

电子化学品系列报告之二： 电子特气国产替代有望加速，下游需求向好

证券分析师：王亮

E-MAIL:wangl@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190522120001

证券分析师：王海涛

E-MAIL:wanght@tpyzq.com

执业资格证书编码：S1190523010001

研究助理：周冰莹

E-MAIL:zhoubingying@tpyzq.com

一般证券业务证书编码：S1190123020025

电子特气为半导体制造关键材料，被称为“芯片血液”

- 电子特气广泛应用于集成电路、显示面板、LED、光伏等行业。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。从半导体市场构成来看，电子特气为晶圆制造过程中的第二大耗材，占比接近14%，仅次于硅片。

下游三大需求领域强力驱动，中国电子特气市场规模高速增长

- 电子特气下游三大领域齐头并进，半导体制造伴随AI技术与日俱增，显示面板在下游消费电子逐步复苏下稳步增长，光伏电池受行业高政策红利拉动影响快速提升。电子特气行业市场空间广阔，市场规模有望保持高速增长。
- 根据前瞻产业研究院数据，2021年全球电子特气市场规模为45.38亿美元，2024年预计提升至54亿美元，行业增速趋缓，而中国2021年电子特气市场规模为216亿元，2025年有望突破435亿元，2021-2025年CAGR达到19.13%，行业有望保持快速增长。

电子特气行业壁垒高筑，国产替代势在必行

- 行业壁垒主要体现在三方面：技术壁垒、认证壁垒、资质壁垒，其次资金壁垒、市场壁垒、人才壁垒等也构成行业进入壁垒。随着国家政策的支持，我国企业多年来不断积极研发，目前已取得一系列技术性突破，电子特气国产替代进程有望加速。

国内公司积极加速研发

- **华特气体**：国内经营气体品种最多的企业之一，现有产品多达240余种，实现近50种产品国产替代。国内唯一一家同时获得荷兰ASML和日本GIGAPHOTON株式会社认证的气体企业，进入全球领先半导体企业供应链体系。
- **金宏气体**：公司致力于成为综合性气体供应商和成为气体行业的领跑者，有计划地跨区域并购整合气体公司。主要产品覆盖大宗气体、特种气体和天然气三大类中的百余种气体。公司超纯氨产品在业内具有领先地位，电子大宗载气项目及TGCM业务获得多项突破。
- **昊华科技**：国内领先的含氟特气研发与生产制造企业，产能位列国内第三，电子级三氟化氮和六氟化硫均在国内排名靠前。公司特种气体业务快速扩张，产能不断释放，采用黎明院自主研发专利技术新增4600吨/年特种含氟电子气体项目已于2022年底全面建成投产，盈利空间有望进一步打开。

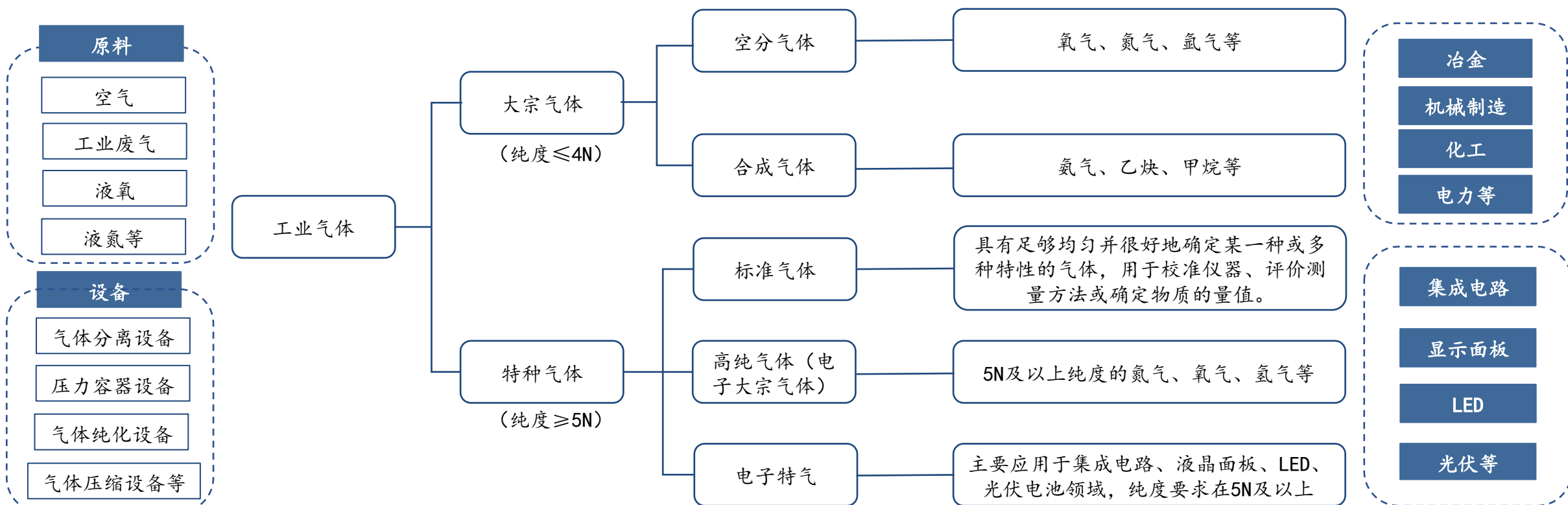
风险提示：行业竞争加剧；下游需求不及预期；技术突破不确定因素高；产品验证不及预期等。

I	电子特气为半导体制造关键材料，被称为“芯片血液”.....3
II	下游三大需求领域强力驱动，中国电子特气市场规模高速增长.....18
III	国产替代势在必行.....33
IV	主要特种气体介绍.....40
V	国内公司积极加速研发.....58

工业气体可分为大宗气体和特种气体

- 工业气体广泛应用于现代工业的各个领域，根据其纯度和用量大小可以分为大宗气体和特种气体两类。大宗气体指大批量用于工业生产制造，纯度小于等于99.99% (4N) 的气体；根据制备方式的不同可分为空分气体和合成气体。特种气体是指那些在特定领域中应用的，对气体有特殊要求的纯气，高纯气或由高纯单质气体配制的二元或多元混合气，特种气体可分为标准气体、高纯气体（电子大宗气体）和电子特气。

图表1：工业气体分类



资料来源：前瞻产业研究院、亿渡数据，太平洋证券研究院

大宗气体对纯度要求较低，可分为空分气体和合成气体

- 空气气体指利用空气分离设备，从空气中分离出来的工业气体（广义上衍生为通过物理反应分离的工业气体），主要通过分离空气或工业废气制取。空气气体主要包括氧气、氮气、氩气等，在空气中的体积占比分别为20.95%、78.08%、0.93%。合成气体指通过化学发应制取的工业气体，包括乙炔、氨气、二氧化碳等。
- 大宗气体是现代工业的重要基础原料，广泛应用于国民经济众多领域。目前，大宗气体消耗最多的行业是冶金和化工行业。新能源、半导体、电子信息、生物医药、新材料等多个产业的快速发展，也促进了大宗气体应用领域的延伸。

图表2：大宗气体应用领域

应用领域		冶金	石油	机械加工	食品行业	环保行业	医疗行业	化肥
空分气体	氧气	√	√	√		√	√	√
	氮气	√	√		√	√	√	
	氩气	√		√				
合成气体	二氧化碳		√	√	√	√	√	
	乙炔			√	√			√
	氨气						√	√

资料来源：亿渡数据，太平洋证券研究院

电子气体包括电子特种气体和电子大宗气体

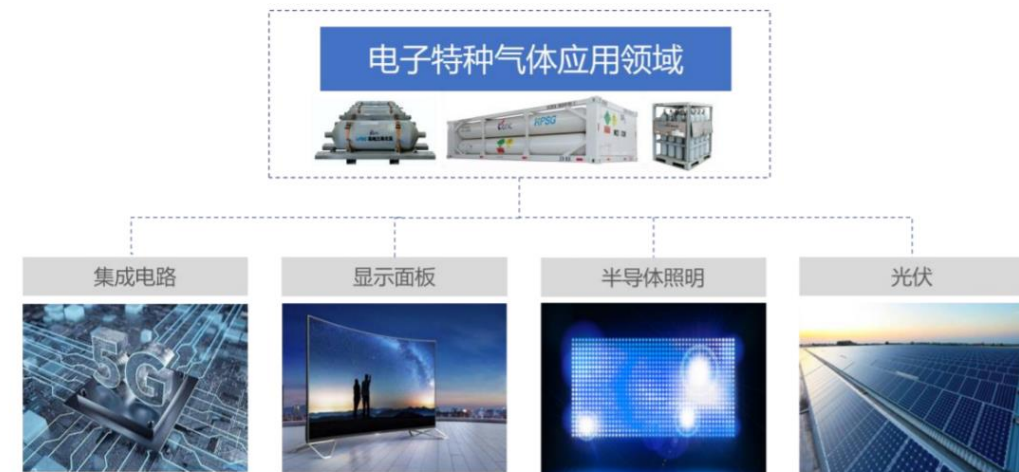
- 电子气体包括电子特种气体和电子大宗气体，是集成电路、显示面板、半导体照明、光伏等行业生产制造过程中不可或缺的关键性材料。

图表3：电子气体主要分类

类别	用途	主要产品
电子特种气体	化学气相沉积 (CVD)	氨气、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、氙气等
	光刻胶印刷扩散	氟气、氩气、氦气、氙气等 氫气、三氯氧磷等
	刻蚀	氟气、四氯化碳、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
	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、载体	氮气、氧气、氩气、二氧化碳等

资料来源：金宏气体招股书，太平洋证券研究院

图表4：电子特气应用领域

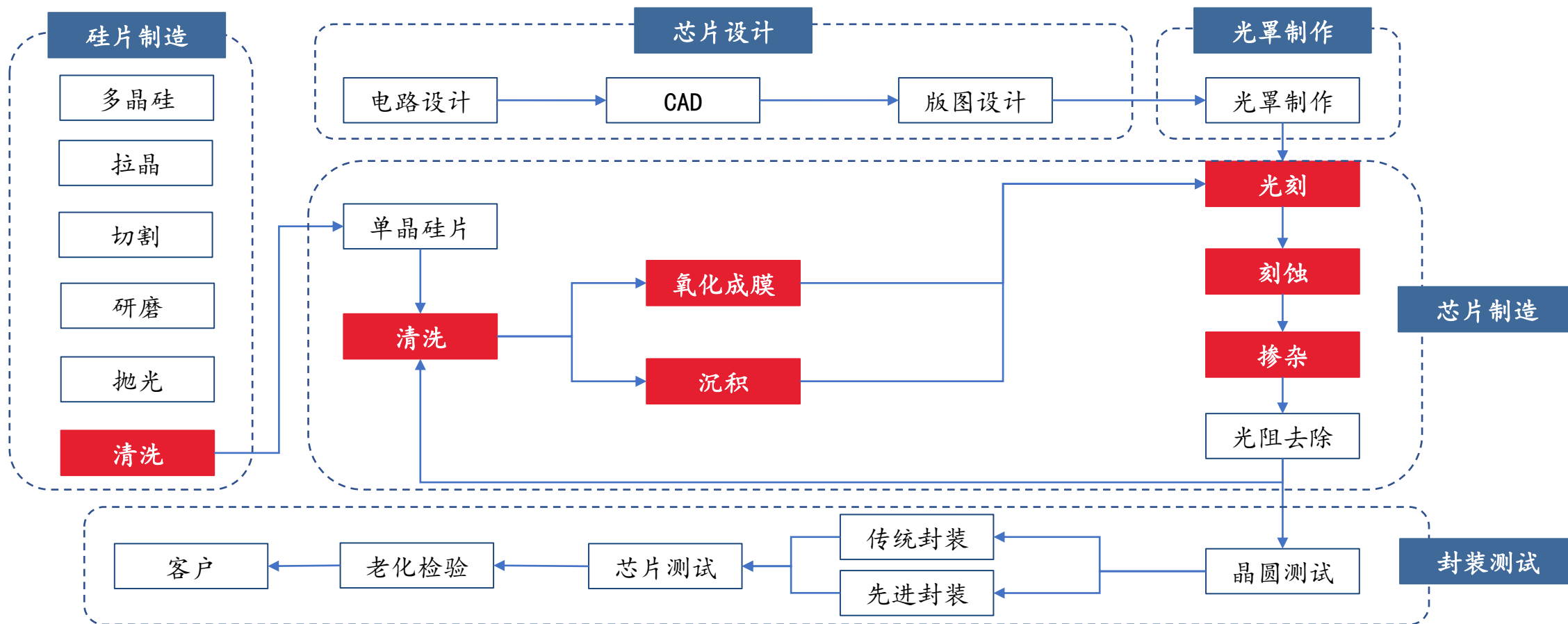


资料来源：中船特气招股说明书,太平洋证券研究院

集成电路制造涉及百种电子特种气体

- 电子特种气体是集成电路制造所必需的支撑性材料，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，被誉为半导体行业的“粮食”和“血液”。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。

图表5: 电子特种气体在集成电路工艺中的应用



资料来源: 中船特气招股说明书, 太平洋证券研究院

电子特气广泛应用于集成电路、显示面板等领域

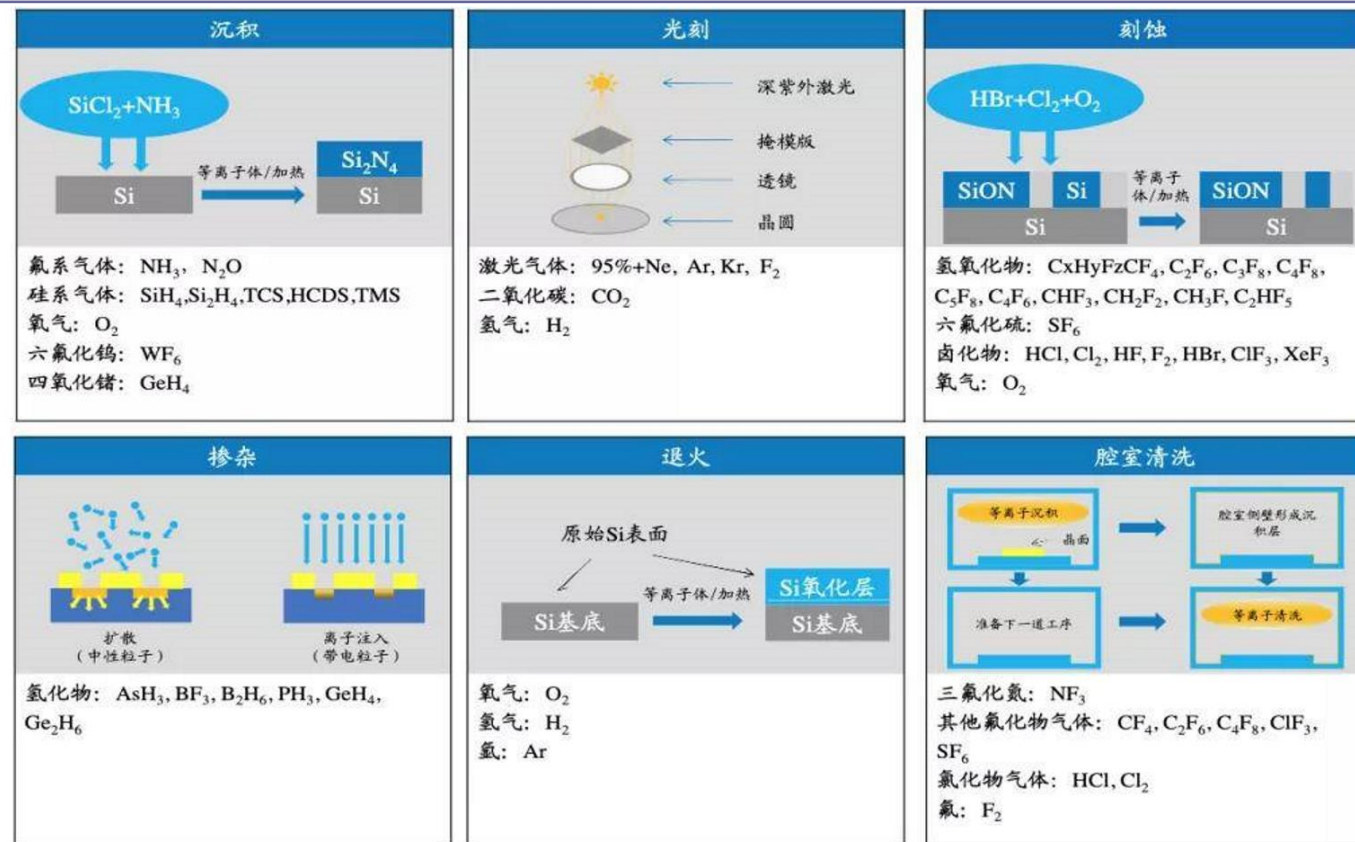
- 电子气体在集成电路制造中，根据不同工艺，可分为掺杂用气体、离子注入气、清洗用气、刻蚀用气体和光刻气；在显示面板生产中，主要工艺分为清洗、刻蚀和薄膜沉积，其中，CVD在玻璃基板上沉积二氧化硅薄膜所使用的特种气体，主要为三氟化氮、硅烷、磷烷、超纯氮气等；在光伏电池生产中，主要工艺为扩散、薄膜沉积和刻蚀等，其中，用于扩散工艺的主要气体为三氯氧磷和氧气。

图表6: 不同应用领域电子特气的分类

应用领域	工艺	主要产品
集成电路	清洗、刻蚀	三氟化氮、六氟乙烷、八氟丙烷、八氟环丁烷、六氟丁二烯、氟化氢、氯化氢、氧氮、氟气、氟气、溴化氢、六氟化硫等
	成膜	六氟化钨、四氟化硅、乙炔、丙烯、氟气、乙烯、硅烷、氧氮混合气、氦代氮等
	光刻	氟氮氮、氮氮等混合气
	离子注入	砷烷、磷烷、四氟化锗、三氟化硼等
	其他	六氯乙硅烷、六氟化钨、四氟化钛、四氯化锆、四乙氧基硅等
显示面板	成膜、清洗	三氟化氮、硅烷、氟气、笑气、氧氮混合气、氯化氢氮氟混合气等
发光二极管	外延	砷烷、磷烷、三氟化硼、氟气等
光伏	扩散、薄膜沉积、刻蚀	三氟化氮、硅烷、氟气、四氟化碳等

资料来源：中船特气招股说明书,太平洋证券研究院

图表7: 电子特气应用于晶圆制造各个环节

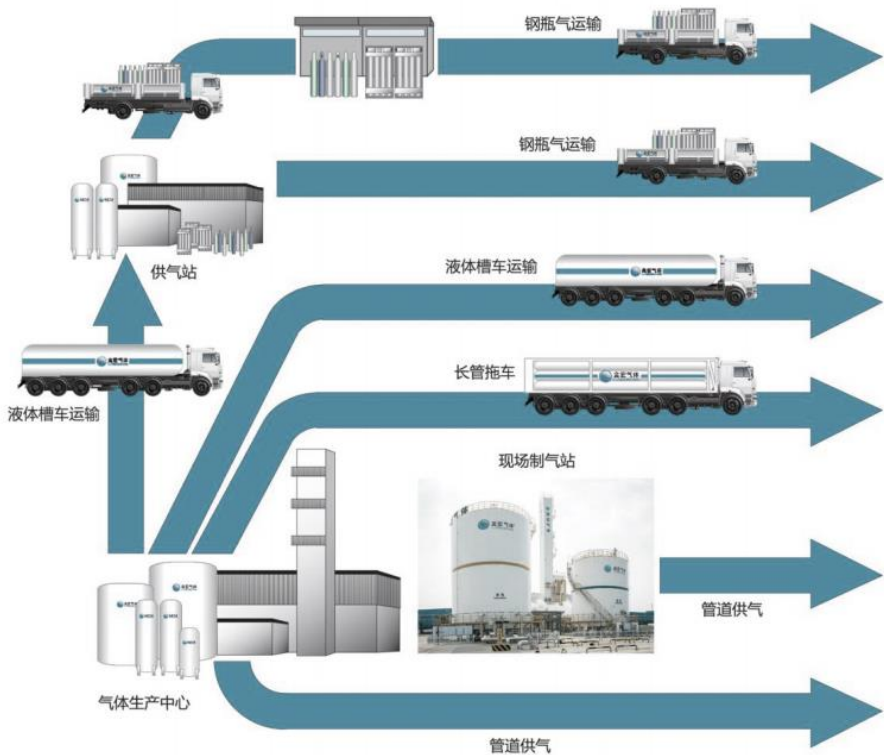


资料来源：林德集团官网,太平洋证券研究院

特种气体物理形态特殊，配送要求严格

- 特种气体属于精细的特殊化学品，物理形态特殊，对配送过程有特殊严格的要求。专业化的气体公司在配送环节需要严格保证产品纯度、质量稳定性、安全及时性，因此需要专业的储存、运输设备和丰富的运维管理经验，对气体公司的物流配送提出了较高的技术要求。

图表8：不同工业气体供应模式



图表9：零售供气与现场制气业务差异

业务模式	盈利模式	规模	半径	合同期	特点	客户群	
零售供气	瓶装气业务	根据需要随时送达客户端	限于小批量气体用户	特种气体不受运输半径限制；大宗气体覆盖充电站半径50km左右	1-3年	客户分布广泛；高度网络密集型；看重配送和交付能力	行业不限
	储槽气业务	通过低温槽车送达客户端，将低温液体产品储存在客户现场的储槽中，供客户规模要求自行气化使用	满足中等规模	200km左右	3-5年	要求客户关系和配送能力，易受市场影响	电子半导体、化工、机械制造、食品、医疗健康
现场制气	在客户端建造现场制气装置通过管网供应气体	满足大规模用气需要	-	10-20年	资本密集，服务要求高；技术和客户关系稳定；盈利能力持续性强，现金流稳定	化工、炼油、电子半导体、金属冶炼加工	

资料来源：金宏气体招股说明书,太平洋证券研究院

资料来源：金宏气体招股说明书,太平洋证券研究院

电子特气行业壁垒较高，属于典型的技术密集型行业

- 电子气体应用广泛，对技术要求很高，对于气源及其供应系统有着苛刻的要求，属于典型的技术密集型行业。行业壁垒主要体现在三方面：**技术壁垒、认证壁垒、资质壁垒**，其次**资金壁垒、市场壁垒、人才壁垒**等也构成行业进入壁垒。
- 我国企业多年来不断积极研发，目前已取得一系列技术性突破，大部分电子特气已完成国产化替代，但是一些产品尚未被验证和应用。

图表10：电子特气行业壁垒

壁垒分类	具体内容
技术壁垒	特种气体在其生产过程中涉及合成、纯化、混合气配制、充装、分析检测、气瓶处理等多项工艺技术，以及客户对纯度、精度等的高要求，对行业的拟进入者形成了较高的技术壁垒。
认证壁垒	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，对极大规模集成电路、新型显示面板等精密化程度非常高的下游产业客户而言，对气体供应商的选择极为审慎、严格。
资质壁垒	工业气体属于危险化学品，在其生产、储存、运输、销售等环节均需通过严格的资质认证，需要取得多项资质。资质审核过程严格，不仅需对企业的生产环境、工艺、设备等进行多次现场评估，还要求生产人员、管理人员均需通过相应测试并取得个人资质，资质获取作为工业气体行业生产经营的前置程序。除此以外，部分特定用途的特种气体还需要另外经过专项严格审核才可取得相应用途的产品经营资质，例如食品级N ₂ O的生产需取得《食品生产许可证》，标准气业务需取得《制造计量器具许可证》等。
资金壁垒	工业气体行业生产设施要求较大规模的固定资产投资，同时为了保证产品质量的稳定性，需要采用大量精密监测和控制设备。行业内企业在扩大业务规模的过程中，往往通过兼并收购的方式横向布局，需要较强的资本实力。气体供应商需要有专业的运输设备和特种运输车辆，还需要对运输的全过程等进行跟踪监测和严格控制，由此带来的运输及监控设备投入也比较大。
市场壁垒	气体行业的下游绝大部分客户是专业生产厂家，并非终端消费产品，因此难以通过广告等常规营销手段在短期内建立市场品牌。下游客户对气体产品的质量、品牌和服务的认同需要建立在长期合作的基础上。
人才壁垒	工业气体行业企业的研发生产运营需要大批专门人才。

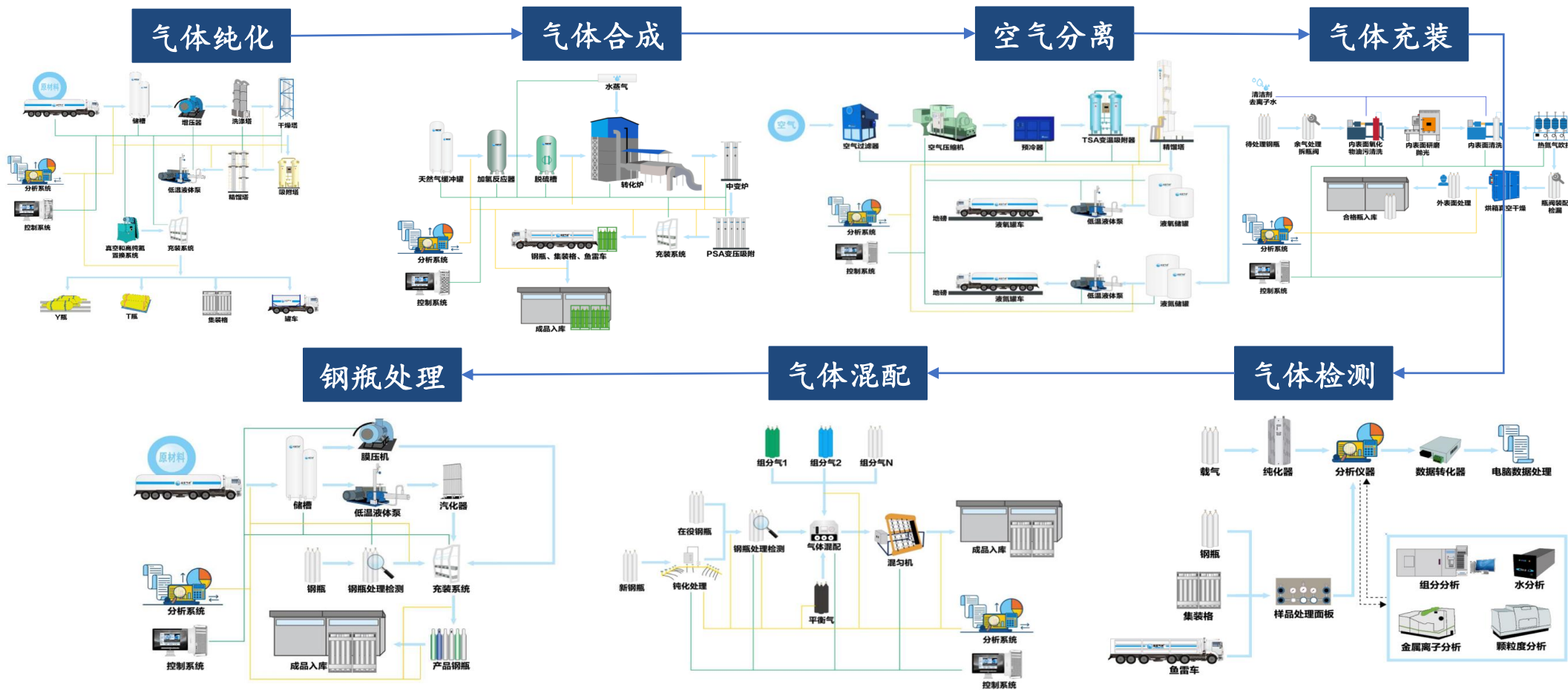
- **技术壁垒:**特种气体在其生产过程中涉及合成、纯化、混合气配制、充装、分析检测、气瓶处理等多项工艺技术，以及客户对纯度、精度等的高要求，对行业的拟进入者形成了较高的技术壁垒。

