

石英技术行业领先，下游放量成长加速

——石英股份(603688)公司首次覆盖报告

报告要点:

● 高纯石英技术行业领先，产销两旺迎爆发式增长

公司是业界少数具备生产高纯石英砂和半导体、光伏、光电用石英玻璃材料及其精密加工制品的全产业链企业，在国内外石英行业中均具有强大的影响力和竞争优势。根据公司业绩预告，2023年预计实现归母净利润47.5-53.3亿元，同比增加351.44%-406.56%，公司业绩在2022年高基数基础上实现快速增长。今年12月，公司拟回购股份用于实施股权激励或员工持股计划，彰显公司未来持续发展的信心。

● 掌握高纯石英砂“硬核”技术，产能扩张巩固市场地位

公司长期致力于高纯石英砂生产技术的创新和研发，2009年底实现高纯石英砂产业化，2010年大规模向下游企业销售。公司是国内首家打破国外垄断并实现量产的高纯石英砂生产企业，是世界上少数几家拥有量产高纯石英砂技术的企业之一。高纯石英砂产品品质稳定，技术达到国际先进水平，针对光伏和半导体市场发展机遇，公司加速60000吨高纯石英砂产能建设，预计2023年底建成投产，将进一步提升高纯砂的市场占有率。

● 连熔技术行业标杆，石英产品认证进展顺利

公司具备电熔石英、气熔石英、合成石英全套生产工艺，并通过对连熔生产系统技术攻关，稳步推进第八代连熔生产技术投入使用，多种新型半导体用高端石英产品走向市场。经过30年的创新发展及研究开发，公司连熔生产技术已发展成为行业标杆，相关石英产品通过TEL、Lam Research等国际半导体设备厂商认证，AMAT认证也取得阶段性进展。目前，公司6000吨电子级石英产品项目已于2022年10月建成投产，正积极推进半导体石英材料系列项目（三期）建设。

● 投资建议与盈利预测

公司深耕高纯石英砂和半导体/光伏/光电用石英玻璃材料及精加工，全产业链优势显著，产能扩建项目的落地为公司业绩爆发提供了有力支撑。随着半导体认证的顺利推进，公司电子级石英制品业务有望成为新的业绩爆发点。我们预计，公司2023-2025年归母净利润分别是52.38亿元、62.99亿元和78.85亿元，当前股价对应2023-2025年PE为5.27倍、4.38倍、3.50倍。我们考虑到下游需求旺盛和公司较强的产品壁垒，给予“增持”评级。

● 风险提示

宏观经济风险、光伏行业需求不及预期、产能扩张不及预期、应收账款风险。

附表：盈利预测

财务数据和估值	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入(百万元)	960.68	2004.17	8182.91	11178.90	14835.15
收入同比(%)	48.81	108.62	308.30	36.61	32.71
归母净利润(百万元)	280.98	1052.19	5238.36	6298.98	7884.69
归母净利润同比(%)	49.37	274.48	397.85	20.25	25.17
ROE(%)	12.89	32.23	67.88	50.63	42.77
每股收益(元)	0.78	2.91	14.50	17.44	21.82
市盈率(P/E)	98.17	26.22	5.27	4.38	3.50

资料来源：Wind, 国元证券研究所

增持|首次推荐

当前价：73.00元

基本数据

52周最高/最低价(元): 143.61 / 70.5

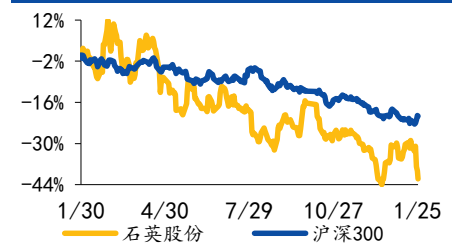
A股流通股(百万股): 361.28

A股总股本(百万股): 361.28

流通市值(百万元): 26373.23

总市值(百万元): 26373.23

过去一年股价走势



资料来源：Wind

相关研究报告

报告作者

分析师 马捷

执业证书编号 S0020522080002

电话 021-51097188

邮箱 majie@gyzq.com.cn

联系人 王鹏

电话 021-51097188

邮箱 wangpeng@gyzq.com.cn

目 录

1. 石英行业龙头企业，需求景气支撑业绩高速增长.....	5
1.1 立足高景气赛道，打通石英材料全产业链.....	5
1.2 掌握高纯石英砂“硬核”技术，产销两旺迎爆发增长.....	7
2. 光伏行业需求驱动，高纯石英砂产销两旺.....	13
2.1 高纯石英砂应用广泛，光伏需求占据高端市场.....	13
2.1.1 高纯石英坩埚是光伏单晶硅棒拉制的关键辅料.....	15
2.1.2 光伏用高纯石英砂市场需求维持高位.....	18
2.2 优质矿源+提纯工艺构建高纯石英砂行业壁垒.....	20
2.2.1 石英矿全球分布广泛，优质矿源稀缺性高.....	20
2.2.2 生产高纯石英砂是一项复杂的系统工程.....	24
2.2.3 高纯石英砂全球集中度高，呈寡头垄断格局.....	26
2.3 公司是全球少数几家掌握高纯石英砂量产技术的企业之一.....	27
2.3.1 专注提纯技术研发，国内率先实现高纯石英砂量产.....	27
2.3.2 高纯石英砂量价齐升，助力公司业绩爆发.....	28
3. 半导体周期复苏叠加国产替代，石英制品打开成长空间.....	30
3.1 石英玻璃是半导体芯片制造环节的重要耗材.....	30
3.2 半导体周期复苏叠加国产替代，高端石英需求旺盛.....	33
3.3 技术+认证双壁垒，半导体石英行业门槛高.....	34
3.3.1 技术沉淀核心驱动，客户认证加深行业壁垒.....	34
3.3.2 国外龙头占据高端产品，国内企业发展加速.....	37
3.4 公司连熔技术行业领先，扩产认证同步推进.....	38
3.4.1 连熔生产技术创新发展，始终保持行业领先.....	38
3.4.2 可转债募投扩产落地，客户认证进展顺利.....	40
4. 光电领域平稳发展，公司持续保持业务领先优势.....	42
4.1 依托传统光源优势，推动特种光源用石英份额增长.....	42
4.2 光通讯景气度持续回升，光纤用石英材料需求稳定.....	44
5. 盈利预测与估值.....	46
5.1 投资要点.....	46
5.2 盈利预测与估值.....	47
6. 风险提示.....	47

图表目录

图 1：石英股份发展历程.....	5
图 2：石英股份股权结构.....	6
图 3：公司近 5 年营收复合增速为 33.38%.....	7
图 4：公司近 5 年归母净利润复合增速为 64.89%.....	7
图 5：2018-2022 公司营收构成（按产品，亿元）.....	8
图 6：2018-2022 主营业务收入占比（按产品，%）.....	8

图 7: 2018-2022 公司毛利构成 (按产品, 亿元)	8
图 8: 2018-2022 主营业务毛利占比 (按产品, %)	8
图 9: 2018-2022 公司营收构成 (按行业, 亿元)	9
图 10: 2018-2022 主营业务收入占比 (按行业, %)	9
图 11: 2018-2022 公司毛利构成 (按行业, 亿元)	9
图 12: 2018-2022 主营业务毛利占比 (按行业, %)	9
图 13: 公司管理费用率逐年下降	10
图 14: 公司研发费用大幅增长	10
图 15: 近 5 年公司销售毛利率及销售净利率	10
图 16: 近 5 年公司分产品毛利率	11
图 17: 近 5 年公司分行业毛利率	11
图 18: 经营活动现金流波动上升 (亿元)	11
图 19: 近 5 年公司营运能力表现 (天)	11
图 20: 近 5 年流动资产占比与资产负债率	12
图 21: 近 5 年流动比率、速动比率变化情况	12
图 22: α -石英 (左) 和 β -石英 (右) 的晶体结构图	13
图 23: 高纯石英应用领域	14
图 24: 我国高纯石英消费结构	14
图 25: 光伏产业链构成	15
图 26: 光伏石英产业链主要企业	15
图 27: 石英坩埚应用于直拉硅单晶生长流程	16
图 28: 直拉单晶硅用石英坩埚	16
图 29: 石英坩埚生产工艺流程	17
图 30: 石英坩埚电弧熔制示意图	17
图 31: 2018-2023 前三季度全国光伏发电新增并网容量	18
图 32: 2018-2023 前三季度全国光伏发电累计并网容量	18
图 33: 2018-2022 全国硅片产量保持快速增长	19
图 34: 2018-2022 单晶硅片占比逐年增加	19
图 35: 全球高纯石英原料矿床分布地图	22
图 36: 高纯石英砂生产工艺流程	25
图 37: 2018-2022 公司高纯石英砂产量	28
图 38: 2018-2022 公司高纯石英砂销量及产销率	28
图 39: 2023 年高纯石英砂市场价格走势 (万元/吨)	29
图 40: 2018-2022 公司高纯石英砂销售均价 (万元/吨)	29
图 41: 2018-2022 公司高纯石英砂成本构成	29
图 42: 2016-2019H1 公司原材料采购价格 (元/吨)	29
图 43: 石英玻璃在半导体产业链中主要应用于中游芯片制造环节	31
图 44: 集成电路晶圆制造工艺流程	32
图 45: 全球半导体市场规模波动增长	33
图 46: 2022 年全球半导体市场份额 (亿美元)	33
图 47: 中国集成电路产业保持快速、平稳增长态势	34
图 48: 中国集成电路产品进出口情况	34

图 51: 石英管制造工艺流程图	35
图 52: 电熔/气熔/合成石英工艺示意图	36
图 53: 半导体用石英玻璃认证链图	36
图 54: 2018-2022 公司石英管棒产量	41
图 55: 2018-2022 公司石英管棒销量及产销率	41
图 56: 2018-2022 公司石英管棒销售均价 (万元/吨)	41
图 57: 2018-2022 公司石英管棒成本构成	41
图 58: 2018-2022 年中国公共照明用电量	42
图 59: 2013-2022 中国灯具照明装置及其零件出口金额	42
图 60: 2013-2022 中国光缆产量	45
图 61: 光纤预制棒组成示意图	45
表 1: 2022 年主要控股公司情况	6
表 2: 公司主营产品	7
表 3: 公司 2016 年实施股权激励计划情况	12
表 4: 公司近年员工持股计划情况	12
表 5: 公司近年募投项目状况	13
表 6: 高纯石英砂市场空间广阔	19
表 7: 石英矿的主要杂质类型	20
表 8: 高纯石英产品分类与矿石原料品质要求	21
表 9: 石英矿床的工业类型与特点	21
表 10: 全球高纯石英原料矿床的资源分布与开发现状	23
表 11: 尤尼明公司 IOTA 系列产品中各杂质元素含量 (ppm)	24
表 12: 高纯石英砂产业主要公司业务情况	26
表 13: 公司主要高纯石英砂产品	27
表 14: 公司高纯石英砂核心技术情况	28
表 15: 半导体石英材料系列项目 (三期) 项目情况	30
表 16: 电熔/气熔/合成石英玻璃的工艺特点和性能	30
表 17: 晶圆制造应用石英玻璃产品的工艺环节	32
表 18: 2023-2027 全球半导体用石英材料市场空间测算	34
表 19: 石英材料国内外主要企业	37
表 20: 石英制品国内外主要企业	38
表 21: 公司半导体石英管棒核心技术	39
表 22: 公司连熔技术主要授权专利	39
表 23: 公司主要半导体用石英产品	40
表 24: 公司主要光源石英管棒产品	43
表 25: 公司光源石英管棒核心技术情况	44
表 26: 公司光纤石英管棒核心技术情况	46
表 27: 公司主要光纤石英管棒产品	46

1. 石英行业龙头企业，需求景气支撑业绩高速增长

1.1 立足高景气赛道，打通石英材料全产业链

高纯石英材料是半导体、光伏、光源、光通讯、光学、航空航天等产业不可或缺的重要基础性材料，随着上述产业高速增长，我国正在成为石英材料的主要生产基地和重要的应用市场，高纯石英材料的应用技术和市场前景十分广阔。

公司主要使用天然石英矿石材料从事高纯石英砂、高纯石英管（棒、板、锭、筒）、石英坩埚及其他石英材料的研发、生产与销售，产品主要应用于光源、光伏、半导体、光纤、光学等领域。公司是业界少数具备生产高纯石英砂和半导体、光伏、光电用石英玻璃材料及其精密加工制品的全产业链企业，在国内外石英行业中均具有强大的影响力和竞争优势。

公司始建于1993年，前身是集体所有制企业平明石英，后更名为太平洋制品，1999年集体企业改制为太平洋有限，2010年完成股份制改造并启动IPO运作，2014年在上交所A股主板上市。

图 1：石英股份发展历程

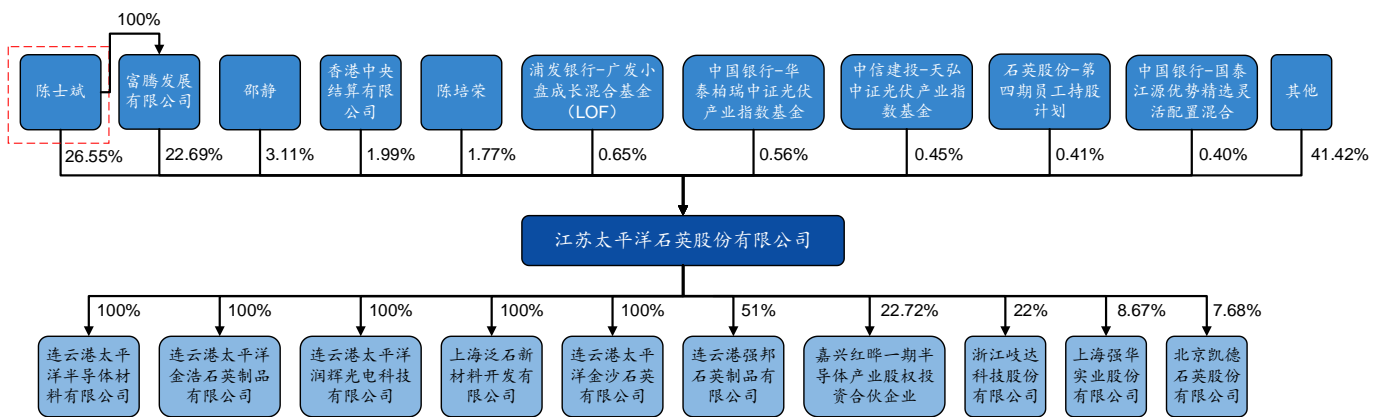


资料来源：公司官网，国元证券研究所

公司控股股东、实际控制人、董事长为陈士斌，截止 2023 年 12 月 14 日，实控人直接和间接持公司股份 49.24%。陈士斌自太平洋有限设立起至今一直担任公司董事长、总经理，高级工程师、高级经济师，曾获全国星火计划先进个人、全国优秀乡镇企业家、江苏省十大杰出青年企业家等荣誉称号。

公司目前全资子公司有 5 家，包括太平洋半导体、润辉光电、金浩石英、太平洋金沙、上海泛石，2022 年净利润分别为 2437.64 万元、450.10 万元、108.11 万元、84.19 万元、-242.29 万元。其中，太平洋半导体主营产品为半导体石英制品和新能源石英制品，润辉光电主营产品为半导体及光通讯领域用石英产品及器件，金浩石英主营天然水晶粉及其石英制品。

图 2：石英股份股权结构



资料来源：Wind，国元证券研究所（注：红色框内为实控人，股权比例截至 2023 年 12 月 14 日）

表 1：2022 年主要控股公司情况

公司名称	注册资本 (万元)	成立时间	主要业务	营业收入 (万元)	净利润 (万元)
连云港太平洋半导体材料有限公司	5000	2010 年	半导体石英制品、新能源石英制品的生产、研发、销售	19616	2438
连云港太平洋润辉光电科技有限公司	4000	2009 年	半导体及光通讯领域用石英产品及器件的生产、研发、销售	7422	450
连云港太平洋金浩石英制品有限公司	333.63	1995 年	天然水晶粉及其石英制品生产、销售	2043	108
连云港太平洋金沙石英有限公司	3000	2021 年	非金属矿物制品、电子专用材料的制造和销售	3060	84
上海泛石新材料开发有限公司	300	2020 年	新材料技术推广服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广	--	-242
连云港强邦石英制品有限公司	500	2005 年	石英砂生产、石英玻璃管材销售，自营和代理各类商品及技术的进出口业务，电子专用材料制造和销售	4898	1681

资料来源：Wind，公司公告，国元证券研究所

在光伏领域，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。公司光伏石英材料始终保持国内市场占有率前列，是主流光伏电池设备厂商的指定原材料供应商。随着石英砂 60000 吨/年项目的顺利推进，公司光伏石英材料的市场占有率将进一步提高，品牌效应、行业领导地位凸显。

在半导体领域，公司大力推动对半导体石英材料终端晶圆制造商及半导体设备商的产品认证和市场推广，不透明系列及完美石英系列新品广受市场好评，国际认证的产品型号不断增加。随着公司在半导体产业用石英材料市场份额的进一步扩大，半导体用石英材料将成为公司未来重要的增长点。

在光电领域，公司业务包括光源、光纤、光学。公司拥有光源用石英材料的成熟产业链，自主研发了石英熔炼、热处理及深加工技术，生产出的系列光源用石英材料达到国际先进水平，公司正积极推进高端光源石英材料市场份额的增长。公司为光纤预制棒及光纤拉丝工艺提供的产品包括石英延长管、石英棒、石英套管等，近年来高温烧结用炉芯管及合成石英衬管取得突破，产品得到客户的广泛认可。公司光学产品为高纯度石英材料，如石英镀膜材料、紫外合成石英材料、红外石英材料，可满足光学企业对优质光学石英制品的需求。

表 2：公司主营产品

光伏领域	半导体领域	光源领域	光纤领域	光学领域
太阳能级石英管/棒/锭 太阳能级高纯石英砂 太阳能级器件	半导体级石英管/棒/筒/锭/板 合成石英管/棒 不透明石英材料 半导体级高纯石英砂	特种光源用石英管/棒 汽车灯光源用石英管/棒 红外光源用石英管	光纤级石英管/棒 光纤级套管 光纤级炉芯管	紫外光学用合成石英材料 标准光学用石英材料 红外光学用石英材料

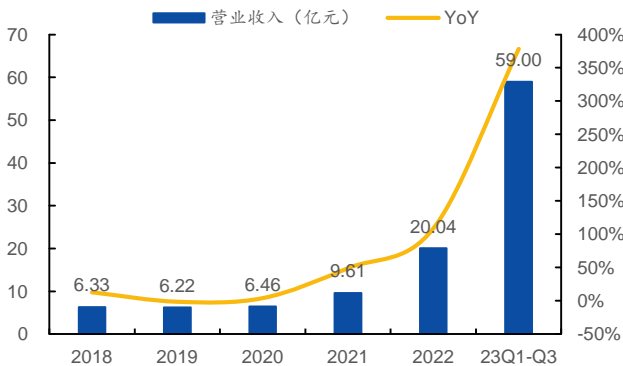
资料来源：公司官网，国元证券研究所

1.2 掌握高纯石英砂“硬核”技术，产销两旺迎爆发增长

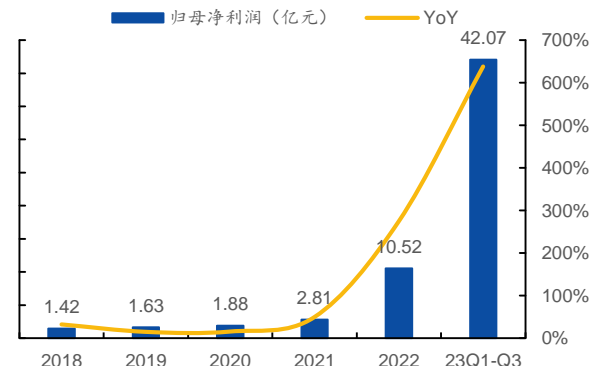
公司业绩近年保持快速增长势头，自 2018 年至 2022 年营业收入年均复合增长率 33.38%，归母净利润年均复合增长率 64.89%。

图 3：公司近 5 年营收复合增速为 33.38%

图 4：公司近 5 年归母净利润复合增速为 64.89%



资料来源：Wind，国元证券研究所

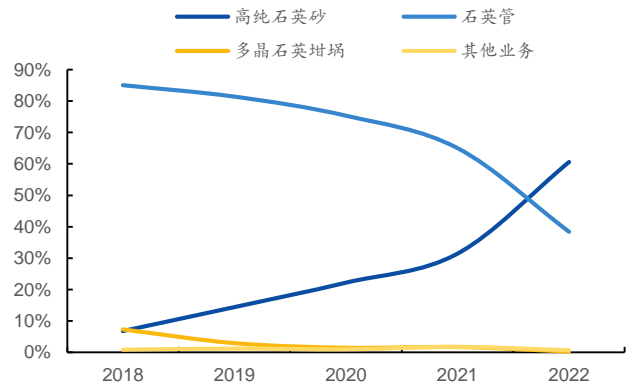
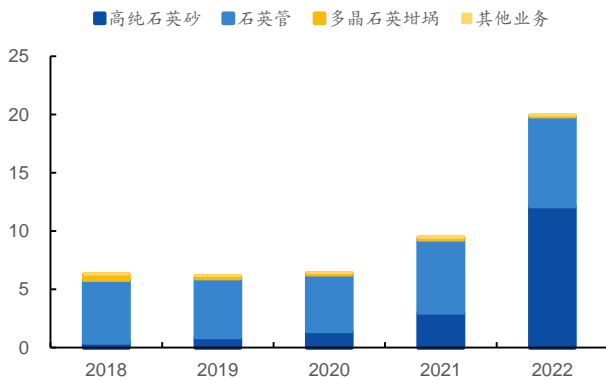


