

行业研究

矿源突破或令高纯石英行业“平权”，后续关注国产合成石英砂进展

——高纯石英砂行业研究系列之一

要点

前言：2025 年 4 月 10 日，自然资源部公告“高纯石英矿成为我国第 174 号新矿种”。高纯石英矿对半导体、光伏等高新产业不可或缺，我国高度依赖进口。近年我国在河南、新疆等地发现多处高纯石英矿。

高纯石英砂依赖进口，核心在矿源：高纯石英砂生产制备各种材料和制品主要应用于半导体（坩埚、石英砷、石英管和石英舟等）、光伏（坩埚、前端工艺器件）、及中低端的光纤和电光源领域。近年，我国高纯石英进口量约占全球进口总量的 70%：中低端产品能够自给，部分出口；高端产品仍主要依赖进口。其中，高纯石英砂 4N5 级别主要进口，而 4N8 级别以上原料矿更是基本被美国矽比科所垄断。龙头企业石英股份也只能主要依靠进口来解决原料短缺的问题。

我国矿源突破，解决卡脖子难题：高纯石英砂制备相对成熟，但需要根据不同的矿源进行适配调整优化迭代；缺乏稳定满足工业生产需要的高纯石英优质原料是 4N8 级高纯石英高端产品未能国产化的根本原因。近年，学界针对高纯石英矿成矿机理进行深度研究，并成功在我国多地发现 4N 等级及以上的优质矿源。其中河南省东秦岭地区部分矿源稳定且批量制备出 4N8 等级高纯石英砂，达到 IOTA-CG 标准，可适用于光伏用高纯石英砂的质量要求，具备符合 IOTA-4 标准以及半导体制程用高纯石英砂的应用潜力。此外河南其他地区、新疆、湖南等多地均发现 4N8 等级矿脉。

国产合成石英砂或补足最后短板：高纯石英砂的价格与其纯度正相关。人工合成石英砂的纯度最高，在半导体单晶炉坩埚内涂层、高端光学玻璃等方向可替代应用。随着半导体芯片线宽越来越窄，天然石英材料已经无法满足高端生产工艺的要求，合成石英将成为 10nm 制程以下的半导体芯片刻蚀环节中的重要部件。2023 年，有研究团队对比国产某型号合成石英砂（彼时中试未量产）、三菱石英砂（合成石英砂）及矽比科高纯石英砂，结论：某国产砂指标已达三菱的水平，并且可在半导体坩埚内层涂料、石英玻璃等场景应用。

投资建议：高纯石英砂行业迎“平权”曙光，合成石英砂或补足最后短板。

近期，我国发现多个 4N8 等级的高纯石英矿脉，石英企业矿源制约或将缓解，半导体及光伏行业的供应链安全风险有望解决。未来矿源切换，下游客户需重新验证，石英相关企业或进入“平权”阶段。头部企业具备制备经验及客户资源的先发优势，且切换国产矿源短期或可降低成本，建议关注石英股份、菲利华、凯德石英、中旗新材等。合成石英砂价格较高且有更高的技术壁垒，已有国产中试产品取得不错的验证效果，或将补足产业链最后短板，建议关注：凯盛科技等。

风险分析：矿产开发进度不及预期、长期视角竞争大概率加剧。

重点公司盈利预测与估值表

证券代码	公司名称	股价（元）	EPS（元）				PE（X）				投资评级
			23A	24E	25E	26E	23A	24E	25E	26E	
603688.SH	石英股份	43.68	13.95	0.70	1.00	1.36	3	62	44	32	-
300395.SZ	菲利华	45.91	1.03	0.76	1.32	1.75	45	60	35	26	-
835179.BJ	凯德石英	42.31	0.51	0.48	0.89	1.27	83	88	48	33	-
001212.SZ	中旗新材	55.29	0.67	-	-	-	83	-	-	-	-
600552.SH	凯盛科技	10.88	0.11	0.15	0.28	0.34	99	73	39	32	增持

资料来源：，光大证券研究所预测，股价时间为 2025-04-15 注：除凯盛科技 EPS 为光大研究所预测外，其他均为 wind 一致预测；其中凯德石英、凯盛科技 24 年 EPS 为实际值。

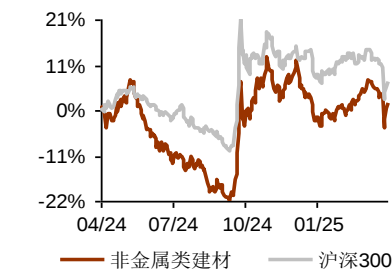
非金属类建材
买入（维持）

作者

分析师：孙伟风
执业证书编号：S0930516110003
021-52523822
sunwf@ebscn.com

联系人：鲁俊
021-52523835
lujun1@ebscn.com

行业与沪深 300 指数对比图



资料来源：

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

目 录

1、高纯石英砂的定义.....	4
2、供需格局：高纯石英砂依赖美国进口	6
2.1 需求：半导体和光伏场景较为重要	6
2.2 供给：受制于美国，半导体级及光伏坩埚内层尤甚	8
2.3 优质矿源是美国企业的优势来源	9
3、我国矿源突破，期待不再“卡脖子”	11
3.1 高纯石英砂提纯制备环节相对成熟	11
3.2 矿源卡住了我国高纯石英产业链的“脖子”	12
3.3 我国高纯石英矿源有重大突破	13
4、合成石英砂或补足最后一块短板	16
5、投资建议.....	19
6、风险分析.....	21

图目录

图 1：高纯石英产品的二氧化硅纯度分类及其矿石原料品质要求.....	4
图 2：高纯石英产品分类与矿石原料品质要求.....	5
图 3：高纯石英砂产品主要粒度范围与工业应用特点.....	5
图 4：高纯石英砂产业链.....	6
图 5：高纯石英砂用途分类.....	6
图 6：国际高纯石英制品主要产地.....	7
图 7：国际高纯石英制品主要生产企业及业务范围.....	7
图 8：中国其他含硅量 $\geq 99.99\%$ 的进出口量情况（万吨）.....	8
图 9：中国其他含硅量 $\geq 99.99\%$ 的进出口贸易额情况（亿美元）.....	8
图 10：全球主要地区（企业）高纯石英供应比例（2019）.....	9
图 11：美国矽比科 IOTA 系列高纯石英高端产品的质量指标.....	9
图 12：美国矽比科 IOTA 高纯石英系列产品（2019）的化学成分.....	10
图 13：典型石英提纯工艺流程.....	12
图 14：石英股份石英石原料采购量情况（吨）.....	13
图 15：石英股份高纯石英砂进口情况.....	13
图 16：高纯石英矿床成因类型.....	14
图 17：中国可能用作高纯石英原料矿的石英矿产地分布.....	15
图 18：白岗岩型高纯石英原料矿代表性样品分离提纯试验结果.....	15
图 19：二氧化硅纯度越高，石英原材料的价格越高.....	16
图 20：6 种石英砂粒度检测结果对比.....	17
图 21：3 种石英砂金属杂质检测结果对比（单位： $\mu\text{g/g}$ ）.....	18

表目录

表 1：高纯石英砂应用领域.....	7
表 2：高纯石英中杂质情况.....	11
表 3：杂质元素对产品质量的影响.....	11
表 4：高纯石英材料的深度提纯技术.....	12
表 5：国内高纯石英用硅质原料矿远景预测.....	14
表 6：高纯合成石英的几种制备技术.....	17
表 7：行业重点上市公司盈利预测、估值与评级.....	20

