

# 全氟己酮行业快评

## 电化学储能安全新规即将实施，全氟己酮国产替代进程加快

**超配**

### ◆ 行业研究 · 行业快评

### ◆ 基础化工 · 化学制品

### ◆ 投资评级: 超配(维持评级)

证券分析师:	<b>杨林</b>	010-88005379	yanglin6@guosen.com.cn	执证编码: S0980520120002
证券分析师:	<b>张玮航</b>	0755-81981810	zhangweihang@guosen.com.cn	执证编码: S0980522010001

### 事项:

2022年12月30日,《电化学储能电站安全规程》(标准号:GB/T 42288-2022)发布,该规程将于2023年7月1日起开始实施。根据规程,电化学储能电站的电池室/舱应设置自动灭火系统,灭火介质应具有良好的绝缘性和降温性能,自动灭火系统应满足扑灭火灾和持续抑制复燃的要求;规程还建议每个电池模块宜单独配置探测器和灭火介质喷头,以上新规定对灭火介质的性能提出了更高要求。

### 国信化工观点:

1) **传统七氟丙烷灭火剂难以满足新规要求,将有望被全氟己酮替代。**此前,电化学储能电站多采用七氟丙烷(HFC-227ea)灭火系统,七氟丙烷灭火时间较长,灭火剂淹没期间,电池内部反应仍然很剧烈,释放大量可燃气体,与空气混合后易发生爆燃,存在着二次复燃的风险。七氟丙烷沸点为-16.4°C,在常温常压下为气态,需要储存在压力容器中,难以满足为每个电池模块单独配置灭火介质喷头的需求。此外,七氟丙烷对环境的影响较大,其GWP达3800,且在大气中残留时间在30年以上。根据《蒙特利尔议定书》要求,七氟丙烷将于2024年开始逐步被限制使用。与七氟丙烷相比,全氟己酮的绝缘强度更高,且在扑灭明火后可以通过间歇喷射全氟己酮来维持局部及全淹没的浓度,利于抑制电池热失控,进而实现持续抑制复燃。全氟己酮在常温下为液体,可以使用普通容器在常压状态下进行安全地运输和储存,可满足规程建议的为每个电池模块单独配置灭火介质喷头的性能要求。全氟己酮ODP(消耗臭氧潜能值)为零,GWP较低,并且在大气停留时间为5天,是性能优异的绿色环保制冷剂,将有望替代七氟丙烷等其他传统灭火工质。

2) **电化学储能安全新规即将实施,全氟己酮需求前景广阔。**在实践中,采用“局部应用”与“全淹没”相结合的全氟己酮灭火方式可以在火灾初期快速扑灭储能电池舱内锂电池明火,并抑制其热失控,是目前储能电站可选择的优异灭火方案之一。全氟己酮的传统灭火场景包括:应急呼叫中心、计算机房、医疗行业、轨道交通行业、文物保护、古建、档案馆、商场等场所。传统领域中,目前我国全氟己酮需求量约2000-3000吨左右,占全球的30%以上。未来,全氟己酮的新增需求将主要来自于储能电站、电池消防、电力供电行业、数据中心等领域,假设每GWh储能装机量需要配套使用50吨的全氟己酮,按全氟己酮更换比例为100%,我们预测出2023-2025年,我国新型储能市场新国标灭火剂需要将带来全氟己酮用量增量分别达到3455、6820、12570吨。

