

国信化工 · 含氟制冷剂及氟化液行业分析框架

行业研究 · 专题报告

基础化工 · 氟化工

投资评级：超配（维持评级）

证券分析师：杨林
yanglin6@guosen.com.cn
S0980520120002

证券分析师：张玮航
zhangweihang@guosen.com.cn
S0980522010001

投资建议：

氟化工是我国具有特色资源的优势产业，近年来我国氟化工基础及通用产品产量占全球的55%以上，年产值超过600亿元，产业年增速在15%以上。随着我国人们生活水平持续改善和战略性新兴产业迅猛发展，氟化工产品以其独特的性能，在各应用领域和市场空间持续拓展应用。其中，三代氟制冷剂方面，配额管理将在立法层面落地，随着供给侧结构性改革不断深化、行业竞争格局趋向集中，而下游需求恢复平稳增长，三代制冷剂有望迎来景气反转的拐点；氟化冷却液方面，浸没液冷技术的发展驱动数据中心产业进行“液冷时代”革命，氟化冷却液性能优异，目前仍处于初步培育期，市场蓝海前景广阔。此外，伴随未来几年在高性能、高附加值氟产品等应用领域的不断深入，我国氟化工产业快速发展的势头有望延续。我们看好产业链完整、基础设施配套齐全、规模领先以及工艺技术先进的氟化工龙头企业：巨化股份、三美股份、东岳集团、永和股份、昊华科技及上游萤石资源巨头金石资源等公司。

核心观点：

1) **含氟制冷剂**：2020年以来，受NCP疫情、全球经济衰退、行业周期下行探底叠加影响，氟制冷剂企业生产经营遭受冲击。在此背景下，二代氟制冷剂（R22、R142b）、发泡剂（R141b）等供给端由于受到配额管理的约束，价格仍然保持相对坚挺；第三代氟制冷剂产品受到由《蒙特利尔议定书》基加利修正案引发的配额争夺预期影响，正处于行业竞争激烈阶段，其价格及价差则均已进入底部区间，企业经营业绩已探底。值得一提的是，2021年Q4，在能耗双控政策的影响下，原材料阶段性供应受阻直接大幅推涨了制冷剂价格，制冷剂价差及盈利水平明显修复。而后续由于前期供给影响逐步解除，行业仍然处于竞争态势，目前制冷剂价格及价差已自2021Q4的高点持续回落。待2022年三代制冷剂激烈的配额抢占窗口期结束后，我们看好三代制冷剂市场供需将逐步回归平衡。我们对我国市场中存在的第二代、第三代制冷剂的格局进行了供需平衡表测算：2020-2021年，我国制冷剂市场的过剩量分别为18.0、20.5万吨；测算出2022-2025年，我国制冷剂过剩量分别为18.7、11.3、7.8、-1.3万吨。未来随着供给侧结构性改革不断深化、配额管理将在立法层面落地、行业竞争格局趋向集中，而下游需求恢复平稳增长，我们看好三代制冷剂有望迎来景气反转的拐点，三代制冷剂龙头厂商将迎来经营业绩的修复及复苏。

2) **氟化冷却液**：数据中心被列入国家“新型基础设施”的范畴，在新基建、“东数西算”工程等政策东风下，发展提速。制冷系统对数据中心PUE权重最大，为解决绿色低碳冷却及通风等续关键挑战、大规模部署并使用模块化数据中心，采用的解决方案包括使用可再生能源的液体冷却技术以及可持续的自然冷却技术。根据赛迪顾问测算，到2025年，液冷数据中心（保守）市场规模1283.2亿元，其中浸没市场占526.1亿元。液冷服务器的大时代还处于培育期，据“大话IDC”测算，液冷服务器迈入规模应用的时间是2026~2027年。从性能上看，氟化冷却液是目前较适合用于数据中心液冷系统的冷却液。浸没式液冷数据中心的加速扩张有望同步带动冷却液（尤其是氟化液）的需求。目前，巨化股份公司已突破国外技术垄断，自主开发出系列电子氟化液产品（氢氟醚D系列和全氟聚醚JHT系列），正在实施的冷却液项目为5000吨/年巨芯冷却液（一期1000吨/年），产品适用于大数据中心换热所需的冷却介质及尖端产业、电子流体，计划于2022Q3投运。长期来看，氟化液液体冷却等“绿色计算”技术的需求增速与渗透率有望逐步提升。

与市场差异之处：

市场普遍认为氟制冷剂行业盈利水平较低，实际上目前三代制冷剂仍处于2020-2022年窗口期的配额抢占阶段，行业产能大幅扩张造成了市场价格的疲弱。我们认为至暗时刻已过，目前三代制冷剂产品价格与价差均处于底部水平，部分企业持续面临亏损风险，价格进一步下探的空间有限。待窗口期结束后市场格局趋于集中，行业盈利水平恢复常态，各制冷剂巨头企业经营业绩将迎来较大幅度复苏。伴随下游需求持续稳步增长而供给端只减不减（受国际公约及环保政策约束），未来行业格局有望迎来供需错配，推动三代制冷剂产品步入高景气周期。

风险提示：制冷需求不及预期；项目投产进度不及预期；原材料价格上涨；化工安全生产风险等。

1 含氟制冷剂行业格局梳理

1.1 常见氟制冷剂及更新迭代历程

1.2 第二代及三代制冷剂市场格局

1.3 氟制冷剂：供需平衡表测算

2 氟化冷却液市场前景梳理

2.1 浸没式液冷前景广阔

2.2 氟化液浸没式冷却液技术

2.3 氟化液是理想的冷却液

末页 上市公司产能统计、投资建议及风险提示

1

含氟制冷剂行业格局梳理

[返回目录](#)

1.1

常见氟制冷剂及更新迭代历程

[返回目录](#)

空调系统及制冷剂的制冷原理示意

- 空调制冷是一个能量转移的过程。空调制冷/制热的原理是利用一种制冷剂（常温常压下低沸点的化学物质，如含氟制冷剂）做为工作介质，在一个工作系统内进行吸热和放热的物理变化，且在一个相对的空间对空气进行冷却和制热。
- 含氟制冷剂热力学性能优异。制冷剂（Refrigerant，亦称作冷媒、雪种等）是各种热机中借以完成能量转化的媒介物质，可分为氨、氮、含氟、水和碳氢化合物等多种类型，其中以热力学性能优异的氟制冷剂类最为常见，其约占全球制冷剂总量的53.1%。

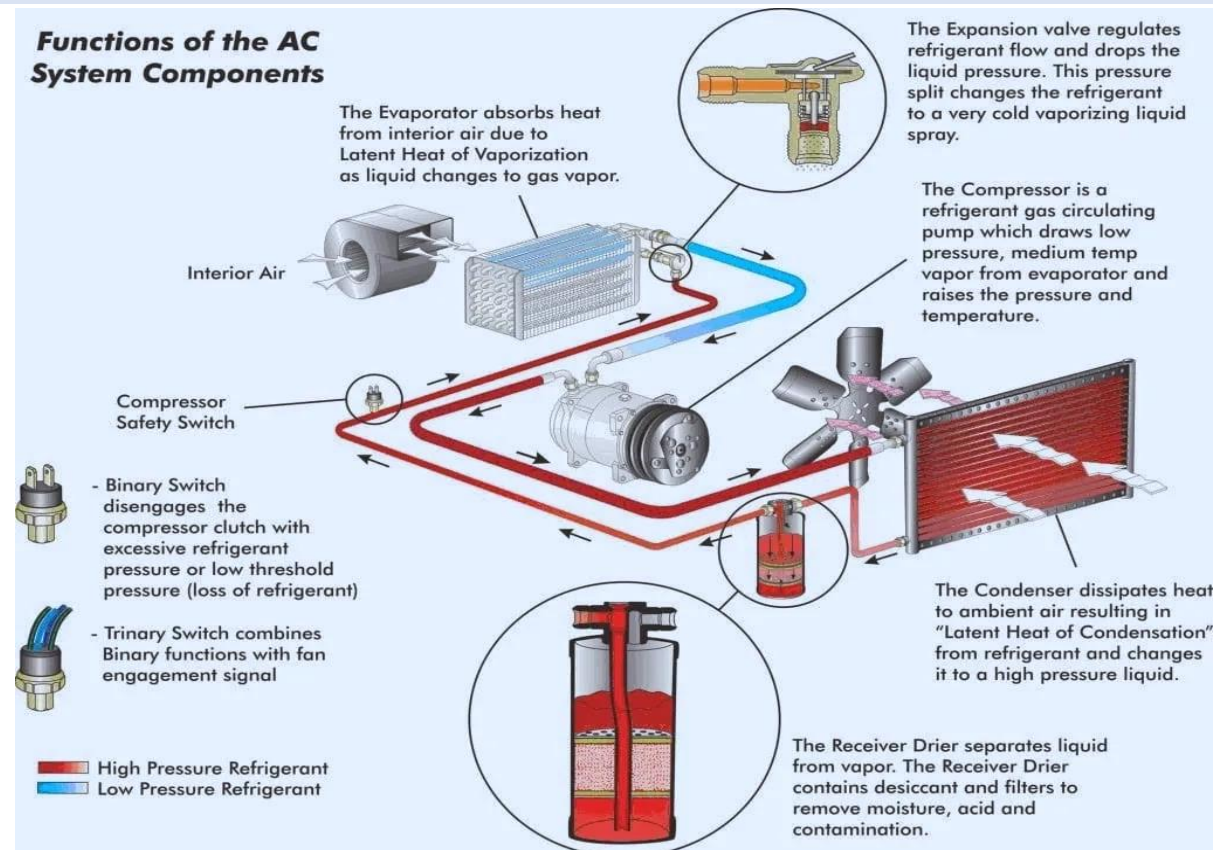
表：各类制冷剂沸点及物理性质

制冷剂	分子式	沸点(°C)	应用	毒性	易燃性
R12	CF ₂ Cl ₂	-29.8	已禁用		不可燃
R22	CHF ₂ Cl	-40.8	空调、冷冻 可用到2030-2040年		不可燃
R134a	C ₂ H ₂ F ₄	-26.5	替代R12 汽车空调、冰箱、运输冷藏	无毒	不可燃
R407c			替代R22		
R410a			替代R22		
R404a	R125 (42%) R142a (52%) R134a (4%)	-46.45	中、低温应用中替代R22及R502		
R600a	C ₄ H ₁₀	-12.1		无毒	易燃易爆
R13	CF ₃ Cl	-81.5	超低温		
R23	CHF ₃	-83.2	超低温		
R141b	CH ₃ CCl ₂ F	32		—	弱燃
R142	C ₂ H ₃ F ₂ Cl	-9.25			
R502	48.8%R22 51.2%R115	-45.6	低、中温		
R717	NH ₃	-33.4	低、中温		可燃
R718	H ₂ O	100	高温		
R744	CO ₂	-78.52			

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

- 空调机4个基本的组成部分包括：压缩机，蒸发器，冷凝器，节流阀（也叫膨胀阀）。
空调制冷的工作过程是：压缩机将吸入低压端的气态制冷剂压缩成高温、高压的气态制冷剂，通过高压端排出至冷凝器进行散热，形成液态的制冷剂。然后通过干燥过滤器送至膨胀节流阀后成液态的雾状进入蒸发器，经过蒸发器蒸发，变成气态并大量吸收热量，又进入压缩机内。如此反复循环而起到制冷的效果。

图：空调系统各部件的功能及空调系统制冷原理示意



资料来源：Electrical Classroom，国信证券经济研究所整理

常见含氟制冷剂及下游制冷应用领域



表：各类制冷剂名称、原材料及下游应用领域

制冷剂分类	主营产品	上游原料	下游应用
第一代制冷剂（CFCs）	R11（一氟三氯甲烷）、R12（二氯二氟甲烷）	氢氟酸、四氯化碳	医药中间体
	R22（一氯二氟甲烷）	氢氟酸、三氯甲烷	制冷剂、氟化工、聚四氟乙烯、六氟丙烯
第二代制冷剂/发泡剂（HCFCs）	F141b（一氟二氯乙烷）	氢氟酸、二氯乙烷	聚氨酯泡沫发泡剂、清洗剂
	F142b（二氟一氯乙烷）	氢氟酸、一氯乙烷	聚合物发泡剂、PVDF、氟橡胶化工
	R32（二氟甲烷）	氢氟酸、二氯甲烷	制冷剂、冰箱、混合氟制冷剂
	R134a（四氟乙烷）	氢氟酸、三氯乙烯	汽车空调、商业和工业用制冷系统
	R143a、R227ea、R236fa等（三代制冷剂）	氢氟酸、二氯乙烯等	制冷剂、混配其它制冷剂
	R410A（混合制冷剂）	R32、R125	空调，替代R22
第三代制冷剂/发泡剂（HFCs）	R404A（混合制冷剂）	R134a、R125	空调、中低温冷冻领域
	R507（混合制冷剂）	R134a、R125	空调、中低温冷冻领域
	R125（五氟乙烷）	氢氟酸、TFE单体	混配工质、空调
	R245fa（五氟丙烷）	四氯化碳、VCM氯乙烯	空调、发泡剂
	R1234yf（四氟丙烯）	氢氟酸、五氯丙烷、三氟丙烯	制冷剂、灭火剂、传热介质、抛光剂
第四代制冷剂/发泡剂	R1233zd（一氯三氟丙烯（反式））	氢氟酸、五氯乙烷或五氯丙烷等	聚氨酯硬泡发泡剂

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

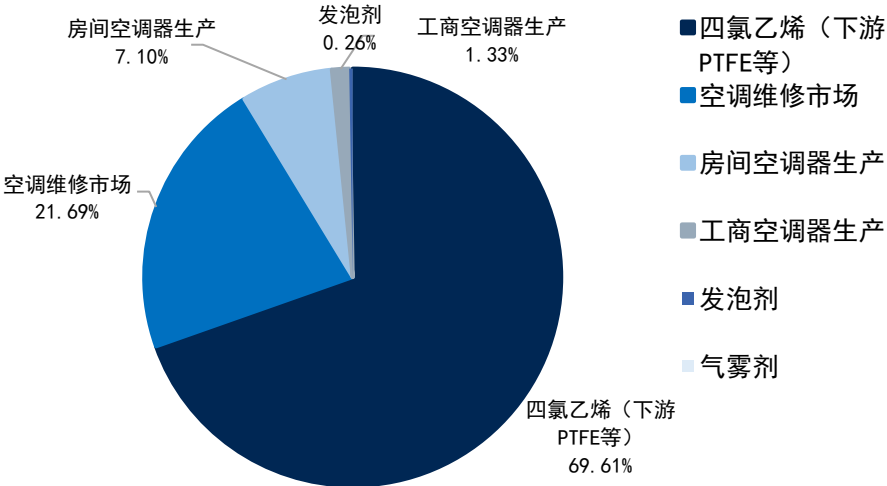
表：各种制冷领域的制冷剂类型选择

领域	场景	常用制冷剂
工业制冷	工业设备冷却、制冰	氨、二氧化碳、丙烷、R22、R404a、R507a等
商业制冷	冷库、保鲜柜	氨、二氧化碳、R22、R404a、R409a、R507a、R410a等
冷藏运输	冷链物流	液氨、R134a、R404a、R410a、R507a等
医用冷库	超低温血库冰箱、生化实验箱	R32、R503等
家用冰箱	家用制冷	R600a（异丁烷）、R134a、R407c等
房间空调	家用空调、中央空调	R22（定频）、R32、R410a（变频）、R407C等
汽车空调	汽车车厢内降温	R134a、R407c等
家用电器	热泵、热水器	R32、R134a、R410a等
中央空调	大型公共场所	R22、R410a、R134a、R407c等

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

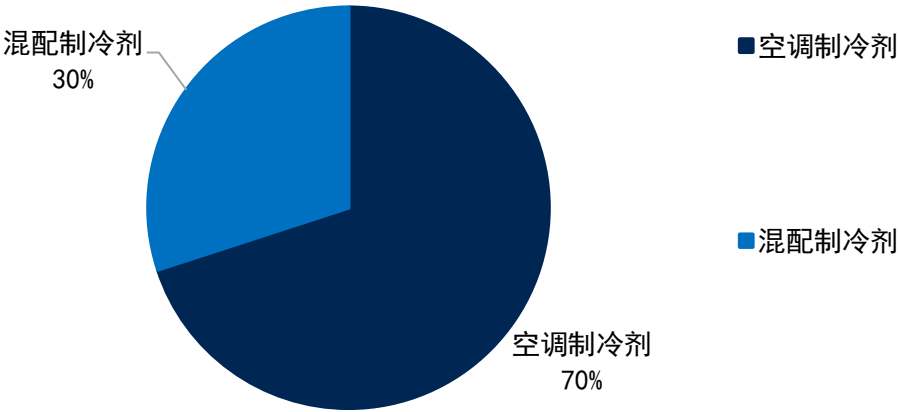
常见含氟制冷剂及下游应用领域占比

R22：除用作空调制冷剂外，还主要用于PTFE的制备



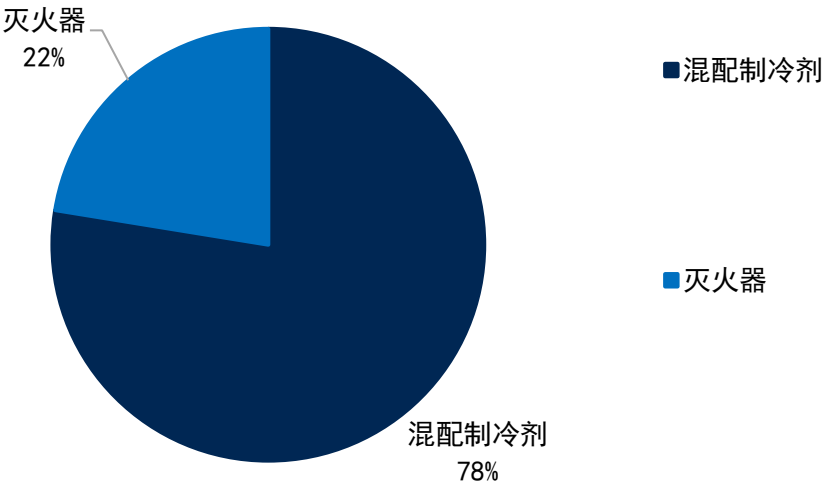
资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

R32：用于替代R22成为未来几年内的制冷剂主流



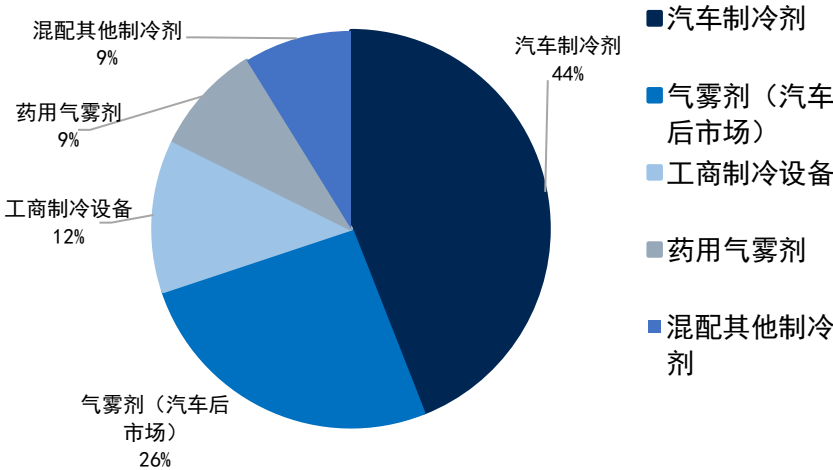
资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

