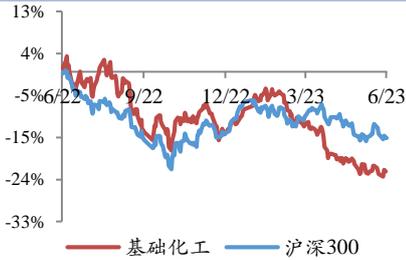


电子特气乘风起，高端突破正当时 ——国产替代新材料系列之一

行业评级：增持

报告日期：2023-06-30

行业指数与沪深300走势比较



分析师：王强峰

执业证书号：S0010522110002

电话：13621792701

邮箱：wangqf@hazq.com

分析师：刘天文

执业证书号：S0010523040001

电话：18811321533

邮箱：liutw@hazq.com

主要观点：

● 电子特气是电子工业的“粮食”，是产业链国产化的核心一环

电子特气是指运用在特定领域中，对产品种类、纯度、配方、性质等有特殊要求的气体（纯度一般大于5N），广泛应用于半导体、平板显示及其它电子产品的生产过程，是电子工业生产中不可或缺的关键性原材料。电子特气核心技术指标为超纯化和混配工艺，其中大规模集成电路对气体纯度的要求高达6N及以上，同时，气体的杂质含量也要低于 1×10^{-7} ，技术壁垒极高。电子特气凭借多品类和多纯度的特性，几乎贯穿于微电子加工从前端晶圆生长到后端封装测试环节的全流程，被誉为电子工业的“粮食”。从全球电子特气市场的角度来看，目前行业呈现出高技术壁垒和高附加值的特征，未来随着下游应用的不断升级与迭代，高端电子特气需求的将呈现出爆发式的增长。从国内电子特气市场的角度来看，我国电子特气行业呈现高端产能不足，进口依赖严重的状态，下游晶圆制造的产业升级迅速与国产高端电子特气市场分散、产能不足的矛盾日益加剧，因此高端电子特气是整个半导体产业链国产化的核心一环。换言之，产业链的松散和稀缺也带来了较大的国产替代新机遇，率先布局高端产能，拥有丰厚技术储备的企业有望在未来产业链的爆发中占据先机，迎来更大的发展空间。

● 需求端：集成电路/面板/光伏三轮驱动，高端产能需求日益迫切

电子特气市场空间广阔，2025年全球规模超60亿美元。电子特气下游应用广泛，其中半导体、平板显示和光伏为三大主要需求来源。其中，半导体产业对电子特气的拉动主要表现为集成电路高端化带来的电子特气量价齐升；平板显示对电子特气的拉动主要表现为产业升级与迭代带来的电子特气品类需求提升；光伏对电子特气的拉动主要表现为装机量快速增长带动电子特气量的增长。市场空间方面，根据TECHCET发布的数据，2022年全球电子特气市场规模为50.01亿美元，同比增长8.43%，创下历史新高。预计到2025年，全球电子特气市场规模将达到60.23亿美元，2022-2025年均复合增速为6.39%，行业规模持续增长，未来空间广阔。

相关报告

集成电路：大晶圆和先进制程芯片将显著提升电子特气用量，预计2026年我国电子特气需求将达到4.78万吨。从整体需求端来看，全球集成电路行业依旧处于快速发展时期。根据IC Insights发布的数据，2022年全球集成电路销售额创下历史新高，达5651亿美元，同比增长11%，2017-2022年均增速为8.68%。从投资周期角度来看，SEMI预计2024年全球半导体设备投资将逐步回暖至920亿美元，同比增长21%。随着全球半导体设备的投资额回升，有望带动包括电子特气在内的相关材料需求。从国内市场来看，我国持续加大半导体设备投资，连续三年蝉联榜首。设备投资落地拉动晶圆产能扩张，根据SEMI统计数据显示，2021-2023年，全球半导体行业将新建84座大规模芯片制造工厂，其中中国大陆三年内计划

新建 20 座晶圆厂，排名世界第一。电子特气作为晶圆制造中仅次于硅片的第二大耗材，占原材料成本的比例高达 15%，将充分受益于全球集成电路行业的快速发展。根据测算，我国集成电路用电子特气在 2026 年需求将达到 4.78 万吨，其中 12 英寸晶圆所需的高端特气需求将达到 4.05 万吨，行业发展空间广阔且高端化趋势明显。

面板：2024 年全球需求回暖，技术迭代带动特气需求持续增长。从需求端来看，2024 年全球面板行业将呈现回暖趋势，进而带动相关电子特气的需求。根据 Omdia 发布的市场统计数，预计从 2024 年开始全球电视显示面板出货量将逐步回暖，结束长达五年的行业下滑期。而且全球显示面板出货面积预计在 2024 年将达到 2 亿平方米，创下历史新高。同时，从技术迭代的角度来看，OLED 凭借优异的综合性能，在部分领域如智能穿戴设备逐渐取代 LCD，渗透率稳步提升。根据 TrendForce 的统计数据，2022 年，全球智能手机 OLED 渗透率达到 48%，2023 年有望进一步提升至 51% 的水平。而生产 OLED 所需要的电子特气种类为 24 种，远超生产 LCD 所需的 15 种，因此，未来随着 OLED 渗透率的提升，将对电子特气品类有着更高的需求。

光伏：装机量快速增长，带动电子特气新需求。光伏发电将凭借政策驱动及装机成本降低迎来市场高速增长，2022 年，全球新增光伏装机量 191.45 GW，同比增长 35.55%；我国新增光伏装机量 62.37 GW，同比增长 62.37%。太阳能电池市场旺盛将带动上游原材料需求上升，未来光伏用电子特气需求将保持快速增长态势。

● **供给端：行业注入壁垒高，保障供应链安全+产业降本趋势下国产特气大有可为**

电子特气技术壁垒高，国外企业仍占据行业主导地位。电子特气行业主要有三大壁垒，分别为制造壁垒、品类壁垒和客户壁垒。高壁垒增加了行业的准入难度，而国外凭借先发优势和持续的技术积累抢占了全球绝大多数市场份额。根据亿渡数据，2020 我国电子特气 85% 的市场份额均被以美国空气化工、美国普莱克斯、法国液化空气、日本太阳日酸及德国林德为代表的外国企业所占据，我国企业所占市场份额仅为 15%，国产化率亟需提升。

保障供应链安全+产业降本+政策扶植+企业技术突破，电子特气国产化进程加速。一方面，受制于国际贸易争端，从我国半导体供应链安全的角度来看，电子特气国产化是大势所趋。另一方面，从半导体产业降本的趋势来看，由于国产电子特气的价格一般远低于进口产品，而且国内电子特气生产企业还通过整合销售渠道和运输模式为下游客户进一步降低运输成本。因此，在产业链降本的趋势下国产电子特气有望加速替代进口产品。此外，电子特气作为一种“卡脖子”材料，我国政策大力支持自主化，未来发展空间广阔。而且，

在国内政策不断支持下，我国电子特气企业如华特气体、昊华科技、中船特气、凯美特气、金宏气体、和远气体等在部分产品上已经逐渐实现技术突破，产能开始释放并逐步进入下游企业供应链中。随着我国企业产能的不断释放，电子特气有望加快国产化进程。

● 投资建议

电子特气作为微电子行业核心原材料，被誉为电子工业的“粮食”，其核心技术指标主要为高纯和混配。同时，由于电子特气品类丰富且贯穿于晶圆加工全过程，因此下游晶圆加工厂会要求电子特气企业具备多品类工艺的能力，因此电子特气行业核心竞争力可以总结为：提纯的技术+混合的配方+多（全）品类供应的潜力。从当前时点来看，相比于国外的龙头公司，我国电子特气生产企业依旧仍然存在差距，大多数企业只有少数几种核心产品，产品配套能力有待提升。但是，随着我国企业不断加大研发投入，部分企业有望凭借核心产品向着全品类的平台型公司进发，实现以点破面，最终真正实现电子特气国产化。**建议关注具备平台化潜力的优质公司：华特气体、昊华科技、中船特气、凯美特气、金宏气体、和远气体。**

图表 1 建议关注公司

公司	EPS (元)			PE			评级
	2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	
华特气体	2.22	2.91	3.78	35.13	26.80	20.63	未评级
昊华科技	1.32	1.50	1.98	27.08	23.83	18.05	买入
中船特气	0.85	1.07	1.30	48.40	38.45	31.65	未评级
凯美特气	0.40	0.55	0.65	28.23	20.53	17.37	未评级
金宏气体	0.65	0.84	1.00	39.98	30.94	25.99	未评级
和远气体	1.19	1.78	2.97	21.12	14.12	8.46	未评级

资料来源：iFinD，华安证券研究所

注：除昊华科技为华安证券预测之外，其余数据均来源于 iFinD 一致预期，股价截止至 2023 年 6 月 29 收盘价

● 风险提示

- (1) 技术突破不及预期；
- (2) 产能释放进度不及预期；
- (3) 验证进度不及预期；
- (4) 产品配套能力不及预期；
- (5) 下游需求不及预期。

正文目录

1 电子特气：电子工业的“粮食”，市场空间广阔	7
2 需求端：半导体级需求旺盛，国产替代空间大	9
2.1 集成电路：行业发展迅速，电子特气国产化率待提升	10
2.2 面板：技术迭代带动特气需求持续增长	17
2.3 光伏：装机量快速增长，带动电子特气新需求	23
3 供给端：国产化率低，细分领域逐渐实现突破	25
3.1 电子特气技术壁垒高，国外企业仍占据行业主导地位	25
3.2 电子特气国产替代加速	28
3.2.1 供应链安全需求下，电子特气国产化进程迫切	28
3.2.2 国内气体公司运输成本低，降本效应显著	29
3.2.3 政策多方位扶植，电子特气国产化进程有望加速	30
3.2.4 我国企业加速布局，高端产能放量在即	31
4 投资建议	33
风险提示：	33

图表目录

图表 1 建议关注公司	3
图表 2 电子特气是特种气体的一类	7
图表 3 电子特气种类丰富	8
图表 4 电子特气纯度要求远超普通气体	8
图表 5 电子特气生产工艺核心步骤：纯化+混配	9
图表 6 全球电子特气市场规模（亿美元）	9
图表 7 中国电子特气市场规模（亿元）	9
图表 8 电子特气下游需求广泛	10
图表 9 2021 年中国电子特气下游需求占比（%）	10
图表 10 电子特气是晶圆制造中第二大材料	11
图表 11 全球集成电路市场规模（亿美元）	11
图表 12 我国集成电路年销售额及增速（亿元，%）	12
图表 13 我国集成电路年产量及增速（万块，%）	12
图表 14 全球半导体设备投资额（亿美元）	12
图表 15 我国集成电路市场及制造规模（亿美元）	13
图表 16 我国集成电路历年进出口差额（亿美元）	13
图表 17 中国集成电路产业相关政策	13
图表 18 2021 年各国半导体设备支出（亿美元，%）	15
图表 19 2022 年各国半导体设备支出（亿美元，%）	15
图表 20 2021-2023 年全球新增晶圆厂数量	15
图表 21 全球 300MM 晶圆产能区域占比预计（%）	15
图表 22 我国 8 寸晶圆产能及扩建计划（不完全统计，万片/月）	16
图表 23 我国 12 寸晶圆产能及扩建计划（不完全统计，万片/月）	16
图表 24 台积电 2021 年收入结构（%）	16
图表 25 台积电 2022 年收入结构（%）	16
图表 26 电子特气需求测算（吨/年）	17
图表 27 2016-2021 年中国大陆面板用电子特气需求量（万吨）	17
图表 28 液晶电视和 OLED 电视显示面板出货量（百万片）	18
图表 29 液晶电视和 OLED 电视显示面板出货面积（百万平方米）	18
图表 30 全球电视面板平均尺寸不断提升	18
图表 31 2023 年全球大尺寸面板出货片数回复正增长（百万片）	19
图表 32 2023 年全球大尺寸面板出货面积回复正增长（百万平方米）	19
图表 33 全球 LCD 产能向国内转移	19
图表 34 性能对比：LCD VS OLED	20
图表 35 OLED 在智能手机中的渗透率稳步提升	20
图表 36 不同薄膜晶体管性能对比	21
图表 37 不同薄膜晶体管生产所需特气种类	21
图表 38 我国 OLED 产能稳步增长（平方千米）	22
图表 39 我国 OLED 产能统计（截止至 2023.1 月）	23
图表 40 光伏电池湿法工艺流程	24