3) **国内厂商打破全氟己酮国外垄断,国产替代进程加快。**自2001年3M首次推出全氟己酮产品以来,全球的全氟己酮供应长期被3M垄断,近些年来,随着我国精细氟化学品产业尤其是六氟环氧丙烷产业链的不断发展,国内多家企业相继突破全氟己酮生产工艺,并实现千吨级全氟己酮的工业化生产,产品也出口到欧洲、中东、东南亚等地区。据中国氟硅有机材料工业协会数据,截至2021年底,国内全氟己酮的产能大约5000吨。据我们不完全统计,截至2023年2月初,国内全氟己酮产能已达约8000吨/年,其中中化蓝天、浙江诺亚氟化工、利化新材料三家公司各拥有2000吨/年全氟己酮产能。**在建产能方面**,永和股份、浙江诺亚氟化工、利化新材料、华夏神舟(东岳集团)等多家公司均公布了各自的产能扩产计划,在建产能合计约2.4万吨/年,如果以上在建产能均能够如期且全面投产,预计到2024年底我国全氟己酮产能将突破3万吨/年。

**投资建议:** 建议关注拟建设1万吨全氟己酮产能的【永和股份】等。

**风险提示:** 市场需求不及预期,行业产能大幅增加,原材料价格波动风险等。

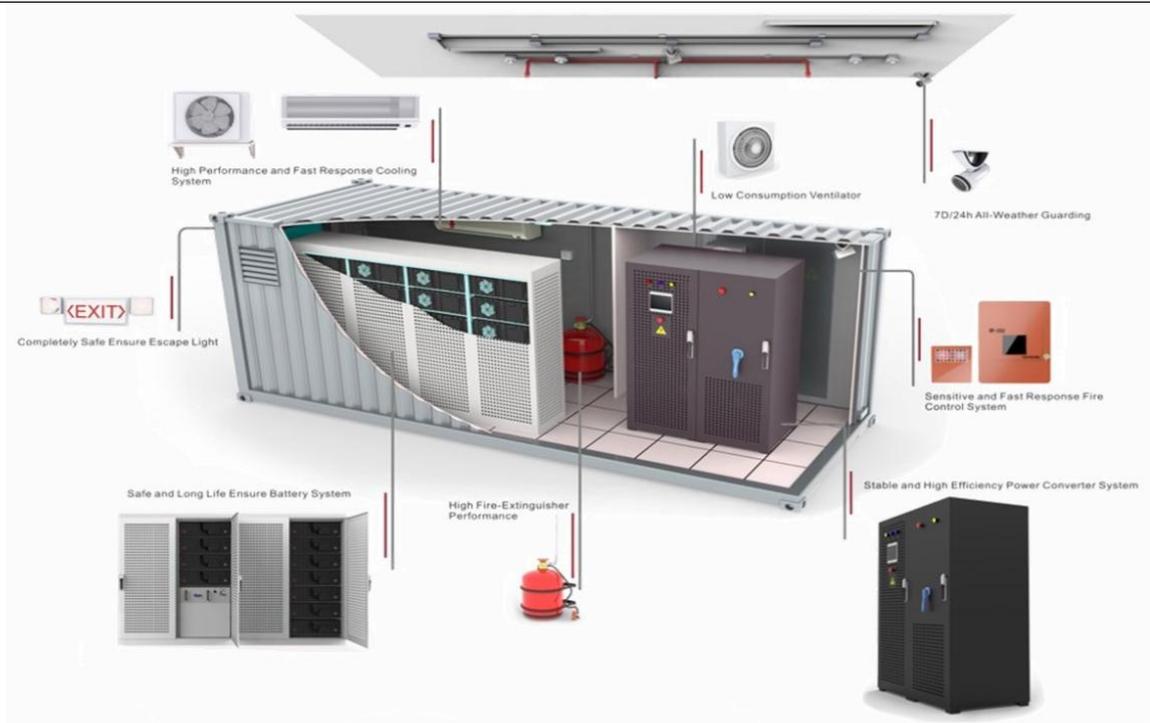
## 评论：

### ◆ 热失控会引发储能电站火情甚至爆炸，高效、安全的电池火系统至关重要

碳达峰、碳中和背景下，与“风”“光”等新能源配套的储能电站建设需求猛增，安全问题日益突出。电池储能集装箱系统主要包括电池簇、电池管理系统、变流系统和辅助系统(消防系统、空调系统配电及照明、安防系统等)。储能电池舱内的锂电池在过充、过载等条件下，电池内部发生化学反应而不断产热，热量聚集致热失控引起火灾甚至爆炸，具有较大的火灾危险性。近年来，国内外已发生多起储能电池舱热失控起火并烧毁的事故，因此一套高效、安全的电池灭火系统是行业发展的迫切需求。

