

技术变革正当时，光伏设备前景可期

——光伏设备专题研究

投资要点

➤ 受益技术迭代与装机规模提升，光伏设备需求高景气

碳中和背景下，随着光伏技术的进步以及度电成本的大幅下降，叠加能源结构转型的需求，我们预计2023年全球新增光伏装机376.4GW，同比增长40.5%，预计2025年全球光伏新增装机631.4GW，2023-2025年年均复合增速33.1%。在产业链降本增效的驱动下，光伏技术快速迭代，随着全球光伏装机规模持续提升，光伏设备需求高景气。我们预计2025年硅料设备/硅片设备/电池片设备/组件设备投资额分别为340.0亿元/460.0亿元/619.0亿元/339.2亿元。2023-2025年年均复合增速分别为14.3%/8.3%/18.0%/25.7%。

➤ 光伏技术快速迭代，技术升级驱动设备更新换代

受益于前几年的扶持政策，光伏需求旺盛，中国光伏厂商不断扩大产能、规模效应明显。同时，伴随新进入者涌入，竞争开始激烈。光伏厂商必须持续开展降本增效研究，提高市场竞争力。光伏硅料、硅片、电池片和组件四大环节的技术路线均朝着高转换效率和低成本方向迭代升级。光伏技术的快速迭代引发了光伏设备的持续升级，涵盖了太阳能电池板、逆变器、材料科技等方面。

➤ 技术变革正当时，把握核心生产设备增量机会

光伏正处于从P型向N型转换的大技术变革环节，短期TOPCon是承接PERC的扩产主力；中期随着HJT、BC电池成本降低，有望持续放量；长期钙钛矿等电池技术研究有望持续取得突破。技术变革过程中，建议把握各个环节核心生产设备的增量投资机会。

➤ 投资建议

在产业链降本增效的驱动下，光伏技术快速迭代，随着全球光伏装机规模持续提升，光伏设备需求高景气。建议关注具备结构性成长机会的细分环节设备龙头：捷佳伟创，奥特维，晶盛机电，迈为股份。

➤ 风险提示

光伏新增装机不及预期的风险；新技术产业化推进不及预期的风险；行业产能过剩的风险。

投资评级：看好

分析师：吴起涛

执业登记编号：A0190523020001

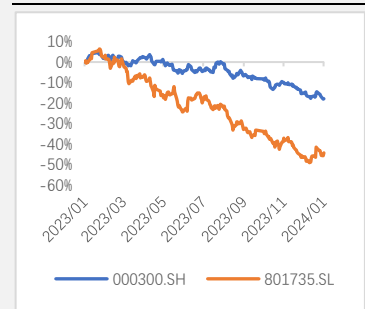
wuqidi@yd.com.cn

研究助理：陈恒发

执业登记编号：A0190123040006

chenhengfa@yd.com.cn

光伏设备指数与沪深300指数走势对比



资料来源：同花顺 iFinD，源达信息证券研究所

目录

| | |
|---------------------------|----|
| 一、工艺技术迭代&装机规模提升驱动光伏设备快速发展 | 4 |
| 1.光伏设备位于光伏产业链中游 | 4 |
| 2.光伏技术快速迭代，技术升级驱动设备更新换代 | 5 |
| 3.受益技术迭代与装机规模提升，光伏设备需求高景气 | 8 |
| 二、技术变革正当时，把握核心生产设备增量机会 | 9 |
| 1.硅料设备：多晶硅还原炉为主工艺核心生产设备 | 9 |
| 2.硅片设备：单晶炉和切片机价值量占比高 | 10 |
| 3.电池片设备：新技术带来设备新增量 | 12 |
| 4.组件设备：串焊机和层压机为核心设备 | 15 |
| 三、投资建议 | 18 |
| 1.捷佳伟创 | 18 |
| 2.奥特维 | 18 |
| 3.晶盛机电 | 19 |
| 4.迈为股份 | 20 |
| 五、风险提示 | 21 |

图表目录

| | |
|---------------------------|----|
| 图 1：光伏产业链示意图 | 4 |
| 图 2：单晶渗透率快速提升 | 5 |
| 图 3：大尺寸渗透率快速提升 | 6 |
| 图 4：晶硅技术发展趋势 | 7 |
| 图 5：光伏组件封装技术发展趋势 | 7 |
| 图 6：改良西门子法工艺图 | 9 |
| 图 7：多晶硅还原炉反应器内部结构图 | 10 |
| 图 8：多晶硅还原炉反应器外部结构图 | 10 |
| 图 9：硅料到硅片工序图 | 10 |
| 图 10：单晶炉内部结构图 | 11 |
| 图 11：单晶炉外部结构图 | 11 |
| 图 12：金刚线切片机 | 12 |
| 图 13：金刚线的微观结构示意图 | 12 |
| 图 14：TOPCon 较 PERC 电池存在溢价 | 12 |
| 图 15：PERC 和 TOPCon 生产流程 | 13 |
| 图 16：HJT 电池生产工艺图 | 14 |
| 图 17：HJT 降本六大方向 | 14 |
| 图 18：HJT 电池成本构成 | 14 |

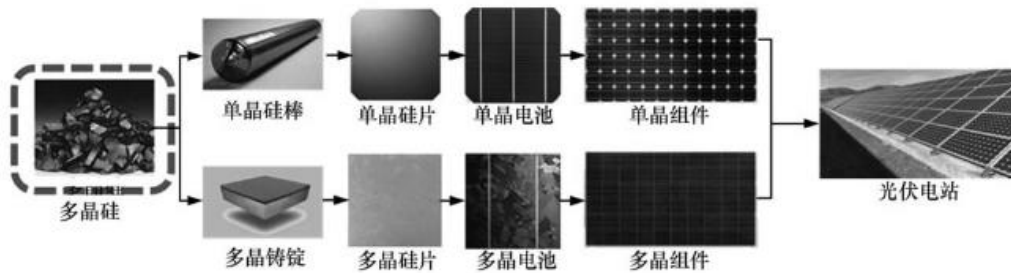
| | |
|---------------------------------------|----|
| 图 19: TBC 电池结构..... | 15 |
| 图 20: HBC 电池结构 | 15 |
| 图 21: BC 电池的一种生产工艺..... | 15 |
| 图 22: 串焊机示意图 | 17 |
| 图 23: 层压机示意图 | 17 |
| 图 24: 2019-2023 年前三季度捷佳伟创营业收入情况..... | 18 |
| 图 25: 2019-2023 年前三季度捷佳伟创归母净利润情况..... | 18 |
| 图 26: 2019-2023 年前三季度奥特维营业收入情况 | 19 |
| 图 27: 2019-2023 年前三季度奥特维归母净利润情况..... | 19 |
| 图 28: 2019-2023 年前三季度晶盛机电营业收入情况..... | 20 |
| 图 29: 2019-2023 年前三季度晶盛机电归母净利润情况..... | 20 |
| 图 30: 2019-2023 年前三季度迈为股份营业收入情况..... | 20 |
| 图 31: 2019-2023 年前三季度迈为股份归母净利润情况..... | 20 |
| | |
| 表 1: 光伏产业链主要生产设备概况..... | 4 |
| 表 2: 不同电池片技术对比 | 6 |
| 表 3: 2023-2025 年光伏设备市场空间 | 8 |
| 表 4: 从硅料到硅片环节设备价值量占比..... | 10 |
| 表 5: 光伏组件生产步骤 | 16 |

一、工艺技术迭代&装机规模提升驱动光伏设备快速发展

1. 光伏设备位于光伏产业链中游

光伏设备位于光伏产业链中游。光伏产业链主要包括上游硅料环节、中游硅片、电池片、组件制造环节以及下游集中式、分布式电站，其中光伏设备位于光伏产业链中游。

图 1：光伏产业链示意图



资料来源：《当代多晶硅产业发展概论》，源达信息证券研究所

光伏制造设备是用于生产太阳能电池和太阳能电池组件的设备。这些设备涵盖了从原材料处理到最终产品组装的整个生产过程，通常包含多晶硅料生产设备、硅片制造设备、光伏电池片制造设备、以及光伏组件制造设备。

