7.07%提升至 8.16%，提升 1.09%；当项目的单位投资额从 3.4 元/W 下降至 3.1 元/W，项目的 IRR 则从 8.16%提升至 9.44%，提升 1.28%，提升幅度更为明显。

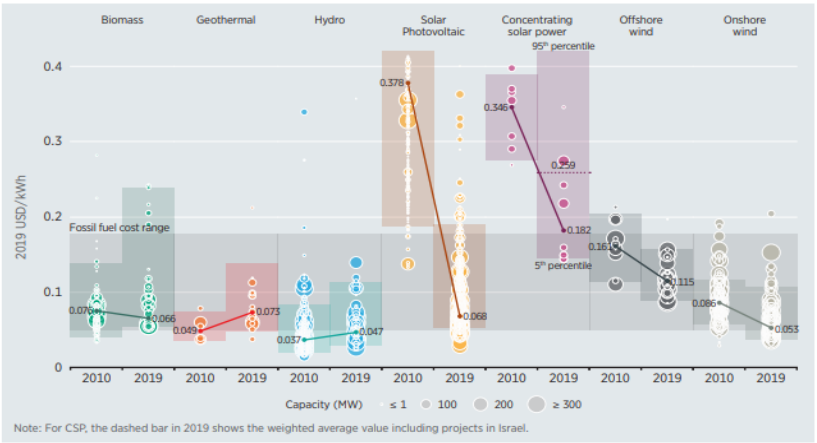
表 3：光伏发电项目 IRR 的敏感性分析（%）

		单位投资（元/W）						
		4.6	**4.3**	**4.0**	**3.7**	**3.4**	**3.1**	**2.8**
上网电价（元/KWh）	**0.25**		0.22	0.75	1.36	2.06	2.87	3.84
	0.30	1.53	2.09	2.72	3.45	4.28	5.25	6.41
	0.35	3.07	3.71	4.44	5.28	6.24	7.37	8.72
	0.40	4.57	5.30	6.12	7.07	8.16	9.44	10.97
	0.45	5.98	6.78	7.70	8.75	9.97	11.40	13.12
	0.50	7.41	8.30	9.30	10.46	11.81	13.39	15.30
	0.55	8.78	9.75	10.85	12.11	13.59	15.33	17.43

资料来源：民生证券研究院

投资成本下降推动 LCOE 降低，实现平价上网地区数量迅速攀升。LCOE 即把光伏发电的初始成本，可用于横向对比各种发电方式的度电成本。受益于光伏系统初始投资成本的下降，光伏项目的 LCOE 显著降低。根据 IRENA 的数据，2010-2019 年，太阳能光伏发电的 LCOE 下降了 82%，从 0.378USD/KWh 降至 0.068USD/KWh。度电成本的降低，使得实现光伏平价上网的国家和地区的数量迅速攀升。根据 IRENA 的统计，2010 年，落入燃煤发电的 LCOE 区间且装机规模在 200MW 水平的国家和地区仅有 1 个；而在 2019 年，落入燃煤发电的 LCOE 区间且装机规模在 300MW 以上的国家和地区已经超过了 100 个，18 个国家新增光伏装机规模在 1GW 以上。

图 10：2010-2019 年，光伏项目 LCOE 大幅降低

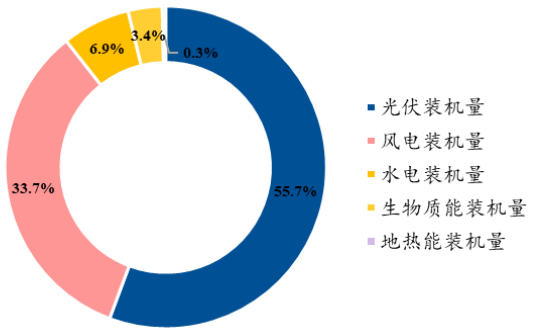


资料来源：IRENA，民生证券研究院

2.1.2 光伏装机量迅速扩张

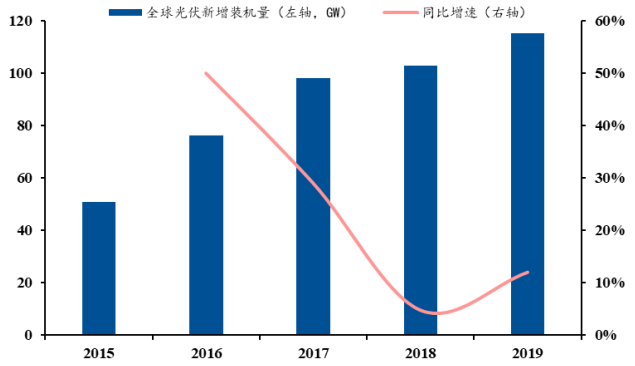
光伏装机规模迅速扩张，在全球可再生能源新增装机排名中名列第一。得益于光伏平价上网的国家和地区数量迅速攀升，2019 年，光伏新增装机量在全球可再生能源新增装机量中排名第一，占比约为 55.34%，高于风电（33.7%）、水电（6.9%）、生物质能（3.4%）、地热能（0.3%）的装机量。根据国际能源署（IEA）发布的 2020 年全球光伏市场报告，2019 年全球光伏新增装机为 114.9GW，同比增长 12%，连续两年突破 100GW。据此计算，2015 年至 2019 年光伏新增装机规模的 CAGR 约为 22.72%。

图 11：2019 年，全球可再生能源新增装机量分布



资料来源：IRENA，民生证券研究院

图 12：全球光伏新增装机量持续上升



资料来源：IEA，民生证券研究院

2020 年光伏景气走出疫情影响后迅速回暖。全球光伏新增装机规模稳中有升，从 2020 年上半年的数据看，主要 12 国光伏新增装机规模约 31GW，略高于 2019 年上半年的 30GW，基于此数据进行预测，主要 12 国全年装机量将达到 89-95GW。

表 4：2020 年上半年，主要 12 国新增装机量拆分

国别	2020H1（GW）	同比变化	全年新增装机预测（GW）	数据来源
中国	11.52	1%	40	国家能源局
美国	7.1	32.39%	18	美国光伏行业协会
印度	1.3	-146.15%	5.62-8	印度之桥
德国	2.36	8.47%	4.2	德国联邦网络局
巴西	1.38	4.34%	3	巴西太阳能光伏协会
韩国	2.1	61.54%	4	韩国工业、贸易和能源部
澳大利亚	1.54	-8.44%	6-6.5	澳大利亚光伏研究所
墨西哥	1.25	/	3	Asolmex
波兰*	0.96	/	1	波兰输电系统运营商
西班牙	0.78	/	1.5-3	西班牙电网运营商
法国	0.397	-6.86%	1.5-2	法国国家统计与经济研究所
意大利	0.362	36.20%	1	意大利可再生能源协会
合计	31.049		88.82-95.1	

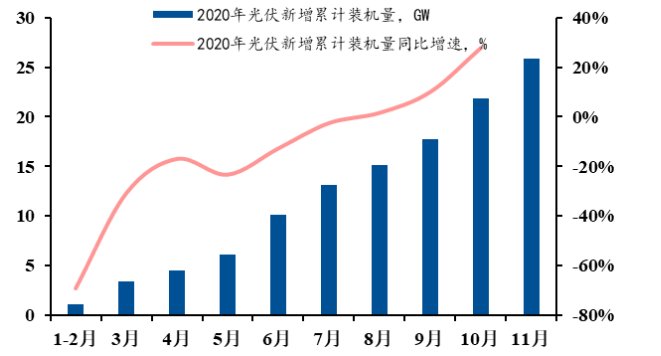
资料来源：Solarzoom，民生证券研究院

注：波兰为 2020 年 1 月-7 月数据

国内光伏新增装机规模持续上行，迅速走出疫情的影响。2020 年，我国新增光伏装机量为 48.2GW，同比增长 81.7%，超过年内各机构预期。根据中电联的数据，我国光伏新增装机量已在 2020 年下半年走出疫情的影响，光伏装机量从 8 月份恢复至 19 年同期水平，10 月份

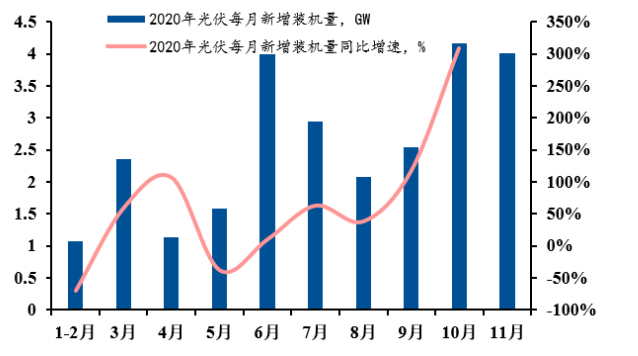
新增的累计装机量同比已实现 20%正增长，单月新增装机规模超过 4GW，同比增长率高达 300%。

图 13：国内全年光伏累计装机量



资料来源：中电联，民生证券研究院

图 14：国内全年光伏新增装机量



资料来源：中电联，民生证券研究院

2.1.3 国内多部门发布政策支持光伏发电项目发展

近年来，光伏政策呈现出下述趋势：1）光伏补贴机制逐步完善，一方面补贴逐步退坡，倒逼光伏行业提升发电转换效率，进一步降本；另一方面，2020 年起，补贴以收定支，新增补贴项目规模由新增补贴收入决定，新增光伏装机不会再出现拖欠电网补贴的现象。2）鼓励户用发电，支持光伏扶贫，鼓励加大光伏发电市场化交易的力度。