总结各方研究成果：适用于扑灭磷酸铁锂电池火灾的灭火剂最重要的特征是在其迅速灭火的同时还具有较强的持续冷却能力。水基灭火剂具有良好的冷却效能，可有效抑制锂电池热失控，是较好的灭火介质，也是一般采用的终极灭火措施。但水基灭火剂可能存在水渍影响引起锂电池发生次生危害，且水基灭火系统(如细水雾灭火系统)在高寒地区平时的防冻压力较大。而全氟己酮灭火剂具备良好的火灾抑制能力，不会对保护对象产生危害、损害作用，优点较为突出。

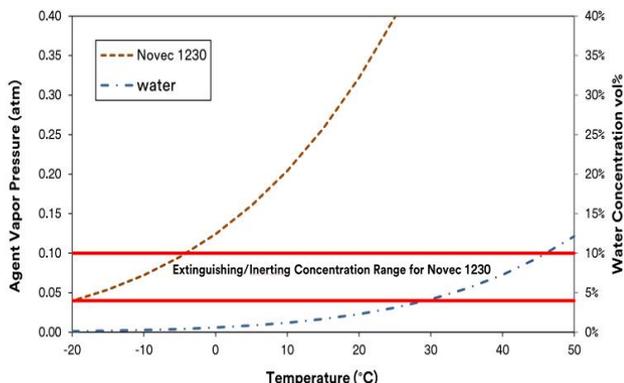
图1：锂电池储能集装箱系统构成



资料来源：新材料在线，国信证券经济研究所整理

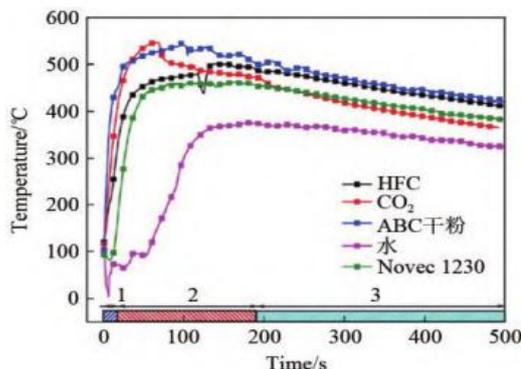
**全氟己酮灭火剂具有快速抑制温升效果，是以物理吸热为主的绿色灭火剂。**全氟己酮灭火剂常温下是一种透明、无色的绝缘液体，遇热蒸发后便很难使蒸汽凝结为液体。发生火灾时，全氟己酮流体将迅速汽化并均匀分布在保护空间，以物理吸热为主，在合适的浓度下，灭火剂释放后与空气形成气态混合物，吸收足够多热量，使环境温度降到熄灭温度点以下。此外，全氟己酮含氟灭火剂受热易发生脱 HF 反应、C—C 键断裂反应，产生 CF<sub>3</sub>、CF<sub>2</sub>、CF<sub>0</sub> 等自由基可以捕捉、消耗火焰中的自由基，中断燃烧链式反应。全氟己酮灭火剂能快速熄灭电池明火，其抑制温升效果仅次于水基灭火剂，优于 HFC、ABC 干粉。根据《储能科学与技术》多篇文献报道，国内科研人员以全氟己酮为核心，搭配降温剂和防腐材料开发出的锂离子电池专用灭火剂具有 10 秒扑灭明火的能力，并可实现电池降到室温时间小于 15 秒，72 小时内无复燃。在实践中，采用“局部应用”与“全淹没”相结合的全氟己酮灭火方式可以在火灾初期快速扑灭储能电池舱内锂电池明火，并抑制其热失控，是目前储能电站可选择的优异灭火方案之一。