R125：主要用于混配制冷剂的制备



资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

R134a：是当前汽车制冷剂的主要类型之一

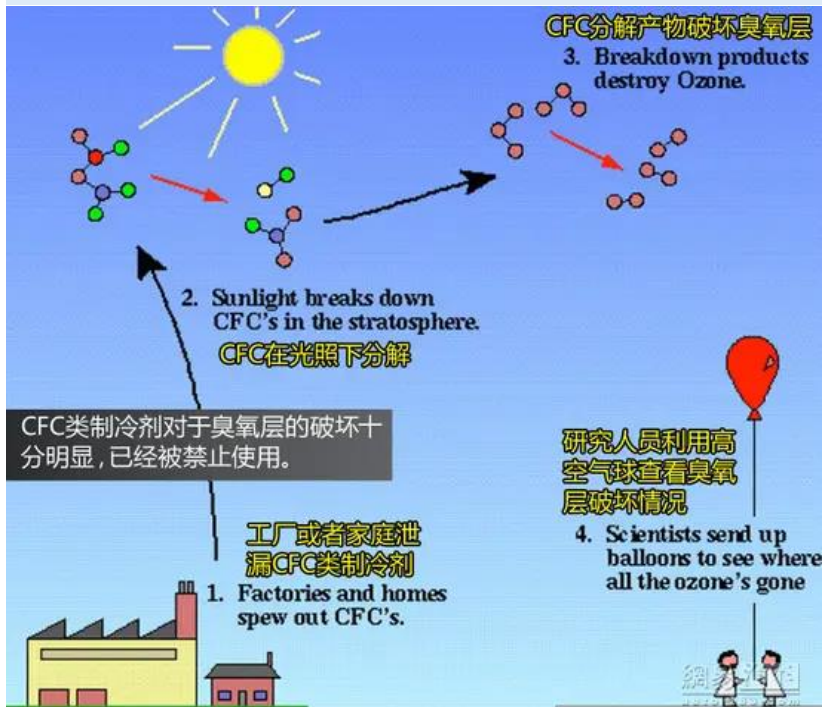


资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理

部分含氟制冷剂：会造成臭氧层破坏、大气污染、温室效应等问题

➤ 氟制冷剂由氢氟酸及氯代烃等为原料制备而成，是重要的有机氟化工产品，主要包括含氟的ODS（ODS包括CFCs、哈龙、四氯化碳、甲基氯仿、HCFC和甲基溴）及其替代品，其化学稳定性强、热力学性能优异，下游60%以上被应用在冰箱、家用空调、汽车空调等制冷领域，还可在聚氨酯行业中用作塑料发泡剂、半导体行业中用作电子清洗剂及精细化工中用作气雾剂等。（1）**臭氧层破坏方面**，平流层内，强烈的太阳紫外线照射使CFCs（化学名称氯氟烃，也称氟利昂，第一代氟制冷剂）和Halons分子发生解离，释放出高活性的氯和溴的自由基，会引发消耗臭氧的反应。从引入氟氯化碳到认识到氟氯化碳的释放对环境的危害之间相隔了近半个世纪，特别是平流层臭氧的消耗和温室气体的全球升温。氟代烷烃具备极强的化学稳定性，其本身难以在较低的大气层中被分解或降解，会停留在大气层长达数十年以上。（2）**温室效应方面**，氟化温室气体（F-GHGs）的五种主要类型是氢氟碳化合物（HFC），全氟化碳（PFC），六氟化硫（SF6），三氟化氮（NF3）和其他全氟化温室气体。目前主流的氟制冷剂具有较高的臭氧消耗潜能（ODP）和全球变暖潜能（GWP），严重则会直接造成臭氧层破坏、大气污染等问题，影响生态环境。

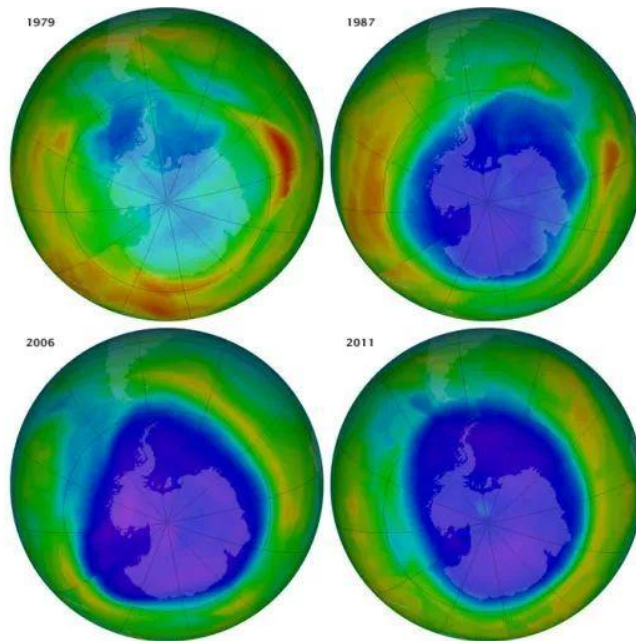
图：消耗臭氧层物质（如CFCs）对大气的破坏作用



资料来源：网易汽车，国信证券经济研究所整理

备注：在平流层中，氟氯烃在紫外线照射下发生分解反应产生氯原子，可引发消耗臭氧的反应

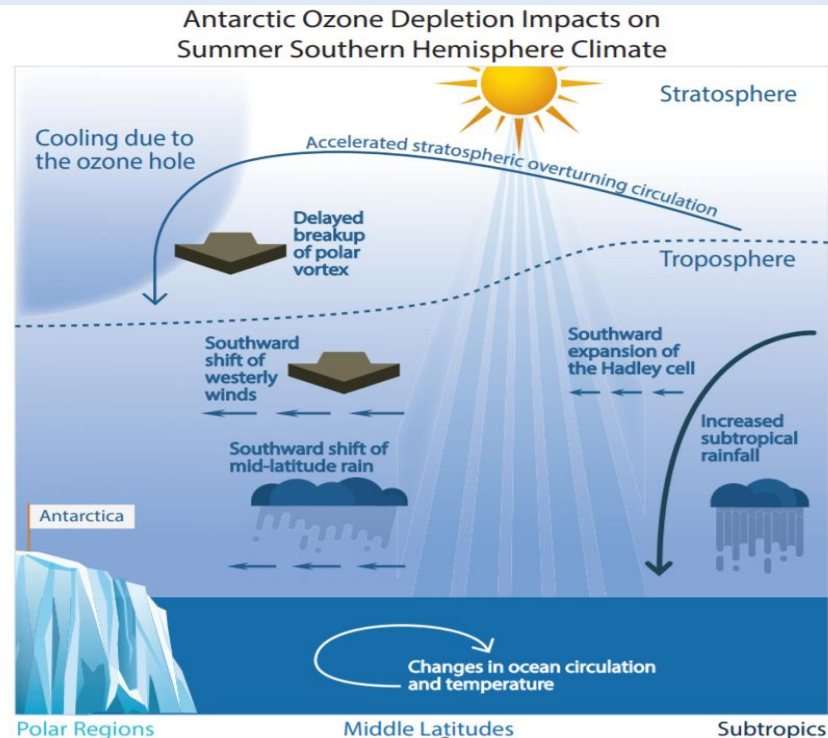
图：臭氧层空洞变化情况



资料来源：European Space Agency，国信证券经济研究所整理

备注：蓝色部分为臭氧层空洞

图：臭氧层破坏对南半球气候的影响



资料来源：《Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018》，国信证券经济研究所整理

《蒙特利尔议定书》：促使全球氟制冷剂升级换代，零ODP和低GWP是发展趋势



表：全球HCFCs和HFCs削减计划

国家	产品	2013	2015	2016	2019E	2020E	2024E	2025E	2030E
中国	第二代 HCFCs	实施配额制生产	削减10%	累计削减20%		累计削减35%		累计削减67.5%	淘汰，保留2.5%的维修量
	第三代 HFCs		政策：处置销毁的补贴安排				开始减少使用		
欧盟	第三代 HFCs		冻结生产，开始逐步削减	开始限制应用，打击需求端					累计削减79%
美国	第三代 HFCs				开始每年削减10%				

资料来源：《蒙特利尔议定书》、国信证券经济研究所

表：制冷剂分类及特性

所属产品代	产品名称	主要产品	ODP ¹	GWP	特点及现状
第一代	氯氟烃类（CFCs）	R11、R12、R113、R114、R115、R500、R502	很高	很高	严重破坏臭氧层，全球范围内已淘汰并禁产
第二代	氢氯氟烃（HCFCs）	R22 R123	0.055 0.02	1810 77	长期来看严重破坏臭氧层，发达国家已接近完全淘汰，发展中国家进入减产阶段
		R141b	0.12	725	
第三代	氢氟烃（HFCs）	R134a	0	1430	对臭氧层无影响，而温室效应远高于二氧化碳和第二代制冷剂，目前处于淘汰初期
		R125	0	3500	
		R32	0	675	
		R410a	0	2100	
第四代	氢氟烯烃（HFOs）	R1234yf、R1234ze	0	较低	为不含氟工质制冷剂，环境友好度高，而制冷效果和安全性不及前代，制冷剂本身、相关专利与设备成本高，易燃
	碳氢天然工质制冷剂（HCs）	R600a、R290	0	较低	

备注：指标含义：ODP指大气臭氧消耗潜能值，GWP指全球变暖潜能值；
指标基准：R11的ODP值为1个单位，二氧化碳的GWP为1个单位

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

《蒙特利尔议定书》促使全球氟制冷剂升级换代：

- 20世纪30年代初，将氟氯烷烃（CFCs）氟代烷用作制冷剂，标志着有机氟化工应用的开始；1945年后，冷战中各种各样的防务计划为持续发展氟化学和利用含氟化合物提供了经久不衰的原动力，全球范围内以CFCs为主的制冷剂行业迅猛发展；直至1974年，Molina等学者提出的氯氟会对臭氧层造成破坏的论述，以及随后1985年英国南极调查局发现南极上空臭氧层空洞的现象等，引发了国际广泛关注：研究表明，氟代烷烃具备极强的化学稳定性，其本身难以在较低的大气层中被分解或降解，会停留在大气层长达数十年以上，直接造成臭氧层破坏、大气污染等问题，严重影响生态环境。
- 1987年，全球有机氟工业做出了重大的重新定位，28个国家代表共同决议并制定了国际公约《蒙特利尔议定书》，该协议书规定各代氟代烃类物质的生产及销售均被逐步限制、削减、停产，促使全球氟致冷剂逐步升级换代。《蒙特利尔议定书》于1987年签署，议定书于1989年生效。
- 2016年10月15日，在卢旺达首都基加利，参加第28届《蒙特利尔协定》缔约方大会的近200个国家就导致全球变暖的强效温室气体氢氟碳化物（HFCs）削减达成一致并签署《基加利修正案》协议。《蒙特利尔议定书》基加利修正案要求大部分发达国家从2019年开始削减HFCs，发展中国家将在2024年冻结HFCs的消费水平，一小部分国家将于2028年冻结HFCs消费。
- 2021年6月17日，中国常驻联合国代表团向联合国秘书长交存了中国政府接受《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》的接受书。该修正案已于2021年9月15日对中国生效（暂不适用于中国香港特别行政区）。中国政府高度重视保护臭氧层履约工作，扎实开展履约治理行动，取得积极成效。

制冷剂：各代制冷剂淘汰时间表



表：《蒙特利尔议定书》第二代制冷剂淘汰时间表		
时间	发达国家	发展中国家
2010	削减75%	基准年
2013		冻结在2009-2010年平均水平
2015	削减90%	削减10%
2020	削减99.5%，仅留0.5%供维修	削减35%
2025		削减67.5%
2030	完全淘汰	削减97.5%，仅留2.5%供维修
2040		完全淘汰

资料来源：《蒙特利尔议定书》、国信证券经济研究所

- **CFCs**：2010年在全球范围内已经实现了第一代制冷剂CFCs的全面淘汰，完成了《蒙特利尔议定书》中第一阶段所设立的目标。
- **HCFCs**：2013年我国正式实施了ODS用途HCFCs的生产和消费冻结，并对HCFCs生产和消费实行配额，HCFCs总配额43.4万吨，其中国内ODS用途生产配额为31.6万吨。根据《蒙特利尔议定书》的淘汰要求，我国需要在2015年将HCFCs消减至基线水平的90%，2020年和2025年削减基线水平的35%和67.5%，到2030年实现全面淘汰。2015年我国已顺利完成淘汰目标：例如，2015年R22生产配额较14年削减了11%，并在2016-2018年间一直维持着较为稳定的水平。此外，2020年，R22生产配额在基准上已累计削减了35%。

表：《蒙特利尔议定书》第三代制冷剂淘汰时间			
年份	发展中国家（包括中国）	美国	欧盟
2011			可用制冷剂种类受限
2015			开始削减
2016		削减基数	
2017			GWP > 150制冷剂禁止用于新出厂车型
2018			削减至基数63%
2020		每年削减10%	R404a禁止用于商用制冷机
2022			削减至基数45%
2024	开始冻结消费与生产		削减至基数31%
2025			R410a禁止用于单元空调制冷机
2029	开始削减		
2030			累计削减79%
2036		削减至基数的15%	削减至基数的15%
2045	消减至基数的20%		

资料来源：《蒙特利尔议定书》、国信证券经济研究所

表：基加利修正案内容（主要针对第三代制冷剂HFCs）		
国家	基准	削减要求
发达国家	2011-2013年的均值	2019年削减10%，2036年削减85%
大部分发展中国家（中国等）	2020-2022年，2024年冻结消费和生产	2029年启动削减进程
小部分发展中国家（印度、伊朗、伊拉克、巴基斯坦和海湾国家）	2028年冻结使用	2032年启动削减进程

资料来源：《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》，国信证券经济研究所整理11

制冷剂产业链单耗梳理

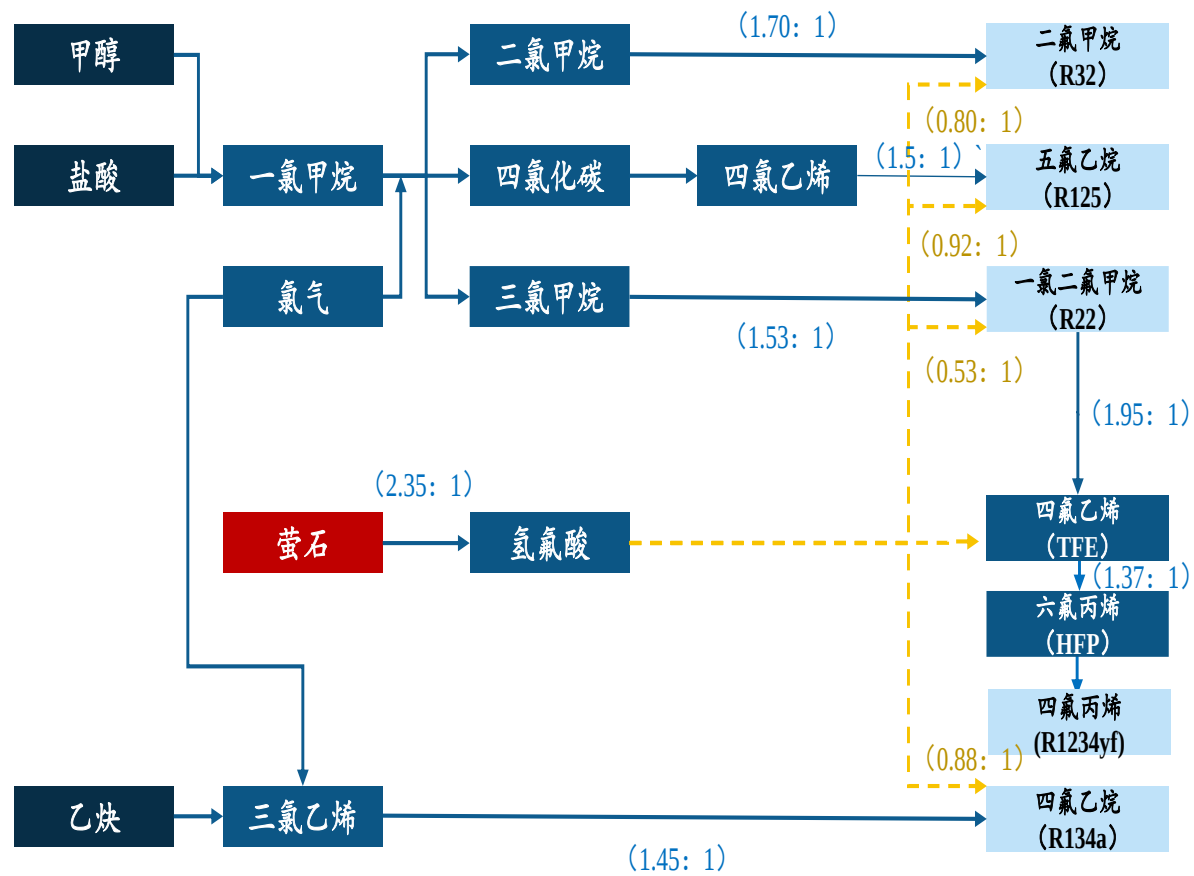
- ▶ 二代、三代制冷剂的主要原料为烷烃氯化物/烯烃氯化物（来自石油工业与氯碱工业）及氢氟酸（原料为萤石与浓硫酸）。二代制冷剂、三代制冷剂对氢氟酸的单耗通常为：0.5、0.9吨/吨。
- ▶ 四代制冷剂的制备方法众多。理论当量上，每生产一吨 HF0-1234yf需要消耗 4 吨 R22，氢氟酸单耗为 2 吨/吨，高于第三代制冷剂的 0.80 吨/吨。

表：各代系氟制冷剂质量分数

代系	制冷剂	分子式	氢氟酸单耗 (吨/吨)	名称	氟元素 质量分数
第一代	R11	CCl ₃ F	--	一氟三氯甲烷	13.82%
	R12	CCl ₂ F ₂	--	二氟二氯甲烷	31.40%
第二代	R22	CHClF ₂	0.53	一氟二氯甲烷	43.93%
第三代	R32	CH ₂ F ₂	0.80	二氟甲烷	73.08%
	R134a	CH ₂ FCF ₃	0.88	四氟乙烷	74.51%
	R125	CHF ₂ CF ₃	0.92	五氟乙烷	79.17%
第四代	R1234yf	CF ₃ CF=CH ₂	2.00	四氟丙烯	66.67%

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

图：制冷剂产业链结构梳理



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

我国制冷剂市场：处于二代加速淘汰、三代初步冻结的阶段



- 当前我国制冷剂市场正处于三代对二代制冷剂产品的更替期：二代制冷剂配额大幅削减中，三代制冷剂迎来布局窗口期，前期我国制冷剂厂商正处于抢占三代制冷剂市场份额的状态，目前配额窗口期即将进入尾声阶段。
- 二代制冷剂：2015年以来，随着二代制冷剂生产配额大幅削减，我国R22制冷剂生产配额逐步向龙头企业集中。2018、2019、2020年，我国R22生产配额分别为27.43、26.70、22.48万吨，2020年的生产配额较2019年削减了4.22万吨（同比-15.8%）。按削减计划进度，到2025年，我国R22生产配额将削减至10万吨左右，到2030年将基本削减至0。
- 三代制冷剂：布局窗口期则为2020-2022年。2024年，我国将对氢氟碳化物（HFCs）的生产消费进行冻结，我国三代制冷剂配额有望实现“达峰”；并将于2029年开始缩减；计划到2045年削减80%以上。英国、德国和澳大利亚等已经生效的发达国家，已从2019年开始削减并在未来两年加速削减HFCs，以完成2024年削减40%的目标。

表：二、三代制冷剂发展情况及淘汰进程示意

代系	发展情况	淘汰进度表示意（简化）
第二代制冷剂 HCFCs	➢ 全球范围内，用作制冷剂用途的二代制冷剂正逐步被淘汰。我国二代生产配额正在大幅削减并逐步向龙头企业集中，2020年R22生产配额削减4.22万吨。2020-2024年，R22生产配额将维持在22.48万吨左右，未削减前的R22产量将持续为各生产厂商贡献利润，在2025年前，国内R22市场将持续维持每年紧平衡格局，每年度的配额将被充分消化。 ➢ 我国二代制冷剂的被替代速度不及削减速度，萤石供给端收缩造成原料价格高企、厂商配额量有限等，“惜售心态”促使厂商挺价。	
第三代制冷剂 HFCs	➢ 三代制冷剂已经入布局窗口期（2020-2022年）的尾声。前期我国制冷剂厂商处于抢占三代制冷剂市场份额的状态，目前三代制冷剂份额抢占已进入尾声阶段。根据二代制冷剂的经验，2020年-2022年内三代制冷剂的销售量平均值将成为未来配额的主要参考指标。2024年我国三代制冷剂配额有望实现“达峰”，2029年开始缩减。近期R32、R134a、R125三种品种价格均已进入底部区间，而配额管理即将在立法层面落地，我们看好三者长期盈利仍将向上。 ➢ 三代制冷剂需削减种类：R32、R125、R134、R134a、R143、R245fa、R365mfc、R227ea、R236cb、R236ea、R236fa、R245ca、R43-10mee、R143a、R41、R152、R152a、R161和R23。R404A和R410A等HFC混合物也属于其中。在二代制冷剂陆续退出、四代制冷剂普及尚需时日，而下游需求稳定增长的背景下，我们看好三代制冷剂有望在反转后开启未来高景气。	

