



增持(首次)

所属行业: 机械设备
当前价格(元): 75.01

证券分析师

倪正洋

资格编号: S0120521020003

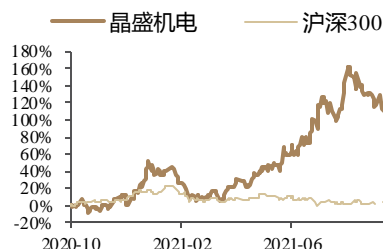
邮箱: nizey@tebon.com.cn

研究助理

杨云道

邮箱: yangyx@tebon.com.cn

市场表现



沪深300对比	1M	2M	3M
绝对涨幅(%)	16.26	9.74	35.64
相对涨幅(%)	16.53	8.97	33.26

资料来源: 德邦研究所, 聚源数据

相关研究

晶盛机电(300316): 泛半导体长晶设备龙头, 碳化硅材料打开成长新曲线

投资要点

- 全行业单晶炉市占率约70%, 2015-2020年归母净利润CAGR 52.2%。**公司主营晶体生长、制造设备, 覆盖光伏、半导体、蓝宝石等领域, 配套智能工厂解决方案。公司2020年收入38.1亿元, 五年CAGR 45.3%; 归母净利润8.6亿元, 五年CAGR 52.2%, 21年前三季度归母净利润预计10.7-11.8亿元, 同比超105%。公司以研发创新驱动盈利, 近五年平均研发投入占收入比重约7.0%, 毛利率均值37.8%, 净利率均值20.2%, 受益大尺寸等技术迭代, 盈利能力不断提升。
- 光伏: 单晶炉壁垒深厚, 受益硅片扩产及大尺寸迭代, 订单维持高景气。**受益平价上网+“双碳”, 预计2021-2022年单晶炉市场规模合计约450亿元, 年均空间接近2020年两倍。公司深耕硅片长晶、加工设备, 壁垒深厚, 新一代光伏单晶炉可兼容36-40英寸更大热场, 投料量及自动化生产技术领先。公司深度绑定优质客户, 在手订单饱满, 截至2021H1, 公司晶体生长设备及智能化加工设备在手订单114.5亿元, 21年8月与宁夏中环签订61亿单晶炉订单, 10月与高景签订15亿单晶炉及配套订单, 充裕订单保障光伏板块业绩持续释放。
- 半导体: 受益于半导体硅片国产替代, SiC材料有望打开长期增量。**公司半导体业务覆盖长晶、切片、抛光、外延四大硅片生产装备, 目前8英寸半导体长晶设备及加工设备已实现批量销售; 12英寸长晶设备、研磨和抛光设备已通过客户验证并实现销售, 其他设备陆续验证中。受益于下游新能源汽车等领域需求增长+“十四五”政策支持, SiC市场增长迅速, 公司SiC外延设备已实现销售, 21年10月拟定增加码SiC衬底晶片、12英寸集成电路大硅片设备试验线、半导体材料抛光及减薄设备, 进一步打开公司发展的长期空间。
- 蓝宝石: 与蓝思科技成立合资公司, Mini LED+消费电子推动蓝宝石业务放量。**蓝宝石下游主要用于LED衬底及消费电子, 随着Mini LED替代传统显示技术+蓝宝石在消费电子窗口材料中的应用增加, 据前瞻研究院预计, 2024年蓝宝石全球市场规模有望达107亿美元, 5年CAGR达15%。公司2020年生长出700kg级蓝宝石晶体, 实现长晶技术重大突破, 此外2020年公司与消费电子行业龙头蓝思科技共同成立合资公司, 进一步拓展消费电子等领域市场。
- 盈利预测与投资建议: 预计2021-2023年归母净利润17.1、25.4、35.3亿元, 对应PE 56、38、27倍, 首次覆盖给予“增持”评级。**
- 风险提示: 硅片扩产不及预期, SiC业务扩展不及预期, 市场竞争加剧风险。**

股票数据

总股本(百万股):	1,285.56
流通A股(百万股):	1,207.59
52周内股价区间(元):	27.18-77.67
总市值(百万元):	96,430.11
总资产(百万元):	13,774.67
每股净资产(元):	4.42

资料来源: 公司公告

主要财务数据及预测

	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入(百万元)	3,110	3,811	7,057	10,571	14,547
(+/-)YOY(%)	22.6%	22.5%	85.2%	49.8%	37.6%
净利润(百万元)	637	858	1,709	2,537	3,531
(+/-)YOY(%)	9.5%	34.6%	99.1%	48.4%	39.2%
全面摊薄EPS(元)	0.50	0.67	1.33	1.97	2.75
毛利率(%)	35.5%	36.6%	37.5%	38.3%	38.4%
净资产收益率(%)	14.0%	16.4%	24.6%	26.7%	27.1%

资料来源: 公司年报(2019-2020), 德邦研究所

备注: 净利润为归属母公司所有者的净利润

内容目录

1. 单晶硅生长设备龙头，光伏、半导体、蓝宝石协同发展	7
1.1. 光伏单晶炉市占率 2020 年稳居第一，销量突破 1800 台	7
1.2. 围绕三大材料布局四大领域，不断探索新的业绩增长点	9
1.3. 实控人专业背景扎实，核心技术团队实力雄厚	11
1.4. 2021 年新单有望创历史新高，推动未来业绩高速放量	15
2. 光伏领域：技术升级+下游扩产提升单晶炉需求，公司竞争实力领先	18
2.1. 平价上网+“双碳”目标，光伏装机维持高景气	18
2.2. 复盘硅片发展历程，单晶和大尺寸成为发展方向	20
2.2.1. 效率优势+降本路径清晰，单晶成为行业主流	20
2.2.2. 降本增效驱动下，大尺寸硅片渗透率不断提升	24
2.3. 装机需求提升+技术叠加换机，推动下游扩充硅片制造设备产能	25
2.3.1. 直拉单晶炉投资占光伏硅片生产设备超 70%，	25
2.3.2. 受益大尺寸硅片升级+下游需求旺盛，硅片企业加速扩产	27
2.3.3. 单晶炉 21-22 年市场规模合计约 450 亿元，晶盛机电市占率约 70%	28
2.4. 数十年技术沉淀，成就单晶生长设备龙头	29
2.5. 携手应用材料成立子公司，向光伏电池设备进军	32
3. 半导体领域：乘风而上，争做半导体行业领先设备企业	33
3.1. 政策利好，半导体行业发展前景广阔	33
3.2. 半导体硅片国产化进程加快，硅片设备企业迎来发展机遇	35
3.2.1. 全球半导体硅片行业波动发展，中国市场发展空间广阔	35
3.2.2. 半导体硅片国产替代空间大，设备企业有望从中获利	37
3.3. 覆盖半导体长晶、切片、抛光、外延四大环节，核心客户持续突破	39
3.3.1. 半导体设备覆盖长晶、切片、抛光、外延四大环节，研发成果显著	39
3.3.2. 与下游企业深度合作，主要客户取得突破性进展	41
3.4. 多领域需求驱动，碳化硅材料需求快速增长	42
3.5. 定增加码半导体布局，碳化硅打开成长新曲线	47
4. 蓝宝石：触底反弹，受益 Mini LED 与消费电子发展，绑定蓝思科技	48
4.1. Mini LED+消费电子，推动蓝宝石材料新增长	48
4.2. 公司蓝宝石研发成果显著，与蓝思科技合作打开长期空间	51
5. 盈利预测与相对估值	52
5.1. 盈利预测	52
5.2. 相对估值	53

6. 风险提示53

图表目录

图 1: 2020 年晶体生长设备销量突破 1800 台 7

图 2: 2019 年公司单晶炉销量领先 7

图 3: 专研泛半导体领域十余年, 半导体、光伏、LED 照明、工业 4.0 全方位发展 9

图 4: 截至 2021H1, 公司股权结构 12

图 5: 公司研发人员数量占公司总人数平均超 23% 14

图 6: 研发投入持续增长, 占营收平均比重约 7% 14

图 7: 公司 2021H1 年收入 22.9 亿元, 同比+55.5% 15

图 8: 公司 2021H1 归母净利润 6.0 亿元, 同比+117% 15

图 9: 公司 2021H1 存货达 40.23 亿元, 发出商品占比 73.3% 16

图 10: 2021H1 公司合同负债创新高 16

图 11: 晶体生长设备系公司主要收入来源 16

图 12: 2021H1 公司毛利率 36.5%, 净利率 26.5% 17

图 13: 公司分产品毛利率变化 17

图 14: 公司自 2017 年起获得政府补助不断增加 17

图 15: 公司人均创收 2020 年达 135 万元 17

图 16: 公司 2021H1 三费率 (不含研发) 为 3.95% 18

图 17: 经营性活动产生现金流净额保持增长趋势 18

图 18: 近二十年光伏行业高速发展, 进入平价时代 19

图 19: 光伏成本近十年下降超 80%, 部分地区已达煤电上网水平 (元/kWh) 19

图 20: 预计“十四五”期间全球年均新增装机 210-260GW 20

图 21: 预计“十四五”期间国内年均新增光伏装机量 70-90GW 20

图 22: 单、多晶生产工艺对比 20

图 23: 单晶组件性能优势显著 20

图 24: 拉棒/铸锭单炉投料量近年来不断增加 21

图 25: 金刚线切割与砂浆切割原理示意图 21

图 26: 金刚线切割相较于砂浆切割工艺的的优点 21

图 27: 金刚线母线直径不断下降, 减少线损 22

图 28: 单位方棒/方锭在金刚线切割下的出片量不断提升 22

图 29: 多线切割工艺优点 22

图 30: 拉棒/铸锭环节单位产能设备投资额不断下降 22

图 31: 单晶取代多晶的逻辑.....	23
图 32: 2015-2020 年各年主要厂商非铸锭单晶硅片产能统计.....	24
图 33: 不同类型硅片市场占比.....	24
图 34: 硅片尺寸三次变革.....	24
图 35: 大尺寸硅片市场占比不断提升.....	24
图 36: 不同硅片尺寸下的典型组件版型对比.....	25
图 37: M12 与 M2 硅片终端收益对比.....	25
图 38: 硅片制造工艺及所需设备.....	25
图 39: 连续投料直拉成为单晶拉棒主流技术.....	27
图 40: 大尺寸硅片占比逐年扩张.....	27
图 41: 2021 年中国硅片产量有望超 180GW.....	28
图 42: 太阳能光伏产业链.....	30
图 43: 公司设备覆盖光伏硅片生产全过程.....	30
图 44: 单晶炉产品外部结构图.....	30
图 45: 直拉单晶炉内部组成结构.....	30
图 46: 公司收购标的丝网印刷和晶片检测设备业务的财务情况.....	32
图 47: 丝网印刷是电池片制备环节的重要设备.....	33
图 48: 2020 年全球半导体行业销售额达 4403.9 亿美元.....	34
图 49: 2020 年中国半导体行业销售额占全球比重为 34.2%.....	34
图 50: 2020 全球半导体设备销售额中国大陆占比 26.3%.....	34
图 51: 2020 中国大陆半导体设备销售额达 187.2 亿美元.....	34
图 52: 设备与材料是半导体产业链基石.....	35
图 53: 2020 年中国集成电路销售额 8848 亿元, 同比+17%.....	35
图 54: 半导体硅片可按照尺寸与制造工艺分类.....	35
图 55: 半导体硅片尺寸不断变大.....	35
图 56: 全球半导体硅片市场规模 (不包括 SOI 硅片).....	36
图 57: 大尺寸半导体硅片出货面积占比不断提升 (包括 SOI 硅片).....	36
图 58: 中国大陆半导体硅片市场 2013 年后进入飞速发展时期.....	37
图 59: 全球与中国大陆 SOI 硅片市场规模.....	37
图 60: 硅片占半导体材料市场比重排名第一.....	38
图 61: 2018 年全球半导体硅片行业市场结构高度集中.....	38
图 62: 公司设备覆盖了以单晶硅生长、切片、抛光、外延四大核心装备.....	39
图 63: 中环领先半导体业务经营情况.....	41

图 64: 全球半导体材料销售规模.....	42
图 65: 碳化硅功率器件应用领域广泛.....	42
图 66: 半导体衬底材料发展至今经历了三个阶段.....	43
图 67: 第三代半导体衬底材料指标优势显著.....	43
图 68: 碳化硅衬底材料可以制成功率器件、微波频射器件.....	44
图 69: 国内碳化硅企业快速崛起.....	44
图 70: 同规格碳化硅器件与硅器件对比.....	45
图 71: 碳化硅为衬底材料的功率器件的主要优势.....	45
图 72: 碳化硅功率器件 CAGR 达 43.4%.....	45
图 73: 碳化硅功率器件市场规模预测.....	45
图 74: 2025 年光伏逆变器中碳化硅功率器件占比有望达 50%.....	46
图 75: 轨道交通中碳化硅功率器件占比逐年提升.....	46
图 76: 碳化硅晶片生产工艺流程.....	47
图 77: 公司碳化硅研发成果显著.....	47
图 78: 2019 年 LED 衬底材料在蓝宝石下游消费中占比达 80%.....	49
图 79: 中国蓝宝石衬底、LED 衬底材料市场规模不断增长.....	49
图 80: Mini LED、小间距 LED、Micro LED 对比.....	49
图 81: 中国 Mini LED 市场规模及预测.....	50
图 82: 全球 LED、消费电子蓝宝石需求量.....	50
图 83: 蓝宝石在消费电子领域应用.....	50
图 84: 全球消费电子领域蓝宝石市场规模.....	50
图 85: 蓝宝石材料产业链.....	51
图 86: 全球蓝宝石行业市场规模及预测.....	51
图 87: 蓝思科技近 3 年归母净利 CAGR 33.7%.....	52
图 88: 蓝思科技 2020 年毛利率、净利率分别达 29.4%、13.4%.....	52
表 1: 公司与光伏、半导体等龙头客户关系紧密.....	9
表 2: 光伏领域产品覆盖硅片生产全环节.....	10
表 3: 半导体领域产品覆盖设备及耗材, 进展迅速.....	10
表 4: 公司 LED 照明及消费电子、工业 4.0 领域产品.....	11
表 5: 公司核心管理团队专业背景扎实.....	12
表 6: 公司股权激励保障人才队伍稳定.....	13
表 7: 金刚线切割较传统砂浆切割优势显著.....	21

表 8: 大硅片降本增效主要源于“通量”及“面积周长增幅不一致”.....	25
表 9: 直拉法和区熔法对比.....	26
表 10: 2021-2022 年硅片扩产合计规模约 372GW	28
表 11: 单晶炉单 GW 投资约 1.2 亿元, 其他硅片加工设备单 GW 投资约 4000 万	29
表 12: 预计 2021-2022 年单晶炉市场空间合计约 450 亿元.....	29
表 13: 2007 年以来, 晶盛机电晶硅生长设备研发不断突破.....	31
表 14: 晶盛机电光伏单晶炉装料量与热场尺寸不断增加.....	32
表 15: 公司近三年大额合同统计.....	32
表 16: 我国集成电路产业获得多项政策支持.....	35
表 17: 抛光片、外延片、SOI 硅片主要区别.....	36
表 18: 在中国半导体硅片企业产能情况.....	38
表 19: 公司半导体领域研发不断突破.....	39
表 20: 公司半导体主要设备及最新进展.....	40
表 21: 公司半导体单晶炉投料量与配套磁场不断升级.....	40
表 22: 半导体耗材、辅材、关键零部件研发进展.....	40
表 23: 主要客户半导体领域未来规划.....	42
表 24: 我国碳化硅产业获得多项政策支持.....	42
表 25: 定增 57 亿元, 加码半导体布局.....	47
表 26: 项目达产后预计合计新增营收 29.79 亿元, 年平均利润总额 7.54 亿元.....	48
表 27: 公司蓝宝石研发成果显著.....	51
表 28: 分业务盈利预测.....	53
表 29: 相对估值 (截至 2021.10.28)	53

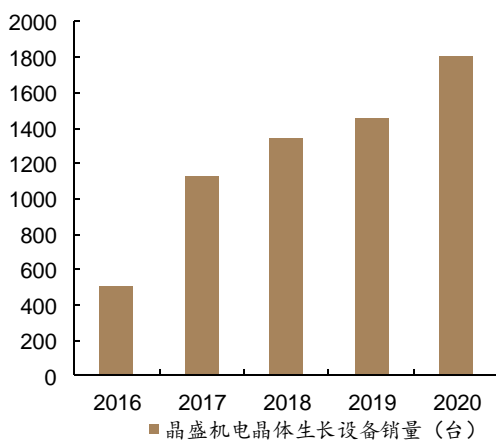
1. 单晶硅生长设备龙头，光伏、半导体、蓝宝石协同发展

1.1. 光伏单晶炉市占率 2020 年稳居第一，销量突破 1800 台

光伏单晶炉全球市占率第一，2020 年长晶设备销量突破 1800 台。公司是全球最大的光伏单晶硅炉装备制造制造商，是国内领先的泛半导体材料装备和 LED 衬底材料制造的高新技术企业。公司以邱敏秀教授、曹建伟博士为核心的创始人团队专业背景扎实，科研实力深厚。公司以半导体单晶炉起家，随着市场的发展以及公司业务规模的扩大，拓展至光伏、LED 照明领域，并布局工业 4.0，为半导体产业、光伏产业和 LED 产业提供智能化工厂解决方案。公司围绕硅、碳化硅、蓝宝石三大半导体材料开发出一系列关键设备，并适度延伸到材料领域，不断完善以单晶硅生长、切片、抛光、外延四大环节的设备体系，实现了光伏、半导体、LED 照明、工业 4.0 等多领域覆盖。

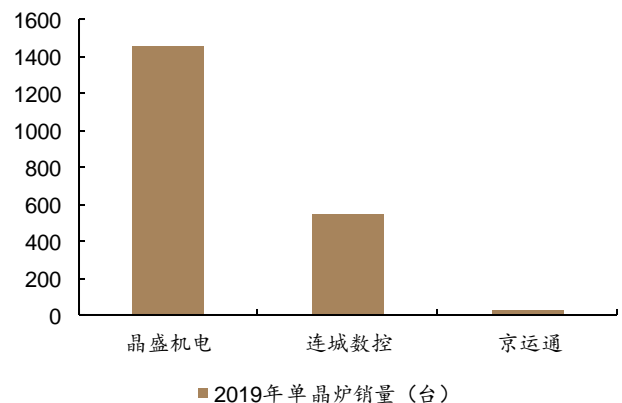
公司自 2007 年成功研制出国内首台全自动直拉式单晶硅生长炉后，始终专研单晶硅生长设备，技术水平处于行业领先地位。公司全自动单晶硅生长炉被工信部评为第三批制造业单项冠军产品，全自动单晶炉系列产品被四部委评为国家重点新产品。公司晶体生长设备销量领先，据公司公告，2020 年销量为 1804 台，其中公司光伏单晶炉遥遥领先，占据了大部分高端市场份额。

图 1：2020 年晶体生长设备销量突破 1800 台



资料来源：公司年报，德邦研究所

图 2：2019 年公司单晶炉销量领先



资料来源：各公司公告，德邦研究所（连城数控、京运通为光伏单晶炉，晶盛机电为光伏+半导体单晶炉）

公司在泛半导体领域专研 10 余年，发展历程可分为 3 个阶段：

厚积薄发 (2006-2013)：致力自主研发，实现了公司早期的技术积累。 2006 年公司前身上虞晶盛机电工程有限公司成立，开始研发晶体硅生长设备。2007 年研发出国内首台全自动单晶硅生长炉，并于当年实现批量销售。同年，公司专研晶体硅生长炉控制系统的子公司慧翔电液成功开发出单晶硅生长炉全自动控制系统。2008 年公司成功研制出国内规格最大的全自动直拉式单晶硅生长炉，结束了长期以来大规模单晶硅生长炉设备依赖国外进口的历史。2010 年公司整体变更为股份有限公司：浙江晶盛机电股份有限公司，并于 2012 年在深交所上市。

蒸蒸日上 (2013-2018)：以单晶硅生长设备为核心，逐步进军蓝宝石、

LED照明领域，丰富半导体领域产品。这一时期，公司晶体生长工艺不断成熟。2016年成功研发出多种光伏领域的加工设备、半导体设备全自动晶体滚磨一体机。2017年8英寸区熔硅单晶炉（半导体级）通过国家02专项正式验收，并成功研发12英寸半导体超导磁场单晶硅生长炉。此外，公司于2013年设立晶环电子，从事蓝宝石晶体材料业务，开始进军蓝宝石领域。2014年设立晶瑞电子，建设年产1200万片蓝宝石项目，2016年定向募集资金13.2亿元发展蓝宝石、高效晶硅电池项目。2015年收购中为光电，助力打造自动化生产线。2017年与中环合资成立中环领先半导体，进一步拓展公司半导体业务布局。

全面发展（2018-至今）：半导体、光伏、LED照明、工业4.0四大领域全方位发展。公司各个领域业务布局不断完善，技术不断成熟。

光伏领域：2018年公司全年新签光伏设备订单26亿元；2019年公司成功研发适用210光伏硅片的多种硅片生产设备，以及G12电池片的高效叠瓦组件焊机全自动生产线；2020年受益于大尺寸硅片升级，公司新签光伏订单超60亿元，较2019年增长超60%；**2021H1**，公司在手晶体生长设备及智能化加工设备合同总计**114.5亿元**（包含**6.44亿元**半导体设备），**2021年8月31日**，公司与中环签订**60.8亿元**单晶炉订单，光伏订单持续高速增长。

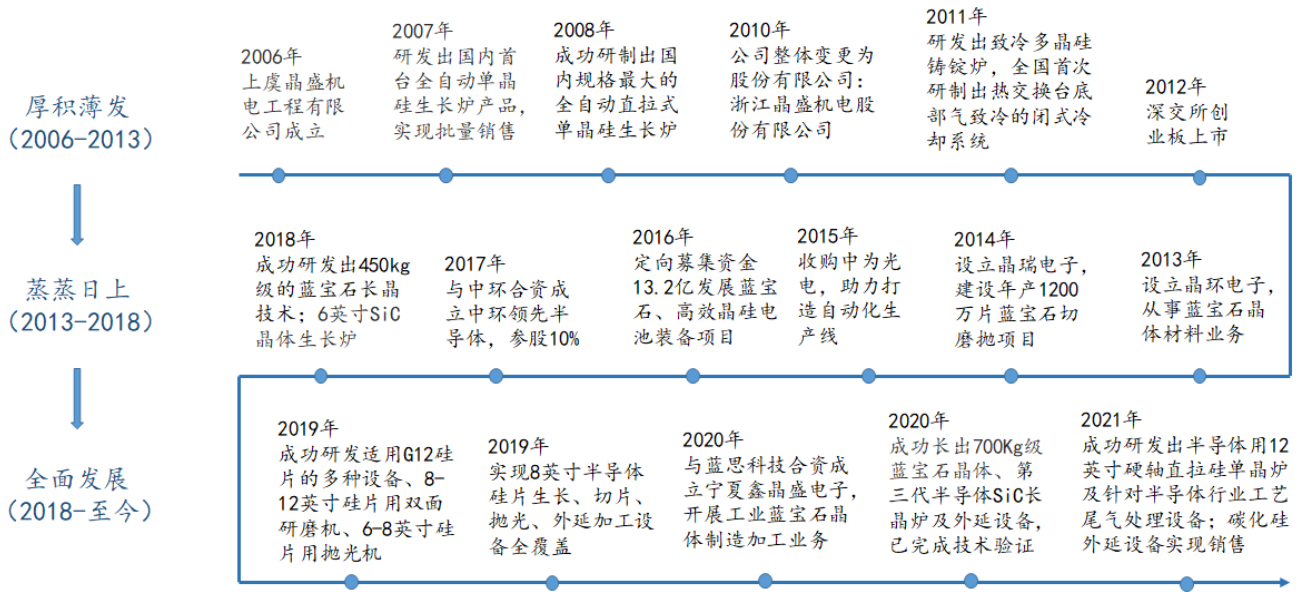
半导体领域：2018年，公司新签半导体设备订单超5亿元；2019-2020年，公司完成硅单晶长晶、切片、抛光、外延四大核心环节设备布局，其中8英寸晶片端长晶到加工全覆盖，且已实现量产和批量出货，12英寸单晶硅生长炉、滚磨设备、截断设备、研磨设备、边缘抛光设备已通过客户验证，12英寸单晶硅生长炉及部分加工设备已实现批量销售；在半导体关键辅材耗材方面，公司建立了以高纯石英坩埚、抛光液及半导体阀门、管件、磁流体、精密零部件为主的产品体系。截至**2021H1**，公司半导体在手订单约**6.44亿元**，同时公司成功研发出半导体用12英寸硬轴直拉硅单晶炉及针对半导体行业工艺尾气处理设备。

碳化硅（第三代半导体）：2018年，公司成功研制出6英寸碳化硅晶体生长炉；截至**2021H1**，公司碳化硅外延设备已通过客户验证并实现销售，同时在**6英寸碳化硅晶体生长、切片、抛光环节已规划建立测试线**，以实现装备和工艺技术的领先，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：公司先后成功长出**300kg、450kg、700kg**蓝宝石晶体，成功掌握国际领先的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。2020年公司与蓝思科技成立宁夏鑫晶盛电子，开展工业蓝宝石晶体制造加工业务。

工业4.0：公司自主研发的IMES智慧工厂管理系统、晶体生长云海BI智能管理系统和工厂自动化解决方案，满足了客户对“机器换人+智能制造”的生产模式需求，结合专业化的设备维护服务，实现了信息化、少人化、自动化、高效化、智能化的管理模式，打造成为智能制造系统整体解决方案的供应商和服务商。

图 3： 专研泛半导体领域十余年， 半导体、 光伏、 LED 照明、 工业 4.0 全方位发展



资料来源：公司公告，德邦研究所

优质产品铸就良好客户关系，保障公司稳定发展。公司光伏领域主要客户包括中环股份、通威股份、晶科能源、晶澳科技、天合光能、上机数控、双良节能以及高景太阳能等；半导体领域客户包括中环领先、上海新昇、有研新材、神工股份、金瑞泓、合晶科技等。公司与主要客户保持了长期的战略合作关系，彼此建立了深厚的互信合作，在保障公司稳定发展的同时，共同促进行业快速发展。公司品牌影响力和客户优势进一步提升，对公司开拓下游市场产生积极影响。

表 1： 公司与光伏、 半导体等龙头客户关系紧密

光伏	半导体
中环股份	中环领先
晶科	沪硅产业
晶澳	有研新材
天合光能	神工股份
高景太阳能	金瑞泓
双良节能	合晶科技
上机数控	

资料来源：公司公告，德邦研究所


1.2. 围绕三大材料布局四大领域，不断探索新的业绩增长点

公司围绕硅、碳化硅、蓝宝石三大主要半导体材料开发出一系列关键设备，并适度延伸到材料领域，产品涉及光伏、半导体、LED照明及消费电子、工业4.0四大领域。

光伏领域：该领域产品包括晶体生长设备、晶体加工设备、晶片加工设备等。在该领域，公司是国内技术、规模双领先的光伏设备供应商，已建立覆盖全自动单晶炉、多晶铸锭炉、滚圆磨面一体机、截断机、切片机、叠瓦自动化生产线等较为齐全的产品体系。全自动单晶硅生长炉被工信部评为第三批制造业单项冠军产品，全自动单晶炉系列产品被四部委评为国家重点新产品。公司协同客户引领行业新产品技术迭代，是行业内率先开发并批量销售G12技术路线的单晶炉、智能化加工设备、叠瓦自动化产线的厂商，未来随着光伏产业先进产能的持续投入，