图2：全氟己酮流体和水在空气中的饱和浓度



来源：《3M Novec 1230 Fire Protection Fluid》、国信证券经济研究所整理

图3：各类灭火剂对三元锂离子电池火灾的抑制能力



数据来源：《储能科学与技术》，国信证券经济研究所整理

### ◆ 电化学储能安全新规即将实施，全氟己酮需求有望大幅增长

2022年12月30日，《电化学储能电站安全规程》（标准号：GB/T 42288-2022）发布，该规程将于2023年7月1日起开始实施。根据规程，电化学储能电站的电池室/舱应设置自动灭火系统，灭火介质应具有良好的绝缘性和降温性能，自动灭火系统应满足扑灭火灾和持续抑制复燃的要求；规程还建议每个电池模块宜单独配置探测器和灭火介质喷头，以上新规定对灭火介质的性能提出了更高要求。

**传统七氟丙烷灭火剂难以满足新规要求，将有望被全氟己酮替代。**此前，电化学储能电站多采用七氟丙烷（HFC-227ea）灭火系统，七氟丙烷灭火时间较长，灭火剂淹没期间，电池内部反应仍然很剧烈，释放大量的可燃气体，与空气混合后易发生爆燃，存在着二次复燃的风险。七氟丙烷沸点为-16.4℃，在常温常压下为气态，需要储存在压力容器中，难以满足为每个电池模块单独配置灭火介质喷头的需求。此外，七氟丙烷对环境的影响较大，其GWP（全球变暖潜值）达3800，温室效应明显，且在大气中残留时间在30年以上。根据《蒙特利尔议定书》要求，七氟丙烷将于2024年开始逐步被限制使用。

表1：全氟己酮与七氟丙烷主要理化性质比较

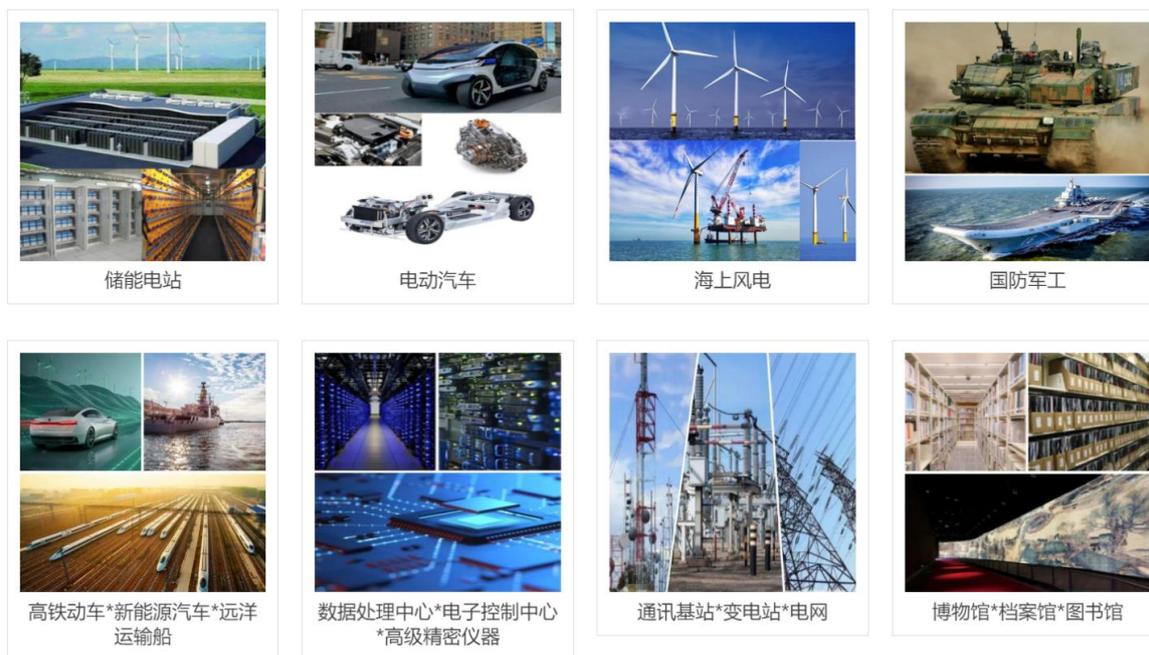
	项目	七氟丙烷	全氟己酮
物化性质	绝缘强度, 1atm(N2=1.0)	2	2.3
	蒸汽压 25°C/Pa	0.404	5.85
	汽化热(在沸点时), (kJ/kg)	132.6	88
	密度(25°C下 1atm 下的气体), /(g/mL)	0.03	0.0136
	沸点(1atm)/°C	-16.4	49.2
灭火性能	灭正庚烷火浓度	6.7%~6.9%	4.4%~4.5%
	是否在有人占用场所使用	是	是
	安全余量	3%~20%	67%~150%
毒性及环境特性	不可见有害设计深度	9%	10%
	使用浓度	7.5%~8.7%	4%~6%
	单位质量需要的最小安全体积 m <sup>3</sup> (20°C, 1.013bar)	1.526	0.719
	臭氧消耗潜值 ODP	0	0
	全球变暖潜值 GWP	3800	1
	大气中寿命/a	36.5	0.014

