

证券研究报告·行业深度研究

半导体材料系列报告：（5）电子特气：半导体晶圆制造之血液

电子气体是晶圆制造的血液，半导体是最重要的应用方向

电子气体是特种气体的一个重要分支，是超大规模集成电路、平面显示器件、太阳能电池等电子工业生产不可或缺的原材料。根据中国工业气体工业协会统计，2019年国内电子特种气体需求80亿元，其中集成电路用特种气体需求为35亿元，是电子气体最重要的下游应用。电子气体常常在晶圆制造过程中的光刻、刻蚀、CVD/PVD等步骤重复使用，作为半导体制造中的核心原料，市场价值是除硅晶圆之外的最大材料，因此重要性和市场价值不言而喻。

电子气体行业壁垒较高，部分国产公司已取得实质性突破

电子特气壁垒较高，主要是企业客户的资质认证较难，且时间很长。客户对气体供应商的选择均需经过审厂、产品认证2轮严格的审核认证，集成电路领域的审核认证周期长达2-3年；另一方面，电子特气在下游制造过程中的成本占比相对较低，但对电子产品性能影响较大，一旦质量出现问题，下游客户将会产生较大损失。因此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。目前，部分气体产品国产化已取得突破。截止2019年，半导体制造过程中用到的83种电子气体，其中有35%已实现本土化，包括高纯硅烷、高纯氨、高纯笑气、氖气和高纯CL2等。

外资企业占主导地位，国内电子气体市场快速增长迎来机遇

目前国内电子气体市场主要由美国气体化工、美国普莱克斯、日本昭和电工、英国BOC、法国液化空气和日本酸素6家公司所垄断，所占市场份额高达85%。但是国产电子气体已开始占据一定的市场份额。经过多年发展，国内已有部分企业在部分产品方面攻克技术难关，如四川科美特生产的CF4进入台积电台南12寸28nm晶圆加工生产线，金宏气体开发出7N电子级超纯氨打破国外气体公司对超纯氨的垄断。主要上市公司有雅克科技、巨化股份、NDGD等。

新建晶圆厂投产将至，电子特气迎来绝佳国产替代窗口期

2020年至2022年是中国大陆晶圆厂投产高峰期，以长江存储、长鑫存储等新兴晶圆厂和以SMIC、华虹为代表的老牌晶圆厂正处于产能扩张期，未来3年将迎来密集投产。据国内晶圆厂的建设速度和规划，预计2022年国内电子气体市场是2019年的两倍，电子气体市场迎来高速发展期。根据电子特气的行业特性来推断，新建晶圆厂将是电子特气国产代替的主要目标企业。国内新建晶圆厂的密集投产有望为电子特气打开最佳代替窗口。

投资建议

我们认为国产特种气体行业将迎来突破，领先厂商值得关注。重点关注特种气体各细分领域龙头企业华特气体、雅克科技、昊华科技、巨化股份等。

风险提示

下游需求不及预期风险、竞争加剧风险、技术迭代风险

电子

维持

强于大市

雷鸣

leiming@csc.com.cn

执业证书编号：S1440518030001

研究助理 刘双锋

liushuangfeng@csc.com.cn

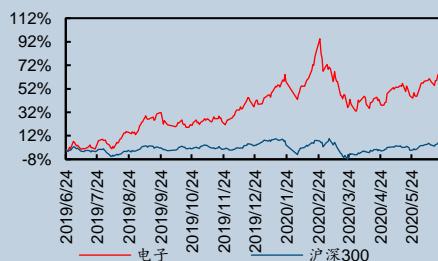
研究助理 朱立文

zhuliwen@csc.com.cn

13760275647

发布日期：2020年06月24日

市场表现



相关研究报告

- 20.04.24 【中信建投电子】半导体材料系列报告（1）光刻胶：高精度光刻关键材料
- 20.04.24 【中信建投电子】半导体材料系列报告（2）掩模版：电路图形光刻的底片
- 20.04.24 【中信建投电子】半导体材料系列报告（3）抛光液/垫：CMP工艺关键耗材
- 20.06.24 【中信建投电子】半导体材料系列报告（4）湿化学品：晶圆制造关键配套试剂
- 20.06.24 【中信建投电子】半导体材料系列报告（5）电子特气：半导体晶圆制造之血液
- 20.06.24 【中信建投电子】半导体材料系列报告（6）硅片：集成电路大厦之基石

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。

限时领取【行业资料大礼包】，回复“2020”获取

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



(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)

表 1：相关公司盈利预测与估值（更新至 2020 年 6 月 23 日收盘价）

公司	股价	市值 (亿元)	归母净利润（亿元）					净利润增速					PE				
			17	18	19	20E	21E	17	18	19	20E	21E	17	18	19	20E	21E
华特气体	91.09	107	0.49	0.68	0.73	1.03	1.33	26.42%	39.86%	7.00%	42.53%	28.63%	219	158	146	104	81
雅克科技	48.02	233	0.35	1.33	2.93	3.81	4.80	-49.10%	284.90%	120.20%	30.17%	25.90%	666	175	80	61	49
昊华科技	20.09	184	0.59	5.25	5.25	6.07	6.94	117.19%	789.83%	0%	15.62%	14.35%	311	35	35	30	27
巨化股份	6.74	182	9.35	21.53	8.95	7.77	12.09	518.57%	136.97%	-58.40%	-13.24%	55.64%	19	8	20	23	15

资料来源: wind, 中信建投

表 2：重点公司核心逻辑

股票代码	公司	核心逻辑
688268.SH	华特气体	华特气体是中国特种气体国产化先行者，是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、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。目前，公司是我国唯一通过 ASML 公司认证的气体公司，亦是全球仅有的上述产品全部通过其认证的四家气体公司之一。预计公司 2020 年营收可达 10.21 亿元，同比增速约为 21%，归母净利润可达 1.03 亿元，同比增速约为 43%。
002409.SZ	雅克科技	雅克科技是国内有机磷阻燃剂龙头企业，依靠科技创新，内生发展保温材料业务，成为国内唯一 LNG 保温绝热板材生产制造商。采用“并购+投资+整合”发展模式，积极转型进军集成电路（晶圆制造及封装）、平板显示（包含 LCD 及 OLED）等半导体相关材料及设备行业，先后并购华飞电子、江苏先科(UP Chemical)和科美特，产品结构不断优化，毛利率提升明显，利润和盈利能力重回上升通道。预计公司 2020 年营收可达 24.7 亿元，同比增速约为 35%，归母净利润可达 3.81 亿元，同比增速约为 30%。
600378.SH	昊华科技	昊华科技是国内高纯六氟化硫龙头，与航天产业息息相关。2018 年底，天科股份完成对中国昊华化工集团股份有限公司下属 11 家科技型企业的收购，并于 2019 年 6 月正式更名为昊华化工科技集团股份有限公司。主营业务为氟材料、特种气体、特种橡塑制品、精细化学品和技术服务五大板块。新增氟树脂、氟橡胶、三氟化氮、橡胶密封制品、航空轮胎、特种涂料等产品，服务于国家军、民品多个核心产业。
600160.SH	巨化股份	巨化股份成立于 1998 年，目前为国内领先的氟化工企业。巨化股份主要业务为基本化工原料、食品包装材料、氟化工原料及后续产品的研发、生产与销售，拥有氯碱化工、硫酸化工、基础氟化工等氟化工必需的产业自我配套体系。并以此为基础，形成了包括基础配套原料、氟制冷剂、有机氟单体、含氟聚合物、含氟专用化学品等在内的完整的氟化工产业链，并涉足石油化工产业。

资料来源: wind, 中信建投

目录

电子气体，半导体行业重要原材料	1
国内电子气体发展现状和未来发展空间	6
细分品种数量众多，高端品种进口替代需求强烈	8
国内电子特气代表公司	22

图目录

图 1：电子特气所处行业细分位置	1
图 2：国内电子气体需求分布	2
图 3：半导体制造产业材料市场规模占比	3
图 4：近年来国内 TFT-LCD 面板产能全球占比显著提升	4
图 5：全球半导体用电子气体市场份额	6
图 6：国内半导体用电子气体市场份额	6
图 7：国内 NF ₃ 需求及增速	10
图 8：NDGD 营收及同比	18
图 9：NDGD 净利及同比	18
图 10：公司主营业务收入及增速	23
图 11：公司归属母公司净利润及增速	23
图 12：公司主营业务收入及增速	24
图 13：公司归属母公司净利润及增速	24
图 14：昊华科技近年营收及同比	25
图 15：昊华科技近年净利及同比	25
图 16：中巨芯股权结构	26
图 17：巨化股份近年营收及同比	27
图 18：巨化股份近年净利及同比	27

表目录

表 1：相关公司盈利预测与估值（更新至 2020 年 6 月 23 日收盘价）	2
表 2：重点公司核心逻辑	2
表 3：部分电子气体制备方法	1
表 4：电子气体分类	2
表 5：特种气体行业壁垒	5
表 6：海外电子气体厂商基本情况	6
表 7：全球主要电子气体企业	7
表 8：国内 CF ₄ 产能情况	9
表 9：国内 C ₂ F ₆ 产能情况	9
表 10：全球 NF ₃ 产能情况	10
表 11：国内 NF ₃ 产能情况	11

表 12: 国内 SF ₆ 产能情况	12
表 13: 国内 WF ₆ 产能情况	12
表 14: 国内 C ₃ F ₈ 产能情况	13
表 15: 国内 C ₄ F ₈ 产能情况	13
表 16: 国内 N ₂ O 产能情况	14
表 17: 国内甲硅烷产能	15
表 18: 国内乙硅烷产能	16
表 19: 国内砷烷产能	17
表 20: 国内磷烷产能	17
表 21: 国内乙硼烷产能	18
表 22: 国内三氯化硼产能	19
表 23: 国内三氟化硼产能	20
表 24: 国内锗烷产能	21
表 25: 国内硒化氢产能	21
表 26: 国内羰基硫产能	21
表 27: 公司主要产品情况	22
表 28: 国内电子级 CF ₄ 主要生产企业	24
表 29: 国内电子级 SF ₆ 主要生产企业	24
表 30: 巨化股份、中巨芯旗下特气经营实体及项目	27

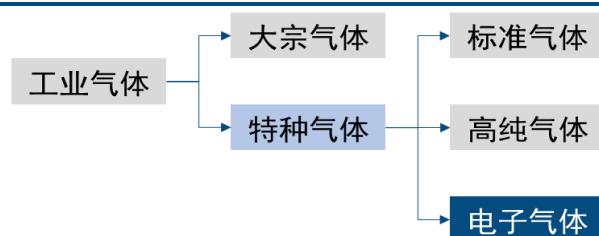
电子气体，半导体行业重要原材料

电子气体简介

电子特种气体(简称电子特气)是特种气体的一个重要分支，是集成电路(IC)、平面显示器件(LCD、LED、OLED)、太阳能电池等电子工业生产不可或缺的原材料。

通常半导体生产行业，将气体划分成常用气体和特殊气体两类。其中，常用气体指集中供给而且使用非常多的气体，比如N₂、H₂、O₂、Ar、He等。特种气体指半导体生产环节中，比如延伸、离子注进、掺和、洗涤、遮掩膜形成过程中使用到一些化学气体，也就是气体类别中的电子气体，比如高纯度的SiH₄、PH₃、AsH₃、B₂H₆、N₂O、NH₃、SF₆、NF₃、CF₄、BCl₃、BF₃、HCl、Cl₂等，在IC生产环节中，使用的电子气体有差不多有100多种，核心工段常见的在30种左右。正是这些气体通过不同的制程使硅片具有半导体性能，它又决定了集成电路的性能、集成度、成品率。即使是某一种某一个特定杂质超标，都将导致质量严重缺陷，严重时会因不合格气体的扩散，导致整个生产线被污染，乃至生产全面瘫痪。因此，电子气体是电子制造过程关键基础材料，是名副其实的电子工业“血液”。

图 1：电子特气所处行业细分位置



资料来源：金宏气体招股说明书，中信建投

电子气体的原料主要为空气分离气体、石油化工和煤化工生产过程中产生的低纯度原料气、废气和其它基础化工原料。主要原材料来源广泛，市场供应充足，较容易从相关原材料供应厂家获得。我国大型炼钢企业以及化肥企业基本配备了空气分离设备，空分气体供应量大且价格稳定。电子特种气体对原料气体的消耗量占石油化工和煤化工原料气产量的比例很小，稳定的石化和基础化工行业能向电子特种气体行业提供充足的原材料。“十三五”规划对环境保护以及工业废气排放目标的进一步明确，上游行业的供应将更为充足。气体容器因能长期使用，在电子气体成本中占比较低，价格波动对行业影响较小。

表 3：部分电子气体制备方法

电子气体	制备方法
SiH ₄ , SiH ₂ Cl ₂ , SiHCl ₃	非均化法：SiCl ₄ 与H ₂ 和Si反应得到SiHCl ₃ , SiHCl ₃ 歧化
NH ₃	工业氨精馏提纯
PH ₃	磷与氢氧化钾反应
N ₂ O	硝酸铵分解或工业尾气回收
SF ₄	单质硫与氟化合
CO ₂	工业二氧化碳吸附及精馏提纯

