

强于大市

光伏设备行业 2023 年度策略

“降本”技术迭代为主旋律，关注铜电镀、钙钛矿

“双碳”共识下，地缘政治冲突、欧洲能源危机等加快了全球新能源设施的建设步伐。而光伏作为排名前3的低成本发电方式，随着硅料扩产落地推动上游降本，将进一步增厚光伏发电的成本优势，有利于扩大光伏发电在全球范围的接受程度，叠加国内“十四五”对集中式/分布式光伏的规划实施，刺激国内装机及海外出口对组件的需求，因此需关注中下游积极提产带动设备增量落地。同时，“降本增效”为光伏行业极致追求，重视硅片、电池片等环节的新技术迭代带来的设备升级机遇，我们认为铜电镀、钙钛矿等新工艺/新技术存在预期差，真空泵、真空腔体等设备零部件也有望迎业绩弹性。

支撑评级的要点

- **投资机会 1：铜电镀-去银化降本利器。**从“高银”走向“低银”再到“去银”，铜电镀为金属化环节的终极降本利器。同时，铜的导电性不亚于低温银浆，铜电镀能将 HJT 电池效率提升至 26% 以上。其核心环节主要包括图形化+镀铜，目前捷得宝、太阳井、东威科技、芯碁微装等国产设备商均处于客户端验证阶段，而迈为股份、捷佳伟创、罗博特科处于技术开发阶段。我们认为图形化环节的芯碁微装具备直写光刻设备的技术壁垒和先发优势，在铜电镀起步阶段将有望率先受益。
- **投资机会 2：钙钛矿-把握 0-1 的成长初期。**钙钛矿电池自 2022 上半年突破转换效率记录以来，已进入产业化第二阶段：从实验室研发进入中试线投建，并且已有厂商开始讨论 GW 级别产能的供应链配套合作，产业 15 家电池厂商整体规划产能已超 30GW，其中多数为高校研发团队进行产业化。我们认为，投资机会排序主要为：涂布机 > TCO 玻璃 > RPD > 蒸镀 > 整线 > 激光，而国产设备商积极抓住 Demo 期机会，关注：(1) 德沪涂膜和众能光电领先布局涂布机(2) 捷佳伟创独家供应 RPD 设备并积极布局整线(3) 蒸镀设备已有奥来德、欣奕华、众能光电、捷佳伟创、晟成光伏等多名竞争者入局，而欣奕华率先出机大尺寸量产机型(4) 晟成光伏(京山轻机)以 PVD 设备为核心，ALD 设备为研发推进方向，同时布局有玻璃清洗机、钙钛矿干燥设备、组件封装设备等。

重点推荐

- **A 股光伏设备推荐组合：**捷佳伟创（与电新组共同覆盖）、京山轻机、双良节能、奥特维、杰普特、高测股份、晶盛机电、迈为股份（与电新组共同覆盖）、帝尔激光；建议关注：芯碁微装、奥来德、德龙激光、上机数控、金辰股份。

评级面临的主要风险

- 国际地缘政治摩擦导致组件出口波动，原材料价格波动抑制设备商的盈利能力，技术引领行业竞争格局重塑的风险。

相关研究报告

《钙钛矿光伏设备行业深度报告：钙钛矿技术频现积极信号，如何长远布局β和α》20220825
 《光伏设备行业 2022 年半年报综述：行业高景气推动营收增长，技术进步驱动中上游盈利》20220906

中银国际证券股份有限公司
 具备证券投资咨询业务资格

机械设备：光伏设备

证券分析师：陶波

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300520060002

联系人：叶善庭

shanting.ye@bocichina.com

一般证券业务证书编号：S1300121040025

目录

| | |
|-------------------------------------|----|
| 回顾：成本优势 + 政策导向，光伏装机的长期逻辑..... | 4 |
| 展望：上游降本刺激长期装机，23 年全球装机增速达到 27%..... | 5 |
| 光伏设备企业估值水平 | 6 |
| 投资机会 1:铜电镀-去银化降本利器 | 7 |
| 投资机会 2: 钙钛矿-把握 0-1 的成长初期 | 10 |
| 风险提示..... | 15 |

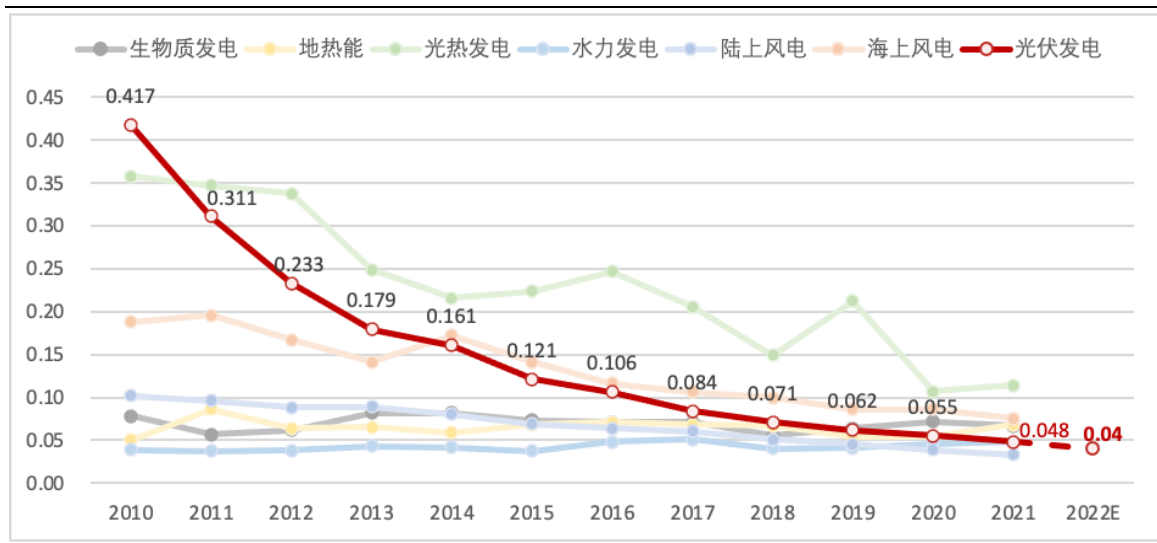
图表目录

| | |
|--|----|
| 图表 1. 全球大型地面电站（集中式）光伏发电加权平均 LCOE（美元/kWh） | 4 |
| 图表 2. 天然气与原油价格自 2020 年以来持续上涨 | 4 |
| 图表 3. 全球光伏新增装机量（GW）及同比增速（%） | 4 |
| 图表 4. 多晶硅料出厂价格拐点已出现 | 5 |
| 图表 5. 2023 年国内多晶硅料产能将跃升 150 万吨 | 5 |
| 图表 6. 2022 年 A 股-光伏设备/零部件企业的涨跌幅（%） | 6 |
| 图表 7. 2022 年 A 股-光伏设备/零部件企业的市值变化（亿元） | 6 |
| 图表 8. 银浆为光伏电池片的第 2 大组分 | 7 |
| 图表 9. 多主栅线的宽度收缩随数量增多而缓慢下降 | 7 |
| 图表 10. 迈为股份/SunDrive 联合研发的无种子层铜电镀 HJT 效率记录 | 7 |
| 图表 11. 以 HJT 为例，铜电镀工艺取代传统的丝网印刷工艺 | 8 |
| 图表 12. 布局光伏铜电镀的主要设备商 | 8 |
| 图表 13. 芯碁微装业务布局 | 9 |
| 图表 14. 钙钛矿融资及产线进度（截至 2022/12/14） | 10 |
| 图表 15. 钙钛矿主流制程设备及对应生产商 | 11 |
| 图表 16. 捷佳伟创业务布局 | 12 |
| 图表 17. 京山轻机业务布局 | 12 |
| 图表 18. 杰普特业务布局 | 13 |
| 图表 19. 奥来德业务布局 | 14 |
| 图表 20. 德龙激光业务布局 | 14 |

