

我国氟化工产业发展现状及展望

吴周安

中国氟硅有机材料工业协会



主要内容

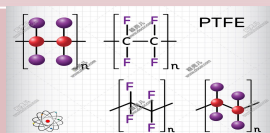
- 一、氟化工产业简介
- 二、我国氟化工产业现状
- 三、我国氟化工产业面临的主要问题
- 四、我国氟化工产业发展环境
- 五、我国氟化工产业发展展望



一、氟化工产业简介

➤ 主要专业板块

◆ 产品分类



氟聚合物：包括氟树脂、氟橡胶和氟涂料等



氟碳化学品：包括制冷剂、灭火剂、发泡剂、气雾剂等



含氟精细化学品：包括含氟药物中间体、含氟电子化学品、特种专用含氟化学品等



无机氟化物：包括氟化氢、无机氟盐、无机氟化物等

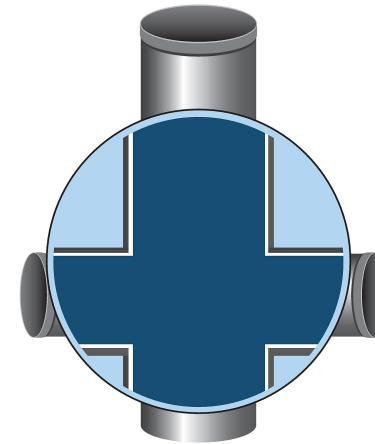
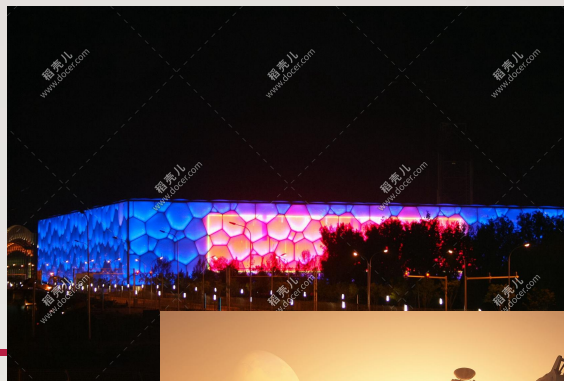
一、氟化工产业简介