资料来源：《全氟己酮与七氟丙烷的对比》、国信证券经济研究所整理

全氟己酮灭火剂是目前全球公认的七氟丙烷等氢氟烃类灭火剂替代品。与七氟丙烷相比，全氟己酮的绝缘强度更高，且在扑灭明火后可以通过间歇喷射全氟己酮来维持局部及全淹没的浓度，利于抑制电池热失控，进而实现持续抑制复燃。全氟己酮在常温下为液体，可以使用普通容器在常压状态下进行安全地运输和储存，可满足规程建议的为每个电池模块单独配置灭火介质喷头的性能要求。全氟己酮 ODP（消耗臭氧潜能值）为零、GWP 较低，并且在大气停留时间为 5 天，是性能优异的绿色环保制冷剂。此外，全氟己酮还具有灭火后无残留、洁净度高；无毒性、安全性好、不损害电子部件和线路等诸多优点。基于以上优势，全氟己酮成为新一代灭火剂，是替代哈龙灭火剂、七氟丙烷灭火剂、六氟丙烷灭火剂等传统灭火剂的优良产品，可广泛应用在数据中心、电化学储能、汽车交通、油气开采、博物馆、档案馆等领域。

除灭火剂之外，全氟己酮还可作为清洗剂，用于蒸汽反应器、气相反应器清洗方面；用作蚀刻剂，用于蚀刻介电材料或金属材料方面；用作溶剂，溶解各种全氟聚醚化合物；用作涂层材料，用于磁性材料等涂覆方面；用作绝缘气体，用于电气设备保护方面等。

图 4: 全氟己酮灭火剂应用领域



资料来源：浙江诺亚氟化工官网，国信证券经济研究所整理

据中关村储能产业技术联盟统计，2022 年，国内新增规划在建的新型储能项目规模达 101.8GW/259.2GWh。我们预测未来几年全球以电化学储能为主的新型储能保持高速增长，预计到 2025 年，国内市场主要通过新能源集中式项目的发电侧配储、电网调峰能力建设等方式，以电化学为主的新型储能装机规模达到 180GWh，用电侧工商业和大工业配储电量达到 70GWh；海外以欧美澳等光伏装机较多的市场为主，到 2025 年储能装机规模达到 490GWh。

