

光伏辅材系列专题报告——上游篇

以量代价 量利双收

张文臣

SAC执业证书编号：S0910523020004

2023年3月7日

- **2023年全球装机有望达到360GW。**俄乌战争事件加剧了新能源替代的进程。根据pvinfo的预测，2023年全球光伏的新增装机量将达到326~360GW。中国新增光伏装机将达到120~125GW。
- **产业价值链利润再分配，结构性机会凸显。**硅料环节——新增产能落地缓解供应紧张，利润水平预期逐步回归。硅片环节——高纯石英砂或将紧缺，硅片龙头超额利润可期。电池片环节——N型技术发展迅速，结构性机会凸显。组件环节——竞争加剧，期货属性有望缓解一定压力。逆变器环节——储能微逆市场加持，高增速可期。光伏玻璃环节——供给充足，龙头优势明显。胶膜环节——EVA粒子供给紧平衡，POE市占率有望提升。背板环节——产能供给充足，集中度或将提升。其他辅材类（支架、边框、焊带、银浆、接线盒）——盈利修复可期。
- **展望2023年，我们认为光伏行业景气度持续向上，板块依然存在结构性投资机会。投资主线如下：**
- **一是受益于新技术进步的电池片及相关设备环节。**建议关注：通威股份、爱旭股份、钧达股份、中来股份、迈为股份、捷佳伟创、金辰股份。
- **二是受益于原材料相对紧缺，产业话语权较强的胶膜和硅片环节。**建议关注：福斯特、海优新材、赛伍技术、隆基绿能、TCL中环、上机数控、双良节能、京运通。
- **三是受益于储能与微逆细分市场高增的逆变器环节。**建议关注：阳光电源、锦浪科技、固德威、德业股份、禾迈股份、昱能科技。
- **四是有盈利改善预期的辅材（支架、边框、焊带、银浆、接线盒等）环节。**建议关注：中信博、鑫博股份、宇邦新材、帝科股份、通灵股份、快可电子。
- **五是受益于整个行业需求高增速的组件一体化环节。**建议关注：隆基绿能、晶澳科技、晶科能源、天合光能、东方日升。

-  01 光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展
-  02 多晶硅环节相关辅材梳理
-  03 拉棒&切片环节相关辅材梳理
-  04 总结
-  05 投资建议
-  06 风险提示

1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

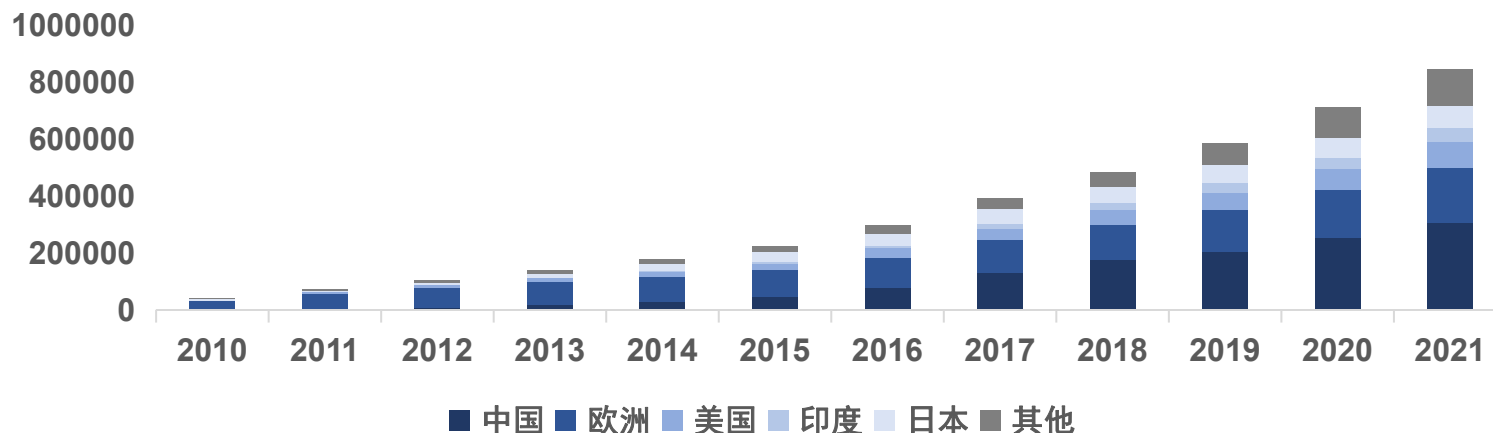
1.1 政策+技术双轮驱动，光伏产业实现规模化发展

- 碳中和政策目标之下，全球新增光伏装机保持持续增长。

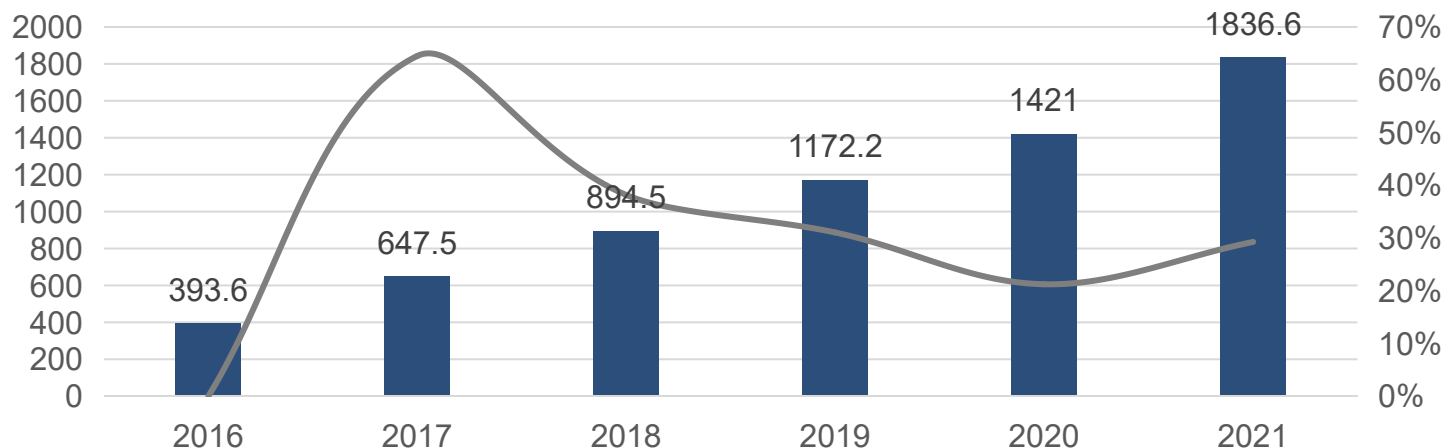
《巴黎协定》通过国家自主贡献的方法建立了新的气候治理体制，包括美国、德国在内的多个国家都公布了“双碳”发展战略。俄乌战争之后，欧洲多个国家加大了追求能源独立的步伐，光伏发电成为其中最重要的选项。

- 技术的进步极大地推动了全球光伏产业的发展。一些技术的发展，例如硅料中改良西门子法的推广、金刚线切割的应用、PERC电池的推广等，导致成本的持续下降，推动了光伏在全球更大范围的应用。

截至2021年全球光伏累计装机容量（百万瓦特）



2016-2021中国年度太阳能发电量及同比增速（亿千瓦时，%）



资料来源：WIND，华金证券研究所

资料来源：国家统计局，华金证券研究所

1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

1.2 中国光伏发电产业发展历程

01/初期发展阶段（1978-2005）

- 改革开放以后，国家对光伏应用示范项目给予支持，使光伏系统在工业和农村应用中得到发展。2000年以后，国家先后启动了西部省区无电箱的通电计划、光明工程等项目。截止到2005年底，我国光伏发电累计装机容量约是7万个千瓦。

02/产业化发展阶段（2006-2012）

- 2006年我国发布了《可再生能源法》，开始逐步建立有利于光伏发电产业健康发展的政策环境。2009年起我国实施了金太阳示范工程;2009年和2010年，我国先后启动了两轮光伏特许权招标项目，有效推动了光伏发电项目开发建设，产品研发制造等方面加快发展。

03/规模化发展阶段（2013-2017）

- 2013年国务院发布了《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》，在此之后，各部委和各地方政府积极出台一系列利好政策。在政策推动下，我国光伏发电市场规模快速发展。

04/自由化发展阶段（2018年以来）

- 2018年531新政之后，光伏市场新增装机短期出现萎缩，光伏补贴逐渐退出市场，光伏发电逐渐由政策导向走向市场发展。

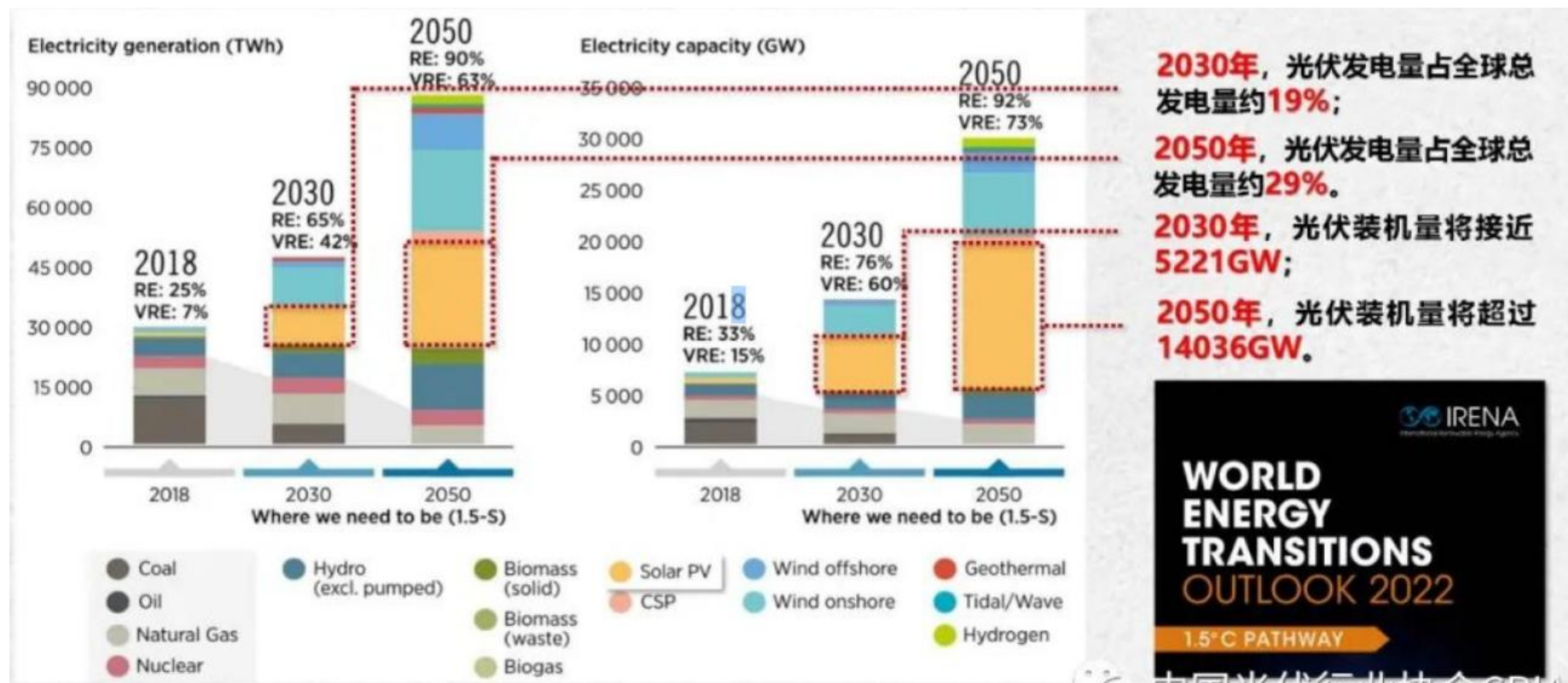
资料来源：中国电力网，华金证券研究所

1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

1.3光伏发电前景广阔

- 发展光伏发电大势所趋。随着技术的进步和成本的降低，发展以光伏为代表的新能源日益成为全球共识。根据IRENA的预测，在1.5摄氏度的情形下，2030年，光伏发电量占全球发电量将达到19%，光伏装机量将接近5221GW。2050年，光伏发电量占全球总发电量将达到29%，光伏装机量将超过14036GW。

图：2030年和2050年全球发电量和装机量预测

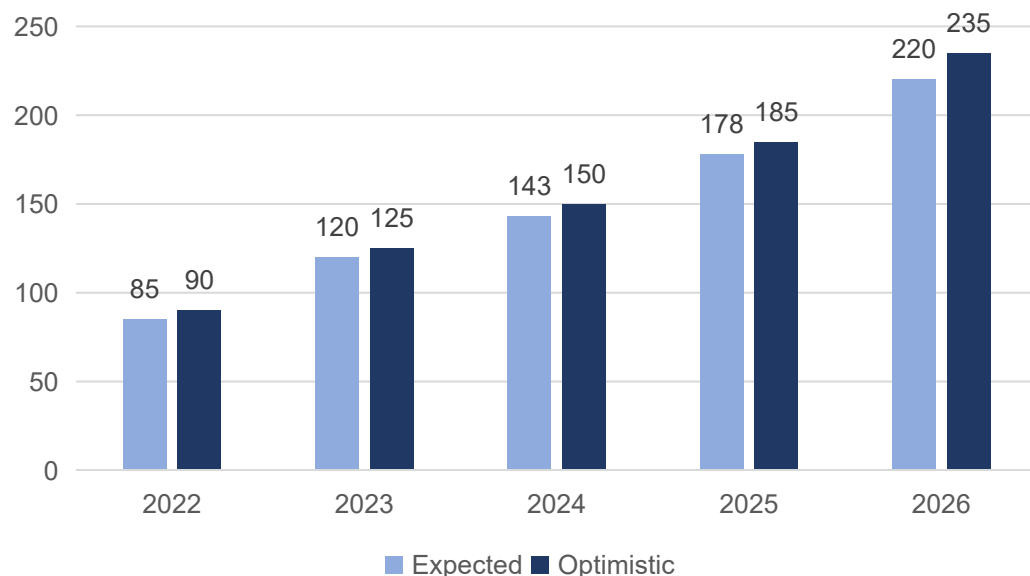


1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

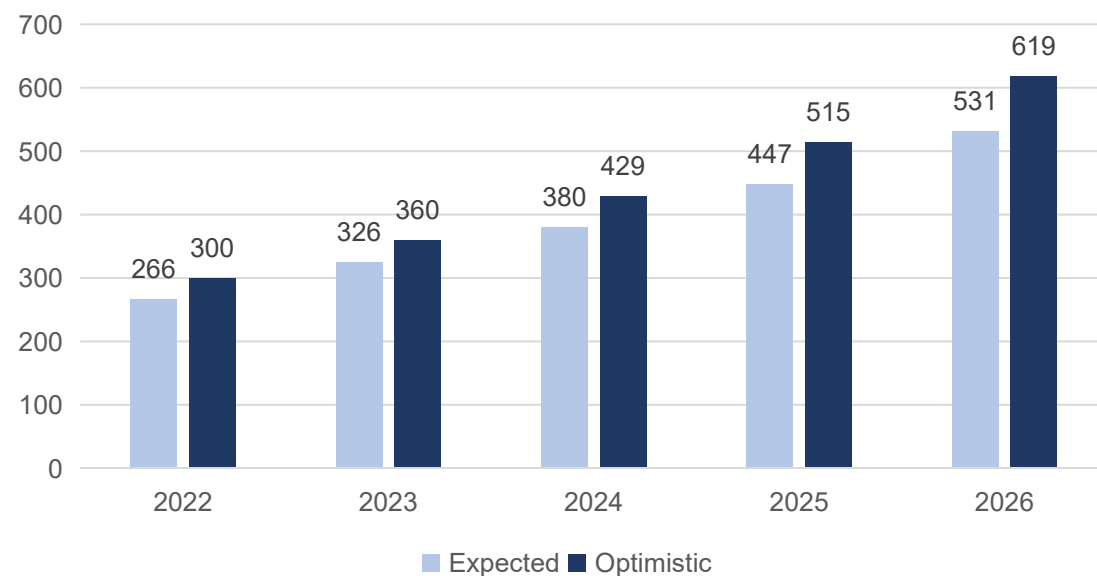
1.4能源转型加快装机向好，带动辅材需求

- **2023年全球装机有望达到360GW。**俄乌战争事件加剧了新能源替代的进程和诉求。各国纷纷调高光伏装机目标，例如德国提出计划到2030年提升装机量到215GW，欧盟提出调高2030年装机预期从672GW到1000GW等。根据pvinfoLink的预测，2023年全球光伏的新增装机量将达到326~360GW。中国新增光伏装机将达到120~125GW。
- **终端向好带动辅材需求。**由于装机需求的旺盛，相应的辅材产业链也随之发展迅速。

图：中国新增装机量预测（GW）



图：全球新增装机量预测（GW）

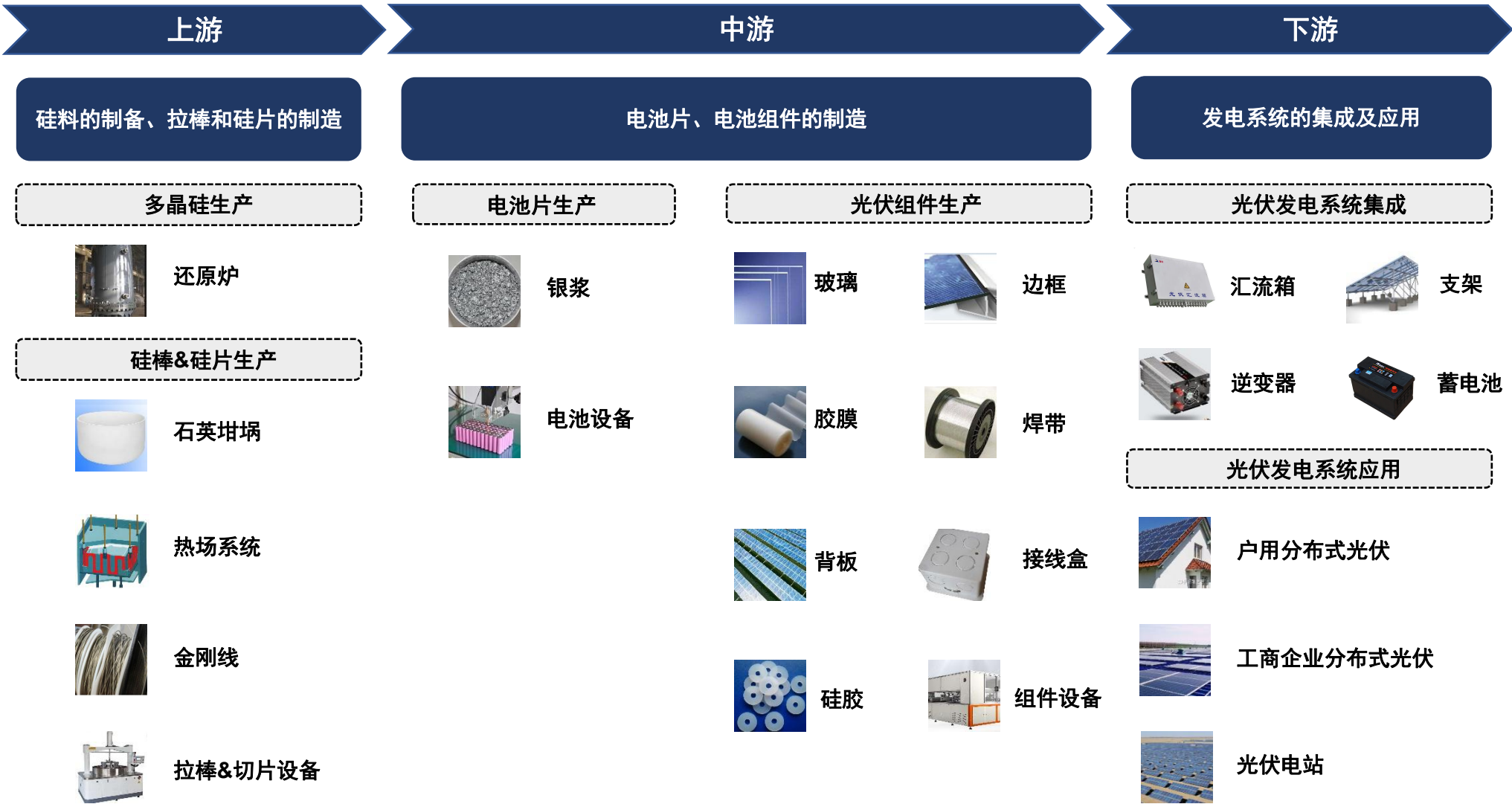


资料来源：IRENA, pvinfoLink, CPIA, 华金证券研究所

1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

1.5 光伏产业链概述

中国光伏发电产业链全景图

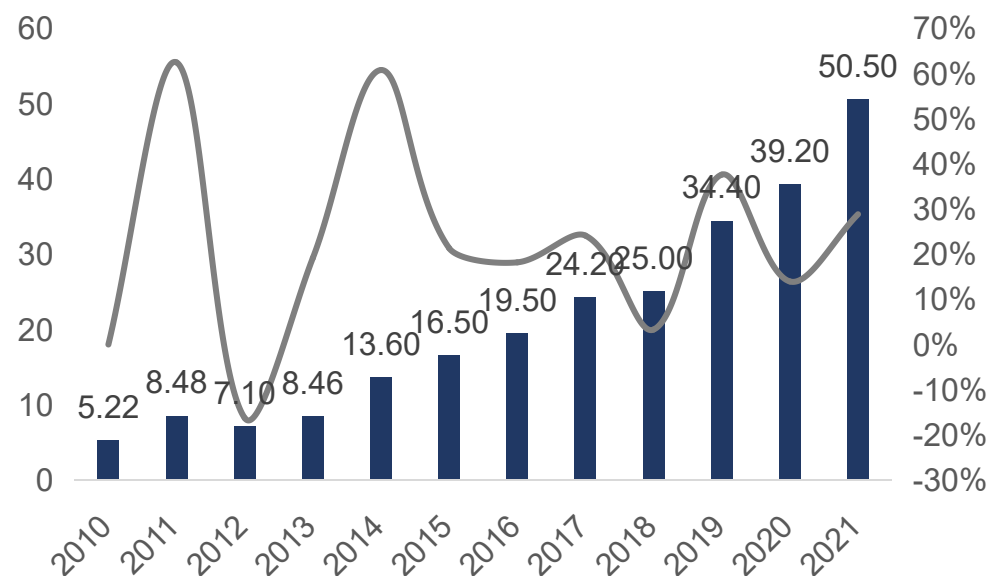


1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

1.6 上游——硅料的制备、拉棒和硅片的制造

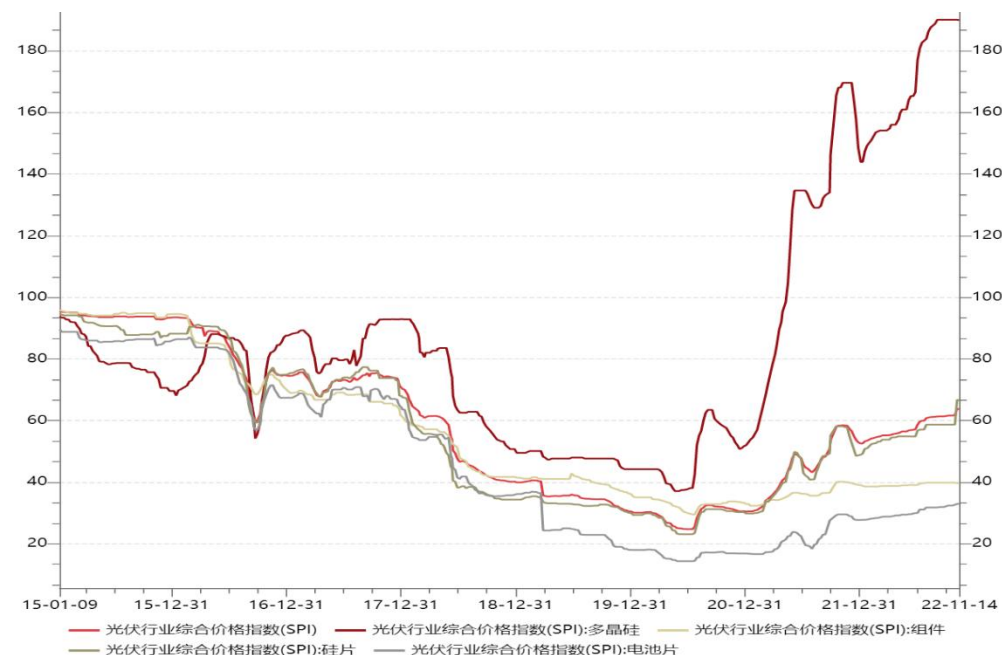
- 硅料是使用工业硅经一系列工艺提纯后生成。硅料环节是典型重资产环节，投产周期较长，在当前供需形势下，市场集中度持续提升。目前有两类主流的生产多晶硅方式，分别是改良西门子法制取棒状硅和硅烷流化床法制取颗粒硅，目前改良西门子法是市场的主流。
- 2021年以来由于供给紧缺而价格高涨。2021年二季度以来，由于新增产能投产有限出现了断层，供需矛盾加剧，硅料价格一路走高，在产业链中处于强势地位，获取了超额利润。

2010-2021中国多晶硅产量及其增速（单位：万吨，%）



资料来源：Wind，华金证券研究所

光伏行业综合价格指数变化图



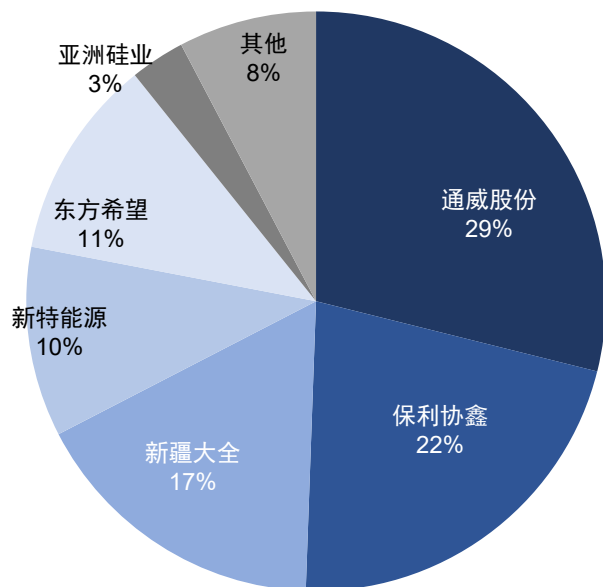
资料来源：Wind，华金证券研究所

1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

1.6 上游——硅料的制备、拉棒和硅片的制造

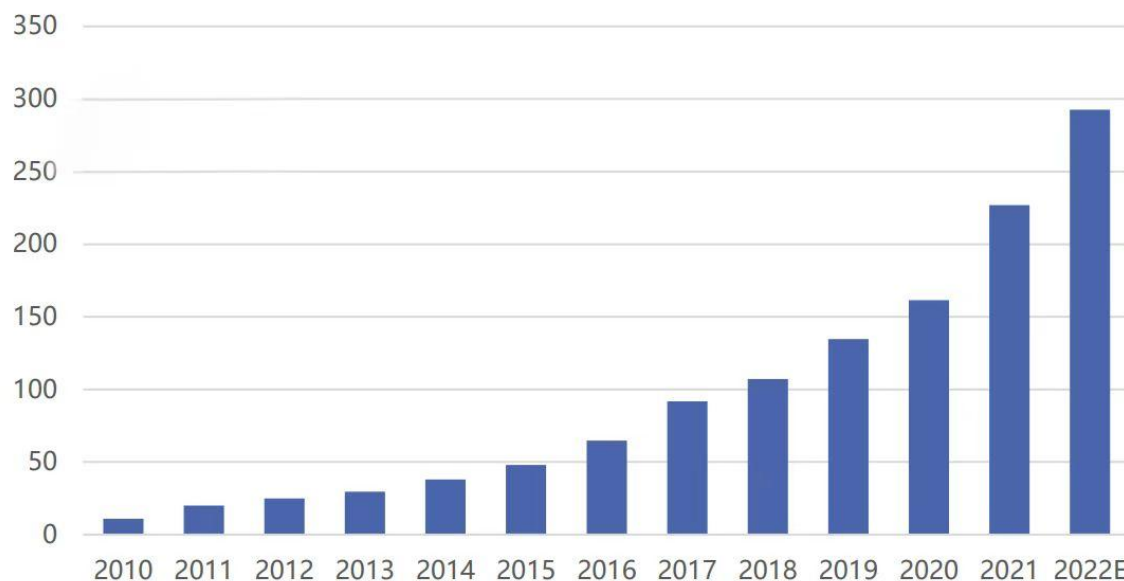
- 多晶硅生产工艺点繁多，供应历年来呈现稳定的龙头格局。2021年硅料行业之中，通威股份、保利协鑫、新疆大全三大龙头并驾齐驱，市占率分别为29%、22%、17%。东方希望、新特能源和亚洲硅业也保持着一定竞争力，紧跟其后。
- 硅片企业集中度高，中国占据主导地位。根据CPIA数据显示，2021年全国硅片产量约为227GW，同比增长40.6%。其中，排名前五企业产量占国内硅片总产量的84%，且产量均超过10GW。随着头部企业加速扩张，预计2022年全国硅片产量将超过293GW。同时，2021年全球光伏硅片产能中，我国占比达98.1%，占据绝对领先的地位。

