

供需缺口，头部石英坩埚公司拉大差距的好时机

2022年12月08日

➤ **石英坩埚是直拉法单晶硅生产工艺重要部件，是稀缺的兼具材料和技术壁垒的消耗品。**石英坩埚是唯一直接接触原材料硅料的部件，成本占比小但一旦拉晶失败造成损失巨大。**1) 材料壁垒：**石英坩埚对高纯石英砂的纯度有很高要求，内层砂仍高度依赖进口，需要坩埚公司有锁定砂子货源的能力。**2) 技术壁垒：**石英坩埚的发展趋势为大尺寸、长寿命、高纯度，这些均对公司提出了新要求，需要新的工艺及设备，欧晶科技坩埚成本结构中，2021年制造费用占比提升8%，原材料占比下降8%。**3) 消耗属性：**多次使用会高温析晶、微气泡、影响纯度，同一坩埚长期使用后需要更换，因此具备**稀缺的消耗品属性**。

➤ **原材料结构优化接近天花板，石英砂涨价因素可持续，石英坩埚市场规模有望快速增长。**我们测算，剔除尺寸、寿命影响后，受益于原材料结构与工艺优化，2021年以前石英坩埚价格仅有微小涨幅。2023年进口砂会存在供需缺口，叠加原材料工艺、结构优化已接近上限（内、中、外层用砂占比约为4:3:3，目前内层砂还高度依赖进口，而欧晶科技的国产砂用量已经超过55%，循环砂也较难用于内层砂），价格会被推动持续上涨并传导至终端。基于上述测算，我们预计2022/2023年石英坩埚市场规模**47/113亿元**，同比+157%/138%。

➤ **2023年坩埚可能替代硅料成为新的限制，供需缺口背景下动态博弈，是头部坩埚公司拉大差距的好时机。**根据我们测算推演，2023年硅料供给问题得到缓解进入降价通道，硅片公司会加大生产意愿，而此时矛盾转移，坩埚将成为新限制。2023年进口砂供给TOP5硅片厂商意愿产能已有所吃紧但头部硅片厂商提高生产意愿不减，在此背景下动态博弈，我们认为**基于过往信用积累及具备差异化的石英砂采购模式，头部坩埚公司有望拉大与中小坩埚公司的差距**。表现为断货停产可能性低，有毛利率上升空间，进一步巩固提升36英寸以上高端产品线的地位与份额。**长期格局优化有望在2023年出现。**

➤ **量上根据实际产能，2023业绩可能呈加速释放；价上涨幅上限可能取决于中小坩埚公司盈亏平衡。**高纯度、长寿命使得单只坩埚对应硅片的实际产能在增加，因此2022年前头部坩埚公司名义产能没有增加但仍可满足硅片公司产量增长。由于扩产集中在2022H2，2023年初头部坩埚公司产能可能会先吃紧，业绩后加速释放。石英坩埚涨价也存在上限，我们测算，博弈后硅片公司可能会在保证行业供给稳定的情况下，按照中小坩埚公司的盈亏平衡点进行定价，对应36寸产品单价**2.21万元**，相比2022年1.26万元均价仍有**75%**上涨空间。

➤ **投资建议：短期看，头部坩埚公司2023年前期业绩增长靠坩埚单价提升（大尺寸化+行业涨价），下半年产能开始释放，对应业绩释放可能会呈现逐步加速的趋势；中长期看，2023年之后石英坩埚行业有望同时出现市场空间增长+头部公司长期格局优化。**关注与上下游绑定更深的**欧晶科技、晶盛机电、天宜上佳**。

➤ **风险提示：**行业竞争加剧导致坩埚提价不及预期，头部坩埚公司新增产能投产速度不及预期，进口高纯石英砂价格大幅波动，国产高纯石英砂技术突破。

重点公式盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 元	EPS			PE (倍)			评级
			2021A	2022E	2023E	2021A	2022E	2023E	
001269.SZ	欧晶科技	94.50	0.97	1.71	3.63	97	55	26	推荐
300316.SZ	晶盛机电	70.00	1.31	2.15	2.67	49	30	24	推荐
688033.SH	天宜上佳	22.14	0.31	0.39	0.94	70	56	23	推荐

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为2022年12月07日收盘价）

推荐

维持评级



分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

电话：13681805643

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

分析师 占豪

执业证书：S0100522090007

电话：15216676817

邮箱：zhanhao@mszq.com

相关研究

- 一周解一惑系列：光伏石英坩埚的量价弹性及传导机制-2022/11/20
- 一周解一惑系列：光伏硅料环节技术路线及设备梳理-2022/10/30

目录

1 投资聚焦：有别于市场，我们认为当下时点头部坩埚公司的议价权、格局优化或超预期	3
2 石英坩埚是单晶硅生产的重要耗材属性部件：	4
2.1 石英坩埚可用于光伏和半导体领域，是消耗品	4
2.2 石英坩埚是直拉法生产工艺中的重要部件	4
2.3 直拉法是目前光伏硅片行业的主流生产方式	5
2.4 石英坩埚兼具技术壁垒、材料壁垒	6
2.5 石英坩埚的趋势是高纯度、大尺寸、长寿命	9
3 石英坩埚的成本、销售价格的传导机制与弹性：	12
3.1 石英坩埚的成本构成：原材料占比高，制造费用占比提升	12
3.2 坩埚消耗量与下游硅片产量：真实消耗量高度相关，是刚需品	13
3.3 坩埚价格与上游石英砂价格：不敏感，毛利率有提升空间	15
3.4 石英坩埚价格与下游硅片价格：弹性小，提价可顺利传导	17
4 石英坩埚未来量价及市场空间预测：	19
4.1 硅料、硅片、坩埚间的量价传导：动态博弈，2023 年坩埚需求有保障且有涨价空间	19
4.2 2023 年高纯石英砂供需可能出现实际缺口，稳态打破	24
4.3 潜在供需缺口导致石英砂价格上涨，坩埚价格弹性增大，传导后提高市场空间	25
4.4 石英坩埚公司规划产能大幅增加，短期石英砂渠道是壁垒	27
4.5 石英砂供需缺口背景下，与头部硅片公司绑定的坩埚公司最为受益，长期格局优化有望出现	28
4.6 石英坩埚涨价也存在上限，中小坩埚企业盈亏平衡点是计算逻辑	30
4.7 大浪退潮后中小公司更难存活，格局会持续优化	32
5 投资建议	33
5.1 欧晶科技：上下游均有直签长期协议，2023 年定增产能释放	33
5.2 晶盛机电：坩埚规划产能大幅提升	38
5.3 天宜上佳：收购成熟公司晶熠阳进入石英坩埚市场	39
6 风险提示	41
插图目录	43
表格目录	43

1 投资聚焦：有别于市场，我们认为当下时点头部 坩埚公司的议价权、格局优化或超预期

当下时点，我们对于石英坩埚行业有如下区别于市场的讨论与观点。

1、为什么是当下时点：2022 年，相对容易的原材料结构优化已接近上限

剔除大尺寸长寿命影响后 2022 年前坩埚的价格始终平稳，核心原因是坩埚公司对石英砂结构进行了快速的优化，国产砂比例仅 3 年就从 16% 迅速提升至 58%，但内层砂仍高度依赖进口砂。2022 年下游需求持续增长进口砂需求增加，坩埚公司面对原材料涨价失去了最核心的优化方式，由于石英砂技术壁垒、海外矿源短期固定，我们预测中短期内石英砂价格仍会大幅度上涨且中短期内仍将持续，2022/2023E 石英砂平均价格预计涨幅为 60%/49%。

2、短期维度：不同类型的坩埚公司并非同步受益而是可能加剧分化，已经确定独立发展地位的头部坩埚公司有望率先受益

由于短期涨价，2022/2023E 坩埚市场空间同比+157%/138%。但过往 10 年的信用积累并不能短期复制，不同坩埚公司过往与硅片厂、石英砂供应商的关系并不相同，前期上下游的信用积累并且确立独立发展位最为核心。2023 年的供需缺口，反而让头部坩埚公司更容易拉大差距，出现超预期的行业长期格局优化。因此短期看，头部坩埚公司 2023 年前期业绩增长仅靠坩埚单价提升（大尺寸化+行业涨价），下半年产能开始释放，对应业绩释放可能会呈现逐步加速的趋势。

3、中长期维度：石英坩埚行业有望出现市场空间增长+头部公司长期格局优化

主要有两点原因。其一：石英坩埚技术在快速迭代，大尺寸长寿命单品的技术含量在增加。比如 2021 年石英砂尚未涨价前，原材料成本占比当年下降 8%；其二：2023 年之后坩埚供给会呈现吃紧的格局，下游硅片厂为确保生产的稳定性，不会轻易更换供应商。这种背景下，头部坩埚公司和头部硅片厂是互惠共存的关系，彼此抱团更加紧密以确保自身高端产品线的市场地位，势必会共同挤压中腰部坩埚公司、硅片厂。

4、量价节奏：量上 2023 年石英坩埚实际产能可能先吃紧，扩产落地后业绩加速释放；中小坩埚公司的盈亏平衡点是价格上限

2021 年前坩埚的大尺寸、长寿命趋势使得单只坩埚对应的实际硅片产能一直在提升，根据我们测算 2021 年提升幅度约 36%，在不改变名义产能的基础上仍能匹配下游硅片产量 40% 的增速。但 2023 年该提升幅度递减，扩产集中在 2022H2 且扩产周期为一年，会导致 2023H1 实际产能可能会吃紧，量上有制约。虽然硅片公司能承受涨价，但意愿上还是会尽可能降低坩埚价格的涨幅，此时中小坩埚公司的盈亏平衡点是计算关键，根据我们测算，2023 年 36 寸坩埚产品的单价上限约为 22,161 元，相比 2022 年产品单价仍有 75% 涨幅空间。

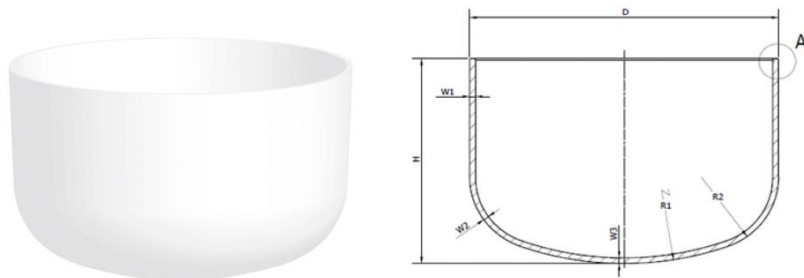
2 石英坩埚是单晶硅生产的重要耗材属性部件：

2.1 石英坩埚可用于光伏和半导体领域，是消耗品

石英坩埚主要应用于光伏和半导体领域，可支持高温条件下连续拉晶。在单晶硅片生产流程中，石英坩埚是光伏单晶炉的关键部件，是拉制大直径单晶硅棒的消耗性器皿，主要用于盛装熔融硅并制成后续工序所需晶棒。基于单晶硅片纯度的要求，石英坩埚一次或几次加热拉晶完成后即报废，需要购置新的石英坩埚用于下次拉晶，因而在单晶硅产业链中具备较强的消耗品属性特征。

石英坩埚分为外层（不透明层）、中内层（真空透明层）。外层（不透明层）内部含有大量气泡，受热均匀，保温效果好；中内层（透明层）均匀致密、表面光滑，可以增强坩埚的强度（抗变形），降低内表面的温度（防失透）。各个厂家工艺不同，一般情况下内层：中层：外层的用砂比为 4:3:3，内层砂对纯度的要求更高基本为进口，中外层砂开始被国产替代。

图1：石英坩埚产品形态及结构



资料来源：欧晶科技官网，民生证券研究院

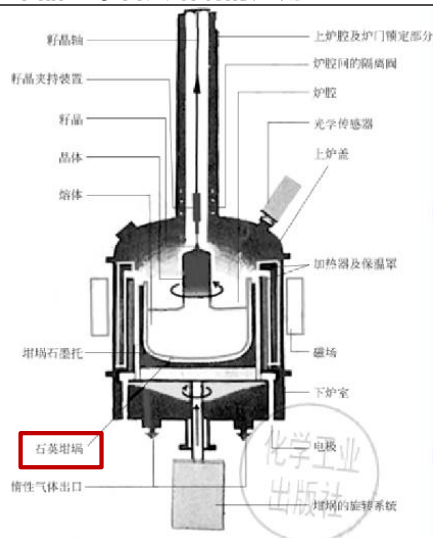
2.2 石英坩埚是直拉法生产工艺中的重要部件

相比其他工艺，直拉法单晶硅中需要使用到的不一样的部件就是石英坩埚。直拉法生长单晶硅的制备步骤主要包括：多晶硅的装料、熔化、种晶、缩颈、放肩、等颈、收尾等环节。

1) 多晶硅的装料&熔化：将多晶硅的原料以及掺杂剂（用于控制单晶电阻率）放入石英坩埚中，装料时底部不应有过多空隙（因为加热后底部的多晶硅先熔化，有空隙会导致硅溅）。之后长晶炉必须抽真空然后输入高纯惰性保护气，再加热至 1,412℃以上（这里利用了石英坩埚耐高温的特性，同时石英坩埚是整个单晶炉中唯一直接接触硅料的部件，因此对其纯度和质量也有高要求）。2) 种晶：先将籽晶降至液面数毫米处暂停片刻，使得籽晶温度尽量接近熔硅温度，然后将籽晶

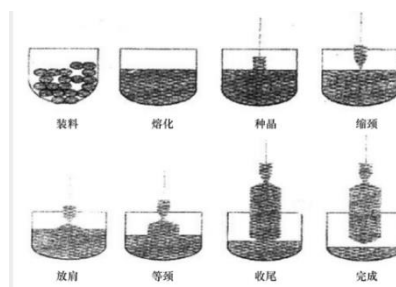
浸入熔硅，使头部溶解，接着籽晶上升，生长单晶硅。3) 缩颈：将籽晶快速提升，缩小结晶直径；4) 放肩：放慢生长速度，晶体硅直径增大；5) 等颈：稳定生长速度，使晶体硅直径保持不变；6) 收尾：加快提升速度，同时升高熔硅温度，使晶体硅直径不断缩小。形成一个圆锥形最终离开液面。

图2：直拉单晶硅中石英坩埚的应用



资料来源：粉体网，民生证券研究院

图3：直拉法工艺流程

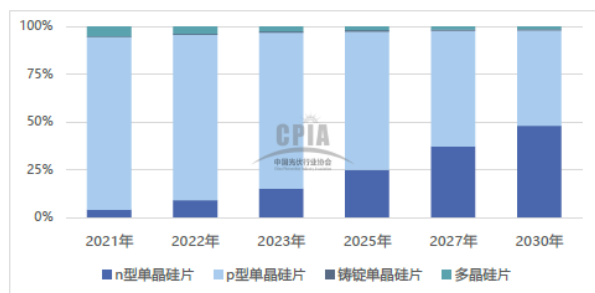


资料来源：粉体网，民生证券研究院

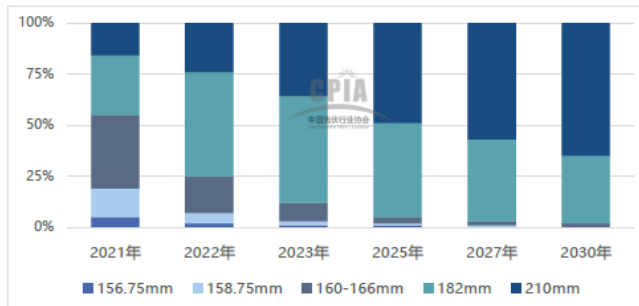
2.3 直拉法是目前光伏硅片行业的主流生产方式

光伏领域单晶相比多晶是未来趋势，当前占比已经接近 95%。根据 CPIA 最新数据，2021 年单晶硅片（p 型+n 型）市场占比约 94.5%，其中 p 型单晶硅片市场占比由 2020 年的 86.9% 增长到 2021 年的 90.4%，n 型单晶硅片约 4.1%。随着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。多晶硅片的市场份额由 2020 年的 9.3% 下降至 2021 年的 5.2%，未来呈逐步下降趋势，但仍会在细分市场保持一定需求量。

