

含氟半导体化学品行业分析框架

行业研究 · 专题报告 精细化工 · 半导体化工材料

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

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

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

联系人：余双雨
021-60375485
yushuangyu@guosen.com.cn
S0980123040104

◆ **电子特气：**电子特气在全球晶圆制造材料细分市场中占比约15%，是第三大晶圆制造材料。我国电子特气市场规模约196亿元，2025年达到316.6亿元，2016-2025年CAGR为14.2%。电子特气行业规模的高增速主要系国家政策大力支持与下游行业需求旺盛所致。我国应用于集成电路的电子特气占比约为43%，显示面板、LED、光伏占比分别为21%、13%与6%。此外，ChatGPT及AIGC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，而近年来国内晶圆厂也处于密集扩产的周期，以上诸多因素均会有力带动上游原材料电子特气需求强劲增长。目前，国内电子特气自给率不足15%，但在部分技术上已实现突破。此前制约国内电子特气企业发展的主要因素是认证壁垒和市场壁垒，而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。未来，凭借产能扩张速度快、人工及原材料成本低等本土化优势，国产电子特气的渗透率将不断提升。

◆ **湿电子化学品：**中国电子材料行业协会数据显示，2021年度，全球湿电子化学品使用总量达到458.3万吨，未来全球湿化学品需求增长的主要驱动力来源于多座晶圆厂的建成投产及OLED面板产业的发展，预计到2025年全球湿电子化学品总需求量则将达到697.2万吨。目前全球湿电子化学品市场中欧美传统老牌企业市场份额约为31%，日本企业市场份额约为29%，韩国、中国的市场份额合计约为39%。近年来，国内湿电子化学品企业的生产能力、技术水平及市场规模都得到快速发展，替代欧美、日本同类产品趋势明显。主要产品电子级氢氟酸方面，国内在建及规划的电子级氢氟酸产能较大，但主要为低等级产品，目前国内能够生产UPSSS级（G5级）电子氢氟酸的企业仅5家左右。

◆ **氟化液：**AIGC及ChatGPT算力液冷服务器进入起步阶段，半导体氟化液清洗剂国产化进程空间广阔。氟化液液冷方面，据我们测算，40kW/柜的机柜单台需氟化液用量约500L。据“大话IDC”测算，液冷服务器迈入规模应用的时间是2026~2027年。从性能上看，氟化冷却液是目前较适合用于数据中心液冷系统的冷却液，浸没式液冷数据中心的加速扩张有望同步带动冷却液（尤其是氟化液）的需求。除冷却液外，氟化液还可用于半导体清洗剂、作为半导体蚀刻工艺中晶圆表面控温的关键供应链原料等。我们认为，电子氟化液中长期国产替代空间广阔，叠加受益于3M计划于2025年全面退出PFAS业务，我国氟化液企业将迎来广阔市场机会。

◆ **行业相关标的：**1) 电子特气：【华特气体】、【金宏气体】、【昊华科技】、【凯美特气】、【中船特气】。2) 湿电子化学品：【巨化股份】、【兴发集团】、【多氟多】、【新宙邦】。3) 氟化液：【巨化股份】、【永和股份】、【新宙邦】。

◆ **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。

- 1** 含氟特种气体行业格局梳理
- 1.1 电子气体及电子特气行业发展概况
- 1.2 电子特气：行业壁垒颇高，国产替代加速
- 1.3 国产替代+新需求放量拉动电子特气需求
- 1.4 主要含氟电子特气产品行业格局梳理
- 1.5 全球电子特气行业竞争格局
- 2** 含氟湿电子化学品行业格局梳理
- 2.1 电子级氢氟酸行业格局梳理

- 3** 氟化液市场前景梳理
- 3.1 氟化液：重要的半导体清洗剂/冷却液
- 3.2 氟化液浸没式冷却液技术
- 3.3 氟化液是理想的冷却液
- 4** 相关上市公司简介
- 末页** 风险提示

1

含氟特种气体行业格局梳理

[返回目录](#)

1.1

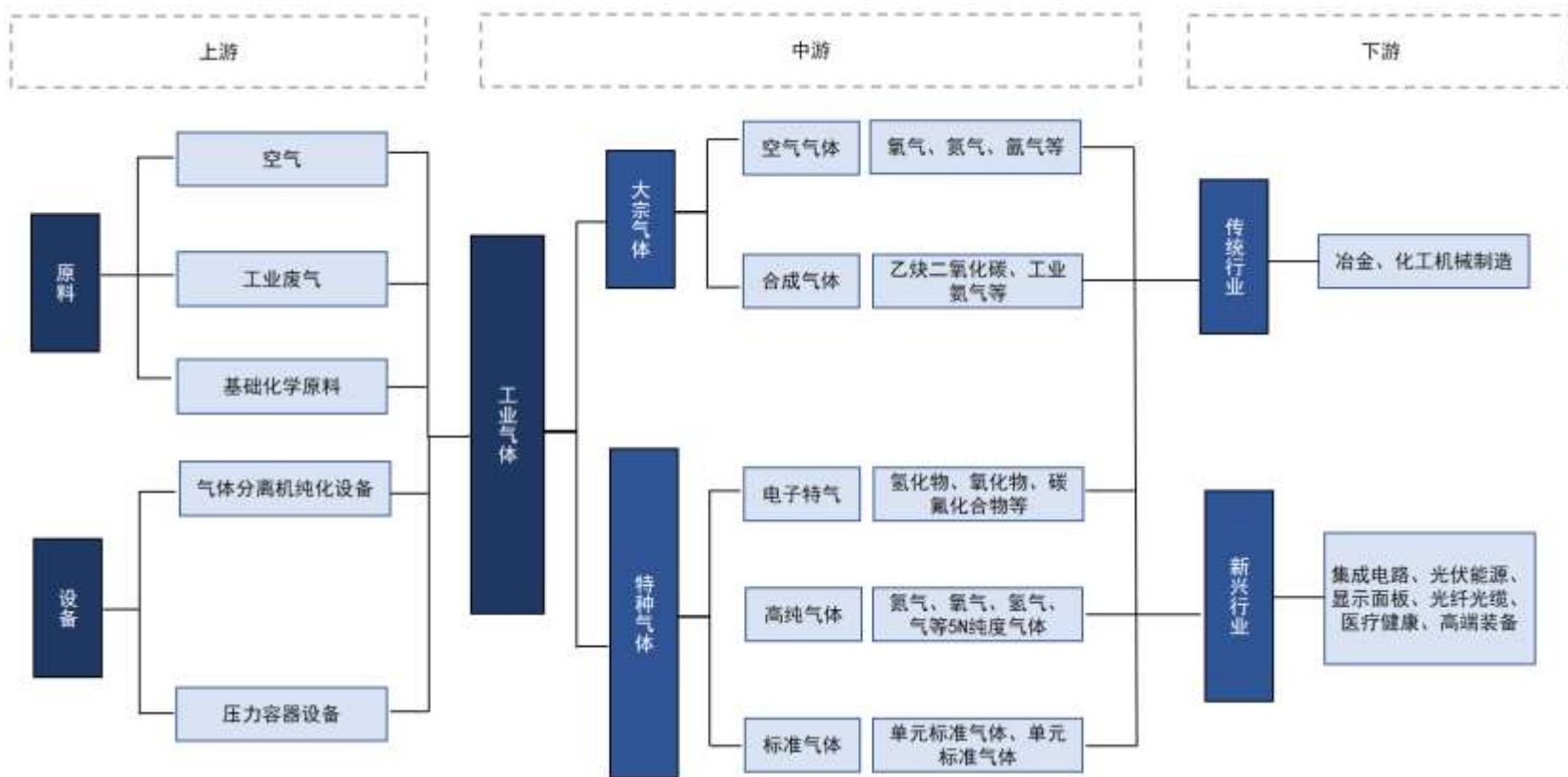
电子气体及电子特气行业发展概况

[返回目录](#)

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”，包括电子特种气体和电子大宗气体。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。电子大宗气体主要指满足半导体领域要求的高纯度和超高纯度大宗气体，包括氮气、氧气、氩气和压缩空气等，在半导体制程中用量大且覆盖85%以上环节的应用，主要用作环境气、保护气等。
- 电子气体在集成电路生产中主要用于蚀刻和掺杂，是集成电路制造的血液。集成电路中用于刻蚀和掺杂的电子气体比例最高，分别占比36%和34%，一方面电子气体是当前刻蚀环节中的主要刻蚀剂；另一方面电子气体作为主要掺杂剂，在掺杂环节中为其提供掺杂元素。

图：电子气体产业链



资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

国家政策大力鼓励电子气体产业的发展



◆ 电子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，并且对于电子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》	将起高纯度氦气等外延材料、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

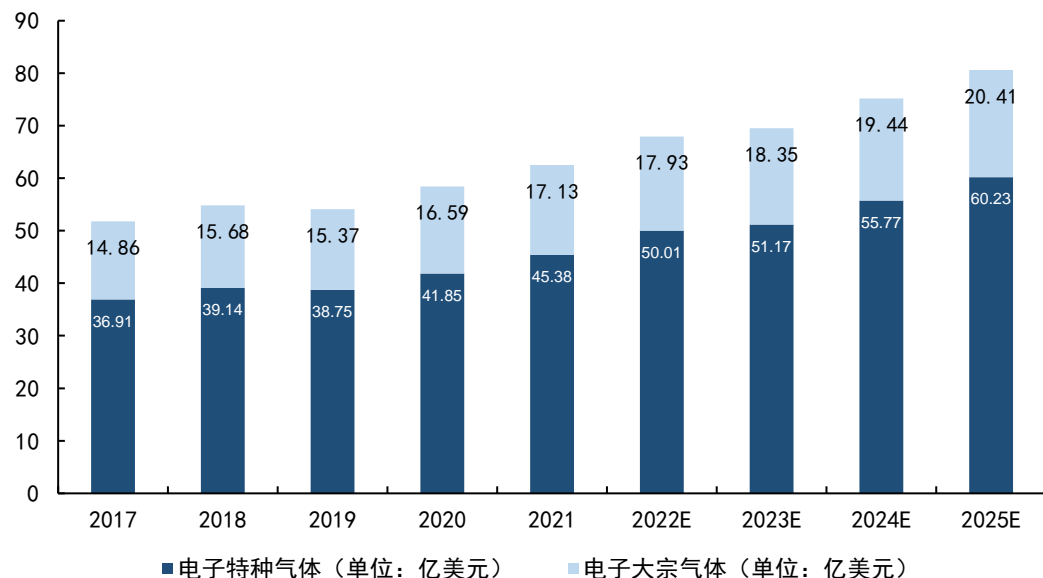
资料来源：国家发改委、科技部、工信部、财政部等官网， 国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

电子气体：市场规模持续扩大，电子特气市场发展迅猛

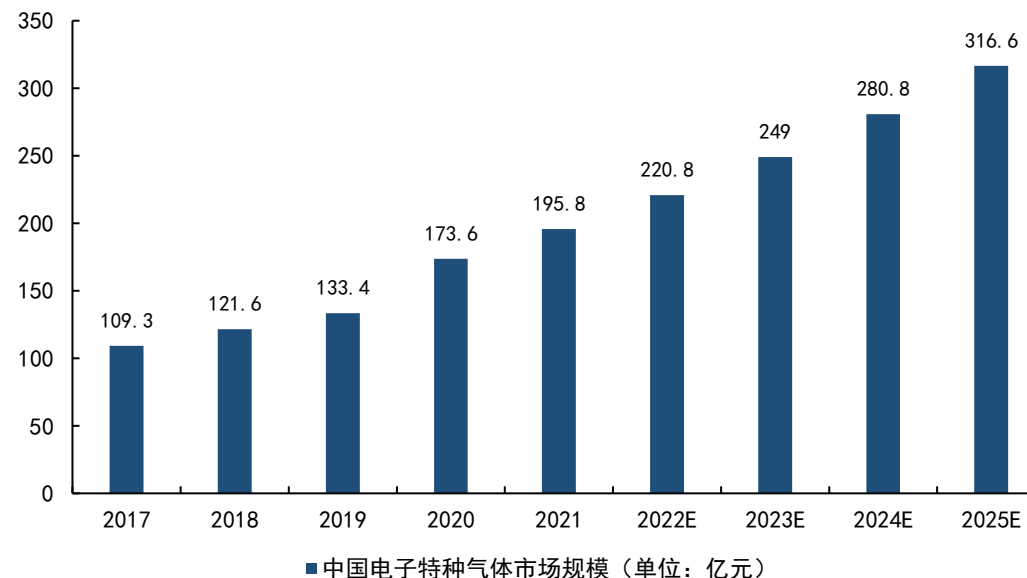
- 根据TECHCET数据，全球电子气体市场规模由2017年的51.77亿美元增长至2020年的58.44亿美元，预计2025年全球电子气体市场规模将超过80亿美元；全球电子特种气体市场规模由2017年的36.91亿美元增长至2020年的41.85亿美元，预计2025年全球电子特种气体市场规模将超过60亿美元。
- 随着全球半导体产业链向国内转移，我国电子气体尤其电子特种气体市场规模快速增加。根据中国半导体工业协会数据，我国电子特种气体市场规模由2017年的109.30亿元增长至2020年的173.60亿元，预计2025年将增长至316.60亿元，2020年至2025年的年均复合增长率将达12.77%。

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

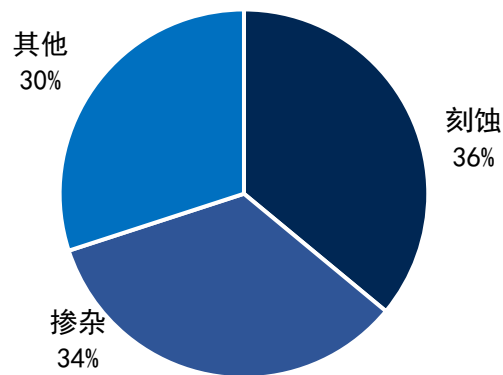


资料来源: 中国半导体工业协会, 国信证券经济研究所整理

电子特气：电子气体中的明珠，第三大晶圆制造材料

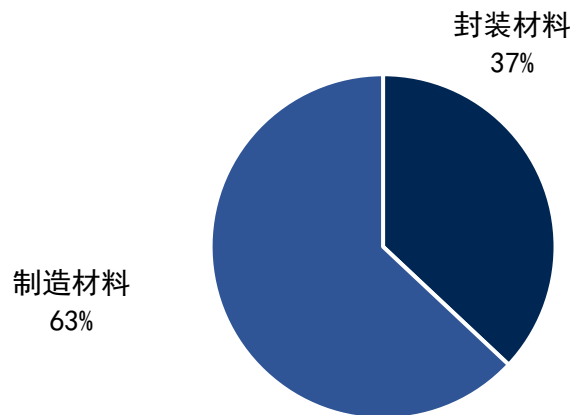
- 半导体材料可分为晶圆制造材料和封装材料，制造超材料销售额占比超六成。其中，晶圆制造材料是制造硅晶圆半导体、SiC等化合物半导体过程中所需的各种材料，主要包括硅片、光刻胶、电子特气、掩膜版、纯及高纯试剂、CMP抛光液、溅射靶等。封装材料是对制造出来的芯片进行封装和切割过程中使用的材料，主要包括引线框架、芯片键合膜、键合线、缝纫线、环氧薄膜塑料、封装基板、陶瓷封装材料和环氧薄膜塑料等。
- 电子特气是第三大晶圆制造材料，占比约15%。据SEMI数据，2021年全球半导体材料销售额约为643亿美元，其中晶圆制造材料销售额为404亿美元，占比63%；2021年封装材料销售额为239亿元，占比37%。2021年晶圆制造材料细分市场中，电子特气占比15%，是第三大晶圆制造材料。

图：集成电路中电子气体细分应用占比



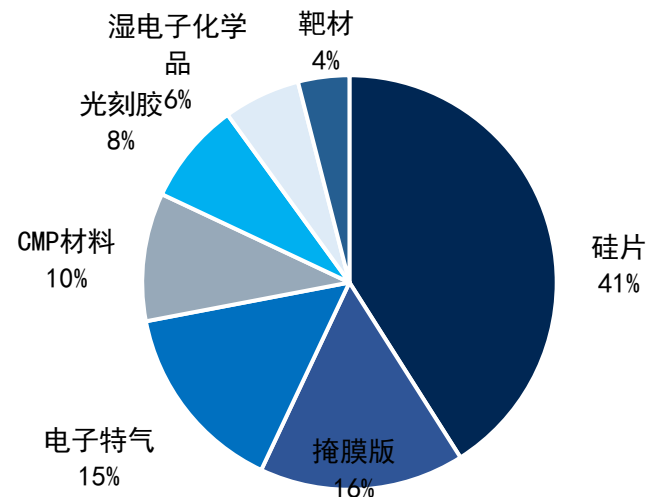
资料来源：亿渡数据，国信证券经济研究所整理

图：2021年半导体材料市场中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

电子特气：集成电路、显示面板等行业必需的支撑性材料

- 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，主要包含氨气、氦气、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：电子特种气体下游应用领域



资料来源：金宏气体招股说明书，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

表：电子气体分类

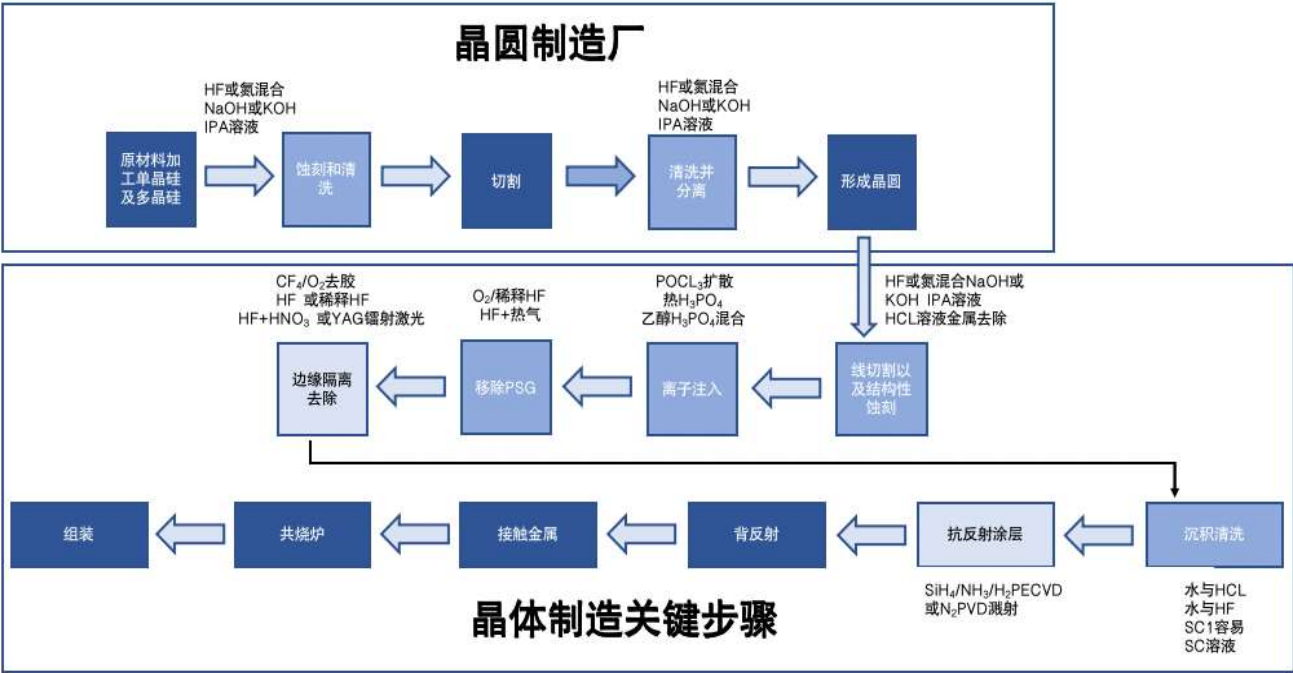
类别	用途	主要产品
电子特种气体	化学气相沉积（CVD）	氨气、氦气、氧化亚氮、TEOS（正硅酸乙酯）、TEB（硼酸三乙酯）、TEPO（磷酸三乙酯）、磷化氢、三氟化氯、二氯硅烷、氟化氮、硅烷、六氟化钨、六氟乙烷、四氯化钛、甲烷等
	离子注入	氟化砷、三氟化磷、磷化氢、三氟化硼、三氯化硼四氯化硅、六氟化硫、氙气等
	光刻胶印刷	氟气、氦气、氩气、氖气等
	扩散	氢气、三氯氧磷等
	蚀刻	氨气、四氟化碳、八氟环丁烷、八氟环戊烯、三氟甲烷、二氟甲烷、氯气、溴化氢、三氯化硼、六氟化硫、一氧化碳等
电子大宗气体	掺杂	含硼、磷、砷等三族及五族原子之气体，如三氯化硼、乙硼烷、三氟化硼、磷化氢、砷化氢等
	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

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。
- 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、掺杂等环节等。
- 三氟化氮（ NF_3 ）、硅烷（ SiH_4 ）和氨气（ NH_3 ）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



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、三氯化磷、磷化氢、三氯化硼、三氯化硼、四氯化硅、六氟化硫、氙气等
	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、氯气、溴化氢、三氯化硼、六氟化硫等
晶体硅电池片	掺杂	含硼、磷、砷等三族及五族原子气体，如三氯化硼、乙硼烷、三氯化硼磷化氢、砷化氢等
	扩散	三氯氧磷、氧气
	刻蚀	四氟化碳
薄膜电池片	减反射膜 (PECVD)	硅烷、氢气
	LPCVD 沉积制造	二甲基锌、乙硼烷
TFT-LCD	PECVD 沉积	硅烷、磷化氢、氢气、甲烷、三氟化氮
	化学气相沉积 (CVD)	硅烷、三氟化氮、笑气、氢气、磷烷混氢、氨气
AMOLED	干刻蚀 (DryEtch)	氯气、三氟甲烷、六氟化硫
	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)	氯气、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、氙气、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、三氯化硼

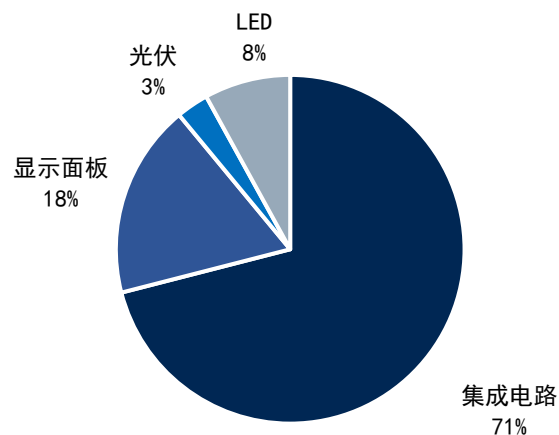
资料来源：林德集团官网，国信证券经济研究所整理

资料来源：《科学技术创新》，国信证券经济研究所整理

全球电子特种气体主要应用于集成电路行业

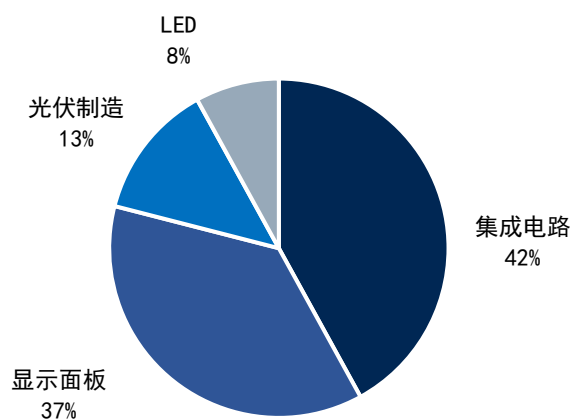
- 全球电子特种气体应用于集成电路行业，我国下游需求结构存在改善空间。据派瑞特气招股说明书及前瞻产业研究院数据，从全球来看，电子特种气体应用于集成电路行业的需求占市场总需求的71%，应用于显示面板行业的需求占市场总需求的18%；从我国来看，电子特种气体应用于集成电路行业的需求占市场总需求的42%，应用于显示面板行业的需求占市场总需求的37%。我国集成电路行业电子特种气体的需求相对较低，主要因为我国的集成电路产业技术水平和产业规模与世界先进国家和地区还存在一定差距，而显示面板产业经过多年持续发展，我国已成为全球最大的产业基地。

图：全球电子特种气体下游需求占比



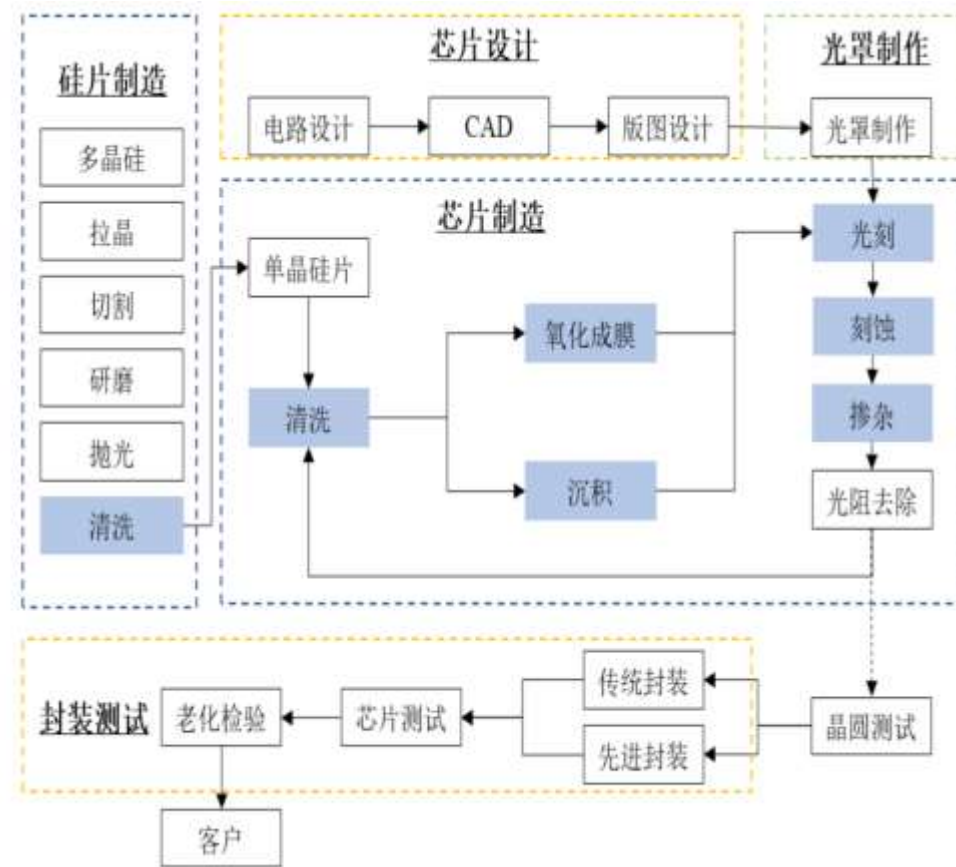
资料来源：派瑞特气招股说明书、前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

图：我国电子特种气体下游需求占比



资料来源：派瑞特气招股说明书、前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

图：电子特种气体在集成电路工艺中的应用

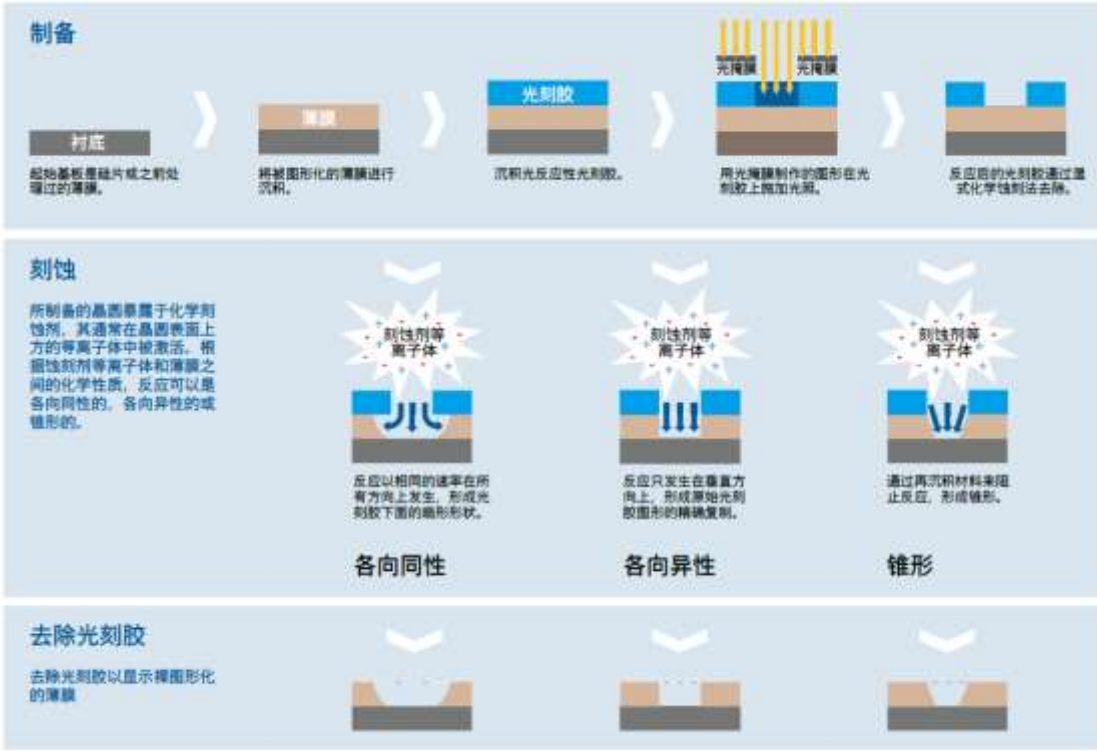


资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理
注：蓝色实体部分为集成电路工艺流程中的使用电子特种气体的环节。

赋能电子制造：刻蚀工艺依赖于特种电子气体

- 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。
- 刻蚀工艺依赖于特种电子气体。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。

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	$\text{CF}_4/\text{C}_2\text{F}_6/\text{SF}_6/\text{HBr}/\text{Cl}_2$
二氧化硅/氮化硅	$\text{SF}_4/\text{CF}_4/\text{CHF}_3/\text{NF}_3/\text{CH}_2$
钛	Cl_2/CF_4
铝	$\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{HBr}$
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

1.2

电子特气：行业壁垒颇高，国产替代加速

[返回目录](#)

电子特气产业存在技术壁垒、认证壁垒、市场壁垒等诸多行业壁垒



- ◆ **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，晶圆产能向中国市场倾斜，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。目前我国仅部分电子特气具备自主供应能力，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：如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，**集成电路市场中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。

