

电子特气行业分析框架

行业研究·专题报告

精细化工·特种化工材料

证券分析师：杨林
010-88005379
yanglin6@guosen.com.cn
S0980520120002

证券分析师：薛聪
010-88005107
xuecong@guosen.com.cn
S0980520120001

证券分析师：刘子栋
021-61761041
liuzidong@guosen.com.cn
S0980521020002

证券分析师：张玮航
0755-81981810
zhangweihang@guosen.com.cn
S0980522010001

- ◆ **国家政策大力鼓励电子特种气体产业的发展。**近年来我国先后推出了一系列产业政策，对集成电路及其配套产业链的发展予以重点推动支持，电子特种气体也列入了鼓励发展的战略新兴产业。
- ◆ **集成电路、显示面板等产业扩张以及新需求出现带动电子特种气体需求强劲。**随着我国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段，高端制造业成为国家重点鼓励发展的方向，整体市场规模快速增长。5G、人工智能、云计算等新一代信息技术的发展大幅增加了芯片、显示面板等硬件的需求。值得一提的是，ChatGPT算力需求增加也将会促使相关企业加大对算力设备的采购；此外，近年来国内晶圆厂处于密集扩产的周期，以上诸多因素均有力带动了上游原材料电子特气需求强劲增长。
- ◆ **国产替代与国际化发展趋势，为国内电子特种气体企业带来发展契机。**自2018年以来，国际政治经济环境复杂多变，贸易摩擦不断升级，集成电路产业作为战略发展的支柱产业，从设备、原材料等，深受影响，严重制约我国集成电路制造业的发展，自主可控的国产化替代发展之路势在必行，上下游客户广泛共识。经过多年追赶，国内电子特种气体企业在部分产品的生产上实现突破，成功进入集成电路制造产业链，初步具备了参与全球竞争的实力。根据ICMTia数据，2021年，我国集成电路制造用材料中，国产化程度达到约26%，而同时在国际市场占有率较低，潜在市场空间广阔。随着国内企业相继突破多项行业壁垒，国产电子特气质量的不断提升，多家国内企业也相继通过行业权威认证，进入到一些国际知名半导体企业供应商行列，未来成长空间可期。
- ◆ **产业配套逐步完善，产业价值愈发显现。**在国家政策的支持下，国内电子特气产业初具规模，产业发展所需配套技术、原料、工程等越来越成熟，人才储备和知识产权布局收效明显，并不断得到下游客户广泛认可，这在根本上提高了客户实现材料本地化发展的源动力和紧迫性，结合本地化物流、仓储、服务等优势，推动我国半导体产业自主、快速发展。另一方面，集成电路制造技术节点推进，所带来的材料指标要求提高、电子特种气体材料多元化发展要求等，结合本地化发展需要，电子特气未来的市场空间和增长潜力巨大。
- ◆ **投资建议：**我们建议关注国内电子特气行业内初具产业规模的【金宏气体】、【华特气体】、【凯美特气】、【昊华科技】等公司。
- ◆ **风险提示：**宏观经济波动和下游行业周期波动的风险；市场竞争加剧的风险；主要原材料价格上涨的风险等。

- 01 电子气体：半导体行业的“粮食”和“血液”
- 02 电子特气：行业壁垒颇高，国产替代加速
- 03 需求端：国产替代+新需求放量拉动电子特气需求
- 04 主要电子特气产品行业格局梳理
- 05 国内外电子特气行业竞争格局梳理
- 06 投资建议及风险提示

1

电子气体：半导体行业的“粮食”和“血液”

[返回目录](#)

1.1

电子气体行业发展概况

[返回目录](#)

工业气体：现代工业的重要基础原料，被誉为工业的“血液”

- 根据制备方式和应用领域的不同，工业气体可分为大宗气体和特种气体。工业气体广泛用于钢铁、造船、重工、冶金、化工、玻璃、建材、电子、石油等行业，常被比喻为现代工业的血液。工业中，把常温常压下呈气态的产品统称为工业气体产品。大宗气体主要包括氧、氮、氩等空分气体及乙炔、二氧化碳等合成气体；特种气体品种较多，主要包括电子特种气体、高纯气体和标准气体等。一般来说，工业气体的生产和销售都很大，但对纯度的要求不高。特种气体的产销量虽小，但根据用途的不同，对不同特种气体的纯度或组成、有害杂质的最大含量、产品的包装运输等都有极其严格的要求，属于高科技、高附加值产品。一般情况下，特种气体可分为三类，即高纯或超纯气体、标准校正气体和含有特定成分的混合气体。
- 全球工业气体市场规模呈稳步增长的态势。据亿渡数据，2020年全球工业气体市场规模约为1341亿美元，而根据业界经验数据，工业气体行业增速一般为全球GDP增速的2-2.5倍。按照此数据，2020年至2022年全球工业气体年均复合增长率若按8%计算，2022年全球工业气体市场规模将达1564亿美元。近年来，我国工业气体行业发展迅速，市场规模由2017年的1211亿元增长至2021年的1798亿元，CAGR达10%以上。大宗气体主要用于钢铁、石油化工等传统行业及节能环保、新材料、新能源、高端装备制造等下游行业，市场规模由2017年的1036亿元增长至2021年的1456亿元，CAGR为8.89%；特种气体的应用领域主要为战略新兴产业，随着我国集成电路、液晶面板、光伏等泛半导体产业的快速发展，我国特种气体市场规模由2017年的175亿元增长至2021年的342亿元，CAGR达18.23%。

图：全球工业气体市场规模



资料来源：亿渡数据，国信证券经济研究所整理

图：中国工业气体市场规模及构成

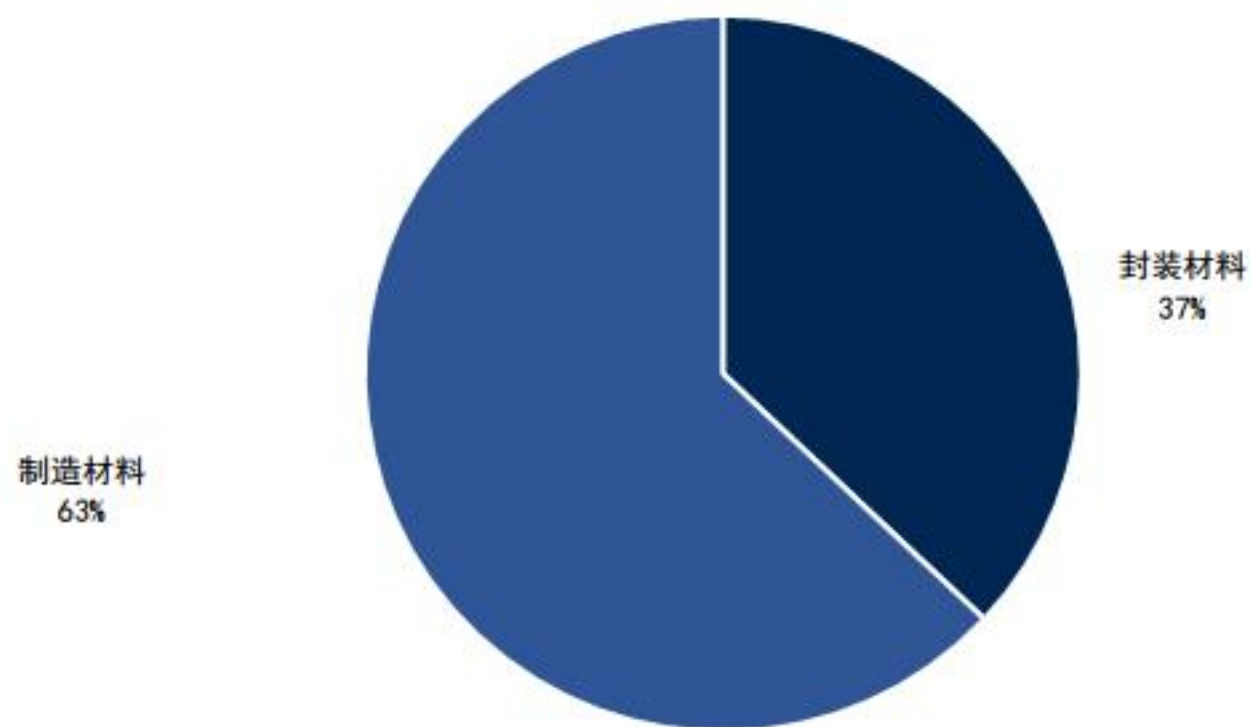


资料来源：亿渡数据，国信证券经济研究所整理

电子气体：工业气体“塔尖”产品，半导体材料的“粮食”

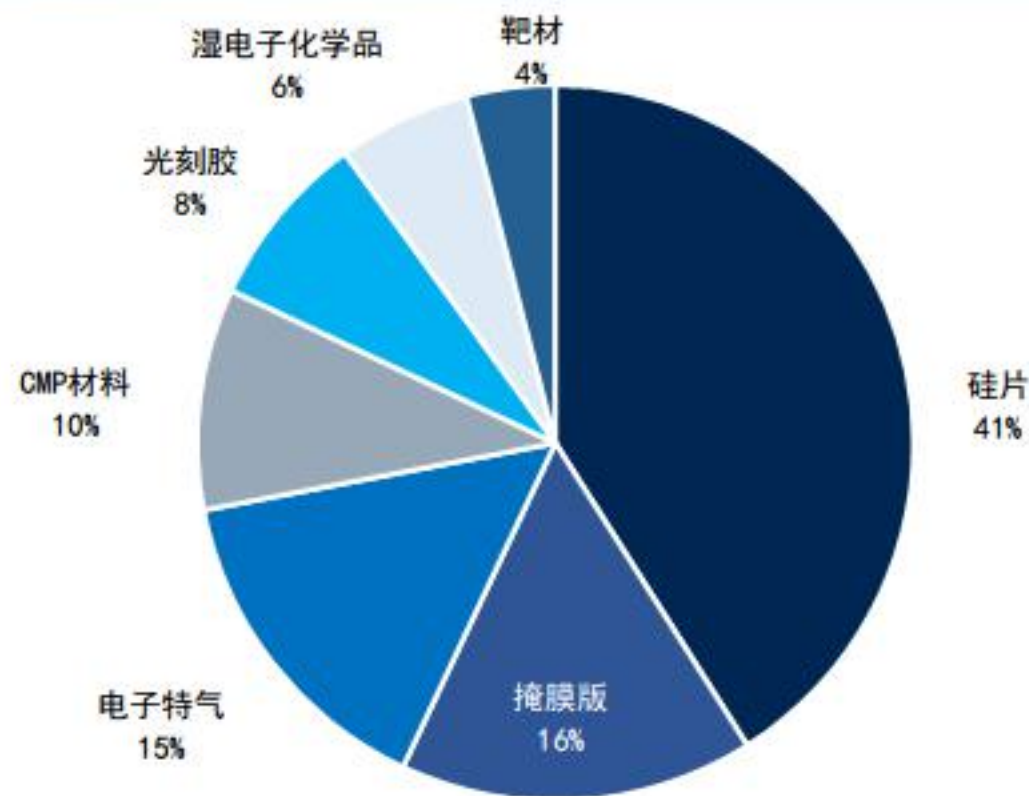
- 电子气体被称为半导体材料的“粮食”。电子特种气体(简称电子特气)，是指用于半导体、显示面板及其它电子产品生产的特种气体。在整个半导体行业生产过程中，从芯片生长到最后器件的封装，几乎每一个环节都离不开电子特气，所用气体的品种多、质量要求高。
- 根据半导体的制造工艺，**半导体材料可分为晶圆制造材料和封装材料**。其中，晶圆制造材料是制造硅晶圆半导体、SiC等化合物半导体过程中所需的各种材料，封装材料是对制造出来的芯片进行封装和切割过程中使用的材料。半导体材料种类繁多，其中晶圆制造材料占据主要份额，主要包括硅片、光刻胶、电子特气、掩膜版、纯及高纯试剂、CMP抛光液、溅射靶等。封装材料包括引线框架、芯片键合膜、键合线、缝纫线、环氧薄膜塑料、封装基板、陶瓷封装材料和环氧薄膜塑料等。
- 据SEMI数据，2021年全球半导体材料销售额约为643亿美元，其中晶圆制造材料销售额为404亿美元，占比63%；2021年封装材料销售额为239亿元，占比37%。2021年晶圆制造材料市场细分占比中，电子特气占比15%，是前三大晶圆制造材料之一，也是不可或缺的半导体材料。

图：2021年制造材料和封装材料占比



资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

图：2021年晶圆制造材料细分占比

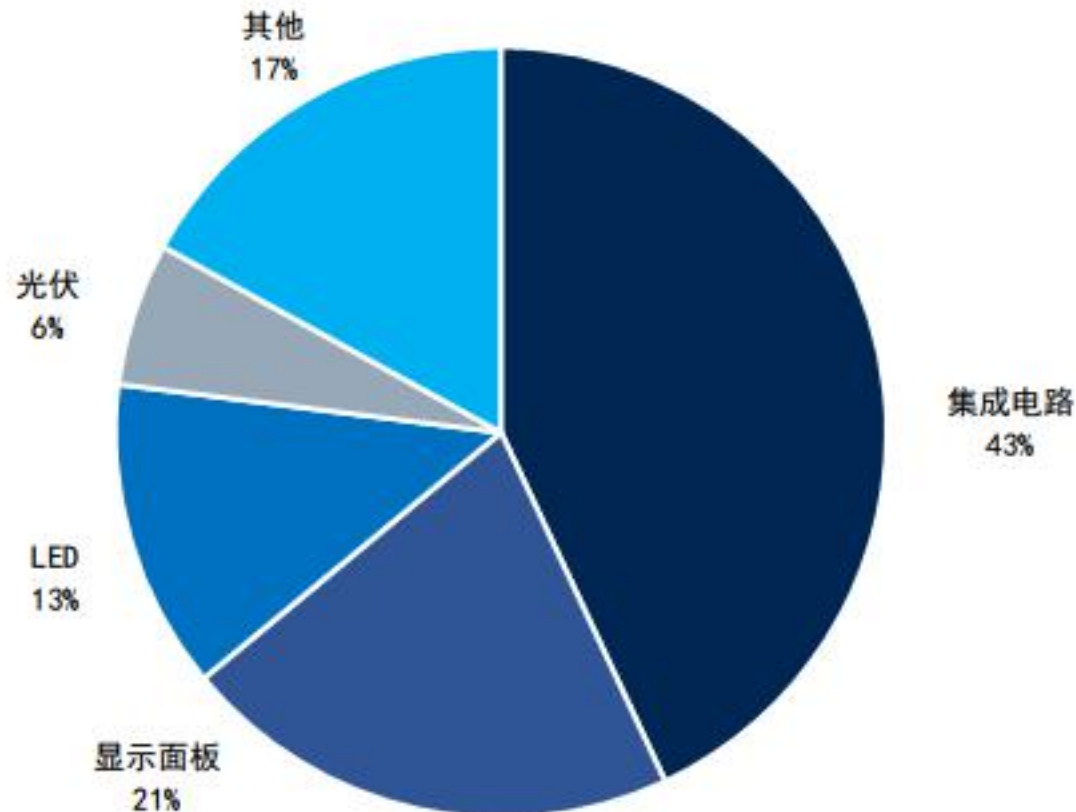


资料来源：Techet，国信证券经济研究所整理

集成电路在电子气体下游应用中占比最高

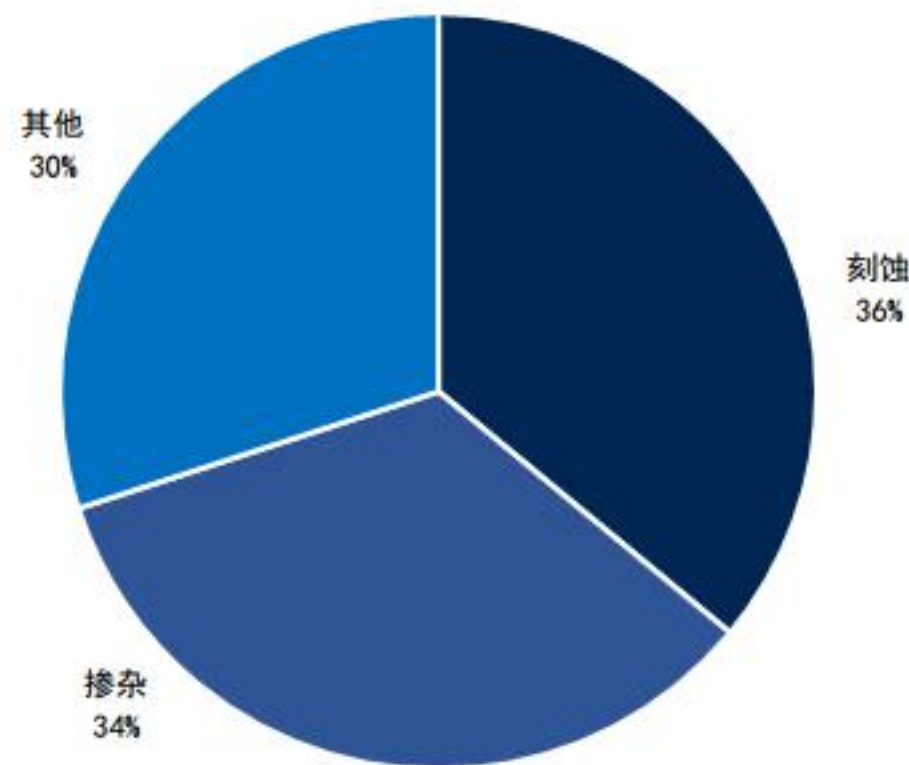
- 电子特气是集成电路、显示面板、LED、光伏等电子工业生产中不可或缺的原材料。
- 电子特气的下游应用领域中，**集成电路占比最高**。根据亿渡数据，应用于集成电路的电子特气占比约为43%，显示面板领域占比21%，LED占比13%，光伏占比6%。其次，集成电路中用于刻蚀和掺杂的电子特气比例最高，分别占比36%和34%，一方面电子特气是当前刻蚀环节中的主要刻蚀剂；另一方面电子特气作为主要掺杂剂，在掺杂环节中为其提供掺杂元素。
- 电子气体广泛应用于半导体制程工艺，电子大宗气体通常用于气体稀释、腔体清洁、腔体排气等环节。不同类型的电子特气根据不同的物理化学性质应用于不同的工艺环节，包括沉积、光刻、刻蚀、扩散、退火等关键工序。电子气体几乎用于集成电路制造的每一个环节，**是集成电路制造的血液**。

图：电子特气在各领域应用占比



资料来源：亿渡数据，国信证券经济研究所整理

图：集成电路中电子特气应用细分占比



资料来源：亿渡数据，国信证券经济研究所整理

国家政策大力鼓励电子气体产业的发展

◆ 特种气体作为新材料领域的关键性材料之一，近年来得到国家政策的大力支持。近年来，国家发改委、科技部、工信部、财政部等多部门相继出台《“十三五”国家战略新兴产业发展规划》、《新材料产业指南》等指导性文件，均明确提及并部署了工业气体产业的发展，并且对于特种气体确立了其新材料产业属性，有力推动了工业气体产业的发展。

图：近年国家发布工业气体相关政策

发布时间	政策名称	主要内容
2009	《国家火炬计划优先发展技术领域》	将“专用气体”列入优先发展的“新材料及应用领域”中的电子信息材料
2012	《电子基础材料和关键元器件“十二五”规划》	将起高纯度氮气等外延材料、高纯电子气体和试剂等列入重点发展任务
2012	《新型显示科技发展“十二五”专项规划》	提出开发高纯特种气体材料等，提高有机发光显示产品上游配套材料国产化率
2013	《产业结构调整指导目录（2011年版）》	将电子气等新型精细化学品的开发与生产列入“第一类鼓励类”产业
2016	《国家重点支持的高新技术领域目录》	在“四、新材料”之“（五）精细和专用化学品”之“2、电子化学品制备及应用技术”学中明确指出包括“特种（电子）气体的制备及应用技术”
2016	《“十三五”国家战略新兴产业发展规划》	优化新材料产业化及应用环境，提高新材料应用水平，推进新材料融入高端制造供应链，到2020年力争使若干新材料品种进入全球供应链，重大关键材料自给率达到70%以上
2017	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》	在“1.3.5关键电子材料”中包括“超高纯度气体等外延材料”
2017	《新材料产业发展指南》	在重点任务中提出“加快高纯特种电子气体研发及产业化，解决极大规模集成电路材料制约”
2017	《重点新材料首批次应用示范指导目录（2017年版）》	在“先进基础材料”之“三先进化工材料”之“（四）电子化工新材料”之“20特种气体”中将特种气体明确列示，主要应用于集成电路、新型显示
2018	《战略性新兴产业分类（2018）》	在“1.2.4集成电路制造”的重点产品和服务中包括了“超高纯度气体外延用原料”，在“3.3.6专用化学品及材料制造”的重点产品和服务中包括了电子大宗气体、电子特种气体
2019	《产业结构调整指导目录》（2019年）	高纯试剂、光刻胶、电子气、高性能液晶材料等新型精细化学品的开发和生产属于鼓励类
2020	《重点新材料首批次应用示范指导目录（2019年版）》	将用于集成电路和新型显示的电子气体的特种气体：高纯氯气、三氯氢硅、锗烷、氯化、氧化亚氮、羰基硫、乙硼烷、砷烷、磷复印编完、甲硅烷、二氯二氢硅、高纯三氯化硼、六氯乙硅烷、四氯化硅等列为重点新材料。
2020	《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》	在先进存储、先进计算、先进制造、高端封装测试、关键装备材料、新一代半导体技术等领域，结合行业特点推动各类创新平台建设
2021	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035远景目标纲要》	加快壮大新一代信息技术、生物技术、新能源、新材料、高端装备、新能源汽车、绿色环保以及航空航天、海洋装备等产业

1.2

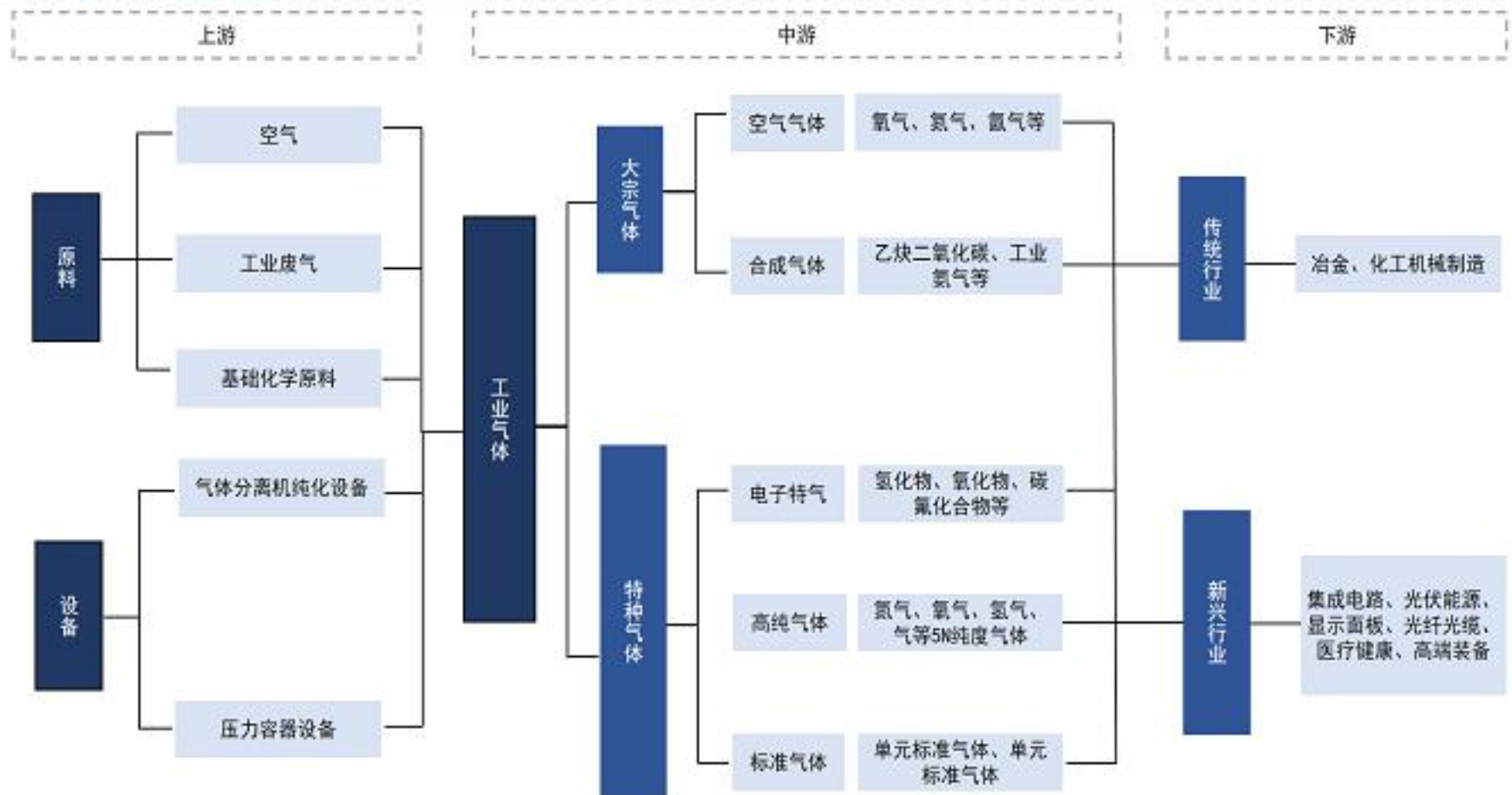
电子气体主要应用场景

[返回目录](#)

电子气体品类丰富，是半导体行业不可或缺的材料

- 根据电子气体制备方式及用途的区别，可进一步分为电子大宗气体和电子特种气体。电子大宗气体主要为应用于电子领域的高纯大宗气体，如高纯氧气、氮气、氩气等，可作为环境气、保护气以及载气使用；电子特种气体涵盖产品种类较为丰富，主要包含氟气、氩气、正硅酸乙酯、氧化亚氮、硅烷、三氟化氮、六氟化钨等。
- 电子特种气体是集成电路、显示面板等行业必需的支撑性材料，广泛应用于光刻、刻蚀、成膜、清洗、掺杂、沉积等工艺环节，对于纯度、稳定性、包装容器等具有较高的要求。电子特种气体生产涉及合成、纯化、分析检测、充装等多项工艺技术，具有较高技术壁垒。集成电路制造涉及上千道工序，工艺极其复杂，需使用上百种电子特种气体。