➤ 主要专业板块

◆ 产品特点及应用

➡ 含氟聚合物具有优异的耐化学腐蚀、耐高低温、耐候性、疏水疏油性等特性。

↓ 含氟医药和农药具有高效、低毒的特点。

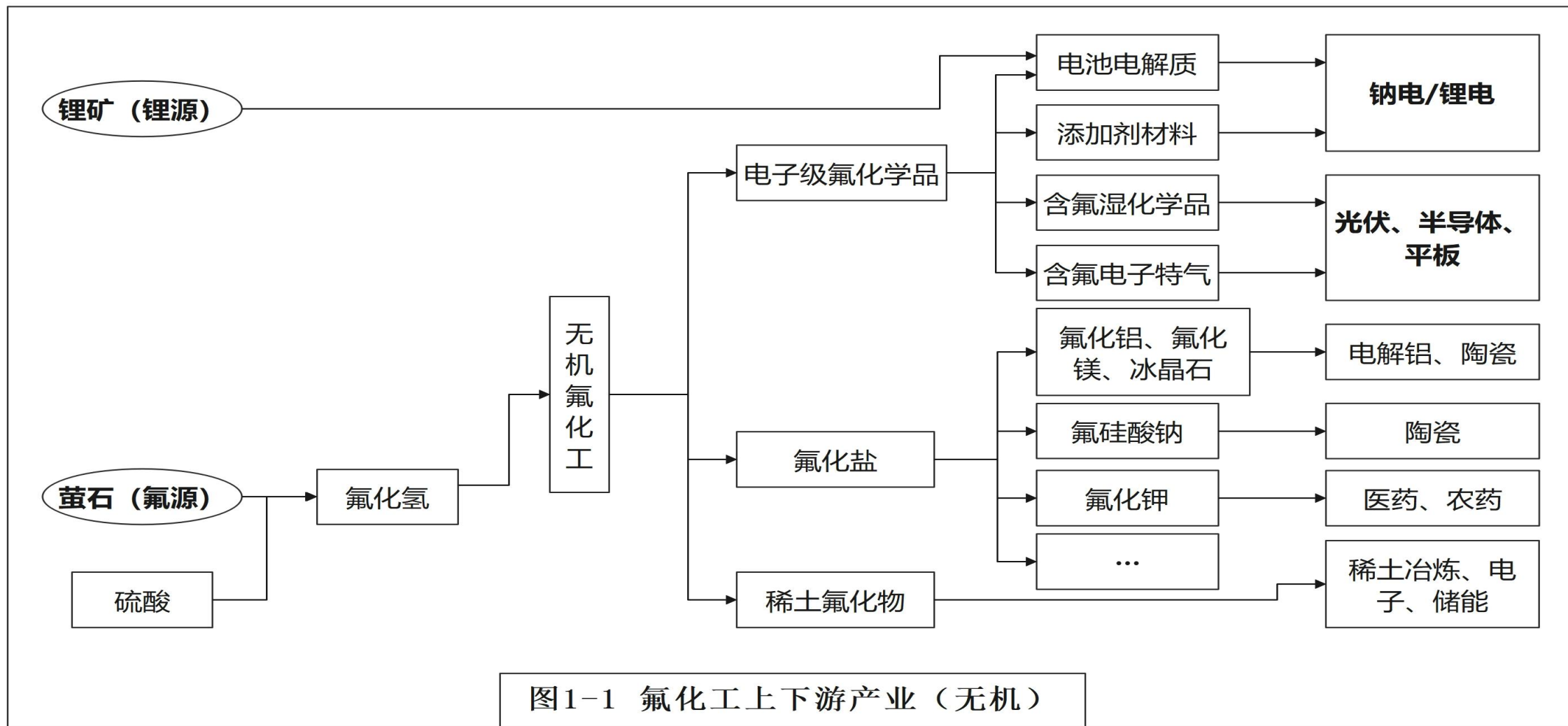


一、氟化工产业简介

➤ 氟化工相关资源

- 1) **氟**资源: **萤石+硫酸**=氟化氢 (HF): **氟硅酸** (磷肥行业) → 氟化氢。
- 2) **碳**资源: **煤/石油/天然气**, 获得甲醇、乙烯、乙炔、芳烃等, 经氟化成为有机氟化学
品。
- 3) **氯**资源: **工业盐**, 通过氯碱得到氯化氢、氯气, 有机氯是有机氟的中间体。
- 4) **其他**: 根据不同氟化学品而定。