资料来源：Wind，国元证券研究所

2022 年，公司总体营收 20.04 亿元，同比增长 108.62%，实现归母净利润 10.52 亿元，同比增长 274.48%。根据公司业绩预告，2023 年预计实现归母净利润 47.5-53.3 亿元，同比增加 351.44%-406.56%，公司业绩在 2022 年高基数基础上实现快速增长。

图 5：2018-2022 公司营收构成（按产品，亿元）

图 6：2018-2022 主营业务收入占比（按产品，%）



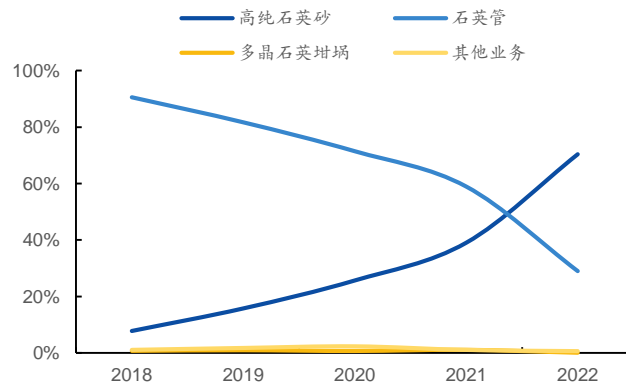
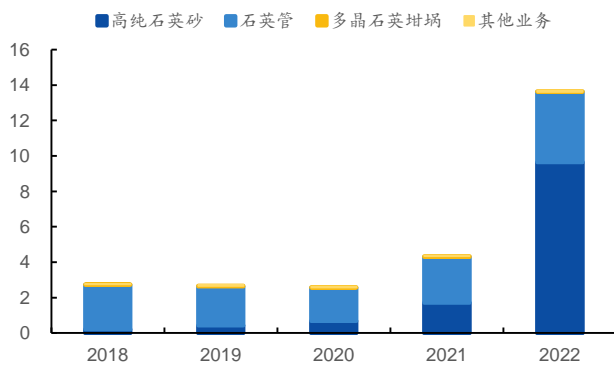
资料来源：Wind，国元证券研究所

资料来源：Wind，国元证券研究所

按照产品口径划分，石英管和高纯石英砂是公司主要收入来源，近 4 年两项营收合计占比均超过 95%。其中，石英管营收由 2018 年的 5.39 亿元增至 2022 年的 7.70 亿元，期间复合增速高达 9.34%，高纯石英砂营收由 2018 年的 0.43 亿元增至 2022 年的 12.15 亿元，期间复合增速为 130.73%，截至 2022 年底，高纯石英砂收入占比达到 60.60%，石英管占比 38.44%。

图 7：2018-2022 公司毛利构成（按产品，亿元）

图 8：2018-2022 主营业务毛利占比（按产品，%）

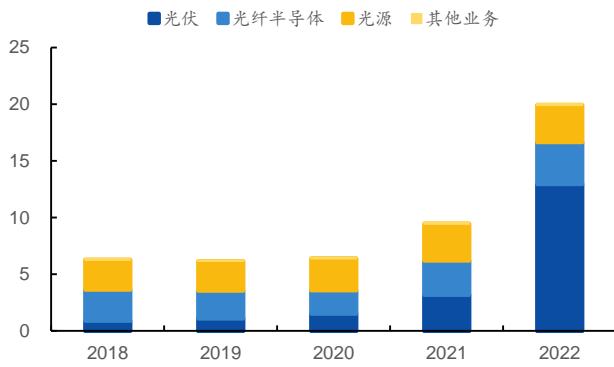


资料来源：Wind，国元证券研究所

资料来源：Wind，国元证券研究所

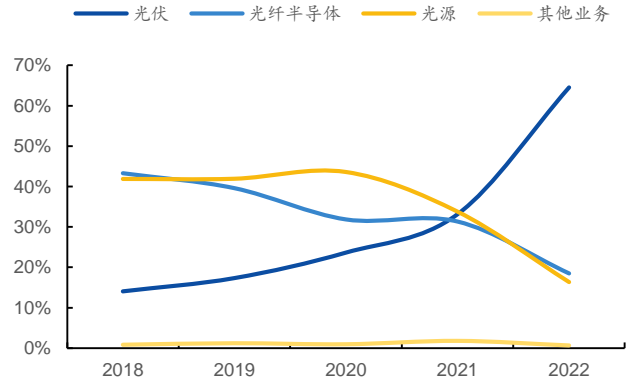
毛利方面，2018~2022 年高纯石英砂毛利占比由 7.74% 上升至 70.43%，石英管毛利占比由 90.54% 降至 28.94%，一方面由于光伏和半导体下游需求旺盛，驱动高纯石英砂业绩爆发式增长，另一方面高纯石英砂毛利率近五年始终维持高位，2022 年毛利率为 79.46%。

图 9：2018-2022 公司营收构成（按行业，亿元）



资料来源：Wind，国元证券研究所

图 10：2018-2022 主营业务收入占比（按行业，%）

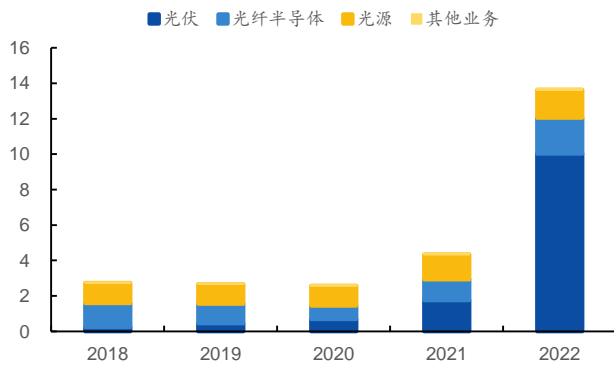


资料来源：Wind，国元证券研究所

按照下游行业口径划分，公司营收主要分布在光伏、光源和光纤半导体领域。2018-2022 年，光源和光纤半导体营收整体呈增长态势，期间复合增速分别为 5.44%和 7.83%；受下游需求驱动，光伏营收增长迅速，由 2018 年的 0.89 亿元增至 2022 年的 12.93 亿元，期间复合增速高达 95.14%，2022 年营收占比 64.54%。

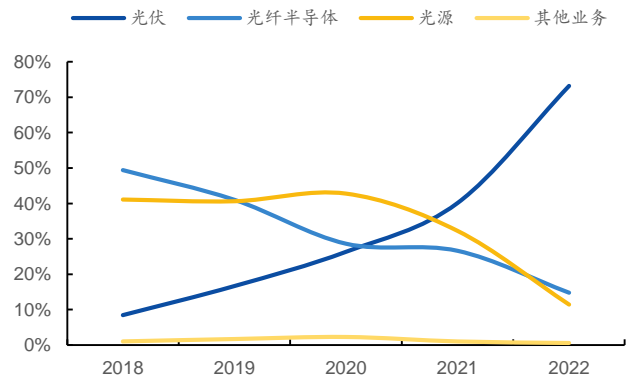
毛利方面，2018~2022 年光源、光纤半导体和光伏复合增速分别为 8.30%、10.36%、155.97%，2022 年毛利占比分别为 11.42%、14.83%、73.16%。

图 11：2018-2022 公司毛利构成（按行业，亿元）



资料来源：Wind，国元证券研究所

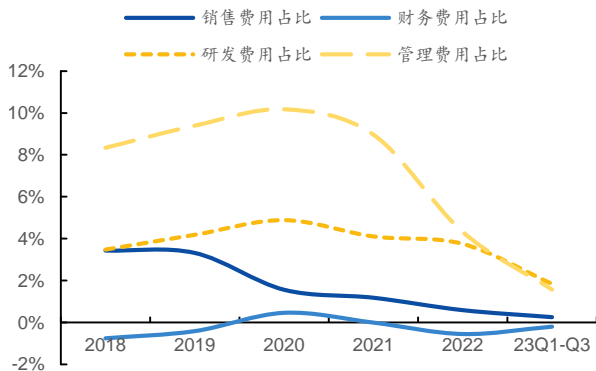
图 12：2018-2022 主营业务毛利占比（按行业，%）



资料来源：Wind，国元证券研究所

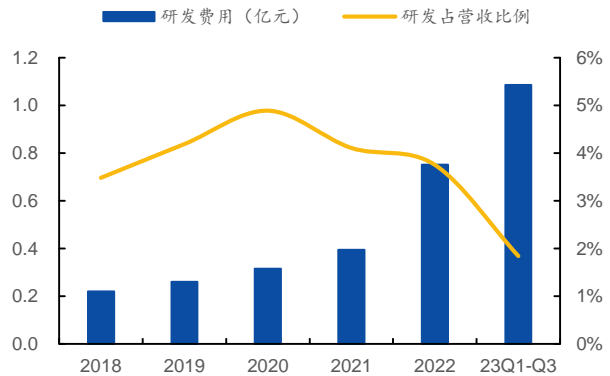
公司期间费用率总体呈下降趋势。具体来看，销售费用率近 5 年连续下降，2022 年为 0.59%，管理费用率 2020 年以来下降显著，由 10.18%持续降至 2022 年的 4.33%，体现了公司较强的费用管控能力。研发投入在 2018-2021 年保持稳定增长，2022 年在保持高收入的同时进一步加大了研发投入，研发费用达到 0.75 亿元，同比增长 90.63%，研发费用率为 3.75%；2023 前三季度研发费用 1.08 亿元，同比增长 159.64%，研发费用大幅增长，为公司长期发展注入动力。

图 13: 公司管理费用率逐年下降



资料来源: Wind, 国元证券研究所

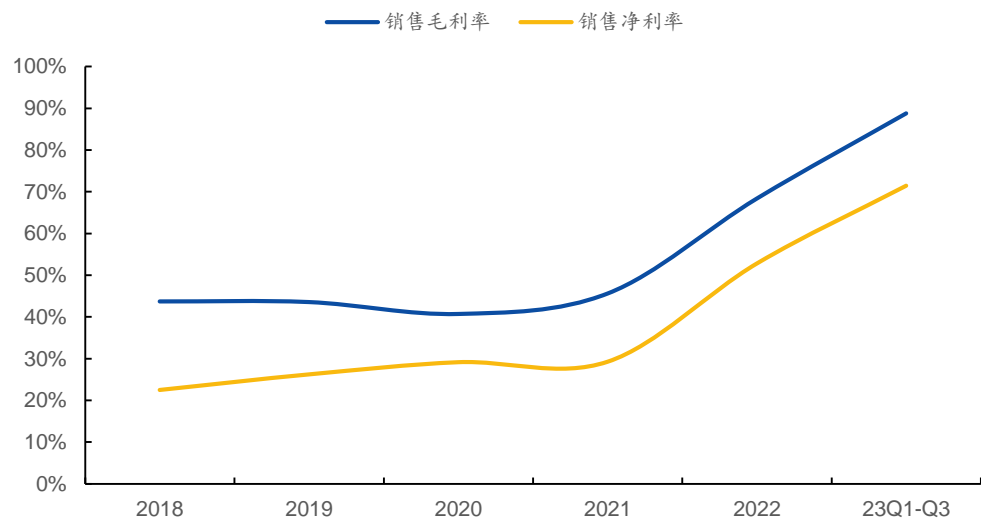
图 14: 公司研发费用大幅增长



资料来源: Wind, 国元证券研究所

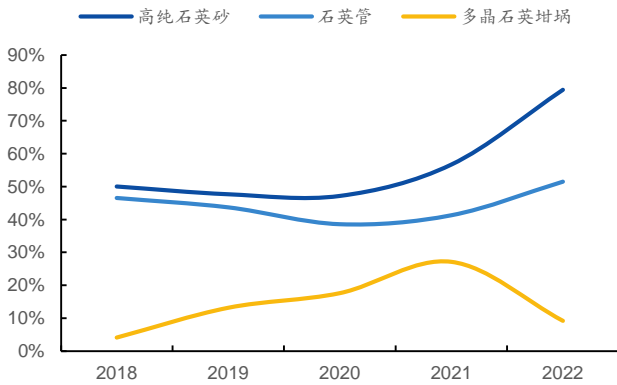
从盈利端来看, 2019-2021 年公司销售毛利率保持在 40~45%, 净利率保持在 25~30%; 2022 年受益于高纯石英砂收入激增, 公司销售毛利率达到 68.37%, 销售净利率为 52.81%。按照产品划分, 高纯石英砂近 3 年毛利率分别为 47.14%、56.69%、79.46%, 石英管分别为 38.60%、41.31%、51.47%, 多晶石英坩分别为 17.64%、27.17%、9.22%。按照行业划分, 光源和光纤半导体近 3 年毛利率不断提高, 2022 年分别为 47.79%和 54.88%; 光伏近 3 年毛利率提升明显, 分别为 45.27%、55.14%、77.50%。

图 15: 近 5 年公司销售毛利率及销售净利率



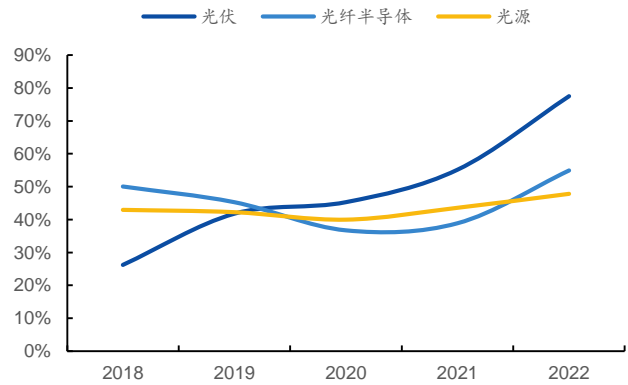
资料来源: Wind, 国元证券研究所

图 16: 近 5 年公司分产品毛利率



资料来源: Wind, 国元证券研究所

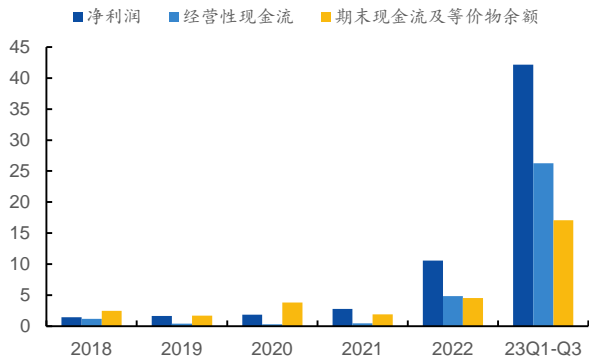
图 17: 近 5 年公司分行业毛利率



资料来源: Wind, 国元证券研究所

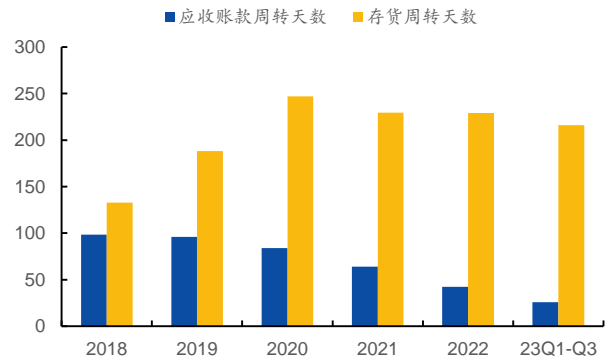
公司经营活动现金流净额呈现出波动上升趋势。2022 年经营活动现金流净额高达 4.85 亿元, 同比+998.48%, 主要系公司销售规模增长, 回款增加。公司 2020 年以来应收账款周转天数和存货周转天数逐年下降, 反映公司应收账款和存货的管理效率不断提高。公司流动资产占比保持在 60%左右, 近 3 年资产负债率在 10%左右。公司近 5 年流动比率 6.0 以上, 速动比率 4.5 以上, 均保持在较高水平, 流动性较好, 短期偿债风险较低。

图 18: 经营活动现金流波动上升 (亿元)

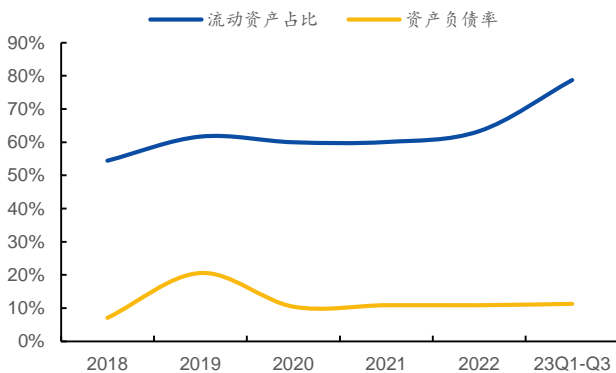


资料来源: Wind, 国元证券研究所

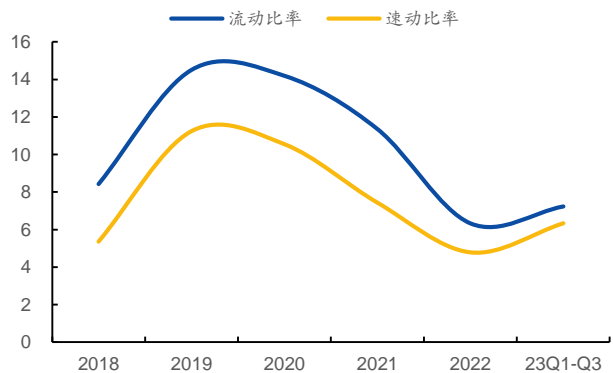
图 19: 近 5 年公司营运能力表现 (天)



资料来源: Wind, 国元证券研究所

图 20：近 5 年流动资产占比与资产负债率


资料来源：Wind，国元证券研究所

图 21：近 5 年流动比率、速动比率变化情况


资料来源：Wind，国元证券研究所

公司 2016 年实施股权激励计划，分 3 个解锁期，归属比例分别为 40%、30%、30%，业绩考核目标以 2015 年净利润为基数，2016-2018 年净利润增长率不低于 8%、20%、50%。此外，公司于 2018 年、2020 年、2021 年、2023 年推出 4 期员工持股计划，持有股数分别为 182.11 万股、346.70 万股、151.57 万股、149.16 万股，人员范围包公司及下属子公司的董事、监事、高管、中层、核心技术、业务骨干等。

回购股份彰显公司未来持续发展的信心。2023 年 12 月 15 日，公司拟通过集中竞价交易方式回购公司股份，用于实施股权激励或员工持股计划，回购资金总额不低于 1 亿元，不超过 2 亿元，回购价格不超过 130 元/股。回购股份彰显公司未来持续发展的信心，同时有效地将股东利益、公司利益和员工个人利益紧密结合在一起，促进公司长远、稳定、持续发展。

表 3：公司 2016 年实施股权激励计划情况

年份	解锁期	业绩考核目标	份额	价格	摊销费用
2016 年股权激励计划	分 3 个解锁期，归属比例分别为 40%、30%、30%	以 2015 年净利润为基数，2016-2018 年净利润增长率不低于 8%、20%、50%	109.2 万股	8.75 元/股	955.50 万元

资料来源：公司公告，国元证券研究所

表 4：公司近年员工持股计划情况

年份	持股人数	股数 (万股)	每股价格 (元)	筹集资金总额 (万元)
2023	总人数 493 人，包括公司董事、监事、高级管理人员共 9 人	149.16	122.18	18225.18
2021	总人数 126 人，包括公司董事、监事、高级管理人员共 9 人	151.57	59.37	8998.20
2020	总人数 64 人，包括公司董事、监事、高级管理人员共 9 人	346.70	19.00	6587.21
2018	总人数 118 人，包括公司董事、监事、高级管理人员共 9 人	182.11	13.76	2505.09

资料来源：公司公告，国元证券研究所

下游光纤半导体行业发展迅速，募投助力公司产能扩张。为进一步增强光纤半导体行业对公司发展的驱动作用，加快产品高端化、高附加值的升级转型步伐，2019 年

公开发行人可转债 3.6 亿元建设电子级石英生产线，主要生产光纤领域的光纤套管、把持棒、石英钟罩，半导体领域的石英扩散管、石英法兰、石英舟、石英环和石英片等产品。募投项目已于 2022 年 10 月全部竣工投入生产，电子级石英产品的产量扩大，公司盈利能力进一步提升。

接下来，公司拟投资 32 亿元建设半导体石英材料系列项目（三期），形成年产 6 万吨高纯石英砂、15 万吨半导体级高纯石英砂及 5800 吨半导体石英制品的生产能力。公司原计划向不特定对象发行可转债 15 亿元，后综合考虑资本市场环境的变化，结合公司实际情况、发展规划等因素，计划调整融资方式，终止发行可转债。

表 5：公司近年募投项目状况

年份	投资项目	投资金额	项目内容	预期效益	回报期/建设期
2019 年公开发行人可转债 3.6 亿元	年产 6000 吨电子级石英产品项目	总投资 5.84 亿元，其中募投 3.6 亿元	建设电子级石英生产线，主要生产光纤领域的光纤套管、把持棒、石英钟罩，半导体领域的石英扩散管、石英法兰、石英舟、石英环和石英片等产品，建成国内年产量最大的电子级石英管、石英棒生产基地。	达产后预计年均销售收入为 6.46 亿元，财务内部收益率（税后）为 22.35%	投资回报期 5.11 年（含建设期 3 年）
2023 年向不特定对象发行可转债 15 亿元（现已终止发行可转债，计划调整融资方式）	半导体石英材料系列项目（三期）	总投资 32.1 亿元，其中募投 15 亿元	新建厂房及配套公共工程，购置设备等，形成年产 6 万吨高纯石英砂、15 万吨半导体级高纯石英砂及 5800 吨半导体石英制品的生产能力。	项目内部收益率为 32.07%（税后）	投资回报期 5.01 年（含建设期 3 年）