全氟己酮的传统灭火场景包括：应急呼叫中心、计算机房、医疗行业、轨道交通行业、文物保护、古建、档案馆、商场等场所。传统领域中，目前我国全氟己酮需求量约 2000-3000 吨左右，占全球的 30% 以上。未来，全氟己酮的新增需求将主要来自于储能电站、电池消防、电力供配电行业、数据中心等领域，假设每 GWh 储能装机量需要配套使用 50 吨的全氟己酮，按全氟己酮更换比例为 100%，我们预测出 2023-2025 年，我国新型储能市场新国标灭火剂需要将带来全氟己酮用量增量分别达到 3455、6820、12570 吨。

表2: 全球及我国新型储能市场-全氟己酮用量预测

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
<b>全球</b>					
全球新型电力储能累计装机 (GWh)	50.8	106	216	409	740
全球新型电力储能新增装机 (GWh)	10	55	110	193	331
全球累计装机量对应全氟己酮消耗量 (吨)	2540	5290	10790	20440	36990
—全球累计装机量增速 (%)		108%	104%	89%	81%
全球新增装机量对应全氟己酮消耗量 (吨)	500	2750	5500	9650	16550
<b>我国</b>					
我国新型电力储能累计装机 (GWh)	11.5	27	69	136	251
我国新型电力储能新增装机 (GWh)	4.9	15.3	42.3	67.3	115.0
我国累计装机量对应全氟己酮消耗量 (吨)	575	1340	3455	6820	12570
—我国累计装机量增速 (%)		133%	158%	97%	84%
我国新增装机量对应全氟己酮消耗量 (吨)	245	765	2115	3365	5750

资料来源: 中关村储能技术产业联盟, 国信证券经济研究所整理并测算

备注: 储能装机储电量数据 (gwh) 为国信证券经济研究所估算和预测, 该储能预测不考虑不具备负荷侧或者系统调节能力的储能, 例如便携式小储能、通信基站备用电源等。单耗: 假设每 GWh 储能装机量需要配套使用 50 吨的全氟己酮。

#### ◆ 全氟己酮生产工艺较为复杂, 目前国内厂商打破全氟己酮国外垄断

全氟己酮的合成方法有很多, 从六氟丙烯及其衍生物出发的 3 条合成工艺原料简单易得, 适合大规模生产。

1) **路线一:** 六氟丙烯直接氧化的方法, 但是此方法的选择性较低, 产物含量只有 34.6%, 副产物和多聚物较多, 收率很低; 2) **路线二:** 六氟丙烯二聚体经过氧化剂环氧化之后, 在氟化物或三乙胺催化下重排得到全氟己酮。该工艺优点是环氧化产物无需分离, 原位反应即可得到产物, 缺点是六氟丙烯的聚合反应副产物多, 环氧化产物不能通过物理方法分离, 最终产物的纯度受到限制。3) **路线三 (3M 工艺):** 六氟丙烯与全氟丙酰氟反应合成全氟己酮。3M 工艺收率和选择性都较好, 产物全氟己酮含量达 90.6%, 以六氟丙烯计算收率为达 89.8%, 该工艺主要难点在于原料之一的全氟丙酰氟的制备和保存较困难。全氟丙酰氟可以由六氟丙烯合成六氟环氧丙烷, 然后异构化合成全氟丙酰氟, 合成六氟环氧丙烷的收率为 60%左右, 异构化反应收率为 90%左右。3M 公司基于其自身的产业布局和技术积累, 采用电解氟化的方法, 以丙酸酐为原料得到全氟丙酰氟, 使总成本降低。