资料来源：CNKI，中信建投

电子气体的分类及应用

电子气体种类繁多，在电子产品制作工艺中应用广泛。目前常用的电子气体纯气有 60 多种，混合气有 80 多种。电子气体可分为纯气、高纯气和半导体特殊材料气体三大类。特殊材料气体主要用于外延、掺杂和蚀刻等工艺；高纯气体主要用作稀释气和运载气。

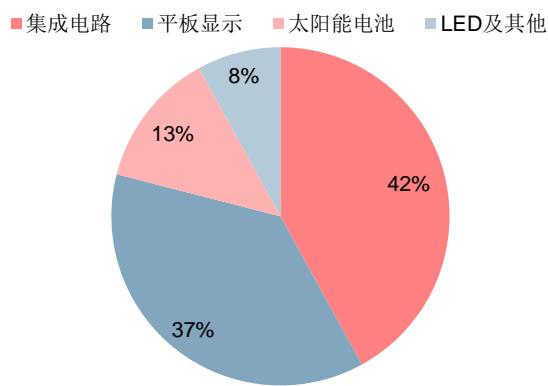
表 4：电子气体分类

产品类别	主要产品
大宗气体	氮气、氧气、氩气、氢气、氦气等
硅族气体	含硅基的硅烷类，如 SiH ₄ 、SiHCl ₃ 、Si ₂ H ₆ 等
掺杂气体	含硼、磷、砷等三族及五族原子之气体，如 BCl ₃ 、PH ₃ 、AsH ₃ 等
蚀刻气体	卤化物及卤碳化合物为主，如 Cl ₂ 、NF ₃ 、HBr、CF ₄ 等
反应气体	碳系及氮系氢、氧化物为主，如 CO ₂ 、NH ₃ 、N ₂ O 等
金属气相沉积气体	沉积气体含卤化金属及有机烷类金属，如 WF ₆ 、(CH ₃) ₃ Al 等
清洗气体	大多为含氟化合物气体，如 NF ₃ 、CF ₄

资料来源：CNKI，中信建投

电子气体主要应用于半导体、平面显示、太阳能电池等领域，国内市场需 80 亿元。根据中国工业气体工业协会统计，2019 年国内电子特种气体需求达 80 亿元，其中集成电路用特种气体需求为 35 亿元，平面显示用特种气体需求为 22 亿元，太阳能电池用需求为 8 亿元。

图 2：国内电子气体需求分布



资料来源：Statista，中信建投

集成电路芯片的制造需要使用多种电子气体，包括硅烷等硅族气体、PH₃等掺杂气体、CF₄等蚀刻气体、WF₆等金属气相沉积气体及其他反应气体和清洗气体等。在电子级硅的制备工艺中，涉及到的电子气体包括 SiHCl₃、SiCl₄ 等。在硅片表面通过化学气相沉积成膜（CVD）工艺中，主要涉及 SiH₄、SiCl₄、WF₆ 等。在晶圆制程中部分工艺涉及气体刻蚀工艺的应用，也称干法刻蚀，涉及到的电子气体包括 CF₄、NF₃、HBr 等，此类刻蚀气体用量相对较少，刻蚀过程中需与相关惰性气体 Ar、N₂ 等共同作用实现刻蚀程度的均匀。掺杂工艺是将需要的杂质掺入特定的半导体区域中，以改变半导体电学性质，涉及到的电子气体包括 B₂H₆、BF₃ 等三价气体和 PH₃、AsH₃ 等五价气体。

平面显示行业用电子气体主要品种有硅烷等硅族气体、PH₃等掺杂气体和 SF₆等蚀刻气体。在薄膜工序中，通过化学气相沉积在玻璃基板上沉积 SiO₂、SiNx 等薄膜，使用的特种气体有 SiH₄、PH₃、NH₃、NF₃ 等。在干法刻蚀工艺中，在等离子气态氛围中选择性腐蚀基材。通常采用 SF₆、HCl、Cl₂ 等气体。

太阳能电池可分为晶体硅太阳能电池和薄膜太阳能电池。在晶体硅电池片生产中，扩散工艺用到 POCl₃ 和 O₂，减反射层等离子体增强化学气相沉积（PECVD）工艺用到 SiH₄、NH₃，刻蚀工艺用到 CF₄。薄膜太阳能电池则在沉积透明导电膜工序中用到二乙基锌（DEZn）、B₂H₆，在非晶/微晶硅沉积工序中用到硅烷等。

电子气体应用领域

半导体行业——电子气体最重要的下游应用

气体是晶圆制造中第二大耗材。根据 2018 年销售数据，制造材料中，硅晶圆作为半导体的原材料，占比最大，达到 37%，销售额为 121 亿美元。电子气体由于在制造过程中使用的步骤较多，所以消耗量远远高于其他材料，占比为 13%，销售额达到 43 亿美元。气体（包含高纯和混合气体）是晶圆制造中最常用的制造材料，作为半导体材料中的核心原料，消耗金额是除硅晶圆之外的第一大材料。常常使用在光刻、刻蚀、CVD/PVD 等步骤。特别是在集成电路制造环节，高纯大宗气体如 N₂、H₂、O₂、Ar、He 等，常常使用在高温热退火、保护气体、清洗气体等环节。高纯电子特种气体在制造环节使用较多，也是常说的电子气体，比如离子注进、气相沉积、洗涤、遮掩膜形成过程中使用到一些化学气体，常见的有 SiH₄、PH₃、AsH₃、B₂H₆、N₂O、NH₃、SF₆、NF₃、CF₄、BCl₃、BF₃、HCl、Cl₂ 等。在 IC 生产环节中，使用的电子气体差不多有 100 多种，核心工段常见的在 40-50 种左右。

随着半导体集成电路技术的发展，对电子气体的纯度和质量也提出了越来越高的要求。电子气体的纯度每提升一个数量级，对下游集成电路行业都会产生巨大影响。2014 年国家发布了《国家集成电路产业发展推进纲要》并设立了集成电路产业投资基金，根据规划，我国集成电路销售额年均增速将保持在 20% 左右，预计 2020 年将达到 8700 亿元。若半导体用电子气体保持同样稳定的增速，国内半导体用电子气体市场将在 2020 年翻番。

图 3：半导体制造产业材料市场规模占比



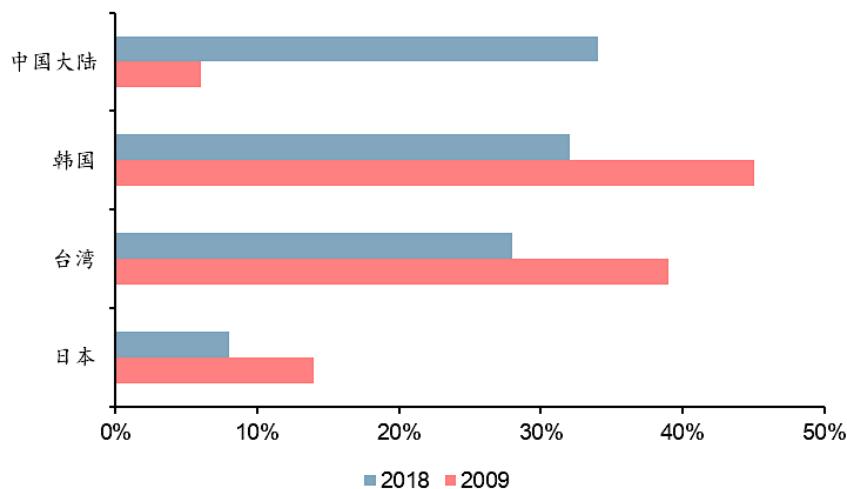
资料来源：SEMI，中信建投

中国大陆电子气体市场规模占比不断提升。据前瞻产业研究院的数据，中国电子特气的市场规模不断增加，从2014年的13.40亿美元增长到了2018年的20.04亿美元，占全球的比重从38.5%提升到44.4%。未来随着产能的不断提升，比重也会随之增加。2020-2022年是中国大陆晶圆厂投产高峰期，以长江存储、长鑫存储等新兴晶圆厂和以SMIC、华虹为代表的老牌晶圆厂正处于产能扩张期，未来3年将迎来密集投产。以12寸等效产能计算，2019年中国大陆产能为105万片/月，我们预计至2022年大陆晶圆厂产能增至201万片/月。据国内晶圆厂的建设速度和规划，预计2022年国内电子气体市场是2019年的两倍，电子气体市场迎来高速发展期。根据2019年20亿美元的市场空间，预计2022年，中国大陆电子气体市场空间将会接近40亿美元，实现市场规模翻倍。

平面显示用电子气体——TFT-LCD 快速发展将扩大电子气体市场空间

平面显示器种类较多，而其中TFT-LCD反应时间快、成像质量高，是目前应用最广泛的LCD技术。TFT-LCD面板的制造过程主要可分为三个步骤：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SiNx非金属膜以及栅电极、源漏电极和ITO等金属膜。中国大陆TFT-LCD面板产业迎来发展的黄金时代。2016年，全球TFT-LCD面板用电子气体市场超过66亿元，国内市场达到22亿元。近年来，全球液晶面板产能持续从日本、韩国和台湾向中国大陆转移。随着韩国、台湾地区新建LCD产线速度减慢，京东方、华星光电等国内厂商异军突起。随着TFT-LCD市场需求急剧增长，中央和地方政府对平面显示产业的大力推动，各地纷纷投资兴建大型、高世代TFT-LCD面板项目，国内主要厂家TFT-LCD仍在快速扩产。目前液晶面板的应用已经越来越趋向于向大尺寸、高清方向发展，而大尺寸液晶面板需要通过高世代产线切割。京东方、华星光电、惠科集团等国内厂商纷纷布局高世代产线，对电子气体的需求也将大大增加。

图4：近年来国内TFT-LCD面板产能全球占比显著提升



资料来源：SEMI，中信建投

电子气体行业壁垒

电子气体应用广泛，对技术要求很高，对于气源及其供应系统有着苛刻的要求，属于典型的技术密集型行业。其最难的行业壁垒体现在两大层次：1.技术壁垒；2.资质壁垒。

1.技术壁垒。电子气体的技术壁垒可以分为气体纯度壁垒与气体精度壁垒。就气体纯度而言，特种气体纯化是气体制造的主要技术壁垒。在普通工业领域中，对于特种气体的纯度要求在 99.99% 以内。但是在电子级，特别是在半导体芯片制造领域，由于芯片制造技术已经发展到纳米级别，所以气体纯度也必须在 ppt 级别以上。气体中的杂质含量过多，就会严重影响芯片良率和可靠性。电子气体的纯度要求也越来越高，经常需要 6N 级(99.9999%)甚至更高的纯度，并且对电子气体质量的稳定性要求也越来越苛刻。10 纳米以下的先进制程对于杂质过滤的要求也越来越高，晶圆厂生产环境纯净度必须再度提升，才能确保半导体晶圆不受污染，提升生产良率。从 28 纳米走到 7 纳米，产品的金属杂质要求须下降 100 倍，污染粒子的体积也必须要缩小 4 倍，而随着制程走到 10 纳米以下，对于洁净度要求只会愈来愈严格，例如 28 纳米晶圆可能可以有 10 个污染粒子，但 7 纳米晶圆上只能有 1 个。采用先进制程的晶圆，其薄膜层非常薄，对氧气十分敏感，很容易被氧化，因此对晶圆制作的特种气体需求更大，未来的 3/5 纳米已经进入原子等级的尺度。所以，特种气体供应商能否提供更高纯度的气体是能否打入国际主流晶圆厂的关键条件。

就气体精度壁垒而言，准确控制不同气体的配比精度是另一壁垒；对于混配气体而言，配比的精度是核心参数。气体混配是指根据不同需求，运用重量法、分压法、动态体积法等方法，将两种或两种以上组分的气体按照特定比例混合，对配制过程的累计误差控制、配制精度、配制过程的杂质控制等均有极高要求。随着产品组分的增加、配比精度的上升，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，其配置过程难度与复杂程度也显著增大。特别是对于光刻气体而言，混合气体的精度控制更加重要。光刻气体包含 Ar/F/Ne 混合气、Kr/Ne 混合气、Ar/Ne 混合气、Kr/F/Ne 混合气等。

2.资质壁垒。企业客户的资质认证较难，且时间很长。客户对气体供应商的选择均需经过审厂、产品认证 2 轮严格的审核认证，其中光伏能源、光纤光缆领域的审核认证周期通常为 0.5-1 年，显示面板通常为 1-2 年，集成电路领域的审核认证周期长达 2-3 年；另一方面，电子特气在下游制造过程中的成本占比相对较低，但对电子产品性能影响较大，一旦质量出现问题，下游客户将会产生较大损失。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。