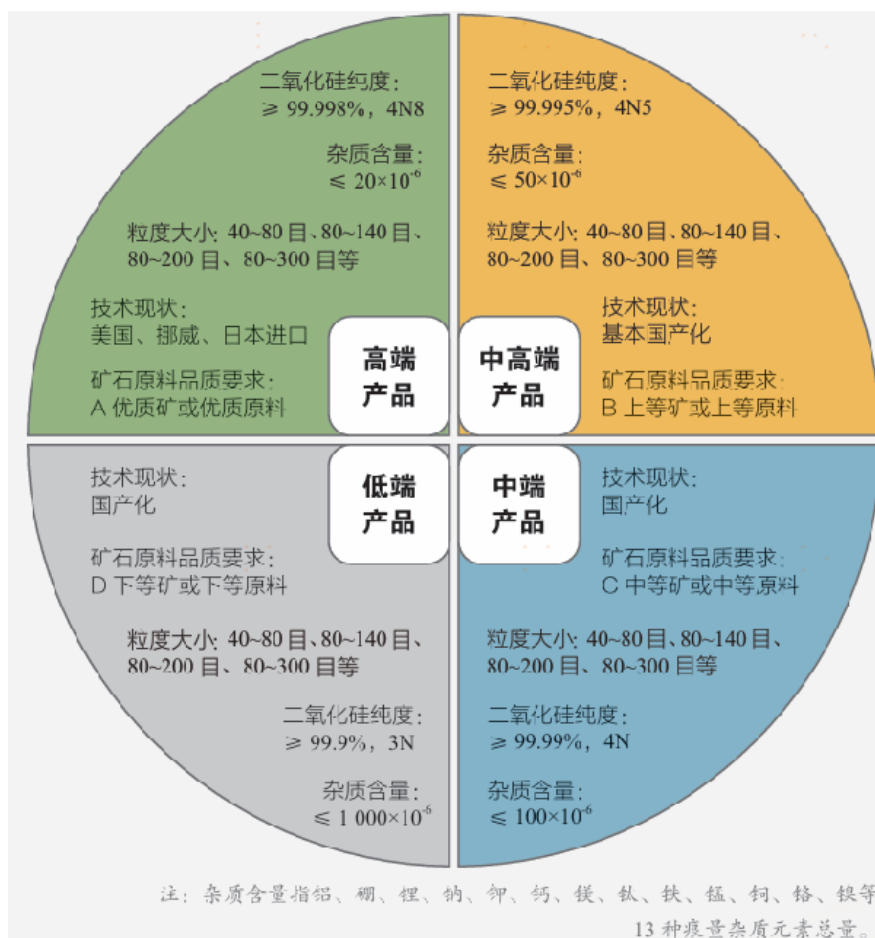
1、高纯石英砂的定义

高纯石英（砂）是一种由天然石英矿物经过物理和化学提纯技术加工而成的关键基础材料。高纯石英通常是指由天然石英矿物经过一系列物理、化学提纯技术生产的粒度集中分布在 0.10~0.45mm 的 SiO_2 纯度极高的石英砂产品。目前，关于高纯石英还没有明确的定义，通常认为高纯石英是指 SiO_2 含量 >99.995%（4N5）的石英产品，同时石英中有害元素总含量不应高于 50 $\mu\text{g/g}$ ，且对关键元素 Al、Ti、Na、K、Ca、Fe 和 P 等均有限定。

高纯石英砂的三个特征：

- 纯度特征：最显著特征是 SiO_2 纯度高。
- 粒度特征：粒度范围一般是 40~150 目，具体粒度应根据工业应用确定。采用真空气氛下电熔工艺制备石英玻璃，粒度要求 40~80 目；提拉法制备单晶硅的石英坩埚，粒度要求 80~140 目；以氢气与氧气为能源的气炼工艺制备石英玻璃，粒度要求 100~200 目。
- 物相特征：物相为晶相，即石英矿物晶体。

图 1：高纯石英产品的二氧化硅纯度分类及其矿石原料品质要求



资料来源：《纯净胜瑾瑜，贵若冠上珠——解读高纯石英》汪灵

图 2：高纯石英产品分类与矿石原料品质要求

高纯石英分类	高端产品	中高端产品	中端产品	低端产品
SiO ₂ 纯度	w(SiO ₂)≥99.998%, 4N8	w(SiO ₂)≥99.995%, 4N5	w(SiO ₂)≥99.99%, 4N	w(SiO ₂)≥99.9%, 3N
杂质含量	≤20×10 ⁻⁶	≤50×10 ⁻⁶	≤100×10 ⁻⁶	≤1000×10 ⁻⁶
粒度大小	40~80目、80~140目、100~200目、80~300目等			
技术现状	主要从美国、挪威等进口	基本国产化	国产化	国产化
矿石原料品级	A级矿 优质矿或优质原料	B级矿 上等矿或上等原料	C级矿 中等矿或中等原料	D级矿 下等矿或下等原料

资料来源：《高纯石英的概念及原料品级划分》汪灵，光大证券研究所

图 3：高纯石英砂产品主要粒度范围与工业应用特点

粒度/目	粒度/mm	工业应用	羟基含量/10 ⁻⁶
40-80	0.42~0.178	石英玻璃-真空气氛下电熔工艺	1~10
80~140	0.178~0.104	石英坩埚-提拉法制备单晶硅	
100~200	0.15~0.074	石英玻璃-以氢气与氧气为能源的气炼工艺	150~400

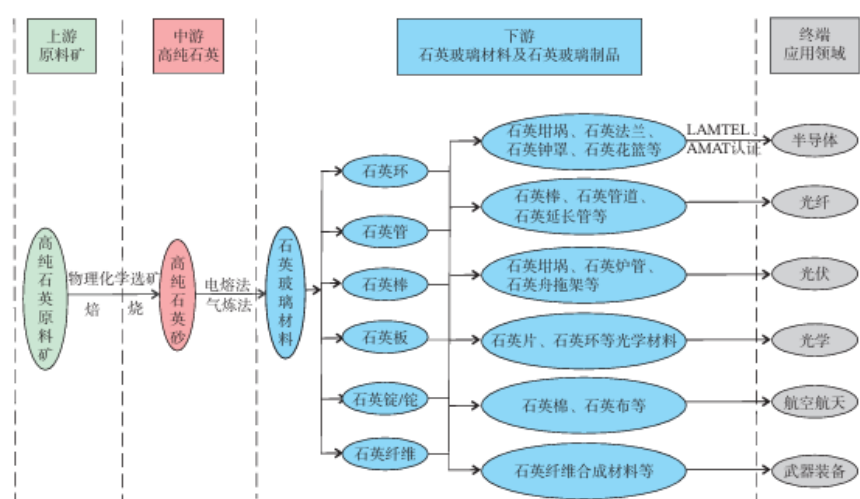
资料来源：《高纯石英的概念及原料品级划分》汪灵，光大证券研究所

2、供需格局：高纯石英砂依赖美国进口

2.1 需求：半导体和光伏场景较为重要

高纯石英砂上游主要包括高纯石英原料矿的资源开发、高纯石英砂提纯生产等领域，具体包括高纯石英原料矿调查与评价、矿产勘探，原料评价分级、矿产开发和高纯石英砂提纯生产等。**中游**产业主要包括各种高纯石英制品及材料相关产业，具体包括利用高纯石英砂生产制备各种石英材料和石英制品。**下游**产业聚集了大量高纯石英制品的应用行业，主要包括光伏、半导体、光纤、电光源、精密光学、航空航天等行业对石英材料和制品的应用。

