

证券研究报告·公司深度报告

连城数控：客户结构持续优化，平台化布局雏形初现 ——光伏设备系列报告（深度）

分析师：吕娟

lyujuan@csc.com.cn

021-68821610

SAC 执证编号：S1440519080001

SFC 中央编号：B0U764

分析师：夏纾雨

xiashuyu@csc.com.cn

13601688112

SAC 执证编号：S1440521120002

发布日期：2022年8月17日

核心观点

- 连城数控是国内领先的晶体硅生长和加工设备供应商，依托核心客户资源、长晶设备技术等加强产业链布局、延伸产品覆盖领域，积极打造泛半导体领域平台型公司。公司成长逻辑概括为“客户延伸”+“业务延伸”。①“客户延伸”即在与隆基保持深入合作的同时，非隆基客户订单占比大幅提升，客户结构不断得以优化。②“业务延伸”即基于底层技术的可延展性，打造泛半导体平台型公司，下游横跨光伏、硅半导体、碳化硅、蓝宝石。同时，从设备供应商向设备+耗材综合性供应商转型，有助于加强客户粘性。公司拟定增募集不超过13.6亿元，计划投向光伏行业单晶炉扩产项目、电池片及组件设备项目、半导体行业碳化硅衬底加工装备生产项目及电子级银粉辅材扩产项目，跨行业全产业链平台型公司雏形初现。
- 一、客户延伸：订单结构更为多元，大客户依赖问题明显改善
- ①非隆基客户拓展顺利：过去隆基为公司收入、订单最重要支撑，2019~2021年来自于关联方隆基股份的收入占比分别高达67.84%、92.67%、72.42%。2021年以来，公司在隆基以外客户市场取得重大突破。2021年公司新签订单26.84亿元，主要来自于隆基以外客户；2022Q1新签订单20.26亿元，同样以非隆基客户为主。截止到2022Q1末，公司在手订单构成中，非隆基客户占比达到80%。
- ②2021年与隆基的关联交易实际落地订单较少，2022年有望同比大幅改善。2021年隆基向公司购买商品及服务的实际关联合同金额为4.27亿元，仅为年初预计值27.93亿元的15.28%，我们认为这与硅料价格高企等因素影响客户自身项目建设、规划进度调整有关。目前隆基在建及待建项目众多，基于公告，硅片业务（以硅棒产能为统计口径）待建产能46GW；电池业务在建产能19GW，待建产能45GW；组件业务在建产能10GW，待建产能6GW。公司与隆基多年来合作不断深化，有望成为大批待建项目的直接受益者。

核心观点

- **二、业务延伸：打通产业链上下游，打造泛半导体平台型公司**
- **①光伏设备：打通光伏全产业链。硅片设备环节**，公司可以提供晶体硅生长设备、以及后续加工所需的全套智能化加工设备，是国内少数能提供光伏硅片制造整体解决方案的供应商之一。公司硅片设备客户结构不断优化，大客户依赖问题改善显著。**电池设备环节**，艾华、釜川新增订单超预期；参股公司拉普拉斯受益于TOPCon大规模扩产业绩弹性可期。**组件设备环节**，积极布局串焊机、叠焊机和排版机，有望于2022年形成小批量订单，2023年形成大批量交付能力。
- **②光伏耗材：银粉+焊带+热场。银粉业务**，公司于2021年切入电子级银粉行业，坚持中高端路线，旨在实现进口替代。**焊带业务**，有望与组件设备业务形成更好的协同性。**热场业务**，公司于2020年通过先后参股石金科技、控股上海岚玥科技的方式切入碳碳热场行业，有望培育新的利润增长点。
- **③泛半导体设备：重点布局不同材料的晶体生长设备。半导体设备方面**，基于凯克斯（KAYEX）技术优势，先后推出优化改进的新型8英寸、12英寸单晶炉，并研制出24英寸半导体级单晶炉。**碳化硅设备方面**，公司6英寸碳化硅感应长晶炉项目已取得客户现场验证，同时碳化硅立式感应合成炉产品也已形成批量订单，公司利用自身技术、服务等优势不断加快推进第三代半导体材料碳化硅业务的前瞻性布局。**蓝宝石设备方面**，蓝宝石结晶热处理炉的研发工作已完成，产品形成批量订单。
- **投资建议**：在公司优势主业硅片设备领域，公司非隆基客户拓展顺利，同时隆基硅片项目有望逐步落地释放设备需求，公司订单有望实现超预期高增，保障短期业绩的持续增长；中长期来看，公司在光伏产业链以及泛半导体领域均有布局，若各项业务推进顺利，有望持续打开成长天花板，实现业绩的稳健增长。预计公司2022-2024年分别实现营收28.18、56.25、73.75亿元，同比分别增长38.14%、99.59%、31.11%，归母净利润分别为4.78、9.25、12.32亿元，同比分别增长38.08%、93.53%、33.24%，当前市值对应PE分别为36.42、18.82、14.12倍，维持“买入”评级。
- **风险提示**：下游硅片厂商扩产规模或进度低于预期，公司新业务拓展不及预期。

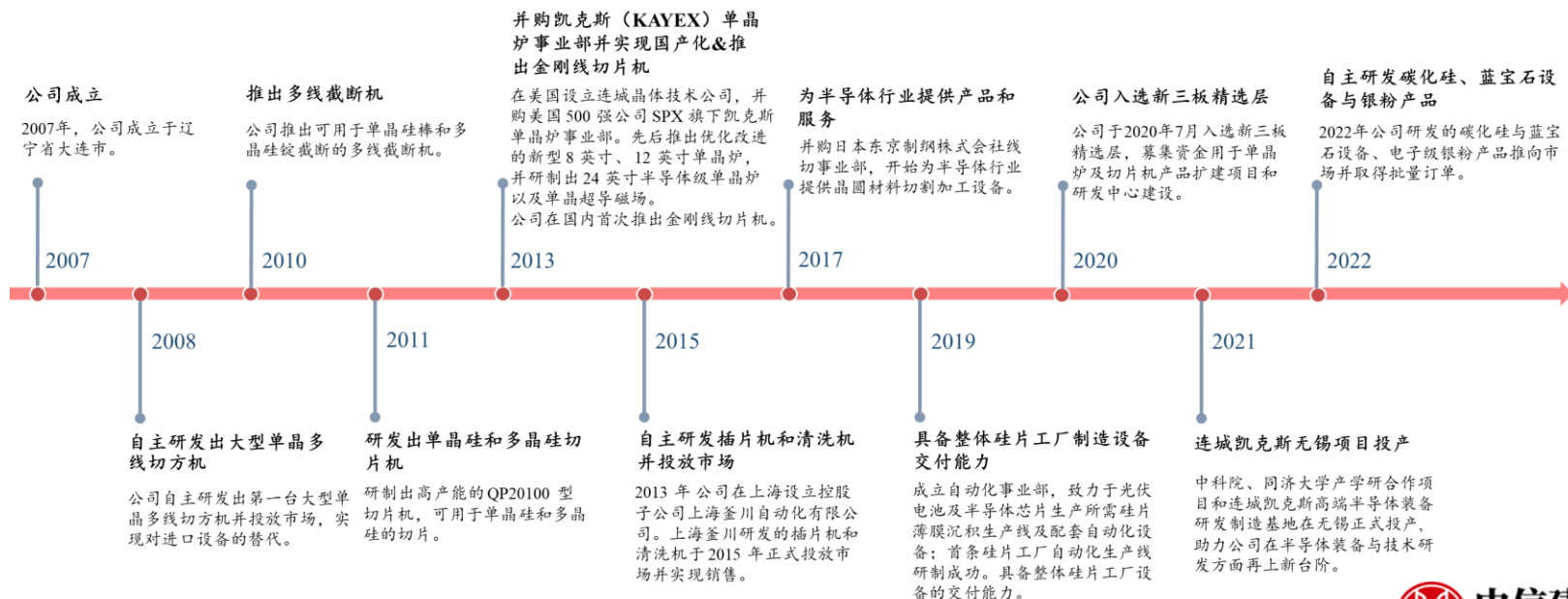
目录

- 一、领先的晶体硅生长和加工设备供应商，平台型特点雏形初现
 - 1.1 始于硅片设备，多次并购拓展业务范围
 - 1.2 聚焦硅片长晶与加工设备，提供自动化生产方案
 - 1.3 实控人之一为隆基董事长，参控股布局显现战略方向
 - 1.4 过去5年业绩CAGR为44.41%，核心产品单晶炉毛利率逐年提升
 - 1.5 定增募集不超过13.6亿元，跨行业全产业链平台型公司雏形初现
- 二、硅片设备订单有望超预期，产品拓展完善产业链布局
- 三、依托晶体生长、加工技术，纵向在泛半导体领域持续延伸
- 四、切入银粉、热场等关键辅材耗材领域，有望贡献业绩增量
- 五、鼎盛与连城：始于硅片设备，向泛半导体平台化布局开拓
- 六、投资建议及风险分析

1.1 始于硅片设备，多次并购拓展业务范围

- 公司起家于硅片设备，围绕泛半导体产业链拓展业务布局，涉足“设备+耗材”。公司成立于2007年，是一家专注于光伏和半导体装备及自动化设备的国家级高新技术企业。2008年公司率先自主研发出单晶多线切方机，实现进口替代，而后陆续推出多线截断机、切片机等产品；2013年并购美国500强公司斯必克旗下单晶炉事业部进入单晶炉领域；目前公司光伏硅片设备产品线完备，可提供晶体硅生长设备、以及后续加工至硅片的各工艺步骤所需的全套智能化加工设备。此外，公司通过自研和并购等方式，逐步丰富业务布局，如并购日本东京制钢株式会社线切事业部进军半导体切割设备，自主研发碳化硅、蓝宝石设备，投资江苏连银进军电子级银粉等，不断扩展自身产品与业务范围。

图表：公司自成立以来深耕于晶体硅生长和加工设备





● 资料来源：公司官网，公开发行人，中信建投

1.2 聚焦硅片长晶与加工设备，提供自动化生产方案

- 公司以硅片设备为核心，包含光伏、半导体长晶加工设备与自动化生产设备。公司产品主要应用于光伏产业原材料硅的加工环节。公司产品分为单晶炉、线切设备、硅片处理设备、智能制造生产线与其他产品。其中，单晶炉可以实现将原料通过高温控制生长成为单晶棒。线切设备和磨床可以将单晶硅棒和多晶硅铸锭加工后成为硅片，供晶体硅光伏产业下游客户使用。智能生产线包括单晶硅机加、粘胶、切片三种自动化生产线。


图表：公司主要产品

产品种类	细类	产品样图	产品用途
单晶炉	太阳能级单晶炉		 <ol style="list-style-type: none"> 采用直拉法将高纯多晶硅原料拉制成8-12英寸的单晶硅棒； 上述单晶硅棒再经过切片加工等多道工序后，成为单晶硅太阳能电池板的主要原材料。
	半导体级单晶炉		 <ol style="list-style-type: none"> 采用直拉法将电子级高纯多晶硅原料拉制成6-12英寸的单晶硅棒； 制备的单晶硅棒再经切片等多道加工工序后，成为集成电路产业晶圆的主要原材料。
线切设备	多线切断机		 <ol style="list-style-type: none"> 采用金刚砂线锯技术； 用于切割单晶硅棒。
	多线切方机		 <p>用于将切断后的单晶圆棒或多晶方锭切成方棒。</p>
	多线切片机		 <ol style="list-style-type: none"> 主要通过金刚线的高速往复运动进行切割； 将单晶硅或多晶硅方棒切割为硅片。

资料来源：公司定增说明书，中信建投

1.2 聚焦硅片长晶与加工设备，提供自动化生产方案

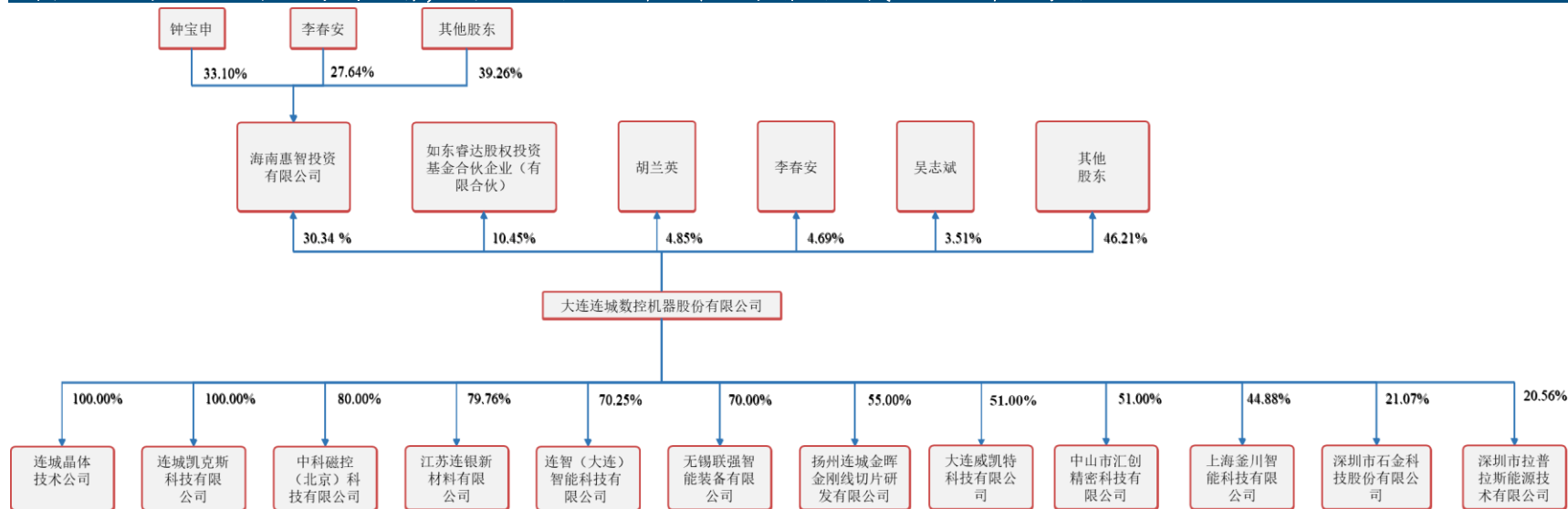
图表：公司主要产品（续）

产品种类	细类	产品样图	产品用途
磨床（硅方棒全自动磨床）	-		 <p>用于对切方后的单晶硅或多晶硅长方体的各个平面或圆弧面的研磨加工，提高表面光滑度。</p>
硅片处理设备（全自动插片清洗一体机）	-		 <p>用于光伏单晶硅片和多晶硅片的大批量高洁净清洗、分拣和插片。</p>
智能生产线	单晶硅机加智能生产线		<p>自动化控制系统集中控制和调度，切断机、切方机和抛光一体机承担生产加工任务，机械手、输送线等承担物料转运任务，硅棒标识、硅棒检测配合MES承担信息交互任务。</p>
	单晶硅粘胶智能生产线		<p>根据粘胶的工艺请求，配合切片自动化系统完成晶托的自动集中回收到固定上料点、晶托的自动擦拭、粘胶板自动清理及上料、晶棒自动清理及上料，粘胶后自动压紧及静置、物料自动流转、成品智能调度转运等功能。</p>
	单晶硅切片智能生产线		<p>采用桁架机器人/机械手的形式，实现切片机的自动上下料加工生产线，并通过自主研发系统对数控机床、PLC等设备联网，实现远程数据采集、状态监控；接收MES生产订单，基于现场数控设备的实时负荷情况，进行实时调度，并采集设备实际执行情况，进行加工状态跟踪。</p>

1.3 实控人之一为隆基董事长，参控股布局显现战略方向

- 公司实控人之一为隆基股份董事长。公司目前的控股股东是海南惠智，持股30.34%。公司的实际控制人为李春安先生和钟宝申先生。李春安先生直接持股4.69%，通过海南慧智间接持股8.39%，共计13.08%，自2007年至今出任连城数控董事长。钟宝申先生通过海南慧智间接持股10.04%，自2007年9月至2021年1月出任连城数控董事，2014年6月至今任隆基绿能董事长。除此之外，持股5%以上的股东还有如东睿达。

图表：公司控股股东是海南惠智，实际控制人是钟宝申和李春安（截至2022年一季报）



1.3 实控人之一为隆基董事长，参控股布局显现战略方向

- 公司主要控股与参股子公司业务围绕光伏与半导体设备进行研发生产与销售。核心控股子公司凯克斯成立于2019年12月，主要生产光伏及半导体的晶体生长与加工设备，2021年主营业务收入10.97亿元，净利润2.82亿元。此外有连城晶体技术公司生产半导体与光伏单晶炉、大连威凯特生产微波破碎与干燥设备、连智智能科技生产光伏自动化设备、江苏连银生产电子级银粉等。
- 三家参股公司处于公司产业链上下游，有助于公司战略发展。公司目前共有3家参股公司，持有上海釜川44.88%的股份，主要从事全自动插片清洗一体机的生产和销售；持有深圳市拉普拉斯能源技术有限公司20.56%的股份，主要从事光伏电池设备的研发、生产和销售；持有石金科技21.07%的股份，主要从事石墨及碳素产品的研发、生产和销售。

图表：2021年公司主要参控股子公司情况

	公司名称	持股比例	从事业务	主营业务收入 (万元)	主营业务利 润(万元)	净利润(万元)
主要控股 公司	连城凯克斯科技有限公司	100%	光伏及半导体晶体材料生长和加工设备的研发生产和销售	109,709.71	44,909.19	28,163.20
	大连威凯特科技有限公司	51%	微波破碎设备、干燥设备的研发、生产和销售	2,266.04	835.37	128.42
	连智（大连）智能科技有限公司	70.25%	光伏自动化设备集成设备的研发、生产和销售	11,770.51	2,208.20	-442.22
	连城晶体技术公司	100%	半导体和光伏单晶炉的研发、生产和销售。	191.32	62.72	-838.43
	江苏连银新材料有限公司	79.76%	电子级银粉研发制造与销售	410.96	1.52	-1,072.23
主要参股 公司	上海釜川智能科技股份有限公司	44.88%	全自动插片清洗一体机等设备的生产和销售	17432.96（营收）	-	-443.16
	深圳市拉普拉斯能源技术有限公司	20.56%	光伏电池设备的研发、生产和销售	-	-	-1673.41 （投资收益）
	深圳市石金科技股份有限公司	21.07%	石墨及碳素产品的研发、生产和销售	15,275.54（营收）	-	528.01

1.3 实控人之一为隆基董事长，参控股布局显现战略方向

- 公司2020年发布股权激励计划，彰显业绩增长信心。根据公司于2020年10月公布的股权激励计划草案与2021年公布的股权激励计划调整公告，公司拟向182名员工授予370.80万份股票期权，首次授予股票期权的行权价格为每份36.69元。涉及的激励对象包括实际控制人李春安、董事、高级管理人员与182名核心员工。预计分三次行权，行权比例分别为50%、30%、20%。行权条件为2020年、2020-2021年、2020-2022年累计营业收入不低于15、30、50亿元或累计净利润不低于2、5、8亿元。2020-2023年股票期权成本摊销费用分别为186.18、973.73、400.85、129.05万元，需摊销总费用为1,689.81万元。

图表：公司2020年股权激励计划

行权期	行权比例	业绩考核目标
第一个行权期	50%	2020年营业收入值不低于15亿元或2020年净利润值不低于2亿元
第二个行权期	30%	2020-2021年两年累计营业收入值不低于30亿元或2020-2021年两年累计净利润值不低于5亿元
第三个行权期	20%	2020-2022年三年累计营业收入值不低于50亿元或2020-2022年三年累计净利润值不低于8亿元

资料来源：公司股权激励计划草案，中信建投

图表：股权激励对象名单

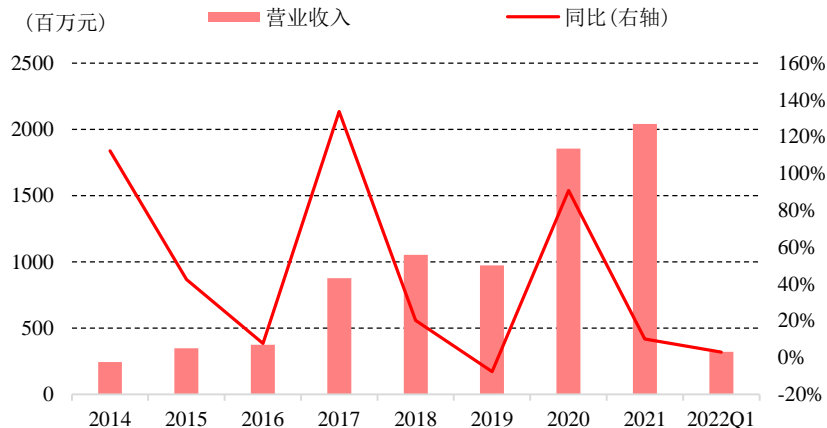
姓名	职务	获授的股票期权数量 (万份)	比例
李春安	董事长	15	5.68%
黎志欣 (ZHIXINLI)	董事、总经理	20	7.58%
曹胜军	董事、副总经理	2	0.76%
王学卫	董事、副总经理	7	2.65%
王鸣	董事会秘书、财务负责人	10	3.79%
核心员工（182人）		157.2	59.55%
预留		52.8	20.00%
合计		264	100%