表 5：特种气体行业壁垒

进入壁垒	相关分析
技术壁垒	特种气体在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，加上客户对纯度、精度的高要求，对行业潜在进入者形成了较高技术壁垒。
客户认证壁垒	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严格，长认证周期与强客户粘性形成了较高的客户壁垒。
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经营中处于重要地位。气体公司需投入大量人力物力铺点建设，不断扩大营销服务网络。并随着营销服务网络的完善不断开拓市场与挖掘客户，从而在投入人力物力方面对潜在进入者提出较高要求。
服务壁垒	客户希望供应商能提供一站式用气服务，且具有多品种、小批量、高频次特点，对气体公司综合服务能力要求较高。而一站式气体解决方案能力和高效、合理的物流配送服务要求企业具备深厚的行业积淀以及深刻的行业理解，对新进入者形成了较高壁垒。
资质壁垒	工业气体属于危险化学品，在其生产、储存、远输、销售等环节均需通过严格的资质认证，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，对潜在竞争者增加了更高的壁垒。

资料来源：华特气体招股说明书，中信建投

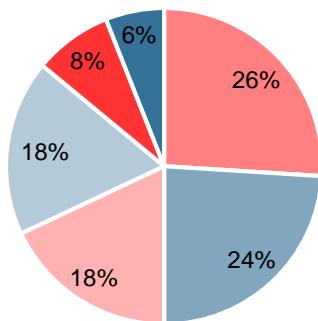
国内电子气体发展现状和未来发展空间

全球电子气体行业集中度高，寡头垄断明显

电子气体行业集中度很高，目前全球电子特气市场被几个发达国家的龙头企业垄断，国内企业面临着激烈竞争的局面。从全球来看，提供特种电子气体的主要有美国气体化工、美国普莱克斯、日本昭和电工、英国BOC公司（2006年被林德收购）、德国林德公司（2018年与美国普莱克斯合并）、法国液化空气、日本大阳日酸公司等。全球特气市场美国空气化工、普莱克斯、法液空、大阳日酸和德国林德占据了94%的份额；国内市场海外几大龙头企业也控制了85%的份额，电子特气受制于人的局面亟待改变。

图 5：全球半导体用电子气体市场份额

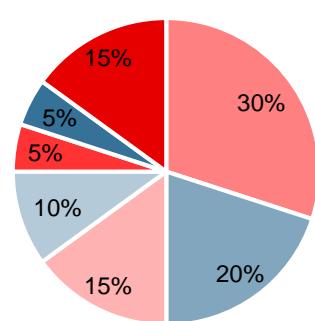
美国气体化工	法国液化空气	日本太阳日酸
美国普莱克斯	德国林德	其他



资料来源：SEMI、中信建投

图 6：国内半导体用电子气体市场份额

美国气体化工	美国普莱克斯	日本昭和电工	英国BOC
法国液化空气	日本太阳日酸	其他	



资料来源：中国产业信息网，中信建投

海外电子特气龙头公司拥有高于行业标准的公司标准。国际上电子气体普遍采用的标准为 SEMI 标准（国际半导体装备和材料委员会标准），但国外几大气体公司均有自己的公司标准，这些标准突出了各公司的技术水平特征，在产品纯度上较 SEMI 普遍高出 1-2 个数量级，在分析检测、包装物、使用方法、应用技术说明等方面各有特点。一些公司在某些关键杂质（金属杂质、颗粒物杂质等）含量上只标明“需与用户协商”，表明电子气体技术、市场竞争非常激烈，关键技术保密。

表 6：海外电子气体厂商基本情况

公司名称	产品品种	工艺技术	达到水平
美国空气产品公司	SiH ₄	SiHCl ₃ →SiH ₄ +SiCl ₄ ，多级吸附、低温精馏提纯	6N
	PH ₃	H ₃ PO ₃ →PH ₃ +H ₃ PO ₄ ，吸收、吸附、低温精馏提纯	6N
	AsH ₃	Zn ₃ As ₂ +H ₂ SO ₄ →AsH ₃ +Zn ₂ SO ₄ ，吸附、干燥、低温精馏	6N
美国普莱克斯	B ₂ H ₆	NaBH ₄ +I ₂ →B ₂ H ₆ +NaI，吸收、吸附、低温冷冻提纯	4N5
	BF ₃	工业品经吸附、干燥、低温精馏提纯	5N
法液空	BCl ₃	工业品经吸附、干燥、低温精馏提纯	5N
	CF ₄	工业品经多级吸附、低温精馏提纯	6N
	NF ₃	氟化铵电解得到粗品，经吸收、干燥、精馏提纯	5N
英国氧气公司 BOC	HCl	工业品经干燥、低温吸附、低温精馏多级提纯	5N5
	Cl ₂	工业品经吸收、干燥、低温吸附、精馏多级提纯	5N

公司名称	产品品种	工艺技术	达到水平
昭和电工	SiH ₂ Cl ₂	SiHCl ₃ →SiH ₂ Cl ₂ +HCl, 吸附、离子交换、精馏	4N
	NH ₃	工业品经吸收、吸附、离子交换、精馏提纯	6N
日本酸素	N ₂ O	医药级笑气经多级吸附、低温精馏提纯	5N5
	SF ₆	氟化反应制得粗品后经吸收、干燥、精馏提纯	5N

资料来源: CNKI, 中信建投

国内电子气体市场快速增长，外资企业占主导地位

随着半导体、平面显示产业链的转移，国内电子气体市场增速明显，远高于全球增速。美国普莱克斯公司总裁曾讲到，中国将是世界最后的电子气体竞争疆场。目前，国内的电子气体市场主要由美国气体化工、美国普莱克斯、日本昭和电工、英国 BOC（现为林德集团子公司）、法国液化空气和日本酸素 6 家公司所垄断，所占市场份额高达 85%。国内企业主要集中在中低端市场。

国产电子气体已开始占据一定的市场份额。经过多年发展，国内已有部分企业在部分产品方面攻克技术难关，如四川科美特生产的 CF4 进入台积电 12 寸台南 28nm 晶圆加工生产线，金宏气体开发出 7N 电子级超纯氨打破国外气体公司对超纯氨垄断等，其他上市公司有雅克科技、巨化股份、NDGD 等。

经过 30 多年发展，我国半导体电子特气已经取得了不错成绩。中船重工 718 所、绿菱电子、广东华特等均在 12 英寸晶圆用产品上取得了突破，并且实现了稳定的批量供应；四川科美特生产的 CF4 进入台积电 12 寸台南 28nm 晶圆加工生产线。2018 年 5 月，中船重工 718 所举行二期项目开工仪式，2020 年全部达产后，将年产高纯电子气体 2 万吨，三氟化氮、六氟化钨、六氟丁二烯和三氟甲基磺酸 4 个产能将居世界第一。高纯硅烷方面，中宁硅业利用自产的高纯硅烷为原料，研究开发具有自主知识产权的低温脱轻脱重、多级吸附以及晶硅成膜检测技术制备半导体级硅烷气体，在设备优化、精馏提纯以及成膜检测等关键技术上实现了突破，具备半导体级硅烷气体的产业化生产能力。高纯四氟化硅方面，绿菱电子的产品在 2018 年实现了给国内主要芯片生产企业的大规模供货。超纯氨方面，金宏气体开发出 7N 电子级超纯氨打破国外气体公司对超纯氨垄断，目前超纯氨年产能 8500 吨，在国内超纯氨市场占有率超过 50%。

表 7：全球主要电子气体企业

公司名称	在华投资情况
空气化工(美国)	于 1987 年进入中国，是首批进入我国市场的全球性工业气体制造公司。目前在我国设立分、子公司 23 家，已在华北、华南、华东地区占据了一定的市场份额。
普莱克斯 (美国)	于 1988 年进入中国市场，至今在国内已设立 13 家独资企业和 11 家合资企业，生产销售网点覆盖华北、华东和华南地区，在华员工超过 1000 人。
林德集团 (德国)	在中国各主要工业中心拥有 70 多个子公司和合资企业以及 200 多个运营工厂，在华员工近 5500 人。
液化空气 (法国)	1916 年进入中国，于 70 年代重返中国市场提供空分设备，并于 90 年代初开始在华气体业务。目前在中国 40 多个城市设有近 90 家工厂，拥有约 4,500 名员工。
太阳日酸株式会社 (日本)	在抚顺、大连、上海、苏州、扬州等地设立了分公司。2007 年 12 月决定将中国总部设在辽宁长兴岛。

资料来源: 公司官网, wind, 中信建投

政策与需求双重推动，国内电子气体行业发展空间大

电子气体行业属于国家产业政策重点支持发展的高新技术产业之一。2009年，国家科技部发布《国家火炬计划优先发展技术领域》，将“专用气体”等内容列入其中。2016年，科技部、财政部、国家税务局联合发布《高新技术企业认定管理办法》，将“超净高纯试剂及特种（电子）气体”等列为国家重点支持的高新技术领域。电子气体的半导体、平面显示、太阳能电池等下游应用领域也属于国家重点鼓励发展的新兴产业，国家对下游产业的支持也将推动电子气体行业的发展。电子气体在集成电路、平面显示设备、太阳能电池的生产中扮演着重要角色，随着下游产业的扩张，国内电子气体相关厂商迎来了良好的发展机遇。电子气体的国产化是必然趋势。

与国外厂家相比，国内电子气体企业的优势主要表现在三个方面：（1）物流成本低，供货及时。部分电子特气属于危险化学品，包装、运输有十分严格的规定，且进出口受相关国家管制（如砷烷等），导致交货周期长，服务不及时，有时运输成本甚至高于气体本身价格。国内电子气体企业物流成本低，供货及时。（2）产品价格具有明显优势。例如国内高纯气体平均价格只有国际市场价格的60%，采用国产电子气体可大幅降低下游半导体制造业成本。（3）国内企业自身实力的不断增强。经过多年发展，国内已有部分企业在部分产品的研发上取得了突破，掌握了自主知识产权，打破了国外技术垄断，正逐步缩小与国外企业的差距。技术差距与领军型企业的缺乏是当前国内电子气体行业面临的最大问题。

细分品种数量众多，高端品种进口替代需求强烈

含氟气体：传统品种陆续自主可控，先进工艺及环保气体逐步追赶

目前全球电子气体市场中含氟系列电子气体约占总量30%左右。含氟电子气体是电子信息材料领域特种电子气体的重要组成部分，主要用作清洗剂、蚀刻剂，也可用于掺杂剂、成膜材料等。典型的传统含氟电子气体包括CF₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₈、C₄F₆、CHF₃、SF₆、NF₃等，由于传统含氟气体大气寿命和GWP（Global Warming Potential，全球变暖潜能值，指在100年的时间框架内，各种温室气体的温室效应对应于相同效应的二氧化碳的质量）较高，对臭氧层破坏较大，在《京都议定书》框架内面临逐步减量甚至禁用，开发新型、安全、环保的含氟电子气体已成为近年来国内外研究和产业化热点，目前新型低GWP含氟气体主要包括COF₂、ClF₃、F₂等。

除环保因素外，先进制程工艺也对刻蚀气体提出了越来越高的要求：在先进制程、高深宽比的工艺制程中，通常使用不饱和全氟烯烃，如六氟丁二烯和八氟环戊烯替代传统的全氟烷烃及NF₃，因为六氟丁二烯和八氟环戊烯刻蚀选择性、精确性及各向异性性能更为优异。

四氟甲烷（CF₄）

四氟甲烷(CF₄)是目前微电子工业中用量最大的等离子蚀刻气体，广泛用于硅、二氧化硅、氮化硅和磷硅玻璃等材料的蚀刻，在电子器件表面清洗、太阳能电池的生产、激光技术、低温制冷、气体绝缘、泄漏检测剂、控制宇宙火箭姿态、印刷电路生产中的去污剂、润滑剂及制动液等方面也有大量应用。由于它的化学稳定性极强，CF₄还可用于金属冶炼和塑料行业等。当今超大规模集成电路所用电子气体的特点和发展趋势是超纯、超净和多品种、多规模，各国为推动本国微电子工业的发展，越来越重视发展特种电子气体的生产技术。CF₄以其相对低廉的价格长期占据着蚀刻气体的市场，因此具有广阔的发展潜力。

国内生产电子级 CF₄ 的生产厂家主要包括雅克科技子公司科美特、中核红华、河南氟能、华特股份及永晶化工，科美特现有产能 1200 吨，为国内龙头，另有 2000 吨扩产计划于 2018 年 2 月环评公告。

表 8：国内 CF₄ 产能情况

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
科美特（雅克科技）	1200	2000	电子级	2018 年 2 月环评公告
中核红华	合计 500		电子级	永晶化工环评中披露
河南氟能				
华特股份	450		电子级	招股说明书
永晶化工	300		5N	2017 年 3 月环评公告
盈德气体	50		电子级	2014 年环评

资料来源：公司官网，wind，中信建投

六氟乙烷 (C₂F₆)

