



**袁健聪**  
首席新材料分析师  
S1010517080005



**王喆**  
首席化工分析师  
S1010513110001



**徐涛**  
首席电子分析师  
S1010517080003

### 核心观点

**电子特气市场持续扩容，国产化需求迫切，在技术不断突破、国家政策大力扶持多重因素影响下，叠加本土化优势，国内气体企业竞争力不断增强，我们预计龙头企业将优先抢占国产化的市场空间，享受丰厚的业绩回报，重点推荐雅克科技、昊华科技，建议关注华特气体、南大光电。**

**集成电路制造关键材料，IC 电子特气市场规模超 300 亿元。**电子特气贯穿半导体各步工艺制程，决定了集成电路的性能、集成度、成品率，是半导体产业的“血液”。在晶圆制造的成本占比中，电子特气占比 15%，是仅次于硅片的第二大原材料。2018 年，全球电子特气市场规模 700 亿元，其中 IC 电子特气市场规模 300 亿元，而我国 IC 电子特气市场规模约 57 亿元。

**下游需求快速增长，电子特气市场持续扩容。**集成电路制造下游终端需求持续增长，同时我国半导体销售额占全球比例逐年上升，从 2014 年的 27.32% 提升至 2019 年的 35.14%，行业增速高于全球水平。伴随中芯国际、华虹宏力、长江存储等国内龙头企业崛起，我国晶圆制造产线数量迅速增长，产能快速提升，产业重心向国内转移。同时，面板、光伏、LED 行业亦呈现规模增长+产业转移态势。我国电子特气市场在此背景下迎来黄金发展时期，预计 2023 年我国电子特气市场总规模将达 238 亿元，其中 IC 电子特气市场 100 亿元。

**海外巨头垄断市场，国产企业追赶。**从全球市场上来看，美国空气化工集团、法国液化空气集团、日本大阳日酸株式会社、美国普莱克斯集团、德国林德集团前 5 大企业占据了 90% 以上的市场份额，垄断格局明显。与之相比，大部分国内气体公司的供应产品和用气级别仍存在差距，在迅速发展中扮演追赶者角色。

**国产龙头竞争力不断强化，有望扩大市场份额。**在技术不断突破、国家政策大力扶持、下游市场发展迅速等多重因素影响下，叠加国内企业拥有的国际企业无法比拟的低成本、贴近客户、反应灵活等优势，国内气体企业的竞争力不断增强，市场份额有望扩大。目前，国内已有多家电子特气生产企业实现了部分产品的进口替代和规模化供应，国产龙头有望享受市场红利，实现快速成长。

**风险因素：**市场竞争加剧、下游认证不及预期、电子特气新产品研发进度缓慢。

**投资策略：**电子特气市场持续扩容，国产化需求迫切，在技术不断突破、国家政策大力扶持多重因素影响下，叠加本土化优势，国内气体企业的竞争力不断增强，市场份额有望扩大。我们预计龙头企业将优先抢占国产化的市场空间，有望享受丰厚的业绩回报，重点推荐雅克科技、昊华科技，建议关注华特气体、南大光电。

### 重点公司盈利预测、估值及投资评级

简称	收盘价 (元)	EPS (元)			PE			评级
		2018	2019E	2020E	2018	2019E	2020E	
雅克科技	29.32	0.31	0.54	0.76	95	54	39	买入
昊华科技	17.73	0.63	0.64	0.75	28	28	24	买入
华特气体	49.27	0.75	-	0.99	-	68	50	-
南大光电	22.54	0.19	-	0.26	47	125	87	-

资料来源：Wind，中信证券研究部预测，其中华特气体、南大光电为 Wind 一致预期；注：股价为 2020 年 4 月 13 日收盘价

# 每日免费获取报告

- 1.每日微信群内分享**7+**最新重磅报告；
- 2.定期分享**华尔街日报**、**金融时报**、**经济学人**；
- 3.和群成员切磋交流，对接**优质合作资源**；
- 4.累计解锁**8万+**行业报告/案例，**7000+**工具/模板

申明：行业报告均为公开整理，权利归原作者所有，  
小编整理自互联网，仅分发做内部学习。

手机用户建议先截屏本页，微信扫一扫

或搜索公众号“**有点报告**”

回复<进群>，加入每日报告分享微信群

限时领取【行业资料大礼包】，回复“2020”获取



(此页只为需要行业资料的朋友提供便利，如果影响您的阅读体验，请多多理解)

## 目录

<b>电子特气：工业血液，IC 制造第二大原材料</b>	<b>1</b>
全球电子特气市场 700 亿元，IC 占比 42%	1
电子特气品类众多，行业壁垒高企	3
特气作用不可或缺，多项工艺需要	6
国外巨头垄断市场，国内逐步发展	9
<b>下游需求增长+产业转移，电子特气市场持续扩容</b>	<b>11</b>
IC 下游需求持续增长，产业重心向国内转移	11
面板、光伏、LED 亦呈现行业增长+产业转移态势	14
2023 年我国电子特气市场规模预计 238 亿元，IC 占据百亿	17
<b>重要特气介绍：不断突破，制备及纯化是关键点</b>	<b>18</b>
三氟化氮 $\text{NF}_3$ ：清洗、蚀刻重要气体	19
三氯氢硅 $\text{SiHCl}_3$ ：外延硅源材料	20
六氟丁二烯 $\text{C}_4\text{F}_6$ ：重要蚀刻气体	21
三氯化硼 $\text{BCl}_3$ ：参与薄膜沉积、蚀刻、掺杂和离子注入	23
<b>海外巨头成长路径：多次并购成长，储备专利技术</b>	<b>24</b>
法国液化空气集团：持续全球扩张，产品种类齐全	25
德国林德集团：百年历史，不断扩大运营规模	26
日本大阳日酸株式会社：多次并购，实现全球化布局	27
<b>龙头企业厚积薄发，电子特气国产化加速</b>	<b>29</b>
政策鼓励扶持，国产化势在必行	29
竞争力不断强化，国产特气龙头有望腾飞	30
<b>风险因素</b>	<b>33</b>
<b>投资建议与重点公司推荐</b>	<b>33</b>
雅克科技：半导体材料平台型公司，含氟电子特气具备规模优势	34
昊华科技：技术优势显著，多业务板块成长空间广阔	35
华特气体：专利卓著国产化先驱，产能扩大构建智能体系	36
南大光电：特气+MO 源双轮驱动，具备长期增长潜力	37
中船重工 718 所：研发实力强劲，多项业务布局	38
绿菱气体：专注特种气体业务，紧跟行业发展	39

## 插图目录

图 1：特种气体下游应用广泛.....	1
图 2：2017 年我国高纯电子特气需求占比.....	2
图 3：电子特气在晶圆制造成本占比中位列第二.....	2
图 4：全球 IC 电子气体市场规模.....	2
图 5：我国 IC 电子气体市场规模.....	2
图 6：特种气体生产需要具备多项技术实力.....	4
图 7：特种气体不同的性质及供应方式.....	5
图 8：电子特气参与晶圆制造各个环节.....	6
图 9：电子特气参与二氧化硅氧化膜制备.....	6
图 10：电子特气参与干法刻蚀.....	7
图 11：特种气体参与薄膜淀积.....	8
图 12：部分薄膜淀积的反应式.....	9
图 13：特种气体相关企业营业总收入比较（2018 年）.....	10
图 14：2018 年全球电子特气市场份额.....	10
图 15：2018 年我国电子特气市场份额.....	10
图 16：全球不同尺寸半导体硅片出货面积.....	11
图 17：全球不同尺寸半导体硅片出货面积占比.....	11
图 18：2018 年 12 英寸硅片下游应用占比.....	11
图 19：2019 年全球芯片制造行业各类半导体产能增速.....	11
图 20：2018 年 8 寸硅片下游应用需求结构预测.....	12
图 21：8 寸晶圆下游产品占比变化情况.....	12
图 22：我国半导体销售额占全球比例逐年提升.....	12
图 23：全球 12 英寸晶圆产线数量.....	13
图 24：2018 年全球 12 英寸晶圆产线地区分布.....	13
图 25：TFT 前段阵列工序流程.....	15
图 26：2011-2018 年中国显示面板产业规模.....	15
图 27：我国 LCD 面板厂商全球占比快速提升.....	15
图 28：以晶体硅太阳能电池为例的制造工艺流程介绍.....	16
图 29：2015-2019 年中国光伏产业太阳能电池产量.....	16
图 30：我国光伏产能占全球比例快速提升.....	16
图 31：LDE 生产制程.....	17
图 32：2011-2017 年中国 LED 产业规模.....	17
图 33：全球 LED 照明产业规模.....	17
图 34：全球及我国电子特气市场规模测算.....	18
图 35：一种六氟丁二烯的制备方法.....	22
图 36：吸附工艺流程图.....	23
图 37：三氯化硼制备方法.....	23
图 38：海外巨头历年营收变化.....	24
图 39：海外巨头历年利润变化.....	25
图 40：法国液化空气集团成长历史.....	25
图 41：法国液化空气的全球化布局.....	26
图 42：德国林德集团 2017 年收入构成.....	27

图 43: 公司发展历程 .....	28
图 44: 公司通过多种方式为客户提供气体服务 .....	28
图 45: 大阳日酸公司状况 .....	29

## 表格目录

表 1: 不同应用领域的电子特气应用 .....	2
表 2: 特种气体按构成分类 .....	3
表 3: 特种气体按作用分类 .....	3
表 4: 氧化膜的作用 .....	7
表 5: 常见的蚀刻气体 .....	7
表 6: 常用的杂质源 .....	8
表 7: 国内外特种气体生产企业 .....	9
表 8: 中国大陆已运行及建设中的 12 寸晶圆厂 .....	13
表 9: 某芯片厂生产所需大宗气体的品质和耗量 .....	18
表 10: 某芯片厂生产所需特种气体及其气柜布置 .....	18
表 11: 国内三氟化氮产能 .....	20
表 12: 三氯氢硅质量要求 .....	20
表 13: 我国三氯氢硅产能 .....	21
表 14: 六氟丁二烯物理性质 .....	21
表 15: 含氟气体的 GWP 及大气寿命 .....	21
表 16: 电子特气相关政策 .....	30
表 17: 国内已实现进口替代并规模化供应的产品 .....	30
表 18: 国内特气公司比较 .....	31
表 19: 华特气体产品实现进口替代情况 .....	32
表 20: 雅克科技盈利预测与估值 .....	34
表 21: 昊华科技盈利预测与估值 .....	35

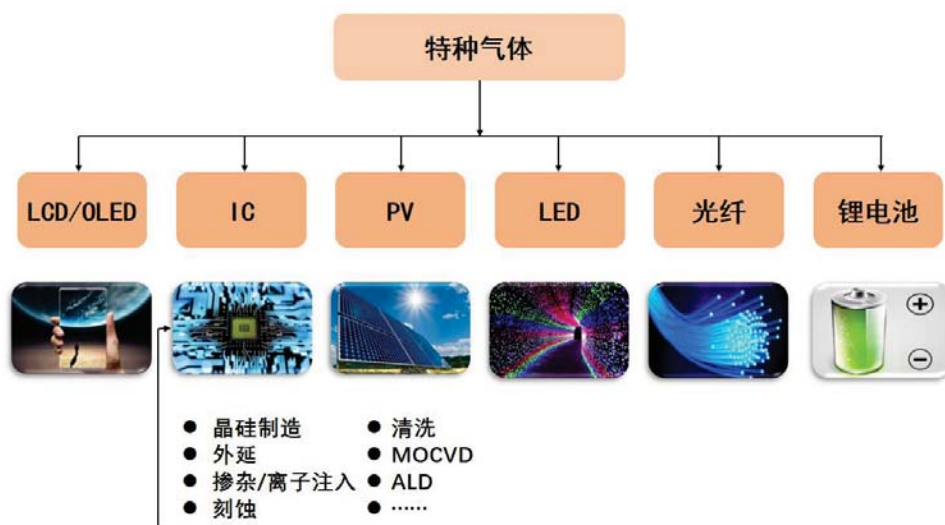


## ■ 电子特气：工业血液，IC 制造第二大原材料

### 全球电子特气市场 700 亿元，IC 占比 42%

电子特气是工业发展不可或缺的关键性材料，下游广泛应用于集成电路、显示面板、光伏能源、光纤光缆、新能源汽车、航空航天等产业。电子特气贯穿半导体各步工艺制程，决定了集成电路的性能、集成度、成品率，是半导体产业的“血液”。而电子特气的纯度对半导体及相关电子产品的生产至关重要，水汽、氧等杂质组分易使半导体表面生成氧化膜，影响电子器件的使用寿命，含有的颗粒杂质会造成半导体短路及线路损坏。

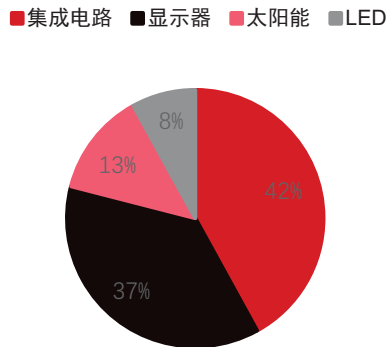
图 1：特种气体下游应用广泛



资料来源：Ofweek，IDC 资讯，中钨在线，中信证券研究部

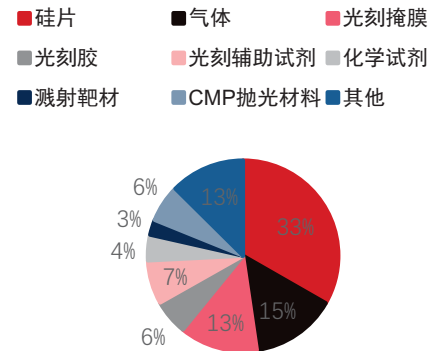
从整体市场规模上看，2018 年全球电子特气市场规模超 700 亿元，其中，按下游应用进行分类，集成电路占电子特气需求的 42%，是其最大的应用场景。且在晶圆制造的成本占比中，电子特气占比 15%，是仅次于硅片的第二大原材料。

图 2：2017 年我国高纯电子特气需求占比



资料来源：前瞻产业研究院，中信证券研究部

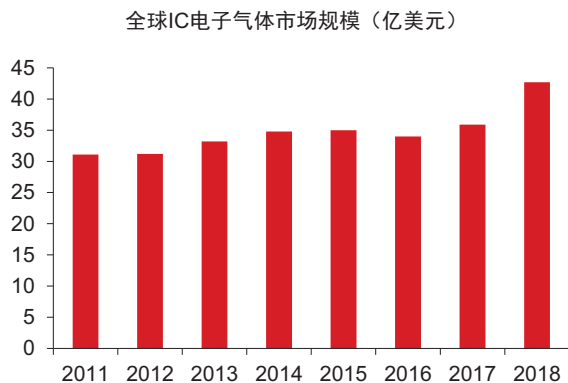
图 3：电子特气在晶圆制造成本占比中位列第二



资料来源：《2016 年全球半导体产业的资本投入与晶圆制造的产能和半导体设备材料市场分析》（王龙兴），中信证券研究部

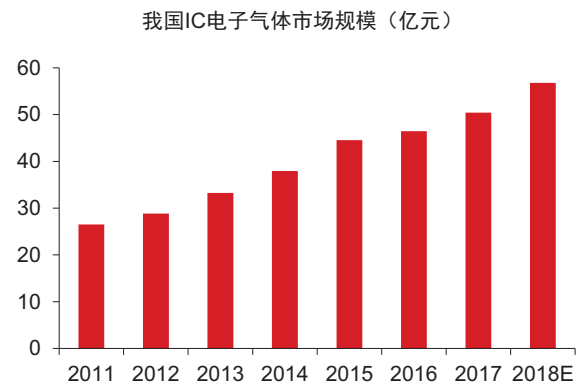
IC 电子特气领域：2018 年，全球 IC 电子特气市场规模 42.7 亿美元，折合人民币近 300 亿元；同年，我国 IC 电子特气市场规模约 57 亿元。

图 4：全球 IC 电子气体市场规模



资料来源：SEMI，中信证券研究部

图 5：我国 IC 电子气体市场规模



资料来源：《江苏省集成电路产业发展研究报告》（江苏省半导体行业协会），中信证券研究部预测

表 1：不同应用领域的电子特气应用

领域	环节	主要气体品种
集成电路	硅片制造	氢气、氩气等
	氧化	氯气、三氯乙烷等
	光刻	氟气、氩气等
	气相沉积	六氟化钨、六氟化二碳、氨气、三氟化氮、磷烷等
	干刻蚀	四氯化碳、氯气、三氯化硼等
	掺杂	含硼、磷、砷等三族及五族原子的气体，如砷烷等
	离子注入	砷烷、磷烷、三氟化硼等
	TFT-LCD	

领域	环节	主要气体品种
LED	成膜	氩气、氮气、磷烷、三氟化氮等
	干刻蚀	四氯化碳、氧气、氯气等
	外延片制造	氢气、氮气、氩气、砷烷、磷烷等
	芯片蚀刻	三氯化硼、氯气等
	太阳能电池片	
	——晶体硅电池片	
	扩散	氧气等
	刻蚀	四氯化碳等
	减反射膜 PECVD	硅烷、氢气等
	——薄膜电池片	
LPCVD 沉积制造 TCO		二甲基锌等
PECVD 沉积		硅烷、磷烷、氢气、甲烷等

资料来源：中国产业信息网，中信证券研究部

## 电子特气品类众多，行业壁垒高企

电子特气种类较多，在半导体工业中应用的有 110 余种单元特种气体，其中常用的有超过 30 种。按不同的成分，可以将电子特气分为氟化物、硅化物、硼化物、锗化物、氢化物等；按不同的用途，可以将电子特气分为掺杂用气体、外延用气体、离子注入气、刻蚀用气体、化学气相沉积气和平衡气等。