表 5：近年持续推出利好性政策

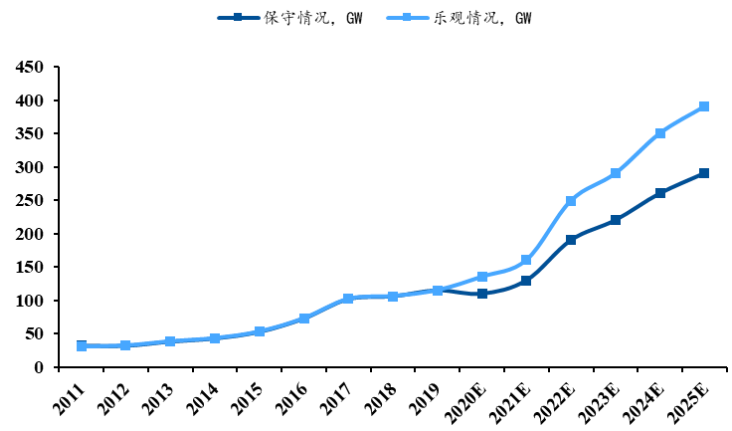
日期	政策名称	内容
2020 年 11 月	《关于加快推进可再生能源发电补贴项目清单审核有关工作的通知》	2017 年 7 月之后并网的合规光伏项目都可进入补贴清单名录。
2020 年 7 月	《关于下达 2020 年度可再生能源电价附加补助资金预算的通知》	2020 年国家可再生能源电价补贴资金预算总额约 924 亿元，光伏项目约 473 亿元，占比约 51%。
2020 年 5 月	《关于将有关村级光伏扶贫电站项目纳入国家规模范围的通知》	未通过审核的村级光伏扶贫电站项目，将无法拿到国家补贴。
2020 年 3 月	《关于 2020 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》	2020 年光伏补贴 15 亿，其中 5 亿用于户用光伏。
2020 年 1 月	《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》	完善光伏补贴机制，以收定支，新增补贴项目规模由新增补贴收入决定。
2019 年 5 月	《关于公布 2019 年第一批风电、光伏发电平价上网项目的通知》	全国共 16 个省级能源主管部门报送风、光平价上网项目名单，光伏平价上网项目装机规模为 14.78GW。
2019 年 4 月	《关于完善光伏发电上网电价机制有关问题的通知》	完善集中式光伏发电上网电价形成机制；适当降低新增分布式光伏发电补贴标准。
2019 年 1 月	《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》	开展平价上网和低价上网试点项目建设；鼓励平价上网项目和低价上网项目通过绿证交易获得合理收益补偿。
2018 年 3 月	《关于公布光伏制造行业规范条件的公告》	支持光伏扶贫；鼓励地方加大分布式发电市场化交易力度。

资料来源：国家能源局、工信部，民生证券研究院

2.1.4 未来五年，光伏装机量的景气度大概率持续

十四五期间，全球光伏装机规模有望年均新增 222~287GW。光伏行业降本提效稳步推进，叠加全球各国可再生能源政策的颁布与执行，预计全球光伏累计装机容量将继续保持增长态势，根据 CPIA 的预测，“十四五”期间，乐观预期下，全球光伏装机规模年均新增 287GW，中性情况下年均新增 222GW。该预期与 IRENA 于 2019 年年在分析报告《光伏的未来》给出的预测基本一致，IRENA 认为，到 2030 年光伏的装机目标将达到 8500GW，年均光伏新增规模将超过 250GW。

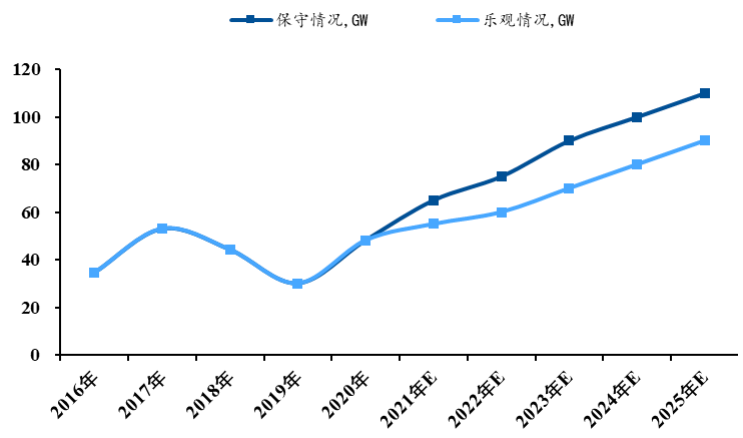
图 15：“十四五”期间，全球光伏累计装机容量情景预测



资料来源：CPIA，民生证券研究院

2020 年国内光伏新增装机规模实现恢复性增长，未来五年新增装机水平有望再上一个台阶。随着疫情的负面影响逐渐消退，在未建成的 2019 年竞价项目、特高压项目，新增的竞价项目、平价项目等增量装机需求的拉动下，国内新增光伏市场实现了恢复性增长，2020 年国内新增光伏装机量达到了 48.2GW。习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上指出，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。在中国向“30·60 目标”迈进的过程中，“十四五”是实现碳达峰的关键时期，光伏发电大有可为。根据 CPIA 的观察与分析，预计 2021 年新增装机规模约为 55GW-65GW，预计“十四五”期间，国内年均光伏新增装机规模将达 70-90GW。由此推算，未来 5 年，光伏新增总装机规模有望达到 350-450GW，同比“十三五”期间 210GW 的新增总装机规模有较大幅度提升。

图 16：国内新增光伏装机量



资料来源：CPIA，民生证券研究院

2.2 下游乘政策东风积极扩产，设备获行业景气迈入上行区间

2.2.1 组件出货显著提升

光伏装机规模上升，大幅提振市场对光伏组件的需求。2016-2020 年，主要厂商的组件出货量持续提升，2020 年，隆基股份组件出货量约为 23.7GW，同比 2019 年暴增 163.33%，跃升至行业首位。同时，晶科、晶澳等龙头组件厂商的出货量也实现了 30%以上的增长。出货量的增加，为组件厂商的产能扩张提供正向激励。

表 6：2016-2020 年全球主要光伏厂商出货量（GW）

公司名称	2016	2017	2018	2019	2020E
隆基	0.8	4.4	7.2	9	23.7
晶科	6.7	9.7	11.4	14.2	18.9
晶澳	5.1	7.5	8.8	10.3	15.5
天合光能	6.4	9.1	8.1	9.7	15.6
阿斯特	5.1	6.9	7.1	8.5	11.1
韩华 Q cells	4.9	5.4	5.5	7.3	10
东方日升	1.5	2.5	4.8	7	8.23

资料来源：Global Data，索比光伏网，民生证券研究院

2.2.2 组件厂商积极扩产

光伏景气度高企，组件厂商积极扩产。2020 年内，光伏组件行业展现出极高的扩产积极性，据不完全统计，2020 年光伏组件厂商已发布的扩产计划高达 312GW。其中，晶澳、天合光能、东方日升、阿特斯、隆基、协鑫集团以及晶科等厂商宣布的组件扩产计划的总产能已分别达到 47/28/28/26/21/20/15GW。该统计不排除部分厂商计划在总体规划下进行分批扩产，如晶澳在河北江苏 10GW 的扩产计划，将分两期建设，一期组件产能 4GW，2020 年 11 月份正式投入生产；二期产能 6GW，预计将于 2021 年实施投产。

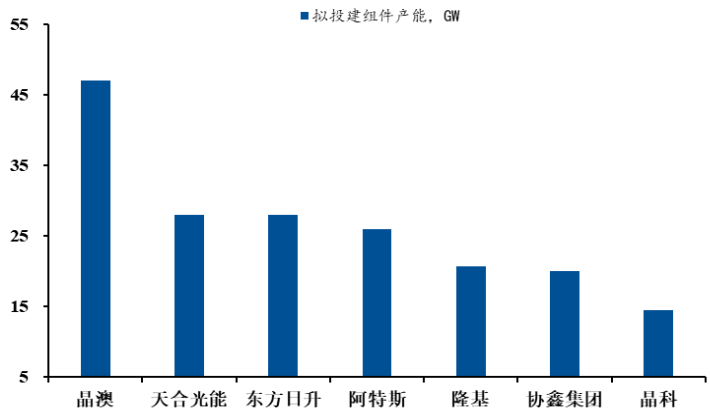
表 7：代表厂商 2020 年扩产计划汇总

公司	项目	产能	公司	项目	产能	公司	项目	产能

		GW			GW			GW
隆基	西安	0.68	晶澳	义乌	8	正信光电	宿迁	10
	嘉兴秀洲	5		奉贤	10	东方希望	河南	10
	越南光伏	7		河北 江苏	10	华君电力	南京	10
	浙江嘉兴	7		越南	3	斯坦得	和县	6
	青海	1		扬州	15	中环股份	天津	6
东方日升	义乌	15	晶科能源	上饶	1	句容恒嘉	镇江	5.5
	安徽滁州	5		海宁	2	平煤神马	许昌	5
	马来西亚	3		上饶	10	正泰集团	盐城	5
天合光能	盐城	6		浙江	1.5	中润光能	宿迁	5
	宿迁二期	2.5	协鑫集成	肥东	15	江西展宇	宜兴	5
	宿迁三期	4		阜宁	2.5	腾辉光伏	临淄	5
	盐城	10		阜宁	2.5	中节能	镇江	4.5
	常州	0.5	无锡尚德	新吴	5	江苏太一	常州	3
	义乌	5		无锡	1.5	环晟光伏	宜兴	3
阿特斯	江苏宿迁	10		印尼	0.5	亿晶光伏	常州	2.5
	浙江嘉兴	10		淄博	3	中利集团	江苏	2
	盐城大丰	6	赛拉弗	颍上	4	横店东磁		2
爱康光电	盐城	0.68		越南	0.5	锦州阳光	江苏	1.5
	泰兴	5		越南	0.25	航天机电		0.5
	赣州	7	赛维电源	新余	10	**合计**		**312**

资料来源：晶澳、晶科、隆基、天合光能、东方日升公告与官网、摩尔光伏、北极星光伏网，民生证券研究院

图 17：2020 年，主要厂商在扩产计划中宣布的拟投组件产能已达 184GW

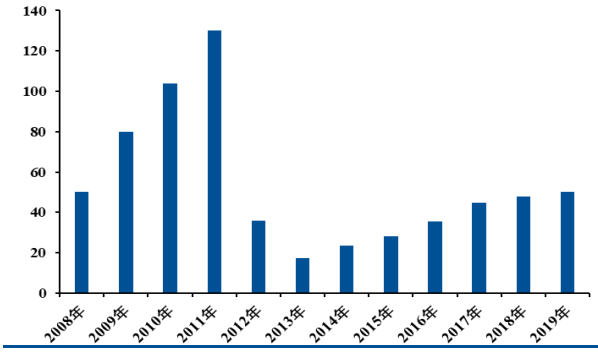


资料来源：Energytrend，民生证券研究院

2.2.3 组件设备市场景气或将长虹，预计未来三年组件设备市场规模可达 255 亿元

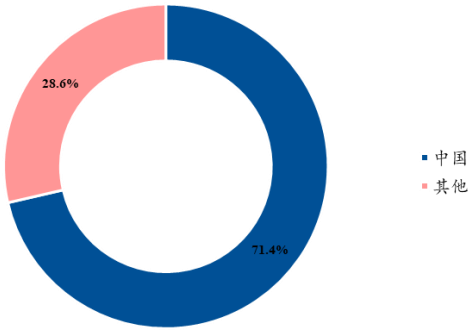
光伏行业景气，光伏设备行业规模持续扩张。2020 年内，光伏组件行业展现出极高的扩产积极性。2019 年，全球光伏设备产业的销售收入增加值约 50 亿美元，约合 350 亿元人民币，同比增长 4.2%，我国光伏设备的市场规模达到 250 亿元，同比增长高达 13.6%，占全球市场规模的 71.4%。