回顾：成本优势 + 政策导向，光伏装机的长期逻辑

排名前3的低成本发电优势，是推动光伏装机的核心因素。据 IRENA 2022 年 7 月发布《Renewable Power Generation Costs in 2021》，2021 年全球大型地面电站规模（集中式）光伏发电 LCOE 平均值达到 0.048 美元/kWh（约 0.30-0.35 元/kWh），同比-13%，成为仅次于陆上风电、水力发电的第 3 类低成本发电技术。而对于国内的光伏发电成本，IRENA 数据表明 2021 年中国地区的集中式光伏发电 LCOE 均值达到 0.034 美元/kWh（约 0.21-0.24 元/kWh），成为 2021 年全球该规模光伏发电 LCOE 成本最低地区。另据 CPIA 发布的《中国光伏产业发展路线图（2021 版）》，2021 年全投资模型下集中式/分布式光伏在 1000-1800 等效利用小时数下的 LCOE 分别为 0.21-0.37 元/kWh、0.19-0.33 元/kWh，下限值已低于火电的 0.25-0.35 元/kWh。因此，光伏具备明显的发电成本优势，是刺激海内外光伏装机需求的核心因素。

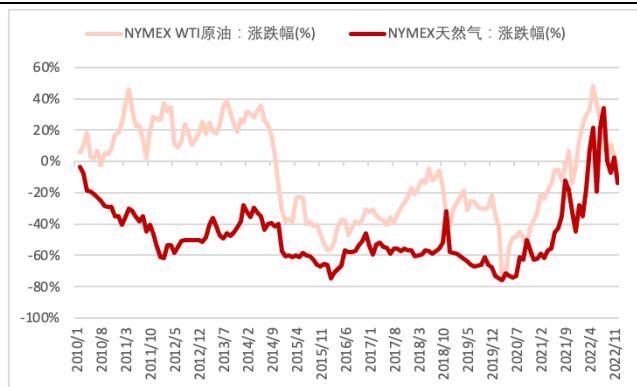
图表 1. 全球大型地面电站（集中式）光伏发电加权平均 LCOE（美元/kWh）



资料来源：IRENA，中银证券

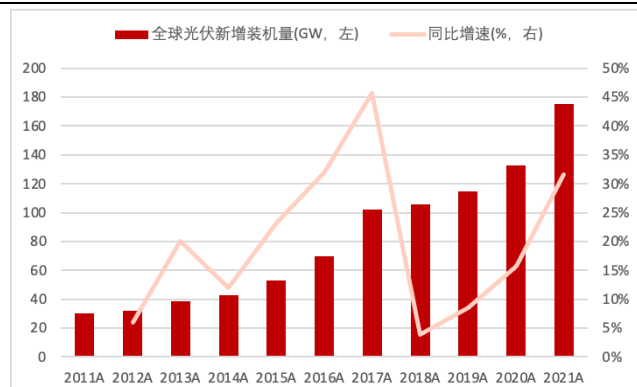
各国新能源规划+传统能源通胀+地缘摩擦，持续催化全球光伏装机增量。据 IRENA 数据显示，截至 2021 年底的全球光伏装机量已达到 843GW，2021 单年度新增光伏装机量达 133GW，同比+13%。而在经历了传统能源通胀、国际地缘政治摩擦导致天然气价格进一步走高后，全球主要地区增强对新能源设施的布局规划。其中，欧盟《REpowerEU 计划》提出 2025 年将光伏装机容量翻番，2030 年光伏安装容量将达 600GW；英国《能源安全战略》提出 2030 年光伏装机容量增加至 50GW，未来 14 年内将增加 70-75GW 装机；日本经济产业省计划 2030 年将实现 100GW 光伏装机量，2050 年实现 300GW 光伏装机量；而据中国各省份光伏装机规划统计，“十四五”期间合计新增 485GW 以上的光伏装机容量。

图表 2. 天然气与原油价格自 2020 年以来持续上涨



资料来源：万得，中银证券

图表 3. 全球光伏新增装机量（GW）及同比增速（%）

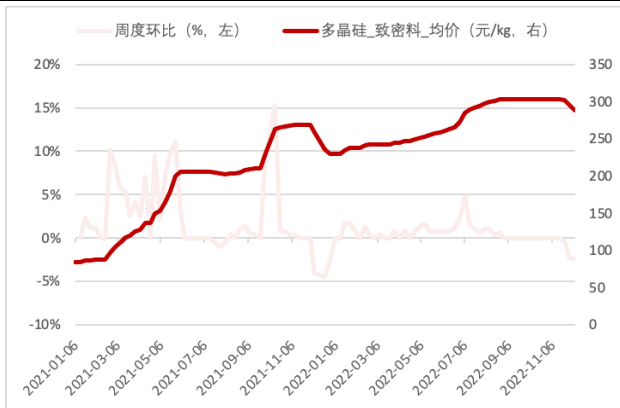


资料来源：CPIA，IEA，中银证券

展望：上游降本刺激长期装机，23 年全球装机增速达到 27%

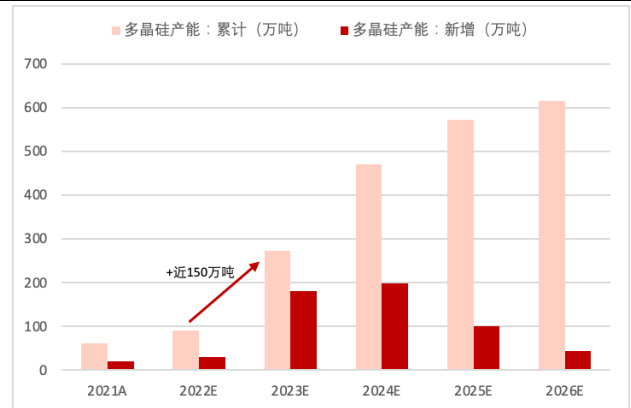
边际降本 1：23 年国内硅料产能有望超 250 万吨，产能跃升促进硅料降价。我们据国内硅料厂商公告统计，2023 年国内有望新增至少 150 万吨达到 250-270 万吨的多晶硅料产能规模，若以容配比 1:1.25 进行估算，可满足 315-338GW 的组件产能。而据 PV Infolink 数据显示，硅料价格自 11 月中旬以来出现年内较大降速，已从 11/16 的高点 303 元/kg 下降 5% 至 12/07 的 288 元/kg，为硅料厂商积极扩产且三部门约谈后的年内首次大幅降价，后续硅料产能跃升将进一步推动硅料价格下降，有利于巩固光伏组件的成本优势。