表 2：特种气体按构成分类

分类	主要品种
氟化物系列	HF, F <sub>2</sub> , SF <sub>6</sub> , COF <sub>2</sub> , ClF <sub>3</sub> , XeF <sub>3</sub> , WF <sub>6</sub> , MoF <sub>6</sub> , TeF <sub>6</sub> , PF <sub>3</sub> , AsF <sub>3</sub> , AsF <sub>5</sub> , CH <sub>3</sub> F, CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> , CHF <sub>3</sub> , CF <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F, C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> , C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> , C <sub>4</sub> F <sub>6</sub> , C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> , C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> F, C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> ……
硅化物系列	SiH <sub>4</sub> , Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , Si <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , SiHCl <sub>3</sub> , SiCl <sub>4</sub> , Si <sub>2</sub> Cl <sub>6</sub> , SiHCl <sub>3</sub> , SiF <sub>4</sub> , SiH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , Si(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> , SiH[N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sub>3</sub> , Si[N(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sub>4</sub> ……
硼化物系列	BF <sub>3</sub> , BCl <sub>3</sub> , BBr <sub>3</sub> , B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , B(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , B(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> ……
锗化物系列	GeH <sub>4</sub> , Ge <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , Ge(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> , GeH(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> , GeF <sub>4</sub> , GeCl <sub>4</sub> ……
氢化物系列	PH <sub>3</sub> , AsH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> Se, SbH <sub>3</sub> , SnH <sub>4</sub> ……
其他	Cl <sub>2</sub> , HCl, HBr, COS, NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, Xe, Ne, Kr, C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ……

资料来源：《我国含氟电子气体发展现状及技术进展》（徐娇），中信证券研究部

表 3：特种气体按作用分类

分类	主要品种
大宗气体	N <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> 、Ar、H <sub>2</sub> 、He，大多数当作载气或作为净化气体使用，其中 N <sub>2</sub> 约占 9 成使用量。
硅族气体	含硅基之硅烷类，如 SiH <sub>4</sub> 、SiHCl <sub>3</sub> 、Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 等。
掺杂气体	含硼、磷、砷等三族及五族原子之气体，如 BCl <sub>3</sub> 、PH <sub>3</sub> 、AsH <sub>3</sub> 等。
蚀刻气体	卤化物及卤碳化合物为主，如 Cl <sub>2</sub> 、NF <sub>3</sub> 、HBr、CF <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 等。
反应气体	碳系及氮系氢、氧化物为主，如 CO <sub>2</sub> 、NH <sub>3</sub> 、N <sub>2</sub> O 等。
金属气相沉积气体	含卤化金属及有机烷类金属，如 WF <sub>6</sub> 、In(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 等。
清洗气体	大多以含氟化合物气体，如 NF <sub>3</sub> 、CF <sub>4</sub> 、C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 等来清洗 CVD 的反应腔。

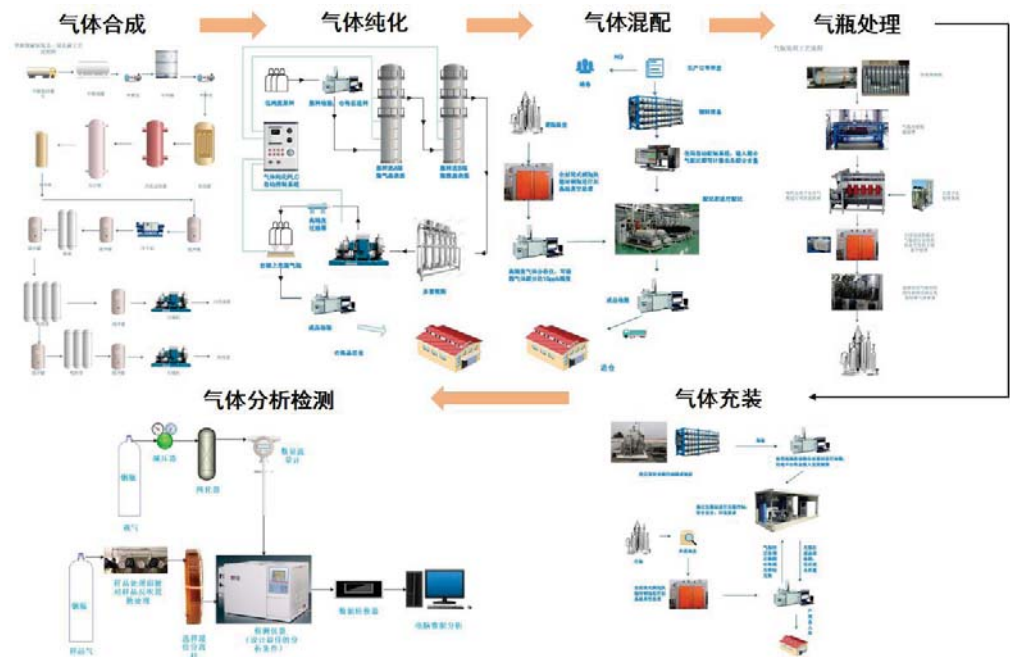
资料来源：《我国电子气体发展概况》（何晖），中信证券研究部



### 电子特气行业存在较高壁垒：

**(1) 技术壁垒：**特种气体在其生产过程中涉及合成、纯化、混合气配制、充装、分析检测、气瓶处理等多项工艺技术，以及客户对纯度、精度等的高要求，因而具有较高的技术壁垒。1) 气体纯度是特种气体产品的核心参数，要求超纯、超净，超纯要求气体纯度达到 4.5N、5N 甚至 6N、7N，超净即要求严格控制粒子与金属杂质的含量，纯度每提升一个 N 以及粒子、金属杂质含量浓度每降低一个数量级都将带来工艺复杂度和难度的显著提升。2) 混合气而言，配比的精度是核心参数，随着产品组分的增加、配制精度的上升，常要求气体供应商能够对多种 ppm 乃至 ppb 级浓度的气体组分进行精细操作，其配制过程的难度与复杂程度也显著增大。3) 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，对气瓶内部、内壁表面等的处理涉及去离子水清洗、研磨、钝化等多项工艺，而磨料配方筛选、研磨时间设定、钝化反应控制等均依赖于长期的行业探索和研发。4) 气体分析检测方法建立的基础是对气体生产过程的熟悉，在不具备对应产品纯化或混配能力的情况下，对于气体可能含有的杂质组分、可能的浓度区间均难以判断，也就难以正对性建立检测方法。

图 6：特种气体生产需要具备多项技术实力



资料来源：华特气体招股书，中信证券研究部

**(2) 客户认证壁垒：**特种气体作为关键性材料，其产品质量对下游产业的正常生产影响巨大，客户对气体供应商的选择极为审慎、严格。集成电路客户对气体供应商的选择需经过审厂、产品认证 2 轮严格的审核认证，审核认证周期长达 2-3 年。此外，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。

**(3) 营销网络与服务壁垒：**客户对气体种类、响应速度、服务质量的高要求都使得营销网络在气体企业的经营中处于重要地位。气体公司需要投入大量人力物力进行铺点建设，不断扩大营销服务网络，并随着营销服务网络的完善不断促进市场开拓与客户挖掘。

集成电路工厂的气体供应包括现场制气供应、液态储罐供应、压力储罐供应等，通常采用钢瓶供应的方式。一般常用的为高压钢瓶，但根据其充灌的气体特性又可分为气态与液态钢瓶，一般高压气体以气态方式储存，而低蒸气压的气体则以液态方式储存。特种气体常用钢瓶分为 47L（立式）和 400L（卧式）。当 400L 钢瓶也不能满足需求时，可采用长管拖车作为特种气体的气源。对于腐蚀性、毒性、氧化性、可燃性的气体，通常采用气瓶柜，气体钢瓶设置于气瓶柜中，再通过管路将气体供应至生产设备附近的阀门箱（VMB），然后进入工艺设备使用点（POU）。为降低成本，且由于惰性气体不具备其它危险性，一般的情性气体则采用开方式的气瓶架（Gas Rack）与阀门盘（VMP）进行供应。

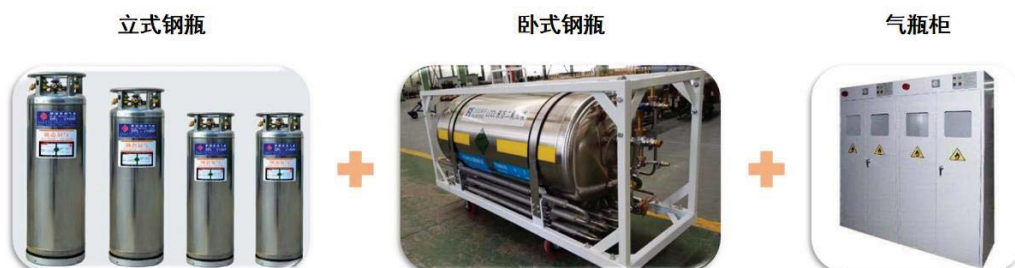
图 7：特种气体不同的性质及供应方式

**腐蚀性/毒性：** HCl、BF<sub>3</sub>、WF<sub>6</sub>、HBr、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、BCl<sub>3</sub>等

**可燃性：** CH<sub>4</sub>、SiH<sub>4</sub>、PH<sub>3</sub>、AsH<sub>3</sub>、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>、CH<sub>3</sub>F、CO等

**助燃性：** Cl<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、NF<sub>3</sub>等

**情性：** CF<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、SF<sub>6</sub>、CO<sub>2</sub>、Ne、Kr等



资料来源：《集成电路芯片制造用大宗气体、特种气体供应》（周向荣、安志星），中信证券研究部

**(4) 服务壁垒：**客户对工业气体产品的种类需求丰富，由于成本控制、仓储管理等方面因素影响，客户更希望气体供应商能够销售多类别产品，并且提供包装容器处理、检测、维修及供气系统的设计、安装等专业化的配套服务，从而满足其一站式的用气需求，这对气体公司的综合服务能力要求较高。此外，由于特种气体客户用气具有多品种、小批量、高频次的特点，对气体供应商的配送能力提出了较高的要求，需要在保证服务高效、及时的同时能够合理控制成本水平。

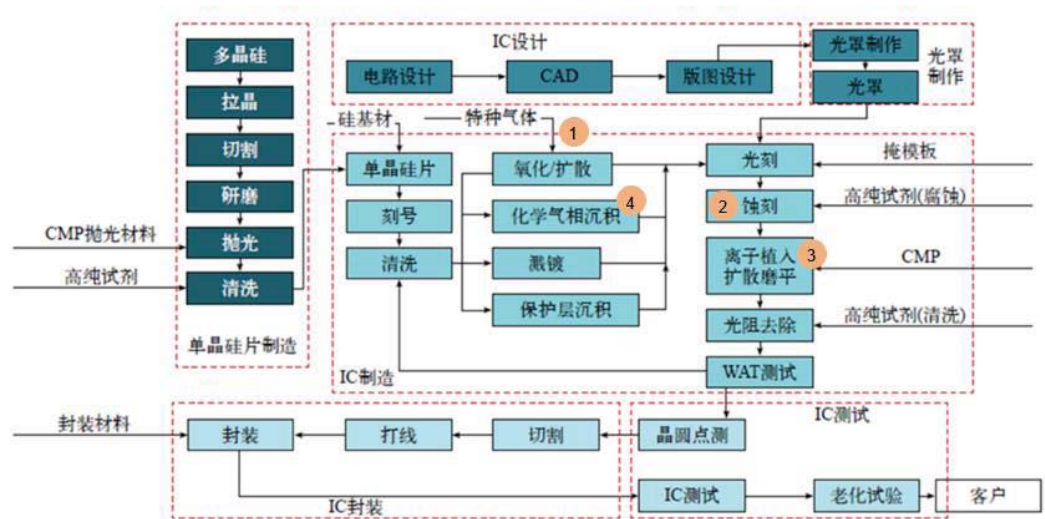
**(5) 资质壁垒：**工业气体属于危险化学品，在其生产、储存、运输、销售等环节均需通过严格的资质认证，取得《安全生产许可证》、《危险化学品经营许可证》、《道路运输经营许可证》、《移动式压力容器充装许可证》等多项资质。资质审核过程严格，不仅需对企业的生产环境、工艺、设备等进行多次现场评估，还要求生产人员、管理人员均需通过相应测试并取得个人资质，资质获取作为工业气体行业生产经营的前置程序，严格的资质

审核对行业新进入者形成了较高的资质壁垒。除此以外，部分特定用途的特种气体还需要另外经过专项严格审核才可取得相应用途的产品经营资质。

## 特气作用不可或缺，多项工艺需要

在晶圆制造的过程中，各个环节都需要使用电子特气。

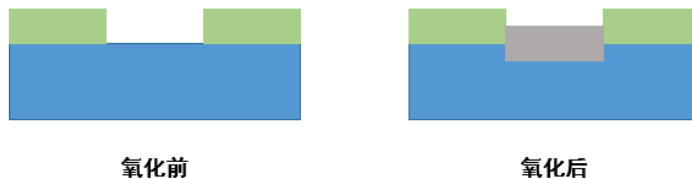
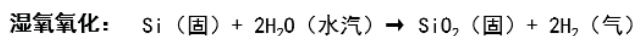
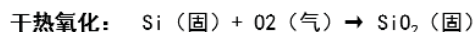
图 8：电子特气参与晶圆制造各个环节



资料来源：《集成电路行业研究》（贺苏凝，姜雨彤），中信证券研究部

(1) 氧化膜制备。在硅表面制备二氧化硅相对容易，且与硅衬底有着优良的界面，可以用于保护期间免划伤和隔离沾污、限制带电载流子场区隔离、栅氧或存储器单元结构中的介质材料、掺杂中的注入掩蔽、金属导电层间的介质层。薄膜可以通过干热氧化或湿氧化生长，另外反应前期及后期都需通入氮气，在惰性气氛中使温度稳定。

图 9：电子特气参与二氧化硅氧化膜制备



资料来源：《半导体制造技术》（Michael Quirk, Julian Serda），中信证券研究部

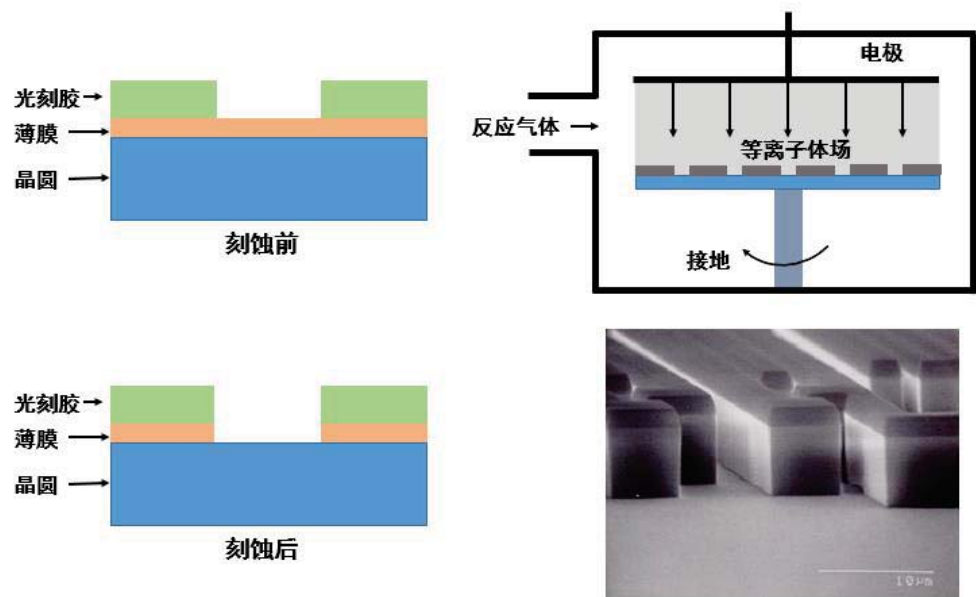
表 4：氧化膜的作用

应用	目的	说明
自然氧化层	这种氧化硅是沾污并且通常是不希望的。 有时用于存储器存储或膜的钝化	在室温下生长速率是每小时 15-40Å
栅氧化层	用做 MOS 晶体管栅和源漏之间的介质	通常栅氧化膜厚度从 20Å 到几百 Å。干热氧化是优选的生长方法。
场氧化层	用作单个晶体管之间的隔离阻挡层，使它们彼此隔离	通常场氧化膜厚度从 2500Å 到 15000Å。湿氧化是优选的生长方法。
阻挡层氧化	保护有源器件和硅免受后续工艺的影响	热生长几百 Å 的厚度
掺杂阻挡层	作为掺杂或注入杂质到硅片中的掩蔽材料	通过选择性扩散掺杂物扩散到硅片未被掩蔽的区域
垫氧化层	为氮化硅提供应力减小	热生长并非常薄
注入屏蔽氧化层	用于减小注入沟道和损伤	热生长
金属层间绝缘阻挡层	用作金属连线间的保护层	这种氧化硅不是热生长的，而是淀积的

资料来源：《半导体制造技术》（Michael Quirk, Julian Serda），中信证券研究部

（2）干法刻蚀。在光刻胶完成显影检验步骤后，掩模版的图形被固定在光刻胶膜上，在刻蚀后图形将被转移到晶圆的表层。刻蚀就是通过光刻胶暴露区域来去掉晶圆最表层的工艺。而干法刻蚀是以电子特气为主要媒体的刻蚀技术，包括等离子体、离子铣（刻蚀）和反应离子刻蚀（RIE）。针对不同的材料，选取不同的刻蚀气体。