公司光伏设备产品将继续引领公司快速发展。

表 2：光伏领域产品覆盖硅片生产全环节

产品名称	产品名称	产品名称	产品名称	产品名称	产品名称
TDR系列全自动晶体生长炉	CFZ专用区熔硅单晶炉	晶棒单线截断机	单晶硅棒切磨复合加工一体机	晶棒单线开方机	单晶滚圆磨面一体机
					
硅金刚线切片机	多晶硅铸锭炉	硅块单线截断机	多晶硅块倒角磨面加工一体机	PECVD	叠瓦串焊机
					

资料来源：公司官网，德邦研究所

半导体领域：该领域产品主要为晶体生长和加工设备，同时布局半导体辅耗材。公司瞄准半导体材料的晶体生长及加工装备，通过自主研发及国外先进技术的合作交流，依托国家科技重大 02 专项，突破了国外技术垄断，填补了国内空白，实现了锗、硅、蓝宝石、碳化硅等材料的晶体生长及加工核心装备的国产化，推动了我国半导体硅片的规模化生产。目前基本实现 8 英寸晶片端长晶到加工的全覆盖，且已实现量产和批量出货；12 英寸单晶硅生长炉、滚磨设备、截断设备、研磨设备、边缘抛光设备已通过客户验证，并取得良好反响，12 英寸单晶硅生长炉及部分加工设备已实现批量销售，其他加工设备也陆续客户验证中。

公司近年布局的第三代半导体材料碳化硅的研发也取得了关键进展，成功生长出 6 英寸碳化硅晶体，碳化硅外延设备也已通过客户验证并实现销售。此外，公司积极布局半导体耗材领域，坚持自主研发与对外技术合作相结合，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，建立了国内领先的半导体设备精密加工制造基地。

表 3：半导体领域产品覆盖设备及耗材，进展迅速

产品名称	产品名称	产品名称	产品名称	产品名称
全自动晶体生长炉	区熔硅单晶炉	全自动半导体单晶硅截断机	全自动半导体单晶硅滚磨机	全自动晶体滚磨一体机
				
全自动单片式 8 英寸半导体硅片抛光机	双面研磨机	金刚线半导体硅棒截断机	全自动晶体截断磨面复合加工一体机	半导体单晶硅抛光机
				
半导体阀门及管接头	半导体单晶硅棒滚磨一体机	半导体合成砂石英坩埚	半导体硅片抛光液	磁流体部件



资料来源：公司官网，德邦研究所

蓝宝石领域：该领域内，公司可提供满足 LED 照明衬底材料和窗口材料所需的蓝宝石晶锭和晶片。随着蓝宝石材料成本的不断下降，蓝宝石在消费电子领域的应用不断增加。蓝宝石作为优质的 LED 衬底材料，随着 Mini LED 为代表的新型显示技术的发展，蓝宝石材料也逐步打开新的应用市场。公司成功掌握国际领先的超大尺寸蓝宝石晶体生长技术，继 300kg、450kg 之后，于 2020 年 12 月成功生长出 700kg 级超大尺寸蓝宝石晶体，持续推进从技术端为蓝宝石材料降本。2020 年，公司与蓝思科技股份有限公司合资设立控股子公司，从事蓝宝石材料的生产及加工。未来通过产业链上下游优质厂商的协同合作，深入挖掘蓝宝石材料市场需求，进一步推动公司蓝宝石材料业务的发展。

工业 4.0 领域：为半导体产业、光伏产业和 LED 产业提供智能化工厂解决方案，满足了客户对“机器换人+智能制造”的生产模式需求。公司积极把握制造业向自动化、智能化、集成化转型的契机，从智能物流、智能仓储及智能生产管理出发，开发了系列物流设备、自动化定制设备和 MES 软件等，打造自动化整体解决方案并加强市场推广，为下游客户提供工厂智能制造及物流自动化等系统产品。按照客户的生产工艺及实际生产需要，为客户提供整体解决方案，满足客户在硅片智能制造、组件自动化线、智能物流等环节的个性化需求，助力客户提高生产和管理效率，实现降本增效。

表 4：公司 LED 照明及消费电子、工业 4.0 领域产品

应用领域	产品名称	产品名称	产品名称	产品名称
LED 照明及消费电子	蓝宝石晶体 	蓝宝石晶体晶棒 	2-6 寸蓝宝石抛光片 	超大尺寸蓝宝石面板 
	无人抛光车间 	组件自动化产线 	IMES 智慧工厂管理系统 	单晶棒自动化检测线 
工业 4.0 领域	LED 球泡灯全自动产线 	多晶硅块加工自动化生产线 	自动化电池产线 	

资料来源：公司官网，德邦研究所

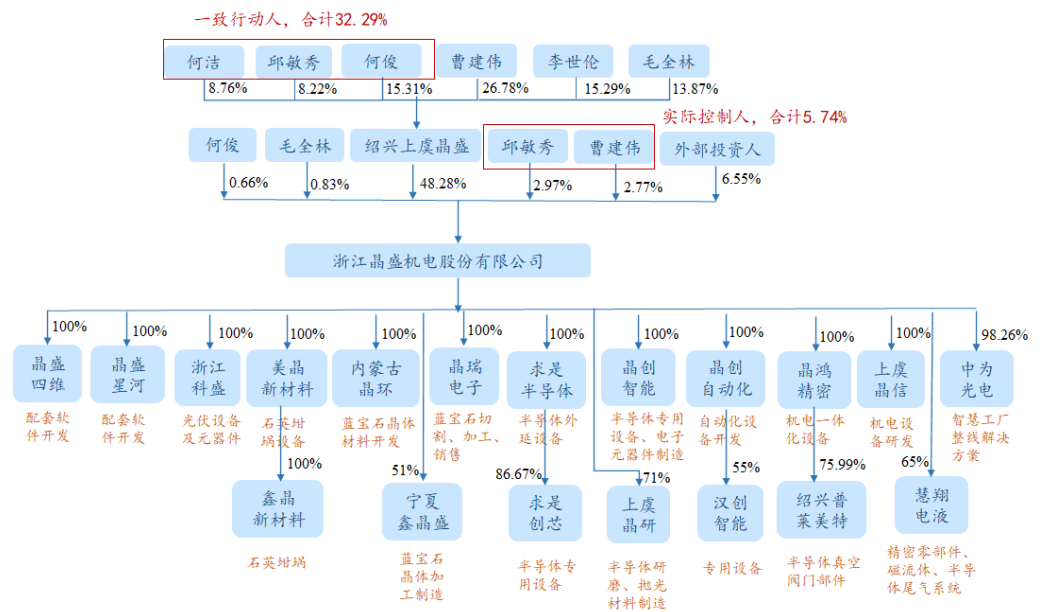
1.3. 实控人专业背景扎实，核心技术团队实力雄厚

公司实控人技术出身，注重以研发驱动公司成长。公司实际控制人为董事长曹建伟、董事邱敏秀。邱敏秀与其子女何俊、何洁为一致行动人。邱敏秀直接持股 2.97%，曹建伟直接持股 2.77%，何俊直接持股 0.66%，公司实际控制人及一致行动人合计直接持股 6.4%，并通过绍兴上虞晶盛投资管理咨询有限公司间接

持股 28.51%，合计持有公司 34.91% 股权。

公司子公司众多，覆盖单晶炉、石英坩埚、蓝宝石等业务，保障公司全方位发展。公司子公司、联营企业均是围绕公司的业务布局进行生产经营。求是半导体、上虞晶研、晶创智能、中环领先等企业主要从事半导体领域相关业务。2021 年 3 月，晶鸿精密与日本的普莱美株式会社共同成立了绍兴普莱美特，打造半导体核心精密真空阀门部件国产化基地。美晶新材料主要进行半导体耗材石英坩埚的开发、制造、销售，2021 年 3 月其在内蒙古成立了全资子公司内蒙古鑫晶新材料，主要从事石英坩埚产品、石英晶体的开发、制造和销售。内蒙古晶环、晶瑞电子、宁夏鑫晶盛主要从事蓝宝石领域相关业务；浙江科盛主要进行光伏设备及元器件开发；中为光电、霍克视觉等主要助力公司布局工业 4.0 领域；晶盛四维、晶盛星河等主要从事配套软件开发。各子公司、联营企业各司其职，共同助力公司打造半导体材料装备领先企业，发展绿色智能高科技制造产业。

图 4：截至 2021H1，公司股权结构



资料来源：公司公告，德邦研究所

核心管理团队专业背景扎实，技术人员实力雄厚。公司拥有一支以教授、博士、硕士为核心的研发与管理团队，以及一支专业化程度高、应用经验丰富、执行力强的技术工人队伍，熟练掌握晶体设备制造技术和晶体材料工艺技术。其中，邱敏秀女士为浙江大学博士生导师，曾享国务院特殊津贴，多年来承担、参与电液控制技术领域的国家自然科学基金项目 863 项、国家重大科技专项课题以及省部级科技项目 30 余项。曹建伟先生为工学博士，在机电控制、液压传动与控制等领域有深入的研究，获得多项省级荣誉。此外，公司位于浙江绍兴，与浙江大学、浙江工业大学、浙江电子科技大学等浙江高校联系紧密，多位管理人员在高校任职，为合作开展相关技术研发项目及人才引进提供了便利。

表 5：公司核心管理团队专业背景扎实

姓名	公司职务	个人履历
曹建伟	董事长、研发中心主任	工学博士。2010 年 11 月至 2016 年 12 月任公司董事、总经理，2016 年 12 月至今任公司董事长，兼任研发中心主任。曾荣获浙江省科学技术一等奖 2 项、二等奖 2 项，三等奖 1 项，获国家“万人计划”科技创业领军人才、浙江省“万人计划”科技创业领军人才、151 人才工程第二层次人才、浙江省优秀科技工作者、第七届科技新浙商、浙江省好企业家等荣誉称号。
邱敏秀	董事	研究员，博士生导师，曾享受国务院特殊津贴，曾任第三届中国机械工程学会流体传动与控制分会液压技

朱亮	董事、副总裁	术委员会委员、第五届全国液压气动标准化技术委员会委员。邱敏秀女士在机械设计、流体传动及控制领域拥有丰富的经验，在电液控制技术研究领域卓有建树，多年来承担与参与电液控制技术领域的国家自然科学基金项目、863项目、国家重大科技专项课题以及省部级科技项目30多项；科研成果曾荣获国家发明二等奖、国家科技进步二等奖等国家级奖3项，省、部级科技一等奖4项，二等奖4项此外，邱敏秀女士还曾荣获浙江省优秀企业家、2008年度绍兴市领军人物、2010年绍兴市高级专家等荣誉称号。博士学位。2007年9月至2010年11月任公司总工程师，2010年11月至2016年3月任公司副总经理，2016年3月至2016年12月任公司董事、副总经理，2016年12月至今任公司董事、副总裁。朱亮先生曾荣获浙江省科学技术一等奖1项、浙江省科学技术二等奖2项、绍兴市科学技术一等奖1项、上虞市科学技术一等奖2项、浙江省创业创新优秀企业家、杭州湾上虞经济开发区十佳职场精英等荣誉。
杨德仁	独立董事	博士研究生学历，教授职称，中国科学院院士。曾在日本东北大学金属材料研究所、德国FREIBERG工业大学等国外著名研究机构从事研究工作。2000年被聘为教育部长江奖励计划特聘教授，2002年获“国家杰出青年基金”。1998年至今在浙江大学硅材料国家重点实验室工作，2020年起并担任浙大宁波理工学院院长。2016年12月至今任公司独立董事。
傅林坚	运营副总裁	工学博士。2010年7月至11月任公司副总工程师，2010年11月至2016年12月任公司总工程师，2016年12月至2019年12月任公司副总裁、总工程师，2019年12月至今任公司运营副总裁。傅林坚先生在机电控制与计算机应用领域具有较扎实的理论基础和丰富的应用经验，曾主导参与公司多个重大项目及新产品的攻关和研发。傅林坚先生曾荣获浙江省科学技术一等奖1项、浙江省科学技术二等奖2项、上虞市科学技术一等奖1项、浙江省首批“万人计划”青年拔尖人才等荣誉。
张俊	副总裁	博士学历。2008年10月至2010年11月任公司副总工程师，2010年11月至2016年12月任公司技术总监，2016年12月至今任公司副总裁。张俊先生曾荣获浙江省科学技术一等奖1项、浙江省科学技术二等奖1项、上虞市科学技术一等奖1项、浙江省创业创新优秀企业家、政协呼区和浩特市赛区第四届政协委员、杭州市西湖区第三届优秀科技工作者等荣誉。
石刚	副总裁	工学硕士。2009年至2013年任公司研发部部长，2013年至2015年任公司研发战略部部长，2015年5月至2016年12月任公司销售中心常务副总监、总监，2016年12月至今任公司副总裁。石刚先生曾主导参与公司多个项目的研发，在半导体及光伏装备领域拥有丰富的经验，曾荣获浙江省科学技术二等奖2项、绍兴市科学技术一等奖1项、上虞区科学技术一等奖1项等荣誉。

资料来源：公司招股说明书，公司公告，德邦研究所

三项股权激励计划，保障人才队伍持续稳定发展。公司于2015、2018、2020年分别推出三项股权激励计划，通过对技术、业务骨干、中层管理等核心员工实施限制性股票激励，有效地将股东、公司和激励对象三方利益结合在一起，促使公司高级管理人员、中层管理人员、核心技术（业务）人员的薪酬收入与公司业绩表现相结合，促进公司经营目标与长远战略实现的同时提升了员工工作积极性，确保人才队伍的稳定持续发展。

表 6：公司股权激励保障人才队伍稳定

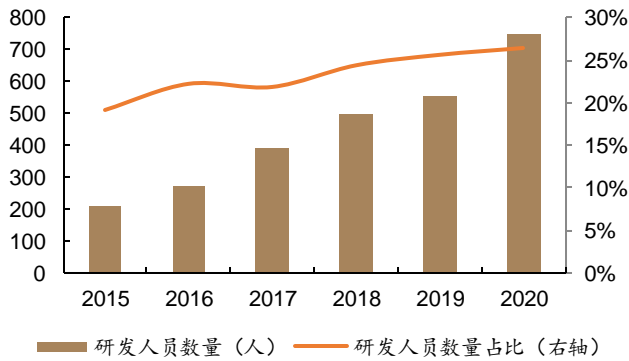
时间	激励对象数量 (人)	股票数量 (万股)	考核目标
2015	111	254	以2014年为业绩基数，要求2015-2017年营收增速不低于70%、120%、150%，净利润增速不低于40%、100%、130%。
2018	121	335.22	首次授权269.22万股，以2017年净利润为基数，2018、2019年的净利润增长率不低于50%、70%为年度业绩考核目标。；预留的66万股限制性股票若在2018年授予完成，则业绩考核与首次授予一致；若在2019年授予完成，则以2017年为业绩基数，2019-2020年净利润增速不低于70%、90%
2020	227	423.56	首次授权的以2019年营业收入为基数，2020年、2021年和2022年公司实现的营业收入增长率将分别不低于20%、40%和60%为业绩考核目标。预留的限制性股票以2019年为业绩基数，要求2018-2019年净利润增速不低于40%、60%。同时设置个人层面的考核目标。

资料来源：公司公告，德邦研究所

备注：数据来自历年限制性股票激励计划（草案）

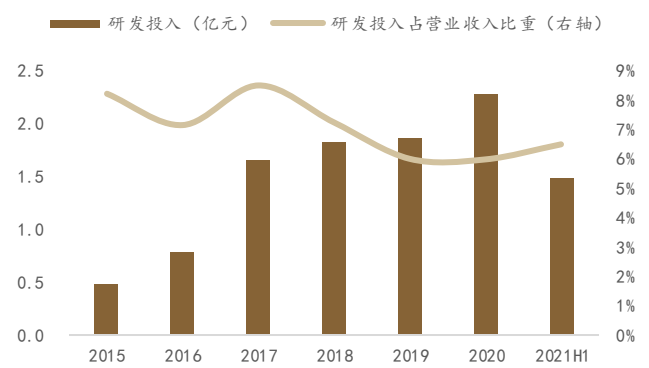
2021H1 公司研发投入占收入比重达 6.5%。公司始终坚持以技术创新作为公司持续发展的源动力，持续加强研发投入，强化研发人员和核心业务骨干的培养，确保公司竞争力的可持续性。2018年公司获批设立浙江省博士后工作站，2019年获批设立上虞区院士专家工作站，2020年获得人力资源和社会保障部授予的“国家级博士后科研工作站”。2020年，公司研发人员数量为748人，同比增长25.7%，研发投入2.3亿元，占营业收入比重达5.7%；2021H1，公司研发投入1.5亿元，占营业收入比重达6.5%。截止2021年6月30日，公司及下属子公司共有有效专利476项，其中发明专利61项。

图 5: 公司研发人员数量占公司总人数平均超 23%



资料来源: 公司公告, 德邦研究所

图 6: 研发投入持续增长, 占营收平均比重约 7%



资料来源: 公司公告, 德邦研究所

紧跟市场需求, 致力自主研发, 2020 及 2021 上半年取得十余项研发成果。

公司在四大领域积极开展技术探索, 大力投入研发, 2020 年取得了显著的研发成果。公司研发的新一代光伏单晶炉, 可兼容 36-40 英寸更大热场, 具备更大的投料量能力, 更高的自动化生产技术特点; 新一代切片机具备高线速、高承载、高精度的切割能力, 满足市场对 G12 新产品的设备加工需求。同时半导体各环节设备也均有突破, 第三代半导体材料碳化硅的研发也取得关键进展, 公司研发的 6 英寸碳化硅外延设备, 能够兼容 4 寸和 6 寸碳化硅外延生长, 各方面技术指标已到达先进水平。2020 年底成功长出的 700kg 级蓝宝石晶体更是有助于从技术端形成较强的成本竞争力, 并逐步形成规模优势。

表 7: 2020 年、2021H1 研发成果众多

设备名称	主要特点
8 英寸硬轴直拉硅单晶炉	解决了动密封、抗震动、轴水冷等诸多技术难题, 可以有效改善晶体径向均匀性。为 12 英寸硬轴单晶炉提供了研发基础, 也为国内大硅片行业提供了装备保障。
8 英寸、12 英寸半导体硅片边缘抛设备具有自动定晶片中心找 V 槽功能, 采用独特的旋转离心抛光模式, 对接工厂自动化。设备技术指标达到进口设备同等水平。已经通过客户技术验证。	
12 寸硅片双面抛光机	具备硅片在线形貌检测、自动上下片、盘型控制等技术, 该设备在公司实验室已完成验证, 达到设计要求, 现已在客户端验证。
8 英寸硅外延炉	各项技术指标达到进口设备同等水平。硅外延炉是用于在硅片上生长外延层的专用设备, 属于 CVD 设备类, 开拓了公司在硅材料加工设备领域又一全新的产品类别。已通过部分客户产品性能测试, 技术验证通过。
8 寸炉管设备	该设备温度控制精度、膜厚均匀性等技术指标达到进口设备同等水平。该设备的研制成功标志着公司在芯片端设备的突破。
6 英寸碳化硅外延设备	兼容 4 寸和 6 寸碳化硅外延生长。该设备为单片式设备, 沉积速度、厚度均匀性及浓度均匀性等技术指标已到达先进水平。该设备生产的碳化硅外延片应用于新能源汽车、电力电子、微波射频等领域, 公司开发的碳化硅外延设备, 有助于拓展在第三代半导体设备领域的市场布局。
36 英寸石英坩埚	已向客户批量销售 32 英寸合成坩埚目前公司的半导体石英坩埚在大陆及台湾市场份额增长较快, 并争取向海外其他市场开拓业务。
新一代光伏单晶炉	该设备可兼容 36-40 英寸更大热场, 具备更大的投料量能力, 更高的自动化生产技术特点, 采用车间大数据采集系统、远程集中控制系统等多项先进技术, 设备规模化操控水平较以前大幅提高, 实现车间智能化管理, 自动化程度高, 生产工艺一致性好, 整体智慧化水平强, 提高客户超大规模生产管理效率。
新一代切片机	该设备是国内第一款批量应用的针对 G12 大尺寸的专用金刚线切片设备, 具备高线速、高承载、高精度的切割能力, 满足市场对 G12 新产品的设备加工需求。
700Kg 级蓝宝石晶体	国际领先的超大尺寸泡生法蓝宝石晶体生长技术。
环形金刚线截断机	采用环形金刚线进行加工, 具有产能高, 切割面质量好, 崩损低等特点。
环形金刚线开方机	该设备是国内第一次批量应用的环形金刚线开方的设备, 具有切割精度高, 切割面质量好等优势, 能够大幅减少晶棒磨削的硅耗; 并且可实现光伏硅棒 M6-G12 的尺寸的快速自由切换。
半导体用 12 英寸硬轴直拉硅单晶炉	解决了硬轴单晶炉高真空、高精度及传动过程震动消除等诸多技术难题, 实现了高稳定性晶体生长环境, 为 12 英寸硅单晶体内微缺陷控制和径向均匀性提高提供了技术支持。
光伏硅片脱胶插片清洗一体机	硅片从切割到检验全流程均实现了自动化, 可有效降低脱胶到插片环节的硅片破损率, 从而提升切片实际成品率, 更有利于大尺寸硅片和薄片化的应用。
天然气燃烧水洗式、等离子燃烧水洗式、水洗式等尾气处理设备	针对半导体行业工艺尾气处理, 将于 2021 年批量进入到客户端应用。
新一代单晶硅棒磨面倒角一体机	具有较高的上料精度, 配合公司新研发环形金刚线开方机, 可大幅度减少晶棒磨削硅耗, 提高产能。

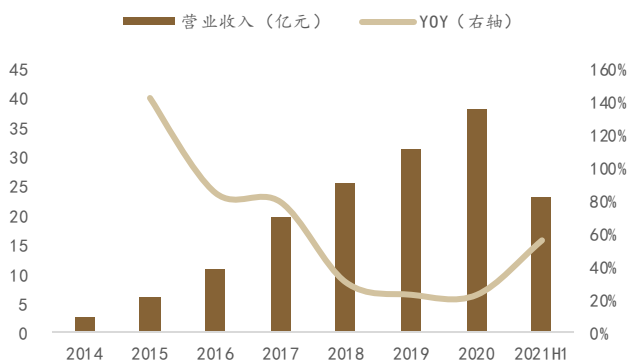
资料来源: 公司公告, 德邦研究所

1.4. 2021 年新单有望创历史新高，推动未来业绩高速放量

把握行业发展趋势，前瞻性产业布局推动公司业绩持续增长。由于平价上网进程的快速推进，大尺寸硅片具有摊薄 BOS 成本、提高组件功率及转化效率等优势，下游硅片厂商纷纷加速投资大尺寸硅片。公司抓紧行业发展机遇，积极推进大尺寸单晶炉级智能化加工设备市场拓展，同时前瞻性布局第三代半导体材料、蓝宝石领域，各项业务取得较快发展。2020 年公司营业收入达 38.1 亿元，五年 CAGR 达 45.3%；归母净利润达 8.6 亿元，五年 CAGR 达 52.2%。

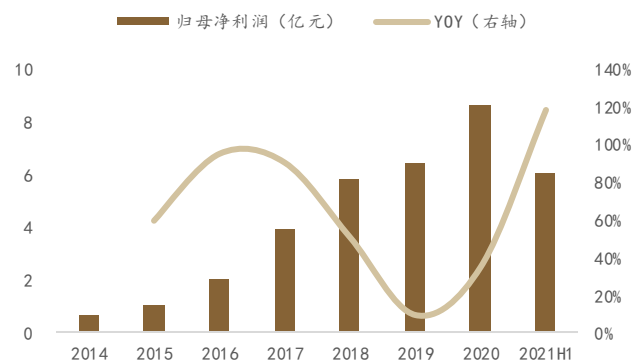
2021 年 1-8 月新签订单约 140 亿元，推动后期业绩快速释放。受 2018 年“531 新政”影响，公司 2018 年订单走弱，公司订单到收入转化周期约为 6-9 个月，导致 2018-2019 年公司营收和归母净利润增速有所下滑。2020 年，随着行业逐步回暖，大尺寸迭代不断推进，下游硅片厂商启动了新一轮的扩产，根据 solarzoom 数据显示，2019 年全球单晶硅片产能约为 122GW，同比增长 69%；2020 年全球单晶硅片产能 230GW，同比增长 89%，由于大尺寸渗透尚未结束，预计 2020-2023 年，全球单晶硅片年均扩产量依然保持较高规模。随着硅片环节扩产持续，公司订单不断创新高，2020 年，公司新签光伏订单超 60 亿元，同比增长超 62%，21H1 公司在手订单 114.5 亿元，结合上半年收入及 8 月底与中环的 61 亿元大单，我们预计公司 2021 年 1-8 月份新签订单不少于 140 亿元，约为 2020 年新签订单 2.3 倍，为 2020 年收入的 3.7 倍，2021 年 10 月，公司与高景太阳能新签 15 亿单晶炉及配套订单。受益订单增长，2021H1，公司收入 22.9 亿元，同比+55.5%，归母净利润 6.0 亿元，同比+117%，随着在手订单不断向收入端转化，公司业绩有望加速释放。

图 7：公司 2021H1 年收入 22.9 亿元，同比+55.5%



资料来源：公司公告，德邦研究所

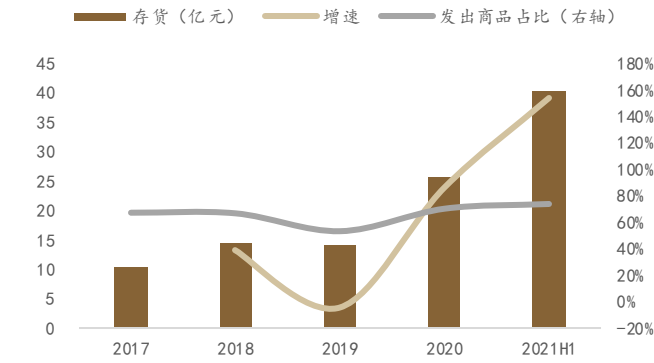
图 8：公司 2021H1 归母净利润 6.0 亿元，同比+117%



资料来源：公司公告，德邦研究所

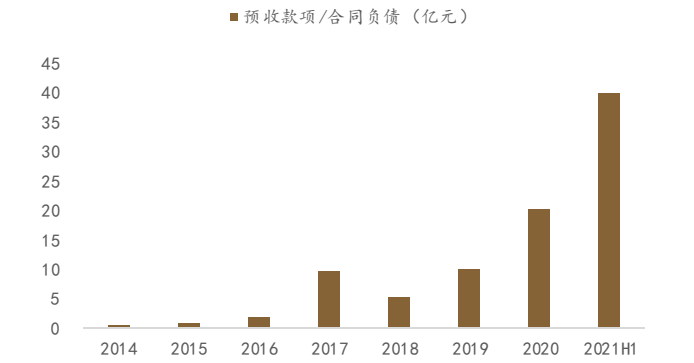
存货、合同负债呈现上升趋势。存货与合同负债可以显示公司目前在手订单充裕，2020 年公司存货 25.8 亿元，同比增长 85.8%，其中发出商品 18.03 亿元，占比 69.9%。2021H1，公司存货达 40.23 亿元，同比+153%，发出商品 29.5 亿元，占比 73.3%。公司 2014-2020 年预收账款/合同负债也呈现上升趋势，2021H1 合同负债达 40.1 亿元，创历史新高。