图：2021年硅料行业竞争格局（产能口径）



资料来源：公司公告，华金证券研究所

图：2010-2022年全国硅片产量情况（单位：GW）



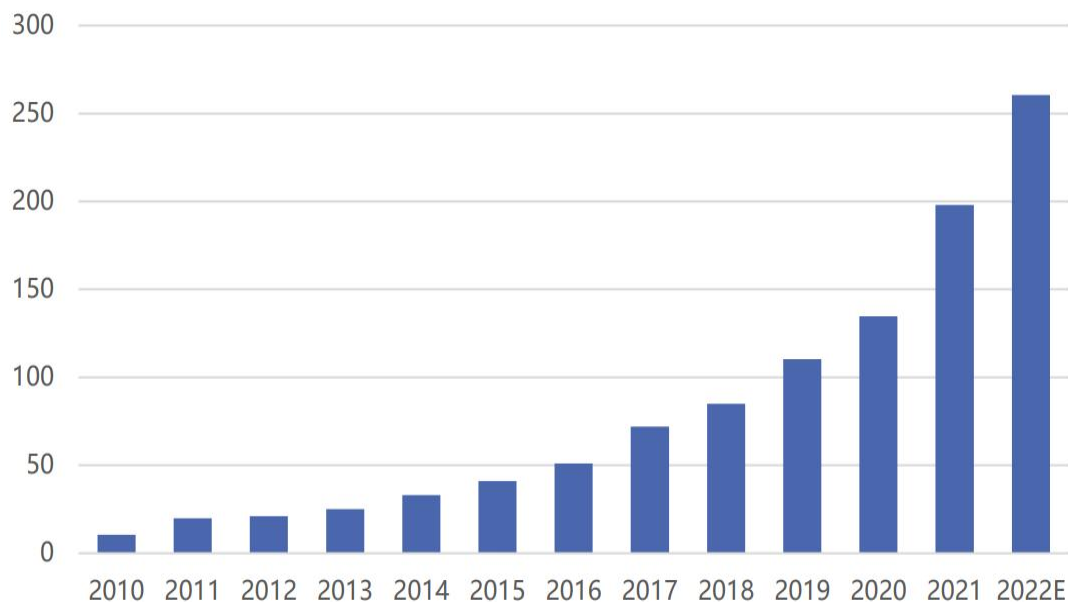
资料来源：CPIA,华金证券研究所

1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

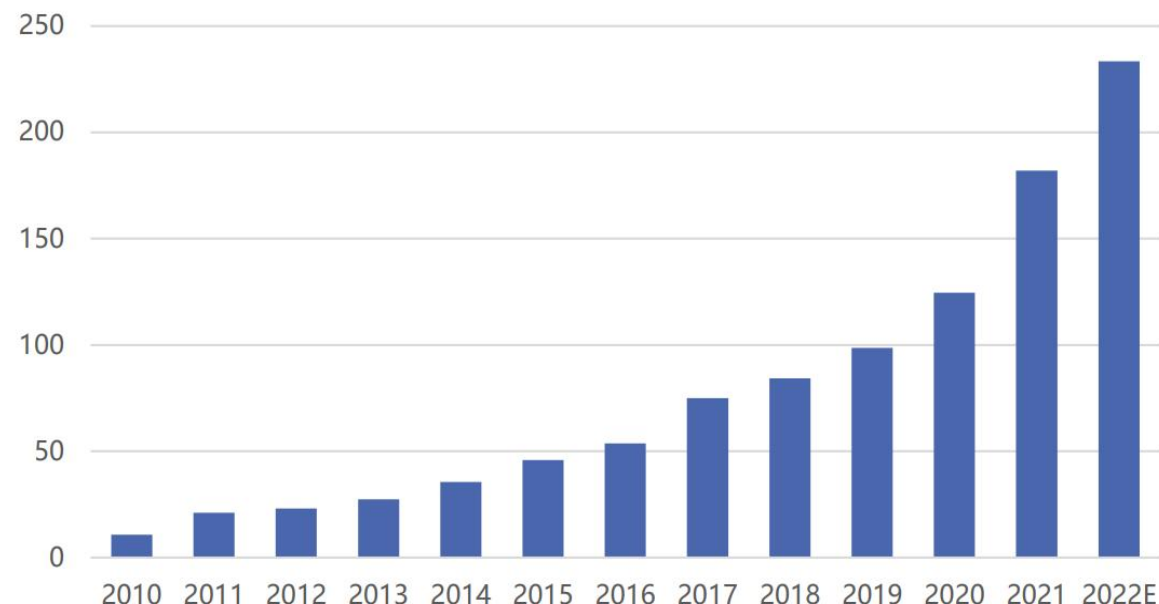
1.7 中游——电池片、组件的制造

- **电池环节是资本和技术双密集型行业。**要求企业及时跟进最新的电池制造技术以提升电池效率。根据CPIA数据显示，2021年，全国电池片产量约为198GW，同比增长46.9%，排名前五企业产量占国内电池片总产量的53.9%，其中前6家企业产量超过10GW。
- **组件环节有品牌和渠道壁垒，集中度较高。**2021年全国组件产量达到182GW，同比增长46.1%，以晶硅组件为主。组件环节的品牌和渠道壁垒导致行业格局较为稳定，排名前五企业产量占国内组件总产量的63.4%，产量超过10GW。

图：2010-2022 年全国电池片产量情况（单位：GW）



图：2010-2022 年全国太阳能组件产量情况（单位：GW）



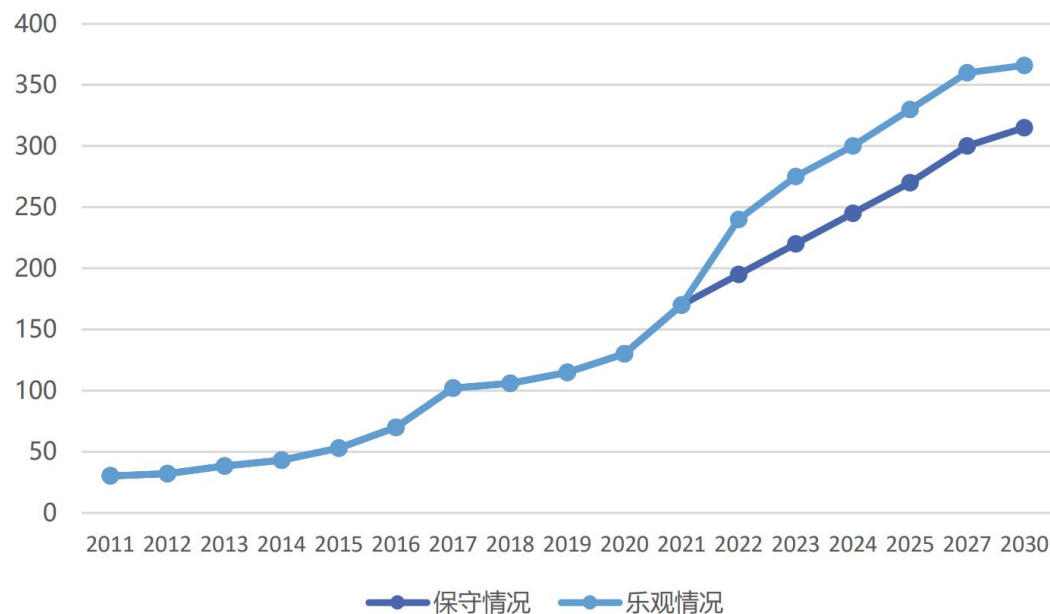
资料来源：CPIA，华金证券研究所

1.光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展

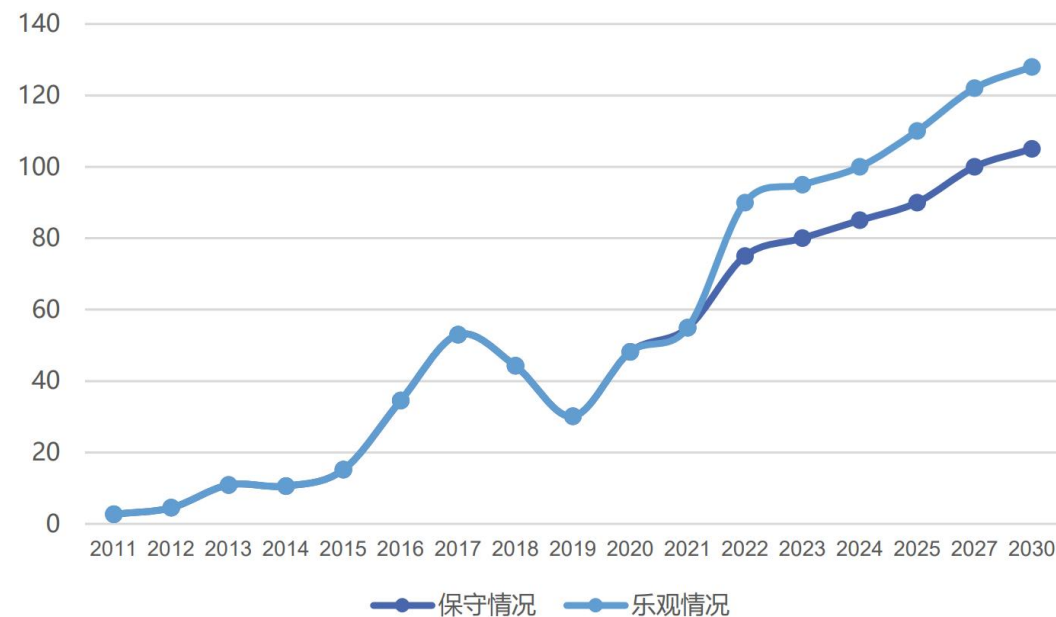
1.8 下游——电站系统集成及应用

- 除了组件之外，还需要逆变器、支架、汇流箱和蓄电池等相关辅助系统或材料，一起构成光伏电站，包括分布式和集中式两种，分布式又分为户用和工商业两类。2021国内光伏新增装机54.88GW，同比增加13.9%，其中，分布式光伏装机29.28GW，占全部新增光伏发电装机的53.4%，历史上首次突破50%。2021年户用装机达21.6GW，创历史新高，占2021年我国新增光伏装机的约39.4%。随着更多“零碳”或“碳中和”目标的提出，新能源光伏发电装机规模将再创新高。

图：全球光伏新增装机规模及新增规模预测（单位：GW）



图：国内光伏新增装机规模及新增规模预测（单位：GW）



资料来源：CPIA，华金证券研究所

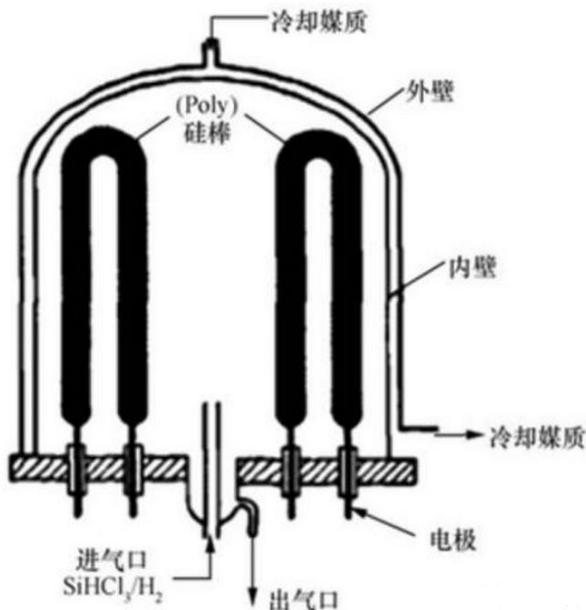
- 01 光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展
- 02 多晶硅环节相关辅材梳理
- 03 拉棒&切片环节相关辅材梳理
- 04 总结
- 05 投资建议
- 06 风险提示

2.多晶硅环节相关辅材梳理

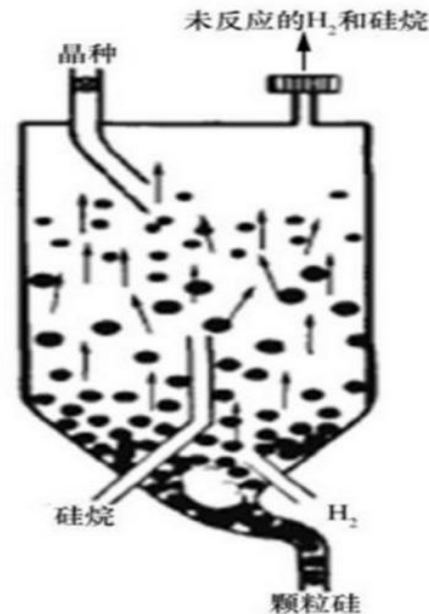
2.1 多晶硅环节技术现状

- 目前行业内有两种主流的生产路线，即改良西门子法制取棒状硅和硅烷流化床法制取颗粒硅。根据CPIA数据，目前改良西门子法是硅料生产的主流方法，占比约95.9%。
- 改良西门子法。又称三氯氢硅还原法，是目前技术上最成熟的多晶硅生产工艺，将经过提纯的三氯氢硅和高纯氢混合后，通入1150℃还原炉内进行反应，生成的高纯多晶硅淀积在多晶硅载体上，即可得到最终产品多晶硅棒。
- 流化床法。是一种以硅烷为反应原料的提纯方法。硅烷以氢气作为载体从流化床炉底部注入反应器后上升加热区，注入的原料和氢气在加热区发生反应。

图：还原炉工作原理图



图：还原炉中的多晶硅生产过程



资料来源：全球光伏公众号，CPIA，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

2.2 颗粒硅特点概述

- 颗粒硅具有一定的成本优势。在生产成本方面，根据协鑫科技数据，截至2022年8月，资本性支出方面，硅烷流化床法的投资费用较改良西门子法低34%，占地面积低60%；运营成本方面，人员需求低60%，水消耗低49%，氢消耗低57%，电力消耗低78%，生产端降耗降碳接近80%。同时，下游客户在生产过程中，自动化、免破碎环节、减少复投异常、节省复投器、复投增量等方面均有节省空间。使用颗粒硅单晶成本为使用棒状硅单晶硅成本的81%。

表：颗粒硅较改良西门子法棒状硅生产成本降幅情况

工艺	万吨单位投资		运营成本			
	投资费用	占地	人力	水消耗	氢消耗	电力消耗
改良西门子法	10.5亿	200亩	160人	130t/t	350Nm3/t	63kwh/kg
硅烷流化床法	6.9亿	60亩	65人	66t/t	150Nm3/t	13.8kwh/kg
降幅	34%	60%	60%	49%	57%	78%

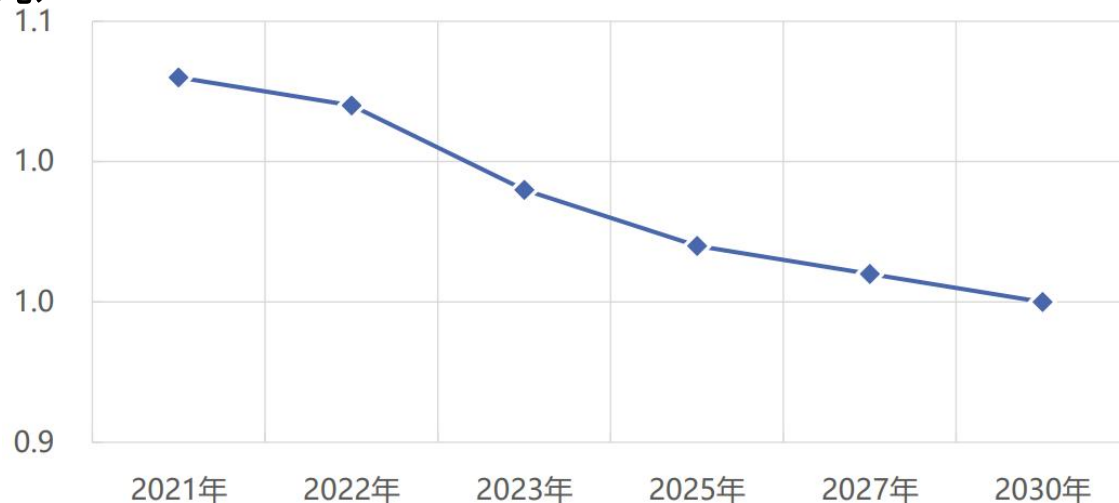
资料来源：正点光伏公众号，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

2.2 颗粒硅特点概述

- 颗粒硅在使用过程中尚存一些问题：①颗粒硅表面积大于棒状硅，更容易吸附产生表面污染。②在运输过程中，容易相互摩擦形成硅粉，不利于后续投入生产。③颗粒硅表面存在氢键，熔化时产生氢气易引起跳料。因此目前颗粒硅多作为降低成本的辅料，与棒状硅掺杂使用，根据协鑫科技数据，掺杂比例一般在30%以下，在连续拉制过程中如果掺杂比例过高，可能会影响产品质量。
- 市占率有望提升。从未来看，若颗粒硅的产能进一步扩张，并且随着生产工艺的改进和下游应用的拓展，市场占比会进一步提升。

图：2021-2030年三氯氢硅法多晶硅投资成本变化（单位：亿元/千吨）



图：2021-2030 年棒状硅和颗粒硅市场占比变化趋势



资料来源：正点光伏公众号，CPIA，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

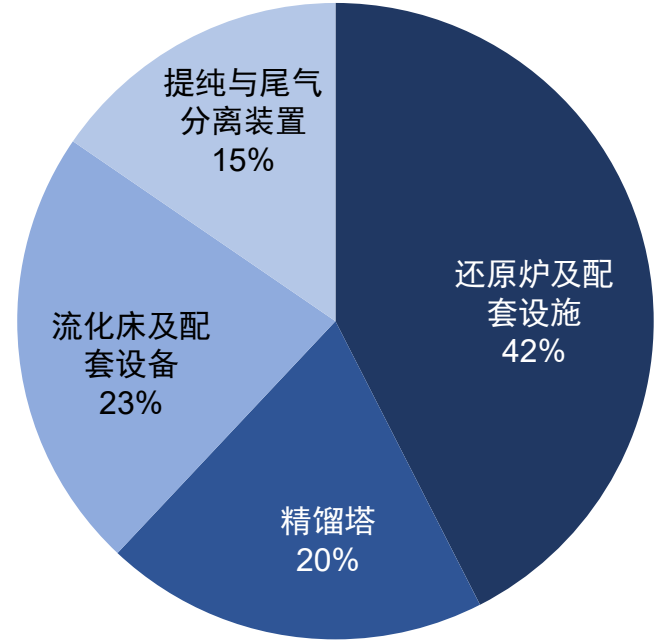
2.3 还原炉——多晶硅制备的核心设备

- 多晶硅还原炉作为压力容器的一种，为改良西门子法工艺的核心生产设备，价值量与数量占比最高。从亚洲硅业截止到2021年6月30日的主要工序生产设备来看，其用于还原工序的还原炉数量为58台，远远高于制氢、合成、氢化、提纯等工序对于压力容器的需求量。价值量构成来看，以大全能源截止到2021年生产设备构成来看，还原炉及配套设备价值占比约42.5%。

表：亚洲硅业主要生产设备清单

工序	设备名称	使用环节	主要设备数量（台/套）
制氢工序	电解系统	氢气制备	8
液氯汽化	汽化器	液氯汽化	4
合成工序	氯化氢合成炉	合成氯化氢	4
	三氯氢硅合成器	合成三氯化硅	12
氢化工序	氢化反应系统	原料制备	3
提纯工序	提纯塔	原料提纯	36
还原工序	还原炉	产品制备	58
	还原炉变压器	供电	58
	还原炉尾气换热器	尾气换热	58
	汽化器	三氯氢硅汽化	6
整理工序	破碎机	产品后处理	3
	振动筛分机	产品后处理	5
	爬坡机	产品后处理	6
	直拉单晶炉	硅芯制备	5

图：大全能源生产设备构成（基于原值）



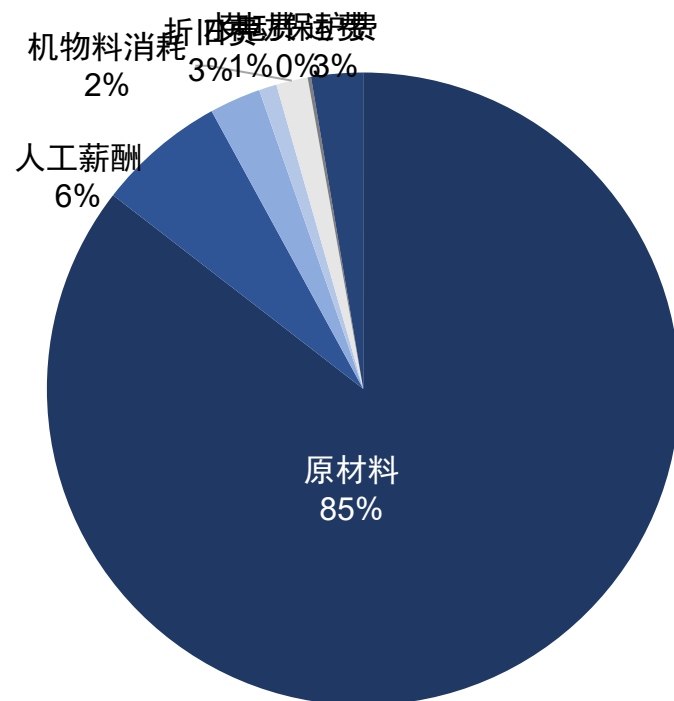
资料来源：亚洲硅业招股说明书，大全能源招股说明书，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

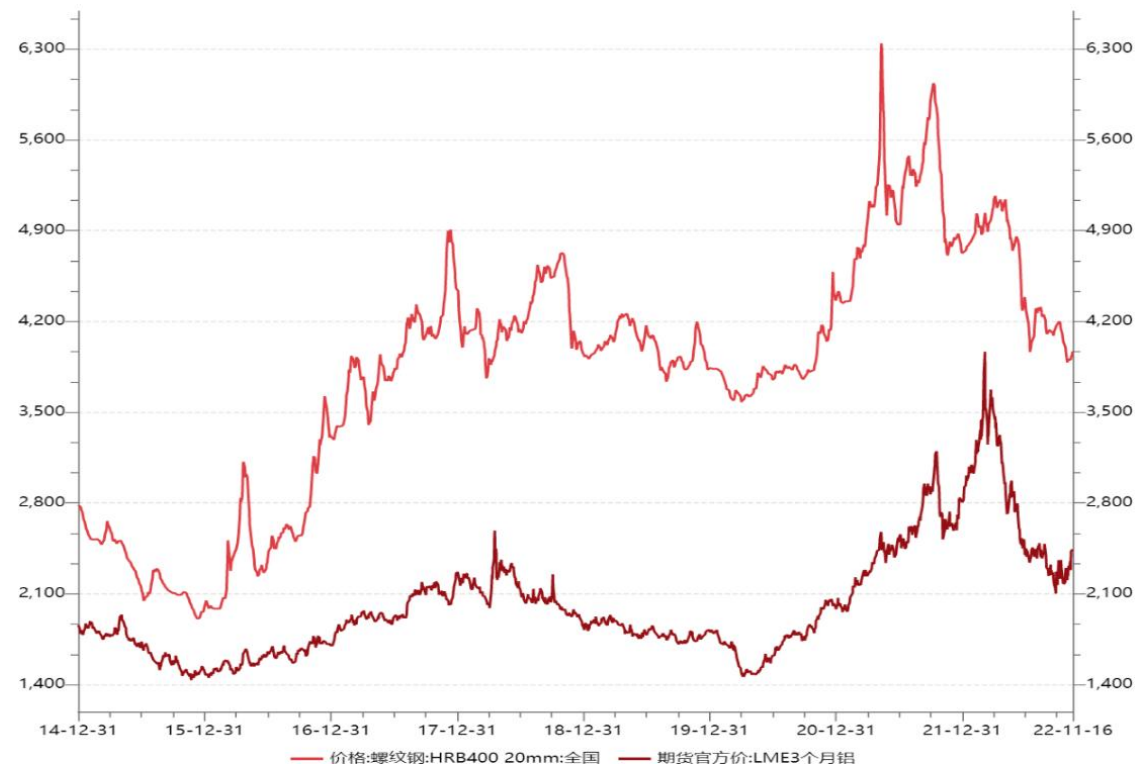
2.3 还原炉——产业链上下游情况

- 还原炉的上游为钢和铜，下游为多晶硅制造商。在生产成本中，还原炉原材料占比超过80%，其余为人工薪酬和折旧费，而原材料中钢和铜占主要部分。因此还原炉设备商会通过对材料价格趋势跟踪和分析、绑定加工费、长期沟通机制、改进生产工艺等方法减小原材料涨价对产品毛利的影响。还原炉制造商面对的客户是多晶硅制造企业，因此其订单量跟硅料的扩产节奏相关。

图：东方电热新能源设备业务成本构成



图：钢、铝价格走势



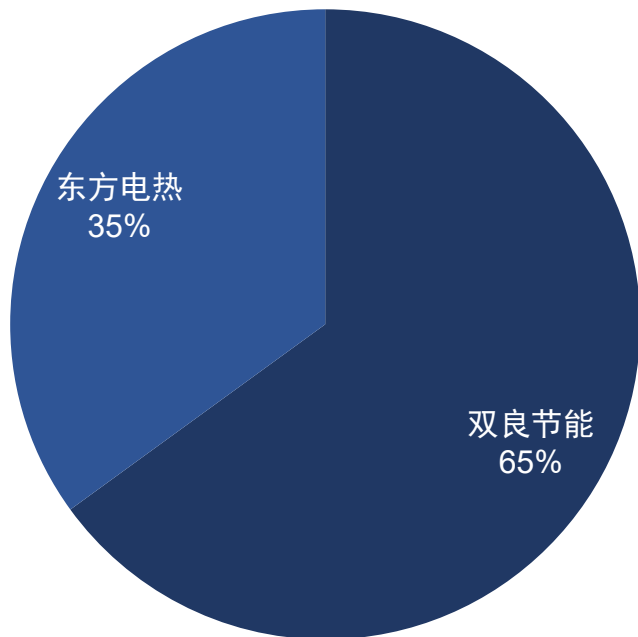
资料来源：公司公告，Wind，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

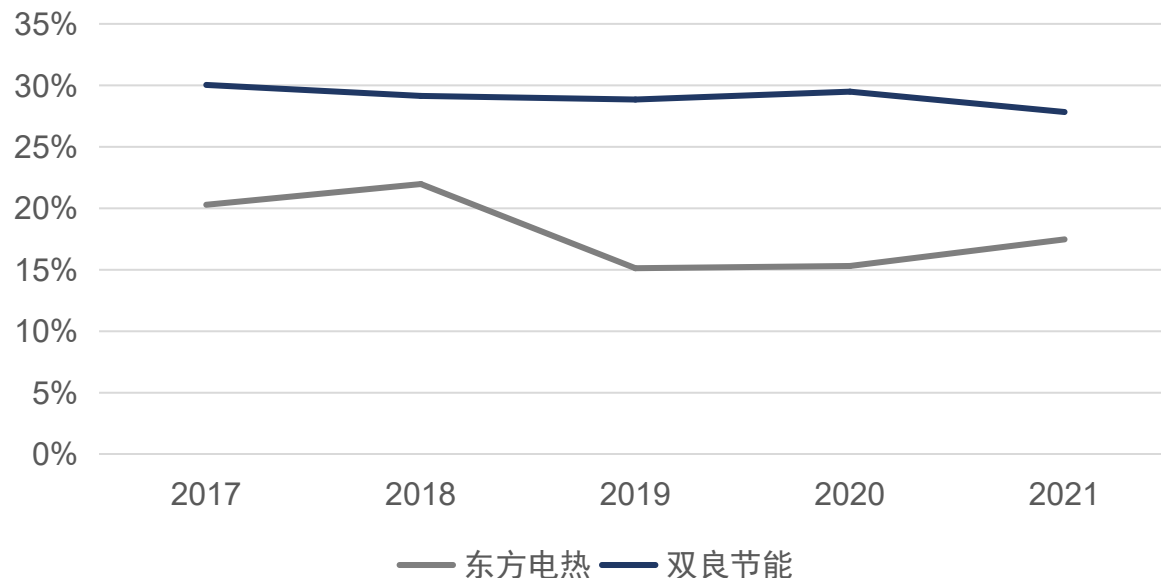
2.3 还原炉——行业格局稳定

- 国内还原炉行业竞争格局稳定，主要是双良节能和东方电热两家。东方电热是国内最早生产多晶硅冷氢化用电加热器的企业，于2017年开始投放市场，受到客户的广泛好评，生产线于2018年6月建成投入使用，2021市占率达35%。双良节能开始时间较早，子公司双良新能源装备从2007年开始进行多晶硅还原炉等设备的研发生产，2015年经资产置换注入上市公司，客户资源丰富，市场占有率高，2021年达65%。
- 双良节能毛利率与东方电热相比更高。东方电热还原炉产品订单仍处于爬坡阶段，产能利用率不足导致单位制造成本相对偏高。但随着市场逐步打开以及客户认可度提高，东方电热毛利率有望进一步提升。

图：2021年还原炉市场占有率



图：2017-2021年毛利率对比图



资料来源：公司公告，Wind，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

2.3 还原炉——盈利水平优异

- 2021年多晶硅还原炉的成本与价格分别约为168万和274万。根据双良节能2021年报，多晶硅还原炉及其他实现营业收入9.79亿元，营业成本6.01亿元，销售量为357台，由此估算出多晶硅还原炉的平均成本与价格分别为168万元和274万元，毛利率水平高达38.53%。

表：双良节能2021年分产品收入

分产品	营业收入（亿元）	营业成本（亿元）
溴冷机	11.94	8.59
换热器	4.10	2.80
空冷器	9.54	7.17
多晶硅还原炉及其他	9.79	6.01
单晶硅	2.35	2.63

表：双良节能2021年分产品销量

主要产品	单位	销售量
溴冷机	台套	626
换热器	台套	643
空冷器	台套	7668
多晶硅还原炉及其他	台套	357
单晶硅	万片	3542

资料来源：公司公告，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

2.3 还原炉——未来需求预测

- 棒状硅产能扩产激进，以中国企业为主。2021年以来多晶硅供不应求态势推动各大厂商纷纷扩产。我们预计2024年全球棒状硅产能可达416.25吨，2022-2024年的年均增长速度高达84.33%。

表：全球棒状硅硅料年末产能统计及预测（万吨）

	公司名称	2022E	2023E	2024E		公司名称	2022E	2023E	2024E
中国	通威股份	23	35	75	中国	信义光能	0	20	20
	协鑫科技	10.5	10.5	10.5		江苏阳光	0	10	10
	新疆大全	13.2	20.5	20.5		宝丰多晶硅	0	5	30
	新特能源	20	30	40		无锡上机	0	5	10
	东方希望	13	31.75	49.25		中来股份	0	1	10
	亚洲硅业	9	9	9		中环股份	0	12	12
	吉利硅谷	1.2	5	5		清电硅业	0	10	20
	内蒙古东立	1.2	6	6		小计	109.2	260.45	396.95
	鄂尔多斯	1.2	2.8	2.8					
	洛阳中硅	1	1	1	海外	Wacker	8	8	8
	南玻	0.9	5.9	5.9		OCI	3.5	9.5	9.5
	青海丽豪	5	10	20		Hemlock	1.8	1.8	1.8
	新疆晶诺	5	10	10		小计	13.3	19.3	19.3
	江苏润阳	5	10	10					
	合盛硅业	0	10	20		合计	122.5	279.75	416.25

资料来源：公司公告，公众号，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

2.3 还原炉——未来需求预测

- **2022-2024年全球还原炉累计需求规模约为158.1亿元。**根据东方电热调研信息，在目前的西门子改良法工艺下，每万吨多晶硅产能大约需要6000万至8000万元的多晶硅还原炉和冷氢化用电加热器的资金投入，其中还原炉投资额约占2/3，因此新增每万吨硅料产能对应还原炉价值量约为0.5亿元，由此测算2022/2023/2024年全球还原炉需求规模分别为21.0/73.4/63.7亿元，3年累计需求规模约为158.1亿元。

表：全球还原炉需求测算

	2020	2021	2022E	2023E	2024E
全球多晶硅产能（万吨）	60.8	77.4	122.5	279.75	416.25
新增产能（万吨）	-	16.6	45.1	157.3	136.5
新增每万吨硅料产能还原炉价值量（亿元/万吨）	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
全球还原炉市场规模（亿元）		7.7	21.0	73.4	63.7

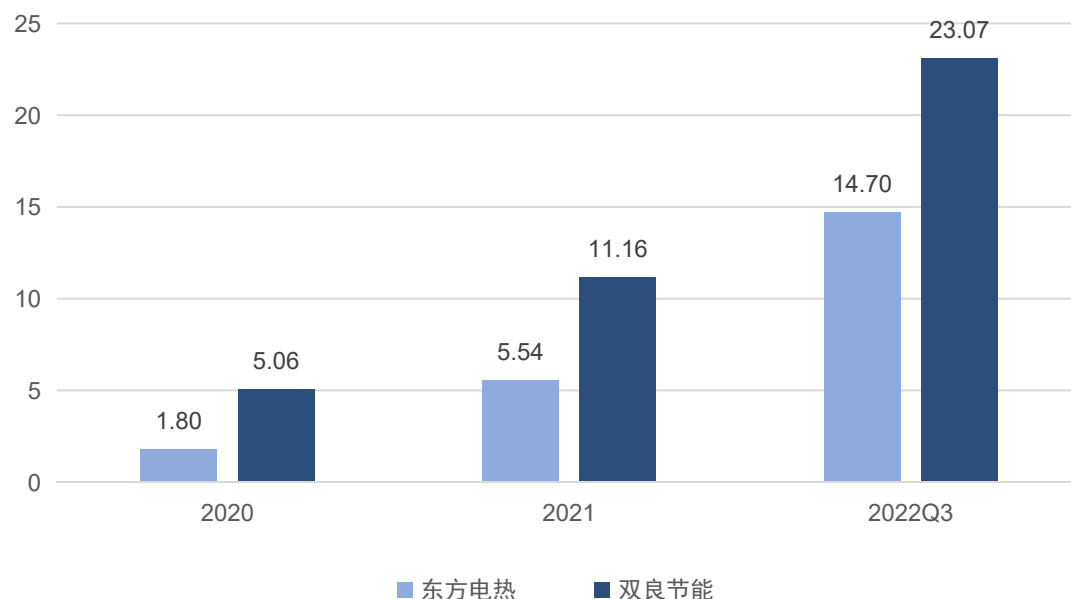
资料来源：公司公告，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

