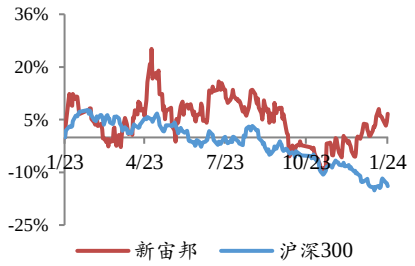
新宙邦深度之二：氟化液加速国产替代，有机氟业务稳步成长

投资评级：买入（维持）

报告日期： 2024-01-04

收盘价（元）	47.89
近 12 个月最高/最低（元）	56.31/40.25
总股本（百万股）	750
流通股本（百万股）	542
流通股比例（%）	72.36
总市值（亿元）	359
流通市值（亿元）	260

公司价格与沪深 300 走势比较



分析师：王强峰

执业证书号：S0010522110002
电话：13621792701
邮箱：wangqf@hazq.com

相关报告

1.业绩短期承压下滑，氟化工助力远期成长 2023-10-27
2.整体盈利短期承压，有机氟板块业绩高增 2023-08-21
3.电解液盈利下滑，高端氟化学品放量打开成长空间 2023-04-26

主要观点：

- **深耕有机氟化工领域化学品，有机氟化学品有望成为公司第二增长极**

公司布局有机氟精细化学品领域多年，围绕六氟丙烯和四氟乙烯产业链已打造含氟医药农药中间体、半导体与数据中心含氟冷却液等十大系列产品。公司有机氟化学品业务营收由 2018 年的 3.88 亿元增长至 2022 年的 11.74 亿元。2023H1，公司有机氟化学品业务营收 7.47 亿元，同比增长 38.46%。随着公司产品结构改善，有机氟化学品业务毛利率呈现稳步提升态势。2023H1，有机氟化学品业务毛利率达到 72.39%。公司现有 2100 吨氟化液（全氟聚醚和氢氟醚）产能，已经实现电子氟化液系列产品的商业化。随 3M 逐步退出氟化液市场，公司有望凭借技术和产能优势快速导入下游市场。2023 年下半年，海斯福高端氟精细化学品改扩建项目和高端氟精细化学品项目（二期）相继调试运行。海德福高性能氟材料项目（一期）预计将于 2024 年 2 月 28 日投产。随着公司海斯福、海德福项目的持续推进，有机氟业务有望成为新的增长极。

- **电子级氟化液竞争格局有望重塑，公司加速国产替代**

电子氟化液在半导体领域主要用作清洗剂、脱水剂、光刻机控温液以及芯片封装工序的检漏液等，目前大部分市场被海外企业垄断，其中，3M 电子氟化液产品占据了全球芯片干法蚀刻设备制冷剂 90%的市场份额。考虑到全球对 PFAS 物质的监管正在加速以及环保因素，3M 决定到 2025 年底前退出包括电子氟化液在内的 PFAS 产品，电子级氟化液竞争格局有望重塑。国内新宙邦、巨化股份等企业已经布局氟化液相关产能，其中新宙邦 Boreaf 电子氟化液系列产品可用于半导体 Chiller 冷却、精密清洗、气相焊接、电子检漏等领域。相关产品采用绿色清洁的工艺路线，通过了海外客户的认证，生产产品符合当地的法规要求，已供应全球半导体主流制造商，有望承接 3M 氟化液市场。

- **AI 及数据中心促进液冷氟化液需求增长，公司有望开启新一轮成长**

AI 产业与数字经济驱动数据中心较快发展，与数据运算、存储、交换高能耗相伴的是设备巨大的产热量，其中 70%的热能需要数据中心通过散热冷却系统移除。随着数据中心规模和单机功率的不断提升，浸没式液冷数据中心占比有望快速提升。氟化液作为一种高效可靠的冷却液，需求未来有望较快增长。据我们预测，2026 年我国新建数据中心机架数有望达到 1533 万架，带来超 3 万吨的液冷氟化液需求。以 15 万元/吨均价对应国内数据中心领域的市场规模超 46 亿元。公司现有 1100 吨全氟聚醚冷却液产能，公司浸没式冷却液全氟聚醚流体产品可用于数据中心冷却，未来有望充分受益于液冷氟化液高景气发展周期。

- **海斯福、海德福两大基地项目稳步推进，支撑有机氟业务远期成长**

公司持续完善氟化工产业链布局，围绕四氟乙烯和六氟丙烯产业链稳步推进海斯福、海德福两大基地项目建设。截至 2023 年 6 月，公司有机氟化学品产能约 0.56 万吨。2023 年 6 月，海斯福高端氟精细化学品改扩建项目建成调试，项目包含 1000 吨全氟聚醚产能。2023 年 9 月，海斯福高端氟精细化学品项目（二期）阶段性投产，项目合计包含 1.59 万吨有机氟化学品产能。海德福高性能氟材料项目(一期)预计将于 2024 年 2 月 28 日投产，项目主要产品包括 1.1 万吨四氟乙烯、5000 吨六氟丙烯、1000 吨氢氟醚等高性能含氟聚合物和含氟精细化学品。此外，公司规划建设年产 3 万吨高端氟精细化学品项目，项目预计 2024 年开工建设。公司多项目有序投产，支撑有机氟业务持续放量。

● 投资建议

公司深耕有机氟化工多年，有机氟化学品逐步进入快速放量期，未来业绩增速可观。预计公司 2023 年-2025 年分别实现归母净利润 10.83、16.79、23.51 亿元，对应 PE 分别为 33、21、15 倍。维持公司“买入”评级。

● 风险提示

（1）原材料及主要产品价格波动引起的各项风险；
（2）安全生产风险；
（3）环境保护风险；
（4）项目投产进度不及预期。

● 重要财务指标

单位:百万元

主要财务指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入	9661	8842	11829	17875
收入同比（%）	39.0%	-8.5%	33.8%	51.1%
归属母公司净利润	1758	1083	1679	2351
净利润同比（%）	34.6%	-38.4%	55.0%	40.0%
毛利率（%）	32.0%	25.6%	27.5%	26.8%
ROE（%）	21.0%	11.8%	15.4%	17.7%
每股收益（元）	2.37	1.45	2.24	3.14
P/E	18.34	33.14	21.38	15.27
P/B	3.88	3.91	3.30	2.71
EV/EBITDA	14.02	23.57	15.59	11.34

资料来源： wind，华安证券研究所

正文目录

1 两基地项目有序推进，有机氟业务新增长极 6
2 氟化液：蓝海市场，公司有望承接 3M 市场份额 11
2.1 半导体行业助力电子级氟化液需求增长 12
2.2 数据中心建设拉动氟化液冷却剂需求 17
2.3 3M 退出氟化液市场，新宙邦有望承接 22
3 有机氟化工品有序推进，助力公司远期成长 27
3.1 全氟异丁腈：最有前景的 SF_6 替代产品 27
3.2 PFPE 润滑剂：可在强化学条件下使用的润滑剂 28
3.3 FPI：柔性显示市场带动含氟聚酰亚胺需求 30
3.4 PFA：性能优异，广泛应用于半导体行业 33
风险提示： 35
财务报表与盈利预测 36

图表目录

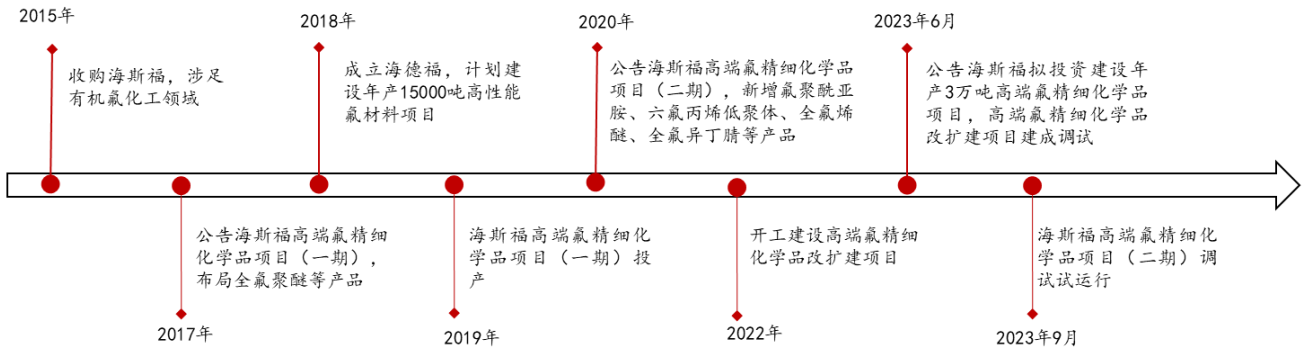
图表 1 有机氟业务发展历程 6
图表 2 公司有机氟化工产品布局 6
图表 3 公司有机氟化工主要产品产能及下游应用情况 7
图表 4 有机氟化学品产能及产量 8
图表 5 有机氟化学品销量及单价 8
图表 6 有机氟化学品业务营收及增速 8
图表 7 有机氟化学品业务毛利率变化情况 8
图表 8 海斯福产能情况 9
图表 9 海德福一期项目产能情况 10
图表 10 氟化工产品增值路线图 11
图表 11 氟化液分类图 11
图表 12 全球氟化工及含氟精细化学品市场规模（亿美元） 12
图表 13 中国氟化工及含氟精细化学品市场规模（亿元） 12
图表 14 氟化液在半导体加工环节的应用 12
图表 15 氟化液在设备和刻蚀工具里的流经图 13
图表 16 3M 氟化液冷却与其他液体冷却控温成像对比 13
图表 17 主要半导体清洗剂性能参数对比 13
图表 18 氟化液与去离子水表面张力对比 13
图表 19 马兰戈尼干燥机理 14
图表 20 不同干燥剂干燥性能对比 14
图表 21 圆晶通过不同干燥气体干燥后结构对比 14
图表 22 氟化液用于圆晶测试作为冷却介质 15
图表 23 3M NOVEC HFE 71IPA 氟化液售价 15
图表 24 全球半导体硅晶圆出货面积（亿平方英寸） 16
图表 25 全球晶圆代工市场规模（亿美元） 16
图表 26 中国大陆晶圆代工市场规模（亿元） 16
图表 27 全球 300MM 晶圆厂产能及增速情况 17
图表 28 2015-2021 年全球服务器年增加量（兆瓦） 17
图表 29 2017-2022 年全球数据中心市场规模及增速 17
图表 30 2017-2022 年我国数据中心机架规模 18
图表 31 2017-2022 年我国数据中心市场规模及增速 18
图表 32 2016-2022 年我国数据中心用电消耗情况 18
图表 33 我国数据中心能耗分布 18
图表 34 数据中心散热冷却技术及应用场景 19
图表 35 全球数据中心单机柜功率（KW）变化情况及预测 19
图表 36 冷板式、浸没式和喷淋式三种液冷方式比较 20
图表 37 浸没式液冷主要冷却液性能参数对比 20
图表 38 中国数据中心用氟化液规模测算 21
图表 39 海外电子氟化液产品及生产企业 22

图表 40 国内电子氟化液产品及生产企业 22
图表 41 PFASs 主要产品分类 23
图表 42 包含 PFAS 的产品 23
图表 43 欧盟 PFAS 限制法案进展 24
图表 44 欧盟 PFAS 限制法案中 PFASs 物质分类 25
图表 45 全球干法蚀刻设备制冷剂供应格局 26
图表 46 3M 包含 PFAS 的产品 26
图表 47 3M 比利时工厂 PFAS 污染物扩散示意图 26
图表 48 六氟化硫主要替代品及其特点 27
图表 49 全球和中国六氟化硫市场规模（亿美元） 28
图表 50 全氟聚醚润滑脂应用领域 29
图表 51 国内厂商全氟聚醚产能情况 30
图表 52 新宙邦全氟聚醚基础油 30
图表 53 科慕 KRYTOX 全氟聚醚产品价格情况 30
图表 54 全球全氟聚醚市场规模（亿美元） 30
图表 55 PI 制备流程图及常见的应用领域 31
图表 56 含氟聚酰亚胺结构特点及优势 31
图表 57 含氟聚酰亚胺下游应用占比 32
图表 58 全球柔性显示市场规模预测（亿美元） 32
图表 59 PFA 制备流程 33
图表 60 PFA 在半导体领域的应用 34
图表 61 PFA 用作电缆绝缘层 34
图表 62 全球 PFA 市场规模（亿美元） 34
图表 63 2022 年全球 PFA 产能情况 35

1 两基地项目有序推进，有机氟业务新增长极

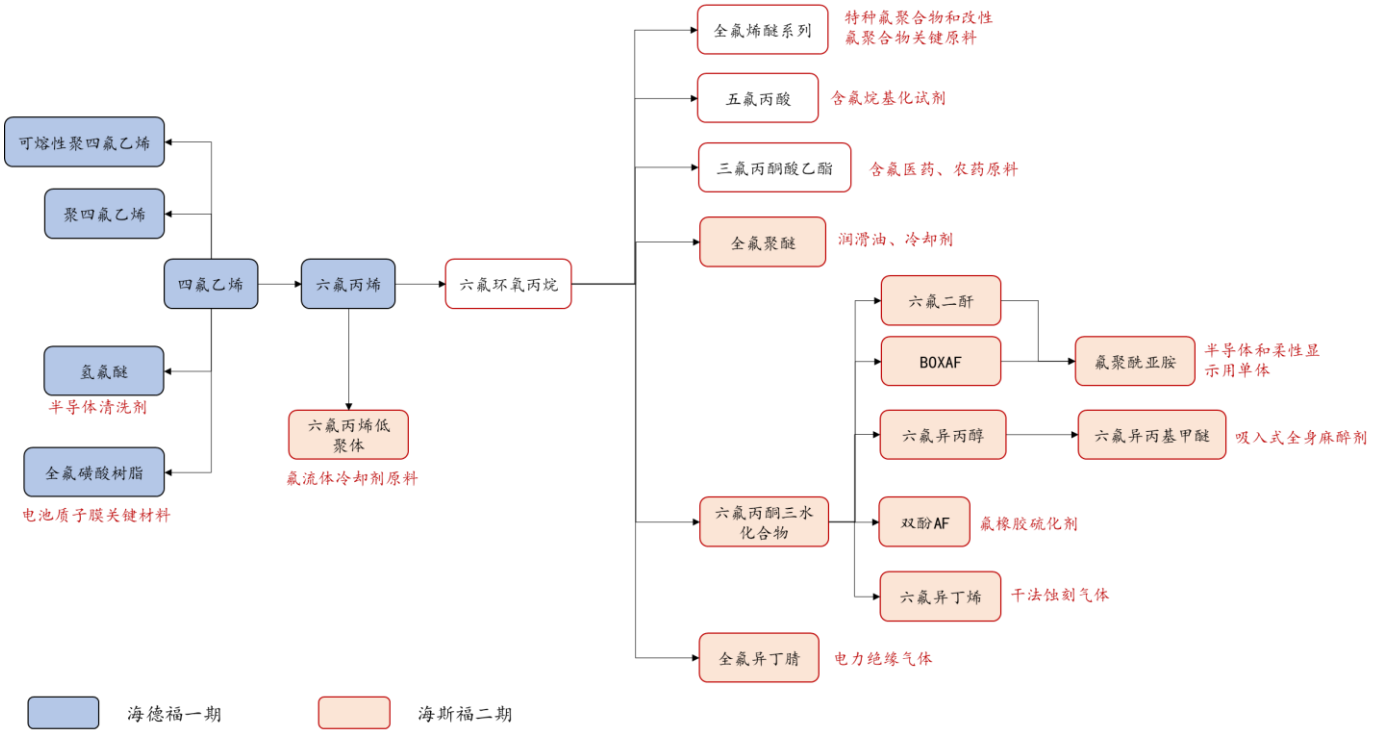
两大基地齐头并进，持续加码有机氟业务。海斯福成立于 2007 年，主营产品为六氟丙烯下游含氟精细化学品。2015 年，新宙邦收购海斯福，开始进入有机氟化学品领域。此后，公司陆续开展海斯福高端氟精细化学品项目（一期）、海斯福高端氟精细化学品项目（二期）、以及高端氟精细化学品改扩建项目，布局全氟聚醚、氟聚酰亚胺、全氟异丁腈等高端精细化学品。此外，公司于 2018 年成立控股子公司海德福建设年产 15000 吨高性能氟材料项目，拓展四氟乙烯产品及其产业链。2023 年 6 月，公司公告海斯福拟投资建设年产 3 万吨高端氟精细化学品项目，进一步加码有机氟化工领域。