图 9：公司 2021H1 存货达 40.23 亿元，发出商品占比 73.3%



资料来源：公司公告，德邦研究所

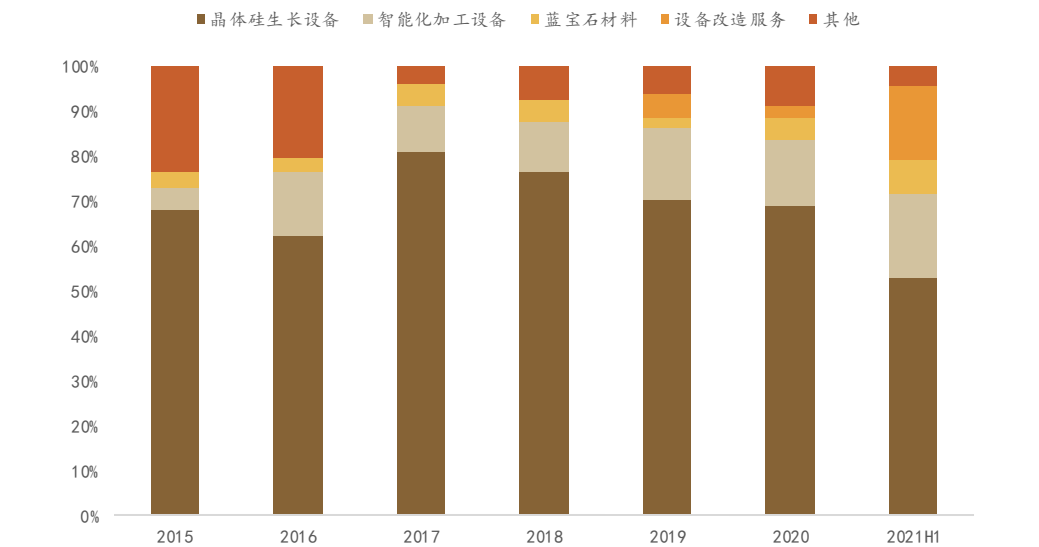
图 10：2021H1 公司合同负债创新高



资料来源：公司公告，德邦研究所

晶体生长设备系公司主要产品，蓝宝石、智能化加工设备收入快速增长。公司自 2007 年成立以来始终专研晶体生长设备，并不断根据市场需求进行产品更新迭代。晶体生长设备（包含光伏+半导体）2020 年营收占比达 68.8%，2021H1 营收占比达 51.1%，系公司主要收入来源。智能化加工设备（包含光伏+半导体）2020 年营收占比达 14.5%，2021H1 营收占比达 17.9%。此外，由于蓝宝石材料在消费电子、LED 等领域的需求增加，公司蓝宝石营收有较大增长，2020 年蓝宝石收入 1.9 亿元，同比增长 194.3%，营收占比达 5.1%，2021H1 蓝宝石收入 1.6 亿元，收入占比 7.2%。

图 11：晶体生长设备系公司主要收入来源



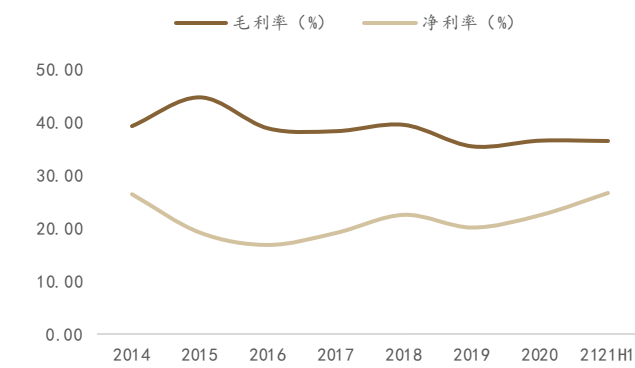
资料来源：公司年报，德邦研究所

2014-2020 年，公司毛利率均值为 39.0%，净利率均值 20.9%。受到 2018 年光伏行业“531 新政”的影响，2019 年公司毛利率、净利率有所下降，2020 年，公司毛利率 36.6%，同比+1.1pp，主要系受大尺寸产品升级换代影响，收入占比较大的晶体硅生长设备和智能化加工设备毛利率较 2019 年有所回升，2020 年晶体硅生长设备毛利率达 40.5%，同比+2.4pp，智能化加工设备 2020 年毛利率达 37.1%，同比+1.7pp。随着公司推出的兼容更大热场、具备更大投料量的新一代光伏单晶炉放量趋势明显，规模效应使得毛利率有所回升。2021H1 公司毛利率 36.5%，同比+6.4pp，净利率 26.5%，同比+8.0pp，创历史新高。其中净利率较 2020 年底有明显提升，主要系费用管控良好，以及当期获得较多的政府补

助。

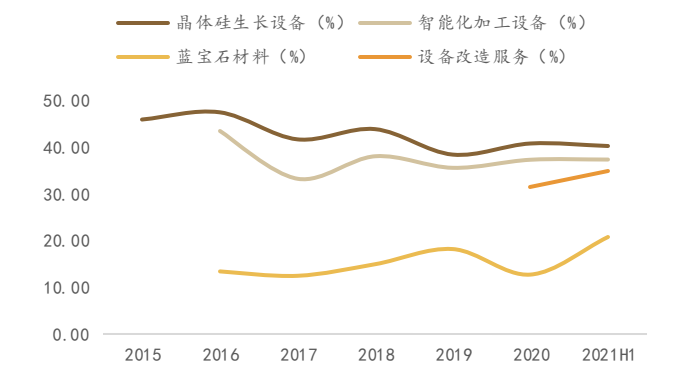
就公司主要产品而言，晶体硅生长设备、智能化加工设备毛利率较高，利润贡献较大。2020 年晶体硅生长设备毛利率 40.5%，智能化加工设备毛利率 37.1%，2021H1 两者毛利率分别为 40.0%，37.1%，维持稳定。近年来，蓝宝石价格随着需求回暖开始上升，毛利率也呈现上升趋势，随着大尺寸产品的高毛利率释放，以及蓝宝石等业务毛利率上升，公司盈利能力有望不断提升。

图 12：2021H1 公司毛利率 36.5%，净利率 26.5%



资料来源：公司公告，德邦研究所

图 13：公司分产品毛利率变化

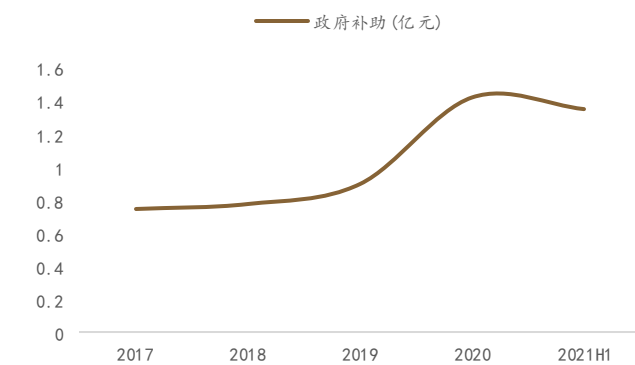


资料来源：公司公告，德邦研究所

公司费用管控能力良好，三费率保持适当水平。公司销售费用率始终处于较低水平，2020 年为 0.9%。管理费用率近年来下降趋势明显，2014 年管理费用率为 14.6%，2020 年管理费用率为 3.6%，下降 11.1pp，管理费用管控能力有显著提升。财务费用率除 2013 年为 -16.9%、2014 年为 -10.5%（主要系上市后现金流充裕，有较高的利息收入），其余年份较为稳定。由于光伏硅片行业集中于国内，公司主要客户为国内厂商，不受到汇兑损益的影响，财务费用主要来源为利息收支，除个别年份外，整体波动很小。

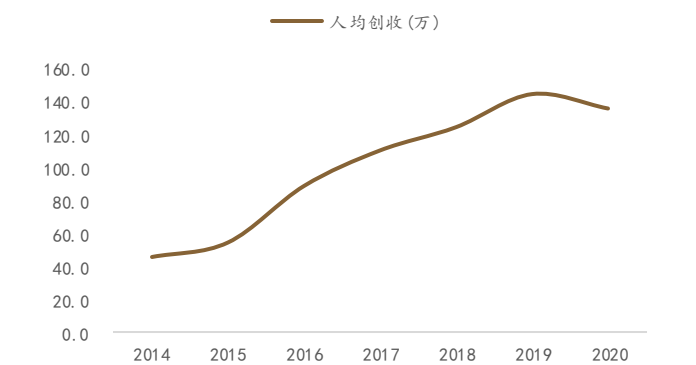
公司净利率自 2016 年后持续攀升主要原因有：1) 销售费用率持续下降，2017 年及以后年份保持较低水平。2) 公司自 2017 年后政府补助逐年提升，2020 年政府补助达 1.4 亿元。3) 公司在其他精细化管理方面表现优秀，随着公司业务规模扩大，员工数量不断提升，人均创收也呈现上升趋势，2017 年人均收入突破 100 万，2020 年人均收入略有下滑主要原因系公司当年员工数增加较多。

图 14：公司自 2017 年起获得政府补助不断增加



资料来源：公司公告，德邦研究所

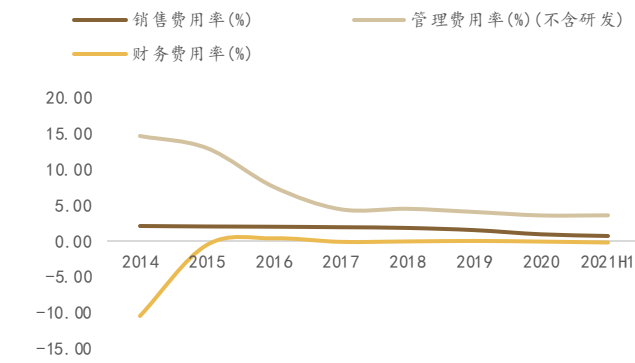
图 15：公司人均创收 2020 年达 135 万元



资料来源：公司公告，德邦研究所

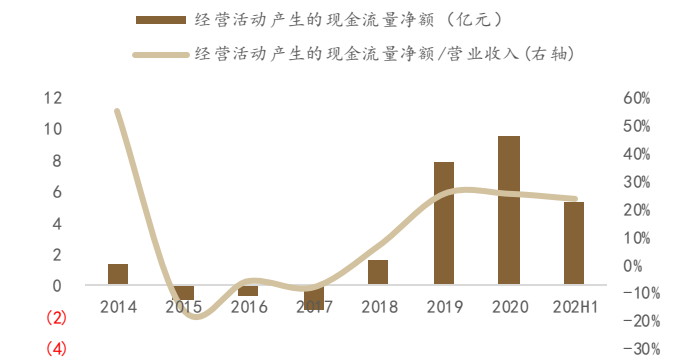
公司现金流量管控水平有所提升。公司经营活动现金流量波动较大主要系在公司不同发展阶段、不同行业发展趋势下，不同年份商品销售收入、原材料购买支出差别较大。2015-2017 年公司业务规模大幅扩张，原材料购买支出、各项税费支出大幅增加，导致三年经营活动现金流量净额为负。2018 年后随着公司新产品顺利推广以及四大领域业务布局不断完善，公司经营活动产生的现金流量净额开始为正，并实现稳步增长，2020 年经营活动产生的现金流量净额为 9.5 亿元，同比增长 22.5%。

图 16：公司 2021H1 三费率（不含研发）为 3.95%



资料来源：公司公告，德邦研究所

图 17：经营性活动产生现金流净额保持增长趋势



资料来源：公司公告，德邦研究所

2. 光伏领域：技术升级+下游扩产提升单晶炉需求，公司竞争实力领先

2.1. 平价上网+“双碳”目标，光伏装机维持高景气

光伏行业在经历震荡、调整后，迎来平价上网时代。我国光伏行业的发展大致可以经历以下几个阶段：

起步阶段 (2004-2007 年)：2004 年全球范围内开始爆发了多晶硅缺货潮，到了 2008 年，太阳能级多晶硅一度被炒到 400 美元/千克。中国光伏制造业在此背景下，利用国外的市场、技术、资本，迅速形成规模。2007 年中国超越日本成为全球最大的太阳能电池生产国。

初次调整阶段 (2008-2009 年)：2008 年，全球金融危机爆发，光伏行业也遭受重创。欧洲多国光伏支持政策急刹车，市场需求减弱。中国的光伏制造业经历了重挫，产品价格迅速下跌，原材料多晶硅价格跳水，降低至不足高峰期一成，为 40 美元/千克。

爆发式回升期 (2009-2010 年)：在这一时期，补贴政策接近尾声，产品价格处于历史低位，市场爆发抢装潮，多晶硅价格回升。而与此同时，我国出台了应对金融危机的一揽子政策，斥四万亿巨量资金救市，光伏产业获得战略性新兴产业的定位，催生了新一轮光伏产业投资热潮。国内的光伏发电项目快速走向市场化，装机容量保持每年 100% 以上的增长。

二次调整期 (2011-2013 年)：这一时期，欧洲补贴力度削减，市场增速放缓。项目无序上马，产能增长过快，光伏制造业陷入严重的阶段性过剩。同时，欧美国家频繁出台“双反政策”，贸易保护主义盛行。国内光伏制造业陷入全行业亏损困境，多晶硅价格在此时期一度跌落到约 15 美元/公斤的历史最低位。但

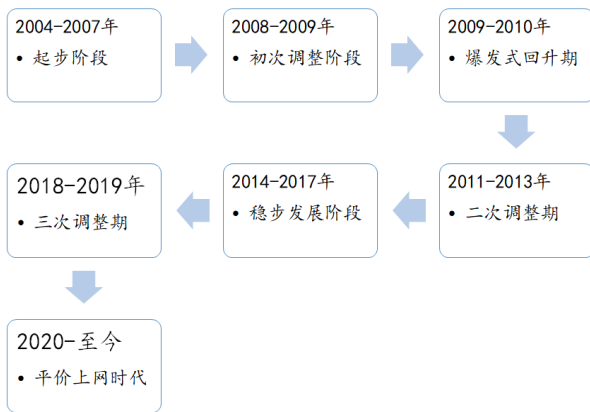
与此同时中国政府加大对光伏产业的支持力度，光伏行业政策密集，许多企业出口比例下降。

稳步发展阶段 (2014-2017 年)：中欧双方就光伏产品贸易争端达成价格承诺协议，贸易摩擦缓解。全球光伏发电装机量年均复合增长率较之前十年增速大幅下滑，但增速受中国等新兴市场的快速发展影响也维持在较高水平。“领跑者计划”出台更是加速了国内光伏行业的发展。

三次调整期 (2018-2019 年)：根据国际可再生能源机构(IRENA)数据，2018 年亚洲地区以 64GW 的并网新增光伏装机量独占鳌头，累计光伏装机量从 2017 年的 210GW 增长到了 2018 年的 274.6GW，成为全球光伏行业发展的明显推动力。然而国内产业政策出现急刹车，国内需求下滑 17%，产业链价格下滑约 40%，加剧了光伏市场化竞争。国内需求和光伏产品价格快速下跌，行业部分落后产能遭到淘汰，行业各环节产能利用率呈现不同程度的下降且分化明显，行业资源向优质企业集中。

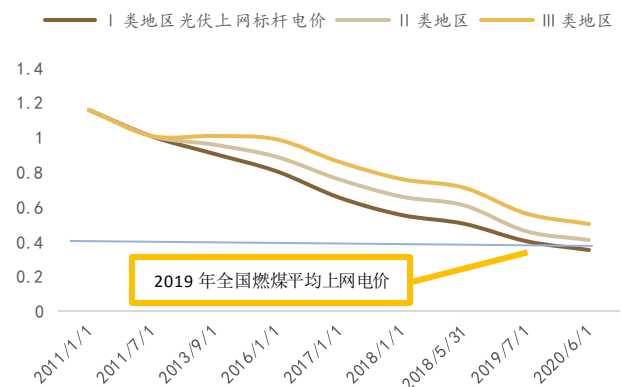
光伏平价时代 (2020-至今)：世界能源结构向多元化、清洁化、低碳化的方向转型是不可逆转的趋势，各国政府仍在积极鼓励发展太阳能光伏行业。2020 年，受新冠疫情冲击，落后光伏企业加速淘汰，但我国光伏新增和累计装机容量继续保持了全球第一，据 CPIA 统计，2020 年国内光伏新增装机规模达 48.2GW，创历史第二高，同比增长 60%。同时，2020 年“碳达峰”、“碳中和”等概念的提出，光伏行业社会关注度暴涨。多晶向单晶转变、大硅片的扩产潮、PERC+、异质结等新兴电池片技术的不断发展带来光伏产业成本的不断下降，开启光伏平价元年。

图 18：近二十年光伏行业高速发展，进入平价时代



资料来源：北极星太阳能光伏网等光伏行业相关网站，德邦研究所

图 19：光伏成本近十年下降超 80%，部分地区已达煤电上网水平 (元/kWh)



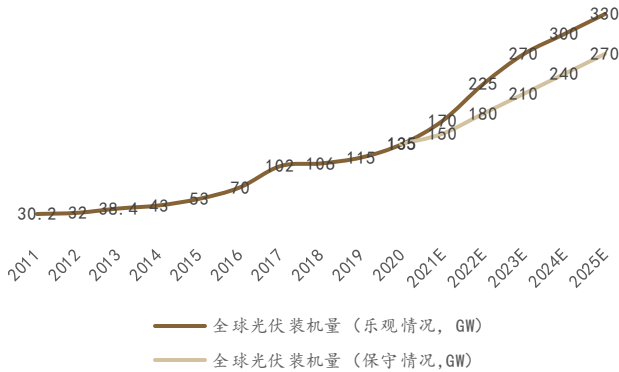
资料来源：国家能源局，德邦研究所

各国碳减排目标推动全球光伏发展。在第七十五届联合国大会一般性辩论上，我国提出“二氧化碳排放力争于 2030 年前到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”的目标。2020 年 12 月 12 日，习主席在气候雄心峰会上宣布，到 2030 年中国非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右，为光伏持续高增奠定主基调。与此同时，世界各国均达成“减碳”目标，在光伏发电成本持续下降和全球经济复苏等有利因素的推动下，全球光伏市场还将保持快速增长。

预计 2021-2025 年全球年均光伏装机超 210GW。2020 我国光伏新增装机 48.2GW，同比+60.1%，全球光伏装机约 130-140GW，同比增长超 13%。据

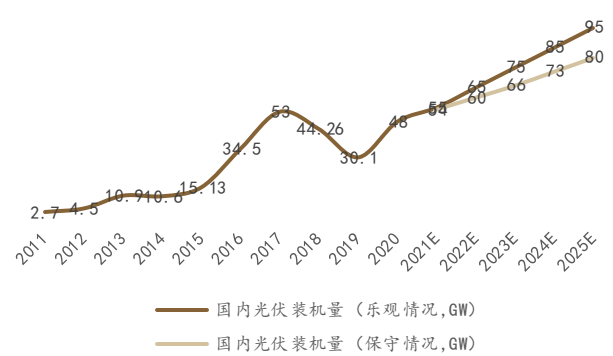
CPIA 预计“十四五”期间国内年均新增光伏装机量 70-90GW，全球年均新增装机 210-260GW。

图 20：预计“十四五”期间全球年均新增装机 210-260GW



资料来源：CPIA，德邦研究所

图 21：预计“十四五”期间国内年均新增光伏装机量 70-90GW



资料来源：CPIA，德邦研究所

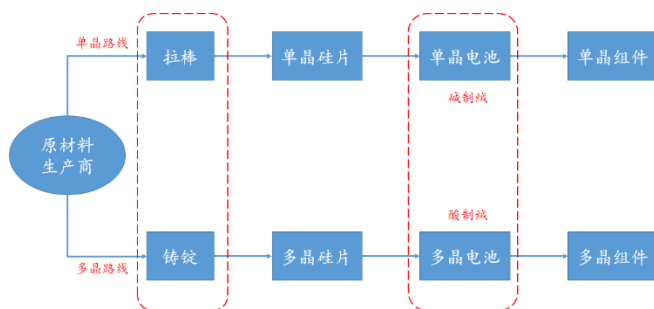
2.2. 复盘硅片发展历程，单晶和大尺寸成为发展方向

2.2.1. 效率优势+降本路径清晰，单晶成为行业主流

单晶产品效率优势显著，成本为其痛点。在行业不断发展过程中，单晶硅凭借其独特优势，强势登场。单晶硅产品路线电池转换效率长期领先多晶，据 CPIA 统计，2020 年，P 型多晶电池平均转换效率为 20.8%，P 型单晶电池平均转换效率为 22.8%；组件环节单晶组件功率也显著高于多晶组件，2020 年采用 166、182、210mm 尺寸 PERC 单晶电池的组件功率已分别达到 450W、540W、540W，采用 166mm 尺寸 PERC 多晶黑硅组件功率约为 415W。此外，单晶组件也具备多重性能优势：1) 同等条件下单晶组件发电量更高；2) 单晶组件长期使用过程中功率衰减更少；3) 单晶组件弱光响应更强。

虽然单晶各方面优势显著，但早期成本仍是其主要痛点。从生产工艺来看，单多晶生产工艺差别主要体现在拉棒和铸锭环节，其中单晶硅棒工艺对设备、生产人员的要求严格，早期单晶硅片因长晶炉投料量、生长速率、拉棒速度等方面技术不够成熟，生产成本居高不下，而多晶硅锭使用铸锭技术成本优势明显而占据主要市场份额。

图 22：单、多晶生产工艺对比



资料来源：产业信息网，德邦研究所

图 23：单晶组件性能优势显著



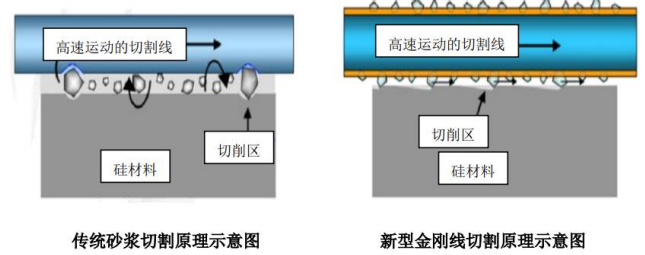
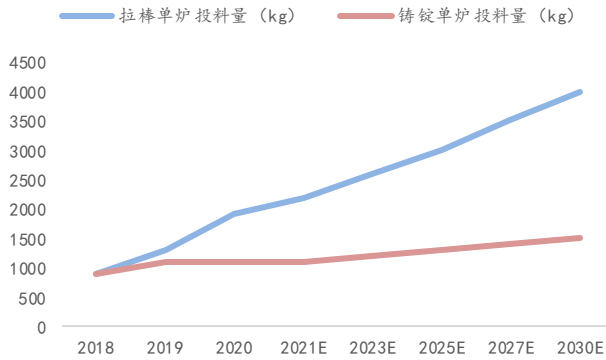
资料来源：《多晶硅与单晶硅组件选型分析》，德邦研究所

要痛点，随着技术的进步，单晶需求不断提升、成本不断下降。

1) **单晶技术改进，投料量迅速提升。**与多晶铸锭切片不同，单晶电池是先通过单晶炉拉棒，之后进行切片。早期单晶炉单炉产量少，且对设备和技术人员要求高，成本高居不下。随着光伏企业跟设备厂商联手不断改进单晶炉工艺，连续直拉单晶技术 (CCz) 的应用增加了单炉产量，一定程度上降低了单晶成本。据 CPIA 统计，2020 年，拉棒单炉投料量约为 1900kg，较 2019 年的 1300kg 提升 46.2%。随着坩埚制作工艺、拉棒技术的不断提升以及坩埚使用的优化，投料量仍有较大增长空间。

图 24：拉棒/铸锭单炉投料量近年来不断增加

图 25：金刚线切割与砂浆切割原理示意图



资料来源：CPIA，德邦研究所

资料来源：高测股份招股书，德邦研究所

2) **金刚线切割工艺。**2015 年以前光伏行业硅片的切割基本是采用砂浆切割技术，此后，随着金刚线切割技术的日趋成熟以及下游金刚线切割设备、耗材供应商技术水平的快速发展，金刚线切割成本快速下降。金刚石切割线，即通过金属的电沉积作用把金刚石颗粒镀覆在钢线表面而制成的一种线性切割工具。通过金刚石线切割机，金刚石切割线可以与物件间形成相对的磨削运动，从而实现切割的目的。相较于传统的砂浆切割工艺，金刚线切割技术具有切割效率高、材料损耗少、出片率高、环境污染较小、提升产品质量、降低运营成本等多重优势。单晶由于质地均匀等特点率先实现了金刚线切割，而多晶由于金刚线切割的断线率高和后续制绒困难等原因而受阻，因此单多晶成本差距不断缩小。

表 7：金刚线切割较传统砂浆切割优势显著

对比项目	游离磨料砂浆切割	固结磨料金刚线切割
切割磨损	磨料颗粒磨损约为 60 μm	金刚石颗粒磨损约为 20 μm
切割速度	砂浆切片机线网速度约为 580-900m/min	金刚线切片机线网速度已达到 2000m/min 以上 金刚线切割速度约为砂浆切割的 2-3 倍
辅料消耗	PEG 悬浮液，较难处理	水基切割液，较易处理 金刚线切割工艺更为环保

