

连城数控 (835368.BJ)
光伏和半导体设备制造领军者，下游扩产+新产品发力共筑平台化

2024年02月26日

——北交所公司深度报告

投资评级：买入（维持）
诸海滨（分析师）
赵昊（分析师）
万泉（联系人）

zhuhaibin@kysec.cn

zhaohao@kysec.cn

wanxiao@kysec.cn

证书编号：S0790522080007

证书编号：S0790522080002

证书编号：S0790122090009

日期	2024/2/23
当前股价(元)	32.46
一年最高最低(元)	63.08/25.15
总市值(亿元)	75.79
流通市值(亿元)	39.25
总股本(亿股)	2.33
流通股本(亿股)	1.21
近3个月换手率(%)	69.05

北交所研究团队

● 亮点：平台化发展初具雏形，2023Q1-Q3 营收 37 亿元（+74%）持续高增
 成立于 2007 年，是国内单晶炉与光伏线切设备龙头生产商。近年来立足于原有核心产品开始向光伏下游电池设备、组件及辅料业务拓展，同时横向向半导体硅材料、碳化硅及蓝宝石生长设备扩张，目前各新业务均已形成订单实现销售，平台化初具雏形。据 CPIA，2023 年 1-10 月中国光伏组件产量为 367GW（+72%）。受益于下游发展，公司 2023Q1-Q3 营收 37 亿元（+74%）、归母净利润 4.6 亿元（+79%），毛利率、净利率分别为 26.56%、11.1%。鉴于整体市场竞争情况，我们下调 2023 年并新增 2024-2025 年盈利预测，预计 2023-2025 年的归母净利润分别为 7.05(原 7.77)/8.33/9.49 亿元，对应 EPS 分别为 3.02/3.57/4.06 元/股，对应当前股价 PE 分别为 10.6/9.0/7.9 倍。考虑到公司各项新业务顺利发展，平台化建设已初见成效，随扩产项目顺利投产及下游光伏行业需求增长，业绩有望持续，维持“买入”评级。

● 切割设备：国内线切设备国产化领军者，隆基扩产周期带动公司业务订单量
 公司是国内最早进行线切设备国产化及金刚线切割技术推广的企业，涵盖截断机、切方机、切片机等产品。线切设备 2021 年营收 5.45 亿元，是第二大收入来源。在国内四个线切设备主要厂商内，公司 2021 年营收位列第二，仅次于高测股份。我们测算国内光伏切割设备 2024 年市场规模将达 62 亿元。同时核心客户隆基绿能将开启鄂尔多斯年产 46GW 单晶硅棒和切片项目、陕西省西咸新区年产 100GW 单晶硅片等扩产项目，带来的设备采购需求有望提升公司业务订单量。

● 单晶炉：海外收购 Kayex 吸收先进技术，积极拓展双良节能、华耀光电等客户
 公司于 2013 年收购 Kayex 切入单晶炉设备行业，单晶炉设备 2021 年创收 10.97 亿元，占总营收的 53.76%，是最主要的收入来源。我们测算 2024 年我国单晶炉市场规模预计为 205 亿元，且 2023 年 N 型电池片渗透率达 35%、2024 年预计达 65%，总量+结构共同带动设备需求高速增长。目前公司紧跟隆基绿能的同时，积极拓展双良节能、华耀光电等非隆基客户，多元客户扩产下成长可期。

● 风险提示：下游扩产不及预期风险、行业竞争加剧风险、单一客户依赖度高风险

财务摘要和估值指标

指标	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入(百万元)	2,040	3,772	5,576	6,830	7,672
YOY(%)	10.0	84.9	47.8	22.5	12.3
归母净利润(百万元)	346	452	705	833	949
YOY(%)	-8.9	30.7	56.0	18.0	14.0
毛利率(%)	31.8	26.0	25.8	25.7	25.1
净利率(%)	16.2	11.3	12.1	12.0	12.2
ROE(%)	13.1	12.2	16.4	16.9	16.3
EPS(摊薄/元)	1.48	1.94	3.02	3.57	4.06
P/E(倍)	21.5	16.5	10.6	9.0	7.9
P/B(倍)	3.0	2.3	1.9	1.6	1.4

数据来源：聚源、开源证券研究所

目 录

1、 公司亮点：平台化打开增长空间，下游扩张有望驱动业绩乘势而起	4
1.1、 亮点一：立足上游核心生产设备，平台化发展初具雏形	4
1.1.1、 纵向延伸：以上游硅片生产设备为基石，向下拓展打造垂直一体化光伏产品	4
1.1.2、 横向扩张：收购 Kayex 积累技术，触类旁通开拓半导体硅/碳化硅/蓝宝石设备	9
1.2、 亮点二：2022/2023Q1-Q3 收入+85%/74%，基本盘+增量盘齐高增	13
1.3、 亮点三：2023 年光伏行业加速扩产，隆基等头部厂商带动设备空间	15
2、 单点突破：打破国外技术垄断，国内光伏线切设备领军者	17
2.1、 概况：光伏设备业务不断拓展，主要通过参控股方式进行扩张	17
2.2、 产品：推出国内首款切方机打破国外垄断，引领金刚线切割国产化	18
2.3、 行业：预计 2024 年国内切割设备市场 62 亿元，金刚线切割成主流	20
2.4、 前景：切割设备尺寸随硅片不断扩大，金刚线母线趋细以降本	22
3、 打造公司第二极：收购国际知名单晶炉厂商 Kayex，迈向单晶炉龙头	24
3.1、 并购：收购 Kayex 掌握先进科技，自主研发掌握多项核心专利	24
3.2、 产品：单晶炉设备业务具有战略重要性，非隆基客户占比不断提升	24
3.3、 行业：单晶炉市场 2024 年预计 205 亿元，n 型单晶硅有望全面渗透	26
3.4、 前景：大硅片推动产品迭代，CZZ 加料技术有望提效增利	28
4、 盈利预测与投资建议	29
5、 风险提示	30
附：财务预测摘要	31

图表目录

图 1： 2023H1 晶体生长及加工设备收入占比达 79%	4
图 2： 2023H1 晶体生长及加工设备毛利占比仍超 85%	4
图 3： 硅片设备是公司的核心业务，近年来开始加速向下游电池片及组件设备延伸	6
图 4： 电池片设备 2023H1 营收同比增长超 50%，增幅明显	7
图 5： 2023 年前 10 月国内光伏组件产量为 367GW，同比增长 72%	7
图 6： 光伏焊带在电池组件中起到连接电池片、聚电导电的作用	8
图 7： 光伏焊带分为互连焊带与汇流焊带	8
图 8： 连城数控主要产品为异形焊带与黑色焊带	8
图 9： 连城数控主要焊带产品为黑色焊带与异形焊带	9
图 10： 预计 2024 年中国市场光伏焊带用量为 32 万吨	9
图 11： 全球半导体硅片市场 2024 年预计迎来复苏	10
图 12： 国内半导体硅片市场增速高于全球同期	10
图 13： 2021 年全球半导体硅片行业基本被国际前五大厂商所垄断	10
图 14： 碳化硅材料拥有禁带宽度大、高导热率、高击穿电压等性能特点	11
图 15： 预计 2026 年全球 SiC 器件市场规模达 199.5 亿元	11
图 16： 预计 2026 年我国 SiC 器件市场份额达 56%	11
图 17： LED 衬底材料占据蓝宝石下游应用的 80%（2021 年数据）	12
图 18： 预计 2025 年蓝宝石衬底需求达 3 亿片	13
图 19： 预计 2025 年蓝宝石设备市场规模为 26.67 亿元	13
图 20： 公司 2023Q1-Q3 实现营收 36.98 亿元（+74%）	13
图 21： 公司 2023Q1-Q3 实现归母净利润 4.6 亿元（+79%）	13

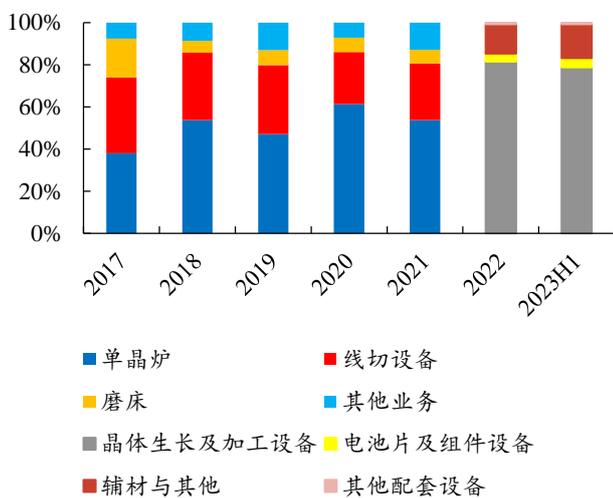
图 22: 晶体生长与加工设备维持 50%以上增长 (万元)	14
图 23: 公司 2023Q1-Q3 毛利率为 26.56%, 企稳回升	14
图 24: 公司 2023Q1-Q3 净利率为 11.1%, 同比上升	14
图 25: 公司期间费用率相比 2022 年上涨 1.5pcts	15
图 26: 公司研发投入不断提升, 2023Q1-Q3 接近 2 亿元	15
图 27: 2023 年我国光伏新增装机量 217GW, 同比增长 148%	15
图 28: 光伏组件均价逐步下降, 2022-2023 年从 2 元/W 的高位回落至 1 元/W 以下	16
图 29: 公司成立于 2007 年, 业务领域从切割设备、单晶炉设备不断扩张	17
图 30: 钟宝申与李春安为公司实际控制人 (截至 2023 年三季度报告)	17
图 31: 公司 2021 年线切设备实现 5.45 亿元收入, 占当期收入的 26.74%	19
图 32: 切片收入是线切设备收入的主要来源 (单位: 万元、台)	19
图 33: 光伏线切设备应用于硅片生产的截片、开方、切片、磨倒等流程	20
图 34: 公司 2021 年切割设备收入在国内主要厂商中排名第二 (单位: 万元)	20
图 35: 金刚线表面具有金刚石微粉, 是一种线性切割工具	21
图 36: 金刚线母线直径呈逐步下降的趋势	23
图 37: 单晶炉设备 2021 年占据 53.76% 营业收入	25
图 38: 单晶炉设备毛利率总体呈上升趋势	25
图 39: 晶盛电机与连城数控为国内主要单晶炉厂商 (单位: 亿元)	26
图 40: 单晶硅太阳能电池片为深蓝色	26
图 41: 多晶硅太阳能电池片为天蓝色	26
图 42: 2020 年单晶硅 PREC 电池光电转化效率达 22.8%	27
图 43: 预计 2025 年的单晶硅 (P 型和 N 型) 市场份额超过 98%	27
图 44: 直拉法是单晶硅棒的主流生产工艺	28
图 45: 预计 2025 年 210 尺寸硅片将占据主导地位, 市占率将达 56%	29
图 46: 最大可兼容至 42 吋热场	29
表 1: 公司现有核心产品主要服务于光伏及半导体产业链的上游硅料、硅片环节	5
表 2: 公司通过参控股子公司方式实现电池片业务布局	6
表 3: 公司组件设备板块持续推动研发和上量	7
表 4: 2022 年公司碳化硅合成炉\电阻炉等生产设备已完成研发, 形成订单出售	12
表 5: 公司参控股子公司涵盖光伏领域的组件、电池设备、耗材、晶体生长设备等领域 (2023 年中报)	18
表 6: 金刚线切割具有速度快、磨损低、更环保等工艺优势	21
表 7: 我们测算预计我国 2024 年光伏切割设备市场规模超过 60 亿元	22
表 8: 公司通过自主研发获得多项核心专利	24
表 9: 公司产品与隆基绿能合作较多	25
表 10: 我们测算 2022-2024 年我国单晶炉市场空间为 105/260/205 亿元	28
表 11: 可比公司 2023PE 均值为 16.9X	30

1、公司亮点：平台化打开增长空间，下游扩张有望驱动业绩乘势而起

1.1、亮点一：立足上游核心生产设备，平台化发展初具雏形

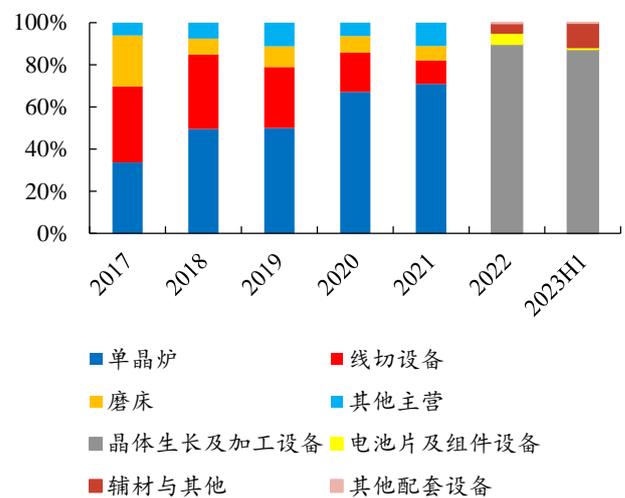
公司成立于2007年，是全球领先的光伏与半导体设备制造商。公司在晶体材料生长和加工设备方面具有深厚的技术积累，目前主要提供单晶炉、多线切割等晶体硅生产关键设备。单晶炉与线切设备是公司的核心产品，近年来的营收、毛利逐步上涨，2021年公司单晶炉产品实现收入10.97亿元，占比54%，毛利润4.60亿元，占比71%。线切设备是公司另一主营业务，2021年公司线切设备实现营收5.45亿元，占比27%，实现毛利润0.73亿元，占比11%。2021年磨床设备的毛利润与营收占比基本维持在10%以下。上市后公司单晶炉（晶体生长）、线切设备及磨床（晶体加工）等设备统一归类为晶体生长及加工设备，收入占比维持80%左右；另外将辅材以及新开拓的电池片设备进行了单列，占比均逐步提升，整体走向平台化多元经营模式。

