

| 证券研究报告 |

长期价值辨差异，海外为鉴探新机

——电子气体行业深度报告

2024.02.02

孙颖 博士 新材料&化工&建材首席分析师

执业证书编号: **S0740519070002**

Email: sunying@zts.com.cn

聂磊 新材料&建材分析师

执业证书编号: **S0740521120003**

Email: nielei@zts.com.cn

张昆 化工行业研究助理

Email: zhangkun06@zts.com.cn

■ 本篇报告主要回答以下问题：1) 电子大宗与电子特气的比较及长期价值分析；2) 以日本为鉴，中国电子气体行业特点及机遇；3) 中国电子气体发展趋势及选品。

一、**电子大宗VS电子特气**：在市场空间、下游客户方面接近，而在供气品种/商业模式/竞争要点/竞争格局方面存在差异。

1) 电子大宗：1. 品类少（6种，其中氦气具有资源属性）；2. 本质为运营模式（合同期15年以上，含固定收费部分，盈利稳定）；3. 注重运营能力（电子大宗为系统工程，对稳定性及可靠性要求极高，下游更倾向于选择具有成熟项目经验的供应商，新玩家较难进入）；4. 行业集中度高（国内主要玩家为3家外资+广钢气体+金宏气体，18-22M9期间新增市场合计份额达90%+）。

2) 电子特气：1. 品类多（百种以上，各单品空间差异大）；2. 本质为产品生意（合同期短，3-5年，盈利受供需影响波动更大）；3. 注重品类拓展+成本（现阶段竞争要点侧重于产品端的研发量产及服务配套，后续成本优势的重要性或进一步提升）；4. 新进入者多，国产替代加快（内资企业持续拓品类，国产份额快速提升）。

二、日本为鉴，中国电子气体行业望迎产业转移 β 及竞争优势 α 共振。

1) 日本电子气体发展路径：在产业转移的大 β 下，80年代末日本电子气体全球份额超40%；生产技术+服务延展的方式构筑了企业 α ，孕育了电子气体巨头太阳日酸（日本份额一度达到50%-60%）。

2) 中国电子气体行业面临新机遇：①半导体产业链转移+电子气体国产化率提升，双国产化效应下大 β 已至，且光伏&新能源领域的需求为国产电子气体企业提供更广阔的空间和“试炼场”；②参考海外龙头构筑 α 路径，收并购是龙头企业快速扩张的常见方式，技术&服务能力是护城河，国际化是长远发展的必经之路。

三、**应用环节工艺迭代，驱动电子气体品类升级需求增长**。电子特气的思路是“产品超市”，品类扩张中选品为重要一环。电子气体的应用主要聚焦在沉积、刻蚀、光刻、掺杂等环节。其中，沉积环节，光伏需求增长及N型电池片渗透率提升，拉动沉积类气体需求量快速增长。刻蚀领域，受IC制程工艺迭代影响，刻蚀类气体的品类升级更快。

四、**建议关注**：广钢气体、金宏气体、华特气体、中船特气、硅烷科技、昊华科技、中巨芯、和远气体、杭氧股份、侨源股份、九丰能源。

五、**风险提示**：导入受阻、竞争加剧、设备卡脖子、行业新增供给超预期、市场空间测算偏差、信息更新不及时等风险。

目录

CONTENTS

- ① 百亿市场国产化提速，电子大宗&电子特气并进前行
 - 1、供气品种：电子大宗6种，电子特气百种以上
 - 2、商业模式：电子大宗是运营模式，电子特气是产品生意
 - 3、竞争要点：电子大宗注重运营管理，电子特气聚焦产品
 - 4、竞争格局：电子大宗行业集中度高，电子特气新进入者多
- ② 以日本为鉴，看中国气体市场的机遇和不同
- ③ 应用环节工艺迭代，驱动电子气体品类升级需求增长
- ④ 风险提示



1

百亿市场国产化提速，电子大宗&电子
特气并进前行

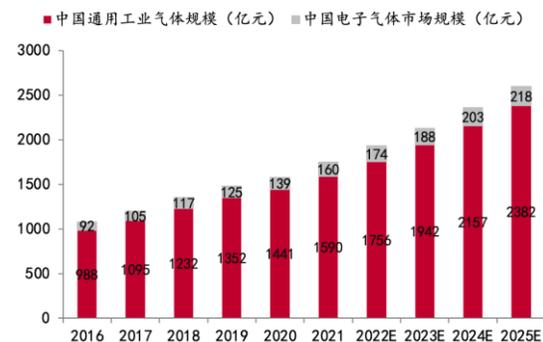
领先一步

- 2024年国内电子气体市场200亿元左右，电子大宗与电子特气分别整体占比55%/45%。广义上的电子气体是指具有电子级纯度的特种气体，主要分为电子大宗气体及电子特气，广泛应用在包括集成电路、显示面板、半导体照明和光伏等泛半导体行业。
- 电子大宗与电子特气在下游客户、整体空间上较为接近，而在供气品种/商业模式/竞争要点/竞争格局方面存在差异。供气品种上，电子大宗主要有6种，电子特气数百种以上；商业模式上，电子大宗本质为运营模式，电子特气本质为产品生意；竞争要点上，电子大宗需要极高的可靠性及稳定性，电子特气注重产品、认证和价格三要素；竞争格局上，电子大宗门槛高玩家少，电子特气国产玩家新进入者多，国产替代迅速。

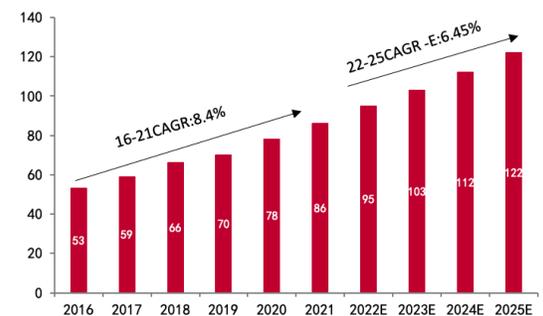
图表：电子大宗与电子特气的差异

项目	电子大宗气体	电子特种气体
气体品种及用量	氮气、氦气、氧气、氢气、氩气、二氧化碳等，单一品种用量较大	据统计，现有特种气体达 260 余种，单一品种用量较小
应用环节	作为环境气、保护气、清洁气和运载气等应用在电子半导体生产的各个环节	单一品种仅在电子半导体生产的部分特定环节使用
供应模式	现场制气 (On-site) 为主，通过在客户现场建设制气装置，集中、大规模、不间断供应，对供应安全性、稳定性、可靠性要求极高	零售供气 (Merchant) 为主，通过气瓶运送至客户现场
合作期限	下游客户单个工厂/产线一般仅有一个电子大宗气体现场制气供应商，合同期通常为 15 年甚至更长，合同存续期内基本无法更换	一般情况下，单一供应商仅能供应数种至数十种特种气体，合同期限通常为 3-5 年，下游客户需面对众多特种气体供应商
最高纯度要求	9N，甚至更高	6N
竞争情况	全球市场基本由林德气体、液化空气、空气化工三大外资气体公司垄断，由于技术和资本壁垒，参与者较少，行业集中度较高	由于气体品种较多，单一公司无法供应全部气体，因此参与者较多，行业集中度相对较低
电子气体市场占比	55%	45%

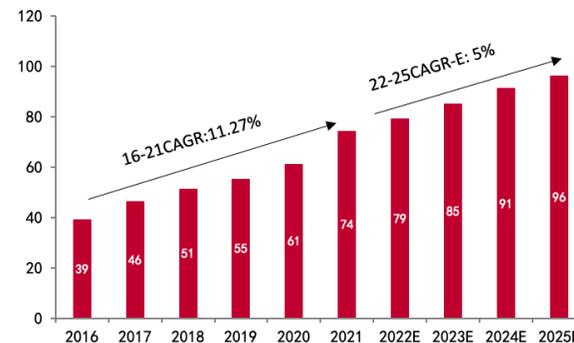
图表：2025年国内电子气体近220亿市场



图表：2025年国内电子大宗气体市场规模将达到122亿元

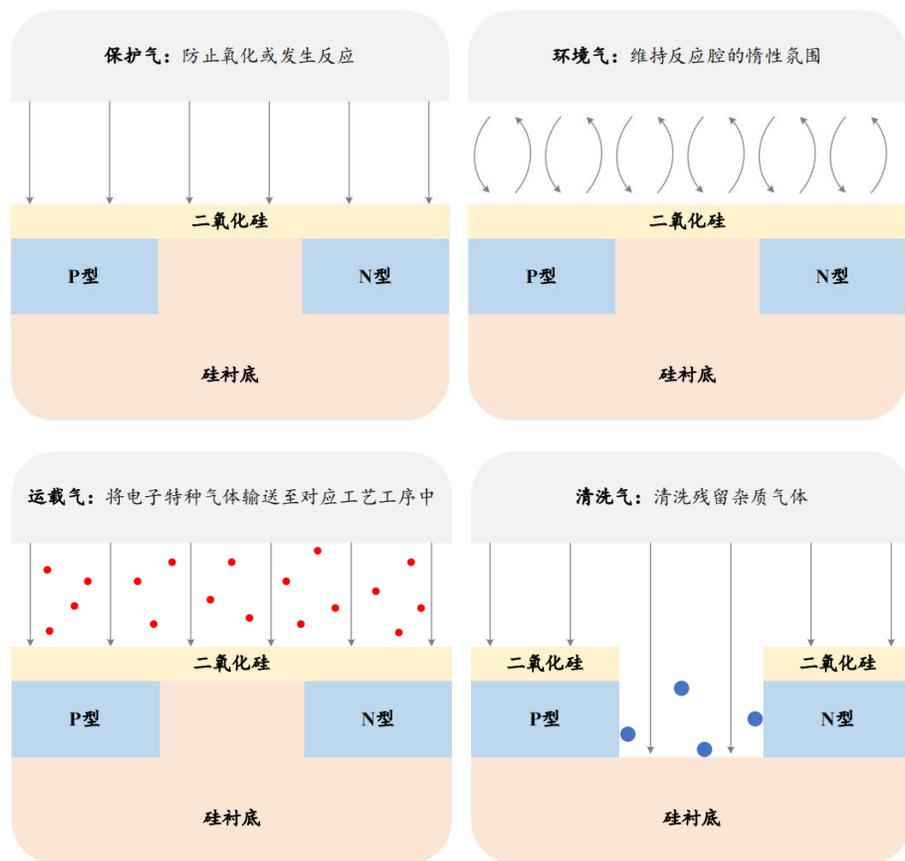


图表：2025年国内电子特气将达到近百亿市场



■ 电子大宗供应品种少，稳定性保供性要求高。电子大宗气体主要是指氮气、氦气、氧气、氢气、氩气、二氧化碳这六大气体品种，电子大宗气体作为环境气、保护气、清洁气和运载气等，贯穿半导体生产制程的全环节。

图表：保护气、环境气、运载气、清洁气的作用示意图



图表：各类电子大宗气体品种的主要应用领域和环节

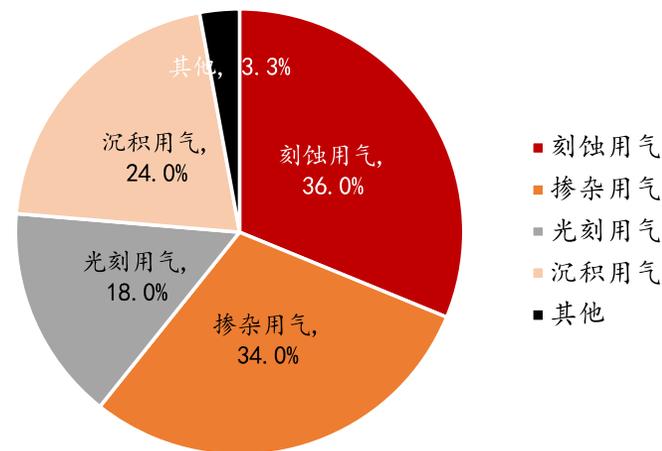
气体品种	主要应用领域	使用环节
氮气	集成电路制造	贯穿全部工艺流程，是最核心和用量最大的气体，包括：硅片生产环节、光掩模制作环节（晶圆清洗、热氧化等）、电路布图环节（光刻、刻蚀等）、功能实现环节（离子注入、扩散、化学气相沉积、物理气相沉积、化学机械研磨等）
	半导体显示	贯穿全部工艺流程，包括：阵列制程（洗净、镀膜、蚀刻、检测等）、彩膜制程（洗净、预烘烤、曝光、显影、溅射等）、成盒制程（PI配向膜涂布、配向、液晶涂布、真空成盒等）、模组制程（切割、磨边、测试等）
	电子设备及材料	电子产品的封装、烧结、退火、还原、储存等环节
氦气	集成电路制造	光掩模制作环节、功能实现环节
	半导体显示	阵列制程、成盒制程
	低温超导	磁共振成像设备（MRI）磁体冷却、MRI液氦补充、前沿科学研究
氩气	集成电路制造	原料制备及提取、预制棒熔炼、拉丝及涂覆、检测等
	半导体显示	阵列制程、彩膜制程
氧气	集成电路制造	硅片生产环节、光掩模制作环节、电路布图环节
	半导体显示	阵列制程、彩膜制程
氢气	集成电路制造	硅片生产环节、光掩模制作环节、电路布图环节、功能实现环节
	半导体显示	阵列制程
二氧化碳	集成电路制造	光掩模制作环节、电路布图环节
	半导体显示	阵列制程

- 电子特气多达数百种，多用于光刻、刻蚀、掺杂、沉积等工艺环节。
- 由于气体性质及反应原理具有差异，生产过程中各工艺所用气体品种及有所不同。光刻工艺中，需要使用稀有气体混合气，主要由于稀有气体受高压跃迁后会形成固定波长激光，适于高精密成像；刻蚀工艺中，需要使用含氟气体，其中F主要用于刻蚀作用，而例如氟碳系气体中的C则用于生成(C-H)_n聚合物以提高蚀刻选择比；掺杂工艺中，主要使用硼、砷和磷系气体，主要由于硼、砷、磷可诱导出更多的空穴和电子，从而改变其导电性和导电类型；沉积工艺中，需要使用硅烷、超纯氨、高纯氧化亚氮、六氟化钨等，主要由于这类气体可发生化学反应形成薄膜或外延硅片。

