

# 中国半导体石英坩埚行业 市场独立研究报告

2024年5月

弗若斯特沙利文咨询公司

## 目录

目录.....	2
方法论.....	4
（一）石英坩埚行业概述.....	5
（二）石英坩埚制造工艺分析.....	5
1、石英坩埚的主要原料及辅料标准对比.....	5
2、石英坩埚生产工艺流程.....	7
3、石英坩埚行业技术水平及特点.....	7
（三）全球及中国半导体石英坩埚市场规模及预测.....	8
（四）半导体石英坩埚行业产业链分析.....	9
（五）半导体石英坩埚行业商业模式分析.....	12
（六）中国半导体石英坩埚行业竞争格局分析.....	13
（七）半导体石英坩埚行业进入壁垒分析.....	14
1、工艺技术壁垒.....	14
2、技术人才壁垒.....	14
3、品牌认证市场壁垒.....	15
（八）半导体石英坩埚行业驱动因素及发展趋势分析.....	15
1、国家重视半导体行业发展，政策导向助力经济转型与产业升级.....	15
2、晶圆厂商扩产，促进半导体级石英坩埚需求.....	16
3、国产半导体石英坩埚厂商崛起，国产化替代正当时.....	16
（九）光伏级石英坩埚行业概览分析.....	17

---

(十) 光伏级石英坩埚产业链分析.....	18
(十一) 光伏级石英坩埚行业商业模式分析.....	18
(十二) 光伏级石英坩埚行业竞争格局分析.....	19
(十三) 光伏级石英坩埚行业壁垒分析.....	19
1、资源供给壁垒.....	19
2、生产规模壁垒.....	20
3、资金储备壁垒.....	20
(十四) 光伏级石英坩埚行业发展趋势分析.....	20
1、国家重视节能环保，“双碳”政策掀起绿色能源变革.....	20
2、光伏产业扩产，推动光伏级石英坩埚需求腾飞.....	20
3、国产光伏石英坩埚产品出海，跑马圈地正当时.....	20
(十五) 全球及中国石英坩埚行业主要企业分析.....	21

## 方法论

### 研究方法

沙利文于 1961 年在纽约成立，是一家独立的国际咨询公司，在全球设立 45 个办公室，拥有超过 2,000 名咨询顾问。通过丰富的行业经验和科学的研究方法，我们已经为全球 1,000 强公司、新兴崛起的公司和投资机构提供可靠的咨询服务。作为沙利文全球的重要一员，沙利文中国团队在战略管理咨询、融资行业顾问、市场行业研究等方面均奠定了良好的基础。

在市场行业研究方面，沙利文布局中国市场，深入研究 10 大行业，54 个垂直行业的市场变化，已经积累了近 50 万行业研究样本，完成近 10,000 多个独立的研究咨询项目。

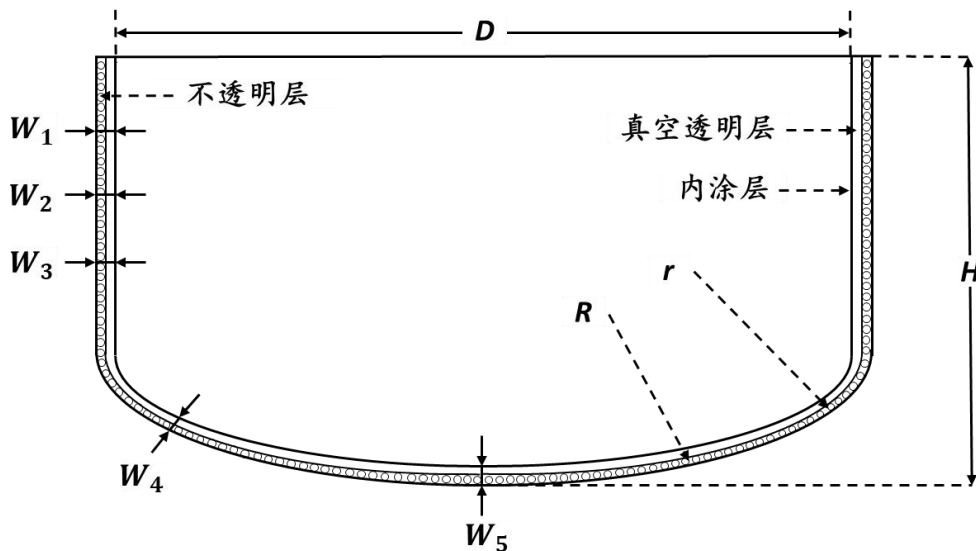
- ✓ 沙利文依托中国活跃的经济环境，从大健康行业，信息科技行业，新能源行业等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，沙利文的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ✓ 沙利文融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在沙利文的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ✓ 沙利文秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。
- ✓ 弗若斯特沙利文本次研究于 2024 年 5 月完成。

## （一）石英坩埚行业概述

石英坩埚（Quartz Crucible, QC）是石英玻璃制品中的细分产品，由高纯石英砂，通过模具定型，使用电弧法高温制作而成，具有耐高温、使用时间长、高纯度等特点，石英坩埚主要用于半导体高纯单晶硅棒的拉制的辅助性耗材，是单晶硅棒拉制过程中用于盛装熔融硅液的关键一次性消耗品。根据单晶硅棒的下游应用场景可将石英坩埚分为半导体单晶硅生长用石英坩埚（半导体石英坩埚）与光伏单晶硅生长用石英坩埚（光伏石英坩埚）。

石英坩埚的构造分为不透明层、真空透明层及内涂层。不透明层通常由天然石英砂制成，内部含有大量均匀分布气泡，具有保温效果，可使石英坩埚均匀受热。真空透明层通常由天然石英砂制成，内部不含气泡且均匀致密，具有抗变形以及隔绝硅液与气泡层的作用。内涂层通常由高纯合成石英砂、高纯天然石英砂或普通石英砂制成，半导体石英坩埚对内涂层的石英砂的原料成分要求较高，石英砂杂质元素含量决定了石英坩埚的拉晶质量。

石英坩埚结构示意图



注：D——外径、H——高度、r——小弧半径；R——大弧半径； $W_1$ ——距石英坩埚横切面 10mm 处壁厚； $W_2$ ——直壁中心处壁厚； $W_3$ ——半径为  $r$  的圆弧与壁部交接处壁厚； $W_4$ ——半径为  $r$  的圆弧中心处壁厚； $W_5$ ——石英坩埚底部中心处壁厚

资料来源：中国电子材料行业协会、弗若斯特沙利文分析

## （二）石英坩埚制造工艺分析

半导体级与光伏级的单晶硅生长用石英坩埚生产使用的原料及辅料标准存在一定差异，具体表现在石英砂原料、石墨电极、化学药液、涂层原料及纯水等方面。中国电子材料行业协会针对不同应用的单晶硅生长用石英坩埚制定了相对应的团体标准和生产规范。

### 1、石英坩埚的主要原料及辅料标准对比

在半导体石英坩埚生产中，同级别原料石英砂的杂质元素应小于或等于表一所示对应阈值，且锂、钠、钾三种元素之和不超过 2.0ug/g。合成石英砂对杂质

元素要求最为严格，目前全球仅三菱化学可提供高纯度合成石英砂。在光伏单晶硅生长用石英坩埚生产中，不同级别原料石英砂杂质元素应小于或等于下表所示对应阈值，且锂、钠、钾三种元素之和不超过 2.0ug/g。半导体及光伏石英坩埚生产用其他原料辅料标准如表三所示。

由于石英坩埚内层直接接触硅液，坩埚内层纯度直接影响单晶硅棒的品质及拉晶成功率，高纯度的坩埚内层能减少析晶及减少坩埚杂质进入硅液。由于半导体石英坩埚是生产半导体硅片的关键耗材，半导体晶圆制造对半导体硅片纯度、密度及杂质等方面要求极为严苛，相比光伏石英坩埚，半导体石英坩埚在生产制造过程中对杂质元素的要求更为严苛。