表 1：光伏产业链主要生产设备概况

| 设备类型 | 设备种类 | 单位投资额 | 主要厂商 |
|----------|--------------------------------------|--|-------------------------------|
| 多晶硅料生产设备 | 多晶硅还原炉、冷氢化设施 | 0.6-0.7 亿/千吨，一万吨硅料对应约 3.5GW 组件产出 | 双良节能、东方电热、森松控股、开原化工 |
| 硅片生产设备 | 开方机、切片机、检验测试设备、抛光研磨设备、清洗设备、自动分拣设备等 | 硅片设备单 GW 投资约 1.5-2 亿/GW，其中单晶炉价值量占比约 65%-70%，切片机占比约 15% | 晶盛机电、金博股份、欧晶科技、高测股份、宇晶股份、美畅股份 |
| 电池片生产设备 | 制绒机、清洗机、扩散炉、背钝化设 PECVD、烧结丝网印刷机、检测设备、 | PERC 设备单 GW 投资额约 1.3-1.5 亿元，TOPCon 设备单 GW 投资额约 1.5-1.8 亿元，HJT 单 GW 投资额约 3.5-4 亿元左右，BC 设备投资额约 3-4 亿元/GW | 捷佳伟创、北方华创、苏州聚晶、迈为股份、金辰股份 |

激光开槽机、离子注入机

| | | | |
|----------|---------------------------|--------------|--------------------|
| 晶硅组件生产设备 | 层压机、自动焊接机、切割划线设备、组框组角机、其他 | 0.6-0.7 亿/GW | 奥特维、金辰股份、先导智能、京山轻机 |
|----------|---------------------------|--------------|--------------------|

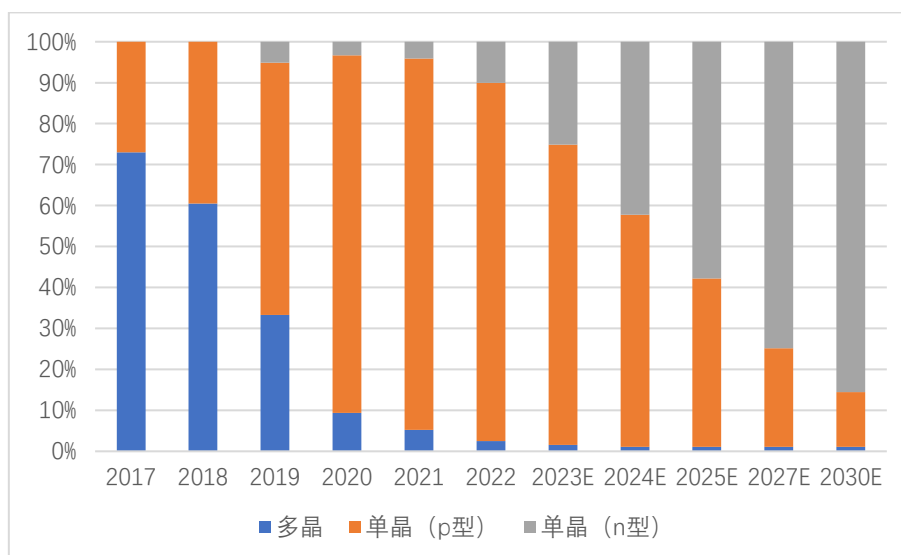
资料来源：CPIA，源达信息证券研究所

2. 光伏技术快速迭代，技术升级驱动设备更新换代

降本增效驱动光伏技术快速迭代，技术迭代带来设备持续升级。光伏技术的快速迭代引发了光伏设备的持续升级，涵盖了太阳能电池板、逆变器、材料科技等方面。通过成本降低和性能提升，光伏技术得以更广泛地应用于能源行业，助力可再生能源实现更可持续的发展。

多维度看单晶均具备优势，助力单晶占领市场。目前光伏行业主要分单晶和多晶两种晶硅技术路线。从材料性能来看，单晶的电池转换效率要高于多晶的电池转换效率，多晶的量产转换效率一般在 18%-20%，而单晶的量产转换效率一般不低于 20%，部分公司（隆基绿能、晶澳科技等）的产品已经超过 24%的量产转换效率。从成本的角度来看，单晶的切片成本和电池成本均低于多晶，综合成本单晶表现更好，因此目前市场以单晶为主。

图 2：单晶渗透率快速提升

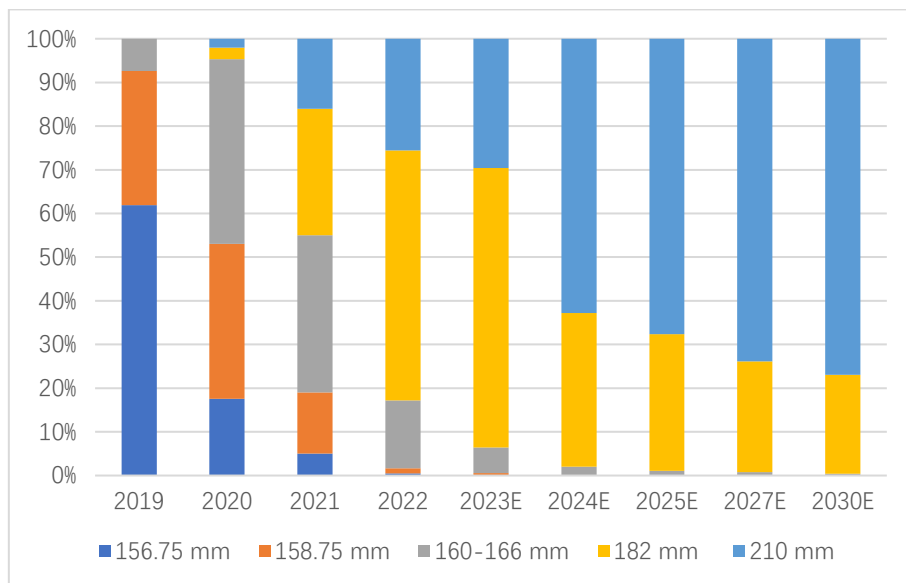


资料来源：CPIA，源达信息证券研究所

大尺寸硅片可有效摊薄单瓦非硅成本，硅片大尺寸趋势不可逆。2015 年前行业里硅片各种尺寸满天飞，2015 年隆基与中环联手定制边长 156.75mm 的 M1、M2 硅片，边距 156.75mm 逐渐成为单晶硅片的主流尺寸，2018 年，业内主流的单晶硅片全部采用 M2 标

准，市占率高达 85%。2019 年 M6（边距 166mm）、G12（边距 210mm）相继推出，2021 年 182mm 和 210mm 尺寸占比增长至 45%，未来其占比仍将快速扩大。

图 3：大尺寸渗透率快速提升



资料来源：CPIA，源达信息证券研究所

电池片技术百花齐放，朝高转换效率和低成本升级。现有的电池片技术主要有 P-Perc、N-Topcon、HJT、IBC 和钙钛矿等，技术的升级方向主要朝着高转换效率和低成本进行，原有的 P-Perc 技术非常成熟，但其转换效率已达瓶颈；Topcon 和 HJT 的转换效率也存在理论天花板；据中国科学报，钙钛矿室内用光伏组件转换效率超 36%，具有极大的空间。

近两年，光伏企业争相祭出更高效率的电池产品。2022 年 3 月，隆基在 M6 全尺寸单晶硅片上创造了无铟 HJT 电池 25.40%转换效率的新世界纪录；天合光能的 n 型单晶硅 i-Topcon 电池效率新最高达到 25.5%。2022 年 10 月，晶科能源研发的高效 N 型电池技术转化效率达到 26.1%。2022 年年底，根据一道新能首席技术官宋登元博士展示的未来技术路线图，公司 TOPCon 电池产业化效率将突破 25%，通过研发双面钝化接触技术以及提升载流子的选择率，未来电池效率将达到 26%。