图表 4. 多晶硅料出厂价格拐点已出现



资料来源：生意社，中银证券

图表 5. 2023 年国内多晶硅料产能将跃升 150 万吨



资料来源：全球光伏，各公司公告，中银证券

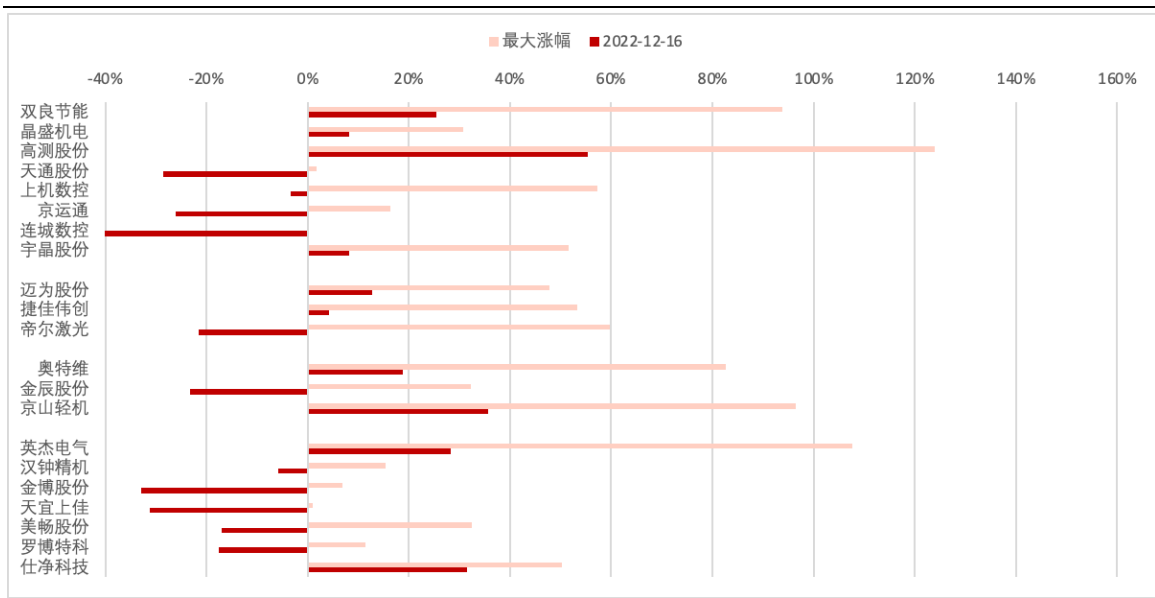
边际降本 2：工艺优化和电池技术驱动硅片薄片化，尺寸改良增厚光伏成本优势。据通威太阳能的电池片报价显示，当前主流的 PERC 电池片厚度已从 155-160 微米的区间降低至 150-160 微米；而据中来股份的 TOPCon 电池片报价显示主要片厚已销售至 140 微米，而业界正导入 135 微米的硅片进入量产；据金刚光伏表示，未来 HJT 电池片也有望从 130 微米片厚降低至采用 120 微米片厚的硅片。硅片作为目前光伏组件超 50% 占比的成本项目，薄片化已经随着工艺优化和电池技术迭代进一步降低光伏组件的成本，光伏的成本优势也将进一步凸显。

光伏降本推动长期装机，全球 23 年有望实现新增装机 320-340GW。CPIA 数据显示中国 2021 年新增装机 54.88GW，2022 年前 11 个月合计新增 65.71GW，而中国光伏行业协会名誉理事长王勃华预计 2022 年有望完成 85-100GW 的新增装机，叠加国内“十四五”期间将新增 485GW 以上的装机容量，可以推算 23-25 年中国国内将合计新增近 340GW，年均增加装机 113GW。而据欧盟 22/05 出台的“REPowerEU”能源计划，2025 年前将实现超过 320GW 的光伏并网目标，相当于 23-25 年每年新增约 45GW 的装机容量；据 Wood Mackenzie 的预测报告显示，到 2030 年美国每年将新增 70GW 装机目标；据印度中央电力局 (CEA) 模拟的 2030 年最佳发电容量组合，至 2030 年将有 280GW 太阳能，相当于 23-25 年每年新增约 30GW；据集邦咨询预测，澳大利亚、美洲市场和中东非市场 23 年有望分别新增光伏装机 6.5GW、63GW 和 12.6GW。全球主要地区 23 年新增光伏装机容量中值为 330GW，若以国际能源署光伏发电系统计划 (IEA PVPS) 估计 22 年全球新增 260GW 估算，23 年全球光伏新增装机增速将达到 27%。

光伏设备企业估值水平

2022年以来，光伏设备标的均有较大幅度的涨幅，其中上游硅料/硅片设备涨幅较大，同时有外延硅片业务的双良节能、外延切片业务的高测股份、外延单晶炉的奥特维等均有较显著的涨幅。

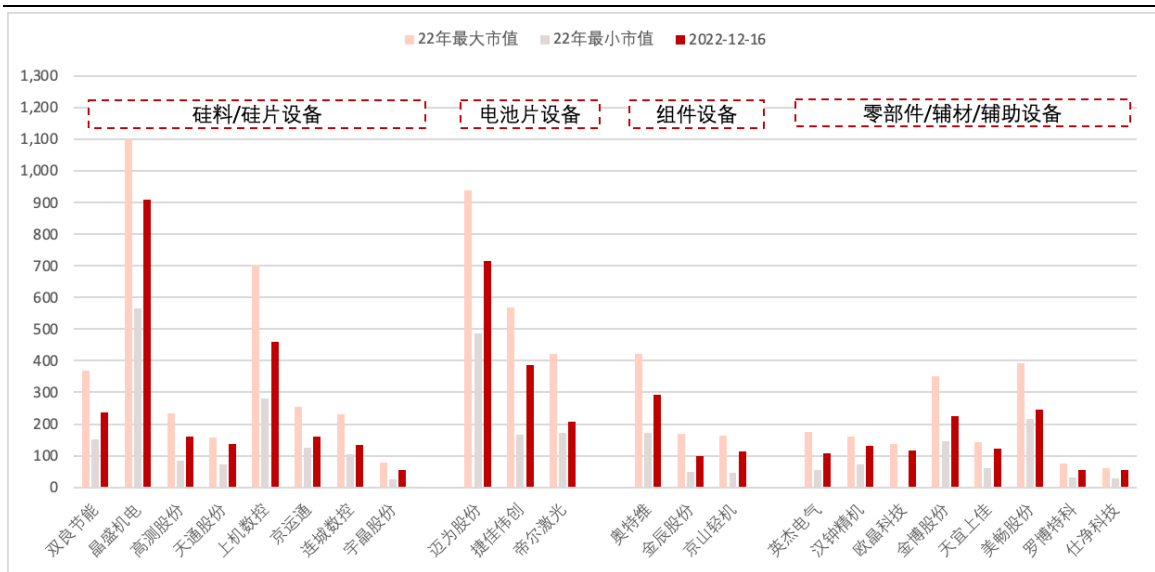
图表 6. 2022 年 A 股-光伏设备/零部件企业的涨跌幅 (%)



资料来源：万得，中银证券

光伏设备企业的市值主要有 7 家分布在 100-200 亿的区间，而 200 亿以上市值的公司共有 7 家（含 2 家 500 亿以上市值的公司），而零部件企业市值也主要分布在 100-200 亿市值。

图表 7. 2022 年 A 股-光伏设备/零部件企业的市值变化 (亿元)