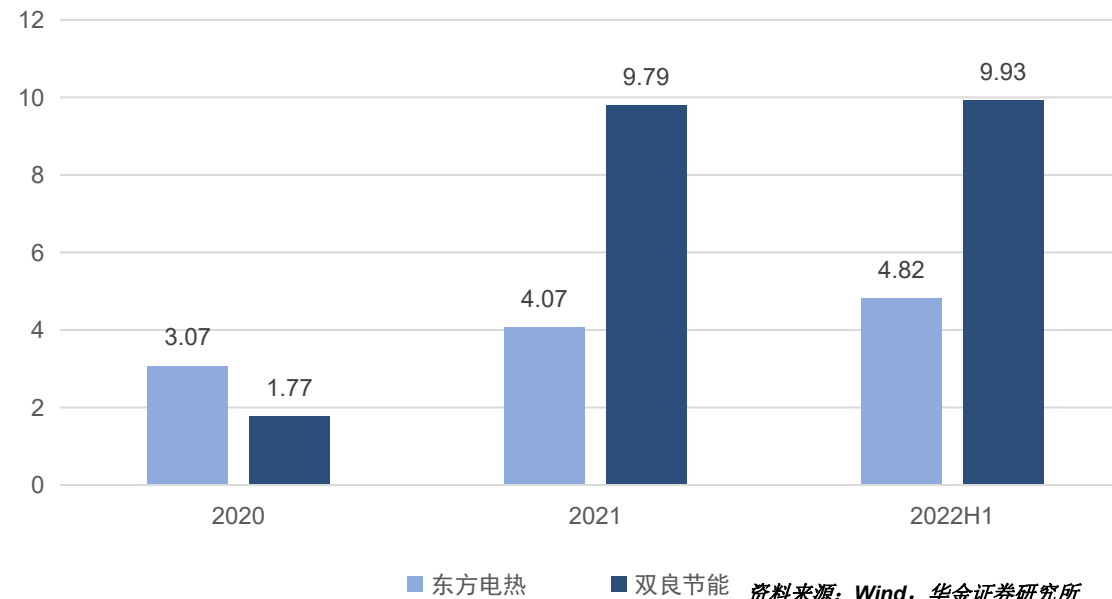
2.3 还原炉订单增长明显

- 还原炉订单充足排产紧张。受益于本轮多晶硅扩产周期，2021年以来还原炉市场需求强劲，国内还原炉龙头厂商双良节能与东方电热订单充足产能紧张，近期新签订单的交货期最晚已超过2023Q1。
- 多途径增加产能弹性。以东方电热为例，今年以来公司通过多种途径增加产能：1）通过增加人员和生产班次；2）将一部分不涉及核心技术机密、非核心的部件外包给第三方加工；3）如果有必要，还可以租赁周边厂房扩大产能和仓储能力。

图：双良节能与东方电热合同负债持续增长（单位：亿元）



图：双良节能与东方电热还原炉收入快速增长（单位：亿元）



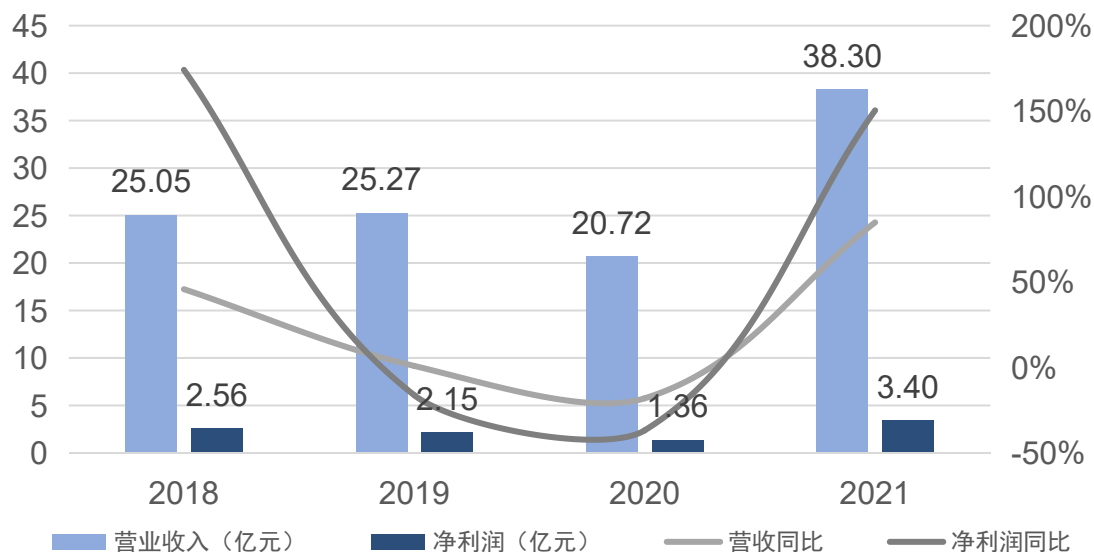
资料来源：Wind，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

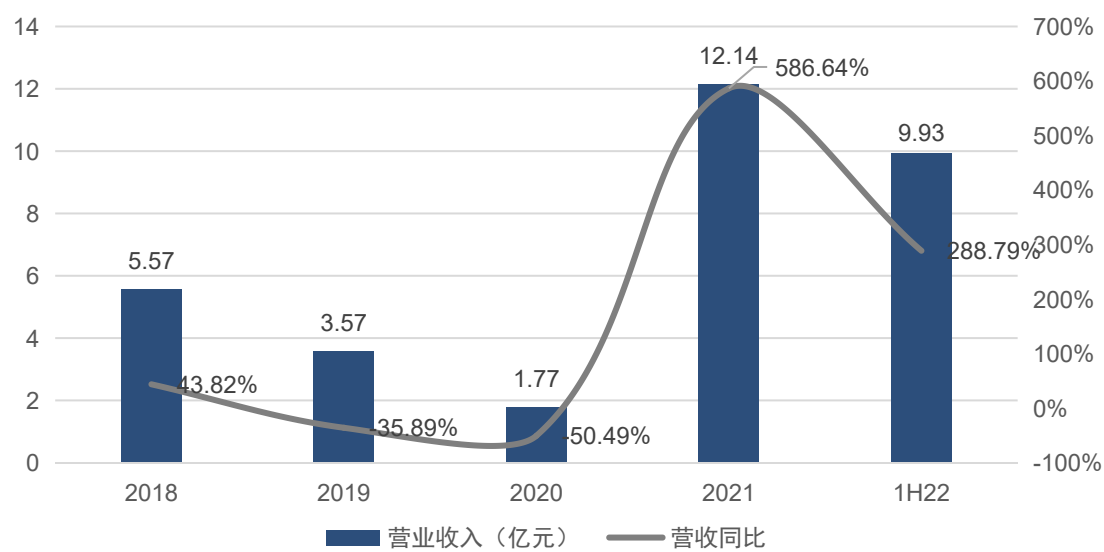
2.4 相关标的——双良节能（600481）

- **节水+光伏新能源业务双轮驱动。**公司于1982年成立，以溴冷机起家，目前已成长为国内节水节能设备和多晶硅还原炉龙头企业。子公司双良新能源装备从2007年开始进行多晶硅还原炉等设备的研发生产，2015年经资产置换注入上市公司。2021年公司的多晶硅还原炉系统在四川永祥、新疆大全、亚洲硅业、新特能源等大型企业连获大单，国内行业占有率保持在65%以上，实现营业收入9.79亿元，同比增加453.6%。
- **拓展光伏上下游业务，打造新的业绩成长曲线。**公司于2021年2月新设立子公司正式开展一期20GW大尺寸单晶硅片业务，今年年底有望释放20GW产能。2022年3月，公司设立孙公司投资建设年产20GW高效光伏组件项目。随着公司硅片、组件产能释放叠加各光伏业务的协同效应得到发挥，我们预计光伏新能源业务有望推动公司业绩高增长。

图：双良节能营收与利润情况



图：2021年以来双良节能光伏新能源业务高速发展



资料来源：公司公告，Wind，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

2.4 相关标的——双良节能（600481）

- 多晶硅还原炉下游需求强劲，订单充沛。2021年公司子公司新能源装备公司订单创下历史新高，订单额较去年增长约 7 倍。2021年全年公司多晶硅还原炉生产量和销售量分别为524台和357台，同比增长达2187.3%和1452.2%。截至2022年Q3，公司存货、合同负债分别同比增长208%和107%，反映公司在手订单充沛。

图：双良节能2022年新签还原炉重大合同

公告日期	合同订立对手方	合同总金额（亿元）	合同内容	交付截止日期
2022/2/8	合盛硅业	3.26	硅基材料产业一体化项目	支付预付款之日起6个月内交付40台，后每个月交付40台
2022/2/8	晶体新能源	4.18	多对棒还原炉设备	2022/8/30
2022/2/14	宝丰硅材料	2.62	多对棒还原炉设备及相应的备品备件、专用工具	合同生效后210天
2022/2/21	内蒙古大全	5.56	多对棒还原炉设备及零部件和专用工具	2022/7/25
2022/5/9	华陆工程科技	3.24	多对棒多晶硅还原炉	2022/8/31
2022/5/21	宝丰硅材料	1.56	多对棒还原炉模块	合同生效后195天
2022/5/27	东立光伏	2.43	72对棒还原炉	2022/11/30
2022/6/2	新特硅基	1.39	还原炉撬块设备	2022/10/30
2022/6/10	其亚硅业	4.11	为72对棒还原炉设备及其备品备件	2023/1/30
2022/7/7	华融金融（四川永祥）	2.14	多对棒还原炉	2023/2/25
2022/10/11	新疆东部合盛	4.29	多对棒还原炉设备及其备品备件	2023/4/30
2022/10/17	丽豪半导体	2.55	多对棒还原炉设备	合同签订后 210 天

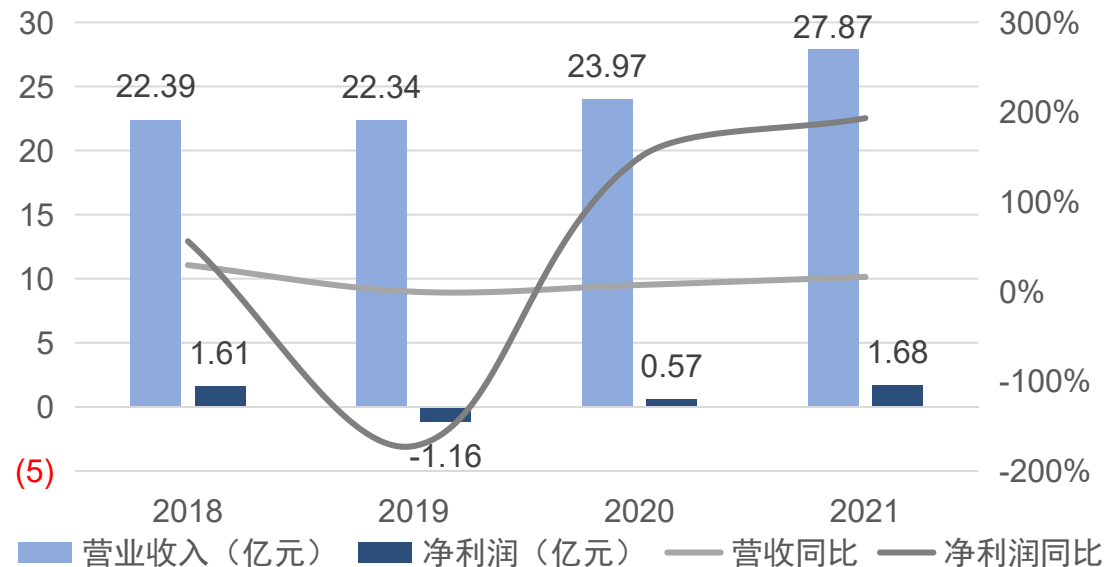
资料来源：公司公告，Wind，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

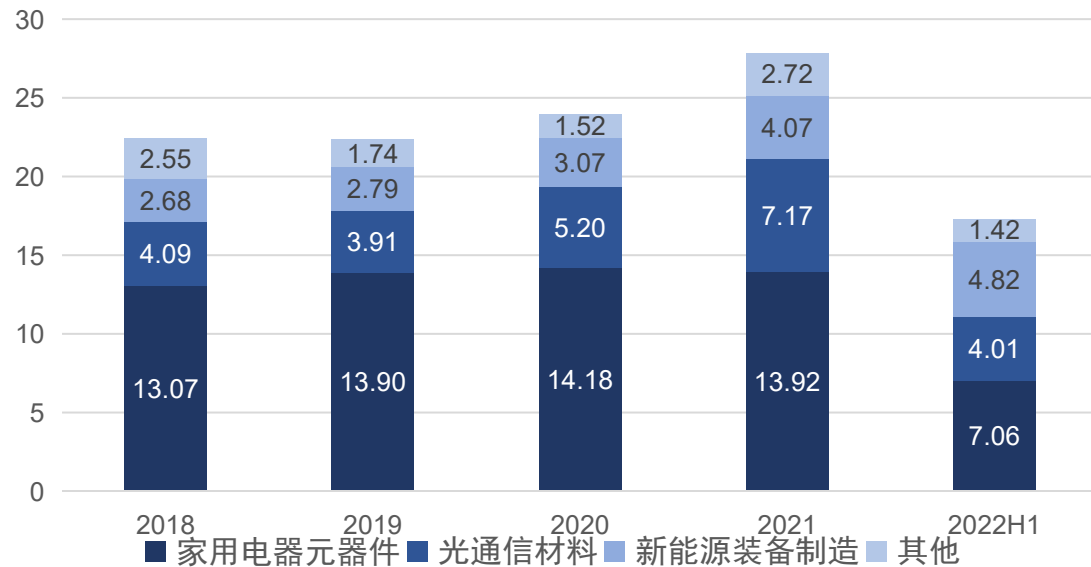
2.4 相关标的——东方电热（300217）

- 国内民用电加热龙头，新能源行业布局卓有成效。公司成立于1992年，是国内第一家主营业务为电加热器的上市公司，与格力、美的等国内家电龙头企业有深厚的合作关系，并通过不断收购子公司形成民用电加热器、新能源、光通信材料三大业务板块。目前公司在新能源行业的布局主要包括新能源装备制造（多晶硅还原炉、冷氢化电加热器）、新能源汽车PTC电加热器和锂电池钢壳材料。2022H1公司新能源装备制造营业收入4.82亿元，同比增长180.63%，占比27.85%，成为公司的主要业绩增长点。
- 多晶硅还原炉业务发展迅速。公司的多晶硅还原炉于2017年投放市场，受到客户的广泛好评。根据2021年多晶硅还原炉的项目招标情况，公司产品市场占有率约为30%至40%，且一直处于持续上升趋势。

图：东方电热营收与利润情况



图：东方电热收入结构（亿元）



资料来源：公司公告，Wind，华金证券研究所

2.多晶硅环节相关辅材梳理

2.4 相关标的——东方电热（300217）

- 在手订单充足，多晶硅生产设备业务高景气。受益于光伏行业的硅料扩产潮，2022年Q1-Q3，公司新能源装备制造的订单总额为30.8亿元，随着Q4部分比较大的项目开始招投标，公司预计全年新签订单有望突破40亿元。公司新能源装备业务的交货周期一般为6-8个月，正常情况下今年新签的订单大部分将于明年确认收入。

表：东方电热2022年新签重大合同

公告日期	公司子公司	合同订立对手方	合同总金额（万元）	合同内容
2022/2/28	东方瑞吉	内蒙古大全	28665	撬块
2022/2/8	镇江东方	内蒙古大全	10800	电加热器
-	东方瑞吉	华陆工程（弘元）	25600	-
2022/2/8	东方瑞吉	新疆中部合盛	26800	还原炉设备
2022/2/8	镇江东方	新疆中部合盛	15804	电加热器
2022/2/8	东方瑞吉	新疆中部合盛	8032	还原炉设备
2022/5/23	东方瑞吉	新疆中部合盛	18150	还原炉设备
-	镇江东方	新特硅基新材料	5320	-
-	镇江东方	宁夏晶体新能源	9800	-
-	东方瑞吉	华陆工程（弘元）上机	7980	-
2022/5/23	东方瑞吉	华融金融（四川永祥）	21280	还原炉设备
2022/6/29	东方瑞吉	信义硅业	26240	还原炉设备
2022/6/29	镇江东方	信义硅业	3592	冷氢化辐射式电加热器
2022/10/10	东方瑞吉	新疆东部合盛	71300	还原炉、还原炉撬块、汽化器撬块及辐射式电加热器

资料来源：公司公告，Wind，华金证券研究所

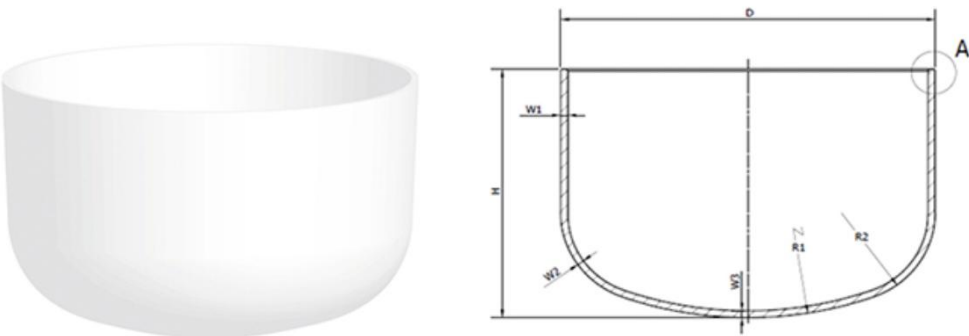
-  01 光伏装机需求旺盛，带动辅材产业链蓬勃发展
-  02 多晶硅环节相关辅材梳理
-  03 拉棒&切片环节相关辅材梳理
-  04 总结
-  05 投资建议
-  06 风险提示

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 石英坩埚——作用和性能

- 石英坩埚主要用于太阳能或半导体单晶拉制行业，是用来拉制大直径单晶硅棒的消耗性器皿，用于盛装熔融硅并制成后续工序所需晶棒。传统直拉法中，石英坩埚只能使用一次，每次仅产出一根硅棒。为了提高产量，连续直拉法在拉晶过程中可以持续向石英坩埚内加料，从而产出多根硅棒，这就对石英坩埚性能提出更高要求。
- 由于具有良好的透光性能、耐热性能、电学性能及化学稳定性，石英制品作为重要的基础材料被广泛应用于光伏行业。石英坩埚属于石英玻璃制品中的细分产品，由于石英坩埚具有洁净、同质、耐高温等性能。从物理热学性能上看，它的形变点约为 1100℃左右，软化点为1730℃，其最高连续使用温度为 1100℃，短时间内可为 1450℃。

图：石英坩埚图示



表：石英坩埚的性能参数

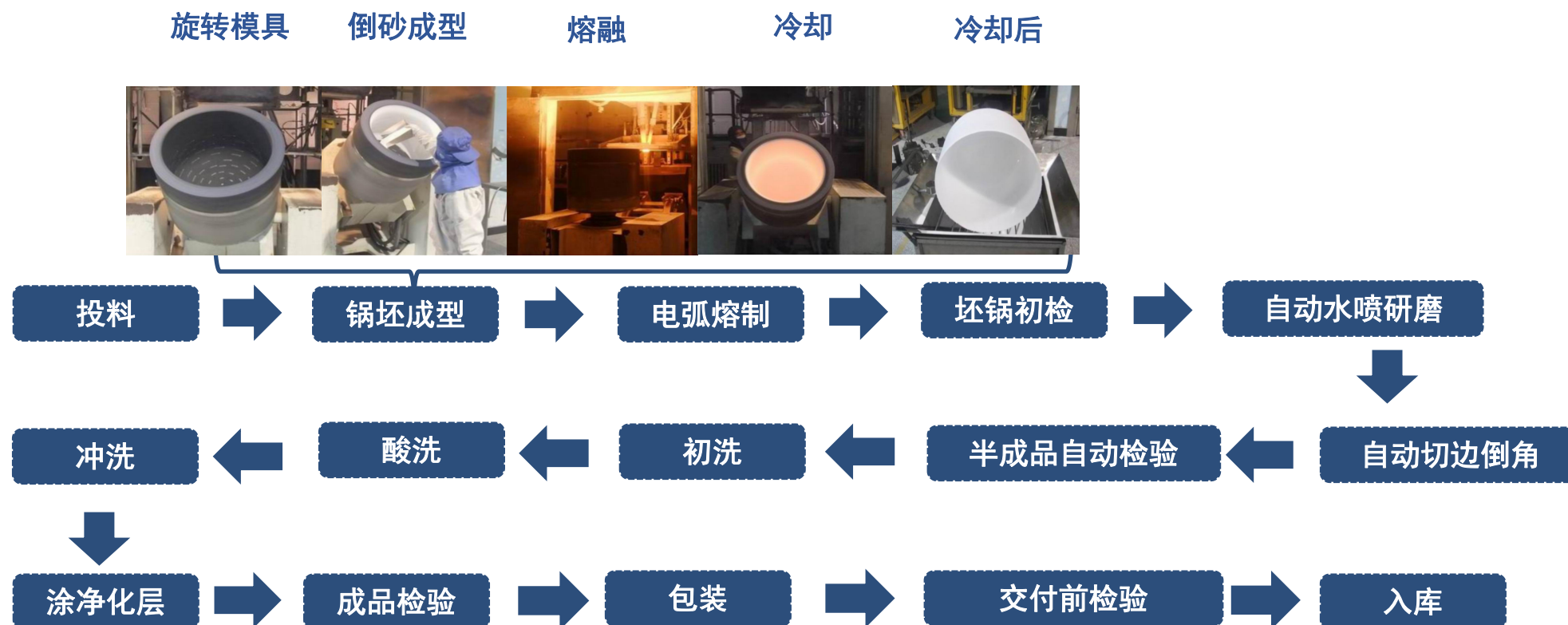
性能	典型值
密度	2.2x10kg/m²
硬度	5.5 6.5 Mohs' Seale
热膨胀系数(20° C-320° C)	5.5x10 cm/cm·° C
热传导系数(20° C)	1.4W/m·° C
比热(20° C)	670 J/kg·° C
软化点	1460-1650*C(与石英纯度直接相关)
退火点	1215·° C
电阻率(350° C)	7x10 ohm cm

资料来源：欧晶科技公司公告，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 石英坩埚——工艺流程

- 石英坩埚的生产原理是将高纯石英粉装入可任意倾动角度的**旋转成型模**内，利用**离心力**成型。先将模具导入熔制炉内，将炉内抽真空，然后通过3根石墨电极起电弧，经过30至40分钟的**熔制**后将模具退出熔制炉进行初次尺寸检验。并在喷房进行冷加工**喷砂处理**。在对石英坩埚**切割倒角**后将进行第二次人工尺寸检测，对合格品进行酸洗和高压及超声波清洗以去除**表面残余离子**。烘干后将**氢氧化钡**均匀喷涂于坩埚内表面，最后用叉车将封装后的石英坩埚成品送入仓库。



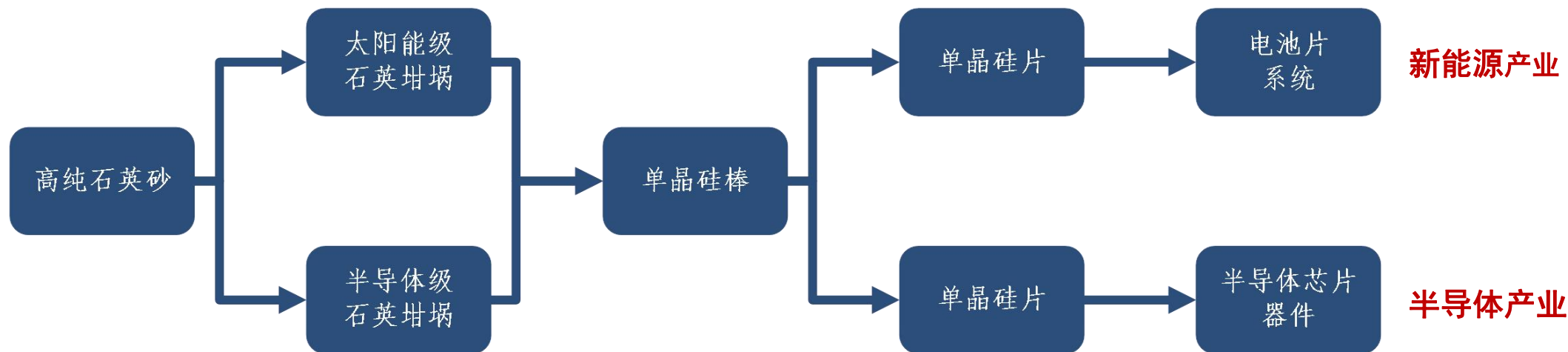
资料来源：华经情报网，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 石英坩埚——制备流程和行业产业链

- 石英坩埚的上游是高纯石英砂。根据现有资料，全球高纯石英原料矿床分布于美国、挪威、澳大利亚、俄罗斯、毛里塔尼亚、中国、加拿大等7个国家。
- 石英坩埚的下游是拉棒企业。石英坩埚是一种耗材，在提炼晶体硅的生产工艺中必不可少，下游用途分为半导体级和光伏级。

石英坩埚产业链

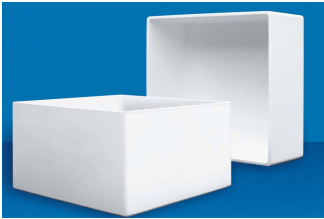


资料来源：华经情报网，华金证券研究所

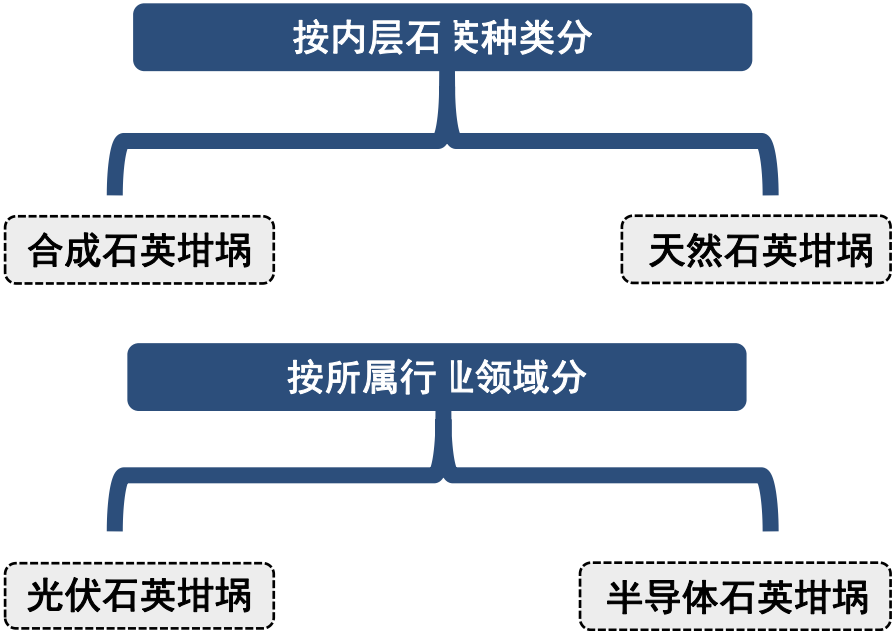
3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 石英坩埚——分类与发展趋势



	单晶石英坩埚	多晶石英坩埚
主要材质	高纯石英砂	石英石
形状	多呈圆形	多呈方形
用途	拉制单晶硅棒	生产多晶硅锭
发展趋势	N型高效单晶	逐渐被P型单晶取代
图示		

其他分类方式：



资料来源：石英股份公司公告，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 石英坩埚历史与发展趋势

- 我国石英坩埚行业发展可分为几个历史时期：1978-1988年，我国的电弧法石英坩埚、高纯涂层坩埚同激光用石英玻璃、高纯耐高温石英玻璃管等石英制品已完成研制并实现规模化生产。1989-2000年，此阶段主要是在引进国外先进技术吸收消化的基础上实现国有化。2000年以后，随着技术的进步，坩埚尺寸从12英寸一直发展到32英寸，近年来我国拉晶生产的主流是28英寸坩埚，新项目普遍采用28英寸-32英寸坩埚，少数企业如发行人研发的石英坩埚已达到40英寸。
- 太阳能工程强化坩埚对比普通太阳能坩埚。太阳能工程强化坩埚在坩埚结构、原材料、制造方法等方面进行了工艺改进和技术升级。二次提纯减少了石英砂中杂质含量，增加石英坩埚的使用寿命。添加成核剂则可以控制析晶速度，在单晶棒的品质提升和坩埚使用寿命两者之间实现平衡。太阳能工程强化坩埚主要表现在使用寿命更长的技术优势，即在拉晶时间上较普通太阳能坩埚提升了约59%。

坩埚类别	型号	结构	原材料	制造方法	使用寿命/拉晶时间
普通太阳能坩埚	包括16-37 英寸等15个直径、多个高度,共79种型号的产品,其28英寸556mm、28英寸536mm占比较大	在厚度方面存在差异,高性能坩埚比普通坩埚上口处增厚约9%,下端圆弧处增厚约30%	主要为进口砂	常规工艺生产	平均拉晶时间在180-220小时
太阳能工程强化坩埚	包括28英寸、30英寸和32英寸等3个直径品类,多个高度,共10种型号的产品,其中28英寸556mm占比较大		主要为进口砂经二次提纯后, 掺成核剂		平均拉晶时间在300-350小时,极限实验突破了500小时

资料来源：欧晶科技招股说明书，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 石英坩埚——竞争要素及格局

- 光伏石英坩埚的竞争壁垒主要来源于两方面：（1）资源：石英砂供给紧张，保障充足的原材料来源是坩埚厂稳定供应的必需条件。上游石英砂供应商在签订长单时，主要考虑下游坩埚厂和硅片厂的合作关系和是否具备充足先进的产能，因此坩埚厂长期稳定规模化交付的能力是保障砂源的关键。（2）技术：头部坩埚厂商产品稳定性好、寿命长，具备做大尺寸的能力，因此和下游大客户绑定较深。近年来国内硅片生产商跟随需求继续进行大规模的产能扩张，由于石英坩埚在拉制晶棒环节的重要作用，导致下游企业通常只会选取少数石英坩埚供应商为其供货，国内石英坩埚市场份额较大的主要是欧晶科技、隆基绿能、中昱科技这 3 家企业，其他企业规模总体较小。