图表 41 光伏电池电子特气常用种类.....	24
图表 42 全球新增光伏装机量 (GW)	25
图表 43 中国新增光伏装机量 (GW)	25
图表 44 2020 中国电子特气市场供应格局.....	25
图表 45 电子特气生产流程复杂.....	26
图表 46 电子特气种类丰富.....	26
图表 47 SK 海力士 12 英寸晶圆加工所需电子特气统计.....	27
图表 48 日本对中国限制芯片制造设备出口	28
图表 49 日本政府新增的半导体方向出口管控对象明细.....	28
图表 50 电子气体运输模式.....	29
图表 51 电子气体的供气模式对比.....	30
图表 52 电子特种气体行业相关政策.....	30
图表 53 国内主要电子特气行业公司技术水平.....	31
图表 54 电子特气产业链重点公司.....	33

1 电子特气：电子工业的“粮食”，市场空间广阔

电子特气是特种气体的一类，被誉为电子工业的“粮食”。特种气体是指运用在特定领域中，对产品种类、纯度、配方、性质等有特殊要求的气体（纯度一般大于 5N），根据纯度和应用领域的不同，特种气体又可以分为电子特气、医疗气体、标准气体等。电子特气作为电子气体的重要分支，广泛应用于半导体、平板显示及其它电子产品的生产过程，是电子工业生产中不可或缺的关键性原材料，被誉为电子工业的“粮食”。

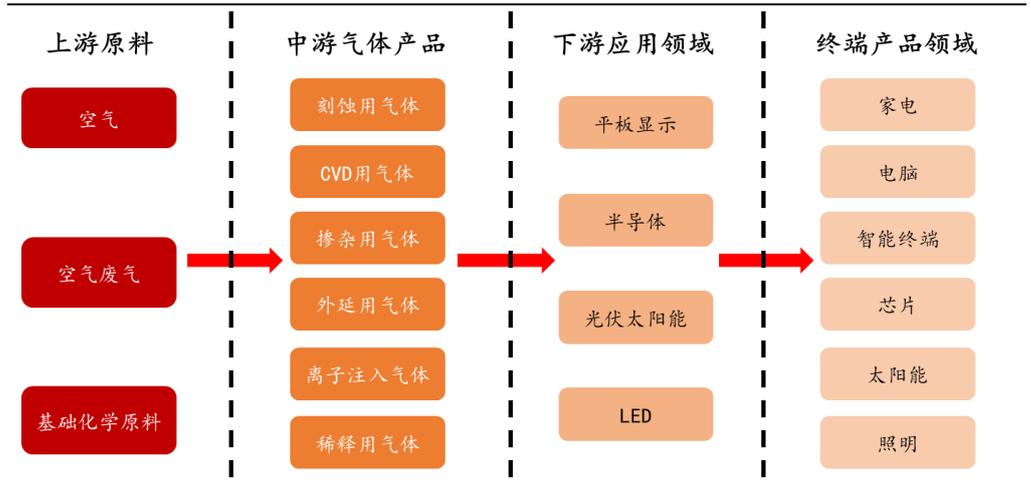
图表 2 电子特气是特种气体的一类

气体统称	细分种类	主要产品	主要用途
特种气体	标准气体	高纯碳氢气体等	物理、化学等领域校准和测量
	医疗气体	医用氧气等	手术、诊断等
	激光气体	氦氖气体等	激光切割等
	电子特气	高纯三氟化氮、六氟化钨等	刻蚀、掺杂、成膜、扩散等
	食品气体	食品级二氧化碳等	饮料、水果等保鲜
	电光源气体	氩、氦、氖、氙及混合气等	电器、灯具等加工

资料来源：华特气体招股说明书，亿渡数据，华安证券研究所

电子特气品类丰富，是微电子行业核心原材料。电子特气细分种类多样，用途广泛，不同种类和纯度的电子特气适用于电子工业生产不同环节。按照功能划分，电子特气可以划分为稀释气体、CVD 气体、蚀刻气体、掺杂气体、外延气体、离子注入气体等。按照下游需求划分，电子特气可以划分为平板显示用气体、半导体用气体、光伏用气体和 LED 用气体，终端产品涉及家电、电脑、芯片、太阳能等不同领域。

图表 3 电子特气种类丰富



资料来源：亿渡数据，华安证券研究所

电子特气的第一核心技术指标是高纯。电子特气作为电子加工行业核心原材料，其第一核心要素为超高洁净度和超低杂质含量，因而它对原料、纯化方法、配方工艺、容器、生产设备、环境控制、测试和运输设备等都有极为严格的要求，控制电子特气中各种杂质的浓度成为考量电子特气性能一项非常重要的指标。根据飞潮新材公布的数据，大规模集成电路对气体纯度的要求高达 6N 及以上，同时，气体的杂质含量也要低于 1×10^{-7} ，技术壁垒极高。

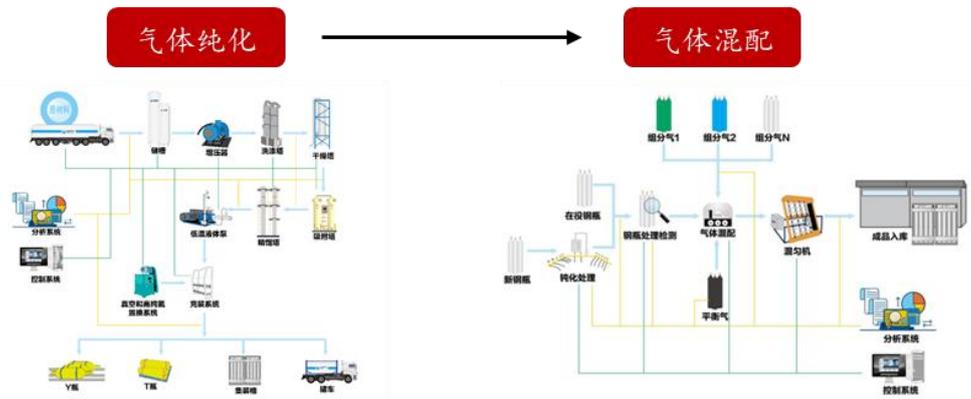
图表 4 电子特气纯度要求远超普通气体

气体等级	纯度要求	杂质含量	应用领域
大宗气体	3N	$\leq 1000 \times 10^{-7}$	一般器件
纯气体	4N	$\leq 100 \times 10^{-7}$	晶体管等
高纯气体	5N	$\leq 10 \times 10^{-7}$	大规模集成电路
电子气体	6N	$\leq 1 \times 10^{-7}$	超大规模集成电路

资料来源：飞潮新材官网，华安证券研究所

电子特气的第二核心技术指标是配方。为了满足晶圆加工不同步骤的需求，许多时候需要多种电子特气混配来进行加工，因此复配工艺成为了电子特气的又一核心要素。混合电子特气一般是建立在单一特气超净高纯的基础上，通过各类不同的复配工艺来达到如蚀刻、掺杂等不同的效果，因此不同的原料和配方是混合气体的核心要素，其更高的技术壁垒也赋予其更高的单位价值和毛利率。

图表 5 电子特气生产工艺核心步骤：纯化+混配



资料来源：金宏气体招股说明书，华安证券研究所

电子特气市场规模持续增长，未来发展空间广阔。根据 TECHCET 发布的数据，2022 年全球电子特气市场规模为 50.01 亿美元，同比增长 10.20%，创下历史新高。预计到 2025 年，全球电子特气市场规模将达到 60.23 亿美元，2022-2025 年均增速为 6.39%，行业规模持续增长，未来空间广阔。从国内电子特气市场来看，根据中国半导体工业协会的数据，2022 年我国电子特气市场规模为 231 亿元，同比增长 6.94%。未来随着全球半导体产业链不断向国内转移，将显著拉动我国电子特气需求，也将进一步加速电子特气国产化进程。

图表 6 全球电子特气市场规模（亿美元）



资料来源：TECHCET，华安证券研究所

图表 7 中国电子特气市场规模（亿元）



资料来源：中国半导体工业协会，智研咨询，华安证券研究所

2 需求端：半导体级需求旺盛，国产替代空间大

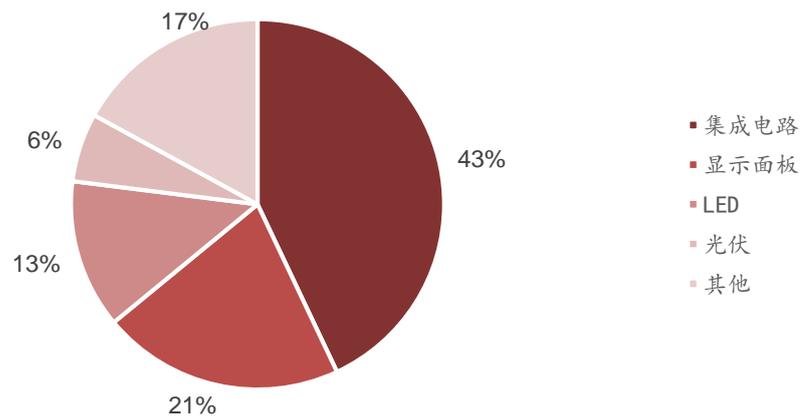
电子特气下游应用广泛，集成电路、面板、LED 和光伏是主要需求来源。根据亿渡数据，2021 年中国电子特气下游主要集中在集成电路、面板、LED 和光伏四大领域，其应用占比分别为 43%、21%、13%和 6%，集成电路和面板行业市场规模远超光伏，体现出集成电路和面板用电子特气更大的市场空间和更高的产品价值。

图表 8 电子特气下游需求广泛



资料来源：中船特气招股说明书，华安证券研究所

图表 9 2021 年中国电子特气下游需求占比 (%)

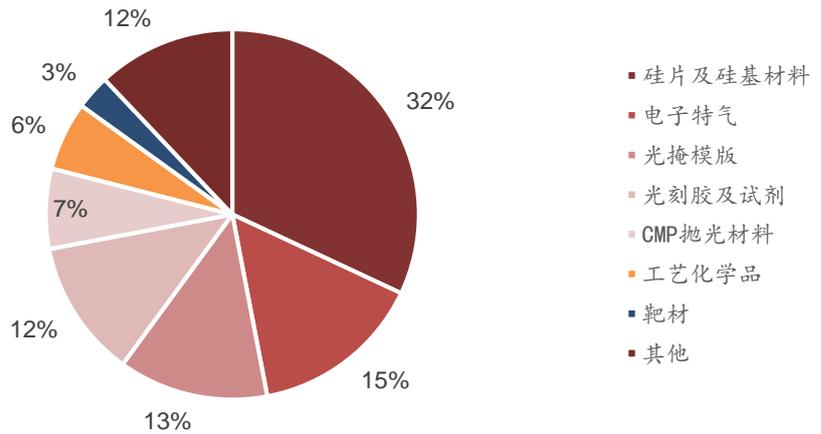


资料来源：亿渡数据，华安证券研究所

2.1 集成电路：行业发展迅速，电子特气国产化率待提升

电子特气是晶圆制造中第二大耗材，占原材料成本的 15%。晶圆制作过程复杂，步骤多样，需要用到多种材料，包括硅片、电子特气、光刻胶、靶材等，其中电子特气作为晶圆制造的核心材料，被广泛应用于清洗、蚀刻、成膜、掺杂等过程。根据亿渡数据，电子特气是晶圆制造过程中第二大耗材，其成本占比达到 15%，仅次于硅片和硅基材料。

