华泰证券 HUATAI SECURITIES

行业研究/深度研究

2018年12月06日

行业评级：

有色金属	增持（维持）
合金碳材II	增持（维持）

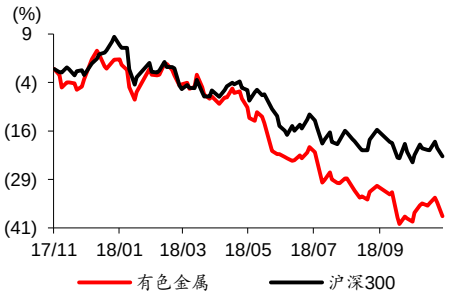
李斌 研究员 执业证书编号：S0570517050001 libin@htsc.com

邱乐园 研究员 执业证书编号：S0570517100003 010-56793945 qiuleyuan@htsc.com

孙雪琬 研究员 执业证书编号：S0570518080006 0755-82125064 sunxuewan@htsc.com

江翰博 联系人 010-56793962 jianghanbo@htsc.com

一年内行业走势图



资料来源：Wind

高科需求崛起叠加国产替代，景气确立

电子材料系列2：石英行业报告

石英：景气确立，高端需求崛起叠加国产替代，迎来高成长

石英光学、机械和热学性能独特，广泛用于航空航天、半导体、核能激光等高端工业领域。2015 全球石英市场超 200 亿元，我们预计 2018-2020 年全球石英材料需求分别为 255/265/283 亿元，增速分别是 8%、4%、3%，以半导体、光通讯和航空航天等高端需求为主要增长。当前高纯石英砂以美国尤尼明、高端石英制品以迈图、贺利氏、东曹、3M 等海外供应为主。受益于半导体产业向大陆转移，网络提速、5G 等光通讯需求崛起，及国内航空航天和重大工程项目快速发展，石英需求向好叠加国产替代加速，建议关注菲利华、石英股份。

石英性能优异，是电子、航空航天等关键原料，制备方法不断升级

石英物理化学性能稳定，耐高温、耐腐蚀、透光性和绝缘性好；高性能石英是电子信息、光学光源、光伏能源、航空航天等领域不可或缺的材料，在国家重大工程以及航天航空、电子信息等产业具有关键作用。不同应用对材料性能和制备方法要求不同，石英制备方法包括：1）人工合成，材料纯度高，羟基含量可控，适用于先进制程半导体支撑件、光纤光棒等；2）天然结晶石英，通过气熔或者电熔方式制成管棒坨等，耐高温性能好；高纯石英砂量产技术以美国尤尼明和国内石英股份为代表。

预计 2020 全球石英需求 283 亿元，国内企业高端市场份额提升

根据中国建筑与工业玻璃协会，2015 全球石英市场超过 200 亿元，其中半导体占 45.53%，光伏占 23.76%，光通讯占 16.20%，光学占 9.50%，光源占 5.18%。高端石英目前仍以海外供应为主，如 Momentive（迈图）、Heraeus（贺利氏）、Tosoh（东曹）、3M、信越、Qsil（昆希）等。我们根据各下游的需求测算，预计 2018-2020 年全球石英材料需求分别为 255/265/283 亿元，增速分别是 8%、4%、3%，其中光伏、电光源市场已基本被国内企业垄断；随着下游产业转移以及国产替代进程加速，国内石英企业正逐步切入半导体、光纤、航空航天、电光源等高端应用领域。

半导体、光通讯和航空航天等高端应用催生石英需求

1）半导体石英市场占比最高，对石英的纯度要求高，通常需通过东京电子、美国应用材料、Lam Research 等认证；国内菲利华已通过多家认证，石英股份正在积极推进。2）光通讯石英主要用于光纤预制棒芯棒和管套及相关辅材，其中芯棒和 90%管套依赖进口；而国内石英股份和菲利华已突破管套制备技术，我们预计将随着国内光纤光缆建设快速启动国产替代。3）石英纤维主要用于航空的透波增强材料、隔热和耐高温材料；未来随着国防预算增加、国家重点工程项目上线，我们预计 18-20 年需求快速提升。

需求向好叠加国产替代，看好国内企业高速增长和产品结构优化

考虑到国内石英企业高端产品比例快速提升，正逐步向半导体、光通讯、航空航天等高景气高增速的应用方向拓展，我们看好国内石英材料在半导体支撑件和光纤预制棒上的国产替代进程，建议关注：1）菲利华：国内第一家获得国际主要半导体设备制造商认证的企业，是国内航空航天领域唯一的石英纤维供应商；2）石英股份：具备高纯石英砂生产能力，光纤预制棒外套管获得首批订单，半导体石英认证稳步推进。

风险提示：高端下游需求和国产替代进程不及预期、原料价格和成分波动。

正文目录

石英：高端特种材料，性能优越应用广泛 4
石英光学、机械和热学性能独特，广泛用于高端工业领域 4
石英的制造工艺：天然和合成石英各显神通 4
天然石英原料：高纯石英砂，提纯技术是关键 5
石英的制备过程：控制纯度和羟基含量 5
全球石英市场规模稳步扩增，国内市场结构升级 7
海外企业占据国际主流高端石英市场 7

石英下游：半导体、光通讯、航空航天需求景气 9
半导体应用：国产替代和性能升级推动“质”和“量”双升 9
全球半导体需求高企，产业转移国内保持高增长 10
预计 2018 全球半导体石英规模超 150 亿元，国产石英加速国产替代 11
半导体应用举例：光刻掩膜基板 11
光通讯应用：市场需求强劲，国内产能领先 13
石英在光通讯领域主要用于光纤预制棒和辅材 13
网络提速加剧光纤光缆建设，带动石英材料需求 14
光纤预制棒：光纤光缆的核心部件，进口为主，国产替代启动 15
航空航天应用：高端需求快速提升，高门槛高毛利 15
石英纤维耐高温、透波、强度性能优异，广泛用于航空航天领域的关键部件 15
我国航空航天产业发展将带动石英纤维需求 16
光伏应用：关键耗材，产业政策转暖 17
石英坩埚是光伏制备的关键耗材 17
国内外光伏装机量持续增长带动石英需求，竞争激烈盈利水平偏低 18
电光源应用：下游升级换代，进军特种应用 19
LED 渗透率提升替代部分电光源，高端特种光源仍保持石英需求 19
光学应用：光学性能突出，应用于天文、激光等高端光学器件 20
石英紫外和远红外光学性能突出易于控制，适用于高端光学元器件 20
应用宇航空航天、天文、激光、半导体等光学元器件，对材料参数要求苛刻 20
预计 2020 年全球石英材料需求约 283 亿元 22

石英行业上市公司 23
菲利华（300395）：专注高端石英，国内首家获半导体设备认证厂商 23
石英股份（603688）：国内天然石英龙头，半导体光纤需求促成长 23
风险提示 24

图表目录

图表 1： 石英的特性 4
图表 2： 石英制品产业链 4
图表 3： 透明与不透明石英 5
图表 4： 石英砂分类 5
图表 5： 石英制造工艺比较 7
图表 6： 2015 年全球石英应用及市场规模 7
图表 7： 国内外石英材料和制品企业 8
图表 8： 半导体制备过程中多个环节用到石英 9
图表 9： 半导体石英产业链 10
图表 10： 2010-2017 全球半导体销售额 10
图表 11： 2010-2017 国内半导体销售额 10
图表 12： 通过日本东京电子认证的企业 11
图表 13： 全球半导体光刻掩膜板市场规模 12
图表 14： 光掩膜板产业链 12
图表 15： 半导体光刻流程 12
图表 16： 紫外光作为光源的光刻机 12
图表 17： 不同半导体制程的光掩膜板需求 13
图表 18： 光通讯用石英产业链示意图 13
图表 19： 光纤预制棒的制备过程 13
图表 20： 2011-2017 全球光纤需求量 14
图表 21： 2011-2017 中国光纤需求量 14
图表 22： 2017 年底国内 FTTH 渗透率（%）接近需求释放顶点 15
图表 23： 主要厂商光纤预制棒生产工艺 15
图表 24： 石英纤维各种产品以及用途 16
图表 25： 石英纤维相关工艺流程 16
图表 26： 2003-2018 年中国国防预算 17
图表 27： 光伏领域工艺流程 18
图表 28： 2008-2017 年各国新增光伏安装量 19
图表 29： 2008-2017 年中国新增光伏安装量 19
图表 30： 国内光伏电站规划装机量（GW） 19
图表 31： 石英制造方法以及其在光学领域的应用 20
图表 32： 光学石英的应用 21
图表 33： 2018-2020 年全球石英需求预测 22
图表 34： 2018-2020 年全球石英需求预测 22

石英：高端特种材料，性能优越应用广泛

石英光学、机械和热学性能独特，广泛用于高端工业领域

石英耐腐蚀、耐高温、耐辐射、膨胀系数低、绝缘性能突出。石英化学式 SiO2，纯净的石英无色透明，因含微量色素离子或细分散包裹体，或存在色心而呈现各种颜色，并使透明度降低。具玻璃光泽，是地球表面分布最广的矿物之一。石英具备独特的光学、机械以及热学性能，包括：（1）软化温度高、耐热性强；（2）纯度高、耐腐蚀；（3）热膨胀系数低、抗热冲击；（4）从紫外波段到红外波段都有较好的透光性能；（5）抗辐射性强；（6）优良的电绝缘性。以上性能使得石英产品被广泛应用于航空航天、核能激光、半导体、光通讯、冶金、化工、电光源等高端制造领域。

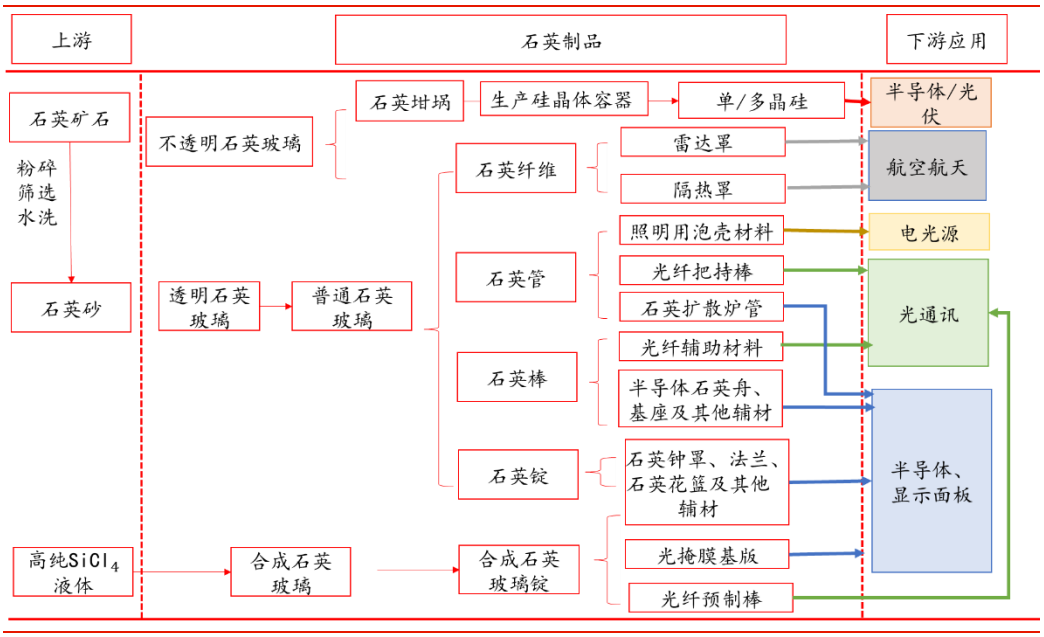
图表1： 石英的特性

优点	特性
耐高温	石英的软化点温度约 1730℃，可在 1100℃下长时间使用，短时间最高使用温度可达 1450℃。
耐腐蚀	除氢氟酸外，石英几乎不与其他酸类物质发生化学反应，其耐酸腐蚀性能优于耐酸陶瓷的 30 倍，优于不锈钢 150 倍，尤其是在高温下的化学稳定性，是其它任何工程材料都无法比拟的。
膨胀系数低	膨胀系数极低，为 5.5*10-7/℃,相当于普通玻璃的二十分之一，能承受剧烈的温度变化。
透光性能好	石英在紫外到红外的整个光谱波段都有较好的透光性能，可见光透过率在 92%以上，特别是在紫外光谱区，最大透过率可达 80%以上。
抗辐射性	由于它具有高的光谱透射，不会因辐射线损伤(其他玻璃受辐射线照射后会发暗)，因此也是用于宇宙飞船、风洞窗和分光光度计光学系统的理想玻璃。
电绝缘性能好	石英的电阻值相当于普通玻璃的一万倍，是极好的电绝缘材料，即使在高温下也具有良好的电性能。