大尺寸化是硅片另一趋势。根据 CPIA 数据及预测，2021 年市场上硅片尺寸种类多样，包括 156.75mm、157mm、158.75mm、166mm、182mm、210mm 等，且各占有一定的市场份额。其中，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；166mm 是现有电池产线可升级的最大尺寸方案，因此将是近 2 年的过渡尺寸；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。

图4：2021-2030 不同类型硅片市场占比变化趋势


资料来源：CPIA, 民生证券研究院

图5：2021-2030 不同尺寸硅片市场占比变化趋势


资料来源：CPIA, 民生证券研究院

大尺寸硅片更需要直拉法。单晶硅长晶是硅片生产最核心的环节，单晶制备阶段决定了硅片的直径、电阻率范围及分布等技术参数。单晶硅制备方法包括直拉法（CZ法）和区熔法（FZ法）两类。直拉单晶制造法（Czochralski，简称CZ法）又称提拉法、切克劳斯基法。它是切克劳斯基（Czochralski）在1918年建立起来的一种晶体生长方法。直拉法是最常用的制备工艺，采用直拉法的硅单晶约占85-95%。区熔法（FZ法）的特点是纯度更高（因为没有石英坩埚污染），但缺点是成本高，技术与设备要求苛刻，且生产大尺寸的硅片比较难（6、8英寸为主），因此在光伏领域应用较少，目前12英寸（对应300mm）硅片只能用直拉法生产。

2.4 石英坩埚兼具技术壁垒、材料壁垒

晶硅棒生长耗时长，成本高，因此生长的质量成功率至关重要；而石英坩埚是唯一与硅棒直接接触的部件，对生产有重要影响。在直拉硅晶体生长过程中，由于各种原因，无位错单晶生长会失败，从而造成很大的资源和时间损失。无位错单晶生长失败有多种原因，在目前直拉硅单晶炉及其热场设计都很稳定成熟的条件下，与硅熔体直接接触的石英坩埚的纯度及其生长时释放微小方石英颗粒被普遍认为是导致大直径无位错直拉晶体生长失败的主要原因之一。对应的对石英坩埚的羟基含量、杂质含量、气泡含量均有要求。

2.4.1 羟基含量问题可被工艺优化部分解决：

坩埚中羟基（-OH）是对坩埚强度影响的核心因素，由于羟基的存在，改变了SiO₂的键合结构，致使坩埚的耐高温性能大幅降低，例如坩埚中的羟基含量超过150ppm，1050摄氏度就会开始软化变形，无法正常使用。坩埚中羟基含量主要与坩埚制备所选取的工艺路线直接相关（其次与环境湿度以及原料选取等有关）。

2.4.2 杂质会扩散影响单晶硅生长质量，原材料是问题核心：

石英坩埚中杂质的扩散会影响单晶硅生长质量。石英坩埚的性能直接影响单

晶硅的成晶率，当石英坩埚的表面产生失透时石英结晶片就会脱落，并黏着到单晶硅上从而降低单晶硅的成晶率；为了达到内表面高纯度化，需要使用高纯度石英砂原料，并且在严格的管理下进行高清洁环境下洗净。杂质扩散影响质量：高温下，不同杂质由于其物理特性不同而在石英坩埚中的扩散快慢不同，但杂质扩散的现象说明高品质石英砂的使用是单晶品质保障的关键。

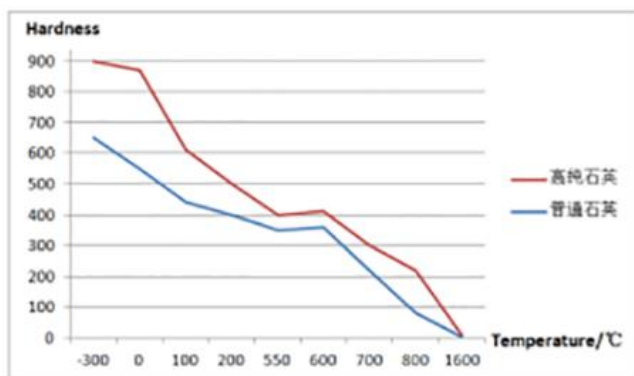
2.4.3 杂质也会导致坩埚变形、析晶影响生产，原材料是问题核心

同时杂质还会影响坩埚的强度以及导致表面结晶片脱落，均会影响单晶硅生长的成功率。

杂质影响坩埚强度：坩埚所用石英砂的杂质含量也决定了坩埚的强度，杂质含量高的石英坩埚高温强度低，易变形，直接对单晶控制构成影响。石英坩埚变形后，在拉晶过程中随着坩埚位的上升，石英坩埚变形的凸出部分将碰撞到导流筒，轻则影响正常拉晶，严重时将无法拉晶；溶料中发生挂边。造成的石英坩埚变形，坩埚上口向内凸出过多，当溶完料坩埚位上升到正常引晶位置时，已碰撞到导流筒，这将直接导致不能拉晶的严重后果；溶料中发生鼓包且鼓包较大时，在拉晶过程中随着液位的下降，鼓包会渐渐露出液面，这时已经拉出的晶棒会碰擦鼓包，如不及时停炉会发生晶棒跌落的情况。

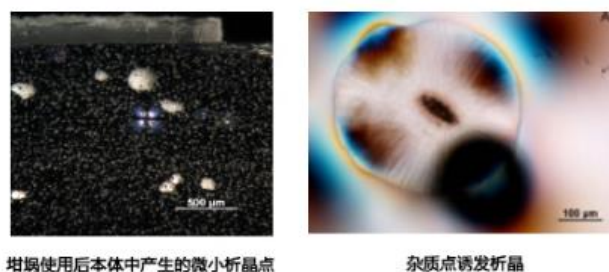
杂质导致坩埚析晶：由于采用低档次石英砂或者在生产制程中的污染而带来的坩埚中的杂质含量过高，往往会带来石英坩埚在主体上的析晶，如果析晶靠近内表面，则由于局部的析晶壳层过厚而极易脱落使单晶控制无法继续。如果析晶造成外壁较厚的析晶，这种现象往往伴随着坩埚外壁在析晶前期已经过度软化贴紧石墨坩埚，而极易产生在底部或者弧度的鼓包现象。如果这种析晶有可能贯穿坩埚本体的话，就会引起漏硅等一系列严重后果。

图6：不同温度下高纯、普通坩埚强度



资料来源：欧晶科技官网，民生证券研究院

图7：杂质与析晶



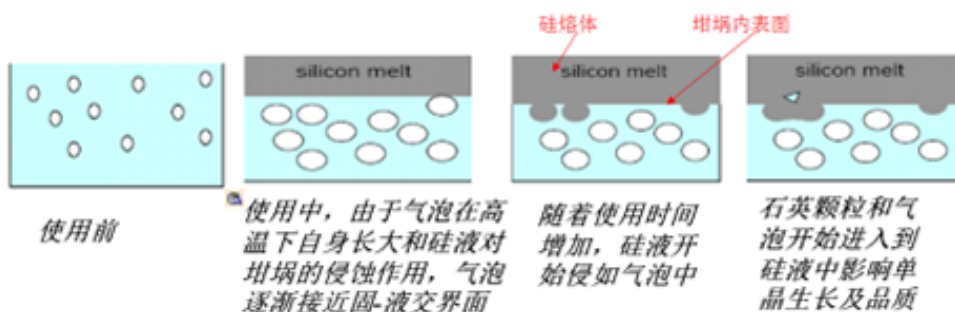
资料来源：欧晶科技官网，民生证券研究院

2.4.4 杂质会导致生产过程中有微气泡影响长期使用，技术工艺和原材料共同解决问题：

坩埚透明层微气泡含量的控制会影响坩埚的寿命长短。坩埚最内表层是指透明层中最靠近内表面 1-2mm 的部分。图中表明了在使用过程中，坩埚对硅液起作用的机理--由于与硅液接触的内表面不断向硅液中熔解，并且伴随着透明层中的微气泡不断的长大，靠近最内表面的气泡破裂，伴随着硅液释放石英微颗粒以及微气泡。而这些杂质会以微颗粒以及微气泡的形式伴随着硅液流遍整个硅熔体，直接影响到硅的结晶（整棒率、结晶率、加热时间、直接加工成本等）以及单晶硅的质量（穿孔片、黑芯片等）。

气泡出现的原因有两类，一类是石英颗粒缝隙之间的空气，这种可以通过坩埚的生产工艺优化解决；另一类是石英中的气液包裹体，这类包裹体往往在石英晶体内部，仅靠工艺无法解决，原材料仍是核心。通过使用低气泡密度的高纯度石英砂作为石英坩埚的内层，可有效减少内表面气泡破裂现象，为长时间拉晶（如多次复投料）提供保障。

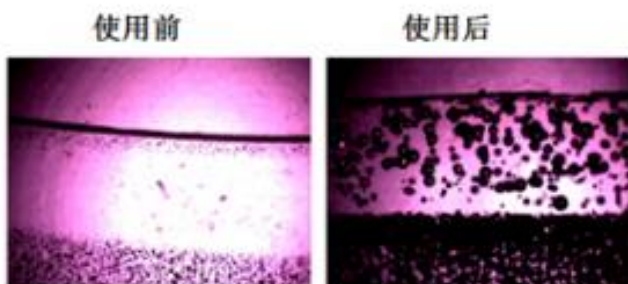
图8：石英坩埚的内表面气泡含量



资料来源：欧晶科技官网，民生证券研究院

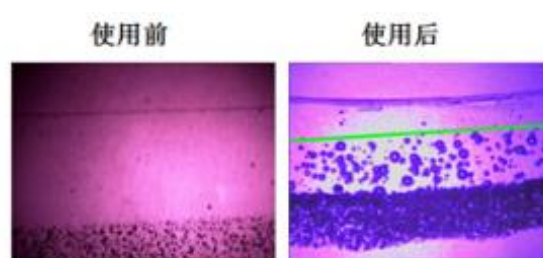
普通坩埚，使用前内表面气泡较多，使用中内表面气泡不断破裂，直接污染硅熔体、影响单晶控制，气泡破裂现象随着时间的增加愈加严重，无法满足长时间拉晶的需要。高品质坩埚，使用前内表面基本无气泡，使用中内表面气泡破裂现象极少，为长时间拉晶（如多次复投料）提供保障。

图9：普通坩埚气泡较多



资料来源：欧晶科技官网，民生证券研究院

图10：高品质坩埚气泡较少



资料来源：欧晶科技官网，民生证券研究院

2.5 石英坩埚的趋势是高纯度、大尺寸、长寿命

由于下游行业对于石英坩埚的纯度、洁净度、精度具有严格标准，同时大硅片的演进也对坩埚产品提出更高的要求，石英坩埚工艺技术一直向“高纯度、大尺寸、低成本、长寿命”方向发展，行业内公司须要具备较长时间的技术经验积累，逐渐提高产品尺寸、纯度和其他性能指标。

2.5.1 高纯度：内层砂仍需依赖进口

行业层面，2018年最新的单晶硅生长用石英坩埚行业标准中，提高了对T级坩埚的杂质含量要求，13种杂质元素之和由原来的小于25微克提升到了20微克；Li、Na、K三种元素之和由原来的小于2.5微克提升到了2.0微克。高纯度的趋势也让内层砂目前还是要依赖进口，国产较难替代。

表1：石英坩埚生产的杂质含量要求（单位：微克/g）

类别	13种杂质元素含量之和	Li、Na、K元素含量之和	Fe元素含量	B元素含量
T级	≤20.00	≤2.00	≤0.50	≤0.20
B级	≤17.00	≤2.00	≤0.30	≤0.10

资料来源：《JC/T1048-2018 单晶硅生长用石英坩埚》，民生证券研究院

2.5.2 大尺寸：目前头部公司已开发出36英寸及以上坩埚

石英坩埚向大尺寸化发展。石英坩埚尺寸大小（或容积大小）取决于晶体生长的直径和长度，同时还要考虑拉晶工艺中对坩、晶直径比的要求，一般坩-晶直径比以3:1为佳。主要原因是石英坩埚与熔液直接接触，熔硅与石英坩埚的SiO₂反应生成SiO后，它同时向熔体内部扩散和向熔体表面挥发，有一部分到达固-液界面附近，混入到正在生长的晶体中，从而使单晶体中的氧含量增高。采取较大的坩-晶直径比，将有利于氧的大量挥发，提升晶棒的质量。此外，大尺寸的石英坩埚装料量较大，有助于摊薄拉晶厂商的生产成本。目前，硅片逐渐向大尺寸化发展，M10（182）硅片成为主流，M10硅片需要拉制出10英寸的硅棒，对应于石英坩埚的尺寸为30英寸及以上，G12（210）硅片则需要12英寸硅棒，对应需要的石英坩埚尺寸达到36英寸。

从行业视角看，2018年单晶硅生长用石英坩埚新行业标准实施，外径分界提升至559毫米（对应22英寸）。2000年以后，随着技术的进步中国国内的坩埚尺寸从12英寸一直发展到32英寸，近年来中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。

表2：2018 石英坩埚的外径行业标准

外径	外径偏差	直壁壁厚偏差	弯弧壁厚偏差	底部壁厚偏差	高度偏差	圆度公差	偏壁值
$d \leq 559$	± 2.0	± 1.0	± 1.5	± 1.0	± 2	0.5	0.5
$d > 559$	± 3.0	± 1.5	± 2.5	± 2.0	± 3	1.0	1.0

资料来源：《JC/T1048-2018 单晶硅生长用石英坩埚》，民生证券研究院

表3：2007 年石英坩埚的外径行业标准

外径	外径偏差	高度公差	厚度公差	偏壁度	椭圆度
$d \leq 305$	± 3	± 3	± 1.5	1.0	2
$305 < d \leq 457$	± 4	± 3	± 2.0	1.5	3
$d > 457$	± 6	± 3	± 2.5	1.5	4

资料来源：《JC/T1048-2007 单晶硅生长用石英坩埚》，民生证券研究院

从头部上市公司角度看：欧晶科技 28 英寸太阳能级石英坩埚获得了内蒙古自治区经济和信息化委员会颁发的“关键零部件首批次产品认定证书”。目前，公司已完成 40 英寸太阳能级石英坩埚及 32 英寸半导体级石英坩埚的研发工作，36 英寸太阳能级石英坩埚和 28 英寸半导体级石英坩埚已正式量产并为下游客户供货，为未来布局下游大硅片配套提供前瞻性的技术支持和技术储备。2020 年公司量产售卖的尺寸主要为 28 英寸，2021 年尺寸主要为 28 英寸、32 英寸和 37 英寸，应用领域为太阳能，公司对该类型坩埚称为太阳能工程强化石英坩埚。