图表 1 有机氟业务发展历程



资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表 2 公司有机氟化工产品布局



资料来源：公司公告，华安证券研究所整理

公司有机氟化学品产品线丰富，已形成含氟医药农药中间体、半导体与数据中心含氟冷却液等十大系列产品。公司有机氟化学品业务板块围绕四氟乙烯和六氟丙烯下游产业链不断延伸，现今已形成含氟医药农药中间体、氟橡胶硫化剂、氟聚合物改性共聚单体、半导体与显示用氟溶剂清洗剂、含氟表面活性剂、柔性显示与半导体用氟聚酰亚胺单体、全氟聚醚润滑脂基础油与真空泵油、IC 蚀刻与电力绝缘含氟气体、半导体与数据中心含氟冷却液、光刻胶与防污防潮涂层氟单体十大系列产品。

图表 3 公司有机氟化工主要产品产能及下游应用情况

产品系列	主要产品	产能(吨)	下游应用
原料	六氟环氧丙烷	5140	用于生产公司下游产品
	六氟丙烯	5000	
	四氟乙烯	11000	
含氟农药、医药中间体	六氟异丙醇（HFIP）	3300	含氟吸入式麻醉剂中间体
	六氟丙酮三水化合物	4690	
	六氟异丙基甲醚	2100	
	三氟乙酸乙酯	1200	低毒农药中间体
	五氟丙酸	2	含氟烷基化试剂
含氟橡胶硫化剂	双酚 AF 系列	950	氟橡胶的硫化剂
	含氟橡胶硫化剂 5 号	450	
氟聚合物改性共聚单体	全氟甲(乙、丙、磺酰氟乙氧丙)基乙烯基醚	1060	高端氟聚合物的核心改性单体
	全氟正丙基乙烯基醚	300	
	全氟烯醚系列	500	
表面活性剂系列产品	含氟表面活性剂	550	全氟醚羧酸表面活性剂是全氟辛酸的替代品，作为分散聚四氟乙烯树脂的制备分散剂
含氟化液	全氟聚醚	1100	半导体和数据中心用冷却剂
	全氟聚醚基础油	600	化工、电子、机械、核工业、军工等领域润滑油
	氢氟醚	1000	半导体清洗剂
含氟聚合物	六氟丙烯低聚体	1000	生产氟流体冷却剂的重要原料
	全氟磺酸树脂	100	用作全氟磺酸质子膜的原料
	可熔性聚四氟乙烯	500	防腐涂层、特种过滤纤维、反应釜内衬、管材内衬、光缆防护层等
	聚四氟乙烯	11000	高频高速覆铜板、工程塑料等
电力绝缘气体	全氟异丁腈	1000	主要为电力绝缘气体，替代六氟化硫
柔性显示与半导体用氟聚酰亚胺单体	氟聚酰亚胺	200	应用于电子材料、柔性显示材料等领域

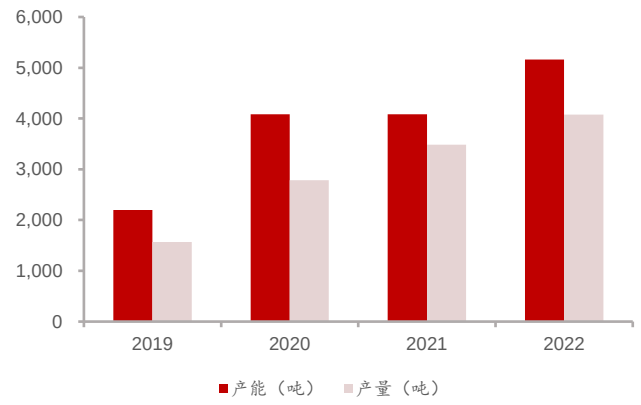
资料来源：公司公告，华安证券研究所整理

注：产能统计含在建产能

营收显著增长，单价、毛利率稳步提升。随新产能不断投放，公司有机氟化学品业务产销量显著增长。2019-2022 年，公司有机氟化学品产能由 2200 吨提升至 5161 吨，产量由 1569 吨提升至 4077 吨。有机氟化学品销量由 2020 年的 2386 吨增长至 2022

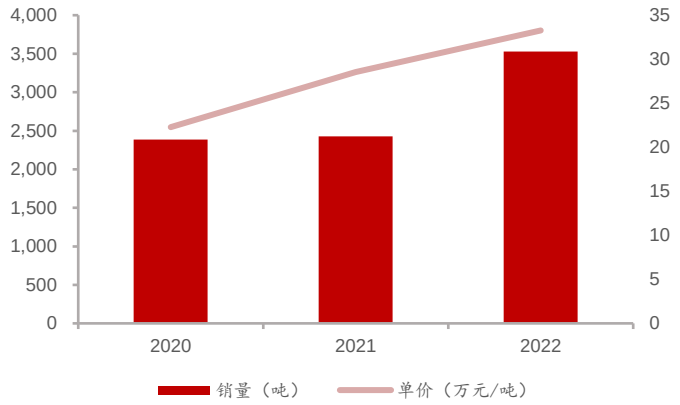
年的 3528 吨。公司有机氟化学品业务营收快速增长，由 2018 年的 3.88 亿元增长至 2022 年的 11.74 亿元。2023 年 H1，公司有机氟化学品业务营收 7.47 亿元，同比增长 38.46%。与此同时，受益于产品结构不断完善，公司有机氟化学品单价和毛利率稳步提升。产品单价由 2020 年的 22.3 万元/吨提升至 2022 年的 33.3 万元/吨。2023 年 H1，有机氟化学品业务毛利率达到 72.39%。

图表 4 有机氟化学品产能及产量



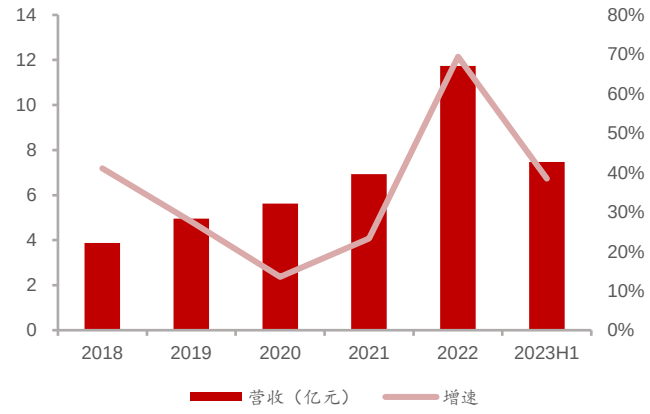
资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表 5 有机氟化学品销量及单价



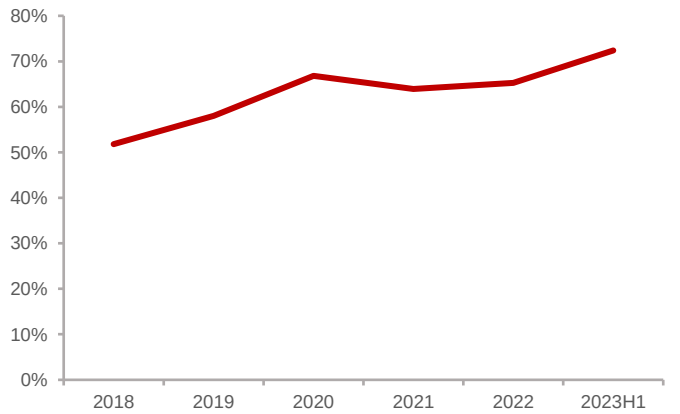
资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表 6 有机氟化学品业务营收及增速



资料来源：公司公告，华安证券研究所

图表 7 有机氟化学品业务毛利率变化情况



资料来源：公司公告，华安证券研究所

海斯福近期两大扩建项目投产，支撑有机氟化学品业务加速放量。2023 年 6 月，海斯福高端氟精细化学品改扩建项目建成调试。该项目包括用于冷却液的全氟聚醚 1000 吨，氟聚合物改性共聚单体全氟正丙基乙烯基醚 300 吨，用于清洗剂、干燥剂的全氟（异丁、戊、己）基甲醚 1300 吨，氟橡胶硫化剂 450 吨等。2023 年 9 月，海斯福高端氟精细化学品项目（二期）调试运行。该项目包括全氟聚醚 500 吨、全氟聚醚基础油 500 吨、全氟（异丁、戊）基甲醚 1000 吨，全氟烯醚系列产品 500 吨、电力绝缘气体全氟异丁腈 1000 吨、氟流体冷却液原料六氟丙烯低聚体 1000 吨等。随两大扩建项目投产，海斯福产能进一步扩张，支撑有机氟化学品业务加速放量。

规划 3 万吨高端氟精细化学品项目，持续加码有机氟化工。2023 年 6 月，公司发布公告，拟以控股子公司海斯福为项目实施主体，在福建省明溪县经济开发区 D 区投资

建设年产 3 万吨高端氟精细化学品项目，项目计划总投资不超过人民币 12 亿元，建设周期 3 年(项目总投资额和建设周期以实际投资建设情况为准)。该项目已完成土地购置，目前在筹备前置审批手续，预计将于 2024 年正式开工建设。项目投产后将进一步扩大公司在有机氟化工领域的竞争优势。

图表 8 海斯福产能情况

项目名称	主要产品	产能(吨/年)	投产时间
年产千吨级全氟环氧丙烷及下游系列产品	六氟环氧丙烷	1000	分别于 2008 年、2011 年投产
	全氟丙酮三水化合物	1000	
	双酚 AF 系列	100	
	六氟异丙醇及其甲醚	600	
	表面活性剂	50	
	全氟甲(乙、丙、磺酰氟乙氧丙)基乙烯基醚	300	
年产千吨级六氟环氧丙烷及其下游系列产品扩建项目	六氟环氧丙烷	1340	2015 年
	全氟丙酮三水化合物	890	
	双酚 AF 系列	250	
	六氟异丙醇及其甲醚	600	
	全氟甲(乙、丙、磺酰氟乙氧丙)基乙烯基醚	760	
	六氟异丁烯	50	
	氢氟酸（35%）	400	
	氟化钠	400	
	硫酸钠	300	
高端氟精细化学品扩建项目（一期）	全氟聚醚	100	2019 年
	三氟丙酮酸乙酯	100	
	四氢糠基乙醚	100	
	二氟磷酸锂	200	
	五氟丙酸	2	
	锂离子电池电解液	10000	
高端氟精细化学品改扩建项目	双酚 AF	100	2023 年 6 月
	六氟异丁烯	50	
	全氟正丙基乙烯基醚	300	
	全氟聚醚	1000	
	三氟乙酸乙酯	400	
	氟橡胶硫化剂	450	
	全氟异丁基甲醚	800	
	全氟戊基甲醚	200	
	全氟己基甲醚	300	
	六氟异丙基甲醚	-600	
	四氢糠基乙醚	-100	
	二氟磷酸锂	-200	
高端氟精细化学品项目（二期）	六氟环氧丙烷	2800	锂电池电解液产能 2023 年 9 月验收
	六氟丙酮三水化合物	2800	
	六氟异丙醇	2100	

六氟异丙基甲醚	1500
双酚 AF	500
BOXAF	300
六氟丙烯低聚体	1000
全氟烯醚系列	500
表面活性剂	500
全氟异丁基甲醚	800
全氟戊基甲醚	200
三氟乙酸乙酯	800
全氟异丁腈	1000
六氟二酐	200
2,2-双[(3-硝基-4-羟基)苯基]-六氟丙烷	100
全氟聚醚基础油	500
全氟己基乙基磺酸	100
氟聚酰亚胺	200
锂离子电池电解液	30000

资料来源：公司公告，华安证券研究所整理

注释：负值为退出产能

投建海德福，完善一体化产业链布局。2018 年，公司公告通过控股子公司海德福建设年产 15000 吨高性能氟材料项目，产品包括四氟乙烯、六氟丙烯、聚四氟乙烯、全氟磺酸树脂、氢氟醚等高性能含氟聚合物和含氟精细化学品。项目预计于 2024 年 2 月底建成调试。四氟乙烯和六氟丙烯是海斯福项目的主要原材料，通过投建海德福项目，公司海斯福项目原料供应得到保障。此外，公司进一步实现了对以四氟乙烯为原料的 PFA、氢氟醚等中高端含氟聚合物、精细化学品的布局。

图表 9 海德福一期项目产能情况

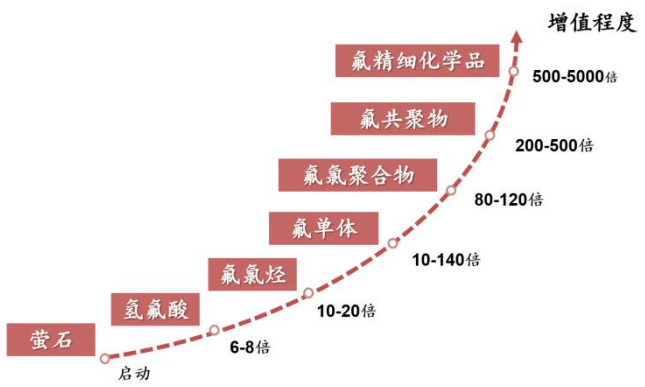
产品	用途	产能（吨/年）
四氟乙烯（TFE）	用于合成含氟聚合物和含氟精细化学品	11000
六氟丙烯（HFP）		5000
聚四氟乙烯（PTFE 悬浮树脂、分散树脂、分散乳液）	印刷、造纸、塑料、医疗器械、化学工业、家庭用具等	2800
可溶性聚四氟乙烯（PFA）	防腐涂层、特种过滤纤维、反应釜内衬、管材内衬、光缆防护层和宇航器材零部件等	500
全氟磺酸树脂	离子交换膜、燃料电池质子交换膜	100
四氟磺内酯	含氟中间体,用于合成功能高分子材料及精细化学品	100
氢氟醚（HFE）	清洗剂、制冷剂、发泡剂	1000