图表 10 电子特气是晶圆制造中第二大材料



资料来源：亿渡数据，华安证券研究所

全球及中国集成电路处于快速发展期，将大幅带动电子特气需求。根据 IC Insights 发布的数据，2022 年全球集成电路销售额创下历史新高高达 5651 亿美元，同比增长 11%，2017-2022 年均增速为 8.68%。从我国集成电路的销售情况来看，根据国家统计局公布的数据，2021 年我国集成电路行业产量为 3594.35 亿块，首次突破三千亿块大关，2016-2021 年年均复合增速高达 22.22%，2021 年同比增速更是高达 37.49%。从销售额来看，2021 年我国集成电路销售额为 10458.30 亿元，同比增长 18.20%，2016-2021 年年均复合增速达 19.26%。随着世界半导体产业链逐渐向中国转移，预计未来我国集成电路产销量有望保持快速增长

图表 11 全球集成电路市场规模（亿美元）



资料来源：IC Insights，华安证券研究所

图表 12 我国集成电路年销售额及增速 (亿元, %)



资料来源: iFinD, 国家统计局, 华安证券研究所

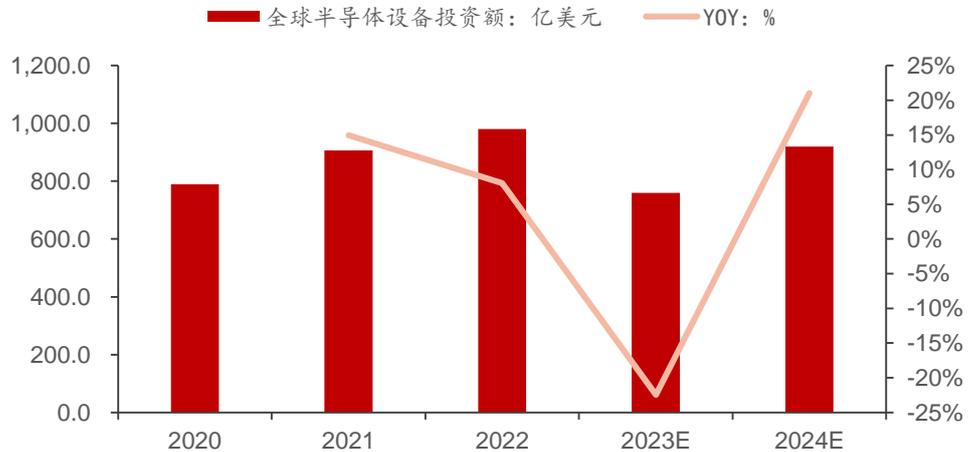
图表 13 我国集成电路年产量及增速 (万块, %)



资料来源: iFinD, 国家统计局, 华安证券研究所

从投资周期角度来看, 2024 年全球半导体设备投资回暖, 有望带动相关材料需求。根据 SEMI 发布的《世界晶圆厂预测报告》(World Fab Forecast) 中的数据, 预计 2023 年全球晶圆厂设备支出将同比下降 22%, 从 2022 年的 980 亿美元的历史新高降至 760 亿美元, 此次设备投资额降低主要源于芯片需求减弱以及消费和移动设备库存的增加。但是, 至 2024 年, 全球半导体设备投资将快速回暖至 920 亿美元, 同比增长 21%。随着全球半导体设备的投资额回升, 有望带动包括电子特气在内的相关材料需求。

图表 14 全球半导体设备投资额 (亿美元)

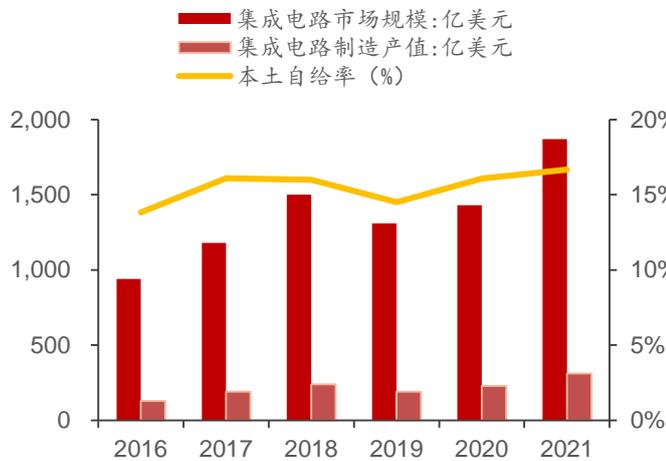


资料来源: SEMI, 华安证券研究所

我国集成电路行业规模不断增长, 但国产化率有待提升。根据 IC Insights 的统计数据, 2021 年我国集成电路市场规模约 1870 亿美元, 折合人民币超万亿规模, 市场空间广阔。但是这一数据包含了外国及中国台湾公司在大陆投资的制造厂贡献的产值, 如果将这一部分剔除, 2021 年中国大陆公司芯片制造产值仅 312 亿美元, 自给率只有 16.68%。同时, 从历年集成电路进出口数据来看, 我国集成电路行业仍然以进口为主, 供给和需求之间的差距较大。据海关总署的数据, 2021 年我国集成电路进口金额达到 4325.54 亿美元, 但出口仅为 1537.90 亿美元, 贸易

逆差达 2787.64 亿美元，2022 年贸易逆差小幅缩小，但金额仍然达 2616.61 亿美元，我国集成电路行业提高国产化率势在必行。

图表 15 我国集成电路市场及制造规模（亿美元）



资料来源：IC Insights，华安证券研究所

图表 16 我国集成电路历年进出口差额（亿美元）



资料来源：iFinD，海关总署，华安证券研究所

政策多方位扶植集成电路，行业国产化进程加速。为了提升我国集成电路的自主研发能力，降低对外依赖性，我国自 2014 年开始陆续发布了一系列政策来扶植我国集成电路行业。如 2014 年国务院发布的《国家集成电路产业发展推进纲要》明确提出，到 2020 年，要基本建成技术先进、安全可靠的集成电路产业体系，实现跨越式发展；2021 年财政部、税务总局和海关总署联合发布《关于支持集成电路产业和软件产业发展进口税收政策的通知》，提出对相关企业实行税收优惠政策。我国正从全方位、多角度发布政策共同推动集成电路行业的进步，将有效拉动国产电子特气的需求。

图表 17 中国集成电路产业相关政策

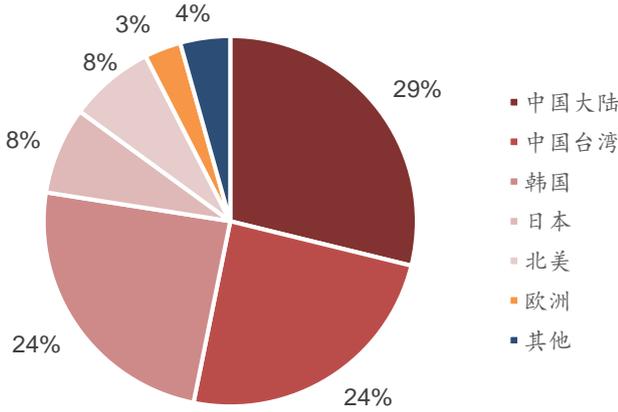
政策	发布部门	出台时间	主要内容
《国家集成电路产业发展推进纲要》	国务院	2014.6	明确提出到 2020 年，IC 产业与国际先进水平的差距进步缩小，封装测试技术达到国际领先水平，关键装备和材料进入国际采购体系，基本建成技术先进、安全可靠的集成电路产业体系，实现跨越式发展
《中国制造 2025》	国务院	2015.5	国务院中国制造 2025 战略的实施带动集成电路的跨越发展，以集成电路产业核心能力的提升推动“中国制造 2025”战略目标的实现
《国家信息化发展战略纲要》	中共中央办公厅、国务院办公厅	2016.7	制定国家信息领域核心技术设备发展战略纲要，以体系化思维弥补单点弱势，打造国际先进、安全可控的核心技术体系，带动集成电路、基础软件、核心器件等薄弱环节实现根本性突破

《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016版）》	国家发改委	2017.1	根据战略性新兴产业发展新变化，对《战略性新兴产业重点和服务指导目录》（以下简称《目录》）2013版作了修订完善，依据《规划》明确的5大领域8个产业，包括半导体材料和集成电路等
《关于集成电路设计和软件产业企业所得税政策的公告》	财政部、税务总局	2019.5	依法成立且符合条件的集成电路设计企业和软件企业，在2018年12月31日前自获利年度起计算优惠期，第一年至第二年免征企业所得税，第三年至第五年按照25%的法定税率减半征收企业所得税，并享受至期满为止
《新时代促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》	国务院	2020.8	凡在中国境内设立的集成电路企业和软件企业，不分所有制性质，均可按规定相关政策。鼓励和倡导集成电路产业和软件产业全球合作，积极为各类市场主体在华投资营造市场化、法治化、国际化的营商环境
《关于支持集成电路产业和软件产业发展进口税收政策的通知》	财政部、海关总署、税务局	2021.3	通知明确了免征进口税的几种情况，包括：集成电路线宽小于65纳米的逻辑电路、存储器生产企业，以及线宽小于0.25微米的特色工艺集成电路生产企业，进口国内不能生产或性能不能满足需求的自用生产性原料、消耗品，净化室专用建筑材料、配套系统和集成电路生产设备配件。集成电路线宽小于0.5微米的化合物集成电路生产企业和先进封装测试企业，进口国内不能生产或性能不能满足需求的自用性原材料、消耗品
《关于做好2022年享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作有关要求的通知》	发改委	2022.3	为做好2022年享受税收优惠政策的集成电路企业或项目、软件企业清单制定工作，将有关程序、享受税收优惠政策的企业条件和项目标准进行规范

资料来源：各部门官网，华安证券研究所

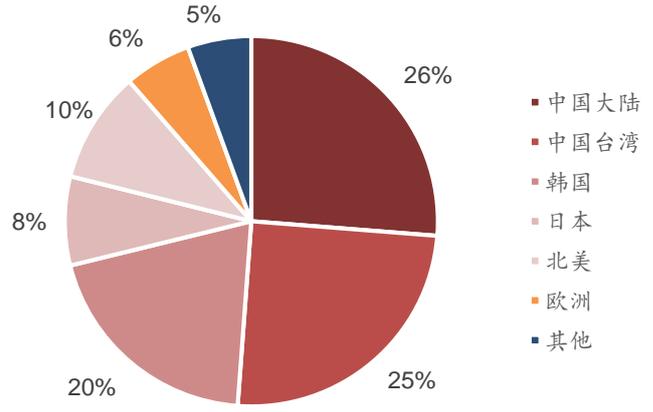
我国持续加大半导体设备投资，连续多年蝉联榜首。根据 SEMI 的数据，2020 年中国大陆半导体设备投资额为 187.2 亿美元，占当年全球半导体设备投资额的 26%，排名全球第一，首次超过中国台湾地区。2021 年，中国大陆半导体设备投资额再一次创下历史新高，全年投资额达 296.2 亿美元，较 2020 年增长 58.23%，全球投资额占比也由 2020 年的 26% 上涨至 29%，蝉联全球第一。2022 年，虽然我国半导体设备投资额同比小幅下滑至 287.2 亿美元，但全球投资额占比依旧维持首位，连续三年全球第一。

图表 18 2021 年各国半导体设备支出 (亿美元, %)



资料来源: SEMI, 华安证券研究所

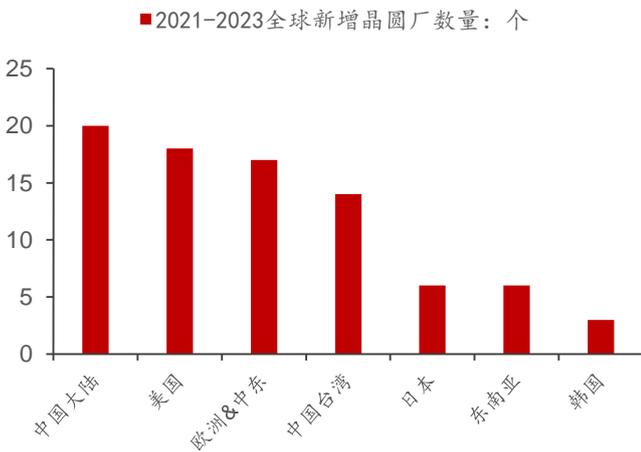
图表 19 2022 年各国半导体设备支出 (亿美元, %)