资料来源：公司公告，中信建投

1.4 过去5年业绩CAGR为44.41%，核心产品单晶炉毛利率逐年提升

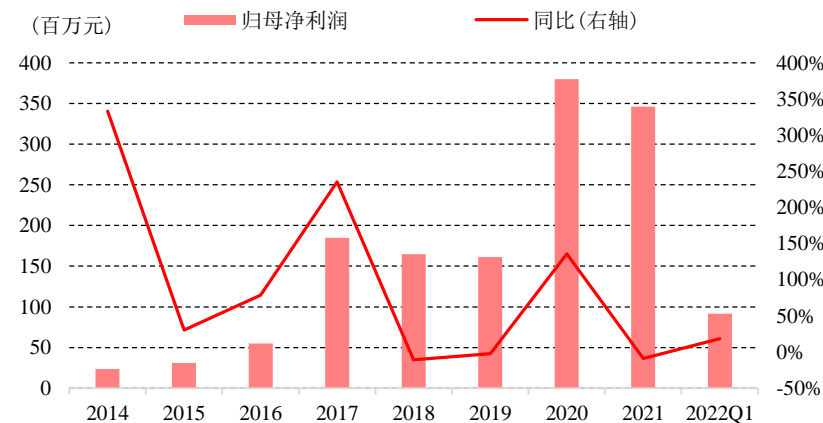
- **受益于硅片扩产，公司业绩实现快速增长。**受益于硅片大尺寸趋势及一体化厂商完善产业链布局，下游硅片行业大规模扩产，硅片设备需求持续旺盛。公司以硅片设备为核心，整合上下游优质资源，可实现整线交付解决方案，综合竞争力增强，收入、利润规模总体呈现快速增长趋势，2016-2021年公司营业收入从3.75亿元增长至20.40亿元，CAGR为40.33%；归母净利润从0.55亿元增长至3.46亿元，CAGR为44.41%。
- **2022Q1开始预计业绩将逐季改善。**公司2021年新增订单落地时间主要集中于下半年，2022Q1公司实现营收3.22亿元，同比增长2.89%，归母净利润0.91亿元，同比增长18.60%，我们预计从2022Q1开始，随着新增订单落地密集期逐渐转入收入确认周期，业绩有望逐季改善；公司2022Q1扣非后净利润1850.80万元，同比下降74.20%，主要由于：①期间费用率26.76%，同比提升9.02pct，其中管理费用率、研发费用率同比提升3.65、3.74pct；②收购上海釜川带来股权公允价值增加，投资收益增加7021.22万元。

图表：2022Q1公司营业收入为3.22亿元，同比+2.89%



来源：Wind，中信建投

图表：2022Q1公司归母净利润为0.91亿元，同比+18.60%

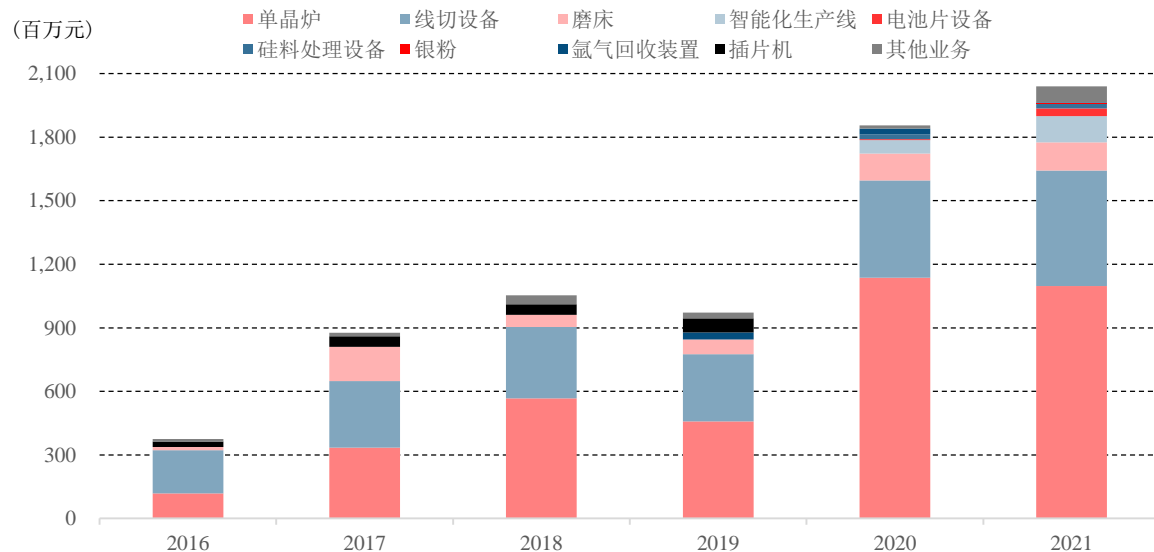


来源：Wind，中信建投

1.4 过去5年业绩CAGR为44.41%，核心产品单晶炉毛利率逐年提升

- 单晶炉、线切设备和磨床是公司目前主要收入来源。分业务来看，目前单晶炉、线切设备和磨床是公司主导产品，收入占比较大，2021年分别实现营业收入10.97亿元、5.45亿元、1.34亿元，营收占比为53.76%、26.74%、6.55%。单晶炉增速相较于2020年的148.3%有所放缓，一方面由于高基数原因，另一方面2021年大客户隆基硅片环节扩产不多而新开拓客户订单尚未进入业绩确认周期。公司智能生产线、电池片设备等新业务发展态势良好，2021年营收分别为1.23亿元、3697.60万元，同比增长91.56%、826.44%。2021年公司新增银粉业务，收入410.96万元。

图表：单晶炉、线切设备和磨床是公司主要收入来源

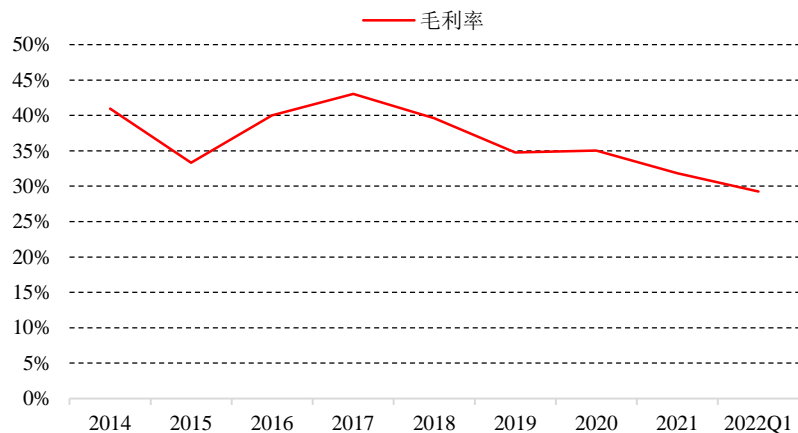


来源：公司公告，中信建投

1.4 过去5年业绩CAGR为44.41%，核心产品单晶炉毛利率逐年提升

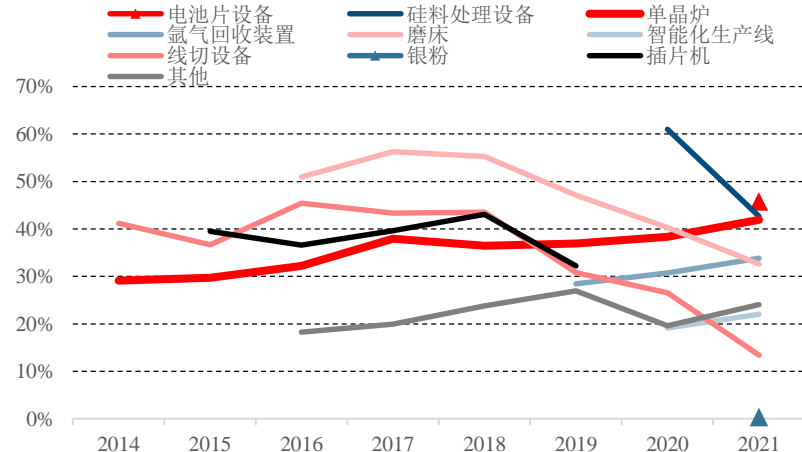
- 近年来公司整体毛利率有所下降，核心产品单晶炉毛利率持续提升。整体来看，2021年公司毛利率为31.81%，同比下降3.24pct，毛利率的下降与部分子品类新产品的推出有关；2022Q1公司整体毛利率为29.23%，同比下降8.39pct。分业务来看，2021年公司主要产品单晶炉、线切设备和磨床毛利率分别为41.94%、13.39%、32.62%，同比分别+3.62pct、-13.18pct、-7.68pct，其中单晶炉毛利率连年提升已突破40%，主要由于产品力获得更多客户认可，系统等高附加值产品占比提升；但是线切设备、磨床毛利率下滑较多，主要由于新产品占比提升，未来预计可以通过核心零部件国产化、规模效应、设计优化等方式实现降本。

图表：近年来公司毛利率有所下降



●来源：Wind，中信建投

图表：分业务来看，公司电池片设备毛利率较高

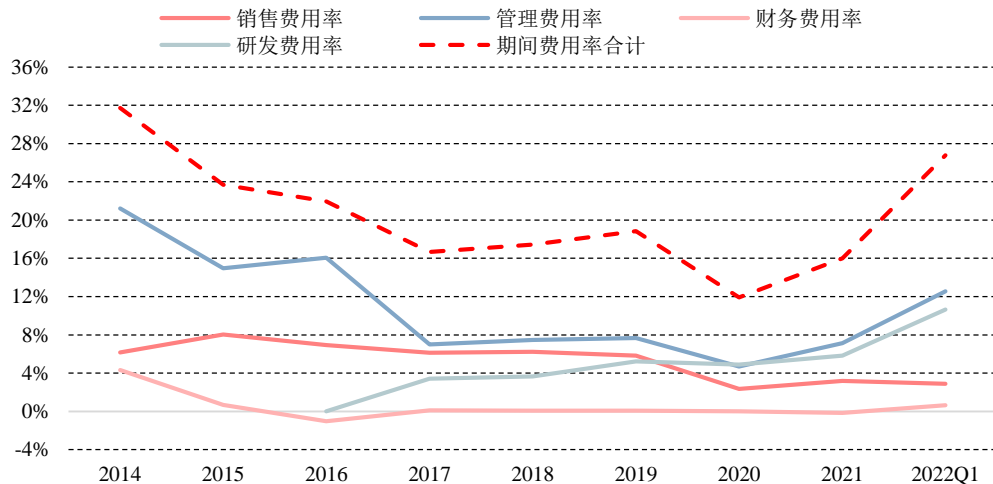


●来源：Wind，中信建投

1.4 过去5年业绩CAGR为44.41%，核心产品单晶炉毛利率逐年提升

- 近年来公司期间费用率整体呈下降趋势，2022Q1研发及管理费用率显著增长。2014年以来公司期间费用率整体呈现下行趋势，2019-2021年期间费用率分别为18.85%、11.91%、16.00%。2022年一季度公司期间费用率合计为26.76%，其中销售、管理、财务、研发费用分别为2.90%、12.55%、0.66%、10.66%。2021年以来出于战略发展需求，公司扩大产业链布局，成立、收购子公司，研发及管理费用明显增加。
- 公司研发费用快速增长，积极投入碳化硅设备、组件设备等新业务。2021年公司研发费用1.19亿元，同比增长31.29%，至2022Q1研发费用率提升至10.66%，同比提升3.74个pct。公司加快新产品研发力度，现有产品研发包括单晶炉、ALD工艺炉、半导体切片设备、大尺寸切片设备等；新产品研发主要包括6英寸碳化硅感应长晶炉、碳化硅立式感应合成炉、碳化硅电阻炉、蓝宝石结晶热处理炉、叠焊机、高速串焊机。

图表：2022Q1公司四项期间费用率合计为26.76%，同比增长10.76pct



● 来源：Wind，中信建投

1.5 定增募集不超过13.6亿元，跨行业全产业链平台型公司雏形初现

公司拟定增募集不超过13.6亿元布局光伏及半导体设备及辅材，跨行业全产业链平台型公司雏形初现。公司于2022年7月15日发布定增募集说明书（草案），拟发行不超过3900万股，按照截至2022年3月31日公司已发行股份总数测算，占比16.77%，本次发行的募集资金总额不超过人民币13.60亿元，扣除发行费用后，拟全部用于以下项目：

- ①**单晶炉扩产项目**：投资总额3.66亿元，拟使用募集资金3.06亿元，实施主体为公司全资子公司连城凯克斯，项目建设期1.5年，计划从2022年7月开始建设；
- ②**光伏电池片和光伏组件设备项目**：投资总额4.92亿元，拟使用募集资金3.94亿元，实施主体为连城凯克斯，光伏电池片项目产品主要是ALD设备，光伏组件设备项目的产品主要为串焊机、叠焊机和排版机，项目建设期1.5年，计划从2022年7月开始建设；
- ③**第三代半导体材料碳化硅衬底加工装备生产项目**：投资总额1.70亿元，拟使用募集资金1.38亿元，实施主体为连城凯克斯，主要产品为合成炉、感应炉、电阻炉等，项目建设期1.5年，计划从2022年7月开始建设；
- ④**电子级银粉扩产项目**：投资总额2.56亿元，拟使用募集资金1.68亿元，实施主体为公司控股子公司江苏连银新材料有限公司，项目建设期2年，计划从2022年7月开始建设；
- ⑤**补充流动资金**：拟使用募集资金2.55亿元用于补充流动资金，以补充营运资金，优化资本结构，缓解资金压力，提高抗风险能力。

图表：公司2022年定增项目明细（单位：万元）

项目名称	投资总额	拟使用募集资金
单晶炉扩产项目	36,570.60	30,584.24
光伏电池片和光伏组件设备项目	49,236.62	39,385.68
第三代半导体材料碳化硅衬底加工装备生产项目	16,981.45	13,758.73
电子级银粉扩产项目	25,560.01	16,819.37
补充流动资金	35,451.98	35,451.98
合计	163,800.66	136,000.00

●来源：连城数控2022年定增募集说明书（草案），中信建投

目录

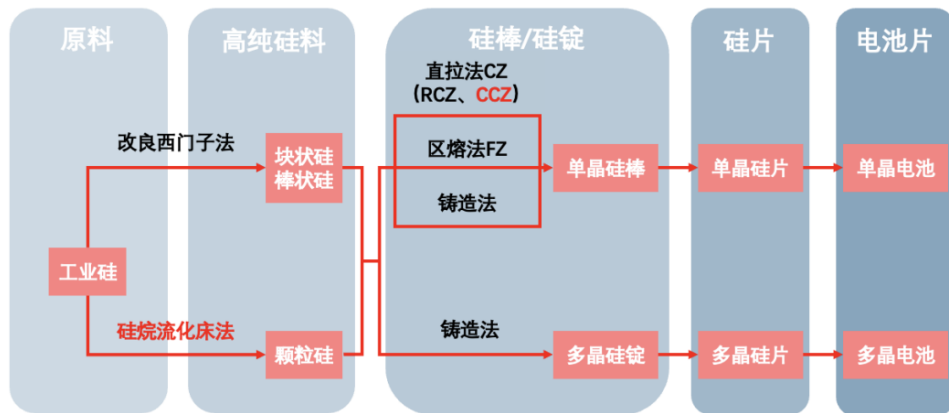
- 一、领先的晶体硅生长和加工设备供应商，平台型特点雏形初现
- 二、硅片设备订单有望超预期，产品拓展完善产业链布局
 - 2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期
 - 2.2 电池片设备：产品应用多点布局，订单有望持续增长
 - 2.3 组件设备：加大串焊机等组件设备投入，提升光伏全产业链供应能力
- 三、依托晶体生长、加工技术，纵向在泛半导体领域持续延伸
- 四、切入银粉、热场等关键辅材耗材领域，有望贡献业绩增量
- 五、晶盛与连城：始于硅片设备，向泛半导体平台化布局开拓
- 六、投资建议及风险分析

2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.1 公司是行业领先的晶体硅生长和加工设备供应商

- 长晶与切片为硅片制备核心工艺，分别对应长晶炉和切片机。当工业硅经过提纯后，形成达到太阳能级质量标准的硅料，根据产业需要用于制备单晶硅、多晶硅，分别应用于单晶电池和多晶电池的生产。制备硅片主要包括长晶、截断、切方、切片、测试分选四个环节。其中，长晶与切片为核心环节，对应的设备主要分别为长晶炉和切片机。单晶硅棒的制备由多晶硅料通过直拉法或者区熔法制成；铸锭法制备单晶硅指采用类似于铸造多晶硅的工艺制备单晶硅，目前采用该工艺制备单晶硅片的占比仍然较小。

图表：单晶硅制备图例

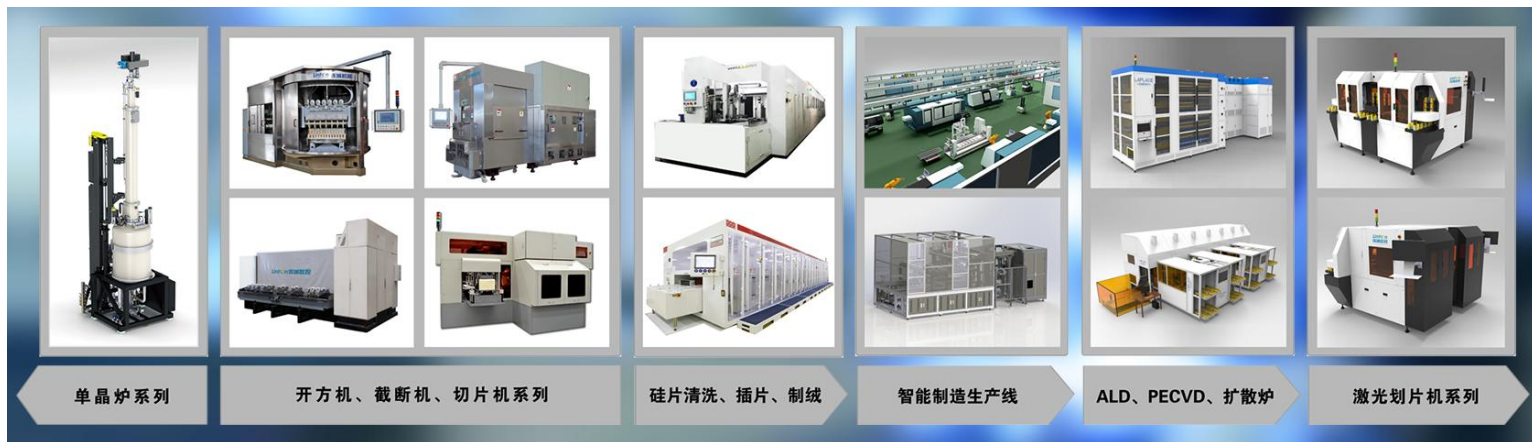


2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.1 公司是行业领先的晶体硅生长和加工设备供应商

- 在硅片设备领域，公司主要提供高性能的单晶炉、线切设备、磨床、硅片处理设备和氩气回收装置等产品。从公司的发展来看，2008年公司成功研制出中国第一代具备自主知识产权的多线切方机，实现进口替代；2013年在国内首次推出金刚线切片机，同年公司收购SPX公司旗下凯克斯（KAYEX）单晶炉事业部，布局晶体硅生长设备业务。2019年公司自动化事业部研制出首条硅片工厂自动化生产线，使公司实现由单一设备供应商向成套设备解决方案提供商的转型，具备整体硅片工厂制造设备的交付能力。公司已基本形成晶体硅生长设备制造与晶体硅加工设备制造互补发展的业务格局。经过多年的持续研发和创新，公司已经深入理解并掌握晶体硅生长设备及多线切割设备的关键技术和工艺，在行业中处于相对领先的地位。

图表：连城数控产品线



2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.1 公司是行业领先的晶体硅生长和加工设备供应商

- 单晶炉市场格局较为集中，公司是隆基单晶炉重要供应商。目前国内光伏领域单晶炉已实现进口替代，主要供应商包括晶盛机电、连城数控、北方华创、京运通等，新玩家包括奥特维（无锡松瓷）等。从客户分布来看，晶盛机电为隆基股份之外硅片企业最主要的单晶炉供应商，其大客户为中环股份；连城数控为隆基单晶炉重要供应商，助力隆基产能扩张，2021年隆基外客户实现大幅增长，未来有望逐步降低对于隆基的依赖。