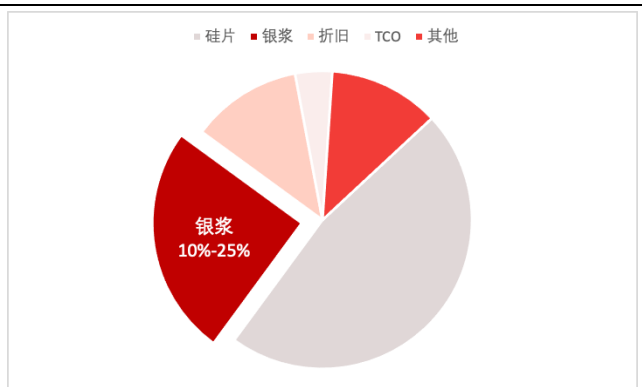


资料来源：万得，中银证券

投资机会 1:铜电镀-去银化降本利器

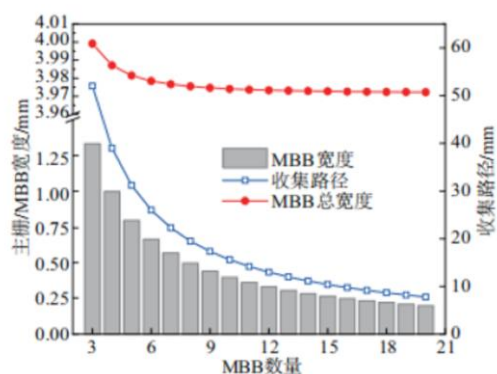
从“高银”走向“低银”再到“去银”，铜电镀为金属化环节的终极降本利器。浆料作为光伏电池片的第2大组分，长期作为降本的一大方向，而银浆则是光伏浆料的首选，由于银等贵金属的价格持续高位震荡且具备稀缺性，“高银耗”的诟病是光伏产业持续突破的痛点。沿着栅线宽度收窄的技术路径出现了 SMBB 甚至 0BB 工艺，同时材料端也正在导入银包铜浆料。据聚和股份的招股说明书显示，2021 年市场主流的主栅数量是 10BB 及以上，细栅宽度控制在平均 27 μ m 左右，预计到 2022 年底细栅宽度或将下降至 20 μ m 左右；同时，根据宝馨科技的异质结生产规划，初期设计的银浆消耗约 22mg/W，量产爬坡后生产消耗约 19mg/W，嵌入银包铜技术后将优化至 10mg/W，“低银耗”有一定进展但仍处于导入期。长期来看，铜电镀更为光伏“去银化”降本的终极方案。

图表 8. 银浆为光伏电池片的第 2 大组分



资料来源：华经产业研究院，CPIA，中银证券

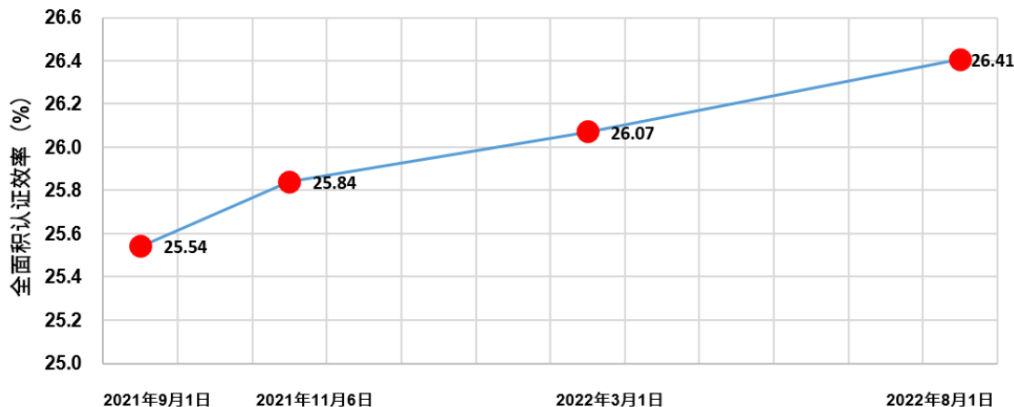
图表 9. 多主栅线的宽度收缩随数量增多而缓慢下降



资料来源：陈喜平《MBB 太阳能电池栅线的设计优化》，中银证券

铜的导电性不亚于低温银浆，铜电镀能将 HJT 电池效率提升至 26% 以上。基于常规金属的导电属性排序，在相同长度、横截面、温度下，一般可以列为银>铜>金>铝，其中以 20 $^{\circ}$ C 的环境为例，银的电阻率 1.65×10^{-8} 略小于铜的电阻率 1.75×10^{-8} ，因此银的导电性能更佳。但 HJT 采用的低温银浆为银粉和有机溶剂的混合剂，导电性能大幅减弱，需要维持较宽的横截面来实现导电性能。鉴于银粉的成本较高，同时银浆电极的尺寸微缩有限，将增加电池片遮光面积而影响发电效率，相比之下铜电极的导电性能及尺寸收缩性比银浆更佳，因此铜电镀工艺能很好的提升光伏电池片的效率。据迈为股份公告，近年来与 SunDrive 联合通过双面微晶工艺、优化无种子层铜电镀工艺的电极高宽比，最新实现 26.41% 的 HJT 电池效率，为仅次于隆基发布的 26.81%、26.56% 和 26.50% 的第四高 HJT 效率记录。

图表 10. 迈为股份/SunDrive 联合研发的无种子层铜电镀 HJT 效率记录

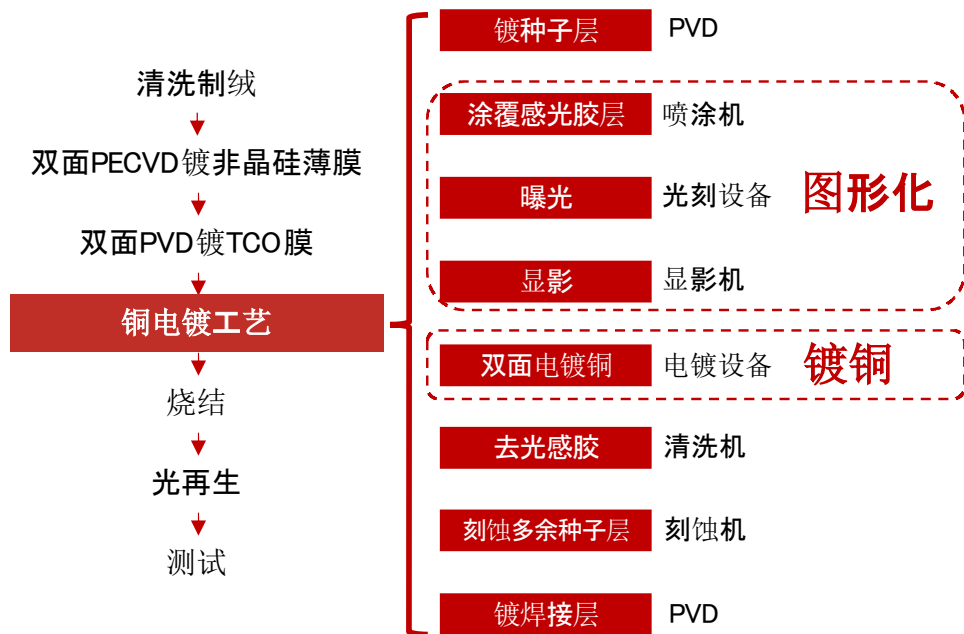


资料来源：迈为股份微信公众号，中银证券

铜电镀工艺的核心环节包括图形化+镀铜。借鉴了PCB电路板图形化电镀铜工艺，铜电镀工艺一般包含镀种子层、图形化、镀铜、清洗刻蚀等4大环节。其中，为了改善电极在TCO膜层的附着力，先采用PVD镀种子层；而图形化则是利用感光材料的改性反应，形成设定的可导电处，实现选择性镀铜；清洗/刻蚀则是将电镀后多余的感光材料和种子层清除；而核心在于图形化和电镀2大环节。

