光伏设备专题：
产业链技术降本驱动，国内设备需求将迎爆发

首席证券分析师：陈显帆
执业证书编号：S0600515090001
chenxf@dwzq.com.cn

证券分析师：周尔双
执业证书编号：S0600515110002
zhouersh@dwzq.com.cn 13915521100

证券分析师：朱贝贝
执业证书编号：S0600520090001
zhubb@dwzq.com.cn

2020年11月17日

目录



- 硅片设备：硅片龙头开启扩产潮，大尺寸硅片拉长景气周期
- 电池片设备：2020年为HJT元年，预计2020-2022HJT设备市场空间约290亿
- 组件设备：多主栅和叠瓦技术渗透率加速提升，设备替换需求大
- 投资建议
- 风险提示

1、关键假设、驱动因素及主要预测

关键假设：

1）光伏产业链共同推动降本，平价时代来临。2）硅片、电池片、组件环节新技术导入顺利。

驱动因素：

1）光伏平价时代来临，我们预计未来三年全球装机量CAGR约20%。

2）硅片环节：18x/210大硅片拉长硅片扩产景气周期；垂直一体化趋势下各环节龙头相继启动硅片扩产。

3）电池片环节：HJT降本路线提效路径明朗，我们预计HJT设备订单即将进入放量阶段。

4）组件环节：半片、多主栅、无主栅、叠瓦等技术迭代带来巨大存量更新市场。

主要预测：

1）预计未来硅片扩产将持续，同时存量设备大规模改造成大硅片设备，预计2020-2022年年均大硅片设备需求超180亿元。

2）预计2021年Q2 HJT将迎来爆发，到2025年左右，类比于过去三年单晶对多晶的替代，HJT将完成对PERC的全面替代，带来超500亿市场空间。

3）预计随着HJT市场爆发，无主栅将成为组件环节主流技术，预计2020-2022年新增+存量更新组件设备需求合计196亿元。

2、我们与市场不同的观点

1）硅片先进产能并没有过剩。各环节争相扩硅片的重要原因是为提高产业链的综合话语权，我们预计未来行业分化会加剧，落后产能将退场。且目前18x/210大尺寸先进产能仍较为稀缺。

2）HJT是电池片最终解决方案。若2020Q2 HJT良品率、转换效率等各项参数在GW级规模上得到验证，我们认为HJT会迎来全面爆发

3）组件环节的频繁技术迭代带来巨大存量更新市场空间。随着单GW组件投资额不断降低，设备投资回收期缩短，且组件环节技术迭代迅速，降本驱动下组件设备更新换代十分频繁，导致实际市场空间远大于新增装机带来的空间。

3、股价催化剂：大硅片渗透率迅速提升；HJT量产数据超预期；无主栅技术实现商业化应用。

4、风险提示：HJT产业化进程不及预期风险、光伏行业装机量不及预期。

图：光伏设备研究关键指标

行业

- **长期需求**：产业链市场空间及增速主要由终端光伏电站装机需求决定，光伏装机需求主要受**政策**及**装机成本**影响。
  - **政策**：随平价上网渐进，补贴政策影响逐步消退，减排目标成为长期驱动力。
  - **装机成本**：装机成本是影响电站IRR的核心，要求整个产业链共同降本。
- **短期需求**：取决于产业链各环节扩产，需关注**扩产项目产能、技术路线。**
- **替换需求**：第一，技术迭代下存量市场设备更新；第二，设备耗材更新频率高（如热场部件等）。

- **供给**：供需决定价格，从而影响盈利能力和扩产。关注各环节**出货量**及**库存**。

✓ **关键指标**：光伏装机规划、度电成本、组件价格及出货量、各环节库存水平、各环节扩产项目。

公司

- **公司市场空间**：关注公司**设备覆盖环节及价值量**（单GW设备投资额）。

- **公司竞争力**：下游客户**产线招标信息**，公司中标占比。

- **业绩前瞻**：付款节奏一般为3331，关注**在手订单、新接订单、合同负债、稼动率**。

- **新产品跟踪**：新品**客户验证情况、量产数据、新品研发阶段等。**

✓ **关键指标**：公司设备单GW价值量、中标情况、在手/新接订单、合同负债、量产数据、新品研发进展。

技术

新技术导入→成本降低引爆市场→渗透率迅速提升实现技术迭代

- **各环节技术指标：**
  - **硅片**：厚度、尺寸、纯净度、p型/n型等。
  - **电池片**：转换效率、良率、生产节拍等。
  - **组件**：转换效率、功率、衰减率、生产节拍等。

- **技术降本路线：**
  - **硅片**：大尺寸硅片。
  - **电池片**：Topcon、HJT等。
  - **组件**：半片、多主栅、叠瓦、无主栅等。

- **技术进展**：可参考示范产线量产数据。

✓ **关键指标**：转换效率、单GW设备投资额、良率、量产数据、技术路线渗透率。

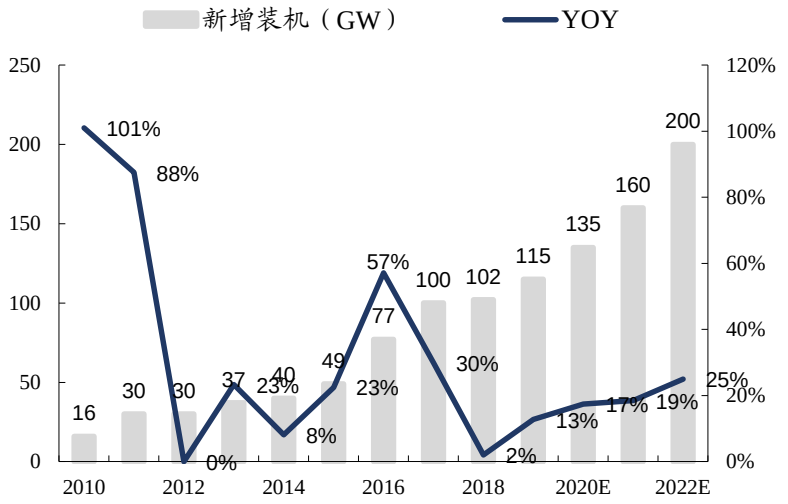
终端需求：预计未来三年全球装机量CAGR约20%

表：预计未来三年光伏装机量将快速增长

	2018	2019	2020E	2021E	2022E
国内（GW）	44.2	30.2	45.0	50.0	60.0
yoy	-17%	-32%	49%	11%	20%
全球（GW）	102	115	135	160	200
yoy	2%	13%	17%	19%	25%

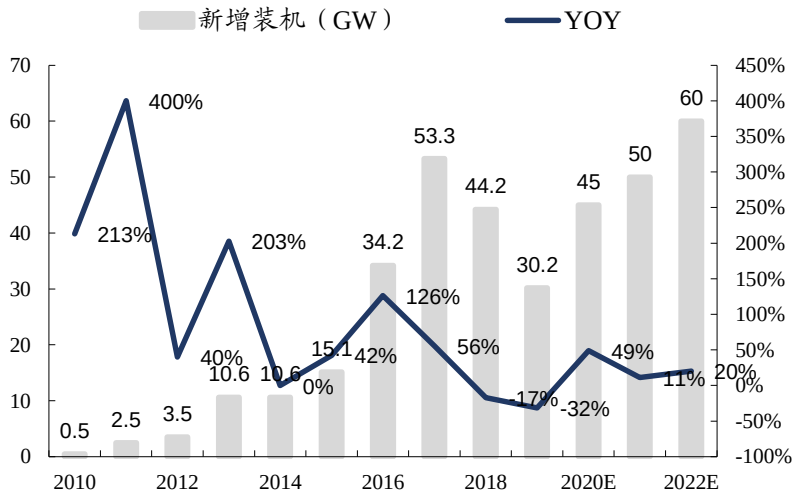
数据来源：CPIA，SolarPower Europe，东吴证券研究所测算

图：预计2020-2022年全球新增装机量CAGR=20%



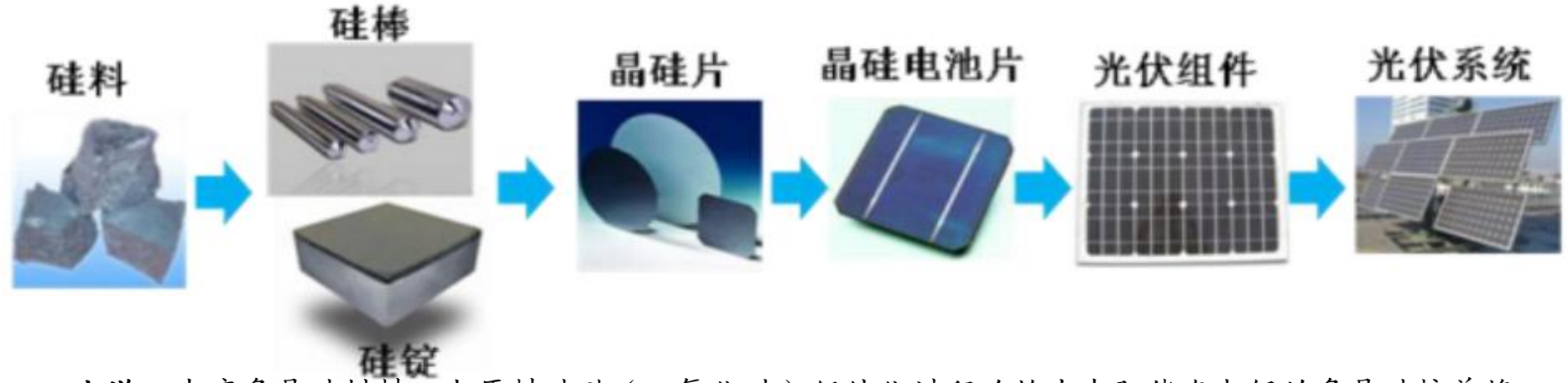
数据来源：SolarPower Europe，东吴证券研究所测算

图：预计2020-2022年国内新增装机量CAGR=26%



数据来源：CPIA，东吴证券研究所测算

国内光伏设备基本实现全线产业化



- **上游：**生产多晶硅材料，由原料硅砂（二氧化硅）经纯化过程冶炼出太阳能发电级的多晶硅接着将多晶硅材料加工成硅晶片；
- **中游：**包括制造太阳能电池和电池组件。电池片环节中PERC工艺路线包括清洗制绒、扩散、蚀刻、镀膜、网印和烧结等步骤，而HJT路线仅需清洗制绒、非晶硅膜沉积、TCO膜沉积、网印四大步骤。把太阳能电池片组装成一块太阳能电池板，即为电池组件；
- **下游：**系统、零部件行业，将太阳能电池组件与转换器、连接器等零部件组合，制作成发电设备。

硅棒/硅锭：
单晶硅生长炉、
多晶硅铸锭炉

硅片：
切片设备（金刚石线）

电池片（PERC）：
清洗制绒设备、扩散炉、刻蚀机、PECVD、丝网印刷机、快速烧结炉

OR

电池片（HJT）：
清洗制绒设备、PECVD/CAT-CVD、PVD/RPD、丝网印刷机

光伏组件：
光伏专业自动化生产线：分选机、串焊机、层压机、装框机、组件测试仪

系统：
控制架、逆变器

数据来源：Solarzoom，东吴证券研究所整理

1.硅片环节：硅棒/片项目设备投资额约占项目总投资的70%

- **从单晶硅片及切片设备投资构成看，最核心是单晶炉和切片机。**单晶炉约1.4亿元/GW，切片设备约0.4亿/GW，这两种设备价值量占比最高；此外机加工设备约0.3亿元/GW，其他设备约0.2亿元/GW，合计设备投资2.3亿元/GW。设备投资中单晶炉价值占比60%，切片设备价值占比13%。

表：硅片设备中单晶炉、切片机价值量较高

环节	工序	投资（亿元/GW）	价值占比	主要公司
长晶环节	单晶炉	1.4	57%	晶盛机电，连城数控，京运通
	切方加工设备	0.3	12%	
	其他辅助设备	0.05	2%	
	安装工程费及其他费用	0.7	29%	
	合计	2.45	100%	
切片环节	切片机	0.4	50%	上机数控，晶盛机电，梅耶博格，小松NTC
	分选机	0.1	13%	
	清洗、脱胶等设备	0.05	6%	
	安装工程费及其他费用	0.25	31%	
	合计	0.8	100%	

数据来源：隆基股份公告，东吴证券研究所测算

1.硅片环节：硅片龙头启动扩产潮，对应20-22年年均设备需求140亿

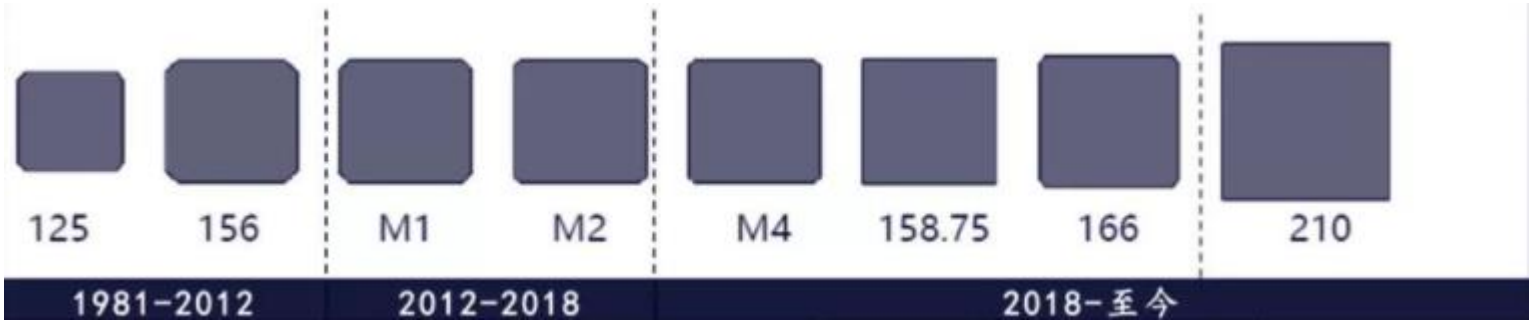
- 2019年3月19日，中环股份与呼和浩特市人民政府签署了“中环五期25GW单晶硅项目”合作协议，项目投资额达90亿元。目前，中环单晶硅片产能大约25GW，项目建成后，公司将有**超过50GW**的单晶硅片产能。（初步预计5期的12寸硅片有10GW产能）
- 2019年底，隆基接连公布新的单晶硅片扩产计划，将在云南腾冲和曲靖分别扩产10GW，远期规划产能目标近100GW。
- 2020年7月13日，上机数控启动30亿元定增计划，其中21亿元用于年产8GW单晶硅拉晶生产项目建设。
- 2020年8月13日，晶澳与曲靖市人民政府签署协议，计划投资约58亿元用于建设20GW单晶拉棒及切片项目。
- 2020年11月17日，通威拟与天合光能合作投资光伏产业链，计划投资65亿元用于建设15GW拉棒、切片项目。

表：中环股份+晶科+隆基+晶澳+上机数控+通威启动硅片扩产潮

单晶硅片产能（单位：GW）	2016	2017	2018	2019	2020E	2021E	2022E
隆基股份	8	15	28	45	75	95	110
中环股份	3.5	13	23	45	55	85	100
晶科能源	1.5	3	6	11.5	19	26	34
晶龙/晶澳	3.5	4.5	5	8.4	14	24	34
京运通				3	7	11	15
通威&天合光能（新增15GW）						7.5	15
上机数控				1.5	5	9	13
锦州阳光	1	1	1	3.7	5	5	5
保利协鑫	1	1.2	2	2	3.5	5	5
阿特斯	0	0	1	2	2	2	2
台湾友达	1	1	1	1	1	1	1
韩华凯恩	1	1	1	1	1	1	1
卡姆丹克	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
合计	19.5	38.7	67	124.6	188	272	336
新增合计	——	19	28	58	63	84	63.5
对应设备需求（亿）				115	127	168	127

数据来源：各公司公告，东吴证券研究所测算

图：参考半导体发展经验：光伏硅片和半导体类似，尺寸朝着大尺寸演变。



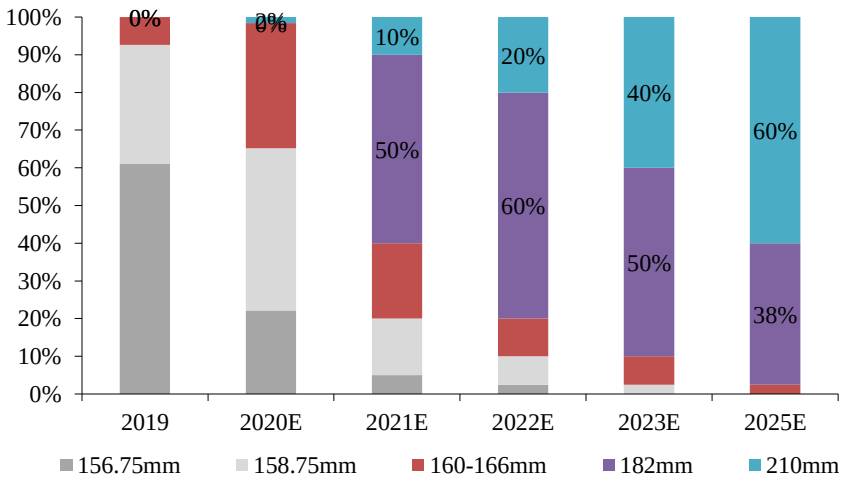
数据来源：索比光伏网，东吴证券研究所

图：光伏硅片尺寸发展



数据来源：晶盛机电官网，东吴证券研究所

图：光伏硅片大尺寸占比逐步提升



数据来源：CPIA，东吴证券研究所

1. 中环12寸光伏大硅片发布，技术迭代中核心设备商最受益

- 2019年光伏产业推出166mm大硅片，较原来的8英寸M2硅片表面积提升了12.2%，受到业内一致好评，认为此举可大幅降低LCOE（度电成本），增加制造企业利润。而此次发布的M12大尺寸硅片，边长210mm，对角295mm，相比M2硅片表面积提升了80.5%。
- 若12寸大硅片的渗透率提升，核心设备商晶盛机电将会最受益。区别于其他的电池片设备，部分设备可能技改可完成产品的更新换代，**长晶炉随着硅片直径的变化，将会完全的更新换代。**我们判断，对于晶盛机电来说，这部分的新增订单尤为可观。

图：中环12寸光伏大硅片降本增效优势明显



数据来源：中环股份官网，东吴证券研究所

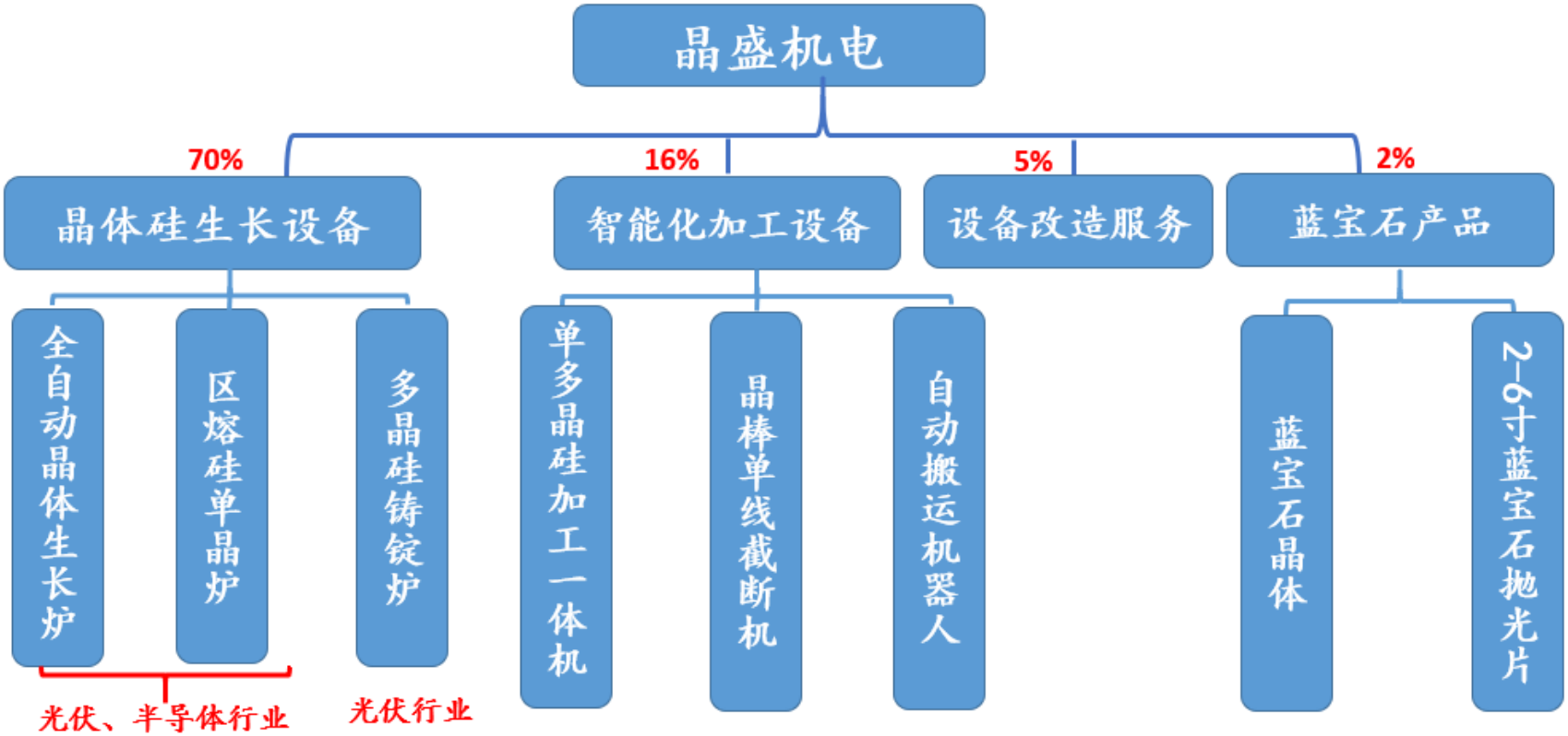
1. 2020-2022年预计年均大硅片的新增设备需求超180亿元

表：2020-2022年预计每年大硅片新增设备需求超180亿元

	2015	2016	2017	2018	2019	2020E	2021E	2022E
中国新增装机量合计(GW)	15.14	34.51	52.8	44.2	30.2	45	50	60
海外新增装机量合计(GW)	34.3	40.2	46.1	57.8	85	90	110	140
全球新增装机量合计(GW)①	49.44	74.71	98.9	102	115.2	135	160	200
单晶硅片渗透率②	20%	26%	32%	50%	60%	75%	90%	95%
单晶新增装机量(GW)③=①*②	10	19	32	51	69	101	144	190
当年新增的单晶装机量缺口(两个年度保有量的差值)（GW）⑭		10	12	19	18	32	43	46
当年新增单晶设备需求（亿元）⑬=2*⑭					36	64	86	92
新增市场大硅片渗透率④						20%	40%	60%
大硅片新增需求(GW)⑤=③*④						20.3	57.6	114.0
大硅片设备需求(亿元)⑥=⑤*2						41	115	228
当年新增大硅片设备需求（亿元）⑫						41	75	113
单晶硅片累计产能(GW）⑮					181.1	213	256	302
大硅片存量更新的替换比例⑦						10%	20%	30%
大硅片替换需求(GW)⑧=⑮*⑦						21	51	91
存量市场大硅片设备新增需求（亿元⑨=⑧*2						43	102	181
大硅片设备新增需求（亿元）⑩=⑫+⑨						83	177	294
单晶硅片设备需求（包括当年新增单晶+存量更新大硅片）（亿元）⑭=⑬+⑨						107	188	273

数据来源：国家能源局，东吴证券研究所测算

1.晶盛机电：国内晶体硅生长设备龙头



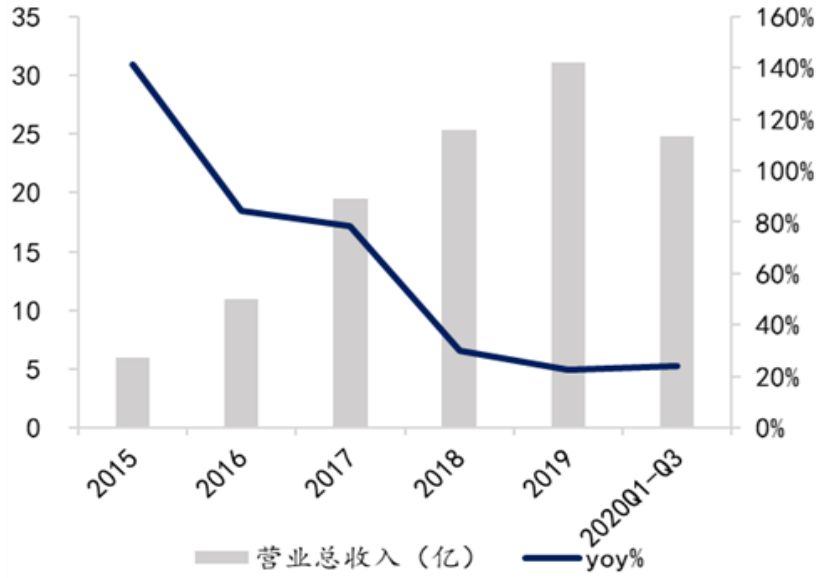


数据来源：晶盛机电年报，东吴证券研究所整理

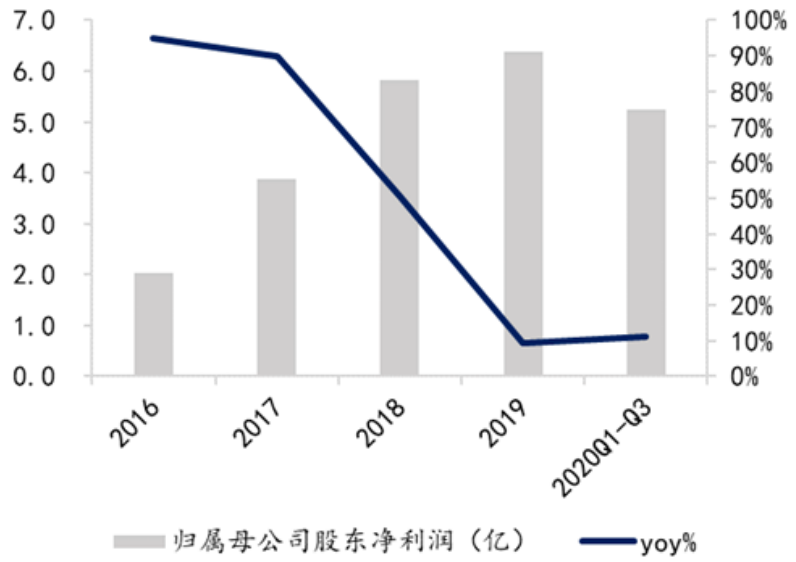
1.晶盛机电：光伏硅片设备绝对龙头，业绩稳定高增长

- 2020年Q1-Q3，公司实现收入24.9亿元，同比+24%；归母净利润5.2亿元，同比+11%。
- **在光伏设备领域，公司在主要硅片工艺环节均能提供相关的设备。**随着公司进一步扩大新产品切片机、截断一体机的销售，公司可提供的单GW产线的设备配套金额有望提升。