图 4：高纯石英砂产业链



资料来源：《中国高纯石英产业链现状及发展建议》李金超等

图 5：高纯石英砂用途分类



资料来源：《纯净胜瑾瑜，贵若冠上珠——解读高纯石英》汪灵，光大证券研究所

表 1：高纯石英砂应用领域

应用领域	介绍
半导体领域	半导体用石英主要有石英坩埚、石英砂、石英管和石英舟等。据测算,每生产 1 亿美元的信息产品,平均需要消耗价值 50 万美元的石英玻璃材料。据美国电子材料研究机构 Techcet 统计,近年来全球每年 90%的超高纯石英原料均用在电子信息产业。测算 2022 年我国半导体领域高纯石英的市场规模约为 53 亿。
光纤通讯领域	在光纤通讯领域中,光纤预制棒中 95%以上的组分为高纯度的石英制品。石英制品还用于光纤预制棒和光纤拉丝等生产过程,包括 MCVD、PCVD 工艺中的头管、尾管,OVD、VAD 工艺中使用的把持棒、石英玻璃烧接管,预制棒拉丝过程使用的把手棒、把手管、石英罩杯等。测算 2022 年我国光纤领域对高纯石英的市场需求为 33 亿元。
光伏领域	光伏产业需要消耗大量的高纯石英。生产 1kg 适合制造太阳能电池的硅,需要约 15kg 高纯石英。在单晶硅的生产过程中高纯石英砂的消耗要高出单晶硅产量的 5%左右。
电光源	我国电光源以东海县为主要生产基地。不仅满足了国内用户的需要,还大量出口,已在世界上占主导地位。目前,全国共有电光源石英玻璃生产企业 40 多家,年生产能力超过 3 万 t, 占世界总量的 70%以上。

资料来源：《高纯石英的发展现状、消费及市场预测》张艳红，光大证券研究所整理

图 6：国际高纯石英制品主要产地

应用领域	主要品种	生产地
电光源	石英管	中国
光通讯	光纤外皮管	德国
	把手棒、管等辅助石英玻璃	中国
光伏	石英坩埚、拉单晶	中国、美国、德国、日本
	前端工艺石英器件	中国、日本、韩国、中国台湾
	石英基础材料(含坩埚)	美国、德国、日本
半导体	光掩膜基板	日本、美国
	前端工序制程石英器件	美国、德国、日本、韩国、中国、中国台湾
光学	红外光学	美国、德国、日本、中国
	紫外光学	德国、日本、美国

资料来源：《高纯石英的发展现状、消费及市场预测》张艳红，光大证券研究所

目前，国际上高纯石英制品生产企业主要有东曹、贺利氏、Covalent、信越、昆希等，其中半导体石英坩埚主要被贺利氏、信越、迈图等企业垄断。

图 7：国际高纯石英制品主要生产企业及业务范围

国家	公司	主要产品
美国	迈图	半导体石英管、石英棒、石英锭、光纤管、石英坩埚
	康宁	HPFS 系列产品；半导体、光学、光纤
德国	贺利氏	Fused quartz 全系列、电熔石英、光纤及其它用合成石英、半导体用石英坩埚；器件加工
	昆希	石英筒、石英管、不透石英材料；器件加工
	Covalent	石英陶瓷、T-1030 石英材料、光掩膜基板
日本	东曹	Tosoh N/NP 石英锭、不透明石英锭；器件加工；器件修复
	信越化学	合成石英；光纤预制棒、光掩膜基板
挪威	TQC	半导体、太阳能用；光学和照明工业

资料来源：《高纯石英的发展现状、消费及市场预测》张艳红，光大证券研究所

2.2 供给：受制于美国，半导体级及光伏坩埚内层尤甚

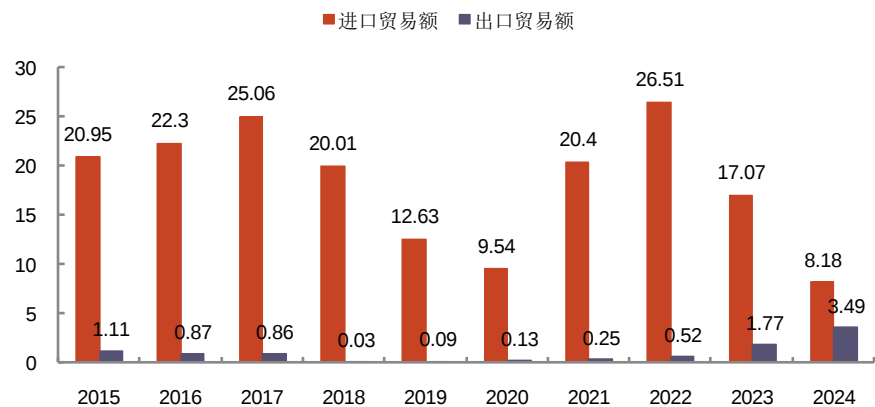
中国是高纯石英砂消费大国，也是全球第一大高纯石英砂进口国。2023 年，中国高纯石英进口量约占全球进口总量的 50%。整体而言，中低端产品能够自给，部分出口；高端产品仍主要依赖进口。目前，中国高纯石英 4N8 级别以上原料矿全部依靠进口¹。我国在高纯石英加工技术研究方面开展工作较多，但受矿石品质和高纯石英精深加工技术的限制，与国际先进水平仍有一定差距。2015-2024 年，中国从国外进口 $\geq 4N$ 高纯石英 4.0-15.9 万吨，贸易额为 8.2-26.5 亿美元；同期，中国出口 $\geq 4N$ 高纯石英 0.12-4.0 万吨，除 2021、2022 及 2024 年外均在 1 万吨以下。

图 8：中国其他含硅量 $\geq 99.99\%$ 的进出口量情况（万吨）



资料来源：《中国高纯石英产业链现状及发展建议》李金超，海关总署，光大证券研究所

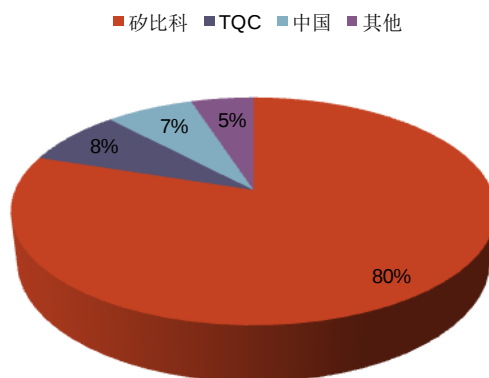
图 9：中国其他含硅量 $\geq 99.99\%$ 的进出口贸易额情况（亿美元）



资料来源：《中国高纯石英产业链现状及发展建议》李金超，海关总署，光大证券研究所

¹ 《中国高纯石英产业链现状及发展建议》李金超（《西北地质》2023 年第 5 期）。

图 10：全球主要地区（企业）高纯石英供应比例（2019）



资料来源：《高纯石英的发展现状、消费及市场预测》张艳红，光大证券研究所

2.3 优质矿源是美国企业的优势来源

美国矽比科（控股尤尼明）公司在高纯石英砂领域占据绝对优势，4N8(SiO_2 含量为 99.998%)及以上的高纯石英产品几乎被其垄断。其“IOTA”商标被世界石英玻璃制造企业公认为是最为著名的商标，其纯度被当作“国际标准纯度”，世界上其他厂家的产品皆以此标准衡量质量。

美国矽比科公司 IOTA 系列高纯石英产品主要应用于半导体级熔融石英坩埚、单晶硅生长用石英坩埚和石英照明设备等高技术领域。IOTA 标准包括杂质元素含量或 SiO_2 纯度要求。此外，根据《高纯石英的概念及原料品级划分》中的研究，若能达到该标准，则在高纯石英的各种工业应用中的气液包裹体杂质含量也必然很少。