- **图形化：直写光刻或为主流。**图形化包括涂覆感光胶层、曝光光刻、显影，其中，曝光光刻存在众多方案，包括掩膜光刻、直写光刻、喷墨打印等。尽管掩膜光刻为PCB行业成熟工艺，但其精度约50μm，不足以使得设计铜电极线宽收缩至10-20μm；而直写光刻的精度足够约5μm，可适应油墨等较低成本的材料，有望成为铜电镀的主流图形化方案。
- **电镀：水平镀铜或为主流。**电镀方案主要分为垂直电镀和水平电镀，垂直电镀为两侧阴电极夹具夹着电池片竖向进入电解槽电镀，为PCB行业成熟工艺，但生产节拍、稳定性、均匀性仍有待提升；水平电镀为上下阴电极滚轮水平传送电池片，电流密度更高且更均匀，电镀效果更好。

图表 11. 以 HJT 为例，铜电镀工艺取代传统的丝网印刷工艺



资料来源：华晟新能源，迈为股份，中银证券

光伏电池厂商跃跃欲试铜电镀，设备厂商积极布局。铜电镀作为HJT金属化环节的替代方案之一，能够实现成本下降和提升效率，业内已有多家厂商布局，其中爱旭、隆基、通威、迈为、国电投等积极进行技术认证，转化效率最为出众的是迈为股份/SunDrive联合开发出26.41%的铜电镀HJT电池，产线进展较积极的是海源复材的600MW电镀铜生产线，宝馨科技也积极推进铜电镀的应用，捷得宝、太阳井、东威科技、芯碁微装、捷佳伟创、罗博特科等设备商均积极布局。但铜电镀仍然有生产节拍优化、废水处理等问题需要解决。

图表 12. 布局光伏铜电镀的主要设备商

| | |
|------|--|
| 捷得宝 | 铜电镀设备龙头，致力于开发油墨掩膜和水平电镀，已在多家客户验证 |
| 太阳井 | 致力于HJT铜制程全套设备 |
| 迈为股份 | 与SunDrive联合研发无种子层铜电镀HJT电池，有望23上半年在客户端运行中试线 |
| 东威科技 | PCB电镀设备龙头，外延PET铜箔、光伏铜电镀 |
| 芯碁微装 | 直写光刻设备龙头，与多家客户验证中 |
| 捷佳伟创 | 布局铜电镀技术 |
| 罗博特科 | 将在合作客户端逐步完成铜电镀设备的样机配套 |

资料来源：各公司公告，中银证券

推荐标的：芯碁微装-图形化直写光刻的深耕标的。

- **特点：**该公司聚焦直写光刻设备业务，在 PCB 直接成像设备领域市占率稳步提升至行业前三，是 PCB 直接成像设备国产替代的 No.1。
- **外延：**已经布局铜电镀的曝光设备，目前是国内率先可供应光伏领域曝光机的公司。曝光环节是铜电镀工艺中的核心工艺，公司凭借曝光领域的关键技术，将享有电镀铜市场带来的增量。
- **主营：**公司除了保持 PCB 领域的竞争优势，还进一步开拓泛半导体市场，不断提升直写光刻核心技术在新型显示、引线框架、新能源光伏等领域内的技术成果转化能力。

图表 13. 芯碁微装业务布局



资料来源：公司官网，公司公告，中银证券

投资机会 2: 钙钛矿-把握 0-1 的成长初期

进入产业化第二阶段：从实验室研发进入中试线投建，整体规划产能已超 30GW。2022 年以来钙钛矿单结、双结、与晶硅的叠层等多项实验室效率记录持续突破，研发端进展积极，同时从实验室走向产业化的速度也显著加快。

- **资本角度：**头部企业协鑫光电和纤纳光电自成立以来都获得了超过 5 轮的融资，协鑫光电更是获得跨界资本腾讯、宁德时代的投资及超一线基金淡马锡、红杉中国的资本注入。
- **产能角度：**截至 2022/12 钙钛矿规划产能已达 31.96GW，其中主要为高校研发团队产业化，纤纳光电 100MW 产线和极电光能 150MW 试制线已投产。上市公司宝馨科技、宁德时代、奥联电子均在搭建中试线。
- **供应链配套：**TCO 玻璃厂商金晶科技，封装胶膜厂商百佳年代、赛伍技术均已实现钙钛矿订单交付并充足扩产中，而且进入 GW 级别的合作框架协议阶段（超预期）。