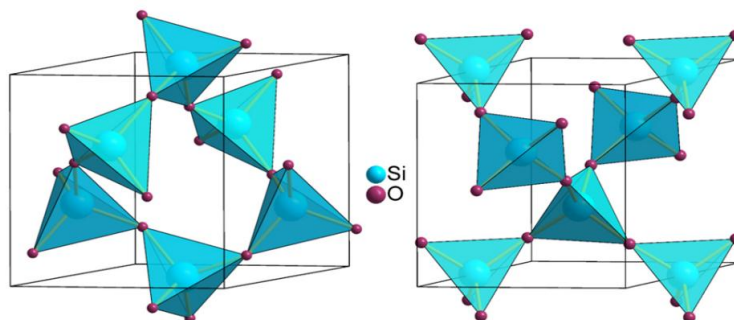
资料来源：公司公告，国元证券研究所

2. 光伏行业需求驱动，高纯石英砂产销两旺

2.1 高纯石英砂应用广泛，光伏需求占据高端市场

石英是一种硬度大且化学性质稳定的硅酸盐矿物，主要组成是 SiO_2 ，纯净的石英无色透明，但常因含有杂质而呈不透明或半透明状。石英是地球上含量最丰富的非金属矿物之一，包括低温石英（ α -石英）和高温石英（ β -石英），在自然界中石英晶体通常会和其他矿物晶体混合在一起，一般所说的石英指的是低温石英，其往往以粒状、块状和晶簇状聚集在一起。

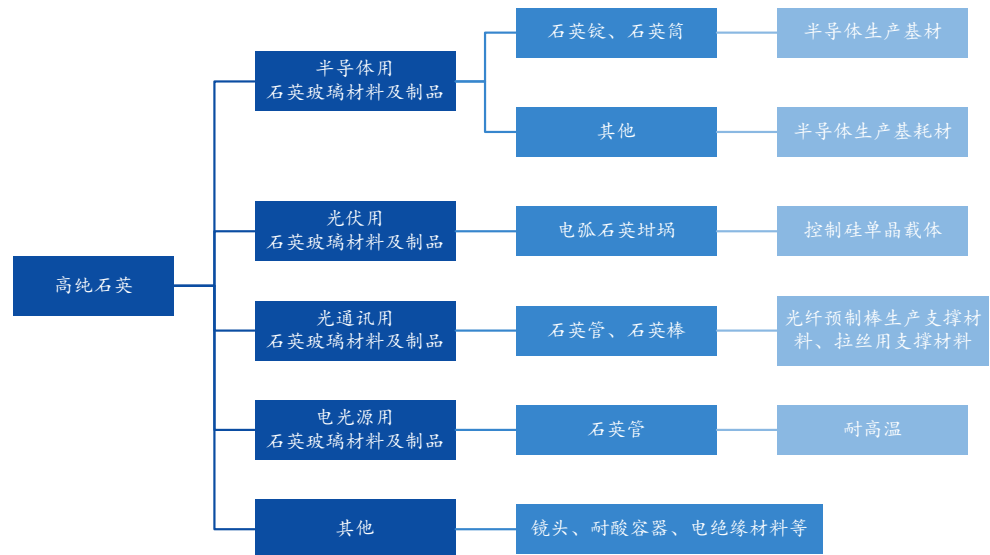
图 22： α -石英（左）和 β -石英（右）的晶体结构图



资料来源：《石英的矿床工业类型与应用特点》，国元证券研究所

高纯石英砂具有极好的化学稳定性、高绝缘耐压能力和极低的体膨胀系数，应用前景广阔，特别是半导体、光伏、光通讯、电光源的应用增长更是迅速。高纯石英产品有半导体用石英坩埚、石英碗、石英管、石英舟，光伏用石英坩埚，光纤预制棒、把手棒，电光源用石英管等。根据 Transparency Market Research (TMR) 统计，2022 年全球高纯石英市场规模约 8.95 亿美元，预计 2023-2031 年市场规模年均复合增长率为 6.3%，到 2031 年将达到 15 亿美元。

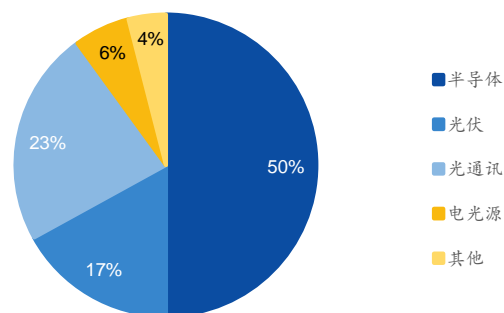
图 23：高纯石英应用领域



资料来源：《我国高纯石英产业现状及资源保障分析》，国元证券研究所

中国是高纯石英消费大国，随着我国电子、信息、通讯等高科技产业快速发展，对高纯石英的需求量逐年增长。在近年的高纯石英消费中，半导体领域消费量约占据总消费量的一半，其次是光通讯领域和光伏领域消费量，半导体、光伏、光纤等战略性新兴产业领域的消费量约占消费总量的 90%。

图 24：我国高纯石英消费结构



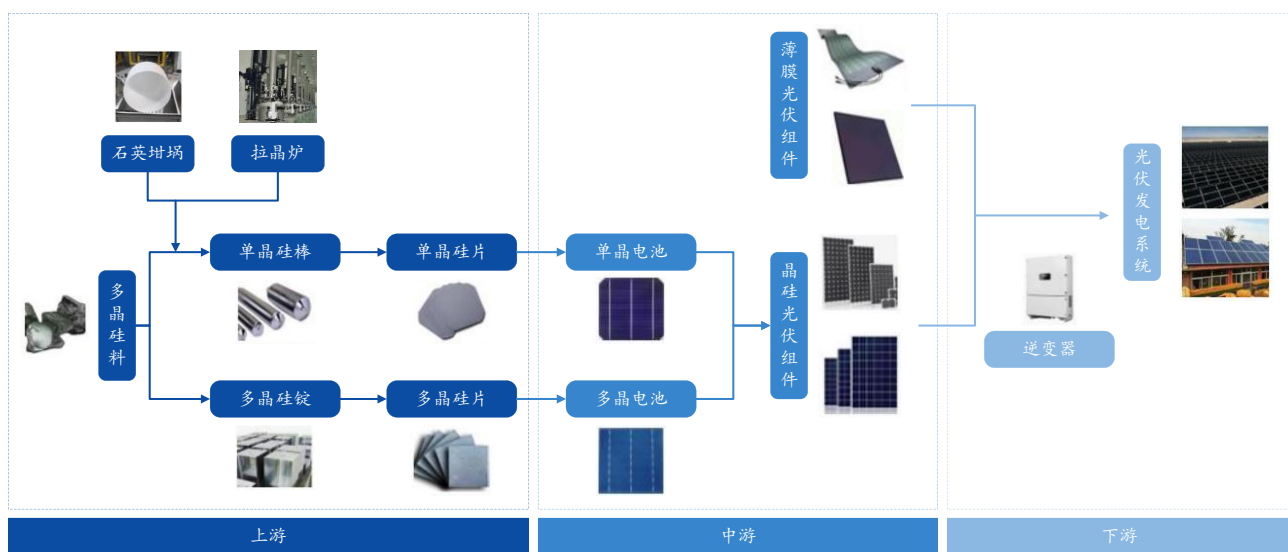
资料来源：《高纯石英的发展现状、消费及市场预测》中国建筑材料工业规划研究院，国元证券研究所

2.1.1 高纯石英坩埚是光伏单晶硅棒拉制的关键辅料

光伏产业是半导体技术与新能源需求相结合而衍生的产业，我国已将光伏产业列为国家战略性新兴产业之一，在产业政策引导和市场需求驱动的双重作用下，全国光伏产业实现了快速发展。

光伏组件利用半导体材料的光生伏特效应，将太阳能转换成电能，根据半导体材料的不同可分为晶硅光伏组件和薄膜光伏组件。晶硅光伏电池根据硅片材料的不同又分为单晶硅电池和多晶硅电池，单晶硅片因具有完美的晶体结构，易制备高品质的PN结从而获得更高的光电转换效率，且通过改进单晶炉、金刚线切片等环节大幅降本，是目前行业的最佳选择。

图 25：光伏产业链构成



资料来源：CPIA，国元证券研究所

图 26：光伏石英产业链主要企业

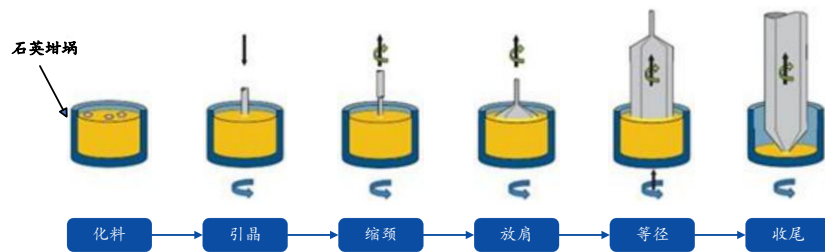


资料来源：公司官网，国元证券研究所

石英坩埚在光伏产业链中主要应用于上游单晶硅棒拉制环节。生产光伏电池的单晶硅是由多晶硅制备而成，当熔融的多晶硅凝固时，硅原子将以晶格排列成许多晶核，如果这些晶核长成晶面取向相同的晶粒，则这些晶粒平行结合起来便结晶成单晶硅。单晶硅材料主要包括单晶硅棒、单晶硅片等，其中，单晶硅棒是单晶硅片的前道工序。

石英坩埚产品可支持高温条件下单晶硅棒连续拉晶，其高纯和高耐温耐久性为单晶硅棒拉制以及单晶品质提供保障。在单晶硅片生产流程中，石英坩埚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，因而在单晶硅产业链中具备较强的消耗品属性特征。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，对石英坩埚的寿命提出了更高要求，需要高品质石英砂作为质量保证。

图 27：石英坩埚应用于直拉硅单晶生长流程



资料来源：隆基绿能可转债募集说明书，国元证券研究所

单晶硅拉制对石英砂中金属杂质的含量有严格要求，以高纯石英砂为原料的石英坩埚具有良好的耐热性能，且石英坩埚与晶硅材料同属硅质材料，在高温提炼硅晶体的过程中能够避免坩埚对硅晶体造成污染。

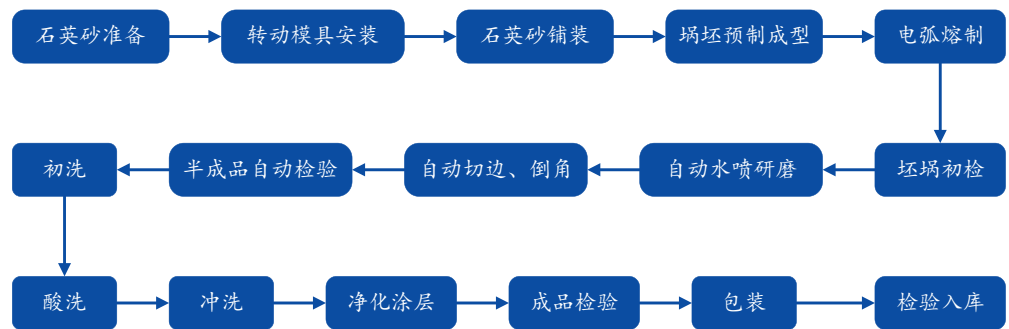
图 28：直拉单晶硅用石英坩埚



资料来源：《石英砂的提纯技术现状及挑战》第十八届中国太阳级硅及光伏发电研讨会，国元证券研究所

石英坩埚目前主要采用电弧法进行熔制制造。电弧法生产石英坩埚，首先在模具内倒入高纯石英砂原材料，采用成型件，通过模具的旋转，在模具的内壁上形成坩埚坯体，然后通过石墨电极放出的高温电弧对坩埚坯体进行灼烧使石英砂融化，经过一定时间的熔制得到坩埚毛坯，对坩埚毛坯进行切割和清洗，得到石英坩埚。

图 29：石英坩埚生产工艺流程

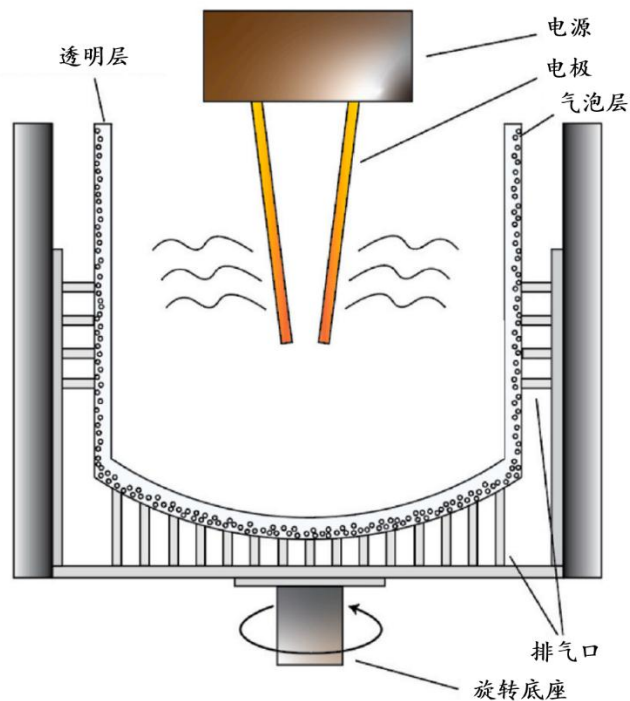


资料来源：欧晶科技招股说明书，欧晶科技专利《石英坩埚制备工艺》，国元证券研究所

石英坩埚制备的关键步骤之一是将高纯石英砂铺装于转动模具内，在离心力的作用下砂子停留在指定位置，形成坩埚坯。此步骤中可以选择混合不同纯度的石英砂，纯度最高的砂用于形成透明层，而纯度较低的砂用于形成气泡层。

石英坩埚制备的关键步骤之二是电弧熔制。通过电极将温度升高到 1650℃ 以上并施加真空，由内向外形成温度梯度，内层石英砂先熔化，石英砂粒间的气体通过排气口排出，这是形成透明层的关键。当透明层达到所需厚度时，真空会减少或关闭，随着熔化过程的继续形成气泡层。

图 30：石英坩埚电弧熔制示意图



资料来源：Open Ceramics，国元证券研究所

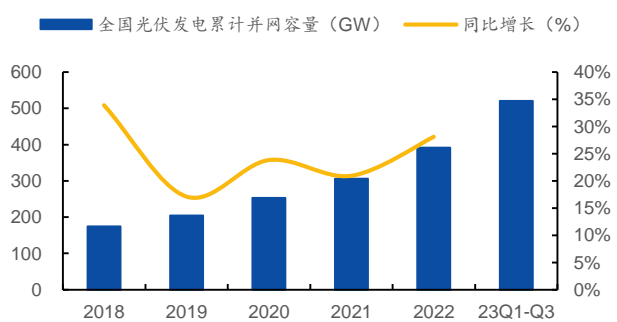
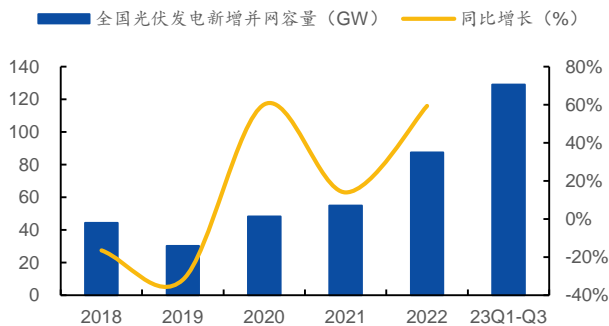
石英坩埚透明层和气泡层的主要区别在于气泡含量。透明层应用于石英坩埚内层，在整个拉晶过程中与硅熔体直接接触，会慢慢溶解到硅熔体中，气泡的存在会引起单晶生长结构缺陷，因此透明层需要高纯度、低气泡含量。气泡层应用于石英坩埚外层，气泡存在可以降低热容和重量，增强坩埚的耐热性；高温下，气泡会降低坩埚的粘度，使其不发生破裂，机械性能更好。

2.1.2 光伏用高纯石英砂市场需求维持高位

在光伏市场方面，2022 年全国新增光伏并网装机容量 87.4GW，累计光伏并网装机容量达到 392.6GW，新增和累计装机容量均为全球第一；2022 年全年光伏发电量为 4276 亿千瓦时，同比增长 30.8%，约占全国全年总发电量的 4.9%。2023 年前三季度，全国光伏新增装机量约 129GW，累计装机 520GW，再创历史新高。

图 31：2018-2023 前三季度全国光伏发电新增并网容量

图 32：2018-2023 前三季度全国光伏发电累计并网容量



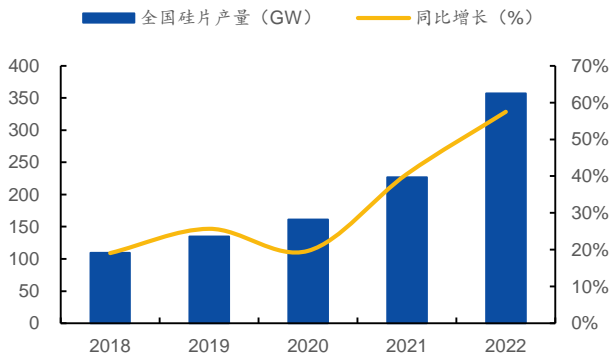
资料来源：国家能源局，国元证券研究所

资料来源：国家能源局，国元证券研究所

硅片产量方面，2022 年全国硅片产量约 357GW，同比增长 57.5%，排名前五企业产量占国内硅片总产量的 66%。随着头部企业加速扩张，预计 2023 年全国硅片产量将超过 535.5GW。其中，隆基绿能 2022 年单晶硅片产能达到 133GW，2023 年底计划单晶硅片年产能达到 190GW，2023 年计划实现单晶硅片出货量目标 130GW；TCL 中环 2022 年末单晶硅片产能达 140GW，随着银川项目继续投产与技术能力提升，预计 2023 年末产能将达到 180GW。

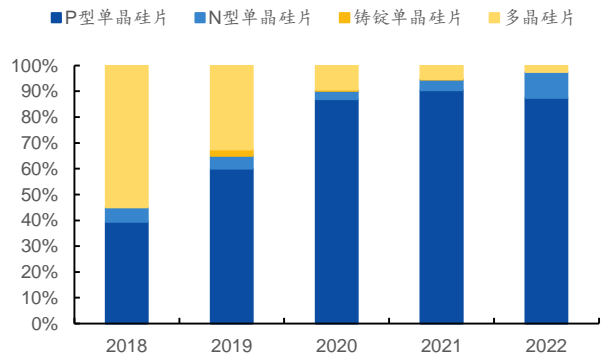
按照产品类型划分，2022 年国内光伏单晶硅片市场占比约 97.5%，其中 P 型单晶硅片市场占比降至 87.5%，N 型单晶硅片占比增长至 10%。随着下游对单晶产品的需求增大，单晶硅片市场占比也将进一步增大，且 N 型单晶硅片占比将持续提升。多晶硅片的市场份额由 2021 年的 5.2%下降至 2.5%，未来呈逐步下降趋势。

图 33：2018-2022 全国硅片产量保持快速增长



资料来源：中国光伏行业协会，国元证券研究所

图 34：2018-2022 单晶硅片占比逐年增加



资料来源：中国光伏行业协会，国元证券研究所

在光伏行业旺盛需求拉动下，高纯石英砂作为拉晶石英坩埚的关键原材料将持续受益，我们对光伏用高纯石英砂市场空间进行测算：

假设 1：据 CPIA 数据，2018-2022 年全国硅片产量年均复合增速为 34.5%，预计 2023 年全国硅片产量将超过 535.5GW。我们假设 2024~2025 年增速维持 35%，对应 2024、2025 年硅片产量分别为 723GW、976GW。假设单晶硅片渗透率与 2022 年保持一致，为 97.5%。

假设 2：据欧晶科技招股书，2021 年单只石英坩埚拉晶时间为 350 小时，随着工艺优化和设备改造升级，石英坩埚的使用寿命将持续提升；美晶科技招股书披露，头部企业高品质石英坩埚的寿命可达到 400 小时以上。我们假设单只石英坩埚平均寿命 360 小时，每台单晶炉 24 小时连续工作，每月消耗 2 只坩埚，则每台单晶炉一年需要消耗 24 只石英坩埚。

假设 3：据隆基股份 2020 年可转债募集说明书，15GW 单晶硅片产能需要 1600 台单晶炉，估算 1GW 单晶硅片对应约 100 台单晶炉，则生产 1GW 单晶硅片需要消耗 2400 只石英坩埚。

假设 4：光伏电池片逐渐向大尺寸方向演化，光伏企业对大尺寸硅片的需求也日益增长。据欧晶科技招股书，其 2021 年石英坩埚销量以 28-37 英寸为主，单只石英坩埚需要消耗高纯石英砂 57.6 公斤。随着石英坩埚向大尺寸发展，我们假设石英坩埚高纯石英砂单耗量为 70 公斤/只，则生产 1GW 单晶硅片需要消耗高纯石英砂 168 吨。

假设 5：石英坩埚内层砂、中层砂、外层砂用量比为 4:3:3。

表 6：高纯石英砂市场空间广阔

	2022	2023	2024	2025
硅片产量/GW	357	536	723	976
单晶硅片产量/GW	348	522	705	952
石英坩埚需求数量/只	835380	1253070	1691820	2283840
高纯石英砂需求量/吨	58477	87715	118427	159869

其中内层砂需求量/吨	23391	35086	47371	63948
其中中层砂需求量/吨	17543	26314	35528	47961
其中外层砂需求量/吨	17543	26314	35528	47961

资料来源：CPIA，欧晶科技招股说明书，美晶科技招股说明书，隆基股份可转债募集说明书，国元证券研究所

我们预计，2023~2024年光伏用高纯石英砂需求为8.8、11.8、16.0万吨，对应内层砂需求分别为3.5、4.7、6.4万吨。

2.2 优质矿源+提纯工艺构建高纯石英砂行业壁垒

2.2.1 石英矿全球分布广泛，优质矿源稀缺性高

由于石英矿在形成过程中受到的影响因素不同，因此不同地方的石英矿中石英的含量、杂质矿物的种类、含量也有很大差别。石英矿中的杂质主要分为矿物结构类杂质、包裹体类杂质和晶体结构类杂质。

