

化工新材料系列（一）

电子特气：半导体新周期将至，国产替代如火如荼

强于大市（维持）

行情走势图



证券分析师

陈骁 投资咨询资格编号
S1060516070001
chenxiaozhao397@pingan.com.cn

研究助理

陈潇榕 一般证券业务资格编号
S1060122080021
chenxiaorong186@pingan.com.cn

马书蕾 一般证券业务资格编号
S1060122070024
mashulei362@pingan.com.cn



平安观点：

- **基本介绍：芯片加工之“粮食”，国产替代空间广阔。**1) 电子特气主要用于集成电路、显示面板、LED、光伏电池领域，贯穿晶圆加工的制备外延片、清洗、沉积和氧化成膜、光刻、刻蚀、掺杂（离子注入/扩散）各环节，纯度要求在 5N (99.999%)及以上。2) 具体产品包括氟碳类、氟氮类、硅烷气、磷烷/砷烷、氢化物、光刻气(稀有气体)等，其中含氟特气（三氟化氮、四氟化碳、六氟化钨）用量规模大、国产化率较高，但高纯六氟丁二烯、六氟乙烷、硅烷气、高纯磷烷/砷烷、稀有气体等特气仍依赖进口，目前国内企业相关产品的自研技术已实现突破，未来三年内将加速进入产业化。3) 2021 年全球电子特气市场规模为 45.4 亿美元，yoy+8.4%；中国电子特气市场规模约 216 亿元，yoy+24.1%，占全球的 70%左右；SEMI 预计到 2025 年我国电子特气市场规模将提升到近 317 亿元，五年 CAGR 约 16.14%，占全球电子特气市场份额不低于 70%。国内市场空间更为广阔，国产替代进程有望再推进。
- **需求驱动力：半导体产业上行周期将至，ChatGPT 兴起或成新增长级。**1) 半导体行业新一轮上行周期待开启，国产芯片扩产将带来特气需求起量；现阶段半导体行业仍处于主动去库中，预期 23H2 需求渐修复、库存逐步去化，2024 年需求有望加速上行。经梳理，预计到 2025 年国内企业新增芯片产能合计将达 374.1 万片/月，测算得扩产逻辑芯片共需大宗特气约 69 万吨、电子特气约 587 吨。2) ChatGPT 兴起带动 GPU 需求增加，未来该技术广泛应用需要大算力支撑，或将驱动芯片产业链开启新增势。3) 目前，全球液晶显示器面板价格企稳，电视面板价格已全线调涨，预期 2023 年下半年显示面板产业有望迎来改善；同时，近年来全球面板产业不断向我国转移，国产替代进程加快。4) 光伏市场需求持续高增，电子特气在该领域的应用有望保持稳增态势。
- **电子特气行业具技术门槛高、认证周期长、资金投入大等高壁垒。**1) 技术门槛高：芯片薄化趋势下，对特气纯度和配置精度要求大幅提升，国内企业对特气提纯主要使用精馏、吸附法，提取更高纯度的“离心法”“吸气剂法”“催化净化法”等产业化应用仍有待突破。目前国内特气产品纯度以 5N 为主，6N 及以上仍主要依赖进口。2) 认证周期长：高端领域客户对气体供应商的选择需经审厂、产品认证 2 轮严格审核，其中光伏能源、光纤光缆领域的审核认证周期通常为 0.5-1 年，显示面板为 1-2 年，集成电路领域的长达 2-3 年。3) 资金投入大：项目投资金额基本超亿元，平均生产周期 2-3 年，投资回收期长达 5-6 年。其中，华特气体、凯美特气、金宏气体、南大光电、和远气体、昊华科技等企业均拟投资超 10 亿元资金，用于电子特气项目的改扩建。

- **海外企业寡头垄断格局下，国内企业把握地域和成本优势，积极寻找突破机会。**1) 2000 年前后，海外巨头（林德集团、液化空气、空气化工、太阳日酸等）大行投资并购之举，大扩规模、广拓业务，奠定龙头地位，2020 年全球电子气体 CR4 大于 70%。2) 借鉴海外产品多元化、服务一体化发展模式，以差异化竞争逐步实现各特气国产替代：目前华特和杭氧已有制气和设备制造一体化发展举措；同时，金宏、华特、凯美、南大光电等国内企业已在多项电子特气技术上实现了自主研发，产品上实现了自主生产。3) 海外企业在中国的布局仍以现场制气为主（更适于大宗气体，合同期 ≥ 10 年），国内企业可把握地域和运输成本优势，在全国各地广覆盖销售网络和仓储工厂，有望以零售供气模式（适于多品种、小批量、高频次特气）逐步突破特气高进口依赖局面；此外，目前国内各区域仍存在大量中小气体经销商，市场较分散，集中整合空间大。
- **投资建议：**电子特气行业壁垒高，国产替代空间广阔。在海外巨头垄断全球大宗气体供应的格局下，国内企业积极研发高技术壁垒的特气产品，完善品类布局，扩大产能规模，并致力于提供研发、生产、销售、装配、运输乃至设备制造、方案设计等的一体化服务。建议关注产品品类较为完备，资金实力强、重视研发能力，布局产品具高壁垒、进口依赖、供不应求特征，且改扩建产能在近两年内投产确定性较高的国内企业。建议关注华特气体、金宏气体、和远气体、南大光电。
- **风险提示：**1) 终端需求增速不及预期。若半导体和显示面板产业上行周期大幅延后开启，光伏电池产业需求下行，终端需求大幅不及预期，则电子特气需求难释放，市场规模增速有限。2) 海外企业大幅扩产。若海外巨头企业大幅提高特气产能规模，以规模和技术优势挤占中国特气市场，则可能造成部分特气产品竞争激增，产能大幅过剩的局面。3) 国内企业技术难突破。若海外企业严格限制相关技术出口，国内企业在高壁垒高纯特气产品上的研发难以突破，则可能造成国产替代进程受阻延后的情况。

正文目录

一、 特气基本介绍：芯片加工之“粮食”，国产替代进行时	7
1.1 气体产业链：源自空分气，用之各行业	7
1.2 市场规模：国内市场增幅可观，国产替代空间广阔	8
1.3 细分类别特气详述：种类多元，市场各异	9
1.4 主要作用：贯穿晶圆制造全环节	18
二、 需求驱动力：半导体和面板周期拐点将至，ChatGPT 开启新增势	22
2.1 新一轮半导体周期待开启，特气国产替代有望再推进	22
2.2 ChatGPT 大算力需求，驱动 GPU 芯片新增势	28
2.3 显示面板：上行周期启动，需求增长在即	29
2.4 光伏电池：市场持续高增，特气需求稳增	30
三、 电子特气行业具资金、技术、客户认证等多重壁垒	32
3.1 技术门槛高：芯片薄化趋势，特气纯度和配置精度要求提升	32
3.2 认证周期长：集成电路领域的客户认证周期长达 2-3 年	34
3.3 资金投入大：项目投建金额超亿元，投资回收期长达 5-6 年	34
四、 海外企业寡头垄断格局下，国内企业如何突出重围	37
4.1 海外企业大举投资并购，大扩规模、广拓业务，奠定龙头地位	37
4.2 借鉴海外产品多元化、服务一体化模式，以差异化竞争实现各特气国产替代	39
4.3 把握地域和成本优势，全国范围广覆盖仓储和销售网络，集中化率有望提升	41
五、 投资建议	43
5.1 华特气体：特气产品种类完备，光刻气率先获海外龙头认证	43
5.2 金宏气体：大宗气体和特气双轮驱动，盈利能力持续提升	44
5.3 和远气体：液化空分气起家，新建电子特气项目放量在即	45
5.4 南大光电：国内先进电子材料领先者，持续突破高壁垒特气产品	46
六、 风险提示	48

图表目录

图表 1	工业气体产业链上下游	7
图表 2	电子气体分类	7
图表 3	电子气体细分产品及作用	8
图表 4	全球电子气体市场规模（亿美元）	9
图表 5	中国电子特气市场规模（亿元）	9
图表 6	2021 年全球各大电子特气产品市占率	9
图表 7	全球前十大规模电子特气市场规模（亿美元）	9
图表 8	国内含氟特气详细情况	10
图表 9	全球主要厂家三氟化氮产能（吨）	11
图表 10	2017-2021 年全球三氟化氮供需量（万吨）	11
图表 11	2015-2021 年中国三氟化氮供需量（万吨）	11
图表 12	2022-2025E 年全球三氟化氮供需量（万吨）	11
图表 13	2022-2025E 年中国三氟化氮供需量（万吨）	11
图表 14	全球三氟化氮价格走势预期（千美元/吨）	12
图表 15	全球六氟化钨供需量预测（吨）	12
图表 16	中国六氟化钨供需量预测（吨）	12
图表 17	全球主要厂家六氟化钨产能（吨）	13
图表 18	全球主要厂家六氟丁二烯产能（吨）	13
图表 19	国内硅烷气基本情况	14
图表 20	全球和我国磷烷产能规模（吨）	15
图表 21	全球和我国砷烷产能规模（吨）	15
图表 22	我国磷烷和砷烷产能在全球的占比变化趋势	16
图表 23	我国磷烷和砷烷市场规模（万元）	16
图表 24	我国稀有气体进出口量和进出口价格情况	16
图表 25	2022 年我国稀有气体进口金额同比高增	16
图表 26	国内稀有气体氦气和氖气价格走势	17
图表 27	国内稀有气体氩气和氙气价格走势	17
图表 28	全球主要厂家六氟丁二烯产能（吨）	18
图表 29	电子特气在晶圆制造过程中的作用（主要作用于橙红框环节）	19
图表 30	电子特气作为外延气在硅片表面形成单晶薄膜的过程	19
图表 31	半导体晶圆光刻过程	20
图表 32	不同光刻气下的紫外光源波长	20
图表 33	电子特气作用于半导体刻蚀工艺	21

图表 34	电子特气作用于半导体掺杂环节	21
图表 35	全球电子特气下游应用结构	22
图表 36	中国电子特气下游应用结构	22
图表 37	全球半导体行业销售额变动周期	23
图表 38	全球半导体行业资本开支波动周期	23
图表 39	全球和中国大陆半导体材料市场规模	24
图表 40	全球和中国大陆集成电路产业销售额	24
图表 41	我国 IC 自给率逐年提升	24
图表 42	2015-2021 年全球晶圆产能分布	24
图表 43	2020-24 年全球各地新增 8/12 英寸晶圆厂数量	25
图表 44	近两年我国新建晶圆厂数量高增	25
图表 45	2021 年全球细分晶圆制造材料规模占比	25
图表 46	2021 年电子特气在半导体各环节应用占比	25
图表 47	每 m ² 存储和逻辑电路气体用量测算	25
图表 48	国内外主要企业在中国地区的逻辑和存储芯片新建产能情况	26
图表 49	我国集成电路对电子特气的需求规模 (亿元)	28
图表 50	全球晶圆制造用电子特气市场规模 (亿美元)	28
图表 51	ChatGPT 模型训练和使用的 A100 芯片消耗量测算	28
图表 52	全球显示面板产业产值 (亿美元)	29
图表 53	全球液晶面板月度出货量情况	29
图表 54	55/65 英寸 60Hz 液晶电视面板价格 (美元/片)	29
图表 55	液晶显示器面板价格走势 (美元/片)	29
图表 56	全球主要显示面板厂家的总产能利用率预期将在 23Q2 回升	30
图表 57	中国显示技术及市场份额按年分应用变化	30
图表 58	全球显示面板产能逐年向我国转移趋势	30
图表 59	我国光伏新增装机量 (GW)	31
图表 60	我国光伏电池产量 (GW)	31
图表 61	太阳能电池制造过程中所需的特气产品	31
图表 62	电子特气处理环节中的技术壁垒	32
图表 63	各应用下的气体纯度要求	33
图表 64	气体合成和纯化方法	33
图表 65	国内特气生产企业的下游客户认证情况	34
图表 66	国内特气企业整体资本开支率高于海外	35
图表 67	国内各公司新增的特气项目建设情况	35
图表 68	2020 年全球电子气体市场份额	37
图表 69	2020 年中国电子特气市场份额	37

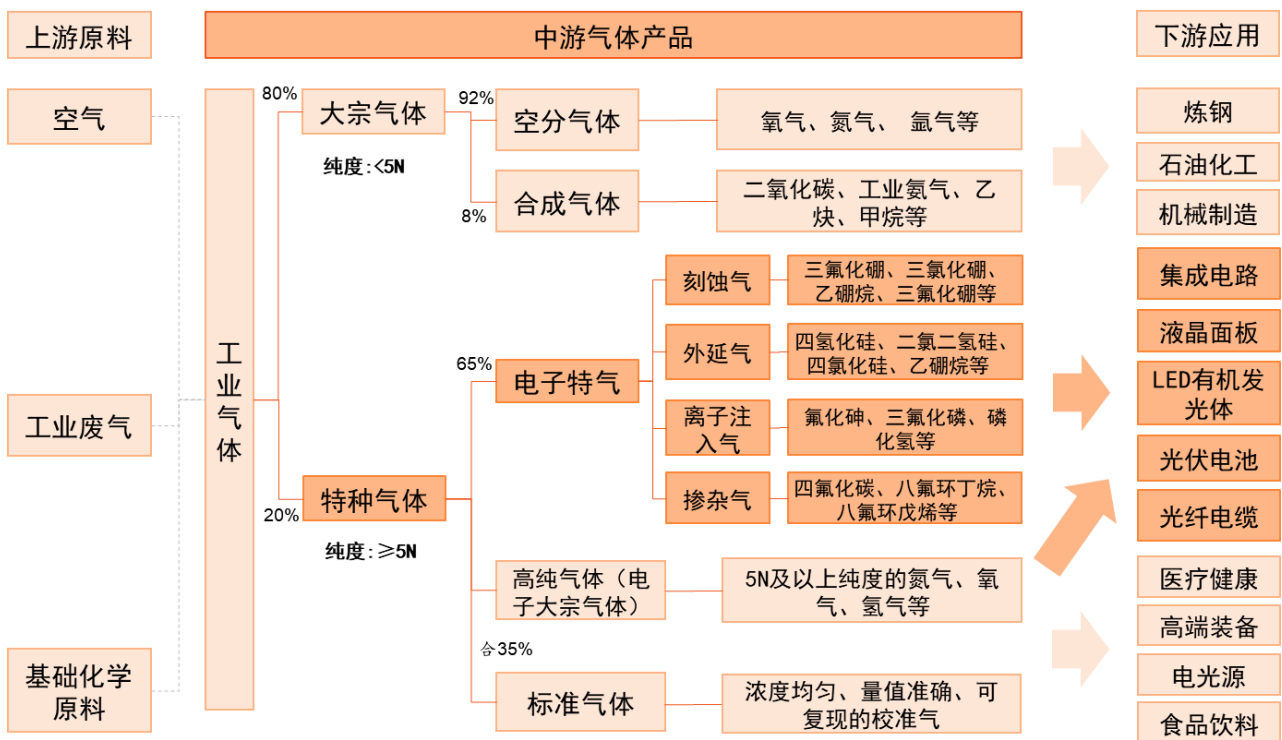
图表 70	海外企业主要产品和发展历程.....	38
图表 71	海外企业财务表现.....	38
图表 72	国内特气企业研发费用整体增加趋势（亿元）.....	39
图表 73	国内特气企业无形资产情况（亿元）.....	39
图表 74	国内主要特气生产企业的产品和业务情况.....	40
图表 75	国内主要特气生产企业财务表现.....	40
图表 76	不同供气模式对比.....	41
图表 77	林德集团向其位于中国的气体工厂运输原料耗时长达 10-50 天.....	42
图表 78	中国特气企业在国内工厂和业务布局的地理位置.....	42
图表 79	公司主要产品产能情况.....	43
图表 80	2019-2022 年公司分产品营收结构.....	43
图表 81	公司营收和归母净利润.....	44
图表 82	公司销售毛利率和净利率.....	44
图表 83	公司大宗气体现有和在建产能（万吨/年）.....	44
图表 84	公司电子特气在建产能（吨/年）.....	44
图表 85	公司营收和归母净利润.....	45
图表 86	公司销售毛利率和净利率.....	45
图表 87	公司新建电子特气项目具体情况.....	45
图表 88	公司营收和归母净利润.....	46
图表 89	公司分产品营收结构.....	46
图表 90	公司各产品产能情况（吨/年）.....	46
图表 91	公司分产品营收结构.....	47
图表 92	公司各产品毛利率和销售净利率走势.....	47
图表 93	公司营收和归母净利润.....	47

一、特气基本介绍：芯片加工之“粮食”，国产替代进行时

1.1 气体产业链：源自空气分气，用之各行业

工业气体是现代工业的基础原材料，根据纯度和性能要求不同，大致可分为大宗气体和特种气体两大类。大宗气体包括空分（氧气、氮气、氩气等）和合成气体（二氧化碳、氨气、甲烷、乙炔等），主要应用于炼钢、石油化工、机械制造等传统领域，新能源产业高速发展打开了合成气体的新增长空间，其纯度要求一般低于 5N。特种气体可分为标准、高纯和电子特气，其中电子特气市场规模占比超 60%，主要应用于集成电路、液晶面板、LED、光伏电池领域，纯度要求在 5N 及以上。

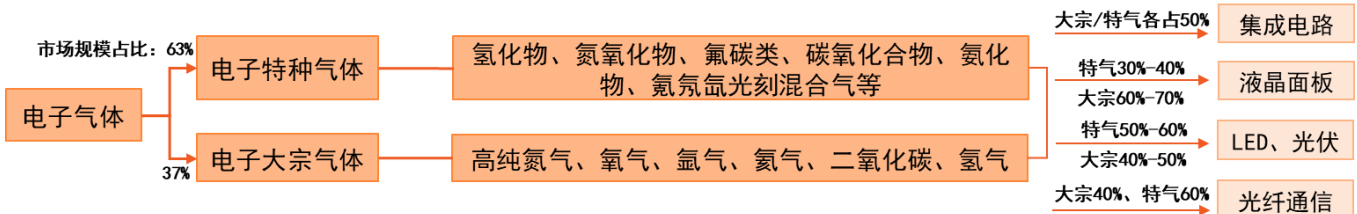
图表1 工业气体产业链上下游



资料来源：亿渡数据，平安证券研究所，注：图中数据表示市场规模占比；3N(纯度99.9%)、4N(纯度99.99%)和5N(纯度99.999%)以此类推

工业气体产品种类繁多，作用各异，根据应用领域的不同，又可分为医疗、激光、食品和电子气体等，受益于国内半导体、光伏电池等领域的高速发展，我国电子气体产业呈现较高的成长性。广义的电子气体包含电子大宗气体和电子特种气体，前者指应用于电子产业的高纯度(≥5N)、高性能的氮气、氧气、氢气等大宗气体，后者指用于芯片制造过程中的氟碳类、氟氮类、硅烷气、磷烷/砷烷、氢化物、光刻气(稀有气体)等高纯(≥5N)特种气体。

图表2 电子气体分类



资料来源：金宏气体招股书，平安证券研究所，注：图末数字表示各领域中电子大宗和特种气体成本占全部气体成本的比重

图表3 电子气体细分产品及作用

类别	用途	电子气体产品
电子大宗气体	环境气、保护气、载气	高纯氮气、氧气、氩气、氦气、二氧化碳、氢气等
电子特种气体	化学气相沉积成膜 (CVD)	氨气、氦气、氧化亚氮、TEOS (正规酸乙酯)、TEB (硼酸三乙酯)、TEPO (磷酸三乙酯)、磷化氢、三氟化氯、二氧化硅、氟化氮、硅烷、六氟化钨、六氟乙烷、四氯化钛、甲烷等
	光刻	氟气、氦气、氩气、氖气
	刻蚀、清洗	氨气、氧氮、氯气、氟气、溴化氢、氟化氢、氯化氢、一氧化碳、二氟甲烷、三氯化硼、三氟化氮、四氟化碳、六氟化硫、六氟乙烷、八氟丙烷、八氟环丁烷、六氟丁二烯等
	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
	扩散	氢气、三氯氧磷等
	掺杂	含硼、磷、砷等三族及五族原子之气，如三氯化硼，乙硼烷，三氟化硼，磷化氢，砷化氢等
	其他	六氯乙硅烷、六氟化钨、四氯化钛、四氯化钨、四乙氧基硅等
显示面板	成膜、清洗	三氟化氮、硅烷、氨气、笑气 (N ₂ O)、氧氮混合气、氢氟混合气等
光伏电池	沉积/扩散/刻蚀	三氟化氮、硅烷、氨气、四氟化碳、氢气等
LED	外延气	砷烷 (AsH ₃)、磷烷 (PH ₃)、三氯化硼 (BCl ₃)、氨气 (NH ₃) 等

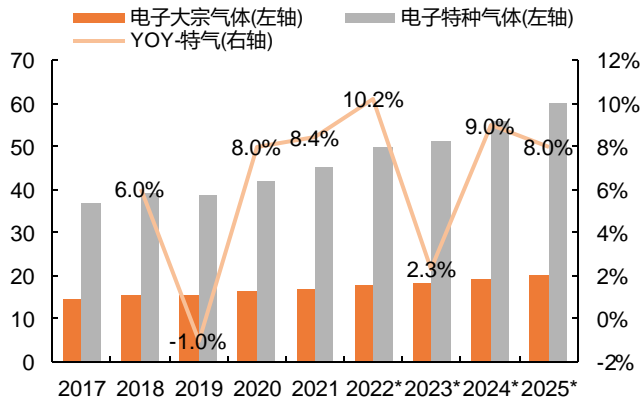
资料来源：金宏气体招股书，中船特气招股书，平安证券研究所

1.2 市场规模：国内市场增幅可观，国产替代空间广阔

全球稳增长：根据 TECHCET 数据，2021 年全球电子气体市场规模约为 62.5 亿美元，同比增长近 7%，2017-2021 年复合增速达 4.8%，预计到 2025 年将超 80 亿美元；其中，2021 年全球电子特气市场规模达 45.4 亿美元，yoy+8.4%，2017-21 年 CAGR 约 5.3%，预计 2022 年市场规模达约 50 亿美元，到 2025 年将超 60 亿美元，行业整体呈现稳增长态势。

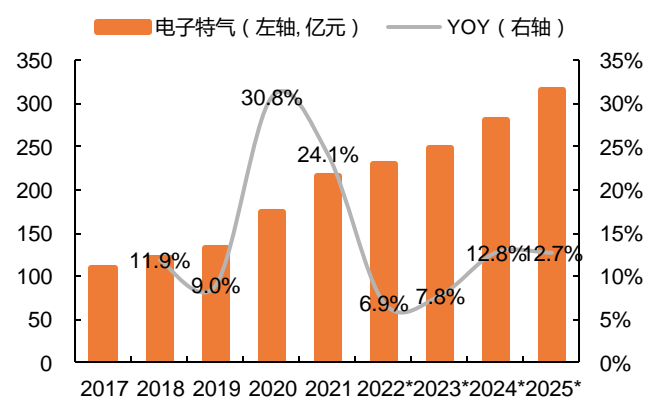
国内高成长：据亿渡数据统计，2021 年中国特种气体市场规模达 342 亿元，yoy+21.3%，其中电子特气市场规模达 216 亿元左右，yoy+24.1%，占全球电子特气市场份额的 70%左右。2016-2021 年，中国电子特气市场规模从 103 亿元增至 216 亿元，CAGR 达 15.96%，2020 年、2021 年同比增速均超 20%，SEMI 预计到 2025 年我国电子特气市场规模将提升到近 317 亿元，五年 CAGR 约 16.14%，占全球电子特气市场份额仍不低于 70%。未来随着国内下游晶圆厂加速扩产，半导体材料国产化进程的推进，国内自研自产的特种气体市场空间将被进一步打开。

图4 全球电子气体市场规模(亿美元)



资料来源: TECHCET, 平安证券研究所

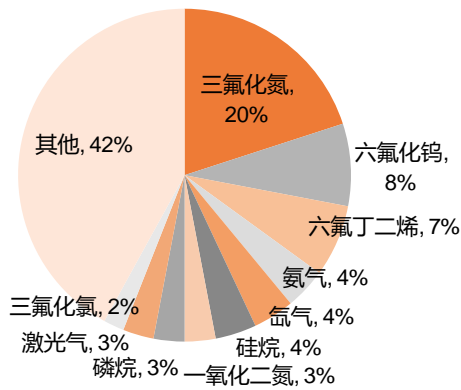
图5 中国电子特气市场规模(亿元)