图表 14. 钙钛矿融资及产线进度（截至 2022/12/14）

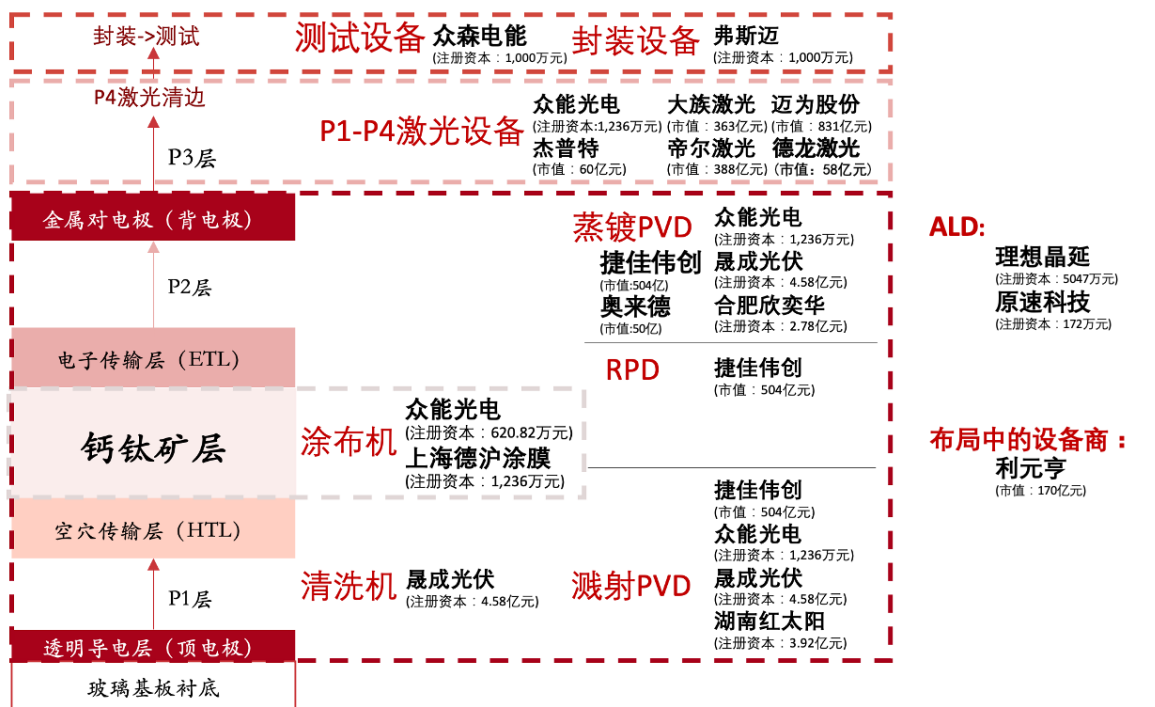
| 企业 | 融资轮次 | 融资金额 | 投资方 | 融资用途 | 地点 | 在建项目 | 近况跟踪 | 未来规划 |
|---------|-----------------|---------|--|-----------------------------------|------|---------------------------------|---|------------|
| 协鑫光电 | B+轮, 2022/12 | 5亿元 | 淡马锡、红杉中国、IDG资本、川流投资等 | 完善协鑫光电 100MW 大尺寸钙钛矿组件产线的工艺和设备开发 | 江苏昆山 | 100 MW (1m×2m)大尺寸钙钛矿组件产线 | 完成厂房硬件建设，正改造升级，一期 100MW计划2022年投产，100MW产能达到设计要求后，将迅速开展1GW级别的产线，然后放大到5-10GW | 5GW |
| | B轮, 2022/5 | 数亿元 | 腾讯 | 完善新建100MW钙钛矿生产线、工艺 | | | | |
| | Pre-B轮, 2021/3 | 过亿元 | 凯辉汽车基金 | | | | | |
| | Pre-A轮, 2020/10 | 1.8亿元 | 凯辉能源基金（道达尔能源）、昆山高新、瑞庭投资（宁德时代） | 打造全球第一条钙钛矿太阳能电池组件100MW产线 | | | | |
| | A轮, 2020/7 | | 凯辉汽车基金 | | | | | |
| 纤纳光电 | D轮, 2022/10 | | 招银国际、杭开集团 | 钙钛矿前沿技术的开发和GW级产线扩建，加快布局钙钛矿商业化第二阶段 | 浙江衢州 | 100MW级别产线-衢州钙钛矿生产基地 | 一期100MW级别产线22/07量产，已出货5000片用于省内工商业分布式钙钛矿电站（尺寸为1245*635*6.4mm，双玻结构，共有四个型号：115W、120W、125W、130W） | 5GW |
| | C轮, 2021/1 | 3.6亿元 | 三峡资本、京能集团、衢州金控、三峡招银等 | 钙钛矿光伏百瓦级产线扩建、叠层产品升级、应用产品研发和生产等项目 | | | | |
| | B轮, 2020/12 | | 招银国际资本 | | | | | |
| | A+轮, 2019/9 | | 海邦投资 | | | | | |
| | A轮, 2019/1 | | 三峡建信 | | | | | |
| 极电光能 | Pre-A轮, 2021/10 | 2.2亿 | 碧桂园创投、九智资本、建银国际、云林基金、稳赢科技 | 新技术研发和试制线建设 | 江苏镇江 | 150MW (1.2m×0.6m)尺寸试制线及BIPV产品产线 | 150MW已于2022/12下线，计划在2023年建设一期1GW，2024年、2025年再分别追加2GW和3GW的产能，已签约大约2.6GW新增项目 | 6GW |
| | Pre-A轮, 2021/10 | 2.2亿 | 碧桂园创投、九智资本、建银国际、云林基金、稳赢科技 | 新技术研发和试制线建设 | 江苏镇江 | 150MW (1.2m×0.6m)尺寸试制线及BIPV产品产线 | 150MW已于2022/12下线，计划在2023年建设一期1GW，2024年、2025年再分别追加2GW和3GW的产能，已签约大约2.6GW新增项目 | 6GW |
| 无限光能 | 天使轮, 2022/6 | 数千万元 | 碧桂园创投、耀途资本、光联投资 | 大尺寸钙钛矿太阳能电池组件试制线的建设、扩充研发及量产技术团队 | / | 100MW大尺寸钙钛矿太阳能电池模组试制线 | 预计2023完成试制线建设，年内实现大尺寸组件批量下线，下一步启动10MW级中试线建设，2024年建成100MW级量产线 | 100MW |
| 仁烁光能 | Pre-A轮, 2022/8 | 数亿元 | 三行资本、中科创新、苏高新创投、金浦智能、陆峰长吉、云启资本、中财产业基金等 | 150MW钙钛矿组件量产线落地 | 江苏苏州 | 10MW钙钛矿叠层中试线 | 10MW产线已投入使用，2022年10月150MW项目签约常熟，同步引入德沪、永成激光、封装真空干燥等产业链项目 | 10MW |
| | Pre-A轮, 2022/8 | 数亿元 | 三行资本、中科创新、苏高新创投、金浦智能、陆峰长吉、云启资本、中财产业基金等 | 150MW钙钛矿组件量产线落地 | 江苏常熟 | 150MW钙钛矿光伏组件量产线 | 10MW产线已投入使用，2022年10月150MW项目签约常熟，同步引入德沪、永成激光、封装真空干燥等产业链项目 | 150MW |
| 曜能科技 | B轮, 2022/3 | 约4000万元 | 源码资本、高瓴资本 | | / | 中试车间 | 2022年7月中央村通州园选址，下半年开始建设中试车间，产线2023年底投入使用 | / |
| | A轮, 2021/8 | | 同德资本 | | / | 中试车间 | 2022年7月中央村通州园选址，下半年开始建设中试车间，产线2023年底投入使用 | / |
| 万度光能 | 战略投资, 2021/8 | | 宜昌国投集团 | | 湖北鄂州 | 200MW大试线-可印刷介观钙钛矿太阳能电池生产基地项目 | 已签约，计划一期建设一条200MW级可印刷介观钙钛矿太阳能电池大试线2022年落地 | 10GW |
| | 天使轮, 2016/10 | | 昌达产业基金 | | | | | |
| 众能光电 | 战略投资, 2022/12 | | 华夏恒天 | | 浙江杭州 | 200MW钙钛矿太阳能电池组件生产线 | 在建，已建成100-500kW | 200MW |
| | 战略投资, 2021/9 | | 西子洁能 | | | | | |
| 大正微纳 | 战略投资, 2022/1 | / | 永昌盛、镇江山水吉影管理咨询合伙企业（有限合伙）、江苏峻峰壹创业投资有限公司 | | 江苏 | 10MW柔性钙钛矿光伏组件产线 | 22年7月10MW产线正式量产，到2023年将投入2亿元，将产能提高至100MW | 100MW |
| | 战略投资, 2022/1 | / | 永昌盛、镇江山水吉影管理咨询合伙企业（有限合伙）、江苏峻峰壹创业投资有限公司 | | | | | |
| 光晶能源 | 天使轮, 2022/8 | 3000万元 | 正轩投资、创新工场、森祥资本 | | 广东 | 100MW中试线，高效率、长寿命的大面积钙钛矿太阳能电池组件 | 产线2023年投产 | 100MW |
| 合特光电 | 被收购, 2021/7 | 3500万元 | 杭萧钢构 | | / | 100MW异质结-钙钛矿叠层电池中试线，BIPV | 2022年底完成生产线建设并投产 | / |
| 鑫磊半导体 | / | / | / | | 甘肃会昌 | 1GW钙钛矿光伏组件、BIPV | 22/07开工一期，分两期 | 1GW |
| 宝馨科技 | / | / | / | | / | 100MW钙钛矿或钙钛矿-HIT叠层生产线 | 2024年完成100MW的产线建设，2025年完成GW级量产线建设 | 100MW |
| 锦能新能源 | / | / | / | | 湖南常德 | 钙钛矿-铜铟镓硒叠层电池全产业链项目 | 已签约 | / |
| 金霖嘉悦新能源 | 股权投资, 2020/10 | 2.8亿元 | 鹏达股份 | | / | 三期HJT-钙钛矿叠层电池项目 | 技术仍处于研究论证与规划阶段 | 2GW |
| 合肥帝晶数码 | 股权投资, 2020/8 | 2.8亿元 | 鹏达股份 | | 合肥长丰 | 年产40万平方钙钛矿薄膜太阳能电池项目 | 规划阶段 | 100MW (估算) |
| | 股权投资, 2019/5 | | 碧盛资产 | | | | | |
| 脉洛能源 | 天使轮, 2022/11 | 数千万元 | 国新双创、凡创资本、国华三新、高璞资本 | | / | 1m×2m大尺寸百MW级钙钛矿组件生产线搭建 | 计划23年底前完成1m×2m大尺寸百MW级钙钛矿组件生产线搭建 | 100MW |
| 奥联电子 | / | / | / | | / | 50MW钙钛矿中试线 | 计划2023年50MW中试线投产，2024年600MW钙钛矿装备和1200MW钙钛矿电池组件生产线投产，力争5年内形成8GW钙钛矿装备和2GW钙钛矿电池组件产能 | 2GW |
| 合计 | | | | | | >1.37GW | | 31.96GW |