图：工业气体产业链



资料来源：前瞻经济学人，国信证券经济研究所整理

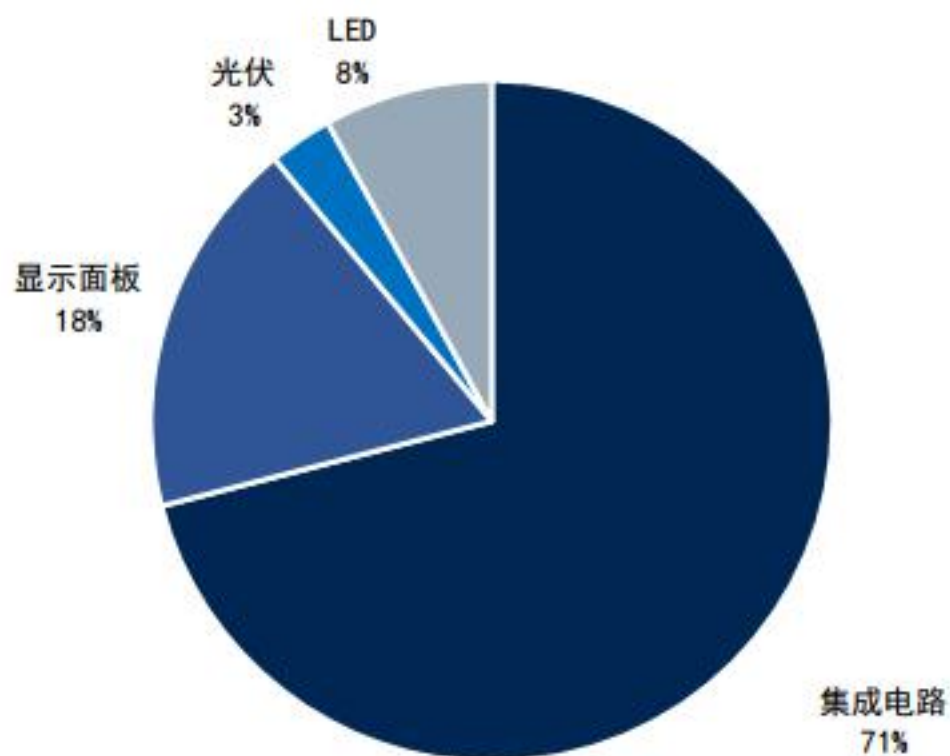
表：电子气体分类

类别	用途	主要产品
电子特种气体	化学气相沉积 (CVD)	氟气、氩气、氧化亚氮、TEOS (正硅酸乙酯)、TEB (硼酸三乙酯)、TEPO (磷酸三乙酯)、磷化氢、三氟化氯、二氯硅烷、氟化氮、硅烷六氟化钨、六氟乙烷、四氯化钛、甲烷等
	离子注入	氟化砷、三氟化磷、磷化氢、三氟化硼、三氯化硼、四氯化硅、六氟化硫、氩气等
	光刻胶印刷	氟气、氩气、氮气、氦气等
	扩散	氢气、三氟氧磷等
	蚀刻	氟气、四氟化碳、八氟环丁烷、八氟环戊烯、三氟甲烷、二氟甲烷、氟气、溴化氢、三氯化硼、六氟化硫、一氧化碳等
掺杂	含硼、磷、砷等三族及五族原子之气体，如三氯化硼、乙硼烷、三氟化硼、磷化氢、砷化氢等	
电子大宗气体	环境气、保护气、载气	氮气、氧气、氩气、二氧化碳等

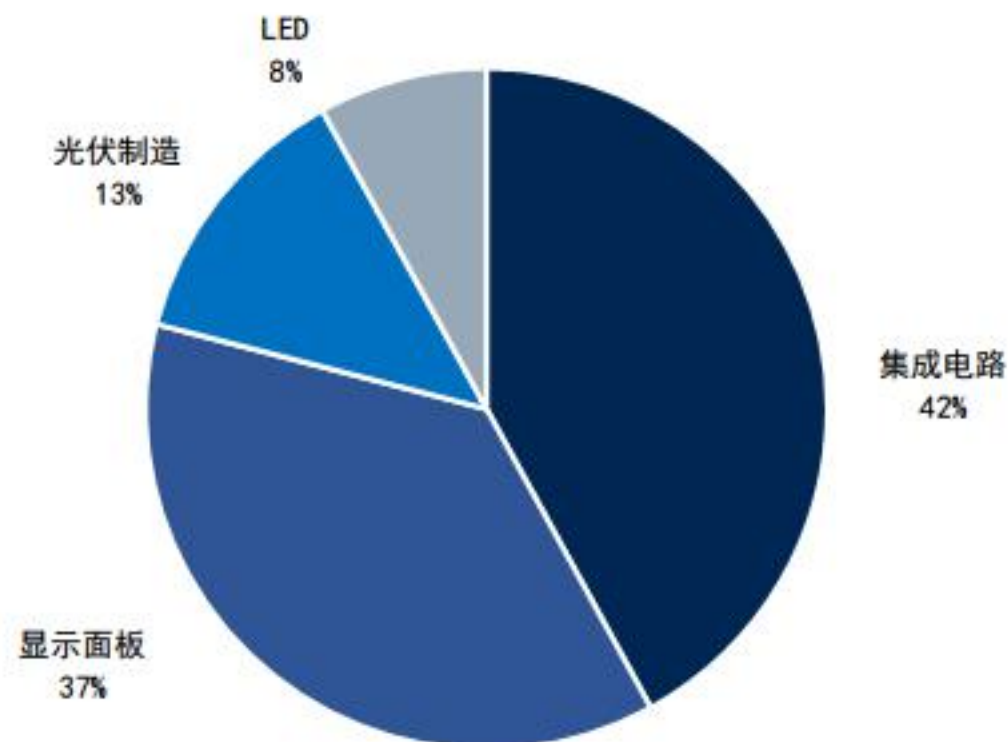
资料来源：金宏气体招股说明书，国信证券经济研究所整理

- **全球电子特种气体应用于集成电路行业，我国下游需求结构存在改善空间。**据派瑞特气招股说明书及前瞻产业研究院数据，从全球来看，电子特种气体应用于集成电路行业的需求占市场总需求的71%，应用于显示面板行业的需求占市场总需求的18%；从我国来看，电子特种气体应用于集成电路行业的需求占市场总需求的42%，应用于显示面板行业的需求占市场总需求的37%。我国集成电路行业电子特种气体的需求相对较低，主要原因为我国的集成电路产业技术水平和产业规模与世界先进国家和地区还存在一定差距，而显示面板产业经过多年持续发展，我国已成为全球最大的产业基地。

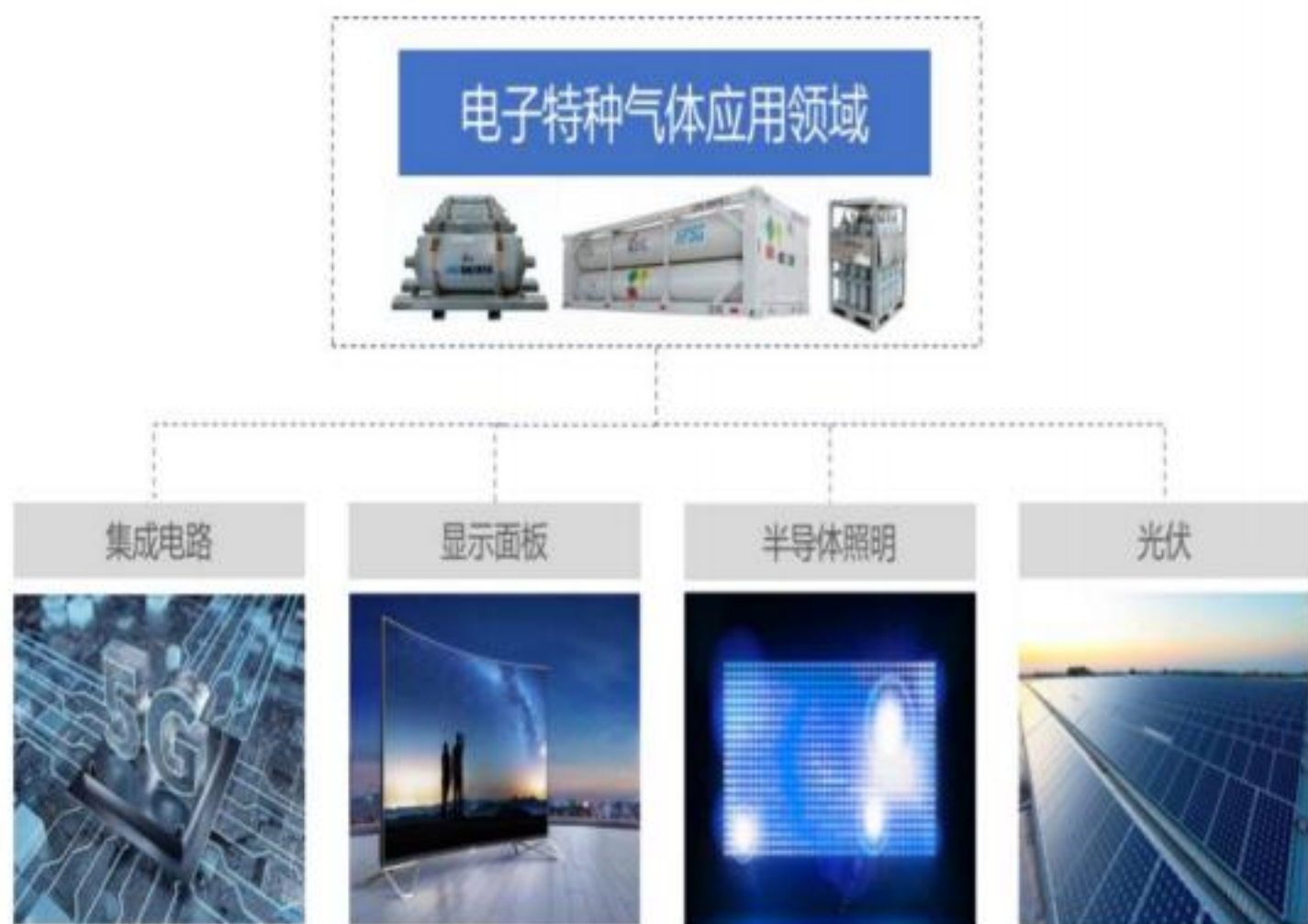
图：全球电子特种气体下游需求占比



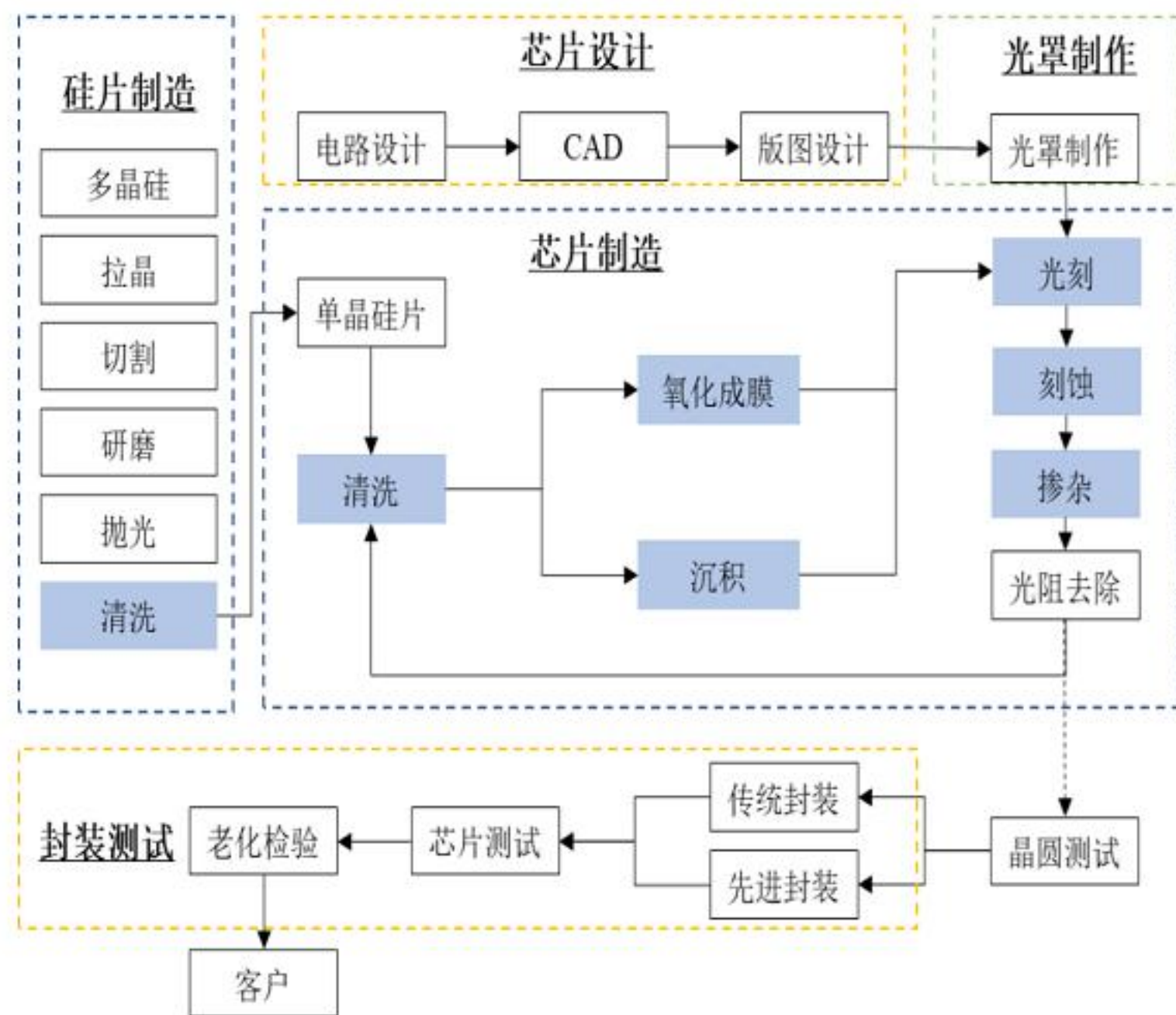
图：我国电子特种气体下游需求占比



图：电子特种气体下游应用领域



图：电子特种气体在集成电路工艺中的应用



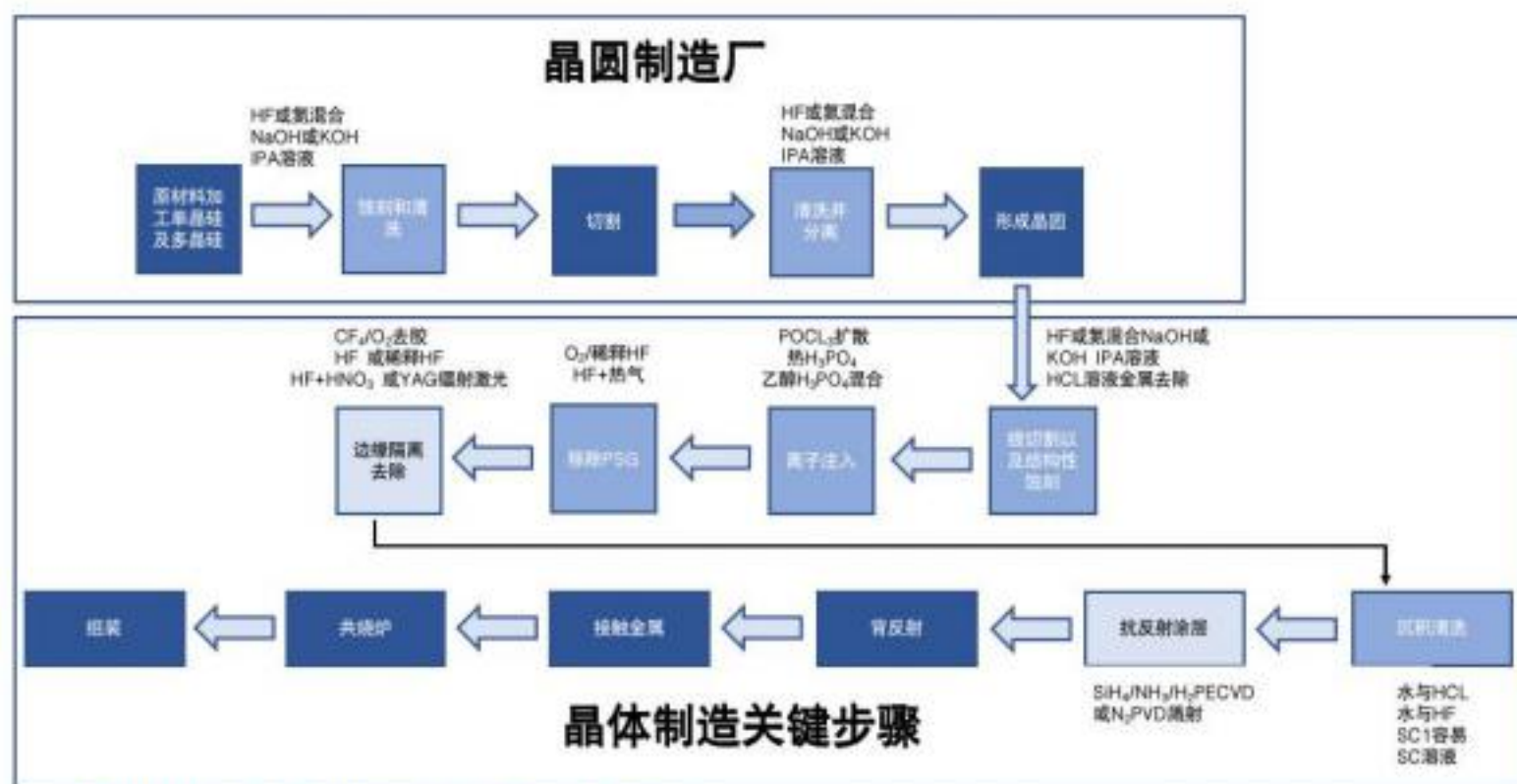
资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理 注：蓝色实体部分为集成电路工艺流程中的使用电子特种气体的环节。

电子气体贯穿半导体和微电子工业各个工艺流程

- 电子大宗气体多充当环境气、保护气、载气，用于高温热退火、保护气体、清洗气体等环节，常见气体包括氮气（N₂）、氢气（H₂）、氧气（O₂）、氩气（Ar）、氦气（He）。
- 电子特种气体贯穿半导体和微电子工业各个工艺流程，如清洗、沉积、光刻、刻蚀、离子注入、成膜、掺杂等环节，常见气体包括六氟化钨（WF₆）、三氟化氮（NF₃）等。
- 三氟化氮（NF₃）、硅烷（SiH₄）和氨气（NH₃）是集成电路制造、光伏制造、显示面板制造领域的三大主要气体。

图：电子特气在半导体中的应用



资料来源：林德集团官网，国信证券经济研究所整理

表：用于生产制造的特种气体

领域	环节	主要气体产品
集成电路	化学气相沉积 (CVD)	氨气、氩气、氧化亚氮、正硅酸乙酯、硼酸三乙酯、磷酸三乙酯、氟化氮、硅烷、六氟化钨等
	离子注入	氟化砷、三氟化磷、磷化氢、三氟化硼、三氯化硼、四氯化硅、六氟化硫、氩气等
	光刻胶印刷	氟气、氩气、氦气、氖气等
	扩散	氢气、三氯氧磷等
	刻蚀	氩气、四氟化碳、八氟环丁烷、三氟甲烷、二氟甲烷、氟气、溴化氢、三氯化硼、六氟化硫等
	掺杂	含硼、磷、砷等三族及五族原子气体，如三氯化硼，乙硼烷、三氟化硼磷化氢、砷化氢等
晶体硅电池片	扩散	三氯氧磷、氧气
	刻蚀	四氟化碳
	减反射膜 (PECVD)	硅烷、氨气
薄膜电池片	LPCVD沉积制造	二乙基锌、乙硼烷
	PECVD沉积	硅烷、磷化氢、氢气、甲烷、三氟化氮
TFT-LCD	化学气相沉积 (CVD)	硅烷、三氟化氮、笑气、氢气、磷烷混氢、氨气
	干刻蚀 (DryEtch)	氟气、三氟甲烷、六氟化硫
AMOLED	化学气相沉积 (CVD) 封装镀膜 (EVA)	硅烷、氨气、三氟化氮、笑气、氩气
	干刻蚀 (DryEtch)	氟气、六氟化硫、五氟乙烷、制程用二氧化碳
	准分子退火 (ELA)	氯化氢混氢混氨、氢氨混合气、氩气、高纯氨气
	特殊工艺制程设备	磷烷混氢气、乙硼烷混氢、三甲基硼混氢、三氟化硼

资料来源：《科学技术创新》，国信证券经济研究所整理

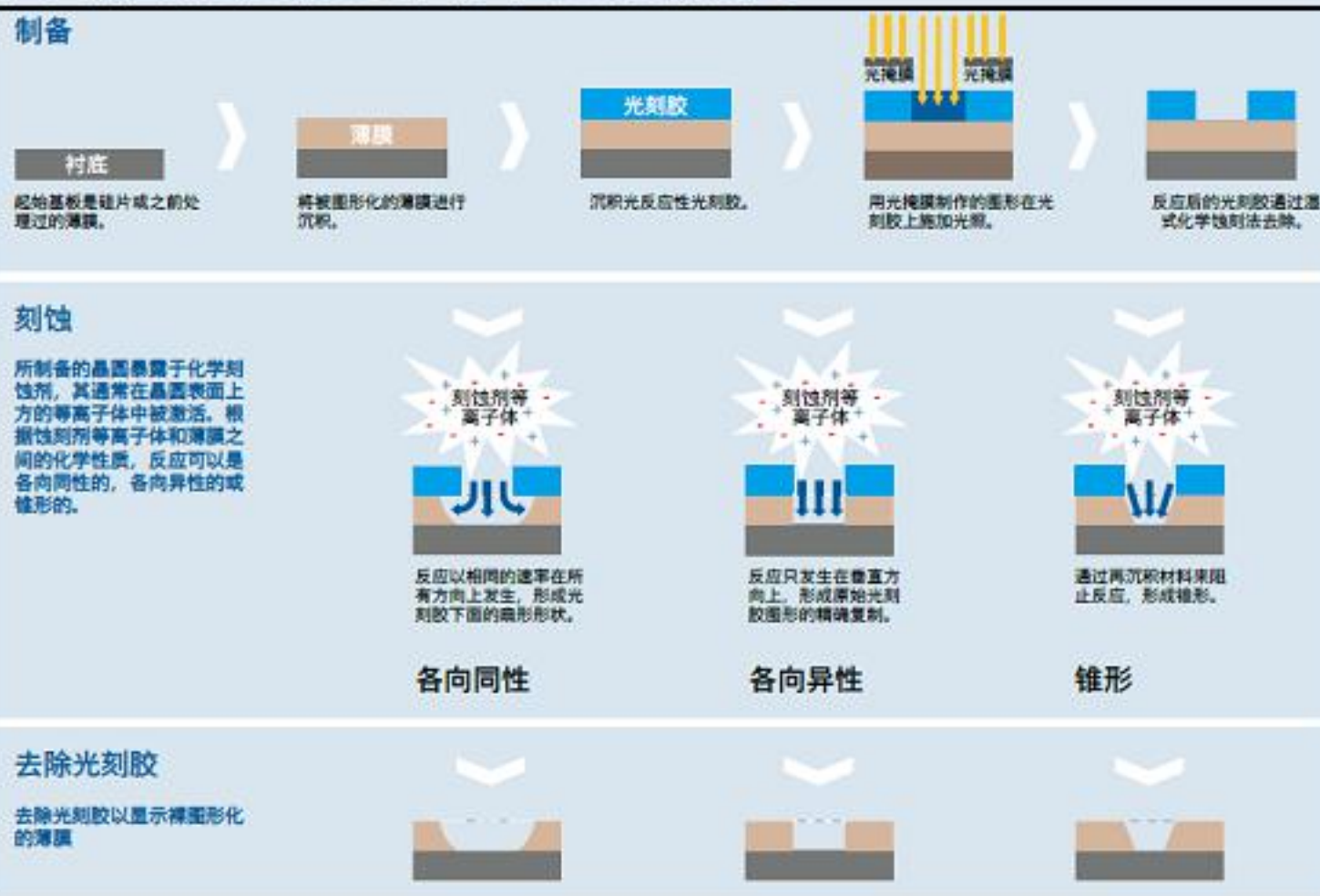
赋能电子制造：刻蚀工艺依赖于特种电子气体

➤ **刻蚀工艺依赖于特种电子气体。**自集成电路诞生以来，气体一直是电子行业发展的主要推动者。气体特有的性质使其成为构建更复杂器件的理想材料：易于运输和储存，易于精准地分配，最重要的是，易于控制分子水平上所需的化学反应。**在电子制造中**，选择性气相刻蚀能够去除特定形状中单一材料的一部分，是赋能电子制造的工艺之一。电子器件由许多独立的电路元件组成，如晶体管和电容器。这些元件中的每一个都是通过材料沉积、图形化和刻蚀的一系列离散步骤以三维形式由不同材料构建而成的。这些步骤大部分都是在超洁净的高真空腔体内进行的，以消除对大气环境的污染并改善反应效能。

➤ **晶圆制造过程可以分为制备、刻蚀、去除光刻胶三个主要环节，均需要使用电子特气：**

- 1) 制备：**通常的制造顺序从裸露的基板开始，如半导体用硅片、显示器用玻璃板和LED照明用蓝宝石晶片。首先，将薄膜这种第一所需材料进行沉积。然后，使用光刻法，在光刻胶的薄膜上制作图形。
- 2) 刻蚀：**由于气体的密度比液体的要低，因此干式刻蚀速率比湿式刻蚀要慢得多。通过激活等离子体放电中的刻蚀气体来提高干式刻蚀速率，其中由中性起始气体产生正离子和负离子。等离子体在电场中，反应性离子被导向准备好的衬底。刻蚀气体选择性地与薄膜发生反应，并且通过真空泵将同样是气体的反应产物从反应腔中排出。
- 3) 去除光刻胶：**通过在高温下氧化，然后进行湿式刻蚀来去除光刻胶。

图：晶圆制造过程及电子特气应用场景示意图



表：晶圆制造过程及电子特气应用场景示意图

薄膜材料	刻蚀气体
硅	CF ₄ /C ₂ F ₆ /SF ₆ /HBr/Cl ₂
二氧化硅/氮化硅	SF ₄ /CF ₄ /CHF ₃ /NF ₃ /CH ₂
钛	Cl ₂ /CF ₄
铝	Cl ₂ /BCl ₃ /HBr
光刻胶	HCl/Cl ₂

本页资料来源：林德集团官网，国信证券经济研究所整理

2

电子特气：行业壁垒颇高，国产替代加速

[返回目录](#)

- ◆ **技术壁垒：**集成电路工艺流程环节较多，不同环节需要搭配使用特定的电子特种气体，各类电子特种气体总体数量超过100种，其中大部分品种被国外垄断，即使部分气体用量较少，但也是集成电路生产中不可缺少的关键性材料。国内电子特种气体企业整体发展时间较短，在产品种类、工艺水平、综合服务能力等方面依然与国际巨头有差距，而且这种差距很难在短期打破，需要一定时间的迭代试错。目前国内的电子气体相关技术更多还在解决“能用”的问题，部分涉及到“好用”层面的关键技术，依然存在“卡脖子”的现象。其中包括大宗气体提纯净化的生产技术、特种气体保供的生产技术等，这些则需要技术积累与沉淀才能实现产业链“补短板”的最终目标。
- ◆ **认证壁垒：**电子特气需要晶圆厂和设备厂商2轮的严格审核，而集成电路领域的认证至少需要两年时间，一旦获得客户认可，便不会轻易更换供应商。当前，不少芯片巨头已和气体供应商建立了长期的合作关系，形成了稳固的上下游产业链。
- ◆ **市场壁垒：**在市场格局被外资把持的背景下，国内气体企业缺少上机检测的机会。面对国产品牌的桎梏，气体企业很难实现从0到1的突破。不过，近年来，长鑫存储、长江存储、中芯国际等企业不断发力，晶圆产能向中国倾斜，国内企业拥有了更多的成长机会。
- ◆ **人才壁垒：**我国半导体产业起步较晚，虽然近年来发展速度和国产化进程加快，但相关产业的人才培养尚需时间。目前，电子特种气体行业专业研发人才、具备半导体工艺服务和应急处理能力的人才、具备专业知识和国际化视野的市场营销人才、具备专业管理理念和技能的人才等都相对缺乏。国内企业、高校、科研院所的基础研究实力和产业化能力与国际龙头企业相比尚有较大差距。随着国内集成电路及电子特种气体产业的发展，以及国内气体企业进一步走向全球市场，专业化人才不足仍是制约产业发展的因素之一。
- ◆ **资金壁垒：**为了保证产品质量的稳定性，工业气体行业生产环节需要投入大量精密监测和控制设备。工业气体作为危化品，需要具有危化资质的专门运输设备，带来的运输及监控设备投入也较大。上述因素导致工业气体行业重资产的属性较为显著，对潜在进入者形成较高的资金壁垒。