资料来源：《蒙特利尔议定书》基加利修正案》，国信证券经济研究所整理

1.2

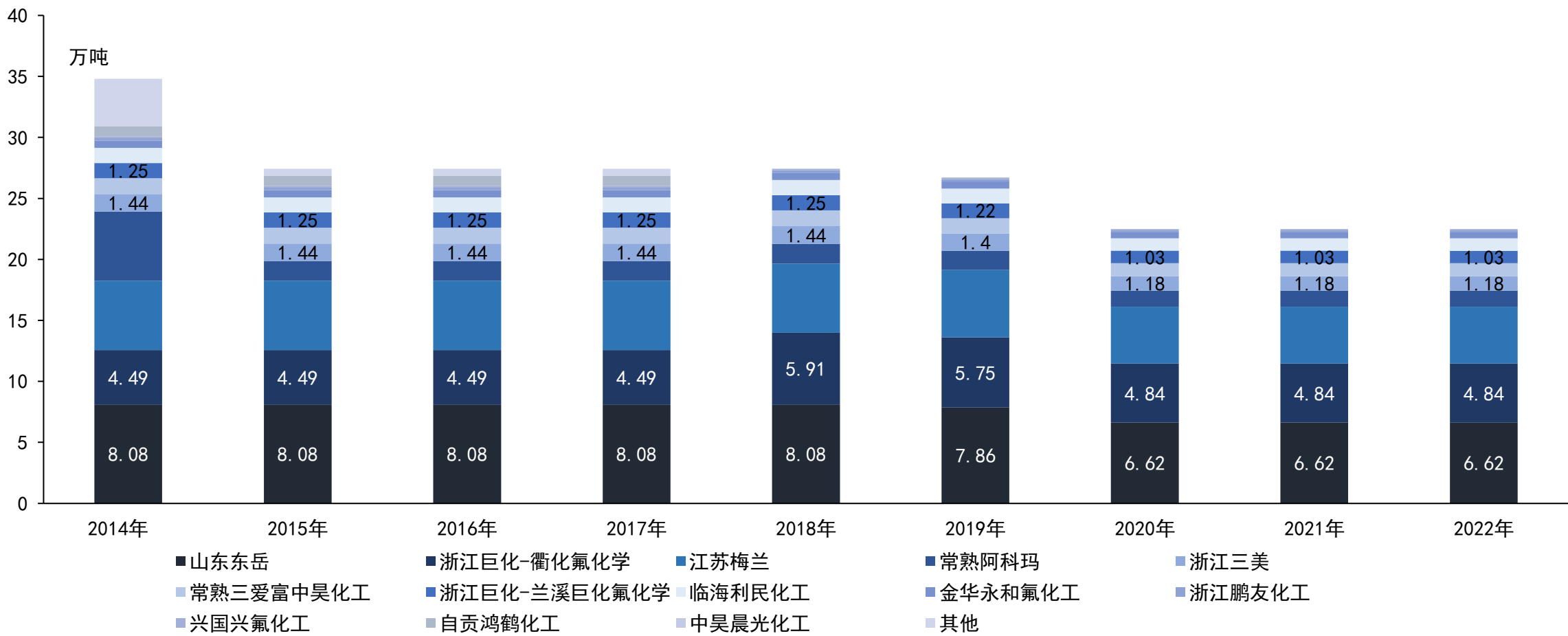
第二代制冷剂及三代制冷剂市场格局

[返回目录](#)

主流的二代制冷剂R22：削减进度及各厂商配额变化情况

根据《中华人民共和国大气污染防治法》和《消耗臭氧层物质管理条例》等有关规定，每年我国生态环境部办公厅都将针对厂商核发年度含氢氯氟烃生产配额、针对下游空调及医药化学等企业核发含氢氯氟烃使用配额。

图：第二代制冷剂R22削减进度及各厂商生产配额变化情况

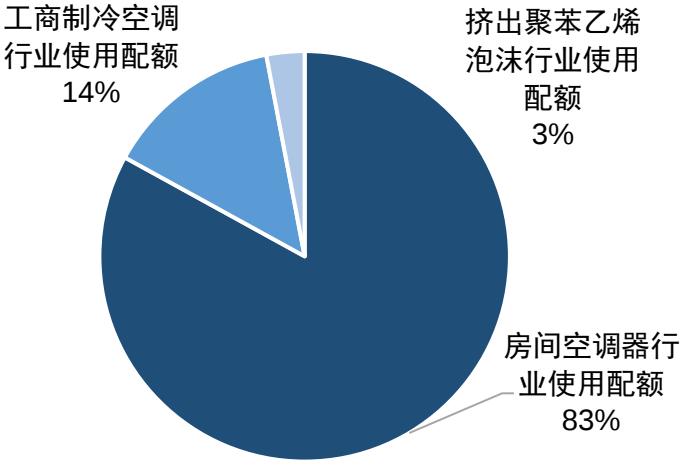


资料来源：中华人民共和国生态环境部，国信证券经济研究所整理

二代制冷剂R22：生产与使用均受到配额限制

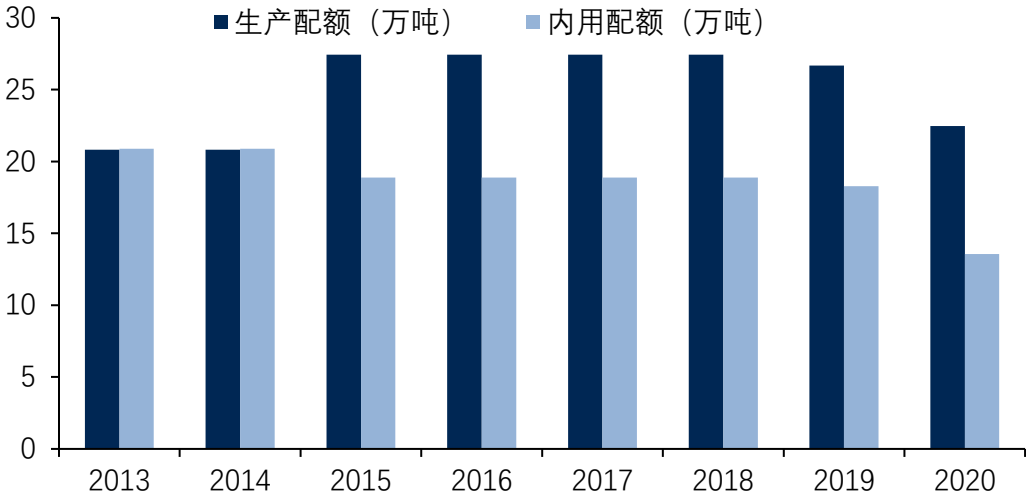
➢ 用作制冷剂用途的HCFCs的生产（分为总生产配额和国内生产配额）与消费（使用配额）均受配额限制。目前各厂家产量超过制冷剂配额的部分主要用作生产下游含氟新材料的配套原料，用于原料用途的R22生产量则不受生产配额限制。近两年来，我国受分配R22配额约5-6万吨。

图：2020年我国R22使用配额分布



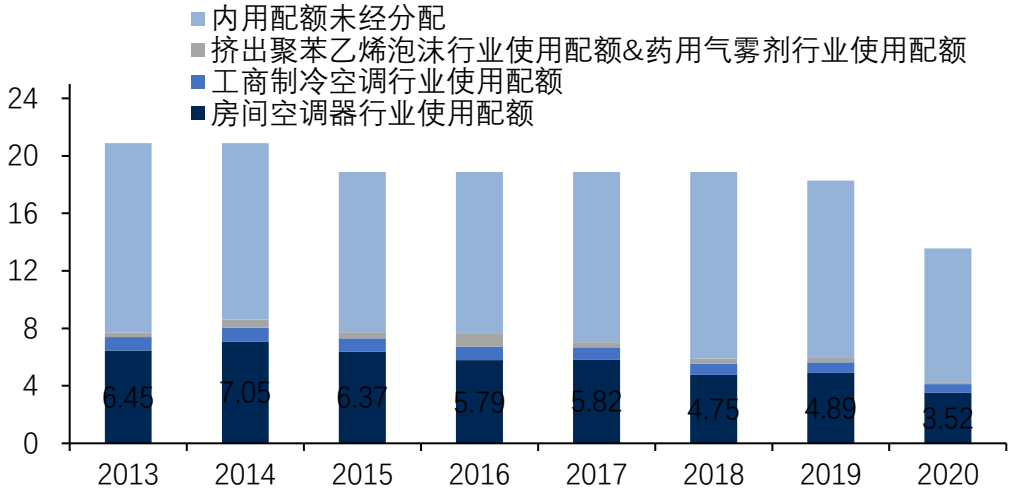
资料来源：生态环境部，国信证券经济研究所整理

图：近年来R22国内生产配额与内用配额受限制



资料来源：生态环境部，国信证券经济研究所整理

图：国内二代制冷剂使用配额亦受限(万吨)



资料来源：生态环境部，国信证券经济研究所整理

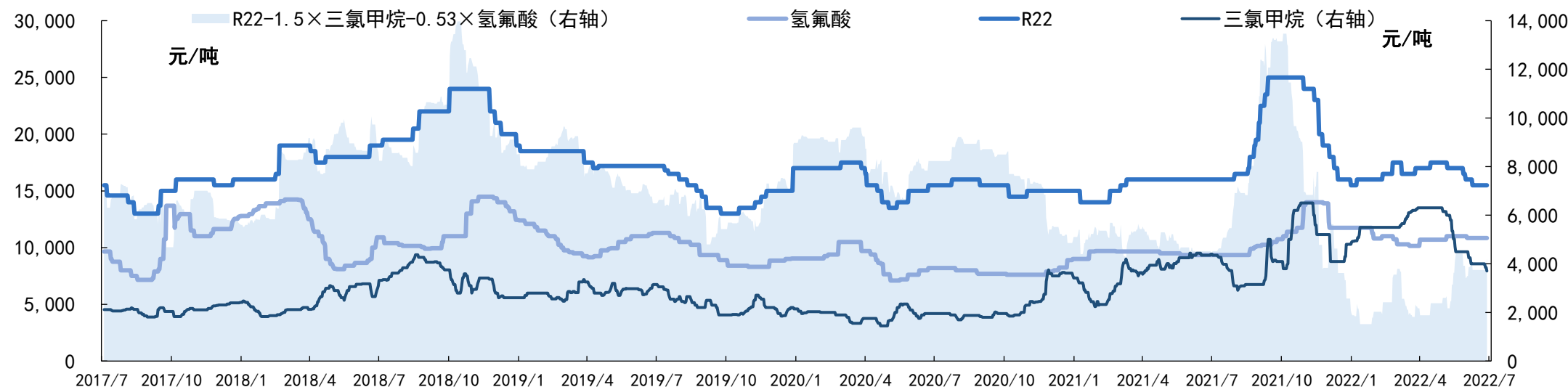
近年来R22配额均将充分消化，价格与价差以维稳运行为主



➤ R22上一波景气周期出现于2010年-2011年。2010年，国家开始实行萤石开采和生产总量限制，出台了一系列政策和措施对氟化工产业发展加以规范和扶持，并实施“家电下乡”、“以旧换新”等家电产业政策，叠加全球及全国范围内普遍的高温天气等，直接刺激了空调、冰箱的需求。在供需双重发力的作用下，萤石、氢氟酸、制冷剂、氟化铝等氟化工产业链的主要产品价格全面上涨，R22最高价格达到28000元/吨随后震荡回落。自2011下半年起，在国内氟化工产能持续高速扩张，而下游需求保持低迷的背景下，氟化工市场经历了持续2年的“寒潮期”。2015年上半年，受配额削减限制、2季度传统旺季等利好影响，R22价格维持震荡坚挺走势。随后在需求不及预期、受地下工厂以配额外低价产品冲击市场的背景下，R22价格再次进入下行通道。受供给侧改革推动，氟化工低端产业链产能陆续淘汰、国家开始实施萤石资源税改革，同时我国家用空调和电冰箱消费结构升级与大批量更新等，2017年初，我国氟化工行业明确了周期反转，氟产业链产品价格从底部区间开始反弹。2017-2018年间，我国氟化工行业维持高景气，制冷剂产品价格全线上涨，R22价格最高达24000元/吨。进入2019年空调“冷年”，在大环境不景气、制冷剂终端需求疲软等利空因素影响下，萤石盘整、氢氟酸价格震荡走低，制冷剂产品全线震荡走弱。近几年，每至年底，萤石供应有所减少，企业R22配额余量基本用尽，厂家接单较少，主要按生产前期低价订单为主，市场上存在断货现象，R22价格高位维稳。2020年以来，受NCP疫情、经济周期下行、中美贸易摩擦等影响，空调、汽车行业产销量双双下滑，氟化工产业链终端需求减弱。相较于三代制冷剂，受配额管理的R22产品价格则维持相对坚挺。

➤ R22业绩弹性：R22每上涨1000元/吨，巨化股份（5.87万吨）、东岳集团（6.62万吨）、三美股份（1.18万吨）的业绩分别增厚4400、4900、880万元。

图：第二代制冷剂R22价格与价差变化情况



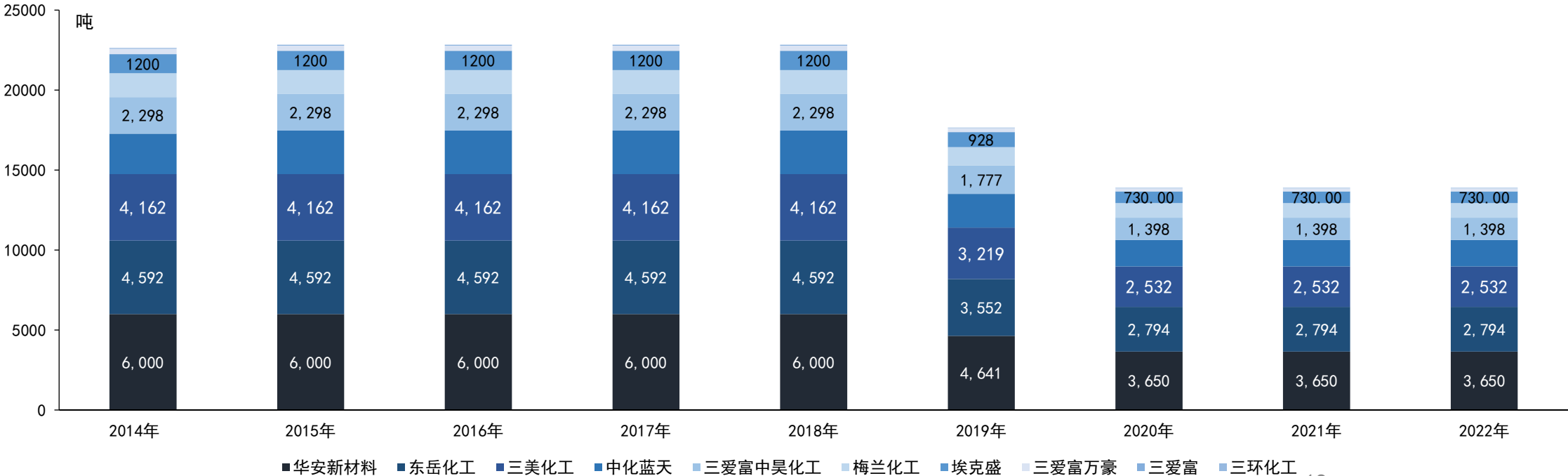
资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

高温制冷剂R142b：也同时受到生产及使用两端的配额管理



- HCFC-142b（二氟一氯乙烷，作为二代制冷剂/发泡剂）作为普遍性使用的高温制冷剂，沸点为-9.3℃（1atm），主要用于高温环境下的制冷空调系统（高温空调）、热泵、多种配混冷媒的重要组分，以及聚合物（塑料）发泡、恒温控制开关及航空推进剂的中间体，同时还有用作化工原料（如作为PVDF的原料）。
- 作为二代制冷剂/发泡剂，HCFC-142b产品也受到配额管理，根据《中华人民共和国大气污染防治法》和《消耗臭氧层物质管理条例》等有关规定，每年我国生态环境部办公厅都将针对厂商核发年度含氢氯氟烃生产配额、针对下游空调及医药化学等企业核发含氢氯氟烃使用配额。根据我国生态环境部《2022年度含氢氯氟烃生产配额核发表》数据，2022年全国R142b生产配额、内用配额分别为1.39万吨、8574吨，其中东岳化工、三美化工生产配额占全国的20.12%、18.23%。

图：第二代制冷剂R142b削减进度及各厂商生产配额变化情况



资料来源：生态环境部，国信证券经济研究所整理

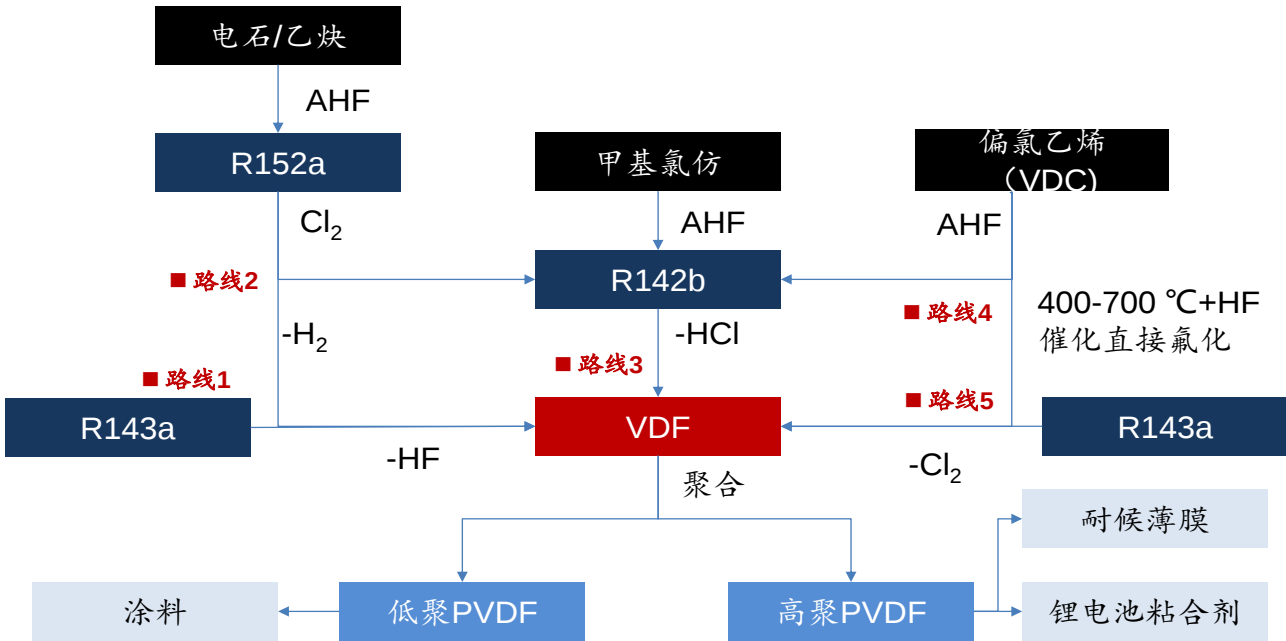
- 国内一般采用HCFC-142b脱HCl的工艺路线制备VDF，VDF通过聚合生成PVDF。不同的专利选择不同的热解温度、催化剂及促进剂，如8-21wt%的CCl₄等。
- 聚偏氟乙烯（PVDF）是半结晶性含氟聚合物，它兼具氟树脂和通用树脂的特性，除具有良好的耐化学腐蚀性、耐高温性、抗氧化性、耐候性、耐射线辐射性能外，还具有压电性、介电性、热电性等特殊性能，其应用范围不断扩大，现已成为氟树脂中仅次于聚四氟乙烯（PTFE）的第2大品种，被广泛应用于耐候涂层（36.9%）、注塑（21.1%）、锂电池（19.9%）和光伏背板膜（8.1%）等领域。早年间，我国国产PVDF下游以涂料工业为主，近年来，薄膜、粘合剂等市场需求日益增长。

表：部分上市公司PVDF及原料配套产能（万吨）

公司	R142b产能+扩建计划	PVDF产能+扩建计划
东岳集团	3+	1 (包含0.3万吨电池级)
巨化股份	2	0.35+1
三美股份	0.4	无
联创股份	2	0.8（在建）