图1：2023H1 晶体生长及加工设备收入占比达79%



数据来源：Wind、连城数控公告、开源证券研究所

图2：2023H1 晶体生长及加工设备毛利占比仍超85%



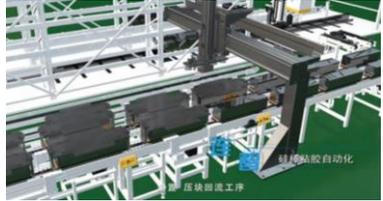
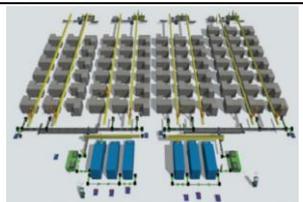
数据来源：Wind、连城数控公告、开源证券研究所

横纵扩张，公司向平台化企业迈进。除了上述的核心产品外，公司也在不断向外布局拓展业务空间，目前已经形成了横、纵两个大战略方向。一是顺延光伏产业链纵向延伸，垂直整合光伏及半导体行业晶体硅行业。二是依托现有的单晶炉设备技术经验，向半导体及其他晶体材料生长设备进行跨行业的横向扩张。

1.1.1、纵向延伸：以上游硅片生产设备为基石，向下拓展打造垂直一体化光伏产品

公司现有核心产品主要集中于光伏产业链的上游。除上述单晶炉、线切设备、磨床等核心产品外，公司还拥有插片清洗一体机、氩气回收装置等产品。光伏产业链总体分为上游硅料、硅片环节，中游电池片、电池组件环节，下游应用系统环节三大部分。公司的单晶炉、线切设备、磨床是上游硅棒、硅片产品的核心生产设备，插片清洗一体机与氩气回收装置则用于硅片的清洗、插片领域和回收单晶炉制造过程中的氩气领域，属于硅片生产过程中的辅助性设备，均处于光伏产业链的上游位置。

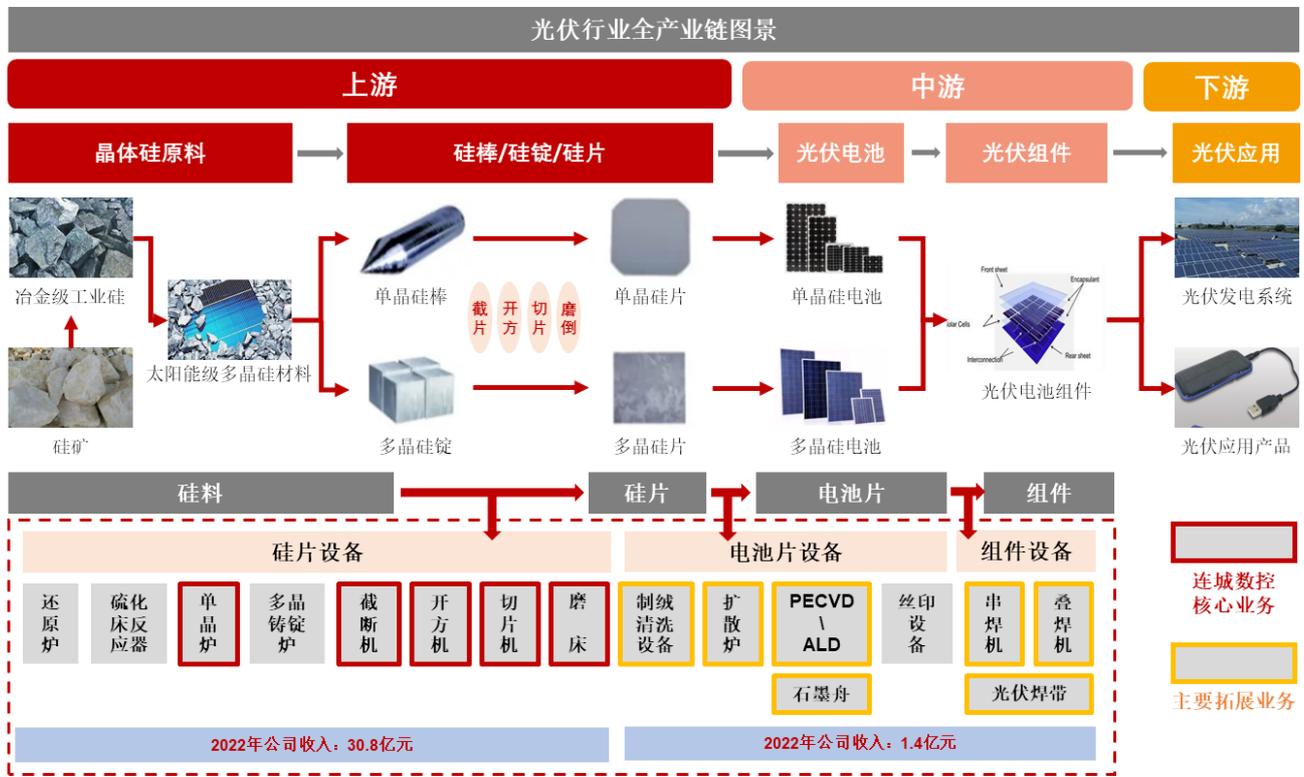
表1: 公司现有核心产品主要服务于光伏及半导体产业链的上游硅料、硅片环节

产品名称	产品用途	工艺示意图	产品样图
太阳能级单晶炉	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		
半导体级单晶炉	采用直拉法将电子级高纯多晶硅原料拉制成 6~24 英寸的单晶硅棒		
多线切断机	采用金刚砂线锯技术，用于切割单晶硅棒		
多线切方机	用于将切断后的单晶圆棒或多晶方锭切成方棒		
多线切片机	主要通过金刚线的高速往复运动进行切割，将单晶硅或多晶方棒切割成硅片		
磨床	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，提高表光滑度		
硅片处理设备	用于光伏单晶硅片和多的晶硅片的大批量高洁净清洗、分拣和插片		
单晶硅机加智能生产线	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		
单晶硅粘胶智能生产线	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、晶托擦拭、粘胶板清理及上料、晶棒清理及上料，粘胶后压紧静置、物料流转、成品调度转运等		
单晶硅切片智能生产线	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，通过对数控机床、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		

资料来源：连城数控招股书、开源证券研究所

2020 年开始加速向光伏产业链下游扩张。公司在光伏产业链的向下延伸方向主要为设备及辅材领域，其中设备领域的拓展包括电池片、组件等环节核心生产设备；辅料辅材领域的拓展包括光伏焊带等。

图3：硅片设备是公司的核心业务，近年来开始加速向下游电池片及组件设备延伸



资料来源：连城数控招股书、高测股份招股书、开源证券研究所

➤ 电池片设备

在电池片业务领域，公司主要采取参控股公司的方式进行拓展。目前公司在电池片设备领域的参控股公司有艾华半导体、釜川股份及拉普拉斯（联营）等，目前艾华半导体光伏电池片项目的主要产品是ALD镀膜设备，参股公司则在热制程设备、LPCVD/PECVD等镀膜设备、湿法设备等领域有广泛布局。

表2：公司通过参控股子公司方式实现电池片业务布局

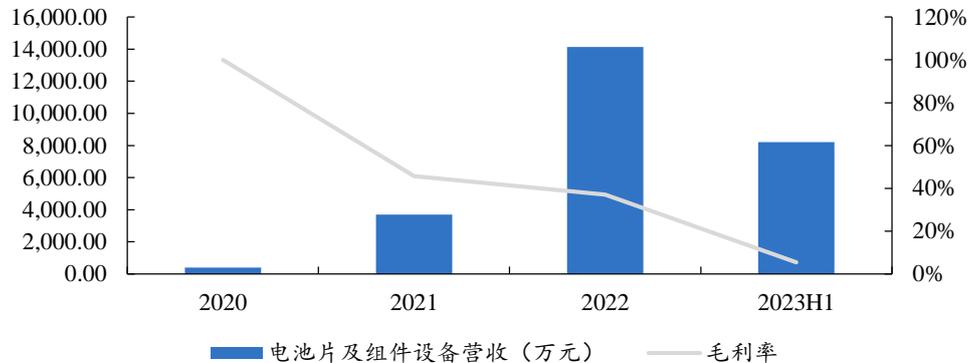
公司	主营业务	持股比例
艾华（无锡）半导体科技有限公司	电池片环节镀膜设备及其他新工艺设备的开发	间接持股 66%
无锡釜川科技股份有限公司	制绒清洗、刻蚀、丝印、上下料辅设备	36.47%
深圳市拉普拉斯新能源技术股份有限公司	高效光伏电池片核心工艺设备及解决方案，包括低压水平扩散（硼扩散、磷扩散，氧化/退火）系统、LPCVD/PECVD等镀膜设备、自动化设备；半导体分立器件设备，包括氧化、退火、镀膜和钎焊炉设备等	（联营企业）

资料来源：Wind、连城数控 2023 年半年报、开源证券研究所

电池片设备业务收入增幅明显，毛利率水平高。从营收方面看，公司电池片设备于 2020 年开始产生收入，2022 年实现营收 1.4 亿元，较 2021 年增长 2.8 倍，2023 年上半年公司电池片及组件设备收入同比增长 54%至 0.82 亿元，在手订单金额为 8.78 亿元，在全部 90.06 亿元在手订单中占比约 10%。2023H2 ALD 设备在 BC 路线上有应用，目前已有批量出货。毛利率方面，2023H1 仅有 5.44%，同比下滑约 44pcts，

主要由于公司已验收的电池片 ALD 设备是产品迭代升级过程中早期阶段产品，研发试错成本较高，后期高毛利水平的量产设备已通过各种措施进行技术升级，产品将陆续进入验收阶段，预计部分收入将体现在 2024 年业绩，毛利率将有效改善。

图4：电池片设备 2023H1 营收同比增长超 50%，增幅明显

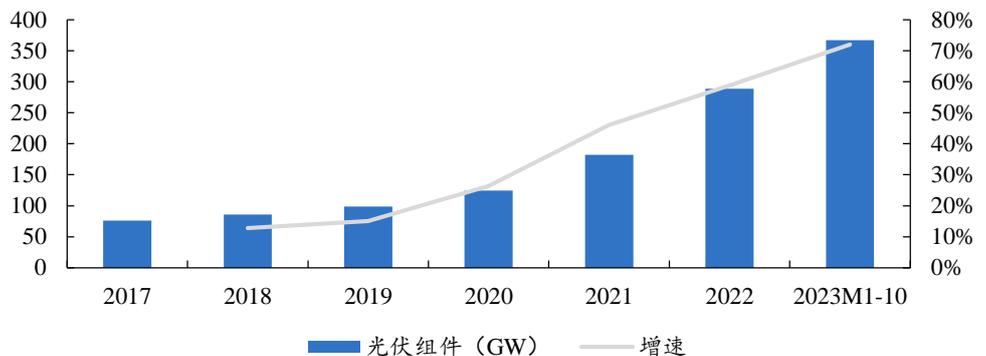


数据来源：Wind、开源证券研究所

➤ 组件设备

光伏组件位于光伏制造产业链的下游环节，为光伏产业链重要的一环。光伏组件的主要设备包括激光划片机、串焊机、自动叠层设备、层压机以及自动流水线。从 2010 年起，我国的组件设备行业开始逐渐形成自己的国产化体系，并逐步对海外设备进行进口替代。根据中国光伏行业协会（CPIA）数据显示，**2023 年 1-10 月中国光伏组件产量为 367GW，同比增长 72%，行业整体加速扩张。**

图5：2023 年前 10 月国内光伏组件产量为 367GW，同比增长 72%



数据来源：CPIA、智研咨询、开源证券研究所

公司的光伏组件产品主要为高速串焊机、叠焊机等，正逐步放量；2022 年公司进一步开发了印刷划片串焊一体机，并形成批量销售。

表3：公司组件设备板块持续推动研发和上量

项目名称	立项背景	研发内容	研发进展
叠焊机	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，2021 年处于客户现场验证阶段。

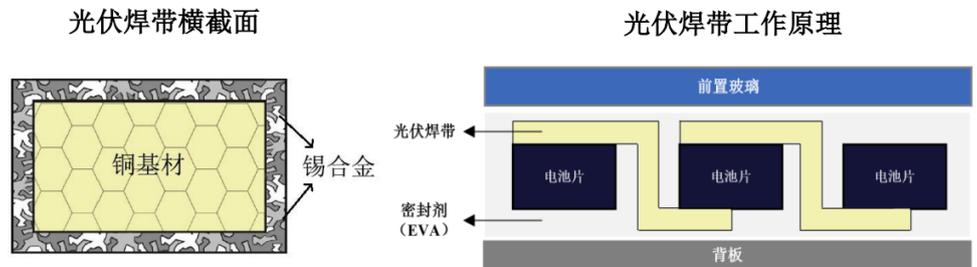
项目名称	立项背景	研发内容	研发进展
高速串焊机	高速串焊机目前在行业内处于研发实验阶段，随着光伏平价上网进一步推动新增装机量持续增长，据公司公告 2025 年新增装机对应的全球串焊机需求约 57 亿元。	该设备产能、电池片间距、电池串长度误差、焊带定位精度、焊接碎片率等各项指标达到研究预期目标。	2021 年已完成样机研发。