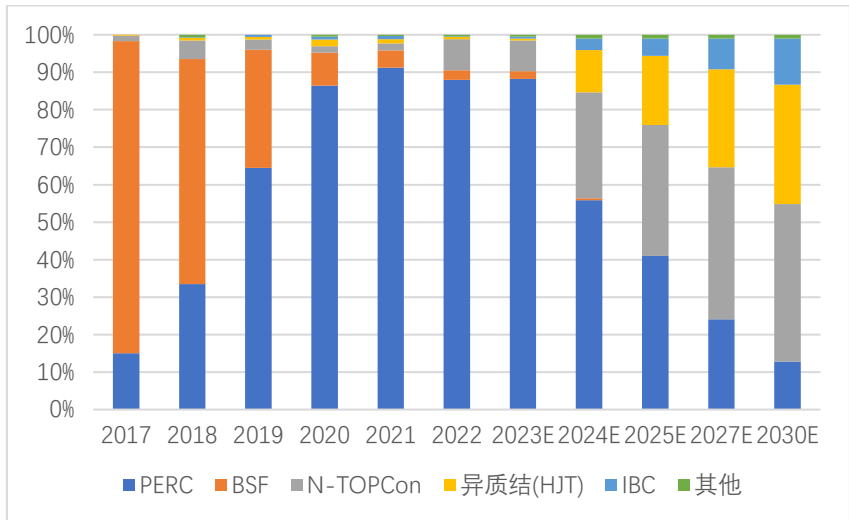
表 2：不同电池片技术对比

| | P-Perc | N-Topcon | HJT | IBC | 钙钛矿 |
|------|--------|--------------|----------|--------|-------|
| 平均效率 | 23% | 24% | 24.50% | 25% | 28%以上 |
| 技术优势 | 性价比高 | 可从 Perc 产线升级 | 工序少 | 转换效率较高 | 转换效率高 |
| 量产难度 | 非常成熟 | 已成熟 | 即将成熟 | 即将成熟 | 难度极高 |
| 设备投资 | 2 亿/GW | 2.5 亿/GW | 4.5 亿/GW | 3 亿/GW | 尚未量产 |

| | | | | | |
|------|---------|------------|----------------|-------------|---------------|
| 现存问题 | 后续提升空间小 | 工序多，良率难以提升 | 与现有设备不兼容，投资成本高 | 生产成本和投资成本较高 | 难度极高，成本也超其他技术 |
|------|---------|------------|----------------|-------------|---------------|

资料来源：Solarzoom，各公司公告，源达信息证券研究所

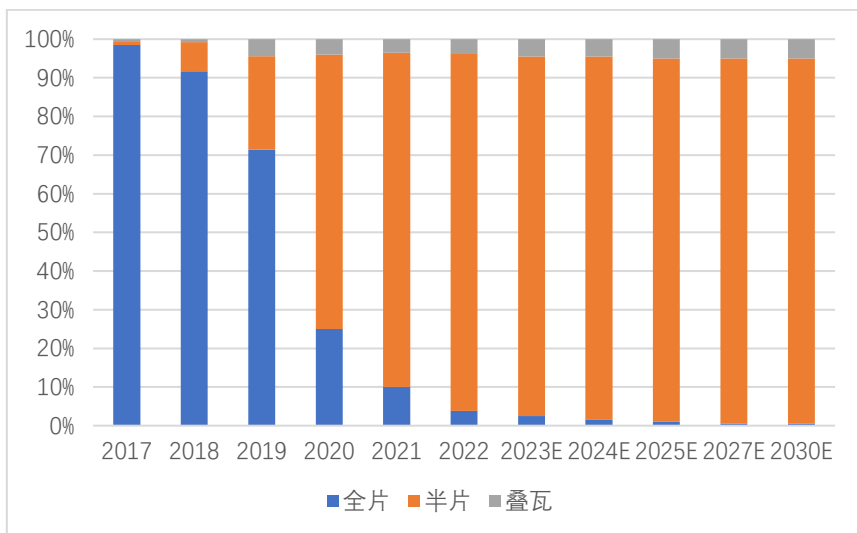
图 4：晶硅技术发展趋势



资料来源：CPIA，源达信息证券研究所

组件封装技术由全片向半片转变。2016 年半片封装技术出现，激光沿垂直于电池主栅线方向将电池片切为相等的两个半片，进而将半片电池进行连接。半片电池由于切片后电压不变、电流减半，如采用常规串联结构设计，组件电压将是常规组件的 2 倍，从而增加系统成本和运行安全风险，因此为保证与常规组件整体输出的电压电流一致，半片组件一般会采用先串联、后并联的结构设计。薄片技术减少了内部电路和内耗，封装效率提高；另外组件工作温度降低，降低了热斑几率，提高了组件的可靠性和安全性。

图 5：光伏组件封装技术发展趋势



资料来源：CPIA，源达信息证券研究所

3.受益技术迭代与装机规模提升，光伏设备需求高景气

碳中和背景下，随着光伏技术的进步以及度电成本的大幅下降，叠加能源结构转型的需求，我们预计 2023 年全球新增光伏装机 376.4GW，同比增长 40.5%，预计 2025 年全球光伏新增装机 631.4GW，2023-2025 年年均复合增速 33.1%。

在产业链降本增效的驱动下，光伏技术快速迭代，随着全球光伏装机规模持续提升，光伏设备需求高景气。我们预计 2025 年硅料设备/硅片设备/电池片设备/组件设备投资额分别为 340.0 亿元/460.0 亿元/619.0 亿元/339.2 亿元。2023-2025 年年均复合增速分别为 14.3%/8.3%/18.0%/25.7%。

表 3：2023-2025 年光伏设备市场空间

| | 2021 | 2022 | 2023E | 2024E | 2025E |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 全球光伏新增(GW) | 172.0 | 268.0 | 376.4 | 497.0 | 631.4 |
| 增速 | 19.4% | 55.8% | 40.5% | 32.0% | 27.1% |
| 组件容配比 | 1.15 | 1.15 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 硅料设备产能利用率 | 97.1% | 97.3% | 97.5% | 97.7% | 97.9% |
| 硅片设备产能利用率 | 70.0% | 62.0% | 65.0% | 70.0% | 75.0% |
| 电池片设备产能利用率 | 67.0% | 67.3% | 67.6% | 67.9% | 68.2% |
| 组件设备产能利用率 | 64.4% | 64.6% | 64.8% | 65.0% | 65.2% |
| 硅料设备存量替换比率 | 5.0% | 4.5% | 4.0% | 3.5% | 3.0% |
| 硅片设备存量替换比率 | 10.0% | 9.0% | 8.0% | 7.0% | 6.0% |
| TOPCon 设备存量替换比率 | 10.0% | 10.0% | 10.0% | 10.0% | 10.0% |
| 组件设备存量替换比率 | 30.0% | 30.0% | 30.0% | 30.0% | 30.0% |
| PERC 新增渗透率 | 80.0% | 35.0% | 10.0% | 0.0% | 0.0% |
| TOPCon 新增渗透率 | 12.0% | 40.0% | 57.0% | 59.0% | 51.0% |
| HJT 新增渗透率 | 6.0% | 15.0% | 18.0% | 21.0% | 24.0% |
| BC 新增渗透率 | 2.0% | 10.0% | 15.0% | 20.0% | 25.0% |
| 硅料设备投资额(亿元) | 77.4 | 227.7 | 272.4 | 305.0 | 340.0 |
| 硅片设备投资额(亿元) | 121.9 | 361.9 | 419.6 | 440.6 | 460.0 |
| PERC 设备投资额(亿元) | 53.8 | 80.4 | 27.0 | 0.0 | 0.0 |
| TOPCon 设备投资额(亿元) | 44.8 | 147.1 | 208.5 | 218.3 | 199.1 |

| | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HJT 设备投资额(亿元) | 10.8 | 92.3 | 129.9 | 167.7 | 212.9 |
| BC 设备投资额(亿元) | 3.4 | 57.4 | 101.1 | 149.1 | 207.0 |
| 电池片设备投资额(亿元) | 112.8 | 377.1 | 466.5 | 535.2 | 619.0 |
| 组件设备投资额(亿元) | 82.6 | 170.8 | 227.3 | 280.2 | 339.2 |