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)	$< 100\times10^{-6}$	晶体管或晶闸管
高纯气	$\geq 99.999\%$ (5N)	$< 10\times10^{-6}$	大规模集成电路和特殊器件、太阳能电池、光纤等
	$\geq 99.9999\%$ (6N)	$< 1\times10^{-6}$	
超纯气	$\geq 99.99999\%$ (7N)	$< 0.1\times10^{-6}$	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
	$\geq 99.999999\%$ (8N)	$< 0.01\times10^{-6}$	
	$\geq 99.9999999\%$ (9N)	$< 0.001\times10^{-6}$	

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

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：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、高纯一氧化二氯等	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、氦、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

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。

图：工业气体供应模式



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
和远气体	发展科技储备资金-新生产基地	2019	/	3.78
	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

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

1.3

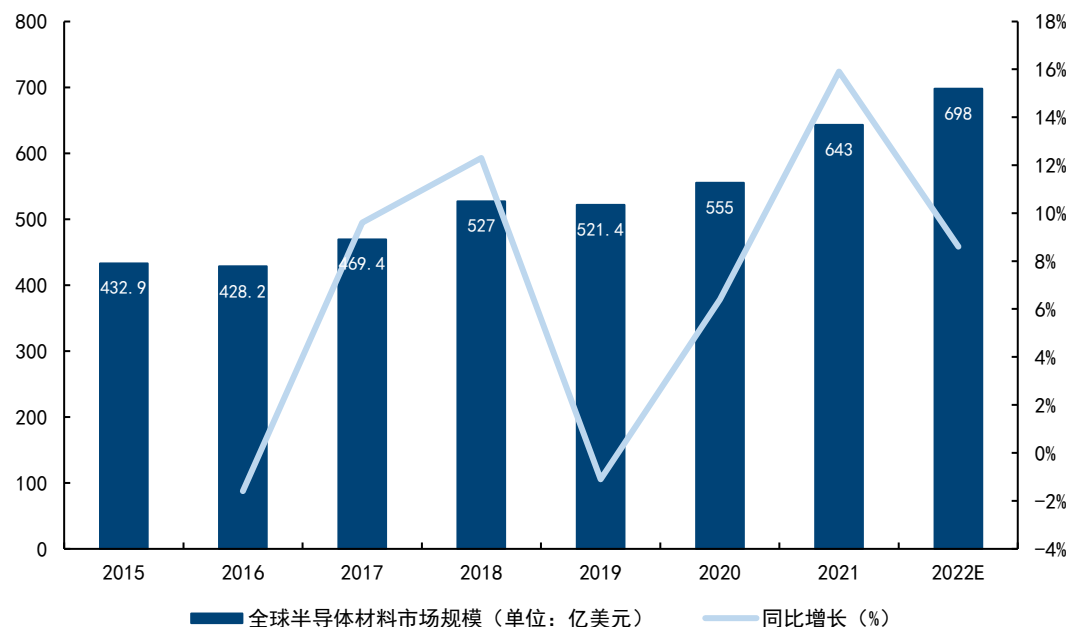
需求端：国产替代+新需求放量拉动电子特气需求

[返回目录](#)

全球半导体材料行业市场规模稳步上升

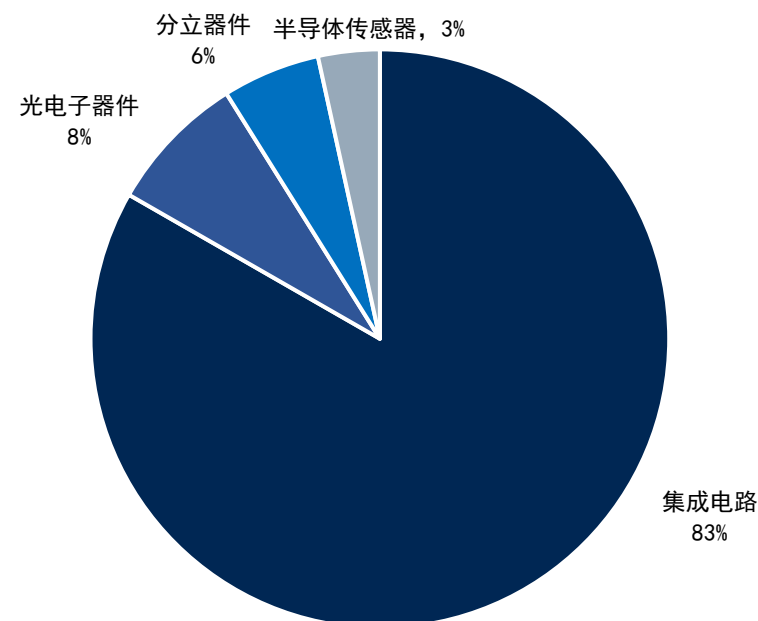
- 全球半导体材料行业市场规模呈现出稳步上升趋势，半导体材料是半导体产业链中的重要一环。根据SEMI数据，2020年全球半导体材料行业市场规模为555亿美元，2021年增长至643亿美元，同比增长15.86%。近两年，受益于5G和新能源行业的迅速发展，半导体产业市场需求大幅提升，半导体材料市场规模快速上升。
- 从半导体细分领域来看，集成电路一直是半导体行业的主要细分领域。2021年全球集成电路市场规模达到4630.02亿美元，同比增长28.2%，占全球半导体市场规模的83.29%；全球光电子器件、分立器件、传感器市场规模分别为434.04、303.37、191.49亿美元，占比分别为7.81%、5.46%、3.44%。

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）

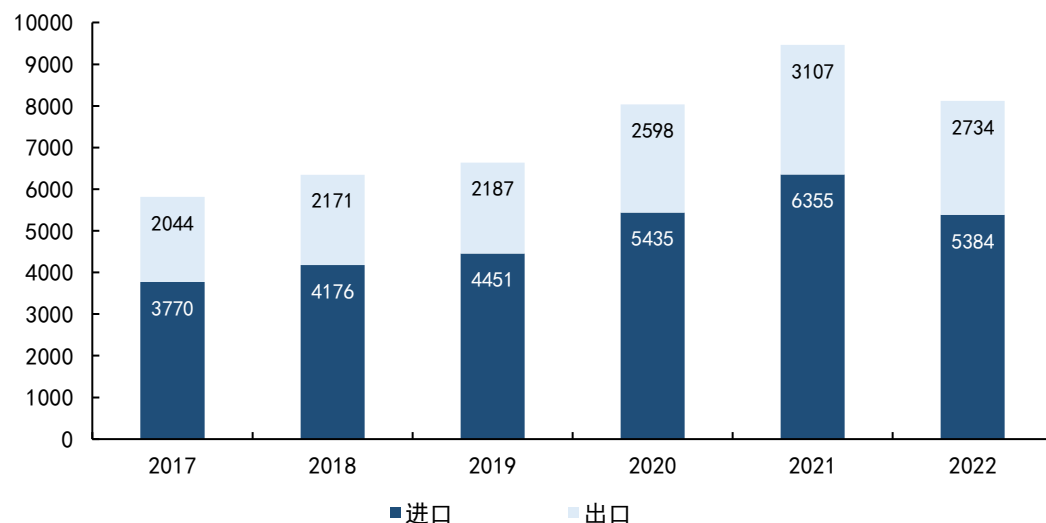


资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

我国集成电路高度依赖进口，国产替代空间巨大

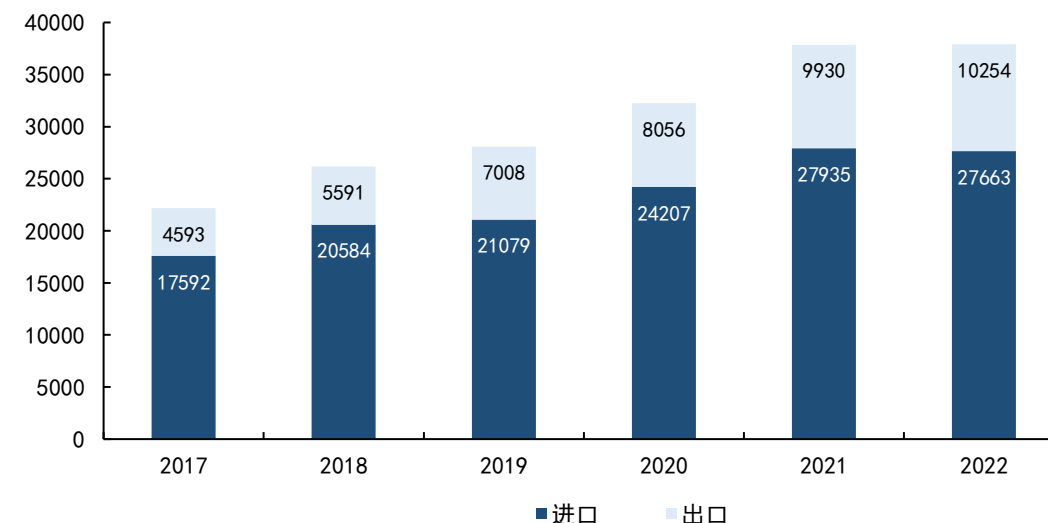
- **中国集成电路仍以进口为主，国产替代空间巨大。**根据国家统计局公告，2022年中国集成电路进口量为5384亿个，同比下降15.3%，进口金额为27663亿元，同比下降0.9%；出口数量总额2734亿块，同比下降12%，贸易逆差2650亿块，同比下降18.4%。2017-2022年进口数量总额29571亿块，出口数量14841亿块，贸易逆差14730亿块。2017-2021年我国集成电路进口数量及金额逐年增长，进口规模远超出口规模，总体仍高度依赖进口。
- **中国集成电路必将走上独立自主创新之路，国产替代周期将缩短。**美国BIS于2022年10月7日出台管制新规，管制措施适用于将美国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独立自主创新之路，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：国家统计局、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：亿元）

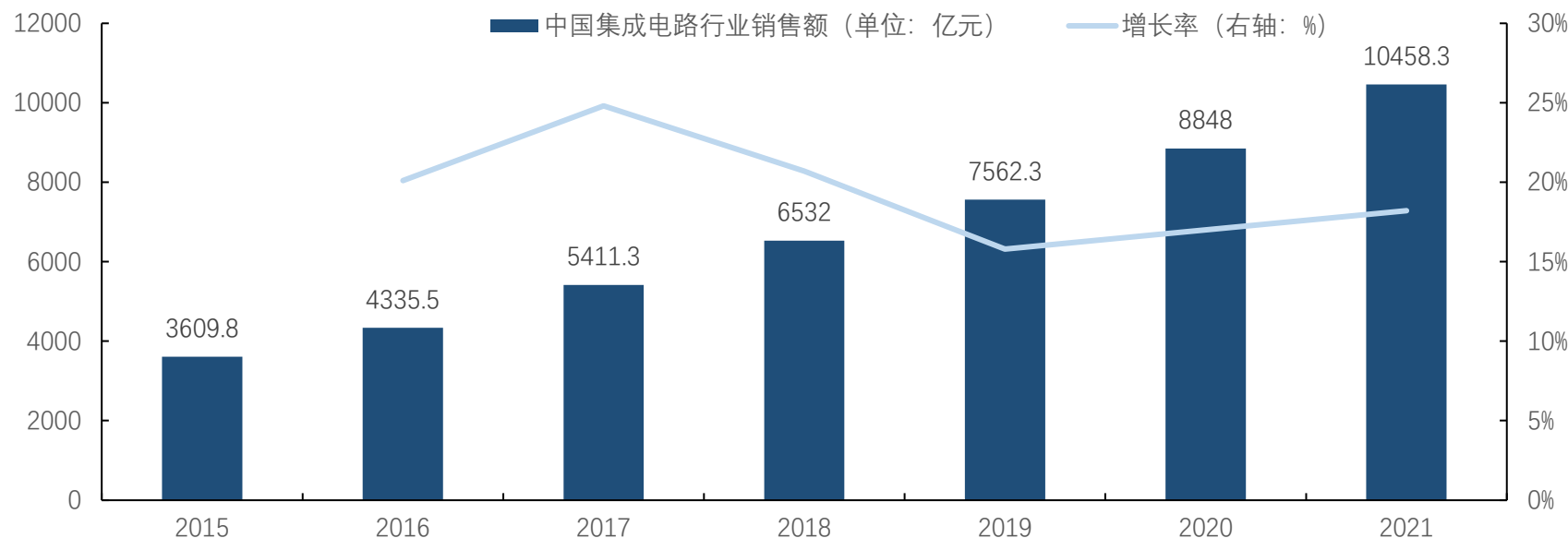


资料来源：国家统计局、国信证券经济研究所整理

我国集成电路市场规模增速较快

- 电子气体是集成电路、显示面板、光伏能源等半导体行业生产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。
- **我国集成电路市场规模增长迅速。**据中国半导体行业协会数据，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。

图：中国集成电路行业销售额

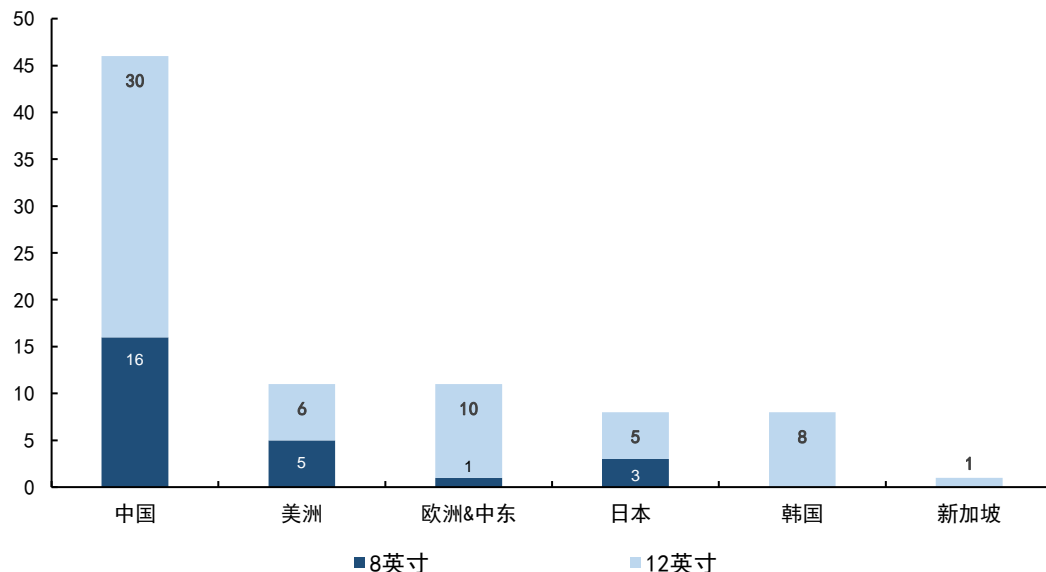


资料来源：中国半导体行业协会，国信证券经济研究所整理

晶圆厂扩产加速，推动原材料需求上升

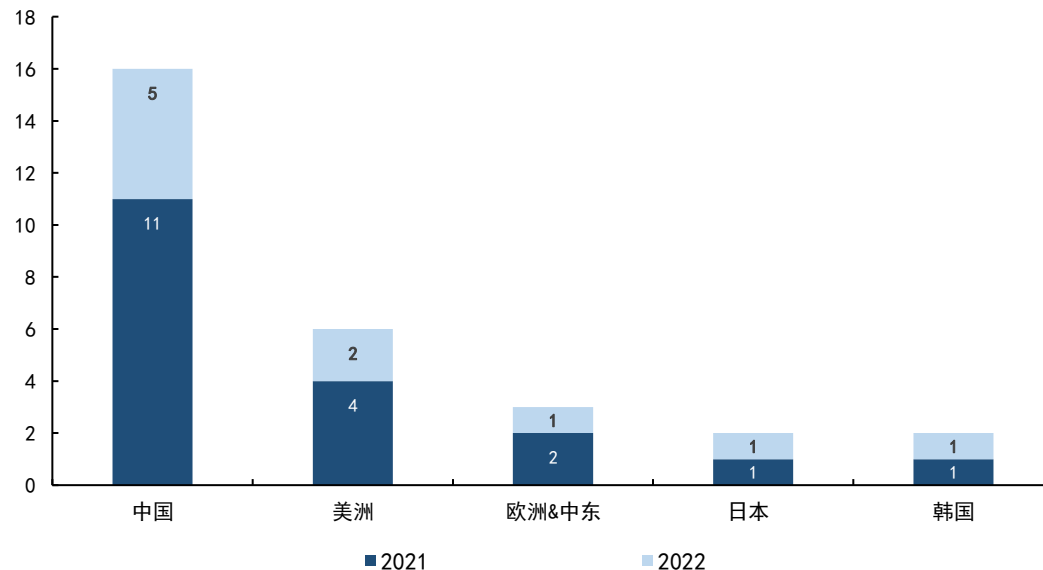
- 受益于晶圆厂的新增和新建，材料需求将逐步上升。根据SEMI数据，2020年至2024年间将有众多晶圆厂投产，包括25座8英寸晶圆厂和60座12英寸晶圆厂，其中中国是新增数量最多的国家。
- 中国新增16座8英寸和30座12英寸晶圆厂，新增数量远超其他国家。新建8英寸晶圆厂方面，2021-2022年中国新建数量分别为11座和5座，新建数量远远超过其他国家和地区。预计2024年中国国内的12英寸晶圆厂市场份额上升至20%，相较于2015年增长12%，产能达到150万片/月。
- 晶圆厂的扩产将刺激上游半导体材料行业的市场需求。根据IC insights预计，2022年全球新投产10座12英寸晶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

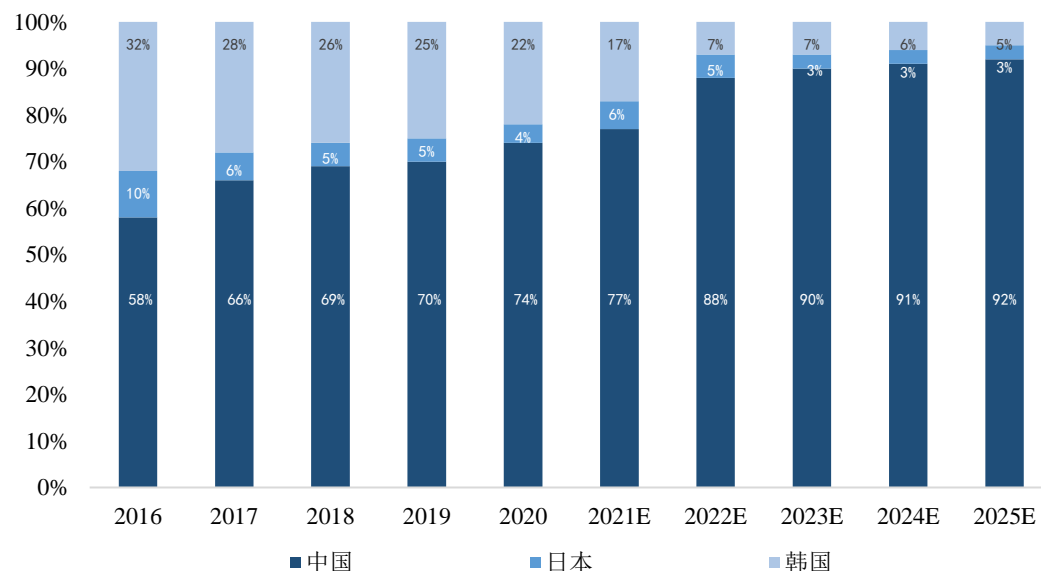


资料来源：SEMI，国信证券经济研究所整理

显示面板领域具备稳定增长空间

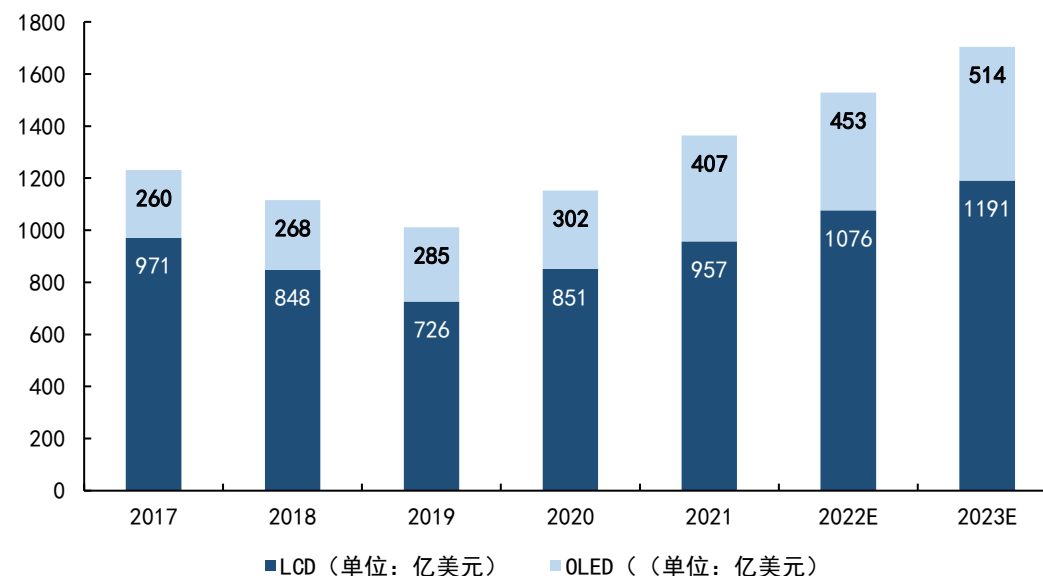
- 在显示面板领域，随着中国显示面板行业不断发展，全球显示面板产能逐渐向国内转移。根据DSCC统计数据，2019年中国显示面板产能全球市场份额约70%，2020年约占74%，预计在2025年产能占比将达到92%。2019年我国显示面板市场规模达1740.7亿元，随着国内市场面板出货量稳定提升以及OLED面板渗透率的进一步提高，未来面板行业仍具备稳定的增长空间。
- 近年来全球半导体显示面板产业平稳发展，市场前景广阔。受益于下游电视、显示器、笔记本电脑、平板电脑、手机等消费类电子产品以及商显、车载、工控、医疗等专显产品庞大需求的推动，据中商产业研究院数据，2021年全球半导体显示面板产业产值达1367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



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

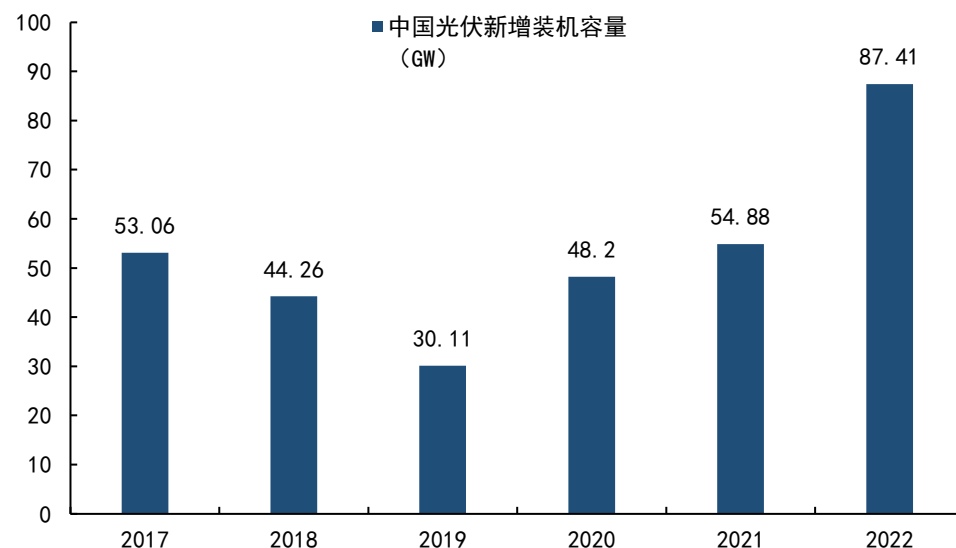


资料来源：中商产业研究院，国信证券经济研究所整理

光伏装机量攀升，将带动电子特气需求量提升

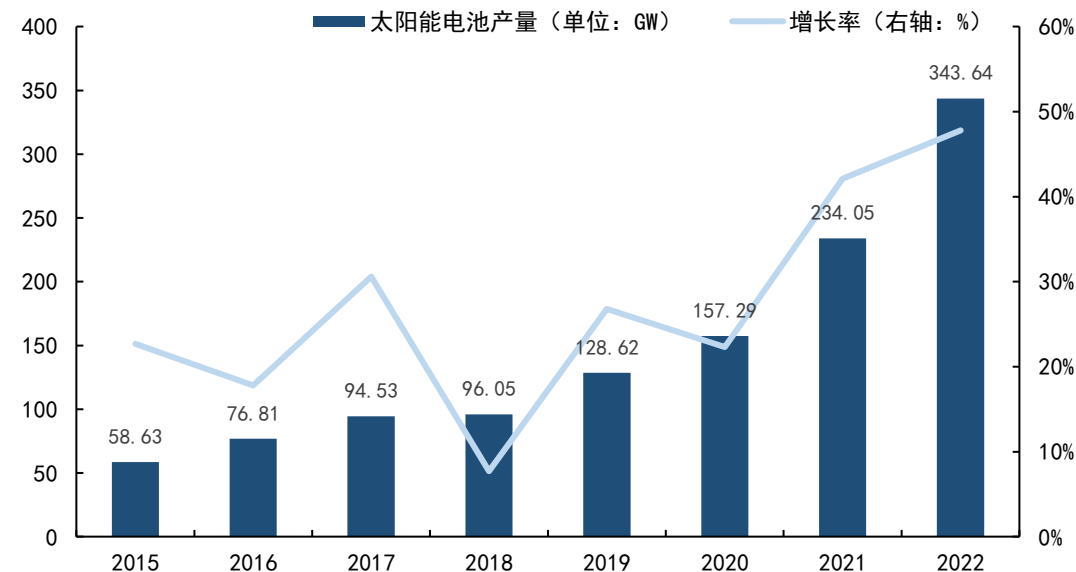
- 我国重点支持光伏电池行业发展，为了推动光伏电池行业全面、协调、可持续健康发展，政府出台了多项规范性与鼓励性政策，如《“十四五”现代能源体系规划》《“十四五”工业绿色发展规划》等，未来国家产业政策的支持将会不断推动光伏电池行业的进步。
- 我国光伏发电市场储备规模较强，光伏产业规模稳步增长，光伏新增装机容量一直居全球首位，光伏迎来广阔的成长空间。据国家能源局数据，2022年我国光伏新增装机容量达87.41GW，同比增长59.27%。光伏新增装机容量的持续增长将为光伏电池行业提供广阔发展空间。在太阳能电池领域，根据国家统计局数据，2022年，我国太阳能电池产量343.64GW，同比增长46.8%。据亿渡数据，2021年光伏在电子特气下游应用领域中占比为6%，在全球光伏装机容量快速增长的背景下，其对电子特气的需求量也将会持续增长。

图：中国光伏新增装机容量



资料来源：国家能源局，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，国信证券经济研究所整理

ChatGPT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 $173.3\text{亿} \times 2 \times 3000\text{亿} / (20\% \times 24\text{小时} \times 3600\text{秒}) = 601.75\text{PetaFLOP/S}$ ，由于访问流量存在峰值，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NVMESSD快两倍

资料来源：NVIDIA英伟达官网、国信证券经济研究所整理

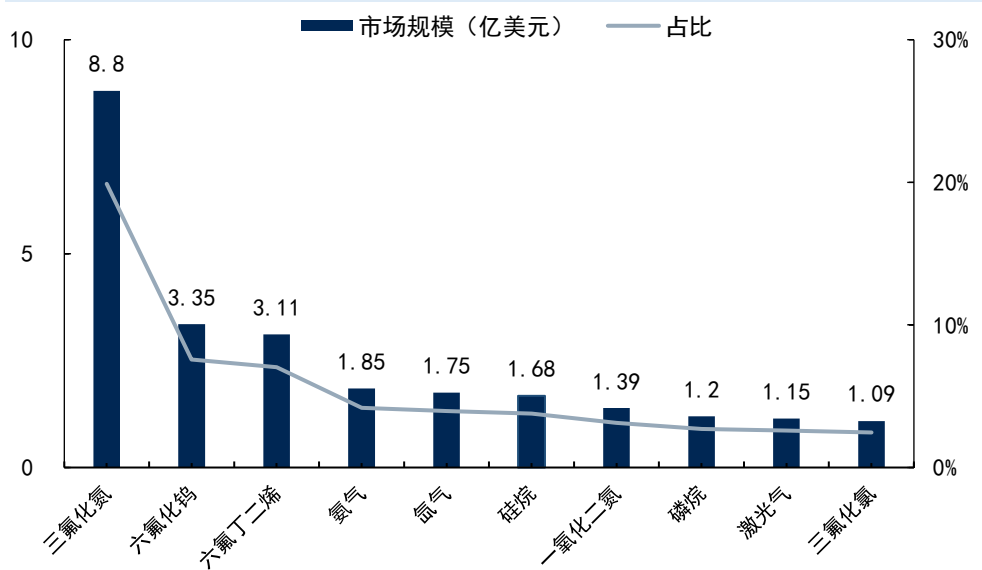
1.4

主要含氟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

1.4.1

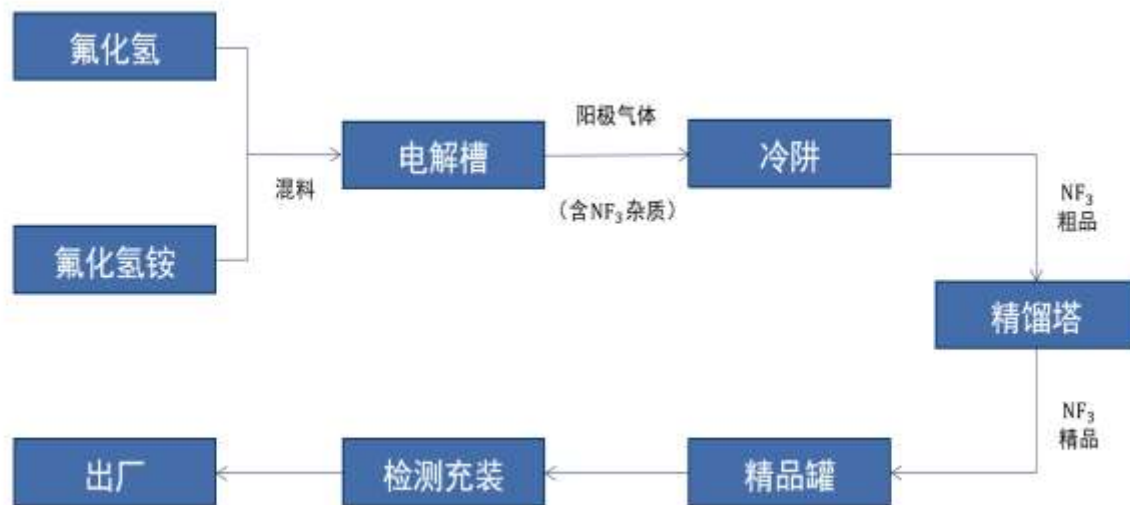
三氟化氮行业格局梳理

[返回目录](#)