资料来源：百川盈孚，公司公告，国信证券经济研究所整理

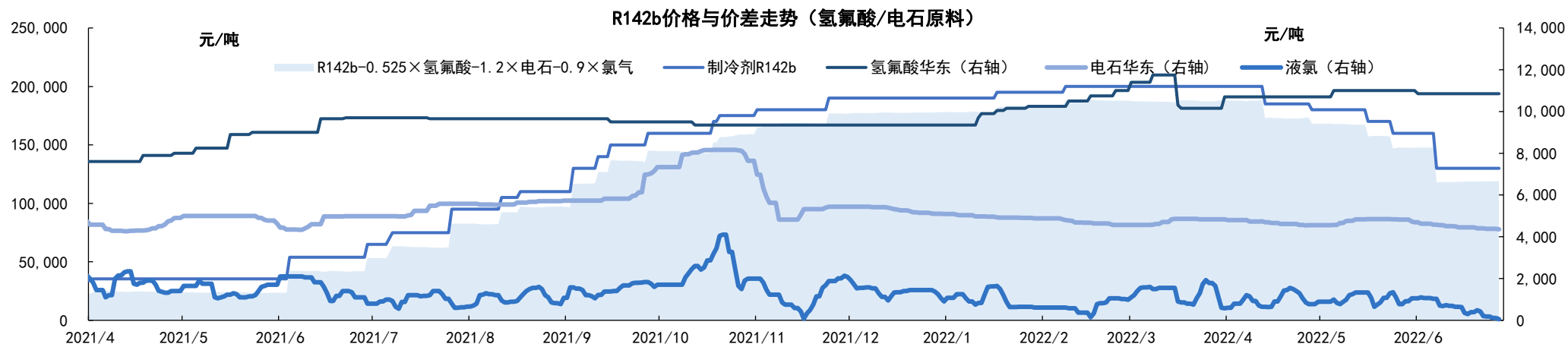
表：PVDF工艺路线示意图



资料来源：朱友良，许锡均等《偏氟乙烯单体的制备》，《有机氟工业》，国信证券经济研究所整理

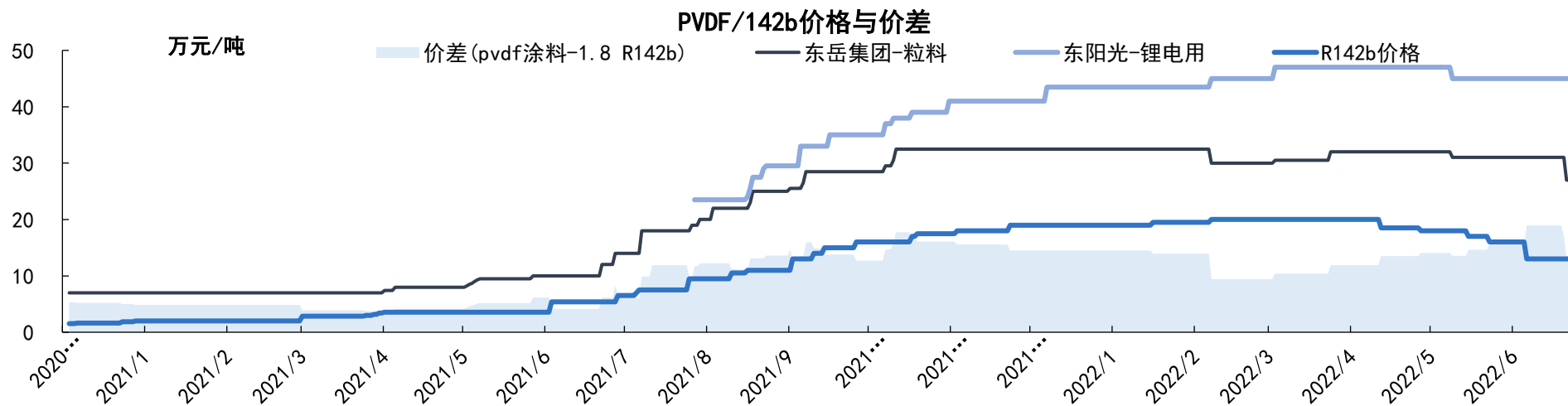
R142b及PVDF价格与价差：盈利状况较好

图：R142b价格及价差：近期R142b产品盈利状况仍然较好



资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

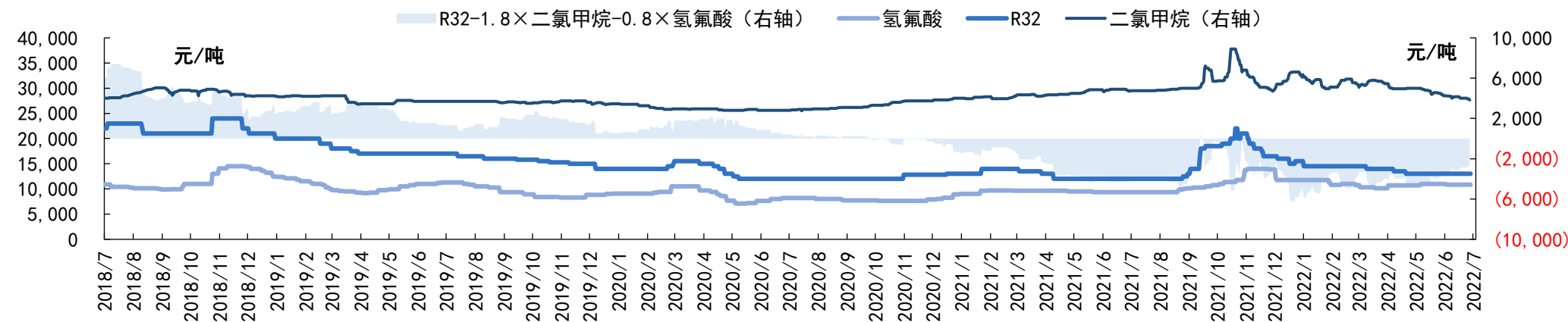
图：PVDF：锂电级PVDF景气度高企



资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

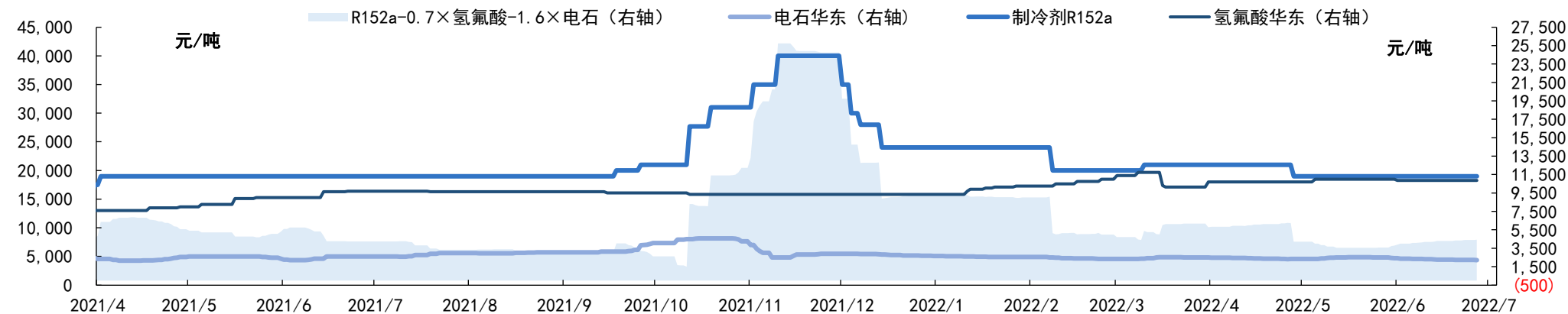
三代制冷剂：价格价差进入底部区间，静待龙头引领周期复苏

图：R32价格及价差：目前价格与价差均处于底部



资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

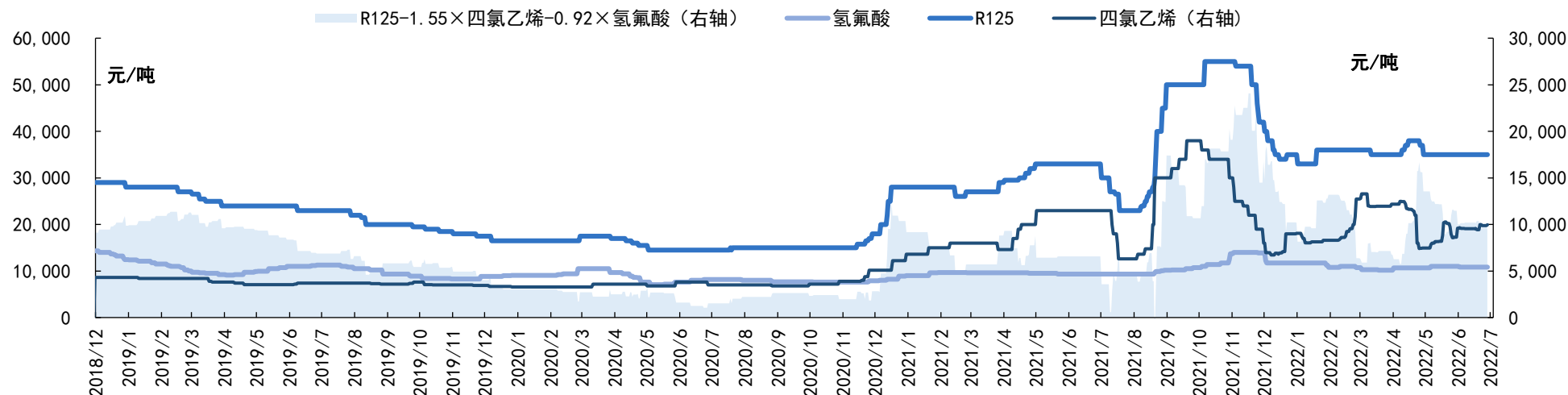
图：R152a价格及价差：相对较好



资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

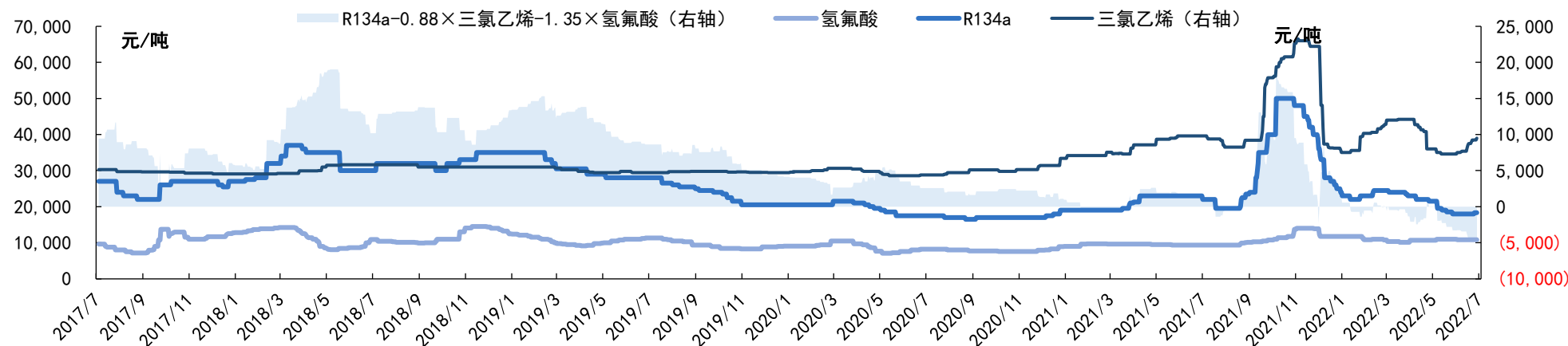
三代制冷剂：价格价差进入底部区间，静待龙头引领周期复苏

图：R125价格及价差：近期R125产品盈利状况仍然较好



资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

图：R134a价格及价差：目前价格与价差均处于底部



资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

三代制冷剂竞争格局

►据卓创资讯及我们的统计，截至2021年年底，我国R32、R125、R134a产能分别达到41.3、33.7、38.0万吨，分别较2017年产能扩张了94%、36%、48%。

表：国内R32产能统计（截至2021年年底）

企业	产能(万吨)	所在省份
浙江巨化	9	浙江省
东岳化工	6	山东省
江苏梅兰	4	江苏省
东阳光氟	3	广东省
浙江三美	3	浙江省
淄博飞源	3	山东省
淄博华安	1.5	山东省
三爱富常熟	1.2	江苏省
永和	1.2	浙江省
江苏中润	1	江苏省
江西中氟化学材料	1	江西省
江苏三美	1	江苏省
鲁西化工	1	山东省
江西理文	1	江西省
寿光新龙	1	山东省
青海同鑫	1	青海省
临海利民	0.8	浙江省
河北丰悦	0.8	河北省
山东华氟	0.8	山东省
总计	41.3	

资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理
备注：不完全统计

表：国内R134a产能统计（截至2021年年底）

企业	产能(万吨)	所在省份
浙江巨化	6	浙江省
中化太仓	4	江苏省
江苏三美	4	江苏省
中化西安	3	陕西省
淄博华安	3	山东省
内蒙永和	3	内蒙古自治区
江苏梅兰	3	江苏省
江苏蓝色星球环保	3	江苏省
淄博飞源	3	山东省
浙江三美	2.5	浙江省
东阳光氟	2	广东省
东岳化工	1.5	山东省
总计	38	

资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理
备注：不完全统计

表：国内R125产能统计（截至2021年年底）

企业	产能(万吨)	所在省份
浙江三美	5.2	浙江省
浙江巨化	5	浙江省
东岳化工	4	山东省
常熟阿柯玛	3.5	江苏省
中化太仓	3	江苏省
东阳光氟	3	广东省
淄博飞源	2	山东省
三爱富常熟	1.6	江苏省
永和	1.2	浙江省
淄博华安	1	山东省
格美	1	江西省
山东滨化	1	山东省
鲁西化工	0.9	山东省
中化西安	0.8	陕西省
临海利民	0.5	浙江省
总计	33.7	

资料来源：卓创资讯，国信证券经济研究所整理
备注：不完全统计

四代制冷剂：目前对三代制冷剂的替代主要在汽车制冷剂领域



- 目前，在移动空调系统（如汽车）中广泛使用的是以R134a为代表的第三代氢氟烃制冷剂HFCs，其ODP值为0（对臭氧层无明显破坏作用），而GWP值仍较高（大量使用会引起全球气候变暖）。第四代制冷剂包括氢氟烯烃（HFOs）和碳氢天然工质制冷剂（HCs），是指不含氯元素与氟利昂、不破坏臭氧层、极低的温室效应、可与常用制冷剂润滑油兼容的制冷工质，是继氢氯氟烃（HCFC）和氢氟烃（HFC）之后新一代ODS替代品。其中，由美国霍尼韦尔与杜邦公司共同开发的R1234yf（ODP为0，GWP为4）被誉为是最有商业前景的第四代制冷剂，可被应用于汽车、冰箱及许多大型固定式和商用制冷设备。
- R1234yf的物理化学性质、热力学性质与第三代制冷剂R134a较为相似，美国环境保护署现已批准使用具有低GWP的R1234yf制冷剂替代R134a制冷剂，后者已经计划于2021年禁止在新型乘用车和轻型卡车汽车空调系统中使用。欧美国家已经开始逐步淘汰车用的三代制冷剂R134a，欧盟将在其新车辆中使用R1234yf和R744。据Refrigerant HQ数据，美国销量最高的50种汽车型号，则只有15种使用R-134a。目前售价在60-100万元人民币/吨间，价格较为昂贵。

项目	HFO-1234yf	HFC-134a
分子式	CF ₃ CF=CH ₂	CF ₃ CH ₂ F
分子量	114	102.03
沸点/℃	-28.3	-26
临界点/℃	95	102
Pvap(25℃)/MPa	0.677	0.665
Pvap(80℃)/MPa	2.44	2.63
液体密度(25℃)/(kg/m ³)	1094	1207
蒸汽密度(25℃)/(kg/m ³)	37.6	32.4
水中溶解度(298.15K, 101.3×10 ³ Pa)/% (质量)	0.02	0.15
ODP(R-11=1)	0	0
GWP(CO ₂ =1)	4	1430
大气寿命	10~12天	14年

Rank	Make	Model	Refrigerant	2019 sales figures	Rank	Make	Model	Refrigerant	2019 sales figures
1	Ford	F-Series	R-1234yf	896526	26	Mazda	CX-5	R-134a	154543
2	Dodge	Ram Pickup	R-1234yf	633694	27	Ford	Transit	R-134a	153867
3	Chevrolet	Silverado	R-1234yf	575569	28	Chevrolet	Traverse	Unknown	147122
4	Toyota	RAV4	R-1234yf	448068	29	Jeep	Compass	R-134a	143933
5	Honda	CR-V	R-1234yf	384168	30	Ford	Edge	R-1234yf	138514
6	Nissan	Rogue	R-134a	350447	31	Hyundai	Tucson	R-1234yf	137381
7	Chevrolet	Equinox	R-1234yf	346049	32	Honda	Pilot	R-1234yf	135008
8	Toyota	Camry	R-1234yf	336978	33	Toyota	4Runner	Unknown	131864
9	Honda	Civic	R-1234yf	325650	34	Subaru	CrossTrek	R-134a	131152
10	Toyota	Corolla	R-134a	304850	35	Hyundai	Santa Fe	R-134a	127373
11	Honda	Accord	R-1234yf	267567	36	Dodge	Grand Caravan	R-134a	122648
12	Toyota	Tacoma	R-1234yf	248801	37	Chevrolet	Colorado	R-1234yf	121703
13	Jeep	Grand Cherokee	R-134a	242969	38	Chevrolet	Malibu	R-1234yf	120302
14	Ford	Escape	R-1234yf	241387	39	Chevrolet	Trax	Unknown	116817
15	Toyota	Highlander	Unknown	239437	40	Toyota	Tundra	Unknown	111673
16	GMC	Sierra	R-1234yf	232325	41	Lexus	RX	Unknown	111036
17	Jeep	Wrangler	R-134a	228042	42	Volkswagen	Tiguan	R-1234yf	109963
18	Nissan	Altima	R-1234yf	209183	43	Buick	Encore	Unknown	102401
19	Jeep	Cherokee	R-134a	191397	44	GMC	Terrain	Unknown	101470
20	Ford	Explorer	R-134a	187061	45	GMC	Acadia	R-1234yf	99430
21	Nissan	Sentra	R-134a	184618	46	Kia	Soul	R-1234yf	97814
22	Subaru	Outback	R-1234yf	181178	47	Kia	Sorento	R-1234yf	96531
23	Subaru	Forester	R-1234yf	180179	48	Dodge	Journey	R-1234yf	74687
24	Hyundai	Elantra	R-134a	175094	49	Nissan	Versa	R-134a	66596
25	Ford	Fusion	R-1234yf	166045	50	Chevrolet	Cruze	R-1234yf	47975

资料来源：王博等《第四代制冷剂HFO-1234yf》-《化工新材料》，国信证券经济研究所整理

资料来源：GoodCarBadCar、Refrigerant HQ，国信证券经济研究所整理

1.3

氟制冷剂：供需平衡表测算

[返回目录](#)

2018–2025年，我国制冷剂供需平衡表及预测

假设条件：

- 1、制冷剂需求端（家用空调、中央空调、汽车空调、冰箱行业）每年保持1%的自然增速；
 - 2、单台空调的氟制冷剂需求为0.7–1.1kg，本文中按空调中0.8kg/台、冰箱中0.5kg/台进行测算。假设空调6年进入维修期，12年报废。家用空调、中央空调、汽车空调维修市场中的空调为每年的前12年–6年的求和总产量，假设需要维修且更换制冷剂的空调比例为20%；假设汽车空调维修比例为30%（考虑到车辆行驶过程中的风险）。此外，冰箱制冷剂多选用碳氢制冷剂，假设冰箱氟制冷剂使用比例为30%。
 - 3、二代制冷剂按照《蒙特利尔议定书》的淘汰要求，于2025年削减基线水平的35%和67.5%。三代制冷剂在配额窗口期结束后，生产量将回归常态。
- 结论：2020–2021年，我国制冷剂市场的过剩量分别为18.0、20.5万吨。我们测算出2022–2025年，我国制冷剂过剩量分别为18.7、11.3、7.8、–1.3万吨。待2022年三代制冷剂激烈的配额抢占窗口期结束后，市场供需将逐步回归平衡。