资料来源：各公司公告，中银证券

国产设备商积极参与 Demo，入局各环节工艺设备。钙钛矿组件的三明治结构，不同膜层对应多种制备工艺，钙钛矿层、空穴传输层和电子传输层的制备较为关键，涂布机、溅射 PVD、RPD、激光设备为核心量产设备选型，而业内也开始布局蒸镀 PVD、ALD、丝网印刷等工艺。目前各个环节均有国产设备商布局：

(1) 德沪涂膜和众能光电领先布局涂布机 (2) 捷佳伟创独家供应 RPD 设备（日本住友专利）并积极布局整线 (3) 蒸镀设备已有多名竞争者进入，包括奥来德、合肥欣奕华、众能光电、捷佳伟创、晟成光伏，其中欣奕华率先出机大尺寸量产机型 (4) ALD 作为可替代 PVD 的技术，处于工艺开发阶段，理想晶延首台钙钛矿 ALD 设备发货到钙钛矿头部企业 (5) 激光、封装、清洗及其他辅助设备也均有国产厂商进入 (6) 利元亨与冯·阿登纳签约光伏(异质结、钙钛矿)、储能等领域的战略合作。

图表 15. 钙钛矿主流制程设备及对应生产商

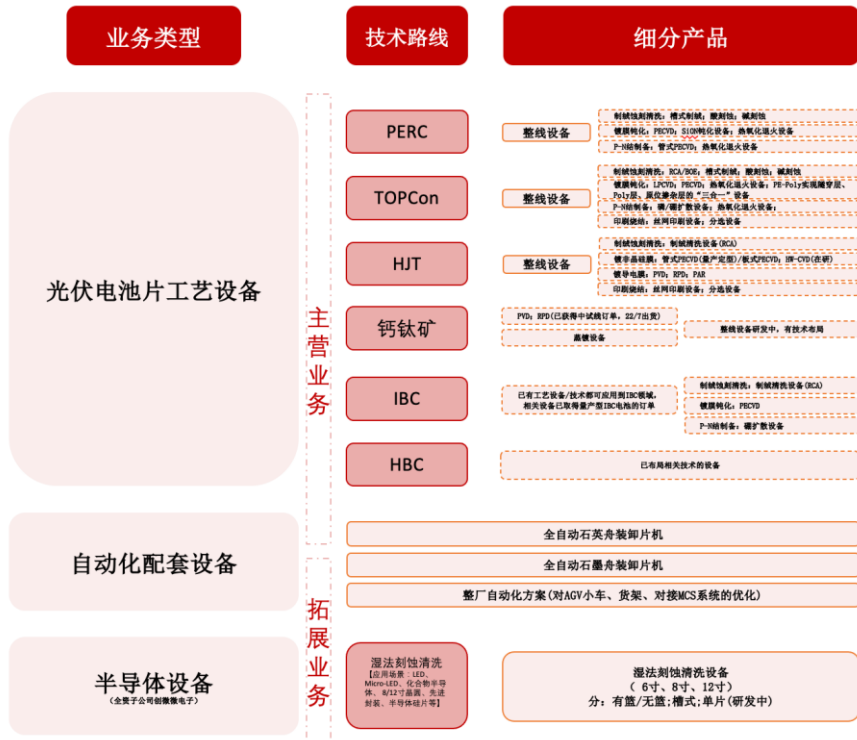


资料来源：各公司公告，中银证券

推荐标的：捷佳伟创-占据 RPD 领先优势，打造钙钛矿整线设备。

- **特点：**光伏电池工艺设备龙头厂商，提供 PERC、TOPCon、HJT、XBC、钙钛矿等多技术平台设备解决方案，具备 PERC、TOPCon、HJT 整线设备交付能力。
- **外延：**RPD 设备是钙钛矿电池核心膜层制备的主要设备之一，捷佳伟创 2018 年获得日本住友中国大陆地区唯一销售制造授权，在原有住友技术上二次开发，根据市场需求开发不同适配机型。2021 年 10 月，捷佳伟创中标首个钙钛矿中试设备采购订单。2022 年以来，公司陆续出货首台量产型钙钛矿电池 RPD，并再次中标某领先公司的钙钛矿量产线镀膜设备订单，自主研发的钙钛矿共蒸法真空镀膜设备也中标了全球头部光伏企业的钙钛矿电池项目。捷佳伟创发展路径是较为明确的打造多技术路线整线设备供应能力，原有的口碑和客户上的优势也将充分打开钙钛矿业务的新增量。

图表 16. 捷佳伟创业务布局



资料来源：公司官网，公司公告，中银证券

推荐标的：京山轻机-布局钙钛矿核心蒸镀设备和溅射 PVD，ALD 设备正在客户端验证。

- **特点：**聚焦光伏和瓦楞包装两大业务板块，全资子公司晟成光伏深耕光伏设备，由组件环节向上延伸至电池片等环节，涵盖 HJT、TOPCon、钙钛矿多种技术路线。
- **外延：**钙钛矿领域主要布局价值量较高的镀膜设备，以 PVD 设备为核心，ALD 设备为研发推进方向，同时布局有玻璃清洗机、钙钛矿干燥设备、组件封装设备等。PVD 方面，团簇式的蒸镀设备已实现量产交付，PVD 溅射式设备也较为成熟，适用于客户中试线搭建。ALD 方面，2022/8，晟成光伏与华中科技大学签订战略合作协议共同开发 ALD 技术，2022/12 披露，钙钛矿 ALD 设备样机正在客户现场进行验证。此外，公司紧跟钙钛矿技术重要发展方向，与钙钛矿头部厂商协鑫光电签订“钙钛矿叠层电池技术合作开发协议”。晟成光伏已成为业内少数具备量产能力并率先推进技术布局的钙钛矿设备商。