资料来源：公司公告，华安证券研究所

2 氟化液：蓝海市场，公司有望承接 3M 市场份额

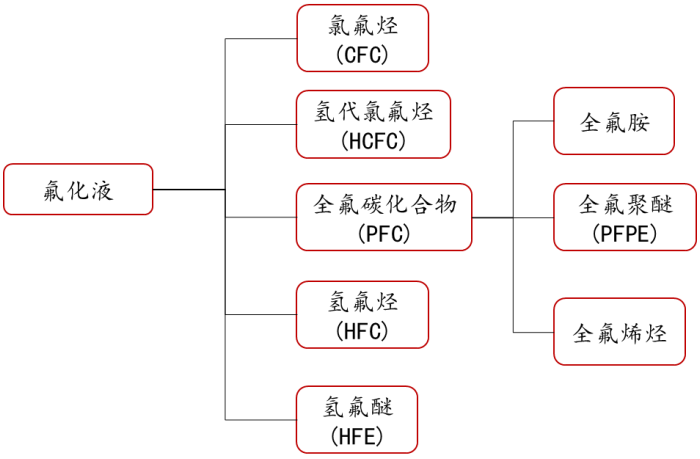
氟化液是一种高附加值的含氟精细化学品，广泛应用于半导体加工、数据中心冷却等领域。氟化液是一类高稳定性的液体，无色、透明、低粘度、不可燃、安全性高，位于氟化工产业链的顶端，是最有价值的氟化工产品之一。氟化液一般指碳氟化合物，是将碳氢化合物中所含的一部分或全部氢换为氟而得到的一类有机化合物。根据碳氟化合物的组成成分和结构不同，可分为氯氟烃(CFC)、氢代氯氟烃(HCFC)、氢氟烃(HFC)、全氟碳化合物(PFC)、氢氟醚(HFE)等种类，其中全氟碳化合物(PFC)包含全氟烯烃、全氟胺、全氟聚醚(PFPE)等类型。因其具有优异的性能、稳定的化学惰性、良好的导热性能，极低的表面张力，以及系统相容性，氟化液广泛应用于：1）电子元器件清洗剂；2）溶媒稀释剂、润滑稀释剂等其他用途溶剂；3）半导体制造封装测试液；4）冷热冲击测试液；5）导热、冷却介质、计算机服务器及电子元器件系统散热介质等。

图表 10 氟化工产品增值路线图



资料来源：新材料在线，华安证券研究所

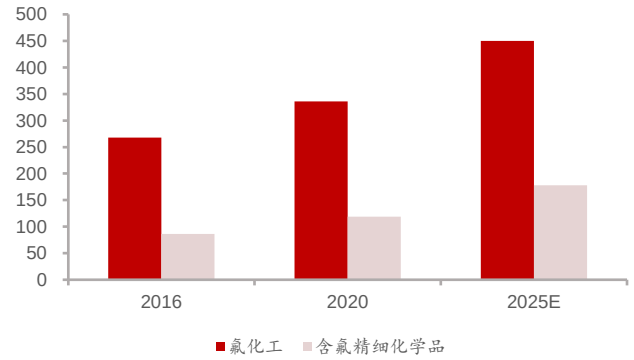
图表 11 氟化液分类图



资料来源：华安证券研究所整理

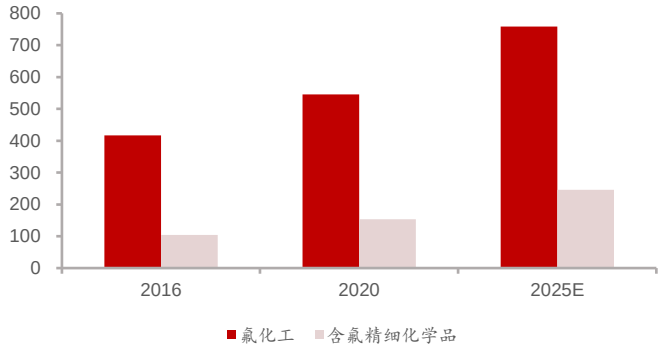
全球含氟精细化学品市场规模增长迅速，我国含氟精细化学品发展空间广阔。据浙江省氟化学工业协会发布的《关于浙江省“十四五”期间氟化工发展建议》，全球含氟精细化学品市场规模从 2016 年 86 亿美元增长至 2020 年 119 亿美元，年均复合增长率达 8.46%，预计 2025 年含氟精细化学品全球市场规模将达到 178 亿美元，较 2020 年年均复合增长率达 10.59%。国内含氟精细化学品市场规模从 2016 年 104 亿元增长至 2020 年 153 亿元，年均复合增长率达 10.13%，预计 2025 年含氟精细化学品市场规模将达到 246 亿元，较 2020 年年均复合增长率将达 12.61%。2020 年，海外含氟精细化学品市场占氟化工市场比例为 37.7%，我国含氟精细化学品市场占比仅为 28%，较海外仍有较大差距，发展空间广阔。

图表 12 全球氟化工及含氟精细化学品市场规模（亿美元）



资料来源：《关于浙江省"十四五"期间氟化工发展建议》，华安证券研究所

图表 13 中国氟化工及含氟精细化学品市场规模（亿元）

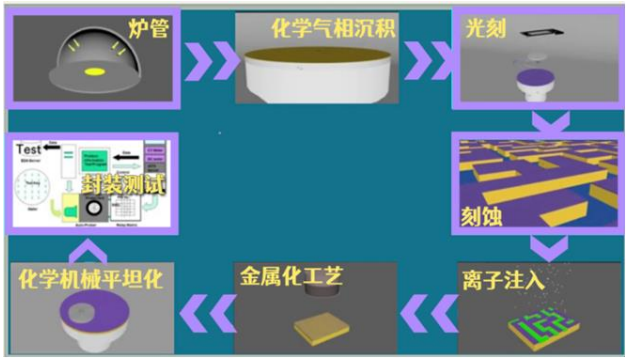


资料来源：《关于浙江省"十四五"期间氟化工发展建议》，华安证券研究所

2.1 半导体行业助力电子级氟化液需求增长

氟化液广泛应用于半导体加工环节。氟化液在芯片制程工艺中被广泛应用，炉管、光刻、刻蚀及封装测试环节都需要使用氟化液作为清洗剂、脱水剂、光刻机控温液以及芯片封装工序的检漏液等。

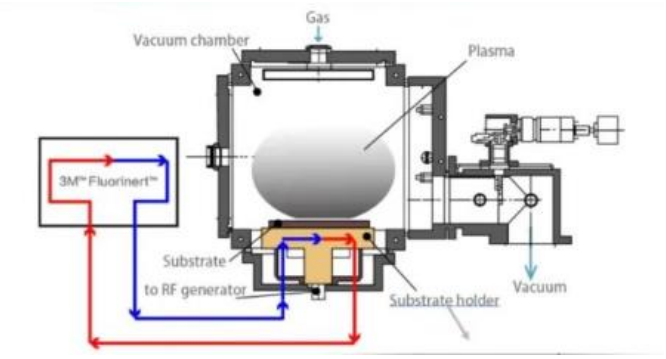
图表 14 氟化液在半导体加工环节的应用



资料来源：3M 微信公众号，华安证券研究所整理

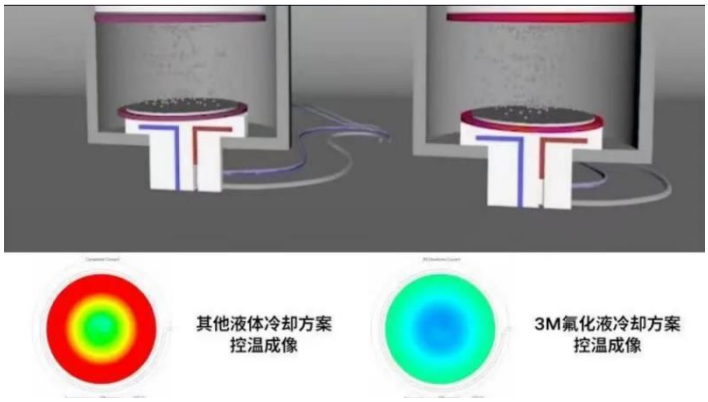
氟化液在干法刻蚀环节用做控温液，可帮助提升芯片制程中的整体良率，缩短芯片研发周期。在集成电路的制造过程中，刻蚀是利用化学或物理方法有选择性的从硅片表面去除不需要材料的一种工艺。干法刻蚀，即将特定气体置于低压状态下施以电压，将其激发成电浆，对特定膜层加以化学性刻蚀或离子轰击，达到去除膜层的一种刻蚀方式。在半导体先进制程中，随着尺寸越来越小，层数越来越多，在刻蚀高深宽比的结构时，如何精准的控制晶圆表面的温度变得至关重要。在刻蚀机台的腔体内，晶圆吸附在 ESC 表面，如果这个过程选用的控温液温度控制不均匀，会对刻蚀速度，结构形貌有很大影响，最终导致晶圆良率低。氟化液凭借高绝缘性和稳定性，能够将工艺温度控制在客户规定的标准范围以内，从而帮助提升芯片制程中的整体良率，缩短芯片研发周期。

图表 15 氟化液在设备和刻蚀工具里的流经图



资料来源：联合热控，华安证券研究所

图表 16 3M 氟化液冷却与其他液体冷却控温成像对比



资料来源：3M 微信公众号，华安证券研究所

氟化液可作为半导体湿法清洗的清洗剂。清洗工艺是贯穿整个半导体制造的重要环节，是影响半导体器件性能以及良率的重要因素之一。几乎在芯片制造的每一道工序前后，都需要进行清洗工艺，保证晶圆表面的洁净度。清洗工艺是芯片制造过程中占比最高的工序，约占所有芯片制造工序的 30%。随着超大规模集成电路的发展，芯片工艺节点进入 28nm、14nm 甚至更先进的节点，集成度不断提高，线宽不断减小，工艺流程更加复杂，清洗工艺步骤不断增加，清洗工艺变得更加复杂、更加重要和更具挑战性。90nm 的芯片清洗工艺约 90 道，到了 20nm 芯片的清洗工艺达到了 215 道。随着芯片制造进入 14nm、10nm 甚至更高节点，清洗工艺的道数仍然要不断增加。半导体清洗工艺可分为湿法清洗和干式清洗，其中湿法清洗工艺中最常用的清洗液就是去离子水和异丙醇（IPA）。相比于去离子水和异丙醇，氟化液具有低粘度、低表面张力、对碳氟聚合物溶解力强、易挥发、无残留水痕、宽泛的工作安全性、不可燃高介电强度、良好的材料相容性等优点，是一种理想的清洗剂。

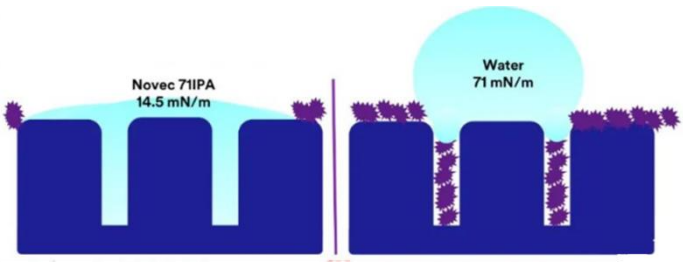
图表 17 主要半导体清洗剂性能参数对比

主要参数	水	Novec 7100	IPA	Novec 71IPA
沸点(°C)	100	61	82.4	55
闪点(°C)	None	None	12	None
蒸气压(kPa)	24	26.9	40	27.6
密度(g/cm³)	1	1.51	0.79	1.48
表面张力(mN/m)	71	13.6	21.7	14.5
动力学粘度(cSt)	1	0.38	2.87	0.41

资料来源：联合热控，华安证券研究所

注：Novec 7100 为 3M 氢氟醚氟化液产品，Novec71IPA 为 95.5%的 Novec 7100 和 4.5%的 IPA 混合物

图表 18 氟化液与去离子水表面张力对比

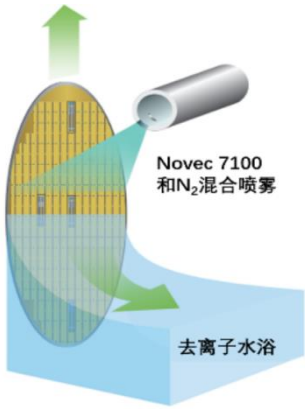


资料来源：联合热控，华安证券研究所

氟化液用于圆晶脱水干燥。在湿法清洗的步骤后，需要对圆晶进行脱水干燥。半导体晶圆脱水干燥工艺利用马兰戈尼效应使晶圆表面张力大的液体对其周围表面张力小的液体的拉力加强，产生表面张力梯度，使液体从表面张力低向张力高的方向流动。圆晶干燥气体常常会采用异丙醇(IPA)和氮气。IPA 的表面张力比水低，当 IPA 蒸汽溶解在晶圆表面的水中时，即可形成表面张力梯度。但对于先进制程，这种工艺却存在局限性。

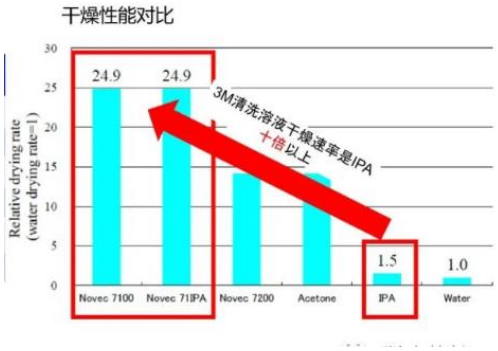
因为 IPA 的闪点比较低（12℃），蒸汽易燃易爆，在氮气中 IPA 的含量必须少于 2%，才能达到无闪点条件；脱水干燥后，IPA 还会残留在晶圆表面，在后续高温工艺中，IPA 会导致 Si-C 键形成，影响氧化层薄膜的稳定性。IPA 因表面张力大，使用 IPA 的结构在干燥后有坍塌发生。氟化液表面张力低，干燥后结构保持良好，是一种更优的干燥剂。

图表 19 马兰戈尼干燥机理



资料来源：3M 微信公众号，华安证券研究所

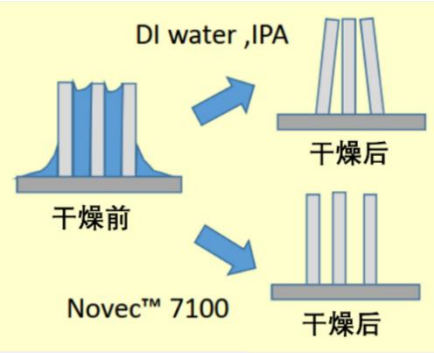
图表 20 不同干燥剂干燥性能对比



资料来源：联合热控，华安证券研究所

注：Novec 为 3M 氢氟醚系列氟化液产品

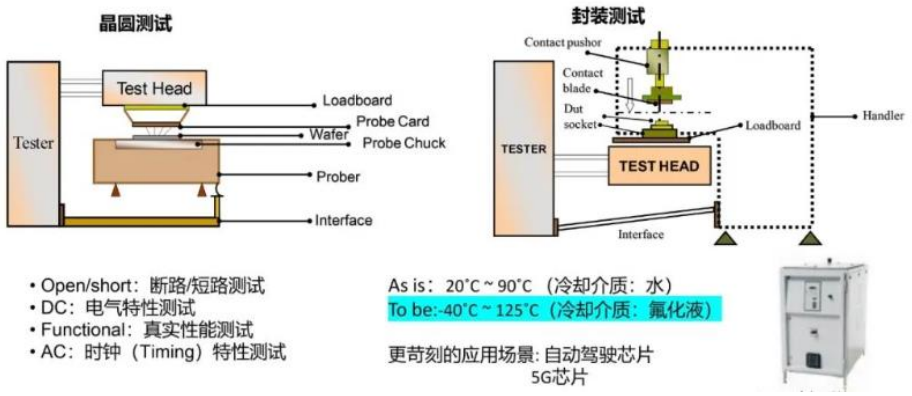
图表 21 圆晶通过不同干燥气体干燥后结构对比



资料来源：3M 微信公众号，华安证券研究所

氟化液用于圆晶测试和封装测试的冷却液。半导体元件测试的目的是保证元件根据最初设计的功能，即使在所定义最差的环境状况下，也能正常的工作。半导体测试主要有断路/短路测试、电气特性测试、真实性能测试、时钟特性测试等。通过一系列的测试来挑选出满足性能要求的半导体元件。传统测试的冷却介质为水，工作温度在 20°C-90°C。随着芯片性能的不断提升，具备更强大算力的芯片不断出现，如自动驾驶芯片、5G 芯片等，这类芯片的应用场景也更苛刻，因此需要工作范围更加广阔的冷却液来模拟更苛刻的工作环境。氟化液的工作温度范围更为宽泛，可达到-40°C-125°C，还具有宽泛的蒸气压、密度和分子量，低粘度以及高介电强度，是更合适的冷却介质。