图 18：2008-2019 年全球光伏设备行业销售收入（亿美元）



资料来源：CPIA，民生证券研究院

图 19：2019 年光伏设备市场规模占全球市场规模的 71.4%



资料来源：CPIA，民生证券研究院

组件设备作为光伏设备的重要组成，市场规模也将持续扩张。现对组件设备市场规模进行测算，测算假设如下：

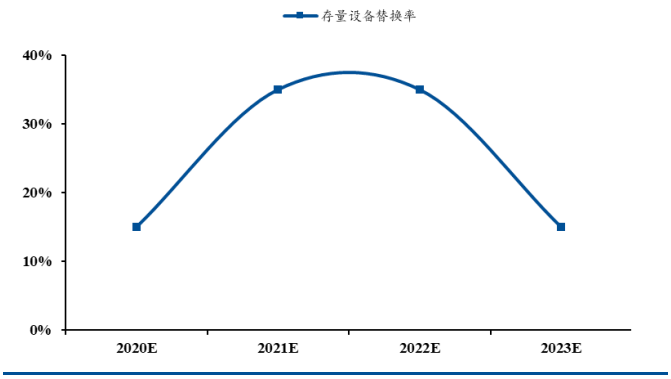
1）全球光伏新增装机容量：选取 CPIA 对于全球光伏新增装机规模年均 280GW 的预测，2020 年的数据为 CPIA 在 2020 年 2 月份的预测，剔除疫情这一短期突发性冲击的影响。

2）调整系数：终端电站对于组件存在多样化需求，组件供应商提供的产品难以完全匹配，同时考虑到产品在途和待装机产品，组件产能需求会持续高于全球光伏新增装机容量。因此，取 2011-2019 年间二者差距的平均数 1.9 作为测算时的调整系数。

3）存量替换率：一般而言，组件设备的更新替换周期大约在 4 年左右。但近年来，由于大尺寸、多主栅和半片等新型组件技术在行业中快速渗透，传统产线难以兼容新型工艺，因此，在新一轮技术升级的浪潮背景下，组件厂商开始对传统的组件产线实施升级和改造。考虑到新型组件技术正是在 2020 年开始快速渗透，且未来 2 年有望成为新型技术快速落地的关键时间节点，所以，我们以 2019 年作为存量替换基年，2020 年开始进行存量替换，假设 20-23 年，存量产能每年将以 15%/35%/35%/15 的增量比例，进行升级。

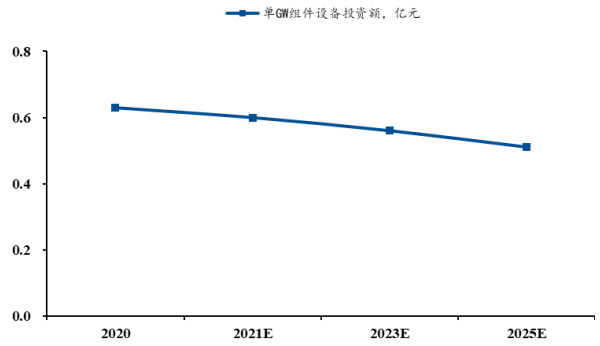
4）单 GW 设备投资额：根据 CPIA 发布的《中国光伏产业发展路线图（2020 版）》报告，2020 年组件新投产线设备投资额为 0.63 亿元/GW，并且未来几年有持续下行趋势，因此出于谨慎考虑，将单 GW 设备投资额设定为 5750 万元。但值得注意的是，随着大尺寸组件、半片、多主栅等新兴技术渗透率的提升，单一产线的组件设备构成有望迎来变化，未来，单位组件产能的投资额存在上行可能。

图 20：存量替换率模拟



资料来源：民生证券研究院

图 21：组件设备产线单 GW 投资额



资料来源：CPIA，民生证券研究院

经测算，预计 2021 年、2022 年、2023 年组件设备的市场规模可分别达到 82.42 亿元、92.39 亿元和 79.77 亿元，未来 3 年组件设备的市场规模合计可达 255 亿元，组件设备厂商拥有广阔的发展前景。

表 8：未来 3 年组件设备的市场规模约为 255 亿元

	2019	2020E	2021E	2022E	2023E
全球光伏新增装机容量，GW	115	135	170	214	270
yoy	8.49%	17.39%	26.00%	26.00%	26.00%
调整系数	1.90	1.9	1.9	1.9	1.9
组件产能需求，GW	219	257	323	407	513
新扩产能，GW	29	38	67	84	106
替换速率		15%	35%	35%	15%
存量替换产能，GW		33	77	77	33
单 GW 设备投资额，亿元		0.575	0.575	0.575	0.575
新增设备市场规模，亿元		21.56	38.35	48.32	60.88
存量替换设备市场规模，亿元		18.89	44.07	44.07	18.89
组件设备市场规模，亿元		40.45	82.42	92.39	79.77
未来 3 年组件市场规模，亿元					255

资料来源：CPIA，民生证券研究院

2.3 组件设备市场相对成熟，竞争格局持续优化

行业内企业众多，单厂商可提供的产品品类较多。组件设备的市场较为分散，公司数量较多，竞争较为充分。组件设备国产化进程较早，厂商可提供多种产品，充分利用技术同源和客户同源优势。如奥特维可提供激光划片机、串焊机、叠瓦串焊机、层压机等设备，先导智能可提供串焊机、叠瓦一体焊接机、汇流条焊接机等设备，金辰股份可提供激光划片机、串焊机、叠片焊接机、层压机、汇流条焊接机、层压机、EL 测试仪等设备。同时，先导智能、金辰股份、苏州晟成、武汉三工还可提供组件自动化生产线。

各厂商用于叠瓦工艺的设备名称和内涵存在一定差异，奥特维为叠瓦串焊机，是利用导电胶（目前存在点胶、丝网印刷两种技术路线）将激光切割后的电池小片粘合在一起的串焊设备；先导智能为叠瓦一体焊接机，集整片上料，激光划片，丝网印刷，叠片焊接于一体；金辰股份

为叠片焊接机，为全自动点胶叠片机。下文统一以叠瓦焊接设备指代点胶/丝印和叠片焊接工艺所对应的设备。

表 9：各设备主要供应商一览

	奥特维	宁夏小牛	先导智能	金辰股份	苏州晟成	武汉三工	博硕光电
激光划片机	√			√	√		
串焊机	√	√	√	√		√	√
叠瓦焊接设备	√		√	√			
汇流带焊接机		√	√	√	√		
层压机	√			√	√		√
检测设备				√		√	√
组件自动化产线			√	√	√	√	

资料来源：中国制造网、金辰股份官网、河北羿珩官网、苏州晟成官网，民生证券研究院

头部设备厂商深度绑定下游龙头客户。目前，奥特维、宁夏小牛、先导智能、金辰股份等主要参与者，均向晶科、晶澳、隆基、东方日升、天合光能等头部组件厂商出货，根据中标公示结果，上述厂商已占据市场绝大多数份额，新进入者难以突破客户壁垒。深层次绑定是上下游双方共同诉求，从设备商的角度看，需稳定下游以保证持续经营能力和财务稳健性，进而提升品牌影响力；从组件厂商的角度看，组件的终端市场愈加分散，其供应链管理的诉求显著提升，为了保证产品供应的一致性，以及迅速应对组件技术的更新，组件厂商也倾向于绑定高资质的设备厂商。

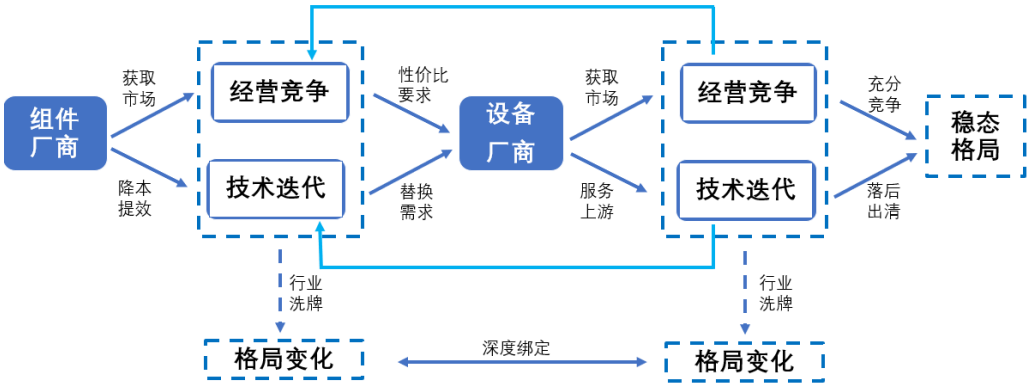
表 10：设备厂商与下游主要客户对应矩阵

	晶科	晶澳	隆基	东方日升	阿特斯	通威
奥特维	√	√	√	√	√	√
先导智能	√	√	√	√	√	√
金辰股份	√	√	√	√	√	√
京山轻机	√	√	√	√	√	√

资料来源：奥特维、先导智能、金辰股份、京山轻机的公告和官网，民生证券研究院

设备与组件厂商深度联动，组件格局推动设备市场结构变化。从经营性竞争的传导路径看，组件产量 CR5 的占比约为 51%，市场竞争较为充分，对设备提出较高的性价比要求。设备厂商为获得市场份额，积极优化设备技术和产能，为上游提供具有竞争力的设备产品。**从技术变革角度看，**贯穿光伏行业全环节的降本提效的使命，推动组件厂商进行持续的技术更新，进而推动组件设备迭代。同时，设备厂商也利用自身的工艺积淀，反馈上游所需设备，为组件技术变革提供坚实的设备基础。**经营性竞争和技术迭代推动组件厂商和设备厂商的格局变化，上下游两市场的格局变化相互影响，设备市场逐步形成稳态竞争格局。**设备厂商对于新兴技术路线的判断和相应的技术储备，成为设备厂商提市占率的关键因素。