图表：单晶炉主要供应商

供应商	总部	简述
晶盛机电	中国	创建于2006年12月，相继开发出具有完全自主知识产权的全自动单晶生长炉、多晶铸锭炉、区熔硅单晶炉、蓝宝石炉、碳化硅炉等晶体生长设备。在半导体产业实现8-12英寸大硅片制造用晶体生长及加工装备的国产化，并取得半导体材料装备的领先地位；成功掌握国际领先的700kg级超大尺寸泡生法蓝宝石晶体生长技术，蓝宝石材料业务具备较强的成本竞争力并逐步形成规模优势。
连城数控/Kayex	中国	成立于2007年，是全球领先的光伏与半导体设备制造商。专注光伏和半导体产品制造和解决方案，从晶体生长、切磨加工、湿法制绒到光伏电池工艺，为光伏事业提供全产业链的设备和自动化全方位的服务。2008年连城研制出我国第一代具备自主知识产权的多线切割机；2013年公司业务由光伏行业向半导体行业进一步延伸，收购了美国500强公司斯必克旗下拥有60年历史的凯克斯单晶炉事业部；2014年单晶炉产品实现销售；2018年推出新型超导磁场单晶炉，具备半导体12英寸单晶炉生产能力。
北方华创	中国	成立于2001年9月，由北京七星华创电子股份有限公司和北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司战略重组而成。北方华创主营半导体装备、真空装备、新能源锂电装备及精密元器件业务，为半导体、新能源、新材料等领域提供解决方案。
京运通	中国	成立于2002年8月8日，主导产品包括单晶硅生长炉、多晶硅铸锭炉、区熔炉等光伏及半导体设备，多晶硅锭及硅片、直拉单晶硅棒及硅片、区熔单晶硅棒及硅片等光伏产品，光伏发电和风力发电等新能源发电项目及蜂窝式中低温SCR烟气脱硝催化剂。单晶炉优先自供。
奥特维/松瓷机电	中国	松瓷机电是奥特维控股子公司，主要从事光伏和半导体行业单晶炉、加料机设备的研发、制造、销售及综合性解决方案，其核心产品SC-1600大尺寸单晶炉及加料机具备稳定、高效、安全、灵活等优势。SC-1600单晶炉在充分满足行业主流尺寸晶棒控制要求的同时，能够稳定控制12寸N型晶棒，并具备高自动化能力，可做到从调温-引晶-放肩-转肩-等径-收尾阶段100%自动化，更大化减少人工干预。公司自产OCZ加料机能灵活匹配SC-1600单晶炉，单次投料量最大可达700KG，产能提升5%。
天通股份	中国	CCZ单晶炉的研发取得阶段性突破，外置式加料控制系统以及CCZ需要的自动控制系统得到初步完善。
S-tech	韩国	成立于1990年，是世界领先的半导体及光伏单晶炉设备供应商，2016年进入中国半导体长晶设备市场。
PVA TePla AG	德国	成立于1991年，是世界领先的高科技工艺设备供应商，PVA CGS是PVA TePla AG的子公司，成立以来一直是世界晶体生长系统的领先提供商。在Cz（Czochralski）、FZ（浮区）、高温气相沉积（HTCVD）、物理蒸气传输（PVT）和VGF（垂直梯度冻结）技术领域上拥有领先地位，致力于硅、碳化硅、锗、化合物半导体和氟化钙单晶生长系统的开发和设计，产品主要应用于半导体行业及光伏行业。

●来源：各公司公告，中信建投

2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.1 公司是行业领先的晶体硅生长和加工设备供应商

- 公司单晶炉毛利率已突破40%，处于行业内较高水平。2018年以来，公司单晶炉毛利率持续提升，2021年已突破40%达到41.94%，主要由于产品力获得更多客户认可，系统等高附加值产品占比提升。将公司毛利率与同行业比较，公司单晶炉的毛利率水平介于北方华创和晶盛机电毛利率水平之间，处于行业内较高水平。
- 2021年新产品推广导致线切设备毛利率下滑明显。2021年公司线切设备毛利率为13.39%，同比下滑13.18pct，主要是公司重点推广能满足切割210硅片的先进型号切片机，选型了较多的进口配件导致单机成本上升较大所致，预计后期通过加快产品迭代、持续优化产品设计和供应链体系等措施可提升切片机产品的毛利率。与同行业可比公司相比，线切设备的毛利率水平在2017年和2018年高于行业可比公司均值，2019-2021年低于行业可比公司均值。

图表：公司分业务毛利率与同行业可比公司比较，处于合理区间

产品	可比公司	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
单晶炉	晶盛机电	41.42%	43.62%	38.13%	40.52%	42.61%
	北方华创	33.20%	34.72%	35.23%	29.44%	33.00%
	京运通	40.86%	45.05%	40.83%	35.78%	28.61%
	均值	38.49%	41.13%	38.06%	35.25%	34.74%
	连城数控	37.97%	36.48%	36.92%	38.33%	41.94%
线切设备	晶盛机电	33.00%	37.85%	35.36%	37.10%	42.61%
	上机数控	49.43%	49.20%	48.26%	42.17%	27.42%
	高测股份	35.91%	40.87%	36.50%	37.10%	31.11%
	均值	39.45%	42.64%	40.04%	38.79%	33.71%
	连城数控	43.33%	43.57%	30.81%	26.57%	13.39%

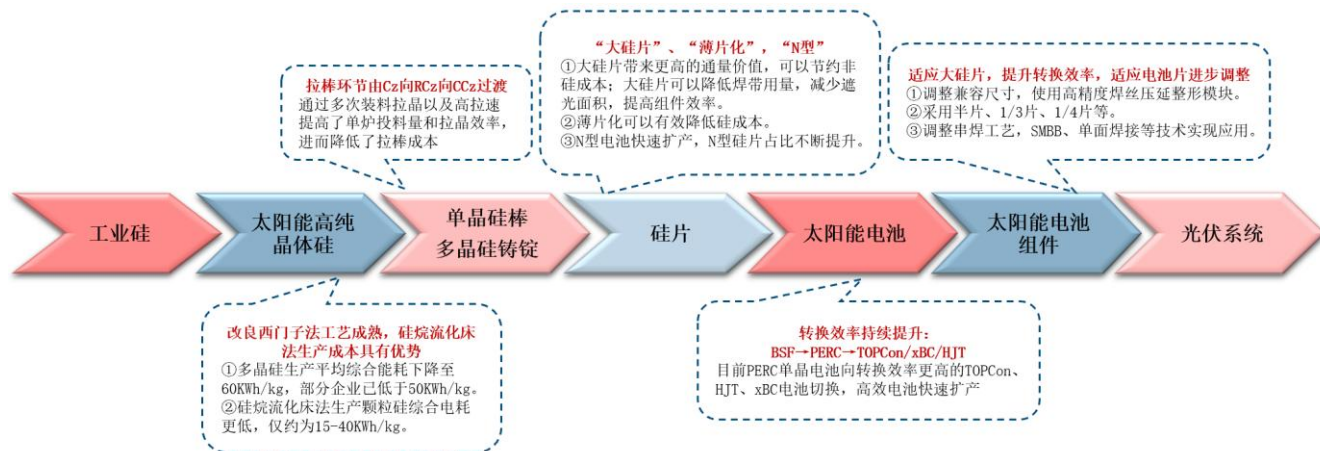
● 来源：各公司公告，中信建投；注：晶盛2021年不再拆分单独晶体生长设备和智能化加工设备的毛利率情况

2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.2 “大尺寸”与“薄片化”趋势确定，N型硅片占比将快速提升

- 降本增效是光伏行业永恒的主题，如何实现单瓦发电成本的最优化是光伏企业持续为之奋斗的方向。一般来说，降低光伏成本的方式包括：①硅片做大摊薄成本；②硅片切薄摊薄成本；③电池片的转换效率提升提高发电量从而摊薄成本；④新的组件技术发展提升发电量、降低耗材使用量摊薄成本；⑤各环节设备、材料的国产化降低成本等。
- 近年来硅片环节的变化主要包括：①拉棒环节由CZ向RCZ向CCZ过渡，通过多次装料拉晶以及高拉速提高了单炉投料量和拉晶效率，进而降低了拉棒成本；②单晶硅片向“大尺寸”、“薄片化”、“N型”方向发展，尤其是近年来行业内硅片尺寸从166向182、210转变，带动设备的升级或迭代，形成了一轮新的设备投资，目前硅料价格高企业内积极推进薄片化进程，此外随着高效电池快速扩产，N型硅片占比将不断提升。

图表：光伏产业链各环节核心技术变化

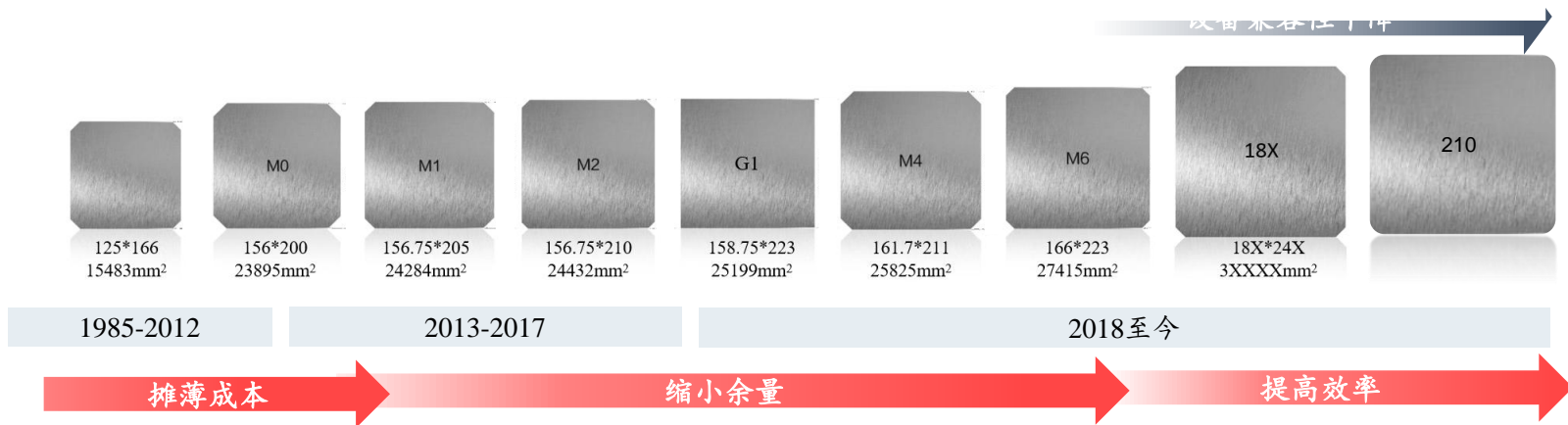


2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.2 “大尺寸”与“薄片化”趋势确定，N型硅片占比将快速提升

- **2018年至今，硅片尺寸迭代加速。**2018年晶科推出G1（158.75），2019年韩华、隆基、中环分别推出M4（161.7）、M6（166）、G12（210），大硅片成为焦点；2020年晶科、隆基、晶澳等7家企业联合倡议M10（182），行业形成“182mm”与“210mm”两大阵营。根据CPIA数据，2021年182mm和210mm尺寸合计占比由2020年的4.5%迅速增长至45%，预计未来其占比仍将快速扩大。
- **薄片化有利于降低硅耗和硅片成本，但会影响碎片率。**目前切片工艺完全能满足薄片化的需要，但硅片厚度还要满足下游电池片、组件制造端的需求。根据CPIA数据，2021年P型单晶硅片平均厚度为170 μ m左右，用于n-TOPCon 电池、异质结电池、IBC电池的硅片平均厚度分别约为165 μ m、150 μ m、130 μ m；在硅料价格高企的背景下，产业仍有减小硅片厚度的降本动力。

图表：光伏硅片尺寸不断变大



● 来源：中环股份，中信建投

2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.2 “大尺寸”与“薄片化”趋势确定，N型硅片占比将快速提升

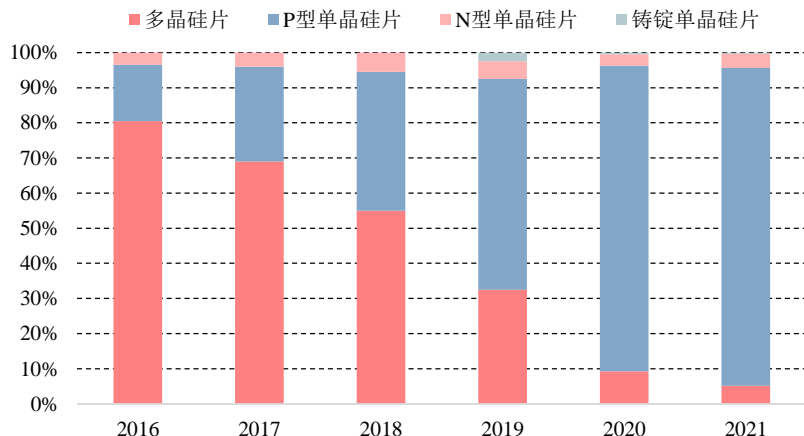
- **N型单晶硅是实现高效率太阳电池的理想材料，渗透率有望持续提升。**N型单晶硅具有杂质少、纯度高、少子寿命少、无晶界位错缺陷以及电阻率容易控制等材料优势，是制备光伏电池的优质材料。在相同金属杂质污染情况下，N型电池表面复合速率低，少子寿命比P型电池高出1-2个数量级，因而同等光照条件下，转换效率更高。此外，由于N型电池是硅片基底掺磷，没有P型电池硅片基底硼-氧对形成复合中心的损失，因此电池几乎没有光致衰减。整体而言，相较于P型电池，N型电池在全生命周期的发电量至少会高出3%。根据CPIA统计，2021年，N型单晶硅片占比约4.1%，随着N型电池片加速产业化，预计未来10年N型单晶硅片占比将快速提升。

图表：N型电池和P型电池对比

对比项目	N型电池	P型电池
硅片制备原理	N型硅片，单晶硅中掺磷	P型硅片，单晶硅中掺镭
电池片制备原理	在N型硅片上扩散硼元素，形成P+/N型结构	在P型硅片上扩散磷元素，形成N+/P型结构
当前技术特点	具有少子寿命较长、金属杂质敏感度较低等优势，电池片光电转换效率及长期稳定性天然可以达到更高水平，但制备技术更加复杂，成本较高	量产工艺相对简单，技术成熟，成本较低，但电池片的最高光电转换效率理论值低于N型电池片

● 来源：润阳股份招股说明书，中信建投

图表：不同类型硅片市场占比变化趋势



● 来源：CPIA，中信建投

2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.3 下游扩产释放设备红利，公司客户拓展成果显著

- 2022年下游硅片扩产或仍位于景气高位。2021年国内硅棒/硅片规划扩产规模为160GW左右，我们就2022年预计将要实施的硅片扩产项目做了统计，就目前已公布的数据来看，规划扩产规模近200GW，各项目具体落地时间仍需观察。影响硅片行业扩产景气度的因素主要包括：①上游多晶硅原材料价格；②硅片企业自身盈利性；③新老玩家在行业大扩产背景下预期市占率的考量等。

图表：2021年国内硅棒/硅片规划扩产规模统计

项目	规模 (GW)
高景太阳能	15
中环股份	50
晶科能源	15
晶澳科技	20
双良节能	20
宇泽半导体	5
美科	12
上机数控	10
通合	7.5
阿特斯	5
总计	160

● 来源：各公司公告，中信建投

图表：2022年国内硅棒/硅片规划扩产项目统计

公司	项目	规划产能 (GW)	地点
京运通	乐山二期	22	乐山
晶科能源	拉棒项目一期	20	西宁
晶澳科技	包头三期	20	包头
高景太阳能	高景三期	20	珠海
隆基股份	鄂尔多斯项目	20	鄂尔多斯
宇泽半导体	宇泽三期	20	楚雄
双良节能	双良二期	20	包头
华耀光电	华耀二期	12	呼和浩特
安徽阜兴	硅片项目	10	阜阳
阳光集团	单晶拉棒项目	15	巴彦淖尔
清电能源	一期单晶硅拉棒切片项目	10	哈密
三一集团	硅片项目	5	云南
合计		194	

● 来源：各公司公告，中信建投

2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.3 下游扩产释放设备红利，公司客户拓展成果显著

- 我们对2022年硅片设备市场空间进行测算，预计整体空间有望达到297亿元，其中单晶炉、切片机分别为239、35亿元。
- 假设条件：根据我们的统计，2022年已规划待建硅片产能约194GW，高于2021年。全年来看计划扩产的项目是否能够顺利推进，我们认为也将受到上游硅料价格变动以及硅片厂商自身规划调整等因素影响。
- 基于以上假设，我们得到如下结论：
- 预计2021年~2022年硅片设备市场规模分别为245亿元、297亿元，2022年硅片设备市场空间同比增长21%。分产品来看，2022年单晶炉市场规模239亿元，切片机市场规模35亿元，截断机、开方机、磨床市场规模分别为3、9、12亿元。就设备采购口径而言，2022年相较于2021年仍然为扩张年。

图表：2021年-2022年硅片设备行业市场规模测算

	2021E	2022E
硅片新增规划产能 (GW)	160	194
设备空间测算		
硅片设备市场空间 (亿元/年)	245	297
单晶炉市场空间 (亿元/年)	197	239
单晶炉单价 (万元/台)	145	145
单晶炉数量 (台/GW)	85	85
切片机市场空间 (亿元/年)	29	35
切片机单价 (万元/台)	140	140
切片机数量 (台/GW)	13	13
截断机市场空间 (亿元/年)	2	3
开方机市场空间 (亿元/年)	7	9
磨床市场空间 (亿元/年)	10	12

● 来源：中信建投

2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.3 下游扩产释放设备红利，公司客户拓展成果显著

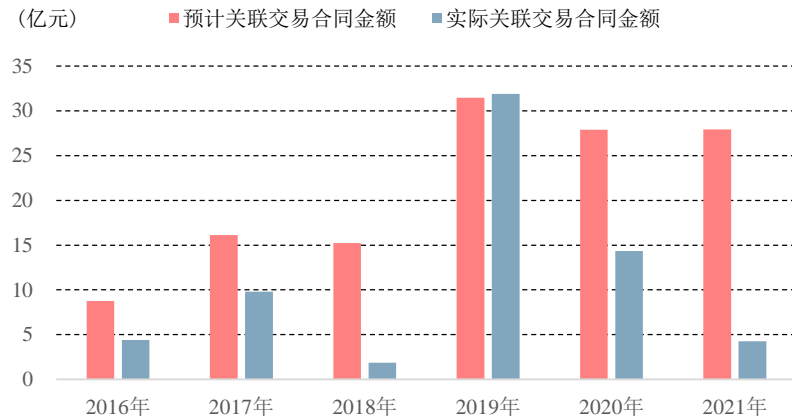
- 2021年公司与隆基的关联交易中实际落地合同金额较少。2021年第一大客户隆基向公司购买商品及服务的实际关联合同金额为4.27亿元，仅为年初预计值27.93亿元的15.28%，我们认为这与硅料价格等因素影响客户自身项目建设、规划进度调整有关。
- 隆基待建硅片项目体量较大，项目落地有望释放设备需求。我们观测到2021年、2022年为硅片扩产大年，行业内不断有新玩家入局影响行业竞争格局变化；此外随着硅料产能逐渐释放，价格有望回归理性区间，总体而言，我们判断龙头企业扩产预期有望增加。目前隆基在建及待建项目众多，①硅片业务（以硅棒产能为统计口径）待建产能46GW；②电池业务在建产能19GW，待建产能45GW；③组件业务在建产能10GW，待建产能6GW。2020-2022年签署投资协议的项目较多仍在筹备之中，我们判断在行业激烈竞争背景下各个项目有望逐步落地，释放设备需求，公司有望率先受益。

图表：隆基最新在建及待建产能进度梳理

所在地	项目名称	投资金额 (亿元)	最新进度	投资协议签署 时间
电池				
曲靖	年产10GW单晶电池建设项目	56	项目筹备中	2020.11
西咸	年产15GW单晶电池项目	55.12	厂房建设中	2021.01
银川	年产5GW单晶电池制造项目	12.48	一期3GW正在筹备中	2021.03
泰州	泰州改造项目4GW	12.09	厂房建设中	2022.02
组件				
佳木斯	年产1GW高效单晶光伏组件项目	-	2022.2.16签署投资协议	2022.02
嘉兴	年产10GW单晶组件项目	60	2022.05.27开工	2022.04
一体化				
鄂尔多斯	46GW单晶硅棒和切片项目	145.5	项目筹备中	2022.03
	30GW高效单晶电池项目	103		
	5GW高效光伏组件项目	16		

●来源：隆基绿能公告，中信建投

图表：隆基与连城预计和实际关联合同金额情况



●来源：公司公告，中信建投

2.1 硅片设备：客户结构优化，全年新签订单有望超预期

2.1.3 下游扩产释放设备红利，公司客户拓展成果显著

- 公司新增订单增速理想，新客户开拓进展顺利。2021年公司前五大客户构成中，除隆基外，还包括高景、双良、华耀等。我们估计2021年新增订单构成中，隆基占比相较于往年有明显下降，2022年或将有更多新客户批量订单落地，从而降低过去对于大客户的依赖。2021年公司新签订单26.84亿元，2021年底公司在手订单规模约为22亿元；2022Q1公司主要产品新增合同金额为20.26亿元，截至2022Q1末主要产品已签订尚未执行完毕订单金额规模约40亿元左右，在手订单中非隆基客户订单约占80%左右，客户结构显著优化。此外充足的在手订单为公司的业绩增长提供了保障。展望全年，非隆基客户持续拓展，叠加隆基扩产有望落地释放设备需求，公司硅片设备订单有望超预期增长。

图表：2021年公司前五大客户销售情况

序号	客户	销售金额	年度销售占比%	是否存在关联关系
1	隆基绿能科技股份有限公司	1,477,460,721.94	72.42%	是
2	广东高景太阳能科技有限公司	172,675,097.34	8.46%	否
3	双良节能系统股份有限公司	146,736,247.81	7.19%	否
4	华耀光电科技有限公司	87,106,159.45	4.27%	否
5	保利协鑫（苏州）新能源有限公司	38,019,486.69	1.86%	否
	合计	1,921,997,713.23	94.20%	-

● 来源：公司2021年年报，中信建投

2.2 电池片设备：产品应用多点布局，订单有望持续增长

2.2.1 ALD设备业务稳步推进，参股釜川切入湿法领域

- 设立自动化事业部，进军电池片组件设备生产领域。2019年，公司成立自动化事业部，致力于光伏电池及半导体芯片生产所需硅片薄膜沉积生产线（PECVD技术、PVD技术、ALD技术）及配套自动化设备的开发，不断拓展公司在产业链上的产品种类。
- 公司目前布局的电池片设备主要包括ALD设备和湿法设备。公司在电池片设备上布局多家公司，艾华半导体是公司全资子公司连城凯克斯的控股子公司，上海釜川是公司的参股公司。艾华半导体主要产品为ALD设备，釜川主要产品有清洗机、制绒机、刻蚀设备等。以上公司产品均已成熟并成功推向市场，取得批量订单。公司作为设备公司，对不同电池技术路线均有相应的技术储备和设备开发计划，会针对市场和核心客户的需求，开发和布局有核心竞争力的差异化定制化电池片设备。2021年公司电池片设备业务实现收入0.37亿元，毛利率达到45.74%；截至2022年5月末公司在手订单1亿元以上，已具备了大规模批量生产的条件。