资料来源：《新材料科学及实用技术》，华泰证券研究所

高性能石英石在电子信息、航空航天等高端领域具备关键应用。高性能石英材料是电子信息、光学光源、光伏能源、航空航天等行业不可或缺的重要基础性材料，在国家重大工程以及航天航空、电子信息等产业具有关键作用，如电子设备中常用压电石英作为标准频率材料。从产业链角度看，石英砂经过气熔、电熔等工艺制成石英管、石英棒、石英坩埚等多种石英制品，主要应用于半导体、电光源、光伏、航空航天等领域。

图表2： 石英制品产业链



资料来源：中投顾问产业研究中心，华泰证券研究所

石英的制造工艺：天然和合成石英各显神通

石英可以由各种纯净的天然石英（如水晶、石英砂等）炼制而成，也可以通过四氯化硅等含硅材料通过水解法合成。根据石英的纯度不同可以分为透明石英和不透明石英两类。

图表3： 透明与不透明石英

分类	石英种类	SiO2 纯度(%)
透明	气炼石英	>99.97
	高纯石英	>99.999
	SiCl4 直接气炼石英	>99.9999
不透明	不透明石英	>99.5%

资料来源：《石英》，华泰证券研究所

天然石英原料：高纯石英砂，提纯技术是关键

天然石英砂由石英矿石制成。石英矿石需要经过粉碎、筛选、酸洗、水洗、煅烧等工序才能得到石英砂。然后将石英砂通过熔炼工艺做成石英及其制品。其中石英砂可以分为四个等级，普通石英砂、精制石英砂、高纯石英砂、熔融石英砂等，其中高纯石英砂通常要求 Si02≥99.998%，Fe≤1ppm。

图表4： 石英砂分类

石英砂种类	成分	特征	主要用途
普通石英砂	SiO2≥90~99% Fe2O3≤0.02~0.06%	耐火度 1750℃，外观部分大颗粒，表面有黄皮包囊。	冶金，墨碳化硅，玻璃及玻璃制品，搪瓷，铸钢，水过滤，泡花碱，化工，喷沙等
精制石英砂	SiO2≥99~99.5% Fe2O3≤0.015~0.02%	外观白色或结晶状	高级玻璃，玻璃制品，耐火材料，熔炼石类，精密铸造，砂轮磨材等
高纯石英砂	SiO2≥99.9~99.99% Fe2O3≤0.001%	耐高温、热膨胀系数小、高度绝缘、耐 腐蚀、独特的光学特性	多用于半导体、航空航天、IT、机械等高科技领域
熔融石英砂	SiO2 99.9-99.95%、 Fe2O3 5PPM-25PPM max Li2O 1-2PPM Al2O3 20-30PPM K2O 20-25PPM max Na2O 10-20PPM max	外观为无色透明状，颗粒或白色粉末	冷却后作为玻璃体，可以做为烧制为成品或不烧制品原料

资料来源：《石英》，华泰证券研究所

国内石英矿石分布广泛，已探明 2015 年高品位石英矿储量约 30 亿吨。中国粉体技术网数据，2015 年国内探明的高品位石英矿储量约 30 亿吨。国内的石英矿主要分布于广东、广西、海南、江苏、福建等地，从全球范围来看，其中江苏的东海是高档石英矿原料的主要生产区，可以稳定产出 99.99%以上的石英砂。部分高纯石英砂通常采用价格更为低廉、分布更为广泛的硅石等石英矿石进行提取。

美国尤尼明和国内石英股份等少数企业掌握适应产量产技术。高纯石英砂的生产是一项系统工程，不仅需要相关的提纯生产设备，而且更需要与我国独特的石英矿产资源相配套的复杂工艺。纯石英砂对于矿山的品质要求较高；目前只有美国尤尼明和国内的石英股份等少数公司掌握规模量产高纯石英砂的能力。美国尤尼明拥有优质的白岗岩矿产，矿体规模大、流体杂质少、品质稳定，其 IOTA-STANDARD 等级石英砂，被全球公认为高纯石英砂的标准产品，其产品纯度指标被当作“国际标准纯度”。而我国石英成岩条件与美国不同，石英矿具有流体杂质多、矿体规模小、矿石品质不稳定等缺点，跟美国相比，国内石英砂提纯技术更为复杂。

石英的制备过程：控制纯度和羟基含量

目前传统的石英制备方法有电熔法、气炼法、直接合成法、间接合成法、等离子化学气相沉积和溶胶凝胶法等。其中电熔和气炼方法是指使用天然结晶石英（水晶或者纯的硅石）经过熔融制成石英；而剩余四种均为合成法，是通过硅化物（SiCl4）经过化学气相沉积制成石英。石英因制备方法的不同，在 SiO2 纯度、羟基含量等指标上表现不同，从而导致不同的材料特性。

天然石英制备方法：

1） 电熔法

石英原料在真空（5×10^{-2}mmHg）或低压惰性（N_2）介质中电熔。

连续电熔：石英砂在有电热元件的钨制坩埚中熔化；熔化的材料通过底部模具从熔炉中流下来即形成石英管，石英盘和石英棒。通过这种生产方法并选用合适的原材料，可得高纯度、良好的机械性、耐温性、透过率和低羟基含量的成品；

真空电熔：将石英粉料放在石墨坩埚内，采用真空电熔炉加热，在真空条件下熔融生成石英锭。然后将已熔炼的石英砣进行二次加热后加工成各种棒类、管类或板类等石英制品；

电弧法制作石英坩埚。

2） 气炼法

采用氢氧焰或其它碳氢化物（乙炔）等可燃气体产生高热来熔化物料。

二步气炼：通过氢氧气火焰加热至融化制成石英锭。这些石英锭可以被电熔二次加工生成为石英管、石英棒、石英圆片和方片。这些石英管透光率高，可保证产品中基本无气泡。

合成石英制备方法：

3） 直接合成法

由于是水解过程制备，石英含有较多的水分，羟基（OH-）大约为 500-1500ppm，并含有溶解在玻璃结构中的 H2。因为羟基的存在，玻璃的耐热性变差，且对红外区域吸收能力较强，该类玻璃不适合应用于半导体的热处理器材以及光纤。但是由于羟基的存在，玻璃的紫外光透过率高，且能长时间的接受紫外激光的照射，所以适用于做光刻掩膜版的基板和激光光刻系统内的光学透镜。

氢氧火焰水解：通常采用鼓泡法通过带料气体将四氯化硅液体带入燃烧器，然后由氢-氧气体混合燃烧产生高温火焰对气态四氯化硅进行水解、融化，反应后生成二氧化硅沉积在基体上。

4） 间接合成

该方法使用的原料也是 SiCl4，H2 和 O2 气体，但该方法先让 SiO2 微粒堆积成棒，所得的棒为多孔质且不透明结构，经烧结后可制成透明的玻璃棒。

与直接法相比，间接法的最大优点是能控制玻璃中-OH 的含量，适用于制备不含-OH 的合成石英。由于羟基在红外区域上有强烈的吸收，作为光纤基材的石英光纤预制棒不能含有水，也就是要求-OH 的含量在 1ppm 以下。

化学气相沉积法（CVD）：SiCl4 气体作为原料 SiO2 微粒在管内堆积，形成多孔质棒，烧结后成为透明的玻璃棒；

外侧气相堆积法（OVD）：SiO2 微粒在管外堆积，中心的石英棒被抽走后，形成多孔质棒，烧结后成为透明的玻璃棒；

气相轴心法（VAD）： 将 H2，O2 和 SiCl4 导入反应室中，垂直形成大直径的实心 SiO2 微粒多孔质棒，经过 Cl2 的除水经过烧结形成大尺寸光纤预制棒。

5） 等离子熔融法

等离子法也是合成不含-OH 的石英的方法之一。利用由高频电磁场的感应耦合作用而产生等离子体灯炬，内核温度高达 15000K，熔料被融化。该类玻璃内残存着氧和氯，不耐紫外光照射，不适用于半导体产业的紫外光学材料，但是由于几乎不含-OH，可以应用于内侧堆积的 CVD 法所使用的玻璃管材。

图表5： 石英制造工艺比较

产品	分类	工艺	原料	金属杂质	OH 含量	耐热变形性	紫外吸收	产品	应用
熔融石英	电熔法	连续电熔	石英砂	1~10ppm	<10ppm	很强	有	透明石英、乳白石英	电光源，半导体炉管材、半导体热处理托材
		真空电阻法	石英砂	1~10ppm	<10ppm	很强	有	石英锭（可被制成石英棒、石英管，石英型材材）	光学红外石英管、半导体辅
	气炼法	二步气炼	石英砂	1~10ppm	约 100ppm	强	有	石英锭（可被制成石英棒、石英管）	光源，半导体炉管材、半导体热处理托材
合成石英	直接合成	氢氧火焰水解	SiCl4	1~10ppb	500~1200ppm	弱	没有	石英管	掩模基板，光刻机用紫外光学材料
	间接合成	CVD	SiCl4	0.1~1ppb	1~200ppm	弱	没有	石英管、石英棒	光纤预制棒
		OVD	SiCl4	0.1~1ppb	1~200ppm	弱	没有		
		VAD	SiCl4	0.1~1ppb	1~200ppm	弱	没有		
	等离子熔融	等离子火焰中熔融，	SiCl4	1~10ppm	<10ppm		有	石英管	CVD 法用的玻璃管材、光纤预制棒的外管、
	溶胶凝胶法	溶胶凝胶合成技术	硅的有机化合物	1~10ppb	<10ppm	弱	没有	掺氟石英、掺铒石英	石英纤维