资料来源：CPIA，源达信息证券研究所

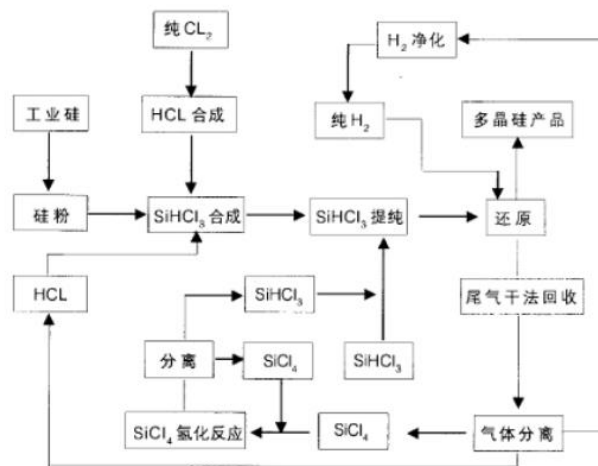
二、技术变革正当时，把握核心生产设备增量机会

1. 硅料设备：多晶硅还原炉为主工艺核心生产设备

多晶硅具有多种生产技术工艺。其中，物理法主要有冶金法，化学法主要有硅烷法、改良西门子法、流化床法、氟硅烷还原法、硅烷流化床法等，目前工业应用中，改良西门子法最为普遍、成熟且投资风险相对较小。

改良西门子法的优点是节能降耗显著、成本低、质量好、采用综合利用技术，对环境不产生污染，具有明显的竞争优势。改良西门子法指首先采用氮气与氢气为原料合成氯化氢，再以氯化氢与工业硅为原料在硫化床反应器中合成三氯硅烷。三氯硅烷在精馏塔中脱氢脱重，完成提纯，再在还原炉中实现三氯硅烷的还原。其中，副产物四氯化硅再重新与冶金级硅、氢气进行反应，进行氯化分离生产三氯硅烷完成回收利用。

图 6：改良西门子法工艺图



资料来源：《当代多晶硅产业发展概论》，源达信息证券研究所

改良西门子法是当前生产多晶硅的主要工艺，多晶硅还原炉是还原工序的核心生产设备。改良西门子法通过多晶硅还原炉内给硅芯/硅棒通电加热使其表面温度维持在 1050~1100C，三氯氢硅和氢气在其表面进行反应，生成的硅沉积在硅芯/硅棒表面，形成多晶硅棒产品，其中钟罩式多晶硅还原炉是用于生产多晶硅的反应器，是改良西门子法的核心设备，其性能将综合体现多晶硅企业产品产量、质量、成本、能耗等关键指标。

图 7：多晶硅还原炉反应器内部结构图

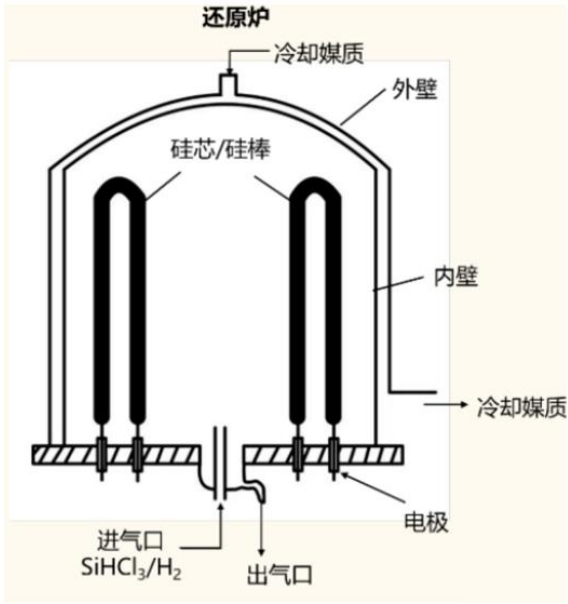


图 8：多晶硅还原炉反应器外部结构图



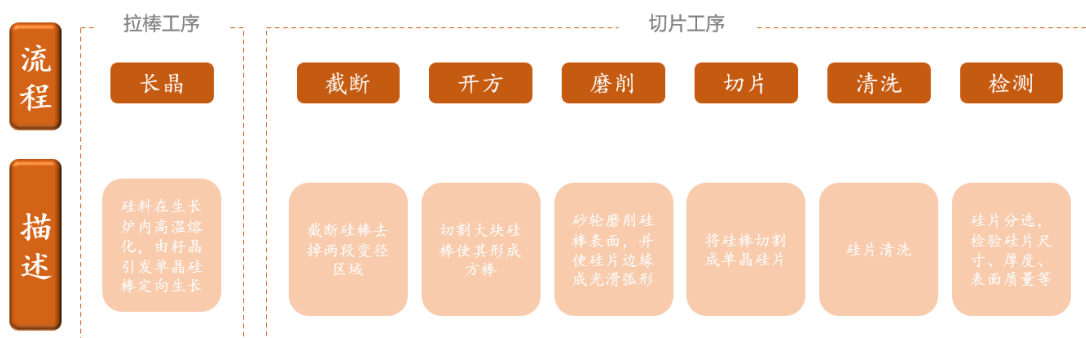
资料来源：OFweek，源达信息证券研究所

资料来源：开原化工，源达信息证券研究所

2.硅片设备：单晶炉和切片设备价值量占比高

光伏硅片的生产主要可以分为拉棒与切片两大工序流程。拉棒主要指通过将经过清洗后的多晶硅料投入单晶生长炉生长出单晶硅棒，切片环节主要指单晶硅棒经过截断、开方、磨削、切片、清洗分选检测后得到单晶硅片。

图 9：硅料到硅片工序图



资料来源：源达信息证券研究所

表 4：从硅料到硅片环节设备价值量占比

| 环节 | 项目 | 投资(亿元/GW) | 价值占比 |
|------|-----|-----------|------|
| 长晶环节 | 单晶炉 | 1.4 | 57% |

| | | | |
|------|------------|-------------|-------------|
| | 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% |
| | 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% |

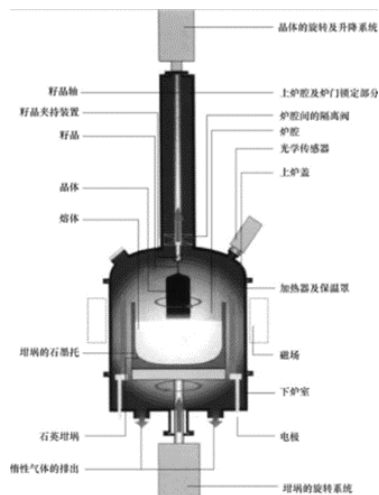
资料来源：隆基绿能公告，源达信息证券研究所

直拉法是生产单晶硅棒的主要方式，设备为单晶炉。拉晶是指在特定环境下，将多晶硅料生长成硅体的过程，目前硅棒生产主要以单晶硅棒为主。单晶硅棒主要采用直拉法或区熔法；多晶硅棒主要采用铸锭法形成多晶硅锭。

- **直拉法**：通过石墨电阻加热，将装在坩埚中的多晶硅熔化，然后将籽晶插入熔体表面进行熔接，经过引晶、放肩、转肩、等径、收尾等步骤，完成单晶硅棒拉制。优点是价格便宜，可拉制直径大、生长速率可；缺点是杂质较高。
- **区熔法**：利用热能在多晶硅锭一段产生融区，熔接单晶籽晶，通过调节温度使得融区缓慢上移，生成单晶硅棒。区熔法不需要使用坩埚，产品的纯度高，杂质少，但受生长机制的限制，区熔法通常用于生产 8 英寸以下硅棒，常用做 IGBT 功率半导体器件硅棒生产。

图 10：单晶炉内部结构图

图 11：单晶炉外部结构图



资料来源：国际太阳能光伏网，源达信息证券研究所

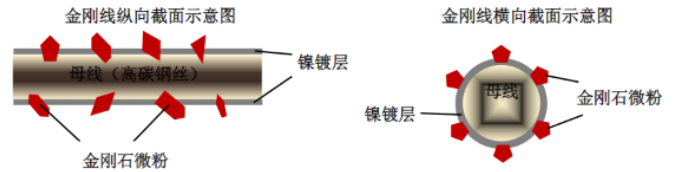
资料来源：国际太阳能光伏网，源达信息证券研究所

从硅棒到硅片：切片机为核心设备，金刚线为主要耗材。光伏切片机主要应用于切片环节将硅棒进行切割形成硅片，其作用原理为将金刚线压在硅材料表面，钢线基体上的金刚石颗粒在钢线带动下快速移动，将硅棒切割成硅片。超薄硅片的切片需要高精密切割设备与高质量金刚线辅以优异的切割工艺，硅片切割过程中，金刚线切片机超过 300 个部件需高精密协调配合工作，才能保证切片机高速、高精度、高稳定性地工作。

