

光伏设备专题分析报告

行业专题研究报告

本报告的主要看点：

1. 从光伏产业链上下游分析，设备板块为产业链上赚取现金流能力最强的板块。
2. 从设备价值量的角度，分析并建议关注光伏设备行业中价值占比最大的单晶炉设备与电池片设备。
3. 对各细分环节的设备需求及未来趋势进行了详细测算。

光伏设备行业：平价上网将近，重点关注硅片、电池片设备龙头

行业观点

- **行业背景：**(1) 过去 10 年，光伏项目平均投资成本下降超 7 成。彭博预测至 2050 年，光伏平准化度电成本还将降低 71%，全球光伏装机量将增长 17 倍。(2) 光伏行业的特征为一代技术、一代工艺、一代设备，设备为核心。设备是光伏增效，未来实现平价上网的关键影响因素。

投资建议

- **光伏设备环节：**从上游多晶硅料，到下游光伏组件，对应核心设备为多晶硅还原炉、单晶硅直拉炉、切片机/截断机、电池片设备、组件自动化设备等。
- **从固定资产投资设备价值的角度：**硅料环节约 3 亿元/GW，单晶硅棒/锭环节约 2 亿元/GW，硅片环节约 1 亿元/GW，电池片环节 2~10 亿元/GW，组件设备环节约 1 亿元/GW。
- **从各环节盈利角度：**毛利率方面，单晶炉、电池片设备、组件设备均在 30%-40%，切片机近 50%。净利率方面，切片机 30%左右，单晶炉和电池片设备净利率 20%左右，组件设备最低，略高于 10%。
- **建议关注：**晶盛机电（单晶炉）、上机数控（金刚线切片机+单晶硅锭）、捷佳伟创+迈为股份（电池片设备）等。

(1) 单晶硅棒/片环节：受益单晶硅取代多晶硅、金刚线切片替代砂浆切片。

- 硅片制造环节设备投资约 2.8 亿元/GW，其中单晶炉及配套设备投资额约 2 亿元/GW，金刚线切片机投资额约 4000 万元/GW，截断机、切方机投资额约 2000 万元/GW，硅片分选机投资额约 1000 万元/GW。
- 硅片制造环节中单晶炉价值占比最大，其主要受益单晶产能扩张，晶盛机电为行业龙头。根据下游扩产规划，近 3 年单晶扩产近 100GW，带来单晶炉及配套设备市场空间约 155 亿元。

(2) 电池片环节：受益 PERC 产能扩张，以及 PERC+、HJT 技术逐渐量产

- 超额利润带动 PERC 电池扩产，截止到 2018 年底，单晶 PERC 产能约为 67GW，2019 年底 PERC 产能有望超 110GW。捷佳伟创、迈为股份分别为 PERC 电池片生产线前道设备、后道设备的龙头。
- 后 PERC 时代，TOPCon 和 HJT 工艺路线方兴未艾。目前捷佳伟创在 PERC+技术上布局领先；HJT 方面，迈为股份与捷佳伟创分别与通威合作，均有望推出国产生产线。
- 我们预计 2019-2022 年 PERC 扩产近 80GW，对应市场空间达 170 亿元。预计 2020-2023 年 TOPCon 升级近 80GW，对应市场空间达 70 亿元以上。2020 年有望成 HJT 量产元年，预计成本快速下降带来 HJT 产能迅速扩张。

风险提示

- 光伏行业波动的风险；硅片/电池片价格不及预期的风险；下游扩产低于预期的风险；大硅片、新型电池片进度不及预期风险；行业竞争加剧的风险。

朱荣华 分析师 SAC 执业编号：S1130519060004
zhuronghua@gjzq.com.cn

王华君 分析师 SAC 执业编号：S1130519030002
wanghuajun@gjzq.com.cn

姚遥 分析师 SAC 执业编号：S1130512080001
(8621)61357595
yaoy@gjzq.com.cn

投资要件

驱动因素、关键假设及主要预测

- **驱动因素：**光伏平价上网趋势不变，设备为增效核心。
- **关键假设及主要预测：**单晶硅环节，下游单晶硅厂商按计划扩产；电池片环节，我们预测 2018-2020 年为 PERC 电池片扩产高峰，TOPCon 技术 2020 年成熟并开始逐渐放量，HJT 技术 2020 年逐步实现小规模量产。

我们与市场不同观点

- **市场质疑单晶炉订单的成长性。**此轮单晶硅产能的扩产主要来自隆基、中环、晶科、上机等传统及新兴势力。我们未来 3 年带来单晶炉及配套设备市场空间约 155 亿元，实现稳定增长。本轮扩产后，我们继续看好 210mm 大硅片占比提升后带来的单晶炉设备升级需求。
- **市场担心新型高效电池路线不确定性大，市场空间有限。**2018~2020 年为 PERC 电池产线扩产高峰；TOPCon 电池产线扩产高峰有望在 2020~2022 年到来，HJT 电池工艺设备国产化趋势确定，预计 2022~2024 年扩产高峰。从市场空间上面看，以目前 PERC 产线投资额 2.3 亿/GW，未来逐年降低至 1.5 亿元/GW 来测算，对应市场空间达 170 亿元。若考虑后期 PERC+ 成熟后带来的设备增量空间，以 1.2 亿/GW 的设备投资额，未来逐年降低至 0.6 亿元/GW，对应市场空间达 70 亿元。
- **市场认为 HJT 工艺路线哪家设备商能最终取胜有很大不确定性。**HJT 路线主要有：REC 与梅耶博格合作、山煤与钧石合作；通威与迈为（合肥）、捷佳（成都）合作等。目前迈为 250MW 的 HJT 产线已经进驻通威，捷佳的首条 HJT 生产线也有望年底前形成出货。最终哪家厂家能最先放量取决于 HJT 产线效率能否达到 24% 以上的预期值，以及产线成本的控制能力。

投资建议

- 关注光伏设备产业链细分领域龙头公司：晶盛机电（单晶炉）、上机数控（金刚线切片机+单晶硅锭）、捷佳伟创+迈为股份（电池片设备）。

催化剂

- 光伏行业政策及需求超预期；下游电池片厂商扩产超预期；HJT 技术量产节奏超预期。

主要风险因素

- 光伏行业波动的风险；硅片/电池片价格不及预期的风险；下游扩产低于预期的风险；大硅片、新型电池片进度不及预期风险；行业竞争加剧的风险。

内容目录

一、光伏平价上网趋近，产业链设备为核心.....	6
1、光伏成本快速下降，预计至 2050 年，光伏占比将大幅度提升.....	6
2、平价上网临近，全球光伏新增装机有望快速增长.....	7
3、光伏行业：一代技术、一代工艺、一代设备，设备为核心.....	9
二、多晶硅还原炉：受益于国内硅料扩产.....	11
三、硅棒/硅片设备环节：单晶炉价值量大.....	12
1、硅片环节设备，有望受益下游单晶硅片扩产.....	12
(1) 单晶取代多晶路线确定，高效单晶市场份额逐渐扩大.....	12
(2) 单晶硅扩产迎来新势力.....	13
(3) 设备需求包括：单晶炉、切方/截断机、金刚线切片机、硅片分选机.....	14
2、单晶炉：未来 3 年市场空间约 120 亿元，晶盛、连城双寡头.....	15
3、金刚线切片机：未来 3 年市场空间约 20 亿元/年.....	16
(1) 金刚线切片效率全面优于砂浆切片.....	16
(2) 光伏切片机需求测算：2019-2021 年年均需求可能超过 20 亿元.....	17
(3) 光伏切片机竞争格局：上机数控/大连连城/青岛高测 3 家寡头竞争.....	18
4、硅片分选机：国产化替代方兴未艾，有望迎来高速增长期.....	18
(1) 分选机为非标自动化设备，用于硅片质量的测试、分选.....	18
(2) 硅片分选机为硅片环节设备中最晚国产化的，奥特维是国内龙头.....	19
四、电池片设备：短期受益 PERC 扩产，中长期看 HJT 量产化进程.....	20
1、光伏增效为国内实现平价上网的必要途径，电池片环节潜力巨大.....	20
2、超额利润带动 PERC 电池扩产，2019 年产能有望达 110GW.....	21
(1) PERC 电池相对于常规 BSF 电优势明显.....	21
(2) 工艺设备：增加 2-3 道，可实现 BSF 向 PERC+SE 的升级.....	22
(3) 竞争格局：捷佳伟创为前道设备龙头，迈为股份为后道设备龙头.....	22
3、后 PERC 时代，TOPCon 和 HJT 的路线之争.....	23
(1) TOPCon 为过渡路线，可从 PERC 电池片产线升级，捷佳布局领先.....	23
(2) HJT 有望成为下一代主流电池片技术，迈为布局领先.....	23
五、组件设备：关注叠瓦、半片等新型组件带来的设备需求.....	26
1、预计 2019 年底国内组件产能规模达 180GW.....	26
2、组件自动化生产线：市场空间约 40 亿元/年.....	27
3、组件设备竞争格局：本质为自动化专用设备，竞争较为激烈.....	28
六、重点公司推荐.....	30
1、晶盛机电：受益光伏单晶硅新势力扩产、半导体硅片设备国产化.....	31
2、上机数控：光伏切片机全球龙头，拓展上游单晶硅业务，成长空间大.....	32
3、捷佳伟创：光伏电池片设备龙头，受益新型高效电池产能扩张.....	32
4、迈为股份：光伏丝印设备龙头，向平台型公司进化.....	34

图表目录

图表 1: 光伏度电成本在过去 9 年时间内下降最快.....	6
图表 2: 光伏单位投资成本下降明显.....	6
图表 3: 彭博预测 2050 年, 风电光伏发电量占比接近 50%.....	6
图表 4: 彭博预测 2017 年至 2050 年, 全球光伏累计装机占比提升明显.....	7
图表 5: 全球光伏新增装机规模有望持续增长 (GW)	7
图表 6: 中国光伏新增装机量有望企稳回升 (GW)	7
图表 7: 平价上网三步走: 国内光伏平价上网有望临近.....	8
图表 8: 不同资源区域的标杆电价、指导电价及分布式光伏补贴标准 (单位: 元)	8
图表 9: 光伏行业: 政策逐步趋向平价上网, 未来几年潜力大.....	8
图表 10: 太阳能光伏产业链.....	9
图表 11: 光伏产业链中, 设备环节公司是真正赚取现金 (单位: 百万元)	9
图表 12: 光伏设备产业链及投资规模.....	10
图表 13: 国内多晶硅料产能情况: 2019 年扩产规模约 20 万吨.....	11
图表 14: 多晶硅还原炉产线及相关配套设备.....	11
图表 15: 多晶硅生产线设备成本已降至约 1 亿元/千吨.....	11
图表 16: PERC 单晶、黑硅多晶分别引领发展方向.....	12
图表 17: 单、多晶电池在各制造环节的对比.....	12
图表 18: 键电池转换效率与每瓦系统成本降低额.....	12
图表 19: 单多晶硅片、电池片现货价格十分接近.....	12
图表 20: 单/多晶硅片自 2018“531”以来均大幅降价.....	13
图表 21: 单晶电池的市场份额有望继续扩大.....	13
图表 22: 隆基、中环单晶硅历年产能扩张.....	13
图表 23: 截至 2018 年, 中国单晶硅产能市占率情况.....	13
图表 24: 隆基股份单晶硅棒/片单位投资逐年下降, 目前已至 4 亿元左右	14
图表 25: 光伏行业硅片环节对应主要设备, 投资额及主要生产商.....	14
图表 26: 主要单晶硅片新增产能及相应单晶炉市场空间测算 (单位: GW) .15	15
图表 27: 公司单晶炉领域的主要竞争对手: 大连连城数控.....	16
图表 28: 公司主要产品: 切片机; 用于光伏产业上游位置: 硅片加工环节...16	16
图表 29: 金刚线切割相比于砂浆线切割优势明显.....	16
图表 30: 金刚线切片已基本全面取代砂浆切片.....	17
图表 31: 上机数控在光伏切片机领域主要竞争对手.....	18
图表 32: 上机数控: 切片机累计市占率达 45%.....	18
图表 33: 硅片分选机及其运行过程/原理 (以奥特维产品为例)	18
图表 34: 2018 年奥特维分选机销售 1.6 亿元.....	19
图表 35: 2017-2018 年奥特维分选机累计销量 95 台.....	19
图表 36: 光伏行业主流电池技术路线.....	20

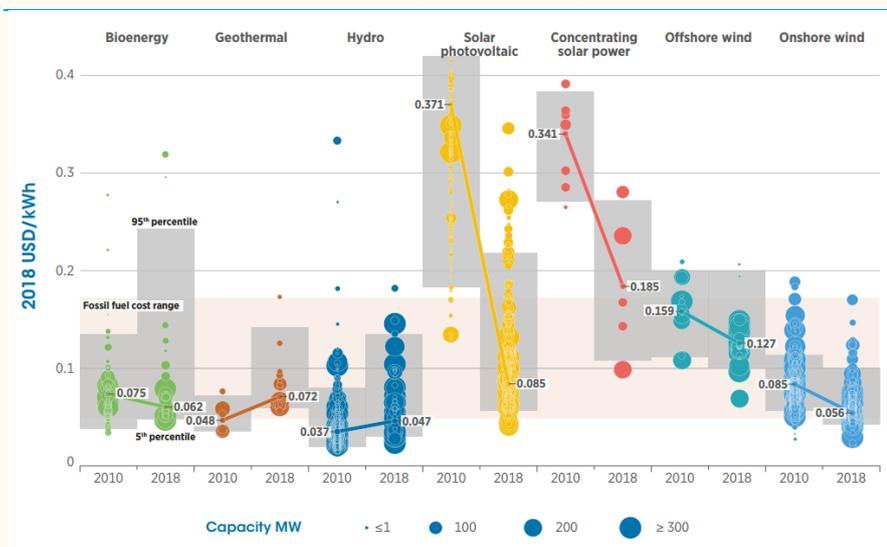
图表 37: 2018-2025 年各种电池转换效率变化趋势.....	20
图表 38: 2018-2025 年不同电池技术市场占比变化趋势.....	20
图表 39: PERC 电池相对普通单晶电池超额利润明显.....	21
图表 40: 2019 年 PERC 单晶电池产能有望达 110GW.....	21
图表 41: 国内主要龙头电池片厂商的 PERC 扩产计划.....	22
图表 42: BSF 电池与 PERC (+SE) 电池工艺流程对比.....	22
图表 43: PERC 电池片各环节设备主要厂商及价值量占比.....	23
图表 44: TOPCon 电池片优劣势及产能情况.....	23
图表 45: HJT 电池的相对优势.....	24
图表 46: 国内异质结电池产线量产情况.....	24
图表 47: HJT 电池片各环节设备及价值量.....	25
图表 48: 预计 2019 年组件产量将超过 90GW.....	26
图表 49: 未来几年新型电池组件市场占比有望迅速提升.....	26
图表 50: 2019 年, 国内组件产能将达到 180GW 左右.....	26
图表 51: 2019 年, 全球组件产能将达到 237GW 左右.....	27
图表 52: 2019 年组件生产设备投资成本有望达 6500 万元/GW 左右.....	27
图表 53: 金辰股份 250MW 光伏组件生产线交钥匙工程.....	28
图表 54: 组件设备环节国内外主要生产厂家.....	28
图表 55: 光伏组件龙头的营收、净利润、净利率情况.....	29
图表 56: 龙头公司近年毛利率/净利率呈下滑趋势.....	29
图表 57: 光伏各环节设备公司毛利率情况.....	30
图表 58: 光伏各环节设备公司净利率情况.....	30
图表 59: 光伏设备行业各环节重点上市公司盈利及估值.....	30
图表 60: 2019 年前三季度公司营收同比增长 6.23%.....	31
图表 61: 2019 年前三季度公司净利润同比增长 5.83%.....	31
图表 62: 截至 2019 年 11 月, 公司披露的签署重大订单已超 32 亿元.....	31
图表 63: 2019 年前三季度公司营收同比下滑 19%.....	32
图表 64: 2019 年前三季度公司净利润同比下滑 12%.....	32
图表 65: 2019 年前三季度公司营收同比增长 64%.....	33
图表 66: 2019 年前三季度公司净利润同比增长 30%.....	33
图表 67: PERC、TOPCon、HJT 新型电池片扩产及公司新增设备订单测算.....	33
图表 68: 2019 年前三季度公司营收同比增长 76%.....	34
图表 69: 2019 年前三季度公司净利润同比增长 30%.....	34
图表 70: 新增订单由 PERC 设备、HJT 设备以及外延方向设备订单构成.....	34