图 10：电子特气参与干法刻蚀



资料来源：《芯片制造——半导体工艺制程实用教程》（Peter Van Zant），中信证券研究部

表 5：常见的蚀刻气体

薄膜类型	刻蚀剂	典型气体
铝	氯	$\text{BCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiCl}_4$
钼	氟	$\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_4$ 、 $\text{SF}_6$
聚合物	氧、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_4$ 、 $\text{SF}_6$	
硅	氯、氟、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{SF}_4$ 、 $\text{SF}_6$	$\text{BCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiCl}_4$
二氧化硅	氯、氟	$\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$



薄膜类型	刻蚀剂	典型气体
钽	氟	CF <sub>4</sub> 、CHF <sub>3</sub> 、C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 、C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>
钛	氯、氟	CF <sub>4</sub> 、CHF <sub>3</sub> 、C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 、C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>
钨	氟	CF <sub>4</sub> 、CHF <sub>3</sub> 、C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 、C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>

资料来源：《芯片制造——半导体工艺制程实用教程》(Peter Van Zant)，中信证券研究部

(3) 掺杂。晶圆制造中，有两种方法可以向硅片中引入杂质元素，包括热扩散和离子注入。热扩散利用高温驱动杂质穿过硅的晶格结构；离子注入通过高压离子轰击把杂质引入硅片。半导体常用 III、V 族的元素作为杂质源，包括砷烷、磷烷等特种气体。

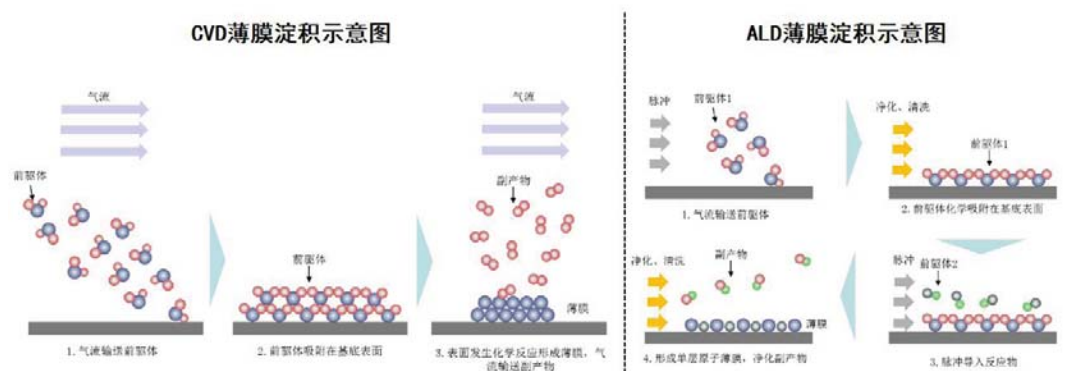
表 6：常用的杂质源

杂质	杂质源	化学名称
砷 (As)	AsH <sub>3</sub>	砷烷 (气体)
磷 (P)	PH <sub>3</sub>	磷烷 (气体)
磷 (P)	POCl <sub>3</sub>	三氯氧磷 (液体)
硼 (B)	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	乙硼烷 (气体)
硼 (B)	BF <sub>3</sub>	三氟化硼 (气体)
硼 (B)	BBr <sub>3</sub>	三溴化硼 (液体)
锑 (Sb)	SbCl <sub>5</sub>	五氯化锑 (固体)

资料来源：《半导体制造技术》(Michael Quirk, Julian Serda)，中信证券研究部

(4) 薄膜淀积。晶圆制造中的薄膜淀积是在硅片衬底上物理淀积一层膜的工艺，这层膜可以是导体、绝缘物质或者半导体材料；可以是二氧化硅、氮化硅、多晶硅或者金属。这一工艺过程离不开特种气体的参与。

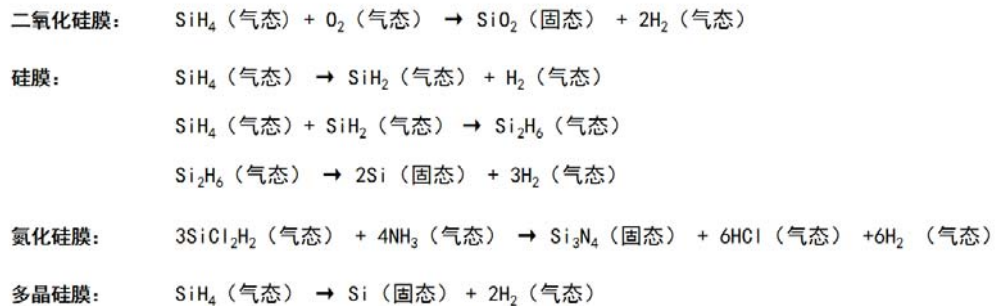
图 11：特种气体参与薄膜淀积



资料来源：雅克科技公司公告，中信证券研究部



图 12：部分薄膜淀积的反应式



资料来源：《半导体制造技术》（Michael Quirk, Julian Serda），中信证券研究部

（5）其他。特种气体几乎伴随晶圆制造的整个流程，在其他工艺步骤中仍有许多用途，包括平衡气、反应气、清洗用气等等。

## 国外巨头垄断市场，国内逐步发展

国内特种气体于 20 世纪 80 年代随着国内电子行业的兴起而逐步发展，由于技术、工艺、设备等多方面差距明显，发展初期特种气体产品基本依赖进口。与国外气体公司相比，大部分国内气体公司的供应产品仍较为单一，用气级别不高。

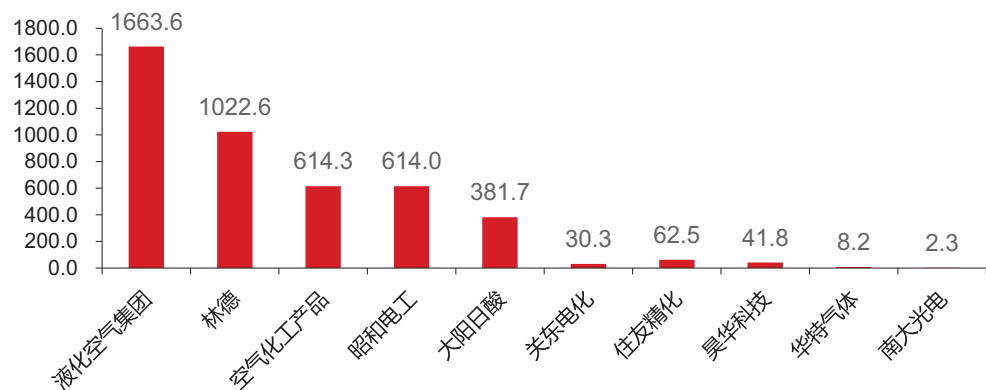
表 7：国内外特种气体生产企业

区域	企业	企业情况
国外	林德集团	林德集团是全球领先的气体及工程集团，分公司遍布 100 多个国家，在中国拥有 70 多个子公司和合资企业，在各主要工业中心设有 200 多个运营工厂，拥有员工近 5500 名。
	液化空气集团	法国液化空气集团成立于 1902 年，是全球最主要的工业气体和医疗气体以及相关服务供应商之一，业遍全球 80 多个国家，在中国设有近 90 家工厂，遍布 40 多个城市，拥有逾 4000 名员工。
	空气化工产品集团	美国空气化工产品创立于 1940 年，在 50 个国家拥有约 17000 名员工，主要提供空分 and 工业气体以及相关的设备，为石化、金属、电子和食品饮料等制造产业服务，同时也是一家全球领先的液化天然气工艺技术和设备供应商。
	普莱克斯集团	美国普莱克斯创立于 1907 年，是一家全球领先的工业气体专业公司，在全球 50 个国家共有约 27000 名员工，于 1988 年进入中国市场，目前在中国经营着 22 家独资公司和 12 家合资企业，覆盖华北、华东、华南及华西区。
	昭和电工	日本昭和电工成立于 1939 年，是全球知名的综合性集团企业，生产的产品涉及石油、化学、无机、铝金属、电子信息等多种领域，设有化学品事业部，专业从事产业气体、电子材料用高纯度气体的研发、生产。
	大阳日酸株式会社	大阳日酸株式会社创立于 1910 年，是日本最大工业气体制造商，市场占有率全球前 5，在亚洲、欧洲、北美等地设有 30 多家子公司。
	关东电化	关东电化有限公司成立于 1938 年，是日本知名化工企业，主要从事基础化学和精细化工业务，经营的气体产品包括六氟化硫、四氟化碳、三氟甲烷、六氟乙烷、三氟化氮等。
国内	住友精化	住友精化株式会社成立于 1944 年，主要业务包括化学产品、吸水树脂、气体与工程三大板块，气体产品包括医疗气体、化学气体、标准气体和电子气体等。
	中船重工七一二所	中国船舶重工集团公司第七一二研究所，隶属于中国船舶重工集团公司，创立于 1966 年，是集军民产业的科研开发、设计生产、技术服务于一体的国家级科研单位。形成了电子特气材料、精细化工、空气净化、氢能产业、核电装备、节能环保、安防信息工程及特种装备等 8 大产业方向。
	华特气体	华东华特气体股份有限公司，成立于 1999 年，致力于特种气体国产化，率先打破大规模集成电路、新型显示面板等尖端领域气体材料进口制约，主营业务以特种气体的研发、

区域	企业	企业情况
		生产及销售为核心，辅以普通工业气体和相关气体设备与工程业务，提供气体一站式综合应用解决方案。
	黎明化工研究院	黎明化工研究设计院有限责任公司，是原化工部直属综合性研究院，始建于1965年，现隶属中国昊华化工（集团）总公司，主要从事化工新材料和化学推进剂及其原材料的研究开发，形成了化学推进剂及原材料、聚氨酯新材料、含氟气体材料、过氧化氢及配套原材料等4个专业板块。
	绿菱气体	北京绿菱气体科技有限公司，成立于2001年，致力于为集成电路、平板显示、半导体照明、光伏电池材料以及光纤等行业提供各种特种气体产品与服务。
	金宏气体	金宏气体成立于1999年，是一家专业从事气体的研发、生产、销售和服务一体化解决方案的环保集约型综合气体供应商。
	南大光电	南大光电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。

资料来源：华特气体招股书，中信证券研究部

图 13：特种气体相关企业营业总收入比较（亿元）（2018 年）

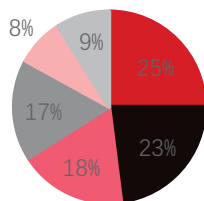


资料来源：Wind，中信证券研究部

从全球市场上来看，美国空气化工集团、法国液化空气集团、日本大阳日酸株式会社、美国普莱克斯集团、德国林德集团前5大企业占据了90%以上的市场份额。而在中国市场，5大巨头同样占据近90%市场份额，垄断格局明显。

图 14：2018 年全球电子特气市场份额

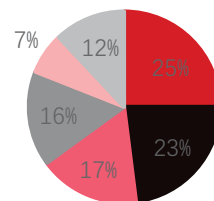
■ 美国空气化工集团 ■ 法国液化空气集团  
■ 大阳日酸株式会社 ■ 美国普莱克斯集团  
■ 德国林德集团 ■ 其他



资料来源：前瞻产业研究院，中信证券研究部

图 15：2018 年我国电子特气市场份额

■ 美国空气化工集团 ■ 法国液化空气集团  
■ 大阳日酸株式会社 ■ 美国普莱克斯集团  
■ 德国林德集团 ■ 国内气体公司



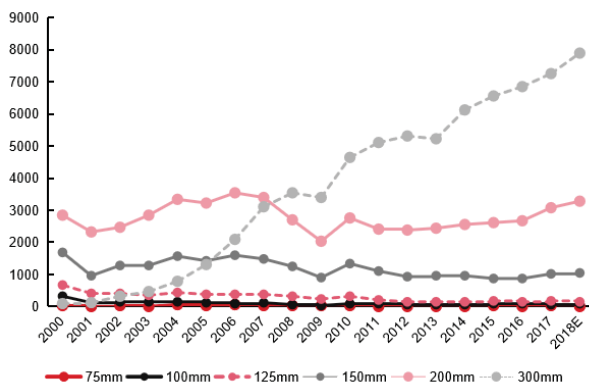
资料来源：卓创资讯，中信证券研究部

## ■ 下游需求增长+产业转移，电子特气市场持续扩容

### IC 下游需求持续增长，产业重心向国内转移

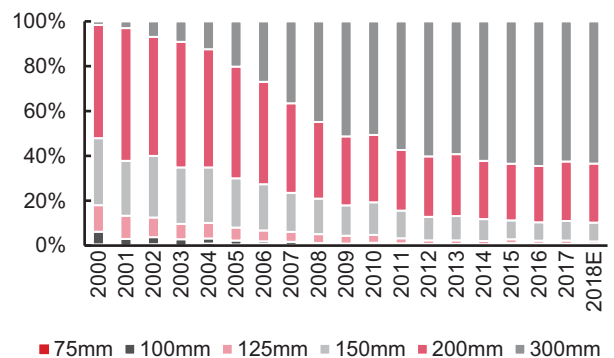
从终端需求上来看，2016 至 2018 年，由于人工智能、区块链、云计算等新兴终端市场的蓬勃发展，300mm 半导体硅片出货面积分别为 6817、7261、8005 百万平方英寸，年均复合增长率为 8.36%。2018 年，300mm 硅片和 200mm 硅片市场份额分别为 63.83% 和 26.14%，两种尺寸硅片合计占比接近 90%。受益于新兴终端市场带来的高端芯片需求，300mm 半导体硅片的需求将保持旺盛。

图 16：全球不同尺寸半导体硅片出货面积（单位：百万平方英寸）



资料来源：SEMI，硅产业招股说明书（申报稿）（含预测），中信证券研究部

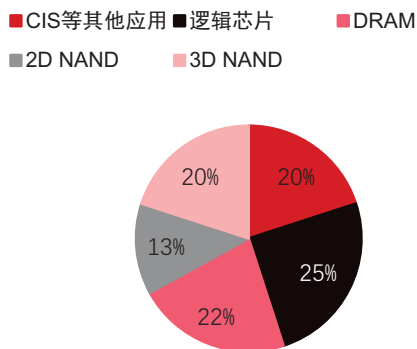
图 17：全球不同尺寸半导体硅片出货面积占比



资料来源：SEMI，硅产业招股说明书（申报稿）（含预测），中信证券研究部

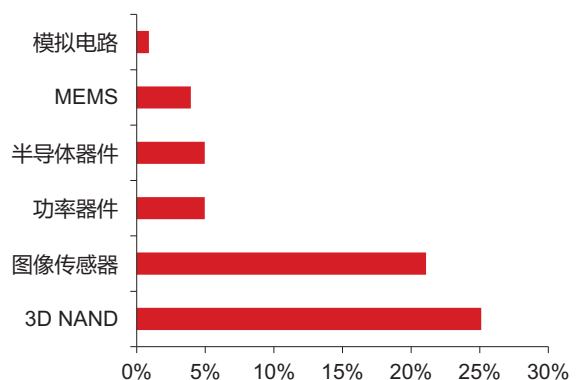
12 英寸硅片主要生产逻辑、存储芯片等，3N NADN 驱动其下游需求增长。2018 年 12 寸硅片下游应用中，2D NAND 和 3D NAND 占比分别为 13%、20%，合计占比达到 33%。在 2019 年全球芯片制造行业各类半导体产能增速中，3D NAND 最高，达到了 25%，3D NAND 预计成为未来驱动 12 寸硅片产能增长的主要因素。

图 18：2018 年 12 英寸硅片下游应用占比



资料来源：智研咨询，中信证券研究部

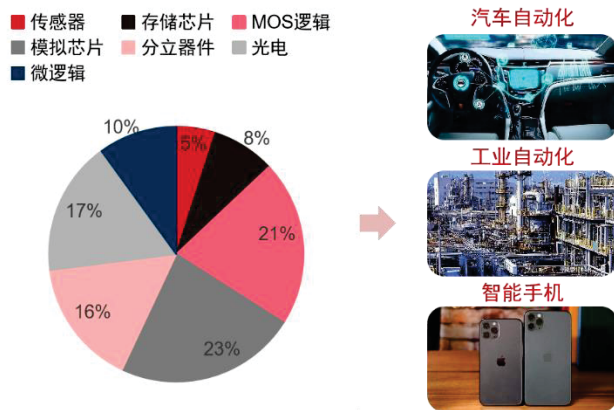
图 19：2019 年全球芯片制造行业各类半导体产能增速



资料来源：SEMI，中信证券研究部

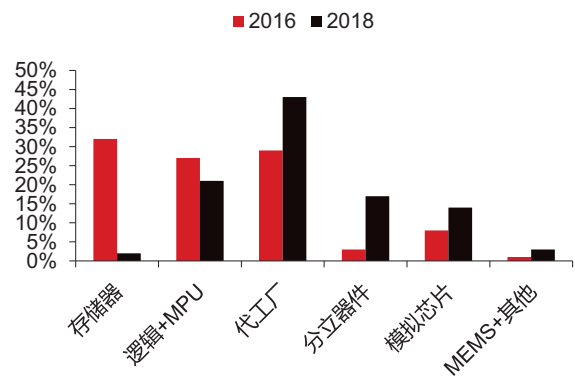
8 寸硅片预计未来需求保持稳健增长的驱动力：模拟芯片及功率分立器件。8 寸硅片具备成熟的特种工艺，主要用于模拟 IC、功率分立器件、逻辑 IC、MCU、显示驱动 IC、CIS 影像传感器等中低端半导体产品的生产。终端应用领域主要为移动通信、汽车电子、物联网、工业电子等。近年来，8 寸应用于 memory、逻辑/MPU 的 8 寸晶圆产能占比有所下滑，是由于部分产能转移到了 12 寸所致。同时，随着技术的改善，晶圆厂商为了追求经济效益产能由 6 英寸部分转移至 8 英寸，8 寸硅片应用在分立器件、模拟芯片、MEMS 的比重有所上升。Foundry 上，由于电源管理器、显示驱动 IC、CMOS、MEMS 等其他领域的需求，产能占比大幅上升。