资料来源：贺利氏官网、Helios 石英官网、《新材料科学及其实用技术》，华泰证券研究所

全球石英市场规模稳步扩增，国内市场结构升级

2015 全球石英超过 200 亿元市场，高端领域需求景气向上。根据中国建筑玻璃与工业玻璃协会石英专业委员会报告，2015 年全球石英市场规模超过 200 亿元。其中半导体应用占有 45.53%，光伏行业占比 23.76%，光通讯占 16.20%，光学领域占 9.50%，光源行业占 5.18%。

图表6： 2015 年全球石英应用及市场规模

应用领域	主要品种	市场容量估计（亿元）	主产地
电光源	石英管	12	中国东海
光通讯	光纤外皮管	35	德国
	把手棒、管等辅助石英	2.5	中国
光伏	石英坩埚、用于生产单晶硅棒	10	中国
	前端工艺制程石英器件	5	中国、日本、韩国、台湾
	石英基础材料（含坩埚）	40	美国、德国、日本
半导体	光掩模基板，用于集成电路图像转移	45	日本、美国
	前端工序制程石英器件	60	美国、德国、日本、韩国、台湾、中国
光学	红外光学	2	美国、德国、日本、中国
	紫外光学	20	德国、日本、美国
合计		**232**	

资料来源：中国建筑玻璃与工业玻璃协会石英专业委员会，华泰证券研究所

海外企业占据国际主流高端石英市场

竞争格局上，国外石英企业仍然占据国际主流市场，尤其在半导体、光纤、光学等领域。国内企业在收入规模上、产品结构上与国外公司均有较大差距，如国内下游多集中在传统的光伏、照明等领域。国外的石英制造企业如 Momentive（迈图）、Heraeus（贺利氏）、Tosoh（东曹）、3M、信越、Qsil（昆希）是国内市场的主要竞争对手。根据 Momentive 公司已披露的数据，2016 年公司石英产品收入 2 亿美元；贺利氏为非上市公司，根据贺利氏的公开信息，2013 年贺利氏石英收入为 3.6 亿欧元。国内石英企业包括上市公司菲利华、石英股份、以及非上市企业如亿仕达、凯德石英和路博石英等。产品结构上，国外公司产业链布局更加完整，产品结构齐全，高端产品比例高，产品附加值也更高。

图表7： 国内外石英材料和制品企业

地区	主要厂商	生产方法	主要产品	产品技术性能	主要客户对象及应用领域
国际	美国迈图	电熔法、合成法	熔融石英。半导体石英管、石英棒、石英锭、光纤用管	采用电熔工艺可生产大规模的石英锭，生产效率高、产品规格大	石英加工商、半导体等领域
	德国贺利氏	电熔法、气炼法 合成法	石英管、石英棒、不透明石英、半导体用石英坩埚、石英锭	采用电熔、气熔工艺生产半导体用玻璃材料，产品覆盖面光，技术好。技术研发优势明显。光纤预制棒行业具有全产业链的优势	石英加工商、光学领域、光纤、半导体领域、光伏领域
	日本东曹	气炼法	熔融石英锭、隔热石英锭、石英舟、石英法兰、石英透镜	采用电熔、气熔两种工艺生产半导体用石英材料，产品气泡含量少，在不透明石英产品方面具有良好的热阻断特点	化学工业领域、光学、半导体等领域
	德国昆希	电熔法、等离子加热	光学石英片、石英筒、石英管、石英锭	在半导体用环状石英材料方面具有独到工艺，生产效率高	石英加工商、半导体等领域
国内	菲利华	气炼法、合成法、	石英棒、石英管、石英锭、石英片、石英纤维	采用气炼工艺生产半导体用石英材料，气泡含量少，利用率高，质量稳定	光通讯领域、半导体、航空航天领域
	石英股份	电熔法、合成法	石英管、石英棒、石英砂、石英坩埚	石英制造技术在国内领先：全球少数几个可量产高淳石英砂公司之一，	传统照明领域，石英加工商、半导体、光伏行业、特种光源、照明等
	亿仕达	电熔法、气炼法	石英坨、石英片、石英棒、石英管、石英坩埚、不透明石英管、红外石英加热灯	可做大尺寸、方形石英锭，可做高品质不透明石英制品	海外电子信息产业
	凯德石英	加工、不制造石英原料	石英仪器、石英管道、石英舟、电光源石英管	公司不制造为国内晶圆厂生产线加工提供石英制品的企业	国防、显示、化学化工
	路博石英	电弧法	石英坩埚为主	能够制作光纤套管	光伏、半导体领域

资料来源：Bloomberg，Wind，华泰证券研究所

石英下游：半导体、光通讯、航空航天需求景气

半导体应用：国产替代和性能升级推动“质”和“量”双升

石英耐高温、高纯度、性质稳定等优良性能使其在半导体制造过程中应用广泛，贯穿了半导体领域相关产品制造的关键过程：石英坩埚用于提炼、清洗容器以及制作晶圆 IC 载体；石英锭、石英筒是半导体制程扩散、氧化、沉积、蚀刻工艺中所用的石英法兰、石英扩散管、石英钟罩的材料；合成石英锭是平板显示技术中关键部件光掩膜基版的主要基材。

石英材料主要应用于集成电路生产过程中的硅片制造和晶圆制造两个环节。

1）硅片制造环节

大量使用的石英产品主要是用于制作晶圆 IC 载体（拉制单晶）的**石英坩埚**；另外还有使用到一部分**石英清洗容器**。石英坩埚是用高纯石英砂为原料直接高温熔融制造，主要由石英坩埚厂直接采购高纯石英砂生产（目前单晶用石英坩埚的原料大部分依赖进口）。另外在硅片研磨过程中还需要用到**石英花篮**和**清洗槽**。

2） 晶圆制造环节

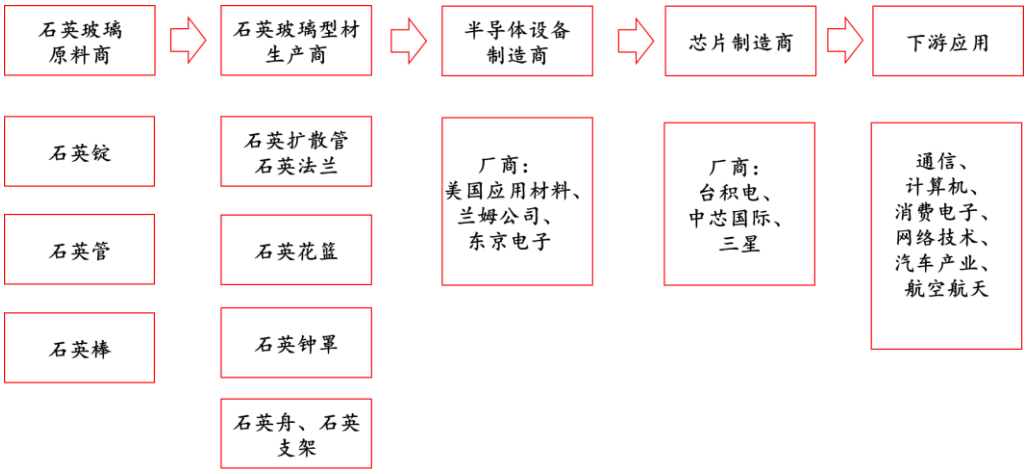
半导体在扩散过程中需要进行高温热处理，且要保证硅片周边材料不变形、且高温下不散发出对半导体硅有危害的杂质，因此对石英具有高纯度和耐高温的要求。扩散、氧化环节的使用较多的器件产品主要包括**石英扩散管**以及和扩散管配套的**石英法兰**、**石英炉管**（支托或运载石英舟进入或者退出扩散炉）、**石英舟**（承载硅片）、**支架**（承载多个石英舟）。其中石英扩散管是半导体工业中用量较大的石英制品。其纯度、抗高温的变形性、几何尺寸都会直接影响集成电路和器件的质量、成本和生产效率；石英舟和支架是单晶硅片扩散、氧化、 CVD 沉积、退火处理不可缺少的石英承载器具；由于石英舟、支架和单晶硅片在高温下直接接触，因此对使用的石英的纯度、耐温性能、尺寸精度要求都高。

图表8： 半导体制备过程中多个环节用到石英

资料来源：中为咨询，华泰证券研究所

半导体是石英材料的最大应用。半导体石英经过基础原料制备、销售给石英型材生产企业，制备成半导体应用过程中直接用到的石英器件；再销售给半导体设备厂商如日本东京电子、美国应用材料等，之后再销售给芯片制造商。

图表9： 半导体石英产业链



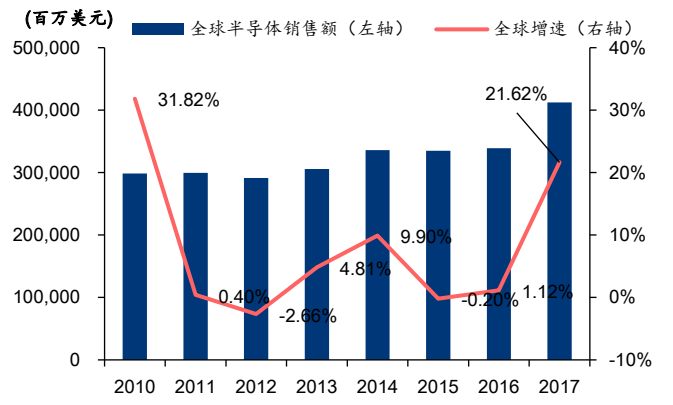
资料来源：产业信息研究院，华泰证券研究所

全球半导体需求高企，产业转移国内保持高增长

全球半导体贸易统计组织 WSTS 预计 2018 年全球半导体规模增速达 12.4%。WSTS 数据显示，2010-2016 年全球半导体销售额基本稳定无明显增长，2017 年全球市场增速达 21.62%， 高于市场预期；其中存储器市场增速高达 61.49%；一方面因为存储芯片需求旺盛，产品价格大幅上涨所致；另一方面物联网、汽车电子、AI 等新市场新应用拉动下游需求。WSTS 预计，在 AI、智能驾驶、5G、VR/AR 等需求持续带动下，2018 全球半导体行业规模将实现 12.4%增速，19 年实现 4.4%增速。

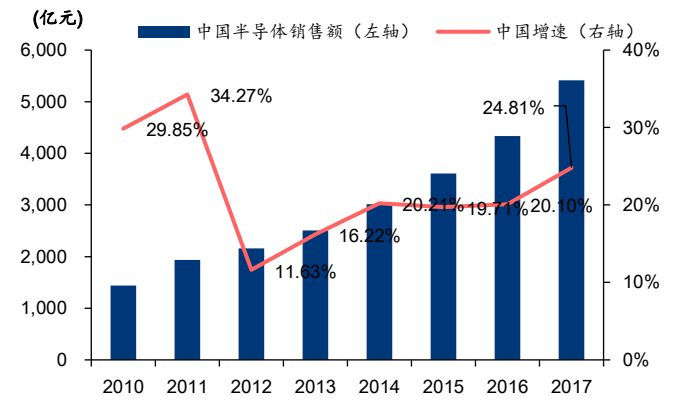
《中国制造 2025》提出 2020 国内集成电路产业规模达 20%增速。CSIA 数据显示，2017 国内半导体销售额增速 24.81%，为 2012 年以来最快。2015-2017 国内半导体销售额维持 20%左右增速并逐步成为常态。国内半导体发展主要受益于国家对半导体行业空前的支持力度，《国家集成电路产业发展推进纲要》则为行业的发展描绘了明确的目标，集成电路产业大基金的成立则为行业的发展提供了急需的资金支持。《中国制造 2025》也把集成电路产业放在重点聚焦发展的十大领域之一，提出 2020 年全国集成电路产业规模保持 20%增速。