在石墨电极的体积密度、电阻率、抗压、抗折强度方面，半导体石英坩埚与光伏石英坩埚标准相同；半导体石英坩埚不同内层位置对石墨电极的灰分标准要求更严格；半导体石英坩埚生产所用的化学药液、涂层材料及纯水的要求严于光伏石英坩埚。

表一 半导体石英坩埚原料石英砂杂质元素含量标准

位置	杂质元素 (单位: $\mu\text{g/g}$ )															
	铝	钙	镁	钡	铬	铜	铁	镍	锰	锂	钠	钾	锆	钛	锗	磷
内层合成	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
内层高纯	9.0	0.8	0.1	0.05	0.05	0.1	0.5	0.05	0.1	0.5	0.5	0.5	1.2	1.5	1.5	0.05
内层普通	13.5	1.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.8	0.8	0.7	1.2	2.0	1.5	0.05

表二 光伏石英坩埚原料石英砂杂质元素含量标准

位置	杂质元素 (单位: $\mu\text{g/g}$ )																
	铝	钙	镁	钡	铬	铜	铁	镍	锰	锂	钠	钾	锆	钛	锗	磷	硼
内层合成	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	2.0	2.0	0.1	0.1
内层高纯	18.0	1.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	1.0	1.0	1.0	0.5	2.0	2.0	0.1	0.1

表三 石英坩埚生产原料辅料参数阈值

产品类别	参数	石英坩埚	光伏坩埚
石墨电极	体积密度	$\geq 1.65\text{g/cm}^3$	$\geq 1.65\text{g/cm}^3$
	电阻率	$\leq 8.5\mu\Omega\cdot\text{m}$	$\leq 8.5\mu\Omega\cdot\text{m}$
	灰分	内层合成 $\leq 10\mu\text{g/g}$ 内层高纯 $\leq 35\mu\text{g/g}$ 内层普通 $\leq 50\mu\text{g/g}$	$\leq 50\mu\text{g/g}$
	抗压强度	$\geq 35\text{MPa}$	$\geq 35\text{MPa}$
	抗折强度	$\geq 15\text{MPa}$	$\geq 15\text{MPa}$
化学药液		纯度优于电子级	试剂纯度 $\geq 99.9\%$
	涂层材料	质量纯度 $\geq 99.99\%$	试剂纯度 $\geq 99.9\%$
	纯水	电阻率 $\geq 18\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$	电阻率 $\geq 16\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$

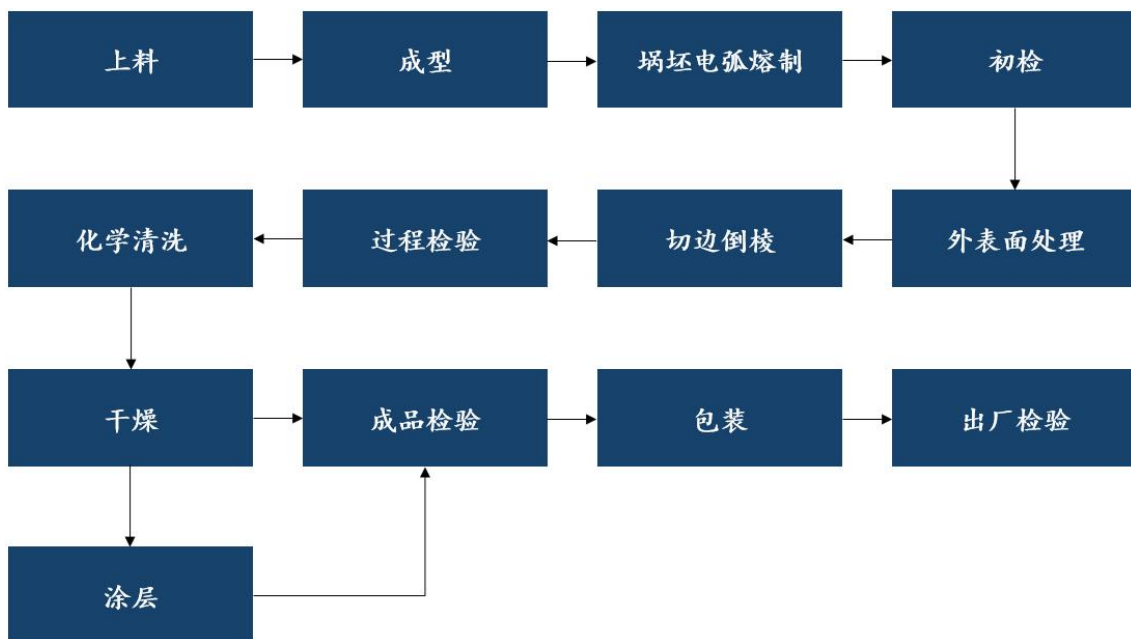
资料来源：中国电子材料行业协会、弗若斯特沙利文分析

## 2、石英坩埚生产工艺流程

半导体石英坩埚及光伏石英坩埚的生产均遵循相同工艺流程：首先经过利用离心力和成型装置，将石英砂原料在旋转的石英坩埚模具内形成一定形状和厚度，以高温电弧为热源，对石英坩埚模具内的石英砂原料进行高温熔制，熔制结束后取出石英坩埚毛坯。将石英坩埚端口朝下放置于作业平台，利用研磨设备或各类喷砂设备去除石英坩埚外表面的附砂，使用切边倒棱设备对中装置对石英坩埚进行校正后按照高度要求用切断装置对石英坩埚进行切断，再按照要求利用内、外倒角装置，对石英坩埚切断端面进行倒角处理。切边倒棱完成后将石英坩埚放置于化学清洗专用设备内，按相应工艺参数要求对石英坩埚内、外表面及端口进行化学清洗，后将石英坩埚放置于干燥设备内，按要求对石英坩埚内、外表面及端口残留水分进行汽化挥发。干燥完成后可根据客户需求，按相应工艺参数要求，将配比好的专用（或客户指定的）材料涂覆在石英坩埚内表面和（或）外表面上。最后用洁净的防静电塑料袋将成品密封包装，附以合格证，将完成内包装的石英坩埚放入内嵌缓冲保护装置的无钉纸箱内，并将石英坩埚信息标签粘贴在纸箱的固定标识位置。

在石英坩埚生产过程中应当编制各工序工艺文件、作业指导书，并对工艺参数和生产过程要求进行规定，在生产过程中，应当配备满足相应要求的各项资源，保证生产过程按要求达成；对出现的异常情况需进行分析评价，采取纠正及预防措施，并持续改进。

