



氟化工深度研究之总览篇——

应用领域百花齐放，国产替代未来可期

■ **各领域均蕴藏国产替代机遇的优质赛道。**氟化工已形成无机氟化物、氟碳化学品、含氟聚合物及含氟精细化学品四大产品体系，国内总产值超过千亿元。海外巨头处在产业创新前沿，中国虽是产销大国，但暂时只能被动追随。大部分高端新品种在国内仍处于导入或成长期，国产替代空间广阔。

■ **氟碳化学品：环保政策约束供给，景气回暖可期。**氟碳化学品应用需求以制冷剂为主，终端领域主要涉及空调、冰箱、汽车。制冷剂历经三次迭代，HFC 是当前的主流产品。不同终端应用的制冷剂种类有所差异，展望未来家用空调将支撑制冷剂需求温和增长。2024 年国内 HFC 生产配额正式冻结，供给将受到大幅约束，有望为行业带来长期高景气行情，市场竞争也将回归理性。第四代制冷剂应用仍然存在限制，大规模推广尚需时日。

■ **含氟聚合物：关键领域依赖进口，国产化任重道远。**氟聚物性能优异，在诸多领域具有不可替代的用途。中国主要氟聚物的产能规模全球第一，但结构性过剩问题凸显。PTFE 和 PVDF 两大基础产品同质化竞争严重。在制冷剂配额冻结、核心关键领域强调自主可控的当下，应用于半导体、5G、新能源的新型氟树脂成为产业升级的关键和龙头企业的发展重点。不过新型氟树脂技术壁垒较高，海外企业技术积累深厚，国产替代仍需持续爬坡。

■ **含氟精细化学品：聚焦细分市场，逐步填补空白。**中国是全球含氟药物中间体的主产地，行业发展较为成熟，快速响应核心客户的定制化需求、寻求低成本的合成路线仍是竞争之道。我国含氟电子特气迅速崛起，用量最大的三氟化氮和六氟化钨已向头部半导体厂商供货，但环保型的六氟丁二烯仍有待开发。电子氟化液在浸没式液冷数据中心的应用前景广阔，国内厂商有望填补 3M 留下的市场空白，并充分受益于 AI 大模型飞速发展的利好。

■ **业务建议与风险分析。**（本部分有删减，招商银行各部如需报告原文，请参考文末联系方式联系研究院）。

王国俊

招商银行研究院

行业研究员

☎：0755-83195671

✉：wangguojun32@cmbchina.com

尹亮亮

策略规划与执行岗

公司金融总部

☎：0755-83077927

✉：yinliangliang@cmbchina.com

武晓毅

授信审批岗

授信审批部

☎：0755-83077293

✉：wuxiaoyisz@cmbchina.com

纪建武

授信审批岗

授信审批部上海分部

☎：021-58331367

✉：jjjianwu@cmbchina.com



目录

一、氟化工：各领域均蕴藏国产替代机遇的优质赛道	1
1. 氟化工已形成用途广泛的四大产品体系，国内总产值超千亿	1
2. 海外巨头占领技术高地，中国创新方兴未艾	2
二、氟碳化学品：环保政策约束供给，景气回暖可期	4
1. 产品结构历经三次迭代，应用需求以制冷剂为主	4
2. 家用空调支撑制冷剂需求温和增长，HFC-32 份额进一步提升	5
3. 第三代制冷剂配额正式冻结，行业竞争有望回归理性	7
4. 新型制冷剂应用仍存限制，大规模推广尚需时日	10
三、含氟聚合物：关键领域依赖进口，国产化任重道远	13
1. 含氟聚合物性能优异，是国家鼓励发展的新材料	13
2. 中国产能规模全球第一，结构性过剩问题凸显	14
3. 新型氟树脂持续爬坡，产业链自主可控成为核心动力	18
四、含氟精细化学品：聚焦细分市场，逐步填补空白	22
1. 药物中间体：响应全球需求，竞争格局相对分散	22
2. 含氟电子特气：国产迅速崛起，环保型新品有待开发	23
3. 氟化液：IDC 冷却液成为热点，巨头退出迎来机遇	24
五、业务建议与风险分析	25



图目录

图 1: 氟化工产业链全貌图	1
图 2: 2022 年中国氢氟酸消费去向	2
图 3: 国内氟化工行业市场规模估算 (亿元)	2
图 4: 我国氟化工产品的发展阶段	4
图 5: 中国含氟制冷剂终端需求占比	5
图 6: 中国空调、冰箱及汽车产量全球占比	5
图 7: 主流制冷剂品种的需求结构	6
图 8: 国内空调产量及增速 (万台)	7
图 9: 家用空调新机中各类制冷剂的市场份额占比	7
图 10: 第三代制冷剂配额削减情况	7
图 11: 主流 HFCs 产能及 2024 年配额 (万吨)	8
图 12: 主流制冷剂价格变化趋势 (元/吨)	8
图 13: 2024 年各类 HFCs 的生产配额分布情况	9
图 14: 近几年 HCFC-22 生产配额 (万吨)	9
图 15: 2023 年空调售后维修各制冷剂占比情况	9
图 16: HF0-1234yf 和 HFC-134a 的物化性质	10
图 17: HF0-1234yf 在美国汽车领域的渗透率	10
图 18: HF0-1234yf 的成本和售价 (万元/吨)	11
图 19: HF0-1234yf 在国内汽车空调的首次应用	11
图 20: 新型制冷剂在三大应用领域的替代方向	11
图 21: 含氟聚合物的主要品种	13
图 22: 含氟聚合物的性能与用途	14
图 23: 国内 PTFE 下游需求占比	14
图 24: 近几年国内 PTFE 产能及利用率 (万吨)	14
图 25: 近几年我国 PTFE 进出口情况 (吨, 万美元)	15
图 26: 国内 PVDF 下游需求占比	16
图 27: 近几年国内 PVDF 产能及利用率 (万吨)	16
图 28: 2021 年以来不同等级的 PVDF 价格变化趋势 (万元/吨)	17
图 29: 国内 FEP 下游需求占比	18
图 30: 国内 FEP 产能分布	18
图 31: PFA 在半导体制造中的应用	19
图 32: 新型氟树脂的主要技术壁垒	20
图 33: PSVE 的制备工艺	20
图 34: 含氟电子特气的主要类型	23
图 35: 2022 年全球前十大电子特气市场规模	23



图 36: 不同冷却路线的 2MW 机架能耗比较 24

图 37: 近年来中国液冷数据中心投资规模 (亿元) 24

表目录

表 1: 海外氟化工巨头的业务布局 3

表 2: 各代制冷剂的主要类型 5

表 3: 2024 年主流 HFCs 供需情况预测 (万吨) 8

表 4: 国内第四代制冷剂布局现状 12

表 5: 国内 PTFE 主要产能分布 (万吨) 15

表 6: 高端 PTFE 主要品种简介 16

表 7: 国内 PVDF 主要产能分布 (万吨) 17

表 8: 国内新型氟树脂及关键氟单体项目建设情况 21

表 9: 芳香族含氟药物中间体的主要品种和用途 22

表 10: 国内主要含氟特气的供应情况 (吨, 括号内为在建/规划产能) 23

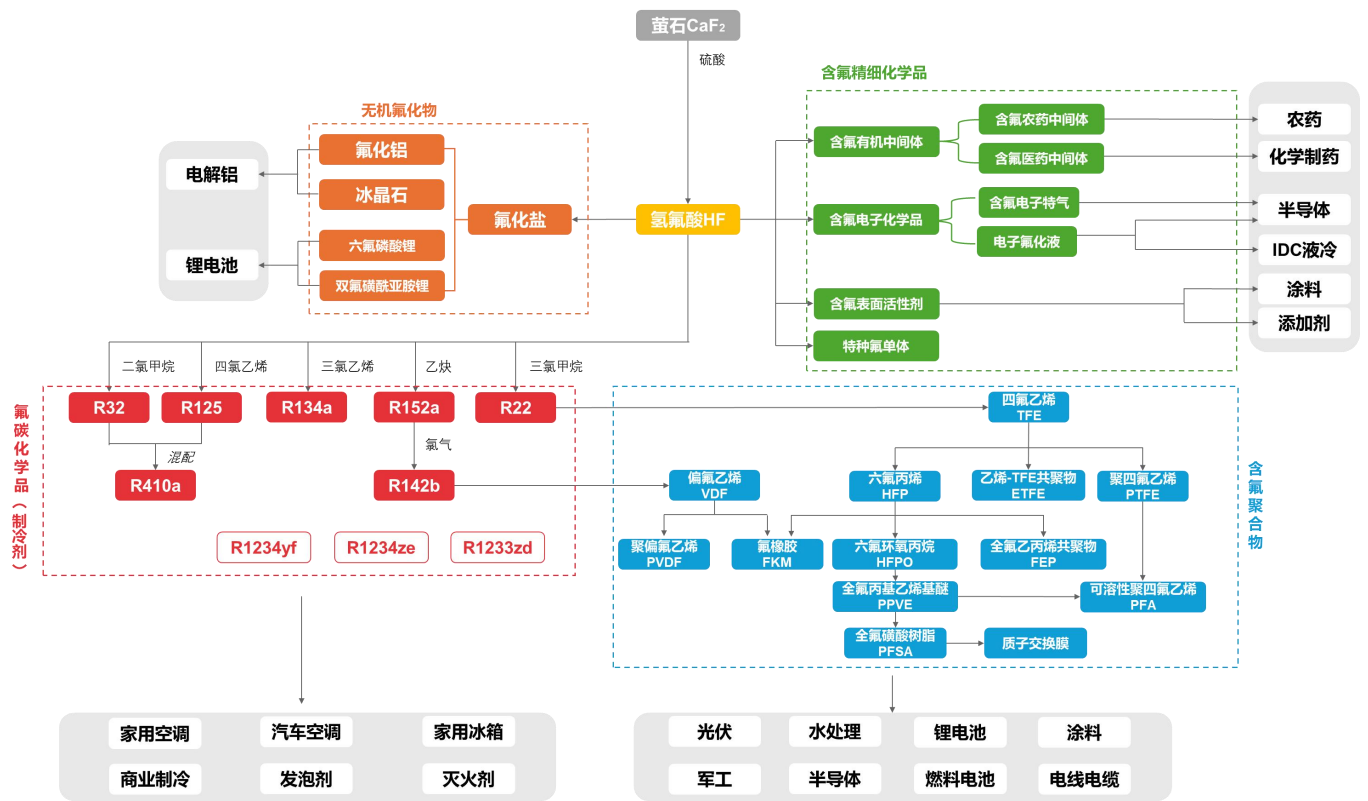
表 11: 国内电子氟化液供应情况 (不完全统计) 25

一、氟化工：各领域均蕴藏国产替代机遇的优质赛道

1. 氟化工已形成用途广泛的四大产品体系，国内总产值超千亿

氟（Fluorine）是元素周期表中最活泼的非金属元素。极小的原子半径、超强的电负性和氧化性赋予了氟元素诸多特殊的化学性质，也使得含氟化工品普遍具有性能优异、附加值高的特点。作为现代化工产业体系的重要分支，氟化工产业链以萤石（主要成分为 CaF_2 ）为起点、氢氟酸为关键中间体，形成了无机氟化物、氟碳化学品、含氟聚合物及含氟精细化学品四大类产品体系。

图 1：氟化工产业链全貌图



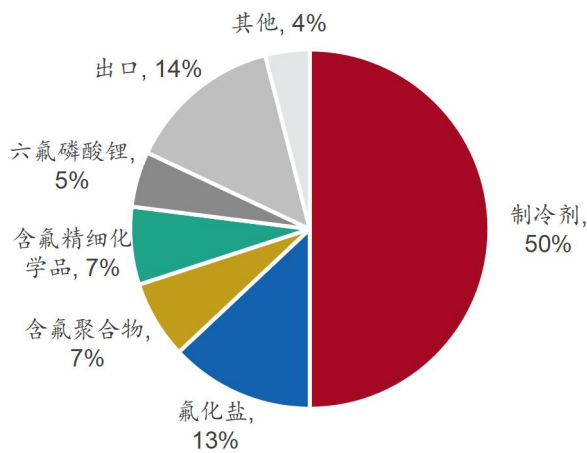
资料来源：招商银行研究院

- 无机氟化物即氟化盐，过去以氟化铝、冰晶石为主，基本用于电解铝。而动力电池崛起则催生了以六氟磷酸锂为代表的新型氟化物的市场需求。目前无机氟化物是我国氢氟酸的第二大应用领域，2022年消费占比约18%，其中传统氟化盐为13%、六氟磷酸锂为5%。（由于氟化盐应用领域单一，市场规模相对较小，囿于篇幅限制不在本文展开分析）
- 氟碳化学品是氟化工最为重要的产品种类，主要作为制冷剂（部分品种亦可作为发泡剂）应用于冰箱、空调、冷库等制冷设备。2022年氟碳化学品约占国内氢氟酸下游消费的50%，市场规模达502.8亿元。
- 含氟聚合物包含氟树脂、氟橡胶和氟涂料，广泛应用于半导体、军工、水处理、燃料电池等高端制造领域。含氟聚合物是产业链当中兼具高技术壁垒