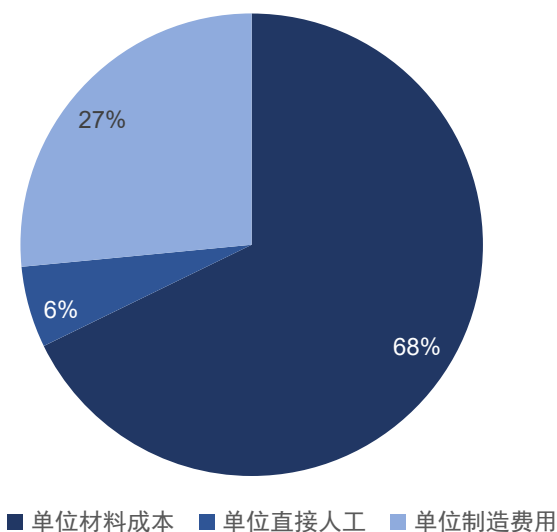
公司	主营业务	采购情况
欧晶科技	欧晶科技成立于2011年，主要从事石英坩埚研发生产、制造、硅材料清洗、硅片切割液在线回收处理等业务。	每年采购尤尼明5000吨左右的高纯石英砂
隆基绿能	隆基绿能专门生产石英坩埚的事业部,目的是为隆基绿能提供稳定的石英坩埚来源。	每年采购尤尼明10000吨左右的高纯石英砂
中昱科技	成立于2009年9月,专业生产半导体级、太阳能级单晶硅用石英坩埚、太阳能级多晶硅用陶瓷方坩埚、石墨热场、半导体坩埚、石墨舟碳碳材料、塑料板等。	每年采购TQC的7000-8000吨左右
常州裕能	成立于2010年,主营石英坩埚、光电产品的研发;石英坩埚的生产;石英坩锅、单晶硅、单晶硅片的销售;太阳能光伏材料的销售。	品质较好,主要向尤尼明采购高纯石英砂

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

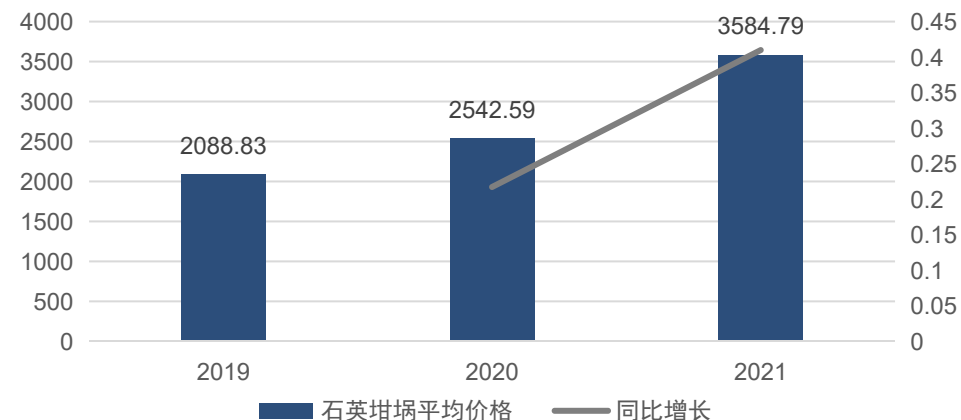
3.1 石英坩埚——生产成本结构与价格

- 石英坩埚成本主要分为直接材料成本、直接人工成本和制造费用、其中直接材料成本和制造费用成本占比分别为68%和27%。石英坩埚的主要原材料为石英砂、石墨电极和石英板等，石英砂占直接材料成本92%左右，高纯石英砂为石英坩埚核心原材料，成本占比较高且较稳定。

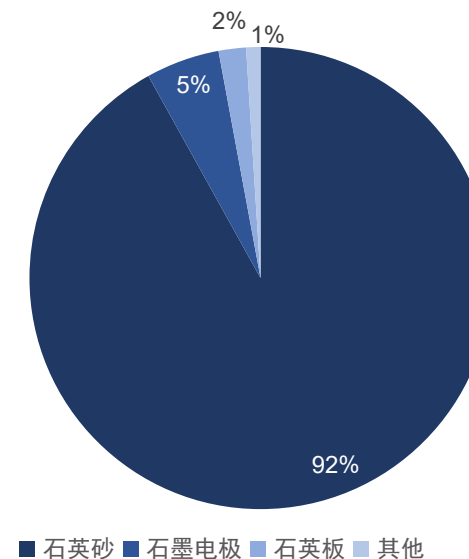
图：2021欧晶科技石英坩埚生产成本



图：2017-2021欧晶科技石英坩埚价格



图：2021欧晶科技石英坩埚直接材料成本构成



资料来源：欧晶科技招股说明书，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 石英坩埚——质量的核心在于原材料高纯石英砂

• 石英砂杂质含量高会导致坩埚破裂及影响单晶生长。石英坩埚的几何尺寸和外观是生产工艺确定的，但纯度是由原材料石英砂决定的。石英坩埚用的高纯石英砂原料要求主要在于纯度、气液包裹体、粒度分布、羟基，杂质成分高会影响坩埚的耐温性，还会出现气泡、色斑、脱皮等现象，严重影响石英坩埚的质量。

表：石英坩埚对石英品质的要求

石英砂品质指标	对石英坩埚的影响	要求
杂质含量	促使坩埚析晶,使坩埚失透和变形	低含量
Al杂质含量	Al-O键能高于Si-O键能,故适量的Al元素可以增强坩埚强度	低含量
Fe杂质含量	Fe会促进石英与石墨之间的反应	低含量
羟基	羟基会降低坩埚强度,过高坩埚易鼓包	低含量
包裹体	气液包裹体主要由结晶水和气组成,气的成分主要有CO2、H2O、H2O2、N2、CH4、CO	低含量
粒度	理论上,石英砂粒度越小,杂质去除越容易粒度分布越均匀,打坩时气泡越容易排除	均匀

表：光伏单晶硅生长用石英坩埚对杂质元素含量的要求（单位为微克每克）

资料来源：中国粉体网，华金证券研究所

单位为微克 每克	铝	钙	镁	钡	铬	铜	铁	镍	锰	锂	钠	钾	锆	钛	锗	磷	硼
	Al	Ca	Mg	Ba	Cr	Cu	Fe	Ni	Mn	Li	Na	K	Zr	Ti	Ge	P	B
内层合成	0.1	0.02	0.01	0.01	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03
内层高纯	9	0.8	0.1	0.05	0.05	0.1	0.5	0.05	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1.5	0.05	0.05
外层普通	13.5	1.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.8	0.8	0.8	0.5	2	1.5	0.05	0.1

资料来源：《半导体单晶硅生长用石英坩埚》中国电子材料协会，中国粉体网，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 高纯石英砂——主要企业介绍

- 生产高纯石英砂需要同时具备较高的矿石质量和先进的生产设备及工艺。目前全球能够规模化量产供应高纯度石英砂企业包括美国尤尼明 Unimin、挪威 TQC、石英股份等。
- 美国尤尼明和挪威TQC具备高纯石英砂供给能力主要源自其矿源，两家公司共同开采 Spruce Pine 石英矿，该矿床位于阿巴拉契亚山系的蓝岭构造区，分布在斯普鲁斯派恩深成岩系的花岗伟晶岩带中，为白岗岩型高纯石英矿，由泥盆纪 3.8 亿年前花岗质岩浆侵入前寒武纪 Ashe 组的云母和角闪石片麻岩、片岩中缓慢结晶而成矿。矿石的主要造岩矿物为斜长石、钾长石、石英、白云母，几乎不含镁铁质矿物，石英的杂质元素含量极低。
- 尤尼明公司自1970 年起即在该矿区采矿，所拥有的矿区原料中铝含量较高，能够增强坩埚的粘度，同时碱金属元素含量较低，微气泡含量比脉石英含量低，石英砂一致性也较好，因此公司能生产出更高纯度的石英 IOTA-4/6/8，并建立了超纯石英的 IOTA 标准，一度垄断了世界高纯石英砂市场（**IOTA CG（坩埚等级）**）。

表：SIBELCO IOTA标准

	Al	B	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Zn
IOTA 6	8	<0.05	0.7	0.003	0.001	0.2	0.1	0.01
IOTA CG	14	<0.10	0.6	0.007	0.019	0.3	0.7	0.01
	L	Mg	Mn	Na	Ni	P	Ti	
IOTA 6	0.2	0.07	0.008	<0.1	0.002	0.1	1.4	
IOTA CG	0.5	0.04	0.029	1	0.001	0.1	1.2	

图：美国尤尼明（Unimin）



资料来源：中国粉体网，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

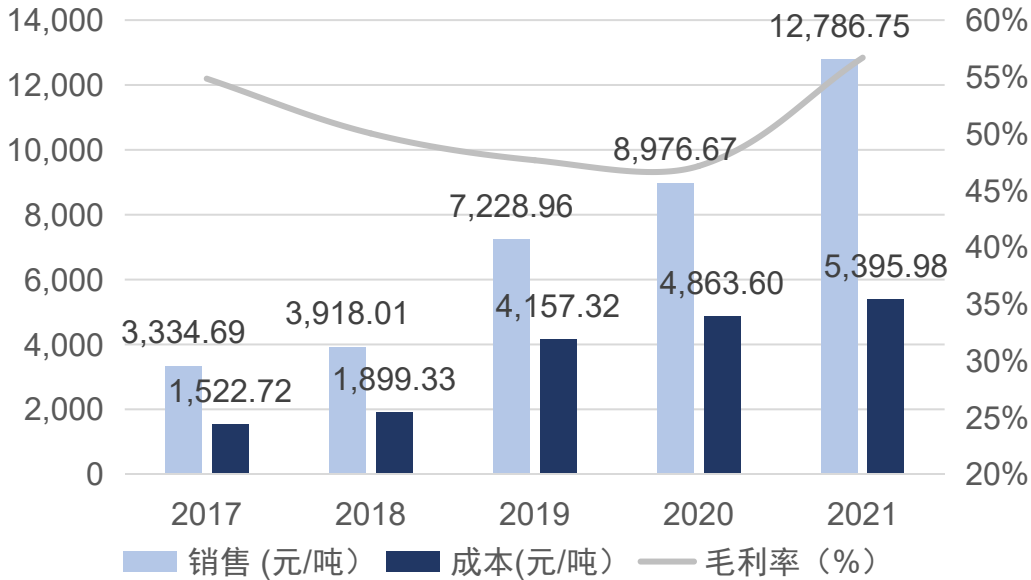
3.1 高纯石英砂——制备工序与成本

- 生产高纯石英砂有三种方法。分别为用含硅化合物化学合成、天然水晶粉磨加工合石英矿物深度提纯。目前主流的方法是第三种。

表：石英矿物生产高纯石英砂的工序

作业准备	加工工序	目的
选前准备	煅烧、水淬、碎磨、分级	石英充分单体解离,并控制产品的粒度范围
预先选别	水洗、脱泥、擦洗	脱除泥质黏土矿物,及石英砂表面的薄膜铁、粘结根据石英与伴生脉石矿物
矿物分选	电选、重选、磁选、浮选	根据石英与伴生脉石矿物间物理、化学特性的差异进行分离与分选
深度提取	酸浸碱浸、络合处理、高温（气氛）焙烧	去除包裹体、石英晶体结构中的杂质

高纯石英砂成本与价格



- 成本相对稳定，价格受需求影响提升明显。从近5年来石英股份的数据显示，高纯石英砂的成本相对稳定，价格随着下游需求的变化提升明显，2021年企业的毛利率也随着价格的提升有明显的增加。

资料来源：石英股份公司公告，中国粉体网华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 高纯石英砂——需求预测

- 受益于光伏装机，高纯石英砂需求高增。2022 年高纯石英砂需求量达6.45万吨。根据CPIA数据以及我们测算，预计2022-2024年全球新增装机需求分别为250、350、455GW，N型硅片占比为15%、25%、35%。假设硅片产量容配比为1.2，则硅片需求量为300、420、546GW。假设P型硅片每100GW需要耗费2万吨高纯石英砂，N型硅片每100GW需要耗费3万吨高纯石英砂，对应高纯石英砂总需求量分别为为6.45、9.45、12.83万吨。

表：2022~2024石英砂需求量预测

	2022E	2023E	2024E
装机需求（GW）	250	350	455
硅片产量(GW)	300	420	546
P型硅片(GW)	255	315	354.9
N型硅片(GW)	45	105	191.1
P型石英砂需求(万吨)	5.1	6.3	7.098
N型石英砂需求（万吨）	1.35	3.15	5.733
石英砂总需求（万吨）	6.45	9.45	12.831

资料来源：CPIA，华金证券研究所测算

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.1 高纯石英砂——供给缺口

- 未来两年，高纯石英砂存在供应缺口。据石英石网统计，尤尼明（“矽比科”）及TQC在2022年产量预计为2.5万吨，TQC2023年将新增0.6万吨产量，而尤尼明暂无扩产计划（扩产条件是价格到7万+预付款），且主要用于半导体。对于石英股份，产能情况为老产线/一期2万吨建成/1.5万吨在建（2023年底达产），预计2022年销量3.3万吨（老产线技改达2.5万吨，2万吨外销，二期7月全面达产，可实现1.3万吨），2023年销量可以达4.8万吨。国内其他企业供给2023年供给0.5万吨。根据测算2022~2024年高纯石英砂供给缺口分别为0.15、1.05、1.731万吨。

表：2022~2024石英砂供给量测算

	2022	2023	2024
海外供给（万吨）	2.5	3.1	3.1
石英股份（万吨）	3.3	4.8	5.5
菲利华（万吨）	0	0	2
其他（万吨）	0.5	0.5	0.5
石英砂总供给（万吨）	6.3	8.4	11.1
缺口（万吨）	-0.15	-1.05	-1.731

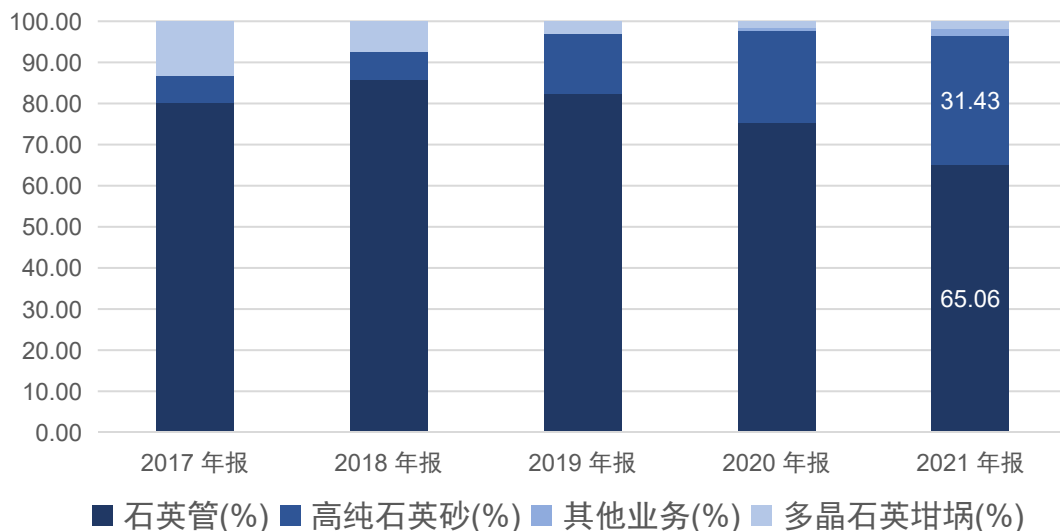
资料来源：阳光工匠光伏网，石英网，华金证券研究所测算

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

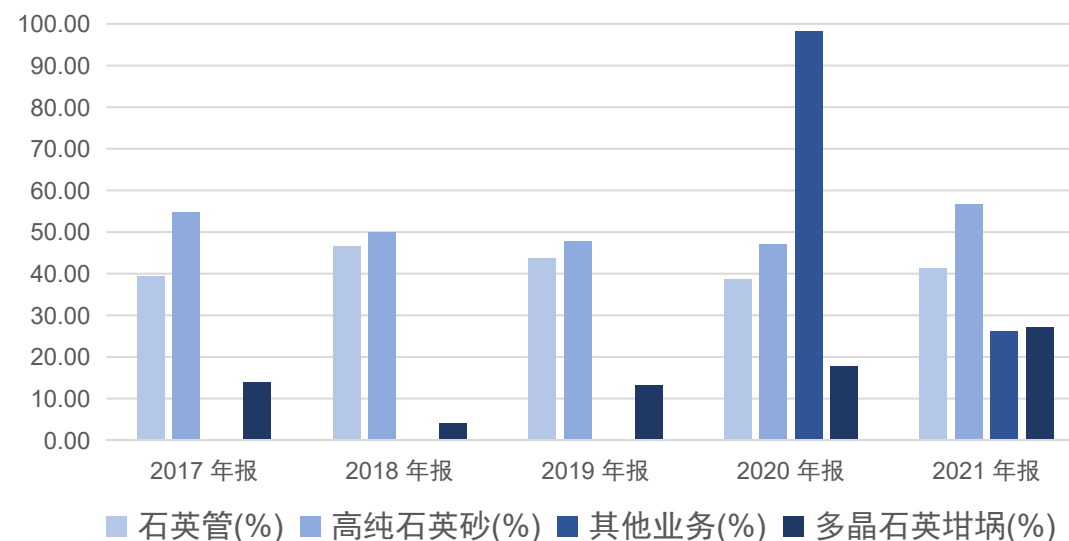
3.1 相关标的——石英股份

- 公司是国内石英材料龙头企业，具备规模化生产高纯石英砂的能力。公司集科研、生产、销售为一体，主要从事高端石英材料深加工业务。公司主营产品包括石英管棒、石英砂及石英坩埚，下游行业包括电光源、光伏、半导体以及光纤、光学等领域。公司是国内石英材料行业内，唯一一家完成了上中下游全产业链布局的企业。
- 光伏领域：公司拥有行业领先的高纯石英砂、石英管棒、石英器件等种类齐全的石英系列产品及生产技术，具备为光伏产业链提供石英材料整体解决方案的综合能力。营业收入方面：随着光伏行业的大发展，公司光伏用石英大管及其他石英制品正迎来新一轮的高速增长。2017-2021 年，公司高纯石英砂营业收入占比从 6.45%提升至 31.99%。2021 年公司营收主要来源为石英管产品及高纯石英砂，分别占公司营业收入比例 65%、31%。

图：2017-2021石英股份各业务收入占比：



图：2017-2021石英股份各业务毛利率：



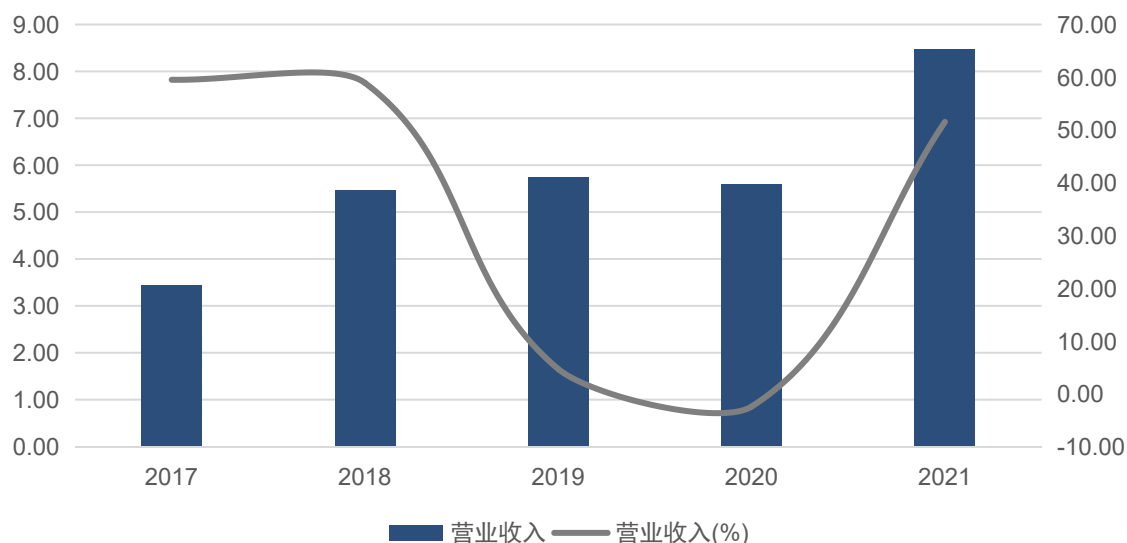
资料来源：Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

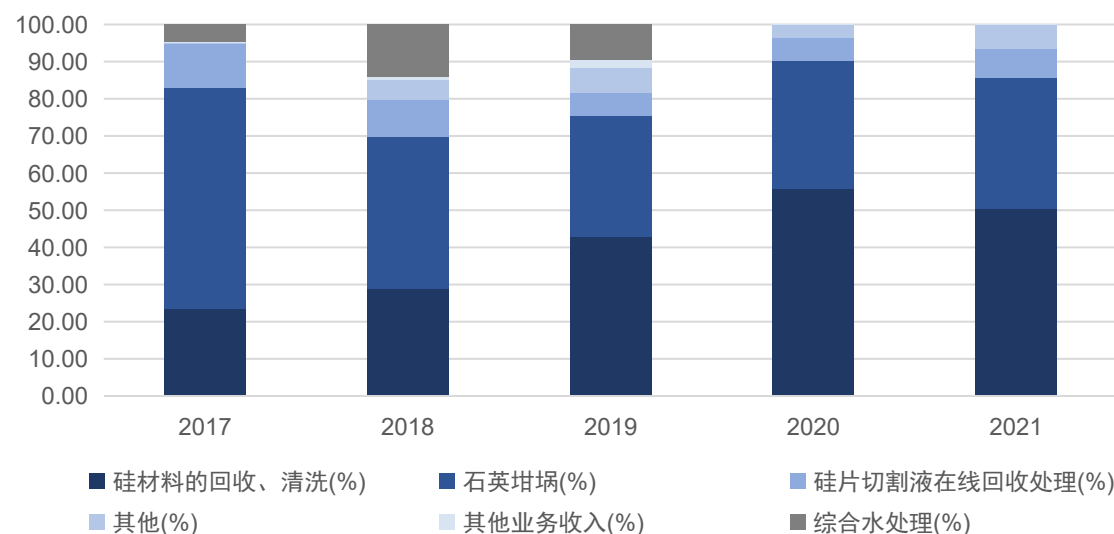
3.1 相关标的——欧晶科技

- 欧晶科技成立于2011年4月22日，全称为内蒙古欧晶科技股份有限公司，总部位于呼和浩特市金桥开发区。公司立足于单晶硅材料产业链，主要为太阳能级单晶硅棒硅片生产和辅助材料的回收、循环利用提供配套产品及服务，具体业务包括石英坩埚、硅材料清洗服务和切削液处理服务。
- 营业收入方面公司2017-2021年营收复合增长率达25.23%，2019-2020年营收增速放缓甚至小幅下降，主要系剥离综合水处理业务影响。受益于光伏硅片快速扩产和半导体硅片国产替代趋势，公司石英坩埚业务、硅材料清洗业务和切削液处理业务收入稳步增长，2021年公司营收大幅提升至8.48亿元。公司聚焦主业，三项主营业务营收占比超90%，其中2021年硅材料清洗业务实现营收4.26亿元，占比50.31%；石英坩埚产品实现营收3.01亿元，占比35.51%；切削液处理业务实现营收0.64亿元，占比7.58%；

图：2017~2021欧晶科技营业收入及同比



图：2017~2021欧晶科技各项业务营收占比



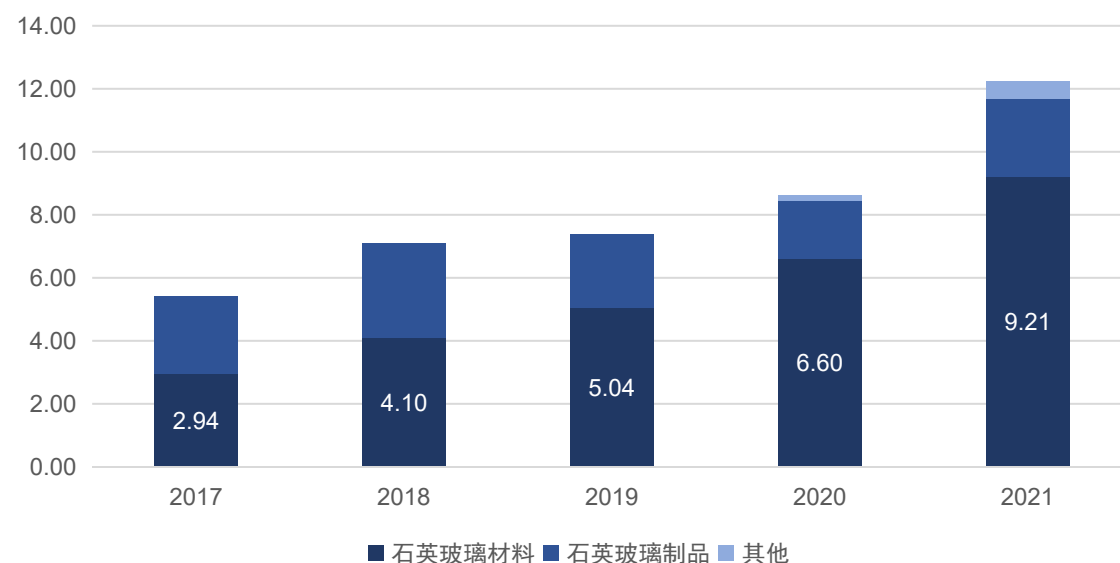
资料来源：Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

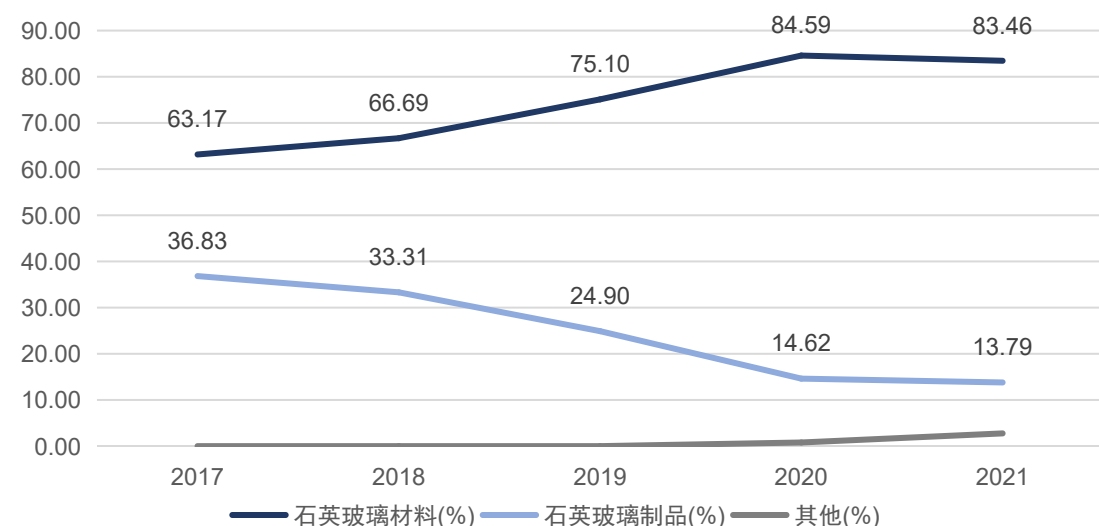
3.1 相关标的——凯盛科技

- 菲利华为国内石英材料行业龙头企业1966年成立2014年深交所创业板挂牌上市。作为国内外具有较大影响力和规模优势的石英材料及石英纤维制造企业，公司是全球少数几家具有石英纤维批量生产能力的制造商，致力于为航空航天、半导体、太阳能、光纤通讯、光学等高新技术领域提供配套服务。
- 石英材料目前是公司主要收入和利润来源。石英材料营收由2016年的2.48亿元增至2021年的9.21亿元，期间复合增速高达30%，而石英玻璃制品营收由2016年的1.91亿元增至2021年的2.48亿元，期间复合增速为5.36%。2021年石英玻璃材料收入占比达到75.27%，毛利占比83.57%。
- 高纯石英砂方面，公司在投资者互动平台表示称，公司年产20000吨超高纯石英砂项目按计划积极推进中。

图：2017-2021菲利华营业收入构成：



图：2017-2021菲利华各业务毛利率占比：



资料来源：Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.2 热场系统——作用和种类

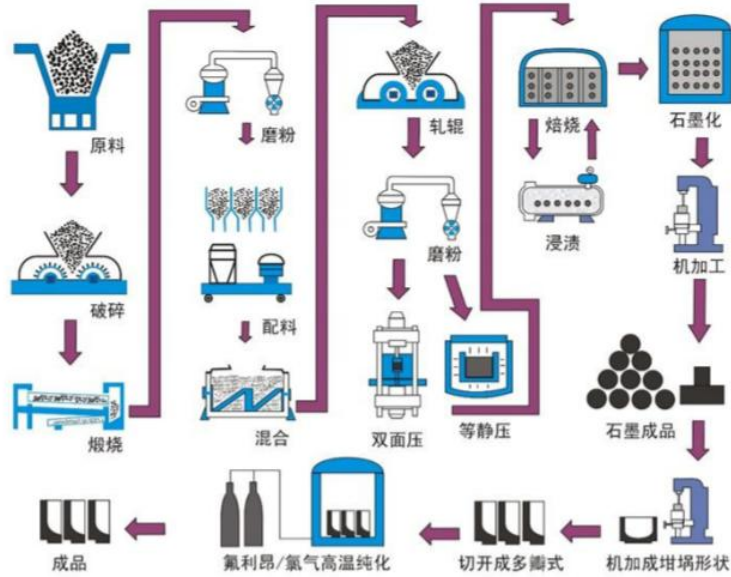
- 热场系统主要用于光伏行业的单晶硅长晶拉制和多晶硅铸锭过程，是制备硅棒/硅锭的关键设备。
- 根据所用原材料及制备方法不同，热场可分为等静压石墨与碳基复合材料，原材料分别是石墨、碳纤维。等静压石墨坩埚生产环节较多，产品生产周期较长，且需要氯气或氟利昂纯化。同时，从高性能热场材料的发展趋势看，由于等静压石墨坩埚单一的性能特点，强度不足以保证产品安全，结构和性能不可调，已经不能适应热场系统向安全、高效、大型化发展的趋势，先进碳基复合材料具有强度更高、耐热性更好、更易设计成型等优势，将逐步被先进碳基复合材料替代。