图 11：美国矽比科 IOTA 系列高纯石英高端产品的质量指标

名称	IOTA-STD	IOTA-CG*	IOTA-4	IOTA-6	IOTA-8
Al	16.2	14	8.00	8.00	7.0
B	0.08	<0.10	0.04	0.04	0.035
Li	0.90	0.5	0.15	0.15	<0.02
Na	0.90	1.0	0.90	0.08	0.03
K	0.60	0.7	0.35	0.07	<0.04
Ca	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5
Mg	<0.05	0.04	<0.05	<0.05	<0.02
Ti*	1.1	1.2	1.4	1.4	1.3
Fe	0.23	0.3	0.3	0.15	<0.03
Mn	<0.05	0.029	<0.05	<0.05	<0.02
Cu	<0.05	0.019	<0.05	<0.05	<0.02
Cr	<0.05	0.007	<0.05	<0.05	<0.02
Ni	<0.05	0.001	<0.05	<0.05	<0.02
过渡性金属元素	0.45		0.45	0.17	<0.05
痕量元素总量	<19.66	<18.50	<10.59	<9.34	<7.755
SiO_2 纯度	>99.998	>99.998	>99.999	>99.999 1	>99.999 2

注：(1) SiO_2 单位为%，痕量元素（杂质元素）采用 ICAP（感应耦合氩气等离子）检测；(2)所有数据均为平均值，其中*根据官网资料增加的数据，其他数据引自[7]；(3)表中的过渡金属元素包括 Fe、Mn、Cu、Cr、Ni；(4)IOTA-STD（标准料）是美国尤尼明公司主打产品，IOTA-CG 是光伏坩埚行业的标准。

资料来源：《高纯石英的概念及原料品级划分》汪灵，光大证券研究所

图 12：美国矽比科 IOTA 高纯石英系列产品（2019）的化学成分

产品编号	Al	B	Li	Na	K	Ca	Mg	Ti	Fe	Mn	Cu	Cr	Ni	P	Zn	Σ	SiO ₂
IOTA-STD	14	<0.10	0.5	1	0.7	0.6	0.04	1.2	0.3	0.039	0.028	0.006	0.001	0.1	0.01	19	99.9981
IOTA-CG	14	<0.10	0.5	1	0.7	0.6	0.04	1.2	0.3	0.029	0.019	0.007	0.001	0.1	0.01	19	99.9981
IOTA-STD-SV	14	<0.10	0.5	<0.05	<0.1	0.3	0.01	1.1	0.1	0.007	0.003	0.004	0.001	0.1	0.01	16	99.9984
IOTA-4	8	<0.05	0.2	1	4	0.7	0.07	1.4	0.3	0.013	0.004	0.007	0.002	0.1	0.01	12	99.9988
IOTA-6	8	<0.05	0.2	<0.1	0.1	0.7	0.07	1.4	0.2	0.008	0.001	0.003	0.002	0.1	0.01	11	99.9989
IOTA-6-SV	8	<0.05	0.2	<0.05	<0.1	0.5	0.02	1.3	0.1	0.004	0.001	0.002	0.001	<0.05	0.01	10	99.9990
IOTA-8	8	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.4	0.01	1.3	<0.05	0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.05	0.01	10	99.9990

注：SiO₂单位为%；数据引自美国尤尼明公司官网<http://www.iotaquartz.com>。

资料来源：《高纯石英的概念及原料品级划分》汪灵，光大证券研究所

矽比科的核心优势在于其 SprucePine 伟晶岩型高纯石英原料矿。截止 2019 年，全球可加工生产 3N 级及以上高纯石英资源约 7000 万吨，主要分布在巴西（2111 万吨）、美国（1822 万吨）、加拿大（1000 万吨）等国家。其中，可以加工 4N5 级及以上质量的高端高纯石英资源量约 2000 万吨，约 90%集中在美国（1822 万吨）。矽比科的高纯石英砂原矿的花岗伟晶岩矿床，具有矿体规模大、石英中流体杂质少、矿石品质稳定等优点。据统计，矽比科的高纯石英保有资源量可满足数十年的矿山服务年限。

3、我国矿源突破，期待不再“卡脖子”

3.1 高纯石英砂提纯制备环节相对成熟

高纯石英砂制备相对成熟，但需要根据不同的矿源进行适配调整优化迭代；主要由于不同的矿源其杂质分布、包裹体等情况不同，提纯工艺会有一定差异。对于高纯石英砂企业而言，**优质且供应稳定**的矿源是其产品升级迭代的必要条件。

高纯石英加工中是允许原料中有一定量杂质存在，根据原料中杂质的类型与含量，生产加工所得的成品需要做出一定的调整。但是从整体来看，高纯石英材料中最理想的状态是无杂质，杂质比重越小，意味着高纯石英成品的质量越高。从目前研究成果来看，高纯石英材料中的杂质主要有脉石矿物类杂质、气液包裹体类杂质与类质同象类杂质。

表 2：高纯石英中杂质情况

杂质类型	说明
脉石矿物类杂质	在目前已知的石英伴生矿物中，有长石、云母、金红石、方解石、萤石以及磁铁矿和赤铁矿等含铁类矿物。
气液包裹体杂质	在石英材料的应用中，矿物中气液包裹体的存在会让原料自身的熔融性发生改变，导致原料加工过程中内部出现气泡组织，影响最终成品的性能。因此，在高纯石英材料的生产加工中需要严格控制原料中的气液包裹体杂质的总量，以确保高纯石英成品质量合规。
类质同象类杂质	石英矿物中的 Ti 与 Al 是最难去除的杂质元素。Fe ³⁺ 、Cu ²⁺ 、Ca ²⁺ 、Mn ²⁺ 等的 Me-O 键能不高，是石英中较容易脱除的杂质元素。

资料来源：《高纯石英的杂质类型及深度提纯技术研究进展》施娅颖等，光大证券研究所整理

表 3：杂质元素对产品质量的影响

杂质元素	对产品质量的影响
碱金属元素 Li、K、Na	降低石英玻璃的使用温度和机械强度，在高温下对石英玻璃的析晶起催化作用，导致石英玻璃出现失透、高温变形等现象。降低碱金属元素的含量有利于提高高纯石英坩埚的软化点，增强石英坩埚的抗变形性，提高单晶的成品率。IOTA 标准砂要求碱金属元素总和低于 2.4×10^{-6} ，用于工艺管、硅片处理、石英块、提单晶硅用的半导体坩埚所需高纯石英要求其总和 $< 1.4 \times 10^{-6}$ ，CZ 型坩埚要求其总和 $< 0.5 \times 10^{-6}$ ，而用于 12 英寸或更大尺寸硅片所需超纯石英砂要求其总和 $< 0.08 \times 10^{-6}$ 。
过渡金属元素 Cr、Cu、Fe	使石英玻璃产生色斑或引起石英玻璃的高温变色，影响光透率，降低仪器的可靠性和稳定性能，在光纤应用中，会引起微观不均匀、增加光纤损耗，甚至导致信号失真，但在半导体应用中，产品中微小含量的过渡金属元素可以促进结晶生长。
Al 和 P	进入石英晶格，会产生较强的化学键，影响石英制品的导电性，同时，增强了石英玻璃的析晶作用，降低了使用寿命。少量的 Al 不会影响到高纯石英产品的质量，IOTA 标准砂要求 Al 元素含量 $(12 \sim 18) \times 10^{-6}$ ，但光纤纤维中微量的 Al 便会降低石英玻璃的光传导。P 元素的存在会严重影响单晶硅的拉制，故高纯石英坩埚对 P 要求高，要求 P 元素含量 $< 0.04 \times 10^{-6}$ 。