图表11: 特种气体工艺流程

工艺流程	工艺介绍
气体纯化工艺	经检验合格的原料充入原料储罐存储，然后经计量、增压器增压，依次送入洗涤塔、干燥塔、吸附塔除去颗粒物、酸性气体、水分等杂质，由吸附塔出来的气体进入精馏塔，在精馏塔中除去轻重组分杂质、金属离子得到高纯产品。高纯产品经低温液体泵送入充装系统，在充装系统中分别充入罐车、集装格和钢瓶中，经成品检验合格后成品入库。
气体合成工艺 (以高纯氢为例)	天然气经缓冲罐、调压预热后依次进入加氢反应器和脱硫槽，将硫醇、二硫醚、噻吩、羟基硫和二硫化碳中的硫转化成硫化氢后脱除。脱硫后的天然气进入转化炉与水蒸气反应制取氢气，反应后气体进入中变炉，在中变炉中一氧化碳和水反应生成氢气和二氧化碳，变换后气体进入PSA吸附装置，经分子筛选择性吸附去除杂质后得到高纯氢气。高纯氢气在充装系统中分别充入鱼雷车、集装格和钢瓶中，经成品检验合格后成品入库。
空气分离工艺	空气经过滤器和预冷器除去颗粒物和部分酸性杂质，然后进入TSA变温吸附器，选择性吸附后除去烃类、酸性气体、水分等杂质后进入精馏塔进行精馏，氧和氮完成分离后，液氧和液氮分别进入产品储罐，储罐内液体经低温液体泵充入罐车，由地磅称重计量后发送客户端。
气体充装工艺	经检验合格的原料充入原料储罐，气体充装分为两种类型：若原料为低温液体，经低温泵进入汽化器气化后进入充装系统；若原料为气体，则经膜压机增压后进入充装系统；产品钢瓶连接在充装系统的阀排上，通过压力或重量的控制完成钢瓶充装，经成品检验合格后成品入库。
气体混配工艺	新钢瓶经钝化处理，进行钢瓶检测，检测合格后将钢瓶接入混配装置，在混配装置中充入单种或多种组分气、平衡气，根据客户需求调节各组分气及平衡气的比例进行配气，充气完成后将钢瓶放置到混匀机上将气体混匀，经成品检验合格后成品入库。
气体检测工艺	将充装后的钢瓶、集装格或鱼雷车接入样品处理面板，进行置换处理待分析；载气（多种分析仪器的辅助系统）经纯化后引入分析仪器，分析仪器稳定后批量检测来自面板的气体，进行钢瓶气的成品分析，分析结果经过电脑数据处理软件处理后得到成品的检测数据。气体检测用的分析仪器主要有组分分析、水分分析、金属离子分析、颗粒度分析等四大类仪器。
钢瓶处理工艺 (以40L钢瓶为例)	待处理钢瓶分类接入钢瓶余气处理系统，置换处理后将钢瓶阀门卸下；钢瓶依次经内表面清洗及抛光后钢瓶中的水分使用热氮气吹扫，吹扫后装瓶阀、检漏，合格后将钢瓶放入烘箱进行真空干燥。经干燥的钢瓶做水分含量的检测，检测合格后将钢瓶从烘箱中移出，进行外表面处理和检查，检查合格后钢瓶登记入库。

资料来源：中商产业研究院，太平洋证券研究院

图表12：特种气体工艺流程图示



资料来源：中商产业研究院，太平洋证券研究院

电子特气技术壁垒较高：气体纯度要求高

- 其中，气体纯度是特种气体产品的核心参数，要求超纯、超净，超纯要求气体纯度达到4.5N、5N甚至6N、7N，纯度每提升一个N以及粒子、金属杂质含量浓度每降低一个数量级都将带来工艺复杂度和难度的显著提升。混合气而言，配比的精度是核心参数，随着产品组分的增加、配制精度的上升，常要求气体供应商能够对多种ppm乃至ppb级浓度的气体组分进行精细操作。

图表13：电子特气行业技术壁垒

技术壁垒关键因素	具体内容
气体纯度	要求超纯、超净，超纯要求气体纯度达到4.5N、5N甚至6N、7N，超净即要求严格控制粒子与金属杂质的含量。
混合气配比精度	随着产品组分的增加、配制精度的上升，常要求气体供应商能够对多种ppm乃至ppb级浓度的气体组分进行精细操作。
气瓶处理	对气瓶内部、内壁表面等的处理涉及去离子水清洗、研磨、钝化等多项工艺，而磨料配方筛选、研磨时间设定、钝化反应控制等均依赖于长期的行业探索和研发。
气体分析检测	在不具备对应产品纯化或混配能力的情况下，对于气体可能含有的杂质组分、可能的浓度区间均难以判断，也就难以针对性建立检测方法。

资料来源：华特气体招股说明书，太平洋证券研究院

图表14：电子特气技术要求

主要技术	技术内容	重要性	国内突破及优势
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	决定下游产品的良率和性能	金宏气体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	配比精度是混合气的核心参数	华特气体配气误差达±2%以内，行业平均一般在±5%的误差范围内
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	是保证气体存储、运输、使用过程中不会被二次污染的关键	华特气体可使光洁度达到0.1-0.5um，行业一般为0.5μm；钝化方面，华特气体能使腐蚀性气体1年内量值变化不超过1%，行业一般为5%；抽真空方面，华特气体能使真空环境达0.01pa，高于行业一般的0.3pa
分析检测	对气体的成分进行分析、检测的过程	贯穿气体合成、纯化、混配的全过程	国产企业华特气体对多种气体的检测精度可达0.1ppb(0.1*10 ⁻⁹)，行业一般的检测水平检测精度为1-10ppb

资料来源：公司公告，太平洋证券研究院

特种气体纯度提升为核心技术瓶颈

- 特种气体纯度提升为核心技术瓶颈。
- 集成电路对电子特气的纯度有着苛刻的要求，因为在芯片加工过程中，极微量的杂质也可能导致产品重大缺陷，特种气体纯度越高，产品的良率越高、性能越优。
- 伴随IC芯片制程技术的不断发展，产品的生产精度越来越高，用于集成电路制造的电子特气亦提出了更高的纯度要求。
- 先进制程的集成电路制造技术要求电子特气的纯度达到5N-6N（99.999%-99.9999%），目前国外多数厂商电子特气纯度可维持在6N，我国企业主要在4N-5N的中低端领域，少数能达到6N。
- 我国加工工艺整体落后以及不符合国际规范，大部分市场被国外公司占据。

图表15: 电子气体纯度要求

气体级别	气体纯度	杂质含量	应用领域
普通气体	≥99.9% (3N)	≤1000ppm	一般器件
纯气体	≥99.99% (4N)	≤100ppm	晶体管和晶闸管
高纯气体	5N	≤100ppm	大规模集成电路和特殊器件，太阳能电池，光纤等
超高纯气体	6N及以上	≤100ppm	大规模集成电路和特殊器件，太阳能电池，光纤等

资料来源：飞潮新材公司官网，太平洋证券研究院

图表16: 电子气体纯度影响因素

影响因素	备注
提纯技术	电子特气的分离和提纯原理上可分为精馏分离、分子筛吸附分离以及膜分离三大类。在实际提纯分离过程中，为提升效率和良品率，会利用多种方法进行组合，配置工艺更为复杂，还需保证产品配比精度，因此抬高了研发壁垒。
气体检测技术	随着电子特气的纯度越来越高，对分析检测方法和仪器提出了更高的要求。目前国外电子气体的分析已经经历了离线分析、在线分析、原位分析等几个阶段，对于高纯度电子特气的分析已开发出完整的测试体系。而由于我国电子特气行业重生产而轻检测，因此分析方法和仪器同国外厂商都有一定差距。
气体的储存和运输	高纯电子特气运输为一大难关，在储存和运输过程中要求使用高质量的气体包装储运容器、以及相应的气体输送管线、阀门和接口，以防止气体二次污染。

资料来源：上海谱栎气体科技有限公司官网，太平洋证券研究院

电子特气认证周期长，客户粘性强

- **认证壁垒：电子特气认证周期长，客户粘性强**
- 气体质量会决定整条生产线产品的质量，所以集成电路、显示面板、光伏能源、光纤光缆等高端领域客户对气体供应商进行选择时，一般需要经过厂商审核、多轮产品认证等严格审核流程。
- 在集成电路所领域，不同电子特气之间的相互替代性较弱。具体来看，影响集成电路工艺材料选择的因素，包括逻辑、存储器等产品选型、设备选型，以及工艺条件等。不同电子特种气体能在工艺流程中发挥独特的作用，使得不同气体之间的替代性较低。为保障气体供应稳定，**客户在与气体供应商建立合作关系后不会轻易更换气体供应商**，且供应商会定期接收反馈以满足下游对于气体的定制化需求，以强化客户粘性。因此，行业潜在进入者需面对长认证周期与强客户粘性形成的认证壁垒。

图表17：电子气体各应用领域认证周期

应用领域	审核认证周期
光伏能源	0.5-1年
光纤光缆	0.5-1年
显示面板	1-2年
集成电路	2-3年

资料来源：华特气体招股说明书，太平洋证券研究院

图表18：国内部分企业下游主要客户情况

企业	下游主要客户
华特气体	英特尔、美光科技、德州仪器、台积电、SK海力士、英飞凌、三星、铠侠
金宏气体	集成电路：中芯国际、海力士、新加坡镁光、积塔、联芯集成、华润微电子、华力微电子、矽品科技、华天科技、士兰微等； 液晶面板：京东方、天马微电子、TCL华星、中电熊猫、龙腾光电等；在LED行业中有三安光电、聚灿光电、乾照光电、华灿光电、澳洋顺昌等； 光纤通信：亨通光电、富通集团、住友电工等；在光伏行业中有通威太阳能、天合光能、隆基股份等
和远气体	台基半导体、三安光电、高德红外、奇宏光电、天合光能、天赐材料、菲利华、中国石化、中国航天、中国船舶、东风汽车、方大特钢、鸿路钢构、格力电器、美的电器、海尔电器、TCL、南玻硅材料、兴发集团、三宁化工、长江电力、华润电力、星火化工、晶科能源等
雅克科技	SK海力士、美光、三星电子、铠侠电子、英特尔、和友达光电、中芯国际、长江存储、合肥长鑫、京东方、华星光电和惠科等。

资料来源：公司公告，太平洋证券研究院

电子特气企业资质认证较为严格

- **资质壁垒:** 国家对本行业企业的管理和控制较为严格, 工业气体属于危险化学品, 在其生产、储存、运输、销售等环节均需通过严格的资质认证。

图表19: 电子特气生产涉及资质壁垒及监管政策

经营内容	法律法规	主要许可证及资质证书
气体生产	《中华人民共和国安全生产法》 《中华人民共和国消防法》 《危险化学品安全管理条例》 《中华人民共和国产品质量法》 《中华人民共和国环境保护法》 《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》 《排污许可管理办法(试行)》	《安全生产许可证》 《排污许可证》(或登记)
气体经营	《危险化学品经营许可证管理办法》 《危险化学品登记管理办法》 《道路危险货物运输管理规定》 《危险货物道路运输安全管理办法》	《安全生产许可证》 《排污许可证》(或登记)
气体充装及气瓶使用	《特种设备生产和充装单位许可规则》 《特种设备使用管理规则》 《特种设备安全监察条例》	《气瓶充装许可证》 《移动式压力容器充装许可证》

资料来源: 中船特气招股说明书, 太平洋证券研究院

资金、市场、人才也是电子特气进入壁垒

- 资金壁垒:** 电子特气行业生产设施要求较大规模的固定资产投资，同时为了保证产品质量的稳定性，需要采用大量精密监测和控制设备。企业在扩大业务规模的过程中，往往通过兼并收购的方式横向布局，需要较强的资本实力。气体供应商需要有专业的运输设备和特种运输车辆，还需要对运输的全过程等进行跟踪监测和严格控制，由此带来的运输及监控设备投入也比较大。
- 市场壁垒:** 下游客户对气体产品的质量、品牌和服务的认同需要建立在长期合作的基础上。一般情况下，能够提供综合解决方案的供应商由于其完善的服务，能满足客户多样化的需求，并可为客户节约成本，往往具有较强的竞争优势。供应商的服务一旦得到认可，客户考虑质量、服务等因素通常不会变更供应商。
- 人才壁垒:** 工业气体特别是特种气体的相关研发、生产与销售专业性都较强，工业气体行业企业的研发生产运营需要大批专门人才。

图表20: 资金壁垒

	资金流向
生产阶段	生产设施
	精密监测
	控制设备
	扩大业务规模
运输阶段	专业的运输设备和特种运输车辆
	运输及监控设备投入

资料来源: 金宏气体招股说明书, 太平洋证券研究院

图表21: 人才壁垒

	阶段	备注
需求	研发	生产企业的自主研发和创新能力最终体现在技术人员的专业能力上, 工业气体特别是特种气体的生产技术具有很强的应用性和专业性。
	生产	工业气体生产过程中技术节点较多、组织调度复杂, 基层生产管理人员的培养极为重要。
	销售	气体行业为原材料工业, 产品销售对象明确, 销售人员只有具备一定专业技术能力, 才能精准而深度地挖掘客户需求。
供给		国内各大院校基本都未设立工业气体的专业学科, 新进人员需要在生产和研发实践中进行多年的学习和锻炼, 才能胜任技术研发工作。

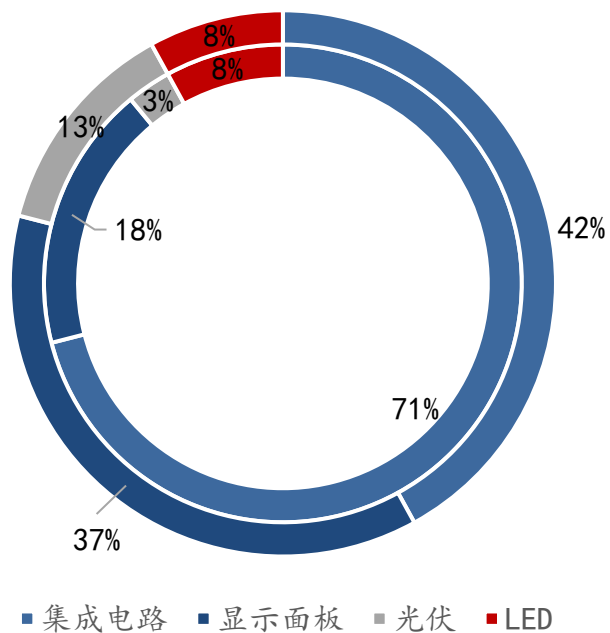
资料来源: 金宏气体招股说明书, 太平洋证券研究院

I	电子特气为半导体制造关键材料，被称为“芯片血液”.....3
II	下游三大需求领域强力驱动，中国电子特气市场规模高速增长.....18
III	国产替代势在必行.....33
IV	主要特种气体介绍.....40
V	国内公司积极加速研发.....58

电子特气主要应用于集成电路，半导体耗材中仅次于硅片

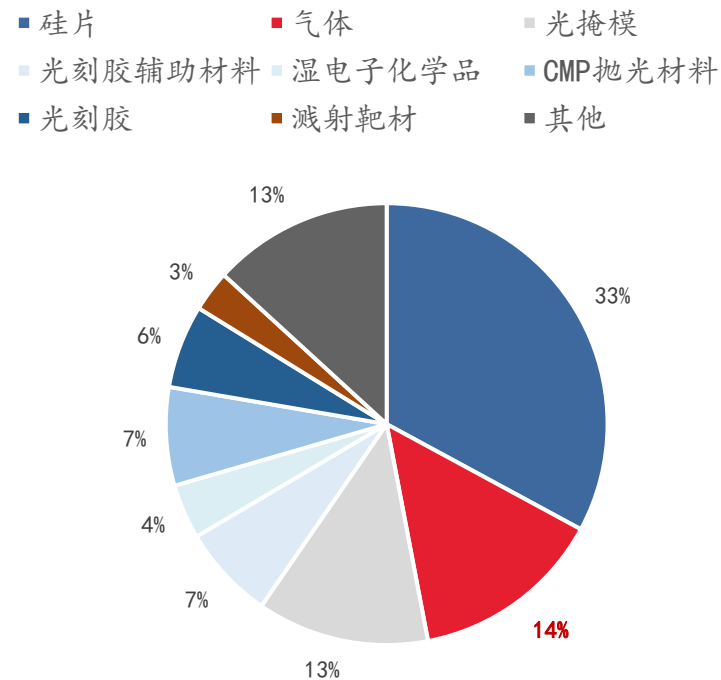
- 从全球来看，电子特种气体应用于集成电路行业的需求占市场总需求的71%，而我国电子特种气体应用于集成电路行业的需求占比为42%，主要原因在于我国的集成电路产业技术水平和产业规模与世界先进国家还存在一定差距。
- 从半导体市场构成来看，电子特气为晶圆制造过程中的第二大耗材，占比接近14%，仅次于硅片。电子特气广泛应用于光刻、刻蚀、成膜、清洗、掺杂、沉积等工艺环节，产品的性能、成品率、集成度等方面均具有重要影响。

图表22：电子特气下游应用（内圈为全球市场，外圈为国内市场）



资料来源：前瞻产业研究院,太平洋证券研究院

图表23：2022年半导体市场构成

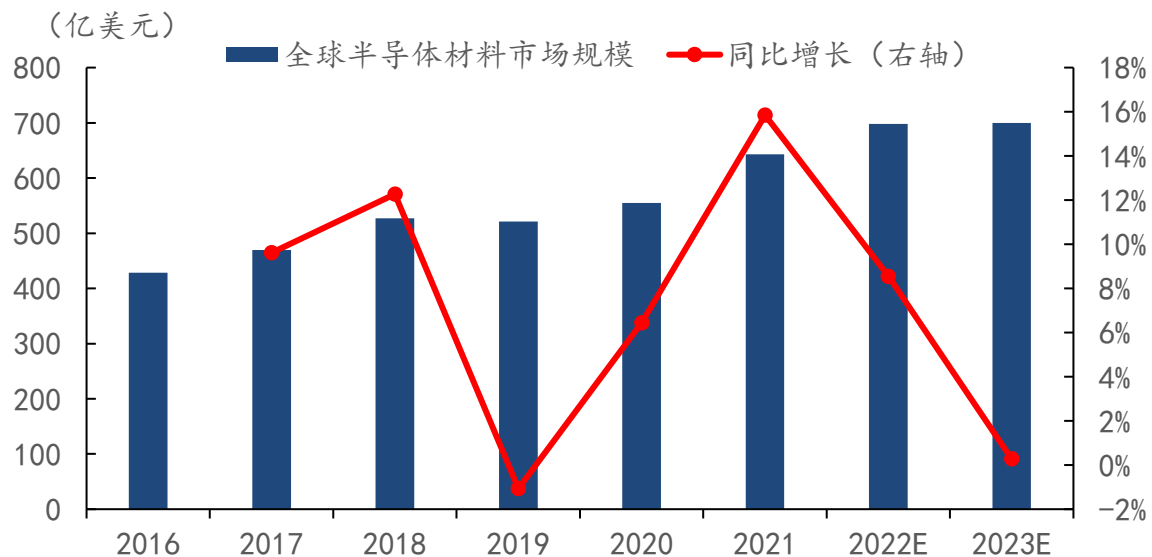


资料来源：中商产业研究院,太平洋证券研究院

受益于技术进步与下游需求拉动，国内外半导体材料市场规模波动上升

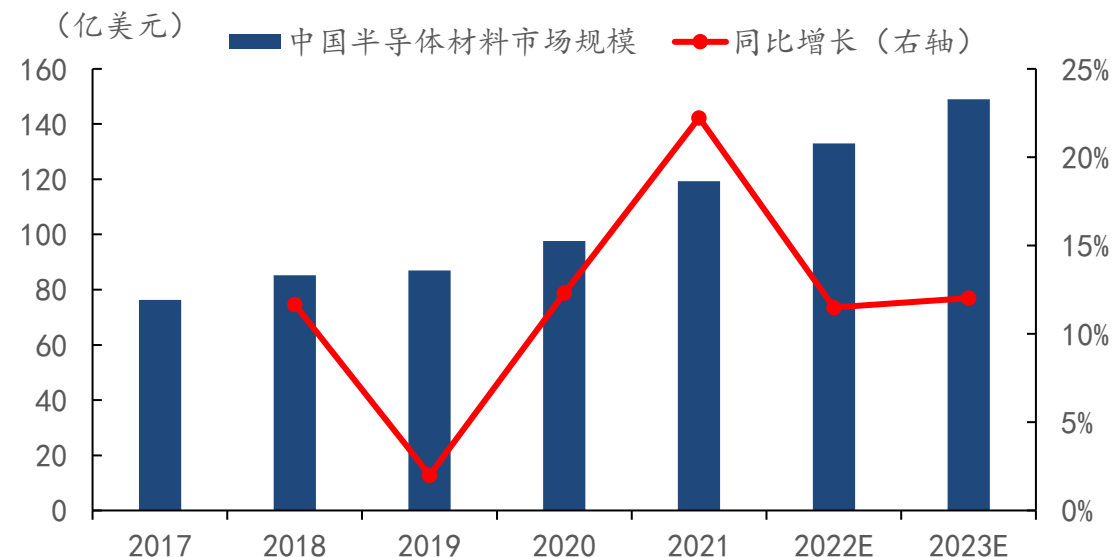
- 受益于5G、人工智能、消费电子、汽车电子等领域的需求拉动，全球半导体材料市场规模呈现波动向上的态势。2016-2021年半导体材料的市场规模由428.2亿美元提升至643亿美元，CAGR为8.47%，根据SEMI预测，2023年全球半导体材料市场规模预计突破700亿美元，同比提升0.29%。
- 伴随着国内半导体材料厂商技术水平和研发能力的提升，中国半导体材料市场规模提升速度高于全球。2017-2021年国内半导体材料市场规模由76.3亿美元提升至119.3亿美元，CAGR达到11.82%，根据SEMI预测，2023年市场规模预计为149亿美元，同比提升12.02%。

图表24：全球半导体材料市场规模持续提升



资料来源：SEMI，太平洋证券研究院

图表25：中国半导体材料市场规模提升速度高于全球

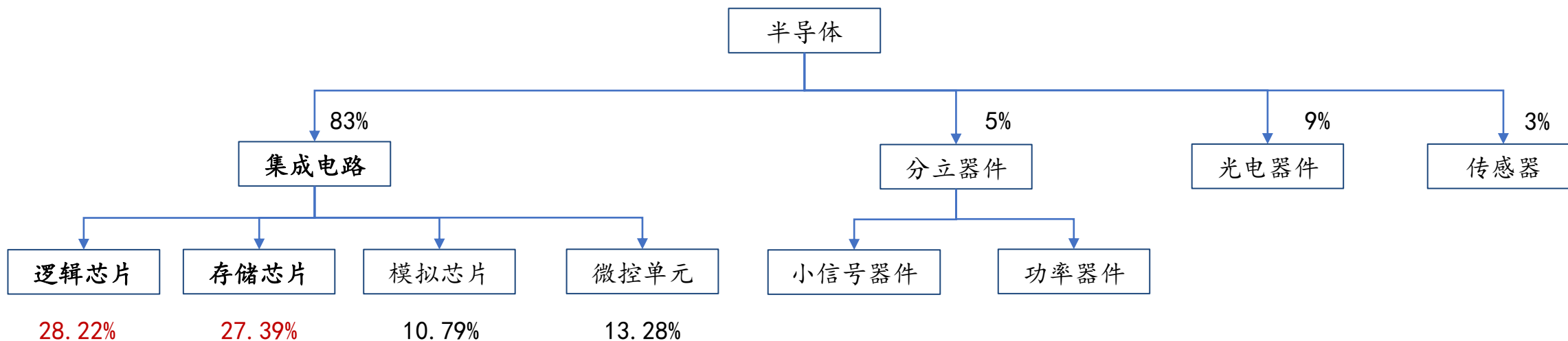


资料来源：SEMI，太平洋证券研究院

逻辑与存储芯片占半导体市场份额比重超过50%

- 集成电路简称IC，是采用一定的工艺，把一个电路中所需的晶体管、电阻、电容等元件集成在半导体晶圆上，成为具有所需电路功能的微型结构，占全球半导体市场份额的83%。
- 集成电路可进一步细分为承担计算功能的逻辑芯片、承担存储功能的存储芯片，承担传输与能源供给功能的模拟芯片以及将运算、存储等功能集成于一个芯片之上的微控制单元（MCU），它们的市场份额分别占到半导体总体市场份额的28.22%、27.39%、13.28%、14.11%，逻辑芯片与存储芯片合计占比超过50%。而非集成电路半导体元件（分立器件、光电子器件、传感器）的市场份额占半导体总体市场份额的17%。
- 常见的逻辑芯片有CPU（中央处理器）、GPU（图像处理器）、ASIC（专用处理器）与FGPA（现场可编程门阵列）。

图表26：半导体市场中逻辑与存储芯片市场占比超过50%

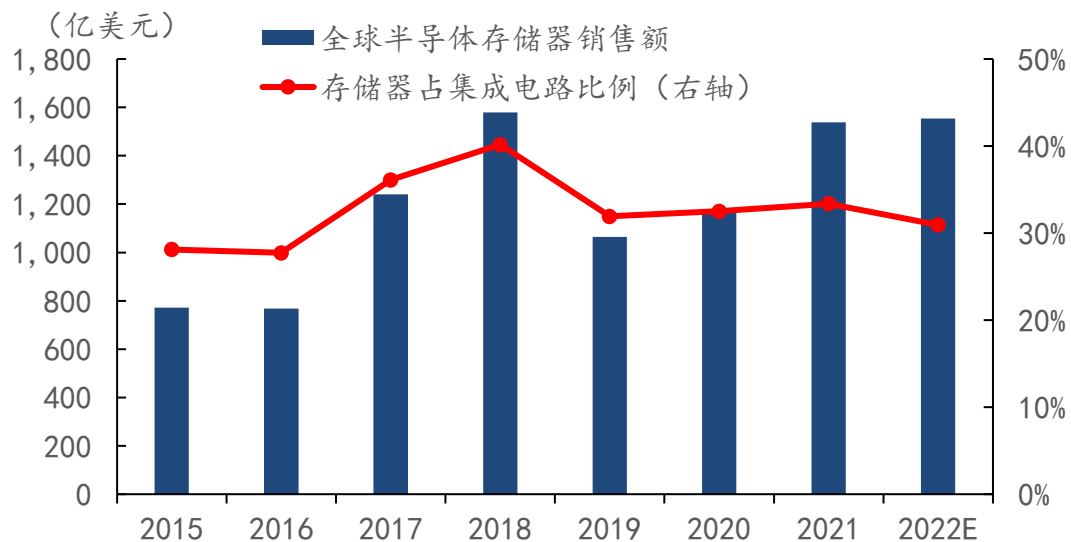


资料来源：WSTS,太平洋证券研究院

全球存储芯片市场规模突破万亿元，中国市场保持增长趋势

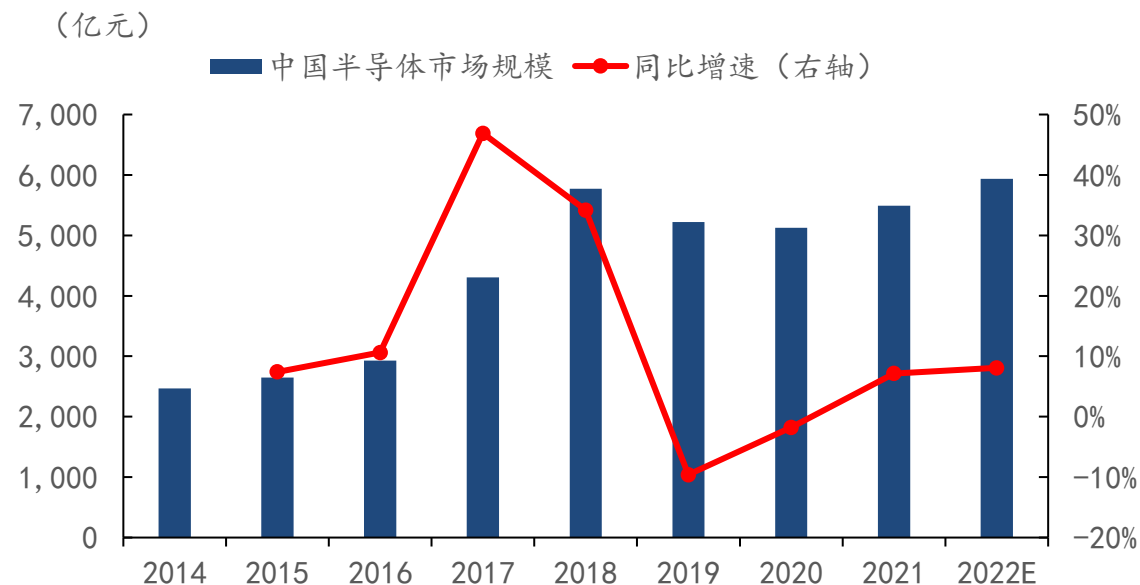
- 存储器是用来存储程序和各种数据信息的记忆部件，应用广泛，市场非常庞大，是国家战略性高技术产业。半导体存储器研究起步于20世纪60年代，经过多年的发展和创新，产品逐步多元化。进入21世纪后，半导体存储器的应用场景不断丰富。2019年受行业龙头厂商库存调整、贸易摩擦等因素造成的价格下降影响，全球半导体存储器进入下行周期。2020年开始逐步回升，2021年全球半导体存储器销售额达到1538.38亿美元，市场规模突破万亿，同比增长30.95%，占集成电路销售比例的33.38%，2015-2021年CAGR为12.18%。
- 中国半导体存储器市场广阔，近年来整体呈增长趋势，于2018年达到近年峰值，为5775亿元，2021年中国半导体存储器市场规模为5494亿元，同比上升7.16%，2015-2021年CAGR为12.93%。