资料来源: 亿渡数据, SEMI, 平安证券研究所

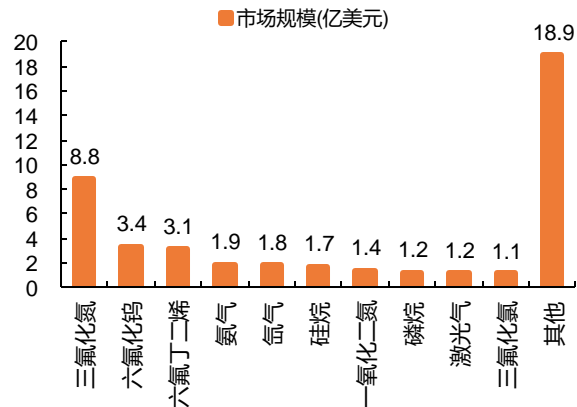
从各类细分电子特气产品的市场规模来看, 目前全球需求占比前三大的仍然是三氟化氮、六氟化钨和六氟丁二烯, 根据 Linx Consulting 数据, 2021 年全球电子特气市场规模中, 三氟化氮达 8.8 亿美元, 占比约 20%; 六氟化钨达 3.4 亿美元, 占比约 8%; 六氟丁二烯达 3.1 亿美元, 占比约 7%。

图6 2021 年全球各大电子特气产品市占率



资料来源: 中船特气招股书, Linx Consulting, 平安证券研究所

图7 全球前十大规模电子特气市场规模(亿美元)



资料来源: 中船特气招股书, Linx Consulting, 平安证券研究所

1.3 细分类别特气详述: 种类多元, 市场各异

当前, 国内特气市场整体平稳运行, 部分电子特气因供需偏紧而高位维稳, 根据气体信息数据, 瓶装气电子级硅烷、三氟化氮、四氟化碳、高纯氯气、电子级氯化氢、三氟化硼等厂家供货平稳, 需求稳步增加, 产品价格多高位维稳; 氟化氢、氯化氢等产品由于终端石化、玻璃、能源等行业需求尚未完全恢复, 高位货源区特气价格窄幅下调。

1.3.1 含氟特气: 用量规模大, 国产化率相对较高

从国内各种电子特气的具体情况来看, 含氟特气(特别是三氟化氮、四氟化碳、六氟化钨)具有用量规模大、国产化率相对较高的特点, 主要是由于国内对三氟化氮等含氟特气的需求量大, 早期严重依赖进口的局面限制了相关产业的发展, 因此在政策大力支持下, 含氟特气成为中船重工 718 所首批研发的特气产品, 从而加快实现了技术突破和国产替代。总结各类含氟特气市场情况具体如下所示。

图表8 国内含氟特气详细情况

气体种类	主要生产企业产能 (t/a)	生产难度	供需	价格-元/千克	国内外供给	国产化率	主要作用
三氟化氮	中船特气 9250t, 南大光电 3800t, 昊华科技 5000t	较低	供>需	150	全球 5.32wt 国内 2.13wt	较高	IC 芯片/LCD 液晶面板/光伏电池--刻蚀/设备清洗
三氟化硼	华特气体 10t 昊华科技 1t	高	供不应求	2500-2800 (5N 级)	--	低	硅和锗外延、扩散和离子注入过程的 P 型掺杂源
四氟化碳	华特气体 400t, 雅克科技 2000t(含 800 吨在建)	较低	均衡	70-80	--	相对较高	半导体等离子体蚀刻(目前电子工业中用量最大的等离子刻蚀气)、清洗等
六氟化硫	雅克 10000t, 福建德尔 5000t, 昊华科技 2800t 南大光电 2500t	较低	供应充足	55-65 5N 级	--	较高	电子级用于显示面板、半导体加工中干刻和腔体清洗
六氟化钨	中船特气 2230t, 昊华气体 700t, 南大光电 500t (2023E)	中等	供略大于需求	380	全球 7730t 国内 2530t 规划 1100t	较高	半导体晶圆加工: 沉积成膜
六氟丁二烯	中船特气 200t, 中巨芯 50t, 和远 50t(2022.4 规划), 南大光电 100t (24E-26E)	较高	供不应求	2212	2021 年全球 900 吨	50%-60%	IC-3D NAND: 半导体刻蚀/作聚合物单体
六氟乙烷	半导体/微电子级-华特 350t, 中船 50t; 制冷剂-华安新材 300t/三美 2000t	较高	供不应求	180-200 5N 级	国内尚无法量产	依赖进口	等离子蚀刻/设备清洗/制冷/光纤加工
八氟环丁烷	昭和电子(上海) 750t, 日本大金(中国) 750t, 中船特气 220t	较高	用量较少	245	2021 年全球约 1500 吨, 预计 25 年将超 2500 吨	低	超大规模集成电路蚀刻剂和清洗剂
八氟丙烷	华特气体 100t 中船特气 30t	高	用量较少	--	壁垒高, 属于小众产品	低	半导体-等离子刻蚀/清洗; 医学-超声造影成像; 制冷

资料来源: 公司公告, 平安证券研究所, 注: t=吨, wt=万吨

➤ 1.3.1.1 三氟化氮: 国产化较成功的特气, 中短期供过于求, 长期需求增势更为强劲

高纯三氟化氮 (NF₃) 常温下具有化学惰性, 高温下则比氧气更活泼、比氟更稳定, 具有非常优异的蚀刻速率和选择性 (对氧化硅和硅的选择性), 且在被蚀刻物表面不留任何残留物, 可作为刻蚀剂用于芯片和液晶显示面板的加工, 同时也是非常好的清洗剂, 可提高清洗速率, 主要用于化学气相淀积 (CVD) 装置的清洗。

三氟化氮作为目前应用规模最大的特气, 出于国防产品研发需要, 七一八所较早就开始从事其研发工作, 属于国产化较为成功的特气产品, 目前已基本实现了在各应用领域的国产替代。

2017-2021 年, 全球三氟化氮需求年复合增速约为 10.3%, 供应年复合增速为 14.7%, 整体供过于求; 我国集成电路、显示面板等下游产业高速发展, 国内三氟化氮需求旺盛, 2017-2021 年需求复合增长率达 23.60%, 国内供应尚无法满足需求; 2022-2023 年随着国内企业中船特气 (现有年产能 9250 吨, 规划到 2023 年增加 3250 吨/年)、南大光电 (现有 3800 吨/

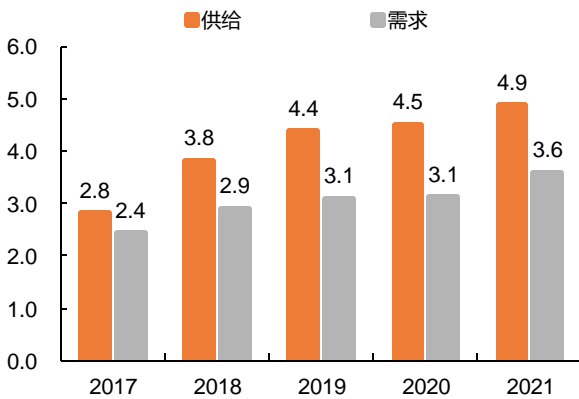
年，规划 2023-25 年新增 8200 吨/年)、昊华科技(现有 2000 吨/年，规划新增 3000 吨/年)较大规模三氟化氮项目的集中投产，叠加海外 SK Materials、晓星、关东电化等企业产能释放，国内外三氟化氮市场短期将呈现供过于求的局面。

图表9 全球主要厂家三氟化氮产能(吨)

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

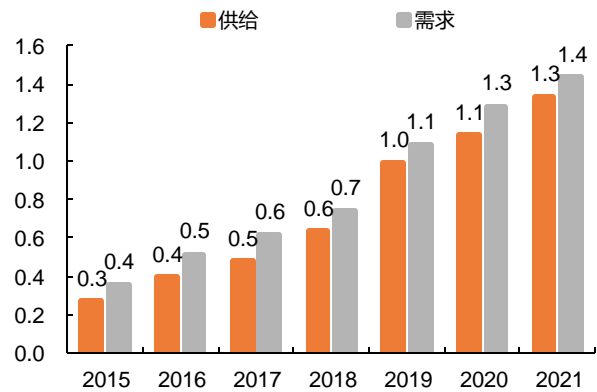
资料来源:中船特气招股书,平安证券研究所

图表10 2017-2021 年全球三氟化氮供需量(万吨)



资料来源:中船特气招股书,平安证券研究所

图表11 2015-2021 年中国三氟化氮供需量(万吨)

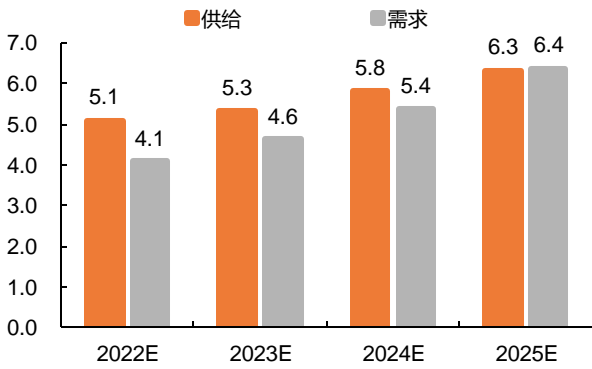


资料来源:中船特气招股书,平安证券研究所

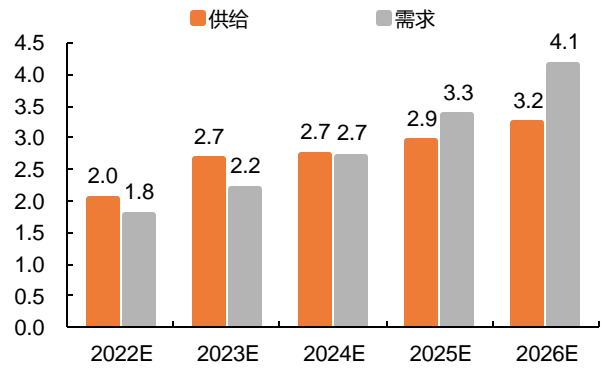
未来，随着集成电路制造厂产能逐步扩张，制程技术节点微缩、芯片尺寸缩小、3DNAND 多层技术发展，集成电路对精度的要求提升，刻蚀、沉积、清洗等次数增加，国内外三氟化氮需求增速有望超过供给增速，预计到 2025 年全球三氟化氮需求量较 2020 年将扩大超一倍达到 6.37 万吨左右，2022-2025 年需求年复合增速预期达 15%左右，到 2025 年全球三氟化氮需求量有望超过供给从而形成供需缺口；国内集成电路产业继续保持高发展，同时国产替代进程加速推进，或将为国内三氟化氮市场需求带来更大的增长空间，假设 2023-2026 国内三氟化氮需求保持 25%左右的年复合增速，结合各企业产能规划测算，2023-2024 年国内三氟化氮供需缺口有望进一步收窄，到 2025 年扭转为供不应求的局面。但考虑到近几年三氟化氮市场竞争加剧，短期内整体仍将呈现供过于求的局面，因此预期价格或呈波动下降趋势。

图表12 2022-2025E 年全球三氟化氮供需量(万吨)

图表13 2022-2025E 年中国三氟化氮供需量(万吨)

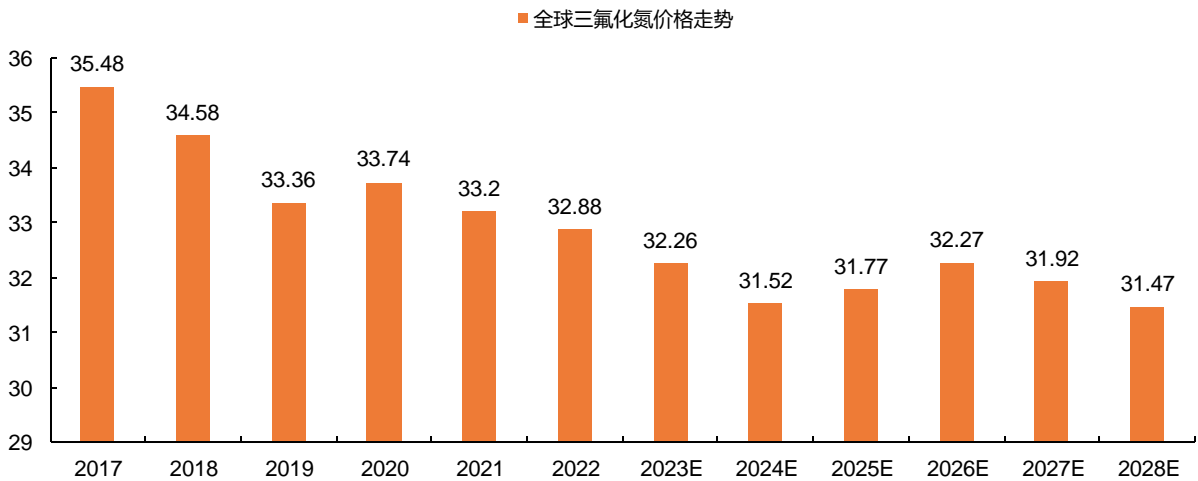


资料来源：中船特气招股书，平安证券研究所



资料来源：中船特气招股书，平安证券研究所

图表 14 全球三氟化氮价格走势预期 (千美元/吨)



资料来源：QYResearch，南大光电公司公告，平安证券研究所

➤ 1.3.1.2 六氟化钨：国产化率较高，供需结构类似三氟化氮

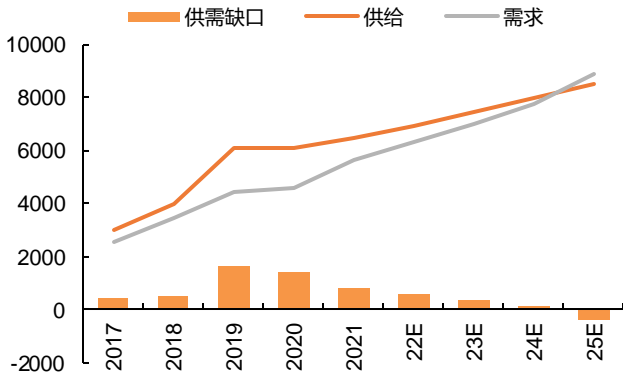
六氟化钨可通过化学气相沉积法 (CVD) 形成金属钨，用该法制成的钨具有低电阻率、高抗电迁移性以及填充小通孔时具优异平整性等优点，通过离子注入或 CVD 法在晶圆加工中形成的硅化钨或钨膜可作为集成电路的配线材料，用作电路互连线和栅极，还可用于抗 X 射线、γ 射线的保护罩及高效太阳能吸收器生产中。

六氟化钨供需结构和三氟化氮类似，同时也是中船重工 718 所首批大力研发的特气产品，因此国产化率也较高，基本在各领域实现了国产替代。从国内市场现状来看，2022 年由于中船特气、昊华科技等公司较大规模产能的释放，国内六氟化钨呈现供过于求的局面；长期来看，国内集成电路产业正处高成长通道中，单张芯片层数用量增加，叠加下游产能扩张，预计到 2025 年国内六氟化钨需求量将达 4500 吨，20-25 年复合增速达约 42%，超过供应增速，转为供不应求的局面。

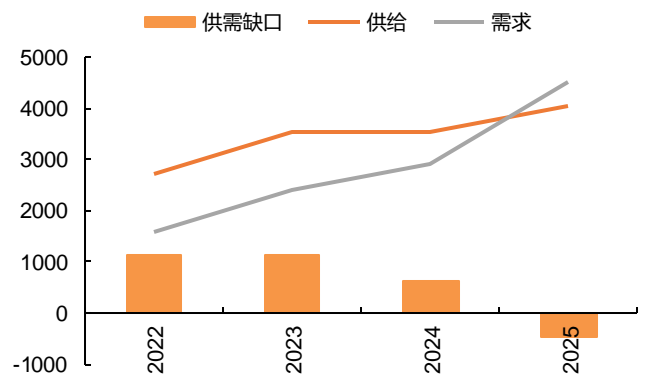
从全球市场来看，根据 TECHCET 数据，2021 年全球六氟化钨需求量约为 5675 吨，供给量约 6497 吨 (主要来自 SK Materials 1800 吨/年、关东电化 1400 吨/年、厚成化工 720 吨/年等)，总体供给仍大于需求；随着集成电路产业发展，3D NAND 层数从 32 层发展至 64、128 层，叠加存储芯片 DRAM、3D NAND 等产能拉升，六氟化钨用量有望大幅增加，预计到 2025 年需求量将超 8900 吨，较 2020 年增长近 1 倍，20-25 年复合增速达约 14%，或将扭转当前的供需格局。

图表 15 全球六氟化钨供需量预测 (吨)

图表 16 中国六氟化钨供需量预测 (吨)



资料来源: TECHCET, 中船特气招股书, 平安证券研究所



资料来源: TECHCET, 中船特气招股书, 平安证券研究所

图表17 全球主要厂家六氟化钨产能 (吨)

项目	国外企业					国内企业			
	SK Materials	关东电化	厚成化工	中央硝子	默克	中船特气	博瑞中硝	昊华气体	南大光电
现有产能	1800	1400	720	700	600	2230	200	100	--
规划产能	未获取公开披露数据					--	--	600	500
预计达产时间	未获取公开披露数据					--	2023年	未披露	未披露

资料来源: 中船特气招股书, 平安证券研究所

1.3.1.3 六氟丁二烯: 技术壁垒较高, 国产化率仍有待提高

六氟丁二烯主要用作 3D NAND 的蚀刻气体, 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, 但由于制备过程多且复杂, 具有一定技术壁垒, 单价较高。预计 2026 年全球 NAND 销量较 2021 年增长 3 倍以上, 除产量增长外, 未来随着 3D NAND 的堆叠层数由 128 层向 200 层以上迈进, 蚀刻所耗用的气体量将不断增长。

根据产业在线数据显示, 2019 年及以前, 六氟丁二烯国产化率不足 30%; 2020 年起, 随着半导体国产化浪潮的推进, 大大催生了含氟特种气体需求, 国内厂商加大研发力度, 逐渐扩大六氟丁二烯产能布局, 六氟丁二烯国产化率有较大幅度的提升, 预估已达到 50% 以上。当前, 国内主要生产企业有中巨芯、中船特气、和远气体、南大光电等。

图表18 全球主要厂家六氟丁二烯产能 (吨)

项目	国外企业					国内企业						
	关东电化	梅塞尔	厚成化工	三爱富	日本大金	中船特气	博瑞中硝	中巨芯	和远气体	金宏气体	南大光电	华特气体
现有产能	260	45	40	50	200	200	50	50	50	--	--	--
规划产能	未披露					--	--	--	--	200	100	在研
投产时间	2019.12	--	--	2021.9	2022.10	2020.6	--	2019-2020	2022.4	预计2023	2024E-2026E	--

资料来源: 中船特气招股书, 各公司公告, 平安证券研究所

1.3.2 硅烷气: 电子级产品高进口依存度, 国内企业积极规划新建产能

硅烷在半导体工业中主要通过气相淀积法制作二氧化硅薄膜、氮化硅薄膜、多晶硅隔离层、多晶硅欧姆接触层和异质或同质硅外延生长原料、以及离子注入源和激光介质等，还可用于制作太阳能电池、光导纤维、LED 和 TFT-LCD 的外延片等。

电子级甲硅烷方面，自国内企业“硅烷科技”的相关产品实现量产，我国硅烷产品逐步摆脱严重依赖进口的局面，同时改变了硅烷气的供需结构和价格，当前我国国产硅烷气基本能满足太阳能电池、液晶显示面板、LED 领域的质量要求，但在纯度要求更高（需电子级硅烷气）的大规模集成电路领域仍有较大提升空间。国内电子级甲硅烷主要生产商包括硅烷科技、中宁硅业（多氟多子公司）、湖州迅鼎等，隆众资讯预计甲硅烷市场在 2023 年达到供需紧平衡，价格或能维持高位。

电子级乙硅烷方面，因其易分解的化学特性，在 PECVD/LPCVD 加工中成膜温度低、速率快、膜质量均匀，应用空间广阔，由于生产难度较大，技术需外购。国外主要生产企业有液化空气和林德集团，2021 年全球六氟乙硅烷的市场规模约为 150 吨，预计 2025 年将超过 200 吨。目前国内可量产乙硅烷的企业较少，主要在产企业有湖州迅鼎 240 吨/年（2019 年投产），全椒亚格泰一期 10 吨/年已通过环评、另有 10 吨/年拟建项目，中宁硅业（多氟多）远期规划建设 300 吨/年。

电子级二氯二氢硅、三氯氢硅、四氯化硅方面，主要可通过薄膜沉积和蚀刻工艺用于微处理器、逻辑芯片、存储芯片等半导体硅片外延片的生产加工。其中，2021 年全球二氯二氢硅的市场规模约为 700 吨，预计 2025 年将超过 1200 吨。由于电子级产品生产难度高，目前国内可量产企业较少，基本依赖进口，三孚股份、和远气体、沁阳国顺、中宁硅业、洛阳中硅、金宏气体等的百吨级至千吨级项目正在规划建设中，预计 24-25 年相关项目的陆续投产将加快国内电子级硅烷气的国产替代进程。

图表 19 国内硅烷气基本情况

气体种类	电子级产品主要生产企业	生产难度	价格-元/千克	国内现状	主要作用
电子级甲硅烷	硅烷科技现有~3000 吨 8N 级 2023 产量预计 2200 吨，规划 3500 吨；湖州迅鼎 2000 吨在产；中宁硅业(多氟多)现有 4000 吨/年；全椒亚格泰 100 吨在产，拟新建 100 吨	电子级较高	250	国内产能：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	湖州迅鼎 240 吨/年；全椒亚格泰 10 吨/年（已完成环评），拟建 10 吨/年；中宁硅业(多氟多)规划 100 吨/年；金宏气体在建 50 吨/年六氟乙硅烷（预计 2023 年投产）	高	18000	外购技术	半导体加工：PECVD/LPCVD 成膜工艺
电子级四氯化硅	三孚股份 500t/a 在建，沁阳国顺现有 100t/a，1000t/a 在建，和远 500 吨/年在建，中宁硅业(多氟多)规划 300 吨/年	电子级产品难度较高	--	电子级（6-9N）基本依赖进口	电子级主要用于逻辑芯片和存储芯片等半导体薄膜沉积与蚀刻工艺
电子级二氯二氢硅	三孚股份现有 500t/a；在建:三孚 350t/a, 和远 300t/a, 金宏气体 200t/a, 洛阳中硅 500t/a; 沁阳国顺有 50t/a, 在建 500t/a	较高	进口价格约 300-400; 国产(金宏预计)约 440	国内难量产，高进口依存度	生产 12 寸硅外延片-CVD 沉积成膜（2016-2021 年国内外延片市场规模年复合增速约 7.5%）
电子级三氯氢硅	三孚股份现有 1000 吨/年，沁阳国顺 380t(2000t 在建)，在建:和远 1000t，联泓 2000t	较高	国产价格约 70 进口价约 150-200	国内难量产，高进口依存度	生产 6-8 寸硅外延片-CVD 沉积成膜

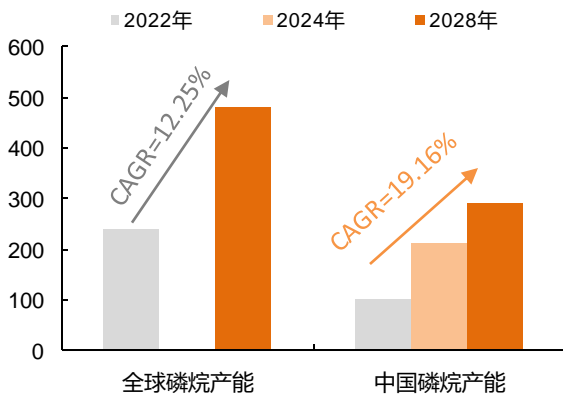
资料来源：各公司公告，平安证券研究所，注：PECVD-等离子增强化学气相淀积，LPCVD-低压化学气相沉积

1.3.3 磷烷和砷烷：海外出口限制，国内企业待放量

砷烷、磷烷主要用于集成电路制造的掺杂工艺和 LED 的化学气相沉积工艺，是半导体领域加工制造过程中的关键材料之一，其质量对电子器件良率和性能有直接影响，且国外对该类产品进行严格的出口限制，因此提升国内磷烷和砷烷的自主研发生产能力具必要性。

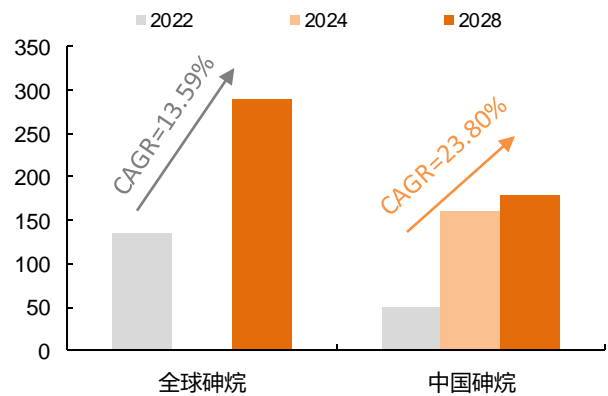
根据 QY Research 数据，2022 年全球磷烷、砷烷产能分别约为 240 吨、135 吨，预计到 2028 年将分别达到 480 吨、290 吨，2022-2028 年复合增长率分别为 12.25%、13.59%，保持稳健增长。**国内磷烷和砷烷的产能增速更快。**2022 年国内高纯磷烷产能实现 102 吨，占全球比例为 42.51%；2024 年将达 212 吨，占全球比例为 55.79%；至 2028 年预计将达到 292 吨，占全球比例上升至 60.83%，2022-2028 年复合增长率达 19.16%，增速高于全球水平。2022 年国内高纯砷烷产能达约 50 吨，占全球比例为 37.03%；2024 年将达 160 吨，占全球比例为 60.38%；至 2028 年预计将达到 180 吨，占全球比例再升至 62.07%，2022-2028 年复合增速达 23.80%，亦高于全球水平。