图 22：组件设备与上游组件厂商深度联动



资料来源：民生证券研究院

组件技术更新催生细分蓝海市场，技术迭代将优化组件设备现有竞争格局。目前，组件领域正发生显著的变化，下一轮技术浪潮渐近，多主栅组件、半片组件、拼片组件、无主栅组件、叠瓦组件等百花齐放，其技术难度、工艺难度、封装难度均较传统组件有大幅提升，与下游竞争格局深度相关的组件设备行业将迎来新的机会，激光划片机、串焊机等有望成为新的蓝海市场，技术门槛的提升将厚增行业利润的护城河。拥有技术储备，提前布局相应技术“赛道”的组件设备商或将深度受益。

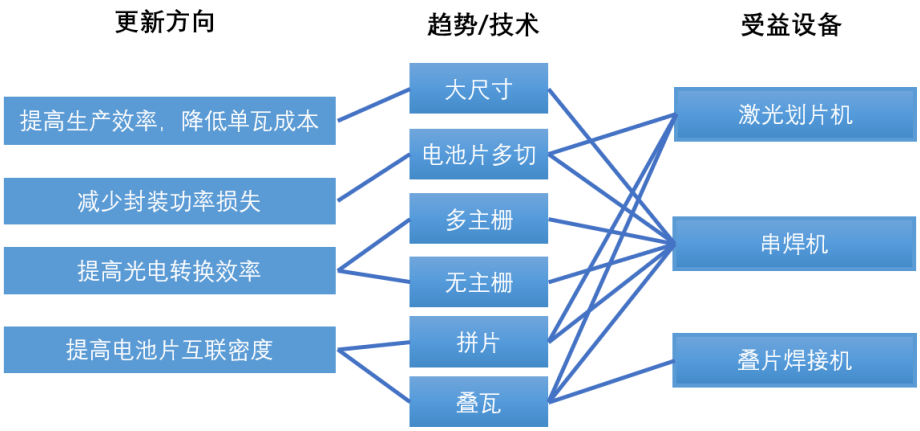
3 技术浪潮将至，孕育设备百亿细分市场

3.1 组件技术百花齐放，多设备共同受益

在降本提效的背景下，光伏组件环节出现多重变化。光伏降本提效，以推动光伏发电度电成本的降低，进而拓展光伏发电的应用场景，整体装机规模扩张，促使光伏组件产能扩张，利好光伏组件设备需求的放量。光伏平价渐行渐近，组件行业降本提效动力十足，其主要路径为：1）提高生产效率，降低单瓦成本，以大尺寸组件为代表；2）减少封装损失率，对电池片进行多切，目前以半片为主流；3）提高光电转换效率，包含多主栅和无主栅等技术；4）提高电池互联密度，采用叠瓦和拼片技术。

激光划片机、多主栅串焊机、叠瓦焊接设备或将深度受益。组件尺寸大型化和技术迭代，必然带来组件设备的更新换代。在与各工艺环节相对应的组件设备中，受益于上述变化的主要有串焊机、激光划片机和叠瓦焊接设备等设备，其中，从受益路径的条数上看，受益最充分的为串焊设备。具体而言，激光划片机或将受益于电池片多切、拼片、叠瓦的技术趋势，串焊机有望受益于大尺寸、电池片多切、多主栅、无主栅、拼片组件的发展，叠瓦焊接设备将受益于叠瓦组件渗透率的提升。

图 23：设备需求受益于技术更新



资料来源：Solarzomm，民生证券研究院

新型组件技术互相叠加，有望推动不同种类的设备需求同时落地。新型组件技术之间可做多种组合，互相叠加。参考 Taiyang news 的分析，除了个别技术相互之间有所排斥，大部分技术，如大尺寸、半片、多主栅、叠瓦，拼片、双玻、双面等，基本上可实现互相兼容。考虑到不同的工艺技术将对设备提出不同的需求，新型组件技术的互相叠加，有望推动不同种类的设备需求同时落地。

图 24：高效组件技术具有兼容性

Compatibility of Advanced Module Technologies							
Technology	Larger Wafers	Paving	Bifacial	Double Glass	Shingles	Half Cells	Multi-Busbars
Larger Wafers		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Paving	✓		✓	✓	×	✓	✓
Bifacial	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Double Glass	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Shingle	✓	×	✓	✓		✓	×
Half Cells	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Multi-Busbars	✓	✓	✓	✓	×	✓	
Legend:	Yes: ✓ Not applicable: ×						Source: © TaiyangNews 2019

资料来源：Taiyang news，民生证券研究院

3.2 大尺寸/半片/多主栅等新型组件技术崭露头角，催生出庞大的增量设备需求

3.2.1 大尺寸组件利好串焊机发展

硅片尺寸不断增大，大尺寸组件可以显著降本。大尺寸组件包括“182 组件”和“210 组件”，其中 182 和 210 指的是硅片尺寸。硅片尺寸增加，可降低组件成本，其降本机理为：1）通量价值，硅片尺寸增加，现有设备产能增加，单瓦组件所摊销的人力、折旧等成本降低；2）饺皮效应，利用材料的余量价值，如挖掘边框的强度余力、支架的强度余力等；3）块数相关成本，本质仍是利用材料的余量价值，这一成本仅与组件块数相关,而与组件面积无关，主要节约体现在接线盒、灌封胶、汇流箱、直流电缆等环节。以 M2 升级到 M6 尺寸为例，上述三种机理降本的幅度约为 2.9/5.58/2.18 分/W，总成本节约超过 0.1 元/W。

图 25：以 M2 升级到 M6 尺寸为例，大硅片所驱动的成本下降约为 0.1 元/W+

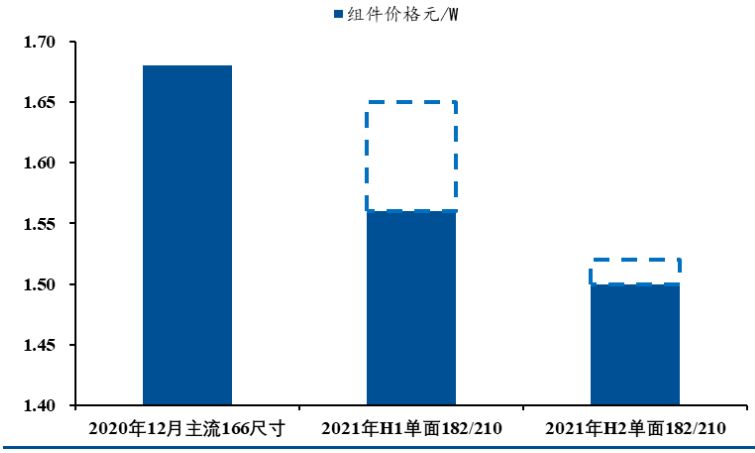


资料来源：Solarzomm，民生证券研究院

大尺寸组件具有更强的产品竞争力。正如上文分析所示，随着硅片尺寸的扩大，新型组件可以通过增加少量的硅片成本，获得更高的组件端成本节约。更高的产品性价比，将大幅提升

大尺寸组件的产品竞争力。根据 1 月 12 日中核汇能光伏组件集采的开标结果，2021 年 H1 和 H2 中标项目的 10%价格分位数（单面 182/210）分别为 1.56-1.65 元/W 和 1.5-1.52 元/W。相比 2020 年 12 月组件（主要为 166 产品）招标价格，大尺寸组件普遍存在 0.1-0.2 元/W 以上的价格优势。而根据我们对五大四小电力企业的招标跟踪，在未来保证产品交付的前提下，招标将以 182/210 的大尺寸组件为主。考虑到产品的性价比，显然，下游终端用户对于大尺寸组件更为青睐。

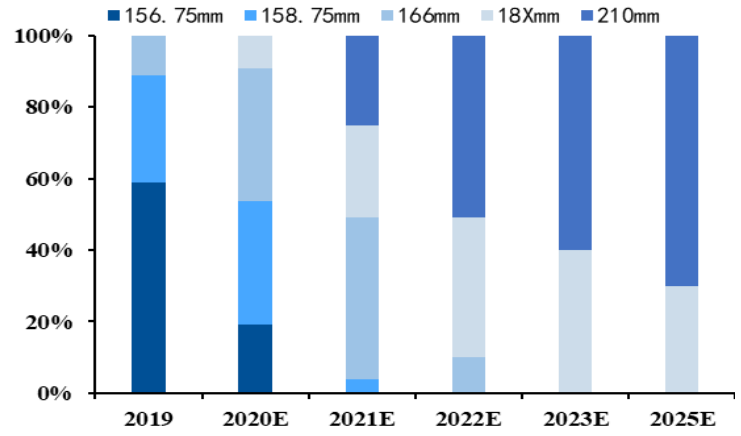
图 26：相比主流 166 尺寸，182/210 等大尺寸组件的价格已具竞争力



资料来源：Solarzoom，民生证券研究院

大尺寸组件渗透率提升速度较快，利好串焊机发展。根据 CPIA 的预测，2021 年大尺寸组件的渗透率将和传统 158/166 尺寸的组件平分秋色，2022 年，大尺寸组件的渗透率将一举提升至 90%，成为组件市场的绝对主流产品。硅片尺寸增加，电池片版型需做相应调整，常规串焊机不能兼容，需配备新型串焊机以制备大尺寸组件。因此大尺寸组件渗透率的提升，将利好串焊机发展。

图 27：大尺寸组件或将在 2022 年成为主流产品

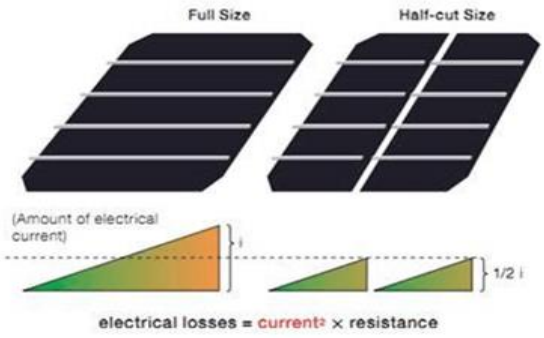


资料来源：CPIA，民生证券研究院

3.2.2 半片组件提振激光划片机和串焊机需求

半片组件技术可减少封装功率损失，提升组件功率。半片组件技术运用激光切割法，沿垂直于电池片主栅线的方向，将标准规格的电池片切分为两片相同的电池片。根据晶科的测算，半片组件与常规组件相比，功率可以提升 5-10W，主要原因在于：1）半片组件封装损失仅为 0.2%左右，而常规组件的封装损失一般大于 1%；2）半片组件采取并串结构，在相同遮挡的情况下，半片组件的阴影遮挡损失更小。同时，半片组件内部电流和内损耗减少，因此组件及接线盒的工作温度有所下降，热斑几率大幅降低，组件的安全性和可靠性大幅提升。2017 年 10 月，经过 R&D PV 测试系统的测量，晶科半片组件比常规组件的温度约低 1.4 摄氏度。