图表10： 2010-2017 全球半导体销售额



资料来源：国际半导体贸易组织（WSTS），华泰证券研究所

图表11： 2010-2017 国内半导体销售额



资料来源：中国半导体行业协会（CSIA），华泰证券研究所

预计 2018 全球半导体石英规模超 150 亿元，国产石英加速国产替代

根据我们产业调研数据预计，2017 年全球半导体石英市场规模大约 20 亿美元（137 亿元），国内占比约 20%，为 4 亿美元（28 亿元）。我们从半导体产业协会了解到，单位半导体产值所用石英数量基本维持稳定，且从中国选矿技术网数据显示 2015-2018 年石英砂价格并未发生明显波动，因此我们可以判断石英材料产值随半导体产值同比增长。基于以上我们可以推测：

- **全球半导体石英需求：**前文提到 SEMI 预计 2018 全球半导体行业规模将实现 12.4%增速，19 年实现 4.4%增速；根据某全球半导体企业战略规划部预计，17-20 年全球半导体增速依次放缓，因此我们假设 2020 增速略有减弱为 3.5%。由此可推 2018-2020 年全球半导体石英的产业规模分别为 153、160、164 亿元。
- **国内半导体石英需求：**假设国内半导体产业 2018-2020 年按照《中国制造 2025》目标保持 20%增速，则预计 2018-2020 年国内半导体石英需求分别为 34、40、48 亿元。

国内半导体石英随产业转移到国内且国产替代加速，供给迎来高速增长。中国半导体产业持续发展也为半导体制造材料市场的发展奠定了良好的基础。随着国内石英企业高端产品的突破、客户认证和切入，从菲利华和石英股份等公告的业绩可看出，17-18 年国内石英企业半导体订单增速达到 40-60%，一方面随着国内半导体产业的快速增长而增加，另一方面在半导体辅助材料以及少量核心支撑件上，国产替代进程加速。

国内石英企业致力于通过半导体国际认证资质。半导体相关行业对原料的生产要求高，石英材料的质量直接影响半导体产品的合格率。目前半导体厂商对全球供货商采取材料认证制度。只有通过了验证，产品方能进入供应链采购目录。目前主要的半导体原材料供货商认证主要有日本东京电子认证、美国应用材料公司认证、Lam Research 认证等。从公司公告可知，国内菲利华已通过多家验证，石英股份也在积极推进半导体认证工作。

图表12： 通过日本东京电子认证的企业

认证类别	公司名称	公司类别
原料	湖北菲利华石英股份有限公司	国内上市企业
	Heraeus	德国企业
	Momentive	美国企业
	Tosoh	日本企业
	Qsil	德国企业
制品	杭州大河热磁电子有限公司	外商独资
	湖州东科电子石英	外商独资
	贺利氏信越石英（中国）有限公司	外商独资

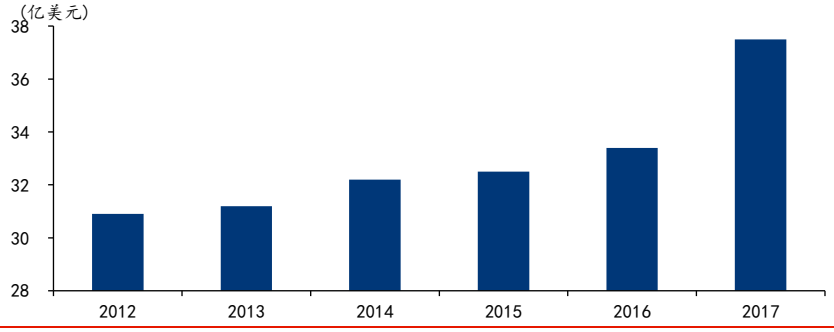
资料来源：中国建筑玻璃与工业玻璃协会石英专业委员会，华泰证券研究所

半导体应用举例：光刻掩膜基板

光刻掩膜板是半导体集成电路、显示屏等制造过程中的图形底片转移用的高精密工具。光刻掩膜版通常采用高纯合成石英锭制备，技术壁垒高，掩膜板用于下游电子元器件制造业的批量生产，是下游电子元器件制造业流程衔接的关键部分，是产品质量和精度的决定因素之一。

2015 年全球光掩膜板石英规模约 45 亿元。SEMI 数据，2017 年全球仅半导体光掩膜板市场空间已经达 36.70 亿美元，同时每年市场容量稳定增长。根据中国建筑玻璃与工业玻璃协会石英专业委员会已有的半导体石英数据，2015 年全球光掩膜板石英材料规模为 45 亿元（含半导体和显示的掩膜板）。

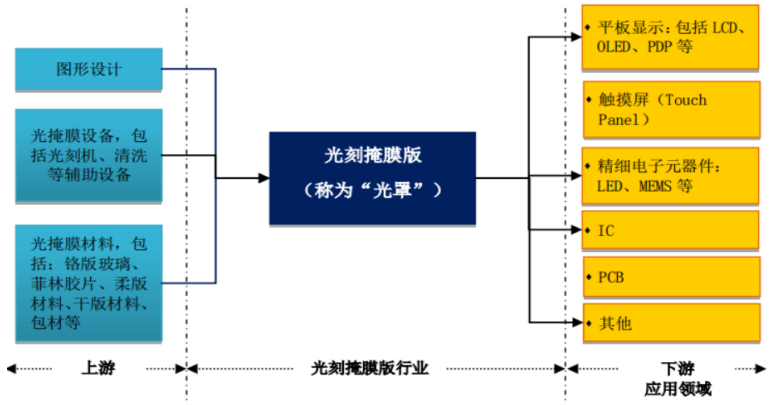
图表13： 全球半导体光刻掩膜板市场规模



资料来源：SEMI，华泰证券研究所

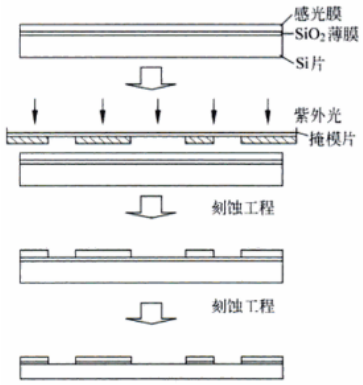
光掩膜板的整个产业链包括：1）上游原材料厂商（Momentive、Heraeus、菲利华等）通过提纯、合成等方式生产高纯度石英锭；2）半导体设备厂商（东京电子、应用材料、Lam Research、Photronics 等）对石英锭进行深加工，包括：切割、研磨、抛光、镀铬、涂胶等；3）最终光掩膜板被半导体厂商（英特尔、三星、台积电等）以及显示屏厂商（京东方、华星光电等）使用。

图表14： 光掩膜板产业链



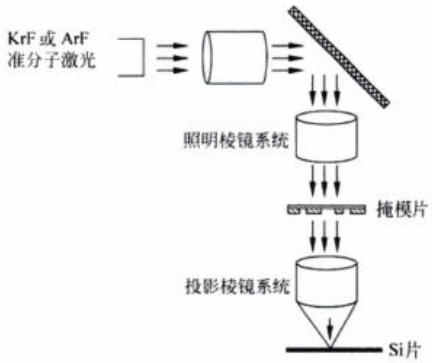
资料来源：清溢光电招股书，华泰证券研究所

图表15： 半导体光刻流程



资料来源：《新材料科学及其实用技术》，华泰证券研究所

图表16： 紫外光作为光源的光刻机



资料来源：《新材料科学及其实用技术》，华泰证券研究所

除了半导体方面的需求之外，全球电视面板行业大屏化趋势明显，伴随高代线的陆续投产，新产线对光掩膜板的需求持续提升。显示屏行业，电视面板仍然以 LCD 为主，手机中 OLED 的渗透率在快速提升。但是无论使用何种技术，光刻掩膜板都是显示屏生产过程中不可或缺的基础材料。

驱动光掩膜板行业增长的主要因素有：1）每一代新的半导体、显示屏产品均需要新的配套光掩膜板，更加高频的半导体（移动互联网、物联网）、显示屏（显示技术革新、大屏化）新品推出意味更多新的光掩膜板需求；2）摩尔定律推动了光掩膜板系统发展成更加复杂的系统；3）LCD 推动显示屏行业更加高速的成长，WitsView 预计国内 18 年平板显示行业的增速有 20-25%；4）中国集成电路行业快速扩张推动全球行业增长，根据《国家集成电路发展推进纲要》的规划，我国到 2020 年集成电路将保持 20%的年增长率。

图表17： 不同半导体制程的光掩膜板需求

半导体制程	光刻流程	光掩膜板层数
45nm	一重成影	30-40
28nm	双重成影	40+
14nm	多重成影	60+
10nm	多重成影	80+

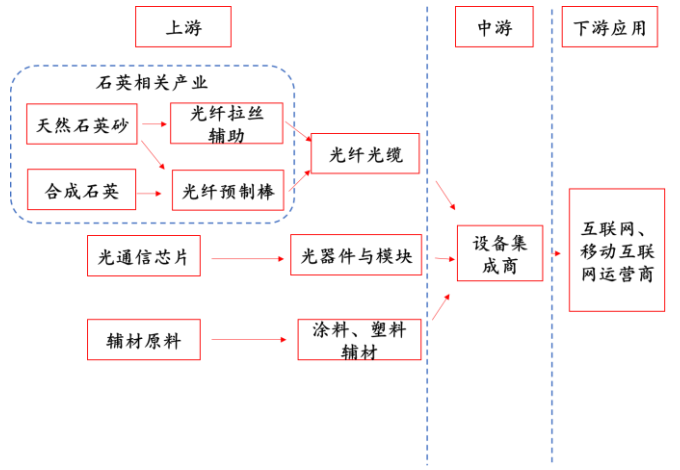
资料来源：Photronics，华泰证券研究所

光通讯应用：市场需求强劲，国内产能领先

石英在光通讯领域主要用于光纤预制棒和辅材

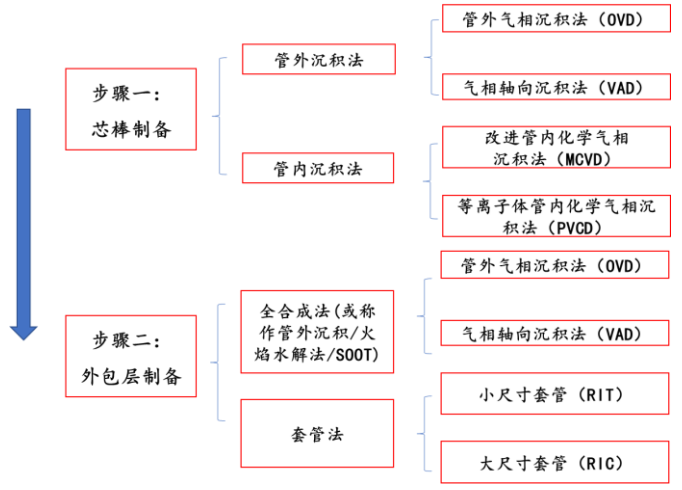
石英是光纤制备的核心原料。光纤预制棒是制造石英系列光纤的核心原材料，而石英材料是光纤预制棒的关键原料。预制棒是利用化工原料（石英为主）以复杂的工艺制成；中间环节是利用预制棒进行拉丝制成光纤；产业链的下游是将光纤、化工材料和金属线缆加工成不同种类的光缆。