图表 20 全球和我国磷烷产能规模（吨）



资料来源：QYResearch，南大光电公司公告，平安证券研究所

图表 21 全球和我国砷烷产能规模（吨）

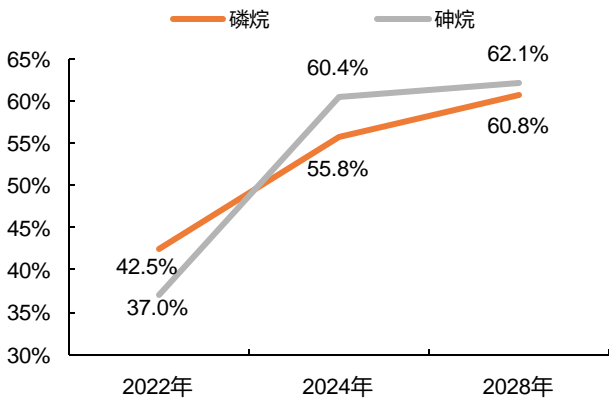


资料来源：QYResearch，南大光电公司公告，平安证券研究所

国内市场销售规模也呈快速增长趋势。根据 QY Research 数据，国内磷烷 2021 年市场规模约为 10802 万元，预计到 2028 年将达 33000 万元，全球占比将达到 46.02%；国内砷烷 2021 年市场规模为 8412 万元，预计 2028 年将达到 15880 万元，全球占比将达到 38.93%，中国将成为磷烷、砷烷的主要销售地区。

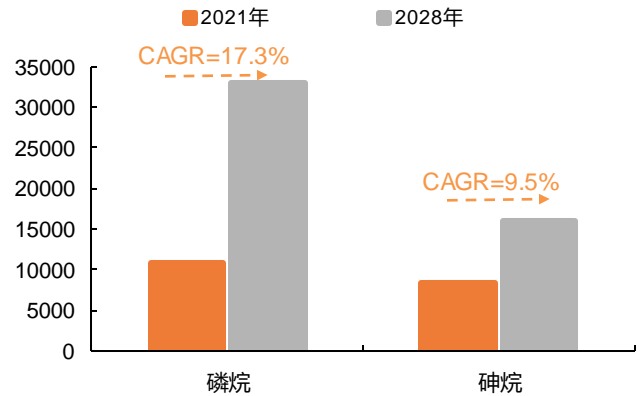
磷烷、砷烷易燃易爆剧毒，国内生产企业较少，目前主要生产企业是南大光电，其子公司全椒南大光电于 2013 年成立，现已具备 70 吨高纯磷烷、30 吨高纯砷烷产能；2022 年募投项目将新增高纯磷烷、高纯砷烷各 70 吨/年产能（含 20 吨/年砷烷技改项目）。此外，华特气体有 10 吨磷烷和 10 吨砷烷年产能，但磷烷为外购其他企业副产磷烷后纯化所得，砷烷为采购充装性质，其本身并不合成磷烷、砷烷。未来随着南大光电等国内企业新增产能的不断释放，我国磷烷、砷烷国产替代进程有望再推进。

图表22 我国磷烷和砷烷产能在全球的占比变化趋势



资料来源: QYResearch, 南大光电公司公告, 平安证券研究所

图表23 我国磷烷和砷烷市场规模(万元)

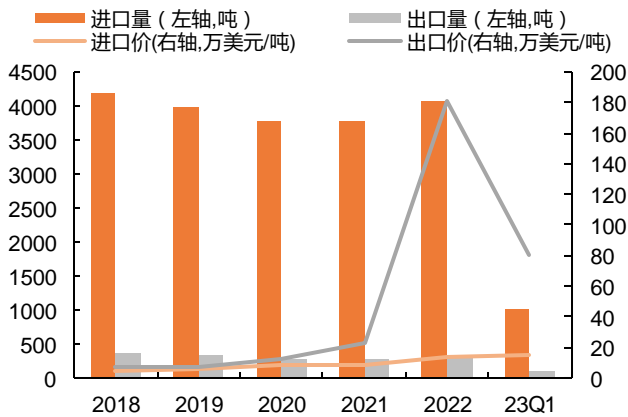


资料来源: QYResearch, 南大光电公司公告, 平安证券研究所

1.3.4 光刻气: 高对外依存度, 进口替代空间广阔

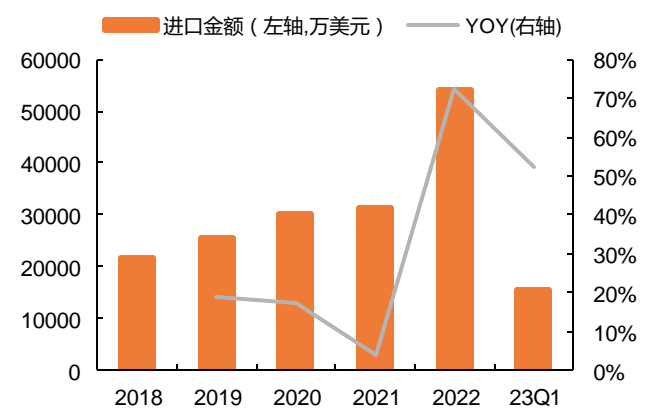
稀有气体(氦、氖、氩、氪、氙)除了氩气在空气中的体积含量达约0.93%,其他4种之和在空气中的占比不足0.003%,氙和氪被称为“黄金气体”。国内稀有气体市场广阔,但严重依赖进口,据百川统计,2014-2022年我国稀有气体进口数量从2895吨增至4073吨,年均复合增速为4.36%,除2022年外,进口量自2018年以来整体已呈逐年下行态势,其中占据绝大部分稀有气体进口量的氦气在2021年半导体行业需求高增的情况下,进口量(3682.68吨)仍同比下降了0.67%,侧面反映出国内提氦项目已逐步进入投产期,国产替代进程加快。进口金额方面,2014-2022年我国稀有气体进口额从1.65亿美元增长至5.42亿美元,年均复合增速达16.03%;进口国家方面,主要进口自卡塔尔,占比超80%。

图表24 我国稀有气体进出口量和进出口价格情况



资料来源: 百川盈孚, 平安证券研究所

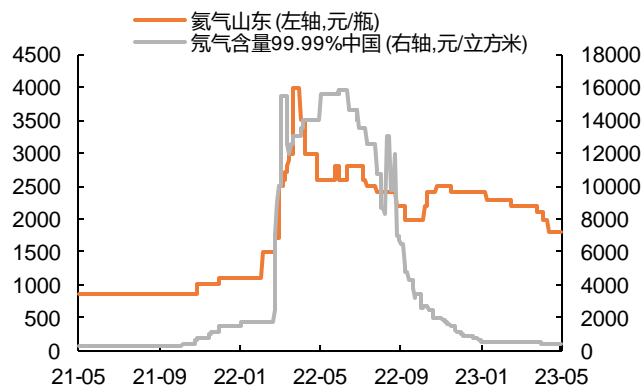
图表25 2022年我国稀有气体进口金额同比高增



资料来源: 百川盈孚, 平安证券研究所

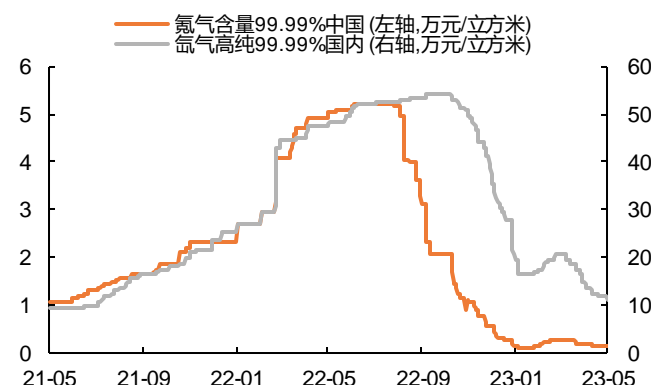
乌克兰占全球氖气产量的50%-70%,全球氪气和氙气产量的40%和30%,2021年下半年-2022年上半年俄乌战争导致Ingas、Cryoion和Iceblick三家稀有气体业务生产地布局在乌克兰的公司被迫停产,全球稀有气体货源紧张,叠加半导体、光伏等产业需求增加,推动稀有气体价格在此期间高涨;2022年下半年需求弱势影响下,稀有气体价格已回落至较低的水平;2023年2月,Ingas公司负责人称,在乌克兰控制区的备用工厂生产恢复取得新进展。

图表26 国内稀有气体氦气和氖气价格走势



资料来源：百川盈孚，平安证券研究所

图表27 国内稀有气体氩气和氙气价格走势



资料来源：百川盈孚，平安证券研究所

海外生产稀有气体的企业有林德集团、太阳日酸、韩国 TEMC 和生产地位于乌克兰的 Cryoin、Ingas 和 Iceblick 等公司。国内为逐步摆脱稀有气体资源匮乏，长期严重依赖进口的局面，企业正加速布局氦/氖/氩/氙等气体的产能规划，目前国内生产稀有气体的企业主要有凯美特气（现有产能 22.465 万方/年，计划 23Q2 新增 9 万方空分稀有气体产能），华特气体（新建 135 吨/年稀有气体，建设期 2 年），盈德气体（拟分期建设两套亚太区单体最大的氦氖精制装置）等，宝武清能（拟规模化布局稀有气体产能，22 年内增长约 46%的氙气产能）。

其中，华特气体的光刻气（稀有气体和氟气等的混合气，Ar/Ne/Xe、Kr/Ne、F2/Kr/Ne、F2/Ar/Ne 等）通过了 ASML 和日本 GIGAPHOTON 的认证，是国内唯一一家通过两大海外光刻领域龙头企业认证的公司；凯美特气的光刻气产品在 2023 年 2 月也通过了 ASML 子公司 Cymer 的合格供应商认证，踏出了其打入头部光刻企业供应链的关键一步。

图表28 全球主要厂家六氟丁二烯产能(吨)

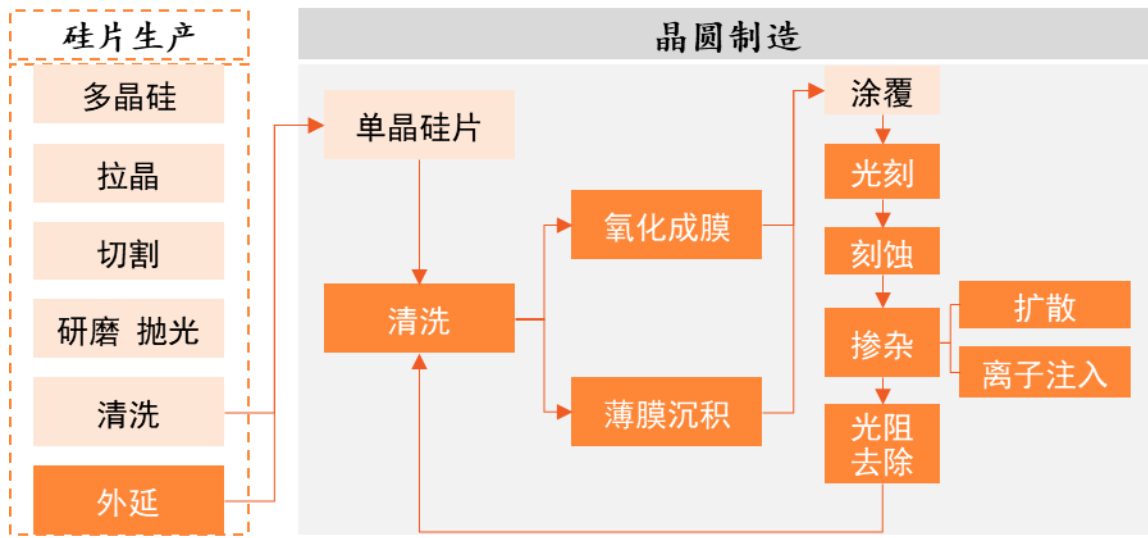
地区	公司名称	电子级产品主要生产企业	建设进度
国内	凯美特气	现有5N氦气11750m ³ /年、5N5氙气900m ³ /年、5N氖气6.8万m ³ /年、6N氩气14.4万Nm ³ /年；巴陵石化9万方空分稀有气体提取项目按计划进行，配套年产能2300吨氦气、300吨氙气、37000方氖气、13000方氩气	23Q1 调试，23Q2 投产
	华特气体	2022年募资建设年产1764吨半导体材料项目，规划生产高纯氦气、氖气、氙气、氩气相关稀有气体共135吨（以外购粗品纯化方式）	建设期2年
	杭氧股份	衢州杭氧特气子公司2000Nm ³ /a氙气、20000Nm ³ /a氖气精炼提取项目	2022年下半年完工
	盈德气体	2022年2月宣布“领氦”计划，将分期建设两套氦氖精制装置，首套建成后或将成为亚太区单体最大的氦氖装置	--
	宝武清能	2022年5月公司通过稀有气体行动计划，将发展规模化稀有气体产能，年内增长约46%(氙气)	--
海外	林德集团	林德(惠州)氦氖项目对现有项目的液氧、外购的粗氦氖液氧和精制氦氖进行提取，年产量为氦气48005Nm ³ 、氙气4204.8Nm ³ 、氧气315.36万Nm ³	2022年5月获批
	太阳日酸	宣布增产半导体制造所需的稀有气体氦气和氖气，将在JFE Sanso Center福山工厂内导入制造设备，新增氦年产能2600m ³ 、氖年产能210m ³	预定2024年4月生产

资料来源：公司公告，平安证券研究所

1.4 主要作用：贯穿晶圆制造全环节

电子特气作为芯片加工的“血液”，基本贯穿晶圆制造全流程，具体包括生产外延片、清洗、沉积和氧化成膜、光刻、刻蚀、掺杂（离子注入/扩散）等环节，各环节特气纯度均会对最终出厂晶圆的精度和性能造成影响，因此半导体领域对特气纯度和精度要求较高（工艺尺寸缩小、堆叠层数增加，部分环节需要多次重复，对特气的需求也就越大）；同时电子特气也可作用于光伏电池和LCD液晶面板生产中的刻蚀、扩散环节，作为原料在光伏电池表面生成“减少反射膜”，或作为保护气和设备清洗气。下文将主要围绕晶圆生产过程，详细介绍电子特气在晶圆加工各环节中的作用原理。

图表29 电子特气在晶圆制造过程中的作用（主要作用于橙红框环节）



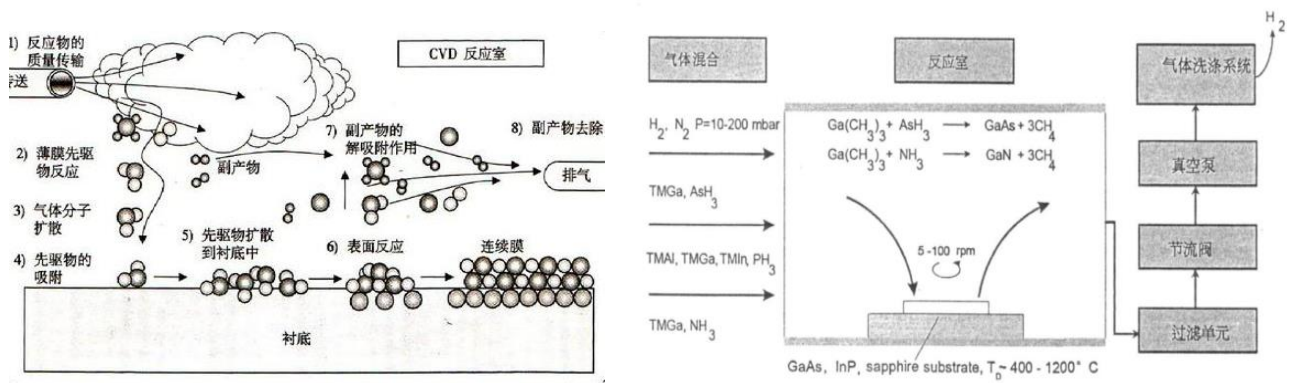
资料来源：中船特气招股书，平安证券研究所

1.4.1 CVD 外延沉积环节（硅烷气为主）

外延沉积位于硅片初生产环节，指在衬底硅片上镀上一层单晶薄膜（外延硅膜、氧化硅膜、氮化硅膜、非晶硅膜）作为缓冲层阻止有害杂质进入晶圆衬底。常用的方法有化学气相沉积法（CVD）和物理气相沉积法（PVD），化学气相沉积法需用到大量电子气体，是指气体混合物（也称外延气，组分特气甲硅烷、乙硅烷、氯硅烷、二氯二氢硅、5N以上高纯氯化氢、锗烷和稀释气氮/氩/氦/氙的混合气）和MO源（高纯金属有机化合物）发生化学反应，生成固态膜沉积在硅片表面，含硅薄膜制备具有生长速率快、结晶质量好等特点。CVD具体流程通常包括气体传输至沉积区域、膜先驱物的形成、膜先驱物附着在硅片表面、膜先驱物粘附、膜先驱物扩散、表面反应、副产物从表面移除、副产物从反应腔移除等八个主要步骤。化学气相沉积膜中所有的物质都源于外部气源，原子或分子会沉积在硅片表面形成薄膜。

注：外延片的作用是在电阻极低的衬底上生长一层高电阻率外延层，器件制作在外延层上，这样高电阻率的外延层保证了晶体管间有高的击穿电压，而低电阻的衬底又降低了基片的电阻，从而降低了饱和压降，在两者间形成了平衡。

图表30 电子特气作为外延气在硅片表面形成单晶薄膜的过程



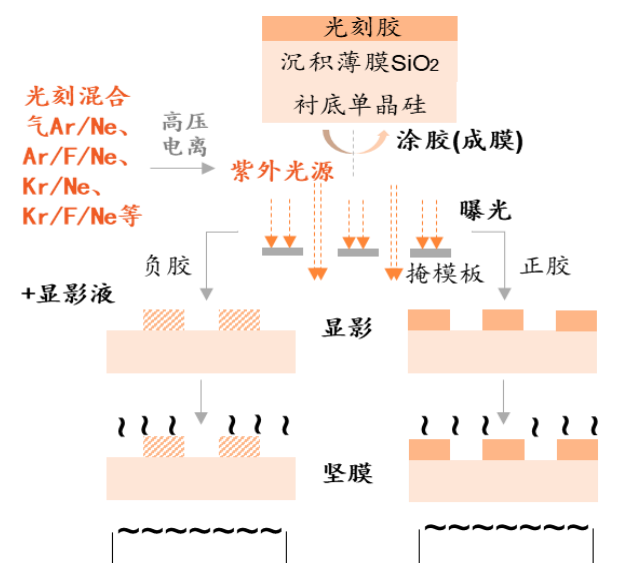
资料来源：CNKI，平安证券研究所，注：沉积多晶硅薄膜，通常需要用硅烷（SiH4）进行高温反应；沉积Si3N4薄膜，会用到氯化硅和氨气等

1.4.2 光刻环节 (Ar/Kr/Ne/F 混合光刻气)

光刻：包括涂敷光刻胶、前烘、曝光、显影、坚膜等工序，即在硅片表面覆盖一层具有高度光敏感性光刻胶，再用光线（一般是紫外光、深紫外光、极紫外光）透过掩模照射在硅片表面，被光线照射到的光刻胶会发生反应形成交联结构，此后用特定溶剂洗去被照射（正性光刻，曝光部分的光刻胶易溶于显影液，形成图形与掩模版上相同，小尺寸高端芯片多使用该方式）/未被照射的光刻胶，进而实现设计好的电路图从掩模板到晶圆表面的转移。

光刻过程中一般用到的电子特气为光刻混合气（Ar/F/Ne、Kr/Ne、Ar/Ne、Kr/F/Ne 混合气等），这种混合气体在高压受激发后，就会形成等离子体（部分电子被剥夺后的原子及原子团被电离后产生的正负离子组成的电中性离子化气体状物质），在这个过程中，由于电子跃迁，会产生固定波长的光线，激发出来的紫外光线经过聚合、滤波等过程就会产生光刻机的光源，再经过复杂的光路对硅晶圆进行光刻。

图表31 半导体晶圆光刻过程



资料来源：《半导体芯片制造技术》，平安证券研究所

图表32 不同光刻气下的紫外光源波长

光源类型	光源类型	波长
EUV	准分子激光照射在锡等靶材上	13.5nm
	ArF+浸入技术（主流）	193nm（除纯净水折射率 1.44，等效 134nm）
DUV	F2	157nm
	ArF	193nm
	KrF	248nm
汞灯光源	i-line	365nm
	h-line	405nm
	g-line	436nm

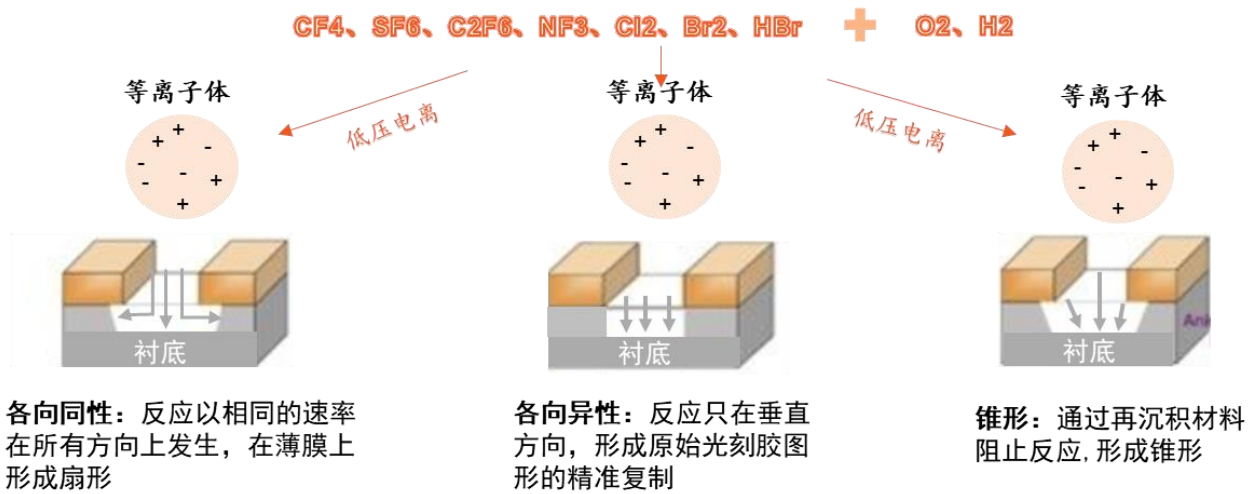
资料来源：CNKI，平安证券研究所，注：波长越小，分辨率越高

1.4.3 刻蚀环节 (氟基电子特气)

刻蚀是指采用物理或化学方法，从衬底上的晶体薄膜有选择地去除材料，从而使掩膜图形正确复制在硅片薄膜上。常见的刻蚀方法分为干法化学刻蚀和湿法化学刻蚀，湿法刻蚀是利用液态化学试剂或溶液通过化学反应进行刻蚀；干法化学刻蚀是利用低压放电使导入气体产生等离子体中的离子或游离基，进而与材料发生化学反应，产生带电离子、分子、电子及化学活性很强的原子（分子）团，当产生的原子（分子）团扩散到被刻蚀膜层的表面时，会与硅片上的单晶薄膜反应生成具有挥发性的物质，并被真空设备抽离排出。干法刻蚀的优点是各向异性（即垂直方向刻蚀速率远大于横向速率）明显、特征尺寸控制良好、化学品使用和处理费用低、蚀刻速率高、均匀性好、良率高等，常用的干法刻蚀是等离子体刻蚀。

硅片刻蚀气体主要为氟基气体。常见的氟基气体包括 CF4、SF6、C2F6、NF3，以及氯基（Cl2）气体和溴基（Br2、HBr）气体等。在刻蚀工艺中，O2 和 H2 会被适当地加入，并参与辅助反应，从而达到调节离子浓度，影响刻蚀速率的目的。