图：总营收迅速增长，2016-2019CAGR达到42%



图：归母净利高增长，2016-2019CAGR达到46%

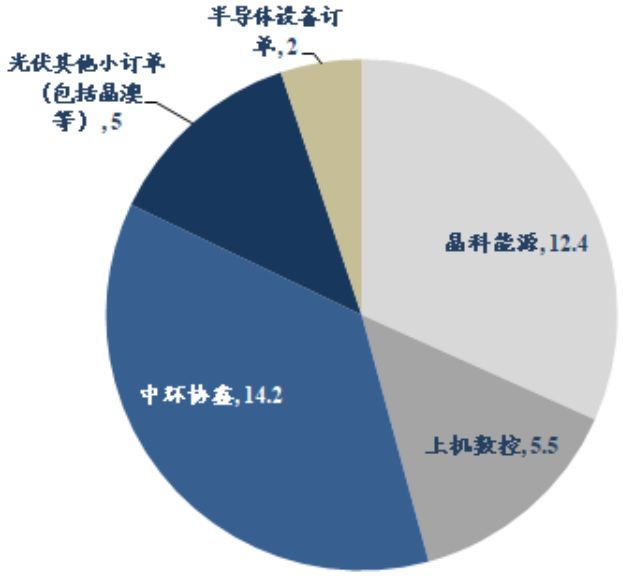


数据来源：wind，东吴证券研究所

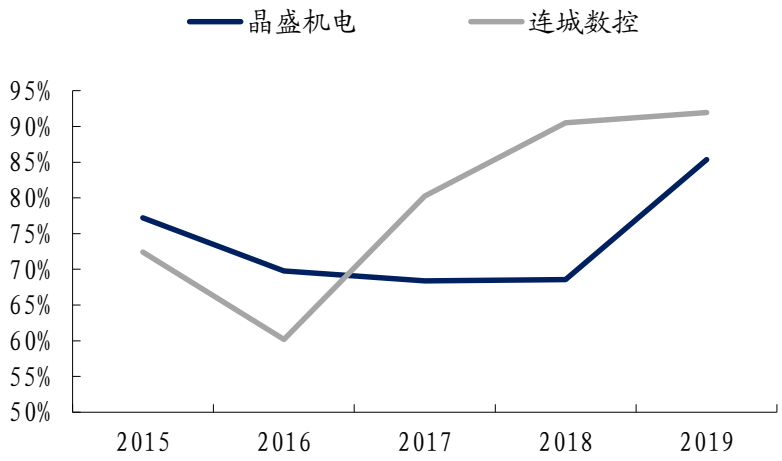
1.在隆基之外的单晶炉需求市场占据90%的份额

- 公司凭借较强的产品实力，积累了较好的客户资源，**和中环股份、晶科能源、晶澳科技等多家行业领先企业均建立了长期深入的合作关系。**
- 2019年公司新接订单合计39.1亿元，其中中环协鑫14.2亿元，晶科能源12.4亿元，上机数控5.5亿元，晶澳等其他订单合计5亿元。
- 目前国内主要的单晶炉供应商包括晶盛机电、天龙光电、精功科技、京运通、连城数控、北方华创。连城数控是隆基的关联企业，在单晶炉业务上和隆基深度合作。**在除了隆基以外的单晶炉市场需求上，晶盛机电占据了90%的份额，是行业内的主力供应商。**

图：2019年晶盛机电39亿元新接订单具体拆分（亿元）



图：2017-2019年晶盛机电前五大客户销售额占比相比连城数控较低

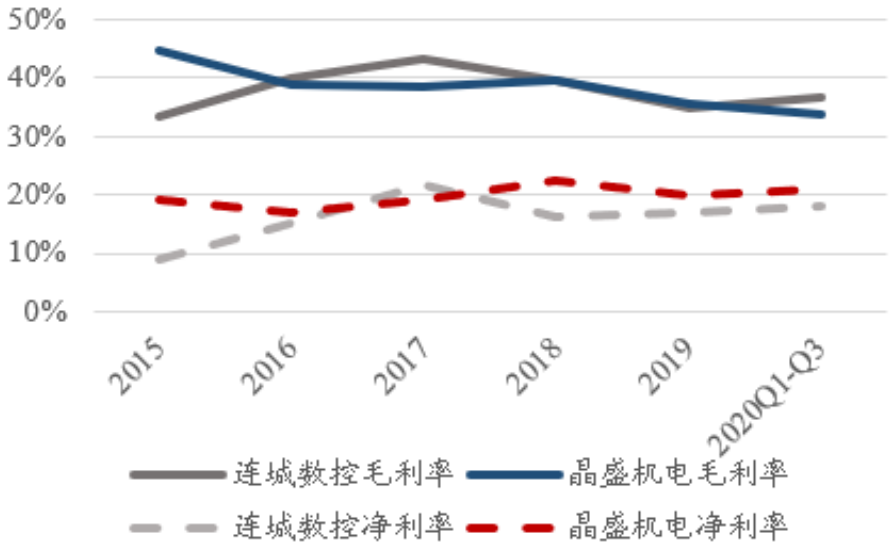


数据来源：晶盛机电公告，连城数控公告，东吴证券研究所

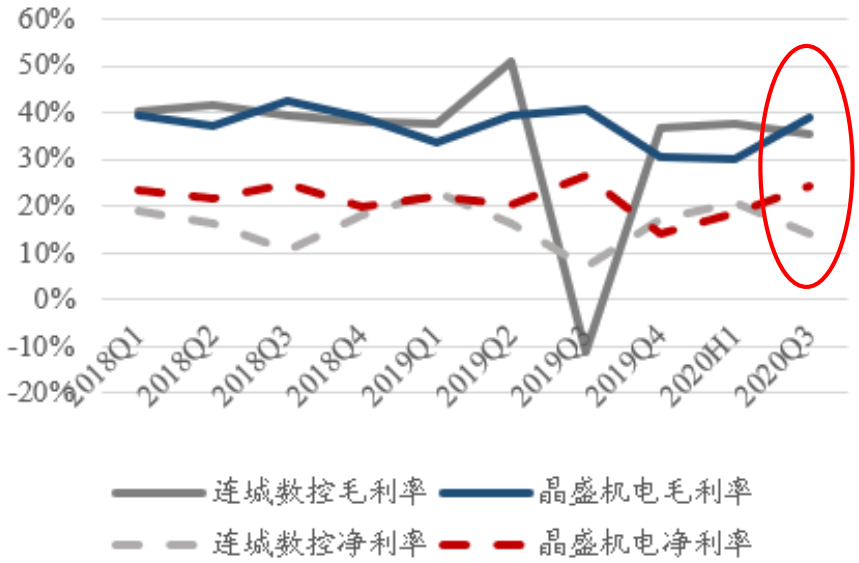
1.盈利能力：晶盛机电净利率高于连城数控

- 晶盛机电2020Q1-Q3毛利率为34%，低于连城数控的37%，主要系晶盛为了在光伏大硅片设备渗透初期抢占市场所致。2020Q3晶盛机电毛利率大幅回升至39%。
- **晶盛净利率持续高于连城**，2020年前三季度二者净利率分别为21%和18%。

图：晶盛净利率较连城更高



图：2020Q3晶盛净利率、毛利率明显回升

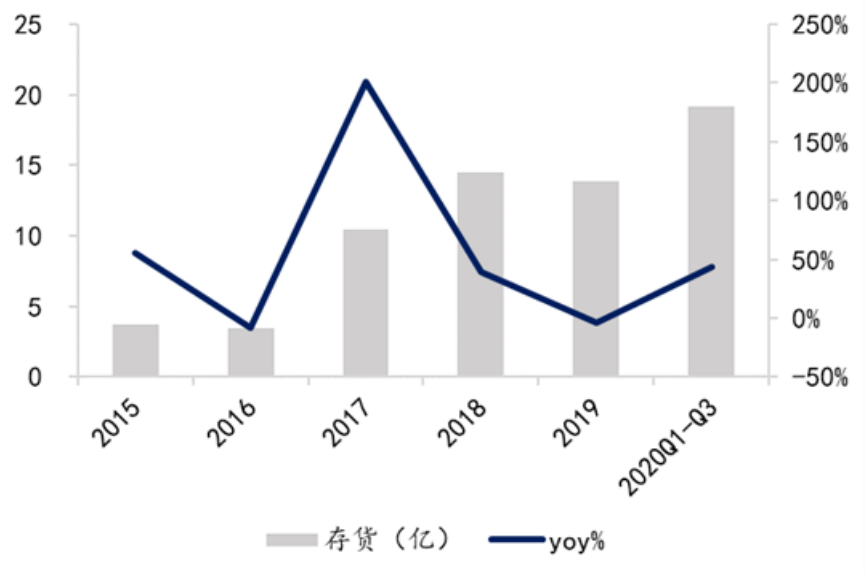


数据来源：晶盛机电公告，连城数控公告，东吴证券研究所

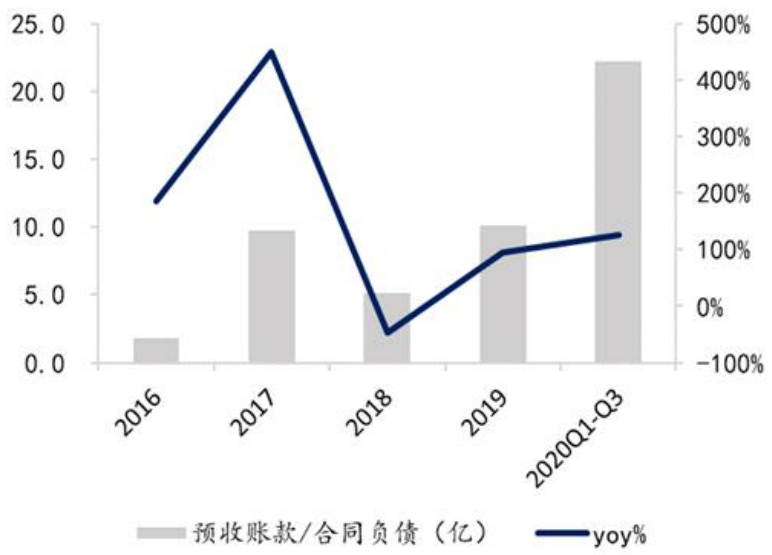
1.2020Q3末预收款同比翻倍，表明在手订单充裕

- **Q3末公司合同负债22.2亿元，较19年Q3末增加12.4亿元，同比增长126%。**
- Q3末公司存货19.1亿，同比+44%，主要系发出商品增加所致。预收款及存货高企，表明公司销售规模相应增长，预计将继续为下半年业绩贡献增量。

图：2020Q3末存货19.1亿，同比+44%



图：2020Q3末合同负债22.2亿元，同比+126%

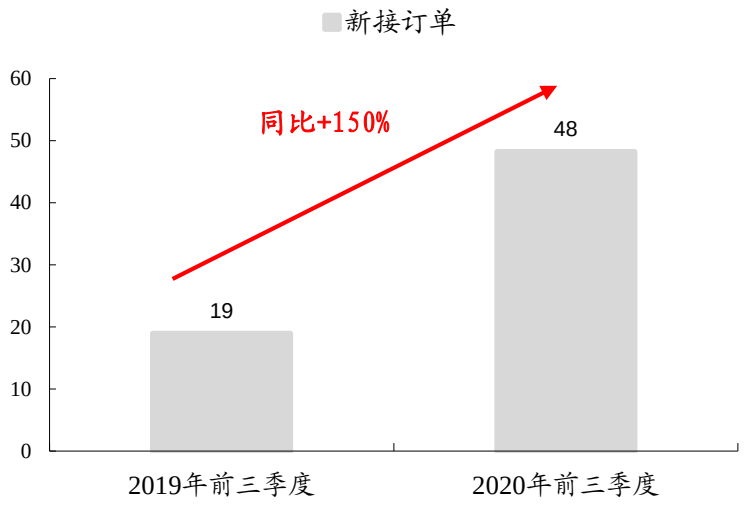


数据来源：wind，东吴证券研究所

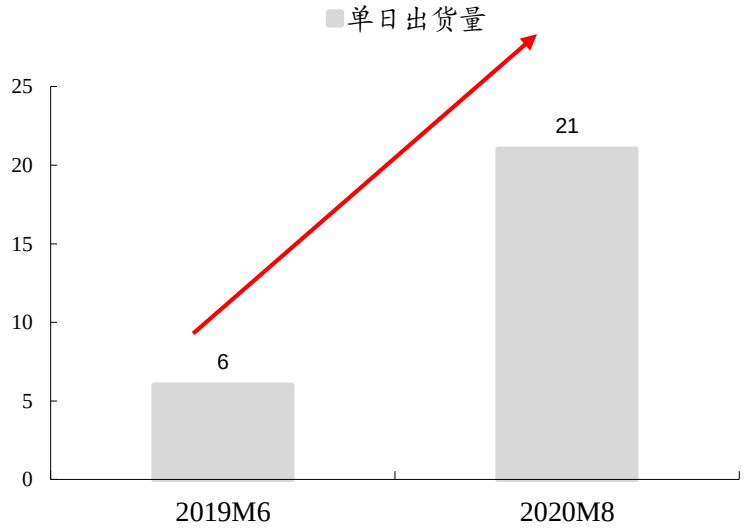
1.2020年新接订单超预期，产能持续满产

- **2020前三季度的新签订单量达48亿元，同比+150%**（我们测算2019年前三季度新接订单量为19亿元）。
- **单GW设备价值量测算:**公司单台长晶炉设备产能15MW，单价约180万元。按照单GW对应80台设备测算，**则单GW对应长晶炉价值量约1.4亿元，对应整线硅片设备价值量约2亿元**。
- **2020年8月单日长晶炉出货量达21台，是2019年6月单日出货量6台的三倍以上，**预计至2020年底将持续满产。根据每台约180万元的价格，每日可实现3780万元长晶炉收入。

图：2020年Q1-Q3新签订单同比+150%（亿元）



图：2020年8月单日长晶炉出货量达21台，是2019年6月单日出货量6台的三倍以上（台）



数据来源：草根调研，东吴证券研究所

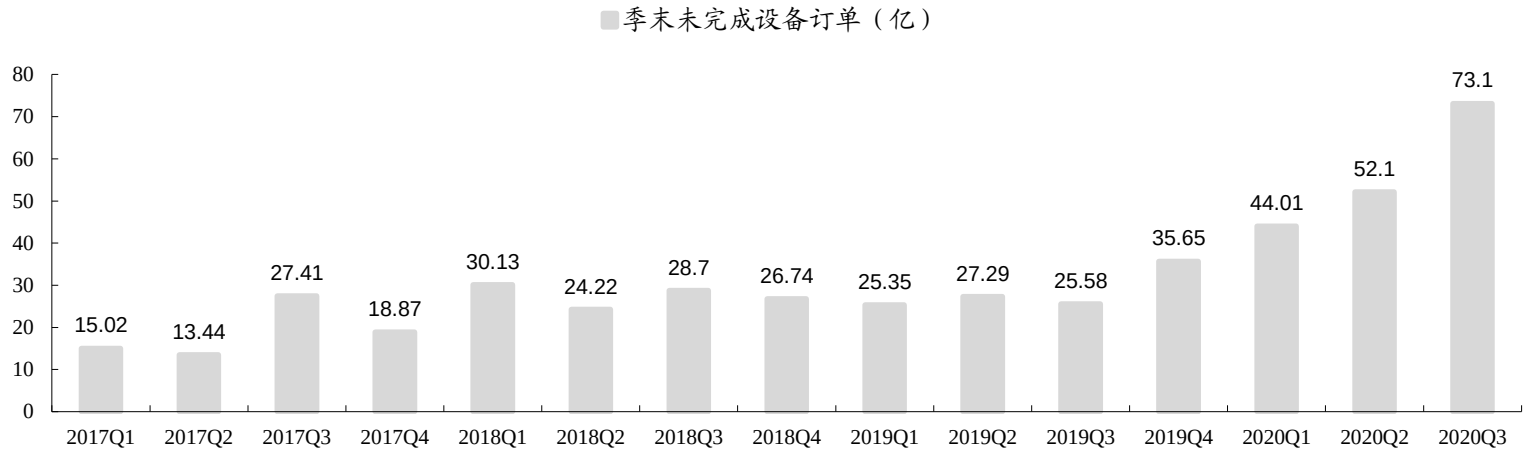
1.2020年预计新接订单达60-65亿

图：我们预计晶盛机电2020年新接订单达60-65亿元

2020年预计新接订单（亿元）	
光伏订单	
中环+晶科	35
其他小客户订单	20
半导体订单（中环）	5-10
订单合计	**60-65**

（报告期新接订单=本报告期未完成订单＋本报告期收入－上一报告期未完成订单）

图：当前未完成设备订单达到较高水平（2020前三季度包含中标但未签合同的中环14亿大订单）



数据来源：晶盛机电公告，东吴证券研究所

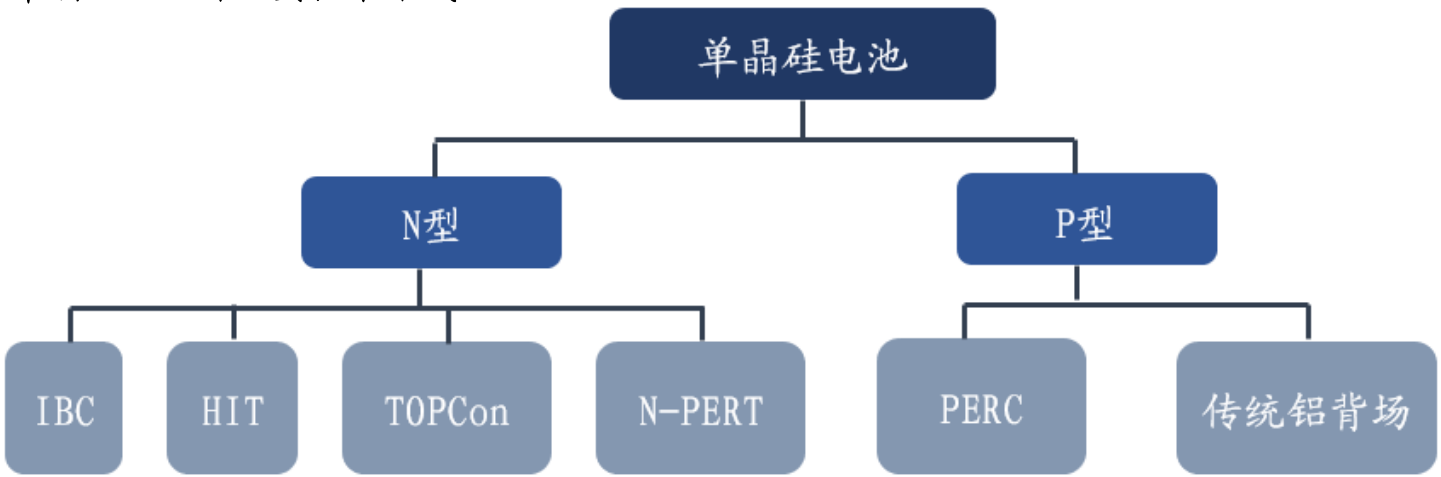
目录



- 硅片设备：硅片龙头开启扩产潮，大尺寸硅片拉长景气周期
- 电池片设备：2020年为HJT元年，预计2020-2022HJT设备市场空间约290亿
- 组件设备：多主栅和叠瓦技术渗透率加速提升，设备替换需求大
- 投资建议
- 风险提示

- **PERC:** 目前技术比较成熟，且相比于传统工艺，PERC 电池仅需增加两台额外的设备即可完成升级，性价比较高，因此成为近三年高效电池扩产主流路线。叠加 SE（选择性发射极)技术可进一步提升效率，预计短期内仍是光伏电池片主流技术。但P 型电池存在极限转换效率24%，随着N型电池成本下降，PERC电池将逐步被更高效的N型电池取代。
- **HJT:** 具有工序简单可控、光致衰减低、效率高等优点，相较其他路线具有明显优势，已初步实现量产。目前设备贵、投资成本高，是阻碍HJT迅速扩张的重要原因。
- **N-PERT:** 可实现量产，技术难度低，设备投资较少。但是与双面P-PERC 相比性价比并无优势，已经证明为不经济的技术路线。
- **TOPCon：** 光致衰减低，效率高，与PERC产线兼容度高，但背面收光较差，可能成为PERC向HJT的过渡路线
- **IBC:** 效率最高，可达23.5%-24.5%。但技术难度极高，设备投资大，成本高，19年11月国内首次实现量产。

图：单晶硅电池片主要技术路线

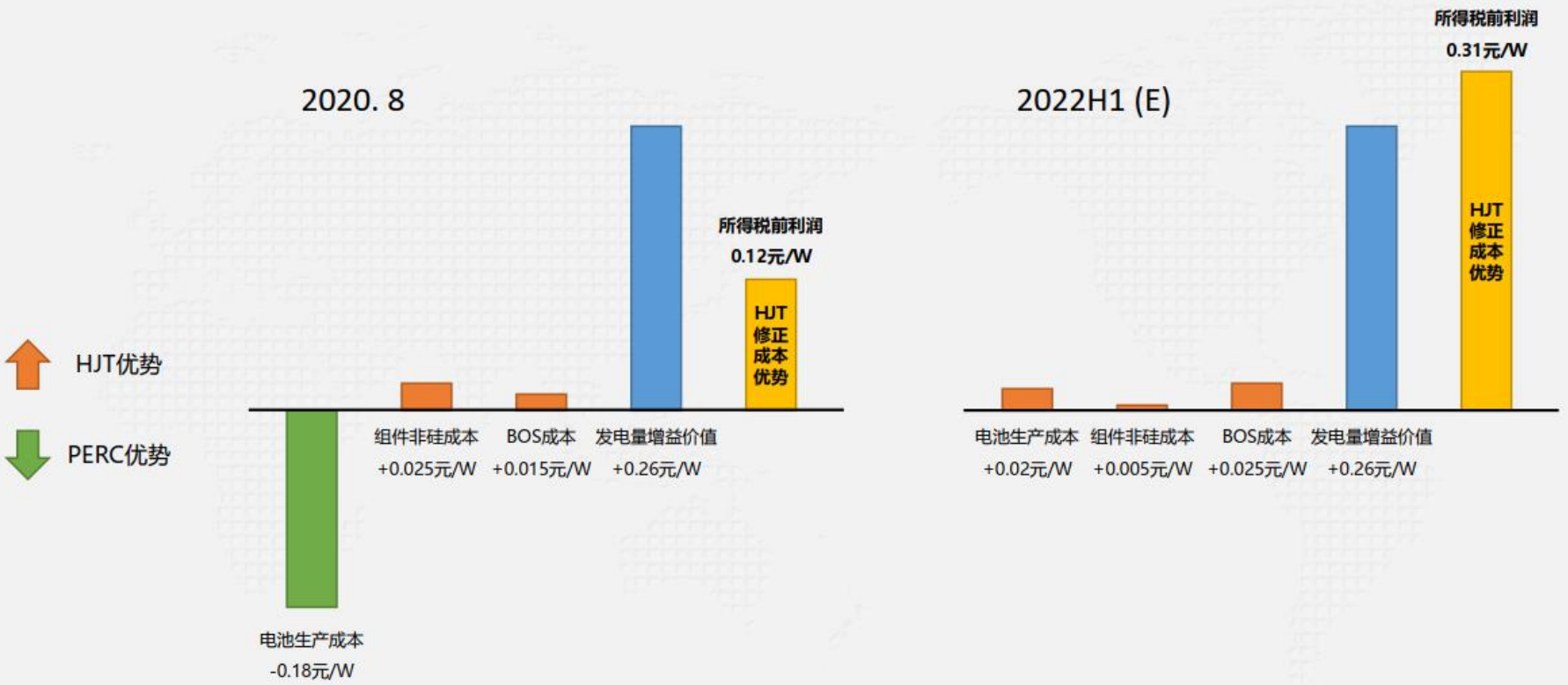


数据来源： 索比光伏网，东吴证券研究所整理

2.电池片环节：HJT相对PERC已具备修正成本优势

- **HJT电池修正成本优势=HJT电池生产成本差异+组件非硅成本差异+BOS成本差异+发电量增益价值。**
- 对于3.5元/W的光伏系统而言， HJT相比PERC大约提升7%的全生命周期每瓦发电量，等价于0.26元/W的销售溢价（考虑增值税）。
- 目前HJT已对PERC形成修正成本优势，2022年HJT生产成本上和PERC也有望打平，将实现转换效率、生产成本的全面胜出。

图：HJT相对PERC目前已具备修正成本优势，2022年生产成本也有望打平

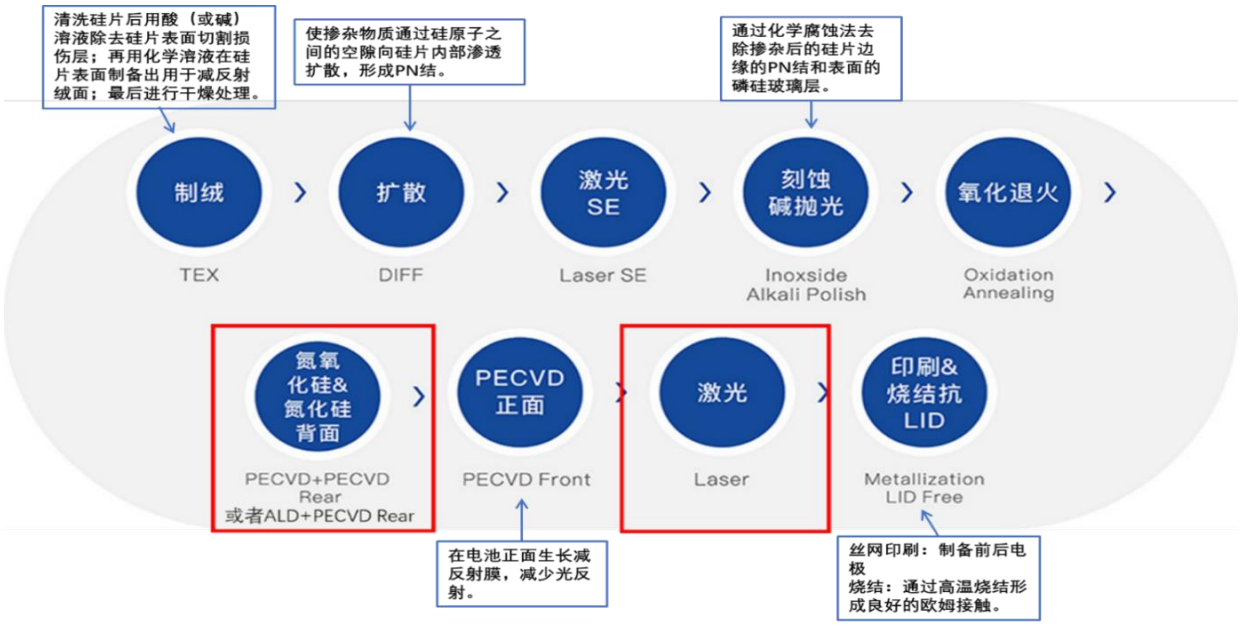


数据来源： Solarzoom，东吴证券研究所

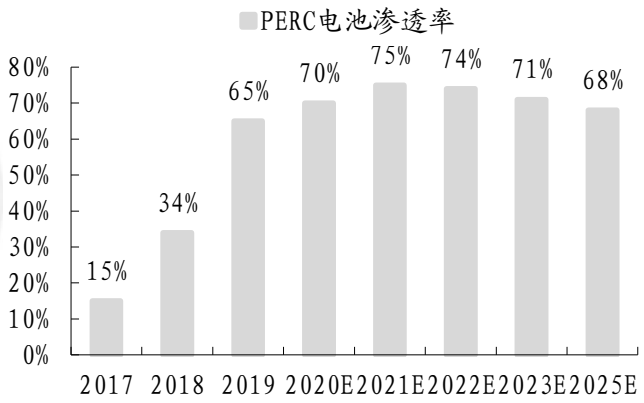
2.PERC：性价比优势明显，短期内仍为扩产主流

- 与常规电池相比，PERC 电池最大区别在于背面介质膜钝化，这使得 PERC 电池能在降低背表面复合速度的同时，提升背表面的光反射，提升电池的转换效率。
- 传统电池生产主要包括制绒、扩散、刻蚀、减反射膜制备（PECVD）、丝网印刷、烧结、测试分选七道工序。与常规单晶电池工艺相比， PERC 单晶电池仅需增加**背面钝化**和**激光打孔**两道工艺。