一、光伏平价上网趋近，产业链设备为核心

1、光伏成本快速下降，预计至 2050 年，光伏占比将大幅度提升

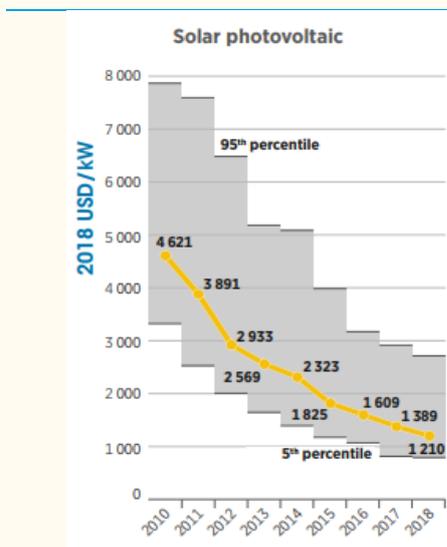
- 在当今世界大部分地区，可再生能源已成为成本最低的电力来源。2010-2018 年，生物质能、水电、地热、陆上和海上风电的成本降至化石燃料发电成本以下，光伏发电是从 2014 年开始，全球加权平均电力成本下降到化石燃料发电成本以下。其中光伏度电成本下降最快，从 2010 年的 0.371 美元/千瓦时（约 2.6 元/千瓦时）下降至 2018 年的 0.085 美元/千瓦时（约 0.6 元/千瓦时），降幅达 77%，为所有能源种类中成本下降最快的。
- IRENA（国际可再生能源署）统计数据显示，2010-2018 年间，全球光伏项目加权平均的单位投资成本从 4621 美元/千瓦下降至 1210 美元/千瓦，降幅达 73.8%。平准化度电成本从 37 美分/千瓦时下降至 9 美分/千瓦时，下降幅度 75.7%。

图表 1：光伏度电成本在过去 9 年时间内下降最快



来源：IRENA，国金证券研究所

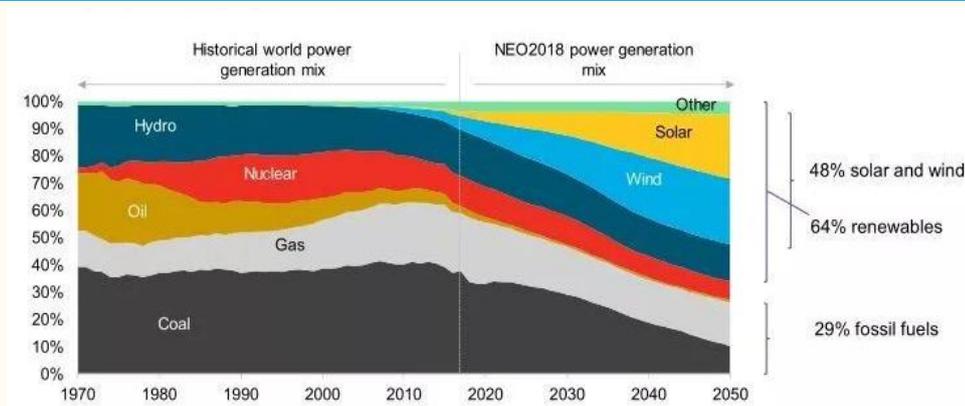
图表 2：光伏单位投资成本下降明显



来源：IRENA，国金证券研究所

- 彭博的《2018 新能源市场长期展望 (NEO)》统计并预测了 1970 年到 2050 年的全球发电量占比。在过去的几十年里，煤电占据着主要角色，气电的发电量在不断增长，油电发电量在逐步下降，核电则经历了一个由上至下的过程。而从现在往后看，风电、光伏这两类可再生能源的发电量在未来 30 年内会达到占比接近全球发电量的 50%。如今化石能源在电力结构中占比是超过 2/3 的，但是到 2050 年就只有 29%了。

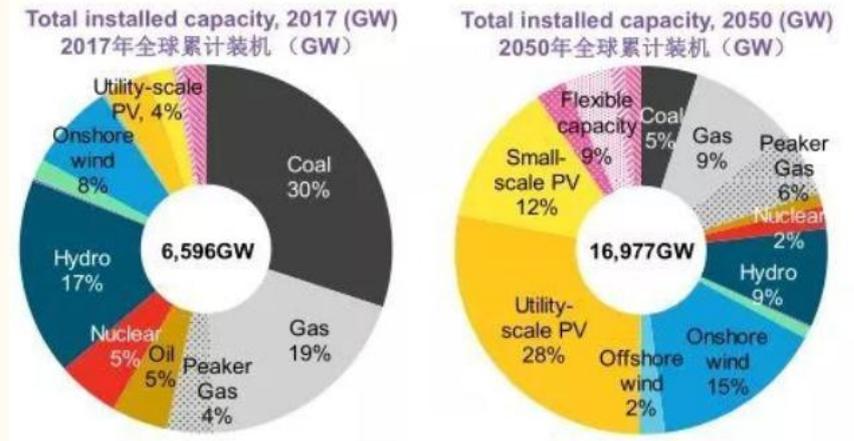
图表 3：彭博预测 2050 年，风电光伏发电量占比接近 50%



来源：bloombergNEF，IEA，国金证券研究所

- 2018年至2050年期间，全球范围内新增发电装机投资将达到11.5万亿美元，其中8.4万亿美元用于风电和光伏。全球装机量大约会增长2.5倍，其中光伏装机量将增长17倍。彭博预测从现在到2050年，新光伏电站的平准化度电成本还将降低71%。

图表4：彭博预测2017年至2050年，全球光伏累计装机占比提升明显

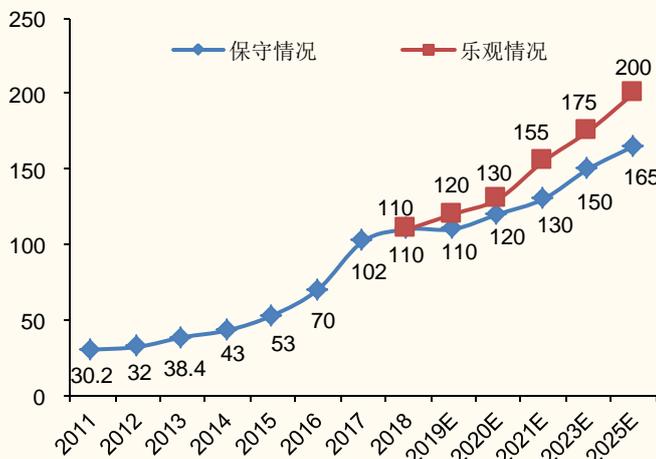


来源：bloombergNEF，国金证券研究所

2、平价上网临近，全球光伏新增装机有望快速增长

- 光伏产业是中国具有国际竞争优势的战略性、朝阳性产业。近年来，在政策引导和市场需求双轮驱动下，我国光伏产业快速发展，产业规模迅速扩大，产业链各环节市场占有率多年位居全球首位，已经成为世界上重要的光伏大国。
- 根据 PV infolink 预计，2019 年全球范围内将有超过 16 个 GW 级市场。2019 年海外市场需求十分强劲，海关出口数据显示 2019 年上半年中国组件总出口量达到 34.2GW，较去年同期有超过九成的增长。
- 根据中国光伏行业协会 (CPIA) 统计，2019 年前三季度，全国光伏发电累计装机 190GW，同比增长 15%，新增 16GW。其中集中式光伏发电装机 131GW，同比增长 11%，新增 7.7GW；分布式光伏发电装机 58.7GW，同比增长 28%，新增 8.3GW。随着光伏平价上网的临近和行业内落后产能加速淘汰，光伏产业链有望迎来新一轮的扩张周期，新增装机量的短期下滑不改中长期光伏行业向上的趋势。

图表5：全球光伏新增装机规模有望持续增长 (GW)



来源：CPIA，国金证券研究所

图表6：中国光伏新增装机量有望企稳回升 (GW)



来源：CPIA，国金证券研究所

- 技术进步推动光伏行业快速发展，使得装机发电成本持续下降。进入 2019 年以来，光伏在全球范围内如德国、西班牙、意大利、印度等国，已开始进入发电侧平价上网时期。

图表 7：平价上网三步走：国内光伏平价上网有望临近



来源：国金证券研究所

图表 8：不同资源区域的标杆电价、指导电价及分布式光伏补贴标准（单位：元）

项目	资源区	2013-08	2015-12	2016-12	2017-12	2018-05	2019-04
标杆电价/ 指导电价	I类	0.9	0.8	0.65	0.55	0.5	0.4
	II类	0.95	0.88	0.75	0.65	0.6	0.45
	III类	1	0.95	0.85	0.75	0.7	0.55
补贴标准	分布式	0.42	0.42	0.42	0.37	0.32	0.1（工商）/0.18（户用）

来源：国家能源局，国金证券研究所

- 随着国内的平价上网、配额制相关政策的出台，光伏行业的长效机制形成，对于补贴的政策性依赖正逐渐减弱，我们判断 2020 年起，光伏行业有望步入自发式增长阶段。

图表 9：光伏行业：政策逐步趋向平价上网，未来几年潜力大

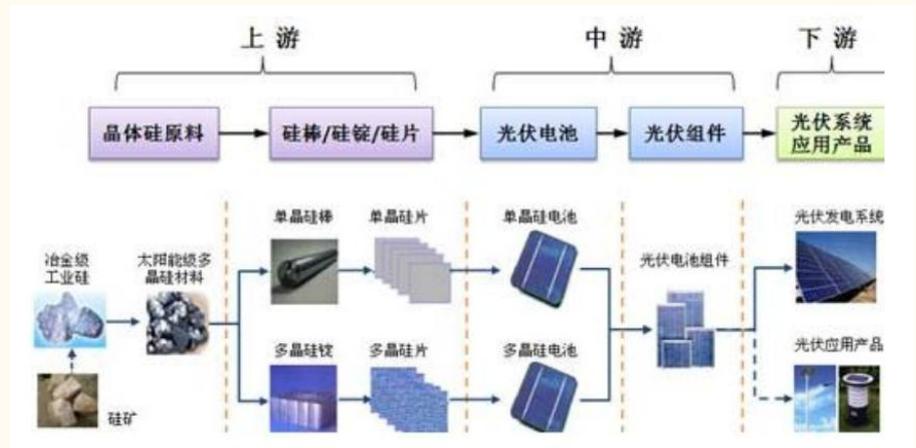
政策时间	光伏行业相关政策
2016 年 12 月	国家能源局正式发布《太阳能发展“十三五”规划》，规划中明确提出，到 2020 年底，我国太阳能发电装机达到 1.1 亿千瓦以上，其中，光伏发电装机 1.05 亿千瓦以上；太阳能年利用量达到 1.4 亿吨标准煤以上，占非化石能源消费比重的 18% 以上。随着技术持续进步、政策不断加码，国内光伏行业将迎来持续、稳健发展的崭新阶段。
2017 年 7 月	国家能源局又于发布《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》，提出到 2020 年新增光伏电站装机 86.5GW（不含分布式光伏规划）。光伏新增装机量的上升，拉动了市场对光伏产品的需求，为我国光伏制造业提供了有效的市场支撑。
2018 年 5 月 31 日	国家发展改革委、财政部、国家能源局发布《关于 2018 年光伏发电有关事项的通知》（以下简称“531 新政”），旨在将光伏行业的发展重点从扩大规模转到提质增效、推进技术进步上，着力推进技术进步、降低发电成本、减少补贴依赖，优化发展规模，提高运行质量，推动行业有序发展、高质量发展，加快实现光伏发电平价上网。
2019 年 5 月 22 日	国家发改委、能源局发布的《关于公布 2019 年第一批风电、光伏发电平价上网项目的通知》，共 250 个平价上网项目，总装机规模达 20.76GW，其中光伏、分布式交易试点项目容量分别为 14.78GW、1.47GW。
2019 年 5 月 30 日	国家能源局正式下发《关于 2019 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》，以及《2019 年风电项目建设工作方案》和《2019 年光伏发电项目建设工作方案》两份附件。《通知》对 2019 年度风电、光伏发电项目建设提出四项总体要求：一是积极推进平价上网项目建设。在组织电网企业论证并落实平价上网项目的电力送出和消纳条件基础上，优先推进平价上网项目建设，再开展需国家补贴的项目的竞争配置工作。二是严格规范补贴项目竞争配置。三是全面落实电力送出和消纳条件。四是优化建设投资营商环境。

来源：国家能源局，国家发展改革委，财政部，国金证券研究所

3、光伏行业：一代技术、一代工艺、一代设备，设备为核心

- **光伏设备为光伏行业未来增效的核心环节**：光伏产业链可分为上游的晶硅原料的制备、硅棒/硅片的制造；中游的电池片、组件制造以及下游的光伏系统应用。

图表 10：太阳能光伏产业链



来源：中国光伏产业发展路线图，国金证券研究所

- 过去数年间，通过产业链进口设备国产化、产能扩大形成规模经济效应、产能转移至低成本地区等手段，光伏装机成本有大幅下降。截至目前光伏行业在降本的路线上已经接近极限，未来发展方向是增效。光伏行业本质是一代技术、一代工艺、一代设备，其中设备是核心瓶颈环节。
- **光伏设备行业在光伏产业链中赚取现金能力较强**：光伏行业更新迭代速度很快，一般硅片、电池片、组件生产线的建设时预定的投资回收期仅为 3 年左右。下游虽然有赚取现金的能力，但必须进行大额固定资产投资，否则就会被淘汰出局。综合整条产业链来看，设备端公司赚取现金能力相对较强。

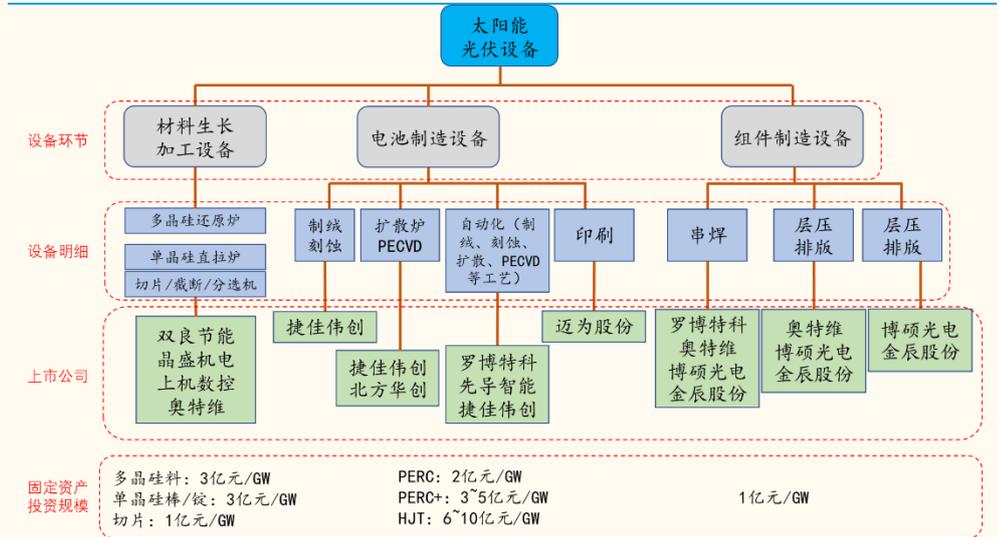
图表 11：光伏产业链中，设备环节公司是真正赚取现金（单位：百万元）

环节公司		2014	2015	2016	2017	2018	1H2019	∑2014~1H2019
大全 (硅料)	经营现金流	279	431	684	932	656	466	3449
	投资现金流	-554	-481	-459	-412	-1131	-996	-4033
	筹资现金流	271	99	-210	-244	595	421	932
隆基股份 (硅片)	经营现金流	368	365	536	1242	1173	2427	6110
	投资现金流	-483	-1216	-2152	-3774	-3169	-1457	-12251
	筹资现金流	505	1759	5001	4759	267	4638	16930
晶科 (组件)	经营现金流	187	1339	-1803	-177	615		161
	投资现金流	-4159	-3315	-6909	-2433	-3935		-20751
	筹资现金流	5304	3851	7455	2110	3973		22693
晶盛机电 (设备)	经营现金流	134	-94	-66	-161	166	176	154
	投资现金流	-392	-385	-484	56	-449	-188	-1840
	筹资现金流	3	-9	1315	-106	-29	-185	989
捷佳伟创 (设备)	经营现金流	-49	58	238	118	-60	-389	-85
	投资现金流	-3	-19	5	-43	-864	444	-480
	筹资现金流	-48	0	0	-38	988	-58	843