图 20：2018 年 8 寸硅片下游应用需求结构预测



资料来源：SEMI，新材料在线，中信证券研究部

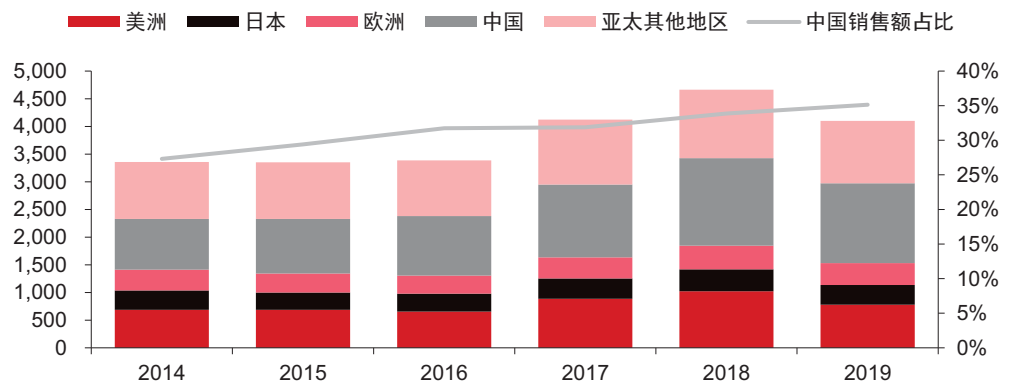
图 21：8 寸晶圆下游产品占比变化情况



资料来源：SEMI，中信证券研究部

从区域上看，2019 年全球半导体销售额 4101 亿美元，较 2018 年同比下降 12.05%，但我国半导体销售额占全球比例逐年上升，从 2014 年的 27.32% 提升至 2019 年的 35.14%，体现了我国高于全球的行业增速。产业重心正在向我国发生转移。

图 22：我国半导体销售额占全球比例逐年提升（亿美元）



资料来源：Wind，中信证券研究部

从晶圆制造产能上来看，我国产能增长迅速。根据主要晶圆厂商官网披露数据统计，未来五年在中国大陆新建至少 29 座晶圆厂，总产能规划达 207 万片/月，对应的投资总规模超过了 9000 亿元。其中存储领域预计未来五年新增月产能 108.5 万片/月（对应投资额超过 4600 亿元），功率器件等 IDM 领域新增月产能 70.3 万片/月（对应投资额超 2500 亿元），代工领域新增月产能 28.3 万片/月（对应投资额超 1900 亿元）。就 12 寸晶圆厂来看（如下表），目前有 37 座，其中 17 座在建，对应晶圆代工产能合计：282.6 万片/月，其中在建 137 万片/月。随着下游产能的快速增长，我们预计电子特气市场亦将持续扩容。

图 23：全球 12 英寸晶圆产线数量

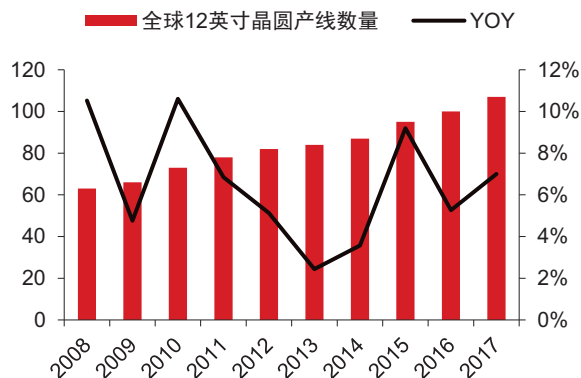
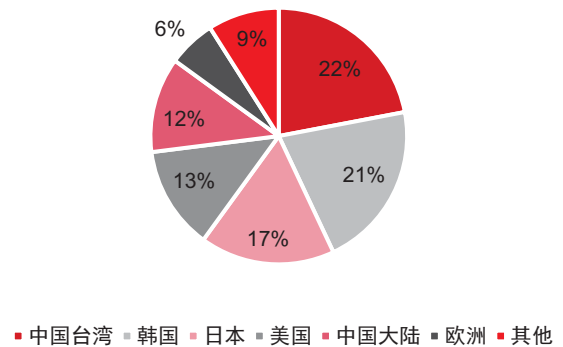


图 24：2018 年全球 12 英寸晶圆产线地区分布



资料来源：芯思想，中信证券研究部

资料来源：IC Insights，中信证券研究部

表 8：中国大陆已运行及建设中的 12 寸晶圆厂

#	公司	工厂代码	地点	状态	生产项目	月产量/万
1	中芯国际	S2A	上海		40~28 nm CMOS	2
2	中芯国际	B2A	北京		65~28 nm CMOS	3.5
3	中芯国际	B1 Mega Fab	北京		90~65 nm CMOS	5
4	中芯国际	B3	北京	在建	28~14 nm CMOS	3.5
5	中芯南方	SN1	上海		14~10 nm 研发	3.5
6	中芯南方	SN2	上海	在建	28~14 nm CMOS	3.5
7	中芯国际	SZ (Fab 16A/B)	深圳		90~40 nm CMOS	4
8	紫光集团	CD	成都	在建	NAND、DRAM	30
9	紫光集团	NJ	南京	在建	NAND、DRAM	30
10	长江存储	F2	武汉		NAND、DRAM	30
11	武汉新芯	F1	武汉		90~65 nm NAND	2.5
12	武汉新芯	F2	武汉	在建	90~66 nm NAND	11.5
13	华力微电子	F1	上海		55~28 nm CMOS	3.5
14	华力微电子	F2	上海		28~14 nm CMOS	4
15	华虹半导体	Fab 7	无锡	在建	90~65 nm 特色工艺	4
16	合肥长鑫	Fab 1- Fab3	合肥	在建	19 nm DRAM	12.5
17	上海积塔半导体		上海	在建	功率、传感等	5
18	士兰微	Fab1	厦门	在建	90~65 nm MEMS、功率器件	8
19	江苏时代芯存		淮安	在建	PCM 存储产品	0.8
20	万国半导体	CQ	重庆	在建	功率半导体	7



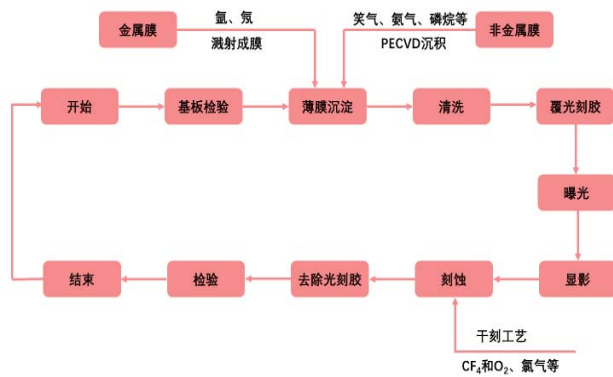
#	公司	工厂代码	地点	状态	生产项目	月产量/万
21	武汉弘芯	F1	武汉	在建	7nm 以下和 14nm FinFET	4.5
22	武汉弘芯	F2	武汉	在建	逻辑先进/成熟, 射频特种	4.5
23	福建晋华	F1-F2	泉州	在建	2X nm DRAM	6
24	德科玛	F1	淮安		65~110 nm CIS	2
25	德科玛	F2	南京		CMOS 感测元件	2
26	粤芯半导体		广州	在建	13nm~180nm 模拟/功率等	4
27	芯恩集成		青岛	在建	逻辑代工	0.3
<b>中国大陆企业, 197 万片/月, 其中在建 135 万片/月</b>						
1	晶合集成(力晶)	N1	合肥		65~55 nm LCD 驱动	4
2	晶合集成(力晶)	N2~N4	合肥	在建	65~56 nm LCD 驱动	12
3	台积电	NJ Fab16	南京		16 nm FinFET	2
4	厦门联芯(台联电)	Fab 12x	厦门		40~28 nm CMOS	5
<b>中国台湾企业, 23 万片/月, 其中在建 12 万片/月</b>						
1	格罗方德	FAB 11-1	成都		22nm FD-SOI	2
2	格罗方德	FAB 11-2	成都		22nm FD-SOI	6.5
3	三星电子	FAB1	西安		20~10 nm NAND	10
4	三星电子	FAB2	西安		20~10 nm NAND	10
5	SK 海力士	HC1	无锡		90~40 nm DRAM	10
6	SK 海力士	HC2	无锡		45~25 nm DRAM	20
7	英特尔	Fab 68 二期	大连		65~40 nm NAND 96 层	4
<b>美国韩国企业, 合计产能 62.5 万片/月</b>						
<b>合计: 282.6 万片/月, 其中在建 137 万片/月</b>						

资料来源: 各公司官方网站(状态空白的为运行中), 中信证券研究部

## 面板、光伏、LED 亦呈现行业增长+产业转移态势

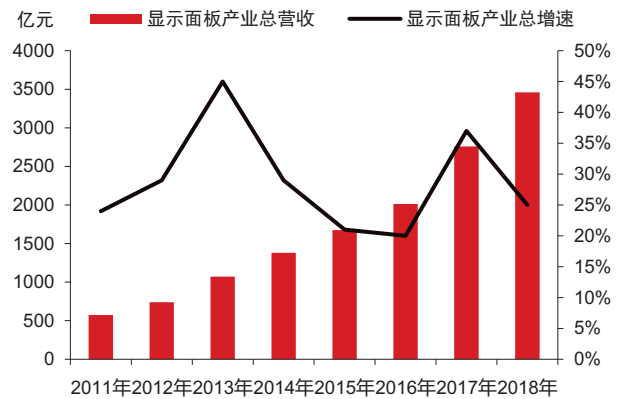
**在显示面板领域:** 电子特气主要应用于成膜和干刻工艺。TFT-LCD 是目前应用最广泛的 LCD 技术, 其制造过程可分为三大阶段: 前段阵列工、中段成盒工序以及后段模块组装工序。电子特气主要应用于前段阵列工序的成膜和干刻阶段, 经过多次成膜工艺分别在基板上沉积 SiN<sub>x</sub> 非金属膜以及栅极、源极、漏极和 ITO 等金属膜。主要包括用作溅射气的氢气, 用于制造 SiN<sub>x</sub> 非金属膜的 SiH<sub>4</sub>、NH<sub>3</sub>、PH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O、NF<sub>3</sub> 等, 以及用作刻蚀硅岛、沟道和接触孔的 CF<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>、氯气。据赛迪智库数据, 2011-2018 年中国显示面板产业增速保持在 20% 以上, 2018 年行业总规模达 3460 亿元。但就 TFT-LCD 面板而言, 其同比增速保持在 6% 左右, 预估未来几年出货面积有进一步增长, 全年出货面积有望达到 2.30 亿平方米, 营收则有望突破 2500 亿元, 并将推动电子特气产业持续发展。

图 25: TFT 前段阵列工序流程



资料来源：中国产业信息网，中信证券研究部

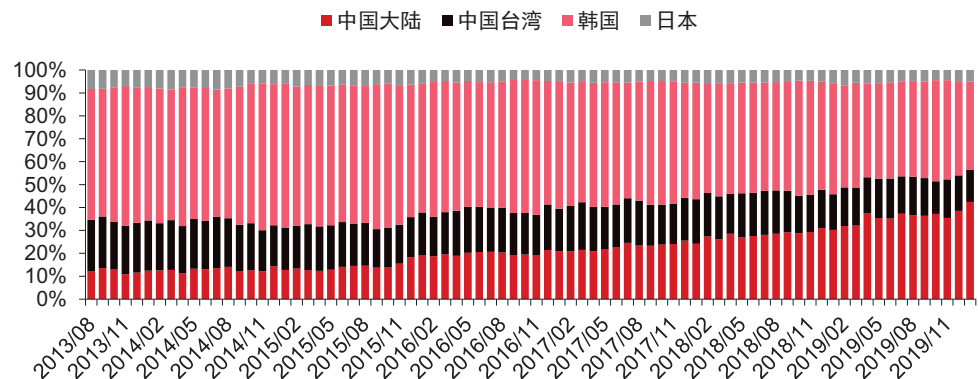
图 26: 2011-2018 年中国显示面板产业规模



资料来源：赛迪智库，中信证券研究部

从区域上看，当前 LCD 产业主要集中在日本、韩国、中国台湾和中国大陆地区，中国大陆平板显示产业在政府及银行雄厚的资金支持下，近年来发展迅猛，积极投资购买生产设施建设新厂，以京东方、华星光电、天马等为代表的面板企业迅速崛起，产业中心向中国呈现明显转移。同时，在激烈的市场竞争下，日韩面板产能逐步退出。2013 年中国大陆 TFT-LCD 面板营收占全球的 10%左右，目前中国大陆 TFT-LCD 主流面板厂商营收占全球的比例已达 40%左右。

图 27: 我国 LCD 面板厂商全球占比快速提升

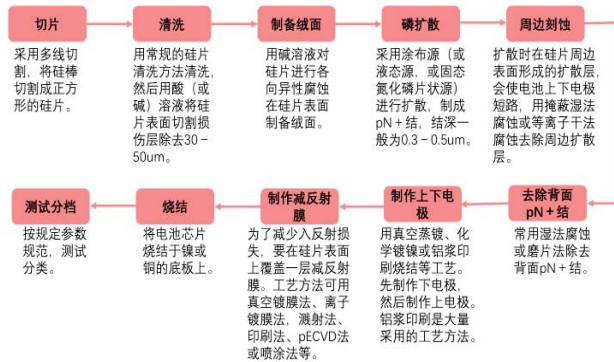


资料来源：Wind，中信证券研究部

**在光伏领域：**电池片作为太阳能电池的核心组件，电子特气在其生产过程中扮演着重要角色。目前主流的太阳能电池片分为晶体硅电池片和薄膜太阳能电池片。晶体硅电池片制造过程中， $\text{POCl}_3$ 、 $\text{O}_2$  用于扩散工序， $\text{CF}_4$  用于刻蚀工序， $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$  用于减反射层 PECVD 工序。薄膜太阳能电池片制造过程中， $\text{DEZn}$ 、 $\text{B}_2\text{H}_6$  用于 LPCVD 沉积 TCO 工序， $\text{SiH}_4$ 、 $\text{PH}_3/\text{H}_2$ 、 $\text{TMB}/\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{NF}_3$  等用于沉积工序。中国作为全球最大的光伏生产国，据中商产业研究院统计，2019 年中国光伏产业太阳能电池产量达 12862.1 万千瓦，同比增长

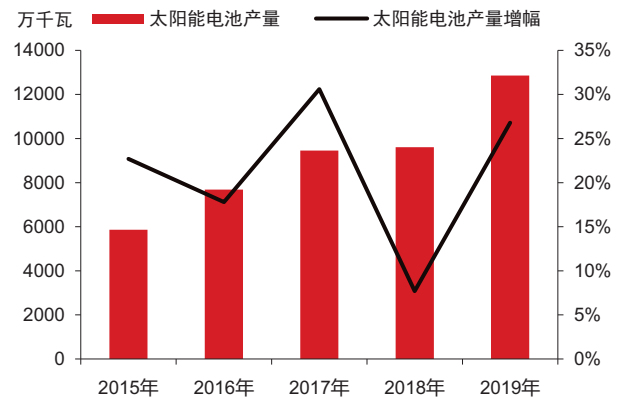
26.8%。在全球能源革命的驱动下，光伏产业发展势头迅猛，有望带动电子特气的需求空间进一步增长。