图 12：金刚线切片机



图 13：金刚线的微观结构示意图



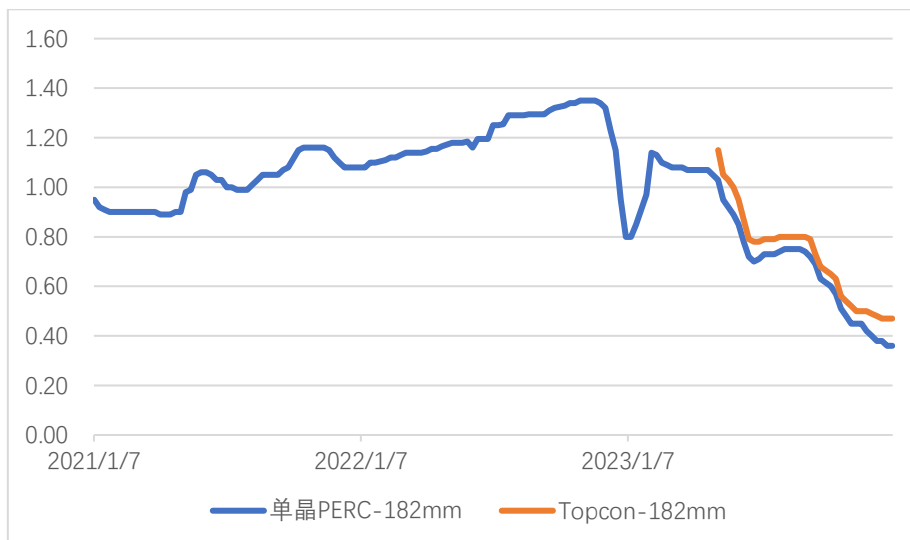
资料来源：高测股份招股书，源达信息证券研究所

资料来源：高测股份招股书，源达信息证券研究所

3. 电池片设备：新技术带来设备新增量

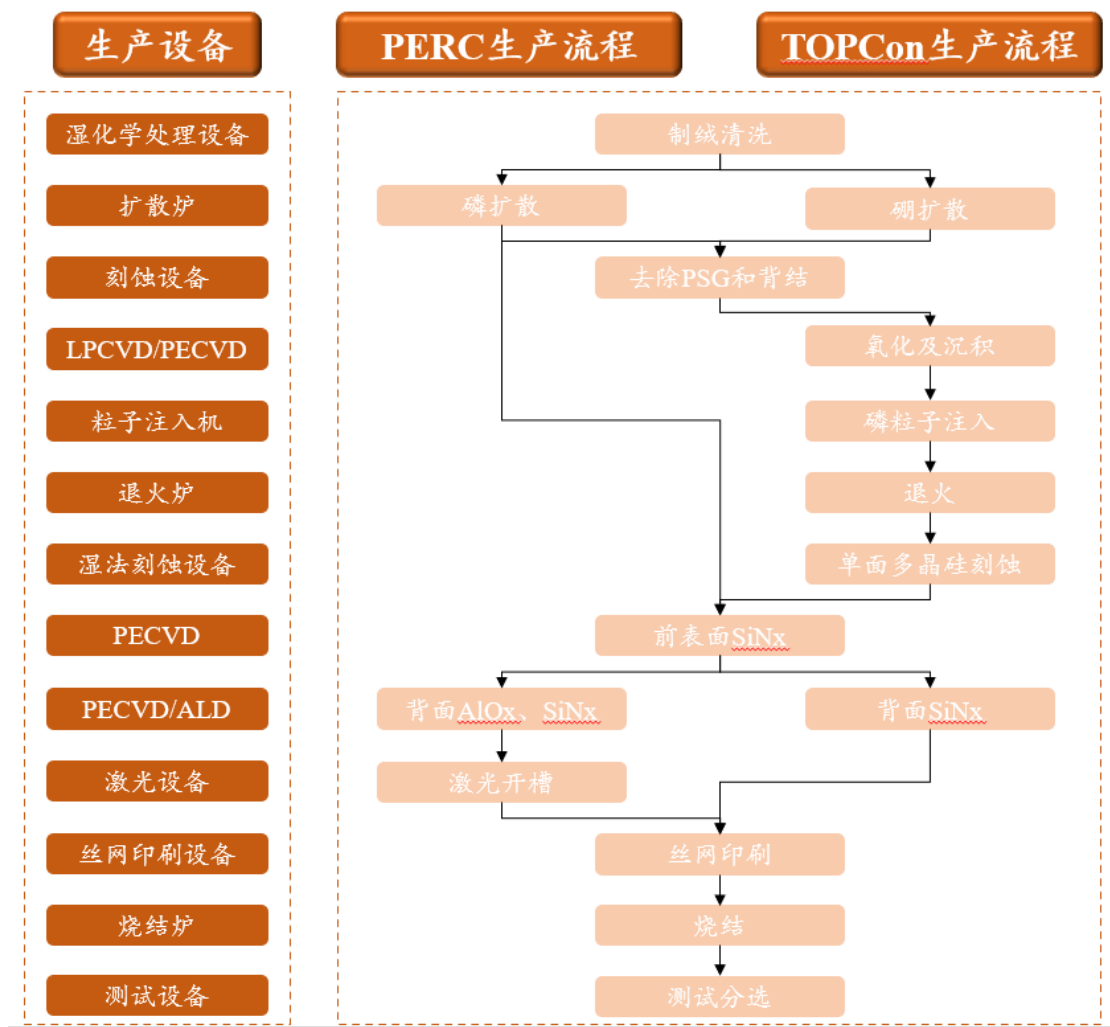
TOPCon 目前技术成熟，具备一定经济型，是目前 N 型电池片扩产主力。1) 目前 TOPCon 电池片成本端比 PERC 高约 0.02 元/W，结合目前 TOPCon 的市场售价，相比 PERC，其溢价大概在 0.06 元/W，TOPCon 电池具备一定的盈利能力。2) TOPCon 与现有 PERC 产线具有较高的兼容性，从生产流程来看，通过新增多晶硅薄膜沉积等设备即可与现有 PERC 产线兼容。

图 14：TOPCon 较 PERC 电池存在溢价



资料来源：PVInfoLink，源达信息证券研究所

图 15: PERC 和 TOPCon 生产流程

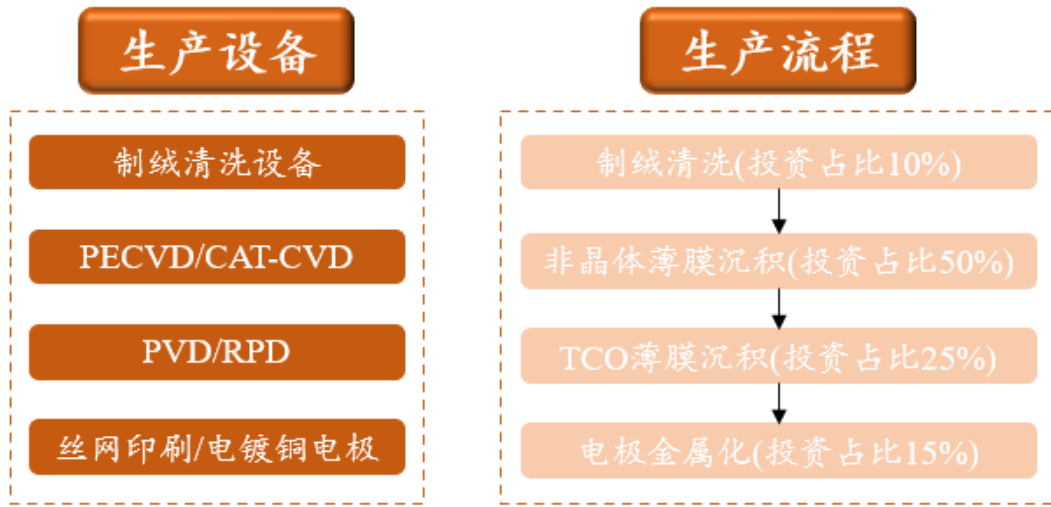


资料来源：OFweek，源达信息证券研究所

HJT 技术路线设备数量少但难度高，镀膜设备是核心设备。HJT 是在晶体硅上沉积非晶硅得到的，工艺路径为全新。HJT 工艺仅有四步：清洗制绒、非晶硅薄膜沉积、TCO 薄膜制备和丝网印刷，对应的设备分别是湿法化学清洗设备、PECVD、PVD/RPD、丝网印刷/激光转印/铜电镀设备，技术成熟。