和发展潜力的细分赛道，2022 年约占国内氢氟酸下游消费的 7%，但主要产品的市场规模超过 300 亿元。目前中国大多数高端专用氟聚物仍依赖进口，国产替代率亟需提升，高端市场成长空间广阔。

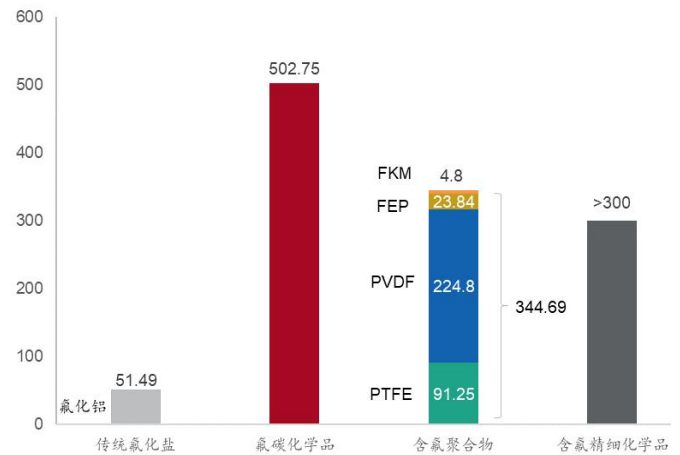
• 含氟精细化学品是产业链当中附加值最高的细分赛道，主要包括含氟中间体（通常用于合成含氟农药/医药）、含氟电子化学品、含氟表面活性剂等。虽然单品规模普遍不大，但品种众多，且各自性能独特，难以被替代。据中国氟硅协会（CAFSI）统计，2022 年我国含氟精细化学品总产量超过 19 万吨，在氟化工的产值占比为 30%。按氟化工总体产值超千亿元的口径估算，含氟精细化学品的市场规模预计也应超过 300 亿元。

图 2：2022 年中国氢氟酸消费去向



资料来源：百川盈孚，招商银行研究院

图 3：国内氟化工行业市场规模估算（亿元）



资料来源：中国氟硅有机材料工业协会，智研咨询，东方财富，招商银行研究院

2. 海外巨头占领技术高地，中国创新方兴未艾

氟化工的产业化发展始于 20 世纪 30 年代的美国。1928 年，美国科学家 Thomas Midgley 合成出无毒、不易燃的新型制冷剂二氟二氯甲烷（即 R12），随后杜邦公司于 1931 年成功将其工业化，并将商标取名为 Freon（氟里昂）。制冷剂开始大规模推广并一直是氟化工的第一大应用领域。1938 年杜邦公司化学家 Plunkett 博士意外发现聚四氟乙烯（PTFE），这标志着含氟聚合物的诞生和研究应用的开始。面世不久之后，具有超强耐腐蚀性的 PTFE 便被美国曼哈顿计划选中，成为处理六氟化铀的设备的内衬和密封材料，直至二战结束才被美国政府对外公开。在随后行业的高速成长期中，以杜邦公司为首的海外巨头始终处在产业创新前沿，引领技术发展。

如今海外主要的氟化工企业包括美国的科慕（Chemours，2015 年从杜邦公司分离，继承了杜邦所有的氟产品技术和产线）、霍尼韦尔（Honeywell）、3M 公司、日本的大金（Daikin）、旭硝子（AGC）、法国的阿科玛（Arkema）和比利时的索尔维（Solvay）等。这些企业已形成各具特色的产业布局和竞争优势，通过把持核心工艺基本垄断了新型制冷剂、高端氟树脂、特种氟单体、全氟离子交换膜/燃料电池膜、含氟电子化学品等高附加值产品。



表 1：海外氟化工巨头的业务布局

公司名称	主要产品	行业地位	2022 年氟化工业务营收
科慕	<ul style="list-style-type: none"> 制冷剂 (HFC、HFO) 氟树脂 氟橡胶 FKM 	国际顶级的综合性氟化工全产业链供应商 (拥有除 PVDF 外几乎所有氟系列产品)。含氟聚合物市场份额及供应能力全球第一, 并拥有第四代制冷剂 HFO-1234yf 专利权	33 亿美元
霍尼韦尔	<ul style="list-style-type: none"> 制冷剂 (HFO 为主) 电子级 HF、NH₄F 	全球最大的 HFO 制造商和供应商, 拥有大部分新一代 ODS 替代品的专利及生产技术, 尤其是开发出商品化系列 HFO 混配品种的专利。独家拥有 HFO-1233zd 专利权	5.2 亿美元 ¹
3M	<ul style="list-style-type: none"> 氟树脂 (PTFE、PVDF、FEP、PFA) 氟橡胶 FKM 电子氟化液 	全球半导体冷却剂市场占有率超过 90%。在氟树脂、氟橡胶领域也具有深厚的技术积累	13 亿美元
大金	<ul style="list-style-type: none"> 制冷剂 (自用为主) 氟树脂 (PTFE、FEP) 氟涂料 	世界上唯一从制冷剂到空调机自行研发的空调制造企业。在氟树脂领域的研究和应用开发也稳居世界一流水平	2634 亿日元 约合 20 亿美元
AGC	<ul style="list-style-type: none"> 氟树脂及薄膜制品 氟橡胶 FKM 功能性含氟材料 	ETFE 市场份额全球第一, 与科慕、旭化成共同主导氯碱和燃料电池用的全氟离子膜 (或质子膜) 市场	1561 亿日元 约合 12 亿美元
阿科玛	<ul style="list-style-type: none"> 制冷剂 (HFC、HFO) 氟树脂 (PVDF 为主) 	全球领先的 HCFC/HFC 生产商, 具有 HFO-1233zd 生产和使用专利。全球主要的光伏级及锂电池粘结剂用 PVDF 生产商	包含氟产品的 先进材料板块 营收 43 亿欧元
索尔维 ²	<ul style="list-style-type: none"> 氟树脂 PVDF、PVDC 氟橡胶 FKM 含氟特气 	全球领先的氟聚合物生产商, PVDF 涂料、PVDC 乳液市占率全球第一。在氟树脂、氟橡胶、氟流体等领域具有强大的研发能力	包含氟产品的 特种聚合物板块营收 31 亿欧元

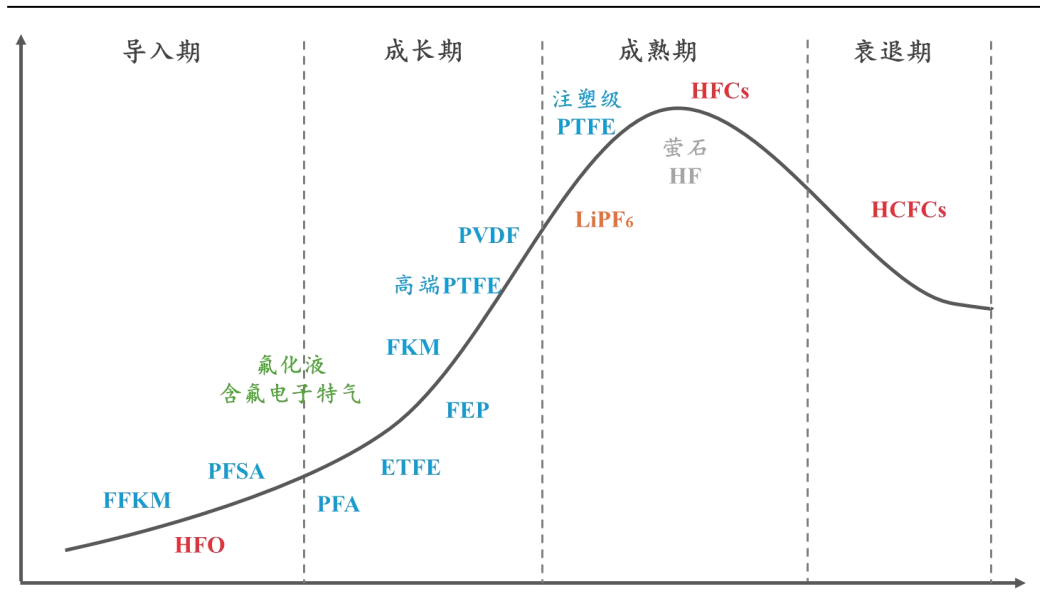
注：1、霍尼韦尔业务营收按 SkyQuest 披露的 2021 年 HFO 市场规模 11.61 亿美元及贝哲斯咨询提供的 45% 市场份额测算；

2、索尔维的特种聚合物业务已于 2023 年 12 月拆分至新公司 Syensqo

资料来源：《国外氟化工公司近年高端化发展方向及动态》，各公司官网及年报，贝哲斯咨询，SkyQuest，招商银行研究院

相较之下，中国虽然是氟化工产销大国，但研发创新和应用研究暂时只能被动追随。目前来看，国内企业的主力品种包括氢氯氟烃 HCFCs（第二代制冷剂，已逐步减产并计划在 2030 年完全禁用）、氢氟烃 HFCs（第三代制冷剂）、中低端注塑级 PTFE 等基础氟化学品，绝大多数企业尚未能摆脱同质化的成本竞争。不过随着今年第三代制冷剂配额的正式冻结，国内氟化工龙头有望跳出前几年疯狂扩能争夺生产配额的发展路径。与此同时，地缘政治冲突加剧，国内军工、半导体、新能源等核心关键领域的自主可控需求提升，高端专用氟化学品的研发创新已成为氟化工的重点发展方向。现阶段，大部分高端新品种在国内仍处于导入或成长期，各细分领域均蕴藏着国产替代机遇。

图 4：我国氟化工产品的发展阶段



资料来源：招商银行研究院

二、氟碳化学品：环保政策约束供给，景气回暖可期

1. 产品结构历经三次迭代，应用需求以制冷剂为主

自氯氟烃化合物 R12 作为制冷剂应用至今，氟碳化学品经历了多次升级，目前包括氯氟烃（CFCs）、氢氯氟烃（HCFCs）、氢氟烃（HFCs）、氢氟烯烃（HFOs）共四代品种，不仅可作为含氟聚合物单体原料，更广泛应用于大规模商业化的制冷剂、发泡剂、气雾剂、灭火剂、清洗剂等领域。其中，制冷剂是最为主要的应用场景，占据了除原料用途以外超过 80% 的需求。因此，本章节关于氟碳化学品的讨论将主要围绕含氟制冷剂展开。

制冷剂，也称冷媒、雪种，是各种热机中借以完成能量转化的媒介物质。不同代际的制冷剂的差异主要体现在对臭氧层的破坏以及对温室效应的影响上。其中第一代 CFCs 具有较高的 ODP 值（消耗臭氧潜值）和 GWP 值（全球变暖潜值），根据《蒙特利尔议定书》的决议已于 2010 年在全球范围内被全面淘汰。第二代 HCFCs 的 ODP 值虽然较前代显著降低，但仍属于消耗臭氧层物质（ODS），包括中国在内的多数发展中国家已于 2015 年开始削减用量。第三代 HFCs 是当前的主流产品，其 ODP 值已降至零（即对臭氧层无破坏），但 GWP 值较高，仍会加剧温室效应，发达国家已逐步削减用量，发展中国家也已进入配额冻结期。第四代 HFOs 虽然由于专利、成本限制尚处于导入阶段，但其兼具零 ODP 值和低 GWP 值，是新一代环境友好型制冷剂的典型代表。除 HFOs 外，环保升级的另一大方向是不含氟的碳氧天然工质制冷剂（HCs），但目前其安全性及制冷性能都存在一定的不足。



表 2：各代制冷剂的主要类型

制冷剂分类	代表产品	分子式	ODP	GWP ₁₀₀	安全分类	
第一代 氯氟烃类	CFC-11	三氯一氟甲烷 CCl ₃ F	1	4660	A1	
	CFC-12	二氯二氟甲烷 CCl ₂ F ₂	0.73	10800	A1	
第二代 氢氯氟烃类	HCFC-22	一氯二氟甲烷 CHClF ₂	0.034	1760	A1	
	HCFC-123	2,2-二氯-1,1,1-三氟乙烷 CHCl ₂ CF ₃	0.01	79	B1	
	HCFC-141b	1-氟-1,1-二氯乙烷 CH ₃ CCl ₂ F	0.11	0.09	A2	
第三代 氢氟烃类	HFC-32	二氟甲烷 CH ₂ F ₂	0	677	A2L	
	HFC-125	五氟乙烷 CHF ₂ CF ₃	0	3170	A1	
	HFC-134a	1,1,1,2-四氟乙烷 CH ₂ FCF ₃	0	1430	A1	
	HFC-152a	1,1-二氟乙烷 CH ₃ CHF ₂	0	138	A2	
第四代	氢氟烯烃类	HFO-1234yf	2,3,3,3-四氟-1-丙烯 CF ₃ CF=CH ₂	0	4	A2L
		HFO-1234ze	反式-1,3,3,3-四氟-1-丙烯 CF ₃ CH=CHF	0	<1	A2L
	碳氧天然工 质制冷剂	HC-600a	异丁烷 CH(CH ₃) ₃	0	20	A3
		HC-290	丙烷 CH ₃ CH ₂ CH ₃	0	3	A3