来源：wind，国金证券研究所

- **光伏设备环节：**从上游的多晶硅料开始，到光伏组件，对应核心的设备分别为多晶硅还原炉、单晶硅直拉炉、切片机/截断机、电池片设备、组件自动化设备。
- **从价值含量上，**多晶硅环节的固定资产投资规模约 3 亿元/GW，单晶硅棒/锭环节的固定资产投资规模约 2 亿元/GW，硅片环节的固定资产投资规模约 1 亿元/GW，电池片环节的固定资产投资规模 2~10 亿元/GW，组件设备环节的固定资产投资规模约 1 亿元/GW。

图表 12：光伏设备产业链及投资规模



来源：国金证券研究所

二、多晶硅还原炉：受益于国内硅料扩产

- **硅料供需格局偏紧：**国内硅料尚不能完全满足国内单晶硅片需求。国内硅料产能中单晶比例乐观估计约为 7 成。在未来相当长一段时间，海外硅料还会是单晶供应有效补充。海外硅料的成本高、交付周期长，总体硅料供需格局结构性偏紧。2019 年国内多晶硅料扩产规模约为 20 万吨。

图表 13：国内多晶硅料产能情况：2019 年扩产规模约 20 万吨

公司名称	2018 年底产能 (万吨)	2019 年扩产 (万吨)	2019 年底产能 (万吨)	公司名称	2018 年底产能 (万吨)	2019 年扩产 (万吨)	2019 年底产能 (万吨)
江苏中能	11.5	6	11.5	内蒙古盾安	1.2		1.0
新特能源	3.6	3.6	7.2	宜昌南玻	1.2		0.9
新疆大全	3.0	0.5	3.5	江苏康博	1.0		1.0
四川永祥	2.0	5	7.0	鄂尔多斯	0.9		0.8
洛阳中硅	2.0		2.0	国电晶阳	0.72		0.5
东方希望	3.0	5	8.0	神州硅业	0.62		0.5
亚洲硅业	2.0		2.0	四川瑞能	0.60		
陕西天宏	1.9		1.4	昆明冶研	0.60		
赛维 LDK	1.2			其他	1.66		
				合计	38.7	20	47.3

来源：光伏变迁见证者，国金证券研究所

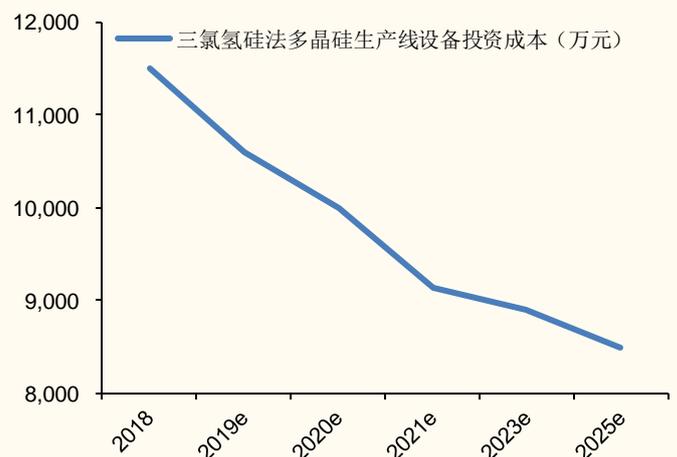
- **本轮多晶硅扩产带来设备的市场空间达 200 亿元：**随着生产装备技术的进步和工艺水平的提升，三氯氢硅西门子法多晶硅生产线设备投资成本逐年下降。2018 年投产的万吨级多晶硅生产线设备投资成本已下降至 1.15 亿元/千吨的水平。预计到 2020 年，单位投资可下降至 1 亿元/千吨。
- 若考虑到 2019 年行业的新扩产规模约 20 万吨来测算，本次扩产带来设备的市场空间约为 200 亿元。以 3000 吨多晶硅对应 1GW 产能来测算，若未来 5 年下游需求规模年化增长 20GW，则对应的设备需求量为 60 亿元/年。

图表 14：多晶硅还原炉产线及相关配套设备



来源：双良节能官网，国金证券研究所

图表 15：多晶硅生产线设备成本已降至约 1 亿元/千吨



来源：中国光伏产业发展路线图，国金证券研究所

- 在多晶硅制备环节，核心设备为多晶硅还原炉，其价值约 5000~6000 万元/万吨。国外多晶硅还原炉设备供应商主要有德国 GEC、德国 Centrotherm、美国 GT 等。国内多晶硅还原炉设备供应商主要有双良节能、上海森松、开原化工等。其中双良节能为上市公司，根据公司公告，双良 2018 年多晶硅还原炉实现营收 4.43 亿元，同比增长 205%，继续占据市场最大份额。

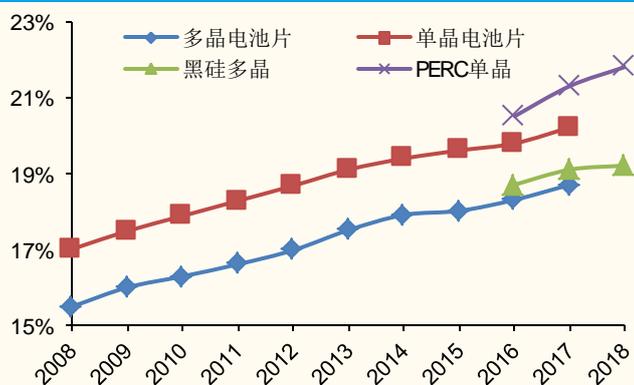
三、硅棒/硅片设备环节：单晶炉价值量大

1、硅片环节设备，有望受益下游单晶硅片扩产

(1) 单晶取代多晶路线确定，高效单晶市场份额逐渐扩大

- **单晶电池相对于多晶，产品效率方面有天然的优势：**2018年，规模生产的单多晶电池基本采用高效技术，其中多晶电池全面应用黑硅技术，单晶领域则大规模普及 PERC 技术，预计 2-3 年内在多晶领域也将全部由 PERC 技术替代。大规模生产的单多晶电池平均转换效率也分别从 2010 年的 17.5%和 16.5%提升至 2018 年的 21.8%和 19.2%。
- 由于晶体生长工艺不同，导致单晶硅片与多晶硅片在晶体品质、电学性能、机械性能方面与单晶相比有显著差异。相比而言单晶硅以下优势：更少的缺陷、更高的机械强度、更低的碎片率、更大的效率提升空间、更高的集约性、更长的衰减期。**单多晶材料性能对比中，单晶有绝对优势。**

图表 16: PERC 单晶、黑硅多晶分别引领发展方向



来源：CPIA，国金证券研究所

图表 17: 单、多晶电池在各制造环节的对比

性能对比	目前对比结果	未来潜力
材料性能	单晶有绝对优势	单晶继续保持绝对优势
铸锭与拉晶成本	多晶维持着相对优势	多晶的对比优势在缩小
切片成本	单晶有绝对优势	单晶在不断快速扩大优势
电池成本	单晶有绝对优势	单晶在不断快速扩大优势
综合对比	单晶有显著优势	单晶有更大的进步潜力

来源：太阳能光伏网，国金证券研究所

- **单多晶在电池端成本已打平：**单晶的转换效率高于多晶，这不仅表现在普通工艺单晶电池的转化效率高于多晶电池至少约 1%，更表现在相同的 PERC 工艺条件下，相比各自的普通工艺电池，单晶电池转化效率会进一步提高约 0.6%~1%，而多晶电池转化效率仅提高约 0.5%。显然，单晶转换效率的提高更具优势和潜力，这同样来自于单多晶的材料特性差异。根据测算，电池转换效率每提高 1 个百分点，每瓦系统成本降低 5-7 个百分点。所以做高功率电池组件，单晶的成本永远比多晶低。目前，单多晶在电池端成本已打平。

图表 18: 硅电池转换效率与每瓦系统成本降低额

电池转换效率	系统可变成本	系统成本降低百分比
17%	0.83	-
18%	0.78	6%
19%	0.73	6%
20%	0.69	5%
21%	0.64	7%
22%	0.60	6%
23%	0.56	7%
24%	0.52	7%

来源：太阳能光伏网，国金证券研究所

图表 19: 单多晶硅片、电池片现货价格十分接近

硅片 (Per Pcs.)						2019/08/01更新
项目	高点	低点	均价	涨跌幅	走势图	
¥ 多晶硅片 (RMB)	2.050	1.840	1.870	↓ (-1.58%)		
\$ 多晶硅片 (USD)	0.265	0.237	0.238	↓ (-0.42%)		
¥ 单晶硅片 (RMB)	3.350	3.050	3.130	- (0%)		
\$ 单晶硅片 (USD)	0.460	0.416	0.445	- (0%)		

电池片 (Per Watt)						2019/08/01更新
项目	高点	低点	均价	涨跌幅	走势图	
¥ 多晶电池片 (RMB)	0.860	0.810	0.840	- (0%)		
\$ 多晶电池片 (USD)	0.127	0.105	0.111	↓ (-4.31%)		
¥ 单晶电池片 (RMB)	0.880	0.820	0.850	- (0%)		
\$ 单晶电池片 (USD)	0.125	0.110	0.115	↓ (-4.17%)		
¥ 高效单晶电池片 (RMB)	1.050	0.950	1.010	↓ (-3.81%)		
\$ 高效单晶电池片 (USD)	0.170	0.145	0.158	↓ (-1.25%)		
¥ 特高效单晶电池片 (RMB)	1.080	1.000	1.050	↓ (-6.25%)		
\$ 特高效单晶电池片 (USD)	0.190	0.128	0.170	↓ (-2.3%)		

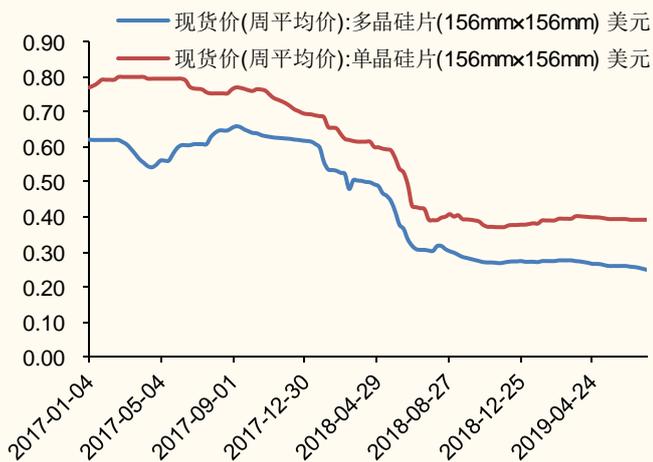
来源：Energytrend，国金证券研究所

- 目前单多晶电池成本已基本持平，而单晶在组件和电站端对于配套材料的节省，以及单晶在长期稳定性、长期衰减率和每瓦发电量方面的优势，使得单晶硅电站具有更高的投资回报率。在单晶价格快速下降并逼近多晶价

格的当前，单晶仍然具备比多晶更大的降价空间，从而加速了光伏发电去补贴实现平价上网的步伐，反映出单晶的绝对优势。

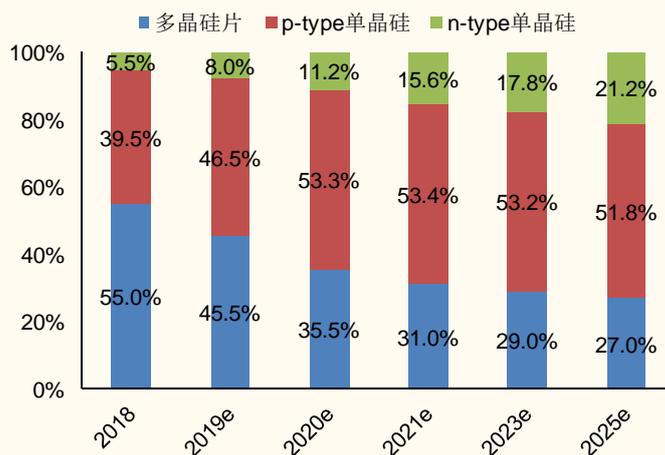
- **高效单晶市场份额逐渐扩大：**随着光伏市场的不断发展，高效电池将成为市场主导，单晶硅电池市场份额逐步增大，2018 年单晶硅片市场份额超过 40%，中国光伏行业协会预计 2019 年将超过 50%。随着异质结电池、N 型 PERT 电池的应用推广，N 型单晶硅片的市场份额，也将逐年提高，多晶硅片的市场份额未来将逐步下降。
- **我们预计未来单晶硅市场份额有望向 70%左右靠拢。**

图表 20：单/多晶硅片自 2018 “531” 以来均大幅降价



来源：wind，国金证券研究所

图表 21：单晶电池的市场份额有望继续扩大

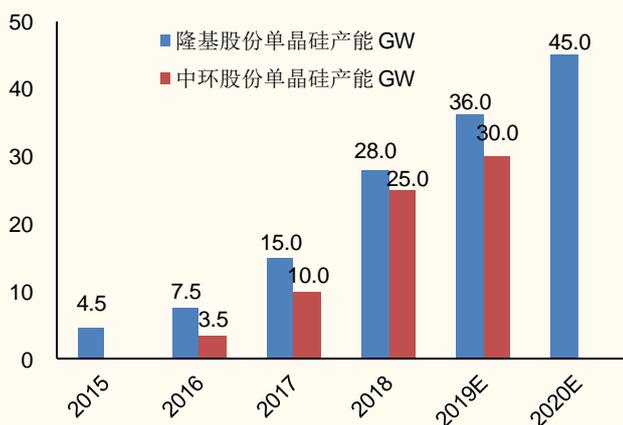


来源：CPIA，国金证券研究所

(2) 单晶硅扩产迎来新势力

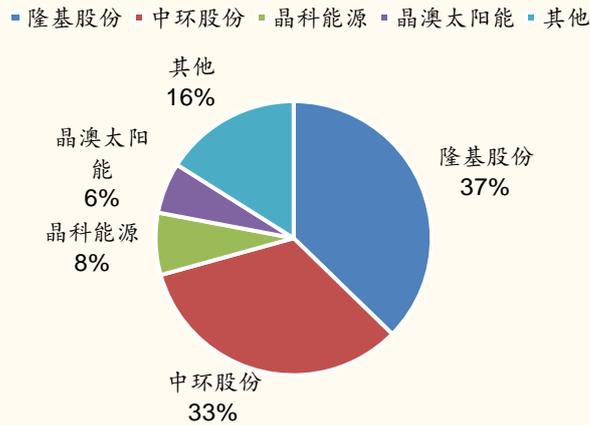
- 截至 2018 年底，主流光伏单晶硅产能约为 75GW 左右（隆基 28GW+中环 25GW+晶科 5.5GW+晶澳 4.5GW+其他 12GW）。隆基和中环在单晶硅片环节的产能占比高达 70%以上，呈现双寡头垄断格局。

图表 22：隆基、中环单晶硅历年产能扩张



来源：各公司公告，国金证券研究所

图表 23：截至 2018 年，中国单晶硅产能市占率情况



来源：各公司公告，国金证券研究所

- **2018 年上半年开始至今，国内单晶主要企业隆基、中环、晶科、上机等纷纷进行单晶扩产，掀起新一轮单晶硅扩产潮。**
- 隆基股份在 2018 年 3-4 月，拟投资保山单晶硅棒二期项目、丽江单晶硅棒二期项目和楚雄单晶硅片二期项目，投资额 17.49 亿元、19.37 亿元和 14.86 亿元。计划 2019 年、2020 年底产能分别提升至 36GW、45GW，至 2021 年达到 65GW，产能分别增加 8GW、9GW、20GW。