- **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 16: HJT 电池生产工艺图

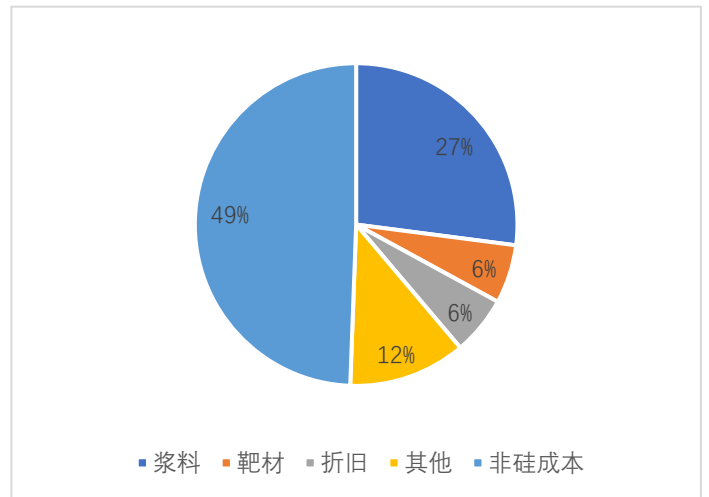
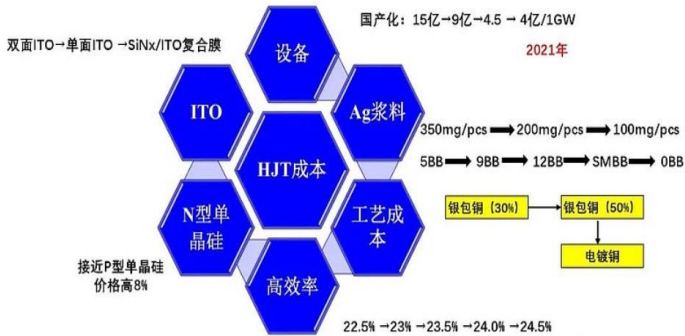


资料来源: OFweek, 源达信息证券研究所

经济性有待改善, HJT 尚未大规模产业化。HJT 成本主要由硅片、浆料、设备折旧和靶材构成, 根据测算来看, 单瓦成本高于 PERC 约 0.12 元, 其高出部分主要来自于银浆和靶材。为实现降本的目标, HJT 电池生产企业可从以下六方面努力: 1) 设备; 2) 浆料; 3) 工艺成本; 4)效率; 5)硅价格; 6)ITO。

图 17: HJT 降本六大方向

图 18: HJT 电池成本构成



资料来源: 《HJT 电池技术发展现状及成本分析》, 源达信息证券研究所

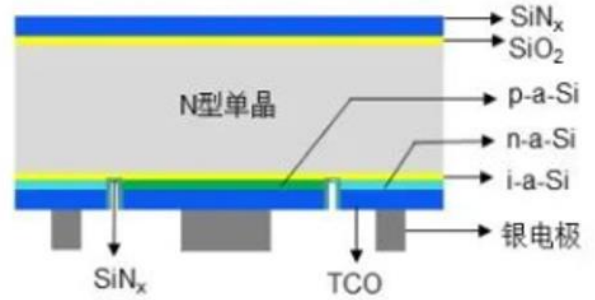
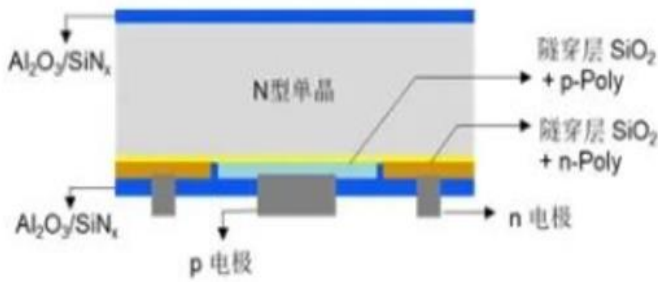
资料来源: 《HJT 电池技术发展现状及成本分析》, 源达信息证券研究所

BC 结构可与 TOPCon、HJT 结合, 兼容性较好。与 TOPCon、HJT、PERC 等技术不同的地方在于, IBC 主要通过背面图形化工艺将 p+发射极、n+背场区以及银栅线放置于电池背面, 是电池背面图形结构的变化。而其他三种电池技术路线则主要是通过改变电池钝化的膜层结构, 实现效率以及其他特性的改变。因此, IBC 电池在电池继续优化性能、提升效率的过程中可以与其他钝化电池技术相结合, 例如将 HJT 非晶硅钝化技术与 IBC 相结合可开发

HBC 电池；也有将 TOPCon 钝化接触技术与 IBC 相结合可研发 TBC 电池。

图 19: TBC 电池结构

图 20: HBC 电池结构



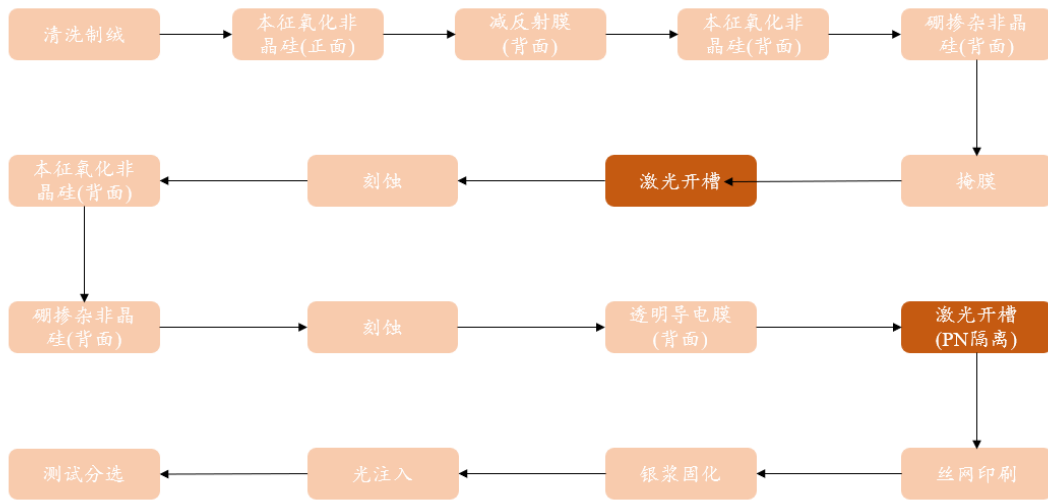
资料来源：普乐科技，源达信息证券研究所

资料来源：普乐科技，源达信息证券研究所

BC 电池：电池端增加多道激光工序，激光设备重要性显著提升。光伏电池中少数载流子运动的根本动力是 PN 结内建电场，为了让电极接收到载流子，结构中的 PN 接触只能由衬底/异型扩散层组成，例如 TBC 中有且只能由 N 型衬底/p-poly-Si 成为 PN 结，杜绝 n-poly 与 p-poly 接触导致短路的行为是非常关键的，也是 xBC 电池被认为工艺难度大的主要原因。

常规镀膜、扩散工艺的对象是整面材料，第一道激光的目的是去除部分一次掺杂后的膜层，划分 N/P 区域；第二道激光在制作另一掺杂类型膜层以后，去除 N 型掺杂与 P 型掺杂区的接触部分，实现 P/N 隔离，在电池背面建立独立的电子/空穴传输通道；第三次激光去除部分 SiNx，以保证金属浆料与硅形成直接接触，顺利导出载流子。