表：2018–2025年我国制冷剂供需平衡表及预测

	2018	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
制冷剂供给端								
国内第二代制冷剂供给合计	21.4	20.8	15.4	15.4	15.4	15.4	15.4	7.7
R22生产配额	27.4	26.7	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	10.4
R22内用配额	18.9	18.3	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	6.8
其他二代制冷剂	2.5	2.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0.9
国内第三代制冷剂产能合计	90.0	101.0	122.2	122.2	122.2	122.2	122.2	122.2
—R32	27.2	36.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7
—R125	22.8	24.3	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
—R134a	32.0	32.0	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5
—其他	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
国内第三代制冷剂产量合计	47.3	51.6	72.1	78.5	78.5	68.0	65.0	62.0
—R32	17.0	18.3	28.4	30.0	30.0	28.0	27.0	27.0
—R125	12.8	14.2	20.0	23.5	23.5	19.0	18.0	16.0
—R134a	12.5	14.0	18.7	20.0	20.0	17.0	16.0	15.0
—其他	4	5	5	5	5	4	4	4
二三代制冷剂产能合计	108.9	119.3	135.8	135.8	135.8	135.8	135.8	129.0
二三代制冷剂产量合计	68.7	72.3	87.5	93.9	93.9	83.4	80.4	69.7
行业平均开工率	63%	61%	64%	69%	69%	61%	59%	54%
制冷剂需求端								
家用空调及中央空调								
—新增产量（万台）	20955.7	21866.2	21035.3	21835.7	22054.1	22274.6	22497.3	22722.3
—维修市场（万台）	68288.0	74507.9	80956.9	87009.9	93274.0	94206.7	95148.8	96100.3
—维修比例	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
空调领域制冷剂需求量	27.7	29.4	29.8	31.4	32.6	32.9	33.2	33.6
汽车空调								
—新增	2,796.8	2,552.8	2,462.5	2,652.8	2,679.3	2,706.1	2,733.2	2,760.5
—维修市场	9,831.2	11,480.2	12,948.3	14,470.6	15,907.2	16,066.3	16,227.0	16,389.2
—维修比例	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
汽车空调领域制冷剂需求量	4.6	4.8	5.1	5.6	6.0	6.0	6.1	6.1
冰箱								
—新增产量（万台）	8,108.8	7,904.3	9,014.7	8,992.1	9,082.0	9,172.8	9,264.6	9,357.2
—维修市场（万台）	43,080.3	48,805.2	53,204.2	56,397.0	58,948.1	59,537.6	60,132.9	60,734.3
—维修比例	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
冰箱领域制冷剂需求量	2.5	2.6	2.9	3.0	3.1	3.2	3.2	3.2
（考虑到冰箱制冷剂中氟制冷剂市占率仅30%）								
其他制冷领域制冷剂需求量	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1
制冷剂供需格局对比								
第二代制冷剂出口量	9.3	9.6	8.0	7.8	8.0	8.0	8.0	6.0
第三代制冷剂出口量	14	15	22	24	24	20	20	20
国内制冷剂需求量合计	36.8	38.9	39.8	42.0	43.7	44.1	44.6	45.0
制冷剂过剩量（制冷剂产量–需求量–出口量）	7.7	8.4	18.0	20.5	18.7	11.3	7.8	–1.3

资料来源：产业在线，国家统计局，海关总署，百川盈孚，国信证券经济研究所整理并测算

2

氟化冷却液市场前景梳理

[返回目录](#)

2.1

浸没式液冷前景广阔

[返回目录](#)

冷却技术比较：液冷优势明显，是冷却系统发展趋势

温控技术被广泛应用于工业、通信、消费电子、新能源、动力电池等多个场景，用于保障电池等原器件正常稳定的工作运转以及工业等环境稳定。温控底层技术主要分为：风冷、冷冻水（间接蒸发冷）、液冷、相变材料、电子散热技术（导热材料散热、热管散热、均热板）等。目前存量场景中以风冷为主，间接蒸发冷、液冷技术的使用比例正不断提升：

- （1）风冷：是目前应用最广泛、应用设施最完善的冷却方式，它通过冷 / 热空气通道的交替排列实现换热。但由于空气低密度、低排热能力的特性，其最大散热能力仅为37 W/cm²，相比于峰值热流密度高达80~200 W/cm² 的主流性能刀片式服务器单片CPU，散热能力明显不足。此外，风冷技术还存在易形成局部热点、机械能耗较高、环境匹配性较差、占用空间大等不足。
- （2）液冷：是利用液体对流换热转移计算机工作产生的热量。由于液体比热容及导热系数都高于空气，更适用于高功率的数据中心、储能系统等。相比于空气冷却，液体冷却技术的冷却能力大幅提升。如3M公司针对数据中心系统的浸没式液体冷却与风冷的性能进行了对比，结果表明，液体冷却条件下的散热热流密度和传热系数明显高于风冷，散热效果更佳且更节能，PUE可降至1.02，并且可以大幅提升数据中心单个机架的功率密度和单位面积的计算能力。

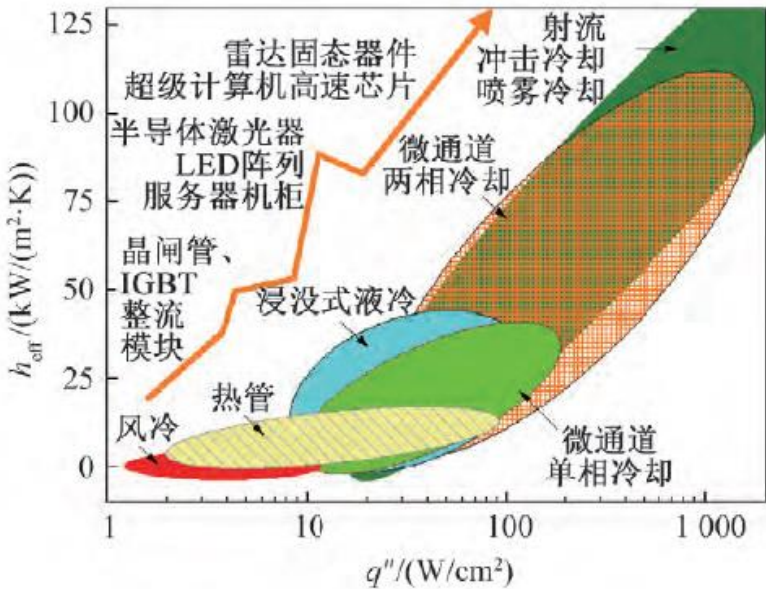
半导体芯片和器件冷却半导体是改变世界设备和服务的核心，此外，新能源车渗透率持续提升带动汽车热管理量价齐升。我们认为，随着算力升级、绿色化和智能化的加速到来，液冷具有散热功率密度高、能耗低、噪音小、效果稳定、散热均匀、能够延长电池/芯片使用寿命等优势，有望成为未来主要趋势。我们看好，液冷有望在IDC、动力电池、储能电池等实现跨行业的技术共享，降低开发成本，加速普及。其中，在数据中心冷却方面，除风冷和液冷外，目前已应用的冷却系统还有热管冷却、相变冷却等，但这两种冷却方法技术要求和成本均较高，不适用于数据中心冷却。液冷散热效率高，将有望成为未来主流的数据中心冷却系统。

表：风冷和液冷性能对比

制冷类型	单机架功率	单位计算能力	PUE	散热效率	复杂度	寿命	成本
风冷	4~40 kW	10 kW/m ²	1.1~2.0	中	中	长	低
液冷	最高 250 kW	100 kW/m ²	< 1.02	高	较高	中	较高

资料来源：3M官网，CNKI，国信证券经济研究所整理

图：各种散热技术的冷却能力



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

当前液冷技术主要有浸没式、冷板式、喷淋式等，浸没式液冷的优势明显

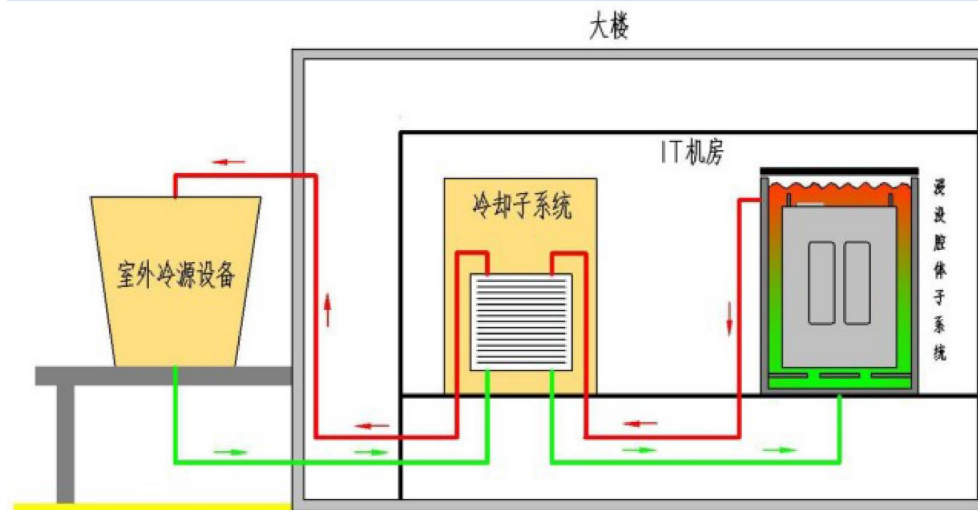
- 根据液体冷媒和发热源的接触方式，液冷技术可分为冷板式（间接接触）、喷淋式（直接接触）、浸没式（直接接触）3种主要形式。1）浸没式液冷技术原理是将IT设备直接浸没在绝缘冷却液中，冷却液吸收IT设备产生的热量后，通过循环将热量传递给冷却子系统中的冷却介质，然后通过循环将热量传递到室外冷源设备将热量释放到室外环境中。2）冷板式液冷技术是在常规风冷服务器基础上，CPU 和内存侧紧贴一块板式换热器，芯片的热量通过热传导传导至板内流体，流体为绝缘介质，冷却的板片与服务器的CPU/GPU通过直接接触将服务器的主要热量带走，其余部件热量可通过较高温的风带走。3）喷淋式液冷主要特征为绝缘非腐蚀特性的冷却液直接喷淋到发热器件表面或者是与发热器件接触的扩展表面上吸热后并排走，排走的热流体通过直接与间接与外部环境大冷源进行热交换。
- 浸没式液冷具有明显的优势：1）在浸没式液冷中，冷却液与发热设备直接接触，具有较低的对流热阻，传热系数高；2）冷却液具有较高的热导率和比热容，运行温度变化率较小；3）浸没式液冷无需风扇，降低了能耗和噪音，制冷效率高；4）冷却液绝缘性能优良，闪点高不易燃，且无毒、无害、无腐蚀。浸没式液冷技术适用于对热流密度、绿色节能需求高的大型数据中心，特别是应用于地处严寒、高海拔地区，或者地势较为特殊、空间有限的数据中心，以及对环境噪音要求较高，距离人群办公、居住场所较近，需要静音的数据中心具有明显的优势。

图：三种液冷技术的性能对比

液冷技术	成本	可维护性	空间利用率	兼容性	安装简捷程度	可循环
浸没式	冷却液用量较多，与冷板式相比成本居中	较差	中等	直接接触，材料兼容性较差	改变服务器主板原有结构，需重新安装	通过室外冷却装置进行循环，降低运营成本
冷板式	冷板要求的规格多，大多需要单独定制，成本较高	优秀	较高	未与主板和芯片模块进行直接的接触，材料兼容性较强	不改变服务器主板原有的形态，保留现有服务器主板，安装便捷	采用双路环状循环对冷冻液实现二次利用，降低运营成本
喷淋式	通过改造旧式服务器和机柜，增加必须的装置，成本较小	中等	最高	直接接触，材料兼容性较差	不改变服务器主板原有的形态，安装便捷	采用循环泵，实现资源的再利用，降低运营成本

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

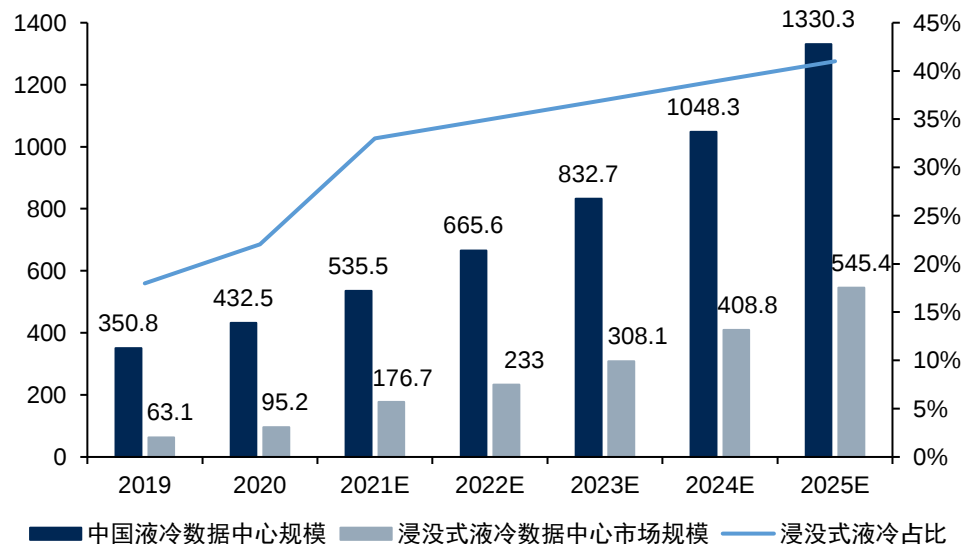
图：浸没式液冷的工作原理



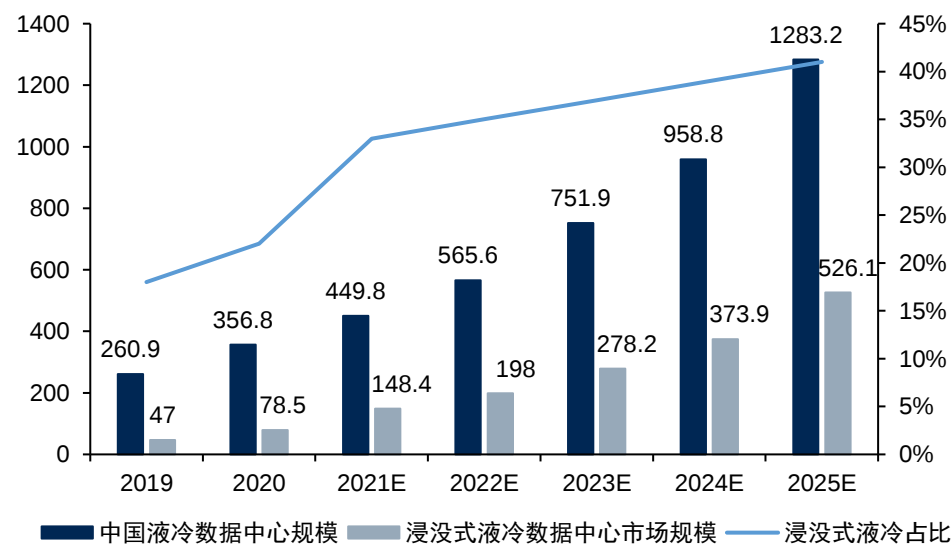
资料来源：《数据中心浸没式液冷服务器系统技术要求和测试方法》、国信证券经济研究所整理

➤ **液冷数据中心市场规模加速扩张。**随着国家双碳政策的推进，2021年底国家发改委、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“全国大型、超大型数据中心到2025年平均PUE降到1.3以下，枢纽点降到1.2以下”。北上广深等一线城市已经开始逐步关闭年均PUE高、功率低的单机架。液体浸没冷却法有效解决这个问题，能耗可降低90%-95%。根据赛迪顾问2020年底《中国液冷数据中心发展白皮书》，利用调研部分超大型、大型数据中心替代比例观点及传统市场数据得出液冷数据中心（乐观）市场规模1330.3亿元，其中浸没式液冷市场占545.4亿元。液冷数据中心（保守）市场规模1283.2亿元，其中浸没市场占526.1亿元。浸没式液冷数据中心的加速扩张有望同步带动冷却液的需求，尤其是电子氟化液。

图：2019-2025E中国液冷数据中心市场规模（亿元）（乐观估计）



表：2019-2025E中国液冷数据中心市场规模（亿元）（保守估计）

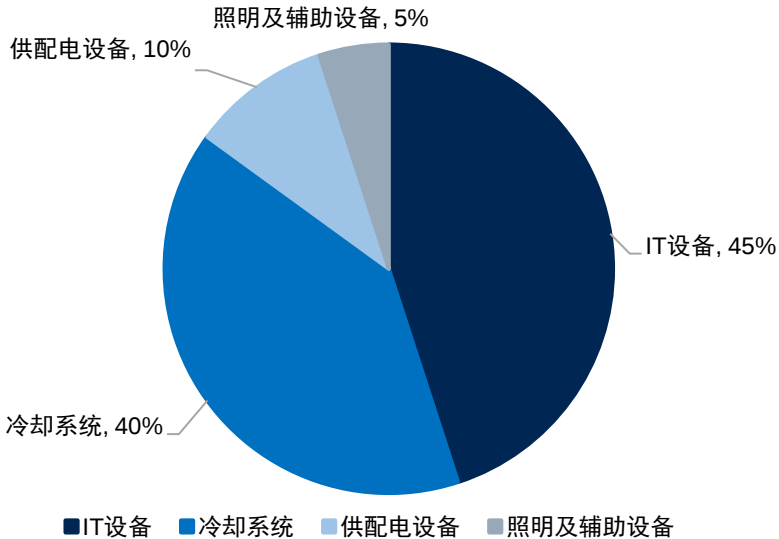


资料来源：《中国液冷数据中心发展白皮书》、赛迪顾问、国信证券经济研究所整理

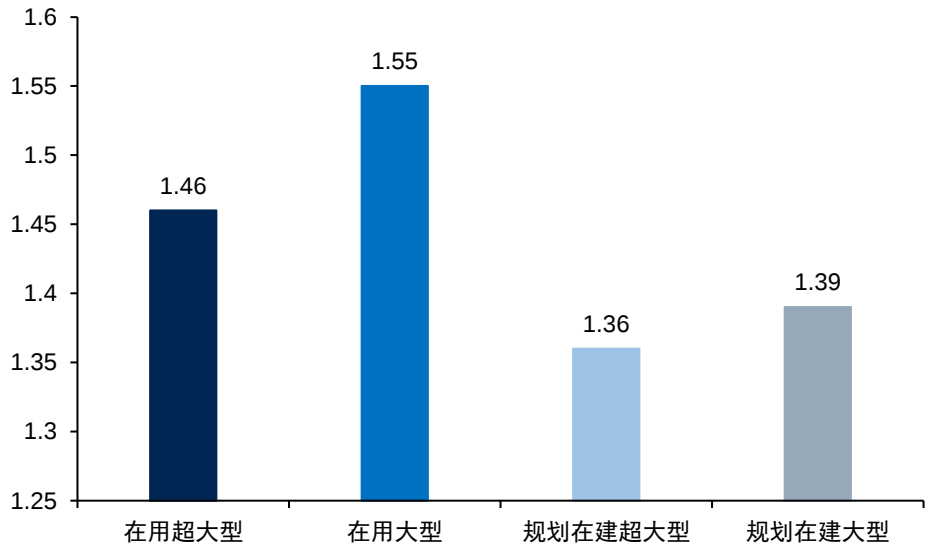
资料来源：《中国液冷数据中心发展白皮书》、赛迪顾问、国信证券经济研究所整理

- 数据中心电能利用效率（Power Usage Effectiveness, PUE），指数据中心总耗电量与数据中心IT设备耗电量的比值，一般用年均PUE值。PUE数值大于1，越接近1表明用于IT设备的电能占比越高，制冷、供配电等非IT设备耗能越低。计算公式为： $PUE = P_{Total} / P_{IT}$ ，式中， P_{Total} 为维持数据中心正常运行的总耗电，单位为kWh。 P_{IT} 为数据中心的IT设备耗电，单位为kWh。
- 数据中心高效冷却技术的发展迫在眉睫。数据中心产业快速发展的同时，也带来了能耗大幅增长的问题。据《中国数据中心能耗现状白皮书》，早在2015年，全国大数据中心的耗电量已达1000 亿 kWh，相当于三峡电站全年的发电量；2018 年这个数值迅速爬升至1609 亿 kWh，超过上海全年的社会用电量。根据2020年国家工信部公布的《全国数据中心应用发展指引（2020）》，全国在用超大型数据中心平均PUE达1.46，大型数据中心平均PUE为1.55；而据2021年7月工信部公布的《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》，到2023年底目标是新建大型及以上数据中心PUE降低到1.3以下，严寒和寒冷地区力争降低到1.25以下。根据现有机房能耗大致构成可知，冷却系统能耗可占数据中心整体能耗的40%，是PUE的重要影响因素，随着政府和社会对能效水平要求的逐步提高，数据中心高效冷却技术的发展迫在眉睫。