图表：电子特气多应用于光刻/刻蚀/沉积/掺杂等工艺

类别	作用	主要产品
光刻用气	将晶圆表面薄膜的特定部分除去而留下带有微图形结构的薄膜	Ar/F/Ne混合、Kr/Ne混合气、Ar/Ne混合气、Kr/F/Ne混合气
刻蚀用气	有选择地从硅片表面去除不需要的材料	氟气、四氟化碳、八氟环丁烷、八氟环戊烯、三氟甲烷、六氟丁二烯、三氟化氮
掺杂用气	使材料具有所需要的导电类型和一定的电阻率	三氯化硼、乙硼烷、三氟化硼、磷化氢、砷化氢、磷化铟等
沉积用气	在晶体衬底形成一层或多层材料	四氢化硅、二氯二氢硅、四氯化硅、乙硼烷、六氟化钨、四氯化钛、超纯氨、原硅酸四乙酯、高纯氧化亚氮等

图表：2021年在半导体生产中各工艺应用占比

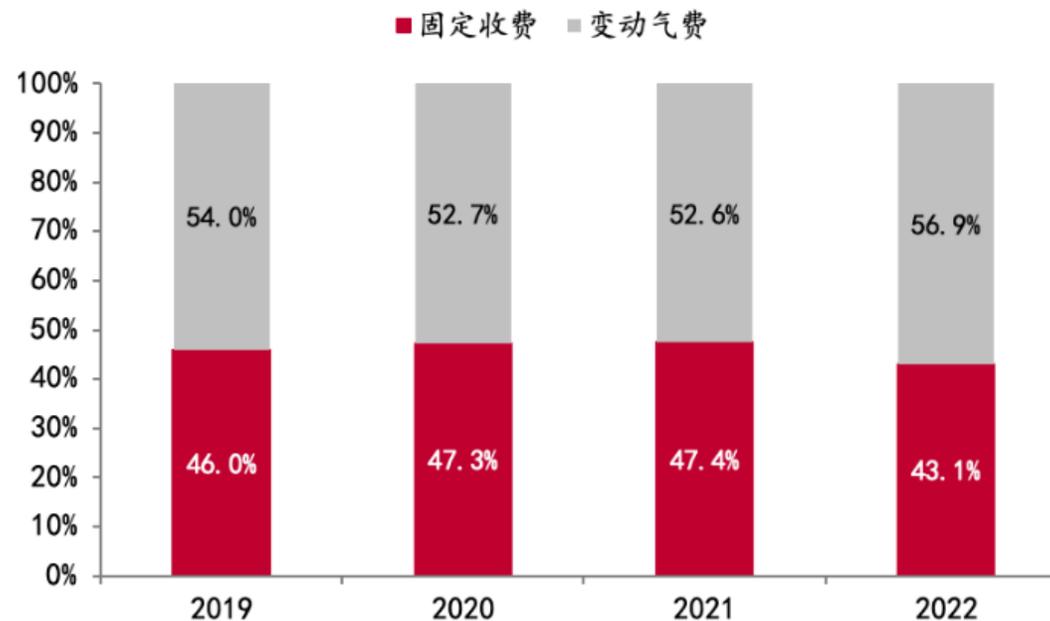


- 电子大宗以现场制气为主。气体公司需要提前在客户工厂或临近场地投资建设供气系统，前期投资额较大，合同期长（通常长达10-20年）。电子大宗的收费中包含“固定收费”和“变动气费”两部分，其中单个项目的固定收费现值可基本覆盖前期投资成本；变动气费则根据类“成本加成法”定价原则，单方气体赚取“稳定的毛利”，因此电子大宗具备“稳盈利”的保障，本质是运营模式。
- 固定收费实质为气体产品的保底收费，为气体公司盈利提供保障。以广钢气体为例，2019年-2022年电子大宗现场制气项目收入中固定费用占比基本保持在45%左右，2022年电子大宗现场制气项目收入中，固定收费占比为43.1%，变动气费的占比为56.9%。

图表：电子大宗现场制气项目有固定收费以及变动气费两部分

项目	确定依据	调整频率
固定收费	公司根据项目预计投资规模、回收期、运营成本等测算固定收费。单个项目的固定收费现值可基本覆盖前期投资成本。	通常每年一次，根据上年CPI、PPI、地区人均工资等因素进行调整
变动气费	管道气体收费 现场制气装置直接生产的气体(电子大宗气体项目为制氮机生产的氮气，通用工业气体项目为空分装置生产的氧气、氮气、氩气)，产品单价根据公司是否承担水电费决定。若公司不承担水电费，则不收取变动气费。若承担水电费，根据能源等成本情况采取成本加成原则定价	与能源价格变动同步调整
	补充液体收费 通常为制气装置投产前或产能不足时的补充液体收费，参照项目地的气体市场价格定价	通常每年一次，根据上年CPI、PPI、地区人均工资、能源价格等因素进行调整(氩气根据市场价格调整，周期通常短于一年)

图表：2022年广钢气体电子大宗现场制气项目收入构成中固定费用占43.1%

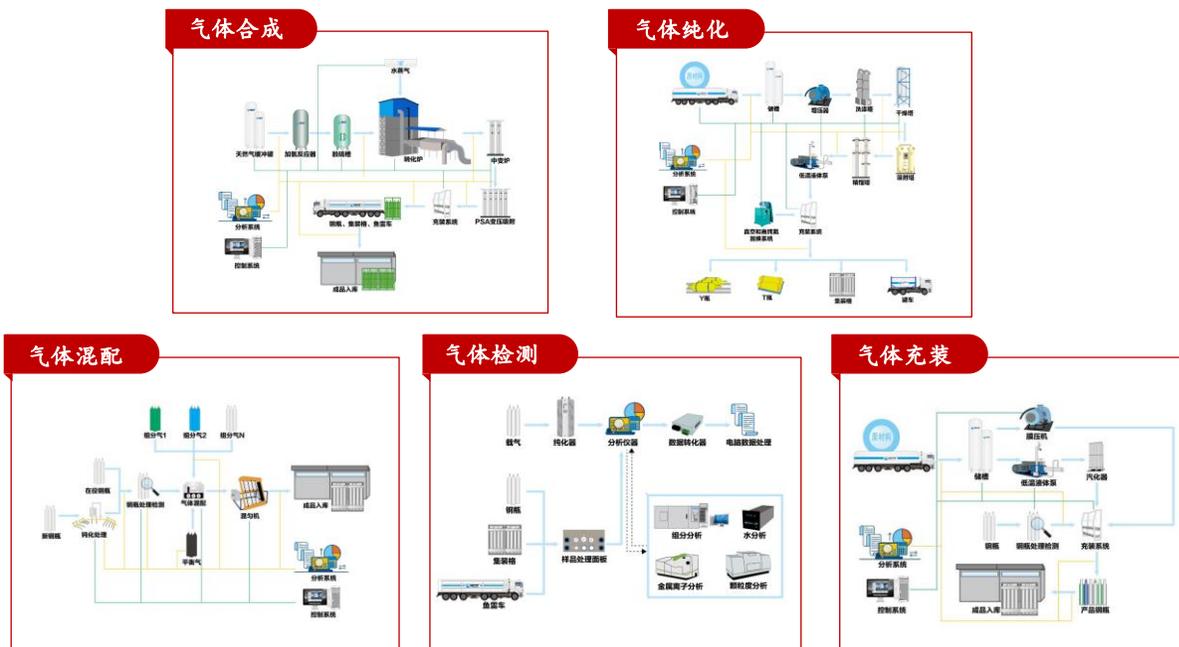


- **电子特气主要以零售供气为主。**电子特气具有超高纯度的指标要求，且具有品类多、批量小、高频次的应用特点，采用瓶装供气是电子特气行业的主流销售模式，对一些需求量较大的电子特气还会采用长管拖车（鱼雷车）的运输方式。
- **电子特气生产流程包含合成、纯化、混配、检测、充装等环节。**气体合成通过化学反应生成低纯度气体，气体纯化将低纯度原料加工为高纯度产品；气体混配是将各气体及平衡气混配以满足客户定制化需求，气体检测是产品一致性的品控，与气体充装一样都需要专业化设备。
- **盈利存在一定周期性波动，本质为产品生意。**电子特气的原材料主要为外购的工业气体和化学原材料，成本比空分大宗气体更高（空分气体原材料为空气&工业废气），且容易波动；由于纯度、包装储运等要求高，电子特气多为高附加值产品，但大多单一品种产销量较小，价格跟随市场供需波动，且盈利空间可能会随着新入者数量的增多而缩小，存在一定周期性波动。

图表：电子特气主要以零售供气为主

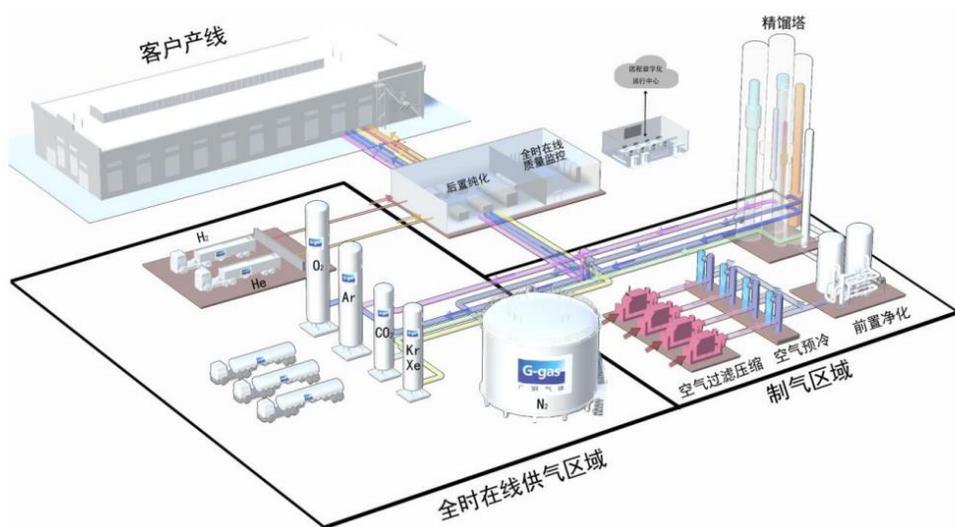
供气模式	盈利模式	规模	半径	合同期	特点
瓶装供气	客户订购，随时送达	用气量小	不受运输半径限制	1-3年	分布广泛，看重配送和交付能力
储槽供气	低温槽车运达，转运到客户储槽中	中等规模	200km左右	3-5年	易受市场影响，要求配送能力和客户认可度

图表：电子特气生产+包装运输的主要流程



- 电子大宗气体是复杂的系统工程，需要专业稳定的工程能力。
- 电子大宗对可靠性及稳定性要求极高。电子大宗占下游客户生产成本不高，据广钢气体公告，例如投资一个晶圆厂百亿以上的投入，对应配套的电子大宗项目投资成本占比可能仅为1%。但电子大宗对下游客户的生产影响较大，“牵一发而动全身”，若发生故障将导致整条产线受到影响，故成功案例/成熟经验团队是入局的重要条件。

图表：广钢气体电子大宗气体项目生产工艺流程图



图表：电子大宗气体供应需要满足超纯、超稳定、超可靠、全品种供应四大要求

超纯（高纯度指标）

- 电子大宗气体产品纯度、压力、流量等参数是电子产品的性能及成品率的重要因素；
- 每升级一代，气体纯度提高1000倍（从ppm到ppb）
- 单项气体杂质也有严格控制

超可靠（低容错率）

- 每年365天，每天24小时不间断供应，若断供将直接导致客户产线停产；
- 对供气后备系统、远程监控有较高要求

超稳定（稀有气体供应）

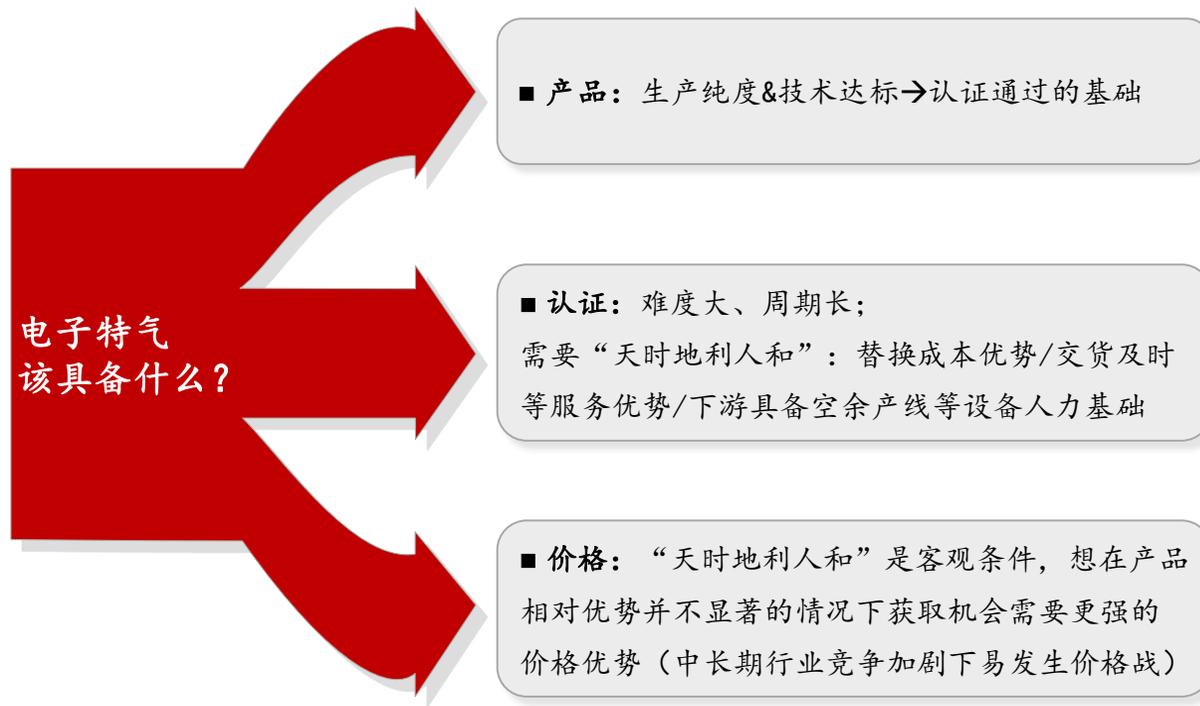
- 环境温度、湿度、电压、客户用气量波动均可能造成气体供应过程中品质出现波动，包括纯度、压力、流量等；
- 要求每秒供气的气体各项杂质控制在1ppb以内

全品种（高运营标准）

- 随着客户制程的不断提高，对各类电子大宗气体的产品要求也在变化；
- 需要掌握全部六大类气体的技术，并持续根据客户要求技术演进；
- 要求氦气保供能力和供应链技术