一、氟化工产业概述——氟化工产业链



一、氟化工产业概述——氟化工产业链

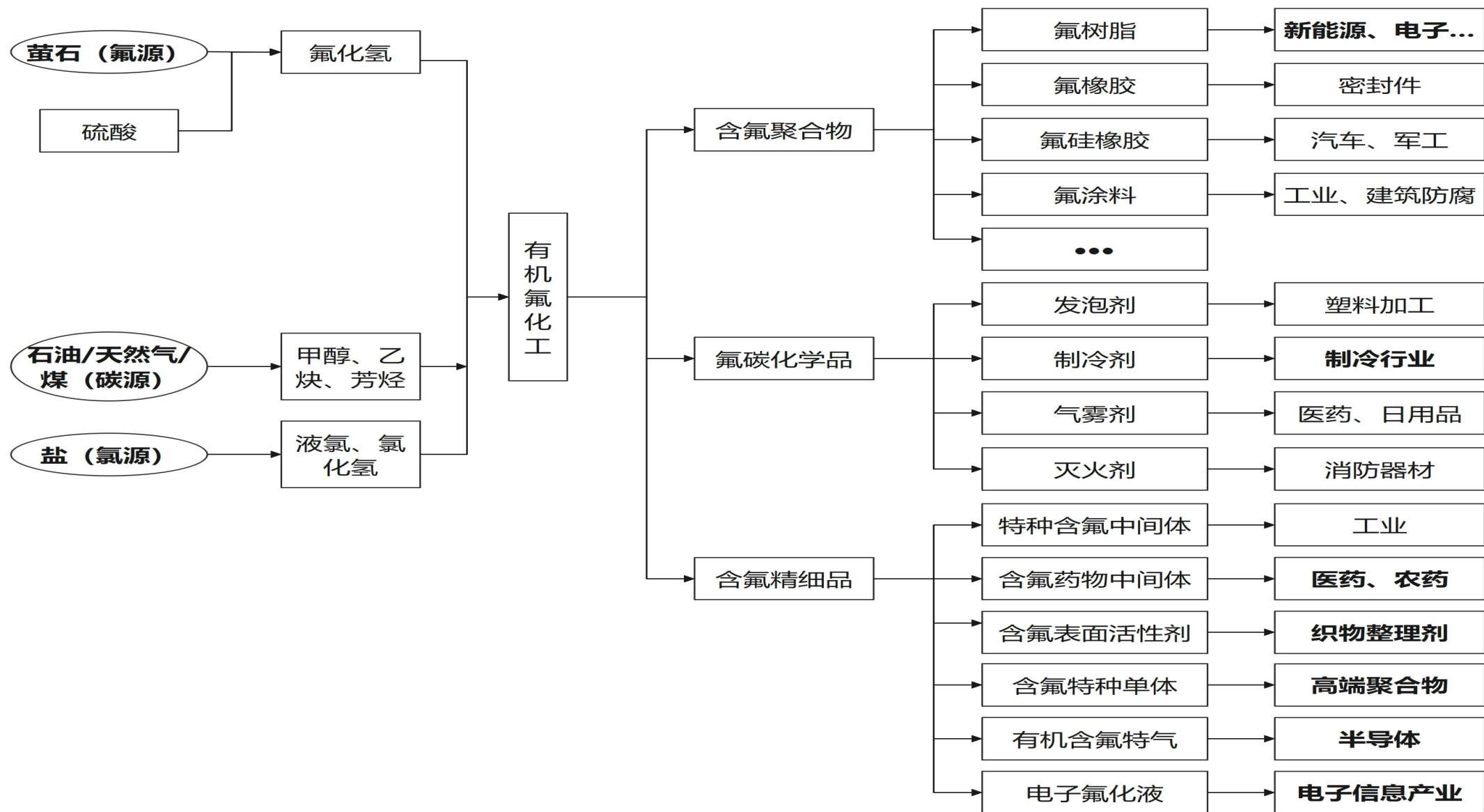


图1-2 氟化工上下游产业 (有机)