图表18： 光通讯用石英产业链示意图



资料来源：长飞光纤招股说明书，华泰证券研究所

图表19： 光纤预制棒的制备过程



资料来源：OFWEEK，华泰证券研究所

光纤预制棒是光纤制作领域中的核心组件，由芯棒+外包层套管组合而成。早期光棒制造技术采用一步法，经过三十多年的发展最终确定了两步法的工艺路线。即先制造芯棒，然后在芯棒外采用不同技术制造外包层套管。

芯棒的制造决定了光纤的传输性能，外包层决定了光纤的制造成本和质量。作为光纤预制棒的核心材料，芯棒和外包层对材料纯度的要求非常高。

芯棒制备：主要制造工艺有管内沉积法和管外沉积法。管内沉积法包括改进管内化学气相沉积法（MVCD）和等离子体管内化学气相沉积法（PCVD）；管外法沉积法包括气相轴向沉积法（VAD）、管外气相沉积法（OVD）。**管内法芯层质量好，管外法沉积速率快、成本低。**

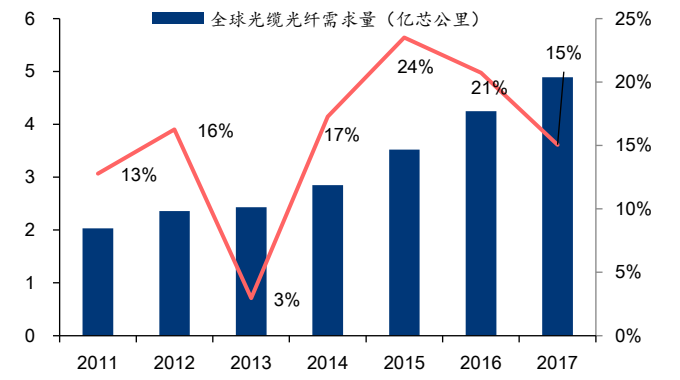
外包层制备：外包层的技术主要有套管法和全合成法。套管法包括小尺寸套管法（RIT）和大尺寸套管法(RIT)；而全合成法又称火焰水解法（SOOT），同样使用了气相轴向沉积法（VAD）和管外气相沉积法（OVD）。**套管法设备简单但是依赖进口套管，全合成法设备成本较高但原材料国产化率高生产成本低。**

光通讯领域中，石英还被广泛应用于各种辅助材料：靶棒、尾棒、烧结管等。石英可被用于光纤预制棒生产支撑材料、光纤拉丝用支撑材料等。这包括 MCVD、PCVD 工艺中的头管、尾管，OVD、VAD 工艺中使用的靶棒、石英烧结管，预制棒拉丝过程使用的把持棒、把手管、石英罩等。由于一些金属杂质和含羟基杂质对光纤衰耗的影响很大，所以光纤对石英纯度要求较高；其中 OVD 法就需要一根靶棒，当使用高纯石英作为靶棒时，只需要沉积包层玻璃，在 OVD 工艺中靶棒边旋转边来回移动，进行逐层沉积便可以形成多孔玻璃体。

网络提速加剧光纤光缆建设，带动石英材料需求

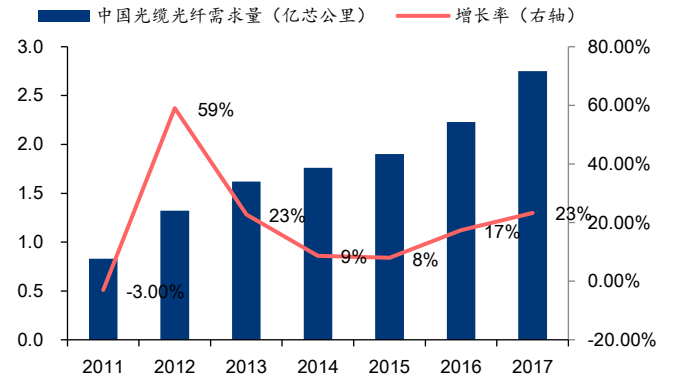
2017 年全球光纤光缆市场 110.7 亿美元，Absolute Markets Insights 预计 18-21 复合增速 5.8%。通信市场研究机构 Absolute Markets Insights 数据，2017 年全球光纤光缆需求量 4.89 亿芯公里，市场规模约 110.7 亿美元。随着互联网、宽带建设在全球范围内的不断开展，新的通信工程在一些新兴市场如印度、中东和非洲展开；而通信发达国家如北美、西欧和日本等国大量推进 FTTx 工程；中国、巴西、俄罗斯等地域广阔地区大力扶持网络建设，这三方面因素致使全球的光纤市场需求保持稳定高速增长。根据未来各主要国家行业政策情况，Absolute Markets Insights 预计，到 2021 年全球光纤电缆市场规模将达到 138.70 亿美元，期间年复合增率约为 5.8%。

图表20： 2011-2017 全球光纤需求量



资料来源：Absolute Markets Insights，华泰证券研究所

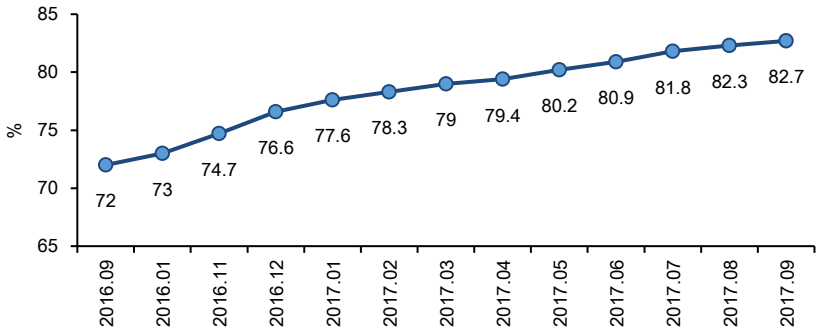
图表21： 2011-2017 中国光纤需求量



资料来源：Absolute Markets Insights，华泰证券研究所

我们预计 18-21 年国内光纤光缆需求增速放缓。而 Absolute Markets Insights 数据 2018 年全球光纤光缆市场规模约 110.7 亿美元，根据电缆网数据，2017 年我国光纤光缆需求量约占全球份额的 57%。2011-2017 年中国光纤光缆行业产量从 0.95 亿芯公里上升至 2.75 亿芯公里，年复合增长率高达 19%，产量和销量基本相当。随着网络技术进步、提速降费政策推动、运营商竞争加剧，多因素加速国内家庭宽带接入速率以及流量快速提升。我们预计 2018 年国内主要需求结构为 FTTH 和无线网建设拉动。中国产业信息研究院数预计，FTTH 渗透率即将见顶，4G 基站建设已经进入尾声的情况，判断 2018 年将成为国内 FTTH 建设需求释放的顶点。除了 FTTH 以外，无线网的 4G 加上 5G 的需求虽然增速高，但是只占国内光纤光缆的需求约 30%，难以抵消 FTTH 增速下降幅度。因此我们预计国内光纤光缆的整体增速将有所下滑。

图表22： 2017 年底国内 FTTH 渗透率（%）接近需求释放顶点



资料来源：中国产业信息研究院，华泰证券研究所

光纤预制棒：光纤光缆的核心部件，进口为主，国产替代启动

产业政策推动，光纤预制棒产能跟随需求向国内本土迁移。2015 年开始中国商务部对来自日本、美国的进口光纤预制棒征收反倾销税，其中日本公司 10%，美国公司 40%。随着进口光棒价格有所提升，以及下游运营商对高速光网络的建设需求持续提升，国内光纤光缆厂商积极扩充光纤预制棒产能，国产预制棒的自给率逐年稳定抬升，据前瞻产业研究院的光纤市场报告，2016 年中国光纤预制棒产能已经成为全球第一，达到 6677 吨，比第二、第三的美国和日本的总和还多，预制棒自给率已经达到 80%。**国内主要光纤预制棒生产企业包括长飞光纤、亨通光电、中天科技、烽火通讯、富通集团和通鼎互联等。**

图表23： 主要厂商光纤预制棒生产工艺

厂商	工艺
长飞光纤光缆	PCVD/VAD+RIC，VAD+OVD
亨通光电	VAD+RIC，VAD+OVD
中天科技	VAD+OVD
杭州富通	VAD+OVD
烽火通信	PVCD+RIC，VAD+OVD

资料来源：各公司公告，华泰证券研究所

我们预计 18-20 年全球光纤用石英需求为 56、59、63 亿元。根据前瞻研究院和产业调研的数据，3 万芯公里光纤大约需要消耗光纤预制棒 1 吨，且光棒价格经过 16-17 年价格提升后下游产能扩充导致近 2 年光纤预制棒回到一个稳定的盈利水平，售价也基本保持稳定，售价与 15 年涨价前水平接近，考虑到光纤预制棒进入稳定发展期，我们假设 18-20 年价格基本持平。前文提到中国建筑玻璃与工业玻璃协会石英专业委员会给出的数据，2015 年全球光通讯相关石英市场规模为 38 亿元；而 2015-2017 全球光纤需求量从 3.52 亿芯公里增加到 4.89 亿芯公里，增加 38.92%，则预计 17 年全球光纤光缆用石英规模 53 亿元。按照 Absolute Markets Insights 预计 18-21 年全球光纤需求量复合增速 5.8%，则算得 18-20 年全球光纤用石英需求为 56、59、63 亿元。

芯棒材料目前全部依赖进口，而套管 90%依赖进口，国产光纤产品集中在低端辅材。套管作为光纤预制棒的核心材料，芯棒和套管对材料纯度要求非常的高，根据我们产业调研发现，目前芯棒多采用四氯化硅水解合成法，全部依赖进口；套管约 90%来自进口，而国产光纤用石英产品多集中在低端辅材上。目前国内少数企业如菲利华和石英股份，已具备生产光纤预制棒外包层管套能力，可满足国内小部分市场对石英光纤套管的需求。

航空航天应用：高端需求快速提升，高门槛高毛利

石英纤维耐高温、透波、强度性能优异，广泛用于航空航天领域的关键部件

石英纤维被广泛应用于航空航天领域。石英纤维是 SiO2 含量达到 99.9%以上，丝径在 1-15μm 的特种玻璃纤维，具有强度高、介电常数和介电损耗小、耐高温、膨胀系数小、耐腐蚀、可设计性能好等一系列优点，是航空航天领域不可或缺的战略材料。石英纤维的