矿物结构类杂质一般为非石英矿物，主要包裹在石英砂颗粒表面或填充在缝隙中，通过普通的选矿和提纯手段可去除。

包裹体类杂质包括矿物包裹体和流体包裹体。**矿物包裹体**一般是在石英矿形成过程中包裹在石英表面或填充在石英缝隙中的非石英矿物，这类杂质矿物一般尺寸较大，易与石英颗粒解离，较易除去。

流体包裹体又称为气液包裹体，是石英矿在形成过程中熔融的石英流体将部分气体、液体、固体杂质矿物等包裹在石英内部形成，气液包裹体中不仅含有H₂、CO、CO₂、H₂S、CH₄等各种气体还有大量水分子以及溶于水中的碳酸盐、钾盐、钠盐等多种盐类杂质，是石英矿中金属杂质的一个主要来源。气液包裹体的尺寸一般要小于矿物包裹体，并且分散存在于石英晶体内部，去除难度大，这些包裹体的在加工过程中会形成气泡，降低石英玻璃的透明度，严重影响产品质量。

晶体结构类杂质包括晶格杂质和电荷补偿杂质。**晶格杂质**如Al³⁺、Ti⁴⁺、Ge⁴⁺、P⁵⁺、Fe³⁺等，这些元素可以取代Si⁴⁺存在于石英晶格中；**电荷补偿杂质**如H⁺、Li⁺、Na⁺、K⁺等存在于晶格间隙中，起到电荷补偿的作用，形成新的电荷平衡。晶格结构杂质虽然含量相对较低，但是由于其存在于石英晶格中去除难度非常大，是影响高纯石英砂品质的关键因素。

表 7：石英矿的主要杂质类型

杂质类型		杂质形式	杂质特点
矿物结构类杂质		非石英矿物，如长石、金红石、云母和黏土矿物等	包裹在石英砂颗粒表面或填充在缝隙中，较易除去
包裹体类杂质	矿物包裹体	包裹在石英表面或填充在石英缝隙中的非石英矿物	杂质尺寸较大，易与石英颗粒解离，较易除去
	流体包裹体	熔融石英流体将部分气体、液体、固体杂质矿物等包裹在石英内部形成	气液包裹体的尺寸一般要小于矿物包裹体，并且分散于石英晶体内部，去除难度大
晶体结构	晶格杂质	Al ³⁺ 、Ti ⁴⁺ 、Ge ⁴⁺ 、P ⁵⁺ 、Fe ³⁺ 等金属元素	晶格结构杂质虽然含量相对较低，但

构类杂质	质	取代 Si ⁴⁺ 存在于石英晶格中	是由于其存在于石英晶格中去除难度非常大，是影响高纯石英砂品质的关键因素
	电荷补偿杂质	H ⁺ 、Li ⁺ 、Na ⁺ 、K ⁺ 等存在于晶格间隙中，起到电荷补偿的作用	

资料来源：《微波氯化 Nigeria 硅矿制备 4N 高纯石英砂的工艺研究》，国元证券研究所

高纯石英是 SiO₂ 纯度大于 99.9% 的石英砂系列产品的总称，其本质是以天然石英矿为原料经提纯加工获得的具有极高 SiO₂ 纯度且具有一定粒度组成范围的石英晶体原材料，其概念应同时具备纯度、粒度和物相三个特征。

按 SiO₂ 纯度可将高纯石英砂产品分为 4 个等级：高端 ω(SiO₂) ≥ 99.998% (4N8)，中高端 ω(SiO₂) ≥ 99.995% (4N5)，中端 ω(SiO₂) ≥ 99.99% (4N)，低端 ω(SiO₂) ≥ 99.9% (3N)。或以产品中杂质元素总量进行划分，即高端 ≤ 20×10⁻⁶，中高端 ≤ 50×10⁻⁶，中端 ≤ 100×10⁻⁶，低端 ≤ 1000×10⁻⁶。

石英矿划分为与高纯石英砂系列产品相对应的 4 个等级：生产 4N8 高端产品的 A 级矿（优质矿或优质原料），生产 4N5 中高端产品的 B 级矿（上等矿或上等原料），生产 4N 中端产品的 C 级矿（中等矿或中等原料），3N 低端产品生产的 D 级矿（下等矿或下等原料）。

表 8：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	≥99.998%，4N8	≥99.995%，4N5	≥99.99%，4N	≥99.99%，3N
杂质含量	≤20×10 ⁻⁶	≤50×10 ⁻⁶	≤100×10 ⁻⁶	≤1000×10 ⁻⁶
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	B 级矿	C 级矿	D 级矿

资料来源：《高纯石英的概念及其原料品级划分》，国元证券研究所

目前工业应用的石英矿床主要有 7 种类型，包括天然水晶、石英砂岩、石英岩、脉石英、粉石英、天然石英砂和花岗岩石英。其中，能够加工成高纯石英砂的原料主要为天然水晶、脉石英和花岗岩石英。

表 9：石英矿床的工业类型与特点

矿床工业类型	矿床与矿石特点	工业应用
天然水晶	无色透明的石英结晶体，品质较好；但资源储量小、开采条件差，价格昂贵	曾经是高纯石英原料，现主要用作水晶工艺品
石英砂岩	规模大，开采条件较好，易于破碎分级和大规模生产；但胶结物成分比较复杂，杂质较多	应用于纯度要求 99% 的工业产品，如普通石英砂、玻璃纤维、耐火材料、有机硅等
石英岩	矿床规模大，地质产状稳定，开采条件较好，致密均匀，适合大规模生产；但硬度大，破碎加工成本高，杂质提纯困难，缺少天然粒形	金属硅，同时适用于不受粒度大小和角形因数影响的其它纯度要求 99% 的工业产品
脉石英	纯度通常较高，质量比较稳定；但矿床规模相对较小，开采难度较大	硅微粉等纯度要求 99%~99.9% 的产品，高纯石英等纯度要求大于 99.9% 的产品，以及石英板材、金属硅等

粉石英	自然白度高，天然疏松多孔，容易超细粉碎加工；但矿床分布不多，一般规模不大，缺少天然块度和粒度	陶瓷原料、硅微粉等
天然石英砂	矿床规模一般较大，通常具有良好的天然粒度、球度和圆度，但杂质成分比较多	铸造型砂、3D 打印砂、石油支撑剂、彩色石英砂等
花岗岩石英	矿床规模大，石英杂质少，美国北卡罗来纳州 Spruce Pine 地区是主要产地	高纯石英，尤其是 4N 及以上的高端石英产品等

资料来源：《石英的矿床工业类型与应用特点》，国元证券研究所

天然水晶是一种无色透明的石英结晶体矿物，曾作为高纯石英的主要原料，但由于天然储量小，开采条件差，资源匮乏，价格昂贵，难以满足大规模工业生产的需要，目前主要用作雕刻各种工艺品。

脉石英是由富硅矿物在岩浆热液作用下形成，其矿床呈脉状，块体致密，杂质含量较少，脉石英矿 SiO₂ 纯度通常大于 2N，是加工高纯石英的理想原料之一。但目前脉石英矿床规模相对较小，开采难度较大，近年来国内外研究人员利用脉石英加工制备高纯石英不断取得进展。

花岗岩石英矿床规模大，石英杂质少，是高纯石英的优质矿源，美国北卡罗来纳州 Spruce Pine 地区是主产地，具有矿体规模大、石英中流体杂质少、矿石品质稳定等优点。美国尤尼明公司（Unimin Corp.）于上世纪 90 年代开始对 Spruce Pine 地区的伟晶花岗岩进行开发利用，已开发出 IOTA-STD、IOTA-4、IOTA-6、IOTA-8 等高纯石英系列产品。目前，我国还没有可开发利用的花岗岩石英矿床报道。

图 35：全球高纯石英原料矿床分布地图



资料来源：《全球高纯石英原料矿的资源分布与开发现状》国家自然资源部成矿作用与资源评价重点实验室，国元证券研究所

虽然全球石英资源丰富，但可以加工为高纯石英的石英资源却非常稀少。全球高纯

石英矿床主要分布于美国、挪威、印度、巴西、澳大利亚、俄罗斯、加拿大、毛里塔尼亚等国家。

目前，全球可加工成 3N 级及以上高纯石英矿资源约 7000 万吨，高纯石英资源分布相对集中，主要分布在巴西（2111 万吨）、美国（1822 万吨）、加拿大（1000 万吨）等国家。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，90% 集中在美国（1822 万吨），此外，挪威、俄罗斯和印度等国的高纯石英资源在全球也占有一定比例，这些国家高纯石英资源虽然在全球占比不高，但矿产资源品质很好，是除美国外生产高端高纯石英原料和产品的重要国家。全球可以加工成 4N8 级及以上高端高纯石英原料主要来自于美国 SprucePine 地区的伟晶花岗岩石英资源。

根据国家自然资源部统计，我国玻璃用脉石英资源储量为 4751.35 万吨（截至 2022 年底），主要分布于江西、甘肃、新疆、安徽、黑龙江、河南、内蒙古、四川、湖北等地。但其中能够提纯高纯石英高端产品的比例极低，我国脉石英矿品位较高的代表性矿床有湖北省蕲春县灵虬山脉石英矿（SiO₂ 含量为 99.35%），江苏省东海县水晶矿区石英脉（SiO₂ 含量为 99.19%），安徽旌德县版书乡龙川脉石英矿（SiO₂ 含量为 99.01%），经过多年的开发利用，这些地区资源也基本开采殆尽。

表 10：全球高纯石英原料矿床的资源分布与开发现状

国家	矿床	类型	矿业公司	资源量/万吨	开发现状
美国	北卡罗来纳州	斯普鲁斯派恩	白岗岩型 挪威石英股份公司（The Quartz Corp.） 尤尼明公司（Unimin Corp.）	>1000	生产
	爱达荷州	博维尔	风化残积型 艾矿产股份公司（I-Minerals.Inc.）	探明：437.8 推断：885.7	勘探
挪威	诺尔兰郡	德拉格	伟晶岩型 挪威石英股份公司（The Quartz Corp.）	26.7	生产
	霍达兰郡	内索登	热液脉石英型 挪威北欧石英股份公司（Nordic Quartz AS）	控制：189.9 推断：89.3	勘探
俄罗斯	车里雅宾斯克州	克什特姆	热液脉石英型 俄罗斯石英有限责任公司（Russia Quartz LLC）	136	生产
	汉特-曼西自治区	萨兰保尔	热液脉石英型 极地石英股份公司（JSC Polar Quartz）	33	生产
澳大利亚	昆士兰州	白泉	热液脉石英型 石墨烯与太阳能技术有限公司 （Graphene & Solar Technologies Ltd.）	推断：150	生产
		石英山	热液脉石英型 石墨烯与太阳能技术有限公司 （Graphene & Solar Technologies Ltd.）	预测：1400	勘探
		糖袋山	热液脉石英型 高纯石英有限公司（Ultra HPQ）	探明+控制：120	勘探
		灯塔	热液脉石英型 亨特贝二氧化硅有限公司 （Hunter Bay Silica Pty. Ltd.）	探明+推断：183.4 预测：500	生产
	维多利亚州	克雷西克	金矿尾矿型 佩特拉矿产有限公司（Petra Minerals Pty. Ltd.）	地表推断：100 地下预测：100?	勘探
加拿大	魁北克省	约翰比兹	热液脉石英型 PAL 公司（Placements Appalache Ltée）	控制：225	勘探
毛里塔尼亚	努瓦迪布湾省	查米	热液脉石英型 毛里塔尼亚石英股份公司 （Quartz Inc.SA Mauritania）	探明：72.5	生产

亚		乌姆阿奎尼 纳	热液脉石英型	毛里塔尼亚矿产公司 (The Mauritanian Minerals Co.)	预测: 500~1000	停产?
中国	湖北省	蕲春灵虬山	热液脉石英型	湖北省蕲春县灵虬山石英矿	控制: 391.5 推断: 11.4	生产
巴西	矿石类型主要为天然水晶, 世界水晶主要产出国, 水晶资源总量有 1556 万吨, 占全世界的 90%					
印度	脉石英资源在全球占一定比例, 印度一半以上的石英是在安得拉邦生产的, 其他石英矿资源分布在拉贾斯坦邦、卡纳塔克邦等地, Unique Crystal Minerals 公司是印度最大的石英供应商之一					
马达加斯加	天然水晶资源在全球占一定比例					

资料来源:《全球高纯石英资源现状、生产、消费及贸易格局》,《全球高纯石英原料矿的资源分布与开发现状》,国元证券研究所

2.2.2 生产高纯石英砂是一项复杂的系统工程

高纯石英砂是由天然石英矿物经过一系列物理的和化学的提纯技术生产出具有某种粒度规格的高纯非金属矿物原料,国际公认的高纯石英砂是以美国尤尼明公司 IOTA-CG 为标准,十二种元素杂质 (Al, Fe, Na, K, Li, Ca, B, Mn, Mg, Cu, Ni, Cr) 的含量小于 20ppm, 其中碱金属 (Na, K, Li) 小于 1ppm。高纯石英砂纯度高、品质好,生产的石英制品具有耐高温、耐腐蚀、低热膨胀性、高度绝缘性和透光性等优异的物理化学属性,被广泛用于光伏、电子、高端电光源、薄膜材料、国防科技等领域,是高端制造行业不可替代的原辅材料。

表 11: 尤尼明公司 IOTA 系列产品中各杂质元素含量 (ppm)

元素	IOTA-STD	IOTA-CG*	IOTA-4	IOTA-6	IOTA-8
Al	16.2	14.00	8.00	8.00	7.00
Fe	0.23	0.30	0.30	0.15	<0.03
Na	0.90	1.00	0.90	0.08	0.03
K	0.60	0.70	0.35	0.07	<0.04
Li	0.90	0.50	0.15	0.15	<0.02
Ca	0.50	0.60	0.60	0.60	0.50
B	0.08	<0.10	0.04	0.04	0.035
Mn	<0.05	0.029	<0.05	<0.05	<0.02
Mg	<0.05	0.04	<0.05	<0.05	<0.02
Cu	<0.05	0.019	<0.05	<0.05	<0.02
Ni	<0.05	0.001	<0.05	<0.05	<0.02
Cr	<0.05	0.007	<0.05	<0.05	<0.02
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%	>99.9991%	>99.9992%

资料来源:《高纯石英的概念及其原料品级划分》,国元证券研究所(注:IOTA-STD 是美国尤尼明公司主打产品,IOTA-CG* 是光伏坩埚行业的标准)

石英原矿精炼成高纯度、高价值的石英产品需要先进的提纯技术,通过将石英矿的粒

度降至所需要的产品粒度，并且使杂质得到分离或溶解，以达到最终产品的质量要求。高纯石英砂生产主要工序可以概括为：预处理、物理处理、化学处理、热处理。

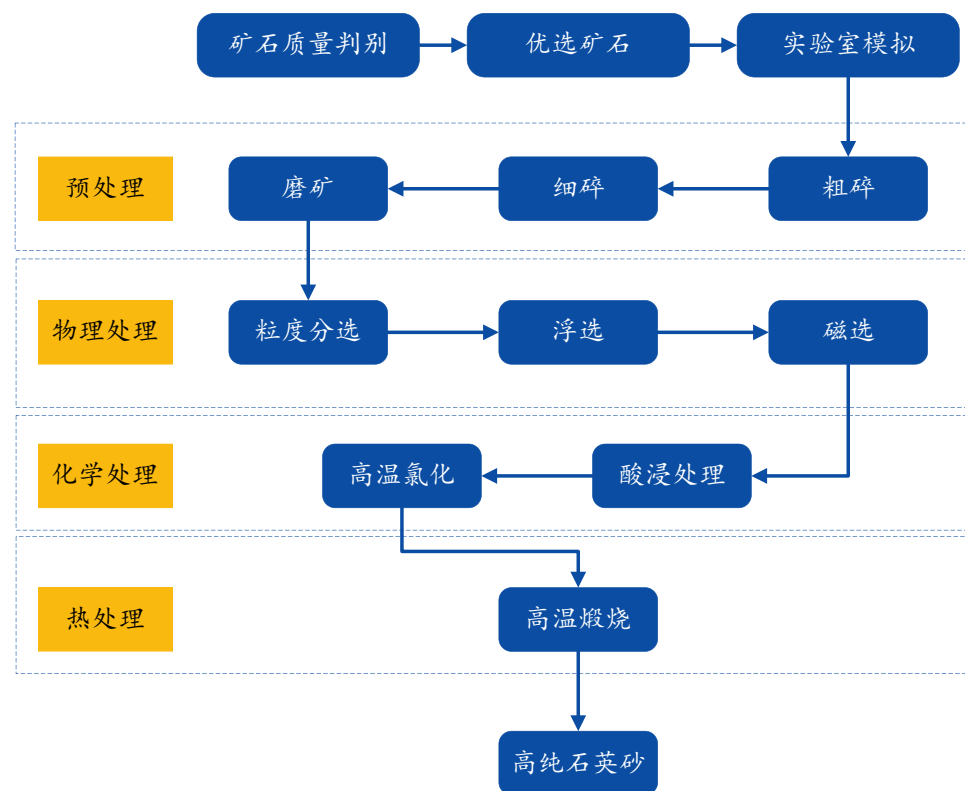
预处理：擦洗、破碎和磨矿作为最基本的预处理工序常配套使用，起到初提纯的作用，不仅可以使石英颗粒和矿物杂质发生解离，还直接影响最终产品的粒度。

物理处理：磁选可以去除石英中的磁性杂质，一般有干选和湿选两种，湿法高梯度磁选效果最好，但其能耗巨大，且处理能力有待提高。浮选通过矿物的润湿性不同而选择性的分离出不同矿物，常用来去除长石、云母等伴生矿物杂质。

化学处理：使用酸对石英表面金属氧化物等杂质进行解离和去除，微小裂缝和断层中的杂质溶解速率快于石英。酸浸通常用热的混合酸，不同酸对杂质的去除作用不同，将各种酸添加到一起能加强每种酸的效果，从而对杂质的去除产生良好的促进作用。

热处理：高温氯化焙烧过程中，石英在氯气或氯化氢气体氛围中被加热到1000~1200℃，石英颗粒外表和内部的氯气浓度存在差异，产生不同的化学反应速率，主要用于去除晶格内的碱金属杂质。

图 36：高纯石英砂生产工艺流程



资料来源：《高纯石英砂的制备试验研究》，公司招股说明书，国元证券研究所

此外，高纯石英砂生产工艺还有一些辅助工艺，如微波处理、超声波处理等。由于石英和包裹体介电常数相差很大，微波加热会使它们形成较大温差，包裹体内部便会形成巨大的内压力直至包裹体爆裂或形成裂痕，从而便于除去包裹体杂质。在酸浸处理过程中，超声波可以加剧酸液和矿粉的运动，使它们充分混合；超声波产生的空化作用能在局部产生高温高压，使含杂质的微裂缝变大，更易与酸接触而去除。

生产高纯石英砂是一项复杂的系统工程，进入门槛较高，优质的矿源和先进的提纯工艺缺一不可。提纯需要使用先进的生产设备，更需要严谨的粗碎、细碎、磨矿、浮选、磁选、化学、物理等多个步骤的复杂工艺。此外，由于每种石英矿床都有其特定的化学成分和化学结构，因此难以采用一个通用的提纯工艺来生产高纯石英砂，大多数矿所使用的工艺对于矿产资源来说是独有的。

2.2.3 高纯石英砂全球集中度高，呈寡头垄断格局

全球只有少数公司具备规模化量产高纯石英砂的能力，包括美国尤尼明、挪威 TQC、石英股份、俄罗斯石英、澳大利亚高纯石英、菲利华等公司。目前光伏石英坩埚内层砂主要进口自美国尤尼明和挪威 TQC。

美国尤尼明公司成立于 1970 年，隶属于 Sibelco Group 集团，其石英矿产自北卡罗来纳州 Spruce Pine 地区的花岗伟晶岩。尤尼明的产品一直垄断着国际高端高纯石英砂市场，广泛应用于半导体、光伏、光纤、光学、电光源等各个领域。

挪威石英公司 (TQC) 由 Imerys 公司和 Norsk Mineral 公司于 2011 年合资成立，所用石英矿主要来自美国 Spruce Pine 地区和挪威 Drag 地区的花岗伟晶岩，在生产过程中，来自美国的石英资源加工成的高纯石英产品可以达到半导体用砂和光伏用砂要求，挪威的产品则更适合光学和电光源领域。

表 12：高纯石英砂产业主要公司业务情况

公司名称	高纯石英砂业务情况
美国尤尼明公司 (Unimin)	采用美国 Spruce Pine 地区的伟晶花岗岩生产高纯石英砂，在全球高纯石英砂市场份额具有绝对性垄断优势，行业认可度高，IOTA 系列产品的纯度被当作“国际标准纯度”。
挪威石英公司 (The Quartz Corporation, TQC)	采用美国 Spruce Pine 地区和挪威德拉格 (Drag) 伟晶花岗岩石英矿，在 Spruce Pine 的产品主要用于半导体和太阳能产业，德拉格的产品主要用于光学和照明工业。
俄罗斯石英公司 (Russian Quartz)	高纯石英砂原料主要产自俄罗斯斯克什特姆 (Kyshtym) 脉石英矿床，主要应用于太阳能和半导体工业，RQ-2Ki 系列产品可用于光伏石英坩埚内层，RQ-1K 可用于半导体石英坩埚。
澳大利亚高纯石英公司 (Ultra HPQ)	石英砂原料为昆士兰州 Sugarbag Hill 的热液脉石英矿，对标尤尼明 IOTA 系列产品开发的 HP5 型可用作石英坩埚外层材料，HP7 型可用于内层。
石英股份	2009 年底实现高纯石英砂的产业化，2010 年大规模向下游企业销售，预计 2023 年底具备 60000 吨产能
菲利华	2022 年新建“年产 20000 吨超高纯石英砂项目”，2023 年一期 10000 吨已建成投产