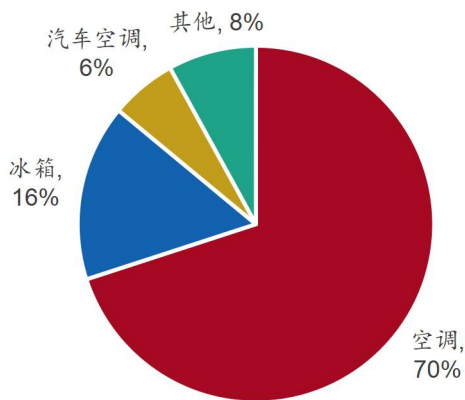
注：按国际统一规定，制冷剂的代号一般由字母“R”+数字构成（R代表制冷剂，Refrigerant）。为了展示不同品种属于第几代产品，常将R用CFC、HCFC、HFC、HFO等代替，如R22、R134a可分别写为HCFC-22、HFC-134a。本文多采用后者。

资料来源：IPCC AR5，《制冷剂编号方法和安全性分类》，招商银行研究院

2. 家用空调支撑制冷剂需求温和增长，HFC-32 份额进一步提升

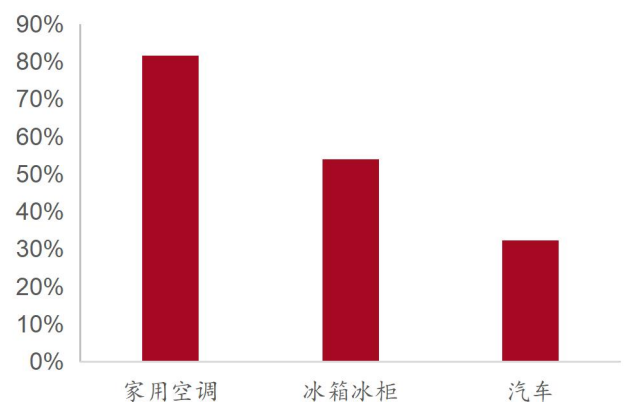
据 CAFSI 数据，近几年全球含氟制冷剂的用量接近 100 万吨，终端应用领域主要涉及空调、冰箱、汽车。而这三大行业中国都是全球第一大产销国，因此自然也是全球最大的制冷剂需求国。2023 年我国成规模的主流制冷剂的表观消费量之和在 50~60 万吨之间，占全球总需求的六成。

图 5：中国含氟制冷剂终端需求占比



资料来源：百川盈孚，招商银行研究院

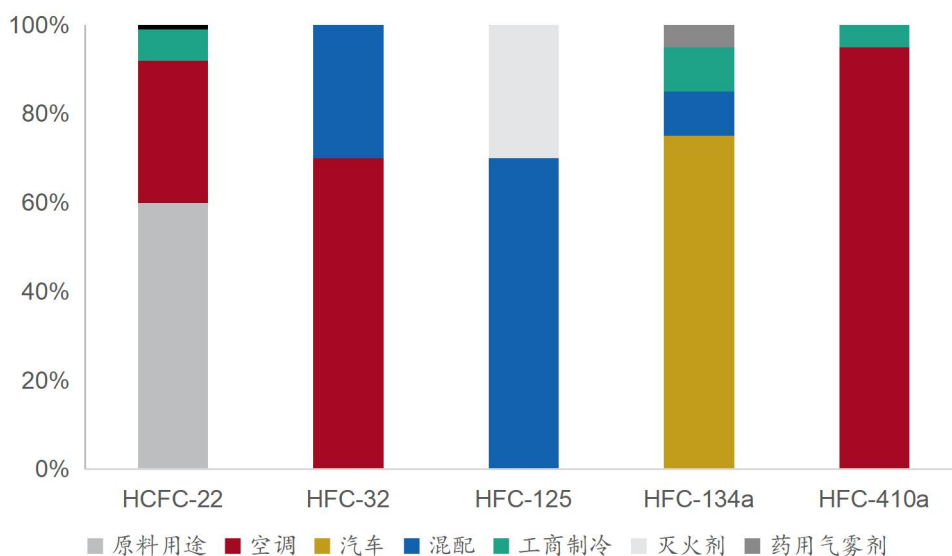
图 6：中国空调、冰箱及汽车产量全球占比



资料来源：产业在线，中国乘联会，招商银行研究院

由于家用空调、冰箱和车用空调当中热机的工作环境和温度控制需求不同，所应用的制冷剂种类也有所差异。空调制冷过去主要使用 HCFC-22，目前的主流品种则是 HFC-32 和混配型 HFC-410a（HFC-32 和 HFC-125 各 50%），现在 HCFC-22 基本用于合成含氟聚合物单体原料四氟乙烯，ODS 用途以老式定频空调的维修为主，需求占比较低。冰箱领域过去主要采用 CFC-12，目前大部分已被 HC-600a（异丁烷）替代，含氟制冷剂更多的是作为聚氨酯泡沫的发泡剂使用（如 HCFC-141b）。在车用空调领域，目前的绝对主力是 HFC-134a，部分高端车型则开始推广 HFO-1234yf。

图 7：主流制冷剂品种的需求结构



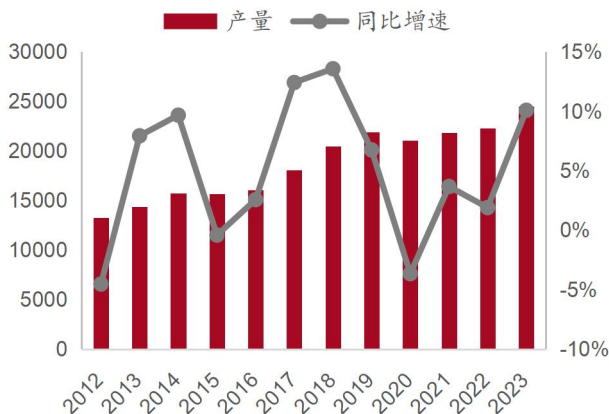
资料来源：百川盈孚，招商银行研究院

展望来看，随着冰箱制冷全面转向 HC-600a，预计未来空调将占据含氟制冷剂超过 80% 的需求份额。因此，空调产量将很大程度上决定含氟制冷剂的需求潜力。2023 年受极端高温天气影响，我国空调产量创历史新高，达 2.45 亿台，同比增长 10%。从最近的排产情况来看，空调厂商仍维持着去年的生产惯性。奥维云网监测数据显示，2024 年 3 月家用空调排产 2032 万台，同比增长 21.6%。在极端气候频发、设备进入更新换代高峰期以及国家新一轮家电以旧换新政策的共同助推下，空调企业备产积极性高涨，年内制冷剂需求有望保持高景气。不过，作为耐用型大家电的空调已进入高饱和的存量时代，补贴政策只能影响需求的释放节奏，无碍中长期温和增长的趋势。因此，我们判断未来几年制冷剂需求增速大概率将伴随空调产量呈现前高后低的运行态势。

需求结构方面，ODS 用途的 HCFC-22 已迈入衰退期，在空调新机的市场份额降至 2%，预计下阶段将随着老式空调的陆续淘汰而全面退出制冷市场。作为过渡产品，HFC-410a 近几年的市场份额基本稳定在 35%。但随着环保、能效要求的日益加码，未来几年高 GWP 值的 HFC-410a 在国内市场的占比或呈现下滑，有效产能将转向出口需求。至于已成绝对主流的 HFC-32 则将填补前两者留下的内需空间，市场份额有望进一步提升。

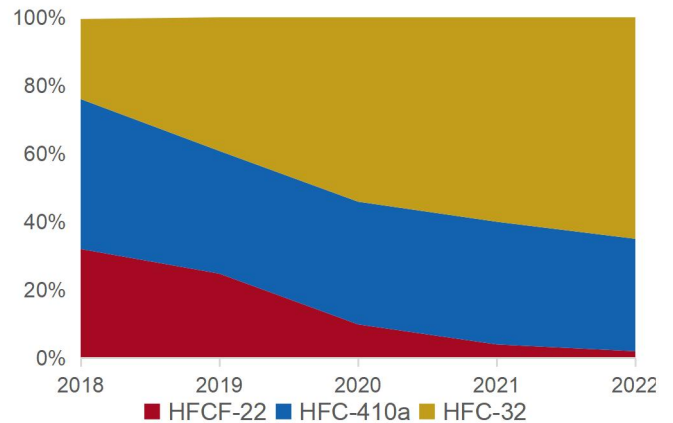


图 8：国内空调产量及增速（万台）



资料来源：Wind，招商银行研究院

图 9：家用空调新机中各类制冷剂的市场份额占比

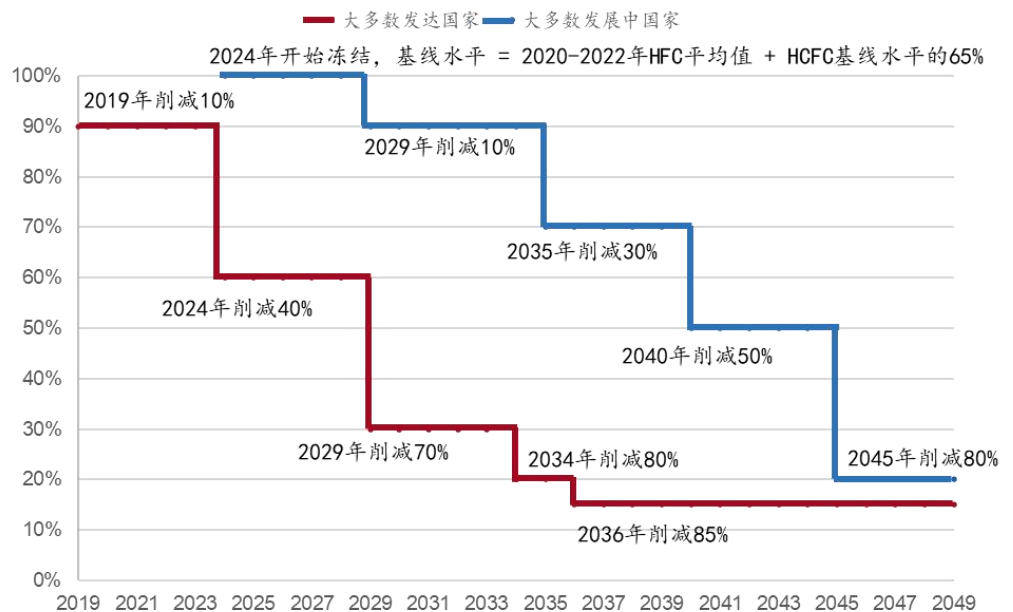


资料来源：产业在线，招商银行研究院

3. 第三代制冷剂配额正式冻结，行业竞争有望回归理性

制冷剂的应用迭代源于环保政策推行的不断变化。当前全球主流的第三代制冷剂 HFCs 虽非 ODS 物质，但却是一种强效温室气体。2016 年《蒙特利尔议定书》缔约方达成《基加利修正案》，旨在控制和减少 HFCs 生产和使用。2021 年 4 月，中国宣布接受《基加利修正案》，加强 HFCs 等非二氧化碳温室气体管控。根据规定，国内 HFCs 要从 2024 年开始正式将生产和消费冻结在基准水平上，并从 2029 年开始逐步削减，最终到 2045 年削减至 20%。

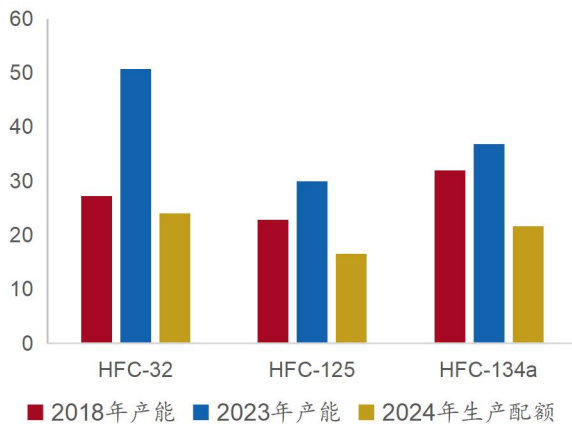
图 10：第三代制冷剂配额削减情况



资料来源：《蒙特利尔议定书》基加利修正案，招商银行研究院

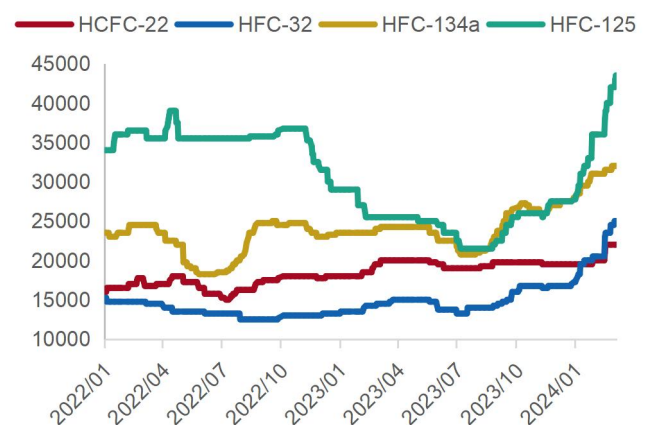
由于配额基线年定在了 2020-2022 年，从 2020 年起各家制冷剂企业为争夺生产配额开启了产能扩张军备竞赛。据百川盈孚统计，2023 年主流 HFCs 产能较 2018 年增长 43%，导致近几年产品价格低位运行，盈利出现亏损。但随着今年配额的正式下发，各类制冷剂供应都将面临大幅缩减。根据生态环境部的《2024 年度氢氟碳化物生产、进口配额核发表》，2024 年各类 HFCs 的总生产配额为 74.6 万吨，HFC-32、HFC-125、HFC-134a 分别为 24.0、16.6 和 21.6 万吨，仅是各自产能的 47%、55%和 59%。不同于需求侧短期的回暖复苏，供给侧因环保政策造成的大幅约束不可逆转且持续时间长，有望为制冷剂行业带来确定性强的长期高景气行情。开年以来，各类制冷剂价格持续上涨，均突破两年新高，盈利能力显著修复。