图 28：以晶体硅太阳能电池为例的制造工艺流程介绍



资料来源：钜大锂电官网，中信证券研究部

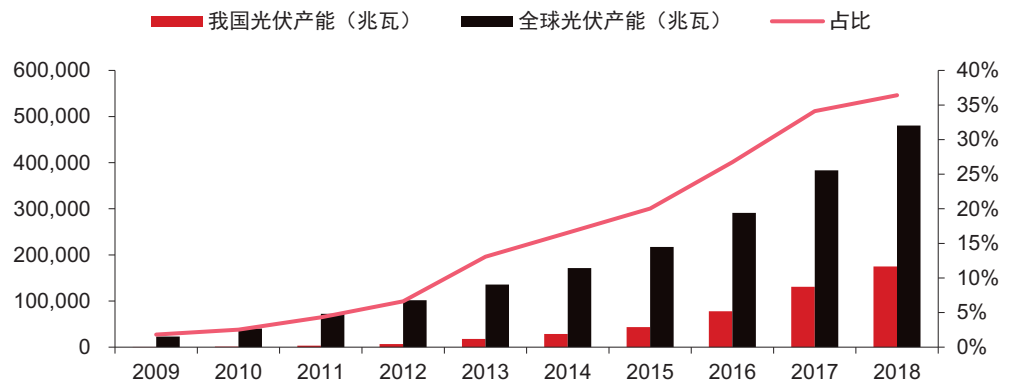
图 29：2015-2019 年中国光伏产业太阳能电池产量



资料来源：中商产业研究院，中信证券研究部

从区域上看，我国光伏产能占全球比例快速提升。2018年我国光伏产能175016兆瓦，占全球比例从2009年的1.82%快速提升至36.41%。

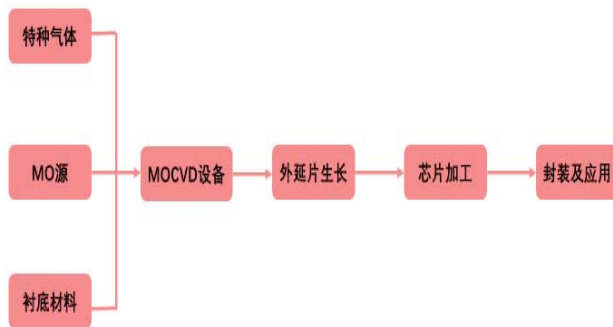
图 30：我国光伏产能占全球比例快速提升



资料来源：Wind，中信证券研究部

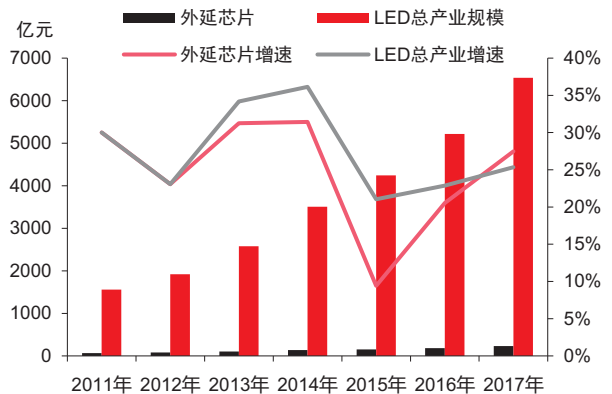
**在 LED 领域：**LED 的主要生产流程包括外延片生长、芯片加工以及封装应用。在 LED 产业链中，电子特气主要应用于与外延片生长和芯片加工环节。在外延片生长环节，外延技术、设备和材料是关键，当前 MOCVD 工艺已成为制造绝大多数光电子材料的基本技术，主要电子特气包括用作载气的  $H_2$ 、 $N_2$ ，用作反应气的 6N 以上高纯度 V 族氟化物（如  $NH_3$ 、 $PH_3$ 、 $AsH_3$ ）。在芯片加工环节，电子特气主要用于蚀刻环节，包括  $BCl_3$ 、 $Cl_2$  等。据智研咨询数据，自 2011 年以来中国 LED 产业规模持续扩大，2017 年达到 6538 亿元，同比增长 25.35%。其中外延芯片规模达 232 亿元，增速为 27.47%。随着 LED 市场规模的稳步增长，广泛应用于外延芯片制造环节的电子特气也将持续扩大产业规模。

图 31: LDE 生产制程



资料来源：中国产业信息网，中信证券研究部

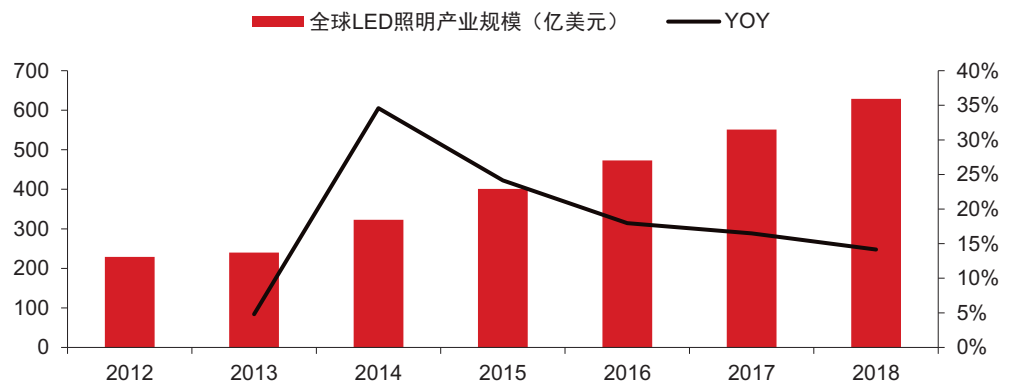
图 32: 2011-2017 年中国 LED 产业规模



资料来源：智研咨询，中信证券研究部

从区域上来看，我们以 LED 照明产业规模为例，2018 年全球 LED 照明行业增速为 14%，2017 年增速为 16%，低于我国 LED 产业规模增速。

图 33: 全球 LED 照明产业规模（亿美元）

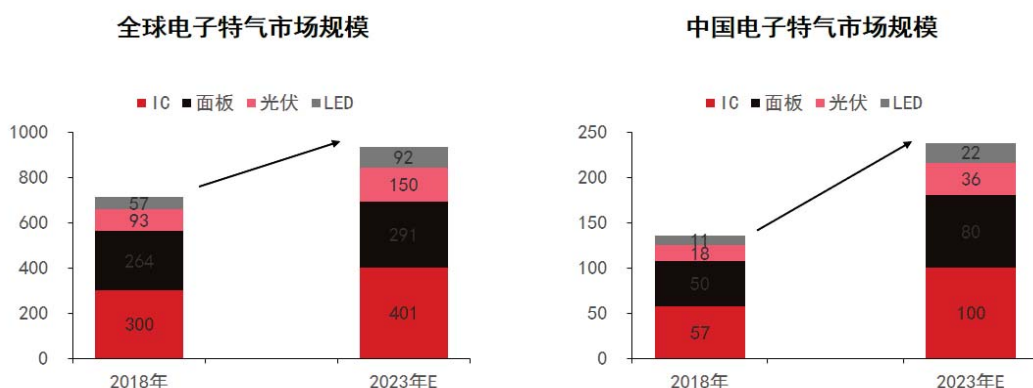


资料来源：Wind，中信证券研究部

## 2023 年我国电子特气市场规模预计 238 亿元，IC 占据百亿

**总结：**参考国内及全球下游行业增速，我们测算，至 2023 年，全球电子特气市场总规模将达 934 亿元，其中集成电路用电子特气市场规模 401 亿元；至 2023 年，我国电子特气市场总规模将达 238 亿元，其中集成电路用电子特气市场规模 100 亿元。

图 34：全球及我国电子特气市场规模测算



资料来源：SEMI，《江苏省集成电路产业发展研究报告》（江苏省半导体行业协会），中信证券研究部预测

## 重要特气介绍：不断突破，制备及纯化为关键点

从总体来看，以某可升级至 12 英寸，月产 4 万片，0.18 微米线宽等级的集成电路芯片工厂为例，其生产过程中便需要用到多品种、大量的电子特气。随着晶圆尺寸的增长、工艺节点的降低以及行业产能的增长，对于电子特气的品质和用量将提出更高的要求。

表 9：某芯片厂生产所需大宗气体的品质和耗量

系统	耗气量 (Nm <sup>3</sup> /hr)	最大纯度等级								
		N <sub>2</sub> (ppb)	O <sub>2</sub> (ppb)	H <sub>2</sub> (ppb)	H <sub>2</sub> O (ppb)	CO (ppb)	CO <sub>2</sub> (ppb)	THC (ppb)	Ar (ppb)	压力(barg)
PAr	10	1	1	1	1	1	1	1	-	8
PHe	10	1	1	1	1	1	1	1	-	8
PH <sub>2</sub>	10	1	1	-	1	1	1	1	1	8
PN <sub>2</sub>	500	-	1	1	1	1	1	1	-	9
PO <sub>2</sub>	40	5	-	1	1	1	1	1	5	8
GN <sub>2</sub>	2000	-	100	100	100	100	100	100	-	9

资料来源：《集成电路芯片制造用大宗气体、特种气体供应》（周向荣、安志星），中信证券研究部

表 10：某芯片厂生产所需特种气体及其气柜布置

气体性质	特气名称	气柜数量	气柜位置
毒性/腐蚀性	F <sub>2</sub> /Kr/Ne	1	腐蚀性特气间
	NF <sub>3</sub>	4	腐蚀性特气间
	Cl <sub>2</sub>	1	腐蚀性特气间
	HBr	1	腐蚀性特气间
	BCl <sub>3</sub>	1	动力下夹层
	WF <sub>6</sub>	5	动力下夹层
	SiF <sub>4</sub>	1	腐蚀性特气间
	ClF <sub>3</sub>	3	ClF <sub>3</sub> 特气间
	C <sub>5</sub> F <sub>8</sub>	3	动力下夹层
易燃易爆	10%CH <sub>4</sub> /Ar	1	可燃气体房间



气体性质	特气名称	气柜数量	气柜位置
	NH <sub>3</sub>	3	可燃气体房间
	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	1	可燃气体房间
	4%H <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	1	可燃气体房间
	SiH <sub>4</sub>	4	SiH <sub>4</sub> PAD
	1%PH <sub>3</sub> /He	1	SiH <sub>5</sub> PAD
	CH <sub>3</sub> F	1	可燃气体房间
	CO	2	可燃气体房间
	SiCl <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2	可燃气体房间
惰性	Kr/Ne	1	惰性气体间
	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	2	惰性气体间
	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	1	惰性气体间
	CF <sub>4</sub>	3	惰性气体间
	CHF <sub>3</sub>	2	惰性气体间
	SF <sub>6</sub>	2	惰性气体间
	CO <sub>2</sub>	2	惰性气体间
	20%O <sub>2</sub> /He	1	惰性气体间
	N <sub>2</sub> O	2	惰性气体间

资料来源：《集成电路芯片制造用大宗气体、特种气体供应》（周向荣、安志星），中信证券研究部

### 三氟化氮 NF<sub>3</sub>：清洗、蚀刻重要气体

NF<sub>3</sub> 是半导体产业制造过程中必备的材料。作为半导体工业中气体清洗剂的全氟烃（PFC）对环境有害，近年来有逐渐被 NF<sub>3</sub> 取代之势。作为 CVD 箱清洗剂，NF<sub>3</sub> 与 PFC 相比，可减少污染物排放量约 90%，且清洗速度显著提高，从而提高清洗设备能力约 30%。NF<sub>3</sub> 还可用作蚀刻剂，是一种优良的等离子蚀刻气体，对硅和氮化硅蚀刻，采用 NF<sub>3</sub> 比 CF<sub>4</sub> 和 CF<sub>4</sub> 与氧气的混合气体有更高的蚀刻速率和选择性，而且对表面无污染，尤其是在厚度小于 1.5μm 的集成电路材料的蚀刻中，NF<sub>3</sub> 具有非常优良的蚀刻速率和选择性，在被蚀刻物表面不留任何残留物质。

NF<sub>3</sub> 的生产方法主要有 2 种：（1）氟氨化合法。先制取元素氟，氟气与氨或熔融氟化铵在一定的温度和压力下反应制备 NF<sub>3</sub>，再经冷凝、蒸发、纯化得到纯度 98% 以上的产品。此工艺又可细分为 3 种路线，氟气与氨气直接化合法、氟化铵熔盐直接氟化法、氟气与氟化铵的气固相氟化法。（2）电化学法。用碳电极再在 100~130℃ 的条件下，对 NH<sub>4</sub>F 和 HF 等的复合电解质进行电解制取 NF<sub>3</sub>，是工业上较多采用的方法。此方法生产的产品中杂质较多，如氮、氧、一氧化碳、二氧化碳、氧化亚氮、二氟肼、四氟肼、NF<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>、氟气、HF 及水等，需要进行纯化。可以采用高纯原料进行电解，但成本太高；要对电解制取的氟气先进行脱 CF<sub>4</sub> 处理。工业上的纯化方法有低温精馏法、共沸精馏法、化学转化法和选择吸附法。将不同的方法组合进行处理效果更好。

我国 NF<sub>3</sub> 的研究是从 19 世纪 80 年代开始的，主要单位是中国船舶重工集团 718 研究所。近年在电子工业迅猛发展的推动下，国内 NF<sub>3</sub> 的生产线相继投产，部分制造水平已与国外发达国家水平相当。国内主要生产企业有中船重工 718 所、黎明化工研究院、中核红华、湖北沙门农化公司、天津理化设计研究院等。然而面对国际上 NF<sub>3</sub> 产业，国内企业仍有一定差距。

表 11：国内三氯化氮产能

公司	地区	产能（吨）
台湾台塑集团	台湾仁武	800
中国船舶重工集团 718 所	邯郸	450
杜邦中国公司	常熟	450
中核红华特种气体公司	成都	100
黎明化工研究院（600378.SH）	洛阳	100
沙隆达天门农化公司	天门	60

资料来源：观研天下，中信证券研究部

### 三氯氢硅 $\text{SiHCl}_3$ ：外延硅源材料

电子级三氯氢硅可作为半导体外延硅片的硅源，主要被应用于制造各种半导体芯片和微型集成电路元器件，是微电子、光电子元件制造过程中不可或缺的重要材料。半导体硅片外延层生长采用最多的是气相外延工艺：氢( $\text{H}_2$ )气携带四氯化硅( $\text{SiCl}_4$ )或三氯氢硅( $\text{SiHCl}_3$ )、硅烷( $\text{SiH}_4$ )或二氯氢硅( $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ )等进入置有硅衬底的反应室，在反应室进行高温化学反应，使含硅反应气体还原或热分解，所产生的硅原子在衬底硅表面上外延生长。使用三氯氢硅作为硅源具有外延生长速度快，使用安全，是较为通用的硅源。

三氯氢硅合成主要有两种工艺：低压氯化合成和四氯化硅氢化。（1）低压氯化合成工艺采用流化床反应器，纯度>98.5%的冶金级硅粉与氯化氢气体原料在约 300℃、50kPa 的条件下反应可生成三氯氢硅和四氯化硅反应生成气经过旋风分离、喷淋冷凝、精馏粗分后可得到纯度约 95%左右的三氯氢硅。（2）四氯化硅氢化合成三氯氢硅工艺亦采用流化床反应器，利用纯度>98.5%的冶金级硅粉、99.999%的氢气和 99.9%的四氯化硅为原料在约 500℃、3MPa 的条件下反应可生成三氯氢硅。该反应转化率低于 30%，反应生成气经过旋风分离、喷淋冷凝、精馏粗分后可得到纯度约 95%左右的三氯氢硅。以上产品纯度还远满足不了芯片硅外延所需三氯氢硅的纯度要求，需通过多级精馏进一步提纯。

三氯氢硅精馏提纯工艺：纯度为 95%左右的粗三氯氢硅主要含有少量四氯化硅、二氯二氢硅、微量 C、B、P 和金属杂质，需通过多级精馏进行提纯后方可满足芯片硅外延用三氯氢硅特种气体要求。三氯氢硅多级精馏提纯工艺主要包含串联的五个精馏塔：第一级精馏塔主要作用是从塔釜分离出粗三氯氢硅中的四氯化硅和高沸点物质，塔顶流出物送往第二级精馏塔从塔顶分离出挥发性化合物和氯化物等杂质，塔底含微量高沸点杂质的三氯氢硅送往第三级精馏塔从塔釜去除，塔顶获得纯度达到 7N 以上的三氯氢硅，再通过后面 2 个塔精馏来分离剩余痕量杂质，从第五级精馏塔流出的三氯氢硅产品纯度可达到 11N，满足芯片硅外延用三氯氢硅要求。

表 12：三氯氢硅质量要求

三氯氢硅质量指标名称	指标值
纯度	≥99.95%
B	≤0.06ppb
C	≤5ppm
施主杂质（As+P）	≤0.2ppb
Fe	≤5ppb
其他氯硅烷	≤500ppm

三氯氢硅质量指标名称	指标值
电阻率 (ohm/cm)	>600

资料来源：《电子级三氯氢硅特种气体应用研究》（危胜、栗一甲、杜斌功），中信证券研究部

随着我国集成电路行业快速发展，国内部分企业，尤其是具备电子级多晶硅生产技术的企业已掌握电子级三氯氢硅提纯技术，但仍亟待建立充装运输过程质量控制标准。

表 13：我国三氯氢硅产能

企业	地区	产能（万吨）
唐山三孚（603938.SH）	河北	6.5
宏柏化学	江西	6
晨光	江西	6
尚宇新能源	河南	5
隆天硅业	江苏	4
新泰利源	山东	4
福泰硅业	宁夏	4
华翔化工	湖北	3.5
蓝恒达	江西	3.5
联立硅业	河北	3
新安化工	浙江	2
镇江江南	江苏	2
恒利赢	山东	2
泰山盐化	山东	1

资料来源：中国产业信息网，中信证券研究部

## 六氟丁二烯 C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>：重要蚀刻气体

六氟丁二烯可作为蚀刻气应用于半导体行业，具有选择性好、精确度高等优点，可应用于高深宽比工艺过程中。其蚀刻精度较高，宽度可达 0.13μm，而大多数蚀刻气体的线宽仅可达到 0.18μm。这是由于六氟丁二烯的活性自由基较小，且以 CF· 为主，该自由基的刻蚀活性较低，强度适中，刻蚀孔径几乎可以垂直，具有优异的各向异性。六氟丁二烯具有较好的选择性，以 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 介质为例，其选择比可达 30:1。此外，相对于传统的全氟烷烃类（PFCs）蚀刻气，六氟丁二烯，对大气和环境的污染相对较小。

表 14：六氟丁二烯物理性质

性质	数值
沸点/°C	5.85
凝固点/°C	-132
空气中燃烧极限（体积分数）/%	7~73
密度（15°C时）/（g.L-1）	1.4
临界温度/°C	136.75
临界压力/Mpa	3.131