表：热场系统技术对比

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

资料来源：立鼎产业研究网，华金证券研究所

图：等静压石墨工艺流程图：



资料来源：金博股份招股说明书，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

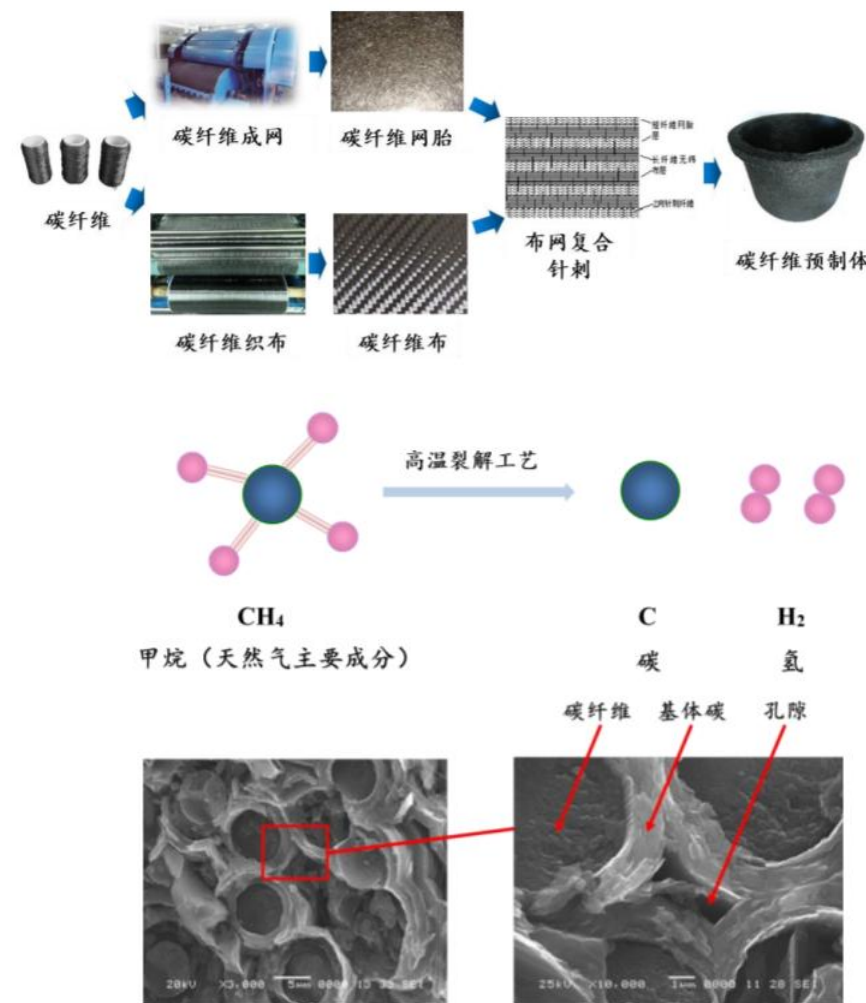
3.1 相关标的——欧晶科技

- 光伏碳碳热场系统的上游是碳纤维，下游是光伏拉棒切片企业。碳基复合材料（碳碳热场）是指以碳纤维为增强体，以碳或碳化硅等为基体，以化学气相沉积或液相浸渍等工艺形成的。
- 碳基复合材料的制备过程大体分为四个步骤：
- 步骤一：碳纤维经过织布、成网、准三维成型、复合针刺等技术，形成碳纤维预制体（毛坯）。
- 步骤二：甲烷经过高温裂解，分解出碳和氢。
- 步骤三：碳沉积附着于预制体中的碳纤维上，形成碳/碳复合材料，该工艺过程需要重复多个沉积周期。
- 步骤四：把经过重复多次化学气相沉积的碳/碳复合材料在2,200 度以上的高温中纯化和石墨化，使产品性能达到使用要求。

图：光伏热场产业链



图：碳碳复合材料制备过程示意图

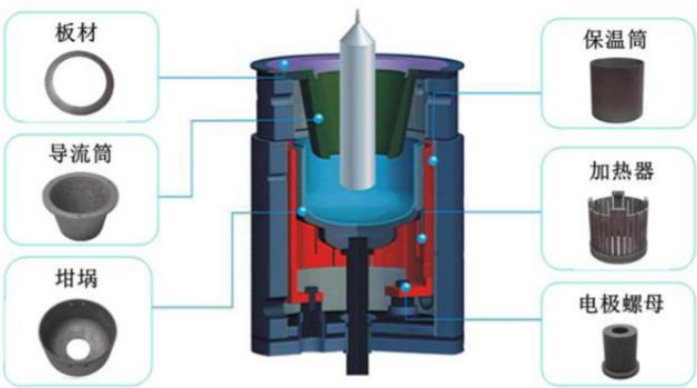


资料来源：金博股份招股说明书，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

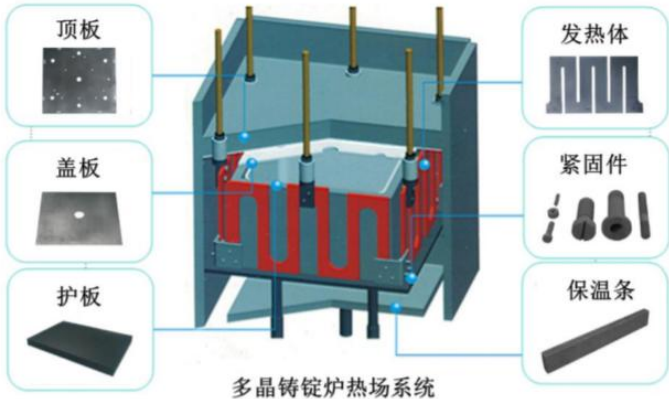
3.2 热场系统——产业链上下游及工艺

单晶拉制炉热场系统



序号	产品名称	产品优势
1	坩埚	承载石英坩埚，保持液面稳定，具有安全、经济和可设计等特点，能最大限度提高装料量
2	导流筒	引导气流，形成温度梯度，具有安全、节能和高效等特点，能提高单晶硅生长速率
3	保温筒	构建热场空间，隔热保温，具有节能、可设计特点，大幅度提高使用寿命和节能
4	加热器	提供热源，熔化硅料，具有安全、经济和可设计等特点
5	板材	导流筒定位与承载，具有安全、节能等特点
6	电极	连接发热体与水冷铜电极，具有节能等特点

多晶铸锭炉热场系统



序号	产品名称	产品优势
1	顶板	密封保温材料，定位电极，安全、节能
2	发热体	提供热源，熔化硅料，安全、经济和可设计
3	盖板	防止杂质污染硅料，引导气流，均化温度，具有保温性能好，使用寿命长等优点
4	护板	支撑石英坩埚，具有安全、经济和可设计特点，能最大限度提高装料量
5	紧固件	产品主要包括螺栓、螺柱、螺母及异形件等，具有强度高、使用寿命长等优势
6	保温条	隔热保温，具有节能、高效、使用寿命长等优势

资料来源：金博股份招股说明书，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.2 热场系统——技术参数

- **致密化周期**是决定先进碳基复合材料制备成本的最重要因素。通过技术创新缩短致密化周期，能够极大提高生产效率、降低制备成本。
- **坩埚强度**是衡量坩埚安全性和使用寿命的关键指标，先进碳基复合材料相较于石墨材料强度更高，其高温环境中的安全性和使用寿命更高。
- **导流筒保温性能（导热系数）和纯度（灰分）**至关重要。导流筒工作原理是通过在径向屏蔽加热器的热量，在纵向形成有利于晶体生长的温度梯度。导流筒导热系数对晶体生长起到关键作用，导热系数越低，越有利于提高晶体生长速度。
- **保温筒导热系数**是关键技术指标，其对热场系统能耗起关键作用。保温筒的作用是构建热场空间，隔热保温。

技术参数一览

主要指标或标准	主流水平	行业优秀水平	公司水平
致密化周期（h）	约 800-1,000	约 600	<300

	项目	发行人实测值	发行人	西安超码	西格里	东洋碳素
坩埚	抗折强度 (MPa)	200	≥150	≥150	45-50	38-60
导流筒	导热系数 (W/ (m.K))	7.9	<10	20-30	110	80-140
	灰分 (ppm)	85	I 级<200, I 级<100, III级<30	<200	<200	<200
保温桶	导热系数 (W/ (m.K))	7.5	<10	20-30	110	80-140

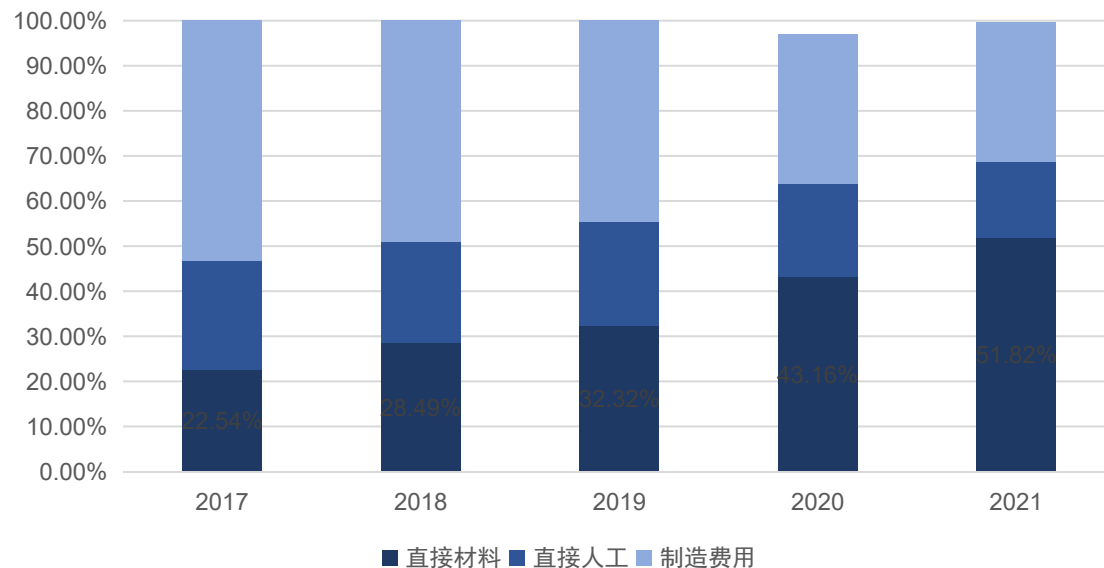
资料来源：金博股份招股说明书，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

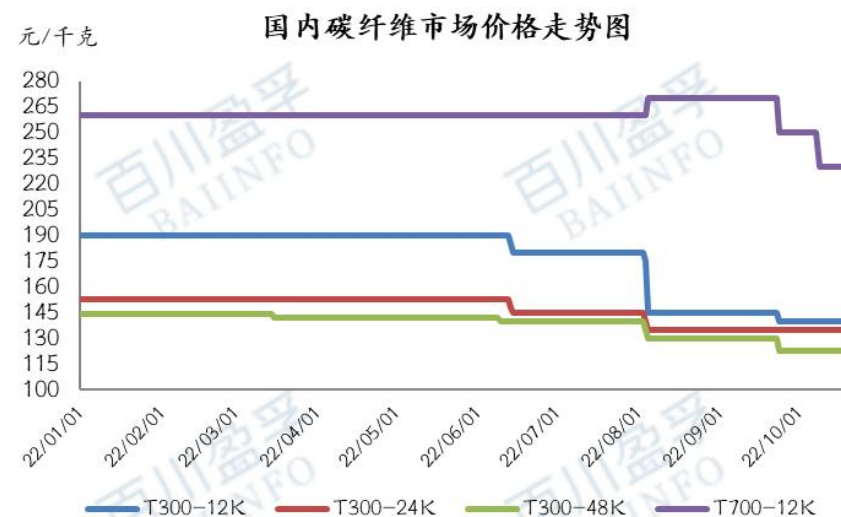
3.2 热场系统——成本构成

- 单晶拉制炉热场系统成本主要分为直接材料、直接人工和制造费用。2021年，直接材料成本占比为51.82%。公司生产过程的主要原材料和能源包括碳纤维、天然气（甲烷）、电力等，其中天然气、电力的价格由国家统一调控，碳纤维的价格波动对公司成本的影响较大。2022年以来，国内外碳纤维需求走弱，市场价格高位走跌。下游碳碳复材、体育休闲、压力容器等行业是T700级别碳纤维主要的需求领域。碳碳复材市场需求较好，但硅料价格高位，一定程度打压碳纤维价格。体育休闲和压力容器行业都由于疫情有所减弱。预期随着疫情的好转和硅料价格的回落，碳纤维的价格将有所回升。

图：光伏热场系统成本构成



图：国内碳纤维市场价格走势



资料来源：百川盈孚，金博股份招股说明书，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

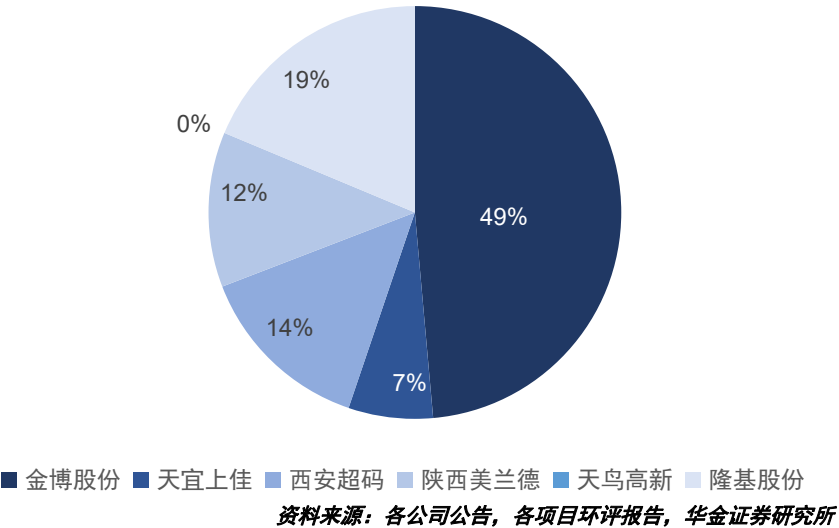
3.2 热场系统——行业市场行业竞争格局

表：主要热场厂商产能汇总

公司	项目名称	产能 (吨)	投产情况	投产时间
金博股份	老厂区产能	550	已投产	-
	先进碳基复合材料产能扩建项目一期	300	已投产	2021年8月
	先进碳基复合材料产能扩建项目二期	500	已投产	-
	可转债热场复合材料建设项目	600	已投产	预计2022年产能 利用80%
	高纯大尺寸先进碳基复合材料产能扩 建项目	1500	部分投产	边建边产, 2022年 产能 60%, 2023年满产
西安超码(中天火箭)	原产线	235	已投产	-
	大尺寸热场材料生产线产能提升建设 项目(一期)	220	已投产	预计2022年满产
	军民两用高温特种材料生产线建设项 目	220	未投产	预计2023年3月投 产
	大尺寸热场材料生产线产能提升建设 项目(二期)	350	未投产	预计2024年投产
陕西美兰德	新型碳纤维增强材料扩充项目	300	已投产	2020年6月投产
	新型炭材料新建项目	260	已投产	2021年6月投产
	新型碳纤维增强材料扩产项目一期	200	已投产	2021年7月投产
	低成本碳纤维增强材料扩产项目	150	已投产	2021年7月投产
	新型炭材料扩建项目(二)	50	未投产	预计2022年9月投 产
天宜上佳	江油天力新陶碳碳材料科技有限公司 碳碳-碳陶生产线项目	2000	部分投产	2021年12月投产
天鸟高新(楚江新材)	高性能碳纤维复合材料研发和生产项 目(一期)	400	未投产	预计2022年9月投 产
隆基股份	保山隆基年产20GW碳碳及10GW石影加 工厂建设项目	657	已投产	

- 光伏热场的国内主要生产企业包括金博股份、西安超码、陕西美兰德和隆基的保山工厂等；海外市场企业主要包括西格里、东洋碳素等。目前金博股份市场国内市场龙头，其竞争优势在于碳纤维预制体制制+定向气流快速化学气相沉积技术+沉积与高温炉自制三大技术，因此业务毛利率高于同行。从产能市占率来看，金博股份占国内热场市场总额的50%,其次是隆基股份19%。

图：热场行业市场行业竞争格局



3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.2 热场系统——供需测算

- 随着行业内各企业积极扩产，我们预计 22-23 年光伏碳碳热场头部六家企业的合计产量将达6171/8317 吨，同比分别增长 75.8%/34.8%。
- 根据测算，我们预计2023年，光伏热场的需求量为6930吨，供给相对充足。

表：主要热场厂商供需测算表

	2021	2022	2023	2024
装机量	170	250	350	455
组件需求量	204	300	420	546
每炉每年热场需求（kg)	220	220	220	220
每GW炉子需求台数	85	80	75	70
热场需求量（吨)	3814.8	5280	6930	8408.4
热场供给量（吨)	3511	6171	8317	

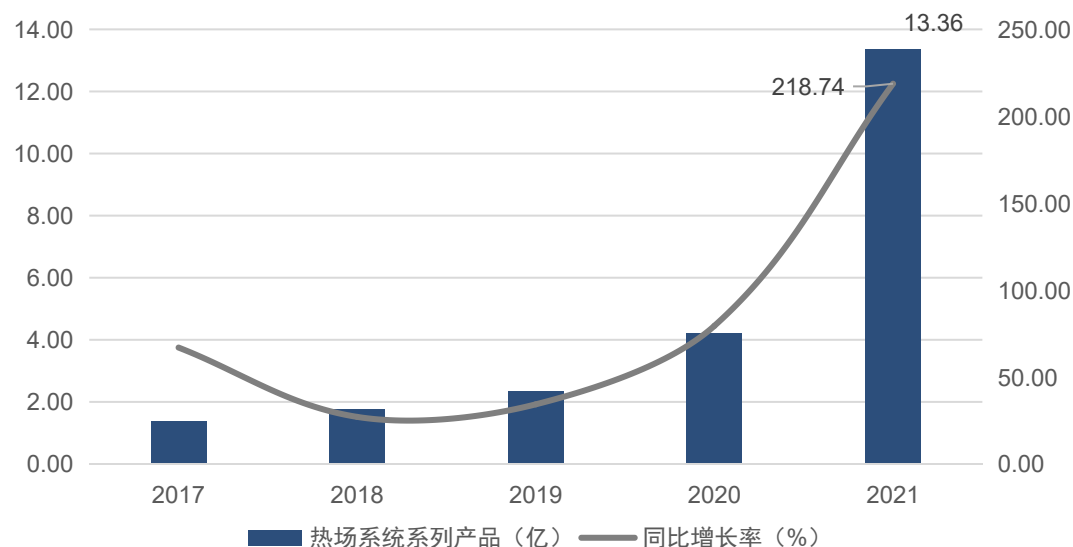
资料来源：智研咨询，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

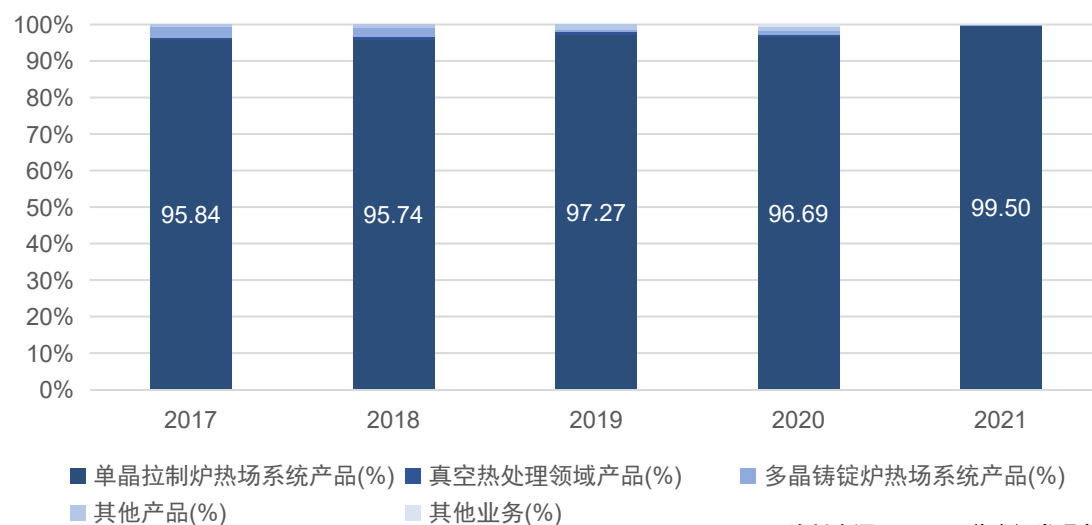
3.2 相关标的——金博股份

- **公司为碳基复合材料龙头企业：**金博股份成立于 2005 年 6 月，于 2020 年 5 月 18 日在科创板上市。公司是国内领先的先进碳基复合材料及产品供应商，主要产品包括多种规格的碳碳复合材料坩埚、导流筒、保温筒以及碳陶复合材料产品（碳纤维增强碳化硅）等，主要应用于光伏行业的晶硅制造热场系统与刹车系统。
- **单晶拉制炉热场业务支撑主业营收：**公司主营业务产品收入主要来源于单晶拉制炉热场系统系列产品的销售，2017-2021 年公司单晶拉制炉热场系统产品销售收入占主营业务收入之比超过 95%。受益于高温热场系统大尺寸、高纯度趋势提升公司大尺寸产品销量占比，以及下游客户需求增加，公司单晶拉制炉热场系统产品收入快速增长，由 2017 年的 1.32 亿元增长到 2021 年的 13.3 亿元，年均复合增长率达 78.24%。

表：金博股份单晶拉制炉热场系统产品营业收入



表：金博股份营业收入构成



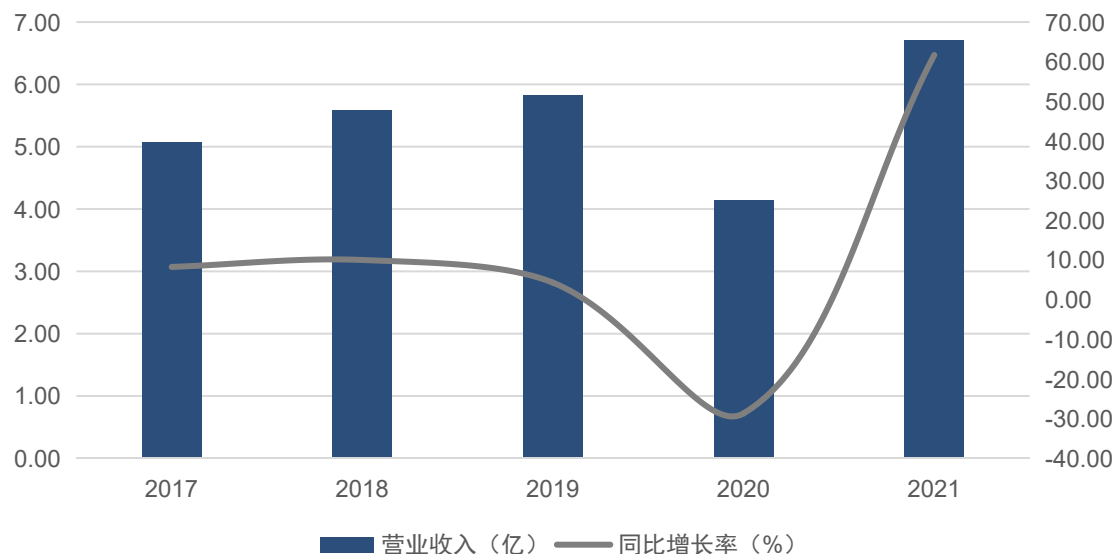
资料来源：Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

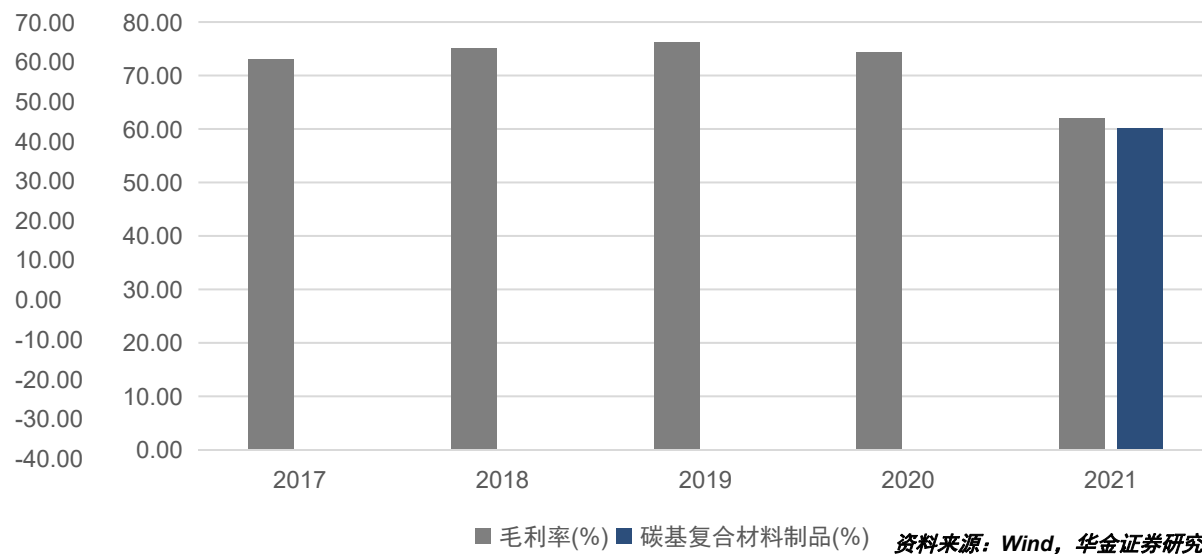
3.2 相关标的——天宜上佳

- 公司 2009 年成立，深耕轨交领域十三载，现逐步转型成为绿能新材料创新产业化应用平台型公司。公司专注于新材料研发及产业化应用，在深耕轨道交通领域的同时，积极拓展新能源、航空航天、国防军工、汽车等多品类产品。
- 天宜上佳的碳碳复合材料业务以天力新陶、天启光峰为主体，采用的沉积设备是目前光伏热场碳碳复材领域中批量化生产的最大规格尺寸，可满足36寸甚至更大尺寸产品的批量化生产。设备还具有强大的过滤系统、冷却系统、保温系统，可实现产品的快速沉积和快速冷却，节约能耗的同时有效提高了生产效率。同时，天宜上佳的纯化工序相关设备也在同步落地中，可以满足未来趋势产品的要求。2021年，天宜上佳光伏碳碳热场材料业务板块实现营业收入14,217.66万元，占营业收入总额的比例为21.18%，毛利率为60.18%。

表：2017-2021天宜上佳营业收入及同比



表：2017-2021天宜上佳销售毛利率

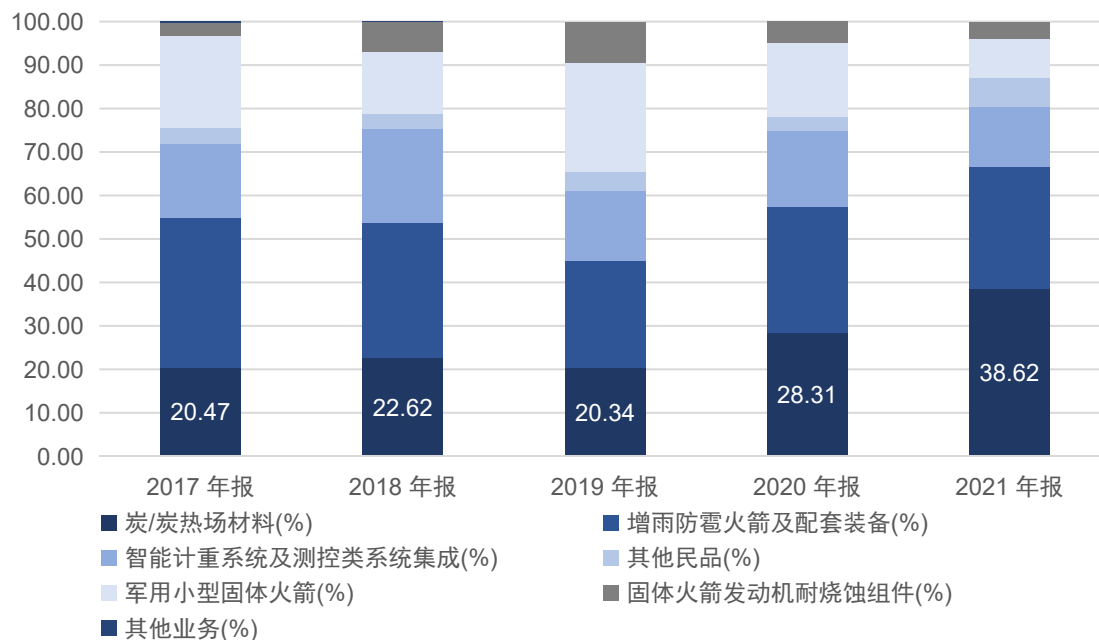


3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

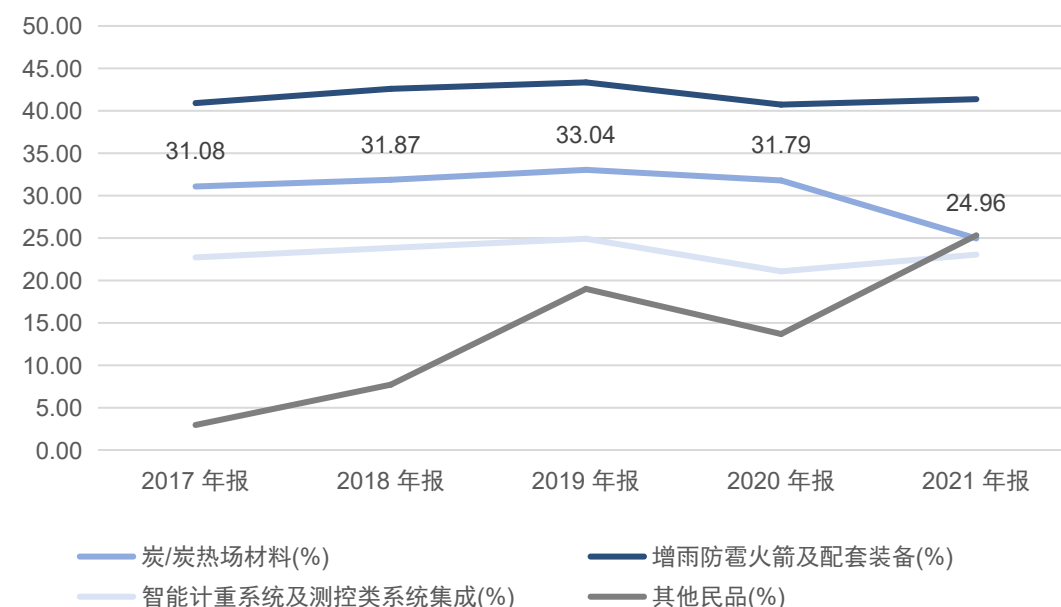
3.2 相关标的——中天火箭

- 公司炭/炭热场材料产品主要是向光伏行业的硅片生产商提供的晶体硅生长设备关键部件。中天火箭子公司西安超码肇始于西安航天复合材料研究所于1999年建立的炭摩擦材料厂，其热场技术源自固体火箭发动机耐烧蚀组件技术。公司在民用领域的炭/炭复合材料产品主要是光伏产业晶体生长热场系统耗材，已经被隆基股份、中环股份等国内光伏行业硅片行业领先的生产商所广泛采用。
- 公司2021年实现营业收入10.15亿元，同比增长17.58%，炭/炭热场材料业务板块实现营业收入39205.63万元收入占比为38.62%，主要指标均保持稳定增长态势。

表：2017-2022中天火箭营业收入占比



表：2017-2021中天火箭销售毛利率



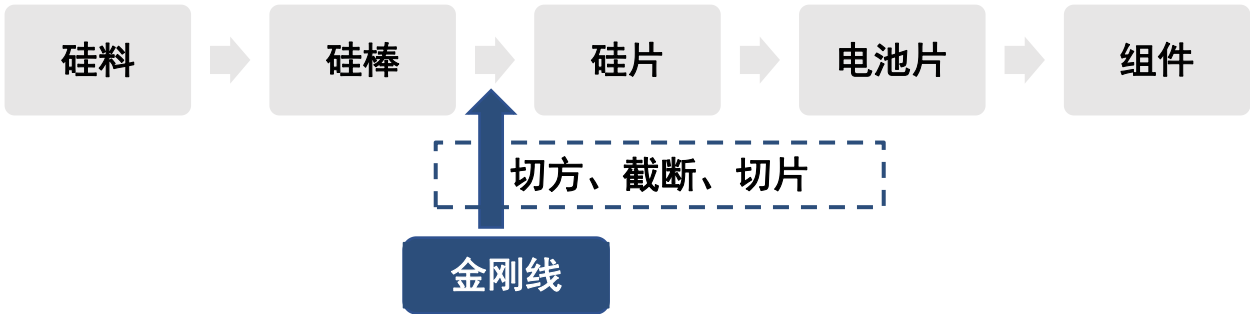
资料来源：Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.3 金刚线——种类与作用