资料来源：高测股份招股书，德邦研究所

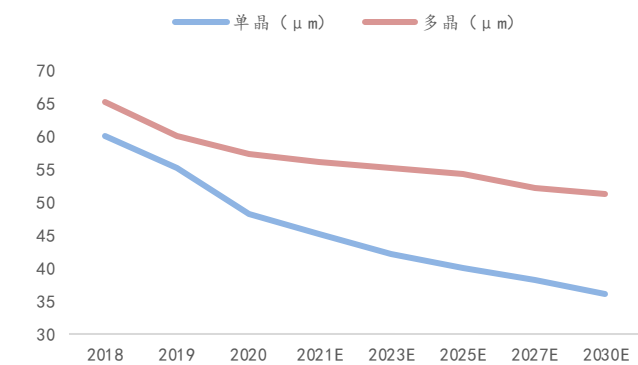
图 26：金刚线切割相较于砂浆切割工艺的优点



资料来源：高测股份招股书，德邦研究所

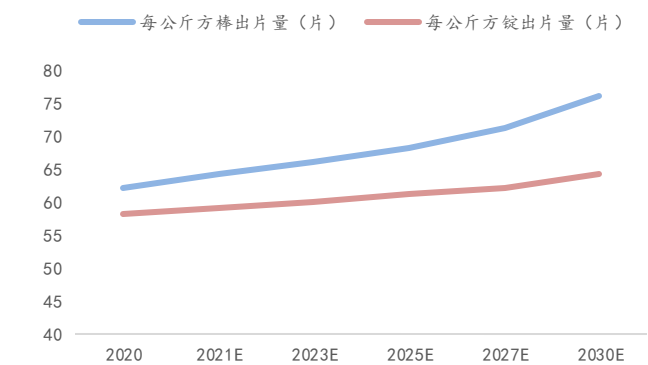
用于单晶的金刚线母线不断变细，提升出片量。切割线母线直径及研磨介质粒度同硅片切割质量及切削损耗量相关，较小的线径和介质粒度有利于降低切削损耗和生产成本，相较于多晶，应用于单晶的金刚线母线直径更小。据 CPIA 统计，2020 年，用于单晶的金刚线母线直径为 48 μ m，用于多晶的金刚线母线直径为 57 μ m，用于单晶硅片的金刚线母线直径降幅较大，且呈不断下降趋势。2020 年 P 型 166mm 尺寸每公斤单晶方棒出片量约为 62 片，高于方锭每公斤出片量。

图 27：金刚线母线直径不断下降，减少线损



资料来源：CPIA，德邦研究所

图 28：单位方棒/方锭在金刚线切割下的出片量不断提升

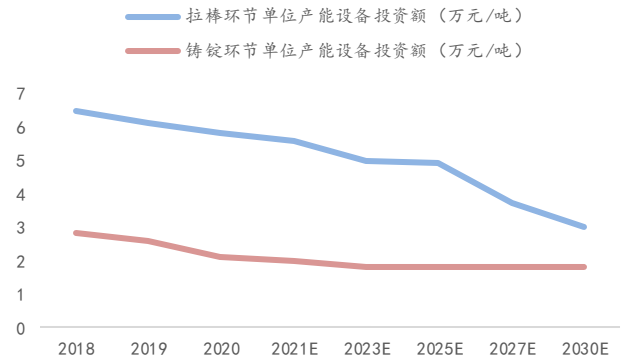
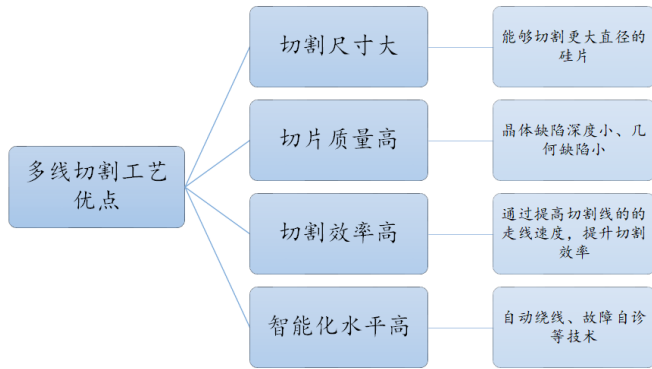


资料来源：CPIA，德邦研究所

3) 多线切割工艺进一步推动单晶硅片降本。多线切割是一种通过金属丝的高速往复运动，把磨料带入半导体加工区域进行研磨，将半导体等硬脆材料一次同时切割为数百片薄片的一种新型切割加工方法。多线切割工艺相比于传统的内圆切割，具有经济效益高、精度高、切割效率高等多种优点。在数控多线切割机逐渐取代传统的内圆切割，成为硅片切割加工的主要方式下，单晶的成本有了进一步下降。

图 29：多线切割工艺优点

图 30：拉棒/铸锭环节单位产能设备投资额不断下降



资料来源:《数控多线研磨切片系统控制机理研究及应用》, 德邦研究所

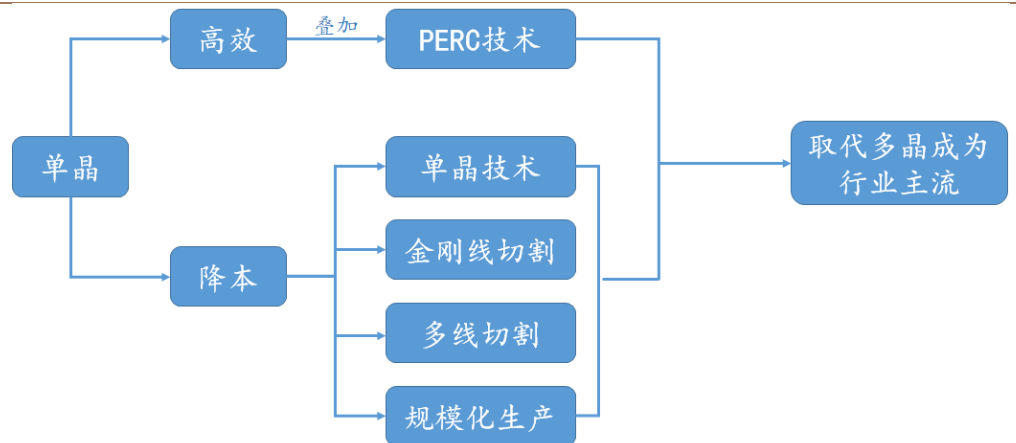
资料来源: CPIA, 德邦研究所

4) PERC 技术更适合单晶平台, “领跑者” 计划进一步推动 PERC 渗透率。

2015 年提出的光伏“领跑者”计划旨在推广高效光伏组件, 要求多晶硅和单晶硅光伏组件的光电转换效率应分别达到 16.5% 和 17% 以上。在更高的光电转化效率要求下, PERC 应用于单晶的效率提升较佳, 根据 CPIA 统计, 2020 年采用 166、182、210mm 尺寸 PERC 单晶电池的组件功率已分别达到 450W、540W、540W, 采用 166mm 尺寸 PERC 多晶黑硅组件功率约为 415W。相较于多晶组件, 单晶组件实现领跑者计划的需求相对容易, 进一步推动了单晶的需求。

5) 规模化生产。单晶的研发和设备成本较高, 但在规模化生产后, 成本有了较大幅度的下降。上述多种技术叠加规模化生产, 让单晶的成本和多晶的差距大大缩小, 在效率更高的优势下, 单晶取代多晶也就成为了必然。据 CPIA 统计, 2020 年, 拉棒和铸锭环节单位产能设备投资额 (包括机加环节) 分别为 5.8 万元/吨和 2.1 万元/吨。随着单晶拉棒设备供应能力提高及技术进步, 设备投资成本呈逐年下降趋势。但铸锭设备技改降本动力不足, 以及设备生产商利润空间有限, 未来设备投资成本下降速度将减缓。

图 31: 单晶取代多晶的逻辑



资料来源: 公开资料整理, 德邦研究所

单晶硅片产能不断提升, 成为主流技术。单晶凭借优越的效率+多重降本路径, 已经发展成为行业主流。在市场上占据重要地位的单晶硅厂商合计非铸锭单晶产能从 2015 年末的 12.8GW 左右增长至 2019 年末 118.6GW 左右, 复合增长率超过 70%, 单晶硅产能不断提升。2020 年, 单晶硅片 (P 型+N 型) 市场占比约 90.2%, 其中 P 型单晶硅片市场占比由 2019 年的 60% 增长到 86.9%, N 型单

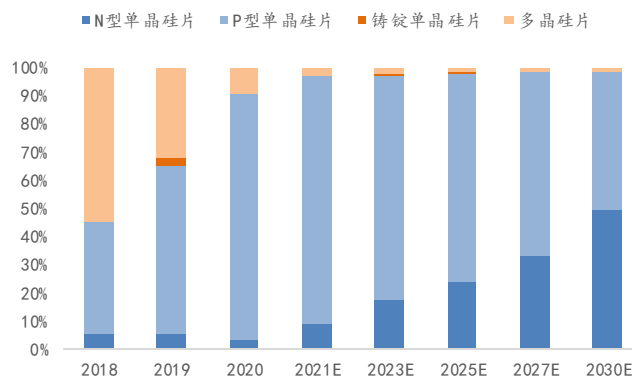
晶硅片约 3.3%。随着 TOPCON、HJT 电池技术不断成熟，下游对单晶产品的需求增大，单晶硅片市场占比也将进一步增大，且 N 型单晶硅片占比将持续提升。

图 32：2015-2020 年各年主要厂商非铸锭单晶硅片产能统计

企业名称	2015	2016	2017	2018	2019	2020
隆基	5.0	7.5	15.0	28.0	42.0	75.0
中环	4.0	7.0	15.0	25.0	33.0	52.0
晶科	-	1.0	3.5	5.7	11.5	18.0
协鑫	-	0.5	2.0	7.7	8.0	12.0
晶澳	0.8	1.7	2.6	4.5	6.1	8.3
其他	4.8	5.0	6.0	6.7	20.0	29.3
合计	12.8	20.9	42.0	75.7	118.6	192.6

资料来源：连城数控公告，德邦研究所

图 33：不同类型硅片市场占比



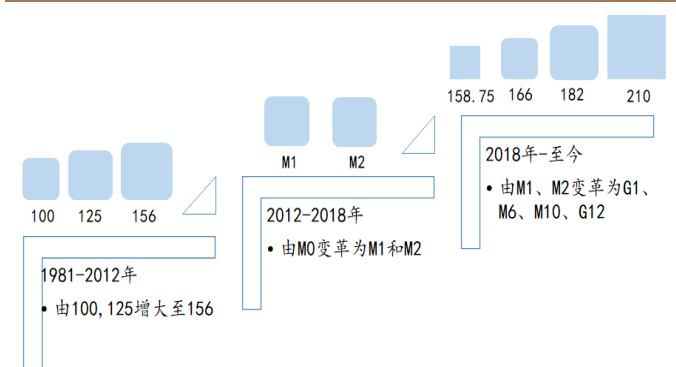
资料来源：CPIA，德邦研究所

2.2.2. 降本增效驱动下，大尺寸硅片渗透率不断提升

硅片尺寸三次变革，大尺寸硅片成发展方向。硅片尺寸的发展经历三个主要阶段，每一发展阶段都是大尺寸取代小尺寸的过程：第一阶段为 1981-2012 年，这一阶段硅片尺寸逐步由 100mm、120mm 增大至 156mm。第二阶段是 2012-2018 年，这一阶段，传统的 M0 尺寸硅片逐步变革为 M1 和 M2。第三阶段是 2018 年至今，此时不但单晶硅片逐步取代同尺寸的多晶硅片，更是有 M6、M10、M12 等大尺寸硅片不断出现。

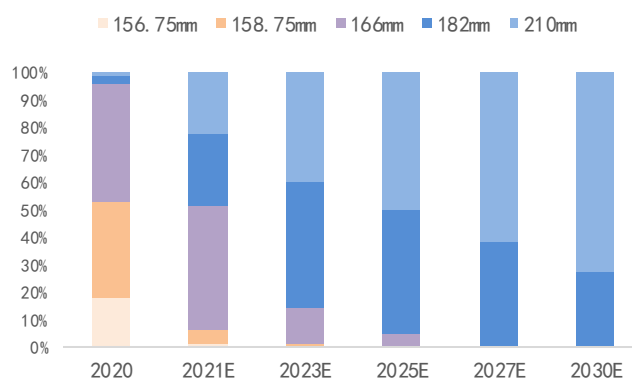
2018 年以来，市场上主要有 157.4mm、157.75mm、158.75mm、160+mm、182mm、210mm 等多种尺寸的硅片，且各占有一定的市场份额。2020 年，158.75mm 和 166mm 尺寸的硅片占比合计达到 77.8%，182mm 和 210mm 尺寸的硅片合计占比约 4.5%。根据 CPIA 预测，2023 年左右，182mm、210mm 尺寸的硅片占比合计达 86.5%，2025 年近 95%。自此，光伏硅片的尺寸变大、变薄逐渐成为各大厂商主攻的技术方向。

图 34：硅片尺寸三次变革



资料来源：宁夏小牛，德邦研究所

图 35：大尺寸硅片市场占比不断提升



资料来源：CPIA，德邦研究所

大尺寸硅片具有摊薄 BOS 成本优势。大尺寸硅片、大尺寸组件等技术均为以降低生产成本为目的的技术，其降本增效主要源于“通量价值”、“饺皮效应”和“块数相关成本下降”带来的降本效应。“通量价值”带来的降本效应即是指

硅片变大后产能增加，而相应的设备、人力等无需增加带来的降本效应。组件环节类似，产能增加带来人工折旧的摊薄。“饺皮效应”带来的降本效应主要体现在组件端及终端电站，G12相较于传统M2硅片面积增加约80%，大硅片带动组件尺寸变大，边框、焊带等的用量相应增加，同时硅片和组件尺寸变大提高了组件功率，而BOS成本增幅小于尺寸面积增幅，而由此可带来每瓦成本的节省。“块数相关成本”是指那些和组件的“块数”相关而和组件的面积大小无关的成本，例如接线盒、灌密封胶以及汇流箱等，在组件面积增大提高功率的同时，并未增加这部分成本，从而带来了降本效果。此外，大尺寸硅片可提高组件功率及转化效率，进一步降低度电成本。

表 8：大硅片降本增效主要源于“通量”及“面积周长增幅不一致”

大尺寸硅片降本反映	具体方式
通量价值	大硅片增加产能，摊薄设备、人力等成本
“饺皮”效应	大硅片提高组件尺寸和功率，BOS成本增幅小于尺寸面积增幅
块数相关	接线盒、灌密封胶以及汇流箱等与电池片块数相关的成本节约

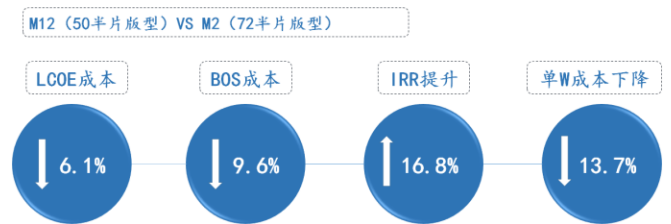
资料来源：北极星太阳能光伏网，德邦研究所

图 36：不同硅片尺寸下的典型组件版型对比

硅片尺寸	M2	M6	G12
组件版型	72 半片版型	72 半片版型	50 半片版型
组件尺寸 (mm)	992*2000	1052*2115	1123*2167
电池片数量	72	72	50
功率 (W)	380	430	480
功率提升 (W)	0	50	100
功率增幅 (%)	0.00%	13.16%	26.32%
组件效率 (%)	19.40%	19.50%	20.10%
组件效率提升 (%)	0.00%	0.10%	0.60%

资料来源：中环股份新品发布会，德邦研究所

图 37：M12 与 M2 硅片终端收益对比



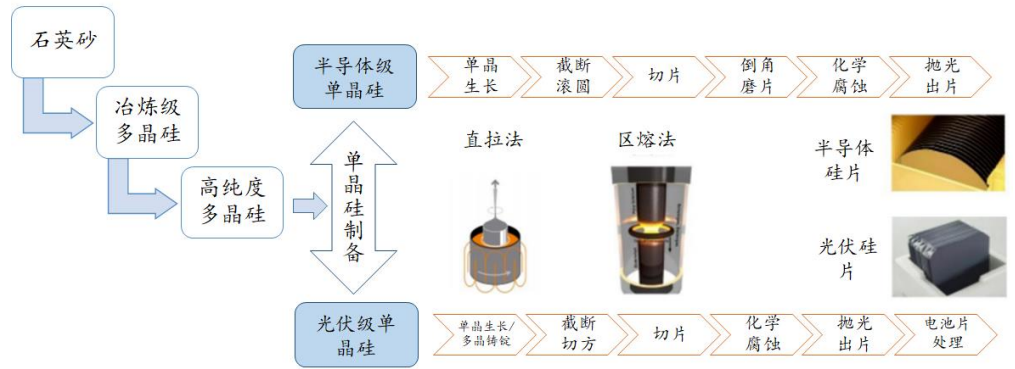
资料来源：中环股份新品发布会，德邦研究所

2.3. 装机需求提升+技术叠加换机，推动下游扩充硅片制造设备产能

2.3.1. 直拉单晶炉投资占光伏硅片生产设备超 70%，

单晶硅片生产设备包括单晶炉、切片机、截断机、开方机、磨倒一体机等。光伏硅片生产过程先经过长晶，将熔融的多晶硅料通过直拉法、区熔法等方式生长为圆柱形单晶硅棒，之后经过两头截断与四周开方形成方形的硅棒，之后进行多线切割，倒角磨片、硅片分选等步骤，形成光伏硅片。硅片生产过程需要的设备包括单晶炉、切片机、截断机、开方机、磨倒一体机等，其中单晶炉为核心设备，单GW投资约1.2亿元，在所有硅片生产设备中价值占比超70%。

图 38：硅片制造工艺及所需设备



资料来源：公司公告，德邦研究所

根据《大直径区熔硅单晶的研究与制备》，单晶硅生长炉分为：直拉法、磁控直拉法、区熔法三种工艺方案，其中直拉法是光伏硅片的主流工艺。

直拉法 (CZ) 是单晶硅棒的主流工艺。直拉法是在坩埚中将多晶料熔化，然后利用装有籽晶的提拉装置向上提拉生长单晶硅的方法。其主要工艺流程包括：化料、引晶、放肩、等径、收尾。直拉法的特点是拉出的单晶直径较大，工艺成熟，设备简单，可进行大规模生产，同时所用的多晶硅块料或颗粒料制备相对容易，具有明显的成本优势，因此，直拉硅单晶在分立器件、集成电路领域应用广泛。然而由于直拉硅单晶杂质含量高、晶体缺陷多，限制了其在制备高阻和高纯硅单晶方面的应用。

磁控直拉法 (MCZ) 是在传统直拉法基础上发展而来。这种方法是通过在直拉单晶炉主炉室外增加磁场的方式有效抑制坩埚中熔体的热对流，同时减少杂质进入晶体。磁控直拉法生长单晶硅的过程与直拉法大致相同，不同之处在于生长过程中有磁场作用。这种方法提高了单晶杂质分布均匀性和单晶硅电阻率分布均匀性，降低了单晶硅中氧的含量，能够提高晶体纯度、减少晶体缺陷。

区熔法 (FZ) 是半导体材料提纯和硅单晶生长的重要方法，包括水平和立式区熔法。这种方法主要是利用高频感应加热线圈对高纯度的多晶硅料进行局部加热，熔化区域在熔硅的表面张力和加热线圈提供的电磁托浮力的共同作用下处于悬浮状态，最后从熔区的下方利用籽晶将熔硅生长成单晶硅。主要工艺流程为多晶硅棒打磨清洗、装炉、高频电力加热、籽晶熔接、缩颈、放肩、收尾。这种方法最大的特点就是电阻率相对较高，纯度更高，能够耐高压，但是制作大尺寸晶圆较难，而且机械性质较差，所以常常应用于高压大功率器件、探测器领域，在集成电路中使用较少。

表 9：直拉法和区熔法对比

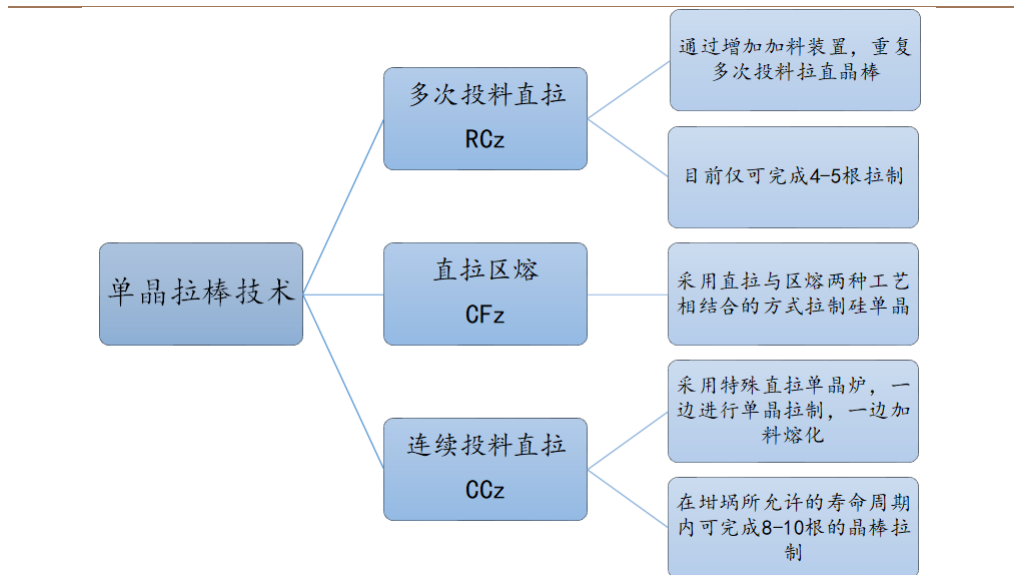
项目	直拉法	区熔法
炉子	直拉炉	区熔炉
加热方式	坩埚和石墨加热	无接触，高频感应加热
硅单晶直径	最大能生长出 $\Phi 450\text{mm}$ 单晶	最大能生长出 $\Phi 200\text{mm}$ 单晶
纯度	氧、碳含量高，纯度受坩埚污染	纯度较高
少子寿命	一般可达 $200\ \mu\text{s}$	本征寿命可达 $1000\ \mu\text{s}$
电阻率	中低电阻，轴向电阻率分布不均匀	能生产电阻率超 104 的单晶
投资	投资较小	是直拉法的数倍

优点	工艺成熟, 设备简单; 可大规模生产	纯度很高, 电学性能均匀
缺点	纯度低、电阻率不均匀	工艺繁琐, 生产成本较高; 直径小
工艺流程	化料→引晶→放肩→等径→收尾	多晶硅棒打磨、清洗→装炉→高频电力加热→籽晶熔接→缩颈→放肩→收尾
应用领域	分立器件、集成电路、太阳能电池等	高压大功率器件、探测器等

资料来源:《大直径区熔硅单晶的研究与制备》, 德邦研究所

连续投料直拉成为单晶拉棒主流技术。单晶硅的拉棒技术主要有 RCz (多次投料直拉)、CFz (直拉区熔)、CCz (连续投料直拉) 三种工艺。RCz 工艺是在传统的一炉拉一根晶棒工艺的基础上, 通过增加加料装置, 拉完一根后, 向坩锅内二次投料, 进而控制下一根晶棒。CFz 是采用直拉与区熔两种工艺相结合的方式控制硅单晶, 兼顾两者优点, 可有效降低氧含量, 提高少子寿命。CCz 采用特殊直拉单晶炉, 一边进行单晶控制, 一边加料熔化, 在坩锅所允许的寿命周期内可完成 8-10 根的晶棒控制。CCz 技术控制的单晶硅棒, 氧含量更低且更均匀、金属杂质累积速度更慢, 产品轴向电阻率分布均匀, 其波动可以控制在 10% 以内。因此, **CCz 可以有效降低单晶拉棒的时间、坩锅成本和能耗, 并且 CCz 产出晶棒电阻率更加均匀、分布更窄, 品质更高, 这使得 CCz 技术更适用于生产高效单晶硅片。**

图 39: 连续投料直拉成为单晶拉棒主流技术

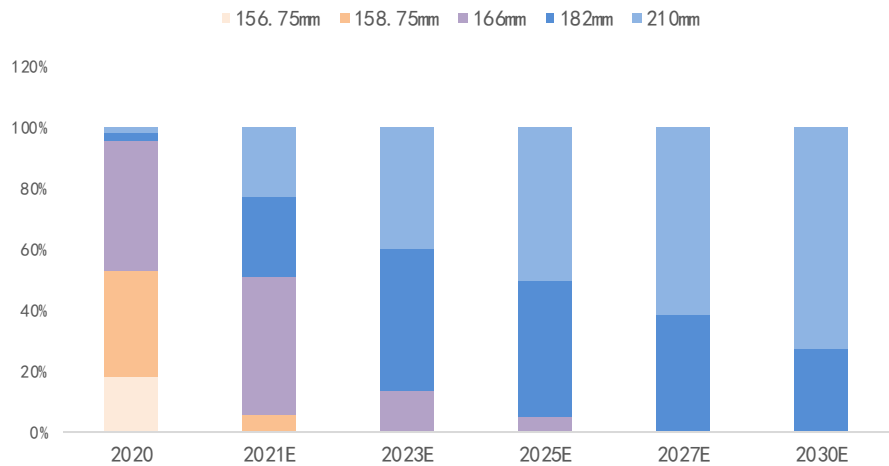


资料来源: 亚化咨询, 德邦研究所

2.3.2. 受益大尺寸硅片升级+下游需求旺盛, 硅片企业加速扩产

光伏硅片大尺寸发展 3 年为一代, 当前 210 市占率持续提升。2018-2019 年, M2 (158)、G1 (166) 逐渐兴起, 2020 年, M2 (158)、G1 (166) 仍是主流, 大尺寸硅片 M10 (18x) 和 G12 (210) 尺寸合计占比约 4.5% (存量占比, 增量占比中更高)。据 CPIA 报告预测, 大尺寸硅片占比将在 2021 年快速扩大, 或将占据半壁江山, 2021 年中环股份大尺寸硅片出货量已逐渐超越上一代尺寸。整体来看, 一代硅片生命周期大约 3 年左右, 目前 210 尺寸硅片或许在 2023 年及之后又会进入新一轮大硅片替代周期。

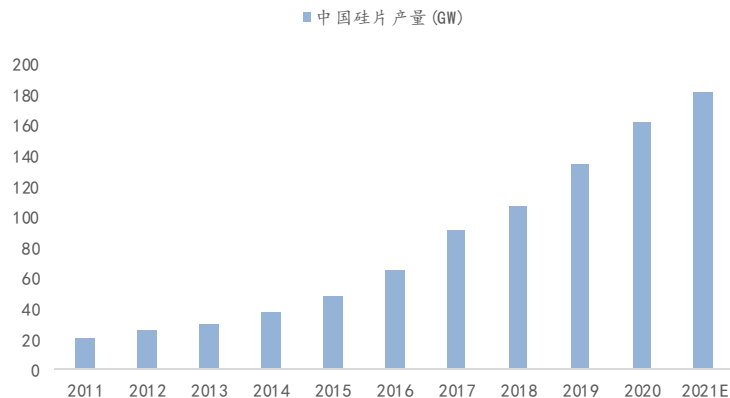
图 40: 大尺寸硅片占比逐年扩张



资料来源: CPIA, 德邦研究所

降本增效驱动下, 推动硅片企业加速扩产。根据 IHS Markit 预测, 未来几年, 中国、美国和印度将是全球最大的三个光伏市场, 2021-2024 年, 中国光伏平均新增装机超 50GW。在大尺寸硅片降本增效的优势下, 大尺寸硅片已快速获得市场青睐, 渗透率不断提升。2020 年全国硅片产量约 161.3GW, 同比增长 19.7%。其中, 排名前五企业产量占国内硅片总产量的 88.1%, 且产量均超过 10GW。根据 CPIA 预测, 随着头部企业加速扩张, 预计 2021 年全国硅片产量将达到 181GW。