- 中环股份于 2019 年 3 月 19 日公告，与呼和浩特市人民政府签署“中环五期 25GW 单晶硅项目”合作协议书，项目总投资额约 90 亿元，建成达产后年产能将达到 25GW，届时“中环产业园”单晶硅年产能将超过 50GW，产能增加 25GW。
- 晶科能源于 2019 年 4 月 16 日在乐山开放投资推介会上签约，拟投资 150 亿元，在乐山市建设 25GW 单晶拉棒、切方项目及相关配套设施。
- 上机数控 2019 年 5 月 8 日公告与包头市政府签署《包头年产 5GW 单晶硅拉晶生产项目投资协议》，在包头装备制造产业园投资建设年产 5GW 单晶硅拉晶生产项目，项目拟总投资约 30 亿元。

(3) 设备需求包括：单晶炉、切方/截断机、金刚线切片机、硅片分选机

- 硅片制造光伏产业链中的中游。从目前隆基股份、中环股份的单晶硅项目投资金额测算，单 GW 的投资已降至 4 亿元左右。

图表 24：隆基股份单晶硅棒/片单位投资逐年下降，目前已至 4 亿元左右

项目时间	项目名称	硅棒+硅片产能(MW)	总投资(亿)	单位投资(亿/GW)
2011	500MW 单晶硅棒/片建设项目-切片	500	5.5	11.0
2011	500MW 单晶硅棒/片建设项目-硅棒	500	6.7	13.4
2014	宁夏年产 800MW 单晶硅棒项目	800	5.5	6.9
2014	银川年产 1.2GW 单晶硅棒建设项目	1200	6.4	5.3
2015	西安年产 1.15GW 切片项目	1150	3.8	3.3
2015	无锡年产 850MW 切片项目	850	3.2	3.7
2016	丽江年产 5GW 单晶硅棒建设项目	5000	21.0	4.2
2016	保山年产 5GW 单晶硅棒建设项目	5000	22.9	4.6
2016	银川年产 5GW 单晶硅棒、5GW 单晶硅片	5000+5000	34.82	3.5
2016	宁夏年产设项目 1GW 单晶硅棒项目	1000	4.36	4.4
2018	保山二期单晶硅棒项目	6000	17.49	2.9
2018	丽江二期单晶硅棒项目	6000	19.37	3.2
2018	楚雄二期单晶硅片项目	10000	14.86	1.5

来源：隆基股份公司公告，隆基股份官网，国金证券研究所

- 以单 GW 投资额中 70%用于设备投资来测算，硅片制造环节的设备空间约 2.8 亿元/GW。其中单晶炉及配套设备投资额约 2 亿元/GW，金刚线切片机投资额约为 4000 万元/GW，截断机、切方机投资额约 2000 万元/GW，硅片分选机投资额约为 1000 万元/GW。

图表 25：光伏行业硅片环节对应主要设备，投资额及主要生产商

环节	具体工艺	工艺简介	对应主要设备	单 GW 设备金额	主要生产厂商
硅片	铸锭/拉棒	将高纯多晶硅铸成多晶硅锭或拉成单晶硅棒	铸锭炉/单晶炉	2 亿元	晶盛机电、连城数控、京运通等
	截断/切方	将多晶硅锭/单晶硅棒切割成硅块	截断机/切方机	2000 万元	上机数控、连城数控等
	切片	将硅块切割为硅片	金刚线切片机	4000 万元	上机数控、连城数控、青岛高测等
	检测/分选	对生产过程中的硅片进行检测、分级	硅片分选机	1000 万元	奥特维、天准科技等

来源：公司公告，国金证券研究所测算

- 从设备的价值含量来判断：单晶炉的市场空间最大，受益于下游厂商单晶扩产；截断机、切方机属于类机床加工设备，产品的生命周期很长，升级换代的需求不强烈，老设备改造后依旧可以利用在新建产线中。金刚线切

片机的受益于近 2-3 年的金刚线切片替代砂浆切片产业升级，行业爆发性增长，目前市场空间较为稳定，增速放缓。硅片分选机为硅片环节设备中最晚国产化的，未来 2-3 年有望应该爆发式增长。

2、单晶炉：未来 3 年市场空间约 120 亿元，晶盛、连城双寡头

- 按照下游厂商规划，设计 2019-2021 年新增产能 19GW、26GW、47GW，对光伏单晶炉（10MW/台）的需求分别为 1900 台、2600 台、4700 台。
- 若考虑在未来硅片价格下行周期中，可能影响到二线硅片厂商的投产力度和进度。我们分别建立 3 种场景进行分析：乐观预测为下游扩产超预期；中性预测为下游按计划扩产；悲观预测为下游扩产不及预期。

图表 26：主要单晶硅片新增产能及相应单晶炉市场空间测算（单位：GW）

主要扩产单晶的公司	乐观程度	2017	2018	2019	2020	2021
隆基股份	中性	7.5	13	8	9	20
中环股份	中性	7	13	5	10	10
晶科能源	悲观			5	5	5
	中性	3.5	1.5	5	5	15
	乐观			5	10	15
上机数控	悲观			1	2	0
	中性	0	0	1	2	2
	乐观			1	5	9
①：新增产能（GW）	悲观			19	26	35
	中性	18	27.5	19	26	47
	乐观			19	34	54
∑①：合计新增产能（GW）	悲观				80	
	中性				92	
	乐观				107	
②：新增单晶炉需求（亿元） ②=①×130 万元/10MW	悲观			25	34	46
	中性			25	34	61
	乐观			25	44	70
∑②：2019-2021 年合计新增单晶炉需求（亿元）	悲观				104	
	中性				120	
	乐观				139	
③：2019-2021 年合计单晶炉配件等订单（亿元）③=∑②×30%	中性				36	
④：2019-2021 年合计单晶炉订单（亿元）④=∑②+③	中性				155	

来源：各公司公告，各公司官网，国金证券研究所（以单晶炉单价 130 万元/台）

- 未来 3 年单晶炉市场空间达 120 亿元：单晶炉从最初的 6MW、8MW 伴随单晶硅的高速发展，目前最先进的已有 10MW 的单晶炉。若以未来 3 年国内单晶扩产约 92GW 的体量进行测算（隆基 37GW、中环 25GW、晶科 25GW、上机 5GW 等），单晶炉的市场空间约 120 亿元。叠加配套设备，设备投资额有望达 155 亿元左右。
- 光伏单晶炉竞争格局：晶盛机电、大连连城双寡头：目前中国市场上单晶炉的主要生产厂家为晶盛机电、大连连城、京运通等。国外单晶炉设备厂商已基本退出中国市场。

作为下游光伏设备供应商，隆基股份的设备主要由大连连城数控供应（连成数控为隆基股份的关联企业，单晶生长炉独家供应隆基股份）。其他的都是走招标程序，晶盛机电的竞争力处于相对领先的地位。

图表 27: 公司单晶炉领域的主要竞争对手: 大连连城数控

单晶炉	主要公司	主营业务
	大连连城数控	主要产品包括单晶炉、切片机系列。公司为隆基股份的关联企业及设备供应商。
	京运通	主要产品包括单晶硅生长炉、多晶硅铸锭炉、区熔炉、多晶硅还原炉等。
	北方华创	主营集成电路工艺设备、光伏设备（单晶炉）、锂电设备等。

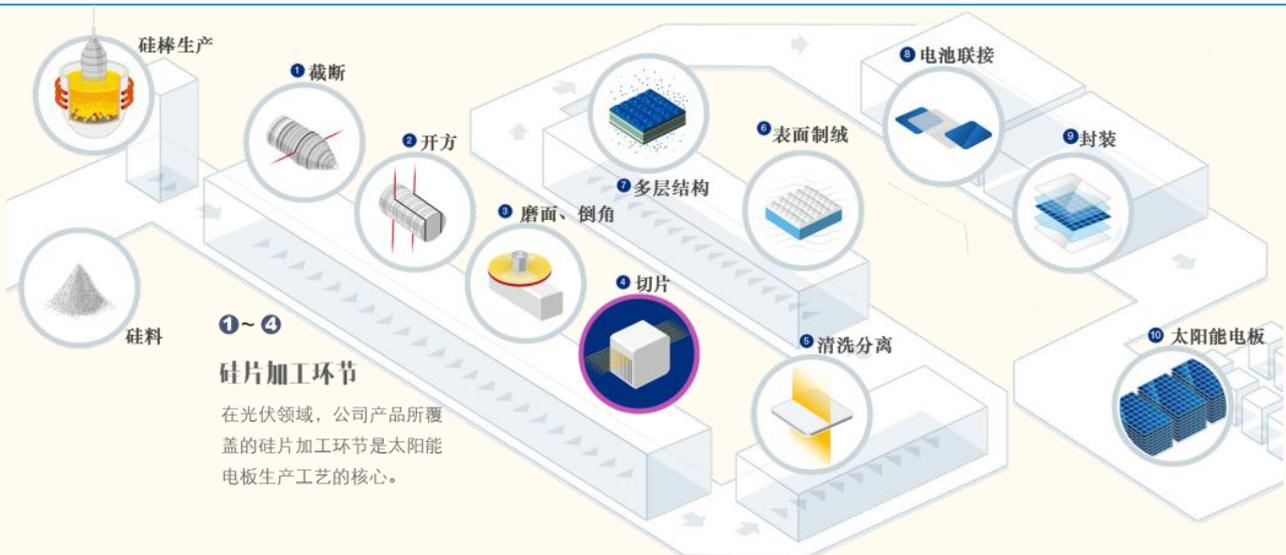
来源: 公司公告, 公司官网, 国金证券研究所

3、金刚线切片机: 未来 3 年市场空间约 20 亿元/年

(1) 金刚线切片效率全面优于砂浆切片

- 切片是整个硅片加工流程中重要的一环。要通过密集的线网将 700mm 长的硅锭切成 2500 片 0.1mm 左右厚的硅片, 且需保证良率在 90% 以上。为减少硅材料的损耗, 切割所用钢线的线径极细, 一般砂浆线线径为 0.12mm, 金刚线径在 0.07mm 以下。

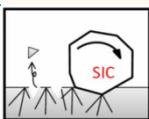
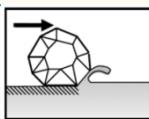
图表 28: 公司主要产品: 切片机; 用于光伏产业上游位置: 硅片加工环节



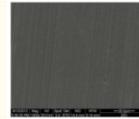
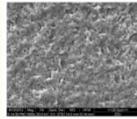
来源: 上机数控招股说明书, 国金证券研究所

- 相比较于传统的砂浆线切割, 金刚线切片作为新的切割技术, 具有薄片化切割、减小切口损失、降低硅料损耗、提高加工效率、提高出片率、降低污水及 COD 排放等优势, 可以大幅降低硅片生产成本, 提高硅片品质。

图表 29: 金刚线切割相比于砂浆线切割优势明显

主要指标	砂浆线切割	金刚线切割
切割方式	采用碳化硅颗粒滚动-嵌入-研磨的方式, 硅片表面磨损较为严重	采用附着金刚石颗粒的钢线进行切割, 磨损程度相对较小
切割成本	下降空间较小, 技术相对成熟, 工艺改进范围不大	随着金刚线价格的下降, 切割成本存在较大的下降空间
切割原理		
硅片厚度	180-200 μm, 且厚度分布不均	可薄至 110 μm, 厚度分布均匀

硅片形态



环境影响

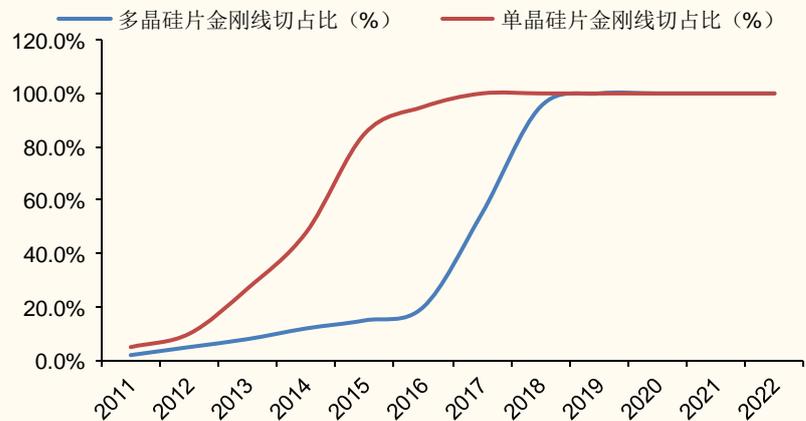
会产生大量晶硅切割废浆，废砂浆含碳化硅、聚乙烯醇、硅粉和金属粉末成分，对环境的威胁较大

使用水基磨削液，有利于改善作业环境，同时简化洗净等后道加工程序。环境污染较小

来源：公司招股说明书，国金证券研究所

- 金刚线切片机未来市场空间取决于单/多晶硅片的扩产以及少量多晶硅切片的生产线改造、高效新产品推出对于落后产能的迭代。
- 金刚线大规模应用于单晶硅片的切割始于 2010 年，至 2017 年已全面取代砂浆切片技术。金刚线切片在单晶硅片领域的市场空间主要取决于下游单晶硅片加工厂商的扩产节奏。
- 金刚线切割在多晶领域的应用需要解决铸锭过程中形成的碳化硅硬质点和电池工艺的制绒技术问题。2018 年多晶硅片切片也基本从砂浆切向金刚线切转换，预计 2019 年将全面被取代。目前上机数控已经与下游多晶硅片生产厂商开展合作，进入多晶硅片金刚线切片领域。

图表 30：金刚线切片已基本全面取代砂浆切片



来源：Solarzoom，中国光伏产业发展路线图，国金证券研究所

(2) 光伏切片机需求测算：2019-2021 年年均需求可能超过 20 亿元

- 金刚线切片机未来市场空间取决于单/多晶硅片的扩产以及少量多晶硅切片的生产线改造、高效新产品推出对于落后产能的迭代。
 - 1) 硅片扩产带来的新建需求：预计 2019-2021 年年均需求超过 10 亿元
 - 根据中国光伏协会预计，2019 年硅片产量有望达 128GW，新增产量为 19GW 左右。以目前上机数控主力切片机机型，每台切片机的年产能能为 43MW，均价在 180~200 万元来测算，我们保守测算对应 9 亿元光伏切片机的市场空间。
 - 我们预计随着平价上网的临近，未来几年每年新增硅片产量有望超 20GW。考虑到光伏切片厂的产能通常大于单晶硅产能，未来 2-3 年市场对光伏切片机每年新增需求预计超过 10 亿元。
 - 2) 存量落后产能的更新需求：预计 2019-2021 年年均需求约 10 亿元
 - 2018 年硅片产量 109GW，约占全球硅片产量的 9 成。按理想情况测算，则全球存量切片机约 2800~3000 台，存量切片机的市场空间约 50~60 亿元。
 - 之前传统的砂浆切片设备的效率较低，为金刚线切片机所取代，现在公司的主流设备年产能是 43MW。2019 年 6 月，上机数控 65MW 新产品在上海光伏展上推出，有望带来新的设备升级需求。以光伏切片

机 5 年的生命周期来测算，2019-2021 年年均更新需求的市场空间约 10 亿元。

(3) 光伏切片机竞争格局：上机数控/大连连城/青岛高测 3 家寡头竞争

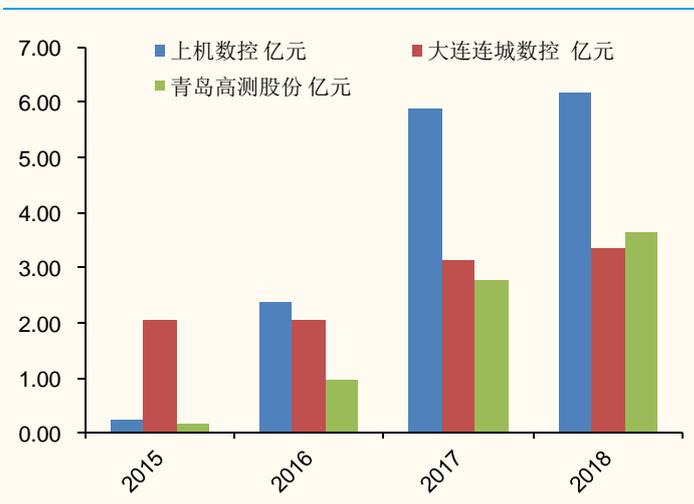
- 目前中国市场上光伏金刚线切片机主要为上机数控、大连连城（隆基股份独家供应商，非上市公司）、青岛高测（新三板上市公司）3 家寡头竞争。2015-2018 年上机数控切片机累计销售额近 15 亿元，约占国产切片设备市场 45%。
- 2014 年之前，因切片机设备技术被国外垄断，进口切片机设备售价高达 1000 万元/台。2015 年以后，国内光伏切片机厂商迅速崛起，上机数控的切片设备实现量产后，价格仅为 200 多万元/台，且性能优于进口设备。
- 随着上机数控设备市场占有率大幅提升，光伏设备行业国际巨头瑞士梅耶博格（MB）起诉上机数控切片机设备专利侵权，江苏省高院 2018 年 8 月二审终审裁定 MB 败诉。2019 年初，梅耶博格将旗下光伏和特殊材料（包括半导体和蓝宝石玻璃工业）硅片设备和服务业务出售给一家全球表面增强技术设备和服务供应商—美国 PSS 公司，从硅片业务中退出。
- 目前国外切片设备厂商（MB、NTC 等）已基本退出切片机中国市场。