石英坩埚生产工艺流程



资料来源：中国电子材料行业协会、弗若斯特沙利文分析

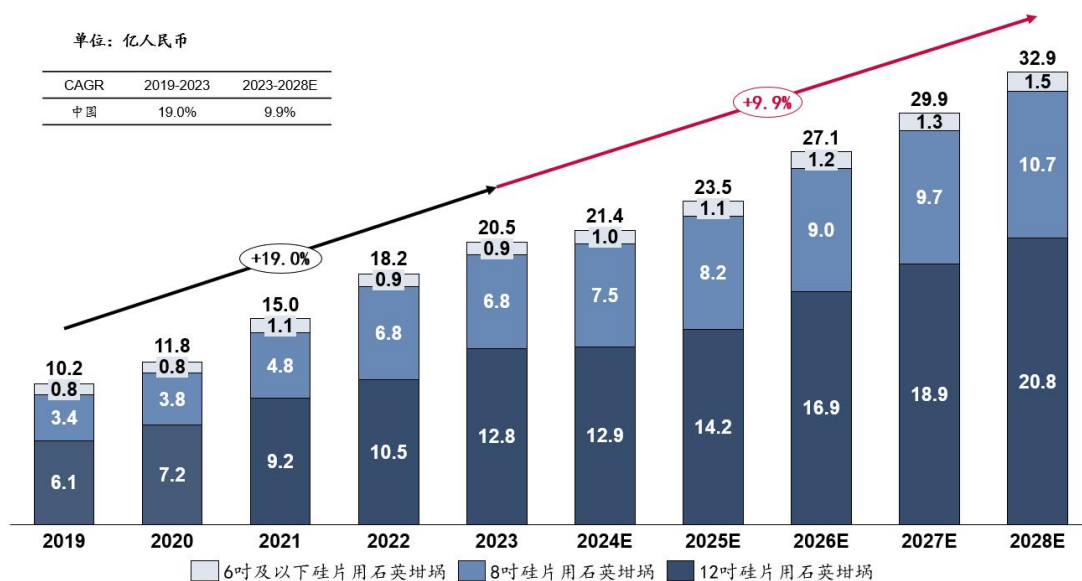
## 3、石英坩埚行业技术水平及特点

全球石英坩埚行业已经实现满足不同尺寸单晶硅棒拉制的需求，海外头部企业技术工艺成熟，生产专业化、自动化程度高，石英坩埚产品良率高。中国石英坩埚行业整体工艺技术水平与以日本为代表的发达国家仍有一定的差距。目前中国在 18 吋及以下石英坩埚领域的国产化程度较高，已经基本实现对海外石英坩埚品牌的替代；部分中国技术工艺领先的石英坩埚生产商具备批量供应 24~28 吋石英坩埚的能力且逐渐获得下游硅片制造厂商的认可；中国仅有少数头部石英坩埚生产商可进行 32 吋及以上石英坩埚的生产制造。

### （三）全球及中国半导体石英坩埚市场规模及预测

2019 年至 2023 年，全球半导体石英坩埚市场规模由 10.2 亿人民币增至 20.5 亿人民币，期间年复合增长率为 19.0%。未来，随着集成电路行业的发展，下游芯片行业的需求将推动 8 吋及 12 吋半导体硅片出货量在未来将持续增长，同时半导体硅片厂的扩产将推动 24 吋~32 吋半导体石英坩埚需求量迅速增长。预计至 2028 年，全球半导体石英坩埚市场规模将扩大至 32.9 亿人民币，期间年复合增长率为 9.9%。

全球半导体级石英坩埚市场规模及预测



\*注：计算口径不包括制造半导体硅部件用硅材料所需石英坩埚

资料来源：SEMI，弗若斯特沙利文分析

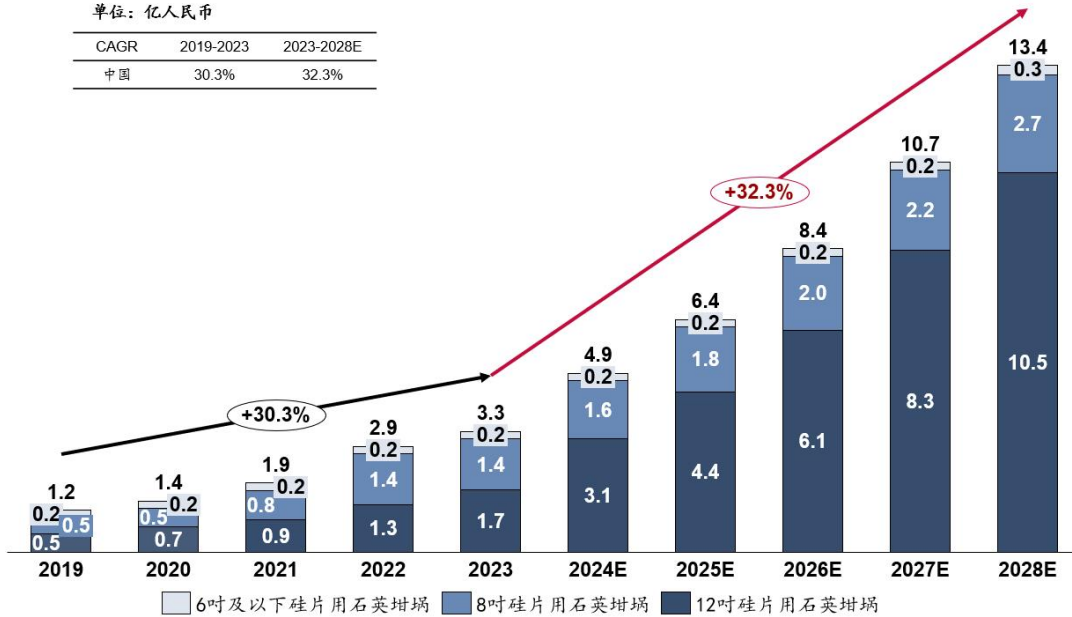
2019 年至 2023 年，中国半导体级石英坩埚市场规模由 1.2 亿人民币增至 3.3 亿人民币，期间年复合增长率为 30.3%。未来，随着中国半导体集成电路行业的发展，晶圆厂对半导体硅片（尤其是 8 吋及 12 吋半导体硅片）的需求将大大增加，中国各大半导体硅片厂的扩产将带来庞大的半导体石英坩埚使用需求，从而推动中国半导体石英坩埚市场发展。预计至 2028 年，中国半导体级石英坩埚市场规模将扩大至 13.4 亿人民币，期间年复合增长率为 32.3%。



## 中国半导体石英坩埚市场规模及预测

单位：亿人民币

CAGR	2019-2023	2023-2028E
中国	30.3%	32.3%



\*注：计算口径不包括制造半导体硅部件用硅材料所需石英坩埚

资料来源：SEMI，弗若斯特沙利文分析

### （四）半导体石英坩埚行业产业链分析

石英坩埚行业产业链由上游原料及辅料供应商、中游石英坩埚制造商以及下游客户三部分组成。半导体级石英坩埚行业与光伏级石英坩埚行业的产业链有部分一致，均由上游原料及辅料供应商、中游石英坩埚制造商以及下游客户三部分组成。长期以来，半导体级石英坩埚出于行业价值及技术要求较高等原因，其核心原材料、品质要求略高于光伏级石英坩埚。随着光伏硅片向长寿命、大尺寸，高耐用的方向发展，对核心原材料、品质的要求与半导体级材料逐渐趋同。

## 半导体石英坩埚行业产业链



资料来源：弗若斯特沙利文分析

半导体石英坩埚行业产业链上游的核心原材料主要为高纯度合成石英砂及高纯度天然石英砂。高纯度合成石英砂由硅醇盐制成，是高纯度石英玻璃制品的理想原材料，目前全球仅三菱化学（Mitsubishi Chemical）可提供高纯度合成石英砂原材料。高纯度天然石英砂通常为符合美国矽比科公司 IOTA-STD 等级的石英砂（总体杂质含量在 22ppm 以下、单类碱金属含量均小于 1ppm），目前全球能够供应符合 IOTA-STD 等级标准高纯度石英砂的公司较少，仅美国矽比科（前身为尤尼明公司）、挪威 TQC 以及中国太平洋石英等公司可进行生产。在高纯石英砂供应商中，工业化产量大、石英砂质量稳定、设备专业程度高、自动化程度高的公司占据明显的竞争优势，核心壁垒高阻止了新的竞争者进入。除石英砂外，产业链上游还包括石墨电极、化学药液、涂层材料、纯水及防静电包装袋供应商等。

半导体石英坩埚行业产业链中游制造商以坩埚尺寸进行区分，8 吋及 12 吋半导体硅片用石英坩埚对制造商的技术、参数、工艺及自动化程度要求高，目前全球主要 8 吋及 12 吋半导体硅片用石英坩埚（对应 24~32 吋半导体石英坩埚）市场份额集中于迈图科技（Momentive Technologies）、信越石英（Shin-Etsu Quartz）及胜高 JSQ 事业部（SUMCO JAPAN SUPER QUARTZ）。其中，迈图科技于 2022 年 6 月宣布收购 CoorsTek 公司的石英坩埚产品线。中国大陆的