电子特气技术壁垒颇高，国内企业在部分工艺上已实现突破



- ◆ 在5G、人工智能、物联网等带动下，集成电路制造技术发展从摩尔定律到超越摩尔发展。逻辑芯片技术节点从传统0.35um开始延伸到3nm特征尺寸，预计到2025年实现1.5nm技术突破；三维闪存芯片制造技术从32层发展到128层，预计到2025年突破到384层；动态记忆体制造技术，从19nm开始向15nm迈进，预计到2025年实现11nm技术突破。
- ◆ **先进技术节点突破性发展要求包括电子特种气体在内的新材料技术发展作为支撑。**高密度、低功耗的集成电路制造，对反应温度、纯度、杂质提出新的要求，对产品质量稳定性和一致性提出更高的要求。未来，电子特种气体需要针对性的加强提升合成技术、纯化技术、分析技术、充装技术和绿色环保技术。
- ◆ **国内电子企业仍存在技术短缺，但已在多个环节实现突破。**电子特气生产技术不过关，总体供应呈现短缺状态，仅部分电子气实现自主供应能力；国内气体生产与国际差距主要表现在提纯净化、管路阀门及气瓶包装物等金属表面处理、气体检测技术等。但国内企业已在核心技术上取得部分突破：在气体纯化环节能将部分电子特气实现9N纯度，在气体混配环节可使配气误差达到±2%以内，在气瓶处理环节可使粗糙度达到0.2 μm以下，在气体分析检测环节对多种气体的检测精度可达0.1ppb。

表：国产企业已在气体纯化、混配、处理、检测四个主要核心工艺实现突破

主要技术	技术内容	国内突破
气体纯化	通过精馏、吸附等方式将粗产品精制成更高纯度的产品	国产企业已能将部分气体纯度做到9N（99.999999%）级别
气体混配	将两种或两种以上有效组分气体按照特定比例混合，得到多组分均匀分布的混合气体	国产企业配气误差达到了±2%以内，高于行业一般的±5%误差水平
气瓶处理	根据载气性质及需求的不同，对气瓶内部、内壁表面及外观进行处理，以保证气体存储、运输过程中产品的稳定	国产企业可使光洁度达到0.1~0.5um，高于行业一般的0.5 μm；钝化方面，公司能使腐蚀性气体1年内量值变化不超过1%，高于行业一般的5%
气体检测	对气体的成分进行分析、检测的过程	国产企业对多种气体的检测精度可达0.1ppb（0.1*10 ⁻⁹ ），高于行业一般的检测水平（检测精度为1-10ppb）

资料来源：华特气体招股说明书、国信证券经济研究所整理

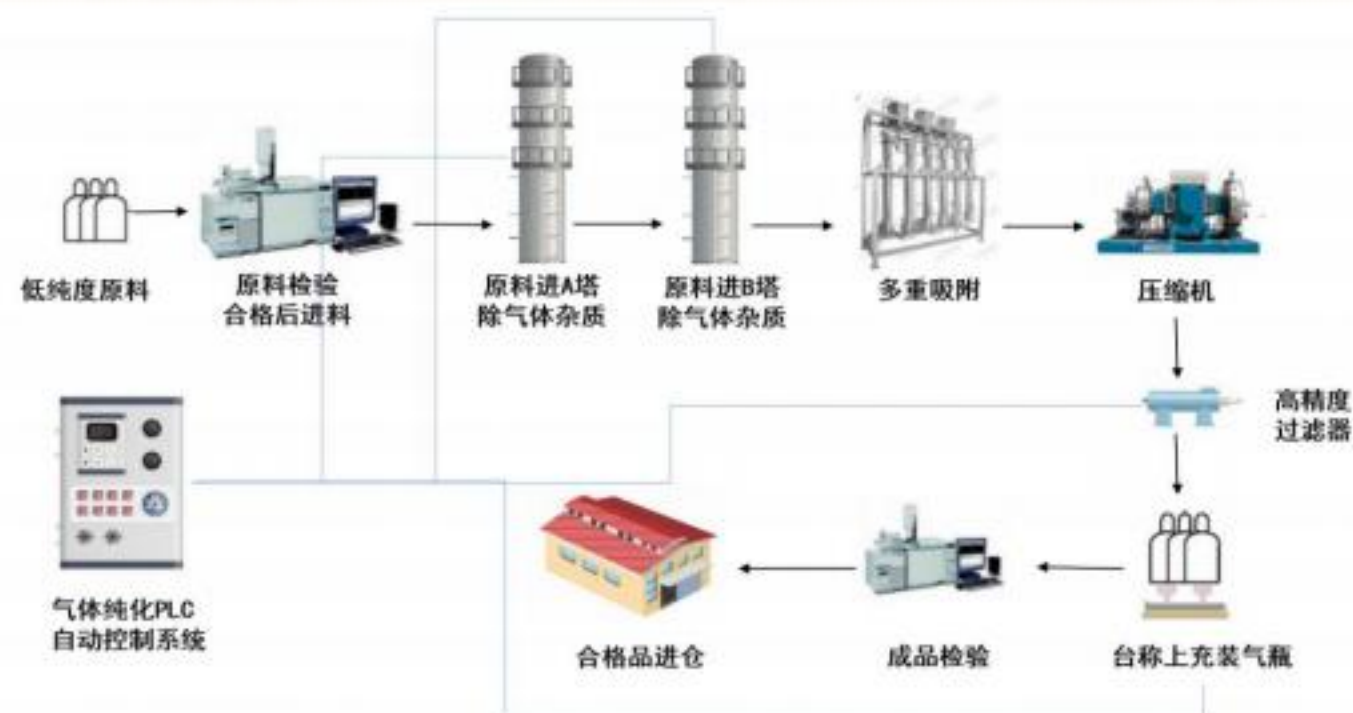
请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

电子气体对纯度要求极高，考验厂商的生产及提纯技术水平

◆ 电子气体纯度往往要达到5N以上级别，甚至需要达到6N、7N以上。不同的产品对电子气体的要求不同。用于制造集成电路的电子气体规格最高。通常，光伏能源、光纤光缆领域审核认证周期为0.5-1年，显示面板为1-2年，集成电路领域则需2-3年。电子气体对纯度的要求比其它行业要高得多，任何微小的气体纯净度差异，如氧气、水分、金属、颗粒等杂质，都会导致产品性能降低甚至报废。

◆ 以当前电子气体市场来看，**集成电路市场最具活力、最先进、最具竞争力**，超大规模和大规模集成电路领域对气体纯度和杂质含量要求极高，杂质含量至少小于 1×10^{-6} ，气体纯度至少达到6N级别；太阳能制造商则需要能够同时提高产量、提高电池效率、降低制造成本的电子气体供应方法；平板显示屏制造商需要大规模的超纯气体供应。

图：核心工艺-气体纯化工艺流程



资料来源：华特气体招股说明书、国信证券经济研究所整理

表：电子气体质量指标

气体级别	气体纯度	杂质含量	应用领域
纯气	$\geq 99.99\%$ (4N)	$< 100 \times 10^{-6}$	晶体管或晶闸管
高纯气	$\geq 99.999\%$ (5N)	$< 10 \times 10^{-6}$	大规模集成电路和特殊器件、太阳能电池、光纤等
超纯气	$\geq 99.9999\%$ (6N)	$< 1 \times 10^{-6}$	超大规模和极大规模集成电路、平板显示器件、化合物半导体器件
	$\geq 99.99999\%$ (7N)	$< 0.1 \times 10^{-6}$	
	$\geq 99.999999\%$ (8N)	$< 0.01 \times 10^{-6}$	
	$\geq 99.9999999\%$ (9N)	$< 0.001 \times 10^{-6}$	

资料来源：《气体级别与纯度的关系》，国信证券经济研究所整理

表：各领域电子特种气体和电子大宗气体所需占比

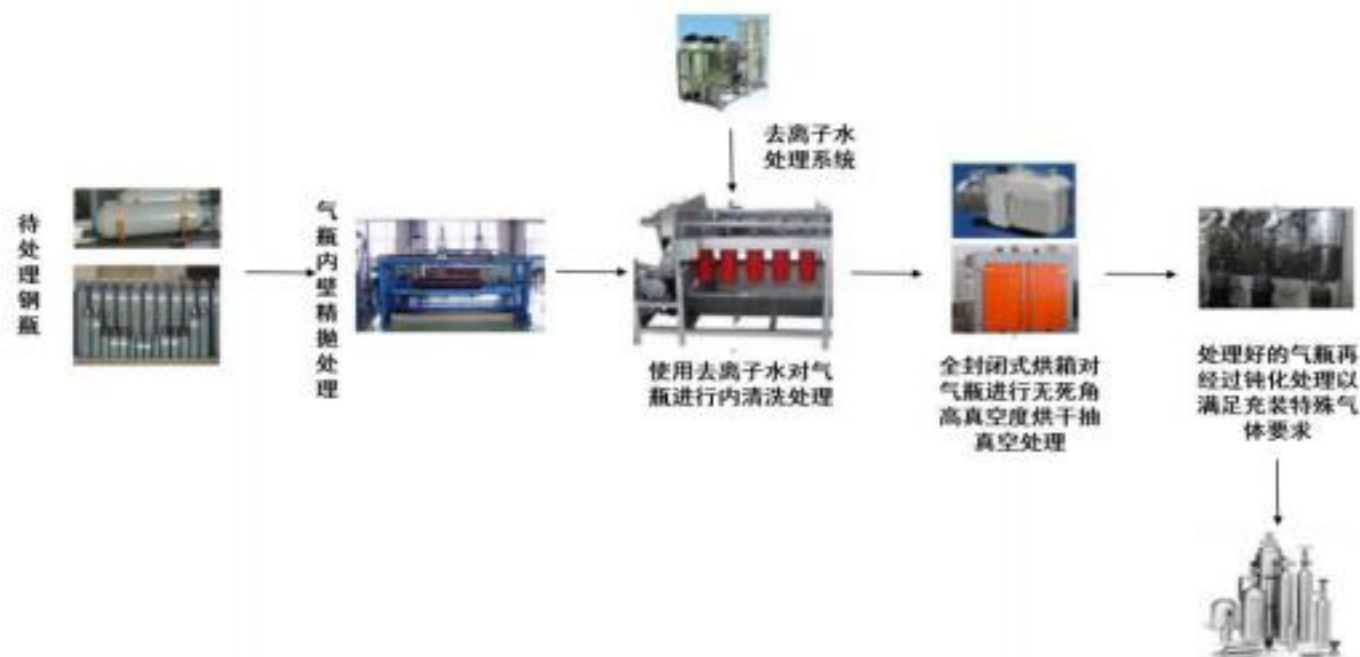
领域	电子特种气体	电子大宗气体
液晶面板	30%-40%	60%-70%
集成电路	约50%	约50%
LED、光伏	50%-60%	40%-50%

资料来源：金宏气体招股书，国信证券经济研究所整理

国内企业在电子气体的包装、检测技术上仍存在短板

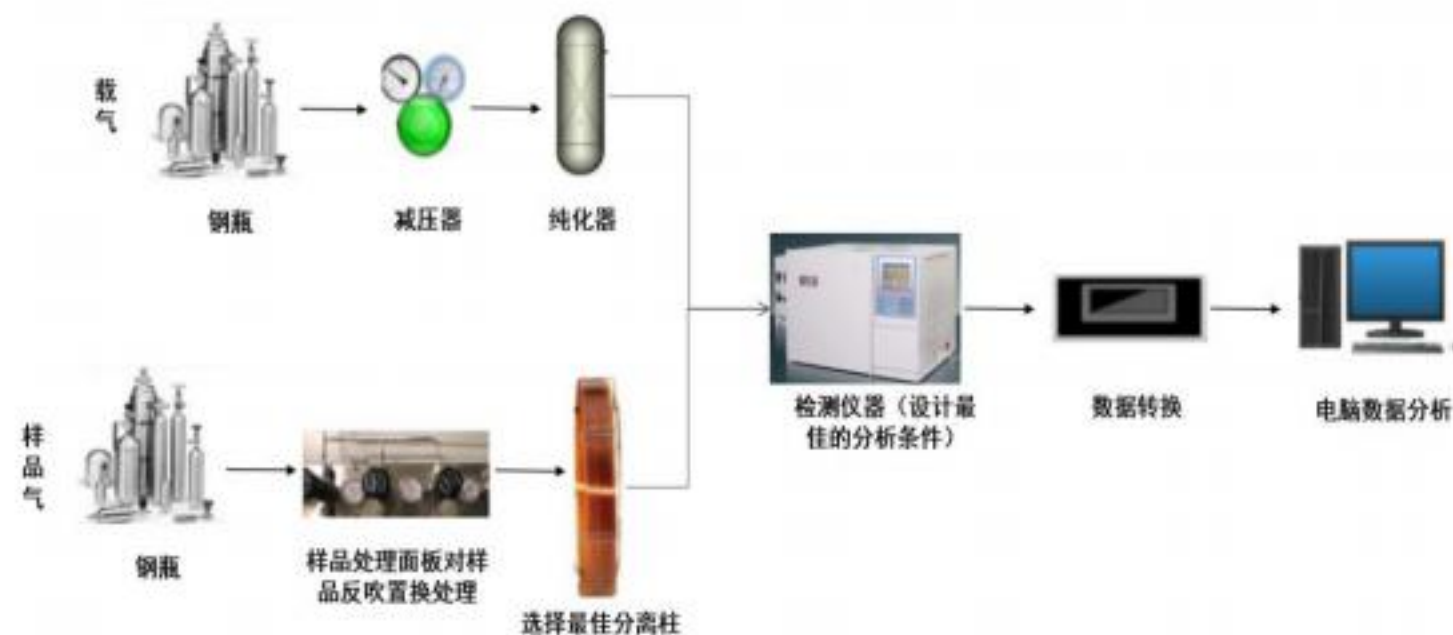
- ◆ **国产企业主要在气瓶处理、气体检测存在技术短板。**电子特气在生产过程中涉及气体合成、气体纯化、混合气配制、气瓶处理、气体充装、气体分析检测等多项工艺技术。气体合成工艺是电子特种气体后续工艺的基石；混配精度是气体混配工艺的核心参数；气瓶处理工艺保证气体存储、运输、使用过程中不被二次污染；气体充装工艺是工业气体生产过程中的重要环节；气体分析检测工艺是气体工业中的安全保障。
- ◆ **电子特气在气瓶处理包装上仍有进步空间。**在半导体工业中，为了防止二次污染，必须采取有效措施，如选择优质的气体包装容器、合理的气体输送管道、严格的阀门和接头，来有效地控制高纯特气的储存与运输。但本土企业在生产材料和包装方面存在着明显的差异，其中大多数原材料依然是从海外进口的。浙江淘特科技和石家庄安瑞科在表面处理技术上取得了重大突破，与国际先进水平的差距大大缩小。然而，许多新型的表面处理材料和技术尚未得到充分的研究。
- ◆ **气体检测技术也急需取得突破。**电子气不仅要求主含量具有很高的纯度（99.99%~99.9999%），还对其中的痕量杂质成分含量有严格的要求（ppm/ppb/ppt级），如水分、颗粒物、金属元素、非金属离子等。这意味着需要多种分析检测技术。随着科技的发展，许多检测技术都取得了长足的进步，例如气相色谱法、化学分析法等，在国内已经得到了广泛的应用，但是超痕微量分析检测技术仍然存在着明显的差异。

图：气瓶处理工艺流程



资料来源：华特气体招股说明书、国信证券经济研究所整理
请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：气体检测工艺流程



资料来源：华特气体招股说明书、国信证券经济研究所整理

多家国内企业打破认证壁垒，国内下游厂商认证周期缩短



- ◆ **电子特气认证周期长，客户粘性较强。**作为关键性材料，特种气体的产品质量对下游产业的正常生产影响巨大，因此，极大规模集成电路、新型显示面板等精密化程度非常高的下游产业客户对气体供应商的选择均需经过2轮严格审核，其中集成电路领域审核认证周期长达2-3年，显示面板领域认证周期通常1-2年，光伏能源、光纤光缆领域认证周期0.5-1年。为了确保气体供应的稳定性，客户在与气体供应商建立合作关系后，不会轻易更换，这使得客户的忠诚度大大提升。
- ◆ **部分国内企业凭借过硬的产品品质通过权威认证，限制政策对电子特气国产化率提升的驱动作用显著。**华特气体拼接多年技术积累，率先通过了ASML和GIGAPHOTON的认证，进入了英特尔、中芯国际、台积电等厂商供应链，而一旦气体企业某一产品通过认证，后续其他品类的认证时间可节省约一半。此外，在限制政策下，国内下游厂商优先选择国内电子特气企业进行配套，认证周期有望缩短。

图：国内企业成功打入主流客户供应链

企业	主力产品	下游主要客户
华特气体	高纯氟代烷烃、光刻气、高纯氨、高纯氢等	英特尔、美光科技、德州仪器、SK海力士、中芯国际、华虹宏力、台积电（中国）等
金宏气体	超纯氨、高纯氨、高纯一氧化二氮等	联芯集成、华润微电子、京东方、三星电子、三安光电、亨通光电、通威太阳能等
和远气体	氨气、氢气等	兴发集团、烽火通信、格力电器、美的集团、晶科能源等
凯美特气	食品级液体二氧化碳、稀有气体	中国石化、巨力能源、可口可乐、百事可乐、中烟集团、中车集团、三一重工等
南大光电	砷烷、磷烷、三氟化氮、六氟化硫等	Osram、晶圆光电、LG、广嫁光电、三安光电、乾照光电、士兰微电子等
雅克科技	六氟化硫、四氟化碳	SK海力士、美光、三星电子、英特尔、LG、友达光电、中芯国际、长江存储等
吴华科技	三氟化氮、四氟化碳、六氟化硫、六氟化钨等	中国石化等
杭氧股份	氧、氮、氩、氪、高纯氧、高纯氮等	玉昆钢铁、裕龙石化、晋控煤业、神华宁煤等

资料来源：各公司公告，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

市场壁垒：国产替代趋势下市场壁垒仍存在

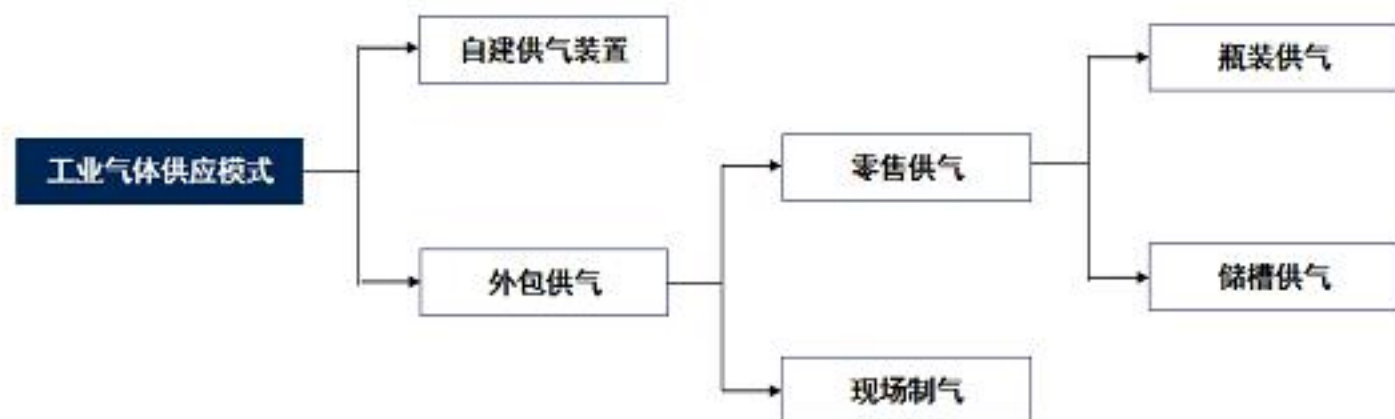
- ◆ **国产电子特气仍面临外资把持下的集成电路市场壁垒，但增长空间广阔。**虽然从技术层面看，国内企业已基本具备生产高纯电子气体的能力，但仍面临本土电子气体供应商规模小；本土企业低价竞争，未能和现代电子工业要求接轨等问题。但由于本土电子特气厂商扩产速度快、人工及原材料成本低，以金宏气体、华特气体等为代表的企业，平均资本开支占比处于高位，产能持续扩张。长远来看，我国高端电子特气国产替代势在必行。
- ◆ **本土服务优势凸显，积极向气体综合服务拓展。**为控制成本，下游客户更希望气体供应商能提供包装容器处理、检测、维修及供气系统的设计、安装等专业化的配套服务，满足一站式的用气需求。在零售气体模式上，相较于从海外运输气体，国产企业具有明显的本土区位优势；在现场制气模式上，国产企业逐步向气体综合服务模式迈进，为客户提供整套气体的服务。

表：国内企业平均资本开支占比处于高位，产能持续扩张

公司名称	产能扩张项目	开始时间	建设周期	投资总额（亿元）
华特气体	江西半导体材料项目	2022.08	24个月	4.66
	西南总部项目	2021.12	24个月	6.58
	气体中心建设及仓储	2018.04	48个月	3.48
	电子气体生产纯化及工业气体充装	2018.04	48个月	2.16
金宏气体	张家港超大规模集成电路用高纯气体项目	/	18个月	9.39
	年充装392.2万瓶工业气体项目	/	18个月	0.69
	年充装125万瓶工业气体项目	/	12个月	0.54
	眉山全宏高端电子专用材料项目	2022.05	20个月	5
	发展与科技储备资金-新生产基地	2019	/	3.78
和远气体	宜昌电子特气及功能性材料产业园	2022.03	42个月	50
	潜江电子特气项目（一期）	2020.05	17个月	3.91
	潜江电子特气项目（二期）	2021.1	36个月	3.7

资料来源：各公司公告、国信证券经济研究所整理

图：工业气体供应模式



表：工业气体供应模式

	海外气体企业	国产企业
零售气体模式	海外气体企业将产品运至国内，存在进口周期长、容器周转困难、运输成本高、售后服务不及时等问题	具有明显区位优势，且通过并购拓展全国销售网络、自建物流供应链、采用智能物流运营平台等方式，实现快速响应与稳定供应的物流配送体系
现场制气模式	海外企业进入国内市场较早，已垄断国内电子大宗气体等现场制气业务	通过向TGCM模式拓展，为半导体制造商提供一整套气体及化学品综合服务，例如金宏气体已中标北方集成、芯粤能的电子大宗气体制气项目

资料来源：金宏气体招股说明书、国信证券经济研究所整理并预测

资料来源：金宏气体招股说明书、国信证券经济研究所整理并预测

3

需求端：国产替代+新需求放量拉动电子特气需求

[返回目录](#)

电子气体市场规模持续扩大，电子特气市场发展迅猛

- ▶ 在半导体产业原材料中，电子气体（含电子大宗气体和电子特种气体）是仅次于硅片的第二大市场需求材料。以2020年为例，电子气体在半导体材料市场中的规模占比达13%。
- ▶ 根据TECHCET数据，全球电子气体市场规模由2017年的51.77亿美元增长至2020年的58.44亿美元，预计2025年全球电子气体市场规模将超过80亿美元；全球电子特种气体市场规模由2017年的36.91亿美元增长至2020年的41.85亿美元，预计2025年全球电子特种气体市场规模将超过60亿美元。
- ▶ 随着全球半导体产业链向国内转移，我国电子气体尤其电子特种气体市场规模快速增加。根据中国半导体工业协会数据，我国电子特种气体市场规模由2017年的109.30亿元增长至2020年的173.60亿元，预计2025年将增长至316.60亿元，2020年至2025年的年均复合增长率将达12.77%。