资料来源：公司官网，《高纯石英全球资源现状与我国发展建议》，《全球高纯石英资源开发利用现状及供需分析》，公司公告，国元证券研究所

石英股份于 2009 年底实现高纯石英砂的产业化，2010 年大规模向下游企业销售，是国内首家实现高纯石英砂量产技术突破的企业，打破了国际厂商对高纯石英砂的垄断。公司凭借着在高纯石英材料领域掌握的核心技术优势，加快国产化替代和市场开发，积极推进产能扩张，在实现 20000 吨/年高纯石英砂量产的情况下，60000 吨/年高纯石英材料项目也如期启动，预计在 2023 年可全面达产，市场占有率快速提升。石英股份生产高纯石英所用石英资源主要来自印度脉石英。

俄罗斯石英公司 (Russian Quartz) 成立于 1966 年，是俄罗斯唯一的高纯石英精矿生产商，从 2006 年开始定期向国外消费者交付高纯石英砂，2016 年具备了 10000

吨高纯石英砂的产能。石英砂原料主要产自俄罗斯克什特姆脉石英矿床(Kyshtym)，石英原料储量可满足至少 30 年的满负荷生产。公司生产的 RQ 系列产品化学纯度高、透明度高，可以用于生产各种直径的石英管、石英坩和石英坩埚，应用于太阳能和半导体工业，RQ-2Ki 系列产品可用于光伏石英坩埚内层，RQ-1K 可用于半导体石英坩埚。

澳大利亚高纯石英公司 (Ultra HPQ) 是高纯石英砂领域的新进入者，石英砂原料为昆士兰州 Sugarbag Hill 的热液脉石英矿，探明和控制资源量达 120 万吨。公司开发了一系列不同纯度的高纯石英砂产品，HP5 型可用作石英坩埚外层材料，HP7 型可用于内层。

菲利华公司前身湖北省沙市石英玻璃总厂成立于 1966 年，是国内航空航天领域石英玻璃纤维主导供应商，同时是国内首家获得国际三大半导体设备商及日立高新技术公司认证的石英材料企业。2022 年 2 月，孙公司融鉴科技投资新建“年产 20000 吨超高纯石英砂项目”，目前一期工程 10000 吨产能已投产，进入产能爬坡阶段。



2.3 公司是全球少数几家掌握高纯石英砂量产技术的企业之一

2.3.1 专注提纯技术研发，国内率先实现高纯石英砂量产

天然石英矿石因形成的地质条件不同，直接影响了生产提纯后的高纯石英砂的质量，全球不同产地的天然石英矿的杂质含量、杂质分布、化学元素等指标各不相同。我国石英矿石多产于变质岩地带的伟晶岩，形成于岩浆热液条件，虽然石英含量高，但具有石英中流体杂质多、矿体规模小、矿石品质不稳定等缺点。因此，对国内矿石的提纯技术和工艺较国际更为复杂。

公司自 2003 年起便致力于高纯石英砂的提纯工艺研发，直至 2009 年底才实现高纯石英砂的产业化，2010 年大规模向下游企业销售。高纯石英砂的生产技术一直是行业的技术难题，在公司高纯石英砂量产以前，国内没有企业能够量产高纯石英砂。公司是国内首家打破国外垄断并实现量产的高纯石英砂生产企业，是世界上少数几家拥有量产高纯石英砂技术的企业之一。

表 13: 公司主要高纯石英砂产品

产品名称	产品系列	产品特性	应用领域
 太阳能级高纯石英砂	PQSF、PQSK、PQSN、PQSG、PQST、PQSX1	超低碱金属含量、铝含量可控。纯度高，无色点，有独特的抗析晶能力和优良的耐高温性能。	广泛用于制作多种规格的石英坩埚。
 半导体级高纯石英砂	PQE-1 PQE-1A	以低铁含量和低碱金属含量为其显著特征，石英砂粒度分布集中，羟基含量低。用该类石英砂生产的石英玻璃中气泡、气线、色线等缺陷极少。	用于生产标准半导体级石英管、石英棒、石英坩埚和超高纯半导体级石英管、石英棒。

资料来源：公司官网，国元证券研究所

目前公司拥有 30 余项专利，已建立江苏省省级企业技术中心、国家博士后科研工作站、江苏省石英材料工程中心、江苏省工程技术研究中心，并先后被评定为国家级知

识产权优势企业、江苏省高新技术企业、国家硅材料产业基地骨干企业、江苏省星火龙头企业、江苏省百家优秀民营企业等。此外，公司建有国家实验室认可委员会认可的检测中心，中心拥有国内行业一流的检测设备，是目前国内行业中设施设备和规模颇具现代化的检测中心，为公司持续创新研究和新品研发提供了坚实保障。

表 14：公司高纯石英砂核心技术情况

技术名称	技术描述	技术来源
高纯石英砂提纯技术	公司已形成了一套具有自主知识产权、自主创新和国际先进水平的高纯石英砂生产工艺，可把高纯石英砂的杂质含量降低到 15ppm 以下，填补了国内高纯石英砂空白。产品已被国内多家单晶硅石英坩埚企业使用，效果良好；打破国际厂商垄断的局面，满足了国内光伏行业需求	自主研发
光通讯石英坩埚用精细石英砂的研发	光通讯石英坩埚是通过二步法生产石英管/棒的前躯体，通过气炼或等离子法熔炼工艺生产石英坩埚对石英砂的粒度要求十分严格，本技术可生产出适合于制造石英坩埚的精细高纯石英砂。	自主研发
特种高纯石英砂技术	通过添加单元素或多元素技术，提高高纯石英砂的特殊性能，已研制出具有特殊性能的高纯石英砂。	自主研发

资料来源：公司公告，国元证券研究所

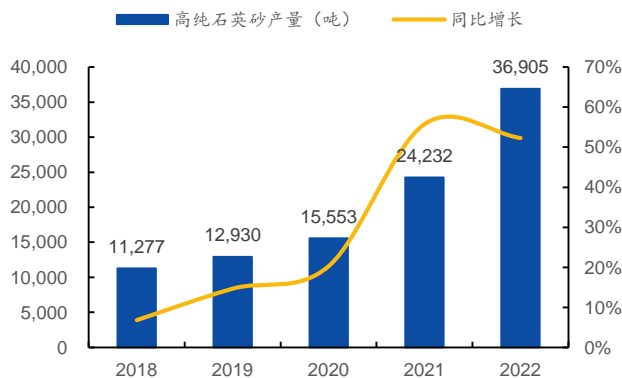
2.3.2 高纯石英砂量价齐升，助力公司业绩爆发

高纯石英砂产能方面，公司 2019 年产能为 12000 吨，2020-2023 年先后实施了 20000 吨/年及 60000 吨/年的扩产建设。根据 2023 半年报披露，公司在实现 20000 吨/年高纯石英砂量产的情况下，60000 吨/年高纯石英材料项目稳步推进建设，预计在 2023 年下半年可实现投产。

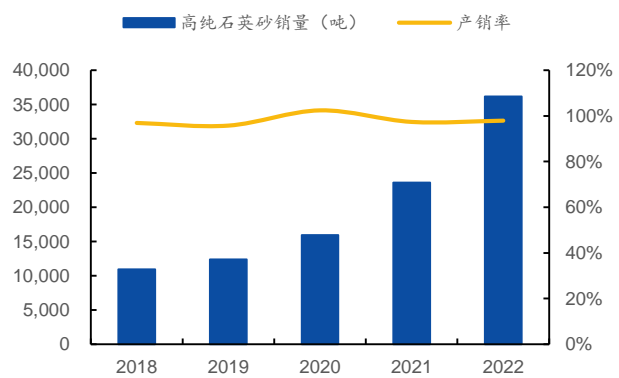
受益于下游光伏单晶硅用石英坩埚需求增长，公司高纯石英砂产量逐年增加，2021-2022 连续两年实现同比增长 50%，2022 年全年高纯石英砂产量达 36905 吨。与此同时，2018-2022 年高纯石英砂产销率始终保持高位，均在 95% 以上，2022 年实现销量 36162 吨。

图 37：2018-2022 公司高纯石英砂产量

图 38：2018-2022 公司高纯石英砂销量及产销率



资料来源：Wind，国元证券研究所



资料来源：Wind，国元证券研究所

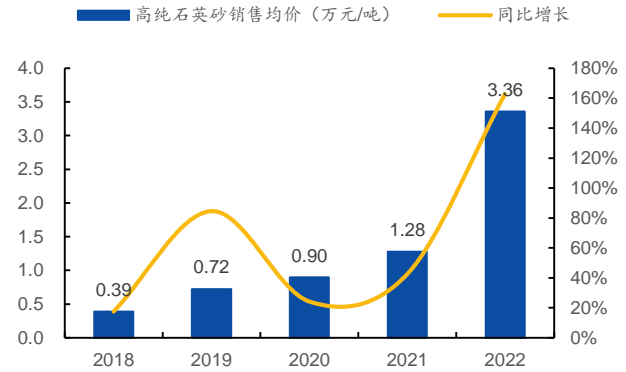
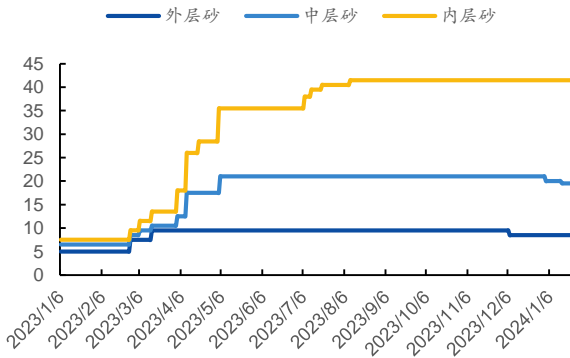
高纯石英砂价格方面，2018 年以来公司高纯石英砂销售均价持续增长，2022 年平均售价为 3.36 万元/吨，同比增长 162.66%。随着光伏硅片环节大规模扩产，尤其是 N 型硅片放量，石英坩埚变得紧俏，高纯石英砂价格持续强势。

据上海有色金属网 (SMM) 数据显示，2023 年 3 月起，高纯石英砂市场价格上涨频

率增加，截至 2024 年 1 月 25 日，外层砂、中层砂、内层砂价格分别为 8.5 万元/吨、19.5 万元/吨、41.5 万元/吨，高纯石英砂（特别是内层砂）整体呈现供不应求的态势。公司光伏领域用石英砂市场需求大增，叠加新产能的逐步释放，2023 年前三季度实现营收 59 亿元，同比增长 378.27%。

图 39：2023 年高纯石英砂市场价格走势（万元/吨）

图 40：2018-2022 公司高纯石英砂销售均价（万元/吨）



资料来源：SMM，国元证券研究所

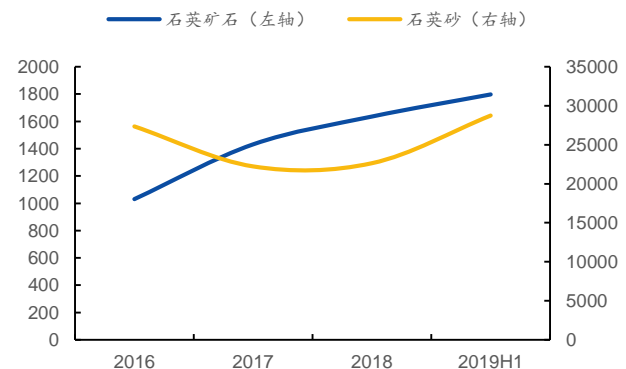
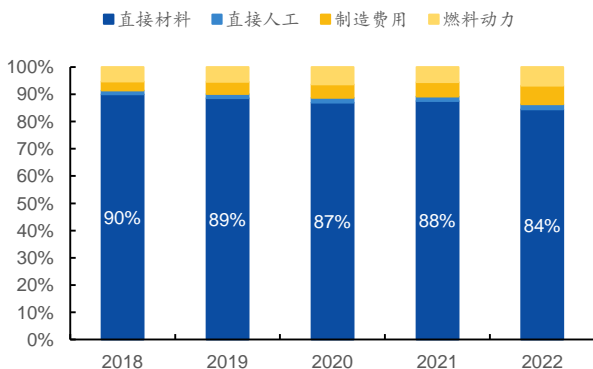
资料来源：公司公告，国元证券研究所

高纯石英砂生产成本方面，直接材料占比最高。公司 2018-2021 年生产石英砂的直接材料占石英砂营业成本比例均在 88% 以上，2022 年略有降低至 84%。

据公司 2019 年可转债募集说明书披露，公司石英砂产品的主要原材料为石英矿石，公司在全球范围内寻找优质矿源，采购价格石英矿石的数量及金额主要受当年度发现的优质矿源的数量及价格影响波动。2019 年上半年采购的国外优质石英矿石均价约 1800 元/吨。此外，由于公司的高纯石英砂产量不能完全满足下游石英制品需求以及部分客户指定石英砂生产厂家，因此公司向美国尤尼明和挪威 TQC 采购部分石英砂。石英砂的采购价格主要与纯度、品种规格有关，2019 年上半年采购石英砂均价约 2.7 万元/吨。

图 41：2018-2022 公司高纯石英砂成本构成

图 42：2016-2019H1 公司原材料采购价格（元/吨）



资料来源：公司公告，国元证券研究所

资料来源：公司公告，国元证券研究所

公司石英矿供货稳定，储备充足，石英矿石来源渠道广范，国内外均有稳定供货，包括非洲、南美、印度及国内多地。

经多年发展，公司已成为国内石英行业的龙头，品牌知名度位居行业前列。随着公司高纯石英砂国内市场渗透率逐步提高，公司的高纯石英砂业务前景广阔，公司与光伏行业的晶澳太阳能、隆基股份、锦州佑鑫、台湾中美晶等国际知名公司有稳固的合作关系。2022年10月，为进一步完善高纯石英砂和半导体石英材料业务布局，公司拟投资32亿元建设“半导体石英材料系列项目（三期）”，形成年产6万吨高纯石英砂、15万吨半导体级高纯石英砂及5800吨半导体石英制品的生产能力。项目建成后将显著提升公司技术研发能力及核心竞争力，促进公司长期稳定发展。

表 15：半导体石英材料系列项目（三期）项目情况

项目名称	建设内容	建设周期	建设地点	投资金额	财务评价
半导体石英材料系列项目（三期）	6万吨高纯石英砂、15万吨半导体级高纯石英砂、5800吨半导体石英制品	3年	江苏省连云港市东海县平明镇	32亿元，其中固定资产投资20.80亿元，全额流动资金11.20亿元	项目内部收益率为32.07%（所得税后），预计投资回收期（所得税后，含建设期）5.01年

资料来源：公司公告，国元证券研究所

3. 半导体周期复苏叠加国产替代，石英制品打开成长空间

3.1 石英玻璃是半导体芯片制造环节的重要耗材

石英玻璃由单一的SiO₂成分构成，其Si-O键呈短程有序、长程无序排列，具有普通玻璃无可比拟的优异物理化学性质。石英玻璃具有纯度高、化学稳定、光谱透过宽、抗热冲击、耐高温变形、电绝缘等特点，被誉为“玻璃之王”，是半导体行业不可或缺的材料。

石英玻璃根据外观可以分为透明石英玻璃和不透明石英玻璃。两者的区别在于石英玻璃中气泡含量的不同，透明石英玻璃的制备条件远比不透明石英玻璃严苛，其应用范围也远大于后者。

根据制备原料的不同可以将其分为天然石英玻璃和合成石英玻璃。天然石英玻璃采用天然结晶石英（水晶或石英砂）经高温熔化制成，包括电熔石英玻璃和气熔石英玻璃；合成石英玻璃则采用SiCl₄、有机硅等含硅化合物为原料通过化学气相沉积法（CVD）制备。

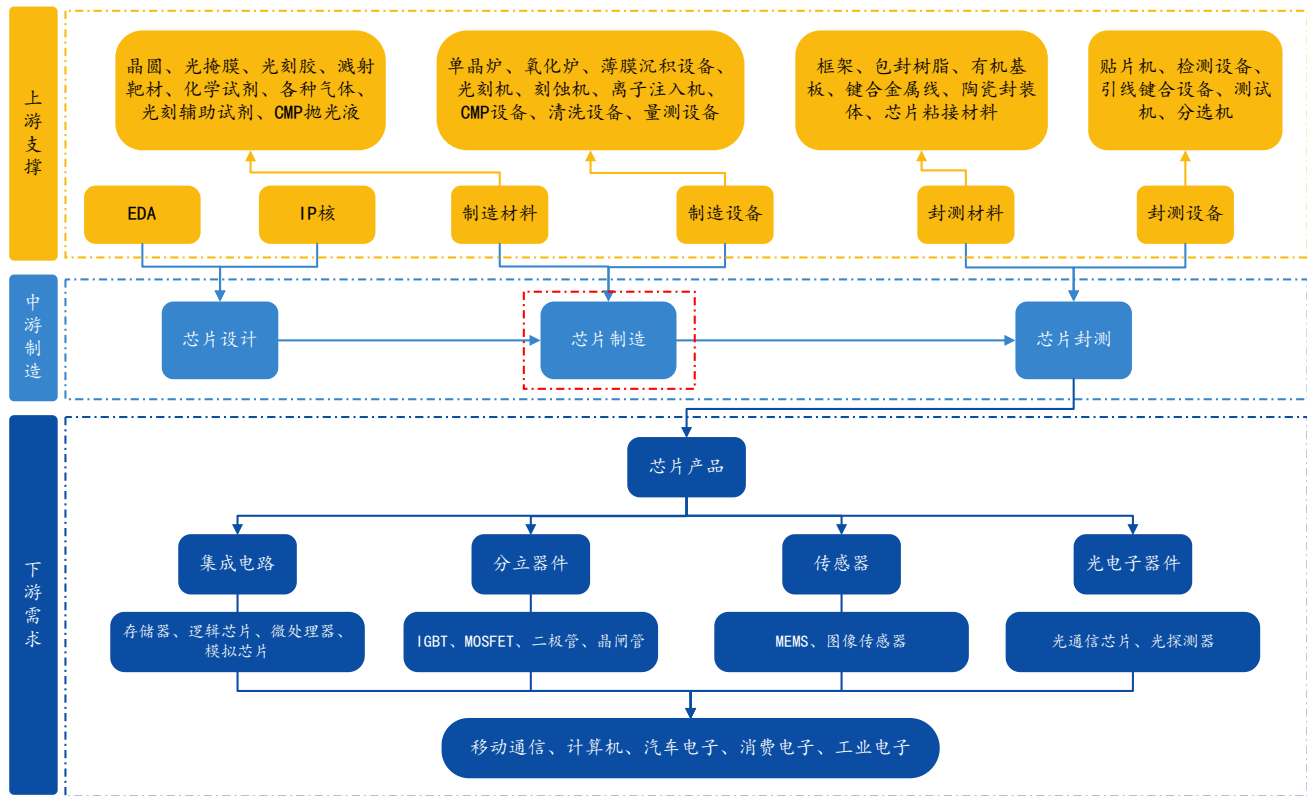
表 16：电熔/气熔/合成石英玻璃的工艺特点和性能

石英玻璃	主要原材料	热源	特点
电熔石英玻璃	天然石英粉料	电能	羟基含量低、耐高温性能强，但金属杂质含量相对较高
气熔石英玻璃	天然石英粉料	氢氧焰	杂质含量少，但羟基含量偏高，耐温性较低
合成石英玻璃	SiCl ₄	氢氧焰	纯度极高，光学性能好，但羟基含量高

资料来源：《高纯石英玻璃制备过程的研究和工艺优化》，国元证券研究所

石英玻璃作为重要耗材应用于芯片制造环节。半导体产业链整体可分为上游支撑产业，包括EDA、IP核、材料、设备等；中游芯片制造环节，包括芯片设计、制造、封装测试等；下游为芯片应用产业，包括集成电路、分立器件、光电器件和传感器等。石英玻璃材料是芯片制造环节的重要耗材，芯片制造需要消耗大量的石英坩埚、石英片、石英环、石英法兰、石英舟、石英清洗槽等电子级石英制品。

图 43：石英玻璃在半导体产业链中主要应用于中游芯片制造环节



资料来源：SEMI, SIA, 《国内半导体产业的发展研究》，国元证券研究所

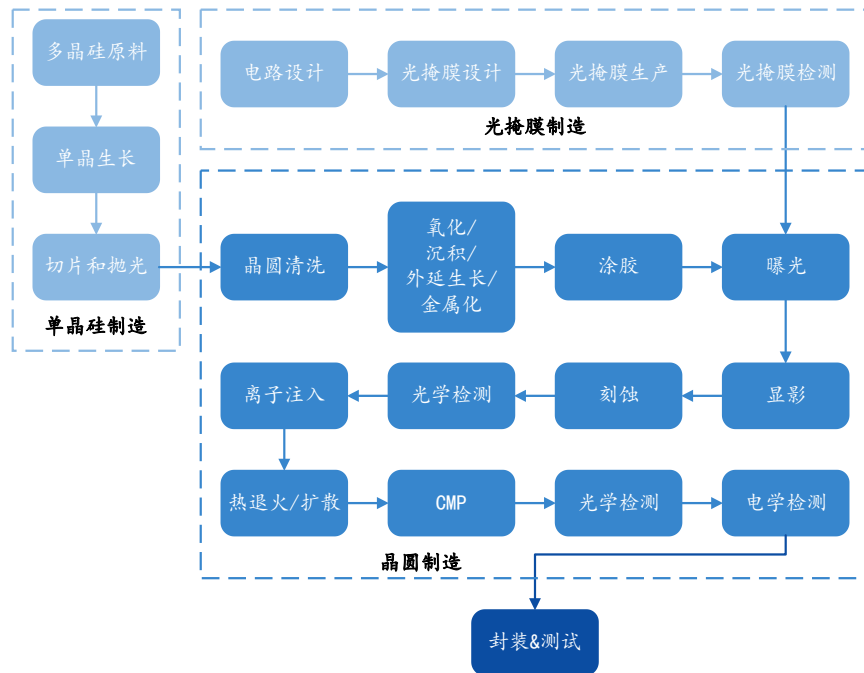
石英玻璃制品种类丰富，其应用几乎贯穿半导体晶圆制造的整个过程。晶圆片从投入生产线开始，需经过一系列循环反复的工艺制造流程直至生产完工形成成品。按照工作环境温度分为高温工艺和低温工艺两大类，高温工艺包括扩散、氧化等，低温工艺包括刻蚀、封装、光刻、清洗等。