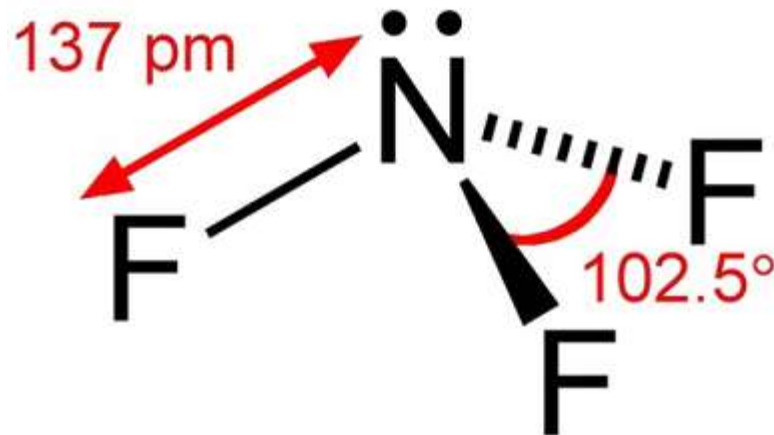
三氟化氮：性能优良的等离子蚀刻气体和清洗剂

- 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

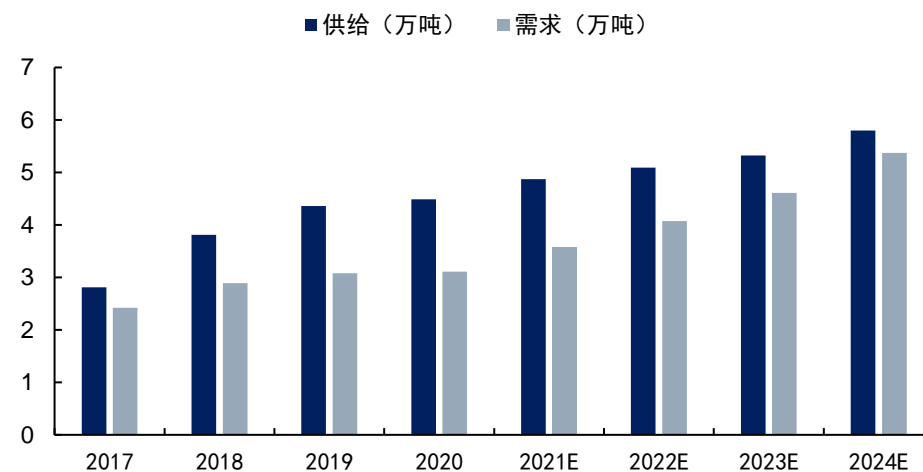
- **全球三氟化氮供给呈平稳增长的趋势。**国外企业SK Materials，国内派瑞特气、昊华气体、南大光电的三氟化氮项目规划投产，三氟化氮总体产能将逐渐上升，预计2023年供给将达到5.32万吨。
- **全球三氟化氮需求增长迅速。**根据TECHCET数据，2020年三氟化氮全球总需求约3.11万吨。受益于下游集成电路制造工厂产能扩张、集成电路制程技术节点微缩、3DNAND多层技术的发展，芯片的工艺尺寸越来越小，堆叠层数增加，集成电路制造中进行刻蚀、沉积和清洗的步骤增加，高纯三氟化氮的需求将快速增长，预计2025年全球需求增长至6.37万吨左右，需求量增长空间超过1倍、年复合增长率达到约15%。
- **短期内三氟化氮供给量略大于需求量，2025年后可能出现一定供应缺口。**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，规划产能相继投产，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，出现一定供需缺口。

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		
	派瑞特气	9250	3250	2023年
国内企业	南大光电	3800	8200	2026年
	昊华气体	5000		

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

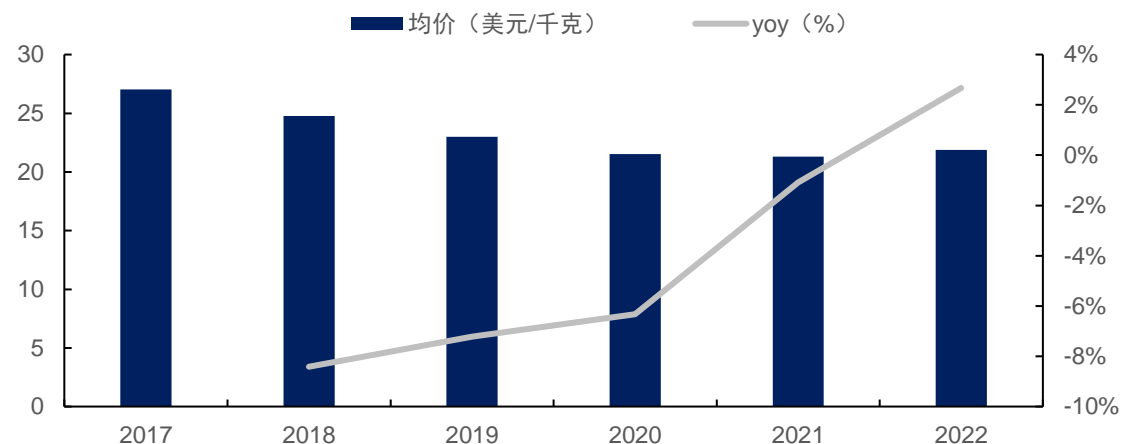


资料来源：TECHCET、派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

三氟化氮国内市场前景良好

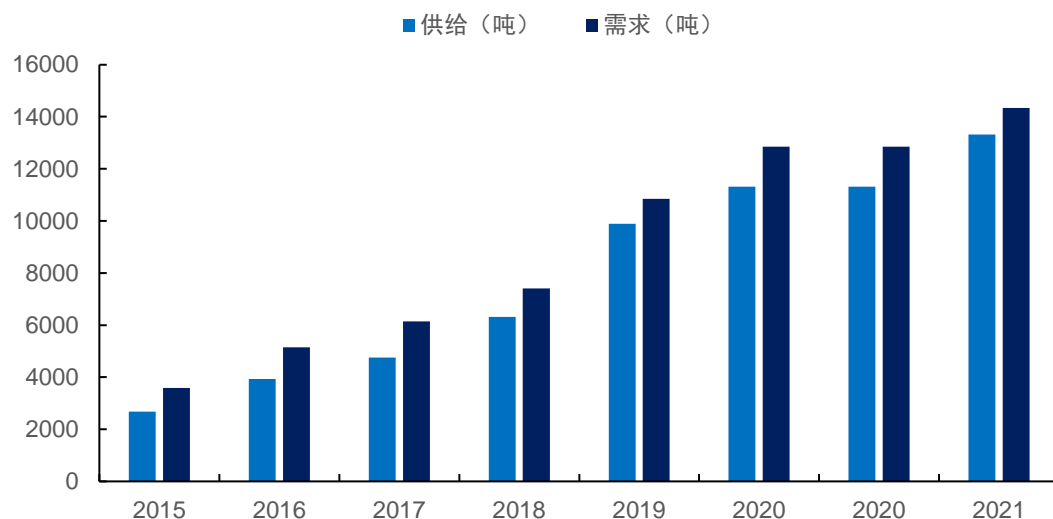
- 预计国内三氟化氮将存一定供需缺口。根据派瑞特气招股说明书，2015年国内三氟化氮需求量3585.4吨，至2021年增长至14300吨，累计增幅约3倍，年均复合增长率高达26%，到2026年，国内三氟化氮需求将达到41367吨，预计将存在9167吨供需缺口。
- 三氟化氮售价企稳。2019年至2021年，三氟化氮平均单价呈现下降趋势，2022年上半年三氟化氮销售单价有所回升，上涨11.77%。2022年三氟化氮国内出口单价上涨至21.86美元/千克。

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

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

表:三氟化氮供需供需平衡表（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

1.4.2

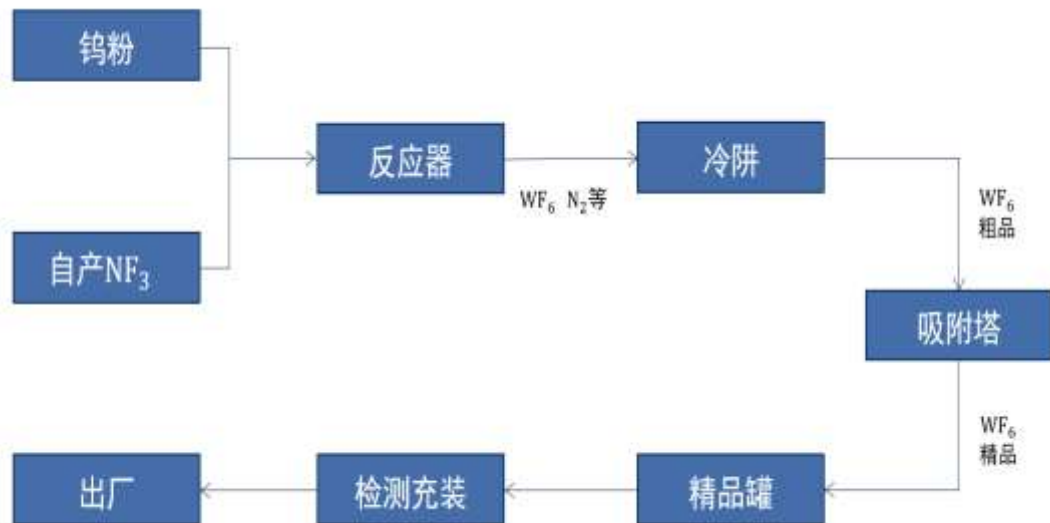
六氟系列特气行业格局梳理

[返回目录](#)

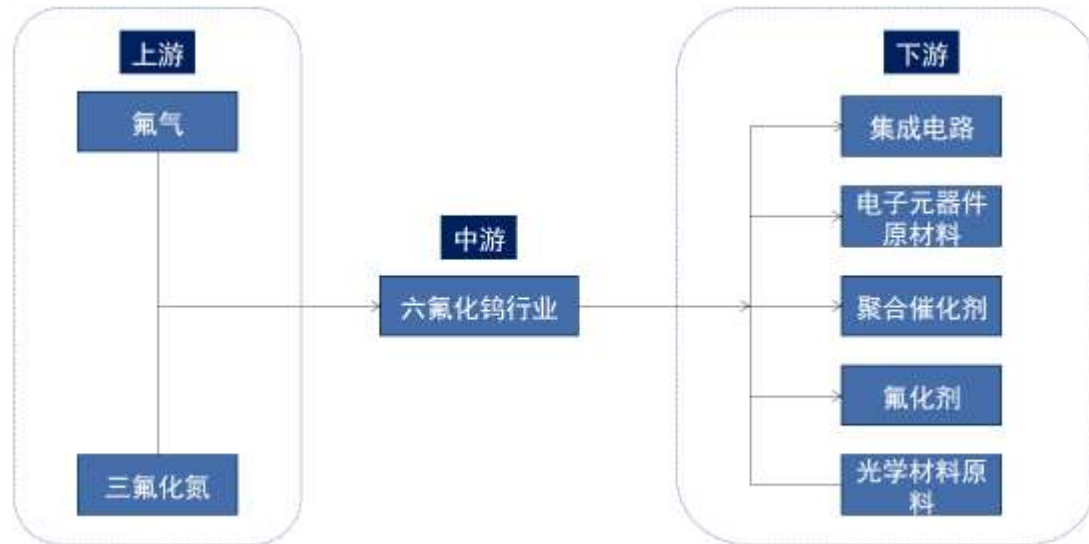
六氟化钨：唯一能稳定存在的钨的氟化物

- 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：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



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）

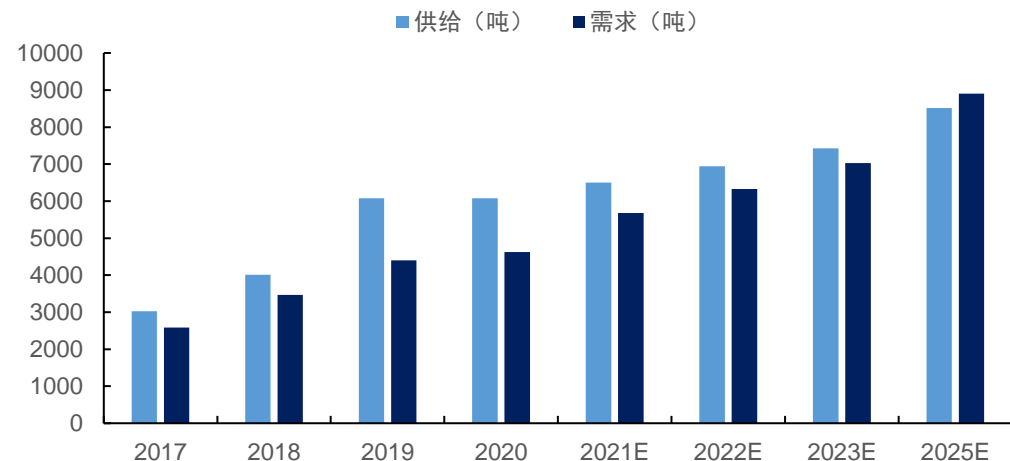
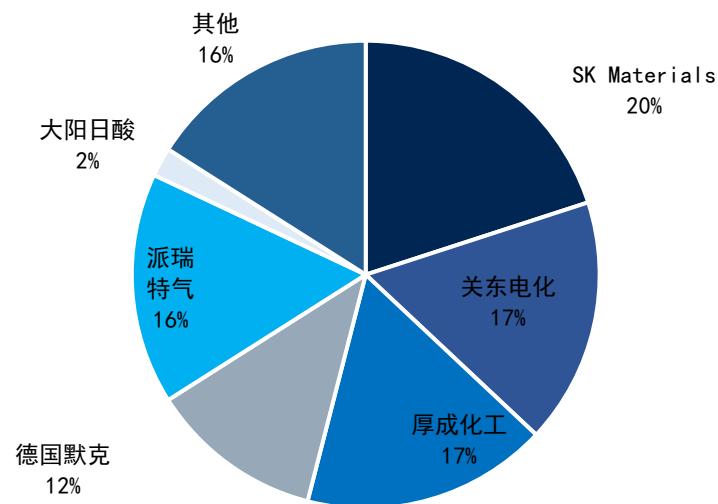


图:全球六氟化钨产能情况（吨）

	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	200	2023年
	昊华气体	700		
	南大光电	-	500	

图:六氟化钨全球市场份额（%）



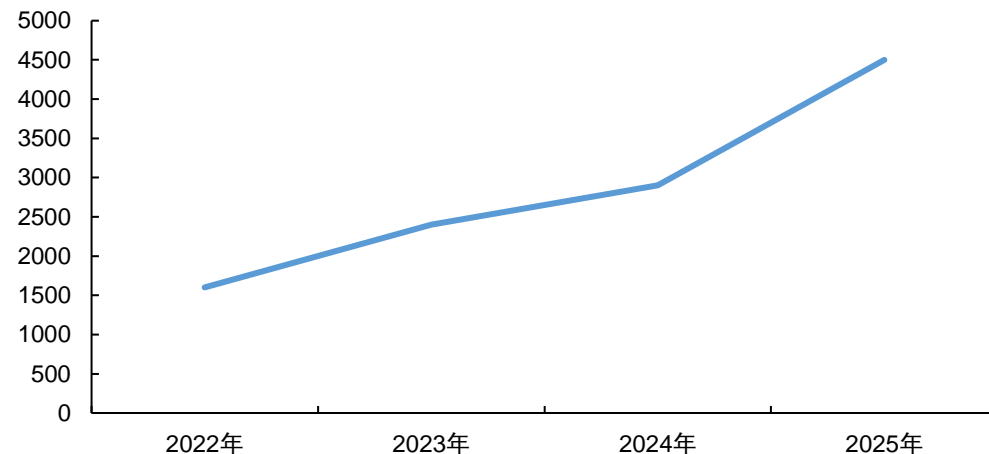
资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

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

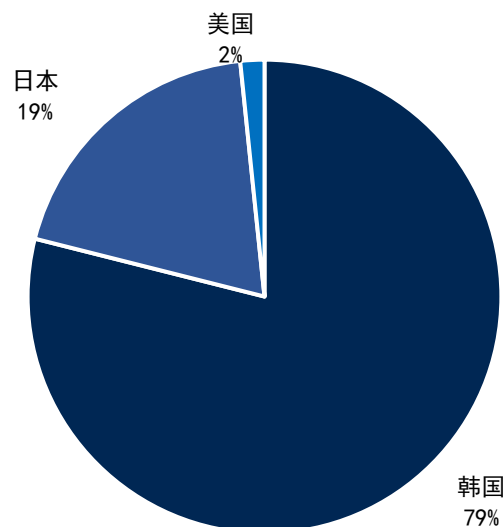
- **六氟化钨需求增长迅速。**随着集成电路工艺的不断迭代，三维闪存层数从32层发展至64层和128层，六氟化钨用量呈几何级增长。据统计，2020年六氟化钨全球总需求约4620吨，预计2025年全球需求增长至8901吨左右，增长空间将近1倍，年均增速达到14%。数据统计，2021年我国六氟化钨需求量约为1100吨。在使用量增加和下游产能扩张的双重因素驱动下，预计2025年国内六氟化钨的需求量将达到4500吨，年均复合增速为42.22%。
- **中国六氟化钨出口数量及单价呈增长趋势。**根据海关数据，2022年我国六氟化钨进口量为715.8吨，出口量为418.8吨；价格方面，2022年我国六氟化钨进出口价格均在5-6万美元/吨的价格区间。

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

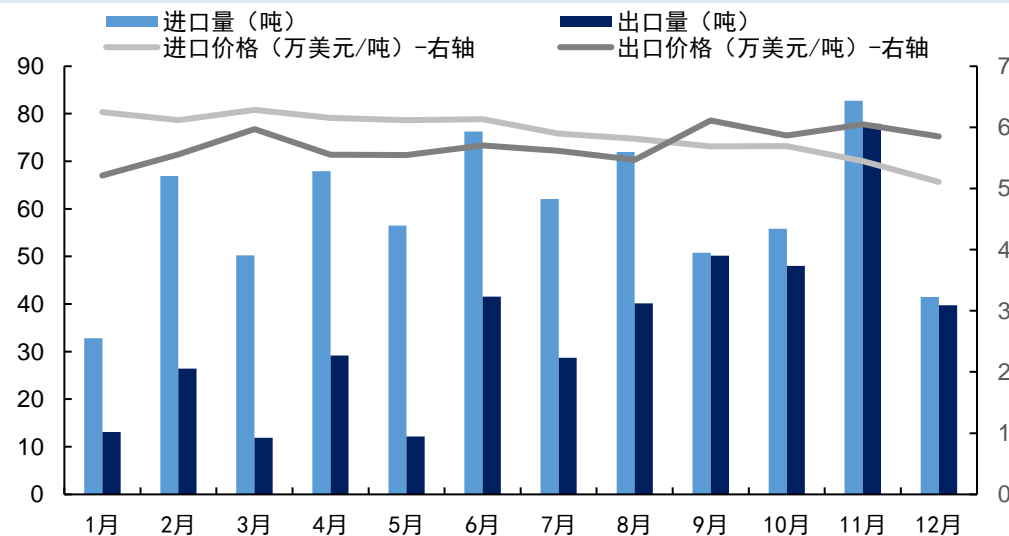
图：中国六氟化钨进口来源地



资料来源：派瑞特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：2022年六氟化钨中国进出口量及单价



资料来源：中国海关，国信证券经济研究所整理

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。

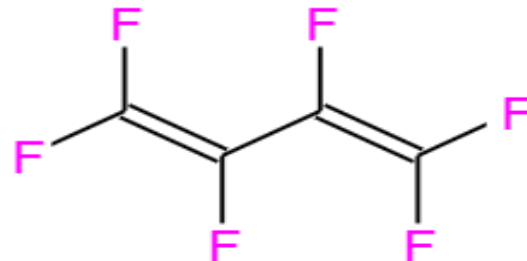
图：六氟丁二烯近三年产能规划情况

企业	产能（吨）	投产情况
关东电化工业	260	2019年12月规划
中巨芯	50	2019年和2020年投产
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

资料来源：公司公告，新思界产业研究中心，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：六氟丁二烯化学式



资料来源：ChemicalBook，国信证券经济研究所整理

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，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

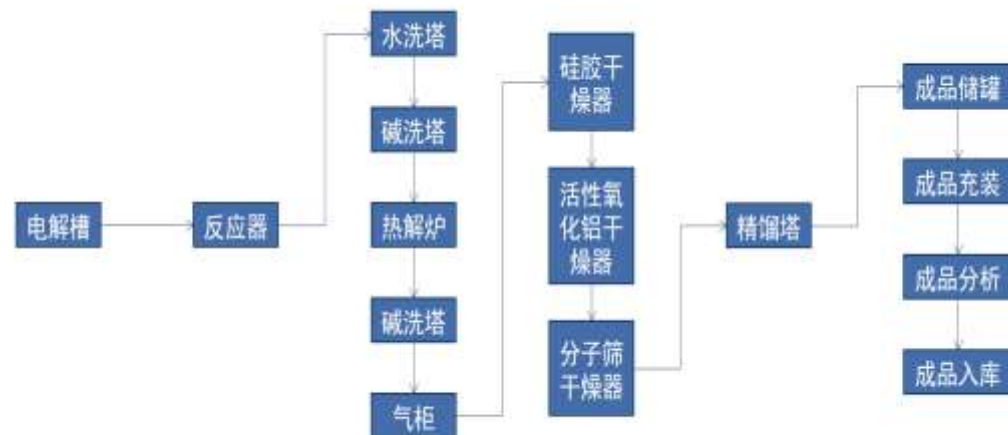
资料来源：环评公告，国信证券经济研究所整理

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

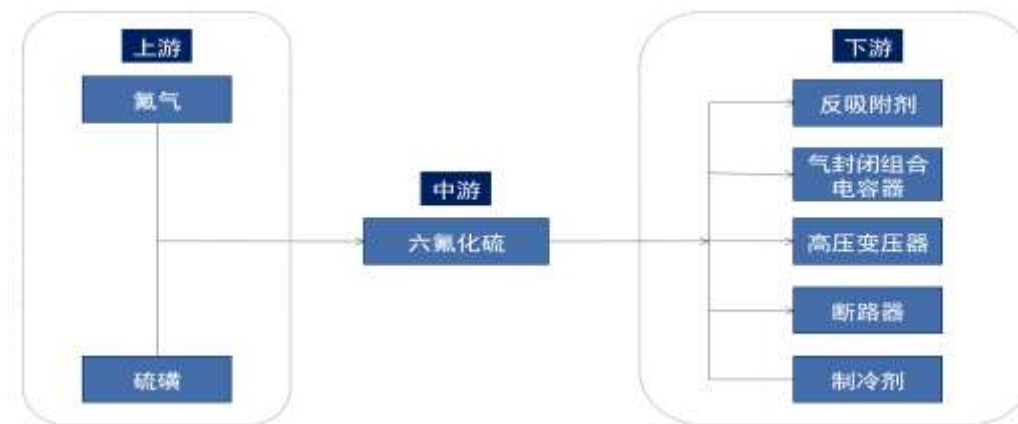
六氟化硫：新一代超高压绝缘介质材料

- 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：六氟化硫上下游产业链



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

1.4.3

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

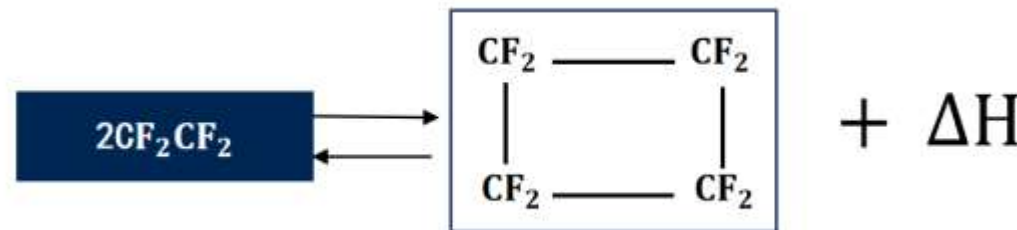
- ◆ **八氟环丁烷产能逐年增加，应用前景广阔。**八氟环丁烷是一种用途十分广泛并且化学性能稳定的全氟环烷烃，由于无毒无害、温室效应潜能（GWP）值低、且臭氧损耗潜能值（ODP）为零，被大量应用在半导体行业、药品行业、电力行业和深冷行业中。高纯八氟环丁烷（5N以上）用于超大规模集成电路蚀刻剂和清洗剂。近年来随着我国化学、电子等工业的迅速发展，八氟环丁烷的需求量逐年上升，行业发展迅猛，产能逐年扩大，截至目前昭和电子、日本大金（中国）均已年产750吨，派瑞特气年产220吨。
- ◆ **八氟环丁烷国内制备工艺不逊色国外。**针对八氟环丁烷的制备和纯化，国外研究起步较早，如美国杜邦公司、日本大金工业株式会社、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

1.5

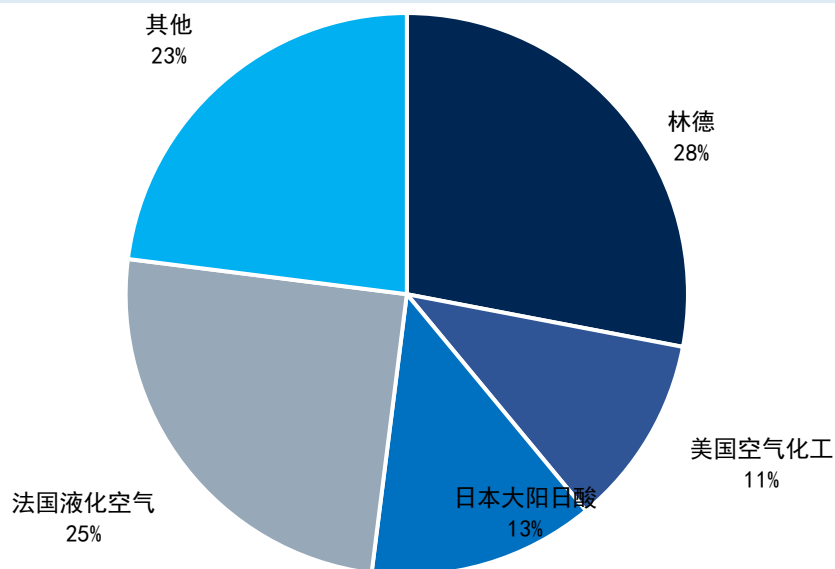
全球电子特气行业竞争格局

[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

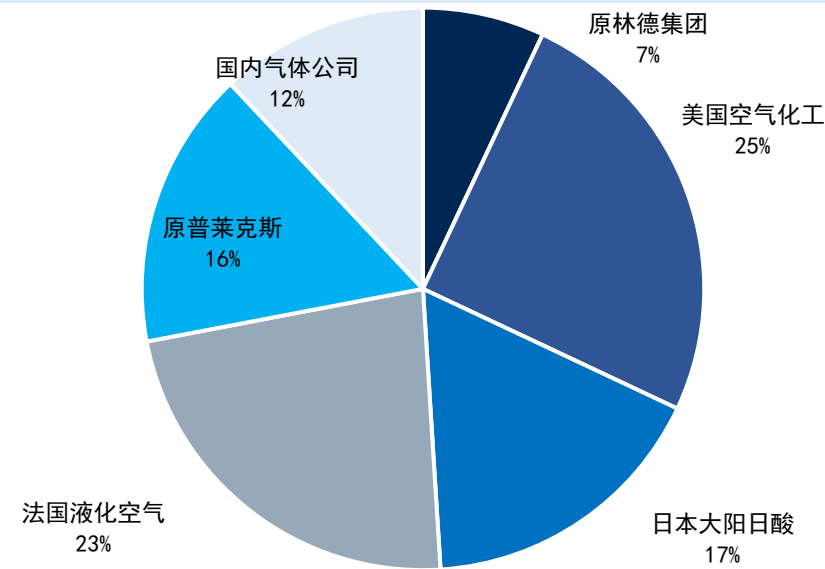
- **国际市场份额被四大公司垄断。**据派瑞特气招股书，全球电子气体主要生产企业林德等前十大企业，共占据全球电子气体90%以上市场份额。其中，林德、液化空气、大阳日酸和空气化工4大国际巨头市场份额超过70%。该等国际大型电子气体企业一般同时从事大宗电子气体业务和电子特种气体业务，从事大宗电子气体业务的企业需要在客户建厂同时，匹配建设气站和供气设施，借助其较强的技术服务能力和品牌影响力为客户提供整体解决方案，具有很强的市场竞争力，为后进入者设置了技术壁垒和专利壁垒。
- **国内企业供应本土电子特气份额不足15%，市场份额同样被外资公司控制。**具体到电子特种气体领域，全球主要生产企业为SK Materials、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、氦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	气体全产业链服务体系优势明显；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

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、高纯一氧化碳、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

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	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

2

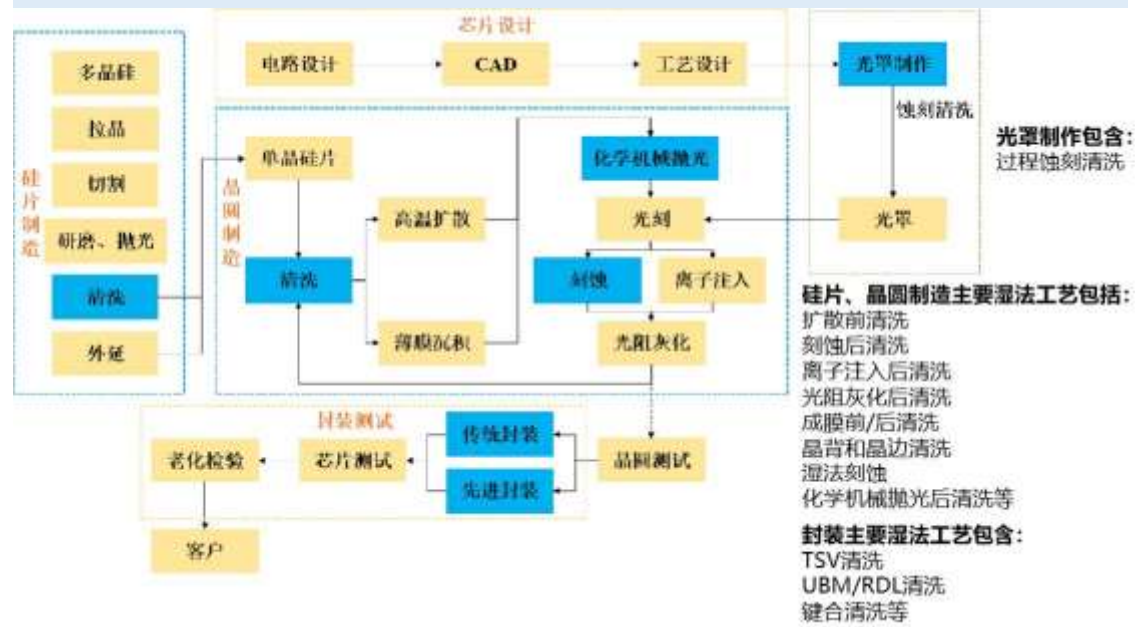
含氟湿电子化学品行业格局梳理

[返回目录](#)