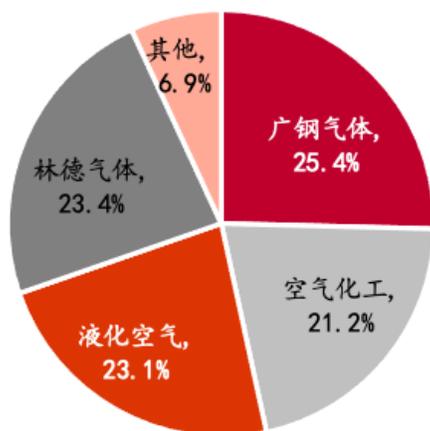
- **产品端要做到品质达标及一致性，还需要产品多样性。**目前产品生产端，国内厂商除少数仍存较大技术门槛的品种外，很多品种都具备生产能力；气瓶的处理和充装也是需要攻克的技术，气体进入包装物时纯度很高，后面仍需要进行加热、抽真空、清洗、钝化、充装、稳定性分析等等环节，期间需要保障气体的高纯度和一致性，考验技术实力和处理方式。通常在下游客户生产过程里单一环节中电子特气需要多品种一起使用，其中单一品种占下游客户的量 and 成本占比小，故厂商还需具备多品种供应能力。
- **合格产品是准入门槛，下游认证是硬性条件。**电子产业链认证难度大、周期长，如若想要实现批量销售，需要“天时地利人和”：原供应商产品占客户生产成本高，替换成本有优势；交货及时等服务方面存在优势；客户的生产产线闲置，有时间/设备/人员做测试。
- **价格优势助力国内电子特气企业竞争力逐步提升。**1) 部分产品生产的技术可以达到国际先进水平；2) 得益于国内电子半导体行业的快速发展，内资企业具有贴近客户、运输成本低的天然优势；3) 据智研咨询，国内高纯气体平均价格只有国际市场价格的60%左右。

图表：切入电子特气生意的基础



- 国内电子大宗气体市场格局集中。据广钢气体公司公告，2018-2022年9月电子半导体领域新建现场制气项目中，三大外资企业和广钢气体中标产能占比达93.1%。
- 进入电子大宗赛道难度大。从广钢气体公告的18-22M9期间电子大宗项目招投标情况，可以发现目前仍存在“仅邀请外资”、“要求一定项目运行年限”等苛刻条件。本质原因还是在于电子大宗是复杂的工程项目，在专业性要求极高的同时，对于下游而言，置换、试错成本同样也很高。

图表：2018年-2022年9月电子半导体领域新建现场制气项目中标产能占比 (%)

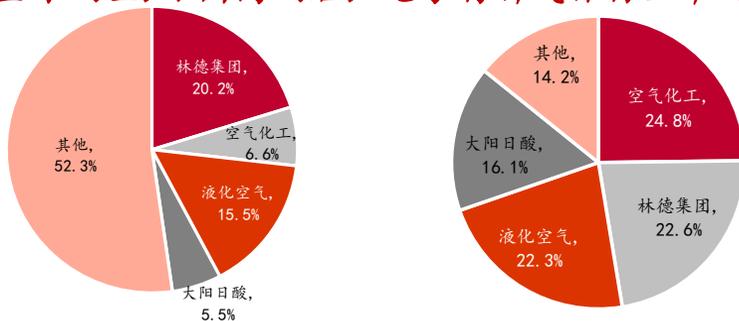


图表：2018年-2022年9月国内集成电路（上图）/显示面板（下图）招投标情况

集成电路领域项目		数量
1. 广钢气体参与投标项目		22
1.1 广钢气体中标项目		13
1.2 客户在同等条件下倾向选择外资气体公司		3
1.3 客户在同等条件下倾向选择存续项目合作的外资气体公司		1
1.4 商务谈判环节未达成一致		2
1.5 投标综合评价未达到最优		3
2. 广钢气体未投标项目		27
2.1 广钢气体不符合客户招标的准入条件（如仅邀请外资、项目运行年限等）		23
2.2 广钢气体判断中标概率较低，主动放弃		1
2.3 客户项目不符合广钢气体选择客户的标准		3
总计		49
显示面板领域项目		数量
1. 广钢气体参与标项目		12
1.1 广钢气体中标项目		8
1.2 投标综合评价未达到最优		3
1.3 客户项目存在不确定性，广钢气体后续终止投标流程		1
2. 广钢气体未投标项目		11
2.1 广钢气体不符合客户招标的准入条件（如仅邀请外资、项目运行年限等）		10
2.2 广钢气体判断中标概率较低，主动放弃		1
总计		23

■ 电子特气国产替代正在快速进行。2020年国内电子特气的国产份额不足14%，考虑到1) 目前多家内资气体在IC/面板/光伏等核心下游的客户覆盖率较高、2) 2020-2022年间多家内资公司特气收入CAGR高于30%以上，国内的电子特气份额处于快速提升阶段。

图表：2020年全球（左）/国内（右）电子特种气体行业市场竞争格局



图表：2020-2022年国内特气公司收入变化情况（注：不完全统计）

特气收入（亿元）	2020	2021	2022	2020-2022 期间增长率	2020-2022 复合增长率
华特气体	5.2	7.4	12.2	137%	54%
中船特气	12.2	17.3	15.6	28%	13%
金宏气体	4.5	6.6	7.4	66%	29%
凯美特气	-	-	2.6	-	-
南大光电	4.3	7.3	12.0	178%	67%
雅克科技	3.7	3.9	5.0	33%	15%
和远气体	0.4	0.6	1.0	122%	49%
科利德	1.1	1.7	2.9	155%	60%
福建德尔	2.0	3.0	3.6	80%	34%
久策气体	1.2	0.0	0.0	-	-
合计	34.7	47.8	62.3	80%	34%

注：华特气体的特气收入是通过总营收减去其他业务/焊接绝热气瓶及其附属设备/普通工业气体收入而得，可能与实际不符；中船特气2019、2020、2021年以及22H1特气收入占比均高于85%，故2022年全年的特气收入由全年整体营收*80%计算，可能与实际不符；此处统计部分公司特气收入可能存在其他领域特气，而非完全都是电子特气的情况

来源：科利德等各公司公告、亿渡数据、中泰证券研究所

图表：电子特气内资厂商在全球主要IC/面板/光伏客户覆盖情况

2022年全球半导体晶圆代工前十大厂商	金宏气体	南大光电	华特气体	派瑞特气	中巨芯	科利德
台积电		✓	✓	✓	✓	✓
韩国三星		✓				
联华电子						✓
Global Foundries Inc.			✓			
中芯国际	✓	✓	✓	✓	✓	✓
华虹宏力		✓	✓	✓	✓	✓
力积电						✓
世界先进						
Tower Semiconductor Ltd.			✓			
晶合集成						
客户覆盖率	10%	30%	60%	30%	30%	50%

2022年全球新型显示前十大厂商	金宏气体	南大光电	华特气体	派瑞特气	中巨芯	科利德
韩国三星						
京东方	✓	✓	✓	✓	✓	✓
韩国LG电子				✓		
华星光电	✓	✓	✓	✓	✓	✓
友达光电						✓
群创光电				✓		
天马微电子	✓			✓	✓	✓
惠科股份		✓			✓	✓
信利国际有限公司						
日本显示公司						
客户覆盖率	30%	30%	20%	50%	40%	50%

2022年全球太阳能电池片前十大厂商	金宏气体	南大光电	华特气体	派瑞特气	中巨芯	科利德
通威股份	✓					✓
隆基股份	✓					✓
爱旭股份			✓			✓
天合光能	✓				✓	✓
晶科能源			✓			✓
晶澳科技					✓	✓
润阳悦达			✓			✓
江苏中润						✓
阿特斯						✓
江西捷泰						✓
客户覆盖率	30%	0%	30%	0%	20%	100%

■ 过去国内气体企业与国外巨头存在较大技术代差，随着国家政策持续发力，国内企业技术不断突破，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，加速实现国产替代。

图表：内资企业持续致力于品种拓展，助力国产替代

分类	产品名称	华特气体	中船特气	金宏气体	凯美特气	南大光电	雅克科技	昊华科技	硅烷科技	广钢气体	和远气体	九丰能源	杭氧股份	侨源股份	科利德	福建德尔	久策气体
光刻	氩/氟混合气		√														
	氩/氟/氩混合气	√			√												
	氩/氟混合气		√														
	氩/氟/氩混合气																
刻蚀	三氟化氮		√/▲			√/▲		√/▲		▲	▲						▲
	高纯六氟乙烷	√	√														√
	氟化丙烷	▲	√														
	六氟化硫					√	√	√				√					√
	六氟丁二烯	▲	▲	▲		▲		▲		▲	▲						
	四氟化碳	√	√				√	√									√
	氯化氢		▲	▲	▲					▲	▲	√					
	氟化氢		√														√
	八氟环丁烷	▲	√	▲												▲	√
	高纯氮	▲						√	√			√				▲	
	三氟甲烷	√		▲													√
	氟氮混合气																√
	八氟环戊烯		√													▲	
	高纯三氯化硼	▲														√/▲	
	四氯化硅													▲			
掺杂	乙硼烷	▲	▲														
	三氟化硼	▲		▲		√		√									
	磷化氢					√											
	砷化氢					√											
	高纯氮	▲		√					√		▲						√
外延沉积	二氯二氧硅			▲							▲						
	超纯氮/高纯氮	√/▲		√/▲					√		▲					√/▲	√/▲
	高纯氧化亚氮	▲		√/▲												√/▲	
	正硅酸乙酯			√/▲							▲						
	磷烷	▲				√/▲		√									
	砷烷	▲				√		√									
	硅烷	√	▲	√					√/▲	√	▲						
六氟化钨		√			▲		√/▲			▲					▲		
稀有气体	氩气				√								√		▲		
	氙气	▲			√								√	▲	▲		
	氪气	√			√									▲			
	氩氙特气													▲			

来源：亿渡数据、各公司公告、中泰证券研究所整理（备注：不完全统计，可能与公司实际情况不一致。√代指各公司公告中披露了有相关品种产品，▲代指各公司有相关品种生产规划）



2

以日本为鉴，看中国气体市场的机遇 和不同

领先一步

目前国内电子气体市场的新机遇

半导体产业转移下大 β 已至

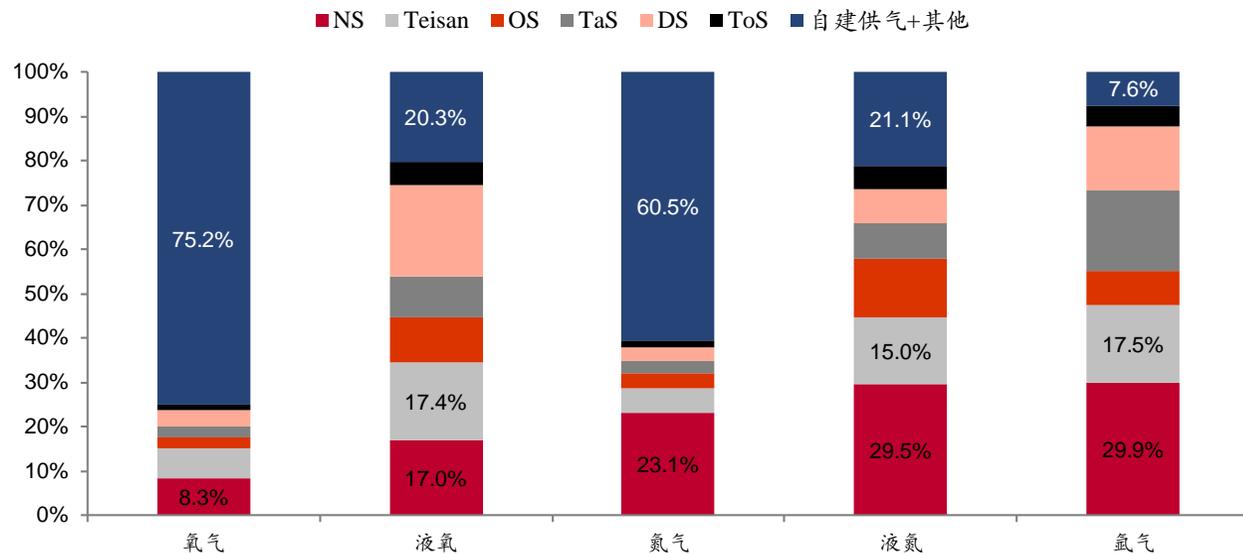
- 1) 以史为鉴，产业链转移有望诞生电子气体巨头公司：半导体产业链经历过三次的转移，在前两次转移机遇下，日本、韩国、中国台湾均顺势诞生了半导体相关产业链巨头；
- 2) 双国产效应下机遇已至：第三次产业转移至国内，晶圆代工&显示面板的产能份额快速攀升，带来的是电子气体的需求增量 \times 材料国产替代的乘数效应；
- 3) 光伏&新能源提供发展基本盘：光伏&新能源是快速增长且由国内主导的气体新需求，产品门槛相对更低，是特气公司新布局的“试炼场”，鲶鱼效应或加速内资企业的进步和发展。

效仿海外龙头发展之路可构筑 α

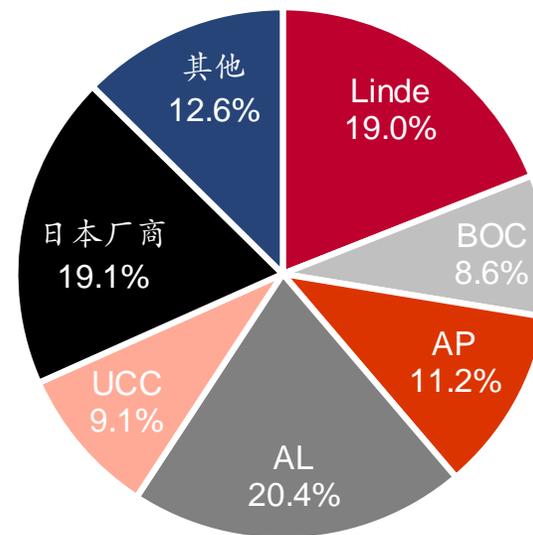
- 1) 收并购是龙头的扩张方式：从历史来看，海外龙头气体企业的壮大之路大多需要收并购；
- 2) 专业&服务能力是护城河：即便在半导体产业重心转移出日本后，日本仍存在电子气体的龙头企业，其核心竞争力在于其专业技术壁垒、以及在上世纪80年代就形成了服务于半导体产业的综合运维模式（类电子大宗的前身）
- 3) 国际化是长远扩张的战略：参考林德、法液空、AP、大阳日酸等全球气体巨头，国际化的扩张策略是必经之路。