图：PERC电池制备的工艺路线（红框内为PERC产线新增）



图：PERC电池未来几年仍是主流



数据来源：索比光伏网，东吴证券研究所整理

2. PERC投资超预期，扩产仍将持续，预计2021年是投资尾声

- **2020年PERC仍扩产40GW。**截止2019年底，国内PERC产能约116GW，2020年仍有40GW左右扩产规模。有较大产能规划的包括通威、隆基乐叶、爱旭太阳能等。
- **通威2020年主要扩PERC，预留的金堂三四期或为HJT。**通威20年2月公告显示，计划于成都金堂投资200亿元扩产30GW电池片产能，分4期建设，每期各7.5GW，其中一期将于2020年3月启动，预计2021年内投产，后续项目3-5年内逐步投产；加上眉山二期扩产，预计2020年总扩产规模有望达13GW，超市场预期。
- **PERC投资额下降促使扩产周期延长。**根据我们的分析，认为PERC设备投资额的大幅度下降，从2018年的3.5-4.0亿元/GW，到2020年的1.8亿元/GW左右，主要原因并非单台设备降价，而是：1）单线的设备效率提升（单位时间出片数提升）；2）大硅片渗透率提升，带来单片电池片产能增加从而降本。

表：PERC电池片扩产周期拉长，我们判断今年PERC扩产仍有约40GW。

公司	项目	产能（GW）	预计投资（亿）	预计设备投资（亿）	预计达产	技术路线
通威	眉山二期	7	24	17.9	2020-2021年	单晶PERC+210，或上PERC+/TOPCON等
	金堂一期	7.5	27	18.9	2021年	
	金堂二期	7.5	-	-	2021-2022年	
	金堂三期	7.5	-	-	未来3-5年内	考虑HIT
	金堂四期	7.5	-	-	未来3-5年内	考虑HIT
隆基	西安一期	7.5	32.3	22.6	2020年	单晶PERC为主，或上PERC+/TOPCON等
	西安二期	2.5	-	-	-	
爱旭	义乌三期	4.3	19.0	12.3	2021年	PERC
	天津二期	1.6	3.2	2.2	2020年	PERC
晶澳	宁晋	3.6	11.3	7.9	2020年底	升级改造
	义乌一期	5	-	-	2021年底	PERC
	义乌二期	5	-	-	2023年底	-
晶科	上饶再倍增项目	10	-	-	2021年	-

数据来源：各公司公告，东吴证券研究所

2. 大硅片提高电池片单片产能，降低单GW投资成本

- **电池片环节，大硅片通过提升电池片单片产能降低单GW设备成本。**例如从M2硅片变为M12硅片，假设生产节拍维持不变，由于面积增大80%，因此单片产能同时增大80%，而设备、人力、折旧成本不会发生明显变化，因此单GW投资额将会随硅片面积增大而下降。

- 预计随着未来18x/210硅片渗透率不断提升，PERC设备单GW投资额还将继续下降。

表：大硅片通过增大电池片单片产能降低单GW成本

	M2	M6	M10	M12
硅片边长（mm）	156.75	166	182	210
硅片面积（mm2）	24432	27412	33124	44092
面积（产能）增加比例	0%	12%	36%	80%
单GW设备成本（以166为基准）	100%	89%	74%	55%

表：效率提升+大硅片渗透率提升驱动单GW设备投资额下降

	2018	2020E	2022E
PERC设备投资额（亿/GW）	3.5	1.8	1.3
166渗透率	0%	60%	10%
182渗透率	0%	10%	20%
210渗透率	0%	20%	60%
生产节拍（以2018年为基准）	100%	160%	180%

数据来源：索比光伏网，东吴证券研究所

2.以250MW的PERC产线为例：丝网印刷、PECVD环节价值量高

◆ 目前单GW设备投资额约1.8-2亿元，较19年初下跌30-40%。丝网印刷设备占比最大达27%。

表：PERC电池产线各环节价值量

生产工序	关键设备	单价（万）	数量	小计（万）	占比	国外公司	国内公司
制绒	制绒设备	180	2	360	8%	德国Schmid、德国Rena等	捷佳伟创、江苏尚能、苏州聚晶、北方华创等
扩散制结	扩散炉	160	5	800	18%	荷兰 Tempress System、德国Centrothert Photovoltaics AG等	捷佳伟创、北方华创、中电科48所、青岛赛瑞达等
刻蚀	刻蚀设备	180	2	360	8%	德国Schmid、德国Rena等	捷佳伟创、北方华创等
激光SE 激光开槽	激光设备	250	2	500	11%	德国罗芬、InnoLas Solutions、AMAT等	帝尔激光、雷射激光、迈为股份等
制备减反射膜（正面）	PECVD	350	1	350	8%	德国Centrother Photovoltaics AG、德国Roth&Rau	捷佳伟创、北方华创、中电科48所、青岛赛瑞达、无锡江松等
制备钝化膜（背面:两种路线）	PECVD	350	2	700或750	16%左右	Meyer Burger、德国Centrother Photovoltaics AG、Semco	捷佳伟创、北方华创、中电科48所等
	ALD+PECVD	750	1			Solay Tec、Levitech等	江苏微导、理想能源等
印刷电极	丝网印刷设备、干燥炉等	600	2	1200	27%	应用材料旗下Baccini公司	迈为股份、东莞科隆威
烧结	快速烧结炉						
测试分选	自动分选机						
自动化	上下片机	25	2	50	1%	德国MANZ、德国JRT	捷佳伟创、罗博特科、无锡先导、无锡江松、南京卓胜
	装卸片机	35	2	70	2%		
清洗	清洗设备	30	2	60	1%	德国Schmid、德国Rena、日本三洋、日本石井表记等	捷佳伟创、上海思恩、张家港超声、上海釜川、北方华创
合计				4450	100%		

数据来源：捷佳伟创、迈为股份、帝尔激光招股书，东吴证券研究所测算

2.模型一：PERC渗透率提高维度——预计2020-2022年PERC设备空间超124亿,2020年开始拐点向下

表：2020-2022年PERC设备市场空间超124亿元，2019年为最高点，2020年拐点向下

	2017	2018	2019	2020E	2021E	2022E
全球电池片存量产能合计	120	140	160	200	230	250
PERC产能	30	55	140	190	210	220
非PERC产能	90	85	20	10	20	30
落后产能更新需求	5	5	65	10	0	0
新增产能需求	15	20	20	40	20	10
合计总需求	20	25	85	50	20	10
同比%		25%	240%	-41%	-60%	-50%
电池自动化生产线产能（GW）	0.14	0.14	0.2	0.25	0.28	0.3
所需电池片生产线（条）	143	179	425	200	71	33
存量更新产线（条）	36	36	325	40	0	0
新建和电池片产线（条）	107	143	100	160	71	33
制绒设备（亿）	4	5	4	6	3	1
扩散炉（亿）	9	11	8	13	6	3
刻蚀设备（亿）	4	5	4	6	3	1
激光设备（亿）	6	8	13	9	4	2
PECVD（亿）	12	15	36	17	6	3
ALD（亿）	3	4	10	5	2	1
丝网印刷设备（亿）	13	17	12	19	9	4
清洗设备（亿）	1	1	1	1	0	0
自动化设备（亿）	1	2	1	2	1	0
合计	53	69	88	77	32	15
同比增速		30%	28%	-13%	-58%	-53%

数据来源：Solarzoom，东吴证券研究所测算

2.模型二：装机量维度——预计2020-2022年PERC设备空间270亿元

- 考虑了十四五能源规划因素，上调了光伏的新增装机量预期，或拉长PERC的景气周期。

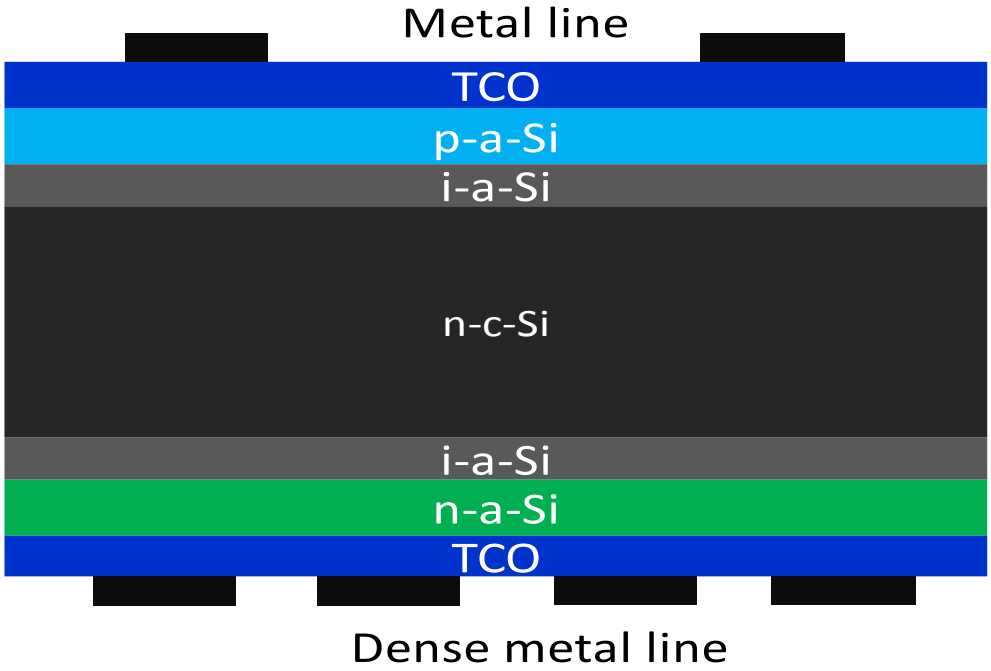
表：装机量维度测算，预计2020-2022年PERC设备空间270亿元

	2019	2020E	2021E	2022E
中国新增装机量合计(GW)	30.2	45	50	60
海外新增装机量合计(GW)	84.8	90	110	140
全球新增装机量合计(GW)	115	135	160	200
PERC技术路线渗透率	65%	72%	75%	74%
PERC新增装机量(GW)	75	97	120	148
单GW设备投资额（亿元）	2.2	2.0	1.8	1.8
PERC设备需求（亿元）	**164**	**194**	**216**	**266**
产能利用率	**70%**	**75%**	**70%**	**65%**
PERC设备保有量需求（亿元）	**235**	**259**	**309**	**410**
当年PERC新增设备需求（亿元）	**20**	**24**	**49**	**101**
PERC设备保有量需求（亿元）	**235**	**259**	**309**	**410**
存量更新比率	**5%**	**10%**	**10%**	**10%**
存量更新设备需求（亿元）	**12**	**26**	**31**	**41**
新增+存量更新PERC设备需求合计（亿元）	**32**	**50**	**80**	**142**
制绒设备（亿元）	3	4	6	11
扩散炉（亿元）	6	9	14	26
刻蚀设备（亿元）	3	4	6	11
激光设备（亿元）	3	6	9	16
ALD+PECVD（亿元）	8	12	19	34
丝网印刷+分选机+烧结炉（亿元）	9	14	22	38

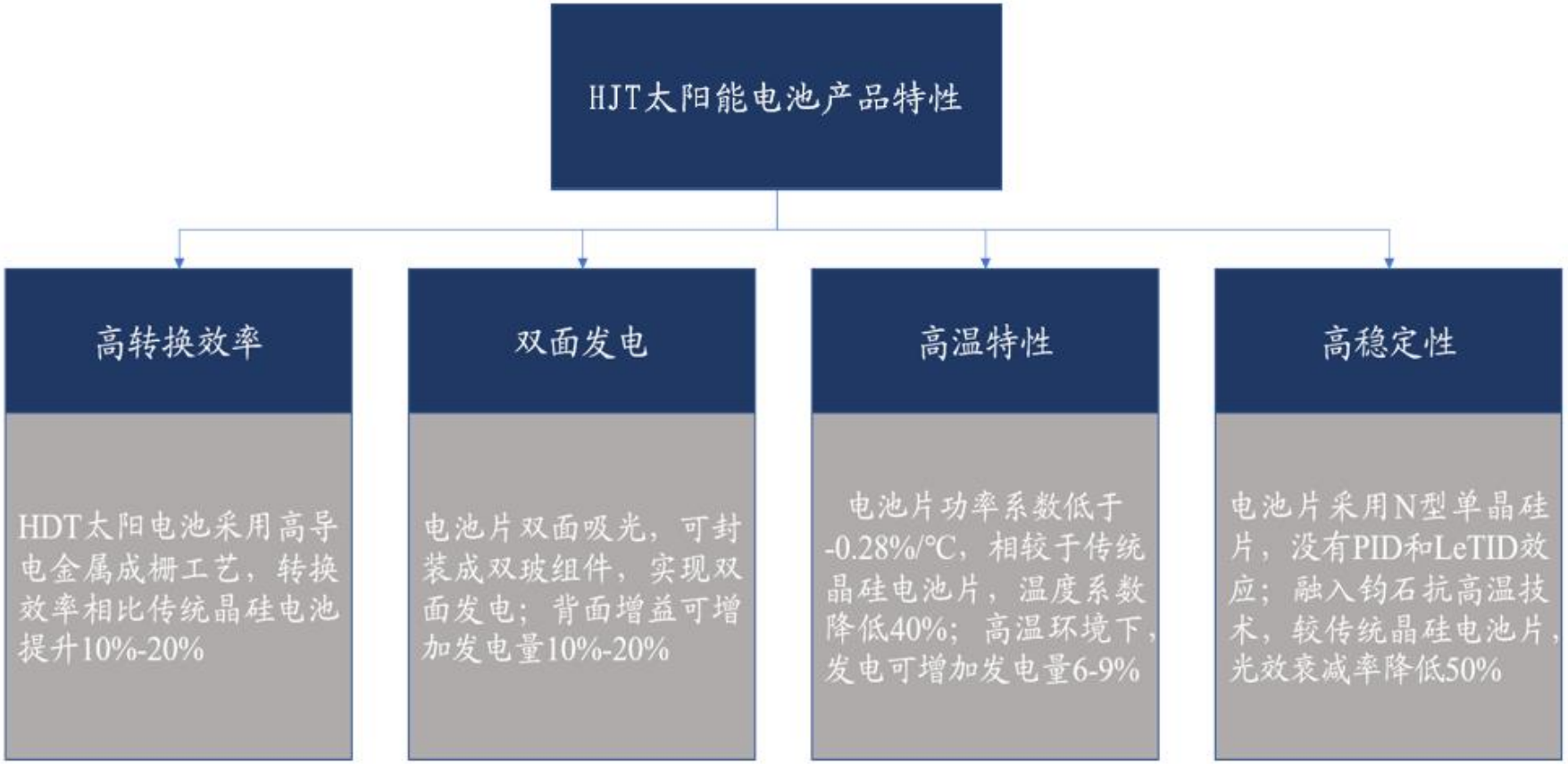
数据来源：国家能源局，东吴证券研究所测算

- 晶体硅异质结太阳电池（HJT）是在晶体硅上沉积了非晶硅薄膜，结合了晶体硅和薄膜电池的优势，具有结构简单、工艺温度低、钝化效果好、开路电压高、温度特性好、双面发电等特点。
- HJT电池结构简单，主要分为：N型晶硅层（n-a-Si:H），本征非晶硅薄膜（i-a-Si:H）、P型非晶硅薄膜（p-a-Si:H）、透明导电氧化物薄膜（TCO）、以及金属集电极，具备了天然的对称结构，结构相对简单。

图：HJT太阳能电池基本结构



图：HJT电池特性



数据来源：OFWEEK，东吴证券研究所

2.电池片环节：技术迭代加速，2020年是HJT技术元年

- 国内HJT建设加速，在建&筹建产线以GW级别为主，今年下半年预计将有3-4GW HJT产能落地，预计未来三年CAGR超100%。

表：主要HJT电池项目

公司	项目	地点	公布时间	产能规模（GW）	总投资资金（亿元）	状态
爱康科技	长兴2GW异质结电池项目	浙江长兴	2018年	2	106	在建
东方日升	2.5GW高效太阳能电池与组件生产项目	浙江宁波	2018.11	2.5	32.56	在建
晋能集团	新建年产2GW异质结高效单晶电池及组件一期500MW项目中试二线100MW项目	山西晋中		0.1		在建
通威股份	400MW HJT电池项目	四川成都、安徽合肥	2019年	0.4	4.88	在建
晋锐能源	HDT高效异质结太阳能电池项目	福建晋江	2019.11	5	125	在建
唐正能源	高效异质结太阳能电池产业化项目	山东东营	2019.11	0.5	6	筹备
爱康科技	1.32GW高效异质结光伏电池及组件项目	浙江长兴	2020.3	1.32	15.3	筹备，预计2022年投产
山煤国际/钧石能源	10GW异质结电池生产线项目		2020.6	10		审批中
中利集团	新建年产1GW高效异质结电池及组件生产项目	江苏常熟	2020.6	1	12	筹备，预计2022年投产
比太科技	5GW高效异质结电池生产项目	安徽阜阳	2020.6	5		筹备
水发集团	1GW高效异质结太阳电池产业基地项目	辽宁阜新	2020.6	1	15	筹备
华晟新能源	500MW异质结太阳能电池生产项目	安徽开盛	2020.8招标	0.5	3.22	筹备
通威股份	1GW异质结电池生产项目	四川成都	2020.10招标	1		筹备

数据来源：Wind，索比光伏网，东吴证券研究所整理

2.HJT：PERC之后最有前景的太阳能电池技术

- **HJT电池结合了单晶硅与非晶硅电池的优点，具备四大优势：**

（1）效率提升潜力高：HJT电池效率潜力比PERC电池高1.5%-2%；

（2）降本空间大：低温工艺+N型电池更容易实现硅片薄片化，硅料成本降低；工艺流程简化（仅4步），生产流程成本降低；

（3）双面对称结构具有更高的双面率：双面率已达85%，未来有望增长到98%，PERC目前仅为82%；

（4）光致衰减率更低：10年衰减小于3%，25年发电量的下降仅为8%。

表：HJT、TOPCon、PERC主要电池参数对比

	HIT	PERC	TOPCON
硅片类型	N型硅片	P型硅片	N型硅片
温度工艺	晶硅+薄膜电池，低温工艺，最高工艺温度＜200℃	晶硅电池，高温工艺	晶硅电池，高温工艺
光电转换效率	产线平均效率为23%；世界目前最高可达26.6%；HIT与IBC结合的HBC效率＞25% HIT+钙钛矿叠层电池最高可达28%-29%	市场上平均量产效率：22.1%-22.2% 最高：23%	量产：22.5% 最高：23.5%-24%
温度系数	-0.25%/℃	单晶PERC：-0.38%/℃	-0.35%/℃
双面率	90-92%	70%	85-90%
组件衰减	光致衰减（LID）、电位诱发衰减（PID）以及光热衰减（LETID）为0；首年衰减大约1.5%，10年后剩余90%左右	存在PID\LID\LETID衰减；首年衰减2-5%，10年后效率剩余80%左右	光致衰减（LID）、电位诱发衰减（PID）以及光热衰减（LETID）为0；首年衰减大约1.5%，10年后剩余90%左右
工序	4步；良率最高	8步；良好较高	12步；良率80%，较低

数据来源：草根调研，东吴证券研究所整理

- 为实现降本的目标，HJT电池生产企业可从以下三方面努力：

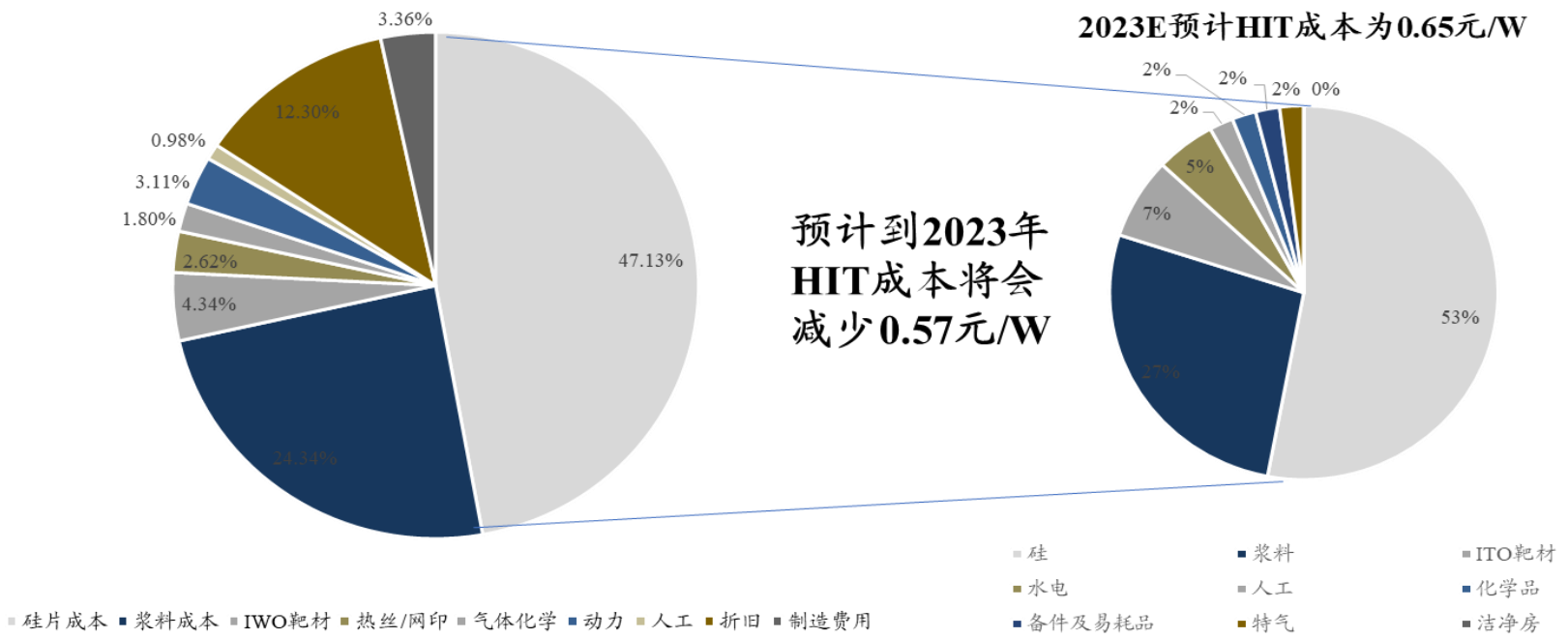
  1）**降低硅片厚度、减少硅使用量：**目前HJT硅片厚度为180um，未来有望降低到100um。

  2）**控制银浆消耗量、实现低温银浆国产化**（梅耶博格SmartWire技术：正反面银浆用量将降低到90-100mg/片，成本将大幅降至0.6元/片）；

  3）**提高提高设备的单机产能+进口替代。**

- 目前设备折旧约占电池成本的15%，未来设备折旧率有望降低到7-8%。

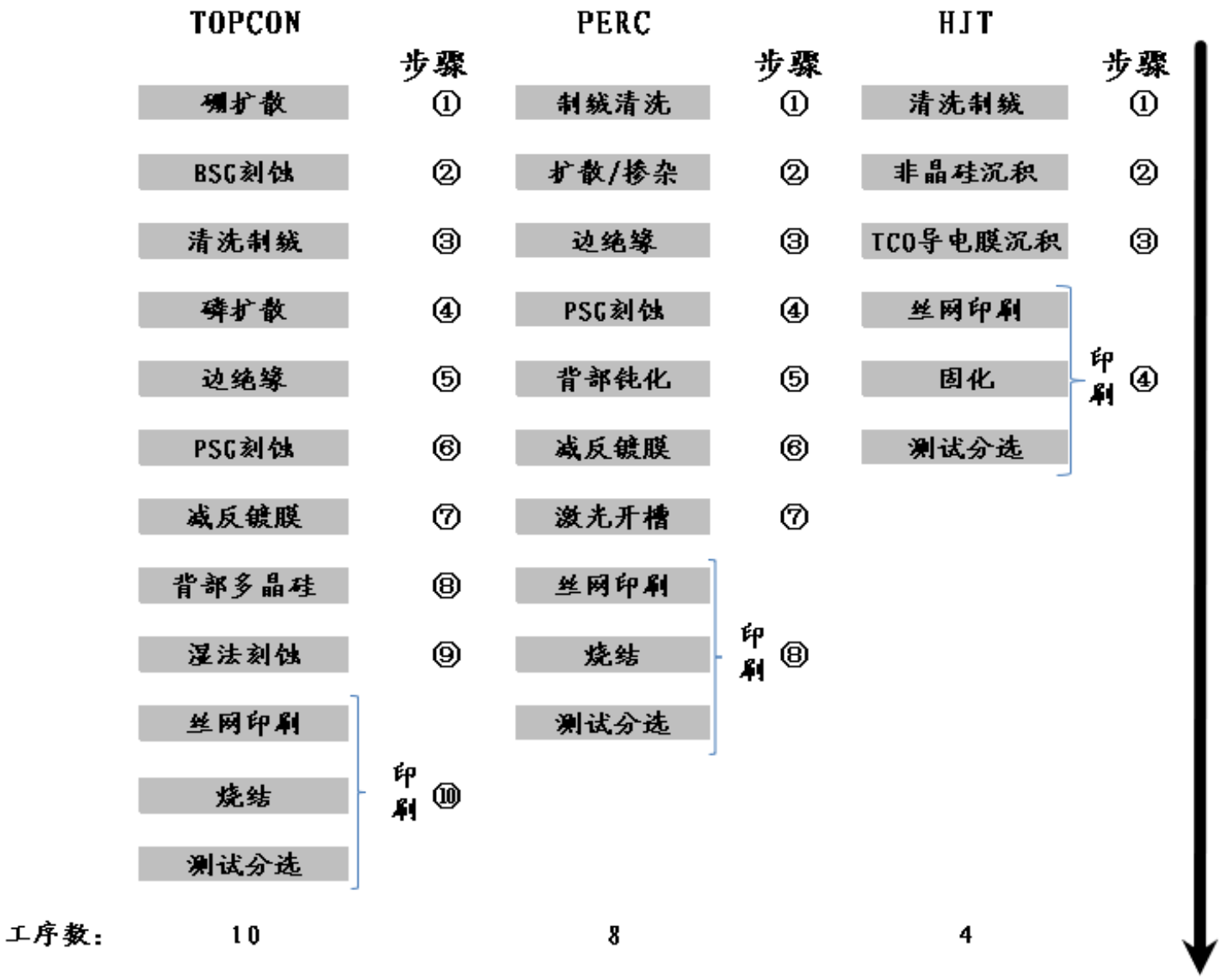
图：HJT成本实现下降的方式



数据来源：三峡资本，东吴证券研究所整理

2.HJT技术工艺步骤最少，只有4步

图：HJT技术工艺步骤最少，只有4步

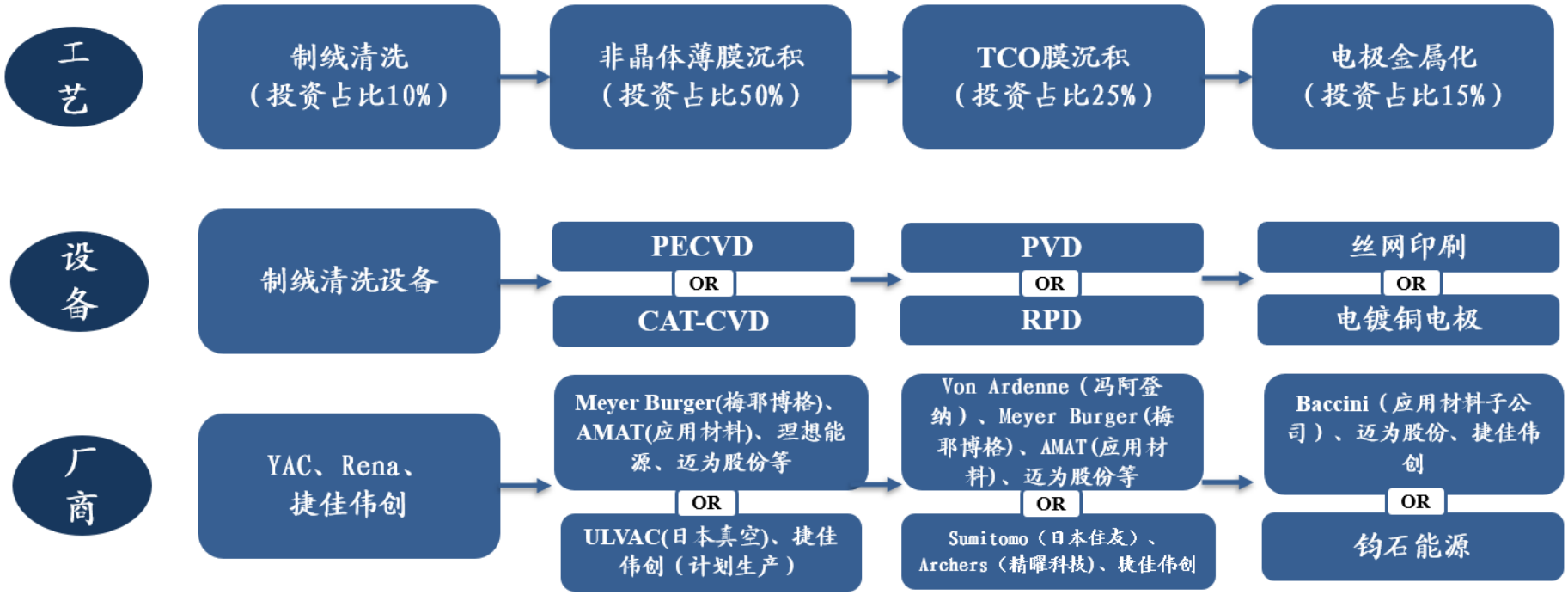


数据来源：Solarzoom，东吴证券研究所整理

2.HJT技术路线设备数量少但难度高，镀膜设备是核心设备

- **制绒清洗设备：**利用化学制剂对硅片进行清洗和表面结构化，绒面质量和化学试剂密切相关。
- **非晶硅沉积设备：**主要用CVD的方式来镀本征非晶硅层、P型非晶硅层、N型非晶硅层。主要设备包括PECVD、Cat-CVD等。
- **TCO沉积设备：**主要设备有RPD和PVD，目前主流技术路线是用PVD方式制备前后表面的TCO膜。
- **印刷设备：**在硅片的两面制造精细的电路，将电极金属化。有丝网印刷和电镀铜电极两种技术路线。