湿电子化学品伴随集成电路的整个制作过程

- 湿电子化学品是电子行业湿法制程的关键材料，是集成电路、显示面板、光伏、微电子、光电子湿法工艺制程（主要包括湿法蚀刻、清洗、显影、剥离等）中使用的各种电子化学品。湿电子化学品工艺水平和产品质量直接对集成电路制造的成品率、电性能及可靠性构成重要影响，进而影响到终端产品的性能。以下游集成电路应用为例，湿电子化学品伴随集成电路的整个制作过程，涉及到多个制造工艺环节。
- 集成电路工艺用电子湿化学品的纯度要求较高。1975年，SEMI（国际半导体设备和材料协会）制定了国际统一的SEMI标准，可用于规范电子湿化学品的技术标准。其中，集成电路工艺用电子湿化学品的纯度要求较高，基本集中在G3及以上水平，晶圆尺寸越大对纯度要求越高，12英寸晶圆制造一般要求G4水平。目前国内只有少数几家企业的产品品控能够达到G4级及以上，高端半导体领域，主要由德、日厂商占据；中端平板显示及半导体市场，国内厂商目前主要竞争对手为韩国；光伏领域目前以国内品牌居多，技术门槛较低，竞争激烈。

图：电子湿化学品在集成电路制造中的应用



资料来源：中巨芯招股书，国信证券经济研究所整理

图：SEMI电子湿化学品的技术标准

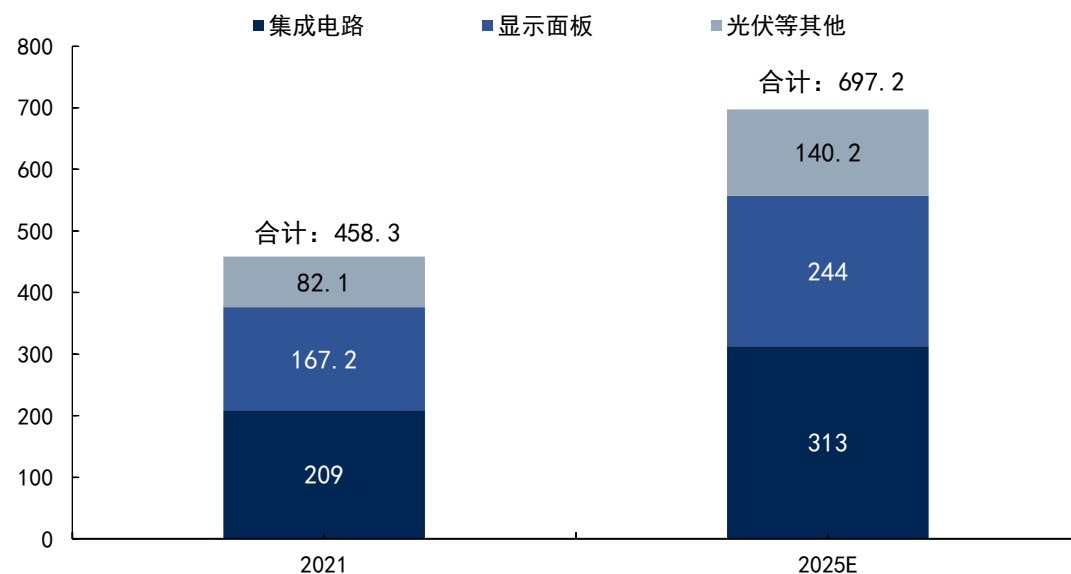
SEMI 等级	G1	G2	G3	G4	G5
金属杂质 (μg/L)	≤1000 (1ppm)	≤10 (10ppb)	≤1 (1ppb)	≤0.1 (0.1ppb)	≤0.01 (10ppt)
控制粒径 (μm)	≤1	≤0.5	≤0.5	≤0.2	
颗粒个数 (个/ML)	≤25	≤25	≤5		
适应IC制程范围 (μm)	>1.20	0.8-1.2	0.2-0.6	0.09-0.2	<0.09
主要下游应用	光伏	分立器件、LED	显示面板、集成电路	集成电路	集成电路

资料来源：中巨芯招股书，国信证券经济研究所整理

全球湿电子化学品行业发展现状及未来态势

- **全球湿电子化学品需求不断增长。**中国电子材料行业协会数据显示，2021年度，全球湿电子化学品使用总量达到458.3万吨，其中集成电路领域用湿电子化学品需求量达到209万吨，新型显示领域用湿电子化学品需求量达到167.2万吨；未来，全球湿化学品需求增长的主要驱动力来源于多座晶圆厂的建成投产及OLED面板产业的发展，预计到2025年全球湿电子化学品总需求量则将达到697.2万吨，其中集成电路领域用湿化学品需求量将增长至313万吨，显示面板用湿化学品将增长至244万吨。
- **市场格局方面，**欧美传统老牌企业市场份额约为31%，日本企业市场份额约为29%，韩国、中国（含台湾）的市场份额合计约为39%，其他国家、地区市场份额约为1%。近年来，中国、韩国在大尺寸晶圆、高世代液晶面板、OLED面板等新兴应用领域市场份额大幅增长，当地湿电子化学品企业的生产能力、技术水平及市场规模都得到快速发展，替代欧美、日本同类产品趋势明显。

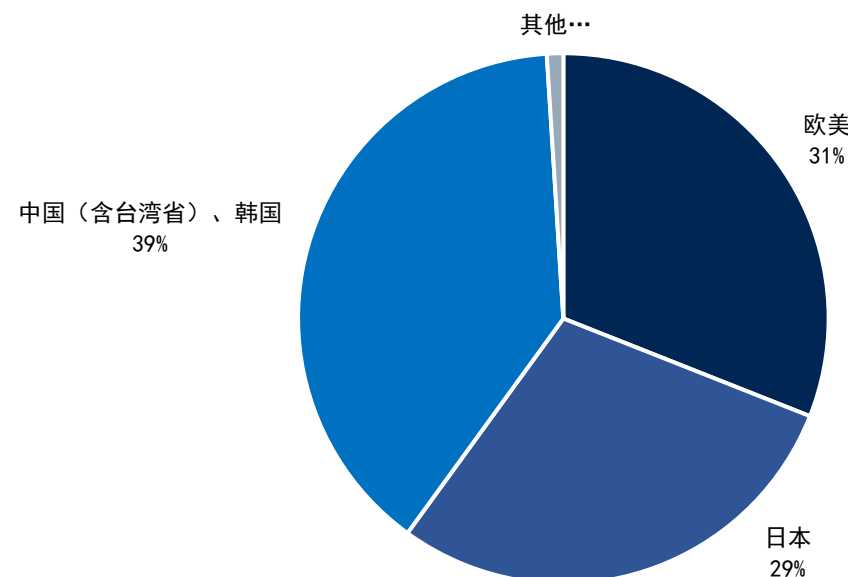
图：2021-2025E全球湿电子化学品需求量（万吨）



资料来源：中国电子材料行业协会，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：2021年全球湿电子化学品市场格局



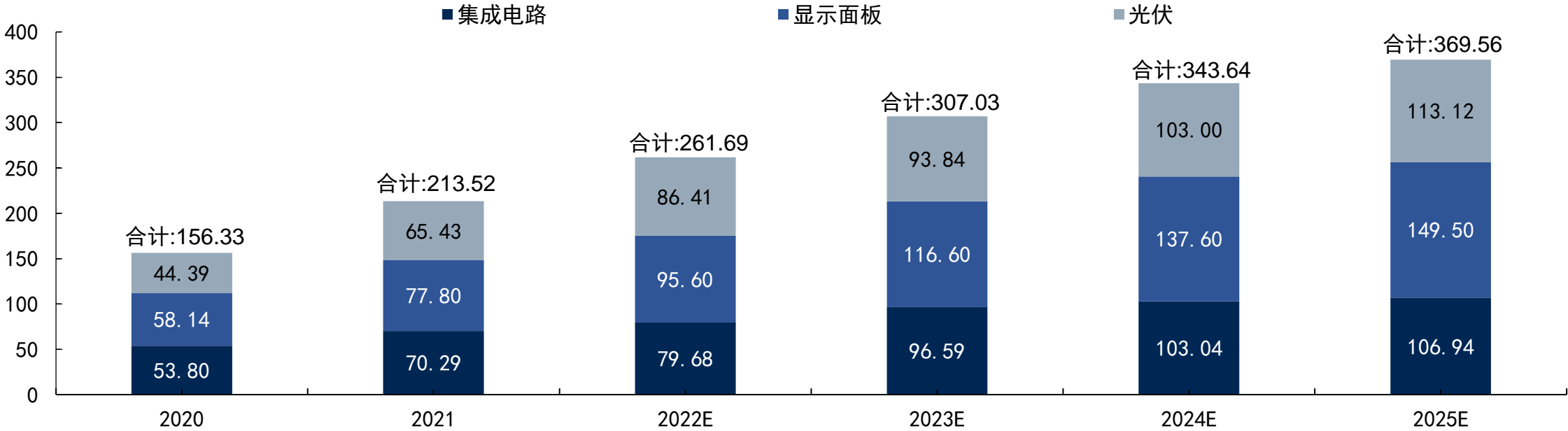
资料来源：中国电子材料行业协会，国信证券经济研究所整理

中国湿电子化学品行业发展现状及未来态势



- 下游需求快速增长和持续的产能转移带动了我国湿电子化学品行业需求量快速增长。中国电子材料行业协会数据显示，2021年度，我国湿电子化学品行业总计需求达213.52万吨，与上一年度相比增加了36.58%，且未来几年将有大幅度的提升，预计到2025 年国内湿电子化学品市场需求将增长至369.56万吨。
- 国内湿电子化学品整体技术水平与海外还存在较大的差距，下游三大应用领域中高端产品的国产化率仍有待突破。中国电子材料行业协会数据显示，我国集成电路用湿电子化学品整体国产化率35%，12英寸晶圆28nm以下先进技术节点制造所用的功能性湿电子化学品基本依赖于进口；显示面板用湿电子化学品整体国产化率亦不足40%，高世代显示面板用铜蚀刻液及铜剥离液国内企业实现了小批量供应，但与需求相比仍有较大差距，OLED 面板用银蚀刻液仍全部依赖进口。因此，我国高端湿电子化学品国产化替代市场非常广阔。

图：2020-2025E中国湿电子化学品需求量（万吨）



资料来源：《2022 版湿电子化学品产业研究报告》，中国电子材料行业协会，国信证券经济研究所整理

2.1

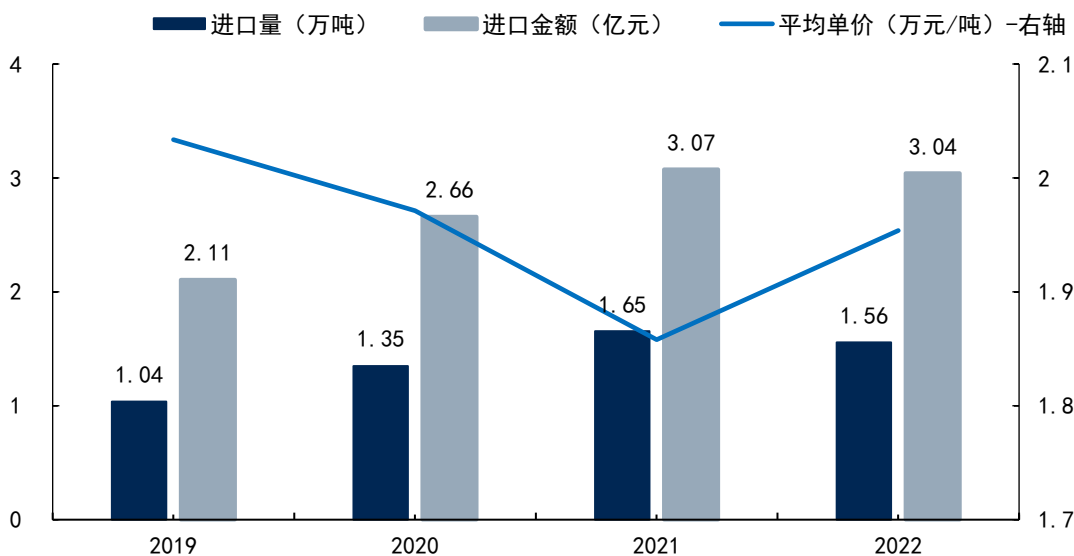
电子级氢氟酸行业格局梳理

[返回目录](#)

我国电子级氢氟酸进出口格局：进口高端产品，出口低端产品

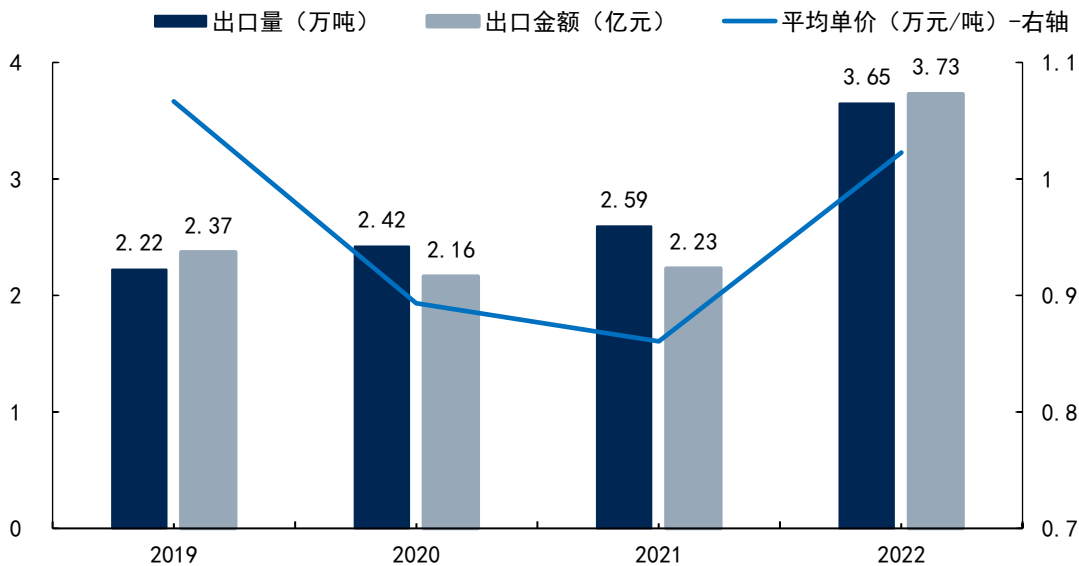
- 电子级氢氟酸是微电子行业的关键性湿电子化学品之一，广泛应用于半导体、新型显示、光伏太阳能电池等领域。在半导体领域，主要用于晶圆表面清洗、芯片加工过程中的清洗和蚀刻等工序；在新型显示领域，主要用于玻璃基板清洗、氮化硅、二氧化硅蚀刻等；在光伏太阳能电池领域，主要用于硅片表面清洗、蚀刻去边、清洗制绒等环节。
- 近年来我国电子级氢氟酸行业快速发展，产品技术水平稳步提升，产销持续增长，但部分高端产品仍依赖进口。据海关数据统计，进口方面，2022年国内电子级氢氟酸进口量15558吨，同比减少6.0%；进口额3.04亿元，同比减少1.1%。其中中国台湾、韩国为前两大进口来源地，2022年进口量分别为7280.51吨、5532.25吨，占比分别为46.8%、35.6%，合计达82.4%。出口方面，2022年国内电子级氢氟酸出口量36484.15吨，同比增长40.7%，出口额3.73亿元，同比增长67.1%。出口地方面，国内电子级氢氟酸主要出口至韩国、马来西亚等地，其中出口至韩国20272.74吨，占总出口量的55.6%，为第一大出口地。进出口价格方面，国内进口价格远高于出口价格，进口价格大致为出口价格的两倍，也侧面说明国内电子级氢氟酸进出口格局以进口高端产品、出口中低端产品为主。

图：2019-2022年中国湿电子化学品进口情况



资料来源：中国海关，国信证券经济研究所整理

图：2019-2022年中国湿电子化学品出口情况



资料来源：中国海关，国信证券经济研究所整理

电子级氢氟酸等级越高，售价越高



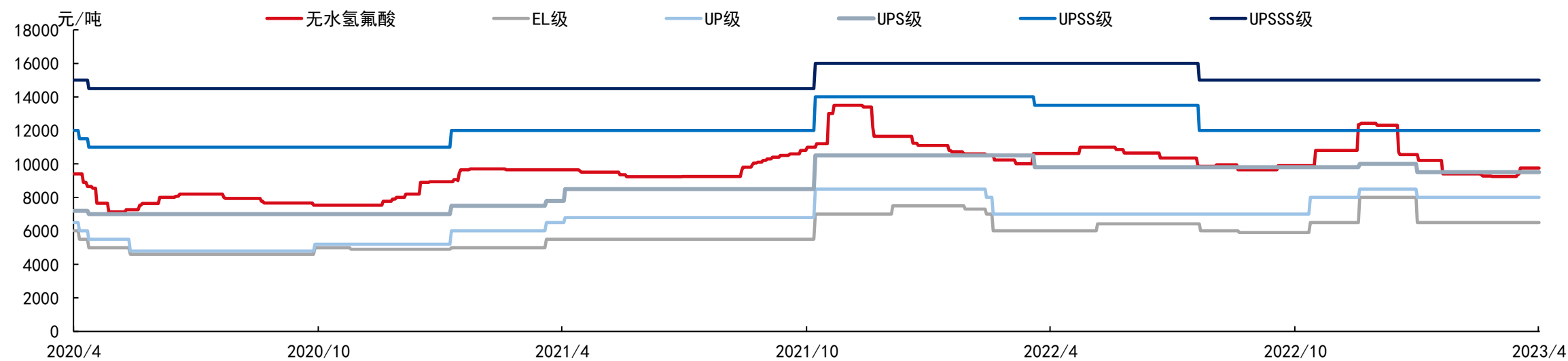
➤ 根据纯度标准不同，电子氢氟酸由低到高可分为EL、UP、UPS、UPSS以及UPSSS五个级别，浓度以49%居多，等级越高，售价越高。

表：电子氢氟酸类别及标准

级别	EL	UP	UPS	UPSS	UPSSS
SEMI 标准	C1 (Grade1)	C7 (Grade2)	C8 (Grade3)	C12 (Grade4)	Grade5
BV标准		BV-III	BV-IV	BV-V	BV-VI
金属杂质 (ppb)	≤1ppm	≤10	≤1	≤0.1	≤0.01
控制粒径/ μm	≤1.0	≤0.5	≤0.5	≤0.2	需双方协定
颗粒个数 (个/mL)	≤25	≤25	≤5	需双方协定	需双方协定
主要应用	光伏太阳能电池	分立器件	平板显示、LED、微米集成器	半导体集成电路	半导体集成电路12寸晶圆
年份		1986	1992	2001	2010

资料来源：SEMI、观研天下、CNKI，国信证券经济研究所整理

图：不同等级电子级氢氟酸价格

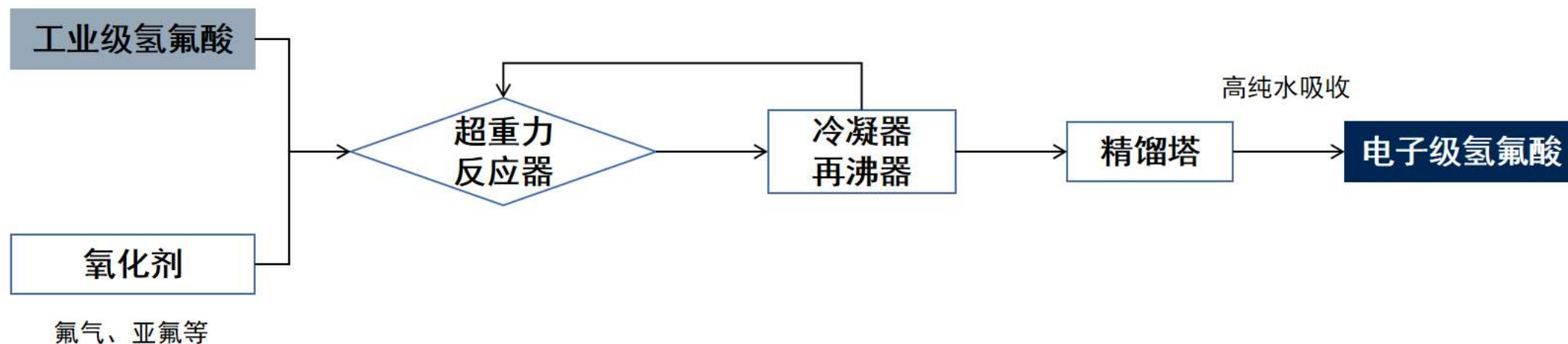


资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

电子级氢氟酸提纯技术壁垒较高

- 当前先进电子工业所需氢氟酸中杂质含量要求在10ppt (10^{-12}) 以内。工业级氢氟酸中主要含有砷、硼、磷等非金属元素和钙、钛、铁等金属元素，其中砷的含量较高，在5ppm (10^{-6}) 以内，其余杂质含量均在1ppm以内。因而，从工业级氢氟酸到电子级氢氟酸，需要将杂质含量减少十万倍以上，这对厂商的生产技术和提纯工艺提出较大挑战。
- 从工业级氢氟酸到电子级氢氟酸主要生产工艺可分为物理法和化学法两大类。物理法主要有精馏、膜过滤等，但存在三氟化砷杂质因沸点与氢氟酸相近而难以去除、能耗较高且装置庞大等问题，因此不适用于生产高等级电子级氢氟酸。化学法的主要思想是将杂质氧化为其他沸点更低的产物再进行提纯，可以生产比物理法等级更高的电子级氢氟酸，但如果厂商的技术不够成熟，也可能会引入新杂质离子、氧化不彻底等问题，因此对厂商的技术要求较高。

图：一种电子级氢氟酸生产工艺



资料来源：专利《电子级氢氟酸的连续化制备系统及方法》，CN113651294A，巨化集团等，国信证券经济研究所整理

国内电子级氢氟酸以中低端产能为主，部分企业实现技术突破



- 全球半导体级氢氟酸生产技术主要掌握在日本企业手中。国外电子级氢氟酸的生产厂家主要有：日本Stella公司(电子级氢氟酸产量第一)、侨力化工、台塑大金等。
- 我国电子级氢氟酸中低端产能为主，部分企业实现技术突破。据我们不完全统计，截至2023年4月，我国电子级氢氟酸生产企业约30家，现有产能约30万吨，规划产能约55万吨，但由于技术壁垒高，高纯电子级氢氟酸的工艺仍难以突破，国内厂商主要生产EL、UP、UPS级电子级氢氟酸，属电子级的中、低档产品，在品质和纯度方面较进口产品尚有差距，高端产品仍依赖进口，目前国内能够生产UPSSS级（G5级）电子氢氟酸的企业仅5家左右。据百川盈孚，截至2023年4月，仅有多氟多、福建永飞、浙江凯圣（巨化股份参股公司中巨芯的子公司）、山东滨化四家公司有UPSSS级电子级氢氟酸对外报价，主要浓度为49%，报价区间集中在1.1-1.5万元/吨。另外，兴发集团与贵州磷化集团的持股公司湖北兴力电子材料有限公司的电子级氢氟酸产品也能够达到G5级别。据台积电官网和相关公司公告，截至2023年4月，台积电在部分工厂中已经导入了多氟多、兴力电子生产的半导体级氢氟酸，但现阶段供应量不大。
- 多氟多目前拥有电子级氢氟酸产能5万吨/年，其中G5级别为1万吨/年，目前在建3万吨/年产能（UPSSS），计划2023年建成投产。
- 滨化股份的电子级氢氟酸项目于2018年7月开始试生产，产品达到UPSSS等级要求。根据2021年年报，滨化股份电子级氢氟酸产能为6000吨/年。
- 湖北兴力电子是兴发集团成员企业，引进中国台湾侨力公司电子级氢氟酸等技术，在园区建设3万吨/年电子级氢氟酸项目，该项目一期于2021年上半年投产，产能为1.5万吨/年，产品可以达到UPSSS级别，已通过国内外部分高端市场客户的测试，实现批量供应。
- 中巨芯是巨化股份旗下公司，其3万吨/年ppt电子级氢氟酸扩建装置于2022年顺利投料试车，产品达到UPSSS级别。

我国现有电子级氢氟酸产能约30万吨，规划产能约55万吨



表：国内主要电子级氢氟酸生产企业产能情况

企业名称	现有产能（万吨/年）	规划产能（万吨/年）	备注
多氟多	5	3	在建电子级产能3万吨/年，有G5级
凯圣氟化学（巨化合资）	3	0	已投产，有G5级
台塑大金	2.6	1.3	
天赐材料	2.5	0	
福建三化元福	2.5	5	已立项，预计2022年
三美股份	2	0	已投产，拟规划建设2万吨产能
浙江森田新材料（三美合资）	2	2	在建，G4级以上，未来将扩产至4万吨/年
鹰鹏集团	1.6	0	已投产
索尔维蓝天	1.5	1.5	另外在建1.5万吨
湖北兴力	1.5	1.5	2021年一期已投产1.5万吨/年，另外在建1.5万吨，G5级
永飞化工（福建永晶科技子公司）	1.5	0	已投产
中化蓝天	1	0	已投产
江苏晶瑞	1	0	已投产G3、G4级
中昊晨光	1	0	2021年已投产
滨化股份	0.6	0	已投产，G5级
浙江蓝氟氟化	0.5	0	
福建三钢	0	5	2022年9月项目土建已完成约70%工程量
福建雅鑫	0	6	已公示，2021年以来分阶段投产
江西兴氟中蓝	0	5	已公告，正在开展项目一期建设
山东联创	0	1	已公告，投产时间未知
福建高宝矿业	0	5	项目备案预计2022年后公告
云南氟磷电子科技	0	2	公司设立阶段，预计2022年后
锦洋高新材料	0	1.5	1万吨/年电子级氢氟酸、5000吨/年电子级无水氟化氢生产线
贵州施达氟材	0	1	预计2025年9月建成
福建三明润祥新材料	0	0.8	已环评公示
四川永晶新材料	0	6	已环评公示
宁夏滨河新材料	0	2	分三期进行建设，目前一期、二期已经完成
衢州南高峰化工	0	5.4	项目分三期建设，每期1.8万吨/年
合计	29.8	55	

资料来源：百川盈孚、卓创资讯、各公司公告、官网、环评公告，国信证券经济研究所整理 备注:产能统计仅供参考，具体产能及扩建计划请以公司公告、实际进展为准

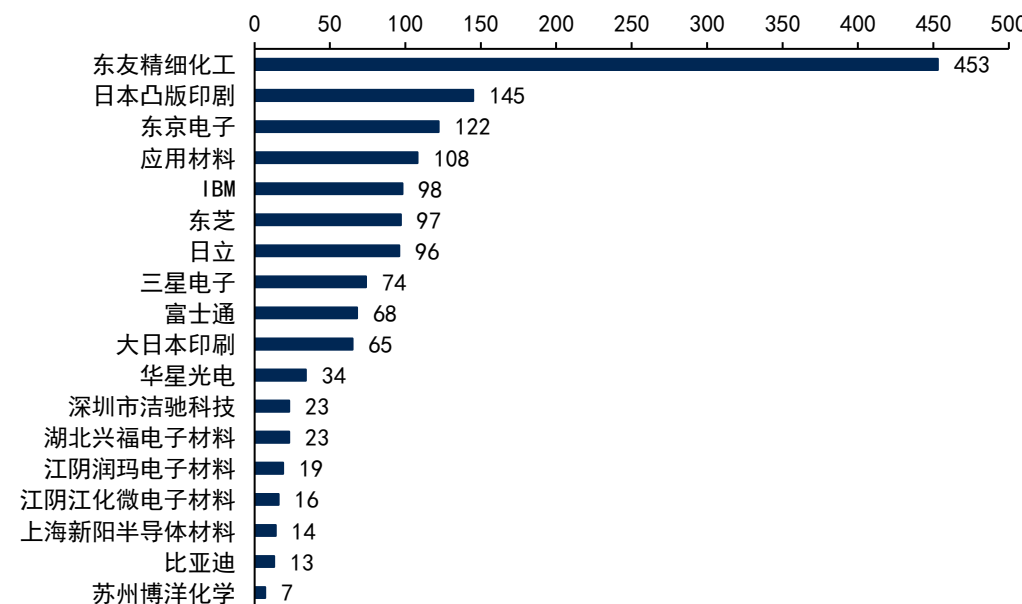
缓冲氧化物刻蚀液BOE：电子级氢氟酸与氟化铵复配而成

- 缓冲氧化物刻蚀液（Buffer Oxide Etch, BOE）是电子级氢氟酸、电子级氟化铵与超纯水的混合，根据工艺需要还可以添加表面活性剂，主要用于集成电路中氧化膜的刻蚀。该产品中基础的刻蚀剂是电子级氢氟酸，另添加电子级氟化铵可以使产品与光刻胶更兼容、刻蚀速率更稳定。此外，添加表面活性剂可以减少产品表面张力，增强产品润湿性，保证刻蚀均匀性。在集成电路制造领域，8英寸及12英寸工艺一般需要G4级缓冲氧化物刻蚀液。BOE原料之一电子级氟化铵可由氟硅酸与液氨反应再经提纯制得，技术门槛与电子级氢氟酸相似，国内许多电子级氢氟酸项目都配套建有电子级氟化铵生产装置。
- 缓冲氧化物刻蚀液主要应用于显示面板和晶圆背面刻蚀，相比国外领先企业，国内企业在应用于集成电路制程的配方型清洗和刻蚀液细分产品领域尚缺乏技术储备，因此功能电子湿化学品还需加大研发力度，缩小与国外先进水平的差异。此外，从蚀刻液申请专利情况看，全球刻蚀液专利申请量排名靠前的主要为韩国、日本、美国的公司，国内申请人的申请量相对较少，这与湿电子化学品的市场占有率大致相同。

图：GB/T 28653—2012氟化铵质量指标

	一等品	合格品
w（氟化铵）	≥95.0	≥93.0
w[游离酸（以HF计）]	≤1.0	≤1.0
w[氟硅酸盐（以氟硅酸铵计）]	≤0.5	≤1.0

图：刻蚀液全球专利申请人分布



资料来源：中国国家标准化管理委员会，国信证券经济研究所整理

资料来源：《湿电子化学品之刻蚀液领域技术发展现状》秦圆圆，化工管理，2022，国信证券经济研究所整理

3

氟化液市场前景梳理

[返回目录](#)