图 41: 2021 年中国硅片产量有望超 180GW



资料来源: CPIA, 德邦研究所

2.3.3. 单晶炉 21-22 年市场规模合计约 450 亿元, 晶盛机电市占率约 70%

假设一、据 solarzoom 数据, 估计 2020 年全行业单晶硅片产能约为 230GW, 预计 2021-2022 年全行业大尺寸更换+单晶硅片扩产带动年新增扩产需求为 186GW、186GW, 具体扩产力度如下表所示。

表 10: 2021-2022 年硅片扩产合计规模约 372GW

单位 (MW)	2020	2021	2022
隆基	30,000	30,000	15,000
中环	25,000	40,000	40,000
晶科	8,500	12,500	7,500
晶澳	9,600	12,000	15,000
京运通	3,000	12,000	12,000
环太	3,000	10,000	15,000

上机	15,000	10,000	20,000
宇泽	1,000	-	7,000
锦州阳光	2,000	3,800	15,500
协鑫	-	6,500	-
中润	5,000	-	-
浙江砂盛	-	4,000	-
通威	-	-	15,000
高景	-	30,000	-
双良节能	-	7,000	18,000
阿特斯	3,200	8,300	-
华耀 (亿晶)	3,000	-	6,000
	108,300	186,100	186,000

资料来源: solarzoom, 德邦研究所

假设二、结合晶盛机电、高测股份、连城数控等公司公告披露, 假设单晶炉、截断机、开方机、磨倒一体机、切片机单 GW 需求量及单价为下表所列。

表 11: 单晶炉单 GW 投资约 1.2 亿元, 其他硅片加工设备单 GW 投资约 4000 万

	单晶炉	截断机	开方机	磨倒一体机	金刚线切片机	合计
需求量	80	2	6	8	12	
单价 (含税)	150	130	130	150	150	
单 GW 投资(万元)	12000	260	780	1200	1800	16040
价值占比	74.8%	1.6%	4.9%	7.5%	11.2%	100.0%

资料来源: 晶盛机电、高测股份、连城数控等公司公告, 德邦研究所测算

综上, 预计 2021-2022 年单晶炉市场空间合计约 450 亿元, 切片机市场空间合计约 67 亿元, 截断机市场规模合计约 10 亿元, 开方机市场规模合计约 30 亿元, 磨倒一体机市场规模合计约 45 亿元。

表 12: 预计 2021-2022 年单晶炉市场空间合计约 450 亿元

	2020	2021E	2022E
单晶硅片扩产 (GW)	108.3	186.1	186.0
单晶炉市场规模(亿元)	130.0	223.3	223.2
截断机(亿元)	2.8	4.8	4.8
开方机 (亿元)	8.4	14.5	14.5
磨倒一体机 (亿元)	13.0	22.3	22.3
切片机 (亿元)	19.5	33.5	33.5

资料来源: solarzoom, 晶盛机电、高测股份、连城数控等公司公告, 德邦研究所测算

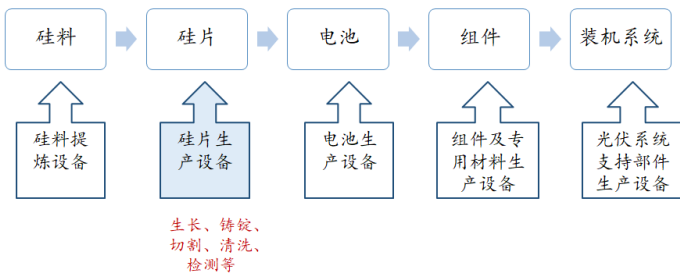
晶盛机电单晶炉市占率约 70%, 其他硅片加工设备收入逐渐放量。单晶炉行业市场集中度较高, 晶盛机电凭借多年技术积淀, 已成为行业龙头。根据我们测算, 公司在单晶炉全行业的市场份额约 70%, 连城数控主要供应隆基股份市场, 京运通等企业以自供为主。其他硅片加工设备方面, 公司设备研发迅速, 在大客户中享有较好口碑, 收入逐渐放量。未来公司有望凭借较高的市占率及单晶硅片的扩产, 订单持续放量。

2.4. 数十年技术沉淀, 成就单晶生长设备龙头

公司主营单晶硅生长设备系硅片主要生产设备。晶体硅太阳能光伏产业由高纯多晶硅原料制造、晶体硅生长和硅片生产、光伏电池制造、光伏组件封装以及光伏发电系统建设等多个产业环节组成。其中, 硅片生产的工艺步骤包括硅棒生

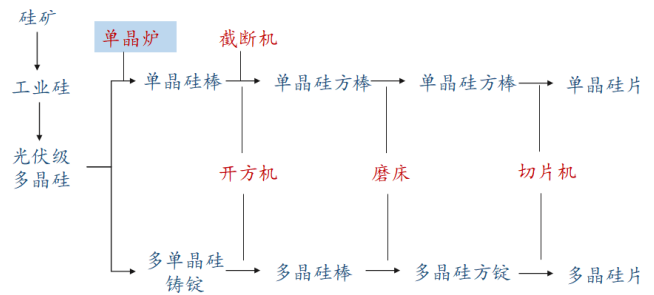
产、截断、开方、磨面倒角、切片、检测。公司主营的晶体生长设备处在产业链的硅片生产设备的前端——晶体硅的生长、铸锭环节上，是产业链中的重要一环。

图 42：太阳能光伏产业链



资料来源：公司公告，德邦研究所

图 43：公司设备覆盖光伏硅片生产全过程



资料来源：公司公告，德邦研究所

直拉单晶炉组成部分包括炉体、电器部分、热系统、水冷系统、真空系统和氩气装置六大部分。

1) 炉体由炉座、炉膛、炉顶盖、坩埚轴（也叫下轴）、籽晶轴（也叫上轴）、光学等直径测量仪以及温度监测器等部件组成。

2) 电器部分包括配电箱、控制变压器，配电箱是整个直拉单晶炉的总电源，通过它把电流输送至控制柜，加热电源通过控制柜后进入变压器，将变压后的电压输给直拉单晶炉紫铜电极。

3) 热系统由加热器、保温罩、石墨电极、石墨托碗、石墨托杆组成。强大的电流通过加热器产生高温，由保温罩保温，形成热场。

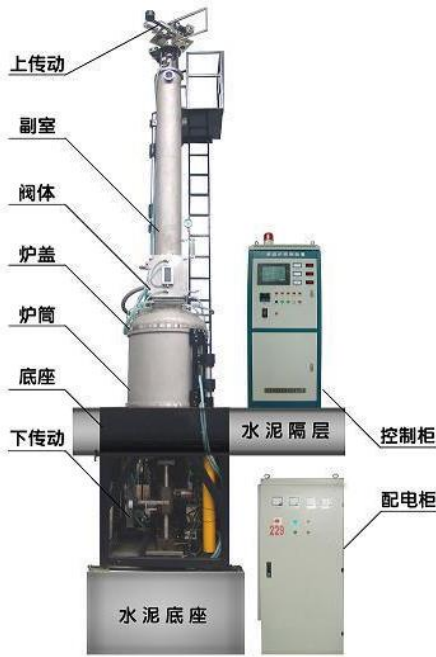
4) 水冷系统主要由进水管、水阀、水压继电器、分水箱、回水箱、和排水箱组成。用直拉单晶炉拉制硅单晶是在高温下进行的，因此炉膛、观察窗、籽晶轴、坩埚轴、紫铜电极必须进行水冷。

5) 拉晶工艺要求拉晶过程中关闭主副炉室之间的翻板阀，并使用炉室内的真空系统对副炉室进行抽真空，主要包括真空机组、真空测量仪表（真空计），其中真空机组由机械泵、真空阀门、充气阀门和真空管道组成。

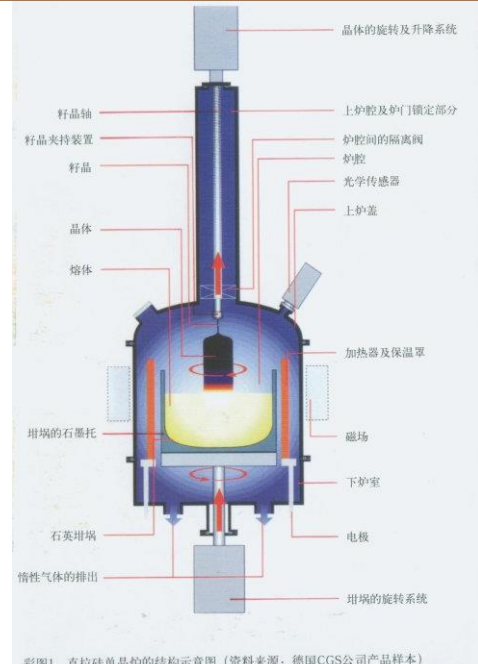
6) 直拉法拉制硅单晶时，需要高纯度的惰性气体作保护气体，一般使用高纯氩气。

图 44：单晶炉产品外部结构图

图 45：直拉单晶炉内部组成结构



资料来源：公司公告，德邦研究所



资料来源：德国 CGS 公司，德邦研究所

数十年积淀成就单晶硅生长设备龙头企业。公司自 2007 年成立之初就致力于研发生产晶体硅生产设备，成功研制出国内首台全自动直拉式单晶硅生长炉，突破了高端单晶硅生长炉设备长期被国外大型企业垄断的产业格局。其后的数十年里，公司不断进行技术和产品创新，丰富产品规格种类，适应市场需求，积极推进大尺寸单晶炉的研发。目前公司研制的新一代光伏单晶炉可兼容 36-40 英寸更大热场，具备更大的投料量能力，更高的自动化生产技术特点。2020 年度，公司销售晶体硅生长设备 1804 台，营业收入达 26.2 亿元，全球市占率排名第一，占据了大部分高端市场份额，成为当之无愧的单晶硅生长设备龙头企业。

表 13：2007 年以来，晶盛机电晶硅生长设备研发不断突破

时间	研发成果
2007 年 4 月	成功研制出国内首台全自动直拉式单晶硅生长炉（TDR80A-ZJS 型）控制晶棒直径 6-8 英寸，最大投料量 60kg。
2008 年 3 月	成功研发出国内规格最大的全自动直拉式单晶硅生长炉（TDR120A-ZJS 型），该产品单炉最大投料量达 260kg，可控制 12~16 英寸的大直径单晶硅棒。
2008 年 8 月	成功研发出重掺半导体级全自动直拉式单晶硅生长炉（TDR80B-ZJS 型），专门用于生产低电阻率的重掺半导体晶体硅材料。
2009 年 9 月	研制出应用水冷夹套技术的 TDR95A-ZJS 型单晶硅生长炉，该产品能够提高晶体生长速度 30%，缩短拉晶周期约 15%，降低拉晶单位能耗 20% 左右。
2010 年 6 月	通过研制连续投料、热屏提升、外部离线装料等新技术装置，公司生产的单晶硅生长炉（TDR100A-ZJS 型等）具备实现单炉次生长多根单晶硅棒的功能。
2012 年 8 月	成功研制 TDR130A-ZJS 型全自动单晶硅生长炉，控制晶棒直径 12-18 英寸，配置 32 英寸热场，投料量 290kg。
2013 年	成功研制直拉区熔法（简称“CFZ 法”）晶体新型专用单晶炉，平均拉晶速度达到 1.8mm/min，比传统设备拉晶速度提高了 35%，月产能较传统设备提高近 25%，晶棒成本下降 40% 以上。
2015 年	新一代区熔硅单晶炉，改进了设计，加大了投料量，采用多个 CCD 技术，实现了远程操作并提高了自动化水平，其主要技术指标达到了国际先进水平，打破了国外垄断的格局。
2017 年	公司成功研制 TDR150A-ZJS 型全自动单晶硅生长炉，控制晶棒直径 12-18 英寸，最大投料量 400kg。
2019 年	公司成功研发新一代光伏单晶炉，该设备可容纳更大热场，具备更大投料量能力，可满足 G12 硅棒的全自动生长，已向市场批量供应。
2020 年	研制的新一代光伏单晶炉可兼容 36-40 英寸更大热场，具备更大的投料量能力，更高的自动化生产技术特点，采用车间大数据采集系统、远程集中控制系统等多项先进技术，设备规模化操控水平较以前大幅提高，实现车间智能化管理

资料来源：公司公告，德邦研究所

紧跟市场需求，热场尺寸增加，单晶炉投料量增加。在硅片生产过程中，热产越大，投料量越大，稳定性、均一性也会更好，再加上相应配套的设备和工艺，

能够一定程度上提升硅片良率。公司适应市场降本增效的需求,不断研发创新,研发生产的光伏单晶炉从起初的 60kg 投料量、12-14 寸热场发展到现在的 1100kg 投料量、36-42 寸热场,产品不断更新换代。

表 14: 晶盛机电光伏单晶炉装料量与热场尺寸不断增加

炉型	TDR70A	TDR85A	TDR100A	TDR105S	TDR110S	TDR115P	TDR120S	TDR140A	TDR160A
装料量	60kg	90kg	120-150kg	250-300kg	250-300kg	250-300kg	350-450kg	400-450kg	1100kg
热场尺寸	12"-14"	18"-20"	22"-24"	26"-28"	26"-28"	26"-28"	28"-32"	28"-36"	36"-42"

资料来源: 2019 年求是缘半导体设备材料论坛, 德邦研究所

深度绑定优质客户, 与中环等客户合作紧密。公司与下游中环股份、晶科能源、上机数控等企业保持密切合作, 近几年均有重大销售合同签订。其中, 公司与中环股份渊源颇深, 合作涉及光伏、半导体等多领域。公司向中环股份 2018-2020 年平均销售占比达 35%, 2019 年更是高达 45.6%。**2020 年新签订光伏设备订单超过 60 亿元, 2021 年 1-8 月新签订单据我们测算预计约 140 亿元。**2021Q1 公司与中环协鑫签订 16.2 亿元全自动晶体生长设备合同, 2.0 亿元单晶硅棒加工设备合同; 与中环光伏签订 2.7 亿元切线机设备合同, 2021 年 8 月公司与宁夏中环签订 61 亿元晶体生长炉订单, 双方合作密切。

表 15: 公司近三年大额合同统计

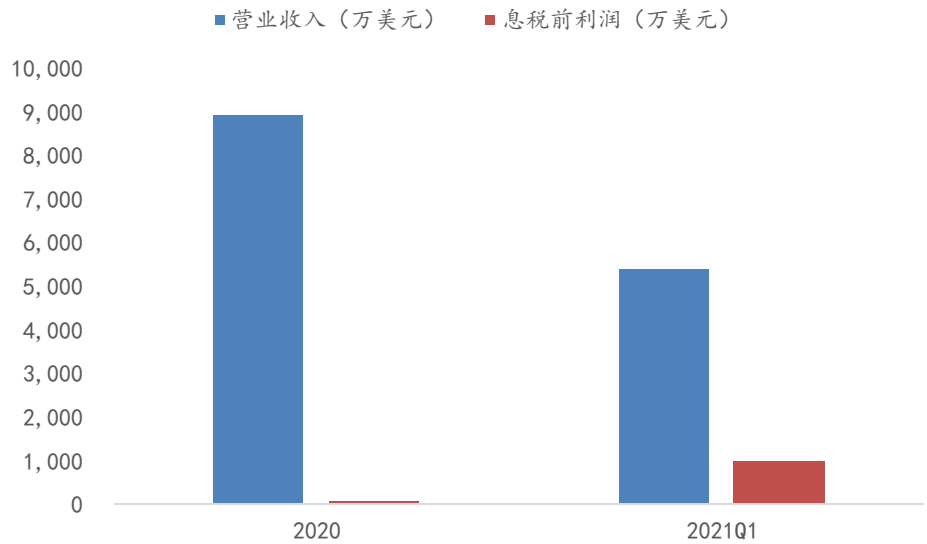
时间	交易方	合同标的	合同金额 (万元)
2021.8	宁夏中环	全自动晶体生长炉	608256
2021.3	中环协鑫	全自动晶体生长炉	161826
2021.3	中环协鑫	单晶硅棒加工设备	19394
2021.3	中环光伏	线切机设备	26680
2020.6	中环协鑫	全自动晶体生长炉	26680
2020.6	中环协鑫	单晶硅截断机	1710
2019.12	中环协鑫	全自动晶体生长炉	120960
2019.12	中环协鑫	单晶硅棒切磨处理一体机	19800
2019.11	中环协鑫	单晶硅截断机	1710
2019.6	上机数控	全自动单晶炉	43577.6
2019.5	上机数控	全自动单晶炉	11808
2019.7	晶科能源	单晶炉及配套设备	59450
2019.5	晶科能源	单晶炉及配套设备	8700
2019.4	晶科能源	单晶炉及配套设备	27260

资料来源: 公司公告, 德邦研究所

2.5. 携手应用材料成立子公司, 向光伏电池设备进军

携手应用材料成立子公司, 拓展丝网印刷、晶片检测业务。2021 年 7 月 31 日, 公司发布公告称与应用材料香港共同成立合资公司科盛装备, 晶盛机电持有 65% 的股份, 同时公司出资 12000 万美元收购应用材料公司旗下位于意大利的丝网印刷设备业务、位于新加坡的晶片检测设备业务以及上述业务在中国的资产。公司购买标的资产主要从事用于光伏、制药、医疗保健 (包括医疗器械)、消费电子和汽车行业的丝网印刷、叠瓦、检测设备的开发、制造、销售、安装和服务 (包括清洁) 和解决方案。**公司收购的丝网印刷设备和晶片检测设备相关的业务 2020 年营业收入为 8943.2 万美元; 息税前利润为 81.4 万美元; 2021Q1 营业收入为 5408.2 万美元, 息税前利润为 981.9 万美元。**

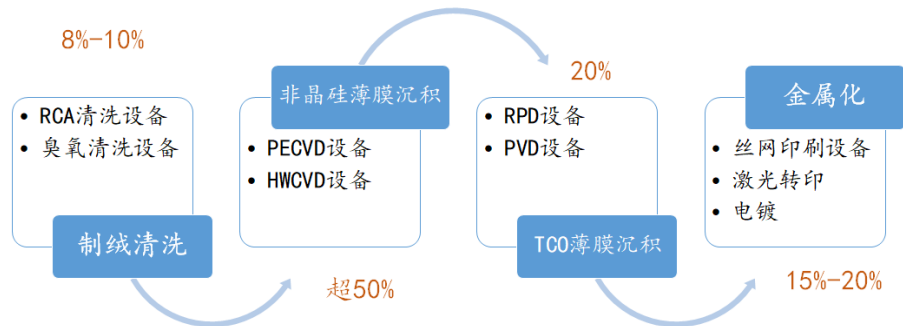
图 46: 公司收购标的丝网印刷和晶片检测设备业务的财务情况



资料来源：公司公告，德邦研究所

丝网印刷是电池片制备环节的核心设备，在 HJT 电池设备环节中投资价值占比 15%-20%。在 2015 年以前，全球的丝网印刷市场几乎被 Baccini 垄断，公司通过此次收购，有望依托于 Baccini 公司在丝网印刷领域的技术积累，快速从硅片环节拓展至电池片环节。晶片检测是对硅片的外观、性能等进行检测，是硅片制造完成以后一个非常关键的步骤。

图 47：丝网印刷是电池片制备环节的重要设备



资料来源：北极星太阳能光伏网，德邦研究所

3. 半导体领域：乘风而上，争做半导体行业领先设备企业

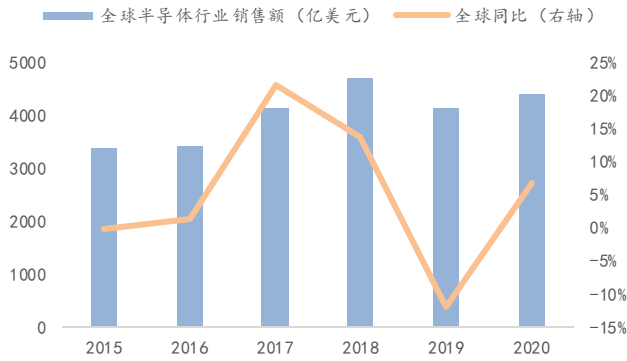
3.1. 政策利好，半导体行业发展前景广阔

全球半导体行业总体呈波动上升趋势。半导体产业是信息技术产业的核心，是推动传统工业转型升级和实现工业智能化转变的物质支撑，是支撑经济社会发展和保障国家安全的战略性、基础性和先导性产业。2015 年以来，全球半导体产业呈现波动上升的发展态势，2020 年市场规模达 4403.9 亿美元。2018 年全球半导体行业销售额 4687.8 亿美元，同比增长 13.7%。

政策加持下，国内半导体行业不断发展。我国政府同样高度重视半导体产业

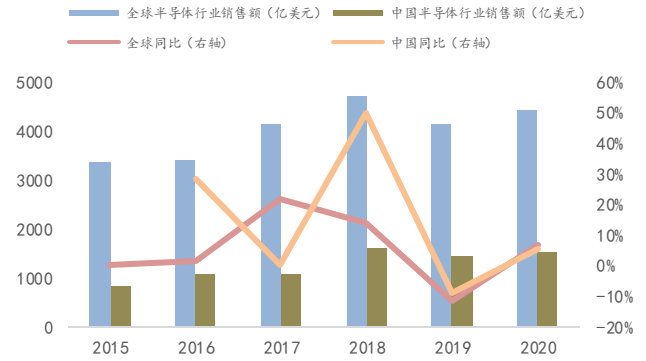
发展，2014 年国务院印发《国家集成电路发展推进纲要》意味着政府将半导体产业发展上升为国家发展战略层面。同时又成立了领导小组和国家级的半导体产业基金，半导体产业发展进入新阶段。2008 至 2018 年，中国半导体行业在国家产业政策、下游终端应用市场发展的驱动下迅速扩张，占全球半导体行业的比重从 18.2% 上升至 33.7%，在全球半导体行业中的重要性日益上升；2018 年中国半导体行业销售额 1581.0 亿美元，同比增长 49.7%。

图 48：2020 年全球半导体行业销售额达 4403.9 亿美元



资料来源：WSTS，德邦研究所

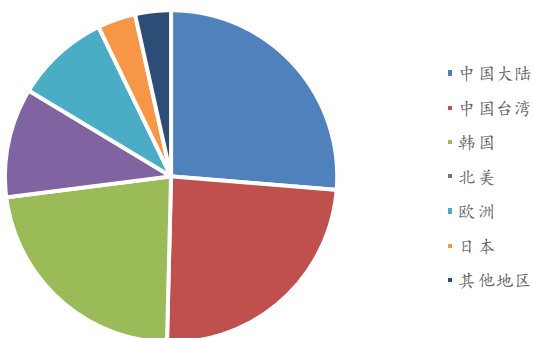
图 49：2020 年中国半导体行业销售额占全球比重为 34.2%



资料来源：WSTS，德邦研究所

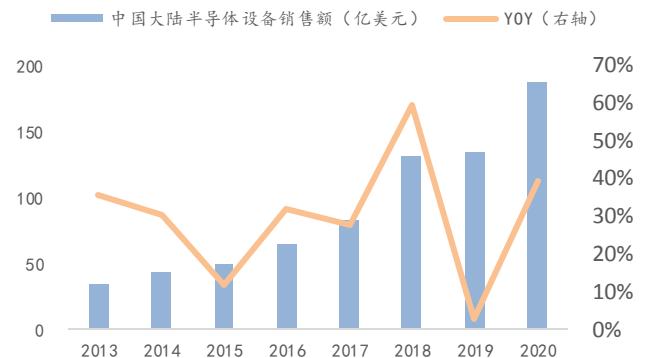
中国半导体产业具有广阔的发展空间。与世界其他国家相比，中国半导体产业发展还有很大的上升空间，2020 年全球半导体厂商销售额前十名美国企业 6 家，韩国企业 1 家，德国和中国台湾企业各 1 家，大陆企业无一上榜。与此同时，据 WSTS 统计及日本半导体设备制造装置协会统计，2020 年中国大陆半导体销售额及设备销售额均位列全球第一。据中国电子专用设备工业协会的统计数据，2020 年国产半导体设备销售额仅约 213 亿元，自给率约为 17.5%，如仅考虑集成电路设备，国内自给率仅有 5% 左右，在全球市场仅占 1-2%。市场广阔与国产化率较低之间的矛盾成为制约国内半导体行业亟需解决的重要问题，也说明半导体市场国产化自给供应仍有不小潜力。

图 50：2020 全球半导体设备销售额中国大陆占比 26.3%



资料来源：日本半导体设备制造装置协会，德邦研究所

图 51：2020 中国大陆半导体设备销售额达 187.2 亿美元



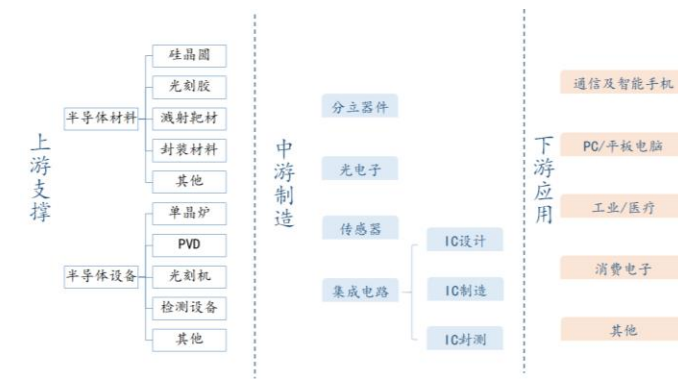
资料来源：日本半导体设备制造装置协会，德邦研究所

集成电路产业政策利好，销售额逐年增长，带动上游半导体材料、设备产业发展。半导体产业按产品类别可分为集成电路、光电子器件、分立器件和传感器四类，其中集成电路系半导体行业中增速最快、占比最高的行业。在国际贸易摩擦加剧的背景下，我国对集成电路产业加大了政策扶持力度，尤其是 2020 年国务院印发的《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》意味

着集成电路产业有望迈进新的“黄金十年”。这一政策给集成电路产业提供了全面的政策支持，涵盖了财税、投融资、研发、进出口、人才、知识产权等 8 个方面，总计出台了 40 条支持政策。

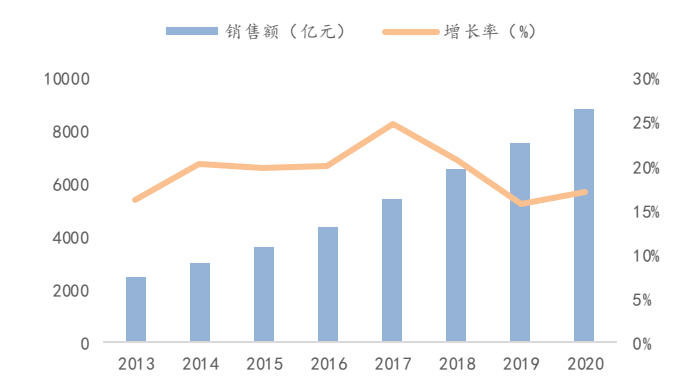
根据 CSIA 统计，2020 年中国集成电路销售额达 8848 亿元，七年间销售额翻了三倍，实现了 19.7% 的 CAGR。集成电路产业的利好政策以及广阔的市场空间将推动上游半导体材料、半导体设备的发展，加速我国半导体材料国产替代，带动设备需求的不断增长，这样的历史契机势必为我国半导体设备企业带来发展机会。