图：HJT 4类设备的国内外厂商布局



数据来源：OFWEEK，东吴证券研究所整理

2.梅耶伯格退出HJT设备竞争，利好国内设备商

- 2020/6/19，欧洲老牌光伏设备龙头梅耶伯格发布公告，将从生产设备的供应商转变为垂直整合的太阳能电池和组件制造商，专门为自己生产异质结/智能线制造设备，不再与第三方分享生产设备的改进。**这标志着梅耶伯格正式退出光伏电池设备竞争，转型为总包商。**
- 设备商在行业发展中的定位是降本增效，国外设备商缺乏强大的零部件供应链体系和大量的组装工人，在行业发展中退出竞争的案例，在锂电设备、光伏硅片和电池片设备均出现。**行业发展从0到1过程中，依靠国外设备；从1到N过程中，设备降本主要需要依靠国内设备商。**
- **基于梅耶伯格退出设备市场和现在国产设备商的技术水平等各个方面综合判断，我们认为，迈为等国产设备商较大概率能够获得首批规模化HJT设备订单。**

表：目前可以提供HJT电池关键设备的厂商列表

设备厂商	设备类型	特点	购买厂家
Meyer Burger	PECVD、PVD、整线	出货不多	瑞士 Eco
精曜科技	PECVD、RPD	可协助客户建制完成产线	NSP、SolarCity、晋能
理想能源	PECVD	实验室机型	尚德、正泰
VON ARDENNE	PVD	-	-
迈为股份	PECVD、PVD、丝网印刷	丝网印刷较为成熟，CVD有待验证	通威、华晟
捷佳伟创	CAT CVD、PVD（RPD）	-	通威
钧石能源	PECVD、PVD	专注于PECVD和PVD，围绕头部客户	通威

数据来源：各公司公告，东吴证券研究所

表：目前HJT主要示范线

主要设备供应商	设备采购方	技术路线	对应细分设备供应商	自制化率（%）	单位设备投资额（亿元/GW）	拟建产能	初步投产	预计初步投产时间
梅耶博格	新加坡REC	PECVD+PVD+丝网印刷	清洗制绒：Exataq; PECVD:梅耶博格; PVD:梅耶博格; 印刷：迈为股份（丝网印刷法）	75%	8-10	600MW（6条线）	100MW（1条线）	2019年三季度
迈为股份	通威（合肥）	PECVD+PVD+丝网印刷	清洗制绒：YAC; PECVD:迈为股份; PVD:冯阿登纳; 印刷：迈为股份（丝网印刷法）	65%	5-6	250MW（1条线）	250MW（1条线）	2020年一季度
多家厂商供货	通威（成都）	Cat-CVD+PVD&RPD+丝网印刷	清洗制绒：YAC/捷佳创; CVD:日本爱发科（Ulvac）/理想能源/捷佳伟创; PVD:Singulus/RPD:捷佳伟创; 印刷：迈为股份/应用材料（子公司Baccini）（丝网印刷法）	各家厂商供给	7-8	250MW（1条线）	250MW（1条线）	2019年底

数据来源：草根调研，东吴证券研究所整理

2.预计2020-2022年HJT设备市场需求约290亿

- **基本假设：**

1. HJT大规模渗透率提高，需要依赖于装备国产化带来的成本下降；

2. 目前整线生产效率已经达到6000片/小时；

3. **PECVD**：每条线需要1套PECVD设备，即为2台设备，具体是：一台i和N，一台i和P；

4. 假设现阶段设备单位投资额的降价是依赖于效率的逐步提升，2018年单线产能是100MV；2019年提高到250MW；

5. 假设未来几年设备单位投资额的降价还依赖于装备生产的规模效应，2020年250MV单线的价格是1.4亿，2021年250MW单线的价格是1.3亿；2022年250MV单线的价格是1.2亿；

6. HJT技术渗透率的提高是个缓慢的过程，预计2020年是HJT技术爆发的元年，将会有10GW左右的新增产能。

根据我们测算，预计2020-2022年HJT设备的市场空间约290亿。

2.预计2020-2022年HJT设备市场需求约290亿

表：根据我们测算，预计2020-2022年HJT设备的市场需求约290亿

	2017	2018	2019	2020E	2021E	2022E
中国新增装机量合计	52.8	40	30	45	50	60
海外新增装机量合计	46.1	62	85	90	110	140
全球新增装机量合计	98.9	102	115	135	160	200
HJT技术路线渗透率	0.00%	0.00%	1.00%	4.00%	10.00%	30.00%
HJT新增装机量			1.15	5.4	16	60
电池自动化生产线产能（GW）			0.1	0.25	0.25	0.25
所需电池片生产线（条）			11.5	21.6	64	240
单条线设备总金额（万元）			5000	14150	13000	12000
清洗制绒设备需求（亿元）			1	5	12	43
PEVCD（亿元）			3	15	42	144
PVD(亿元)			1	6	17	58
丝网印刷设备（亿元）			1	5	12	43
其他自动化设备（亿元）			0	2	4	14
当年HJT设备需求（亿元）			**6**	**31**	**83**	**288**
当年新增HJT设备需求（亿元）				**25**	**52**	**205**

数据来源：中国光伏业协会等，东吴证券研究所测算

2.首批HJT整线设备订单公开中标

- **8月25日安徽宣城开盛公布500MW异质结太阳能电池生产线中标情况**，包括迈为股份中标1.88亿元HJT整线设备订单（主要包含两套制绒清洗、一套PECVD及一套丝网印刷线，产能8000片/时）和两套合计0.6亿元的PVD设备订单（合计产能13500片/时），理想万里晖中标一套0.55亿元PECVD设备（产能4000片/时），苏州中辰昊科技中标一套0.19亿元丝网印刷线。
- 线1整线价值量测算：整线价值量合计约1.2亿元。线1生产效率200MW，对应单GW投资额约5.75亿元。
- 线2整线价值量测算：整线价值量合计约1.8亿元。线2生产效率400MW，对应单GW投资额约4.5-5亿元。

表：安徽宣城HJT项目中标情况

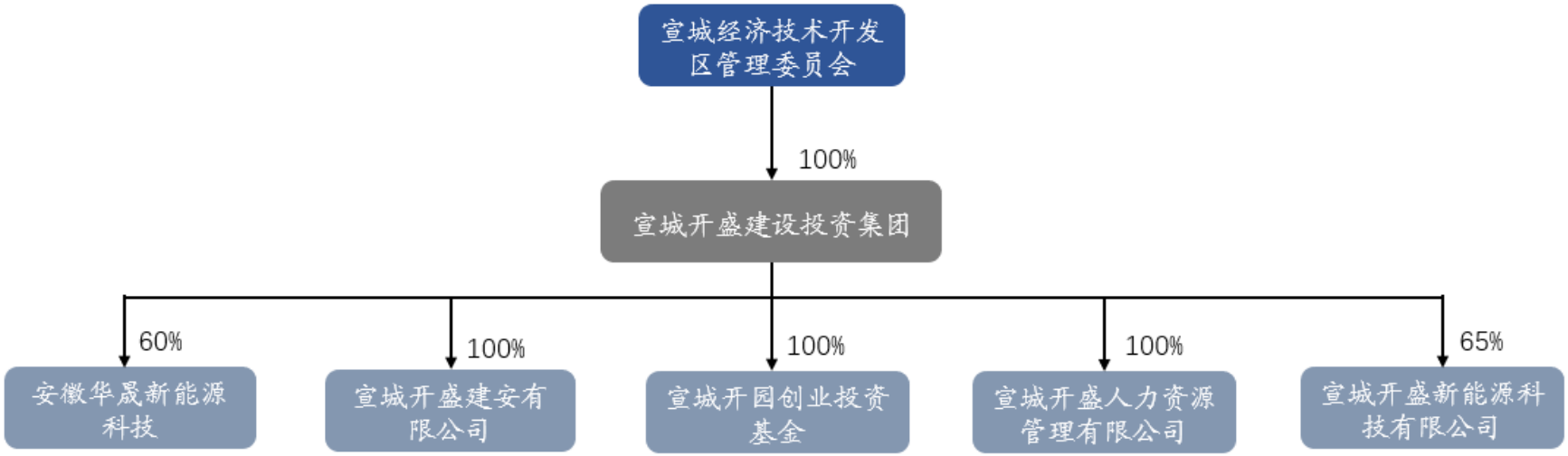
	环节1	环节2	环节3	环节4	整线价值量（亿）	整线节拍（以PECVD为基准）	预计生产效率（MW）	单GW投资额
工艺	制绒清洗	非晶体薄膜沉积	TCO膜沉积	金属电极化				
占比	15%	50%	20%	15%				
设备名称		PECVD	PVD	丝网印刷机				
线1：组装线	迈为股份	理想万里晖	迈为股份	迈为股份	约1.2	4000片/小时	200MW	5.75亿元
台套数	1	1	1	1台				
中标价格（万元）	约1800	5495	约2500	约2000				
线2：整线	迈为股份	迈为股份	迈为股份	迈为股份/中辰昊	约1.8	8000片/小时	400MW	4.5-5亿元
台套数	1	1	1	1台/1台				
中标价格（万元）	约2500	约9000	约3500	约2000/2000				
备注	1、苏州中辰昊中标的是DEMO样机，金额预计是2000万元，生产节拍预计是2000片/小时 2、标红的设备来自迈为1.88亿整线订单（清洗制绒*2+PECVD+丝网印刷线*2）。 3、迈为中标的2台PVD设备（合计6050万）：一台产能5500片/时，一台产能8000片/时。 4、迈为中标的设备价值为东吴机械大致测算，仅做参考。							

数据来源：宣城公共资源交易中心，东吴证券研究所整理

2.首批HJT整线设备订单公开中标

- **投资方宣城开盛建设投资集团背靠宣城国资委，资金实力雄厚。**宣城开盛建设投资集团系宣城经济技术开发区管理委员会100%控股，集团总资产138.49亿元，控股开盛新能源等项目公司13家，曾投资生信铝业、欢颜机器人、预拌砂浆等28家公司，2019年实现中诚信融资增信评级AA。
- **项目团队来自汉能，技术背景深厚。**此次500MW异质结太阳能电池生产线团队成员均出自汉能，懂技术且经验丰富。团队领导者为汉能副总裁徐晓华，对于HJT电池技术有深刻理解，是行业重要推动者。（徐晓华主要负责汉能柔性工业应用事业部在国内的运营,及汉能装备事业部的研发及新技术拓展，系HJT事业部首席执行官，2016年至今担任汉能执行董事）。**投资方资金充足+团队技术经验丰富将保障项目的顺利实施。**

图：投资方宣城开盛建设投资集团背靠宣城国资委，资金实力雄厚



数据来源：国家企业信用信息公示系统，东吴证券研究所

2.1迈为股份：丝网印刷设备领军者，HJT设备提前卡位

- 自成立以来，公司始终致力于**太阳能电池丝网印刷生产线**的开发。

公司涉足**太阳能电池设备、SMT设备、半导体设备等领域**。公司在现有光伏设备的基础上，相继进入光伏激光设备，叠瓦组件设备等光伏上下游设备领域，并进入了OLED显示装备领域，维信诺固安AMOLED面板生产线激光项目已交付客户进行安装调试，打破日韩在该领域的垄断。

- 公司主要经历了5个时期：

产品孕育期（2008-2010年）：研发出第一台丝网印刷机并获得首个正式订单。

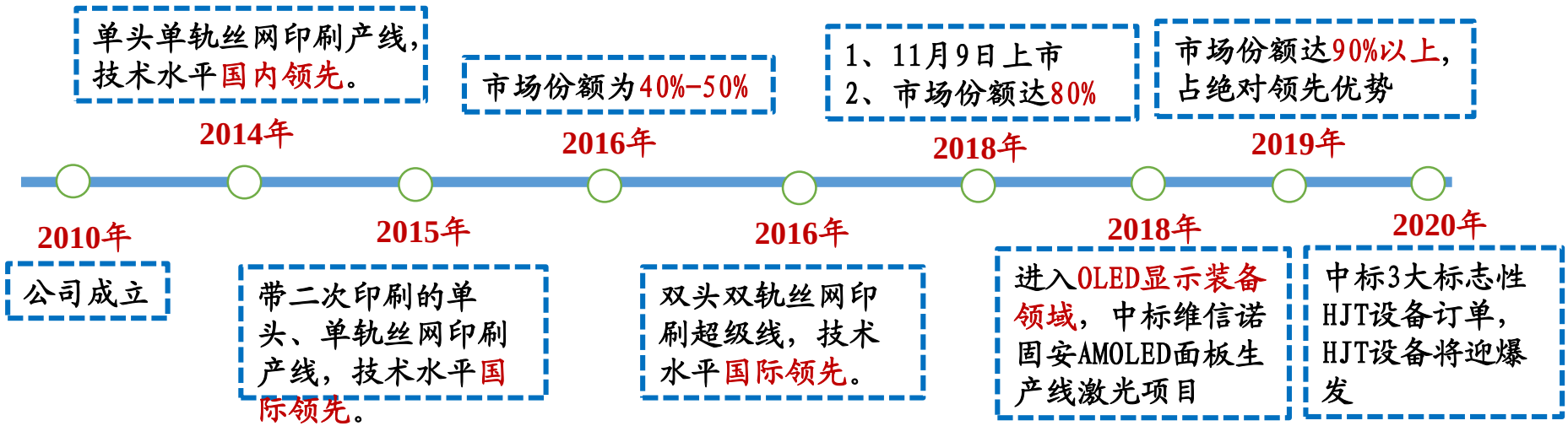
技术完善期（2010-2014年）：光伏行业进入调整期，公司不断地完善技术和产品。

成熟放量期（2014-2017年）：光伏行业进入景气周期，公司技术趋于成熟，**迅速抢占市场形成放量**；同时**开始打入海外市场**，新兴市场订单不断落地。

技术更新期（2017-2019年）：18年研发叠瓦、PERC激光设备；19年进军HJT核心技术，OLED通过维信诺试用。

业务拓展期（2019-至今）：HJT渐行渐近，迈为参股江苏启威星间接引入YAC制绒清洗技术，自研PECVD、PVD，目前已相继中标阿特斯、华晟、通威3大标志性异质结电池设备订单，HJT设备龙头地位得到验证，HJT时代下受益最明显。

图：迈为股份提前布局HJT设备，HJT时代下将开启成长新篇章（下图市场份额指丝网印刷市场份额）

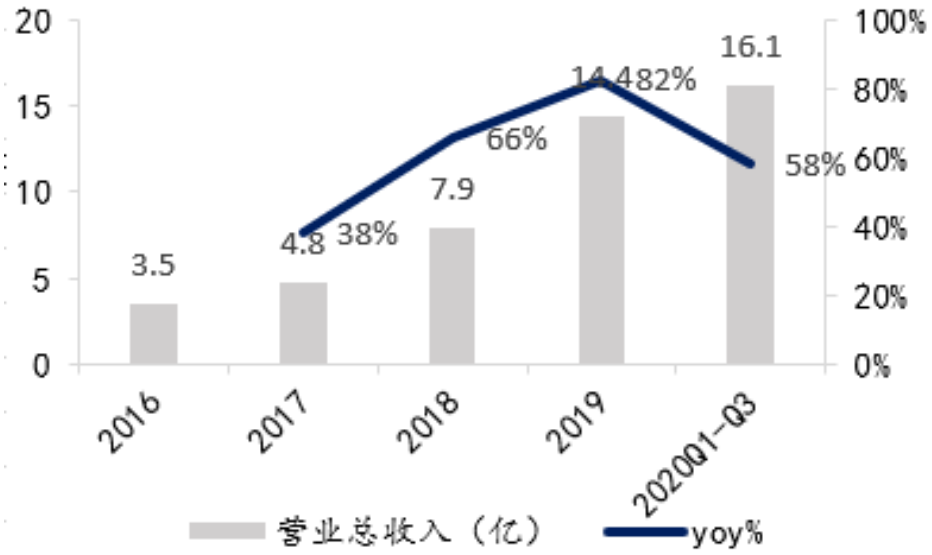


数据来源：迈为股份公告、东吴证券研究所

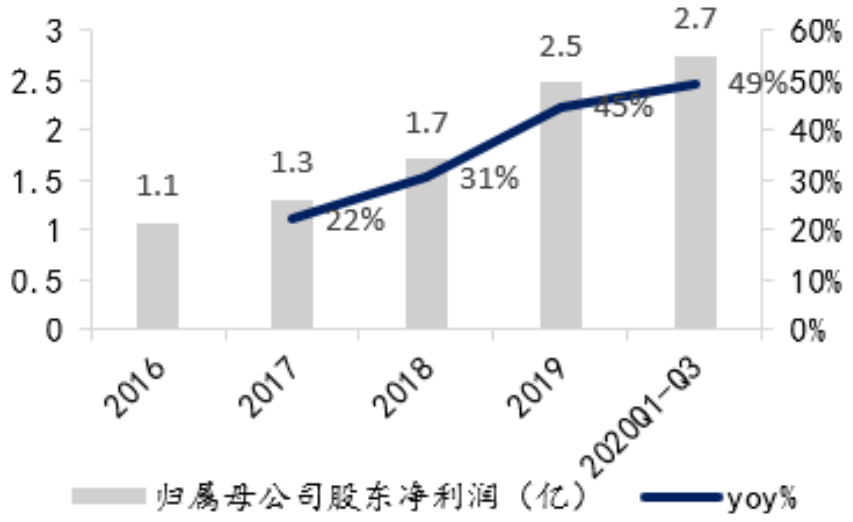
2.1迈为股份：趁行业之东风，公司业绩迅速放量

- 2020年Q1-Q3，公司实现营业收入16.1亿，同比+58%，归母净利润2.7亿，同比+49%。
- 公司与光伏行业巨头通威太阳能、晶科能源、隆基乐叶、协鑫、阿特斯、天合光能等建立了长期合作关系，**打破了丝网印刷设备领域进口垄断的格局。**
- 产品远销新加坡、马来西亚、泰国、越南、印度等海外市场，**实现了智能制造装备少有的对外出口。**
- 公司2018年11月上市以来，**一方面大幅扩张丝网印刷产能，另一方面积极拓展OLED显示装备业务，同时提前布局HJT设备**，技术迭代下迎来成长新阶段。

图：总营收迅速增长，2014-2019CAGR达到122%



图：归母净利高增长，2014-2019CAGR达到358%



数据来源：wind，东吴证券研究所

2.1迈为股份：盈利能力优于行业，产品性价比高

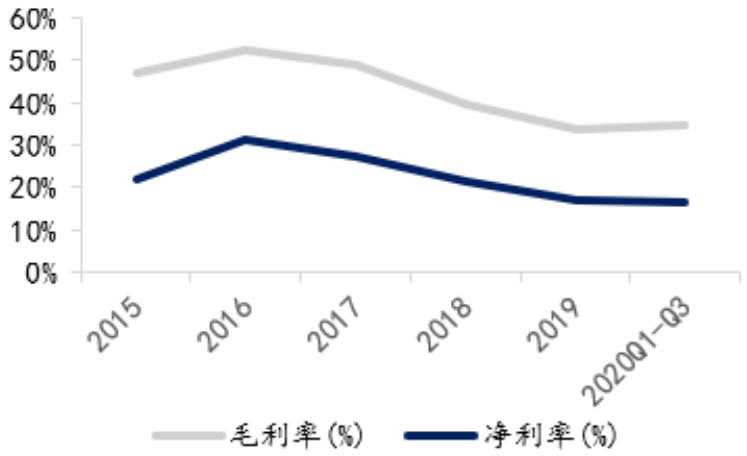
- 自2015年以来，公司净利率一直维持15%以上，毛利率维持30%以上，毛利率优于可比公司，主要系：

1）技术含量高：公司在丝网印刷环节的主要竞争对手只有应用材料的子公司Baccini和东莞的科隆威。

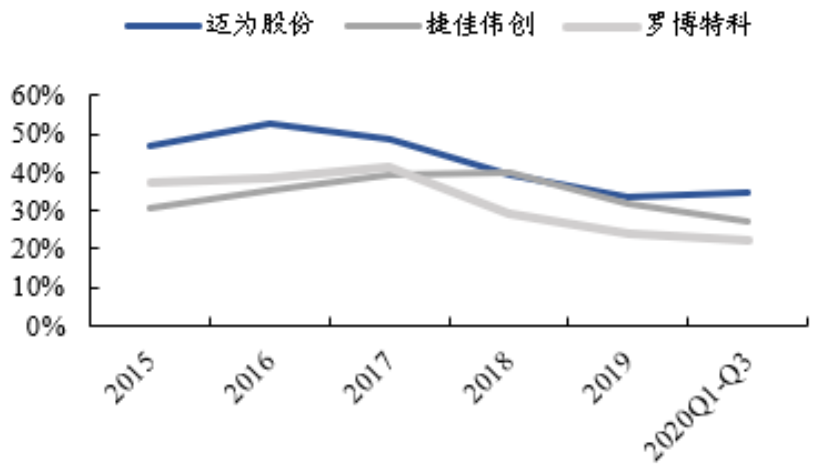
2）性价比高：且公司的丝网印刷生产线成套设备，**性能优于国际龙头Baccini且价格低10%-20%，在增量市场中的占有率达80%以上。**