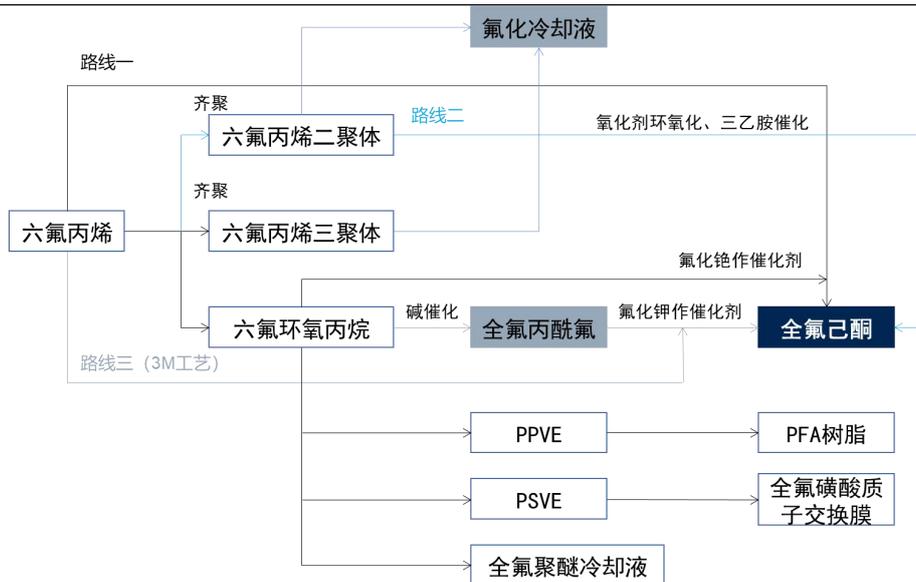
2001 年, 美国 3M 公司首次推出商业化的全氟己酮产品, 将其作为代替哈龙和氟代烷类的灭火剂后, 其商品名为 Novec 1230。目前, 国内已有多家氟化工企业独立开发出全氟己酮灭火剂产品, 主要采用的技术路线是路线二, 即以六氟丙烯为原料, 经过齐聚反应、氧化反应、异构化反应得到的全氟己酮。

表3: 三种全氟己酮生产工艺对比

	优点	缺点
路线一 (六氟丙烯氧化工艺)	分子利用率高	选择性较差、副反应多, 收率仅 34.6%
路线二 (二聚体环氧化重排工艺)	环氧化产物无需分离, 原位反应即可生产全氟己酮。	聚合反应副产物多, 产品纯度一般
路线三 (3M 工艺)	收率和选择性均较好	中间体全氟丙酰氟难以制备且难以保存

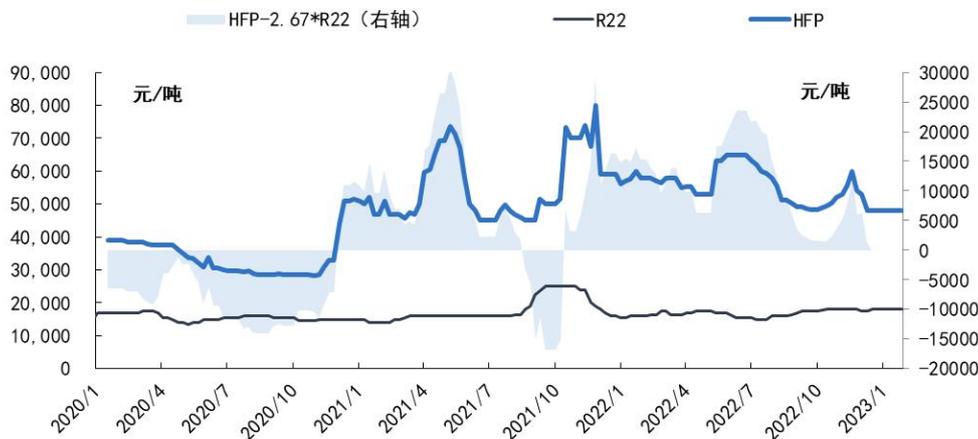
资料来源: 《哈龙替代品全氟己酮及中间体全氟丙酰氟合成综述》、CNKI, 国信证券经济研究所整理