2.5.3 长寿命：多次拉晶需求带动使用寿命增长，但有上限

连续多次投料拉晶工艺提升带动长寿石英坩埚需求。近年来，为了提高直拉单晶硅的质量和产量，连续加料、多次加料等一炉多根直拉单晶硅生长技术被开发和应用。直拉单晶硅中，石英坩埚的一次性消耗和拆装炉的耗时在成本费用中占较高比重。在传统的直拉法下，石英坩埚只能用一次，一次仅能产出一根晶棒。而连续直拉法可以在拉晶过程中持续往石英坩埚内加料，并不断产出多根新的晶棒，对石英坩埚的寿命提出了更高要求。国内公司开发的长寿命石英坩埚，连续拉晶时间可以达到 200 小时以上。通过优化多次加料的拉晶工艺，设计出新型石英加料器，配合长寿命石英坩埚，可最大程度实现石英坩埚利用率，大幅提高了生产效率。石英坩埚内壁用尤尼明石英砂，寿命可达 450 小时以上，如果用从印度进口的石英砂（石英股份主要从印度进口）做内壁，坩埚使用寿命只能达到 200 小时左右。

但石英坩埚寿命只能在一定范围内，不可无限延长。

1) **高温下析晶影响寿命**：在高温环境下长时间使用产生的析晶层会使坩埚破裂石英坩埚在高于 1000°C 以上使用过程中（拉晶温度在 1430°C-1500°C），坩埚外表面 SiO₂ 分子振动加速，随着使用时间的加长，析晶层越来越厚，如果析晶层达到一定厚度，则石英坩埚随之破裂。析晶主要出现在石英坩埚内外表面，原因是内外表面容易沾污，引起杂质离子的局部集聚，特别是碱离子，如 K、Na、Li、Ca、Mg 等（熔制石英坩埚的石英砂均含有以上这些元素）高温后引起粘

度降低，促使失透加速，形成析晶

2) **石英砂产生微气泡影响寿命**：目前长寿命坩埚主要表现在坩埚透明层微气泡含量的控制，因为石英坩埚选取的原材料为天然石英砂，石英砂中本身含有大量气液包裹体，导致透明层里边微气泡含量不可能完全去除。所以石英坩埚一般运行一段时间后石英坩埚透明层内表面深度 0.5mm 范围内的微气泡基本膨胀破裂，既让气体进入硅液形成后期的硅片孔片导致报废，破裂后的石英颗粒也进入硅液，造成硅棒断棱，影响拉晶成晶率。

3) **从单晶硅纯度角度考虑客户也需要定期更换坩埚**：拉晶多数都采用多次复投拉制多根硅棒，随着坩埚使用寿命逐步的延长，在拉晶复投过程中，每次坩埚底部剩余部分硅液，多次复投后底部残留硅液杂质含量越来越多，会导致拉制出的产品品质不达标，所以说坩埚使用寿命的延长，并不代表拉晶可以无限次的使用。

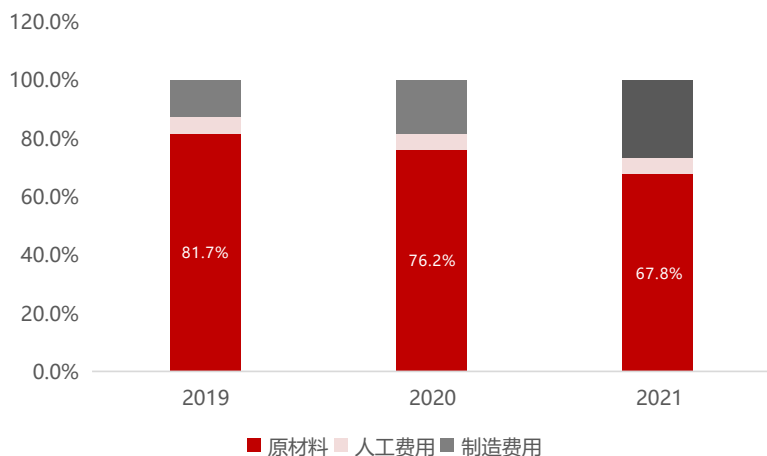
3 石英坩埚的成本、销售价格的传导机制与弹性：

3.1 石英坩埚的成本构成：原材料占比高，制造费用占比提升

石英坩埚的原材料主要为高纯石英砂、辅助材料为石墨电极、石英板，坩埚生产成本中原材料为主要成本，占比 60%-70%。

伴随着国产石英砂的进口替代以及工艺改进，原材料成本占比有下降趋势，但制造费用占比上升。1) 原材料成本优化：以欧晶科技为例，随着熔制工艺的不断提升和改进，对纯度相对要求较低的外层砂逐步由国产石英砂替代，可降低原材料成本，同时对石英坩埚预成型过程中未发生熔融状态的高纯石英砂进行集中回收，进行提纯加工后循环用于石英坩埚外层；2) 制造费用上升：坩埚的大尺寸、高纯度趋势对生产线提出了更高的要求。具体看，为了提高纯度公司需要新增石英砂提纯环节及设备，同时生产中为了保持坩埚的一致性，需要新增自动化生产线；为了适应大尺寸趋势，需要增加熔化环节时间导致电费成本上升。坩埚外径越大内表面离放弧的中心越远，坩埚厚度越厚，熔化的过程越慢，需要加长时间，因此导致电费增加。根据欧晶科技测算 28 英寸普通坩埚产品升级为 32 英寸强化坩埚产品，熔化时间需要增加 55%。

图11：石英坩埚成本构成



资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院

3.2 坩埚消耗量与下游硅片产量：真实消耗量高度相关，是刚需品

如上文所述，石英坩埚目前的发展趋势为高纯度、大尺寸、长寿命。高纯度、长寿命使得硅片生产公司在使用石英坩埚多次拉晶时，可反复使用同一坩埚，而大尺寸可以使得公司一次性放入更多的硅料，生产大尺寸的硅片，这些趋势反而抑制了对坩埚的消耗数量。

根据欧晶科技披露，2019-2021 年公司 28、32 寸产品拉晶寿命时长分别从 220 小时逐步爬升至 310、350 小时，带来公司坩埚产品平均拉晶时长增长，由于 28 英寸以上（32 英寸为主）占比不断提升，平均坩埚尺寸也在不断提升。

表4：欧晶科技拉晶寿命时长、平均坩埚尺寸爬坡

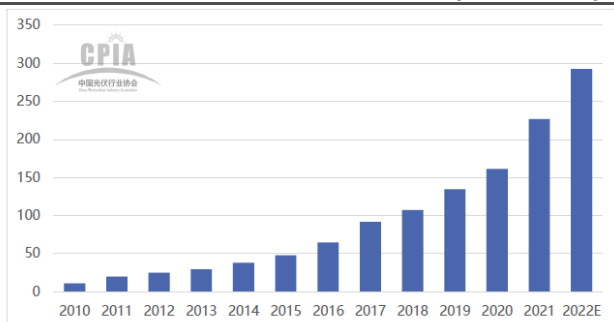
	2019	2020	2021H1	2021Q3	2021Q4
28 英寸线产能 (只/天)	66	66	66	66	66
32 英寸线产能 (只/天)	30	30	30	30	30
28 英寸线产能占比	100%	83%	43%	50%	60%
32 英寸线产能占比	0%	17%	57%	50%	40%
28 英寸产品系列产量 (只/天)	66	55	28	33	40
32 英寸产品系列产量 (只/天)	-	5	17	15	12
28 英寸拉晶时长	220	310	310	310	310
32 英寸拉晶时长		350	350	350	350
年化时间系数	1.00	1.00	0.50	0.25	0.25
	2019	2020		2021	
平均坩埚直径 (英寸)	28.0	28.3		29.3	
平均拉晶时间 (小时)	220.0	316.7		330.4	

资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院测算

从下游产能端来看，2020 年全国硅片产量约为 161.3GW，同比增长 19.7%；2021 年全国硅片产量约为 227GW，同比增长 40.6%。

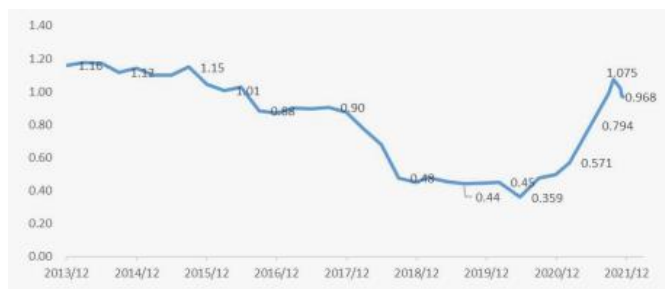
从下游价格端看，2020 年全球光伏硅片平均价格约为 0.446 美元，同比下降 2%，2021 年全球光伏硅片平均价格约为 0.830 美元，同比上升 86%

图12：2010-2022 全国硅片产量情况 (单位：GW)



资料来源：CPIA，民生证券研究院

图13：2013-2021 全球光伏硅片价格 (美元/片)



资料来源：Solarzoom，民生证券研究院

由于硅片价格上升，2021 年硅片生产厂商大幅扩建了产能，这会带动石英坩埚需求消耗量的提升。与之相比的是，头部公司欧晶股份的石英坩埚销售数量在 2021 年却并没有大幅上涨。**这里需要扣除硅片面积折算和寿命时长，还原真实的消耗量。**

首先进行硅片面积折算，还原坩埚大尺寸化的影响。在使用 28 英寸以上（32 英寸等）坩埚产品后，硅片厂商可以生产 210mm 硅片，相比 28 英寸以下的坩埚用来生产的 156mm 硅片，硅片面积增加了 81%，所以实际上一个大尺寸坩埚对应的硅片产能，要高于小尺寸。2021 年欧晶科技约有 40% 数量的坩埚达到了 28 英寸以上，我们估算即使购买的坩埚总数量不变，下游客户的硅片产能也会提升 $40\% \times 81\% = 32\%$ 。

然后对拉晶寿命时长进行还原，2021 年欧晶科技的坩埚产品拉晶时长从 316 小时提升至 330 小时，提升幅度相比 2020 年有所下降，原因如前文所述，寿命时长的提升由于原理问题存在天花板，因此后续的提升幅度是递减趋势，所以这里也剔除了寿命时长的影响。

剔除上述影响后，石英坩埚实际的消耗量与硅片产量之间的弹性约为 1.2（在 1 附近），表明坩埚的实际消耗与下游硅片产量基本同步，是刚需性产品。

表5：石英坩埚实际消耗量、硅片产量之间的弹性测算

	2019	2020	2021
硅片产量 (GW)	135	161	227
增速%		20%	41%
156mm 单晶硅片价格 (美元/片)	0.455	0.446	0.830
涨幅%		-2%	86%
销售数量 (只)	89,731	75,840	84,030
涨幅%		-15%	11%
28 英寸以上坩埚销售数量 (只)	762	11,854	33,664
占比%	1%	16%	40%
28 英寸以上坩埚提升硅片生产面积 (%)	81%	81%	81%
整体提升硅片生产面积 (%)		13%	32%
拉晶时间 (小时)	220	317	330
涨幅%	57%	20%	4%
剔除提升生产面积折算、拉晶时长后的实际涨幅%		17%	48%
消耗量/硅片产能弹性	-	-	1.2

资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院测算

3.3 坩埚价格与上游石英砂价格：不敏感，毛利率有提升空间

间

石英坩埚成本价格相对石英砂价格的不敏感（过往弹性在 0-0.1），主要是由于工艺的改进（增加了石英砂的提纯以及循环使用），高纯石英砂的进口替代优化原材料结构，石英坩埚的生产成本没有随着石英砂价格的上涨而高速攀升。

但考虑到目前石英坩埚原材料端的进口替代结构优化即将触碰天花板，成本价格与石英砂价格之间的弹性会有所增加（内层砂占比 40%且纯度要求更高，目前还只能使用尤尼明的进口砂，而循环砂只用于外层无法用于内层）。

销售价格弹性更大（ $2.6 > 1$ ），表明随着原材料成本的增加，石英坩埚公司有一定的能力将原材料的价格上涨转移给下游硅片厂，毛利率可持续提升（与石英坩埚现有产能还较少，且石英坩埚产品的技术属性在增厚有关系）。

表6：欧晶科技石英砂原材料价格分析

	2019	2020	2021
销售数量（只）	89,731	75,840	84,030
石英砂采购额(万元)	11,502	9,487	13,018
尤尼名（万元）	10,470	7,941	6,161
国产（万元）	1,032	1,546	6,857
石英砂消耗额（万元）	10,999	9,458	11,558
尤尼名（万元）	10,013	7,917	5,470
国产（万元）	987	1,542	6,088
石英砂总消耗量（kg）	3,525,531	3,427,968	4,840,968
尤尼名（kg）	2,971,105	2,645,409	2,009,397
国产（kg）	554,426	782,559	2,831,572
石英股份国产石英砂售价（元/kg）	17.8	19.7	21.5
估算尤尼名进口石英砂售价（元/kg）	33.7	29.9	27.2

资料来源：欧晶科技招股书，石英股份年报，石英股份可转债报告，民生证券研究院测算

表7：石英坩埚成本价格、石英砂价格之间的弹性测算

(元/只)	2019	2020	2021
单位销售价格	2,089	2,543	3,585
单位成本价格	1,562	1,742	2,217
单位材料成本:	1,277	1,327	1,503
石英砂	1,226	1,247	1,375
辅材	51	80	128
单位人工费用	88	98	126
单位制造费用	198	318	588
电费	70	89	147
其他	127	228	441
坩埚价格变动幅度:			
销售价格增幅	-	22%	41%
成本价格增幅	-	12%	27%
大尺寸带来的影响(坩埚用料、耗电量增加):			
石英砂消耗量(kg/只)	39.29	45.2	57.61
对成本价格影响幅度%	-	15%	27%
整体提升硅片生产面积(%)	-	13%	32%
对销售价格影响幅度%	-	13%	32%
拉晶时长影响:			
拉晶时长(小时)	220	317	330
对销售价格影响幅度%	-	44%	4%
剔除坩埚大尺寸化、拉晶时长的影响:			
销售价格增幅	-	-	4%
成本价格增幅	-	-	0%
石英砂进口替代影响(中外层砂可用国产砂替代):			
石英砂单价(元/kg)	31.22	27.59	23.87
变动幅度%	-	-12%	-13%
石英砂消耗量占比:			
进口尤尼明%	84%	77%	42%
国产石英股份%	16%	23%	58%
石英砂行业平均价格:			
石英股份国产石英砂售价(元/kg)	17.8	19.7	21.5
变动幅度%	-	11%	9%
进口尤尼明石英砂售价(元/kg)	33.7	29.9	27.2
变动幅度%	-	-11%	-9%
综合价格幅度%	-	-6%	2%
坩埚价格/石英砂价格的敏感性分析:			
销售价格/综合石英砂价格弹性	-	-	2.6
销售价格/国产石英砂价格弹性	-	-	0.5
成本价格/综合石英砂价格弹性	-	-	-0.1
成本价格/国产石英砂价格弹性	-	-	0.0