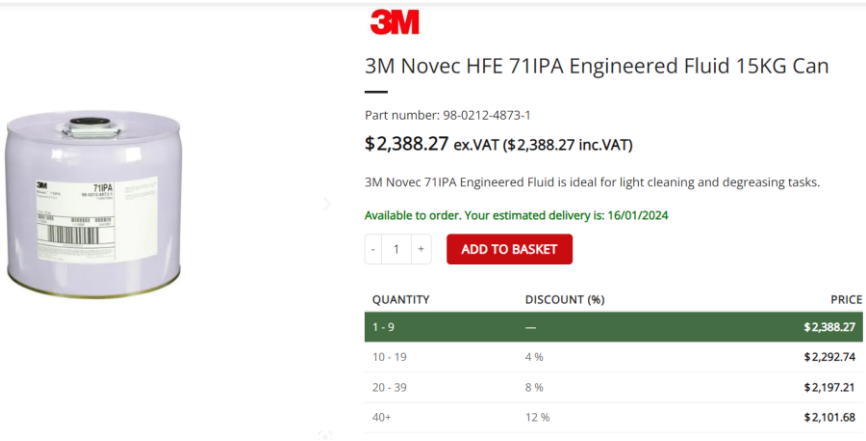
图表 22 氟化液用于圆晶测试作为冷却介质



资料来源：联合热控，华安证券研究所

半导体用氟化液价格昂贵，可达上百万元每吨。用于半导体加工的电子级氟化液作为高精尖氟精细化学品价格十分昂贵。据英国知名经销商 Conro Electronics 2024 年 1 月 4 日报价，用于半导体清洗剂和干燥剂的 Novec HFE 71IPA 产品 15kg 罐装售价为 2388 美元/罐，大批量购买每 15kg 价格仍然高达 2101 美元，折合 14.07 万美元/吨。

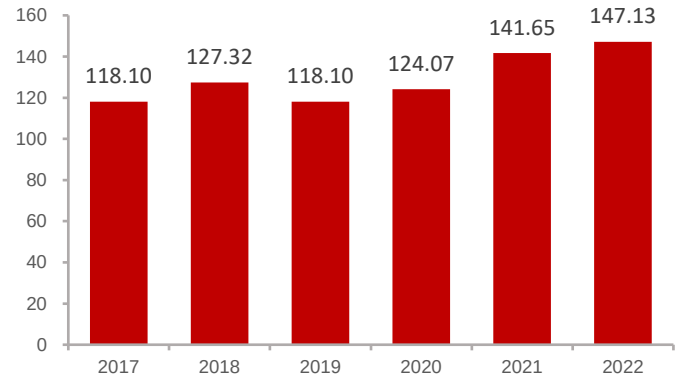
图表 23 3M Novec HFE 71IPA 氟化液售价



资料来源：Conro Electronics，华安证券研究所

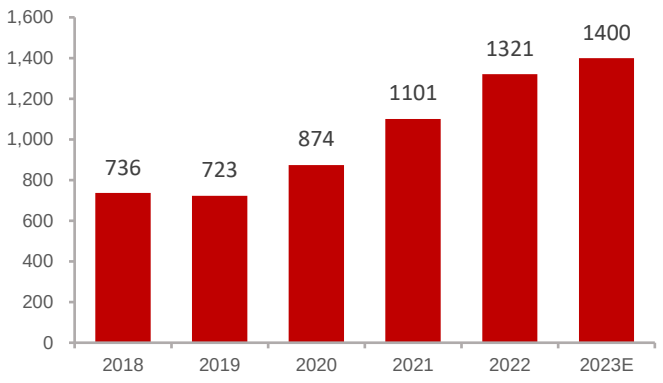
随着新能源汽车、工业智造、新一代移动通讯、新能源及数据中心等新兴市场的发展，全球对晶圆的需求量不断增长。据 SEMI 统计，2022 年全球半导体硅晶圆出货面积 147.13 亿平方英寸，较 2021 年增加 3.9%，硅晶圆总营收 138 亿美元，年增 9.5%。晶圆需求的增长带动了全球晶圆代工行业市场的发展，据 IC Insights 统计，2018-2022 年，全球晶圆代工市场规模由 736 亿美元增长至 1321 亿美元，年均复合增长率为 15.7%，预计 2023 年市场规模将达到 1400 亿美元。

图表 24 全球半导体硅晶圆出货面积（亿平方英寸）



资料来源：SEMI，华安证券研究所

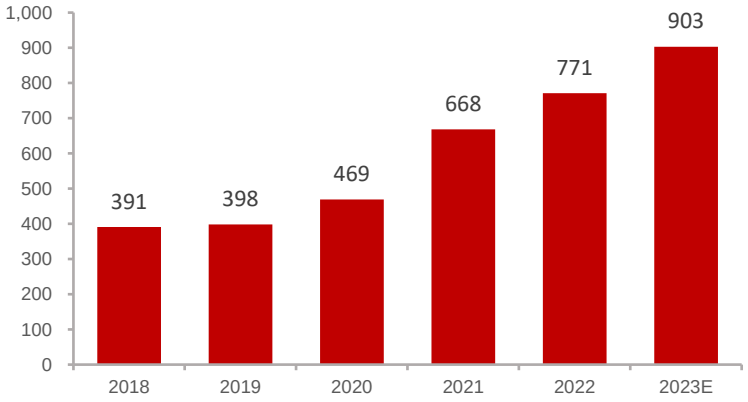
图表 25 全球晶圆代工市场规模（亿美元）



资料来源：IC Insights，华安证券研究所

中国大陆圆晶代工市场规模快速增长。近年来我国半导体产业链逐渐完善，芯片产品公司对晶圆代工服务的需求日益增长，晶圆代工行业实现了快速发展，据 IC Insights 统计，2018-2022 年中国大陆晶圆代工市场规模由 391 亿元增长至 771 亿元，年均复合增长率为 18.5%，预计 2023 年市场规模将增至 903 亿元。

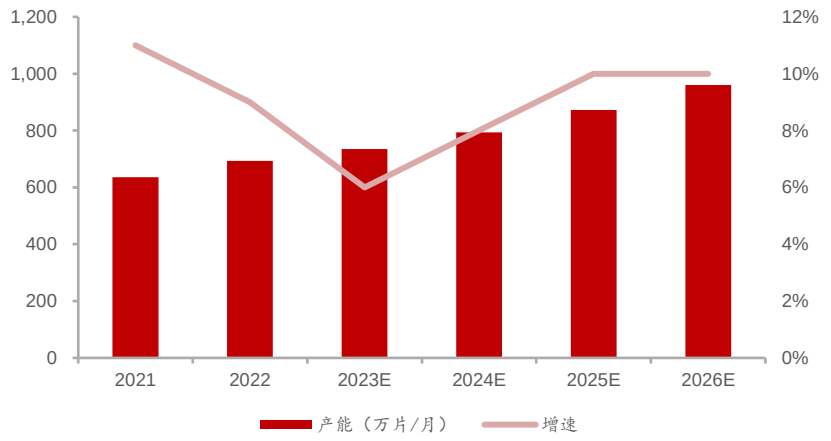
图表 26 中国大陆晶圆代工市场规模（亿元）



资料来源：IC Insights，华安证券研究所

全球 300mm 晶圆厂产能持续扩张，拉动氟化液需求。SEMI 在《300mm 晶圆厂展望报告-至 2026 年》（300mm Fab Outlook to 2026）中指出，芯片制造商预计将增加 300mm 晶圆厂产能，以满足需求增长。GlobalFoundries、华虹半导体、英飞凌、英特尔、Kioxia、美光、三星、SK 海力士、中芯国际、意法半导体、德州仪器、台积电和 UMC 等公司计划将有 82 座新厂房和产线在 2023 年至 2026 年期间运营，预计到 2026 年全球 300mm 晶圆厂产能将达到每月 960 万片的历史新高。其中，中国内地 300mm 晶圆厂产能全球份额从 2022 年的 22%增加到 2026 的 25%，达到 240 万片/月。圆晶新厂厂房和产线投产首次需充注大量的氟化液，叠加日常生产时的损耗补充，我们预期未来几年氟化液需求量将持续增加。

图表 27 全球 300mm 晶圆厂产能及增速情况

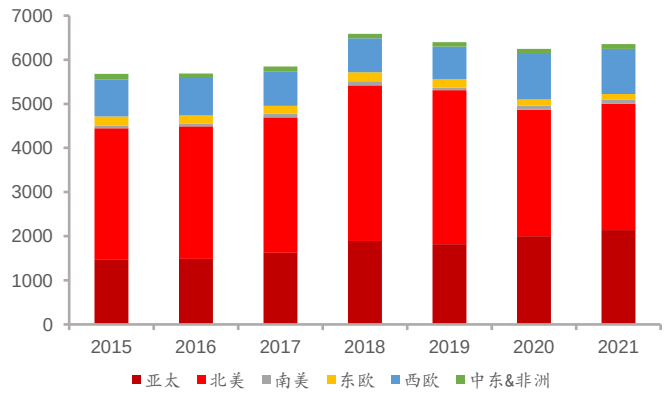


资料来源：SEMI，华安证券研究所

2.2 数据中心建设拉动氟化液冷却剂需求

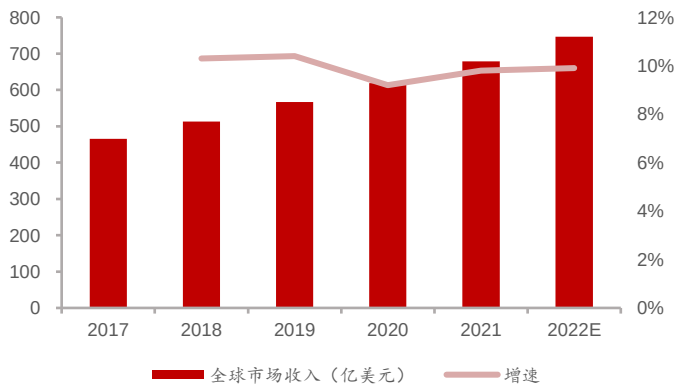
全球数据中心市场规模稳步增长。随数字化、AI 等技术的不断发展，全社会对算力提升的需求也越来越迫切。数据中心作为承载各类数字技术应用的物理底座，其产业赋能价值正在逐步凸显。世界主要国家均在积极引导数据中心产业发展，数据中心市场规模不断扩大。据中国信通院《数据中心白皮书》(2022 年)，2015-2021 年全球年新增投入使用服务器规模相对稳定，净增加值也相对稳定，预计未来几年数据中心规模仍将保持平稳增长。数据中心市场收入方面，2021 年全球数据中心市场规模超 679 亿美元，较 2020 年增长 9.8%，预计 2022 年市场收入将达到 746 亿美元。

图表 28 2015-2021 年全球服务器年增加量（兆瓦）



资料来源：Gartner、中国信息通信研究院，华安证券研究所

图表 29 2017-2022 年全球数据中心市场规模及增速



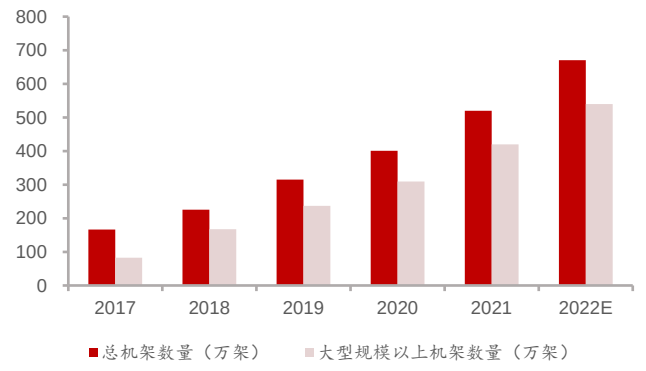
资料来源：中国信息通信研究院，华安证券研究所

我国数据中心机架规模持续稳步增长，大型以上数据中心规模增长迅速。近年来，我国数据中心机架规模稳步增长，按照标准机架 2.5kW 统计，截止到 2021 年年底，我国在用数据中心机架规模达到 520 万架，近五年年均复合增速超过 30%。其中，大型以上数据中心机架规模增长更为迅速，按照标准机架 2.5kW 统计，机架规模 420 万架，占比达到 80%。

受新基建、数字化转型及数字中国远景目标等国家政策促进及企业降本增效需求的

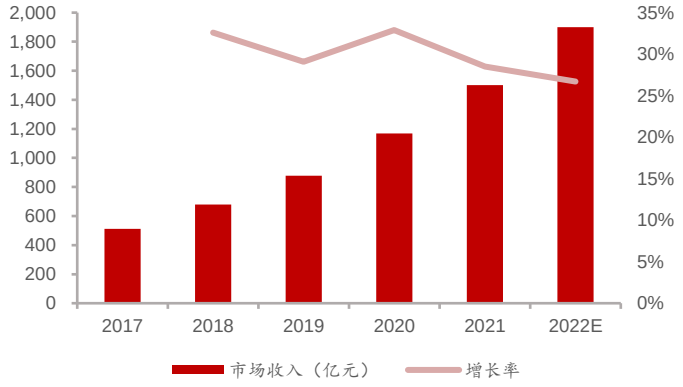
驱动，我国数据中心业务收入持续高速增长。2021 年，我国数据中心行业市场收入达到 1500 亿元左右，近三年年均复合增长率达到 30.69%，随着我国各地区、各行业数字化转型的深入推进，我国数据中心市场收入将保持持续增长态势。

图表 30 2017-2022 年我国数据中心机架规模



资料来源：工信部信息通信发展司，华安证券研究所

图表 31 2017-2022 年我国数据中心市场规模及增速

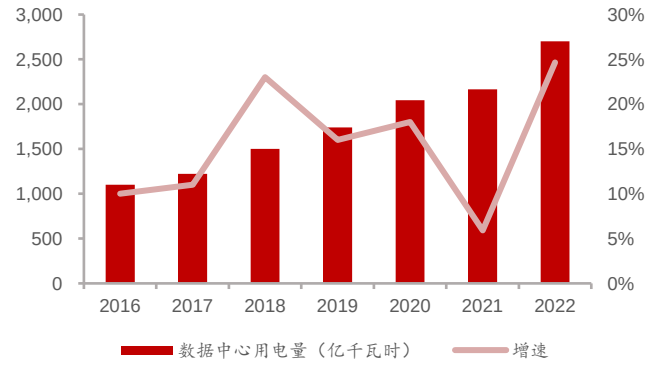


资料来源：中国信息通信研究院，华安证券研究所

数据中心耗电量逐年攀升，2025 年全国数据中心用电量占全社会用电量的比重预计提升至 5%。伴随数据中心计算业务量爆发式增长，传统的数据中心网络越来越难以提供支持云计算、边缘计算等所需的延迟，为更好承载数据处理需求，充分发挥数据中心的规模效益，降低业务部署成本和维护成本，大规模及超大规模数据中心已成为新建数据中心的首选。随着数据中心规模扩大，算力和功率密度节节攀升，支撑 IT 设备运行的能耗也相应飞速提高。2022 年全年，全国数据中心耗电量达到 2700 亿千瓦时，占全社会用电量约 3%。预计到 2025 年，全国数据中心用电量占全社会用电量的比重将提升至 5%，到 2030 年全国数据中心耗电量将接近 4000 亿千瓦时。