- 日本气体市场格局较为分散且同时存在较高比例的自建供气。60-70年代日本市场主要参与者为两大龙头——NS (Nippon Sanso) 和Teisan (法液空于1910年创建的日本子公司)+四个区域性供应商——OS (Osaka Sanso)、TaS (Taiyo Sanso)、DS (Daido Sanso)、ToS (Toyo Sanso)。由于氧气和氮气市场中自建供气比例较高，导致日本市场整体集中度较低。
- 空分设备快速发展并实现充分国产化。60年代以前日本气体企业仍严重依赖海外技术；到60年代初，NS获得了Linde技术的独家访问权，日本空分设备技术开始快速发展；至60年代后期，本土厂商几乎完全占据了日本市场，日本空分设备实现高度国产化。

图表：1974年日本氧气、液氧、氮气和氩气市场竞争格局



图表：1965-1987年全球空分设备市场竞争格局



- **日本电子特气份额持续提升：**在技术和专业化服务持续发展下，80年代末，日本电子特气在全球份额达42%。
- **技术：**基于索尼、东芝等公司在半导体制造方面的积淀，日本气体厂商开发出了极高纯度专用气体等技术。生产半导体用混合气、高纯特气以及相应的绝对保供能力，使日本生产商在80年代比欧美竞争对手具备更大的竞争优势。
- **专业化服务：**1984年NS提出了现代TGM模式的雏形——总气体中心，提供气瓶更换、工厂维护、管道系统清洁和泄漏检测等服务，增强客户粘性。至1990年，NS共有三个这样的总气体中心，使得NS在电子特气和气体综合管理方面获得了主导地位。

图表：70-80年代日本电子特气蓬勃发展

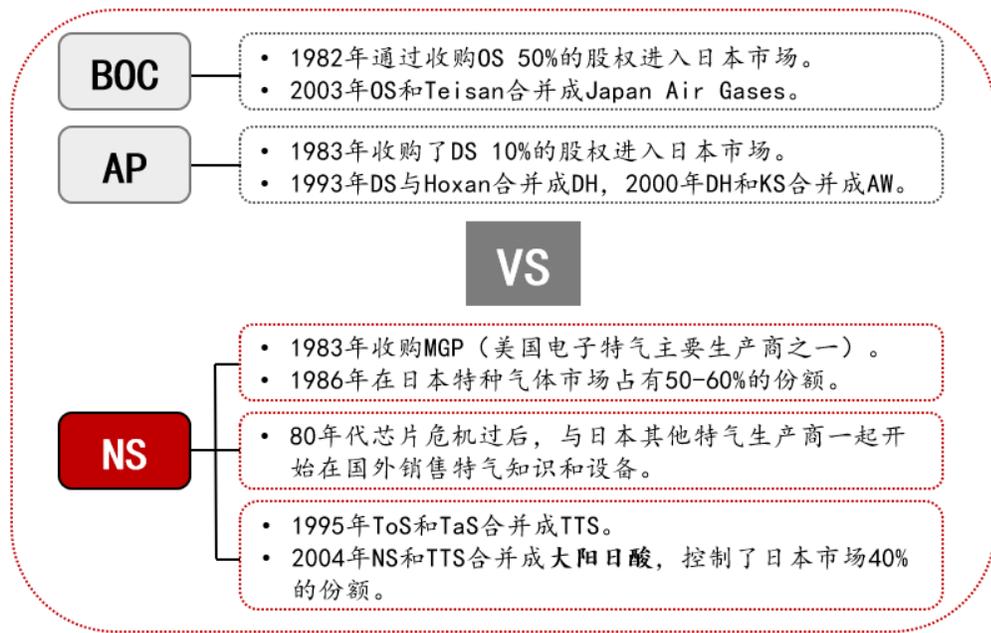
技术壁垒塑造竞争优势。基于索尼、东芝等公司的半导体制造技术，日本气体公司开发了生产高纯气、混合气和特气供应保障等技术，因而在80年代，日本公司在电子特气领域比欧美公司具备更强的竞争优势。

1984年NS提出了TGM的概念雏形——总气体中心。该中心是在电子行业客户附近建造小型氮气生产设备，并拥有大规模的特种气体和相关设备的储存能力，同时提供完整的管理服务。

半导体产业发展带动电子特气发展。70年代中期，日本半导体产业发展接近美国，1980年以后日本在存储芯片的生产方面占据了国际领先地位。到80年代末，日本在电子特气领域的全球份额与美国大致相同，达到42%。

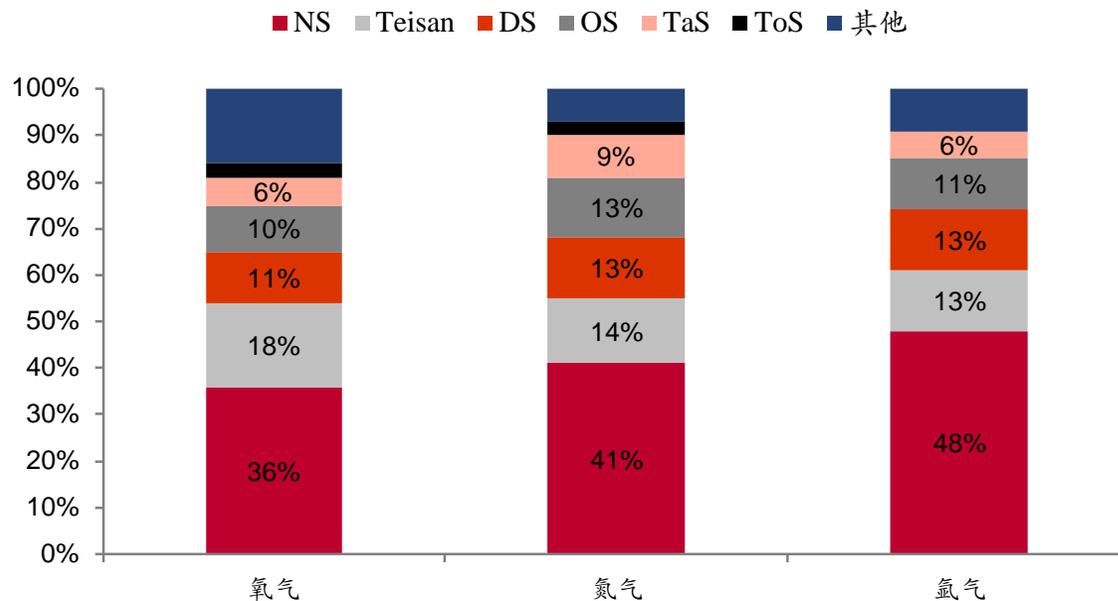
- 80年代前，日本空分设备高度国产化+自建供气比例较高，阻碍了前期外国竞争者的进入。直至1980年，外国气体公司中仅有AL（法液空）控制的子公司Teisan在日本经营。我们认为或由于早在60年代，日本的空分设备就已实现高度国产化，同时自建供气模式满足了大部分市场需求，外包供气的市场空间不大，因而外国气体公司未能大规模进入。
- 攻方：80-90年代，BOC和AP以收购日本公司股权的方式进入日本市场。
- 守方：日本企业通过合并以及强化竞争优势（技术+服务模式）守住本土份额。日本公司通过国内合并的方式扩张规模，例如区域性生产商ToS和TaS合并，之后又与龙头NS合并成大阳日酸。此外，日本公司在电子特气领域的竞争优势（技术领先+优质服务）在一定程度上保护了其市场份额。

图表：80-90年代的日本攻防战



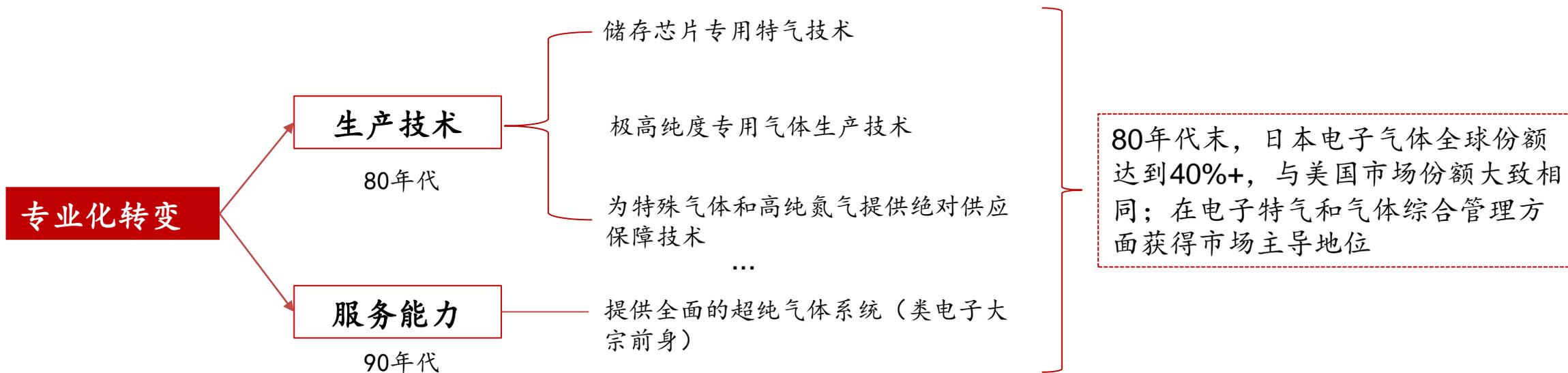
注：BOC为英国氧气公司，AP为美国空气产品公司

图表：1990年日本氧气、氮气和氩气市场竞争格局（不含自建供气）



- 产业链转移的大 β 下，有望孕育出电子气体巨头公司。参考80年代第一次半导体产业转移，日本供应商在半导体专用气体方面的全球份额已达到42%（80年代末），1986年NS在日本特种气体市场份额达到50-60%，成为电子气体巨头。我们认为日本电子特气厂商在全球占据较高份额，也主要由于通过**技术+专业化服务**构建 α 。
- 当 β 逐渐消退，国际化是增长的必要策略。在半导体产业即将二次转移的背景下，NS在80年代与Teisan及其他日本特气生产商在泰国、台湾和韩国等地一起建造气体工厂，国际化的扩张战略开始实施。参考几乎所有海外气体龙头的扩张之路，常见的基本方式都是以收并购为主，故NS也于80年代在美国、马来西亚等地以收并购的形式进行国际化扩张。
- 大阳日酸不够坚决的国际化收并购战略致使全球份额下降。由于1) NS缺乏国际化经验和合适的人员；2) NS自认为其资本基础和分销网络还不足以支持更大规模的收并购扩张，所以NS与其他日本特气厂商选择了向海外售卖工艺包的模式扩张，因此在90年代，不够坚决的国际扩张战略导致其全球工业气体市场份额从1994年的8%下降到2000年的6%。

图表：日本在产业转移的大 β 下，以生产技术+服务延展的方式构筑了 α



- 产业转移带来的是新增需求的快速扩容。目前国内面板市占率已增长至全球第一；据TrendForce，中国大陆晶圆代工2027年产能份额将达到24%，仅次于中国台湾的47%，成熟制程的份额或将于2027年达到33%，与中国台湾份额差距将缩小。
- 海外限制频出将刺激国产替代的快速渗透。正如第一次半导体产业转移的终点以及第二次的起点，美国的压制是本质原因。多年来美国持续向国内半导体产业施压限制，也会催使国内供应链国产化的加速。

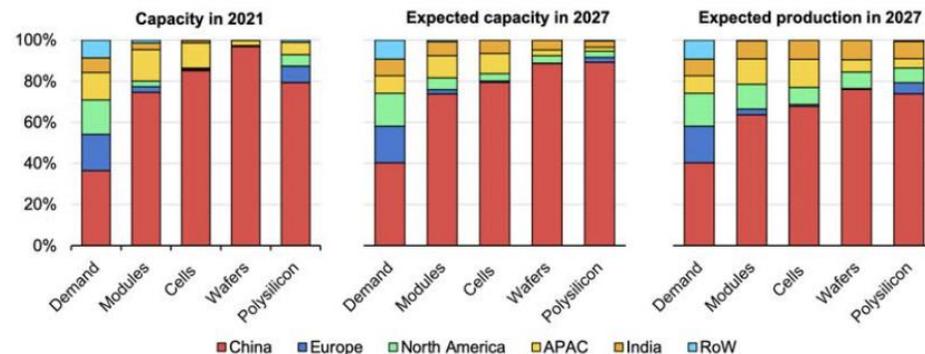
- 爆发式新需求催生新玩家入局。目前国内主导全球光伏供应链，光伏产业的盛况也带来硅烷、超纯氨等沉积用特气产品的爆发式需求增长。
- 光伏用气在纯度等要求上整体低于半导体，提供电子特气的“试炼场”。光伏用特气的进入门槛相对低于半导体，同时需求市场大，故1) 提供足够的市场容量让已入局/新入局的特气公司存活；2) 鲶鱼效应下，提供给有野心切入半导体产业链气体公司的“试炼场”。

图表：近年来美国频繁针对国内半导体产业链发出政策限制

时间	机构	文件/行动	主要内容/政策导向
2017/1/1	总统科学技术咨询委员会	《确保美国半导体的领导地位》	指出中国的半导体的发展对美国已经构成了“威胁”
2018/4/1	商务部	中兴事件	禁止美国企业向中兴销售零部件，7月达成和解
2018/8/1	国会	国防授权法案	限制政府采购华为、中兴、海康、大华生产设备
2018/8/1	商务部	宣布限制44家企业的技术出口	包括航天科工、中国电科、部分关联和下属企业
2018/9/1	总统特朗普	扩大课税范围	对中国的2000亿货物加征10%的关税
2018/11/1	商务部	宣布制裁晋华	禁止美国企业向晋华销售零部件
2019/1/1	商务部	对华为提出刑事指控	向加拿大发出引渡孟晚舟的正式文件
2019/5/1	商务部	宣布将华为加入实体名单	禁止所有美国企业采购华为产品
2020/5/15	商务部	使用美国技术的外国公司在向华为或海思等供应芯片之前，要求获得美国许可证	禁止使用美国技术的芯片制造企业（台积电等）向华为提供芯片