资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院测算

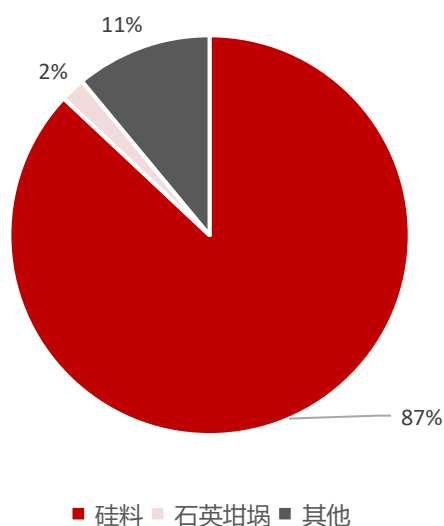
3.4 石英坩埚价格与下游硅片价格：弹性小，提价可顺利传

导

2021 年相关弹性小于 1, 石英坩埚的价格更多的表现为随技术进步小幅上升, 而不被下游的硅片价格变动影响。

石英坩埚约占硅片生产成本的 2%, 因此下游厂商对石英坩埚价格变化相对不敏感, 而会对质量有更高的要求, 因此我们认为石英砂价格上涨带来的价格传导可顺利完成, 反应在坩埚的终端售价中, 进一步打开价格天花板, 石英坩埚未来价格仍有上涨空间。

图14: 2022E 石英坩埚在硅片中的成本占比



资料来源: Solarzoom, 民生证券研究院

表8：石英坩埚的销售价格、下游光伏硅片价格之间的弹性测算

(元/只)	2019	2020	2021
单位销售价格	2,089	2,543	3,585
单位成本价格	1,562	1,742	2,217
单位材料成本:	1,277	1,327	1,503
石英砂	1,226	1,247	1,375
辅材	51	80	128
单位人工费用	88	98	126
单位制造费用	198	318	588
电费	70	89	147
其他	127	228	441
坩埚价格变动幅度:			
销售价格增幅	-	22%	41%
成本价格增幅	-	12%	27%
大尺寸带来的影响(坩埚用料、耗电量增加):			
石英砂消耗量(kg/只)	39.29	45.2	57.61
对成本价格影响幅度%	-	15%	27%
整体提升硅片生产面积(%)	-	13%	32%
对销售价格影响幅度%	-	13%	32%
拉晶时长影响:			
拉晶时长(小时)	220	317	330
对销售价格影响幅度%	-	44%	4%
剔除坩埚大尺寸化、拉晶时长的影响:			
销售价格增幅	-	-	4%
成本价格增幅	-	-	0%
光伏硅片的价格:			
156mm 单晶硅片价格(美元/片)	0.455	0.446	0.830
涨幅%	-	-2%	86%
坩埚价格/硅片价格的敏感性分析:			
销售价格/硅片价格弹性	-	-	0.05

资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院测算

4 石英坩埚未来量价及市场空间预测：

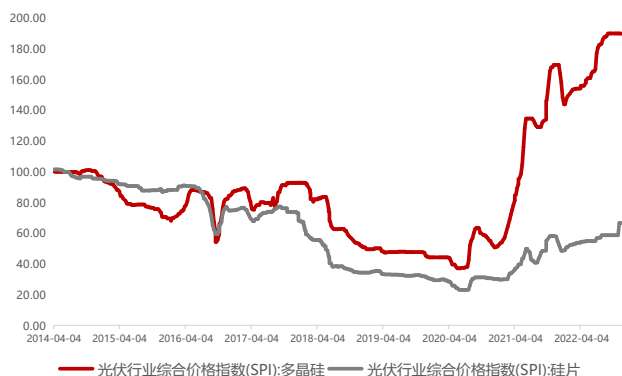
4.1 硅料、硅片、坩埚间的量价传导：动态博弈，2023 年坩埚需求有保障且有涨价空间

4.1.1 硅料、硅片量价过往走势：2021 年稳态出现变化，主要原因是硅料供给

2021 年前为稳定状态，表现为硅料、硅片价格变化一致，硅料/硅片产能比平稳小幅下降。2021 年前硅料价格与硅片价格变化走势基本一致，而硅料产量与硅片产量的比例呈现平稳的逐步小幅下滑的趋势，比值从 2014 年 0.36 下降到 2021 年的 0.22。

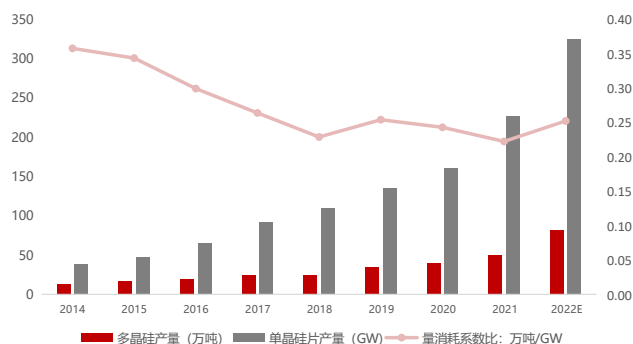
由于硅料供给问题，2021Q2 稳态出现变化。由于 2014 年以来硅料产能扩张增速慢于下游硅片产能增速，并且根据硅业分会数据，生产硅片需要的硅料大约在 0.26 万吨/GW（2020/2021 年实际的硅料/硅片产量比值均低于该数字），2021Q2 起硅料开始出现供给不足问题，稳态出现变化。表现为下游硅片需求仍高速增长，上游硅料产量短期无法跟随，硅料价格开始快速上涨。

图15：2014-2022.11.30 硅料、硅片价格指数



资料来源：Solarzoom，民生证券研究院

图16：2014-2022E 硅料、硅片产量



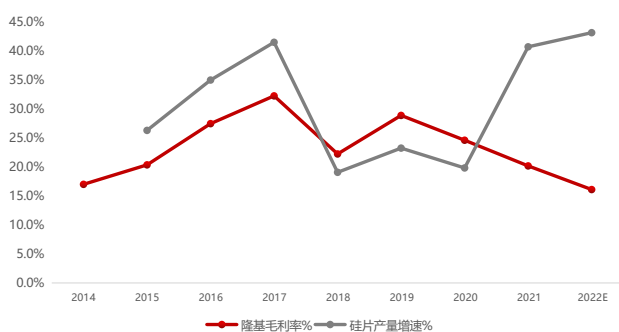
资料来源：CPIA，民生证券研究院

硅料与硅片厂的扩产、开工规划是动态博弈。对比看龙头硅片厂商（隆基）毛利率的变化趋势与硅片产量增速趋势，2020 年前两者保持同步变化，下游需求是主要因素。下游需求的景气度影响硅片厂毛利率，并表现为硅片价格下行→硅片公司生产意愿不足产量下降→上游硅料价格下跌→硅料公司产能扩张意愿不高；2021 年开始出现背离，需求仍然维持高景气度，不再是主要影响因素，而上游硅料扩产不及时开始出现供给不足的现象。（原因是 2018-2020 年硅片需求增速属于下行区间，因此硅片厂生产意愿不高，上游硅料厂也没有扩产，并且硅料/硅片产量比已经开始低于 0.26 万吨/GW，这导致了 2021 年来下游需求先行爆发，上

游硅料扩产短期无法及时跟随)。

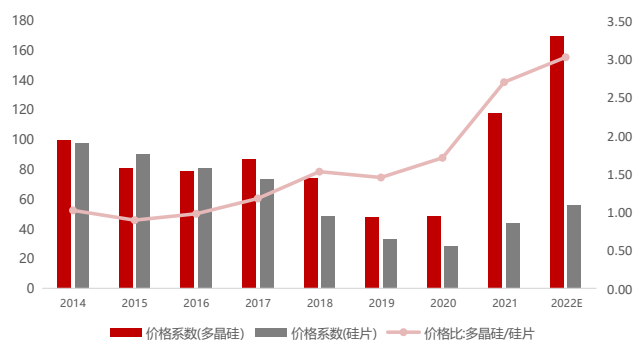
硅片厂并未把 2021 年该轮硅料涨价完全传导至下游，导致毛利率承压，与此前稳态情形并不相同。我们测算了 2014-2022 年硅料、硅片的年均价格指数及其比例，2020 后两者的比值开始明显上升，2020-2022 年分别为 1.71 倍、2.70 倍、3.02 倍，硅料价格涨幅明显高于硅片价格，硅片厂没有完全将上游的硅料涨价传导至下游，主要原因是 2018 年光伏平价上网趋势，补贴逐年退坡。这也最终导致了 2021、2022E 硅片厂商的毛利率下滑。在此背景下，硅片厂会选择放缓生产进度，产能利用率会有所下滑。

图17: 2014-2022E 隆基毛利率、硅片产量增速



资料来源: Wind, 民生证券研究院

图18: 2014-2022 硅料、硅片平均价格指数比值



资料来源: Solarzoom, 民生证券研究院

4.1.2 硅料、硅片量价未来走势: 2023 年硅料涨价有望缓解, 下游硅片增速有望保持

我们统计测算各上市、非上市公司公开的当前产能以及 2023 年规划产能。

表9: 硅料产能统计与测算统计 (万吨)

	2021	2022E	2023E
通威股份	18	23	35
协鑫科技 (2022 开始含颗粒硅 26 万吨)	11	36	46
新疆大全	10.5	10.5	20.5
新特能源	7.2	10	20
东方希望	6	18.5	24.75
亚洲硅业	2	9	9
天宏瑞科	1.8	9.8	9.8
内蒙古东立	1.2	1.2	6
青海丽豪	5	10	20
总计	62.7	128.0	191.1

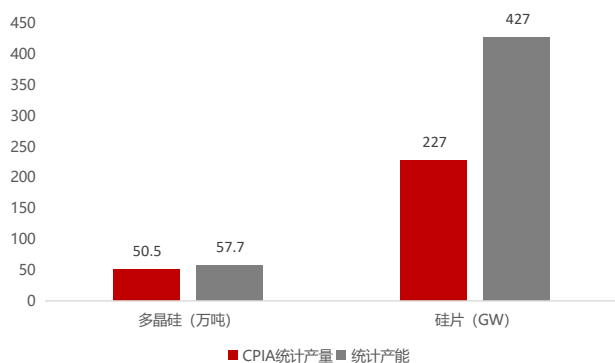
资料来源: 各公司公告, 民生证券研究院测算

表10：硅片产能统计与测算统计 (GW)

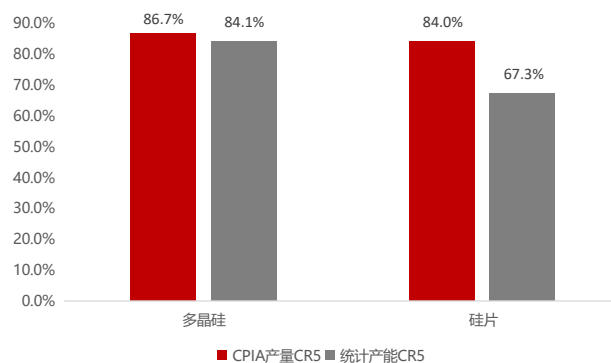
	2021	2022E	2023E
隆基股份	105.0	150.0	196.0
中环股份	88.0	128.0	135.0
晶科	32.5	65.0	65.0
晶澳	32.0	40.0	60.0
上机数控	30.0	35.0	35.0
广东高景	15.0	30.0	50.0
内蒙弘元	26.0	30.0	30.0
双良节能	20.0	50.0	50.0
京运通	8.5	20.5	20.5
包头美科	10.0	15.0	35.0
楚雄宇泽	3.0	10.0	30.0
协鑫	38.0	50.0	50.0
阿特斯	11.5	20.0	25.0
内蒙豪安	1.5	3.0	4.0
安徽阜兴	2.0	10.0	20.0
阳光电源	4.0	4.0	4.0
通威股份	0.0	15.0	15.0
总计	427.0	675.5	824.5

资料来源：各公司公告，民生证券研究院测算

2021 年核心矛盾在硅料产能，硅片产能实际有富余。根据 CPIA 公布数据以及我们统计测算的产能数据，2021 年硅料产量与产能基本一致，而硅片厂的产能利用率仍有富余。一方面 2021 年硅片新进入者较多，产能还未完全释放（硅片的产能 CR5 与产量 CR5 相差较多，硅料基本吻合，大部分硅料厂商或新进入者都是在 2022 年才扩产）；另一方面由于 2021 年硅料价格大幅上升，如上文所述硅片公司毛利率承压，在博弈后产能利用率并不饱满。

图19：2021 年多晶硅、硅片产量、产能


资料来源：CPIA，公司公告，民生证券研究院

图20：2021 年多晶硅、硅片产量、产能 CR5


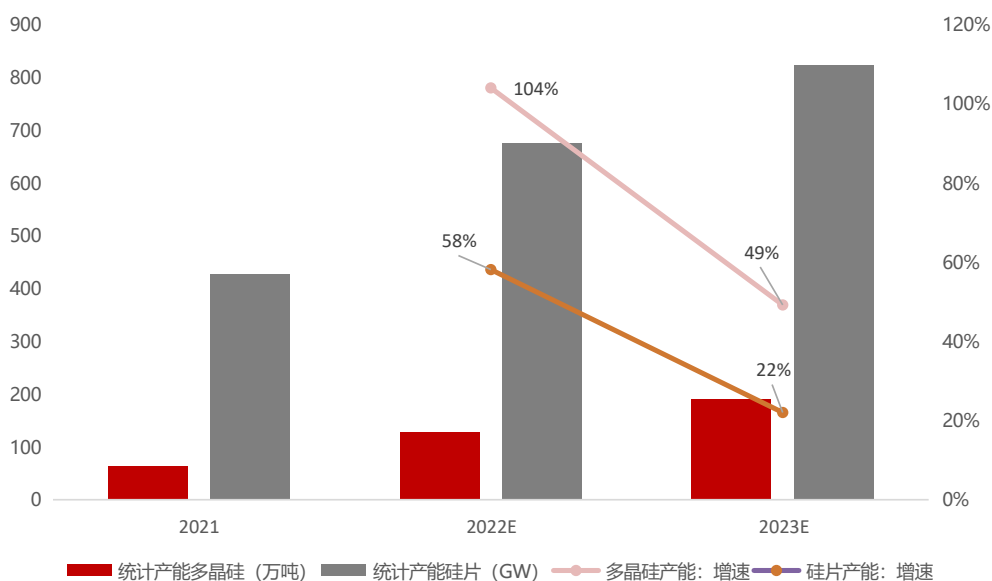
资料来源：CPIA，公司公告，民生证券研究院

2023 年硅料产能问题有望缓解，硅片增速有望维持 30%以上。

1) **硅料端**：根据我们统计测算，2022E/2023E 硅料的产能会有比较大的提升，同比增速 104%/49%，高于硅片产能同比增速 58%/22%。而根据硅业分会数据，2022E 硅料产能约 120 万吨，产量约 82 万吨，**产量/产能约为 70%**，按此产能爬坡速度估算，2023 年硅料 191 万吨规划产能，可以达到 133 万吨实际产量，按 0.26 万吨/GW 估算可支撑 510GW 硅片产量。

2) **硅片端**：产能不会是制约，2022E/2023E 统计的规划产能已经达到 675/825GW，可满足生产需求。由于下游光伏平价上网趋势，硅片提价有压力，因此决定硅片厂商生产意愿的是上游硅料价格。如果按 2023 年硅片需求端 35-40%的同比增速测算，2023 年硅片需求量约 450GW，**相比硅料支持 510GW 的产量有比较大的富余量**，因此 2023 年硅片持续涨价有望缓解，并进入降价通道，这也会随之推动硅片公司提高产能利用率，加大生产量。综上我们认为 2023 年硅片的实际产量仍有望保持较高的同比增速，维持在 30%以上。