- 金刚线指把金刚石的微小颗粒固结在切割钢线上，制成的金刚石切割线。目前，逾90%的金刚线需求来自于光伏硅片切割，应用环节包含切方、截断和切片。
- 根据工艺，金刚线可分为树脂金刚线与电镀金刚线。电镀金刚线由于优异的经济性以及金刚石牢固性等特征而成为目前主流的金刚线类型。
- 根据母线材质，金刚线可分为钨丝金刚线和高碳钢金刚线。钨丝和碳丝各有优势，在未来可能会根据市场需求进行切换，二者并存发展。钨丝价格高但可以拉制的更细，在硅料价格居高时期可以节省硅料；当硅料价格回落，使用碳丝又可以降低切割成本。。

图：金刚线应用环节



表：金刚线种类

按生产工艺分类		
	树脂金刚线	电镀金刚线
单位价格	较高	较低
单线耗量	较高	较低
微粒固结效果	不够牢固	更加牢固
环保	不易清洗	更易清洗
规格	最细0.09mm	目前约0.04mm

按母线材质分类		
	钨丝金刚线	高碳钢金刚线
当前线径	32μm	38-42μm
断线率	更低	更高
使用寿命	2-4次	约40次
成本	约17元	约68元
抗拉强度	更高	更低

资料来源：美畅股份招股说明书，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.3 金刚线——产业链上下游情况

- 上游为金刚线生产原材料。主要为母线、金刚石微粉及金属镍，皆不具备稀缺性。
- 下游为硅片生产企业。中国生产硅片占全球比例超过90%，是全球光伏产业链中集中度最高的环节，近些年受益于光伏装机的快速增长，硅片需求的爆发拉动金刚线的放量增长，但硅片“大面积薄片化”的趋势亦对金刚线企业有着更高的技术要求，构成进入金刚线行业的技术壁垒。



3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

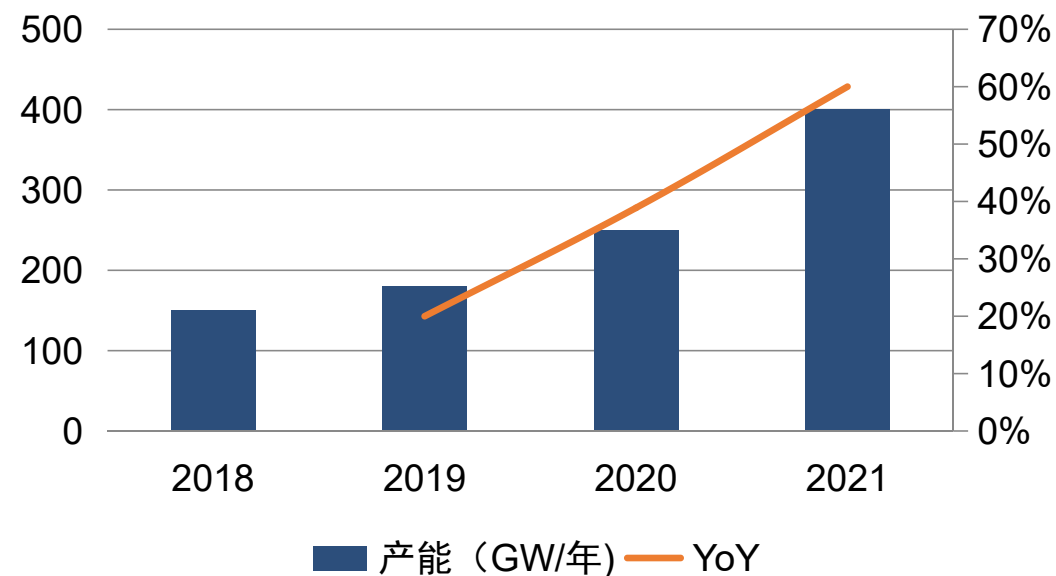
3.3 金刚线——产业链上下游情况

表：主流硅片厂商扩产情况（单位：GW）

	2022	拟扩产能
隆基绿能	150	46
TCL中环	140	
协鑫科技	50	
双良节能	50	50
上机数控	35	65
高景太阳能	30	50
京运通	40.5	22
宇泽半导体		50
美科股份	10	35
晶科能源	55	
晶澳科技	40	20
阿斯特	20	
通威股份		15
阳光能源	14.6	
高测股份	21	
宇晶股份	10	15
和邦生物	10	
合计	676.1	368

- 受光伏新增装机量驱动，硅片产量增长迅速，各硅片厂商纷纷扩产。根据草根光伏统计，2022年硅片产能预计超过600GW，拟扩产能达350GW以上。下游硅片的快速增长将拉动金刚线放量增长。

图：2018-2021中国硅片产能统计：



资料来源：草根光伏，华金证券研究所

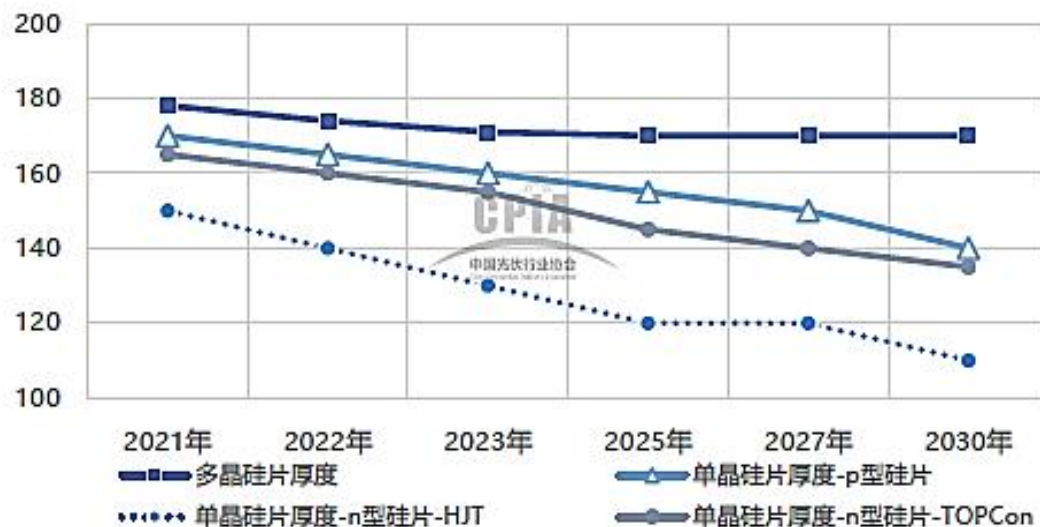
资料来源：中商情报局，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.3 金刚线——细线化趋势明显

- **硅片“薄片化”趋势。**薄片化有利于降低硅耗和硅片成本，但会影响碎片率。硅片厚度对电池片的自动化、良率、转换效率等均有影响。2021年，p型单晶硅片平均厚度在170 μm 左右，较2020年下降5 μm 。目前，用于TOPCon电池的n型硅片平均厚度为165 μm ，用于异质结电池的硅片厚度约150 μm ，用于IBC电池的硅片厚度约130 μm ，用于MWT电池的硅片厚度约140 μm 。
- **金刚线“细线化”趋势。**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。2021年，金刚线母线直径为43-56 μm ，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。

图：2021-2030年硅片厚度变化趋势（ μm ）：



图：2021-2030年金刚线母线直径变化趋势（ μm ）：



资料来源：CPIA，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.3 金刚线——钨丝金刚线发展现状

- 钨丝替代碳钢丝可以解决“细线化”问题。钨丝金刚线指的是母线为钨丝的金钢线。在金刚石微粉质量、生产工艺、镀层厚度等因素都相同的情况下，与主流的碳钢丝金刚线相比，钨丝金刚线拥有更小的线径、更长的使用寿命、更低的断线率等优点。钨丝替代碳钢丝可以解决“细线化”问题，提高出片率降成本，推进硅片薄片化。此外钨丝替代母线材料中的高碳钢丝，对金刚石线的整体工艺并不造成影响，不需要对金刚石线现存生产流程进行大规模升级改造，在工艺上节约了行业转换成本。
- 钨丝成本较高，后续发展有待考验。当前钨丝金刚线的价格基本是碳钢丝金刚线的2-3倍左右，不具有经济性。实际上，因为钨丝的生产成本较高和当前生产技术较不成熟，而且还需考虑未来硅料价格的高低以及光伏行业的景气度。钨丝能否全面取代碳钢丝来作为金刚线的基材仍需要后续市场的验证。

表：钨丝金刚线扩产情况

		新增产能	建设情况
厦门钨业	厦门虹鹭新增年产88亿米细钨丝产线设备项目	45亿米/年 用于光伏切割	已建成投产
	厦门虹鹭新增年产200亿米细钨丝产线设备项目	200亿米/年	基本建设完成
	厦门虹鹭600亿米光伏用细钨丝产线建设项目	600亿米/年	预计2023年下半年建设完成
中钨高新	年新增光伏用高强度切割钨丝产能100亿米	100亿米/年	已拉通、投产

资料来源：华经产业研究院，中钨在线，Wind华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.3 金刚线——市场空间测算

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球光伏新增装机量（GW）	170	250	350	455	592
容配比	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
硅片产量（GW）	204	300	420	546	710
单GW硅片线耗（万公里）	45	50	55	60	65
金刚线需求（万公里）	9180	15000	23100	32760	46137
金刚线单价（元/公里）	39	38	37	36.5	36
金刚线市场空间（亿元）	35.8	57.0	85.5	119.6	166.1
YoY		59%	50%	40%	39%

- 金刚线产品主要应用于光伏硅片切割环节，其市场空间主要由光伏硅片产量所决定，而硅片产量则主要受下游光伏新增装机驱动。
- 据测算，2023年对金刚线的需求有望达**2亿公里**以上，2025年全球金刚线的市场空间有望达到**150亿元以上**。

全球硅片产量

×

单位硅片线耗

×

金刚线单价

=

金刚线市场规模

资料来源：、Wind，华金证券研究所

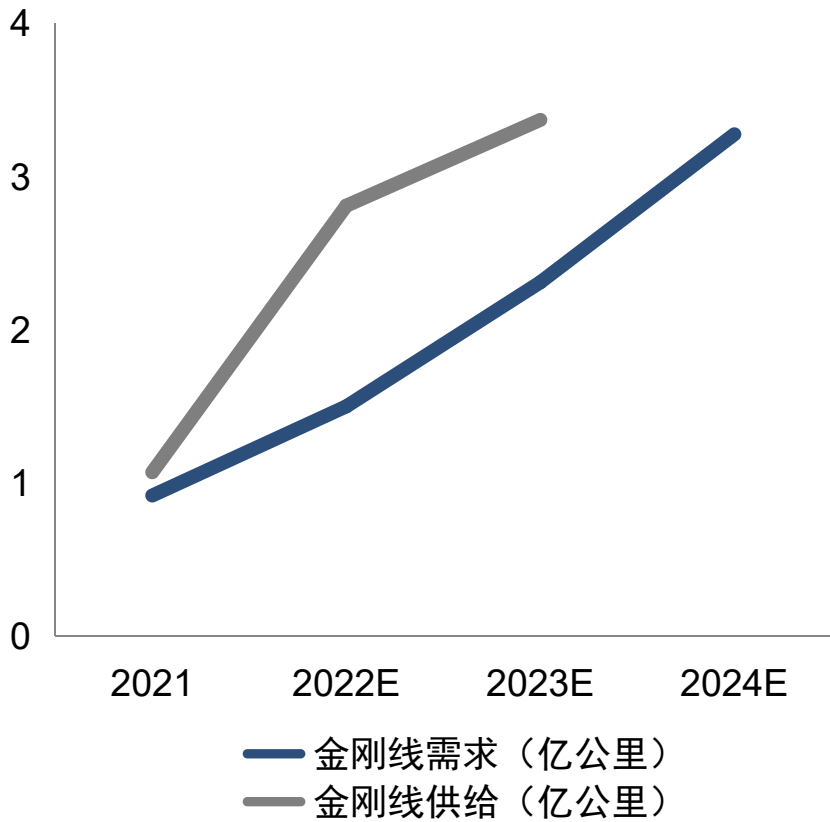
3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.3 金刚线——市场供给与格局

表：金刚线主要公司计划产能（万公里）

	2021	份额	2022E	份额	2023E	份额	
美畅股份	7000	65%	16800	60%	18000	53%	计划更新到2023Q1
高测股份	1000	9%	3000	11%	7000	21%	
恒星科技	1200	11%	3600	13%	未披露		
岱勒新材	1200	11%	3600	13%	6000	18%	计划更新到2023H1
三超新材	300	3%	1100	4%	2700	8%	计划更新到2023Q1
总计	10700	100%	28100	100%	33700	100%	

图：金刚线供需对比



- 竞争格局一超多强，产能充足。美畅股份是行业内的领军企业，市场份额、营业收入与毛利率水平占据绝对优势。由于金刚线行业内多家企业都在大规模扩产，对比金刚线供给端与需求端情况，供给充足。

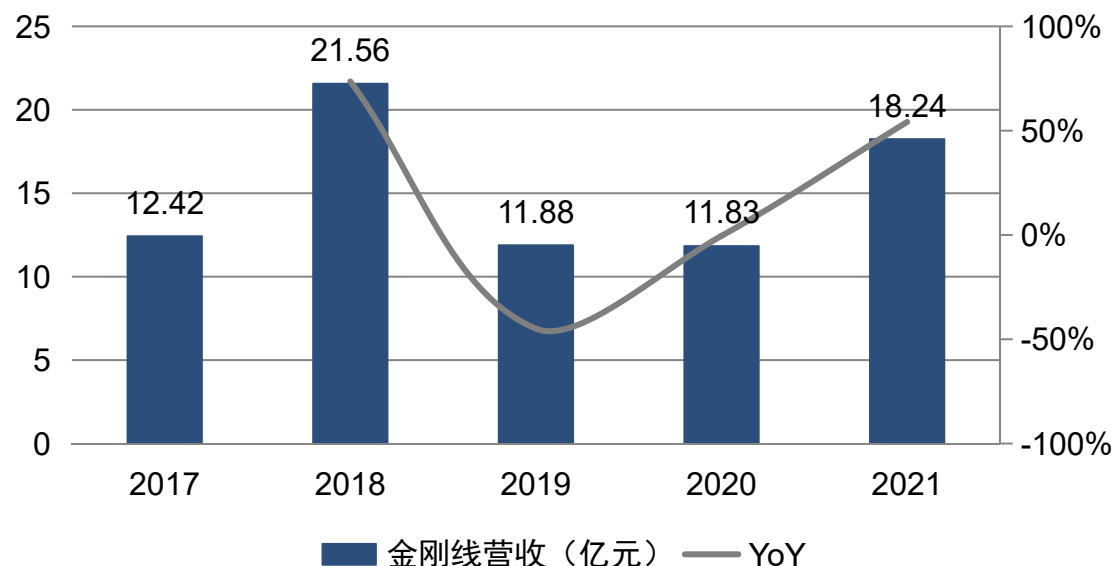
资料来源：公司公告、Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

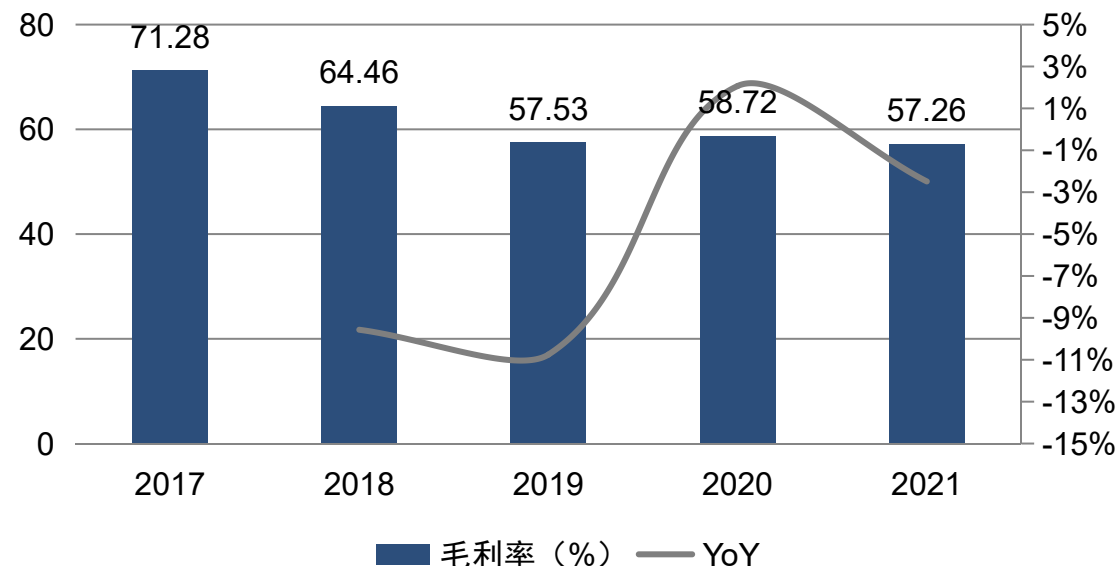
3.3 相关标的——美畅股份（300861）

- **专注电镀金刚线业务，行业全球龙头。**美畅股份2015年成立，2020年8月于深交所创业板上市，主要从事电镀金刚石线及其他金刚石超硬工具的研发、生产、销售。其中，电镀金刚线构成主营业务的98.72%。公司金刚石线年产能达4500万公里，是目前全球生产规模最大、市场份额领先的金刚石线生产企业。
- **产量增长迅猛，多年保持高毛利。**2021年，美畅股份电镀金刚线产量5274万公里，同比上年增长100.41%，销量4540万公里，同比增长82.8%，金刚线业务实现营收18.24亿，毛利10.44亿。多年来，美畅股份金刚石线业务的毛利率始终保持在57%以上，领先行业内其他企业。

图：2017-2021美畅股份金刚线营收情况：



图：2017-2021美畅股份金刚线毛利率：



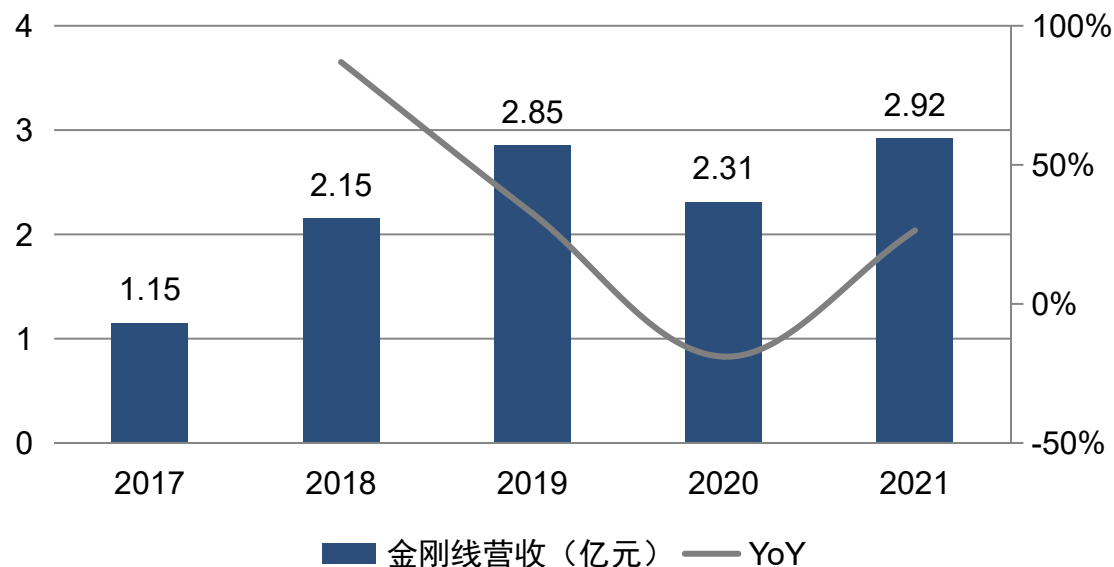
资料来源：美畅股份官网、Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

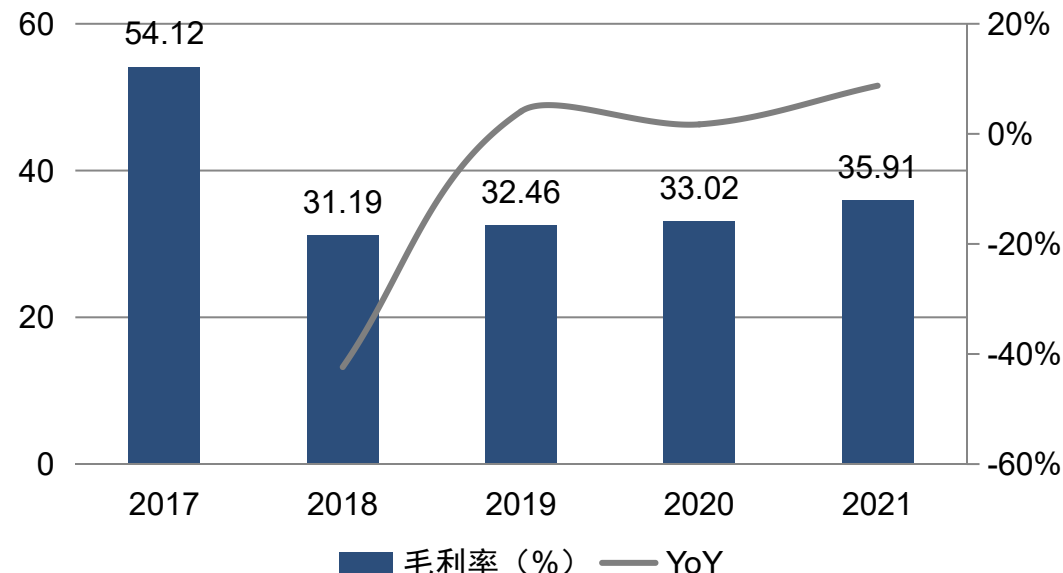
3.3 相关标的——高测股份（688556）

- **持续推进金刚线业务应用。**高测股份主要从事高硬脆材料切割设备和切割耗材的研发、生产和销售，产品主要应用于光伏行业硅片制造环节。公司正在持续推进金刚线切割技术在光伏硅材料、半导体硅材料、蓝宝石材料、磁性材料等更多高硬脆材料加工领域的研发和产业化应用。公司金刚线产品自2016年上市，从2017年至今公司持续扩产，产销规模快速提高，市场份额快速提升，公司已经成为金刚线产品重要的供应商之一。
- **产销规模快速提升。**2021年，公司金刚线全年产量950万公里，同比增加115.29%，全年销量超800万公里，同比增加80.54%，公司光伏耗材业务实现营收2.92亿，构成主营业务的18.61%，毛利1.05亿，毛利率35.91%。

图：2017-2021高测股份金刚线营收情况：



图：2017-2021高测股份金刚线毛利率：



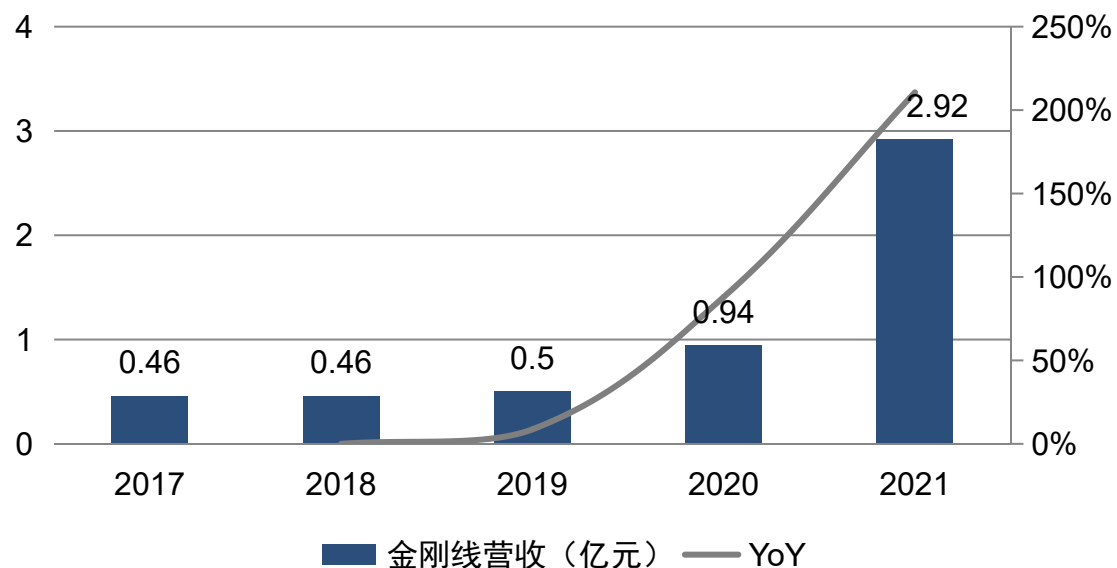
资料来源：高测股份官网、Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

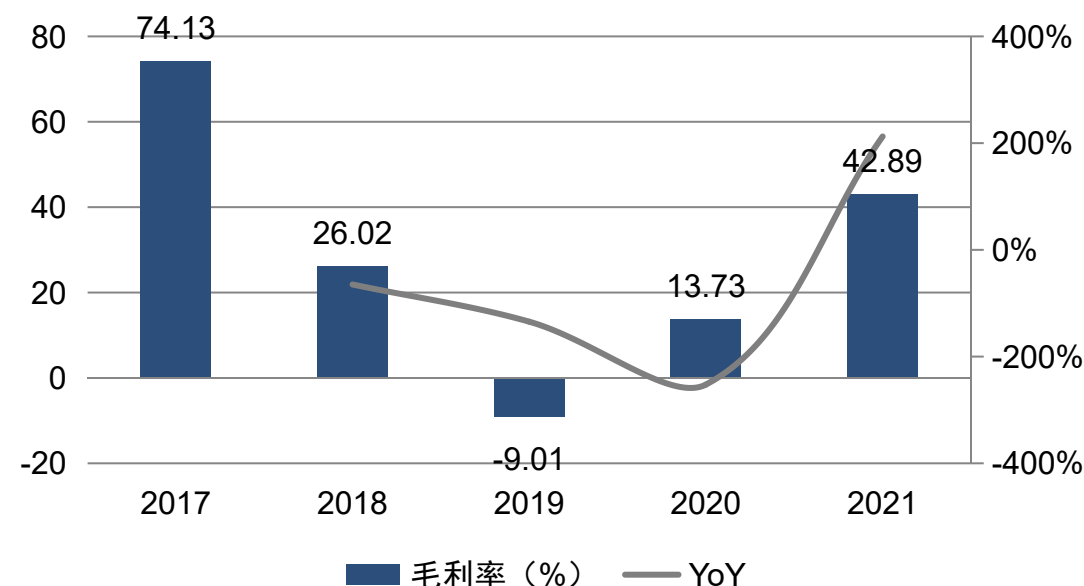
3.3 相关标的——恒星科技（002132）

- **金属制品龙头企业。**恒星科技创建于1995年，国内A股上市公司，主要生产钢帘线、钢绞线、胶管钢丝、金刚线、高性能有机硅聚合物等产品，广泛应用于汽车轮胎、橡胶软管、电力电缆、架空电力线、高速铁路、港口、光伏太阳能用硅晶片切割等行业，是国内金属制品行业细分龙头企业。2021年，公司金属制品占主营构成90.23%，金刚线构成主营业务的8.6%。
- **产能释放，金刚线业务发力中。**2021年公司产能释放，金刚线全年产量819万公里，同比去年增加201%，全年销量806万公里，同比增加230%，金刚线业务实现营收2.92亿，比上年同期增加209%，毛利1.25亿，毛利率42.89%。

图：2017-2021恒星科技金刚线营收情况：



图：2017-2021恒星科技金刚线毛利率：



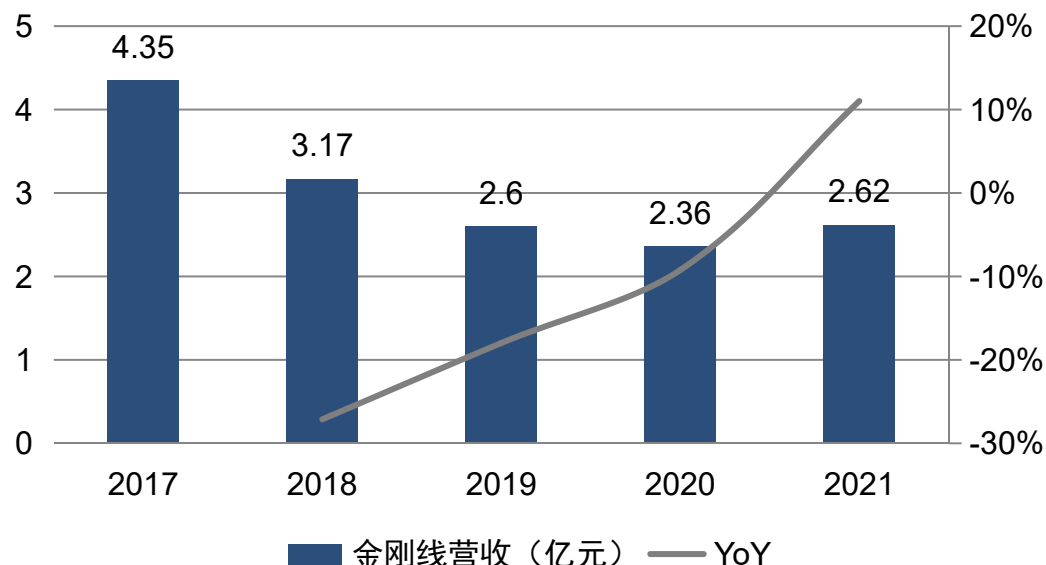
资料来源：恒星科技官网、Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