图表：公司电池片业务布局情况



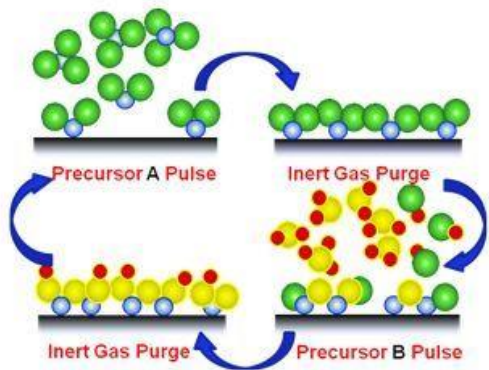
● 来源：公司公告，中信建投

2.2 电池片设备：产品应用多点布局，订单有望持续增长

2.2.2 光伏领域ALD常用于制备Al₂O₃钝化层，公司设备订单有望稳定增长

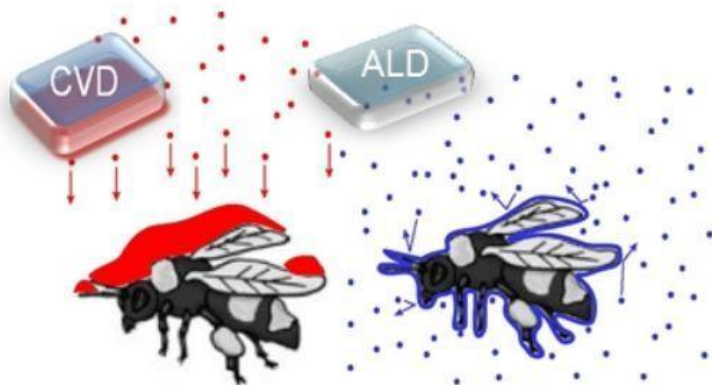
- ALD是化学气相沉积的一种，全称为原子层沉积（Atomic Layer Deposition），ALD为基于有序、表面自饱和反应的化学气相薄膜沉积技术，可以均匀包在待沉积品表面。相较于CVD化学气相沉积或者PVD物理气相沉积，ALD原子层沉积最大的不同即将传统的化学气相反应分解成两个半反应，每个反应都可以得到很好的控制。具体过程如下：①将前驱体注入反应室，前驱体吸附到硅片暴露表面。这个过程由于前驱体只能吸附在暴露区域，称为自限性。等到暴露区域被覆盖完成，吸附便停止。②引入第二气体并且与前驱体反应形成所需要的材料。等到可用的前驱体位点用完，反应就停止了，所以这一步也是自限性的。③重复以上两个步骤，直到达到希望的薄膜厚度。

图表：ALD原理示意图



●来源：华中科技大学微纳材料设计与制造研究中心，中信建投

图表：ALD与CVD的形象比较图



●来源：华中科技大学微纳材料设计与制造研究中心，中信建投



中信建投证券
CHINA SECURITIES

2.2 电池片设备：产品应用多点布局，订单有望持续增长

2.2.2 PERC领域ALD常用于制备 Al_2O_3 钝化层，公司设备订单有望稳定增长

- ALD技术薄膜按原子层生长，由于自限性，可实现厚度在亚纳米级的精准控制，且具备良好的可重复性，制备的薄膜均匀性好、致密性好（无孔洞）、台阶覆盖性好、可在低温环境（ 400°C 以下）进行。对于结构复杂的被沉积品，ALD可以实现良好的包裹性。不足方面，ALD技术成膜速度相对较慢。
- 在光伏PERC设备领域，ALD设备通常用来制备 Al_2O_3 钝化层。ALD沉积 Al_2O_3 钝化层可以获得更低的发射极饱和电流密度，从而得到更好的钝化表面。在 Al_2O_3 钝化层的制备中，可进一步分为热原子层沉积（thermal ALD）、等离子体原子层沉积（plasma ALD）。热原子层沉积（thermal ALD）采用三甲基铝（TMA）与 H_2O 作为前驱体；等离子体原子层沉积（plasma ALD）采用三甲基铝（TMA）与 O_2 作为前驱体。等离子体原子层沉积提供了更广的工艺条件选择空间，但面临等离子体轰击造成材料表面损伤从而降低均匀性与保形性的问题。

图表：ALD设备优缺点比较

优点	缺点
得到高保形性的薄膜，能够沉积与钝化硅表面深沟槽深孔多孔状结构	较低的生长速度
无针孔和颗粒沉积	--
自限制工艺，在大面积上通过单层生长控制得到均有薄膜	--
薄膜杂质浓度低	--

● 来源：中信建投

2.2 电池片设备：产品应用多点布局，订单有望持续增长

2.2.2 PERC领域ALD常用于制备 Al_2O_3 钝化层，公司设备订单有望稳定增长

- ALD设备市场空间测算：
- 在光伏领域，目前ALD设备主要应用于PERC、TOPCon、xBC等电池技术路线。
- 我们假设2022年PERC、TOPCon、xBC电池扩产规模分别为60、70、50GW。由于不同电池工艺对于ALD设备需求量存在差异，xBC电池ALD设备用量将明显偏多，因此2022年假设单GW对应的ALD设备投资额分别为9.1、10.5、14.0百万元/GW；考虑到设备性能提升以及产业化推进预计2022年ALD设备单价相较于2021年略有下降。
- 测算结果表明2022年用于光伏电池生产的ALD设备空间约为19.81亿元，较2021年的10.44亿元大幅增长。

图表：光伏电池领域ALD设备市场空间测算

	2021	2022E
PERC扩产规模 (GW)	85	60
PERC ALD设备单位投资额 (百万元/GW)	9.5	9.1
TOPCon扩产规模 (GW)	21	70
TOPCon ALD设备单位投资额 (百万元/GW)	11.0	10.5
xBC扩产规模 (GW)	0.5	50
xBC ALD设备单位投资额 (百万元/GW)	14.6	14.0
ALD设备市场空间 (亿元)	10.44	19.81

● 来源：中信建投

2.2 电池片设备：产品应用多点布局，订单有望持续增长

2.2.3 参股上海釜川，布局电池片湿法设备

- 上海釜川成立于2013年10月，设立之初连城数控持股51%，而后经历两次增资后于2019年7月1日起由公司的控股子公司变更为参股公司。2022年2月公司将上海釜川纳入合并报表范围，截至2022Q1末，公司持有上海釜川44.88%的股权。
- 上海釜川产品主要布局湿法设备。上海釜川主要从事清洗设备、制绒设备、刻蚀设备、自动化配套设备等半导体生产、太阳能电池生产工艺流程中的主要设备的设计、研发、生产和销售。

图表：上海釜川单晶制绒机



● 来源：上海釜川官网，中信建投

图表：上海釜川链式刻蚀机



● 来源：上海釜川官网，中信建投

2.2 电池片设备：产品应用多点布局，订单有望持续增长

2.2.4 参股拉普拉斯，符合公司战略发展方向

- **参股拉普拉斯，符合公司战略发展方向。** 深圳市拉普拉斯能源技术有限公司是公司的参股公司，公司直接持有拉普拉斯20.56%的股份。拉普拉斯主营业务为研究和制造具备世界高水平的半导体、光伏、新能源等领域所需高端装备，包含低压水平扩散（硼扩散，磷扩散，氧化/退火）系统，LPCVD（低压化学气相沉积水平镀膜系统），PECVD（等离子体增强化学气相沉积水平镀膜系统），激光划裂片机等高端制造装备，拉普拉斯技术团队曾研发出世界首台高产能水平插片式低压扩散氧化炉和立式水平插片式等离子体增强化学气相沉积等设备，其产品符合光伏行业薄片化、大尺寸的发展趋势。公司在硅片生产环节的相关设备已基本覆盖，并处于行业内领先的行列，公司有意向光伏产业链的中游延伸，而拉普拉斯主要产品在中游电池片、组件环节，同时管理团队在业内享有较高声誉，技术储备较好，符合公司未来战略发展方向。

图表：拉普拉斯低压水平硼扩散系统



● 来源：拉普拉斯官网，中信建投

图表：拉普拉斯低压水平化学气相沉积镀膜系统LPCVD



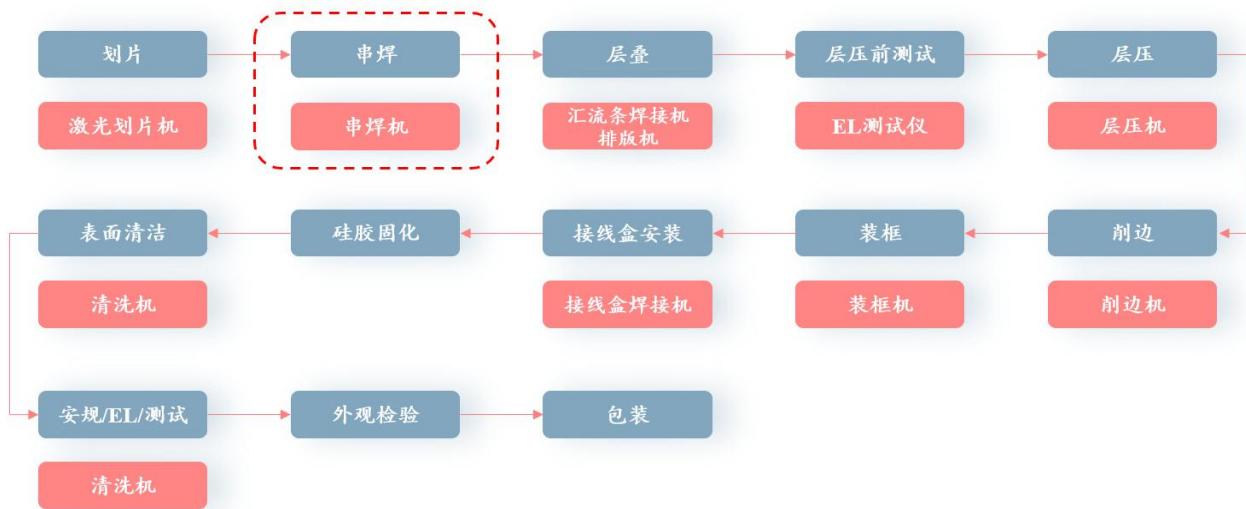
● 来源：拉普拉斯官网，中信建投

2.3 组件设备：加大串焊机等组件设备投入，提升光伏全产业链供应能力

2.3.1 串焊是光伏组件封装的关键环节

- 串焊是光伏组件封装的关键环节，位于组件生产的前道工序。光伏组件主要由电池片、光伏玻璃、封装材料（EVA、POE等）、背板、互联条、汇流带、接线盒、铝合金边框等组成。组件生产是将电池片和其他原材料组装成光伏组件的过程：电池片经过划片工序预分片后通过串焊与互联条焊接形成电池串，再用汇流带将电池串连接通过汇流条焊接（叠焊）形成组件串，然后将组件串、玻璃、切割好的EVA和背板进行层叠铺设，经过层压、削边、装框、安装接线盒、硅胶固化、表面清洁、安规/EL/测试、外观检验、包装等工序形成组件。
- 串焊是用焊带将光伏电池片串联焊接在一起的工序。具体而言，现有光伏组件的生产是用镀锡的铜箔做成互连条或焊带，依照电池片主栅线的数量，将同样条数的焊带经过裁切后放置于电池片的各主栅线上，再通过焊接装置将其与电池片主栅线进行焊接，形成数个电池串的连接。

图表：组件生产厂工艺流程



●来源：晶科能源招股说明书，中信建投

2.3 组件设备：加大串焊机等组件设备投入，提升光伏全产业链供应能力

2.3.2 串焊机为组件生产的核心设备，设备投资占比超30%

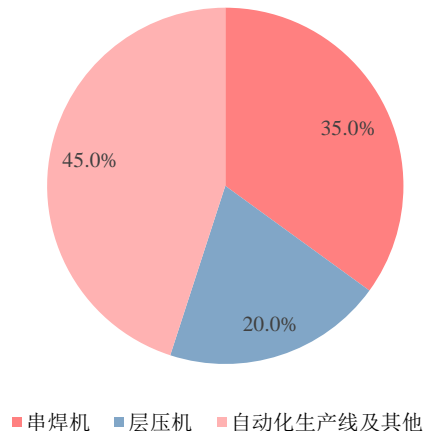
- 串焊机是用于串焊加工工序的设备，市场竞争格局较为集中。串焊机利用红外线的热效应，将互联条为镀锡的铜带与电池片正背面主栅上的电极进行焊接，以达到将电池片焊接成电池串的目的。串焊机具有机构复杂、实现困难的设计特点，又因涉及电池片的银浆、镀锡铜焊带和助焊剂的焊接，具备较强的工艺属性。近年来光伏行业不断发展，我国串焊机已实现国产化，目前市场集中度较高，主要企业为奥特维、宁夏小牛、先导智能等。随着光伏产业链各项新技术、新工艺不断导入，串焊机的性能也随之不断提升和改进。
- 串焊机为组件生产的核心设备，组件设备投资中占比35%。根据CPIA数据，2021年新投组件产线设备投资额约6200万元/GW。在组件设备的价值构成中，串焊机单GW价值量通常超过2000万元，占比35%；层压机价值量占比约20%；自动化生产线及其他价值量占比约45%。

图表：串焊机市场主要参与者

串焊机设备供应商	简介
奥特维	国内串焊机龙头，市场占有率超70%。主要从事高端智能装备的研发、设计、生产和销售，公司光伏设备已覆盖光伏产业链中硅片、电池片、组件环节，核心产品是串焊机（含多主栅串焊机、大尺寸高速串焊机）和硅片分选机。2021年公司针对N型电池市场降银需求，成功开发出SMBB串焊机，并落地批量订单。在PERC、TOPCon和HJT等目前主流电池工艺，以及1/2片、1/3片、小间距、负间距和异型焊带等组件工艺，均已在客户端批量生产。
宁夏小牛	专注于组件前端焊接的自动化设备企业，2008年进入光伏行业，通过不断创新推动着组件制造环节自动化的发展。公司总部位于宁夏银川，分别于2014年在苏州常熟及2019年在江苏盐城设立分厂。核心产品组件前端智能焊接系统，包含超高速划焊一体机、高精度排版机、汇流带焊接机、贴胶带机及多主栅串焊机。
先导智能	公司是国内较早致力于光伏自动化生产配套设备的研发与生产的厂商之一，可提供用于光伏组件生产的串焊设备、汇流条焊接设备、叠瓦焊接设备、IBC串焊机、组件整线设备等智能装备。公司在电池自动化设备和组件串焊机的基础上，于2021年推出TOPCon的工艺设备。公司已和无锡尚德签订2GW的TOPCon整线订单，会在现有业务框架内，不断开拓新产品，持续增加公司的竞争能力。

●来源：公司公告，公司官网，中信建投

图表：组件产线设备价值量占比



●来源：CPIA，中信建投

2.3 组件设备：加大串焊机等组件设备投入，提升光伏全产业链供应能力

2.3.3 顺应高效电池技术发展，串焊工艺需匹配进行调整

- 高效电池快速扩产，不同电池结构、工艺存在差异，因而串焊工艺需匹配进行调整。TOPCon电池方面，常规设备可兼容TOPCon串焊，若栅线增加采用SMBB工艺则需要升级为SMBB串焊机。HJT电池方面，为保持电池片电学性能、保护膜层，HJT串焊机需通过定制化改造以适应低温工艺，微晶硅替代非晶硅后可采用300℃以上的中温焊接，降低串焊难度；此外，也可采用SmartWire无主栅串焊技术，用膜接代替传统串焊工艺。xBC电池方面，xBC串焊机需匹配背接触结构，串焊工艺需改为单面焊接，常规串焊机无法兼容，需更换xBC串焊机。

图表：主要光伏电池技术路线加工特点及对应串焊机调整方向

主要光伏电池技术路线	加工特点或难点	串焊机调整方向
TOPCon电池	SMBB技术导入，主栅数量进一步增加	常规设备可兼容TOPCon串焊，主栅数量增加需更换SMBB串焊机，目前部分新增MBB设备可升级为SMBB串焊机。
HJT电池	低温加工	传统串焊机通过定制化改造可继续使用焊接方式低温加工，也可以不使用焊带，采用替代方案SmartWire膜接技术实现电池片互联。
xBC电池	单面焊接，栅线结构改变	常规串焊机无法兼容xBC单面焊接，会引起电池片严重翘曲，需更换为xBC串焊机。

2.3 组件设备：加大串焊机等组件设备投入，提升光伏全产业链供应能力

2.3.4 预计2025年组件设备市场空间为211亿元/年

- 预计2025年组件设备市场空间为211亿元/年，其中串焊机设备市场空间为74亿元/年。全球光伏装机量快速提升推动组件需求量增长，考虑到每年新增组件产能需求及落后产能淘汰情况，我们预计2025年组件设备招标规模约为363GW，组件设备价值总量为5800万元/GW，推算2025年组件设备市场空间约为211亿元/年，其中串焊机价值量2030万元/GW，占比约为35%，对应市场空间为74亿元/年。

图表：组件设备市场空间持续增长，预计2025年市场空间达211亿元/年

	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球光伏装机量 (GW)	115	130	170	240	310	380	450
yoy		13.04%	30.77%	41.18%	29.17%	22.58%	18.42%
全球组件需求量 (GW)	127	146	197	283	369	456	540
容配比	1.10	1.12	1.16	1.18	1.19	1.20	1.20
全球组件T年有效产能 (GW)	219	243	329	472	636	814	982
需求量/产能	57.84%	60.00%	60.00%	60.00%	58.00%	56.00%	55.00%
T-1年存量产能 (GW)		219	243	329	472	636	814
产能淘汰率		15%	15%	15%	20%	20%	20%
T年淘汰存量产能 (GW)		33	36	49	94	127	163
T年实际新增产能 (GW)		57	122	193	258	305	330
yoy			115.62%	57.38%	34.16%	18.20%	8.16%
组件设备市场空间测算							
T年组件设备招标规模 (GW)	57	122	193	258	305	330	363
1GW组件设备价值量 (万元/GW)	6,200	6,100	6,000	5,950	5,900	5,850	5,800
串焊机 (万元/GW)	2,170	2,135	2,100	2,083	2,065	2,048	2,030
占比	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
层压机 (万元/GW)	1,240	1,220	1,200	1,190	1,180	1,170	1,160
占比	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
自动化生产线及其他 (万元/GW)	2,790	2,745	2,700	2,678	2,655	2,633	2,610
占比	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
组件设备市场空间 (亿元/年)	35	75	116	154	180	193	211
yoy		112.14%	54.80%	33.04%	17.20%	7.25%	9.06%
串焊机 (亿元/年)	12	26	40	54	63	68	74
层压机 (亿元/年)	7	15	23	31	36	39	42
自动化生产线及其他 (亿元/年)	16	34	52	69	81	87	95

●来源：CPIA，中信建投

2.3 组件设备：加大串焊机等组件设备投入，提升光伏全产业链供应能力

2.3.5 公司组件设备研发进展顺利，串焊机、叠瓦机已有样机

- 公司组件设备研发进展顺利，串焊机、叠瓦机已完成样机研发。公司已组建光伏组件设备事业部开发系列的光伏组件制造设备，包括串焊机、叠焊机 and 排版机等，目前在研项目为串焊机和叠焊机。截至2021年底，公司研发项目中高速串焊机设备产能、电池片间距、电池串长度误差、焊带定位精度、焊接碎片率等各项指标达到研究预期目标，已完成样机研发；研发项目叠焊机设备主要用于组件汇流条焊接，将串焊形成的电池串间相互连接形成回路，便于进行组件封装环节下一步的层压工序，公司叠焊机采用独特的电池串与玻璃分离式焊接结构设计，也已完成样机研发，目前处于客户现场验证阶段。公司组件设备业务有望在2022年形成小批量订单，在2023年形成大批量交付能力。
- 定增加大组件设备投入，驱动公司光伏全产业链供应能力提升。公司2022年定增项目“光伏电池片和光伏组件设备项目”的投资金额为4.92亿元，拟使用募集资金3.94亿元，项目实施周期为1.5年，其中光伏组件设备项目的产品主要为串焊机、叠焊机和排版机。顺应光伏制造企业一体化布局趋势，公司积极向下游电池片、组件端延伸产品线，光伏全产业链供应能力提升。

图表：公司组件设备研发情况及进展

项目名称	立项背景	研发内容	研发进展
串焊机	高速串焊机目前在行业内处于研发实验阶段，随着光伏平价上网进一步推动新增装机量持续增长。	该设备产能、电池片间距、电池串长度误差、焊带定位精度、焊接碎片率等各项指标达到研究预期目标。	已完成样机研发。
叠焊机	目前叠焊机主要被行业龙头企业垄断，研发启动早、投入大，设备结构容易成为仿制标的，但因高频电磁焊技术门槛，仿制成功者较少。缺点一是二次校正余量不大，使用率低；二是结构限制，提速较难。	该设备采用独特的电池串与玻璃分离式焊接结构设计。主体框架为方管焊接而成，牢固可靠。	已完成样机研发，目前处于客户现场验证阶段