高温工艺中，石英制品需要在千度以上连续工作数个小时，所以需要石英制品耐高温，同时热稳定性好，不易变形；石英制品主要成分是二氧化硅，由于羟基改变了二氧化硅的键合结构，降低了材料的热稳定性，造成石英制品的耐温性能大幅降低，所以高温工艺用石英制品需经过脱羟处理。

低温工艺的工作温度相对较低，对石英制品不存在耐高温要求，对石英材料的羟基含量无要求。低温工艺中，石英制品的性能要求主要是耐腐蚀、透光性好、杂质含量低。

此外，在单晶硅制造环节还需要高纯度石英坩埚作为直拉单晶用耗材；而高端合成石英玻璃则是 IC 用光掩膜的主要基材。

图 44：集成电路晶圆制造工艺流程



资料来源：《Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology》，国元证券研究所

表 17：晶圆制造应用石英玻璃产品的工艺环节

工艺环节	工艺介绍	应用石英玻璃产品
晶圆清洗	对晶圆表面进行清洗，以去除晶圆表面的杂质颗粒和残留物。	石英玻璃花篮、石英清洗槽
氧化/扩散	在清洗过的晶圆片表面生长或沉积一层氧化材料。氧化的目的是在晶圆片上形成一层二氧化硅。	石英管、石英舟、石英法兰、石英支架
薄膜沉积	将薄膜沉积到晶圆片上，沉积电介质或金属层，按照沉积方式的不同可以划分为物理和化学沉积两种主要方式。	石英管、石英舟、石英法兰
光刻	涂胶、曝光、显影是光刻工艺的主要步骤。在第一步，晶圆片被涂上一层光敏聚合物薄膜，称为光刻胶。当集成电路图形通过光掩模版传输时，在晶圆表面产生精确的图形。曝光工具，称为步进器，利用紫外线投射到晶圆片，从而将图案转移到晶圆片上。暴露的晶圆片通过从晶圆上移除光刻胶来显影。	石英光掩膜基板、石英钟罩
刻蚀	从晶圆片表面去除指定部分的材料，分为湿法刻蚀和干法刻蚀。湿法刻蚀使用化学液体（通常有硫酸、盐酸、氢氟酸等），干法刻蚀使用等离子体。	石英刻蚀盘、石英钟罩、石英环
离子注入	将硼、磷和氟等作为杂质源以离子形式经过加速获得足够能量后到达晶圆指定深度，从而达到精准控制电学性能的功能。	石英扩散管、石英舟

资料来源：《集成电路制造中生产周期的优化研究》，国元证券研究所

根据电熔、气熔、合成石英玻璃的性质特点，可分别应用于晶圆制造的不同环节。

气熔石英玻璃由于使用氢氧焰烧制，杂质含量低，但羟基含量偏高，高温下羟基的存在会使熔融石英耐温性降低，因此主要用于半导体制程的清洗、刻蚀、研磨等低温工

序，产品包括石英玻璃花篮、石英玻璃清洗槽、石英环、石英支架等。

电熔石英玻璃羟基含量低、耐高温性能强，主要用于半导体制程的晶圆热氧化、离子注入、扩散、沉积等高温工序，产品包括石英扩散管、石英法兰等。

合成石英玻璃纯度极高，具有优良的光学性能，可以根据规格大小制成不同大小的平板，经金属涂敷、腐蚀刻录后制成光掩膜基板，光掩膜上承载有完整的集成电路设计图形，通过光刻工艺可将集成电路设计图形转移到晶圆上。

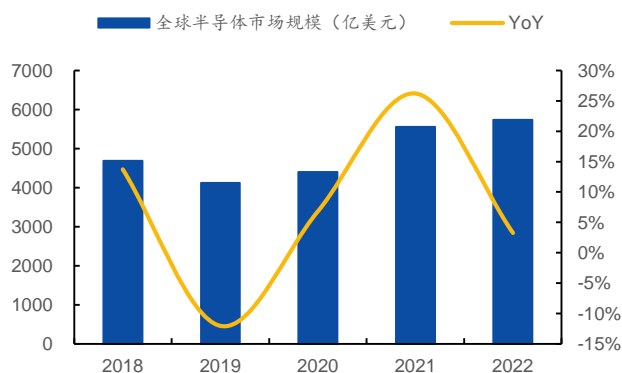
3.2 半导体周期复苏叠加国产替代，高端石英需求旺盛

近年来，随着半导体市场需求规模扩大，与半导体工业密切相关的石英玻璃行业也得到快速发展。在市场需求拉动和半导体自主可控国产化国家政策的支持下，半导体用石英玻璃材料及制品的产销维持快速增长趋势。

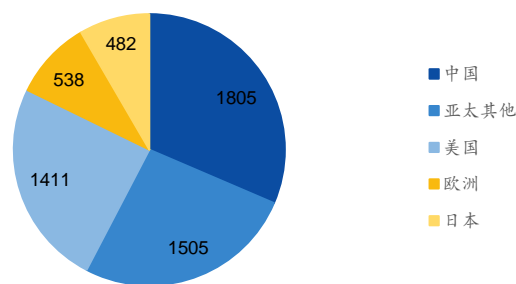
根据 WSTS 统计，2021 年全球半导体销售收入 5559 亿美元，同比增长 26.2%，2022 年全球半导体销售收入达到 5740 亿美元，同比增长 3.3%，2018 年以来复合增长率 5.2%。分区域来看，中国是最大的半导体市场，2022 年的销售额总额为 1805 亿美元，占全球市场的 31.4%。

图 45：全球半导体市场规模波动增长

图 46：2022 年全球半导体市场份额（亿美元）



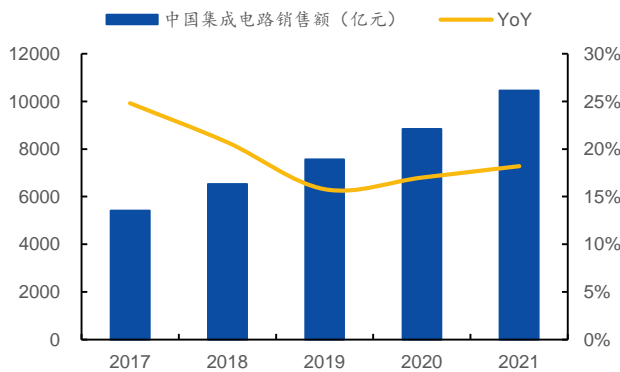
资料来源：WSTS，国元证券研究所



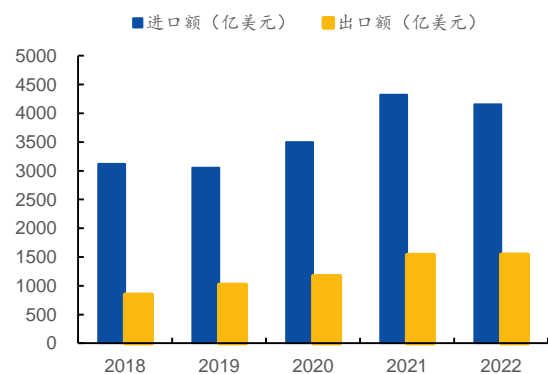
资料来源：WSTS，国元证券研究所

按产品来划分，半导体产品可分为集成电路、分立器件、光电器件和传感器，其中集成电路占 80% 以上份额，是绝大多数电子设备的核心组成部分，下游应用最为广泛。

中国半导体行业协会数据显示，2021 年中国集成电路产业销售额首次突破万亿元，达 10458.3 亿元，同比增长 18.2%，继续保持快速、平稳增长态势。中国集成电路产品进出口都保持较高增速，根据海关统计，2022 年中国进口集成电路进口金额 4155.8 亿美元，近 5 年复合增长 9.8%，出口金额 1539.2 亿美元，近 5 年复合增长 18.1%，在国产化政策的驱动下，国内集成电路市场空间有望进一步打开。

图 47：中国集成电路产业保持快速、平稳增长态势


资料来源：中国半导体行业协会，国元证券研究所

图 48：中国集成电路产品进出口情况


资料来源：海关总署，国元证券研究所

对半导体用石英玻璃材料市场空间进行测算，关键假设如下：

假设 1：世界半导体贸易统计组织 (WSTS) 2018~2022 年全球半导体产业销售额复合增长率为 5.2%，预计 2023 年、2024 年全球半导体产业销售额分别为 5560 亿美元、6020 亿美元，假设 2025~2027 年复合增长率保持 6%。

假设 2：2022 年中国半导体市场销售额为 1805 亿美元，占全球市场的 31.4%，假设 2023~2027 年中国市场份额占比 33%。汇率按照 2023 年 8 月 31 日美元对人民币 7.259 来计算。

假设 3：根据公司 2019 年可转债募集说明书，每生产 1 亿美元的电子信息产品，平均需要消耗价值 50 万美元的石英玻璃材料，假设石英玻璃材料占半导体总产值的 0.5%。

表 18：2023-2027 全球半导体用石英材料市场空间测算

	2023	2024	2025	2026	2027
全球半导体市场空间 (亿美元)	5560	6020	6381	6764	7170
中国半导体市场空间 (亿元)	13319	14421	15286	16203	17175
全球半导体用石英材料市场空间 (亿美元)	28	30	32	34	36
中国半导体用石英材料市场空间 (亿元)	67	72	76	81	86

资料来源：《集成电路制造中生产周期的优化研究》，国元证券研究所

预计未来 5 年，全球半导体市场规模将超过 7000 亿美元，中国半导体市场规模也将达到 17000 亿元，对应全球半导体用石英材料市场空间为 36 亿美元，国内半导体用石英材料市场空间 86 亿元。

3.3 技术+认证双壁垒，半导体石英行业门槛高

3.3.1 技术沉淀核心驱动，客户认证加深行业壁垒

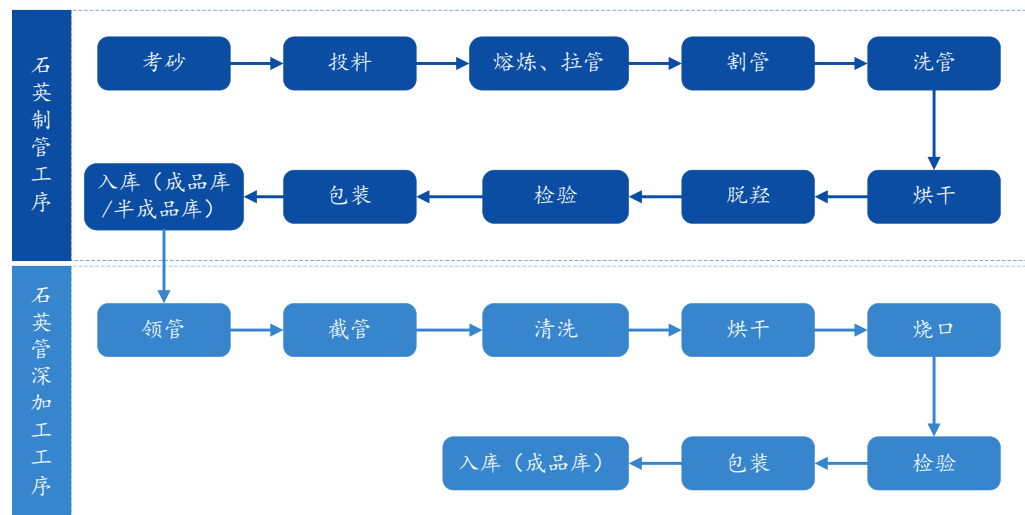
生产高端石英制品的核心技术主要体现在两方面：

一方面，生产石英制品需要系统的连熔法等生产工艺，该等生产工艺的应用除了需要

先进的生产设备，还需要长时间的经验与技术积累，因此，行业竞争对手进入高端石英制品领域所需的技术水平、研发积累等壁垒较高。

另一方面，需要高纯度的石英砂原料，高纯石英砂提纯工艺十分复杂、技术水平要求高，全球仅有少量几家石英企业掌握该技术，石英股份作为国内仅有的具备高纯石英砂提纯技术，并可量产高纯石英砂的企业，其生产的高纯石英砂可满足高端石英制品的原料需求，使公司具有明显的原料成本优势，同行业公司进入该领域的壁垒较高。

图 49：石英管制造工艺流程图



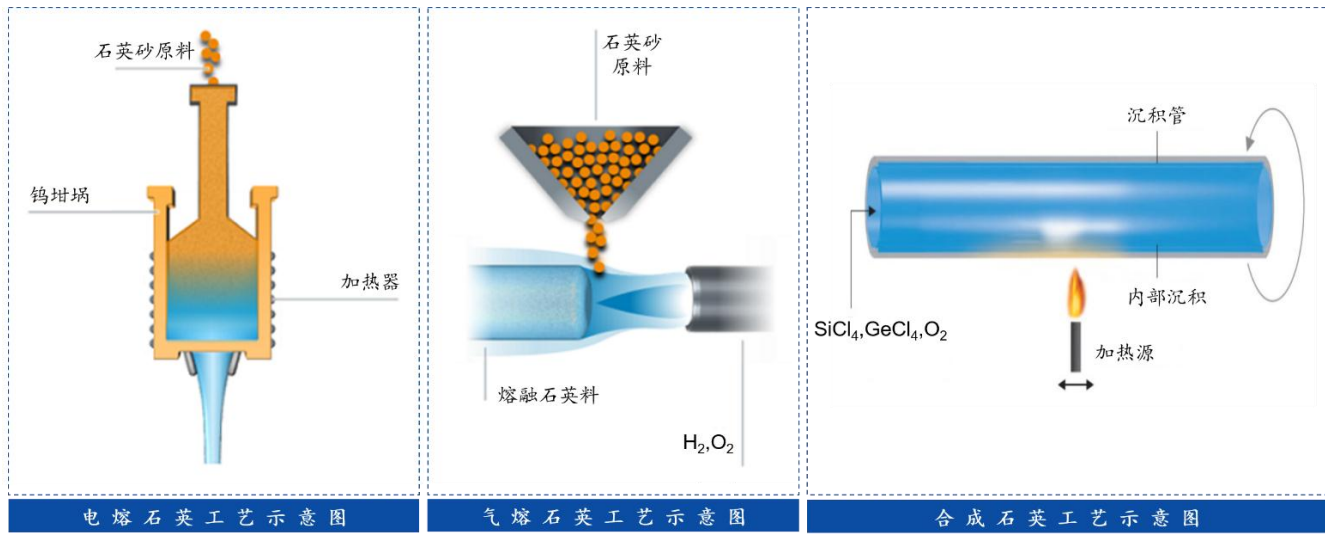
资料来源：公司公告，国元证券研究所

对于电熔石英，是通过电加热将坩埚内的石英砂原料熔化，随后经过快速冷却的玻璃化过程形成石英玻璃。电熔法制备工艺包括真空常压工艺、真空加压工艺、真空加压再熔拉管工艺和连熔炉工艺，其中，连熔炉工艺是将熔融态石英玻璃液通过机械设备直接拉石英玻璃制品，自动化程度高，适合大规模生产。石英砂的熔化过程通常在高真空环境中进行，以去除该过程中释放产生的气体和降低石英玻璃中的气泡含量，通常羟基含量较低，此类熔融石英玻璃的品质取决于原料的纯度。

对于气熔石英，主要利用氢氧焰将天然石英熔化，然后在石英玻璃靶面上逐渐堆积而成，现在常用气熔法制备石英坨，再将石英坨进行冷或热加工制成需要的石英玻璃制品。气熔工艺设备简单，综合能耗低，制备的熔融石英玻璃气泡少，但是采用氢氧焰制备时，氢气分子或者是氢气与氧气燃烧时生成的水会分别与二氧化硅反应生成羟基，导致产品中羟基含量偏高。气熔石英玻璃中的羟基在较高的温度下才开始减少，因此需在高温真空的条件下脱羟，脱羟效果会受原料纯度和制备工艺影响。

对于合成石英，是以 SiCl_4 等含硅化合物为原料通过化学气相沉积法（CVD）或等离子化学气相沉积工艺（PCVD）制备。其中，CVD 法的原理是将含硅化合物在载料气体的带动下送入氢氧焰喷灯，在高温作用下发生化学反应生成 SiO_2 颗粒，随后直接沉积在旋转的底座上形成石英玻璃坨，经过冷却最终得到合成石英玻璃锭。CVD 工艺是目前最成熟、商业化的工艺，制备的石英玻璃直径大、光学均匀性好，PCVD 由于制备成本高，尚未得到大批量应用。

图 50：电熔/气熔/合成石英工艺示意图

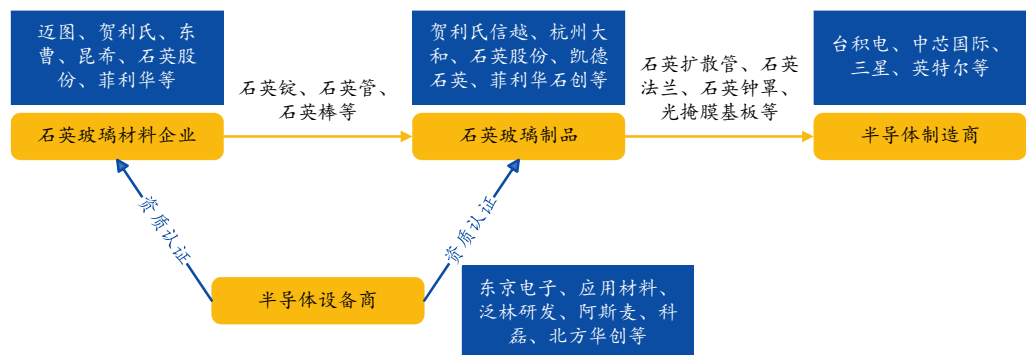


资料来源：Heraeus 官网，国元证券研究所

半导体设备商原厂认证模式进一步加深了行业壁垒：

半导体产业链的参与者包括材料生产商、制品加工商、半导体设备商、终端晶圆厂商。石英材料生产商将材料销售给石英制品加工商，石英制品加工商将产品销售给晶圆厂商。石英玻璃制品是晶圆厂商用在半导体制造设备中的耗材，国际主要半导体设备制造商对于其设备上使用的石英制品有严格的筛选标准，且在产业链中拥有强势话语权。不管是石英材料还是制品均需通过设备商的认证，才能成为产业链当中的一环。

图 51：半导体用石英玻璃认证链图



资料来源：公司公告，菲利华募集说明书，国元证券研究所

石英玻璃材料及制品的质量、加工精度直接影响半导体产品生产的成品率，目前，国际主要半导体设备制造商，如东京电子（TEL）、应用材料（AMAT）、泛林研发（Lam Research）等，普遍通过对石英玻璃材料供应商实施严格的资质认证的方式加强供应商管理。

此外，为保证石英材料的品质稳定，国内外知名下游厂商一般倾向于与行业内领先地

位的石英企业建立长期稳定的合作关系，这构成了新参与者进入该行业的明显壁垒。

3.3.2 国外龙头占据高端产品，国内企业发展加速

国际先进石英厂商工艺流程更先进，装备机械化和自动化水平较高，拥有高等级洁净厂房，产品的一致性、可靠性水平有良好保障，其产品应用于半导体等行业的高端领域，产品附加值高。国外龙头企业在工艺技术水平、高端产品开发、生产规模化以及产销定价能力方面具有优势，在各自细分领域的市场占有率较高。

石英材料方面，半导体行业对材料纯度、尺寸精度以及质量稳定性要求苛刻，技术工艺亦有很高要求。因此，行业的市场集中度相对较高，呈现寡头格局，竞争公司数量有限，国内外主要公司有美国迈图、德国贺利氏、日本东曹、德国昆希、石英股份、菲利华等。

美国迈图科技公司 (Momentive Technologies) 是高纯石英和陶瓷产品的全球领导者，前身 Union Carbide 成立于 1891 年，主营石英产品包括透明和不透明石英锭材、石英棒材、石英管材、石英坩埚等，具有高纯度、高尺寸精度、低羟基、耐高温等特点，大量产品规格获得原始设备制造商 (OEM) 认证。

德国贺利氏公司 (Heraeus Conamic) 是生产和加工高纯石英玻璃和高端陶瓷的技术领导者之一，掌握气熔石英玻璃 (TSC®)、电熔石英玻璃 (HSQ®) 以及合成石英玻璃 (Neonyx®) 生产工艺，产品形态包括石英锭、石英棒、石英管、石英块、石英预制棒、不透明石英等，广泛用于光学、半导体、工业照明领域。

日本东曹石英株式会社 (Tosoh) 的前身日本石英玻璃株式会社成立于 1936 年，是日本最早成立的石英玻璃制造企业，自成立以来一直专注于石英玻璃的加工业务。具备气熔石英玻璃 (N 级、NP 级)、电熔石英玻璃 (HR 级、HRP 级)、合成石英玻璃 (ES 级、ED 级) 生产能力，不透明 OP 系列石英玻璃具有独特优势。