图表 31：上机数控在光伏切片机领域主要竞争对手

公司	主营业务
梅耶博格 (瑞士)	主要产品覆盖开方、截断、粘胶、切片、清洗、分选等硅片加工工序，是全球金刚线切片机、截断机等设备的主要生产商之一。
小松 NTC 株式会社 (日本)	公司主要从事自动线、专用机床、磨床、加工中心、曲轴铣床系列、半导体制造装置、像素处理装置的设计、制造、销售，是全球金刚线切片机的主要生产商之一。
大连连城数控	主要产品包括多线切方机系列、多线切片机系列和单晶炉系列。公司为隆基股份的关联企业及设备供应商。
青岛高测股份	主营业务为切割装备、切割耗材的研发、生产、销售及其配套服务。客户群体主要为单晶硅棒生产厂商、多晶硅锭生产厂商、单/多晶硅片生产厂商等。

来源：公司招股说明书，各公司官网，国金证券研究所

图表 32：上机数控：切片机累计市占率达 45%



来源：公司公告，国金证券研究所

4、硅片分选机：国产化替代方兴未艾，有望迎来高速增长期

(1) 分选机为非标自动化设备，用于硅片质量的测试、分选

- 在切片机进行光伏硅片切割后，需对合格的硅片进行筛选分类。
- 硅片检测分选设备为非标定制化设备，由上料台、检测系统和分选系统组成。测量系统为整台设备的核心部分，通过机器视觉等技术，实现硅片的尺寸、线痕、翘曲、崩缺、表面缺陷、隐裂、电性能等特性实现检测分级。随后对硅片种的瑕疵特征进行识别提取，并将硅片品控过程中的上料、检测、分析、下料等多项工序集成至自动化智能系统中。

图表 33：硅片分选机及其运行过程/原理（以奥特维产品为例）



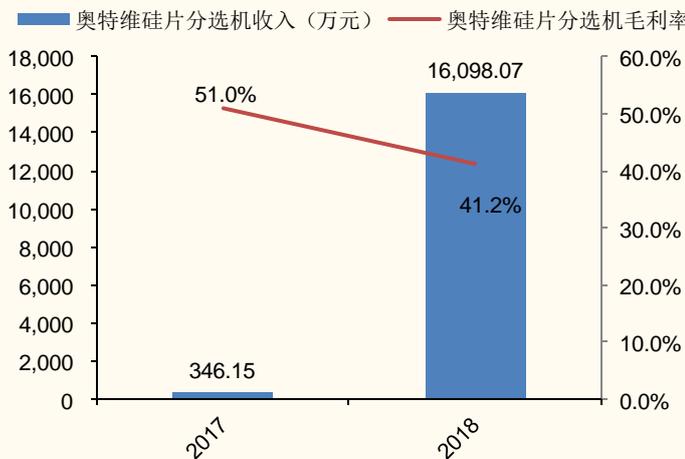
隐裂检出率 98% (长度大于 0.5mm)

来源：奥特维官网，奥特维招股说明书，国金证券研究所

(2) 硅片分选机为硅片环节设备中最晚国产化的，奥特维是国内龙头

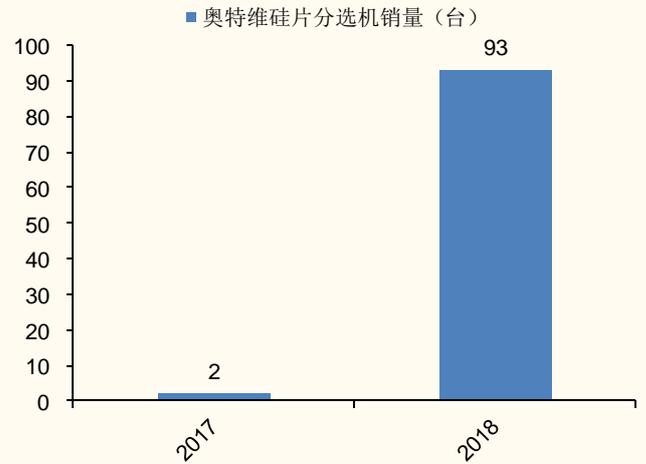
- **目前的竞争格局：**硅片分选机是光伏硅片制造环节最晚国产化的设备，直到 2017 年仍被进口设备垄断。
- 奥特维是国内率先规模化销售硅片分选机的龙头厂商，公司 2017 年开始进行客户验证并取得大批量订单，2018 年开始批量发货并当年实现收入 1.6 亿元。公司 2017 年开始销售的硅片分选机截至 2018 年末累计销售硅片分选机 95 台，存量市场占有率达 11.8%。2018 年全球光伏硅片产量前 10 名企业（合计占比 81.1%，2018 年全球光伏硅片产量为 115GW）中的 8 家已采购奥特维生产的硅片分选机产品。

图表 34：2018 年奥特维分选机销售 1.6 亿元



来源：奥特维招股说明书，国金证券研究所

图表 35：2017-2018 年奥特维分选机累计销量 95 台



来源：奥特维招股说明书，国金证券研究所

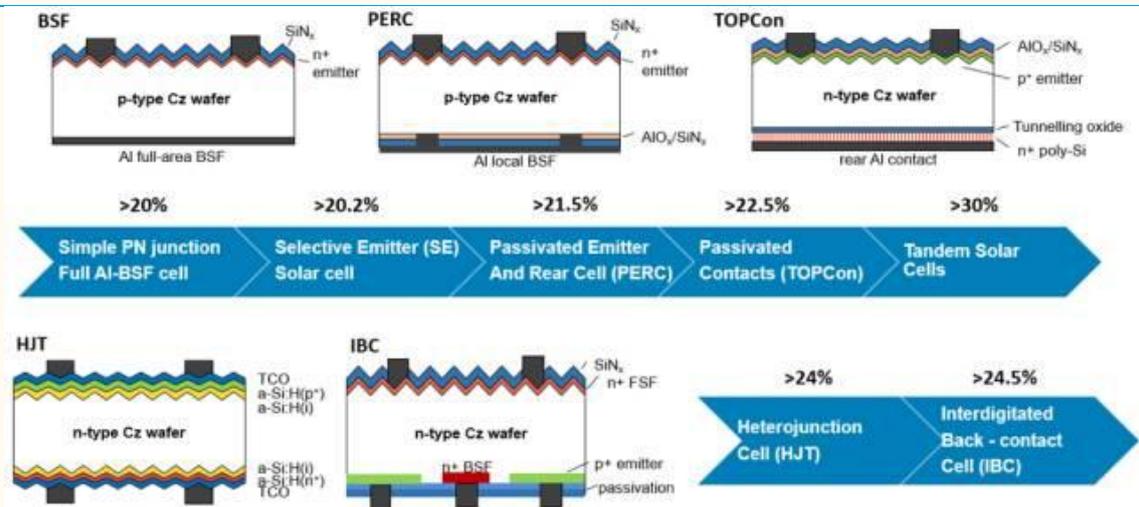
- 天准科技也是硅片分选机行业的有力竞争者，根据其招股说明书披露，2018 年，公司光伏硅片检测装备研发成功并形成销售，共 12 台智能检测装备，客户为扬州协鑫，销售收入确认 441 万元。
- **存量市场空间约为 13.8 亿元：**根据中国光伏协会数据，截至 2018 年末全球硅片产能约为 161.2GW，以平均每台硅片分选机年产能 200MW 测算，存量的硅片分选机数量约 800 台。根据奥特维招股说明书，该公司的硅片分选机售价为 173 万元/台左右。则存量市场规模约为 13.8 亿元。
- **未来 3 年，分选机市场空间 5.5~7.3 亿元/年：**未来 3 年内的硅片产能的扩张主要来自于单晶硅，根据主流单晶硅厂家的扩产计划，未来 3 年内合计新增产能约 92GW，有望带来约 8 亿元分选机需求，年化约 2.7 亿元。同时考虑到光伏设备的更新换代周期较快，约 3~5 年，存量设备的年化更新需求达 2.8~4.6 亿元。合计分选机设备需求 5.5~7.3 亿元/年。

四、电池片设备：短期受益 PERC 扩产，中长期看 HJT 量产化进程

1、光伏增效为国内实现平价上网的必要途径，电池片环节潜力巨大

- 提高光伏电池转换效率一直是光伏业界孜孜追求的目标。硅基光伏电池效率极限是 29%，目前最高电池效率记录为 26.63%，由日本 kaneka 公司在 2017 年创造。
- 光伏电池片目前的发展阶段：从常规铝背板 BSF 电池（1 代）→PERC 电池（2 代）→PERC+电池（2.5 代）→HJT 电池（3 代）→IBC 电池（4 代）等，目前产业正处在 PERC 电池扩产高峰期，逐步向 PERC+、HJT 拓展阶段。
- 光伏行业主要选择的高效电池技术路线有：P 型多、单晶 PERC 电池技术，N 型单晶 PERT/TOPCon 电池技术，N 型单晶 HJT 电池技术以及 N 型单晶 IBC 电池技术等。

图表 36：光伏行业主流电池技术路线



来源：贺利氏可再生能源，国金证券研究所

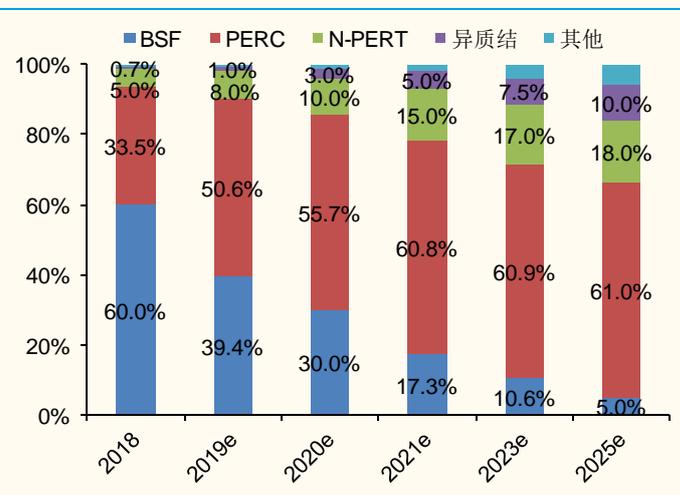
- 高效电池技术代表未来的需求方向：在《光伏制造行业规范条件》和“领跑者”计划推动下，各种晶硅电池生产技术进步迅速。2018 年，规模化生产的多晶黑硅电池的平均转换效率达到 19.2%，使用 PERC 电池技术的单晶和多晶硅电池效率提升至 21.8%和 20.3%，较 2017 年分别提升 0.5 个百分点和 0.3 个百分点。

图表 37：2018-2025 年各种电池转换效率变化趋势

分类		2018	2019	2020	2021	2023	2025
多晶	BSF P 型多晶黑硅电池	19.2%	19.4%	19.7%	19.9%	20.2%	20.5%
	PERC P 型多晶黑硅电池	20.3%	20.5%	20.8%	21.1%	21.3%	21.6%
	PERC P 型准单晶电池	21.6%	21.8%	22.2%	22.4%	22.6%	22.8%
P 型单晶	PERC P 型单晶电池	21.8%	22.1%	22.4%	22.6%	22.8%	23.0%
N 型单晶	PERT+TopCon 单晶电池	21.5%	22.0%	22.5%	23.0%	23.5%	24.0%
	异质结 N 型单晶电池	22.5%	23.0%	23.5%	24.0%	24.5%	25.0%
	背接触 N 型单晶电池	23.4%	23.6%	23.8%	24.3%	24.6%	25.0%

来源：中国光伏产业发展路线图 2018，国金证券研究所

图表 38：2018-2025 年不同电池技术市场占比变化趋势



来源：中国光伏产业发展路线图 2018，国金证券研究所

2、超额利润带动 PERC 电池扩产，2019 年产能有望达 110GW

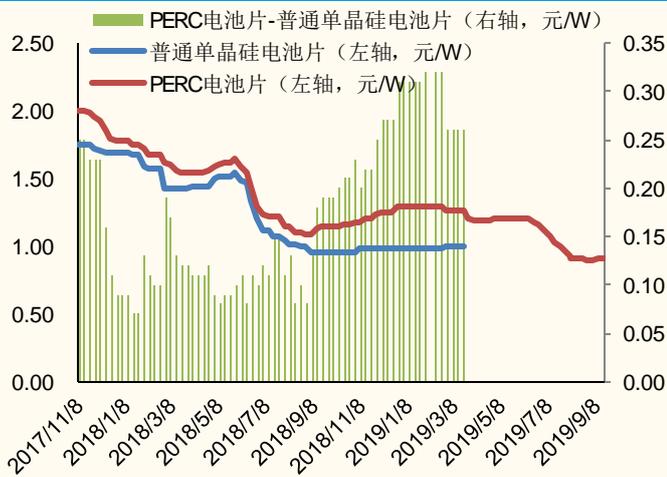
(1) PERC 电池相对于常规 BSF 电优势明显

- 常规 BSF 电池效率区间为 19.8-20%，对应的组件功率为 280W，主要的效率损失来自于背面全金属的复合，PERC 电池的背钝化电池结构可有效降低损失，电池结构示意图如图 16 所示。

与常规电池相比，PERC 电池背面增加了氧化铝 AlO_x ，氧化硅 SiO_x 和氮化硅 SiN_x 等钝化叠层，电池表面复合速率大大降低，电池开压 Voc 可提升 15-20mV。且背面钝化层还可增加光学内反射作用，因此电池电流 isc 也会有显著提升，目前平均转化效率可达 22% 左右。

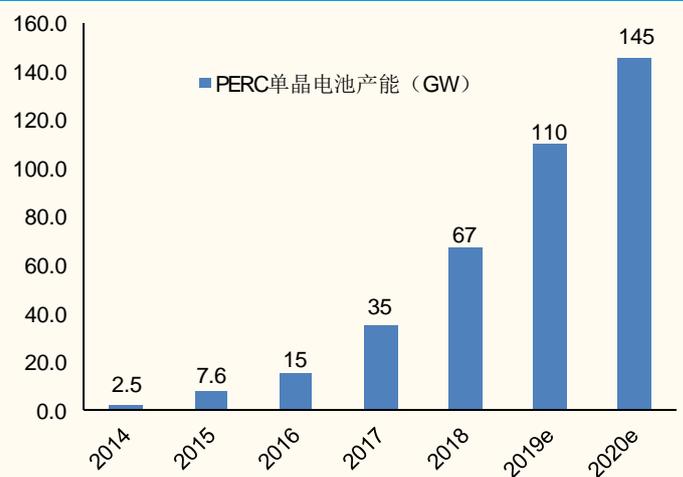
- **PERC 电池片相对于普通单晶硅电池片价格优势明显：**根据 PVinfo Link 的数据，自 2017 年底起到 2019 年 1 季度，PERC 单晶电池片对普通单晶电池片的价格平均有 2 毛的溢价，超额的利润也促使了 PERC 电池产能自 2018 年起加速投放。