图5: 全氟己酮生产工艺流程图示意图



资料来源:《哈龙替代品全氟己酮及中间体全氟丙酰氟合成综述》、CNKI, 国信证券经济研究所整理

图6: 全氟己酮上游原材料 HFP 价格及价差走势



资料来源: 卓创资讯、国信证券经济研究所整理

**国内厂商打破全氟己酮国外垄断，国产替代进程加快。**自2001年3M首次推出全氟己酮产品以来，全球的全氟己酮供应长期被3M垄断，近些年来，随着我国精细氟化学品产业尤其是六氟环氧丙烷产业链的不断发展，国内多家企业相继突破全氟己酮生产工艺，并实现千吨级全氟己酮的工业化生产，产品也出口到欧洲、中东、东南亚等地区。据中国氟硅有机材料工业协会数据，截至2021年底，国内全氟己酮的产能大约5000吨。据我们不完全统计，截至2023年2月初，国内全氟己酮产能已达约8000吨/年，其中中化蓝天、浙江诺亚氟化工、利化新材料三家公司各拥有2000吨/年全氟己酮产能。**在建产能方面**，永和股份、浙江诺亚氟化工、利化新材料、华夏神舟（东岳集团）等多家公司均公布了各自的产能扩产计划，在建产能合计约2.4万吨/年，如果以上在建产能均能够如期且全面投产，预计到2024年底我国全氟己酮产能将突破3万吨/年。

表4: 国内主要全氟己酮生产企业产能 (不完全统计, 截至 2023 年 2 月)

厂商	现有产能 (吨/年)	在建产能 (吨/年)	备注
3M	3000		
中化蓝天	2000		
浙江诺亚氟化工	2000	4000+4000	新项目在子公司湖北诺亚新材料建设
利化新材料	2000	4000	
永和股份		1000+3000+6000	2023 年预计投产 4000 吨, 2024 年全部投产
浙江康源化工 (汇友)		1000	预计 2023 年 6 月投产
华夏神舟 (东岳)		1000	预计 2024 年 12 月投产

资料来源: 各公司官网、公司公告、环评报告、国信证券经济研究所整理  
 备注: 产能统计仅供参考, 具体产能及扩建计划请以公司公告、实际进展为准

#### ◆ 投资建议:

永和股份于 2022 年 1 月 21 日公告: 拟由全资子公司内蒙永和投资建设 1 万吨全氟己酮项目, 项目将分三个阶段建设 (总周期为 60 个月)。全氟己酮项目副产六氟丙烯三聚体还可以应用于冷却液领域, 目前公司正积极推进整体项目进度。此外, 2019 年 5 月, 由中化蓝天集团有限公司承担的国家工业强基项目 2000 吨/年全氟己酮新建项目通过了浙江省经信厅组织的专家验收, 2021 年 7 月, 中化蓝天“环保型灭火剂全氟己酮的研发及产业化”项目获得浙江省技术发明奖三等奖。建议关注拟建设 1 万吨全氟己酮产能的【永和股份】等。

#### ◆ 风险提示:

市场需求不及预期, 行业产能大幅增加, 原材料价格波动风险等。

#### 相关研究报告:

《国信证券-基础化工-氟化工行业专题报告: 含氟聚合物行业分析框架》——2022-11-29  
 《萤石行业快评-供给紧张叠加需求旺季, 看好萤石价格强势上涨》——2022-11-02  
 《含氟制冷剂及氟化液行业分析框架》——2022-07-07  
 《国信证券-氟化工行业专题报告: 氟化工产业链分析框架-210708》——2021-07-08  
 《吸附分离材料行业分析框架》——2023-02-05

## 免责声明

### 分析师声明

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。

### 国信证券投资评级

类别	级别	说明
股票 投资评级	买入	股价表现优于市场指数 20%以上
	增持	股价表现优于市场指数 10%-20%之间
	中性	股价表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	卖出	股价表现弱于市场指数 10%以上
行业 投资评级	超配	行业指数表现优于市场指数 10%以上
	中性	行业指数表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	低配	行业指数表现弱于市场指数 10%以上

### 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中所提及的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 层  
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