图 52：设备与材料是半导体产业链基石



资料来源：中商产业研究院，德邦研究所

图 53：2020 年中国集成电路销售额 8848 亿元，同比+17%



资料来源：CSIA，德邦研究所

表 16：我国集成电路产业获得多项政策支持

时间 (Time)	文件名 (File Name)	主要内容 (Main Content)
2014 年	国务院《国家集成电路发展推进纲要》	部署了集成电路产业 2015、2020、2030 的发展目标
2018 年	财政部等《关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知》	是在 2012 年税收优惠政策基础上的延续和升级，提高了对新设集成电路生产企业或项目制成节点的要求。
2020 年	国务院《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》	涵盖了财税、投融资、研发、进出口、人才、知识产权等 8 个方面，总计出台了 40 条支持政策。
2021 年	全国人大《“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》	加强科技前沿领域攻关，注重集成电路设计工具、重点装备和高纯靶材等关键材料研发。

资料来源：政府官网，德邦研究所

3.2. 半导体硅片国产化进程加快，硅片设备企业迎来发展机遇

3.2.1. 全球半导体硅片行业波动发展，中国市场发展空间广阔

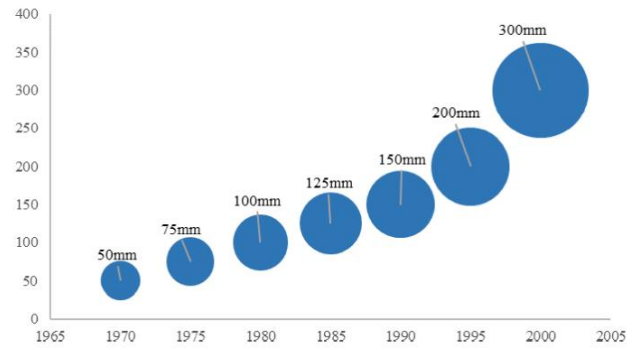
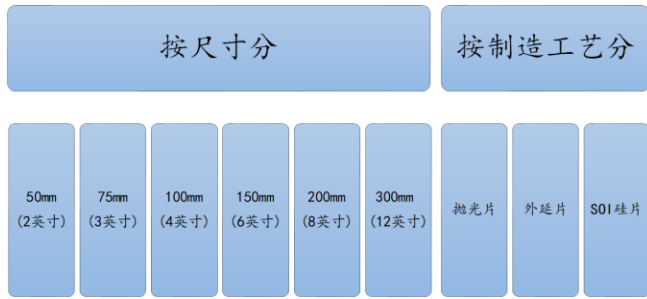
全球半导体硅片市场最主流的产品规格为 8 英寸和 12 英寸硅片，2018 年两种硅片尺寸合计占比接近 90%。

按尺寸分：半导体硅片主要有 50mm (2 英寸)、75mm (3 英寸)、100mm (4 英寸)、150mm (6 英寸)、200mm (8 英寸) 与 300mm (12 英寸) 等规格。目前，全球市场主流的产品是 8 英寸、12 英寸的半导体硅片，下游芯片制造行业的设备投资也与 8 英寸、12 英寸规格相匹配。

按制造工艺分：半导体硅片主要可以分为抛光片、外延片与以 SOI 硅片为代表的高端硅基材料。单晶硅锭经过切割、研磨和抛光处理后得到抛光片。抛光片经过外延生长形成外延片，抛光片经过氧化、键合或离子注入等工艺处理后形成 SOI 硅片。

图 54：半导体硅片可按照尺寸与制造工艺分类

图 55：半导体硅片尺寸不断变大



资料来源：沪硅产业招股说明书，德邦研究所

资料来源：《芯片制造》，德邦研究所

表 17：抛光片、外延片、SOI 硅片主要区别

硅片类型	工艺特点	应用领域
抛光片	抛光工艺可去除加工表面残留的损伤层，实现半导体硅片表面平坦化，并进一步减小硅片的表面粗糙度以满足芯片制造工艺对硅片平整度和表面颗粒度的要求。	可直接用于制作半导体器件，广泛应用于存储芯片与功率器件等，也可作为外延片、SOI 硅片的衬底材料。
外延片	外延技术可以减少硅片中因单晶生长产生的缺陷，具有更低的缺陷密度和氧含量。通常在低电阻率的硅衬底上外延生长一层高电阻率的外延层，可以提高器件的击穿电压。	常在 CMOS 电路中使用，如通用处理器芯片、图形处理器芯片等。应用于二极管、IGBT（绝缘栅双极型晶体管）等功率器件的制造，在工业电子、汽车电子等领域广泛使用。
SOI 硅片	在顶层硅和支撑衬底之间引入了一层氧化物绝缘埋层。通过绝缘埋层实现全介质隔离，这将大幅减少硅片的寄生电容以及漏电现象，并消除了门锁效应。	适合应用在要求耐高压、耐恶劣环境、低功耗、集成度高的芯片上，如射频前端芯片、功率器件、汽车电子、传感器以及星载芯片。

资料来源：沪硅产业招股说明书，德邦研究所

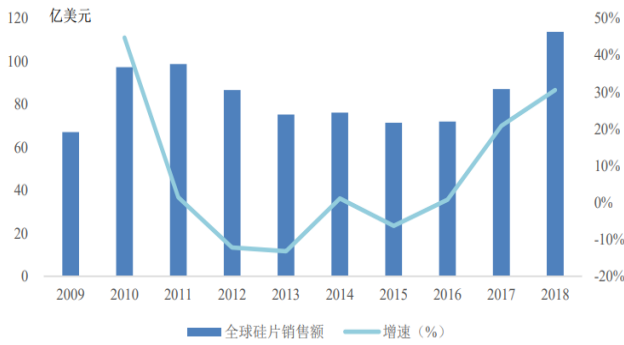
全球半导体硅片呈波动发展态势，大尺寸出货面积占比不断提升。半导体行业与全球宏观经济形势紧密相关，其发展过程可分为以下几个阶段：

- 1) 全球半导体硅片行业在 2009 年受经济危机影响较为低迷，出货量与销售额均出现下滑；
- 2) 2010 年由于智能手机放量增长，硅片行业大幅反弹。
- 3) 2011 年至 2016 年，全球经济逐渐复苏但依旧较为低迷，硅片行业亦随之低速发展。
- 4) 2017 年以来，受益于半导体终端市场需求强劲，下游传统应用领域计算机、移动通信、固态硬盘、工业电子市场持续增长，新兴应用领域如人工智能、区块链、物联网、汽车电子的快速发展，半导体硅片市场规模不断增长，并于 2018 年突破百亿美元大关。

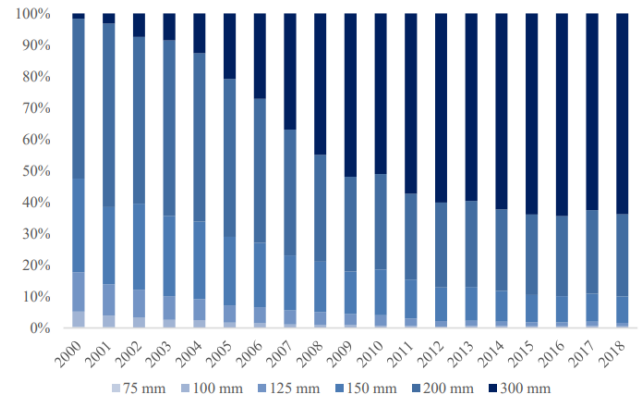
目前全球半导体硅片市场最主流的产品规格为 8 英寸硅片和 12 英寸硅片，两种尺寸硅片合计占比接近 90%。从 2009 年起，12 英寸半导体硅片逐渐成为全球硅片市场的主流产品，产量明显呈增长趋势，至 2018 年，12 英寸硅片市场份额达 63.8%。考虑到在模拟芯片、传感器及功率器件等领域，用 8 英寸硅片制作成本最低，2011 年以来，8 英寸半导体硅片出货量基本保持稳定，至 2018 年，8 英寸硅片市场份额达 26.1%。

图 56：全球半导体硅片市场规模（不包括 SOI 硅片）

图 57：大尺寸半导体硅片出货面积占比不断提升(包括 SOI 硅片)



资料来源: SEMI, 德邦研究所



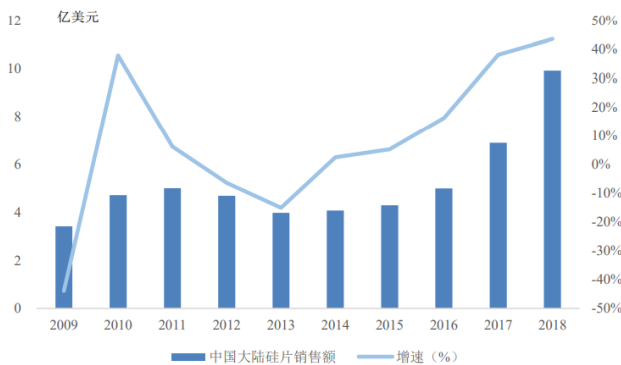
资料来源: SEMI, 德邦研究所

中国大陆半导体硅片市场 2013 年后进入飞速发展时期。2008 年至 2013 年, 中国大陆半导体硅片市场发展趋势与全球半导体硅片市场一致。2014 年起, 随着中国各半导体制造生产线投产、中国半导体制造技术的不断进步与中国半导体终端产品市场的飞速发展, 中国大陆半导体硅片市场步入了飞跃式发展阶段。2016 至 2018 年, 中国大陆半导体硅片销售额从 5.0 亿美元上升至 9.9 亿美元, CAGR 高达 40.9%, 远高于同期全球半导体硅片的年均复合增长率 25.7%。

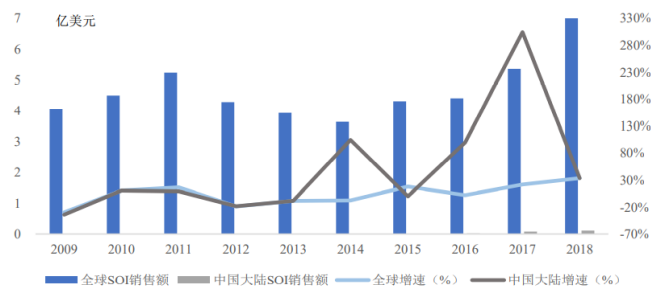
中国大陆 SOI 硅片市场规模有较大发展空间, 增速可观。作为特殊硅基材料, SOI 硅片生产工艺更复杂、成本更高、应用领域更专业, 全球范围内仅有 Soitec、信越化学、环球晶圆、SUMCO 和沪硅产业等少数企业有能力生产。而在需求方面, 中国大陆芯片制造领域具备 SOI 芯片生产能力的企业并不多, 因此中国 SOI 硅片产销规模较小。但近几年中国大陆 SOI 市场发展速度远超同期全球 SOI 市场发展速度。2016 至 2018 年全球 SOI 硅片市场销售额从 4.4 亿美元增长至 7.2 亿美元, CAGR 达 27.5%; 同期, 中国 SOI 硅片市场销售额从 0.02 亿美元上升至 0.11 亿美元, CAGR 达 132.5%, 增速远超全球 SOI 市场。

图 58: 中国大陆半导体硅片市场 2013 年后进入飞速发展时期

图 59: 全球与中国大陆 SOI 硅片市场规模



资料来源: SEMI, 德邦研究所



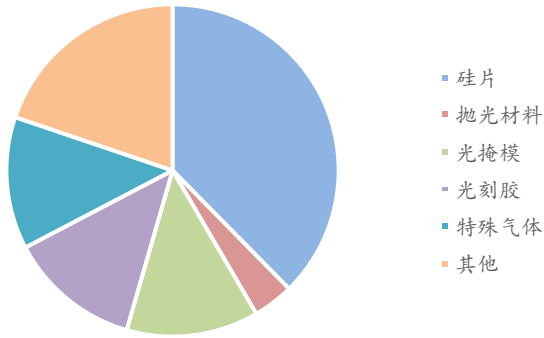
资料来源: SEMI, 德邦研究所

3.2.2. 半导体硅片国产替代空间大, 设备企业有望从中获利

半导体硅片仍以进口为主, 国产化进程有待加快。在全球半导体材料市场中, 硅片占比 38%, 占据较高份额。2018 年全球半导体硅片市场份额前五企业分别为日本信越 Shin-Etsu、日本胜高 SUMCO、中国台湾环球晶圆、德国世创 Siltronic 和韩国 LGSiltron/SKGroup, 合计市场份额超过 90%, 市场集中度较高。

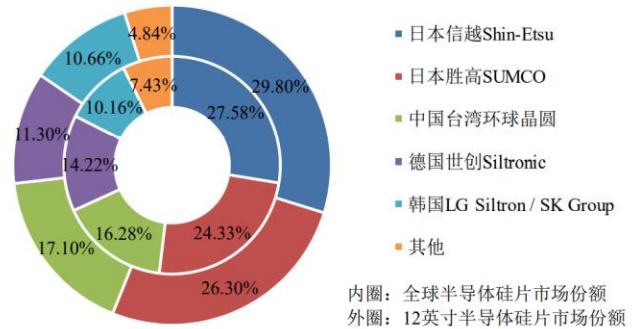
从尺寸参数来看，目前国际领先的半导体级单晶硅片生产企业在 12 英寸领域的生产技术已较为成熟，研发水平已达到 18 英寸。我国尚处于攻克 8 英寸和 12 英寸轻掺低缺陷硅片规模化生产技术难关的阶段，上述两种大尺寸硅片国产化相关技术尚待实现突破。在中国大陆地区，半导体硅片企业主要生产 6 英寸及以下的半导体硅片，基本可实现国产替代；仅有少数几家企业如沪硅产业、中环股份等具有 8 英寸和 12 英寸半导体硅片的生产能力。

图 60：硅片占半导体材料市场比重排名第一



资料来源：semi，德邦研究所测算

图 61：2018 年全球半导体硅片行业市场结构高度集中



资料来源：连城数控招股书，德邦研究所

国内大规模兴建晶圆厂，引发半导体硅片需求持续攀升。随着半导体产业从发达国家和地区向中国逐步转移，2018 至 2019 年，中国大陆迎来晶圆产线投资高峰期，国内 8 英寸产线投资以及 12 英寸产线投资均创多年内新高。据国际半导体设备和材料协会 (SEMI) 数据，2017 至 2020 年间投产的前端半导体晶圆厂达 62 座，其中 26 座设于中国大陆，占全球总数 42%。中国大规模兴建晶圆厂，将引发硅片市场需求规模及半导体设备需求规模的持续增长。

需求持续攀升+国产化供给不足，半导体硅片发展前景广阔。需求方面，根据高测股份招股说明书对中国大陆半导体制造产线的梳理，基于目前产能、未来计划产能、以及投资额度测算，晶圆制造厂对 12 寸硅片的需求为 2019 年约 60 万片/月，折合 720 万片/年；到 2023 年需求约 500 万片/月，折合 6000 万片/年。供给方面，据连城数控招股说明书，截至 2019 年 6 月，6 英寸硅片国产化率超过 50%，8 英寸硅片国产化率 10%，12 英寸硅片国产化率小于 1%。预计未来中国 12 英寸硅片年需求缺口至少为 500 万片。

表 18：在中国半导体硅片企业产能情况

企业名称	目前产能 (万片/月)		规划产能 (万片/月)		投资额	地点
	8 寸	12 寸	8 寸	12 寸		
硅产业	24	10	36	60	100 亿元以上	上海
超硅半导体	12	3	50	90	200 亿元以上	上海/重庆/成都
中环半导体	30	2	100	50	200 亿元以上	天津/无锡
金瑞泓	-	-	53	40	213 亿元	浙江/衢州
有研半导体	-	-	23	30	80 亿元	德州
中芯晶圆	-	-	35	20	69 亿元	杭州
宁夏银和	-	-	50	20	90 亿元	宁夏
合晶硅材料	-	-	20	20	57 亿元	郑州
安徽易芯	-	-	-	15	30 亿元	安徽
中晶嘉兴	-	-	-	100	100 亿元	嘉兴
其他	-	-	-	220	400 亿元	-

合计 66 15 366 665 1500 亿元以上 -

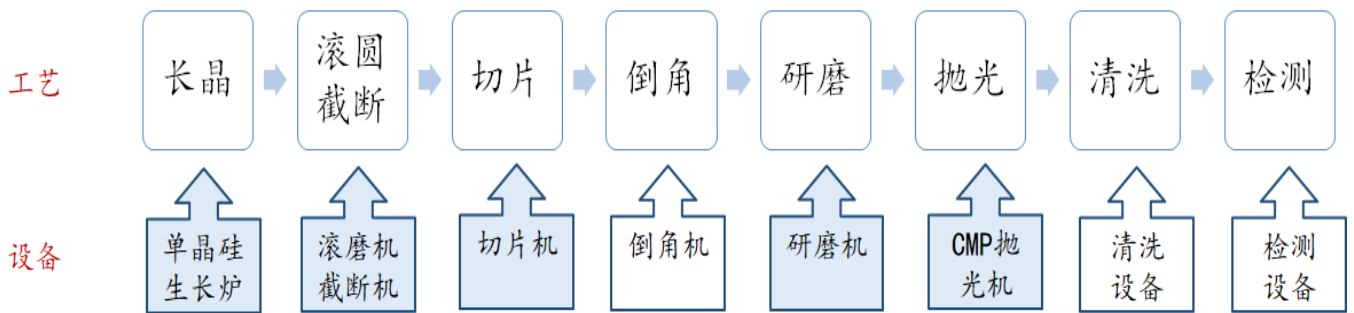
资料来源：高测股份招股书，德邦研究所

3.3. 覆盖半导体长晶、切片、抛光、外延四大环节，核心客户持续突破

3.3.1. 半导体设备覆盖长晶、切片、抛光、外延四大环节，研发成果显著

公司设备覆盖了以单晶硅生长、切片、抛光、外延四大核心装备为主的半导体硅材料设备体系。半导体硅片生产环节包括长晶、滚圆截断、切片、倒角、研磨、抛光、清洁、检测等八个环节，每个环节都配有相应的设备。公司半导体领域产品覆盖长晶、切片、抛光、外延四大核心装备，目前基本实现 8 英寸晶片端长晶到加工的全覆盖，且已实现量产和批量出货；12 英寸单晶硅生长炉、滚磨设备、截断设备、研磨设备、边缘抛光设备已通过客户验证，并取得良好反响，12 英寸单晶硅生长炉及部分加工设备已实现批量销售，其他加工设备也陆续客户验证中，取得半导体材料装备的领先地位。

图 62：公司设备覆盖了以单晶硅生长、切片、抛光、外延四大核心装备



资料来源：公司公告，德邦研究所

表 19：公司半导体领域研发不断突破

时间	研发成果
2007 年	成功研制出国内首台全自动直拉式单晶硅生长炉，并销售给有研半导体，成为其采购的首台国产全自动单晶硅生长炉设备，突破了高端单晶硅生长炉设备长期被国外大型企业垄断的产业格局。
2008 年	成功研发出重掺半导体级全自动直拉式单晶硅生长炉（TDR80B-ZJS 型），专门用于生产低电阻率的重掺半导体晶体硅材料，并供应给全球十大半导体硅晶圆材料供应商之一的合晶科技股份有限公司，成功进入全球高端半导体材料设备供应商行列。
2011 年	研制出前开门式连续加料的全自动单晶硅生长炉（TDR100B-ZJS 型），专门用于生产低电阻率的重掺半导体晶体硅材料。
2015 年	成功研制直拉区熔法（简称“CFZ 法”）晶体新型专用单晶炉，为客户解决进口昂贵的多晶棒料问题，并在 2015 年 4 月 22 日通过了由中国电子材料协会半导体分会组织的专家鉴定
2016 年	成功研发了半导体设备全自动晶体滚磨一体机，继续加大对半导体后道加工设备的布局，对半导体单晶硅棒滚磨一体机、截断机等设备加大研发力度，进一步丰富半导体加工设备类别。
2017 年	与中环合资成立中环领先半导体，参股 10%。成功研发 12 英寸硅片用半导体级超导磁场单晶硅生长炉。
2018 年	成功研发出 6 英寸 SiC 晶体生长炉。
2019 年	成功研发适用 G12 硅片的多种设备：8-12 英寸硅片用双面研磨机；6-8 英寸硅片用抛光机；实现 8 英寸半导体硅片生长、切片、抛光、外延加工设备全覆盖。
2020 年	成功研发国内首台 8 英寸硬轴直拉单晶炉；12 英寸半导体单晶炉已在国内知名客户中产业化应用；研发出 8 英寸、12 英寸两款半导体硅片边缘抛光机；成功研制出 12 寸硅片双面抛光机；成功研制出 12 寸硅片双面抛光机；成功研制出 8 寸炉管设备；第三代半导体 SiC 长晶炉及外延设备，已完成技术验证；已向客户批量销售 32 英寸合成坩埚，并研发了 36 英寸石英坩埚。

资料来源：公司公告，德邦研究所

专注设备研发，半导体领域产品不断更新换代。公司自成立以来一直以技术创新作为持续发展的动力源泉，不断开发具有完全自主知识产权的设备。在半导体设备领域，2007 年公司成功研制出国内首台全自动直拉式单晶硅生长炉，并销售给有研半导体，成为其采购的首台国产全自动单晶硅生长炉设备，突破了高

端单晶硅生长炉设备长期被国外大型企业垄断的产业格局。2008 年公司成功研发出重掺半导体级全自动直拉式单晶硅生长炉，专门用于生产低电阻率的重掺半导体晶体硅材料，并供应给全球十大半导体硅晶圆材料供应商之一的合晶科技股份有限公司，成功进入全球高端半导体材料设备供应商行列。此后公司陆续在各环节有适应市场需求、技术水平领先的设备推出，实现了 8-12 英寸大硅片制造用晶体生长及加工装备的国产化。

表 20：公司半导体主要设备及最新进展

设备名称	最新进展
半导体硅单晶生长设备	成功研发国内首台 8 英寸硬轴直拉硅单晶炉；12 英寸半导体单晶炉已经在国内知名客户中产业化应用。
半导体硅加工设备	研发出 8 英寸、12 英寸两款半导体硅片边缘抛光机，并通过客户验证。成功研制出 12 英寸硅片双面抛光机，现已在客户端验证。
硅外延设备	8 英寸硅外延炉已通过部分客户产品性能测试，技术验证通过，各项技术指标达到进口设备同等水平。
碳化硅晶体生长炉	成功研发出 6 英寸 SiC 晶体生长炉。
碳化硅外延设备	研发的 6 英寸碳化硅外延设备，兼容 4 寸和 6 寸碳化硅外延生长，已成功实现销售

资料来源：公司公告，德邦研究所

热场尺寸增加，半导体单晶炉投料量不断增加，配套磁场不断升级。与光伏领域单晶炉类似，半导体单晶炉在发展的过程中随着热场尺寸的增加，投料量不断增加。目前公司半导体单晶炉可以兼容 28-36 寸的热场，投料量达到了 300-450kg，12 英寸半导体单晶炉已经在国内知名客户中产业化应用，通过超导磁场应用、晶体拉速控制、熔体液位控制等关键技术应用，有效保证工艺运行稳定性，并通过客户技术验证和形成销售。公司研发的 8 英寸硬轴直拉硅单晶炉，解决了动密封、抗震动、轴水冷等诸多技术难题，可以有效改善晶体径向均匀性。并在 2020 年 8 月由公司晶体实验室使用该设备生长出直径 8 英寸硅单晶，是国内首台硬轴直拉炉生长出的首颗 8 英寸晶体。此次硬轴直拉单晶炉的研制成功，为 12 英寸硬轴单晶炉提供了研发基础，也为国内大硅片行业提供了装备保障，不断巩固公司半导体装备的核心竞争力。

表 21：公司半导体单晶炉投料量与配套磁场不断升级

炉型	TDR80A	TDR100B	TDR110B	TDR110A	TDR120A	TDR130A	TDR135A
装料量	60kg	120-150kg	150-300kg	150-300kg	250-300kg	300-350kg	300-450kg
热场尺寸	14"-18"	22"-24"	24"-28"	24"-28"	26"-28"	28"-32"	28"-36"
配套磁场	无	CUSP 电磁场	CUSP 电磁场	水平横向电磁场/超导	无	水平横向/CUSP 电磁场/超导	水平横向超导

资料来源：2019 年求是缘半导体设备材料论坛，德邦研究所

加强半导体辅材、耗材发展，打造半导体设备精密加工制造基地。在半导体关键辅材耗材方面，公司坚持自主研发与对外技术合作相结合，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。目前，公司已向客户批量销售 32 英寸合成坩埚，并研发了 36 英寸石英坩埚。公司的半导体石英坩埚在大陆及台湾市场份额增长较快，并争取向海外其他市场开拓业务。此外，2020 年公司成功研制出 8 寸炉管设备，用于在硅片上沉积 poly，该设备温度控制精度、膜厚均匀性等技术指标达到进口设备同等水平。该设备的研制成功标志着公司在芯片端设备的突破。

表 22：半导体耗材、辅材、关键零部件研发进展

设备名称	最新进展
石英坩埚	已向客户批量销售 32 英寸合成坩埚，并研发了 36 英寸石英坩埚。目前公司的半导体石英坩埚在大陆及台湾市场份额增长较快，并争取向海外其他市场开拓业务。

炉管设备	成功研制出 8 寸炉管设备, 该设备温度控制精度、膜厚均匀性等技术指标达到进口设备同等水平。
抛光液、阀门、磁流体部件	推出抛光液、阀门、磁流体部件新产品。

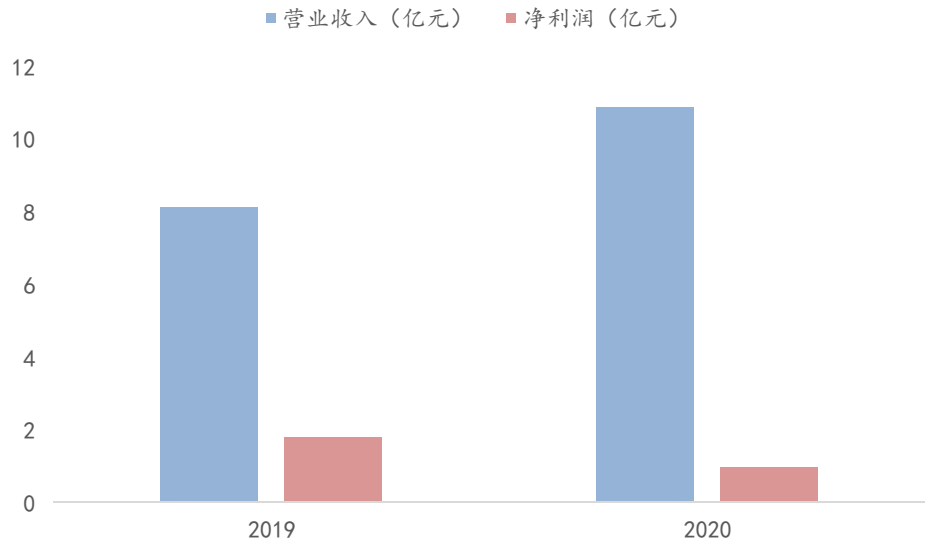
资料来源: 公司公告, 德邦研究所

3.3.2. 与下游企业深度合作, 主要客户取得突破性进展

与美、日优秀半导体企业合作研发, 协同发展。公司与日本齐藤精机株式会社合作研发了 12 英寸半导体截断机、滚圆机; 与美国 Revasum 公司合作研发了 8 英寸晶圆抛光机。公司与半导体优秀企业协同发展, 发挥产业链各自优势和战略协同效能, 共同推动半导体行业的发展。