图表 39：PERC 电池相对普通单晶电池超额利润明显



来源：PVinfo Link, 国金证券研究所

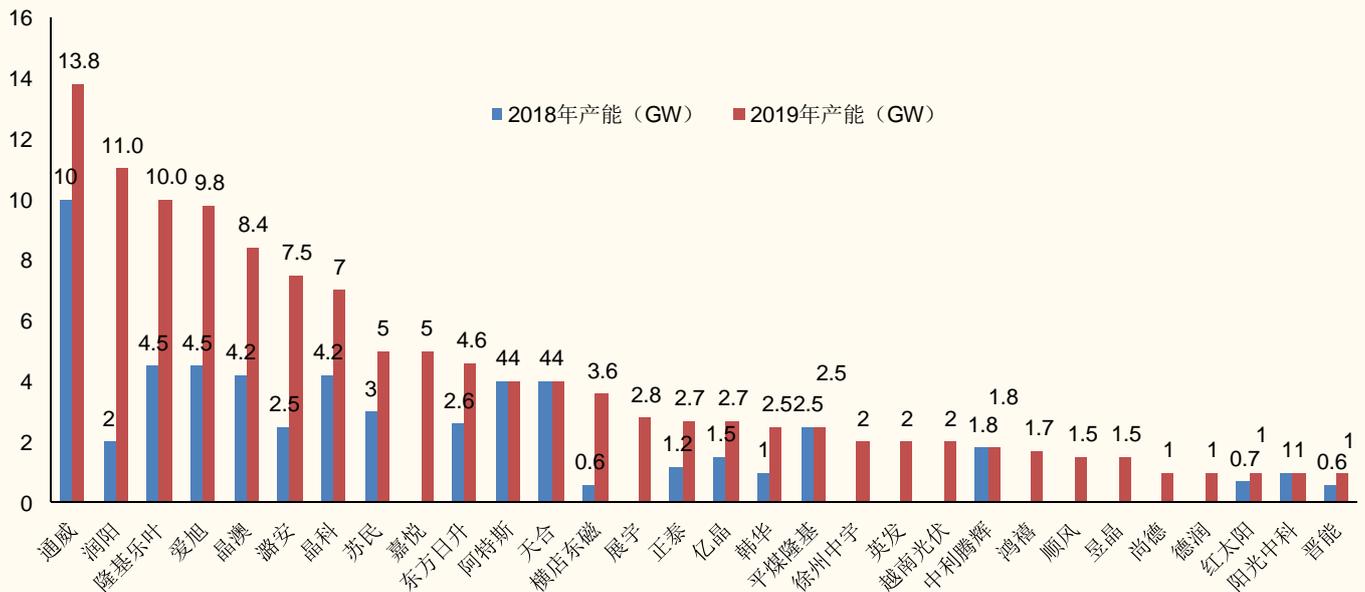
图表 40：2019 年 PERC 单晶电池产能有望达 110GW



来源：各公司公告, 国金证券研究所

- **2018-2020 年为 PERC 扩产高峰，预计扩产总规模超 100GW：**截止到 2018 年底，单晶 PERC 产能约为 67GW，根据目前国内主要龙电池厂商的扩产规划，2019 年的 PERC 产能有望超 110GW。电池片龙头扩产节奏：
 - 通威：成都的 3.8GW 已经开始动工，眉山的 3.8GW 还未动工，未来其总体规划到 30GW 的产能。
 - 润阳：计划 2020 年到 15GW，2021 年到 20GW。
 - 隆基乐业：宁夏+合肥+泰州合计达 10GW。
 - 爱旭：下半年到 9.8GW。
 - 晶澳：年初为 350MW/月的产能，年末达到 700MW/月。

图表 41：国内主要龙头电池片厂商的 PERC 扩产计划

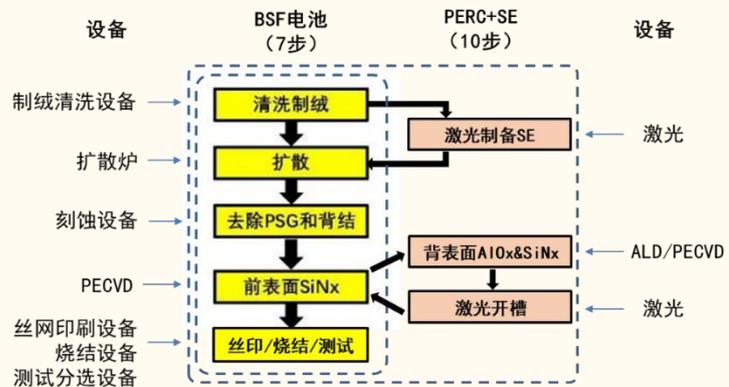


来源：光伏变迁见证者，国金证券研究所

(2) 工艺设备：增加 2-3 道，可实现 BSF 向 PERC+SE 的升级

- PERC 电池的工艺流程包括：沉积背面钝化层，然后开槽形成背面接触。相较常规光伏电池的工艺流程新增了两个重要工序，只需在传统电池产线增加钝化膜沉积设备（PECVD 设备或 ALD 设备）和激光开槽设备即可。

图表 42：BSF 电池与 PERC (+SE) 电池工艺流程对比



来源：公司官网，国金证券研究所

(3) 竞争格局：捷佳伟创为前道设备龙头，迈为股份为后道设备龙头

- 目前 PERC 生产线设备投资已降至 2 亿元/GW 左右。其中 PERC 产线前道设备以捷佳伟创为行业龙头；后道设备以迈为股份是市场龙头；激光 SE、激光开槽设备以帝尔激光为行业龙头。

图表 43: PERC 电池片各环节设备主要厂商及价值量占比

工艺环节	对应设备	主要厂商	龙头	价值占比
清洗制绒	制绒清洗设备	常州捷佳创、Schmid (德)、Rena (德) 等		
扩散	扩散炉	捷佳伟创、北方华创、Schmid (德)、48 所等		
去除 PSG 及背结	刻蚀机	捷佳伟创、北方华创、Schmid (德)、Rena (德)	捷佳伟创	60%~70%
前表面 SiNx 背表面 AlOx&SiNx	管式/板式 PECVD	捷佳伟创、Meyer Burger (瑞士)、北方华创、理想能源等		
丝网印刷	丝网印刷设备	迈为股份、科隆威、Baccini (美)、ASYS (德)、DEK (英) 等		
烧结	烧结炉	迈为股份、Baccini (美) 等	迈为股份	20%~30%
测试分选	分选机	迈为股份、罗博特科、三工光电等		
激光 SE+激光开槽	激光	帝尔激光、大族激光等	帝尔激光	5%+5%

来源: 国金证券研究所

3、后 PERC 时代, TOPCon 和 HJT 的路线之争

- TOPCon 技术是 PERC 电池片技术延伸, 属于第 2.5 代电池片。HJT 电池属于第 3 代技术路线。TOPCon 电池的转换效率要高于 P 型 PERC 单晶电池, 但是低于 HJT 电池效率, 属于中间产物。

(1) TOPCon 为过渡路线, 可从 PERC 电池片产线升级, 捷佳布局领先

- **TOPCon 技术原理为:** 在电池背面制备一层超薄的隧穿氧化层和一层高掺杂的多晶硅薄层, 二者共同形成了钝化接触结构。该结构为硅片背面提供了良好的表面钝化, 超薄氧化层可以使多子电子隧穿进入多晶硅层同时阻挡少子空穴复合, 进而电子在多晶硅层横向传输被金属收集, 从而极大地降低了金属接触复合电流, 提升了电池的开路电压和短路电流。
- **TOPCon 捷佳布局领先:** TOPCon 工艺技术的升级所需要的核心设备为 LPCVD, 目前国内龙头生产厂家为捷佳伟创, 公司有望充分受益于 TOPCon 扩产带来的订单增长。从 PERC 产线升级至 TOPCon 工艺, 需要增添的设备价值量约 1.5 亿/GW 左右。
- TOPCon 尽管进行了钝化接触, 但由于是同质结, 因此其 Voc 极限仍不高。HJT 对 TOPCon 属于降维打击, 优势明显。我们预计 2020 年~2022 年 TOPCon 有望迎来扩产高峰

图表 44: TOPCon 电池片优劣势及产能情况

TOPCon 特性	
优势	1. 工艺设备与常规 PERC 电池的兼容性较好; 2. 双面衰减率低; 3. TOPCon 效率相比 PERC 有一定提升
劣势	1. 工艺复杂, 步骤明显增加, 从清洗制绒到测试需 12~13 步; 2. 成本较高, 工艺成本和双面银浆带来的成本上升不可避免
产能情况	目前中来拥有 2GW 的 TOPCon 产能, 产线平均效率达 22.5%, 林洋拥有 400MW 试制产能, 天合、晶科均布局了中试线。

来源: 钧石能源, 国金证券研究所

(2) HJT 有望成为下一代主流电池片技术, 迈为布局领先

- **HJT 的技术原理为:** 以 N 型单晶硅(c-Si)为衬底光吸收区, 经过制绒清洗后, 其正面依次沉积厚度为 5-10nm 的本征非晶硅薄膜(i-a-Si:H)和掺杂的 P 型非晶硅(p-a-Si:H), 和硅衬底形成 p-n 异质结。硅片的背面又通过沉积厚度为 5-10nm 的 i-a-Si:H 和掺杂的 N 型非晶硅(n-a-Si:H)形成背表面场,

双面沉积的透明导电氧化物薄膜(TCO)不仅可以减少收集电流时的串联电阻,还能起到像晶硅电池上氮化硅层那样的减反作用。最后通过丝网印刷在两侧的顶层形成金属基电极。

图表 45: HJT 电池的相对优势

主要方面	HJT	常规单晶	常规多晶	PERC 单晶	N-pert
量产效率	24%	20.50%	18.70%	21.5-22%	21.70%
双面率	>95%	0	0	>60%	>80%
LID	0	1%/年	1%/年	1%/年	0
LETID	无	有	有	有	有
温度系数	-0.25%	-0.42%	-0.45%	-0.37%	-0.35%
工艺步骤	4	6	6	8	12
弱光响应	高	低	低	低	高

来源: 国金证券研究所

- 国内厂商对 HJT 技术不断探索: 2011~2014 年, 上澎、塞昂、国电等厂商进行了 HJT 量产的初步尝试; 2015~2018 年, 中智、晋能、汉能、钧时不断探索 HJT 效率和成本的边界; 2019 年, 汉能打破 HJT 效率世界纪录。

2019 年 10 月 10 日, REC 宣布其位于新加坡的 600MW 异质结电池与组件产线开始量产。此次新增 600MW 异质结电池组件产能, 将推升 REC 总组件产能至 1.8GW。该 600MW 异质结产线总投资 1.5 亿美元, 由 Meyer Buger 提供核心设备和技术方案, 生产出的 60 片电池组件的峰值功率达 380 瓦, 组件转化效率达 21.7%, 预计电池片转化效率超 24%。该生产线的投产有望大力推动 HJT 电池在全球范围内的量产化进程。

- HJT 有望进入 GW 级量产期: 目前全进口 HJT 产线成本约 10 亿元/GW, 通威与捷佳合作试生产线成本约为 7~8 亿元/GW, 迈为与通威合作产线的成本约为 6 亿元/GW。随着国产设备的成熟量产, HJT 产线成本有望实现快速下降。截至 2018 年底, 国内 HJT 光伏组件装机容量约 1GW, 2019 年有望达 3GW, 并于 2021-2023 年间扩大到 10GW 左右。

图表 46: 国内异质结电池产线量产情况

企业	投资 (亿元)	项目所在地	量产效率 (%)	现有产能	规划
1 晋能科技	14	山西晋中	23.85	100MW	规划 1GW, 设备采购中
2 通威股份	13	合肥、成都			规划 1GW, 一期建设 200MW
3 中智电力	20	江苏泰兴	23	160MW	规划 1.2GW, 目前 2 条产线轮调中
4 钧石	50	福建晋江	22.5	600MW	规划 5GW, 第一阶段预计产能 2GW
5 山煤国际/钧石		福建		10GW	
6 东方日升	33	浙江宁波	24	2.5GW 组件生产线	
7 汉能	39.15	四川成都	24.85	120MW	规划 600MW
8 国家电投		江西南昌		100MW	
9 爱康科技	106	浙江湖州			规划 5GW
10 彩虹集团	35	浙江嘉兴			规划 2GW
11 新日光			22	50MW	2017 年底扩张到 50MW
12 晋锐能源	125	福建			规划 5GW, 其中一期 2GW

来源: 各公司公告, 国金证券研究所

- HJT 生产线核心设备有望近期实现国产化: HJT 的 4 大工艺步骤“制绒清洗、非晶硅薄膜沉积、TCO 制备、电极制备”, 对应的设备分别为清洗制

绒设备、CVD 设备（PECVD 为主、HWCVD 较少）、PVD/RPD 设备、丝网印刷设备。

- 由于 HJT 单工艺步骤难度较大，HJT 设备投资额和价值量相较现有技术产线大幅增加，行业内若有公司能率先形成技术突破，其市占率有望得到快速提升。
- 目前迈为股份已向通威提供 250MW 整条 HJT 产线设备，捷佳伟创也有望在年底形成整条产线供应的能力。

图表 47：HJT 电池片各环节设备及价值量

工艺环节	对应设备	主要厂商	价值占比
清洗制绒	制绒设备	YAC、RENA、捷佳伟创	10%
非晶硅薄膜沉积	HWCVD	日本真空	45%
	PECVD	梅耶博格、Archers、INDEOtec、迈为股份、捷佳伟创	
TCO 制备	PVD	冯阿登纳、新格拉斯、日本真空、梅耶博格、钧石	25%-30%
	RPD	日本住友、捷佳伟创、台湾精耀	
丝网印刷	丝印设备	迈为股份、科隆威、捷佳伟创	15%-20%

来源：各公司官网，国金证券研究所

五、组件设备：关注叠瓦、半片等新型组件带来的设备需求

1、预计 2019 年底国内组件产能规模达 180GW

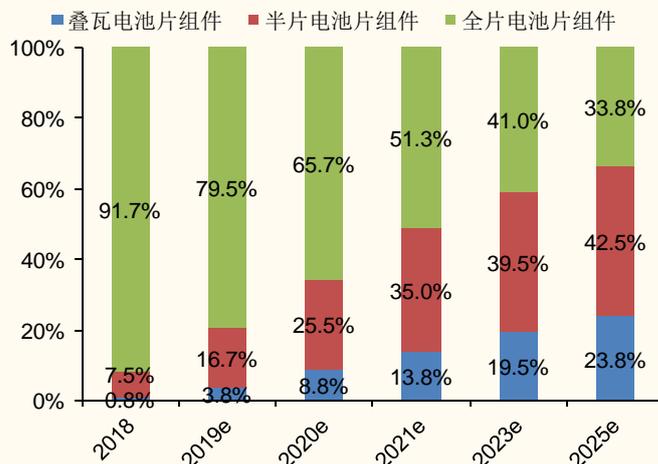
- 2018 年全国组件产量达到 85.7GW，同比增长 14.3%，以晶硅组件为主。组件产量超过 2GW 的企业有 11 家，其产量占总产量的 62.3%，集中度进一步提高。预计 2019 年组件产量将超过 90GW。

图表 48：预计 2019 年组件产量将超过 90GW



来源：国金证券研究所

图表 49：未来几年新型电池组件市场占比有望迅速提升



来源：中国光伏产业发展路线图，国金证券研究所

- 根据光伏变迁见证者的数据，2019 年国内光伏组件产能将达到 180GW，仅排在前 10 位组件产家产能就将超过 100GW。从全球其他地区组件产能来看，2019 年全球组件产能将达到 237GW。

图表 50：2019 年，国内组件产能将达到 180GW 左右

组件产家	2019 年底产能 (GW)	产能份额	组件产家	2019 年底产能 (GW)	产能份额
1 晶科	15	8.30%	21 浙江创盛	1.6	0.89%
2 天合	15	8.30%	22 江西泰明	1.6	0.89%
3 乐叶	14	7.74%	23 晋能	1.5	0.83%
4 东方日升	10.6	5.86%	24 昱辉阳光	1.5	0.83%
5 韩华	9.5	5.26%	25 亚玛顿	1.5	0.83%
6 晶澳太阳能	9.5	5.26%	26 大海新能源	1.2	0.66%
7 阿特斯	8.8	4.87%	27 日托	1.2	0.66%
8 尚德	6.5	3.60%	28 拓日	1	0.55%
9 协鑫集成	6	3.32%	29 江苏新能电力	1	0.55%
10 海泰	5.5	3.04%	30 中盛光电	1	0.55%
11 赛拉弗	5	2.77%	31 中电光伏	1	0.55%
12 中利腾辉	5	2.77%	32 通威	1	0.55%
13 正信	5	2.77%	33 横店东磁	1	0.55%
14 英利	4.2	2.32%	34 中节能	1	0.55%
15 亿晶光电	3.5	1.94%	35 中建材	1	0.55%
16 正泰	2.5	1.38%	36 国龙	1	0.55%
17 华君电力	2.3	1.24%	37 红太阳新能源	1	0.55%
18 锦州阳光	2.2	1.22%	38 嘉寓	1	0.55%
19 东方环晟	2	1.11%	39 永臻	1	0.55%
20 比亚迪	1.8	1.00%	40 其他	24.82	13.73%
			41 合计	180.77	100%