资料来源：连城数控 2021 年年报、开源证券研究所

➤ 光伏焊带（辅材）

光伏焊带是光伏组件的重要组成部分。光伏焊带属于电气连接部件，应用于光伏电池片的串联或并联，发挥导电聚电的重要作用，以提升光伏组件的输出电压和功率。其品质优劣直接影响光伏组件电流的收集效率，对光伏组件功率和光伏发电系统效率的影响较大。

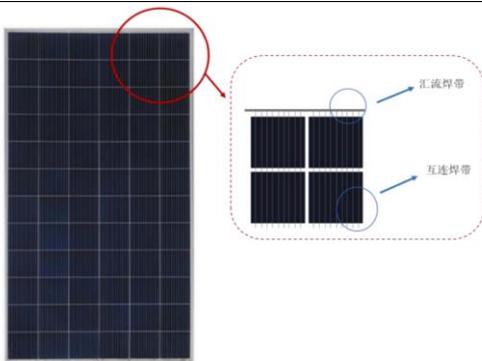
图6：光伏焊带在电池组件中起到连接电池片、聚电导电的作用



资料来源：宇邦新材招股说明书

光伏焊带分为互连焊带与汇流焊带。互连焊带是用于连接光伏电池片，收集、传输光伏电池片电流的涂锡焊带；汇流焊带是用于连接光伏电池串及接线盒，传输光伏电池串电流的涂锡焊带。其中互连焊带又可分为常规焊带、异形焊带、低温焊带、低电阻焊带等；汇流焊带可分为常规汇流焊带、折弯焊带、黑色焊带等。

图7：光伏焊带分为互连焊带与汇流焊带



资料来源：宇邦新材招股说明书

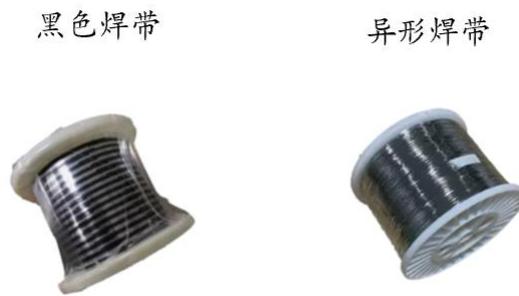
图8：连城数控主要产品为异形焊带与黑色焊带

类型	细分类型	应用
互连焊带	常规焊带	常规组件
	异形焊带	多栅组件
	低温焊带	HJT 电池组件
	低电阻焊带	常规组件
	超薄超窄焊带	拼片组件
	MBB焊带	多栅组件
汇流焊带	常规汇流焊带	常规组件
	折弯焊带	常规组件
	黑色焊带	全黑组件
	叠瓦焊带	叠瓦组件
	冲孔焊带	叠片组件

资料来源：中商产业研究院、开源证券研究所

连城数控主要焊带产品为互连焊带中的异形焊带与汇流焊带中的黑色焊带。

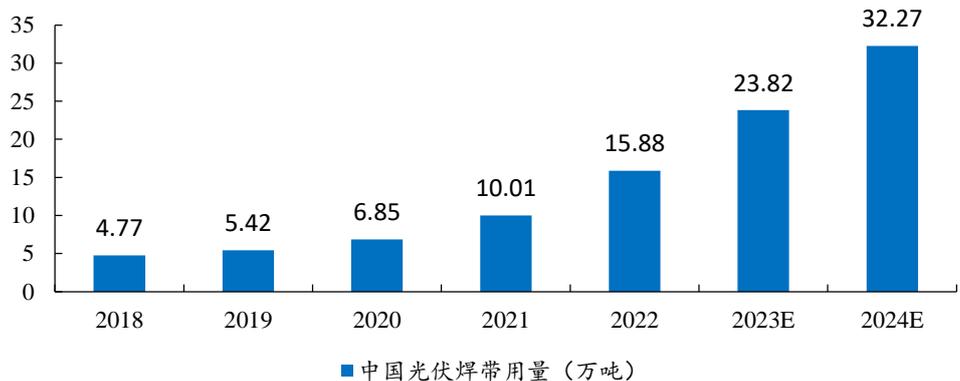
图9：连城数控主要焊带产品为黑色焊带与异形焊带



资料来源：连城数控官网、开源证券研究所

根据中商产业研究院测算数据，按 1GW 光伏组件所需焊带 550 吨计算，我国 2022 年光伏焊带用量为 15.88 万吨，预计 2024 年将提升至 32 万吨，跟随组件产量高增长。

图10：预计 2024 年中国市场光伏焊带用量为 32 万吨



数据来源：中商产业研究院、开源证券研究所

1.1.2、横向扩张：收购 Kayex 积累技术，触类旁通开拓半导体硅/碳化硅/蓝宝石设备

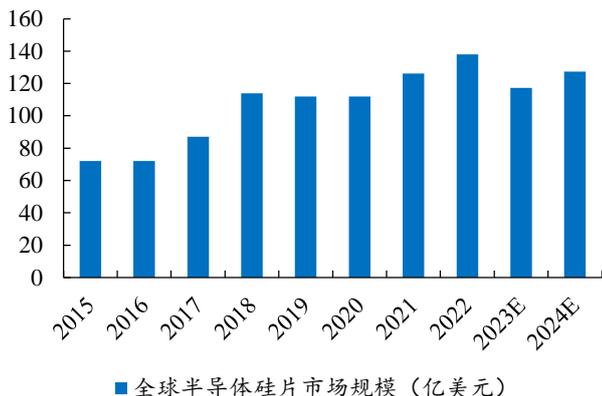
收购 Kayex 建立足够的技术积累，逐步向半导体硅材料、碳化硅和蓝宝石的生长加工设备领域拓展。Kayex 是世界先进的单晶炉设备制造商之一，拥有长达 60 年的单晶炉设备制造经验与技术积累。公司于 2013 年完成从美国五百强企业 SPX 对 Kayex 的收购后，全面吸收了其先进技术并在此基础上进行了进一步的自主研发，积累了向半导体及其他晶体材料生长设备拓展的技术基础。

➤ 半导体硅片

硅元素是半导体产品的主流材料，90% 以上的半导体产品以硅材料制作。由于硅元素安全无毒、天然绝缘体、储量丰富、制作工艺成熟等性能特征，硅材料在半导体行业已经具有了不可替代的行业地位。

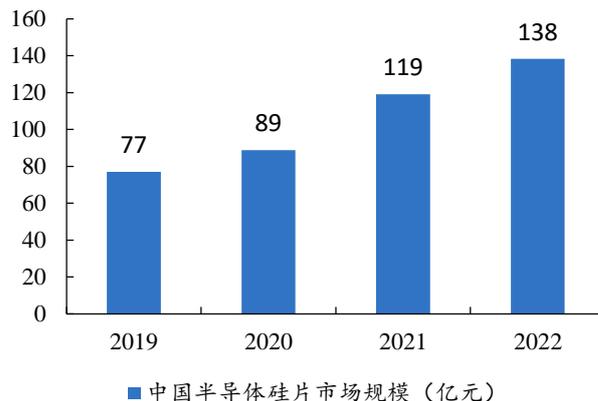
国内半导体硅片市场增长空间广阔。SEMI 的数据显示，全球半导体市场规模从 2015 年的 72 亿美元增长至了 2022 年的 138 亿美元；在 2023 年市场下滑后，2024 年预计引来复苏。我国半导体硅片市场近年来发展迅速，从 2019 年的 77 亿元增长至 2022 年的 138 亿元，较全球市场同期增速更快。

图11: 全球半导体硅片市场 2024 年预计迎来复苏



数据来源: SEMI、华经产业研究院、开源证券研究所

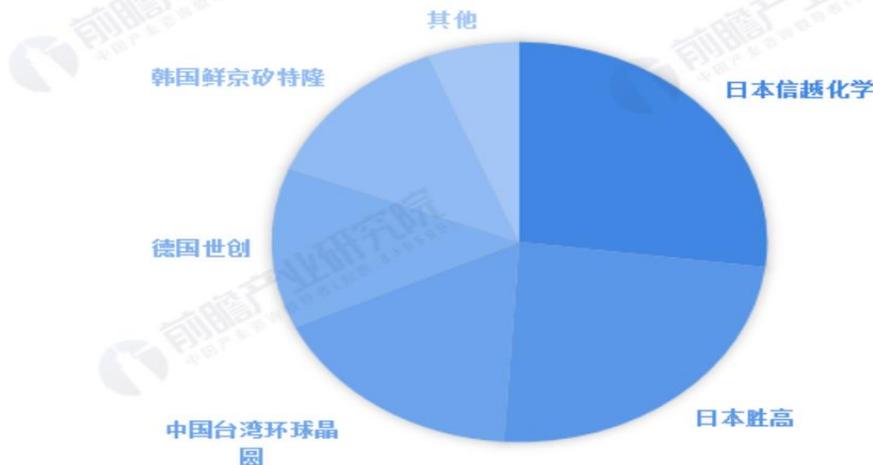
图12: 国内半导体硅片市场增速高于全球同期



数据来源: 中商产业研究院、开源证券研究所

半导体硅片行业市场集中度极高，主要被国际厂商垄断。当前全球半导体硅片市场高度集中，市场份额主要被日本信越化学、日本胜高、中国台湾环球晶圆、德国世创、韩国鲜京矽特隆五家龙头企业所垄断。2021 年日本信越化学、日本胜高、中国台湾环球晶圆、德国世创、韩国鲜京矽特隆分别占据全球半导体硅片市场份额的比重为 27%、24%、17%、13%、13%，五家重点企业市占率合计为 94%。

图13: 2021 年全球半导体硅片行业基本被国际前五大厂商所垄断

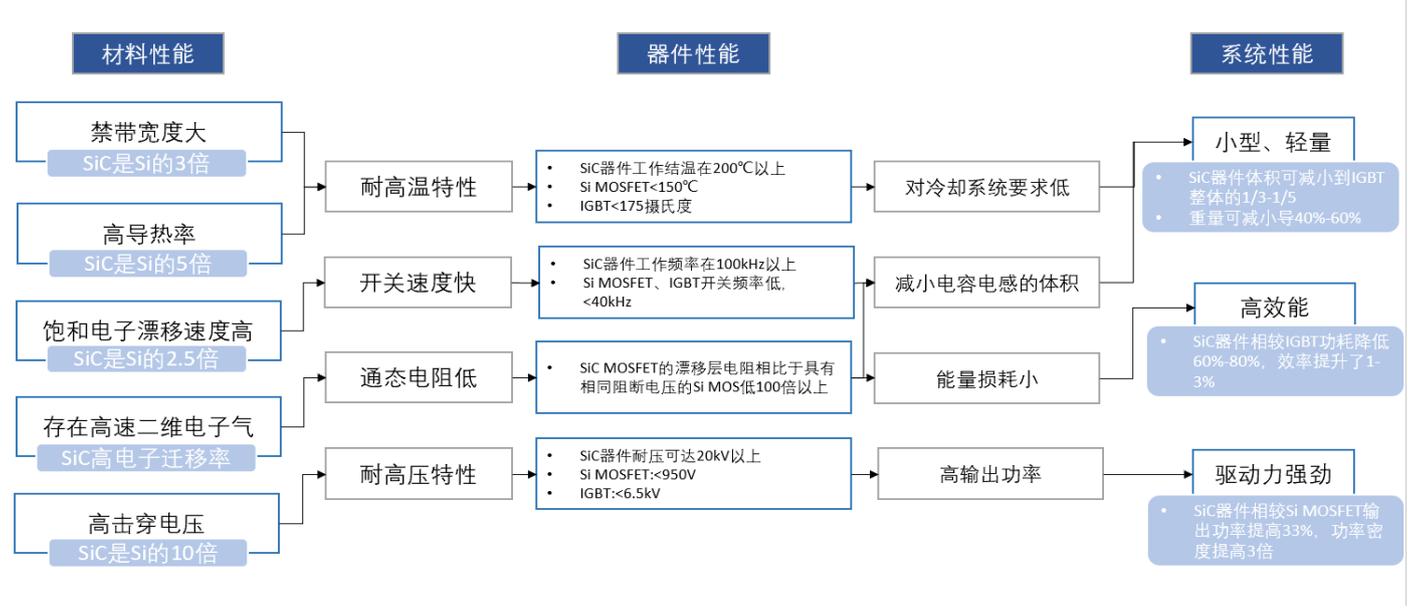


数据来源: 前瞻产业研究院

➤ 碳化硅

碳化硅 (SiC) 是第三代功率半导体的代表材料。具有禁带宽度大、高导热率、高击穿电压、饱和电子漂移速度高等性能特点，是高温、高频、大功率、高压场景的理想器件，能使系统效率更高、重量更轻、结构更紧凑。目前碳化硅功率器件主要应用于电动汽车、新能源发电、开关电源、轨道交通和智能电网等领域，有利于功率密度和效率的提升，在部分领域开始取代硅器件，市场潜力较大。