应用包括：导弹、飞机、卫星雷达罩，卫星、军舰天线，电磁窗（干扰、反干扰设备），隐身技术的结构材料（飞行器、军舰、潜艇），各种高温环境隔热：飞行器发动机环境、机身防火屏障、空间运载火箭的热防护，火箭推进器的绝热等。

在航空领域，石英材料主要用于制作透波增强材料，包括机载雷达罩、导弹雷达罩、干扰电磁发射窗口等。雷达罩有作为结构件，需要保证：1）雷达天线系统不受干扰，防止雷达天线在恶劣飞行环境中不受损；2）透过电磁波，保证雷达天线的运转；因此雷达罩对材料的力学性能和介电性能要求较高。而石英纤维是高性能机载天线罩最常用的增强纤维，如美国的 F-15 和 F-22 都采用石英纤维或含有石英纤维的复合材料。

在航天领域，石英产品可以被用作隔热和耐高温材料。石英具有优异的耐热性，成为航天飞行器、导弹等重要的隔热材料。石英纤维的软化温度为 1700℃，一般的石英纤维能在 600~1050℃长期使用。利用这种性能，石英纤维被广泛的作为宇航飞船和洲际导弹返回大气层的烧灼材料，用来防止飞行器温度过高。

图表24： 石英纤维各种产品以及用途

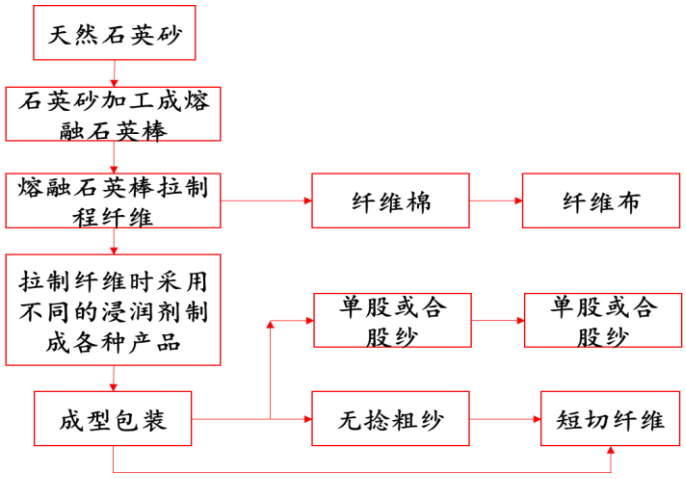
产品	特性	主要应用领域
石英纤维棉	高纯度、耐高温、隔热效果好	飞行器用隔热、填充材料
石英纤维纱	纯度高、耐高温、耐腐蚀、低介电、透波性能好	飞行器耐高温、增强透波部件用编织材料
石英纤维布	纯度高、耐高温、耐腐蚀、低介电、透波性能好	飞行器耐高温、增强透波部件用结构材料
石英套管	耐高温、耐腐蚀	汽车玻璃钢化设备配件

资料来源：菲利华招股书，华泰证券研究所

石英纤维制造难度大，工艺复杂，全球仅有少数几家公司能生产。石英纤维应用于航天航空领域，行业准入进入门槛高，市场格局好，产品盈利能力强。随着近两年国内航空航天发展，我们预计石英纤维的采购需求有望逐步提升。

石英纤维制备方法：（1）将石英棒或管用氢氧焰熔融拉丝，再用氢氧焰吹管喷吹，制成直径 0.7-1μm 的石英棉；（2）石英经火焰熔融后用高速气流形成短纤维及其毡片；（3）将石英丝或棒以恒定速度通过氢氧焰或煤气火焰，软化后高速拉成长丝，主要用作电绝缘材料、隔热材料和复合材料的增强体。用于制造飞机机头雷达罩、火箭的尾喷管、空间航天器的烧蚀材料等。

图表25： 石英纤维相关工艺流程



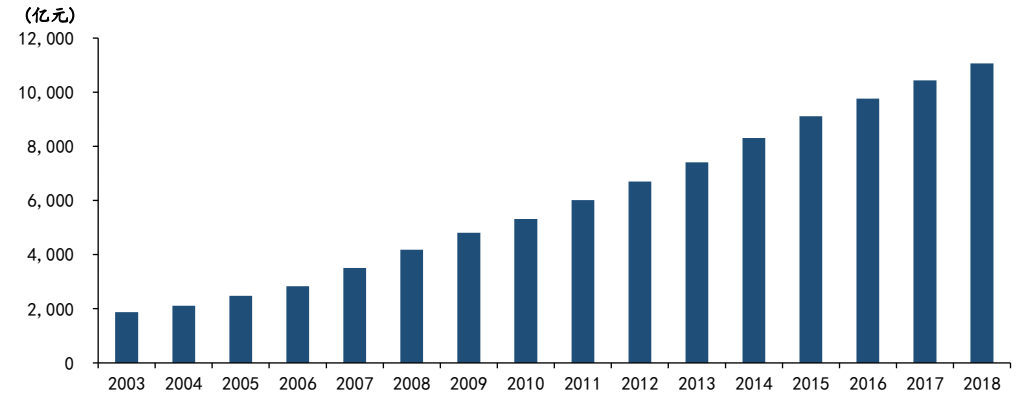
资料来源：中国玻璃网，华泰证券研究所

我国航空航天产业发展将带动石英纤维需求

“十三五”期间，国防建设快速增长，“军民融合”战略将带来军工行业的大发展。根据《2016 中国的航天》白皮书，2016-2020 我国将继续实施载人航天、月球探测、北斗卫

星导航系统、高分辨率对地观测系统、新一代运载火箭等重大工程，并启动实施一批新的重大科技项目和重大工程。根据财政部《关于 2017 年中央和地方预算执行情况与 2018 年中央和地方预算草案的报告》数据，2018 年中国国防支出将增长 8.1%，达到 11069.51 亿元人民币，为近五年来的首次回升。根据华泰军工团队 2019 年度策略报告《时不我待，迎接改革成长春风》，在地缘形势恶化的中长期背景和压力下，需要时不我待的加速军工改革和装备建设，报告认为以混改为代表的军工改革，将给军工高端产业带来中长期制度红利；以军机产业链为代表的高端装备行业正在从技术拐点走向财务拐点，在军机 20 系列等机型上量、新材料、高精度导航、芯片国产化技术逐步成熟背景下，建议重点投资军工高端制造产业机会。

图表26： 2003-2018 年中国国防预算



资料来源：财政部，华泰证券研究所

航空领域，我国军机需求增量和更新换代拉动石英雷达罩等需求。当前，我国军机规模与美国相比还存在较大差距，据《World Air Force2018》，我国全部军机数量约为其 1/4；运输机数量约为其 1/9；武装直升机数量不到其 1/10；教练机数量约为其 1/6；战斗机总量约为其 3/4，但其中含有超过 500 架二代战机，在数量和结构方面与美军差距明显，仅战斗机数量提升和老旧装备更新换代需求就超过千架。随着世界一流军队建设目标的提出，以及 J-20、Y-20 等新一代军机列装进度加快，航空装备产业链景气度有望进一步提升。雷达罩作为军机结构的重要组成部分，其需要将随着军机需求的增长而快速增长。华泰军工团队 2019 年度策略认为，航空装备总机厂直接受益于装备订单释放，前三季度业绩表现充分反映了军机交付处于旺盛状态，后续随着产业链条的传导，核心配套类企业的业绩也有望迎来加速增长。

航天领域，国家重大科技和工程项目催生石英隔热部件需求。美国航天基金会预计，到 2020 年全球航天产业市场总额将达到 4850 亿美元；国内市场包括运载火箭、卫星应用、空间宽带互联网等，中国航天科技集团公司国际业务部预计中国商业航天市场将在 2020 年达到 8000 亿元。未来五年，我国还将继续推进载人航天、月球探测、北斗卫星导航系统、高分辨率对地观测系统、新一代运载火箭等重大工程，并启动一批新的重大科技项目和工程项目。从近年来看，我国航天发射的次数稳步增加。石英棉、石英布以及石英纱作为航天飞行器隔热、耐高温部件的重要原材料，我们预计未来需求有望随着我国航天事业的发展，保持稳定的增长。

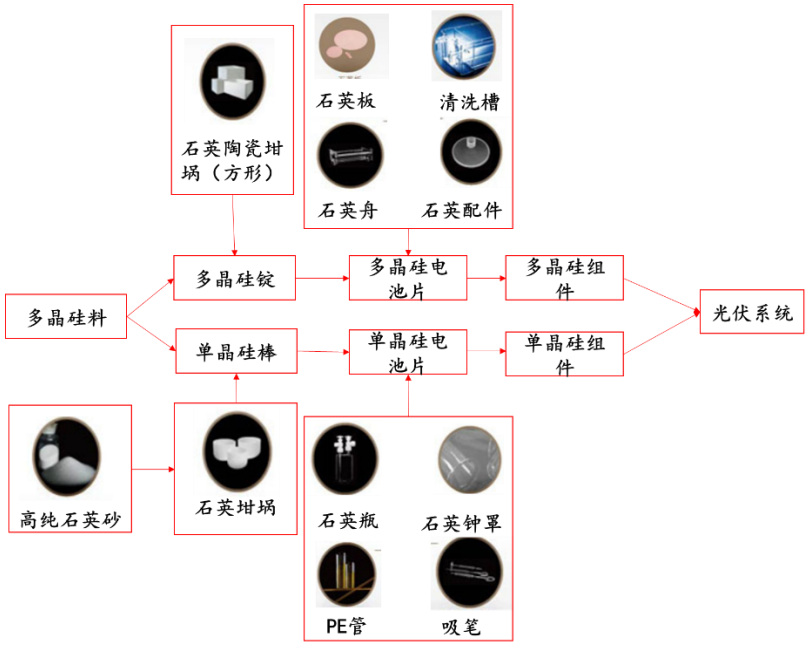
光伏应用：关键耗材，产业政策转暖

石英坩埚是光伏制备的关键耗材

石英坩埚是光伏多晶硅铸锭炉的关键部件，是拉制大直径单晶硅和多晶硅的消耗性器皿。石英制品被广泛应用于太阳能光伏行业，坩埚是用于光伏工业中盛装融熔硅并制成后续工序所需硅锭的一种容器，工作温度在 1500℃ 以上，并且每生产一炉硅产品就可能会消耗