图 28：半片组件制备



资料来源：索比光伏网，民生证券研究院

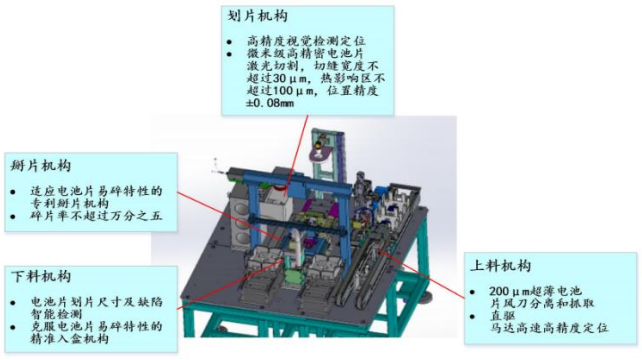
图 29：半片技术可以减少温升损失



资料来源：晶科能源，民生证券研究院

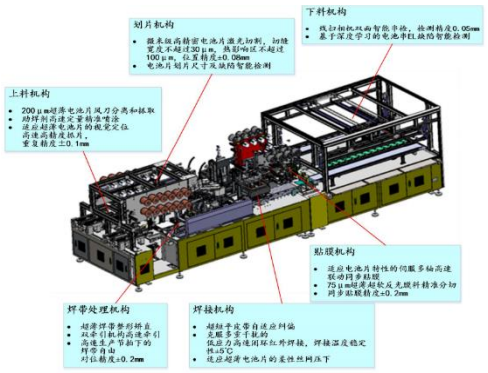
半片组件的应用将进一步打开激光划片机的成长空间，利好串焊设备发展。半片组件在常规组件的设备线中，需增加激光划片机对电池片进行划片，激光划片步骤也可内嵌至串焊机中，替换为划片串焊一体机。同时，因加工动作翻倍（一片划为两片或更多），导致单机产能下降，同等装机规模下，适用于半片或更小片电池片的焊接设备需求量将会增加。因此，半片或更小片的电池片组件渗透率的提升将带动激光划片机、串焊设备（多主栅串焊机、叠瓦焊接设备等）的需求增长。

图 30：奥特维划片机结构



资料来源：奥特维招股说明书，民生证券研究院

图 31：奥特维串焊机结构



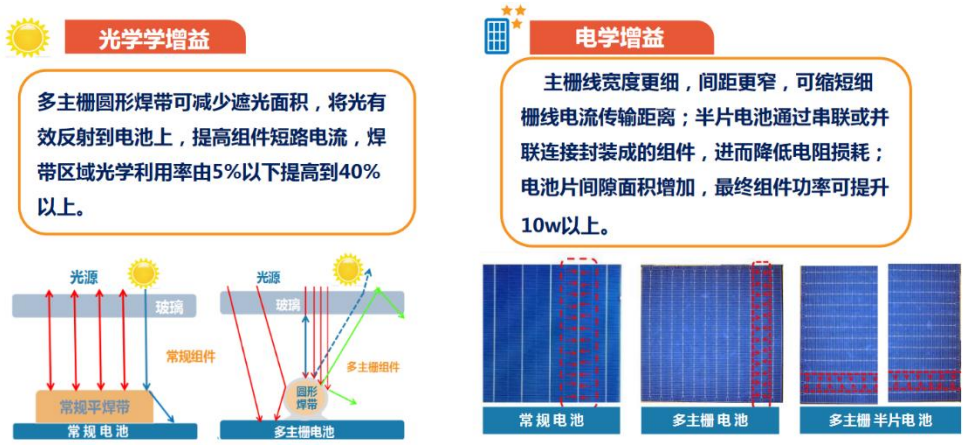
资料来源：奥特维招股说明书，民生证券研究院

3.2.3 多主栅、无主栅、拼片工艺推动高精度串焊机发展

多主栅技术具备光学和电学增益，同时可大幅降低银浆成本。多主栅即电池片具有 7 条

以上的主栅线。提效方面，多主栅可以提高电池受光面积、降低电流热损耗以提高电池功率，光学利用率可由 5%以下提升至 40%以上，最终组件功率可提升 10W 以上。降本方面，多主栅通过减少主栅宽度,增加主栅数量,可以减少银浆用量,常规主栅电池片正银耗量约为 110mg，多主栅电池（以 12 栅为例）正银耗量约为 70mg，银浆成本节约幅度可达 36%。

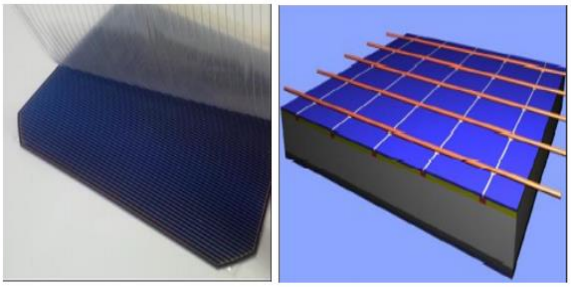
图 32：多主栅技术可使焊带光学利用率提升 35%以上，最终组件功率提升 10W 以上



资料来源：英利能源，民生证券研究院

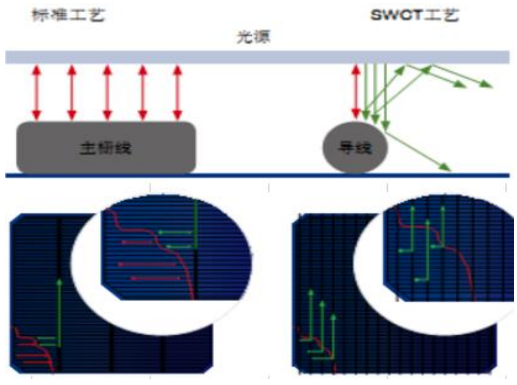
无主栅技术可提高组件效率，降低组件成本，同时增强组件的可靠性。无主栅技术以圆形镀层铜丝连接电池细栅，汇集电流，实现电池互联。提效方面，铜线的截面为圆形，因此在制成组件后，其遮光面积可减少 30%，电阻损失降低，组件总功率可提高 3%。降本方面，主栅材料采用铜线，可减少银材料用量约 80%，大幅降低生产成本。可靠性方面，相比其他主栅组件，当无主栅电池遇到断栅或隐裂时，该情况对电池整体电流收集的影响程度明显降低，对组件最大输出功率的影响更小，因此其性能更加可靠。

图 33：无主栅组件的制备



资料来源：黄河水电光伏产业技术有限公司，民生证券研究院

图 34：无主栅组件总功率提升 3%，性能更加可靠



资料来源：黄河水电光伏产业技术有限公司，民生证券研究院

拼片在半片的基础上进行高密度封装，或可带来封装收益。拼片组件的特点为“高密度”封装和三角焊带。拼片组件在半片封装的基础上，片间距仅为半片组件的四分之一，同时将扁平焊带改为三角焊带，可有效利用之前扁平焊带所遮挡的光线，提升组件发电效率。以杭州瞩日的拼片组件为例，其选用通威电池片封装为拼片组件，经测试后 CTM 为 102%，超过 100%，

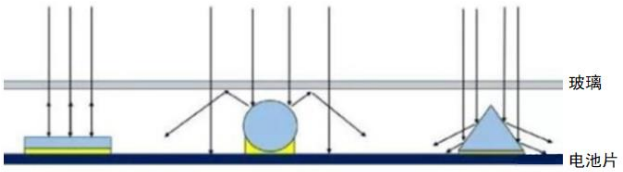
即拼片组件不仅不再有封装损失，反而带来封装增益，颠覆既有的对组件 CTM 的认知。

图 35：拼片组件与半片组件的对比



资料来源：Solarwit，民生证券研究院

图 36：三角焊带、扁平焊带、圆形焊带对比



资料来源：Solarwit，民生证券研究院

多主栅组件、无主栅组件、拼片组件将厚增串焊设备技术壁垒，推动多主栅串焊机和高精度串焊机发展。相比常规组件，多主栅组件的主栅线数量增加，宽度变窄，焊带的形状由扁平状变为圆柱状，而无主栅组件去掉主栅线，代之以圆形镀层铜丝连接电池细栅，拼片组件则在电池互联环节，将片间距缩小四分之三，并将扁平焊带变为三角焊带。上述三中技术对于设备的焊接能力、精度、稳定程度的要求均有大幅提升，传统串焊机难以兼容新型技术，需更换高精度串焊机以完成焊接。

图 37：宁夏小牛 CHn40 多主栅半片划片串焊一体机



资料来源：宁夏小牛官网，民生证券研究院

图 38：奥特维 MS40A 串焊机，可兼容大尺寸多主栅半片

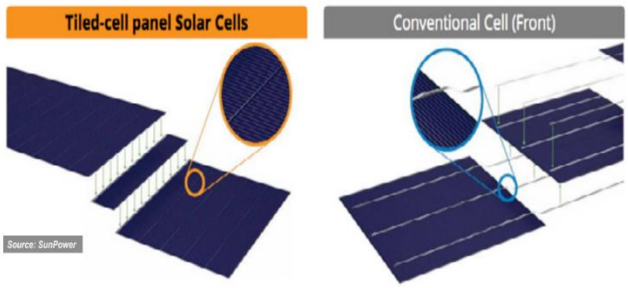


资料来源：奥特维官网，民生证券研究院

3.2.4 叠瓦技术助力焊接设备更新

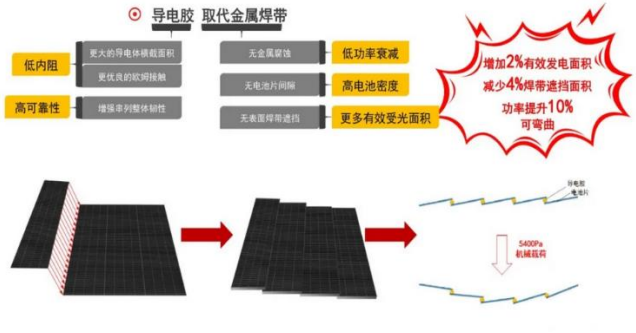
叠瓦技术提升电池片封装密度，可带来多方收益。叠瓦技术取消焊带，以导电胶取代金属焊带，利用导电胶粘合激光切割后的电池小片。叠瓦组件的无焊联接并联发电，可带来低内阻、高可靠性、低功率衰减、高电池密度、更多有效受光面积等优势。以赛拉弗的叠瓦组件产品为例，相比常规组件，在面积相同的条件下，其叠瓦组件可增加 2%有效发电面积，减少 4%焊带遮挡面积，功率提升 10%。