图表：国内主导全球光伏供应链

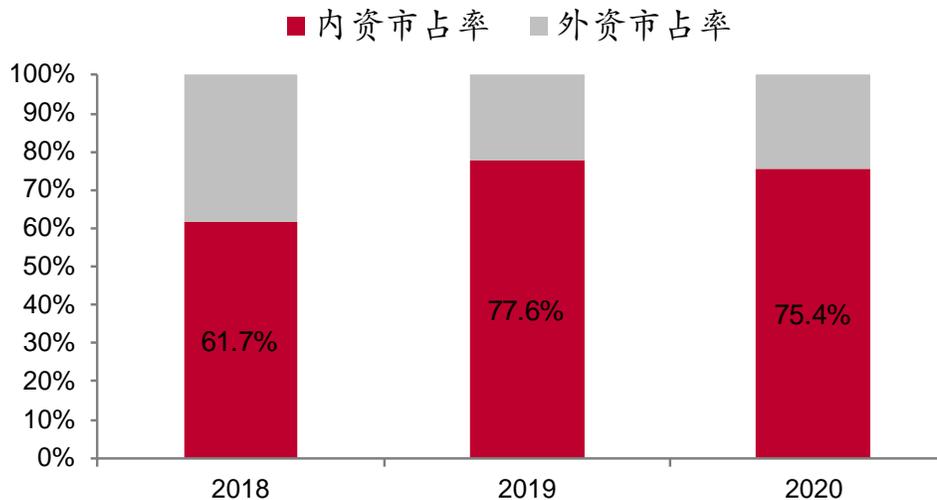
2021至2027光伏各环节产能及产量占比预测



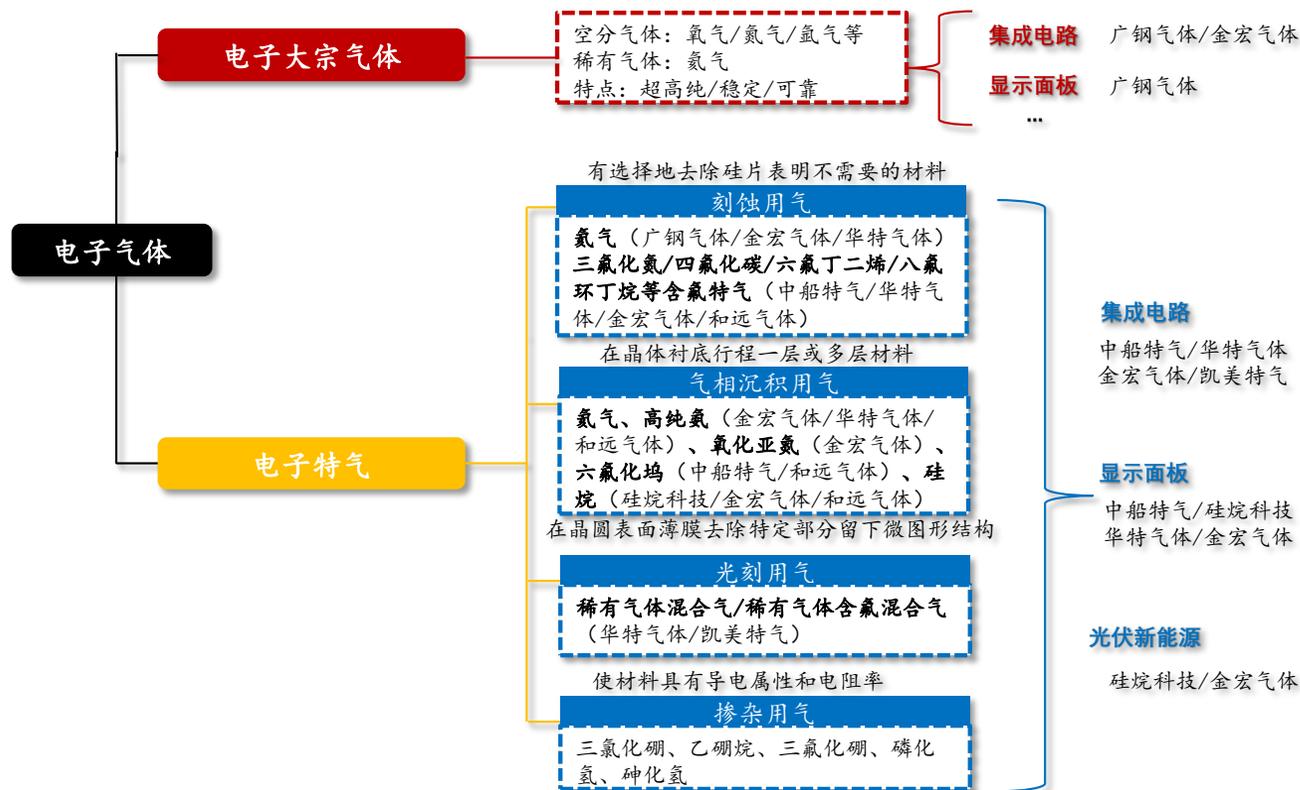
来源：IEA

- 国内空分设备国产化率不断提高，至2020年已达75%以上，与60年代的日本相似。
- 目前国内在电子大宗、电子特气，都有一批具有潜力的公司，其中有望成长出电子气体巨头。我们认为本土气体公司发展的突破口或在于1) 乘产业转移+光伏新需求之风，以技术+服务塑造护城河；2) 以收并购整合国内市场提高集中度，并进一步向新兴的海外市场扩张。

图表：2020年国内空分设备市场内资市占率已超75%



图表：国内有望成长出电子气体巨头

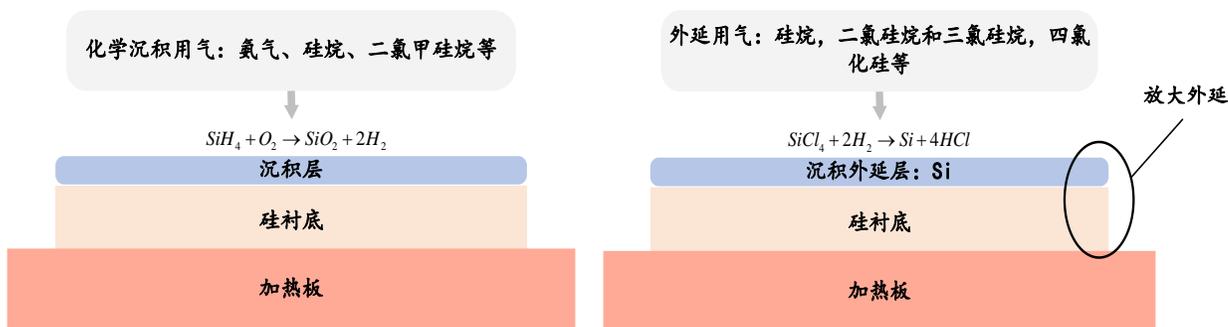




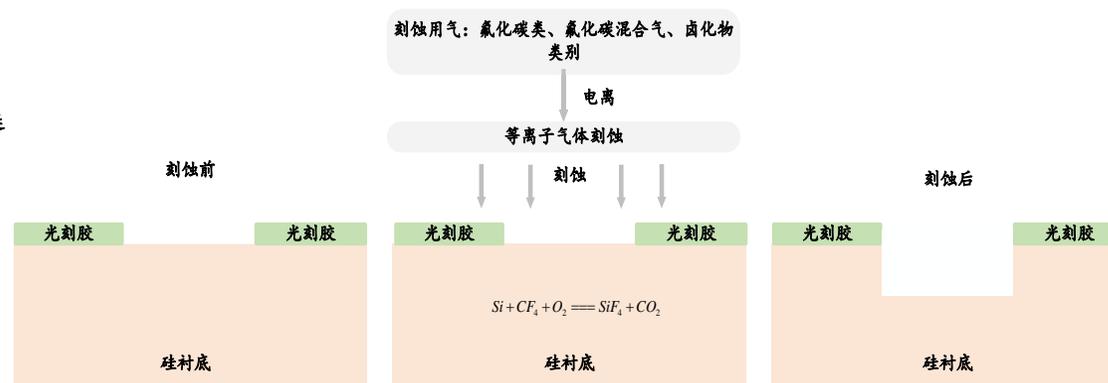
3

应用环节工艺迭代，驱动电子气体品
类升级需求增长

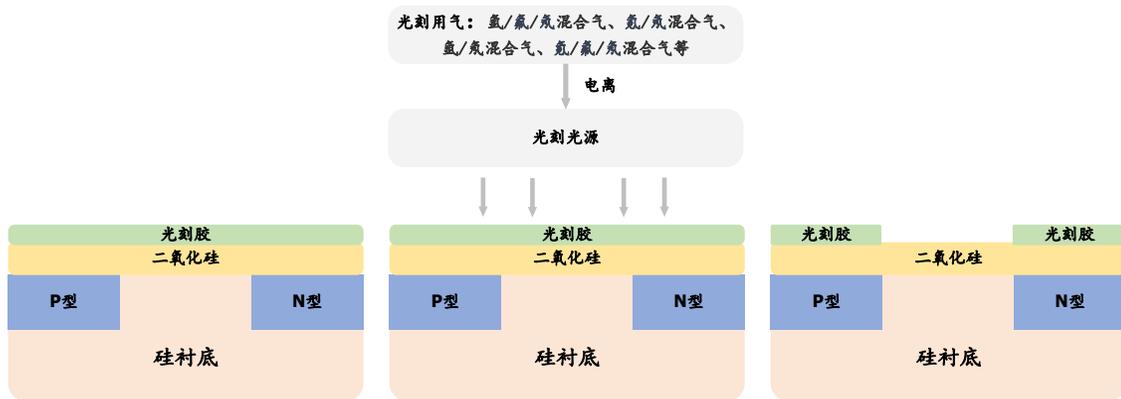
图表：沉积工艺中，需要使用硅烷、超纯氨、高纯氧化亚氮、六氟化钨等，主要由于这类气体可发生化学反应形成薄膜或外延硅片



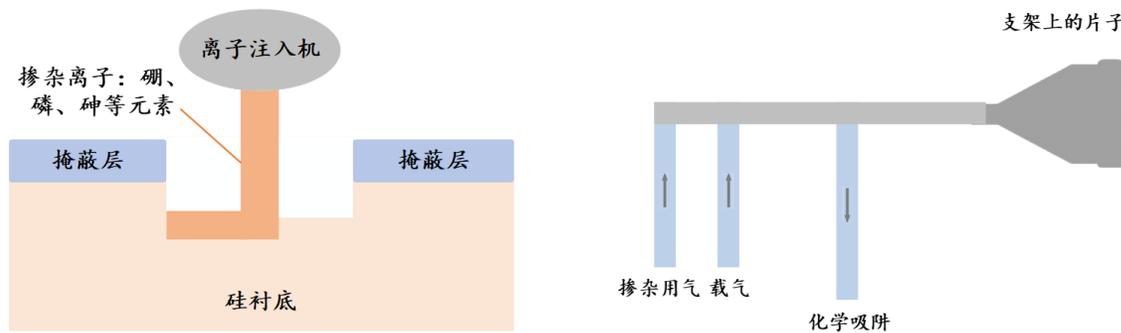
图表：刻蚀工艺中，需要使用含氟气体，其中F主要用于刻蚀作用，而例如氟碳系中的C则用于生成(C-H)n聚合物以提高蚀刻选择比



图表：光刻工艺中，需要使用稀有气体混合气，主要由于稀有气体受高压跃迁后会形成固定波长激光，适于高精成像

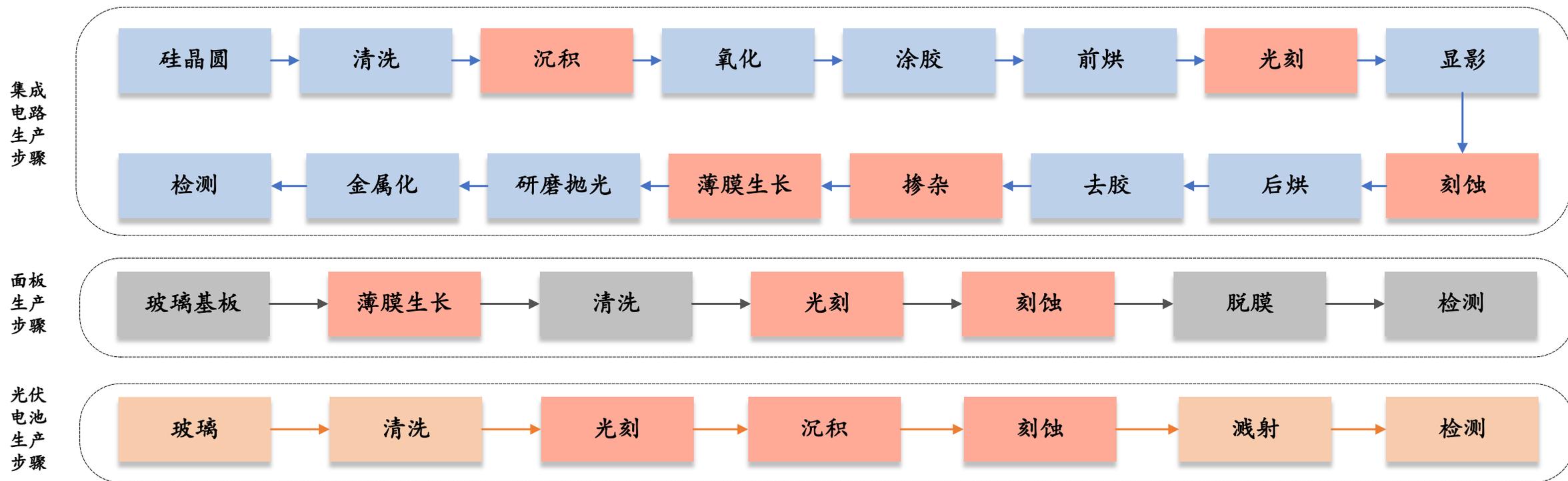


图表：掺杂工艺中，主要使用硼、砷和磷系气体，主要由于硼、砷、磷可诱导出更多的空穴和电子，从而改变其导电性和导电类型



- 电子特气“需求跟随工艺”带来几个特点：1) 各工艺环节的技术路径或随着技术发展更新迭代，可能会导致对相应电子特气的品种选择及用量上发生改变；2) 不同应用领域侧重的工艺环节不同，或导致不同电子特气品类的下游景气有差异，例如集成电路的设计重点多在电路制程，光刻及刻蚀类气体受集成电路制程工艺迭代或者变化影响更为显著，而光伏重点在于成膜后的光效率及使用寿命，故沉积用气受光伏装机量高增或电池工艺路径变更影响较为显著。