图表27：全球半导体存储器市场规模



资料来源：华经产业研究院,太平洋证券研究院

图表28：中国半导体市场规模

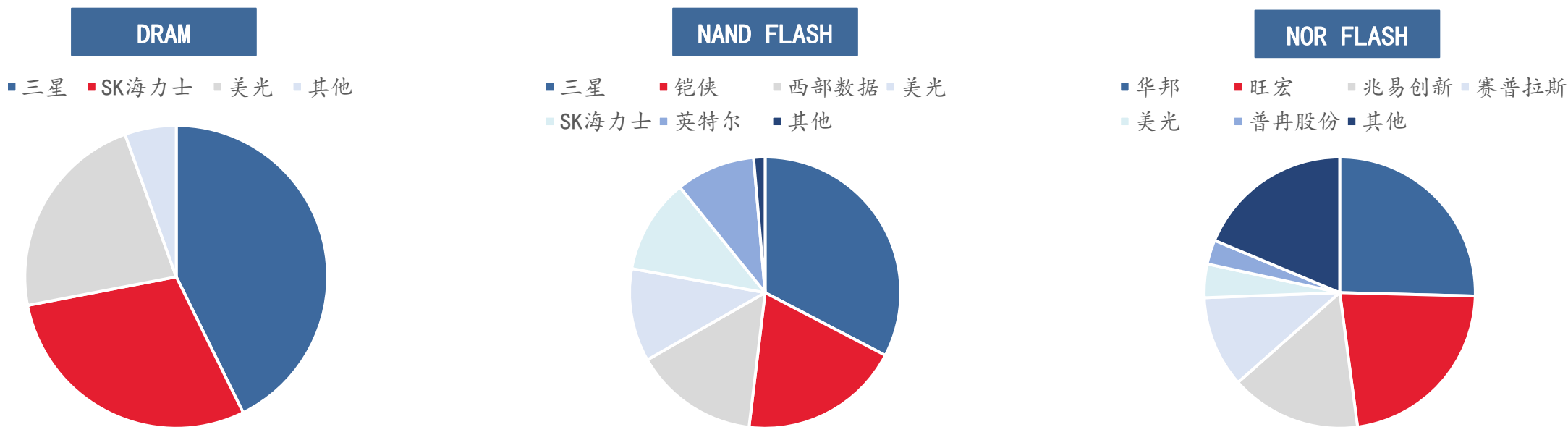


资料来源：华经产业研究院,太平洋证券研究院

芯片巨头美光未通过中国网络安全审查，国产存储芯片有望受益

- 从存储芯片细分产品来看，DRAM和NAND Flash占据了存储芯片95%左右的市场份额，DRAM、NAND Flash和NOR Flash为存储芯片三大主流产品。2020年，全球DRAM市场中三星、SK海力士、美光市场份额分别达到42.71%、29.27%、22.52%；NAND Flash经过几十年的发展，已经形成了由三星、铠侠、西部数据、美光、SK海力士、英特尔六大原厂组成的稳定市场格局。全球存储芯片行业集中度较高，2020年DRAM和NAND Flash市场CR5分别达到98.48%、89.17%，NOR Flash市场CR5也达到78.4%。
- 2023年5月21日晚间，网络安全审查办公室发布通告称，美光公司在华销售的产品未通过网络安全审查。按照《网络安全法》等法律法规，我国内关键信息基础设施的运营者应停止采购美光公司产品。在此情况下，原本美光的中国客户可能会转而采购三星、SK海力士，以及中国存储芯片企业长江存储、长鑫存储等企业的产品。

图表29：2020年全球存储芯片市场份额



资料来源：TrendForce CINNO Research, 前瞻产业研究院,太平洋证券研究院

存储市场将回暖，国内半导体材料蓄势待发

- 存储芯片板块有望较早复苏。2022年下半年以来，受下游消费电子不景气影响，存储芯片价格大幅走低。2023年，伴随各大公司保价减产，AI研发强力驱动，芯片需求逐渐复苏。根据集邦咨询统计，2023Q1铠侠、美光产线持续低负载，西部数据、SK海力士将跟进减产，有机会缓解目前供给过剩的情况，NAND Flash均价跌幅也将收敛至10-15%。
- 当前国内存储芯片龙头企业长江存储正处于高速扩张时期，2023年公司64层3D NAND闪存产能有望提升至5-10万片/月。伴随美光公司离开中国市场，国内龙头企业生产线的建成投产，势必带动上游晶圆制造材料的需求增长，国内半导体材料公司蓄势待发。

图表30：长江存储国内供应链概览

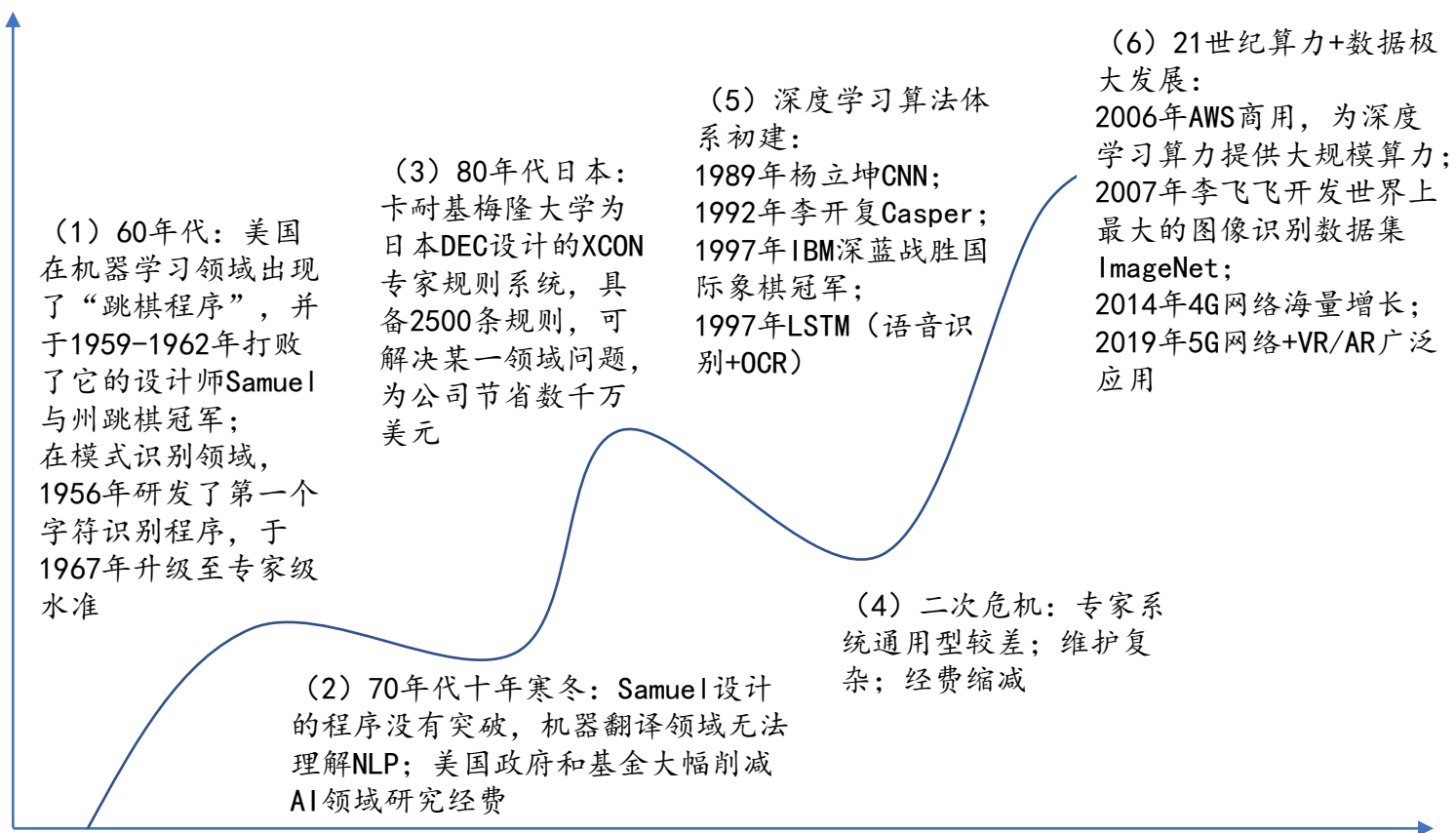
	公司名称	股票代码	供应产品	产品市占率
半导体材料供应商	安集科技	688019.SH	化学机械抛光液、光刻胶去除剂	2022年抛光液全球市占率达到7%
	华特气体	688268.SH	特种气体	2020年我国电子特气国产化率仅14%，2022年公司光刻气产品在国内市占率高达60%以上。
	雅克科技	002409.SZ	化学液体	2023年前驱体与SOD全球市占率不到10%
	晶瑞电材	300655.SZ	高纯度双氧水、高纯度氨水等	2023年公司负胶和双氧水公司市占率相当可观，大致可以预测国内行业景气状况
	上海新昇（沪硅产业子公司）	688126.SH	硅片	2021年全球市占率约3%
半导体设备供应商	北方华创	002371.SZ	PVD、刻蚀、热处理设备	2020年全球PVD设备市占率达到3%
	中微公司	688012.SH	介质刻蚀设备	2020年全球刻蚀设备市占率达到1.4%
	芯源微	688037.SH	涂胶显影机	2018年中国涂胶显影机设备市占率达到4%
	至纯科技	603690.SH	高纯工艺业务	2019年全球清洗设备CR4约为98%，市场高度集中，其中至纯科技占比小于2.3%
	精测电子	300567.SZ	膜厚量测设备、测试设备	2020年精测电子检测设备国内市占率为0.42%，中科飞测与上海睿励为1.74%、0.15%
	非上市公司：盛美半导体（清洗设备）、屹唐半导体（刻蚀、去胶、热处理设备）、中科飞测（测试与量测设备）、上海睿励（介质薄膜测量设备）、沈阳拓荆（CVD设备）、华海清科（CMP设备）			

资料来源：公司官网，公开资料，太平洋证券研究院

算力+算法+数据并驾齐驱，人工智能进入黄金时代

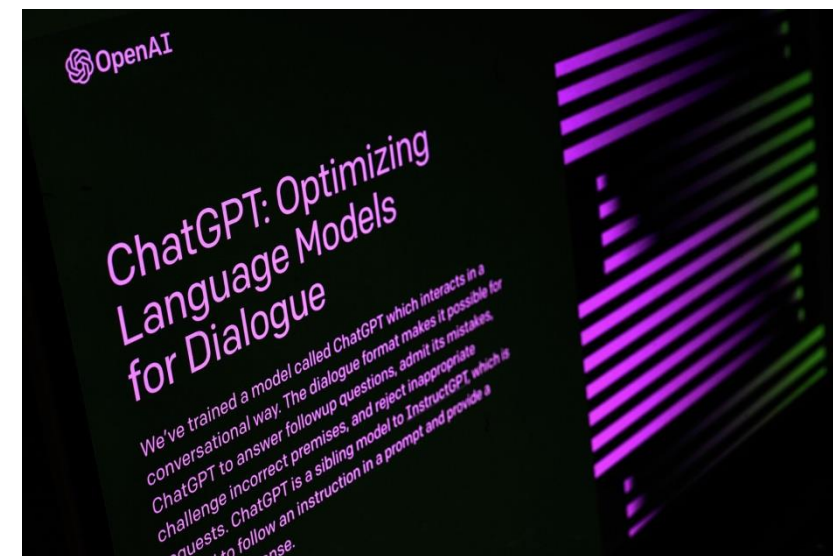
- 人工智能发展经历60余年，不断演进呈现出螺旋形的上升运动。人工智能发展离不开算法、算力与数据三大要素，而伴随4G、5G基础网络通讯设施的建设，全球有天文数字级别的人、设备、传感器被连接，产生海量的数据，滋养人工智能发展进入黄金时代。自2022年下半年以ChatGPT为代表的颠覆性AI应用破圈，标志着人工智能领域的重大突破，引发全球高度关注，带动半导体材料市场空间广阔。

图表31：人工智能发展呈现螺旋上升趋势



资料来源：公开资料，太平洋证券研究院

图表32：ChatGPT带来人工智能领域高度关注

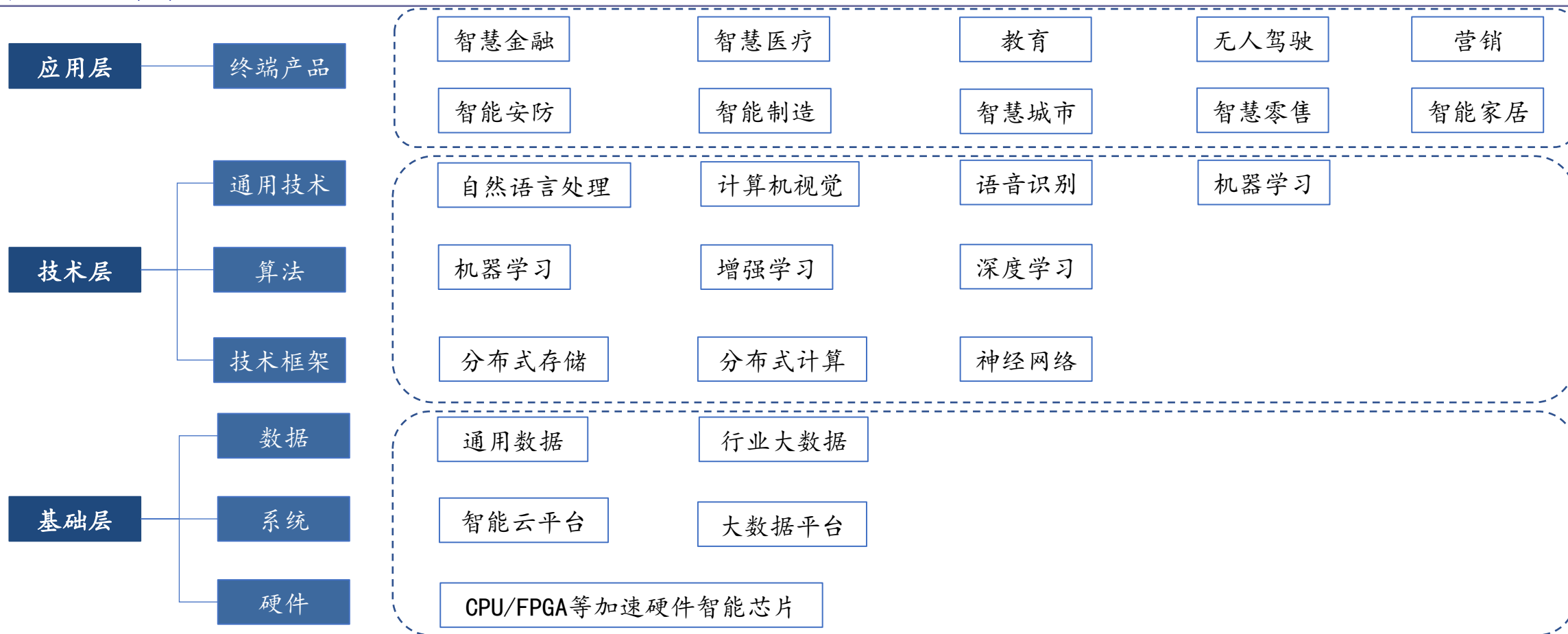


资料来源：公司官网，太平洋证券研究院

AI芯片为载体实现的算力是人工智能发展水平的重要衡量标准

- 人工智能是当前社会新一轮科技革命的核心动力，推动着社会经济向数字化、智能化、网络化迈进。人工智能产业链就可以分为基础层、技术层和应用层三部分。基础层作为人工智能行业发展的基础，为人工智能提供数据和算力支撑，其中AI芯片是人工智能算力的基础。

图表33：人工智能产业链

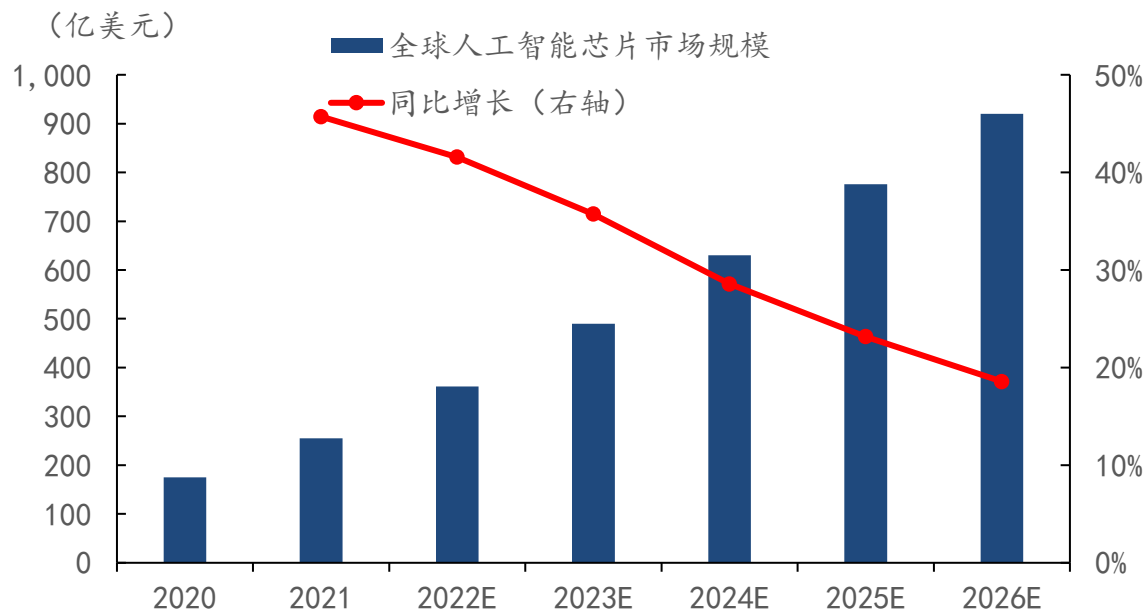


资料来源：亿欧智库，太平洋证券研究院

人工智能高速发展，带动中国及全球AI芯片市场规模快速提升

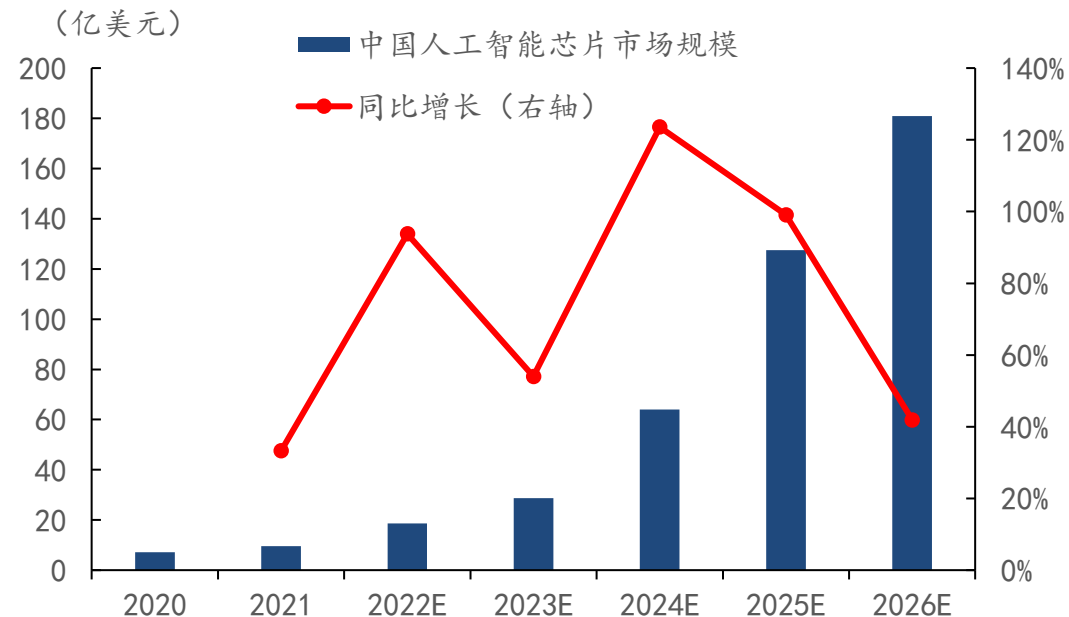
- AI芯片作为人工智能算力的基础，伴随全球AI市场高速发展，市场空间持续提升。根据Frost&Sullivan数据，2021年全球AI芯片市场规模为255亿美元，预计2021-2026年全球AI芯片市场规模将以29.3%的复合增长率，2026年达到920亿美元市场空间。
- 中国AI芯片增速高于全球，2021年中国AI芯片规模达到9.6亿美元，未来5年预计保持71.14%的年均复合增速，2024年市场空间有望达到64.05亿美元，而2026年市场空间有望突破千亿元。

图表34：全球AI芯片市场规模及预测



资料来源：观研天下，太平洋证券研究院

图表35：中国AI芯片市场规模及预测



资料来源：观研天下，太平洋证券研究院

显示面板市场规模持续提升，电子特气需求稳步增长

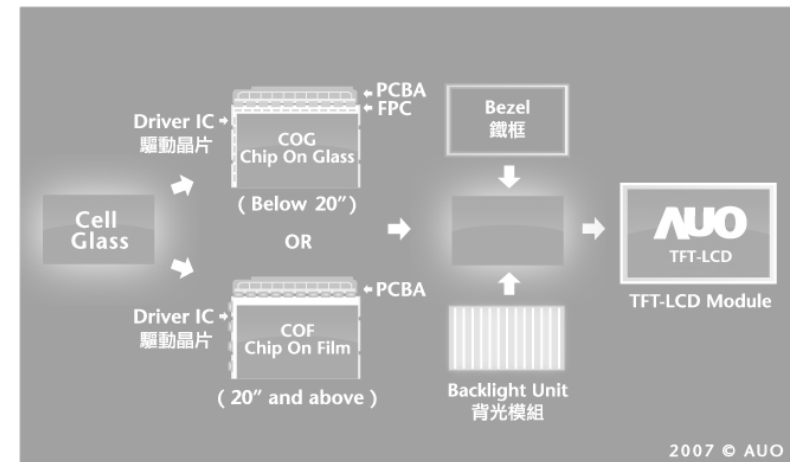
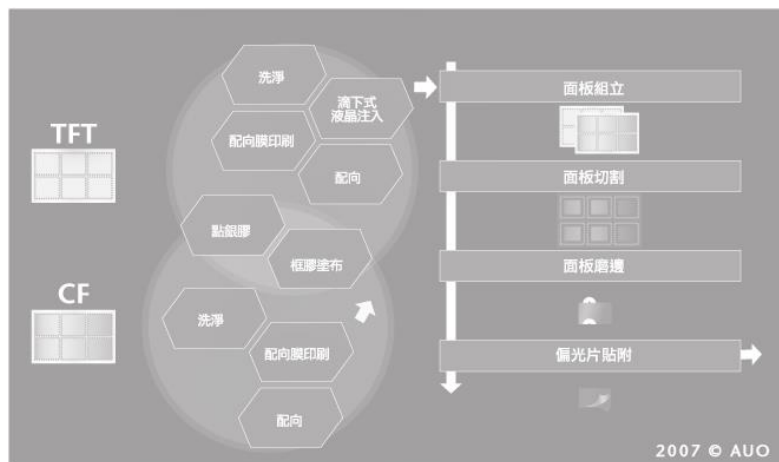
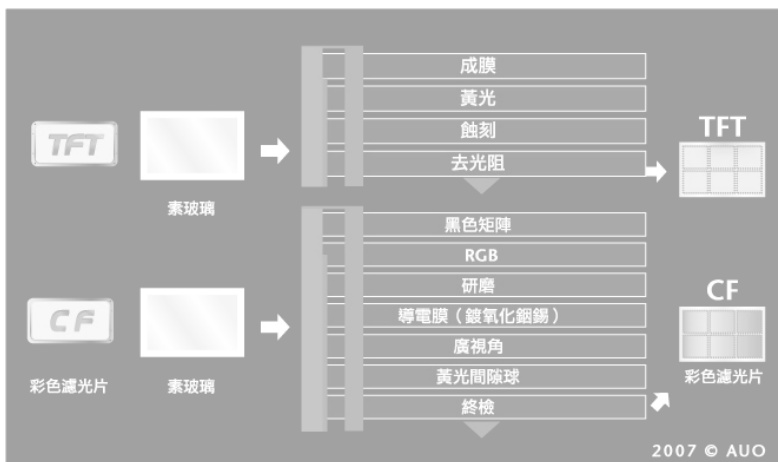
- 显示面板主要技术包括液晶显示（LCD，一般又分为TN/STN/TFT三种类型）、等离子显示（PDP）与有机发光二极管显示（OLED）等。其中，TFT-LCD工艺制程成熟，是目前主流的平面显示器，制程可具体分为阵列制程-组立制程-模组制程三个步骤。
- 电子特气为显示面板生产中不可或缺的关键性原材料，应用于显示面板电子特气种类众多，主要有三氟化氮、硅烷、六氟化硫等。

图表36：显示面板生产用电子特气

制造工艺	工艺制程	使用气体
TFT-LCD	成膜	三氟化氮、氩气、硅烷、氨气、磷化氢、一氧化二氮
	干刻蚀	四氟化碳、氧气、氯气
LED	外延片制造	氢气、氮气、氨气、磷化氢、砷化氢
	芯片刻蚀	三氯化硼、氯气

资料来源：中国知网，太平洋证券研究院

图表37：显示面板制作生产工艺（以TFT-LCD为例）

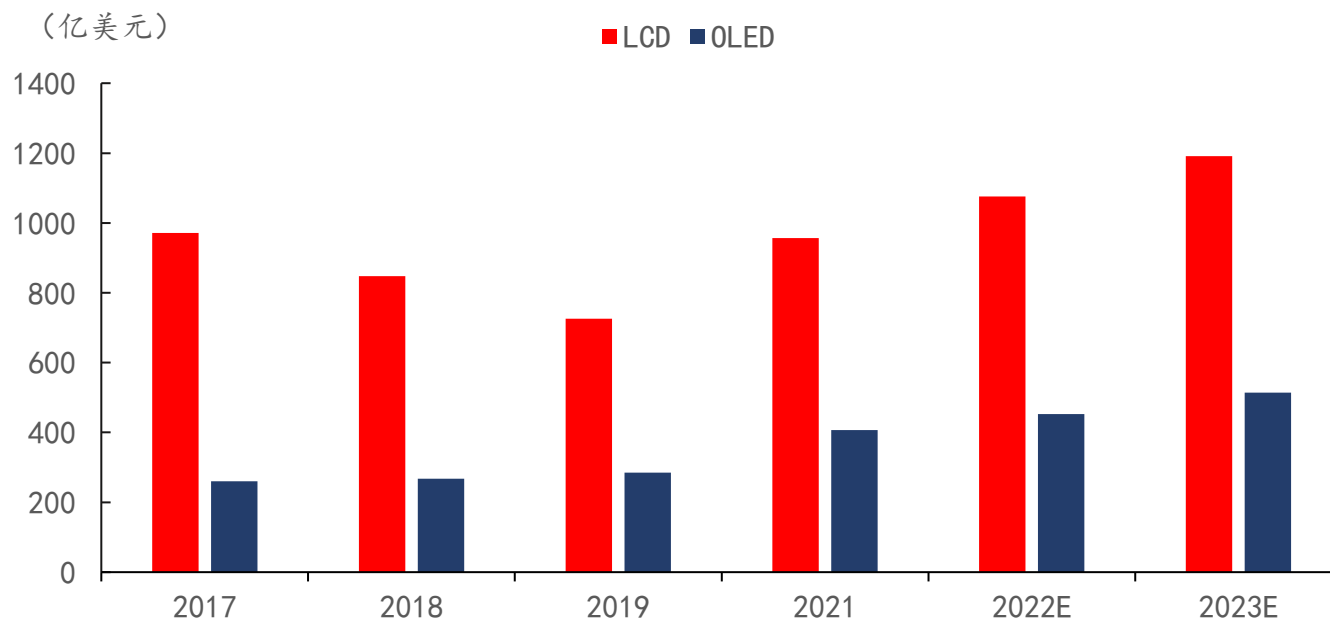


资料来源：Jembo,太平洋证券研究院

显示面板市场规模持续提升，电子特气需求稳步增长

- 显示面板行业早期主要集中在日本、韩国以及中国台湾，在国家产业政策支持、技术实现突破等多重利好因素的推动下，我国显示面板行业取得了长足进步，形成了以京东方、TCL 科技、深天马、维信诺等重点企业领衔的产业集群，全球产能占比超过六成，我国成为全球第一大显示面板产业集中地。
- 根据中商产业研究院，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，Mini/MicroLED产值3亿美元，预计2023年全球半导体显示面板产业产值将达1709亿美元，同比增长11.55%。
- 根据CINNO Research预测显示，2021年全球显示面板用电子特气总用量预计为5.1万吨，较2020年增长超11%。同年，中国大陆显示面板新增产能在快速爬坡放量，2021年中国大陆显示面板用电子特气全年用量将增加至2.9万吨，较2020年增长26%。