表 19: 石英材料国内外主要企业

公司名称	主营石英材料	产品优势
美国迈图 (Momentive Technologies)	石英棒、石英管、石英锭，产品主要占据半导体和光纤市场	高纯石英和陶瓷产品的全球领导者，大量产品规格获得原始设备制造商 (OEM) 认证，低羟基石英材料在高温下保持优异性能
德国贺利氏 (Heraeus Conamic)	石英锭、石英棒、石英管、石英块、石英预制棒、不透明石英	产品门类齐全，掌握气熔石英玻璃 (TSC®)、电熔石英玻璃 (HSQ®) 以及合成石英玻璃 (Neonyx®) 生产工艺，广泛用于光学、半导体、工业照明领域
日本东曹 (Tosoh)	熔融石英锭、石英棒、石英管、石英玻璃棉、不透明熔融石英玻璃以及石英玻璃加工	东曹石英集团是日本最早成立的石英玻璃制造企业，具备气熔石英玻璃 (N 级、NP 级)、电熔石英玻璃 (HR 级、HRP 级)、合成石英玻璃 (ES 级、ED 级) 生产能力，不透明 OP 系列石英玻璃具有独特优势
德国昆希 (Qsil)	透明石英玻璃、不透明石英玻璃、掺杂石英玻璃、特种玻璃以及石英玻璃加工	德国昆希集团是耐火材料、高温高纯高科技材料全球领导者，具有 60 多年研发和生产经验，Ilmasil® 石英玻璃独具特色，采用等离子熔炼工艺制造
菲利华	石英锭、石英管、石英棒、不透明石英材料等	石英材料门类齐全，包括气熔/电熔/合成石英玻璃材料与石英玻璃纤维及制品，子公司菲利华石英拓展石英制品精加工业务
石英股份	高纯石英砂、石英棒、石英管、石英锭、石英	成功研发高纯石英砂提纯技术，是国内唯一具备规模化生产高纯石英砂

	坩埚等	的企业，拥有连熔法生产工艺核心技术
--	-----	-------------------

资料来源：公司官网，国元证券研究所

石英股份作为业界少数具备生产高纯石英砂和半导体、光伏、光电用石英玻璃材料及制品的全产业链企业，在国内外石英行业中均具有强大的影响力和竞争优势。

石英制品方面，供应商提供的不同规格的产品通常需要单独通过半导体设备厂商或芯片制造厂商的测试，4、6 英寸为中低端半导体芯片生产线用石英玻璃制品，8 英寸、12 英寸为高端石英制品，全球高端石英制品市场主要还是由海外龙头企业掌握，如贺利氏信越、大和热磁电子等。

贺利氏信越是德国贺利氏子公司，主营产品包括石英舟、石英环、石英窗、石英蚀刻元件等，相关产品获得半导体设备厂商认证。

杭州大和热磁电子有限公司作为日本 Ferrotec 株式会社全资子公司，是国际知名的半导体产品与解决方案供应商。主要从事半导体硅片、半导体石英制品、精密陶瓷制品、半导体装备等产品的研发、制造和销售，可批量生产 12 英寸，8 英寸以及 8 英寸以下半导体装置用石英制品，并具备下一代 18 英寸石英产品的研发能力。参控股子公司包括富乐德、杭州先进石英等。

国内的加工能力相比国际领先水平还有一定的差距，如凯德石英目前主营产品以 8 英寸及以下石英玻璃制品为主，12 英寸核心零部件石英晶舟通过中芯国际认证。

石英股份客户包括住友电工、凯德石英、东科石英等。

表 20：石英制品国内外主要企业

公司名称	主营石英制品	产品优势
贺利氏信越	石英舟、石英环、石英窗、CVD 石英衬管、石英蚀刻元件、窗口片等	德国贺利氏子公司，获得半导体设备厂商认证
大和热磁电子	石英管、石英舟、石英环、石英槽、石英支架等	日本 Ferrotec 株式会社全资子公司，可批量生产 12 英寸，8 英寸以及 8 英寸以下半导体装置用石英制品，并具备 18 英寸石英产品的研发能力
沈阳汉科	石英管、石英舟、石英刻蚀部件等	汉民科技控股，可生产 8 英寸、12 英寸半导体用石英制品，获得 TEL 等半导体设备厂商认证
石英股份	石英扩散管、石英法兰、石英舟、石英环和石英片等	全产业链优势，自主研发半导体石英连熔生产工艺，自主研制专用半导体石英脱羟设备及工艺
凯德石英	石英舟、石英管道、石英仪器等	北交所上市公司，擅长石英制品火加工工艺，行业规模在内资企业中位居前列
菲利华石创	石英环、石英法兰、石英舟、石英管等	上市公司菲利华子公司，上游石英材料供应商
东科石英	石英管、石英舟、石英缸、石英仪器等	新三板上市公司，数字车床与复杂手工艺相结合，具备热处理、冷加工、石英棒开槽等技术能力

资料来源：公司官网，公司公告，Wind，国元证券研究所

3.4 公司连熔技术行业领先，扩产认证同步推进

3.4.1 连熔生产技术创新发展，始终保持行业领先

公司是国内石英制品行业的龙头企业，技术研发实力雄厚，掌握了从高纯石英砂提纯，到高纯石英管、石英棒、石英碗生产的多项自主知识产权和专有技术，并拥有国内石

英制品行业规模最大、最先进的现代化检测中心，具备规模化生产符合国际质量标准的高端电子级石英制品的技术实力。

2018年，公司成功研发出了利用连熔法工艺制备高质量光纤预制棒用石英套管。

2020年，公司连续申请了连熔法生产大尺寸石英筒、石英玻璃板的专利，均已取得授权。石英筒传统工艺是先生产石英铸锭再进行切割，材料利用率低、成本高，且铸锭生成过程中会产生气泡；公司对工艺进行了改革创新，通过对预热、融化、成型的温度设置，使大尺寸石英筒能够连续生产、一次成型，生产效率和产品质量得到极大提高。

2022年，公司通过对连熔生产系统技术攻关，稳步推进第八代连熔生产技术投入使用，多种新型半导体用高端石英产品走向市场。

根据公司的战略发展目标，公司将持续推进高端石英材料的研发与高端市场开发，积极发挥公司高纯石英砂的提纯和连熔法制备技术优势，重点布局高速增长的光纤半导体行业，进一步优化公司产品结构。

表 21：公司半导体石英管棒核心技术

技术名称	技术描述	技术来源
大口径石英管	目前国内半导体石英行业所用的大口径石英管主要依赖于进口，价格昂贵，公司自主研发了直径在400mm以上的大口径石英管，可取代进口大口径石英管	自主研发

资料来源：公司公告，国元证券研究所

表 22：公司连熔技术主要授权专利

专利号	专利名称	专利类型	授权日
2012204786734	一种石英管、石英棒连熔炉	实用新型	2013.04.03
2012103478393	生产石英玻璃棒的连熔炉以及制造工艺	发明专利	2015.08.05
2012206905776	一种连续生产石英玻璃板的连熔炉	实用新型	2013.07.03
2013207630436	一种具有隔氧、除氧装置的连熔炉	实用新型	2014.06.18
2013106147448	能够高精度控制壁厚的连熔炉	发明专利	2016.08.17
2017204191685	多功能石英玻璃连熔炉	实用新型	2018.02.06
201821436782.3	一种感应式加热石英玻璃连熔炉	实用新型	2019.04.30
201821436783.8	一种加热均匀的石英玻璃板连熔炉	实用新型	2019.06.07
202021381005.0	连熔法生产大尺寸石英筒的装置	实用新型	2021.03.19
202010676199.5	连熔法生产大尺寸石英筒工艺、石英筒及其应用	发明专利	2022.10.04
202010591121.3	连熔法生产大尺寸石英玻璃板工艺、石英玻璃板及其应用	发明专利	2022.12.23

资料来源：公司公告，国元证券研究所

目前，公司半导体用石英产品门类齐全，包括石英锭、石英管、石英棒、石英筒、石英板等，涵盖了电熔石英材料、气熔石英材料以及合成石英材料，可用于半导体芯片制程清洗、氧化、扩散、刻蚀等工序，不透明石英可作为隔热部件的基础材料。

表 23：公司主要半导体用石英产品

产品名称	产品系列	产品特性	应用领域
电熔石英	半导体级石英管	PQ181E PQ181EH 纯度高，低羟基（OH<10ppm），耐高温	半导体级硅片 氧化、扩散 等工艺
	半导体级石英棒	PQ181E PQ181EH 纯度高，低羟基（OH<30ppm），耐高温	作为石英部件的基础材料，应用于半导体晶圆制造工艺中
	半导体级石英锭	PQ811E PQ811EH 纯度高，低羟基（OH<20ppm），耐高温，微气泡少	作为反应室直接接触的各类石英装置的基础材料，应用于半导体晶圆制程工艺中
	半导体级石英筒	PQ100E PQ100EH 纯度高，无微气泡，OH<110ppm	作为石英环的基础材料，应用于半导体 蚀刻 领域中
	低羟基半导体级电熔石英筒	PQ800E PQ800EH 与电熔石英锭相比，无微气泡、无杂点，高温下使用性能更佳，OH<30ppm	采用连续电熔法生产，可替代电熔石英锭材料用于半导体 扩散 领域
	半导体级电熔石英板	PQ161E PQ161EH 与电熔石英锭相比，无微气泡、无杂点，加工及使用性能更佳，OH<30ppm	采用连续电熔法生产，可替代电熔石英锭材料用于半导体 清洗 领域
气熔石英	半导体级气熔透明石英锭	PQ871E PQ871EH 用氢氧焰制作，极高纯度，碱金属含量低，气泡少，高光学透过性，OH~200ppm	作为半导体领域所需的高品质基础石英材料，应用于半导体制程过程中 蚀刻 等工艺
	半导体级乳白石英锭	PQ872E PQ872EH 纯度极高、隔热性好、耐高温	作为石英隔热部件的基础材料，应用于氧化、扩散和CVD 间歇炉等制程
合成石英	合成石英棒	PQ190M 采用合成石英材料，通过二步法生产，极高的化学纯度，极少的气泡数量，OH<10ppm	作为高端半导体石英部件的基础材料，应用于高端半导体晶圆制造工艺中
	半导体级合成透明石英锭	PQ870 用氢氧焰制作，极高纯度，碱金属含量低，气泡少，高光学透过性，OH~200ppm	作为半导体领域所需的高品质基础石英材料，应用于半导体制程过程中 蚀刻 等工艺。尤其可用于3nm 等极其严格的半导体制程，也可用于显示掩膜基板
	半导体级合成乳白石英锭	PQ8720 纯度极高，隔热性好，耐高温	作为石英隔热部件的基础材料，应用于氧化、扩散和CVD 间歇炉等制程

资料来源：公司官网，国元证券研究所

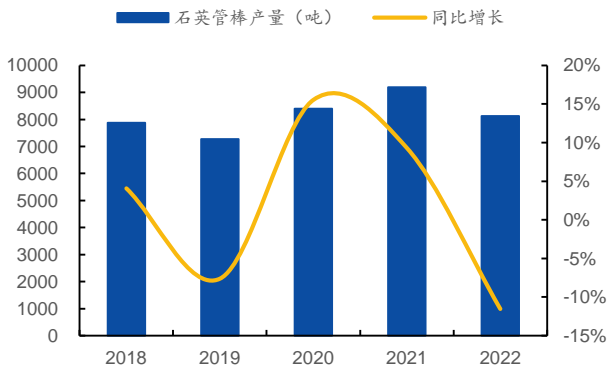
3.4.2 可转债募投扩产落地，客户认证进展顺利

石英管棒产能方面，公司 2018 年产能为 8500 吨，2019 年公开发行可转债募集资金 3.6 亿元，建设年产 6000 吨的电子级石英产品项目，已于 2022 年 10 月建成投产。此外，公司拟投资建设半导体石英材料系列项目（三期），半导体石英制品规划产能 5800 吨。

公司石英管棒产量在 2018-2021 年波动上升，2022 年有所回落至 8126 吨；石英管棒产销率保持较高水平，2021-2022 年均高于 100%。按照下游行业划分，公司石英管棒主要应用于光纤、半导体和光源，2022 年光源收入平稳，光纤领域收入有所下降，而半导体收入增长 85.92%，在 2021 年半导体收入增长 101.01%基础上仍实现高速增长。

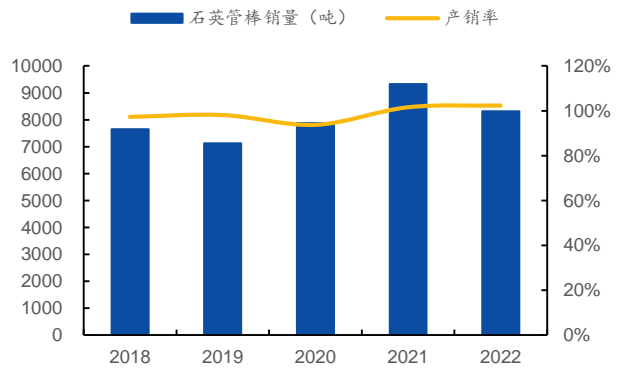
随着公司在半导体产业用石英材料市场份额的进一步扩大，半导体产业用石英材料将成为公司未来重要的增长点。6000 吨电子级石英产品扩产项目建成落地，将为公司半导体业绩增长提供有力保障。

图 52：2018-2022 公司石英管棒产量



资料来源：Wind，国元证券研究所

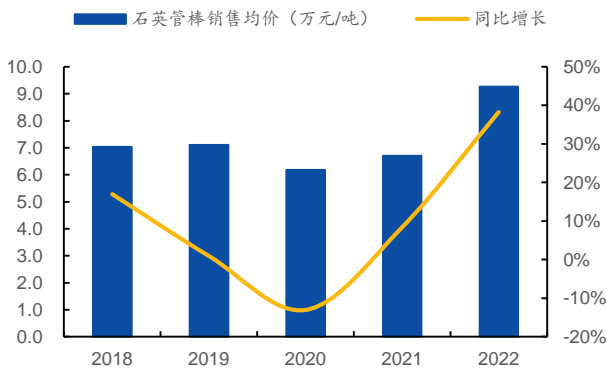
图 53：2018-2022 公司石英管棒销量及产销率



资料来源：Wind，国元证券研究所

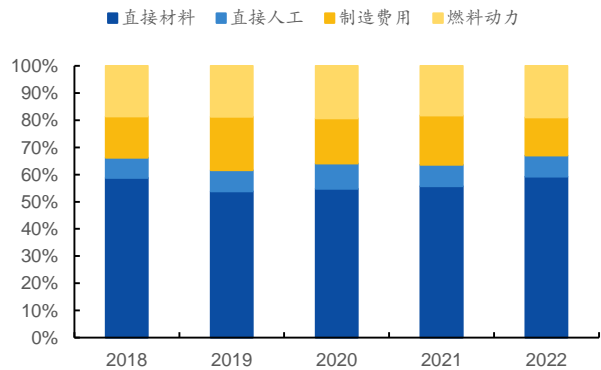
价格方面，2018-2021 年公司石英管棒销售均价小幅下降，2022 年受益于半导体石英制品占比提升，平均售价同比增长 38.27%，为 9.27 万元/吨。随着公司大力推动半导体晶圆制造商及半导体设备商的产品认证和推广，公司高价值量的半导体石英管棒收入占比将持续提升，有望带动石英管棒的平均售价进一步增长。

图 54：2018-2022 公司石英管棒销售均价（万元/吨）



资料来源：公司公告，国元证券研究所

图 55：2018-2022 公司石英管棒成本构成



资料来源：公司公告，国元证券研究所

生产成本方面，生产石英管棒直接材料、燃料动力、制造费用、直接人工近 5 年平均占比分别为 56%、19%、17%、8%，成本构成基本保持稳定。由于公司拥有国际顶端的高纯石英砂提纯的核心技术，公司在石英产品成本控制方面具有显著优势，2022 年建成的 6000 吨电子级石英生产线主要采用自产的半导体级高纯石英砂为原料，用于生产光纤和半导体石英产品。

客户认证方面，公司通过半导体石英产品国际认证的型号不断增加。

2019 年，公司半导体领域用石英系列产品（石英管、棒、锭材料）通过了日本 TEL 官方认证，成为全球第三家、国内当时唯一一家通过 TEL 高温扩散领域认证的原材料供应商，实现了国产石英材料零的突破。

2020 年，公司自主研发的石英筒产品通过美国 Lam Research 刻蚀石英认证。

2021年，公司石英管、棒、锭材料进一步通过日本TEL刻蚀环节的半导体认证。

2023年，美国应用材料（AMAT）认证取得阶段性进展。

目前，公司连熔法生产的系列产品如石英大管、石英棒、石英大板、石英筒，均已通过半导体厂商认证，技术国际领先。特别是石英筒、石英板，是公司近几年开发的、具备自主知识产权的专利产品，具有质量好、成本低的优势，受到客户高度青睐，进一步增强了公司的竞争优势，连熔生产技术已发展成为行业标杆。下一步，公司将加强国际化营销队伍建设，加快推进国际及国内其他主流半导体设备商的产品认证，加强公司新品应用市场推广。

4. 光电领域平稳发展，公司持续保持业务领先优势

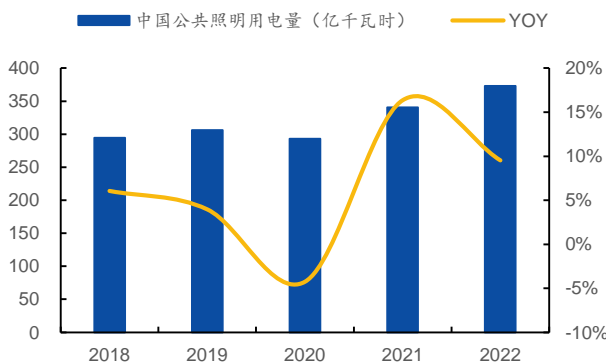
4.1 依托传统光源优势，推动特种光源用石英份额增长

石英玻璃从紫外光、可见光到红外光（160nm~4500nm）均具有良好的透过率，是工业照明领域的重要原材料。由于电光源产品一般会产生高强度气体放电，其泡壳材料的表面需要承受高温和高压，为了保证灯管的质量，泡壳一般采用石英管，具体产品包括卤素灯、HID灯、汽车灯等照明产品以及红外加热灯、紫外杀菌灯等特种光源。

光源市场整体需求保持稳步发展。2018至2022年，中国公共照明用电量整体呈增长趋势，期间年均复合增长率为6.1%，2022年达到373亿千瓦时，同比增长9.5%。根据海关总署数据，中国灯具照明装置及其零件出口金额从2018至2021年持续增长，2021年出口总额达494亿美元，同比增长31.0%，2022年略有下降为463亿美元。随着未来全球经济的发展和发展中国家城市化建设的进一步推进，预计全球光源市场保持平稳增长趋势。

图 56：2018-2022 年中国公共照明用电量

图 57：2013-2022 中国灯具照明装置及其零件出口金额



资料来源：Wind，国元证券研究所

资料来源：海关总署，国元证券研究所

特种光源市场需求增长。农用植物生长灯、固化灯、UV 杀菌灯、投影灯、影院灯、激光灯、半导体清洗灯等产品属于特种光源，可广泛应用于农业、环保、激光以及光清洗等应用领域，对石英管的耐热性、透光性、滤光性等有特定要求，特种光源石英管技术含量较高。

其中，紫外线光源在污水处理及废气降解方面具有显著优势，广受环保行业青睐；石

英激光器越来越多地应用于医疗美容、切割以及焊接领域；半导体行业的工业光清洗也需要使用特种石英照明产品。因此，随着我国现代农业发展、环保要求日益提高，以及高精尖激光器的应用，这些特种光源产品对高端光源石英材料的需求也快速增长。

公司在光源用石英材料方面拥有完整的产业链，积极开发新兴市场和新兴领域，逐步摆脱对传统光源的依赖。

公司光源石英管产品分为高纯石英管、紫外管和透明管，高纯石英管由高纯石英砂制成，主要用于金卤灯；紫外管用于石英卤素灯、气体放电灯、杀菌灯和其他 UV 光源；透明管则广泛应用于汞灯、舞台灯、水处理灯套管等产品。代表客户有 GE 照明、欧司朗照明、飞利浦照明、广东雪莱特光电科技股份有限公司等。

表 24：公司主要光源石英管棒产品

应用领域	主要光源石英管棒产品		
汽车光源	 PQ321 标准滤紫外石英管	 PQ323 高截止滤紫外石英管	 PQ321L 低熔点滤紫外石英管
	 PQ191 标准透明石英棒	 PQ191L 低熔点石英棒	 PQ181A&181N 金卤灯用石英管
红外光源	 PQ181 标准透明石英管	 PQ771 黑红石英管	 PQ781 乳白石英管
特种光源	 PQ182 高臭氧用石英管	 PQ183&183A UHP石英管	 PQ184&PQ184A 固化灯用石英管
	 PQ211 高透过无臭氧石英管	 PQ221 标准无臭氧石英管	 PQ231 高截止无臭氧石英管
	 PQ321 标准滤紫外石英管	 PQ323 高截止滤紫外石英管	 PQ321L 低熔点滤紫外石英管
	 PQ170 合成石英管		

资料来源：公司官网，国元证券研究所

近年来，随着照明行业的发展，虽然 LED 照明灯对传统普通照明产生了一定的影响，但传统光源因其独特的优势，正在向特种光源应用领域深度发展，高端光源市场对高纯石英管的需求量稳定增长。公司自主研发的石英熔炼、热处理及深加工技术，生产出的系列光源用石英材料达到国际先进水平。