六氟乙烷在半导体与微电子工业中用作等离子蚀刻气体、器件表面清洗剂，还可用于光纤生产与低温制冷。因其具有无毒无臭、高稳定性而被广泛应用在半导体制造过程中，例如作为蚀刻剂、化学气相沉积(CVD)后的清洗气体，在等离子工艺中作为二氧化硅和磷硅玻璃的干蚀气体。近年来，随着半导体行业的迅猛发展，对电子特气的纯度要求越来越高，而六氟乙烷由于具有边缘侧向侵蚀现象极微、高蚀刻率及高精确性的优点，解决了常规湿法腐蚀不能满足 0.18-0.25μm 的深亚微米集成电路高精度细线蚀刻的问题，可以极好地满足此类线宽较小的制程的要求。在以 SiH₄ 为基础的各种 CVD 制程中，六氟乙烷作为清洗气体，与甲烷相比具有排放性低、气体利用率高、反应室清洁率和设备产出率高等特点。高纯六氟乙烷是超大规模集成电路所必需的介质，对半导体行业的发展起着重要的作用。

目前六氟乙烷的制备有多种工艺路线方法，主要包括：电化学氟化法、热解法、金属氟化物氟化法、氟化氢催化氟化法、直接氟化法。①电化学氟化法：乙炔、乙烯或乙烷在电解条件下氟化。②热解法：通过四氟乙烯和 CO₂ 之间的热分解反应制备。③金属氟化物氟化法：如乙炔、乙烯和乙烷与金属氟化物(CoF₃、MnF₃、AgF₂)进行反应。④氟化氢催化氟化法：催化剂存在下氟化全卤代乙烷化合物(C₂F_xCl_y)。⑤直接氟化法：活性炭、乙炔、乙烷和五氟乙烷等气体直接与氟气反应。

目前国内半导体级六氟乙烷生产商主要包括华特股份和中船重工 718 所，两者现有产能分别为 350、50 吨，新增产能分别为 100 和 60 吨，其中华特股份新增产能为科创板募投项目，中船重工 718 所新增产能于 2018 年 12 月环评公告。此外，华安新材料具备六氟乙烷产能 300 吨，但主要为制冷剂产品。此外巨化股份参股公司博瑞电子拟建 55 吨六氟乙烷产能。

表 9：国内 C₂F₆ 产能情况

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
华特股份	350	100	电子级	
博瑞电子（巨化股份）	0	55	电子级	2019 年 2 月环评公告
中船重工 718 所	50	60	电子级	新产能 2018 年 12 月环评公告

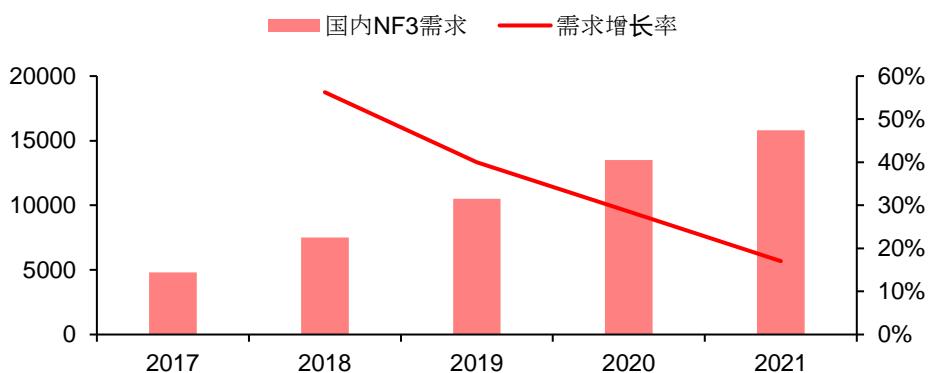
资料来源：公司官网，wind，中信建投

三氟化氮 (NF_3)

三氟化氮在半导体工业中主要用于化学气相沉积 (CVD) 装置的清洗。三氟化氮可以单独或与其它气体组合，用作等离子体工艺的蚀刻气体，例如， NF_3 、 NF_3/Ar 、 NF_3/He 用于硅化合物 $MoSi_2$ 的蚀刻； NF_3/CCl_4 、 NF_3/HCl 既用于 $MoSi_2$ 的蚀刻，也用于 $NbSi_2$ 的蚀刻。

据 NDGD 公告，国内 NF_3 需求将由 2017 年的 4853 吨增至 2021 年的 15800 吨，未来 3 年国内 NF_3 市场需求复合增速将为 29% 左右。

图 7：国内 NF_3 需求及增速



资料来源：NDGD 公告，中信建投

表 10：全球 NF_3 产能情况

生产厂家	2018 年产能/吨	市占率
SKM 韩国	10000	0.303
SKM 镇江	1500	0.046
718 所	6500	0.197
Hyosung (晓星) 韩国	3900	0.118
Hyosung (晓星) 衢州	1300	0.039
Versum 韩国	1600	0.049
Versum 美国	2000	0.061
KDK	3000	0.091
大成黎明	1000	0.03
飞源气体	1000	0.03
GC	600	0.018
MCI	600	0.018
合计	33000	1

资料来源：NDGD 公告，中信建投

当前国内 NF_3 厂商扩产计划主要集中在 718 所旗下派瑞特气、晓星新材料、昊华科技下属黎明院及雅克科技子公司科美特。

表 11：国内 NF₃ 产能情况

	现有产能 /吨	新增产能 /吨	产品规格	生产工艺	备注
中船重工 718 所（派瑞特气）	6500	3000	4N	电解法	2018 年 10 月环评验收
中船重工 718 所（派瑞特气）		4500	4N	电解法	预计 2020 年 6 月投产
晓星新材料（韩国晓星）	1250	3750	5N	电解法	分 4 期每期 1250 吨，2017 年投产
奥瑟亚新材料（韩国 OCI）	1500				2012 年 11 月投产
爱思开新材料（韩国 SK）	1500				2011 年公司成立
黎明院（昊华科技）1 期	1000		4N	电解法	2015 年 3 月动工，2016 年 7 月达产
黎明院（昊华科技）黎明中试线	200			电解法	
黎明院（昊华科技）2 期	1000			电解法	2018 年 10 月投产
博瑞电子（巨化股份）	2000		5N	电解法	巨化 2015 年定增项目（疑似停滞）
山东重山光电	1000		4N5		
飞源科技	1000				
四川富华信（核工业理化工程研究院下属）	500				
杜邦中国（常熟）	450				
科美特（雅克科技）	0	3500			2018 年 7 月环评批复

资料来源：公司官网，wind，中信建投

六氟化硫 (SF₆)

作为重要的含氟气体材料，六氟化硫被广泛应用于电力设备行业、半导体制造业、冷冻工业、有色金属冶炼、航空航天、医疗（X 光机、激光机）、气象（示踪分析）、化工等多个行业和领域。由于六氟化硫具有优良的绝缘性能和灭弧能力，工业级六氟化硫广泛应用于电力设备中的输配电及控制设备行业，包括气体绝缘开关设备、断路器、高压变压器、绝缘输电管线、高压开关、气封闭组合电容器、互感器等，是继第一代空气、第二代油之后的第三代绝缘介质。而电子级六氟化硫则主要应用于半导体及面板显示器件生产工艺中的蚀刻与清洗，具有用量少、纯度高、对生产及使用环境洁净度要求高和产品更新换代快等特点，国内仅有少数厂家具备生产能力。

雅克科技子公司科美特为国内六氟化硫龙头，现具备六氟化硫产能 7000 吨。2018 年 2 月公司公告扩产项目环评，拟新增 10000 吨电子级 SF₆ 和 2000 吨 CF₄ 产能，扩产完成后公司将进一步巩固在国内的

龙头地位。除科美特外，上市公司昊华科技下属黎明院具备六氟化硫产能 2800 吨，新增 2000 吨产能在 2018 年底时尚处于环评评审阶段。

表 12：国内 SF₆ 产能情况

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品规格	备注
科美特（雅克科技）	7000	10000	电子级	2018 年 2 月环评公告
黎明院（昊华科技）	2800	2000	5N5	截止 2018 年底新增项目环评评审中
盈德气体（港股退市）	3000		5N	2014 年环评
飞源气体	2000		电子级	NDGD 拟收购飞源气体
中核红华	1400		4N5	
四川天辰	1000			
永晶化工	600			2009 年竣工验收
甘肃大明	150	350		
四川银山	100			
佛山科的气体	80			
上海福邦	50			

资料来源：公司官网，wind，中信建投

六氟化钨 (WF₆)

六氟化钨 (WF₆) 是目前钨的氟化物中唯一稳定并被工业化生产的品种。它的主要用途是在电子工业中作为金属钨化学气相沉积 (CVD) 工艺的原材料，特别是用它制成的 WSi₂ 可用作大规模集成电路 (LSI) 中的配线材料。另外还可以作为半导体电极的原材料、氟化剂、聚合催化剂及光学材料的原料等。

随着电子工业的不断发展，世界各大公司自 20 世纪 90 年代末纷纷扩大了 WF₆ 的产能。电子工业产品精度极高的特点对于作为原材料的 WF₆ 的纯度提出了很高的要求，一般要求纯度达到 99.99%，部分半导体行业要求的纯度更高。

当前国内 WF₆ 生产商主要包括 718 所旗下派瑞特气、韩国厚成子公司南通厚成，后续派瑞特气及博瑞中硝有扩产计划。

表 13：国内 WF₆ 产能情况

	现有产能/吨	新增产能/吨	备注
派瑞特气 (718 所)	800		2018 年之前已有产能
	500		2018 年 10 月环评验收
	1500		计划 2019 年 1 月开工，2020 年 6 月投产
南通厚成 (韩国厚成)	400		2017 年环评公告
博瑞中硝 (巨化股份)	400		2019 年 2 月环评公告

资料来源：公司官网，wind，中信建投

八氟丙烷 (C_3F_8)

八氟丙烷(C_3F_8 , 又称全氟丙烷、R218)是一种稳定性好的全氟化合物, 标准状态下为无色气体, 在水和有机物中溶解度都很小。在半导体工业中, 八氟丙烷与氧气的混合气用作等离子蚀刻材料, 会选择性地与硅片的金属基质作用。随着电子工业的迅速发展, 高纯八氟丙烷的需求量日益增加, 并且由于对刻蚀精度的要求越来越精细, 相应地对其纯度要求也越来越高, 现阶段, 市场上高纯八氟丙烷电子气体的纯度大于99.999%。此外, 近年来八氟丙烷在医学界的用途得到了新的发展, 主要用于声学超声造影, 八氟丙烷微气泡能有效地反射声波及用于增强超声讯号回散射, 它在血管内有足够的停留时间, 能作为一种血球示踪剂, 反映器官的血流灌注情况, 而不干扰血流动力学。另外, 八氟丙烷还可用作深冷制冷和热交换器的传热介质。当前国内八氟丙烷主要生产商为718所旗下派瑞特气及核工业理化工程研究员参股公司四川富华信, 两者分别具备产能30吨和200吨。此外华特股份拟募投上马100吨八氟丙烷产能。

表 14: 国内 C_3F_8 产能情况

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
华特股份	0	100	电子级	募投项目
博瑞材料(巨化股份)	0	5	电子级	2019年2月环评公告
四川富华信	200			
派瑞特气(中船重工718所)	30		5N	
永晶科技	不详		4N	

资料来源: 公司官网, wind, 中信建投

八氟环丁烷 (C_4F_8)

八氟环丁烷化学性能稳定、无毒无害、温室效应潜能(GWP)值低、消耗臭氧指数(ODP)值为零, 是一种绿色环保型特种气体。八氟环丁烷应用广泛, 近年来被大量用作制冷剂代替禁用的氯氟烃类化合物, 此外也常用于气体绝缘介质、溶剂、喷雾剂、发泡剂、大规模电路蚀刻剂、热泵工作流体以及生产C2F4和C3F6单体的原料等。高纯八氟环丁烷(5N以上)用于超大规模集成电路蚀刻剂和清洗剂。针对八氟环丁烷的制备和纯化, 国外研究起步较早, 如美国杜邦公司、日本大金工业株式会社、日本昭和电工株式会社、日本旭硝子公司、俄罗斯基洛夫工厂等均已实现工业化生产。近年来我国化学、电子等工业迅速发展, 八氟环丁烷的需求量逐年上升, 其制备及纯化工艺研究受到了更多的关注, 应用前景十分广阔。

表 15: 国内 C_4F_8 产能情况

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
昭和电子(上海)	150		5N以上	2017年环评公告
华特股份	不详		电子级	
博瑞电子(巨化股份)	0	180	电子级	2019年2月环评公告
派瑞特气(中船重工718所)	50	220	电子级	预计2020年6月投产
滁州梅塞尔		150	电子级	2019年3月环评公告
北方特气	不详		5N	
山东东岳	不详		3N	

资料来源: 公司官网, wind, 中信建投

当前我国八氟环丁烷主要生产商包括昭和电子（上海）、派瑞特气（718所）、华特股份和保定北方特气，昭和电子和派瑞特气分别具备八氟环丁烷产能150吨和50吨，派瑞特气有220吨的扩产计划，预计2020年6月投产。华特股份在招股说明书中并未将八氟环丁烷作为主产品披露，产能规模应当并不大；保定北方特气并非上市公司，具体产能未披露。

氧化亚氮（N₂O，笑气）：随着半导体、显示需求增大，用量激增

氧化亚氮气体，俗称笑气，分子式N₂O。高纯氧化亚氮气体主要应用于半导体、LCD、OLED制造过程中氧化、化学气相沉积（CVD沉积氮化硅的氮源）等工艺流程中。随着半导体芯片和液晶显示面板市场需求的增加，作为重要气体材料的氧化亚氮的用量也将逐年增长。