一、氟化工产业概述

- 氟材料以其不可替代的卓越性能，牢牢占据现代产业体系的战略高地！
- 我国已成为全球最大氟化工产销国
产能产量占比60%以上。

如：

制冷剂产能约343万吨/年，约占全球80%；

含氟聚合物产能约57万吨，约占全球60%；

六氟磷酸锂产能约37万吨/年，约占全球95%。



一、氟化工产业概述

➤ 资源能源影响

1) **我国萤石储采全球前列。**我国萤石储量占全球约13%，年采矿产量占全球60%，我国2024年表观消费量740万吨；

2) **我国由净出口国转变为净进口国。**其中进口135万吨。自2019年开始成为净进口国，2024年同比增加进口量32%，增量主要来自蒙古；

3) **我国氟资源途径拓展。**有色金属及稀土共伴生萤石资源利用技术、磷肥行业副产氟硅酸生产氟化氢技术得到明显提升，带动氟化工产业新布局；

4) **资源能源影响产业布局。**“十四五”以来，我国西北部绿电优势显现，吸引氟化工企业向西北部拓展基地；共伴生萤石矿和磷氟资源基地向氟化工产业延伸。



二、我国氟化工产业现状

1、氟聚合物

1) 产能规模增长快

2024年总产能约57万吨，较 2019年产能增长125%；产量约37万吨。产能平均利用率约65%。

2) 主要产品及用途

- 包括各种氟树脂、氟橡胶和其他聚合物。如PTFE、FEP、PVDF、PFA、ETFE、PCTFE、PVF、FEVE、FKM等等，细分品种有上百个。
- 在新能源、集成电路、电线电缆、工业建筑、现代交通、航天航空工业等领域有广泛应用。
- 随着下游应用的开发，应用领域将不断得到发展。



二、我国氟化工产业现状

2、氟碳化学品

1) **应用领域**：制冷剂、灭火剂、发泡剂、气雾剂等。

2) **产品分类**：根据环保履约管理要求，按替代进程通常分为：第一代CFCs、第二代HCFCs、第三代HFCs、第四代HFOs等四个系列；因管控需要，根据用途分为“原料用途”和“受控用途”两大类。

3) **产能产量**：总产能约343万吨/年，总产量约228万吨/年，平均产能利用率约66%。

二、我国氟化工产业现状

2、氟碳化学品

4) **第二代HCFCs**: **受控用途**加速淘汰; **原料用途**随着氟材料的发展而快速增长,“十四五”以来产能增长了80%。

5) **第三代HFCs**: 我国自2024年开始配额管理以来,目前企业经营情况较好。但是2029年开始削减。

6) **第四代HFOs**: “十四五”以来产能增长较快,由“十三五”时期的2家发展到现在的近10家,还有不少企业正在建设或计划建设。



二、我国氟化工产业现状

基加利修正案关于“受控用途” 第三代氟碳化学品HFCs的削减淘汰计划

时间表	发达国家 (第一组)	发达国家 (第二组)	发展中国家 (第一组)	发展中国家 (第二组)
HFC 基准年	2011-2013 年	2011-2013 年	2020-2022 年	2024-2026 年
HFC 淘汰基线	以 CO ₂ 为单位的 100%的HFC 三年平均值			
冻结	-	-	2024 年	2028
第一步	2019 年消减 10%	2020 年消减 5%	2029 年消减 10%	2032 年消减 10%
第二步	2024 年消减 40%	2025 年消减 35%	2035 年消减 30%	2037 年消减 20%
第三步	2029 年消减 70%	2029 年消减 70%	2040 年消减 50%	2042 年消减 30%
第四步	2034 年消减 80%	2034 年消减 80%	2045 年消减 80%	2047 年消减 85%
第五步	2036 年消减 85%	2036 年消减 85%	-	-

数据来源： 《基加利修正案》

二、我国氟化工产业现状

3、含氟精细化学品

1) **产品范围：**含氟药物中间体，含氟电子化学品，含氟表面活性剂及各种含氟专用精细化学品等。

2) **产能发展：**2024年我国含氟精细化学品总产能超55万吨，较2020年增长约117%。
总产量约33万吨，较 2020年增长约94%。平均产能利用率约60%。