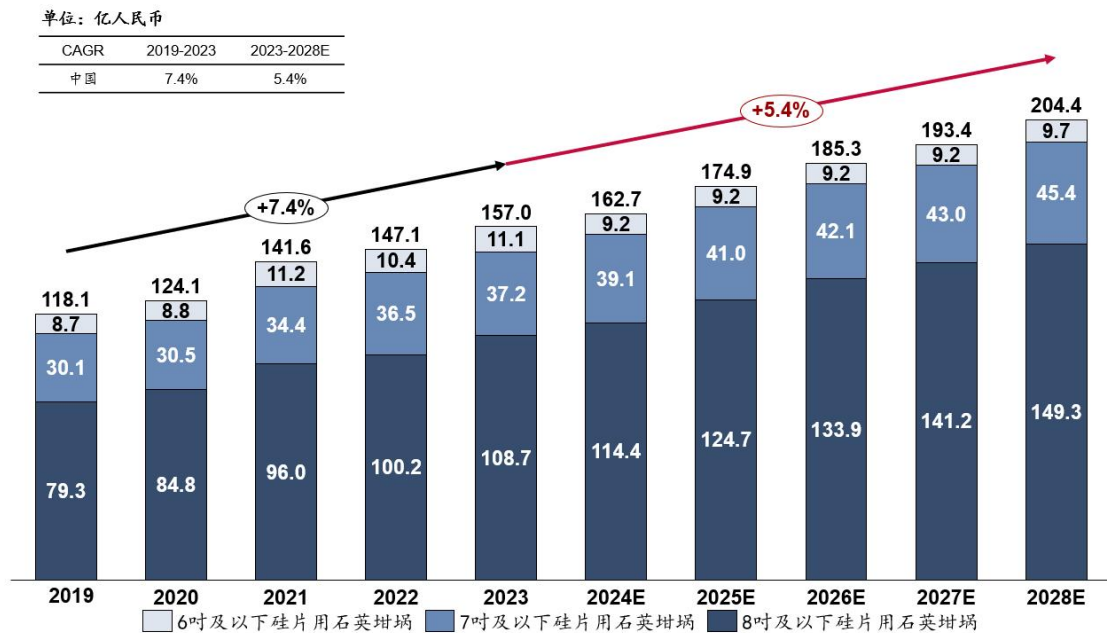
制造商以生产 14~24 吋半导体石英坩埚为主，主要的中国半导体石英坩埚制造商包括盾源聚芯、锦州佑鑫、美晶新材、江西中显及欧晶科技等。

随着半导体分立式器件、集成电路及半导体硅部件等产业的发展，中游石英坩埚制造商的制造工艺、技术逐渐出现差异化。由于不同应用场景的半导体石英在技术、工艺及参数等存在差异，中游制造商中分工逐渐明确化，技术成熟的企业开始寻求向制造集成电路用半导体石英坩埚的方向发展。在半导体石英坩埚制造商中，成品纯度高、杂质含量少、生产制造技术成熟、设备专业化程度高及自动化程度高的制造商占据了竞争优势。

半导体石英坩埚行业产业链的下游客户主要以半导体硅片厂商为主，少量半导体石英坩埚供应给半导体分立器件、半导体硅部件等行业。半导体石英坩埚在拉制高纯度单晶硅棒时起到关键性作用，高纯度的单晶硅棒在经过切削后得到半导体单晶硅片，因此半导体石英坩埚是下游硅片生产制造、晶圆加工及芯片生产不可或缺的辅助性耗材。全球知名硅片厂商包括 SUMCO、信越化学、环球晶圆、德国世创、SK Siltron、合晶科技、Okmetic；中国知名硅片厂商包括沪硅产业、中欣晶圆、金瑞泓（母公司为立昂微）、中环股份及有研半导体等。上述厂商在生产硅片过程中对半导体石英坩埚的需求巨大，其产能扩增将驱动上游半导体石英坩埚行业发展。

目前，全球半导体硅片出货面积从 2019 年的 118.1 亿平方吋增长至 2023 年的 157.0 亿平方吋，其中 12 吋硅片出货面积在 2023 年达到 108.7 亿平方吋，占全年总出货面积的 69.2%，已成为半导体硅片市场最主流的硅片尺寸。未来，大尺寸硅片需求量持续攀升将推动大尺寸半导体石英坩埚市场规模进一步增长。

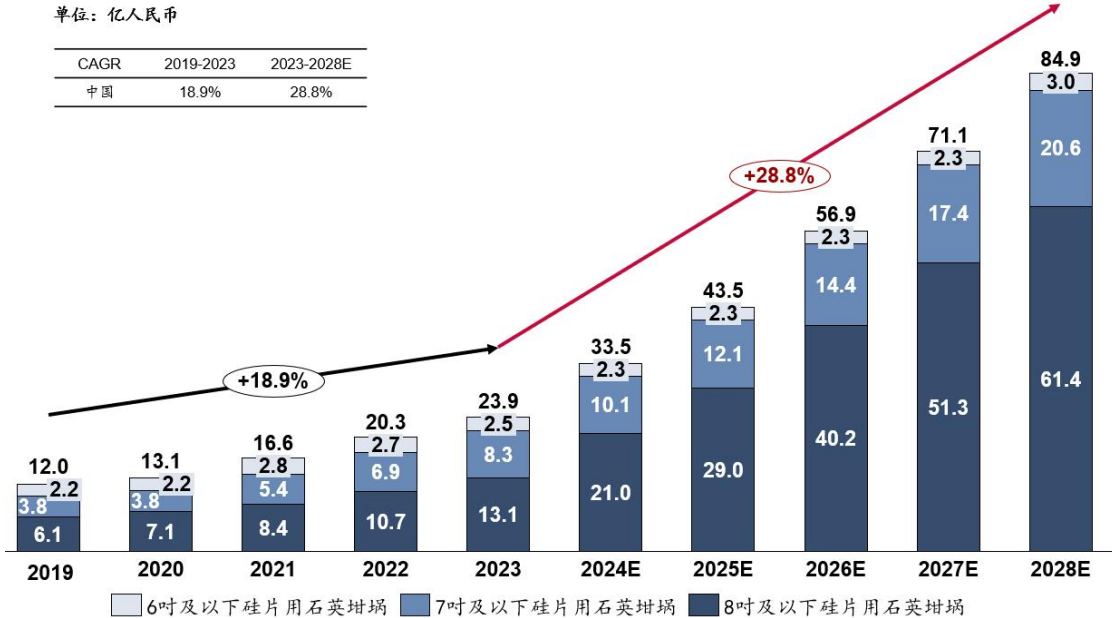
### 全球半导体硅片出货面积及预测



资料来源：SEMI，弗若斯特沙利文分析

顺应国产化替代的浪潮，中国半导体硅片出货面积从2019年的12.0亿平方吋增长至2023年的23.9亿平方吋，预计在2028年达到84.9亿平方吋，年均复合增长率达到28.8%。未来，国产化替代进程进一步推进将推动中国半导体石英坩埚市场规模进一步增长。

中国半导体硅片出货面积及预测



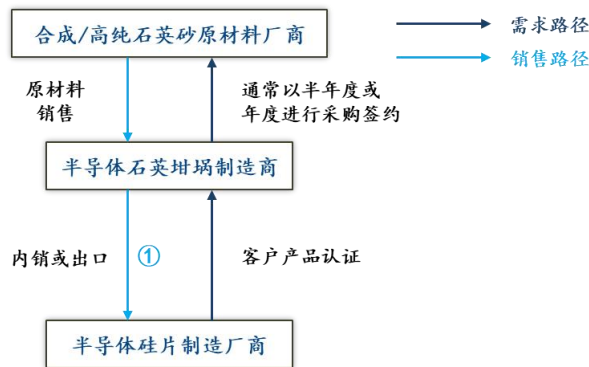
资料来源：SEMI，弗若斯特沙利文分析

### （五）半导体石英坩埚行业商业模式分析

中国半导体石英坩埚生产商向境内外的合成石英砂及高纯石英砂供应商进行原材料采购，并根据下游硅片制造厂商客户需求，以直接销售的形式向中国境内或海外客户提供定制化的半导体石英坩埚产品。