- 公司2020H1毛利率为34%，同比+1.8pct；净利率19%，同比-0.5pct。

图：净利率基本维持15%以上，毛利率维持30%以上



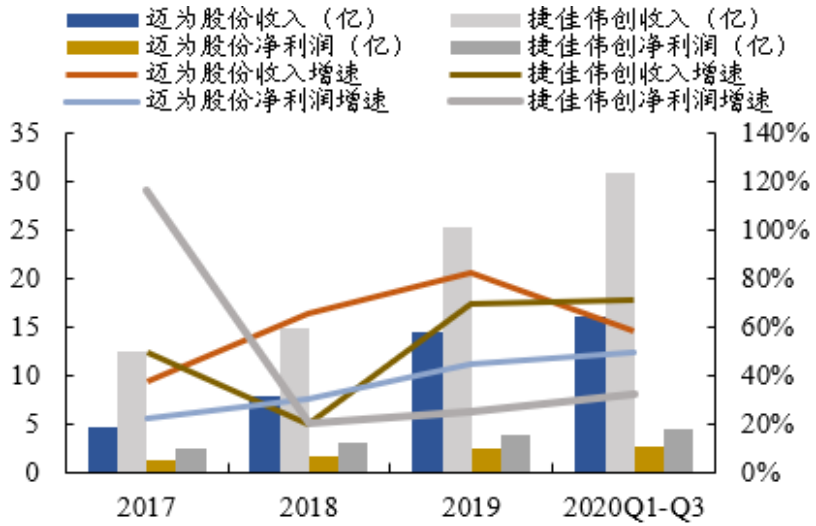
图：公司综合毛利率基本优于可比公司



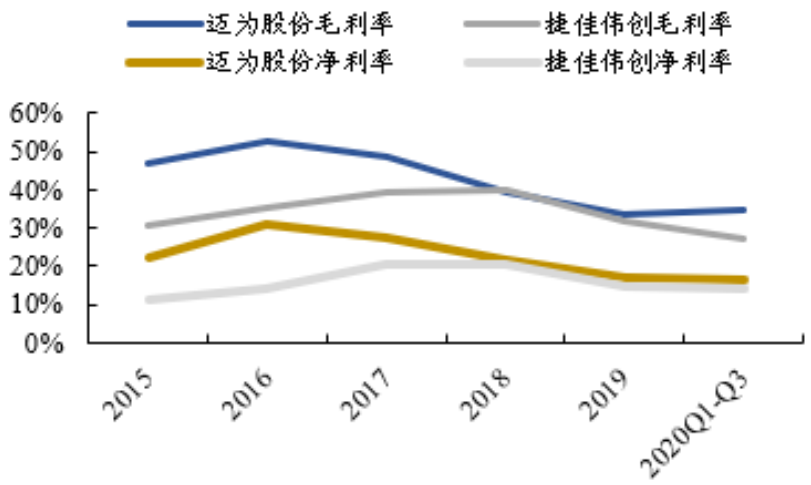
数据来源：wind，东吴证券研究所

2.1迈为股份：经营指标略优于可比公司

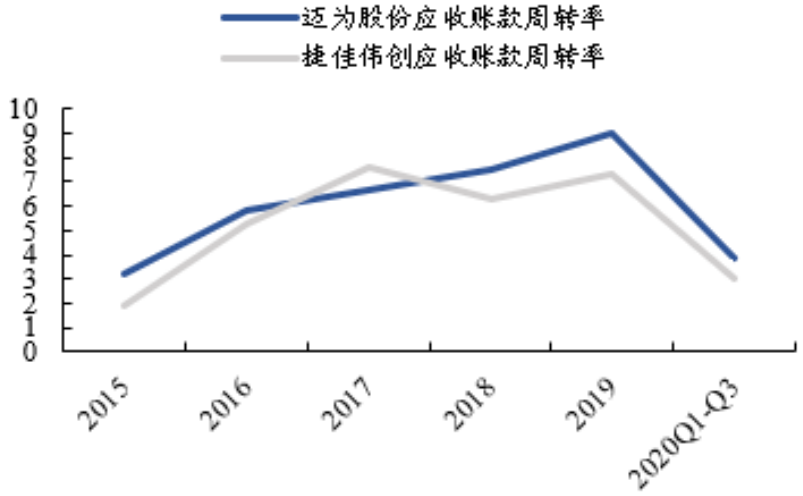
图：迈为净利润增速更为稳定



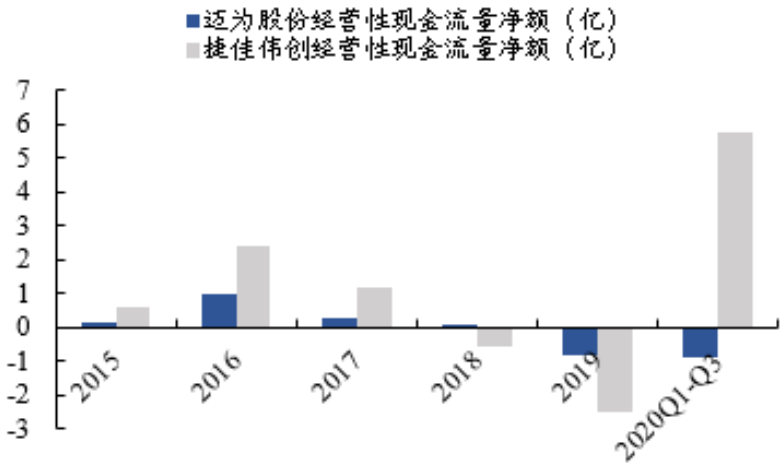
图：除2018年外，迈为盈利能力均强于捷佳伟创



图：近3年迈为股份回款能力略高于捷佳伟创



图：迈为股份流动性水平波动幅度小于捷佳伟创

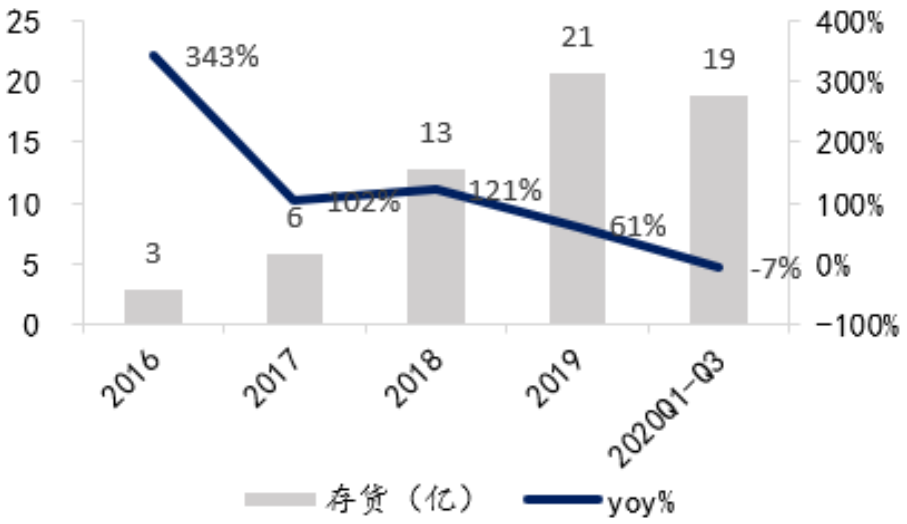


数据来源：wind，东吴证券研究所

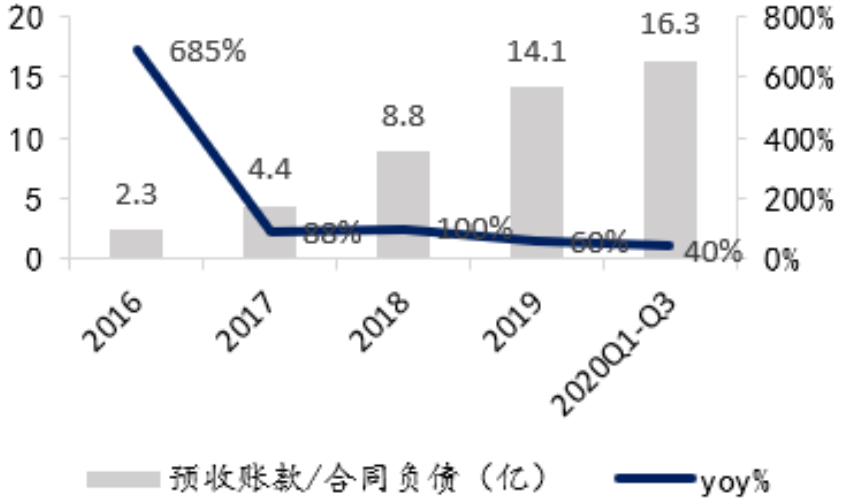
2.1预收账款同比大幅增长，短期业绩有保障

- 2020Q3末公司预收账款16亿元，同比+40%，预计2020年初至今PERC订单仍然高增长。
- 2020Q3末公司存货19亿元，同比-7%，预计年初至今周转速度在加快。
- 产线合同收入确认的流程：**签合同—30%预收款—组织生产—交货—30%回款（小订单：1-3个月，大订单3-8个月）—安装调试—试产、量产—验收—验收单回款30%。**验收单确认之后确认90%的订单收入，剩下10%为质保款，**按照20H1末预收账款16.2亿来推算，预计在手订单在40亿元以上，能够支撑20年到21年上半年业绩增长。**

图：2020H1存货19.3亿，同比+6%



图：预收账款持续增长，20H1同比+44%

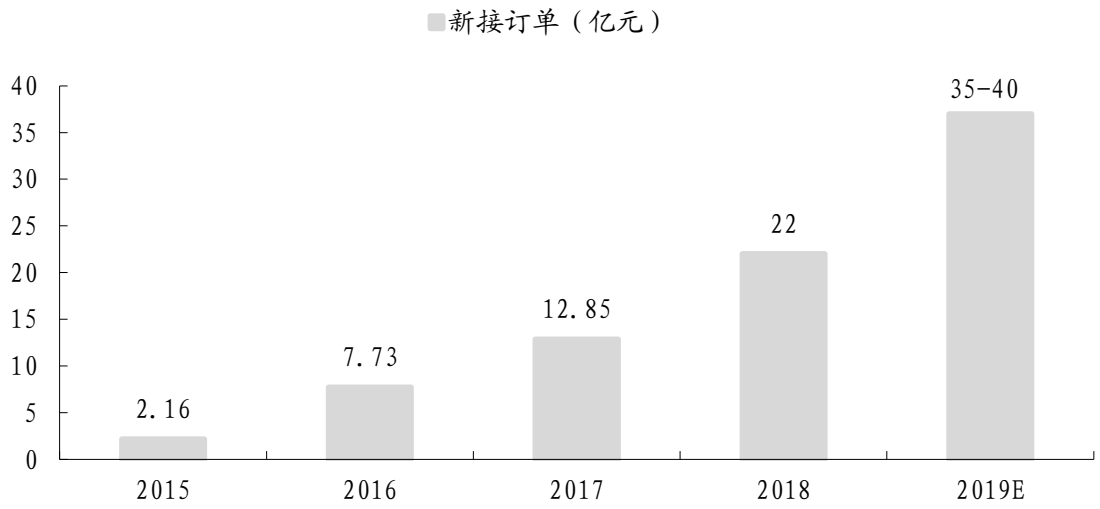


数据来源：wind，东吴证券研究所

2.1迈为股份：在手订单短期高增长，HJT订单有望超预期

- **2020年PERC订单仍然高增长。**受益于电池产能扩张和市占率提升，2019年公司估计新签订单约35-40亿，超过2016-2018年累计订单水平（33亿）。我们预计2020年公司PERC订单仍然在30亿元以上，基本持平于2019年水平。
- **2020下半年预计全市场3-4GW HJT落地，迈为预计获得60%-70%的HJT设备订单，按照单GW对应4-5亿元的设备投资，对应公司10亿元以上的设备订单。异质结方面，**公司现有和未来潜在客户包括阿特斯、REC、山煤、通威、东方日升、安徽华晟等。

图：2019年估计新接订单约35-40亿元



数据来源：迈为股份公告，东吴证券研究所

2.1丝网印刷设备用于后道环节，“二次印刷”为重要突破

◆PERC时代：公司传统主业——丝网印刷设备主要应用于硅片到电池片的加工环节后段

- 迈为的丝网印刷设备主要经历了四个发展时期：

1、传统单头单轨丝网印刷生产线（SL）

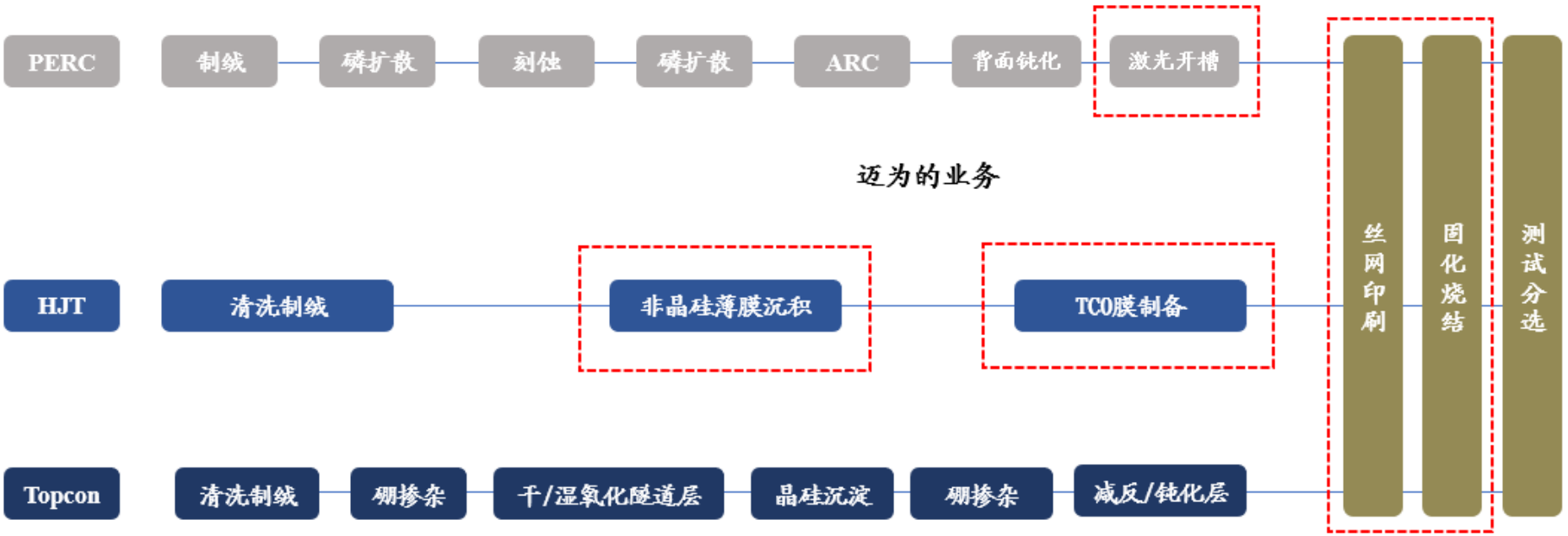
2、带有二次印刷功能的单头单轨线（SL-DP）

3、双头双轨线（DL）

4、双头双轨丝网印刷超级线（FDL）。

◆HJT时代：公司能做整线里面的90%，除了清洗外，均具备较高生产能力，其中非晶硅膜沉积和丝网印刷是优势。

图：HJT时代迈为业务覆盖更多环节



数据来源：迈为股份公告，东吴证券研究所

2.1迈为研发进展——专用设备领域的延伸进展顺利

表：公司在研项目情况，已有多项设备研发完成，多种OLED、光伏设备也已进入样机调试阶段

研发项目	所属领域	进展情况		
		招股书	2018年年报	2019年年报
OLED激光切割的研发项目	OLED设备		样机调试阶段	样机调试阶段
锂离子电池全自动卷绕机的研发项目	锂电设备	样机调试阶段	样机调试阶段	样机调试阶段
晶圆切割机的研发项（IC）	半导体设备	样机调试阶段	样机调试阶段	样机调试阶段
高速PERC 激光开槽设备的研发项目	激光设备			研发阶段
在线SE 激光扩散设备的研发项目	激光设备			研发完成
全自动太阳能电池片双轨激光辅助选择性扩散（SE）的研发项目	激光设备	研发阶段	研发完成	
全自动太阳能电池片双轨激光开槽（PERC）的研发项目	激光设备	样机调试结束	研发完成	
叠瓦组件激光切割设备的研发项目	激光设备	研发阶段	研发完成	
全自动太阳能电池双刮刀印刷生产线的研发项目	光伏设备	研发阶段	研发完成	
叠瓦组件印刷设备的研发项目	光伏设备	样机调试结束	研发完成	
光伏丝网印刷线自动银浆检测和供给系统	光伏设备	研发阶段	研发完成	
兼容多(无)主栅测试的常规测试机研发项目	光伏设备		样机调试阶段	研发完成
全新加热管加热的烘箱研发项目	光伏设备		样机调试阶段	研发完成
叠瓦裂片叠片一体机研发项目	光伏设备		样机调试阶段	样机调试阶段
太阳能光伏电池EL图像缺陷识别和判定算法的研发项目	光伏设备		研发阶段	研发完成
叠瓦组件划片印刷一体机研发项目	光伏设备			研发阶段
一种特殊的转移印刷设备的研发项目	光伏设备			研发阶段
叠瓦组件端引线自动焊接检测设备研发项目	光伏设备			研发阶段
SMART WIRE智能栅线研发项目	光伏设备			研发阶段
一种特殊的丝网印刷机的研发项目	光伏设备			研发阶段
高速IBC电池丝网印刷线研发项目	光伏设备			样机调试阶段
HJT真空镀膜研发项目	光伏设备			试产阶段
太阳能光伏电池EL图像缺陷识别和判定算法的研发项	光伏设备		研发阶段	研发完成
炉后AOI检测和膜色检测	光伏设备			样机阶段
原硅片PL检测机	光伏设备			样机阶段
钙钛矿激光技术研究项目	光伏设备			研发阶段

数据来源：迈为股份季度报告，东吴证券研究所

2.1迈为股份：布局HJT核心设备成果显著，逐步向整线进军

- **公司提前布局HJT技术路线，立足于丝网印刷设备开始向前道电池片设备延伸，并能够提供性价比最高的TURNKEY整线方案，整线设备自制率达90%以上。**
- **公司为通威合肥线提供方案，CVD设备尚处于试用阶段，**在HJT电池生产的各个环节中，CVD占50%，PVD占25%，印刷占12.5%，清洗和自动化占剩下来的12.5%，清洗和PVD设备公司分别选购日本和德国的设备，印刷使用迈为自己的设备，根据最新的产业链调研，项目承诺转换效率将达到24%。
- **从PERC到HJT，公司能够供应的设备价值量大幅提升。**在PERC产线上，每GW的投资额中迈为能够提供的设备价值量在8000万左右；而在HJT产线上，如果按迈为目前提供的方案计算，单GW整线投资为6亿左右，**迈为提供的PECVD和丝网印刷设备合计价值量能达到3.5-4亿，是原先PERC产线的4-5倍，即未来HJT的扩产将给公司带来非常大的业绩弹性。**
- **通威线试验线项目进展顺利，**从具体进程来看，2019年Q3首套设备进场，2019年Q4首套设备达到技术指标23.8%效率，2020年Q1开始接受设备订单，2019年10月开始通电，11月进入调试阶段。**目前迈为交付的第一台设备每小时产量5500-6000片；电池片已经开始形成销售，目前最新的转换效率为24.5%。**

表：迈为第一条HJT示范线情况，目前已完成量产

公司	示范线	可提供设备	示范线设备方案	公司提供设备价值占比	单GW设备投资额	产线产能	时间
迈为股份	通威（合肥）	PECVD+PVD+丝网印刷	**清洗制绒**：YAC **PECVD**：迈为股份 **PVD**：冯阿登纳 **印刷**：迈为股份（丝网印刷法）	65%	5-6亿元	250MW（一条线）	2020年一季度

数据来源：草根调研，东吴证券研究所

2.1迈为股份：中标首批异质结项目2.48亿元订单

- 8月25日安徽宣城（安徽华晟）开盛公布500MW异质结太阳能电池生产线中标情况，包括迈为股份中标1.88亿元HJT整线设备订单（主要包含两套制绒清洗、一套PECVD及一套丝网印刷线，产能8000片/时）和两套合计0.6亿元的PVD设备订单（合计产能13500片/时），**合计中标2.48亿元订单。**
- 迈为股份此前产品已经覆盖整线的65%，同时较早投入PVD设备研发项目，**在拓展PVD设备产品后目前已实现80%的整线供应能力。**

表：迈为中标宣城开盛项目合计2.48亿元订单

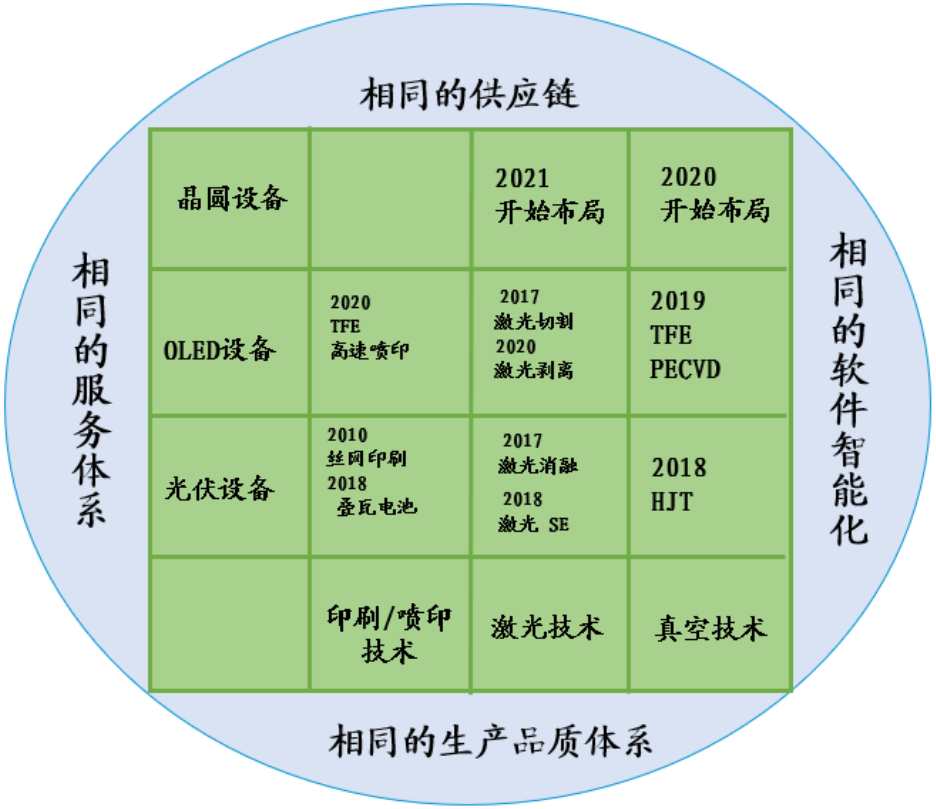
项目	设备种类	数量	价值量（亿元）	合计价值量（亿元）
宣城开盛（安徽华晟）HJT项目	制绒清洗机	2	1.88	2.48
	PECVD	1		
	丝网印刷线	2		
	PVD	2	0.6	

数据来源：宣城公共资源交易中心，东吴证券研究所整理

2.1 迈为股份5年整体战略规划——跨行业的专用设备龙头

- 以5年时间为维度，我们认为迈为以**印刷（喷印）、激光、真空**三项技术为基础，以**光伏、OLED、半导体**三大市场为目标，实现三横三纵的布局，今后将以内生动力为主，外延发展作为辅助。
- 相同的技术基础节约的是研发成本，提高的是研发效率；相同的客户群体节约的是销售费用。

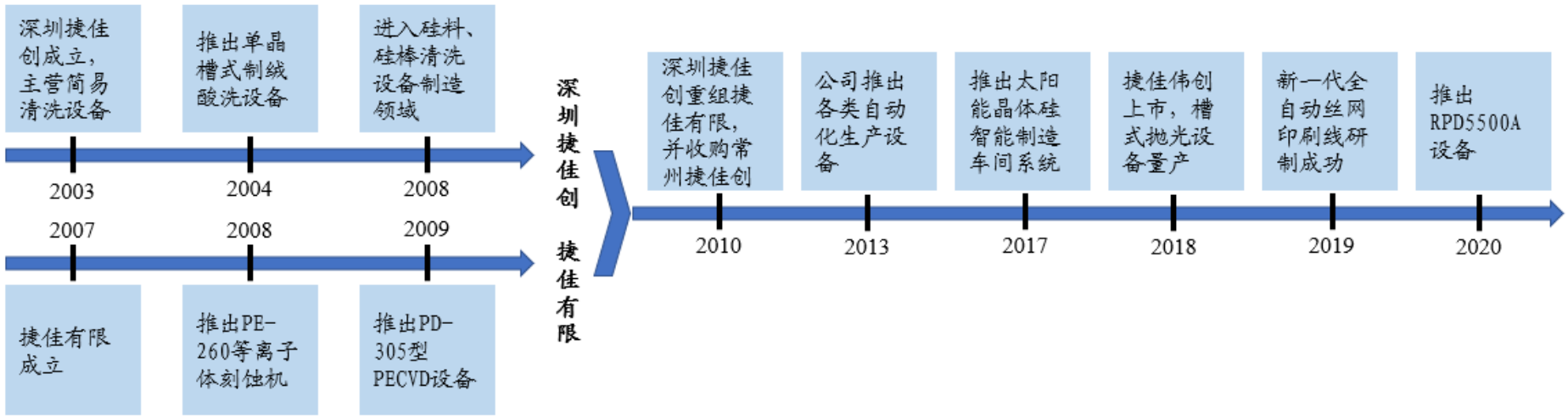
图：迈为股份战略规划



数据来源：吴江新闻，东吴证券研究所

- **捷佳伟创是光伏电池设备龙头。**现有的上市公司捷佳伟创是是深圳捷佳创和捷佳有限在2010年重组，并收购常州捷佳创，实现全面业务整合而成。
- **常州深圳联动，分工明确快速发展。**常州工厂主要生产制绒、刻蚀、清洗、自动化设备；深圳工厂主要生产扩散炉和PECVD设备。
- **公司主营光伏设备，PERC时代，公司设备覆盖整线的60%（除了丝网印刷和激光设备，公司都涉足），公司设备具有成本优势。**以公司拳头产品管式二合一PECVD为例，在相似性能的条件下，公司的设备价格大致比梅耶博格和Centrother Photovoltaics AG低30%-50%，且更加节能，因此公司凭借高性价比的产品绑定**通威、隆基、阿特斯、天合、晶科**等光伏电池商龙头。

表：捷佳伟创发展历程



数据来源：捷佳伟创公告，东吴证券研究所整理

- **在PERC技术路线下：公司基本涵盖了电池片生产的主要设备**，包括PECVD设备（市占率50%-60%）、扩散炉（市占率50%）、制绒设备（市占率70%-80%）、刻蚀设备（市占率30%）、清洗设备（市占率70%-80%）、自动化设备等（市占率20%）。**公司产品合计价值量占整体产线整体投资额的60%以上，并且在各环节基本处于龙头地位。**其中PECVD设备每年营收占比均超过30%，是公司核心业务。

表：捷佳伟创在电池片设备中的布局

工序	常规工艺 P-多晶/单晶	PERC/PERT	Topcon	HJT	IBC
制绒 刻蚀 清洗机	多晶硅式制绒 单晶槽式制绒 单/多晶酸刻蚀 单/多晶碱刻蚀	槽式制绒 酸刻蚀 碱刻蚀	RCA/BOE 槽式制绒 酸刻蚀 碱刻蚀	RCA/湿法刻蚀 制绒清洗设备	RCA/湿法刻蚀 制绒清洗设备 其他清洗设备
镀膜 钝化	PECVD热氧化退火设备	PECVD SiON钝化设备热氧化退火设备	LPCVD PECVD 热氧化退火	PVD/RPD	PECVD
PN结制备	常规管式扩散低压扩散	管式PECVD热氧化退火	磷/硼扩散设备 热氧化退火	PECVD（样机）	硼扩散设备
金属化	/	/	待定	待定	待定

数据来源：捷佳伟创公告，东吴证券研究所整理

- 公司2020年9月发布定增预案，募集资金主要用于投资：（1）泛半导体装备产业化项目（10.0亿元），将新增每年20GW Perc+湿法设备、**20GW HJT湿法设备及单层载板式非晶半导体薄膜CVD**；（2）二合一透明导电膜设备产业化项目（3.3亿元），**将新增每年50套HJT电池镀膜设备；**（3）先进半导体装备研发项目（6.5亿元），致力于实现湿法清洗设备的规模化生产，并构建半导体湿法及气相沉积设备供给线；
- 目前捷佳伟创PECVD设备有相关样机但未发货到客户处，具体技术离完全落地还有距离，9月定增募投的泛半导体装备产业化项目将加快公司PECVD布局，有望实现后发追赶。
- **公司的主要优势在于交钥匙工程**——公司几乎能够完成光伏电池片整线的交付，包括开始研发新产品丝网印刷机，目前已有样机出货，并且完成客户厂房设计和其员工培训等配套服务。

表：捷佳伟创可提供的设备

工序	选型	SC可提供	产能（PCS/hours）
自动化	-	全厂自动化，可提供	根据产线匹配
制绒清洗	RCA清洗	可提供	>6000
	O3清洗	可提供	>6000
非晶硅沉积	CAT-CVD	/	3600
	PECVD	样机阶段	3600
TCO膜沉积	PVD	可提供	6000
	RPD	可提供	4000
电极设备	丝网印刷	可提供	5500
	镀电极	/	/

数据来源：捷佳伟创公告，东吴证券研究所整理

- **2020年9月，根据捷佳伟创微信公众号消息，公司开发的最新一代HJT关键量产设备RPD5500A完成厂内装配调试，在常规HJT的基础上为高效HJT带来保守0.6%以上的效率增益。**再结合新一代的靶材技术和工艺，将带来更高的效率增益、更低的电子共振吸收、更好的长波透光率、更优的导电性，从而更能缓解乃至解决HJT电池的低温银浆消耗量大的最大痛点。
- **捷佳伟创还即将推出二合一设备PAR5500**，正面采用新型RPD，背面采用PVD，完美整合为一台设备与一套自动化，占地面积减少一半，并大幅降低了设备成本。