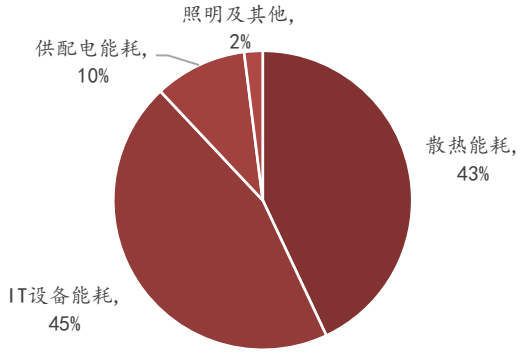
数据中心散热冷却能耗占比 43%，急需发展绿色高能效散热冷却技术。与数据运算、存储、交换高能耗相伴的是设备巨大的产热量，IT 设备将 99%以上的电能转换为热能，而其中 70%的热能需数据中心通过散热冷却系统移除。数据中心的总能耗由供配电、照明、散热冷却和 IT 设备功耗等构成。当前，我国数据中心能量消耗中的 43%用于散热冷却，与 IT 设备电耗基本相当。

图表 32 2016-2022 年我国数据中心用电消耗情况



资料来源：《绿色高能效数据中心散热冷却技术研究现状及发展

图表 33 我国数据中心能耗分布



资料来源：《绿色高能效数据中心散热冷却技术研究现状及发展趋

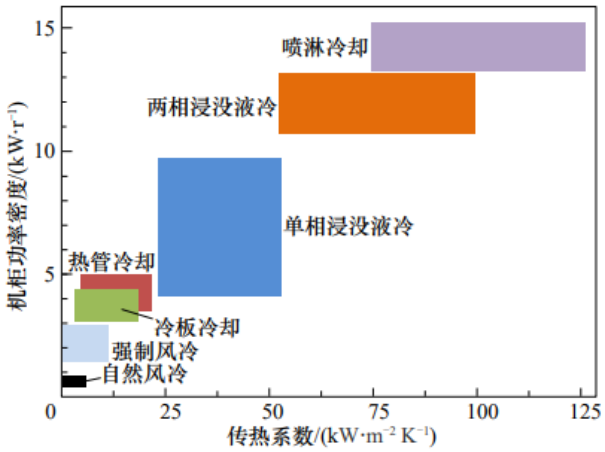
趋势》，中国能源报，华安证券研究所

势》，华安证券研究所

政策推动数据中心节能降耗。衡量数据中心总体能耗水平的指标为能源利用效率（PUE），定义为数据中心总能耗与信息技术设备能耗的比值。在相同 IT 功耗下，PUE 值越接近 1，表明其非 IT 功耗越低，能源利用率越高。当前我国数据中心 PUE 在 2 左右，节能潜力大。2021 年 7 月，工业和信息化部发布《新型数据中心发展三年行动计划（2021—2023 年）》，要求新建大型及以上数据中心 PUE 降低到 1.3 以下。2021 年 10 月，国家发改委、工信部等五部门发布《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》，提出到 2025 年数据中心 PUE 普遍不超过 1.5。2021 年 12 月国家发改委、国家能源局发布《贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和 5G 等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》，提出，到 2025 年，数据中心运行电能利用效率和可再生能源利用率明显提升，全国新建大型、超大型数据中心平均电能利用效率降到 1.3 以下，国家枢纽节点进一步降到 1.25 以下。

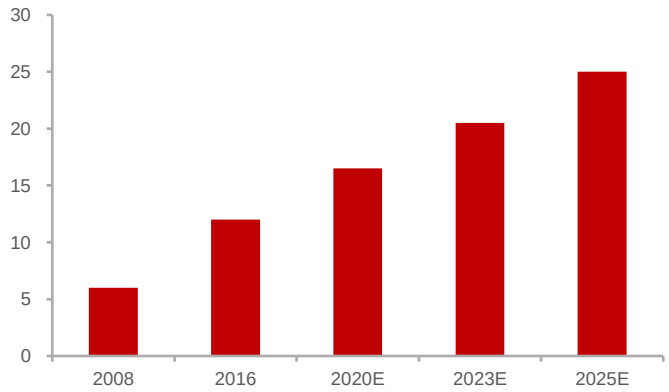
数据中心单机柜功率不断提升，液冷是数据中心散热冷却发展必然趋势。目前数据中心散热冷却技术主要有风冷和液冷两大类，其中风冷包括自然风冷和强制风冷，液冷包括冷板式液冷、浸没式液冷和喷淋式液冷。数据中心温控系统的核心是产热与移热速率相匹配。产热速率可用机柜功率密度衡量，其定义是单个机柜稳定运行所消耗的能量值（单位为 kW/r，r 表示单个机柜）。机柜功率密度越高代表产热量越大，要求散热冷却系统移热速率越高。随着单位服务器机柜包含的服务器数量增多，数据中心服务器机柜功率从低密度向高密度发展是必然趋势。低功率密度机柜在 5kW/r 以下，中功率密度机柜为 5-10kW/r，高功率密度机柜为 10kW/r 以上。目前已投用的数据中心机柜功率密度在 5-10kW/r 居多，已有一些在用的超大型数据中心机柜功率密度在 30kW/r 以上，甚至达 100kW/r 左右。传统风冷最高可冷却 30kW/r 的机柜，对于 30kW/r 以上功率密度的机柜无法做到产热与移热速率匹配。据赛迪顾问数据，全球数据中心单机柜功率呈现逐年上升趋势，预计 2023 年全球数据中心单机柜平均功率将达到 20.5kW，2025 年进一步提升至 25kW。随着数据中心规模不断提升，液冷是数据中心散热冷却发展必然趋势。

图表 34 数据中心散热冷却技术及应用场景



资料来源：《绿色高能效数据中心散热冷却技术研究现状及发展趋势》，华安证券研究所

图表 35 全球数据中心单机柜功率（kW）变化情况及预测



资料来源：Colocation America、赛迪顾问，华安证券研究所

浸没式液冷优势明显。液冷方式主要分为冷板式液冷、浸没式液冷和喷淋式液冷。

冷板式液冷在空间利用率、材料相容性方面具有较强的应用优势，但在成本方面，由于其单独定制冷板装置的原因，导致技术应用的成本相对较高。喷淋式液冷技术则通过改造旧式的服务器和机柜的形式，大幅度减少了数据中心基础设施的建设成本，但是散热效率略低于浸没式液冷。与前两者相比，浸没式技术的成本较适中，空间利用率与可循环方面具有较好的表现，特别是在散热效率方面显著高于前两者。因此，浸没式液冷被认为是最理想和环保绿色的液冷技术。相比于传统冷却方式，浸没式液体冷却的优势显著：1)节能降耗，相对于传统风冷数据中心能耗降低 90%-95%，大幅降低机房的运营成本；2)低噪无污染，无需使用风扇，最大限度减少噪声的污染，同时无需担心空气中的灰尘对高洁净度要求器件的干扰；3)节约空间，利用浸没式液冷的数据中心冷却系统所占的空间体积可减小至风冷系统的 1/3。

图表 36 冷板式、浸没式和喷淋式三种液冷方式比较

	冷板式	浸没式	喷淋式
原理	通过冷板（通常为铜、铝材质）将发热器件的热量间接传递给封闭在循环管路中的冷却液，通过冷却液将热量带走	以冷却液作为传热介质，将发热器件完全浸没在冷却液中，通过直接接触进行热交换	以冷却液为传热介质，将冷却液喷淋至发热信息技术（IT）器件或与之连接的导热元件的表面，发热器件与冷却液直接接触并进行热交换
成本	冷板要求的规格多，需要定制，成本较高	冷却液用量大，成本居中	可适度改造原有服务器和机柜，成本较小
空间利用率	较高	中等	最高
材料相容性	冷却液不与主板和芯片直接接触，材料相容性较强，但非电介质的冷却液泄漏会带来硬件设备被毁坏的风险	冷却液与主板和芯片直接接触， 材料相容性较差，一般要求冷却液是非电介质液体	冷却液与主板和芯片直接接触，材料相容性较差，一般要求冷却液是非电介质液体
可循环性	采用双路环状循环对冷却液进行二次利用	通过系统外的冷却装置进行循环	采用泵循环，实现资源的再利用
最高散热效率	80%	100%	<100%
应用案例	阿里巴巴千岛湖数据中心	中科曙光超级计算机	上海“国家大数据试验场”

资料来源：《数据中心用浸没式冷却液的研究进展》，华安证券研究所

冷却液是液冷系统关键部分。浸没式液冷的冷却液几乎与系统内所有材料接触，其粘度和沸点等热物理性能、闪点等易燃性或可燃性能、材料兼容性、对传输信号影响、绝缘性、环境影响、安全性、可维护程度、长期稳定和清洁度、成本等是浸没式液冷重要关注因素。

氟化液综合性能最好，是理想的冷却液。目前浸没式冷却液主要分为碳氢及有机硅化合物类和碳氟化合物类。碳氢化合物（Hydrocarbon）及有机硅类冷却液一般统称为“油类冷却液”，分为天然矿物油、合成油、有机硅油 3 大类，常温下呈黏稠状，比热容和导热率较高，具有沸点高不易挥发、不腐蚀金属、环境友好、毒性低等共性且成本较低；但有闪点，使用中有可燃助燃风险。碳氟化合物类冷却液即氟化液整体传热能力更佳，同时无闪点不可燃、寿命长、不易变质、兼容性好、低粘度易维护、更安全可靠。

图表 37 浸没式液冷主要冷却液性能参数对比

	碳氢及有机硅类冷却液	碳氟类冷却液

	天然矿物油	合成油	有机硅油	氢氟烃(HFC)	全氟碳化合物（PFC）	氢氟醚（HFE）	碳氟化合物(GWP)
臭氧层破坏	无			无			
温室效应	无			会带来温室效应		温室效应影响较小	超低温室效应
液体粘度	高			低			
沸点	高，不易挥发			较高			
腐蚀性	不腐蚀金属			不腐蚀金属			
毒性	低			低			
成本	低			较高			
闪点及可燃性	存在闪点，有可燃助燃风险		可设计高闪点，但可能导致流动困难	无闪点，不可燃			
老化变质性	容易分解、老化，会变色氧化产生酸，需要定期检测			不易分解变质			
可靠性及寿命	低，3-5 年			高，超过 10 年			
兼容性	差			好			
导热率	高			低			
惰性	低			高			
维护性	黏性高，不便于维护，需要清洗剂			黏性低，易挥发，便于维护			
密度(g/cm³)	低			高			
比热容	高			低			
挥发性	不易挥发			易挥发			
综合传热性能	低			高			
介电强度	>30kV			>24kV			
介电常数	低			低	低	对高速信号传输有一定影响	低

资料来源：《数据中心用浸没式冷却液的研究进展》，华安证券研究所

2026 年中国数据中心氟化冷却液市场需求有望达到 2.64 万吨。我们基于以下假设对氟化冷却液市场规模进行测算:1)根据中国信息通信研究院数据，我们假设 2023~2026 年中国数据中心机架年均增速分别为 26%、24%、22%、20%；2)根据《中国液冷数据中心发展白皮书》和曙光数创预测，我们假设 2023~2026 年液冷数据中心占比分别为 11%、18%、26%、35%，浸没式液冷数据中心在液冷数据中心的占比分别为 37%、39%、41%、43%;3)我们假设单标准机架氟化液用量为 80kg。基于以上假设，我们测算至 2023-2026 年中国数据中心领域对氟化冷却液的需求有望分别达 0.57、1.14、1.96、3.08 万吨。以 15 万元/吨均价对应国内数据中心领域 2026 年的市场规模超 46 亿元。

图表 38 中国数据中心用氟化液规模测算

	2022	2023E	2024E	2025E	2026E
数据中心机架增速	29%	26%	24%	22%	20%
数据中心机架数量(万架)	670	844	1047	1277	1533
新建数据中心机架数量(万架)	150	174	203	230	255

液冷数据中心占比	7%	11%	18%	26%	35%
浸没式占液冷比例	35%	37%	39%	41%	43%
新增浸没式液冷数据中心机架数量（万架）	3.68	7.09	14.22	24.55	38.44
氟化液单架消耗（kg）	80	80	80	80	80
数据中心氟化液需求量（万吨）	0.29	0.57	1.14	1.96	3.08
数据中心氟化液市场规模（亿元）	4.41	8.51	17.07	29.46	46.13

资料来源：《中国液冷数据中心发展白皮书》（赛迪顾问，2020），曙光数创，中国信息通信研究院，华安证券研究所

2.3 3M 退出氟化液市场，新宙邦有望承接

电子氟化液大部分市场被海外企业垄断。电子氟化液属于氟化工尖端产品。国外厂商在氟化工领域布局早、技术成熟、经验更为丰富，占据了电子氟化液绝大部分市场。目前，电子氟化液主流产品主要为 3M、索尔维、科慕以及旭硝子提供。

图表 39 海外电子氟化液产品及生产企业

产品名称	公司	适用范围
3M Fluorinert™ 电子氟化液	3M	数据中心单相和两相浸没式液冷。
3M Novec™ 电子氟化液	3M	氢氟醚类（HFE）用于数据中心液冷冷却应用
Fluere 氟流体	3M	适用于计算机服务器系统以及高压变压器的浸没式散热介质、电动车电池组冷却系统等。
FomblinYLVAC25/6	索尔维	汽车部件、办公设备、食品机械、光学仪器的润滑、设备防护、也可用于数据中心液冷冷却液。
ASAHIKLIN AC、AE 系列	旭硝子	浸没式液冷、电池组、电脑服务器、电容器、电子仪器的冷却；稀释涂膜溶剂；去除微粒、氟素油油脂清洗等。
Opteon™ SF10 特种氟化液	科慕	可用于半导体制程的机台单相传热流体、清洗液配方、载冷冷冻液、绝缘流体、气溶胶配方以及用于氟化聚合物等的稀释剂。