图 21: BC 电池的一种生产工艺



资料来源：OFweek，源达信息证券研究所

4.组件设备：串焊机和层压机为核心设备

光伏组件生产制造过程主要是将单片光伏电池片进行串联和并联连接后严密封装，以保护电

电池片表面电极和互联线等不受到腐蚀，另外封装也避免了电池片的碎裂，所以光伏电池组件生产过程其实就是组件的封装过程，因此组件线又叫封装线。

电池片焊接与组件层压是光伏组件生产环节中最重要的两个步骤，将直接影响组件的成品料、输出功率及可靠性。

表 5：光伏组件生产步骤

| 步骤 | 介绍 | 核心设备 |
|-------|--|---------|
| 划片 | 划片机利用激光划过电池片背面，进行预分片，利用机械外力进行分片处理。 | 激光划片机 |
| 串焊 | 串焊机利用红外线的热效应，将汇流带为镀锡的铜带与电池片正背面主栅上的电极进行焊接，以达到将电池片串联成电池串的目的。 | 串焊机 |
| 层叠 | 电池片串接好后，利用人工/机台进行排版，头尾处焊接汇流条，将电池串进行连接。然后。将组件串、玻璃、切割好的 EVA 和背板按照一定的层次进行铺设，需保证电池串与玻璃间距 | 摆模板机 |
| 层压前测试 | 包括 LL、外观测试，通过对电池片通入正向电流，把电池片中处于基态的原子进行激发，使其处于激发态，处于激发态的原子不稳定进行自发辐射。通过滤波片的作用及底片的曝光程度来判断硅片中是否存在缺陷。同步检验组件外观缺陷，不良品返修后重测。 | ELC 测试仪 |
| 层压 | 层压机通过抽真空将组件内空气抽出，然后加热使 EVA 融化与玻璃板和电池粘结到一起，冷却后组件取出。EVA 加热到一定温度时交联剂产生自由基，引发大分子间的反应，形成三维网状结构，使 EVA 胶层交联固化。 | 层压机 |
| 修边 | 层压后，使用削边机对组件边缘的多余背板、EVA 进行修整。 | 修边机 |
| 装框 | 在组件四边安装铝框，增加组件强度，进一步密封电池组件，延长电池使用寿命，边框与玻璃的缝隙之间用硅胶填充，边框间用角码连接。 | / |
| 安装接线盒 | 在组件背面引出线安装接线盒，接线盒主要作用为连接组件，传导组件所产生的电流。 | 装框机 |
| 硅胶固化 | 将组件放入静置于固化房内，待组件内的硅胶固化， | / |

因化需控制在一定的温度、湿度环境下及固化时间。

| | | |
|-------|---|---------------|
| 表面清洗 | 检验组件表面，对组件表面进行脏污清洁。 | / |
| EL 测试 | 安规测试: 测试组件的耐压、绝缘和接地性能后道 EL 测试:测试组件的 EL 缺陷(如隐裂、虚焊、断栅等) ，并做出合格品的判定。组件测试:通过 IV 测试仪测试 STC 标准光强下的组件的最大功率开路电压、短路电流、FF 以及其他电性能参数，确认组件功率档位。 | IV 测试仪、EL 测试仪 |
| 检验包装 | 对组件整体外观进行检验，按照客户需求判定是否合格。利用托盘包装箱对组件进行打包处理，满足出货及道路运输需求。 | / |

资料来源：晶科能源招股书，源达信息证券研究所

图 22：串焊机示意图

图 23：层压机示意图



资料来源：OFweek，源达信息证券研究所

资料来源：OFweek，源达信息证券研究所

三、投资建议

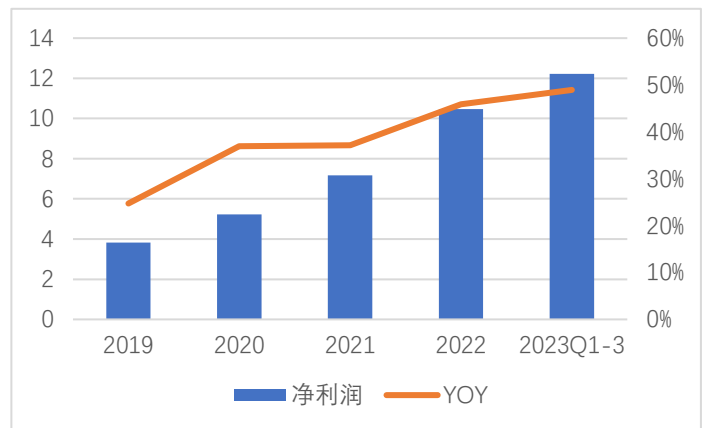
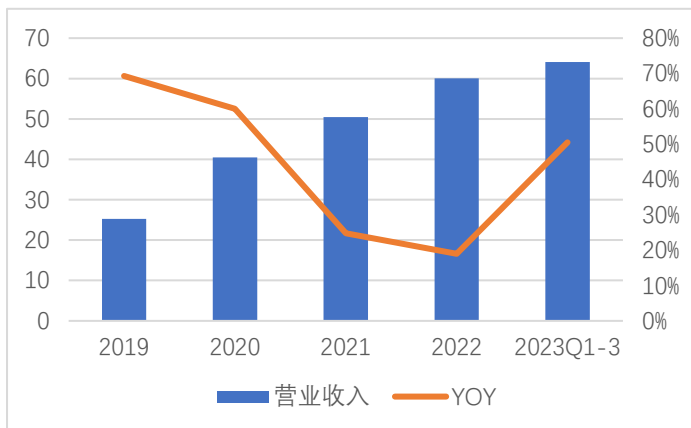
1.捷佳伟创

光伏电池片设备龙头，多技术路线、各工艺环节全面覆盖。捷佳伟创成立于 2003 年，主要从事光伏电池制造设备研发、生产和销售，前期聚焦前道清洗制绒设备，2009 年成功研制 PECVD 镀膜设备起，逐步向后道工序延伸并实现整线设备生产能力。截至目前，公司已经具备 PERC 电池、TOPCon 电池、HJT 电池智能生产线方案，各环节设备均自主研发且具有较高的技术壁垒，是全球光伏设备龙头厂商。

公司经营业绩持续稳步向好。2023 年 1-9 月，公司实现营业收入 64.05 亿元，同比增长 50.48%；归母净利润 12.23 亿元，同比增长 48.96%。其中第三季度，公司营业收入 23.22 亿元，同比增长 47.23%；归母净利润 4.71 亿元，同比增长 50.51%，三季度开始 TOPCon 订单确认占比开始提高，推动业绩增长超预期。考虑到 TOPCon 路线效率提升路径明确，下游客户降本增效成果显著，预计后续公司 TOPCon 设备将继续受益于下游需求拉动和技术迭代升级，订单保持增长，业绩有望长期向好。

图 24：2019-2023 年前三季度捷佳伟创营业收入情况

图 25：2019-2023 年前三季度捷佳伟创归母净利润情况



资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

2.奥特维

公司是全球领先的光伏设备制造商，串焊设备龙头。自动化工控起家，目前产品覆盖组件设备、电池片设备、硅片设备、锂电设备以及半导体设备领域。公司串焊机全球市占率 70%+，工艺技术领先，下游客户覆盖组件出货量前十厂商，与晶科能源等龙头具有深厚的合作关系。公司研发实力雄厚，战略眼光独到，目前在单晶炉、半导体设备等业务方面已初显竞争力。

公司经营业绩高速增长。受益光伏行业高速增长，公司营收/利润近 5 年 CAGR 分别为 44%/92%，毛利率、净利率整体呈现上升趋势。公司在手订单、新签订单持续增加，截止 2023 年 9 月 30 日，公司新签/在手订单 89.92/114.83 亿元(含税)，同比增长 75.93%/76.34%。

图 26：2019-2023 年前三季度奥特维营业收入情况

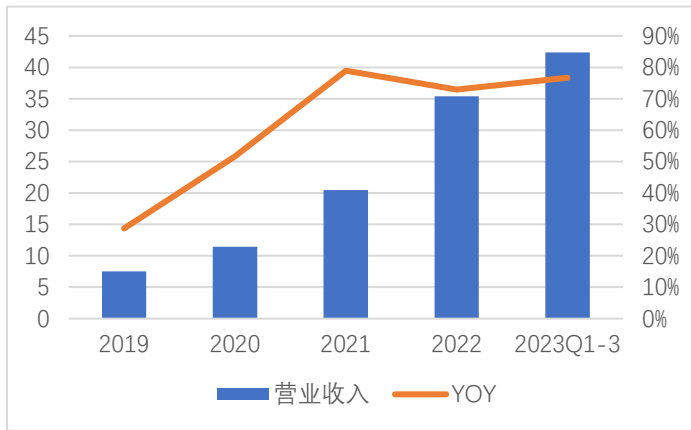
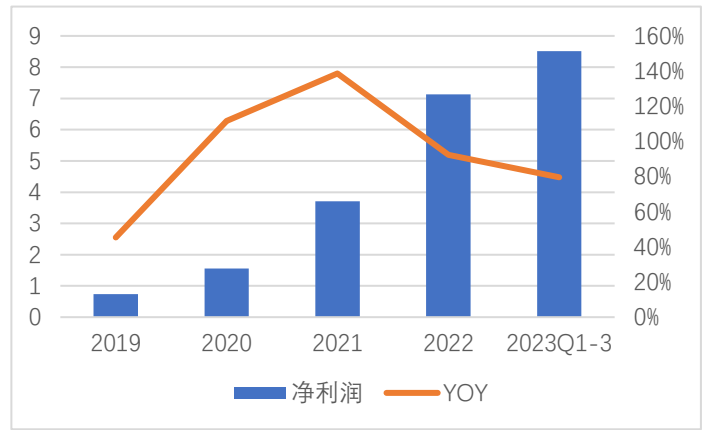