表 25：公司光源石英管棒核心技术情况

技术名称	技术描述	技术来源
低羟基滤紫外石英管	产品羟基含量极低（小于 5ppm），可以有效地防止紫外线辐射对人体以及物体造成的危害，并可维持可见光达到最大的传播效率，适用于石英卤素灯、气体放电灯和其他 UV 光源	自主研发
金卤灯石英管	产品具有纯度高、耐高温、低热膨胀系数、羟基含量极低且加工时释放羟基量少等特点，是高品质金卤灯电极管的首选材料	自主研发
特种无臭氧石英管	可以截断全部 UV-C 波段的透射，而在可见光与红外光区有很高的透过率，羟基含量极低，主要用于太阳防晒灯	自主研发
金卤灯 UV 石英管	产品具有极低的紫外光谱透过率，超低羟基含量，规格一致性好，表面无气泡气线，适用于高端金卤灯用套管	自主研发
双层石英管	包括外层管和内层管，它在化工管道、电光源、紫外线杀菌等场合使用，其保温性好、散热均匀；在冷却、加热等领域容易实现特殊功能	自主研发
冰箱除霜管	它包括外层石英管和内层石英管，内、外管之间为真空层。作为冰箱的除霜管达到了冰箱的绿色环保要求，且具有除霜效果好，使用寿命长	自主研发

资料来源：公司公告，国元证券研究所

公司依托传统光源累积的独特优势，正积极推进在红外加热、紫外固化、紫外消毒、高品质分析等高端光源用石英材料市场份额的持续增长，公司还将开发功能石英材料，巩固高端光源石英材料市场领导地位，在高端光源领域持续提升市场占有率。

4.2 光通讯景气度持续回升，光纤用石英材料需求稳定

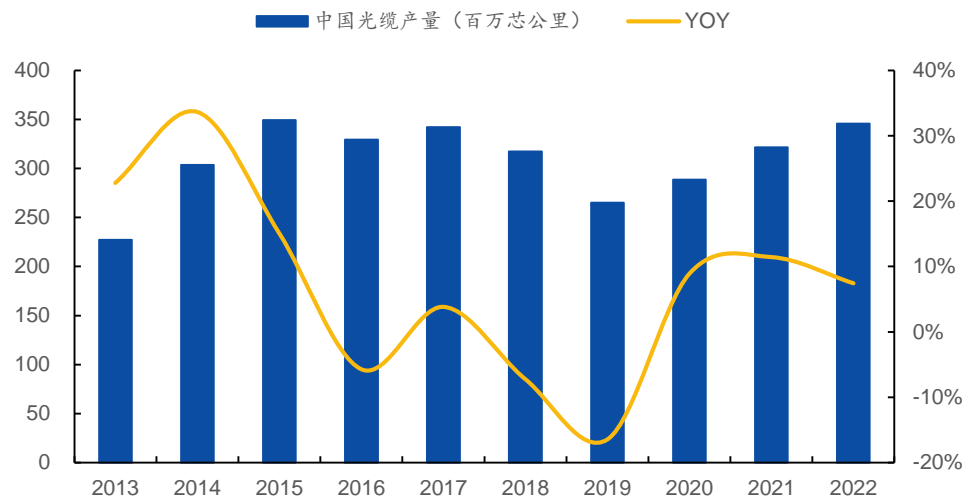
随着 5G、光纤入户、千兆光网等移动及固定通信网络建设在国内外继续推进，以及数据流量的提升、人工智能等新型应用的发展，算力及数据传输能力不断增强，促进了光纤光缆的需求增长及产品升级。

2022 年 2 月，国家发改委、中央网信办、工信部、国家能源局联合印发文件，宣布“东数西算”部署，国家算力枢纽节点、数据中心集群及数据传输通道启动建设。2023 年 2 月，中共中央、国务院发布了《数字中国建设总体布局规划》，提出打通数字经济基础设施大动脉、加快 5G 网络与千兆光网协同建设、畅通数据资源大循环等关键举措，为中国新阶段整体数字经济发展定下了基础。

根据国家统计局数据，2013-2022 年中国光缆产量的复合增长率为 4.8%，其中，2022 年中国光缆产量为 3.46 亿芯公里，同比增长 7.44%。光纤光缆行业的终端客户主要是中国移动、中国联通、中国电信三大运营商，运营商市场需求的大幅增长是推动光纤光缆产量提升的主要动力。根据 2023 年 6 月中国移动发布的 2023-2024 年普通光缆产品集采公告，招标内容为光缆中的光纤及成缆加工部分，集采规模约 338.90 万皮长公里（折合 1.082 亿芯公里），项目已于 2023 年 9 月公示中标结果。

此外，中国移动蝶形光缆、骨架式带状光缆、G.654E 光纤光缆集采以及中国电信室外光缆集采均已公示招标，中国光通信市场延续了 2022 年以来的景气度回升态势。

图 58：2013-2022 中国光缆产量

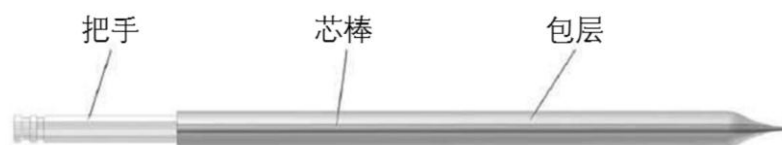


资料来源：国家统计局，国元证券研究所

光纤预制棒是制造光纤光缆的核心原材料，被誉为光纤产业“皇冠上的明珠”，占据了光纤产业 70% 的价值。光纤预制棒是圆柱形的高纯度石英玻璃棒，中心部分（即芯棒，亦称为芯层）是折射率较高的玻璃材料，而表层部分（即包层）是折射率较低的玻璃材料。光纤预制棒直径介于几十毫米至 210 毫米，长一米至数米，单根光纤预制棒可用来生产上千公里的光纤。

根据所使用原材料的纯度及质量、所运用技术和生产工艺的精密程度的不同，光纤预制棒成品的质量也存在较大差异。光纤预制棒成品质量对光纤的质量及特性，如纯度、抗拉强度、有效折射率及衰减等亦存在重大影响。高纯石英套管是光纤预制棒的不可或缺的外皮材料，石英靶棒、尾棒等则是光纤拉丝用的支撑材料。

图 59：光纤预制棒组成示意图



资料来源：长飞光纤招股说明书，国元证券研究所

一方面，由于光纤市场需求高度景气，光纤预制棒制造商对上游电子级石英套管、石英辅材等原料的需求也将大大增加；另一方面，由于光纤预制棒的核心材料——芯棒和石英套管对材料纯度、羟基含量等技术参数的要求非常高，过去光棒用石英套管主要依靠进口，目前国内正逐渐实现光纤预制棒的自给自足。

公司已成功研制出了利用连熔技术制备光纤预制棒用石英套管，其质量、纯度及稳定性已达到国际一流标准，未来有望替代部分进口光棒用石英套管的市场份额。公司在光通讯行业的主营产品一直以石英延长管、石英棒、石英套管为主，为光纤预制棒及光纤拉丝工艺提供系列石英材料。公司代表客户有江苏亨通光电股份有限公司、江苏

中天科技股份有限公司、江苏通鼎光电股份有限公司、武汉长飞光纤光缆股份有限公司、日本信越化学株式会社等。

近年来，公司经过不断的技术研发及市场推广，在高温烧结用炉芯管及合成石英衬管方面也取得突破，产品得到客户的广泛认可，下一步将在更大尺寸炉芯管方面进行技术研发及市场推广。

表 26：公司光纤石英管棒核心技术情况

技术名称	技术描述	技术来源
高纯度大直径石英棒	主要用于光通讯行业，目前市场需求较大，产品附加值非常高，一直为国外企业垄断，公司已研发出直径 30mm 以上石英棒	自主研发
石英套管	用连熔工艺制备的光纤预制棒用石英套管，是光棒生产中的核心材料	自主研发

资料来源：公司公告，国元证券研究所

表 27：公司主要光纤石英管棒产品

产品名称	产品型号	产品特性	应用领域
 光纤级石英套管	PQ181FH	纯度高、低羟基	作为 RIC 工艺预制棒制程中的基础材料
 光纤级炉芯管	PQ181F-R	纯度高、低羟基、耐高温	作为生产高温区光纤炉芯管的基础材料
 光纤级石英管	PQ181F	几何尺寸精度高、纯度高、低羟基	作为 RIC 工艺中套管的延长管，PCVD 和 MCVD 工艺中石英辅助材料
 光纤级石英棒	PQ191F	纯度高、强度高	作为种子棒和把手棒用在 VAD 和 OVD 工艺中沉积和延伸环节

资料来源：公司官网，国元证券研究所

5. 盈利预测与估值

5.1 投资要点

(1) **高纯石英技术行业领先，产销两旺迎爆发式增长。**公司是业界少数具备生产高纯石英砂和半导体、光伏、光电用石英玻璃材料及其精密加工制品的全产业链企业，

在国内外石英行业中均具有强大的影响力和竞争优势。2023 年前三季度营收 59.0 亿元，同比增长 378.27%，归母净利润为 42.1 亿元，同比增长 638.32%，公司业绩在 2022 年高基数基础上实现快速增长。2016 至 2023 年，公司开展 1 次股权激励、4 次员工持股计划，对员工激励到位，推动公司向战略和经营目标稳步前进。

(2) 掌握高纯石英砂“硬核”技术，产能扩张巩固市场地位。公司长期致力于高纯石英砂生产技术的创新和研发，2009 年底实现高纯石英砂产业化，2010 年大规模向下游企业销售。公司是国内首家打破国外垄断并实现量产的高纯石英砂生产企业，是世界上少数几家拥有量产高纯石英砂技术的企业之一。高纯石英砂产品品质稳定，技术达到国际先进水平，针对光伏和半导体市场发展机遇，公司加速 60000 吨高纯石英砂产能建设，预计 2023 年底建成投产，将进一步提升高纯砂的市场占有率。

(3) 连熔技术行业标杆，石英产品认证进展顺利。公司具备电熔石英、气熔石英、合成石英全套生产工艺，并通过对连熔生产系统技术攻关，稳步推进第八代连熔生产技术投入使用，多种新型半导体用高端石英产品走向市场。经过 30 年的创新发展及研究开发，公司连熔生产技术已发展成为行业标杆，相关石英产品通过 TEL、Lam Research 等国际半导体设备厂商认证，AMAT 认证也取得阶段性进展。目前，公司 6000 吨电子级石英产品项目已于 2022 年 10 月建成投产，正积极推进半导体石英材料系列项目（三期）建设。

5.2 盈利预测与估值

公司深耕高纯石英砂和半导体/光伏/光电用石英玻璃材料及精加工，全产业链优势显著，产能扩建项目的落地为公司业绩爆发提供了有力支撑。随着半导体认证的顺利推进，公司电子级石英制品业务有望成为新的业绩爆发点。我们预计，公司 2023-2025 年归母净利润分别是 52.38 亿元、62.99 亿元和 78.85 亿元，当前股价对应 2023-2025 年 PE 为 5.27 倍、4.38 倍、3.50 倍。我们考虑到下游需求旺盛和公司较强的产品壁垒，给予“增持”评级。

附表：盈利预测

财务数据和估值	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入(百万元)	960.68	2004.17	8182.91	11178.90	14835.15
收入同比(%)	48.81	108.62	308.30	36.61	32.71
归母净利润(百万元)	280.98	1052.19	5238.36	6298.98	7884.69
归母净利润同比(%)	49.37	274.48	397.85	20.25	25.17
ROE(%)	12.89	32.23	67.88	50.63	42.77
每股收益(元)	0.78	2.91	14.50	17.44	21.82
市盈率(P/E)	98.17	26.22	5.27	4.38	3.50

资料来源：Wind，国元证券研究所

6. 风险提示

宏观经济风险。公司所处的石英行业下游广泛应用于光伏、光源、光纤、半导体等制造行业，宏观经济的发展趋势对其有一定的影响。国家的供给侧改革、信用政策调控、进出口贸易摩擦等宏观因素直接影响我国制造业的生产成本、资金环境以及市场销

售，也间接影响石英产品的市场需求及盈利水平。因此，未来石英行业可能受经济下行压力、需求波动等不利因素的影响，从而给公司未来的盈利水平带来不利影响。

光伏行业波动风险。光伏行业发展波动较大，起伏周期频繁，公司涉及光伏产品的业务可能会受到一定程度的波及和影响，如未来一段时间内光伏行业出现不景气的情况，则将对公司经营业绩带来不利影响。

产能扩张风险。公司正在实施的三期扩产项目以及 60000 吨/年的高纯石英砂等项目的有效实施将有利于提升公司的核心竞争力和行业地位。但公司所处行业竞争日益激烈、市场环境变化、市场开拓及销售管理出现疏漏以及项目实施中出现的其他意外因素，或者随着产能的不断释放，未来市场需求不足或开拓市场不利可能导致公司新增产能无法消化的风险。

应收账款风险。由于销售合同中规定的付款条件往往与产品的应用效果与客户信用相关，并附有一定期限的质保期和付款期，导致公司应收款随着产品销量的增长而呈现一定的增长。尽管公司不断从信用额度、付款条件、营销考核等方面采取有效措施加强应收账款的管理，但若未来下游企业业绩下滑或资金趋紧，可能导致公司应收账款发生坏账或进一步延长应收账款回款期，从而给公司经营业绩造成不利影响。

财务预测表

资产负债表					
单位:百万元					
会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
流动资产	1469.48	2333.64	8721.77	11979.25	18067.06
现金	189.33	454.16	2271.55	3895.23	7789.63
应收账款	202.02	269.38	1420.92	1864.35	2428.63
其他应收款	10.36	8.94	8.18	55.89	89.01
预付账款	34.28	111.68	224.14	479.39	715.77
存货	359.68	447.12	1149.74	2238.00	3442.56
其他流动资产	673.82	1042.36	3647.23	3446.39	3601.46
非流动资产	977.36	1352.01	1750.03	2136.75	2457.68
长期投资	22.81	21.51	21.94	21.80	21.85
固定资产	540.34	847.13	1166.66	1484.90	1780.10
无形资产	78.09	97.76	109.02	122.22	134.77
其他非流动资产	336.12	385.60	452.41	507.82	520.96
资产总计	2446.84	3685.65	10471.80	14116.00	20524.74
流动负债	129.42	368.92	2689.89	1586.07	1973.62
短期借款	0.00	0.00	1482.22	0.00	0.00
应付账款	83.05	122.44	292.43	586.76	894.26
其他流动负债	46.37	246.48	915.24	999.31	1079.36
非流动负债	137.08	32.18	29.27	30.24	29.91
长期借款	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
其他非流动负债	137.08	32.18	29.27	30.24	29.91
负债合计	266.50	401.10	2719.15	1616.31	2003.54
少数股东权益	0.00	20.41	35.92	57.70	86.91
股本	353.15	361.28	361.28	361.28	361.28
资本公积	726.37	854.15	854.15	854.15	854.15
留存收益	1081.44	2048.71	6501.30	11226.56	17218.87
归属母公司股东权益	2180.34	3264.14	7716.73	12441.99	18434.30
负债和股东权益	2446.84	3685.65	10471.80	14116.00	20524.74

现金流量表					
单位:百万元					
会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
经营活动现金流	44.12	484.65	4188.01	4903.01	6248.13
净利润	280.98	1058.37	5253.88	6320.76	7913.90
折旧摊销	66.98	73.90	103.66	145.19	189.94
财务费用	-0.03	-11.07	10.47	-17.05	-93.44
投资损失	-15.09	-4.59	-18.47	-13.28	-13.56
营运资金变动	-291.32	-600.08	-1433.85	-1548.67	-1796.98
其他经营现金流	2.61	-31.88	272.32	16.07	48.28
投资活动现金流	-175.44	-128.61	-1825.66	-140.52	-454.83
资本支出	87.86	142.26	515.00	500.00	500.00
长期投资	189.72	-50.49	-18.40	6.26	-2.04
其他投资现金流	102.14	-36.84	-1329.06	365.73	43.13
筹资活动现金流	-61.54	-92.73	-544.95	-3138.81	-1898.90
短期借款	0.00	0.00	1482.22	-1482.22	0.00
长期借款	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
普通股增加	0.19	8.13	0.00	0.00	0.00
资本公积增加	13.04	127.78	0.00	0.00	0.00
其他筹资现金流	-74.76	-228.63	-2027.17	-1656.59	-1898.90
现金净增加额	-192.58	264.31	1817.40	1623.68	3894.40

资料来源: Wind, 国元证券研究所

利润表					
单位:百万元					
会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入	960.68	2004.17	8182.91	11178.90	14835.15
营业成本	522.36	633.92	1608.83	3162.17	4852.41
营业税金及附加	9.46	21.20	95.74	122.97	163.19
营业费用	11.38	11.88	24.55	55.89	74.18
管理费用	86.17	86.72	130.93	223.58	296.70
研发费用	39.43	75.17	150.00	243.00	282.00
财务费用	-0.03	-11.07	10.47	-17.05	-93.44
资产减值损失	-13.56	-9.66	-10.42	-10.69	-10.43
公允价值变动收益	1.83	59.00	39.94	46.29	44.17
投资净收益	15.09	4.59	18.47	13.28	13.56
营业利润	321.52	1236.82	6198.18	7453.33	9327.62
营业外收入	1.80	2.02	2.85	2.85	2.85
营业外支出	4.24	7.83	20.00	20.00	20.00
利润总额	319.08	1231.01	6181.03	7436.18	9310.47
所得税	38.10	172.64	927.15	1115.43	1396.57
净利润	280.98	1058.37	5253.88	6320.76	7913.90
少数股东损益	0.00	6.18	15.51	21.77	29.21
归属母公司净利润	280.98	1052.19	5238.36	6298.98	7884.69
EBITDA	388.47	1299.65	6312.31	7581.47	9424.11
EPS (元)	0.80	2.91	14.50	17.44	21.82

主要财务比率					
会计年度	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力					
营业收入(%)	48.81	108.62	308.30	36.61	32.71
营业利润(%)	51.13	284.68	401.14	20.25	25.15
归属母公司净利润(%)	49.37	274.48	397.85	20.25	25.17
获利能力					
毛利率(%)	45.63	68.37	80.34	71.71	67.29
净利率(%)	29.25	52.50	64.02	56.35	53.15
ROE(%)	12.89	32.23	67.88	50.63	42.77
ROIC(%)	19.95	63.25	154.36	120.01	107.55
偿债能力					
资产负债率(%)	10.89	10.88	25.97	11.45	9.76
净负债比率(%)	0.48	0.22	54.53	0.04	0.04
流动比率	11.35	6.33	3.24	7.55	9.15
速动比率	8.46	5.07	2.80	6.09	7.35
营运能力					
总资产周转率	0.42	0.65	1.16	0.91	0.86
应收账款周转率	5.13	7.87	8.93	6.28	6.38
应付账款周转率	7.05	6.17	7.76	7.19	6.55
每股指标 (元)					
每股收益(最新摊薄)	0.78	2.91	14.50	17.44	21.82
每股经营现金流(最新摊薄)	0.12	1.34	11.59	13.57	17.29
每股净资产(最新摊薄)	6.04	9.04	21.36	34.44	51.03
估值比率					
P/E	98.17	26.22	5.27	4.38	3.50
P/B	12.65	8.45	3.57	2.22	1.50
EV/EBITDA	68.04	20.34	4.19	3.49	2.80

投资评级说明:

(1) 公司评级定义		(2) 行业评级定义	
买入	预计未来6个月内, 股价涨跌幅优于上证指数20%以上	推荐	预计未来6个月内, 行业指数表现优于市场指数10%以上
增持	预计未来6个月内, 股价涨跌幅优于上证指数5-20%之间	中性	预计未来6个月内, 行业指数表现介于市场指数±10%之间
持有	预计未来6个月内, 股价涨跌幅介于上证指数±5%之间	回避	预计未来6个月内, 行业指数表现劣于市场指数10%以上
卖出	预计未来6个月内, 股价涨跌幅劣于上证指数5%以上		

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力, 以勤勉的职业态度, 独立、客观地出具本报告。本人承诺报告所采用的数据均来自合规渠道, 分析逻辑基于作者的职业操守和专业能力, 本报告清晰准确地反映了本人的研究观点并通过合理判断得出结论, 结论不受任何第三方的授意、影响。

证券投资咨询业务的说明

根据中国证监会颁发的《经营证券业务许可证》(Z23834000), 国元证券股份有限公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议, 并直接或间接收取服务费用的活动。证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式, 指证券公司、证券投资咨询机构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, 并向客户发布的行为。

一般性声明

本报告由国元证券股份有限公司(以下简称“本公司”)在中华人民共和国内地(香港、澳门、台湾除外)发布, 仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。若国元证券以外的金融机构或任何第三方机构发送本报告, 则由该金融机构或第三方机构独自为此发送行为负责。本报告不构成国元证券向发送本报告的金融机构或第三方机构之客户提供的投资建议, 国元证券及其员工亦不为上述金融机构或第三方机构之客户因使用本报告或报告载述的内容引起的直接或连带损失承担任何责任。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息, 但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的信息、资料、分析工具、意见及推测只提供给客户作参考之用, 并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的投资建议或要约邀请。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期, 本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况, 以及(若有必要)咨询独立投资顾问。在法律许可的情况下, 本公司及其所属关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易, 还可能为这些公司提供或争取投资银行业务服务或其他服务。

免责条款

本报告是为特定客户和其他专业人士提供的参考资料。文中所有内容均代表个人观点。本公司力求报告内容的准确可靠, 但并不对报告内容及所引用资料的准确性和完整性作出任何承诺和保证。本公司不会承担因使用本报告而产生的法律责任。本报告版权归国元证券所有, 未经授权不得复印、转发或向特定读者群以外的人士传阅, 如需引用或转载本报告, 务必与本公司研究所联系。 网址: www.gyzq.com.cn

国元证券研究所

合肥	上海
地址: 安徽省合肥市梅山路18号安徽国际金融中心A座国元证券	地址: 上海市浦东新区民生路1199号证大五道口广场16楼国元证券
邮编: 230000	邮编: 200135
传真: (0551) 62207952	传真: (021) 68869125
	电话: (021) 51097188