资料来源：《高纯石英中杂质特征及深度化学提纯技术研究进展》张海敬等，光大证券研究所整理

高纯石英材料的深度提纯技术：酸处理技术是高纯石英材料深度提纯中应用的主要技术类型；热处理技术是为了降低高纯石英材料深度提纯对环境的影响而提出的新型处理技术。从目前的研究成果来看，在高纯石英的酸处理深度提纯技术中，有氟浸出技术仍然是主流的技术模式。

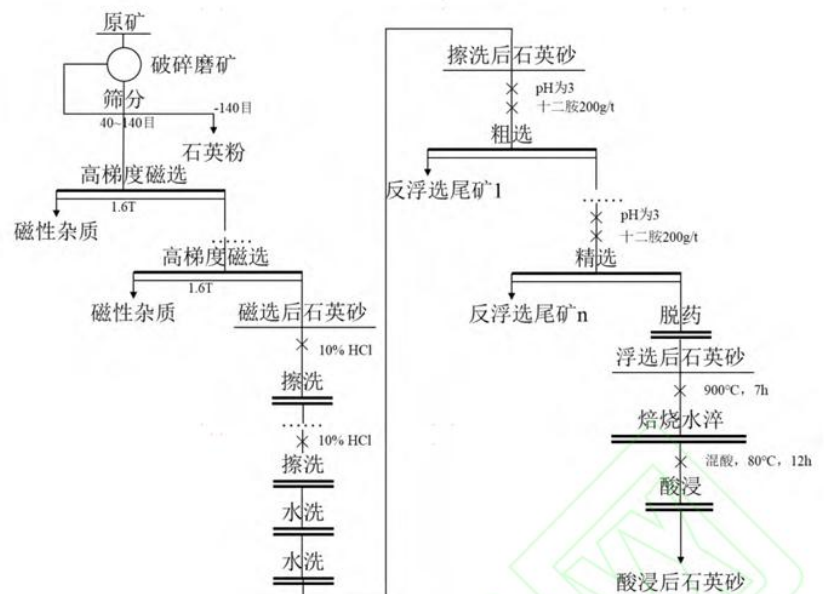
表 4：高纯石英材料的深度提纯技术

技术路径	细分	说明
酸处理技术（酸浸）	有氟浸出技术	传统酸浸常用含有氢氟酸的混合酸进行除杂。
	无氟浸出技术	草酸和乙酸作为有机环保浸出剂，对环境无毒，基本不腐蚀 SiO ₂ ，并且能有效地去除石英砂中的杂质元素。
	超声辅助浸出技术	超声波常作为辅助手段增强酸浸效果，高频振动的超声波会在液体中产生空化作用，冲击石英颗粒表面的包裹体，使其破裂进入液相，实现辅助浸出的作用。
热处理技术	直接高温爆裂法	高温焙烧法和微波加热法的原理均是通过焙烧石英使包裹体到达均一温度，并持续加热至包裹体的内部应力超出石英承受限度而爆裂，后续通常再用酸溶解这些包裹体杂质。
	氯化焙烧法	氯化焙烧是在焙烧石英时通入氯化氢气体等氯化剂，使石英杂质转化为气相或凝聚相的氯化物，从而脱离原有矿物体系，是去除石英晶格杂质的主要方法。

资料来源：《高纯石英的杂质类型及深度提纯技术研究进展》施娅颖等，《高纯石英砂提纯技术研究进展》魏娇阳等，光大证券研究所整理

高纯石英典型的提纯工艺为“破碎-筛分-磁选-擦洗-水洗-浮选-焙烧水淬-酸浸”，涉及的提纯技术可分为物理法和化学法，物理法包括破碎、水洗、擦洗、磁选和浮选等，化学法则主要为酸浸和热处理。

图 13：典型石英提纯工艺流程



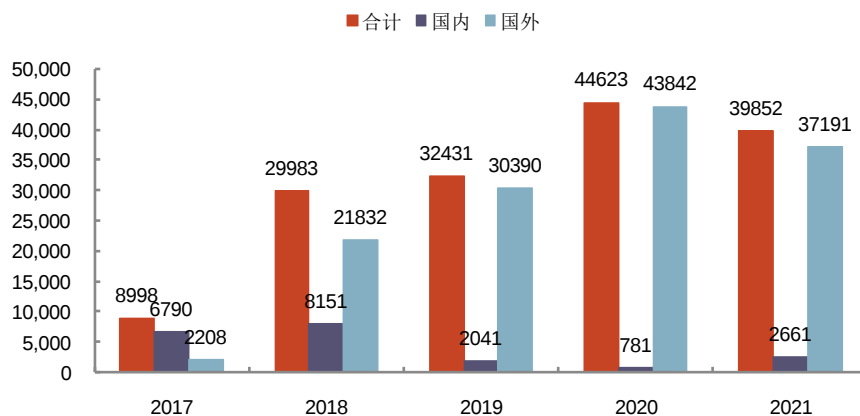
资料来源：《高纯石英砂提纯技术研究进展》魏娇阳，光大证券研究所

3.2 矿源卡住了我国高纯石英产业链的“脖子”

高纯石英砂的供给是中国高纯石英产业链“卡脖子”的瓶颈，缺乏稳定满足工业生产需要的高纯石英优质原料是 4N8 级高纯石英高端产品未能国产化的根本原因。因此，在国内寻找到能够稳定供应工业生产用的高纯石英原料，并且掌握配套的产业化提纯技术，是解决高纯石英“卡脖子”问题的关键。

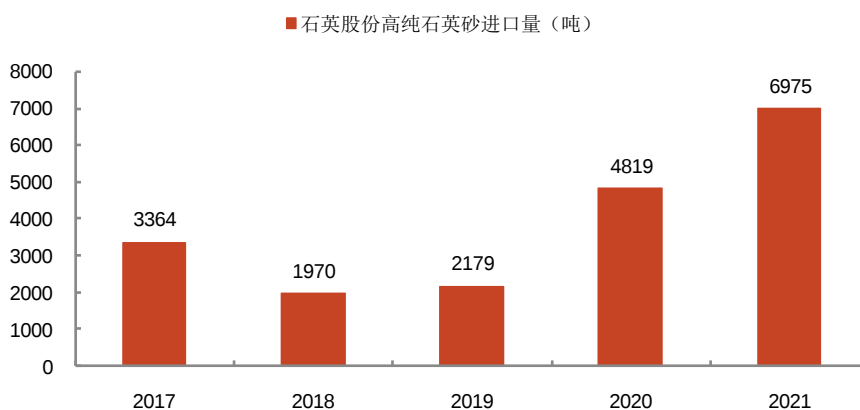
国内龙头石英股份近年来依靠进口解决原料短缺的问题，特别是 2019 年以来石英股份高纯石英原料矿 93%以上需要进口，主要为印度和巴西等国家。

图 14：石英股份石英石原料采购量情况（吨）



资料来源：《中国高纯石英产业链现状及发展建议》李金超，光大证券研究所

图 15：石英股份高纯石英砂进口情况



资料来源：《中国高纯石英产业链现状及发展建议》李金超，光大证券研究所

3.3 我国高纯石英矿源有重大突破

近年来，我国围绕海外优质石英矿源成因的思路，从矿床成矿系列角度，指出了如何在花岗伟晶岩、石英脉、水晶矿、滨海石英砂矿产出区域寻找高纯石英原料矿。目前已在河南、新疆等地发现多处高纯石英矿。