图 11: 主流 HFCs 产能及 2024 年配额 (万吨)



资料来源: 百川盈孚, 生态环境部, 招商银行研究院

图 12: 主流制冷剂价格变化趋势 (元/吨)



资料来源: 百川盈孚, 招商银行研究院

从配额的去向来看，今年 HFCs 内用生产配额仅占总生产配额的 45.6%，在国内消费需求复苏的背景下，部分产品的供需格局或将发生逆转（不考虑暂未分配的安全余量）。根据卓创资讯的测算，HFC-125、HFC-143a 当前下发的内用生产配额或都无法满足国内需求。供应紧张的预期已迅速反映在价格端，2 月末 HFC-125 出厂均价涨至 4.35 万元/吨，较年初上涨 53%，是涨幅最大的主流品种。

表 3: 2024 年主流 HFCs 供需情况预测 (万吨)

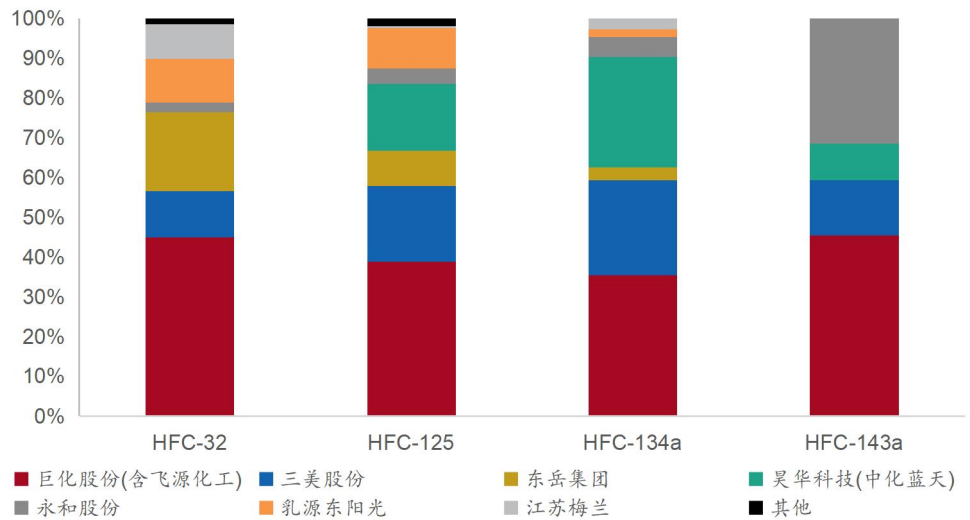
序号	产品	生产配额	内用生产配额	内用占比	内需预测	需求/内用配额
1	R32	23.96	14.19	59.3%	13.88	0.98
2	R134a	21.57	8.26	38.3%	6.75	1.12
3	R125	16.57	6.01	36.3%	6.79	0.82
4	R143a	4.55	1.12	24.5%	1.52	1.36

资料来源: 生态环境部, 卓创资讯, 招商银行研究院

从配额的具体分配来看，前期积极扩产的巨化股份、三美股份、东岳集团等龙头如愿获得更多的生产配额（见附录 1），行业集中度较基准年显著提升。HFC-32、HFC-125、HFC-134a 生产配额的 CR3 分别为 76%、74%和 87%。

与此同时，企业间的整合进程也将加快。去年 8 月，有机氟材料龙头昊华科技宣布收购中化蓝天 100% 股权，完善制冷剂、含氟精细化学品业务布局，全面整合中国中化旗下的氟化工资产。在今年 1 月，主流品种配额占比最高的巨化股份也正式完成飞源化工 51% 股权的收购，进一步提升市场份额。随着配额争夺战的结束，供给过剩将得到显著缓解，市场竞争也有望回归理性。

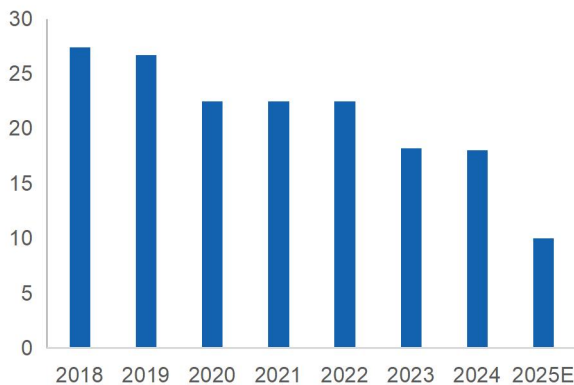
图 13：2024 年各类 HFCs 的生产配额分布情况



资料来源：生态环境部，招商银行研究院

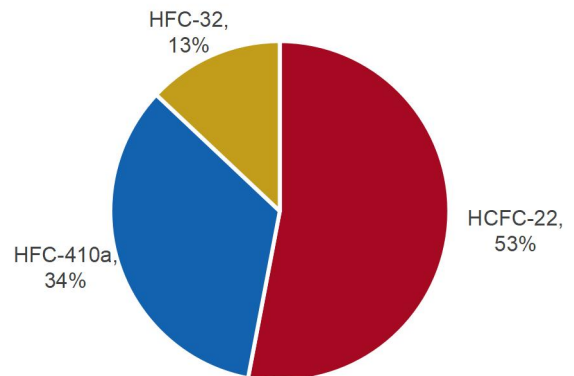
值得一提的是，第二代制冷剂 HCFC-22 自 2013 年实施配额管控以来已陆续完成四轮生产配额削减。而根据《蒙特利尔议定书》的要求，中国要在 2025 年进行新一轮削减（至基准线的 32.5%），预计生产配额将降至 10 万吨，较 2024 年减少 8.2 万吨。但 HCFC-22 仍是空调售后维修市场的第一大品种。在老式空调淘汰进度并不如供应端强制性削减的当下，其供需格局同样得到了优化，价格有望保持坚挺。

图 14：近几年 HCFC-22 生产配额（万吨）



注：仅 ODS 用途（如制冷剂、发泡剂）受生产配额管控
资料来源：生态环境部，招商银行研究院

图 15：2023 年空调售后维修各制冷剂占比情况



资料来源：卓创资讯，招商银行研究院



4. 新型制冷剂应用仍存限制，大规模推广尚需时日

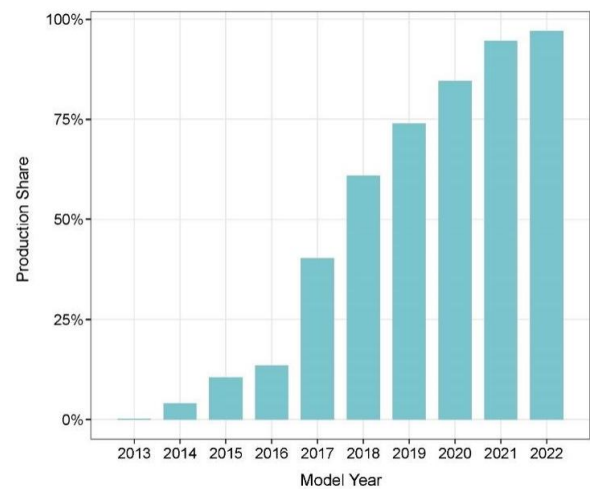
第四代制冷剂 HFOs 具有极低的 GWP 值，是理想的环境友好型制冷剂，已在欧美发达国家率先开始推广。当前的主流产品为 HFO-1234yf，是美国霍尼韦尔和杜邦公司于 2007 年联合研制的。由于物理性质与 HFC-134a 接近，HFO-1234yf 目前主要应用于汽车空调，需求占比超七成。其中，美国是应用推广最快的地区。根据美国国家环境保护局（EPA）发布的 2023 年汽车行业趋势报告，美国本土 97% 的 2022 款车型都采用了 HFO-1234yf。

图 16: HFO-1234yf 和 HFC-134a 的物化性质

性质	HFO-1234yf	HFC-134a
沸点/°C	-29.4	-26.1
临界温度/°C	94.85	101.1
临界压力/MPa	3.38	4.06
25°C 饱和蒸汽压/MPa	0.683	0.665
25°C 潜热/(kJ/kg)	145.37	177.79
GWP 值	4	1430
ASHRAE 安全等级	A2L	A1

资料来源: ChemicalBook, 招商银行研究院

图 17: HFO-1234yf 在美国汽车领域的渗透率



资料来源: EPA, 招商银行研究院

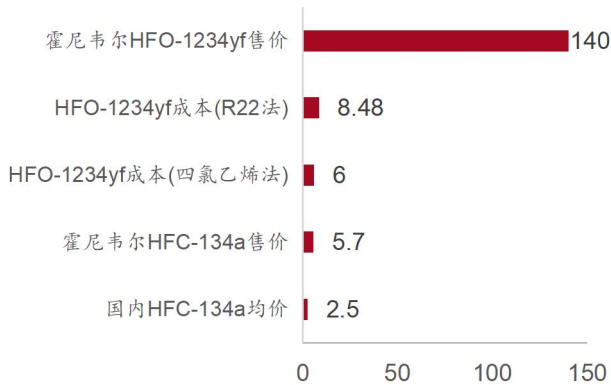
不过，车用领域的替代进程在大部分地区仍然受到安全性和成本的制约。

安全性方面，HFO-1234yf 具有弱可燃性，安全等级不如不可燃的 HFC-134a，因此以戴姆勒、大众集团为代表的德国车企对其存有疑虑，目前主推 HC-744（即二氧化碳）替代路线。虽然 HC-744 的制冷性能不如 HFO-1234yf，但其低温制热性能更优，或更适用于没有内燃机的纯电车型。不过 HC-744 的空调系统工作压力约是传统制冷剂的 10 倍，设备要求更高，无法像 HFO-1234yf 一样在仅优化小范围部件的情况下实现对 HFC-134a 的替代。因此，尽管技术路线尚未有定论，但 HFO-1234yf 是当下最为主流也是最具替代前景的车用环保制冷剂之一。

相较于安全性隐患，成本问题更是当下限制 HFOs 推广的关键。HFO 的合成工艺复杂，产能受专利限制短期内无法放量，因此成本及售价十分高昂，对于中国等尚未进入 HFC 淘汰进程的发展中国家而言，替代动力非常有限。据中金研究的估算，HFO-1234yf 的成本在 6-8 万元/吨，远高于 HFC-134a。而在国内，霍尼韦尔 HFO-1234yf 的终端售价则约为 140 万元/吨，是其 HFC-134a 价格的 25 倍。因此除特斯拉、蔚来的部分高端车型以外，国内车用制冷剂的主流仍是 HFC-134a。



图 18: HFO-1234yf 的成本和售价 (万元/吨)



资料来源:《四氯乙烯制备 HFO-1234yf 工艺的技术研究和经济分析》, 中金公司研究, 招商银行研究院

图 19: HFO-1234yf 在国内汽车空调的首次应用

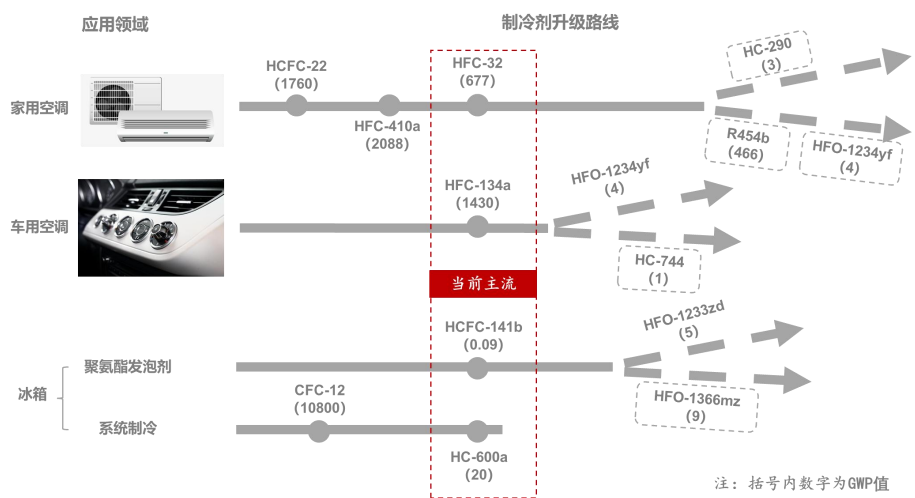
(本部分有删减, 招商银行各行部如需报告原文, 请参考文末联系方式联系研究院。)