部分海外头部半导体硅片制造商专门成立进行半导体石英坩埚制造的子公司或分社（例如 SUMCO 株式会社成立了专门负责半导体石英坩埚生产的 JSQ 事业部），以达到节省成本，提升生产环节效率的目的。在满足集团内部半导体石英坩埚需求的同时，可将盈余的产能分配给境内或海外客户，为后者提供定制化石英坩埚产品。

## 半导体级石英坩埚行业商业模式



资料来源：弗若斯特沙利文分析

## （六）中国半导体石英坩埚行业竞争格局分析

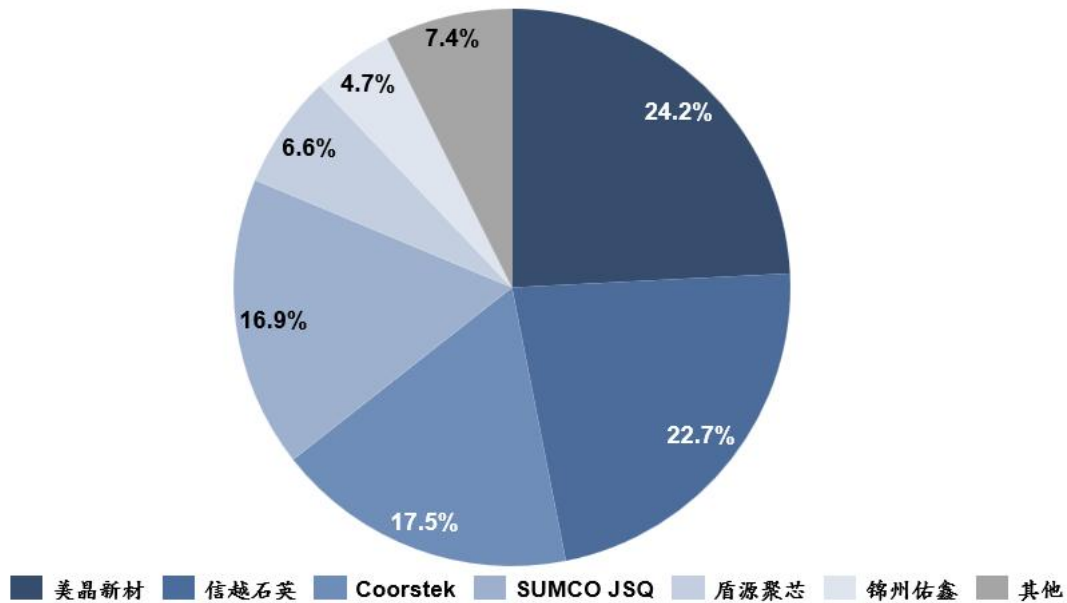
石英坩埚行业受制于下游半导体、光伏应用产品的精密度程度高、技术发展快等因素，倒逼石英坩埚行业产品升级，导致纯度、精度等要求日渐严格。中国的石英坩埚行业相较于海外跨国企业巨头而言起步较晚，只有少数规模化企业的石英坩埚技术方面达到先进水平，并能量产供应。在半导体行业，半导体硅片对石英坩埚供应商的生产技术、参数、工艺及自动化程度要求高，目前全球主要的高端半导体石英坩埚市场份额集中于海外龙头手中。在中国，原材料受海外跨国企业垄断，优质货源紧缺的背景下，国产化替代方兴未艾，头部坩埚企业同时锁定供应长单和下游主要应用大客户，占据了有利的竞争地位。

全球半导体石英坩埚市场集中度高，具有领先技术工艺优势、成本控制优势和下游硅片厂商认证优势的半导体石英坩埚供应商竞争地位稳固，占据了整体市场的绝大部分份额。随着集成电路行业的发展，8吋及12吋半导体硅片出货量持续增长，对应24吋及32吋半导体石英坩埚的需求持续增加，由于24吋及32吋半导体石英坩埚对供应商的生产技术、参数、工艺及自动化程度要求高，目前全球主要的24吋及32吋半导体石英坩埚市场份额集中于迈图科技、信越石英及SUMCOJSQ事业部。

目前中国在18吋及以下半导体石英坩埚领域国产化程度较高，已经基本实现对海外石英坩埚品牌的替代。在国产24吋及32吋半导体石英坩埚领域中，盾源聚鑫、锦州佑鑫、美晶新材及江西中显等供应商已具备成熟的24吋半导体石英坩埚的量产能力，但在32吋半导体石英坩埚领域，相比迈图科技、信越石英及SUMCOJSQ等国际龙头的产品仍有进步空间。

美晶新材具备生产32吋及以上半导体石英坩埚的能力，但产能仍有待释放；盾源聚芯具备生产8吋及12吋半导体硅片用石英坩埚的能力，78%以上产能向海外供应14吋-42吋半导体石英坩埚；锦州佑鑫、欧晶科技及江西中显等企业具备生产24吋半导体石英坩埚的能力，其32吋及以上半导体石英坩埚仍需验证；其余中国半导体石英坩埚制造商以生产18吋及以下半导体石英坩埚为主。

中国境内地区（不包含香港、澳门及台湾地区）半导体级石英坩埚竞争格局，  
2023



资料来源：弗若斯特沙利文分析（以 H1 数据进行预测）

### （七）半导体石英坩埚行业进入壁垒分析

石英坩埚行业受制于资源供给集中、资金储备需求多、生产规模要求大、工艺技术要求高、技术人才要求严格和品牌认证难等因素，因此其行业进入壁垒长期处于较高水平。

#### 1、工艺技术壁垒

半导体石英坩埚属于技术密集型行业，高精密的硅片等产品对半导体石英坩埚要求严苛，半导体石英坩埚的稳定性将直接单晶硅棒的拉制成本、质量及产量。单晶硅棒的拉晶成本高昂，为避免拉晶失败、投料报废等情况的发生，半导体石英坩埚在生产制造时须对外观缺陷（气泡、划伤、晶纹、附着物及凹凸等）、物理化学性能（杂质元素含量、抗析晶性及高温变形率等）进行严格控制。半导体石英坩埚制造商的生产技术、工艺需要与时俱进，拥有自主核心技术才能在行业内稳步发展并保持竞争优势。市场新进入的竞争者需要进行长期的测试、生产经验积累及工艺优化才能制造出高质量的半导体石英坩埚，制造工艺技术是半导体石英坩埚行业的主要壁垒之一。

#### 2、技术人才壁垒

半导体石英坩埚的生产制造对于技术人员、操作人员的素质要求较为严格。相关从业人员需要通过三级安全教育、岗位技能培训，经考核后方可上岗，除此之外还需掌握丰富的理论知识及实践经验。市场新进入的竞争者无法在较短的周期内搭建完善的人员架构、人力资源管理体系，培养出经验丰富的相关从业人员

需要花费大量经费与时间，因此高素质的专业人才成为了半导体石英坩埚行业的主要壁垒之一。

### 3、品牌认证市场壁垒

半导体石英坩埚制造商的产品质量、行业经验及产品口碑等因素是下游硅片制造商选择的重要标准。由于半导体石英坩埚直接影响单晶硅棒的拉制成本、质量及效率，硅片制造商偏好与通过认证的坩埚供应商达成长期供应合作，通常质量稳定，口碑良好的知名半导体石英坩埚供应商客户黏性较高。半导体石英坩埚行业的新进入竞争者的业务拓展开需通过下游客户的认证体系，整个认证过程或将持续 2-3 年，高昂的时间成本和客户开发难度高形成了明显的品牌认证壁垒。