图：全球电子气体市场规模



资料来源：TECHCET，国信证券经济研究所整理

图：中国电子特种气体市场规模

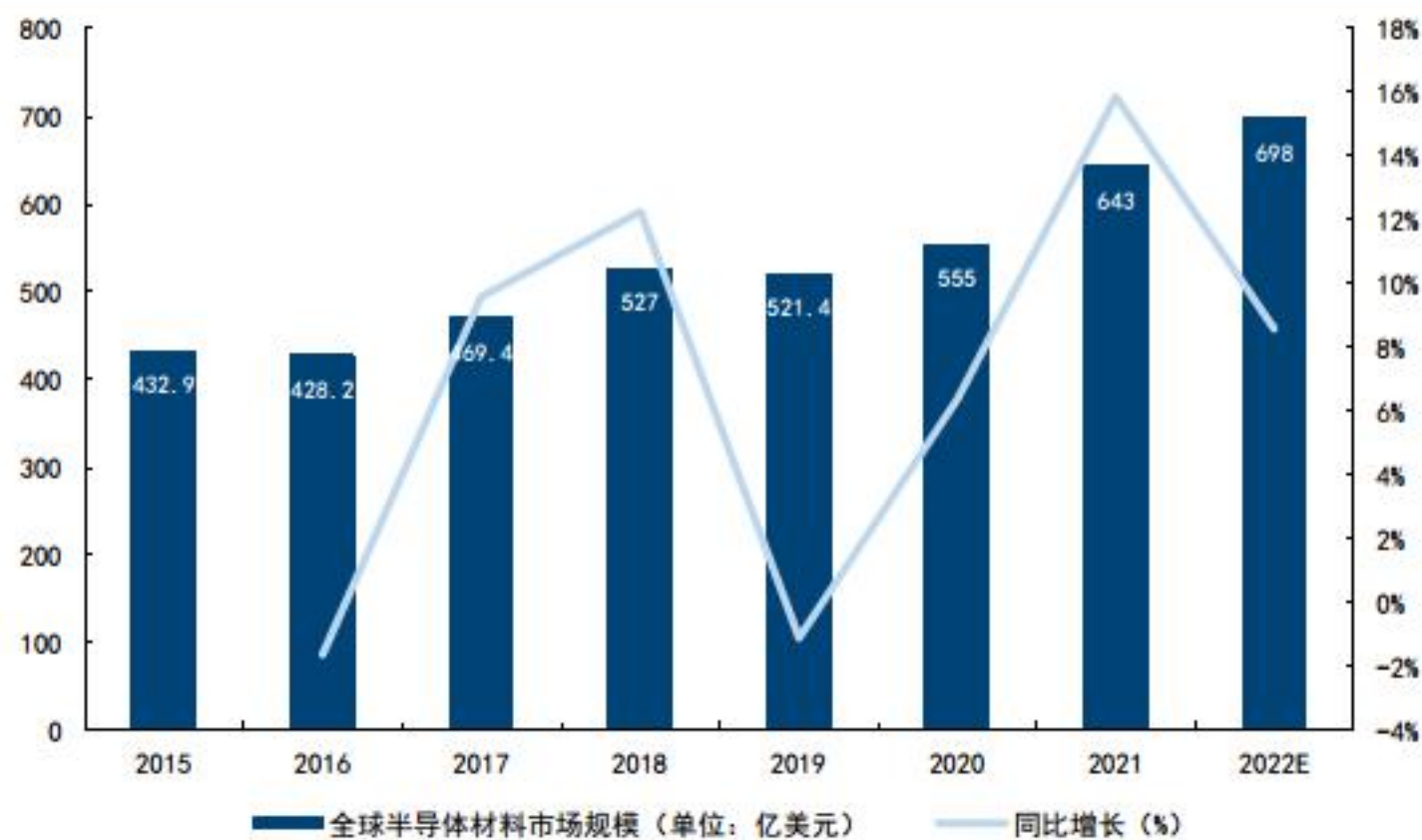


资料来源：中国半导体工业协会，国信证券经济研究所整理

全球半导体材料行业市场规模稳步上升

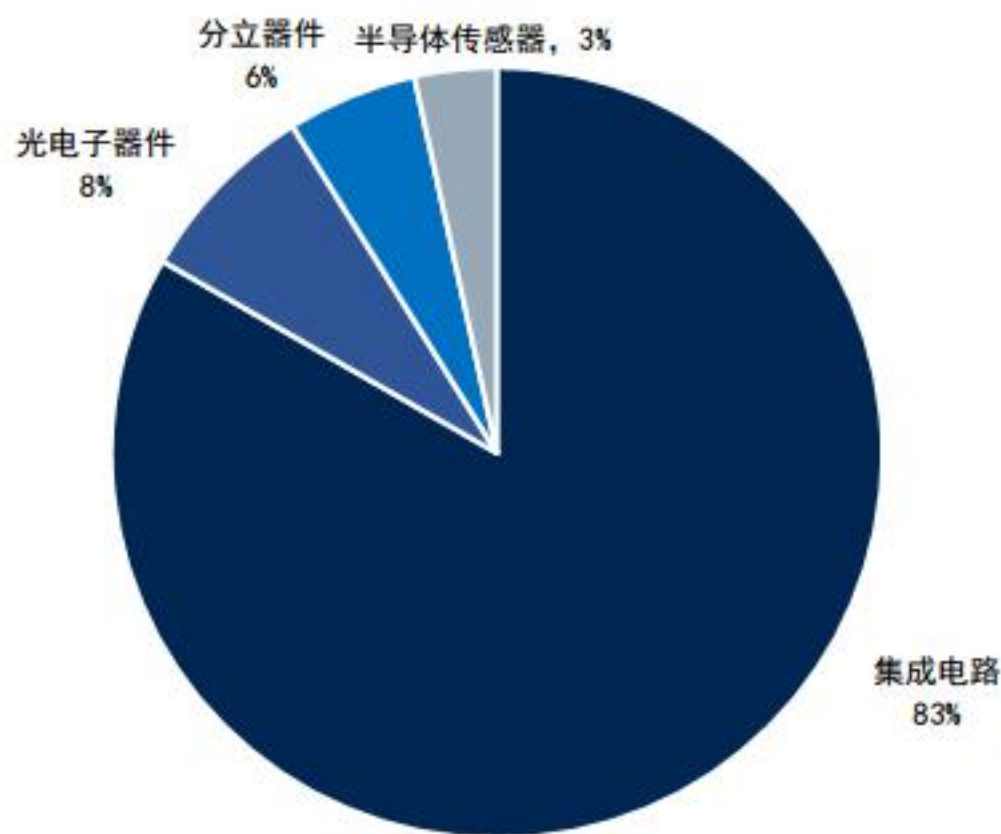
- 全球半导体材料行业市场规模呈现出稳步上升趋势，半导体材料是半导体产业链中的重要一环。根据SEMI数据，2020年全球半导体材料行业市场规模为555亿美元，2021年增长至643亿美元，同比增长15.86%。近两年，受益于5G和新能源行业的迅速发展，半导体产业市场需求大幅提升，半导体材料市场规模快速上升。
- 从半导体细分领域来看，集成电路一直是半导体行业的主要细分领域。2021年全球集成电路市场规模达到4630.02亿美元，同比增长28.2%，占全球半导体市场规模的83.29%；全球光电子器件、分立器件、传感器市场规模分别为434.04、303.37、191.49亿美元，占比分别为7.81%、5.46%、3.44%。

图：全球半导体材料市场规模



资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

图：全球半导体行业细分市场占比（2021年）



资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

我国集成电路高度依赖进口，国产替代空间巨大

- **中国集成电路仍以进口为主，国产替代空间巨大。**根据中国海关总署数据，2021年中国进口的芯片总量为6354.8亿个，同比增长了16.9%；进口金额近4326亿美元，同比增长23.6%，均创下历史新高。2017-2021年，我国集成电路进口数量及金额逐年增长，进口规模远超出口规模，总体仍高度依赖进口。
- **中国集成电路必将走上自主创新之路，国产替代周期将缩短。**美国BIS于2022年10月7日出台管制新规，管制措施适用于将美国设备或零部件出口到中国国内的特定先进逻辑或存储芯片晶圆厂，主要是16/14nm以下节点的逻辑集成电路、128层以上的NAND存储器集成电路、18nm及以下的DRAM集成电路，进一步限制中国集成电路产业发展。短期来看对整个产业链存在较大影响，但长期来看中国集成电路产业必将走上自主创新之路，管制新规将进一步催化设备及材料端国产化趋势，预计相关国产材料及设备能够得到更多的验证资源和机会，缩短国产替代周期。

图：中国集成电路进出口数量对比（单位：亿个）



资料来源：中国海关总署、国信证券经济研究所整理

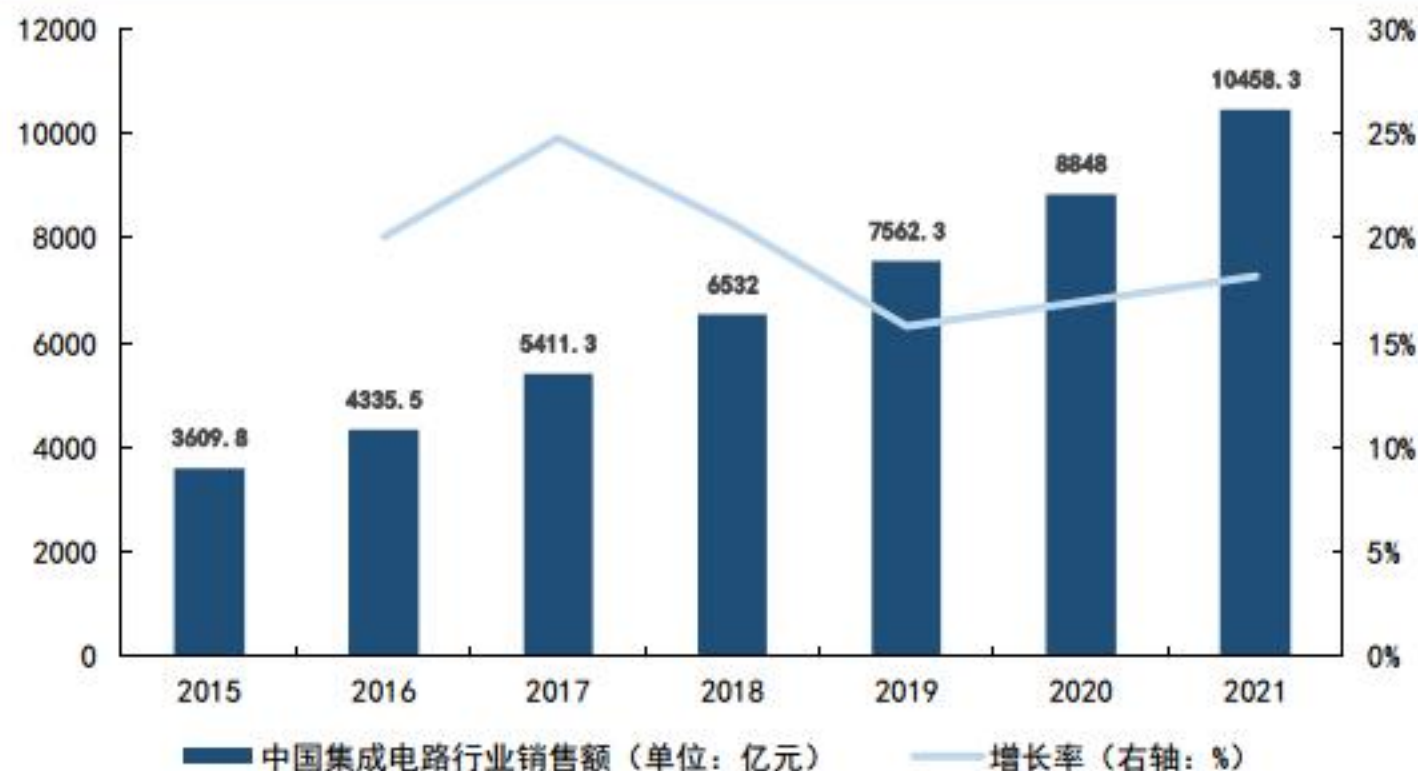
图：中国集成电路进出口金额对比（单位：亿美元）



资料来源：中国海关总署、国信证券经济研究所整理

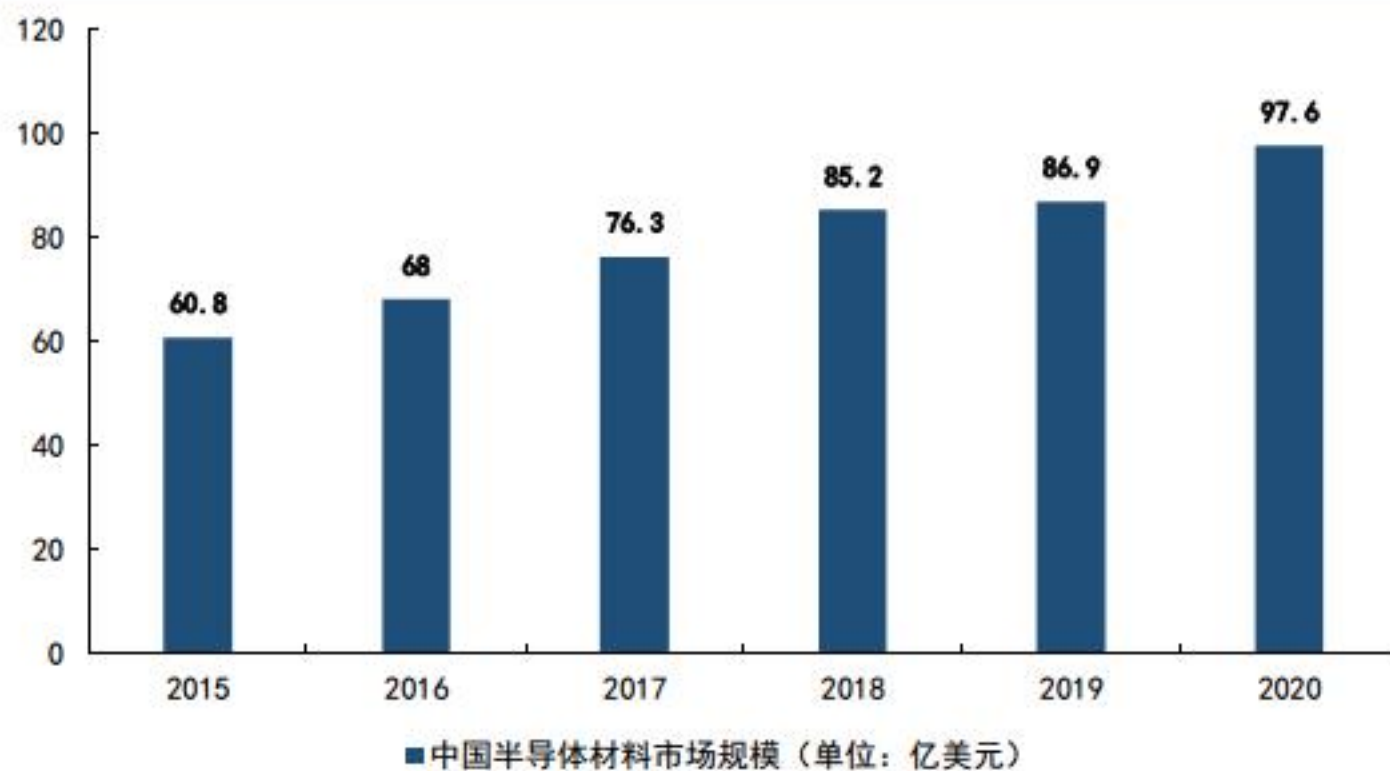
- 特种气体是集成电路、显示面板、光伏能源等半导体行业生产制造过程中不可或缺的关键性材料，被广泛应用于清洗、刻蚀、成膜、掺杂等工艺。目前经济新常态下更加强调经济结构的优化升级，集成电路、显示面板、光伏能源、光纤光缆、新能源汽车、航空航天、环保、医疗等产业对中国经济增长的贡献率将愈加突出。特种气体作为上述产业发展不可或缺的关键性材料，其市场规模将保持持续高速发展。
- 据前瞻产业研究院数据，2015-2021年我国集成电路销售额增长速率基本维持在15%以上，2021年达到10458.3亿元，同比增长18.2%。国内半导体市场发展迅速，在建及未来规划建设的产能为特种气体提供了广阔的市场空间。随着信息化、智能化技术的快速发展，半导体芯片及器件产品在半导体照明、新一代移动通信、智能电网、新能源汽车、消费类电子等领域得到广泛应用，集成电路市场规模实现快速增长。得益于集成电路产业的蓬勃发展，晶圆制造等半导体材料市场亦同步增长。据前瞻产业研究院数据显示，2015-2020年国内半导体材料呈稳定增长态势，2020年国内半导体材料市场规模达到97.6亿美元。

图：中国集成电路行业销售额



资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

图：中国半导体材料市场规模

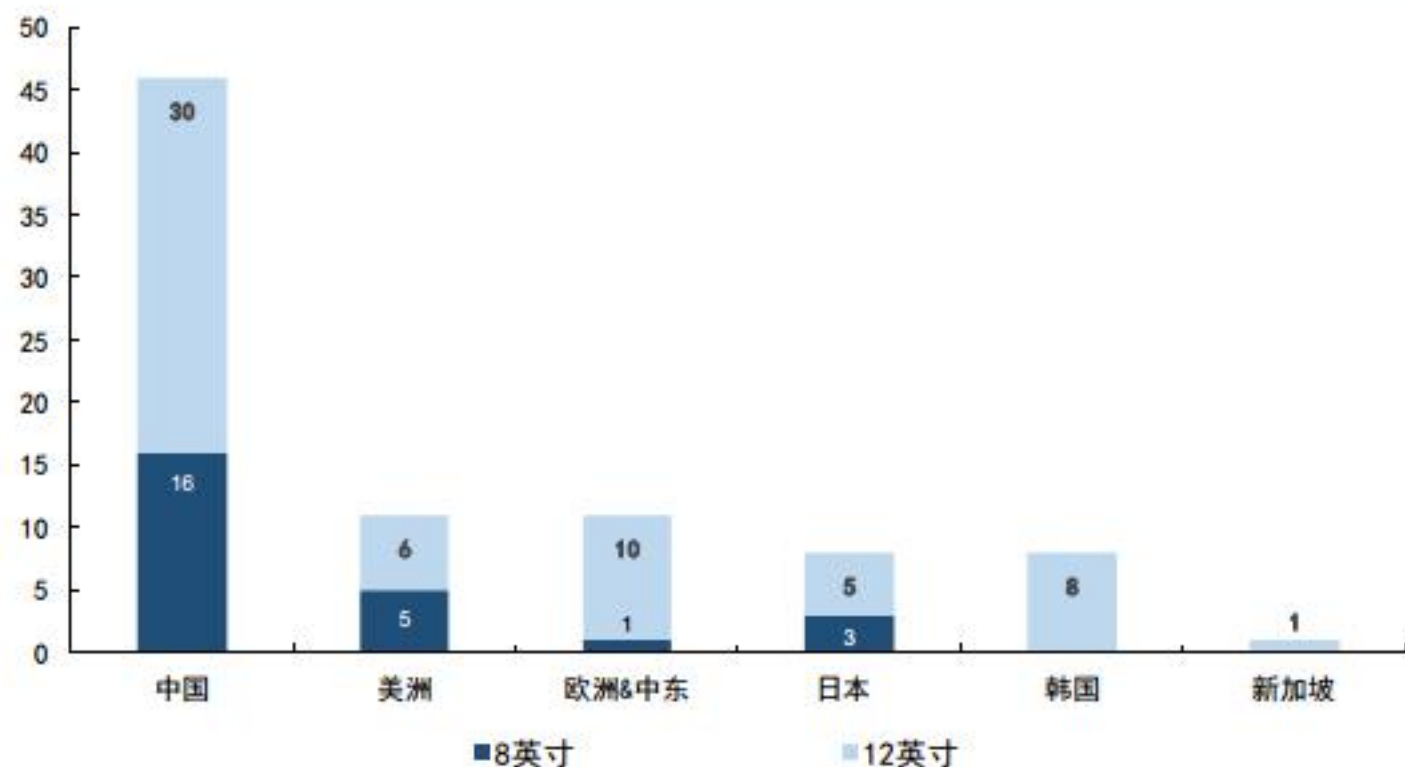


资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

晶圆厂扩产加速，推动原材料需求上升

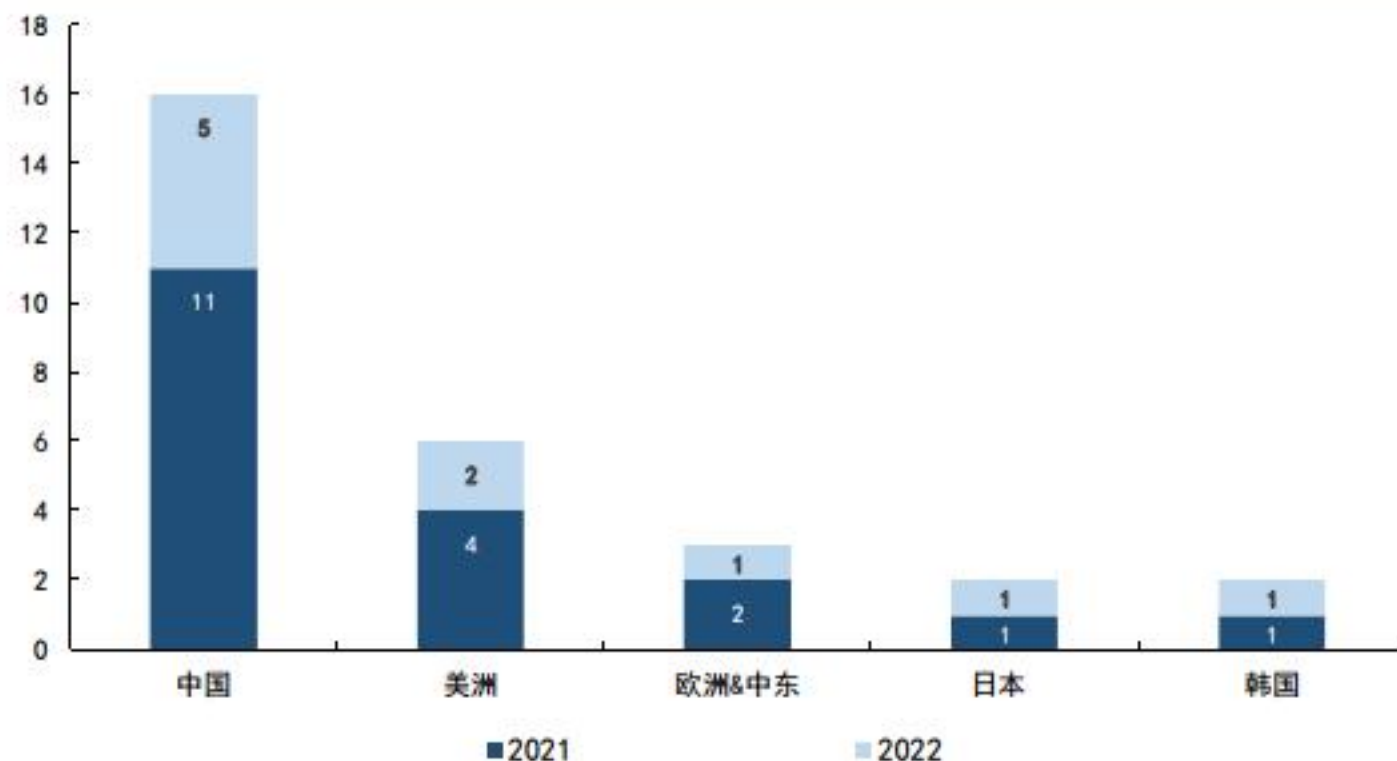
- 受益于晶圆厂的新增和新建，材料需求将逐步上升。根据SEMI数据，2020年至2024年间将有众多晶圆厂投产，包括25座8英寸晶圆厂和60座12英寸晶圆厂，其中中国是新增数量最多的国家。
- 中国新增16座8英寸和30座12英寸晶圆厂，新增数量远超其他国家。新建8英寸晶圆厂方面，2021-2022年中国新建数量分别为11座和5座，新建数量远远超过其他国家和地区。预计2024年中国国内的12英寸晶圆厂市场份额上升至20%，相较于2015年增长12%，产能达到150万片/月。
- 晶圆厂的扩产将刺激上游半导体材料行业的市场需求。根据IC insights预计，2022年全球新投产10座12英寸晶圆厂，将带来全球晶圆产能8.7%的增幅，高于21年的8.5%，并预计2022年全球晶圆厂的产能利用率仍将超过90%，预计为93%。

图：全球新增晶圆厂数量（2020-2024年）



资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

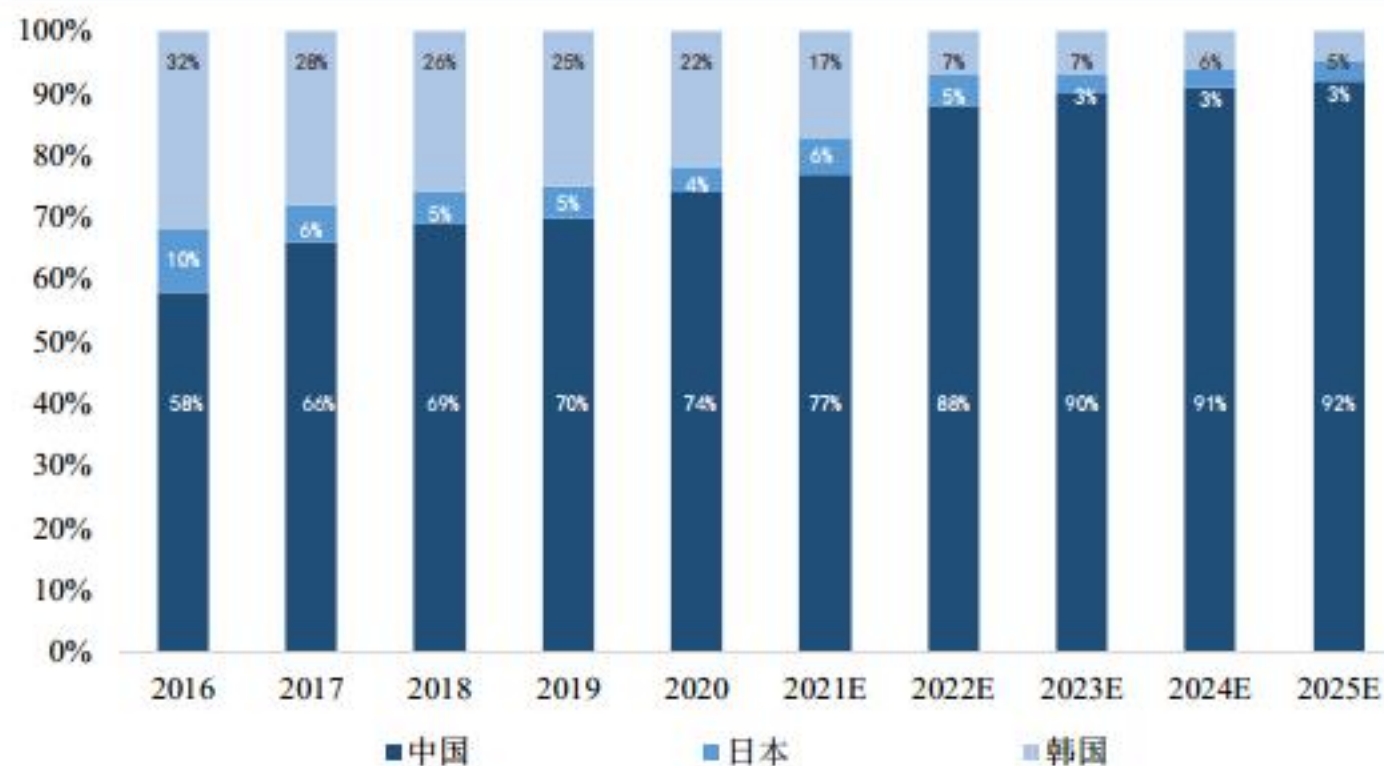
图：全球新建晶圆厂数量（2021-2022年）



资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

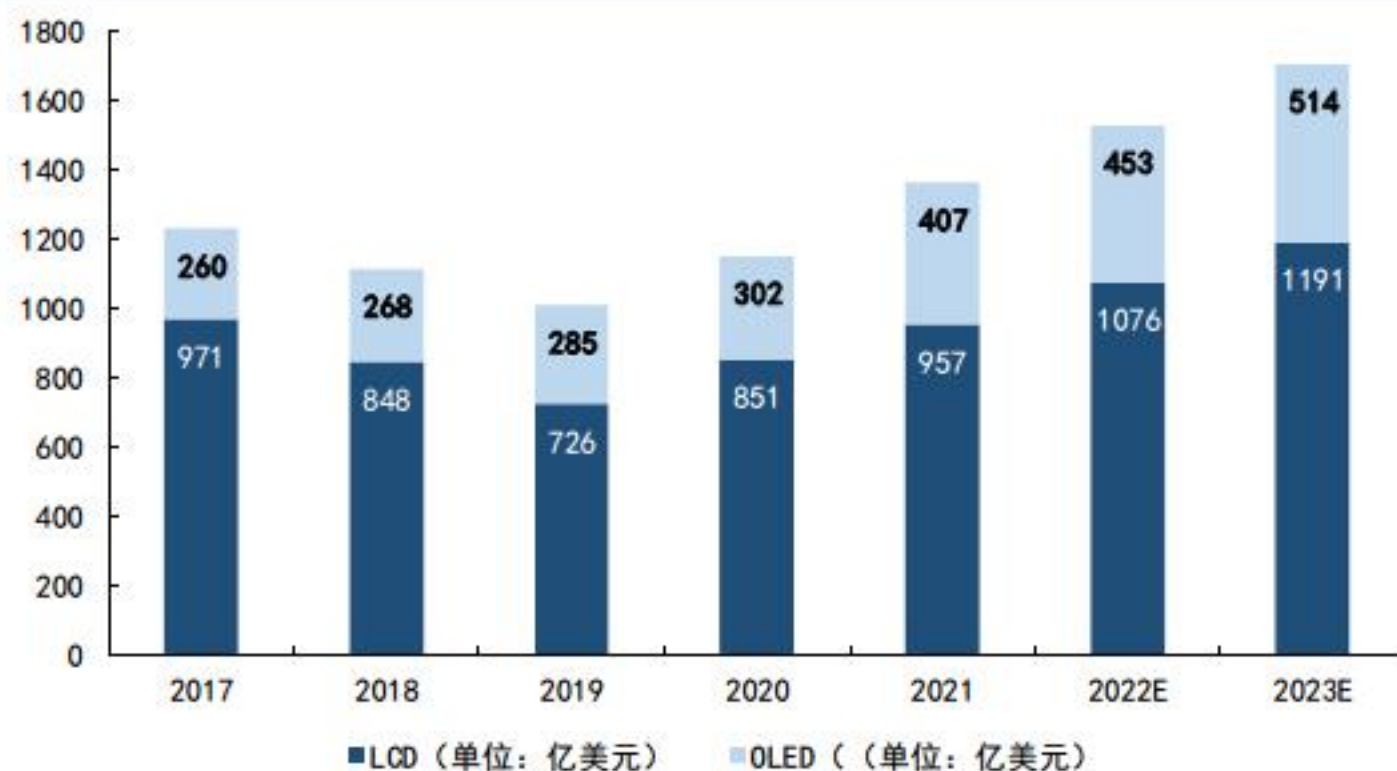
- 在显示面板领域，随着中国显示面板行业不断发展，全球显示面板产能逐渐向大陆转移。根据DSCC统计数据，2019年中国显示面板产能全球市场份额约70%，2020年约占74%，预计在2025年产能占比将达到92%。2019年我国显示面板市场规模达1740.7亿元，随着国内市场面板出货量稳定提升以及OLED面板渗透率的进一步提高，未来面板行业仍具备稳定的增长空间。
- 近年来全球半导体显示面板产业平稳发展，市场前景广阔。受益于下游电视、显示器、笔记本电脑、平板电脑、手机等消费类电子产品以及商显、车载、工控、医疗等专显产品庞大需求的推动，据中商产业研究院数据，2021年全球半导体显示面板产业产值达1367亿美元，其中LCD产值957亿美元，OLED产值407亿美元，预计2023年全球半导体显示面板产业产值将达1709亿美元。