资料来源: 霍尼韦尔官网, 招商银行研究院

而在制冷剂用量更大的家用空调领域, HFO-1234yf 的推广则更为困难。实际上, 家用空调至今尚未出现较为成熟的 HFC-32 替代品。HC-290 (丙烷) 曾在部分国家推广, 但其具有更高的可燃性 (安全等级 A3), 且需要更大的压缩机排量, 市场接受程度较低。目前欧美的重点研发方向之一是 R454b 及其他新型混配制冷剂。R454b 由 68.9% 的 HFC-32 和 31.1% 的 HFO-1234yf 混合而成, GWP 值比 HFC-410a 低 78%, 暂时处于后者替代品的尝试阶段。因此, 目前来看在家用空调领域 HFC-32 仍然具有较长的市场生命周期。

至于冰箱冷柜, 低 GWP 值的 HC-600a (异丁烷) 已基本占领系统制冷, HFOs 主要将用于替代 HCFC-141b 等传统保温聚氨酯发泡剂。据生态环境部《中国含氢氯氟烃替代品推荐名录》, 适合替代 HCFC-141b 用于聚氨酯泡沫的有 HFO-1233zd 和 HFO-136mzz。目前市场上推广更快的则是霍尼韦尔的 Solstice™ LBA (HFO-1233zd)。

图 20: 新型制冷剂在三大应用领域的替代方向



资料来源: 招商银行研究院



第四代制冷剂的生产已被霍尼韦尔、科慕和阿科玛等少数企业垄断。上述海外巨头自研发成功以来，对第四代制冷剂进行了完善的专利布局，形成了全方位的技术垄断。**制冷剂专利包括合成专利和应用专利两大类**，前者涉及工艺路线、反应条件等化合物制备要素，后者涉及终端应用开发、应用方法、配套材料等商业化要素。**因此即便同业竞争者具备 HFOs 的生产能力，霍尼韦尔和科慕依然可以通过应用专利限制其销售地区和下游客户，使其丧失竞争力。**2021 年底，中国最高人民法院便驳回了阿科玛针对霍尼韦尔相关专利无效的上诉请求，表示霍尼韦尔该专利（ZL201210530088.9）涵盖了 HFO-1234yf 在汽车空调系统中的应用。随后霍尼韦尔和科慕均在官网发布新闻稿，称“该判决阻止阿科玛及其他未经授权的生产商从事未经许可的商业活动”，并表示“这是科慕和霍尼韦尔的重大胜利，进而确保我们可以在汽车空调市场为客户提供安全可靠且符合高质量标准的制冷剂来源”。

据统计，截至 2022 年底霍尼韦尔在全球申请了 2826 件关于 HFO-1234yf 的专利，依然有效的专利仍有 1618 件。**短期内想要打破巨头垄断难度巨大。因此虽然中国三大主流 HFC 产能占全球比例超过 80%，但在 HFO 领域暂时只能通过为海外巨头代工才能分得一杯羹。**目前国内 HFOs 现有产能 3.6 万吨，除阿科玛在常熟自建 1 万吨 HFO-1234yf 产线以外，则是巨化股份为霍尼韦尔代工的 0.8 万吨 4 种 HFO、华谊三爱富为科慕代工的 0.6 万吨 HFO-1234yf 和中化蓝天霍尼韦尔合资公司的 1.2 万吨 HFO-1233zd，产品主要由海外巨头销往欧美市场。部分国内企业宣称已具备自主知识产权的 HFO 生产技术，但仍在前布局阶段，尚未实现大规模供给。**展望来看，未来五年内第三代制冷剂 HFC 仍将是国内制冷剂市场的绝对主流产品。第四代制冷剂的规模化替代可能要等到 2029 年**，一方面是由于海外巨头的大部分专利将在届时陆续到期，另一方面则由于国内 HFC 将于 2029 年进入消费削减期，将为 HFO 的应用腾出一部分市场空间。

表 4：国内第四代制冷剂布局现状

序号	公司	产品	现有产能 (万吨)	在建产能 (万吨)	产地	备注
1	法国阿科玛	HFO-1234yf	1	-	江苏常熟	
2	华谊三爱富	HFO-1234yf	0.6	-	江苏常熟	为美国科慕代工
3	巨化股份	包括 1234yf 在内的 4 种 HFO	0.8	-	浙江衢州	为霍尼韦尔代工
4	中化蓝天霍尼韦尔	HFO-1233zd	1.2	-	江苏苏州	合资公司
5	环新氟材料	HFO-1234yf	-	0.3	浙江衢州	自有技术，尚未投产
6	联创股份 (华安新材料)	HFO-1234yf	0.5	1	山东淄博	在符合知识产权应用专利 条件下有少量销售
7	中欣氟材	HFO-1234ze HFO-1233zd	-	0.5 1	江西贵溪	江西埃克盛自有技术

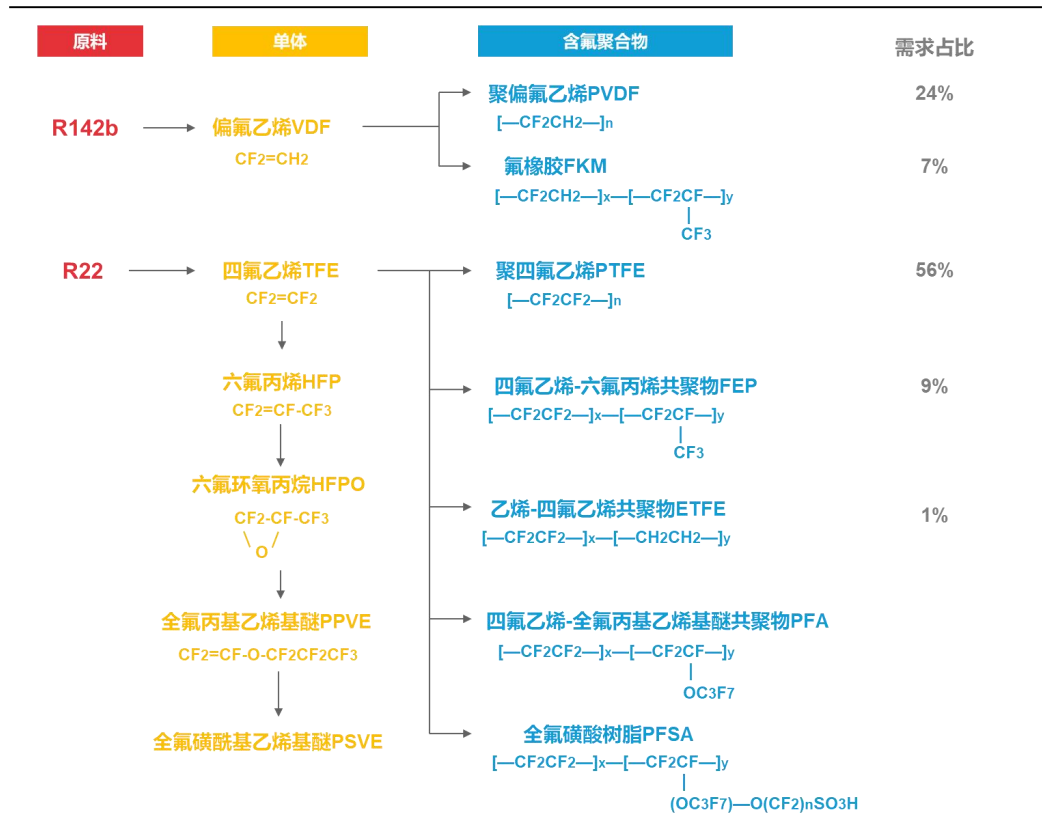
资料来源：公开资料整理，招商银行研究院

三、含氟聚合物：关键领域依赖进口，国产化任重道远

1. 含氟聚合物性能优异，是国家鼓励发展的新材料

含氟聚合物是指由碳链中部分或全部 H 原子被 F 原子取代的含氟单体经聚合而成的高分子材料。自 1938 年杜邦公司发明聚四氟乙烯（PTFE）以来，含氟聚合物家族在 20 世纪 50~80 年代迅速壮大，已商业化生产的品种有 10 余种超 100 个牌号。按氟单体来源进行划分，含氟聚合物主要分为四氟乙烯系和偏氟乙烯系两大类，前者包括 PTFE 及各类 TFE 共聚物，需求占比约 66%，后者包括聚偏氟乙烯（PVDF）和氟橡胶（FKM），需求占比约 31%，其余则是聚氟乙烯（PVF）、聚三氟氯乙烯（PCTFE）等品种，占比约 3%。

图 21：含氟聚合物的主要品种



资料来源：招商银行研究院

由于 C-F 键的键长短、键能高、极性强，含氟聚合物通常拥有更为优异的耐化学性、热稳定性、介电性能和极低的表面张力，这使其在机械设备、航空航天、通信、半导体等领域均具有不可替代的用途。因此，含氟聚合物不仅是全球氟化工产业的创新高地，也是我国化工新材料的重点方向。据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，特种含氟单体、高品质氟树脂、高性能氟橡胶等含氟材料均为优先发展的鼓励类产业。



图 22：含氟聚合物的性能与用途



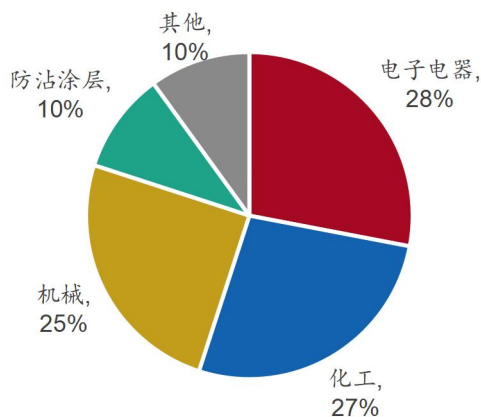
资料来源：招商银行研究院

2. 中国产能规模全球第一，结构性过剩问题凸显

基于资源优势和市场需求，中国含氟聚合物产能规模位居全球第一。据 CAFSI 统计，2021 年我国主要氟聚物（PTFE、PVDF、FEP、FKM）产能 31.2 万吨，约占全球产能的 65%；产量 25.8 万吨，较 2012 年增长 2.5 倍。其中，PTFE 和 PVDF 是应用最广的基础氟树脂，在国内市场份额约 80%。

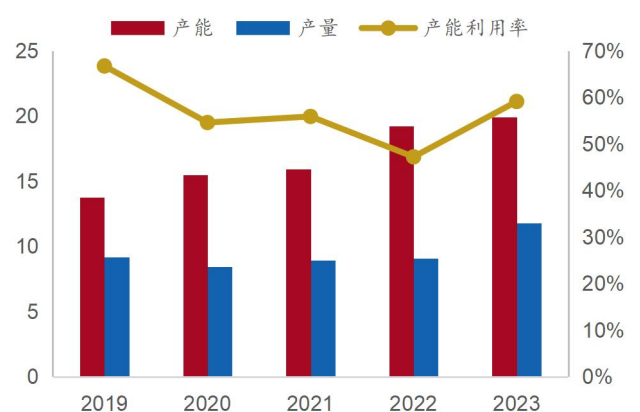
• **PTFE**：具有极佳的耐腐蚀性能，几乎不溶于所有已知的强酸、强碱、强氧化剂和有机溶剂，被誉为“塑料王”，主要应用于化工、电子和机械行业。以化工为例，PTFE 是各类容器、泵、密封件、垫片、管配件的首选材料，可保障设备在苛刻环境下正常运转。截至 2023 年底，我国 PTFE 产能 20 万吨，近 5 年 CAGR 为 10%。不过国内产能结构失衡，产品以通用注塑料为主，需要出口消化过剩产能，但高端改性料、薄膜、纤维等仍依赖进口。因此在近几年我国 PTFE 年均出口量约 3 万吨、产能利用率仅维持在 60% 水平的情况下，每年进口量仍有 8000 吨，且进口均价约是出口均价的 1.2~1.3 倍。

图 23：国内 PTFE 下游需求占比



资料来源：卓创资讯，招商银行研究院

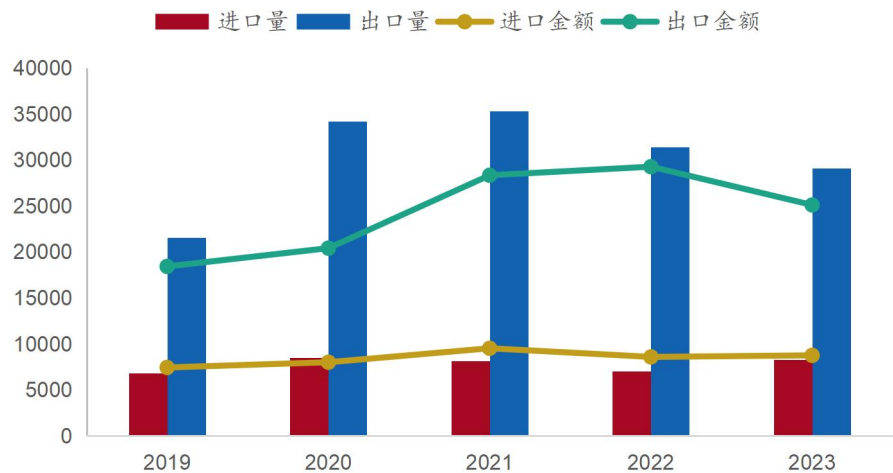
图 24：近几年国内 PTFE 产能及利用率（万吨）



资料来源：百川盈孚，招商银行研究院



图 25：近几年我国 PTFE 进出口情况（吨，万美元）



资料来源：海关总署，招商银行研究院

由于 TFE 化学性质活泼，难以远距离运输，企业通常将 R22 热裂解为 TFE 后直接聚合生成 PTFE，因此国内产能主要集中在东岳集团、巨化股份、昊华科技、江西理文等少数制冷剂厂商，CR4 为 63%。另外，大金和科慕也在江苏常熟设有工厂。随着第三代制冷剂配额争夺告一段落，国内厂商的业务重心有望转移至含氟聚合物，高端 PTFE 品种研发将成为关注焦点。