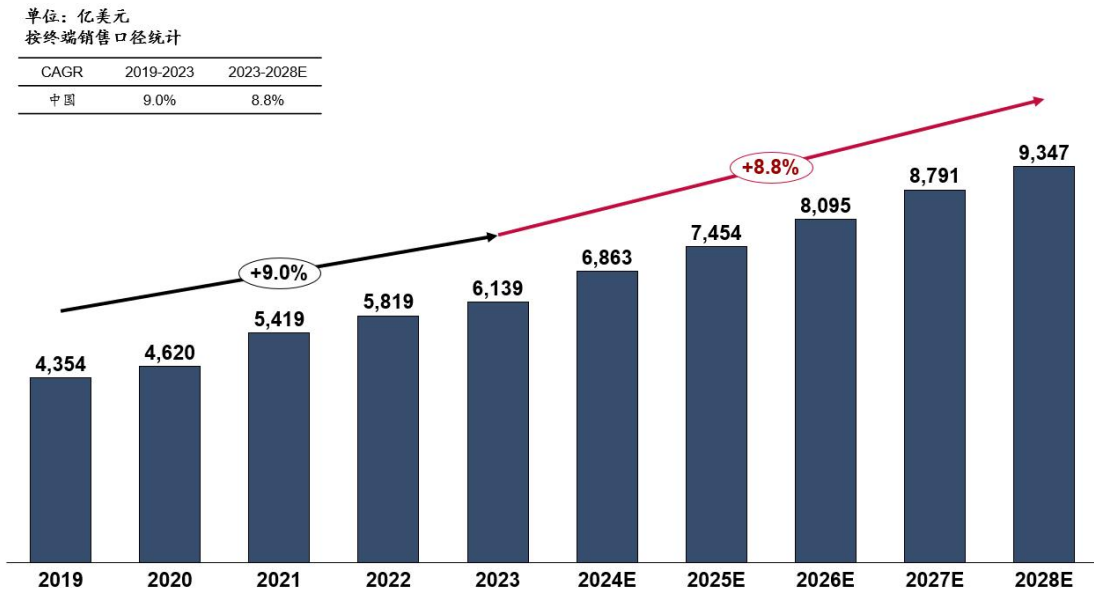
## (八) 半导体石英坩埚行业驱动因素及发展趋势分析

石英坩埚行业主要受益于下游高景气、国家政策重视与扶持、国产化替代等因素不断蓬勃发展，未来有望实现国产半导体行业原料替代崛起。

### 1、国家重视半导体行业发展，政策导向助力经济转型与产业升级

从全球范围来看，主要晶圆制造企业主要集中在中国台湾、韩国、美国等地区，包括台积电、三星、Inter、Global Foundries 等企业。2023 年，全球晶圆制造市场规模达到 6139 亿美元。未来，随着晶圆厂商产能的不断扩张，预计全球晶圆制造市场规模将继续稳定增长，至 2028 年达到 9347 亿美元，期间年复合增长率为 8.8%。

全球晶圆制造市场规模及预测



资料来源：弗若斯特沙利文分析

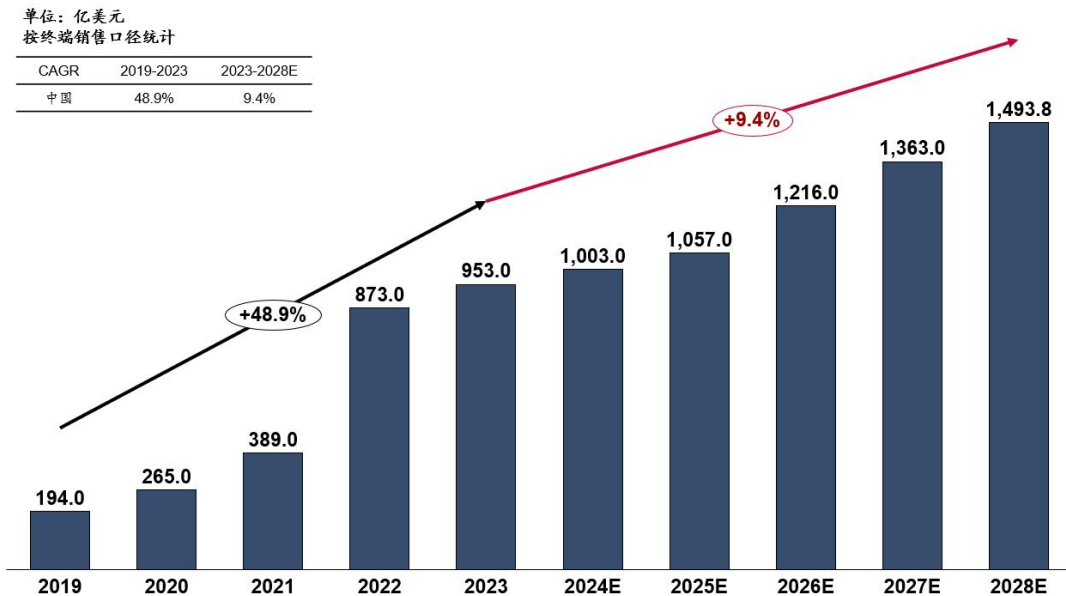
半导体产业属于知识密集型、技术密集型产业，是第四次工业革命如人工智能、工业互联网等产业发展的基石，为全球产业必争之地。中国十分重视半导体产业的发展，近年来国务院陆续颁布《中华人民共和国国民经济和社会发展第十

四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》及《“十四五”数字经济发展规划》等一系列发展规划，以带动传统产业改造和产品升级换代，增强产业创新能力和国际竞争力为目的，大力推动半导体产业发展。中国将在未来重点布局第三代半导体、移动通信技术及量子信息等新兴技术，推动信息、生物、材料、能源等领域技术融合和群体性突破。利好政策将推动半导体全产业链自上而下地整合发展，惠及处于半导体产业链上游耗材的半导体级石英坩埚产业。

## 2、晶圆厂商扩产，促进半导体级石英坩埚需求

随着半导体晶圆厂的扩产和国产芯片行业转型加速，半导体硅片的需求将持续增加，并推动上游半导体石英坩埚行业发展。芯片的制造高度依赖于高纯晶圆衬底，目前 90% 的芯片基于半导体单晶硅片制成，而半导体单晶硅片的产量依赖于半导体石英坩埚的供应。沪硅产业、中环股份、立昂微等主流硅片生产商均在进行产能扩充，沪硅产业将新增 30 万片/月 12 吋半导体硅片产能；中环股份预计在 2022 年底前新增 8 万片/月 12 吋半导体硅片产能及 13 万片/月 8 吋半导体硅片产能；立昂微将新增 10 万片/月 8 吋半导体硅片产能。晶圆厂商的产能扩增将加大对半导体石英坩埚的用量需求，从而推动中国半导体石英坩埚行业发展。

### 中国晶圆制造市场规模及预测



资料来源：SIA，弗若斯特沙利文分析

## 3、国产半导体石英坩埚厂商崛起，国产化替代正当时

在过去十年中，国产半导体石英坩埚厂商悄然崛起。盾源聚鑫、锦州佑鑫、美晶新材及江西中显等中国半导体石英坩埚供应商具备成熟的 24 吋半导体石英坩埚的量产能力，但在 32 吋半导体石英坩埚领域，相比迈图科技、信越石英、SUMCOJSQ 等国际龙头的产品仍有进步空间。随着国产企业在半导体石英坩埚生产领域（尤其是 32 吋半导体石英坩埚）的技术沉淀及工艺优化，未来将会有