资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

国内企业开始布局电子氟化液。国内厂家新宙邦、巨化股份、浙江诺亚氟化工等近年来也开始进行电子氟化液的研发生产，并推出了多种氟化液产品。

图表 40 国内电子氟化液产品及生产企业

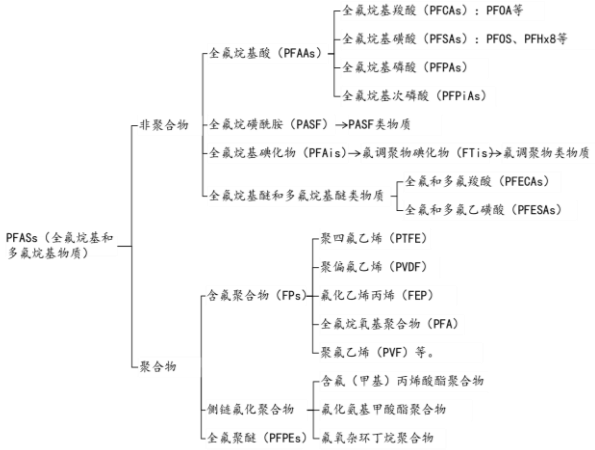
产品名称	公司	适用范围
巨芯冷却液 JHT 系列	巨化股份	半导体、制药、化工、航空、液晶显示屏制造、运行温度较低的数据中心冷却降温
巨芯冷却液 D 系列	巨化股份	JHT 电子流体系列、JHLO 润滑油系列以及 JX 浸没式冷却液等，应用于发泡剂、电子行业高端电子流体、各种精密基材的清洗等，作为环保型传热工质用于温控散热系统
Boreaf™ 电子氟化液 HEL、FTM、C4ME 等	新宙邦	半导体 Chiller 冷却、数据中心浸没冷却、精密清洗、气相焊接、电子检漏等
Noah®3000A	浙江诺亚氟化工	5G 基站、数据中心、交换机、电力系统、充电桩、海上风电
F-8630/F-8650	思康化学	半导体生产制备的各种环节中温控系统、数据中心服务器浸没式冷却、风力发电机和发电机组内部散热、高压变压器的浸没式散热介质以及相控阵雷达散热

Winboth 氟化液	深圳盈石科技	数据中心浸没式冷却、发电机组蒸发冷却、半导体冷却
美琦 FC3050	江西美琦	半导体制造封装测试；导热、冷却介质，计算机服务器及电子元器件系统散热介质；溶媒稀释剂、润滑稀释剂等其他用途溶剂；冷热冲击测试液
FCM-160E 电子氟化液	东莞美德	半导体制造封装测试；导热、冷却介质，计算机服务器及电子元器件系统散热介质；溶媒稀释剂、润滑稀释剂等其他用途溶剂；冷热冲击测试液
FL 系列	台湾孚瑞科技	蚀刻机、离子注入机、测漏设备的高低温槽，冲击测试等设备上。
Fluquid® 系列	浙江永太氟乐	半导体行业、精密电子产品、航天工业、数据中心冷却、存储能量冷却、ODS 绿色清洁替代品和 PFAS 替代品。
LHF-3200、LHF-3200XB	浙江利化新材料	5G 基站、数据中心、交换机、电力系统、充电桩、海上风电
全氟聚醚油	天津长芦新材料	国防、军工、航空航天、机械工业、制氧工业、文物保护等领域。
氢氟醚系列	天津长芦新材料	半导体设备和部件的清洗，以及电子芯片、光学配件、医疗器械、航空航天和军事工业等领域的精密清洗。
冰芯冷却液	成都晨光博达	数据中心绝缘冷媒介质

资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所

全氟和多氟化合物（Per and Polyfluoroalkyl Substances，简称 PFAS），是一系列人工合成的化合物，广泛应用于工业、商业和消费品领域。PFAS 目前并没有一个统一的定义，环境保护署 (EPA) 将 PFAS 定义为“具有至少两个相邻碳原子的化学品，其中一个碳完全氟化，另一个至少部分氟化”；经济合作与发展组织 (OECD) 将 PFAS 定义为“包含至少一个完全氟化的甲基或亚甲基碳原子（没有任何 H/Cl/Br/I 原子与之相连）的氟化物质”。PFAS 包括全氟烷基酸（PFAAs）、全氟烷基羧酸/全氟烷基羧酸（PFCAs）、全氟烷基磺酸/全氟烷基磺酸酯（PFSAs）、全氟烷基磺酰胺（FASAs）等。因具有良好的化学稳定性、表面活性等特征，PFAS 广泛应用于工业、商业和消费品领域，业界曾粗略估计有 4800 多种 PFAS 被用于商业用途，可以在许多材料中存在，包括表面涂层、消防泡沫、饮用水等。

图表 41 PFASs 主要产品分类



资料来源：OECD，华安证券研究所

图表 42 包含 PFAS 的产品

资料来源：knowyourh2O，华安证券研究所

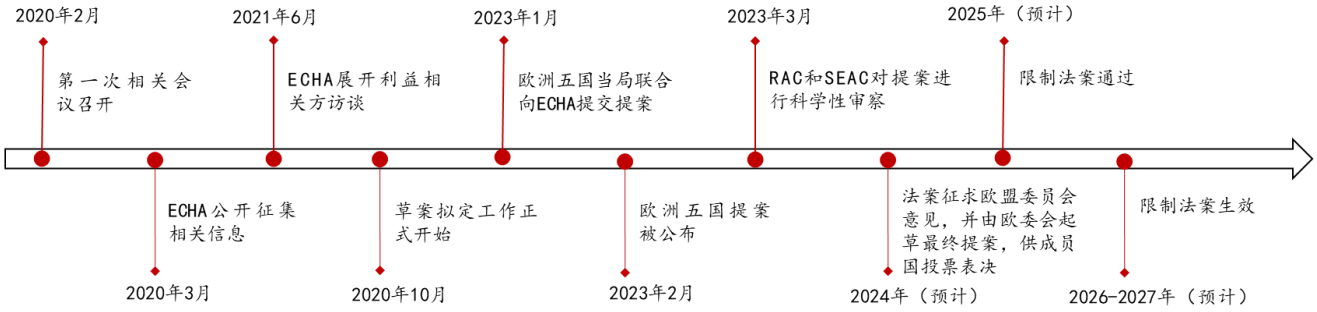
PFAS 拥有极难被破坏的碳-氟单键（C-F 键），会在环境和人体中长期存在，也被称为“永久性化学品”。在生产和使用过程中，PFAS 会迁移到土壤、水和空气中。大多

数 PFAS 不会分解，因此它们会留在环境中。由于 PFAS 的广泛使用和在环境中的持久性，PFAS 存在于世界各地的人和动物的血液中，并且以低水平存在于各种食品和环境中。随着时间的推移反复接触，一些 PFAS 会在人和动物体内积聚，会诱发肝中毒、发育毒性、免疫毒性、内分泌干扰及潜在的致癌性。

国际社会纷纷出台相关政策限制 PFAS 的使用。自 2009 年起，全氟辛烷磺酸及其衍生物 (PFOS) 已被列入国际斯德哥尔摩公约，以消除其使用。根据欧盟的持久性有机污染物 (POPs) 法规，PFOS 在欧盟已被限制使用 10 多年。中国自 2014 年 3 月 26 日起，禁止 PFOS 及其盐和 PFOSF 除特定豁免和可接受用途外的生产、流通、使用和进出口。美国华盛顿、纽约、宾夕法尼亚等州也陆续发布 PFAS 相关禁令，禁止 PFAS 在食品包装的使用。

欧盟拟扩大 PFAS 管制。欧盟针对 PFAS 的限制措施早在 2020 年 2 月就被提上日程。2020 年 3 月，欧洲化学品管理局（ECHA）公开征集相关信息。2021 年 ECHA 展开了针对 PFAS 利益相关方的调研，并于 10 月起正式开始草案的拟定工作。2023 年 1 月 13 日，欧洲五国（丹麦、德国、荷兰、挪威和瑞典）联合向 ECHA 提交了一份提案。该份提案基于过去三年中，政府工作人员与学者关于 PFAS 潜在的对人类和环境的负面影响的研究，希望限制多达 10000 多种 PFAS 物质的生产。2023 年 2 月 7 日，ECHA 向外公布了这项提案。2023 年 3 月欧洲化学品管理局的风险评估科学委员会（RAC）和社会经济分析科学委员会（SEAC）举行了会议，与会人员讨论了上文提到的提案是否符合 REACH 法规的法律要求的问题，并开始着手对提案进行科学审查，预计在 12 个月内可以给出意见。预计在 2024 年该项法案将会征求欧盟委员会的意见，并由欧委会起草一份最终提案，供成员国投票表决。预计这项限制法案将会在 2025 年通过并将于 2026 或 2027 年起生效。

图表 43 欧盟 PFAS 限制法案进展



资料来源：华安证券研究所整理

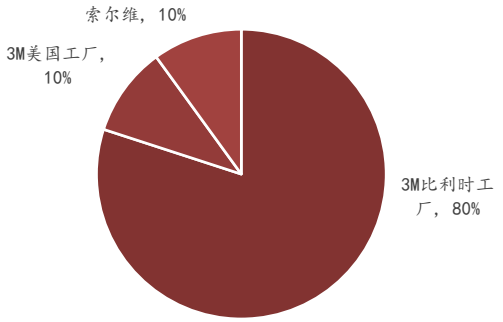
图表 44 欧盟 PFAS 限制法案中 PFASs 物质分类

资料来源：ECHA，华安证券研究所整理

全球含氟精细化学品巨头 3M 公司宣布 2025 年底之前退出 PFAS 物质的生产。2022 年 12 月 20 日，3M 宣布，考虑到全球对 PFAS 物质的监管正在加速以及环保因素，公司决定到 2025 年底前退出全氟烷基物质和多氟烷基物质 (PFAS) 包括含氟聚合物、氟化液、以及含 PFAS 添加剂的生产，并努力在 2025 年底之前停止在其产品组合中使用 PFAS。3M 预计，公司 PFAS 物质年销售额在 13 亿美元左右，EBITDA 利润率 16%。

3M 氟化液产品应用广泛，在干法蚀刻设备制冷剂领域处于垄断地位。据 3M 官网，3M 电子氟化液产品包含 3M Novec™，3M™ Fluorinert™ 等品牌，产品应用覆盖电子级涂层、发泡剂、温控液体、清洗溶剂等诸多领域。据 Resilinic 统计，3M 电子氟化液产品占据了全球芯片干法蚀刻设备制冷剂 90%的市场份额，客户包括三星、SK 海力士、英特尔、台积电等主流半导体厂商。

图表 45 全球干法蚀刻设备制冷剂供应格局



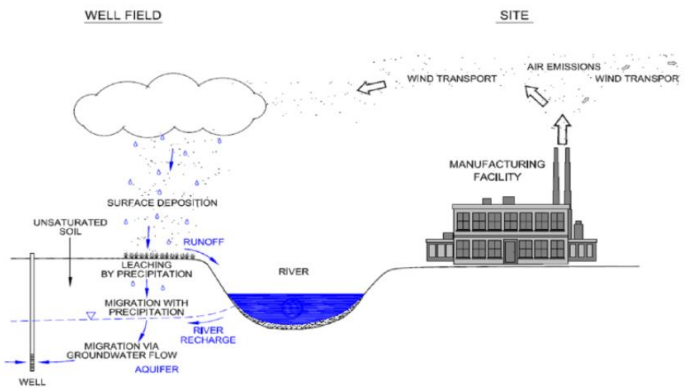
资料来源：Resilinic，华安证券研究所

图表 46 3M 包含 PFAS 的产品

资料来源：3M 官网，华安证券研究所

3M 比利时工厂因 PFASs 物质泄漏问题供应不稳，其氟化液市场退出速度有望加速。3M 比利时工厂是 3M 主要氟化液生产基地，供应了全球 80%的干法蚀刻冷却液。2022 年 3 月，因 PFAS 物质泄漏和环境污染问题，3M 位于比利时佛兰德斯的 Zwijndrecht 工厂被当地政府勒令暂停 PFAS 类产品的生产。同年 7 月，3M 与当地政府达成协议，3M 将投资 5.71 亿欧元用于受影响地区的环境修复和补偿，比利时工厂被允许恢复生产。2023 年 9 月，佛兰德斯环境部门报告显示，3M 比利时工厂附近再度检测到 PFAS 物质排放增加。3M 表示公司已经向佛兰德斯监管机构自行报告了其 Zwijndrecht 工厂的 PFAS 制造工艺相关数据，并已经暂停该工厂的所有 PFAS 产品制造流程。同时，公司正在评估是暂时停止该工厂的 PFAS 生产还是完全停止生产，从而加速 PFAS 业务的退出。在 3M 比利时工厂供应不稳的背景下，半导体厂商有望加速其冷却液供应商的替代。

图表 47 3M 比利时工厂 PFAS 污染物扩散示意图



资料来源：《パーフルオロ系界面活性剤のはなし　追加トピック》，华安证券研究所

公司氟化液产品已供应全球半导体主流制造商，有望承接 3M 氟化液市场。公司 Boreaf 电子氟化液系列产品可用于半导体 Chiller 冷却、数据中心浸没冷却、精密清洗、气相焊接、电子检漏等领域。相关产品采用绿色清洁的工艺路线，通过了海外客户的认证，生产产品符合当地的法规要求，公司现有上千吨冷却液产能，现已供应全球半导体主流制造商，实现了电子氟化液系列产品的商业化。随 3M 逐步退出氟化液市场，公司有望凭借技术和产能优势快速导入下游市场。

3 有机氟化工品有序推进，助力公司远期成长

3.1 全氟异丁腈：最有前景的 SF_6 替代产品

六氟化硫（SF6）是当前主流电气设备绝缘介质。SF_6 是一种无色、无味、无毒、不易燃的惰性气体。在常温常压下，SF_6 的密度是空气的五倍，且实际散热能力优于空气，电子负性强。同时，SF_6 对金属和绝缘材料没有腐蚀作用，具有良好的热稳定性，不易分解。SF_6 气体在高温下分解需要大量能量，对电弧有很强的冷却作用。此外，SF_6 气体的灭弧能力是空气的 100 倍以上，其分解气体具有很强的绝缘强度。因此 SF_6 气体在全球电气工业领域被广泛用于电气绝缘开关设备中，主要用作电气设备的绝缘和灭弧介质，包括 SF_6 断路器、气体绝缘金属封闭开关设备、负荷开关、气体绝缘输电管道、变压器和互感器等。另外，SF_6 还可用作各种加速器、避雷器、X-射线设备、超高压蓄电池、同轴电缆和微波传输的绝缘介质。

六氟化硫是当前最强的温室气体，替换势在必行。六氟化硫已被《京都协定书》列为受控的六种气体之一。SF_6 的全球变暖潜势（GWP）达到了 23900，是目前已知的 GWP 值最高的温室气体。SF_6 具有相当稳定的化学性质，极不易与其他物质发生反应，当它排放到空气中后会不断地积累，由此导致的温室效应会在相当长的时间内不断增强。随着全球变暖和极端气候的频繁发生，温室气体受到越来越多的国家的重视，SF_6 也成为各国政府关注的问题之一。欧盟发布的最新氟化气体法规提案中提出了在中压电气设备中禁止使用 SF_6 的关键时间点，旨在减少包括六氟化硫在内的强效和有害温室气体排放，以此实现到 2030 年的排放比 2014 年减少三分之二。欧盟氟化气体法规提案明确提出：2026 年后在 24kV 及以下的配电设备中禁止使用 SF_6，2030 年在 52kV 及以下的配电设备中禁止使用 SF_6。

全氟异丁腈（C_4F_7N）是最有前景的 SF_6 替代产品。SF_6 潜在替代品主要有氮气（N_2）/SF_6 混合气、CO_2/SF_6 混合气、全氟酮类气体、三氟碘甲烷（CF_3I）、八氟环丁烷（c-C_4F_8）、全氟异丁腈（C_4F_7N）等。在众多的替代品中，全氟异丁腈因为其出色的绝缘与灭弧特性脱颖而出。C_4F_7N 的 GWP 值为 1705，远低于 SF_6。此外，C_4F_7N 可以与 CO_2、N_2、O_2、空气中的一种或几种混合，充入中压或高压设备密封外壳中、固体介电层的电气部件中使用。C_4F_7N 用于中高压电力设备中，具备以下特性：环境特性友好，绝缘性能优异，灭弧性能优异，与开关内材料兼容性良好，低毒、无闪电符合健康和安全要求，可适应恶劣的低温环境要求。