二、我国氟化工产业现状



3、含氟精细化学品

3) 各类产品介绍

- 含氟医药及中间体

含氟药物达到数百种，许多药物成为合成药物中非常重要的品种，如氟喹诺酮类抗菌素、抗抑郁药物氟西汀、抗真菌药物氟康唑等。

- 含氟农药及中间体

含氟农药达上百种，主要为含氟杀虫剂、杀菌剂、除草剂以及植物生长调节剂等。含氟除草剂是近年来开发数量最多的农药品种，大约占50%。

二、我国氟化工产业现状

3、含氟精细化学品

- 含氟电子化学品

集成电路、光伏组件制造所需的高纯、超纯含氟化学品。主要包括高纯含氟湿化学品、电子特气等。

大数据中心热管理用液冷剂。相对于风扇、空调这些低效方式散热可节能70%以上。

新能源电池电解质。

抗指纹剂。



二、我国氟化工产业现状

3、含氟精细化学品

- 含氟表面活性剂

主要用于织物整理、食品包装、餐盒、消防灭火、油田开采等领域。

作为持久性污染物（POPs），我国全氟辛基磺酸（PFOS）及其盐类和相关化合物、全氟辛基磺酰氟，全氟辛酸（PFOA）及其盐类和相关化合物，全氟己基磺酸（PFHxS）及其盐类和相关化合物均纳入淘汰，其他长碳链全氟羧酸也可能有列入POPs的风险。

开发绿色替代品。



二、我国氟化工产业现状

4、无机氟化物

1) 我国2024年总产能约647万吨（包括工业氟化氢），较2020年增长约59%；产量约351万吨，较2020年增长约29%。平均产能利用率约54%。

2) 各主要产品

无机氟化物包括氟化铝、氟化镁、人造冰晶石等铝冶炼用氟化盐，六氟磷酸锂、六氟磷酸钠、双氟磺酰亚胺锂等锂电电解质，电子级氢氟酸、含氟特气等电子化学品，以及氟化钾、氟化钠和各种核电用氟化物等。



二、我国氟化工产业现状

4、无机氟化物

- 工业无水氟化氢（AHF）

2024年我国总产能348万吨。总产量约203万吨，产能平均利用率约58%。

国家发改委《产业结构调整目录2024版》规定，工业无水氟化氢除了“**下游加工配套原料、电子级及湿法磷酸配套**”以外被限制建设新的生产装置。



二、我国氟化工产业现状

4、无机氟化物

- 无水氟化铝

2024年我国产能145万吨，产量约73万吨。平均产能利用率约50%。

- 稀土氟化物

- ① 电子行业：显示器材料、电视机材料、激光器材料等。
- ② 光学行业：光纤放大器、激光材料、高折射率材料等。
- ③ 化学行业：化学催化剂、生物医学成像等领域中有着广泛的应用。
- ④ 稀土金属原料。主要用于电解稀土金属。属稀土冶炼分离企业配套，规模百吨级以内。





二、我国氟化工产业现状

4、无机氟化物

- **六氟磷酸锂 (LiPF_6)**

锂电电解质。

受锂电带动，“十四五”以来产能迅猛发展。2024年我国产能36万吨，产量19万吨。产能产量相对2020年分别增长540%和575%。

2022年产品价格由以前的10元/吨以下猛增到近60万元/吨。现回落到7万元/吨以下。

- **其他锂/钠电材料：**双氟磺酰亚胺锂LiFSI、六氟磷酸钠等。“十四五”以来，我国新能源相关电解质新产品双氟磺酰亚胺锂（LiFSI）、六氟磷酸钠（ NaPF_6 ）和系列添加剂开发成功，而且产能快速增长。

三、我国氟化工产业存在的主要问题

1) 结构性矛盾突出。中低端大宗产品同质化现象严重，而高端、高性能及特殊品种供应不足或依赖进口，开发进度不及预期。

半导体制造等领域对高端含氟聚合物的进口依赖度近60%；高端牌号FFKM国产化率仍不足30%。

2) 技术创新能力不足。原始创新能力弱，基础研究专利占比不足10%。第四代制冷剂知识产权受制于人；氟聚合物质量稳定性有待提高。



三、我国氟化工产业存在的主要问题

3) 被动应对国际环保法规进程。PFAS研究方面仍由欧美主导。欧盟《PFAS限制提案》涉及1万种含氟物质，但相关物质的生物和环境影响有待认证。目前PFAS概念的模糊界线带来了社会的舆论误导，跟风造势，对氟化工产业的发展带来不利影响。