来源：光伏变迁见证者，国金证券研究所

- 2019年，全球组件产能将达到237GW左右，其中中国依旧占据最大份额。除中国外的较大产能地区有越南、马来西亚、韩国、印度、美国等。

图表 51：2019年，全球组件产能将达到237GW左右

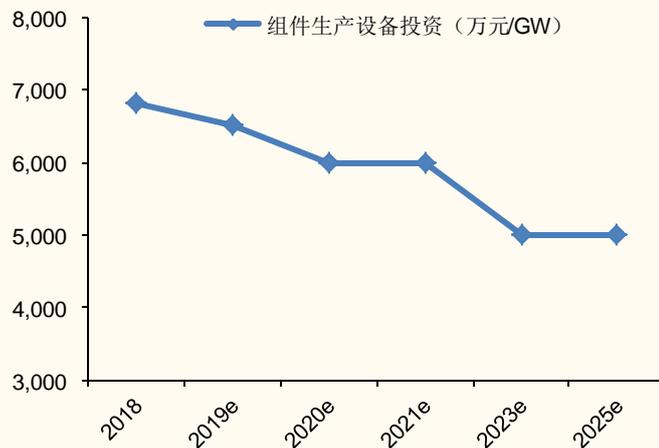
国家/地区	2019年底产能 (GW)	国家/地区	2019年底产能 (GW)	国家/地区	2019年底产能 (GW)
1 中国大陆	180.77	12 荷兰	0.15	23 南非	0.74
2 台湾	2.20	13 奥地利	1.00	24 加纳	0.03
3 日本	0.85	14 格鲁吉亚	0.50	25 摩洛哥	0.40
4 韩国	8.00	15 意大利	0.20	26 突尼斯	0.28
5 印度	7.00	16 俄罗斯	0.35	27 新加坡	1.80
6 土耳其	1.85	17 美国	5.14	28 越南	9.30
7 迪拜	0.40	18 加拿大	1.03	29 马来西亚	8.20
8 约旦	0.02	19 墨西哥	0.75	30 泰国	3.00
9 沙特	0.10	20 乌拉圭	0.07	31 印度尼西亚	0.03
10 吉尔吉斯斯坦	0.04	21 巴西	0.78	32 菲律宾	1.37
11 德国	0.75	22 埃及	0.06	33 斯里兰卡	0.20
				34 合计	237.34

来源：光伏变迁见证者，国金证券研究所

2、组件自动化生产线：市场空间约40亿元/年

- 组件自动化设备受益于组件产线的扩产，目前国内组件生产设备已经全部国产化。2018年国内组件生产线投资成本降至平均6800万元/GW。随着国产层压机、自动焊接机等设备性能不断提升，单位时间处理的组件块数也会快速增多；同时电池片转换效率不断提升，半片、叠片以及新型材料的使用，都可以使得组件生产线投资成本进一步降低。

图表 52：2019年组件生产设备投资成本有望达6500万元/GW左右



来源：中国光伏产业发展路线图，国金证券研究所

1) 组件扩产带来的新建需求：预计2020~2025年年均需求约10~12亿元

- 虽然组件厂商扩产有周期性，但根据下游需求来看，未来5年新增装机需求有望达20GW/年。以5000~6000万/GW的设备投资单价来测算，未来5年内新增组件设备市场空间约10~12亿元。

2) 存量产能的更新需求：预计2019-2021年年均需求约24~29亿元

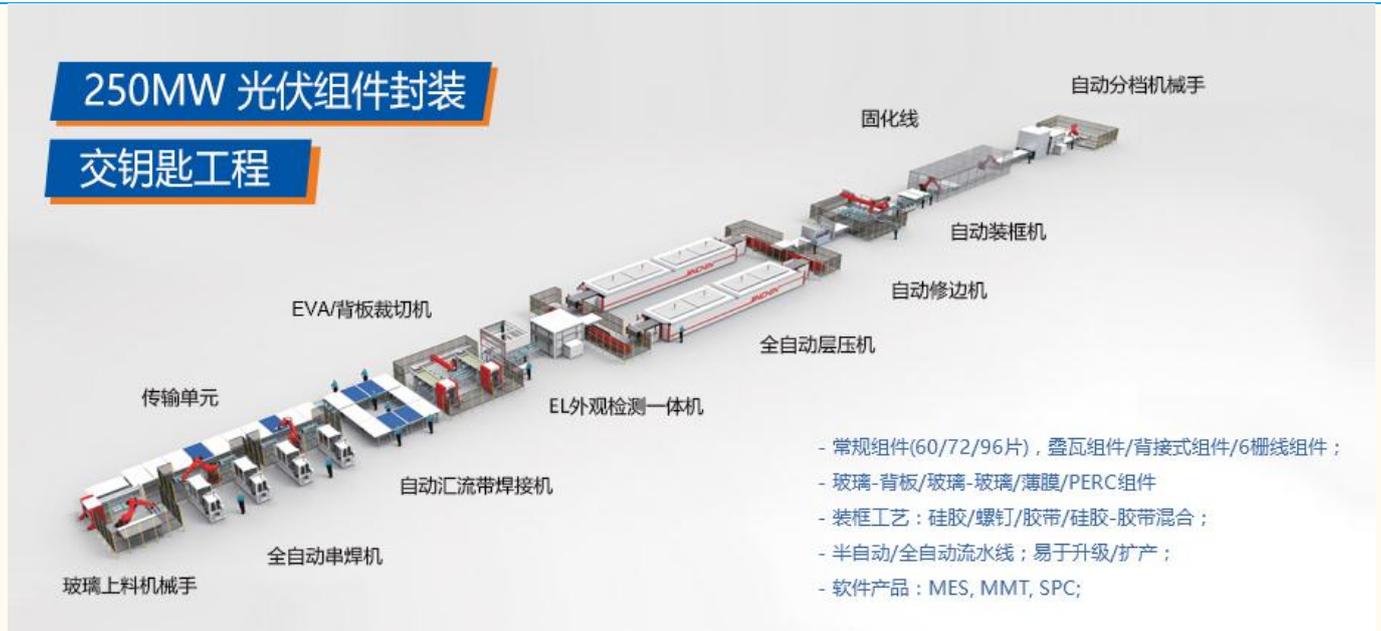
- 截至2019年底，全球组件存量产能约240GW：按目前的组件单价测算，存量组件的市场空间约120~144亿元。

- 伴随未来新型组件占比逐渐提升，将带来存量老旧组件产线的更新需求：2018年，全片电池片的组件仍占据市场绝大部分份额，但相比2017年下降了7个百分点至91.7%。按照中国光伏行业协会预计，由于半片或更小片的电池片组件功率封装损失更小，未来半片及更小尺寸电池片应用市场份额将大幅上升，叠瓦电池组件市占比也会逐渐增长，到2025年，全片电池组件市占率将低于50%。以光伏组件5年的生命周期来测算，平均的年均更新需求的市场空间约24~29亿元。

3、组件设备竞争格局：本质为自动化专用设备，竞争较为激烈

- 光伏组件自动化生产线核心设备有：玻璃上料机械手、串焊机、焊接机、EVA/背板裁切机、EL外观检测一体机、层压机、修边机、装框机、分档机械手等。目前龙头生产厂商均以光伏组件生产线交钥匙工程为主要业务形式。

图表 53：金辰股份 250MW 光伏组件生产线交钥匙工程



来源：金辰股份官网，国金证券研究所

- 竞争对手：国外主要厂家有瑞士的 Meyer Burger、德国的 Schmid 等；国内的成产厂家主要有金辰股份、苏州晟成（京山轻机子公司）、先导智能、羿珩科技（康跃科技子公司）、博硕光电等，均有提供光伏组件自动化生产线的能力。

图表 54：组件设备环节国内外主要生产厂家的对比

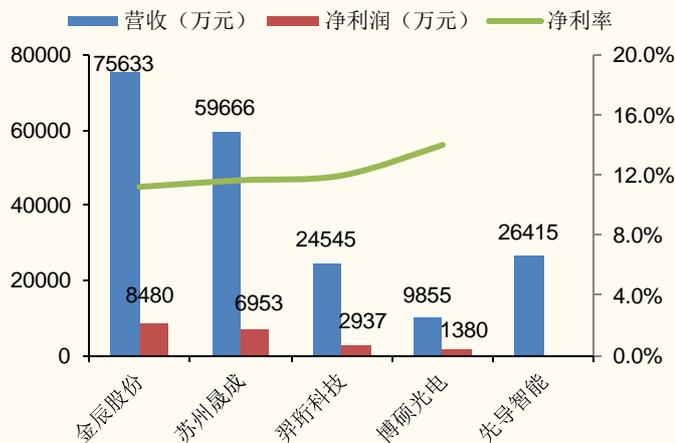
国外主要厂家	主营产品
瑞士 Meyer Burger	Meyer Burger 可为企业提供太阳能电池生产链（包括晶圆、电池片、电池组件及建筑一体化太阳能系统）上的全套解决方案与配套技术。公司在硅片生产设备和电池检测设备具有较强的优势。
德国 Kuka Systems	Kuka Systems 是全球知名的工业机器人供应商，也是柔性自动化生产解决方案及工程服务供应商。Kuka Systems 提供成套自动化生产线方案、自动化工作站和成套太阳能电池板自动化生产线，其核心实力体现在为客户的复杂生产工艺提供现场分析、模拟和优化处理。
德国 Schmid	Schmid 公司是德国光伏产业技术开发商与设备供应商，拥有硅材料、硅片，电池，组件和太阳能薄膜电池技术中心，在电池和组件技术领域具备较丰富的经验，其产品在欧洲市场上有较强的市场影响力。
国内主要厂家	主营产品
金辰股份	公司为国内光伏智能成套装备优势企业和工厂自动化解决方案提供商。产品主要为光伏组件自动化生产线、层压机、叠瓦机、激光划片机、串焊机、端焊机、EL 外观检查一体机等。

苏州晟成	产品主要为光伏组件自动化封装线、光伏组件全自动耐压绝缘测试机、铝边框自动涂胶机及其他光伏组件生产和检验设备。
先导智能	主要产品为自动化制绒/刻蚀清洗上/下料机、自动化扩散上/下料机、自动化管式 PECVD 上/下料机、电池片自动串焊机、组件自动流水线及光伏电池整线解决方案等。
羿珩科技	主要从事层压机、叠焊机光伏设备、激光装备、高铁和环保等智能成套装备的研发、生产和销售。
宏瑞达	产品主要包括自动线、装框机、光伏自动化设备、太阳能电池板检测设备、环境试验设备、恒温恒湿试验机等，是瑞士 Pasan 公司太阳能光伏自动化设备产品检测设备中国区总代理。
博硕光电	产品主要有层压机、装框机、测试仪等系列光伏产品。

来源：各公司公告，国金证券研究所

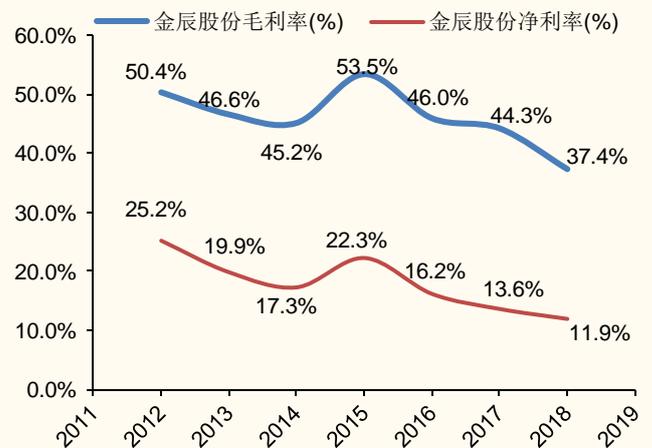
- **组件设备行业盈利水平较低**：2018 年组件设备产业链主流公司收入体量在 1~6 亿元，毛利率约 3~4 成，净利率水平在 10%~15%。
 - 金辰股份 2018 年光伏组件自动化生产线收入 6 亿元（80%总营收占比），公司净利润 8500 万元。2015-2018 年营收/净利润 CAGR 分别达 37%/10%。
 - 苏州晟成光伏设备自动化业务收入 6 亿元，净利润 7000 万元。2015-2018 年营收/净利润 CAGR 分别为 46%/25%。
 - 先导智能 2018 年光伏自动化设备收入 2.64 亿元。
 - 羿珩科技 2018 年收入 2.45 亿元，净利润 2937 万元。
 - 博硕光电 2018 年收入 9855 万元，净利润 1380 万元。

图表 55：光伏组件龙头的营收、净利润、净利率情况



来源：wind，国金证券研究所

图表 56：龙头公司近年毛利率/净利率呈下滑趋势

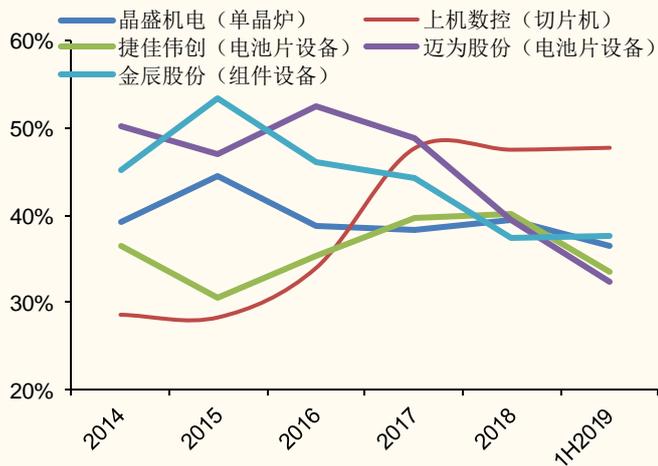


来源：wind，国金证券研究所

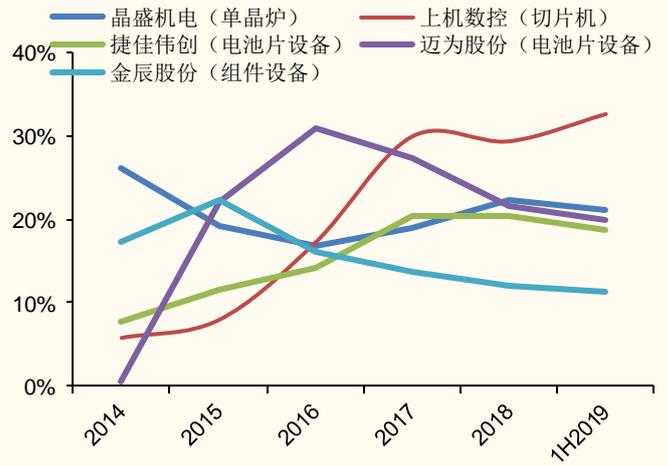
六、重点公司推荐

- 从光伏设备行业各环节重点上市公司盈利角度看，毛利率方面，单晶炉、电池片设备、组件设备均在 30%-40%，切片机毛利率较高，达到近 50%。净利率方面，切片机可达 30%左右，单晶炉和电池片设备净利率在 20%左右，组件设备最低，略高于 10%。
- 重点推荐细分环节市场空间大、竞争格局好的上市公司：晶盛机电（单晶炉）、上机数控（切片机）、捷佳伟创和迈为股份（电池片设备）。