图表 48 六氟化硫主要替代品及其特点

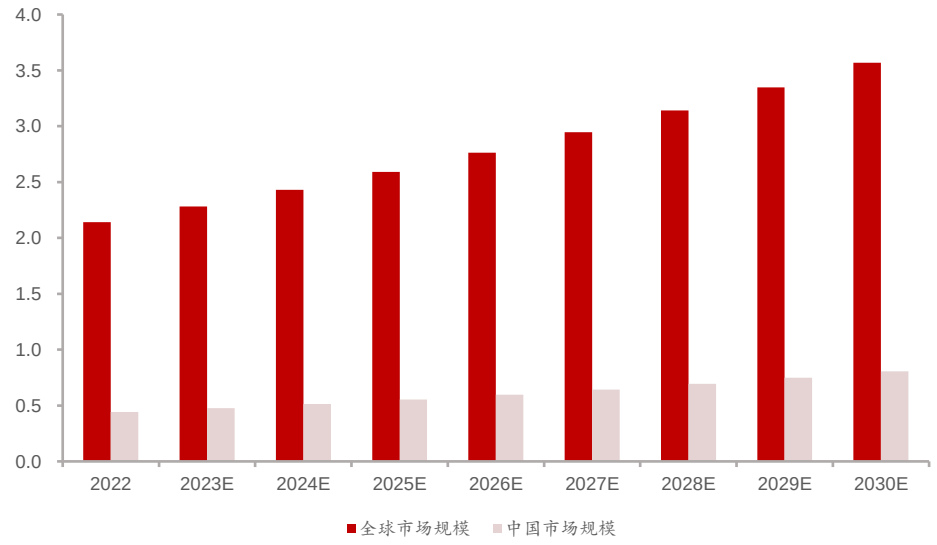
替代品	优点	缺点
N_2/SF_6 混合气、CO_2/SF_6 混合气	成本低、无环境影响	绝缘性能低于 SF_6 气体
全氟酮类气体	绝缘性能是 SF_6 气体的两倍以上，无温室效应	液化温度非常高，仅能与液化温度低的缓冲气体混合在户内使用
三氟碘甲烷	绝缘性能略高于 SF_6 气体，无温室效应	液化温度和成本较高，无法单独使用，与液化温度低的缓冲气体混合后可应用于户外的一般场景，但会导致绝缘性能下降
八氟环丁烷	绝缘性能略高于 SF_6 气体	液化温度较高，无法单独使用，与液化温度低的缓冲气体混合后可应用于户外的一般

		场景，但混合气体的绝缘性能明显下降，且其 GWP 值较高
全氟异丁腈	绝缘性能是 SF_6 气体的两倍以上	液化温度较高，但低于全氟酮气体，与液化温度低的缓冲气体混合后可应用于户外的一般场景，但其 GWP 值高于全氟酮气体

资料来源：上海宇极赛氟，华安证券研究所

全氟异丁腈替代空间广阔，商业化应用逐步开启。国内于 2022 年内已大规模启动新一轮特高压建设，预计到 2025 年，特高压产业与其带动产业整体投资规模将达 5870 亿元。根据 2019 年发布的《电力行业六氟化硫替代技术调研报告》，我国 2018 年气体绝缘金属封闭开关设备六氟化硫气体的使用量接近 7000 吨，替代空间广阔。据 BUSINESS WIRE 数据，2022 年全球六氟化硫市场规模约 2.14 亿美元，预计到 2030 年达到 3.57 亿美元，年复合增长率约 6.6%。中国是全球第二大六氟化硫市场，2022 年市场规模达到 0.44 亿美元，预计 2030 年市场规模增长至 0.8 亿美元，年复合增长率 7.8%。据《SF6 FROM ELECTRICAL EQUIPMENT AND OTHER USES》数据，六氟化硫应用在电气领域的占比约 60%，以此测算，全球用于电气绝缘气体的六氟化硫市场规模约 1.73 亿美元。目前全氟异丁腈已经应用于多种高压开关设备。中国电科院牵头的国家重点研发计划项目 1000kV 环保型 GIL 产品便采用全氟异丁腈/二氧化碳作为绝缘介质，用以替代纯六氟化硫气体。此外，国外 GE、3M 等公司已经实现全氟异丁腈混配气的应用，运行效果良好。

图表 49 全球和中国六氟化硫市场规模（亿美元）



资料来源：BUSINESS WIRE，华安证券研究所

公司千吨级全氟异丁腈产线已投入试生产，处于产品产业化领先地位。2023 年 8 月，海斯福全氟异丁腈 1000 吨级产业化产线正式投入试生产，这也是全国首条千吨级全氟异丁腈产业化产线。

3.2 PFPE 润滑剂：可在强化学条件下使用的润滑剂

全氟聚醚（perfluoropolyether，PFPE）聚合物通常是指高分子主链含有重复的

C—O—C 醚键，且主链中的氢原子被氟原子全部取代的一类聚合物，包括非功能型 PFPE 以及功能型 PFPE 衍生物。常见的功能型 PFPE 衍生物有全氟聚醚醇（PFPE-OH）、全氟聚醚酰氟（PFPE-COF）、全氟聚醚羧酸（PFPE-COOH）、全氟聚醚甲酯（PFPE-ME）等。

全氟聚醚广泛用作润滑材料。PFPE 分子链中的骨架主链是由若干 C—O—C 醚键、—CF2—、—CF2CF2—、—CF(CF3)CF2—、—CF2CF2CF2—等结构单元组成，由于高度极化的 C—F 键上的氟原子对 C—C 主链的屏蔽效应，使得骨架主链不易被破坏。PFPE 特殊的分子结构赋予其极低的表面张力（11～22mN/m）、良好的疏水疏油性能、低摩擦系数等特性。PFPE 具有优异的化学稳定性、低摩擦系数、低表面张力、抗辐射性、不燃性，PFPE 分子间作用力小且剪切稳定性良好。此外，PFPE 还具有较宽的温度使用范围（通常在-80～300℃），即使在氧气气氛下，PFPE 仍能在 270～300℃下稳定使用。因此，PFPE 常用作一些高端设备、仪器仪表、磁记录介质的润滑和密封材料。

PFPE 润滑剂包括 PFPE 润滑油和 PFPE 润滑脂。PFPE 润滑油具有极低的表面张力，依据氟原子自身的特性，PFPE 润滑油快速地向金属以及非金属基材表面迁移，形成一层低表面能的分子膜，有效地降低基材表面的摩擦系数。PFPE 润滑脂通常是由 PFPE 基础油、聚四氟乙烯（PTFE）稠化剂和特定的添加剂组成。该润滑脂表现出极强的化学惰性和优异的耐热性、耐化学腐蚀性、耐辐射性等特点。其优异的性能在工业和航空领域得到广泛应用。

全氟聚醚润滑脂广泛用于航空航天、核工业、化工、机械工业等领域。全氟聚醚润滑脂常用于高温、高负载、化学腐蚀环境中的轴承以及要求终身润滑的部件，具有极佳的化学惰性、耐久性和低挥发性，能够在极端高温条件下保持润滑性能，一般可耐受高达 300 摄氏度的温度。对酸、碱、溶剂等具有良好的抵抗，适用于恶劣化学环境下的润滑需求。

图表 50 全氟聚醚润滑脂应用领域

应用领域	具体应用
航空航天工业	升降杆、飞机操纵机构、飞机尾轮、起落架支点、推进器轴承、纵舵调整器、动力轮、扫描镜、齿轮泵、压力表、金属接头及螺纹紧同件等的润滑和密封
核工业	适用于核工业设施超速离心机的轴承润滑，且是唯一能够抵抗 130 下六氟化铀腐蚀的材料。
化工	高真空环境设备的轴承、泵、阀门、密封圈的润滑和密封；亦可用于接触腐蚀性气体、液体的泵、阀
机械工业	适用于纺织印染定型机，蒸化机轴承、烘燥机、纺丝机、印花机、 丝光机、纺织轧光机。
高温机械	窑炉的支撑轴承、耐火材料工厂、烤漆线链条、干燥机、水泥厂、热处理生产线的轴承及链条

资料来源：华安证券研究所整理

国内全氟聚醚主要依赖进口，公司拥有全氟聚醚产能 1600 吨。目前国内全氟聚醚主要依赖进口，其中索尔维公司供应量最大，占国内总需求量 60%左右；其次是科慕公司和日本大金公司。国内只有艾肯化工、新宙邦、郴州氟化学、巨化股份等少数企业拥有生产技术，产量不高。2019 年，公司海斯福投产全氟聚醚产能 100 吨，实现对全氟聚醚的布局。2023 年，随海斯福两大扩建项目的投产，公司累计全氟聚醚产能 1600 吨，

其中全氟聚醚基础油产能 500 吨，于 2023 年 9 月投产。公司润滑脂产品已经形成全氟聚醚润滑油基础油和全氟聚醚真空泵油两大产品，可用于薄膜蒸镀、高温轴承、高温齿轮传动、高温轧制设备、真空泵等作为润滑油和真空泵油。随新产能投产，公司全氟聚醚油产品有望迎来快速放量。

图表 51 国内厂商全氟聚醚产能情况

厂商	产能（吨）
郴州氟化学	50
艾肯化工	800
巨化股份	1000
新宙邦	1600

资料来源：Resilinic，华安证券研究所

图表 52 新宙邦全氟聚醚基础油

资料来源：公司官网，华安证券研究所

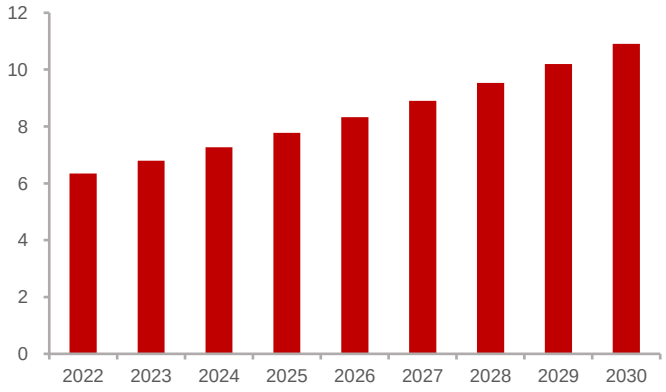
全氟聚醚产品售价昂贵，市场空间广阔。据 TMC Industries 数据，科慕旗下 Krytox 系列全氟聚醚产品售价最低 125 美元/千克，而 Krytox 280 AD 润滑脂产品售价更是高达 2760 美元/kg。据 zion market research 数据，2022 年全球全氟聚醚市场规模达到 6.35 亿美元，2030 年有望达到 11 亿美元，年复合增长率为 6%。

图表 53 科慕 Krytox 全氟聚醚产品价格情况

型号	售价（美元/千克）
280 AD 润滑脂	2760
GPL 205 润滑脂	738
LVP 润滑脂	2044
GPL 105 润滑油	802
1525 真空泵油	125
1506 真空泵油	288
143 AB 润滑油	3268

资料来源：TMC Industries，华安证券研究所

图表 54 全球全氟聚醚市场规模（亿美元）



资料来源：zion market research，华安证券研究所

3.3 FPI：柔性显示市场带动含氟聚酰亚胺需求

聚酰亚胺（Polyimide，简写为 PI）指主链上含有酰亚胺环（-CO-NR-CO-）的一类聚合物，被誉为处于高分子材料金字塔顶端的材料，具有良好的电气绝缘性能、机械性能、化学稳定性、耐老化性能、耐辐照性能、低介电损耗和宽适温性能（－269℃-400℃），已广泛应用在航空、航天、微电子、纳米、显示、分离膜、激光等领域。在高端市场中，具有高透射率、高耐磨性及可弯曲性的 PI 膜成为柔性显示面板/基板的理想材料，以代替脆性高的 ITO 导电玻璃等基板。

图表 55 PI 制备流程图及常见的应用领域

资料来源：《含氟聚酰亚胺的设计、合成及应用性能研究进展》，华安证券研究所

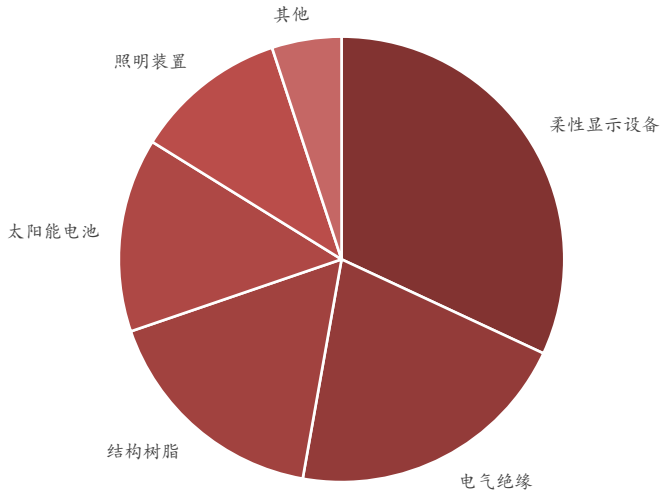
含氟聚酰亚胺性能优于聚酰亚胺，柔性显示是主要应用领域。PI 存在溶解性较差导致材料难以加工，PI 分子内或分子间存在强电荷转移复合物（CTC）效应导致薄膜透明度低、色泽深以及热性能、机械性能差等问题。柔性显示技术的最新发展对聚酰亚胺的光学和电学性能提出了更高的要求，加速了透明 PI 的结构和性能调整。PI 柔性显示面板/基板广泛应用的关键在于通过分子结构设计或优化制备工艺以提高薄膜的光学透明性，同时保持高耐热性。由于氟原子半径较小，摩尔极化率低，代表性的含氟基团—CF3 自由体积较大，故引入氟原子能有效降低堆积效率、增大分子间间距，同时减弱分子间相互作用力，从而提高聚合物的溶解性、降低介电常数；氟原子电负性较大，C—F 键非常牢固，能降低 PI 内 CTC 的形成，增强光学透明性且维持较高的热稳定性；此外，氟原子的低表面能使其具有强疏水性，可降低薄膜的吸湿率。据 Mordor Intelligence 数据，在 2021 年全球含氟聚酰亚胺下游应用领域占比中，柔性显示材料是最主要的应用领域。

图表 56 含氟聚酰亚胺结构特点及优势

性能	结构	优势
溶解性	含氟取代基增大了分子链间的距离，减小了分子间作用力，增大了分子链的柔顺性	溶解性提高，产品可加工性增强
低介电常数	含氟取代基自由体积较大，摩尔极化率低	介电常数低
光学透明性	氟原子电负性较大，C—F 键非常牢固，能降低 PI 内 CTC 的形成	光学透明性强且维持较高的热稳定性
吸湿率	氟原子表面能低使其具有强疏水性	薄膜的吸湿率低