目录

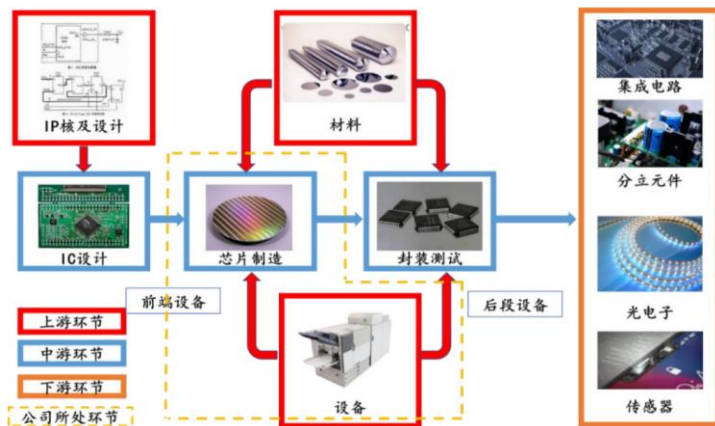
- 一、领先的晶体硅生长和加工设备供应商，平台型特点雏形初现
- 二、硅片设备订单有望超预期，产品拓展完善产业链布局
- 三、依托晶体生长核心技术，在泛半导体领域持续延伸布局
 - 3.1 半导体设备：国产替代潜力十足，公司长晶设备实现突破
 - 3.2 碳化硅设备：前瞻布局长晶炉等设备，客户端进展良好
 - 3.3 蓝宝石设备：受益于LED衬底需求，设备市场稳定增长
- 四、切入银粉、热场等关键辅材耗材领域，有望贡献业绩增量
- 五、晶盛与连城：始于硅片设备，向泛半导体平台化布局开拓
- 六、投资建议及风险分析

3.1 半导体设备：国产替代潜力十足，公司长晶设备实现突破

3.1.1 半导体设备制造工艺复杂，乘国产化东风国产设备需求有望快速增长

- **半导体硅片质量要求高。**集成电路制造主要由芯片设计、芯片制造和芯片封装三大部分组成。99%以上的集成电路采用硅作为衬底材料，目前集成电路的线宽越来越小，对硅片衬底的质量要求也越来越高，尤其在5-14nm的先进制程中需要质量更优的单晶硅片。在材料纯度上，集成电路用硅片的硅纯度在 9N(99.9999999%)以上，是光伏用硅片的1000倍以上；在工艺流程上，集成电路用硅片生产中，硅棒切片之后，需利用研磨机去除切片表面残留的损伤层，利用抛光机和清洗机去除硅片表面的沾污和细微缺陷等。
- **半导体设备制造工艺复杂，设备国产化加速进行。**半导体设备的设计制造工艺复杂，以晶体硅生长和加工设备为例，其产品使用技术涵盖热学、自动控制学、机械设计学和半导体物理学等多门学科，需要应用自动控制、热场、精密传动等多项前沿技术，对设备厂商的研发能力和工艺制造水平提出了较高的要求。我国半导体设备长期以来被美国、日本和欧洲公司所垄断，近年来国内企业积极在各个环节寻求突破。在硅片制造环节，以晶盛、连城等厂商为代表的国产设备厂商坚持深耕晶体生长设备技术，有力地推动了半导体设备的国产化。

图表：半导体产业链及公司产品在产业链中的定位



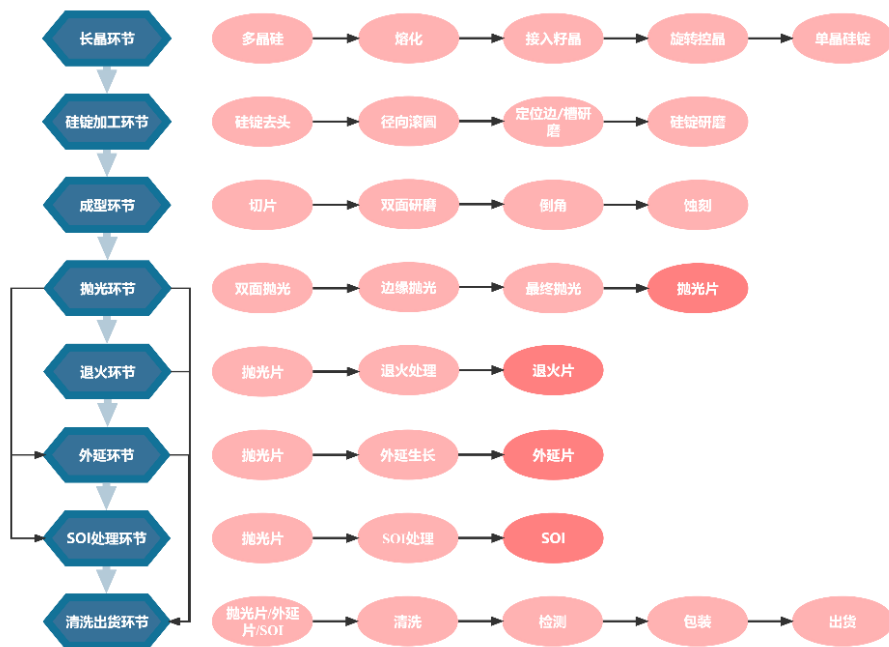
● 来源：公司定增募集说明书，中信建投

3.1 半导体设备：国产替代潜力十足，公司长晶设备实现突破

3.1.2 晶体生长为半导体硅片制备的核心环节，拉晶设备价值量占比约25%

- 晶体生长为半导体硅片制备的核心环节。半导体硅片制备过程包括长晶工艺、硅锭加工工艺、成型工艺、抛光工艺、退火工艺、外延工艺、SOI处理工艺、清洗工艺等，其中晶体生长与硅片抛光为核心环节。
- 集成电路硅晶圆制造包括硅提炼与熔炼、单晶硅生长、硅晶圆成型三个环节。
 - 硅提炼与熔炼：将砂石原料倒入超过2000℃并有碳源的电弧熔炉内，高温下还原反应得到冶金级硅。将粉碎的冶金级硅与气态氯化氢反应生成硅烷，通过蒸馏与化学还原得到高纯度多晶硅。
 - 单晶硅生长：直拉法较为普遍。将高纯度多晶硅放置于石英坩埚中使其熔化，籽晶浸入其中由拉直棒带动籽晶反方向旋转，熔化的多晶硅按籽晶晶格排列方向生长。
 - 硅晶圆成型：其后进行切段、滚磨、切片、倒角、刻蚀、抛光、清洗、检测等工序并最终形成硅晶圆片。

图表：半导体硅片制备工艺流程图



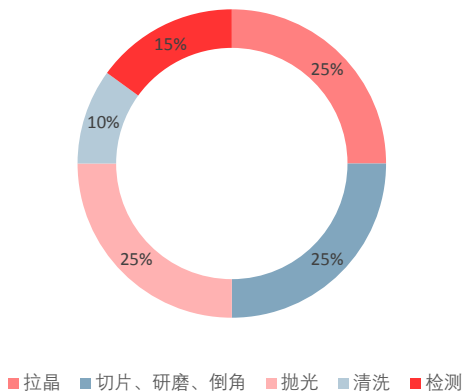
●来源：沪硅产业，中信建投

3.1 半导体设备：国产替代潜力十足，公司长晶设备实现突破

3.1.2 晶体生长为半导体硅片制备的核心环节，拉晶设备价值量占比约25%

- 拉晶设备为半导体硅片生产核心设备，价值量占比约25%。半导体硅片设备包括单晶炉、切割机、滚圆机、截断机、研磨系统、倒角机、抛光机、清洗设备、检测设备等。其中，拉晶设备价值占比约25%，为最重要的半导体硅片设备之一，其由炉体、热场、磁场、控制装置等部件构成，控制炉内温度的热场与控制晶体生长形状的磁场为决定拉晶设备性能的关键指标。
- 根据我们对于下游晶圆厂扩产规划的统计，我们得到2022年行业新增半导体硅片产能情况（招标口径），假设8寸、12寸硅片设备投资额分别为0.6、1.2亿元/万片，我们测算2022年8英寸、12英寸半导体硅片设备市场规模分别为7.2亿元、53.8亿元。
- ①2022年8英寸半导体硅片设备市场空间7.2亿元，其中拉晶、切磨、抛光、清洗、检测设备空间分别为1.8、1.8、1.8、0.7、1.1亿元。
- ②2022年12英寸半导体硅片设备市场空间53.8亿元，其中拉晶、切磨、抛光、清洗、检测设备空间分别为13.4、13.4、13.4、5.4、8.1亿元。

图表：半导体硅片设备价值占比



●来源：中信建投

图表：半导体硅片设备市场空间测算

	2019	2020	2021E	2022E
8寸新增产能 (K/月)	75	90	105	120
8寸硅片设备市场空间 (亿元)	4.5	5.4	6.3	7.2
拉晶设备 (亿元)	1.1	1.4	1.6	1.8
切磨设备 (亿元)	1.1	1.4	1.6	1.8
抛光设备 (亿元)	1.1	1.4	1.6	1.8
清洗设备 (亿元)	0.5	0.5	0.6	0.7
检测设备 (亿元)	0.7	0.8	0.9	1.1
	2019	2020	2021E	2022E
12寸新增产能 (K/月)	170	243	391	448
12寸硅片设备市场空间 (亿元)	20.3	29.2	46.9	53.8
拉晶设备 (亿元)	5.1	7.3	11.7	13.4
切磨设备 (亿元)	5.1	7.3	11.7	13.4
抛光设备 (亿元)	5.1	7.3	11.7	13.4
清洗设备 (亿元)	2.0	2.9	4.7	5.4
检测设备 (亿元)	3.1	4.4	7.0	8.1

●来源：中信建投

3.1 半导体设备：国产替代潜力十足，公司长晶设备实现突破

3.1.3 公司重点布局半导体长晶及加工设备，12英寸长晶设备实现突破

- 公司在集成电路领域重点布局长晶设备及加工设备。在集成电路领域，公司基于基于凯克斯（KAYEX）技术优势，先后推出优化改进的新型8英寸、12英寸单晶炉，并研制出24英寸半导体级单晶炉。凯克斯在半导体设备领域积累了良好的口碑，具有较强的品牌优势，积累了良好的客户基础，已同行业内多家客户签署订单或达成意向性协议。
- 近日连城凯克斯成功生长出12英寸半导体级单晶硅棒，实现技术重大突破。2022年7月15日，公司官方公众号披露，凯克斯成功生长出12英寸半导体级单晶硅棒。这是在连城凯克斯自主研发的KX360Mcz半导体级单晶炉的基础上，加以两极3000Gs以上的超导磁场，生长出的12吋硅棒，在控径与控速上满足半导体级硅棒要求，这标志着连城凯克斯在单晶生长的转速控制、直径控制上取得了重大的突破。此外，该硅棒生长是在全国产设备、软件基础上实现的，有望进一步助力半导体设备的国产化进程。

图表：公司半导体级直拉硅单晶炉



● 来源：公司官网，中信建投

图表：公司半导体级金刚线切片机

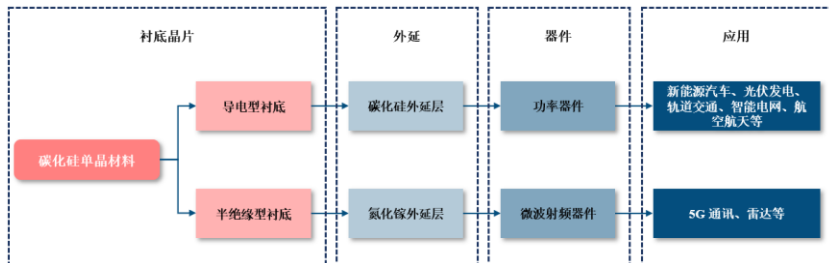


● 来源：公司官网，中信建投

3.2 碳化硅设备：前瞻布局长晶炉等设备，客户端进展良好

- 碳化硅作为第三代半导体材料的典型代表，具有高禁带宽度、高饱和电子漂移速率特点。以其制作的器件具有耐高温、耐高压、高频、大功率、抗辐射等特点，具有开关速度快、效率高的优势。与以Si为代表的第一代半导体与GaAs为代表的第二代半导体对比，在禁带宽度、饱和电子漂移速率、热导率与击穿电场强度等都有着较好的优势。
- 碳化硅器件的生产环节主要包括“衬底制备—外延层生长—器件制造”三大步骤。运用硅粉、碳粉等原材料，制成的单晶碳化硅衬底可分为导电型衬底和半绝缘型衬底两种，经过外延、器件生产等环节终端分别可用于新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网、航空航天等功率器件与5G通讯、雷达等微波射频器件。

图表：碳化硅行业产业链主要环节



● 资料来源：连城数控定增说明书，中信建投

图表：三代半导体衬底材料的指标参数对比

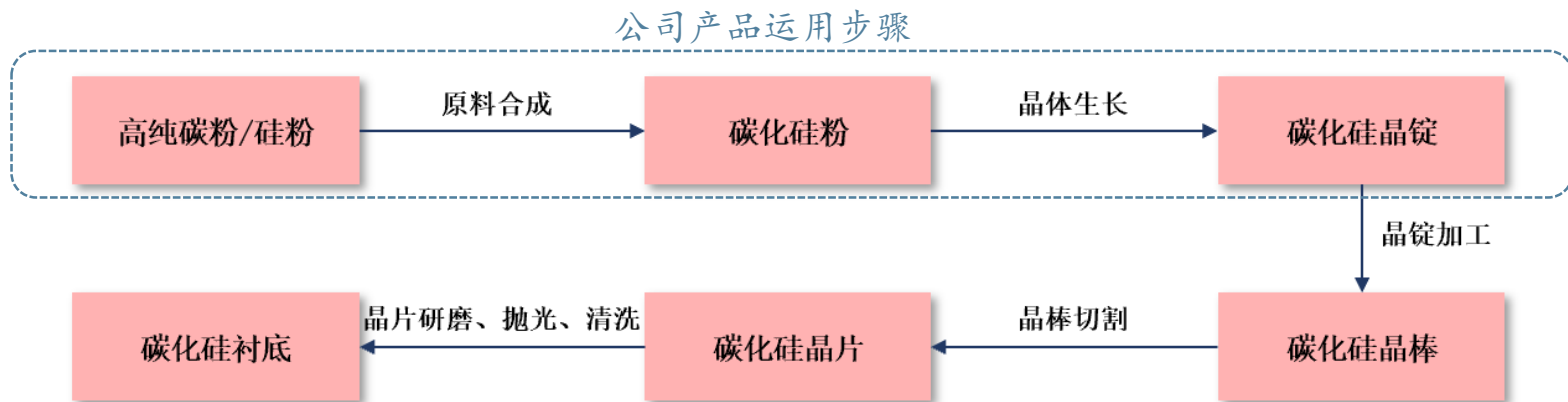
项目	Si	GaAs	4H-SiC	GaN
禁带宽度 (eV)	1.12	1.43	3.2	3.4
饱和电子漂移速率 (cm/s)	1.0×10^7	1.0×10^7	2.0×10^7	2.5×10^7
热导率 ($W\ cm^{-1}\ K^{-1}$)	1.5	0.54	4.0	1.3
击穿电场强度 (MV/cm)	0.3	0.4	3.5	3.3

● 资料来源：《宽禁带半导体高频及微波功率器件与电路》，中信建投；注：上表列示目前主流的碳化硅晶型4H-SiC的参数

3.2 碳化硅设备：前瞻布局长晶炉等设备，客户端进展良好

- 碳化硅衬底的制造在碳化硅制备过程中地位突出。衬底制造按照流程可以分为原料合成、晶体生长、晶锭加工、晶棒切割与研磨抛光清洗等。由于单晶生长较为缓慢、生产工艺需要较长时间培育且良率控制难度高，同时由于其硬度过大，致使所有的加工过程和工艺均需使用高硬度材料和特殊的工艺技术，对加工设备的要求也更为严格，因此碳化硅衬底的制造成本一直处于高位。公司研发的设备主要运用于原料合成与晶体生长步骤。可运用于碳化硅粉料合成、6英寸和8英寸晶片生产。

图表：碳化硅衬底制备过程流程图



3.2 碳化硅设备：前瞻布局长晶炉等设备，客户端进展良好

- 公司研发的碳化硅立式感应合成主要用于碳化硅粉料合成。衬底制备的原料合成过程指运用碳粉、硅粉或者二氧化硅，通过化学反应制备SiC粉末的过程。碳化硅原料制备方式包括CVD法、溶液凝胶法与改进的自蔓延燃烧法。由于改进的自蔓延高温合成法制备过程简单，合成效率高，现在在工业上普遍使用。
- 公司研发的碳化硅立式感应合成炉具有产能高、成本低的优点。该设备运用改进的自蔓延高温合成法制备碳化硅原料。传统的碳化硅粉料合成是运用晶体生长中的长晶炉设备合成，由于非专用设备，单次合成量少，耗能较高。公司产品采用感应加热的方式，运用碳粉与硅粉合成高纯碳化硅，实现产能高、成本低的优点。

图表：碳化硅粉料合成工艺对比

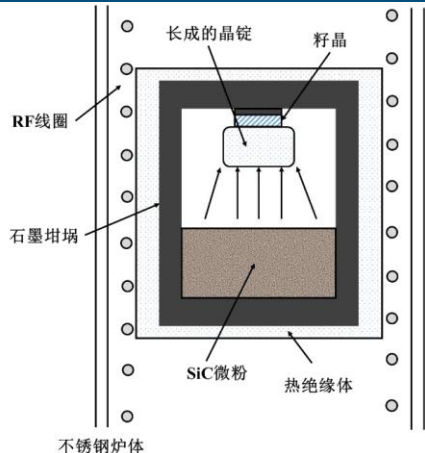
技术类型	气相法	液相法	固相法
合成方法	CVD法、等离子体法	溶液-凝胶法	改进的自蔓延高温合成法
原材料	SiH ₄ 和SiCl ₄ 、(CH ₃) ₂ SiCl ₂ 、Si(CH ₃) ₄ 等气体	工业硅溶胶和水溶性酚醛树脂	固态的Si粉和C粉
优点	粉体纯度极高，N元素杂质含量极低	粉体纯度高、粒径分布均匀，通过工艺可以较好地控制粉体粒径大小	粉体纯度较高，原料便宜，合成过程简单，可用于大批量的生产
缺点	粉体粒径台下，原料昂贵，合成效率低	杂质含量较高，合成过程复杂	粉体粒径分布较大，N元素杂质含量无法控制

●资料来源：《碳化硅单晶生长用高纯碳化硅粉体的研究进展》2021，中信建投

3.2 碳化硅设备：前瞻布局长晶炉等设备，客户端进展良好

- 长晶环节是碳化硅衬底制备的关键环节，公司主要制备PVT法长晶炉。目前碳化硅单晶的制备方法主要有：物理气相传输法（PVT）、顶部籽晶溶液生长法（TSSG）、高温化学气相沉积法（HT-CVD）。商业化的技术路线主要是PVT和HT-CVD，与HT-CVD法相比，采用PVT法生长的SiC单晶所需要的设备简单，操作容易控制，设备价格以及运行成本低等优点成为工业生产所采用的主要方法。公司研发的6英寸碳化硅感应长晶炉与碳化硅电阻炉主要用于PVT法碳化硅晶体生长。
- 经PVT法生产出的晶锭还需要经过加工、切割、研磨、抛光与清洗等步骤后，才能成为可供使用的碳化硅衬片。通过将晶锭磨平、滚圆，加工成标准尺寸的碳化硅晶棒。晶棒通过金刚石细线切割机分成满足客户尺寸要求厚度的薄片，薄片通过研磨、抛光，使得晶片表面达到各项要求。清洗吹干后将晶片在超净室封装在洁净片盒内，形成可供下游即开即用的碳化硅晶片。

图表：物理气相传输法（PVT法）生长碳化硅晶体示意图



●资料来源：天科合达招股说明书，中信建投

图表：半绝缘型碳化硅晶片衬底



●资料来源：天岳先进招股说明书，中信建投

3.2 碳化硅设备：前瞻布局长晶炉等设备，客户端进展良好

- 公司积极布局碳化硅粉料制备与单晶生长设备，产品已取得客户订单。公司研发的碳化硅感应长晶炉可以实现6英寸晶片原料制备与晶体生长；而立式感应合成炉主要用来制备原料；碳化硅电阻炉用来制备8英寸单晶生长。根据公司2021年报与投资者交流纪要，于2021年10月下线首台碳化硅长晶炉，已在客户处稳定试用，有客户追加订单。公司也与国内碳化硅龙头企业联合开发了业内技术与产能较为领先的碳化硅合成炉，并形成批量订单。
- 2022年7月15日公司发布定增草案，计划投资1.7亿元用于第三代半导体材料碳化硅衬底加工装备生产项目，主要生产合成炉、感应炉、电阻炉等。项目计划于2022年7月开始建设，建设周期为18个月。