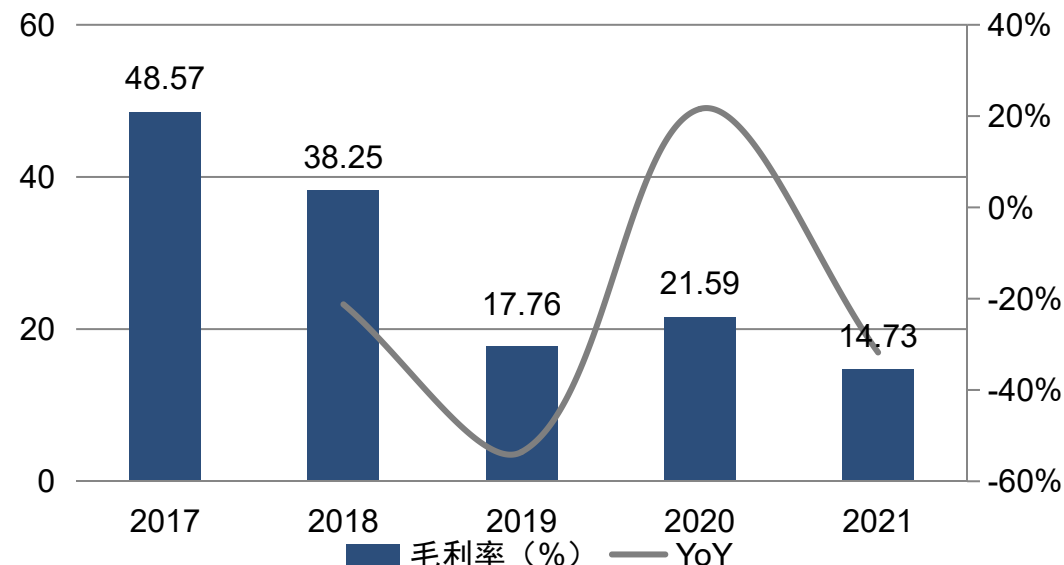
3.3 相关标的——岱勒新材（300700）

- 国内首家金刚石线规模制造商。岱勒新材成立于2009年，2017年上市，从事金刚石线研发、生产、销售和服务，是国内首家掌握金刚石线核心技术并大规模投产的企业。公司产品目前已广泛应用于太阳能、LED、半导体、精密光学仪器、国防军工等行业，产销量和市场占有率均居国内行业前列，并且已出口至俄罗斯、韩国、日本、台湾等国家和地区，覆盖全球100多家知名光伏、蓝宝石加工企业。
- 专注金刚石线业务。2021年，公司金刚线全年产量36.8万公里，同比增加41%，全年销量33.56万公里，同比增加40%，公司金刚石线业务实现营收2.62亿，构成主营业务的96.68%，毛利0.39亿，毛利率14.73%。

图：2017-2021岱勒新材金刚线营收情况：



图：2017-2021岱勒新材金刚线毛利率：



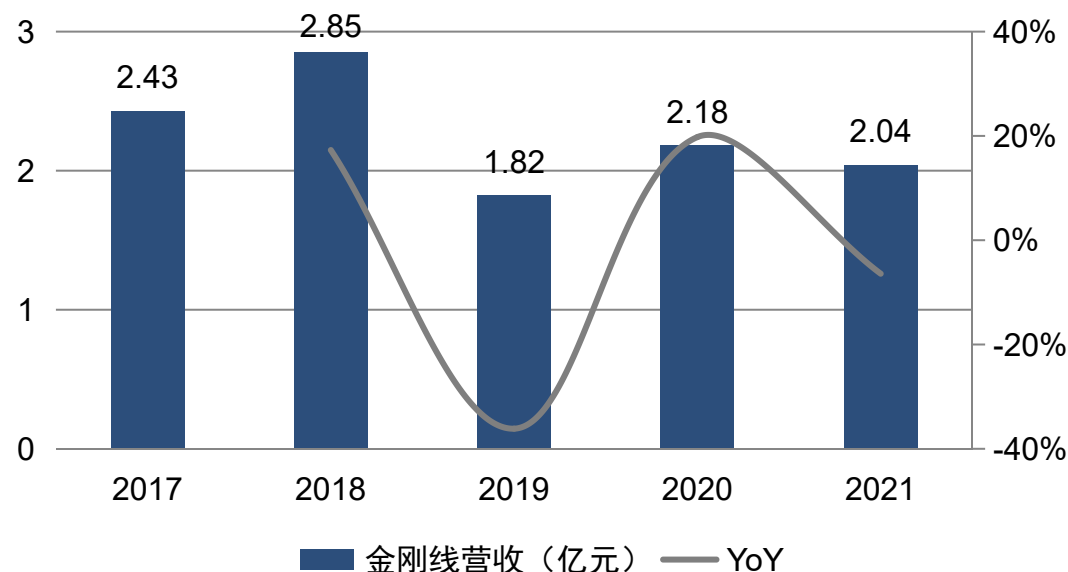
资料来源：岱勒新材官网、Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

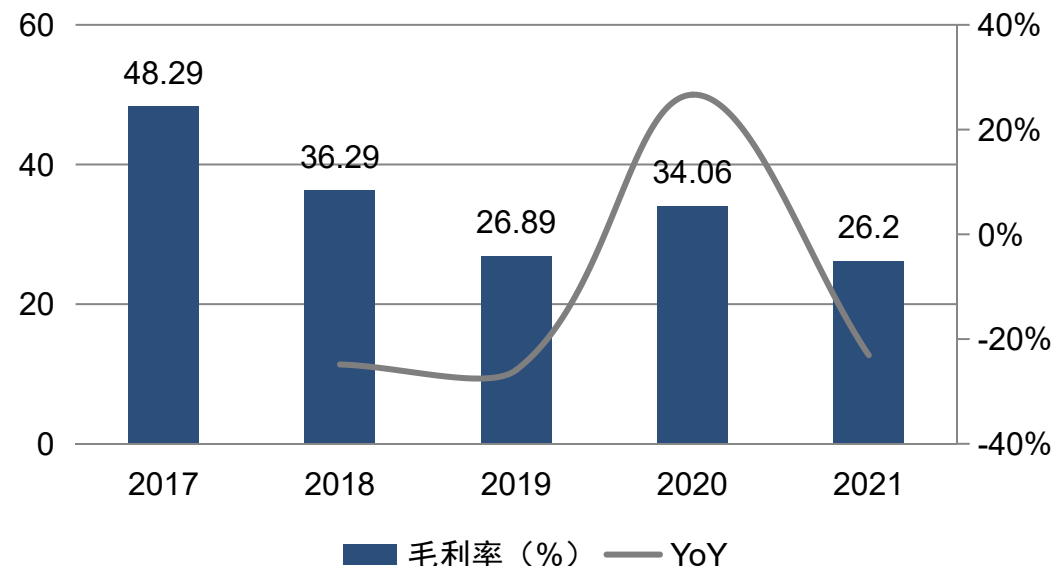
3.3 相关标的——三超新材（300554）

- **产业布局早，技术领先性。**三超新材成立于1999年，2017年在深圳创业板上市，从事金刚石、立方氮化硼工具的研发、生产与销售。公司坚持技术优先的发展理念，成为国内最早通过自主研发掌握金刚线制造的相关技术、成功实现产业化的企业之一，并且打破国外企业的技术垄断，与新研发成功的硅片背面减薄砂轮、硅片倒角砂轮、PAD修整器等产品，为半导体及太阳能光伏行业提供了优质的金刚石工具，在国内形成较高的行业影响力。。
- **金刚石线业务待发力。**2021年，公司金刚线全年产量289万公里，同比增加2.64%，全年销量262万公里，同比下降1.18%，公司金刚石线业务实现营收2.04亿，构成主营业务的82.06%，毛利0.53亿，毛利率26.2%。2022年公司扩产计划逐步推进中。

图：2017-2021三超新材金刚线营收情况：



图：2017-2021三超新材金刚线毛利率：



资料来源：三超新材官网、Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

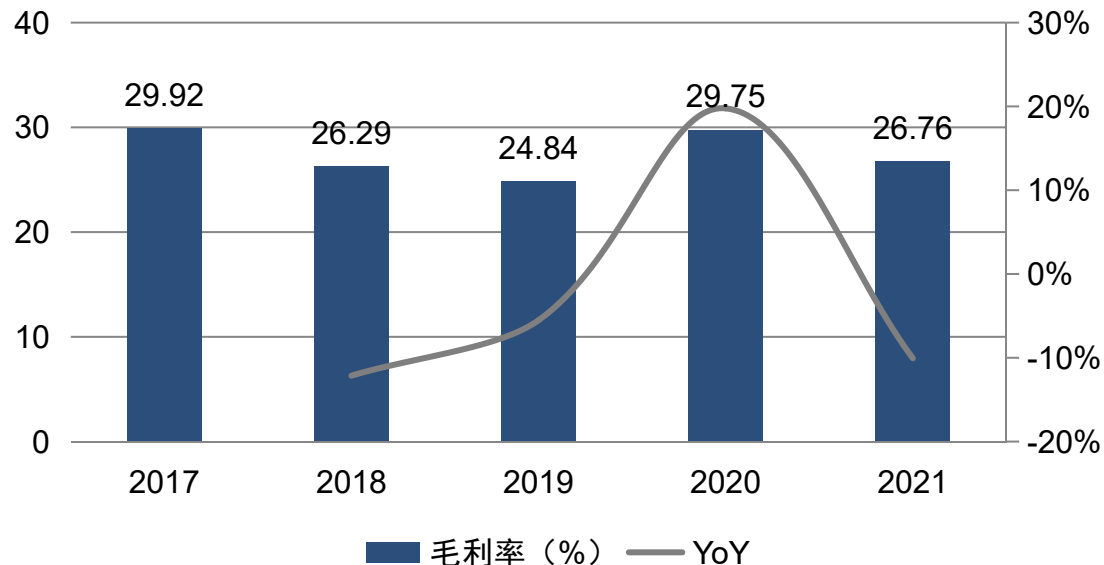
3.3 相关标的——厦门钨业（600549）

- 灯用钨丝全球龙头。厦门钨业前身为1958年成立的厦门氧化铝厂，1982年转产钨制品，2002年上市。厦门钨业涉及钨、钼、稀土、能源新材料和房地产等五大领域，公司钨产业经过多年的发展已形成从钨矿山、冶炼、深加工到钨二次资源回收的完整钨产业链。厦钨直接和间接控制的钨矿山金属储量近200万吨，占全国30%左右；钨冶炼和粉末产品、超细晶硬质合金处于国内领先水平，在国际上有较强的影响力；硬质合金出口量占全国30%以上，灯用钨丝占全球市场60%以上。
- 钨钼行业营收规模大。2021年，公司钨钼行业实现营收106.33亿，构成主营业务的33.38%，毛利28.46亿，毛利率26.76%。

图：2017-2021厦门钨业钨钼行业营收情况：



图：2017-2021厦门钨业钨钼行业毛利率：



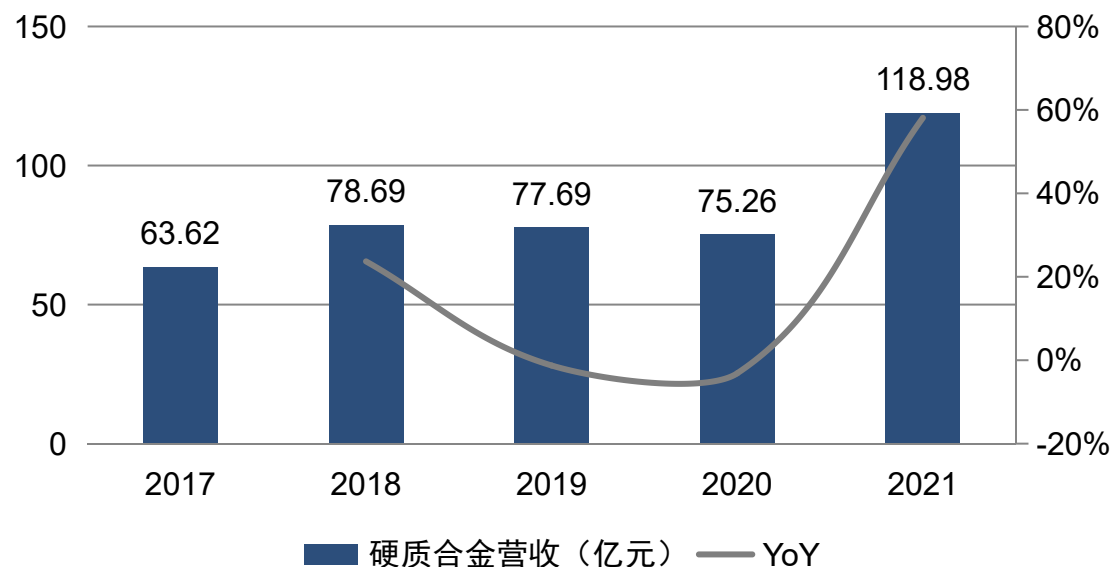
资料来源：厦门钨业官网、Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

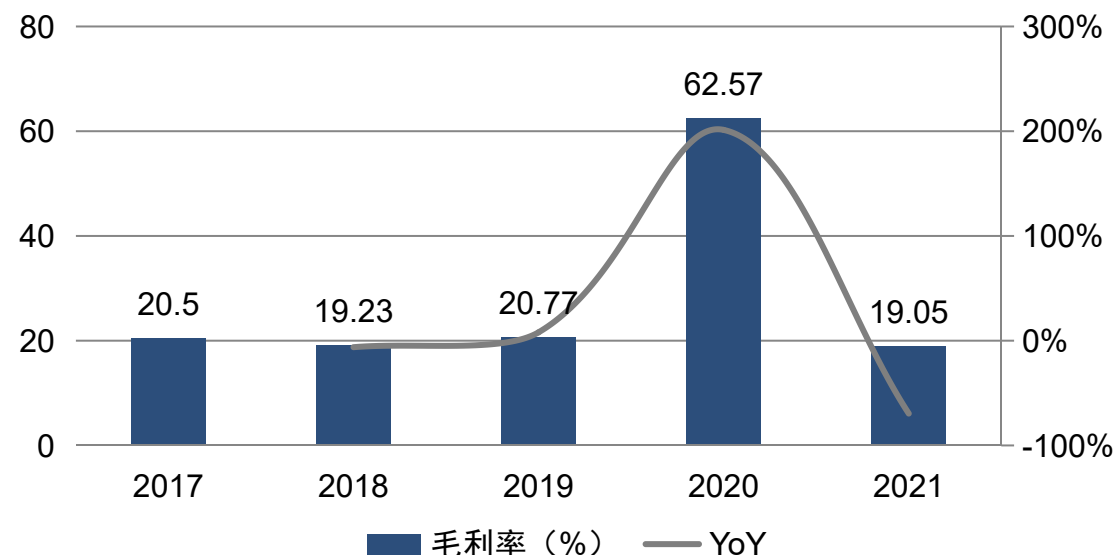
3.3 相关标的——中钨高新（000657）

- 钨矿山资源为保障，中国钨产业龙头。中钨高新1996年上市，是中国五矿集团旗下专业发展钨产业的企业，管理运营着集矿山、冶炼、加工、贸易于一体的完整钨产业链。管理范围内钨矿山保有钨资源量123万吨，占全国查明钨资源量的11%。钨冶炼年生产能力20000吨，占全国APT产能的10%。硬质合金占国内市场的25%以上份额，拥有众多主导优势类产品，其中切削刀具、IT工具，硬质合金棒材、球齿、轧辊产品、粉末产品等处于国内领先水平，在国际上也有较高的知名度及影响力。是中国钨产业领域当之无愧的龙头企业和领跑者。
- 专注硬质合金业务。2021年，公司硬质合金实现营收118.98亿，构成主营业务的98.38%，毛利22.66亿，毛利率19.05%。

图：2017-2021中钨高新硬质合金营收情况：



图：2017-2021中钨高新硬质合金毛利率：

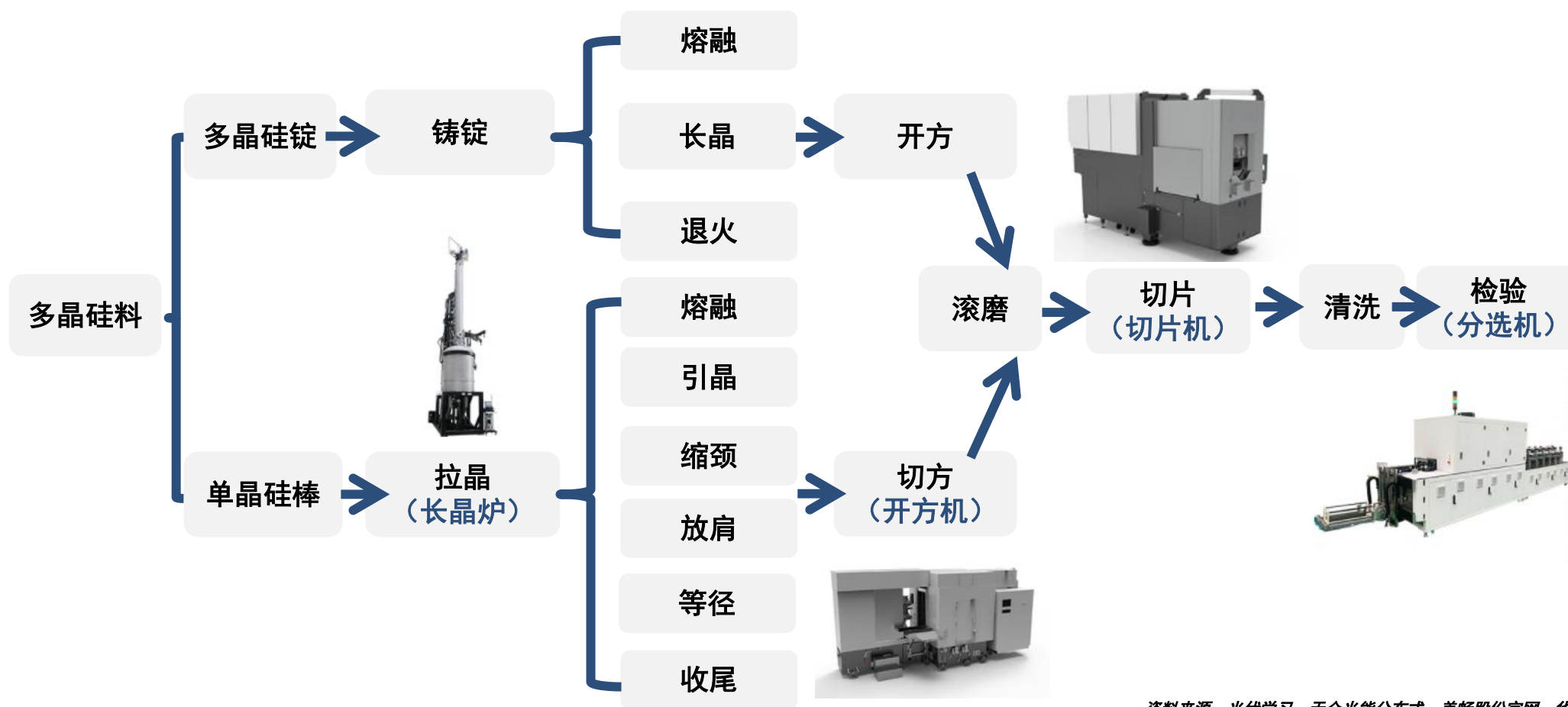


资料来源：中钨高新官网、Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.4 拉棒&切片设备——大型化趋势

- 从硅料到硅片一般分为两个重要的环节，一是拉晶，二是切片。硅片是生产太阳能电池片的核心原材料。根据晶核晶面取向不同，硅片可分为单晶硅片与多晶硅片。涉及到的主要设备有长晶炉、开方机、切片机、分选机等。相关工艺流程如下图所示：



资料来源：光伏学习、天合光能分布式、美畅股份官网，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.4 拉棒&切片设备——大型化趋势

- “大尺寸”硅片趋势。2021年市场上硅片尺寸种类多样，158.75mm和166mm尺寸占比合计达到50%，156.75mm尺寸占比下降为5%，未来占比将持续降低；2021年182mm和210mm尺寸合计占比由2020年的4.5%迅速增长至45%，未来其占比仍将快速扩大。
- 大尺寸单晶炉生产商将具有竞争优势。为降低光伏发电的度电成本，光伏电池片的尺寸也越来越大，从以前的166mm（晶棒直径尺寸225mm，对应9英寸单晶炉）过渡到目前的182mm（晶棒直径尺寸250mm，对应10英寸单晶炉）和210mm（晶棒直径尺寸300mm，对应12英寸单晶炉）。目前国内仅有三到四家企业可以生产大硅片的全自动单晶炉，能够生产大尺寸单晶炉的企业在下一轮设备更新中有一定的优势。

图：2021-2030 年不同类型硅片市场占比变化趋势



图：2021-2030 年不同尺寸硅片市场占比变化趋势



资料来源：CPIA，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.4 拉棒&切片设备——行业壁垒

技术壁垒	晶体硅生长设备的研制涉及热力学、流体力学、半导体材料、电气、机械、计算机以及控制理论等多学科，是一项系统性工程，主要包括机械部件、电气硬件、控制软件、热场结构和晶体生长工艺的设计开发。尤其是在密闭、低压、高温的炉体内实现晶体硅生长所需苛刻环境参数的自动控制，需要对晶体硅生长条件及工艺技术有充分的理解，并拥有丰富的行业应用经验和工艺设计能力。因此，本行业存在较高的技术壁垒。
人才壁垒	设备的研发和制造需要大批复合型专业技术人才，而且对行业技术发展趋势有准确的把握、在实际的工艺环境下长期积累应用经验、深刻理解工艺流程的关键技术细节，才能研制出符合下游客户应用需求的产品。同时，由于晶体硅制备设备属于专用设备，在销售给客户后，需要经验丰富的工程师队伍提供专业的安装调试和技术支持服务。这些人才的培养需要较长的时间周期，我国太阳能光伏产业起步较晚，滞后的人才培养导致本行业人才缺乏，构成进入本行业的人才壁垒。
品牌及服务壁垒	晶体硅生长设备是下游硅片企业的关键生产设备，设备投资大，占其总投资的比重高，尤其是设备的技术性能将直接影响到硅片制备的质量及生产成本，然而测试评估晶体硅生长设备的成本高、周期长，因此，品牌和服务是下游企业选择供应商考虑的重要因素。较高的品牌知名度需要较长时间的沉淀和积累，而良好的服务则需要拥有一支经验丰富的专业技术服务队伍、先进的服务理念和持续稳定的高质量服务。因此，本行业存在较高的品牌及服务壁垒。

资料来源：普华有策，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.4 拉棒&切片设备——市场空间测算

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球光伏新增装机量（GW）	170	250	350	455	592
容配比	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
硅片产量（GW）	204	300	420	546	710.4
单GW硅片设备价值量（亿元）	2	2	2	2	2
硅片设备市场空间（亿元）	408	600	840	1092	1421
YoY		47%	40%	30%	30%
单GW单晶炉投资额（亿元）	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
单晶炉市场空间（亿元）	306	450	630	819	1066

- 光伏装机量的持续增长带动硅片厂商持续扩产，从而激发设备厂新增订单需求，大尺寸、薄片化的存量产能替换也会带来一部分设备需求。
- 据测算，2023年对硅片设备的需求预期达到800亿元以上，2025年需求预计达到1400亿以上，潜在需求市场空间巨大。

全球硅片产量

×

单位硅片设备价值量

=

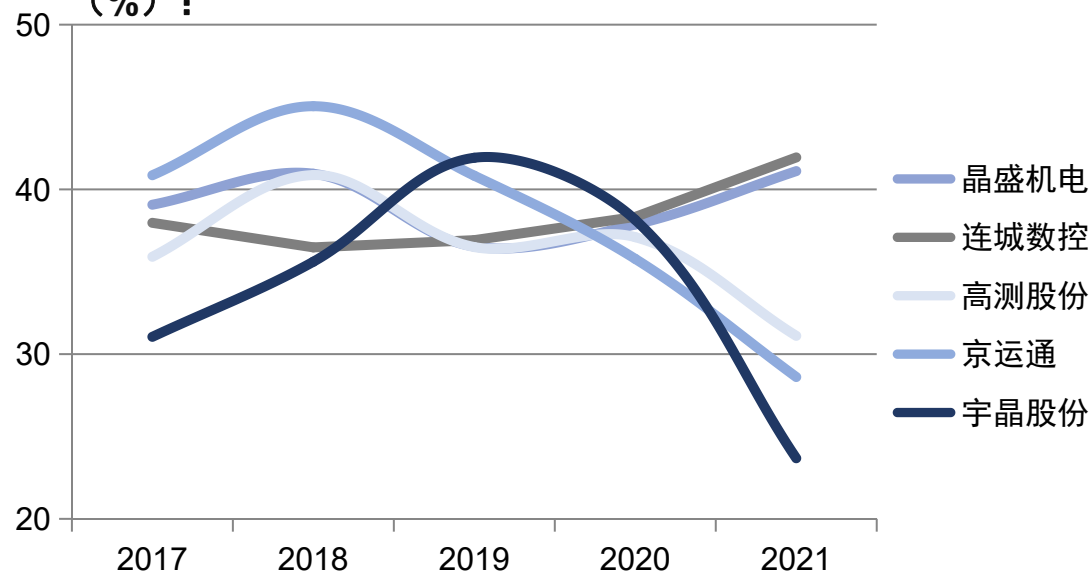
硅片设备市场空间

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

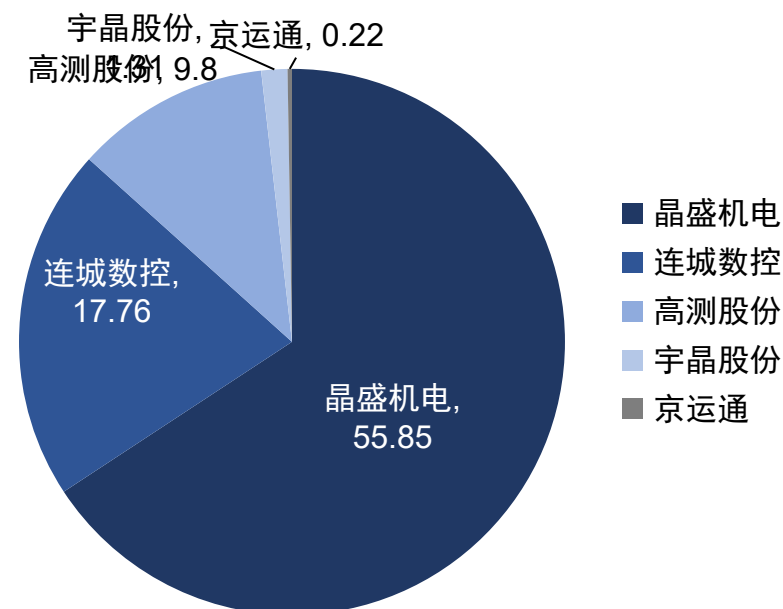
3.4 拉棒&切片设备——市场格局

- **设备企业大多和硅片企业绑定。**目前晶体硅生长设备已基本国产化，国内主要企业包括晶盛机电、连城数控、京运通等。其中连城数控深度绑定其关联公司隆基绿能，根据其2020年和2021年年报数据披露，连城数控来自隆基绿能的营业收入占比分别为92.67%和72.42%；京运通生产的单晶炉大部分供应自己使用；晶盛机电占据了行业其余大部分市场份额。截至2022年9月30日，晶盛机电未完成晶体生长设备及智能化加工设备合同总计237.90亿元。
- **盈利水平优异。**观察硅片相关设备企业的毛利水平可以看出近年来大多保持在30%以上，盈利水平优异。

图：硅片设备公司近五年毛利率（%）：



图：硅片设备公司2021年设备相关营收（亿元）：



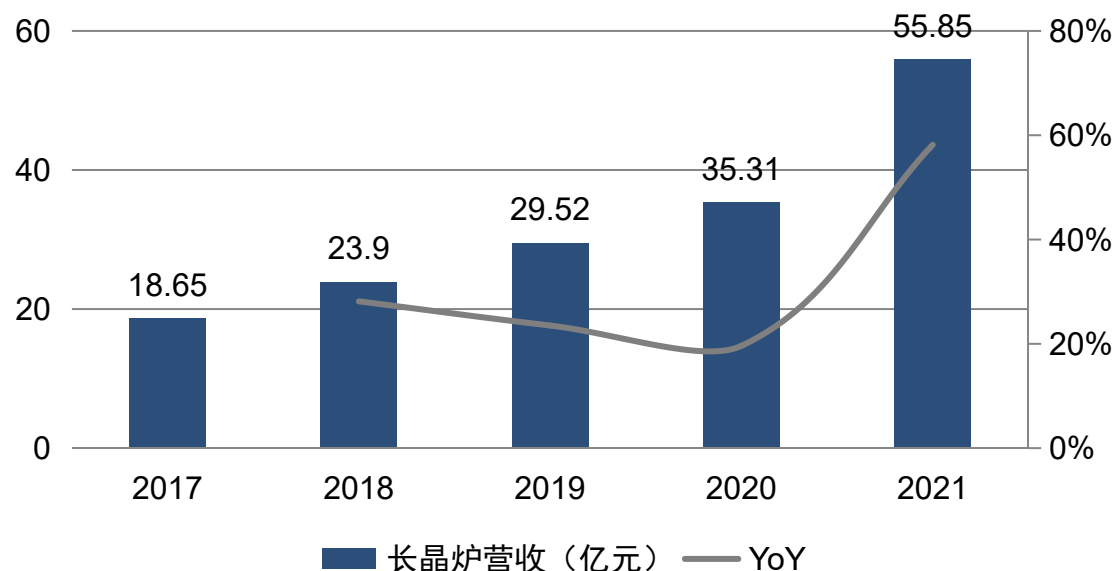
资料来源：普华永策，Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

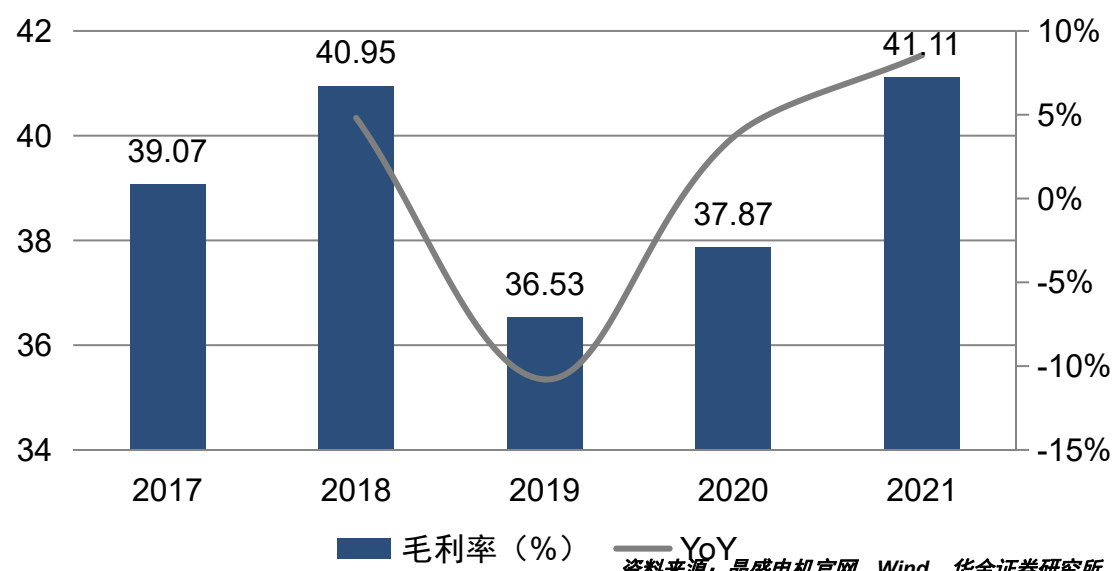
3.4 相关标的——晶盛机电（300316）

- **单晶炉龙头企业。**晶盛机电创建于2006年，2012年上市，主营产品为全自动单晶生长炉、多晶硅铸锭炉、区熔硅单晶炉、单晶硅滚圆机、单晶硅截断机、全自动硅片抛光机、双面研磨机、单晶硅棒切磨复合加工一体机、多晶硅块研磨一体机、叠片机等。公司已成为全球光伏装备技术和规模双领先的企业，国内集成电路级8-12英寸大硅片生长及加工设备领先企业，是掌握核心技术和规模优势的龙头企业。
- **单晶炉营收稳步扩张。**2021年，公司单晶炉全年产量5231台，同比增加81.7%，全年销量2556台，同比增加41.69%，公司单晶炉业务实现营收55.85亿，构成主营业务的93.69%，毛利22.96亿，毛利率41.11%。多年来，公司晶体生长设备的营收规模稳步提升。