一只坩埚，属于易耗品。石英坩埚根据拉制的晶体不同，可以分为单晶坩埚和多晶坩埚。另外，石英扩散炉管、法兰等工艺耗材也广泛应用于光伏行业。

图表27： 光伏领域工艺流程



资料来源：光通讯网，华泰证券研究所

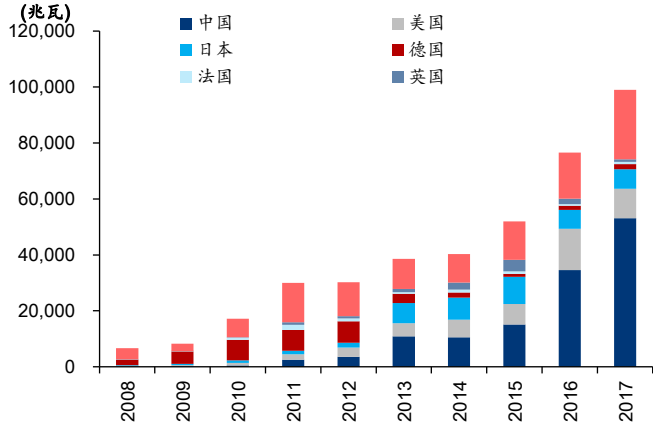
国内外光伏装机量持续增长带动石英需求，竞争激烈盈利水平偏低

全球光伏市场继续保持增长，欧洲光伏协会预计 19-21 年新增装机量复合增速 8%。根据欧洲光伏产业协会数据，截至 2017 年底全球累计光伏装机达到了 402.5GW。其中主要新需求来自于中美日印，欧洲市场需求稳定。全球需求方面，尽管欧盟解禁双反政策，由于欧洲市场目前的需求不足以抵消美日市场的萎靡、以及印度市场因政策带来的需求波动。欧洲光伏协会预计 2021 年全球新增装机量为 134GW，折算为 18-21 年新增装机量复合增长率为 8%。

2017 年中国新增装机量全球占比 46%，“531”光伏新政致需求受挫。2010-2017 年中国光伏行业需求迅猛增长，中国光伏发电累计装机从 2010 年的 0.86GW 增长到 2017 年的 130GW，13-17 年国内每年新增装机市场的复合增长率达到 50%。《2017-2020 年光伏电站新增建设方案》计划 18-20 年国内光伏装机量分别是 49、51、52GW；而 18 年国内“531”光伏新政致使国内光伏需求受挫，根据华泰电新组 2019 年度策略预计，18-20 年装机量将低于这一计划。

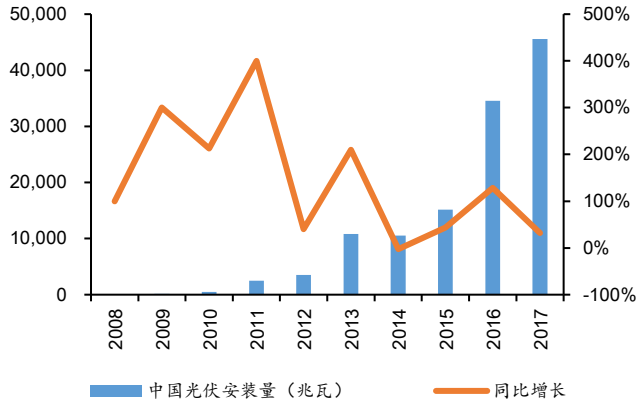
根据产业调研得知，2017 全球光伏用石英制品规模约 40-50 亿元，基本以国内供应为主。目前光伏用石英的制备技术门槛较低，市场企业多竞争激烈，利润空间较少，低端市场多为国内垄断。部分企业开始转型切入半导体、光通讯、航空航天的石英企业正在逐步剥离光伏石英业务。考虑到全球和国内光伏装机量放缓，坩埚市场竞争日趋激烈，我们预计 18-20 年石英坩埚的市场规模基本与 2017 持平。

图表28： 2008-2017 年各国新增光伏安装量



资料来源：SOLARZOOM，华泰证券研究所

图表29： 2008-2017 年中国新增光伏安装量



资料来源：SOLARZOOM，华泰证券研究所

图表30： 国内光伏电站规划装机量（GW）

项目		数据来源	2018E	2019E	2020E
	集中式电站	《2017-2020 年光伏电站新增建设方案》	8	8	6
规划集中式电站	集中式扶贫电站	《2017-2020 年光伏电站新增建设方案》	7	5	4
	规划集中式电站合计		**15**	**13**	**10**
规划领跑者计划		《2017-2020 年光伏电站新增建设方案》	8	8	8
规划合计（不含分布式）			**23**	**21**	**18**
自行管理的地区电站		**根据地方申报规模**	1.2	1,2	1,2
	村级光伏扶贫电站	《国务院关于引发“十三五”脱贫攻坚战计划的通知》	5	4	3
	自发自用地面集中式	<6MW	0	0	0
	户用+工商业分布式		20	25	30
分布式合计			**25**	**29**	**33**
增补指标	增补指标	估算	0	0	0
合计			**49.2**	**51.2**	**52.2**

资料来源：《2017-2020 年光伏电站新增建设方案》，《国务院关于引发“十三五”脱贫攻坚战计划的通知》，华泰证券研究所

电光源应用：下游升级换代，进军特种应用

LED 渗透率提升替代部分电光源，高端特种光源仍保持石英需求

石英管是主要的照明用泡壳材料，其使用寿命长，光学性能好，从紫外区到红外区均具有优良的光透过性和耐热性。该领域所用的石英管主要采用连续电熔工艺制作。目前国内传统电光源领域普遍采用石英管作为灯管材料。

传统光源受到 LED 替代影响需求下滑，少数高功率光源短期内无法被替代。近年来传统光源受到 LED 替代影响，石英电光源产品市场受到一定冲击。但在一些大功率强光源的领域，由于 LED 的发光效率、一致性还没有很好的解决方案，高功率 LED 灯替代节能卤素灯、HID 灯等产品仍需要一定过程。与此同时，节能卤素灯、小功率金卤灯等新型石英光源由于能源利用率高、寿命长的特点，将逐步替代白炽灯作为基本光源使用。

特种光源市场需求平稳，国内企业逐步承接部分海外企业市场。在高端电光源石英管领域，国内企业目前正在向着 LED 难以替代的特种光源发展，如农用植物生长灯、固化灯、UV 杀菌灯、投影灯、激光灯、半导体清洗灯等高端电光源石英材料市场需求仍稳步增长。作为石英电光源产品的主要泡壳材料之一的石英管，未来需求仍将保持平稳发展。

根据产业调研得知，2017 电光源用石英全球市场大约 3-4 亿元，且基本为国内垄断。考虑到 LED 的渗透率不断提升，我们预计 18-20 年全球电光源用石英规模基本与 2017 年持平并略有下滑。

光学应用：光学性能突出，应用于天文、激光等高端光学器件

石英紫外和远红外光学性能突出易于控制，适用于高端光学元器件

石英在紫外和远红外波段光学性能突出，适用于高端光学元器件。熔融石英由于其高纯度高均质性，在紫外波段（<300 nm）和远红外波段（800-3500 nm）或其它对光学均匀性要求非常高的波段尤其具有优势。具体到不同应用，都有最佳的熔融石英材料等级以供选择。例如，通过选用不同的原料来源（含有矿物或合成化学品的石英，如 Ar 元素）和产生不同羟基（OH）含量的制造方法，可为紫外传输、红外传输、宽频传输以及在一维、二维或三维的不同均匀性水平等方面优化出每种对应的石英等级。对于甚至更短波长的光（极紫外光，EUV），不适宜采用透射式光学系统，因此可能会采用反射式系统（平面或曲面反射镜）。部分被应用在极端情况下的光学仪器，如航天器的透镜或透窗，则还需要具备抵抗极端条件下的高辐射或压力差。

石英光学性能主要靠控制纯度和羟基含量。光学性能很大程度上取决于材料的纯度和羟基含量。溶解在石英中的水称为羟基（-OH），是石英中的主要杂质，影响羟基含量的主要因素是原料、工艺和加工方法。金属杂质以及羟基分子的振动或转动或激发会引发材料中的光吸收，造成光透射减小、材料变热。随着羟基含量增加，石英的粘度、密度、折射率减小，红外吸收，膨胀系数增加。羟基含量在 100-200ppm 的石英在 900 度以上加热，可以脱掉大部分羟基。

图表31： 石英制造方法以及其在光学领域的应用

制备工艺	电熔	气炼	CVD	PCVD	间接合成法	溶胶凝胶
原料	石英砂	石英砂	$SiCl_4$	$SiCl_4$	$SiCl_4$	含硅有机化合物
最大直径/mm	2000	1000	1600	300	300	-
内在质量	差	差	良好	良好	良好	差
金属杂志含量/10-6	~20	~20	<1	<1	<1	~1
羟基（OH）含量/ppm	<10	~200	~1000	~5	0.01~500 可调	<10
光谱透过波段/nm	400~4000	400~2000	190~2000	190~4000	157~4000	190~4000
光学均匀性	差	差	良好	良好	良好	差
用途	普通窗口	普通窗口、反射镜	航天、激光核技术、精密仪器、半导体等领域用镜头和光掩模基板	高端红外镜头、光导纤维、谐振器结构材料	高能激光、高端红外镜头、半导体	光导纤维、镀膜

资料来源：《高性能光学合成石英》- 聂兰舰，贺利氏官网、华泰证券研究所

CVD 法石英远红外性能突出，间接合成法在紫外、强激光应用性能优异。目前，CVD 工艺是目前最成熟、商业化的工艺，制备的石英直径可达 600 mm 口径以上、光学均匀性优于 2×10^{-6}、抗激光损伤阈值非常高，在航天、激光核技术、精密仪器、半导体领域得到了广泛应用。PCVD 工艺制备的石英内在质量优异、羟基含量≤5×10^{-6}、光谱透过率 $T_{190\text{-}4000\ nm}$≥80%，满足了高端红外光电器件和光通讯领域的应用要求，但是由于制备成本高，尚未得到大批量应用。间接合成法是近十年发展起来的工艺技术，该技术制备的石英的光吸收系数很小、羟基含量≤1×10^{-6}、光谱透过率 $T_{157\text{-}4000\ nm}$≥80%，并且因易于掺杂及控制缺陷，而成为制备各类高端(掺杂)功能型光学石英的首选。目前，间接合成法在真空深紫外、极紫外与强激光等领域得到了初步应用。

应用宇航空航天、天文、激光、半导体等光学元器件，对材料参数要求苛刻

航空航天：用于飞机和飞船传感器。航空航天领域中的许多应用需要采用高端材料，许多飞机和飞船都配备了大量的传感器，它们利用光学器件来探测、跟踪或识别情况。光通过利用光谱仪来分析，传感器可能需要一个允许紫外到近红外辐射通过的简单可透射窗口。它们应当能承受恶劣的环境、耐受冲击、可轻量化，并且使用寿命长。

天文学：用于望远镜关键元器件。熔融石英被应用于望远镜，根据其工作的波长范围不同，石英用作望远镜的反射式光学器件（反光镜）或透射式光学器件（透镜/分束器），主要应

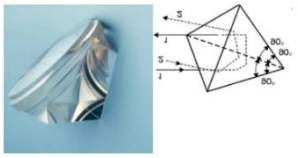
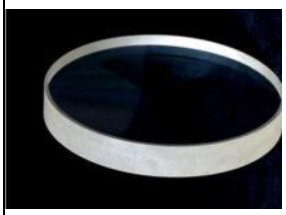
用波段是红外光和可见光，需要用到低吸收、超低均匀的热膨胀系数、无气泡、耐辐射和低杂质的熔融石英。

激光核技术和激光加工：用于惯性约束聚变研究。对高能激光器要求最苛刻的应用是惯性约束聚变研究。该技术采用的激光器需要以持续纳秒至飞秒和皮秒的短脉冲工作。材料需要在在近红外和紫外波段经受高达兆焦耳级的总输出能量。在核聚变应用中所采用的光学系统需要大口径型（300－400mm +）熔融石英毛坯，被用作透镜或窗口。需要的熔融石英需要有低吸收、良好光学均匀性的特点。需要的材料是极度纯净的材质。