图：全球电子气体市场规模



资料来源：DSCC，国信证券经济研究所整理

图：全球半导体显示面板产业产值



资料来源：中商产业研究院，国信证券经济研究所整理

- 我国重点支持光伏电池行业发展，为了推动光伏电池行业全面、协调、可持续健康发展，政府出台了多项规范性与鼓励性政策，如《“十四五”现代能源体系规划》《“十四五”工业绿色发展规划》等，未来国家产业政策的支持将会不断推动光伏电池行业的进步。
- 我国光伏发电市场储备规模较强，光伏产业规模稳步增长，光伏新增装机容量一直居全球首位，光伏迎来广阔的成长空间。据国家能源局数据，2021年我国光伏新增装机容量达54.93GW，同比增长14%，预计到2023年新增装机容量达61.91GW。光伏新增装机容量的持续增长将为光伏电池行业提供广阔发展空间。在太阳能电池领域，根据国家统计局和中国光伏行业协会CPIA数据，2015年度到2021年度，我国太阳能电池产量从58.63GW增长至234.05GW，预测到2026年，我国太阳能电池产量将达到468.25GW。

图：中国光伏新增装机容量



资料来源：国家能源局、CPIA，国信证券经济研究所整理

图：中国光伏电池产量及增长情况



资料来源：国家统计局、CPIA，国信证券经济研究所整理

ChatGPT大火催生算力需求，有望拉动半导体及配套产业需求增长

- **ChatGPT自推出以来，受到市场广泛关注。**根据国信证券发布的《人工智能行业点评-ChatGPT对算力的需求究竟如何？》报告，估计ChatGPT每30字的问题需要消耗计算资源0.12PetaFLOP/S。根据Similarweb的数据，23年1月份当前ChatGPT日活约1300万人，每人平均1000字左右的问题，因此合计产生约130亿字（173.3亿个token），假设24小时平均分配任务，需要的A100 GPU数量为 $173.3 \text{亿} * 2 * 3000 \text{亿} / (20\% * 24 \text{小时} * 3600 \text{秒}) = 601.75 \text{PetaFLOP/S}$ ，由于访问量存在峰值，假定访问峰值是一天均值的5倍，因此共需要602台DGX A100服务器能够满足当前的访问量。
- **ChatGPT需求激增，对算力资源的消耗将成数倍增长。推动ChatGPT算力需求增加的因素有：**1) **用户渗透率不断提升**，自ChatGPT推出以来，很快便在全世界范围内引起了广泛关注，月活用户数在上线后两个月便突破了一亿，目前正快速增长。2) **版本升级使得算力需求激增**：GPT-2拥有15亿参数，GPT-3则拥有1750亿参数，GPT-4则使用了1.5万亿个参数，后续版本的参数将进一步增加，而训练参数的增加使得其对算力的需求将激增。3) **应用场景的扩展也将大幅带动ChatGPT需求**：目前，热点落地场景主要包括ChatGPT+科研、ChatGPT+办公、ChatGPT+视频创作、ChatGPT+学习等，如Bing搜索在集成ChatGPT后用户量出现显著增长。应用场景的不断扩展将推动ChatGPT需求不断提升。综上所述，我们认为ChatGPT需求的不断增长将带来巨大的算力需求，进而需要更多的硬件支撑，而硬件需求的增加又将会同步带动其全产业链产品需求提升，电子特气作为半导体生产中的重要原料，其需求量也有望随着ChatGPT需求增长而增加。

图：NVIDIA DGX™ A100组件



资料来源：NVIDIA英伟达官网、国信证券经济研究所整理
请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：NVIDIA DGX™ A100组件各参数情况

组成	参数描述
①	八块NVIDIA A100 GPU，GPU总显存高达640GB：每块GPU支持12个NVLink连接，GPU至GPU带宽高达600GB/s
②	六个第二代NVSwitch：双向带宽高达4.8TB/s，比上一代产品高出2倍
③	九个Mellanox ConnectX-6 VPI HDR InfiniBand/200 Gb 以太网：双向带宽峰值高达500GB/s
④	两块64核AMD CPU 和2TB 系统内存：以3.2倍核心数量满足超密集的AI作业
⑤	30TB第四代 NVME SSD：带宽峰值高达50GB/s，比三代NVME SSD快两倍

资料来源：NVIDIA英伟达官网、国信证券经济研究所整理

多家国内企业布局ChatGPT领域

- 国内企业与GPT3.5的差距在18个月左右，与GPT4.0则是24个月左右，虽存在差距，但国内公司也都加大了对自研ChatGPT的支持力度。2023年3月16日下午，百度正式发布新一代大语言模型、生成式AI产品文心一言，是国内首个ChatGPT产品。文心一言是百度全新一代知识增强大语言模型文心大模型家族的新成员，能够与人对话互动，回答问题，协助创作，高效便捷地帮助人们获取信息、知识和灵感。
- 多家国内企业均表示有研发自主ChatGPT计划。2月7日，三六零在互动易平台提到，“公司的人工智能研究院从2020年开始一直在包括类ChatGPT技术在内的AIGC技术上有持续性的投入”。2月8日，据澎湃新闻报道，目前处于内测阶段。阿里版聊天机器人chatgpt正在研发中，目前处于内测阶段。2月27日，据澎湃新闻报道，针对类ChatGPT产品，腾讯已经成立“混元助手”项目组，基于此前在AI大模型、机器学习算法以及NLP等领域的技术储备，持续投入AI等前沿技术的研发，进一步开展前沿研究及应用探索。3月19日，据财新网报道，创新工场董事长兼行政总裁李开复宣布正在亲自筹组Project AI 2.0，一家致力打造AI 2.0时代全新平台和AI-first生产力应用的全球公司。

图：百度“文心一言”使用界面



图：部分国内企业在ChatGPT领域的布局情况

公司	ChatGPT领域的布局情况
百度	初代产品文心一言已于3月份发布
360	在互动易平台提到“公司的人工智能研究院从2020年开始一直在包括类ChatGPT技术在内的AIGC技术上有持续性的投入”
腾讯	针对类ChatGPT产品，腾讯已经成立“混元助手”项目组。
阿里巴巴	阿里版聊天机器人chatgpt正在研发中，目前处于内测阶段。
创新工场	李开复3月19日宣布，正在亲自筹组Project AI 2.0，一家致力打造AI 2.0时代全新平台和AI-first生产力应用的全球公司。

资料来源：百度搜索公众号，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

资料来源：互动易、澎湃新闻、财新网等公开报道，国信证券经济研究所整理

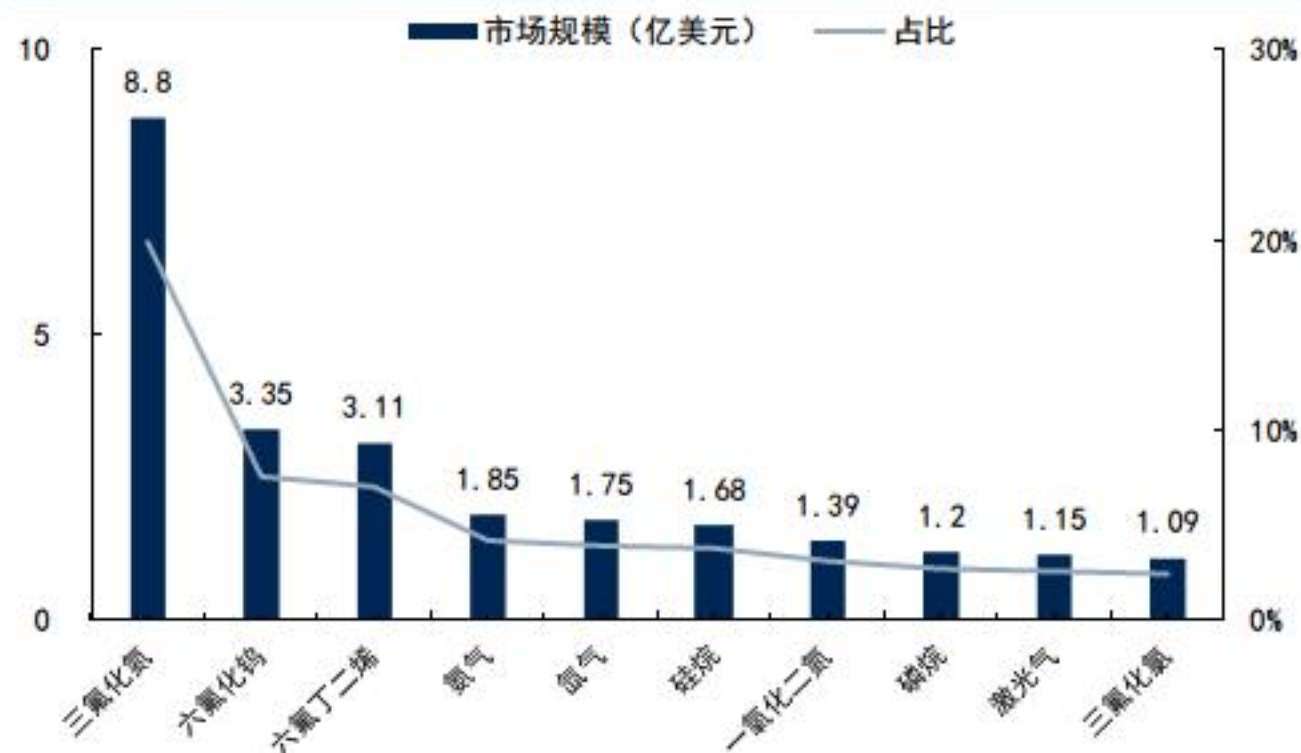
4

主要电子特气产品行业格局梳理

[返回目录](#)

- 不同电子特种气体的使用量、价格差别较大，因此市场规模也相差较大。据Linux Consulting统计，2021年全球前十大电子特种气体市场规模为44.23亿美元，其中三氟化氮、六氟化钨、六氟丁二烯市场规模位列前三，分别为8.8、3.35、3.11亿美元，占比分别为19.9%、7.6%、7%。
- 三氟化氮、六氟化钨主要应用在集成电路领域。六氟化钨应用于集成电路，主要分为三部分：逻辑器件LOGIC，动态随机存取存储器DRAM，新兴闪存3D NAND。三氟化氮与六氟化钨类似，同时在显示面板上也有应用。

图：2021年全球前十大电子特气产品市场规模及占比



资料来源：Linux Consulting，国信证券经济研究所整理

表：三氟化氮、六氟化钨应用领域

名称	用途	集成电路			显示面板
		LOGIC	DRAM	3D NAND	
三氟化氮	清洗、刻蚀	✓	✓	✓	✓
六氟化钨	沉积	✓	✓	✓	

资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

4.1

三氟化氮行业格局梳理

[返回目录](#)

三氟化氮：性能优良的等离子蚀刻气体和清洗剂

- **三氟化氮是微电子工业中一种优良的等离子蚀刻气体和清洗剂。** 1) **IC方面**：使用三氟化氮作为化学蒸气沉积箱清洗剂,与全氟烃相比,可减少污染物排放量,同时显著提高清洗速度,从而提高清洗设备能力约30%。 2) **LCD方面**：三氟化氮用作蚀刻剂,也用于液晶显示器(LCD)的加工。 3) **太阳能电池方面**：三氟化氮作为蚀刻和清洗气体在太阳能电池制造行业广泛应用。
- **三氟化氮工艺流程**：将氟化氢、氟化氢铵等原材料混合形成熔融状态的电解液,在电解槽中进行电解,主产品三氟化氮进入冷阱进行收集。通过精馏除去杂质,精馏后的产品由精品罐收集检测合格后进行充装。三氟化氮能强烈刺激眼睛、皮肤和呼吸道粘膜,腐蚀组织,与还原剂能发生强烈反应引起爆炸,储存和运输中存在严格标准,需采用钢瓶、管束集装箱等包装容器向客户供应。

图:三氟化氮生产工艺流程

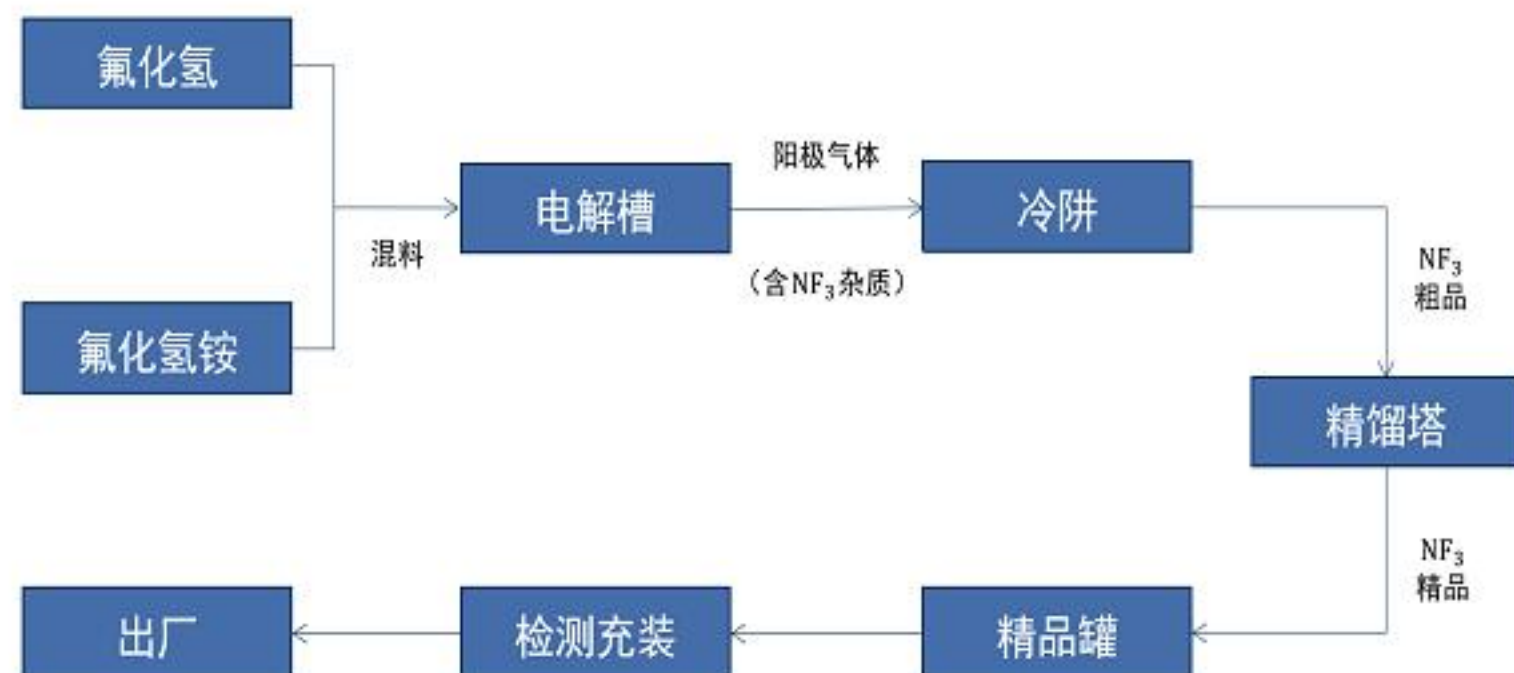
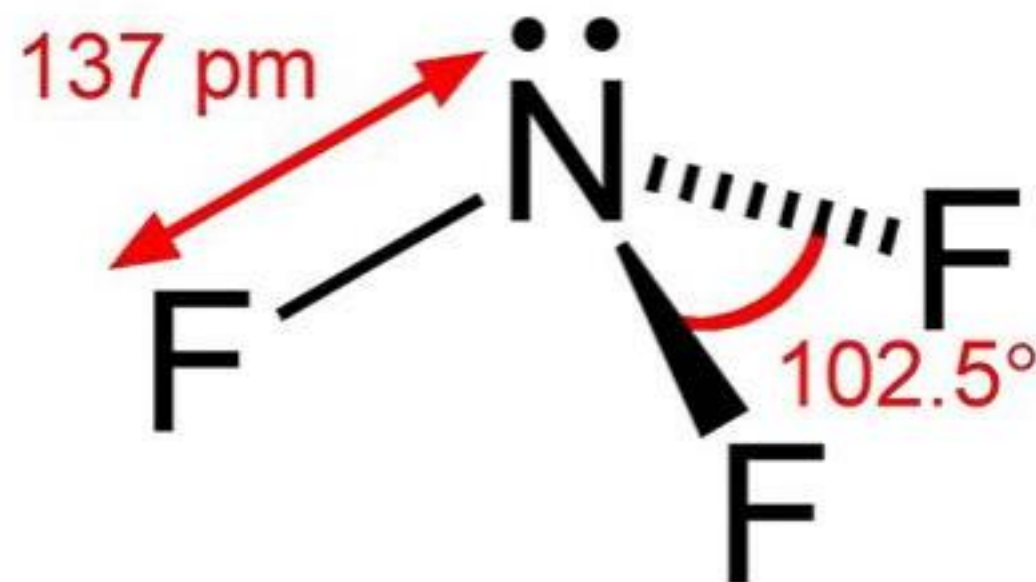


图:三氟化氮结构式



三氟化氮需求将稳步增长

- **全球三氟化氮供给呈平稳增长的趋势。**国外企业SK Materials, 国内派瑞特气、昊华气体、南大光电的三氟化氮项目规划投产, 三氟化氮总体产能将逐渐上升, 预计2023年供给将达5.32万吨。
- **全球三氟化氮需求增长迅速。**根据TECHCET数据, 2020年三氟化氮全球总需求约3.11万吨。受益于下游集成电路制造工厂产能扩张、集成电路制程技术节点微缩、3DNAND多层技术的发展, 芯片的工艺尺寸越来越小, 堆叠层数增加, 集成电路制造中进行刻蚀、沉积和清洗的步骤增加, 高纯三氟化氮的需求将快速增长, **预计2025年全球需求增长至6.37万吨左右, 需求量增长空间超过1倍、年复合增长率达到约15%。**
- **短期内三氟化氮供给量略大于需求量, 2025年后可能出现供应缺口。**据派瑞特气招股书, 2017-2020年, 全球三氟化氮的需求较为平稳, 现有产能利用率良好, 总体供给大于需求, 2021年开始全球三氟化氮需求快速增长, 规划产能尚未投产, 需求与供给的差额逐渐缩小, 预计至2025年, 全球三氟化氮的需求量将超过供给, 出现供应缺口。

表: 全球现有产能及规划产能

项目	现有产能 (吨/年)	规划产能 (吨/年)	预计达产时间	
国外企业	SK Materials	13500	4500	2025年
	晓星	7500		
	关东电化	3700		
	默克	2600		
国内企业	派瑞特气	9250	3250	2023年
	南大光电	3800	8200	2026年
	昊华气体	2000	3000	

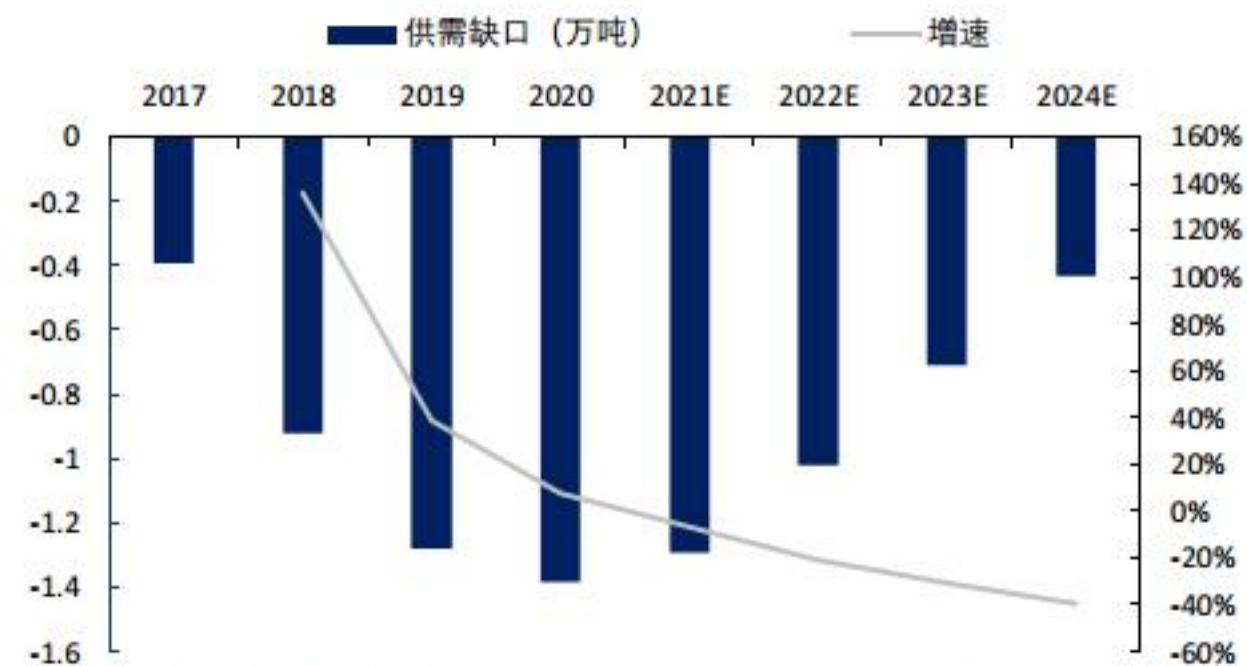
资料来源: 派瑞特气招股说明书, 国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图: 三氟化氮国际供需情况



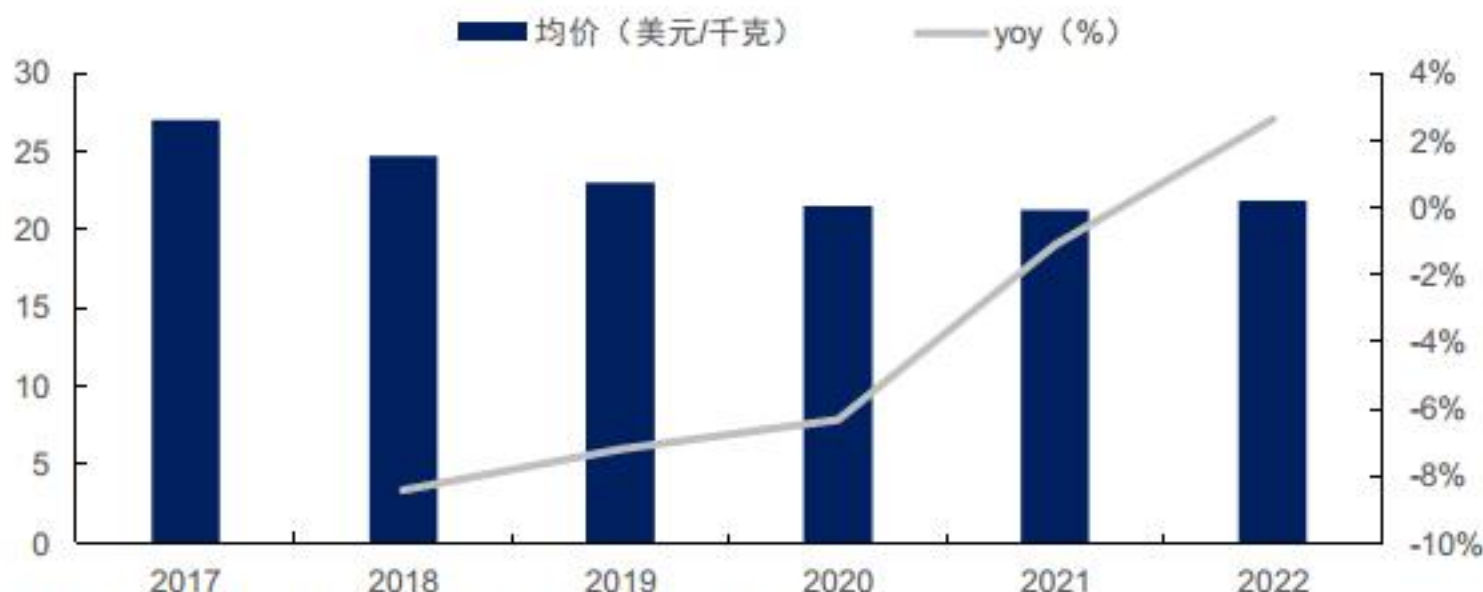
图: 三氟化氮国际供需缺口及增速 (万吨, %)



三氟化氮国内市场前景良好

- **预计国内三氟化氮将存一定供需缺口。**根据派瑞特气招股说明书，2015年国内三氟化氮需求量3585.4吨，至2021年增长至14300吨，累计增幅约3倍，年均复合增长率高达26%，到2026年，国内三氟化氮需求将达到41367吨，预计将存在9167吨供需缺口。
- **三氟化氮售价企稳。**2019年至2021年，三氟化氮平均单价呈现下降趋势，2022年上半年三氟化氮销售单价有所回升，上涨11.77%。2022年三氟化氮国内出口单价上涨至21.86美元/千克。

图：三氟化氮年度出口均价（美元/千克）



资料来源：Wind、中国海关，国信证券经济研究所整理

图：三氟化氮国内供需情况（吨）



资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

表：三氟化氮供需平衡表（吨）

项目	2023年	2024年	2025年	2026年
三氟化氮国内需求	21908	27078	33469	41367
三氟化氮国内产能	26500	27160	29320	32200
供需缺口	4592	82	-4149	-9167