图：2017-2021晶盛机电单晶炉营收情况：



图：2017-2021晶盛机电单晶炉毛利率：



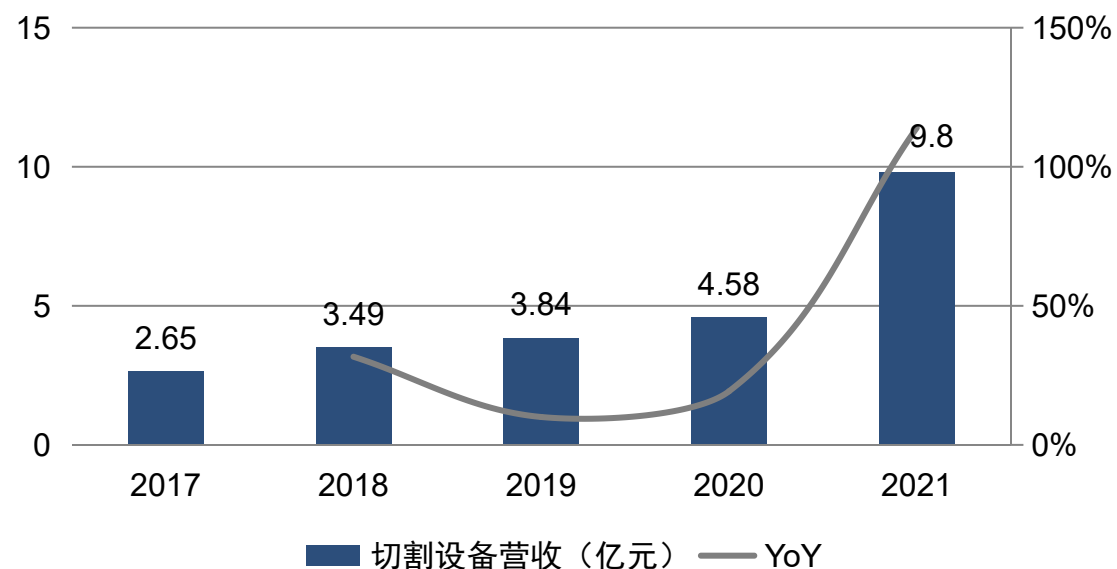
资料来源：晶盛机电官网，Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

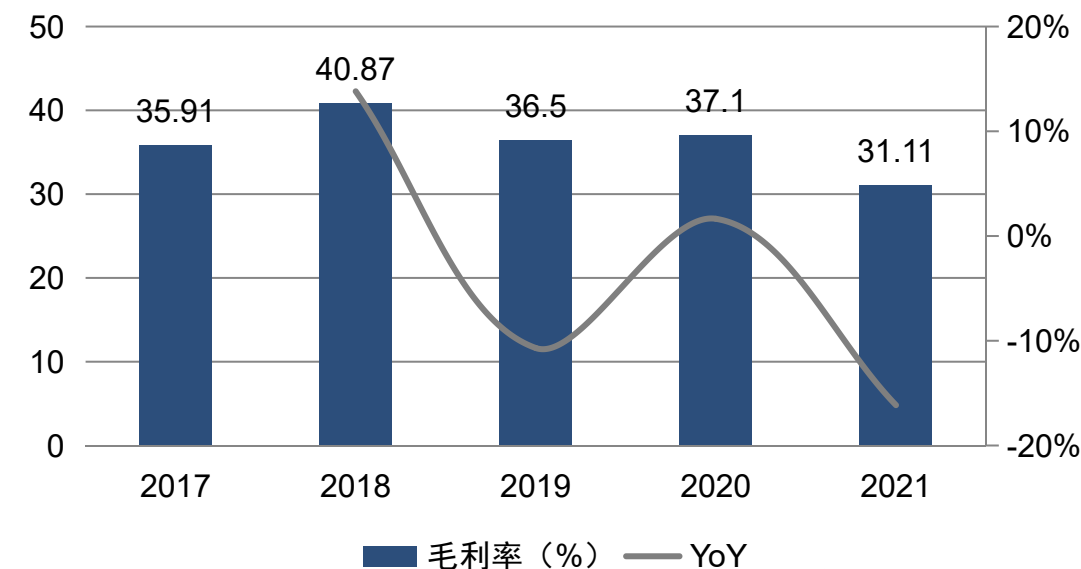
3.4 相关标的——高测股份（688556）

- **切片机市场龙头。**高测股份主要从事高硬脆材料切割设备和切割耗材的研发、生产和销售。2016年，公司正式进入光伏切割设备市场，较短时间内收入规模 and 市场份额快速上升，目前公司已成为全球主要的光伏切割设备的供应商之一。公司于2020年下半年推出第五代金刚线晶硅切片机GC700X，顺应大尺寸和薄片化切割趋势，具备领先市场竞争优势，占据光伏行业切片机绝大部分市场份额，市占率持续稳步提升。
- **产销规模翻番。**2021年，公司光伏切割设备全年产量1221台，同比增加159.8%，全年销量1021台，同比增加139.1%，产销都增长一倍以上，公司切割设备业务实现营收9.8亿，构成主营业务的62.57%，毛利3.05亿，毛利率31.11%。

图：2017-2021高测股份切割设备营收情况：



图：2017-2021高测股份切割设备毛利率：



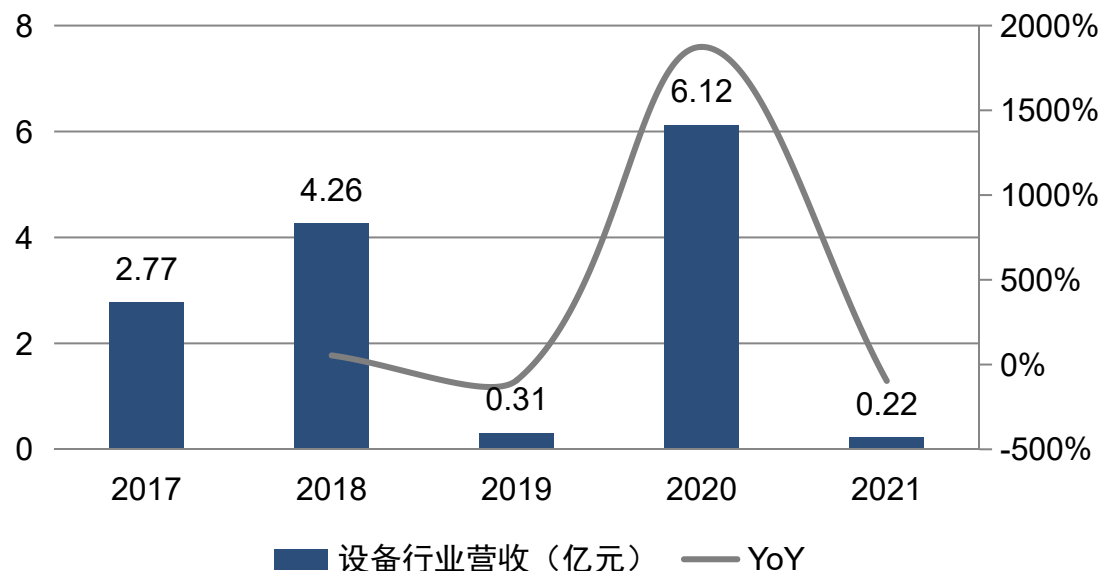
资料来源：高测股份官网，Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

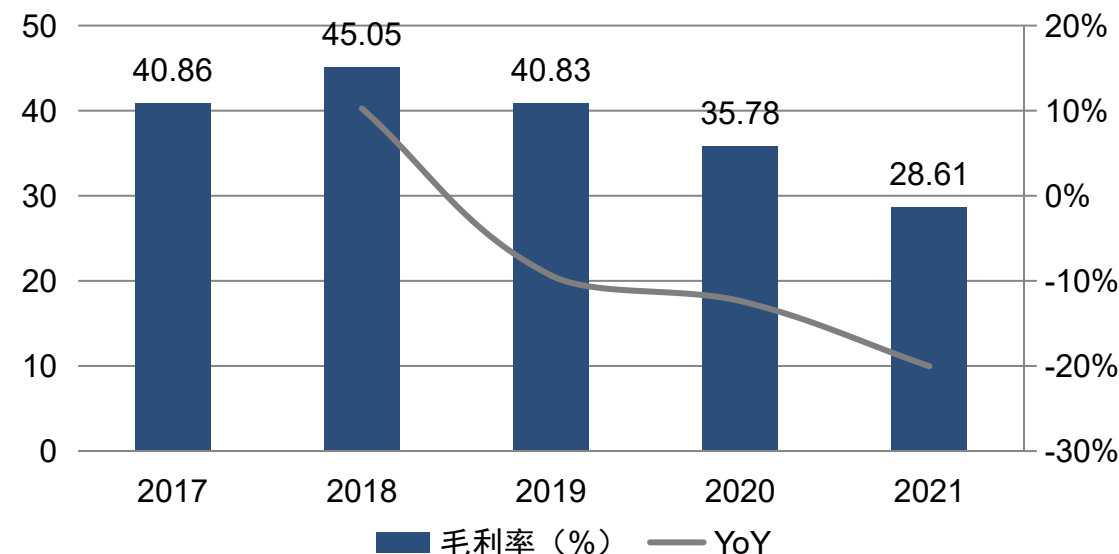
3.4 相关标的——京运通（601908）

- **围绕光伏产业链布局。**京运通成立于2002年，2011年上市，高端装备制造、新材料、新能源发电和节能环保四大产业综合发展。其中，高端装备制造业务主要产品包括光伏设备和半导体设备，光伏设备包括单晶硅生长炉、金刚线开方机、金刚线切片机、多晶检测自动化设备等。新材料业务主要产品为光伏级的直拉单晶硅棒及硅片，半导体级的区熔单晶硅棒及硅片。公司主营业务围绕光伏产业链布局，有助于增强公司抗周期波动的能力。
- **硅片设备自供支持新材料业务扩张。**2021年，公司设备业务实现营收0.22亿，同比下降96%，主要由于新材料业务扩产、设备用于自供而减少对外销售，毛利0.06亿，毛利率28.61%。设备业务2021年构成主营业务的0.39%，新材料业务占主营业务的比例提升至57.24%。

图：2017-2021京运通设备营收情况：



图：2017-2021京运通设备毛利率：



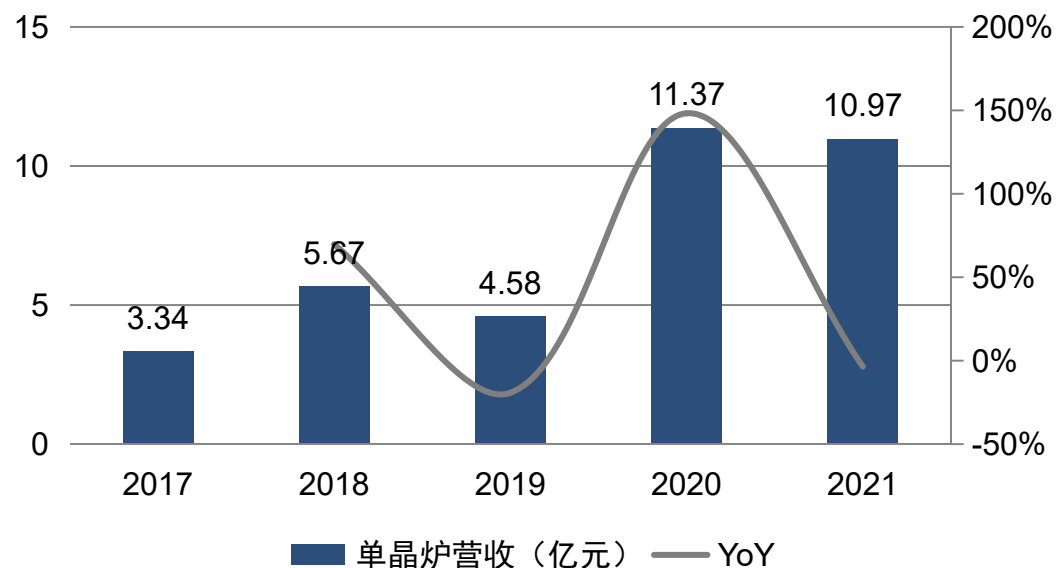
资料来源：京运通官网，Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

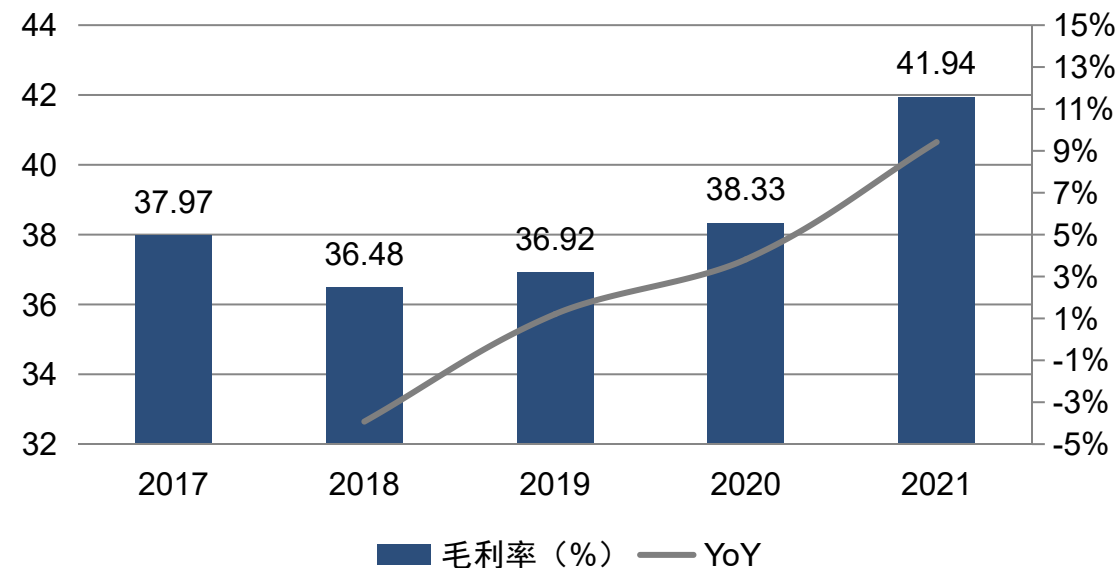
3.4 相关标的——连城数控（835368）

- **具备整套硅片设备交付能力。**连城数控成立于2007年，2020年上市，主要产品覆盖从晶体生长、切磨加工、湿法制绒到光伏电池工艺所需设备，如单晶炉、金刚线截断机、切方机、切片机、磨床、清洗、制绒设备等。公司连续数年坚持高额研发投入，是国内少数几家可以研发、制造单多晶硅料加工设备的企业之一。2019年3月，公司首条硅片工厂自动化生产线研制成功，公司具备了整体硅片工厂成套设备交付能力。
- **单晶炉、线切设备、磨床共同发展。**2021年，公司单晶炉实现营收10.97亿，毛利4.6亿，毛利率41.94%；线切设备营收5.45亿，毛利率13.39%；磨床营收1.34亿，毛利率32.62%。2021年，单晶炉构成主营业务的53.76%，线切设备占比26.74%，磨床占比6.55%。

图：2017-2021连城数控单晶炉营收情况：



图：2017-2021连城数控单晶炉毛利率：

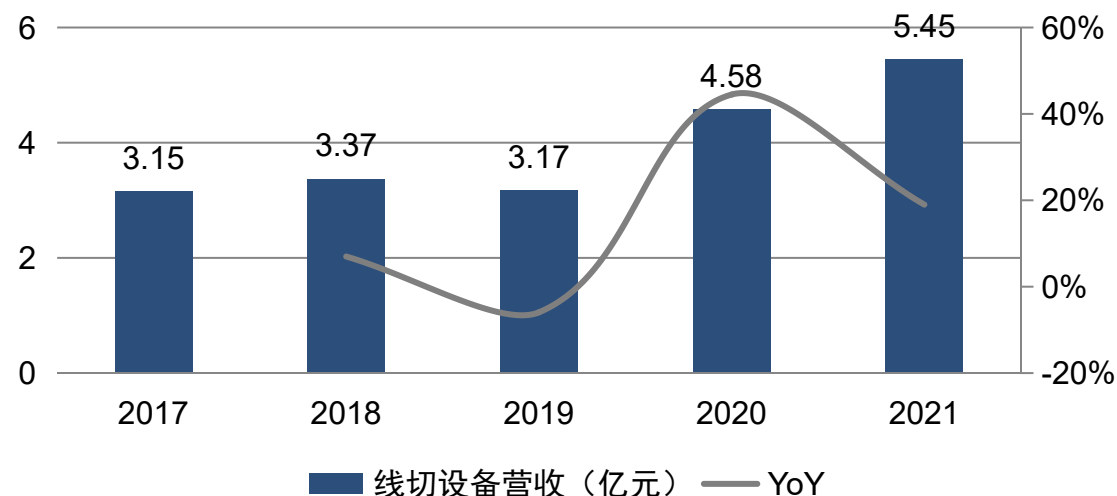


资料来源：连城数控官网，Wind，华金证券研究所

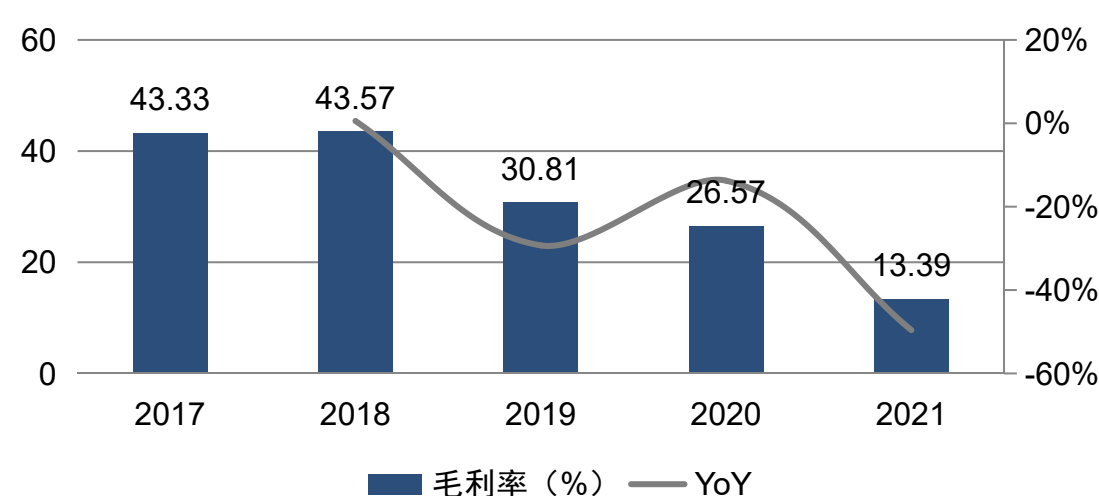
3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

3.4 相关标的——连城数控（835368）

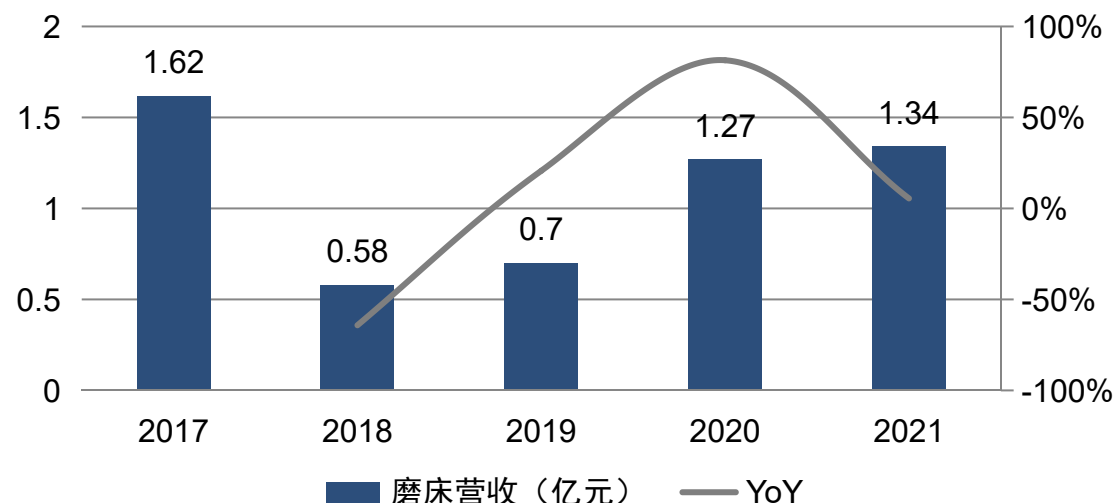
图：2017-2021连城数控线切设备营收情况：



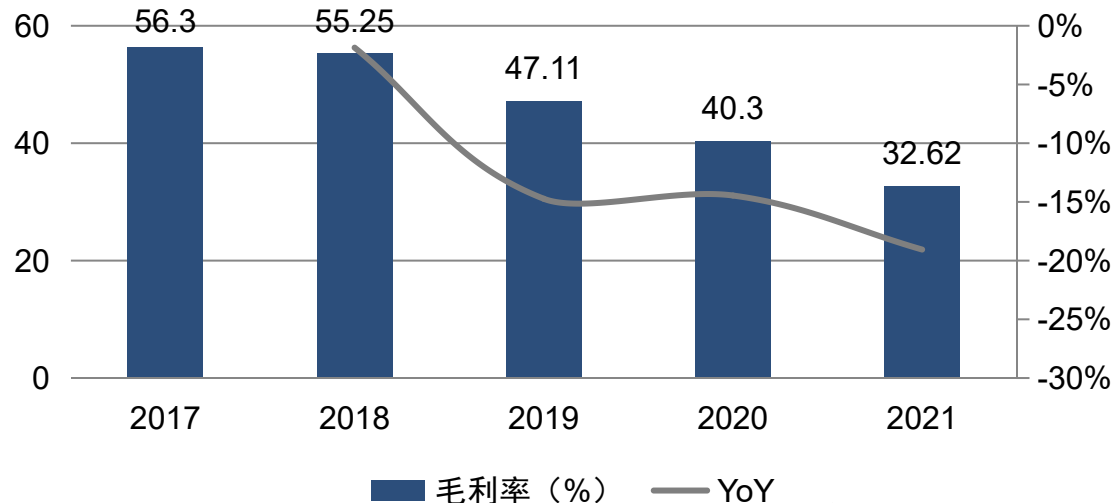
图：2017-2021连城数控线切设备毛利率：



图：2017-2021连城数控磨床营收情况：



图：2017-2021连城数控磨床毛利率：



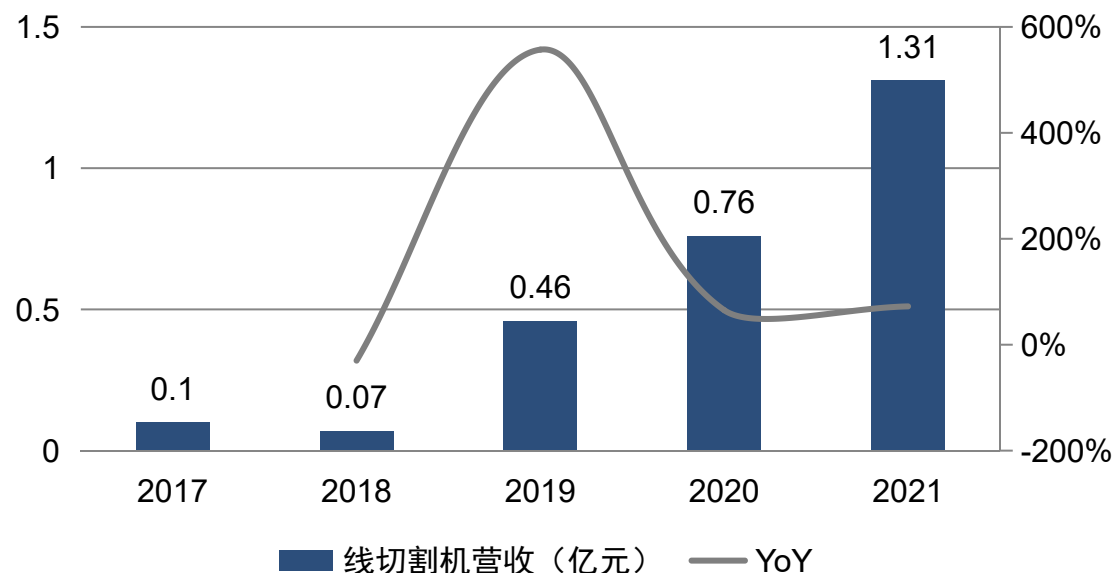
资料来源：连城数控官网，Wind，华金证券研究所

3.拉棒&切片环节相关辅材梳理

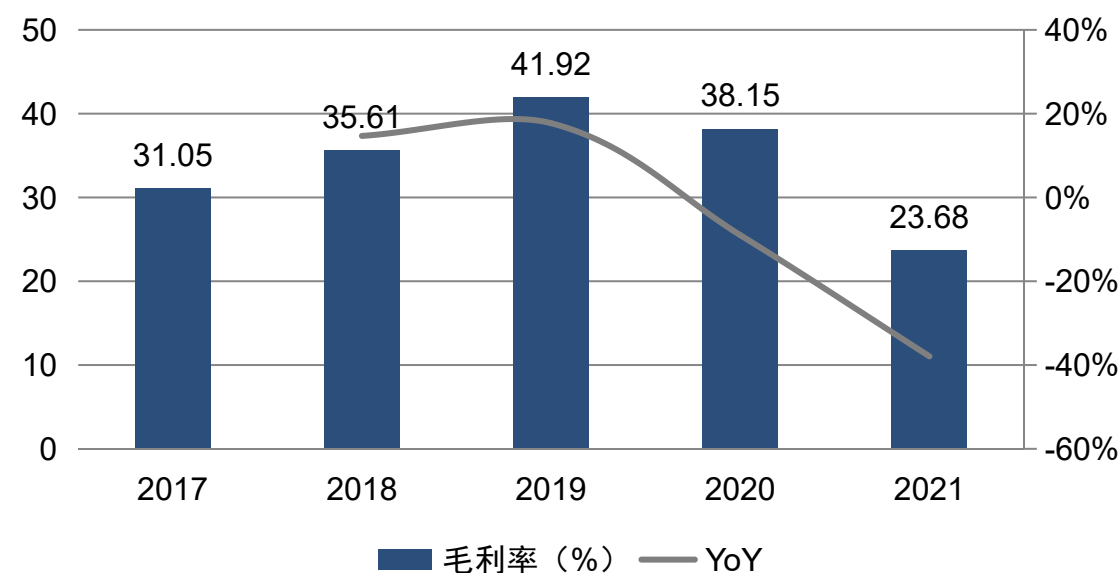
3.4 相关标的——宇晶股份（002943）

- **多线切割机专业制造商。**宇晶股份于1998年成立，从事多线切割机、研磨抛光机、磨削机、镀膜机、精密成型数控机床等硬脆材料加工机床的研发、设计、生产与销售，是5G产业链中的智能装备核心制造商。公司产品主要用于手机触摸屏及后盖、太阳能光伏硅片、磁性材料、蓝宝石、碳化硅、视窗玻璃、LED 半导体照明、压电水晶及陶瓷等硬脆材料的精密加工。
- **多线切割机业务发力中。**基于光伏行业发展现状，公司逐步加大对多线切割机的研发投入和市场开拓。2021年，公司线切割机实现营收1.31亿，毛利0.31亿，毛利率23.68%，销量和市场占有率较上年同期大幅增长。产品主要客户为京运通、江苏美科、晶澳科技等行业内知名企业。2021年切割机构成主营业务的28.69%，金刚石线占比14.35%。

图：2017-2021宇晶股份线切割机营收情况：



图：2017-2021宇晶股份线切割机毛利率：



资料来源：宇晶股份官网，Wind，华金证券研究所

5.投资建议

- **2023年全球装机有望达到360GW。**俄乌战争事件加剧了新能源替代的进程。根据pvinfo的预测，2023年全球光伏的新增装机量将达到326~360GW。中国新增光伏装机将达到120~125GW。
- **产业价值链利润再分配，结构性机会凸显。**硅料环节——新增产能落地缓解供应紧张，利润水平预期逐步回归。硅片环节——高纯石英砂或将紧缺，硅片龙头超额利润可期。电池片环节——N型技术发展迅速，结构性机会凸显。组件环节——竞争加剧，期货属性有望缓解一定压力。逆变器环节——储能微逆市场加持，高增速可期。光伏玻璃环节——供给充足，龙头优势明显。胶膜环节——EVA粒子供给紧平衡，POE市占率有望提升。背板环节——产能供给充足，集中度或将提升。其他辅材类（支架、边框、焊带、银浆、接线盒）——盈利修复可期。
- **展望2023年，我们认为光伏行业景气度持续向上，板块依然存在结构性投资机会。投资主线如下：**
- **一是受益于新技术进步的电池片及相关设备环节。**建议关注：通威股份、爱旭股份、钧达股份、中来股份、迈为股份、捷佳伟创、金辰股份。
- **二是受益于原材料相对紧缺，产业话语权较强的胶膜和硅片环节。**建议关注：福斯特、海优新材、赛伍技术、隆基绿能、TCL中环、上机数控、双良节能、京运通。
- **三是受益于储能与微逆细分市场高增的逆变器环节。**建议关注：阳光电源、锦浪科技、固德威、德业股份、禾迈股份、昱能科技。
- **四是有盈利改善预期的辅材（支架、边框、焊带、银浆、接线盒等）环节。**建议关注：中信博、鑫博股份、宇邦新材、帝科股份、通灵股份、快可电子。
- **五是受益于整个行业需求高增速的组件一体化环节。**建议关注：隆基绿能、晶澳科技、晶科能源、天合光能、东方日升。

6.风险提示

- 风险提示：国际环境变化的不确定性，下游需求不及预期，上游原材料价格持续大幅波动，行业降本不及预期，新技术发展应用不及预期等。

华金证券研究所电新团队简介

张文臣：电新行业首席分析师，硕士毕业于钢铁研究总院，曾就职于金风科技电机技术部，浦项（中国）投资有限公司，太平洋证券研究所，方正证券研究所。多年行业经验，深度覆盖锂电池、光伏、风电和储能等产业链。

顾华昊：电新行业研究员，复旦大学硕士，2021年加入华金证券研究所。

乔春绒：电新行业研究员，中国科学院大学硕士，2021年加入华金证券研究所。

行业评级体系

收益评级：

领先大市 — 未来6个月的投资收益率领先沪深300指数10%以上；

同步大市 — 未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-10%至10%；

落后大市 — 未来6个月的投资收益率落后沪深300指数10%以上；

风险评级：

A — 正常风险，未来6个月投资收益率的波动小于等于沪深300指数波动；

B — 较高风险，未来6个月投资收益率的波动大于沪深300指数波动。

分析师声明

张文臣声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

法律声明

免责声明：

本报告仅供华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准。

在法律许可的情况下，本公司及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或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦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。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发、篡改或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华金证券股份有限公司研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

华金证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

法律声明

风险提示：

报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。投资者对其投资行为负完全责任，我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

华金证券股份有限公司

办公地址：

上海市浦东新区杨高南路759号陆家嘴世纪金融广场30层

北京市朝阳区建国路108号横琴人寿大厦17层

深圳市福田区益田路6001号太平金融大厦10楼05单元

电话：021-20655588

网址：www.huajinsc.cn