图表：公司碳化硅设备研发项目

序号	项目名称	运用环节	立项背景	研发内容	研发进展
1	6英寸碳化硅感应长晶炉项目	原料制备与晶体生长	目前碳化硅单晶生长主要采用PVT法。但存在大量的微管和位错等缺陷影响晶体的品质，而产生缺陷的重要因素是坩埚内部温度分布较不合理。	该设备采用感应加热方式，在气氛中，利用物理气相输送法（PVT法）生长6英寸碳化硅等单晶材料的设备。对于高质量晶体生长， 自动控制系统可控制感应线圈超慢速升降和快速升降切换 ，实现晶体近匀速生长。	研发工作已完成，目前已取得客户现场验证。
2	碳化硅立式感应合成炉	原料制备	传统的碳化硅粉料合成工艺是通过长晶炉进行合成，单次合成数量少，耗能较高，不利于绿色环保的生产方式。	该设备采用中频感应加热方式，在高纯气氛中，使碳粉和硅粉合成为高纯碳化硅原料的设备。 实现产能高、成本低。	研发工作已完成，产品形成批量订单。
3	碳化硅电阻炉	晶体生长	目前主要采用感应法生长，由于热场损耗、坩埚腐蚀等问题，导致加热不均匀，批次间晶体质量差别较大；对工艺人员要求高，难以实现自动化等。	采用电阻加热，使得加热更加稳定，热场分布更加均匀，使得温度梯度的设计更加可控。生长处理的 晶体微管密度低，缺陷少。更适合于8吋单晶的生长。	研发工作已完成，产品实现小批量订单。

资料来源：连城数控2021年报，中信建投

3.2 碳化硅设备：前瞻布局长晶炉等设备，客户端进展良好

- 市场6英寸单台碳化硅长晶炉设备单价在160万元左右，单套设备年生产量为300片左右。根据天岳先进招股说明书，天岳先进现有585台长晶炉设备，账面原值为9.38亿元。2021年上海天岳工厂项目中新增生产设备1000余套，形成达成年产碳化硅衬底产品30万片的生产能力。据此推测市场上单台长晶炉价值在160万元左右，单设备可年产晶片300片。
- 碳化硅晶片扩产项目丰富，已有规划项目对应长晶设备市场空间约97.87亿元。统计目前国内已有的碳化硅晶片扩产项目，累计扩产规划达到183.5万片/年，所需设备约6117台套，对应市场空间为97.87亿元，预计将于未来4年逐步落地实现释放设备需求。

图表：国内主要的碳化硅扩产项目

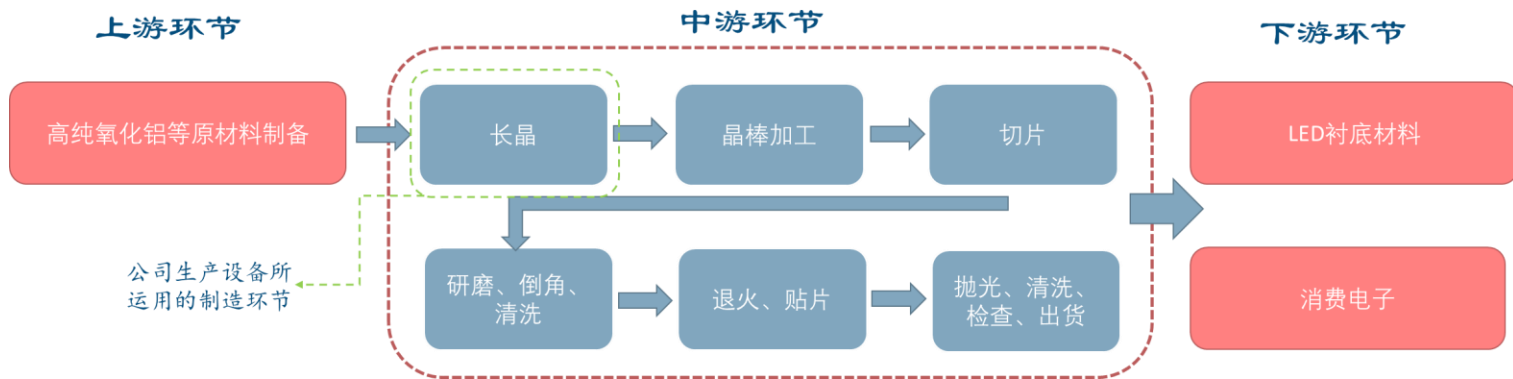
公司	公告时间	完成时间	产能（万片/年）	内容
露笑科技	2022/5/22	2024年	24	露笑科技本次募投项目完成后将形成年产24万片6英寸导电型碳化硅衬底片的生产能力。
晶盛机电	2021/10/26	2025年	40	年产40万片6英寸及以上尺寸的导电型和半绝缘型碳化硅衬底晶片
天岳先进	2022/6/1	2026年	30	计划投资25亿元，占地100亩，新增建筑面积9.5万平方米，新增生产设备1000余台（套）年产碳化硅产品30万片的能力
天科合达	2020/3/19	2022年	3	预计建成后安装100台套单晶生产设备，可达到年产单晶衬底1500锭、单晶原料50吨的规模，年度产值可达6500余万元。
世纪金光	2021/7/18	三期建设	22	世纪金光的金华SiC项目，总投资35亿元，年产能22万片。
东尼电子	2021/6/19	2024年	12	本项目实施地点为湖州市吴兴区织里镇利济东路588号。项目建设期36个月，项目建设完成后，将年产12万片碳化硅半导体材料。
时代电气	2022/4/13	2024年	2.5	项目建成达产后，将现有4英寸SiC芯片线提升到6英寸，将现有4英寸SiC芯片线年10000片/年的能力提升到6英寸SiC芯片线25000片/年。
福州高意	2022/4/19	2023年	50	福州高意首条第三代半导体碳化硅晶圆衬底生产线进入规模量产，预计年产10万片，产值可达5亿元。到明年底，福州高意碳化硅衬底产能有望突破50万片，产值达30亿元。

● 资料来源：天岳先进招股说明书，天岳先进官网，天科合达招股说明书，中信建投

3.3 蓝宝石设备：受益于LED衬底需求，设备市场稳定增长

- 蓝宝石材料广泛用于LED衬底与消费电子领域。蓝宝石即 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 单晶，俗称刚玉，具有优异的光学性能、机械性能和化学稳定性，其强度高、硬度大、耐冲刷，可在接近2000℃高温的恶劣条件下工作，因而被广泛的应用于红外军事装置、高强度激光的窗口材料、半导体GaN/ Al_2O_3 发光二极管（LED），大规模集成电路SOI和SOS及超导纳米结构薄膜等，系理想的衬底材料。
- 蓝宝石产业链主要包括三个环节：上游行业的高纯氧化铝等原材料制备产业和晶体生长、加工等核心生产加工设备的制造，中游是蓝宝石材料的长晶、切割、加工环节，下游行业主要包括蓝宝石作为LED衬底材料和用于消费电子的应用。蓝宝石衬底片的加工制作包括定向、切片、研磨、倒角、清洗、退火、贴片、抛光、清洗、质检等步骤。
- 蓝宝石中游环节中，长晶最为重要，利润占比也最大。根据华经情报网数据，在蓝宝石晶体加工过程中，长晶的利润最大，其利润在蓝宝石晶体加工过程利润中的比重约为50%。其次是切割、抛光、掏棒以及其他工序，分别占17%、15%、5%与13%。

图表：蓝宝石产业链流程图



资料来源：天通股份年报，中信建投

3.3 蓝宝石设备：受益于LED衬底需求，设备市场稳定增长

- 公司2021年研发的蓝宝石结晶热处理炉可用于生产蓝宝石单晶，并且形成批量订单。该设备采用顶部籽晶温度梯度法生长高温氧化物晶体，包括蓝宝石单晶。研发工作已经完成并且形成批量订单。公司同时与同济大学共同研发导模法异形蓝宝石和氧化镓晶体项目，连城数控负责导模法异形蓝宝石和氧化镓晶体制备装备的批量制造、晶体生长和材料加工，同济大学负责装备开发、制造工艺的研究。同时双方于无锡合作成立“新型半导体材料与装备—无锡研发中心”，用以产业研发。

图表：蓝宝石的主要优点与应用领域

用途	特点	案例	图示
衬底材料	化学稳定性好	LED衬底	
消费电子产品的窗口材料或光电元件	可见光及红外光透光性好	激光窗口、手机窗口	
精密耐磨损器件	耐磨性、化学稳定	精密仪器仪表、钟表轴承	

图表：公司主要的蓝宝石研发项目

项目名称	研发内容	项目进展
蓝宝石结晶热处理炉项目	该设备采用顶部籽晶温度梯度法生长高温氧化物晶体，包括蓝宝石单晶。	研发工作已完成，产品形成批量订单
合作研发导模法异形蓝宝石和氧化镓晶体	连城数控与同济大学共同开发导模法异形蓝宝石和氧化镓晶体。其中，连城数控负责导模法异形蓝宝石和氧化镓晶体制备装备的批量制造、晶体生长和材料加工；同济大学负责制备装备的开发、晶体生长工艺的研究，并与连城数控联合研发两种材料的加工工艺。同时，双方于无锡合作成立“新型半导体材料与装备—无锡研发中心”，用以产业研发。	正在研发过程中

● 资料来源：华晶情报网、中信建投

● 资料来源：简尔尚博，中信建投

3.3 蓝宝石设备：受益于LED衬底需求，设备市场稳定增长

- 我们预计2025年蓝宝石设备需求将达到3105台，市场空间为26.67亿元。根据博蓝特招股说明书，PSS平片为经过涂胶、曝光、显影、蚀刻后的蓝宝石平片，主要用于LED照明、手机显示器背光、LED闪光灯等。蓝宝石平片与PSS平片为一一对应的关系，且PSS平片需求在蓝宝石衬底需求中占80%。根据GGII预计，2020年蓝宝石平片市场需求为1.45亿片，2025年有望突破2.5亿片。根据天通股份年报公布的设备数量与蓝宝石产量，推断单台设备可年产9.4万片蓝宝石平片，到2025年设备需求将达到3105台，市场空间为26.67亿元。（数据均折算为2英寸晶片）

图表：蓝宝石设备市场空间测算

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球PSS平片需求（万片）	16,168.97	18,030.04	20,105.33	22,419.48	25,000.00
PSS平片需求增长率	11.51%	11.51%	11.51%	11.51%	11.51%
PSS平片在蓝宝石应用占比	80%	82%	82%	83%	83%
全球蓝宝石衬底需求（万片）	20,211.21	21,987.86	24,518.70	27,011.43	30,120.48
单台设备蓝宝石衬底年产量（万片）	9.4	9.4	9.5	9.6	9.7
全球蓝宝石长晶设备需求（台）	2,150	2,339	2,581	2,814	3,105
蓝宝石长晶设备单价（万元）	97.0	94.1	91.3	88.5	85.9
蓝宝石长晶设备市场空间（亿元）	20.86	22.01	23.56	24.91	26.67
蓝宝石长晶设备每年增量（亿元）	1.37	1.15	1.55	1.35	1.76

• 资料来源：博蓝特招股说明书，GGII，中信建投

目录

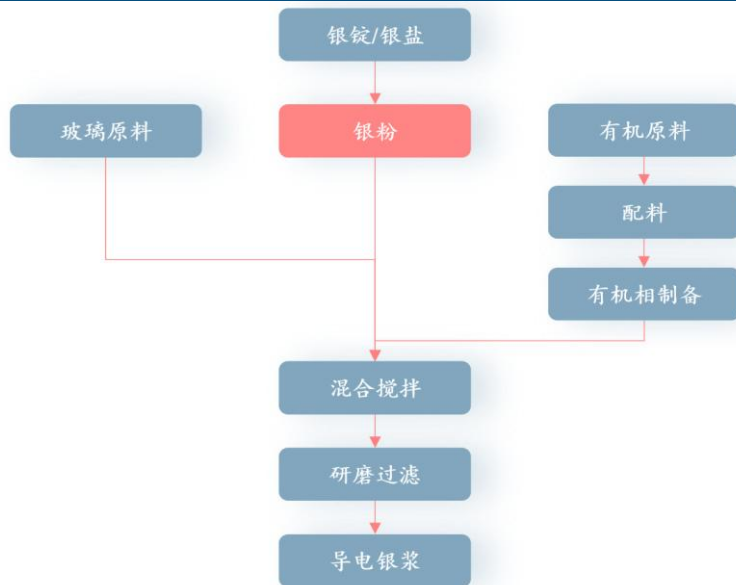
- 一、领先的晶体硅生长和加工设备供应商，平台型特点雏形初现
- 二、硅片设备订单有望超预期，产品拓展完善产业链布局
- 三、依托晶体生长核心技术，在泛半导体领域持续延伸布局
- 四、切入银粉、热场等关键辅材耗材领域，有望贡献业绩增量
 - 4.1 银粉业务：积极布局光伏银粉，有望受益其需求增长及国产化趋势
 - 4.2 碳碳热场业务：积极开发光伏及半导体热场，增强综合竞争力
- 五、晶盛与连城：始于硅片设备，向泛半导体平台化布局开拓
- 六、投资建议及风险分析

4.1 银粉业务：积极布局光伏银粉，有望受益其需求增长及国产化趋势

4.1.1 银粉为光伏银浆核心原料

- 导电银粉为光伏银浆的核心原材料，占银浆成本的比重超90%。导电银浆是由银粉、粘合剂、溶剂、助剂所组成的一种机械混合物的粘稠状浆料，是制备太阳能电池金属电极的关键材料。通常将银锭或银盐（硝酸银等）经物理或化学方法制成银粉后，再将银粉与玻璃氧化物、有机原料根据一定配比混合搅拌制备银浆。银粉定价方式一般为银价基础上加收一定的加工费，产品单价较高，成本占比超过90%，正银成本中银粉占比约98%。

图表：银粉为导电银浆制备的核心原材料



4.1 银粉业务：积极布局光伏银粉，有望受益其需求增长及国产化趋势

4.1.1 银粉为光伏银浆核心原料

- 银浆用银粉需维持性能稳定，化学还原法是工业制备银粉的较好方法。银粉的制备方法可分为物理法和化学法，其中：
 - ①物理法：借助外力提供的能量把银晶体无限分割成微细颗粒，包括激光烧蚀法、机械球磨法、雾化法和液化冷凝法等，物理法不引入其他杂质，但存在粒径控制困难，银粉难以收集等缺点，因此难以应用于大规模生产；
 - ②化学法：通过化学反应、物相变化来生产不同性能的银粉，包括化学还原法、微乳液法、喷雾热分解法等，化学法产量大、产品性能稳定、成本较低适宜产业化。化学还原法将还原剂加入到银盐溶液中，通过控制还原反应的条件把银离子还原成银单质，后经过滤、洗涤、干燥得到银粉，是工业大规模生产银粉所用的方法，能生产出不同形貌和粒径的银粉。

图表：银粉制备方法

制备方法		方法介绍	优点	缺陷	整体特点
物理法	激光烧蚀法	利用脉冲激光烧蚀金属银靶，得到分散在液体中的纳米级颗粒，简单、快捷，制备的粒子纯净，稳定性及可控性高。	纯度高、工艺简单	成本高	粒径控制困难，银粉难以收集。
	高能球磨法（机械粉碎）	小块物料或预先处理过的粗粉经球磨机的压碎、击碎、磨削得到较细的金属粉或合金粉。	可制备片状银粉、工艺简单	容易带入杂质影响纯度、加工过程产生硬化	
	雾化法	将熔融的金属液体在雾化装置中经高压气流击碎金属液体，被击碎的金属液体飞溅成无数细小球形小颗粒最后经冷却介质收集得到粉体。	纯度高、结晶性好、银基电触头方面有应用	粉末较粗，只能制备微米级	
	蒸发冷凝法	在真空蒸发室内充入低压惰性气体，采用等离子体、电子束激光、高频感应等方式加热使银原料气化，与惰性气体原子碰撞失去能量，然后骤冷使之凝结成纳米粒子。	纯度较高、粒径均匀可调	难以工业化生产、纳米银粒易团聚	
化学法	化学还原法	将还原剂加入到银盐溶液中，通过控制还原反应的条件把银离子还原成银单质。采用硝酸银溶液或银氨溶液作为氧化剂前驱体，通过控制反应过程的温度和pH等条件还原出银颗粒。还原结束后将所得银粉过滤、洗涤、干燥得到银粉。	粒径和形状可控、可制备片状银粉	银粒子浓度偏低、成本较高、产率低	产量大、产品性能稳定、成本较低适宜产业化；但会对环境造成污染。
	微乳液法	液相还原的特殊方法，互不相溶的还原剂和硝酸盐溶液在表面活性剂的作用下形成乳液，在微泡中经成核、聚结、团聚、热处理后得纳米粒子。	分散性好、粒径可精确控制	固液分离困难、污染环境	
	喷雾热分解法	以硝酸银为原料，以一定湿度的热空气为载体，将硝酸银溶液进行蒸发脱水、结晶、熔融、分解等步骤后转化为金属银粉。	生产效率高、环境友好	粒径分布较宽	

●来源：中国粉体网，中信建投

4.1 银粉业务：积极布局光伏银粉，有望受益其需求增长及国产化趋势

4.1.1 银粉为光伏银浆核心原料

- 球状银粉多用于正面银浆，片状银粉多用于背面银浆。用于光伏银浆的银粉按形状可分为球状银粉、片状银粉，其中：
 - ①球状银粉：具有较高的球形度，配制的银浆流动性好，能较好地通过正极细栅线，多用于汇集、导出光生载流子的正面银浆；
 - ②片状银粉：由球形银粉经过加工制得，同等质量的银粉片状相比球形可涂布更大的面积，可减少用量以降低成本；片状银粉间接触面积较大，银浆经烧结成膜后其电阻相对较低；此外，片式结构也能够提高银浆烧结的致密性，因此多用于主要起粘连作用、对导电性能的要求相对较低的背面银浆。
- 银粉性能取决于粒径、比表面积、分散性等多项参数，国内较国外仍有较大差距。目前国内外银粉生产商均采用化学沉积法，但产品上仍存在较大差距。国内银粉的平均粒径 $\leq 0.5\mu\text{m}$ ，比表面积为 $0.8\text{-}3\text{m}^2/\text{g}$ ，分散性较差，松装密度较低，烧结收缩比较大；而国外产商的银粉平均粒径 $\leq 0.2\mu\text{m}$ ，比表面积 $1.4\text{-}2.4\text{m}^2/\text{g}$ ，分散性较好，松装密度较高，烧结收缩比较小。

图表：片状银粉与球状银粉对比

银粉分类	对应银浆产品	应用原因	国内技术成熟度
片状银粉	背面银浆及其他低端银浆	涂布面积大，降低成本 接触面积大，电阻较低 能提高银浆烧结致密性	很成熟
球状银粉	正面银浆	球形度高，银浆流动性好	不成熟

●来源：中国粉体网，中信建投

图表：国内外银粉产品对比

	国内银粉产品	国外银粉产品
制备方法	化学还原法	化学还原法
平均粒径	$0.5\mu\text{m}$ 及以下	$0.2\mu\text{m}$ 及以下
比表面积	$0.8\text{-}3.0\text{m}^2/\text{g}$	$1.4\text{-}2.4\text{m}^2/\text{g}$
分散性	较差	较好
松装密度	较低	较高
烧结收缩比	大	小

●来源：THU机研，中信建投

4.1 银粉业务：积极布局光伏银粉，有望受益其需求增长及国产化趋势

4.1.2 银浆用银粉市场高度集中，国产化率持续提升

- **导电银浆用银粉市场高度集中，日本DOWA占据超50%的市场份额。**目前著名的银粉厂商有日本DOWA和美国AMES等，产品质量高且性能稳定，占据国际高品质银粉的主要市场，日本DOWA因其银粉产品粒径小、表面有机包覆好、分散性良好以及质量稳定等特点，占全球50%以上的银粉市场份额。目前，我国银粉市场仍主要依赖进口，银浆龙头企业聚和股份和帝科股份有超过80%的银粉供给均来自于DOWA，银粉供给相对稳定。
- **近年来国产银粉下游接受度提升，客户海外采购银粉占比持续下降。**国内银粉制备技术已经取得了很大进步，已能够满足正面银浆生产企业的部分需求，代表银粉供应商有苏州思美特、成都天甫、宁波晶鑫、山东建邦等。以下游银浆龙头聚和股份、帝科股份为例，聚和股份海外采购银粉占比由2019年的96.46%下降至2021年的82.19%；帝科股份向DOWA采购占比由2019年的94.31%下降至2021年的67.56%，随着国产银粉创新能力增强，在产品供应、技术服务的及时性以及成本等方面有优势，国产替代空间大。

图表：银粉主要国产供应商简介

供应商名称	简介
广东羚光新材料股份有限公司	成立于2001年8月，2014年6月于新三板挂牌，专业从事电子元器件材料和太阳能光伏材料的研发、生产和销售，主要产品为电子元器件用导电银浆、银粉等。2021年银粉产品新开发的低松装片银方面，通过了客户认证，目前已形成稳定订单；PERC太阳能背银银粉完成样品验证，效果达到客户要求。
成都市天甫金属粉体有限责任公司	成立于2011年8月，专注银粉生产，是一家采用国际先进技术生产微米级、纳米级银粉的贵金属粉末生产商。团队实现了微米级球形银粉、微米级片状银粉、纳米级银粉等多个产品领域的全面国产化，在2019年年底成功开发出了可以完全替代日本进口产品的白银粉体材料，并于2021年起开始大规模推向市场。
山东建邦胶体材料有限公司	成立于2010年，隶属于山东建邦控股集团，是一家专业为太阳能电池银浆提供高端银粉的高新技术企业，建设有国内首条拥有自主知识产权的太阳能电池银浆用银粉生产线，现拥有年产300吨银粉的生产能力，可为客户提供全方位的高效率低成本的技术解决方案。是苏州晶银、帝科股份等浆料企业的银粉供应商。
苏州思美特表面材料科技有限公司	创立于2012年，是一家专注于研发、生产及推广各类贵金属粉体材料、新能源功能材料、环境保护功能材料、以及其他先进表面处理的新材料科技企业，是苏州晶银、匡宇科技的主要银粉供应商，也是帝科股份等浆料企业的银粉供应商。
宁波晶鑫电子材料有限公司	成立于2001年12月，是一家主要从事电子材料研制、开发、生产和销售的国家级高新技术企业，拥有年产量200吨银粉及100吨银浆的规模生产线，年销售收入1亿元左右。目前企业的主导产品有各规格的超细银粉、电子银浆、石英晶片、太阳能电池浆料，是苏州晶银等银浆企业的银粉供应商
苏州银瑞光电材料科技有限公司	成立于2012年2月，为中国平煤神马能源化工集团控股的高科技企业，主要业务为各类导电银浆用银粉、稀土发光材料和先进表面材料等光电功能材料的研究和生产。