表 5：国内 PTFE 主要产能分布（万吨）

序号	厂商	产能	序号	厂商	产能
1	东岳集团	5.5	8	鲁西化工（聊城氟尔）	1.1
2	昊华科技（晨光院）	3.0	9	江苏梅兰	1.0
3	巨化股份	2.5	10	江西中氟	0.5
4	江西理文	1.65	11	天赐材料（山东华氟）	0.36
5	日本大金氟化工	1.4	12	美国科慕（常熟）	0.3
6	三农新材料	1.25	13	永和股份	0.06
7	华谊三爱富	1.2			

注：永和股份在建产能 1.8 万吨

资料来源：百川盈孚，氟化工公众号，招商银行研究院

与单体具有明确统一的分子结构和物化性质不同，同一种高分子聚合物（包括氟树脂）的结构和性质可能存在较大的差异，这是由聚合工艺、链长、催化剂类型、共聚单体类型及比例、加工应用方式等诸多因素所共同决定的，这也是同一种聚合物可能具有数十种牌号的原因。通常来说，高端牌号不仅在相对分子量分布、产品洁净度等明显优于中低端牌号，还能专供特定下游客户。高端 PTFE 品种包括超细粉末 PTFE、高压缩比 PTFE 分散树脂和超高分子量 PTFE 等，大部分品种国内龙头已初步入局。据公开报道，昊华科技成功自研出高压缩比 PTFE 分散树脂并应用于 5G 线缆生产，巨化股份则已具有 600 吨



超高分子量 PTFE 产能。不过目前国产高端料的批次稳定性与科慕、大金的成熟产品仍有差距，还需要持续的技术优化。

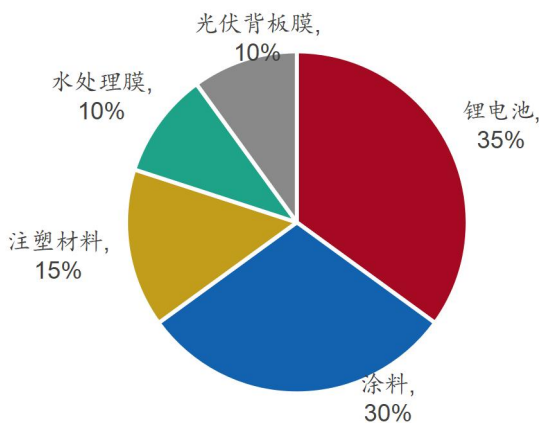
表 6: 高端 PTFE 主要品种简介

品种	产品特点	主要应用	国外主流供应商
超细粉末 PTFE	颗粒尺寸只有 2-20 微米，具有超强的耐磨性	用于高分子材料的共混改性，以改善基材的润滑性、耐磨性	科慕、大金、3M
高压缩比 PTFE 分散树脂	挤出机圆筒横截面积与成型出口面积之比 ≥ 1000 ，可一次挤压实现小口径成型	电线和电缆涂层	科慕、大金
超高分子量 PTFE	分子量在 1000 万以上，具有更为优异的机械强度	轴承、密封件、阀门	索尔维

资料来源：公开信息整理，招商银行研究院

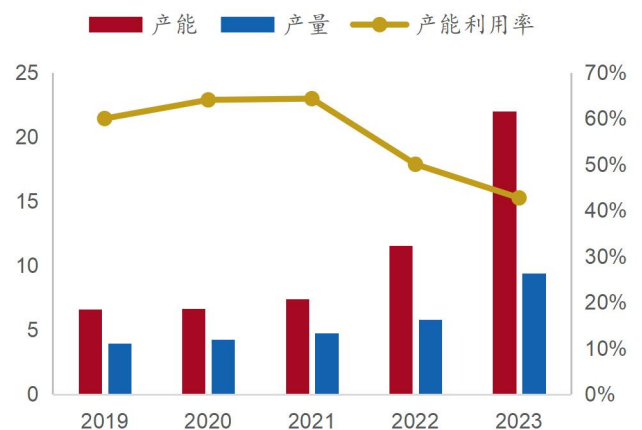
• **PVDF**: 机械强度高，具有抗紫外线、强耐磨性和抗冲击性能，是规模仅次于 PTFE 的氟树脂。PVDF 过去主要作为涂料用于建筑外墙的保护，最近几年新能源领域的应用需求快速增长。在锂电池中，PVDF 是正负极浆料体系不可或缺的粘结剂和分散剂，还可以用于隔膜涂层。在光伏组件中，PVDF 是保护光伏背板 PET 膜的主要材料。目前锂电池已经成为 PVDF 的第一大下游，新能源汽车的迅猛发展推动了国内 PVDF 产能的密集释放。截至 2023 年底，我国 PVDF 产能 22 万吨，较 2020 年增长超两倍，预计未来两年产能还可能翻番增长（详见附录 2）。扩能潮下 PVDF 告别了前两年的高景气行情，目前锂电级价格已从 2022 年 49 万元/吨的高位下降至 6 万元/吨。

图 26: 国内 PVDF 下游需求占比



资料来源：百川盈孚，招商银行研究院

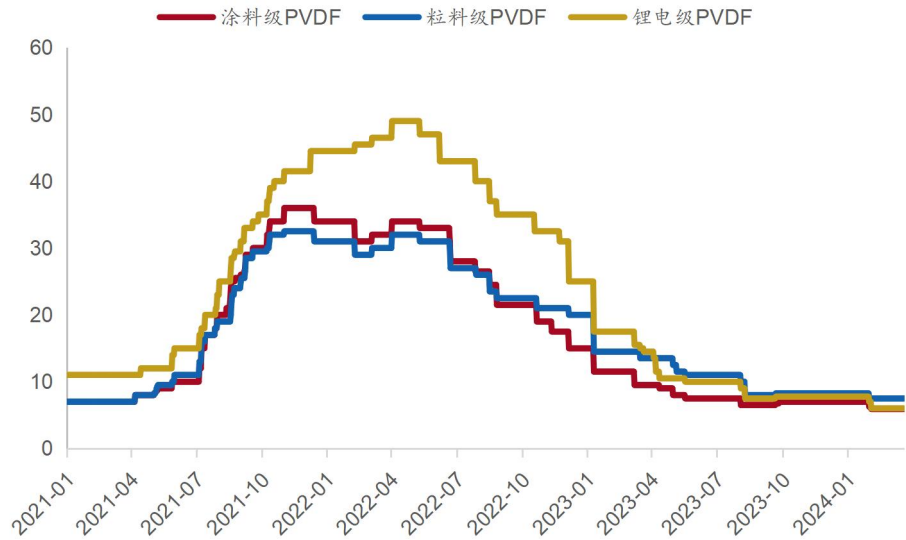
图 27: 近几年国内 PVDF 产能及利用率 (万吨)



资料来源：百川盈孚，招商银行研究院



图 28：2021 年以来不同等级的 PVDF 价格变化趋势（万元/吨）



资料来源：百川盈孚，招商银行研究院

在新能源市场迎来爆发式增长之前，国内高规格的锂电级 PVDF 主要是由阿科玛、索尔维和日本吴羽化学三家外资企业供应。据估算 2021 年时锂电级产能仅有 1.9 万吨，占比 26%。随着近年来国内厂商陆续掌握生产工艺并成功打入主流供应链体系，锂电级产能占比预计已提升至 50% 左右。目前国内的头部企业有巨化股份、东岳集团、浙江孚诺林、华谊三爱富等。相比于需要 R142b 的外资企业，国内 PVDF 厂商普遍具备一体化能力，成本优势明显。不过外资的技术积累深厚，产品质量更佳，短期内难以替代。展望来看，未来两年 PVDF 供需矛盾突出，行情将延续低迷，在下游需求放缓的情况下产能规模小、难以达到锂电级规格的企业或将面临淘汰风险。

表 7：国内 PVDF 主要产能分布（万吨）

序号	厂商	产能	R142b 产能	序号	厂商	产能	R142b 产能
1	巨化股份	3.35	2.0	8	索尔维（苏威常熟）	1.2	无
2	浙江孚诺林	3	4.5	9	宁夏天霖	1.0	3.0
3	东岳集团（华夏神舟）	2.5	5.8	10	宁夏氟峰	1.0	无
4	华谊三爱富	2.3	5.85	11	昊华科技 （中化蓝天+晨光院）	0.7+0.25	1.8
5	山东德宜新材料	2	2.5	12	联创股份（华安新材料）	0.8	1.1
6	法国阿科玛（常熟）	1.9	无	13	日本吴羽（常熟）	0.5	无
7	乳源东阳光	1.5	1.8				

资料来源：百川盈孚，卓创资讯，氟化工公众号，各公司官网，招商银行研究院

3. 新型氟树脂持续爬坡，产业链自主可控成为核心动力

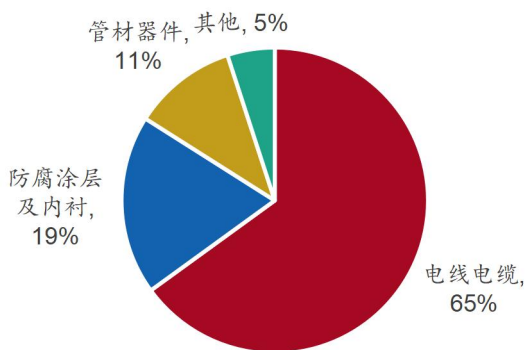
为克服 PTFE 熔点和熔体黏度高、加工难度大的缺点，杜邦公司通过引入共聚单体的方式发明了各类新型氟树脂，包括 FEP、PFA、ETFE、PFSA 等。共聚改性虽然牺牲了部分耐热和机械性能，却也使得这些材料拥有热塑性树脂良好的加工性能，大大拓展了氟树脂的应用领域。在过去的很长一段时间内，我国氟化工企业主要聚焦于制冷剂业务，含氟聚合物的工艺研发、加工应用研究基础薄弱，质量稳定性不高，只能陷入同质化的价格竞争，新型氟树脂更多的还处于产业化初期。不过在制冷剂配额正式冻结、半导体、5G、新能源等核心领域强调自主可控的当下，新型氟树脂已成为中国氟化工产业升级的关键。

(1) FEP（四氟乙烯-六氟丙烯共聚物，亦称为聚全氟乙丙烯）

分子结构中含有 14%~25%的六氟丙烯（HFP），是全球第三大氟树脂。由于兼具良好的加工性能和与 PTFE 相似的介电性（能在非常宽的温度和频率范围内保持较低的介电常数），FEP 广泛用作于高温高频下使用的电子设备传输电线、电子计算机内部的连接线、航空航天用电线等各类电线电缆绝缘层。而在 5G 通讯领域，使用 FEP 薄膜作为绝缘层的 FCCL 传输速率达到 20Gbps（在 28GHz 的频段内），是未使用 FEP 薄膜的 5 倍。

自 2015 年前后实现 FEP 生产技术突破以来，国内企业迅速提升了市场占有率，现有产能近 5 万吨，量产企业包括鲁西化工、东岳集团、巨化股份等。目前国产 FEP 具备了向哈博电缆、金信诺、万马股份等生产高端线缆的客户批量供货的能力，预计随着下阶段通信、算力领域需求的不断增长，国内企业的市场份额将持续提升。

图 29：国内 FEP 下游需求占比



资料来源：中国化工信息中心，招商银行研究院

图 30：国内 FEP 产能分布

企业	产能	企业	产能
鲁西化工（聊城氟尔）	1.2	永和股份	0.42
东岳集团（华夏神舟）	1.0	江苏梅兰	0.3
日本大金氟化工	0.6	重庆建峰	0.25
巨化股份	0.5	江西中氟	0.2
乳源东阳光	0.5	华谊三爱富	0.09

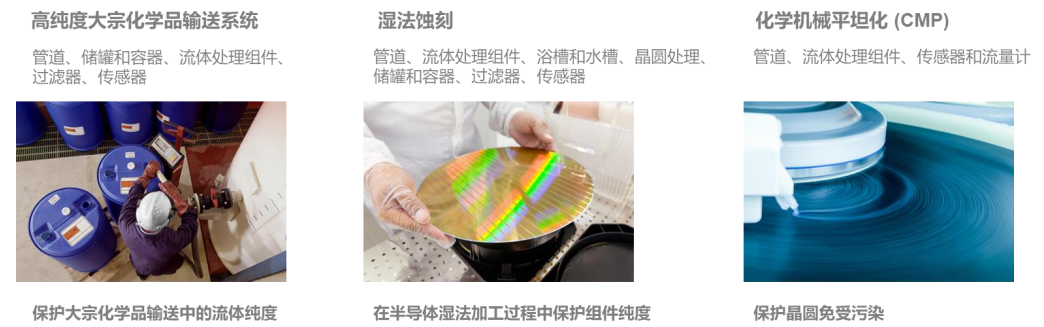
资料来源：公开信息整理，招商银行研究院

(2) PFA（四氟乙烯-全氟丙基乙烯基醚共聚物，亦称为可溶性 PTFE）

PFA 是半导体领域必不可少的配套材料，80%的高纯 PFA 用于半导体。半导体制造过程涉及较多湿法工序，如晶圆清洗、刻蚀等工序都需要用到大量的电子特气和高纯试剂，这些材料大多具有强腐蚀性。因此，需选用氟树脂制作的管道、泵阀、化学品贮槽和清洗槽等部件或内衬附着在外壳的内壁上形成保护层，可以确保高腐蚀性化学品不会污染洁净组件，延长部件寿命。相比