图 16：高纯石英矿床成因类型

矿床成因	成因类型	矿床实例				
		地区	规模	石英品级	时代	成矿构造
花岗岩类石英长石共结晶体	伟晶白岗岩高纯石英矿床	美国斯普鲁斯潘	特大型	Al 30、Al 20, 特产 Al 10	早古生代	阿巴拉契亚褶皱带
岩浆热液析晶型	热液脉石英型高纯石英矿床	湖北蕲春等地	小型	Al 30 为主, 少量 Al 20	燕山期(白垩纪)	华南地台及邻近活化区
	热液脉石英型高纯石英矿床 (无伴生同期金属矿化)	巴西中西带水晶	特大型	Al 30、Al 20	晚元古代	巴西滨海地盾(活化)
	金属矿床附带花岗伟晶岩型高纯水晶矿床	巴西东带水晶	中型			
变质流体析晶型	变质流体伟晶岩-脉石英型高纯石英矿床	江苏东海—赣榆水晶	小型	Al 30、Al 20	印支期(三叠纪)	大别—苏鲁超高压变质带(东海段)
固相重结晶型	石英岩型高纯石英矿床	俄罗斯东萨彦岭	大型	Al 30、Al 20	早古生代	萨彦岭褶皱带

注: Al 30、Al 20、Al 10 分别表示晶格 Al 杂质元素含量为 30×10^{-6} 、 20×10^{-6} 、 $<20 \times 10^{-6}$ 、 $<10 \times 10^{-6}$ 。

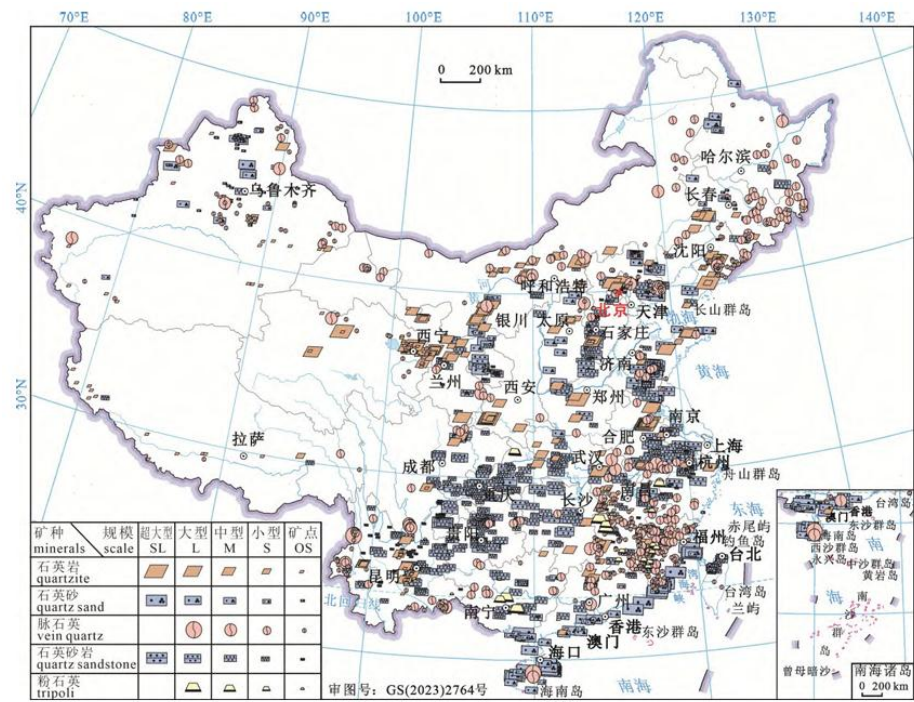
资料来源：《试论高纯石英原料矿的找矿方向》王登红等，光大证券研究所

表 5：国内高纯石英用硅质原料矿远景预测

矿床类型	具备成矿远景的矿区
脉石英型矿床	东西秦岭的丹凤—商南一带，赋存于白云质灰岩、石英砂岩和燕山早期丹江钠长岩体中的石英岩脉具有成矿远景。
	桐柏—大别造山带南段的麻田—英山一带分布有“灵虬山式”脉石英，脉体数十条，走向延伸数百米，厚度数十厘米至二十厘米，具有较大成矿远景。
	大别山东段的“白石山式”脉石英，分布在溪沸—菖蒲—田头及塘梨岩—灵山寨—团石湾一带，有两条近北东向的成矿带，前带长约 20km，宽 5km；后带长约 12km，宽约 4km，具有较大成矿远景。
	大别山西段新县卡房村一带出露一条长约 6km、宽约 40~70m 的富硅变质岩赋矿建造，区内发现石英脉数十条，原矿 SiO ₂ 含量 98.07%~99.13%，具有较大成矿远景。
	苏鲁造山带南端的东海地区，脉石英主要沿南部、北部两条成矿带分布，南部成矿带长度 25km、宽 2.2km；北部成矿带长度 41km、宽度小于 6km，具有较大成矿远景。
花岗伟晶岩型矿床	苏鲁造山带南端的临沂中北部地区，岩浆热液型、变质热液型和伟晶岩型脉石英均有发现，具有成矿远景。
	新疆阿尔泰山地区是世界闻名的花岗伟晶岩集中区，在长 413km、宽 20~60km 的变质岩带内，出露各类花岗伟晶岩脉数万条，形成十余个伟晶岩密集区，具有伟晶岩型高纯石英资源的禀赋条件。
	河南东秦岭—大别山造山带内已发现花岗伟晶岩脉近 7000 条，平均密度约为 86 条/km ² ，中大型伟晶岩脉近 400 条，脉体规模大；岩石类型和石英矿物的结构构造特征类似于 Spruce Pine 花岗伟晶岩，并且其全岩石英矿物含量(40%~45%)大于后者(25%~35%)，有望开发成为制备高纯石英砂的原材料基地。
	川滇印支褶皱带内发育有大量花岗伟晶岩脉，具有成矿远景。

资料来源：《高纯石英用硅质原料评价工作有关问题探讨》邱冬生，光大证券研究所

图 17：中国可能用作高纯石英原料矿的石英矿产地分布



资料来源：《试论高纯石英原料矿的找矿方向》王登红等，光大证券研究所

国内河南省东秦岭地区部分样品 SiO_2 纯度突破 4N8 以上级别。根据《东秦岭河南段高纯石英原料调查评价报告》，经过 600 余件的样品分析，镜下观察发现样品中石英颗粒包裹体含量少，石英颗粒净度极高，这有别于国内其他地区石英包裹体含量高的情况，有利于后期开发利用。通过对不同伟晶岩脉体样品提纯试验发现：东秦岭地区花岗伟晶岩中的石英杂质总含量整体低于 $100\mu\text{g/g}$ ，其中 40 余条花岗伟晶岩脉中石英的 SiO_2 纯度达到 4N 以上，部分样品 SiO_2 纯度突破 4N8 以上级别，并达到全球范围内高纯石英砂高端产品指标。

从河南省东秦岭地区批量制备出的 4N8 级高纯石英砂， SiO_2 纯度在 99.998% 以上，各项理化指标符合国际公认的 IOTA-CG 标准和国内 GB/T32649-2016 标准，可适用于光伏用高纯石英砂的质量要求，并具备符合 IOTA-4 标准以及半导体制程用高纯石英砂的应用潜力。此外，河南其他地区²、新疆³、湖南⁴等多地均发现可制备 4N8 等级石英矿体。