● 来源：各公司官网，中信建投

4.1 银粉业务：积极布局光伏银粉，有望受益其需求增长及国产化趋势

4.1.2 预计2025年银浆用银粉市场规模为307.02亿元

- 预计2022-2025年银浆用银粉市场规模为分别为173.35、225.86、276.01、307.02亿元。我们预计2022-2025年光伏新增装机容量由240GW增长至450GW，对应电池片产量由316.GW提升至593GW，随着电池技术路线市场占比结构变化，2025年TOPCon、HJT、PERC和其他电池占比分别为39%、30%、15%、16%，各类电池单位银耗逐渐下降，未来光伏导电银浆及银浆用银粉市场规模主要受益于装机容量提升，我们预计2025年银浆市场规模达393.29亿元，银粉市场规模达307.02亿元。

图表：光伏银浆用银粉市场空间测算

项目	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
新增装机容量 (GW)	170	240	310	380	450
电池片产量 (GW)	223.9	316.09	408.29	500.48	592.68
各类电池市场占比:					
PERC	94%	88%	64%	40%	15%
TOPCon	4%	7%	19%	32%	39%
HJT	2%	4%	8%	16%	30%
其他电池	1%	1%	9%	12%	16%
各类电池单片功率 (W/片)					
PERC	6.32	6.35	6.38	6.43	6.46
TOPCon	6.54	6.7	6.85	6.93	7.05
HJT	6.60	6.75	6.90	7.05	7.15
其他电池	6.63	6.74	6.82	6.87	6.95
各类电池片数 (亿片)					
PERC	332.87	438.04	409.72	311.21	137.62
TOPCon	13.69	33.02	113.25	231.10	327.86
HJT	5.09	18.73	47.34	113.58	248.68
其他电池	1.69	4.69	53.90	87.39	136.35
银浆耗量 (mg/片)					
PERC-正银	71.7	67	63	59	55
TOPCon	135	123	110	98	85
HJT	190	150	130	110	90
其他电池	67	62	58	54	50
不同类型电池银浆消耗总量 (吨)					
PERC-正银	2387	2935	2581	1836	757
TOPCon	185	405	1246	2253	2787
HJT	97	281	615	1249	2238
其他电池	11	29	313	472	682
银浆耗量合计 (吨)	2680	3649	4755	5811	6464
银浆市场规模 (亿元)	160.41	208.30	274.89	342.89	393.29
银粉合计 (按95%用量计算, 吨)	2546	3467	4517	5520	6140
银粉市场规模 (亿元)	134.91	173.35	225.86	276.01	307.02

• 来源：CPIA，聚和股份招股说明书，中信建投；注：以M6电池片规格进行测算；按高温银浆、低温银浆、银粉价格560、700、500万元/吨估算

4.1 银粉业务：积极布局光伏辅材，有望受益银粉需求增长及国产化趋势

4.1.3 公司积极布局光伏辅材，有望受益银粉需求增长及国产化趋势

- 公司于2021年初切入电子级银粉行业，项目总投资9.5亿元。公司于2020年底进行辅材业务前期调研；于2021年1月投资5928万元设立控股子公司连银新材料，持股59.28%，与大丰管委会就公司投建电子级银粉研发制造项目达成合作意向、签订投资合同，计划项目总投资1.5亿元，连银新材料为项目实施主体；2021年11月小批量验证通过，月底结束中试；2022年5月与大丰管委会就在大丰开发区进一步开展电子级银粉项目建设达成初步合作意向，计划总投资不超过8亿元。
- 导电浆料需求增长及银粉国产化趋势下，公司辅材业务有望受益。公司银粉业务目前采用的是传统化学还原法的球状银粉制备工艺技术路线。2022年拟采用领先工艺优化产品，预计于2022年四季度试产；2023年将逐步增加基于领先技术路线开发的产品销售占比。光伏行业持续发展，导电浆料需求增长，国产银粉在产品供应、技术服务的及时性以及成本等方面有优势，国产替代空间大。
- 2022年定增募投银粉扩产项目，抢占电子级银粉市场空间。公司2022年定增募投“电子级银粉扩产项目”，项目总投资2.56亿元，拟使用募投资金1.68亿元，实施主体为公司控股子公司江苏连银新材料有限公司，计划于2022年7月开始建设，建设周期为2年。银粉目前处于国产化进程的中前期，预期市场广阔，目前供给端相对薄弱，公司布局有望培育新的利润增长点，同时减少下游产能扩张的周期性波动对业绩的影响。

图表：连城数控银粉业务发展历程

时间节点		银粉业务进展
2020年	11月	开展光伏行业辅材辅料业务处于前期调研阶段。
2021年	1月	投资5928万元设立控股子公司江苏连银新材料，持股59.28%；与大丰管委会签订《电子级银粉研发制造项目投资合同》，就公司在盐城市大丰开发区投资建设电子级银粉研发制造项目达成合作意向，计划项目总投资金额为人民币1.5亿元，连银新材料为项目实施主体。
	11月	处于样品验证过程中，且小批量样品验证已通过，月底完成中试。
	12月	完成部分产品的研发和生产线建设，产品通过主流银浆客户的验证，进入量产阶段。
2022年	5月	与大丰管委会就在大丰开发区进一步开展电子级银粉项目建设达成初步合作意向，计划项目总投资金额不超过人民币8亿元。
	7月	2022年定增募投“电子级银粉扩产项目”计划于2022年7月开始建设，建设周期2年。

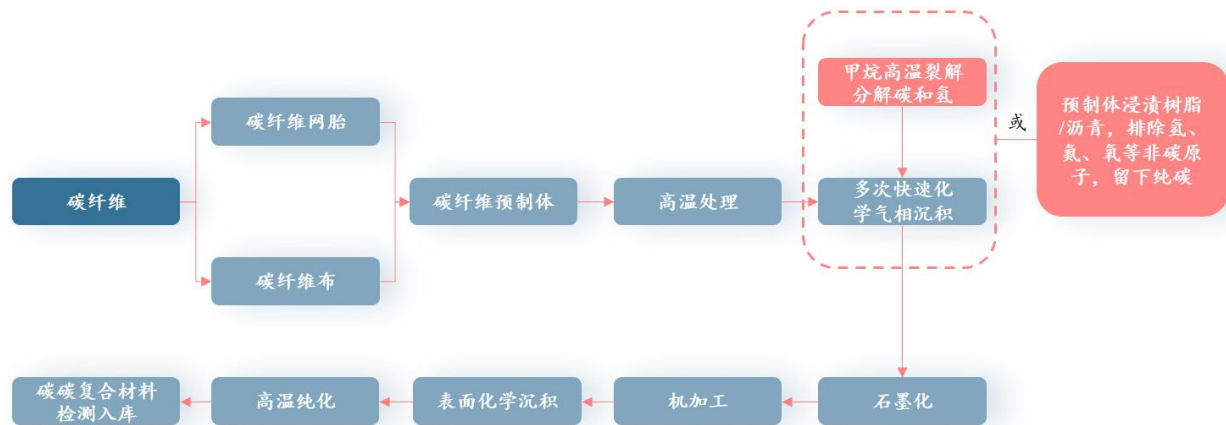
●来源：公司公告，中信建投

4.2 碳碳热场业务：积极开发光伏及半导体热场，增强综合竞争力

4.2.1 碳碳复合材料是一种抗热冲击和抗热导能力极强的全碳质复合材料

- **碳碳复合材料是一种抗热冲击和抗热导能力极强的全碳质复合材料。**碳碳复合材料是以碳纤维及其织物为增强体，以碳为基体，通过加工处理和碳化处理制成的全碳质复合材料，具有低密度、高强度、高比模量、高导热性、低膨胀系数、摩擦性能好，以及抗热冲击性能好、尺寸稳定性高等优点，是目前3000℃以上仍保有结构强度的唯一材料，最高理论使用温度高达 3500℃，广泛应用于航空航天、光伏及半导体等领域，如光伏及半导体晶体硅生长设备的热场材料等。
- **工业上一般使用甲烷热裂解技术取得基体碳，并通过快速化学气相沉积致密技术制备碳碳复合材料：**①碳纤维经过织布、成网、准三维成型、复合针刺等技术，形成碳纤维预制体（毛坯）；②甲烷经过高温裂解，分解出基体碳；③碳沉积附着于预制体中的碳纤维上，形成碳碳复合材料，该过程需要重复多个沉积周期；④把重复多次化学气相沉积后的碳碳复合材料在2200度以上的高温中石墨化和纯化，使产品性能达到使用要求。此外，也可采用液态聚合物浸渍炭化致密工艺对化学气相沉积致密工艺进行替代或补充。

图表：碳碳复合材料制备流程



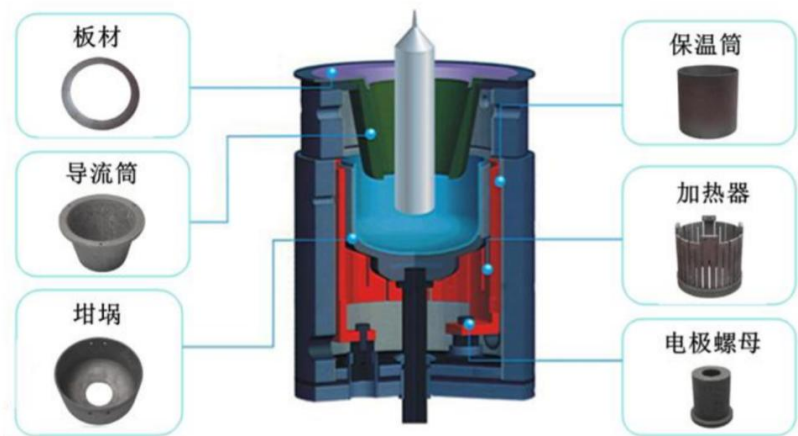
●来源：金博股份招股说明书，中天火箭招股书，中信建投

4.2 碳碳热场业务：积极开发光伏及半导体热场，增强综合竞争力

4.2.2 光伏热场：碳碳复合材料主要用于晶体生长炉热场系统耗材

- 碳碳复合材料可用于光伏行业制备太阳能级晶体硅生长炉的热场系统耗材。碳碳复合材料具有优良的高温力学性能、化学稳定性和保温隔热性能，是良好的耐高温结构材料和保温隔热材料，因此可以用于光伏行业制备太阳能级晶体硅的工艺流程中，作为太阳能级晶体硅生长炉的热场系统耗材而存在。
- 碳碳热场材料主要用于单晶硅长晶、拉制过程。热场产品主要包括多种规格的坩埚、导流筒、保温筒、加热器等，是单晶拉制炉热场系统的关键部件。大尺寸热场部件产品对单晶硅棒的直径大型化发展起到了支撑作用；同时，碳基复合材料热场部件大幅度提高了拉晶热场系统安全性，提升了拉晶速率，显著降低了单晶拉制炉的运行功率，对节能降耗起到较大促进作用。

图表：单晶拉制炉热场系统



● 来源：金博股份招股说明书，中信建投

图表：单晶拉制炉热场主要产品及用途

产品名称	产品用途
坩埚	承载石英坩埚，保持液面定，具有安全、经济和可设计等特点，能提高装料量
导流筒	引导气流，形成温度梯度，具有安全、节能和高效等特点，能提高单晶硅生长速率
保温筒	构建热场空间，隔热保温，具有节能、可设计特点，大幅度提高使用寿命和节能
加热器	提供热源，融化硅料，具有安全、经济和可设计等特点
板材	导流筒定位与承载，具有安全、节能等特点
电极	连接发热体与水冷铜电极，具有节能等特点
坩托	承载坩埚，具有承受能力强、使用寿命长等特点

● 来源：金博股份招股说明书，中信建投

4.2 碳碳热场业务：积极开发光伏及半导体热场，增强综合竞争力

4.2.2 光伏热场：碳碳复合材料主要用于晶体生长炉热场系统耗材

- **碳碳复合材料较传统石墨热场材料优势明显。**早期硅片厂商使用石墨材料构成的热场产品作为晶体生长炉的炉体保温材料，石墨材料脆性较大、易产生裂纹而改变电性能和导热性能，此外，反复开炉、停炉、加热冷却过程也会加剧石墨坩埚的脆裂破损，大大缩短石墨热场材料的使用寿命。**碳基复合材料热场产品与传统石墨产品比较，具有以下突出优点：1) 性价比高，**产品使用寿命长，减少部件更换次数，从而提高设备的利用率，减少维护成本；**2) 可以做得更薄，**从而可以利用现有设备生产直径更大的单晶产品，节约新设备投资费用；**3) 安全性高，**在反复高温热震下不易产生裂纹；**4) 可设计性强，**大型石墨材料成型困难，而先进碳基复合材料可以实现近净成形，在大直径单晶炉热场系统领域具有明显的优势。
- **碳碳复合材料逐渐取代石墨产品成为光伏用单晶拉制炉热场系统部件的主要材料。**2016年碳碳复合材料在坩埚、导流筒、保温筒、加热器等主要热场部件中的占比分别为50%、30%、30%、3%，2020年占比提升至95%、60%、55%、5%，整体占比达55%，碳碳复合材料产品在光伏单晶硅拉制炉热场系统中的渗透率较高，在核心部件上已基本完成对等静压石墨产品的进口替代与升级换代。

图表：碳碳复合材料与石墨材料物理特性对比

物理特性	碳碳复合材料	石墨材料
密度(g*cm ⁻³)	1.75-1.83	1.70-1.85
孔隙度/%	20%-1%	5%-1%
热导率/W(m*k) ⁻¹	54(//) 22(⊥)	90-130
耐压强度/Pa	74	35-40
抗弯强度/Mpa	291(⊥)	55-86

● 来源：中天火箭招股说明书，中信建投

图表：碳碳复合材料对于等静压石墨的替代逐年提升

年份	2016年		2019年（整体50%）		2020年（整体55%）	
	碳碳复合材料	等静压石墨	碳碳复合材料	等静压石墨	碳碳复合材料	等静压石墨
坩埚	>50%	<50%	>85%	<15%	>95%	<5%
导流筒	>30%	<70%	>55%	<45%	>60%	<40%
保温筒	>30%	<70%	>45%	<55%	>55%	<45%
加热器	<3%	>97%	<5%	>95%	<5%	>95%
其他	<20%	>80%	<35%	>65%	<40%	>60%

● 来源：金博股份招股说明书，中信建投

4.2 碳碳热场业务：积极开发光伏及半导体热场，增强综合竞争力

4.2.2 光伏热场：预计2023年市场规模为40.1亿元

- 随着硅片厂商持续扩产，预计2023年光伏碳碳热场材料市场规模为40.1亿元。光伏碳碳热场需求主要体现在两方面，一方面是新建产能所需的增量单晶控制炉带来的碳碳热场部件新增需求，另一方面是已有产能配备的单晶炉热场部件替换需求。
- ①替换需求方面：**碳碳热场材料制品是晶体硅生长设备中更换频率和损耗程度较大的部件，坩埚的使用寿命约为6-8个月，导流筒的使用寿命约为2年左右，保温筒的使用寿命为1年半左右。在单晶控制炉不更换的情况下，上述消耗件因寿命问题也需定期更换，每台单晶控制炉每年对碳基复合材料热场部件的替换性需求约为0.225吨，假设T年新增产能T+2年进入替换周期，预计2023年需要替换热场的单晶产能约283.7GW，**对应热场材料替换需求为4787.4吨；**
- ②新增需求方面：**根据金博股份2022年对于上交所第二轮审核问询函的回复，单GW新建产能所需单晶控制炉约75-80台，2023年新建产能对应单晶控制炉新增需求为12000台；新建单晶控制炉对碳基复合材料热场部件的需求约为0.27吨/台，由此测算**新增热场材料需求为3240吨；**
- 综上，**预计2023年光伏碳碳热场部件总需求为8027.4吨**，由于①单晶龙头企业头部集中效应明显，议价能力较强；②行业内产能扩张速度较快；③碳碳热场供应商制备技术进步及生产效率提升，碳碳热场供应商持续降价以巩固市场地位，我们预计2021-2023年碳碳热场材料单价由70万元/吨下降至50万元/吨，**对应2023年光伏热场材料市场规模约为40.1亿元。**

图表：碳碳热场部件市场规模测算

	2021	2022E	2023E
需要替换热场的单晶产能（GW）	180.2	223.7	283.7
需要替换热场的控制炉量（台）	13511.3	16777.5	21277.5
热场部件替换需求（吨）	3040.0	3774.9	4787.4
新增单晶产能预测（GW）	60.0	120.0	160.0
新增产能对应控制炉量（台）	4500.0	9000.0	12000.0
热场部件新增需求（吨）	1215.0	2430.0	3240.0
热场部件材料总需求（吨）	4255.0	6204.9	8027.4
热场单价（万元/吨）	70.0	60.0	50.0
光伏热场材料市场规模（亿元）	29.8	37.2	40.1

●来源：PV InfoLink，金博股份2022年对于上交所第二轮审核问询函的回复，中信建投

4.2 碳碳热场业务：积极开发光伏及半导体热场，增强综合竞争力

4.2.2 光伏热场：碳碳热场竞争格局较为集中，金博股份市占率超30%

- 光伏碳碳热场部件市场竞争格局较为集中，金博股份市占率超30%。作为光伏单晶拉制炉热场系统的核心部件组成部分，下游客户对于供应商的研发能力、生产经验、产品性能及长期稳定供货能力有较高要求，进入壁垒较高。目前碳碳热场材料主要市场参与主体包括金博股份、中天火箭（全资子公司西安超码）、陕西美兰德、天宜上佳、湖南南方博云新材料等，其中：①金博股份的市场占有率最高，超过30%，毛利率高达57.20%，2020年坩埚产品的市场占有率约33.89%-36.15%；②中天火箭光伏热场材料市场占有率在10%左右，毛利率为24.96%，未来单晶硅直拉炉用碳碳热场材料的市场占有率将获得进一步的稳固和提升。

图表：光伏碳碳热场部件市场主要参与者简介

企业	简介	碳碳热场产品（2021）	
		营业收入（百万元）	毛利率
金博股份	公司主要从事先进碳基复合材料及产品的研发、生产和销售，现阶段聚焦于碳碳复合材料及产品，主要应用于光伏行业的晶硅制造热场系统，是一家具有自主研发能力和持续创新能力的高新技术企业。	1336	57.20%
中天火箭	2007年率先成功研制出晶体生长氯化炉用碳碳热场材料产品并获得成功应用，业务领域从民用航空拓展至光伏领域。公司在民用领域的碳碳复合材料产品主要是光伏产业晶体生长热场系统耗材，已经被隆基股份、中环股份等国内光伏行业硅片行业领先的生产商所广泛采用。	392	24.96%
天宜上佳	国内领先的高铁动车组用粉末冶金闸片供应商，碳碳复材是公司第二增长曲线，加大对树脂基碳纤维复合材料及碳基复合材料等领域的研发投入，目前已形成粉末冶金闸片及合成闸片/闸瓦业务、树脂基碳纤维复合材料制品、碳碳/碳陶复合材料制品等业务板块。	142	60.18%
陕西美兰德	专注于C/C复合材料、C/SiC复合材料、高温设备、炭素产品的研发设计，经过十几年的发展已成为一流的专业从事炭/炭复合材料、改性石墨制品研发和生产及高温设备设计与制造的高新技术企业。	-	-
湖南南方博云	主要从事粉末冶金和碳碳复合材料航空刹车副、航天及民用碳碳复合材料产品、高性能模具材料、飞机机轮及刹车系统、稀有金属超细粉体材料、粉末冶金专业设备等产品的研究、开发、生产和销售。	-	-

●来源：各公司公告，各公司官网，中信建投

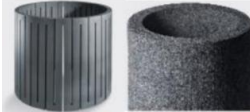

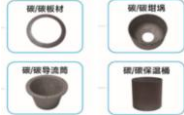
注：天宜上佳披露财务数据为碳碳复合材料产品合计值，包括碳碳板材和光伏热场部件

4.2 碳碳热场业务：积极开发光伏及半导体热场，增强综合竞争力

4.2.3 半导体热场：目前国产化率较低，且对石墨的替代率较低

- 碳碳复合材料在半导体晶硅制造热场领域对石墨替代率较低，主要企业为西格里、东洋碳素等碳素产品巨头。与光伏领域相似，碳/碳复合材料坩埚、导流筒、保温筒等产品也可应用于半导体领域“拉晶”阶段的单晶硅控制炉热场系统。目前，碳基复合材料在半导体用晶硅制造热场系统中对等静压石墨的替代率整体较低，半导体用晶硅制造热场系统中的部件以高纯等静压石墨产品为主，主要碳基复合材料供应企业仍处于应用拓展阶段，主要参与企业为西格里、东洋碳素等碳素产品巨头。短期内由于国产半导体大硅片厂商较少，半导体碳碳热场材料正处于研发及技术储备阶段。