必须多工序加工成型的 PTFE，PFA 可以采用熔融单一加工工序，减少了加工工序对制品的表面光洁度的影响和降低了加工工序将污染物引入的风险。PFA 部件的表面光洁度是 PTFE 的 6 倍以上，是防止污染的最佳候选材料。

图 31：PFA 在半导体制造中的应用



资料来源：科慕官网，招商银行研究院

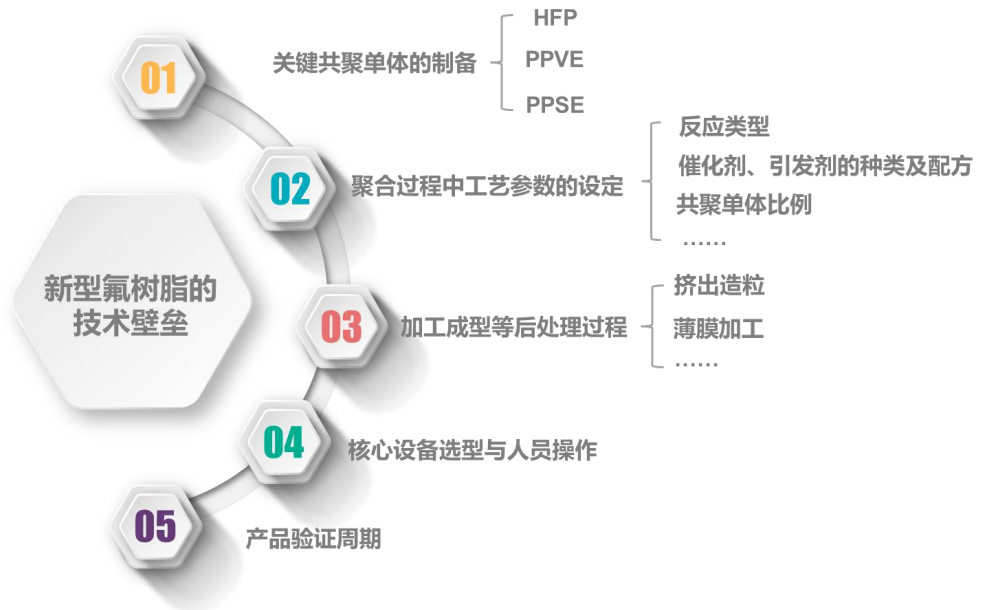
全球 PFA 总产能约 1 万吨，中国占据半壁江山，量产企业主要是巨化股份和东岳集团，产能各 2000 吨。不过目前国产均为普通级产品，只能应用于对产品纯度要求不高的化工机械、电子、电气等领域。而能够满足半导体产业需求的高纯 PFA 则由美国科慕和日本大金等企业所垄断，国内市场售价超过 50 万元/吨，是普通级 2.5 倍以上。为了满足国内半导体产业快速发展的需求，高纯 PFA 的国产替代进程加快，昊华、巨化、永和都宣布了相关项目规划。

(3) PFSA（全氟磺酸树脂）

PFSA 是氟聚物家族中唯一的具有离子交换功能的树脂，除了广泛应用于氯碱产业以外，还是目前唯一大规模商业化的质子交换膜基材，电解水制氢、PEM 燃料电池的关键组件。全球市场由美国戈尔、科慕和日本旭化成等少数企业主导。国内方面，东岳集团的进度相对领先，子公司东岳未来氢能是当前唯一具备完整 PFSA 产业链的企业，并已投产 150 万平米质子交换膜生产线，苏州科润也可量产质子膜。据高工锂电数据，2021 年燃料电池质子交换膜的国产化率为 11.6%。随着绿氢制造、氢燃料电池汽车的兴起，PFSA 有望迎来爆发式增长，国产化市场空间广阔。

总体来看，我国由于起步时间晚（杜邦公司发明各类氟树脂的时间均是在上世纪 80 年代以前，其他发达国家企业随后迅速跟进）、下游新兴产业需求崛起前创新动力不足等因素，新型氟树脂的开发和生产能力与海外龙头还具有较大差距，需要一定时间来追赶。具体来看，新型氟树脂的技术壁垒主要涉及以下四个方面：1、关键共聚单体的制备；2、聚合过程中工艺参数的设定；3、加工成型等后处理过程；4、核心设备选型与人员操作。在上述环节实现突破的基础上，生产企业还要面临下游客户较长的产品验证周期。

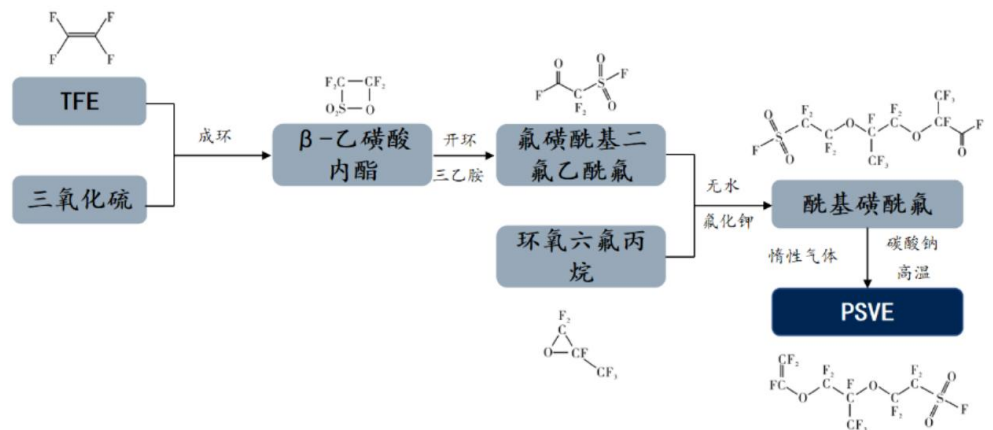
图 32：新型氟树脂的主要技术壁垒



资料来源：招商银行研究院

• **关键共聚单体的制备**：新型氟树脂本质上是 PTFE 的改性共聚物，因此共聚单体是制备新型氟树脂的基础。FEP、PFA、PFSA 的共聚单体分别为 HFP、PPVE、PSVE。其中，HFP 国内已具备稳定的生产能力，产能 12 万吨，主要是由永和股份、鲁西化工、巨化股份等企业通过 TFE 热裂解制得。除了生产 FEP 以外，HFP 主要用于生产氟橡胶 FKM、灭火剂七氟丙烷等。稳定的 HFP 供应是 FEP 国产化进程走在前面的主要原因之一。相较之下，PPVE 和 PSVE 合成工艺复杂，既需要解决前置单体 HFPO（六氟环氧丙烷）的规模化生产难题，也需要解决自身高温条件下的合成反应。共聚单体有效产能的不足大大限制了 PFA 和 PFSA 的国产化。

图 33：PSVE 的制备工艺



资料来源：国信证券，招商银行研究院



• **聚合过程中工艺参数的设定：**聚合反应涉及非常多的技术细节。首先，工艺类型的选择就值得推敲。乳液聚合、溶液聚合、悬浮聚合各有优缺点，对应的反应条件、设备、催化剂和引发剂配方各有差异。其次，共聚单体比例的不同对聚合物的影响极大，同样需要反复调试。以 PFSA 为例，TFE 与 PSVE 的比例决定了产品的聚合度和用于质子传递的侧链磺酸基团的数量，最终影响其机械性能和质子传递能力。为了提高质子传递能力，需要增加含有磺酸基团的侧链，但是随着分子链支化程度增加，分子间距的增大，又会导致膜的抗拉强度显著降低。

• **加工成型等后处理过程：**聚合反应完成后的处理工艺也是影响产品质量的关键，挤出造粒、薄膜加工等环节存在很多 know-how。以高纯 PFA 为例，挤出造粒后需进行稳定化处理才能控制金属杂质含量，应用于半导体领域。

• **核心设备选型与人员操作：**氟化物腐蚀性强，存在一定的安全隐患，对反应釜、泵等关键设备的材质、精细化控制要求非常高，投资成本相对高昂。精细化的设备也需要经验丰富、技术过硬的人员来进行操作。

表 8：国内新型氟树脂及关键氟单体项目建设情况

集团	项目公司	项目地点	项目名称	氟树脂建设内容	项目总投资
东岳集团	未来氢能	山东淄博	1kt/a PFA 项目	1000 吨 PFA	1.16 亿
			5kt/a PFA 项目	5000 吨 PFA	8.7 亿
昊华科技	晨光院	四川自贡	2.6 万吨/年高性能有机氟材料项目	6000 吨 FEP、500 吨 PFA、1.8 万吨 PTFE、3000 吨 HFP	19.3 亿
			氟聚厂	10kt/a FEP 扩建项目	5000 吨 FEP
巨化股份	巨圣氟化学	浙江衢州	500 吨全氟磺酸树脂项目	250 吨 PFSA、500 吨后处理设备、250 吨 PSVE 和 750 吨磺内酯	3.27 亿
			高品质可熔氟树脂及配套项目	1 万吨 PFA、1500 吨 PPVE	9.11 亿
	甘肃巨化	甘肃玉门	高性能硅氟新材料一体化项目	1 万吨 FEP、5000 吨 PFA、5 万吨 PVDF、2.9 万吨 HFP	410.47 亿
永和股份	邵武永和金塘新材料	福建邵武	邵武永和一期	7500 吨 FEP、1 万吨 HFP、3000 吨 PFA、500 吨 PPVE	18.59 亿
			邵武永和二期	5000 吨 HFP、6000 吨 FEP	
			3kt PFA 和 0.5kt PPVE 扩建及 40ktR22 技改项目	3000 吨 PFA、500 吨 PPVE	2.79 亿
			PVDF 和 HFPO 扩建项目	1 万吨 PVDF、3000 吨 HFPO	3.1 亿
三美股份	浙江三美	浙江金华	5kt/a FEP 及 5kt/a PVDF 项目	5000 吨 PVDF、5000 吨 FEP、3200 吨 HFP	10.8 亿
华谊三爱富	三爱富氟佑	福建邵武	邵武氟化学产业基地项目一期	3000 吨 HFPO、200 吨 PPVE	11.39 亿

资料来源：各公司公告，招商银行研究院



四、含氟精细化学品：聚焦细分市场，逐步填补空白

含氟精细化学品是氟化工发展到一定阶段后形成的细分产业，涵盖了所有以间歇式生产、具有功能性或最终使用性的小规模含氟品种。按终端应用分类，目前含氟精细化学品可大致划分为药物中间体、电子化学品（含氟电子特气、氟化液、高纯化学试剂、含氟液晶材料）、特种氟单体、染料、表面活性剂。本章主要介绍药物中间体、含氟电子特气和氟化液的基本情况。

1. 药物中间体：响应全球需求，竞争格局相对分散

氟原子具有很强的吸电子的能力，因此能够降低所连芳环的电子云密度，增强分子的抗氧化能力，在药物分子中通常利用这一性质来提高代谢稳定性。目前全球 20~25% 的医药和 30% 的农药分子中含有至少一个氟原子，CAFSI 预计全球含氟药物中间体的总产值约为 500 亿元，医药农药占比接近。根据主链结构的不同，药物中间体分为芳香族（含苯环或杂环结构）和脂肪族两大类，前者市场需求更大，规模化生产的品种超过一百种。

表 9：芳香族含氟药物中间体的主要品种和用途

序号	品类	下游医药/农药品种
1	2,4-二氯氟苯	抗感染喹诺酮类药物环丙沙星、氧氟沙星等
2	对氟苯酚	消炎抗风湿类药物硫酸茚酸、醛糖还原酶抑制剂索比尼尔
3	对氟苯甲酰氯	心脑血管类药物氟伐他汀钠
4	3-氯-4-氟苯胺	抗菌药氟喹酮类
5	4-溴-2-氟苯胺	消炎药布洛芬
6	2,4-二氟硝基苯	消炎药氟苯布洛芬
7	2,3,5,6-四氟苯	杀虫剂四氟苯菊酯、四氟甲醚菊酯、七氟菊酯
8	2-氯-三氟甲苯	除草剂氟乐灵、氟磺胺草醚、伏草隆等
9	2-氯-5-三氟甲基吡啶	除草剂吡氟禾草灵、吡氟氯禾灵、吡虫隆等

资料来源：CAFSI，中欣氟材招股说明书，招商银行研究院

得益于石化原料、萤石资源的优势，我国是全球含氟药物中间体的主产地，生产企业数量众多。不过药物中间体属于相对垄断竞争市场，虽然行业整体集中度不高，但在各细分品种可能只有个别企业参与生产。目前上市公司主要有联化科技、永太科技、中欣氟材、吉泰新材等少数企业。虽然他们通常具备了相互关联的多条产线、产品类型众多并在优势品种当中的市场份额相对领先，但由于技术环节及细分市场差异、客户粘性较高且有意分散采购等因素，他们也很难全方位主导并整合现有市场。总体来看，药物中间体行业整体发展较为成熟，快速响应核心客户的定制化需求、寻求低成本的合成路线仍将是中间体企业的竞争之道。