2017年国内N₂O市场供应不足需求陡增，导致价格飙升。供给方面，国内某回收笑气的企业因原料尾气的供给与需求发生突变，叠加美国笑气工厂出现意外事故等综合因素，导致市场N₂O供应严重不足；需求方面，得益于国内液晶产业的迅猛发展，2017年TFT-LCD对N₂O的需求大幅增加。供需失衡最终导致年内N₂O价格的暴涨。

表16：国内N₂O产能情况

	现产能/吨	新增产能/吨	生产工艺	产品级别	备注
江苏伊维特	0	一期 1800 吨 二期 4200 吨	硝酸铵热分解	5N	2017 年 9 月环评定稿
					2018 年 8 月建筑工程施工许可 2019 年 4 月危化品安全生产许可证
中科瑞奥	0	20000	尾气回收（平煤 神马尾气）	不详	2019 年 1 月完成可研，环评安 评等手续办理中 总投资 1.29 亿元，预计营收 1.21 亿元，税后利润 3066 万元
重庆万利来	0	10000	尾气回收	不详	2016 年 3 月第一次环评公示
重庆同辉科 发	一期 10000	二期 10000	尾气回收（华峰 化工尾气）	不详	2016 年 11 月工程筹备 2019 年 4 月竣工验收 2019 年 6 月环评公示
绿菱气体	一期 6000	0	尾气回收	6N	2014 年 8 月正式投产，产品纯 度 6N
	二期 6000	0	尾气回收	6N	预计 2017 年投产
山东金博	2000		尾气回收（桓台 县马桥镇企业）	6N	2016 年 10 月为在建状态，设计 纯度 6N
滁州梅塞尔		5000		电子级	2019 年 3 月环评公告
博瑞电子 (巨化)		150	硝酸铵热分解	电子级	项目含其他产品，总投资 1.20 亿元，2017 年末投入 32 万元
金宏气体	500	规划产能 3000	尾气回收	5N	2019 年 5 月环保验收

资料来源：公司官网，wind，中信建投

硅烷：用于制作太阳能电池、光导纤维和光电传感器

硅烷在半导体工业中主要用于制作高纯多晶硅、通过气相沉积制作二氧化硅薄膜、氮化硅薄膜、多晶硅隔离层、多晶硅欧姆接触层和异质或同质硅外延生长原料、以及离子注入源和激光介质等，还可用于制作太阳能电池、光导纤维和光电传感器等。

在半导体生产工艺中，**硅烷是 PECVD、LPCVD 成膜工艺中极其重要的关键“源”性气体**。除半导体用途外，硅烷在 LED、TFT-LCD 的制造中也是重要原材料。我国硅烷产品曾经严重依赖进口，河南首山硅烷（现硅烷科技）实现国产化后，彻底改写和平衡了国内硅烷的供给结构和价格。当前我国国产硅烷能够完全满足光伏太阳能、液晶显示器、LED 等领域的质量要求，但对于一些质量要求更高的芯片制造用户而言，国产硅烷在纯化、检测等环节仍需要努力。同时随着晶圆尺寸变大，线宽变小的发展趋势，与之协同发展的源性材料的气体品质也应超前进步。

国内电子级硅烷主要生产商包括硅烷科技（新三板挂牌）、中宁硅业（多氟多子公司）、天宏瑞科（陕西有色天宏与美国 REC 合资）等，兴洋科技、中能硅业等厂商自配多晶硅产能，主要产品以光伏等领域应用为主。

硅烷科技通过与上海交通大学、ZGHX 赛鼎工程公司联合研发，于 2014 年 9 月建成一期年产 600 吨 ZSN 法高纯硅烷生产线，2015 年下半年转入正式生产，产品纯度可达 8N 级，成功打破进口垄断。

表 17：国内甲硅烷产能情况

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
	3000			2018 年末产能，1800 吨自用
硅烷科技（新三板）		3000	8N	二期工程投资 10 亿，1800 吨自用
		15000		三期工程投资 50 亿，12000 吨自用
湖州迅鼎		2000	电子级	预计 2019 年投产
中宁硅业（多氟多）	1000		电子级	2018 年破产被多氟多收购
天宏瑞科	500		6N	陕西有色天宏与美国 REC 合资
全椒亚格泰		100	电子级	2018 年 10 月环评，远期规划 200 吨
兴洋科技	3000			自配多晶硅产能，主要用于光伏
中能硅业	不详			自配多晶硅产能，主要用于光伏

资料来源：公司官网，wind，中信建投

乙硅烷

由于乙硅烷有别于硅烷的特殊化学特性(易分解)，在 PECVD、LPCVD 制造工艺中其成膜温度比硅烷低很多、成膜速率快、膜质量平滑均匀，乙硅烷分子中含硅量比硅烷高许多，因此，未来乙硅烷将会有广阔的使用空间，目前许多芯片厂开始尝试使用含一定浓度的 SiH₄-Si₂H₆ 混合气体。日本三井东亚化学、昭和电工株式会社等公司早在 20 世纪 80 年代就兴建百公斤级乙硅烷生产线，美国 VoltaixInc 甚至还拥有

丙硅烷产品。台湾特品化学公司 2013 年也开始回收并提纯乙硅烷产品，产能规模较大，有望成为全球主要的乙硅烷和丙硅烷供应商之一。2018 年中美晶 9.9 亿元收购台特化 30.93% 股权。

国内方面，当前北方特气和华特股份均有乙硅烷产品出售，但华特股份自身不具备硅烷产线，应为外购原料气充装出售。其他厂商中，浙江湖州迅鼎半导体材料公司布局有 2000 吨甲硅烷、240 吨乙硅烷产能，2016 年开建，预计 2019 年投产；全椒亚格泰也布局有 200 吨甲硅烷、20 吨乙硅烷产能，其中一期 100 吨甲硅烷、10 吨乙硅烷于 2018 年 10 月环评公告。

科研方面，浙江大学余京松教授在国内比较早的研究乙硅烷，并在此品种的研究上有一定的造诣，发表过《乙硅烷制备方法解析》等相关文章及专利，应为国内相关企业的可靠技术合作方。

表 18：国内乙硅烷产能情况

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
北方特气	不详		5N	
博纯材料	2		电子级	2015 年 12 月环评备案
湖州迅鼎		240	电子级	预计 2019 年投产
全椒亚格泰		10	电子级	2018 年 10 月环评，远期规划 20 吨

资料来源：公司官网，wind，中信建投

磷烷、砷烷：管制及禁运背景下国产化需求强烈

磷烷、砷烷的性质、制备方法及在半导体工业中的作用均较为类似，生产商大多也相同，因此合并讨论。磷烷、砷烷均为半导体工艺中非常重要的电子气体，多用于离子注入、掺杂等工艺中。其中的磷烷是半导体器件制造中的重要 N 型掺杂源，同时磷烷还用于多晶硅化学气相沉淀、外延 GaP 材料、离子注入工艺、MOCVD 工艺、磷硅玻璃钝化膜制备等工艺中。砷烷主要用于外延硅的 N 型掺杂、硅中的 N 型扩散、离子注入、生长砷化镓和磷砷化镓，以及与 IIIA/VA 族元素形成半导体化合物等。此外，AsH₃ 在光电子、太阳能电池和微波装置中也有极为重要的应用。由于砷烷半导体工艺中的重要材料，迄今为止又尚无代用品，多年来国外一直对我国进口砷烷进行管制及禁运，对我国国家安全及经济发展构成威胁，所以，生产出中国制造的高纯砷烷意义重大并十分迫切。

由于磷烷、砷烷易燃易爆剧毒，国内从事砷烷生产的厂商并不多，目前来看主要为 NDGD。NDGD 子公司全椒 NDGD 于 2013 年成立，现已具备 35 吨高纯磷烷、15 吨高纯砷烷产能，2018 年 5 月公司环评备案扩产项目，分 2 期执行，其中一期 17.5 吨磷烷，二期 17.5 吨磷烷+15 吨砷烷。华特股份募投项目中包括 10 吨磷烷和 10 吨砷烷产能，但磷烷为外购其他企业副产磷烷后纯化，砷烷为采购充装性质，其本身并不合成磷烷、砷烷。

表 19：国内砷烷产能

	现有产能/吨	新增产能/ 吨	产品等 级	生产工艺	备注
NDGD	15	15	6N	砷化锌酸解法	扩产项目二期
昊华科技		磷烷、硼 烷、砷烷 合计 3 吨	电子级		光明院募投项目
盛威特气		25	5N8	砷化锌酸解法	营业执照已吊销
华特股份		10	电子级	外购充装	仓储经销
启源领先（中环装 备）		30	电子级	砷化锌酸解法	尚未投产，投产进度大幅延 后

资料来源：公司官网，wind，中信建投

表 20：国内磷烷产能

	现有产能/吨	新增产能/ 吨	产品等 级	生产工艺	备注
NDGD	35	17.5+17.5	6N	磷化锌或磷化 铝酸解法	扩产分 2 期，各 17.5 吨
昊华科技		磷烷、硼 烷、砷烷合 计 3 吨	电子级		光明院募投项目
盛威特气		25	5N8	亚磷酸热解法	营业执照已吊销
华特股份		10	电子级	粗磷烷提纯	仓储经销
启源领先（中环装 备）		30	电子级	外购粗品纯化	尚未投产，投产进度大幅延 后

资料来源：公司官网，wind，中信建投

（乙）硼烷

通常所说的硼烷指乙硼烷，其在半导体工业中用作气态杂质源、离子注入和硼掺杂氧化扩散的掺杂剂，主要用做P型半导体芯片生产中的掺杂剂。亦可作为火箭和导弹使用的一种高能燃料。美国的 Voltaix, Inc. (已被法液空收购)是包括电子乙硼烷在内的世界烷类气体领跑者，每年生产大量的乙硼烷混合气体并销往世界各地。由于纯乙硼烷化学性质不稳定极易发生反应，从海外运输十分不便，因此乙硼烷的国产化非常关键。我国河北的保定北方特种气体有限公司通过不断的努力，进行技术改造与提升，已经实现高纯乙硼烷的量产，他们生产高纯度瓶装乙硼烷及其含乙硼烷混合气体，经过许多国内外认证考核，使用效果良好。北方特气已经成为我国境内半导体用乙硼烷主要供应源。

除北方特气外，荆州太和气体具备乙硼烷产能 100kg，2019 年 4 月环评扩产 3 吨，当前处于环评公示阶段。华特股份募投项目中包含 3 万吨乙硼烷产能，但为仓储经营项目，华特本身不生产乙硼烷。

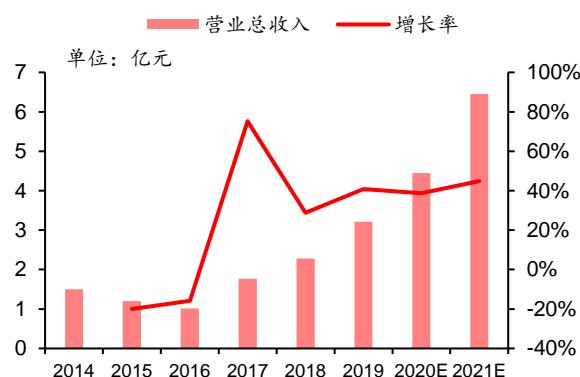
表 21：国内乙硼烷产能

	现产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
北方特气	不详	不详	4N5	
博纯气体		2	电子级	2018 年 10 月已完成环评登记表、生产车间建设和设备安装
太和气体	0.01	3		2019 年 4 月环评
滁州梅塞尔		2		2019 年 3 月环评
昊华科技	磷烷、硼烷、砷烷合计 3 吨		电子级	光明院募投项目
华特股份		3	电子级	募投项目，仅仓储经营

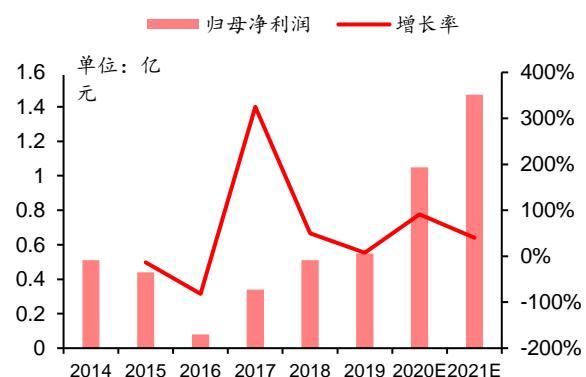
资料来源：公司官网，wind，中信建投

NDGD：国内磷烷、砷烷龙头，收购飞源气体布局氟系电子特气

NDGD 是我国 MO 源龙头企业，现以延伸业务范围至电子特气和光刻胶。NDGD 是从事高纯金属有机化合物（MO 源）的研究、生产和销售的高新技术企业。NDGD 是全球主要的 MO 源生产商，其在全球的市场占有率超过了 30%。除了 MO 源领域，NDGD 通过设立子公司全椒 NDGD 材料有限公司新增电子特气业务，生产作为半导体芯片制备中主要支撑材料的高纯磷烷、砷烷等特种气体，在 IC 行业已实现产品快速替代进口，成为公司新的利润增长点。公司主营 MO 源和电子特气业务，2019 半年报特气业务营收占比 33%，毛利占比 44%，毛利率 61%，为公司毛利率最高的业务板块。2019 半年报公司实现营收 1.39 亿元，同比增长 10%；实现归母净利 0.26 亿元，同比下滑 9%。