图表：半导体热场部件市场主要参与者简介

公司名称	简介	相关产品
西格里	德国西格里为全球最大的碳（石墨）材料生产厂商之一，历史悠久，产品范围覆盖石墨材料、石墨粉粒、纤维材料、复合材料等。	西格里可提供高纯度石墨部件和石墨毡等产品。 
东洋碳素	日本东洋碳素为国际知名碳素企业，主要生产、加工各种特种石墨制品。产品广泛应用于半导体、冶金、有色金属、机械、模具、航空航天等工业领域。	东洋碳素可提供用于热场的石墨及部分碳/碳部件。 
以金博股份为代表的少数国内企业	已开发出可满足半导体领域要求的高纯度坩埚、保温筒、板材、紧固件等碳/碳复合材料部件，目前已逐步进行拓展应用，处于进口替代过程中。	

● 来源：金博股份招股书及交易所回复函，中信建投

4.2 碳碳热场业务：积极开发光伏及半导体热场，增强综合竞争力

4.2.4 公司从2020年开始通过对外收购进入碳碳热场材料业务

- 公司主要通过对外收购的方式进入碳碳热场行业，先后参股石金科技、控股上海岚玥科技。伴随行业使用材料升级，各应用领域对高纯碳素材料的大量需求，国内配套产能严重不足，同时长晶炉热场日益扩大，为打破对进口纯化碳素制品的依赖，同时出于自身业务纵向拓展考虑，公司于2020年10月收购石墨及碳素产品供应商石金科技，随后2020年11月全资子公司连城凯克斯出资受让进口高纯碳素材料及保温材料供应商上海岚玥科技66%的股份，正式开展石墨热场新业务。
- 未来公司将重点发展光伏及半导体热场材料业务。根据公司2021年11月投资者调研纪要，未来石金科技将专注于碳素产品的研发及生产，重点发展光伏及半导体用高温热场；上海岚玥正在积极推进单晶碳素热场低温纯化项目、高温纯化及涂层项目，已具备碳素材料精密加工能力。

图表：连城数控碳碳热场业务进展情况

时间节点		碳碳热场业务进展
2020年	10月	公司通过股权认购方式取得石金科技定向发行股份，认购金额不超过0.35亿元，收购完成后公司直接持有其17.37%的股份，石金科技主要从事于石墨及碳素产品应用研发、设计、生产、销售及技术服务，主要产品如单/多晶硅铸锭炉热场及其零配件、PECVD用石墨舟、电子半导体用石墨制品等碳素制品被广泛应用于光伏行业、半导体行业等。
	11月	高端石墨产品的制备研发及相关业务已完成装备研发设计、工艺设计、相关软件编写及知识产权的申报，计划进行样机试制及工艺实验，开展市场调研、开拓客户及产品试用等相关工作，计划通过提供高品质石墨碳素材料进入半导体领域用石墨热场。 公司的全资子公司连城凯克斯以零元价格受让上海岚玥科技66%的股权，股权转让完成后，连城凯克斯认缴出资人民币660万元。岚玥科技主营进口高纯碳素材料和相关保温材料研发及销售等，涉及半导体材料、N型光伏材料、5G蓝宝石材料及储能材料等多方面制备领域。
2021年	4月	公司控股子公司上海岚玥新设子公司常州岚玥新材料科技有限公司，上海岚玥持股100%，常州岚玥本报告期纳入本公司合并范围。
	8月	通过参与深圳市石金科技定向发行股份的方式对其增持，按每股15元的价格认购金额不超过人民币900万元，认购完成后公司持有其21.07%股份。基于公司长期战略布局及产业发展需要，此次认购能有效提升公司综合竞争力和持续经营能力，进一步提高公司盈利能力。
	11月	上海岚玥积极推进单晶碳素热场低温纯化项目、高温纯化及涂层项目，蓝宝石材料新应用市场推广，并已具备碳素材料精密加工能力。

• 来源：公司公告，中信建投

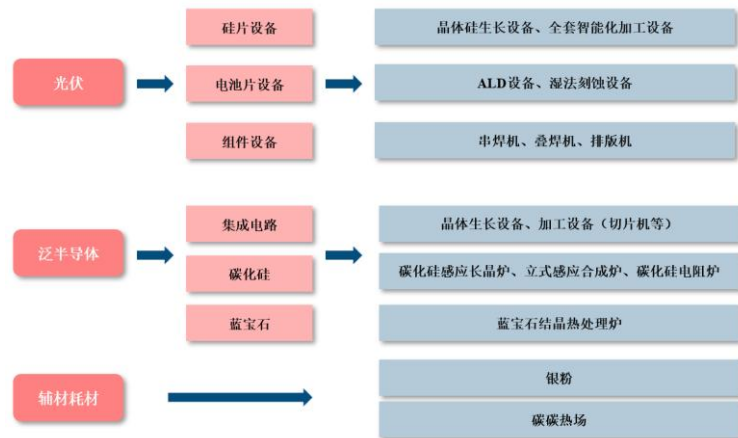
目录

- 一、领先的晶体硅生长和加工设备供应商，平台型特点雏形初现
- 二、硅片设备订单有望超预期，产品拓展完善产业链布局
- 三、依托晶体生长核心技术，在泛半导体领域持续延伸布局
- 四、切入银粉、热场等关键辅材耗材领域，有望贡献业绩增量
- **五、晶盛与连城：始于硅片设备，向泛半导体平台化布局开拓**
 - 5.1 以硅片设备为核心，在泛半导体领域持续拓展
 - 5.2 绑定龙头客户集中度较高，晶盛业务体量更胜一筹
 - 5.3 重视研发持续投入，在研项目显示发展策略各有侧重
- 六、投资建议及风险分析

5.1 以硅片设备为核心，在泛半导体领域持续拓展

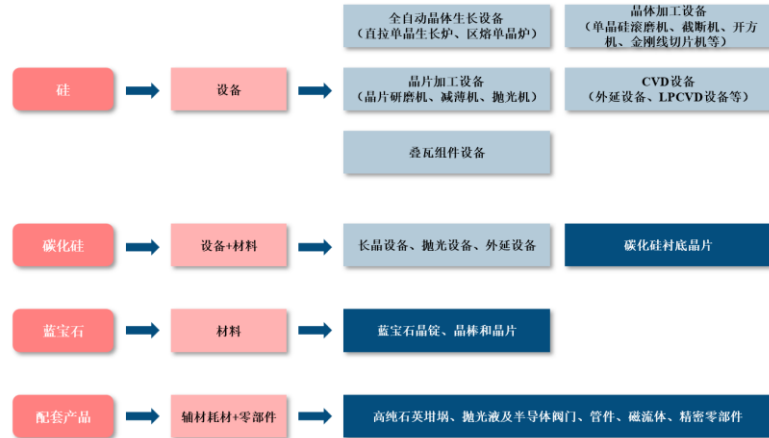
- 连城数控和晶盛机电作为硅片设备领先企业，其在业务发展、战略布局等方面具有诸多相似，也存在着很多差异。
- ①在光伏领域，两家公司均起家于硅片设备，并积极向下游环节进行布局。连城率先研制出中国第一代具备自主知识产权的多线切方机，实现进口替代，并推出用于截取单晶硅棒和多晶硅铸锭的多线切断机，而后通过收购凯克斯切入单晶炉行业完善布局；晶盛自成立以来始终围绕着单晶硅生长设备不断突破技术障碍，保持着较高的行业地位。两者依托不同的核心客户资源，在电池片、组件设备领域实现差异化布局。
- ②依托晶体生长技术，在泛半导体领域持续拓展。目前两家公司从事业务下游领域基本相同，主要包括光伏、集成电路半导体、碳化硅、蓝宝石领域，在上述泛半导体领域的长晶环节均有所布局。但两者的布局选择存在一定的差异，连城在上述领域的业务定位均以设备为主；而晶盛则选择在装备的基础上，在碳化硅、蓝宝石领域适当向材料端延伸，触及碳化硅衬底、蓝宝石晶片等材料业务。
- ③两家公司均由设备向辅材耗材延伸。在保障主业稳健发展的同时，两家公司积极布局辅材耗材领域，连城切入银粉、碳碳热场，而晶盛建立了以高纯石英坩埚、抛光液及半导体阀门、管件、磁流体、精密零部件为主的产品体系以配套半导体关键零部件、辅材耗材方面的需求。

图表：连城数控业务布局



● 来源：连城数控公告，中信建投

图表：晶盛机电业务布局



● 来源：晶盛机电公告，中信建投

5.2 绑定龙头客户集中度较高，晶盛业务体量更胜一筹

- 晶盛机电长晶设备实力强劲，两者收入体量仍存在显著差距。2021年连城数控单晶炉设备收入10.96亿元，占营业收入比例53.76%，晶盛机电晶体生长设备收入34.75亿元，占营业收入比例58.29%。在晶体设备收入上，晶盛机电是连城数控的3.17倍，但是在晶体加工设备如磨床、线切设备上，连城与晶盛的差距较小。
- 双方下游客户集中度较高，但连城关联方订单占比更大。连城数控前五大客户占年度销售额的94.20%，晶盛机电为79.88%。两者都十分依赖大客户订单。其中连城第一大客户隆基绿能占比为72.42%，晶盛第一大客户中环半导体占51.48%；但连城关联方比例为72.42%，晶盛关联方占1.89%。

图表：2021年连城数控与晶盛机电营收及客户对比

连城数控		晶盛机电	
晶体生长设备营业收入（万元）	109,673.97	晶体生长设备营业收入（万元）	347,465.81
晶体生长设备营业收入占比	53.76%	晶体生长设备营业收入占比	58.29%
营业收入（万元）	204,012.23	营业收入（万元）	596,135.95
客户	2021年度销售占比	客户	2021年度销售占比
隆基绿能科技股份有限公司	72.42%	客户一（天津中环半导体股份有限公司）	51.48%
广东高景太阳能科技有限公司	8.46%	客户二	12.33%
双良节能系统股份有限公司	7.19%	客户三	7.89%
华耀光电科技有限公司	4.27%	客户四	4.66%
保利协鑫（苏州）新能源有限公司	1.86%	客户五	3.52%
前五名客户合计销售金额（万元）	192,199.77	前五名客户合计销售金额（万元）	476,197.97
前五名客户合计销售金额占年度销售总额比例	94.20%	前五名客户合计销售金额占年度销售总额比例	79.88%
前五名客户销售额中关联方销售额占年度销售总额比例	72.42%	前五名客户销售额中关联方销售额占年度销售总额比例	1.89%

● 来源：连城数控2021年报，晶盛机电2021年报，中信建投

5.3 重视研发持续投入，在研项目显示发展策略各有侧重

- 晶盛研发实力总体更强，连城亦在迎头赶上。2021年连城数控共有研发人员369人，占总员工比例为23.85%，晶盛机电有研发人员1015人，占总员工比例为22.31%；双方研发支出占营业收入比例为7.11%与5.93%。研发专利上，连城数控拥有专利数量为186项，其中发明专利数量为12项，晶盛机电拥有专利数量513项，其中发明专利数量66项。研发实力晶盛绝对实力更强，但是连城数控相对研发能力正在努力追赶，不论是研发人员占比与研发支出占比都相对更高。

图表：连城数控与晶盛机电研发实力对比

	连城数控	晶盛机电
研发人员总计	369	1015
研发人员占员工总量的比例 (%)	23.85%	22.31%
博士	5	22
硕士	42	140
本科	229	590
研发支出金额 (万元)	14,514.93	35,357.84
研发支出占营业收入的比例	7.11%	5.93%
公司拥有的专利数量	186	513
公司拥有的发明专利数量	12	66

• 来源：连城数控2021年报，晶盛机电2021年报，中信建投

5.3 重视研发持续投入，在研项目显示发展策略各有侧重

- 从在研项目来看，晶盛专注于长晶设备与加工设备，连城数控拓展组件设备与碳化硅蓝宝石业务。晶盛机电2021年报披露在研项目一共16项，围绕晶体生长与加工设备布局，而连城数控在研项目主要包括碳化硅长晶合成设备与蓝宝石设备与组件设备，积极拓展新的业务范围。

图表：连城数控与晶盛机电在研项目对比

连城数控		晶盛机电	
项目名称	所属类型	项目名称	所属类型
6英寸碳化硅感应长晶炉项目	碳化硅长晶设备	半导体环线截断机	切片设备
碳化硅立式感应合成炉	碳化硅合成设备	硬轴晶体生长炉项目	长晶
碳化硅电阻炉	碳化硅长晶设备	尾气处理设备	尾气回收
蓝宝石结晶热处理炉项目	蓝宝石长晶设备	12英寸单面减薄机	硅片加工
叠焊机	组件设备	单片式硅外延生长炉	晶片外延
高速串焊机	组件设备	减压外延生长炉	晶片外延
		12英寸立式多晶硅沉积炉	长晶
		硅金刚线三轴切片机	切片设备
		新一代环形金刚线开方机	开方设备
		光伏硅片脱胶插片清洗一体机	硅片加工
		硅片分选仪	
		多线开方机	开方设备
		8英寸蓝宝石衬底片研发	蓝宝石衬底
		6英寸碳化硅衬底片研发	碳化硅衬底
		金刚石晶体生长炉	
		半导体环线截断机	切片设备

资料来源：连城数控2021年报，晶盛机电2021年报，中信建投

目录

- 一、领先的晶体硅生长和加工设备供应商，平台型特点雏形初现
- 二、硅片设备订单有望超预期，产品拓展完善产业链布局
- 三、依托晶体生长核心技术，在泛半导体领域持续延伸布局
- 四、切入银粉、热场等关键辅材耗材领域，有望贡献业绩增量
- 五、晶盛与连城：始于硅片设备，向泛半导体平台化布局开拓
- 六、投资建议及风险分析
 - 6.1 投资建议
 - 6.2 风险分析

6.1 投资建议

- 在公司优势主业硅片设备领域，公司非隆基客户拓展顺利，同时隆基硅片项目有望逐步落地释放设备需求，公司订单有望实现超预期高增，保障短期业绩的持续增长；中长期来看，公司在光伏产业链以及泛半导体领域均有布局，若各项业务推进顺利，有望持续打开成长天花板，实现业绩的稳健增长。预计公司2022-2024年分别实现营收28.18、56.25、73.75亿元，同比分别增长38.14%、99.59%、31.11%，归母净利润分别为4.78、9.25、12.32亿元，同比分别增长38.08%、93.53%、33.24%，当前市值对应PE分别为36.42、18.82、14.12倍，维持“买入”评级。

图表：盈利预测简表

	2020	2021	2022E	2023E	2024E
营业收入(百万元)	1,855.00	2,040.12	2,818.32	5,625.06	7,374.83
YoY(%)	90.76	9.98	38.14	99.59	31.11
净利润(百万元)	379.93	346.14	477.96	924.97	1,232.42
YoY(%)	135.74	-8.89	38.08	93.53	33.24
毛利率(%)	35.05	31.81	30.15	32.20	32.50
净利率(%)	20.48	16.97	16.96	16.44	16.71
ROE(%)	18.66	13.87	16.32	24.56	25.24
EPS(摊薄/元)	1.63	1.49	2.06	3.98	5.30
P/E(倍)	45.82	50.29	36.42	18.82	14.12
P/B(倍)	8.55	6.98	5.94	4.62	3.57

●来源：iFinD，中信建投

6.2 风险提示

- **客户相对集中及关联交易占比较高的风险。**2021年公司前5名客户营业收入占公司营业收入的比例为94.20%。公司的下游客户主要集中于主流硅片生产商，若主要客户因行业周期的波动等因素导致生产经营状况发生重大不利变化，公司的产品销售及生产经营将受到不利影响。此外，公司对关联方隆基绿能的销售额较高。若关联交易的决策程序履行不当，可能会导致关联交易有失公允性和必要性，损害公司利益；若隆基股份的行业地位发生不利变化，使其需求降低，且公司开拓和维护非关联方客户的进度不及预期，则公司的营业收入存在下滑的风险，对公司持续经营产生不利影响。
- **公司新业务拓展不及预期的风险。**公司基于底层技术的可延展性，打造泛半导体平台型公司，下游横跨光伏、硅半导体、碳化硅、蓝宝石；同时，从设备供应商向设备+耗材综合性供应商转型。若相关新业务拓展进展不及预期，则会对公司经营造成一定影响。
- **产品替代或技术替代的风险。**公司产品主要应用于光伏和半导体行业，并在持续推进晶体材料生长和金刚线切割技术等公司核心技术在光伏及半导体行业的应用。光伏行业和半导体行业均属于新兴产业领域，新兴产业领域具有发展速度快、技术和工艺进步较快、变化快等特点，若公司产品应用的下游行业发生重大技术路线变化，公司的经营业绩将可能受到不利影响。

分析师介绍

吕娟：中信建投证券研究发展部董事总经理，上海区域总监，高端制造组组长&首席分析师，机械行业首席分析师，复旦大学经济学硕士，法国EDHEC商学院金融工程交换生，河海大学机械工程及自动化学士，2007.07-2016.12曾就职于国泰君安证券研究所任机械首席分析师，2017.01-2019.07曾就职于方正证券研究所任董事总经理、副所长、机械首席分析师。曾获新财富、金牛、IAMAC、水晶球、第一财经、WIND最佳分析师第一名。

夏纾雨：中信建投证券机械行业研究员，复旦大学世界经济硕士，覆盖光伏设备、风电设备、通用基础件、油服设备、核电设备等方向，2021年加入中信建投证券。

评级说明

投资评级标准		评级	说明
报告中投资建议涉及的评级标准为报告发布日后6个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A股市场以沪深300指数作为基准；新三板市场以三板成指为基准；香港市场以恒生指数作为基准；美国市场以标普 500 指数为基准。	股票评级	买入	相对涨幅15%以上
		增持	相对涨幅5%—15%
		中性	相对涨幅-5%—5%之间
		减持	相对跌幅5%—15%
		卖出	相对跌幅15%以上
	行业评级	强于大市	相对涨幅10%以上
		中性	相对涨幅-10-10%之间
弱于大市		相对跌幅10%以上	



分析师声明

本报告署名分析师在此声明：(i) 以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，结论不受任何第三方的授意或影响。(ii) 本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

法律主体说明

本报告由中信建投证券股份有限公司及/或其附属机构（以下合称“中信建投”）制作，由中信建投证券股份有限公司在中华人民共和国（仅为本报告目的，不包括香港、澳门、台湾）提供。中信建投证券股份有限公司具有中国证监会许可的投资咨询业务资格，本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格证书编号已披露在报告首页。

在遵守适用的法律法规情况下，本报告亦可能由中信建投（国际）证券有限公司在香港提供。本报告作者所持香港证监会牌照的中央编号已披露在报告首页。

一般性声明

本报告由中信建投制作。发送本报告不构成任何合同或承诺的基础，不因接收者收到本报告而视其为中信建投客户。

本报告的信息均来源于中信建投认为可靠的公开资料，但中信建投对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载观点、评估和预测仅反映本报告出具日该分析师的判断，该等观点、评估和预测可能在不发出通知的情况下有所变更，亦有可能因使用不同假设和标准或者采用不同分析方法而与中信建投其他部门、人员口头或书面表达的意见不同或相反。本报告所引证券或其他金融工具的过往业绩不代表其未来表现。报告中所含任何具有预测性质的内容皆基于相应的假设条件，而任何假设条件都可能随时发生变化并影响实际投资收益。中信建投不承诺、不保证本报告所含具有预测性质的内容必然得以实现。

本报告内容的全部或部分均不构成投资建议。本报告所包含的观点、建议并未考虑报告接收人在财务状况、投资目的、风险偏好等方面的具体情况，报告接收者应当独立评估本报告所含信息，基于自身投资目标、需求、市场机会、风险及其他因素自主做出决策并自行承担投资风险。中信建投建议所有投资者应就任何潜在投资向其税务、会计或法律顾问咨询。不论报告接收者是否根据本报告做出投资决策，中信建投都不对该等投资决策提供任何形式的担保，亦不以任何形式分享投资收益或者分担投资损失。中信建投不对使用本报告所产生的任何直接或间接损失承担责任。

在法律法规及监管规定允许的范围内，中信建投可能持有并交易本报告中所提公司的股份或其他财产权益，也可能在过去12个月、目前或者将来为本报中提公司提供或者争取为其提供投资银行、做市交易、财务顾问或其他金融服务。本报告内容真实、准确、完整地反映了署名分析师的观点，分析师的薪酬无论过去、现在或未来都不会直接或间接与其所撰写报告中的具体观点相联系，分析师亦不会因撰写本报告而获取不当利益。

本报告为中信建投所有。未经中信建投事先书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式转发、翻版、复制、发布或引用本报告全部或部分内容，亦不得从未经中信建投书面授权的任何机构、个人或其运营的媒体平台接收、翻版、复制或引用本报告全部或部分内容。版权所有，违者必究。

中信建投证券研究发展部

北京
东城区朝内大街2号凯恒中心B座12层
电话：(8610) 8513-0588
联系人：李祉瑶
邮箱：lizhiyao@csc.com.cn

上海
上海浦东新区浦东南路528号南塔2106室
电话：(8621) 6882-1600
联系人：翁起帆
邮箱：wengqifan@csc.com.cn

深圳
福田区益田路6003号荣超商务中心B座22层
电话：(86755) 8252-1369
联系人：曹莹
邮箱：caoying@csc.com.cn

中信建投（国际）

香港
中环交易广场2期18楼
电话：(852) 3465-5600
联系人：刘泓麟
邮箱：charleneliu@csc.hk