资料来源：《含氟聚酰亚胺的设计、合成及应用性能研究进展》，华安证券研究所

图表 57 含氟聚酰亚胺下游应用占比

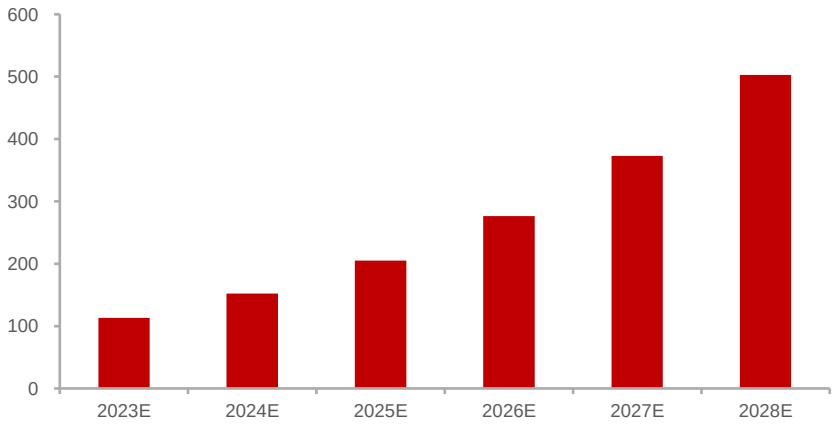


资料来源：Mordor Intelligence，华安证券研究所

柔性显示性能优异，已广泛应用于消费电子等领域。柔性显示也被称为柔性 OLED，是指采用塑料基板材料制备成的可弯曲、超轻薄的显示装置，具有抗高温、耐压、耐卷曲等物理特性。柔性显示屏采用了 PHOLED 磷光性 OLED 技术，具有低功耗、体积小等特点。柔性显示性能相比 LCD 更优异。柔性显示屏具有重量轻、可弯曲、对比度高、功耗低、体积小、携带便捷等特点，被广泛应用于消费电子、智能可穿戴设备、汽车电子、虚拟现实设备、医疗电子、军工等领域。

全球柔性显示器市场规模迅速增长，带动含氟聚酰亚胺需求。据数据机构 Mordor Intelligence 数据，2023 年，全球柔性显示市场规模将达到 112.9 亿美元，预计到 2028 年，全球市场规模将进一步提升至 502.7 亿美元，复合年增长率为 34.80%。据 Rationalstat 数据，2023 年全球聚酰亚胺薄膜市场规模约为 26 亿美元,预计到 2030 年达到 46 亿美元，年复合增长率 8.5%。

图表 58 全球柔性显示市场规模预测（亿美元）



资料来源：Mordor Intelligence，华安证券研究所

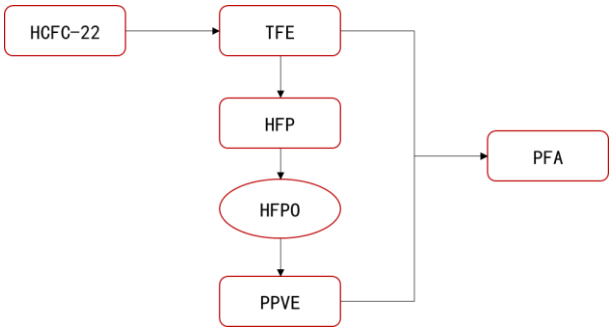
含氟聚酰亚胺仍被美日垄断，新宙邦已具备 200 吨 FPI 产能。PI 关键核心技术集

中于美国杜邦和日本宇部兴产等国外少数企业，全球约九成含氟聚酰亚胺（FPI）由日本生产。2019 年，日本曾宣布限制向韩国出口作为 OLED 面板显示器主要部件材料的 FPI，这使韩国产业受到极大冲击。全球主要含氟聚酰亚胺包括住友化学、大金工业、杜邦、可隆工业、SKG 等。目前，对于技术壁垒较低的单体（如联苯四甲酸二酐 BPDA、均苯四甲酸二酐 PMDA），国内企业已实现自主大规模生产；对于一些特殊单体（如六氟二酐 6FDA），国内企业也在逐步打破国外企业垄断。新宙邦 200 吨 FPI 产能已于 2023 年 9 月份投产，未来有望助力公司远期成长。

3.4 PFA：性能优异，广泛应用于半导体行业

可溶性聚四氟乙烯（PFA）是四氟乙烯（TFE）与全氟代烷基乙烯基醚（PPVE）的共聚物，性能优于 PTFE。因其性能与聚四氟乙烯（PTFE）相近，又可以采用热塑性树脂加工方法加工，所以称为可熔性聚四氟乙烯。PFA 综合性能优异，保持了 PTFE 诸多优点，且有 FEP 同样的热熔流动性和用途，而 PFA 的耐热性、耐应力和开裂性更优于 FEP。与 PTFE 相比，PFA 最大的优点是可熔融加工，即可采用常规的热塑性树脂加工方法加工。PFA 在高温下的机械强度是普通 PTFE 的 2 倍左右。在工业中，PFA 常作为防腐涂层、防老化涂层、特种过滤纤维、反应釜内衬、管材内衬、光缆防护层和宇航器材零部件等，广泛应用于化学工业、半导体行业、电子电气工业等。

图表 59 PFA 制备流程



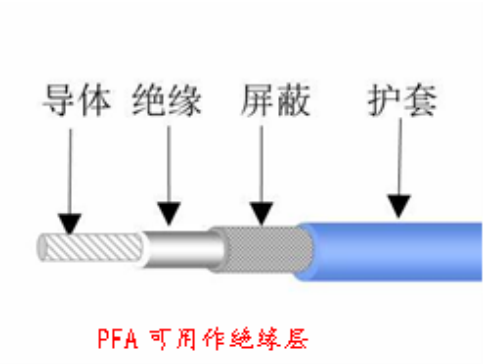
资料来源：《全球 PFA 行业现状与预测报告》，华安证券研究所

可溶性聚四氟乙烯耐腐蚀性强，可用于半导体行业。大规模集成电路（LSI）以及超大规模集成电路（ULSI）的制造要经过单晶片的表面氧化处理、照相制版处理、掺杂处理和蒸汽处理等工序，这些工序中又要经过浸蚀、洗净等处理过程。此外，为了提高合格率，LSI 和 ULSI 用的半导体制品需严格防止外界污染，因此对制造它的设备提出了耐腐蚀、耐高温和高纯度的要求。PFA 除具备满足这“三高”的技术要求外还具有良好的加工性能。湿法蚀刻和清洁:在湿法工艺中，首先清洗晶片,然后进行蚀刻，然后清洗蚀刻工艺中的光刻胶和残留物。在此过程中，PFA 被制成各种工具，例如 PFA 花篮、PFA 浸泡桶，PFA 烧杯等,以确保蚀刻溶液和清洗溶液的高纯度；从而保证高生产效率。化学机械抛光(CMP)：CMP 工艺在气相沉积之前使晶片表面光滑。所使用的液体是包含细颗粒的浆料。如果浆料中的颗粒太大，它们将保留在晶片表面上。这些痕迹,会造成产品缺陷。由 PFA 制成的容器可在一定程度上防止浆料中的杂质与晶圆接触。

图表 60 PFA 在半导体领域的应用

资料来源：艾邦半导体网，华安证券研究所

图表 61 PFA 用作电缆绝缘层

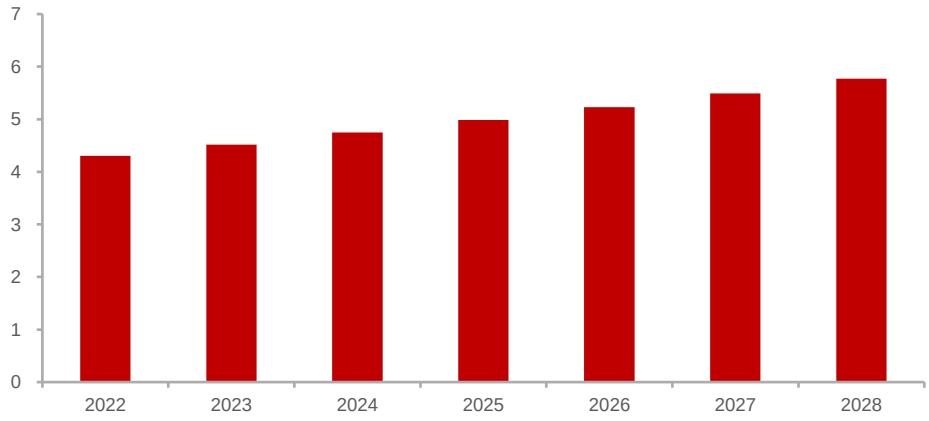


资料来源：湘潭市特种线缆股份有限公司官网，华安证券研究所

可溶性聚四氟乙烯可用于电子电气行业作为电缆绝缘层。PFA 制作的电线电缆绝缘层比 FEP 有更高的连续使用温度和优异的耐应力开裂性。因此，PFA 可用于制作发热钢管中的耐热绝缘，以及地热发电中的耐高温、耐腐蚀电缆。地热探查用的电缆需要能耐高温蒸汽和硫化氢等气体的长期腐蚀。PFA 良好的可加工性，使其成为防止半导体工艺污染产生的最佳候选材料。随着集成电路代际的更迭，电子元器件将越来越小，其结构也将越来越复杂，对于亚 10nm 制程中的部件，PFA 将成为必不可少的配套材料，半导体产业链也将成为 PFA 用量最大的领域。而近年来全球半导体、显示面板行业生产及消费重心逐渐向国内转移。我国电子特气 2020 年市场规模为 150 亿元，约占全球比例的 48%，且预计 2024 年市场规模将达到 230 亿元，全球占比将提升至 60%，对应 2020-2024 年复合增速达 11.28%。目前国内半导体产业链相关市场增速高于全球平均，市场潜力大，将打开 PFA 的国内市场需求。

2028 年全球 PFA 市场规模将达到 5.78 亿美元。据 Research and Market 数据，2022 年全球 PFA 市场规模达到 4.30 亿美元，预计到 2028 年市场规模将增长至 5.78 亿美元，年复合增长率 4.7%。

图表 62 全球 PFA 市场规模（亿美元）



资料来源：Research and Markets，华安证券研究所

中国 PFA 高端产品被国外垄断，国产替代空间大。2022 年全球 PFA 产能约 1.89 万吨，其中中国约 0.9 万吨。PFA 主要可分为四类：普通级、涂料级、超纯级、半导体

级。PFA 在中国的工业化进程起步较晚，2019 年中国 PFA 产能实现了零的突破，当前国内厂商只能生产出普通级、涂料级、超纯级三类产品，半导体级 PFA 的产能掌握在美国科慕、日本大金、比利时索尔维、美国 3M 等外企手中。其中，欧美国家生产的 PFA 主要为超高纯 PFA，85%以上应用于半导体行业，日本大金、旭硝子生产的 PFA 约 50%应用于半导体行业。

图表 63 2022 年全球 PFA 产能情况

资料来源：《全球 PFA 行业现状与预测报告》，华安证券研究所

海德福 PFA 可用于生产公司半导体化学品业务器具，实现业务协同发展。海德福规划 PFA 产能 500 吨/年，项目拟于 2024 年 2 月投产。公司半导体化学品业务主要包括蚀刻液、剥离液、超高纯试剂、清洗液和含氟功能材料等系列产品。PFA 是用于生产此类高纯化学品容器的理想材料。项目投产后，公司可以实现半导体化学品业务 PFA 试剂瓶、储液瓶、反应罐等器具的自产，进一步发挥各业务的协同优势。

风险提示：

需求不及预期风险；
原材料价格波动风险；
市场竞争加剧风险；
项目投产进度不及预期风险

财务报表与盈利预测

资产负债表 单位:百万元

会计年度	2022A	2023E	2024E	2025E
流动资产	9763	10398	12007	16405
现金	3218	3448	3591	3798
应收账款	1629	1949	2301	3709
其他应收款	9	11	13	22
预付账款	82	201	185	341
存货	905	1047	1274	2014
其他流动资产	3919	3740	4643	6521
非流动资产	5632	6444	7519	8416
长期投资	304	329	354	379
固定资产	1706	1963	2231	2454
无形资产	693	870	1114	1324
其他非流动资产	2930	3282	3821	4260
资产总计	15395	16842	19526	24820
流动负债	3997	4503	5401	8216
短期借款	113	133	153	173
应付账款	971	1151	1385	2203
其他流动负债	2913	3219	3862	5840
非流动负债	2653	2725	2748	2763
长期借款	651	671	691	711
其他非流动负债	2002	2055	2058	2053
负债合计	6650	7229	8149	10979
少数股东权益	382	426	490	583
股本	746	750	750	750
资本公积	2450	2678	2678	2678
留存收益	5168	5759	7459	9830
归属母公司股东权	8364	9187	10887	13258
负债和股东权益	15395	16842	19526	24820

现金流量表 单位:百万元

会计年度	2022A	2023E	2024E	2025E
经营活动现金流	1810	1550	1552	1475
净利润	1823	1127	1744	2444
折旧摊销	276	306	372	415
财务费用	-31	51	55	59
投资损失	-28	-27	-39	-59
营运资金变动	-213	128	-580	-1385
其他经营现金流	2019	964	2324	3831
投资活动现金流	-2205	-1091	-1418	-1264
资本支出	-1758	-1152	-1422	-1288
长期投资	-461	-36	-34	-35
其他投资现金流	14	97	39	59
筹资活动现金流	2147	-222	-12	-24
短期借款	88	20	20	20
长期借款	230	20	20	20
普通股增加	333	4	0	0
资本公积增加	-115	228	0	0
其他筹资现金流	1610	-494	-52	-64
现金净增加额	1759	230	142	207

利润表 单位:百万元

会计年度	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入	9661	8842	11829	17875
营业成本	6565	6575	8576	13087
营业税金及附加	72	64	87	130
销售费用	101	121	143	230
管理费用	423	453	562	882
财务费用	-30	-78	-83	-85
资产减值损失	-6	-2	1	-1
公允价值变动收益	-1	0	0	0
投资净收益	28	27	39	59
营业利润	2063	1269	1967	2753
营业外收入	2	0	0	0
营业外支出	6	0	0	0
利润总额	2059	1269	1967	2753
所得税	237	142	223	309
净利润	1823	1127	1744	2444
少数股东损益	64	44	65	93
归属母公司净利润	1758	1083	1679	2351
EBITDA	2282	1496	2256	3084
EPS（元）	2.37	1.45	2.24	3.14

主要财务比率

会计年度	2022A	2023E	2024E	2025E
成长能力				
营业收入	39.0%	-8.5%	33.8%	51.1%
营业利润	34.2%	-38.5%	55.0%	40.0%
归属于母公司净利	34.6%	-38.4%	55.0%	40.0%
获利能力				
毛利率（%）	32.0%	25.6%	27.5%	26.8%
净利率（%）	18.2%	12.3%	14.2%	13.2%
ROE（%）	21.0%	11.8%	15.4%	17.7%
ROIC（%）	15.4%	8.5%	11.7%	14.2%
偿债能力				
资产负债率（%）	43.2%	42.9%	41.7%	44.2%
净负债比率（%）	76.0%	75.2%	71.6%	79.3%
流动比率	2.44	2.31	2.22	2.00
速动比率	2.17	2.00	1.93	1.69
营运能力				
总资产周转率	0.73	0.55	0.65	0.81
应收账款周转率	5.49	4.94	5.57	5.95
应付账款周转率	6.99	6.20	6.76	7.30
每股指标（元）				
每股收益	2.37	1.45	2.24	3.14
每股经营现金流薄）	2.41	2.07	2.07	1.97
每股净资产	11.22	12.26	14.52	17.69
估值比率				
P/E	18.34	33.14	21.38	15.27
P/B	3.88	3.91	3.30	2.71
EV/EBITDA	14.02	23.57	15.59	11.34

资料来源：公司公告，华安证券研究所

重要声明

分析师声明

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

免责声明

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

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

投资评级说明

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

行业评级体系

增持—未来 6 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%以上;

中性—未来 6 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%;

减持—未来 6 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%以上;

公司评级体系

买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；

增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；

中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；

减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至 15%；

卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；

无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。