资料来源：派瑞特气招股说明书、中国海关，国信证券经济研究所整理

4.2

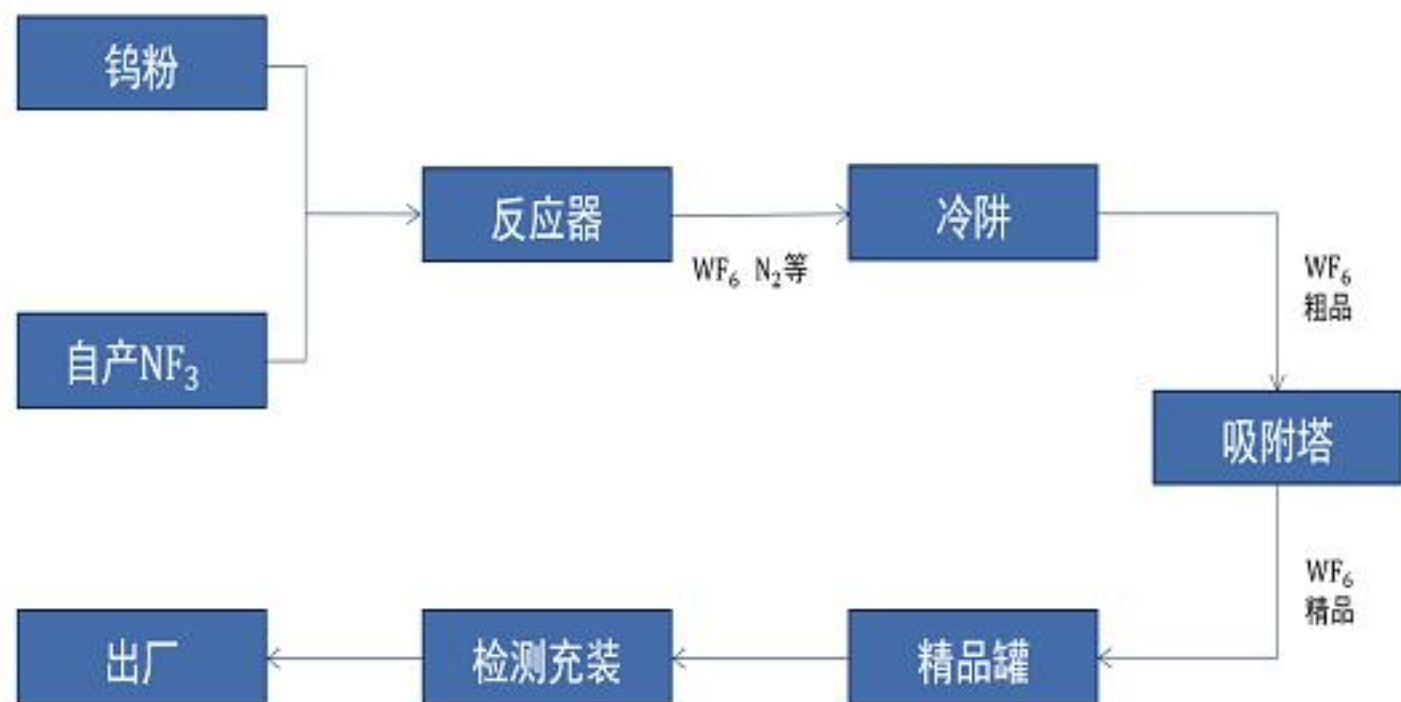
六氟系列特气行业格局梳理

[返回目录](#)

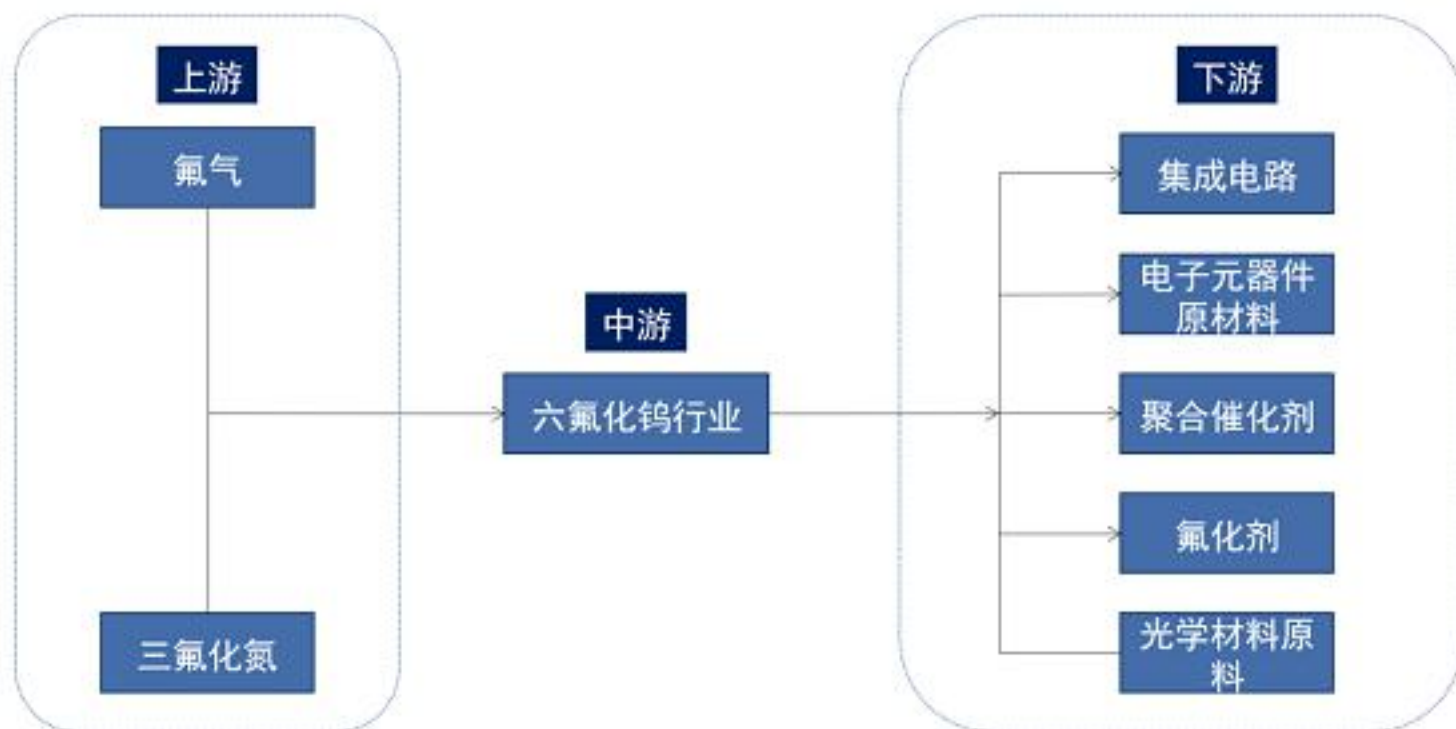
六氟化钨：唯一能稳定存在的钨的氟化物

- **六氟化钨是唯一能稳定存在的钨的氟化物，被广泛用于工业生产的各个领域。**在电子工业领域，首先六氟化钨可经过化学气相沉积工艺形成金属钨，该法所制的钨具有低电阻率、对电迁移高抵抗力以及填充小通孔时优异的平整性等优点，用它制成的硅化钨可作为电子工业中集成电路的配线材料。其次，通过混合金属的化学气相沉积工艺制得钨和铼的复合涂层，应用于太阳能吸收器以及X射线发射电极的制造。同时六氟化钨也作为电子元器件原材料、聚合催化剂、氟化剂及光学材料原料等。
- **六氟化钨生产工艺流程：**公司自产的三氟化氮与钨粉在反应器裂解生成六氟化钨粗品，粗品气通过冷阱进行收集，经过吸附塔进行纯化，纯化后的产品由精品罐收集，经检测合格后进行充装。

图：六氟化钨工艺流程



图：六氟化钨上下游产业链



资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

国内企业打破原本国外企业主导的六氟化钨市场格局

- **六氟化钨供给持续增长。**根据TECHCET数据，2021年全球六氟化钨全球供给量达到6497吨，国外产能5200吨，国内产能2530吨，且国内另有规划产能1100吨。
- **国内企业打破原本国外企业主导六氟化钨市场格局。**2020年，全球六氟化钨产能前三的企业为SK Materials、关东电化、厚成化工。2021年，派瑞特气新建1500吨六氟化钨生产线，合计产能达2230吨，产能暂列全球第一，国内企业的产业规模和行业地位明显提升。

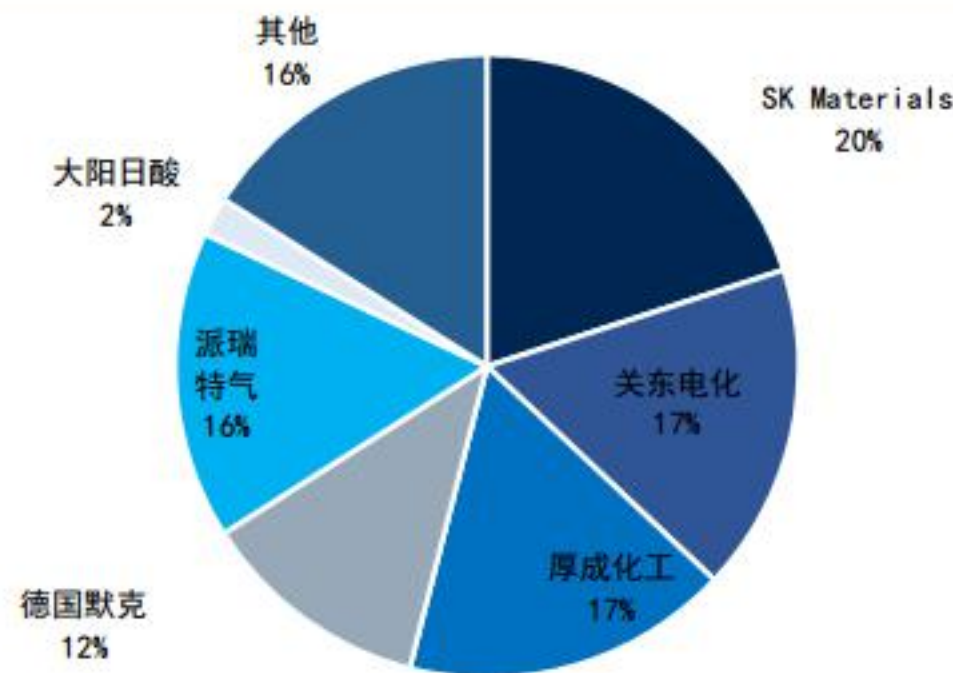
图：2017年-2025年六氟化钨全球供需情况（吨）



图：全球六氟化钨产能情况（吨）

	公司名称	现有产能	规划产能	预计达产时间
国外企业	SK Materials	1800		
	关东电化	1400		
	厚成化工	720		
	中央硝子	700		
	默克	600		
国内企业	派瑞特气	2230	-	-
	博瑞中硝	200	-	2023年
	昊华气体	100	600	
	南大光电	-	500	

图：六氟化钨全球市场份额（%）



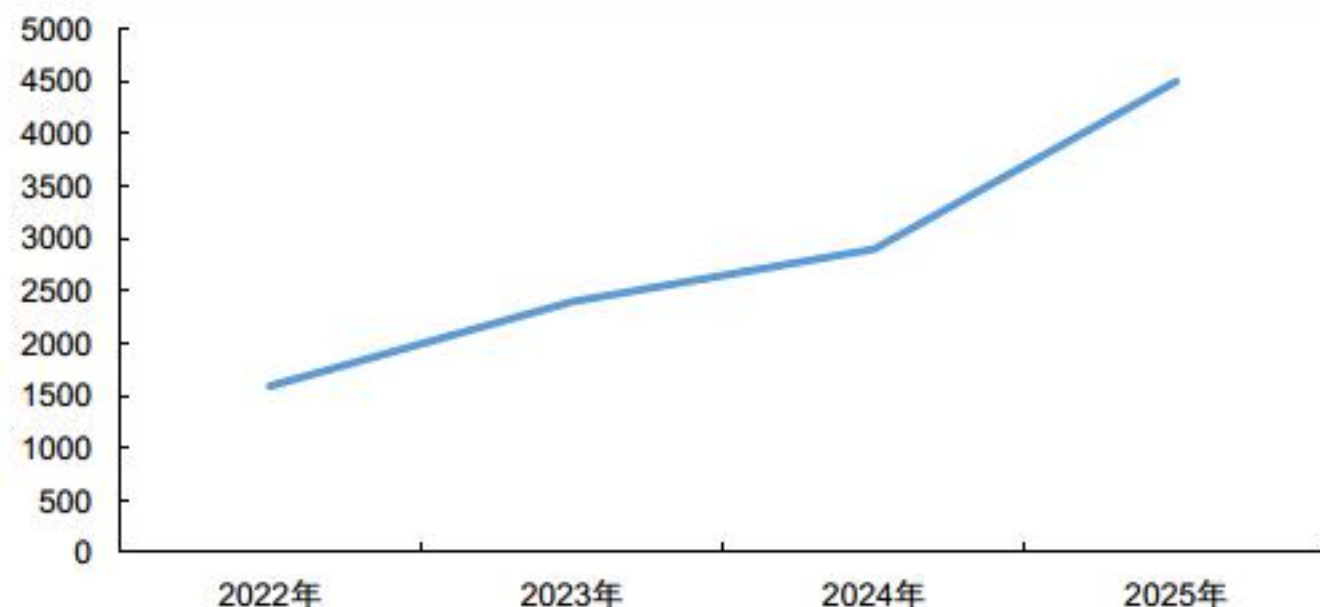
资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

六氟化钨需求向好，市场呈现量价齐升态势

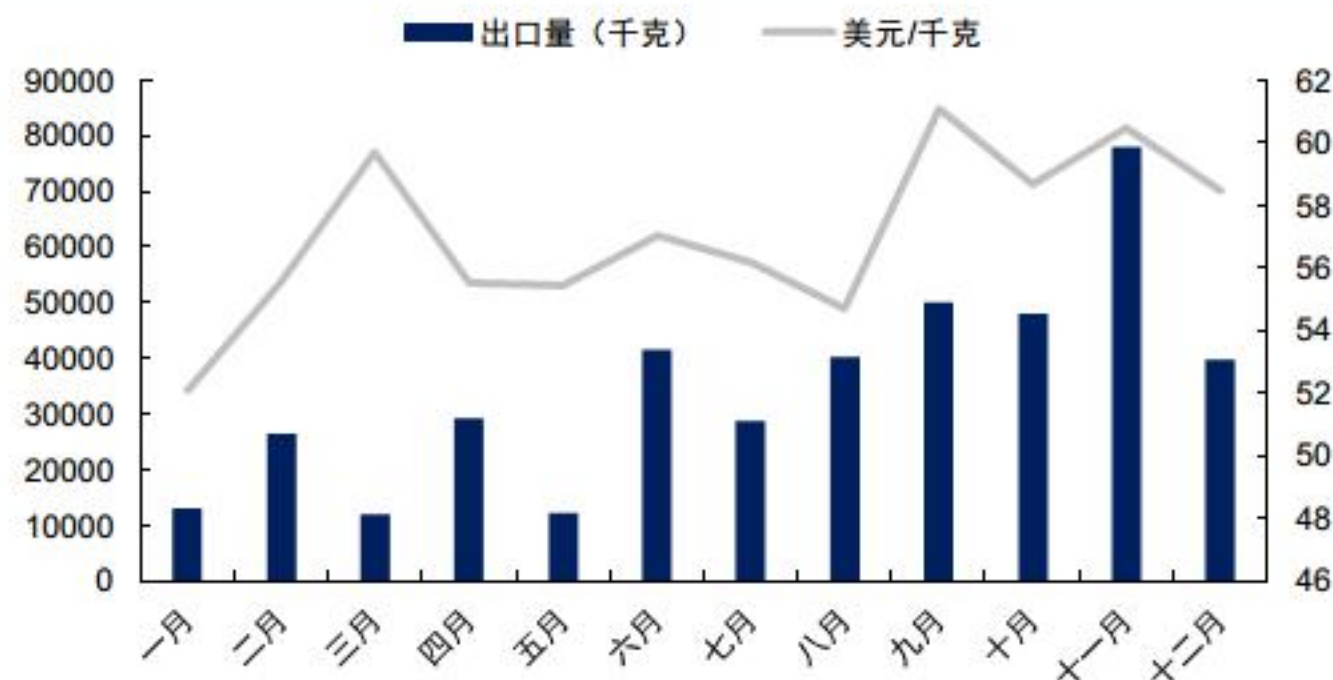
- **六氟化钨需求增长迅速。**随着集成电路工艺的不断迭代，三维闪存层数从32层发展至64层和128层，六氟化钨用量呈几何级增长。据统计，2020年六氟化钨全球总需求约4620吨，预计2025年全球需求增长至8901吨左右，增长空间将近1倍，年均增速达到14%。数据统计，2021年我国大陆的六氟化钨需求量约为1100吨。在使用量增加和下游产能扩张的双重因素驱动下，预计2025年国内六氟化钨的需求量将达到4500吨，年均复合增速为42.22%。
- **中国六氟化钨出口数量及单价呈增长趋势。**从我国六氟化钨月度进出口数据来看，2022年2月、4月、6月、7月、8月与11月出口量超过60吨，六氟化钨整体进口量为715.8吨，12月份出口单价与1月份相比，增长率为12.25%。

图：六氟化钨国内需求预测（吨）



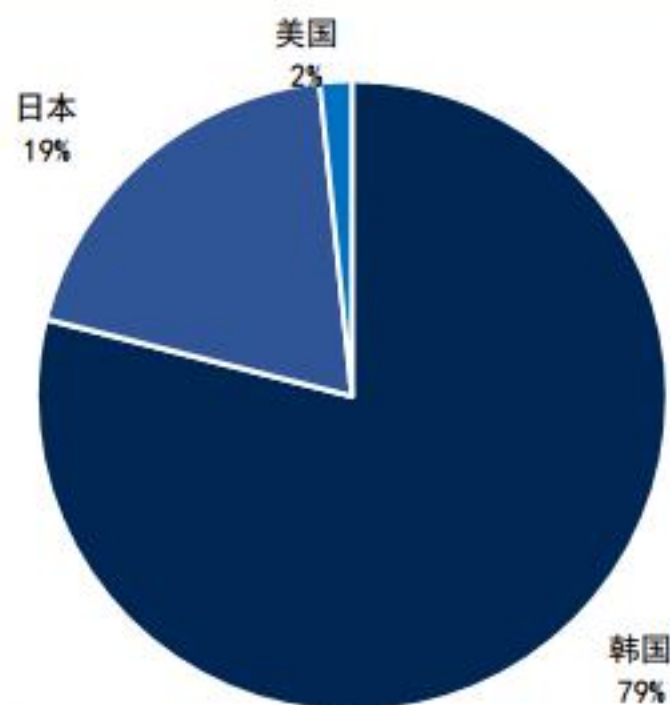
资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：2022年六氟化钨中国出口量及单价



资料来源：中国海关，国信证券经济研究所整理

图：中国六氟化钨进口来源地



资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

六氟丁二烯：第三大电子特气，多家厂商加大布局

- 六氟丁二烯，也称全氟丁二烯，外观为无色、无味气体状，加压可液化，有毒性，具有易燃性，与空气混合达到一定浓度有爆炸危险。从应用领域来看，在化学合成方面，六氟丁二烯可用作聚合物合成单体；在电子蚀刻方面，六氟丁二烯可用作蚀刻气体，具有高选择性、高蚀刻精度、高蚀刻效率、低环境污染等优点，发展潜力大，据 Linx Consulting 数据，2021年电子特种气体市场规模为44.23亿美元，六氟丁二烯占比7%，市场规模为3.11亿美元。
- 在海外市场中，六氟丁二烯生产商主要有日本大阳日酸、日本昭和电工、韩国SK Material、韩国厚成、德国默克集团、德国林德气体、法国液化空气集团、比利时索尔维等；在我国市场中，六氟丁二烯生产商主要有北京宇极科技发展有限公司、天津绿菱气体有限公司、中船（邯郸）派瑞特种气体股份有限公司、中巨芯科技股份有限公司、浙江博瑞电子科技有限公司等。

图：六氟丁二烯近三年产能规划情况

企业	产能（吨）	投产情况
关东电化工业	260	2019年12月规划
派瑞特气	200	2020年6月投产
三爱富（邵武）	50	2021年9月规划
和远气体	50	2022年4月规划
日本大金（常熟工厂）	200	2022年10月投产
南大光电	100	2024年-2026年分批投产

图：六氟丁二烯化学式



六氟乙烷：等离子蚀刻气体、器件表面清洗剂



- 六氟乙烷在半导体与微电子业中用作等离子蚀刻气体、器件表面清洗剂，还可用于光纤生产与低温制冷。因其具有无毒无臭、高稳定性而被广泛应用在半导体制造过程中。随着半导体行业的迅猛发展，对电子特气的纯度要求越来越高，而六氟乙烷由于具有边缘向侵蚀现象极微、高蚀刻率及高精确性的优点，是超大规模集成电路所必需的介质，对半导体行业的发展起着重要的作用。
- 六氟乙烷ODP值（臭氧层破坏潜能值）为零，GWP值（温室效应能力）为9200，主要应用在低温制冷与电子清洗及蚀刻行业，另外少部分应用在医学手术中及其它新开发的领域。目前中国市场六氟乙烷主要依赖进口，国产替代空间大。随着电子行业的发展，国内六氟乙烷生产有望迎来广阔发展空间。国内市场中，半导体级六氟乙烷生产企业主要有华特气体、中船重工718派瑞特气、博瑞电子，其中华特气体是国内电子级六氟乙烷行业的龙头。此外，华安新材料、三美股份各具有六氟乙烷产能300吨/年、2000吨/年，但主要用作制冷剂产品。

表：国内六氟乙烷产能布局

公司	现有产能/吨	在建产能/吨
华特股份	350	100
博瑞电子（巨化股份）	0	55
中船重工718所（派瑞特气）	50	60
华安新材料	300（主要用作制冷剂）	
三美股份	2000（主要用作制冷剂）	

表：六氟乙烷应用场景

六氟乙烷应用场景	应用描述
低温制冷	优良的热力性能和无毒、不可燃的安全性、分子结构的稳定性使其非常适合应用于超低温冷冻系统，最主要的用法是六氟乙烷与三氟乙烷相配组成共沸混合制冷剂R508
电子产品的清洗及蚀刻	六氟乙烷因其无毒无臭、高稳定性被广泛应用在半导体制造过程中，如作为蚀刻剂、化学气相沉积后的清洗腔体
医学领域	六氟乙烷作为一种理化性质介于六氟化硫 SF6 和八氟丙烷 C3F8 之间的长效气体，应用于巩膜扣带术中，取得良好效果。成为黄斑裂孔性视网膜脱离手术中较为理想、安全、并可提高手术治愈率的玻璃体替代物

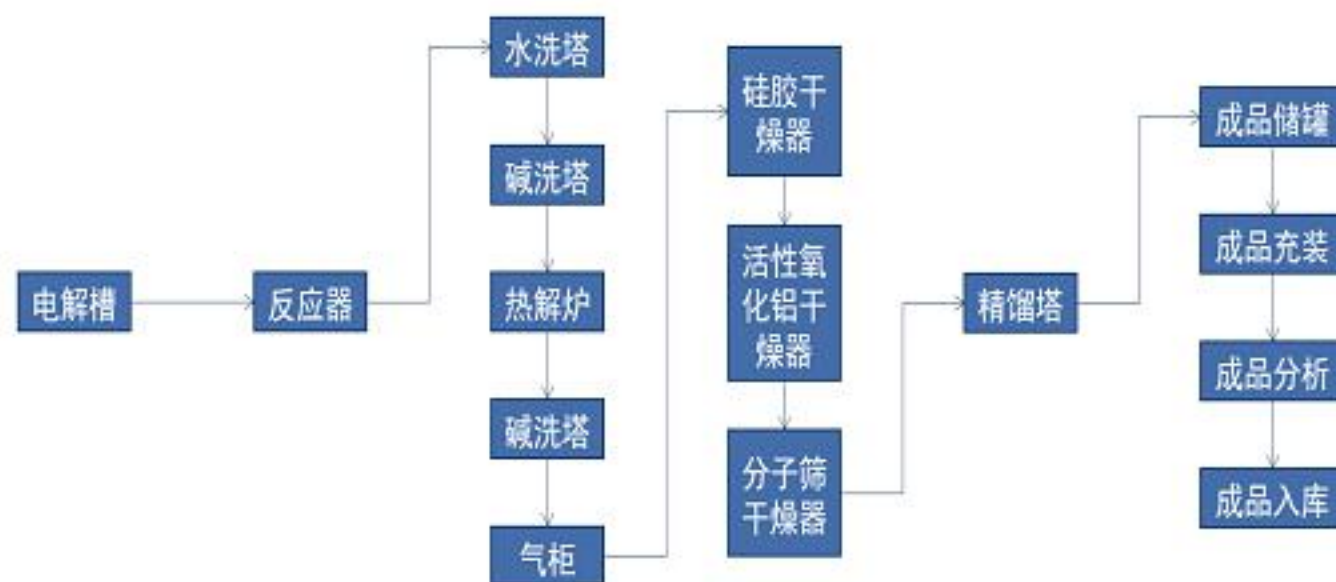
资料来源：环评公告，国信证券经济研究所整理

资料来源：杨健芳《六氟乙烷(FC-116)应用前景和 market 分析》，浙江化工，2008(10):14-17.国信证券经济研究所整理

六氟化硫：新一代超高压绝缘介质材料

- 六氟化硫是一种无色、无臭、无毒、不燃的稳定气体，具有良好的电气绝缘性能及优异的灭弧性能，**是一种优于空气和油的新一代超高压绝缘介质材料**。六氟化硫应用于断路器、高压变压器、气封闭组合电容器、高压传输线、互感器等。电子级高纯六氟化硫被大量应用显示面板、半导体加工过程中的干刻（Etch）和腔体清洗。
- 国内多家厂商具备六氟化硫生产能力，市场供应充足**。雅克科技是国内六氟化硫产能最大的企业，旗下子公司科美特产能为10000吨，2021年产能利用率为90%，昊华科技所属黎明院年产能为2800吨，拥有2000吨新增六氟化硫产能。