图 8：NDGD 营收及同比


资料来源：Wind，中信建投

图 9：NDGD 净利及同比


资料来源：Wind，中信建投

公司现有特气业务主要为磷烷和砷烷。目前，砷烷、磷烷已经成功量产并供应多家客户。2018 年公司高纯磷烷产能约为 35 吨，砷烷产能 15 吨。2019 年 1 月公司磷烷、砷烷扩产项目获环评批复，一期项目将扩产 17.5 吨磷烷，二期将再扩产 17.5 吨磷烷+15 吨砷烷。2019 年 12 月，NDGD 宣布通过现金收购及增资方式取得山东飞源气体有限公司 57.97% 股权，飞源气体具备 NF3 产能 1000 吨、SF6 产能 2000 吨。2018 年及 2019 年初至 7 月 11 日，飞源气体分别实现营收 1.08、0.82 亿元，净利润 -0.20、-0.10 亿元，截止 7 月 11 日公司净资产 0.12 亿元，飞源气体全部股权评估价 2.16 亿元。

其他气体汇总

三氯化硼

高纯三氯化硼主要用于 IC 制造工艺中技术要求很高、对电路成品率影响很大的化学气相沉积(CVD)成膜过程和等离子干法刻蚀过程，会对 IC 产品的品质带来很关键的作用，并且不能使用其他电子气体进行取代。它的杂质含量和纯度直接影响 IC、电子元器件的质量、性能、技术指标和成品率。为保证 IC 产品的质量和可靠性，对工艺配套原料气提出很高的要求，要求三氯化硼纯度必须在 99.999% (5N) 以上。

2016 年以前我国尚不具备 5N 以上高纯三氯化硼气体的生产能力，完全依靠从美、英、日等国的几家公司进口。进口产品不但价格昂贵、订购周期长，而且由于涉及敏感用途受到一定的限制和制约。因此，迫切需要通过国内自主创新，研制开发 5N 以上的高纯三氯化硼，并形成批量稳定供应能力，满足电子元器件老品和在研新品的使用要求，从根本上解决关键配套材料高纯三氯化硼依赖进口、受制于人的被动局面。国际上只有美国空气产品公司、美国普莱克斯公司、英国 BOC 公司等几大国外气体公司有能力生产和供应纯度 5N 以上的高纯三氯化硼气体。

截止 2018 年底我国开展三氯化硼提纯生产的单位至少有 3 家，同时还有许多公司处在项目研发论证中，由于三氯化硼粗品合成技术成熟，且在合成中使用了剧毒化学品氯气，因此电子级三氯化硼厂商大都采用外购粗产品提纯的路线，厂商本身不合成三氯化硼。2019 年新三板挂牌公司深冷能源和湖北荊州太和气体分别上马了 200 吨和 150 吨电子级三氯化硼产能。

表 22：国内三氯化硼产能

	现产能/吨	新增产能/吨	产品等级	生产工艺	备注
深冷能源（新三板）		200	电子级		2019 年环评公告
太和气体		150	电子级		2019 年环评公告
安徽艾佩科		100	5N5		2018 年 6 月环评
江西鸿强		1000			
江西鑫辉	1000		3N	碳化硼与氯气加热反应	2015 年环评，一期 400 吨 2015 年投产；二期 600 吨 2017 年投产

资料来源：公司官网，wind，中信建投

三氟化硼

高纯三氟化硼是硅和锗外延、扩散和离子注入过程的 P 型掺杂源，也可用作等离子刻蚀气体。高纯 BF3 作为硼掺杂剂用于硅离子布植方面，生产出的芯片具有高集成、高密度的特点，并且体积更小、性能更佳。

值得注意的是现代 IC 生产线对三氟化硼有了新的要求：三氟化硼中的同位素 11B 的丰度值要达到一定的值，众所周知同位素分离技术难度较大，我国在此领域还存在许多技术需要攻关，目前国内此领域尚未见产业化。

目前国内确定性的规划有电子级三氟化硼产能的仅有福建博纯材料和昊华科技旗下光明院，博纯材料在2015年12月备案的超精准电子混合气体项目中包含0.5吨三氟化硼产能；昊华科技募投项目中包括1吨产能，此前光明院也已经开展相关中试项目。华特股份募投项目也布局有10吨三氟化硼产能，但为仓储经销性质，本身不从事生产；NDGD情况与华特股份类似。日本大阳日酸在扬州化工园区布局有240吨电子化学品产能，其中包含三氟化硼产品，该项目于2017年4月获环评批复。总体来看，我国三氟化硼生产企业与海外厂商差距较大，电子级尚未形成大规模产能，且在¹¹B同位素分离方面距产业化尚有距离，短时间内或仍将依赖海外供应。

表 23：国内三氟化硼产能

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	生产工艺	备注
博纯材料	0.5		电子级		2015年12月环评备案
昊华科技		1	电子级		募投项目
华特股份		10	电子级	仓储经销	募投项目
安徽艾佩科		10	5N		2018年6月环评
NDGD			电子级	分装经销	2019年1月环评批复
滁州梅塞尔		5	电子级		2019年3月环评
大阳日酸			电子级		2017年4月环评批复
格兰特医药		1500	不详		2016年环评公示，6211吨产能，其中4211吨用于后续产品生产，1500吨外售

资料来源：公司官网，wind，中信建投

锗烷

半导体工艺中，锗烷作为化学气相沉积硅-锗膜的前体，主要用于制造电子器件，如集成电路、光电器件，特别是制备异质结二极晶体管。在异质结二极晶体管(HBT)中，薄硅锗层作为二极晶体管的基底生长在硅片上，与传统的硅二极晶体管相比，硅-锗HBT在速度、响应频率和增益上具有明显的优势，其速度和频率响应可以与更昂贵的镓-砷HBT相比。此外，锗烷也是太阳能电池的重要前驱气体。

2016年以前我国高纯锗烷基本完全依赖进口，彼时全球90%以上的锗烷市场由美国Voltaix公司（已被法液空收购）垄断，进口价格高达每吨数千万人民币，并常常因国际形势紧张和变化而受到阻碍。2016年位于福建泉州永春县的博纯材料打破了锗烷的进口垄断，当前其高纯锗烷产能据称已经达到全球第一，在薄膜太阳能领域其产品市占率很高，获得了极高的市场回报。2017年8月15日，福建博纯同美国半导体材料生产和经销商EntergrisInc携手在福建泉州成立合资公司，目标直指中国半导体高端市场，早在2016年博纯就代工EntergrisInc产品，据了解EntergrisInc在芯片制造工艺中具有垄断性专利产品SDS。从代工到现在的实质性的合作生产，在当下良好的市场背景下，该公司的合作无疑前途无量，其产品的竞争力值得关注。

目前国内已有或规划有锗烷产能的公司主要包括博纯气体、华特股份、太和气体及中环装备参股公司启源领先，其中博纯气体为国内龙头。华特股份在募投项目中布局有10吨锗烷产能，且此前已有相关技术储备，公开资料可见专利及锗烷相关论文发表。荆州太和气体锗烷产能100kg，规模较小，而中环装备参股公司启源领先早在2012年就布局锗烷、磷烷、砷烷产能，至今未投产。

表 24：国内锗烷产能

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
博纯气体	80			产能据称全球第一，2017年与 EntergrisInc 成立合资公司
华特股份		10	电子级	募投项目
太和气体	0.01		电子级	
启源领先（中环装备）		10	电子级	尚未投产，投产进度大幅延后

资料来源：公司官网，wind，中信建投

硒化氢

硒化氢是生产半导体材料的重要原材料和还原气，能够在半导体表面形成 P-N 结构保护层和隔离层，还可用作掺杂气体。此外，高纯硒化氢在尖端国防和航空航天等领域有着非常重要的用途。**2010 年以前**我国硒化氢产品完全依赖国外进口，且全球仅有美国空气化工产品（AP&C）能够生产，**2010 年**产品年销售额 5 亿美元，且供不应求，并对我国禁运。2010 年湖北荆州太和气体医疗和光电子特种气体项目的投产打破了我国硒化氢的进口垄断，现太和气体硒化氢产能为 3 吨。华特股份在科创板上市募投项目中布局有 40 吨硒化氢产能；昊华科技旗下光明院研发生产基地项目包含硒化氢产能 20 吨。

表 25：国内硒化氢产能

	现有产能/吨	新增产能/吨	产品等级	备注
太和气体	3		电子级	
昊华科技		20	电子级	光明院项目
华特股份		40	电子级	募投项目

资料来源：公司官网，wind，中信建投

羰基硫

羰基硫近年来广泛应用于线路微细化的蚀刻领域，它在干蚀刻中的蚀刻效果十分明显，备受关注。日本关东化学、大阳日酸等公司于 2011 年投放市场，大阳日酸在川崎开展 COS 的净化与灌装。日本市面上有工业级 COS 瓶装原料，这为 COS 的净化提供了便利的条件。COS 一般采用单质硫与 CO 反应合成： $S + CO \rightarrow COS$ 。羰基硫的干法合成与硫化氢、硒化氢的干法合成极其相似，但也存在少许区别：COS 的合成需要 FeS₂、Na₂S、NiS、CaSO₄ 等含硫金属化合物作为催化剂。随后通过吸附、精馏可以得到高纯度半导体级别 COS。国内目前开展羰基硫工业化合成的仅有荆州太和气体，其在 2019 年 7 月公告的 653 吨特种气体项目中布局有 70 吨羰基疏产能。

表 26：国内羰基疏产能

	现有产能/吨	新增产能/吨	备注
太和气体		70	2019 年 7 月环评公告
滁州梅塞尔		5	2019 年 3 月环评公告

资料来源：公司官网，wind，中信建投

国内电子特气代表公司

华特气体：特种气体国内领导者，乘半导体国产化浪潮加速成长

华特气体为国内最大的民营特种气体及相关设备供应商之一。专业从事气体及气体设备的研发和生产，气体产品覆盖普通工业气体、电子工业用气体、电光源气体、超高纯气体、标准气体、激光气体、医用气体、食品工业用气体等十几个系列共 200 多个品种，并不断研发新产品满足市场需求。目前华特气体已在广东、江西、浙江、陕西、湖北、湖南、香港等地设立了十余家全资子公司。华特气体生产销售的特种气体主要包括高纯六氟乙烷、高纯四氟化碳、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、光刻气等约 230 余种，普通气体 10 余种，气体设备与工程则主要包括低温绝热气瓶等产品及配套的供气系统设计、安装服务。

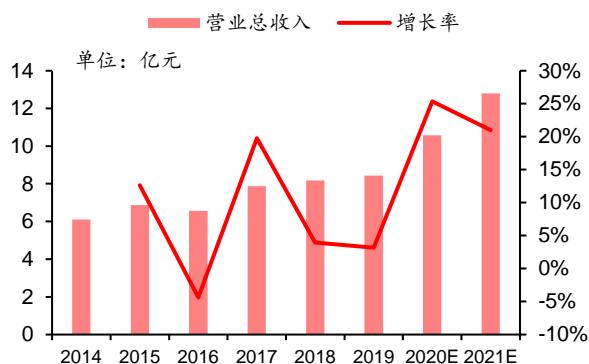
表 27：公司主要产品情况

产品类别	主要产品
特种气体	1、广泛用于集成电路、显示面板、光伏能源、光纤光缆等电子产业的加工制造过程，主要包括清洗、蚀刻、光刻、外延、掺杂等，具体情况如下：①清洗、蚀刻：高纯四氟化碳、高纯六氟乙烷、高纯二氧化碳等；②光刻气：氮气混合气、氟气混合气等；③外延气体、成膜气体：高纯氮、硅烷等；④掺杂气体：乙硼烷、三氯化硼、磷烷等； ⑤其他：氩（6N）、氦气（6N）、氪（5.5N）、He（5N）等；2、除电子领域外，用于医疗、测量、食品等众多领域的产品：①医疗气体：医用氧、血气测定气等，用于诊断、手术、医学研究等；②标准气体：由高纯碳氢气体配制，在物理、化学、生物工程等领域中用于校准测量仪器和测量过程，评价准确度和检测能力，确定材料的特性量值；③激光气体：氦气激光气、密封束激光气等，用于国防建设、激光加工等；④食品气体：二氧化碳、乙烯、氩等，用于饮料气体、蔬菜/水果保鲜等；⑤电光源气体：氩、氦、氖、氪及其混合气，用于电器、灯具生产
工业气体	主要为氧、氮、氩、工业气等气体，在金属冶炼、化工、机械制造、家电照明等众多产业领域
气体设备	1、气体设备包括低温绝热气瓶、汽化器、撬装装置等，可广泛用于气体的存储、充装等过程； 2、气体工程主要是为客户提供的供气系统设计、安装、维修服务