图表：各细分下游的生产步骤不同，侧重的特气品种也不同



■ 电子特气的思路是“产品超市”，重点需要关注大单品的供需动态。电子特气多达上百种，选品时细分品种的市场规模也是决定气体企业成长持续性的重要参考。

图表：2022年全球电子特种气体细分市场排名及占比情况

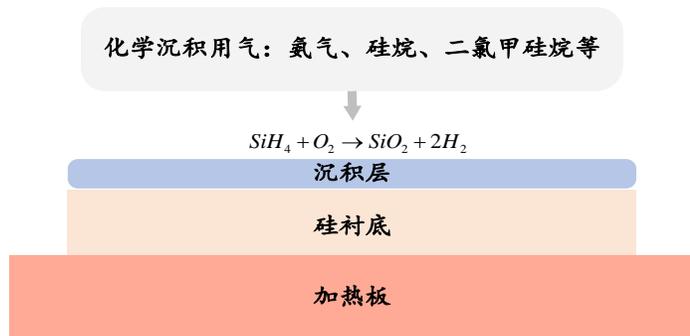
细分市场排名	电子气体名称	市场规模 (百万美元)	细分市场占比	应用的工艺环节
1	三氟化氮	1,307.80	21.41%	清洗、刻蚀
2	六氟化钨	503.9	8.25%	沉积、掺杂
3	氟气	391.2	6.40%	外延、沉积
4	六氟丁二烯	340.6	5.58%	刻蚀
5	三氯氢硅	322.7	5.28%	外延、沉积
6	氟气	293.7	4.81%	氧化、刻蚀、钝化、外延、抛光
7	氯化氢	266.2	4.36%	刻蚀、清洗
8	氧化亚氮	248.9	4.07%	沉积
9	硅烷	206.7	3.38%	外延、沉积
10	氙气	182.7	2.99%	掺杂、刻蚀
11	三氯化硼	163.8	2.68%	刻蚀、掺杂
12	六氟化硫	102.7	1.68%	刻蚀、掺杂
13	二氯硅烷	100.4	1.64%	外延、沉积
14	锗烷	98.3	1.61%	外延、淀积、掺杂
15	一氧化碳	92.5	1.51%	外延、沉积、刻蚀
16	磷烷	92.3	1.51%	外延、掺杂、沉积
17	丙烷	86.7	1.42%	沉积
18	四氟化碳	73.4	1.20%	刻蚀、清洗
19	三氟化氯	62.1	1.02%	清洗
20	砷烷	43.8	0.72%	外延、掺杂
-	其他	1,127.90	18.47%	-
-	合计	6,108.30	100.00%	-

图表：2022年国内电子特种气体细分市场排名及占比情况

细分市场排名	电子气体名称	市场规模 (百万美元)	细分市场占比	应用的工艺环节
1	三氟化氮	478.30	14.59%	清洗、刻蚀
2	三氯氢硅	265.6	8.10%	外延、沉积
3	氟气	231.2	7.05%	外延、沉积
4	六氟化钨	211.7	6.46%	沉积、掺杂
5	六氟丁二烯	162.4	4.95%	刻蚀
6	氟气	160.4	4.89%	氧化、刻蚀、钝化、外延、抛光
7	氧化亚氮	151	4.61%	沉积
8	硅烷	138.8	4.23%	外延、沉积
9	氯化氢	122.8	3.75%	刻蚀、清洗
10	三氯化硼	102.3	3.12%	刻蚀、掺杂
11	氙气	92.8	2.83%	掺杂、刻蚀
12	磷烷	43.2	1.32%	外延、掺杂、沉积
13	六氟化硫	42.7	1.30%	刻蚀、掺杂
14	锗烷	40.8	1.24%	外延、淀积、掺杂
15	四氟化碳	38.8	1.18%	刻蚀、清洗
16	三氟化氯	24.1	0.74%	清洗
17	二氯硅烷	23.8	0.73%	外延、沉积
18	乙硅烷	18.2	0.56%	刻蚀、沉积
19	一氧化碳	17.6	0.54%	外延、沉积、刻蚀
20	砷烷	16.9	0.52%	外延、掺杂
-	其他气体	829.50	25.31%	-
-	合计	3,277.80	100.00%	-

- 沉积用气核心品种：硅烷、超纯氨、高纯氧化亚氮、六氟化钨等。
- 薄膜生长是采用物理或化学方法使物质附着于衬底材料表面的过程。根据工作原理不同，可分为物理气相沉积、化学气相沉积以及外延沉积工艺。在半导体核心流程中，主要涉及到化学气相沉积以及外延沉积工艺。
- 化学气相沉积（CVD）是多种气体混合并发生化学反应最终将反应物沉积成膜的过程，主要应用于光伏和面板行业。例如，在光伏领域，经化学气相沉积生成减反射膜，达到表面钝化，增加光能利用率。
- 外延沉积是在衬底生长出一层与原衬底相同晶格取向的晶体外延层，可用于减小衬底电阻、增强衬底隔离等。外延工艺广泛用于集成电路，形成芯片内部的微型器件单元，例如晶体管的存储单元。根据生长方法可以将外延沉积工艺分为两大类：全外延和选择性外延。外延沉积用气常为含硅气体源：硅烷，二氯硅烷和三氯硅烷；某些特殊外延工艺中还要用到含锗和碳的气体锗烷和甲基硅烷；选择性外延工艺中还需要用到刻蚀性气体氯化氢，反应中的载气一般选用氢气。

图表：CVD沉积反应过程



图表：外延沉积反应过程

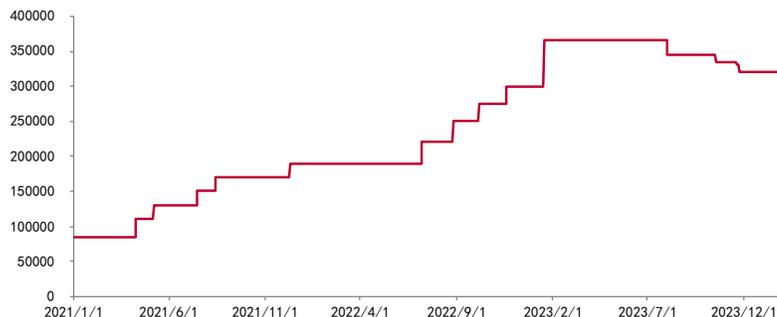


图表：CVD沉积用气分类

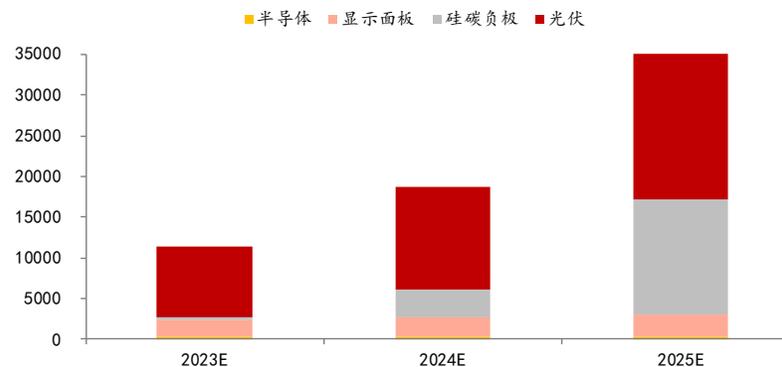
CVD沉积对象	CVD沉积用气
二氧化硅沉积	硅烷、原硅酸四乙酯
氮化物的沉积	氨气、硅烷、二氯硅烷
钨沉积	六氟化钨、硅烷
氮化钛沉积	四氯化钛、氨气

- 电子级硅烷气在1) 半导体行业中用于外延硅沉积、氧化硅膜沉积和氮化硅膜沉积；2) 在显示面板行业中用于TFT（薄膜晶体管）/LCD（液晶显示器）的生产；3) 在光伏行业中用于晶体硅太阳能电池生产和薄膜太阳能电池生产。
- **光伏&新能源新兴产业发展拉动上游硅烷市场快速扩容。**据硅烷科技公司公告，需求方面，目前电子级硅烷气需求仍以光伏和面板行业需求为主。未来，随着新能源电池硅基负极材料渗透率以及光伏电池N型占比的持续提升，硅烷气需求也将持续高增，预计2025年国内电子级硅烷气总需求将达3.5万吨。供给方面，2023年国内主要企业的电子级硅烷气实际产能约9500吨/年，未来可统计产能规划高达5万吨以上，供给望匹配需求增长。价格方面，受益光伏景气，国内甲硅烷瓶气日度均价从2021年年初10万元/吨逐渐上涨至2023年最高35万元/吨以上，价格在2023年下半年出现小幅回落，目前价格较为稳定。

图表：2021-2024M1甲硅烷瓶气中国市场价（纯度≥99.9999%，元/吨）



图表：光伏&新能源驱动电子级硅烷需求快速增长（吨）



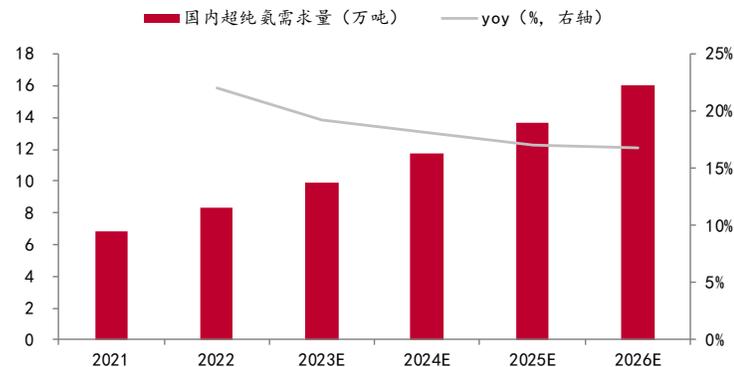
图表：国内主要内资的电子级硅烷气产能情况

公司	2023年实际产能 (吨/年)	当前产能/产量情况	未来产能规划
硅烷科技	2200	2023年9月末实际产能2200吨/年	2023/2024/2025年末设计年产能将分别为6100/6100/9600吨，实际年产能将分别为2200/5000/9200吨
内蒙古兴洋	1800	硅烷气批复产能为3000吨/年，实际产能为1800吨/年； 2021年电子级硅烷气产量为1011.32吨，预计其剩余1200吨/年产能将逐步释放。	募投项目“年产16000吨电子级硅烷配套项目”，一期项目为年产8000吨电子级硅烷、配套2300吨颗粒状电子级多晶硅； 按照生产1吨电子级多晶硅耗用1.3吨电子级硅烷气测算，其一期项目电子级硅烷气自用3000吨/年、外售5000吨/年。
中宁硅业	1800	2023年7月6日安全生产许可证载明硅烷产能为1800吨/年。	拟实施2100吨/年高纯硅烷系列产品技改项目，完成后新增硅烷产能2000吨/年； 2023年10月26日发布5000吨/年电子特气硅烷系列产品项目报批前公开，拟建设5000吨/年硅烷及氮硅烷系列产品生产装置。
天宏瑞科	500	公司电子级高纯硅烷在满足电子级多晶硅、颗粒状多晶硅自用的同时，具备500吨/年电子级硅烷气充装外售能力。	-
中能硅业	-	主要从事高纯多晶硅的生产和销售业务，根据该公司与金宏气体签署的《战略合作框架协议》，可生产、充装符合双方约定技术规格和品质的硅烷气。	-
和远气体	-	公司第一个5000吨电子级硅烷项目正在建设安装过程中	已规划2万吨硅烷并分批建设

注：以上数据主要为硅烷科技于2023年12月份发布的公司公告中统计整理，各公司产能数据可能存在更新，表格统计数据可能与实际不符

- **应用广泛，常与硅烷进行反应使用。**超纯氨常作为氮源与硅烷或其他硅化物反应，形成氮化硅或氮氧化硅薄膜。在集成电路领域，主要通过CVD工艺沉积生长氮化硅介质层，用作绝缘层、保护层或活性薄膜；在新型显示领域，主要用于生成氮化硅和氮氧化硅半导体膜；在光伏领域，主要通过PECVD工艺沉积生长氮化硅或氮氧化硅，形成减反射膜以提高太阳光吸收率。
- **下游泛半导体产业发展拉动市场扩容。**需求方面，近年来集成电路/显示面板/光伏/LED等产业的发展，不断拉动对超纯氨的需求，据QYResearch数据，2026年国内超纯氨市场需求将达到16.0万吨；供给方面，据科利德公司公告，截至2023年10月，国内可统计主要内资企业超纯氨产能约6.9万吨，未来可统计产能规划高达7万吨以上；价格方面，受益光伏景气，国内超纯氨市场价从2021年初9000元/吨，上涨至2023年初最高20000元/吨，目前价格回落至16000元/吨。

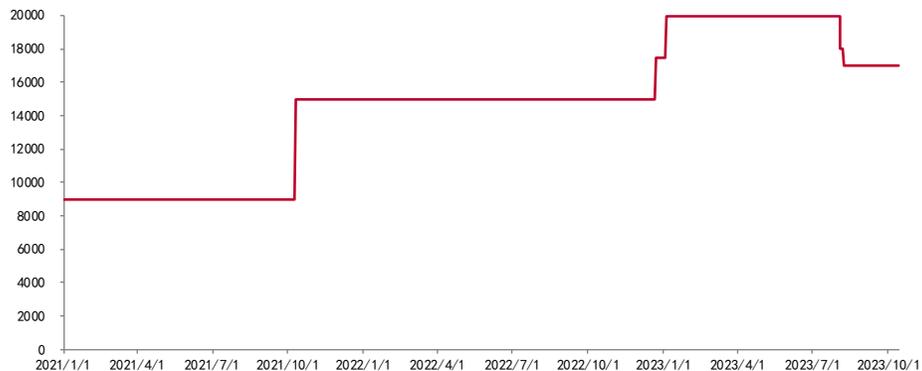
图表：国内超纯氨需求情况（万吨）



图表：国内主要内资的超纯氨产能情况（统计截至2023年10月）

公司名称	产品纯度	产品竞争领域	产能 (吨/年)	未来产能规划
金宏气体	7N8	集成电路、新型显示、光伏、LED	22000	在建项目为越南项目，预计2023年末试生产，规划产能为6000吨/年
浙江建业微电子材料有限公司	7N	光伏、LED	13000	建德年产8000吨超纯氨项目，预计2024年初完成项目建设
福建久策气体股份有限公司	7N	光伏、LED	12000	淮安电子特气项目规划超纯氨产能16000吨/年，该项目2023年6月完成环评审批
科利德	7N5	集成电路、新型显示、光伏、LED	10990	拟建设超纯氨产能8000吨/年，2023年开工建设
浙江英德赛半导体材料股份有限公司	7N	新型显示、光伏、LED	约为10000	拟新增高纯氨产能3500吨/年，2022年7月取得环评批复文件
华特气体	7N	光伏、LED	1350	拟新建江苏如东项目，计划于2024年3月开工，规划超纯氨产能为10000吨/年
和远气体	-	-	-	在建项目为年产2万吨电子级高纯氨；2023年下半年已具备试生产条件