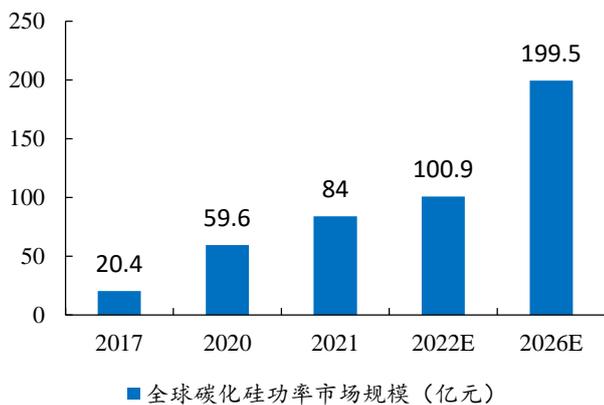
图14：碳化硅材料拥有禁带宽度大、高导热率、高击穿电压等性能特点



资料来源：灼识咨询、开源证券研究所

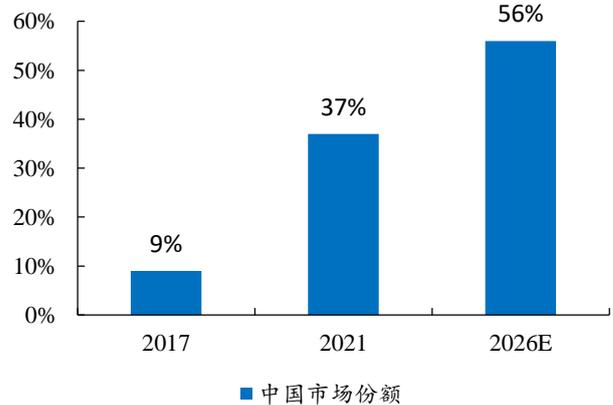
预计全球碳化硅功率器件的市场规模逐渐上升，中国产品市场份额逐步增长。根据灼识咨询调研显示，2021年全球碳化硅器件市场规模为84亿元，2022年市场规模约为100.9亿元，同比增长20.12%，预计2026年全球市场规模将达到199.5亿元，5年CAGR近20%。同时，我国的碳化硅器件的市场份额预计将由2021年的37%增长至2026年的56%，估算市场规模将从2021年31.08亿元增长至2026年的111.72亿元，未来市场增长前景可观。

图15：预计2026年全球SiC器件市场规模达199.5亿元



数据来源：灼识咨询、开源证券研究所

图16：预计2026年我国SiC器件市场份额达56%



数据来源：灼识咨询、开源证券研究所

碳化硅产业链话语权主要被国际厂商垄断，国内厂商追赶仍需一定时间。碳化硅功率器件产业链结构主要包含衬底、外延等，其中衬底占据了SiC功率器件47%的成本，因此衬底供应商掌握碳化硅产业链的核心话语权，Wolfspeed是目前全球最大的SiC衬底生产商。根据碳化硅芯观察的统计，截至2022年7月市场上在建、产能爬坡及规划的产能情况来看，碳化硅衬底规划投资超400亿元，未来远期规划年产能超600万片，行业有望迎来快速发展，同时带动上游生产设备行业。

公司碳化硅方面产品研发工作已完成，并形成订单。公司2021年针对碳化硅生

产设备的研发项目有三项，产品在客户处稳定试用并形成订单；2022 年碳化硅合成炉\电阻炉已经实现少量销售。

10.5 亿元大额投资第三代半导体项目，开辟产能新增量。2024 年 1 月，公司及下属全资子公司连科半导体拟与无锡市锡山区锡北镇人民政府签署《锡山区工业项目投资协议书》，计划投资不超过人民币 10.50 亿元在无锡市投资建设半导体大硅片长晶和加工设备、碳化硅长晶和加工设备的研发和生产制造基地，即“第三代半导体设备研发制造项目”，指定连科半导体作为项目的投资主体。

表4：2022 年公司碳化硅合成炉\电阻炉等生产设备已完成研发，形成订单出售

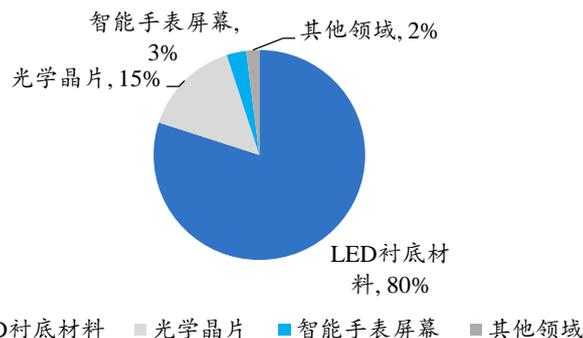
研发项目名称	项目目的	所处阶段
碳化硅立式感应合成炉	为降低碳化硅晶体生产成本，降低碳化硅细粉原材料价格并在第三代半导体设备的发展中占得一席之地，以现有的碳化硅粉体合成技术为基础，研究开发出各型碳化硅合成炉，满足不同客户对不同规格的合成炉的需求。	少量销售
碳化硅电阻炉	近年来随着第三代半导体晶体制备技术的成熟和商业化应用，碳化硅产业进入高速发展期。为降低碳化硅晶体生产成本并在第三代半导体设备的发展中占得一席之地，故以现有长晶工艺为平台，研究开发出具有控压、控温精度更高，控制系统更稳定等特色的碳化硅电阻式长晶炉。	少量销售
碳化硅立式自动磨床	开发 6 寸~12 寸碳化硅晶棒的立式磨床。	研发阶段

资料来源：连城数控 2022 年年报、开源证券研究所

➤ 蓝宝石

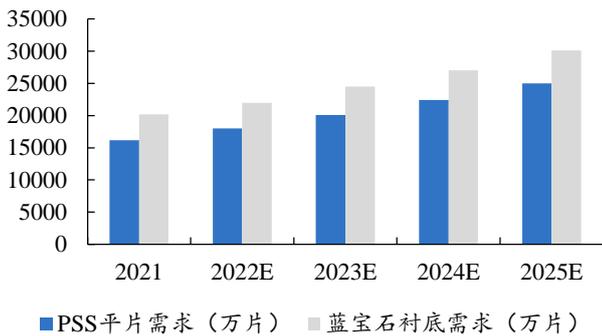
蓝宝石是氧化铝单晶形态的俗称，其强度高、硬度大、耐冲刷，集优良光学、物理、化学性能于一身，是现代工业重要的基础材料。蓝宝石的应用领域主要涉及 LED 衬底材料、消费电子和军事等应用，其中 LED 衬底为蓝宝石最主要的应用，占比超过 80%。

图17：LED 衬底材料占据蓝宝石下游应用的 80%（2021 年数据）

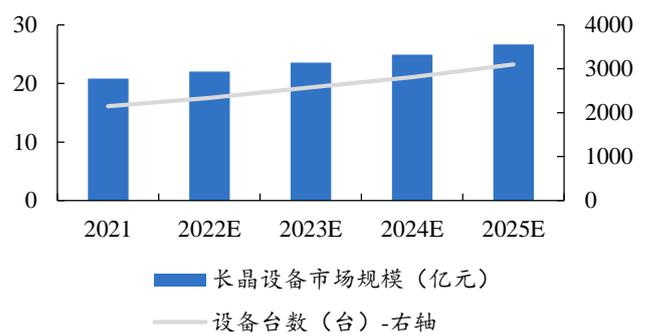


数据来源：华经产业研究院、开源证券研究所

蓝宝石衬底材料需求与长晶设备市场规模稳步增长。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 数据，2021 年 PSS 平片市场需求量约为 1.6 亿片，对应蓝宝石衬底需求为 2 亿片，预计至 2025 年，蓝宝石衬底需求将增长至 3 亿片。从蓝宝石衬底材料长晶设备市场来看，预计到 2025 年设备需求将达到 3105 台，市场空间为 26.67 亿元。

图18: 预计 2025 年蓝宝石衬底需求达 3 亿片


数据来源: GGII、华经产业研究院、开源证券研究所

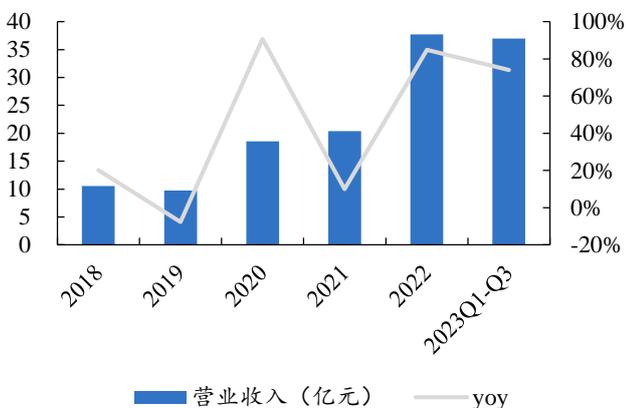
图19: 预计 2025 年蓝宝石设备市场规模为 26.67 亿元


数据来源: GGII、华经产业研究院、开源证券研究所

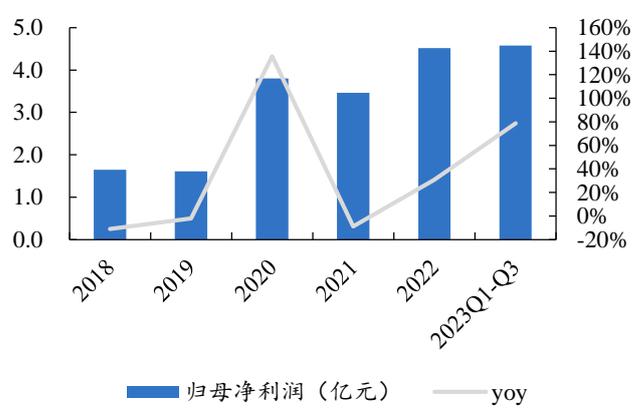
公司蓝宝石领域产品研发已经完成，并形成了批量订单。公司目前针对蓝宝石领域的研发项目为蓝宝石结晶热处理炉项目，该设备采用顶部籽晶温度梯度法生长高温氧化物晶体，包括蓝宝石单晶。此外公司还与同济大学物理科学与工程学院合作进行合作研发导模法异形蓝宝石和氧化镓晶体的研究，未来将共享合作收益。其中，连城数控负责导模法异形蓝宝石和氧化镓晶体制备装备的批量制造、晶体生长和材料加工；同济大学物理科学与工程学院负责导模法异形蓝宝石和氧化镓晶体制备装备的开发、晶体生长工艺的研究，并与连城数控联合研发两种材料的加工工艺。同时，双方于无锡合作成立“新型半导体材料与装备—无锡研发中心”，用于产业研发。

1.2、亮点二：2022/2023Q1-Q3 收入+85%/74%，基本盘+增量盘齐高增

公司 2022-2023 前三季度业绩表现亮眼，营业收入与归母净利润均实现较大提升。公司 2022 年实现营业收入 37.72 亿元，同比增加 84.90%，主要由于一是公司募投项目达产，设备交付能力提升，二是本年度公司新增了光伏行业辅料业务及电池片设备业务。公司 2022 年实现归母净利润 4.52 亿元，同比增加 30.7%，主要由于公司完成验收的产品有所增长所致。2023Q1-Q3 实现营收 36.98 亿元（+74%），归母净利润 4.6 亿元（+79%），延续高速增长趋势。

图20: 公司 2023Q1-Q3 实现营收 36.98 亿元 (+74%)


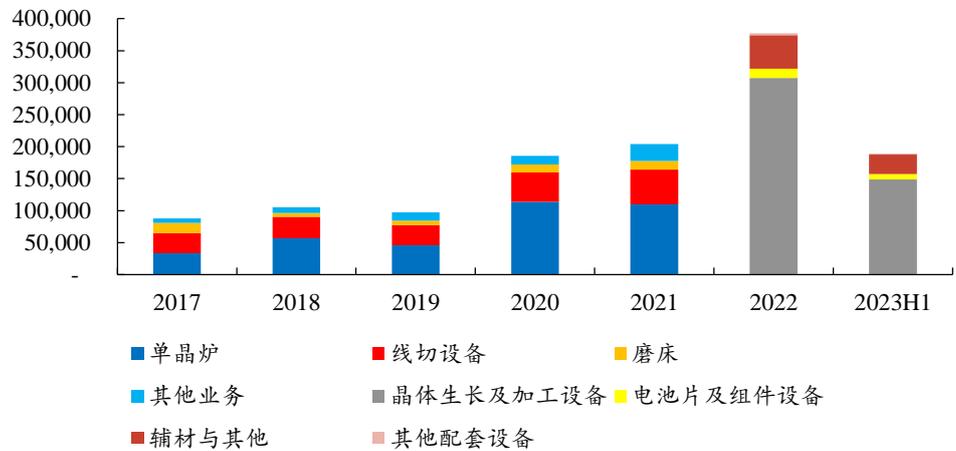
数据来源: Wind、开源证券研究所

图21: 公司 2023Q1-Q3 实现归母净利润 4.6 亿元 (+79%)


数据来源: Wind、开源证券研究所

分产品来看，公司 2022-2023H1 基本盘业务晶体生长与加工设备业务收入均同比增长 50% 以上，涨幅明显。公司新开拓的电池片及组件业务 2022 年增长 2.8 倍、2023H1 增长 54%。

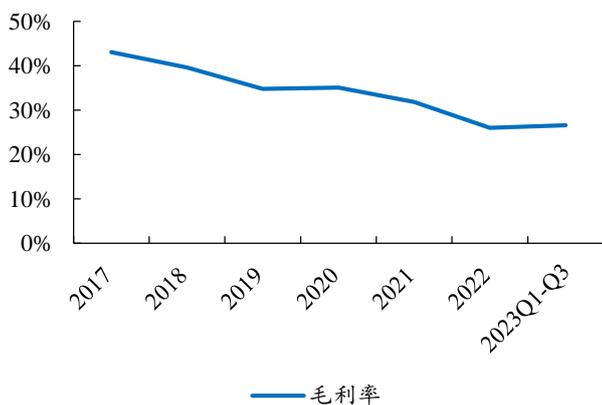
图22：晶体生长与加工设备维持 50% 以上增长（万元）



数据来源：Wind、连城数控公告、开源证券研究所

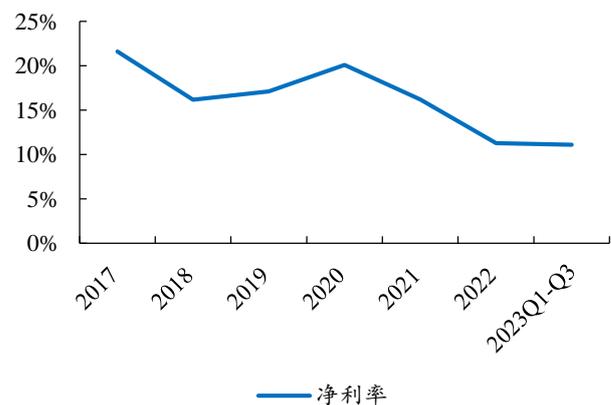
公司 2023 前三季度的毛利率与净利率分别为 26.6% 与 11.1%，均有所同比回升。公司 2022 年前三季度毛利率与净利率分别为 26.2% 与 10.6%，2023 年前三季度毛利率与净利率分别上升了 0.4pcts、0.5pcts。主要得益于辅材的毛利率大幅提升，由 2022 年的亏损增加到 2023H1 的 6.58%。