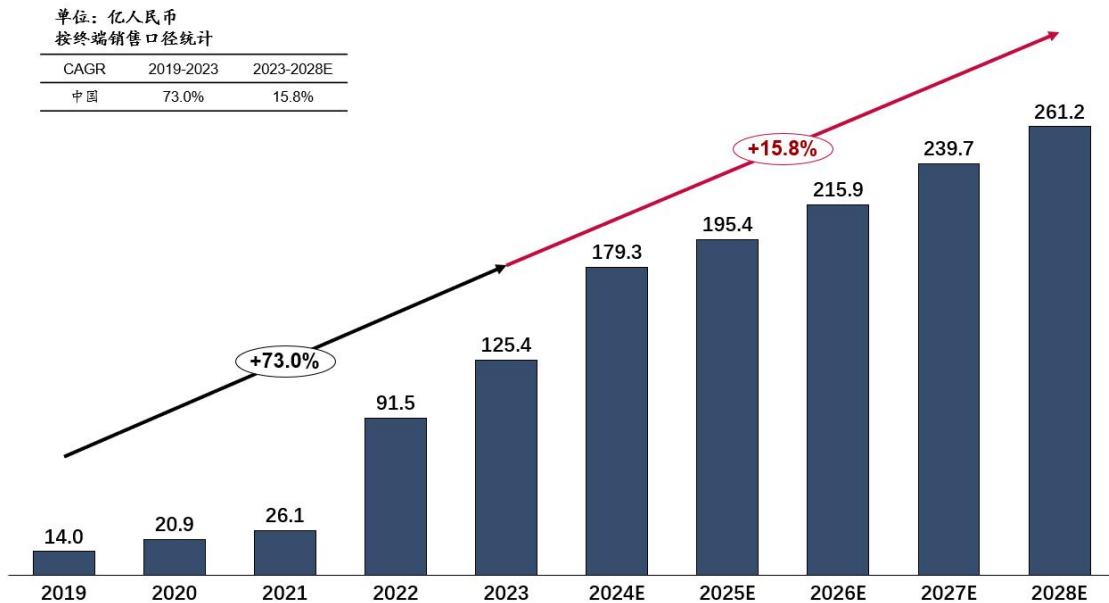
更多半导体石英坩埚企业通过全球知名硅片厂商验证。半导体石英坩埚国产化进程加速有利于减小对进口半导体厂商的依赖，并在全球进一步提升国产厂商的市场份额。

### （九）光伏级石英坩埚行业概览分析

光伏石英坩埚对硅片产量和品质有重要影响，是硅片生产中直拉法制造单晶硅片的重要耗材。石英坩埚是单晶炉内用于装放高温硅熔液的器皿，在多次加热拉晶完成后即报废，需要重新购置新的石英坩埚用于下次拉晶。

石英坩埚具有双层结构，第一层为内层与硅溶液直接接触，其品质影响最终的硅片产量和质量，对原材料纯度要求较高，通常采用进口石英砂。而第二层为外层主要用于散热，常采用国产石英砂。石英坩埚产业上游为高纯石英砂，下游应用领域广泛，以半导体和光伏为主，其中光伏市场需求增长较为迅猛。石英坩埚是装放高温状态下的硅原料的石英器件，是光伏硅片生产过程中的重要耗材，广泛用于光伏及半导体硅片生产行业。

中国光伏级石英坩埚市场规模及预测



\*注：计算口径不考虑制造不同尺寸硅片的耗材差异

资料来源：CPIA，弗若斯特沙利文分析

2019年至2023年，中国光伏级石英坩埚市场规模由14.0亿人民币增至125.4亿人民币，期间年复合增长率为73.0%。未来，随着中国光伏行业的发展，光伏硅片厂商对大尺寸石英坩埚的需求将大大增加，中国各大光伏硅片厂的扩产将带来庞大的光伏石英坩埚使用需求，从而推动中国光伏石英坩埚市场发展。预计至2028年，中国光伏级石英坩埚市场规模将扩大至261.2亿人民币。

## （十）光伏级石英坩埚产业链分析

光伏石英坩埚行业产业链上游的核心原材料亦为高纯度合成石英砂及高纯度天然石英砂。目前，光伏级核心原材料生产同样受到矿藏储量和纯度的限制。

光伏石英坩埚行业产业链中游制造商以坩埚尺寸进行区分，随着光伏下游硅片向长寿命、大尺寸，高耐用的趋势发展，中游光伏级石英坩埚制造商的制造工艺、技术也逐渐出现差异化。在光伏石英坩埚制造商中，同样是成品纯度高、杂质含量少、生产制造技术成熟、设备专业化程度高及自动化程度高的制造商占据了竞争优势。根据光伏行业规范公告企业信息和行业协会测算，2023年全国多晶硅、硅片、电池、组件产量再创新高，行业总产值超过1.75万亿元，对比2022年，全年主要光伏产品价格出现较明显下降，出口总体呈现“量增价减”态势。

光伏石英坩埚行业产业链的下游客户主要以光伏硅片厂商为主，中国大陆是当前全球最重要的单晶硅片生产地，包揽全球前十大光伏硅片生产企业。隆基股份、中环股份等主流硅片生产商均有产能扩充计划，隆基股份将在2024年规划扩产150GW；中环股份预计在2024年底产能将达到200GW。上述硅片厂商的产能扩增和光伏硅片的n型转变将加大对优质光伏石英坩埚的用量需求，其产能扩增将驱动上游光伏石英坩埚行业发展。

### 光伏级石英坩埚行业产业链

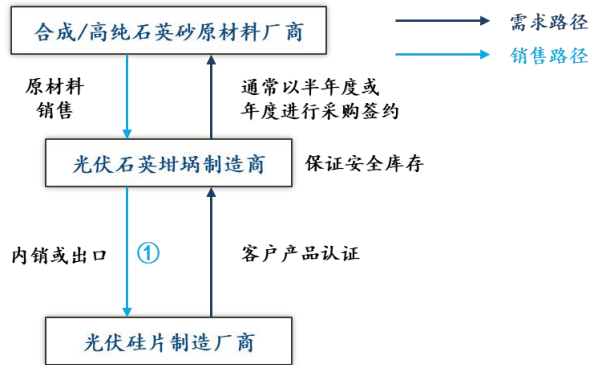


资料来源：弗若斯特沙利文分析

## （十一）光伏级石英坩埚行业商业模式分析

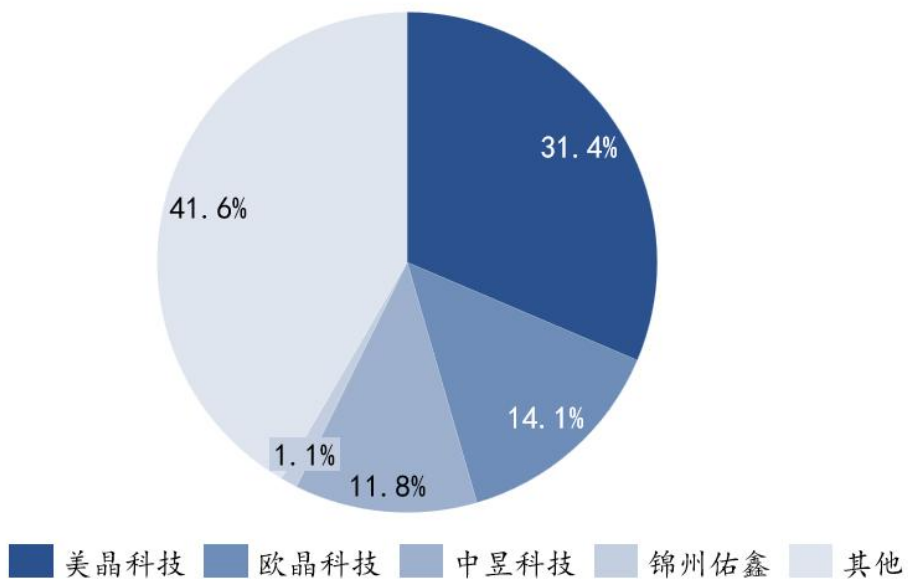
中国光伏级石英坩埚生产商采购以境内外高纯石英砂为主，同时为保证拉晶环节的稳定性和存货管理的高效性，主要以保持安全库存的生产模式为主，可根据客户提出的实际需求提供定制产品，然后以直销的方式进行内销和出口。

### 光伏级石英坩埚行业商业模式



## (十二) 光伏级石英坩埚行业竞争格局分析

### 中国光伏级石英坩埚竞争格局，2023



## (十三) 光伏级石英坩埚行业壁垒分析

### 1、资源供给壁垒

光伏石英坩埚稳定供应的必需条件是保障充足的原材料来源，而高纯度合成石英砂及高纯度天然石英砂供给紧张。目前全球仅三菱化学（Mitsubishi Chemical）可提供高纯度合成石英砂原材料，仅美国矽比科（前身为尤尼明公司）、挪威 TQC 以及中国太平洋石英等公司可进行生产高纯度石英砂。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合作关系的稳定性，并