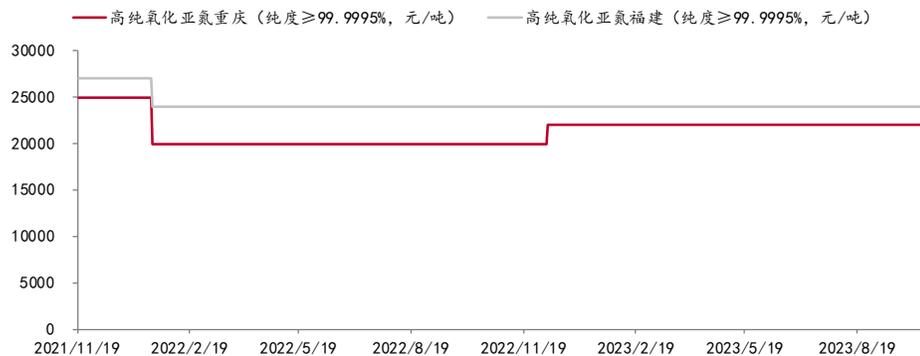
图表：2021-2024M1超纯氨瓶气中国市场价（纯度≥99.99999%，元/吨）



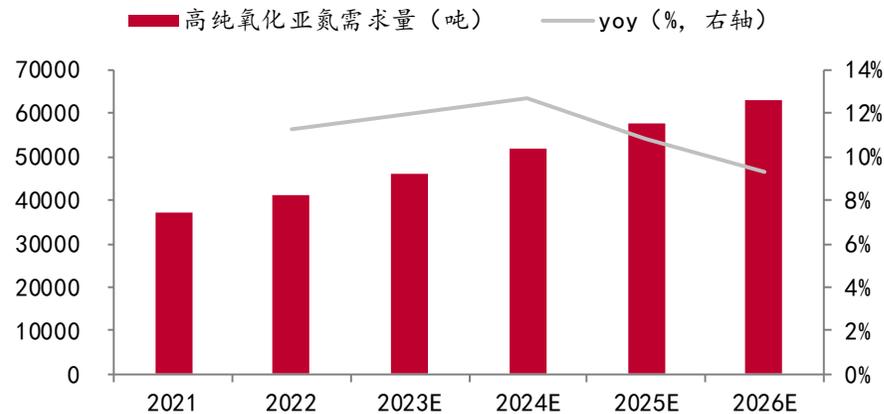
注：以上数据主要为科利德于2023年10月份发布的公司公告中统计整理，各公司产能数据可能存在更新，表格统计数据可能与实际不符

- 高纯氧化亚氮（笑气）与超纯氮下游应用相近，均利用氮源进行成膜，在光伏、新型显示和集成电路领域大量使用。在光伏领域，通过PECVD工艺沉积生长氮化硅或氮氧化硅，在PN结硅表面形成减反射膜以提高太阳光吸收率；在集成电路领域，主要通过CVD工艺沉积生长氧化硅、氮化硅及氮氧化硅介质层，生成SiO₂膜被沉淀到硅衬底上，作为缓冲层阻止有害杂质的进入。
- 光伏和显示为主的下游产业带动氧化亚氮需求稳步增长。需求方面，目前氧化亚氮主要应用于新型显示及光伏领域，未来将进一步扩大氧化亚氮在集成电路和LED领域中的应用。根据QY Research数据，预计至2026年高纯氧化亚氮市场需求将达到6.3万吨。供给方面，据科利德公司公告，截至2023年10月，国内可统计主要内资企业高纯氧化亚氮产能约4.6万吨，未来可统计产能规划高达4.5万吨。价格方面，由于目前供需整体趋于平衡，近年来基本维持在在20000~25000元/吨价格区间左右。

图表：2021-2024M1高纯氧化亚氮重庆/福建市场价（纯度≥99.9995%，元/吨）



图表：国内高纯氧化亚氮需求情况（万吨）



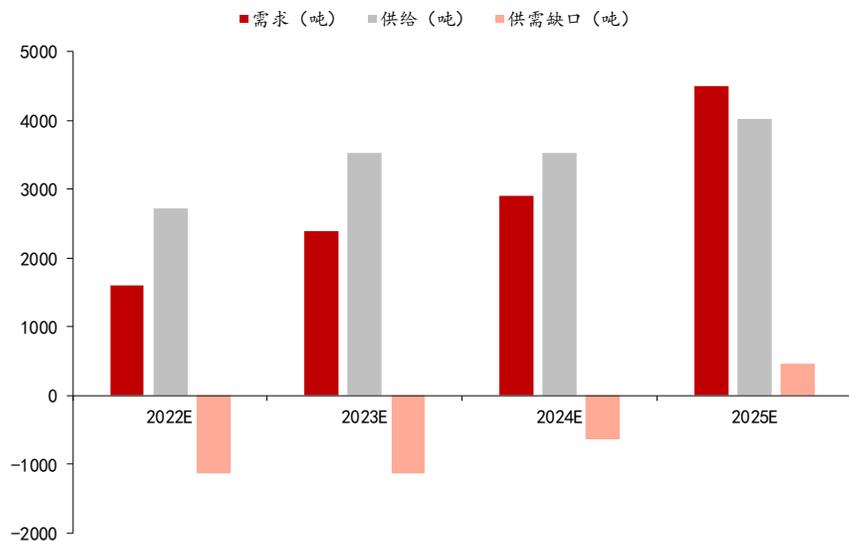
图表：国内主要内资的高纯氧化亚氮产能情况（统计截至2023年10月）

公司名称	产品纯度	产品竞争领域	产能 (吨/年)	未来产能规划
科利德	6N	集成电路、新型显示、光伏	2000	拟建设高纯氧化亚氮产能8000吨/年，2023年开工建设
金宏气体	6N	集成电路、新型显示、光伏	8000	未来计划扩产5000吨
宿州伊维特新材料有限公司	未披露	集成电路、新型显示、光伏	6000	宿州二厂项目规划6000吨
重庆同辉气体有限公司	5N5	集成电路、新型显示、光伏	30000	重庆项目规划新增20000吨/年，截至2023年9月处于环评阶段
华特气体	-	-	-	拟建设华特气体电子化学品生产基地项目，其中高纯氧化亚氮6000吨/年

注：以上数据主要为科利德于2023年10月份发布的公司公告中统计整理，各公司产能数据可能存在更新，表格统计数据可能与实际不符

- **高纯六氟化钨用途广泛**，目前主要应用于大规模集成电路化学气相沉积工艺，其沉积形成的钨导体膜可用作通孔和接触孔的互连线，具有低电阻、高熔点的特点，纯度一般需要达到5N；其次，通过混合金属的化学气相沉积工艺制得钨和铱的复合涂层，应用于太阳能吸收器以及X射线发射电极的制造；同时六氟化钨也作为电子元器件原材料、聚合催化剂、氟化剂及光学材料原料等。
- **集成电路工艺迭代拉动六氟化钨市场扩容**。据观研天下，集成电路领域3D NAND层数从32层发展至64层和128层，六氟化钨用量快速增长，同时存储芯片厂商的产能也在快速拉升。据中船特气公司公告，2022年国内的六氟化钨需求量约为1600吨，在使用量增加和下游产能扩张的双重因素驱动下，预计2025年国内六氟化钨的需求量将达到4500吨，2025年国内供给端将达4030吨产能，或产生供需缺口约470吨。

图表：预计2025年，国内六氟化钨供需缺口约470吨



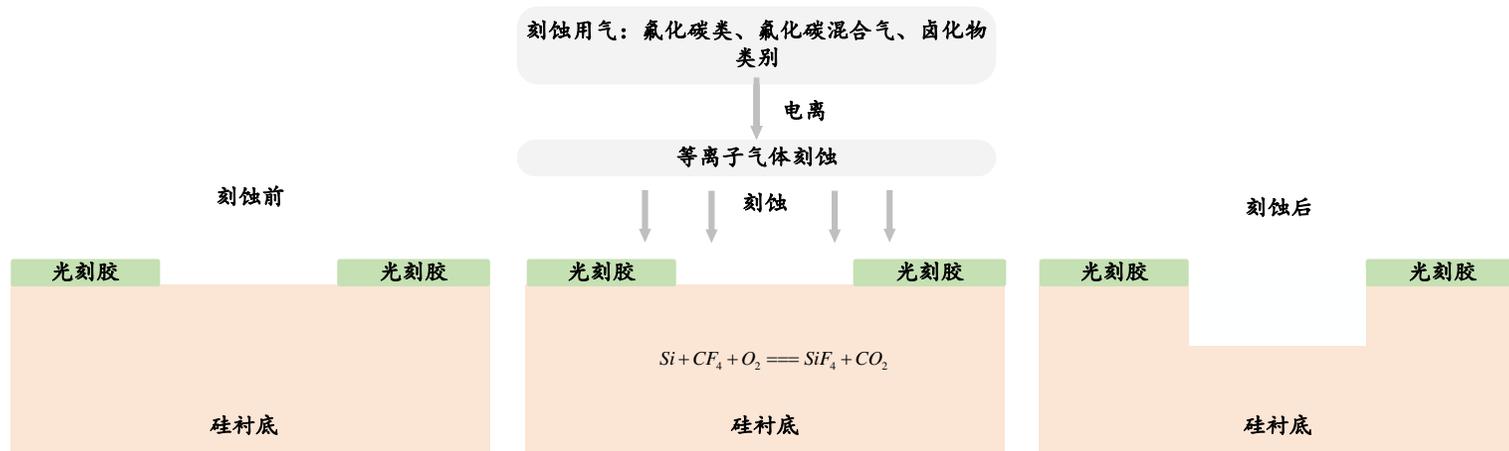
图表：国内/国外的六氟化钨供给端产能 (统计截至2023年4月)

公司		现有产能 (吨)	规划产能 (吨)	预计达产时间
国内企业	派瑞特气	2230	-	-
	博瑞中硝	200	-	2023年
	昊华气体	100	600	未披露
	南大光电	-	500	未披露
	福建德尔	-	600	23年招股募集项目
国外企业	SK Materials	1800	未披露	未披露
	关东电化	1400		
	厚成化工	720		
	中央硝子	700		
	默克	600		
合计		7750	-	-

注：以上数据主要为中船特气于2023年4月份发布的公司公告中统计整理，各公司产能数据可能存在更新，表格统计数据可能与实际不符

- 沉积用气核心品种：三氟化氮、六氟丁二烯、三氯化硼、八氟环丁烷等。
- 刻蚀是指刻蚀用气与被刻蚀物发生反应，目的是在涂胶的硅片上正确地复制图形。在晶圆制造的刻蚀工艺中，为了达到定向刻蚀的目的，必须利用刻蚀用气在电离条件下形成的等离子体与刻蚀物产生反应，生成具有挥发性的反应物质，从而去除刻蚀的部分。刻蚀主要分为湿法刻蚀和干法刻蚀，其中湿法刻蚀由于不能满足高精度细线蚀刻的要求，通常采用干法刻蚀，其主要利用气体与等离子体进行刻蚀。
- 根据不同刻蚀对象会采用不同的刻蚀用气。例如在对二氧化硅以及氮化硅类物质进行刻蚀中，CF基是关键因子，F起到主要的刻蚀作用，而C则是用于生成聚合物。不同F/C会影响刻蚀速率。

图表：刻蚀用气参与反应的过程



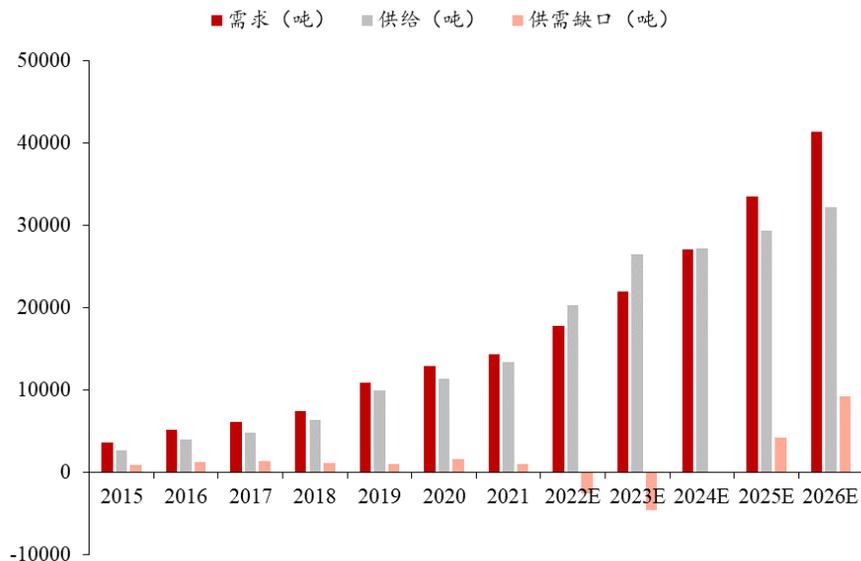
图表：刻蚀用气分类

刻蚀薄膜种类	刻蚀气体
硅	四氟化碳、六氟化二碳、六氟化硫、溴化氢、氯气
二氧化硅/氮化硅	四氟化硫、四氟化碳、三氟化甲烷、三氟化氮、亚甲基
金属薄膜	氯气、氯化硼
光刻胶	盐酸、氯气

3.2.1 三氟化氮：预计2026年国内需求4.1万吨，或出现较大供应缺口

- 三氟化氮性质优良，是一种强氧化剂。作为微电子工业中优良的等离子体蚀刻气体，可裂解成活性氟离子，对硅和钨化合物具有优异的蚀刻速率和选择性。
- 预计2025-2026，国内三氟化氮将出现较大的供应缺口。据中船特气公司公告，2017-2021，国内三氟化氮需求的复合增长率为23.6%。2022-2023，由于国内派瑞特气、昊华气体、南大光电的三氟化氮项目集中投产，出现三氟化氮总体产能短暂超过需求量。随着国内集成电路产线陆续投产，三氟化氮需求量将快速增长，2025-2026将出现较大的供应缺口，预计2026年国内三氟化氮需求量达到4.1万吨，供需缺口为9167吨。

图表：预计2026年，国内三氟化氮供需缺口达9167吨



图表：国内/国外的三氟化氮供给端产能

公司		现有产能 (吨)	规划产能 (吨)	预计达产时间
国内企业	派瑞特气	9250	3250	2023
	昊华气体	2000	3000	未披露
	南大光电	3800	8200	2026年
	福建德尔	-	10000	23年招股募集项目
国外企业	SK Materials	13500	4500	2025年
	关东电化	3700	未披露	未披露
	晓星	7500		
	默克	2600		
合计		42350	-	-