图23：公司 2023Q1-Q3 毛利率为 26.56%，企稳回升



数据来源：Wind、开源证券研究所

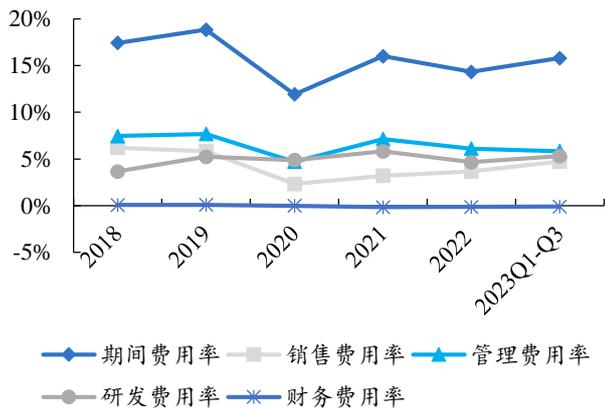
图24：公司 2023Q1-Q3 净利率为 11.1%，同比上升



数据来源：Wind、开源证券研究所

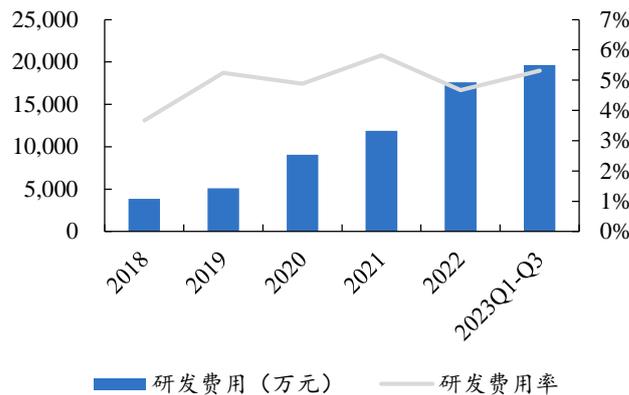
公司 2023 年前三季度期间费用率略有上涨，研发投入不断加大。公司 2023 年前三季度期间费用率为 15.8%，主要由于新产品开发生产，销售费用有所提升。2023 前三季度公司研发费用达到 1.97 亿元，研发费用率达 5.31%，研发投入不断提升。

图25：公司期间费用率相比 2022 年上涨 1.5pcts



数据来源：Wind、开源证券研究所

图26：公司研发投入不断提升，2023Q1-Q3 接近 2 亿元



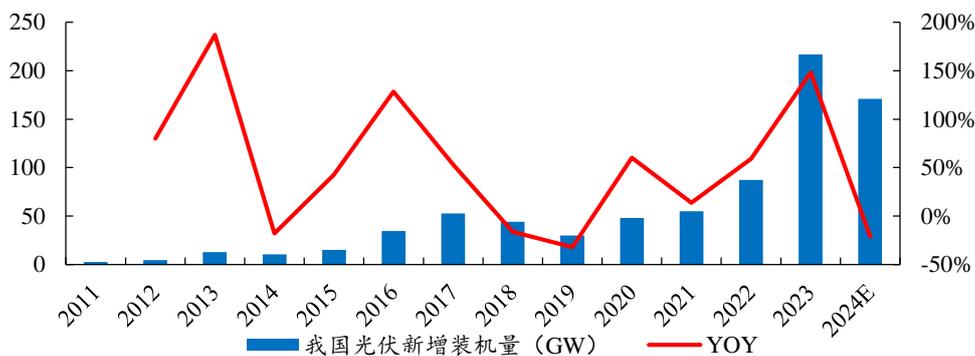
数据来源：Wind、开源证券研究所

1.3、亮点三：2023 年光伏行业加速扩产，隆基等头部厂商带动设备空间

光伏是太阳能光伏发电系统的简称，是一种利用太阳电池半导体材料的光伏效应，将太阳光辐射能直接转换为电能的发电系统。由于其资源获取基本趋近于无限，无噪音及污染，地理位置要求相对低，并与其他发电方式相比具有经济性等原因，被认为是解决人类能源问题的理想方案之一。

2023 年我国光伏新增装机持续超预期，达 217GW。根据国家能源局统计数据，2022 年我国光伏新增装机量达 87.41GW，同比增长 59.27%，2023 年达到 217GW，同比增长 148%。

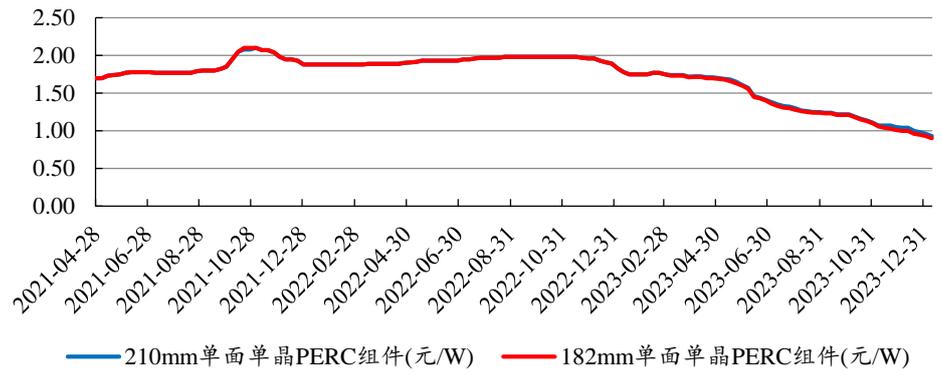
图27：2023 年我国光伏新增装机量 217GW，同比增长 148%



数据来源：中国光伏行业协会、国家能源局、中电联、开源证券研究所

行业技术进步推动下生产成本逐年下降，转换效率不断提升，2023 年组件价格快速下行至 1 元/W 以下，有利于光伏进一步渗透。根据 PVInfoLink 统计数据，在全球光伏需求增长的推动下，我国企业在组件环节的投资和技术革新力度不断加大，生产成本持续下降，2021-2022 年 210/182mm 单晶 PERC 组件价格在供需紧张之下上升至 1.5-2 元/W，而后实现稳定下行，2023 年底已经低于 1 元/W 并可能进一步下行，低价也是光伏装机大幅提升的一大驱动因素。

图28：光伏组件均价逐步下降，2022-2023年从2元/W的高位回落至1元/W以下



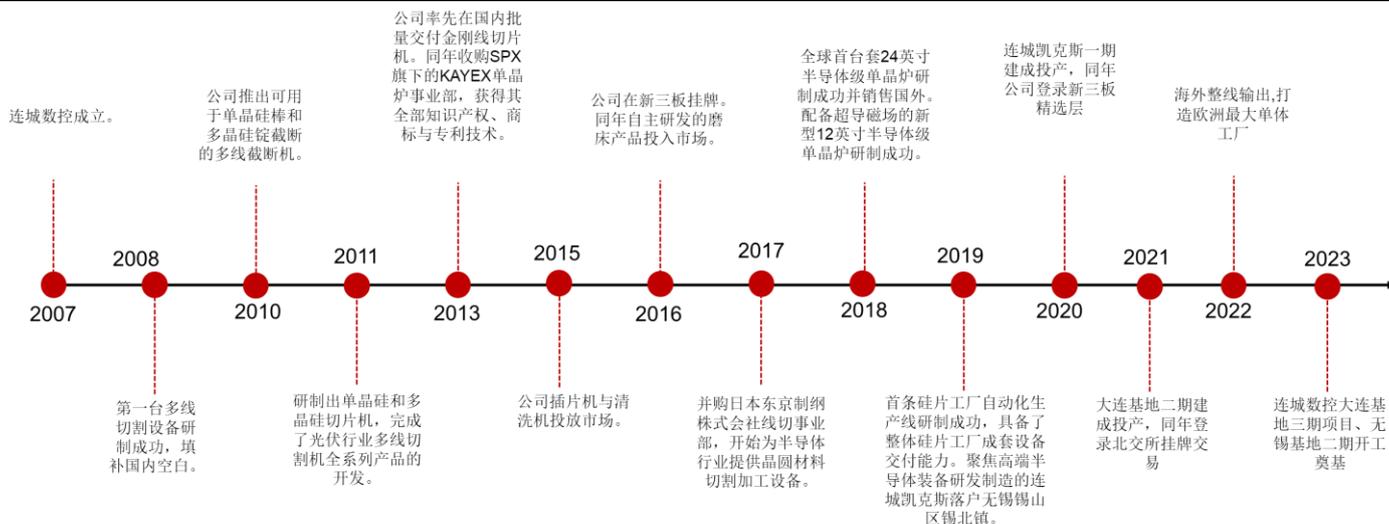
数据来源：PVInfoLink、开源证券研究所

2、单点突破：打破国外技术垄断，国内光伏线切设备领军者

2.1、概况：光伏设备业务不断拓展，主要通过参控股方式进行扩张

连城数控成立于2007年，是国内最早从事专业切割设备研发制造的公司，2008年研发的第一台多线切割设备打破国外垄断，并于2011年完成了光伏行业多线切割机全系列产品的开发。公司随后于2013年收购海外领先的单晶炉设备公司，开拓了另一核心业务。目前公司正继续进行业务开拓，向其他晶体生长设备领域布局，并逐渐成长为光伏及半导体行业提供晶体材料生长、加工设备、关键辅材及核心技术等多方面支持的集成服务商，并持续加速各基地产能建设。

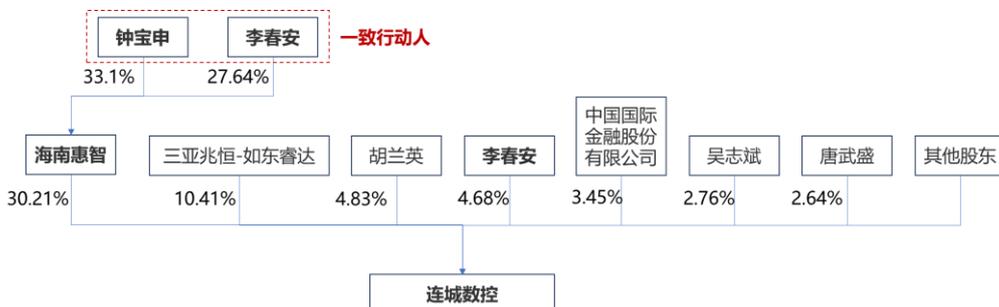
图29：公司成立于2007年，业务领域从切割设备、单晶炉设备不断扩张



资料来源：连城数控官网、招股书及公告、开源证券研究所

公司实际控制人为钟宝申与李春安，具有隆基背景。钟宝申与李春安均为隆基绿能前十大股东之一，钟宝申自2014年6月至今担任隆基绿能董事长；钟宝申与李春安自2013年起即签订一致行动协议，稳定掌握公司控制权。公司截至2023年三季度股权结构如下图所示。

图30：钟宝申与李春安为公司实际控制人（截至2023年三季度报告）



资料来源：连城数控2023年三季度报、开源证券研究所

参控股公司是公司实现业务拓展布局的主要方式之一，公司目前拥有多家参控股子公司与联营企业，业务领域范围涵盖光伏领域的组件、电池设备、耗材、晶体生长设备等。

表5：公司参控股子公司涵盖光伏领域的组件、电池设备、耗材、晶体生长设备等领域（2023年中报）

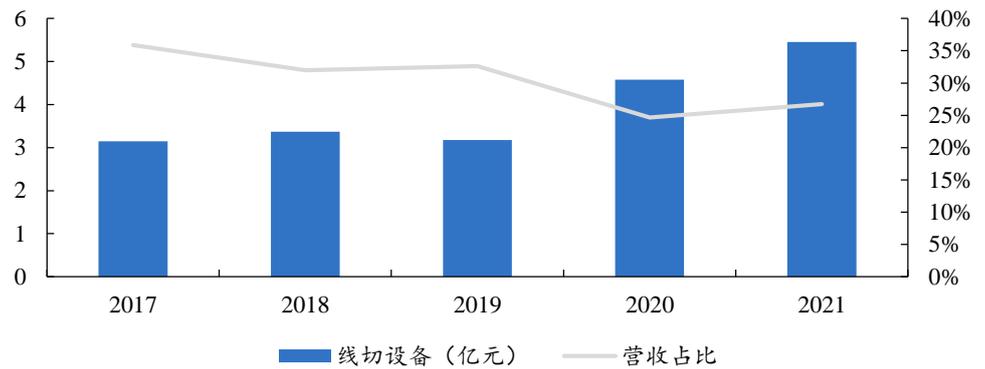
参控公司	参控关系	注册地	主营业务	持股比例 (%)	营收 (万元)	净利润 (万元)
连城凯克斯科技	全资	无锡	光伏及半导体晶体硅生长和加工设备的研发、生产和销售	100	-	-
艾华(无锡)半导体	间接控股	无锡	太阳能电池生产工艺流程中的主要设备的设计、研发、生产和销售	66	-	-
釜川(无锡)智能	间接全资	无锡	半导体和太阳能光伏设备的研发、生产和销售	100	-	-
连强智能装备	控股	无锡	光伏及半导体专用设备和通用设备的生产销售	70	3591.45	1030.51
汇创精密	控股	中山	机械零件、零部件加工;光伏设备及元器件、通用零部件制造和销售	51	10492.04	574.74
釜川科技	参股	无锡	半导体和太阳能光伏设备的研发、生产和销售	36.47	6450.48	1105.69
石金科技(新三板挂牌)	联营企业	深圳	石墨及碳素产品的研发、生产和销售	21.07	15447.04	1459.04
连城晶体	全资	美国	半导体和光伏单晶炉的研发、生产和销售	100	2401.58	-504.32
连智(大连)智能	控股	大连	光伏自动化设备集成设备的研发、生产和销售	70.25	7619.21	-5716.84
岚玥新材料	间接控股	上海	新材料技术研发、石墨及碳素制品销售	66	-	-
大连威凯特	控股	大连	硅料处理设备、干燥设备的研发、生产和销售	51	-	-
岚玥新材料	间接全资	常州	新材料技术研发、石墨及碳素制品制造及销售	100	-	-
同磊晶体	间接控股	无锡	半导体器件专用设备、光伏设备及元器件、电子专用材料制造与销售	51	-	-
蓝桥新能源	间接参股	西安	制绒添加剂等专用新材料的研发、制造和销售	47.97	-	-
汇城精密	间接全资	无锡	光伏设备及元器件制造销售与销售	100	-	-
连科半导体	全资子公司	无锡	半导体与半导体生产设备	100	-	-