图21：2021-2023E 多晶硅、硅片产能及增速



资料来源：CPIA，各公司公告，民生证券研究院测算

4.1.3 硅料、硅片与石英坩埚未来的关系：下游需求有保障，并且 2023 年坩埚可能成为限制产能的关键点，有潜在涨价空间

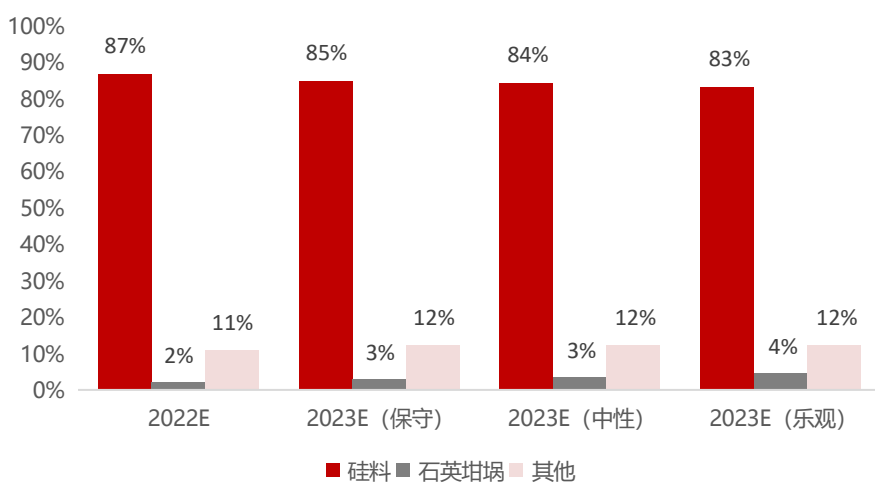
2023 年硅料、硅片间的量价传导通畅，而坩埚可能会成为新的限制点，从成本构成看坩埚有涨价空间。根据上文测算，我们认为 2023 年硅料端的产能、价格问题都会有所缓解，硅料、硅片间的量价传导将会通畅，硅片公司会有意愿在需求景气+硅料充足价格下行区间内加大生产。但此时坩埚的供给量可能成为新的限

制点（当前直拉法生产单晶硅棒工艺中石英坩埚是必不可少的）。

如果坩埚的供给出现缺口，我们认为会出现类似 2021、2022 年硅料价格快速上升的情形。这里我们假设 2023 年硅片价格降低 10%（硅料供给缓和，硅片行业开工率增高，根据供需关系硅片供给会比 2022 年充足，叠加光伏平价上网趋势不变，硅片价格可能会有小幅降价），并分为保守/中性/乐观（对应坩埚涨价 25%/50%/100%）情况做了简单测算，可以发现由于坩埚价值占比较低，保守/中性/乐观情况下对应占比仍为 3%/3%/4%。因此**仅从硅片厂成本角度出发，2023 年坩埚具备涨价空间。**

但坩埚价格同样由坩埚公司格局、坩埚公司与下游硅片厂关系共同决定。现实中，大型硅片厂往往会有自己深度绑定或自有的坩埚厂，因此二者之间的合作关系也会影响到坩埚的实际定价。同时市场化的坩埚公司，也需要考虑同绑定下游硅片公司的坩埚公司竞争时，需要采取怎样的定价策略，该博弈过程详细在 4.4&4.5&4.6 章节讨论。这里我们认为，仅从硅片厂的成本角度出发，他们有能力承受坩埚价格的快速上涨。

图22：2022E/2023E 年石英坩埚在硅片中的成本占比



资料来源：Solarzoom，民生证券研究院测算

4.2 2023 年高纯石英砂供需可能出现实际缺口，稳态打破

根据上文测算，我们认为 2022E/2023E 硅片产量增速仍会维持较高水平（43%/35%）。同时我们测算，由于 2022 年下游硅片产能增速仍然维持高位，上游原材料结构优化接近天花板（内层 40%，中外层 60%），目前仍高度依赖进口的内层砂已经接近出现供需缺口。由于海外尤尼明/TQC 供给高度垄断且相对稳定，TQC 小幅的扩产计划也需要时间爬坡，2023 年很可能出现实际缺口。

表11：石英砂的供给、需求缺口

	2021	2022E	2023E
全球光伏硅片产能 (GW)	227	325	438
产能增速%	40%	43%	35%
单 GW 单晶炉：效率会逐步提升 (台)	90	85	80
单晶炉稼动率%	90%	90%	90%
单个单晶炉所需坩埚数 (个/月)	2.2	2.2	2.2
安全库存系数	1.06	1.06	1.06
采购坩埚数 (个)	514,542	694,917	882,954
采购量增速%		35%	27%
影响：拉晶寿命时长 (小时)	330	340	350
寿命时长涨幅%	4%	3%	3%
剔除影响后实际采购坩埚数 (个)	514,542	679,481	842,956
实际采购量增速%		32%	24%
预期大尺寸化后的平均直径 (英寸)	29.7	31.0	33.0
28 英寸占比	60%	35%	5%
32 英寸占比	38%	55%	65%
36 英寸占比	2%	10%	30%
面积涨幅%		9%	13%
石英砂用量涨幅 (面积涨幅+15%，因为厚度增加) %		24%	28%
预期平均单个坩埚消耗石英砂 (kg/只)	56.7	70.4	90.3
石英砂需求量 (万吨)	2.9	4.8	7.6
内层:进口 (万吨)	1.3	1.9	3.0
内层占比%	45%	40%	39%
中外层: 国产 (万吨)	1.6	2.9	4.6
中外层占比%	55%	60%	61%
进口：尤尼明/暂无明确扩产计划 (万吨)	1.3	1.3	1.3
进口：TQC/2023 规划 0.6 万吨扩产计划,按 50%计算 (万吨)	1.2	1.2	1.5
国产：石英股份/0.6 万吨收购+2 万吨扩产带来产能爬坡 (万吨)	2.0	3.6	4.6
国产其他：按石英股份的 20%估算/基本和矿产资源正相关 (万吨)	0.4	0.7	0.9
内层砂供需缺口 (万吨)	1.2	0.6	-0.2
中外层砂供需缺口 (万吨)	0.8	1.5	0.9

资料来源：CPIA，欧晶科技招股书，石英股份公告，民生证券研究院测算

4.3 潜在供需缺口导致石英砂价格上涨，坩埚价格弹性增大，传导后提高市场空间

根据欧晶科技披露数据及石英股份公开数据，我们上文测算 2021 年尤尼明进口砂价格约 2.7 万元/吨（表 3），由于逼近供需缺口，2022Q3 之前涨至 5.0 万元/吨，涨幅 80%+；而到 2022Q4 已经涨至 6-8 万元/吨。核心原因可能是基于 2023 年下游硅片产能增速的预期，叠加短期内层砂还难以由国产砂替代，2023 年很可能会出现实际缺口，因此需要提前储备锁住进口石英砂货源。

与此同时，由于目前国产坩埚公司的工艺及原材料结构优化已接近上限（内、中、外层用砂占比约为 4:3:3，目前内层砂还高度依赖进口，而欧晶科技的国产砂用量已经超过 50%，砂循环使用也较难用于内层砂），我们预测未来坩埚成本、销售价格与石英砂价格间的弹性均会上升，石英砂的价格上涨将会向上传导至石英坩埚的成本及销售价格。并且由于销售价格的弹性更大，坩埚公司毛利率将持续提升（欧晶科技 2019-2021 毛利率分别为 25%/31%/38%，同时我们估算，2022Q3 欧晶科技综合毛利率+2%，石英坩埚收入占比提升至 50%，2022 年公司石英坩埚的毛利率可能已经+2%）

同时如前文测算，由于石英坩埚在整个硅片成本中占比仅 2%，根据测算坩埚价格与硅片价格之间的弹性较小（趋于 0），因此我们认为上述的价格传导可顺利完成，并反应在坩埚的终端售价中。最终我们测算 2022/2023E 石英坩埚市场空间将达到 **47/113 亿元**，同比+**157%/138%**。其中石英砂的综合价格同比+**60%/49%**，同时由于坩埚结构改变大尺寸的比例提升，坩埚的平均单价上涨至 **6,984/13,389 元**，同比+**95%/92%**

关键假设：

1) 坩埚结构优化，参考图 5，2022E/2023E 下游 182/210mm 硅片占比快速提升，对应 32/36 寸坩埚产品占比快速提升。考虑到坩埚产品尺寸的提升往往领先于硅片尺寸提升，**预计 2022E/2023E 32/36 寸产品提升至 55%/10%、65%/30%（表 11）。**

2) 2023 年由于内层进口砂供需缺口的实际出现，进口砂的价格可能进一步突破 2022Q4 的峰值（8 万元/吨），全年均价可能维持在 2022Q4 报价的上限，即 8 万元/吨

3) 由于国产产能的提升也需要时间，2023 年国产中外层也会遇到和 2022 年内层进口砂相似的情况，逼近供需缺口，同时部分高纯度国产砂可能也会被用于弥补内层进口砂的缺口，因此预测国产砂 2023 年涨幅会和 2022 年持平

表12：石英坩埚的价格走势、市场空间预测

	2021	2022E	2023E
中国（基本等同于全球）光伏硅片产能（GW）	227	325	438
产能增速%	40%	43%	35%
单 GW 单晶炉：效率会逐步提升（台）	90	85	80
单晶炉稼动率%	90%	90%	90%
单个单晶炉所需坩埚数（个/月）	2.2	2.2	2.2
安全库存系数	1.06	1.06	1.06
采购坩埚数（个）	514,542	694,917	882,954
采购量增速%		35%	27%
影响：拉晶寿命时长（小时）	330	340	350
寿命时长涨幅%	4%	3%	3%
剔除影响后实际采购坩埚数（个）	514,542	679,481	842,956
实际采购量增速%		32%	24%
内层砂供需缺口（万吨）	1.2	0.6	-0.2
中外层砂供需缺口（万吨）	0.8	1.5	0.9
2021 平均单个坩埚销售价（元/只）	3,585	-	-
28 英寸	2,671	-	-
32 英寸	4,800	-	-
36 英寸	7,900	-	-
石英砂价格综合涨幅	-	60%	49%
内层进口（万元/吨）	2.7	5.0	8.1
涨幅%	-	85%	60%
中外层国产（万元/吨）	2.2	3.0	4.2
涨幅%	-	40%	40%
毛利率（坩埚销售价格弹性大于成本价格弹性）%	38%	40%	41%
增幅%	7%	2%	1%
预期平均单个坩埚售价（元/只）	3,585	6,984	13,389
28 英寸	-	4,274	6,359
32 英寸	-	7,680	11,428
36 英寸	-	12,640	18,808
坩埚市场空间（亿元）	18	47	113

资料来源：CPIA，欧晶科技招股书，石英股份公告，民生证券研究院测算

4.4 石英坩埚公司规划产能大幅增加,短期石英砂渠道是壁

垒

头部石英坩埚公司往往和下游大型硅片厂商（硅片生产行业已经呈现龙头聚集的格局）合作绑定，因此客户集中度高，这也导致行业本身集中度也较高。目前有公开信息披露的头部石英坩埚公司产能大致如下。

根据估算，目前行业头部几家石英坩埚的现有产能大约在 40-50 万只，基本满足 2021 年需求，2022 年会初步有供不应求的状态出现，因此各家也在大幅增加规划产能。从晶盛机电、欧晶科技已经披露的新增产能规划看，三家上市公司未来 3 年目标产能会是当前的 2-3 倍。

短期来看，**现有产能饱和+规划产能无法立即投产**，石英坩埚价格可能会短期内快速上升，因此此时原材料石英砂的获取是壁垒，保证在坩埚高价时期不停产，此时与下游硅片客户深度绑定+头部具备信用及资金优势的坩埚公司将受益。

表13：头部石英坩埚公司现有产能及规划

公司		规划总产能 (万只/年)	现有产能 (万只/年)	主要客户
江西中昱		-	9	晶科能源、高景太阳能
华品石英		-	2.5	隆基股份、晶科能源
欧晶科技	上市	15 (2024)	9.2	中环股份等
宁夏晶隆		-	5	隆基股份、京运通
晶盛机电 (宁夏鑫晶)	上市	16 (2024)	4.8	中环股份、高景科技、晶科能源等
晶盛机电 (美晶)	上市	12	12	中环股份、高景科技、晶科能源等
江阴龙源		-	4.5	中环股份等
晶熠阳 (天宜上佳)	上市	10.5	3	上机数控、晶澳、通威等

资料来源：欧晶科技招股书、晶盛机电公告，天宜上佳公告，江西中昱环评报告、宁夏晶隆环评报告，民生证券研究院测算

4.5 石英砂供需缺口背景下,与头部硅片公司绑定的坩埚公司最为受益,长期格局优化有望出现

按照石英砂来源和采购方式划分,目前石英坩埚公司可分为下面 4 类。

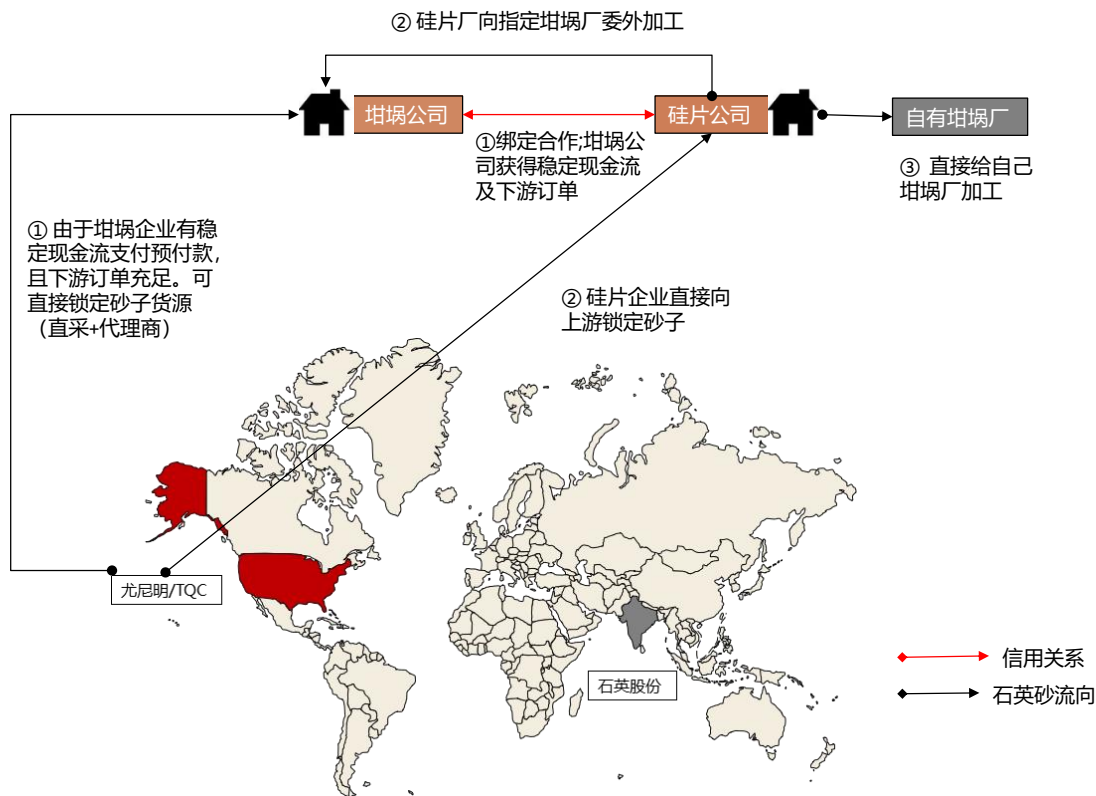
1) 深度绑定硅片厂的头部坩埚公司: 头部坩埚公司与下游大型硅片厂绑定, 这样可以获得持续稳定的订单以及现金流。因此坩埚厂有资金和信用, 可以与石英砂供应商直接签订采购的框架协议。这类坩埚公司如欧晶科技(绑定中环)。江西中昱(绑定晶科、高晶等), 晶盛(设备公司, 与很多头部硅片公司有良好关系), 这类坩埚公司砂子货源最为充足, 且有一定毛利提升空间。比如欧晶科技公告显示, **公司的石英坩埚采用市场定价法而非受供限制的成本加价法。**