资料来源: SEMI, 华安证券研究所

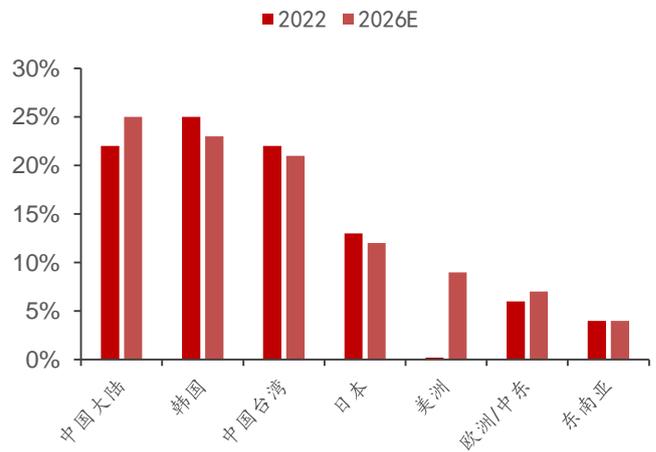
设备投资落地拉动晶圆产能扩张, 我国近两年计划新增晶圆厂全球第一。根据 SEMI 统计数据显示, 2021-2023 年, 全球半导体行业将新建 84 座大规模芯片制造工厂, 总投资额预计将超过 5000 亿美元。其中中国大陆三年内计划新建 20 座晶圆厂, 排名世界第一。美洲紧随其后, 在《芯片和科学法案》推动下, 从 2021 到 2023 年, 预计美洲地区将新增 18 座晶圆工厂, 这些新建的晶圆厂以 12 寸 (300mm) 晶圆生产为主。从区域来看, 预计中国大陆 300mm 晶圆市场份额在 2026 年将达到全球第一。根据 SEMI 统计数据显示, 2022 年中国大陆 300mm 前端晶圆厂产能市场份额为 22%, 根据目前的产能规划推测, 至 2026 年, 该比例将提升至 25%, 达到全球第一, 首次超过韩国。

图表 20 2021-2023 年全球新增晶圆厂数量



资料来源: SEMI, 华安证券研究所

图表 21 全球 300mm 晶圆产能区域占比预计 (%)

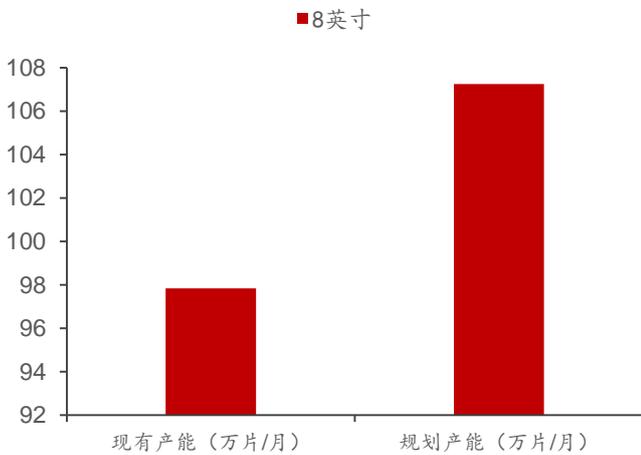


资料来源: SEMI, 华安证券研究所

我国各业加大布局力度, 产能加速释放拉动国产电子特气需求。我国 12 寸晶圆产线快速扩张, 规划产能达 343 万片/月。根据 ittbank 统计的全国晶圆装机数据显示, 截止至 2022 年 1 季度, 我国已经投产的 12 英寸晶圆生产线合计月装机量约 116.70 万片, 已经投产的 8 英寸晶圆生产线合计月装机量约 97.85 万片。从在建及规划的产能来看, 截止至 2022 年 1 季度, 规划与在建的 12 英寸晶圆月产能达

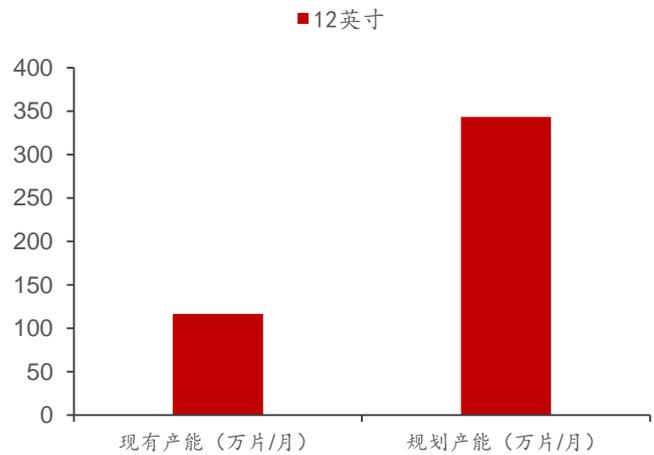
343.33 万片，而在建和规划的 8 英寸晶圆产线月产能仅 107.25 万片，未来 12 英寸大晶圆将成为行业主流，这将显著拉动国产高端电子特气需求。

图表 22 我国 8 寸晶圆产能及扩建计划（不完全统计，万片/月）



资料来源：ittbank，华安证券研究所

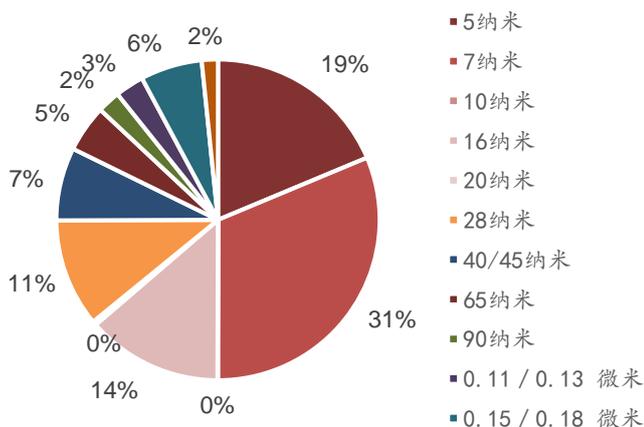
图表 23 我国 12 寸晶圆产能及扩建计划（不完全统计，万片/月）



资料来源：ittbank，华安证券研究所

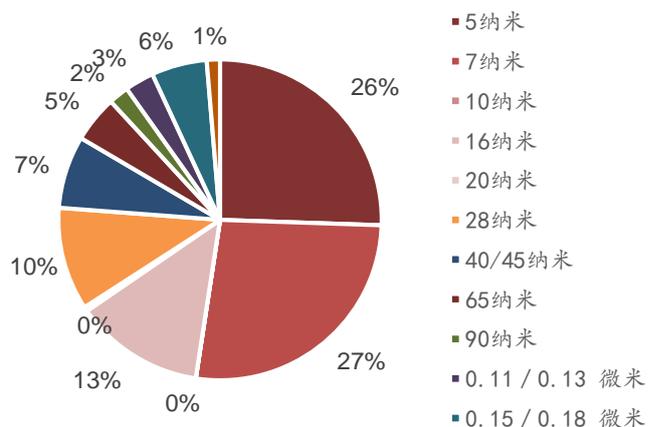
大晶圆对应先进制程芯片，集成电路高端化带动高端电子特气需求。12 英寸晶圆的快速扩产，对应集成电路行业的高度集成和高效低功耗发展方向，即高端化趋势日益明显。根据晶圆代工龙头台积电 2021 年和 2022 年的年报数据显示，2021 年台积电的收入结构中 5nm 晶圆的代工收入占比为 19%，2022 年该项比例快速上升至 26%，未来还有望继续提升。而且台积电目前正在攻关 2nm 芯片制造关键技术，有望在近两年将芯片制程从 5nm 时代带入到 2nm 时代。芯片制程的快速升级，对电子特气的品质和数量都提出了更高的要求，有望带动高端电子特气需求快速增长。

图表 24 台积电 2021 年收入结构 (%)



资料来源：iFinD，华安证券研究所

图表 25 台积电 2022 年收入结构 (%)



资料来源：iFinD，华安证券研究所

大晶圆和先进制程芯片将显著提升电子特气用量，预计 2026 年我国电子特气需求将达到 4.78 万吨。根据华虹无锡 12 英寸晶圆项目环评，浙江环科 8 英寸晶圆

项目环评，四川广义微电子 6 英寸 MOSEFT 项目环评公布的数据，12 英寸的晶圆电子特气消耗量约为 7.34 吨/万片，8 英寸的晶圆电子特气消耗量约为 2.86 吨/万片，6 英寸的晶圆电子特气消耗量约为 0.06 吨/万片。根据以上消耗数据结合 ittbank 和芯思想研究院统计的晶圆产能及扩张计划，我们测算出 12 英寸晶圆电子特气消耗量在 2026 年左右将达到 4.05 万吨，12 英寸+8 英寸+6 英寸晶圆合计将带动 4.78 万吨电子特气需求。而 12 英寸晶圆加工使用的电子特气技术壁垒更高，因此未来高端电子特气的需求将显著放量，提前布局的企业有望充分收益。

图表 26 电子特气需求测算 (吨/年)

	12 英寸	8 英寸	6 英寸
现有产能 (万片/月)	116.7	97.85	420
规划产能 (万片/月)	343.33	107.25	0
合计产能 (万片/月)	460.03	205.10	420
电子特气单耗 (吨/万片)	7.34	2.86	0.06
电子特气消耗量合计 (吨/年)	40519.44	7039.03	302.40

资料来源：芯思想，ittbank，华虹无锡 12 英寸晶圆项目环评，浙江环科 8 英寸晶圆项目环评，四川广义微电子 6 英寸 MOSEFT 项目环评，华安证券研究所

注：相关单耗数据来自项目环评，该数据在不同公司和不同种类芯片之间存在差异，测算数据仅供参考

2.2 面板：技术迭代带动特气需求持续增长

我国面板用电子特气使用量快速增长，2016-2021 年均增速超 30%。根据 CINNO Research 的市场统计数据，2021 年全球显示用电子特气总用量约为 5.1 万吨，较 2020 年增长 11%。2021 年中国显示用电子特气总用量约为 2.9 万吨，较 2020 年增长 26%，2016-2021 年均增速超 30%，增速远超全球。同时，2021 我国电子特气全球使用量占比达 57%，在 2020 年全球占比 50% 的基础上提升 7 pct。

图表 27 2016-2021 年中国大陆面板用电子特气需求量 (万吨)

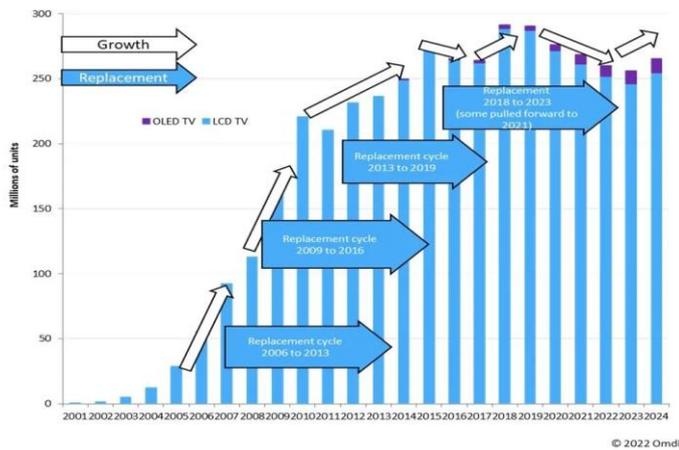


资料来源：CINNO Research，华安证券研究所

从需求端来看，2024 年全球面板行业将呈现回暖趋势。根据 Omdia 发布的市

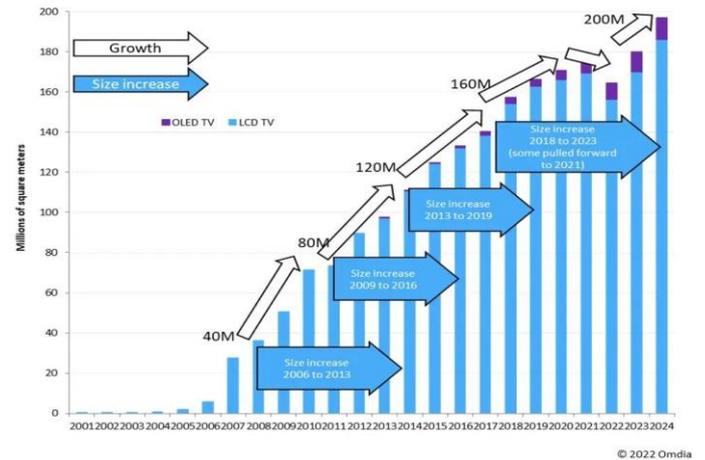
场统计数，2022 年全球电视显示面板出货量约为 2.6 亿片，依旧是处于出货量下滑的阶段。但是，考虑到新一轮的换机周期即将开始，Omdia 预计从 2024 年开始全球电视显示面板出货量将逐步回暖，结束长达五年的行业下滑期。从显示面板出货面积的角度来看，受益于换机周期和电视面板大型化，行业依旧处于快速上升期，预计 2024 年全球电视显示面板出货面积将达到 2 亿平方米，创下历史新高。