图 39：叠瓦组件与常规组件的结构对比



资料来源：Taiyangnews，民生证券研究院

图 40：叠瓦组件以导电胶取代金属焊带，带来多方面收益



资料来源：赛拉弗，民生证券研究院

叠瓦组件可打开多设备成长空间。叠瓦技术从本质改变了电池片互联的方式，是传统组件串焊连接的替代工艺，通过对叠瓦技术工艺的分析，对比传统组件，叠瓦组件需要在三个工艺环节处增加相应设备：1）焊接前，需将电池片划片分为 5 片或 6 片，因此需新增激光划片机；2）区别于汇流条焊接，叠瓦采用导电胶进行连接，因此需新增丝网印刷机；3）电池片互联环节，通过使导电胶高温固化，进行叠片，因此需增加叠片焊接设备。

图 41：叠瓦组件自动化生产线



资料来源：先导智能官网，民生证券研究院

3.2.5 新型组件产品集中发布，点燃设备需求

龙头厂商密集发布大功率新型组件。在新技术变革的推动下，随着供应链和工艺技术的成熟度不断提高，新型组件产品密集发布，仅 2019 年 8 月至 2020 年 8 月，晶澳、晶科、隆基、天合光能、东方日升等厂商就接连发布新品。新型组件产品兼容各项技术，如天合光能发布的至尊组件，结合了 210 大尺寸、三分片和多主栅技术，功率突破 500W。阿特斯 HiKu6 组件，在 182 大尺寸硅片的技术上，结合半片、多主栅和拼片技术，组件功率高达 590W。融合了半片、多主栅、拼片等新技术的大尺寸组件的放量或超预期，点燃对激光划片机、多主栅串焊机等设备的增量需求。

表 11：龙头组件厂商密集发布大功率新型组件

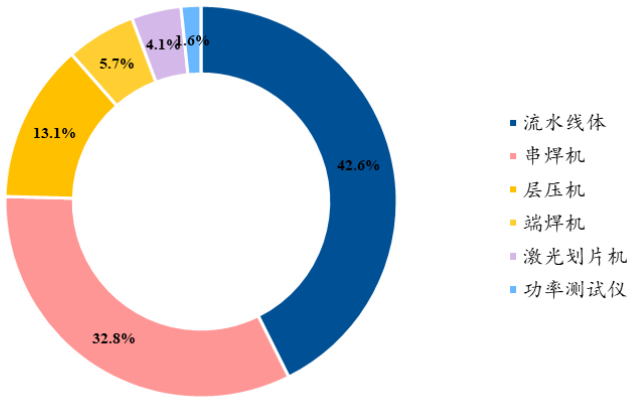
企业	组件名称	发布时间	技术路线	硅片尺寸	组件功率(W)
环晟	夸父	2019 年 8 月	双面双玻+叠瓦	210	520
东方日升	Titan	2019 年 12 月	PERC+MBB++9 分片	210	510
天合光能	至尊	2020 年 2 月	PERC+MBB++3 分片	210	505
尚德	Ultra X	2020 年 8 月	PERC+MBB++3 分片	210	605
晶澳	DeepBlue3.0	2020 年 5 月	掺镓单晶 PERC+Percium+11BB	180	525
晶科	Tiger Pro	2020 年 5 月	单晶 Perc+MBB+半片+叠焊	180	580
隆基	Hi-Mo 5	2020 年 6 月	PERC+9BB+半片	182	540
阿斯特	HiKu6	2020 年 7 月	PERC+MBB+半片+拼片	182	590
腾辉	麒麟 BISTAR PRO	2020 年 8 月	半片+10BB	182	590

资料来源：SNEC 会议资料、光伏们、中国分布式能源网，民生证券研究院

3.3 技术变革催生百亿细分市场，串焊机或为此轮变革最大赢家

新型组件推动设备放量，现将组件设备细分为激光划片机、串焊机、层压机、流水线体、端焊机、功率测试仪，兼顾设备存量替换和增量更新的产能需求，以测算相应的市场规模。其中，流水线体主要包括：自动上玻璃机、EVA 铺设机、排版机、横向和纵向输送机、EL 测试仪、打胶装框一体机、生产总线控制系统等。在单 GW 组件产线的设备投资中，串焊机和层压机的价值量较高，投资占比约为 33%和 13%

图 42：单 GW 组件产线中，各设备投资占比



资料来源：民生证券研究院

虽然不同技术利好的设备不同，但是大尺寸硅片、半片技术和多主栅技术往往相互叠加，所以此处假设：各设备在 2021 至 2023 年的设备产能需求中的渗透率均为 100%。

经测算，未来 3 年，激光划片机、串焊机、层压机、流水线体、端焊机、功率测试仪的市场规模分别为 13 亿元、89 亿元、35 亿元、115 亿元、16 亿元和 4 亿元，其中，受益于较高的单 GW 价值量和迅速提升的渗透率，串焊机市场在单一设备的细分市场中的规模最大，或为此轮技术迭代周期中最大赢家。

表 12：组件设备的细分市场规模测算

	2020E	2021E	2022E	2023E
新扩产能，GW	38	67	84	106
存量替换产能，GW	33	77	77	33
设备产能需求，GW	70	143	161	139
激光划片机				
单 GW 投资额，万元	300	300	300	300
设备市场规模，万元	21,105	43,002	48,204	41,618
未来三年市场规模，亿元				13.28
串焊机				
单 GW 投资额，万元	2000	2000	2000	2000
设备市场规模，万元	140,700	286,680	321,359	277,454
未来三年市场规模，亿元				88.55
层压机				
单 GW 投资额，万元	800	800	800	800
设备市场规模，万元	56,280	114,672	128,544	110,982
未来三年市场规模，亿元				35.42
流水线体				
单 GW 投资额，万元	2,600	2,600	2,600	2,600
设备市场规模，万元	182,910	372,684	417,766	360,690
未来三年市场规模，亿元				115.11
端焊机				
单 GW 投资额，万元	350	350	350	350
设备市场规模，万元	24,623	50,169	56,238	48,554
未来三年市场规模，亿元				15.50
功率测试仪				
单 GW 投资额，万元	100	100	100	100
设备市场规模，万元	7,035	14,334	16,068	13,873
未来三年市场规模，亿元				4.43

资料来源：CPIA，民生证券研究院

4 投资建议

行业格局：目前国内串焊机行业龙头为奥特维，公司持续深耕串焊机，多主栅串焊机已成公司拳头产品。产品线不断丰富，竞争力显著提升，激光划片机也有配套出货，叠瓦焊接设备形成技术储备的同时业已实现销售。

组件自动化设备行业的头部企业主要为先导智能和金辰股份。先导智能作为光伏组件设备的先行者，可以提供组件设备自动化产线整体解决方案，同时包括多主栅组件和叠瓦组件整体产线。金辰股作为组件设备自动化产线的老牌供应商，积极布局新型技术，在叠瓦焊接设备和丝网印刷机上已崭露头角。

行业估值：组件设备行业主要上市公司为奥特维、金辰股份，先导智能也拥有光伏自动化生产配套设备业务。三家公司 2020 的估值水平分别为 44 倍、91 倍、40 倍。根据盈利预测，2021 年的估值水平分别为 28 倍、67 倍、22 倍。

表 13：盈利预测与财务指标

代码	重点公司	现价	EPS			PE		
		2 月 5 日	2019A	2020E	2021E	2019A	2020E	2021E
688516. SH	奥特维*	60.06	0.99	1.35	2.17	60.67	44.49	27.68
300450. SZ	先导智能	93.3	0.87	1.02	1.40	107.24	91.47	66.64
603396. SH	金辰股份*	34.66	0.57	0.86	1.55	60.81	40.30	22.36

注：奥特维 2020E 的 EPS 为奥特维预增报告中归母净利润下限/总股数计算所得

资料来源：标*数据来自 wind 一致性预期、公司公告，民生证券研究院

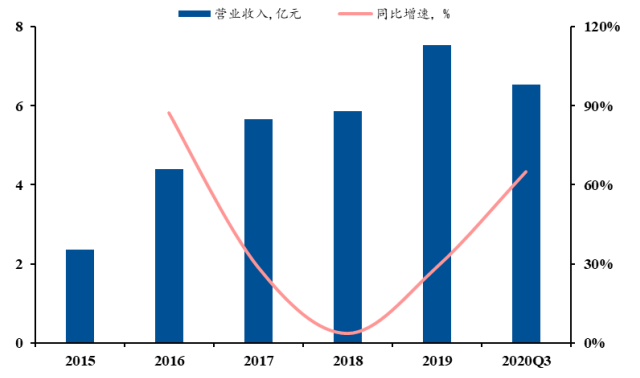
投资建议：光伏行业高景气，组件产能持续扩张，核心设备需求旺盛，同时，新型组件技术快速渗透，催生多个细分蓝海市场，组件设备有望迎来新一轮迭代升级。而凭借优良的产品性价比，以及本土配套服务响应快捷，国内组件设备厂商有望在新一轮扩产升级浪潮中充分受益。

我们持续看好光伏组件设备行业，综合考虑技术水平、客户资源以及产品线条等因素，建议关注组件设备龙头企业，**奥特维、先导智能、金辰股份**。

4.1 奥特维：国内串焊机龙头，明后年订单有望爆发

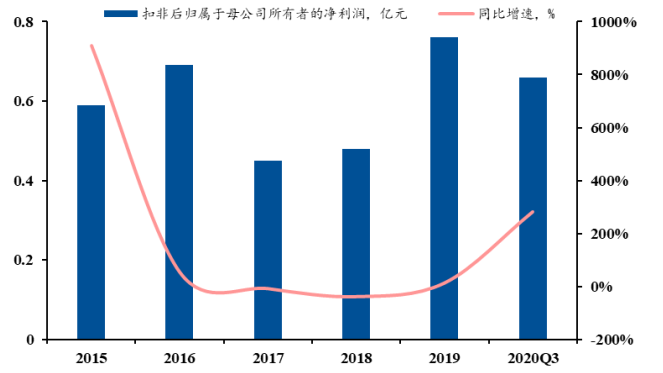
国内串焊机龙头企业，在手订单奠定公司较好的业绩增长基础。公司是国内组件设备的龙头企业，占据串焊机市场绝对份额。2015 年到 2019 年，公司营业收入快速增长，从 2.35 亿提升至 7.51 亿，CAGR 高达 34% 。1 月 8 日，公司发布 2020 年度业绩预增公告，受益于拳头产品多主栅串焊机产销量大幅增加以及良好的成本控制，预计公司 2020 年实现归母净利润 1.33 亿元至 1.52 亿元，同比预增 82%至 107%。另外，根据公司公告披露，2020 年前三季度，公司累计新签订单 20.59 亿元（含税），而截至三季度末，公司在手订单 23.4 亿元（含税）。随着前期的新签订单在今明两年逐步进入收入确认周期，我们预计，今明两年，公司业绩将有望实现较好的增长。