2) 委外加工: 头部硅片厂商依靠自身稳定的需求及资金优势, 直接与石英砂公司签订采购框架协议, 同时将砂子给到外部合作的坩埚厂委外加工。这类坩埚公司有时会与第一类坩埚公司有所重合(只是砂子来源不同), 这类坩埚公司砂子来源也相对稳定, 只是该类业务利润空间需要与硅片厂商定, 毛利空间可能会相对固定。

3) 自有坩埚厂: 硅片厂自己的坩埚厂, 用于满足自用(一般情况下, 硅片厂还需要从外部坩埚厂购买坩埚补充缺口), 这类坩埚公司一般不对外销售。

4) 其他中小坩埚厂: 相对来说没有下游稳定的硅片厂客户, 主要用于补充硅片厂的缺口。这里坩埚厂往往需要从外部渠道购买还未签订框架协议的剩余的砂子, 因此在砂子短缺时, 很可能会遇到没有货源或者价格较高的情况。虽然可以购买纯度更高、价格更高的半导体级石英砂作为替代(纯度更高, 往往与光伏级石英砂有固定的价差, 按当前半导体级石英砂价格 10-12 万元/吨估算, 价差在 25-30%, 已经接近了坩埚厂的毛利率, 远超坩埚厂的净利率)。

图23：坩埚公司、硅片公司的合作模式与石英砂采购



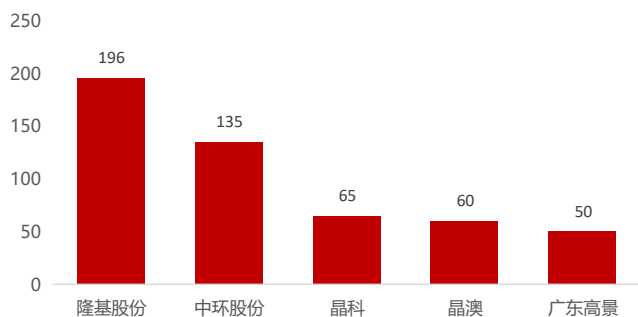
资料来源：欧晶科技公司公告、民生证券研究院

综上，我们认为在进口砂很可能出现实际供需缺口时，深度绑定硅片厂的头部坩埚公司与其他中小坩埚厂的差距有可能会拉大，2023 年有望出现长期格局优化。差距体现在：1) 中小坩埚厂由于没有稳定的进口砂石英砂货源，毛利率承压甚至部分时间停产；2) 被迫在内层砂使用更高比例的进口砂，但这类技术方案往往只适用于 28 英寸以下的坩埚，而现在大型硅片厂的主流都是 32、36 英寸坩埚产品，以生产大尺寸硅片，中小坩埚厂进一步丢失主流市场，中长期在技术壁垒更厚的 36 英寸坩埚产品上持续落后，未来也有可能更难进入头部硅片厂的供应链。

而具体的演绎路径可能为：进口砂总供给短缺→优先供给有采购框架协议的龙头坩埚厂、硅片厂→中小坩埚公司只能用高价从贸易商买到剩余进口砂，或者半导体级石英砂，甚至没有砂子→中小坩埚公司毛利率承压甚至停产，收入/利润均差距均被拉大→内层砂使用更高比例的国产砂，进一步退出主流高端的 36 英寸产品线→与未来硅片大尺寸趋势相违背，差距被持续拉大。

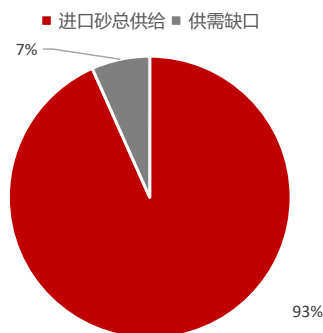
拉长至中期，由于硅料产能扩张，下游硅片厂产能增速不会放缓，大尺寸化的趋势也不可逆。而进口砂的供给相对稳定（尤尼明/TQC 即使扩产，也需要 1 年时间达产），因此与硅片厂绑定更深的头部坩埚公司有很长的时间窗口期，在资金、技术、客户信任关系上进一步拉大同中小坩埚公司的差距。

图24: 2023 年 TOP5 硅片厂规划产能 (GW)



资料来源: 各公司公告, 民生证券研究院测算

图25: 2023 年进口砂供需缺口占比



资料来源: CPIA, 各公司公告, 民生证券研究院测算

最后我们估算了 2023 年可能出现的动态博弈情形。根据表 11-12 预测, 2023 年总硅片需求在 438GW(同比+35%), 2023 年进口砂缺口 7%, 等效于只有约 93% 的硅片产量不受影响, 对应约 **400GW**。按上文逻辑, 优先满足头部硅片厂生产意愿。

2023E TO5 硅片厂商的合计产能已经达到 **506GW**。按往年产能利用率情况, 假设保守/中性/乐观情形下 TOP5 硅片厂的**产能利用率为 50%/65%/80%**(2021 年 CPIA 统计产量 227GW, 我们统计行业产能约 427GW, 产能利用率 53%, 我们认为 2023 年伴随硅料供给问题解决, 头部硅片厂的希望自己的产能利用率大概率不会低于该数字)。对应硅片产量 **250/330/400GW**。

综上所述我们认为 2023 年进口砂供给仅去满足 TOP5 硅片厂的意愿产能已经有些吃紧, 行业的中小坩埚公司(同样也会连带中小硅片厂)可能会在收入、利润端均承受较大压力。而与 TOP5 硅片厂绑定较深的坩埚厂在进口砂来源, 定价空间上有保障, 收入、利润层面相对更有更有保障。

4.6 石英坩埚涨价也存在上限, 中小坩埚企业盈亏平衡点是计算逻辑

从硅片公司意愿角度出发, 他们希望在保证坩埚供给的情况下尽可能压低石英坩埚价格的涨价幅度, 此时中小坩埚企业盈亏平衡点是计算逻辑。这里考虑行业最极端的情况, 在进口石英砂供给有缺口, 快速涨价的背景下, 只有头部坩埚公司可以确保原材料的稳定性, 如果不想退出 36 英寸高端产品市场, 此时中小坩埚公司会被迫从贸易商手中购买更昂贵的半导体级石英砂代替光伏级进口砂。

核心预测 1: 进口砂和半导体级石英砂的价格关系

如表 12, 2022 年进口砂没出现实际缺口时, 进口砂价格 5 万元每吨。根据公开资料, 当进口砂涨价至 7 万元/吨时, 已经接近半导体级石英砂价格; 而当

2022Q4 进口砂涨价至 8 万元/吨时，半导体级石英价格已接近 10 万元/吨。我们认为半导体级石英砂的供给相对充足，2022Q4 开始涨价的原因在于部分中小坩埚公司开始采购半导体级石英砂进行替代，此时不算渠道商加价的价差约为 25%，而由于中小坩埚此前并缺乏长期采购半导体级石英砂的合作伙伴，只能从贸易商购买接受加价率，这里估算为 10%。我们认为若未来进口砂涨价持续，该现象仍会维持，半导体级石英砂会跟随涨价，价值维持，直到**中小坩埚公司停止采购**。

核心预测 2：硅片公司与坩埚公司的价格博弈

这里以 36 英寸的高端产品为讨论对象，虽然从成本上硅片公司有承担石英坩埚价格的涨幅，但我们认为从意愿上硅片公司会尽可能的博弈压价，此时最核心的平衡点在于硅片公司**首先要保证行业供给的稳定性，不能让中小坩埚公司完全退出市场**，对应中小坩埚公司的盈亏平衡点是关键。这里根据欧晶科技年报估算费用率，我们测算毛利率 15%时坩埚公司净利率已经是 0%，此时**坩埚涨价会接近上限**。表现为中小坩埚公司采购半导体级石英砂去替代进口砂用在内层，成本大幅上涨，而硅片公司不希望坩埚价格过高有向下压价的动力，因此会在保证中小坩埚公司仍有 15%毛利率空间的情况下进行定价。此时头部坩埚企业由于仍能购买到进口砂，成本涨幅小，仍能有 38%的毛利率，因此很可能会接受硅片公司的定价，行业趋于稳态。而中小坩埚企业由于生产 36 寸高端产品长期没有利润，可能会退出这部分市场，用部分国产砂替代做内层，转入 28 寸/32 寸的低端市场，行业格局分化。

按此测算 2023 年 36 寸坩埚产品的单价上限约为 22,161 元，相比表 12 中 2022 年该产品均价 12,640 元仍有 **75%**涨幅空间。

表14：石英坩埚涨价上限测算与头部、中小石英坩埚公司的成本、毛利率测算

	2022Q4	2023E (保守)	2023E (中性)	2023E (乐观)
进口光伏级石英砂 (万元/吨)	8.0	6.0	8.1	10.0
半导体级石英砂 (万元/吨)	10.0	7.5	10.0	12.5
中小坩埚公司购买半导体石英砂的渠道商加价率%			10%	10%
头部坩埚公司毛利率%	40%	40%	41%	38%
中小坩埚公司毛利率%	40%	40%	20%	15%
36 英寸坩埚市场价 (元)	18,266	13,700	18,808	22,161
头部坩埚公司成本 (元)	10,960	8,220	11,097	13,700
涨幅%		-25.0%	1.3%	25.0%
中小坩埚公司成本 (元)	10,960	8,220	15,070	18,837
涨幅%		-25.0%	37.5%	71.9%

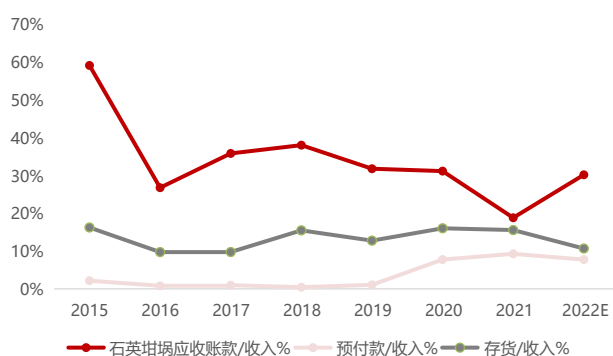
资料来源：欧晶科技招股书、民生证券研究院测算

4.7 大浪退潮后中小公司更难存活，格局会持续优化

首先，石英坩埚行业的特点是需要垫付一定比例的营运资金。仅计算欧晶科技石英坩埚业务的应收账款、存货、预付款项占坩埚收入的比例（根据招股书，公司应该款项中第一大客户是天津环睿电子科技有限公司-即鑫天和，主要和欧晶签订石英坩埚的采购协议，在应收账款中的占比同石英坩埚收入占比相近，而公司的存货主要为石英砂和坩埚，预付款主要为石英砂采购款），2022E 应收账款/预付款/存货约占石英坩埚收入的 30%/8%/11%。

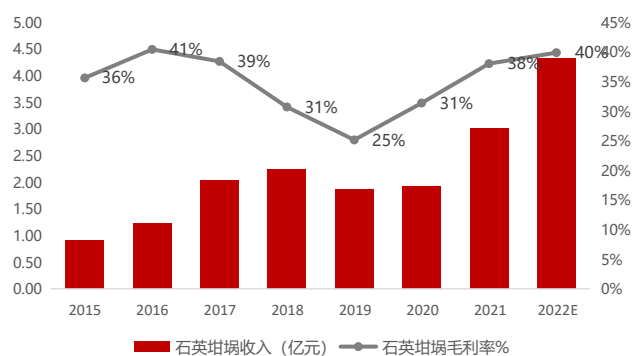
其次，石英坩埚具有耗材属性，根据量价逻辑一定会在大幅涨价后经历行业下行时间段。我们预测 2024 年后随着石英砂、石英坩埚供需的再度平衡，石英坩埚也会如历史周期，重新经历一波下行行情，此时行业话语权转移至硅片公司，可能会经历价格+毛利率双降（如 2018 年硅片需求下行导致坩埚需求下行）。

图26：2015-2022E 欧晶石英坩埚业务营运能力



资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院

图27：2015-2022E 欧晶石英坩埚收入、毛利率



资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院

大浪退潮后中小公司更难存活。表现为 2023-2024 行业景气提升的阶段，中小公司为了不掉队退出高端市场，可能会占用较大比例的资金预付锁定原材料，囤积存货，同时适当给予下游账期优惠等。但红利期过后行业可能会出现价格+毛利率双降的时期，这个时期段内中小公司存活会更为艰难甚至退出市场，前期积累的风险会释放，相对资金更雄厚的头部公司有更多的办法渡过这一阶段，从而行业格局继续优化。我们认为自 2015 年以来，石英坩埚行业由于原材料始终没有缺口，因此并未经历过价格快速上涨的大浪，而 2022 年的涨价潮机遇正是头部石英坩埚公司重塑自身格局的好时机。

5 投资建议

推荐与 TOP5 硅片公司合作更深，有独立发展位置的头部公司：欧晶科技（中环）、晶盛机电（晶澳、高景），关注天宜上佳（新收购晶熠阳）。

5.1 欧晶科技：上下游均有直签长期协议，2023 年定增产能释放

5.1.1 公司与上游石英砂供应商、下游硅片厂均有直签协议

下游客户层面锁定订单，对应中环石英坩埚需求的 50%。2019 年以来，公司与下游主要客户分别签订五年至十年期不等的长期战略合作协议，建立了长期的战略合作伙伴关系（包括中环系、有研半导体、阿特斯）。其中与中第一大客户中环股份的子公司鑫天和签署了五年战略合作协议，协议有效期为 **2019 年 10 月 31 日至 2024 年 10 月 31 日**，公司采取年度框架协议+订单的方式，向中环股份子公司销售石英坩埚，协议中约定中环需要向公司保证年采购额不低于当期实际需求的 50%。

石英砂层面直签框架协议。2019 年以来，公司与北京雅新（尤尼明）、太平洋（石英股份）签订了五年期战略合作协议，并且和他们直接签署框架采购协议（不会通过硅片厂商）。其中最新的框架协议中，国产砂与石英股份是每半年一签，进口砂与尤尼明签订了 3 年的采购协议，过往以预付款的形式和尤尼明合作。

我们认为公司基于过往长期稳定的合作建立了自身的信用与资金优势，同时保证了下游订单与上游供应链的稳定性，并且**可以直接与上下游双方签订框架采购协议（无需通过硅片厂锁定砂子），体现了公司在行业中的领先地位。**

表15：欧晶科技直签框架协议

公司	类型	时间	框架内容
鑫天和（中环子公司）	硅片	2019.11-2014.11	原则上采购不低于甲方年度需求的 50%，乙方石英坩埚的供应量、价格按照战略客户执行
太平洋（石英股份）	国产石英砂	2022.01-2022.06 2022.07-2022.12	以订单数量为准
北京雅新（尤尼明）	进口石英砂	2022.01-2024.12	采购价款 4.3 亿元，会有预付款