图 18：白岗岩型高纯石英原料矿代表性样品分离提纯试验结果

元素	Al	B	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Li	Mg
含量/($\times 10^{-6}$)	9.10	0.02	1.41	0.02	0.01	0.21	0.53	ND	0.10
元素	Mn	Na	Ni	P	Ti	Zn	Total	SiO_2	
含量/($\times 10^{-6}$)	0.01	0.24	ND	0.45	0.89	0.02	13.02	99.9987%	

注：样品测试在超纯矿物新材料产业技术研究院实验室完成。

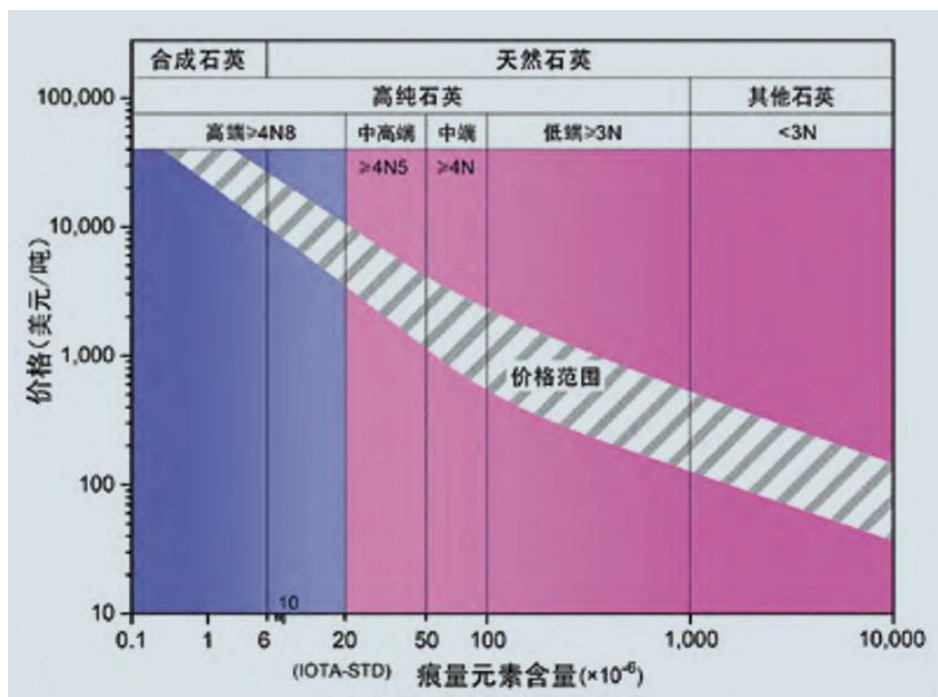
资料来源：《东秦岭白岗岩型高纯石英原料矿发现、研究与意义》王建平等，光大证券研究所

² 《河南卢氏龙泉坪伟晶岩型高纯石英矿床的首次发现及找矿意义》张海啟等。
³ 《新疆阿尔泰伟晶岩型高纯石英矿床地质特征及 4N8 级产品制备技术》张海啟等。
⁴ 《湖南仁里矿床高纯石英原料矿资源评价》陈虎等。

4、合成石英砂或补足最后一块短板

高纯石英的价格与其纯度正相关。人工合成石英砂的纯度最高，合成石英砂目前从检测参数上看，有杂质更低的优势。在天然砂纯度不满足要求的情况下，例如半导体单晶炉坩埚内涂层、高端光学玻璃应用等方向，可以考虑用合成砂进行替代。此外，半导体制程对石英制品高纯、无污染、耐高温的要求，尤其是随着半导体芯片线宽越来越窄，普通的天然石英材料已经无法满足高端生产工艺的要求，合成石英成 10nm 制程以下的半导体芯片刻蚀环节中的重要部件⁵。

图 19：二氧化硅纯度越高，石英原材料的价格越高



资料来源：《纯净胜瑾瑜，贵若冠上珠——解读高纯石英》汪灵，光大证券研究所

⁵ 《合成石英砂工艺概况及几种石英砂的检测数据对比分析》张鹏远等。

表 6：高纯合成石英的几种制备技术

制备技术	简介
气相合成法	气相合成法即火焰水解法，与气相白炭黑工艺类似，其原理是采用硅或有机硅的氯化物(如 SiCl_4 或 CH_3SiCl_3 等)原料，将其气化后与氢气、氧气混合，在高温下发生水解形成雾状的 SiO_2 ，最后通过冷却、分离、脱酸等气固分离得到产品。该法得到的产品为气相 SiO_2 ，粒径小于 100nm，外观蓬松多孔，比表面积大，化学纯度高，分散性较好。
化学沉淀法	化学沉淀法是合成石英粉体较为广泛的方法之一，目前技术已经成熟，已用于工业化生产。沉淀法生产 SiO_2 的原理：采用硅酸钠与二氧化碳或酸溶液(加盐酸、硫酸或硝酸)作为原料，在一定的合成温度和表面活性剂的作用下混合反应，得到偏硅酸沉淀，再经过滤、洗涤、干燥、煅烧工序制备出 SiO_2 。
溶胶—凝胶法	溶胶—凝胶法是以无机盐或者金属醇盐(一般为硅酸乙酯)为原料，以醇作为共溶剂，加入酸或碱溶液作为催化剂，进行水解，缩聚反应形成 SiO_2 凝胶，过滤并对凝胶中的有机溶剂进行洗涤，干燥煅烧得到 SiO_2 粉体。采用该方法制备 SiO_2 ，生产流程简单，合成条件易控制，对设备材料的要求不严格，且过程中无其他添加剂，所以制备出的 SiO_2 ，纯度较高、均匀度好、比表面积大。
四氯化硅液相水解法	四氯化硅液相水解法的原理是 SiCl_4 与纯水接触发生水解或缩聚反应，之后将反应产物经洗涤、过滤、干燥、煅烧、筛选等流程，制备 SiO_2 粉体。采用 SiCl_4 液相水解法制备高纯石英粉，由于原料中不含碳，故制备得到 SiO_2 ，粉体纯度较高、羟基含量较低。

资料来源：《高纯合成石英的制备技术和应用》李爱民等，光大证券研究所

2023 年，洛阳中硅高科技有限公司及中国恩菲工程有限公司的研究团队，对国产某型号合成石英砂、三菱石英砂（合成石英砂）及砂比科高纯石英砂进行相关测试。从纯度角度来看，国产合成石英砂已经达到并优于三菱石英砂的技术指标。不过，彼时国产合成砂尚处于小量中试，产品迭代优化及工业化量产还在推进。

图 20：6 种石英砂粒度检测结果对比

样品名称		三菱			尤尼明		合成
		PS100	PS200	PS400	U-1	U-2	C-1
粒度 / μm	D10	45.349	100.262	144.365	98.549	108.529	80.614
	D50	76.027	149.575	242.972	147.921	239.891	132.073
	D90	122.056	223.636	407.482	222.600	469.189	211.928
比表面积 / (m^2/kg)		116.7	42.00	26.72	42.59	30.47	48.79
一致性		0.315	0.253	0.336	0.258	0.463	0.305
径距		1.009	0.825	1.083	0.839	1.503	0.994