图表38：中国大陆显示面板行业市场规模



资料来源：中商产业研究院，太平洋证券研究院

光伏行业增长确定性高，电池带动电子特气需求提升

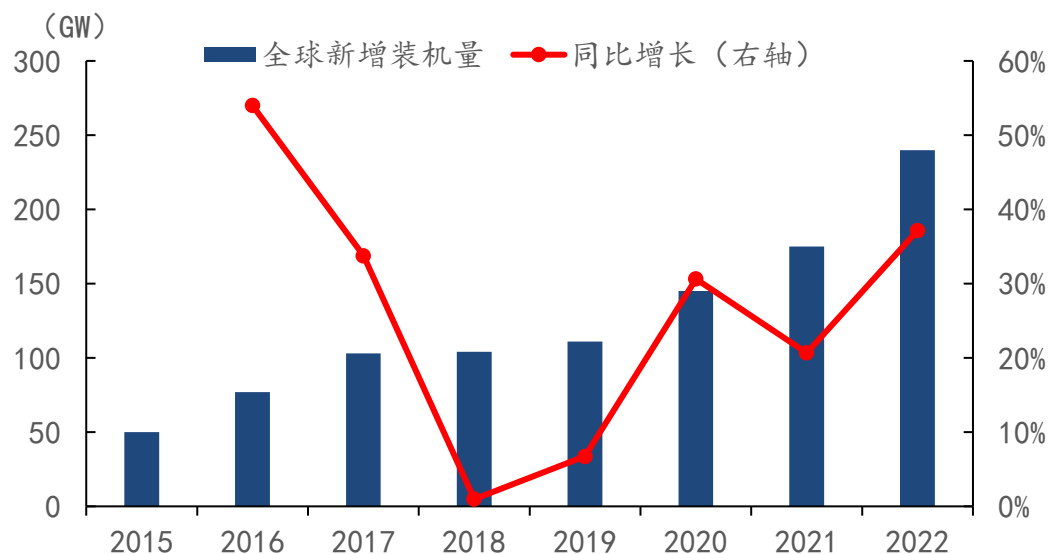
- 在太阳能电池的制造中，特种气体具体应用于P/N半导体的制造、扩散工艺和化学气相沉积技术等方面。伴随鼓励光伏产业发展的政策接连出台，电子特气作为光伏电池基础性原料，行业需求可迎来高确定性红利。
- 根据国际能源署光伏组织IEA发布的《2023年全球光伏市场快照报告》，2022年全球安装的光伏系统装机容量达到240GW，同比提升37.14%，中国根据能源局披露，光伏新增光伏装机量达到87.4GW，同比提升28.68%，国内外2015-2022年行业增速均达到25%以上，行业增长确定性高。

图表39：光伏电池生产用电子特气

制造工艺	工艺制程	使用气体
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TCO	二甲基锌、乙硼烷
	PECVD	硅烷、磷化氢、氢气、甲烷

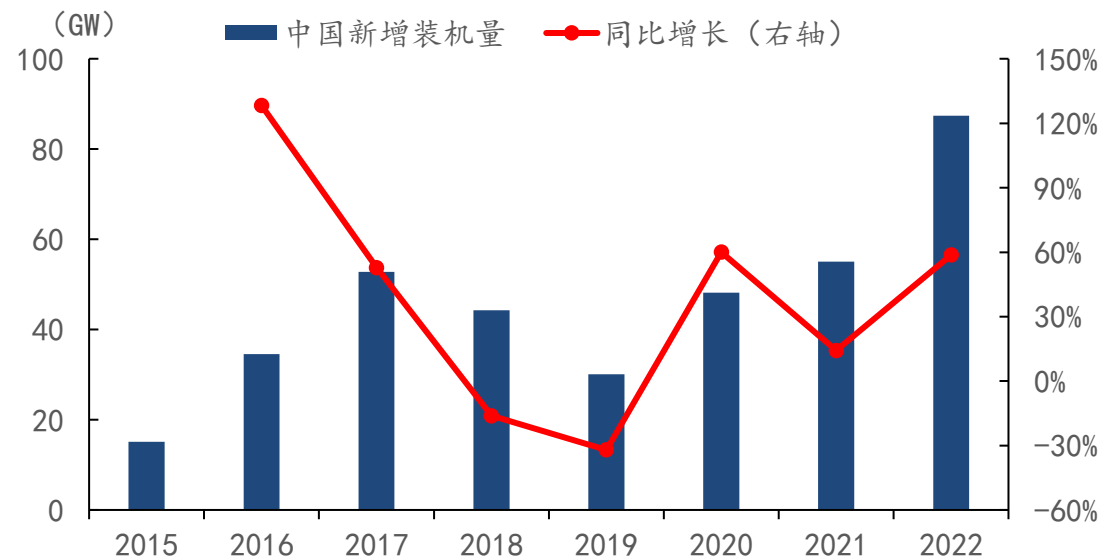
资料来源：李东升《特种气体在电子行业中的应用》，太平洋证券研究院

图表40：中国光伏新增装机量



资料来源：IEA，太平洋证券研究院

图表41：中国光伏新增装机量

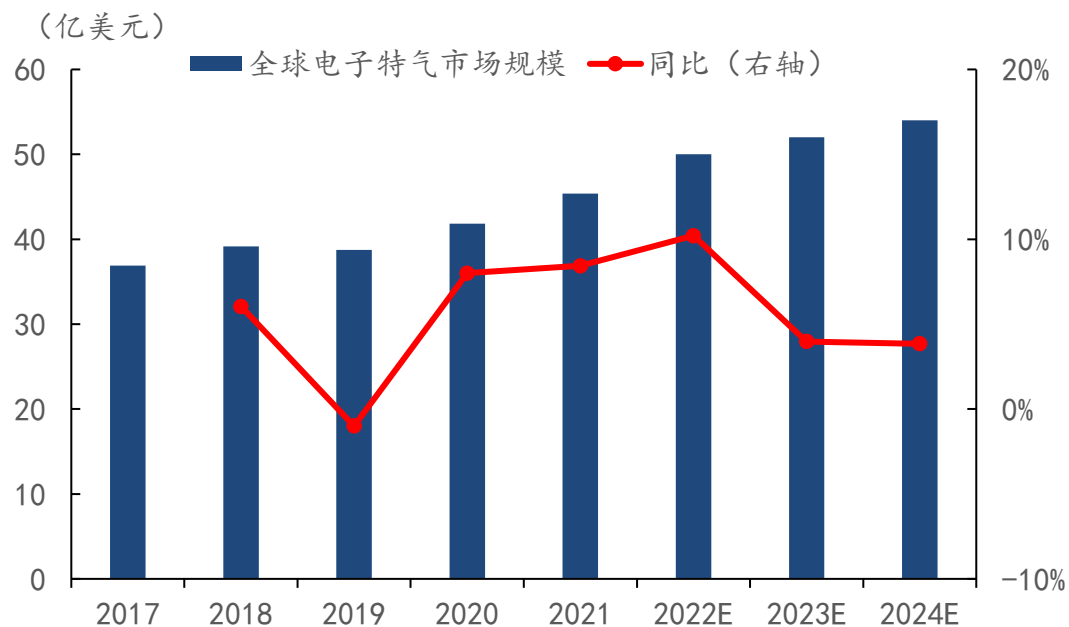


资料来源：国家能源局，太平洋证券研究院

下游三大需求领域强力驱动，中国电子特气市场规模高速增长

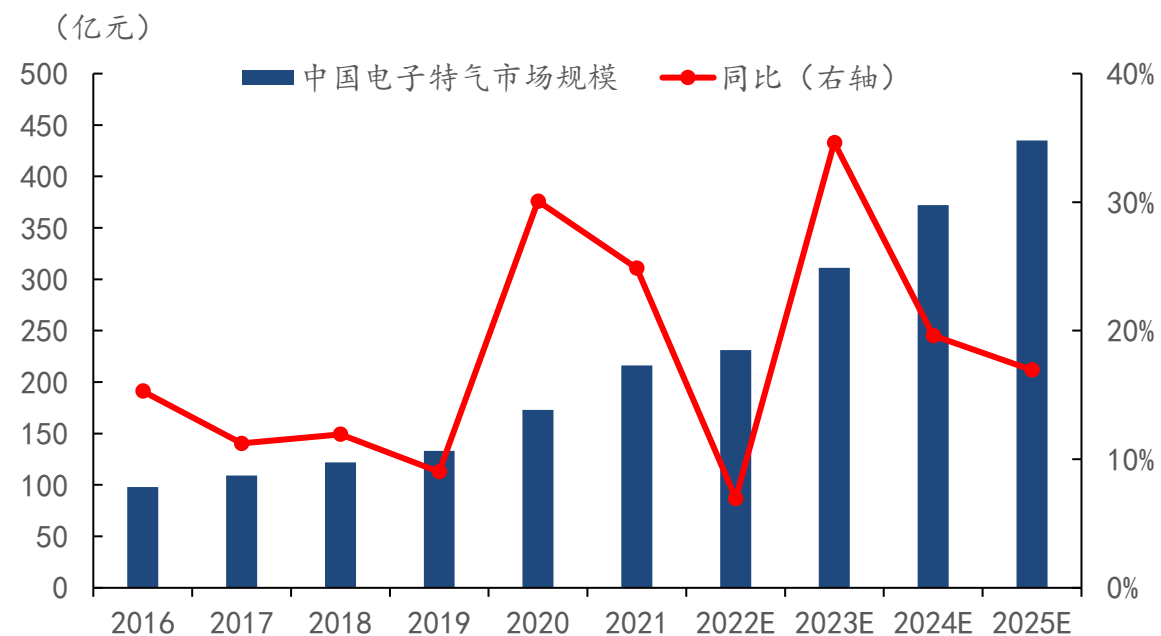
- 电子特气下游三大领域齐头并进，半导体制造伴随AI技术与日俱增，显示面板在下游消费电子逐步复苏下稳步增长，光伏电池受行业高政策红利拉动影响快速提升。电子特气行业市场空间广阔，市场规模有望保持高速增长。
- 根据前瞻产业研究院数据，2021年全球电子特气市场规模为45.38亿美元，2024年预计提升至54亿美元，行业增速趋缓，而中国2021年电子特气市场规模为216亿元，2025年有望突破435亿元，2021-2025年CAGR达到19.13%，行业有望保持快速增长。

图表42：全球电子特气市场规模



资料来源：前瞻产业研究院,太平洋证券研究院

图表43：中国电子特气市场规模



资料来源：中商产业研究院,太平洋证券研究院

国家政策持续出台，推动电子特气行业发展

- 为推动电子特气行业的高质量发展，近年来国家发改委、科技部、工信部、财政部、国家税务总局等部门相继出台一系列产业政策，有力推动了电子特种气体产业的发展。

图表44：电气特气行业相关政策

时间	政策名称	主要内容
2022.09	《原材料工业“三品”实施方案》	支持鼓励光刻胶、光电显示材料、工业气体、催化、光功能、储氢材料等关键基础材料研发和产业化，加强前沿新材料的质量性能研发。完善新材料生产应用平台，优化上下游合作机制，进一步提升高端产品有效供给能力，强化对战略性新兴产业和国家重大工程的支撑作用。
2022.07	《“十四五”原材料工业发展规划》	围绕集成电路、信息通信、能源产业等重点应用领域，攻克特种涂层、光刻胶、工业气体、催化、光功能、储氢材料等一批关键材料。
2021.12	《重点新材料首批次应用示范指导目录（2021年版）》	在“113.特种气体”中列示33种特种气体，对纯度等指标提出明确要求
2020.08	《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》	聚焦高端芯片、集成电路装备和工艺技术、集成电路关键材料、集成电路设计工具、基础软件、工业软件、应用软件的关键核心技术研发，不断探索构建社会主义市场经济条件下关键核心技术攻关新型举国体制。科技部、国家发展改革委、工信部等部门做好有关工作的组织实施，积极利用国家重点研发计划、国家科技重大专项等给予支持
2018.11	《战略性新兴产业分类2018》	在“1.2.3高储能和关键电子材料制造”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”
2017.01	《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”
2017.01	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016）》	在“1.3.5关键电子材料”中包括“超高纯度气体等外延用原料”
2016.12	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	提出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
2016.02	《国家重点支持的高新技术领域目录》（2016）	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”中明确指出包括“特种（电子）气体的制备及应用技术”

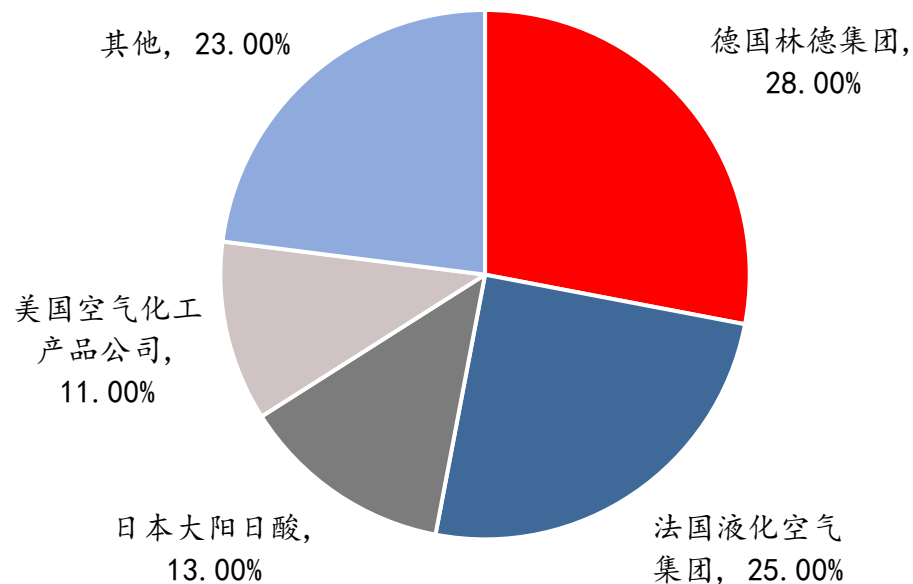
数据来源：中船特气招股说明书，公开资料，太平洋证券研究院

I	电子特气为半导体制造关键材料，被称为“芯片血液”.....3
II	下游三大需求领域强力驱动，中国电子特气市场规模高速增长.....18
III	国产替代势在必行.....33
IV	主要特种气体介绍.....40
V	国内公司积极加速研发.....58

全球电子特气市场呈现海外寡头垄断格局

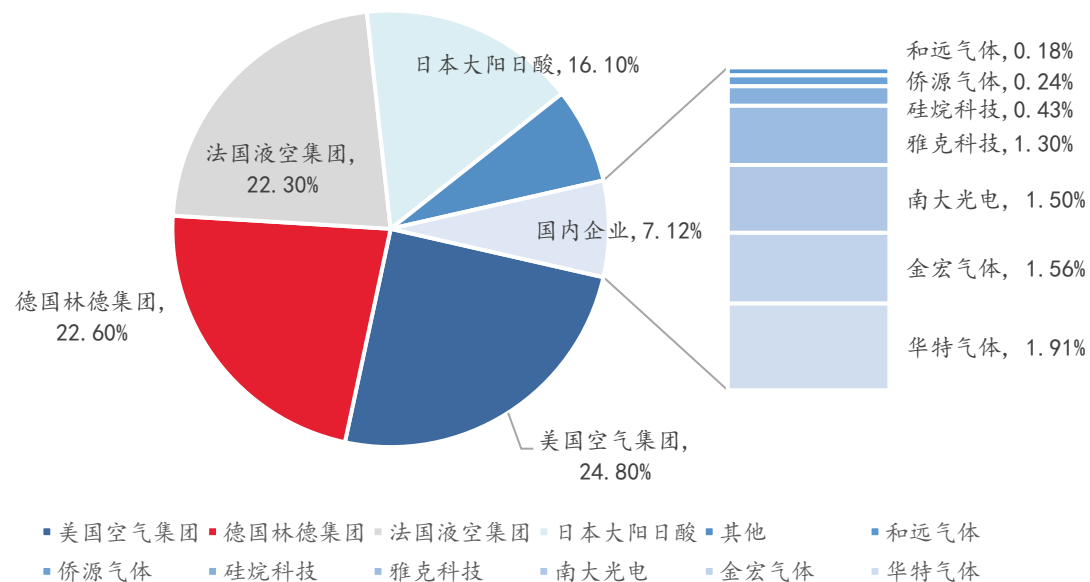
- 由于电子特种气体具有较高的行业壁垒，所以导致全球电子特气行业市场集中较高，主要由海外主导，全球气体行业形成了德国林德集团、法国液化空气集团、日本大阳日酸、美国空气化工产品四家巨头公司垄断的行业格局，总共占据全球七成以上的市场份额。
- 在中国，由于国内气体产业起步较晚，存在数量多、规模小、产品单一的特点，目前市场仍由早期进入市场的国外企业垄断。2020年中国电子特气市场前四企业分别为美国空气化工、德国林德集团、法国液化空气、日本大阳日酸，占比分别为24.8%、22.60%、22.30%、16.10%。

图表45：2020年全球电子气体竞争格局



数据来源：TEHCET，太平洋证券研究院

图表46：2020年中国电子特气竞争格局



数据来源：亿渡数据，太平洋证券研究院

- 电子特气作为半导体等新兴产业的关键核心材料，面临下游市场需求扩张，而进口产品价格高昂、交货周期长且国际形势动荡对电子特气供应带来极大的不稳定性，严重制约了我国战略新兴产业的健康稳定发展。为保障我国战略新兴产业关键材料稳定供应能力，未来我国气体行业亟需通过自主创新，增加产品种类，提高国产化率，以早日解决电子特气受制于人的局面。

图表47：国内电子气体生产技术的发展情况

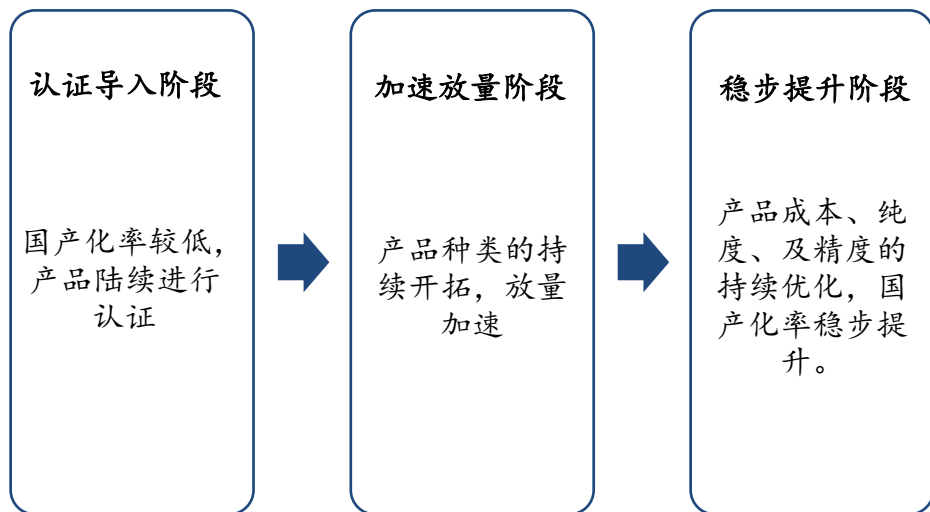
国内发展情况	国内较国际差距
<p>国内已经解决了高纯氮、三氟化氮、氧化亚氮、六氟化硫等电子气品种，三氟化氮、六氟化钨、四氟化碳进入国内主流12寸晶圆Fab厂商生产线。</p>	<p>三氟化氮、六氟化硫等气体具有很高的全球变暖潜能值（GWP），国际上已经逐渐淘汰，被环境友好型的绿色产品替代；</p> <p>硅族气体生产和技术至少落后发达国家整整一代以上，国产的硅烷、二氯氢硅、三氯氢硅只能用来成膜，无法用到更高端的领域；</p> <p>含氟化合物的开发缓慢、品种短缺；</p> <p>国内已经开发出的氯气、氯化氢、氟化氢、溴化氢等含卤素的电子气，气体标示纯度高于实际纯度的现象普遍，关键有害杂质无法全部去除，限制了国产卤素气体的高端应用；</p> <p>掺杂气体纯化过程涉及工艺从4N9到6N9的纯度升级过程，任重道远；</p> <p>我国电子同位素气体及新材料和发达国家相比整体落后；</p> <p>成膜气体、混配气体也是严重受制于西方。</p>

资料来源：《提升我国电子工业气体供应能力的对策》，太平洋证券研究院

电子特气国产替代不断加速

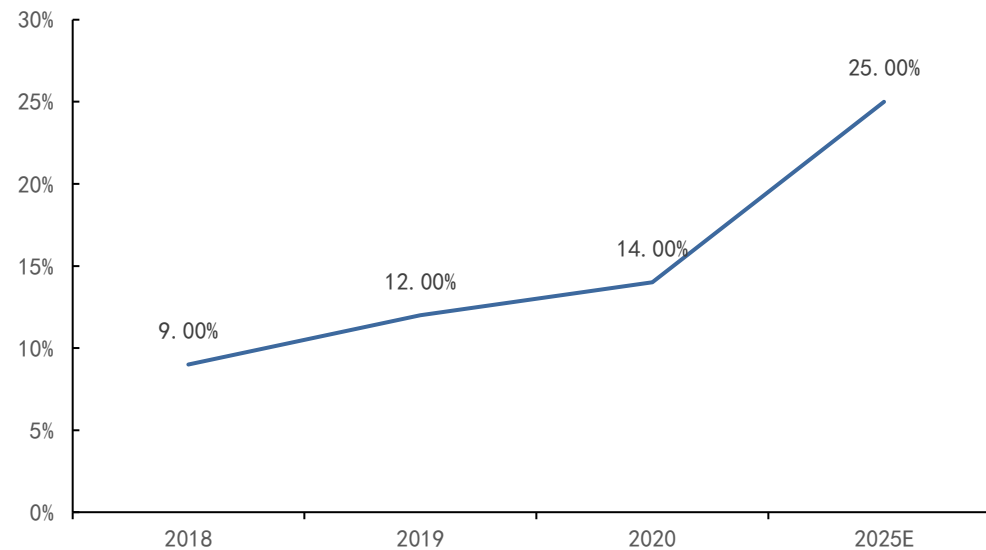
- 半导体材料国产化率成长大致可分为**认证导入阶段**、**加速放量阶段**以及**稳步提升阶段**三个阶段。在多方因素的驱动下，国产电子特气的替代进程已进入**放量加速的初始阶段**。需求方面，下游Fab厂的逆周期扩产将会为电子特气带来需求的持续增长。政策方面，《中国制造2025》提出了我国70%的核心基础零部件以及关键基础材料需实现自主保障的规划，为电子特气国产化提供了政策指导和支持。规模方面，未来三年，当本土产品实现规模化供应后，气体产品的稳定性、性价比，以及定制化等方面的优势将更为显著。因此，电子特气国产化进程将在市场因素的主导下全面催化，迎来**加速放量周期**。
- 过去国内气体企业与国外巨头存在较大技术代差，2020年我国电子特气国产化率仅14%，2025年我国电子特气国产化率有望提升至25%。

图表48：半导体材料国产化进程



数据来源：公开资料，太平洋证券研究院

图表49：电子特气国产替代率



数据来源：中商情报网，太平洋证券研究院

电子特气产品将逐步实现进口替代

- 近年来我国电子、新能源等战略新兴产业规模快速增长，伴随晶圆厂持续扩产，未来三年国内电子特气需求将呈放量加速。随着国家政策加大本土电子特气产业支持力度，国内企业通过不断积累经验和攻克技术在部分产品上实现突破达到国际标准，具备了特种气体国产替代的客观条件，涌现出一批生产质量稳定的气体厂商。目前国内电子特气第一梯队的厂商已经具备替代能力，在细分领域具有一定优势，逐步缩小与国外龙头的差距，加速实现国产替代。
- 此外，随着国内半导体需求提升及晶圆厂持续扩产，我国电子特种气体行业生产厂商在取得技术突破的同时也积极进行产能提升。未来，随着国内电子特种气体厂商工艺技术能力持续提升及产能不断扩充，将推动行业国产化率进一步提升。我国电子特气产品将逐步实现进口替代，外资在华垄断格局有望被打破。

图表50：部分已实现国产替代的特种气体产品

公司名称	产品种类
华特气体	高纯四氟化碳、高纯六氟乙烷、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯八氟环丁烷、高纯三氟甲烷、稀混光刻气等约50个产品
凯美气体	氟气、氖气、氦气、氙气等
中船特气	六氟化钨、三氟化氮等
南大光电	砷烷、磷烷等
金宏气体	超纯氨、高纯氧化亚氮、氢气、高纯氢、高纯二氧化碳、硅烷混合气等
绿菱气体	高纯六氟乙烷、高纯三氟甲烷、高纯八氟环丁烷等
雅克科技	四氟化碳、六氟化硫等
昊华科技	三氟化氮、四氟化碳、六氟化硫、六氟化钨等
巨化股份	氟气、氯气、三氟化氮等

数据来源：公司公告，太平洋证券研究院

- 当前自主可控的重要性日益凸显，我国企业不断创新、扩产，国内特气公司有望迎来黄金发展期。

图表51：国产电子特气供应商募资扩产计划

公司	募资方式	募资金额	扩产项目	达到预定可使用状态日期
华特气体	可转换债券	3.83亿	年产1,764吨半导体材料建设项目（高纯一氧化碳 180 吨，高纯一氧化氮 40 吨，高纯六氟丙烷及其异构体 800 吨，电子级溴化氢 300 吨，电子级三氯化硼 300 吨，超高纯氢气 9 吨，超纯氟气/氟气/氟气/氟气 135 吨）	建设周期为2年
金宏气体	可转换债券	4.70亿	新建高端电子专用材料项目（新增电子级全氟丁二烯 200 吨、电子级一氟甲烷 100 吨、电子级八氟环丁烷 500 吨、电子级二氯二氢硅 200 吨和电子级六氯乙硅烷 50 吨的产能）	建设周期为2年
		1.46亿	新建电子级氟气、电子级液氮、电子级液氧、电子级液氩项目（建成达产后将主要形成年产氟气 11,250 吨、液氧 23,581 吨、液氮45,000 吨、液氩 963 吨的生产规模。）	建设周期为 1.5 年
雅克科技	非公开发行股票	0.47亿	年产12000吨电子级六氟化硫和年产2000吨半导体用电子级四氟化碳生产线技改项目	技改建设项目已经于2022年3月完工
昊华科技		9.14亿	4600 吨/年含氟电子特气项目（已投产）：年产 3000吨三氟化氮、1000 吨四氟化碳和 600 吨六氟化钨	2022年4季度已投产
南大光电	向特定对象发行股票	3亿	扩建2,000吨/年三氟化氮生产装置项目	已投产
		0.6亿	六氟丁二烯产业化项目	未披露
	可转换债券	9亿	年产140吨高纯磷烷、砷烷扩产及砷烷技改项目（总投资额1亿元）：通过扩产建设2条高纯砷烷产线、1条高纯磷烷产线，新增磷烷年产能70吨、砷烷年产能50吨，利用现有2条砷烷产线进行技改，增加砷烷年产能20吨 乌兰察布南大微电子材料有限公司年产7200吨电子级三氟化氮项目（总投资额10亿元）。	2023年11月30日 2024年12月31日
凯美特气	非公开发行股票	5.7亿	宜章凯美特种气体（初步建设10套电子特气和混配气体生产加工及辅助装置：200TPD全液体空分装置，主要产品液氧、液氮、液氩，产能3万吨/年，电子级氟化氢520吨/年，电子级溴化氢500吨/年，高纯氟气200吨/年，氟基混配气180,000Nm ³ /年，高纯五氟化铟50吨/年，电子级碳酰氟100吨/年，电子级氟气2.2吨/年，电子级乙炔192,000Nm ³ /年，电子级一氧化碳25,000Nm ³ /年）	建设期为2年