图：数据中心能耗结构图



图：全国数据中心PUE情况



资料来源：CNKI、国信证券经济研究所整理

资料来源：《全国数据中心应用发展指引（2020）》、国信证券经济研究所整理

液冷技术商用条件逐渐成熟，实践案例不断增多



- 液冷技术的商业化实践逐渐增多。当前我国液冷技术正在快速发展并已经拥有规模化的商用案例，这与我国数据中心规模不断扩大且单机柜功率密度不断提升有关。阿里巴巴、百度、腾讯、华为、中科曙光等IT企业已有成熟的液冷技术应用案例，阿里巴巴仁和云计算数据中心服务器采用全浸没式液冷服务器，该数据中心也成为我国首座绿色等级达到5A级的液冷数据中心。
- 产业界对于液冷技术的研究也在逐步深化。2019年，中国信通院云计算与大数据研究所联合业界先后出版《冷板式液冷》、《液冷革命》两部书籍，对液冷技术发展内外因及不同液冷技术方案进行对比剖析；2020年，ODCC与阿里巴巴举办浸没式液冷数据中心开源发布会，阿里巴巴正式向社会开放《浸没式液冷数据中心技术规范》；2021年，ODCC发布《浸没式液冷服务器可靠性白皮书》，研究内容为液冷服务器长期运行后的可靠性评估方法；2022年4月，中国信通院云大所牵头编制的5项液冷系列行业标准正式实施，为数据中心液冷产业发展提供了有效指导。

表：中国液冷技术商用化实践代表案例

公司	简介
阿里巴巴	阿里巴巴拥有全中国首座绿色等级达5A的仁和液冷数据中心，数据中心采用了服务器全浸没液冷、高压直流（HVDC）、供配电分布式冗余（Distribution Redundancy）、智能AI优化算法等多项节能技术进行规划设计与建造，规模约3万台服务器。设计年均1.12的PUE值也印证了仁和液冷数据中心领先的能效及绿色节能水平。
中科曙光	中科曙光液冷技术早于2011年便开始探索，历经“冷板式液冷技术”、“浸没液冷技术”和“浸没相变液冷技术”三大发展阶段，于2016年率先在全国开始浸没式液冷服务器大规模应用的研发，2019年实现全球首个大规模浸没相变液冷项目的商业化落地。截至目前，曙光拥有液冷核心专利近50项，部署的液冷服务器已达数十万台，居国内市场份额之首。据统计，若全国50%新建数据中心采用曙光浸没式相变液冷技术，每年可省450亿度电，减排3000万吨二氧化碳。
华为	华为云乌兰察布液冷数据中心采用的是间接蒸发冷却技术，充分利用自然冷源实现散热，全年开启空调压缩机的时间不到30天，实现机房的节能，数据中心的整体PUE低至1.15，达到了行业领先水平。
联想	联想Neptune海神液冷散热系统，通过使用50° C的温水给数据中心的计算系统散热，使数据中心运行效率提升50%。海神液冷散热系统可以在一般数据中心基础架构的限制范围内，提高机架和数据中心密度；提供极高的数据中心冷却效率和性能；同时显著降低能源成本，数据中心PUE可小于等于 1.1。
浪潮	浪潮信息于2021年建立了液冷数据中心研发生产基地 - 天池。天池是领先的液冷创新中心，满足了浪潮不同规格液冷服务器的各项研发、生产、测试需求。

2.2

氟化液浸没式冷却液技术

[返回目录](#)

氟化液优势显著，是理想的数据中心用冷却液

- 目前常见的冷却液类型有水、芳香族物质、硅酸酯、脂肪族化合物、有机硅类物质、碳氟类化合物等。其中：氟化液（Fluorinated Liquid）是一种无色无味绝缘且不燃的化学溶剂，最开始是用作线路板的清洗液；加上其不燃和绝缘的惰性特点，目前下游应用领域已经涉及半导体冷却板的冷却、数据中心的浸入式冷却、航空电子设备的喷雾冷却等。氟化液氟化液是理想的浸没式冷却液，但目前价格仍较为昂贵。
- 氟化液优势明显，是理想的数据中心用冷却液。氟化液的优点包括：1）具有优异的电绝缘性和热传导性；2）理想的化学惰性和热稳定性，能广泛使用于各种温控散热场合；3）良好的材料相容性，与绝大多数金属、塑料和聚合物不反应；4）良好的流动性，能在温控系统中很好的流动散热；5）非危险品不燃不爆，无燃点闪点；6）无毒无害无刺激性。

表：可用于浸没液冷的液体介质：分类及特点

类型	代表物质	性质及特点
芳香族物质	对二乙基苯、二苯甲基甲苯、氢化三联苯	因芳香族化合物具有一定 毒性 ，而且大部分有很强的 刺激性气味 ，对使用者和应用有一定限制。
硅酸酯类	Coolanol 25R	曾作为绝缘性冷却剂广泛用于空军，雷达及导弹系统。这类液体因具有 水解性质 ，其水解产物有时会给系统带来非常严重甚至破坏性的影响，目前这类冷却剂大部分被性能更稳定的合成脂肪类碳氢化合物（如聚α烯烃，PAO）所替代。
脂肪族化合物	石油烷基或异链烷基的矿物油，合成化合物如聚α烯烃	或称脂肪类碳氢化合物，主要是石油化工的产物。此类物质具有良好的导热性能和使用的安全性，作为绝缘冷却液在很多电器元件直接式冷却应用有广泛的应用，常见的包括作为变压器油等。在过去几十年中逐步取代了大部分硅酸酯的应用。但它们仍 具有闪点 ，需要对防爆消防监控进行评估。而且其 粘度较高 ， 挥发残留物较多且不易清理 ，对维护的操作性有一定影响。
有机硅类物质	二甲基硅烷烷，甲基硅烷烷，硅油等	硅油在缺乏氧气的应用场景表现有良好的耐温性、稳定性和接触安全性。相比相同沸点的矿物油，硅油具有较低的表面能和粘度，可以很好的浸润接触表面及被循环泵驱动，但相应对密封的可靠性要求较高。即使高沸点的硅油也和矿物油一样具有一定的闪点，需要根据应用要求配置相应防爆设施和系统安全监控措施。还要注意对极端状态的控制，及对分解产物的毒性影响，配置相应监控和液体过滤措施。同时挥发后也有一定的残留物，需要额外的清洗处理。
碳氟类化合物	氟化液	由于氟原子极强的电负性，以及碳氟键具有极高的键能，氟化液的 稳定性和抗分解性较好 ，在恶劣条件下（如过热、燃烧及电弧击穿等）的分解性远低于其他液体类物质。同时氟化液大多数 不具有闪点 ，相比于其它绝缘冷却介质，使用安全性更佳。尤其是低沸点相变应用中，碳氢、硅基类物质的闪点会随着沸点的降低而降低，甚至被归类到易燃物质，而氟化液就没有这样的安全限制。作为传热介质氟化液传热参数较对应油类物质较低，但因为 表面能和粘度更低 ，作为单相介质整体传热能力相似或更好，只是氟化液的低表面能对密封的要求更高。惰性的氟化液一般属于实用无毒物质，但相对成本较高，另外对排放和降解需要相应的处理。

资料来源：3M氟化液Novec，国信证券经济研究所整理

图：数据中心浸没式液冷系统



资料来源：开放数据中心委员会，国信证券经济研究所整理

图：巨化D系列氢氟醚类氟化液



资料来源：巨化股份官网，国信证券经济研究所整理

电子氟化液——用途广泛的高性能氟化学品

➤ 电子氟化液是一种高稳定性的含氟或全氟液态物质，其透明、无味、不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性、运行温度范围广、热稳定性和化学稳定性高；且具有优异的介电常数、理想的化学惰性、优良的导热性能，因其对环境友好（臭氧层破坏系数为0，全球变暖潜在值低），安全无闪点不易燃，安全性非常高，性能兼容性强而应用在工业、电子等行业产品中，用于物联网、大数据处理中心、5G、高端电子电器设备大量使用的电子运算芯片需要散热处理。由于系统架构特殊，冷却液可以与发热器件直接接触，所以浸没式液冷可支持更高功率密度的IT部署，极大程度提升能源使用效率。氟化冷却液有着良好的化学惰性，与电子类部件接触时，不会对其产生任何腐蚀。使用过后也不需特定的清洗步骤，因此最初广泛用作线路板清洁液和电子测试液。同时因其出色的热传导性和绝缘且不燃的惰性特点被应用于数据中心液冷，是目前应用最广泛的浸没式冷却液。

➤ 在数据中心浸没液冷应用中，氟化液浸没式冷却液技术的工作原理就是将数据中心的发热设备（如服务器）浸没在氟化液中，并通过氟化液液体的流动循环，把电子器件/系统运行产生的热量传递到室外，是数据中心单相和两相浸没式液冷应用的理想选择。其中，3M公司推出了Fluorinert（全氟碳化合物）和Novec（氢氟醚及其他低温室效应氟化物）两大系列的氟化液产品。

图：电子氟化液可在不同数据中心应用



资料来源：3M官网，国信证券经济研究所整理

图：电子氟化液的主要应用



资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

➤ 使用电子氟化液进行浸没式液冷，可从设计、施工到维护和运营，帮助提高效率，同时降低成本，减少对自然资源的依赖。

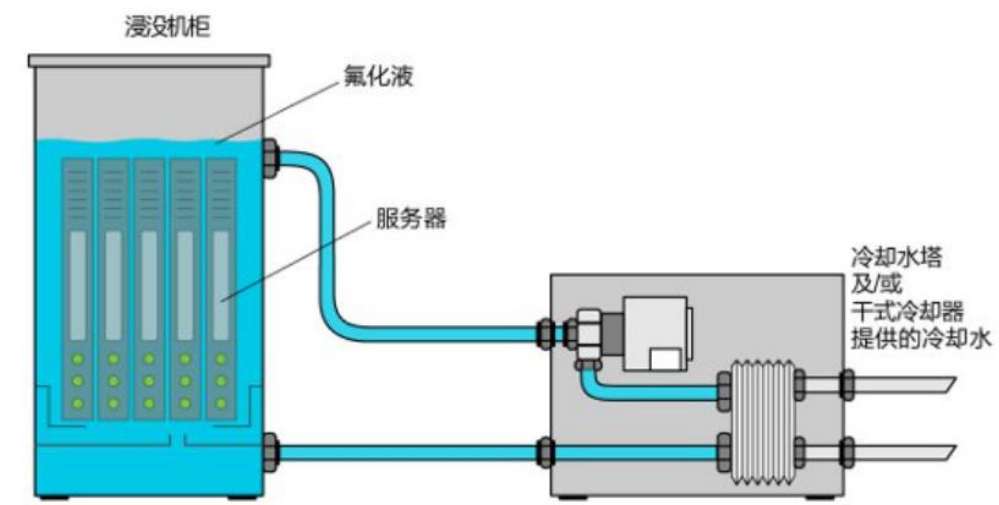
图：使用电子氟化液进行浸没式液冷的优点

优点	简介
降低对地理和环境条件的依赖	无论决定将部署地点设于何处、环境如何变化，浸没冷却数据中心均可在全球范围内实现更为一致的冷却基础架构。更加密集的形态也能较好地适用于对空间和密度较敏感的应用。
简化数据中心设计	浸没冷却数据中心的规模更集中，拓扑结构（例如，机械、电气、网络）也更简单。可以消除对复杂气流管理的需求，简化数据中心的设计难度。
减少资本支出和运营费用	更大限度地减少或消除空冷基础设施（例如冷水机组、CRAC、CRAH、PDU、RPP、电信/网络设备、设施占地面积等），以此减少资本支出。随着冷却效率提高，辅助冷却所需要的专用电力的成本也会降低。
降低用电效率指标（PUE）和水资源的使用	当用电效率指标低至1.03时，可以构建更具能效、符合持续性要求的数据中心。另外，在单相或两相浸没式液冷的外部冷源使用干式冷却器，可以减少或消除水资源的浪费。削减延迟
改善性能和冷却效率	得益于更高的冷却效率，计算性能相应提升。浸没冷却现在可以支持新的、计算密集度更高的工作负载，而这些是传统的冷却解决方案很难以高效、具有成本效益的方式解决的。
削减延迟	将对延迟敏感的工作负载运行在更加密集、空间优化的数据中心内，或者更加接近用户的服务器机柜内，可以帮助降低延迟。
提高硬件可靠性	更大程度地减少传统冷却方法中必要的活动部件（例如风扇），从而减少相应的硬件故障。
延长固定资产寿命	密封但易于操作的浸没式液冷装置保护IT硬件免受灰尘和湿气等环境污染物的影响。减少运动部件还有助于提高可靠性，从而延长设备的使用寿命。
未来功率密度需求的路线图	部署更小尺寸形状的高密度边缘计算设备，来支持当前和未来的工作负载。

浸没式液冷的实现方案1——单相浸没式液冷

- **单相浸没式液冷原理：**在单相浸没式液冷中，电子氟化液保持液体状态。电子部件直接浸没在电介质液体中，液体置于密封但易于触及的容器中，热量从电子部件传递到液体中。通常使用循环泵将经过加热的电子氟化液流到热交换器，在热交换器中冷却并循环回到容器中。
- **单相浸没式液冷的优势体现在两个方面：**1) 冷却液价格相对更低，部署成本更低；2) 冷却液无相变，无需担心冷却液蒸发溢出或人员吸入的健康风险，更有利于维护。
- **单相浸没式液冷冷却液选择依据：**单相浸没式液冷通常选择沸点较高的冷却液，以确保冷却液在循环散热过程中始终保持液态。氟碳化合物和碳氢化合物（例如矿物油、合成油、天然油）均可用于单相浸没式液冷。目前3M 和Shell等企业都在生产用于单相浸没式液冷技术的冷却液，不同的是3M的冷却液为氟化液，而Shell 的冷却液为天然气制成的合成油，属于碳氢化合物。根据《数据中心液冷技术应用研究进展》，**具有全氟碳结构的氟化液是良好的单相浸没式液冷冷却液。**

图：单相浸没式液冷的工作原理



表：部分适用于单相浸没式液冷的电子级氟化液

性质	3M Novec™ 7300	3M Novec™ 7500	3M Novec™ 7700	3M Fluorinert™ FC-3283	3M Fluorinert™ FC-40	Shell S5 X
主要成分	1, 1, 1, 2, 2, 3, 4, 5, 5, 5-十氟-3-甲氧基4-(三氟甲基)-戊烷	3-乙氧基-1, 1, 1, 2, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 6-十二氟-2-三氟甲基-己烷	Furan, 2, 3, 3, 4, 4 五氟四氢-5-甲氧基 2, 5-双[1, 2, 2, 2-四氟-1-(三氟甲基) 乙基] 呋喃	C5-18-全氟烷	C5-18-全氟烷	碳氢化合物
沸点 (°C)	98	128	167	128	165	
凝固点 (°C)	-38	-100	-50	-65	-57	-36
热传导性 (W/(m·°C))	0.063	0.065	0.065	0.066	0.065	0.142*
液相运动粘度 (cSt)	0.71	0.77	2.52	0.75	1.8	9.8
蒸发潜热 (kJ/(kg·K))	102	89	83	78	69	
比热容 (kJ/(kg·K))	1.14	1.13	1.04	1.1	1.1	2.27
介电常数	6.1	5.8	6.7	1.9	1.9	
臭氧消耗 (ODP)	0	0	0	0	0	
全球变暖潜值 (GWP)	200	90	420			

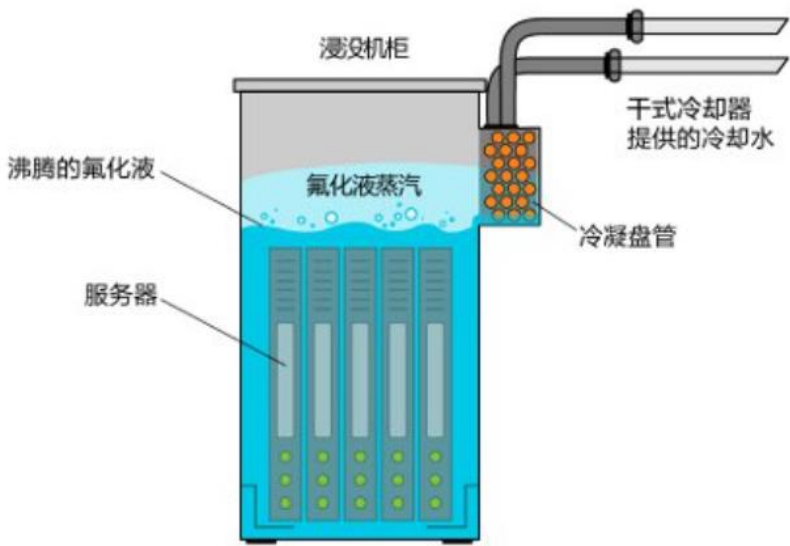
资料来源：3M官网，国信证券经济研究所整理

资料来源：《数据中心浸没式液冷技术研究》，国信证券经济研究所整理

浸没式液冷的实现方案2——双相浸没式液冷

- **双相浸没式液冷原理：**在两相浸没式液冷中，通过电子氟化液的沸腾及冷凝过程，指数级地提高液体的传热效率。电子部件直接浸没在容器中的电介质液体中，该容器密封但易于操作。在该容器内，热量从电子部件传递到液体中，并引起液体沸腾产生蒸汽。蒸汽在容器内的热交换器（冷凝器）上冷凝，将热量传递给在数据中心中循环流动的设施冷却水。
- **双相浸没式液冷冷却液的选择依据：**为了能有效利用冷却液的相变过程，并控制IT 设备的温度，用于双相浸没式液冷的冷却液不仅要有良好的热物理性能、化学及热稳定性、无腐蚀性，还需要合适的沸点、比较窄的沸程范围以及较高的汽化潜热。硅酸酯类、芳香族物质、有机硅、脂肪族化合物及氟碳化合物等都被尝试应用于双相浸没式液冷。其中，**氟碳类化合物综合性能最好，是目前常见的双相浸没式液冷冷却剂。**
- **双相浸没式液冷的优缺点：**双相浸没式液冷充分利用了冷却液的蒸发潜热，可以满足高功率发热元件对散热的极端要求，使IT 设备可以保持满功率运行。但相变的存在也使得双相浸没式液冷系统必须保持密闭，以防止蒸汽外溢流失，同时必须考虑相变过程导致的气压变化，以及系统维护时维护人员吸入气体的健康风险。

图：双相浸没式液冷的工作原理



表：部分适用于双相浸没式液冷的电子级氟化液

性质	3M Novec™ 7000	3M Novec™ 7100	3M Novec™ 7200	3M Fluorinert™ FC-3284	3M Fluorinert™ FC-72
主要成分	全氟丙基甲醚	全氟丁基甲醚与1, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4-九氟-4-甲氧基丁烷的混合物	乙基九氟异丁基醚与乙基九氟丁基醚的混合物	C5-18-全氟烷、全氟甲氧基乙基二甲胺、C5-C7全氟烷烃（主要是C6）的混合物	C5-18-全氟烷
沸点（℃）	34	61	76	50	56
凝固点（℃）	-122	-135	-138	-73	-90
热传导性（W/(m·℃)）	0.075	0.069	0.068	0.062	0.057
液相运动粘度（cSt）	0.32	0.38	0.41	0.42	0.38
蒸发潜热（kJ/(kg·K)）	142	112	119	105	88
比热容（kJ/(kg·K)）	1.30	1.18	1.22	1.10	1.10
介电常数	7.4	7.4	7.3	1.9	1.8
臭氧消耗（ODP）	0	0	0	0	0
全球变暖潜值（GWP）	530	320	55		

资料来源：3M官网，国信证券经济研究所整理

资料来源：《数据中心浸没式液冷技术研究》，国信证券经济研究所整理

单相VS双相浸没式冷却对比：各有优劣，需根据实际应用场景选择

➤ **单相与双相浸没式冷却的比较：**在单相浸没式液冷和双相浸没式液冷直接进行选择时，需考虑几项关键因素：1）单相浸没式液冷系统的浸没缸设计更为简单，流体容纳更易实现。与双相浸没式液冷相比，单相浸没式液冷在材料兼容性和流体中污染物上的顾虑也更少。2）与单相浸没式液冷相比，采用被动双相浸没式液冷系统时，可以通过沸腾过程（通过液相到气相的变化），实现更高的传热效率，从而通过双相浸没式液冷，实现更大的功率密度（高达250至500千瓦/缸）。此外，支持双相浸没式液冷所需的冷却基础设施通常复杂度较低，因为除了干式冷却器外，无需进行额外的绝热冷却。

表：单相和相变浸没式液冷系统的对比

	单相浸没式液冷	相变浸没式液冷
冷却原理	以导热、对流传热为主	以核态沸腾传热为主
传热极限热流密度（无强化措施）	约90 W/cm ²	约100-150 W/cm ²
冷却液	矿物油、合成油、沸点较高的电子氟化液等	沸点略高于室温的电子氟化液,常见沸点约49~61℃
影响因素	冷却液流速、流态、循环温度等	系统压力、沸腾状态、冷凝盘管冷凝效果(盘管设计、不凝性气体等)等
强化手段	（1）通过冷却液增大流速、散热器优化等手段进行流态优化,诱发湍流；（2）降低冷却液循环温度,增大传热温差	表面强化技术(翅片、表面粗糙度、多孔结构)
市场应用	应用案例成熟,有基本成型的系统设计规范和标准	应用案例较少,多处于单机测试和展示阶段