图表33 电子特气作用于半导体刻蚀工艺



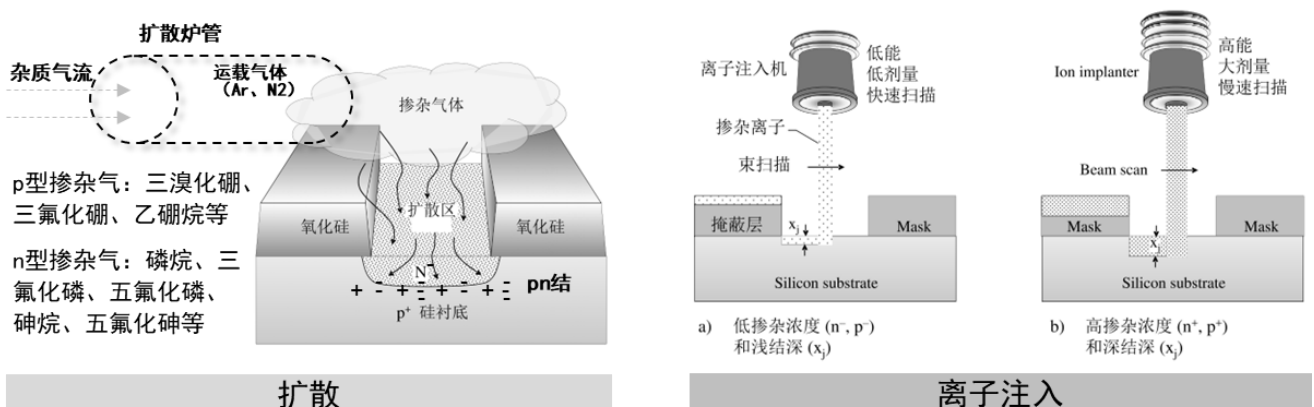
资料来源: CNKI, 平安证券研究所

1.4.4 掺杂环节 (含砷、硼、磷元素的特气)

掺杂是指将需要的杂质掺入特定的衬底基片中, 形成 pn 结、电阻、欧姆接触等, 从而改变半导体电学性质的过程。掺杂工艺主要有扩散和离子注入 (杂质掺入量可精准控制、重复性好、加工温度低, 已成为主流技术), 扩散是在 900-1200°C 的高温 and 不同浓度梯度的 p 型 (硼) 或 n 型 (砷、磷) 杂质气氛下, 使掺杂源向衬底的不确定性区域扩散, III (硼类)、V (砷类、磷类) 族元素占据硅原子位置形成 pn 结的过程; 离子注入是直接具有很高能量的杂质离子射入半导体衬底中, 注入能量一般在 1KeV-1MeV, 对应的平均离子分布深度在 10nm-10um 间。

p 型半导体是在硅(锗)单晶中掺入少量三价元素硼(或铝、镓、铟、铊等), 常用的三价掺杂气体有三溴化硼、三氟化硼、乙硼烷等; n 型半导体是在硅(锗)单晶中掺入少量五价元素磷(或砷、锑等), 常用的五价掺杂气体有磷烷、三氯氧磷、三氯化磷、五氟化磷、砷烷、五氟化砷、五氯化锑等。

图表34 电子特气作用于半导体掺杂环节

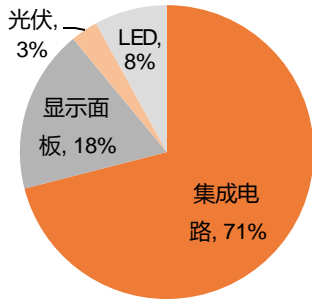


资料来源: 《芯片半导体制工艺技术-掺杂》, 平安证券研究所

二、需求驱动力：半导体和面板周期拐点将至，ChatGPT 开启新增势

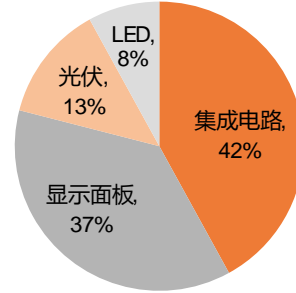
从电子特气的应用结构来看，全球电子特气 70%以上应用于集成电路领域，我国电子特气 42%用于集成电路、37%用于显示面板、13%用于光伏电池，应用结构上的差异一方面是超大规模集成电路对电子特气的质量要求高，而目前国内企业特气产品在纯度和性能上与海外成熟气体生产商尚有差距；另一方面国内集成电路发展进程较海外相对滞后，半导体材料尚处于高成长周期中，因此国内仍有较大比例特气产品用于对纯度要求相对低的显示面板和光伏电池领域，未来随着国内企业电子特气产品在生产技术、纯度、品质等方面的持续突破，其在集成电路领域的应用规模和渗透率有望再提升。

图表35 全球电子特气下游应用结构



资料来源：前瞻产业研究院，平安证券研究所

图表36 中国电子特气下游应用结构



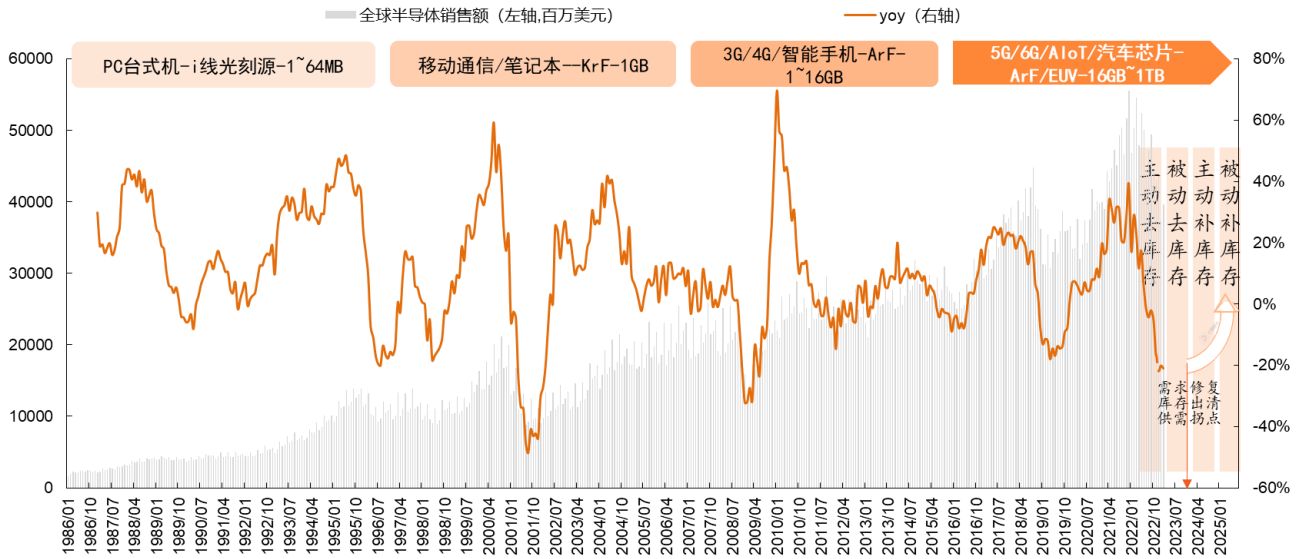
资料来源：前瞻产业研究院，平安证券研究所

2.1 新一轮半导体周期开启，特气国产替代有望再推进

半导体周期拐点将至，新一轮上行周期开启。半导体产业长周期（也称为产品创新周期）即半导体产品从研发到规模化应用的跨期，代表了新技术的全面迭代，以全球半导体销售额增速来看，每 8-10 年呈现一个 M 型波段，当前处于 5G/6G 技术、AIoT/AIGC 应用时代，海外头部企业已实现 EUV 型光刻胶量产，国内部分企业实现了 ArF 光刻胶的量产，芯片技术向超越摩尔定律发展，全球 12 英寸晶圆、7nm 芯片渗透率逐步提升。

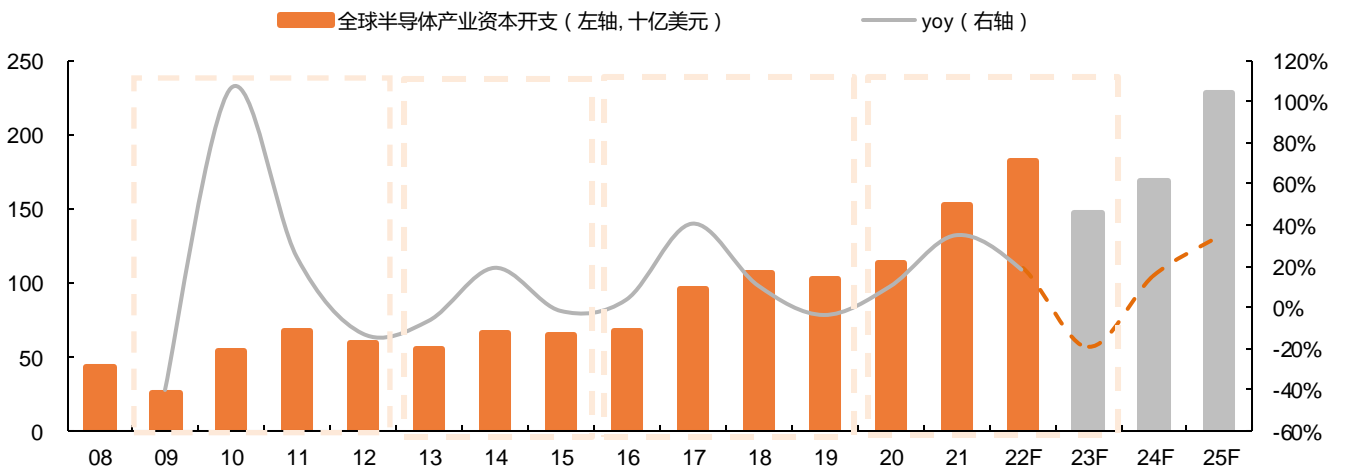
半导体中周期（设备投资周期或称产能周期、朱格拉周期），以全球半导体产业资本开支的增速来看，每 3-5 年呈现一个山峰型波段，根据波段的划分，预期 24 年将开启新一轮产能周期。半导体短周期与库存情况和供需结构挂钩，一般在 2-3 年，分为主动补库、被动补库、主动去库、被动去库四个阶段，2021 年半导体行业供需错配带来缺芯涨价潮，厂家纷纷加大芯片产能规模，导致 2022 年下半年芯片供过于求，23Q1 半导体库存高位，现阶段行业整体仍处于去库中（23H2 主动去库为主），预期 2023 年下半年需求渐修复、库存逐步去化（24H1 被动去库至库存出清），行业有望迎来供需结构改善、价格上行、业绩增加的拐点，预期 2024 年有望开启新一轮半导体库存周期。

图表37 全球半导体行业销售额变动周期



资料来源: iFind, 平安证券研究所

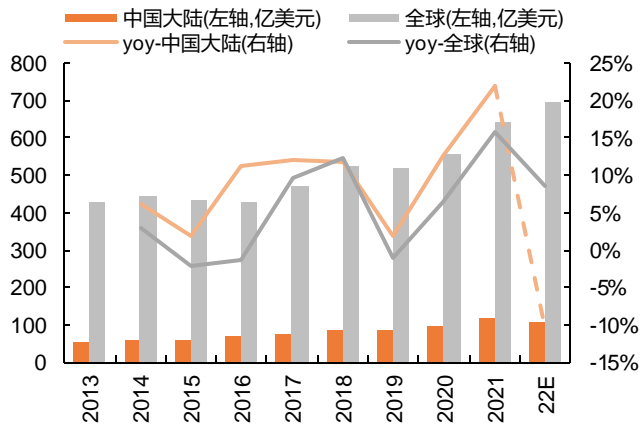
图表38 全球半导体行业资本开支波动周期



资料来源: IC Insights, 平安证券研究所

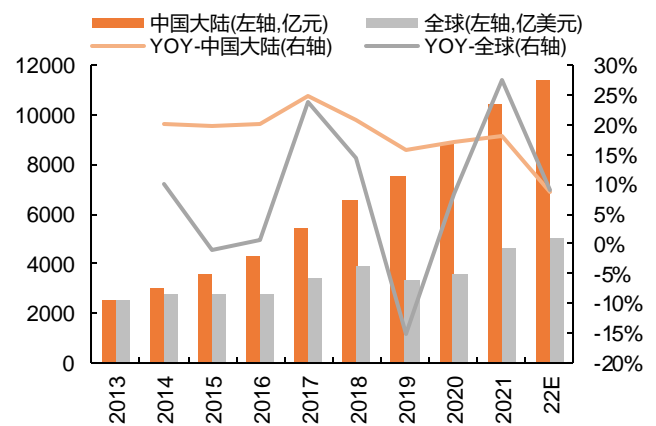
半导体材料市场规模呈现周期性波动增长的态势，2018-2021 年全球和我国大陆半导体材料市场年复合增速分别在 6.8%和 11.9%，其中，集成电路领域占据了 80%以上的半导体材料市场，除 2022 年受疫情和 21 年厂家大幅扩产影响需求低迷、芯片库存高企，其余年份我国集成电路销售额增速均超 15%，整体较全球增速更高。

图表39 全球和中国大陆半导体材料市场规模



资料来源: SEMI, 平安证券研究所

图表40 全球和中国大陆集成电路产业销售额

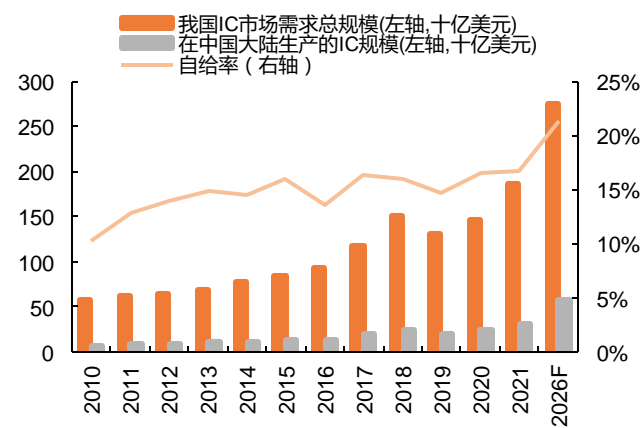


资料来源: iFind, 平安证券研究所

我国芯片仍以进口为主, 国产替代空间大。根据 IC Insights 数据, 2021 年我国芯片市场需求总规模约为 1870 亿美元, 其中在我国大陆生产的 IC 规模约为 312 亿美元, 占比约 16.7%, 其余 83.3% 的需求依赖于进口。进一步来看, 在中国大陆制造的价值 312 亿美元的芯片中, 台积电、SK 海力士、三星、英特尔、联电和其他在中国大陆拥有晶圆厂的海外企业生产了价值 189 亿美元的芯片, 占比约 60.6%, 总部位于中国大陆的国内公司生产了价值约 123 亿美元的芯片, 占比约 39.4%, 在中国大陆 1865 亿美元的芯片消费市场当中占比 6.6%, 这意味着我国 IC 实际的自给率仅为 6.6% 左右, IC 国产替代之路任重而道远, 国内企业的国产替代空间广阔。

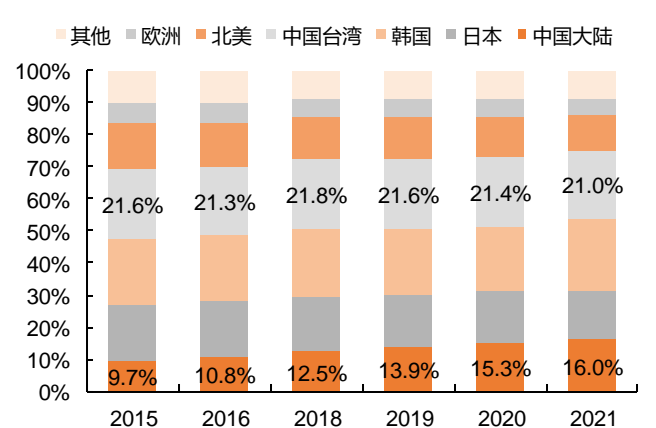
全球晶圆产能正逐步向我国转移, 2015-2021 年, 中国大陆生产的晶圆产能在全球的占比从 9.7% 逐步升至 16%, 据 SEMI 预计, 到 2024 年将进一步提高到 20% 左右。同时, **我国新建晶圆厂的增加将带动国内晶圆产能上行, 国产晶圆制造材料需求空间有望进一步打开。**据 SEMI 在 22 年初统计的数据, 彼时中国大陆共有 23 座 12 英寸晶圆厂正在投产, 总计月产能约为 104.2 万片, 与总规划月产能 156.5 万片相比, 产能装载率为 66.58%, 仍有扩产空间; SEMI 预计中国大陆 2022 年-2026 年还将新增 25 座 12 英寸晶圆厂, 总规划月产能将超过 160 万片; 预计到 2026 年底, 中国大陆 12 英寸晶圆厂的总月产能将超过 276.3 万片, 相比 22 年初提高 165.1%; 在全球的比重也将自 2022 年的 22%, 提升至 2026 年的 25%。

图表41 我国 IC 自给率逐年提升



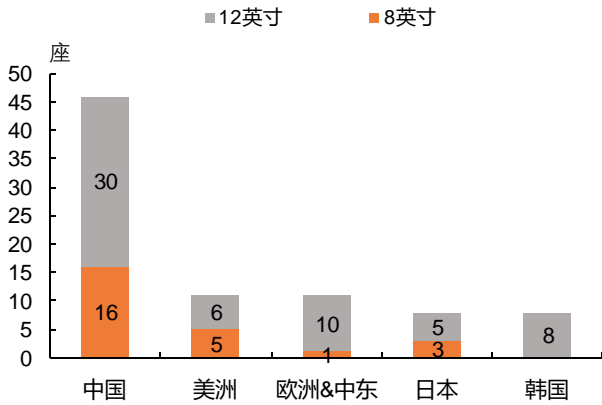
资料来源: IC Insights, 平安证券研究所

图表42 2015-2021 年全球晶圆产能分布



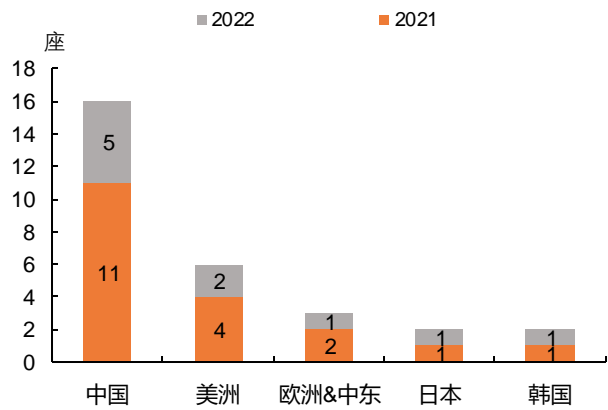
资料来源: SEMI, 平安证券研究所

图表43 2020-24年全球各地新增8/12英寸晶圆厂数量



资料来源: SEMI, 平安证券研究所

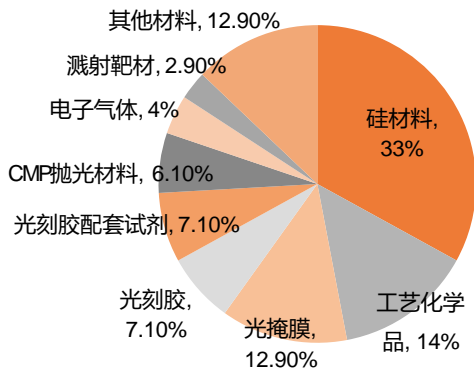
图表44 近两年我国新建晶圆厂数量高增



资料来源: SEMI, 平安证券研究所

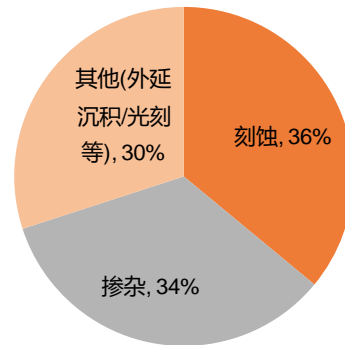
电子特气作为半导体加工中的重要原料,在晶圆制造材料细分市场中的规模占比约为4%,主要作用在刻蚀、掺杂、外延沉积等环节。集成电路制造涉及上千道工序,基底晶圆加工中需使用上百种电子特种气体,未来随着国内高精度芯片处理器技术迭代和市场发展,AI应用场景的不断落地,国内集成电路产业发展将成为带动电子特气需求上行的主要驱动力,同时随着国内头部特气生产企业技术突破、纯度提高、产品矩阵不断完善,电子特气的国产替代空间也有望进一步打开。

图表45 2021年全球细分晶圆制造材料规模占比



资料来源: SEMI, 平安证券研究所

图表46 2021年电子特气在半导体各环节应用占比



资料来源: SEMI, 平安证券研究所

电子特气在芯片加工中的需求测算:根据论文《Life cycle assessment of silicon wafer processing for microelectronic chips and solar cells》,测算得到每平方米 DRAM 存储电路和逻辑电路晶圆加工所需要的大宗特气约为 1070.6 千克和 3332.8 千克,所需电子特气约为 913.4 克和 2842.0 克。逻辑芯片和存储芯片在集成电路中的合计规模占比超 6 成,未来随着 5G 和车载电子的高速发展,晶圆制造工厂产能扩张、集成电路制程技术节点微缩、3D NAND 多层技术的发展,芯片的工艺尺寸缩小、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,电子特气用量还将不断提升。

图表47 每 m² 存储和逻辑电路气体用量测算

大宗气体	每 m ² 存储晶圆气体用量(克)	每 m ² 逻辑晶圆气体用量(克)	电子气体	每 m ² 存储晶圆气体用量(克)	每 m ² 逻辑晶圆气体用量(克)
超高纯氮气	7220	22400	一氟甲烷	1.08	3.35
高纯氮气	1060000	3300000	二氟甲烷	6.17	19.2
普通氮气	656000	2040000	三氟甲烷	2.22	6.90
超高纯氧气	1960	6080	三氟化氮	51.7	161

普通氧气	71400	222000	三氯化硼	7.74	24.0
超高纯氩气	1200	3720	四氟化碳	86.3	268
普通氩气	13300	41400	六氟乙烷	193	601
超高纯氢气	130	405	六氟化钨	111	345
普通氢气	638	1980	六氟化硫	233	725
超高纯氮气	72.6	226	八氟环丁烷	18.5	57.4
氦气	0.178	0.553	八氟环戊烯	16.9	52.7
笑气(N ₂ O)	118	365	甲硅烷	23.5	72.9
氨气	16.3	50.6	二氯甲硅烷	17.0	52.9
氯气	13.2	41.1	乙硅烷	0.161	0.50
一氧化碳	1.19	3.68	四乙氧基硅烷	48.8	152
溴化氢	16.6	51.7	三甲基乙烯硅烷	17.1	53.3
氯化氢	69.6	216	四氯化硅	0.278	0.865
氟化氢	98.9	307	四氯化硅	0.533	1.66
1%F ₂ -Kr	0.393	1.22	六甲基二硅氮烷	73.2	228
氮-氟混合气	0.196	0.608	乙硼烷	1.09	3.40
大宗普通气合计 (kg)	741.7	2306.4	砷化氢	1.30	4.03
			(AsH ₃ 0.7% in H ₂)	(0.0304)	(0.0945)
			磷化氢	1.14	3.53
大宗特气合计(kg)	1070.6	3332.8	(PH ₃ 1% in H ₂)	(0.0235)	(0.0731)
			(PH ₃ 30% in SiH ₄)	(1.67)	(5.19)
大宗气合计(kg)	1812.3	5639.2	电子气体合计 (g)	913.4	2842.0

资料来源:《Life cycle assessment of silicon wafer processing for microelectronic chips and solar cells》, 平安证券研究所

国内半导体市场空间广阔, 国产芯片产能持续扩张; 特气贯穿晶圆加工全流程, 需求将不断增加。通过我们的梳理, 国内企业扩建的逻辑和存储芯片项目中, 按计划在 2022H2-2025 年间投产放量的项目超 20 个, 预计到 2025 年新增产能合计将达 374.1 万片/月, 结合表 47 给出的单平米逻辑和存储电路的晶圆加工过程中所需的特气用量, 测算出国内企业扩产逻辑芯片共需大宗特气约 68.88 万吨、电子特气 587.36 吨; 扩产存储芯片需大宗特气 5.62 万吨、电子特气 47.99 吨。

图表 48 国内外主要企业在中国地区的逻辑和存储芯片新建产能情况

公司名称	投产地区	芯片尺寸	扩产产能 万片/月	投产时间/备注具体情况
国内主要企业逻辑和存储芯片新建产能				
中芯国际	天津	12 英寸	10	2023-2025
	北京	12 英寸	10	2023-2025
	深圳	12 英寸	4	2023-2025
	上海	12 英寸	10	2023-2025
	宁波	8 英寸	3	2022-2023, 现已建成
	扩建产能合计 (万片/月)			34(12 寸) 3(8 寸)
士兰微	杭州(士兰集昕)	12 英寸	36	项目 2022.10 启动, 建设期 3 年; 12 英寸目前月产能约 6 万片
	厦门(士兰明镓)	6 英寸(SiC)	14.4	2022 年 7 月子公司士兰明镓开始规划建设, 实施周期 3 年
	扩建产能合计 (万片/月)			50.4
华润微	重庆	12 英寸	3-3.5	2023 年底目标是爬坡至 2 万片
	深圳	12 英寸	48	2024 年年底实现通线投产 (IC 芯片)
华力微电子	上海	12 英寸	4	2021-2023