资料来源：公司公告,太平洋证券研究院

国内电子特气领域进展

图表52: 电子特气产能情况

相关公司	高纯二氧化碳	高纯一氧化碳		六氟化硫	六氟化钨		氢气		三氟化氮		四氟化碳		其他		
	产能	产能	在建产能	产能	产能	在建产能	产能	在建产能	产能	在建产能	产能	在建产能	产能	在建产能	
华特气体		180吨					224吨					400吨		高纯六氟乙烷 (550吨)、光刻及其他混合气体 (3288.2吨)、碳氧化合物 (6413.5吨) 等	高纯一氧化氮 (40吨); 高纯六氟丙烷及其异构体 (800吨)、电子级溴化氢 (300吨)、电子级三氟化硼 (300吨)、超高纯氢气 (9吨)、超纯氦气/氖气/氙气/氪气稀有气体 (135吨)。
金宏气体	11000吨						61800 km ³	34400 km ³						超纯氨 (12000吨)、氮气 (37260吨)、氧气 (14811.43吨)、二氧化碳 (120000吨)、天然气 (10000吨)、正硅酸乙酯 (1200吨) 等	超纯氨 (16000吨)、氮气 (56250吨)、氧气 (23,581吨)、氩 (963吨)、二氧化碳 (400,000吨)、全氟丁二烯 (200吨)、一氟甲烷 (100吨)、八氟环丁烷 (500吨)、二氯二氢硅 (200吨)、六氟乙硅烷 (50吨)、乙硅烷 (10吨)、三甲基硅胺 (TSA) (10吨)
雅克科技				12000吨 (高纯)								2000吨 (高纯)			
昊华科技				1000吨	700吨				5000吨			1450吨			
南大光电				3500吨		500吨			3800吨	7200吨		√		高纯磷烷 (70吨)、高纯砷烷 (30吨)、安全源磷烷和安全源砷烷 (105吨) 等	高纯砷烷 (70吨)、高纯磷烷 (70吨)、六氟乙烷 (1000吨)、六氟丁二烯 (100吨)
中船特气					2230吨				9250吨	3250吨				三氟甲磺酸 (660吨) 等	高纯氯化氢 (1500吨)、高纯电子气体项目 (735吨)、双 (三氟甲磺酰) 亚胺锂 (500吨)
凯美特气	36万Nm ³	2.5万Nm ³					14.4万Nm ³							氦气 (1.175万Nm ³)、氙气 (0.09万Nm ³)、氖气 (14.4万Nm ³)、氪气 (14.4万Nm ³)、氟气 (6.8万Nm ³)、氩气 (14.4万Nm ³)、氟基激光混配气 (1.4万Nm ³) 等	电子级氯化氢 (520吨)、电子级溴化氢 (500吨)、高纯氟气 (200吨)、氟基混配气 (180000Nm ³)、高纯五氟化锑 (50吨)、电子级碳酰氟 (100吨)、电子级氟气 (2.2吨)、电子级乙炔 (192000Nm ³)、氯化氢激光混配气 (0.36万Nm ³) 动态混配气 (0.86万Nm ³) 等

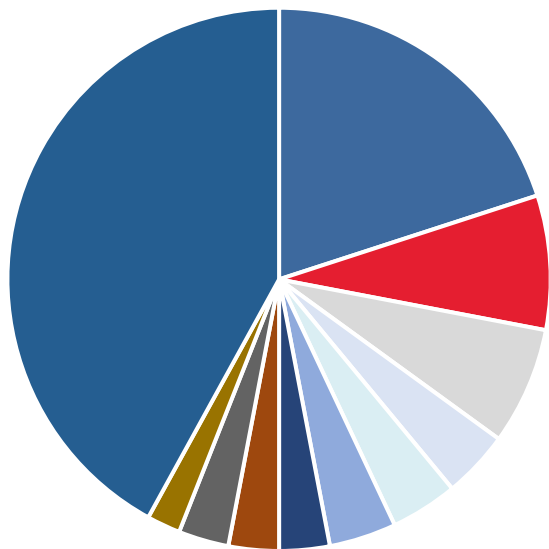
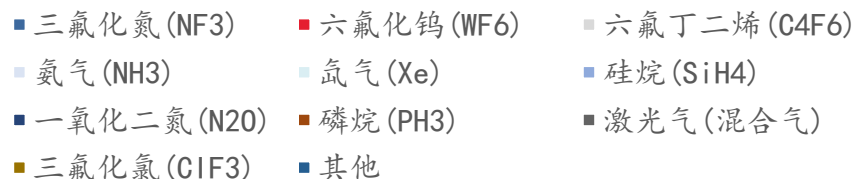
数据来源: 公司公告, 太平洋证券研究院

I	电子特气为半导体制造关键材料，被称为“芯片血液”.....3
II	下游三大需求领域强力驱动，中国电子特气市场规模高速增长.....18
III	国产替代势在必行.....33
IV	主要特种气体介绍.....40
V	国内公司积极加速研发.....58

电子特气前十大品种占比达到56%，主要产品为三氟化氮、六氟化钨

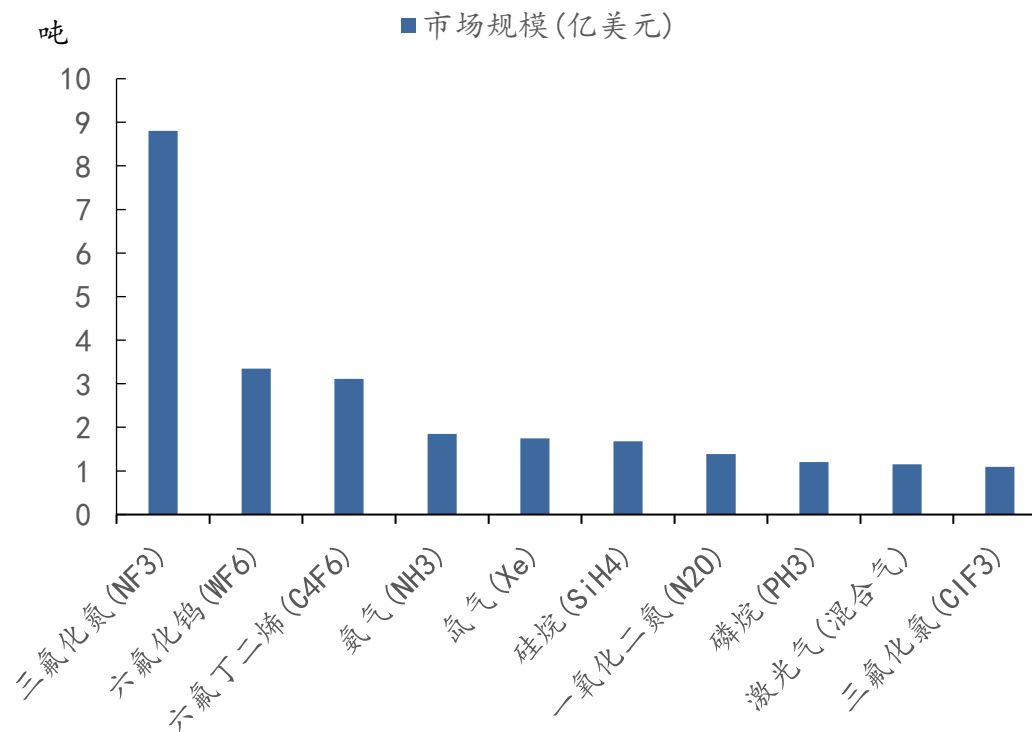
- 从电子特气细分气体来看，前十大品种市场份额占比达到56%。据Linx Consulting统计，2021年全球主要电子特气品种三氟化氮、六氟化钨、六氟丁二烯、氩气市场规模分别为8.8亿、3.4亿、3.1亿、1.9亿美元，前十大品种市场规模合计25.4亿美元，约占全球电子特气市场份额56%。

图表53：全球电子特种气体占比



资料来源：Linx Consulting, 太平洋证券研究院

图表54：全球十大电子特种气体规模



资料来源：Linx Consulting, 太平洋证券研究院

图表55：电子特气基本信息汇总

	气体种类	生产难度	价格 (元/千克)	国产化率	主要作用
含氟特气	三氟化氮	较低	150	较高	半导体和FDP行业腔室清洗和蚀刻工艺
	三氟化硼	高	2500-2800 (5N级)	低	半导体器件和集成电路的离子注入和掺杂
	四氟化碳	较低	70-80	相对较高	微电子行业用量最大的等离子刻蚀气体
	六氟化硫	较低	55-65 (5N级)	较高	电子级用于TFT-LCD显示面板，半导体行业腔体清洗和刻蚀
	六氟化钨	中等	380	较高	用于形成高传导性的互连金属、金属层间的通孔和垂直接触的接触孔以及铝和硅间的隔离层
	六氟丁二烯	较高	2212	50%-60%	半导体绿色刻蚀气体
	六氟乙烷	较高	180-200 (5N级)	依赖进口	等离子蚀刻，腔室清洗，制冷剂，光纤加工
	八氟环丁烷	较高	245	低	食品工业的喷射剂，制冷剂，集成电路蚀刻剂，与六氟化硫混合合作电介质、含氟化合物聚合时的介质
硅烷	八氟丙烷	高	/	低	半导体行业等离子刻蚀/腔室清洗，医疗行业超声造影成像/制冷剂
	电子级甲硅烷	较高	250	除芯片领域用其余能满足需求	晶圆外延硅，氧化硅，氮化硅膜沉积；光伏电池减少反射膜；面板保护膜
	电子级乙硅烷	高	18000	外购技术	制造太阳能电池和电子照相用的感光鼓，半导体工业外延和扩散工艺
	电子级四氯化硅	较高	/	电子级 (6N-9N) 基本依赖进口	电子级主要用于半导体膜沉积与刻蚀工艺
	电子级二氯二氢硅	较高	进口价格约为300-400；国产(金宏预计)约440	国内难量产，高度依赖进口	硅外延片CVD沉积成膜工艺
磷烷	电子级三氯氢硅	较高	国产价格约70；进口价格约150-200	国内难量产，高度依赖进口	硅外延片CVD沉积成膜工艺
	电子级磷烷	较高	/	国产产能快速爬坡阶段	集成电路制造的掺杂工艺和LED的化学气相沉积工艺
砷烷	电子级砷烷	较高	/	国产产能快速爬坡阶段	集成电路制造的掺杂工艺和LED的化学气相沉积工艺
	超纯氨	较高	13-16	较低	主要应用于LED/微电子/光伏领域，是MOCVD技术制备GaN的重要基础材料
其他	氟气	较高	75000元/标准立方米		主要用于蚀刻
	氦气	较高	1750元/瓶 (40L瓶)		零部件的快速冷却，提高生产率
	氖气	较高	380-450元/标准立方米	较低	可视发光指示灯/电压调节/激光混合气
	氩气	较高	800-1000元/标准立方米		气体激光器和等离子体流

资料来源：公开信息整理,太平洋证券研究院

三氟化氮：电子工业中优良的等离子蚀刻气体和反应腔清洗剂

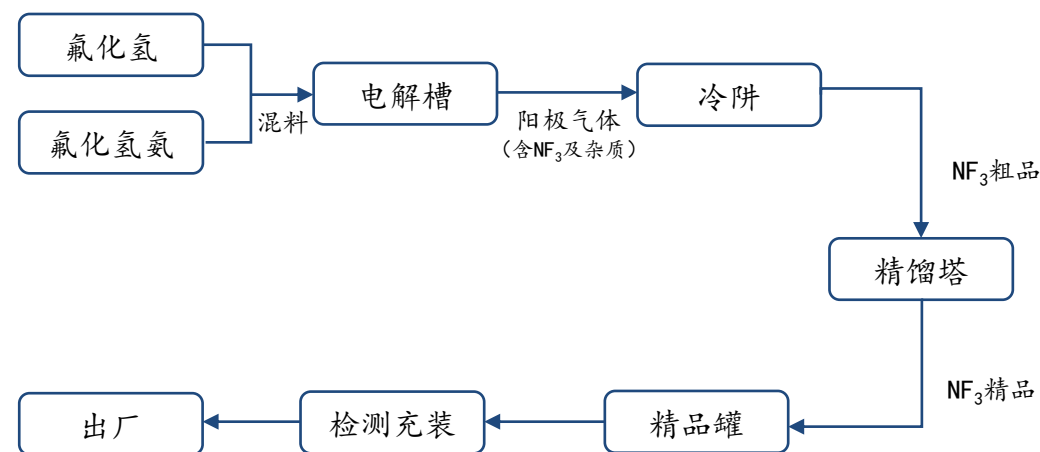
- **三氟化氮**：在常温下是一种无色、无臭、性质稳定的气体，是一种强氧化剂。高纯三氟化氮具有优异的蚀刻速率和选择性（对氧化硅和硅），它在蚀刻时，在蚀刻物表面不留任何残留物，是电子工业中优良的等离子蚀刻气体和反应腔清洗剂，广泛应用于制造半导体芯片、平板显示器、光伏电池（非晶硅薄膜电池）等领域。
- 三氟化氮制备方法可分为两类，一类是电解法，另一类是化学氟化。目前国内厂家主要采用熔融盐电解法，而欧美厂家多采用化学氟化法。

图表56：三氟化氮制备方法

	反应类型	反应方式	优/缺点
化学氟化	气-气反应	F ₂ 与NH ₃ 直接化合	生产的NF ₃ 产率仅为10%~25%，反应不易控制
	气-液反应	F ₂ 与液态NH ₃ 直接化合	反应易控制
		F ₂ 与尿素反应	安全性较高
气-固反应	固态的氟化铝铵(NH ₄) ₃ AlF ₆ 和F ₂ 为原料合成NF ₃	原料价格低廉、反应易控	
电解法	电解熔融的NH ₄ HF：电解过程中在阳极得到NF ₃ 及F ₂ ，阴极得到H ₂ ，F ₂ 容易与阳极材料中含有的碳反应生成CF ₄ 杂质。		

资料来源：亿渡数据,太平洋证券研究院

图表57：三氟化氮电解法工艺流程

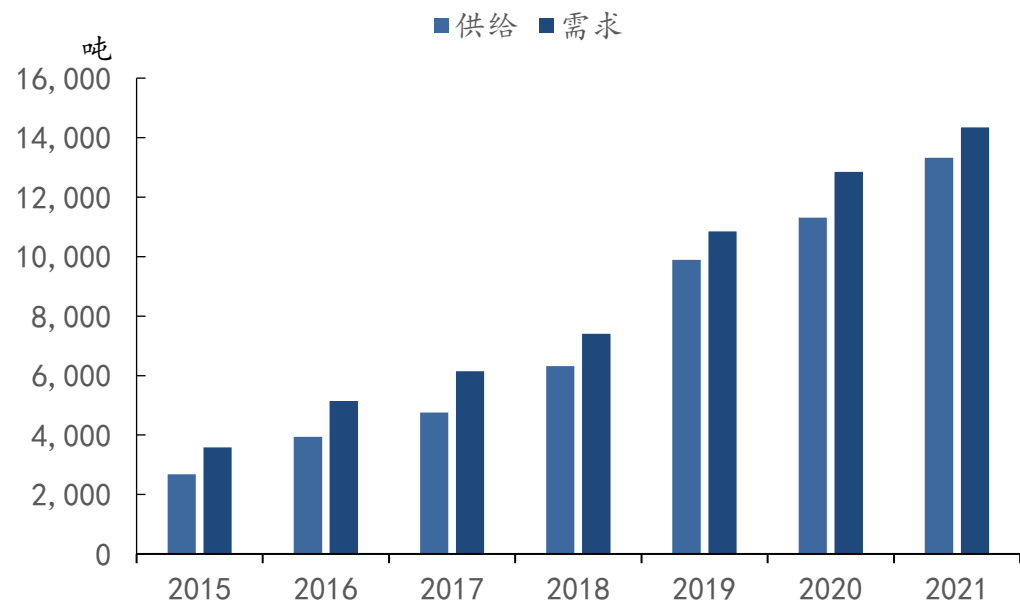


资料来源：中船特气招股说明书,太平洋证券研究院

三氟化氮：电子特气中用量最大的品种，国产化较为成功

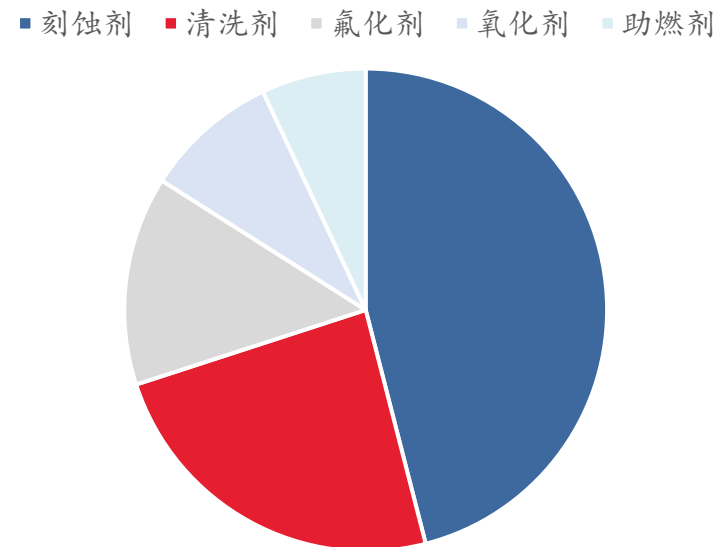
- 根据Linux Consulting数据整理，2021年电子特种气体市场规模为44.23亿美元，三氟化氮市场规模达到8.8亿美元，占比排名第一，达到19.90%，为全球用量需求最大的品种。
- 根据TECHCET数据，2020年三氟化氮全球总需求约3.11万吨。受益于下游集成电路制造工厂产能扩张、集成电路制程技术节点微缩、3DNAND多层技术的发展，芯片的工艺尺寸越来越小，堆叠层数增加，集成电路制造中进行刻蚀、沉积和清洗的步骤增加，高纯三氟化氮的需求将快速增长，预计2025年全球需求增长至6.37万吨左右，相较2020年需求量增长空间超过1倍。

图表58：中国三氟化氮供需情况



资料来源：智研咨询，太平洋证券研究院

图表59：三氟化氮下游需求领域



资料来源：智研咨询，太平洋证券研究院

三氟化氮：国内中船特气市场份额占比全球第二，仅次于SK MATERIALS

- 目前国外主要生产厂商为SK Materials、晓星、关东电化、默克；国内主要生产厂商为中船特气、南大光电、昊华科技。
- 国内生产厂商中船特气在全球三氟化氮市场中占有一定份额，根据TEHCET的统计数据，2020年派瑞特气三氟化氮全球市场份额为24%，排名第二，仅次于SK Materials。

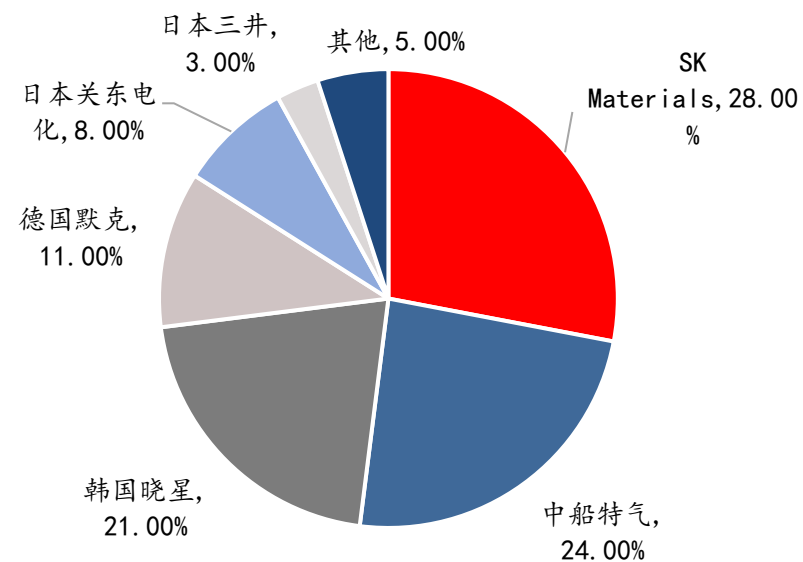
图表60：全球主要三氟化氮产能

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
	昊华科技	5000		

资料来源：中船特气招股说明书,公司公告, 太平洋证券研究院

注:南大光电规划产能8200吨中包括乌兰察布拟扩建 7200 吨, 以及飞源气体前次募投项目 2022年拟实现的剩余 1000 吨产能。

图表61：2020年三氟化氮全球市场份额

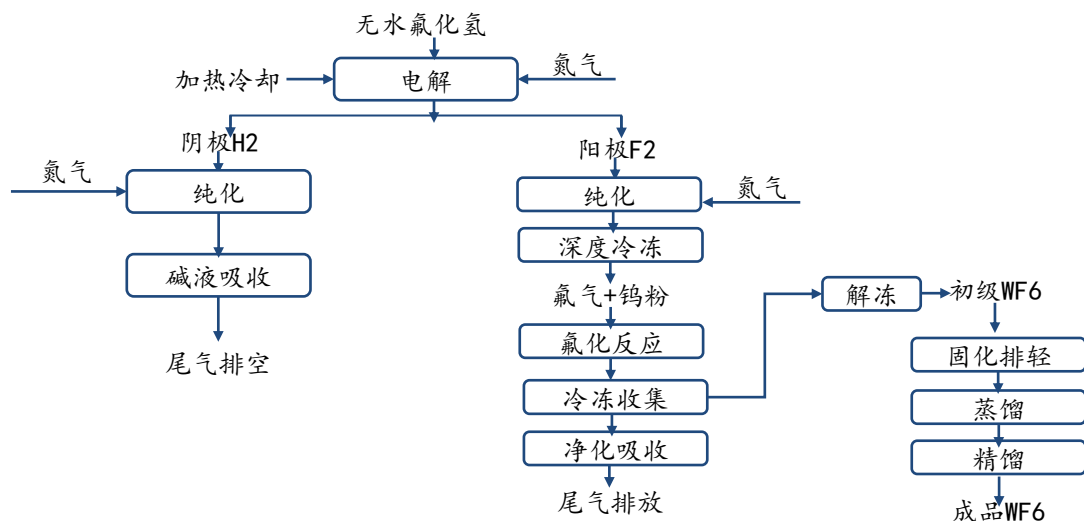


资料来源：TEHCET,太平洋证券研究院

六氟化钨 (WF₆) 是唯一能稳定存在的钨的氟化物，广泛应用于半导体集成领域

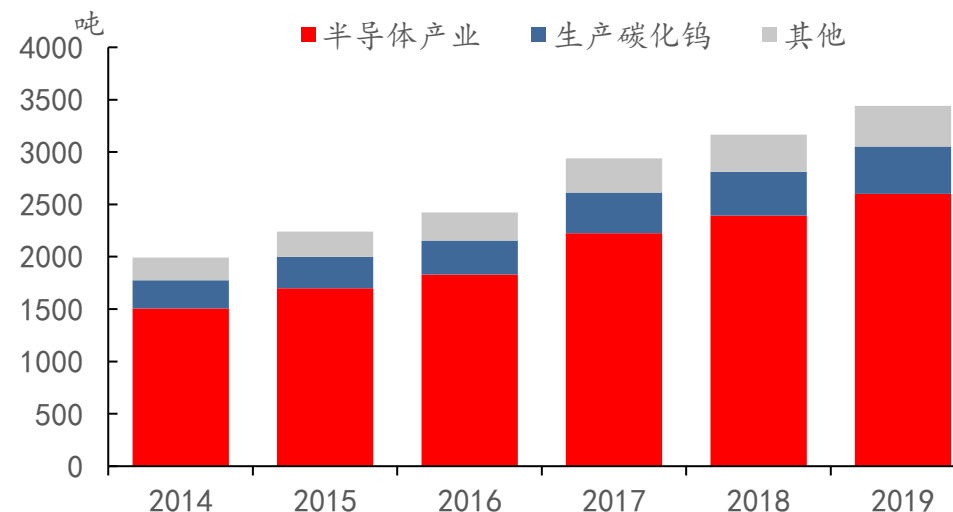
- 六氟化钨 (WF₆) 是唯一能稳定存在的钨的氟化物，具有极强的腐蚀性，可根据外界环境的变化表现出灵活的物化性能，被广泛应用于工业生产的各个领域。六氟化钨在电子工业中主要作为集成电路的配线材料使用，其在经过化学气相沉积工艺后可形成金属钨导体膜，钨导体膜在集成电子学中通常被用作高传导性的互连金属、金属层间的通孔和垂直接触的接触孔以及铝和硅间的隔离层，因此被广泛应用于半导体集成领域；另外，六氟化钨还可以应用于太阳能吸收器以及X射线发射电极的制造、导电浆糊等电子器原材料。
- 六氟化钨的生产工艺主要为氟化剂氧化法，涉及合成和提纯等步骤。工业上采用钨粉与氟化剂反应制备六氟化钨，常用的氟化剂是氟气，氟气与钨粉反应合成初级六氟化钨，再通过多步提纯使产品达到高纯要求，经过精馏之后的六氟化钨纯度可达到99.999%以上。
- 六氟化钨主要用于半导体工业和碳化钨的生产行业，其中半导体产业占全球六氟化钨下游总消费量的近76%。

图表62：六氟化钨工艺流程



资料来源：《高纯六氟化钨制备工艺研究》，太平洋证券研究院

图表63：全球主要应用领域六氟化钨市场消费量

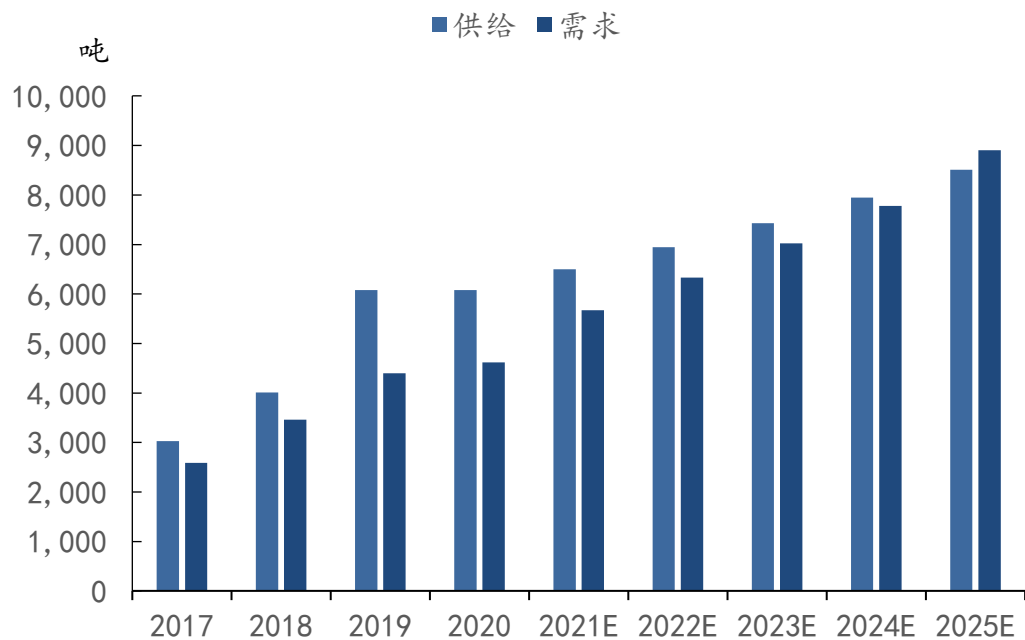


资料来源：中船特气招股说明书，太平洋证券研究院

六氟化钨：高性能沉积材料，国内需求有望保持高速增长

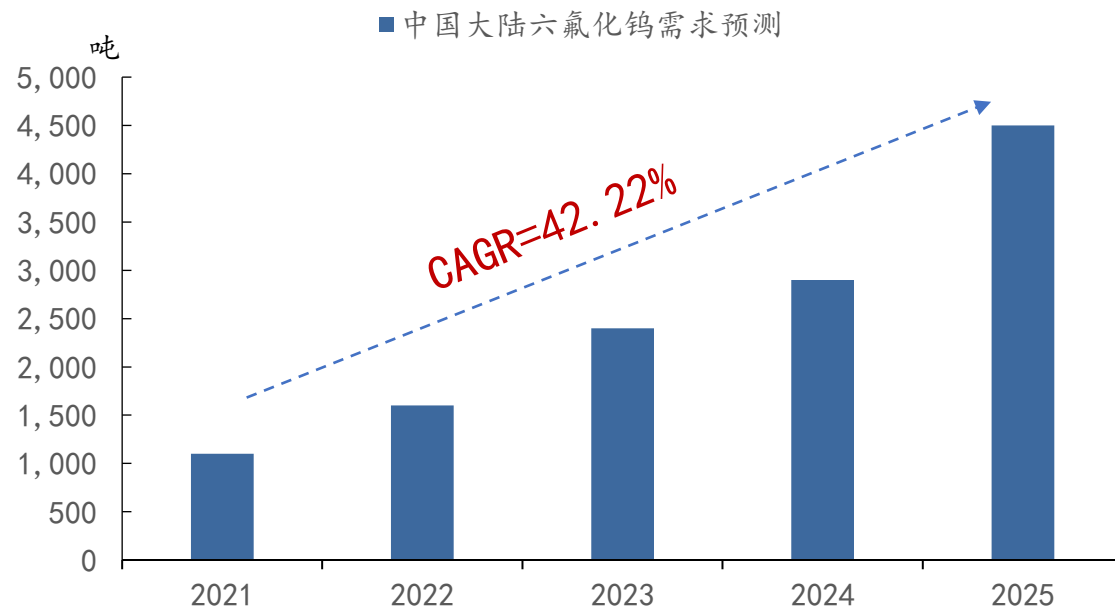
- 六氟化钨主要应用在集成电路制造领域，因其优良的电性能，广泛使用在化学气相沉积工艺中，通过沉积和堆叠制成大规模集成电路中的导电膜和金属配线材料。
- 根据TECHCET数据，2020年六氟化钨全球总需求约4,620吨，预计2025年全球需求增长至8,901吨。2021年中国大陆的六氟化钨需求量约为1,100吨。由于六氟化钨在逻辑芯片、存储芯片制造中都有使用，特别DRAM、3DNAND用量较大，其中3DNAND层数从32层发展至64层和128层，六氟化钨用量呈几何级增长，同时存储芯片厂商的产能快速拉升，复合增长率超过30%。在使用量增加和下游产能扩张的双重因素驱动下，预计2025年国内六氟化钨的需求量将达到4,500吨，年均复合增速为42.22%。