图 27：2019-2023 年前三季度奥特维归母净利润情况



资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

3.晶盛机电

迈向泛半导体“设备+材料”平台型龙头、成长空间广阔。公司以半导体长晶技术起家，22 年全球光伏单晶炉市占率约 70%，同时公司半导体、碳化硅、蓝宝石等长晶技术领先。此外，公司光伏电池组件设备、碳化硅外延设备等泛半导体装备快速放量。依托长晶技术壁垒，公司在材料领域发力碳化硅衬底、蓝宝石、培育钻等，并向金刚线、石英坩埚等硅基材料配套耗材进军。

公司营收快速增长得益于下游光伏和半导体设备/耗材需求旺盛。2018-2022 年，公司营收复合增速为 43.12%，归母净利润复合增速 49.70%。公司营收快速增长的原因是设备+材料收入均大幅增长。1) 设备：受益于光伏硅片厂商积极扩产、半导体硅片设备国产化进程加速，公司光伏/半导体设备订单量快速增长，截至 2023Q3，公司未完成晶体生长设备及智能化加工设备合同总计 287.50 亿元(含税)；2) 材料：硅片厂商加速推进产能扩充，核心耗材（石英坩埚和金刚线）市场需求快速增长，2023H1 材料业务营收 18.83 亿元，同比 +244.17%。

图 28：2019-2023 年前三季度晶盛机电营业收入情况

图 29：2019-2023 年前三季度晶盛机电归母净利润情况



资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

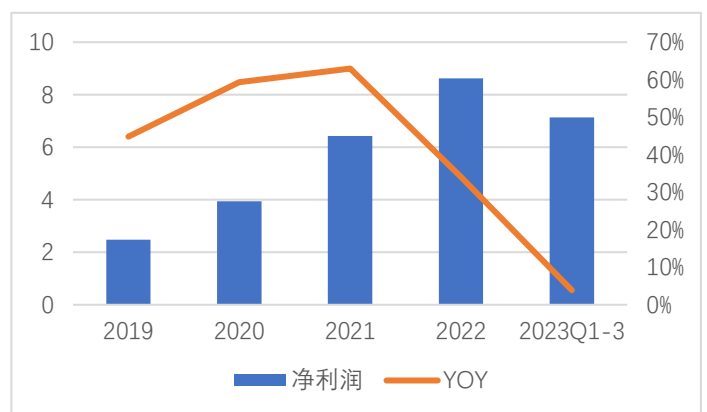
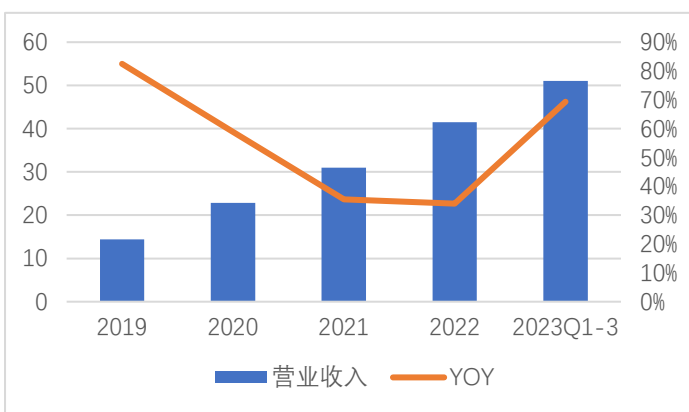
4.迈为股份

HJT 电池设备供应商，受益于光伏电池新技术迭代。公司立足丝网印刷设备，自主研发核心真空镀膜设备，结合参股子公司逐步形成 HJT 整线供应能力。2022 年公司 HJT 设备市场占有率约为 80%，占据绝对领先地位，随着 HJT 降本拐点的到来，同时 HJT 在中长期的效率展望如钙钛矿 HJT 叠层等技术路径上均具备结构优势，公司设备龙头地位稳固。

光伏产业链维持高景气，营收净利维持高速增长。公司 2018 年至 2022 年营业收入由 7.88 亿元提升至 41.48 亿元，期间复合增速约 51.47%，主要原因得益于国内光伏产业链快速发展，占据全球主要份额，而公司作为丝网印刷设备及 HJT 设备绝对龙头持续受益，同时随着光伏技术的不断迭代升级，公司异质结电池设备订单有望持续增加，未来业绩确定性高；公司 2018 年至 2022 年归母净利润由 1.71 亿元提升至 8.62 亿元，期间复合增速约 49.84%。

图 30：2019-2023 年前三季度迈为股份营业收入情况

图 31：2019-2023 年前三季度迈为股份归母净利润情况



资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

资料来源：公司公告，源达信息证券研究所

五、风险提示

光伏新增装机不及预期的风险：光伏设备需求主要驱动力为光伏新增装机，近年来在全球大力发展清洁能源的背景下，光伏新增装机容量持续增长，进而带动了光伏设备行业的快速发展。若未来光伏行业增速放缓，新增装机容量不及预期，设备端需求可能会有所下降，进而影响光伏设备公司相关业绩。

新技术产业化推进不及预期：光伏行业持续进行工艺技术迭代，涌现诸多新技术、新工艺助力行业降本增效，但是新技术的导入仍需要工艺的持续磨合优化以及上下游产业链的积极配合，在发展过程中存在一定的不确定性，存在新技术产业化推进不及预期的风险。

行业产能过剩：目前光伏下游硅料、硅片，电池片、组件环节均在大幅扩产，如果装机需求增长速度低于下游产能扩张速度，则存在产能过剩风险，如果行业产能过剩，进而影响光伏设备行业公司发展。

投资评级说明

| | |
|------|--|
| 行业评级 | 以报告日后的 6 个月内，证券相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，投资建议的评级标准为： |
| 看好： | 行业指数相对于沪深 300 指数表现+10%以上 |
| 中性： | 行业指数相对于沪深 300 指数表现-10%~+10%以上 |
| 看淡： | 行业指数相对于沪深 300 指数表现-10%以下 |
| 公司评级 | 以报告日后的 6 个月内，行业指数相对于沪深 300 指数的涨跌幅为标准，投资建议的评级标准为： |
| 买入： | 相对于恒生沪深 300 指数表现+20%以上 |
| 增持： | 相对于沪深 300 指数表现+10%~+20% |
| 中性： | 相对于沪深 300 指数表现-10%~+10%之间波动 |
| 减持： | 相对于沪深 300 指数表现-10%以下 |

办公地址

石家庄

河北省石家庄市长安区跃进路 167 号源达办公楼

上海

上海市浦东新区民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 2306C 室

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点。作者所得报酬的任何部分不曾与，不与，也不将与本报告中的具体推荐意见或观点而有直接或间接联系，特此声明。

重要声明

河北源达信息技术股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：911301001043661976。

本报告仅限中国大陆地区发行，仅供河北源达信息技术股份有限公司（以下简称：本公司）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估。

本报告仅反映本公司于发布报告当日的判断，在不同时期，本公司可以发出其他与本报告所载信息不一致及有不同结论的报告；本报告所反映研究人员的不同观点、见解及分析方法，并不代表本公司或其他附属机构的立场。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

本报告版权仅为本公司所有，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。如引用须注明出处为源达信息证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的，应当注明本报告的发布人和发布日期，提示使用证券研究报告的风险。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。