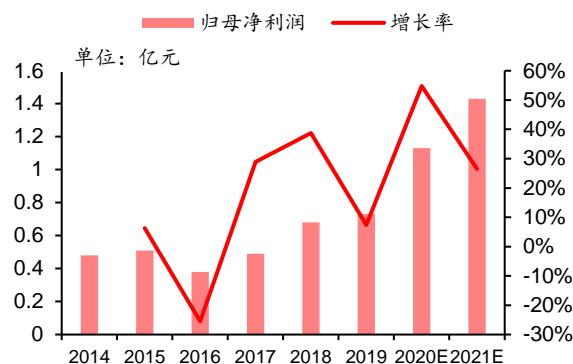
资料来源：华特气体招股说明书，中信建投

公司营业收入增长稳定，利润增长呈加速趋势。2016-2019 年，公司营业收入稳步增长，分别实现 6.6 亿元、7.9 亿元、8.2 亿元、8.4 亿元。同期净利润分别为 0.38 亿元、0.49 亿元、0.68 亿元、0.86 亿元，同比分别增长-24.6%、26.4%、39.9%、26.4%，除去 2016 年外，增速成上升趋势，2016 年净利润增速下滑主要系其营收受行业因素影响下降和销售费用增加所致。公司增长主要来自于 3 个方面：

- (1) 公司产品导入种类与客户数量均保持增长。
- (2) 公司开始将相关产品向消费品市场延伸，2017 年公司在电子级氧化亚氮产品的基础上逐步推出食品级氧化亚氮等产品，并实现了较快的收入增长。
- (3) 受供给侧改革的影响，国内钢铁产业去产能成效显著，导致近年来普通工业气体供给减少，市场价格整体呈上涨趋势，拉动了公司普通工业气体收入的增长。

图 10：公司主营业务收入及增速


资料来源：wind、中信建投

图 11：公司归属母公司净利润及增速


资料来源：wind、中信建投

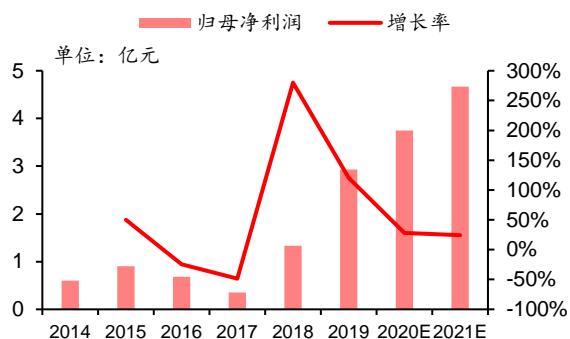
公司是中国特种气体国产化的先行者，是首家打破高纯六氟乙烷、高纯三氟甲烷、高纯八氟丙烷、高纯二氧化碳、高纯一氧化碳、高纯一氧化氮、Ar/F/Ne 混合气、Kr/Ne 混合气、Ar/Ne 混合气、Kr/F/Ne 混合气等产品进口制约的气体公司，并实现了近 20 个产品的进口替代。其中，Ar/F/Ne、Kr/Ne、Ar/Ne 和 Kr/F/Ne 等 4 种混合气于 2017 年通过全球最大的光刻机供应商 ASML 公司的产品认证。目前，公司是我国唯一通过 ASML 公司认证的气体公司，亦是全球仅有 的上述 4 个产品全部通过其认证的气体公司之一。

公司的核心竞争优势在于客户的认证壁垒以及合成、纯化、混配等生产环节的 know-how。公司客户涵盖了 SMIC、华虹宏力、长江存储、台积电、京东方等国内一线知名客户。还进入了 ASML、英特尔、美光、德州仪器、海力士等全球领先的半导体企业供应链体系。客户对气体供应商的选择均需经过审厂、产品认证 2 轮严格的审核认证，周期长达 2-3 年；在与气体供应商建立合作关系后不会轻易更换。

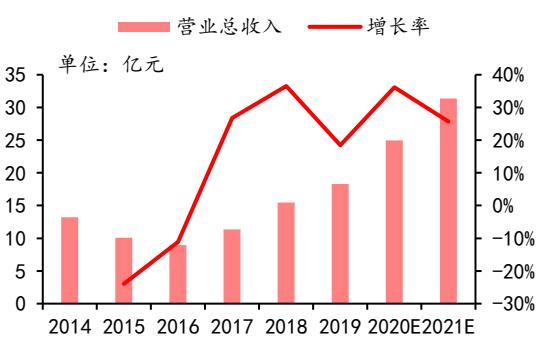
成功实现多种气体国产化替代，部分产品市占率较高。根据卓创资讯统计，2017 年中国特种气体市场规模约 178 亿元，按公司 2017 年特种气体境内销售金额测算，公司在特种气体领域的市场占有率为 1.44%。公司是国内首家突破高纯六氟乙烷、高纯四氟化碳、高纯二氧化碳、高纯三氟甲烷的公司。部分产品的市占率超过 60%。从 2020 年最新的进展来看，长江存储是华特气体 2020 年营业增速最快的客户，公司给长江存储供应的主要是集成电路使用的特种气体。就详细情况来看，长江存储国内就两家企业供应特种气体，718 两个核心产品也进去了（三氟化氮、六氟化钨），5 万片一个月对应 10 亿销售收入。今年长江存储产量翻倍：公司在长江存储差不多有 10 个产品。2018 年通过的 CO₂、2019 年通过的一氟甲烷、CO；2020 年三氟甲烷、四氟化碳、氨气在进行推广。

雅克科技：子公司科美特专注含氟特气，为 SF₆、CF₄ 国内龙头

雅克科技成立于 1997 年，主要致力于电子半导体材料，深冷复合材料以及塑料助剂材料研发和生产。2016 年开始，公司采用“并购+投资+整合”发展模式，积极转型进军集成电路（晶圆制造及封装）、平板显示（包含 LCD 及 OLED）等半导体相关材料及设备行业，先后并购华飞电子、江苏先科(UP Chemical) 和科美特，产品结构不断优化，毛利率提升明显，利润和盈利能力重回上升通道。2019 年公司实现营业收入 18.32 亿元，同比+18.42%；归母净利润 2.92 亿元，同比+120%。主要是由于：(1)子公司成都科美特及江苏先科的业绩并入母公司雅克科技，(2)江苏先科的经营实体韩国 UP Chemical 的经营业绩大幅上升。

图 12：公司主营业务收入及增速


资料来源: wind, 中信建投

图 13：公司归属母公司净利润及增速


资料来源: wind, 中信建投

科美特为国内 CF₄ 龙头企业。科美特现有产能 2000 吨，为国内龙头地位。科美特气体纯度高、质量稳定。2016 年科美特已成为台积电 14A 工厂的唯一供应商，目前已经逐步扩散至其它工厂，且又陆续开发了 Intel、SMIC、三星电子等重点客户。

表 28：国内电子级 CF₄ 主要生产企业

企业	现有产能
科美特	2000 吨
四川红华	与河南氟能共 500 吨
河南氟能	与四川红华共 500 吨
华特股份	450 吨
福建永晶	300 吨

资料来源: 公司官网, wind, 中信建投

科美特为国内 SF₆ 龙头企业。雅克科技子公司科美特为国内 SF₆ 龙头，具备 SF₆ 产能 8500 吨。后续拟新增 4500 吨产能，扩产后公司将进一步巩固在国内的龙头地位。科美特 SF₆ 气体纯度高、质量稳定，产品可用于电力设备和半导体领域，在同行业中处于全球领先水平。在行业需求不断增长的大背景下，公司产品供不应求，产能利用率和产销率始终维持在较高水平。未来科美特一方面将凭借规模生产的成本优势、良好的品牌价值继续在工业级供应市场中保持稳定的市场份额，保证销量将继续保持增长；另一方面进军半导体级六氟化硫，不断优化产品结构，保障持续发展。

表 29：国内电子级 SF₆ 主要生产企业

企业	现有产能（在建产能）
科美特	8500 (4500) 吨
黎明院	2800 (2000) 吨
盈德气体	3000 吨
飞源气体	2000 吨
四川红华	1400 吨

资料来源: 公司官网, wind, 中信建投

科美特的特气布局以含氟气体为主，CF4、SF6 目前分别具备产能 2000 吨、8500 吨，位列国内第一，后续各自扩产项目将进一步巩固其龙头地位，除此之外，还有 3500 吨 NF3 项目在建。超额完成业绩承诺。科美特已于 2018 年收购并表，并作了相应年度的业绩承诺，受益于产品不断放量及产品结构不断改善，公司 2017 及 2018 年均超额完成业绩承诺。技术领先。科美特从成立之初即进行特种气体研究工作，曾参与制订了《电子工业用气体六氟化硫》(GB/T18867-2014)，作为我国现行的电子级六氟化硫国家标准。另外在高纯度工业级六氟化硫和电子级四氟化碳的研究方面也处于国内领先地位。客户结构优异。公司主要客户包括西电集团、平高集团、思源电气、ABB 等国内外知名输配电及控制设备企业。同时与林德气体、绿菱气体、WONIKS MATERIALS 等气体商合作，将产品出口至海外市场。

昊华科技：国内高纯六氟化硫龙头，与航天产业息息相关

昊华科技的前身为天科股份，是将变压吸附气体分离技术及成套装置、催化剂产品、碳一化学及工程设计等优良资产注入成立的股份制有限公司。2018 年底，天科股份完成对中国昊华化工集团股份有限公司下属 11 家科技型企业的收购，并于 2019 年 6 月正式更名为昊华化工科技集团股份有限公司。主营业务为氟材料、特种气体、特种橡塑制品、精细化学品和技术服务五大板块。新增氟树脂、氟橡胶、三氟化氮、橡胶密封制品、航空轮胎、特种涂料等产品，服务于国家军、民品多个核心产业。2018 全年及 2019 全年，公司分别实现营收 41.8、47.0 亿元，同比分别增长 15%、12%；分别实现归母净利 5.25、5.25 亿元，同比分别增长 61%、0%。

图 14：昊华科技近年营收及同比

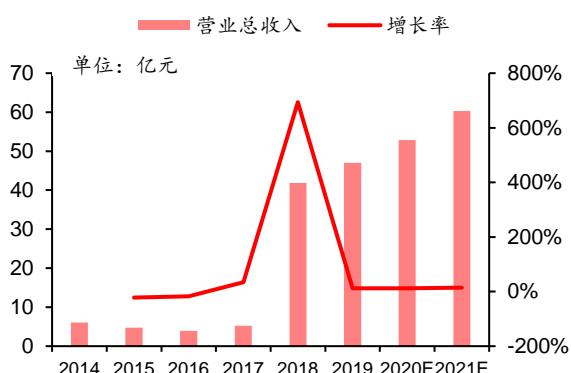
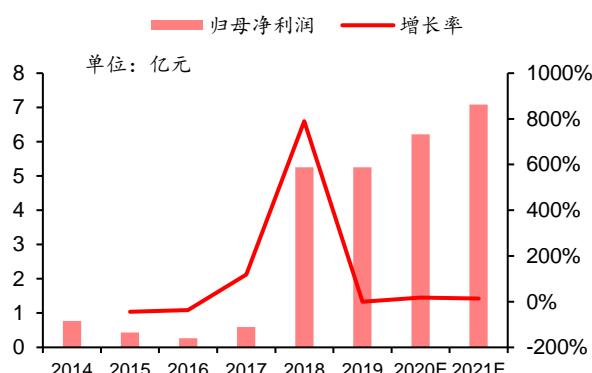


图 15：昊华科技近年净利及同比



资料来源：wind，中信建投

资料来源：wind，中信建投

由于下属研究院数量较多，公司业务板块细分领域较广，除天一科技原有变压吸附及相关工程和催化剂外，还包括电子气体、氟材料、聚氨酯、化学推进剂、涂料等业务。2018 年报中公司电子气体业务占营收比重 7%，毛利润比重 8%，毛利率为 34%。2019 中报公司披露口径将电子气体、聚氨酯和化学推进剂合并披露，三者合计占营收比重 25%，毛利润比重 29%。

公司特气产品主要位于下属黎明院和光明院体内。黎明院的前身是原化工部直属的科研院所，是为了“两弹一星”任务，以化学推进剂及原材料研制为主业发展起来的综合性研究开发机构。2002 年黎明院就开始了高纯六氟化硫的研制工作，2006 年投产产能达到 3000 吨，工业级产品主要用于电子设备绝缘，2006 年左右随国家对基础电力行业的大力发展战略迅速占领市场。高纯 SF6 产品取代 NF3 用于 CVD 清洗工艺可有效降低成本，公司产品 2006 年就已达到 5N 级并逐步通过客户认证，当前已经达到 5N5 级，

为国内高纯六氟化硫龙头。三氟化氮方面，公司与韩国大成合资建设产线一期 1000 吨于 2015 年 3 月动工，2016 年 7 月达产，二期 1000 吨也已于 2018 年 10 月投产。