资料来源：CNKI，国信证券经济研究所整理

表：冷却效果评估

评估指标	单相浸没式液冷	相变浸没式液冷
散热性能	+	++
集成度	+	++
可维护性	+	+
可靠性	+	+
性能	+	++
能效	+	++
废热回收	+	++
噪声	+	++
单板腐蚀	+	++
冷却介质兼容性	+	+
初期投入成本	-	--
5年平均运用成本	+	++
承重要求	-	--

资料来源：赛迪顾问，国信证券经济研究所整理

2.3

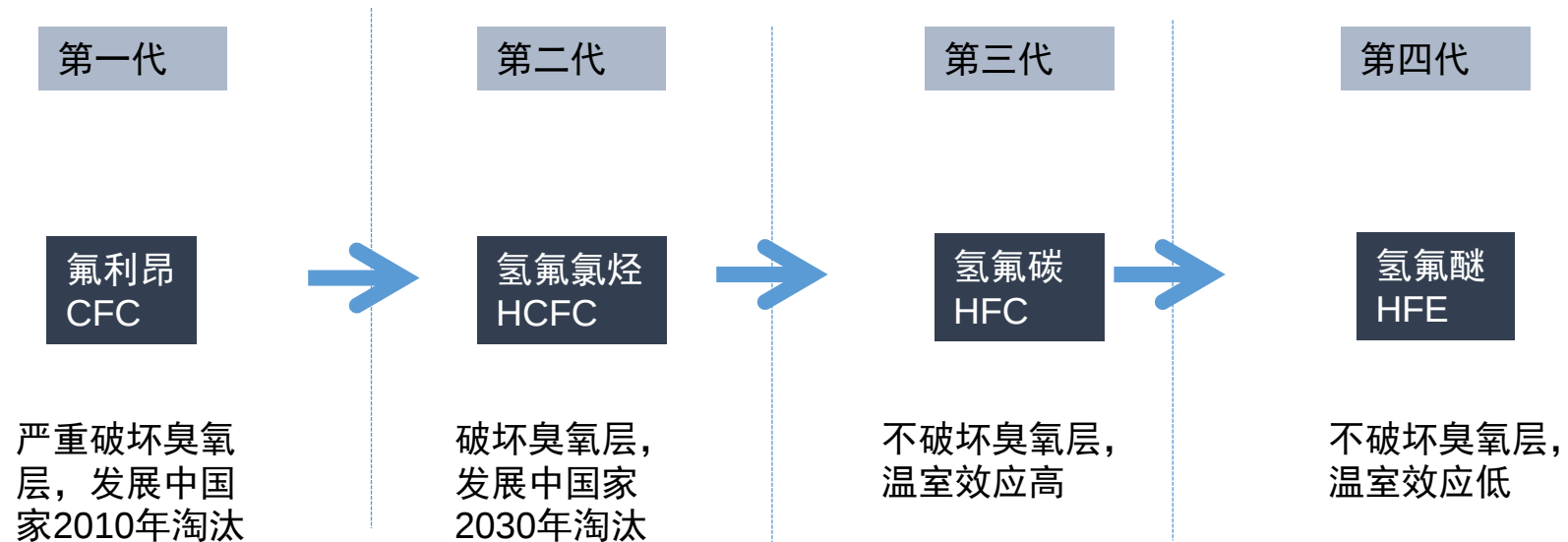
氟化液是理想的冷却液

[返回目录](#)

全氟碳化合物是最适合用于数据中心液冷系统的氟化液

- 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，普遍具有良好的综合传热性能，可以实现无闪点不可燃。同时由于C-F键能较大，碳氟化合物惰性较强，不易与其它物质反应，是良好的兼容材料。根据碳氟化合物的组成成分和结构不同，可再分为氯氟烃(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。
- CFC和HCFC是20世纪广泛被应用的制冷剂。目前CFC种类已全球淘汰；HFC在20世纪90年代被开发出，用于替代氢氯氟碳(HCFC)和其他破坏臭氧层的物质。部分HFC（如HFC-365mfc）可被用于溶剂清洗应用，虽然其不破坏臭氧层，但全球变暖潜能值（GWP）较高。全氟碳化合物(PFC)包含全氟烷烃、全氟胺、全氟聚醚(PFPE)等类型，在沸点和介电常数方面的特性较为适合半导体设备冷却场景，但也有温室效应影响；氢氟醚(HFE)的温室效应影响较小，对臭氧层无破坏，但通常具有较高的介电常数，和印制线路板微带线或连接件直接接触时对信号传输影响较大。综合来看，全氟碳化合物是目前更适合用于数据中心液冷系统的冷却液。

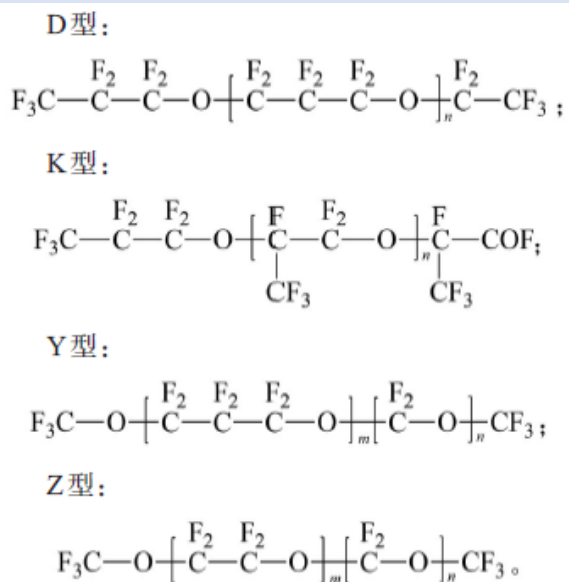
图：各代氟化液的发展进程



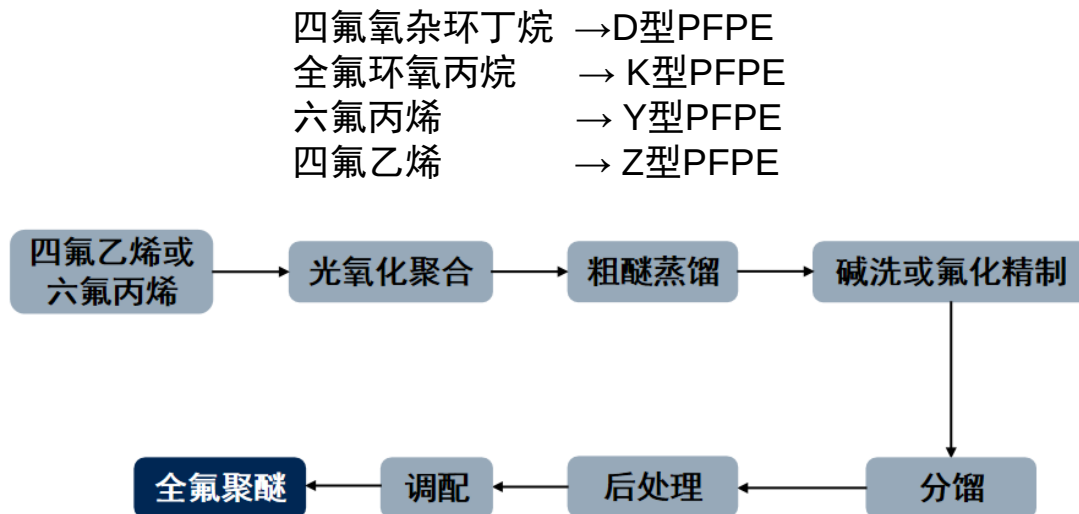
性能优异的全氟碳化物——全氟聚醚

- **全氟聚醚(PFPE)**，常温下为无色、无味、透明液体，只溶于全氟有机溶剂。最早于20世纪60年代开始研究，是一类比较特殊的全氟高分子化合物，其平均分子量在500~15000不等，分子中仅有C、F、O三种元素，因而其具有优越的物理化学性能，如优异的耐热性、耐氧化性、耐辐射、耐腐蚀、低挥发、不燃烧等特性，以及具有可与塑料、弹性体、金属材料相容等良好的综合性能，广泛应用于化工、电子、电气、机械、磁介核工业、航天等领域，尤其在某些高温高腐蚀性的严苛环境下，全氟聚醚往往是必然的选择。
- 全氟聚醚以合成方法和采用的单体原料不同，一般可以分为 4 种类型，即D型、K型、Y型和Z型。K型和D型全氟聚醚主要商品有美国杜邦公司生产的Krypton 和日本大金生产的Demnum，Y 型和Z 型全氟聚醚主要商品有苏威公司生产的Fomblin。
- **全氟聚醚的合成方法：**1) **阴离子聚合法：**K型和D型全氟聚醚采用阴离子聚合法合成，K型是六氟丙烯的氧化物在CsF催化下通过聚合而形成的一系列支链聚合物，D型全氟聚醚以四氟氧杂环丁烷单体为原料，经过开环和聚合工艺合成中间体，中间体用氟气氟化，合成最终产品全氟聚醚。2) **光氧化全氟烯烃聚合法：**Y型和Z型全氟聚醚分别以六氟丙烯和四氟乙烯为主要原料，在低温下与氧一起紫外光照，氧化聚合而得到结构略有不同的聚醚。巨化股份的全氟聚醚产品使用该方法生产。

图：4种类型全氟聚醚的结构式



图：全氟烯烃直接光氧化法生产工艺流程



3M比利时工厂停产，全球氟化液市场或出现短缺



- 3M在全球半导体冷却剂的占有率为90%，其中80%来自比利时工厂。2022年4月1日，据Business korea报道，3M公司在比利时的半导体冷却剂工厂涉及PFAS（全氟烷基和多氟烷基物质）的部分产品因当地环境法规收紧而无限期关闭。该措施于3月8日施行，影响到包括三星电子、SK海力士、台积电和英特尔在内的诸多半导体厂商。该工厂约占全球半导体冷却剂总产量的70%。若相关产品不能在短时间内恢复生产，则全球包括欧洲、亚洲的半导体巨头制造商或将出现大面积的氟化液短缺。比利时政府的该环境法规与全氟烷基和多氟烷基物质（PFAS）的排放有关，这些物质可能在人体内积累后导致激素紊乱。如今，美国和欧盟都在收紧法规，以尽量减少相关排放。
- 3M比利时工厂停产或为我国氟化液企业带来机会。根据3M官网的新闻稿显示，为了解决比利时Zwijndrecht工厂的全氟和多氟烷基物质（PFAS）的传统制造和排放物处置问题，3M公司已于3月30日宣布，对该工厂追加1.5亿欧元的投资，以进一步减少PFAS排放、继续运行非PFAS相关制造，以及重新启动先前闲置的PFAS相关制造处理流程。截至目前，3M比利时工厂尚未恢复生产。据中国台湾省电子时报报道，三星、SK海力士等企业或将在国内寻求氟化液供应商，实现供应商多元化，这可能会给我国氟化液企业带来机会。
- 3M公司的电子氟化液产品主要有3M™ Novec™和3M™ Fluorinert™，散热性能显著，市场占有率高。

图：3M™ Novec™和3M™ Fluorinert™电子氟化液简介

产品名称	简介
3M™ Novec™电子氟化液	3M Novec 电子氟化液的开发目标是在性能、环境友好性、使用者安全等多种特性之间实现平衡。其可广泛用于多种应用，包括传热、清洗、测试和润滑剂涂覆等。这些电子氟化液不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性，具有良好的材料相容性和热稳定性。3M Novec 电子氟化液还具有较低的全球升温潜能值（GWP）和零臭氧消耗潜能值（ODP），这就为数据中心所有者提供了一种创新性、可信赖且可持续的解决方案，用于其数据中心单相或两相液体冷却（冷板冷却和浸没式液冷）应用。3M当前建议该产品系列中氢氟醚类（HFE）3M Novec 电子氟化液用于数据中心液体冷却应用。
3M™ Fluorinert™电子氟化液	3M Fluorinert 电子氟化液作为直接接触式电子设备冷却液体的行业标杆已有60多年历史。这些非常惰性、完全氟化的液体具有非常高的介电强度和优异的材料相容性。3M Fluorinert 电子氟化液透明、无味、不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性、运行温度范围广、热稳定性和化学稳定性高。且3M Fluorinert 电子氟化液的介电常数较低，因此是数据中心单相和两相浸没式液冷应用的理想选择。

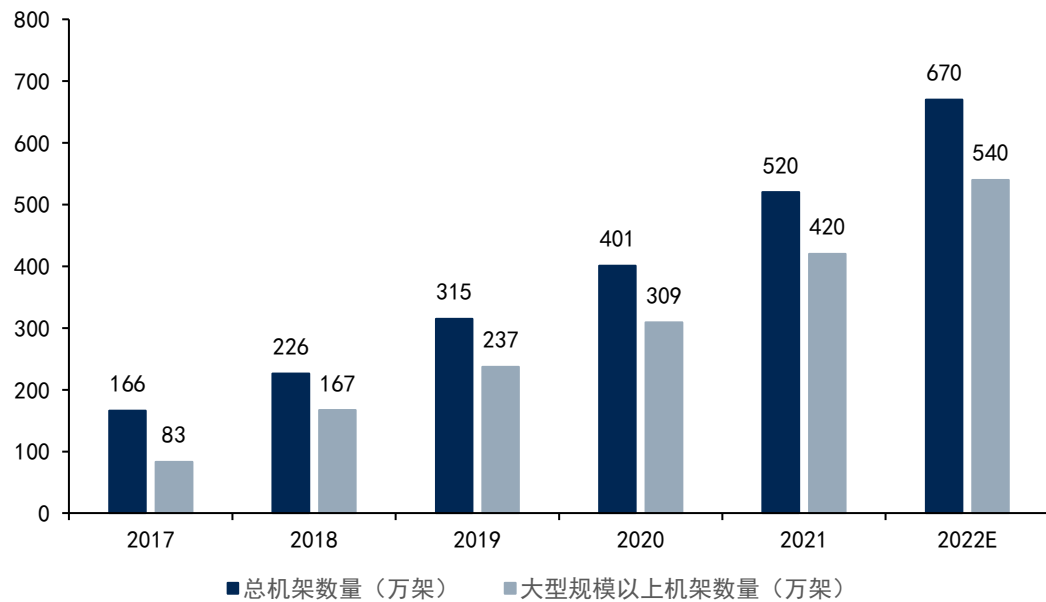
资料来源：3M官网，国信证券经济研究所整理

数据中心机架规模保持增长将拉动电子氟化液需求



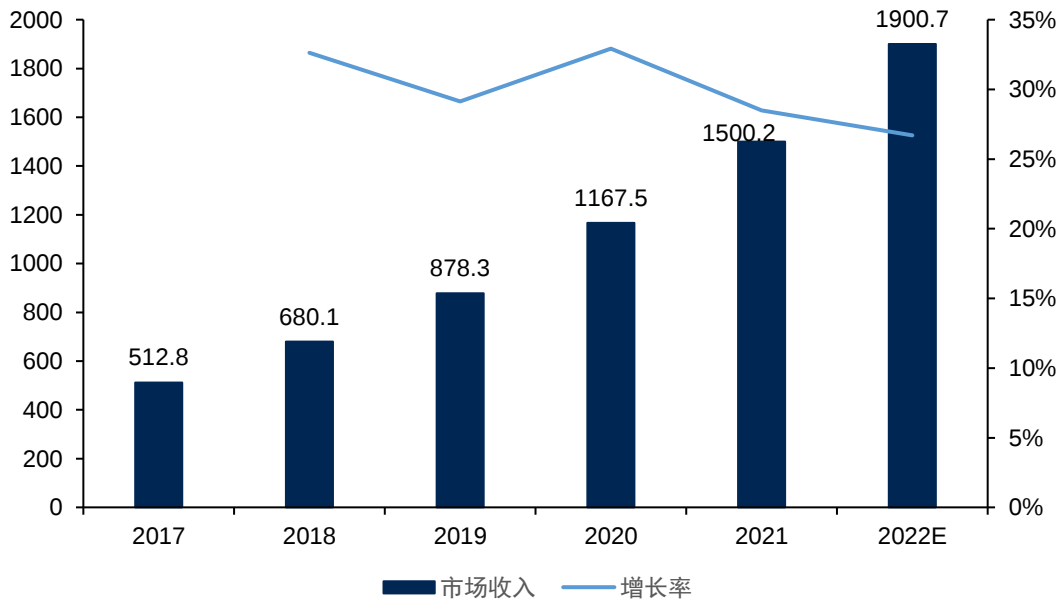
- 我国数据中心机架规模持续稳步增长，大型以上数据中心规模增长迅速。据中国信通院《2022年数据中心白皮书》统计，截止到2021年年底，我国在用数据中心机架规模达520万架，近五年年均复合增长率超过30%。其中，大型以上数据中心机架规模增长迅速，按照标准机架2.5kW统计，机架规模420万架，占比达到80%。
- 受新基建、数字化转型及数字中国愿景目标等国家政策促进及企业降本增效需求的驱动，我国数据中心业务收入持续高速增长。2021年，我国数据中心行业市场收入达1500亿元左右，近三年年均复合增长率达30.69%，随着我国各地区、各行业数字化转型的深入推进，我国数据中心市场收入将保持持续增长态势。

图：中国数据中心机架规模（万架）



资料来源：中国信通院《数据中心白皮书（2022年）》，国信证券经济研究所整理

图：中国数据中心市场规模（亿元）



资料来源：中国信通院《数据中心白皮书（2022年）》，国信证券经济研究所整理

央地联动，推动数据中心低碳高质发展



➤ 近年来，大数据中心行业受到各级政府的高度重视和国家产业政策的重点支持。国家和地方陆续出台了多项政策，涵盖新型数据中心推动高质量发展、一体化大数据中心推动协同发展、双碳政策驱动行业绿色低碳发展等多个方面，鼓励大数据中心行业创新发展。产业政策为大数据中心行业的发展提供了明确、广阔的市场前景，为企业提供了良好的生产经营环境。

表：冷却方式性能对比

发布时间	政策名称	主要内容
2017年5月	《数据中心设计规范》	国家标准《数据中心设计规范》(GB50174-2017)自2018年1月起实施，作为数据中心建设标准，将为数据中心的技术先进、节能环保、安全可靠的保驾护航。
2020年12月	《关于加快构建全国一体化大数据中心协同创新体系的指导意见》	为加快建设全国一体化大数据中心算力枢纽体系，制定本方案。
2021年3月	《第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	建设若干国家枢纽节点和大数据中心集群，建设E级和10E级超级计算中心。
2021年5月	《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	为加快建设全国一体化大数据中心算力枢纽体系制定的方案
2021年7月	《新型数据中心发展三年行动计划(2021-2023年)》	基本形成布局合理、技术先进、绿色低碳、算力规模与数字经济增长相适应的新型数据中心发展格局。
2021年10月	《数据中心能效限定值及能效等级》GB40879-2021	随着国家在战略上“新基建”、“低碳”战略的两手抓，一方面，数据中心的建设突飞猛进，近年来增速持续提升，年均已接近30%，且呈现大型化、规模化的趋势；另一方面，在“双控限电”环境下，年总能耗600亿度+的IDC行业如何可持续发展，如何应对诸多的现实挑战的问题，也随之被推上了风口浪尖。
2021年11月	《“十四五”信息通信行业发展规划》	国家级互联网骨干直联点数量增至14个，开展首批3个新型互联网交换中心试点。国际通信网络通达和服务能力持续增强
2021年4月	《北京市数据中心统筹发展实施方案(2021-2023年)》	提出建立优势互补的京津冀数据中心聚集区，并基于此将北京及周边地区划分为数据中心功能保障区、改造升级区、适度发展区、协同发展区，不同功能区域数据中心根据资源及发展目标实行不同的“建改退合”政策。
2021年4月	《上海市数据中心建设导则(2021版)》	在空间上分为数据中心适建区、禁止区和限制区，其中适建区为外环以外区域，既有工业区、发电厂区优先；禁止区为中环以内区域，不得新建数据中心；限制区为适建区和禁止区之外的区域。
2021年10月	《关于加快构建山东省一体化大数据中心协同创新体系的实施意见》	要逐渐形成“2+5+N”的省级一体化大数据中心空间格局：构建2个低时延数据中心核心区，形成3-5个左右的省级数据中心集聚区，“十四五”期间，建成10个左右的行业大数据中心节点，布局30个以上的超低时延边缘数据中心。
2021年12月	《云南省“十四五”大数据中心发展规划》	提出实现“滇中聚集、滇西突破、全域协同”的总体布局。
2021年12月	《甘肃省数据中心建设指引》	提出以“一核两翼六中心”的架构总体布局数据中心，形成以兰州为核心，庆阳、酒泉为两翼，金昌、张掖、武威、天水、白银、陇南为六中心的数据中心集聚区。
2021年12月	《江苏省新型数据中心统筹发展实施意见》	推动打造全省数据中心“双核三区四基地”发展布局体系，即2个算力资源调度核心、3个算力支撑区、3个布局引导区、4个省级数据中心产业示范基地。