资料来源：《六氟丁二烯的制备、纯化及应用》（金小贤、夏致远、张友圣、孙猛、金向华），中信证券研究部

表 15：含氟气体的 GWP 及大气寿命

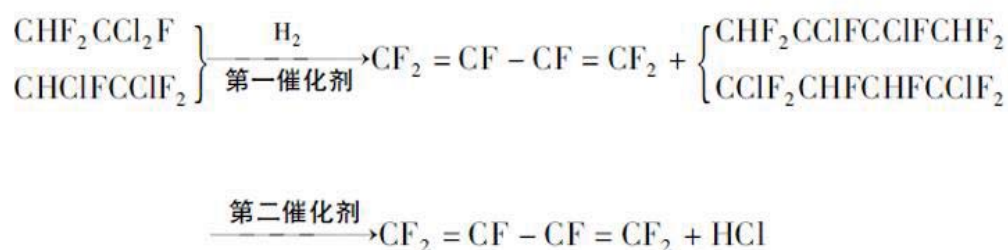
气体名称	分子式	GWP（100）	大气寿命/a
四氟甲烷	CF <sub>4</sub>	<16500	50000
六氟乙烷	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9200	10000

气体名称	分子式	GWP (100)	大气寿命/a
八氟丙烷	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	7000	2600
八氟环丁烷	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	8700	3200
三氟甲烷	CHF <sub>3</sub>	11700	11700
三氟化氮	NF <sub>3</sub>	10970	10970
六氟化硫	SF <sub>6</sub>	22800	22800
六氟丁二烯	C <sub>4</sub> F <sub>6</sub>	290	<2d

资料来源：《六氟丁二烯的制备、纯化及应用》（金小贤、夏致远、张友圣、孙猛、金向华），中信证券研究部

六氟丁二烯的合成：六氟丁二烯的合成原料来分大体可分为四类，1) 以 CFCI = CFCI (1, 2-二氟二氯乙烯) 为原料；2) 以 CF<sub>2</sub> = CFCI (三氟氯乙烯) 为原料；3) 以 CF<sub>2</sub> = CF<sub>2</sub> (四氟乙烯) 为原料；4) 以卤代烃为原料 (卤代乙烷、卤代丁烷)，其中，根据不同的中间体的合成方法也可分为四种，分别为四卤六氟丁烷、二卤六氟环丁烷、二卤八氟丁烷及氟乙烯基卤化锌。

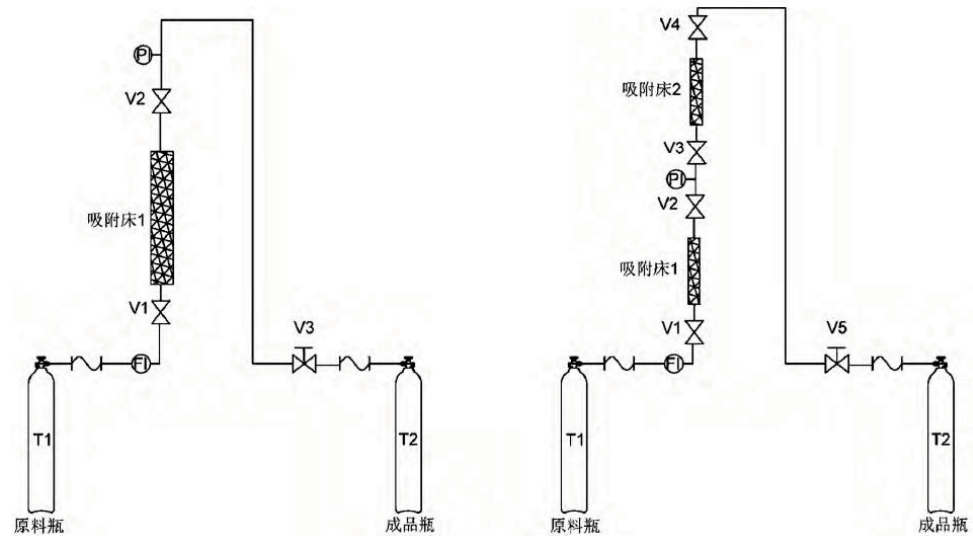
图 35：一种六氟丁二烯的制备方法



资料来源：《六氟丁二烯的制备、纯化及应用》（金小贤、夏致远、张友圣、孙猛、金向华），中信证券研究部

六氟丁二烯的纯化：六氟丁二烯作为蚀刻剂应用于半导体领域时，对其纯度要求较高，工业合成六氟丁二烯的杂质一般含有水、HF、丁烯二聚体，丁二烯的氟氯化物、醇等。六氟丁二烯的合成工艺有很多种，不同工艺所产生的杂质组成和含量都不尽相同，可采用吸附等方法脱除六氟丁烷中的杂质。

图 36：吸附工艺流程图



资料来源：《六氟丁二烯的制备、纯化及应用》（金小贤、夏致远、张友圣、孙猛、金向华），中信证券研究部

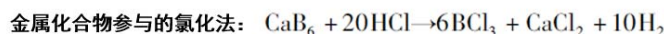
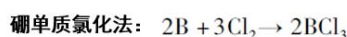
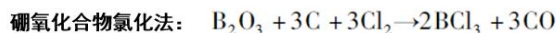
六氟丁二烯的商业化生产已有十多年的历史，然而，其生产和纯化技术仍掌握在少数外资企业手里。早在 1999 年，Ausimont 公司就联合 Applied Materials 开发出了六氟丁二烯。2003 年，日本昭和电工联合俄罗斯彼尔姆公司，实现了六氟丁二烯的工业化生产，月产量可达 2t，约占世界生产总量的 1/10。随后日本的大金工业、关东电化等公司也完成了六氟丁二烯的研发。国内对于六氟丁二烯的研究起步较晚，其合成工艺复杂，副产物较多，不同工艺路线所得产物杂质组分和含量差距较大，制备和纯化都较为困难，目前国内尚无企业可生产出高纯度的六氟丁二烯。

### 三氯化硼 BCl<sub>3</sub>：参与薄膜沉积、蚀刻、掺杂和离子注入

在半导体制造中，三氯化硼可与其他气体混用，通过化学气相沉积形成薄膜；在等离子体刻蚀制程中，三氯化硼是金属铝刻蚀的重要气体；三氯化硼参与掺杂与离子注入等过程。

三氯化硼的制备：三氯化硼通过选择合适的硼源与氯源化合而成。硼源主要包括硼氧化物、有机硼化物、硼单质等。氯源主要为氯气、氯化氢、金属氯化物等。目前工业上广泛应用的制备路线为硼氧化物的氯化法，为了实现更好的合成操作性与杂质可控性，近几年硼源采用了更多的种类，衍生出了众多制备路线。

图 37：三氯化硼制备方法



资料来源：《三氯化硼的制备和纯化研究综述》（马建修、王维佳、李广新、靖宇），中信证券研究部



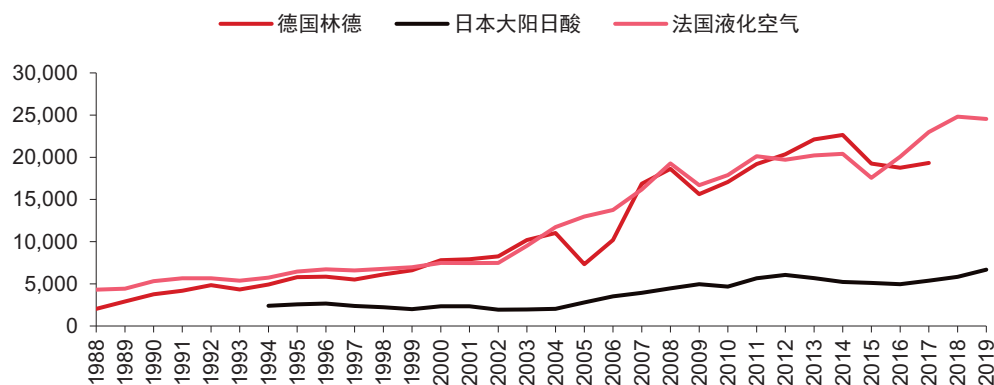
三氯化硼的纯化：大规模集成电路制造用铝线作为重要的 high-k 材料，高纯度的三氯化硼作为刻蚀性气体，杂质未达到要求会对电子元器件产生严重危害，特别是硼源中的硅化合物与合成工艺中的氯化物。此外，粗品三氯化硼杂质还主要来源于反应的副产物、漏入的空气、水分等，不同工艺方法制备的三氯化硼所含有的杂质种类、含量也相应不同。在通常的三氯化硼生产工艺中，主要的杂质有  $\text{COCl}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$  以及金属杂质，主要通过精馏与吸附结合的方法进行纯化。与其他特种气体不同的是，三氯化硼中有光气杂质，往往通过光催化转化或结构性材料分解后，再通过精馏吸附方法实现分离。

目前国内对高纯三氯化硼的需求量较大，而国内大多厂商采取三氯化硼粗品提纯技术路线，三氯化硼的源头制备是一个特种气体实现自给的重要保障。5N 以上的高纯三氯化硼国内尚不能生产，该级别产品完全依靠从美国、英国、日本等国外几家大公司进口。

## ■ 海外巨头成长路径：多次并购成长，储备专利技术

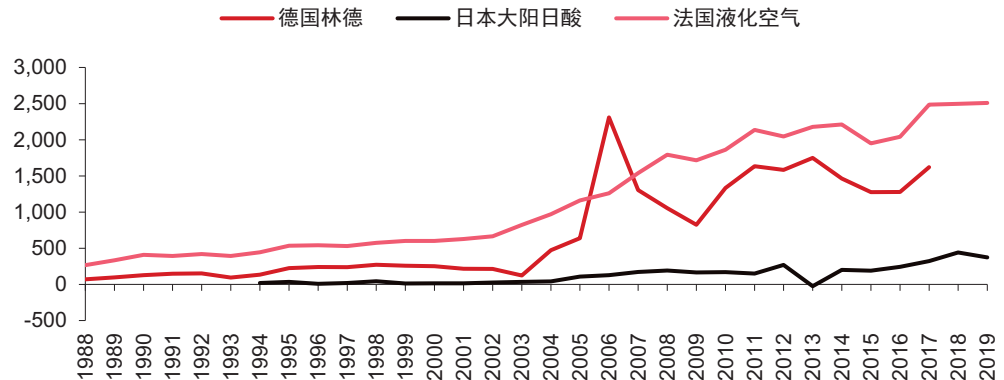
回顾海外巨头，包括法国液化空气集团、德国林德集团、日本大阳日酸株式会社，它们的成长路径都是以工业气体起家，通过多次的海外并购实现全球化布局，不断做大。其后通过专利技术的开发，切入到 LCD、LED、IC 等电子领域。对于国内企业，若照搬海外模式，一方面需要巨量的资本开支，一方面在直道竞争中已处落后地位，难以实现超越。但受益于电子产业向国内转移，在电子特气的细分领域中，国内企业通过技术突破，凭借低成本、贴近客户、反应灵活的优势，有望实现弯道超车。

图 38：海外巨头历年营收变化（百万美元）



资料来源：Bloomberg，中信证券研究部

图 39：海外巨头历年利润变化（百万美元）



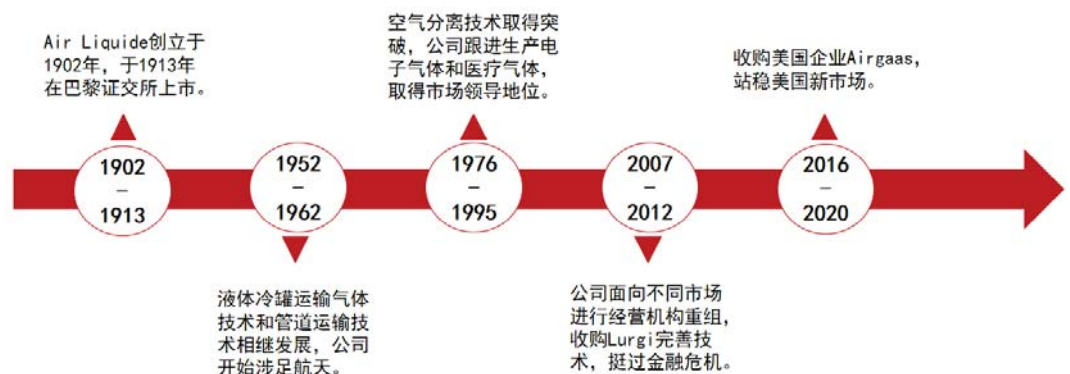
资料来源：Bloomberg，中信证券研究部

## 法国液化空气集团：持续全球扩张，产品种类齐全

法国液化空气集团（AirLiquide）成立于 1902 年，是全球领先的工业、健康和环保气体供应商，业务遍及 80 多个国家，员工近 5 万人。公司始终将氧气、氮气、氢气和稀有气体等与气体行业相关的业务作为发展核心。

法国液化空气的成长伴随着一系列的内在扩张与外延并购。1906 年，法国液化空气集团开始在全球建厂投产；1952 年开始发展低温液化供气罐装运输；1960 年建立管道运输体系；1976 年更新了高性能的液体分装技术，大大扩展了业务范围，开始在行业内保持领先地位。从 2012 年起，法国液化空气集团完成多起并购，包括法国的 LVL Médical 和西班牙的 Gasmedi，2016 年完成对美国 Airgas 公司的收购，实现快速发展。

图 40：法国液化空气集团成长历史

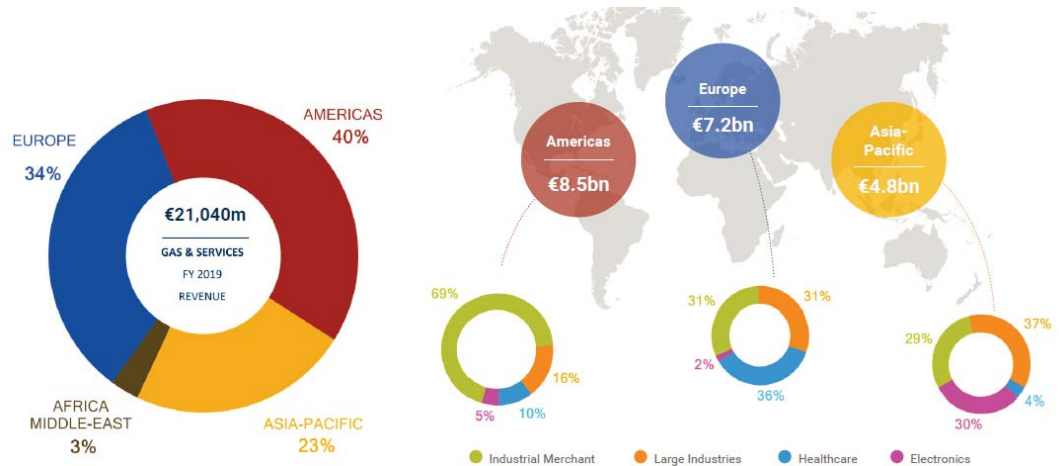


资料来源：立鼎产业研究中心，中信证券研究部

在电子特气领域，1985 年法国液化空气集团抓住电子半导体市场发展的机遇，开始在日本研发生产极高纯度电子气体，包括了用于钝化芯片加工过程的运载气体和直接用于半导体制造的特种气体。法国液化空气集团于 1916 年进入中国，目前在中国设有近 90 家

工厂，遍布 40 多个城市，大约 3700 名员工。2016 年，液化空气集团在中国揭幕上海研发与技术中心，该中心拥有经验丰富的研究员与专家，并配备了先进的设备。如今法国液化空气集团在全世界拥有 8 个先进电子材料中心，研发了多项专利，还有 9 个特种电子材料中心，产品种类超 150 种。法国液化空气集团提供的产品覆盖了半导体生产的各个主要过程，公司还为半导体生产提供现场制气和管道运输设施，使半导体厂商降低 30% 在运输气体上花费的能源。

图 41：法国液化空气的全球化布局

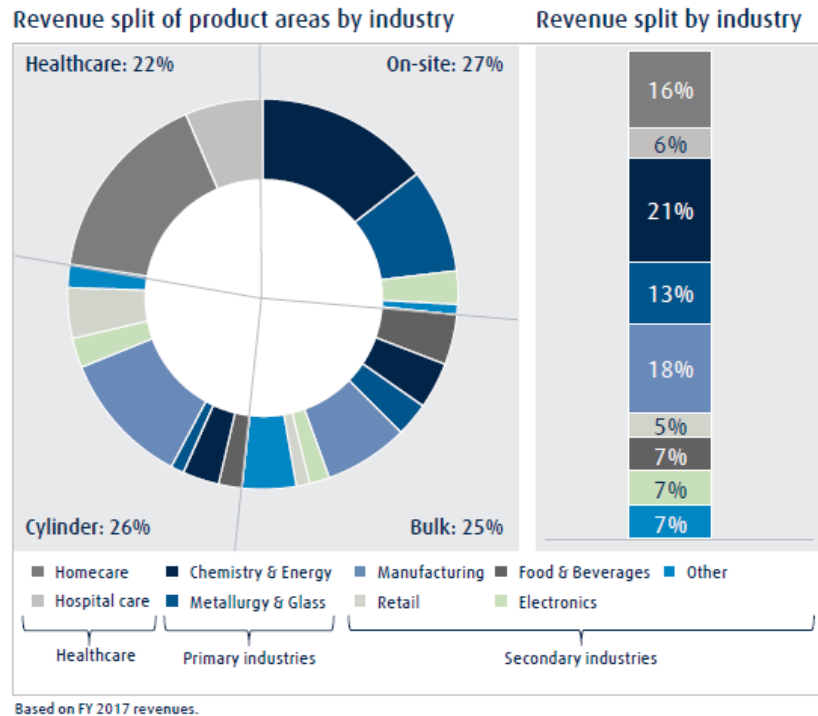


资料来源：Bloomberg

## 德国林德集团：百年历史，不断扩大运营规模

林德公司成立于 1879 年，其成长路径与法国液化空气类似，于工业气体起步，不断通过内生外延做大，而后伴随下游新兴产业的发展切入至电子特气领域。1895 年，林德公司生产了世界第一台具有商业规模的空气液化装置。随后又开创了多套气体分离设备。林德气体于 20 世纪 80 年代涉足电子特种气体领域，并开始布局欧洲市场。2001 年林德公司电子特种气体业绩迎来大幅增长，2002 年林德公司决定在非洲阿尔及利亚建立高纯氦气生产线，实现氦气自给。生产线达产后，实现产能 1700 万立方米/年，占世界总产量的 10%。2003 年，林德气体进一步深入中国电子市场，在上海建造了一座生产硅烷等电子气体的工厂（现上海比欧西气体工业有限公司），同时在台湾建造了生产高纯度产品的空气分离工厂，实现东亚电子产业特种气体覆盖。随着半导体及光伏领域的发展，林德气体紧跟市场步伐，2004 年，林德气体通过收购欧洲一家为提供硅烷、乙二醇、氮气和氩气等特种气体及相关服务的合资企业 MNS NIPPO Sanso，来提高公司在电子气体贸易中的位置。2005 年，林德又收购了美国 Spectra Gases 公司。2016 年，林德气体进一步扩大运营规模，收购了法国液化空气公司在韩国的通用工业气体和电子特种气体两块业务，进一步扩大了其在韩国的运营规模。