与中环股份成立子公司, 专注于半导体业务发展。公司除了拥有技术优势外, 与下游客户也保持深度合作。2015 年与中环股份、有研总院签署战略合作协议, 组建成立半导体材料产业合资公司。2017 年参股 10% 与中环股份、无锡市政府合资成立中环领先半导体, 专注于半导体材料的研发、制造和销售, 2019 年、2021 年各股东对合资公司进行增资。

图 63: 中环领先半导体业务经营情况



资料来源: 公司公告, 德邦研究所

主要合作客户中环股份已有成果显著, 大尺寸硅片规划产能可观。中环股份是半导体材料行业的龙头企业, 在 G12 硅片的市场占有率超 90%, 单晶总产能提升至 70GW (其中 G12 产能占比约 56%)。公司已经形成了较为完善的 4-12 英寸半导体硅片生产线, 产品覆盖 8 英寸及以下化腐片、抛光片、外延片, 12 英寸抛光片及外延片。

其他合作客户进展顺利。1) 沪硅产业是中国大陆率先实现 300mm 半导体硅片规模化销售的企业, 目前已掌握了包含 300mm 半导体硅片在内的半导体硅片生产的整套核心技术。2) 有研新材 2020 年超高纯铜靶材和铜磷阳极系列新产品市场占有率稳步提升, 超纯铜靶全系列产品以及铜磷阳极全系列产品在各大先进半导体厂实现批量稳定供货。3) 神工半导体 8 英寸半导体级硅抛光片项目有序推进, 工艺实验持续进行, 产品初步合格率逐步提升到接近国际大厂的水平; 在切片、研磨和清洗等环节, 取得了良好的技术积累, 构筑了核心技术。

表 23: 主要客户半导体领域未来规划

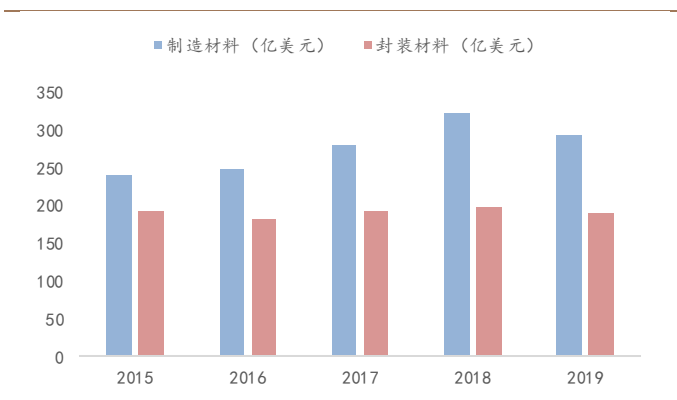
合作客户	未来规划
中环股份	开展宁夏中环六期项目, 预计 2021 年底开始投产, 2023 年全部达产。产能目标: 6 英寸及以下 110 万片/月, 8 英寸 100 万片/月, 12 英寸 60 万片/月。
沪硅产业	在现有 12 英寸硅片、8 英寸及以下尺寸抛光片/外延片以及 8 英寸及以下尺寸 SOI 硅片基础上, 继续发展 12 英寸 SOI 硅片以及硅基绝缘体上压电薄膜材料、其他异质集成绝缘体上化合物薄膜材料等特色产品。
神工半导体	“半导体级 8 英寸轻掺低缺陷抛光片”募投项目已完成月产能 50000 片的设备安装调试工作; 目前按计划以每月 8000 片的规模进行生产, 以持续优化工艺。同时积极探索研发“半导体级 12 英寸轻掺低缺陷硅晶体”。
有研	以大尺寸金属溅射靶材及高纯金属, 高端稀土功能材料, 高性能光功能材料, 以及战略性稀缺资源高效利用与安全保障为重点方向, 开展基础研究、技术与产品开发并探索新型高效创新模式。

资料来源: 各公司公告, 德邦研究所

3.4. 多领域需求驱动, 碳化硅材料需求快速增长

科技强国大势所趋, 第三代半导体高速发展。2020 年以来, 我国加快“新基建”建设力度, 明确新基建涉及 5G 基建、特高压、城际高速铁路和城际轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网等七大领域。上述领域与我国半导体产业的发展密切相关, 且对半导体器件的性能指标和可靠性的要求更高, 要求器件有更高的工作电压、更大的电流承载能力、更高的工作频率、更高的效率、更高的工作温度、更强的散热能力和更高的可靠性。在此背景下, 随着材料生长、器件制备等技术的不断突破, 第三代半导体材料优势逐渐显现并正在打开应用市场, 碳化硅元件已用于汽车逆变器, 氮化镓快速充电器也大量上市。

图 64: 全球半导体材料销售规模



资料来源: 天科合达招股书、德邦研究所

图 65: 碳化硅功率器件应用领域广泛



资料来源: Yole, 德邦研究所

顶层政策加持, 助力第三代半导体弯道超车。自特朗普时期以来, 美国发动了一系列针对中国科技企业的打压措施, 作为应对, 我国政府出台了一系列鼓励政策, 加速我国在半导体“卡脖子”领域的国产替代化。尤其是“十四五”规划中, 明确提出要加强科技前沿领域公关, 更是在集成电路领域重点指出要推动碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体发展。目前国内外技术水平差距正在缩小, 政策推动下有望实现弯道超车。

表 24: 我国碳化硅产业获得多项政策支持

时间	文件	主要内容
2019	国务院《关于集成电路设计企业企业所得税政策公告》	为依法成立复合集成电路设计的软甲企业实行免税。
2019	国务院《鼓励外商投资产业目录(2019版)》	支持引进 SiC、高纯超细氧化铝微粉等精密新材料, 支持相关外资生产企业。
2019	国务院《长江三角洲一体化发展纲要》	加快培育第三代半导体产业。
2020	国务院《新时期促进集成电路和软件产业高质量发展》	对集成电路设计、装备、材料、封装、测试软件企业, 依法实行减少税收或税收减半。

2021

上海政府《集成电路产业专项规划》

推进 6 英寸、6 英寸第三代半导体工艺线建设。

2021

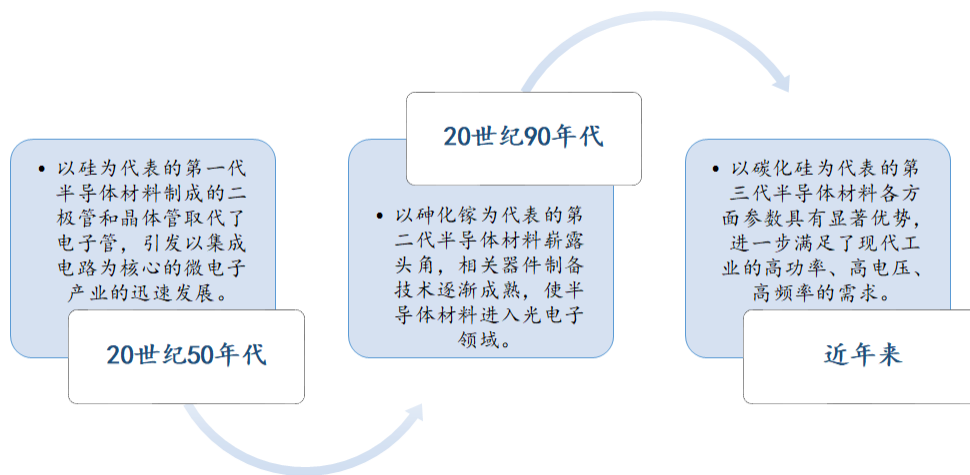
全国人大《“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》

加强前沿科技的攻关，要重点推进第三代半导体发展。

资料来源：政府官网，德邦研究所

半导体衬底材料发展至今经历了三个阶段。1) 第一阶段是 20 世纪 50 年代开始，以硅为代表的第一代半导体材料制成的二极管和晶体管取代了电子管，引发以集成电路为核心的微电子产业的迅速发展；2) 第二阶段是 20 世纪 90 年代开始，随着半导体产业的发展，硅材料的物理瓶颈日益突出，以砷化镓为代表的第二代半导体材料崭露头角，相关器件制备技术逐渐成熟，使半导体材料进入光电子领域；3) 第三阶段是近年来，以碳化硅为代表的第三代半导体材料在各关键参数方面具有显著优势，进一步满足了现代工业对高功率、高电压、高频率的需求。

图 66：半导体衬底材料发展至今经历了三个阶段



资料来源：天科合达招股书，德邦研究所

碳化硅衬底材料技术参数优势显著，市场空间广阔。碳化硅衬底材料在禁带宽度、饱和电子漂移速率、热导率、击穿电场强度以及抗辐射等关键参数方面具有显著优势。与硅材料相比，碳化硅的禁带宽度是其 2.85 倍，饱和电子漂移速率是其 2 倍，击穿电场强度更是其 11.7 倍，技术优势显而易见。但由于技术起步晚、衬底生长较慢，技术难度大等原因，导致碳化硅衬底价格昂贵，目前 6 寸碳化硅衬底价格超 900 美元/片，相比 6 寸硅片不到 50 美元/片的价格相差巨大。这也是当前碳化硅器件价格高昂、阻碍下游厂商应用的重要原因之一。目前硅仍是技术最成熟、使用范围最广、市场占比最大的衬底材料。但近年来随着材料制备技术与下游应用市场的成熟，以碳化硅为代表的第三代半导体衬底材料具有广阔的市场空间。

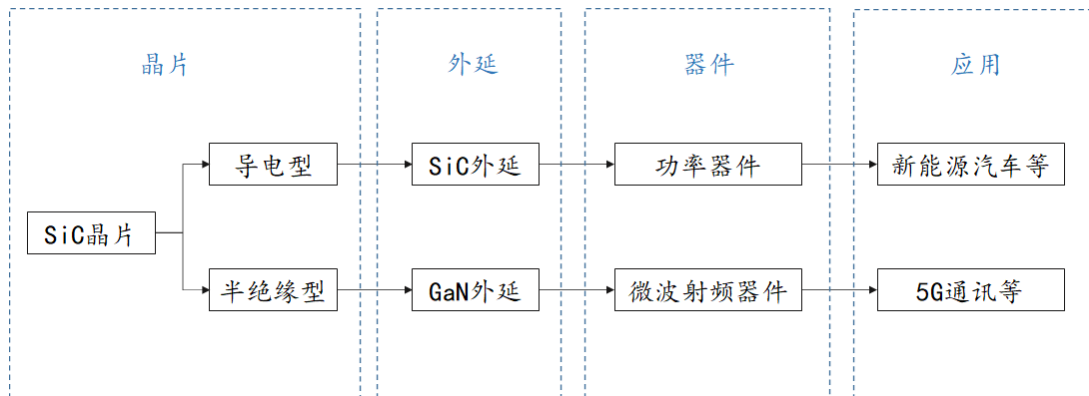
图 67：第三代半导体衬底材料指标优势显著

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 ($W \cdot cm^{-1} \cdot K^{-1}$)	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：天科合达招股书，德邦研究所

以碳化硅为衬底材料可以制成功率器件、微波射频器件。以碳化硅晶片为衬底，通常使用化学气相沉积 (CVD) 方法，在晶片上淀积一层单晶形成外延片。其中，在导电型碳化硅衬底上生长碳化硅外延层制得碳化硅外延片，可进一步制成功率器件，应用于新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网、航空航天等领域；在半绝缘型碳化硅衬底上生长氮化镓外延层制得碳化硅基氮化镓 (GaN-on-SiC) 外延片，可进一步制成微波射频器件，应用于 5G 通讯、雷达等领域。

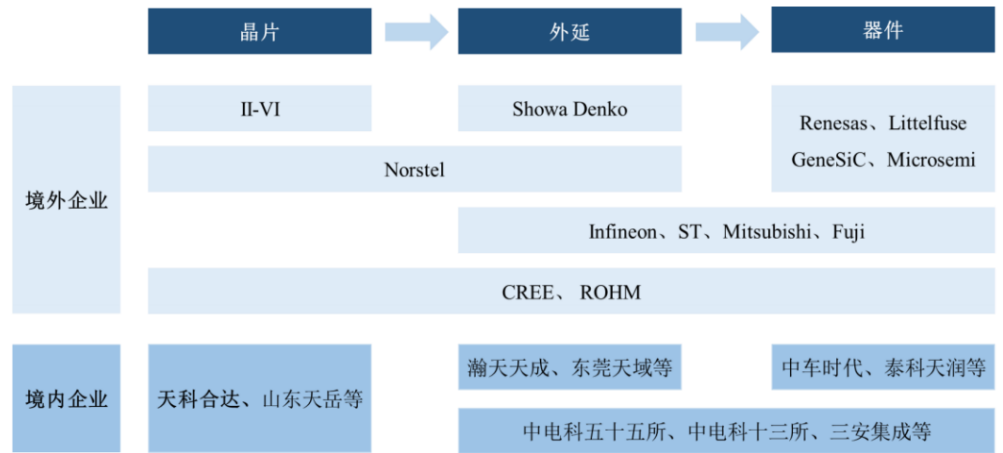
图 68：碳化硅衬底材料可以制成功率器件、微波射频器件



资料来源：天科合达招股书，德邦研究所

国际碳化硅龙头企业起步较早，产业发展已较为成熟，国内企业快速崛起。CREE、ROHM 是在晶片、外延、器件三个环节均有布局的企业。上世纪 90 年代初，美国 CREE 公司已成功推出碳化硅晶片产品，于上世纪 90 年代末成功研制出 4 英寸碳化硅晶片，并于 2001 年成功研制首个商用碳化硅 SBD 产品。在晶片环节，美国 II-VI 公司处于龙头地位；外延环节有 Showa Denko、Norstel 等企业；器件环节有 Renesas、Microsemi、ST 等企业。近年来国内企业在国家产业政策的支持和引导下正在快速崛起。以天科合达、中电科五十五所、三安集成为代表的企业在全市场逐步与国际企业展开竞争，未来伴随我国新能源汽车、5G 通讯、光伏发电、轨道交通、智能电网、航空航天等行业的快速发展，我国碳化硅材料产业规模和产业技术将得到进一步提升。

图 69：国内碳化硅企业快速崛起

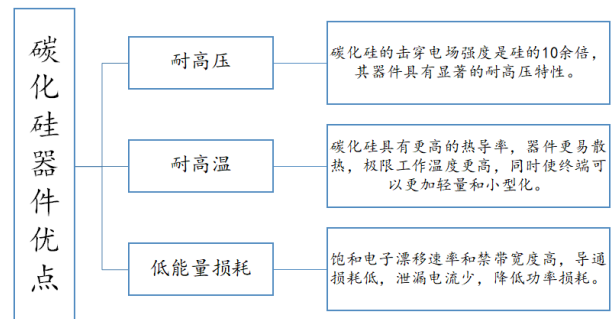
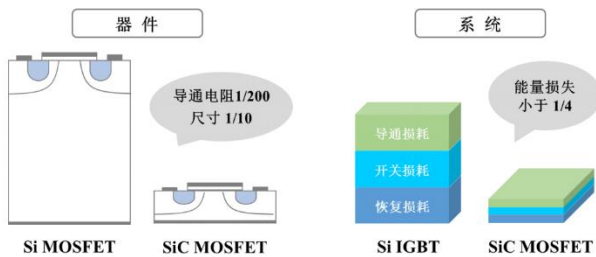


资料来源：天科合达招股书，德邦研究所

碳化硅功率器件性能优越，应用前景广阔。碳化硅功率器件以其优异的耐高压、耐高温、低损耗等性能，能够有效满足电力电子系统的高效率、小型化和轻量化要求，在新能源汽车、光伏发电、轨道交通、智能电网等领域具有明显优势。与同规格的硅器件相比，碳化硅器件导通电阻降低为 1/200，尺寸减小为 1/10。相同规格的使用碳化硅基 MOSFET 的逆变器和使用硅基 IGBT 相比，总能量损失小于 1/4。经过近 30 年研究和开发，碳化硅衬底和功率器件制造技术在近年逐步成熟，并快速推广应用，正在掀起一场节能减排和新能源领域的巨大变革。

图 70：同规格碳化硅器件与硅器件对比

图 71：碳化硅为衬底材料的功率器件的主要优势



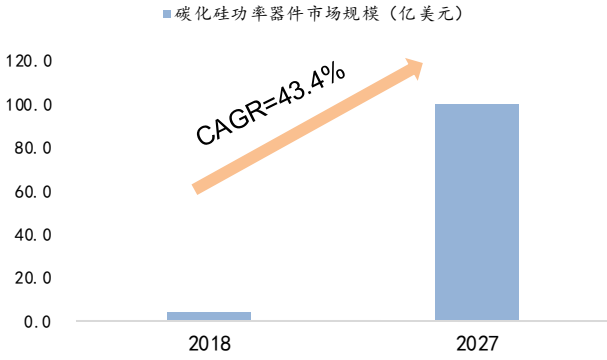
资料来源：天科合达招股书，德邦研究所

资料来源：天科合达招股书，德邦研究所

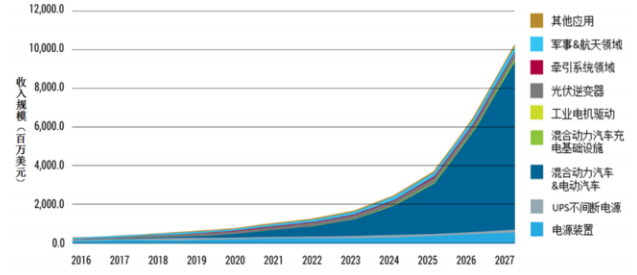
新能源汽车、光伏发电、轨道交通等多领域需求快速增长，吹起碳化硅发展东风。功率器件是电力电子行业的重要基础元器件之一，广泛用于智能电网、新能源汽车、轨道交通、可再生能源开发、工业电机、数据中心、家用电器、移动电子设备等国家经济与国民生活的方方面面，是工业体系中不可或缺的核心半导体产品。根据 IHS Markit 数据，2018 年碳化硅功率器件市场规模约 3.9 亿美元，受新能源汽车庞大需求的驱动，以及电力设备等领域的带动，预计到 2027 年碳化硅功率器件的市场规模将超过 100 亿美元，碳化硅衬底的市场需求也将大幅增长。

图 72：碳化硅功率器件 CAGR 达 43.4%

图 73：碳化硅功率器件市场规模预测



资料来源: 天科合达招股书, 德邦研究所

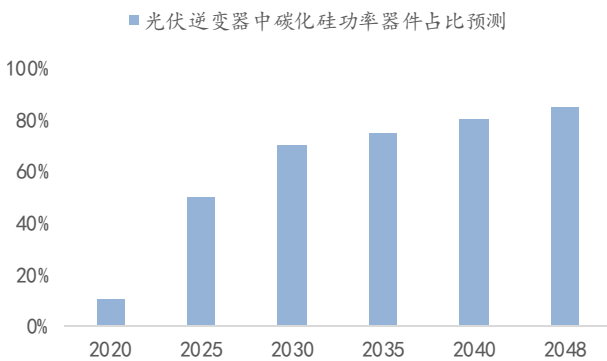


资料来源: IHS Markit, 德邦研究所

在新能源汽车领域, 碳化硅功率器件应用于电机驱动系统中的主逆变器, 能够显著降低电力电子系统的体积、重量和成本, 提高功率密度; 应用于车载充电系统和电源转换系统, 能够有效降低开关损耗、提高极限工作温度、提升系统效率; 应用于新能源汽车充电桩, 可以减小充电桩体积, 提高充电速度。据 Yole 统计, 2019 年碳化硅功率器件市场规模约 5.6 亿美元, 预计 2024 年将增长至 20 亿美元, 2018-2024 年 CAGR 接近 30%。其中, 新能源汽车是碳化硅功率器件下游最重要的应用市场, 预计到 2024 年新能源车用碳化硅功率器件市场规模将达到近 12 亿美元。

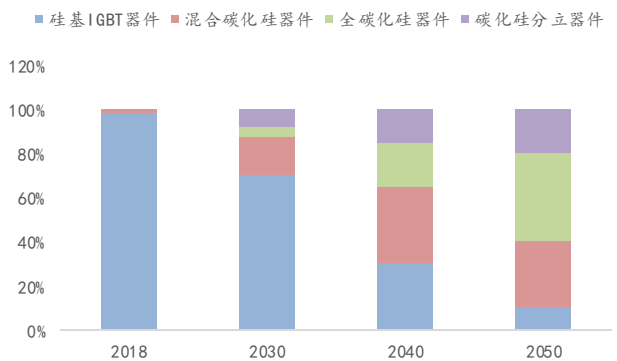
在光伏发电领域, 基于硅基器件的传统逆变器成本约占系统 10% 左右, 却是系统能量损耗的主要来源之一。使用碳化硅 MOSFET 或碳化硅 MOSFET 与碳化硅 SBD 结合的功率模块的光伏逆变器, 转换效率可从 96% 提升至 99% 以上, 能量损耗降低 50% 以上, 设备循环寿命提升 50 倍, 从而能够缩小系统体积、增加功率密度、延长器件使用寿命、降低生产成本。高效、高功率密度、高可靠和低成本是光伏逆变器的未来发展趋势。在组串式和集中式光伏逆变器中, 碳化硅产品预计会逐渐替代硅基器件。CASA 数据显示, 2020 年光伏逆变器中碳化硅功率器件占比仅为 10%, 到 2025 年有望达 50%。

图 74: 2025 年光伏逆变器中碳化硅功率器件占比有望达 50%



资料来源: CASA, 德邦研究所

图 75: 轨道交通中碳化硅功率器件占比逐年提升



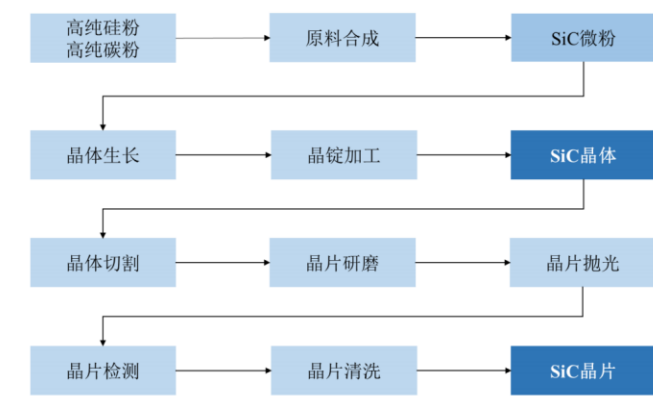
资料来源: CASA, 德邦研究所

在轨道交通领域, 轨道交通车辆中大量应用功率半导体器件, 其牵引变流器、辅助变流器、主辅一体变流器、电力电子变压器、电源充电机都有使用碳化硅器件的需求。其中, 牵引变流器是机车大功率交流传动系统的核心装备, 将碳化硅器件应用于轨道交通牵引变流器, 能极大发挥碳化硅器件高温、高频和低损耗特性, 提高牵引变流器装置效率, 符合轨道交通大容量、轻量化和节能型牵引变流

装置的应用需求，提升系统的整体效能。2018年轨道交通中98%仍是硅基IGBT器件，2030年，预计硅基IGBT器件占比将下降至70%，2050年预计90%都将使用混合碳化硅、全碳化硅或是碳化硅分立器件。

6英寸碳化硅晶片将成为主流，碳化硅材料及装备业务有望持续贡献发展新动力。伴随CREE、II VI等企业6英寸碳化硅晶片制造技术的成熟完善，6英寸产品质量和稳定性逐渐提高，国外下游器件制造厂商对碳化硅晶片的采购需求逐渐由4英寸向6英寸转化。国内也正在积极向6英寸方向发展，在8英寸碳化硅晶片尚未实现产业化的情况下，6英寸碳化硅晶片将成为市场主流产品。公司目前已成功生长出6英寸碳化硅晶体，碳化硅外延设备也已通过客户验证并成功实现销售。未来有望立足碳化硅长晶工艺和技术的研发和优化，做好研产转化，建立生长、切片、抛光测试线，为公司的发展提供不竭动力。

图 76：碳化硅晶片生产工艺流程



资料来源：天科合达招股书，德邦研究所

图 77：公司碳化硅研发成果显著

时间	研发成果
2017年	推出的EDP15-ZJS全自动晶体滚磨一体机，该设备兼容蓝宝石、单晶硅、碳化硅晶棒的加工。
2018年	成功研制出6英寸碳化硅晶体生长炉，采用物理气相沉积法生长碳化硅单晶。
2020年8月	自主研发6英寸碳化硅外延炉（4英寸工艺）通过客户验收
2020年9月	成功开发出6英寸碳化硅外延炉，兼容4英寸和6英寸碳化硅外延生长。
2021年	碳化硅外延设备成功实现销售

资料来源：公司公告，德邦研究所

3.5. 定增加码半导体布局，碳化硅打开成长新曲线

定增加码半导体布局，碳化硅打开成长新曲线。2021年10月26日公司发布公告，计划定增57亿元，其中碳化硅衬底晶片拟投资33.6亿元、12英寸集成电路大硅片封测设备拟投资7.5亿元、半导体材料抛光及减薄设备拟投资5亿元，15.7亿元用于补充流动资金。

表 25：定增 57 亿元，加码半导体布局

序号	项目名称	投资总额 (万元)	拟投入募集资金总额 (万元)
1	碳化硅衬底晶片生产基地项目	336000	313420
2	12英寸集成电路大硅片设备封测实验线项目	75000	56370
3	年产80台套半导体材料抛光及减薄设备生产制造项目	50000	43210
4	补充流动资金	157000	157000
	合计	618000	570000

资料来源：公司公告，德邦研究所

拟投资33.6亿元，建设年产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。碳化硅作为第三代半导体材料，正逐步在高功率和高频领域替代硅。除了更耐高压，碳化硅基功率器件在开关频率、散热能力和损耗等指标上也远远好于硅基器件。与同类硅基产品相比，虽然碳化硅基器件价格仍然较高，但是由于其优越的性能，其综合成本优势逐渐显现，客户认可度持续提高。此外碳化硅材料能够把器件体积做的越来越小，能量密度越来越大。随着5G基站、