我国数据中心需求强劲，应用场景多样

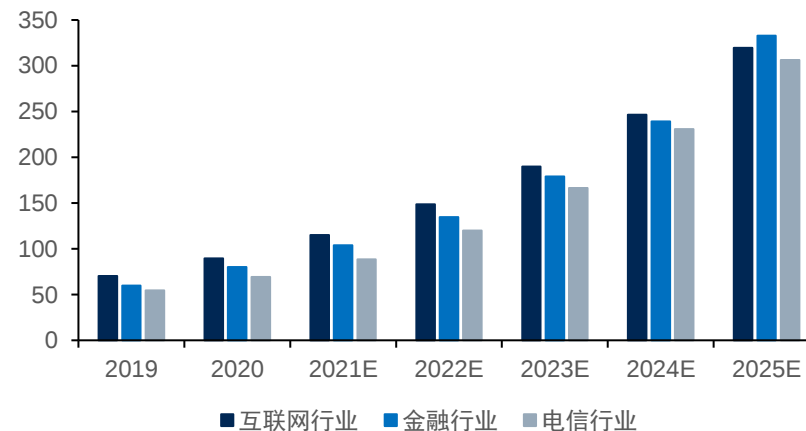
- 从我国范围看，高新技术、数字化转型及终端消费等多样化算力需求场景不断涌现，算力赋能效应凸显。
- 在高新技术方面，高度复杂的计算场景需要更多高性能算力支持，而超算可通过高性能算力为医疗、航天及勘探领域提供支撑。当前，E级超算已经成为世界各国在超算领域开展竞赛的重要方向，我国超算在算力、算效等方面仍有较大的提升空间。
- 在产业数字化转型方面，互联网、通信及金融等现代服务业需面向大量终端客户提供服务，企业数字技术应用较为成熟，数字化程度高。随着十四五规划等政策的出台，以数据中心白皮书(2022年) 及技术研发和业务应用的持续演进，我国传统工业企业，如国家电网、南方电网、中石油、中石化等也开始积极推动算力基础设施建设，为企业数字化转型提供支撑。
- 在移动消费及智能终端方面，近年来我国移动终端用户及智能终端设备数量快速增长，终端设备应用场景不断丰富，对实时算力的需求不断提升。
- 在算力形态方面，我国数据中心形态多样化发展趋势逐渐显现，智算中心、边缘数据中心将保持高速增长。长期以来，我国数据中心主要以通用算力为主，超算、智算及边缘数据中心应用和数量还待增长。随着我国高性能计算、AI 计算及边缘计算需求的提升，超算、智算及边缘数据中心将得到进一步发展，算力呈现多样化的发展趋势。
- 2019年中国液冷数据中心主要应用在以超算为代表的的应用当中，随着互联网、金融和电信行业业务量的快速增长，上述行业对数据中心液冷的需求量会持续加大。据《中国液冷数据中心发展白皮书》，预计到2025年互联网行业液冷数据中心占比将达到24%，金融行业将达到25%，电信行业将达到23%。

图：不同场景下的异构算力需求



资料来源：《数据中心白皮书（2022年）》，国信证券经济研究所整理

图：互联网、金融、电信行业液冷数据中心市场规模



资料来源：《中国液冷数据中心发展白皮书》，国信证券经济研究所整理

国外企业长期垄断电子氟化液市场，我国国产替代前景广阔



- 电子氟化液市场长期被国外企业占据。高性能电子氟化液适用于大数据中心换热所需的冷却介质及尖端产业、电子流体，该生产技术曾长期被国外垄断。国外生产电子氟化液的企业主要有3M、苏威、旭硝子等，上述企业占据了全世界绝大多数市场份额。3M的电子氟化液代表产品有Fluoriner™、Novec™、Fluere。苏威的代表产品有FomblinYLAC25/6；旭硝子的代表产品有ASAHIKLIN AC、AE系列。
- 电子氟化液国产化进程加快将降低数据中心建设成本，助力我国数据中心快速发展。目前我国浸没式液冷市场处于初期发展阶段，市场上的用于浸没式相变冷却的电子氟化液种类目前有3M的FC-770，Novec-7200等，价格高，还没有被数据中心大规模使用。目前FC-770批量购买1.28万元/每桶，每桶20kg；Novec-7200批量采购均价约7700元/每桶，每桶15kg。随着氟化液国产化进程的推进，预计未来可有效满足国内冷却液市场需求，冷却液成本降低会也进一步推动浸没冷却法市场规模扩大。

表：国外部分公司生产的电子氟化液产品一览

产品名称	公司	产品特点	适用范围
3M Fluoriner™电子氟化液	3M	3M Fluorinert™电子氟化液透明、无味、不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性、运行温度范围广、热稳定性和化学稳定性高，介电常数较低。	数据中心单相和两相浸没式液冷。
3M Novec™电子氟化液	3M	不可燃、非油基、低毒性、无腐蚀性，具有良好的材料相容性和热稳定性。3M Novec™电子氟化液还具有较低的全球升温潜能值（GWP）和零臭氧消耗潜能值（ODP）。	3M当前建议Novec™产品系列中氢氟醚类（HFE）用于数据中心液体冷却应用。
Fluere氟流体	3M	沸点适中（47-58℃），利用蒸发带走热量，具有广泛的适用性。非危险品，无燃点闪点；电绝缘性好，具有大于55kV的极高击穿电压；良好的流动性，比水还低的年度等。	广泛应用于电子器件发热系统，特别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。
FomblinYLAC25/6	意大利苏威	主要成分是全氟聚醚，低蒸气压化学惰性、不燃性、高温稳定性、良好的润滑性、无闪点高介电性、低表面张力等诸多优良特性。	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	主要成分是HFC，安全型号，不可燃、无闪点；稳定性和可靠性好，能够长期稳定使用。ODP系数为0，不消耗臭氧层，GWP效应低。	用作传热流体：浸没式液冷、电池组、电脑服务器、电容器、电子仪器的冷却。用作溶剂：稀释涂膜溶剂。用做清洗：去除微粒、氟素油油脂清洗等。

资料来源：各公司官网，国信证券经济研究所整理

电子氟化液国产化进程加速



➤ 国内已有数家公司对标3M的电子氟化液成品研发成功，期待国内的相关企业能够抓住难得的机会窗口期，扩大国产电子氟化液的市场份额。

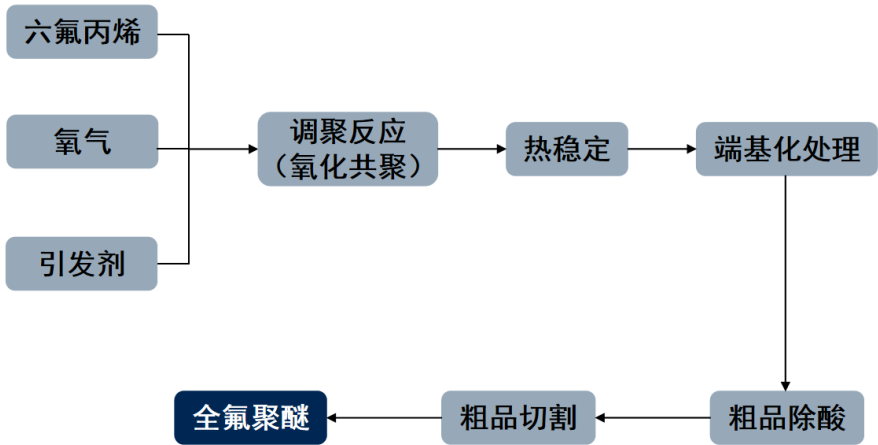
表：国内部分公司生产的电子氟化液产品一览

产品名称	公司	产品特点	适用范围
巨芯冷却液D系列、JHT系列	巨化股份	JHT系列是全氟聚醚产品，具有诸多优点：杰出的热性能和化学稳定性，优良的材料兼容性，良好的热转换能力，杰出的介电性，无毒性等。D系列为氢氟醚类化合物，是无色无味无毒无害绝缘环保产品。	JHT系列主要应用于半导体、制药、化工、航空、液晶显示屏制造等领域，并可用于运行温度较低的数据中心，实现冷却降温，节能降耗。D系列可广泛应用于发泡剂、电子行业高端电子流体、各种精密基材的清洗等，还可作为环保型传热工质用于温控散热系统等。
Boreaf™电子氟化液HEL、FTM C4ME等系列	海斯福（新宙邦）	高导热效率、电绝缘、高化学稳定性、不燃性。	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。
Noah® 3000A 单相电子冷却剂	浙江诺亚氟化工	优异的环保性能、良好的使用安全性能、高效的电绝缘性能、低介电常数、不可燃	5G基站、数据中心、交换机、电力系统、充电桩、海上风电
全氟醚工质F-8630/F-8650	思康化学	（1）优异的电绝缘性和热传导性、理想的化学惰性和热稳定性，能广泛使用于各种温控散热场合。（2）良好的材料相容性，与绝大多数金属、塑料和聚合物不反应。（3）非危险品不燃不爆，无燃点闪点。（4）非常低的表面张力，良好的渗透性。（5）良好的流动性，能在温控系统中很好的流动散热。（6）无毒无害无刺激性。（7）环境友好型，具有0的ODP值。	广泛应用于各种温控散热系统，特别适用于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	（1）高绝缘强度，能安全的与电子产品接触。（2）良好的材料兼容性，适合各种产品和设备中的不同材料。（3）宽泛的工作温度范围，精确控温。（4）低毒性、不可燃，对工程师和厂况提供安全保障。（5）兼容单相、两相等多种不同流程。（6）良好的传导能力远优于硅油。	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	（1）渗透性：低粘度，表面张力极低，可以渗入微小缝隙，低温下的粘度变化小。（2）化学性能：优秀的导热性、热稳定性、化学稳定性。（3）干燥性：沸点适中，蒸发时气化热小，蒸发速度快，干燥性优良，干燥所需时间短，去除水分，不留水痕。（4）对固体材料的影响：优秀的材料兼容性，不会对塑料、树脂、金属等材料表面造成破坏。（5）再生性：可以蒸馏再生，可反复使用，降低成本。（6）电气绝缘性：非常稳定，不随温度变化而改变	半导体制造封装测试。电子元器件清洗剂。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。Therma shock（冷热冲击测试液）。
FCM—160E电子氟化液	东莞美德	温度可选范围广、材料兼容性好、安全环保、优秀的导热性、清洗彻底、低温流动效率好	（1）半导体制造封装测试。（2）导热、冷却介质，计算机服务器及电子元器件系统散热介质。（3）溶媒稀释剂、润滑稀释剂等其他用途溶剂。（4）Thermal Shock（冷热冲击测试液）。
FL系列	台湾孚瑞科技	（1）即使在高氧强氧化物存在环境中亦不具可燃性。（2）不与金属、塑胶、橡胶或大部分以之材质起反应。（3）广泛的工作温度范围可供选择：-60 °C~165 °C。（4）不论高温使用皆具有极佳之绝缘特性。（5）热传导性能优异。	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。

巨化股份“巨芯”冷却液实现国产化突破

- 巨化股份“巨芯”冷却液的主要原料六氟丙烯、氧气在引发剂的作用下，通过调聚氧化、热稳定反应脱除过氧化物、端基化处理、除酸处理、粗品切割等工序得到全氟聚醚产品（冷却液）。据阳光巨化公众号报道，巨芯冷却液可有效通过浸没式液冷实现数据中心非IT耗电节能80%以上，数据中心能源效率指标值（PUE）可降至1.09。
- 浙江巨化股份技术中心有限公司研发的冷却液技术，从调聚、后处理及合成装备形成一系列专有技术，并已获得6项专利。
- 巨化股份持股95%的浙江创氟高科新材料有限公司计划投资5.1亿元规划建设5000t/a浸没式冷却液项目，其中一期1000吨/年项目已处于建设阶段，预计将于2022年建成。项目建成后，将成为全球技术领先、单套产能最大的浸没式冷却液生产装置，将有效满足国内企业对浸没式冷却液的需求。

图：巨化股份全氟聚醚（冷却液）生产简图



资料来源：巨化股份2021年年报，国信证券经济研究所整理
请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：巨化股份“巨芯”冷却液专利

专利名称	专利号
一种高分子带有酰氟集团全氟聚醚过氧化物的合成方法	ZL201810308980.X
一种硬质涂层抗指纹添加剂及其制备方法	ZL201710320581.0
一种包含全氟聚醚活性成分的组合物	ZL201611236769.9
一种纸张防水防油用含氟共聚物及其分散液制备方法	ZL201610454937.5
一种全氟聚醚烷氧基硅烷化合物及其合成方法	ZL201610459015.3
一种高性能抗指纹剂的制备方法	ZL201610463008.0

资料来源：《关于5000t/a巨芯冷却液项目专有技术的评审意见》，国信证券经济研究所整理

图：巨化股份5000t/a 巨芯冷却液生产规模及产品方案

产品名称	工程规模		
	一期产量（吨/年）	二期产量（吨/年）	合计（吨/年）
全氟聚醚	1000	4000	5000
20%氟氮气	250	1000	1250
有水氢氟酸（浓度≥30%）	100	400	500

资料来源：《浙江创氟高科新材料有限公司5000t/a 巨芯冷却液项目环境影响报告书》，国信证券经济研究所整理

3

氟化工相关上市公司产能统计

[返回目录](#)

全产业链：氟化工企业产能对比



表：氟化工企业产品产能对比（万吨）

主营产品（万吨）		金石资源	巨化股份	三美股份	永和股份	东岳集团	昊华科技	东阳光氟树脂 （璞泰来60%+东阳光40%）	东阳光	联创股份	多氟多	永太科技
		产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建	产能+拟建
氟化工原料	萤石	萤石45+8+包钢萤石资源综合利用项目80		通过关联方采购30%	8							
	AHF（无水氢氟酸）		10+6.5	13.1+5.9	8.5+10	18+3	1					0+5
	甲烷氯化物		65		6+7				14.33			
	TGE（三氯乙烯）		10									
	PCE（四氯乙烯）		11						1.8			
第二代制冷剂	F141b（一氟二氯乙烷）		1.4	3.56								
	R22（一氯二氟甲烷）		18.3	1.18	5.5+7.4	22	5.8+1.6+5-1.8					
	R142b（二氟一氯乙烷）		0.7+1.3	0.4176	2.4	3.3+6.7	0.6	0+2.7		2+1.1		
	R32（二氟甲烷）		13	4+9（已获批）	1+4	6			2	5		
	R134a（四氟乙烷）		6.8	6.5	3	2+1.3			1	3		
第三代制冷剂	R125（五氟乙烷）		5	5.2+5（已获批）	1	6+6-1.3			2	3		
	R143a		5+1.1286（143a）	1+0.5	2					1.2		
	R227ea				0.5							
	R152a				4	3+1.2				2+3		
	其他小众三代制冷剂				1.822							
第四代制冷剂	R245fa（五氟丙烷）		0.5									
	混合制冷剂				1.67							
	R1234-yf		0.3							0+0.5		
	TFE（四氟乙烯）	金石云股权投资公司：股权投资、产业并购等	6		2.25+4.8	6.3+2.4	2.7+3.1					
	PTFE（聚四氟乙烯）		2.8+2		0.06+1+0.8	4.5+2+0.7	2.5+2.3	1.15				
含氟聚合物	HFP（六氟丙烯）		2+0.5		0.8+1.5	1	0+0.3					
	FEP（聚全氟乙丙烯）		0.5		0.42+1.05+0.3	0.5+0.5	0.2+0.6	0.5				
	VDF				0+0.7+0.8							
	PVDF（聚偏氟乙烯）		0.35+0.65+1		0+0.6+1	1+1+3.5	0+0.25	0.5+1		0.3+0.5+0.6		
	ETFE				0+0.01							
	PFA		0.2		0+0.3		0.05					
	氟橡胶FKM		0.3			0.3+0.6	0.55					
	HFPO				0+0.3							
	LiFSI	0+0.4		一期拟建0.08（合资公司49%持股），共三期							0+1	0.2
	LiFSI溶液											0+6.7
含氟精细化学品	六氟磷酸锂	0+0.6+0.9+0.6		0+0.6							2+3.5+8	0.8+2
	六氟磷酸锂溶液											0+6.7
	二氟磷酸锂									0+1		
	电子级氢氟酸		0.6+0.6（子公司35.2%持股）	1+1+2（合资公司50%持股）	0+3					5+3		
	BOE			0+2								
	无水氟化铝										33	
	氟化锂										0+0.6	0+0.144
	氟化钾											3
	FEC（氟代碳酸乙烯酯）											0+0.5
	含氟特气						0+0.46					
特种含氟化合物	六氟环氧丙烷				0+0.3							
	全氟乙酮				0+1							
其他	氟化液		0.1									

数据来源：公司公告，上证e互动，深交所互动易，国信证券经济研究所整理 备注：本表仅供参考，产能数据请以公司公告披露为准

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

4

投资建议及风险提示

[返回目录](#)

氟化工是我国具有特色资源的优势产业，产业水平在国际上具有较高的地位。近年来我国氟化工基础及通用产品产量占全球的55%以上，已成为世界氟化工产品生产销大国，形成了无机氟化工、氟碳化学品、含氟聚合物及含氟精细化学品四大类氟化工产品体系和完整门类。目前，我国氟化工年产值超过600亿元，产业年增速在15%以上。其中，三代氟制冷剂方面，配额管理将在立法层面落地，随着供给侧结构性改革不断深化、行业竞争格局趋向集中，而下游需求恢复平稳增长，三代制冷剂有望迎来景气反转的拐点；氟化冷却液方面，浸没液冷技术的发展驱动数据中心产业进行“液冷时代”革命，氟化冷却液性能优异，目前仍处于初步培育期，市场蓝海前景广阔。此外，伴随未来几年在高性能、高附加值氟产品等应用领域的不断深入，我国氟化工产业快速发展的势头有望延续。我们看好产业链完整、基础设施配套齐全、规模领先以及工艺技术先进的氟化工龙头企业：巨化股份、三美股份、东岳集团、永和股份、昊华科技及上游萤石资源巨头金石资源等公司。

表：重点公司盈利预测及估值

附表：重点公司盈利预测及估值										
公司	公司	投资	收盘价(2022/7/6)	EPS			PE			PB
代码	名称	评级	(元)	2021	2022E	2023E	2021	2022E	2023E	2021
600160	巨化股份	买入	13.81	0.41	0.60	0.92	33.68	23.02	15.01	2.49
603379	三美股份	买入	23.72	0.88	1.30	1.83	26.95	18.25	12.96	2.47
002539	永和股份	增持	16.59	1.03	1.60	2.15	16.11	10.37	7.72	2.72
600378	昊华科技	无评级	41.10	0.97	1.22	1.47	42.37	33.69	27.96	4.43
0189.HK	东岳集团	无评级	9.18	0.98	1.64	1.90	9.37	5.60	4.83	3.40
603505	金石资源	买入	44.71	0.79	1.22	1.62	56.59	36.65	27.60	9.56

数据来源：Wind，国信证券经济研究所整理并预测 备注：东岳集团为港股上市公司
备注：巨化股份、三美股份、永和股份、金石资源公司盈利预测为国信证券经济研究所预测，其余公司盈利预测来源为Wind一致性盈利预测

核心假设或逻辑的主要风险：

制冷需求不及预期；

项目投产进度不及预期；

原材料价格上涨；

化工安全生产风险等。

[返回目录](#)

免责声明



国信证券投资评级		
类别	级别	定义
股票投资评级	买入	预计6个月内，股价表现优于市场指数20%以上
	增持	预计6个月内，股价表现优于市场指数10%-20%之间
	中性	预计6个月内，股价表现介于市场指数±10%之间
	卖出	预计6个月内，股价表现弱于市场指数10%以上
行业投资评级	超配	预计6个月内，行业指数表现优于市场指数10%以上
	中性	预计6个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
	低配	预计6个月内，行业指数表现弱于市场指数10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所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或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。



国信证券
GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032