- 六氟丁二烯是一种新型的含氟绿色电子蚀刻气，具有蚀刻速率快、高深宽比、高选择性的优点，可以实现近乎垂直的蚀刻加工，为制造小体积、大容量的3D NAND闪存提供了可能；同时六氟丁二烯环境友好，温室效应潜值（GWP值）仅为290，大气寿命1.9天，是当前唯一兼具优异蚀刻性能和环保性能的含氟电子蚀刻气。
- 伴随集成电路尤其3D NAND的演进及显示面板等下游应用领域的稳步发展，拉动六氟丁二烯需求增长。根据日本富士经济统计数据，2021年六氟丁二烯市场需求约为900吨，据金宏气体预计，随着全球NAND销量上升，主要应用于3D NAND蚀刻的六氟丁二烯2028年的市场需求约为3571吨。据广钢气体公司公告，截至2023年5月，99.9%纯度六氟丁二烯产品报价区间为165-170万元（含税）/吨。当前六氟丁二烯产品核心技术主要掌握在日本、韩国、德国等少数企业手中，国内企业也加强了对其的研制与布局，六氟丁二烯生产能力正在不断增强，国内供给端产能稳步增加。

图表：国内主要企业的六氟丁二烯产能情况（吨）

公司	现有产能（吨） (2022年)	规划产能（吨）	计划时间
金宏气体	-	200吨/年	2023年规划
中船特气	-	200吨/年	2023年12月试生产
中巨芯-博瑞电子	50吨/年	-	
南大广电	-	100吨/年	2023年开始规划建设， 周期40个月
广钢气体	-	120吨/年	2023年9月开工建设， 2024年1月建成投产
中化蓝天（被昊华科技收购）	-	1000吨/年	2023年9月开始建设， 2024年12月建成
山东飞源气体（未上市）	-	200吨/年	2023年开工建设
福建金石氟业（未上市）	-	200吨/年	2023年2月开始试生产
和远气体	-	50吨/年	2022年投资建设

- 高纯三氯化硼反应能力较强，具有较高的热力学稳定性，主要应用在干法刻蚀和掺杂环节。三氯化硼电子特气在1) 集成电路领域中用于刻蚀、掺杂环节；2) 在显示领域中，用于OLED的干法刻蚀和LED的芯片制造环节；3) 在光伏领域用于扩散、掺杂环节。
- 目前，国内三氯化硼主要应用在光伏和LED领域，国内少数企业已能实现三氯化硼特气的国产替代，进行 5~7N 级高纯三氯化硼量产。但在集成电路和新型显示领域，三氯化硼应用较少，与国外仍有较大差距。随着我国半导体产业国产替代加速，未来三氯化硼下游应用空间广泛，国内企业加紧布局供给端。

图表：国内主要内资企业的三氯化硼产能情况（统计截至2023年10月）

序号	公司名称	产品纯度	产品竞争领域	已有产能	在建产能
1	大连科利德	6N5	集成电路、新型显示、光伏、LED	500吨	2023在建三氯化硼产能1000吨/年；
2	华特气体	6N	半导体	-	2023募投项为“年产1,764吨半导体材料建设项目”，建设期2年，规划产能为300吨/年；
3	福建久策气体	5.8N	LED	40吨	2018年启动二期项目，规划产能900吨/年；
4	艾佩科气体有限公司	6N	半导体	-	2023年开始“半导体前驱体材料及高纯电子特气生产项目”，建成产能300吨/年；
5	江西瑞合特种材料有限公司	-	集成电路、新型显示、光伏、LED	200吨	-
6	和远气体有限公司	6N	集成电路、光伏、LED、新型显示	-	-

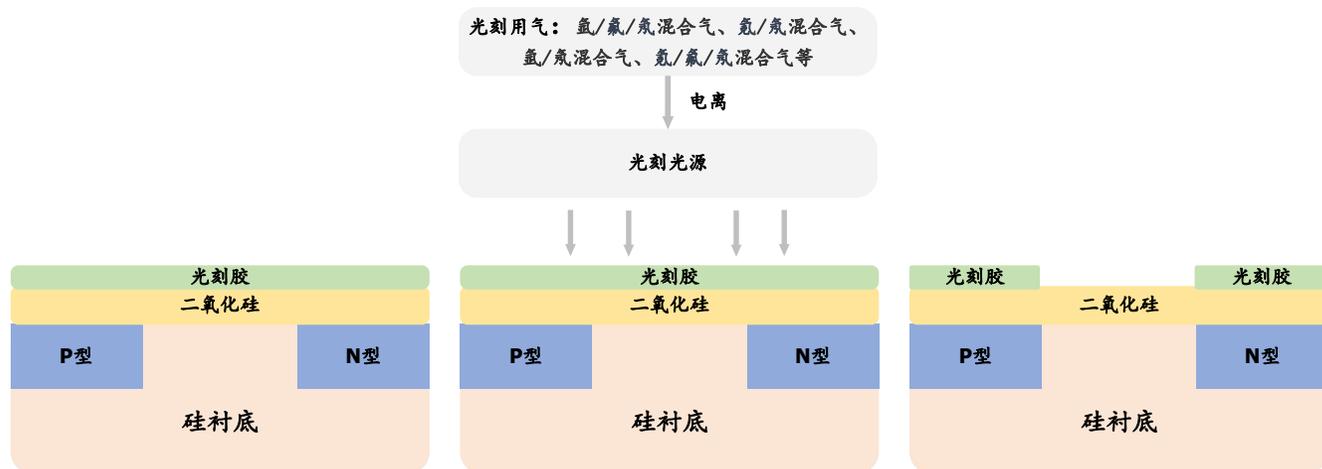
- 八氟环丁烷，性质优良应用广泛，有优良的低温性能、高化学稳定性、电绝缘性、不易燃性。其中在半导体制造领域具体应用包括：**1. CVD（化学气相沉积）**：可以用于生长薄膜层，如氧化硅、氮化硅、氮化铝等。这些薄膜层在半导体器件制造中用于绝缘、通道和其他功能性层；**2. 清洗和脱脂**：用于清洗和去除半导体器件的有机和无机污染物，以确保器件表面的洁净度；**3. CMP（化学机械抛光）**：可以用作抛光液中的添加剂，有助于控制表面平整度，去除不均匀的材料层，以改善半导体器件的制造质量。
- 国内市场由外资主导，国产替代空间大，国内企业加紧研发与布局。在全球范围内，八氟环丁烷生产商主要有法液空、林德、德国梅塞尔、日本昭和电工、日本旭硝子、日本关东电化学、太阳日酸等。受益于我国集成电路、化工等行业快速发展，市场对八氟环丁烷需求不断上升，但早期我国八氟环丁烷生产能力弱，产能较少且产品质量较差，无法满足国内市场需求特别是半导体市场需求，进口依赖度大，为满足半导体产业需求，进入八氟环丁烷行业布局的国内企业逐步增多。

图表：国内八氟环丁烷供给端产能（吨）

编号	公司	现有产能（吨） (2022年)	规划产能（吨）
1	金宏气体	-	500吨/年
2	中巨芯-博瑞电子；巨化股份	1000吨/年	180吨/年
3	中船特气（派瑞特气）	-	270吨/年
4	梅塞尔（未上市）	-	150吨/年
5	昭和电子（上海）	-	750吨/年

- 常见光刻气包含氩/氟/氦混合气、氦/氦混合气、氩/氦混合气、氦/氟/氦混合气等。
- 光刻用气是用来产生光刻机光源的电子气体，其大部分为稀有气体混合物。这种气体在高压受激发后，会形成等离子体，在电子跃迁过程中产生固定波长激光。此类高频激光无热效应、方向性极强、波长纯度极高，适用于高精成像。激光经过聚合，滤波等过程会产生光刻机的光源，再经过复杂的光路可对硅晶圆进行光刻。
- 国内仅少部分内资企业通过半导体下游认证。华特气体光刻气通过了ASML和GIGAPHOTON的认证，凯美特气光刻气产品通过Cymer（ASML子公司）的合格供应商认证。

图表：光刻用气参与反应的过程

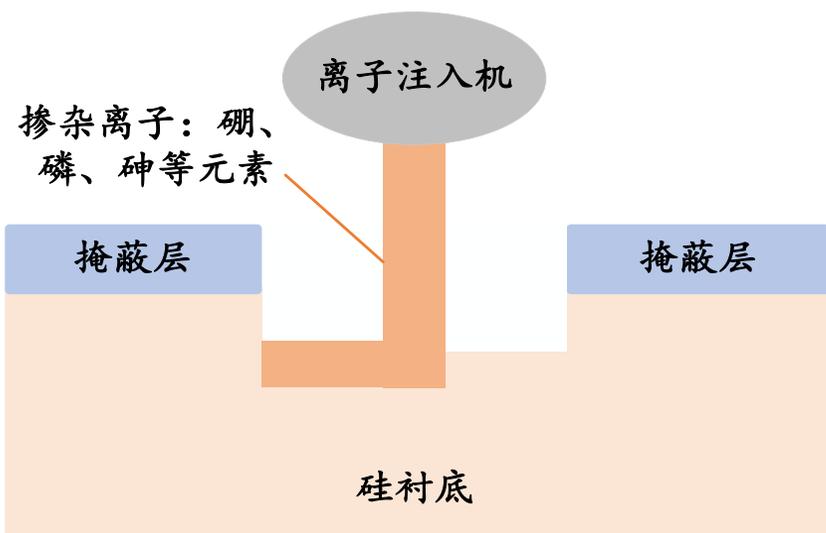


图表：光刻气产品通过认证，以及布局光刻气主要原材料稀有气体的内资情况

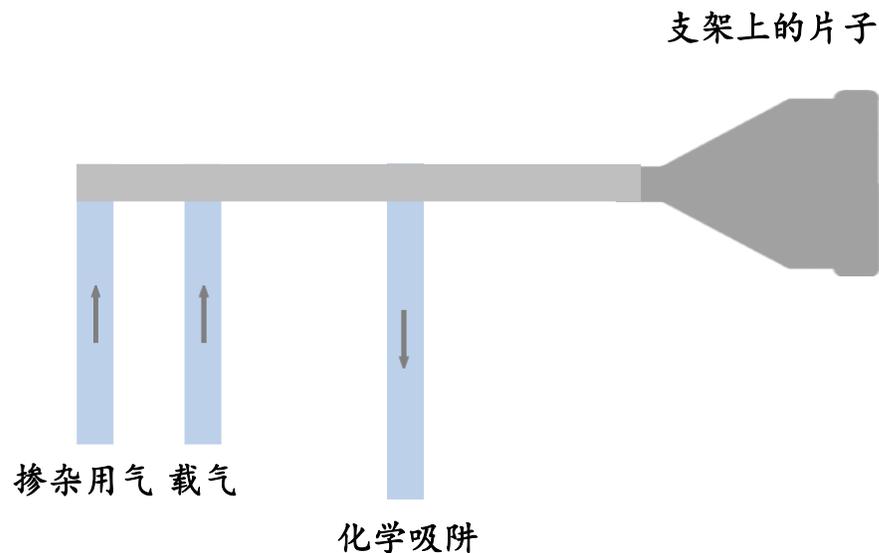
	相关公司	相关情况
产品端通过认证	华特气体	光刻气通过了ASML和GIGAPHOTON的认证
	凯美特气	光刻气产品通过Cymer（ASML子公司）的合格供应商认证
原料布局企业	杭氧股份	布局2000Nm ³ /a氩气、20000Nm ³ /a氦气精炼提取项目
	华特气体	规划生产氩气、氦气、氩气、氦气相关稀有气体共135吨
	盈德气体	布局建设两套氦氩精制装置
	宝武清能	将发展规模化稀有气体产出能力
	凯美特气	巴陵石化9万登记空分项目内包含稀有气体提取装置，可以实现氦氩原材料自有

- 常见掺杂气包含乙硼烷、磷烷、砷烷、三氯化硼等。
- 掺杂指的是将杂质掺入晶圆中的特定区域，从而改变半导体的导电性和导电类型，形成PN结、电阻、欧姆接触等。由于硅片本身的载流子浓度很低，需要导电则需要有空穴或电子，因此引入III、V族元素，诱导出更多的空穴和电子，从而形成P型半导体或者N型半导体。
- 扩散和离子注入是半导体掺杂的两种主要工艺。扩散是在合适的温度和浓度梯度下，用III、V族元素占据硅原子位置。在一定温度下使得杂质元素具有一定能量，能够克服阻力进入硅片并在其中做缓慢的迁移运动。离子注入是在真空中将掺杂用气电离并加速，通过较大动能直接注入到硅半导体中，也是目前应用最广泛的主流掺杂工艺。
- 由于掺入的杂质不同，杂质半导体可以分为N型和P型两大类。N型半导体中掺入杂质为磷或其他五价元素，P型半导体中掺入杂质为硼或其他三价元素。在P型区，主要离子注入元素为硼、铟，气体主要为三氯化硼、乙硼烷、磷化铟等；在N型区，主要离子注入元素为砷、磷等，气体主要为砷化氢、磷化氢等。

图表：半导体掺杂工艺—离子注入法



图表：半导体掺杂工艺—扩散法





4

风险提示

- **质量问题，导入受阻：**气体成本整体对于下游相对较低，如若是产品本身质量无法完全对标、甚至超越海外，国产替代或将面临客户导入受阻的风险。
- **竞争加剧，盈利下滑：**国内电子特气市场新进入玩家多，国产替代迅速，或在中长期进入价格博弈的阶段，致使企业盈利能力存在下滑的风险。
- **卡脖子问题仍然存在（产品、设备、包装物）：**在产品方面，氦气仍然严重依赖进口，且亚太地区为氦气次要市场，当全球出现氦气供应短缺危机之时，氦气气源一旦出现卡脖子的情况，国内市场将受到显著影响；在设备方面，例如氦气进口供应链中必要的液氮冷箱、亦或是电子大宗工程中的纯化器、滤化器等，都还存在国产供应不达标/不足之类的问题；在包装物方面，例如一些特气槽车的生产周期很长，能生产的厂家也比较少。
- **行业新增供给超预期。**由于特种气体行业还有较大数量的非上市公司，较难通过公开渠道获取产能变动信息，可能存在行业产能增量超预期风险。
- **市场空间测算偏差风险：**本报告涉及的市场空间测算均基于一定前提假设，存在实际达不到、不及预期的风险。
- **研究报告使用的公开资料可能存在信息滞后或更新不及时的风险。**研究报告部分资料来源于公司招股说明书和定期报告，使用的公开资料存在信息滞后或更新不及时的风险。

重要声明

- 中泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。
- 本报告基于本公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，可能会随时调整。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。
- 市场有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。
- 投资者应注意，在法律允许的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司及其本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息。
- 本报告版权归“中泰证券股份有限公司”所有。事先未经本公司书面授权，任何机构和个人，不得对本报告进行任何形式的翻版、发布、复制、转载、刊登、篡改，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。