图表 57：光伏各环节设备公司毛利率情况



图表 58：光伏各环节设备公司净利率情况



来源：wind，国金证券研究所

来源：wind，国金证券研究所

图表 59：光伏设备行业各环节重点上市公司盈利及估值

环节	上市公司	股价(元)	EPS (元)					PE (倍)				
			2017	2018	2019E	2020E	2021E	2017	2018	2019E	2020E	2021E
硅料	双良节能	3.16	0.06	0.15	0.17	0.21	0.25	68	22	18	15	12
单晶/多晶硅棒	晶盛机电*	14.71	0.39	0.45	0.52	0.70	0.86	53	22	28	21	17
	京运通	2.81	0.20	0.23	--	--	--	28	14	--	--	--
硅片	上机数控	26.56	2.00	1.59	1.34	2.28	2.87	--	31	18	10	8
电池片	捷佳伟创*	31.01	1.06	0.96	1.27	1.74	2.24	--	30	24	18	14
	迈为股份*	130.92	3.36	3.29	4.61	6.63	9.06	--	36	28	20	14
	帝尔激光	129.41	1.35	3.39	4.31	5.79	7.43	--	--	30	22	17
组件	金辰股份	16.79	1.01	1.12	0.88	1.08	1.32	41	24	19	15	13
	京山轻机	6.1	0.32	0.27	--	--	--	39	29	--	--	--
	康跃科技	5.71	0.35	0.44	--	--	--	37	22	--	--	--
	先导智能	34.29	1.22	0.84	1.12	1.5	1.92	47	34	31	23	18
行业平均							45	26	25	18	14	

来源：wind，国金证券研究所（股价更新至 2019.11.16，晶盛/捷佳/迈为为国金估值；其余公司估值为 wind 一致性预期）

1、晶盛机电：受益光伏单晶硅新势力扩产、半导体硅片设备国产化

- **单晶硅生长设备龙头，受益下游光伏单晶硅大扩产、半导体硅片设备国产化：**国内单晶炉龙头，用于光伏、半导体集成电路行业。2015-2018年，公司收入、净利润复合增速达62%、77%，主要受益于单晶硅快速发展。2019年前三季度营收20.07亿元，同比增长6.23%；归母净利润4.72亿元，同比增长5.85%。

图表 60：2019 年前三季度公司营收同比增长 6.23%



图表 61：2019 年前三季度公司净利润同比增长 5.83%



来源：wind，国金证券研究所

来源：wind，国金证券研究所

- **2019-2021 年单晶炉市场需求 120 亿元，公司单晶炉复合增速约 23%：**建立单晶扩产模型，分别在乐观/中性/悲观情景下对单晶炉需求进行测算，未来 3 年单晶炉市场空间达 120 亿元。公司可以获得除隆基外绝大部分订单。我们预计未来 3 年公司光伏设备累计订单量达 70 亿，单晶炉业务收入复合增速有望达 23%。
- 截止 2019 年 11 月份，公司已公告晶科能源、上机数控的大额订单合同，以及中标中环协鑫五期第一批设备采购项目，合计已超 32 亿元。

图表 62：截至 2019 年 11 月，公司披露的签署重大订单已超 32 亿元

合同签署时间	客户	合同标的	合同总金额 (万元)	合同交货时间
2019.3			29413	
2019.4	晶科能源	单晶炉及配套设备	27260	按月分批交货，2019 年 12 月 31 日前完成全部设备交付
2019.5			8700	
2019.7			59450	
2019.5	上机数控	全自动单晶炉	11808	按月分批交货，2019 年 12 月 20 日完成全部设备交付
2019.6			43577.6	
2019.11 中标	中环协鑫五期	全自动晶体生长炉	120960	
		单晶硅棒切磨加工一体线装置	19800	
		单晶硅棒截断机	1710	
2019 年合计			322679	

来源：公司公告，国金证券研究所

- **绑定中环股份，半导体设备订单获重大进展，未来有望获得更大突破：**公司于 2017 年 10 月参与组建中环“集成电路用大硅片生产与制造项目”。2018 年公司新签半导体设备订单超过 5 亿元。我们测算中环领先一期 8 英寸硅片二次招标的设备订单额达 7~8 亿元，后续订单有望持续。公司半导

体领域的全自动硅片抛光机、双面研磨机等新产品也加速推向市场。公司未来有望成长为半导体硅片设备龙头。

- 预计晶盛 2019-2021 年净利润 6.7/9.0/11 亿元，同比增长 15%/35%/22%，EPS 为 0.52/0.70/0.86 元，对应 PE 为 27/20/16 倍。给予公司 2020 年 24 倍 PE 估值，6-12 月目标价 16.8 元。维持“买入”评级。

2、上机数控：光伏切片机全球龙头，拓展上游单晶硅业务，成长空间大

- 公司主营光伏金刚线切片机，用于光伏上游硅片切片环节；公司金刚线切片机在中国市场市占率为 45%。公司 2016-2018 年获得了跨越式发展。

图表 63：2019 年前三季度公司营收同比下滑 19%



来源：wind，国金证券研究所

图表 64：2019 年前三季度公司净利润同比下滑 12%



来源：wind，国金证券研究所

- 公司 5 月公告在包头建年产 5GW 单晶硅拉晶项目，拟投资 30 亿元，今年 12 月起分批投产；预计达产后可实现年均收入 27 亿元、净利润 2.8 亿元。单晶硅市场格局为隆基、中环双寡头垄断，两家占据 70% 以上市场份额。我们判断下游光伏电池片及组件厂商存在培育扶持新的单晶硅供应商的意愿。上机数控 2004 年开始涉足光伏硅片产业链，具有丰富的光伏行业经验。公司包头新建产能的生产效率有望赶超竞争对手的已有产能。
- 公司 9 月 16 日发布公告：拟发行可转换公司债券，募集资金总额不超过 6.47 亿元，为期 6 年，扣除发行费用后，募集资金用于“5GW 单晶硅拉晶生产项目（二期）”。
- 进度上看，公司于 2019 年 5-8 月，分别向晶盛机电、京运通采购单晶炉设备 5.5 亿元、4.4 亿元。我们分析：根据公司包头项目可行性报告，项目总投资 30.2 亿元，其中设备投资约 14.2 亿元。若按照单晶炉在设备投资中的占比 70% 左右测算，公司近期两次采购单晶炉合同已基本满足包头项目（5GW 单晶）需求，从采购设备时间点看，包头项目的进度有望超预期。
- 若单晶硅项目顺利，预计 2019-2021 年净利润为 2.4/4.0/5.0 亿元，同比增长 17.4%/70.5%/25.6%，对应 PE 为 21/12/10 倍。按分部估值，给予公司 6-12 月目标价 40.71 元，维持“买入”评级。

3、捷佳伟创：光伏电池片设备龙头，受益新型高效电池产能扩张

- 光伏电池片设备龙头，受益新型高效电池产能扩张：公司主营光伏制绒设备、扩散炉、抛光设备、淀积炉、自动化设备、丝印设备等六大系列，产品市占率超 50%。2015-2018 年营收/净利润复合增速达 62%/77%。
- 公司业绩高增长受益于 PERC 电池扩产。公司主营工艺设备价值量占 PERC 产线的 60%-70%。

图表 65: 2019 年前三季度公司营收同比增长 64%



来源: wind, 国金证券研究所

图表 66: 2019 年前三季度公司净利润同比增长 30%



来源: wind, 国金证券研究所

- 后 PERC 时代, TOPCon 和 HJT 工艺路线公司均有布局: TOPCon 产线方面, 公司的 LPCVD 设备优势明显, 有望获得绝大部分市场份额。HJT 产线方面, 公司与通威合作, 年底前有望推出国产的产线。
- 我们预计 2019-2022 年 PERC 扩产近 80GW, 对应市场空间达 170 亿元。预计 2020-2023 年 TOPCon 升级近 80GW, 对应市场空间达 70 亿元以上。2020 年有望成为 HJT 量产元年, 预计成本的快速下降可带来 HJT 产能的迅速扩张。公司 2018 年新接订单 28 亿元, 我们预计 2019 年可达 48 亿元左右, 实现高速增长; 2020-2023 年年均新接订单可达 50 亿元左右。

图表 67: PERC、TOPCon、HJT 新型电池片扩产及公司新增设备订单测算

	2017	2018	2019E	2020 E	2021 E	2022 E	2023 E	2024 E	2025 E
① PERC 产能 (GW)	35	67	110	135	145	145	145	145	145
② ΔPERC (GW) (②=① _t -① _{t-1})	20	32	43	25	10	0	-	-	-
③ 单位 PERC 设备投资 (亿元/GW)	3.5	2.5	2.3	2.1	2.0	1.8	1.5	1.5	1.5
④ ΔPERC 设备总投资 (亿元) (④=②×③)	70	80	99	53	20	0	-	-	-
⑤ TOPCon 产能 (GW)	-	-	-	16	40	70	80	-	-
⑥ ΔTOPCon (GW) (⑥=⑤ _t -⑤ _{t-1})	-	-	-	16	24	30	10	-	-
⑦ 单位 TOPCon 设备投资 (亿元/GW)	-	-	-	1.2	1.0	0.8	0.6	-	-
⑧ ΔTOPCon 设备总投资 (亿元) (⑧=⑥×⑦)	-	-	-	19	24	24	6	-	-
⑨ HJT 产能 (GW)	-	1	3	6	15	35	75	120	150
⑩ ΔHJT (GW) (⑩=⑨ _t -⑨ _{t-1})	-	1	2	3	9	20	40	45	30
⑪ 单位 HJT 设备投资 (亿元/GW)	-	12	9	7	5.5	4.5	4	3.5	3
⑫ ΔHJT 设备总投资 (亿元) (⑫=⑩×⑪)	-	12	18	21	50	90	160	158	90
⑬ 捷佳主营设备占 PERC 设备价值占比	70%	70%	70%	70%	70%	-	-	-	-
⑭ 捷佳伟创 PERC 工艺设备市占率	45%	50%	70%	70%	70%	-	-	-	-
⑮ 公司 PERC 设备订单量 (亿元) (⑮=④×⑬×⑭)	22.1	28.0	48.5	25.7	9.8	-	-	-	-
⑯ 公司 TOPCon 设备市占率	-	-	-	80%	80%	80%	80%	-	-
⑰ 公司 TOPCon 设备订单量 (亿元) (⑰=⑧×⑯)	-	-	-	15.4	19.2	19.2	4.8	-	-
⑱ 公司 HJT 设备市占率	-	-	-	25%	33%	33%	33%	33%	33%
⑲ 公司 HJT 设备订单量 (亿元) (⑲=⑫×⑱)	-	-	-	5.3	16.3	29.7	52.8	52.0	29.7
⑳ 公司新接订单总量 (亿元) (⑲+⑰+⑲)	22	28	48	46	45	49	58	52	30

21 公司新接订单增速 (%) 27% 73% -4% -2% 8% 18% -10% -43%

来源：国金证券研究所

- 预计 2019-2021 净利润 4.05、5.57、7.16 亿元，同比增长 32.4%、37.5%、28.5%，对应 PE 为 27、19、15 倍。首次覆盖，给予公司 2020 年 22 倍估值，对应 123 亿市值。6-12 月目标价 38.3 元，“增持”评级。

4、迈为股份：光伏丝网印刷设备龙头，向平台型公司进化

- **光伏丝网印刷设备龙头**：公司主营光伏电池丝网印刷生产线成套设备，用于电池片制造后道工序中。目前公司丝网印刷生产线成套设备产品在国内增量市场的份额已经超过 70%，跃居首位。公司业绩持续高增长受益于 PERC 电池扩产，以及丝网印刷产品市占率的提升。

图表 68：2019 年前三季度公司营收同比增长 76%



来源：wind，国金证券研究所

图表 69：2019 年前三季度公司净利润同比增长 30%



来源：wind，国金证券研究所

- **公司 HJT 技术布局领先**。截至 2018 年底，国内 HJT 光伏组件装机容量约 1GW，2019 年有望达 3GW，并于 2021-2023 年间扩大到 10GW 左右。目前迈为与通威合作 250MW 的 HJT 产线已接近量产，其中的核心设备 PECVD、丝网印刷设备以及自动化系统，公司均可自制，其价值量占整条线的 70%。
- **产品研发能力卓越，向平台型高端装备公司进军**。依托领先的研发能力，逐步向 OLED 设备、锂电设备等领域外延。2018 年公司激光切割设备中标维信诺固安 AMOLED 面板生产线激光项目。公司此次直接切入 AMOLED 制造中端环节，具有重大意义，表明公司的技术得到下游认可。未来布局的激光修复、激光剥离等设备有望继续取得突破。
- 公司招股说明书披露 2015-2018 年上半年公司新签订单分别为 2.1、7.7、13、12 亿元，公司新接订单高增长直接受益于 PERC 扩产。根据我们模型测算，公司在 2019-2022 年新接订单有望达 28、25、29、40 亿元，实现较快增长。

图表 70：新增订单由 PERC 设备、HJT 设备以及外延方向设备订单构成

	2017	2018	2019E	2020E	2021E	2022E
① PERC 产能 (GW)	35	67	110	135	145	145
② ΔPERC (GW) (②=①-① _{t-1})	20	32	43	25	10	0
③ 单位 PERC 设备投资 (亿元/GW)	3.5	2.5	2.3	2.1	2.0	1.8
④ ΔPERC 设备总投资 (亿元) (④=②×③)	70	80	99	53	20	-
⑤ HJT 产能 (GW)	-	1	3	6	15	35
⑥ ΔHJT (GW) (⑥=⑤-⑤ _{t-1})	-	1	2	3	9	20

⑦	单位 HJT 设备投资 (亿元/GW)	-	12	9	7	5.5	4.5
⑧	△HJT 设备总投资 (亿元) (⑧=⑥×⑦)	-	12	18	21	50	90
⑨	公司主营后道设备占 PERC 设备价值量占比	25%	28%	30%	30%	30%	
⑩	公司 PERC 工艺后道设备市占率	74%	80%	85%	85%	85%	-
⑪	公司 PERC 设备订单量 (亿元) (⑪=④×⑨×⑩)	13.0	17.9	25.2	13.4	5.1	-
⑫	公司 HJT 设备市占率	-	-	5%	25%	30%	32%
⑬	公司 HJT 设备订单量 (亿元) (⑬=⑧×⑫)	-	-	0.9	5.3	14.9	28.8
⑭	公司 OLED 激光设备订单量 (亿元)	-	-	0.5	3.0	5.0	6.0
⑮	公司锂电、光伏组件设备订单量 (亿元)	-	-	1.0	3.0	4.0	5.0
⑯	公司新接订单总量 (亿元) (⑯=⑪+⑬+⑭+⑮)	13	18	28	25	29	40
⑰	公司新接订单增速 (%)	-	38%	54%	-11%	18%	37%

来源：国金证券研究所

- 我们预计公司 2019-2021 年营收 13.9/19.7/26.8 亿元，同比增长 76%/42%/36%，净利润 2.40/3.45/4.71 亿元，同比增长 40%/44%/37%，对应 PE 为 29/20/15 倍。给予公司 2020 年 26 倍估值，对应 90 亿市值。6-12 月目标价 172 元，给予“买入”评级。

特别声明:

国金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。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”(以下简称“国金证券”)所有,未经事先书面授权,任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发,或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发,需注明出处为“国金证券股份有限公司”,且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料,但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证,对由于该等问题产生的一切责任,国金证券不作出任何担保。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断,在不作事先通知的情况下,可能会随时调整。

本报告中的信息、意见等均仅供参考,不作为或被视为出售及购买证券或其他投资标的邀请或要约。客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突,而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品,使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员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。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议,国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保,在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下,国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易,并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法,故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致,且收件人亦不会因为收到本报告而成为国金证券的客户。

根据《证券期货投资者适当性管理办法》,本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于C3级(含C3级)的投资者使用;非国金证券C3级以上(含C3级)的投资者擅自使用国金证券研究报告进行投资,遭受任何损失,国金证券不承担相关法律责任。

此报告仅限于中国大陆使用。

上海

电话: 021-60753903

传真: 021-61038200

邮箱: researchsh@gjzq.com.cn

邮编: 201204

地址: 上海浦东新区芳甸路1088号

紫竹国际大厦7楼

北京

电话: 010-66216979

传真: 010-66216793

邮箱: researchbj@gjzq.com.cn

邮编: 100053

地址: 中国北京西城区长椿街3号4层

深圳

电话: 0755-83831378

传真: 0755-83830558

邮箱: researchsz@gjzq.com.cn

邮编: 518000

地址: 中国深圳福田区深南大道4001号

时代金融中心7GH