3.1

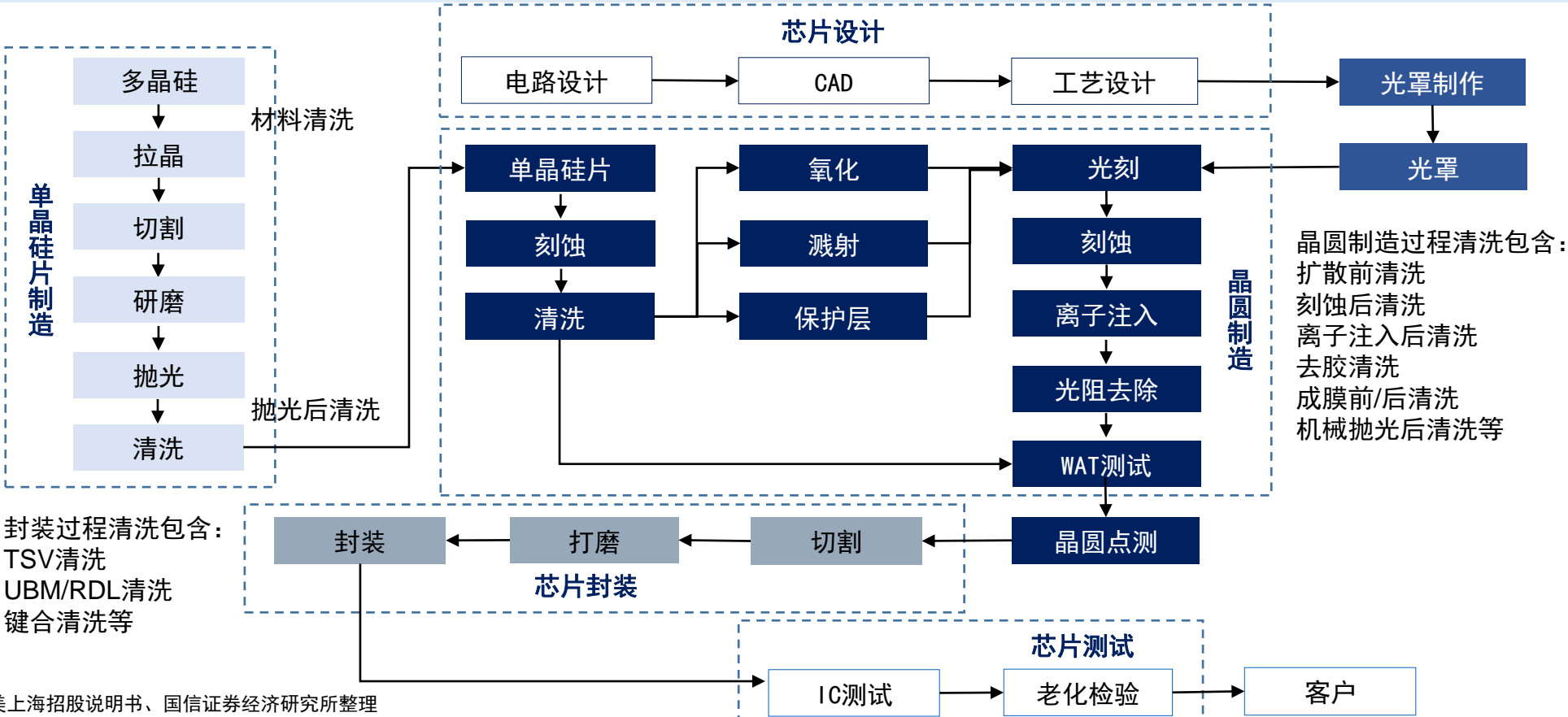
氟化液：重要的半导体清洗剂/冷却液

[返回目录](#)

清洗贯穿半导体制造各环节

- 清洗工序是影响芯片成品率、品质及可靠性最重要的因素之一。为了保障芯片的良率及性能，在单晶硅片制造、晶圆制造过程和封装过程中需将各种污染物控制在工艺要求的范围之内。
- 在半导体硅片的制造过程中，需要清洗抛光后的硅片，保证其表面平整度和性能，从而提高在后续工艺中的良品率；而在晶圆制造工艺中要在光刻、刻蚀、沉积等关键工序前后进行清洗，去除晶圆沾染的化学杂质，减小缺陷率；而在封装阶段，需根据封装工艺进行TSV清洗、UBM/RDL清洗等。

图：半导体制造流程与其中的清洗工序



资料来源：盛美上海招股说明书、国信证券经济研究所整理

相比传统清洗剂，氟化液优势突出

- 根据清洗介质的不同，目前半导体清洗技术主要分为湿法清洗和干法清洗。湿法清洗是针对不同的工艺需求，采用特定的化学药液和去离子水，对晶圆表面进行无损伤清洗，可同时采用超声波、加热、真空等辅助技术手段。湿法清洗是主流的清洗技术，占芯片制造清洗步骤数量的90%以上。氟化液是湿法清洗时可用的清洗剂之一。
- 相比其他类型的清洗剂，氟化液优势突出，有广阔的应用前景。

表：半导体工艺使用的清洗剂类别

清洗剂类型	主要成分
溶剂型清洗剂	碳氢化合物、卤代烃、醇类等
半水基型清洗剂	有机溶剂、水 (5%~20%)、少量表面活性剂等
水基型清洗剂	去离子水、添加剂（酸、碱、氧化剂、表面活性剂、络合剂等）

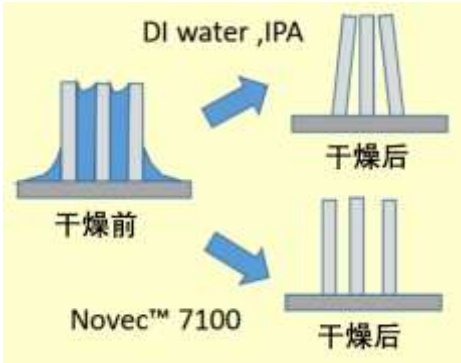
资料来源：《含氟化合物在精密清洗的应用研究进展》（郭衍锦等）、国信证券经济研究所整理

表：不同种类溶剂型清洗剂优缺点

清洗剂类型	优势	缺陷
碳氢化合物	高溶解性、易挥发、环境友好、价格低	易燃
醇类	易挥发、价格低	易燃
氟氯烃类	高溶解性、低表面张力、高浸润性、不燃、高热稳定	对臭氧破坏性大
溴代烃类	高溶解性、低表面张力、不燃	毒性存在争议，易造成环境污染
氟化液类	高溶解性(可清洗非极性有机污染物和极性的无机污染物)、表面张力小、黏度小、润湿性好、易挥发、不燃	生产成本低

资料来源：《氟系清洗剂的研究进展》（郝志军等）、国信证券经济研究所整理

图：氟化液的低表面张力利于维持结构稳定



资料来源：3M官网、国信证券经济研究所整理

图：氟化液生产成本低但用于半导体清洗时成本低



资料来源：3M官网、国信证券经济研究所整理
注：Novec为3M氟化液系列产品名称

用于半导体清洗的氟化液主要种类



➤ 用于半导体清洗的氟化液主要包含全氟聚醚、氢氟醚、全氟烷烃等。

表：常见氟化液类型及特点				
氟化液类型	优势	劣势	相关产品	制备方法
全氟聚醚(PFPE)	表面能低、热稳定性好、化学稳定性好、不燃烧、相容性好	光氧化合成工艺的危险性好	美国杜邦公司：Krypton 日本大金公司：Demnum 苏威公司：Fomblin	K型和D型： 全氟聚醚采用阴离子聚合法合成：D型全氟聚醚以四氟氧杂环丁烷单体为原料，经过开环和聚合工艺合成中间体，中间体用氟气氟化，合成最终产品全氟聚醚。K型全氟聚醚以六氟环氧丙烷为原料，在非质子极性溶剂中，以氟离子为催化剂，经过阴离子聚合反应合成全氟聚醚。 Y型和Z型： 全氟聚醚分别以六氟丙烯和四氟乙烯为主要原料，在紫外光作用下，与氧气反应，聚合形成直链聚合物。
氢氟醚(HFE)	臭氧消化值（ODP）为零，全球温室潜值（GWP）低，且大气停留时间很短。毒性低、无腐蚀性、不燃、不产生烟尘等特点，易于贮藏和运输。	单纯的氢氟醚洗涤性较差，去油污能力弱，但具有良好的混溶性，可通过添加共沸剂来有效改善氢氟醚的洗涤性能。	3M公司：Novec7000、7100、7200、7300、7500等 日本硝旭子公司：AE-3000	东岳化工： 将氟盐和冠醚加入无水溶剂，加入含硅烷基醚（正硅酸甲酯、正硅酸乙酯、正硅酸丙酯等）和全氟烯烃（六氟丙烯二聚体D或六氟丙烯三聚体T）反应； 浙江巨化： 以含氟烯烃与醇类作为主要原料在碱和溶剂存在的条件发生醚化反应； 天津长芦化工： 以六氟丙烯三聚体为原料制备全氟五碳酮（氧气裂解），以得到的五碳酮以及烷基化试剂为原料，在碱金属氟化物作用下制备氢氟醚； 美国3M公司： 酰氟与氟代乙烯基醚反应生成氟化酮，再与烷基化试剂反应制备氢氟醚
全氟烷烃	化学稳定性、表面活性和优良的耐温性能优异。	低可极化性造成与其他碳氢溶剂的互溶性很差	3M Fluorinert™	直接合成法： 是通过电解对烷烃直接氟化得到全氟产物； 间接法： 则是利用电解法先将有机原料电解氟化使其转化为全氟化合物，再通过化学反应转变成全氟烷烃。

资料来源：《氟系清洗剂的研究进展》（郝志军等）、《全氟聚醚的制备与应用》（蒋琦等），国信证券经济研究所整理

3M退出PFAS业务将为我国氟化液企业带来带来广阔市场机会



- 3M在全球半导体冷却剂的占有率为90%，其中80%来自其比利时工厂。3M比利时工厂是3M五家直接生产PFAS化学品的工厂之一，另外一处在美国，三处在美国，但产能较小。比利时工厂生产的PFAS化学品可用作半导体清洗剂和冷却剂，产能约1万吨，根据北加州供应链顾问Resilinc以及SiliconExpert最近的研究，3M占全球半导体级PFAS冷却液产量的90%，仅比利时工厂就占80%。据3M官网，3M制造PFAS的年净销售额约为13亿美元，估计EBITDA利润率约为16%。
- 3M退出PFAS业务将为我国氟化液企业带来带来广阔市场机会。3M公司的电子氟化液产品主要有3M™ Novec™和3M™ Fluorinert™，散热性能显著，市场占有率高。2022年12月20日，3M公司发布公告，将全面退出全氟和多氟烷基物质（PFAS）生产，并努力在2025年底前停止在其产品组合中使用PFAS，此前，3M比利时工厂便因当地环保政策收紧而减产了部分PFAS产品，当地推出限制政策的原因是PFAS可能在人体内积累后导致激素紊乱。3M是全球半导体冷却剂的最大供应商，其退出PFAS业务将为我国氟化液企业带来广阔市场机会，据中国台湾电子时报2022年的报道，三星、SK海力士等企业或将在国内寻求氟化液供应商，实现供应商多元化。

图：3M™ Novec™和3M™ Fluorinert™电子氟化液简介

产品名称	简介
3M™ Novec™电子氟化液	3M Novec 电子氟化液可广泛用于多种应用，包括传热、清洗、测试和润滑剂涂覆等。这些电子氟化液不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性，具有良好的材料相容性和热稳定性。3M Novec 电子氟化液还具有较低的全球升温潜能值（GWP）和零臭氧消耗潜能值（ODP），为数据中心所有者提供了一种创新性、可信赖且可持续的解决方案，用于其数据中心单相或两相液体冷却（冷板冷却和浸没式液冷）应用。3M当前建议该产品系列中氢氟醚类（HFE）3M Novec 电子氟化液用于数据中心液体冷却应用。
3M™ Fluorinert™电子氟化液	3M Fluorinert 电子氟化液作为直接接触式电子设备冷却液体的行业标杆已有60多年历史。这些非常惰性、完全氟化的液体具有非常高的介电强度和优异的材料相容性。3M Fluorinert电子氟化液透明、无味、不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性、运行温度范围广、热稳定性和化学稳定性高。且3M Fluorinert电子氟化液的介电常数较低，因此是数据中心单相和两相浸没式液冷应用的理想选择。

3.2

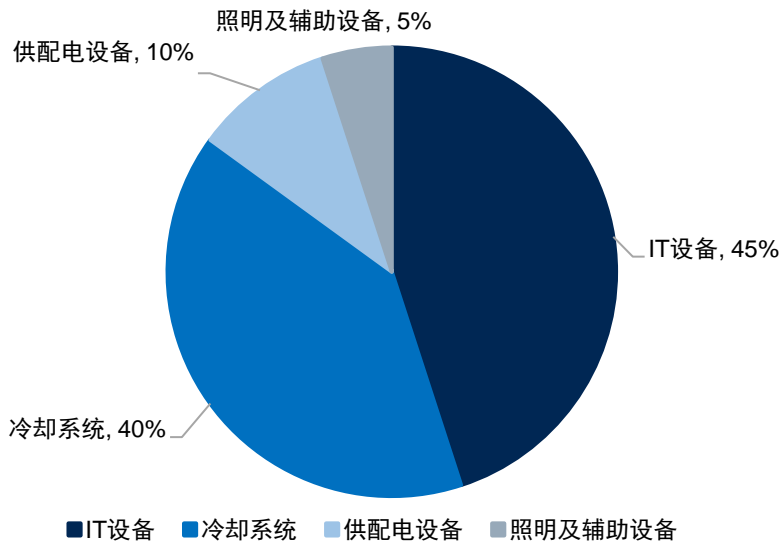
氟化液作浸没式液冷前景广阔

[返回目录](#)

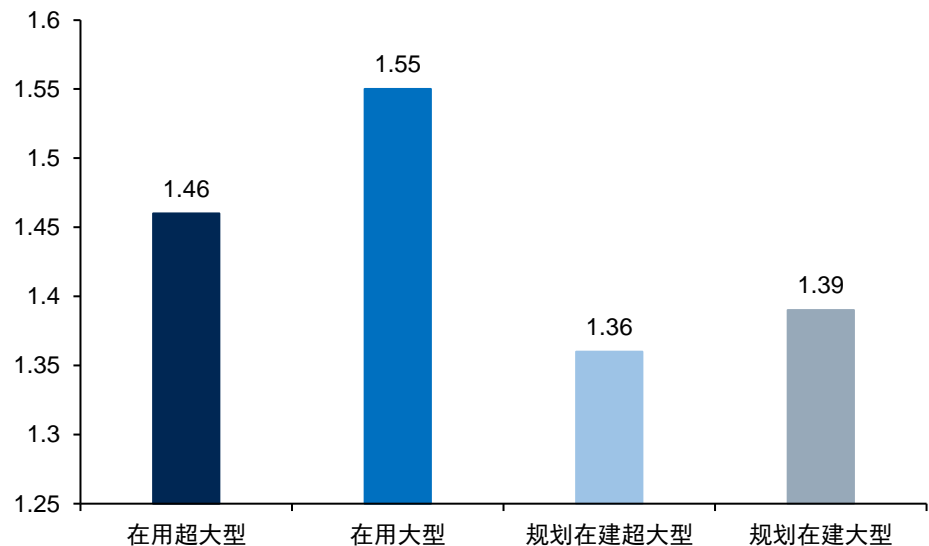
数据中心高效冷却技术的发展迫在眉睫

- **数据中心电能利用效率（Power Usage Effectiveness, PUE）**，指数据中心总耗电量与数据中心IT设备耗电量的比值，一般用年均PUE值。PUE数值大于1，越接近1表明用于IT设备的电能占比越高，制冷、供配电等非IT设备耗能越低。计算公式为： $PUE = P_{Total} / P_{IT}$ ，式中， P_{Total} 为维持数据中心正常运行的总耗电， P_{IT} 为数据中心的IT设备耗电，单位为kWh。
- **数据中心产业快速发展的同时，也带来了能耗大幅增长的问题，亟需高效的冷却技术。**据《中国数据中心能耗现状白皮书》，早在2015年，全国大数据中心的耗电量已达1000亿kWh，相当于三峡电站全年的发电量；2018年这个数值迅速爬升至1609亿kWh，超过上海全年的社会用电量。根据2020年国家工信部公布的《全国数据中心应用发展指引（2020）》，全国在用超大型数据中心平均PUE达1.46，大型数据中心平均PUE为1.55；而据2021年7月工信部公布的《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》，到2023年底的目标是新建大型及以上数据中心PUE降低到1.3以下，严寒和寒冷地区力争降低到1.25以下。根据现有机房能耗大致构成可知，冷却系统能耗可占数据中心整体能耗的40%，是PUE的重要影响因素，随着政府和社会对能效水平要求的逐步提高，数据中心高效冷却技术的发展迫在眉睫。

图：数据中心能耗结构图



图：全国数据中心PUE情况



冷却技术比较：液冷优势明显，是冷却系统发展趋势

温控技术被广泛应用于工业、通信、消费电子、新能源、动力电池等多个场景，用于保障电池等原器件正常稳定的工作运转以及工业等环境稳定。温控底层技术主要分为：风冷、冷冻水（间接蒸发冷）、液冷、相变材料、电子散热技术（导热材料散热、热管散热、均热板）等。目前存量场景中以风冷为主，间接蒸发冷、液冷技术的使用比例正不断提升：

- （1）风冷：是目前应用最广泛、应用设施最完善的冷却方式，通过冷 / 热空气通道的交替排列实现换热。但由于空气低密度、低排热能力的特性，其最大散热能力仅为37W/cm²，相比于峰值热流密度高达80~200W/cm² 的主流性能刀片式服务器单片CPU，散热能力明显不足。此外，风冷技术还存在易形成局部热点、机械能耗较高、环境匹配性较差、占用空间大等不足。
- （2）液冷：是利用液体对流换热转移计算机工作产生的热量。由于液体比热容及导热系数都高于空气，更适用于高功率的数据中心、储能系统等。相比于空气冷却，液体冷却技术的冷却能力大幅提升。如3M公司针对数据中心系统的浸没式液体冷却与风冷的性能进行了对比，结果表明，液体冷却条件下的散热热流密度和传热系数明显高于风冷，散热效果更佳且更节能，PUE可降至1.02，并且可以大幅提升数据中心单个机架的功率密度和单位面积的计算能力。

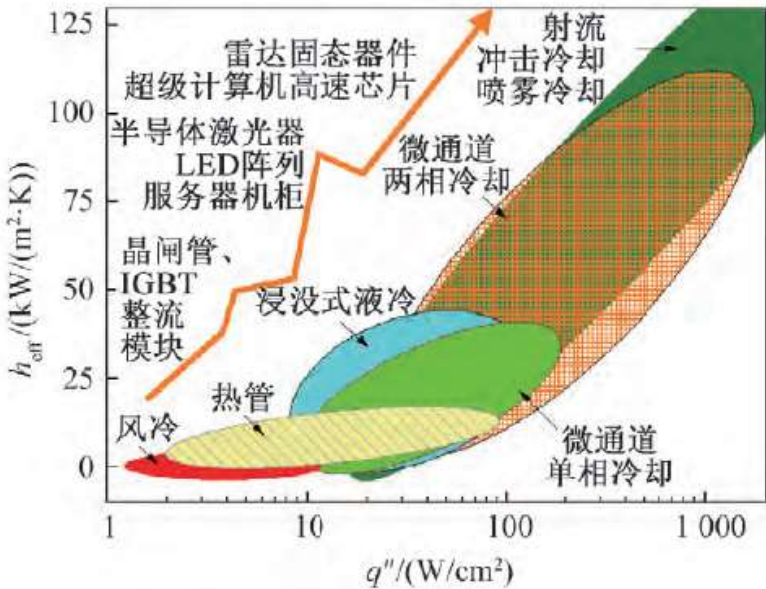
我们认为，随着算力升级、绿色化和智能化的加速到来，液冷具有散热功率密度高、能耗低、噪音小、效果稳定、散热均匀、能够延长电池/芯片使用寿命等优势，有望成为未来主要趋势。我们看好液冷有望在IDC、动力电池、储能电池等实现跨行业的技术共享，降低开发成本，加速普及。其中，在数据中心冷却方面，除风冷和液冷外，目前已应用的冷却系统还有热管冷却、相变冷却等，但这两种冷却方法技术要求和成本均较高，不适用于数据中心冷却。液冷散热效率高，将有望成为未来主流的数据中心冷却系统。

表：风冷和液冷性能对比

制冷类型	单机架功率	单位计算能力	PUE	散热效率	复杂度	寿命	成本
风冷	4~40 kW	10 kW/m ²	1.1~2.0	中	中	长	低
液冷	Max 250 kW	100 kW/m ²	< 1.02	高	较高	中	较高

资料来源：3M官网，CNKI，国信证券经济研究所整理

图：各种散热技术的冷却能力



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

浸没式液冷的在当前所有液冷技术中优势明显

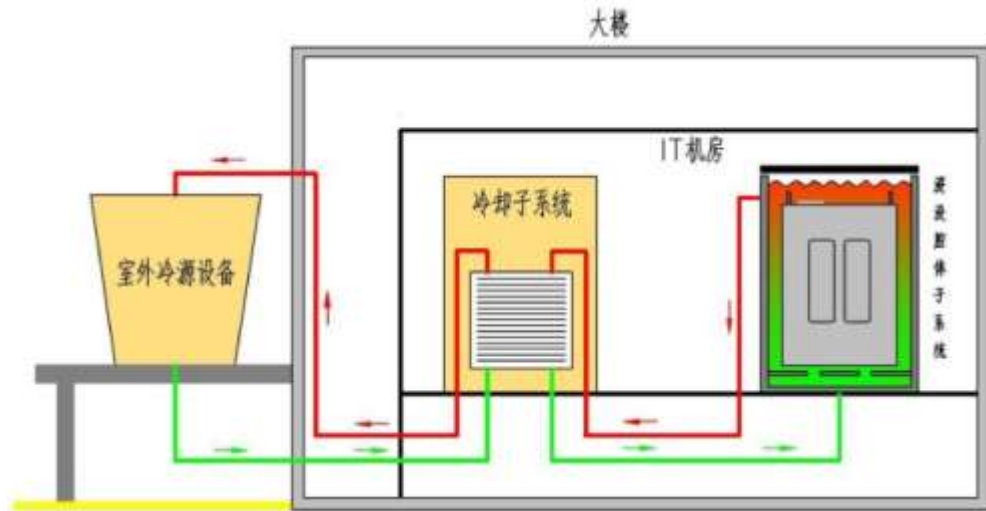
- 根据液体冷媒和发热源的接触方式，液冷技术可分为冷板式（间接接触）、喷淋式（直接接触）、浸没式（直接接触）3种主要形式。1）浸没式液冷技术原理是将IT设备直接浸没在绝缘冷却液中，冷却液吸收IT设备产生的热量后，通过循环将热量传递给冷却子系统中的冷却介质，然后通过循环将热量释放到室外环境中。2）冷板式液冷技术是在常规风冷服务器基础上，CPU和内存侧紧贴一块板式换热器，芯片的热量通过热传导传导至板内流体，冷却的板片与服务器的CPU/GPU通过直接接触将服务器的主要热量带走，其余部件热量可通过常规风冷带走。3）喷淋式液冷主要特征为冷却液直接喷淋到发热器件表面上吸热后并排走，排走的热流体通过直接与间接与外部环境大冷源进行热交换。
- 浸没式液冷具有明显的优势：1）在浸没式液冷中，冷却液与发热设备直接接触，传热系数高；2）冷却液具有较高的热导率和比热容，运行温度变化率较小；3）浸没式液冷无需风扇，降低了能耗和噪音，制冷效率高；4）冷却液绝缘性能优良，闪点高不易燃，且无毒、无害、无腐蚀。基于以上优势，浸没式液冷技术适用于对热流密度、绿色节能需求高的大型数据中心，特别是应用于地处严寒、高海拔地区，或者地势较为特殊、空间有限的数据中心，以及对环境噪音要求较高，距离人群办公、居住场所较近，需要静音的数据中心。

图：三种液冷技术的性能对比

液冷技术	成本	可维护性	空间利用率	兼容性	安装简捷程度	可循环
浸没式	冷却液用量较多，与冷板式相比成本居中	较差	中等	直接接触，材料兼容性较差	改变服务器主板原有结构，需重新安装	通过室外冷却装置进行循环，降低运营成本
冷板式	冷板要求的规格多，大多需要单独定制，成本较高	优秀	较高	未与主板和芯片模块进行直接的接触，材料兼容性较强	不改变服务器主板原有的形态，保留现有服务器主板，安装便捷	采用双路环状循环对冷冻液实现二次利用，降低运营成本
喷淋式	通过改造旧式服务器和机柜，增加必须的装置，成本较小	中等	最高	直接接触，材料兼容性较差	不改变服务器主板原有的形态，安装便捷	采用循环泵，实现资源的再利用，降低运营成本

资料来源：CNKI，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

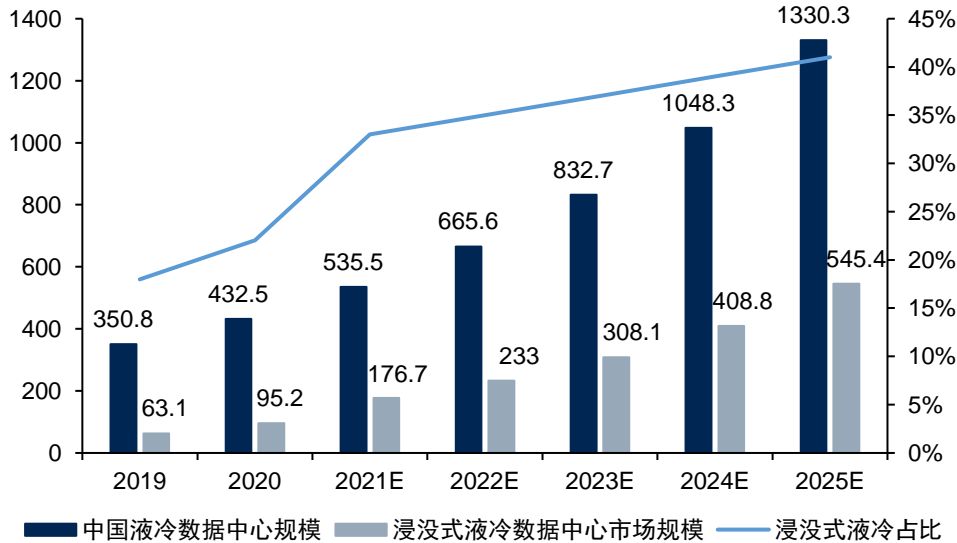
图：浸没式液冷的工作原理



70
资料来源：《数据中心浸没式液冷服务器系统技术要求和测试方法》、国信证券经济研究所整理

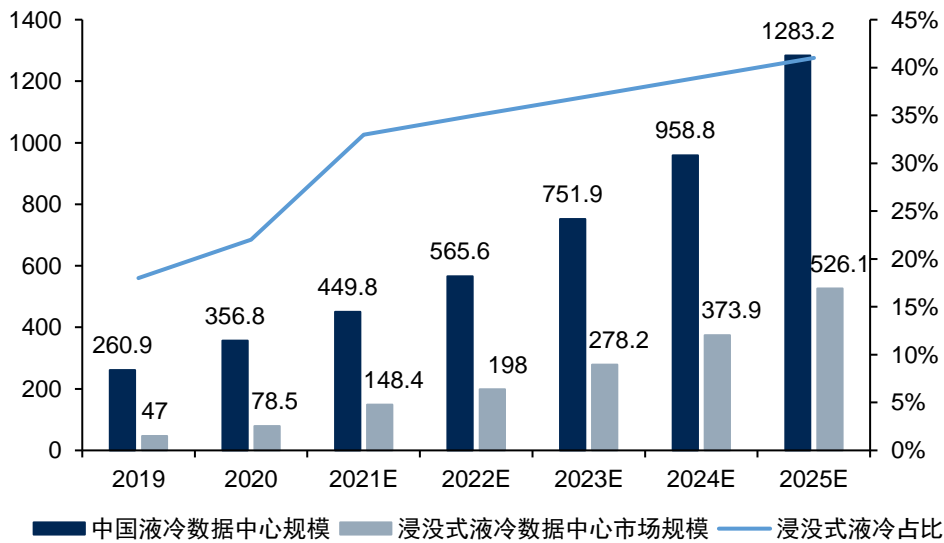
➤ **液冷数据中心市场规模加速扩张。**随着国家双碳政策的推进，2021年底国家发改委、国家能源局发布《贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和5G等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》提出“全国大型、超大型数据中心到2025年平均PUE降到1.3以下，枢纽点降到1.2以下”。北上广深等一线城市已经开始逐步关闭年均PUE高、功率低的单机架。液体浸没冷却法有效解决这个问题，能耗可降低90%-95%。根据赛迪顾问2020年底《中国液冷数据中心发展白皮书》，利用统计部分超大型、大型数据中心替代比例观点及传统市场数据得出液冷数据中心（乐观）市场规模1330.3亿元，其中浸没式液冷市场占545.4亿元。液冷数据中心（保守）市场规模1283.2亿元，其中浸没市场占526.1亿元。浸没式液冷数据中心的加速扩张有望同步带动冷却液的需求，尤其是电子氟化液。

图：2019-2025E中国液冷数据中心市场规模（亿元）（乐观估计）



资料来源：《中国液冷数据中心发展白皮书》、赛迪顾问、国信证券经济研究所整理

表：2019-2025E中国液冷数据中心市场规模（亿元）（保守估计）



资料来源：《中国液冷数据中心发展白皮书》、赛迪顾问、国信证券经济研究所整理

液冷技术商用条件逐渐成熟，实践案例不断增多



- **液冷技术的商业化实践逐渐增多。**当前我国液冷技术正在快速发展并已经拥有规模化的商用案例，这与我国数据中心规模不断扩大且单机柜功率密度不断提升有关。阿里巴巴、百度、腾讯、华为、中科曙光等IT企业已有成熟的液冷技术应用案例，阿里巴巴仁和云计算数据中心服务器采用全浸没式液冷服务器，该数据中心也成为我国首座绿色等级达到5A级的液冷数据中心。
- **产业界对于液冷技术的研究也在逐步深化。**2019年，中国信通院云计算与大数据研究所联合业界先后出版《冷板式液冷》、《液冷革命》两书籍，对液冷技术发展内外因及不同液冷技术方案进行对比剖析；2020年，ODCC与阿里巴巴举办浸没式液冷数据中心开源发布会，阿里巴巴正式向社会开放《浸没式液冷数据中心技术规范》；2021年，ODCC发布《浸没式液冷服务器可靠性白皮书》，研究内容为液冷服务器长期运行后的可靠性评估方法；2022年4月，中国信通院云大所牵头编制的5项液冷系列行业标准正式实施，为数据中心液冷产业发展提供了有效指导。