图 42：德国林德集团 2017 年收入构成



资料来源：Bloomberg

在电子特气领域，林德气体现今可以提供支持所有半导体、TFT-LCD 平板和 LED 制造工艺的全品类、高纯度的电子特种气体。在专利方面，林德气体还首创利用分子氟取代  $\text{NF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$  等传统清洗用气体；又研发出现场氟发生器，利用现场电解 HF 的方法，克服了运输和贮存的难题，在行业中始终保持竞争力。

### 日本大阳日酸株式会社：多次并购，实现全球化布局

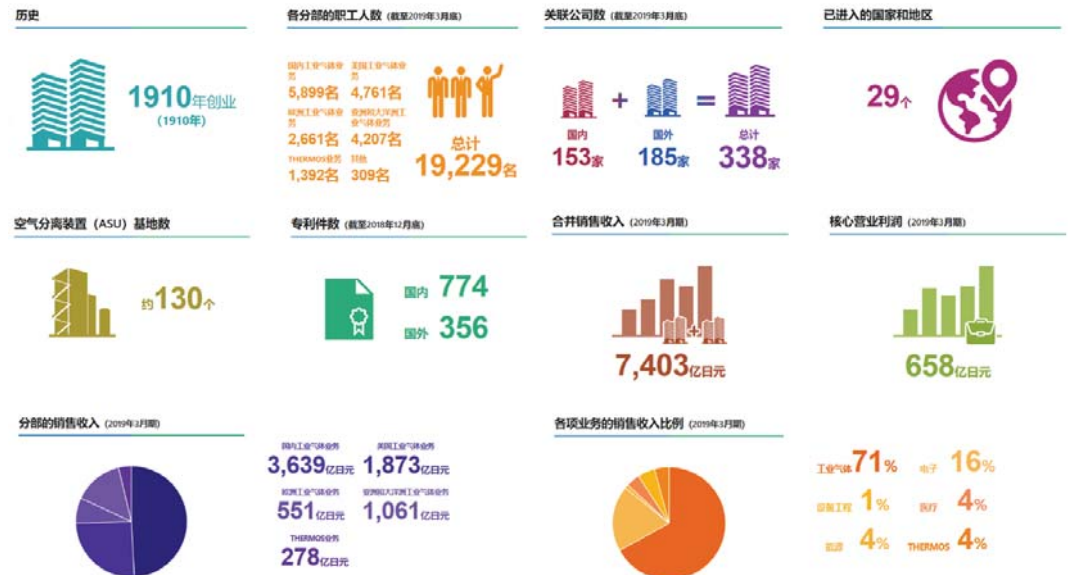
日本大阳日酸成立于 1910 年。1980 年进军美国市场，以此为开端开始向海外拓展业务，将业务范围扩大到美国、亚洲、大洋洲和欧洲，现在已经在 29 个国家和地区开展业务。





前沿研究，以及新材料和工艺的开发。截至 2018 年年底，公司拥有专利数量合计 1130 件。

图 45：大阳日酸公司状况



资料来源：大阳日酸公司官网

## ■ 龙头企业厚积薄发，电子特气国产化加速

### 政策鼓励扶持，国产化势在必行

在经济新常态下，我国更加强调经济结构的优化升级，集成电路作为中国经济增长的贡献点之一，作用将愈加突出。而特种气体作为集成电路产业发展不可或缺的关键性材料，市场规模将保持持续高速发展，实现高品质电子特气的国产化是大势所趋。同时由于国内半导体产业追赶进程的加速，半导体材料赛道的技术进步压力将比以往更大，唯有研发实力强劲、产品管线布局完善的企业方能顶住技术进程迭代的压力，在赛道中保持身位。

近年来我国出台一系列政策，鼓励电子特气发展。2014 年《国家集成电路产业发展推进纲要》提出到 2020 年集成电路全行业销售收入年均增速超过 20%；2016 年《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划的通知》要求启动集成电路重大生产力布局规划工程，加快先进制造工艺、存储器等生产线建设；2018 年 3 月，财政部、发改委等四部门联合发文《关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知》，计划对集成电路企业给予税收优惠支持等多项政府政策。在技术进步、需求拉动、政策刺激等多重因素的影响下，电子特气国产化势在必行。

表 16：电子特气相关政策

政策名称	颁布时间	颁布单位	主要内容
《战略性新兴产业分类（2018）》	2018.11	国家统计局	“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”
《重点新材料首批次应用示范指导目录（2017 年版）》	2017.6	工信部	在“先进基础材料”之“三先进化工材料”之“（四）电子化工新材料”之“20 特种气体”中将特种气体明确列示，主要应用于集成电路、新型显示
《新材料产业发展指南》	2017.1	工信部、国家发改委、科技部、财政部	在重点任务中提出“加快高纯特种电子气体研发及产业化，解决大规模集成电路材料制约”
《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》（2016）	2017.1	国家发改委	在“1.3.5 关键电子材料”中包括“超高纯度气体等外延材料”提出优化新材料产业化及应用环境，
《“十三五”国家战略新兴产业发展规划》	2016.11	国务院	提高新材料应用水平，推进新材料融入高端制造供应链，到 2020 年力争使若干新材料品种进入全球供应链，重大关键材料自给率达到 70%以上
《国家重点支持的高新技术领域目录》（2016）	2016.2	科技部	在“四、新材料”之“（五）精细和专用化学品”之“2、电子化学品制备及应用技术”中明确指出包括“特种（电子）气体的制备及应用技术”
《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 修订）	2013.2	国家发改委	将电子气等新型精细化学品的开发与生产列入“第一类鼓励类”产业
《新型显示科技发展“十二五”专项规划》	2012.8	科技部	提出开发高纯特种气体材料等，提高有机发光显示产品上游配套材料国产化率
《电子基础材料和关键元器件“十二五”规划》	2012.2	工信部	将超高纯度氦气等外延材料、高纯电子气体和试剂等列入重点发展任务
《国家火炬计划优先发展技术领域》	2009.1	科技部	将“专用气体”列入优先发展的“新材料及应用领域”中的电子信息材料

资料来源：华特气体招股书，中信证券研究部

## 竞争力不断强化，国产特气龙头有望腾飞

尽管与国际气体公司相比，国内气体公司在资金、技术、设备等方面仍有差距，但在技术不断突破、国家政策大力扶持、下游市场发展迅速等多重因素影响下，这些差距在不断减小。加上国内企业拥有国际企业无法比拟的低成本、贴近客户、反应灵活等优势，国内气体企业的竞争力不断增强，市场份额有望扩大。目前，国内已有多家电子特气生产企业实现了部分产品的进口替代和规模化供应。

表 17：国内已实现进口替代并规模化供应的产品

公司名称	主要产品
华特股份	高纯六氟乙烷、高纯四氟化碳、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、光刻气、高纯一氧化氮等 20 余种
中船重工七一八所	六氟化钨、三氟化氮等
黎明化工研究院	六氟化硫、三氟化氮等
雅克科技	六氟化硫、四氟化碳等
南大光电	砷烷、磷烷等
金宏气体	超纯氨、氢气等
绿菱气体	高纯六氟乙烷、高纯三氟甲烷、高纯八氟环丁烷等

资料来源：华特气体招股书，中信证券研究部

表 18：国内特气公司比较

公司	产品	已有产能（吨）	在建产能（吨）	客户
雅克科技 (002409.SZ)	六氟化硫	8500	4500	西电集团、平高电气、山东泰开；平高东芝、现代重工、厦门华电、ABB；三星、中电熊猫、台积电、英特尔、德州仪器、林德气体、昭和电工、关东电化
	四氟甲烷	1200	1500	
	三氟化氮	0	3500	
昊华科技 (600378.SH)	三氟化氮	1200	3000	华宏虹力、京东方，华星光电、韩国 LG、三星、台湾中华映管等
	六氟化硫	3000	0	
	六氟化钨	0	600	
	四氯化碳	0	1000	
南大光电 (300346.SH)	砷烷	35	35	台积电、台湾鸿海集团、京东方、华星光电、龙腾光电、重庆惠科；西门子、西开、泰开、北开、山东电网等
	磷烷	15	15	
	三氟化氮	1000	0	
	六氟化硫	2000	0	
华特气体 (688268.SH)	高纯六氟乙烷	175	0	中芯国际、华虹宏力、长江存储、武汉新芯、华润微电子、台积电（中国）、和舰科技、士兰微电子、柔宇科技、京东方、英特尔、美光科技、德州仪器等
	高纯四氯化碳	189.86	0	
	高纯氢	675	0	
	氢气	90	0	
	碳氧化合物	750	0	
	消毒气	600	0	
	高纯锗烷	0	10	
	磷烷	0	10	
	硒化氢	0	40	
	氯气	0	300	
	乙硼烷	0	3	
	三氟化硼	0	10	
	砷烷	0	10	
中船重工七一八所	三氟化氮	6000	9000	联华电子、京东方、华润微电子、台积电、中芯国际、华星光电、三星、东芝等
	六氟化钨	800	500	
	三氟甲磺酸	300	0	
	三氟甲磺酸酐	100	0	
	双三氟甲磺酰亚胺锂	100	0	
三孚股份 (603938.SH)	三氯氢硅	650000	0	长飞光纤光缆、中天科技、烽火通信、杭州富通、亨通光电、青海中利、通鼎光棒、藤仓光电等
	四氯化硅	10000	0	
	电子级二氯二氢硅	0	500	
	电子级三氯氢硅	0	1000	
	氯丙基三乙氧基硅烷	0	8500	
	氯丙基三甲氧基硅烷	0	3000	
	三甲氧基氢硅烷	0	3500	
金宏气体	超纯氨	4,250	0	亨通光电、乾照光电、聚灿光电、华灿光电等
	氢气	22300（千立方）	24000（千立方）	
	氮气	25850.90	0	
	氧气	17463.04	0	
	氩气	4272.70	0	
	二氧化碳	145600	1000（高纯）	
	天然气	12000(千立方)	0	
绿菱气体	N <sub>2</sub> O、COS、C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 、C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> 、CF <sub>4</sub> 、CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> 等	-	-	airgas、法国液化空气集团、林德集团等

资料来源：各公司公告，中信证券研究部

我们以华特气体为例，公司长久以来重视研发与核心技术开发，经过近二十年的发展，技术积累日益深厚，已获授权专利 99 项、参与制定 28 项国家标准，承担了国家重大科技专项（02 专项）中的《高纯三氟甲烷的研发与中试》课题等重点科研项目。在持续研发之下，公司掌握了特种气体从生产制备、存储、检测到应用服务全流程涉及到的关键性技术，包括气体合成、纯化、混配（如为混合气）、气瓶处理、分析检测以及供气系统的设计/安装。其中，气体纯化、混配、气瓶处理和分析检测技术已经成为公司的核心技术。此外，经过多年的技术研发，公司成为国内首家打破高纯六氟乙烷、高纯三氟甲烷、高纯八氟丙烷、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯一氧化氮、光刻气（Ar/F/Ne 混合气、Kr/Ne 混合气、Ar/Ne 混合气、Kr/F/Ne 混合气）等产品进口制约的气体公司，并实现了近 20 个产品的进口替代，且在国内市场获得较高的市场份额。

表 19：华特气体产品实现进口替代情况

产品	突破年份	量产时间	国内市场份额	国内外主要企业	是否国内首家
高纯六氟乙烷	2011	2013	60.26%	绿菱气体、昭和电工、关东电化	国内首家
高纯氨	2011	2013	14.73%	昭和电工、金宏	未明确
高纯一氧化氮	2011	2013	-	住友精化	国内首家
高纯四氟化碳	2012	2014	21.17%	昭和电工、关东电化	国内首家
高纯二氧化碳	2013	2014	35.70%	林德集团	国内首家
高纯三氟甲烷	2014	2016	14.50%	绿菱气体、昭和电工、关东电化	国内首家
Ar/F/Ne 混合气	2014	2016	共 60%	林德集团、液化空气	国内首家
Kr/Ne 混合气	2014	2016		林德集团、液化空气	国内首家
Ar/Ne 混合气	2014	2016		林德集团、液化空气集团、普莱克斯集团等	国内首家
Ar/Xe/Ne 混合气	2014	2016		林德集团、液化空气	国内首家
高纯八氟环丁烷	2015	2016	6.40%	绿菱气体、昭和电工、关东电化	未明确
超高纯氩	2016	2017	-	林德集团	未明确
锆烷混氢	2016	2017	-	空气化工集团	未明确
高纯八氟丙烷	2017	2018	-	关东电化	国内首家
超高纯氮	2017	2018	-	液化空气集团、普莱克斯集团	未明确
超高纯氧	2017	2017	-	林德集团	未明确
高纯氧	2016	2017	-	林德集团、空气化工集团、普莱克斯	未明确
高纯一氟甲烷	2018	小规模、试用	-	昭和电工、关东电化、大阳日酸	未明确
高纯二氟甲烷	2018	小规模试用	-	昭和电工、关东电化	未明确
高纯一氧化碳	2016	2018	20.60%	住友精化、大阳日酸	国内首家
氮氧混合气	2018	2018	-	空气化工产品集团、普莱克斯集团	未明确

资料来源：华特气体招股书，中信证券研究部

## ■ 风险因素

市场竞争加剧、下游认证不及预期、电子特气新产品研发进度缓慢。

## ■ 投资建议与重点公司推荐

全球集成电路用电子特气市场规模约300亿元,随着我国晶圆制造产线数量迅速增长,产能占比快速提升,电子特气市场料将持续扩容,国产化需求迫切。在技术不断突破、国家政策大力扶持、下游市场发展迅速等多重因素影响下,叠加国内企业拥有的国际企业无法比拟的低成本、贴近客户、反应灵活等优势,国内气体企业的竞争力不断增强,市场份额有望扩大。我们预计龙头企业将优先抢占国产化的市场空间,有望享受丰厚的业绩回报,重点推荐雅克科技、昊华科技,建议关注华特气体、南大光电。



## 雅克科技：半导体材料平台型公司，含氟电子特气具备规模优势

**电子特气产能具备规模优势，下游客户多元化。**科美特公司具备年产六氟化硫 8,500 吨和电子级四氯化碳 1,200 吨的生产能力。此外尚有 4500 吨六氟化硫、1500 吨四氯化碳，3500 吨三氟化碳在建。公司产品销售日本、韩国、美国、印度、巴西及中国台湾等多个国家和地区。在内地，公司是西电集团、平高电气、山东泰开等主要电气设备生产企业的第一大六氟化硫产品供应商，占其六氟化硫需求量的 60% 以上。同时，公司与平高东芝、现代重工、厦门华电、ABB 公司等企业均有业务往来。科美特向知名气体商如林德气体、昭和电工、关东电化等供应电子特气，通过其渠道销往最终的半导体制造客户。2016 年，其半导体级四氯化碳成功进入台积电供应链体系。

**半导体材料平台型公司，技术领先快速发展。**近年来，公司通过外延并购华飞电子、科美特、江苏先科，成功切入半导体封装材料、电子特气、IC 材料等领域，实现快速发展。UP Chemical 产品应用在存储、逻辑芯片的制造环节，填补国内空白；电子特气产品销售多个国家和地区，半导体级四氯化碳成功进入台积电供应链体系，规模优势下盈利能力良好；硅微粉受益先进封装市场带动，有望继续保持领先地位，并不断提升市场份额。

**收购 LG 化学彩色光刻胶业务，加码电子材料。**近期公司公告，子公司斯洋国际拟收购 LG 化学下属的彩色光刻胶事业部的部分经营性资产。LG 化学作为 LCD 彩胶和 OLED 光刻胶主要供应商之一，行业知名度高，技术先进，市场占有率高。收购完成后，新增的彩色光刻胶业务将丰富公司电子材料业务板块的产品种类，公司将同时掌握彩色光刻胶和 TFT-PR 光刻胶的技术、生产工艺和全球知名大客户资源，并成为 LG Display Co., 的长期供应商，公司长期发展值得期待。

**风险因素：**收购存在不确定性；市场竞争加剧；下游验证不及预期。

**投资建议：**公司技术实力领先，不断通过外延并购切入新的应用领域，充分受益下游泛半导体行业发展。我们维持公司 2019-2022 年 EPS 预测分别为 0.54/0.76/1.00/1.38 元。考虑公司的龙头地位及较强成长性，我们认为 2020 年 70 倍 PE 是公司合理的估值水平，维持目标价 53 元，维持“买入”评级。