图 43：2015-2019 年，奥特维的营业收入



资料来源：奥特维公告，民生证券研究院

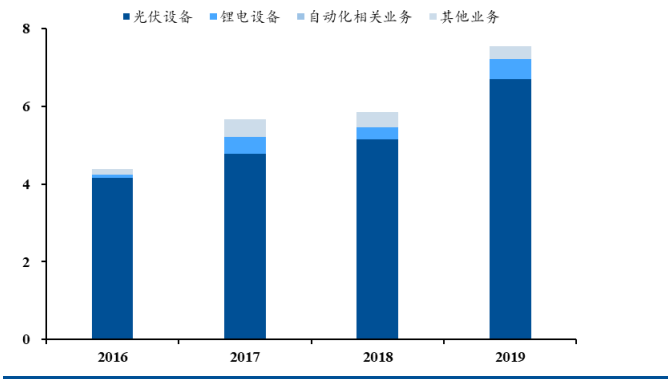
图 44：2015-2019 年，奥特维的扣非后归母净利润



资料来源：奥特维公告，民生证券研究院

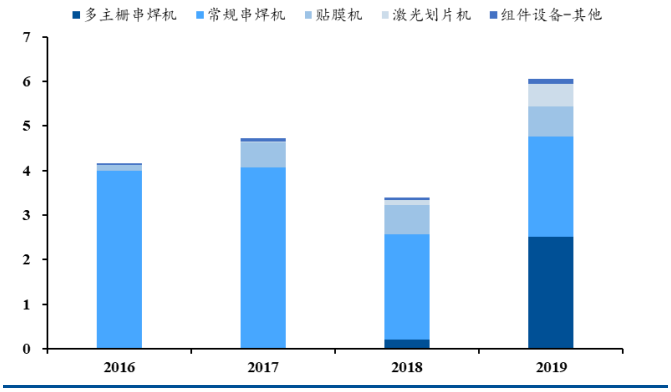
多主栅串焊机逐步成为公司光伏设备中的主要构成产品。2018 年，公司多主栅串焊机开始放量，在公司光伏设备收入中占比约为 5.88%，2019 年，公司多主栅串焊机收入从 0.2 亿元提升至 2.52 亿元，占光伏设备收入中的 40.91%，超越常规串焊机，成为公司光伏设备业务中占比最高的业务，成为公司的营业收入中占比最高的业务。未来，公司的串焊机有望深度受益于光伏组件技术迭代，在新一轮市场扩展中占据优势地位。

图 45：光伏设备为奥特维主营业务（亿元）



资料来源：奥特维公告，民生证券研究院

图 46：多主栅串焊机逐步成为光伏设备主要构成（亿元）



资料来源：奥特维公告，民生证券研究院

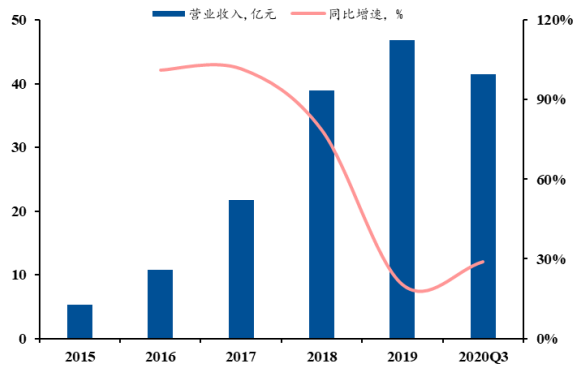
4.2 先导智能：组件设备先行者，自动化设备有望成为新亮点

公司于 2009 年进入光伏行业，致力于光伏电池和光伏组件的自动化成套设备的开发设计、生产和销售，于 2013 年首创国产电池片串焊机，在 2017 年成功研发并量产多主栅串焊机和半片串焊机。公司光伏设备业务的政策聚焦于行业优质客户，经过多年来的积累，已经形成较强的技术优势和品牌效应，设备受到隆基股份、晶科能源、中国节能等业内一流厂商的青睐。

公司作为平台型公司，营业收入和归母净利润的体量较大，2019 年公司的营业收入和归母净利润已分别达到 48.84 亿元和 7.66 亿元，同比增长 20.41%和 3.23%。其中，随着近年来光伏景气度的提振，光伏设备在公司业务的占比中有所恢复，2015-2019 年，公司光伏自动化生产配套设备的营业收入从 1.4 亿增长至 4.95 亿元，CAGR 为 31.13%。截止 2020 年第三季度，

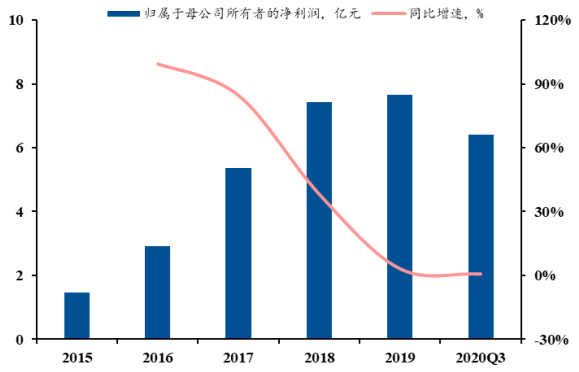
公司合同负债金额为 15.01 亿元，相比 2019 年末提升 89.86%，主要原因为报告期新增订单较多，预收款项增加。根据 2020 年中报披露，光伏自动化生产配套设备占公司总营收的 12.54%。

图 47：2015-2019 年，先导智能的营业收入



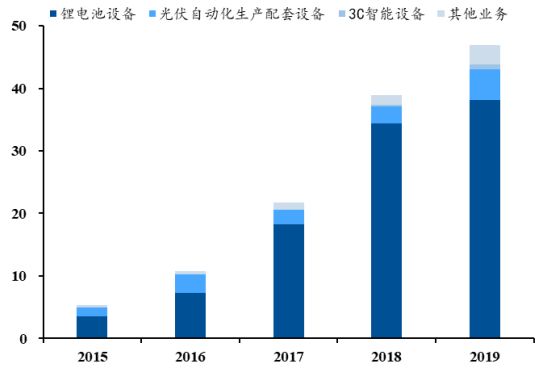
资料来源：先导智能公告，民生证券研究院

图 48：2015-2019 年，先导智能的归母净利润



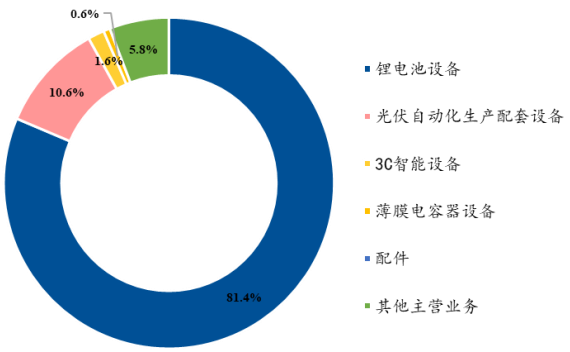
资料来源：先导智能公告，民生证券研究院

图 49：先导智能光伏业务占比逐年增加 （亿元）



资料来源：先导智能公告，民生证券研究院

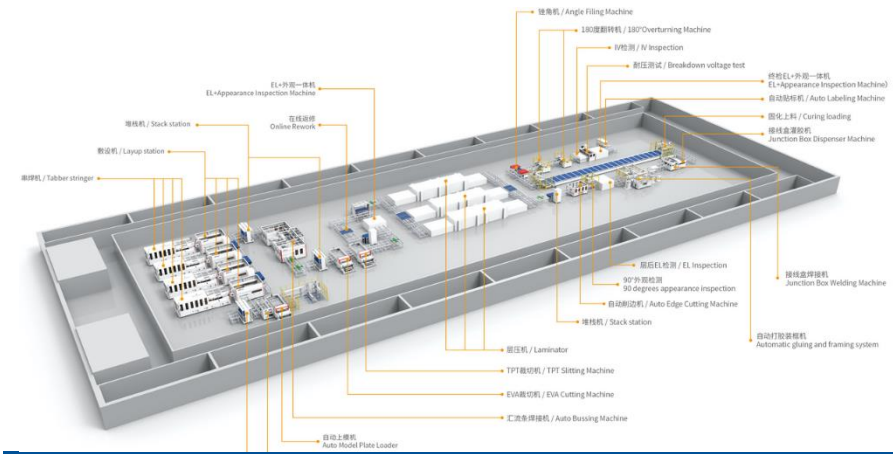
图 50：光伏自动化生产配套设备的营收占比为 10.6%



资料来源：先导智能公告，民生证券研究院

在光伏组件设备中，公司可以提供完备的整线交钥匙解决方案，为客户打造“无人工厂”，可提供高速串焊机、多栅串焊机、叠瓦一体焊接机，叠瓦成套组件设备和汇流条自动焊接机等设备。其中，公司的多主栅串焊机拥有独有的焊带处理和定位机构，可保证主栅线和焊带重合精度；叠瓦一体焊接机精度较高，具备高兼容性，可兼容 27 片/32 片/38 片等各种叠瓦电池串，区分倒角/非倒角不同组件功能，兼容 5 分片/6 分片电池串。