表：中国液冷技术商用化实践代表案例

公司	简介
阿里巴巴	阿里巴巴拥有全中国首座绿色等级达5A的仁和液冷数据中心，数据中心采用了服务器全浸没液冷、高压直流（HVDC）、供配电分布式冗余（Distribution Redundancy）、智能AI优化算法等多项节能技术进行规划设计与建造，规模约3万台服务器。设计年均1.12的PUE值也印证了仁和液冷数据中心领先的能效及绿色节能水平。
中科曙光	中科曙光液冷技术早于2011年便开始探索，历经“冷板式液冷技术”、“浸没液冷技术”和“浸没相变液冷技术”三大发展阶段，于2016年率先在全国开始浸没式液冷服务器大规模应用的研发，2019年实现全球首个大规模浸没相变液冷项目的商业化落地。截至目前，曙光拥有液冷核心专利近50项，部署的液冷服务器已达数十万台，居国内市场份额之首。据统计，若全国50%新建数据中心采用曙光浸没式相变液冷技术，每年可省450亿度电，减排3000万吨二氧化碳。
华为	华为云乌兰察布液冷数据中心采用的是间接蒸发冷却技术，充分利用自然冷源实现散热，全年开启空调压缩机的时间不到30天，实现机房的节能，数据中心的整体PUE低至1.15，达到了行业领先水平。
联想	联想Neptune海神液冷散热系统，通过使用50° C的温水给数据中心的计算系统散热，使数据中心运行效率提升50%。海神液冷散热系统可以在一般数据中心基础架构的限制范围内，提高机架和数据中心密度；提供极高的数据中心冷却效率和性能；同时显著降低能源成本，数据中心PUE可小于等于 1.1。
浪潮	浪潮信息于2021年建立了液冷数据中心研发生产基地 - 天池。天池是领先的液冷创新中心，满足了浪潮不同规格液冷服务器的各项研发、生产、测试需求。

资料来源：各公司官网、国信证券经济研究所整理

3.2

氟化液浸没式冷却液技术

[返回目录](#)

氟化液优势显著，是理想的数据中心用冷却液

- 目前常见的冷却液类型有水、芳香族物质、脂肪族化合物、有机硅类物质、碳氟类化合物等。其中：氟化液是一种无色无味绝缘且不燃的化学溶剂，最开始是用作线路板的清洗液；加上其不燃和绝缘的惰性特点，目前下游应用领域已经涉及半导体冷却板的冷却、数据中心的浸入式冷却、航空电子设备的喷雾冷却等。
- 氟化液优势明显，是理想的数据中心用冷却液。氟化液的优点包括：1）具有优异的电绝缘性和热传导性；2）理想的化学惰性和热稳定性，能广泛使用于各种温控散热场合；3）良好的材料相容性，与绝大多数金属、塑料和聚合物不反应；4）良好的流动性，能在温控系统中很好的流动散热；5）非危险品不燃不爆，无燃点闪点；6）无毒无害无刺激性。

表：可用于浸没液冷的液体介质：分类及特点

类型	代表物质	性质及特点
芳香族物质	对二乙基苯、二苯甲基甲苯、氢化三联苯	因芳香族化合物具有一定毒性，而且大部分有很强的刺激性气味，对使用者和应用有一定限制。
脂肪族化合物	矿物油、聚α烯烃	主要是石油化工的产物，此类物质具有良好的导热性能和使用的安全性，常见的应用是作为变压器油等。但仍具有闪点，需要对防爆消防监控进行评估。而且其粘度较高，挥发残留物较多且不易清理，
有机硅类物质	二甲基硅氧烷、甲基硅氧烷、硅油等	硅油在缺乏氧气的应用场景表现有良好的耐温性、稳定性。硅油也一样具有闪点，需要根据应用要求配置相应防爆设施。分解产物具有一定毒性，同时挥发后也有一定的残留物，需要额外的清洗处理。
碳氟类化合物	氟化液	氟化液的稳定性和抗分解性较好，在恶劣条件下（如过热、燃烧及电弧击穿等）的分解性远低于其他液体类物质。同时氟化液大多数不具有闪点，使用安全性更佳。表面能和粘度更低，作为单相传热介质整体传热能力优于油类物质。氟化液无毒，但相对成本较高。

资料来源：3M氟化液Novec产品说明书，国信证券经济研究所整理

图：数据中心浸没式液冷系统



资料来源：开放数据中心委员会，国信证券经济研究所整理

图：巨化D系列氢氟醚类氟化液



资料来源：巨化股份官网，国信证券经济研究所整理

电子氟化液——用途广泛的高性能氟化学品

- 在数据中心浸没液冷应用中，氟化液浸没式冷却液技术的工作原理就是将数据中心的发热设备（如服务器）浸没在氟化液中，并通过氟化液液体的流动循环，把电子器件/系统运行产生的热量传递到室外，是数据中心单相和两相浸没式液冷应用的理想选择。其中，3M公司推出了Fluorinert（全氟碳化合物）和Novec（氢氟醚及其他低温室效应氟化物）两大系列的氟化液产品。
- 在浸没式液冷中，冷却液可以与发热器件直接接触，所以浸没式液冷可支持更高功率密度的IT部署，极大程度提升能源使用效率。此外，氟化冷却液有着良好的化学惰性，与电子类部件接触时，不会对其产生任何腐蚀；使用过后也不需特定的清洗步骤，因此最初广泛用作线路板清洁液和电子测试液。氟化液因其出色的热传导性和绝缘且不燃的惰性特点成为目前应用最广泛的浸没式冷却液。

图：电子氟化液可在不同数据中心应用



资料来源：3M官网，国信证券经济研究所整理

图：电子氟化液的主要应用



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

➤ 使用电子氟化液进行浸没式液冷，可从设计、施工到维护和运营，帮助提高效率，同时降低成本，减少对自然资源的依赖。

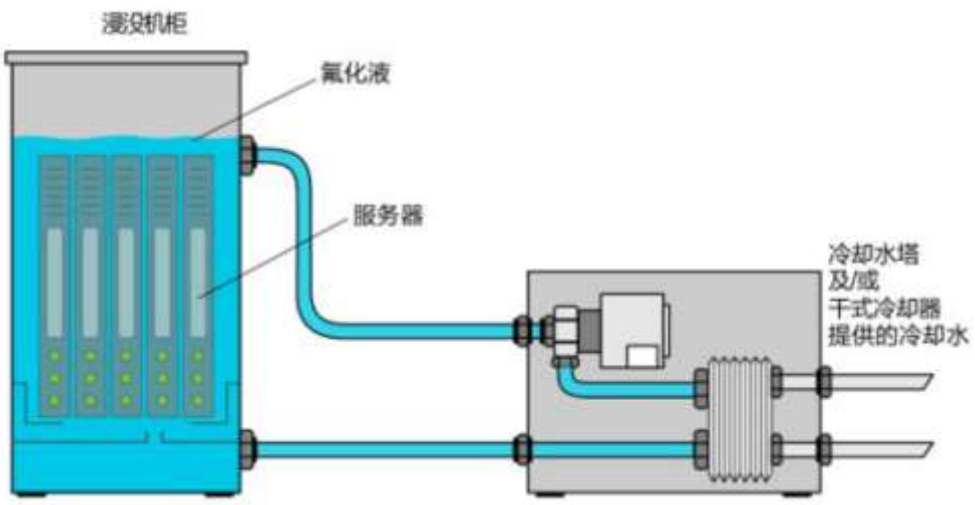
图：使用电子氟化液进行浸没式液冷的优点

优点	简介
降低对地理和环境条件的依赖	无论决定将部署地点设于何处、环境如何变化，浸没冷却数据中心均可在全球范围内实现更为一致的冷却基础架构。更加密集的形态也能较好地适用于对空间和密度较敏感的应用。
简化数据中心设计	浸没冷却数据中心的规模更集中，拓扑结构（例如，机械、电气、网络）也更简单。可以消除对复杂气流管理的需求，简化数据中心的设计难度。
减少资本支出和运营费用	更大限度地减少或消除空冷基础设施（例如冷水机组、CRAC、CRAH、PDU、RPP、电信/网络设备、设施占地面积等），以此减少资本支出。随着冷却效率提高，辅助冷却所需要的专用电力的成本也会降低。
降低用电效率指标（PUE）和水资源的使用	当用电效率指标低至1.03时，可以构建更具能效、符合持续性要求的数据中心。另外，在单相或两相浸没式液冷的外部冷源使用干式冷却器，可以减少或消除水资源的浪费。削减延迟
改善性能和冷却效率	得益于更高的冷却效率，计算性能相应提升。浸没冷却现在可以支持新的、计算密集度更高的工作负载，而这些是传统的冷却解决方案很难以高效、具有成本效益的方式解决的。
削减延迟	将对延迟敏感的工作负载运行在更加密集、空间优化的数据中心内，或者更加接近用户的服务器机柜内，可以帮助降低延迟。
提高硬件可靠性	更大程度地减少传统冷却方法中必要的活动部件（例如风扇），从而减少相应的硬件故障。
延长固定资产寿命	密封但易于操作的浸没式液冷装置保护IT硬件免受灰尘和湿气等环境污染物的影响。减少运动部件还有助于提高可靠性，从而延长设备的使用寿命。
未来功率密度需求的路线图	部署更小尺寸形状的高密度边缘计算设备，来支持当前和未来的工作负载。

浸没式液冷的实现方案1——单相浸没式液冷

- **单相浸没式液冷原理：**在单相浸没式液冷中，电子氟化液保持液体状态。电子部件直接浸没在电介质液体中，液体置于密封但易于触及的容器中，热量从电子部件传递到液体中。通常使用循环泵将经过加热的电子氟化液流到热交换器，在热交换器中冷却并循环回到容器中。单相浸没式液冷的优势体现在两个方面：1) 冷却液价格相对更低，部署成本更低；2) 冷却液无相变，无需担心冷却液蒸发溢出或人员吸入的健康风险，更有利于维护。
- **单相浸没式液冷冷却液选择依据：**单相浸没式液冷通常选择沸点较高的冷却液，以确保冷却液在循环散热过程中始终保持液态。氟碳化合物和碳氢化合物（例如矿物油、合成油、天然油）均可用于单相浸没式液冷。目前3M 和Shell等企业都在生产用于单相浸没式液冷技术的冷却液，不同的是3M的冷却液为氟化液，而Shell的冷却液为天然气制成的合成油，属于碳氢化合物。根据《数据中心液冷技术应用研究进展》，具有全氟碳结构的氟化液是良好的单相浸没式液冷冷却液。

图：单相浸没式液冷的工作原理



表：部分适用于单相浸没式液冷的电子级氟化液

性质	3M Novec™ 7300	3M Novec™ 7500	3M Novec™ 7700	3M Fluorinert™ FC-3283	3M Fluorinert™ FC-40	Shell S5 X
主要成分	含氟烷烃	含氟烷烃	含氟呋喃	C5-18-全氟烷	C5-18全氟烷	碳氢化合物
沸点 (°C)	98	128	167	128	165	
凝固点 (°C)	-38	-100	-50	-65	-57	-36
热传导性 (W/(m·°C))	0.063	0.065	0.065	0.066	0.065	0.142*
液相运动粘度 (cSt)	0.71	0.77	2.52	0.75	1.8	9.8
蒸发潜热 (kJ/(kg·K))	102	89	83	78	69	
比热容 (kJ/(kg·K))	1.14	1.13	1.04	1.1	1.1	2.27
介电常数	6.1	5.8	6.7	1.9	1.9	
臭氧消耗 (ODP)	0	0	0	0	0	
全球变暖潜值 (GWP)	200	90	420			

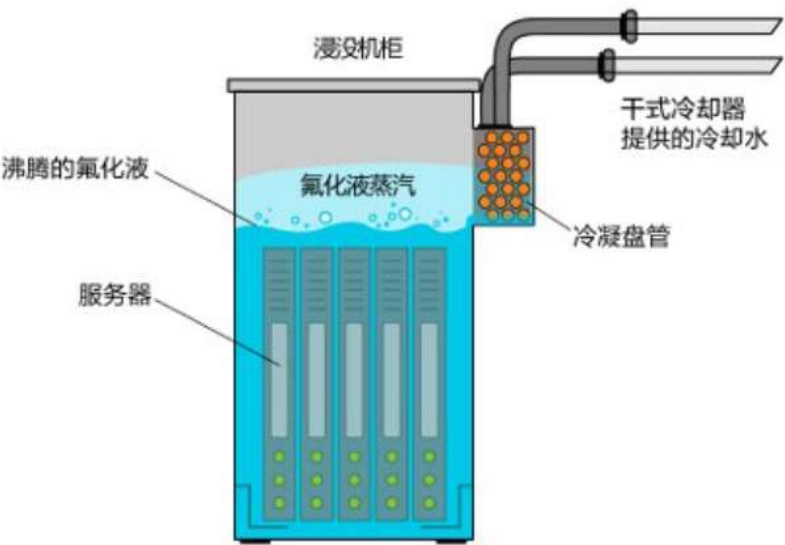
资料来源：3M官网，国信证券经济研究所整理

资料来源：《数据中心浸没式液冷技术研究》，国信证券经济研究所整理

浸没式液冷的实现方案2——双相浸没式液冷

- **双相浸没式液冷原理：**在两相浸没式液冷中，通过电子氟化液的沸腾及冷凝过程，可以指数级地提高液体的传热效率。电子部件直接浸没在容器中的电介质液体中，热量从电子部件传递到液体中，并引起液体沸腾产生蒸汽。蒸汽在容器内的热交换器（冷凝器）上冷凝，将热量传递给在数据中心中循环流动的设施冷却水。**双相浸没式液冷的优缺点：**双相浸没式液冷充分利用了冷却液的蒸发潜热，可以满足高功率发热元件对散热的极端要求，使IT 设备可以保持满功率运行。但相变的存在也使得双相浸没式液冷系统必须保持密闭，以防止蒸汽外溢流失，同时必须考虑相变过程导致的气压变化，以及系统维护时维护人员吸入气体的健康风险。
- **双相浸没式液冷冷却液的选择依据：**用于双相浸没式液冷的冷却液不仅要有良好的热物理性能、化学及热稳定性、无腐蚀性，还需要合适的沸点、比较窄的沸程范围以及较高的汽化潜热。硅酸酯类、芳香族物质、有机硅、脂肪族化合物及氟碳化合物等都被尝试应用于双相浸没式液冷。其中，**氟碳类化合物综合性能较好，是目前常见的双相浸没式液冷冷却剂。**

图：双相浸没式液冷的工作原理



资料来源：3M官网，国信证券经济研究所整理

表：部分适用于双相浸没式液冷的电子级氟化液

性质	3M Novec™ 7000	3M Novec™ 7100	3M Novec™ 7200	3M Fluorinert™ FC-3284	3M Fluorinert™ FC-72
主要成分	全氟丙基甲醚	全氟丁基甲醚与含氟烷烃的混合物	含氟醚的混合物	全氟胺、C5-C7全氟烷烃的混合物	C5-18 全氟烷
沸点（℃）	34	61	76	50	56
凝固点（℃）	-122	-135	-138	-73	-90
热传导性（W/(m·℃)）	0.075	0.069	0.068	0.062	0.057
液相运动粘度（cSt）	0.32	0.38	0.41	0.42	0.38
蒸发潜热（kJ/(kg·K)）	142	112	119	105	88
比热容（kJ/(kg·K)）	1.30	1.18	1.22	1.10	1.10
介电常数	7.4	7.4	7.3	1.9	1.8
臭氧消耗（ODP）	0	0	0	0	0
全球变暖潜值（GWP）	530	320	55		

资料来源：《数据中心浸没式液冷技术研究》，国信证券经济研究所整理

单相VS双相浸没式冷却：各有优劣，需根据实际应用场景选择



➤ 单相与双相浸没式冷却的比较：单相浸没式液冷技术较为成熟。在单相浸没式液冷和双相浸没式液冷直接进行选择时，需考虑几项关键因素：1) 单相浸没式液冷系统的浸没缸设计更为简单，流体容纳更易实现。与双相浸没式液冷相比，单相浸没式液冷在材料兼容性和流体中污染物上的顾虑也更少。2) 与单相浸没式液冷相比，双相浸没式液冷系统可以通过液相到气相的变化实现更高的传热效率，进而实现更大的功率密度。

表：单相和相变浸没式液冷系统的对比

	单相浸没式液冷	相变浸没式液冷
冷却原理	以导热、对流传热为主	以核态沸腾传热为主
传热极限热流密度	约90 W/cm ²	约100-150 W/cm ²
冷却液	矿物油、合成油、沸点较高的电子氟化液等	沸点略高于室温的电子氟化液,常见沸点约49~61℃
影响因素	冷却液流速、流态、循环温度等	系统压力、沸腾状态、冷凝盘管冷凝效果(盘管设计、不凝性气体等)等
强化手段	(1) 通过冷却液增大流速、散热器优化等手段进行流态优化,诱发湍流；(2) 降低冷却液循环温度,增大传热温差	表面强化技术(翅片、表面粗糙度、多孔结构)
市场应用	应用案例成熟,有基本成型的系统设计规范和标准	应用案例较少,多处于单机测试和展示阶段

表：单相与双相浸没式液冷冷却效果评估

评估指标	单相浸没式液冷	双相浸没式液冷
散热性能	+	++
集成度	+	++
可维护性	+	+
可靠性	+	+
性能	+	++
能效	+	++
废热回收	+	++
噪声	+	++
单板腐蚀	+	++
冷却介质兼容性	+	+
初期投入成本	-	--
5年平均运用成本	+	++
承重要求	-	--

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

资料来源：赛迪顾问，国信证券经济研究所整理

3.3

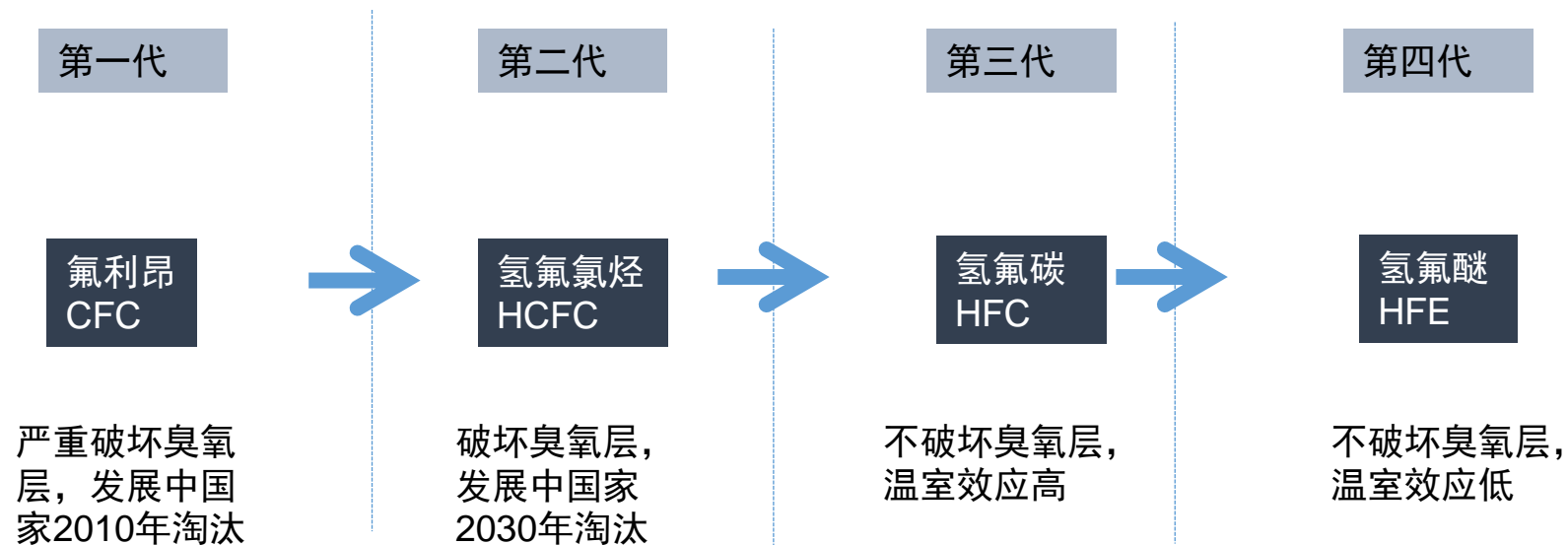
氟化液是理想的冷却液

[返回目录](#)

氟化液：适合用于半导体、数据中心液冷系统的冷却液

- 氟化液一般指碳氟化合物，是将碳氢化合物中所含的一部分或全部氢换为氟而得到的一类有机化合物，普遍具有良好的综合传热性能，可以实现无闪点不可燃。同时由于C-F键能较大，碳氟化合物惰性较强，不易与其它物质反应，是良好的兼容材料。根据碳氟化合物的组成成分和结构不同，可再分为氯氟烃(CFC)、氢代氯氟烃(HCFC)、氢氟烃(HFC)、全氟碳化合物(PFC)、氢氟醚(HFE)等种类。
- CFC和HCFC是20世纪广泛被应用的制冷剂。目前CFC种类已全球淘汰；HFC在20世纪90年代被开发出，用于替代氢氯氟碳(HCFC)和其他破坏臭氧层的物质。部分氢氟烃HFC可被用于溶剂清洗应用，虽然其不破坏臭氧层，但全球变暖潜能值(GWP)较高。氢氟醚(HFE)的温室效应影响较小，对臭氧层无破坏，但通常具有较高的介电常数，和印制线路板微带线或连接件直接接触时对信号传输影响较大。全氟碳化合物(PFC)包含全氟烷烃、全氟胺、全氟聚醚(PFPE)等类型，在沸点和介电常数方面的特性较为适合半导体设备冷却场景，但也有温室效应影响。

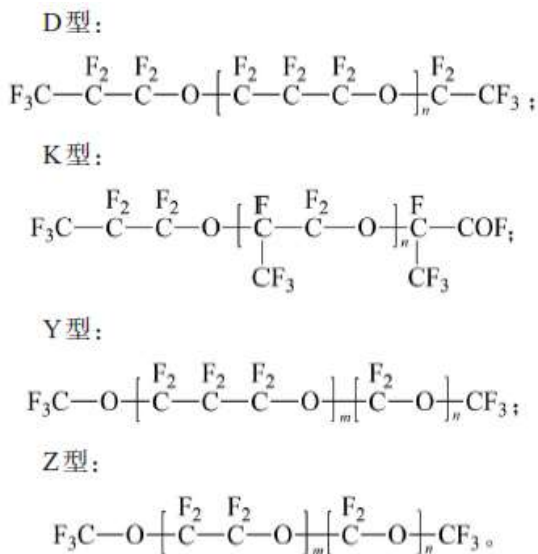
图：各代氟化液的发展进程



性能优异的全氟碳化物——全氟聚醚

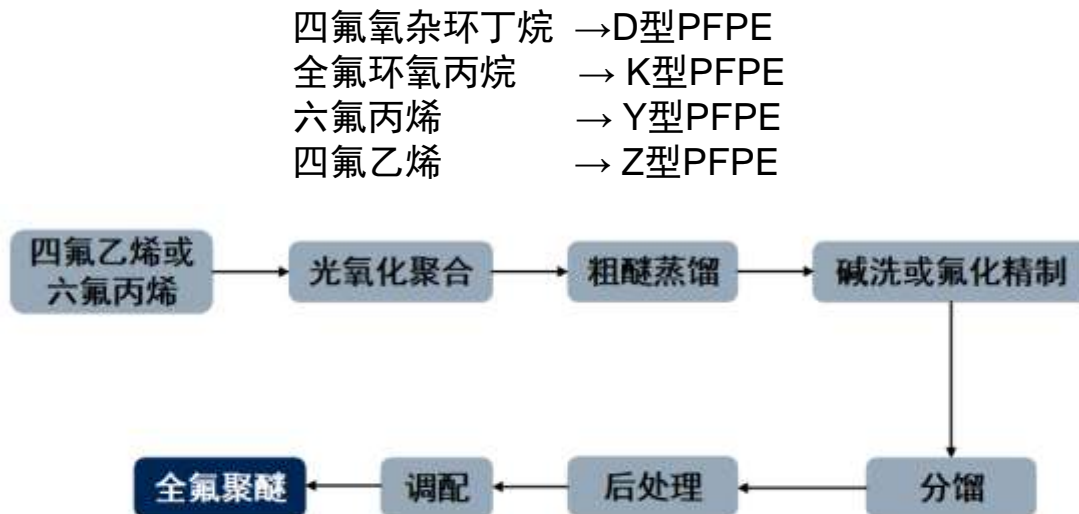
- **全氟聚醚 (PFPE)**，常温下为无色、无味、透明液体，只溶于全氟有机溶剂。最早于20世纪60年代开始研究，其平均分子量在500~15000不等，分子中仅有C、F、O三种元素，因而其具有优越的物理化学性能，如优异的耐热性、耐氧化性、耐辐射、耐腐蚀、低挥发、不燃烧等特性，以及具有可与塑料、弹性体、金属材料相容等良好的综合性能，广泛应用于化工、电子、电气、机械、磁介核工业、航天等领域，尤其在某些高温高腐蚀性的严苛环境下，全氟聚醚往往是必然的选择。
- 以合成方法和采用的单体原料不同，全氟聚醚一般可以分为 4 种类型，即D型、K型、Y型和Z型。K型和D型全氟聚醚主要商品有美国杜邦公司生产的Krypton 和日本大金生产的Demnum，Y 型和Z型全氟聚醚主要商品有苏威公司生产的Fomblin。
- **全氟聚醚的合成方法**：1) **阴离子聚合法**：K型和D型全氟聚醚采用阴离子聚合法合成，K型是六氟丙烯的氧化物在CsF催化下通过聚合而形成的一系列支链聚合物，D型全氟聚醚以四氟氧杂环丁烷单体为原料，经过开环和聚合工艺合成中间体，中间体用氟气氟化，合成最终产品全氟聚醚。2) **光氧化全氟烯烃聚合法**：Y型和Z型全氟聚醚分别以六氟丙烯和四氟乙烯为主要原料，在低温下与氧一起紫外光照，氧化聚合而得到结构略有不同的聚醚。巨化股份的全氟聚醚产品使用该方法生产。

图：4种类型全氟聚醚的结构式



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

图：全氟烯烃直接光氧化法生产工艺流程



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

➤ 近年来，大数据中心行业受到各级政府的高度重视和国家产业政策的重点支持。国家和地方陆续出台了多项政策，涵盖新型数据中心推动高质量发展、一体化大数据中心推动协同发展、双碳政策驱动行业绿色低碳发展等多个方面，鼓励大数据中心行业发展与创新。产业政策为大数据中心行业的发展提供了明确、广阔的市场前景，为企业提供了良好的生产经营环境。

表：近年来国内支持数据中心建设的政策

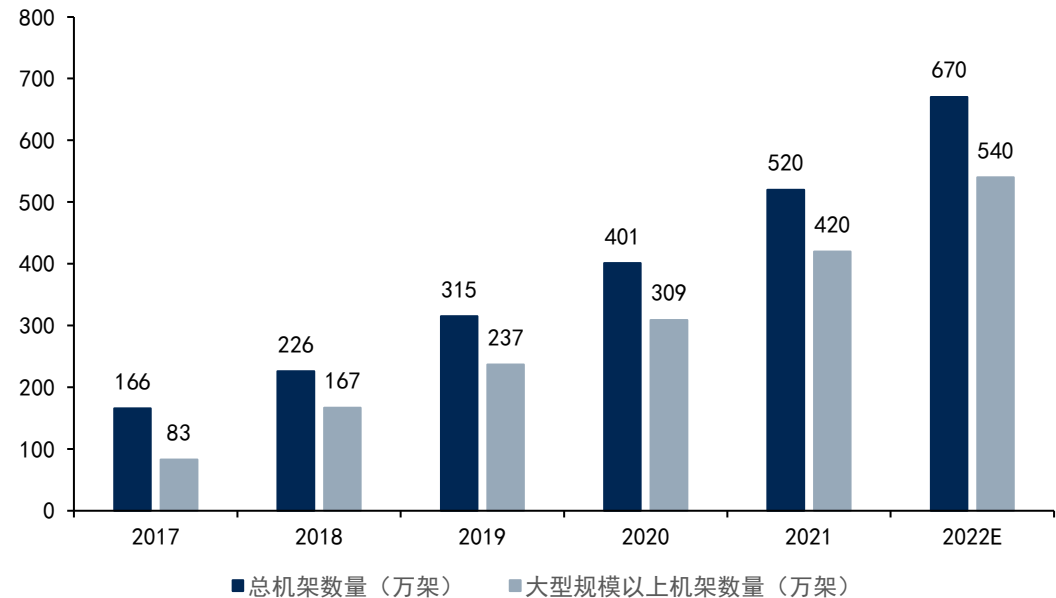
发布时间	政策名称	主要内容
2017年5月	《数据中心设计规范》	国家标准《数据中心设计规范》(GB50174-2017)自2018年1月起实施，作为数据中心建设标准，将为数据中心的技术先进、节能环保、安全可靠的保驾护航。
2020年12月	《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》	为加快建设全国一体化大数据中心算力枢纽体系，制定本方案。
2021年3月	《第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	建设若干国家枢纽节点和大数据中心集群，建设E级和10E级超级计算中心。
2021年5月	《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	为加快建设全国一体化大数据中心算力枢纽体系制定的方案
2021年7月	《新型数据中心发展三年行动计划(2021-2023年)》	基本形成布局合理、技术先进、绿色低碳、算力规模与数字经济增长相适应的新型数据中心发展格局。
2021年10月	《数据中心能效限定值及能效等级》GB40879-2021	随着国家在战略上“新基建”、“低碳”战略的两手抓，一方面，数据中心的建设突飞猛进，近年来增速持续提升，年均已接近30%，且呈现大型化、规模化的趋势；另一方面，在“双控限电”环境下，年总能耗600亿度+的IDC行业如何可持续发展，如何应对诸多的现实挑战的问题，也随之被推上了风口浪尖。
2021年11月	《“十四五”信息通信行业发展规划》	国家级互联网骨干直联点数量增至14个，开展首批3个新型互联网交换中心试点。国际通信网络通达和服务能力持续增强
2021年4月	《北京市数据中心统筹发展实施方案(2021-2023年)》	提出建立优势互补的京津冀数据中心聚集区，并基于此将北京及周边地区划分为数据中心功能保障区、改造升级区、适度发展区、协同发展区，不同功能区域数据中心根据资源及发展目标实行不同的“建改退合”政策。
2021年4月	《上海市数据中心建设导则(2021版)》	在空间上分为数据中心适建区、禁止区和限制区，其中适建区为外环以外区域，既有工业区、发电厂区优先；禁止区为中环以内区域，不得新建数据中心；限制区为适建区和禁止区之外的区域。
2021年10月	《关于加快构建山东省一体化大数据中心协同创新体系的实施意见》	要逐渐形成“2+5+N”的省级一体化大数据中心空间格局：构建2个低时延数据中心核心区，形成3-5个左右的省级数据中心集聚区，“十四五”期间，建成10个左右的行业大数据中心节点，布局30个以上的超低时延边缘数据中心。
2021年12月	《云南省“十四五”大数据中心发展规划》	提出实现“滇中聚集、滇西突破、全域协同”的总体布局。
2021年12月	《江苏省新型数据中心统筹发展实施意见》	推动打造全省数据中心“双核三区四基地”发展布局体系，即2个算力资源调度核心、3个算力支撑区、3个布局引导区、4个省级数据中心产业示范基地。