闻泰科技	上海	12 英寸	3	2021 年 1 月正式开启,2022-2025
华虹半导体	无锡	12 英寸	8.3	2022 年 12 英寸月产能达 6.5 万片, 计划将在 2023 年内陆续释放其月产能至 9.5 万片
晶合集成	合肥	12 英寸	32 (规划总产能)	2022 年晶合集成 12 英寸晶圆单月产能已突破 10 万片。
粤芯半导体	广州	12 英寸	8	一、二期项目均已建成投产, 月产能达 4 万片; 新建三、四期项目力争 2024 年建成投产, 到 2025 年实现月产能共 12 万片
海辰半导体	无锡	8 英寸	11.5	2021-2023 年
积塔半导体	上海	12 英寸	5	该项目 2023 年后投产; 8 英寸 6 万片/月项目已于 2020 年量产
燕东微电子	北京	12 英寸	4	2023 年形成 1 万片/月产能。新建月产能 4 万片项目总投资 75 亿元, 一期 2023 年 4 月试生产, 2024 年 7 月达产; 二期 2024 年 4 月试生产, 2025 年 7 月达产。(建设期: 2023-2025)
长江存储	武汉	3D NAND	20	建设期 2021-2023, 第二座工厂最早于 22 年底建成, 产能将是第一座的两倍, 两大工厂合计产能将达 30 万片/月 (2024E)
	合肥	12 英寸 19nm DRAM	30	2021 年已达 6 万片/月, 2022 年产能达 12 万片/月, 未来的晶圆产能目标是 30 万片/月
合肥长鑫	合肥	12 英寸 17nm DRAM	10	2021 年完成研发
	北京	12 英寸 17nm DRAM	12	建设期 2022-2023
国内合计新建产能 (万片/月)			374.1	
逻辑芯片扩建产能 (万片/月, 合计)			302.1	
		12 英寸	273.2	建设投产期 2022-2025 年 除长江存储和合肥长鑫为存储芯片, 其余企业均为逻辑芯片
		8 英寸	14.5	
		6 英寸	14.4	
存储芯片扩建产能 (万片/月, 12 英寸)			72.0	

特气空间测算: 12 英寸晶圆面积=0.073m² (8 英寸为 0.0324m², 6 英寸为 0.0182m²), 扩建的逻辑芯片合计达 20.667 万 m², 存储芯片达 5.254 万 m²; 结合表 47, 测算得国内企业扩产逻辑芯片需大宗特气约 68.88 万吨、电子特气 587.36 吨; 扩产存储芯片需大宗特气 5.624 万吨、电子特气 47.99 吨。

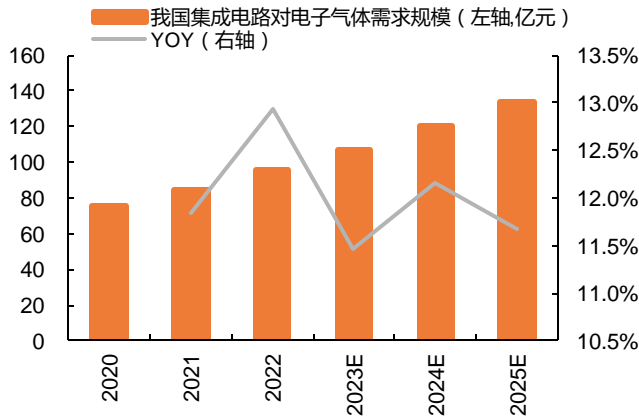
境外企业在中国地区 (含中国台湾) 的芯片新建产能				
台积电	南京	12 英寸	2	2022-2024, 28nm 及以上制程
	高雄/台南/新竹	--	--	扩增 3/5/7nm 先进工艺制程
	竹科宝山/台南	--	--	新建 2nm 工厂
联电/和舰	苏州	8 英寸	1	2022-2024
力积电	铜锣	12 英寸	10	2023-2026, 初期 1.9 万片产能于 2023 年下半年投产
世界先进	新竹	8 英寸	4	2023-2025
南亚科技	新北	12 英寸 10nm DRAM	4.5	分三个阶段进行扩建, 目标 2025 年开始装机量产
合晶科技	龙潭	12 英寸	5	预计到 2023 年底, 公司 12 英寸硅晶圆月产能可达 5 万片
	郑州	12 英寸	1	12 英寸晶圆原产能约 1 万片/月, 2022H2 扩至 2 万片/月
境外企业在中国地区的芯片新建产能合计			27.5	建设投产期 2022H2-2025
境内外企业在中国地区的芯片新建产能合计			401.6	建设投产期 2022H2-2025

资料来源: 各公司公告, 集微网, 平安证券研究所

集成电路用电子特气市场规模: 根据前瞻产业研究院数据显示, 2020 年我国集成电路用电子气体的市场规模为 76 亿元, 2021 年增长至为 85 亿元, 预计 2025 年市场规模将达 134 亿元, 2021-2025 年复合增长率为 12.05%。根据 ICMTIA 统计数据, 中国集成电路用电子气体中, 电子特种气体市场规模约占 64%。

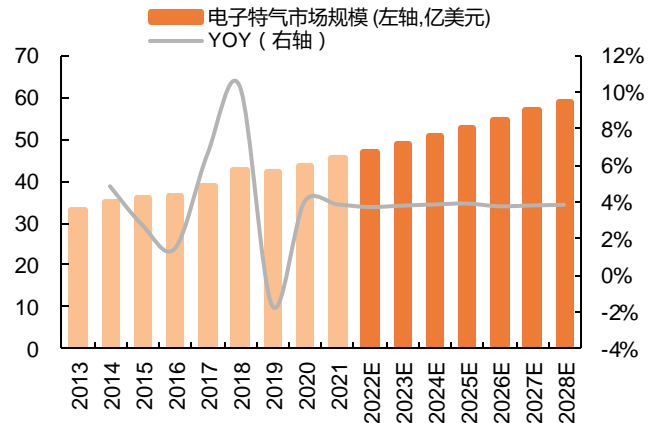
根据国际半导体产业协会数据, 2021 年全球晶圆制造用电子气体市场规模达 45.4 亿美元, 同比增长 3.9%; 根据高禾投资研究中心预测数据, 至 2028 年全球晶圆制造用电子气体市场规模达 59.1 亿美元, 年复合增长率为 3.84%。

图表49 我国集成电路对电子特气的需求规模（亿元）



资料来源：SEMI，前瞻产业研究院，平安证券研究所

图表50 全球晶圆制造用电子特气市场规模（亿美元）



资料来源：SEMI，高禾投资研究中心，平安证券研究所

2.2 ChatGPT 大算力需求，驱动 GPU 芯片新增势

2022年12月，微软投资的AI创业公司OpenAI推出聊天机器人ChatGPT，微软Azure为OpenAI开发的超级计算机是一个单一系统，具有超过28.5万个CPU核心、1万个GPU和400GB/s的GPU服务器网络传输带宽，以此来支撑GPT的大算力需求。ChatGPT发布后，国内的百度“文心一言”、阿里“通义千问”、腾讯“混元”、网易“伏羲”、科大讯飞“星火认知”、商汤日日新等大模型也相继发布。AI模型对算力的需求主要体现在训练和推理两个层面，2021年中国人工智能服务器工作负载中，57.6%的负载用于推理，42.4%用于模型训练；据IDC预计，到2026年AI推理的负载比例将进一步提升至62.2%。通过测算，GPT-3模型训练约需1.87万颗A100 GPU，推理（单月）需4057.65颗A100 GPU芯片。

据外媒semianalysis报道，ChatGPT每天在计算硬件方面的运营成本约69.4万美元，OpenAI需要大约3617台HGXA100服务器（28936个GPU）为ChatGPT提供服务。根据测算，假设GPT模型在10天内完成训练，可支撑单月6.16亿次使用量（每次回复时间1s），则共需约22725颗A100 GPU芯片量，目前GPU芯片持有量超过1万枚的企业不超过5家，其中，拥有1万枚英伟达A100 GPU的企业至多只有1家，高端芯片呈供不应求局面。ChatGPT兴起带动GPU需求增加，未来相关技术广泛应用仍需要大算力支撑，或将驱动芯片产业链开启新增长极。

图表51 ChatGPT 模型训练和使用的 A100 芯片消耗量测算

参数	计算过程	结果
据OpenAI披露，训练一次GPT-3需算力约3640 PFlop/s-day	GPT-3 模型训练所需算力 $=3640 \times 3600 \times 24 \times 10^{15}$	GPT-3 模型（1746 亿参数）的训练所需浮点算力为 3.14×10^{23} (FLOPs)
以英伟达 A100 GPU 为例，其具有每秒 19.5 万亿次（19.5TFLOPs）的浮点运算能力，假设在 10 天内完成训练	模型训练需要的 A100 GPU 数量 $= (3.14 \times 10^{23}) / (19.5 \times 10^{12} \times 10 \times 24 \times 3600)$	需要 18666.67 颗 A100 GPU 来满足模型训练的算力需求
假设一个用户问 ChatGPT 提出 50 字的问题，ChatGPT 给出了 1000 字的回复，回复时间为 1 秒	需要的算力数 = L(用户问题输入长度+模型输出长度) * D(模型维度) * N(模型层数) $\approx 1050 \times 1280 \times 96$	结合参数假设，模型使用过程中消耗的算力为 128,448,000 FLOPs
A100 GPU 算力性能 19.5TFLOPs，假设一个用户提一个问题，回答时间为 1s	一块 A 100 可以支撑的用户数 $= (19.5 \times 10^{12}) / (1.28448 \times 10^8)$	一块英伟达 A100 GPU 可以同时支撑大约 151812 个用户
据 SimilarWeb 数据，2023 年 1 月	使用 GPT-3 模型所需的 A100 GPU 数量	支撑单月 6.16 亿次的访问量所需的 A

ChatGPT 官网总访问量为 6.16 亿次 $=6.16 \times 10^8 / 151812$

100 GPU 数量需 4057.65 颗

综上, 假设 GPT 模型在 10 天内完成训练, 可支撑单月 6.16 亿次使用量 (每次回复时间 1s), 则共需约 22725 颗 A100 GPU 芯片; 假设 12 英寸晶圆可以切出 500 颗左右的芯片, 则需要晶圆 46 片

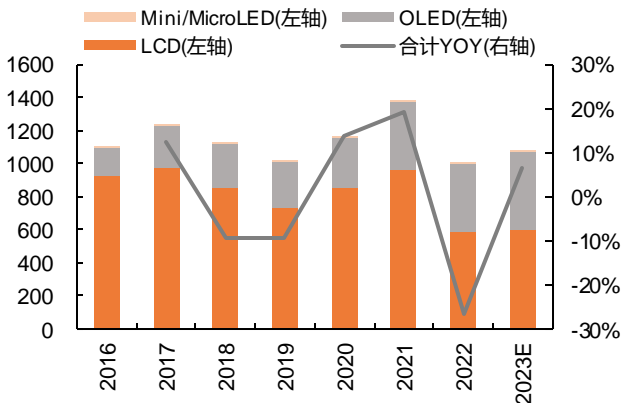
资料来源: 数据猿, OpenAI, 平安证券研究所

2.3 显示面板: 上行周期启动, 需求增长在即

全球显示面板行业在经历了 2020Q1-2021Q2 供需两旺的涨价周期后, 在 2022 年由于全球经济较疲软、疫情冲击、供应过剩等因素的影响, 价格步入下行周期, 相关企业经营业绩遭受了较大的压力, 根据中国光学光电子行业协会液晶分会统计数据, 2022 年全球显示市场产值约为 1998 亿美元, 同比下降超 20%; 其中, 显示器件 (面板) 产值约 1100 亿美元, 同比下降近 27%; 显示材料产值约 766 亿美元, 同比下降近 13%; 显示装备产值约 120 亿美元, 同比下降超 9%。

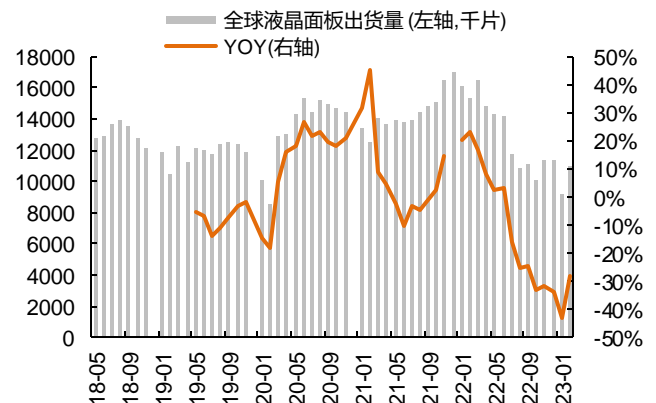
2023 下半年或将是显示面板产业新一轮上行周期的起点。当前, 全球液晶显示器面板价格企稳, 电视面板价格已全线调涨, 新一轮涨价周期开启, 预期 2023 年下半年显示面板市场或将迎来改善。

图表 52 全球显示面板产业产值 (亿美元)



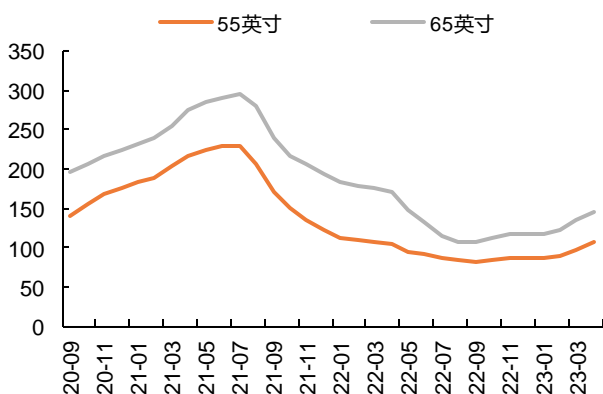
资料来源: DSCC, 平安证券研究所

图表 53 全球液晶面板月度出货量情况



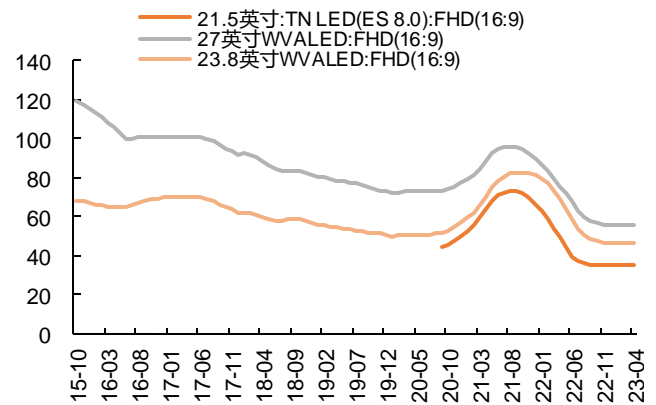
资料来源: iFind, 平安证券研究所

图表 54 55/65 英寸 60Hz 液晶电视面板价格 (美元/片)



资料来源: iFind, 平安证券研究所

图表 55 液晶显示器面板价格走势 (美元/片)

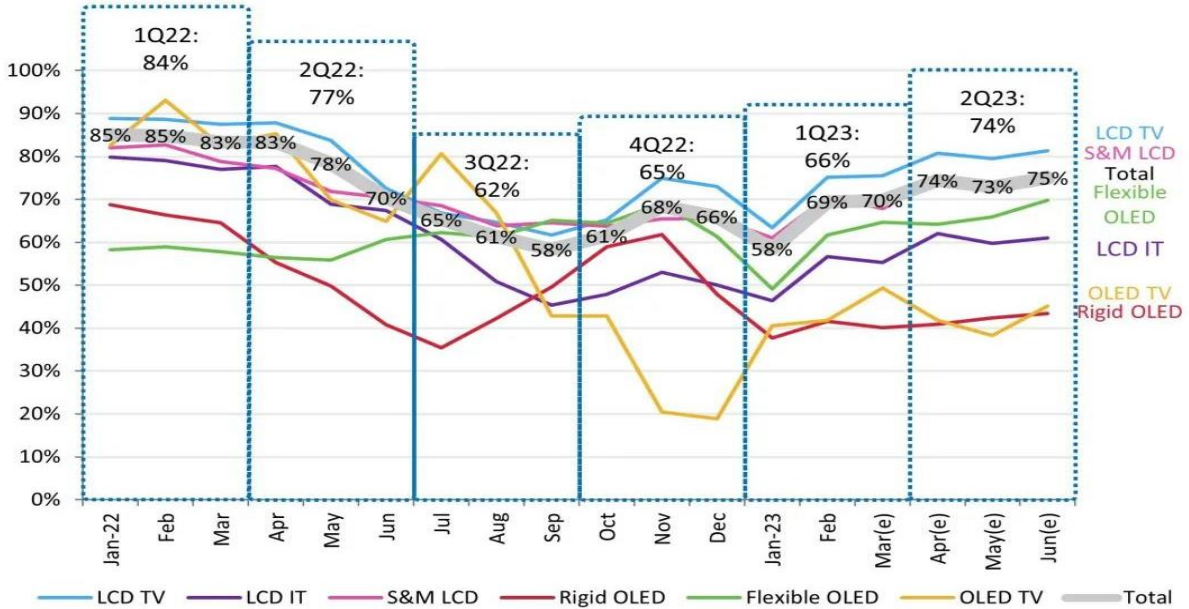


资料来源: iFind, 平安证券研究所

根据 Omdia 针对显示器生产与库存追踪的最新研究表示, 受益于 LCD 电视、手提电脑、显示器面板和智能手机 LCD 面板订单激增, 全球显示面板厂家的总产能利用率正从 2023 年第一季度的 66% 回升至第二季度的 74%, OLED 面板生产商在

提高产能利用率方面仍面临挑战（预计 2023 年上半年 OLED 生产商的平均产能利用率仍不足 60%），下半年面板产业加速回暖，新一轮上行周期开启，或将驱动 OLED 产能利用率也有所回升。

图 56 全球主要显示面板厂家的总产能利用率预期将在 23Q2 回升

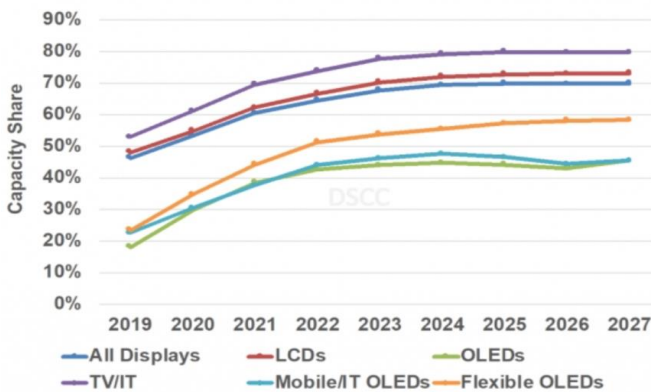


资料来源：Omdia，平安证券研究所

国内市场显示出更为强劲的增长韧劲。2022 年，国内显示行业产值近 5000 亿元，在全球市场的占比超过 38%，投资结构方面也有了明显改善，投资方向从 LCD 向更高技术含量的高性能 OLED、Micro LED 及部分上游材料转移，未来国内面板市场将向更高附加值的产品逐步迭代，同时在全球的占比也将进一步提高。

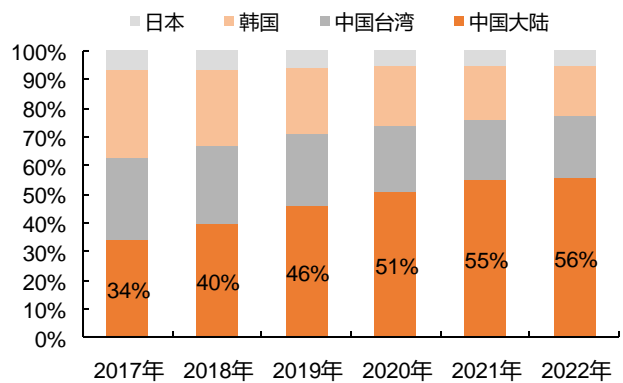
从全球显示面板产能分布来看，有较为明显的向我国转移的趋势。根据 DSCC 数据，近年来国内面板企业快速增加第六代柔性 OLED 产线，我国 OLED 市场份额快速提升，2023 年国内企业在全世界柔性 OLED 产能中的占比有望超过 50%；在中国面板厂商占据主导地位的液晶显示器（LCD）产能中，预计到 2027 年中国企业份额将提高至 70% 以上；显示面板总产能中（包括 OLED 和 LCD），2023 年中国面板企业占据 60% 左右的市场份额，预计从 2024 年起将保持在 70% 左右。

图 57 中国显示技术及市场份额按年分应用变化



资料来源：DSCC，平安证券研究所

图 58 全球显示面板产能逐年向我国转移趋势



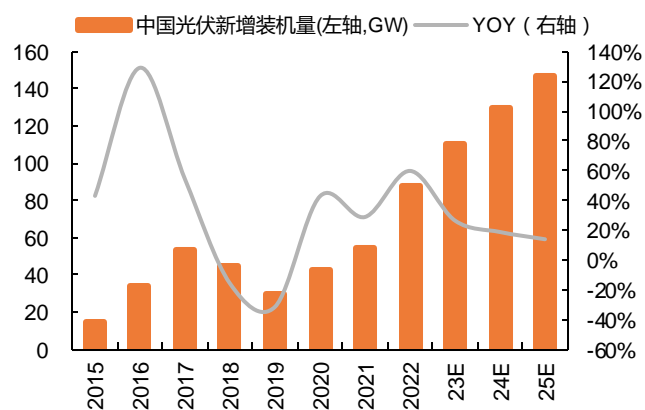
资料来源：中商情报网，群智咨询，平安证券研究所

2.4 光伏电池：市场持续高增，特气需求稳增

据国家能源局统计，2022年我国光伏新增装机量达87.41GW，同比增长59.2%，其中分布式光伏占比持续提升至近70%，是推动光伏装机量快速增加的重要增长极；2022年我国光伏电池产量达343.64GW，同比增长46.8%。随着“十四五”时期加快推进双碳战略的达成，各省积极布局光伏建筑一体化、大型风光基地建设等举措，截至2022年底，全国25个省已发布明确的“十四五”期间新增光伏装机规划，合计达344GW。

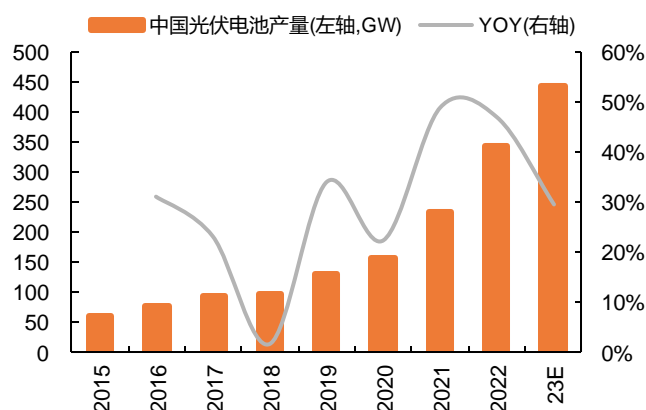
2023年光伏需求增势保持强劲，一季度全国光伏新增装机并网33.66GW，同比高增154.81%；一季度我国光伏电池产量达105.26GW，同比增长53.2%。据CPIA预测，2023年我国光伏新增装机保守预测为95GW，乐观预测为120GW，叠加一定规模的出口预期，预计2023年我国光伏电池产量将达近445GW，同比增加29.4%。

图表59 我国光伏新增装机量 (GW)



资料来源：国家能源局，CPIA，平安证券研究所

图表60 我国光伏电池产量 (GW)



资料来源：国家统计局，平安证券研究所

电子特气在晶硅太阳能电池和非晶硅薄膜光伏电池的生产中都必不可少，比如硅烷作为一种提供硅组分的气体源，是将硅分子附着于电池表面最有效的方式，是其他硅源无法取代的特气产品；硅烷、磷化氢、硼烷、氢气等作为沉积气体，可用于非晶硅薄膜太阳能电池制造；含氟电子特气或强腐蚀性酸碱常作为光伏电池制造中的刻蚀剂。国内外光伏市场需求前景向好，国内光伏电池产量增势强劲，电子特气在光伏领域的需求有望稳步上行。

图表61 太阳能电池制造过程中所需的特气产品

产品	常见等级	常见包装(<200MW)	常见包装(>200MW)	用途
晶硅太阳能电池制造中典型的特气				
硅烷	电子级	钢瓶/钢瓶集装格	ISO 模组(6000kg)	镀膜
高纯氨	电子级	公吨罐	ISO 模组(6000kg)	镀膜
四氧甲烷	电子级	钢瓶/钢瓶集装格	MCP(330kg)	刻蚀
一氧化二氮	电子级	公吨罐	公吨罐	镀膜
氮气	电子级	液化气罐	现场装置	载气
氧气	电子级	钢瓶集装格/液化气罐	液化气罐	刻蚀配气
氩气	电子级	液化气罐	液化气罐	刻蚀配气
氢气	电子级	钢瓶集装格	液化气罐	镀膜反应气
薄膜太阳能电池制造中典型的特气				
硅烷	电子级	钢瓶/钢瓶集装格	ISO 模组(6000kg)	镀膜
三氟化氮	技术级	钢瓶/钢瓶集装格	ISO 模组(6000kg)	刻蚀、清洗
氟气	电子级	现场装置	现场装置	刻蚀