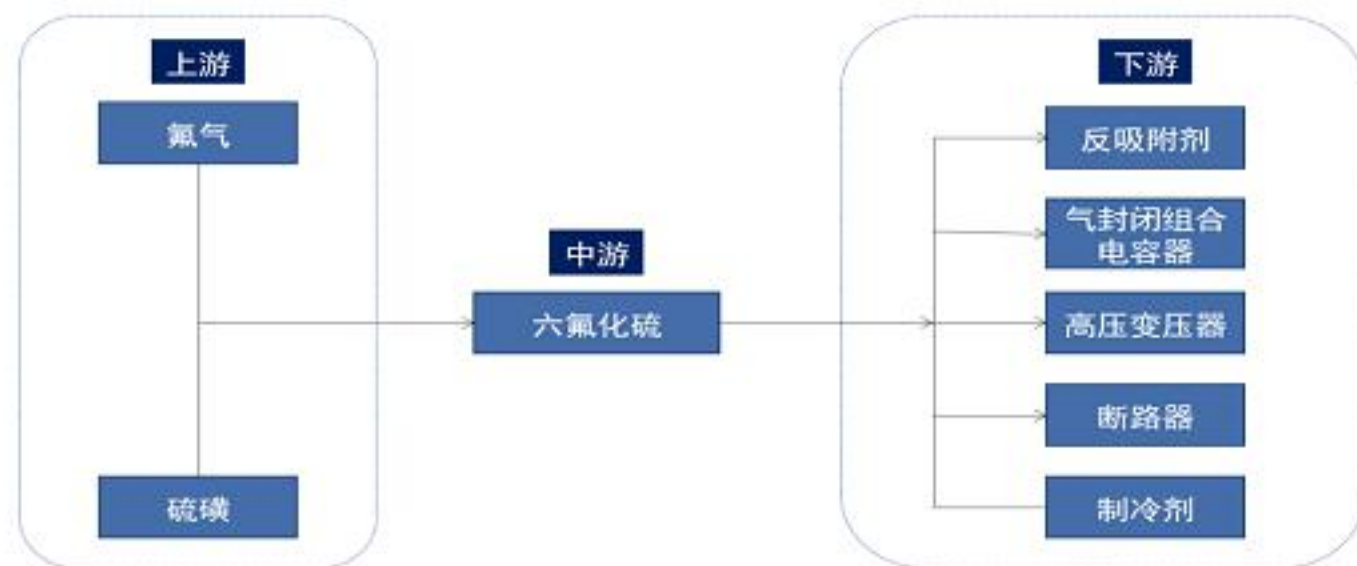
图：六氟化硫生产工艺流程



图：国内六氟化硫产能分布（2021年）

企业	产能（吨）
雅克科技	10000
福建德尔	5000
盈德气体	3000
昊华科技	2800
南大光电	2500
中核红华	1400
永晶化工	1100
四川天辰	1000
锐华氟业	300
甘肃大明	150
四川银山	100

图：六氟化硫上下游产业链



4.3

八氟系列特气行业格局梳理

[返回目录](#)

八氟环丁烷：超大规模集成电路蚀刻剂和清洗剂

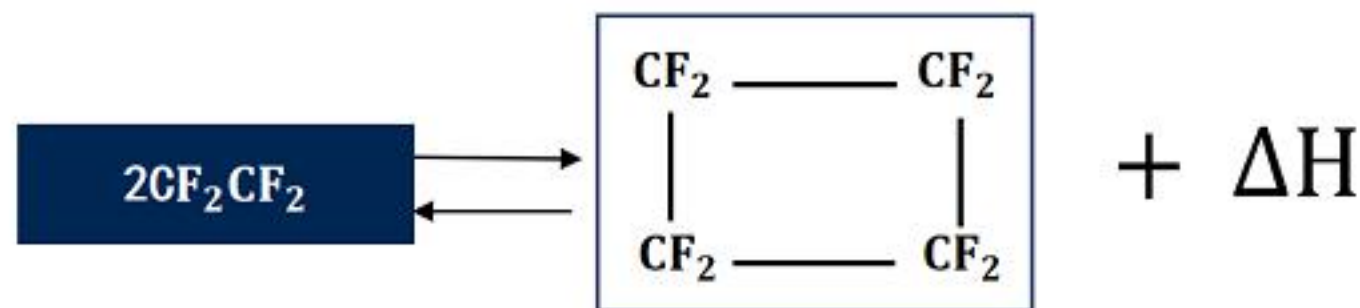
- ◆ **八氟环丁烷产能逐年增加，应用前景广阔。**八氟环丁烷是一种用途十分广泛并且化学性能稳定的全氟环烷烃，由于无毒无害、温室效应潜能（GWP）值低、且臭氧损耗潜能值（ODP）为零，被大量应用在半导体行业、药品行业、电力行业和深冷行业中。高纯八氟环丁烷（5N以上）用于超大规模集成电路蚀刻剂和清洗剂。近年来随着我国化学、电子等工业的迅速发展，八氟环丁烷的需求量逐年上升，行业发展迅猛，产能逐年扩大，截至目前昭和电子、日本大金（中国）均已年产750吨，派瑞特气年产220吨。
- ◆ **八氟环丁烷国内制备工艺不逊色国外。**针对八氟环丁烷的制备和纯化，国外研究起步较早，如美国杜邦公司、日本大金工业株式会社、日本昭和电工株式会社、日本旭硝子公司、俄罗斯基洛夫工厂等均已实现工业化生产。八氟环丁烷的主流制造工艺为四氟乙烯二聚法，即以四氟乙烯为原料，采用管式或釜式反应器，用硫酸二甲酯、乙烯、氨水或萘烯等作为阻聚剂，在400-750 °C、0.005-0.1 MPa下聚合而成。除主流工艺以外，昊华科技下属晨光院公开了一种从四氟乙烯生产工艺的残液中回收八氟环丁烷的方法，可得到纯度大于99%的八氟环丁烷，方法采用常规精馏装置和萃取精馏装置，其萃取剂均为常用物质，操作易于实现、成本低廉且残液回收率大于90%，适合工业化生产。

图：八氟环丁烷产能情况

	现有产能/吨	产品等级
昭和电子（上海）	750	5N以上
华特股份	/	电子级
博瑞电子（巨化股份）	180	电子级
派瑞特气（中船重工718所）	220	电子级
滁州梅塞尔	150	电子级
北方特气	/	5N
山东东岳	/	3N
日本大金（中国）	750	电子级

资料来源：各公司公告、国信证券经济研究所整理

图：四氟乙烯二聚法制造八氟环丁烷



资料来源：张威, 柳彤, 王云飞, 《高纯八氟环丁烷的制备及其在芯片制造中的应用》，国信证券经济研究所整理

八氟丙烷：半导体生产中的等离子刻蚀气和清洗气



- ◆ **八氟丙烷应用广泛。**八氟丙烷是一种稳定性好的全氟化合物，标准状态下为无色气体，在水和有机物中溶解度都很小。八氟丙烷可以应用于半导体、医学、制冷剂等领域，其中在半导体领域主要用作半导体器件制作过程中的等离子刻蚀气和清洗气。市场上使用的八氟丙烷纯度普遍在99.999%以上；在医学中，八氟丙烷可组成超声造影剂的气体用于超声造影成像，八氟丙烷微气泡能有效地反射声波及用于增强超声信号回散。在生产端，由于技术壁垒高，八氟丙烷属于小众高纯电子气体产品，我国生产企业主要有派瑞特种、华特气体等。
- ◆ **八氟丙烷生产工艺较为复杂。**现阶段八氟丙烷（C₃F₈）的纯化方法主要有精馏法、吸附法、杂质转化法和膜分离法等，其中精馏法应用最多，国内山东东岳高分子材料有限公司、佛山市华特气体有限公司等都使用该方法；日本和英国的一些企业对吸附法进行了研究和应用，如日本昭和电工株式会社、日本Nipponoxygen株式会社、英尼奥斯弗罗控股有限公司等。但这些方法都有一定的不足，如精馏法难以分离沸点接近的杂质或共沸化合物，萃取精馏装置成本高并且工艺复杂，吸附法纯化难度大等。

图：八氟环丁烷产能情况

	现有产能（吨/年）	产品等级
华特股份	100	电子级
博瑞材料（巨化股份）	5	电子级
四川富华信	200	/
派瑞特气（中船重工718所）	30	5N
永晶科技	/	4N

资料来源：各公司公告、国信证券经济研究所整理

4.4

含硅特气行业格局梳理

[返回目录](#)

四氯化硅是光纤预制棒、气凝胶等产品主要原材料

- 四氯化硅按纯度可以分为工业级四氯化硅与高纯四氯化硅，高纯四氯化硅是光纤通讯、集成电路、气凝胶制造生产不可或缺的基础原材料，按照下游需求可以分为半导体级（VAD级、OVD级、PCVD级等）四氯化硅和电子级四氯化硅。
- 半导体级四氯化硅主要用于生产光纤预制棒；电子级四氯化硅是一种高端半导体用电子化学品，主要用于薄膜沉积与蚀刻工艺，随着半导体制程的先进化，电子级四氯化硅被使用于逻辑芯片与存储芯片等领域，目前主要依靠进口。
- 高纯四氯化硅也可用于生产正硅酸乙酯（TEOS），高纯正硅酸乙酯是气凝胶主要原料；电子级正硅酸乙酯主要用于集成电路制造过程中的化学气相沉积（CVD）薄膜制程。目前工业合成正硅酸乙酯的方法主要为四氯化硅法、硅粉法，工业级TEOS的制备工艺已经比较成熟，但国内尚无电子级TEOS的制备企业。目前洛阳中硅、金宏气体采用吸附联合精馏技术制备百吨级的电子级正硅酸乙酯。

表：高纯四氯化硅分类

分类	纯度	应用	工艺
VAD级	9N	主要用于生产光纤预制棒	光纤四氯化硅的制备方法主要包括精馏法、吸附法、部分水解法、络合法、光氯化法等。
OVD级	9N	光纤预制棒外包层	
PCVD级	9N	光纤预制棒芯层（金属离子含量更低）	生产工艺主要有光氯化法和等离子体法。其中等离子体法属于德固赛专利技术，有极高的技术壁垒。
电子级	6N-9N	硅外延片制作中用作硅源前驱体；合成IC制造中TEOS（正硅酸乙酯）的原料；铝刻蚀的刻蚀剂，用于保护膜生成	

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

表：电子级四氯化硅生产企业（吨/年）

企业	现有产能	在建产能	备注
三孚股份		500	
洛阳中硅		80	
沁阳国顺	100	1000	
联泓新科		500	
和远气体		500	

资料来源：各公司公告，国信证券经济研究所整理

- 硅片是指由硅单晶锭切割而成的薄片，又称硅晶圆片，半导体制造商生产集成电路（IC）芯片用硅片分别采用硅抛光片、硅外延片以及非抛光片（研磨片）三种类型，其中以硅抛光片和硅外延片为主。
- 抛光片是在研磨片的基础上经过双面抛光、边缘抛光、表面抛光等工序制造而来；外延是通过化学气相沉积的方式以抛光面作为衬底生长一层或多层，掺杂类型、电阻率、厚度和晶格结构都符合特定器件要求的新硅单晶层。
- 外延片具有硅抛光片所不具有的某些电学特性并消除了许多在晶体生长和其后的晶片加工中所引入的表面/近表面缺陷。因此，硅外延片广泛应用于制作不可恢复器件，包括MPU、逻辑电路芯片、快闪存储器、DRAM等。
- 2021年全球外延片市场规模约为86亿美元，较2020年增加14亿美元。国内外延片市场规模稳定增长，从2016年的64亿元增长至2021年的92亿元，期间年均复合增速为7.5%，预计2025年将达到110亿元。

表：硅片按工艺分类

硅片分类	简介
研磨片	对硅单晶锭进行切割、研磨等加工得到的厚度小于1mm的圆形晶片，是制作硅抛光片和硅外延片的中间产品，也可以用于制作分立器件芯片
抛光片	轻掺杂抛光片 广泛应用于大规模集成电路的制造，也有部分用作硅外延片的衬底材料
	重掺杂抛光片 一般用作硅外延片的衬底材料
外延片	轻掺杂衬底外延片 通过生长高质量的外延层，可以提高CMOS栅氧化层完整性、改善沟道漏电、提高集成电路可靠性
	重掺杂衬底外延片 结合了重掺杂衬底片和外延层的特点，在保证器件反向击穿电压的同时又能有效降低器件的正向功耗

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

图：半导体抛光片、外延片工艺流程图



资料来源：沪硅产业招股说明书，国信证券经济研究所整理

电子级二氯二氢硅主要用于生产12寸硅外延片

- 目前硅外延生长的最主要方法就是采用化学气相沉积（CVD）的气相外延法，以二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅或硅烷为反应气体，在一定的保护气氛下反应生成硅原子并沉积在加热的衬底上，其中衬底材料一般选用Si、SiO₂、Si₃N₄等。电子级二氯二氢硅作为硅源，直接分解生成硅，反应温度较三氯氢硅低（约1050-1150℃），含硅薄膜制备具有生长速率快、结晶质量好等特点。
- 二氯二氢硅还可与氮氧化物反应生成二氧化硅，与氨制备氮化硅，二氧化硅、氮化硅均可以在集成电路器件中充当绝缘层或钝化层。
- 目前全球电子级二氯二氢硅的市场，日本占据了约80%市场份额，其中日本信越化学在日本企业中占据80%左右份额。SEH、SKMaterials、RECSilicon、Denal及洛阳中硅是五家主要的二氯二氢硅生产商。目前电子级二氯二氢硅进口产品价格约为30-40万元/吨。

表：电子级二氯二氢硅生产企业（吨/年）

企业	现有产能	在建产能	备注
三孚股份	500		在下游企业送样测试
沁阳凌空	150		
洛阳中硅		500	
沁阳国顺	50	500	
和远气体		300	
金宏气体		200	

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

表：电子级二氯二氢硅生产工艺

工艺技术	反应机理	优点	缺点
歧化法	$2\text{SiHCl}_3 \rightarrow \text{SiCl}_4 + \text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 反应温度70℃	反应温度和压力均较低，能耗低，投资小； 液相反应没有硅粉参与，固废少，环保清洁。	副产大量四氯化硅，需要考虑回收问题。
氢化法	$2\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{SiH}_2\text{Cl}_2 + \text{SiHCl}_3 + 3\text{HCl}$ 或 $\text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2 + \text{Si} \rightarrow 2\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 反应温度1000℃左右	四氯化硅转化率高，二氯二氢硅收率大	反应在高温高压下进行，能耗高，投资大。 气固反应产生大量固体残渣，含固废液的处理难度较大
氯化法	$\text{Si} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 反应温度200-400℃	反应物料因需要氯化氢，限制投资环境	气固反应产生大量固体残渣，含固废液的处理难度较大

资料来源：公司公告，国信证券经济研究所整理

电子级三氯氢硅可用于生产6-8寸硅外延片

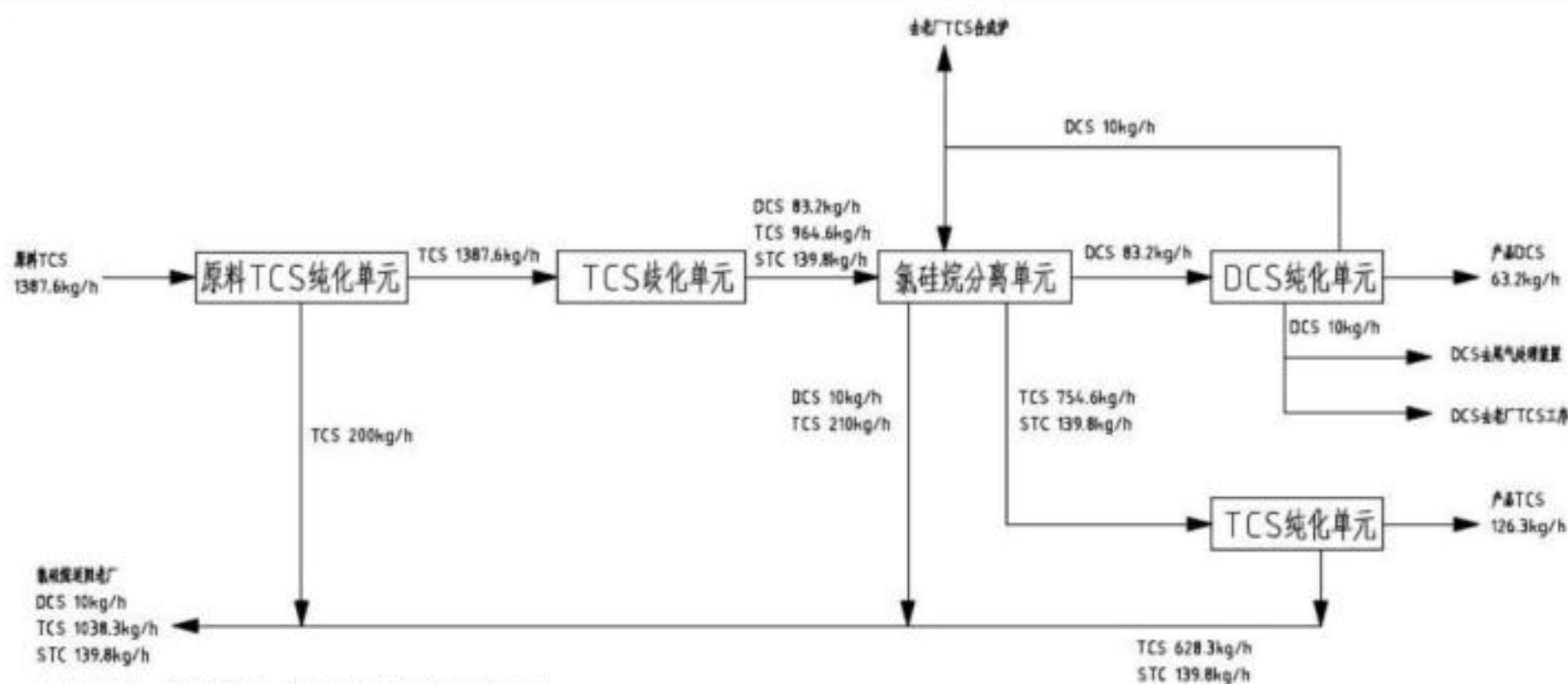
- 电子级三氯氢硅作为硅源，外延生长速度适中，使用安全，是较为通用的硅源。通常以氢气为还原气体，反应温度为1100-1200℃。常用的提纯方法包括精馏法、吸附-精馏法、络合-精馏法。电子级三氯氢硅纯度为8N、9N。
- 当前，世界上只有美国、日本、德国等少数国家能够大规模生产电子级三氯氢硅，最大的生产商是德国瓦克（Wacker）公司和美国的道康宁（Dow Corning）公司，国内目前能生产电子级三氯氢硅的企业为三孚股份、沁阳国顺。
- 电子级三氯氢硅国产价格约为每吨6-8万元/吨，进口产品价格约为15-20万元/吨。

表：电子级三氯氢硅生产企业（吨/年）

企业	现有产能	在建产能	备注
三孚股份	1000		
洛阳中硅		2000	
沁阳国顺	380	2000	
联泓新科		2000	
和远气体		1000	

资料来源：各公司公告，公司官网，国信证券经济研究所整理

图：歧化法生产电子级二氯二氢硅、三氯氢硅物料平衡图



资料来源：公司环评，国信证券经济研究所整理

5

国内外电子特气行业竞争格局梳理

[返回目录](#)

5.1

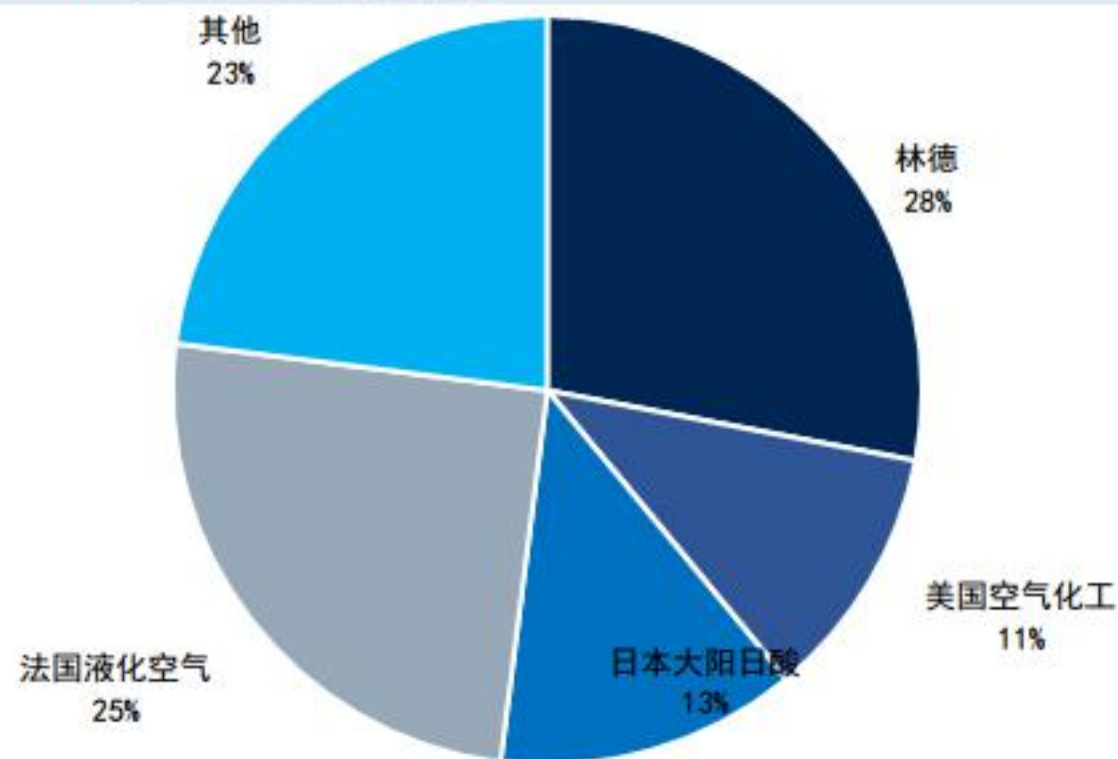
全球电子特气行业竞争格局

[返回目录](#)

现阶段国际电子特气供应仍为发达国家公司所主导

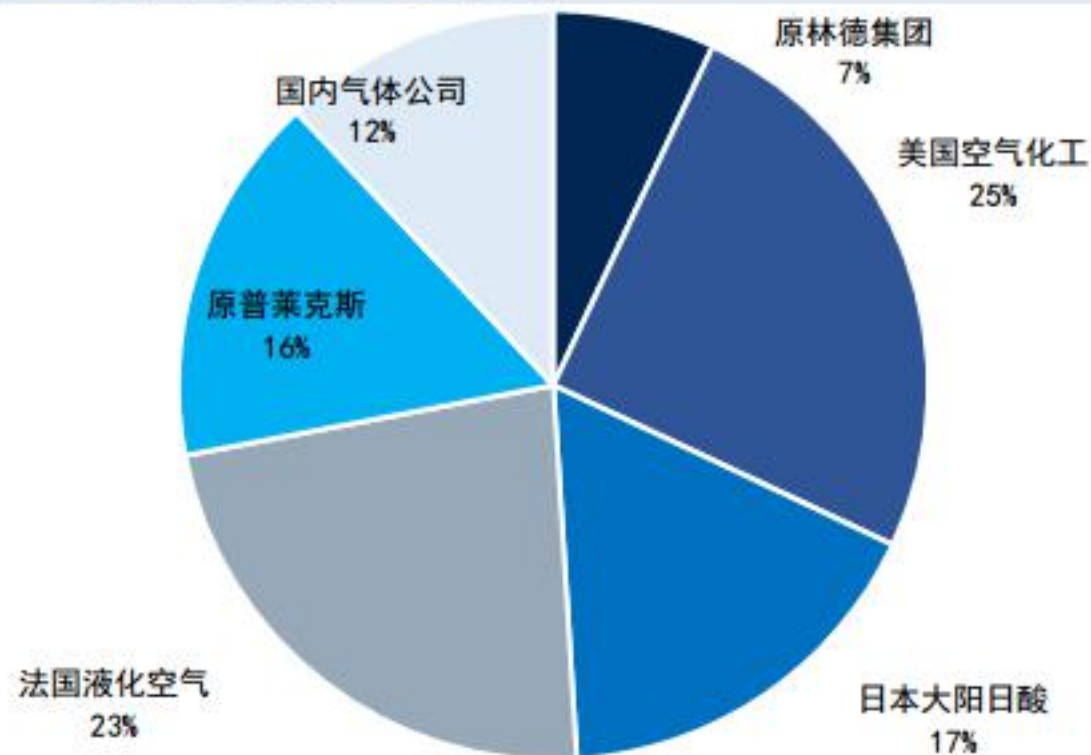
- **国际市场份额被四大公司垄断。**据派瑞特气招股书，全球电子气体主要生产企业林德等前十大企业，共占据全球电子气体90%以上市场份额。其中，林德、液化空气、大阳日酸和空气化工4大国际巨头市场份额超过70%。该等国际大型电子气体企业一般同时从事大宗电子气体业务和电子特种气体业务，从事大宗电子气体业务的企业需要在客户建厂同时，匹配建设气站和供气设施，借助其较强的技术服务能力和品牌影响力为客户提供整体解决方案，具有很强的市场竞争力，为后进入者设置了技术壁垒和专利壁垒。
- **国内企业供应本土电子特气份额不足15%，市场份额同样被外资公司控制。**具体到电子特种气体领域，全球主要生产企业为SK Materials、关东电化、昭和电工、派瑞特气等，该等企业在总体规模上均与4大国际巨头存在差距，但在细分领域具有较强的竞争力；国内电子特种气体企业主要有派瑞特气、南大光电、昊华科技等。我国电子气体供应“卡脖子”现象依然十分严重，据《提升我国电子工业气体供应能力的对策》，目前，国内市场电子特气自给率只有12%。发展我国电子气体产业，尤其是高端电子气的自主产业化已经刻不容缓。

图：2018年全球电子气体份额



资料来源：TECHCET、派瑞特气招股说明书、国信证券经济研究所整理

图：国内外企业占我国电子特气市场份额



资料来源：罗佐县等《提升我国电子工业气体供应能力的对策》，当代石油石化，2021年第29卷第7期，国信证券经济研究所整理

国际四大气体巨头主导国际气体市场



- 国际气体龙头公司生产历史久远、气体种类丰富、生产基地遍及全球，竞争优势较为明显。目前，德国林德集团、法国液化空气、美国空气化工，和日本大阳日酸主导着全球电子特气业务，形成了寡头垄断的格局。
- 国际四大气体巨头主导国际气体市场。林德集团成立于1879年，2018年与普莱克斯合并后业务规模跃居首位，是全球领先的德国工业气体公司，服务于化工、与能源、食品饮料、电子、医疗保健、制造、金属和采矿等终端市场，TGM服务体系位于领先地位。液化空气公司1902年成立于法国巴黎，在75个国家拥有约66400名员工，并为380多万客户提供服务，为金属、化工、炼油和能源等行业客户提供气体和能源解决方案。美国空气化工成立于1940年，专注于服务能源、环境和新兴市场，在液化天然气技术和设备供应上处于领先地位，在全球电子行业高纯度工艺气体具有显著的领先优势。日本大阳日酸创立于1910年，是日本最大工业气体制造商，为领先的半导体气体供应商，广泛应用于IC（集成电路）和存储器（半导体存储设备）、液晶、太阳能电池、LED和超精细机械结构。

表：国际气体龙头公司主要指标

公司名称	林德集团	法国液化空气	美国空气化工	日本大阳日酸
成立时间	1879年，2018年与气体行业巨头普莱克，成为全球最大的工业气体供应商斯合并	1902年	1940年	1910年
2021年业务规模	营收规模308亿美元，净利润38亿美元	营收规模248亿美元，净利润27亿美元	营收规模103亿美元，净利润21亿美元	营收规模61亿美元，净利润4亿美元
业务范围	工业气体及工程	工业气体、制气设备、安全装置以及提供技术解决方案	空分气体、特种气体、气体设备	工业气体、电子气体、热水瓶业务、气体设备
下游应用	服务于化工、能源、食品饮料、电子、医疗保健、制造、金属和采矿等终端市场	为金属、化工、炼油和能源等行业客户提供气体和能源解决方案	炼油、化工、金属、电子、制造和食品饮料等	钢铁、化工、电子、汽车、建筑、造船和食品
创新技术研发	反应腔清洗、氙气回收以及同位素气体的浓缩	航空航天和极端低温领域的客户提供用于科学研究或量子计算的解决方案	液化天然气、气体膜分离技术、空气分离、氢气和一氧化碳(合成气)	IC（集成电路）和存储器（半导体存储设备）、液晶、太阳能电池、LED和超精细机械结构
龙头公司发展思路	气体一体化服务体系优势明显；产品结构持续优化、下游市场持续开发；持续的并购整合建立全球销售网络			