数据中心机架规模保持增长将拉动电子氟化液需求



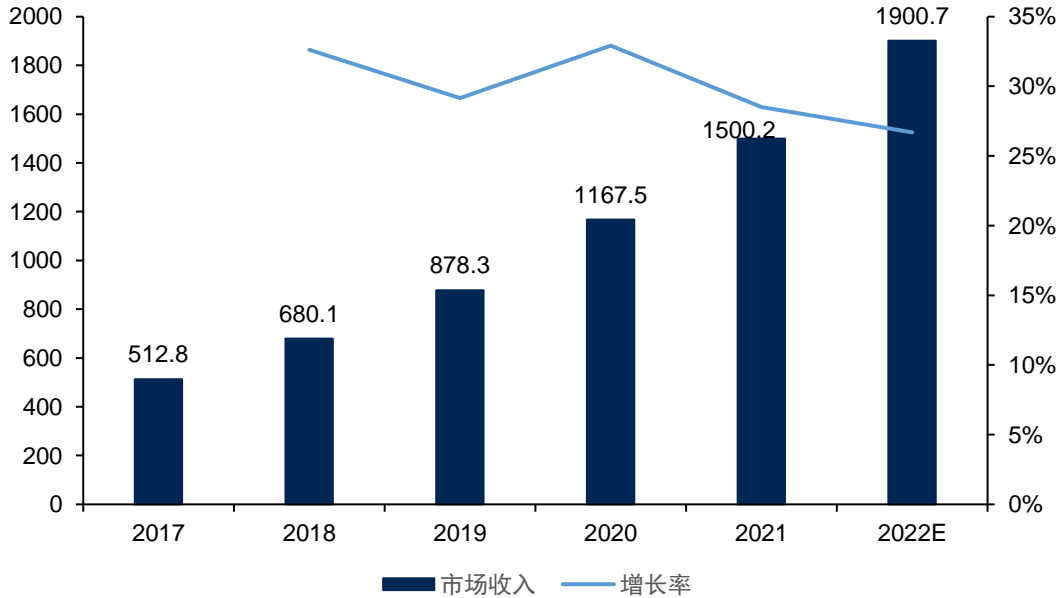
- 我国数据中心机架规模持续稳步增长，大型以上数据中心规模增长迅速。据中国信通院《2022年数据中心白皮书》统计，截止到2021年年底，我国在用数据中心机架规模达520万架，近五年年均复合增长率超过30%。其中，大型以上数据中心机架规模增长迅速，按照标准机架2.5kW统计，机架规模420万架，占比达到80%。
- 受新基建、数字化转型及数字中国愿景目标等国家政策促进及企业降本增效需求的驱动，我国数据中心业务收入持续高速增长。2021年，我国数据中心行业市场收入达1500亿元左右，近三年年均复合增长率达30.69%，随着我国各地区、各行业数字化转型的深入推进，我国数据中心市场收入将保持持续增长态势。浪潮信息预计，到2025年中国液冷数据中心的市場渗透率将会达到20%以上。在“双碳”目标约束下，液冷将成为未来新型数据中心建设的较优选择。

图：中国数据中心机架规模（万架）



资料来源：中国信通院《数据中心白皮书（2022年）》，国信证券经济研究所整理

图：中国数据中心市场规模（亿元）



资料来源：中国信通院《数据中心白皮书（2022年）》，国信证券经济研究所整理

我国数据中心需求强劲，应用场景多样

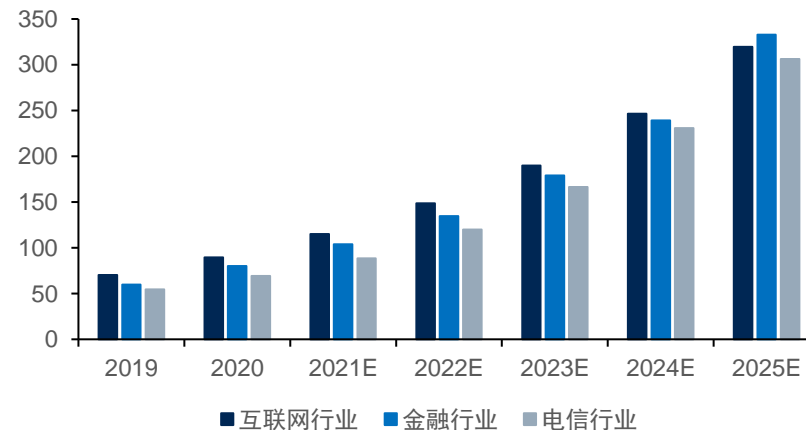
- 从我国范围看，高新技术、数字化转型及终端消费等多样化算力需求场景不断涌现，算力赋能效应凸显。
- 在高新技术方面，高度复杂的计算场景需要更多高性能算力支持，而超算可通过高性能算力为医疗、航天及勘探领域提供支撑。当前，E级超算已经成为世界各国在超算领域开展竞赛的重要方向，我国超算在算力、算效等方面仍有较大的提升空间。
- 在产业数字化转型方面，互联网、通信及金融等现代服务业需面向大量终端客户提供服务，企业数字技术应用较为成熟，数字化程度高。随着十四五规划等政策的出台，以数据中心白皮书（2022年）及技术研发和业务应用的持续演进，我国传统工业企业，如国家电网、南方电网、中石油、中石化等也开始积极推动算力基础设施建设，为企业数字化转型提供支撑。
- 在移动消费及智能终端方面，近年来我国移动终端用户及智能终端设备数量快速增长，终端设备应用场景不断丰富，对实时算力的需求不断提升。
- 在算力形态方面，我国数据中心形态多样化发展趋势逐渐显现，智算中心、边缘数据中心将保持高速增长。长期以来，我国数据中心主要以通用算力为主，超算、智算及边缘数据中心应用和数量还待增长。随着我国高性能计算、AI计算及边缘计算需求的提升，以及AIGC、ChatGPT算力液冷服务器也将进入起步阶段，未来超算、智算及边缘数据中心将得到进一步发展。
- 2019年中国液冷数据中心主要应用在以超算为代表的的应用当中，随着互联网、金融和电信行业以及新兴的AIGC、ChatGPT业务量的快速增长，上述行业对数据中心液冷的需求量会持续加大。据《中国液冷数据中心发展白皮书》，预计到2025年互联网行业液冷数据中心占比将达到24%，金融行业将达到25%，电信行业将达到23%。

图：不同场景下的异构算力需求



资料来源：《数据中心白皮书（2022年）》，国信证券经济研究所整理

图：互联网、金融、电信行业液冷数据中心市场规模



资料来源：《中国液冷数据中心发展白皮书》，国信证券经济研究所整理

国外企业长期垄断电子氟化液市场，我国国产替代前景广阔



- 电子氟化液市场长期被国外企业占据。高性能电子氟化液生产技术曾长期被国外垄断。国外生产电子氟化液的企业主要有3M、苏威、旭硝子等，上述企业占据了全世界绝大多数市场份额。3M的电子氟化液代表产品有Fluoriner™、Novec™、Fluere。苏威的代表产品有FomblinYLVA025/6。
- 电子氟化液国产化进程加快将降低数据中心建设成本，助力我国数据中心快速发展。目前我国浸没式液冷市场处于初期发展阶段，市场上的用于浸没式相变冷却的电子氟化液种类目前有3M的FC-770，Novec-7200等，价格高，还没有被数据中心大规模使用。据阿里巴巴，目前FC-770批量采购价约1.28万元/每桶，每桶20kg；Novec-7200批量采购均价约7700元/每桶，每桶15kg。随着氟化液国产化进程的推进，预计未来可有效满足国内冷却液市场需求，国产冷却液售价降低会也进一步推动浸没冷却法市场规模扩大。

表：国外部分公司生产的电子氟化液产品一览

产品名称	公司	产品特点	适用范围
3M Fluoriner™电子氟化液	3M	3M Fluorinert™电子氟化液透明、无味、不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性、运行温度范围广、热稳定性和化学稳定性高，介电常数较低。	数据中心单相和两相浸没式液冷。
3M Novec™电子氟化液	3M	不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性，具有良好的材料相容性和热稳定性。3M Novec™电子氟化液还具有较低的全球升温潜能值（GWP）和零臭氧消耗潜能值（ODP）。	3M当前建议Novec™产品系列中氢氟醚类（HFE）用于数据中心液体冷却应用。
Fluere氟流体	3M	沸点适中（47-58℃），利用蒸发带走热量，具有广泛的适用性。非危险品，无燃点闪点；电绝缘性好，具有大于55kV的极高击穿电压；良好的流动性，比水还低的年度等。	广泛应用于电子器件发热系统，特别适用于计算机服务器系统以及高压变压器的浸没式散热介质、电动车电池组冷却系统等。
FomblinYLVA025/6	意大利苏威	主要成分是全氟聚醚，低蒸气压化学惰性、不燃性、高温稳定性、良好的润滑性、无闪点、高介电性、低表面张力等诸多优良特性。	汽车部件、办公设备、食品机械、光学仪器的润滑、设备防护、也可用于数据中心液冷冷却液。
ASAHIKLIN AG、AE系列	旭硝子	主要成分是HFC，安全型号，不可燃、无闪点；稳定性和可靠性好，能够长期稳定使用。ODP系数为0，不消耗臭氧层，GWP效应低。	用作传热流体：浸没式液冷、电池组、电脑服务器、电容器、电子仪器的冷却。用作溶剂：稀释涂膜溶剂。用做清洗：去除微粒、氟素油脂清洗等。

➤ 目前，国内已有数家公司对标3M的电子氟化液成品研发成功，产品性能指标与3M同类产品相似，国内的相关企业有望抓住难得的机会窗口期，扩大国产电子氟化液的市场份额。

表：国内部分公司生产的电子氟化液产品一览

产品名称	公司	产品特点	适用范围
巨芯冷却液D系列、JHT系列	巨化股份	JHT系列是全氟聚醚产品，热性能和化学稳定性优异，优良的材料兼容性，良好的热转换能力，杰出的介电性，无毒性等。D系列为氢氟醚类化合物，是无色无味、无毒无害、绝缘环保产品。	JHT系列主要应用于半导体、制药、化工、航空、液晶显示屏制造等领域，并可用于运行温度较低的数据中心，实现冷却降温，节能减耗。D系列可广泛应用于发泡剂、电子行业高端电子流体、各种精密基材的清洗等，还可作为环保型传热工质用于温控散热系统等。
Boreaf™电子氟化液HEL、FTM、C4ME等系列	海斯福（新宙邦）	高导热效率、电绝缘、高化学稳定性、不燃性。	半导体Chiller冷却，数据中心浸没冷却，精密清洗，气相焊接、电子检漏等领域。
Noah® 3000A 单相电子冷却剂	浙江诺亚氟化工	优异的环保性能、良好的使用安全性能、高效的电绝缘性能、低介电常数、不可燃	5G基站、数据中心、交换机、电力系统、充电桩、海上风电
全氟醚工质F-8630/F-8650	思康化学	优异的电绝缘性和热传导性、理想的化学惰性和热稳定性、良好的材料相容性、无燃点闪点、良好的渗透性、无毒无害无刺激性、ODP值为0。	各种温控散热系统，特别适用于半导体生产制备的各种环节中温控系统、数据中心服务器浸没式冷却、风力发电机和发电机组内部散热等。
Winboth 氟化液	深圳盈石科技	高绝缘强度、良好的材料兼容性、宽泛的工作温度范围、低毒性、不可燃，兼容单相、两相等多种不同流程	数据中心浸没式冷却、发电机组蒸发冷却、半导体冷却
美琦FC3050	江西美琦	渗透性好，优秀的导热性、热稳定性、化学稳定性，干燥性优良，优秀的材料兼容性，可反复使用，电气绝缘性稳定	半导体制造封装测试。电子元器件清洗剂。导热、冷却介质，计算机服务器及电子元器件系统散热介质等。
FCM—160E电子氟化液	东莞美德	温度可选范围广、材料兼容性好、安全环保、优秀的导热性、清洗彻底、低温流动效率好	半导体制造封装测试。导热、冷却介质，计算机服务器及电子元器件系统散热介质等。
FL系列	中国台湾孚瑞科技	不具可燃性，工作温度范围宽、绝缘特性、热传导性能优异。	蚀刻机、离子注入机、测漏设备的高低温槽，冲击测试等设备上。

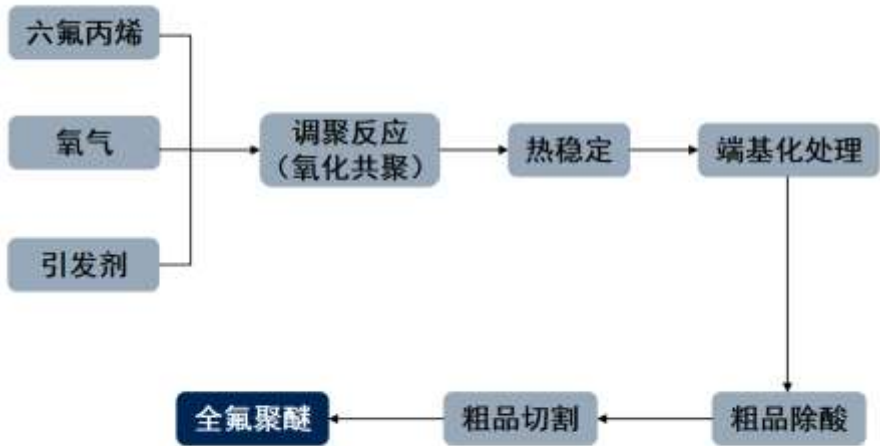
资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

巨化股份“巨芯”冷却液实现国产化突破



- 巨化股份“巨芯”冷却液的主要原料六氟丙烯、氧气在引发剂的作用下，通过调聚氧化、热稳定反应脱除过氧化物、端基化处理、除酸处理、粗品切割等工序得到全氟聚醚产品（冷却液）。据巨化集团官微，巨芯冷却液可有效通过浸没式液冷实现数据中心非IT耗电节能80%以上，数据中心能源效率指标值（PUE）可降至1.09。
- 巨化股份持股95%的浙江创氟高科新材料有限公司计划投资5.1亿元规划建设5000吨/年浸没式冷却液项目，其中一期1000吨/年项目已建成并投入运行，突破了国内全氟聚醚类新材料的“卡脖子”困境。项目全部建成后，将成为全球技术领先、单套产能最大的浸没式冷却液生产装置，将有效满足国内企业对浸没式冷却液的需求。
- 阿里云有望在其数据中心液冷方案中选择巨化股份“巨芯”冷却液。据巨化集团官微，2023年3月21日，巨化集团与阿里云签署战略合作协议。双方将围绕国家示范项目落地、液冷产业拓展、工业智能创新应用开发、企业云平台建设、电商平台共建等方面展开合作。

图：巨化股份全氟聚醚（冷却液）生产简图



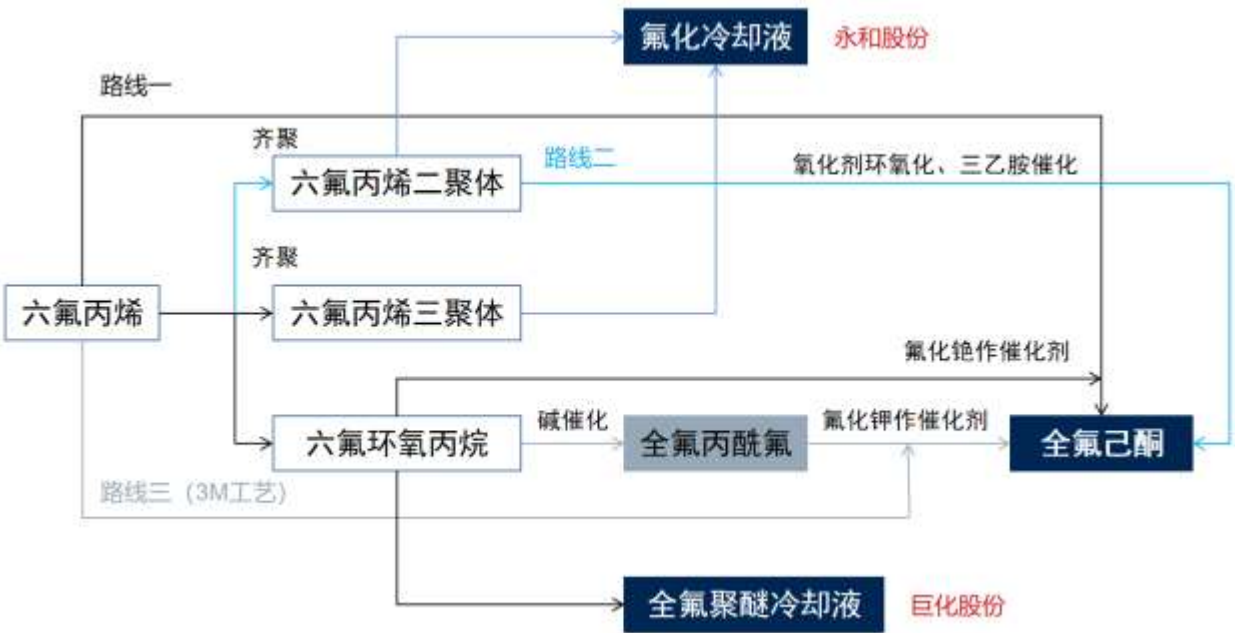
图：巨化股份5000t/a 巨芯冷却液生产规模及产品方案

产品名称	工程规模		
	一期产量（吨/年）	二期产量（吨/年）	合计（吨/年）
全氟聚醚	1000	4000	5000
20%氟氮气	250	1000	1250
有水氢氟酸（浓度≥30%）	100	400	500

永和股份六氟丙烯三聚体氟化液

- 六氟丙烯三聚体的主要用途是氟溶剂、清洗剂，具有安全环保、高电绝缘性能、低介电常数、不可燃以及较好的传热性能，因此近年来常被报道用作含氟传热流体，可用作浸没式电子冷却液。六氟丙烯三聚体相较于全氟聚醚以及氢氟醚等氟化液最大的优点是价格便宜，但六氟丙烯三聚体在一定温度下连续运行较长时间会出现反酸现场，腐蚀应用环境中的含硅材质的材料，这种反酸现象可以通过添加一定量的氢氟环戊烷来缓解，因此可用于液冷的六氟丙烯三聚体氟化液生产技术及配方等对厂商的要求较高。
- 目前国内生产六氟丙烯三聚体的企业主要有新宙邦、浙江诺亚氟化工等，永和股份在其拟投资建设的1万吨/年全氟己酮项目中也可副产六氟丙烯三聚体，应用于冷却液领域。据浙江诺亚氟化工申请的相关专利，其六氟丙烯三聚体氟化液已经实现了在国内某大型互联网企业的单相浸没式液冷服务器的测试应用及电子产品指纹油溶剂的应用。

图：永和股份全氟己酮及副产六氟丙烯三聚体氟化液生产工艺示意图



表：浙江诺亚氟化工Noah® 3000A六氟丙烯三聚体氟化液产品特性

产品性状	无色、无味、透明液体
沸点（常压）	110~115 °C
液体密度（25℃）	1.815 g/mL
介电强度（30℃）	39.4kV（2.5mm）
介电常数（1MHz）	1.79
电阻率（25℃）	2.484×10 ¹⁵ Ω·mm
表面张力（25℃）	15 mN/m
粘度（25℃）	1.353 cst
最高使用温度	400℃
ODP	0
GWP	120

资料来源：《哈龙替代品全氟己酮及中间体全氟丙酰氟合成综述》、公司公告、公司环评公告、CNKI，国信证券经济研究所整理

资料来源：浙江诺亚氟化工官网，国信证券经济研究所整理

4

相关上市公司简介

[返回目录](#)

金宏气体：国内重要的特种气体和大宗气体供应商

- 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，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。
- 2022年，公司实现营业收入19.67亿元，同比+12.97%；实现归母净利润2.29亿元，同比增长37.14%。营收结构方面，2022年金宏气体大宗气体、特种气体、清洁煤气营收占比分别为45%、42%、13%。

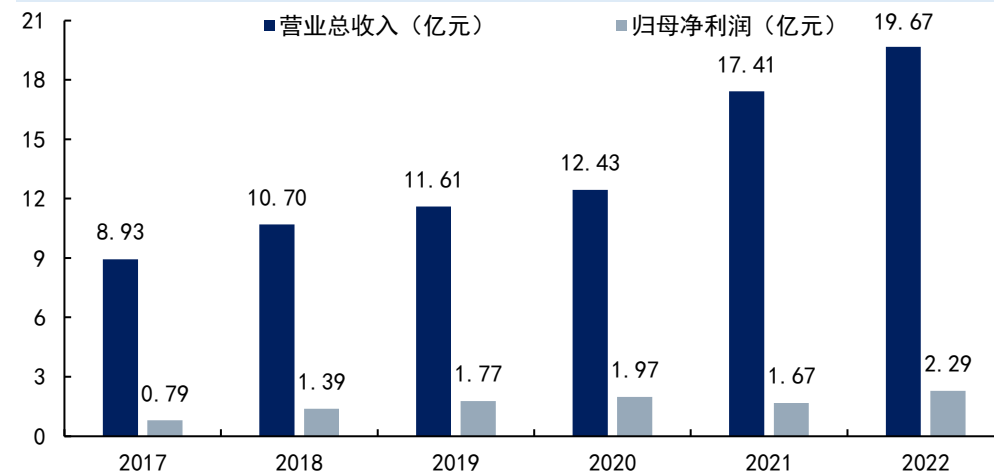
图：金宏气体主要产品产能及规划

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

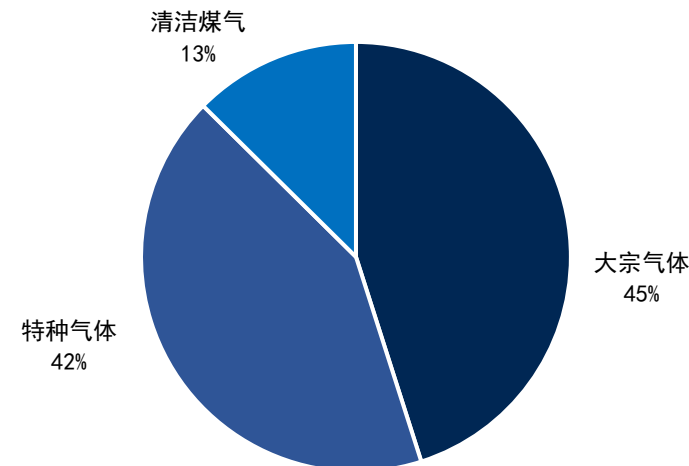
请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：金宏气体营收及归母净利润



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图：金宏气体2022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：致力于特种气体国产化

- ◆ 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7.9亿元，到2021年增长13.5亿元，CAGR为14.4%；同期归母净利润由0.49亿元增长至1.29亿元，CAGR为27.4%。2022年前三季度，公司实现营业收入14.0亿元，同比+41.0%；实现归母净利润1.86亿元，同比+80.6%。

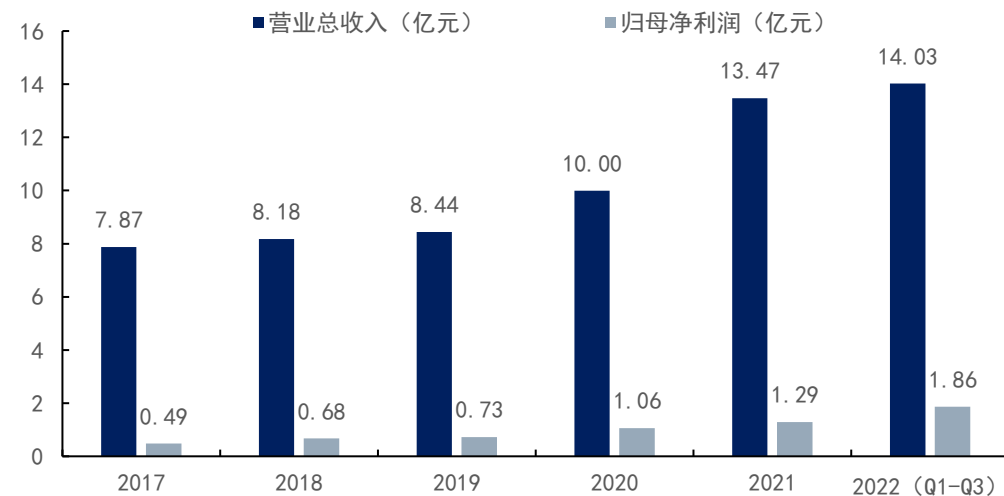
表：华特气体2022年1-9月份主要产品产销量数据

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%

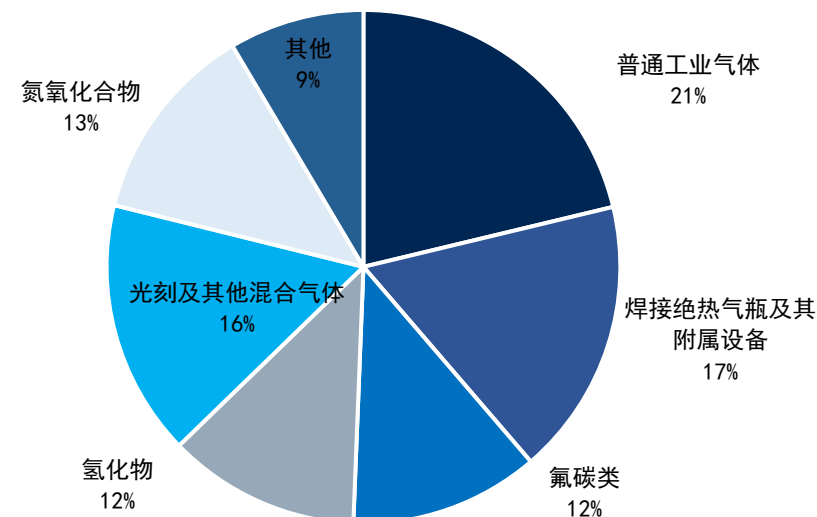
资料来源：华特气体募集说明书，国信证券经济研究所整理

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：食品级液体二氧化碳生产企业

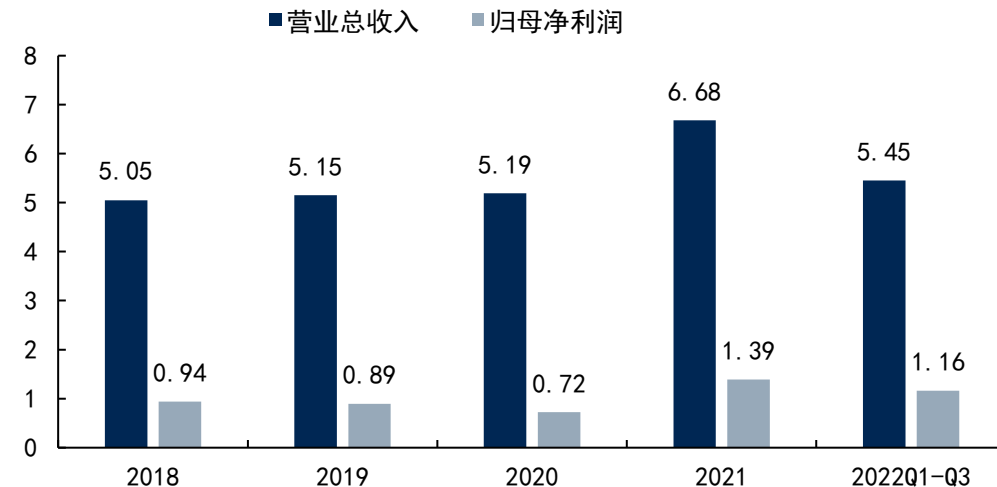
◆ 凯美特气是国内以化工尾气为原料，年产能最大的食品级液体二氧化碳生产企业。主要产品包括干冰、液体二氧化碳、食品添加剂液体二氧化碳、食品添加剂氮气及其他工业气体，以及塑料制品的生产及销售、仓储（不含危险爆炸物品）、租赁、货物运输等，产品广泛应用于饮料、冶金、食品、烟草、石油、农业、化工、电子等多个领域。

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
	氦气（压缩的或液化的）	生产	14.4
	氖气（压缩的或液化的）	生产	14.4
	氟气（压缩的或液化的）	生产	6.8
	氙气（压缩的或液化的）	生产	14.4
	氢气	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、铋、电子级三氟化氯、电子级碳酰氟、电子级乙炔、氩气	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，利用原项目的贫氮氩液氧、粗氮氩氮气生产氮氩混合气、氟气、氦气等电子特气产品	子公司完成工商注册	
巴陵90000Nm ³ 空分稀有气体回收项目	稀有气体氖、氮、氩、氪的原料气	在建，预计2023Q1调试、Q2投产	