图表 17. 京山轻机业务布局

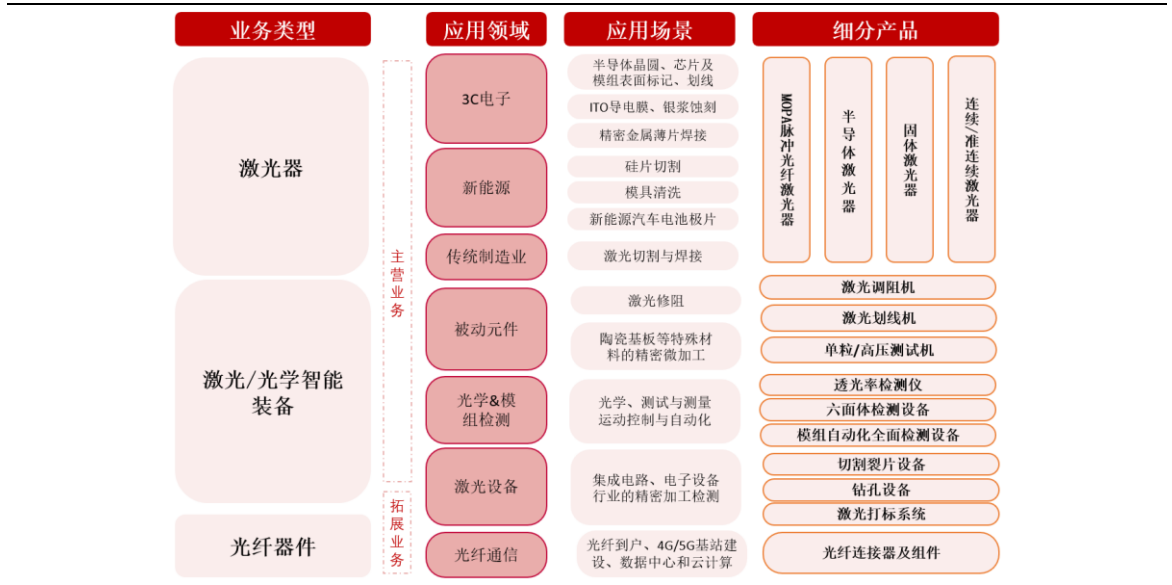


资料来源：公司官网，公司公告，中银证券

推荐标的：杰普特-率先交付钙钛矿激光设备的激光环节标的。

- **特点：**以激光器为核心，在 MOPA 激光器领域为国内头部，是国内首家商业化量产 MOPA 脉冲光纤激光器的厂商，同时是参与激光表面清洗技术标准制定的唯一一家激光光源公司。
- **外延：**已经布局钙钛矿的激光膜切设备，为大正微纳定制的全球首套柔性钙钛矿膜切设备通过验收投入使用，生产效率和成品效果均达到预期，激光技术实力在钙钛矿领域得到验证。大正微纳是国内柔性钙钛矿光伏电池的领军企业，于 2022 年 7 月实现量产 40cm*60cm 柔性钙钛矿组件并承诺效率 21%，杰普特绑定了大正微纳共同研发，在试验线中占得设备配套先机，作为钙钛矿激光环节的已验证设备商，后续产能放量有望带来更大规模的订单。
- **主营：**公司利用自身技术优势，加速进入激光装备市场，积极拓展下游应用领域，包括半导体和消费电子以及新延伸的锂电和光伏领域。不断开发出新工艺，打造高技术壁垒，如半导体设备方面合作开发电阻类测包机等，填补了国产测包机空白。锂电领域持续获得比亚迪、宁德时代与科达利等关于激光器、激光加工工作站以及激光加工自动化设备的订单。

图表 18. 杰普特业务布局



资料来源：公司官网，公司公告，中银证券

奥来德：OLED 面板设备商掌握蒸镀核心蒸发源，技术迁移至钙钛矿蒸镀设备领域。

- **特点：**主要产品为 OLED 产业链上游环节中的有机发光材料的终端材料与蒸发源设备，其中有机发光材料为 OLED 面板制造的核心材料，蒸发源为 OLED 面板制造的关键设备蒸镀机的核心组件。
- **外延：**2022/11 公司发布公告进驻钙钛矿领域，拟投资 4900 万元分别建设钙钛矿结构型太阳能电池蒸镀设备项目和低成本有机钙钛矿载流子传输材料和长寿命器件开发项目。公司结合自身的业务和优势，在蒸镀设备上掌握核心技术，在 OLED 领域完全打破了国外的技术壁垒，钙钛矿组件和 OLED 面板结构有很多相似共通之处，迁移到钙钛矿蒸镀公司有着较深厚的技术基础。其次，公司本身就具备材料的基因，开发新型空穴功能材料项目契合公司自身特点。奥来德可预期在钙钛矿蒸镀设备市场有一席之地。

图表 19. 奥来德业务布局



资料来源：公司官网，公司公告，中银证券

推荐标的：德龙激光-提供钙钛矿激光整段设备的激光装备标的。

- **特点：**拥有核心技术的激光装备制造商，下游应用领域涵盖半导体、显示面板、新型电子、新能源等，产品多样化。
- **外延：**已经布局钙钛矿的激光整段设备，公司早在 2009 年就推出过非晶硅薄膜太阳能电池的激光刻蚀设备，对薄膜太阳能电池生产制造及激光加工工艺有技术储备及工艺沉淀。2020 年公司率先关注到钙钛矿薄膜太阳能电池的产业化机会，推出了针对钙钛矿电池生产的激光整段设备（包括 P0 层激光打标设备，P1、P2、P3 激光划线设备，P4 激光清边设备及其中一系列自动化设备），目前设备已投入客户量产线使用，率先实现百兆瓦级规模化量产。
- **主营：**公司在半导体领域 MicroLED 激光巨量转移技术取得突破，已经通过客户测试验证，有望提供新业务增量。积极开拓新型电子和新能源相应的多种类型下游市场，不断创造新增长曲线。

图表 20. 德龙激光业务布局



资料来源：公司官网，公司公告，中银证券

风险提示

国际地缘政治摩擦导致组件出口波动。全球政治局势动荡，尽管目前欧盟、亚太、巴西等地区的光伏装机意愿高涨，而中国作为组件出口大国，容易遭受国际地缘政治摩擦使得出口量下滑，进而影响下游组件商的产能利用率、扩产进度放缓，抑制光伏设备端需求。

原材料价格波动抑制设备商的盈利能力。在全球高通胀、供应链不稳定的经济环境下，原材料价格高位震荡容易造成下游成本过高、生产意愿不足等。尽管硅料价格拐点出现，但仍然需关注供需关系变化导致价格波动。光伏设备作为光伏产业链的中游领域，成本上涨、下游生产意愿不足均影响设备商的经营情况及盈利能力。

技术引领行业竞争格局重塑的风险。光伏产业的每个环节均有多个厂商进行竞争，在光伏需求持续提升的产业环境下，每家厂商均围绕“降本增效”持续改进工艺、技术升级，行业竞争格局或因工艺/技术突破而迅速重构，需密切关注光伏技术带动的经营情况变动。

披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

公司投资评级：

- 买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20% 以上；
- 增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
- 中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在 -10%-10% 之间；
- 减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10% 以上；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

行业投资评级：

- 强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
- 中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
- 弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担由此产生的任何责任及损失等。

本报告内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人士，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东
银城中路 200 号
中银大厦 39 楼
邮编 200121
电话: (8621) 6860 4866
传真: (8621) 5888 3554

相关关联机构:

中银国际研究有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
致电香港免费电话:
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065
新加坡客户请拨打: 800 852 3392
传真: (852) 2147 9513

中银国际证券有限公司

香港花园道一号
中银大厦二十楼
电话: (852) 3988 6333
传真: (852) 2147 9513

中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区
西单北大街 110 号 8 层
邮编: 100032
电话: (8610) 8326 2000
传真: (8610) 8326 2291

中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury
London EC2R 7DB
United Kingdom
电话: (4420) 3651 8888
传真: (4420) 3651 8877

中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号
7 Bryant Park 15 楼
NY 10018
电话: (1) 212 259 0888
传真: (1) 212 259 0889

中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z
新加坡百得利路四号
中国银行大厦四楼(049908)
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371