图表 28 液晶电视和 OLED 电视显示面板出货量（百万片）



资料来源：Omdia，华安证券研究所

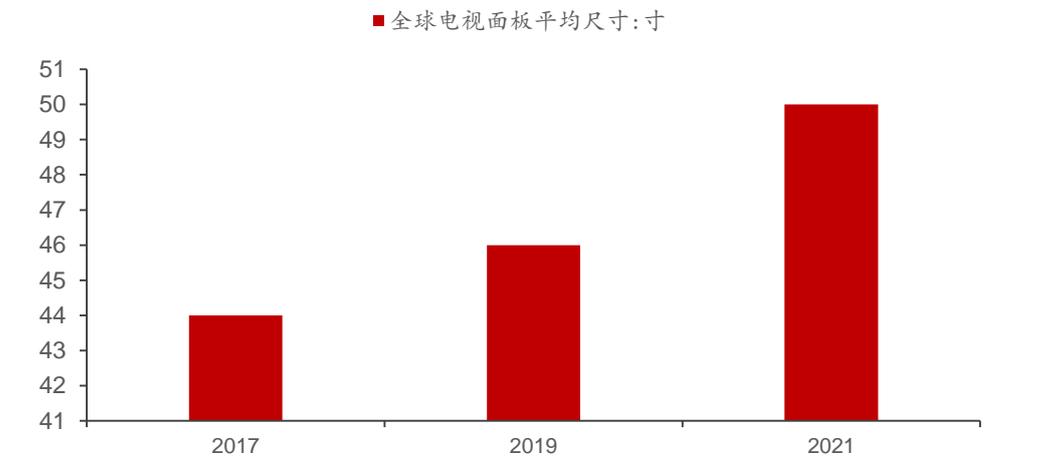
图表 29 液晶电视和 OLED 电视显示面板出货面积（百万平方米）



资料来源：Omdia，华安证券研究所

LCD 方面，全球电视面板平均尺寸不断提升。在显示面板应用领域中，电视占据了 LCD 出货面积近 70% 的市场份额，是跟踪显示面板出货量最为重要的指标之一。目前电视面板的平均尺寸持续增长，据群智咨询统计，目前电视面板平均尺寸已从 2017 年的 44 寸，增长至 2019 年的 46 寸，平均每年增长 1 寸，并且该数据在 2021 年达到了 50 寸，未来有望进一步提升，进而带动全球大尺寸 TFT-LCD 面板出货量稳步增长。

图表 30 全球电视面板平均尺寸不断提升



资料来源：群智咨询，惠科股份招股说明书，华安证券研究所

图表 31 2023 年全球大尺寸面板出货片数恢复正增长（百万片）

应用	2021	2022	2023E	2022 同增 (%)	2023 同增 (%)
电视	269	270	262	0.37%	-2.96%
显示器	172	159	168	-7.56%	5.66%
笔记本电脑	292	217	223	-25.68%	2.76%
平板电脑	172	159	157	-7.56%	-1.26%
其他/PID	71	90	93	26.76%	3.33%
合计	976	895	903	-8.30%	0.89%

资料来源：Omdia，华安证券研究所

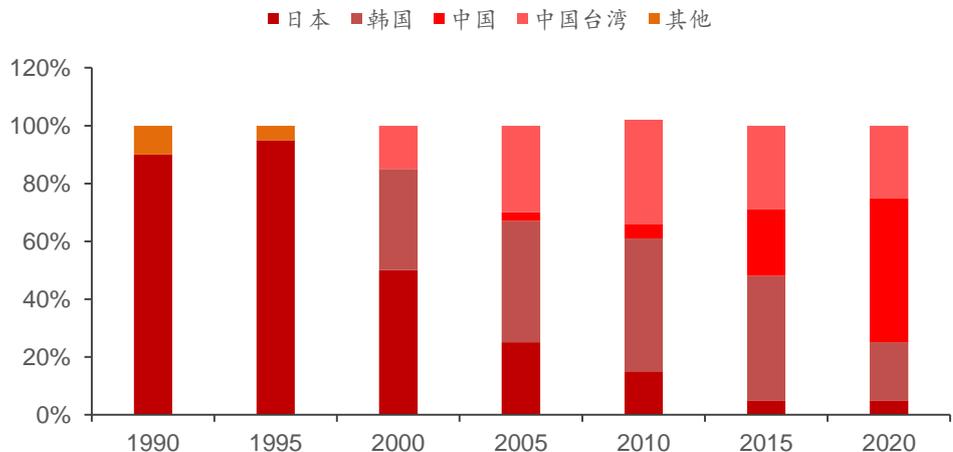
图表 32 2023 年全球大尺寸面板出货面积恢复正增长（百万平方米）

应用	2021	2022	2023E	2022 同增 (%)	2023 同增 (%)
电视	177	171	178	-3.39%	4.09%
显示器	29	27	29	-6.90%	7.41%
笔记本电脑	16	16	16	0.00%	0.00%
平板电脑	6	5	5	-16.67%	0.00%
其他/PID	9	12	11	33.33%	-8.33%
合计	237	231	239	-2.53%	3.46%

资料来源：Omdia，华安证券研究所

全球 LCD 面板产能持续向国内转移，拉动国产电子特气需求。1995 年以前，全球 LCD 产能基本被日本垄断，到 2000 年，韩国通过抢占日本的市场空间达到了全球 35% 的市占率。随后，全球面板产业链开始向中国转移，2005 我国 LCD 产能仅占全球产能的 3%，2010 年小幅提升至 5%，随后的十年成为我国面板行业快速发展的十年。至 2020 年，我国 LCD 产能已经占据了全球产能的 50% 并且还在不断提升。未来随着全球 LCD 产能不断向国内转移，国产面板电子特气将逐步替代国外，这将拉动国产面板电子特气的需求量快速增长。

图表 33 全球 LCD 产能向国内转移



资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

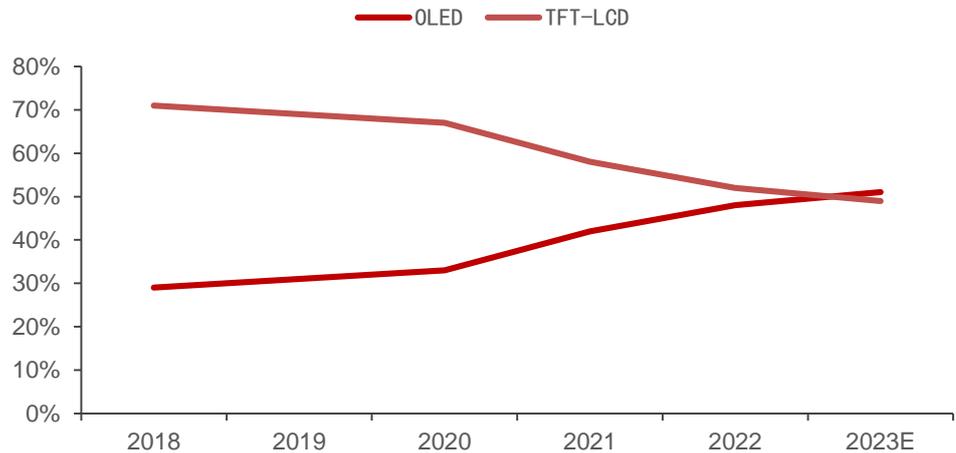
OLED 方面，因综合性能优异，在部分领域如智能穿戴设备逐渐取代 LCD，渗透率稳步提升。相对于 LCD，OLED 具备发光亮度高，色彩鲜艳，响应速度快等特点，目前正在不断提升在智能穿戴设备行业的渗透率。根据 TrendForce 的统计数据，2022 年，全球智能手机 OLED 渗透率达到 48%，2023 年有望进一步提升至 51% 的水平。近年来，OLED 应用也在逐渐多元化，除了智能手机之外，OLED 在智能穿戴设备、笔记本电脑、平板电脑等市场的占比也在不断提升。根据群智咨询的预测数据，2025 年全球中小尺寸 OLED 面板市场规模将达到近 12 亿片，其中非智能手机采用的 OLED 面板出货预计约为 4 亿片左右。

图表 34 性能对比：LCD VS OLED

类型	项目	LCD	OLED
画质	对比度	1500:1	100000:1
	色彩饱和度	95%	100%
	视角	10:1	2000:1
功耗	宽温比	-10 °C	-50 °C
		70 °C	90 °C
	功耗比	100%	30%
	户外对比	3:1	15:1
形态	厚度	1	0.4
	柔性	不可	可绕折
功能	响应	30ms	微秒级
	蓝占比	33	<0.1

资料来源：新材料在线，华安证券研究所

图表 35 OLED 在智能手机中的渗透率稳步提升



资料来源：TrendForce，华安证券研究所

从生产工艺的角度，OLED 制造需要的特气种类远超 LCD。显示屏的薄膜晶体管设备主要分为三种：非晶硅 (a-Si)、低温多晶硅 (LTPS) 和金属氧化物 (MO)，其制造难度依次增加。目前，LCD 面板受制于价格和成本管控等原因，一般使用 a-Si 薄膜晶体管。而 OLED 由于对成本的敏感性大幅低于 LCD，其一般使用 LTPS 薄膜晶体管。根据 OLED industry 的研究，生产 LTPS 薄膜晶体管所需要的电子特气种类为 24 种，远超生产 a-Si 薄膜晶体管所需的 15 种，因此，未来随着 OLED 渗

透率的提升, 将对电子特气品类有着更高的需求。

图表 36 不同薄膜晶体管性能对比

	a-Si	Metal Oxide	LTPS
TFT uniformity(Gene8)	Good	Good	Poor
Manufacturing yield	High(>95%)	Low(=85%)	Low(=86%)
Mark#	4--5	4--7	5--7
Cost	Low	Low	High
Scalable to large panels	Yes	Yes	?
Primary TFT process	PECVD	PVD	PECVD
Process temperature(C)	>300	-40	>400