表 20：雅克科技盈利预测与估值

项目/年度	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	1,133	1,547	1,840	2,518	3,180
营业收入增长率	27%	37%	19%	37%	26%
净利润(百万元)	35	133	249	350	461
净利润增长率	-49%	285%	88%	40%	32%
每股收益 EPS(基本)(元)	0.10	0.31	0.54	0.76	1.00
毛利率%	22%	28%	34%	35%	36%
净资产收益率 ROE%	2.22%	3.18%	5.69%	7.47%	9.07%
每股净资产(元)	3.36	9.02	9.47	10.13	10.98
PE	292	93	55	39	30
PB	8.7	3.3	3.1	2.9	2.7

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2020 年 4 月 13 日收盘价

## 昊华科技：技术优势显著，多业务板块成长空间广阔

**多年积累与并购升级结合，成为技术龙头企业。**公司曾经在气体分离、纯化应用领域有强大的技术积累，技术水平居于世界前列。完成并购后，公司转型升级为中国化工业内拥有强大研发能力的科技型企业。依托自身以及被收购企业的技术成果，公司在气体分离、高端聚四氟乙烯、含氟电子气体、航空玻璃、特种涂料等多领域占据明显技术优势，已经逐步成长为技术见长的化工行业龙头。

**活用技术优势，把握高端 PTFE 结构性缺口。**我国聚四氟乙烯市场出现结构性短缺的局面，低端聚四氟乙烯产能过剩，开工率不超过 50%；高端聚四氟乙烯依赖进口，价格高昂。昊华科技收购的晨光院是国内领先的聚四氟乙烯生产厂商，部分产品实现进口替代。根据公司重组规划书，昊华科技计划将 3.1 亿元用于高端聚四氟乙烯的生产基地建设，把握市场缺口。以 5G 为首的下游端促进高端 PTFE 需求提高，公司高端 PTFE 业务有望在中期实现快速增长。

**依托下游需求，加速实现特种气体国产替代。**电子气体是半导体产业生产过程中重要的原材料。随着全球集成电路、平板显示制造市场不断向国内转移，电子气体需求有望迎来快速增长。根据公司重组规划书，公司计划投资 1.49 亿元用于电子气体产能提升，电子气体业务有望短期内增长。国内电子气体外的其他特种气体高度依赖进口，公司凭借收购的黎明院及光明院的技术积累有望实现国产替代。

**风险因素：**激励机制设立不顺利；原材料价格大幅波动。

**投资建议：**公司作为中国化工集团旗下以技术见长的科技型企业，已经布局了众多具有巨大市场空间的领域（如 PTFE，电子气体等），我们看好其凭借技术研发优势，在各个子行业中维持领先的地位。我们维持公司 2019/20/21 年 EPS 预测为 0.64/0.75/0.86 元，按照 2020 年 30 倍 PE，给予 22.5 元目标价，维持“买入”评级。

表 21：昊华科技盈利预测与估值

项目/年度	2017	2018	2019E	2020E	2021E
营业收入(百万元)	527	4,182	4,836	5,638	6,507
营业收入增长率	35%	694%	16%	17%	15%
净利润(百万元)	59	525	575	674	771
净利润增长率	117%	791%	10%	17%	14%
每股收益 EPS(基本)(元)	0.20	0.63	0.64	0.75	0.86
毛利率%	29%	31%	34%	32%	32%
净资产收益率 ROE%	7.40%	10.79%	9.44%	10.16%	10.63%
每股净资产（元）	0.89	5.43	6.80	7.39	8.09
PE	89	28	31	26	23
PB	20.0	3.3	2.9	2.7	2.4

资料来源：Wind，中信证券研究部预测

注：股价为 2020 年 4 月 13 日收盘价

## 华特气体：专利卓著国产化先驱，产能扩大构建智能体系

**多年积淀专注科研，电子特气国产化先驱。**公司由普通工业气体起家，已有 20 多年发展历史，自创始之初公司便十分重视科研投入。如今已获授权专利 87 项、参与制定 28 项国家标准公司，成为国内首家打破高纯六氟乙烷、高纯三氟甲烷等产品进口约束的公司，并实现了近 20 个产品的进口替代。在技术壁垒高、研发难度大的电子特气领域，公司气体纯化、混配、气瓶处理和分析检测技术等核心技术已建立起自己的一席之地，2017 年公司成为我国唯一一家通过 ASML 公司的产品认证的气体公司。

**受益半导体发展与国产替代浪潮，下游前景广阔。**近年来半导体领域发展迅速，而被称为“半导体产业的血液”的电子特气也备受关注。通过自主研发，公司现有产能高纯六氟乙烷 175 吨，高纯四氟化碳 242 吨，高纯氨 675 吨，氢气 90 吨，碳氧化合物 750 吨等。公司产品遍及国内外多个国家，产能利用率达 90%左右。公司已与中芯国际、华虹宏力、长江存储、武汉新芯、华润微电子、台积电、和舰科技、士兰微电子、柔宇科技、京东方等公司建立合作关系，并进入了英特尔、美光科技、德州仪器等全球领先的半导体企业供应链体系。预计随着未来几年中芯国际、华润微电子等公司新项目的建立亦会使公司产能得到更大释放。

**产能提升，构建智能运营体系。**公司募投项目新增产能高纯锗烷 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、三氟化硼 10 吨。此外，公司还将建立电子气体生产纯化及工业气体充装项目与智能化运营平台。项目建成后，公司将逐步从单纯的产品生产向完整的第三方工业服务的商业模式过渡，与众多国际特气巨头如法液空、林德集团等公司的商业模式类似，公司未来可期。

## 南大光电：特气+MO 源双轮驱动，具备长期增长潜力

**高端电子特气高技术门槛带来高毛利，混气项目产能即将翻番。**公司生产的高端电子特气产品砷烷、磷烷是离子注入 N 型掺杂唯一使用的两种气体且技术门槛高，制备难度大，目前全球磷烷和砷烷电子特气市场被几家海外龙头企业垄断。公司是国内唯一大规模生产 6N 磷烷、砷烷的公司，其毛利率高达 62.4%，远超国内电子特气同行。目前公司拥有年产 35 吨磷烷和 15 吨砷烷的生产能力，另有年产高纯磷烷砷烷 50 吨在建产能，预计项目达产后公司产能将翻番。

**收购飞源气体切入氟系电子特气市场，产能扩张带来未来增长。**飞源气体是国内三氟化氮、六氟化硫主要生产企业之一，下游客户包括中芯国际、台积电、京东方、鸿海集团、华星光电等大型半导体、显示面板厂商主流生产厂商。南大光电拟投资 3.8 亿元建设年产电子级三氟化氮 2300 吨、六氟化硫 1500 吨的生产线。建设完成后，年产电子级三氟化氮 3300 吨、六氟化硫 3000 吨。

**MO 源产能扩张具备增长潜力，技术客户双优势带来龙头地位。**南大光电公司目前拥有年产三甲基镓 28 吨和三甲基铟 1.5 吨的生产能力，此外公司布局 100 吨的三甲基铝合成生产线和高 K 三甲基铝产品的纯化线，预计项目达产后将获得年产 170 吨 MO 源的产能储备。公司在 MO 源的合成制备、纯化技术、分析检测、封装容器等方面已全面达到国际先进水平，产品纯度在 6N 以上，可以实现 MO 源产品的全系列配套供应。同时，公司产品不仅在国内市场上占据 60% 以上的主要份额，而且替代进口并远销中国台湾、韩国、欧洲、日本和美国等主流市场，成为全球最大 MO 源制造商，市场占比四分之一以上。

## 中船重工 718 所：研发实力强劲，多项业务布局

**隶属中国船舶集团，具备电子特气生产能力。**718 所隶属于世界 500 强中国船舶集团有限公司，创立于 1966 年，总部位于河北省邯郸市，是集军民产业的科研开发、设计生产、技术服务于一体的国家级科研单位。其电子特气产品包括六氟化钨、三氟化氮等。全所现有职工近 2000 人，其中科技人员 870 多人，享受国家政府特贴 30 人，研究员 84 人，高级工程师 390 多人，硕士研究生导师 35 人，具有博士、硕士学位的科技人员 420 多人。

**研发实力强劲，资质齐备。**成立以来，718 所为用户提供了 500 多种先进可靠的装备及产品，陆续建立了中国船舶工业化学物质检测中心、中国船舶工业化学计量测试检定站，拥有高能化学工程、电解水制氢、气体净化、分析检测等现代化实验室，并装备了气相色谱/质谱联用仪、液相色谱/质谱联用仪、能谱仪、X 射线衍射仪、原子发射光谱仪、原子吸收光谱仪等大型科研试验设备 580 多台（套）。718 所持有国家环保部颁发的环境影响评价证书和国家核安全局颁发的民用核安全电气设备设计/制造许可证，具备压力容器设计和制造资格，通过了质量、环境、职业健康安全管理体系认证。

**多项业务布局，走军民融合路线。**718 所不断加强技术创新，大力发展高新技术产业，建所获得省部级以上科技进步奖 260 多项，其中国家科技进步一等奖 2 项，授权专利近 300 项。按照军民融合的发展要求，大力发展高科技产业，已形成电子特气材料、精细化工、空气净化、氢能产业、核电装备、节能环保、安防信息工程及特种装备等 8 大产业方向。



## 绿菱气体：专注特种气体业务，紧跟行业发展

**专注特种气体业务，持续跟进研发。**绿菱公司成立于 2001 年，多年来公司致力于为集成电路、平板显示、半导体照明、光伏电池材料以及光纤等行业提供各种特种气体产品与服务，先后建立了天津和山东菏泽两大生产基地，主要生产电子级  $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{COS}$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CH}_2\text{F}_2$  等特种气体产品。公司研发团队紧跟半导体先进制程的更新换代，不断推进特种气体在先进制程中的开发和应用，持续保持在行业中的优势地位。

**公司拥有天津、山东两大生产基地。**天津生产基地引进了美国气体生产、纯化、分装、混配、气瓶处理和气体分析的先进理念、技术、设备和工艺，经过不断研发，采用国内原料成功生产出电子级氟系列产品，包括  $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{CH}_3\text{F}$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{F}_2$  等。山东省菏泽生产基地为电子级氧化亚氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ）专业生产基地，采用拥有完全自主知识产权的专利技术，在国际上首次将己二酸制造过程中产生的含有氧化亚氮的高污染工业尾气进行回收和纯化，生产高纯氧化亚氮产品，纯度最高可达到 99.9995%，设计产能 6000 吨/年，为全球最大的  $\text{N}_2\text{O}$  气体生产商。

**多年耕耘，下游认可度较高。**通过多年努力，公司下游认可度不断提高，公司是法国液化空气集团、德国林德公司等多个国际知名气体公司的合格供应商，也获得了国内行业协会的高度认可。此外，公司产品通过了全球多个著名芯片制造商的品质认证。

### ■ 相关研究

新材料行业半导体材料系列报告之导读：半导体材料迎来黄金发展期（2020-4-20）

新材料行业半导体材料系列之一：技术迭代拉动硅片市场，国内产业布局曙光初现（2020-4-20）

新材料行业半导体材料系列之二：IC 领域百亿市场，国产超净高纯走向高端（2020-4-20）

新材料行业半导体材料系列之四：光掩模版需求旺盛，合成石英基板有望受益（2020-4-20）

新材料行业半导体材料系列之五：技术壁垒高企，IC 光刻胶国产化静待曙光（2020-4-20）

新材料行业半导体材料系列之六：下游市场向国内转移，国产靶材厂商正在崛起（2020-4-20）

新材料行业半导体材料系列之七：三大因素驱动，CMP 国产化黄金时期将至（2020-4-20）

## 分析师声明

主要负责撰写本研究报告全部或部分内容的分析师在此声明：(i) 本研究报告所表述的任何观点均精准地反映了上述每位分析师个人对标的证券和发行人的看法；(ii) 该分析师所得报酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来均不会直接或间接地与研究报告所表述的具体建议或观点相联系。

## 评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场以沪深 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；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准；韩国市场以科斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于 5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅 10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%~10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表性指数跌幅 10%以上

## 其他声明

本研究报告由中信证券股份有限公司或其附属机构制作。中信证券股份有限公司及其全球的附属机构、分支机构及联营机构（仅就本研究报告免责条款而言，不含 CLSA group of companies），统称为“中信证券”。

## 法律主体声明

本研究报告在中华人民共和国（香港、澳门、台湾除外）由中信证券股份有限公司（受中国证券监督管理委员会监管，经营证券业务许可证编号：Z20374000）分发。本研究报告由下列机构代表中信证券在相应地区分发：在中国香港由 CLSA Limited 分发；在中国台湾由 CL Securities Taiwan Co., Ltd. 分发；在澳大利亚由 CLSA Australia Pty Ltd. 分发；在美国由 CLSA group of companies（CLSA Americas, LLC（下称“CLSA Americas”）除外）分发；在新加坡由 CLSA Singapore Pte Ltd.（公司注册编号：198703750W）分发；在欧盟与英国由 CLSA Europe BV 或 CLSA（UK）分发；在印度由 CLSA India Private Limited 分发（地址：孟买（400021）Nariman Point 的 Dalamal House 8 层；电话号码：+91-22-66505050；传真号码：+91-22-22840271；公司识别号：U67120MH1994PLC083118；印度证券交易委员会注册编号：作为证券经纪商的 INZ000001735，作为商人银行的 INM000010619，作为研究分析商的 INH000001113）；在印度尼西亚由 PT CLSA Sekuritas Indonesia 分发；在日本由 CLSA Securities Japan Co., Ltd. 分发；在韩国由 CLSA Securities Korea Ltd. 分发；在马来西亚由 CLSA Securities Malaysia Sdn Bhd 分发；在菲律宾由 CLSA Philippines Inc.（菲律宾证券交易所及证券投资者保护基金会）分发；在泰国由 CLSA Securities (Thailand) Limited 分发。

## 针对不同司法管辖区的声明

**中国：**根据中国证券监督管理委员会核发的经营证券业务许可，中信证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。

**美国：**本研究报告由中信证券制作。本研究报告在美国由 CLSA group of companies（CLSA Americas 除外）仅向符合美国《1934 年证券交易法》下 15a-6 规则定义且 CLSA Americas 提供服务的“主要美国机构投资者”分发。对身在美国的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。任何从中信证券与 CLSA group of companies 获得本研究报告的接收者如果希望在美国交易本报告中提及的任何证券应当联系 CLSA Americas。

**新加坡：**本研究报告在新加坡由 CLSA Singapore Pte Ltd.（资本市场经营许可持有人及受豁免的财务顾问），仅向新加坡《证券及期货法》s.4A（1）定义下的“机构投资者、认可投资者及专业投资者”分发。根据新加坡《财务顾问法》下《财务顾问（修正）规例（2005）》中关于机构投资者、认可投资者、专业投资者及海外投资者的第 33、34 及 35 条的规定，《财务顾问法》第 25、27 及 36 条不适用于 CLSA Singapore Pte Ltd.。如对本报告存有疑问，还请联系 CLSA Singapore Pte Ltd.（电话：+65 6416 7888）。MCI (P) 086/12/2019。

**加拿大：**本研究报告由中信证券制作。对身在加拿大的任何人士发送本研究报告将不被视为对本报告中所评论的证券进行交易的建议或对本报告中所载任何观点的背书。

**欧盟与英国：**本研究报告在欧盟与英国归属于营销文件，其不是按照旨在提升研究报告独立性的法律要件而撰写，亦不受任何禁止在投资研究报告发布前进行交易的限制。本研究报告在欧盟与英国由 CLSA（UK）或 CLSA Europe BV 发布。CLSA（UK）由（英国）金融行为管理局授权并接受其管理，CLSA Europe BV 由荷兰金融市场管理局授权并受其管理。本研究报告针对由相应本地监管规定所界定的在投资方面具有专业经验的人士，且涉及到的任何投资活动仅针对此类人士。若您不具备投资的专业经验，请勿依赖本研究报告。对于由英国分析员编纂的研究资料，其由 CLSA（UK）与 CLSA Europe BV 制作并发布。就英国的金融行业准则与欧洲其他辖区的《金融工具市场指令 II》，本研究报告被制作并意图作为实质性研究资料。

## 一般性声明

本研究报告对于收件人而言属高度机密，只有收件人才能使用。本研究报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。本研究报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。中信证券并不因收件人收到本报告而视其为中信证券的客户。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。

本报告所载资料的来源被认为是可靠的，但中信证券不保证其准确性或完整性。中信证券并不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他损失承担任何责任。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

本报告所载的资料、观点及预测均反映了中信证券在最初发布该报告日期当日分析师的判断，可以在不发出通知的情况下做出更改，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与中信证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。中信证券并不承担提示本报告的收件人注意该等材料的责任。中信证券通过信息隔离墙控制中信证券内部一个或多个领域的信息向中信证券其他领域、单位、集团及其他附属机构的流动。负责撰写本报告的分析师的薪酬由研究部门管理层和中信证券高级管理层全权决定。分析师的薪酬不是基于中信证券投资银行收入而定，但是，分析师的薪酬可能与投行整体收入有关，其中包括投资银行、销售与交易业务。

若中信证券以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构为此发送行为承担全部责任。该机构的客户应联系该机构以交易本报告中提及的证券或要求获悉更详细信息。本报告不构成中信证券向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议，中信证券以及中信证券的各个高级职员、董事和员工亦不为（前述金融机构之客户）因使用本报告或报告载明的内容产生的直接或间接损失承担任何责任。

未经中信证券事先书面授权，任何人不得以任何目的复制、发送或销售本报告。

中信证券 2020 版权所有。保留一切权利。

## 有点报告社群

分享8万+行业报告/案例、7000+工具/模版；  
精选各行业前沿数据、经典案例、职场干货等。



截屏本页，微信扫一扫或搜索公众号“有点报告”  
回复<进群> 即刻加入