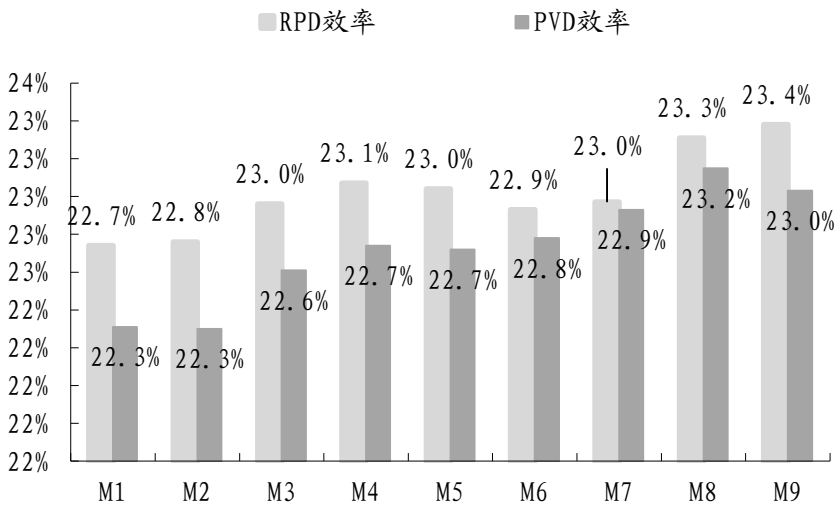
表：RPD与PVD技术参数对比

	PVD	RPD
工艺温度	150℃以上	常温
量产率	-	优于PVD0.4%左右
电池效率	23.00%	23.40%
组件成本（元/W）	2.18	2.13
组件功率（W）	317	324
售价（元/W）	低	高
毛利率	12.68%	17.64%
电池产能（MW）	97.86	100
组件产能（MW）	94.93	97

数据来源：精曜科技，东吴证券研究所整理

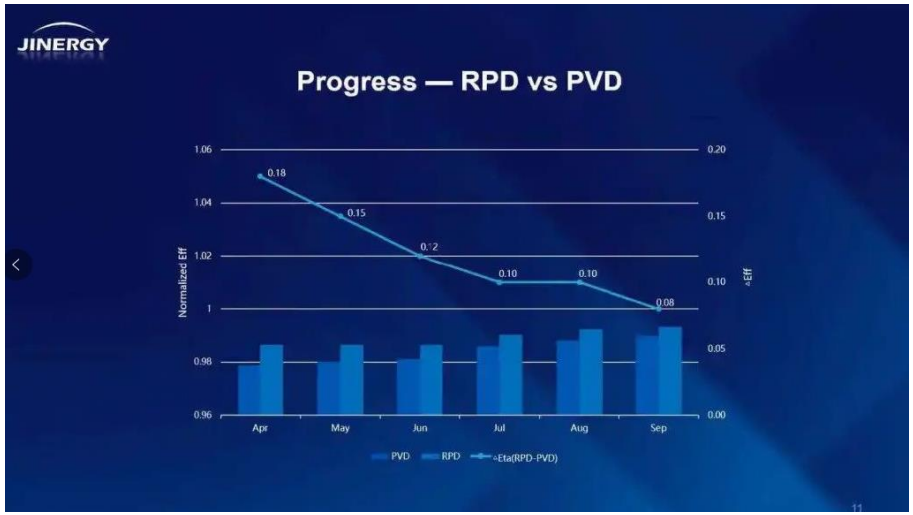
- **RPD优点：**转换效率更高。
- **RPD缺点：**1）产能低、设备贵；2）靶材利用率相较RPD低7%以上；3）RPD产能会拖累PECVD的产能，目前PECVD可以做到8000片/h，而RPD产能仅4000片/h。
- **RPD相对PVD的转换效率优势正不断缩小，2020年9月效率差距已缩小至0.08%。**主要原因为PVD使用的ITO膜原先成分为90%氧化铟+10%氧化锡，RPD使用的IWO膜成分99%的氧化铟+1%的氧化钨，IWO膜透光性更为优异。目前ITO膜成分变为97%的氧化铟+3%的氧化锡，透光性提升带动PVD效率提升。
- **此外RPD的高效率是波动的，**因为RPD是蒸发工艺，等离子体附着力很低，几天就要开一次腔体，而每次开腔会导致效率波动。PVD可以15-20天开一次腔。

图：2018年精曜科技RPD技术路线的电池效率高于PVD



数据来源：精曜科技，东吴证券研究所

图：据2020年最新数据，晋能RPD相对PVD的效率优势已缩小至0.08%



数据来源：晋能集团，东吴证券研究所

2.2核心业务稳定增长，海外市场增速放缓

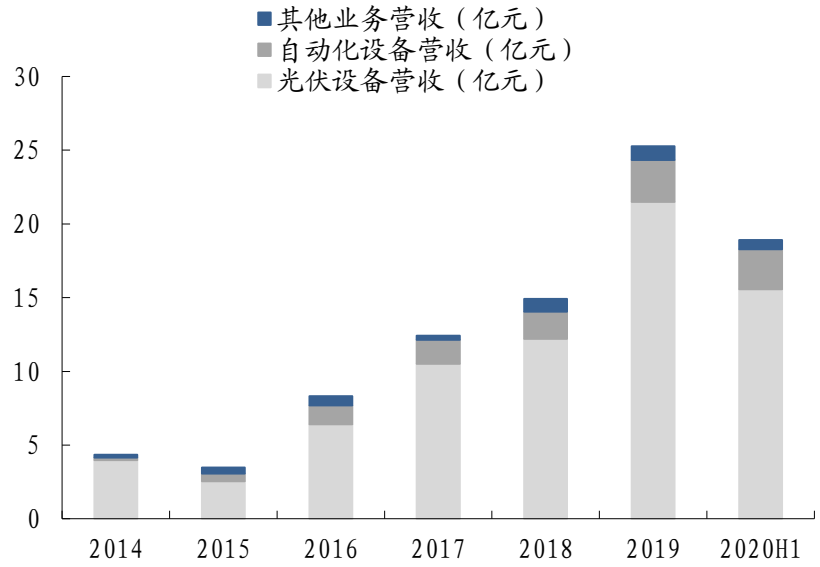
- **公司2015-2019年光伏和自动化设备营业收入稳定增长**，2019年光伏和自动化设备营收分别为21.5和2.8亿元，同比增长76.1%和54.0%。
- **公司在除印刷设备外的各环节基本处于龙头地位**，分产品市占率为：

  1)PECVD设备:50%-60%　　2)扩散炉: 50%　　3)制绒设备:70%-80%

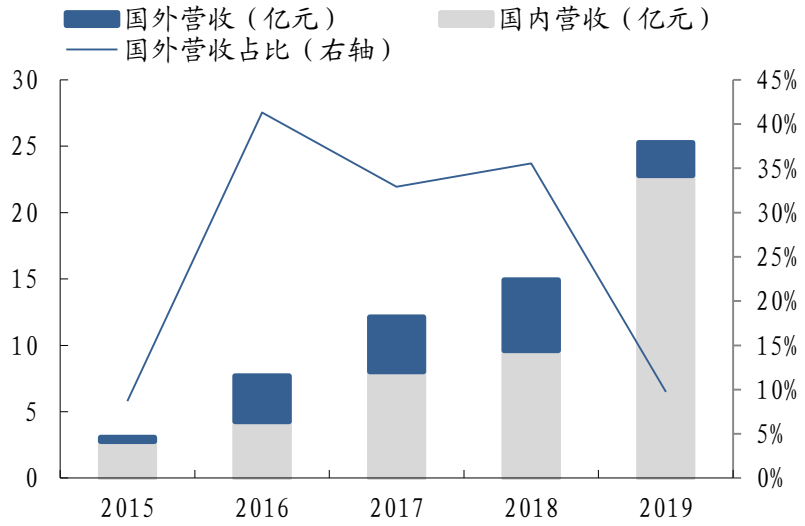
  4)刻蚀设备:30%　　5)清洗设备:70%-80%　　6)自动化设备:20%

- 2019年海外市场增速不及国内市场,海外营收占比近10%。

图：光伏和自动化设备营业收入稳定增长



图：2019年海外营收占比大幅下降至10%



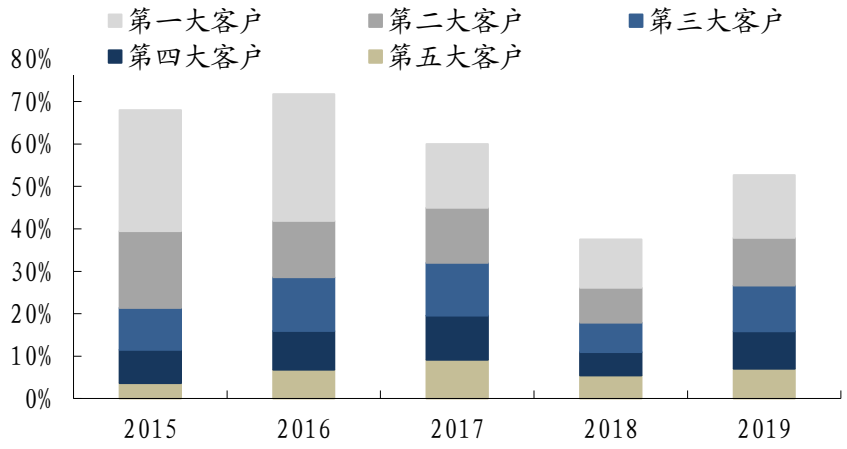
数据来源：wind，东吴证券研究所

2.2绑定优质龙头客户，2020年新接订单同比高增长

- **客户集中度风险较低**，2019年客户占比分布均匀，对单一客户依赖度降低。全市场90%的PERC电池片扩产企业是公司的客户。

- **2020年公司预计新签订单约80-90亿，同比+70%到+90%**。预计将在2021-2022年集中确认，显著提升2021年业绩。公司订单预期：截至11月中旬目前新签订单约70亿，预计全年订单80-90亿。
- 2020年预计订单100亿左右，需要包括：1）PERC扩产50GW；2）PERC+、topcon改造100GW；3）HJT扩产。

图：2016-2019年公司客户集中度下降，对单一客户依赖度降低



表：我们预计2020新签订单约60亿（单位：亿元）

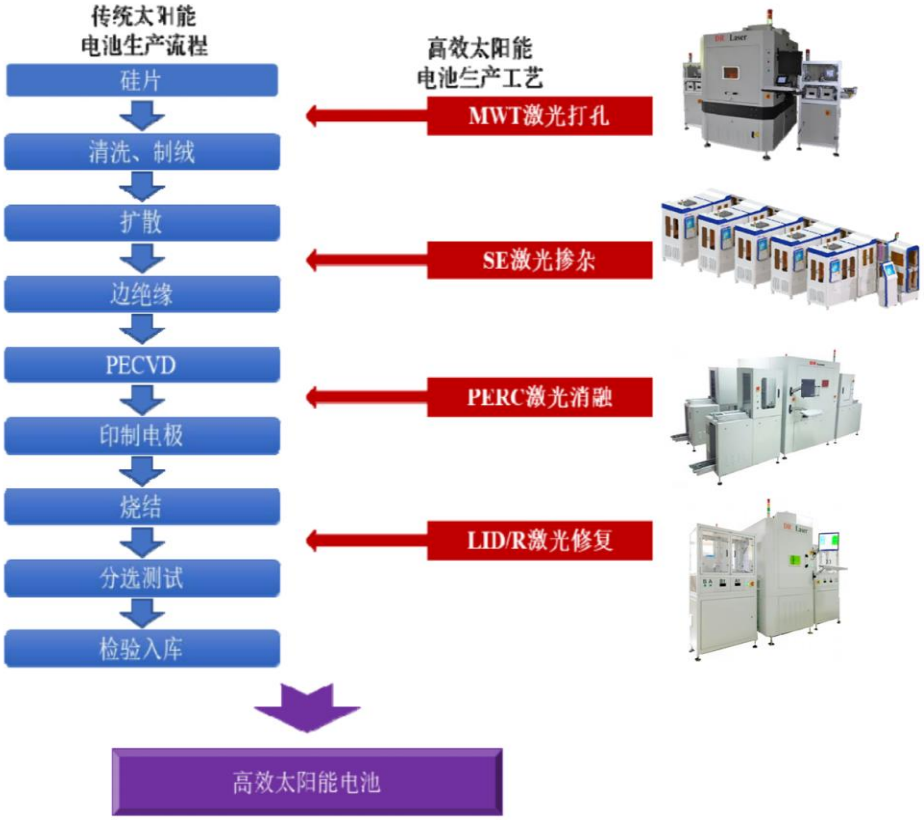
年份	新签设备订单	境内新签设备	未确认收入订单金额（在执行订单）
2015	7.36	5.42	0.08
2016	24.32	14.67	3.96
2017	23.31	20.61	17.34
2018	28	-	17.94
2019	46	-	-
2020E	约80-90	-	-

数据来源：捷佳伟创公告，东吴证券研究所

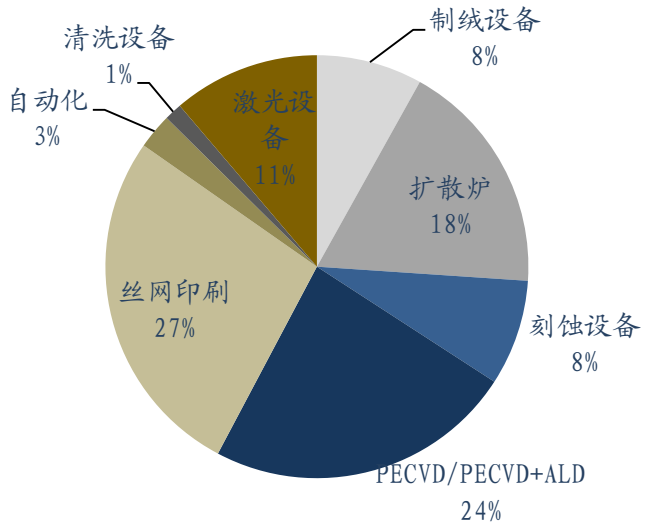
2.3帝尔激光：光伏激光加工设备龙头

- 公司成立于2008年，多年来一直深耕光伏产业，并于2019年5月17日成功上市。在致力于光伏电池激光设备的发展过程中，公司形成了**激光刻槽技术、基于电镀的激光开膜与掺杂技术**等技术积累。并与**晶科能源、天合光能、隆基股份、阿特斯太阳能、晶澳太阳能、韩华新能源、东方日升**等知名光伏组件制造商开展长期合作，客户资源优质稳定。

图：帝尔激光主要产品及应用环节



图：2019年激光加工设备在PERC产线占比达11%

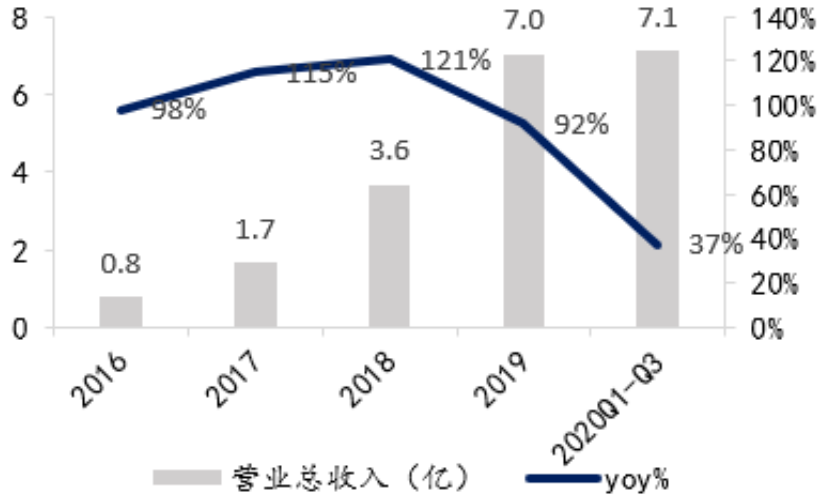


数据来源：帝尔激光招股说明书，东吴证券研究所

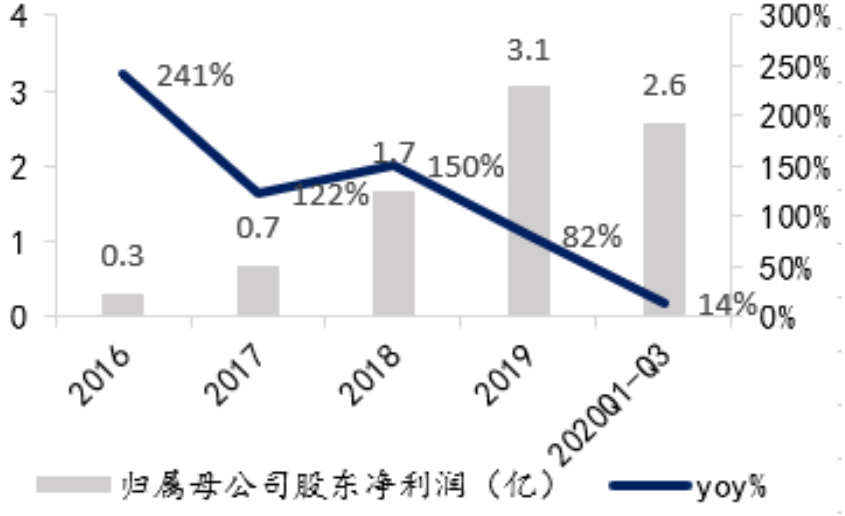
2.3帝尔激光：借行业东风，公司业绩增长迅速

- **得益于光伏行业景整体向上趋势和公司的核心技术优势**，公司2016年到2019年营业收入从0.8亿增长到7亿（CAGR为106%），归母净利润从0.3亿增长到3.1亿（CAGR为363%），业绩增长势头有望延续。
- **公司绑定优质客户资源，业绩增长有保障。**晶科能源、天合光能、隆基股份、阿特斯太阳能、晶澳太阳能等全球光伏组件出货量前十企业目前均与公司开展合作。

图：2016-2019年公司收入CAGR为106%



图：2016-2019年公司净利润CAGR达363%

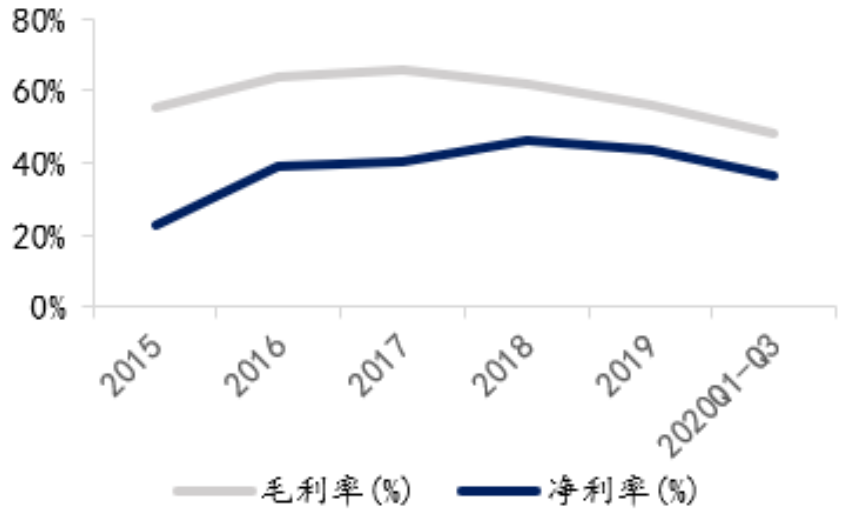


数据来源：wind，东吴证券研究所

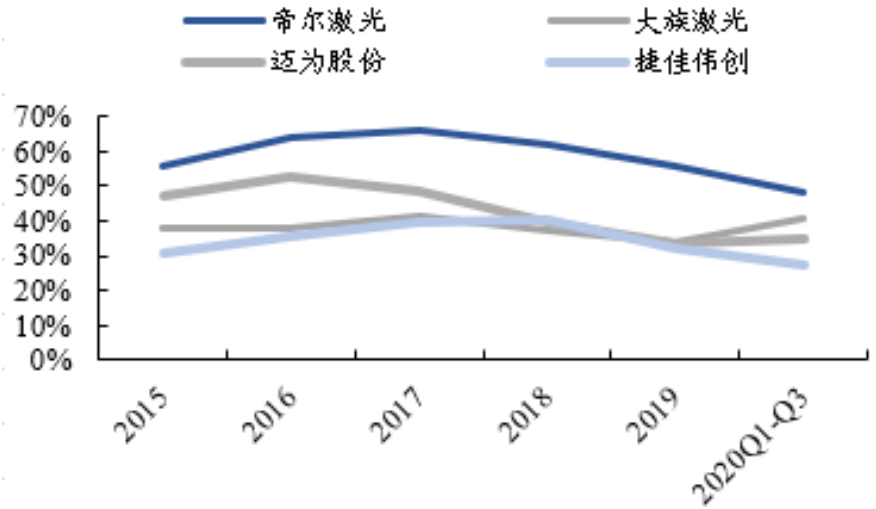
2.3帝尔激光：高市占率+技术优势支撑高毛利率

- **高市占率和对光伏行业的深刻理解造就公司高毛利率。**2017年到2019年毛利率分别为66%、62%、56%，高于可比公司毛利率均值40%。
- **市占率：公司主攻激光PERC和SE，市占率均为市场第一。**根据Energy Trend统计，2018年主要光伏电池厂商的PERC工艺产能中约77%采用了公司的设备，SE工艺产能中约86%采用了公司的设备，市占率均为第一。2019年开始，迈为股份也开始涉足激光设备，最高峰市占率在20-30%，现在仍然为20%左右。
- **进入壁垒：**大族、迈为等新进入者本质上是自动化公司，光伏行业迭代太快，激光设备占总投资比例不高，所以他们很难对帝尔激光的利润水平和市场地位产生质的影响。

图：公司保持毛利率50%以上，净利率40%以上



图：公司毛利率明显优于其他光伏设备公司



数据来源：wind，东吴证券研究所

2.3激光加工设备技术积累深厚，护城河已经形成

- **帝尔激光自成立之初就专注光伏激光加工设备，技术积累深厚。**拥有多项激光加工设备自主创新专利。公司56项实用新型专利全部是原始取得，目前形成了较为完整的、具有自主知识产权的光伏和激光加工复合技术储备。**核心激光加工技术主要包括PERC技术、SE技术、MWT技术、LID/R技术。**

- **帝尔激光激光加工设备布局全面，贯穿PERC电池片整条产线。**设备功能涵盖激光消融、扩散、打孔、激光修复等关键环节。

- **PERC+时代，单GW对激光设备的需求在持续提升。HJT时代，这个趋势只会加强。**

表：公司四大核心技术均处于行业领先水平

核心技术	主要技术参数	技术来源
PERC技术	设备加工效率最大产能8000片/小时，可以在15-50微米线宽下工作	自主创新
SE技术	设备加工效率最大可达6000片/小时；精度控制在15μm内；	自主创新
MWT技术	打孔速度可达3800片/小时；破片率<0.05%	自主创新
LID/R技术	光致衰减和再生技术，光强>120suns;可以减少3%的转换效率损失	自主创新

数据来源：帝尔激光招股说明书，东吴证券研究所

2.3帝尔激光：积极布局下一代电池片生产过程中的激光技术

- **公司积极布局激光转印技术，相较丝网印刷，激光转印主要具有以下三点优势：**

（1）银电极不需要再与晶圆接触，大幅降低电池片银浆使用量；
（2）一定程度的提升光电转化效率；
（3）激光技术对超薄太阳能电池晶圆不会产生压力，最高可将太阳能电池晶圆的断裂率减少80%。

表：公司目前主要在研项目

序号	研发项目名称	项目描述	进展情况
1	TOPCON 高效电池激光应用技术研究	激光开膜与掺杂技术应用于Topcon结构，提升电池效率；采用无损激光切片技术，降低组件端切片功率损失。	研发中
2	HJT 高效电池激光应用技术研究	电池工艺中的激光隔离、激光去膜等技术实现降本提效；采用无损激光切片技术，降低组件端切片功率损失。	研发中
3	大尺寸硅片激光应用技术研究	新研发一种多激光在线/离线加工机内部结构，可以根据客户的需求来配置不同数目的激光器来匹配产能要求拟采用高速取放料、激光加工、 CCD检测定位等功能。	研发完成，已形成量产
4	**高效电池转移印刷设备**	**新研发一种转移印刷的技术，通过一种转移工具快速将银浆转移至电池片栅线位置。使其得到更细，形貌更好的栅线。**	**研发中**
5	太阳能电池激光LID/R技术与系统集成研究	针对PERC高效电池的光衰问题，采用激光辅助技术，进一步开展适合不同类型电池光致衰减及再生技术实验研究最终实现激光LID/R设备的产品化并进行推广。	研发中
6	基于太阳能电池叠瓦组件应用的高效激光划片智能装备的研究	在太阳能电池叠瓦组件的生产过程中，激光划片设备需要将大块的电池片首先按设计版图划分刻槽成若干小块，然后通过裂片、点胶叠串等工艺拼接成最后的组件。	研发中

数据来源：帝尔激光公告，东吴证券研究所

目录

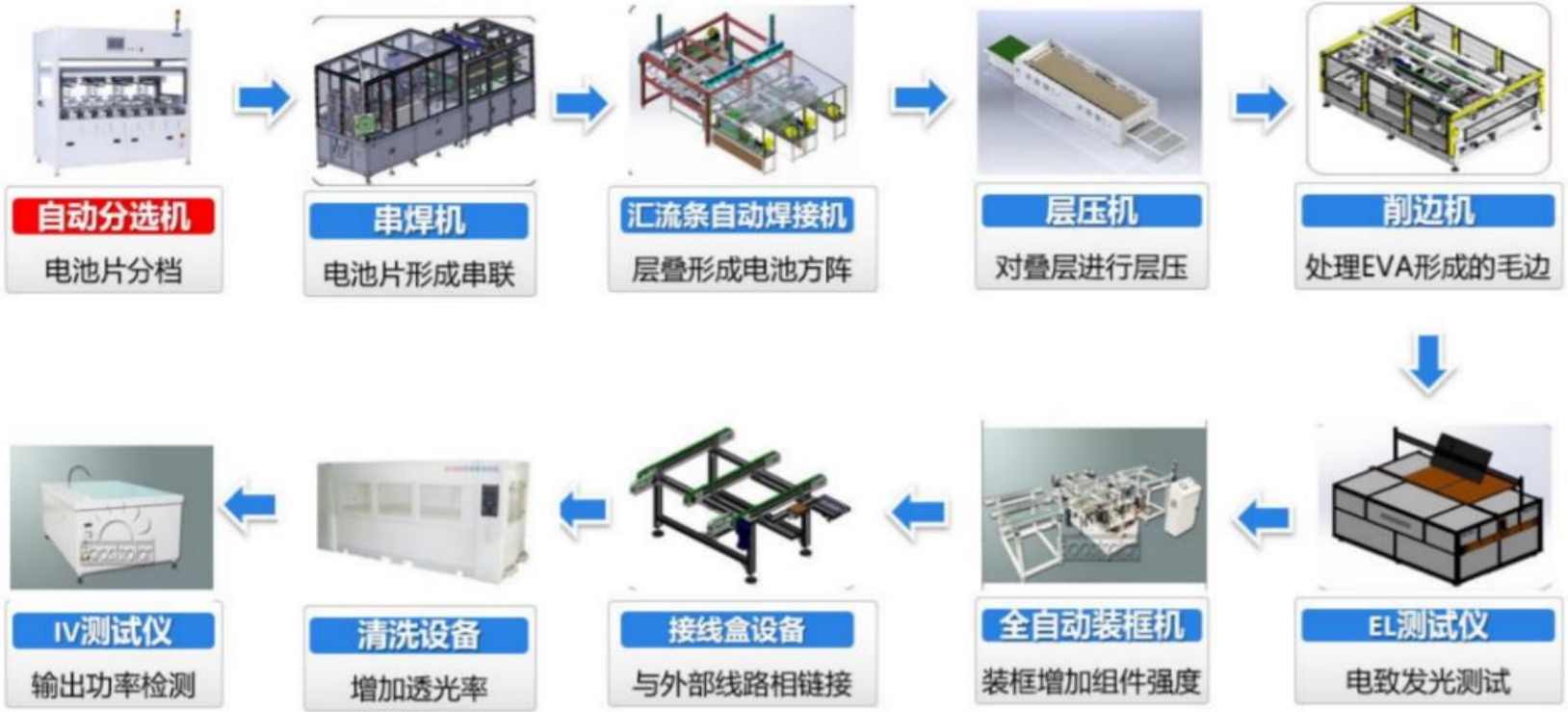


- 硅片设备：硅片龙头开启扩产潮，大尺寸硅片拉长景气周期
- 电池片设备：2020年为HJT元年，预计2020-2022HJT设备市场空间约290亿
- 组件设备：多主栅和叠瓦技术渗透率加速提升，设备替换需求大
- 投资建议
- 风险提示