资料来源: OLED industry, 华安证券研究所

图表 37 不同薄膜晶体管生产所需特气种类

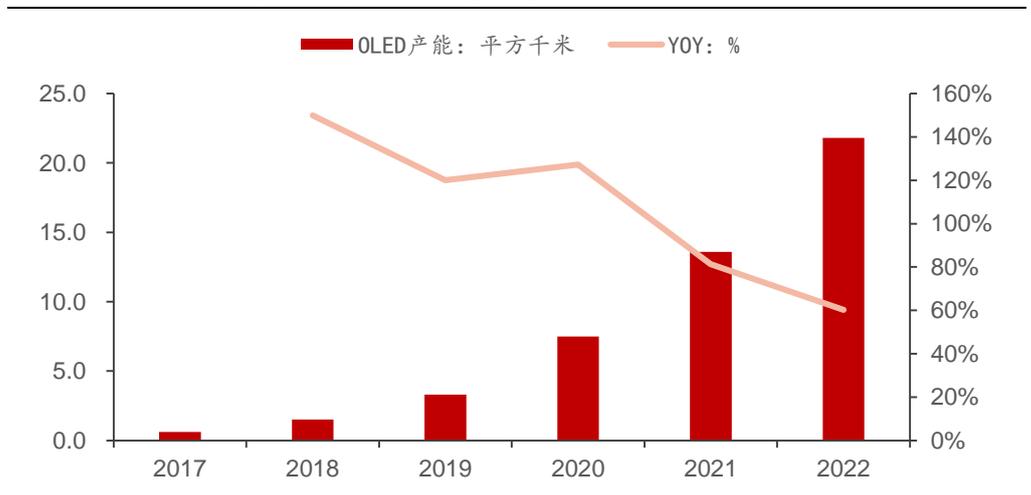
		a-Si	LTPS	Metal Oxide	Process	Delivery Method
Deposition	SiH ₄	√	√	√	Si, SiN, SiO	Gas cylinders & large forms
	NH ₃	√	√	√	SiN	
	N ₂ O		√	√	SiO	
	TEOS		√		SiO	Bubbler
Doping	1%B ₂ H ₆ /H ₂		√		in-situ	Gas cylinders
	15%B ₂ H ₆ /H ₂		√		implanter	
	1%PH ₃ /H ₂	√			in-situ	Gas cylinders & large forms
	20%PH ₃ /H ₂		√		implanter	Gas cylinders
	1%PH ₃ /SiH ₄	√			in-situ	Gas cylinders
Clean	NF ₃	√	√	√	CVD	Gas cylinders & large forms
	F ₂	√	√	√	CVD	on-site
Etch	CF ₄		√		Si, SiN, SiO	Gas cylinders
	C ₂ HF ₅		√		SiO	
	SF ₆	√	√	√	SiN, SiO	
	Cl ₂	√	√		Si	
	BCl ₃	√			Al	
Laser	4.5%HCl/1%H ₂ /NE		√		XeCl 308	Gas cylinders
	Xe		√		XeCl 308	
	Ne		√		Balance	
	5%F ₂ /He		√		Krf 248	
	Kr		√		Krf 248	

Others	H ₂	√	√	√	CVD	Compressed gas truck
	O ₂	√	√	√	SiO ₂ ,ITO,Etch	Cryogenic liquid truck
	N ₂	√	√	√	SiN	on-site &Cryogenic liquid truck
	CO ₂	√	√	√		Cryogenic liquid truck
	He	√	√	√	Cooling	Compressed gas truck
	Ar	√	√	√	PVD	Cryogenic liquid truck

资料来源：OLED industry, 华安证券研究所

从产能的角度来看，我国 OLED 产能逐步投放中，未来有望加速释放，拉动国产电子特气需求。在全球 OLED 市场上，韩国企业占据绝对优势。根据 Sigmaintell 的数据显示，2019 年韩国 OLED 市场占有率高达 85.4%，远超其他企业。目前，我国企业也在 OLED 市场上积极寻求突破，京东方、深天马、维信诺等公司也在大力布局 OLED 产线。据液晶网统计，截止至 2023 年 1 月，我国投产+在建+签约的 OLED 产线为 22 条，设计月产能超过 105.2 万片，随着我国企业 OLED 技术突破叠加产能的不断释放，未来我国 OLED 产业国产化率有望快速上行。根据中商情报网的市场统计数据，2022 年我国 OLED 产能为 21.8 平方千米，同比增长 60%，2017-2022 年均增速更是高达 105.15%，行业处于快速发展期，有望大幅拉动国产电子特气需求。

图表 38 我国 OLED 产能稳步增长（平方千米）



资料来源：中商情报网，华安证券研究所

图表 39 我国 OLED 产能统计 (截止至 2023.1 月)

厂商	地区	产线	技术路线	投产时间	投资金额	设计产能 (K/M)	建设情况
京东方	成都	6代 (B7)	OLED	2017年5月	465亿元	4.8万片	投产
	鄂尔多斯	5.5代 (B6)	AMOLED/LTPS	2013年11月	220亿元	5.4万片	投产
	绵阳	6代 (B11)	AMOLED/LTPS	2019年7月	465亿元	4.8万片	投产
	重庆	6代 (B12)	AMOLED	2021年12月	465亿元	4.8万片	投产
	福州	6代 (B15)	AMOLED		465亿元	4.8万片	签约
华星光电	深圳	11代 (T6)	a-Si/AMOLED	2019年11月	538亿元	14万片	投产
	武汉	6代 (T4)	AMOLED	2020年1月	350亿元	4.5万片	投产
	深圳	11代 (T7)	a-Si/AMOLED	2021年初投产	426.83亿元	9万片	投产
	广州	8.5代 (T8)	印刷 OLED	规划 2024 年	-	-	计划
天马	上海	5.5代	AMOLED/LTPS	2015年12月	-	1.5万片	投产
	厦门	6代	AMOLED/LTPS	2016年12月	120亿元	3万片	投产
	武汉	6代	AMOLED/LTPS	2018年6月	120亿元	3万片	投产
	厦门	6代	OLED	2022年2月	480亿元	4.8万片	投产
惠科	长沙	8.6代	a-Si/OLED	2021年2月	280亿元	13.8万片	投产
LG	广州	8.5代 (T8)	OLED	2020年7月	460亿元	6万片	投产
信利	惠州	4.5代	OLED	2016年7月	63亿元	3万片	投产
	仁寿	6代	AMOLED	-	279亿元	3万片	签约
维信诺	昆山	5.5代 (B6)	OLED	2015年上半年	150亿元	1.5万片	投产
	固安	6代	AMOLED	2018年5月	近300亿元	3万片	投产
	合肥	6代	AMOLED	2020年12月	440亿元	3万片	投产
和辉光电	上海	6代	AMOLED	2019年1月	272.78亿+80亿	4.5万片	投产
	上海	4.5代	LTPS/OLED	2014年第四季度	59.9亿元	3万片	投产

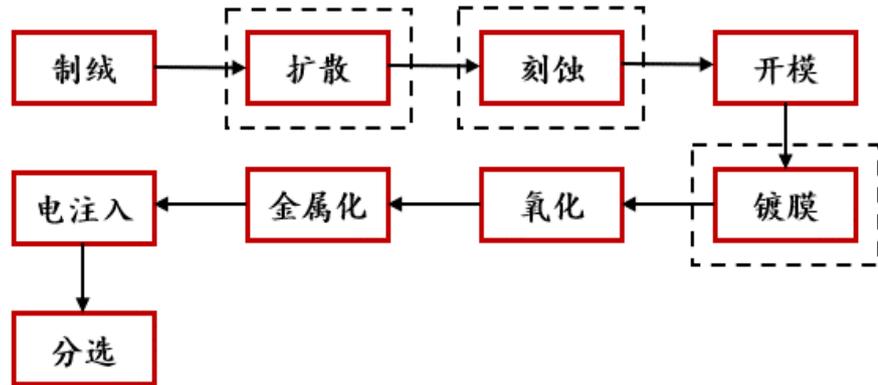
资料来源：液晶网，华安证券研究所

2.3 光伏：装机量快速增长，带动电子特气新需求

光伏行业中电子特气主要用于太阳能电池的扩散和蚀刻环节。太阳能电池的湿法工艺环节包括制绒、扩散、刻蚀、开模、镀膜等环节，对于晶体硅太阳能电池，

电子特气主要用于镀膜、刻蚀、载气、刻蚀和镀膜等环节，其常用的特气主要包括硅烷、四氟化氮等。对于薄膜太阳能电池，电子特气主要用于镀膜、刻蚀、清洗、沉积、保护、扩散等环节，由于环节的增加，其电子特气种类相较于晶体硅太阳能电池显著增加。

图表 40 光伏电池湿法工艺流程



资料来源：CNKI，中船特气招股说明书，华安证券研究所

图表 41 光伏电池电子特气常用种类

分类	用途	产品
晶体硅太阳能电池	镀膜	硅烷 (SiH ₄)、氨 (NH ₃)、一氧化二氮 (N ₂ O)
	刻蚀	四氟化氮 (CF ₄)
	载气	氮气 (N ₂)
	刻蚀配气	氧气 (O ₂)、氩气 (Ar)
	镀膜反应气	氢气 (H ₂)
薄膜太阳能电池	镀膜	硅烷 (SiH ₄)、二乙基锌 (DEZ)、乙硅烷 (Si ₂ H ₆)、四氯化硅 (SiH ₄)
	刻蚀	三氟化氮 (NF ₃)、氟 (F ₂)、六氟化硫 (SF ₆)、甲烷 (CH ₄)、氧气 (O ₂)
	清洗	三氟化氮 (NF ₃)、六氟化硫 (SF ₆)
	沉积	氮气 (N ₂)、磷化氢混合器 (PH ₃)、乙硼烷混合气 (B ₂ H ₆)
	沉积反应气	氢气 (H ₂)、氩气 (Ar)、氧气 (O ₂)
	保护气	氦气 (He)
	扩散	三甲基硼混合气 (TMB)

资料来源：《电子化学品在光伏电池产业中的应用及发展》，华安证券研究所

全球及中国光伏装机量快速增长，电子特气新增需求旺盛。光伏发电将凭借政策驱动及装机成本降低迎来市场高速增长，2022年，全球新增光伏装机量 191.45 GW，同比增长 35.55%；我国新增光伏装机量 86.03GW，同比增长 62.37%。太阳能电池市场旺盛将带动上游原材料需求上升，未来光伏用电子特气需求将保持快速增长态势。

图表 42 全球新增光伏装机量 (GW)



资料来源: iFinD, 华安证券研究所

图表 43 中国新增光伏装机量 (GW)



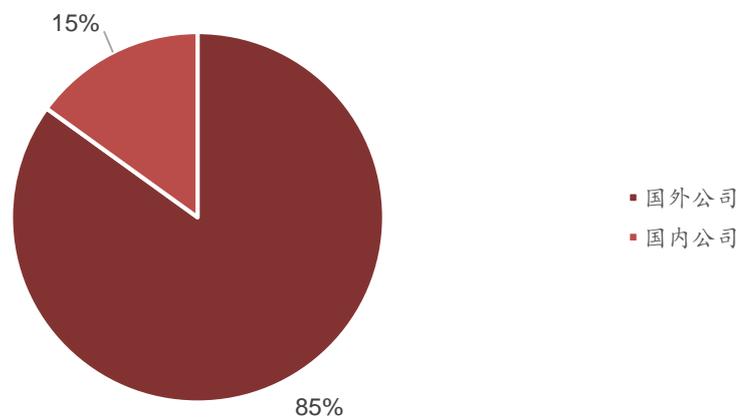
资料来源: iFinD, 华安证券研究所

3 供给端：国产化率低，细分领域逐渐实现突破

3.1 电子特气技术壁垒高，国外企业仍占据行业主导地位

国外企业占据主导地位，2020 年我国电子特气市场自给率仅 15%。根据亿渡数据，2020 我国电子特气 85% 的市场份额均被以美国空气化工、美国普莱克斯、法国液化空气、日本太阳日酸及德国林德为代表的外国企业所占据，我国企业所占市场份额仅为 15%。虽然我国电子特气企业的产品竞争力正在不断增强，但是相比于国外龙头公司，依旧体现出产品结构较为单一和气体纯度相对较低的劣势。未来随着我国电子特气公司研发投入不断提升，气体种类日益丰富，在细分领域的产品优势将逐步凸显，国产化率有望逐步提升。