图 51：先导智能提供的太能光伏组件自动化生产线

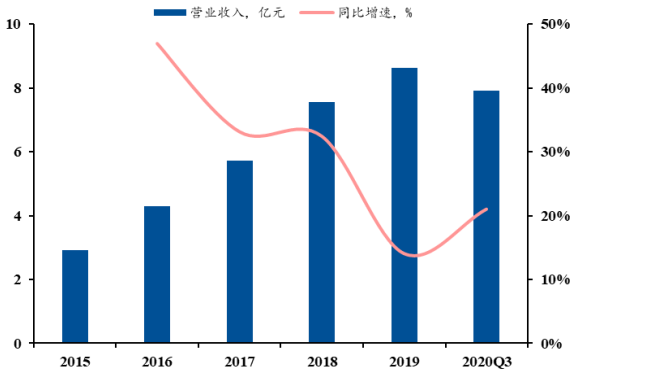


资料来源：先导智能官网，民生证券研究院

4.3 金辰股份：组件自动化龙头企业，积极布局叠瓦设备

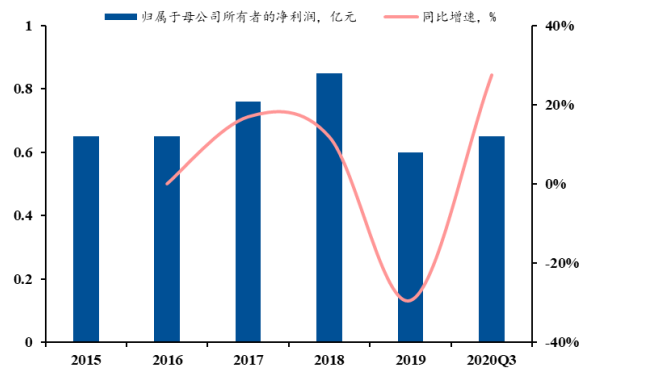
公司是光伏自动化组件设备的头部供应商，下游客户涵盖国内多家知名光伏组件企业，同时积极布局新型组件设备，向壁垒较高的电池设备领域延伸，探索新增长点。2015-2019 年，公司业绩大幅增长，营业收入从 2.92 亿元增长至 7.9 亿元，CAGR 为 31.08%。截止 2020 年第三季度，公司的归母净利润为 0.65 亿元，同比增长 65%，超过 2019 年全年归母净利润。合同负债已达 3.71 亿元，为 2021 年业绩奠定良好基础。2019 年，光伏组件自动化生产线作为公司的主营业务，占总营收的 93.11%，辅之以串焊机、层压机等价值量较高的单机设备。

图 52：2015-2019 年，金辰股份的营业收入



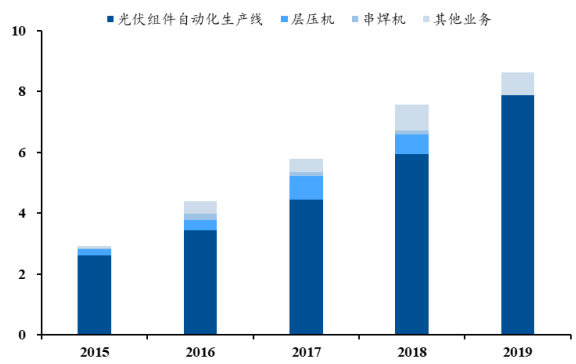
资料来源：金辰股份公告，民生证券研究院

图 53：2015-2019 年，金辰股份的归母净利润



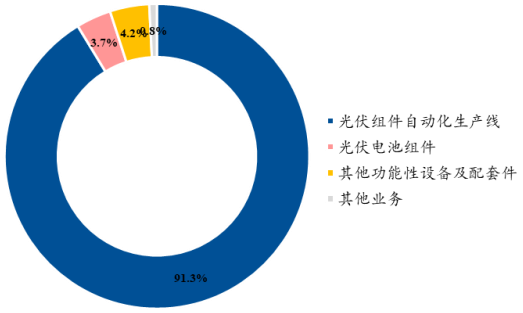
资料来源：金辰股份公告，民生证券研究院

图 54：金辰股份营业收入的构成（亿元）



资料来源：金辰股份公告，民生证券研究院

图 55：光伏自动化生产配套设备的营收占比为 91.36%



资料来源：金辰股份公告，民生证券研究院

公司光伏组件制造装备基本涵盖组件制备的各工艺流程，提供光伏组件自动化生产线的同时，也具备自主的软件系统。公司的自动双轨串焊机，采用红外加热焊接，焊接温度及功率闭环控制，温度爬升平缓、热冲击小，确保设备高重复性和稳定的产能，独创柔性压持机构辅助焊接，有效降低焊接隐裂、碎片发生概率，且易于安装维护。公司的激光划片机采用进口激光器，切割深度稳定，采用 CCD 精密定位。为探索更多增长点，公司较早布局叠瓦组件设备，目前叠瓦组件设备已经向国内头部光伏客户供货，并获得了客户的良好认可。

图 56：金辰股份 250MW 光伏组件高效自动化生产线



资料来源：金辰股份公告，民生证券研究院

5 风险提示

光伏组件的技术迭代速度不及预期风险；下游组件厂商扩产不及预期风险；组件设备增量市场和存量替换规模不及预期风险；组件设备行业竞争格局恶化风险。

插图目录

图 1：光伏产业链.....4
图 2：光伏组件的核心组成.....4
图 3：光伏组件的结构.....5
图 4：组件工艺流程.....6
图 5：组件自动化生产线.....8
图 6：我国组件设备历经三个发展阶段，稳步实现进口替代.....8
图 7：地面光伏系统的初始投资成本大幅下降.....9
图 8：组件端的初始投资成本显著降低.....9
图 9：组件端在初始投资成本中的占比稳步降低.....9
图 10：2010-2019 年，光伏项目 LCOE 大幅降低.....10
图 11：2019 年，全球可再生能源新增装机量分布.....11
图 12：全球光伏新增装机量持续上升.....11
图 13：国内全年光伏累计装机量.....12
图 14：国内全年光伏新增装机量.....12
图 15：“十四五”期间，全球光伏累计装机容量情景预测.....13
图 16：国内新增光伏装机量.....14
图 17：2020 年，主要厂商在扩产计划中宣布的拟投组件产能已达 184GW.....15
图 18：2008-2019 年全球光伏设备行业销售收入（亿美元）.....16
图 19：2019 年光伏设备市场规模占全球市场规模的 71.4%.....16
图 20：存量替换率模拟.....17
图 21：组件设备产线单 GW 投资额.....17
图 22：组件设备与上游组件厂商深度联动.....19
图 23：设备需求受益于技术更新.....20
图 24：高效组件技术具有兼容性.....21
图 25：以 M2 升级到 M6 尺寸为例，大硅片所驱动的成本下降约为 0.1 元/W+.....21
图 26：相比主流 166 尺寸，182/210 等大尺寸组件的价格已具竞争力.....22
图 27：大尺寸组件或将在 2022 年成为主流产品.....22
图 28：半片组件制备.....23
图 29：半片技术可以减少温升损失.....23
图 30：奥特维划片机结构.....23
图 31：奥特维串焊机结构.....23
图 32：多主栅技术可使焊带光学利用率提升 35%以上，最终组件功率提升 10W 以上.....24
图 33：无主栅组件的制备.....24
图 34：无主栅组件总功率提升 3%，性能更加可靠.....24
图 35：拼片组件与半片组件的对比.....25
图 36：三角焊带、扁平焊带、圆形焊带对比.....25
图 37：宁夏小牛 CHn40 多主栅半片划片串焊一体机.....25
图 38：奥特维 MS40A 串焊机，可兼容大尺寸多主栅半片.....25
图 39：叠瓦组件与常规组件的结构对比.....26
图 40：叠瓦组件以导电胶取代金属焊带，带来多方面收益.....26
图 41：叠瓦组件自动化生产线.....26
图 42：单 GW 组件产线中，各设备投资占比.....27
图 43：2015-2019 年，奥特维的营业收入.....30
图 44：2015-2019 年，奥特维的扣非后归母净利润.....30
图 45：光伏设备为奥特维主营业务（亿元）.....30
图 46：多主栅串焊机逐步成为光伏设备主要构成（亿元）.....30

图 47：2015-2019 年，先导智能的营业收入.....31
图 48：2015-2019 年，先导智能的归母净利润.....31
图 49：先导智能光伏业务占比逐年增加 （亿元）.....31
图 50：光伏自动化生产配套设备的营收占比为 10.6%.....31
图 51：先导智能提供的太能光伏组件自动化生产线.....32
图 52：2015-2019 年，金辰股份的营业收入.....32
图 53：2015-2019 年，金辰股份的归母净利润.....32
图 54：金辰股份营业收入的构成（亿元）.....33
图 55：光伏自动化生产配套设备的营收占比为 91.36%.....33
图 56：金辰股份 250MW 光伏组件高效自动化生产线.....33

表格目录

表 1：2017-2020 年全球十大组件出货商.....5
表 2：组件各个工艺环节所对应的设备.....6
表 3：光伏发电项目 IRR 的敏感性分析（%）.....10
表 4：2020 年上半年，主要 12 国新增装机量拆分.....11
表 5：近年持续推出利好性政策.....12
表 6：2016-2020 年全球主要光伏厂商出货量（GW）.....14
表 7：代表厂商 2020 年扩产计划汇总.....14
表 8：未来 3 年组件设备的市场规模约为 255 亿元.....17
表 9：各设备主要供应商一览.....18
表 10：设备厂商与下游主要客户对应矩阵.....18
表 11：龙头组件厂商密集发布大功率新型组件.....27
表 12：组件设备的细分市场规模测算.....28
表 13：盈利预测与财务指标.....29

分析师与研究助理简介

徐昊，机械行业分析师，四年券商行研经历，主要覆盖锂电设备、工程机械、通用设备等领域，英国纽卡斯尔大学硕士，2020年加入民生证券。

关启亮，研究助理，六年证券基金从业经历，主要覆盖工程机械、光伏设备、锂电设备等领域，暨南大学应用统计硕士，2020年加盟民生证券。

张建业，研究助理，主要覆盖通用设备、光伏设备、油服设备等领域，中央财经大学硕士，2020年入职民生证券。

分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来股价涨幅 15%以上
	谨慎推荐	分析师预测未来股价涨幅 5%～15%之间
	中性	分析师预测未来股价涨幅-5%～5%之间
	回避	分析师预测未来股价跌幅 5%以上
行业评级标准		
以报告发布日后的 12 个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测未来行业指数涨幅 5%以上
	中性	分析师预测未来行业指数涨幅-5%～5%之间
	回避	分析师预测未来行业指数跌幅 5%以上

民生证券研究院：

北京：北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心A座17层； 100005

上海：上海市浦东新区世纪大道1239号世纪大都会1201A-C单元； 200122

深圳：广东省深圳市深南东路 5016 号京基一百大厦 A 座 6701-01 单元； 518001

免责声明

本报告仅供民生证券股份有限公司（以下简称“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。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。客户不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。本公司也不对因客户使用本报告而导致的任何可能的损失负任何责任。

本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。

本公司在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或参与本报告所提及的公司的金融交易，亦可向有关公司提供或获取服务。本公司的一位或多位董事、高级职员或/和员工可能担任本报告所提及的公司的董事。

本公司及公司员工在当地法律允许的条件下可以向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务以及顾问、咨询业务在内的服务或业务支持。本公司可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。

未经本公司事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播本报告。本公司版权所有并保留一切权利。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。