主流制冷剂HFCs面临削减，而HFOs知识产权受控形势下，我国新型环境友好型制冷剂的创新尚未取得根本突破。



三、我国氟化工产业存在的主要问题

4) 循环经济水平有待提高。

- 副产盐酸的资源化利用
- 氟石膏的资源化利用
- R23的资源化利用



四、发展氟化工产业的国内外环境

1、履行国际环境公约

1) 我国履行《基加利修正案》。2024年HFCs生产量冻结在基线值后，2029年开始削减。

2) 我国新污染物治理深化。国家生态环境部《新污染物治理行动方案》将3类PFAS列入优先管控清单：

全氟辛基磺酸及其盐类和全氟辛基磺酰氟（PFOS类）；

全氟辛酸及其盐类和相关化合物（PFOA类）；

全氟己基磺酸及其盐类和相关化合物（PFHxS类）。



四、发展氟化工产业的国内外环境

2、全球PFAS问题

欧盟《PFAS限制提案》涉及1万种含氟物质，但相关物质的生物和环境影响有待认证。目前PFAS概念的模糊界线带来了社会的舆论误导，跟风造势，对氟化工产业的发展带来不利影响。



四、发展氟化工产业的国内外环境

3、国内外碳足迹认证动态

欧盟将要求进口高碳排类（如含氟气体、六氟磷酸锂等）提供符合ISO14067或PAS2050的碳足迹报告；

我国2025年开始分批实施产品碳足迹标识认证制度，但首批尚未包括氟化学品。

我国已有团体标准：中国化工情报信息协会的T/CCIIA 0009—2024《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 氟化工产品》；本协会氟化工团标《温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 无水氟化氢》即将发布。



五、我国氟化工产业发展展望

1、发展原则

坚持高质量发展，优化产业结构；

坚持绿色发展，建立环境友好型产业范式；

坚持创新发展，进行关键核心技术攻坚；

坚持健康发展，产业协调发展，补齐短板，保障产业安全。



五、我国氟化工产业发展展望

2、我国氟化工产业建议

1) 高端发展

围绕我国“十五五”发展热门领域所需高性能特种氟材料。

包括：大数据、机器人、AI技术、半导体先进制程、新一代新能源、信息化等发展需求，如固态电池材料、热管理材料、半导体先进制程用电子化学品、芯片冷却介质、满足5G基站高频PCB基板需求的氟材料、半导体电子级流体输送用氟材料等高性能专用氟材料。