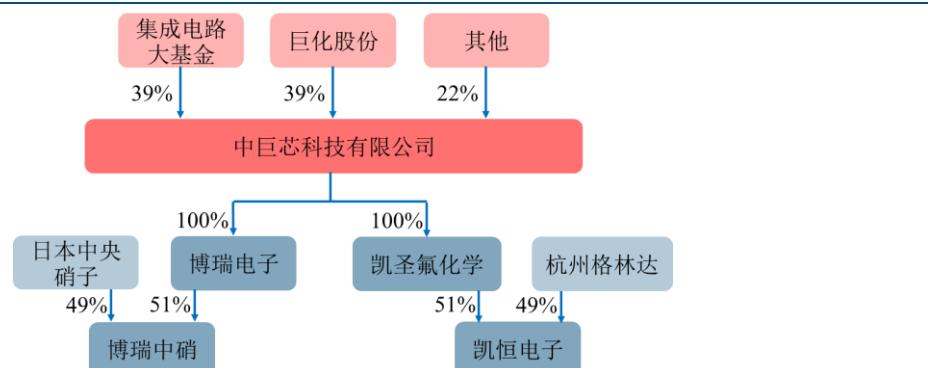
光明院前身最早可追溯至化学工业部大连化工研究所，后经国有化工科研院所管理体制的多次变化，转制成为全民所有制企业，并更名为光明化工研究设计院。光明院此前为生产高能燃料乙硼烷 ($\text{NaH}+\text{BF}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{H}_6+\text{NaF}$) 开展了三氟化硼的合成、分析、络合的研究。国家科委基础研究和新技术局分别同光明化工研究设计院、北京氧气厂、浙江大学和保定红星单晶硅厂签订了超纯气体、烷类气体研制攻关合同，气体品种包括 SiH_4 、 PH_3 、 B_2H_6 、 AsH_3 、 BF_3 、 NH_3 、 HCl 等“六五”攻关项目。至 2010 年 7 月，来自光明化工院的消息称其自主研发的超纯氨产品及配套技术目前已经大规模用于航空航天、光伏太阳能领域。

当前黎明院特气产品主要为三氟化氮、六氟化硫，两者产能分别为 2000 吨、2800 吨；光明院在大连投建特气研发生产基地项目，产品包括超纯氨 1000 吨、绿色四氧化二氮 40 吨、硫化氢 200 吨、硒化氢 20 吨、三氟化硼 1 吨、磷烷、硼烷、砷烷共 3 吨、高纯氯 50 吨、二氧化碳-环氧乙烷混合气熏蒸剂 300 吨，预计 2019 年投产。

巨化股份：老牌氟化工龙头，在先进制程刻蚀气体领域领先

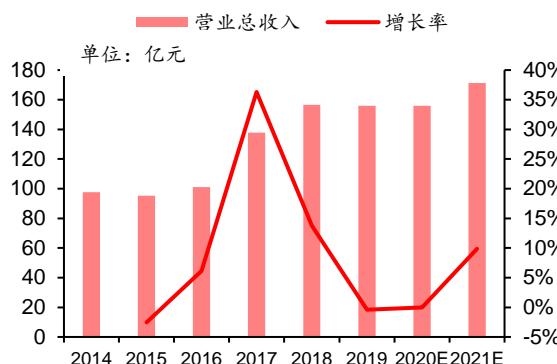
巨化股份成立于 1998 年，目前为国内领先的氟化工企业。巨化股份主要业务为基本化工原料、食品包装材料、氟化工原料及后续产品的研发、生产与销售，拥有氯碱化工、硫酸化工、基础氟化工等氟化工必需的产业自我配套体系。并以此为基础，形成了包括基础配套原料、氟制冷剂、有机氟单体、含氟聚合物、含氟专用化学品等在内的完整的氟化工产业链，并涉足石油化工产业。博瑞电子及其子公司博瑞中硝、凯圣氟化学及其子公司凯恒电子原本为巨化股份旗下主要从事半导体材料业务的经营实体 2018 年 4 月，巨化股份将博瑞电子和凯圣氟化学 100% 股权转让至中巨芯旗下，从而使上述两个子公司出表（中巨芯大基金和巨化股份各持股 39%）。

图 16：中巨芯股权结构

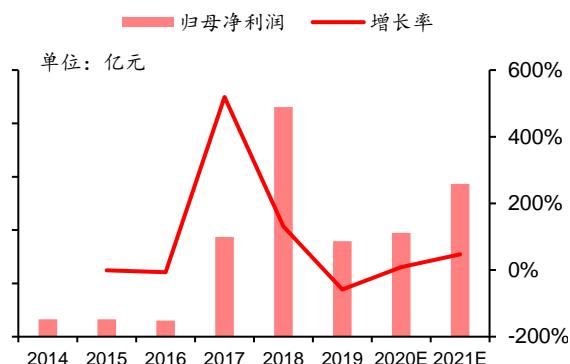


资料来源：公司公告，中信建投

公司特气业务主要集中在博瑞电子及博瑞电子和日本中央硝子合资的子公司博瑞中硝。博瑞电子一期项目年产 1000 吨高纯氯化氢、500 吨高纯氯气、1000 吨医药级氯化氢总投资额 1.54 亿元已投产，扩建项目 500 吨高纯氯气、500 吨高纯氯化氢也已于 2018 年 10 月环评公告。二期年产高纯二氧化碳 200 吨、氧化亚氮 150 吨、含氟气体 500 吨、含氯气体 200 吨、电子混合气 4000 瓶项目总投资 1.2 亿元，截止 2017 年末已投入 32 万元。

图 17：巨化股份近年营收及同比


资料来源: wind, 中信建投

图 18：巨化股份近年净利及同比


资料来源: wind, 中信建投

2019 年 2 月，公司环评公告含氟系列电子特气项目，产能包括三氟甲烷 250 吨、八氟环丁烷 180 吨、一氟甲烷 5 吨、二氟甲烷 17 吨、五氟乙烷 3 吨、六氟乙烷 55 吨、八氟丙烷 5 吨、八氟环戊烯 5 吨，达产后预计贡献营收 5035 万元，利税 1282 万元。公司在八氟环丁烷、六氟丁二烯、八氟环戊烯等先进工艺刻蚀气体布局方面具备先发优势。

表 30：巨化股份、中巨芯旗下特气经营实体及项目

公司名称	地理位置	项目产能	投资/亿元	备注
博瑞电子	浙江衢州	含氟特种气体项目：三氟化氮 2000 吨、六氟丁二烯 50 吨（项目疑似中止）	8.01	预计营收 4.24 亿元，利润总额 2.15 亿元。
博瑞电子	浙江衢州	一期：1000 吨高纯氯化氢、500 吨高纯氯气、1000 吨医药级氯化氢	1.54	已投产
博瑞电子	浙江衢州	一期扩建：500 吨高纯氯气、500 吨高纯氯化氢	0.13	2018 年 10 月环评公告
博瑞电子	浙江衢州	二期：高纯二氧化碳 200 吨、氧化亚氮 150 吨、含氟气体 500 吨、含氯气体 200 吨、电子混合气 4000 瓶	1.20	2017 年末已投入 32 万元
博瑞电子	浙江衢州	含氟系列电子特气项目：三氟甲烷 250 吨、八氟环丁烷 180 吨、一氟甲烷 5 吨、二氟甲烷 17 吨、五氟乙烷 3 吨、六氟乙烷 55 吨、八氟丙烷 5 吨、八氟环戊烯 5 吨		2019 年 2 月环评公告，预计营收 5035 万元，利税 1282 万元
博瑞电子	浙江衢州	年产 50 吨高纯 R1 项目（50 吨六氟丁二烯）		2019 年 2 月环评公告
博瑞中硝	浙江衢州	含氟电子气体项目：六氟化钨 400 吨		预计营收 1.57 亿元，利税 3776 万元，2019 年 2 月环评公告

资料来源: wind, 中信建投

风险提示

下游需求不及预期风险、竞争加剧的风险、技术迭代风险。

分析师介绍

雷鸣：电子行业分析师，执业证书编号：S1440518030001。中国人民大学经济学硕士、工学学士，2015 年加入中信建投通信团队，专注研究光通信、激光、云计算基础设施、5G 等领域。2016-2019 年《新财富》、《水晶球》通信行业最佳分析师第一名团队成员，2019 年 Wind 通信行业最佳分析师第一名团队成员。

研究助理 刘双锋：电子&TMT 海外牵头人及港深研究组长。3 年深南电路，5 年华为工作经验，从事市场洞察、战略规划工作，涉及通信服务、云计算及终端领域，专注于通信服务领域，2018 年加入中信建投通信团队。2018 年 IAMAC 最受欢迎卖方分析师通信行业第一名团队成员，2018《水晶球》最佳分析师通信行业第一名团队成员。

研究助理 朱立文：北京大学微电子学与固体电子学硕士，2018 年加入中信建投电子团队。专注于射频前端芯片、GaN 射频与功率器件、半导体材料、终端天线与 LCP 材料、无线充电、屏蔽与散热等 5G 电子领域研究。

评级说明

投资评级标准		评级	说明
报告中投资建议涉及的评级标准为报告发布日后6个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的6个月内公司股价（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。A股市场以沪深300指数作为基准；新三板市场以三板成指为基准；香港市场以恒生指数作为基准；美国市场以标普500指数为基准。	股票评级	买入	相对涨幅15%以上
		增持	相对涨幅5%—15%
		中性	相对涨幅-5%—5%之间
		减持	相对跌幅5%—15%
		卖出	相对跌幅15%以上
	行业评级	强于大市	相对涨幅10%以上
		中性	相对涨幅-10%-10%之间
		弱于大市	相对跌幅10%以上

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：(i) 以勤勉的职业态度、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，结论不受任何第三方的授意或影响。(ii) 本人不曾因，不因，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收到任何形式的补偿。

法律主体说明

本报告由中信建投证券股份有限公司及/或其附属机构（以下合称“中信建投”）制作，由中信建投证券股份有限公司在中华人民共和国（仅为本报告目的，不包括香港、澳门、台湾）提供。中信建投证券股份有限公司具有中国证监会许可的投资咨询业务资格，本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格证书编号已披露在报告首页。

本报告由中信建投（国际）证券有限公司在香港提供。本报告作者所持香港证监会牌照的中央编号已披露在报告首页。

一般性声明

本报告由中信建投制作。发送本报告不构成任何合同或承诺的基础，不因接收者收到本报告而视其为中信建投客户。

本报告的信息均来源于中信建投认为可靠的公开资料，但中信建投对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载观点、评估和预测仅反映本报告出具日该分析师的判断，该等观点、评估和预测可能在不发出通知的情况下有所变更，亦有可能因使用不同假设和标准或者采用不同分析方法而与中信建投其他部门、人员口头或书面表达的意见不同或相反。本报告所引证券或其他金融工具的过往业绩不代表其未来表现。报告中所含任何具有预测性质的内容皆基于相应的假设条件，而任何假设条件都可能随时发生变化并影响实际投资收益。中信建投不承诺、不保证本报告所含具有预测性质的内容必然得以实现。

本报告内容的全部或部分均不构成投资建议。本报告所包含的观点、建议并未考虑报告接收人在财务状况、投资目的、风险偏好等方面的具体情况，报告接收者应当独立评估本报告所含信息，基于自身投资目标、需求、市场机会、风险及其他因素自主做出决策并自行承担投资风险。中信建投建议所有投资者应就任何潜在投资向其税务、会计或法律顾问咨询。不论报告接收者是否根据本报告做出投资决策，中信建投都不对该等投资决策提供任何形式的担保，亦不以任何形式分享投资收益或者分担投资损失。中信建投不对使用本报告所产生的任何直接或间接损失承担责任。

在法律法规及监管规定允许的范围内，中信建投可能持有并交易本报告中所提公司的股份或其他财产权益，也可能在过去12个月、目前或者将来为本报告中所提公司提供或者争取为其提供投资银行、做市交易、财务顾问或其他金融服务。本报告内容真实、准确、完整地反映了署名分析师的观点，分析师的薪酬无论过去、现在或未来都不会直接或间接与其所撰写报告中的具体观点相联系，分析师亦不会因撰写本报告而获取不当利益。

本报告为中信建投所有。未经中信建投事先书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式转发、翻版、复制、发布或引用本报告全部或部分内容，亦不得从未经中信建投书面授权的任何机构、个人或其运营的媒体平台接收、翻版、复制或引用本报告全部或部分内容。版权所有，违者必究。

中信建投证券研究发展部

北京
东城区朝内大街2号凯恒中心
B座12层
电话：(8610) 8513-0588
联系人：李星星
邮箱：lixingxing@csc.com.cn

上海
浦东新区浦东南路528号上海
证券大厦北塔22楼2201室
电话：(8621) 6882-1612
联系人：翁起帆
邮箱：wengqifan@csc.com.cn

深圳
福田区益田路6003号荣超商务
中心B座22层
电话：(86755) 8252-1369
联系人：陈培楷
邮箱：chenpeikai@csc.com.cn

中信建投（国际）

香港
中环交易广场2期18楼
电话：(852) 3465-5600
联系人：刘泓麟
邮箱：charleneliu@csci.hk

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