3.组件环节主要设备

- 组件环节通过不同的封装工艺，在既有电池片效率的前提下，尽量提升组件的输出功率或单瓦发电量。
- 光伏组件生产流程包括分选—单焊接—串焊接—拼接—层压—削边—EL测试—装框—装接线盒清洗—IV测试环节。

图：组件环节主要设备包括分选机、串焊机、层压机等



数据来源：金辰股份官网，东吴证券研究所

3.组件环节：2020年扩产项目规模已超160GW

- 2020年光伏硅片、电池片、组件、材料环节投资总额超2100亿，其中组件环节扩产幅度最大，主要组件项目扩产规模合计已达163GW。

表：2020年光伏组件扩产项目

企业	扩产规模（GW）	扩产项目	投资金额（亿元）
东方日升	10	安徽滁州电池组件厂	80
	15	浙江义乌组件项目	-
协鑫集成	2.5	降幅阜宁叠瓦组件项目	10.7
	60	安徽肥东县光伏组件及配套	180
隆基股份	5	浙江嘉兴单晶组件项目	19.48
	10	陕西西安单晶电池及组件中试	45
晶澳科技	10	浙江义乌组件项目	-
中环股份	6	天津G12高效叠瓦组件项目	-
湖南红太阳	0.3	大尺寸高功率组件生产系统集成	1.2
中利集团	1	常熟TOPCon电池及组件改造	3.75
亿晶光电	2.5	常州单晶组件	3.2
华君电力	10	江苏南京光伏组件生产线	32
江苏中润	5	江苏宿迁高效光伏电池及组件	102
无锡尚德	5	江苏扬州组件项目	20
未来光能	1	超高效叠瓦组件	15
中利腾辉	5	山东淄博组件项目	-
江西展宇	5	太阳能电池组件项目	20
赛拉弗	5	高效太阳能组件项目	40
中来股份	2	泰州TOPCon电池组件	35
合计：163GW			

数据来源：各公司公告，光伏财经，东吴证券研究所整理

3.传统模型：2020-2022年新增+存量更新组件设备需求合计141亿元

- 按照传统模型，我们测算2020-2022年新增+存量光伏装机带来的组件设备需求分别为45亿元、45亿元和51亿元。
- 组件环节中**串焊机**和**层压机**价值量占比较高，分别约占36%/27%，对应每年新增设备需求约17亿/13亿。

表：2020-2022年组件设备需求合计141亿元

· ·	2019	2020E	2021E	2022E
中国新增装机量合计	44.2	45	50	60
海外新增装机量合计	57.8	90	110	140
全球新增装机量合计	102	135	160	200
组件自动化生产线产能（GW）	0.15	0.17	0.2	0.25
所需组件自动化生产线（条）	680	794	800	800
组件自动化生产线单价（万元）	760	760	760	760
单GW组件产能对应设备投资额(亿元)	0.51	0.45	0.38	0.30
组件自动化生产线新增需求价值量（亿元）	52	60	61	61
新增装机量新增组件（GW）		**9**	**0**	**0**
全球组件存量产能	237	270	295	335
存量更新比例	10%	30%	40%	50%
存量更新组件产能	24	81	118	168
组件自动化生产线存量更新需求价值量（亿元）	**12**	**36**	**45**	**51**
新增和存量更新设备需求额合计（亿元）	**12**	**45**	**45**	**51**
串焊机价值占比	36%	36%	36%	36%
串焊机需求价值量（亿）	4.3	16.2	16.3	18.3
层压机价值占比	27%	27%	27%	27%
层压机需求价值量（亿）	3.2	12.1	12.2	13.7

数据来源：国家能源局，东吴证券研究所测算

3.修正模型：2020-2022年新增+存量更新组件设备需求合计196亿元

- 根据奥特维订单数据，2019年新签订单16亿，2020年预计新签订单28-30亿，其中存量更新需求约40%。若从光伏新增装机维度测算，新增装机带来的设备需求几乎为0，与实际情况不符。
- 随着单GW组件投资额不断降低，设备投资回收期缩短，且组件环节技术迭代迅速，降本驱动下组件设备更新换代十分频繁，旧产能未完全退场时也会购置新设备，因此**从组件出货量角度测算更为准确。**
- 根据修正模型，我们测算2020-2022年新增+存量光伏装机带来的组件设备需求分别为50亿元、67亿元和79亿元。

表：2020-2022年组件设备需求合计196亿元

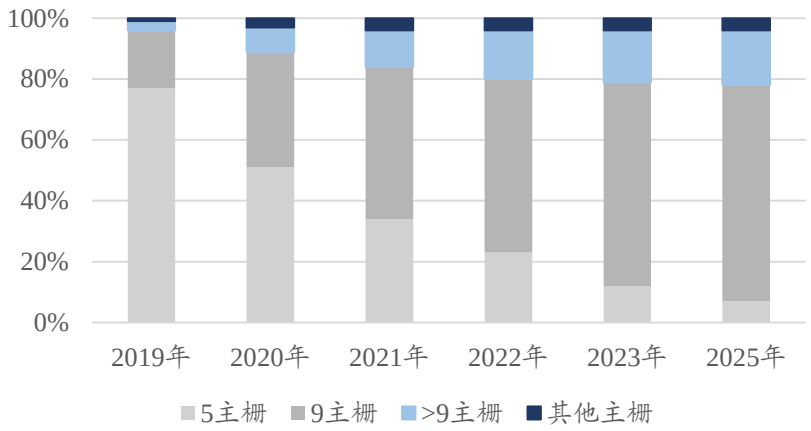
. .	2019	2020E	2021E	2022E
全球组件出货量（GW）①	102	120	140	155
产能利用率②	65%	60%	55%	50%
库存系数③	80%	80%	80%	80%
组件自动化生产线产能（GW/条）④	0.15	0.17	0.19	0.22
组件自动化生产线单价（万元/条）⑤	760	760	760	760
单GW组件产能对应设备投资额(亿)⑥=（1/④）*⑤	0.51	0.45	0.40	0.35
组件产能需求（GW)⑦=①*（1/②）*（1/③）	196	250	318	388
新增组件产能需求（两个年度的差值）(GW)⑧	13	54	68	69
新增装机组件设备需求价值量（亿）⑨=⑥*⑧	**7**	**24**	**27**	**24**
存量设备更新比例⑩	10%	30%	40%	50%
存量更新设备产能（GW）⑪=（⑦-⑧）*⑩	18	59	100	159
存量更新设备需求价值量（亿）⑫=⑪*⑥	**9**	**26**	**40**	**55**
新增和存量更新设备需求合计（亿）⑬=⑨+⑫	**16**	**50**	**67**	**79**
串焊机价值占比⑭	36%	36%	36%	36%
串焊机需求价值量（亿）⑮=⑬*⑭	6	18	24	28
层压机价值占比⑯	27%	27%	27%	27%
层压机需求价值量（亿）⑰=⑬*⑯	4	14	18	21

数据来源：GlobalData，东吴证券研究所测算

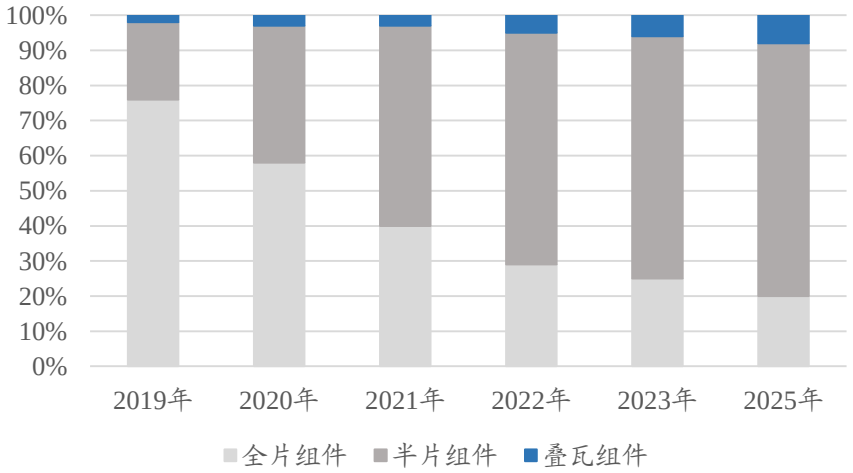
3.组件环节：多主栅/无主栅和叠瓦技术是未来趋势

- 组件封装环节提升转换效率的主流途径有两种，一种是降低电池的功率损耗，另一种是减少组件内封装留白，从而使得单位面积的发电量更多。目前相关技术主要有半片、MBB（多主栅）和叠瓦等。
- **半片技术：**对产线改动较小，仅需添加激光划片设备、对串焊机简单改造，但功率提升太小，目前只能提升5-10W，因此可作为过渡期的组件技术，但长期看行业需要更先进的组件技术。
- **多主栅MBB：**一方面减少遮光提升功率，一方面减少银浆消耗降低成本。5BB串焊机与MBB串焊机不兼容，需更换MBB串焊机。**目前MBB组件渗透率增长迅速，成为增量市场的主流。**
- **无主栅：**使用内嵌铜线的聚合物薄膜代替主栅，可大幅减少银浆消耗及遮挡面积。需新增膜线复合机，同时串焊机替换成串压设备。
- **叠瓦：**组件功率提升达10%以上，唯一支持超薄硅片的组件技术平台。目前受限于设备投资、封装成本较高，尚未大规模放量。

图：多主栅组件逐渐成为主流



图：半片、叠瓦组件渗透率逐步提升



数据来源：奥特维招股书，东吴证券研究所

3.MBB多主栅将对传统主栅技术形成替代

- MBB多主栅技术优势：

（1）提升输出功率。缩短了电池片主栅之间的细栅长度，有效降低了细栅电阻，消耗的功率减小，相应组件整体功率输出提升。

（2）银浆消耗量的降低能显著降低成本。由于细栅和主栅优化，整体银浆耗量下降，12BB相比5BB银浆耗量至少可节省30%以上，而电池片银浆成本占非硅成本的50%以上，从而大大降低电池片及组件的生产成本。

（3）组件可靠性提升。相同情况的隐裂、断栅，多主栅电池片的影响面积比5BB电池小，即多主栅对电池片隐裂、断栅、破裂等容忍度更高。

表：P型多晶电池多主栅组件功率、填充因子提升情况

类型	Vm(V)	Im(A)	Pm(W)	Voc(V)	Lsc(A)	FF(%)
5BB	31.203	9.013	272.6	38.127	9.26	77.2
12BB	32.002	9.206	280.65	38.129	9.269	79.4
提升比例			2.95%			2.85%

表：N型单晶电池多主栅组件功率、填充因子提升情况

类型	Vm(V)	Im(A)	Pm(W)	Voc(V)	Lsc(A)	FF(%)
5BB	33.673	8.886	299.23	39.698	9.319	80.88
12BB	34.378	9.012	310.09	39.793	9.465	82.44
提升比例			3.63%			1.93%

数据来源：光伏材料与技术国家重点实验室，东吴证券研究所

3.MBB：技术迭代带来可观串焊机替换需求

- 多主栅组件技术难点主要表现在电池片分选、组件串焊、组件叠层三个方面，尤其是串焊环节。而传统串焊设备与多主栅技术不兼容，**随着多主栅渗透率提升，将带来大规模MBB串焊机更新需求。**

表：多主栅渗透率提升将带来大规模MBB串焊机更新需求

	2019	2020E	2021E	2022E
全球组件出货量（GW）①	102	120	140	155
产能利用率②	65%	60%	55%	50%
库存系数③	80%	80%	80%	80%
组件自动化生产线产能（GW/条）④	0.15	0.17	0.19	0.22
单条线串焊机价值量（万元/条）⑤	280	280	280	280
单GW组件产能对应串焊设备投资额(亿)⑥=（1/④）*⑤	0.19	0.16	0.15	0.13
组件产能需求（GW)⑦=①*（1/②）*（1/③）	196	250	318	388
MBB组件渗透率⑧	10%	20%	35%	50%
MBB串焊设备需求（GW）⑨=⑦*⑧	20	50	111	194
MBB串焊设备需求价值量（亿）⑩=⑨*⑥	4	8	16	25
当年存量MBB串焊设备替换需求（亿）（两个年度的差值）		4	8	9

数据来源：GlobalData，东吴证券研究所测算

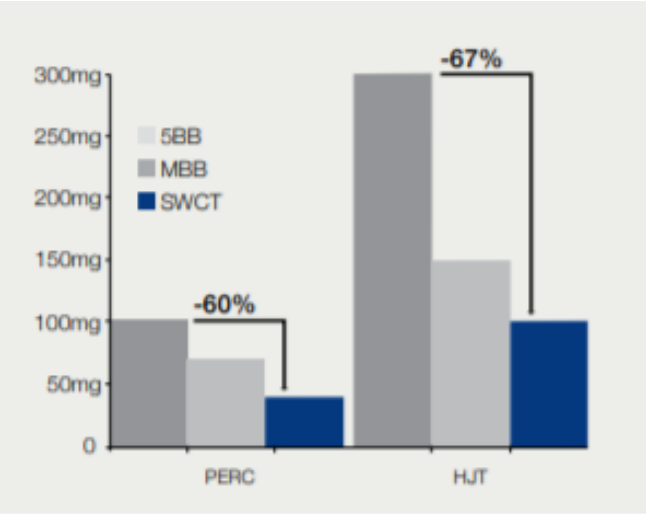
3.无主栅技术：显著降低银耗、提升转换效率

- 无主栅技术采用薄膜-网栅线电极，而非传统的电池片焊带。一般由15-38根铜线嵌入到聚合物箔中，然后与电池电极直接相连。相较传统主栅技术，主要在以下四个方面具有优势：

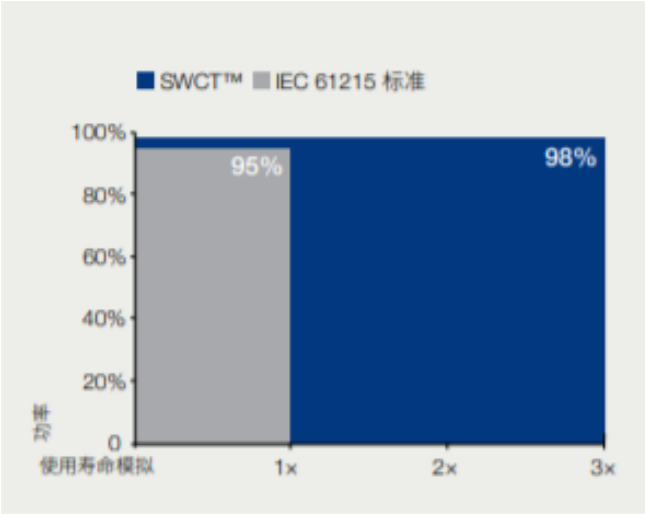
- **1）显著降低银浆用量：**电极与铜线细栅直接接触，无需使用银浆印刷主栅。**166硅片耗银量由5BB的300mg/片降到无主栅的100mg/片以下。**

- **2）性能长期稳定，可靠性高：**无主栅技术将所有细栅线直接连接在电池片表面，每一根细栅在密集的网栅均以电气方式连接，可防止电池片隐裂和破损带来的不利影响。采用无主栅技术连接的组件，其性能是IEC要求的三倍，远超行业标准。

图：无主栅（smartwire）技术显著降低银浆用量



图：无主栅（smartwire）组件性能是IEC要求的三倍



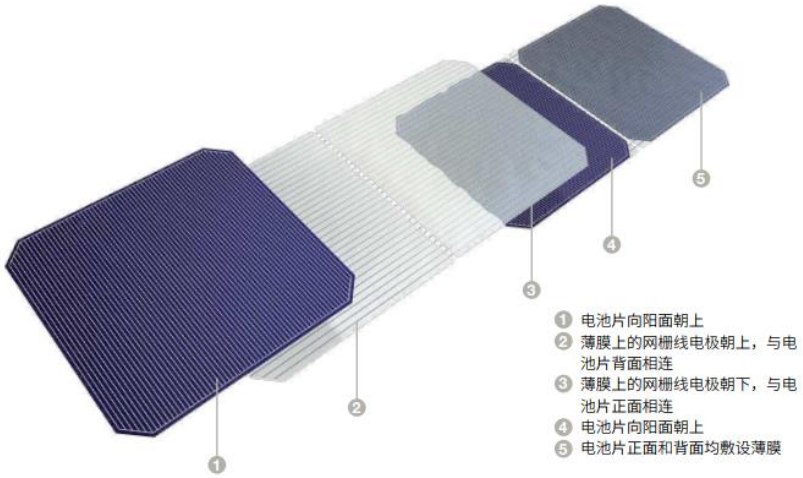
数据来源：梅耶博格官网，东吴证券研究所

3.无主栅技术：显著降低银耗、提升转换效率

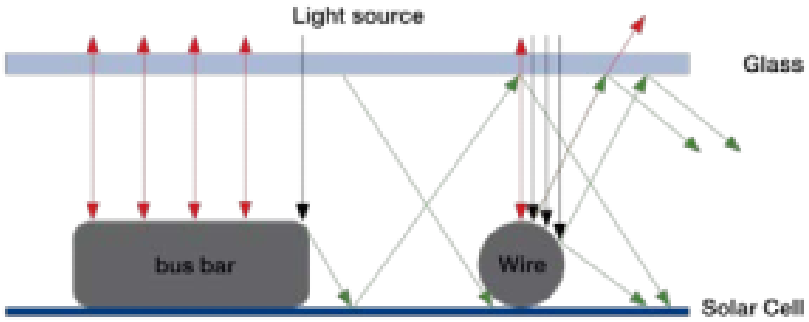
- **3）电损耗降低：**栅线数量与长度是影响电阻的关键因素。SWCT技术将电流分散至多达38根网栅线，长度由39mm降低至4-8mm，使得欧姆损耗显著下降，组件功率提升2%以上。

- **4）光吸收性提升：**SWCT技术采用圆形细网栅线，光经过栅线表面反射然后被组件吸收，相较传统主栅技术可降低25%以上的遮光面积。

图：无主栅技术采用薄膜-网栅线电极



图：无主栅技术降低光反射损失，提升转换效率（EFF）



数据来源：梅耶博格官网，东吴证券研究所

3.叠瓦：新增产能设备投资额较大，单GW对应约2亿元

- **需新增切片、排版设备。**相比传统组件封装流程，叠瓦工艺主要多了 3 道工序：电池片切割、导电胶涂覆以及电池片叠片排版。
- **1GW 的叠瓦组件对应投资约2亿元。**叠瓦主要设备投资额情况：汇流条焊接机3000-4000万元，约占比 15%-20%；叠瓦焊接机+丝网印刷机+激光划片机8000-9000 万元，约占比40%-50%；自动化产线 4000-5000 万元，约占比 20%-25%；层压机1200-2000 万元，约占比5%-10%；其他辅助设备 2000 万元，约占比 10%。在叠瓦产线的投资中，因为叠瓦工艺导致的设备投资增加较大，叠瓦设备商将受益于叠瓦技术的发展。

表：1GW 叠瓦产线的设备投资额情况

设备	投资额	占比
汇流条焊接机	3000-4000万元	15%-20%
叠瓦焊接机+丝网印刷机+激光划片机	8000-9000万元	40%-50%
自动化产线	4000-5000万元	20%-25%
层压机	1200-2000万元	5%-10%
其他辅助设备	2000万元	10%
合计	1.8-2亿元	100%

数据来源：ofweek，东吴证券研究所

3.叠瓦：预计2020-2022叠瓦组件的设备需求约60亿

表：据我们测算，2020-2022叠瓦组件设备市场空间约60亿

	2019	2020E	2021E	2022E
全球组件存量产能合计（GW）	150	180	200	220
叠瓦产能渗透率	5%	7%	10%	15%
叠瓦产能	8	13	20	33
新增叠瓦产能需求（GW）	4	5	7	13
叠瓦组件产能利用率	90%	90%	85%	80%
实际新增需求（GW）	4	6	9	16
1800型产线占比	70%	40%	10%	0%
3000型产线占比	30%	60%	90%	100%
1800型产线产能合计（GW）	3	2	1	0
3000型产线产能合计（GW）	1	3	8	16
激光切割设备（亿）	1	1	2	3
丝网印刷设备（亿）	1	1	2	4
叠焊设备（亿）	2	2	3	6
汇流条焊接设备（亿）	2	2	3	6
层压机（亿）	1	1	2	3
自动化设备（亿）	2	2	4	7
其他辅助设备（亿）	1	1	2	3
新增需求合计	9	11	17	32

数据来源：ofweek，东吴证券研究所测算

3.叠瓦：长期看专利问题有望解决

- **短期来看，Sunpower 的专利布局很难绕过。**Sunpower 的专利布局最全面，从电路、排版到外观设计各个环节都拥有专利，其工艺方案目前来看也是叠瓦技术的最优路径。未来其他企业只能通过牺牲一些成本或效率以避免专利侵权，或者通过支付专利费的形式获得 Sunpower 和东方环晟的专利授权。
- **长期来看，专利问题不会对叠瓦的发展带来实质性阻碍。**尽管 Sunpower 在专利上的布局非常强大，但也并非堵住了所有的工艺空间。国内企业目前主要通过关键节点自主研发并申请专利的方式绕过 Sunpower 的专利节点，防止专利侵权问题发生。未来国内企业也可以通过授权以及合作来解决专利问题。

表：国内主要光伏企业叠片专利申请

公司	申请时间	专利类型	专利内容（创新之处）
东方环晟	SunPower授权	授权得到	长串竖版型电池片分布
塞拉弗	2017年5月	外观设计专利	叠瓦光伏组件（竖排）
隆基	2017年8月	发明专利	新的叠瓦光伏组件制造方法；电池片分散式竖版型布局
通威	2018年5月	实用新型专利	探针快速对位装置
晶澳	2018年5月	实用新型专利	电机引线连接电池串
阿特斯	2018年8月	外观设计专利	外观和布局上的改进
东方日升	2018年9月	发明专利	叠瓦组件采用分开的电路设计

数据来源：国家知识产权局，东吴证券研究所

3.各组件技术占比受电池片环节技术路线影响

- **各组件技术渗透率取决于未来电池片环节技术发展。**未来组件环节主要有三种路线（1）半片+MBB；（2）叠瓦；（3）无主栅。虽然理论上来说叠瓦、无主栅均可兼容PERC和HJT，但实际上HJT与无主栅技术更为契合。因此若未来PERC仍为主流，则MBB与叠瓦技术将为主要组件技术；若HJT电池渗透率快速提升，则无主栅技术将占据重要地位。

- **我们认为HJT电池将成为未来主流，因此组件环节无主栅技术渗透率也将迅速提升。**2021年Q2是HJT行业重要窗口期，届时若良品率、转换效率等各项参数在GW级规模上得到验证，HIT会迎来全面爆发，我们预计2025年左右完成对PERC的全面替代。

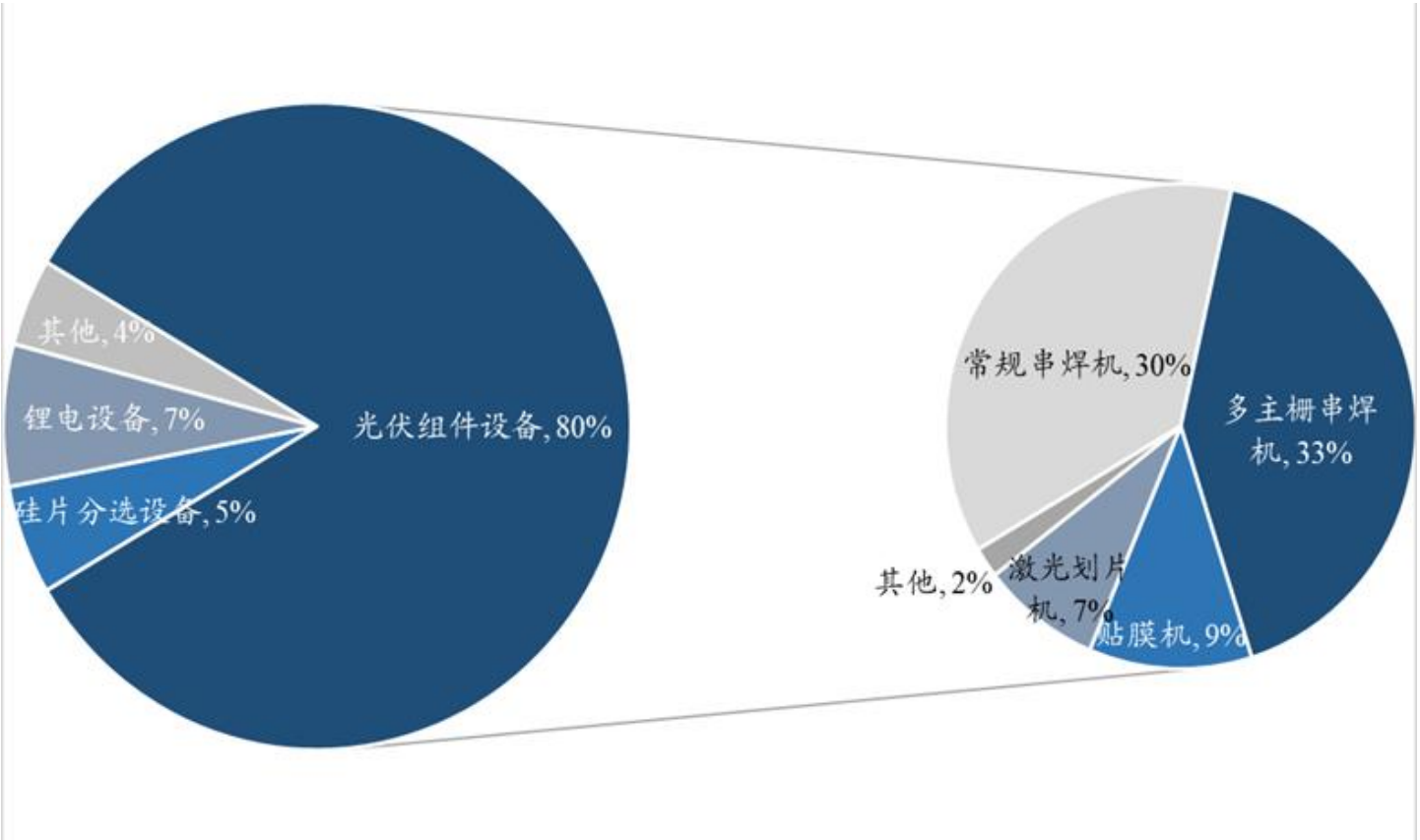
表：组件技术及电池片技术兼容性

	半片	MBB	双面	PERC	HJT
半片	-	√	√	√	√
MBB	√	-	√	√	√
叠瓦	×	×	√	√（主要）	√
无主栅	×	×	√	√	√（主要）

数据来源：Solarzoom，东吴证券研究所整理

- **奥特维是主要从事光伏设备和锂电设备制造的高新技术企业，系光伏组件设备串焊机的第一大龙头**。2019年，公司核心业务常规及多主栅串焊机设备部分收入占公司总收入63%，销售额达4.8亿元，市场占有率第一。公司成功打破了国外龙头对中国光伏组件设备的长期垄断。原行业龙头美国komax，日本NPC、toyama，德国帝目等因同级别串焊机价格在奥特维四倍以上，已失去竞争能力，彻底停止串焊机业务或退出中国串焊机市场。