图表64：全球六氟化钨供需情况



资料来源：TECHCET，太平洋证券研究院

图表65：中国六氟化钨市场需求预测



资料来源：中船特气招股书，太平洋证券研究院

六氟化钨：国内中船特气全球市场份额16%

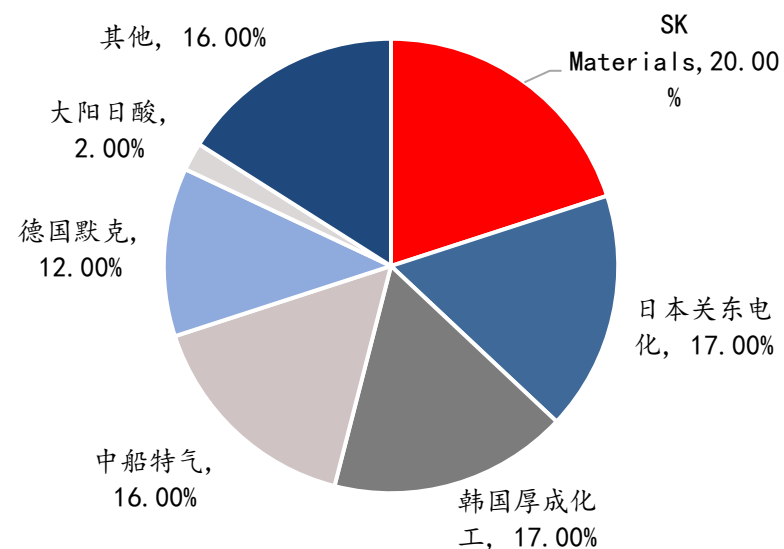
- 目前国外主要生产厂商为SK Materials、关东电化、厚成化工、默克；六氟化钨在国内实现量产的企业较少，国内厂商现有产能和销售主要集中于中船特气。博瑞电子与中央硝子在境内的合资企业博瑞中硝于2021年建成200吨六氟化钨生产线，昊华科技子公司昊华气体目前已建成年产700吨六氟化钨生产线。
- 国内生产厂商中船特气在全球六氟化钨市场中占有一定份额。根据TEHCET的统计数据，2020年中船特气六氟化钨全球市场份额为16%，排名第四。

图表66：全球主要六氟化钨产能

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	1800		
	关东电化	1400		
	厚成化工	720		
	中央硝子	700		
	默克	600		
国内企业	中船特气	2230	-	-
	博瑞中硝	200	-	2023年
	昊华科技	700		
	南大光电	-	500	未披露

资料来源：中船特气招股说明书,公司公告, 太平洋证券研究院

图表67：2020年六氟化钨全球市场份额

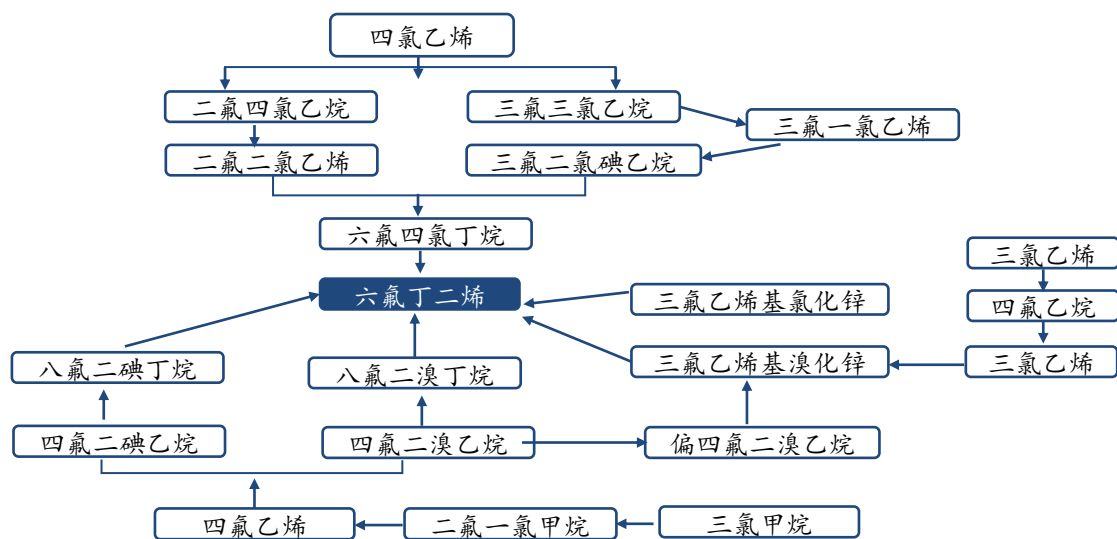


资料来源：TEHCET,太平洋证券研究院

六氟丁二烯：国产化进程亟需加速

- 六氟丁二烯主要用于大规模集成电路先进制程的刻蚀工艺，与传统刻蚀气体相比，六氟丁二烯刻蚀速率更快、选择性和深宽比更高、环境更友好。
- 目前六氟丁二烯产品核心技术主要掌握在俄罗斯、日本、韩国等少数企业手中，国内六氟丁二烯纯化技术发展起步较晚，生产能力虽不断增强，但高端电子级六氟丁二烯仅有少数企业具有量产能力，市场需求对进口依赖度大，国产化进程亟需加速。

图表68：六氟丁二烯的合成工艺



资料来源：中天化工信息网，太平洋证券研究院

图表69：全球主要六氟丁二烯产能

项目	产能 (吨/年)	进展情况	纯度
国外企业	关东电化	260	
	梅塞尔	45	
	厚成化工	40	
	三爱富	50	
	日本太阳	200	
国内企业	中船特气	200	试生产
	中巨芯	50	2019年和2020年投产
	和远气体	50	2023年陆续投产
	金宏气体	200	2023年年底试产
	华特气体	-	实验阶段
	南大光电	100	在建

资料来源：公司公告,太平洋证券研究院

六氟乙烷：广泛应用于制冷剂、蚀刻剂、清洗剂和医疗事业

- 六氟乙烷的稳定性，无毒性，使其在全氟烃占有优势地位，现在市场流通的全氟烃中有百分之五十是六氟乙烷。六氟乙烷广泛应用于制冷剂、蚀刻剂、清洗剂和医疗事业。
- 目前中国的六氟乙烷主要依赖进口，国产替代空间较大，目前国内市场中，半导体级六氟乙烷生产企业主要有华特气体、中船特气等，其中华特气体是国内电子级六氟乙烷的龙头企业。华安新材料、三美股份也生产六氟乙烷，但主要用作制冷剂。

图表70：六氟乙烷应用场景

应用场景	应用描述
制冷剂	六氟乙烷以其稳定性强、无毒性、不可燃等优势广泛应用于超低温冷冻系统。目前，最主要的用法是R116与R23相配组成共沸混合制冷剂R508。六氟乙烷虽然ODP（臭氧层破坏潜能值）为0，但是GWP（温室效应）值略高，所以仍然需要开发新的替代品。
清洗剂和蚀刻剂	六氟乙烷作为干法蚀刻的含氟电子气体，六氟乙烷具有无毒性及高稳定性的优势且具备精准性高，蚀刻率高等优点。主要用于反应设备内部硅表面的蚀刻。六氟乙烷边缘侧向侵蚀现象极微的特点使其可以广泛地应用于亚微米级设备器件的蚀刻。但蚀刻与清洗用到六氟乙烷同样会造成温室效应，所以还需要找到新的蚀刻剂与清洗剂，而六氟乙烷是很好的中间过渡物。
电气设备的绝缘气	六氟乙烷具有良好的稳定性，且不易然易爆，无毒性，对于设备无腐蚀性，不会因为电流导致分解，可以用来隔绝导体，作为电气设备的气体绝缘介质。
医疗事业	六氟乙烷性质稳定，常温成气态，能吸收血液中的气体膨胀，它的滞留性以及膨胀性为视网膜的复位提供了充足的时间，被应用于巩膜扣带术。

资料来源：《高纯六氟乙烷的制备及应用研究进展》，太平洋证券研究院

图表71：国内部分企业六氟乙烷产能布局

公司	产能（吨/年）	在建产能
华特气体	550	/
中船特气	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）	/

资料来源：环评公告,公司公告,太平洋证券研究院

六氟化硫可分为工业级六氟化硫和电子级六氟化硫

- 六氟化硫是重要的含氟气体材料，通常是由电解HF产生的氟（F₂）在中高温下与单质硫反应制备。分为工业级六氟化硫和电子级六氟化硫。工业级被广泛应用于电力设备的输配电及控制设备行业，电子级主要应用于半导体及面板显示器件生产工艺中的刻蚀与清洗，国内仅有少数厂家具备生产能力。目前，国内外市场上的六氟化硫主要用于电力设备中的输配电及控制设备行业，包括气体绝缘开关设备（即GIS）、断路器、高压变压器、绝缘输电管线、高压开关、气封闭组合电容器、互感器等等。
- 目前国内雅克科技、昊华科技、南大光电、福建德尔、中核红华、永晶科技等公司布局六氟化硫。国内六氟化硫市场供应充足。

图表72：六氟化硫主要应用领域

应用场景	应用描述
六氟化硫断路器	简称GCB，是利用六氟化硫气体作为灭弧介质和绝缘介质的一种断路器；充分发挥气流的吹弧作用，电气寿命长，绝缘水平高，密封性能好，自我保护和监视系统完备。
六氟化硫变压器	简称GIT，是一种具有良好发展前景的变压器；具有良好的绝缘性能和冷却效果，不易燃易爆，安装方便、布局灵活、简洁轻巧。
六氟化硫开关设备	简称GIS，它将一座变电站中除变压器以外的以外的一种设备，经优化设计有机地组合成一个整体；小型化，安全可靠，适应环境能力强，安全与维护较为容易。

资料来源：华经产业研究院，太平洋证券研究院

图表73：国内部分企业六氟化硫产能布局

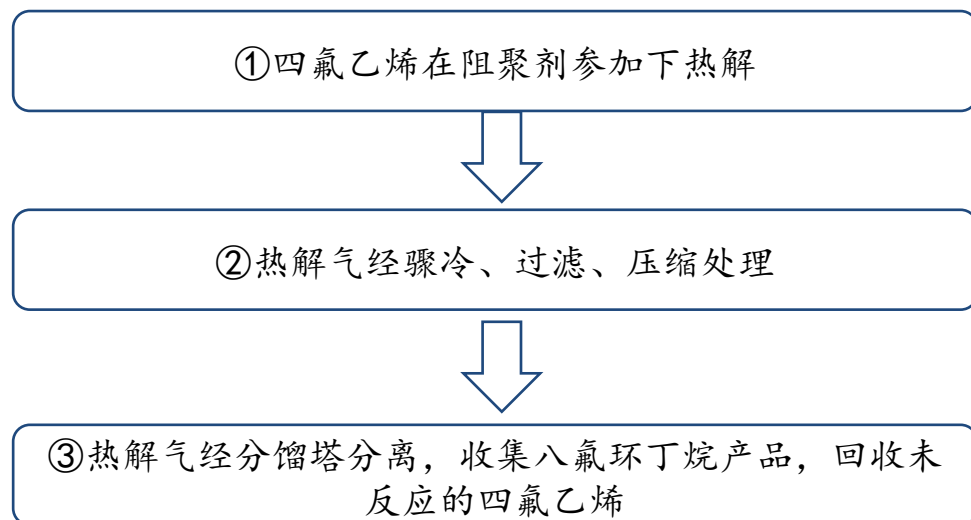
公司	产能（吨/年）
雅克科技	12000
昊华科技	1000
南大光电	3500
福建德尔	7000
中核红华	1400
永晶科技	600

资料来源：公司公告，公开资料，太平洋证券研究院

八氟环丁烷：超大规模集成电路蚀刻剂

- 八氟环丁烷，又名全氟环丁烷，化学性质稳定，无毒且无臭氧影响，温室效应低，是一种绿色环保型特种气体，主要应用于高压绝缘、超大规模集成电路蚀刻剂、代替氯氟烃的混合制冷剂、气溶胶、清洗剂（电子工业用）、喷雾剂、热泵工作流体等。工业上一般采用聚合法合成八氟环丁烷。
- 目前国内昭和电子（上海）、华特气体、博瑞电子、中船特气、滁州梅塞尔、山东东岳、金宏气体、日本大金（中国）等公司布局八氟环丁烷。

图表74：八氟环丁烷生产工艺



资料来源：《八氟环丁烷的制备与应用》，太平洋证券研究院

图表75：国内部分企业八氟环丁烷产能布局

公司	产能及在建产能（吨/年）
昭和电子（上海）	750
华特气体	√
博瑞电子	180
中船特气	220
滁州梅塞尔	150
山东东岳	40（在建） 预计2023年10月建成
金宏气体	500 预计2023年完工
日本大金（中国）	750

资料来源：公司公告，公开资料，太平洋证券研究院

八氟丙烷：半导体器件制作过程中的等离子刻蚀气和清洗气

- 高纯八氟丙烷作为一种电子材料，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。随着电子工业的迅速发展，高纯八氟丙烷的需求量日益增加，并且由于对刻蚀精度的要求越来越精细，相应地对其纯度要求也越来越高，现阶段，市场上高纯八氟丙烷电子气体的纯度大于99.999%。
- 目前国内华特气体、博瑞电子、中船特气、四川富华信、永晶科技等公司布局八氟丙烷。

图表76：八氟丙烷纯化方法

方法	备注
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使用的为该方法；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	吸附法纯化难度大；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Nippon Oxygen株式会社、英尼奥斯弗罗控股有限公司等。
杂质转化法	主要是通过化学反应，将八氟丙烷中难分离杂质转化为易分离杂质。
膜分离法	膜分离法利用膜的选择性，实现混合物中的不同组分的分离、纯化、浓缩。

资料来源：《八氟丙烷纯化研究进展》，新思界，太平洋证券研究院

图表77：国内部分企业八氟丙烷产能布局

公司	产能（吨/年）	产能等级
华特气体	100	电子级
博瑞电子	5	电子级
四川富华信	200	-
中船特气	30	5N
永晶科技	-	4N

资料来源：化工市场信息，公司公告太平洋证券研究院

硅烷广泛用于半导体、光伏等领域

- 硅烷是硅与氢的化合物，是一系列化合物的总称，包括甲硅烷(SiH_4)、乙硅烷(Si_2H_6)和一些更高级的硅氢化合物。工业中制备硅烷主要使用硅化镁法、还原法、歧化法和电化学法。国内厂商广泛使用硅化镁法制备硅烷，国外厂商多用电化学法制备硅烷。
- 硅烷广泛应用于半导体、光伏等领域中，用于制造太阳能电池、平板显示器、玻璃和钢铁镀层等领域。

图表78：工业制备硅烷的方式及优缺点

方法	制备方式	优/缺点
硅化镁法	使硅化镁与工业氯化铵在液氨中反应生成硅烷	优点：工艺简单、成熟，原料易得 缺点：分离和回收液氨时能耗大， SiH_4 收率相对较低
还原法	用还原剂使硅烷衍生物还原来制备 SiH_4 。烷基氯化铝作还原剂 • 氢气间接还原 • 碱金属铝氢化物作还原剂 • 碱金属氢化物 (LiH 、 MgH_2) 作还原剂 • 熔盐氢化法	优点：工艺简单、可实现连续化生产、反应易于控制。用 MgH_2 作还原剂时，可与工业熔融炼镁工艺一体化，从而提高了原料的利用率；用熔盐还原法时，反应在熔盐中进行，可减少装置的体积。 缺点：工艺流程复杂、设备费用较高和需要对产物进行复杂精制等
歧化法	• 在特定催化剂存在下使芳基硅烷歧化 • 烷氧基硅烷歧化法 • SiH_2Cl_2 歧化法	优点：工艺条件温和，产物收率高，对设备的腐蚀性较低；原料易得，反应达到平衡的转化时间短，可实现高效连续化生产，产品收率及纯度高。
电化学法	• 有 H_2 存在下用含硅阳极电解熔盐电解质 • 电化学还原四烷氧基硅烷 • 电解碱金属卤化物熔盐电解质	优点：操作安全和经济，不用长期储存和运输 SiH_4 ；反应易于控制，可现场发生，由于副产物少，故可简化精制工艺；工艺流程可实现高度一体化，可大大减少设备体积

资料来源：亿渡数据，太平洋证券研究院

图表79：硅烷下游应用

应用	备注
半导体	二氧化硅薄膜、氮化硅钝化薄膜、硅烷气体外延、高纯多晶硅等二氧化硅薄膜(SiO_2) ：利用化学气相沉积(CVD)生长二氧化硅-磷硅玻璃薄膜，在半导体器件工艺中是一种较好的钝化保护方式。 氮化硅钝化薄膜 ：利用硅烷气体生长氮化硅钝化薄膜是制造大规模集成电路工艺中的一个重要环节。较之二氧化硅，氮化硅薄膜更致密，它对钠离子的屏蔽效果更好。
光伏	非晶硅太阳能电池 ：非晶硅太阳能电池一般是以不锈钢薄板或玻璃作衬底，在辉光放电下，硅烷气体在不锈钢或玻璃表面上生长一层非晶态硅。
玻璃工业	镀膜玻璃有良好的外观遮阳性能和较好的化学稳定性。镀膜玻璃采用常压热分解CVD方法制备，以5mm厚的浮法玻璃为基板，以体积分数分别为10%和90%的硅烷气体和氮的混合气体做原料，纯度为99.9%的乙烯(C_2H_4)作掺杂气。
机械工业	碳化硅超细粉末 ：广泛应用于机械加工工业如切削刀具及其他容易磨损部件的表面涂层，从而极大地增强了它们的硬度和耐磨性能。
国防工业	氮化硅超细粉末 ：在国防工业中用作高强度耐极高温的火箭喷口材；高强度、高化学稳定性的发动机汽缸等

资料来源：亿渡数据，公司公告太平洋证券研究院

电子级四氯化硅主要用于薄膜沉积与蚀刻工艺，目前主要依靠进口

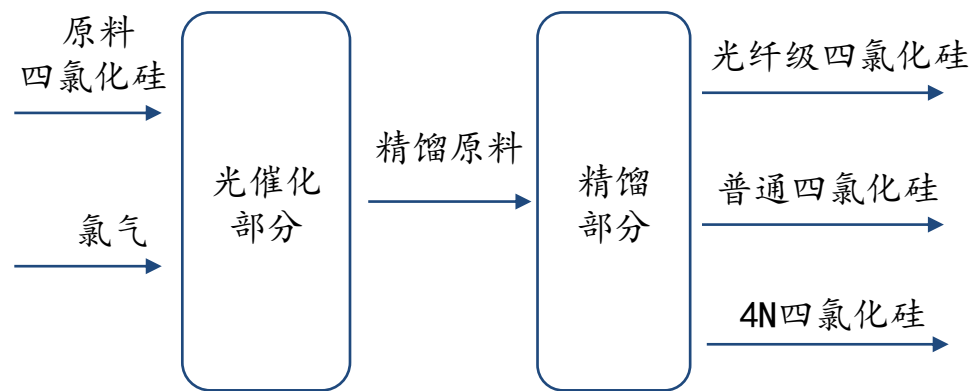
- 四氯化硅按纯度可以分为工业级四氯化硅与高纯四氯化硅，高纯四氯化硅用于光纤通讯、集成电路、气凝胶等制造生产领域按照下游需求可以分为半导体级（VAD级、OVD级、PCVD级等）四氯化硅和电子级四氯化硅。半导体级四氯化硅主要用于生产光纤预制棒；电子级四氯化硅是一种高端半导体用电子化学品，主要用于薄膜沉积与蚀刻工艺，目前主要依靠进口。

图表80：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	/
PCBD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	硅外延片只做中用作硅源前驱体；合成IC制造中正硅酸乙酯的原料，铝刻蚀的刻蚀剂，用于保护膜生成	/

资料来源：华经产业研究院，太平洋证券研究院

图表81：高纯四氯化硅产品的工艺流程

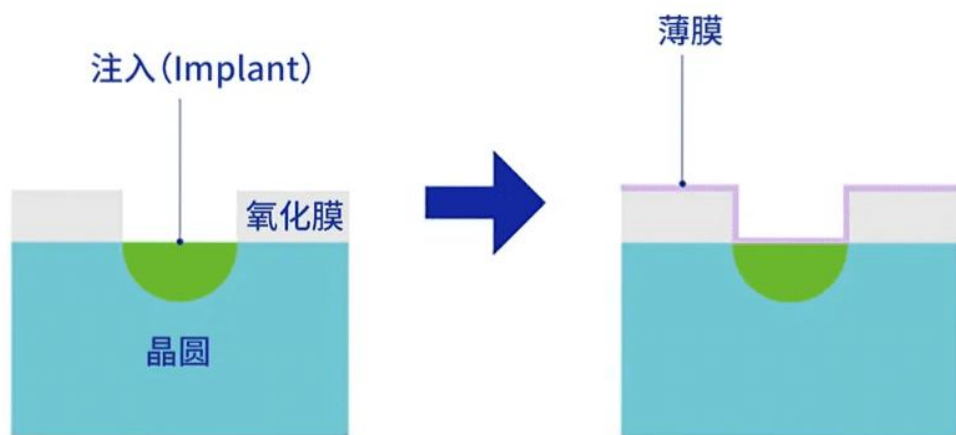


资料来源：三孚股份招股说明书，公司公告太平洋证券研究院

磷烷和砷烷主要用于化学气相沉积工艺，国产化需求强烈

- 磷烷和砷烷是半导体制程中的关键材料，特别在集成电路的制作和LED的化学气相沉积（CVD）工艺中占据重要地位。砷烷易燃、易爆、剧毒，目前国内主要生产企业为南大光电。磷烷是在半导体器件制造中不可或缺的N型掺杂源，其在多晶硅化学气相沉积、外延GaP材料制备、离子注入技术、MOCVD工艺，以及磷硅玻璃钝化膜的制作等领域发挥着关键作用。砷烷主要应用于N型硅的外延掺杂、N型硅的扩散工艺、离子注入过程，以及砷化镓和磷砷化镓的生长过程。

图表82: CVD工艺中离子注入工程



资料来源：三星半导体，太平洋证券研究院

图表83: 国内磷烷和砷烷产能

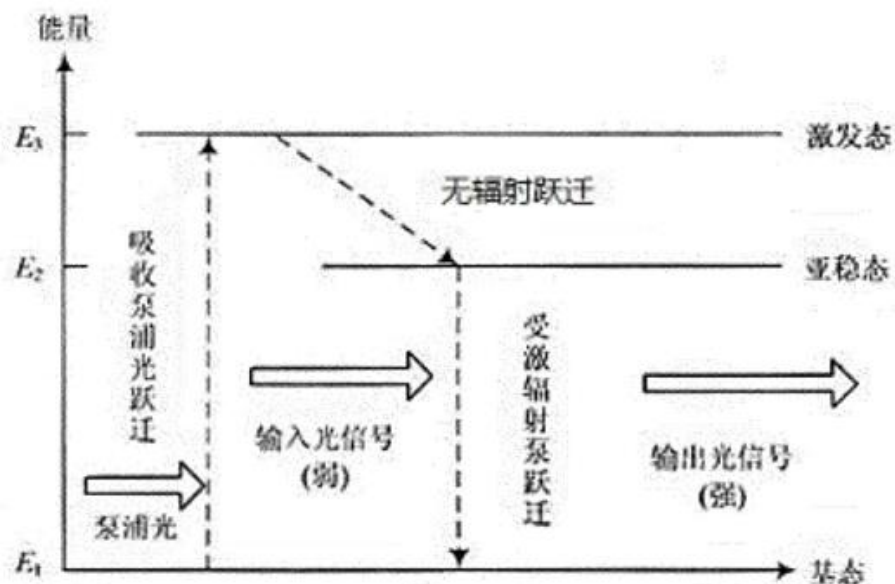
产品	公司	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	生产工艺	备注
砷烷	南大光电	30	70	6N	砷化锌酸解法	项目计划建设期为12个月
	昊华科技	1		电子级		光明院研发产业基地
	华特气体	10		电子级	外购充装	仓储经销
	启源领先		30	电子级	砷化锌酸解法	尚未投产，投产进度大幅延后
磷烷	南大光电	70	70	6N	磷化锌或磷化铝酸解法	项目计划建设期为12个月
	华特气体	10		电子级	粗磷烷提纯	仓储经销
	启源领先		30	电子级	外购品纯化	尚未投产，投产进度大幅延后
	昊华科技	1		电子级		光明院研发产业基地

资料来源：公司公告，太平洋证券研究院

光刻气：用于激发出一种特定波长和能量的激光

- 光刻气主要包括稀有气体如氦、氖、氩、氪和氙，主要用于半导体制程中的光刻工艺，影响着集成电路芯片的性能与产出。光刻气体在此过程中有两个主要作用：一是作为光刻机激光源的气体介质，发射特定波长的光线，使得光刻胶产生化学反应，形成芯片上微小的电路图案；二是用于刻蚀过程，通过光刻气的等离子体状态，刻蚀掉光刻胶覆盖层未保护的部分，形成所需的电路图案。
- 乌克兰是全球最大的稀有气体供应国，贡献了全球70%的氖气，40%的氪气以及30%的氙气供应。在ArF准分子激光器使用的氙/氟/氖混合气体中，氖气的比例高达96%。氪气主要用于光刻过程，而氙气则主要用于半导体刻蚀过程。

图表84：激光原理示意图



资料来源：OFweek 激光网，太平洋证券研究院

图表85：全球稀有气体产商分布

国家	公司
乌克兰	Cryoin、Ingas、Iceblick
德国	林德集团
日本	太阳日酸
韩国	TEMCO
中国	华特气体、凯美特气

资料来源：华经产业研究院，太平洋证券研究院

I	电子特气为半导体制造关键材料，被称为“芯片血液”.....3
II	下游三大需求领域强力驱动，中国电子特气市场规模高速增长.....18
III	国产替代势在必行.....33
IV	主要特种气体介绍.....40
V	国内公司积极加速研发.....58

图表86: 国内电子特气相关公司

股票代码	股票简称	总市值(亿元)	归母净利润 (亿元)			PE	
			2022A	2023E	2024E	2023E	2024E
688268. SH	华特气体	98	2.06	2.64	3.55	37	27
688106. SH	金宏气体	117	2.29	3.15	4.01	37	29
002409. SZ	雅克科技	328	5.24	8.54	11.15	38	29
600378. SH	昊华科技	314	11.65	12.83	15.50	25	20
300346. SZ	南大光电	185	1.87	2.47	2.99	75	62
688146. SH	中船特气	227	3.83	4.52	5.64	50	40
002549. SZ	凯美特气	72	1.66	2.45	3.41	29	21