六氟化硫	技术级	钢瓶	不详	刻蚀、清洗
氮气	电子级	液化气罐/现场装置	现场装置	沉积
氢气	电子级	管道拖车/液化气罐/现场装置/压力罐	现场装置	沉积
氩气	技术级	压力罐/管道拖车	压力罐/管道拖车	保护气
三甲基硼混合气	电子级	钢瓶	钢瓶	扩散
磷化氢混合气	电子级	钢瓶	钢瓶集装箱	沉积
乙硼烷混合气	电子级	钢瓶	钢瓶	沉积
甲烷	技术级	钢瓶	钢瓶	刻蚀
氩气	电子级	钢瓶集装箱/液化装置	液化气罐	沉积反应气
氧气	技术级	钢瓶/液化气罐	钢瓶/液化气罐	沉积、刻蚀
二乙基锌	电子级	桶/ISO 规格	桶/罐/ISO 规格	镀膜
乙硅烷	电子级	钢瓶	钢瓶	镀膜
四氯化硅	太阳能级	桶/ISO 模组	桶/ISO 模组(1万~2万 kg)	镀膜

资料来源：《电子化学品在光伏电池产业中的应用及发展》，平安证券研究所

三、 电子特气行业具资金、技术、客户认证等多重壁垒

电子特气的研究、生产、销售具有资金投入大、技术门槛高、用户认证周期长等特点，因此该行业具有较高的进入壁垒。

3.1 技术门槛高：芯片薄化趋势，特气纯度和配置精度要求提升

电子特气对纯度的要求较高，特别是用在半导体加工中，一般需达到 5N 级、6N 级及以上的纯度要求，因此其制备中最主要的环节除了合成外还包括纯化，此外，气体混配（组分配制）、气瓶处理（存储运输）、分析检测等环节对最终产品精度、纯度均有影响，因此也是特气生产中不可忽视的重要环节。当前，国内头部电子特气生产企业的产品纯度以 5N 为主，有企业可实现 7N 级高纯大宗气体的生产，但 6N 及以上的电子特气仍主要依赖进口；国内企业在配气误差、研磨光洁度、腐蚀性气体量值变化、气体检测精度等方面有了一定提升，但仍有再优化空间。

图表62 电子特气处理环节中的技术壁垒

环节	技术难度所在	国内水平	国外水平
气体纯化	超纯要求气体纯度达到 4.5N、5N 甚至 6N、7N，超净要求严格控制粒子与金属杂质的含量；芯片制程技术从 28nm 向 5nm 突破，对特气纯度要求持续提升	特气 5N 为主，6N 及以上依赖进口，华特、金宏可产 7N 级高纯氮	德国林德集团、法国液化空气、美国空气化工公司为代表的海外头部可产 5N-9N 级
混气配比	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 (10 ⁻⁶) 乃至 ppb (10 ⁻⁹) 级浓度的气体组分进行精细操作	华特配气误差达 ± 2% 以内，行业平均一般在 ± 5% 的误差范围内	控制在 ± 2% 以内
气瓶处理	是保证气体存储、运输、使用过程中不会被二次污染的关键，需对气瓶内部、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	行业水平:光洁度在 0.5 μm;腐蚀性气体 1 年内量值变化不超过 5%;真空环境一般达 0.3pa	--
分析检测	建立针对性建立检测方法，通过气相色谱仪、微量氧仪等设备对气体的纯度、颗粒物等进行精准检测	行业内一般的检测水平检测精度为 1-10ppb	--

资料来源：华特气体公司公告，新材料在线，平安证券研究所

集成电路制程技术的不断迭代，从大规模向超大规模和极大规模发展，晶圆尺寸从4寸、6寸、8寸向12寸、14寸突破，芯片线宽从28nm、14nm向7nm甚至5nm突破，高端芯片对特气的纯度要求也在不断提升，特气纯度每提升一个N级，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的显著提升；混合气配比方面，随着产品组分的增加、配制精度的上升，其配制过程的难度与复杂程度也显著增大。

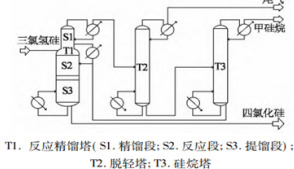
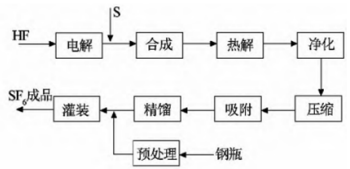

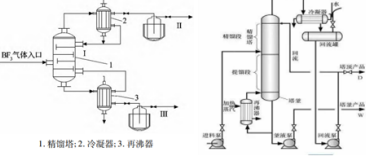
图表63 各应用下的气体纯度要求

气体等级	纯度要求	杂质含量	应用	芯片尺寸	线宽
普通气体	≥99.9% (3N)	≤1000ppm	传统工业	--	--
纯气体	≥99.99% (4N)	~5种杂质和≤100ppm	晶体管和晶闸管	4-5寸	1.2um及以上
	≥99.995% (4.5N)	~6种杂质和≤50ppm		6寸	0.25um-0.5um
高纯气体	≥99.999% (5N)	8种以上总和≤10ppm	大规模集成电路和特殊器件，太阳能电池，光纤，液晶显示面板等	8寸	0.13-0.25um
超高纯气体	≥99.9999% (6N)	10种以上，关键杂质总和≤1ppm	超大规模和极大规模集成电路，高精度要求半导体器件等	12寸	65-90nm

资料来源：飞潮新材公司官网，赛瑞研究，平安证券研究所

电子特气的主要合成方法有电解法、化学法和电解-化学法等，主要纯化方法有吸附法、精馏法、吸收法、膜分离法以及可满足更高纯度要求的离心法、吸气剂法、催化净化法及冷冻法等。国内企业主要采用精馏、吸附等方式提纯，更高纯度要求技术的产业化应用仍有待突破。目前国内在新技术研发上有了突破，中船重工(邯郸)派瑞特气的徐海云等采用乙醇钠-无水乙醇溶液对一氟甲烷粗气进行吸收处理，该方法能够有效吸收一氟甲烷粗气中的酸性杂质并降低含水量，再通过精馏等过程可制得电子级一氟甲烷；昊华气体的张金彪等采用活性金属Cu、Mn与Ca、Al、Zn的混合物(Cu+Mn质量分数>50%)对四氟化碳粗气中的三氟化氮杂质在催化剂(铬或镍的氟化物)作用下进行氟化，该方法最终可将四氟化碳中的三氟化氮杂质含量降至 1×10^{-6} 以下。

图表64 气体合成和纯化方法

气体合成环节	<p>阳极: $6F^- + NH_3 \rightarrow NF_3 + 3HF + 6e$</p> <p>副反应: $6F^- + 2NH_3 \rightarrow N_2 + 6HF + 6e$</p> <p>阴极: $2H^+ + 2e \rightarrow H_2 \uparrow$</p>	 <p>T1. 反应精馏塔(S1. 精馏段; S2. 反应段; S3. 提馏段); T2. 脱轻塔; T3. 硅烷塔</p>	
	<p>电解法：加入直流电对原料进行电解，原料发生氧化还原反应得到目标产物 代表气体：氟气、氟气、三氟化氮等</p>	<p>化学法：原料在催化剂作用下在反应器中发生化学反应产出目标产物 代表气体：甲硅烷、六氟化钨、三氟氢硅、砷烷和三氟甲烷等</p>	<p>电解-化学法：先电解得到氟气，氟气与其他原料反应得到电子气体。 代表气体：六氟化硫、四氟化碳和三氟化氮等</p>
气体纯化	 <p>吸附法：利用多孔材料将混合气中组分吸附在表面，再采用加热或气体吹扫等方法将被吸附物质解吸 代表气体：除六氟丁二烯、八氟丙烷、八氟环丁烷、高纯砷烷等</p>	 <p>1. 精馏塔; 2. 冷凝器; 3. 再沸器</p> <p>精馏法：利用混合物中各组分在低温等环境中的挥发性不同而完成分离 代表气体：高纯三氟化硼、一氟甲烷</p>	<p>吸收法：利用吸收剂吸收混合气体中的一种或几种气体的过程 代表气体：二氟甲烷、一氟甲烷等</p> <p>膜分离法：利用混合气中各组分在渗透膜上的传递速率不同达到分离目的 代表气体：高纯碳酰氟(聚酰亚胺膜)</p> <p>其他分离方法：离心法、吸气剂法、催化净化法及冷冻法等 代表气体：高纯砷烷、四氟化碳、六氟化钨等</p>

资料来源：CNKI，平安证券研究所

3.2 认证周期长：集成电路领域的客户认证周期长达 2-3 年

特气的质量对集成电路、显示面板产品的精密度影响极大，因此下游客户尤其是集成电路、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的选择均需经过审厂、产品认证 2 轮严格的审核认证，其中光伏能源、光纤光缆领域的审核认证周期通常为 0.5-1 年，显示面板通常为 1-2 年，集成电路领域的审核认证周期长达 2-3 年。

目前，华特气体、金宏气体、中船特气等头部气体厂商已成为中芯国际、长江存储、华虹半导体等国内集成电路生产企业的特气主要供应商，同时产品陆续获得了台积电、联华电子、德州仪器、海力士等海外领先企业的认证，部分产品已进入相关企业供应链，未来随着国内特气企业产品矩阵的完善，一体化供应服务的优化，有望进一步成为国内外集成电路、显示面板等生产企业的核心供应商。

图表65 国内特气生产企业的下游客户认证情况

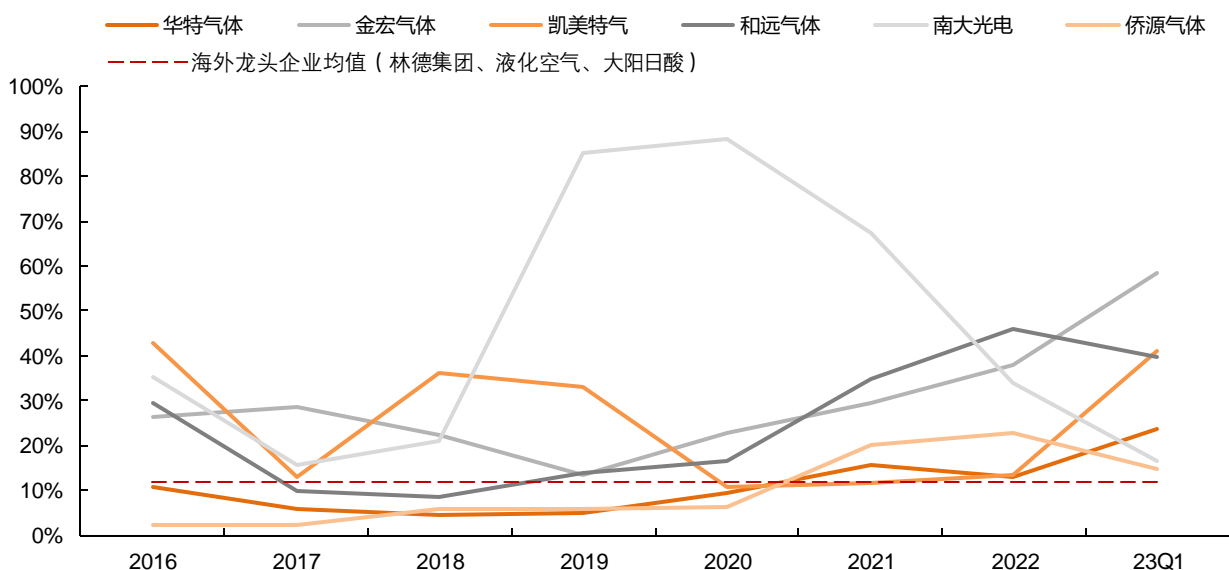
国内企业名称	公司前几大客户营收占比和特气产品通过客户认证的情况
华特气体	长江存储 16.47%，中芯国际 7.91%，液化空气集团 4.45%，林德集团 3.26%。 公司光刻气产品（Ar/Ne/Xe、Kr/Ne、F2/Kr/Ne、F2/Ar/Ne）分别在 2017 年 2021 年通过了 ASML 和 GIGAPHOTON 的认证，是国内唯一一家通过两家认证的气体公司
金宏气体	通威太阳能 1.82%，中芯国际 1.43%，大阳日酸 1.22%，苏州天脉 1.10%，中电熊猫 1.03%。此外，公司特气产品已通过深南电路、华力微电子、联芯集成、华润微电子、松下半导体等集成电路生产企业的认证
中船特气	长江存储 14.67%，华立 10.80%，中芯国际 7.03%，京东方 7.00%。公司实现了对中芯国际、长江存储、上海华虹、长鑫存储等境内主要晶圆企业的全覆盖，并已进入台积电、联华电子、海力士、铠侠、格罗方德、德州仪器等全球领先企业供应链
凯美特气	2023.2.2，公司收到 ASML 子公司 Cymer 公司发来的光刻气产品合格供应商认证函
南大光电	产品已覆盖中芯国际、长江存储、华虹半导体、三安光电、乾照光电等集成电路和 LED 领域的一线厂商，并进入英特尔、欧司朗、飞利浦等国外一流厂商供应商名录
雅克科技	公司客户包括 SK 海力士、美光、三星电子、铠侠电子和英特尔等国际领先的芯片制造商，以及 LG 显示和友达光电等国际大型面板制造商；国内客户包括中芯国际、长江存储与合肥长鑫等国内主流芯片制造商，以及京东方、华星光电和惠科等国内大型面板制造商

资料来源：各公司公告，平安证券研究所

3.3 资金投入大：项目投建金额超亿元，投资回收期长达 5-6 年

梳理国内上市的气体公司新增的特气项目资本开支和生产周期可见，电子特气项目具有投资金额大、投资回收期长的特点，项目平均生产周期在 2-3 年，拟投入金额基本都超亿元规模，平均投资回收期在 5-6 年。但是随着国内半导体国产替代进程加快，下游产能规模的不断扩大，国内电子特气需求增加，且高壁垒下特气产品具高毛利高回报特点，因此国内气体企业通过定增和发行可转债募资等方式积极进行电子特气产能扩张、品类拓展，其中，华特气体、凯美特气、金宏气体、南大光电、和远气体、昊华科技等均有超 10 亿元规模的资金投入 to 新增电子特气项目中，资本开支率处于较高水平。

图表66 国内特气企业整体资本开支率高于海外



资料来源：各公司公告，平安证券研究所，注：资本开支率=资本开支（购建固定资产、无形资产和其他长期资产支付的现金）/营业收入

图表67 国内各公司新增的特气项目建设情况

实施主体	项目内容	投入金额	周期	投资回收期 全投产后营收/净利
江西华特	1764吨半导体材料： 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/氖气/氙气/氦气 135 吨	4.66 亿元	2 年 22Q2-24Q2	6.82 年 营收年均 7.13 亿元 净利年均 1.21 亿元
本公司	华特气体西南总部项目	6.58 亿元	2 年 2021.12-2023.12	--
华特气体	气体中心建设及仓储经营项目： 高纯锗烷 10 吨、硒化氢 40 吨、磷烷 10 吨、年充装混配气体 500 吨、仓储经营销售砷烷 10 吨、乙硼烷 3 吨、氯气 300 吨、三氯化硼 10 吨	3.48 亿元	3 年 完工预计 2022.12	7.58 年 销售收入 3.32 亿元
本公司	电子气体生产纯化及工业气体充装项目： 年产 50 吨硫化氢、年纯化 10 吨锗化氢、100 吨四氟化硅、100 吨六氟乙烷、100 吨八氟乙烷、100 吨一氟甲烷，年充装 13,000 吨氧气（含液态）、10,500 吨氮气（含液态）、12,000 吨氩气（含液态）、1,200 吨二氧化碳、300 吨环氧乙烷、300 吨一氧化氮、300 吨硅烷、1,000 吨氦气、120 吨氯化氢、300 吨三氯氢硅、5,000 瓶混合气等。	2.16 亿元	3 年 完工预计 2022.12	6.43 年 销售收入 1.73 亿元
凯美特气	宜章凯美特 3 万吨/年液氧/液氮/液氩，520 吨/年电子级氯化氢，500 吨/年电子级溴化氢，200 吨/年氟气，18 万 Nm ³ /年氟基混配气，50 吨/年高纯五氟化铟，100 吨/年电	5.86 亿元	2 年 24E 投产	6.22 年 营收年均 5.13 亿元 净利年均 2.08 亿元

		子级碳酰氟, 2.2 吨/年电子级氖气, 19.2 万 Nm ³ /年电子级乙炔, 2.5 万 Nm ³ /年电子级一氧化碳			
	福建凯美特	合计 30 万吨/年 (27.5%计) 双氧水, 二期规划 5000 吨/年 31%电子级双氧水	5.18 亿元	3 年 24Q1 首期投产	8.26 年 营收年均 2.70 亿元 净利年均 0.53 亿元
中船特气	本公司	年产 3250 吨三氟化氮项目 (2023E-2024E)	4.60 亿元	18 个月	5.06 年
	本公司	年产 735 吨高纯电子气体项目 (2023E)	2.21 亿元	12 个月	5.11 年
	本公司	年产 1500 吨高纯氯化氢扩建项目 (2023E-2024E)	0.97 亿元	18 个月	4.70 年
金宏气体	发展与科技储备资金 (变更前)	1) 高纯三氟化氯、高纯三氟化硼、液态有机储氢技术、改性碳纤维脱硫剂的研发。2) 年产 1,680 吨正硅酸乙酯和年产 5,000 吨电子级氧化亚氮项目分别 2022 年 8 月和 2021 年 6 月完成竣工验收	2.67 亿元	1) 2021 年末完结 2) 均已完结	--
	眉山金宏 (变更后)	眉山金宏高端电子专用材料项目: 年产氢气 4,000 万 Nm ³ 、食品级二氧化碳 15,000 吨、超纯氮 10,000 吨、高纯一氧化二氮 10,000 吨、高纯二氧化碳 5,000 吨、干冰 15,000 吨	5.0 亿元	20 个月 2023.12 达可用状态	--
	全椒金宏 (变更后)	全椒金宏半导体电子材料项目: 新增建设年产 10 吨乙硅烷和年产 10 吨三甲硅胺生产线	1.9 亿元	18 个月 2024 年内完工	--
	本公司	新建高端电子专用材料项目: 年产电子级特气—200 吨全氟丁二烯, 100 吨一氟甲烷、500 吨八氟环丁烷、200 吨二氯二氢硅、50 吨六氯乙硅烷	6.0 亿元	--	6.16 年 达产后总收入预计达 11.40 亿元
	苏相金宏润	新建电子级氮气 11250 吨/年、液氮 45000 吨/年、液氧 23581 吨/年、液氩 963 吨/年	2.1 亿元	--	7.40 年 达产后总收入预计达 1.76 亿元
南大光电	乌兰察布南大微电子	年产 7200 吨电子级三氟化氮项目	10.0 亿元	3 年 2023-25	5.84 年
	全椒南大光电-77.34%	70 吨高纯磷烷、50 吨高纯砷烷扩产及 20 吨高纯砷烷技改项目	1.0 亿元	1 年 2023E	3.65 年
雅克科技	本公司	年产 12,000 吨电子级六氟化硫和年产 2,000 吨半导体用电子级四氟化碳生产线技改项目 (已投产)	0.7 亿元	3 年-2021 年初开始	达产后总收入约 1.47 亿元
和远气体	湖北和远	潜江电子特气产业园: 纯氮 20 万吨/年 (一期液氮已完工达产), 包含电子级高纯氮年产 2 万吨; 电子级高纯氢气 32000 万方/年 (二期陆续投建中)	3.905 亿元	12 个月 20Q2-23 陆续投建	--
	全资子公司和远新材料	宜昌电子特气及功能性材料产业园项目: 2000t/a 6N 级三氟化氮、50t/a 六氟丁二烯、500t/a 六氟化钨、8 万 t/a 光伏级三氯氢硅、1000t/a 半导体级三氯氢硅等电子特气及功能性硅烷产品。	18 亿元 (一期); 30 亿元 (二期)	18 个月 23 年内分批投产	5.42 年 (一期, 含建设期)
	和远新材料	新增电子级硅烷项目 (在上述项目基础上扩建): 主产品电子级硅烷气 5000 吨/年 (原料三氯氢硅), 副产品电子级乙硅烷 200 吨/年、工业级硅烷 500 吨/年。	4883.0 万元	1 年 23Q1 始	2.73 年 (税后, 含建设期)
昊华科技	黎明院	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	9.14 亿元	18 个月 2020Q3-2022Q4	--

黎明院	高性能有机氟材料：六氟丙烯单体、八氟环丁烷以及工业级聚合氯化铝等	21.54 亿元	36 个月 2021.4 始	--	
阿坝侨源	1100TPD 氮气回收技改项目：对现有空分装置 3.7 万 Nm ³ /h 氮气回收，建成后增加 40 万吨/年液氮	2.7 亿元	36 个月	--	
侨源股份	阿坝侨源	30TPD 高纯特气技改项目：新增 1 万吨/年高纯氧	0.22 亿元	24 个月	--
	眉山侨源	甘眉工业园区配套工业气体项目：项目建成后形成年产 35 万吨液氧、高纯度液氮、高纯液氮，年产 3.6 亿 m ³ 工业氧气、2000Nm ³ /h 高纯氮气	3.96 亿元	12 个月	--

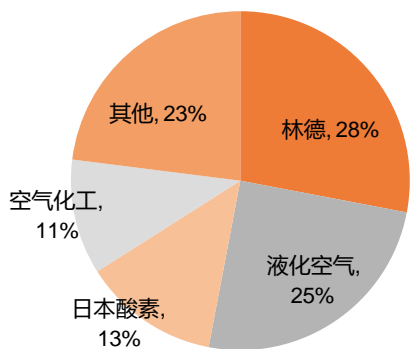
资料来源：各公司公告，平安证券研究所

四、海外企业寡头垄断格局下，国内企业如何突出重围

国外头部气体企业发展历史悠久，多以大宗气体生产和设备制造起家，在大宗工业气体领域基本已形成寡头垄断格局，因资金实力雄厚、研发能力强，拓展的电子特气品种也相对齐全，且规模大、纯度高。海外著名的气体生产企业有林德集团、液化空气、空气化工、大阳日酸，在电子特气领域有较强竞争力的海外企业有 SK Materials（三氟化氮、六氟化钨主要供应商）、日本关东电气（提供三氟化氮、四氟化碳、六氟乙烷等含氟特气）、昭和电工（高纯四氟甲烷、三氟甲烷、六氟乙烷、三氯化硼等）等，前四大企业（林德、液化空气、空气化工、大阳日酸）占据了全球电子气体 70% 以上市场份额。

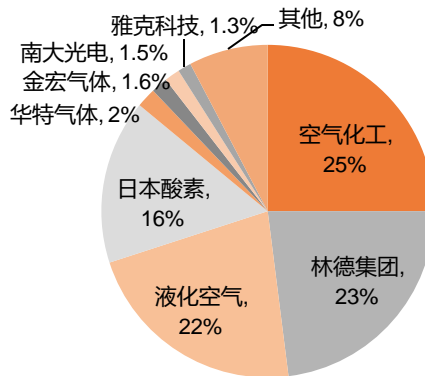
国内电子特气产业起步较晚（从国内外各气体企业成立时间来看，较海外晚 50-100 年左右）、技术力量较薄弱、产品矩阵和一体化服务方面有待完善，经过近几十年的发展，国产电子特气在研究上已取得一定进展，但在产品性能与生产规模方面，与国外头部企业相比尚存差距，2020 年海外龙头企业仍占据了我国 80% 以上的市场份额，国产替代之路任重而道远。

图表68 2020 年全球电子气体市场份额



资料来源：TECHCET，平安证券研究所

图表69 2020 年中国电子特气市场份额



资料来源：亿渡数据，平安证券研究所

4.1 海外企业大举投资并购，大扩规模、广拓业务，奠定龙头地位

国外气体企业规模大、业务广，2000 前后几大跨国巨头企业大举投资收购中小区域性气体厂商，同时构建气体一体化服务体系，设备制造和气体生产运输等多项服务并举，进一步扩展业务规模，提升市场集中度，强化马太效应，从而奠定了全球工业气体行业寡头垄断的格局。其中，林德气体在 2000-2018 年间陆续收购瑞典 AGA、英国 BOC 等，并与美国普莱克斯合并成为最大的工业气体集团；法国液化空气在 2007-2020 年间收购了德国 Lurgi 和美国 Airgas 等；空气化工公司以提供气体服务起家，拓展气体设备制造业务，巩固行业领先地位。