优先选择具备充足先进产能的厂家，因此坩埚厂长期稳定规模化交付的能力成为保障砂源的关键，与此同时形成了明显的优质资源供给壁垒。

## 2、生产规模壁垒

光伏硅片目前呈现出长寿命、大尺寸、高耐用的发展趋势，而石英坩埚直接影响单晶硅棒的拉制成本、质量及效率，仅有少数头部龙头上游石英坩埚厂商能量产提供稳定性更好、寿命更长，尺寸更大的产品。因此，龙头企业与下游大客户绑定较深，市场新进入的竞争者无法在较短的周期内验证自身的产品质量、行业经验及产品口碑等，建立稳定量产的生产线需要花费大量经费与时间，因此生产规模成为了光伏石英坩埚行业的主要壁垒之一。

## 3、资金储备壁垒

光伏石英坩埚从采购研发到生产，每一个环节都需要大量资金储备以保障公司的正常运营。尤其是高纯石英砂的采购、高洁净度的生产车间和自动化的生产厂房的建设都需要占用大额启动资金。因此，市场新进入的竞争者因缺乏充足资金和受到融资渠道的限制，将面临着一定阻碍。

# （十四）光伏级石英坩埚行业发展趋势分析

## 1、国家重视节能环保，“双碳”政策掀起绿色能源变革

国务院颁布《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》及《碳达峰碳中和顶层设计》等一系列发展规划，以带动现代能源体系规划的建设，增强绿色环保和可持续发展为目的，大力推动光伏产业发展。中国将在未来重点推进电力市场化等政策导向。2023年以来，《关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》、《关于做好2022年电力中长期合同签订履约工作》、《关于加快推进电力现货市场建设工作的通知》三个重要文件的发布，对于光伏产业参与电力市场给予了相应支持，利好政策将推动光伏全产业链投资效益提高，惠及处于光伏产业链上游耗材的光伏级石英坩埚产业。

## 2、光伏产业扩产，推动光伏级石英坩埚需求腾飞

随着下游硅片企业的扩产和能源行业转型加速，光伏硅片的需求将持续增加，并推动上游光伏石英坩埚行业发展。据工信部推算，2023年中国光伏制造业（不含逆变器）产值超过1.75万亿，同比增长17.1%。中国实现多晶硅产量143万吨，同比增长66.9%，硅片产量达到622GW，同比增长67.5%，电池产量545GW，同比增长64.9%，组件产量达到499GW，同比增长69.3%。制造端和应用端规模扩大，出口量显著增长。作为当前全球最重要的单晶硅片生产地，全球前十大光伏硅片生产企业均位于中国大陆。硅片厂商的产能扩增和光伏硅片的n型转变将加大对优质光伏石英坩埚的用量需求，从而推动中国光伏石英坩埚行业发展。

## 3、国产光伏石英坩埚产品出海，跑马圈地正当时

在过去十年中，国产光伏石英坩埚产品遍布全球。盾源聚鑫、欧晶科技及江西中显等中国光伏石英坩埚供应商具备成熟的 30 吋左右光伏级石英坩埚的量产能力。随着国产企业在光伏级石英坩埚生产领域（尤其是 32 吋及以上光伏石英坩埚）的技术沉淀及工艺优化，未来将会引领全球光伏级硅片升级浪潮，并在全球进一步提升国产厂商的市场份额。

## （十五）全球及中国石英坩埚行业主要企业分析

### （1）信越石英

信越石英（Shin-EtsuQuartz）是日本信越化学工业株式会社旗下的子会社，成立于 1972 年，其提供的石英玻璃产品在半导体、液晶、光纤等多个蓬勃发展的尖端产业领域广泛应用。产品包括半导体单晶硅棒拉制用石英坩埚，光学石英玻璃、光纤合成用石英玻璃、石英玻璃制品及石英玻璃材料等。信越石英可提供 18~40 吋半导体石英坩埚，产品面向日本本土、中国大陆、中国台湾地区、新加坡、美国及英国市场。

### （2）Coorstek

Coorstek 是一家拥有 110 年历史，为航空航天、汽车、医疗、半导体等多行业提供先进陶瓷材料的企业。在半导体石英坩埚领域中，Coorstek 最大可提供 36 吋半导体级石英坩埚，产品主要面向日本，韩国、中国、欧洲及美洲市场。2022 年 6 月，MomentiveTechnologies 宣布收购 CoorsTek 公司的石英坩埚产品线，此次收购将满足客户对全尺寸半导体石英坩埚的需求。

### （3）SUMCOJSQ

SUMCOJSQ 是日本 SUMCO 株式会社旗下的 JapanSuperQuartz 事业部，前身最早成立于 1983 年，JSQ 使用最高品质的高纯度石英粉为原料，采用自身卓越的净化技术，保持高纯度石英粉的稳定供应，其半导体级石英坩埚采用双层结构制造，内层透明气泡极少，有助于提高单晶硅的提拉性能。SUMCOJSQ 主要向日本，中国及欧美国家供应半导体石英坩埚。

### （4）迈图科技

迈图公司最早成立于 1857 年，2020 年迈图科技（MomentiveTechnologies）作为独立公司从母公司中分离出来。迈图科技提供的超高纯度产品在半导体制造、光伏、照明、水处理、制药、消费电子和通信等行业有着广泛应用，在石英坩埚领域致力于提供从天然石英砂到合成石英砂等不同纯度等级的石英坩埚，产品尺寸覆盖 14~32 吋半导体石英坩埚。2022 年 6 月，MomentiveTechnologies 宣布收购 CoorsTek 公司的石英坩埚产品线，此次收购将满足客户对全尺寸半导体石英坩埚的需求。

### （5）盾源聚芯

宁夏盾源聚芯半导体科技股份有限公司前身为宁夏富乐德，宁夏富乐德 2011 年在银川设立，主要从事光伏级和半导体级石英坩埚产品的研发、生产和销售。目前盾源聚芯公司的半导体级石英坩埚已获得多家全球主流半导体硅片厂

商认证并开始批量供应。盾源聚芯可提供天然石英坩埚、合成石英坩埚以及高强度石英坩埚，产品尺寸覆盖 14~42 吋半导体石英坩埚。

(6) 锦州佑鑫

锦州佑鑫石英科技有限公司成立于 2004 年，专注于设计，生产及销售石英坩埚制品，用于制造太阳能和半导体行业所需的硅锭。锦州佑鑫目前主要向中国本土市场供应半导体石英坩埚，可批量供应 14~26 吋半导体石英坩埚，并已研制 32 吋半导体石英坩埚。

(7) 浙江美晶

浙江美晶新材料有限公司成立于 2017 年，为晶盛机电（300316）控股子公司，致力于石英坩埚产品的开发、制造和销售，石英设备、石英晶体制品的加工、销售及进出口业务。浙江美晶业务目前主要面向中国本土市场，可批量供应 16~32 吋半导体石英坩埚，并已研制 36 吋半导体石英坩埚。

(8) 欧晶科技

内蒙古欧晶科技股份有限公司成立于 2011 年 4 月，主要从事石英坩埚研发生产、石英件制造、硅材料清洗、硅片切割液在线回收处理等业务。欧晶科技可量产并向下游客户提供 14-28 吋半导体石英坩埚，32 吋半导体石英坩埚研发工作已完成，其客户公司包括中环股份及有研半导体等半导体硅片生产厂商。

(9) 江西中显

江西中显新材料科技有限公司成立于 2009 年 9 月，是一家集研发、生产、销售、服务于一体的企业，主营业务包括半导体级、太阳能级单晶硅石英坩埚，石墨舟、碳碳材料、塑料板等。江西中显目前主要向中国本土市场供应半导体石英坩埚，可批量供应 18~28 吋半导体石英坩埚。