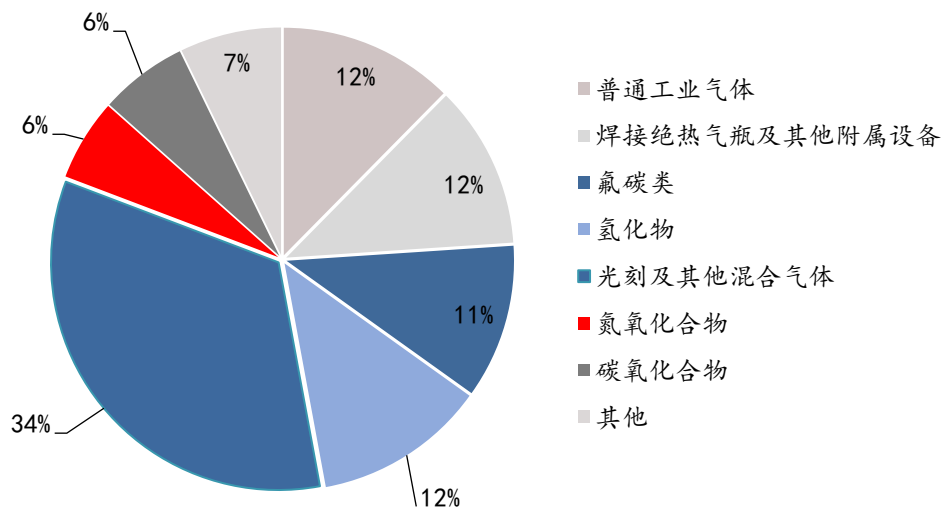
注:截至2023年6月9日。盈利预测采用Wind一致预期。

资料来源: Wind,太平洋证券研究院

华特气体：深耕气体行业二十余年，特种气体国产化先行者

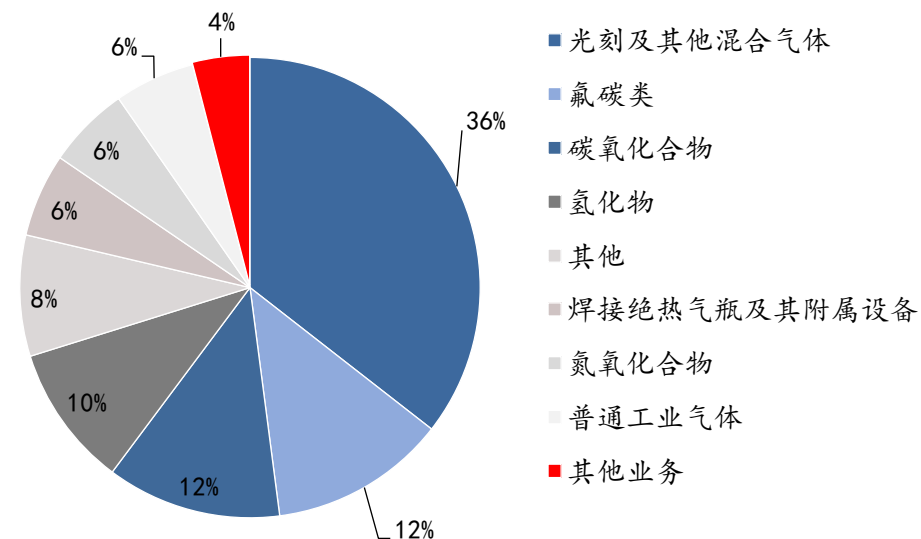
- 深耕气体行业二十年，从发展普通工业气体转向电子特种气体：公司1999年成立于广东佛山，从事普通工业气体的充装、零售；2005年公司基本完善珠三角的气体销售和服务网络，并正式确立特种气体为研发方向；2012年成立亚太气体子公司，销售网络向海外扩张；公司在气体纯化、气体混配、气瓶处理、分析检测等特种气体生产关键环节形成了自主研发的核心技术，技术水平均达到国际先进水平。
- 公司主营业务以特种气体的研发生产及销售为核心，辅以普通工业气体和相关气体设备与工程业务，提供气体一站式综合应用解决方案。是一家致力于特种气体国产化，累计实现50余种气体产品的进口替代，并率先打破大规模集成电路、新型显示面板、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。
- 2022年，特种气体分别占公司营收与毛利的73%和78%。

图表87：华特气体2022年营收结构



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表88：华特气体2022年毛利结构

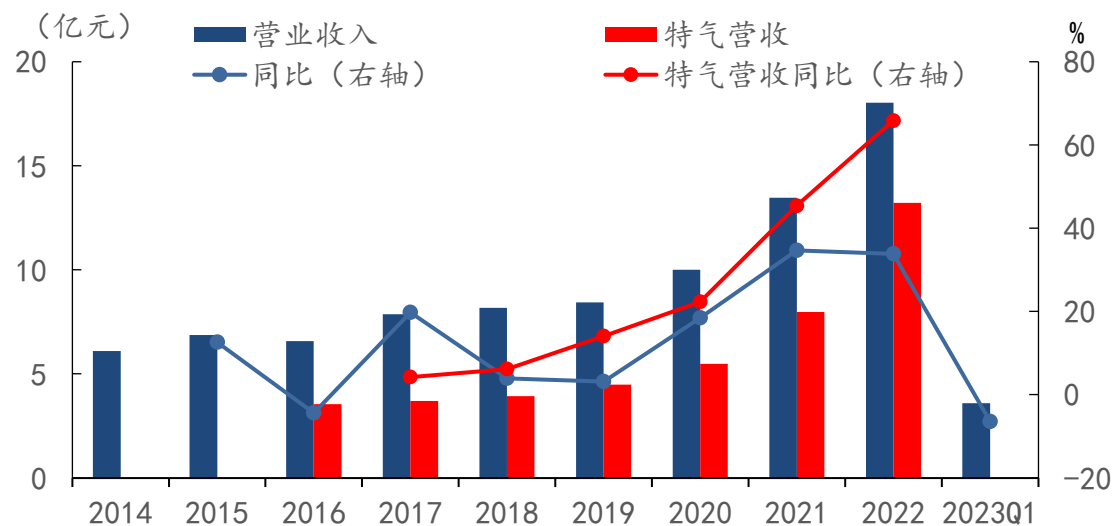


资料来源：Wind,太平洋证券研究院

华特气体：公司营收及归母净利润稳步增长

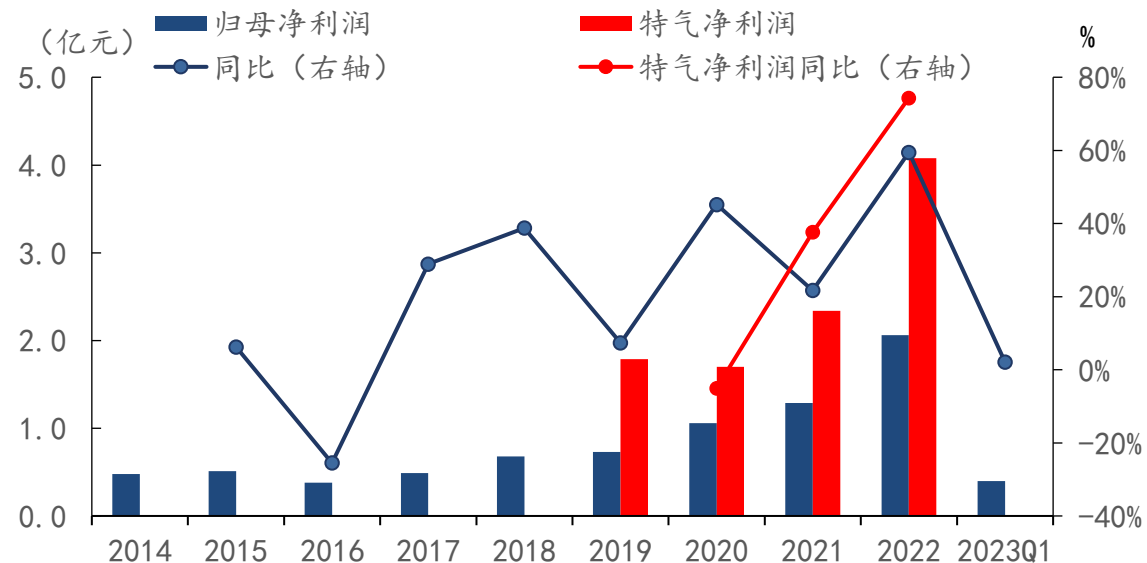
- 近三年公司营收加速增长，利润持续增长。2018-2022年公司营业收入分别为8.18亿、8.44亿元、10.00亿元、13.47亿元、18.03亿元，CAGR达到22%，2022年归母净利润2.06亿元，同比增长59%。
- 特种气体业务贡献公司一半以上收入，且占比呈逐年提升态势，2022年公司特种气体营收占比为73%，近两年占比提升幅度较大。

图表89：华特气体营业收入情况



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表90：华特气体归母净利润情况

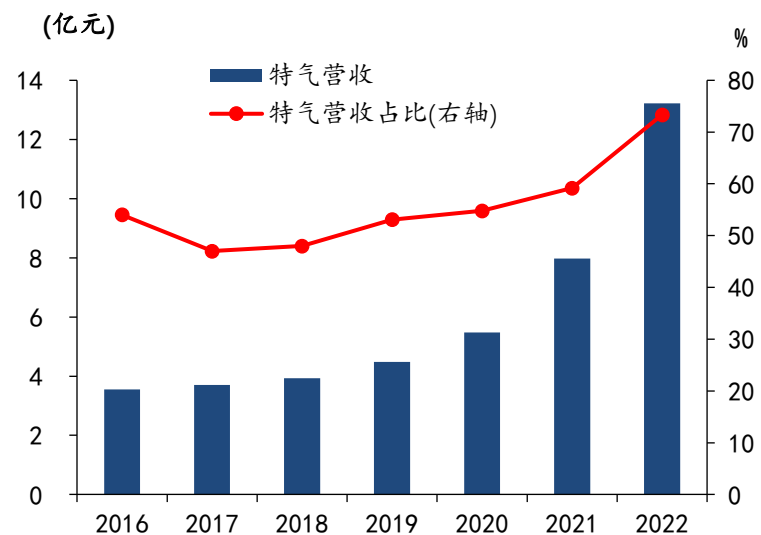


资料来源：Wind,太平洋证券研究院

华特气体：高毛利板块占比快速提升，公司盈利能力持续夯实

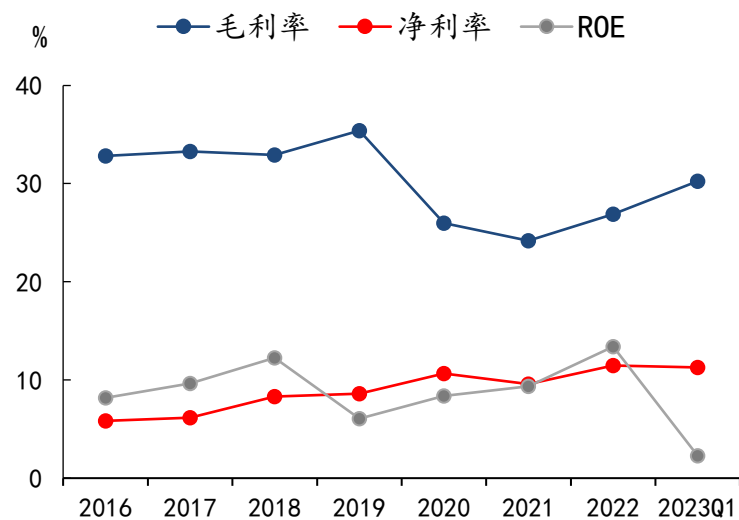
- 从近4年的情况来看，特气板块碳氧化合物产品毛利率为55%左右，19年达到68.75%，是公司毛利率最高的主营产品。
- 特种气体由于具有定制化、高附加值、客户粘性强等特点，议价空间较大，毛利率较高。公司特种气体业务快速扩张，产能不断释放，未来盈利能力将进一步提升。

图表91：华特气体特种气体业务占比



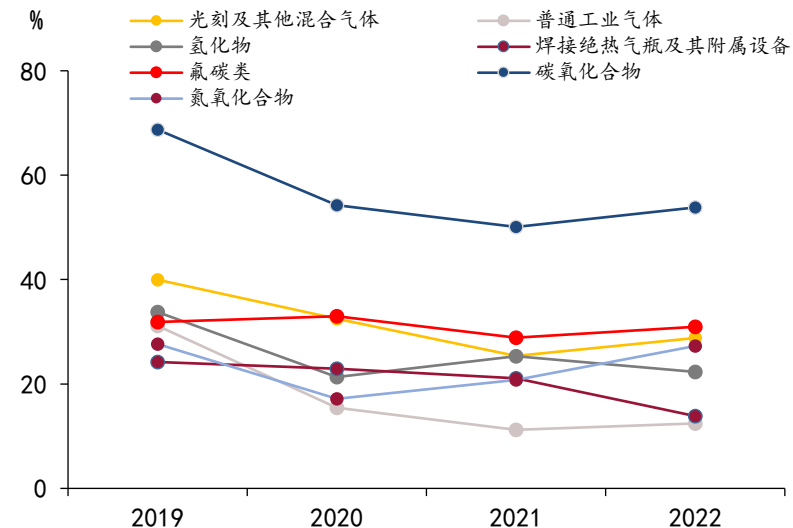
资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表92：华特气体毛利率、净利率、ROE



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表93：华特气体特种气体产品毛利率



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

华特气体：产品丰富应用广，突破国产销海外

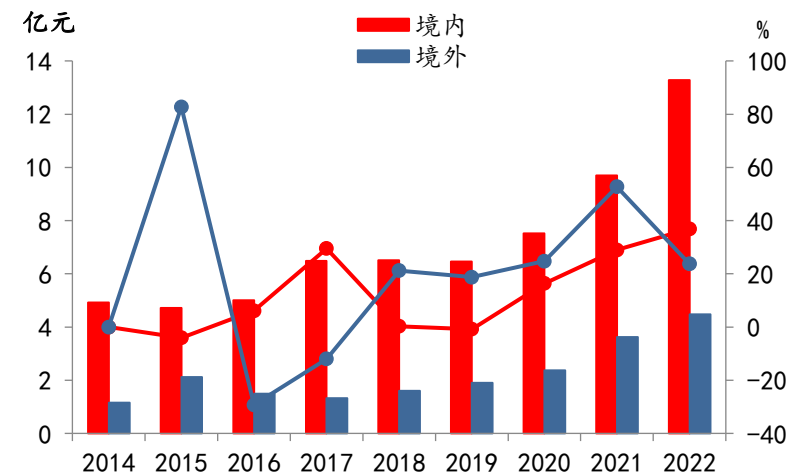
- 公司的特种气体产品包括集成电路领域应用的电子特种气体，光伏、面板、LED、LCD 领域应用的特种气体和医疗大健康及食品领域应用的特种气体，其中，集成电路领域应用电子特种气体产品在电子领域实现了包括高纯四氟化碳、高纯六氟乙烷、光刻气、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯氨、高纯一氧化氮、高纯三氟甲烷、高纯八氟丙烷、锆烷、高纯乙烯、高纯甲烷、高纯六氟丁二烯等众多产品的进口替代。公司自主研发的氟碳类、光刻稀混气类、氢化物、氮氧化物等系列主要应用在泛半导体制程工艺中的刻蚀、清洗、光刻、外延、沉积/成膜、离子注入等核心环节，对最终元器件的性能起到关键决定性作用。
- 打破特种气体泛半导体等高端应用领域国外气体公司的长期垄断，实现对国内12寸集成电路制造厂商超过85%的客户覆盖率，解决了长江存储、中芯国际、华虹宏力、华润微电子、士兰微、英诺赛科、合肥长鑫等客户多种气体材料的进口制约，并进入了英特尔（Intel，美国）、格芯（Global Foundries，美国）、美光科技（Micron，美国）、德州仪器（TI，美国）、台积电（TSMC，台湾）、SK 海力士（SK Hynix，韩国）、英飞凌（INFINEON，德国）、三星（SAMSUNG，韩国）、铠侠（KOXIA，日本）等全球领先的半导体企业供应链体系，同时公司的产品出口到全球50多个国家和地区，是全球知名半导体厂的重要战略供应商。

图表94：华特气体主要产品大类产量

主要产品大类	单位	生产量
氟碳类	吨	1,419.44
氢化物	吨	2,596.60
光刻及其他混合气体	吨	2,662.84
氮氧化物	吨	3,369.55
碳氧化物	吨	4,688.87

资料来源：公司2022年年报,太平洋证券研究院

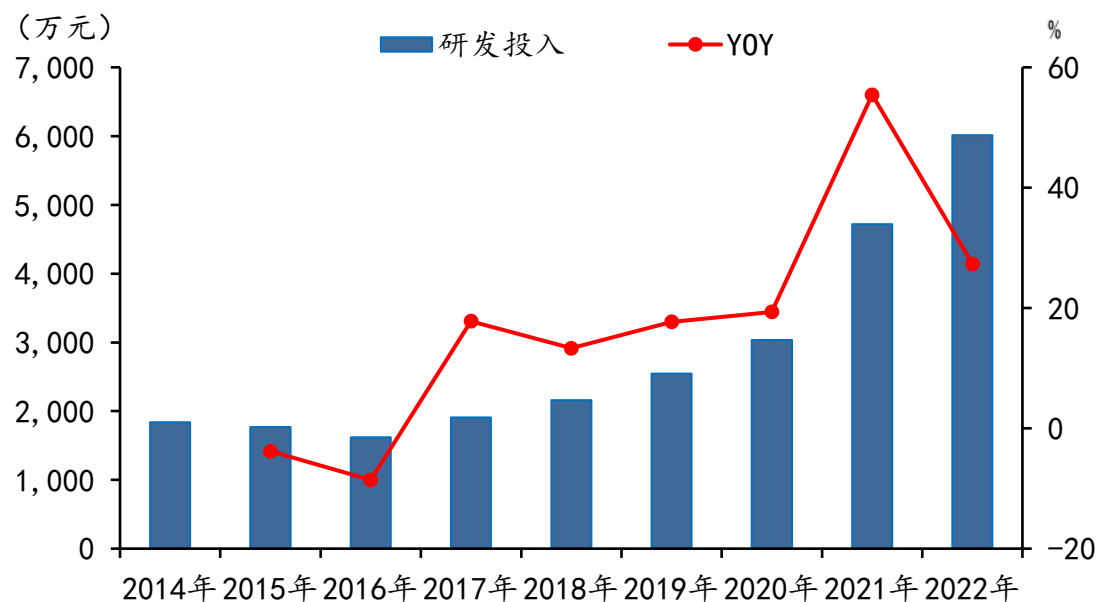
图表95：华特气体境内外营收情况



资料来源：wind,太平洋证券研究院

- 公司为国内唯一一家同时通过荷兰ASML公司和日本GIGAPHOTON株式会社认证的电子特气公司。2017年公司Ar/F/Ne、Kr/Ne、Ar/Ne和Kr/F/Ne等4种光刻混合气，通过全球最大光刻机供应商ASML产品认证；2019年公司成功登陆科创板，并致力于推动新产线及新产品的有效扩充；2021年获得光刻用准分子激光机和极紫外光刻(EUV)的开发商和制造商日本GIGAPHOTON株式会社的认证。
- 公司注重技术引进和产品开发工作，在不断地加强国际技术合作和引进消化国际领先技术，在技术、工艺和设备等方面与国外企业的差距不断缩小。2022年，在研项目新增至53个，公司对于自主知识产权的持续投入和转化。截至2022年6月末，公司已获专利158项，参与制定1项国际标准、47项国家标准、1项行业标准和7项团体标准，承担了国家重大科技专项(02专项)中的《高纯三氟甲烷的研发与中试》课题等重点科研项目，于2017、2019年和2021年作为气体公司入选“中国电子化工材料专业十强”，是唯一三届入选该奖项的气体公司。

图表96：华特气体研发投入及YOY



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表97：华特气体各产品突破情况

产品	突破年份	量产时间	国内市场份额	国内外主要企业	是否为国内首家	产品	突破年份	量产时间	国内市场份额	国内外主要企业	是否为国内首家
高纯六氟乙烷	2011	2013	60.26%	绿菱气体、昭和电工、关东电化	国内首家	超高纯氦	2017	2018		液化空气集团、普莱克斯集团	未明确
高纯氦	2011	2013	14.73%	昭和电工、金宏	未明确	超高纯氦	2017	2017		林德集团	未明确
高纯一氧化氮	2011	2013		住友精化	国内首家	高纯氦	2016	2017		林德集团、空气化工集团、普莱克斯	未明确
高纯四氟化碳	2012	2014	21.17%	昭和电工、关东电化	国内首家	高纯一氟甲烷	2018	小规模试用		昭和电工、关东电化、太阳日酸	未明确
高纯二氧化碳	2013	2014	35.70%	林德集团	国内首家	高纯二氟甲烷	2018	2022		昭和电工、关东电化	未明确
高纯三氟甲烷	2014	2016	14.50%	绿菱气体、昭和电工、关东电化	国内首家	高纯一氧化碳	2016	2018	20.60%	住友精化、太阳日酸	国内首家
Ar/F/Ne混合气	2014	2016				氮氧混合气	2018	2018		空气化工产品集团、普莱克斯集团	未明确
Kr/Ne混合气	2014	2016				高纯六氟丁二烯	2021	项目验收小批量生产			未明确
Ar/Ne混合气	2014	2016	60%	林德集团、液化空气集团、普莱克斯集团等	国内首家	高纯乙烯	2021	项目验收并小批量生产			未明确
Ar/Xe/Ne混合气	2014	2016				半导体级四氟化硅	2021	完成小试，准备投入量产			未明确
Kr/F/Ne混合气	2014	2016				某氢化物合成	2021	实验小试			填补全球技术空白
高纯八氟环丁烷	2015	2016	6.40%	绿菱气体、昭和电工、关东电化	未明确	高纯乙锗烷	2021	2022			填补国内技术空白
超高纯氩	2016	2017		林德集团	未明确	羰基硫	2022	已获得99.95%产品			未明确
锗烷混氩	2016	2017		空气化工集团	未明确	高纯甲烷	2022	2022			未明确
高纯八氟丙烷	2017	2018		关东电化	国内首家						

资料来源：华特气体招股说明书，公司2018~2022年年报，太平洋证券研究院

- 公司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的进口制约。公司累计实现50余种特种气体国内同类产品的进口替代，数量在国内特气公司中居于领头位置。其中，公司的拳头产品光刻气（Ar/Ne/Xe、Kr/Ne、F2/Kr/Ne、F2/Ar/Ne）通过了荷兰ASML和日本GIGAPHOTON株式会社的认证，也是国内唯一一家通过两家认证的气体公司。
- 2022年公司的高纯碳氢、高纯含硅气体、高纯三氟化氯、高纯六氟丙烷等产品研发取得进一步突破，公司累计实现进口替代的产品达50余种，数量在国内特气公司中居于领头位置。2022年，在研项目新增至53个，公司对于自主知识产权的持续投入和转化。
- 公司打破特种气体泛半导体等高端应用领域国外气体公司的长期垄断，实现对国内12寸集成电路制造厂商超过85%的客户覆盖率。进入全球领先的半导体企业供应链体系，同时公司的产品出口到全球50多个国家和地区，是全球知名半导体厂的重要战略供应商。
- 预计公司2023/2024年归母净利润为2.77亿元/3.76亿元，当前市值对应估值为34.90倍/25.70倍。首次覆盖，给予“买入”评级。

图表98：华特气体盈利预测

年结日：12月31日	2022	2023E	2024E	2025E
营业总收入（人民币 百万）	1,803.16	2,374.31	2,856.29	3,427.34
增长率（%）	33.84%	31.67%	20.30%	19.99%
归母净利润（人民币 百万）	206.24	276.97	376.07	467.23
增长率（%）	59.48%	34.29%	35.78%	24.24%
EPS（元/股）	1.72	2.30	3.13	3.88
市盈率（P/E）	43.17	34.90	25.70	20.69
市净率（P/B）	5.79	4.88	4.10	3.42

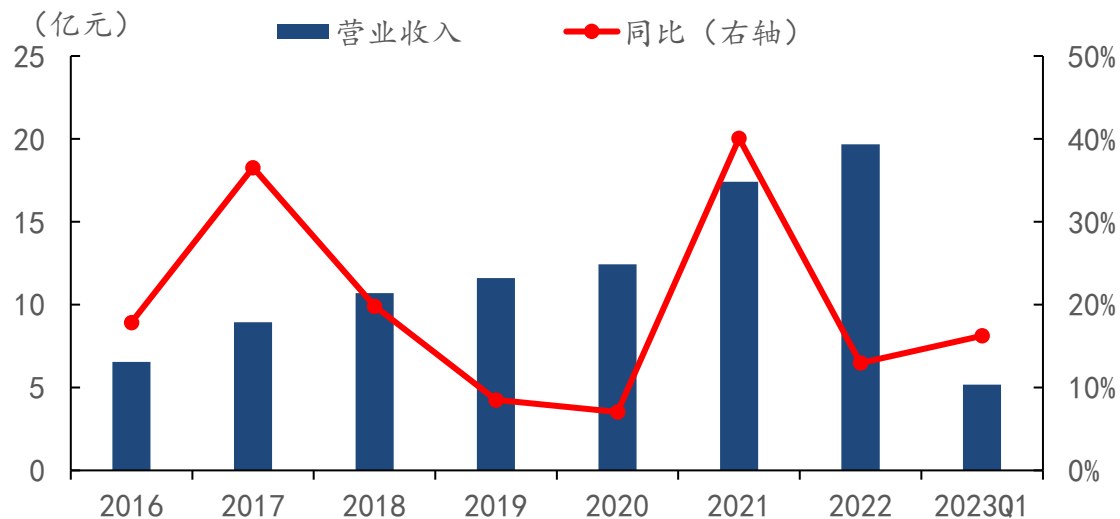
注：更新日期为2023年6月12日。

资料来源：Wind,太平洋证券研究院

金宏气体：深耕气体行业二十余年，民营工业气体龙头

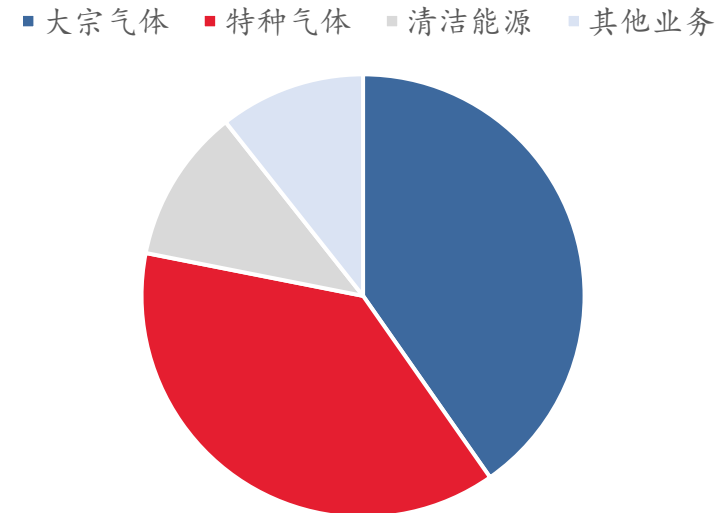
- 深耕气体行业20多年的综合型气体龙头企业：公司成立于1999年，成立以来一直深耕气体行业达20多年，规模持续扩大，目前主要产品覆盖超纯氨、高纯氧化亚氮、正硅酸乙酯、高纯二氧化碳、高纯氢等特种气体；氧气、氮气、氩气、二氧化碳、乙炔等大宗气体；天然气和液化石油气等燃气。公司致力于成为综合性气体供应商和成为气体行业的领跑者，自2020年至2022年，公司控股的分子公司已经由27家上升到61家，布局的区域从6个增加到15个。
- 2022年，公司实现营业收入19.67亿元，同比提升12.97%，2016-2022年营业收入保持20.14%的复合增速，业绩稳步增长。从收入构成来看，公司特种气体、大宗气体、清洁能源分别实现营收7.44/7.93/2.21亿元，占比37.82%/40.28%/11.25%。
- 2023Q1，公司业绩持续增长，实现营业收入5.18亿元，同比提升16.25%。

图表99：金宏气体营业收入情况



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表100：金宏气体产品收入结构

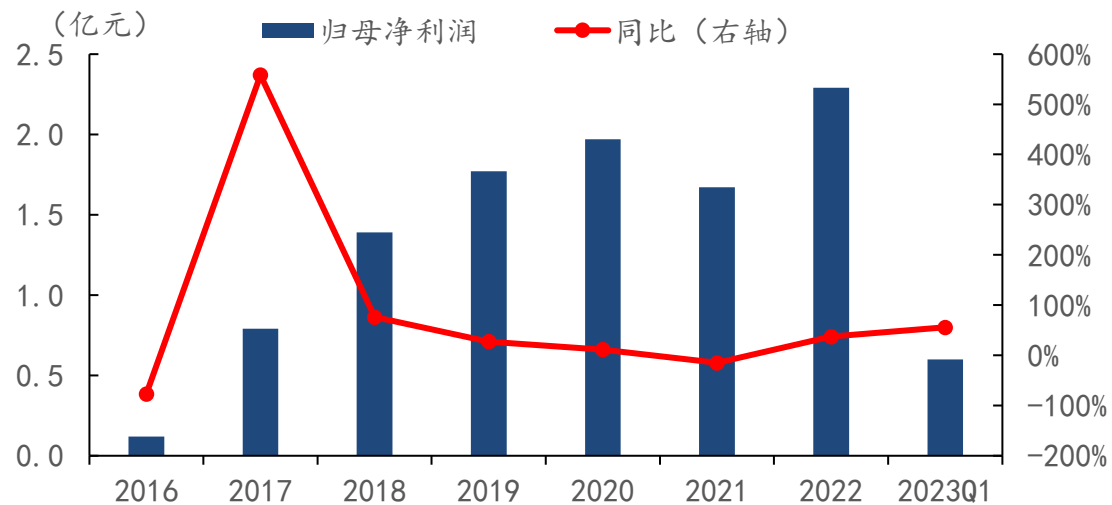


资料来源：Wind,太平洋证券研究院

金宏气体：收入规模稳步增长，盈利能力持续改善

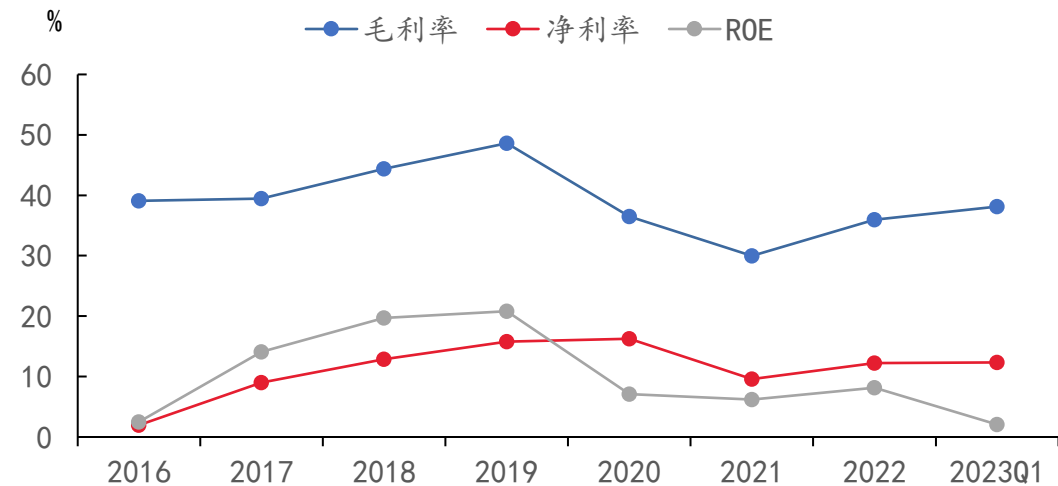
- 2022年，公司实现归母净利润2.29亿元，同比提升37.14%，主要原因在于原材料价格回落，公司营业成本相对降低，叠加部分产品售价提升调整，2022年毛利率提升至35.97%，同比增加6.01pct，2016-2022年归母净利润保持63.47%高速增长。
- 2023Q1，公司加大市场开发力度，优化客户结构，主要原材料采购价相对平稳，公司毛利率提升至38.11%，一季度实现归母净利润0.6亿元，同比大幅提升55.46%。