半导体光刻：用于掩膜板制备。合成熔融石英具有较好的深紫外光透射率和低吸收率，因此不会出现由材料吸收升温造成的图像缺陷，被应用于光刻掩膜板。它具有卓越的光学 3D 均匀性（低的折射率变化）以及对对紫外线辐射的耐久性。

商用光学器件：石英可被应用于冶金、化工等多种工业领域。

图表32： 光学石英的应用

领域	产品举例		要求	羟基	波段
航空航天和天文学	传感器：投射窗口、棱镜或散光器		高三维光学均匀性、低吸收率、无气泡、抵抗离子化辐射、轻量化	--	宽频：紫外-红外
	望远镜：透镜		高通过率、低吸收率、无气泡杂质、超低而均匀的热膨胀系数	<1ppm	可见光-近红外
激光核技术：惯性约束聚变	大型石英毛坯：最终制成窗口		折射率的均匀性 低吸收 无缺陷	<300ppm	近红外或紫外
半导体光刻	光刻掩膜基板		深紫外光透射率和低吸收率，因此不会出现由透镜升温造成的图像缺陷	1000ppm	紫外
商用光学器件	冶金、化工用窗口、		化学耐受性、高温稳定性、高耐热冲击性和低热膨胀	--	宽频：紫外-红外

资料来源：贺利氏官网，华泰证券研究所

预计 2020 年全球石英材料需求约 283 亿元

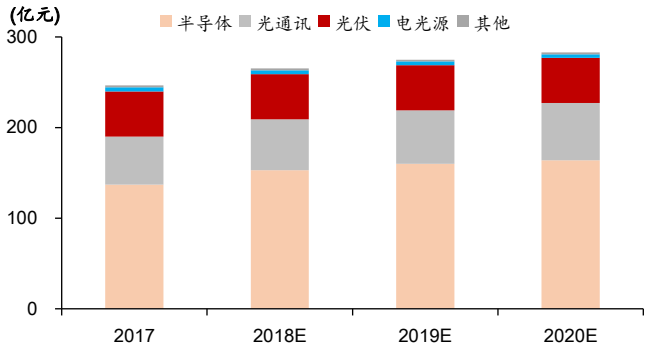
综上，我们根据石英的各个下游应用对石英材料的需求，对全球石英材料市场进行整体测算，其中光学和航空航天用石英市场相对较小，暂时先不列入计算。我们预计 2018-2020 年全球石英材料需求分别为 265/275/283 亿元，增速分别是 8%、4%、3%。

图表33： 2018-2020 年全球石英需求预测

单位（亿元）	2017	2018E	2019E	2020E
半导体	137	153	160	164
光通讯	53	56	59	63
光伏	50	50	50	50
电光源	5	4	4	4
其他	2	2	2	2
合计	**247**	**265**	**275**	**283**
增速		**8%**	**4%**	**3%**

资料来源：SEMI，欧洲光伏协会，建材研究院石英研究所，华泰证券研究所

图表34： 2018-2020 年全球石英需求预测



资料来源：SEMI，欧洲光伏协会，建材研究院石英研究所，华泰证券研究所

石英行业上市公司

菲利华（300395）：专注高端石英，国内首家获半导体设备认证厂商

国内石英材料及石英纤维制造企业龙头。菲利华主要从事半导体、光学、光通讯、航空航天及其他领域用高性能石英、石英纤维业务。在光通讯领域，在石英棒、石英管等方面已成为藤仓（中国）、住友电气、日本青峦等具备较强实力企业的主要供应商，同时也与国内前几名光纤光缆大厂亨通光电、长飞光纤等保持长期合作关系；在半导体领域，公司半导体产品进入国际主流供应商序列，是国际第五、国内第一家获得国际主要半导体设备制造商认证的企业，主要客户为杭州大和热磁电子、杭州泰古诺石英、广东昭信半导体等；在航空航天领域，公司是该领域唯一的石英纤维供应商。

半导体产品进入主流供应商序列，光学新品有望成新盈利点。菲利华半导体石英锭 2011 年通过东京电子认证，是国内首家半导体材料通过国际主设备商认证的企业，供应用于半导体蚀刻环节的石英材料。目前，公司已通过美国应用材料公司 AMAT 及 Lam Research 的认证的石英材料规格达 20 种。下游客户认证周期长，市场准入壁垒高，保障公司产品后续持续有序成长。2015 年显示屏用光掩膜基板开始放量，公司是国内首家具备生产 8 代大尺寸光掩膜基板的生产企业，目前已形成从 4.5 代到 8 代的完整产业链，产品应用于 TFT-LCD、OLED 显示屏，我们预计未来将受益于显示屏大屏化、以及 OLED 渗透率提升。

光纤预制棒产能向国内转移，带来上游元器件更多机会。公司与国内前几名光纤光缆大厂保持长期合作关系，我们预计未来将增加供应更多高端产品。目前我国预制棒套管仍主要依赖于进口。我们认为随着光纤预制棒产能向国内迁移，公司凭借强大的产品研发实力，未来有望增加对下游客户的开发力度，填补光纤预制棒套管的空白。

航空航天用石英纤维打破国外垄断。石英纤维全球仅有少数几家公司能生产，公司自主开发出航空航天用石英纤维，打破国外垄断。石英纤维盈利能力强，客户需求有序释放将保障长期稳定增长。另外公司将发展大口径高精度光学元件，特别是钕玻璃加工、600 千涉仪标准镜及防溅射玻璃等，我们预计公司产品有望应用到国家核聚变“神光计划”，成为高端激光元器件供应商。

扩建自动化产能，加大高端应用布局。公司的募投项目“电子信息产品用石英材料及制品生产建设项目”已于 2016 年 11 月在潜江投产运营，新工厂新增 200 吨/年的合成石英锭产能，主要用于光掩膜基板、精密光学用制品的生产；新增 2400 吨/年天然料石英锭产能，主要用于半导体、太阳能用石英锭、石英筒、石英管、石英板片环等制品的生产。潜江新工厂率先应用智慧工厂标准建设，使用 RFID、ERP、CRM 系统，实现石英材料自动化、智能化制造，有效控制成本。

石英股份（603688）：国内天然石英龙头，半导体光纤需求促成长

国内石英制品领先企业，下游需求高速增长。石英股份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、坨）、高纯石英坩埚及其他石英材料的研发、生产与销售，产品广泛应用于光源、光伏、光纤、半导体等领域。公司位于国内重要的石英制品生产基地江苏东海，拥有区位优势，是国内少有的具备生产高纯石英砂核心技术的公司。采用独特的连熔技术进行天然石英冶炼，产品在高温区具备明显技术优势。

高端石英占比盈利水平稳步攀升，客户资源优质。随着公司高端产品占比的不断提升，公司单季度毛利率自 2017 Q1（36.87%）到 2018Q3（46.38%）持续稳步提升。经过多年发展，石英股份已成为国内行业龙头，品牌知名度和影响力不断提升，与光源行业中的飞利浦照明、GE 照明等，光伏行业的 REC、中国台湾中美晶、晶澳太阳能等，光纤行业的信越光纤、亨通光电、中天科技等，半导体行业的住友电工等国际知名公司有稳固的合作关系。

光纤半导体业务快速发展，半导体资质认证有序推进。2018H1 光纤半导体板块收入 1.14 亿，同比大增 61%，占比提升至 38%（2017 年板块收入 1.81 亿，增速 55%，占比升至 32%）。2018H1 公司成功研发半导体用石英筒，扩大半导体产品的市场空间；同时光纤预制棒外套管获得首批订单，公司预计 2018H2 实现批量销售，有助于打破海外垄断，缓解国内供应压力。18 年公司公告拟启动为期三年的二期产业园扩产计划，拟建设“年产 6000 吨电子级石英产品项目”、“年产 20000 吨高纯石英砂项目”。此外公司公告显示东京电子的半导体石英认证工作正在有序推进。

积极调整光源和光伏业务。2017 光源营收占比 47.95%，光伏营收占比 19.68%。光源业务，为应对 LED 光源渗透率提升对石英需求的降低，公司积极拓展特种光源用石英管，如卤素灯、HID 灯、汽车灯等新型电光源及红外线灯、紫外杀菌灯等特种光源的泡壳材料等。光伏坩埚在公司毛利占比较低，“531”光伏新政对公司的多晶坩埚销售有所影响，但公司积极拓展单晶所需的高纯石英砂销售，调整光伏产品结构优化盈利水平。

风险提示

1) **半导体、光通讯、航空航天等领域对石英需求增速不及预期。**半导体、光通讯、航空航天等下游产业发展不及预期，可能会导致石英需求的下滑。比如航空航天领域装备推出的数量和时间存在不确定性，半导体产业向国内转移的进程存在不确定性等。此外还存在由于技术变革导致石英的单位消耗量降低，或者出现下游替代产品。

2) **石英国产化替代不及预期。**17-18 年国内石英企业销售增速较快，一方面由于国内企业需求增加，一方面也随着技术和工艺提升，抢占了部分海外石英企业的市场份额。但通常海外高端市场客户认证周期长、门槛高，如果国内企业的海外客户认证资质获取不及预期，或者在产品质量、价格等方面无明显优势，石英国产替代的进程可能会低于预期。

3) **原材料价格上涨或者成分不稳定。**首先，高品质石英砂原料主要从美国采购，如果中美贸易摩擦加剧，有可能限制石英砂的出口或者提高关税，造成原料价格上涨。其次，国内石英砂不断被开采，成分稳定、并且地域集中度高的石英矿逐步减少；然而根据不同的石英矿成分，需要调整石英提纯的工艺和配方，对产品性能有一定影响，而且提高天然石英原料成本。

免责申明

本报告仅供华泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，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。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价。该等观点、建议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，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。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。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。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报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为之提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权力。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。

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：91320000704041011J。
全资子公司华泰金融控股（香港）有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格，经营许可证编号为：AOK809
©版权所有 2018 年华泰证券股份有限公司

评级说明

行业评级体系

一报告发布日后的 6 个月内的行业涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

增持行业股票指数超越基准

中性行业股票指数基本与基准持平

减持行业股票指数明显弱于基准

公司评级体系

一报告发布日后的 6 个月内的公司涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

买入股价超越基准 20%以上

增持股价超越基准 5%-20%

中性股价相对基准波动在-5%~5%之间

减持股价弱于基准 5%-20%

卖出股价弱于基准 20%以上

华泰证券研究

南京

南京市建邺区江东中路 228 号华泰证券广场 1 号楼/邮政编码：210019

电话：86 25 83389999 /传真：86 25 83387521

电子邮件：ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同 28 号太平洋保险大厦 A 座 18 层

邮政编码：100032

电话：86 10 63211166/传真：86 10 63211275

电子邮件：ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区深南大道 4011 号香港中旅大厦 24 层/邮政编码：518048

电话：86 755 82493932 /传真：86 755 82492062

电子邮件：ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路 18 号保利广场 E 栋 23 楼/邮政编码：200120

电话：86 21 28972098 /传真：86 21 28972068

电子邮件：ht-rd@htsc.com