图表 44 2020 中国电子特气市场供应格局



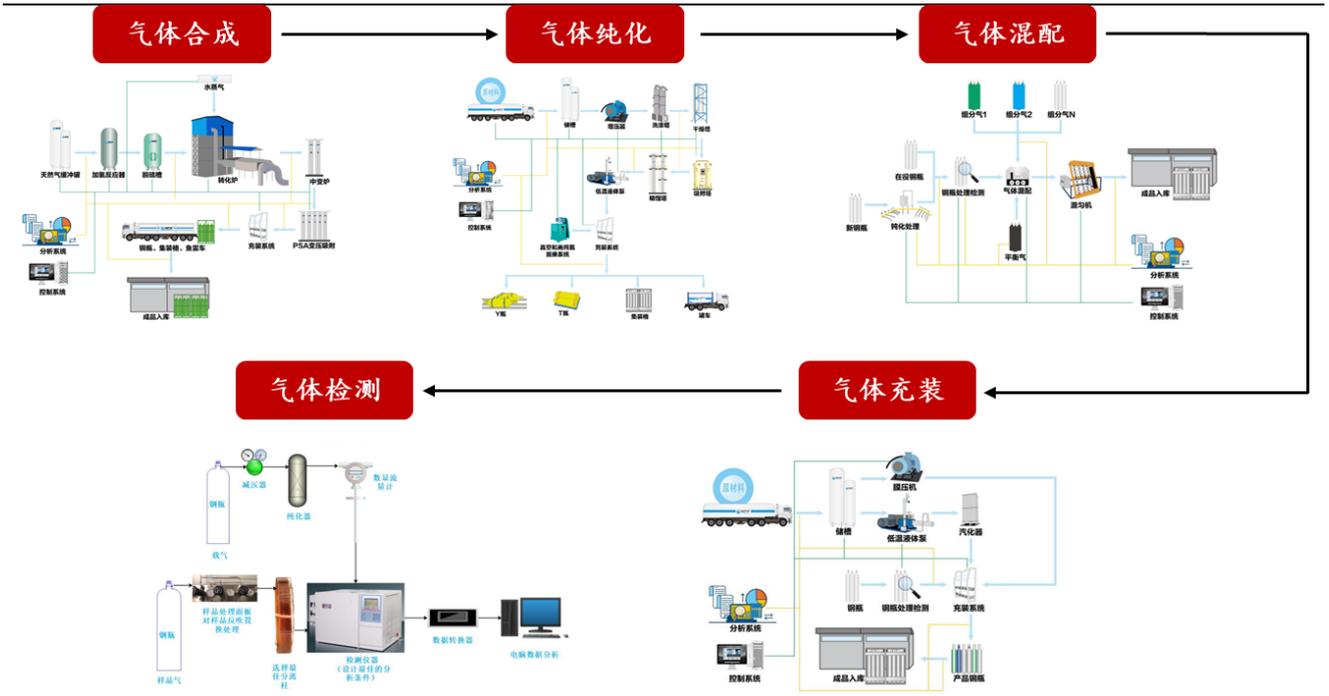
资料来源: 亿渡数据, 华安证券研究所

电子特气作为微电子行业核心原材料之一，其制备难度较高，叠加下游客户验

证过程繁琐且周期较长，因此行业准入壁垒高。

电子特气行业壁垒之一：制造壁垒。电子特气制造流程主要包括气体合成/空气分离、气体纯化、气体混配、气体充装和气体检测 5 大步骤，流程较复杂，而电子特气的第一技术指标为高纯，因此电子特气制备企业需要在各个环节保证气体的纯度与洁净度，制备难度较高。同时，混配气体还需要在单一气体的基础上增加混配的环节，其技术壁垒进一步提升。

图表 45 电子特气生产流程复杂



资料来源：金宏气体招股说明书，华特气体招股说明书，华安证券研究所

电子特气行业壁垒之二：品类壁垒。电子特气品类多样，纯气体和混配气体种类多达上百种。按照需求可以划分为半导体用、显示面板用、LED 用和光伏用电子特气；按照用途又可以分为稀释气体、CVD 气体、蚀刻气体、掺杂气体、外延气体、离子注入气体等。因此，电子特气行业的另一壁垒主要来自于其丰富的品类。而且下游客户往往会对电子特气制备企业提出配套生产的要求，如 SK 海力士 12 英寸晶圆加工所需的特气种类就达到了 59 种，这进一步提高了行业的准入壁垒。

图表 46 电子特气种类丰富

类别	主要品种	主要用途
电子特种气体	氮气、氩气、氧化亚氮、TEOS（正硅酸乙酯）、TEB（硼酸三乙酯）、TEPO（磷酸三乙酯）、磷化氢、三氟化氯、二氯硅烷、氟化氮、硅烷、六氟化钨、六氟乙烷、四氯化钛、甲烷等	化学气相沉积（CVD）
	氟化砷、三氟化磷、磷化氢、三氟化硼、三氯化硼、四氟化硅、六氟化硫、氙气等	离子注入
	氟气、氦气、氪气、氙气等	光刻胶印刷

	氢气、三氟氧磷等	扩散
	氟气、四氟化碳、八氟环丁烷、八氟环戊烯、三氟甲烷、二氟甲烷、氟气、溴化氢、三氯化硼-一氧化碳等	刻蚀
	含硼、磷、砷等三族及五族原子之气体，如三氯化硼、乙硼烷、三氟化硼、磷化氢、砷化氢等	掺杂
电子大宗气体	氟气、氧气、氩气、二氧化碳等	环境气、保护气、载体

资料来源：金宏气体招股说明书，华安证券研究所

图表 47 SK 海力士 12 英寸晶圆加工所需电子特气统计

气体名称	所属工序	气体名称	所属工序
C ₂ H ₂ 乙炔	薄膜	TMA(Al(CH ₃) ₃ , 6N, 4L, 2.406KG/BT)Al(CH ₃) ₃ 三甲基铝	扩散
丙烯	薄膜	XE 氙气	扩散
CLF ₃ 三氟化氯	薄膜	氟气二氧化碳混合气	扩散
N ₂ O 一氧化二氮	薄膜	三氯化硼氟气混合气	扩散
NNF ₃ 三氟化氮	薄膜	乙硅烷	扩散
NH ₃ 氨气	薄膜	二氯硅烷	扩散
PH ₃ /HE 磷化氢/氟气	薄膜	锆烷氢混合气	扩散
SiH ₄ 硅烷	薄膜	四氟化锆	扩散
三乙基氧化磷	薄膜	CO ₂ 二氧化碳	清洗
四氧乙基硅	薄膜	BCL ₃ 三氯化硼	蚀刻
三氧乙基硼	薄膜	C ₂ F ₆ 六氟乙烷	蚀刻
TiCl ₄ 四氯化钛	薄膜	全氟丙烷	蚀刻
WF ₆ 六氟化钨	薄膜	六氟丁二烯	蚀刻
丙烯	薄膜	八氟环丁烷	蚀刻
己烯	薄膜	CF ₄ 四氟甲烷	蚀刻
四氯化碳	薄膜	CH ₂ F ₂ 二氟甲烷	蚀刻
Ar/Xe/Ne 氩/氙/氖	光刻	CH ₄ 甲烷	蚀刻
F ₂ /KR/NE 氟气/氪气/氖气	光刻	CHF ₃ 三氟甲烷	蚀刻
KR/NE 氪气/氖气	光刻	Cl ₂ 氯气	蚀刻
氩氟混合气	光刻	CO 一氧化碳	蚀刻
0.5%O ₂ /HE 氧	扩散	COS 硫化羰	蚀刻
15%B ₂ H ₆ /H ₂ (L) 乙硼烷/氟气	扩散	HBR 溴化氢	蚀刻
AR(L) 氟气	扩散	HE/N ₂ 氟气/氟气	蚀刻
AsH ₃ 砷化氢	扩散	HF 氟化氢	蚀刻
BF ₃ 三氟化硼	扩散	SF ₆ 六氟化硫	蚀刻
反式二氯乙烯	扩散	SiH ₂ Cl ₂ 二氯硅烷	蚀刻
六氟乙硅烷	扩散	HE 氟气	通用
PH ₃ 磷化氢	扩散	N ₂ 氟气	通用
Pyridine(L) 吡啶	扩散	氟氮混合气	铜制程
		乙硼烷	铜制程

资料来源：SK 海力士 12 英寸晶圆项目环评，华安证券研究所

电子特气行业壁垒之三：客户壁垒。电子特气作为微电子行业核心原材料之一，

基本贯穿了晶圆加工的全过程，因此其产品质量对下游产业的正常生产影响巨大。若生产用的气产品发生质量问题，将导致整条生产线产品报废，造成巨额损失。因此，对极大规模集成电路、新型显示面板等精密化程度非常高的下游产业客户而言，对气体供应商的选择极为审慎、严格。一般而言，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。同时，为了保持气体供应稳定，客户在与气体供应商建立合作关系后不会轻易更换气体供应商，且双方会建立反馈机制以满足客户的个性化需求，客户粘性不断强化。因此，对新进入者而言，长认证周期与强客户粘性形成了较高的客户壁垒。

3.2 电子特气国产替代加速

3.2.1 供应链安全需求下，电子特气国产化进程迫切

美国于 2022 年对向中国出口芯片设备实施全面限制，禁止美国供应商向生产先进 DRAM 和 NAND 芯片的中国制造商提供设备。美国总统拜登还签署了《2022 年芯片与科学法案》，歧视性对待中国以及部分外国企业，损害了我国的半导体供应链安全性。日本也对中国实行了“半导体出口”禁令。日本政府于 3 月 31 日宣布，将限制 23 种半导体制造设备的出口，将于 7 月开始实施。我国积极应对美、日等国家的贸易制裁与科技封锁，提出要补齐半导体等产业链、供应链的关键短板，保障供应链安全并加快向产业链、价值链高端迈进。电子特气作为半导体供应链的关键一环，将加快国产替代进程。

图表 48 日本对中国限制芯片制造设备出口



资料来源：路透社，华安证券研究所

图表 49 日本政府新增的半导体方向出口管控对象明细

设备	具体管控对象明细
清洗设备	半导体前段工艺去除表面异物的清洗设备
成膜设备	利用等离子旋转晶圆，形成原子级别膜的设备
	利用 EUV 光掩膜的成膜设备
	准确形成硅膜、硅化合物膜的设备
热处理	通过热处理，除去薄膜内空隙的设备

曝光	EUV 涂覆、显影设备
	防护板 (EUV 光掩膜) 方向生产设备
	ArF 液浸式曝光设备
刻蚀	具有立体结构的最尖端的蚀刻设备
检查	EUV 光掩膜检测设备

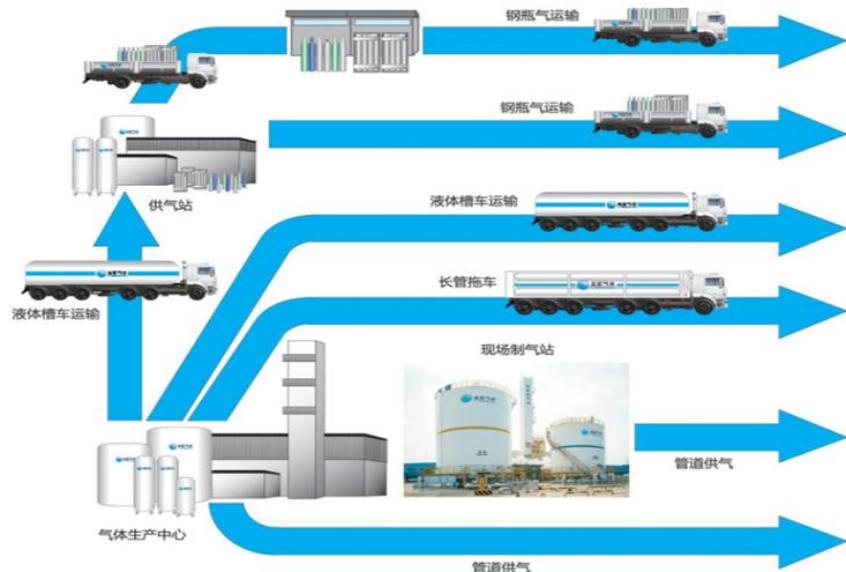
资料来源: CSIA, 华安证券研究所

3.2.2 国内气体公司运输成本低, 降本效应显著

电子气体的供气模式根据供应模式的不同分为零售供气和现场供气。其中, 零售供气包括瓶装供气和储槽供气两种供气模式。具体来讲, 瓶装供气是指采用工业气瓶供应气体的模式, 根据客户需要随时送达, 客户一般需求量较小, 该种模式下运输半径较小, 一般为 50km 左右; 储槽供气模式是通过低温槽车送达客户端, 供客户规模要求自行气化使用。其客户需求规模水平中等, 该模式下运输半径一般为 200km 左右; 现场制气模式是指在客户端建造现场制气装置通过管网供应气体, 主要是供用气规模大的客户采用。