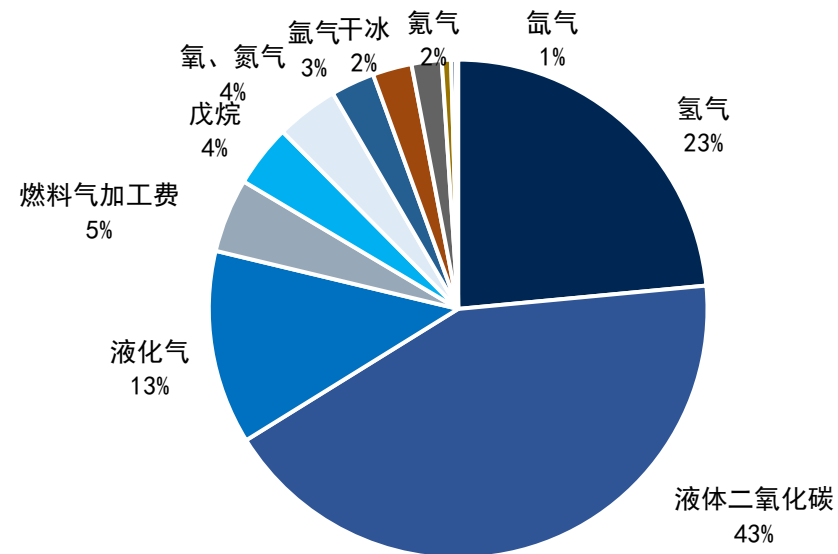
资料来源：公司公告、国信证券经济研究所整理

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

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：国内特种气体行业的技术先进企业

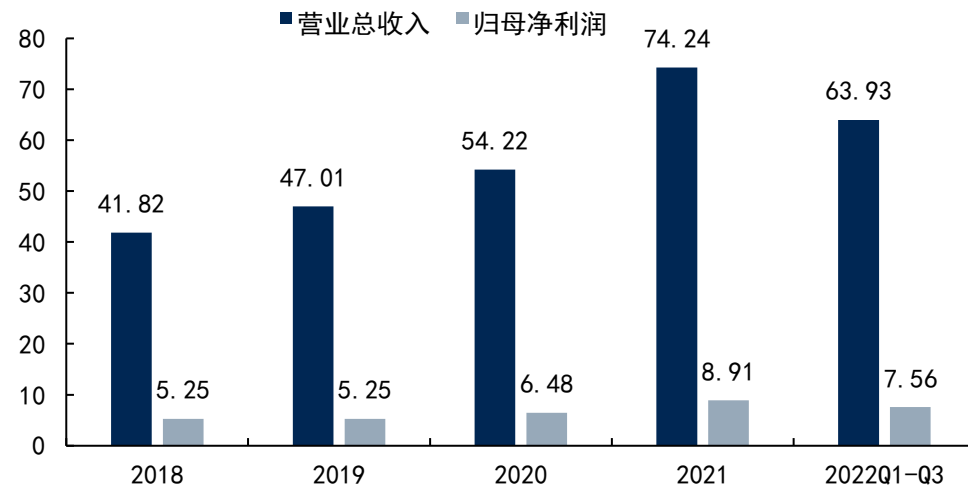
- ◆ 昊华科技的气体业务主要由昊华气体有限公司开展，隶属世界500强中国中化。昊华气体整合了黎明院氟化气体部分业务、光明院整体和西南院气体部分业务，集中气体研发、生产方面的优势，专门从事电子特气的研发、生产、销售和工程技术开发、检测服务。
- ◆ 昊华气体是国内特种气体行业的技术先进企业，拥有国家重要的特种气体研究生产基地，形成了具有自主知识产权的特种气体制备综合技术，拥有洛阳、大连、成都3个生产中心，大连、洛阳2个研发中心，大连、成都、洛阳(筹备中)3个检测中心和洛阳、大连、成都、武汉、浙江5个仓储/配气中心。

表：昊华科技主要产品产能及投产时间（吨/年）

业务板块	产品	现有产能	规划/在建产能	预计投产时间
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	5000		
	六氟化硫	2000		
	四氟化碳	1200		
	六氟化钨	700		
航空化工材料	光电子氨、电子级砷烷	1314		
	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

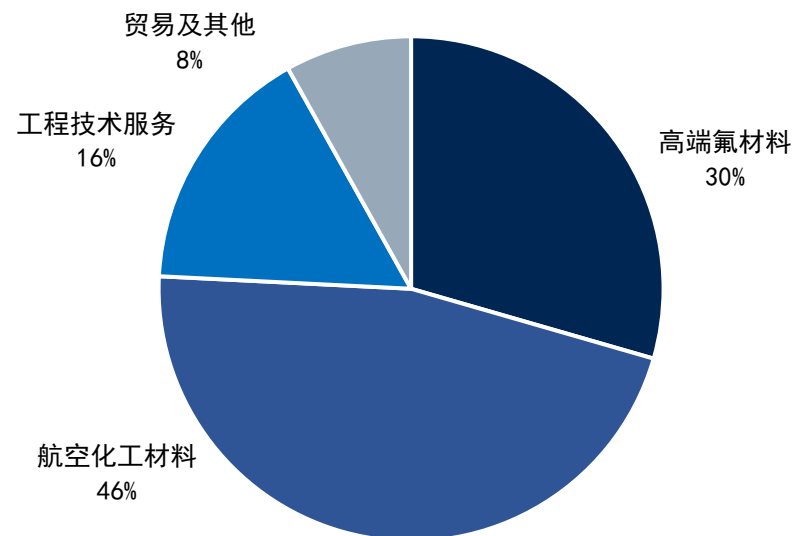
资料来源：公司公告、国信证券经济研究所整理

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

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

中船特气：国内三氟化氮、六氟化钨生产能力最大的企业



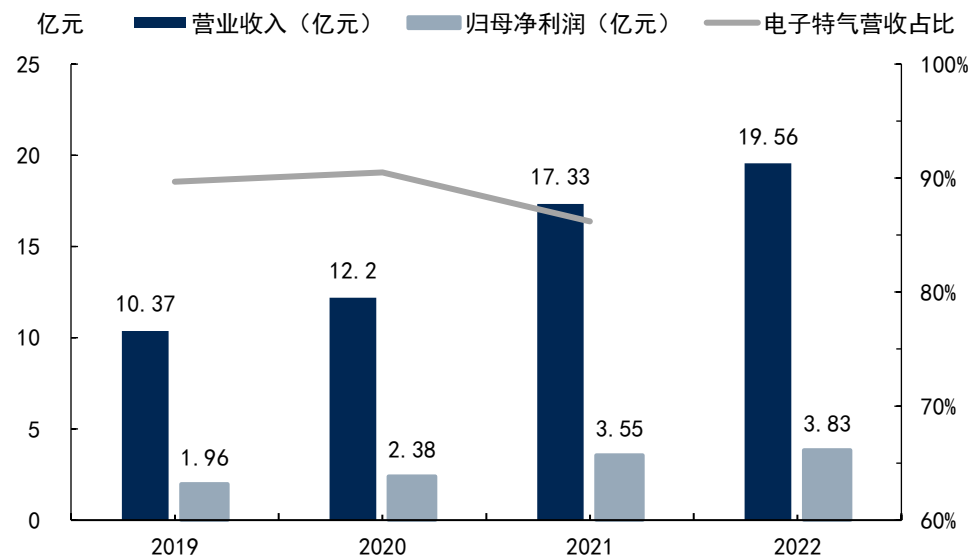
- ◆ 公司为国内三氟化氮、六氟化钨生产能力最大的企业，技术实力领先。中船特气是中国船舶集团七一八所旗下的子公司，多年来深耕电子特种气体的研发和产业化，打破了电子特种气体的国产化空白，已拥有电子特种气体及含氟新材料等50余种产品的研发生产能力，现有三氟化氮产能9250吨/年，六氟化钨产能2230吨/年，两项产品产能规模均位居国内第一。根据TECHCET的统计数据，2020年公司三氟化氮全球市场份额为24%，排名第二，仅次于SK Materials；公司的六氟化钨全球市场份额为16%，排名第四，前三为SK Materials、关东电化、厚成化工。技术实力方面，公司主要产品技术指标处于行业一流水平，广泛应用于集成电路、显示面板、医药、锂电新能源等行业，其中在集成电路领域已满足并应用于5纳米制程技术。
- ◆ 公司营收及业绩不断增长。2019至2022年，公司营业收入从10.37亿元增长至19.56亿元，CAGR为23.56%；同期公司归母净利润从1.96亿元增长至3.83亿元，CAGR为25.02%。

图：中船特气主要产品产能情况

	现有产能（吨/年）	IP0募投项目在建产能（吨/年）
三氟化氮	9250	3250
六氟化钨	2230	
三氟甲磺酸	660	
高纯氯化氢		1500
高纯电子气体		735
双（三氟甲磺酰）亚胺锂		500

资料来源：中船特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

图：中船特气营收及归母净利

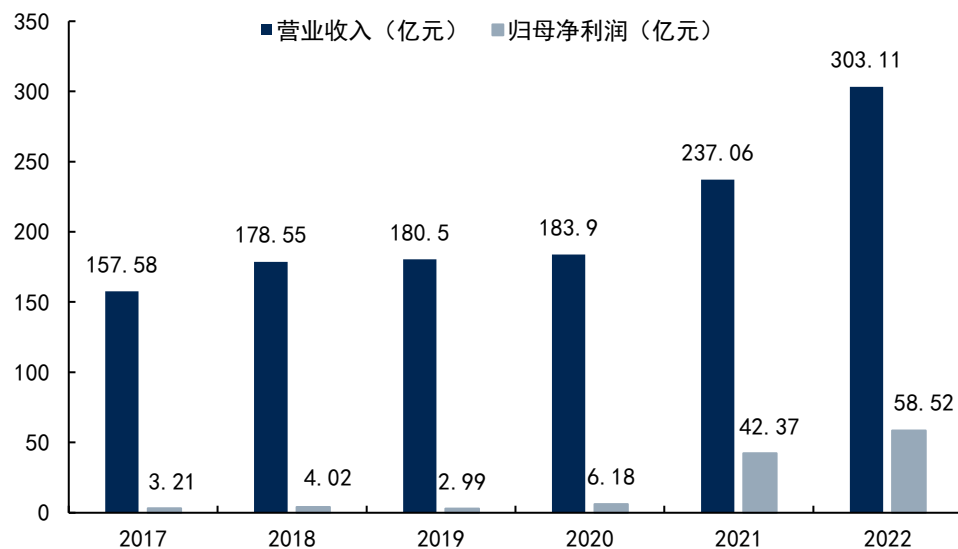


资料来源：中船特气招股说明书，国信证券经济研究所整理

兴发集团：国内湿电子化学品龙头企业

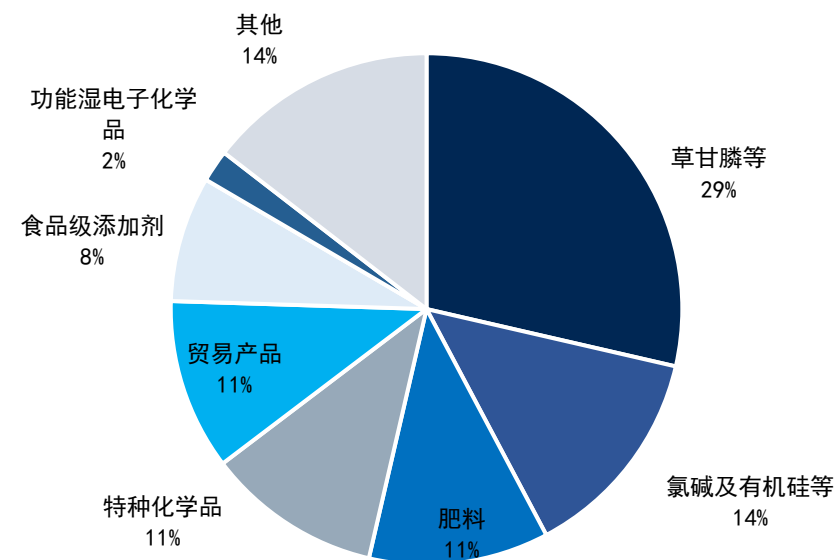
- 兴发集团是一家以磷化工系列产品和精细化工产品的开发、生产和销售为主业的上市公司，先后开发出食品级、牙膏级、医药级、电子级、电镀级、工业级、饲料级等各类产品15个系列591个品种，是全国精细磷产品门类最全、品种最多的企业之一。兴发集团现有电子化学品年产能12万吨，其中电子级磷酸3万吨、电子级硫酸6万吨，电子级混配类产品3万吨。
- **电子级氢氟酸：**湖北兴力电子成立于2018年11月，是由Forerunner（40%）、兴发集团（30%）和贵州磷化（30%）出资设立的合资企业。公司通过引进中国台湾侨力化工电子级氢氟酸等技术，在园区建设3万吨/年电子级氢氟酸项目，项目一期1.5万吨/年产能已于2021年上半年投产，产品可以达到G5级别。侨力化工1972年成立于中国台湾，是少数100%自主拥有纯化10ppt (G5) 氢氟酸技术的企业，目前拥6万吨G5等级、6000吨G3等级电子级氢氟酸，产能居世界前列。侨力化工目前拥有台积电、联电（中国台湾及新加坡厂）、三星（韩国、中国西安）、世界先进（中国台湾）、美光集团（中国台湾、新加坡及美国厂）、英特尔（中国大连及美国厂）、新加坡-格芯、SSW等客户。

图：兴发集团营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图：兴发集团2022年营收构成

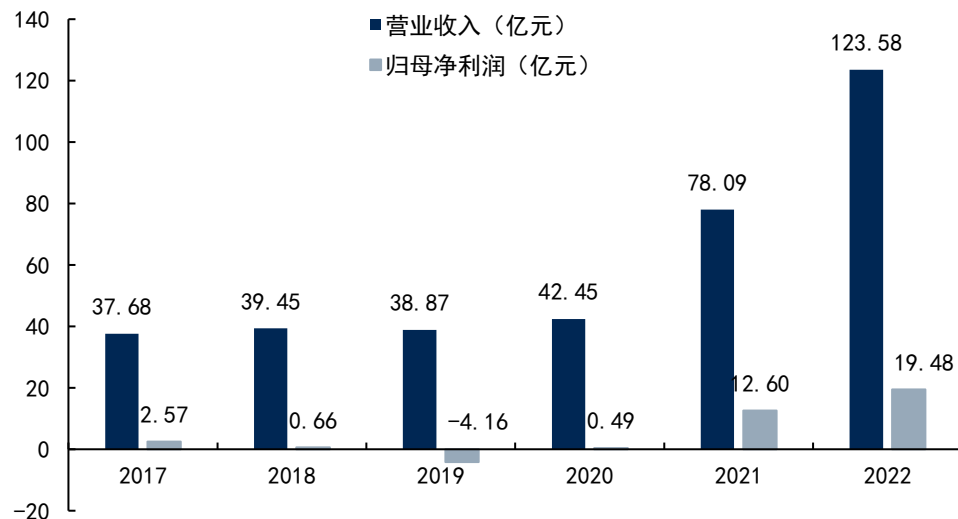


资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

多氟多：电子级氢氟酸及电子特气供应商

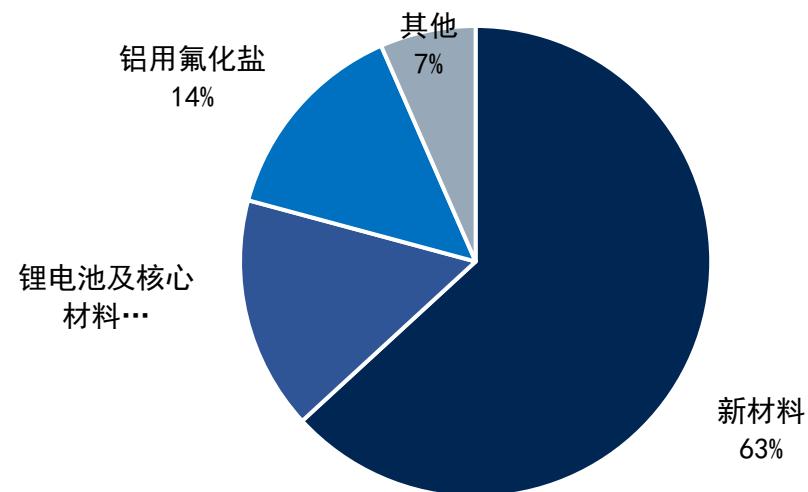
- 多氟多电子级氢氟酸通过台积电认证。2022年，多氟多发布公告称，公司高纯电子化学品材料进入全球知名半导体芯片制造商台积电（TSMC）的合格供应商体系，开始批量供货，并在电子级氢氟酸上成为该台积电多年来唯一新增的供应商。另据公司2022年年报，公司现具备年产5万吨电子级氢氟酸的产能，其中半导体级1万吨，年产3万吨超净高纯电子级氢氟酸（G5级别）项目和年产3万吨湿电子化学品项目已全面开工，年内陆续投产。
- 电子特气方面，公司主要产品电子级硅烷是化学气相沉积（CVD）的硅原料，现具备年产4000吨产能，还可生产高纯乙硅烷、高纯四氟化硅等产品。其他电子级化学品方面，公司目前还掌握了纳米硅粉及硅碳材料、高纯氟气、氟氮混合气、电子级硝酸、电子级硫酸等一系列电子化学品生产工艺，部分产品已经实现批量销售。

图：多氟多营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图：多氟多2022年营收构成



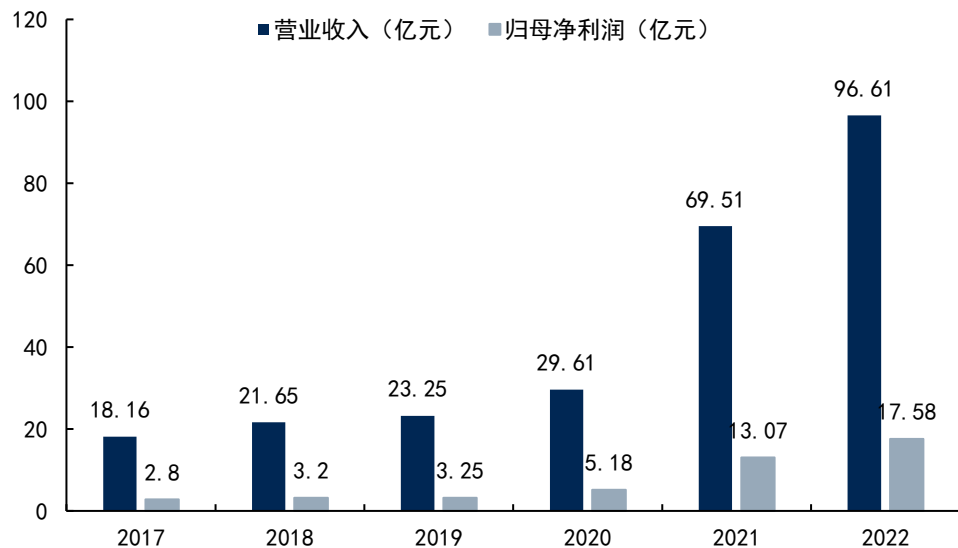
资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

新宙邦：电子级氢氟酸、氢氟醚及全氟聚醚氟化液产品丰富



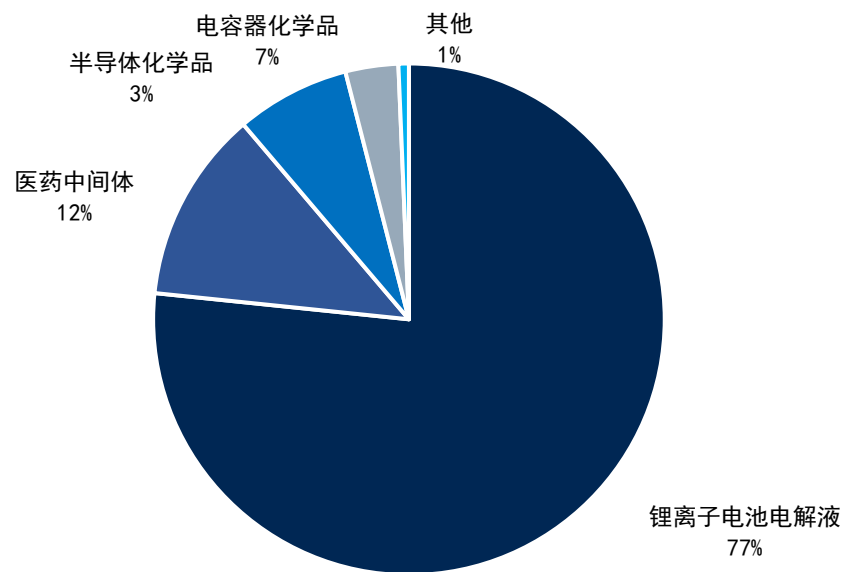
- **电子级氢氟酸**：新宙邦持股25.28%的永晶科技全资子公司福建永飞化工拥有高纯超净氢氟酸产能30000吨（其中UPSS级6000吨），据百川盈孚，福建永飞有49%浓度的UPSSS级氢氟酸对外报价，2023年4月份报价约1.4万元/吨。
- **氟化液**：据新宙邦2022年年报，公司含氟冷却液（氟化液）顺利通过行业知名客户认证，实现批量交付。新宙邦的氟化液产品主要由其持股98%的子公司海斯福化工生产，主要产品包括氢氟醚类、全氟酮类以及全氟聚醚等。在建产能方案，海斯福“高端氟精细化学品项目（二期）”建设项目中包含六氟丙烯低聚体1000吨/年、全氟聚醚基础油500吨/年，氢氟醚、全氟异丁基甲醚、全氟戊基甲醚合计2000吨/年，该项目是新宙邦2022年发行可转债的募投项目之一，建设期为37个月，2022年9月可转债已成功发行。

图：新宙邦营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图：新宙邦2022年营收构成

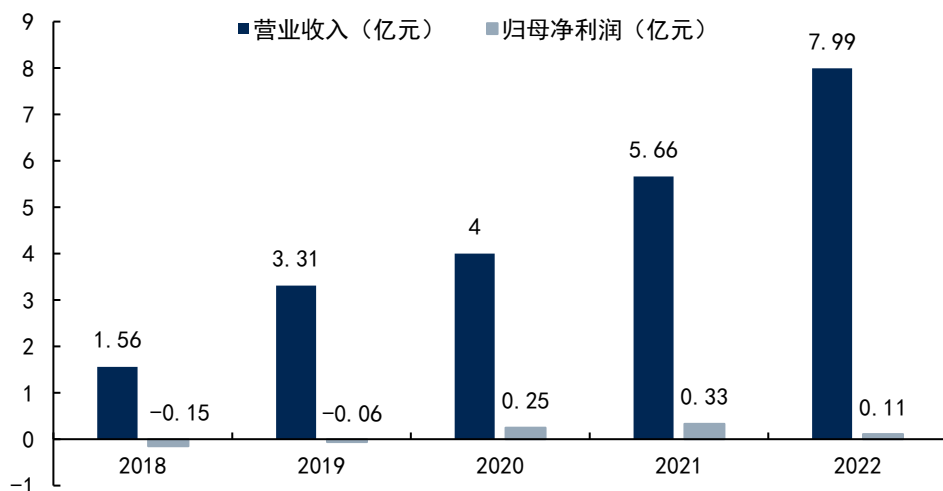


资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

巨化股份：电子级氢氟酸、全氟聚醚氟化液生产商

- **电子级氢氟酸：**巨化股份持股35%的中巨芯公司的电子级氢氟酸、电子级硫酸等主要湿电子化学品产品均已达到12英寸集成电路制造用级别，产品等级均达到 G5级，均为中国集成电路材料创新联盟五星产品，产品质量达到国内同类先进水平，并在SK海力士、中芯国际、长江存储、华虹集团、华润微电子、绍兴中芯等多家主流客户批量供货。中巨芯现有电子级氢氟酸产能5.45万吨/年，IPO募投项目包括3万吨/年电子级氢氟酸
- **电子特气：**巨化股份持股35%的中巨芯公司目前已实现6N纯度高纯氯气、6N纯度高纯氯化氢、4N5纯度六氟丁二烯和5N5纯度高纯六氟化钨量产，产品已在中芯国际、华润微电子、士兰微、厦门联芯、沪硅产业、河北普兴等多家主流客户通过认证并批量供货。
- **“巨芯”全氟聚醚氟化冷却液：**巨化股份持股95%的浙江创氟高科新材料有限公司计划投资5.1亿元规划建设5000吨/年浸没式冷却液项目，其中一期1000吨/年项目已建成并投入运行，项目全部建成后将成为全球技术领先、单套产能最大的浸没式冷却液生产装置，将有效满足国内企业对浸没式冷却液的需求。

图：中巨芯营业收入及归母净利润



资料来源：中巨芯招股说明书，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

表：中巨芯电子级氢氟酸分不同等级的售价差异及毛利率差异

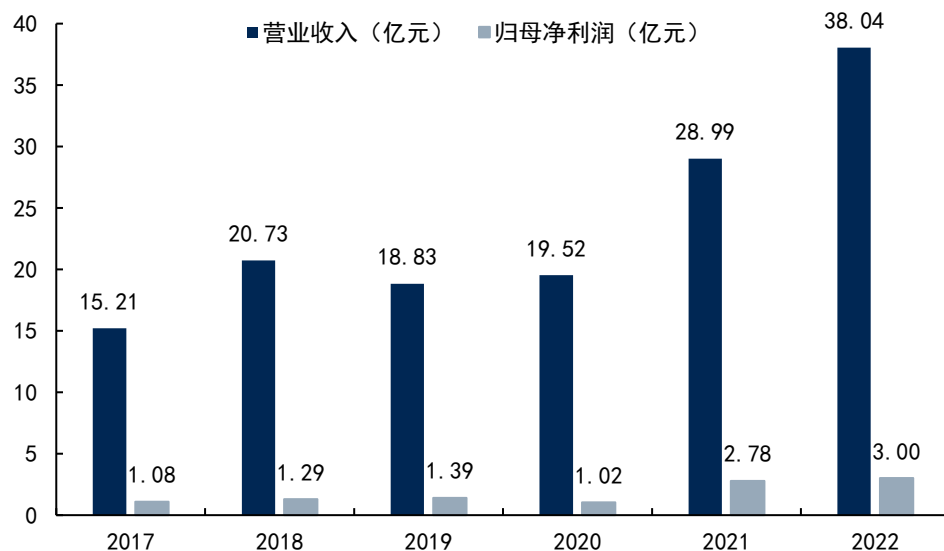
		2019年度	2020年度	2021年度	2022年H1
集成电路	平均单价 (万元/吨)	13949.12	14252.7	13388.62	12958.14
	毛利率	43.70%	44.13%	34.00%	37.24%
非集成电路	平均单价 (万元/吨)	6145.97	5213.41	5647.79	6510.71
	毛利率	14.93%	0.72%	-4.50%	2.87%

资料来源：中巨芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

永和股份：拟规划建设六氟丙烯三聚体氟化液

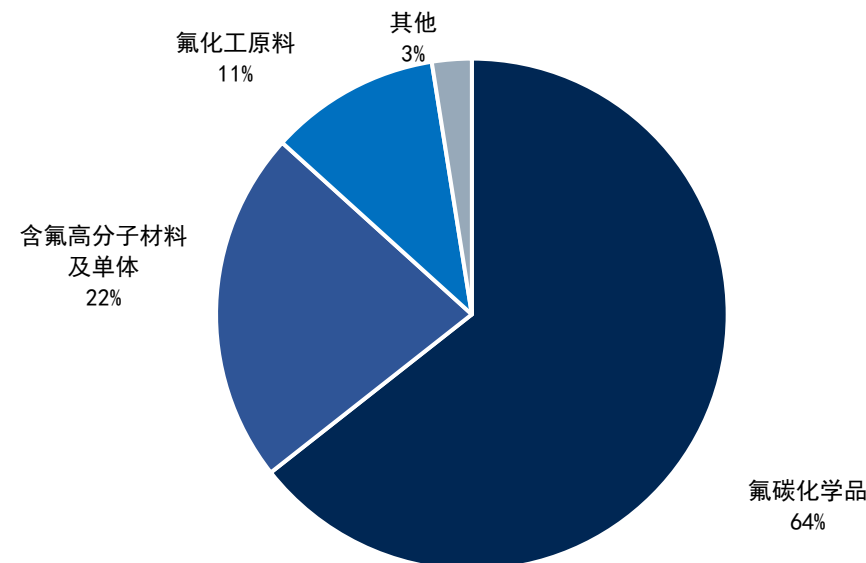
- 氟丙烯三聚体和其衍生物主要被用在氟碳表面活性剂领域，有较好的发展前景。其中，六氟丙烯三聚体可以用于制备氟类聚合物、中间体合成含氟表面活性剂，并且可用作电子产品处理剂电子氟化液。
- **氟化液：**2022年1月21日，永和股份发布关于全资子公司投资建设新项目的公告，公司全资子公司内蒙永和将新建1万吨/年全氟己酮产能，分三个阶段分别建设0.1、0.3、0.6 万吨/年产能，同时可副产六氟丙烯三聚体5000吨/年，总建设周期60个月。

图：永和股份营业收入及归母净利润



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图：永和股份2022年营收构成



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

- ◆ **电子特气：**电子特气在全球晶圆制造材料细分市场中占比约15%，是第三大晶圆制造材料。我国电子特气市场规模约196亿元，2025年达到316.6亿元，2016-2025年CAGR为14.2%。电子特气行业规模的高增速主要系国家政策大力支持与下游行业需求旺盛所致。我国应用于集成电路的电子特气占比约为43%，显示面板、LED、光伏占比分别为21%、13%与6%。此外，ChatGPT及AIGC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，而近年来国内晶圆厂也处于密集扩产的周期，以上诸多因素均会有力带动上游原材料电子特气需求强劲增长。目前，国内电子特气自给率不足15%，但在部分技术上已实现突破。此前制约国内电子特气企业发展的主要因素是认证壁垒和市场壁垒，而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。未来，凭借产能扩张速度快、人工及原材料成本低等本土化优势，国产电子特气的渗透率将不断提升。
- ◆ **湿电子化学品：**中国电子材料行业协会数据显示，2021年度，全球湿电子化学品使用总量达到458.3万吨，未来全球湿化学品需求增长的主要驱动力来源于多座晶圆厂的建成投产及OLED面板产业的发展，预计到2025年全球湿电子化学品总需求量则将达到697.2万吨。目前全球湿电子化学品市场中欧美传统老牌企业市场份额约为31%，日本企业市场份额约为29%，韩国、中国的市场份额合计约为39%。近年来，国内湿电子化学品企业的生产能力、技术水平及市场规模都得到快速发展，替代欧美、日本同类产品趋势明显。主要产品电子级氢氟酸方面，国内在建及规划电子级氢氟酸产能较大，但主要为低等级产品，目前国内能够生产UPSSS级（G5级）电子氢氟酸的企业仅5家左右。
- ◆ **氟化液：**AIGC及ChatGPT算力液冷服务器进入起步阶段，半导体氟化液清洗剂国产化进程空间广阔。氟化液液冷方面，据我们测算，40kW/柜的机柜单台需氟化液用量约500L。据“大话IDC”测算，液冷服务器迈入规模应用的时间是2026~2027年。从性能上看，氟化冷却液是目前较适合用于数据中心液冷系统的冷却液，浸没式液冷数据中心的加速扩张有望同步带动冷却液（尤其是氟化液）的需求。除冷却液外，氟化液还可用于半导体清洗剂、作为半导体蚀刻工艺中晶圆表面控温的关键供应链原料等。我们认为，电子氟化液中长期国产替代空间广阔，叠加受益于3M计划于2025年全面退出PFAS业务，我国氟化液企业将迎来广阔市场机会。
- ◆ **行业相关标的：**1) 电子特气：【华特气体】、【金宏气体】、【昊华科技】、【凯美特气】、【中船特气】。2) 湿电子化学品：【巨化股份】、【兴发集团】、【多氟多】、【新宙邦】。3) 氟化液：【巨化股份】、【永和股份】、【新宙邦】。

5

风险提示

[返回目录](#)

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、湿电子化学品的快速发展。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、湿电子化学品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、下游需求不及预期

目前，液冷方案在数据中心中的渗透率不高，而相关政策要求到2023年底的目标是新建大型及以上数据中心PUE降低到1.3以下，因此未来液冷方案的渗透率将不断提升，浪潮信息预计，到2025年中国液冷数据中心的市場渗透率将会达到20%以上。但如果氟化液供不应求、价格过高也可能使得液冷方案的推广受阻，下游需求不及预期影响相关公司业绩。

三、市场竞争加剧的风险

电子特种气体、湿电子化学品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、湿电子化学品领域，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。

四、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。

五、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响。

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