新能源车及高铁等新兴应用对器件高功率及高频性能的需求不断上升，碳化硅的市场预期规模必将不断扩大，行业应用的替代前景不断向好。

公司在碳化硅领域的研究持续多年，已具备六英寸碳化硅的长晶技术和晶片加工工艺，发展半导体材料端，是公司发展的重要战略方向。此次定增有利于打破 Wolfspeed、II-VI 等传统国外碳化硅生产龙头企业的行业垄断地位，提高碳化硅材料的国产化率；优化与丰富公司产品与业务布局，提高产业链协同效应，打造公司新的利润增长点，在未来市场竞争中获得先机。项目达产后，预计每年新增营收 23.56 亿元，年平均利润 5.88 亿元，内部收益率为 14.7%。

表 26：项目达产后预计合计新增营收 29.79 亿元，年平均利润总额 7.54 亿元

项目	新增销售收入 (万元)	年平均利润总额 (万元)	内部收益率	投资回收期 (含建设期)	投资回收期 (不含建设期)
碳化硅衬底晶片生产基地项目	235565.5	58844.73	14.70%	8.30	3.30
年产 80 台套半导体材料抛光及减薄设备生产制造项目	62300.00	16535.45	19.80%	6.62	4.62

资料来源：公司公告，德邦研究所

加码半导体材料抛光及减薄设备，助力半导体设备国产替代。项目建成后将年产 35 台半导体材料减薄设备、年产 45 台套半导体材料抛光设备。减薄和抛光作为半导体制造中的两个基础工艺，对半导体加工起到了重要的作用。公司的减薄机设备技术指标已经达到了国际先进水平；也是国内少数具备边缘抛光机生产能力的厂商之一。通过本项目有助于公司扩大生产 8-12 英寸减薄机和边缘抛光机、双面抛光机、最终抛光机，助力国产替代。项目达产后，预计每年新增营收 6.23 亿元，年平均利润 1.65 亿元，内部收益率为 19.8%。

加码 12 英寸集成电路大硅片封测设备，推动硅片设备工艺改进。半导体硅片领域新技术及新设备层出不穷，迭代更新较快。现阶段公司的大硅片产线设备测试，特别是每个环节材料的参数和工艺性能的验证，较大程度依赖于下游客户，这种情况既不利于缩短 12 英寸大硅片生产和加工设备的验证周期，又难以及时满足市场对大硅片制造设备的迫切需求。公司计划建成的测试实验中心将覆盖国内及国际标准需求的 12 英寸集成电路大硅片全自动晶体生长炉、单晶硅截断机、单晶滚磨机、金刚线切片机、研磨机、减薄机和抛光机等设备的综合性能试验，该项目的实施有助于公司：

1) 能够满足半导体硅片制造设备及其关键部件的实验、测试、检测及验收工作，不仅将丰富公司设备研发和测试的经验，而且有助于对设备进行改造、优化和升级。

2) 公司在半导体材料设备测试和实验过程中，通过收集实验数据，能够不断地补充、完善企业的工艺数据库，改进设备工艺，加速公司半导体设备的产业化进程。

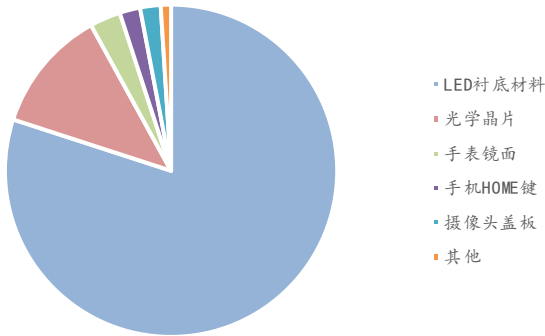
4. 蓝宝石：触底反弹，受益 Mini LED 与消费电子发展，绑定蓝思科技

4.1. Mini LED+消费电子，推动蓝宝石材料新增长

LED 衬底材料在蓝宝石下游消费中占比达 80%。蓝宝石下游消费中，主要有

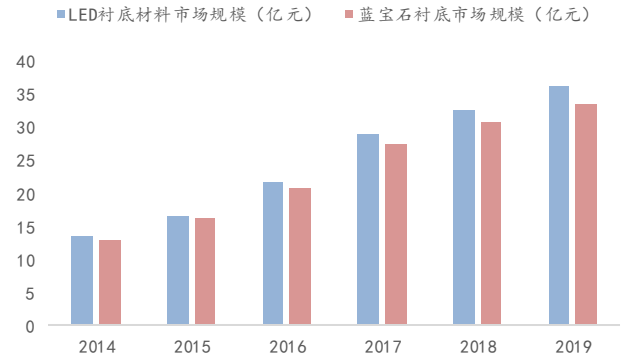
LED 衬底材料、光学晶片、手表镜面、手机 HOME 键及摄像头盖板等消费电子领域。由于下游 LED 的产业驱动以及政策加持的影响，LED 行业需求对蓝宝石行业具有较强的导向作用，蓝宝石企业的研发投入多集中于 LED 领域中蓝宝石衬底的应用。经过多年发展，蓝宝石衬底在 LED 中的应用已经逐步走向成熟，目前 80% 的蓝宝石用于 LED 衬底材料，2019 年中国蓝宝石衬底市场规模已经达到 33.6 亿元。

图 78：2019 年 LED 衬底材料在蓝宝石下游消费中占比达 80%



资料来源：产业信息网，德邦研究所

图 79：中国蓝宝石衬底、LED 衬底材料市场规模不断增长



资料来源：产业信息网，德邦研究所

Mini /Micro LED 优势显著，将成为蓝宝石材料新的增长动力。 Mini LED 和 Micro LED 是 LED 技术迭代、演进的方向。LED 尺寸目前大于 200 um；Mini LED 作为小间距和 Micro LED 之间的过渡产品，尺寸约在 100um-200um 之间；Micro LED 是将传统的 LED 阵列微小化，形成高密度集成的 LED 阵列，像素点尺寸在 50um 以下。Mini LED、Micro LED 被看作未来 LED 显示技术的主流和发展趋势，是继 LED 户内外显示屏、LED 小间距之后 LED 显示技术升级的新产品，具有“薄膜化、微小化、阵列化”的优势。过去几年，传统 LED 行业由于产品同质化严重，产能过剩，陷入了持续价格竞争的泥潭，相关企业纷纷将未来破局的关键放在 Mini LED 和 Micro LED 的技术和量产突破上面，并在此方向进行专项布局。随着其规模渗透率及成本优势的快速提升，Mini LED、Micro LED 或将成为新的行业增长动力。

图 80：Mini LED、小间距 LED、Micro LED 对比

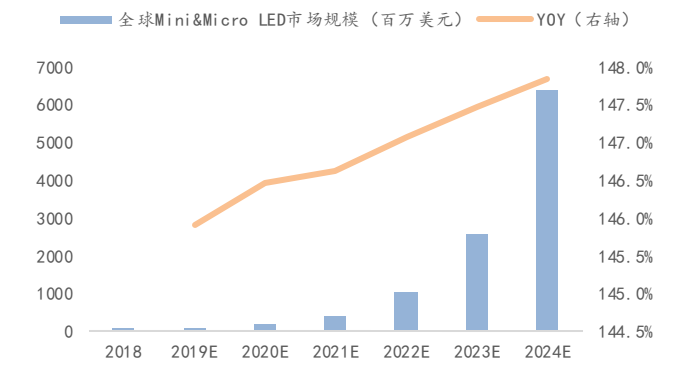
项目	Mini LED	小间距 LED	Micro LED
尺寸	10-200 微米	>200 微米	<50 微米
技术	自发光/背光	自发光	自发光
封装技术	SMT/COB	SMT/COB	巨能转移
NTSC 色域	80-110%	110%	140%
最大可视角	178 度	160-170 度	178 度
寿命	10 万小时	10 万小时	8-10 万小时
反应时间	纳秒级	>纳秒级	纳秒级
平均能耗	低	高	低

资料来源：产业信息网，德邦研究所

2022 年 Mini LED、Micro LED 市场规模将超 10 亿美元。 从终端应用场景来分，Mini LED 的应用领域可以分为直接显示和背光两大场景，受益于两大场景的双重驱动，Mini LED 市场规模有望迎来快速成长。根据 GII 预测，2020 年中

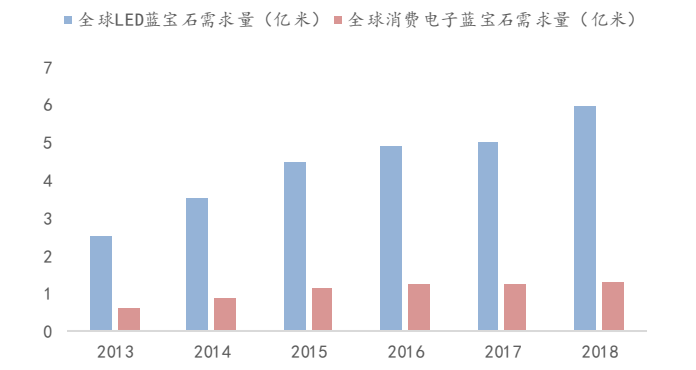
国 Mini LED 市场规模为 37.8 亿元，到 2026 年市场规模将达 431 亿元，六年 CAGR 达 50.0%。此外，Mini LED、Micro LED 将 LED 芯片尺寸进一步减少，在显示领域不断拓展新应用，大尺寸电视、车载 LCD、笔记本电脑等领域将成为快速增长的领域，为 Mini LED、Micro LED 显示带来新的发展机遇。根据 Arizton 预计，2022 年全球 Mini LED 和 Micro LED 市场规模超过 10 亿美元，2024 年市场规模超 63 亿美元，年均将保持 145% 以上的高增长，蓝宝石衬底作为重要原材料，有望持续获益。

图 81：中国 Mini LED 市场规模及预测



资料来源：Arizton，德邦研究所

图 82：全球 LED、消费电子蓝宝石需求量



资料来源：产业信息网，德邦研究所

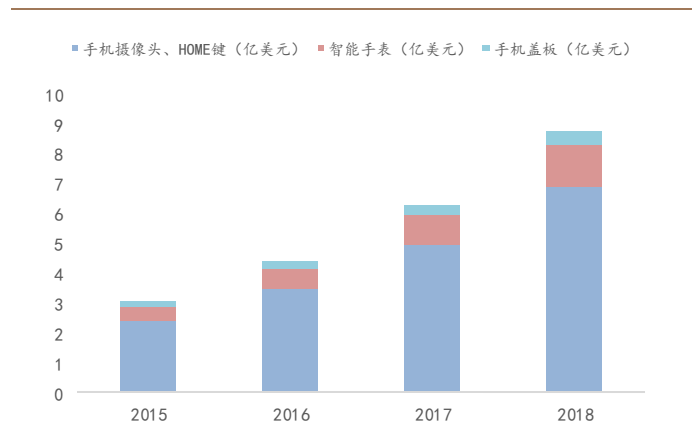
消费电子领域的应用将进一步带动蓝宝石需求增长。随着 5G 技术商用步伐的加速、无线充电技术的普及，以及全球消费电子产品持续的创新迭代，蓝宝石成为了越来越重要的触控显示、外观防护主流材料。近年来，蓝宝石在消费电子领域的应用不断增加，包括智能手表表镜及后盖、智能手机和平板电脑摄像头保护镜片、指纹识别镜片、保护盖板等零组件，市场呈现出旺盛的需求态势。据产业信息网统计，2018 年，全球蓝宝石材料消费电子市场中，手机摄像头、Home 键用蓝宝石市场规模约为 6.9 亿美元，智能手表用蓝宝石市场规模为 1.4 亿美元，手机盖板用蓝宝石市场规模为 0.5 亿美元。

图 83：蓝宝石在消费电子领域应用



资料来源：公开资料，德邦研究所

图 84：全球消费电子领域蓝宝石市场规模



资料来源：产业信息网，德邦研究所

全球蓝宝石行业市场规模不断增长。蓝宝石是一种氧化铝的单晶，晶格结构独特，耐磨且抗风蚀，硬度仅次于金刚石，具有良好的透光性、特传导性、电气绝缘性。蓝宝石材料得益于高硬度、耐磨性、高温稳定性等特点，广泛应用于 LED、消费电子、仪器仪表、军工等领域。近年来，随着蓝宝石尺寸不断增大，

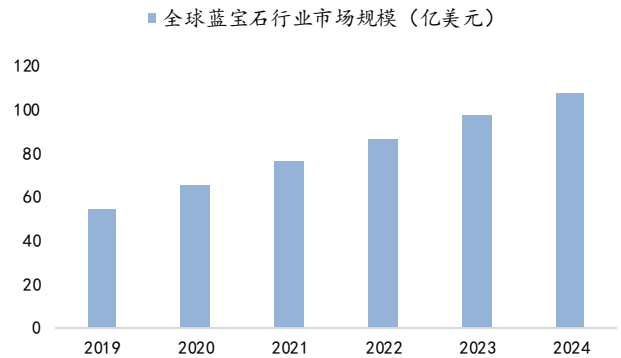
材料成本不断下降，据前瞻产业研究院统计 2019 年全球蓝宝石行业市场规模为 54 亿美元，预计到 2024 年全球市场规模有望达 107 亿美元。

图 85：蓝宝石材料产业链



资料来源：前瞻产业研究院，德邦研究所

图 86：全球蓝宝石行业市场规模及预测



资料来源：前瞻产业研究院，德邦研究所

4.2. 公司蓝宝石研发成果显著，与蓝思科技合作打开长期空间

蓝宝石领域技术实力雄厚。公司自 2013 年开始进军蓝宝石领域，多年来的技术沉淀，使得公司在蓝宝石领域技术水平处于领先定位。2017 年国内首颗 300kg 晶体面世，2018 年 450kg 级蓝宝石晶体打破该领域研发记录，2020 年更是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，实现长晶技术三级跳。这既是公司蓝宝石晶体生长技术达到世界领先水平的标志，更是进一步推动蓝宝石材料技术发展，提高我国在蓝宝石材料相关产业的核心竞争力。同时公司也建立了 LED 衬底用蓝宝石晶体生长和切磨抛产线，未来有望在蓝宝石材料业务通过较强的成本竞争力逐步形成规模优势。

表 27：公司蓝宝石研发成果显著

时间	研发成果
2013 年	成功研制的新产品蓝宝石晶体生长炉，涵盖 35kg、65kg、90kg 和 120kg 等多种规格，设备具有自动化程度高，成品率高，质量稳定和能耗小等综合优势，适合规模化生产和集约化管理；其中 35kg、65kg 蓝宝石长晶工艺技术已具备量产水平，90kg 和 120kg 晶体生长工艺研究已取得重要进展。
2014 年	开始对子公司内蒙古晶环投入以 65kg 为主的蓝宝石晶体生长炉，并实现批量出货。
2015 年	开发的新型“KY 法全自动蓝宝石晶体生长炉”取得了自动洗晶技术、自动引晶技术、自动控制、智能化的生产管理等关键技术突破。
2016 年	成功研发 120kg 以上大投料量蓝宝石晶体生长炉，并实现了小批量投产。
2017 年	成功生长出 300kg 级大尺寸高品质泡生法蓝宝石晶体。
2018 年	成功研发出 450kg 级的蓝宝石长晶技术。
2020 年	成功研发 700kg 级超大尺寸首颗蓝宝石晶体。

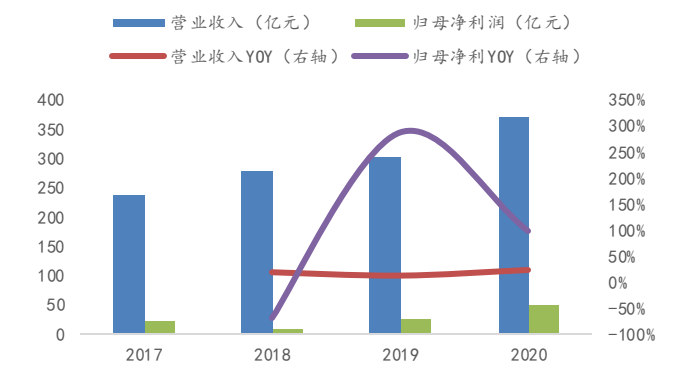
资料来源：公司公告，德邦研究所

与行业龙头蓝思科技合作，加快蓝宝石业务布局。蓝思科技是一家以研发、生产、销售中高端视窗防护玻璃面板、外观防护新材料、电子功能组件、整机组装为主营业务的上市公司，产品广泛应用于智能手机、平板电脑、笔记本电脑、智能穿戴、车载设备、智能家居家电等领域。经过多年发展，公司已与苹果、三星、小米、OPPO、vivo、华为、特斯拉、亚马逊等一众国内外知名优秀品牌达成长期深度合作。公司 2020 年营业收入为 396.4 亿元，归母净利为 48.96 亿元，3 年营收 CAGR 达 15.9%，归母净利 CAGR 达 33.7%。公司除 2018 年受到大额

减值损失的影响，其余年份表现优秀，2018年后毛利率、净利率稳步提升。

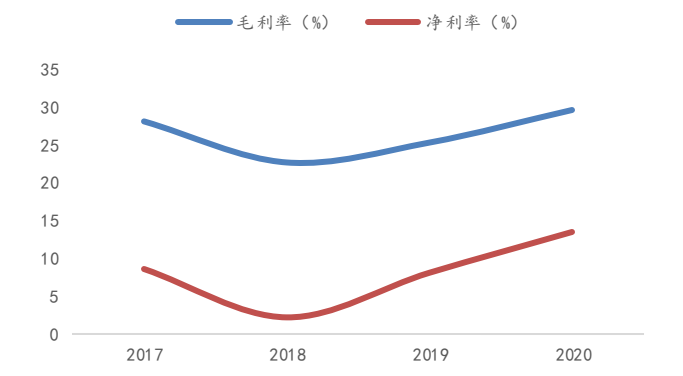
2020年11月公司与全球高端视窗、防护面板、消费电子的引领者蓝思科技共同成立宁夏鑫晶盛电子材料有限公司，公司持股51%，蓝思科技持股49%，投资宁夏鑫晶盛项目，从事蓝宝石材料的生产及加工，项目已经开工建设。未来通过与产业链上下游优质厂商的协同合作，深入挖掘蓝宝石料市场需求，进一步推动公司蓝宝石材料业务的发展。

图 87：蓝思科技近 3 年归母净利 CAGR 33.7%



资料来源：蓝思科技公告，德邦研究所

图 88：蓝思科技 2020 年毛利率、净利率分别达 29.4%、13.4%



资料来源：蓝思科技公告，德邦研究所

5. 盈利预测与相对估值

5.1. 盈利预测

关键假设：

1、晶体硅生长设备：

假设 2021-2023 年公司晶体硅生长设备业务增速分别为 103%、60%、40%，毛利率分别为 40%、40%、40%。

2、光伏智能化装备：

假设 2021-2023 年光伏智能化装备增速分别为 32%、60%、40%，毛利率分别为 37%、37%、37%。

3、蓝宝石材料：

假设 2021-2023 年蓝宝石材料增速分别为 55%、25%、15%，毛利率分别为 21%、21%、21%。

4、设备升级与改造：

假设 2021-2023 年设备升级与改造增速分别为 394%、10%、10%，毛利率分别为 34.5%、34%、34%。

基于以上假设，我们预测公司 2021-2023 年分业务收入成本如下表：

表 28: 分业务盈利预测

晶盛机电		2020A	2021E	2022E	2023E
晶体硅生长设备	收入 (百万元)	2623	5322	8488	11889
	增速	21%	103%	60%	40%
	毛利率 (%)	40.5	39.9	39.5	39.5
光伏智能化装备	收入 (百万元)	552	726	1158	1621
	同比	9%	32%	60%	40%
	毛利率 (%)	37.1	37.2	37.0	37.0
设备升级改造服务	收入 (百万元)	101	500	550	605
	同比	-39%	394%	10%	10%
	毛利率 (%)		34.5	34.0	34.0
蓝宝石材料	收入 (百万元)	194	300	375	431
	同比	194%	55%	25%	15%
	毛利率 (%)		21.0	21.0	21.0
合计	收入 (百万元)	3811	7057	10571	14547
	同比	23%	85%	50%	38%
	毛利率 (%)	36.6	37.5	38.3	38.4

资料来源: Wind, 德邦研究所

5.2. 相对估值

我们选取光伏行业布局电池设备的四家企业作为可比公司, 其中【迈为股份】作为 PERC 后道丝网印刷设备龙头, 具备 HJT 整线实力; 【捷佳伟创】作为 PERC 时代前道设备龙头, 同时布局 TOPCon 与 HJT 设备; 【奥特维】作为国内组件串焊机龙头, 拟定增加 TOPCon 电池片设备。

预计公司 2021-2023 年归母净利润 17.1、25.4、35.3 亿元, 对应 PE 56、38、27 倍, 参考可比公司估值, 首次覆盖给予“增持”评级。

表 29: 相对估值 (截至 2021.10.28)

证券代码	可比公司	总市值 (亿元)	归母净利润 (亿元)				PE (倍)			
			2020A	2021E	2022E	2023E	2020A	2021E	2022E	2023E
300751.SZ	迈为股份	688	3.9	5.62	8.62	11.9	176	122	80	58
300724.SZ	捷佳伟创	448	5.2	9.3	12.5	16.3	86	48	36	27
688516.SH	奥特维	212	1.6	3.17	4.96	6.47	133	67	43	33
PE 平均值							132	79	53	39

资料来源: 奥特维、迈为股份来自德邦证券预测, 其余来自 Wind 一致预期, 德邦研究所

6. 风险提示

硅片扩产不及预期, SiC 业务扩展不及预期, 市场竞争加剧风险。

财务报表分析和预测

主要财务指标	2020	2021E	2022E	2023E
每股指标(元)				
每股收益	0.67	1.33	1.97	2.75
每股净资产	4.08	5.41	7.38	10.12
每股经营现金流	0.74	0.96	1.27	2.04
每股股利	0.14	0.27	0.39	0.55
价值评估(倍)				
P/E	111.96	56.43	38.02	27.31
P/B	18.40	13.88	10.17	7.41
P/S	25.31	13.66	9.12	6.63
EV/EBITDA	80.90	41.75	28.57	20.52
股息率%	0.2%	0.4%	0.5%	0.7%
盈利能力指标(%)				
毛利率	36.6%	37.5%	38.3%	38.4%
净利润率	22.5%	24.2%	24.0%	24.3%
净资产收益率	16.4%	24.6%	26.7%	27.1%
资产回报率	8.2%	11.0%	11.3%	11.4%
投资回报率	17.0%	24.4%	26.6%	27.1%
盈利增长(%)				
营业收入增长率	22.5%	85.2%	49.8%	37.6%
EBIT 增长率	35.8%	89.3%	48.3%	39.2%
净利润增长率	34.6%	99.1%	48.4%	39.2%
偿债能力指标				
资产负债率	50.0%	55.5%	57.9%	58.1%
流动比率	1.5	1.5	1.5	1.5
速动比率	0.9	1.0	1.0	1.0
现金比率	0.2	0.2	0.2	0.3
经营效率指标				
应收帐款周转天数	138.0	134.5	135.1	135.4
存货周转天数	389.9	336.8	340.5	347.5
总资产周转率	0.4	0.5	0.5	0.5
固定资产周转率	3.4	6.2	9.1	12.6

现金流量表(百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
净利润	858	1,709	2,537	3,531
少数股东损益	-6	-25	-37	-35
非现金支出	273	378	484	560
非经营收益	-48	-15	3	5
营运资金变动	-122	-807	-1,351	-1,438
经营活动现金流	954	1,240	1,635	2,623
资产	-179	-236	-444	-488
投资	-120	-284	-289	-293
其他	16	35	32	44
投资活动现金流	-283	-485	-702	-738
债权募资	-44	0	0	0
股权募资	18	-0	0	0
其他	-340	-1	-1	-1
融资活动现金流	-366	-1	-1	-1
现金净流量	306	754	932	1,884

利润表(百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
营业总收入	3,811	7,057	10,571	14,547
营业成本	2,416	4,407	6,524	8,954
毛利率%	36.6%	37.5%	38.3%	38.4%
营业税金及附加	44	120	174	233
营业税金率%	1.1%	1.7%	1.7%	1.6%
营业费用	33	42	63	87
营业费用率%	0.9%	0.6%	0.6%	0.6%
管理费用	136	254	381	509
管理费用率%	3.6%	3.6%	3.6%	3.5%
研发费用	227	466	698	960
研发费用率%	6.0%	6.6%	6.6%	6.6%
EBIT	1,044	1,977	2,932	4,081
财务费用	-4	-6	-12	-19
财务费用率%	-0.1%	-0.1%	-0.1%	-0.1%
资产减值损失	-60	-20	-25	-25
投资收益	35	35	32	44
营业利润	998	1,965	2,921	4,090
营业外收支	-6	-7	-15	-25
利润总额	992	1,958	2,906	4,065
EBITDA	1,181	2,270	3,285	4,481
所得税	140	274	407	569
有效所得税率%	14.1%	14.0%	14.0%	14.0%
少数股东损益	-6	-25	-37	-35
归属母公司所有者净利润	858	1,709	2,537	3,531

资产负债表(百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
货币资金	938	1,693	2,625	4,508
应收账款及应收票据	1,441	2,851	4,047	5,642
存货	2,580	4,067	6,087	8,525
其它流动资产	3,003	4,253	6,614	8,829
流动资产合计	7,962	12,865	19,372	27,505
长期股权投资	824	1,109	1,398	1,691
固定资产	1,135	1,144	1,155	1,158
在建工程	234	117	133	142
无形资产	221	232	237	242
非流动资产合计	2,536	2,724	3,046	3,355
资产总计	10,498	15,589	22,418	30,860
短期借款	22	22	22	22
应付票据及应付账款	2,775	4,490	6,835	9,446
预收账款	0	0	0	0
其它流动负债	2,404	4,095	6,081	8,416
流动负债合计	5,201	8,608	12,938	17,884
长期借款	11	11	11	11
其它长期负债	35	35	35	35
非流动负债合计	46	46	46	46
负债总计	5,247	8,654	12,984	17,930
实收资本	1,286	1,286	1,286	1,286
普通股股东权益	5,240	6,949	9,485	13,016
少数股东权益	12	-14	-51	-86
负债和所有者权益合计	10,498	15,589	22,418	30,860

备注：表中计算估值指标的收盘价日期为 10 月 28 日
 资料来源：公司年报 (2019-2020)，德邦研究所

信息披露

分析师与研究助理简介

倪正洋，2021年加入德邦证券，任研究所大制造组组长、机械行业首席分析师，拥有5年机械研究经验，1年高端装备产业经验，南京大学材料学学士、上海交通大学材料学硕士。2020年获得iFinD机械行业最具人气分析师，所在团队曾获机械行业2019年新财富第三名，2017年新财富第二名，2017年金牛奖第二名，2016年新财富第四名。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

	类别	评级	说明
1. 投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅；	股票投资评级	买入	相对强于市场表现20%以上；
		增持	相对强于市场表现5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现5%以下。
2. 市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平10%以下。

法律声明

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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。

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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营范围包括证券投资咨询业务。