图表101：金宏气体归母净利润情况



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表102：金宏气体毛利率、净利率、ROE

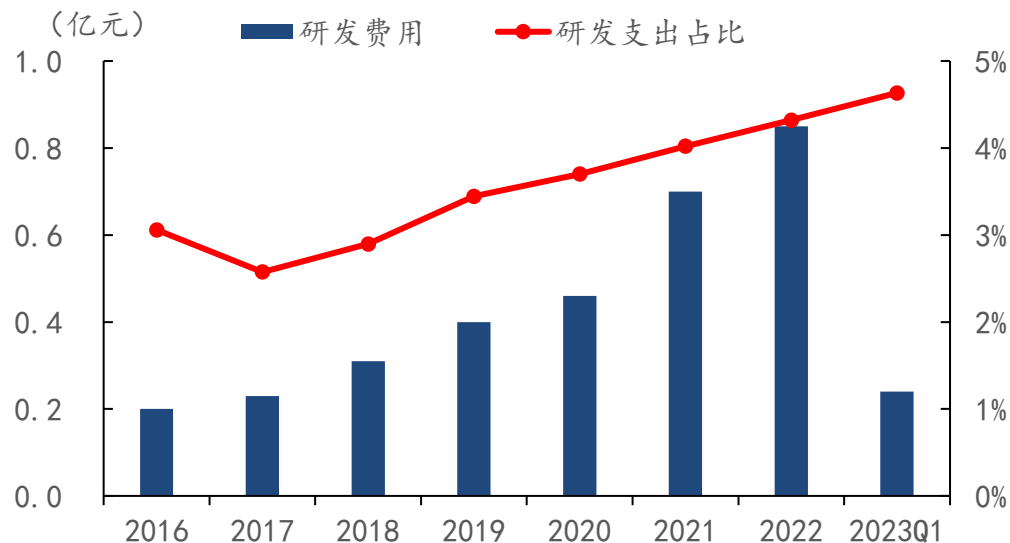


资料来源：Wind,太平洋证券研究院

金宏气体：拥有国家企业技术中心，研发投入占比持续提升

- 2016-2022年，公司研发费用由2014万元提升至8466万元，占营业收入的比重达到4.63%。依托公司拥有的气体行业中唯一专注于电子气体研发的国家企业技术中心、国家博士后工作站、CNAS认可实验室、江苏省特种气体工程中心、江苏省特种气体及吸附剂制备工程技术研究中心，截至2022年，公司共取得各项专利287项，其中发明专利61项，主持或参与起草国家标准18项。

图表103：金宏气体研发投入占比持续提升



资料来源：Wind, 太平洋证券研究院

图表104：金宏气体部分在研项目

项目名称	具体应用前景
MOFs脱除乙炔中微量杂质的研究	金属有机框架(MOFs)被视为制备多孔半导体结构和多孔半导体基异质结构的理想前驱体, MOFs材料中的刚性孔隙空间对于去除混合气C2H2/C2H4(1:99)中痕量乙炔杂质效果显著。
电子级六氟丁二烯的提纯处理工艺的研发	电子级六氟-1,3-丁二烯主要用于半导体蚀刻领域,是一种新型的电子刻蚀气体,不仅可作为制备众多含氟聚合物材料的单体,还可应用于超大规模集成电路的干法刻蚀方面。
电子级同位素化学品的制备及纯化工艺的研发	作为制氙的原料,重水,是由氘和氧组成的化合物,也称为氧化氘,是一种无色、无味的液体,具有吸湿性,可与水任意混溶,与碱金属、碱土金属会发生剧烈反应释放氘气。
电子级氧化亚氮的研发	高纯氧化亚氮气体主要应用于半导体、LCD、OLED制造过程中氧化、化学气相沉积(CVD沉积氮化硅的氮源)等工艺流程中。
二氧化碳催化还原反应的研发	高纯二氧化碳在半导体制造中氧化、扩散、化学气相沉积,蔬菜保鲜,某些反应的惰性介质,石墨反应器的热载体,输送易燃液体的压入气体,标准气,校正气,在线仪表标准气,特种混合气。
高纯丙烯的研发	在半导体行业高纯丙烯作为等离子干刻, MOCVD类产品。
高纯氧气分离提纯技术的研发	高纯氧气主要是作为半导体行业中蚀刻工艺用于集成电路等行业,是关键辅助材料之一。
高纯乙烯的研发	高纯乙烯在半导体领域中主要用于化学气相沉积制作碳膜,纯度要求99.999%及以上满足半导体行业要求,相比于甲烷,乙烯的碳膜沉积速率高,沉积压力和温度低;相比于乙炔,乙烯沉积碳膜有序度较高,乙炔CVD出口容易被污染物沥青覆盖。
硅基前驱体材料的研发	硅基前驱体是半导体薄膜沉积工艺的主要原材料。在包括薄膜、光刻、互连、掺杂技术等半导体制造过程中,硅基前驱体主要应用于气相沉积(包括物理沉积PVD、化学气相沉积CVD及原子气相沉积ALD),以形成符合半导体制造要求的各类薄膜层。此外,前驱体也可用于半导体外延生长、蚀刻、离子注入掺杂以及清洗等,是半导体制造的核心材料之一。
化学气相沉积用混合气的研发	用于半导体集成电路芯片的成膜工艺,在利用气相沉积设备进行硅片上薄膜的制备过程中,作为原料气体进行反应。
离子液体高压氢气储运技术的研发	利用氢气鱼雷车进行运输氢气时,氢气的运输量比较小,在客户端把氢气卸到储罐中时,不能把氢气完全卸放到储罐中。但是利用离子液体可以把氢气完全卸放到储罐中,降低了成本。
气体分离技术及设备的研发	气体液化分离是石油化工等行业的一种基础性的化工过程,可实现物料的回收,目标物质的提纯等。分离后的各种组分不仅可以做不同的用途,而且由于液化后体积大大缩小,有利于运输和储存。

资料来源：公司年报, 太平洋证券研究院

金宏气体：电子特种气体错位竞争，大宗气体产能优势明显

- 公司聚焦自身优势特气品种，重视市场需求，其中超纯氨产品在业内具有领先地位，截至2022年，公司拥有超纯氨产能1.2万吨，伴随在建项目投产，有望2024年达到2.8万吨。公司重点产品与其他企业重合度低，产品结构及下游领域与其他企业有所差异，错位竞争优势明显。
- 公司大宗气体产能潜力巨大，随着多个并购项目的完成，公司在大宗气体市场取得优势，其中公司所收购的长沙曼德气体为公司开拓了湖南市场。公司现有氢气、氮气、氧气等多个在建项目，待项目落地产能将得到极大释放。

图表105：金宏气体特种气体、大宗气体产品、产能情况

特种气体品种	设计产能	在建产能	大宗气体品种	设计产能	在建产能
超纯氨 (吨)	12000.00	16000.00	氢气 (千立方)	61800.00	34400.00
正硅酸乙酯 (吨)	1200.00	-	氮气 (吨)	37260.00	56250.00
全氟丁二烯 (吨)	-	200.00	氧气 (吨)	14811.43	23581.00
一氟甲烷 (吨)	-	100.00	氩 (吨)	-	963.00
八氟环丁烷 (吨)	-	500.00	高纯二氧化碳 (吨)	11000.00	-
二氯二氢硅 (吨)	-	200.00	二氧化碳 (吨)	120000.00	400000.00
六氯乙硅烷 (吨)	-	50.00			
乙硅烷 (吨)	-	10.00			
三甲基硅胺 (TSA) (吨)	-	10.00			

资料来源：公司年报,太平洋证券研究院

金宏气体：盈利预测

- **电子特气：**公司已逐步实现了超纯氨、高纯氧化亚氮、电子级正硅酸乙酯、高纯二氧化碳等一系列产品的进口替代，自主研发的超纯氨、高纯氧化亚氮等产品已正式供应了中芯国际、海力士、镁光、联芯集成、积塔等一批知名半导体客户。公司超纯氨产品在业内具有领先地位，截至2022年，公司拥有超纯氨产能1.2万吨，伴随在建项目投产，有望2024年达到2.8万吨。
- **大宗气体：**电子大宗载气项目及TGCM业务获得多项突破，2022年2月，公司与广东芯粤能半导体有限公司签订供应合同，进入第三代SiC半导体车规级芯片电动车领域；5月中标广东光大企业集团有限公司电子大宗载气订单，突破了公司在MINILED、GaN芯片领域的客户案例；12月与厦门天马光电子有限公司签订供应合同，开拓了公司为液晶面板领域客户提供电子大宗载气服务的案例；2023年4月中标无锡华润上华科技有限公司电子大宗载气订单，实现了对成熟量产品圆代工厂的突破。
- **氢能：**2023年1月，公司首套1000Nm³/小时电解制氢设备下线，向江苏重塑能源科技、苏州英特模科技等燃料电池企业供应氢气，积极探索在氢电二轮车、氢能叉车、氢能无人机等领域的应用拓展。
- 预计公司2023/2024年归母净利润为3.31亿元/4.14亿元，当前市值对应估值为35.37倍/28.25倍。首次覆盖，给予“买入”评级。

图表106：金宏气体盈利预测

年结日：12月31日	2022	2023E	2024E	2025E
营业总收入（人民币 百万）	1,967.05	2,317.37	2,765.01	3,345.94
增长率（%）	12.97%	17.81%	19.32%	21.01%
归母净利润（人民币 百万）	229.12	330.64	413.96	535.41
增长率（%）	37.14%	44.31%	25.20%	29.34%
EPS（元/股）	0.47	0.68	0.85	1.10
市盈率（P/E）	39.91	35.37	28.25	21.84
市净率（P/B）	3.24	3.87	3.40	2.94

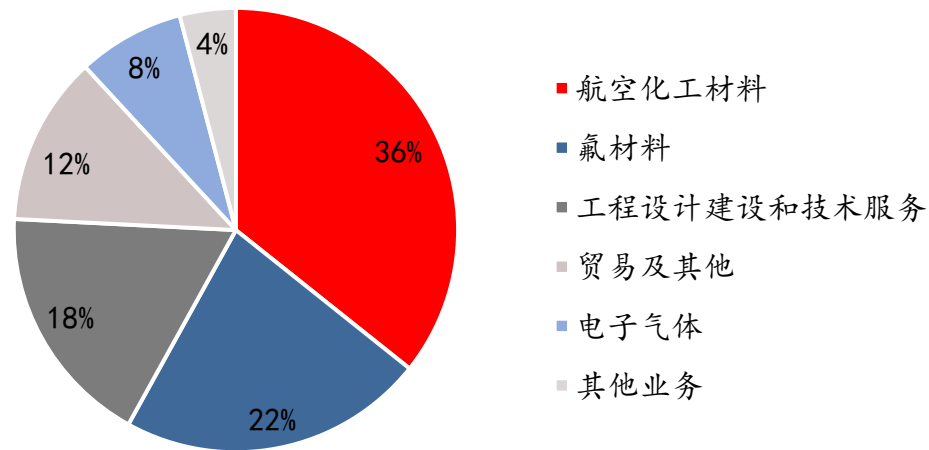
注：更新日期为2023年6月12日。

资料来源：Wind,太平洋证券研究院

昊华科技：产学研一体的含氟气体供应商

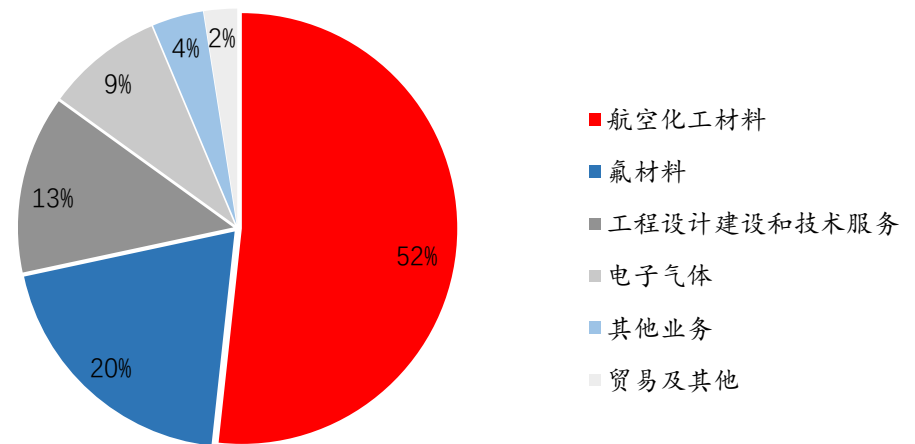
- 昊华科技前身是四川天一科技股份有限公司，2018年年底完成11家科技型研究所的收购，2019年更名为昊华科技并于年底收购西南院，2020年设立昊华气体有限公司，至此，昊华科技形成了12家科研机构+1家企业的形式，公司涵盖高端氟材料、电子化学品、航空化工材料及碳减排四大业务板块，业务范围从以提供技术服务为主导转变为以研发、生产、销售一体化发展的经营模式。
- 昊华科技含氟电子特气产品系列齐全，2022年产能位列国内前三。公司主要电子特气业务集中在昊华气体，昊华气体是国内主要的电子特气研究生产基地之一，具有较高的行业地位。公司拥有自主知识产权的电子特气制备和纯化全套技术，开发了一系列国产替代急需的电子特气产品，形成了国内领先的产业规模，产品主要为含氟电子气（包括三氟化氮、六氟化硫、四氟化碳、六氟化钨等）、绿色二氧化碳、高纯硒化氢、高纯硫化氢等。
- 2022年，特种气体分别占公司营收与毛利的8%和9%。

图表107：昊华科技产品收入结构



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表108：昊华科技毛利构成

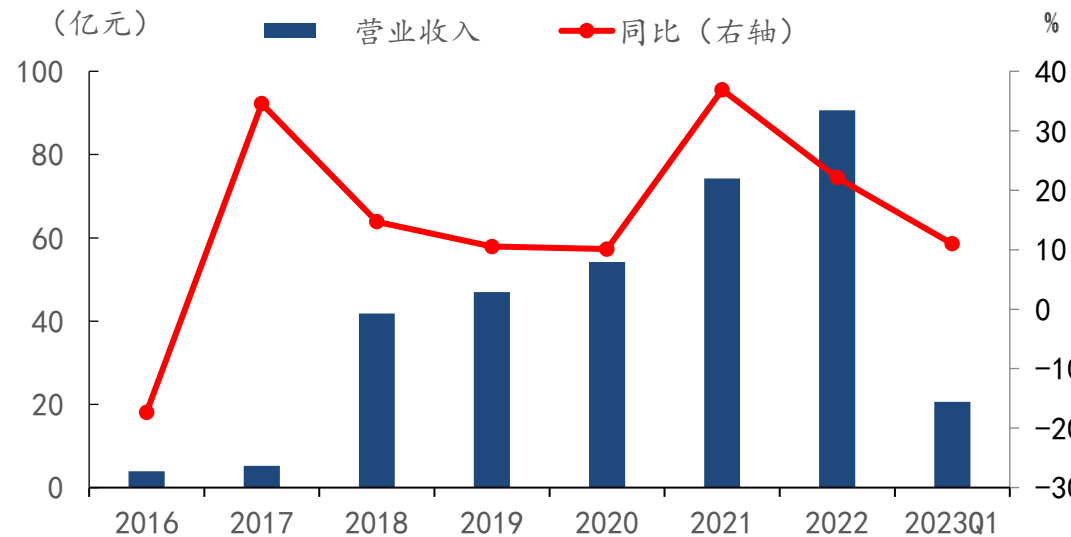


资料来源：Wind,太平洋证券研究院

昊华科技：电子化学品产能释放，营收利润双增长

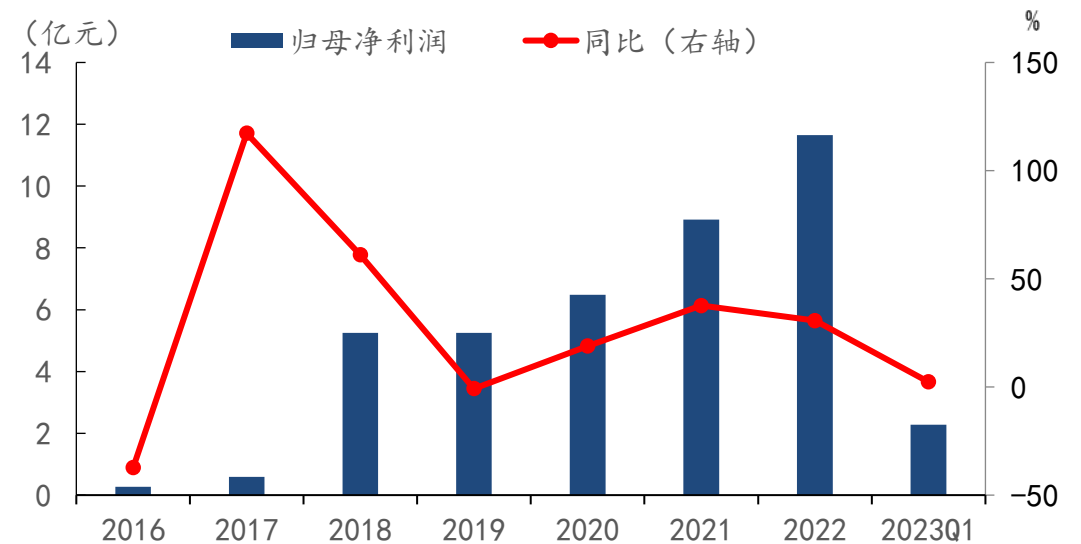
- 2022年，公司营收90.68亿元，同比增长22.13%，归母净利润11.65亿元，同比增长30.67%。2022年，电子化学品板块实现营收7.06亿元，同比增长36.03%；实现毛利润1.92亿元，毛利同比增加72.97%。与去年同期相比，公司全年的电子化学品板块业务有较大增长，主要得益于销量的持续提升。
- 2023年Q1实现营收20.58亿元，同比增长11.01%，归母净利润2.28亿元，同比增长2.37%。

图表109：昊华科技营业收入情况



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表110：昊华科技归母净利润情况

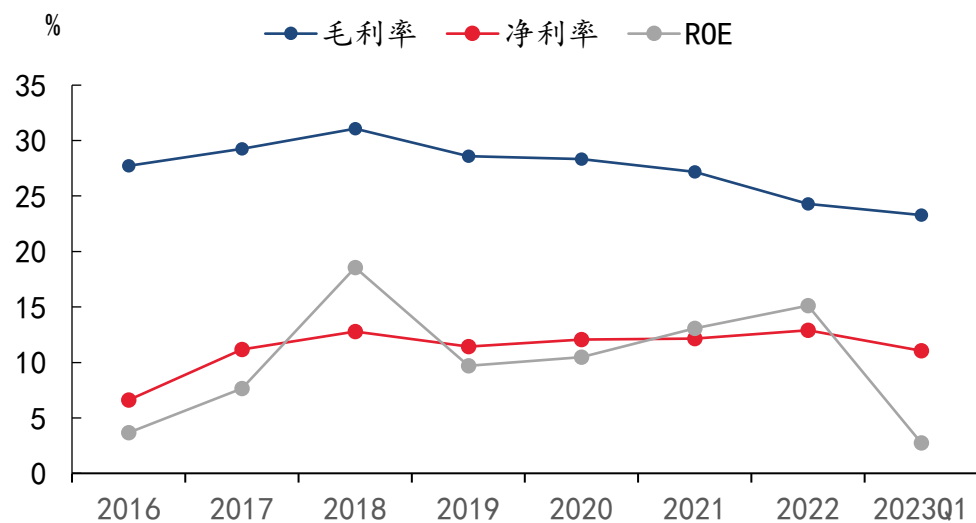


资料来源：Wind,太平洋证券研究院

昊华科技：特种气体产能翻番，规模效益毛利提升，盈利空间有效打开

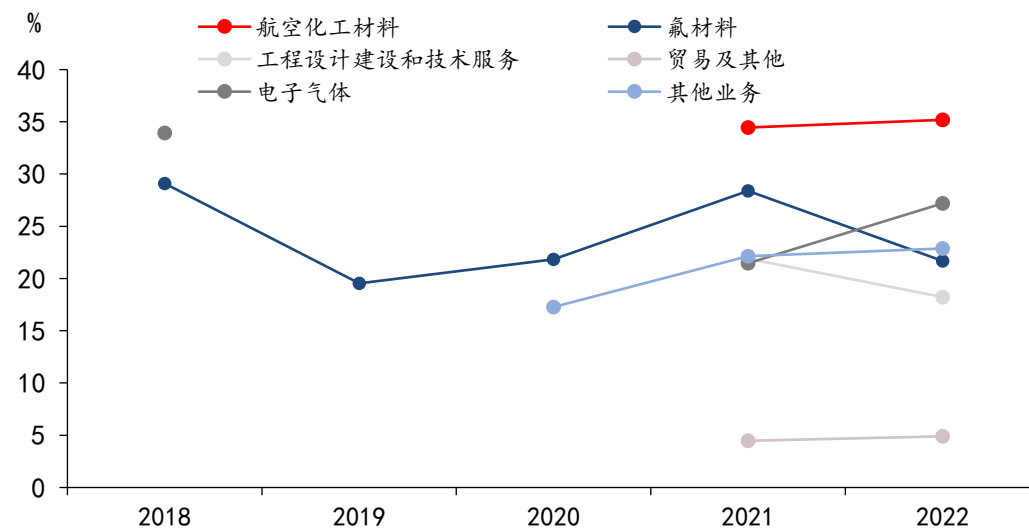
- 从近几年的情况来看，航空化工材料毛利率为35%左右，2022年达到35.18%，是公司毛利率最高的主营产品。
- 公司特种气体2022年毛利同比上升6个百分点，特种气体由于具有定制化、高附加值、客户粘性强等特点，议价空间较大，毛利率较高。公司特种气体业务快速扩张，产能不断释放，采用黎明院自主研发专利技术新增4600吨/年特种含氟电子气体项目，其中包括3000吨/年三氟化氮、1000吨/年四氟化碳及600吨/年六氟化钨生产线，项目已于2022年底全面建成投产。此前公司特种气体产能仅为4000吨/年。特种气体产能翻番，规模效应使毛利进一步提高，盈利空间有望打开。

图表111：昊华科技毛利率、净利率、ROE



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

图表112：昊华科技主要产品毛利率



资料来源：Wind,太平洋证券研究院

- 科研实力雄厚，技术转化能力突出：**公司形成了12家科研机构+1家企业的形式，科研实力雄厚，通过承接科研项目带动业务发展，相关技术产业化与市场需求具有较强配套性，科研技术转化能力突出，含氟电子特气已居国内领先地位。公司承担国家科技重大专项“极大规模集成电路制造装备与成套工艺”子项目，研制的高纯度含氟电子气体四氟化碳和六氟化硫产品已在国内集成电路企业批量使用，实现了进口替代。
- 2022年，昊华气体突破集成电路用含氟电子气体产业化工程放大化制备技术，完成电子级三氟化氮、四氟化碳、六氟化钨的产业化。**其中六氟化钨是市场规模排名前三的电子特气，也是集成电路领域使用量较大的成膜气体。六氟化硫产量居全国第二，其中电子级六氟化硫市占率高于65%。

图表113：昊华科技部分特种气体产能

产品	产能	备注
三氟化氮	5000吨	3000吨产能22年底新落成，暂未披露新产能规划
四氟化碳	1200吨	1000吨产能22年底新落成，暂未披露新产能规划
六氟化钨	700吨	600吨产能22年底新落成，暂未披露新产能规划
电子级六氟化硫	1000吨	

资料来源：公司公告,太平洋证券研究院

昊华科技：盈利预测

- 2022年多种电子气体获得突破：2022年，昊华气体突破集成电路用含氟电子气体产业化工程放大化制备技术，完成电子级三氟化氮、四氟化碳、六氟化钨的产业化。其中六氟化钨是市场规模排名前三的电子特气。
- 公司特种气体业务快速扩张，产能不断释放：采用黎明院自主研发专利技术新增4600吨/年特种含氟电子气体项目，其中包括3000吨/年三氟化氮、1000吨/年四氟化碳及600吨/年六氟化钨生产线，项目已于2022年底全面建成投产。
- 科研实力雄厚，技术转化能力突出：公司形成了12家科研机构+1家企业的形式，科研实力雄厚，含氟电子特气已居国内领先地位。公司研制的高纯度含氟电子气体四氟化碳和六氟化硫产品已在国内集成电路企业批量使用，实现了进口替代。昊华气体（光明院）获得第四批国家级专精特新“小巨人”企业认定。
- 预计公司2023/2024年归母净利润为13.14亿元/17.02亿元，当前市值对应估值为23.52倍/18.16倍。首次覆盖，给予“买入”评级。

图表114：昊华科技盈利预测

年结日：12月31日	2022	2023E	2024E	2025E
营业总收入（人民币 百万）	9,067.53	10,786.51	13,036.19	16,006.28
增长率（%）	22.13%	18.96%	20.86%	22.78%
归母净利润（人民币 百万）	1,164.89	1,313.58	1,701.91	2,275.84
增长率（%）	30.67%	12.76%	29.56%	33.72%
EPS（元/股）	1.29	1.44	1.87	2.50
市盈率（P/E）	33.34	23.52	18.16	13.58
市净率（P/B）	4.77	3.24	2.75	2.29

注：更新日期为2023年6月12日。

资料来源：Wind,太平洋证券研究院

主要风险

- 行业竞争加剧；
- 下游需求不及预期；
- 技术突破不确定因素高；
- 产品验证不及预期等。

1、行业评级

看好：预计未来6个月内，行业整体回报高于沪深300指数5%以上；

中性：预计未来6个月内，行业整体回报介于沪深300指数-5%与5%之间；

看淡：预计未来6个月内，行业整体回报低于沪深300指数5%以下。

2、公司评级

买入：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅在15%以上；

增持：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于5%与15%之间；

持有：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于-5%与5%之间；

减持：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅介于-5%与-15%之间；

卖出：预计未来6个月内，个股相对沪深300指数涨幅低于-15%。

职务	姓名	手机	邮箱
全国销售总监	王均丽	13910596682	wangjl@tpyzq.com
华北销售总监	成小勇	18519233712	chengxy@tpyzq.com
华北销售	常新宇	13269957563	changxy@tpyzq.com
华北销售	佟宇婷	13522888135	tongyt@tpyzq.com
华北销售	王辉	18811735399	wanghui@tpyzq.com
华东销售总监	陈辉弥	13564966111	chenhm@tpyzq.com
华东销售	徐丽闵	17305260759	xulm@tpyzq.com
华东销售	胡亦真	17267491601	huyz@tpyzq.com
华东销售	李昕蔚	18846036786	lixw@tpyzq.com
华东销售	张国锋	18616165006	zhanggf@tpyzq.com
华东销售	胡平	13122990430	huping@tpyzq.com
华东销售	周许奕	021-58502206	zhouxuyi@tpyzq.com
华东销售	丁锬	13524364874	dingkun@tpyzq.com
华南销售副总监	查方龙	18565481133	zhaf1@tpyzq.com
华南销售	张卓粤	13554982912	zhangzy@tpyzq.com
华南销售	何艺雯	13527560506	heyw@tpyzq.com
华南销售	李艳文	13728975701	liyw@tpyzq.com



研究院

中国北京 100044

北京市西城区北展北街九号

华远·企业号D座

重要声明

太平洋证券股份有限公司具有经营证券期货业务许可证，公司统一社会信用代码为：91530000757165982D。

本报告信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。我公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。本报告版权归太平洋证券股份有限公司所有，未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、刊登。任何人使用本报告，视为同意以上声明。