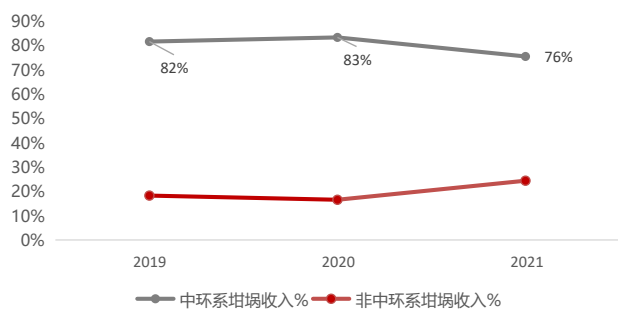
资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院

5.1.2 此前产能仅能匹配中环 50%需求，定增产能释放后可开拓更多非中环系客户

绑定中环，核心大尺寸坩埚产能优先满足中环。在与中环的绑定上，2019-2021 年，中环系的采购占公司坩埚收入的 82%/83%/76%，处于较高水平，

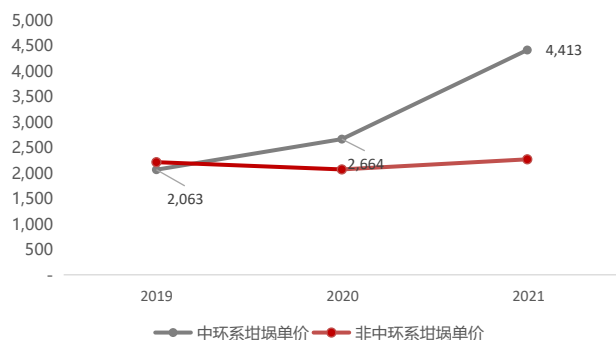
同时供给中环的坩埚的平均单价持续上升，并拉开与其他厂商差距。核心原因是欧晶需首先满足中环的需求（采购量上需要满足、同时 36 英寸的大尺寸坩埚产品也要优先供给中环），2021 年公司向中环销售的坩埚中大尺寸坩埚占比提升，因此单价增高；而由于公司大尺寸坩埚产能优先满足中环需求后，其余客户的大尺寸产品需求暂时无法满足，因此非中环系客户的坩埚单价差距被拉大。

图28: 2019-2021 年欧晶科技坩埚收入分客户占比



资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院

图29: 2019-2021 年欧晶科技坩埚分客户单价 (元)

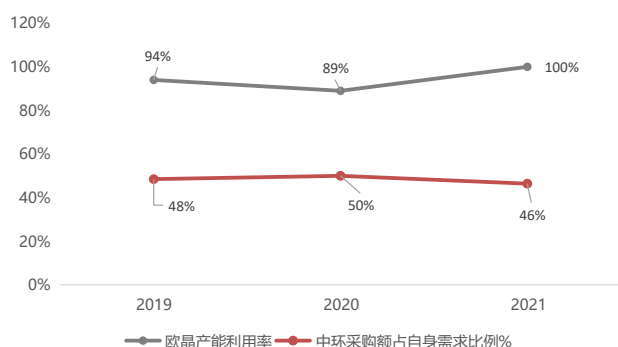


资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院

此前受限产能，放缓了开拓非中环系客户节奏。根据公司公告，公司坩埚业务同样有 80 余家非中环系客户，其中也包括通威、晶澳、双良、协鑫等优质硅片客户，但整体收入占比不高，我们认为此前主要是受限于产能，因此没有过多机会开拓非中环系客户。

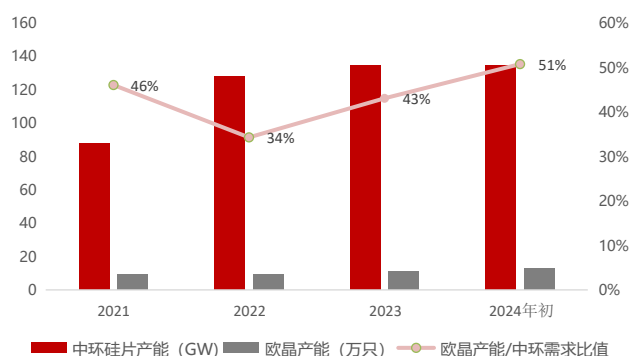
对比看 2019-2021 年公司的产能利用率，以及中环采购满足占自身的需求的比例。在 2020 年欧晶产能富余时可顶额满足中环 50% 的需求；但 2021 年欧晶自身产能利用率已经达到 100%，因此仅满足了中环 46% 的需求。

图30: 2019-2021 年欧晶产能利用率 vs 中环需求



资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院

图31: 2021-2024 年初中环产能 vs 欧晶产能爬坡



资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院测算

定增产能扩张，2023 年下半年公司业绩有望加速释放。公司此次 IPO，计划投资约 2 亿元将扩建产能总计约 6 万只坩埚（4 万只光伏级+2 万只半导体级），预计全部建成时间 24 个月（12 个月开始陆续有试产，24 个月全部达产）。其中

现有的 10 条光伏级的产线中将有 4 条升级扩建，而半导体级由于纯度较高，需要新建 2 条设备。我们预测光伏级坩埚产线仅为升级改造，达产时间较快，12 个月可能就可以正式投产，加速公司业绩释放（对应 2023 年下半年投产，2023 年全年平均可新增 4 万只产能的 50%，约 2 万只）。

产能扩张后公司可支持更多非中环系客户，根据测算 2024 年初欧晶在满足中环 50%需求后仍有产能富余。我们统计测算了中环规划产能，以及欧晶规划产能，同时根据表 11&12，测算出剔除大尺寸、长寿命趋势影响后，2021/2022E/2023E/2024 年初实际单 GW 所需要消耗的坩埚量为 **0.23/0.21/0.19/0.19 万只/GW**。按此计算，我们预计 2023 年下半年欧晶新增产能开始投产时出现拐点，当 2024 年初全部达产时，欧晶科技产能已经能满足中环 50%的需求并有富余。

5.1.3 长期维度欧晶会与中环互惠共存

复盘历史，合作之初中环是股权入股主动寻求的外部合作，而随着合作深入双方互相发挥各自优势，但欧晶在石英坩埚业务上始终保持了**较为独立的发展位置**，并且 2018 年启动上市计划后更明确了这一点，这是欧晶在位置上的差异化优势，因此**欧晶的石英坩埚同中环采用市场定价，而非中环报价的代工业务**。

1) 2009-2011 年中环为保证坩埚供给寻求外部合作，通过入股首次与欧晶建立合作；

2) 2015 年双方深度合作，欧晶为优化业务结构避免单一坩埚业务集中，中环则希望业务上游整合，因此凭借自身资金优势股权入股，帮助欧晶增加了硅料清洗、切削液回收处理业务；

3) 2018 年中环股权转让，双方明确了未来的合作关系，欧晶独立发展。此时双方已经合作接近 10 年，独立发展对双方均有好处，表现为欧晶没有关联交易限制可独立上市，拓宽融资渠道进一步升级坩埚产品线，这也能侧面帮助中环提升产品质量；中环则集中资金聚集单晶硅料的产能扩张上。只需要保证欧晶独立发展后，仍将最高端的产品优先供给中环，**图 27 可以验证这一点**；

4) 2019 年至今，中环产能扩张需要供应商稳定，欧晶自身也需要开拓非中环系客户更好的独立发展，因此双方通过签署 5 年战略合作框架协议，明确了双方的合作关系。

5) 长期看，特是在当下石英坩埚本身技术在迭代，单品的技术含量在增加，同时 2023 年行业坩埚供给会呈现吃紧的格局。硅片公司为了确保生产的稳定性，轻易不会去更换自己的供应商。这种背景下，过往已经明确取得独立发展的资源位，并且上游供给、下游订单稳定，不过度依赖硅片公司的头部坩埚公司更具备优势，会是互惠共存，一起拉大与中腰部硅片公司、坩埚公司差距的演绎路径。

表16：欧晶科技与中环合作时间线

时间	合作类型	合作内容
2009年-2011年	首次合作，中环发起	中环在内蒙古建设硅料厂，坩埚环节始终供不应求因此寻求外部合作。2011年中环入股成立欧晶
2015年	深入合作，双方发起	欧晶为了避免单一业务过于集中，中环出于自身资金优势以及业务整合考虑，通过股权入股的方式帮助欧晶在原有石英坩埚业务的基础上，增加了硅材料清洗服务和切削液回收处理服务。
2018年	股权变更，独立发展	从中环角度，集中资金聚焦单晶硅产能扩张，同时股权退出后解决关联交易问题，自己的供应商欧晶可独立上市，拓宽融资渠道，这也有利于欧晶升级坩埚产品，从侧面帮助中环提升产品品质。
2019年-至今	当前合作，战略协议明确合作关系	中环产能扩张需要供应商稳定，欧晶自身也需要开拓非中环系客户更好的独立发展，因此双方通过签署5年战略合作框架协议，明确了双方的合作关系，2019/2020/2021/2022H1 欧晶新增非中环系客户 15/18/21/54 家

资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院

5.1.4 欧晶科技业绩预测

基于表 12 及 5.1 的分析，我们给出如下**关键假设**：

1) **坩埚收入增速**：基于表 12 数据，2022E/2023E/2024E 公司石英坩埚价格涨幅 **95%/92%/3%**。价格中综合了石英砂价格涨幅，以及坩埚结构优化大尺寸、长寿命的高单价产品比例提升，对应 2022E/2023E/2024E 坩埚平均单价为 6,984/13,389/13,757 元（其中针对 2024E 单价数据，我们认为在连续 2 年大幅涨价后进口砂产能有望扩产，参考硅料产能扩产后的情形，高纯石英砂的价格整体可能会小幅回落-10%，但由于 28/32/36 寸产品占比优化至 0%/50%/50%，整体均价仍小幅上涨 3%至 13,757 元）。根据公司公告，预计欧晶科技年均产能 9.2/11.2/15.2 万只，对应增速 **0%/22%/36%**。

2) **坩埚毛利率**：2022E/2023E/2024E 石英坩埚毛利率 **40%/41%/42%**，主要受益于大尺寸、长寿命的高单价、高毛利率产品占比提升。由于头部公司**长期格局不断优化**，公司可确保石英砂供给，从而确保能及时生产并满足客户对于高品质 36 寸坩埚的需求（中小坩埚公司可能由于缺进口砂，而只能被迫继续生产低品质的 28 寸坩埚）；另外，由于头部公司基于过往信用积累+石英砂采购模式优势，可能会逐步拉大与中小坩埚公司的差距，并且 2023/2024 年新建坩埚产能仍在爬升区间，硅片厂短期内找不到更好的替代产能，叠加坩埚在硅片成本占比仅 2%，我们认为他们会接受坩埚公司毛利率的小幅上涨（参考硅料产能爬坡期，硅料公司的毛利率上涨，而且硅料在硅片成本中的占比远高于坩埚）。

3) **硅料清洗&切削液业务**：与中环有框架协议，收入增速与中环产能增速高度相关，并且采用成本加价法制定毛利率，毛利率空间有限。2022E/2023E/2024E 收入增速按中环硅片产能增速预测，对应 40%/10%/15%；硅料清洗是成熟业务 2022E/2023E/2024E 毛利率 18%/17%/16%，切削液业务具备创新性，由于切割硅片的金刚线呈变细趋势，切割液的要求在提升。2021 年公司切削液产能 211 万吨，产量 128 万吨，产能充足，2022E/2023E/2024E 毛利率 26%/23%/20%

表17：欧晶科技业务拆分与关键假设（百万元）

	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E
石英坩埚：						
收入	187	193	301	640	1,493	2,087
YoY		3%	56%	95%	133%	40%
销量/产能提升%				9%	0%	0%
产能增速%				0%	22%	36%
价格增速%				95%	92%	3%
毛利	47	61	115	235	562	804
毛利率%	25%	31%	38%	40%	41%	42%
硅料清洗：						
收入	246	313	427	598	657	756
YoY		27%	37%	40%	10%	15%
毛利	56	81	83	108	112	121
毛利率%	23%	26%	19%	18%	17%	16%
切割液：						
收入	34	35	64	90	99	114
YoY		3%	84%	40%	10%	15%
毛利	9	8	19	23	23	23
毛利率%	26%	23%	30%	26%	23%	20%
其他业务：						
收入	106	19	56	56	56	56
YOY		-82%	188%	0%	0%	0%
毛利	20	2	5	6	6	6
毛利率%	19%	11%	10%	10%	10%	10%

资料来源：欧晶科技招股书，民生证券研究院测算

投资建议：公司基于过往 10 年信用积累，在上下游均有直签协议且确立了自身的独立发展位，具备头部公司属性。预计公司 2022-2024 年分别实现营业收入 13.83/23.05/30.13 亿元，归母净利润 2.36/4.98/6.73 亿元，同比 76.6%/111.5%/35.1%，当前股价对应 PE 分别为 55 倍、26 倍、19 倍。首次覆盖，给予“推荐”评级

风险提示：公司订单不及预期；投产进度不及预期；产品价格大幅下降等。

表18：欧晶科技盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	848	1,383	2,305	3,013
增长率（%）	51.5	63.1	66.7	30.7
归属母公司股东净利润（百万元）	133	236	498	673
增长率（%）	56.9	76.6	111.5	35.1
每股收益（元）	0.97	1.71	3.63	4.90
PE	97	55	26	19
PB	27.6	11.4	7.9	5.6

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022 年 12 月 07 日收盘价）

5.2 晶盛机电：坩埚规划产能大幅提升

2021 年开始进入光伏级石英坩埚领域，规划产能大幅提升。

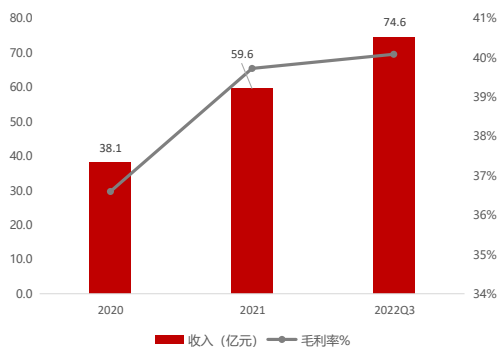
晶盛机电最早于 2017 年开始布局石英坩埚，设立子公司浙江美晶进行石英坩埚产品的开发，注册资本 1 亿元，2018 年半导体级石英坩埚顺利投产，从 16 英寸产品起步，2020 年已经开始批量交付 32 英寸产品。2021 年前，公司主要精力是生产纯度更高的半导体级石英坩埚。

2021 年 10 月公司设立子公司宁夏鑫晶，专注于大尺寸领域的石英坩埚生产制造，并在较短时间内实现了产品的顺利生产。产能建设上。2022 年 5 月司公布仅用时 6 个月，银川坩埚基地一期已经投产，二期 7 月完成，大尺寸石英坩埚（32-48 英寸）年产能达到 4.8 万只。同时新一期也完成签约，总规划是投资 5 亿元，建成 16 万只光伏级石英坩埚年产能，对应年产值约 10 亿元。2022 年浙江美晶的月度产能达到 2 万只（1.8 万只光伏级，0.2 万只半导体级），对应年产能 24 万只。预计至 2024 年，晶盛石英坩埚产能将达到 **40 万只/年，其中新增产能 16 万只/年**。同时，晶盛作为上游设备头部厂商（单晶炉等），与下游硅片厂商关系良好，公开资料显示也与晶澳、高景等头部硅片厂有所合作，因此在石英砂的供给保证方面也有自身的卡位优势。