图表70 海外企业主要产品和发展历程

企业名称	主要产品	发展历程
林德集团	氧气、氮气、氩气、稀有气体、碳氧化物、氦气、氢气、电子气体、特种气体巴氟环丁烷、二氯二氢硅、六氟乙硅烷等	1879年成立；1917年一战期间被征用，后新成立联合碳化物公司；1992年林德子公司从联合碳化物分出，成立普莱克斯上市；1995年普莱克斯收购 Liquid carbonic，引入二氧化碳产品；2000年林德收购瑞典 AGA(开拓北欧/南美/美洲中部市场)；2004年普莱克斯收购液化空气集团德国业务；2006年林德收购英国 BOC，林德集团成立；2012年林德收购美国 Lincare；2013年普莱克斯收购美国饮料领先供应商 NuCO ₂ ；2016年林德收购 Yara 国际的欧洲 CO ₂ 业务； 2018年林德与普莱克斯合并，成为全球最大的工业气体供应商。
液化空气	氧气、氮气、氩气、氢气、一氧化氮等气体产品，以及特种气体、制气设备、安全装置等。	1902-1913年，公司成立，在比利时、日本、西班牙和意大利、加拿大、美国建厂。1952-1962年，提出将低温气态物质储存于低温罐中的方法，建立低温研究中心。1985-2000年，向日本半导体行业提供超高纯气体，推出医疗保健业务，新提供氢气和蒸汽产品，和中国签订大单协议。2007-2015年，收购德国 Lurgi（带来氢气和一氧化碳生产技术），在德法日美各地建造加氢站。2016-2020年，收购美国 Airgas，巩固美国市场龙头地位，专注于气体服务业务，收购 Hydrogenics 加拿大电解水制氢公司，启动世界上最大的膜基电解槽建设。
空气化工	主要提供空分、供应气体、特种气体以及相关的制气设备，是全球领先的液化天然气工艺技术和设备供应商。	1940年成立，产军用制氧机；20世纪50年代建造吨位级液氧和液氮的工厂，为三熊工厂提供液氢，与巴特利合资成立空气产品公司进入国际工业气体市场；60年代收购 Houdry Process 及其子公司，1962年于纽交所上市，收购美国 Escambia Chemical 公司；70年代收购 Airco 化学品和塑料业务，跻身《财富》美国 500 强；80年代通过在全球工业气体公司持少数股权，进行战略性全球扩张；90年代收购意大利 Sapio 公司 49% 股份，收购西班牙 Carbueros Metálicos 和韩国工业气体公司。21世纪初，收购中银 Gazy 工业气体业务，成为中欧地区领先工业气体商。2012年收购当时南美最大的独立工业气体公司 INDURA，2013年收购 EPCO 公司，2016年分拆电子材料部门；2020年后，建立四个世界最大的液化天然气工艺装置，并将在佛罗里达州海牛港建世界级工厂。
日本酸素	主要提供氧气、氮气和氩气等工业气体产品和服务，主营现场制备气体和储存气体相关设备业务。日本最大工业气体制造商，在亚洲、欧洲、北美等地设有 30 多家子公司，业务覆盖多领域。	1910年成立，1935年首次实现制氧的空分装置国产化，1964年开设第一家周南工厂，1970年代开启电子特气业务，1980-2000年在美国、日本以及中国台湾、中国上海各地设立子公司，收购相关企业。2004年原日本酸素和大阳东洋酸素合并成立大阳日酸，2010年收购 India Gases 51% 股权，2012年收购新加坡燃气公司 Leeden，2014年收购美国液化 CO ₂ 和干冰企业 Continental Carbonic Products，三菱化学收购本公司；2016年收购 Air Liquide 部分美国工业气体事业、泰国工业气体分销商 Taiyo Gases 等；2020年改为日本酸素股份公司。

资料来源：各公司公告，平安证券研究所

图表71 海外企业财务表现

企业名称	成立时间	业务分布	营收规模/yoy	归母净利润/YOY	毛利率	Adjusted EPS / PE	公司市值
林德集团	1879	美国 41.6%，EMEA 25.3%，APAC 19.4%	333.64 亿美元 yoy+8.35%	41.47 亿美元 yoy+8.39%	16.1%	EPS= 12.29 PE=30.0	1795.7 亿美元

液化空气	1902	美国 37.4%, 欧洲 39.9%, 亚太 19.6%, 中东 3.1%	气体相关收入 285.73 亿欧元 yoy+28.32%	27.59 亿欧元 yoy+7.27%	总 16.2%; 气体业务 17.7%	EPS=5.28 PE=30.4	935.9 亿欧元
空气化工	1940	北美 45%, 中国 16%, 亚洲其余 9%, 拉丁美洲 3%, 欧洲/中东等 27%	126.99 亿美元 yoy+23.01%	22.67 亿美元 yoy+7.17%	18.4%	EPS=10.41 PE=26.8	620.4 亿美元
日本酸素	1910	日本 34.4%, 美国 25.9%, 欧洲 22.4%, 亚洲&大洋洲 13.7%, 其他 2.6%	1138.5 十亿日元, yoy+24.1%	66.1 十亿日元, yoy-2.5%	10.5%	EPS=157.11 PE=17.9	1221.3 十亿日元

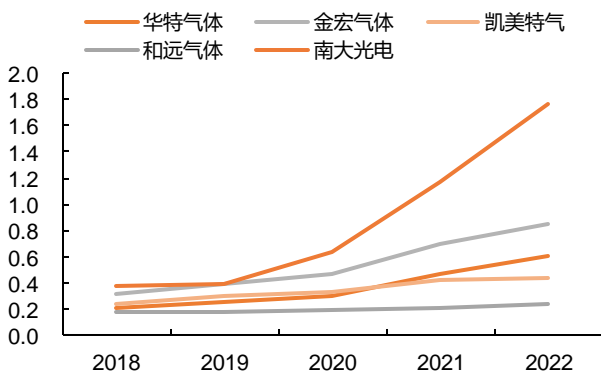
资料来源: 各公司公告, 平安证券研究所, 注: 日本酸素为原大阳日酸, PE 和市值由截至 2023 年 5 月 16 日收盘价计算

4.2 借鉴海外产品多元化、服务一体化模式，以差异化竞争实现各特气国产替代

国内气体行业有望迎来集中度的提升和竞争格局的改善。参考海外经验，目前国内的华特气体和杭氧股份已有制气和设备制造一体化发展的举措，2023 年 5 月杭氧股份（空分设备龙头）和盈德控股（工业气体头部供应商）公布预计将在 3 年内完成股权整合；国内金宏气体、凯美特气等做传统大宗气体起家的公司在扩大原有业务产能的同时，积极布局高端特气产品，优化盈利结构。

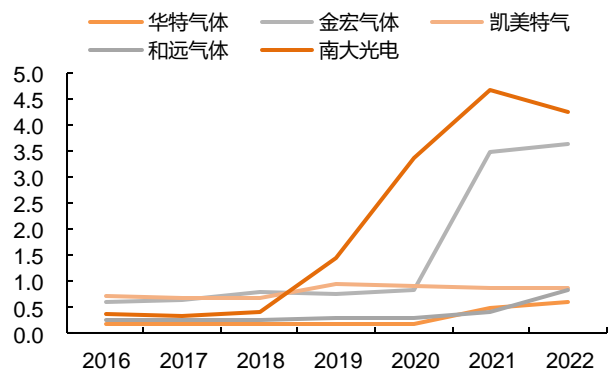
同时，国内企业在特气产品研发生产上进行差异化竞争，各企业侧重的研发项目各异，金宏、华特、凯美等企业高度重视研发能力，逐年提高研发支出，积极推进先进电子材料生产技术突破，目前已在多项制备及纯化工艺上达到了国际领先水平，同时，在多类电子特气产品上完成了自主研发生产，实现了进口替代，未来将向更多品类、更高纯度的特气产品突破。

图表 72 国内特气企业研发费用整体增加趋势（亿元）



资料来源: iFind, 平安证券研究所

图表 73 国内特气企业无形资产情况（亿元）



资料来源: iFind, 平安证券研究所

国内企业大力布局高纯特气研发项目，未来三年有望实现多种电子特气进口化率的重大突破。国内以华特、金宏、凯美、南大光电、中船特气等为代表的企业，已实现了包括高纯三氟化氮、高纯六氟化钨、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、镉烷、高纯乙烯、高纯甲烷、高纯六氟丁二烯、高纯磷烷、高纯砷烷、电子级正硅酸乙酯等在内的众多产品的进口替代。

同时，在电子级六氟丁二烯的提纯工艺，八氟丙烷合成与纯化工艺，电子级氧化亚氮、高纯三氟化氯、高纯一氟甲烷和半导体级四氟化硅等的研发，八氟环丁烷用新型吸附剂的研发，稀混光刻气的研制，镉烷纯化及镉烷混合气分析技术研发，氮氩混合气混配技术开发与研究等多项高新技术上实现了进口替代，部分研发技术达到了国内领先乃至国际领先的水平。

图表74 国内主要特气生产企业的产品和业务情况

国内企业	主要产品	具体情况
华特气体	高纯六氟乙烷、高纯四氟化碳、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯一氧化氮、高纯氨、电子级氮气/氢气、硅烷气、乙硼烷及光刻混合气等。实现进口替代的产品达 50 余种。	2005 年确立以特气作为研发方向，2011 年以半导体用特气作为主攻方向，率先实现高纯六氟乙烷、高纯一氧化氮等特气量产。
金宏气体	已逐步实现了超纯氨、高纯氢气、高纯氧化亚氮、高纯二氧化碳、电子级氧/氮/氩、混合气、医用气体、碳氟气体、电子级正硅酸乙酯等的进口替代。	是一家从事一体化服务的综合气体供应商，空分气体起家，目前已能够为客户提供特种气体、大宗气体和天然气三大类 100 多个气体品种。
中船特气	特种气体产品主要有高纯三氟化氮、六氟化钨、四氟化硅、电子级全氟丁二烯、一氟甲烷、八氟环丁烷、高纯氯化氢、氟化氢、氖气，高纯稀有气体、混合气等。	国内电子特气销售收入规模最大的企业，承接七八一所业务，是国内最先突破高纯含氟特气的企业，三氟化氮、六氟化钨的产能排名全球前列。
凯美特气	特种气体产品主要有高纯氮、高纯氩、高纯氪、混合气、电子级二氧化碳、高纯氢气/氮气及混配气等。	主要从事干冰、食品添加剂液体二氧化碳业务，近年来逐步切入高纯稀有气体等特种气体领域。
昊华科技	特气产品包括六氟化硫、三氟化氮、四氟化碳、六氟化钨、磷烷、砷烷、高纯氦气、VOCs 标气、标准混合气等	公司含氟电子气体现有产能位列国内前三，旗下的黎明院在六氟化硫领域处于国内领先地位。
雅克科技	特气产品包括六氟化硫、四氟化碳等（2018 年收购成都科美特切入特气赛道）	主要致力于电子半导体材料，深冷复合材料以及塑料助剂材料研发和生产的高新技术企业。
南大光电	公司电子特气板块主要包括氢类电子特气产品和含氟电子特气产品，例如磷烷、砷烷、三氟化氮、六氟化硫等。	是一家专业从事先进电子材料研发生产和销售的高新技术企业，通过设立子公司全椒南大光电材料有限公司，逐步进入了特种气体领域。
杭氧股份	大宗气包括氧、氮、氩、氪等，特气包括高纯氧、高纯氮等	公司主要业务由设备制造、工程及气体生产组成，空气分离设备及生产的气体广泛用于各业。

资料来源：各公司公告，平安证券研究所

图表75 国内主要特气生产企业财务表现

企业名称	成立时间	业务分布	2022 年营收/yoy	2022 年归母净利润/ YOY	2022 年毛利率	2022 PE	总市值 (亿元)
华特气体	1999 年	国内 74.8% 海外 25.2%	合计 18.03 亿元；气体业务 15.49 亿元；特气业务 12.23 亿元, yoy+65.05%	2.06 亿元 yoy+59.5%	总 26.9%； 特气 30.0%	43.3	94.8
金宏气体	1999 年	国内 97.9% 海外 2.1%	合计 19.67 亿元；特气业务 7.44 亿元, yoy+12.9%	2.29 亿元 yoy+37.1%	总 36.0%； 特气 41.2%	39.8	121.6
凯美特气	1991 年	国内 100%	合计 8.52 亿元；特气业务 2.58 亿元, yoy+578.9%	1.66 亿元 yoy+19.2%	总 39.8%； 特气 51.9%	58.3	72.8
中船特气	2002 年	境内 81.1% 境外 18.9%	合 19.56 亿元, yoy+12.9%； 电子特气占比约 90%(22H1)	3.83 亿元 yoy+7.9%	总 37.9%； 特气 40.6%	59.7	228.9
昊华科技	1999 年	境内 95.9% 境外 4.1%	合计 90.68 亿元；电子气体业务 7.06, yoy+36.0%	11.65 亿元 yoy+30.7%	总 24.3%； 电气 27.2%	33.6	335.5

南大光电	2003年	内销 88.4% 外销 11.6%	合计 15.81 亿元; 特气业务 11.95 亿元, yoy+63.5%	1.87 亿元 yoy+37.1%	总 45.3%; 特气 48.9%	84.6	181.1
和远气体	2003年	湖北省内 91.1% 其他 8.9%	合计 13.22 亿元; 特气业务 0.98 亿元, yoy+58.1%	0.75 亿元 yoy-16.7% 23Q1 (23Q1:yoy+18.5%)	总 22.1%	38.5	40.4
侨源股份	2002年	川渝地区 73.7% 其他 26.3%	合计 9.18 亿元; 氧气 4.49, 氮气 3.19 亿元, 氩气 0.87 亿元	1.17 亿元 yoy-35.2% (23Q1:yoy+119.5%)	总 30.7% 氧气 40.4% 氮气 12.2%	84.5	111.5

资料来源: 各公司公告, 平安证券研究所, 注: ①华特气体特气业务中包含了光刻气、氢化物、氟碳类、碳氧化物及氮氧化物, ②中船特气境内外业务占比为 22H1 数据, ③股价和市值为截至 2023 年 5 月 16 日数据

4.3 把握地域和成本优势, 全国范围广覆盖仓储和销售网络, 集中化率有望提升

气体的供应模式主要有大宗供气、零售供气。海外气体巨头企业的大宗供气主要用大型现场制气, 在用户现场投资空分设备直接供气, 或通过管道为一定区域内用户供气, 合同期较长, 通常为 10 年以上, 可满足大型客户长期需求。目前国内企业供气仍以零售供气为主, 可分为瓶装供气和储槽供气, 一般储槽气为外购, 瓶装气为自产, 瓶装气体主要满足现货市场需求, 适合小批量气体用户; 液体槽车适用于中等批量需求客户或用气需求波动较大、对多种气体有零碎需求的客户。

电子特气的需求具有多品种、小批量、高频次特征, 多采用瓶装气模式, 且因高技术壁垒、高附加值而受运输半径长成本高的限制相对小 (但从海外运至国内的半径过长带来的高成本和及时性上仍有诸多不便), 客户更关注产品的质量和稳定性, 销售网络可覆盖全国乃至海外市场。

图表 76 不同供气模式对比

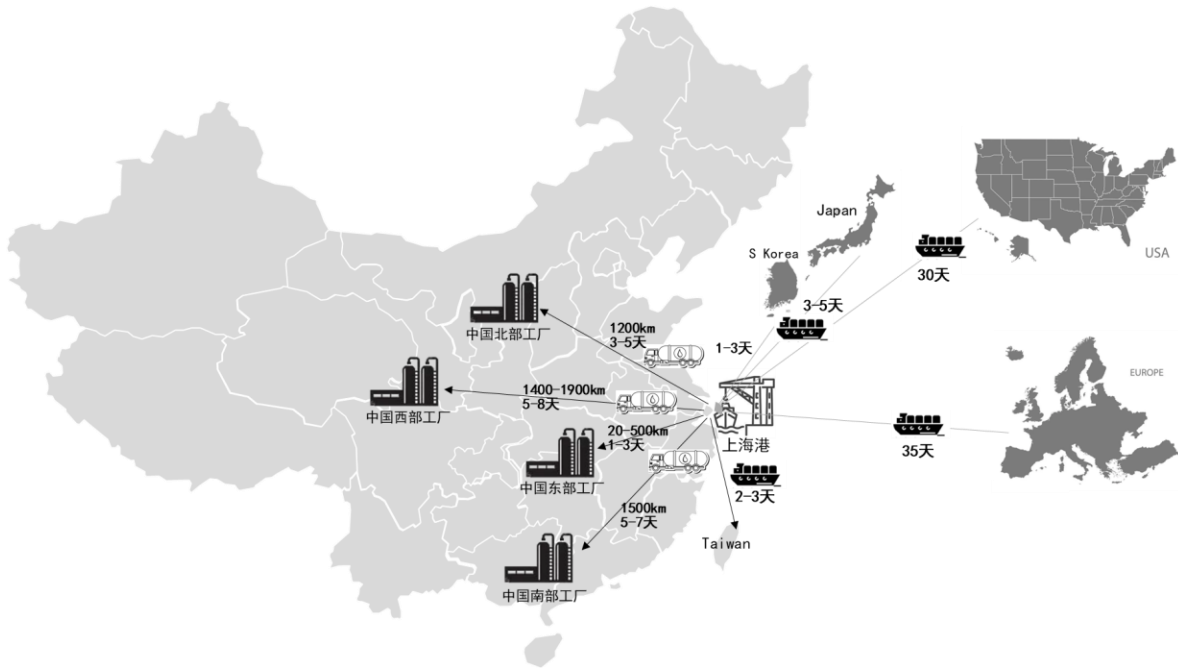
业务模式	盈利模式	规模	半径	合同期	特点
零售供气	瓶装气 根据需要随时送达客户端	限于小批量气体用户	特种气体不受运输半径限制; 大宗气体覆盖充电站半径约 50km	1-3 年	客户分布广泛; 高度网络密集型; 看重配送和交付能力
零售供气	储槽气 通过低温槽车送达客户端, 将低温液体产品储存在客户现场的储槽中	满足中等规模	200km 左右	3-5 年	要求客户关系和配送能力, 易受市场影响
现场制气	在客户端建造现场制气装置 通过管网供应气体	满足大规模用气需要	--	10-20 年	资本密集, 服务要求高; 技术和客户关系稳定; 盈利能力持续性强, 现金流稳定

资料来源: 金宏气体招股说明书, 平安证券研究所

外资企业在中国的发展战略主要定位于现场制气市场, 瓶装、储槽气受限于运输半径, 有一定的区域特征, 要求供应商有较强的供应保障和本地化服务能力, 因此国内气体供应商在中国市场有天然的供货及时性和运输成本上的竞争优势。

海外企业向国内供应气体装置和原料的运输周期长、成本高, 例如林德集团从美国向上海港船运气体原料需 1 个月左右, 从欧洲向上海港运输气体原料需 35 天左右, 再由上海港向其在中国的各地工厂运输原料又需一周左右, 但由国内企业自产原料和气体成品, 并向各地输气供气, 则极大减少了运输时间和物流成本, 例如华特气体在半径 200 公里内均可一日送达。

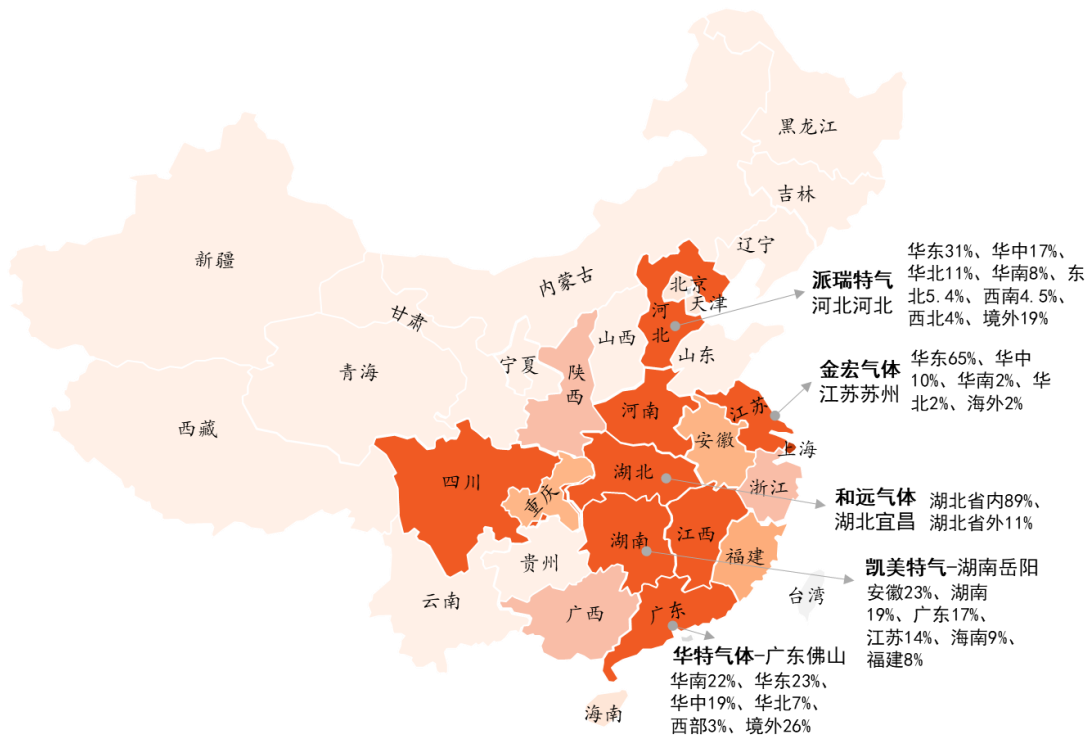
图表77 林德集团向其位于中国的气体工厂运输原料耗时长达 10-50 天



资料来源：林德气体官网，平安证券研究所

国内气体企业以所在地为圆心，制气和仓储工厂全面覆盖华东/华中/华南/华北各地为主，运输范围辐射至全国各地；但各企业重点布局区域有异，以此进行空间上的差异化竞争。瓶装气和储槽气市场在我国出现时间较晚，市场尚未饱和，加之地域性强，因此各区域存在大量中小气体经销商，市场集中度仍较低，区域整合空间大。此外，特种气体进出口受严格管制，近年来我国陆续发布一系列鼓励特气产品自主研发生产的政策，推动国内企业加快突破高纯特气高进口依赖局面。

图表78 中国特气企业在国内工厂和业务布局的地理位置



资料来源：各公司公告，平安证券研究所

五、投资建议

电子特气行业壁垒高，海外巨头企业垄断格局下，高纯六氟丁二烯、六氟乙烷、硅烷气、高纯磷烷/砷烷、稀有气体等产品仍高度依赖进口，国产替代空间广阔，国内企业把握区域和运输成本优势，积极研发突破高技术壁垒的特气产品，完善品类布局，扩大产品产能，并致力于提供研发、生产、销售、装配、运输乃至设备制造、方案设计等的一体化服务。建议关注产品品类完善，资金实力强、重视研发能力，布局产品具高壁垒、进口依赖、供不应求特征，且改扩建产能在近两年内投产确定性较高的国内企业。建议关注华特气体、金宏气体、和远气体、南大光电。

5.1 华特气体：特气产品种类完备，光刻气率先获海外龙头认证

公司是国内领先的特气研发生产商，成立于 1999 年，2005 年确立以特气作为研发方向，2011 年以半导体用特气作为主攻方向，率先实现高纯六氟乙烷、高纯一氧化氮等特气量产，并逐步实现了高纯六氟乙烷、高纯三氟甲烷、高纯四氟化碳、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯八氟丙烷、八氟环丁烷、稀混光刻气等 50 余种产品的进口替代，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，以期打破日韩等国外企业的垄断，截至 22 年在研项目新增至 53 个，公司取得的生产、经营资质覆盖产品种类超过 100 种。

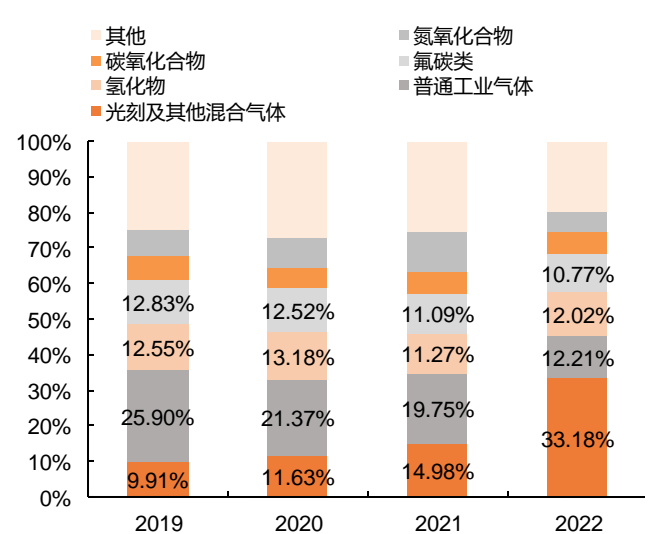
2017 年和 2021 年，公司自主研发的光刻混合气先后通过了全球最大光刻机制造商 ASML 和 EUV 开发商 GIGAPHOTON 的认证，是目前国内唯一一家光刻气产品同时通过两大头部外企认证的公司。2022 年公司为扩大特种气体产能，拟通过发行可转债的方式募集资金不超过 6.46 亿元，主要用于建设年产 1764 吨高纯特气项目，建设期 2 年。