五、我国氟化工产业发展展望

2) 绿色发展

通过技术创新，发展绿色产品和工艺，提高资源循环利用、污染治理水平，推动氟化工产业的绿色低碳转型。

- 加快开发绿色产品和绿色工艺

环境友好型氟碳化学品，建议把混合工质作为过渡期替代品；

有害PFAS风险产品（前述三大类）的替代；

绿色工艺开发，鼓励替代以HCFCs、HFCs为原料的工艺路线。



五、我国氟化工产业发展展望

2) 绿色发展

- 加强资源高效利用与循环经济

加强萤石资源和共伴生萤石的综合利用率，持续促进磷肥副产氟硅酸、有色金属和稀土伴生氟资源利用的技术进步，发展半导体行业废酸氟资源的回收利用技术。

发展废旧氟塑料、冷媒和锂电电解质等的回收利用。

加大R23的资源化利用、 HCl 制 Cl_2 技术等先进共性技术的开发和成果推广。



五、我国氟化工产业发展展望

2) 绿色发展

- 深化节能减排

升级节能工艺，推广节能技术，降低单位产品能耗。

采用智能化生产系统优化能源管理，提升装置能效。

推广应用低碳技术，如连续流微反应技术、超重力技术等。

- 关注和重视PFAS相关政策进展，加强相关技术基础研究，重视乳液聚合用表面活性剂向非氟方向发展。



五、我国氟化工产业发展展望

2) 绿色发展

- 强化污染控制与末端治理

进一步提升氟聚合物、含氟有机废气回收利用水平或处置水平。

含氟污水处理技术实现新突破，包括含PFAS污染物的无害化处理。

加强安全和环保共性技术的攻关，推广安全环保的先进管理经验。

- 加强碳足迹相关工作

关注国际碳足迹政策和标准制定动向；

协会加强与国家主管部门联系，开展碳足迹培训交流，参与相关标准制订。



五、我国氟化工产业发展展望



3) 创新发展

模仿创新已经不适应时代要求，必须以新质生产力为核心驱动力，推动产业向高端化、差异化、可持续方向升级，促进我国氟化工行业的高质量发展。

● 市场需求与进口替代导向

市场需求导向。开发市场所需的专用特种功能含氟聚合物；

国家需求导向。聚焦高依存度进口材料，突破“卡脖子”领域；满足国家重大工程需求的课题攻关。

重点攻关方向和课题（略）。

五、我国氟化工产业发展展望



3) 创新发展

● 基础研究与应用转化协同

联合高校/科研院所加强基础研究，补强基础研究短板，优化含氟聚合性能。

结合市场调研开发场景化解决方案，加强应用研究。

建设产学研成果转化平台，强化中试验证，缩短研发周期。

加强设备与工艺创新，提高质量和效率，满足高端化品种生产需要。连续化工艺与装备升级，替代传统釜式工艺，提高聚合物产品质量稳定性。

加强关联企业协调，推动“资源-工艺-环保”全链条创新。

五、我国氟化工产业发展展望



3) 创新发展

- 加强知识产权保护

增知识产权法律意识，建立氟化工产业专利池，有效激发行业创新活力。

- 主导标准制定提升国际竞争力

鼓励企业参与ISO/TC 61（塑料技术委员会）、IEC/TC 124（电子化学品标准组），参与ISO、SEMI国际标准制定，推动国产氟材料纳入全球供应链认证体系。

支持企业申请PCT专利并转化为国际标准。

五、我国氟化工产业发展展望

4) 健康发展

- 产业协调发展，规避同质化竞争

完善产能预警机制。建立动态监测平台，设定产能利用率预警阈值，通过行业协会平台实时发布。促进氟化工行业有序发展。

支持企业兼并重组。



五、我国氟化工产业发展展望



4) 健康发展

● 保障产业链安全与内循环韧性

推广共伴生萤石资源、磷肥副产氟硅酸高效综合利用、半导体行业含氟废水的氟资源利用技术，降低萤石对外依存度；

补齐氟化工产业链短板，如自主开发特种含氟单体、新型制冷剂、电子级氟材料等等；

内循环协同网络建设，支持构建“氟矿-氢氟酸-高端聚合物-终端应用”区域产业集群。

五、我国氟化工产业发展展望

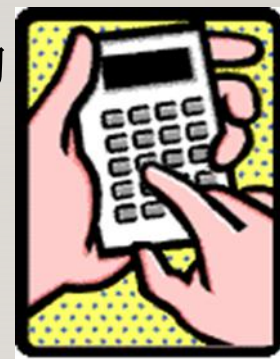
5) 重视PFAS动向的关注和对策研究

- 风险预警与投资决策优化

国际动态追踪，重点关注欧盟REACH法规、美国《PFAS行动计划》及UNEP全球限排谈判进展，定期发布《全球PFAS监管动态报告》；

行业应规避高风险PFAS相关产品；

技术路线调整，开发短链/可降解氟材料，替代持久性PFAS，降低生产过程中的环境风险。

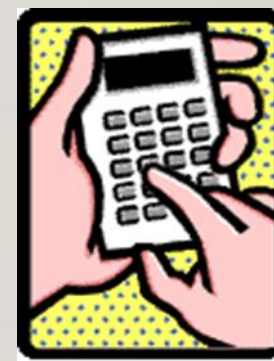


五、我国氟化工产业发展展望

5) 重视PFAS动向的关注和对策研究

- 强化国际合作

与国际组织（如UNEP、OECD）建立信息共享机制，及时获取PFAS替代技术进展；协会定期举办国际氟化工会议，交流国际PFAS动态信息。



欢迎探讨

谢谢！