2. 含氟电子特气：国产迅速崛起，环保型新品有待开发

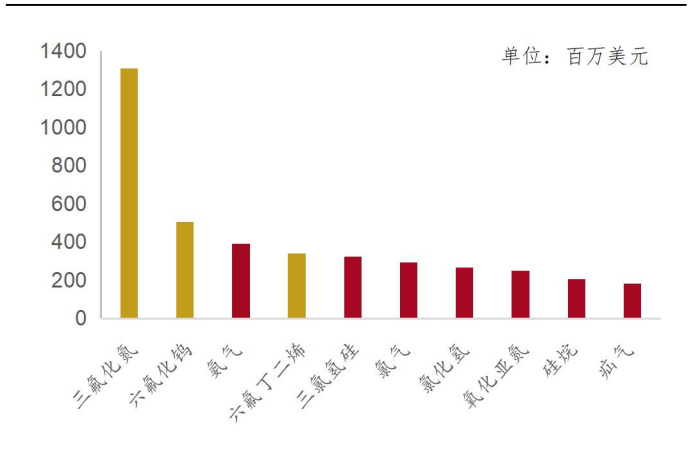
电子特气指半导体制造工序中所使用的高纯特种气体。据 QYResearch 统计，2022 年全球电子特气的市场规模 61.1 亿美元，其中含氟特气占比 39%，是用量规模最大的品类。含氟特气主要包括三氟化氮、六氟化钨、六氟丁二烯、六氟化硫、四氟化碳、三氟化氯等，前三者均是全球前五大电子特气。

图 34：含氟电子特气的主要类型

品种	用途
三氟化氮 NF ₃	等离子刻蚀气体
六氟化钨 WF ₆	化学气相沉积用气
六氟丁二烯 C ₄ F ₆	等离子刻蚀气体
六氟化硫 SF ₆	等离子刻蚀气体、掺杂剂
四氟化碳 CF ₄	等离子刻蚀气体、清洗剂
三氟化氯 ClF ₃	清洗剂

资料来源：招商银行研究院

图 35：2022 年全球前十大电子特气市场规模



资料来源：QYResearch，招商银行研究院

2022 年以来我国含氟特气的自主供应能力显著提升，国产化率达到 50%。用量最大的三氟化氮和六氟化钨目前国内已有中船特气、南大光电、昊华科技等企业陆续向台积电、中芯国际供货。前期由于上述企业较大规模的集中投放，这两类产品短期内存在供过于求的情况。不过，随着集成电路制造精度的提升及国内产业的快速崛起，含氟特气需求有望保持高速增长，市场预计 2025 年将重现供给缺口。不同于三氟化氮和六氟化钨，六氟丁二烯是新型绿色刻蚀气，不仅刻蚀效率高，而且 GWP 值非常低，主要应用于 3D NAND 闪存的刻蚀。由于制备工艺流程长、技术壁垒高，六氟丁二烯国产化率相对较低。目前仅有中船特气、中巨芯等少数企业具备 4N 以上电子级产品的量产能力。由于兼具优异的刻蚀和环保性能，六氟丁二烯已成国内厂商的布局重点，也吸引了不少电子大宗气体供应商如广钢、和远、金宏、华特等的入局。

表 10：国内主要含氟特气的供应情况（吨，括号内为在建/规划产能）

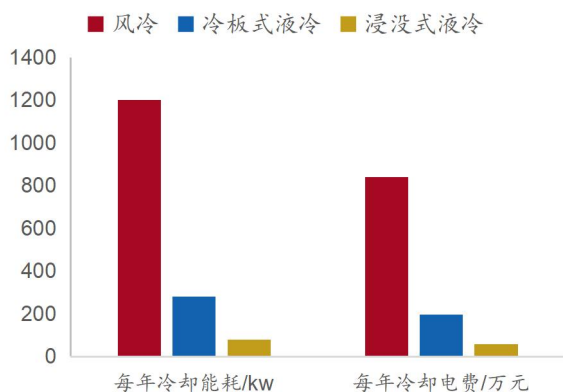
企业	三氟化氮	六氟化钨	六氟丁二烯	六氟化硫	四氟化碳
中船特气	9250 (3250)	2230	200		
昊华科技	5000	700	(1000)	1000	1200
南大光电	3800 (8200)	(500)	(100)	3500	
福建德尔	(10000)	(600)		7000	2000
中巨芯-博瑞电子		200 (600)	50 (175)		
雅克科技				12000	2000

资料来源：公开信息整理，招商银行研究院

3. 氟化液：IDC 冷却液成为热点，巨头退出迎来机遇

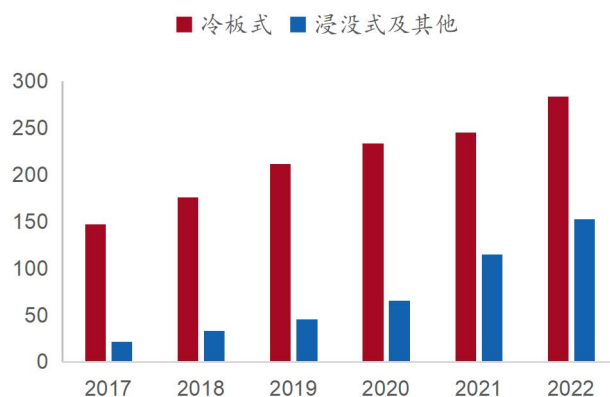
氟化液是一类利用了氟化物的电绝缘性、化学惰性、不燃性和高导热效率的溶剂，目前主要包括氢氟醚、全氟聚醚、全氟酮、全氟胺等。氟化液在过去主要是作为半导体清洗剂、温控冷却剂使用，现已成为浸没式液冷数据中心的主流冷却液。所谓浸没式液冷，指的是冷却液与发热设备直接接触换热，相比风冷、冷板式液冷等其他方案具有更高的散热效率，而且由于设备不需要安装风扇，可以做到完全静音。因此，浸没式液冷更适用于对节能要求和环境噪声要求高的大型数据中心。不过由于安装需要改变服务器主板原有结构、冷却液成本高等因素，浸没式液冷当前的市场占有率低于冷板式液冷。根据智研咨询，2022 年我国液冷数据中心投资规模为 436.3 亿元，冷板式液冷占比 65%，浸没式及其他占比 35%。随着算力基础设施的增加、算力和能耗要求的提升，浸没式液冷将在超算中心等高密度场景得到进一步推广，同步拉动氟化液需求快速增长。根据 GrandViewResearch 预测，2022 年全球浸没式冷却液市场规模 1.97 亿美元，至 2030 年将达到 10.07 亿美元，CAGR 为 22.6%。

图 36：不同冷却路线的 2MW 机架能耗比较



资料来源：中兴通讯《液冷技术白皮书》，招商银行研究院

图 37：近年来中国液冷数据中心投资规模（亿元）



资料来源：智研咨询，招商银行研究院

全球电子氟化液主要由美国 3M、比利时索尔维、日本旭硝子等企业提供，其中 3M 的半导体设备冷却剂处于垄断地位，市场份额达到 80%。目前 3M 的 FC 系列、Novec 系列均已应用于浸没式液冷。不过，3M 于 2022 年底宣布将在 2025 年底之前退出包括氟化液在内的所有 PFAS（全氟和多氟烷基物质）的生产，竞争格局即将迎来重塑。目前国产电子氟化液的供应能力显著提升，新宙邦子公司海斯福已于 2022 年实现了电子氟化液系列产品的商业化，并向全球主流半导体制造商供货。巨化子公司浙江创氟的巨芯冷却液一期项目也已建成运营，产能 1000 吨。此外，浙江诺亚、晨光博达等国家级专精特新“小巨人”企业也有产品布局。随着国产化进程的推动，国内厂商有望填补 3M 在半导体领域留下的市场空白，并充分受益于国内 AI 大模型飞速发展过程中对浸没式液冷数据中心的庞大需求。



表 11：国内电子氟化液供应情况（不完全统计）

企业	氟化液产品	主要用途
巨化-浙江创氟	JHT 系列（全氟聚醚） D 系列（氢氟醚）	半导体清洗、温控冷却、润滑油、 浸没式冷却液
新宙邦-海斯福	Boreaf 系列（全氟聚醚）	半导体温控冷却、浸没式冷却液、 精密清洗、气相焊接、电子检漏
浙江诺亚	Noah 冷却液、电子清洗剂	半导体温控冷却、浸没式冷却液、 高温电子产品清洗
成都晨光博达	冰芯™浸没式单相冷却液	浸没式冷却液
江西美琦	FC 系列	电子氟化液、电子清洗剂、冷却液
泉州思康化学	F-8630/F-8650（全氟醚）	半导体温控冷却、浸没式冷却液

资料来源：公司公告，各公司官网，招商银行研究院

五、业务建议与风险分析

本部分有删减，招商银行各行部如需报告原文，请参考文末联系方式联系研究院。



附录 1 2024 年度主流 HCFC、HFC 生产配额 (单位: 万吨)

序号	企业名称	HCFC-22	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a
1	巨化股份(含飞源化工)	4.75	10.78	6.42	7.65	2.07	
2	三美股份	0.95	2.78	3.15	5.15	0.63	
3	东岳集团	5.36	4.73	1.49	0.69		0.73
4	昊华科技(中化蓝天)			2.77	5.96	0.42	
5	永和股份	0.39	0.58	0.64	1.09	1.44	1.06
6	乳源东阳光		2.66	1.7	0.43		
7	江苏梅兰	3.76	2.09	0.06	0.6		0.18
8	华谊三爱富	0.86					0.02
9	阿科玛(常熟)	1.07		0.34			
10	其他	0.91	0.35				0.90
	合计	18.05	23.96	16.57	21.57	4.55	3.27

资料来源: 生态环境部, 招商银行研究院

附录 2 国内 PVDF 新增产能规划 (万吨)

序号	集团	项目公司	项目地点	产能	R142b	预计投产时间
1	东岳集团	华夏神舟新材料	山东淄博	3	未披露	2024 年
2		内蒙古明岳新材料	内蒙古赤峰	3	6	2025 年
3		中化蓝天氟材料	浙江绍兴	1.3	1.8	2024 年
4	昊华科技	陕西中化蓝天	陕西渭南	2	未披露	
5		中昊晨光化工研究院	四川自贡	1	已有	2025 年
6	吴羽化学	吴羽(常熟)氟材料	江苏常熟	1.5	无配套	2024 年
7	永和股份	邵武永和金塘新材料	福建邵武	1	已有	2024 年
8		内蒙古永和氟化工	内蒙古乌兰察布	0.6	未披露	2024 年
9	江西理文化工	江西理文化工	江西九江	2	3.63	2025 年内
10	乳源东阳光	乳源东阳光氟树脂	广东韶关	1.0	2.7	2024 年
11	巨化股份	甘肃巨化	甘肃巨化	5	12	
12	联创股份	华安新材料	山东淄博	0.6	已有	
13	江苏梅兰	泰兴梅兰新材料	江苏泰州	1.5	已有	
14	华谊三爱富	福建华谊三爱富氟佑	福建邵武	1.6	3	
15	万华化学	四川万陆实业	四川眉山	2	4	
		总计		27.6		

资料来源: 各公司公告, 产业在线, 招商银行研究院



附录3 文中出现的氟化工产品专业英文缩写词汇总

序号	英文缩写	释义	序号	英文缩写	释义
1	ODS	消耗臭氧层物质	12	HFPO	六氟环氧丙烷
2	ODP	臭氧消耗潜值	13	PVDF	聚偏二氟乙烯
3	GWP	全球变暖潜值	14	FEP	全氟乙丙烯共聚物
4	CFC	氯氟烃	15	FKM	偏氟乙烯系氟橡胶
5	HCFC	含氢氯氟烃	16	PFA	可溶性聚四氟乙烯
6	HFC	氢氟烃	17	PPVE	全氟丙基乙烯基醚
7	HFO	含氟烯烃	18	PSVE	全氟磺酰基乙烯基醚
8	TFE	四氟乙烯	19	PFSA	全氟磺酸树脂
9	PTFE	聚四氟乙烯	20	PFAS	全氟和多氟烷基物质
10	ETFE	乙烯-四氟乙烯共聚物	21	PFOA	全氟辛酸
11	HFP	六氟丙烯	22	PFOS	全氟辛基磺酸

资料来源：招商银行研究院



免责声明

本报告仅供招商银行股份有限公司（以下简称“本公司”）及其关联机构的特定客户和其他专业人士使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。本公司可能采取与报告中建议及/或观点不一致的立场或投资决定。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经招商银行书面授权，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。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“招商银行研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

未经招商银行事先书面授权，任何人不得以任何目的复制、发送或销售本报告。

招商银行版权所有，保留一切权利。

招商银行研究院

地址 深圳市福田区深南大道 7088 号招商银行大厦 16F（518040）

电话 0755-22699002

邮箱 zsyhyjy@cmbchina.com

传真 0755-83195085



更多资讯请关注招商银行研究微信公众号
或一事通信息总汇