资料来源：Choice、开源证券研究所

2.2、产品：推出国内首款切方机打破国外垄断，引领金刚线切割国产化

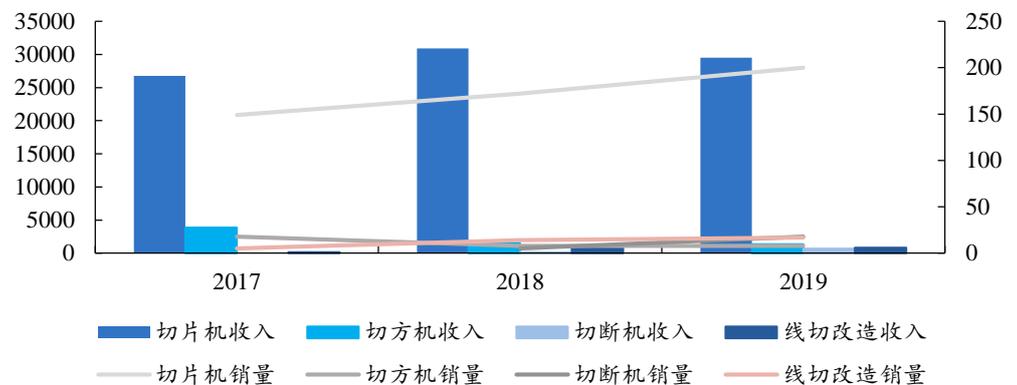
公司是国内最早进行线切设备国产化及金刚线切割技术推广的公司。2008年公司自主研发出了第一台大型多线切方机，并不断进行产品更新换代，2010年，公司推出了可用于单晶硅棒和多晶硅锭截断的多线截断机。2011年，公司研制出高产能的QP20100型切片机，可用于单、多晶硅的切片，至此，公司完成了光伏行业多线切割机全系列产品的开发，在全国范围内树立起公司技术过硬、产品丰富的良好形象。2013年公司率先推出金刚线切片机，成为国内率先推广金刚线切割技术的企业。

线切设备是除单晶炉设备以外的第二大主营业务。公司线切设备2021年实现营业收入5.45亿元，占当期营收的26.74%，除2019年订单量下滑收入有所下降外，2017-2021年整体呈现稳步增长态势。

图31：公司 2021 年线切设备实现 5.45 亿元收入，占当期收入的 26.74%


数据来源：Wind、开源证券研究所

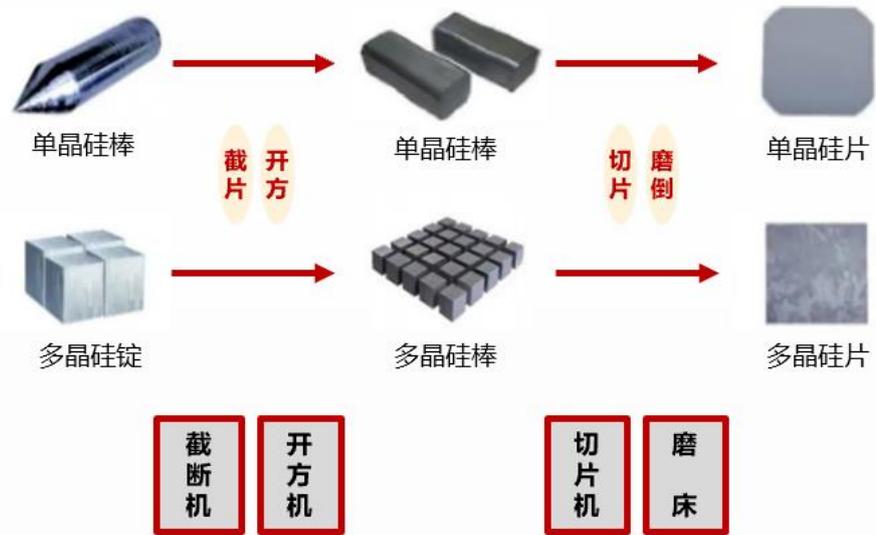
切片机是公司主要线切设备产品。具体到线切设备领域看，根据公司招股说明书披露的信息，公司 2019 年售出切片机 200 台，共实现收入 2.95 亿元，是线切设备中的主要产品，营收占当年切割设备的 92.89%。

图32：切片机收入是线切设备收入的主要来源（单位：万元、台）


数据来源：连城数控招股书、开源证券研究所 注：销量数据为右轴

公司线切设备产品包括金刚线截断机、金刚线切方机、金刚线切片机与全自动磨床等。截断机与方切机对应硅片生产过程中的截断与方切环节，负责将单晶硅棒或多晶硅锭切割并制成方棒，切片机负责将经过截断、方切环节处理后的方棒进一步切割为硅片，以供下游光伏电池环节使用。磨床则主要用于对切方后的晶硅长方体的各个平面或圆弧面进行研磨加工，提高表面的光滑度。

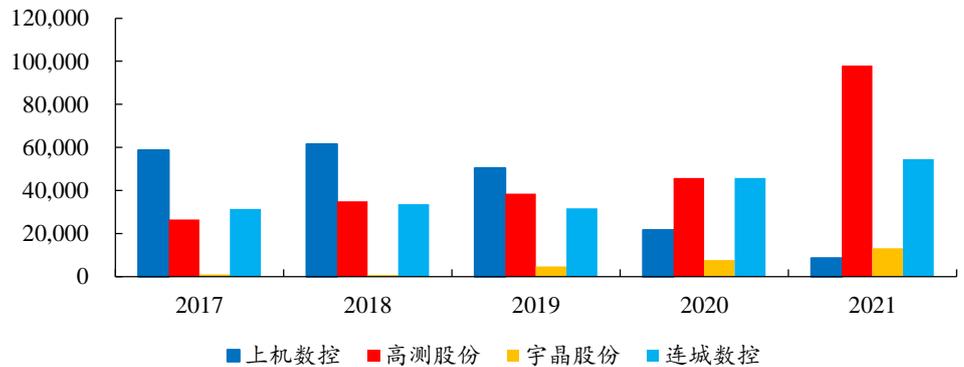
图33：光伏线切设备应用于硅片生产的截片、开方、切片、磨倒等流程



资料来源：连城数控招股书、高测股份招股书、开源证券研究所

公司线切设备收入位居国内前列，国内线切市场主要由连城数控与高测股份主导。我们将国内主要玩家的线切设备营业收入进行对比发现，2020年连城数控的线切设备收入在四家中占比与高测股份并列第一，为37.92%，2021年被高测股份超越，占比为31.3%，排名第二。上机数控曾经是内线切设备收入最多的企业，但其在近年来开展了硅片制造业务，其线切设备将优先自供，逐渐淡出供应商序列。

图34：公司2021年切割设备收入在国内主要厂商中排名第二（单位：万元）



数据来源：Wind、开源证券研究所

2.3、行业：预计2024年国内切割设备市场62亿元，金刚线切割成主流

切割设备是光伏硅片上游生产过程中的核心设备。当晶体硅原料经过设备加工形成单晶硅棒或多晶硅锭后，仍需通过截片、开方、切片、磨倒等工艺流程最终制成硅片，成为光伏电池片的生产原料，这个过程中使用的设备便为光伏切割设备，光伏切割设备主要包括截断机、开方机、切片机等。

光伏切割设备的技术发展历程大致经历了内圆锯切割、游离磨料砂浆切割、金刚线切割三个过程。20世纪80年代以前，高硬脆材料一般采用涂有金刚石微粉的内圆锯进行切割。但随着光伏和半导体行业的快速发展，内圆锯切割的切缝大、材料损耗多的问题逐渐显现，且对高硬脆材料的切割尺寸也有限制，使得生产成本居高不下。从20世纪90年代中期开始，切缝窄、切割厚度均匀且翘曲度较低的游离磨料砂浆线锯切割逐步发展起来。游离磨料砂浆切割是以钢线为基体，莫氏硬度为9.5的碳化硅作为切割刃料，钢线在高速运动中带动切割液和碳化硅混合的砂浆进行摩擦，利用碳化硅的研磨作用达到切割效果。但砂浆切割仍存在加工效率较低、不利于加工更硬的材料且环境污染严重等问题，由此金刚线切割应运而生。

金刚线全称为电镀金刚石线，是用电镀的方法将金属镍沉积在钢线基体上，而金属镍的表面附有金刚石颗粒从而制得的一种线性切割工具，利用高速运动的金刚线在物体表面往复磨削，即可达到切割高硬脆材料的目的。

图35：金刚线表面具有金刚石微粉，是一种线性切割工具



资料来源：高测股份招股书、开源证券研究所

金刚线由于其极其明显的成本、效率、环保优势，自从金刚线国产化以来，在光伏硅片制造领域就体现出了碾压式的优势，并为光伏发电成本的下降做出了突出贡献。相较于传统游离磨料浆砂切割，金刚线切割具有切割速度更快、切割磨损更低、工艺流程更加环保等性能特点。

表6：金刚线切割具有速度快、磨损低、更环保等工艺优势

切割方式	切割磨损	切割速度	切割辅料
游离磨料砂浆切割	磨料颗粒磨损约为 60 μm	砂浆切片机线网速度约为 580-900m/min	PEG 悬浮液，较难处理
固结磨料金刚线切割	金刚石颗粒磨损约为 20 μm	金刚线切片机线网速度已达到 2,400m/min 及以上	水基切割液，较易处理
对比结果	相同线径下金刚线切割的硅片产出可增加约 20%	金刚线切割速度约为砂浆切割的 2-4 倍	金刚线切割工艺更为环保

资料来源：高测股份招股说明书、开源证券研究所

根据连城数控招股说明书披露的行业情况，1GW的单晶硅片产能需要配置2台单晶截断机、6台单晶开方机、8台磨床和16台金刚线切片机。我们以2022年、2023年全国光伏新增装机量及2024年新增装机量预测值估算（2022年、2023年全国光伏新增装机量为87GW、217GW，预计2024年新增装机量为171GW），并假设单台设备的价格均值约150万，推算光伏切割设备2022、2023、2024年市场规模为31.5亿元、78.1亿元、61.6亿元。

表7：我们测算预计我国2024年光伏切割设备市场规模超过60亿元

	2022	2023	2024E
<i>金刚线切片机</i>			
新增光伏装机量 (GW)	87	217	171
1GW 产能所需的设备 (台)		16	
不含税单价 (万元)		150	
年市场规模 (亿元)	21.0	52.1	41.0
<i>单晶开方机</i>			
新增光伏装机量 (GW)	87	217	171
1GW 产能所需的设备 (台)		6	
不含税单价 (万元)		150	
年市场规模 (亿元)	7.9	19.5	15.4
<i>单晶截断机</i>			
新增光伏装机量 (GW)	87	217	171
1GW 产能所需的设备 (台)		2	
不含税单价 (万元)		150	
年市场规模 (亿元)	2.6	6.5	5.1
合计市场规模 (亿元)	31.5	78.1	61.6