国内电子特气生产企业通过整合销售渠道和运输模式为下游客户降本赋能。电子特气的下游客户通常需要多品种的特种气体, 且对单一气体需求量较少, 因此供气方式以零售模式为主。电子特气对供应链安全性要求较高导致其运输成本较高, 因此在此种供气模式下存在销售半径和运输半径的限制。外资公司若采用零售的供气模式将受到地域限制, 导致运输成本过高, 因此外资企业主要专注于大型现场制气。而国内企业具有天然的地域优势, 区域内规模较大、综合能力较强的气体公司可以通过对渠道网络和客户等进行整合, 从而不断完善区域内的网络布局并进一步拓展业务区域, 降低气体的运输成本, 加速了电子特气国产替代的进程。

图表 50 电子气体运输模式



资料来源: 金宏气体招股说明书, 华安证券研究所

图表 51 电子气体的供气模式对比

业务模式		盈利模式	规模	半径	合同期	特点	客户群
零售供气	瓶装供气	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 50km 左右	1-3 年	客户分布广泛；高度网络密集型；看重配送和交付能力	行业不限
	储槽供气	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，供客户规模要求自行气化使用	满足中等规模	200km 左右	3-5 年	要求客户关系和配送能力，易受市场影响	电子半导体、化工、机械制造、食品、医疗健康
现场制气		在客户端建造现场制气装置通过管网供应气体	满足大规模用气需要	-	10-20 年	资本密集，服务要求高；技术和客户关系稳定；盈利能力持续性强，现金流稳定	化工、炼油、电子半导体、金属冶炼加工

资料来源：金宏气体招股书，华安证券研究所

3.2.3 政策多方位扶植，电子特气国产化进程有望加速

国家政策陆续出台，推动电子特气行业发展。电子特种气体是集成电路制造过程中的关键材料，但国内半导体用电子特气市场超过八成的市场份额却被外企垄断，严重制约了我国半导体行业的健康发展。近些年，为了提升我国集成电路的自主研发能力，实现自主保障，国家发改委、科技部、工信部等连续出台了多部战略新兴产业相关政策。早在 2015 年，《中国制造 2025》就提出了 2020 年半导体核心基础零部件、关键基础材料应实现 40% 的自主保障，2025 年要达到 70%，为电子特气国产化提供了政策指导和支持；2021 年《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中明确要培育先进制造业集群，推动集成电路等产业创新发展，实施一批具有前瞻性、战略性的国家重大科技项目。

图表 52 电子特种气体行业相关政策

政策	发布部门	出台时间	主要内容
《新材料产业发展指南》	工信部、发改委、科技部、财政部	2016 年	加强大尺寸硅材料、大尺寸碳化硅单晶、高纯金属及合金溅射靶材生产技术研发,加快高纯特种电子气体研发及产业化,解决极大规模集成电路材料制约。加快电子化学品高纯发光材料、高饱和度光刻胶、超薄液晶玻璃基板等批量生产工艺优化,在新型显示等领域实现量产应用。
《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》	科技部	2017 年	面向 45-28-14 纳米集成电路工艺，重点研发 300 毫米硅片、深紫外光刻胶、抛光材料、超高纯电子气体、溅射靶材等关键材料产品。

《增强制造业核心竞争力三年行动计划(2018-2020年)》	发改委	2017年	加快先进有机材料关键技术产业化。重点发展新一代锂离子电池用特种化学品、电子气体、光刻胶、高纯试剂等高端专用化学品等产品。
《战略性新兴产业分类(2018)》	国家统计局	2018年	在“1.2.4 集成电路制造”的重点产品和服务中包括了“超高纯度气体外延用原料”在“3.3.6 专用化学品及材料制造”的重点产品和服务中包括了“电子大宗气体、电子特种气体”。
《重点新材料首次应用示范指导目录(2019版)》	工信部	2019年	将用于集成电路和新型显示的电子气体的特种气体:高纯氯气、三氯氢硅、锗烷、氯化氢、氧化亚氮、羰基硫、乙硼烷、砷烷、磷烷、甲硅烷、二氯二氢硅、高纯三氯化硼、六氯乙硅烷、四氯化硅等列为重点新材料。
《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策》	国务院	2020年	聚焦高端芯片、集成电路装备和工艺技术、集成电路关键材料、集成电路设计工具、基础软件、工业软件、应用软件的关键核心技术研发。不断探索构建社会主义市场经济条件下关键核心技术攻关新型举国体制。科技部、国家发展改革委、工信部等部门做好有关工作的组织实施,积极利用国家重点研发计划、国家科技重大专项等给予支持。
《重点新材料首次应用示范指导目录(2021年版)》	工信部	2021年	在“113.特种气体”中列示 33 种特种气体,对纯度等指标提出明确要求。

资料来源:金宏气体招股书,中商产业研究院,华安证券研究所

3.2.4 我国企业加速布局, 高端产能放量在即

我国企业加强技术研发, 部分产品性能实现突破, 达到进口替代水平。近年来, 随着集成电路、平板显示、光伏、半导体照明等领域的产业创新和技术迭代, 电子特种气体的国产化替代重要性日益凸显。在全球寡头垄断的竞争态势下, 国内特种气体企业纷纷响应国家政策, 加强技术研发, 特气品类不断丰富, 部分产品性能得到突破, 达到国际标准, 实现了进口替代化。我国特气行业领跑者, 华特气体, 累计实现进口替代的产品达 50 余种, 数量在国内特气公司中居于领头位置, 其拳头产品光刻气 (Ar/Ne/Xe、Kr/Ne、F₂/Kr/Ne、F₂/Ar/Ne) 通过了荷兰 ASML 和日本 GIGAPHOTON 株式会社的认证。金宏气体自主创新研发的超纯氮、高纯氧化亚氮、正硅酸乙酯、高纯二氧化碳、八氟环丁烷、六氟丁二烯、一氟甲烷、硅烷混合气等各类电子级超高纯气体品质和技术也已达到替代进口的水平, 能够满足国内半导体产业的使用需求。中船特气的主要特气产品三氟化氮和六氟化钨均已实现量产, 纯度分别达到 5N 和 6N; 混合气产品组分纯度可达 6N, 目前已实现 30 余种电子混合气的量产供应。无机气体如: 氯化氢、氟化氢、四氯化硅、氙气纯度均达到 5N 及以上。

图表 53 国内主要电子特气行业公司技术水平

公司	主要产品	现有产能	技术水平
华特气体	特种气体-高纯四氟化碳	400 吨	公司产品已批量供应 14nm、7nm 等产线, 并且公司的部分氟碳类产品、氢化物已进入到了 5nm 的先
	特种气体-高纯六氟乙烷	550 吨	

	特种气体-光刻及其他混合气体	3288.2 吨	进制程工艺中使用，并不断扩大覆盖范围。公司自主研发的 Ar/F/Ne、Kr/Ne、Ar/Ne 和 Kr/F/Ne 4 种混合气是国内唯一一家同时通过荷兰 ASML 公司和日本 GIGAPHOTON 株式会社认证的气体公司
	特种气体-氩气	223.65 吨	
	特种气体-碳氧化合物	6413.5 吨	
	焊接绝热气瓶	15800 个	
金宏气体	超纯氮	12000 吨	公司自主创新研发的超纯氮、高纯氧化亚氮、正硅酸乙酯、高纯二氧化碳、八氟环丁烷、六氟丁二烯、一氟甲烷、硅烷混合气等各类电子级超高纯气体品质和技术已达到替代进口的水平，能够满足国内半导体产业的使用需求
	氢气	61800 千立方	
	氮气	37260 吨	
	氧气	14811.43 吨	
	高纯二氧化碳	11000 吨	
	二氧化碳	120000 吨	
	天然气	10000 吨	
正硅酸乙酯	1200 吨		
和远气体	氧气	42 万吨	公司拥有 9 项发明专利，109 项实用新型专利。公司围绕气体主业，在气体的合成、分离、纯化、低温等核心技术上不断进行技术积累和创新，进行大型空分配套、稀有气体提取、电子级空分产品生产、液氮冷冻技术应用等产业的横向发展，进行工业尾气回收净化、电子特种气体及电子化学品研发生产、标准气体制备等方向的纵向延伸
	氮气	53 万吨	
	氩气	8500 吨	
	氦气	9440 万 Nm ³	
	纯氮	20 万吨	
中船特气	三氟化氮	9250 吨	公司目前已经具备电子特种气体及含氟新材料等 50 余种产品的生产能力，成为行业内产业规模大、客户覆盖广创新能力强且具备参与全球竞争能力的头部企业，其主要产品三氟化氮纯度达到 5N，六氟化钨达到 6N。混合气产品组分纯度可达 6N。无机气体如：氟化氢、四氟化硅、氙气纯度均达到 5N，氟化氢达到 5N5
	六氟化钨	2230 吨	
	三氟甲磺酸	660 吨	
凯美特气	高纯食品级液体二氧化碳	56 万吨	公司拥有二氧化碳、氢气、可燃气体、电子特种气体超高提纯及气体分离等多项专利，是科技部和湖南省科技厅认证的技术双高企业。公司采用深冷精馏、物理化学吸附等先进技术及设备，生产半导体、航天、医疗等领域急需的超高纯气体和多元混配气
	优质干冰	2.3 万吨	
	氢气	1.94 万吨	
	燃料气体	8.92 万吨	
	空分气体	13.57 万吨	
昊华科技	含氟气体材料	8600 吨	公司研制的高纯度含氟电子气体四氟化碳和六氟化硫产品已在国内集成电路企业批量使用，实现了进口替代
南大光电	特气类	8805 吨	氟类电子特气产品由控股子公司全椒南大光电生产，纯度已达到 6N 级别，市场份额持续增长。同时氟类安全源电子特气产品在集成电路行业快速实现了产品进口替代，得到了广大客户的高度认可；三氟化氮品质已达到 5N 的国际先进标准，产能位列全球第三，客户逐步向 IC 和海外市场切换，为培养具有全球竞争力的“单项冠军”产品奠定坚实基础

资料来源：各公司公告，华安证券研究所

4 投资建议

电子特气作为微电子行业核心原材料，被誉为电子工业的“粮食”，其核心技术指标主要为高纯和混配。同时，由于电子特气品类丰富且贯穿于晶圆加工全过程，因此下游晶圆加工厂会要求电子特气企业具备多品类工艺的能力，因此电子特气行业核心竞争力可以总结为：提纯的技术+混合的配方+多（全）品类供应的潜力。从当前时点来看，相比于国外的龙头公司，我国电子特气生产企业依旧仍然存在差距，大多数企业只有少数几种核心产品，产品配套能力有待提升。但是，随着我国企业不断加大研发投入，部分企业有望凭借核心产品向着全品类的平台型公司进发，实现以点破面，最终真正实现电子特气国产化。**建议关注具备平台化潜力的优质公司：华特气体、昊华科技、中船特气、凯美特气、金宏气体、和远气体。**

图表 54 电子特气产业链重点公司

证券代码	证券简称	核心业务	收盘价 (元)	EPS (元)			PE			评级
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E	
688268	华特气体	高纯光刻气、氟、氢类电子特气	77.99	2.22	2.91	3.78	35.13	26.80	20.63	未评级
600378	昊华科技	有氟材料、特种气体、特种橡塑制品、精细化学品	35.74	1.32	1.50	1.98	27.08	23.83	18.05	买入
688146	中船特气	三氟化氮/六氟化钨等含氟电子特气	41.14	0.85	1.07	1.30	48.40	38.45	31.65	未评级
002549	凯美特气	食品级二氧化碳、光刻气等	11.29	0.40	0.55	0.65	28.23	20.53	17.37	未评级
688106	金宏气体	大宗气体、超纯氮等	25.99	0.65	0.84	1.00	39.98	30.94	25.99	未评级
002971	和远气体	稀有气体、电子级空分产品等	25.13	1.19	1.78	2.97	21.12	14.12	8.46	未评级

资料来源：iFinD，华安证券研究所

注：除昊华科技为华安证券预测之外，其余数据均来源于 iFinD 一致预期，股价截止至 2023 年 6 月 29 收盘价

风险提示：

- (1) 技术突破不及预期；
- (2) 产能释放进度不及预期；
- (3) 验证进度不及预期；
- (4) 产品配套能力不及预期；
- (5) 下游需求不及预期。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告由华安证券股份有限公司在中华人民共和国（不包括香港、澳门、台湾）提供。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A 股以沪深 300 指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普 500 指数为基准。定义如下：

行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上；

公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。