图：2019奥特维营收构成

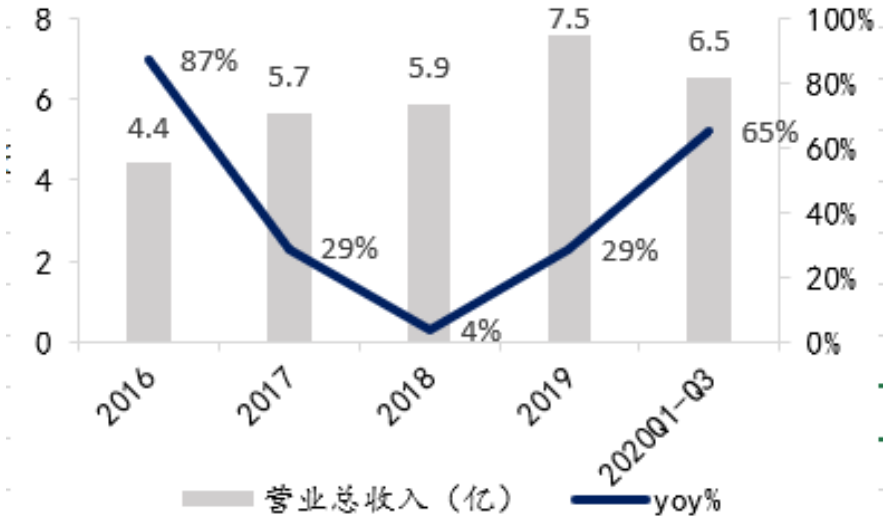


数据来源：奥特维招股书，东吴证券研究所

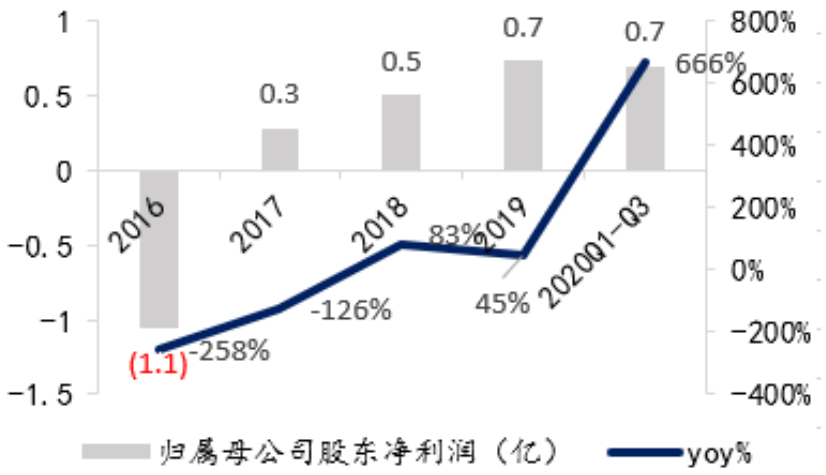
3.1奥特维：核心业务驱动下业绩持续增长

- **2020年Q1-Q3，公司实现营收6.5亿元，同比+65%；归母净利润为0.69亿元，同比+666%。**近期公司的订单和业绩表现较好主要和行业趋势有关。2018年发布的531政策对产业影响较大，为了应对政策，各光伏企业纷纷降价。降价之后，国外需求就开始大幅上涨。随着工艺的不断改进，转换率不断提高，整个行业基本实现了平价上网。行业不再依赖国家政策补贴，实现了自我生存，这是整个行业较为重要的里程碑。

图：2016-2019营收复合增速为19%



图：2017-2019归母净利润复合增速为61%

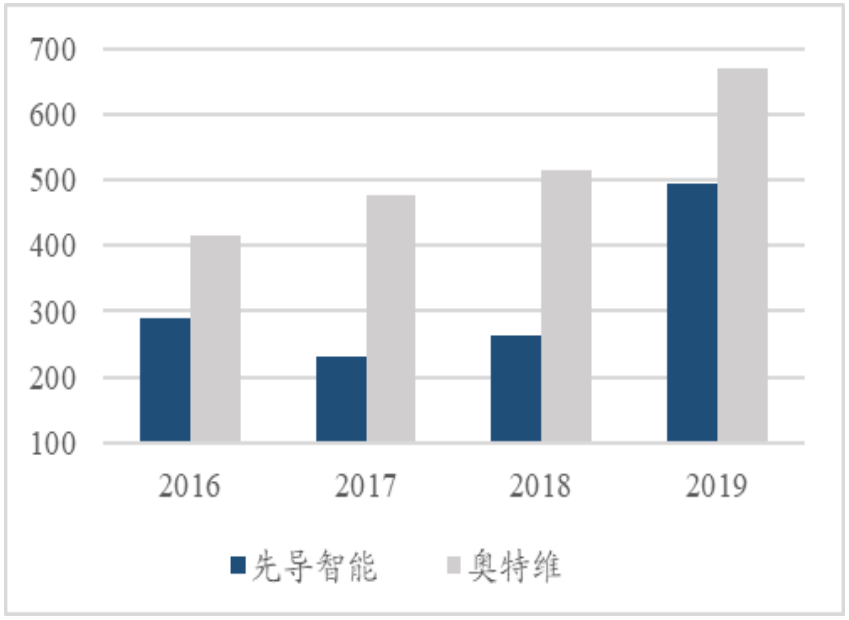


数据来源：wind，东吴证券研究所

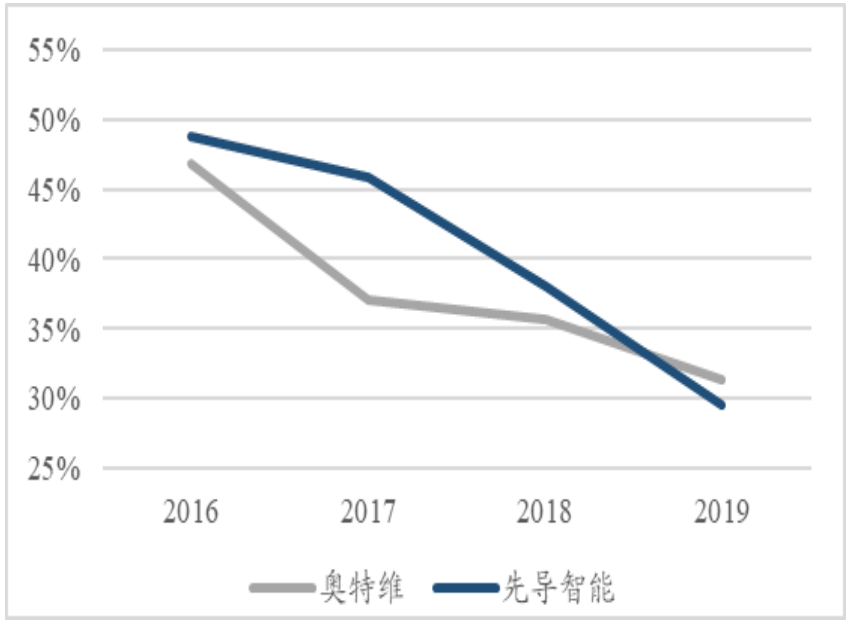
3.1串焊机业务超过先导智能，坐稳龙头交椅

- **目前公司核心业务光伏组件串焊机设备行业只有两家主要竞争者：先导智能和宁夏小牛，但奥特维在组件设备业务领域体量最大。**
  - **收入水平上，2017年开始奥特维串焊机业务收入4.1亿元，已经超过同期先导智能全部光伏组件设备业务收入。**尽管奥特维的光伏设备起步晚于先导智能（2013年），但很快便在体量上实现了超越。
  - **利润水平上，**先导智能与奥特维在光伏组件上毛利水平相近，2019年奥特维首次实现毛利率超过先导智能光伏组件设备业务。

图：光伏组件设备业务收入对比



图：2019奥特维毛利率超过先导光伏设备业务



数据来源：奥特维招股说明书、先导智能年报，东吴证券研究所

3.1毛利赶超原因：技术迭代+人员优化

- **公司串焊机毛利率实现赶超的原因主要来自两方面：技术改进带来的成本降低以及人员效率优化带来的成本降低。**
  - **技术改进：**公司目前推出的多主栅串焊机已经研发到第三代产品，比前两代在成本和效率上有显著地提升
  - **人员效率优化：**由于2017年公司采取了激进的发展措施，公司员工数一度达到1600余人，由于公司特殊的项目和收入确认原则，订单从技术交底（即客户给清技术指标和技术要求）到验货确认收入完成实际需要约8-11个月，实际上影响了2017、2018两年的盈利能力。2017年7月以来，公司在营收增长的情况下实现了精简员工700余人，目前公司毛利水平已处于一个比较稳定、正常的情况。

图：奥特维MS40A型串焊机



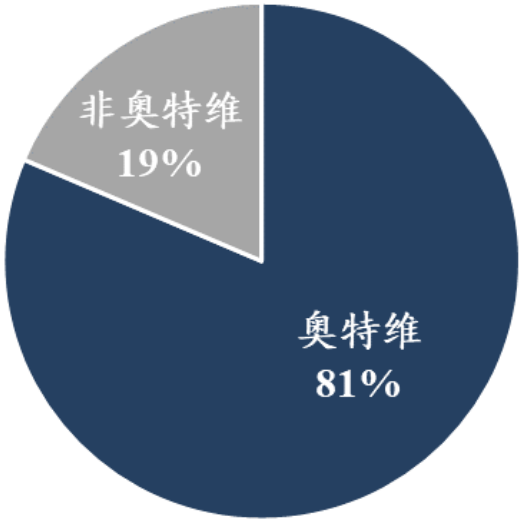
图：奥特维人员优化明显



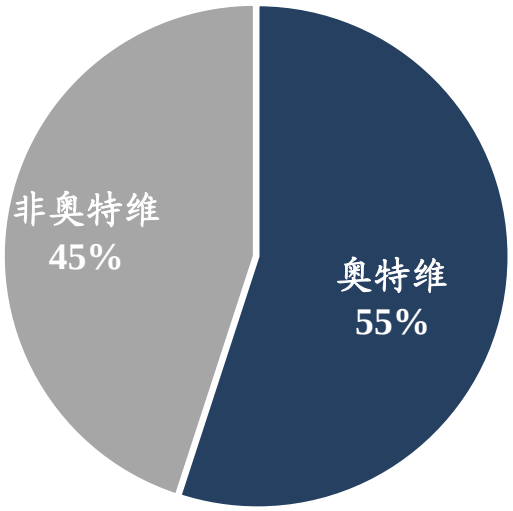
数据来源：奥特维官网、招股说明书，东吴证券研究所

3.1深度绑定大客户，光伏龙头占有率高

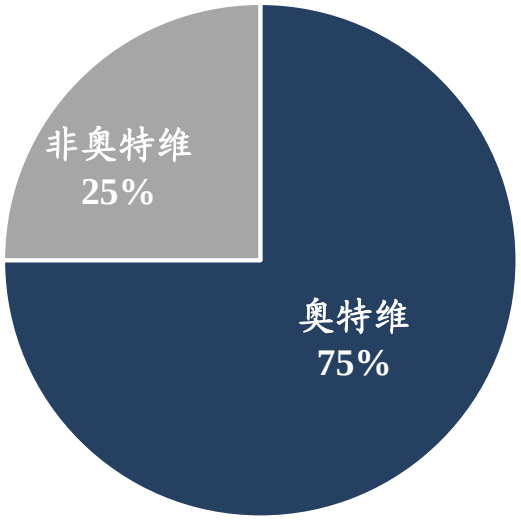
图：天合光能2019年串焊机保有量



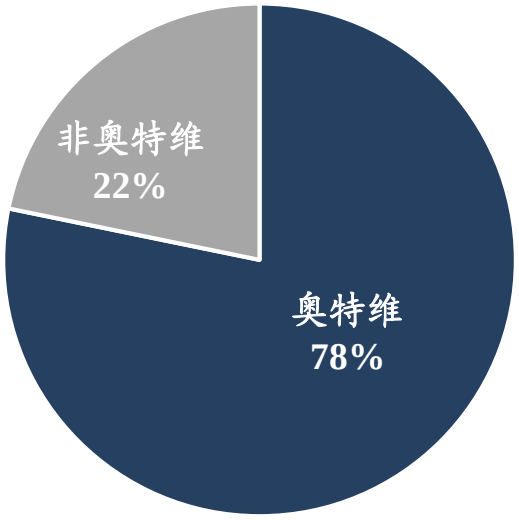
图：隆基2019年采购串焊机台数比例



图：晶科能源2019年采购串焊机台数比例



图：晶澳太阳能2019年采购串焊机台数比例



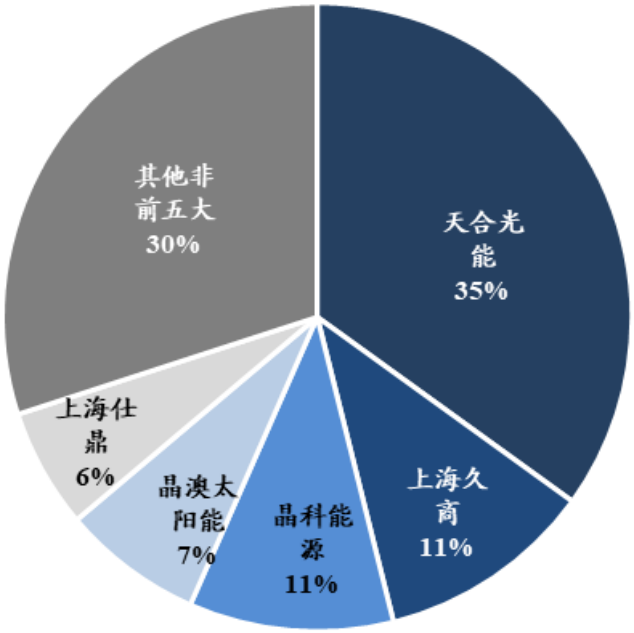
数据来源：奥特维招股说明书，东吴证券研究所

3.1高客户集中度下，20亿在手订单确保业绩高增长

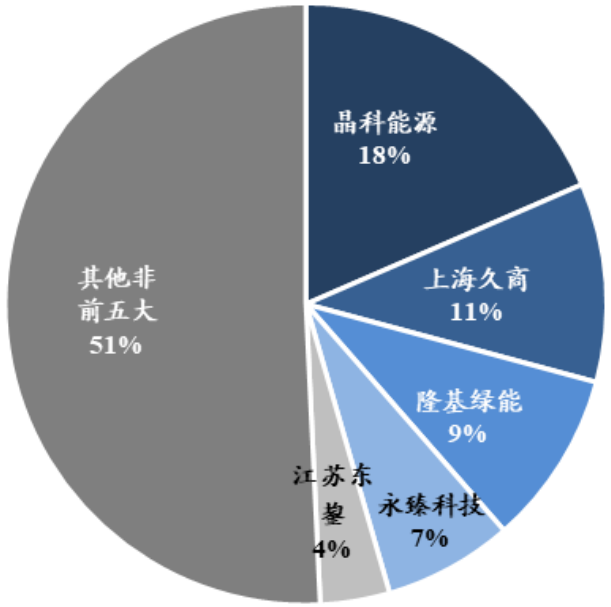
- **公司的客户集中程度较高。**2019年，公司产品多主栅串焊机有70%销售给前五大客户：天合光能、上海久商（越南光伏海外经销商）、晶科能源、晶澳太阳能及上海仕鼎。常规串焊机技术水平要求较低，供给旧产能改造、低技术要求的非龙头光伏企业占比相对较高，但前五大客户销售额仍达到49%。

- **2020年前三季度公司新签订单20亿元，我们预计全年新签订单28-30亿元，是2019年总营收的3.7倍以上。**我们预计2021年公司全年串焊机新接订单约23-27亿元，激光划片机新接订单2-3亿元，至少能保证合计25-30亿的新接订单。

图：2019年多主栅串焊机销售占比



图：2019年常规串焊机销售占比

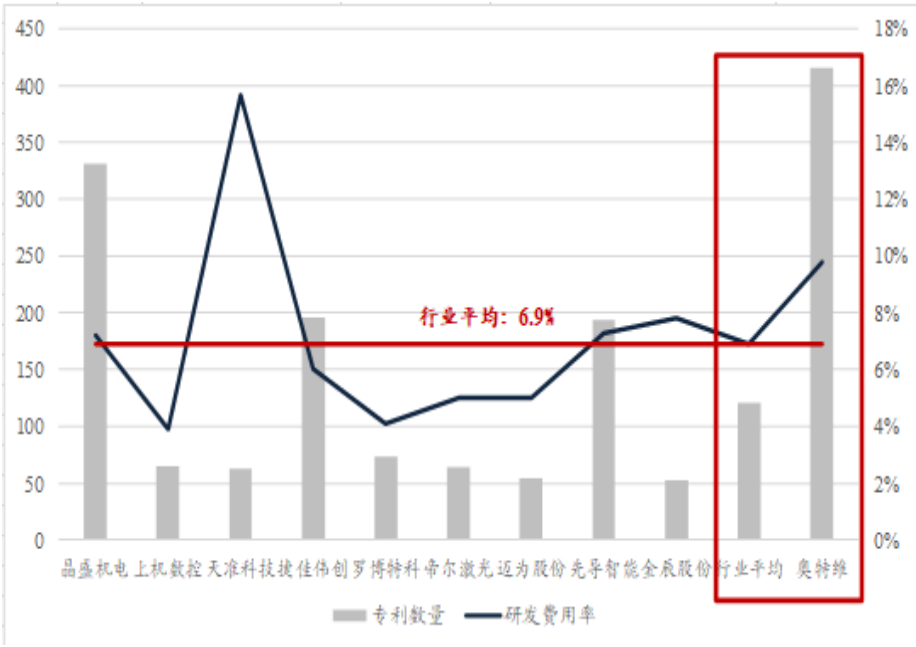


数据来源：奥特维招股说明书、东吴证券研究所

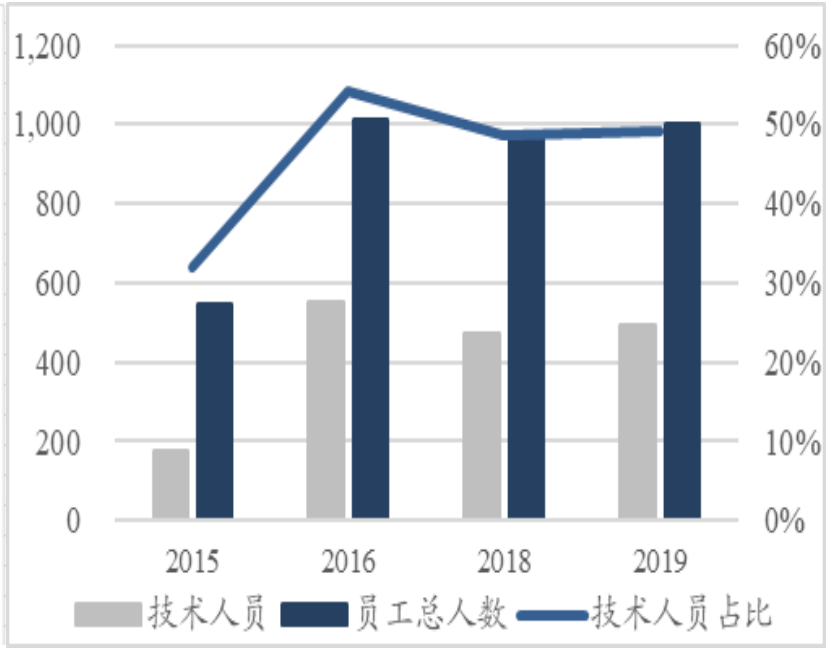
3.1注重自主研发，技术人员占比近50%

- **2018年，公司研发费用率9.8%，远超行业平均值6.9%。研发部和技术服务部是公司最大的两个部门，近几年公司的技术人员（包括研发人员及技术服务人员）占比保持在50%的水平。**其中2019年研发人员占比为20%，技术服务人员占比27%。
  - 研发人员对产品设计进行持续优化，以更好的满足客户需求或降低成本，保持或提高公司的产品竞争力
  - 技术服务人员为客户提供了技术服务，提高了客户的售后体验，并通过该服务深化了对客户需求的理解以及对下游行业技术发展趋势的把握。
  - **得益于持续的高研发投入，截至2018年，公司拥有专利数量416件，远超行业平均值121件。**

图：奥特维2018研发费用与专利情况



图：奥特维员工结构情况



数据来源：奥特维招股说明书，东吴证券研究所

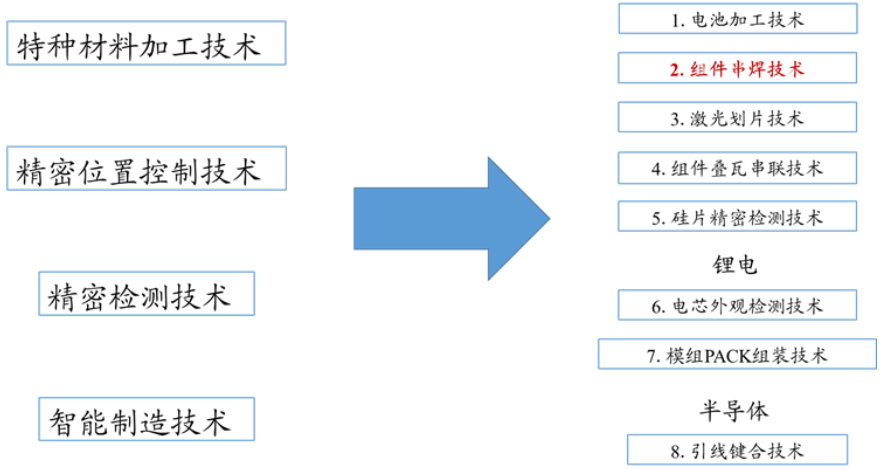
3.1技术储备丰富，业务延伸或成增长新驱动

- **参考海外龙头企业应用材料的成长路径，我们发现一个规律：专用设备厂商在一个产业内做大以后就有更多的资金进行另一个领域的研发和并购，成长空间会更大。**如先导在光伏串焊机领域和锂电设备领域做大做强以后开始布局3C自动化设备和半导体设备、晶盛机电由光伏设备转向半导体领域。
- **奥特维在深耕光伏组件设备的同时，也在积极向光伏硅片设备、锂电设备、半导体设备等方向布局。**公司立足于光伏组件环节的串焊技术，凭借自身卓越的研发水平，在向光伏产业链上下游延伸，且拥有四大核心支撑技术和八大核心应用技术，有望成功进军锂电、半导体等其他具有高成长性的专用设备领域，业务拓展前景可期。
- **2020年新冠疫情下，公司开拓熔喷无纺布设备业务**，面向终端出口级口罩，已实现数千万收入，将成为公司对抗光伏行业周期性的长期主营业务。

表：公司不断改造和拓展产品结构，带来持续的增长动力

下游行业	应用领域	现有产品持续优化升级	储备产品开发
光伏	光伏组件	多主栅串焊机、激光划片机、串检模组	叠瓦机、光伏组件叠焊机
	光伏硅片	硅片分选机	-
	光伏电池片	-	光注入退火炉
锂电	锂电模组PACK	圆柱型锂电池(21700)模块自动化装配线	车载动力电池模组自动化生产线、圆柱电芯外观分选机、方形模组PACK线
半导体	半导体封装	-	半导体键合机

图：奥特维拥有四大核心支撑技术和八大核心应用技术



数据来源：前瞻产业研究院，东吴证券研究所

目录



- 硅片设备：硅片龙头开启扩产潮，大尺寸硅片拉长景气周期
- 电池片设备：2020年为HJT元年，预计2020-2022HJT设备市场空间约290亿
- 组件设备：多主栅和叠瓦技术渗透率加速提升，设备替换需求大
- 投资建议
- 风险提示

- **建议重点关注：**
- **（1）【晶盛机电】：硅片设备龙头地位稳固。公司在除隆基之外的单晶炉市场需求上占据90%的市场份额，2020年新接订单超预期，将保障业绩高速增长。**
- **（2）【某丝网印刷机龙头】：电池片设备龙头，从丝网印刷设备向前段设备延伸**。受益于PERC扩产高峰在手订单充裕，现提前布局HJT技术路线并能够提供性价比最高的整线方案，设备自制率达65%以上，看好后续验证通过后订单落地。
- **（3）【捷佳伟创】：产品线广、协同性强的电池设备龙头**，传统的优势业务即镀膜设备，在HJT最关键的CVD环节具有一定优势；现提前布局HJT环节并提供整线方案，看好后续验证通过后订单落地。
- （4）**【奥特维】：国内串焊机龙头**，公司串焊机市场份额稳居第一，新增装机+旧产能更新带来巨大串焊机市场空间，公司2020年新接订单超预期，业绩高增确定性强。

- **可比公司估值**

		2020/11/16 股价	市值（亿元）	净利润（亿元）			PE		
				2020E	2021E	2022E	2020E	2021E	2022E
300316.SZ	晶盛机电	28.68	368.39	8.6	11.7	15.8	43	31	23
300724.SZ	捷佳伟创	106.90	343.38	6.1	7.6	8.8	56	45	39
688516.SH	奥特维	70.50	69.56	1.3	1.9	2.6	54	37	27

数据来源：Wind，东吴证券研究所整理（数据更新到2020年11月16日收盘价）

目录



- 硅片设备：硅片龙头开启扩产潮，大尺寸硅片拉长景气周期
- 电池片设备：2020年为HJT元年，预计2020-2022HJT设备市场空间约290亿
- 组件设备：多主栅和叠瓦技术渗透率加速提升，设备替换需求大
- 投资建议
- 风险提示

5. 风险提示

- **HJT产业化不及预期：**目前HJT产业化的主要阻碍是成本，若后续降成本不甚乐观，存在产业化不及预期风险，可能被其他技术路线替代。

- **光伏装机量不及预期：**光伏的整个产业链都受到行业装机量的影响，若最终下游的装机量不及预期，那么将影响各环节的供需及厂商扩产，进而影响设备商。

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司不对任何人因使用本报告中的内容所导致的损失负任何责任。在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发、转载，需征得东吴证券研究所同意，并注明出处为东吴证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

东吴证券投资评级标准：

公司投资评级：

买入：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘在15%以上；

增持：预期未来6个月个股涨跌幅相对大盘介于5%与15%之间；

中性：预期未来 6个月个股涨跌幅相对大盘介于-5%与5%之间；

减持：预期未来 6个月个股涨跌幅相对大盘介于-15%与-5%之间；

卖出：预期未来 6个月个股涨跌幅相对大盘在-15%以下。

行业投资评级：

增持： 预期未来6个月内，行业指数相对强于大盘5%以上；

中性： 预期未来6个月内，行业指数相对大盘-5%与5%；

减持： 预期未来6个月内，行业指数相对弱于大盘5%以上。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街5号
邮政编码：215021
传真：（0512）62938527
公司网址：
http://www.dwzq.com.cn

东吴证券 SOOCHOW SECURITIES

东吴证券 财富家园