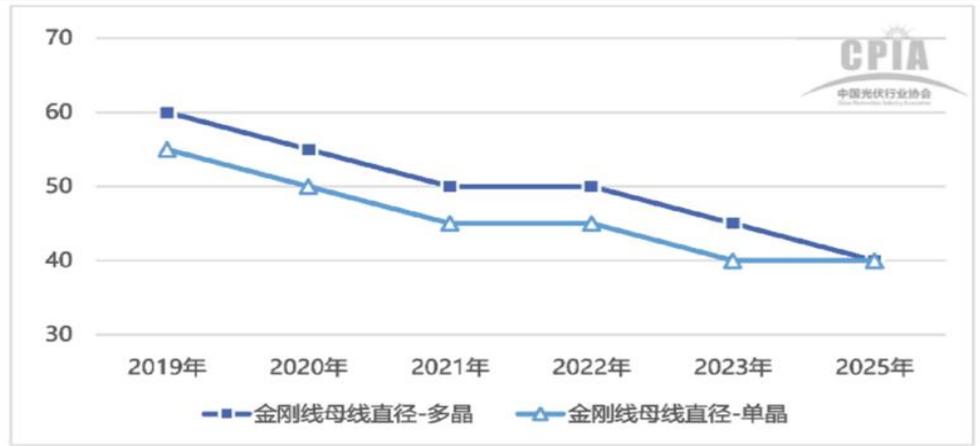
数据来源：连城数控招股书、CPIA、中电联、国家能源局、开源证券研究所

2.4、前景：切割设备尺寸随硅片不断扩大，金刚线母线趋细以降本

硅片行业向更大更薄发展。降低成本一直是光伏产业技术前进的重要驱动力之一，而非硅成本的管控是光伏生产成本控制的重要一环。由于更大尺寸的硅片意味着更好的产能输出比与资源利用效率，侧面降低了硅片生产成本，而更薄的硅片可以有效的减少硅材料的消耗，同时薄片化所体现的柔性也给电池、组件端提供了更多的可能。硅片行业呈现出“更大更薄”的发展趋势，同时也为切割设备的发展提出了新的要求。

金刚线母线直径不断下降。硅片加工切割环节的成本主要来源于金刚线成本与折旧费用，而金刚线母线直径不断下降是直接降低金刚线成本的一种方式，同时也降低了切割过程中的硅料损耗。根据 CPIA 数据及预测，2019 年金刚线母线的直径为 55-60 μm ，2021 年达到 45 μm -50 μm 左右，到 2025 年，行业整体金刚线母线直径水平将达到 40 μm 左右。

图36: 金刚线母线直径呈逐步下降的趋势



数据来源: CPIA

3、打造公司第二极：收购国际知名单晶炉厂商 Kayex，迈向单晶炉龙头

3.1、并购：收购 Kayex 掌握先进科技，自主研发掌握多项核心专利

Kayex 公司曾是世界上最大、最先进的单晶炉设备制造商之一。Kayex 公司成立于 1971 年，历史最早可追溯至 1946 年，是世界上最早进行单晶炉设备研发生产的公司之一，于上世界 80 年代便进入中国市场。

公司于 2013 年收购 Kayex，吸收其全部先进技术。公司于 2013 年成立连城晶体技术公司，收购美国 500 强公司 SPX 旗下拥有的 Kayex 单晶炉事业部。完成收购后，公司在吸收 Kayex 技术基础上进行了进一步的自主研发，先后推出优化改进的新型 8 英寸、12 英寸设备，并研制出 24 英寸半导体级单晶炉以及单晶超导磁场。

在收购 Kayex 的基础上，公司同时进行自主研发，掌握多项核心专利。截至 2023 年 6 月 30 日，公司及控股子公司累计获授专利 574 项、软件著作权 126 项、商标 30 项，其中发明专利 49 项、实用新型 517 项、外观设计 5 项、国外专利 3 项。

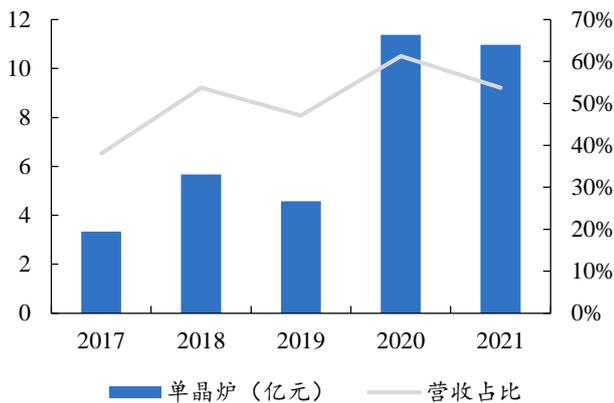
表8：公司通过自主研发获得多项核心专利

序号	核心技术	具体内容
1	快速长晶技术	通过在水冷屏、水冷套内壁进行特殊处理，减少金属反射率，增加晶体和水冷屏、水冷套的换热效率，从而加快晶体的散热，同时通过控制系统优化晶体生长算法，提高生长速度。
2	单晶炉用可提升复合式水冷换技术	在单晶炉拉晶生长过程中，需要在长晶固液界面处形成局部过冷，同时硅熔体结晶也是放热过程，因此长晶时需要及时将固液界面处的热量带走，从而提高长晶界面的温度梯度，达到提高拉晶速度的目的。本技术通过设置水冷屏将长晶固液界面附近的热量带走以实现大幅提高拉速，通过提升装置精确控制水冷屏的上下位置使其更好匹配长晶热场与工艺。
3	先进提拉头技术	目前随着直拉单晶的技术发展，控制的单晶规格越来越大，晶棒长度越来越长，因此对提拉头的负载能力、提升和旋转的精度和稳定性提出了更高的要求。新型的提拉头装置采用了新型的导向机构设计，完全有别于行业普遍采用的丝杆导向轮的导向机构，大大缩小和降低了卷丝轴的规格尺寸和重量，同时对提拉头的整体重量做了优化设计，大大降低了提拉头的转动惯量。借助于独立开发的高精度动平衡测试仪器和对中检验装置对提拉头的旋转平衡精度和对中精度进行校准，相应指标已达到行业领先水平。
4	拉晶工艺与自动控制软件系统技术	拉晶生产过程已由过去的手动操作模式升级到了现在的自动化运行模式。通过对拉晶熔料、稳温、引晶、放肩、转肩、等径、收尾、退火等各个拉晶工艺环节的热场模拟分析与实际运行测试，得到一系列合理的工艺参数控制曲线，并与软件自动控制系统结合，实现拉晶生长的全自动控制，并且在整个过程中，系统对晶体直径的控制达到预期的精度要求。为太阳能和半导体工艺研发的角度放肩，液口距控制，功率控温等功能大大提高了产能和成品率。快速收尾功能节约了运行时间。
5	单晶硅拉晶数字化车间技术	通过数字化车间、精益生产 MES 系统、大数据系统、AGV 机器人、生产管理软件等技术，实现单晶硅拉晶生产的数字化，应用范围包括单晶硅料拆包、装料、输送、单晶硅棒自动输送、检验、上料等流程，并通过 MES 进行调度，达到最优的工作方式。

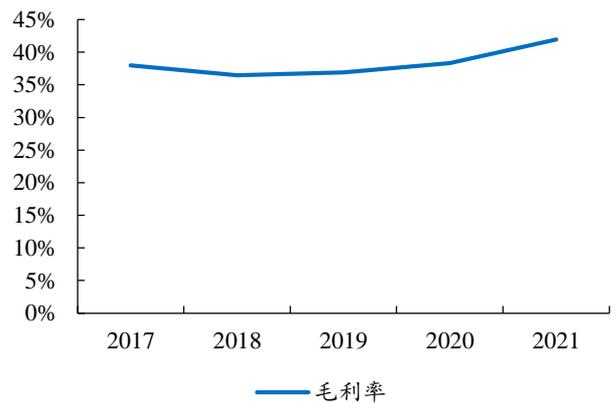
资料来源：连城数控招股书、开源证券研究所

3.2、产品：单晶炉设备业务具有战略重要性，非隆基客户占比不断提升

公司单晶炉产品 2021 年实现营业收入 10.97 亿元，占当年总营业收入的 53.76%，是公司最主要的核心业务。从毛利率来看，公司单晶炉产品毛利率整体呈现上升趋势，除 2018 年略有下滑外，从 2018 年的 36.48% 稳步增长至 2021 年的 41.94%。

图37：单晶炉设备 2021 年占据 53.76% 营业收入


数据来源：Wind、开源证券研究所

图38：单晶炉设备毛利率总体呈上升趋势


数据来源：Wind、开源证券研究所

公司的单晶炉产品客户主要绑定于隆基绿能，但非隆基客户份额在不断增长。公司下游客户集中度较高，根据公司公布数据，2019、2020、2021 年公司前五大客户收入占比为 91.94%、99.33%、94.2%，其中隆基绿能占比为 67.84%、92.67%、72.42%，公司对隆基绿能绑定程度较高。而 2022 年隆基占比快速下降至 30% 以下、为第二大客户，单一客户风险明显缓解，多元客户群开拓成效显著。

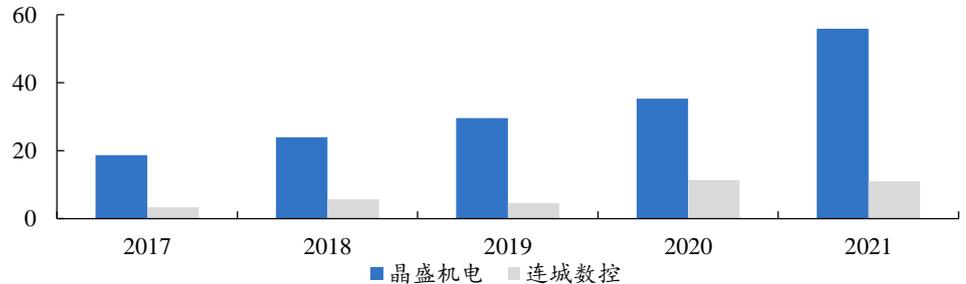
表9：公司产品与隆基绿能合作较多

客户名称	营业收入 (万元)	当期占比
2022		
客户一	115552	30.63%
隆基绿能	108209	28.69%
客户三	35238	9.34%
客户四	27728	7.35%
客户五	25373	6.73%
总计	312100	82.74%
2021		
隆基绿能	147746	72.42%
广东高景太阳能科技有限公司	17268	8.46%
双良节能	14674	7.19%
华耀光电	8711	4.27%
保利协鑫	3802	1.86%
总计	192200	94.20%
2020		
隆基绿能	171900	92.67%
晶科能源	7086	3.82%
包头美科	3239	1.75%
内蒙古华耀光	1300	0.70%
保利协鑫	724	0.39%
总计	184249	99.33%

数据来源：Wind、连城数控公告、开源证券研究所

目前国内单晶炉市场主要厂商为晶盛电机与连城数控。晶盛电机是目前国内单晶炉设备的龙头企业，除与单晶硅龙头中环股份建立了深度合作外，客户还覆盖了隆基以外几乎所有的硅片厂商，其专注于晶体生长设备，2021 年实现主营业务营收 55.85 亿元，较连城数控规模更大。

图39：晶盛电机与连城数控为国内主要单晶炉厂商（单位：亿元）



数据来源：Wind、开源证券研究所

3.3、行业：单晶炉市场 2024 年预计 205 亿元，n 型单晶硅有望全面渗透

硅晶太阳能电池片的技术路线主要可分为单晶硅与多晶硅两种。单晶硅和多晶硅的主要区别在于，单晶硅片是一种完整的晶格排列；多晶硅片是多个微小的单晶组合，有缺陷，杂质多，因此降低了多晶电池的转换效率。从外观来看，单晶硅电池片呈正方形、倒圆角形，深蓝色；多晶硅电池片呈正方形，天蓝色。

图40：单晶硅太阳能电池片为深蓝色



资料来源：新能源网

图41：多晶硅太阳能电池片为天蓝色



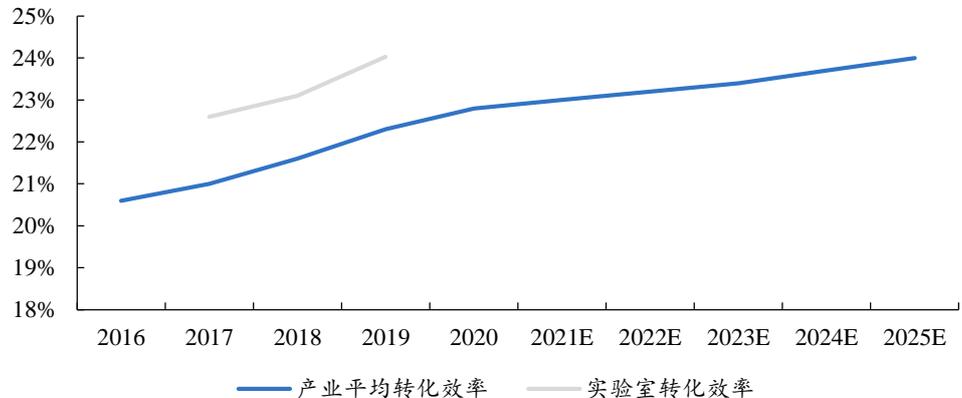
资料来源：新能源网

多晶硅目前主流工艺西门子法最早可追溯至 1955 年，曾一度占据市场主导地位。市场目前主流的多晶硅生产工艺为改良西门子法，由德国西门子公司发明，并在 1965 年实现了工业化，由于其设备简单、耗能低、产量大、价格低廉等优势一度占据了市场主导地位。但由于多晶硅材料本身晶体结构内部存在大量晶界，杂质与位错缺陷等天然缺陷，其电池的光电转化效率与提升潜力均与单晶硅有较大差距。

单晶硅电池的光电转化效率与提升潜力均高于多晶硅电池。根据中国光伏协会统计，2020 年我国单晶硅 PERC 电池产业平均转化效率为 22.8%，2019 年的实验室转化效率为 24.03%，预计到 2025 年，单晶硅 PERC 电池产业平均转化效率可增长至