光伏设备也取得新进展。

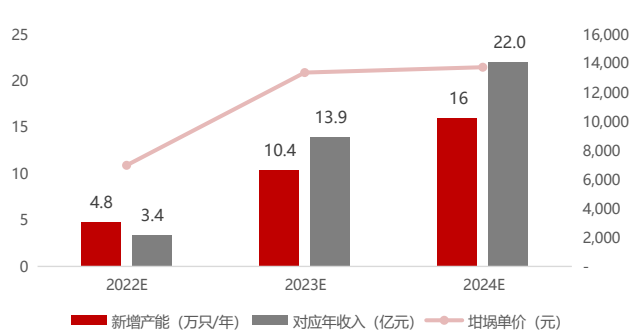
1) 光伏创新性设备再获进展：公司高品质大尺寸石英坩埚在规模和技术水平上均达到行业领先水平，在半导体和光伏领域取得较高市场份额；公司金刚线领域同样实现差异化的技术突破，助力光伏电池降本。2) 硅片扩产维持高景气，单晶炉采购需求旺盛。光伏装机的持续增长带动硅片厂商持续扩产，大尺寸以及薄片化的先进产能扩张也带动部分存量产能替换需求。同时在大尺寸硅片降本增效的优势下，下游硅片公司在规模化竞争中将持续刺激先进产能扩产需求，公司光伏设备行业具备高成长和高技术迭代属性。

图32：2020-2022Q3 晶盛机电收入、毛利率



资料来源：Wind，民生证券研究院

图33：晶盛机电新增坩埚产能爬坡，对应贡献年收入



资料来源：公司公告，民生证券研究院测算

投资建议：公司 2022Q3 单晶炉新签订单超预期，同时公司在石英砂坩埚领

域具备领先地位，预计公司 2022-2024 年分别实现营业收入 117.01/145.46/179.77 亿元，归母净利 28.14/34.97/44.72 亿元，同比增 64.4%/24.3%/27.9%，当前股价对应 PE 分别为 33 倍、26 倍、20 倍，维持“推荐”评级。

风险提示：下游需求不及预期；定增项目进展不及预期；国内疫情反复等。

表19：晶盛机电盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入 (百万元)	5,961	11,701	14,546	17,977
增长率 (%)	56.4	96.3	24.3	23.6
归属母公司股东净利润 (百万元)	1,712	2,814	3,497	4,472
增长率 (%)	99.5	64.4	24.3	27.9
每股收益 (元)	1.31	2.15	2.67	3.42
PE	53	33	26	20
PB	13.4	8.6	6.8	5.3

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022 年 12 月 07 日收盘价）

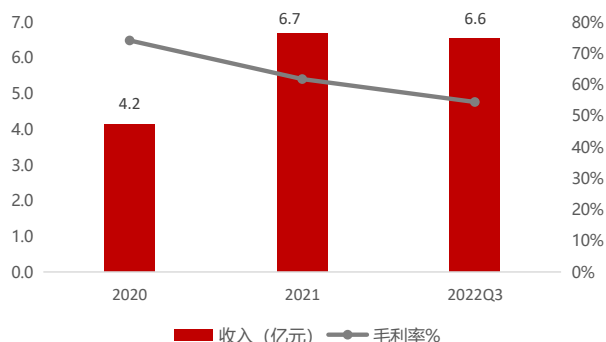
5.3 天宜上佳：收购成熟公司晶熠阳进入石英坩埚市场

2022 年 11 月，公司收购晶熠阳 90% 股权进入石英坩埚领域。晶熠阳下游客户有弘元、晶澳、四川永祥（通威）、晶科、高景太阳能等多家单晶硅生产企业。晶熠阳石英坩埚产品可与公司碳碳热场产品的销售形成高度协同。晶熠阳在主要原材料高纯石英砂方面，核心技术团队是行业内最早推行国产砂应用的石英坩埚制造技术团队，通过大量的生产实践与工艺升级，已经实现了国产石英砂对于进口砂的部分代替。

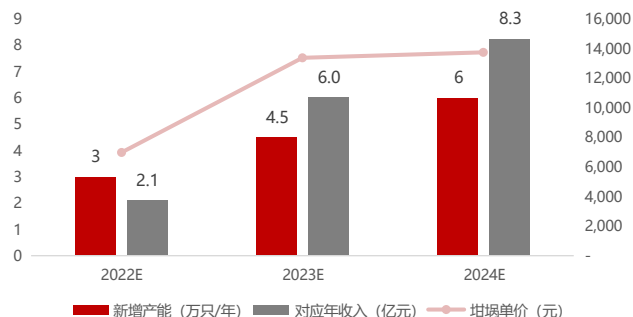
业务协同方面，石英坩埚与公司现有碳碳热场产品同样作为单晶硅棒拉制环节中的重要辅材，使用场景的高度重合。并且石英坩埚寿命更短（大约半个月更换一次，频率远高于热场），可为公司带来更大的业务协同效应。

目前晶熠阳有 4 条产线，根据当前情况来看，每条产线每年可产出大约 7,500 只左右，合计产能 3 万只/年，产品线主要为偏高端的 36 寸产品，因此公司盈利性较好，2022 年 1-7 月收入 5,869 万，净利润 1,518 万，净利率 26%。

公司初步考虑进行约十条产线扩产以适应市场急剧增长的需求，对应当前产能的 2.5 倍，但考虑到石英砂原材料供给紧张，具体扩产进度及投产进度还需与原材料匹配，不会盲目扩产。

图34: 2020-2022Q3 天宜上佳收入、毛利率


资料来源: Wind, 民生证券研究院

图35: 天宜上佳新增坩埚产能爬坡, 对应贡献年收入


资料来源: 公司公告, 民生证券研究院测算

其余业务方面, 公司是高铁动车刹车闸片龙头, 疫情恢复业务有望企稳。碳基复材成为公司可见的第二增长曲线。碳基复材指的是以碳纤维为增强体, 以碳或碳化硅为基体, 以化学气场沉积或浸渍等工艺形成的复合材料, 主要包括碳/碳复合材料、碳/陶复合材料产品等。碳纤维具有出色的力学性能和化学稳定性, 在光伏等领域应用前景广阔。公司在碳基复材领域初露锋芒且竞争力突出。前瞻性布局碳陶制动盘。

投资建议: 预计公司 2022-2024 年实现营收 9.39/17.85/26.45 亿元, 归母净利润分别为 2.20/5.27/7.52 亿元, 对应 PE 为 56/23/16 倍。维持“推荐”评级。

风险提示: 行业竞争加剧的风险; 产品验证失败风险; 项目进度低于预期风险。

表20: 天宜上佳盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入 (百万元)	671	939	1,785	2,645
增长率 (%)	61.7	39.8	90.2	48.1
归属母公司股东净利润 (百万元)	175	220	527	752
增长率 (%)	53.1	25.8	139.6	42.7
每股收益 (元)	0.31	0.39	0.94	1.34
PE	70	56	23	16
PB	4.8	4.5	3.8	3.1

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测; (注: 股价为 2022 年 12 月 07 日收盘价)

6 风险提示

1) **竞争加剧导致坩埚提价不及预期**：随着石英坩埚行业景气度提升，已有新的厂商快速布局该领域，若未来石英行业端新进入者及新建产能增多，可能会导致产能过剩，坩埚提价的向上传导不及预期。

2) **头部坩埚公司新增产能投产速度不及预期**：晶盛、欧晶 2022 年均有扩产计划，投产大约需要 1-2 年，如果投产速度慢于预期，可能会影响 2023 年当前业绩的释放。

3) **高纯石英砂价格大幅波动**：海外尤尼明、TQC 当前产能及供给相对稳定，但由于二者高度垄断且供给量固定有限，未来进口砂价格可能会出现超出市场预期的大幅波动。

4) **国产高纯石英砂取得突破**：进口砂存在缺口，国产石英坩埚公司也会积极寻找国产砂尝试替代。如果国产高纯石英砂取得一定技术突破可替代进口砂，行业的供需关系及涨价逻辑将出现变化。

5) **硅片需求不及预期**：虽然硅料价格下降可推动硅片公司生产意愿增加，但如果国内、海外光伏终端装机需求量的波动，也可能影响硅片的实际产量。

欧晶科技财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
营业总收入	848	1,383	2,305	3,013
营业成本	626	978	1,508	1,945
营业税金及附加	9	14	23	30
销售费用	2	3	5	6
管理费用	31	50	83	108
研发费用	30	50	83	108
EBIT	163	292	607	822
财务费用	7	4	4	4
资产减值损失	-4	-5	-9	-11
投资收益	0	0	0	0
营业利润	155	277	586	792
营业外收支	-2	0	0	0
利润总额	153	277	586	792
所得税	19	42	88	119
净利润	133	236	498	673
归属于母公司净利润	133	236	498	673
EBITDA	206	340	664	895

资产负债表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
货币资金	121	515	574	957
应收账款及票据	160	258	430	560
预付款项	28	43	66	86
存货	47	69	105	135
其他流动资产	374	604	998	1,300
流动资产合计	729	1,489	2,173	3,038
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	192	234	276	440
无形资产	17	17	17	17
非流动资产合计	270	455	652	775
资产合计	999	1,944	2,825	3,813
短期借款	40	40	40	40
应付账款及票据	406	634	978	1,261
其他流动负债	43	69	108	139
流动负债合计	489	743	1,126	1,441
长期借款	0	25	25	25
其他长期负债	40	39	39	39
非流动负债合计	40	64	64	64
负债合计	529	807	1,190	1,505
股本	103	137	137	137
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	470	1,136	1,635	2,308
负债和股东权益合计	999	1,944	2,825	3,813

主要财务指标	2021A	2022E	2023E	2024E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	51.53	63.05	66.65	30.69
EBIT 增长率	54.01	78.73	108.04	35.34
净利润增长率	56.86	76.58	111.54	35.07
盈利能力 (%)				
毛利率	26.26	29.29	34.57	35.44
净利润率	15.73	17.03	21.62	22.34
总资产收益率 ROA	13.35	12.12	17.64	17.65
净资产收益率 ROE	28.36	20.73	30.49	29.17
偿债能力				
流动比率	1.49	2.00	1.93	2.11
速动比率	1.33	1.85	1.77	1.95
现金比率	0.25	0.69	0.51	0.66
资产负债率 (%)	52.92	41.54	42.13	39.47
经营效率				
应收账款周转天数	68.72	68.72	68.72	68.72
存货周转天数	27.53	27.53	27.53	27.53
总资产周转率	1.08	0.94	0.97	0.91
每股指标 (元)				
每股收益	0.97	1.71	3.63	4.90
每股净资产	3.42	8.27	11.90	16.79
每股经营现金流	0.39	1.27	2.31	4.25
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
估值分析				
PE	97	55	26	19
PB	27.4	11.3	7.9	5.6
EV/EBITDA	62.30	36.62	18.69	13.43
股息收益率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00

现金流量表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
净利润	133	236	498	673
折旧和摊销	43	48	57	73
营运资金变动	-126	-120	-256	-186
经营活动现金流	54	174	317	584
资本开支	-33	-223	-253	-197
投资	0	0	0	0
投资活动现金流	-42	-232	-253	-197
股权募资	0	430	0	0
债务募资	25	25	0	0
筹资活动现金流	13	451	-4	-4
现金净流量	25	394	59	383

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

插图目录

图 1: 石英坩埚产品形态及结构.....	4
图 2: 直拉单晶硅中石英坩埚的应用.....	5
图 3: 直拉法工艺流程.....	5
图 4: 2021-2030 不同类型硅片市场占比变化趋势.....	6
图 5: 2021-2030 不同尺寸硅片市场占比变化趋势.....	6
图 6: 不同温度下高纯、普通坩埚强度.....	7
图 7: 杂质与析晶.....	7
图 8: 石英坩埚的内表面气泡含量.....	8
图 9: 普通坩埚气泡较多.....	8
图 10: 高品质坩埚气泡较少.....	8
图 11: 石英坩埚成本构成.....	12
图 12: 2010-2022 全国硅片产量情况 (单位: GW).....	13
图 13: 2013-2021 全球光伏硅片价格 (美元/片).....	13
图 14: 2022E 石英坩埚在硅片中的成本占比.....	17
图 15: 2014-2022.11.30 硅料、硅片价格指数.....	19
图 16: 2014-2022E 硅料、硅片产量.....	19
图 17: 2014-2022E 隆基毛利率、硅片产量增速.....	20
图 18: 2014-2022 硅料、硅片平均价格指数比值.....	20
图 19: 2021 年多晶硅、硅片产量、产能.....	21
图 20: 2021 年多晶硅、硅片产量、产能 CR5.....	21
图 21: 2021-2023E 多晶硅、硅片产能及增速.....	22
图 22: 2022E/2023E 年石英坩埚在硅片中的成本占比.....	23
图 23: 坩埚公司、硅片公司的合作模式与石英砂采购.....	29
图 24: 2023 年 TOP5 硅片厂规划产能 (GW).....	30
图 25: 2023 年进口砂供需缺口占比.....	30
图 26: 2015-2022E 欧晶石英坩埚业务营运能力.....	32
图 27: 2015-2022E 欧晶石英坩埚收入、毛利率.....	32
图 28: 2019-2021 年欧晶科技坩埚收入分客户占比.....	34
图 29: 2019-2021 年欧晶科技坩埚分客户单价 (元).....	34
图 30: 2019-2021 年欧晶产能利用率 vs 中环需求.....	34
图 31: 2021-2024 年初中环产能 vs 欧晶产能爬坡.....	34
图 32: 2020-2022Q3 晶盛机电收入、毛利率.....	38
图 33: 晶盛机电新增坩埚产能爬坡, 对应贡献年收入.....	38
图 34: 2020-2022Q3 天宜上佳收入、毛利率.....	40
图 35: 天宜上佳新增坩埚产能爬坡, 对应贡献年收入.....	40

表格目录

重点公式盈利预测、估值与评级.....	1
表 1: 石英坩埚生产的杂质含量要求 (单位: 微克/g).....	9
表 2: 2018 石英坩埚的外径行业标准.....	10
表 3: 2007 年石英坩埚的外径行业标准.....	10
表 4: 欧晶科技拉晶寿命时长、平均坩埚尺寸爬坡.....	13
表 5: 石英坩埚实际消耗量、硅片产量之间的弹性测算.....	14

表 6: 欧晶科技石英砂原材料价格分析.....	15
表 7: 石英坩埚成本价格、石英砂价格之间的弹性测算	16
表 8: 石英坩埚的销售价格、下游光伏硅片价格之间的弹性测算.....	18
表 9: 硅料产能统计与测算统计 (万吨)	20
表 10: 硅片产能统计与测算统计 (GW)	21
表 11: 石英砂的供给、需求缺口.....	24
表 12: 石英坩埚的价格走势、市场空间预测.....	26
表 13: 头部石英坩埚公司现有产能及规划	27
表 14: 石英坩埚涨价上限测算与头部、中小石英坩埚公司的成本、毛利率测算	31
表 15: 欧晶科技直签框架协议	33
表 16: 欧晶科技与中环合作时间线	36
表 17: 欧晶科技业务拆分与关键假设 (百万元)	37
表 18: 欧晶科技盈利预测与财务指标	37
表 19: 晶盛机电盈利预测与财务指标	39
表 20: 天宜上佳盈利预测与财务指标	40
欧晶科技财务报表数据预测汇总	42

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5%~15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5%~5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5%~5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。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而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026