图表 79 公司主要产品产能情况

在产品	量产时间	现有产能 吨/年	新建项目	在建产能 吨/年
高纯六氟乙烷	2013	550	高纯一氧化碳	180
高纯四氟化碳	2014	400	高纯一氧化氮	40
光刻气	2016	3450	高纯六氟丙烷及异构体	800
高纯氢气	--	223.65	电子级 HBr	300
高纯碳氧化物	--	6413.5	电子级三氯化硼	300
			超高纯氢气	9
			超纯稀有气	135
合计		11037.15		1764

资料来源：公司公告，平安证券研究所

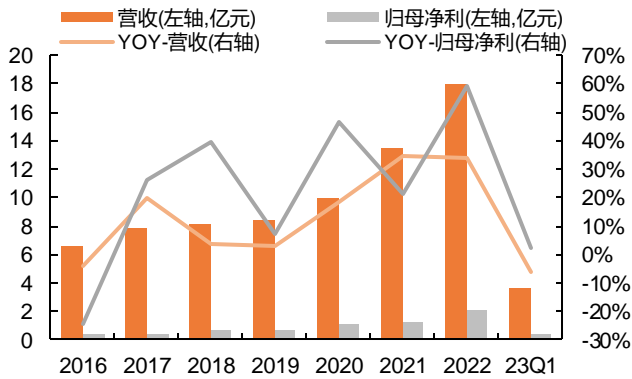
图表 80 2019-2022 年公司分产品营收结构



资料来源：iFind，平安证券研究所

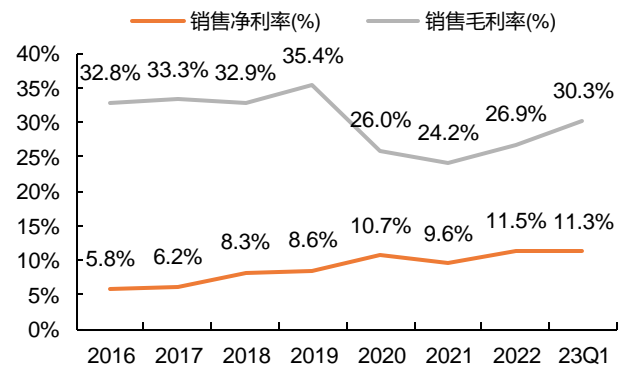
2022 年公司营收和归母净利润分别达 18.03 亿元和 2.06 亿元，同比增长 33.84% 和 59.47%，其中光刻及其他混合气体业务营收近 6 亿元，同比增长近 2 倍，占比达 33.2%；氢化物营收近 2.2 亿元，yoy+42.8%，占比 12.02%。23Q1 公司实现营收和归母净利 3.59 亿元和 0.40 亿元，同比-6.41% 和 +2.17%。随着公司产品结构改善，特气营收占比提升，公司销售毛利率自 2021 年以来呈现上升趋势（从 2021 年的 24.19% 升至 23Q1 的 30.25%）。

图表81 公司营收和归母净利润



资料来源: iFind, 平安证券研究所

图表82 公司销售毛利率和净利率



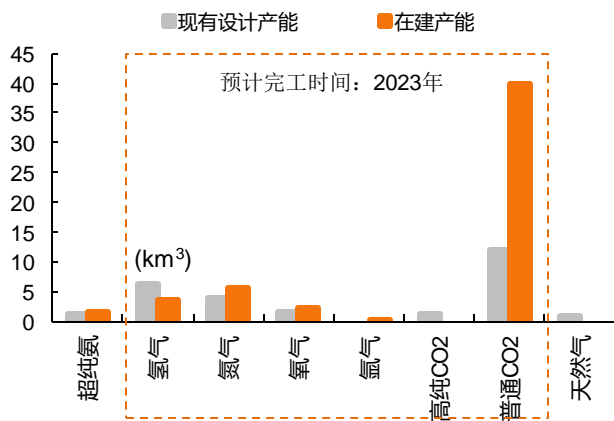
资料来源: iFind, 平安证券研究所

5.2 金宏气体：大宗气体和特气双轮驱动，盈利能力持续提升

公司成立于 1999 年，起步于液化空分气体和电解水制氢项目，2010 年电子级超纯氨投产后，进军电子气体赛道。公司的产品线较广，既生产超纯氨、高纯氧化亚氮、正硅酸乙酯、高纯二氧化碳、高纯氢气等特种气体，又供应应用于半导体行业的电子大宗载气，以及应用于其他工业领域的大宗气体和燃气，旗下品类超 100 多个。

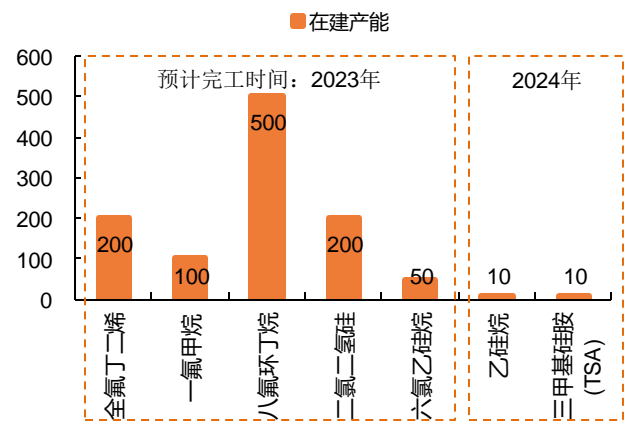
根据公司 22 年年报披露的产能规模，现有设计年产能超纯氨 1.2 万吨、氢气 6.18km³、氮气 3.726 万吨、氧气 1.48 万吨、普通二氧化碳 12 万吨、高纯二氧化碳 1.1 万吨、天然气 1 万吨，以大宗气体为主；预计 2023 年公司将新增更多电子特气产品，其中年产能 200 吨全氟丁二烯、100 吨一氟甲烷、500 吨八氟环丁烷、200 吨二氯二氢硅、50 吨六氯乙硅烷的在建项目预期将在 2023 年完工投产，新扩建产品均是国内产能较少、进口依赖度高的品类，该项目的实施有助于我国本土企业打破外企在电子特气领域的长期垄断，提升半导体先进材料的自主可控能力。

图表83 公司大宗气体现有和在产产能(万吨/年)



资料来源: 金宏气体 2022 年年报, 平安证券研究所

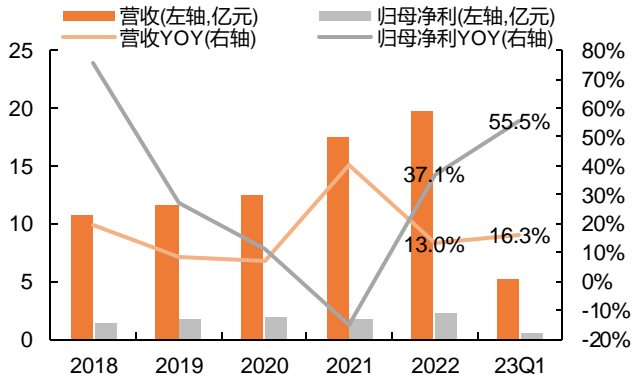
图表84 公司电子特气在建产能(吨/年)



资料来源: 金宏气体 2022 年年报, 平安证券研究所

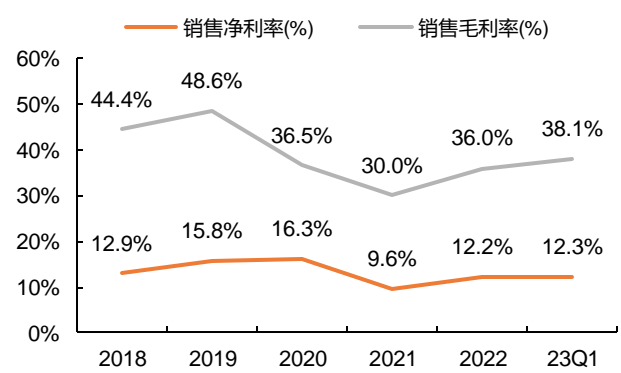
公司特气和大宗气体业务同步发展，产能规模持续扩大，2022 年实现营收 19.67 亿元，yoy+12.97%，其中大宗气体营收 7.92 亿元，yoy+13.3%，占比 40.26%；特种气体营收 7.44 亿元，yoy+12.90%，占比 37.82%；实现归母净利润 2.29 亿元，yoy+37.14%。2018-2022 年公司营收和归母净利润年复合增速分别达 16.45%和 13.31%。2023 年一季度，公司特种气体营收占比升至 48.80% (2022 年为 37.82%)，大宗气体占比 41.32%，公司总营收达 5.18 亿元，同比增加 16.25%；归母净利润达 0.60 亿元，同比高增 55.46%。此外，公司合理把控成本费用，21 年以来销售毛利率和净利率均呈逐步回升态势，截至 23Q1 分别达 38.11%和 12.34%。

图表85 公司营收和归母净利润



资料来源: iFind, 平安证券研究所

图表86 公司销售毛利率和净利率



资料来源: iFind, 平安证券研究所

5.3 和远气体：液化空分气起家，新建电子特气项目放量在即

公司成立于 2003 年，液化空分气体起家，2006 年涉足管道供气和现场制气领域，逐步形成“瓶装气体、液态气体、现场制气、管道供气”四大服务于客户的供气模式，同时在 2012 年从工业气体向清洁能源产业拓展。截至目前，公司产品不仅包括氧气(42 万吨/年)、氮气(53 万吨/年,在建 18 万吨预计 23 年 12 月完工)、氩气(8500 吨/年,在建 2 万吨预计 2023 年 10 月完工)、纯氨(20 万吨/年)、二氧化碳等大宗气体，氢气(9440 万 Nm³/年,产能利用率 19.42%待提升)、液化天然气等清洁能源，随着宜昌电子特气及功能性材料产业园和潜江电子特气产业园项目的建成投产，公司还将新增电子特气及电子化学品、硅基功能性新材料等多种产品品类，两大产业园产能将在 2023 年陆续释放。

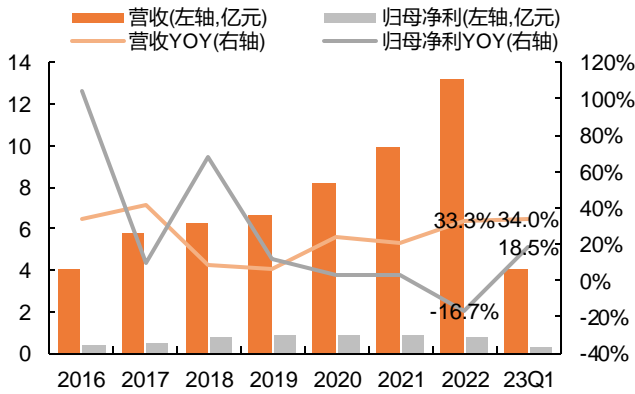
图表87 公司新建电子特气项目具体情况

项目	建设期和投资额	形成产能	投产时间
宜昌电子特气及功能性材料产业园项目	分两期建设，一期投资 18 亿元，建设周期 24 个月；二期投资 30 亿元，建设周期 24 个月。	2000t/a 三氟化氮、50t/a 六氟丁二烯、500t/a 六氟化钨、8 万 t/a 光伏级三氯氢硅、1000t/a 半导体级三氯氢硅、300t/a 半导体级二氯二氢硅、1.5 万 t/a 光导级四氯化硅，500t/a 半导体级四氯化硅、5000t/a 半导体级 TEOS、5 万 t/a 3-氯丙基三乙氧基硅烷、1 万 t/a 3-氯丙基三甲氧基硅烷等电子特气和功能性硅烷。	一期将于 2023 年陆续投产
新增电子级硅烷项目	基于宜昌产业园项目进行扩建，建设期 1 年，投资额 4883 万元	主产品电子级硅烷气 5000 吨/年（原料为宜昌项目的三氯氢硅），副产品电子级乙硅烷 200 吨/年、工业级硅烷 500 吨/年。	2023Q2-2024Q2
潜江电子特气产业园项目	2021.9，项目变更，预算投资额由 2.8 亿元增至 3.905 亿元，建设期 12 个月	纯氨 20 万吨/年（一期液氨已完工达产），包含电子级高纯氨年产能 2 万吨，工业氨水 12 万吨/年；电子级高纯氢气 32000 万方/年（二期陆续投建中）；年存储充装压缩 4773.6 万方工业气体	21 年底联合试车成功，二期投建中

资料来源: 和远气体公司公告, 平安证券研究所

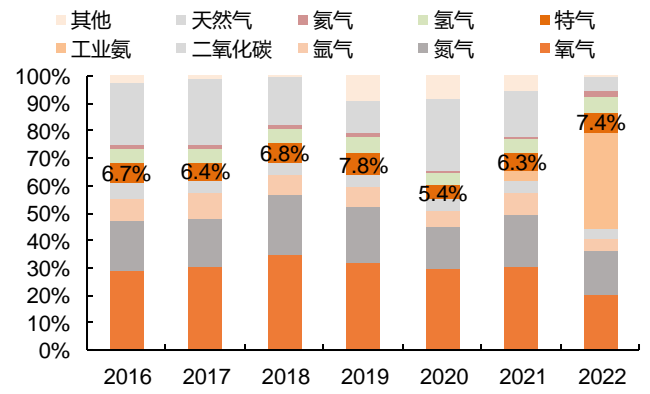
2022 年公司潜江电子特气项目投产放量，工业氨业务规模大幅增加，同时特气业务营收占比有所提高，22 年实现总营收 13.2 亿元，yoy+33.3%，受毛利率下滑和资产减值损失影响，归母净利润同比下降。2023 年，除了潜江项目高纯氨、工业氨和电子级高纯氢产品产能释放外，公司宜昌电子特气及功能性材料产业园项目也将陆续投产放量，产品结构完善的同时，业务规模也将进一步扩大。23Q1 公司实现营收 4.1 亿元，同比增加 34.0%；实现归母净利润 0.3 亿元，同比增加 18.5%。

图表88 公司营收和归母净利润



资料来源: iFind, 平安证券研究所

图表89 公司分产品营收结构



资料来源: iFind, 平安证券研究所

5.4 南大光电：国内先进电子材料领先者，持续突破高壁垒特气产品

公司孵化自国家 863 计划的 MO 源研究课题组，是国内首家 MO 源自主生产商；同时在国家“02-专项”（《极大规模集成电路制造装备及成套工艺》项目）的支持下，公司产品不断向砷烷/磷烷等特种气体、ALD/CVD 金属有机先驱体、ArF 光刻胶等扩展，逐步成为国内先进电子材料核心供应商。

在电子特气业务方面，2013 年公司获国家 02-专项高纯特气项目支持，启动大规模砷烷/磷烷的研发工作；2016 年成功解决困扰国内 30 年的高壁垒特种气体产品-高纯砷烷/磷烷的研发和产业化问题，目前已成为国内砷烷和磷烷的头部生产企业；2019 年 8 月收购山东飞源气体，进军氟类电子特气领域（主要是三氟化氮），2022 年底新建成 2000 吨三氟化氮产能。

图表90 公司各产品产能情况（吨/年）

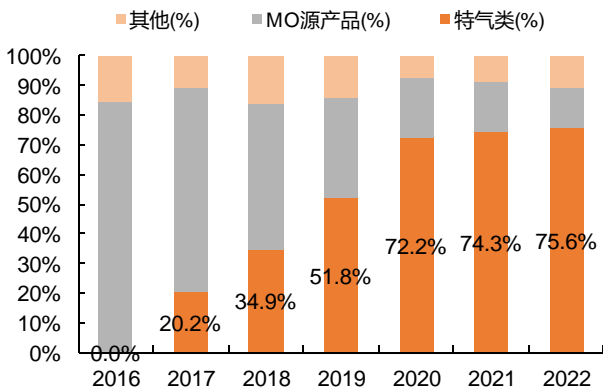
单位：吨/年	2021A	2022A	2023E	23-26 新增	项目具体情况
MO 源(三甲基镓、三甲基铝等)	36.4	64.9	78.4	13.5	根据公司历年增加的 MO 源产能预计 (2018 年底投资 3.6 亿元建设年产 170 吨 MO 源和高 K 三甲基铝生产项目)
特气产品:	6900	8805	11540	2735	根据公司历年增加的特气产能预计
高纯磷烷	70	70	140	70	磷/砷烷共投资 1 亿元，建设期 1 年，生产期 7 年
高纯砷烷	30	30	100	70 (50 吨扩建 +20 吨技改)	磷烷/砷烷扩建和技改项目拟投资 1 亿元，建设期 1 年，生产期 7 年
三氟化氮	3000	3800	4800	7200+1000 (飞源气体前次募投项目剩余产能拟放量)	2021 年与乌兰察布当地政府签署《高端氟硅集成电路材料项目协议书》，建设期 3 年，总投资额 10 亿元，预计于 2024 年底达到预订可使用状态
六氟化钨	--	--	500	500	
六氟乙烷四氟化碳联产	--	--	1000	1000	
六氟丁二烯 【公司拟用 6000 万元前次定增募集的剩余资金投建 100 吨/年】	--	--	--	100	总投资额 7500 万元，总建设期 40 月。①2024 年建设 30 吨/年中试装置，打通工艺流程；②2025 年技术消化吸收，装置升级改造，产能扩至 50 吨/年；③2026 年总产能达 100 吨/年。
六氟化硫	--	2600	2600	2600 (23E 放量)	投资 1255.5 万元，建设 2600 吨/年六氟化硫技改扩产项目，截至 2022 年底已全面完工

半导体先进制程前驱体 (硅基&高K前驱体)	--	--	31.5	45	拟投资 1.1 亿元, 项目建设期 1 年, 第 1 年产能预计达 70% (2023.11.30), 第 2 年完全达产
光刻胶 (ArF 干式光刻胶、ArF 浸没式光刻胶、配套高纯试剂)	--	--	25	25	2022 年底结项 (建设期 4 年, 2019-2022), 有两款产品在客户 50nm 存储芯片和 55nm 逻辑芯片上通过认证, 一款已达商用水平并实现销售

资料来源: 公司公告, 平安证券研究所

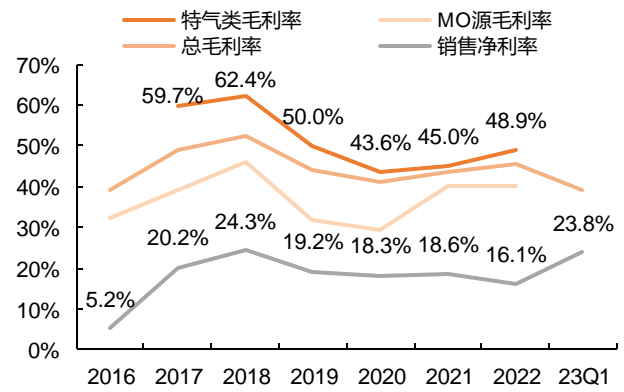
随着公司三氯化氮、六氟化硫和高纯磷烷/砷烷扩建和技改项目的陆续投产放量, 公司特气类产品营收占比不断提高, 从 2019 年的 51.8% 提高至 2022 年的 75.6%, 特气类产品技术壁垒高, 具有高毛利率特征, 2020-2022 年公司特气产品毛利率呈现逐年上升趋势 (分别达 43.6%、45.0%、48.9%), 23Q1 受下游半导体产业去库周期影响, 毛利率有所下滑, 但在费用端有效控制下, 公司销售净利率仍高升至 23.8%。预期 2024 年半导体产业库存全面去化, 新一轮上行周期开启, 电子特气需求增加, 价格有望重回上升通道, 公司特气业务盈利能力有望提升。

图表91 公司分产品营收结构



资料来源: iFind, 平安证券研究所

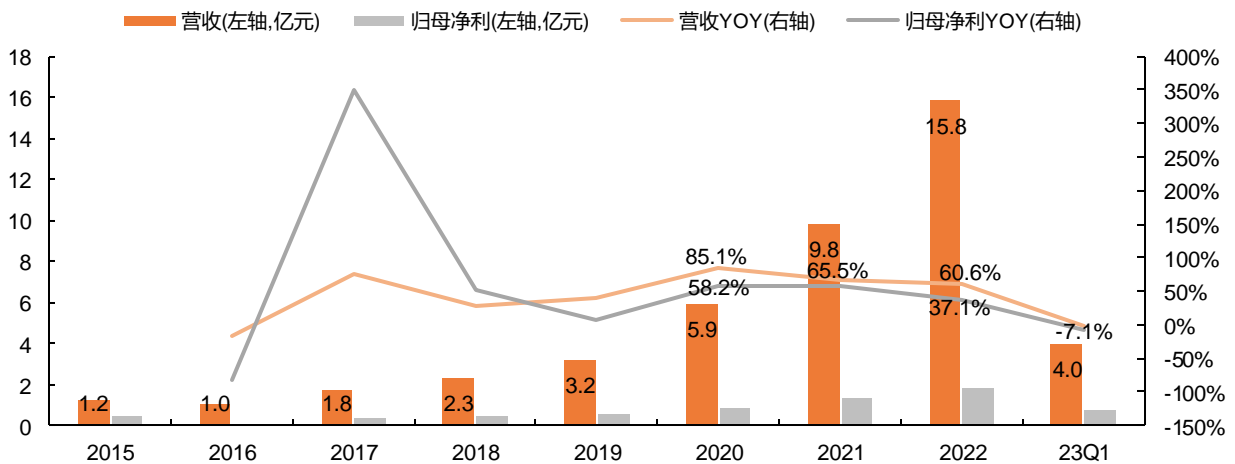
图表92 公司各产品毛利率和销售净利率走势



资料来源: iFind, 平安证券研究所

近年来, 随着公司 MO 源、特气、半导体前驱体、光刻胶几大先进电子材料业务的拓展, 产能规模的不断扩大, 公司营收和净利呈现逐年高增长态势。2022 年, 公司实现营收 15.8 亿元, 同比增加 60.6%; 实现归母净利润 1.9 亿元, 同比增长 37.1%。2023 年一季度, 受到终端半导体晶圆需求较弱影响, 营收 4.0 亿元, yoy-3.1%; 归母净利润 0.7 亿元, yoy-7.1%。

图表93 公司营收和归母净利润



资料来源：iFind，平安证券研究所

六、风险提示

- 1、终端需求增速不及预期。**若半导体和显示面板产业上行周期大幅延后开启，光伏电池产业需求下行，终端需求大幅不及预期，则电子特气需求难释放，市场规模增速有限。
- 2、海外企业大幅扩产。**若海外巨头企业大幅提高特气产能规模，以规模和技术优势挤占中国特气市场，则可能造成部分特气产品竞争激增，产能大幅过剩的局面。
- 3、国内企业技术难突破。**若海外企业严格限制相关技术出口，国内企业在高壁垒高纯特气产品上的研发难以突破，则可能造成国产替代进程受阻延后的情况。

平安证券研究所投资评级：

股票投资评级：

- 强烈推荐（预计 6 个月内，股价表现强于市场表现 20%以上）
- 推 荐（预计 6 个月内，股价表现强于市场表现 10%至 20%之间）
- 中 性（预计 6 个月内，股价表现相对市场表现在 $\pm 10\%$ 之间）
- 回 避（预计 6 个月内，股价表现弱于市场表现 10%以上）

行业投资评级：

- 强于大市（预计 6 个月内，行业指数表现强于市场表现 5%以上）
- 中 性（预计 6 个月内，行业指数表现相对市场表现在 $\pm 5\%$ 之间）
- 弱于大市（预计 6 个月内，行业指数表现弱于市场表现 5%以上）

公司声明及风险提示：

负责撰写此报告的分析师（一人或多人）就本研究报告确认：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格。

平安证券股份有限公司具备证券投资咨询业务资格。本公司研究报告是针对与公司签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本公司研究报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。未经书面授权刊载或者转发的，本公司将采取维权措施追究其侵权责任。

证券市场是一个风险无时不在的市场。您在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。请您务必对此有清醒的认识，认真考虑是否进行证券交易。

市场有风险，投资需谨慎。

免责条款：

此报告旨在发给平安证券股份有限公司（以下简称“平安证券”）的特定客户及其他专业人士。未经平安证券事先书面明文批准，不得更改或以任何方式传送、复印或派发此报告的材料、内容及其复印本予任何其他人。

此报告所载资料的来源及观点的出处皆被平安证券认为可靠，但平安证券不能担保其准确性或完整性，报告中的信息或所表达观点不构成所述证券买卖的出价或询价，报告内容仅供参考。平安证券不对因使用此报告的材料而引致的损失而负上任何责任，除非法律法规有明确规定。客户并不能仅依靠此报告而取代行使独立判断。

平安证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的判断，可随时更改。此报告所指的证券价格、价值及收入可跌可升。为免生疑问，此报告所载观点并不代表平安证券的立场。

平安证券在法律许可的情况下可能参与此报告所提及的发行商的投资银行业务或投资其发行的证券。

平安证券股份有限公司 2023 版权所有。保留一切权利。

平安证券

平安证券研究所

电话：4008866338

深圳

深圳市福田区福田街道益田路 5023 号平安金融中心 B 座 25 层

上海

上海市陆家嘴环路 1333 号平安金融大厦 26 楼

北京

北京市丰台区金泽西路 4 号院 1 号楼丽泽平安金融中心 B 座 25 层