资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

国内外电子特种气体主要生产企业

表：国内外电子特种气体主要生产企业情况

地区	企业名称	主要业务情况
国外	SK Materials	隶属于 SK 集团，是韩国三大企业集团之一，以能源化工、信息通讯半导体、营销服务为三大主力产业。SK Materials 是三氟化氮、六氟化钨主要供应商。
	关东电化	主营业务为基础化学品、精密化学品以及铁业务，特种气体主要产品有六氟化硫、四氟化碳、三氟甲烷、六氟乙烷、三氟化氮、等氟化气体，电池材料主要产品为六氟磷酸锂、硼氟化锂等。
	林德	主要产品包括氧气、氮气、氩气、稀有气体、碳氧化物、氦气、氢气等。
	液化空气	业务遍布全球，主要为冶金、化工、能源等行业供应氧气、氮气、氩气、氢气、一氧化氮等产品，为汽车、制造业、食品、医药、科技等行业提供工业气体、制气设备、安全装置等。
	大阳日酸	在亚洲、欧洲、北美等地设有 30 多家子公司，主营业务覆盖钢铁、化工、电子、汽车、建筑、造船、食品和医药等多个领域。可提供现场制备气体和储存气体相关设备业务。
	空气化工	主营业务为销售和服务空分气体、特种气体、气体设备等。主要产品为大宗气体与稀有气体。2016年10月，空气化工将服务于半导体制程行业的化合物特种气体业务剥离。
	昭和电工	主营业务涉及石油、化学、无机、铝金属、电子信息等多种领域。产品包括高纯四氟甲烷、三氟甲烷、二氟甲烷、六氟乙烷、三氯化硼、氯、溴化氢、六氟化硫、氨等。
国内	南大光电	主营业务为先进前驱体材料、电子特气、光刻胶及配套材料等三大关键半导体材料的研发、生产和销售。在电子特种气体领域，产品主要包括氢类和含氟电子特气。
	昊华科技	主营业务分为高端氟材料、电子化学品（含电子特种气体）、航空化工材料、工程及技术服务四大板块。在电子特种气体领域，产品主要为三氟化氮、四氟化碳、六氟化硫等。
	华特气体	主营业务以特种气体的研发、生产及销售为主；主要产品包括高纯六氟乙烷、高纯四氟化碳、高纯二氧化碳、高纯一氧化氮、高纯氨、高纯一氧化氮等。
	金宏气体	主营业务特种气体、大宗气体和天然气。主要特种气体产品超纯氨、氢气、氧化亚氮、氦气、混合气、医用气体、碳氟气体等。
	雅克科技	主营业务包括电子材料、液化天然气保温板材和阻燃剂，电子材料包括半导体前驱体材料/旋涂绝缘介质（SOD）、电子特种气体、半导体材料输送系统（LDS）、光刻胶和硅微粉等产品。

资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

国内外主要电子气体公司业绩情况



表：2021年国内外电子特种气体公司业绩对比（单位：亿元）

公司名称	营业收入	净利润	特气业务收入	公司市值（2023-3-17）	PE（2023）
国际：					
林德集团	2127	264	2127	11201.89	39.2
法国液化空气	1711	189	1608	5308.34	29.2
美国空气化工	713	145	694	4199.85	26.9
日本大阳日酸	424	29	412	545.49	16.3
国内：					
巨化股份	179.86	10.78	5.7	468	18.4
昊华科技	74.24	9.03	5.19	415.63	41.25
雅克科技	37.82	3.41	3.91	266.09	65.16
金宏气体	17.41	1.68	6.59	109.56	47.71
华特气体	13.47	1.29	7.97	102.28	51.11
南大光电	9.84	1.83	7.31	197.96	88.6
硅烷科技	7.21	0.76	6.49	44.38	23.45
凯美特气	6.68	1.38	-	93.26	61.28
派瑞特气	17.33	3.55	14.94	-	-

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理 注：国外公司财务数据采用3月17日汇率计算

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

5.2

国内主要气体公司

[返回目录](#)

- 苏州金宏气体股份有限公司成立于1999年，是国内重要的特种气体和大宗气体供应商，根据中国工业气体工业协会统计，2019-2021年销售额连续三年在协会的民营气体行业企业统计中名列第一。公司自主研发的部分超高纯气体，品质和技术已达到替代进口的水平，目前已建立品类丰富、布局合理、配送可靠的气体供应和服务网络，能够为电子半导体、医疗健康、节能环保、新材料、新能源、高端装备制造等行业客户提供特种气体、大宗气体和天然气三大类百余种气体产品，销售网点以华东地区为中心遍布全国各地。
- 2017年公司营业收入8.93亿元，到2021年增长至17.41亿元，CAGR为18.16%；2017年公司实现归母净利润0.79亿元，到2021年增长至1.67亿元，CAGR为20.58%。2022年前三季度，公司实现营业收入14.37亿元，同比+16.46%；实现归母净利润1.69亿元，同比34.47%。

图：近年来金宏气体营收及业绩情况



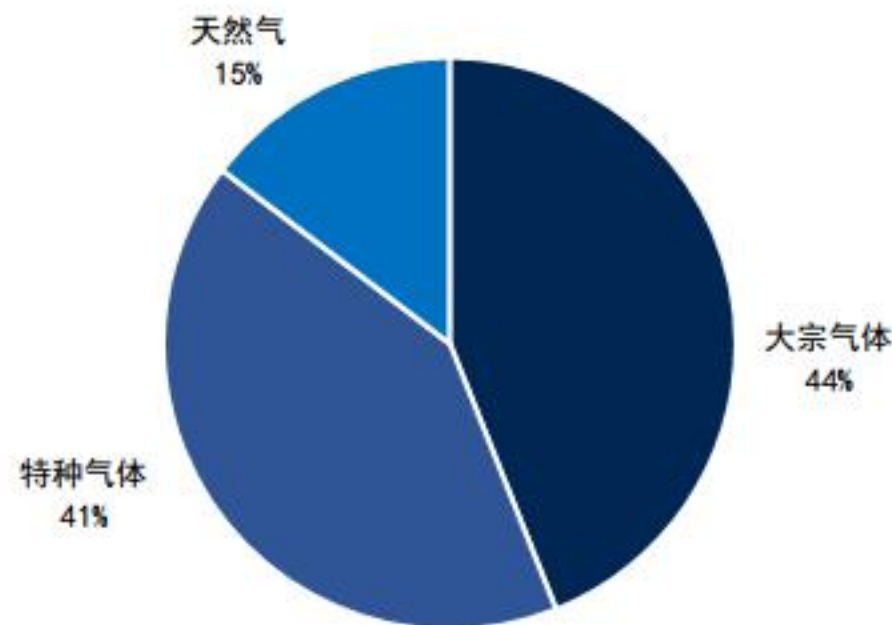
资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图：金宏气体主要产品产能及规划

主要厂区或项目	设计产能	产能利用率	在建产能	预计完工时间
超纯氨生产项目 (吨)	8500	98.13%	10000	2023年12月
氢气生产项目(千立方)	68600	55.02%	40000	2023年12月
二氧化碳充装项目 (吨)	251398.8	66.82%	12200	2023年12月

资料来源：金宏气体年报，国信证券经济研究所整理

图：金宏气体2021年营收构成



资料来源：金宏气体年报，国信证券经济研究所整理

华特气体公司简介

- 华特气体是一家致力于特种气体国产化，并率先打破极大规模集成电路、新型显示面板、高端装备制造、新能源等尖端领域气体材料进口制约的民族气体厂商。随着公司的持续研发，公司逐步实现了高纯六氟乙烷、高纯三氟甲烷、光刻气、高纯四氟化碳、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯八氟丙烷、高纯一氧化氮等近20多个产品的进口替代。
- 2017年公司实现营业收入7.87亿元，到2021年增长13.47亿元，CAGR为14.38%；同期归母净利润由0.49亿元增长至1.29亿元，CAGR为27.38%。2022年前三季度，公司实现营业收入14.03亿元，同比+41.01%；实现归母净利润1.86亿元，同比80.59%。

表：华特气体2022年1-9月份主要产品产销量数据

主要产品	产量 (吨)	销量 (吨)	产销率
特种气体-高纯六氟乙烷	388.67	337.65	86.87%
特种气体-高纯四氟化碳	293.79	310.49	105.69%
特种气体-光刻及其他混合气体	1912.26	1930.75	100.97%
特种气体-氢气	94.28	119.51	126.76%
特种气体-碳氧化合物	3495.80	3318.97	94.94%

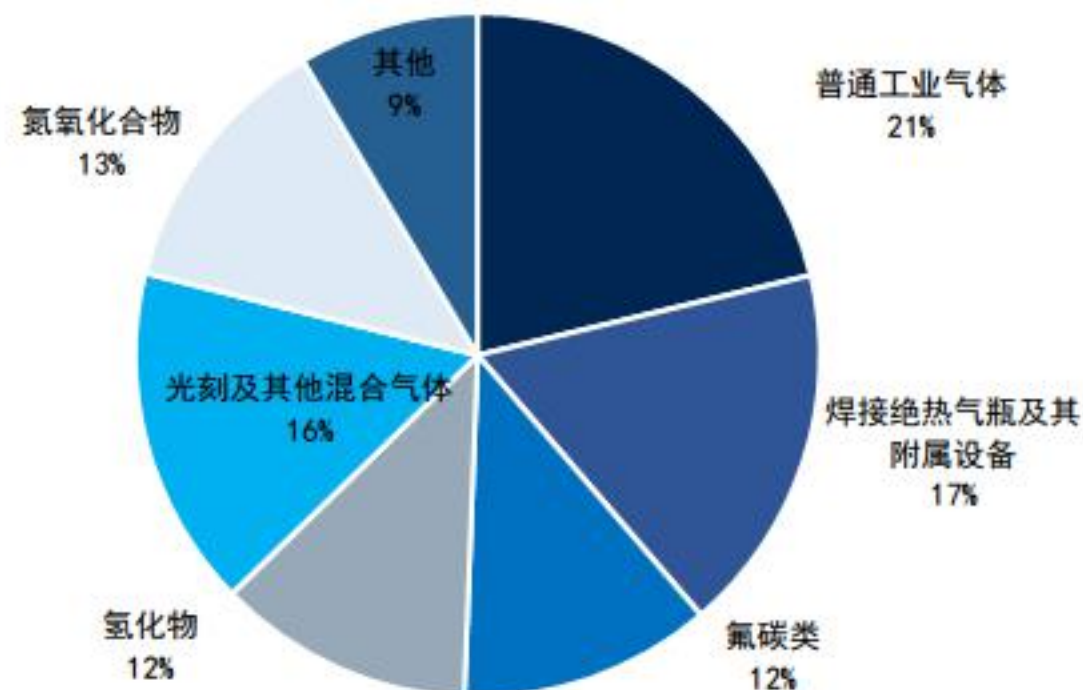
资料来源：华特气体募集说明书，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：近年来华特气体营收及业绩情况



图：华特气体2021年营收构成



资料来源：华特气体年报，国信证券经济研究所整理

凯美特气公司简介

◆ 凯美特气是国内以化工尾气为原料，年产能大的食品级液体二氧化碳生产企业。主营业务为以石油化工尾气(废气)、火炬气为原料生产干冰、液体二氧化碳、食品添加剂液体二氧化碳、食品添加剂氮气及其他工业气体生产及销售，塑料制品的生产及销售，仓储(不含危险爆炸物品)、租赁、货物运输主要从事干冰、食品添加剂液体二氧化碳及其他工业气体的研发、生产和销售业务，产品广泛应用于饮料、冶金、食品、烟草、石油、农业、化工、电子等多个领域。主要产品为液体二氧化碳(全部为食品级)和干冰(即固态二氧化碳)，公司的主要产品广泛应用于饮料、冶金、食品、烟草、石油、农业、化工、电子等多个领域。

图：凯美特气营收及归母净利润(亿元)



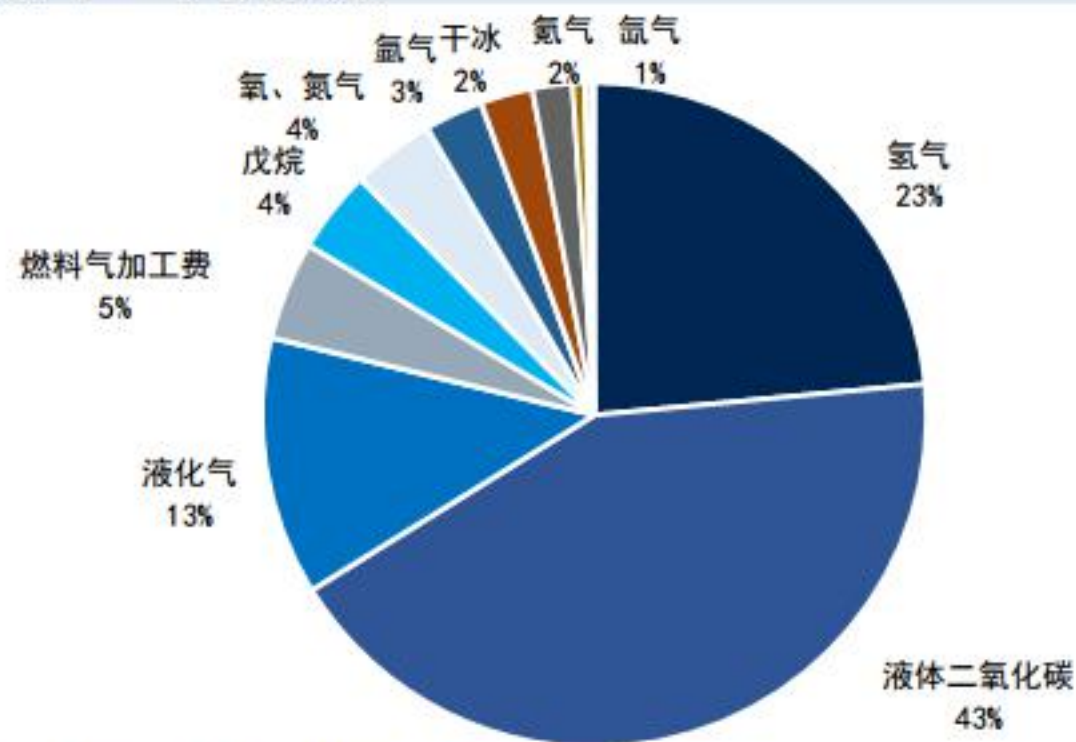
资料来源：wind、国信证券经济研究所整理

表：凯美特气主要产品产能及投产时间

类别	产能	项目状态	年产能(万Nm ³)
岳阳电子特种稀有气体项目	高纯二氧化碳	生产	36
	高纯一氧化碳	生产	2.5
	氮气(压缩的或液化的)	生产	1.175
	氩气(压缩的或液化的)	生产	0.09
	氮气(压缩的或液化的)	生产	14.4
	氮气(压缩的或液化的)	生产	14.4
	氮气(压缩的或液化的)	生产	6.8
	氩气(压缩的或液化的)	生产	14.4
	氩气	生产	14.4
	氟基激光混配气	生产	1.4
	氯化氢基激光混配气	生产	0.26
	动态混配气	生产	0.86
	郴州宜章电子特种气体项目	电子级氯化氢、电子级溴化氢、电子氟基混配气、五氟化级碘化氢、铈、电子级三氟化氢、电子级碳酰氟、电子级乙炔、氖气	项目备案完成，子公司完成工商注册
岳阳配套己内酰胺产业链装置尾气回收综合利用项目	在生产食品级二氧化碳的同时，利用原项目的贫氩氩液氧、粗氮氮氮气生产氮氩混合气、氖气、氦气等电子特气产品	子公司完成工商注册	
巴陵90000 Nm ³ 空分稀有气体回收项目	稀有气体氮、氩、氙、氪的原料气	在建，预计2023Q1 调试、Q2 投产	

资料来源：公司公告、国信证券经济研究所整理

图：凯美特气2021年营收构成

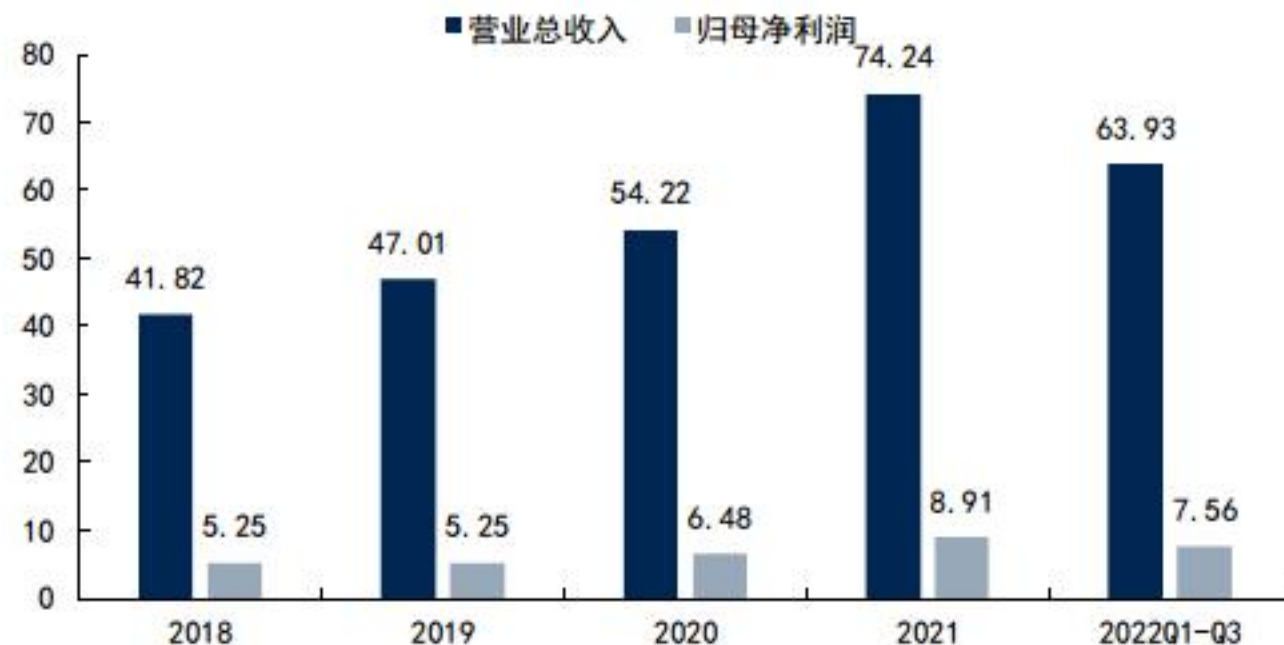


资料来源：wind、国信证券经济研究所整理

昊华科技公司简介

- ◆ 昊华科技的气体业务主要由昊华气体有限公司开展，隶属世界500强中国中化。昊华气体整合了黎明院氟化气体部分业务、光明院整体和西南院气体部分业务，集中气体研发、生产方面的优势，专门从事电子特气的研发、生产、销售和工程技术开发、检测服务。
- ◆ 身为国内特种气体行业内的技术先进企业，昊华气体有限公司拥有国家重要的特种气体研究生产基地，形成了具有自主知识产权的特种气体制备综合技术，拥有洛阳、大连、成都3个生产中心，大连、洛阳2个研发中心，大连、成都、洛阳(筹备中)3个检测中心和洛阳、大连、成都、武汉、浙江5个仓储/配气中心。

图：昊华科技营收及归母净利润（亿元）



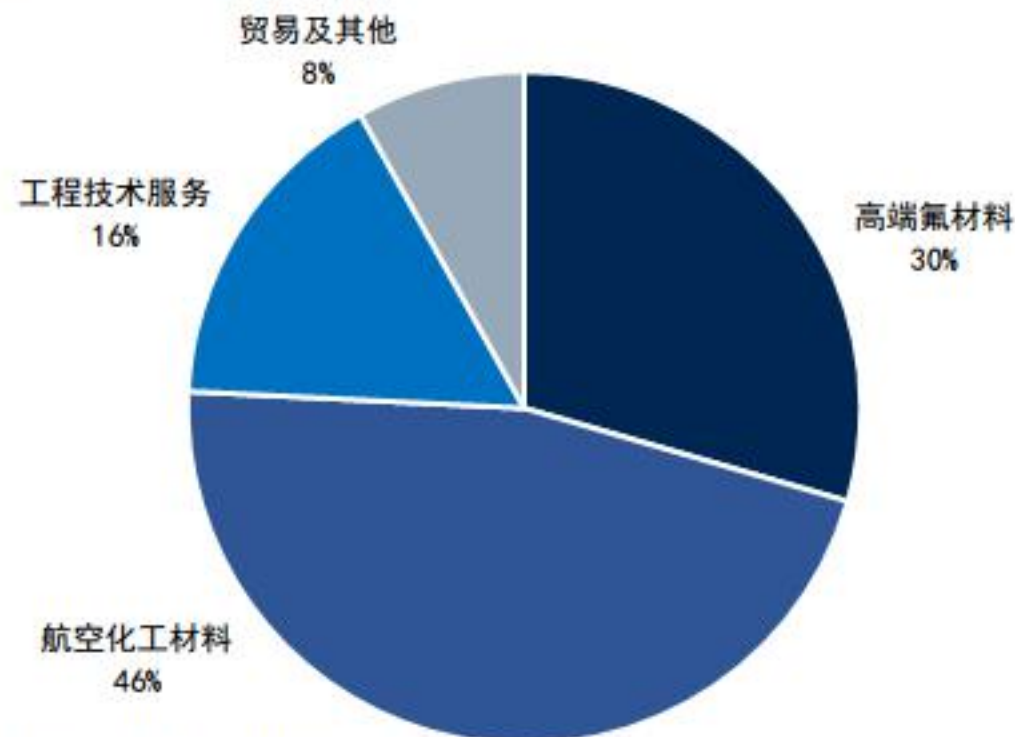
资料来源：wind、国信证券经济研究所整理

表：昊华科技主要产品产能及投产时间

业务板块	产品	现有产能（吨/年）	规划/在建产能（吨/年）	规划/在建产能投产时间
高端氟材	聚四氟乙烯树脂 (PTFE)	30000	18500	2024.12
	聚偏氟乙烯树脂 (PVDF)		2500	试生产
	八氟环丁烷料		500	2024.12
	聚全氟乙丙烯 (FEP)		6000	2024.12
电子气体产品	氟橡胶 (FKM)	1500		
		4000		
	三氟化氮	3500	1500	2022
	六氟化硫	2000		
	四氟化碳	200	1000	2022
	六氟化钨	100	600	2022
航空化工材料	光电子氨、电子级砷烷		1314	2022
	聚氨酯类新材料	15000	25000	2024.12
	密封型材（万件）	1660	3.2	2023.12
	轮胎（万条）	5	10	2024
碳减排业务	特种涂料	12000		
	钯催化剂		600	2025
	铜系催化剂		2100	2024
	镍系催化剂		1800	2024
	氢燃料电池催化剂		50	2024

资料来源：公司公告、国信证券经济研究所整理

图：昊华科技2021年营收构成



资料来源：wind、国信证券经济研究所整理

6

投资建议及风险提示

[返回目录](#)

- 在国际政治经济环境复杂多变、贸易摩擦不断升级的背景下，半导体行业自主可控的国产化替代发展之路势在必行。近年来我国先后推出了一系列产业政策，对集成电路及其配套产业链的发展予以重点推动支持，电子特种气体也列入了鼓励发展的战略新兴产业。经过多年追赶，国内电子特种气体企业在部分产品的生产上实现突破，成功进入集成电路制造产业链，初步具备了参与全球竞争的的实力。但是目前多数国内企业仍处于探索、布局阶段，大部分市场仍然被外资头部企业占据，进口依赖度高，关键核心技术受制于人，国产化水平亟待提升，国产替代市场空间广阔。需求端，5G、人工智能、云计算、ChatGPT等新一代信息技术的发展大幅增加了芯片、显示面板等硬件的需求，近年来国内晶圆厂处于密集扩产的周期，将有力带动上游原材料电子特气需求强劲增长。我们认为，国内电子特气企业在路线突破行业壁垒的同时，凭借本地化物流、仓储、服务等优势，在未来将具备较强的市场竞争力。
- **投资建议：**建议关注国内电子特气行业内初具产业规模的【金宏气体】、【华特气体】、【凯美特气】、【昊华科技】等公司。

一、宏观经济波动和下游行业周期波动的风险

近年来，集成电路、显示面板等下游行业持续稳定增长，带动了电子特种气体行业的快速发展。集成电路、显示面板等产业的未来发展趋势与国家宏观经济环境、经济发展速度、产业政策等密切相关，如果宏观经济环境出现波动、增速明显放缓以及近期境外集成电路相关政策或法案的发布可能造成下游行业周期波动不确定性加大，影响电子特气下游行业的景气程度，进而对行业内公司经营业绩造成不利影响。

二、市场竞争加剧的风险

电子特种气体行业正处于快速发展阶段，日益增长的市场需求吸引了诸多竞争者进入，虽然主要产品的市场容量较大且未来需求呈上升趋势，但是国内外公司纷纷布局电子特种气体领域，未来的市场竞争将更加激烈。若行业内公司无法正确把握市场动向、紧跟行业发展趋势，不能根据市场需求及时进行产能扩建、技术升级和产品创新，行业内公司的市场份额、经营业绩将会面临下降的风险。

三、主要原材料价格上涨的风险

生产电子特气的原材料主要包括化学品和金属材料两类，占成本的比重较大。受疫情、地缘政治等影响及原材料供应商自身上游资源价格波动等原因，上述原材料采购价格存在较大波动，尤其是2021年及2022年上半年电子特气行业内公司的钨粉、电解镍等原材料的采购价格有所上涨，增加了生产成本，如果上游原材料采购价格持续上涨且行业内公司不能改进工艺降低成本，将挤压行业内公司的利润空间，对盈利能力造成不利影响。

四、环保风险

电子特气生产时的电解氟化、化学合成过程中伴随少量“三废”排放。随着国家环境污染治理标准日趋提高，以及下游客户对供应商产品品质和环境治理要求的提高，行业内公司的环保治理成本将不断增加。如行业内公司不能保持并相应提高环保标准，严格执行环保相关制度，或环保设施出现故障，导致“三废”排放不达标、污染物外泄等，则可能受到环保部门处罚，进而对生产经营产生不利的影

国信证券投资评级		
类别	级别	定义
股票投资评级	买入	预计6个月内，股价表现优于市场指数20%以上
	增持	预计6个月内，股价表现优于市场指数10%-20%之间
	中性	预计6个月内，股价表现介于市场指数±10%之间
	卖出	预计6个月内，股价表现弱于市场指数10%以上
行业投资评级	超配	预计6个月内，行业指数表现优于市场指数10%以上
	中性	预计6个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
	低配	预计6个月内，行业指数表现弱于市场指数10%以上

分析师承诺

作者保证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理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或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并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部、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所提及的意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。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。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本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，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布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。



国信证券
GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032