资料来源：《合成石英砂工艺概况及几种石英砂的检测数据对比分析》张鹏远等，光大证券研究所

图 21：3 种石英砂金属杂质检测结果对比（单位：μg/g）

样品名称	样品情况	合成砂	三菱	尤尼明
Al	白色粉末状固体	<0.01	<0.01	10.42
B		<0.01	<0.01	0.58
Ca		0.36	0.28	0.37
Co		<0.01	<0.01	<0.01
Cr		<0.01	<0.01	<0.01
Cu		<0.01	<0.01	<0.01
Fe		0.12	0.13	0.26
K		0.03	0.05	0.2
Li		<0.01	<0.01	0.62
Mg		0.04	0.03	0.06
Mn		<0.01	<0.01	0.02
Na		0.10	0.03	0.75
Ni		<0.01	<0.01	<0.01
P		<0.01	0.29	<0.01
Pb		<0.01	<0.01	<0.01
Ti		<0.01	0.03	4.05
Y		<0.01	<0.01	<0.01
Zr		<0.01	<0.01	<0.01
合计		0.65	0.84	17.33
纯度表示		6N3	6N1	4N8

资料来源：《合成石英砂工艺概况及几种石英砂的检测数据对比分析》张鹏远等，光大证券研究所

半导体石英坩埚内层涂料场景：拉制半导体硅单晶时，熔硅会与石英坩埚起反应作用，使石英溶入硅熔液中，同时把石英中的杂质带进硅中。同时坩埚的寿命也受到杂质影响，例如碱金属杂质含量过高会促使坩埚析晶，使坩埚失透和变形，羟基含量过高会导致坩埚鼓包等。合成石英砂纯度高于天然石英砂纯度，可用于坩埚内层接触硅液部分，有效降低单晶硅因坩埚造成的杂质引入。但同时，由于合成砂熔融和天然砂熔融所需热值和温度不同，在更换为合成砂后，需要探索合适的生产工艺。测试显示：透明层合成砂和气泡层天然砂融合良好，未出现不粘连的情况；透明层内无絮状物，但存在极个别小气泡，仍然需要改善。**可见采用合成石英砂可以制造合格石英坩埚**，具体使用寿命情况、与天然砂的配合比例等问题，需要进一步在产业链进行验证。

高纯石英玻璃场景：合成石英砂熔制成为石英锭后，通过切片、抛光等工序，最后对玻璃板进行检测，结果评定：熔制效果良好，无条纹、不熔物、颗粒不均匀或色斑，透光性优良，气泡 2 级(JC/T185-2013)。从结果来看，合成砂可以替代天然砂进行石英玻璃的熔制，在气泡方面仍有待提高。未来结合合成砂的生产成本，以及合成砂较低杂质水平的优势，可以作为部分高端玻璃产品的原料。

5、投资建议

投资建议：高纯石英砂行业迎“平权”曙光，合成石英砂或补足最后短板。近期，我国发现多个 4N8 等级的高纯石英矿脉，石英企业矿源制约或将缓解，半导体及光伏行业的供应链安全风险有望解决。未来矿源切换，下游客户需重新验证，石英相关企业或进入“平权”阶段。头部企业具备制备经验及客户资源的先发优势，建议关注**石英股份、菲利华、凯德石英、中旗新材**等。合成石英砂价格较高且有更高的技术壁垒，已有国产中试产品取得不错的验证效果，或将补足产业链最后短板，建议关注：**凯盛科技**等。

石英股份：公司在光源、光伏、光纤、光学及半导体等领域用的石英材料市场及技术位居行业前列。主导产品有高纯石英砂、石英管（棒）、大口径石英扩散管、石英筒、石英锭、石英板等多种石英器件。相关客户对公司半导体级高纯石英砂认证已完成，并有一定量的订单。

菲利华：公司主要从事高性能石英玻璃、石英纤维及复合材料的研发生产，主要服务于半导体、光通讯、光伏太阳能、高端光学及航空航天等高新技术领域。公司的半导体制程用气熔石英玻璃材料通过了日本东京电子株式会社（TEL）、泛林研发（Lam Research）、应用材料公司（AMAT）三大国际半导体原厂设备商以及日立高新技术公司的认证。石英玻璃制品通过了中微半导体设备（上海）股份有限公司与北方华创科技集团股份有限公司的认证。

凯德石英：公司产品广泛应用于半导体集成电路芯片领域、光伏太阳能行业领域及其他领域。公司是国内少数能为 8、12 英寸芯片生产线加工配套石英玻璃制品的企业之一。公司的主要产品包括石英仪器、石英管道、石英舟等石英玻璃制品。公司在中芯国际的产品认证进展顺利，已有正式订单。随着双方合作进一步深入，公司高端半导体石英制品的订单将逐步增加。

中旗新材：公司生产的高纯石英砂主要作为光伏级石英坩埚的外、中、内层原料；超纯超细硅微粉广泛应用于电子封装材料、半导体、高端涂料、精密铸造制造等高科技领域；TFT 石英粉广泛应用于薄膜晶体管液晶显示器（TFT-LCD）；石英板材砂和粉主要应用于生产石英石板材。公司高纯石英砂项目已于 2024 年第二季度陆续投产并实现销售。

凯盛科技：公司合成法制备的高纯二氧化硅主要应用于晶圆用 CMP、5G、光伏、半导体及集成电路芯片行业。公司高纯合成二氧化硅产品可以应用于电子级硅溶胶、电子封装材料、半导体器件等；以晶体原料提纯杂质方式生产的高纯石英砂，主要用于光伏/半导体用石英坩埚原材料等。公司年产 5000 吨半导体二氧化硅生产线项目已启动带料试生产，项目有机硅、副产品硅烷及电子级硅溶胶有望今年形成小批量订单。项目试产后将逐步具备电子级（晶圆级）硅溶胶、5G/半导体用低放射高纯超细球形材料、光伏/半导体用合成二氧化硅等产品生产能力。

表 7：行业重点上市公司盈利预测、估值与评级

证券 代码	公司 名称	收盘价 (元)	EPS(元)				P/E(x)				投资评级
			23A	24E	25E	26E	23A	24E	25E	26E	
603688.SH	石英股份	43.68	13.95	0.70	1.00	1.36	3	62	44	32	-
300395.SZ	菲利华	45.91	1.03	0.76	1.32	1.75	45	60	35	26	-
835179.BJ	凯德石英	42.31	0.51	0.48	0.89	1.27	83	88	48	33	-
001212.SZ	中旗新材	55.29	0.67	-	-	-	83	-	-	-	-
600552.SH	凯盛科技	10.88	0.11	0.15	0.28	0.34	99	73	39	32	增持

资料来源：，光大证券研究所预测，股价时间为 2025-04-15 注：除凯盛科技 EPS 为光大研究所预测外，其他均为 wind 一致预测；其中凯德石英、凯盛科技 24 年 EPS 为实际值。

6、风险分析

矿产开发进度不及预期

若国内河南、新疆等地高纯石英矿开发进度不及预期，本文研究结论可能受到影响。

长期视角竞争大概率加剧

高纯尤其半导体级石英砂依赖于高纯石英矿资源以及相应提纯技术。目前提纯技术相对成熟下，若国内矿源验证可用于制备半导体级高纯石英砂，则海外优质矿源竞争壁垒消弭，行业竞争可能加剧。

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。
基准指数说明：A 股市场基准为沪深 300 指数；香港市场基准为恒生指数；美国市场基准为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。	

分析、估值方法的局限性说明

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

分析师声明

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注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分都不与，不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）成立于 1996 年，是中国证监会批准的首批三家创新试点证券公司之一，也是世界 500 强企业——中国光大集团股份公司的核心金融服务平台之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中所载观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

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、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

光大证券研究所

上海

静安区新闻路 1508 号
静安国际广场 3 楼

北京

西城区武定侯街 2 号
泰康国际大厦 7 层

深圳

福田区深南大道 6011 号
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

光大证券股份有限公司关联机构

香港

中国光大证券国际有限公司
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

英国

Everbright Securities(UK) Company Limited
6th Floor, 9 Appold Street, London, United Kingdom, EC2A 2AP