24%，未来仍有进一步提升的潜力。

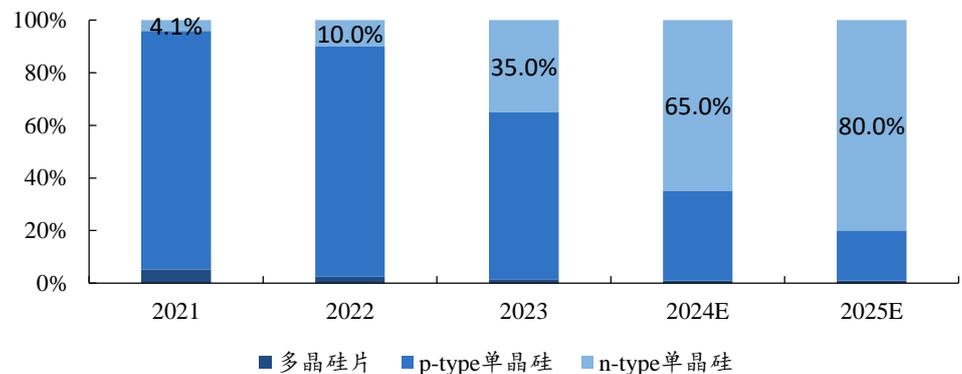
图42：2020年单晶硅PREC电池光电转化效率达22.8%



数据来源：中国光伏协会、开源证券研究所

目前单晶硅已经成为了行业主流技术，2023年N型单晶硅渗透加速。据CPIA调查统计，随着单晶硅生产成本的下降及发电转化效率的提升，单晶硅相比多晶硅逐渐体现出了性价比优势，单晶硅市场份额从2017年的27%上涨至了2022年的97.5%，且2023年n型单晶硅市场份额加速进一步扩大，根据索比咨询等多方统计，2023年n型渗透率预计已达35%，2024年全年n型电池、组件的市场份额可能达到65%、其中四季度可能超过80%。

图43：预计2025年的单晶硅（P型和N型）市场份额超过98%

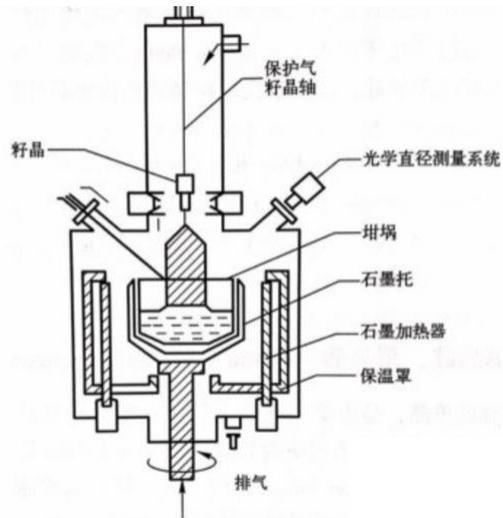


数据来源：CPIA、索比光伏网、PV-Tech等、开源证券研究所

直拉法是单晶硅主流生产工艺。根据单晶硅生长方式进行分类，可将其分为区熔单晶硅（FZ-Si）和直拉单晶硅（CZ-Si），其中所涉及的工艺为区熔法和直拉法。相较于区熔法，直拉法能支持12英寸等大尺寸硅片生产，而区熔法则用于8英寸及以下尺寸硅片生产，所以直拉法是目前较为主流长晶工艺。

直拉法主要工艺包括多晶硅原料装料、多晶硅融化、种晶、缩颈、放肩、等径生长和收尾等。直拉法制备工艺是通过加热放置于坩埚内的多晶硅原料使其成为溶液，并通过安置在炉体上方的籽晶轴，使得单晶晶种能与硅溶液进行接触。通过籽晶轴转动和上下移动，硅液会沿着籽晶表面凝结和生长，最终形成单晶锭。

图44：直拉法是单晶硅棒的主流生产工艺



资料来源：立鼎产业研究院

根据公司招股说明书数据，每 1GW 的单晶硅产能增长需要 100 台单晶硅设备，单台价值约为 120 万元，依旧使用 CPIA、中电联、国家能源局公布及预测数据估算，2022-2024 年单晶炉市场空间为 105/260/205 亿元。

表10：我们测算 2022-2024 年我国单晶炉市场空间为 105/260/205 亿元

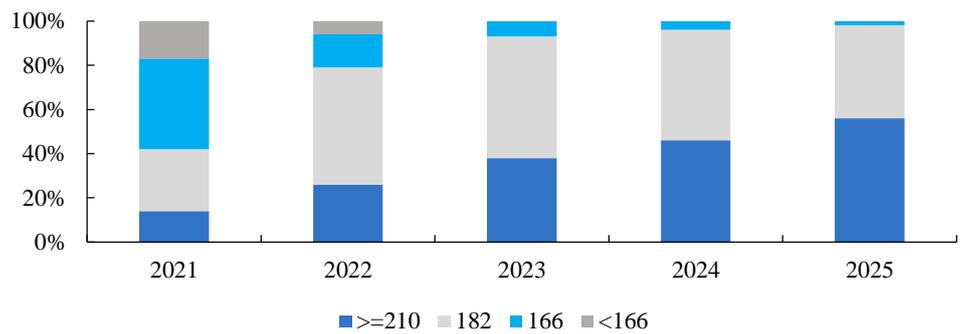
	2022	2023	2024E
新增光伏装机量 (GW)	87	217	171
1GW 产能所需的设备 (台)		100	
不含税单价 (万元)		120	
年均市场规模 (亿元)	105	260	205

数据来源：连城数控招股书、CPIA、中电联、国家能源局、开源证券研究所

3.4、前景：大硅片推动产品迭代，CZZ 加料技术有望提效增利

降本增效一直是光伏行业主要发展方向之一，同时也带动生产设备行业不断进行技术迭代升级。公司一直基于光伏行业下游客户的需求，产品不断进行迭代更新，目前在单晶炉领域，已经具备了 1600mm 直径热炉和 CZZ 连续投料等技术，

硅片行业向更大尺寸方向发展，单晶炉升级需求增加。在降低成本的动力推动下，光伏硅片的发展呈现出了尺寸不断增大的趋势。根据 PV infoLink 资料显示，2021 年 166 尺寸硅片仍占据主导地位，182 硅片占比预估为 28%，210 及以上尺寸占比为 14%。该机构预计，2022 年 166 硅片占比将压缩至 15%；182 和 210 等大尺寸硅片市占率达 79%。其中，182 夺得主导地位，占比 53%。

图45：预计 2025 年 210 尺寸硅片将占据主导地位，市占率将达 56%


数据来源：PV infoLink、开源证券研究所

公司的单晶炉产品在不断进行技术更新，满足市场需求。公司单晶炉的投料量、喉口直径、炉室直径等都位于行业领先地位。2021 年 6 月，公司参加第十五届(2021)国际太阳能光伏与智慧能源（上海）展览会（SNEC2021），首次展出直径 1600mm 单晶炉 KX380PV，契合当下最流行的 182、210 组件的降本需求。公司官网披露 KX380PV & KX420PV 型号的晶体生长炉最大可兼容至 42 吋热场，满足更大投料量、更大规格晶棒的生产需求。

图46：最大可兼容至 42 吋热场

炉型	1600	1700
炉室尺寸(mm)	Φ1600×2050	Φ1700×2100
喉口直径(mm)	Φ435	Φ450
副室尺寸(mm)	Φ435×5500	Φ450×5500
副室延长室(mm)	1600	
籽晶慢速升降范围(mm/min)	0.2-8	0.2-8
籽晶快速升降速度(mm/min)	≥800	≥800
籽晶旋转速度(rpm)	0-25	0-25
坩埚总行程(mm)	900	900
坩埚慢速升降范围(mm/min)	0.02-1	0.02-1
坩埚快速升降速度(mm/min)	≥200	≥200
坩埚旋转速度(rpm)	0-12	0-12

数据来源：连城数控官网

4、盈利预测与投资建议

考虑到连城数控主营业务包含单晶炉、线切设备、光伏组件设备、光伏电池片设备等，选取晶盛机电、北方华创、上机数控作为可比公司。

我们预计 2023-2025 年的归母净利润分别为 7.05(原 7.77)/8.33/9.49 亿元，对应 EPS 分别为 3.02/3.57/4.06 元/股，对应当前股价 PE 分别为 10.6/9.0/7.9 倍。可比公司 2023PE 均值 16.9X。考虑到公司各项新业务顺利发展，平台化建设已初见成效，随着扩产项目顺利投产及下游光伏行业需求稳定增长，业绩有望持续增长，维持“买入”评级。

表11：可比公司 2023PE 均值为 16.9X

公司名称	股票代码	最新收盘价（元/股）	最新总市值（亿元）	EPS			PE		
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E
晶盛机电	300316.SZ	34.1	446.3	3.68	4.58	5.43	9.26	7.44	6.28
北方华创	002371.SZ	258.5	1,370.4	7.22	9.80	13.80	35.80	26.38	18.73
弘元绿能	603185.SH	26.0	178.2	4.63	6.53	7.96	5.62	3.98	3.27
均值				5.18	6.97	9.06	16.89	12.60	9.43
连城数控	835368.BJ	30.9	72.1	2.92	3.56	4.06	10.57	8.67	7.60

数据来源：Wind、开源证券研究所（数据截至 2024.2.19，晶盛机电、弘元绿能盈利预测来自 Wind 一致预测，北方华创、连城数控盈利预测来自开源证券研究所）

5、风险提示

下游扩产不及预期风险，行业竞争加剧风险，单一客户依赖度高风险

附：财务预测摘要

资产负债表(百万元)	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
流动资产	3030	6967	9650	11463	12724
现金	633	1105	1716	1996	2195
应收票据及应收账款	818	1087	2013	2809	3523
其他应收款	8	18	8	30	13
预付账款	102	110	233	205	259
存货	669	3206	3688	4771	4802
其他流动资产	800	1441	1991	1653	1932
非流动资产	969	1805	1887	2103	2313
长期投资	270	432	574	746	915
固定资产	381	492	500	506	506
无形资产	101	228	251	271	298
其他非流动资产	218	653	563	579	594
资产总计	3999	8772	11536	13566	15036
流动负债	1427	5183	7359	8632	9207
短期借款	49	450	500	526	423
应付票据及应付账款	887	3203	3622	4837	5502
其他流动负债	492	1531	3237	3269	3282
非流动负债	37	94	52	61	69
长期借款	0	0	0	0	0
其他非流动负债	37	94	52	61	69
负债合计	1464	5277	7412	8693	9276
少数股东权益	40	309	280	270	260
股本	233	233	233	233	233
资本公积	925	1194	1194	1194	1194
留存收益	1339	1756	2345	3077	3908
归属母公司股东权益	2495	3186	3845	4603	5500
负债和股东权益	3999	8772	11536	13566	15036

现金流量表(百万元)	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
经营活动现金流	151	-353	852	545	564
净利润	331	425	676	823	939
折旧摊销	28	59	55	61	68
财务费用	-3	-4	9	1	-6
投资损失	13	-99	-34	-39	-39
营运资金变动	-208	-823	194	-191	-271
其他经营现金流	-10	89	-48	-110	-126
投资活动现金流	-136	-104	-194	-223	-221
资本支出	246	175	57	90	99
长期投资	99	114	-142	-173	-168
其他投资现金流	11	-43	5	39	46
筹资活动现金流	76	541	-46	-569	-40
短期借款	3	401	50	26	-103
长期借款	0	0	0	0	0
普通股增加	117	1	0	0	0
资本公积增加	68	269	0	0	0
其他筹资现金流	-113	-131	-97	-595	64
现金净增加额	90	87	612	-247	303

利润表(百万元)	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入	2040	3772	5576	6830	7672
营业成本	1391	2790	4137	5075	5744
营业税金及附加	12	22	33	40	45
营业费用	65	138	206	246	269
管理费用	146	231	353	444	460
研发费用	119	176	296	376	407
财务费用	-3	-4	9	1	-6
资产减值损失	-3	-40	-28	-34	-38
其他收益	48	54	48	50	51
公允价值变动收益	53	-0	-0	-0	-0
投资净收益	-13	99	34	39	39
资产处置收益	0	-3	-1	-1	-2
营业利润	368	450	720	877	1004
营业外收入	20	10	12	14	12
营业外支出	1	0	0	0	0
利润总额	388	460	732	890	1016
所得税	57	35	56	68	77
净利润	331	425	676	823	939
少数股东损益	-15	-27	-29	-10	-10
归属母公司净利润	346	452	705	833	949
EBITDA	409	522	807	966	1093
EPS(元)	1.48	1.94	3.02	3.57	4.06

主要财务比率	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力					
营业收入(%)	10.0	84.9	47.8	22.5	12.3
营业利润(%)	-16.7	22.3	59.9	21.7	14.5
归属于母公司净利润(%)	-8.9	30.7	56.0	18.0	14.0
获利能力					
毛利率(%)	31.8	26.0	25.8	25.7	25.1
净利率(%)	16.2	11.3	12.1	12.0	12.2
ROE(%)	13.1	12.2	16.4	16.9	16.3
ROIC(%)	20.9	20.1	34.7	35.6	34.0
偿债能力					
资产负债率(%)	36.6	60.2	64.2	64.1	61.7
净负债比率(%)	-22.1	-16.8	-28.7	-29.4	-30.0
流动比率	2.1	1.3	1.3	1.3	1.4
速动比率	1.6	0.5	0.7	0.7	0.7
营运能力					
总资产周转率	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5
应收账款周转率	3.4	4.7	4.3	3.3	2.8
应付账款周转率	3.1	2.9	2.7	2.8	2.5
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	1.48	1.94	3.02	3.57	4.06
每股经营现金流(最新摊薄)	0.65	-1.51	3.65	2.34	2.42
每股净资产(最新摊薄)	10.69	13.64	16.47	19.71	23.56
估值比率					
P/E	21.5	16.5	10.6	9.0	7.9
P/B	3.0	2.3	1.9	1.6	1.4
EV/EBITDA	16.7	13.7	8.0	6.4	5.4

数据来源：聚源、开源证券研究所

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn