

## 化工/氟化工

优于大市（维持）

### 证券分析师

李骥

资格编号：S0120521020005

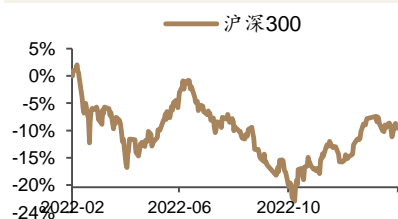
邮箱：lij3@tebon.com.cn

### 研究助理

沈颖洁

邮箱：shenyj@tebon.com.cn

### 市场表现



### 相关研究

1. 《化工行业周报（20230210-20230217）-美国俄亥俄州发生重大有毒化学物质泄漏事故，14 部门发文强调切实保障煤炭、天然气等化肥生产要素供应》，2023.2.19
2. 《半导体去库存将牵动复苏态势，多省规划集成电路产业发展之策》，2023.2.19
3. 《化工行业周报（20230203-20230210）-精细化学品领域实现新突破，科思创成功启动世界级氯气工厂》，2023.2.12
4. 《美国 2023 年计划新增 29.1GW 公用事业光伏发电，11 万吨/年锂电电解液溶剂项目开工》，2023.2.12
5. 《可降解塑料又一国家标准出台，2022 年半导体销售额再创新高》，2023.2.5

# 氟化工产业链：制冷剂至暗时期已过，高附加值含氟聚合物快速放量，氟化工迎来景气周期

## 投资要点：

- **萤石资源为不可再生的稀缺性资源。**作为重要的不可再生资源，萤石在全球范围内储量有限。目前全球查明萤石资源储量约 3.2 亿吨，其中南非、墨西哥、中国、蒙古四国萤石储量位居世界前列，而日本、美国、印度等地基本没有萤石资源；目前全球萤石资源产量约 824 万吨，其中中国为世界最大的萤石产出国，其萤石产量高达世界萤石总产量的 66%，而美国、欧盟等地资源面临耗尽，出于保护有限资源的目的现已停止开采。我国的萤石开采产业目前仍然存在着较多问题，随着相关政策的出台，我国萤石矿产的开采条件渐趋严格。
- **我国电子级氢氟酸进入快速发展时期，但对高纯级品类的进口依赖性仍较高。**1931 年起，我国的无水氢氟酸实现工业化生产，为国内高纯电子级氢氟酸的实现提供了重要保障，逐渐打破电子级氢氟酸完全依赖进口的局面。我国电子级氢氟酸产能正持续提高，2020 年国内产能为 27 万吨，2010-2020 年年均复合增长率约 15.4%。面板、半导体领域对电子级氢氟酸要求较高，制备技术壁垒高，工艺难以突破，目前我国出口的电子级氢氟酸产品都偏低端。
- **三代制冷剂配额收官之年，逐步走向市场化。**2020 年我国步入三代制冷剂基准年时期，国内各氟制冷剂厂商正通过提前布局扩张产能、降低产品价格刺激销量等方式扩大市场份额，导致三代制冷剂产品暂时面临产能过剩和市场竞争激烈的局面。目前三代制冷剂产能大幅扩张阶段结束，下游消费需求逐步恢复，供应过剩的局面逐步得到改善，制冷剂价格已步入增长区间。随着行业集中度的不断提升，预期龙头企业盈利表现将逐步改善，行业整体将迈入景气周期。
- **新能源发展带动含氟聚合物需求，我国氟化工产业朝高附加值方向迈进。**近年来，下游需求的持续增长驱动氟化工企业积极扩张 PVDF 产能。由于 PVDF 是动力电池和 3C 电子产品电池里不可或缺的关键材料之一，在新能源汽车及 3C 消费电子的带动下，PVDF 用于锂电池和半导体工业的柔性管道等方面的需求持续快速增长。据联创股份，PVDF 扩产周期较长，一般需要 2 至 3 年左右，且 R142b 是生产 PVDF 的重要原材料，生产一吨 PVDF 需要消耗 1.8 吨左右的 R142b。根据《蒙特利尔协定书》的规定，目前我国正处于二代制冷剂配额削减期，R142b 的生产配额受到严格管控，在下游需求旺盛的情况下，PVDF 将持续维持供不应求的状态。
- **风险提示：**制冷剂下游需求受疫情影响萎缩；新能源对含氟聚合物需求不及预期；原材料价格波动风险。

## 内容目录

1. 萤石：氟化工的源头 .....	6
1.1. 萤石全球范围内储量有限且分布不均 .....	6
1.2. 中国是世界最大的萤石产出国，占据原料优势 .....	8
2. 氢氟酸：氟产业链中最重要的中间体 .....	11
2.1. 氢氟酸供给端环保方面承压，受政策影响较大 .....	12
2.2. 电子级氢氟酸是氢氟酸的高端产物 .....	12
2.2.1. 电子级氢氟酸主要应用于集成电路领域 .....	13
3. 制冷剂：氟化工体量最大的下游 .....	15
3.1. 制冷剂发展历程 .....	15
3.1.1. 历代制冷剂简介 .....	15
3.1.2. 制冷剂更新换代历程 .....	16
3.1.3. 第三代制冷剂在我国迎来快速推广时期 .....	17
3.2. 制冷剂上下游分析 .....	19
3.2.1. 上游萤石供给端受限 .....	19
3.2.2. 下游汽车、空调消费端 .....	20
4. 含氟聚合物：多点开花的高附加值氟化工产品 .....	21
4.1. PTFE 是含氟聚合物中最重要的消费品 .....	22
4.1.1. PTFE 性能优异，应用前景广阔 .....	22
4.1.2. 国内 PTFE 起步较晚，当前仍处成长期 .....	23
4.2. PVDF 供应受限，下游推动景气度高 .....	25
4.2.1. PVDF 性能优越，应用领域广泛 .....	25
4.2.2. PVDF 短期产能扩张有限，预期未来供需持续偏紧 .....	26
4.2.3. PVDF 应用广泛，主要下游需求稳步增长 .....	26
5. 风险提示 .....	31

## 图表目录

图 1: 2019 年全球萤石消费结构 .....	6
图 2: 氟化工行业流程图 .....	6
图 3: 世界萤石矿产资源储量变动 (万吨) .....	7
图 4: 世界萤石资源产量变动 (万吨) .....	7
图 5: 世界主要国家萤石储备情况 (2020) .....	7
图 6: 世界主要国家萤石产出情况 (2020) .....	7
图 7: 2020 年主要萤石产出国储采比 .....	8
图 8: 2011-2020 年我国萤石储采比 .....	8
图 9: 我国萤石进出口量变动情况 .....	8
图 10: 我国萤石主要进口地区 (2021 年) .....	9
图 11: 我国萤石主要出口地区 (2021 年) .....	9
图 12: 中国萤石矿区带图 .....	9
图 13: 中国萤石生产企业分布图 .....	10
图 14: 国内萤石企业分布情况 .....	10
图 15: 2021 年我国氢氟酸下游消费结构 .....	11
图 16: 无水氢氟酸企业所在区域分析 .....	12
图 17: “十三五”期间我国湿电子化学品消费结构 .....	12
图 18: 国内电子级氢氟酸下游需求结构 .....	13
图 19: 2010-2020 年我国电子级氢氟酸产能 .....	14
图 20: 制冷剂发展历程概述 .....	15
图 21: 制冷剂削减计划及基本措施 .....	15
图 22: 二代制冷剂削减流程示意图 (蒙特利尔议定书) .....	16
图 23: 三代制冷剂削减流程示意图 (基加利修正案) .....	16
图 24: 我国二代制冷剂 R22 产能布局 .....	18
图 25: 我国三代制冷剂 R125 产能布局 .....	18
图 26: 我国三代制冷剂 R32 产能布局 .....	18
图 27: 我国三代制冷剂 R134a 产能布局 .....	18
图 28: 制冷剂产业链 .....	19
图 29: 我国 R125 产能情况 (吨) .....	20
图 30: 我国 R32 产能情况 (吨) .....	20
图 31: 我国 R134a 产能情况 (吨) .....	20
图 32: 三代制冷剂总体产能变动 .....	20

图 33: 2021 年我国 R22 下游需求结构 .....	20
图 34: 2021 年我国 R134a 下游需求结构 .....	20
图 35: 我国空调产量变动 (万台) .....	21
图 36: 我国空调销量变动 (万台) .....	21
图 37: 我国汽车产销量变动 (万台) .....	21
图 38: 我国汽车保有量变动 (亿台) .....	21
图 39: 全球含氟聚合物结构 .....	22
图 40: PTFE 相关产品图 .....	23
图 41: 悬浮聚合法合成 PTFE 流程 .....	23
图 42: 分散聚合法合成 PTFE 流程 .....	23
图 43: PTFE 进出口情况图 .....	24
图 44: 国内 PTFE 产能情况 .....	24
图 45: 国内 PTFE 产销量变动情况 .....	24
图 46: PTFE 乳液和细粉应用于高频覆铜板的制作 .....	25
图 47: PTFE 绝缘电缆 .....	25
图 48: VDF 生产流程简图 .....	25
图 49: PVDF 生产流程简图 .....	25
图 50: 2016-2021 年国内 R142b 生产配额情况 .....	26
图 51: 2022 年 1-11 月国内 PVDF 下游需求结构 .....	26
图 52: 2015-2021H1 我国锂离子电池产量及增速 .....	27
图 53: PVDF 在锂离子电池中的应用 .....	27
图 54: 2016-2021 年我国锂电池正极材料市场规模图 .....	27
图 55: 2017-2022 年中国锂电池正极材料出货量预测图 .....	27
图 56: 阿科玛 PVDF 产品在锂电池中的应用 .....	28
图 57: 锂离子电池成本结构 .....	28
图 58: 单玻太阳能电池组件结构示意图 .....	28
图 59: 2019-2025 年不同背板胶膜市场占有率变化趋势 .....	29
图 60: 2014-2021 年中国光伏新增装机量 .....	29
图 61: 2015-2021H1 我国涂料产量变动 .....	30
表 1: 萤石主要产品及其用途 .....	6
表 2: 我国萤石资源的六大特点 .....	9
表 3: 我国萤石资源开采及进出口相关政策 .....	10

表 4：电子级氢氟酸按纯度划分为 5 个等级.....	13
表 5：历代制冷剂介绍.....	15
表 6：主要制冷剂的 ODP 值和 GWP 值 .....	16
表 7：我国主要 HFCs 制冷剂性能对比 .....	17
表 8：制冷剂安全等级.....	18
表 9：太阳能背板主要类型介绍 .....	29

## 1. 萤石：氟化工的源头

萤石（ $\text{CaF}_2$ ）旧称氟石，是自然界含氟量最高的矿物之一，也是氟化学工业的重要原料。其不仅被运用于冶金、建材、光学工业等传统领域，在新能源、新材料、医药、国防等战略性新兴产业的应用也愈加广泛。作为一类稀缺性的不可再生资源，萤石先后被中国、美国、欧盟等国家或地区列入战略性矿产或关键性矿产。

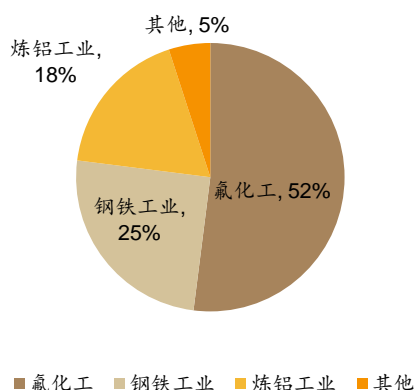
表 1：萤石主要产品及其用途

产品名称	氟化钙含量	主要用途
酸级萤石精粉	$\geq 97\%$	主要作为氟化工产业链的原料
冶金级萤石精粉	$\geq 75\%$	主要用于制作球团，替代高品位萤石块矿，作为助熔剂、排渣剂，用于钢铁等金属的冶炼
高品位萤石块矿	$\geq 65\%$	主要用于钢铁等金属的冶炼，及陶瓷、水泥的生产
普通萤石原矿	$\geq 30\%$	主要用于生产萤石精粉

资料来源：金石资源公司公告，德邦研究所

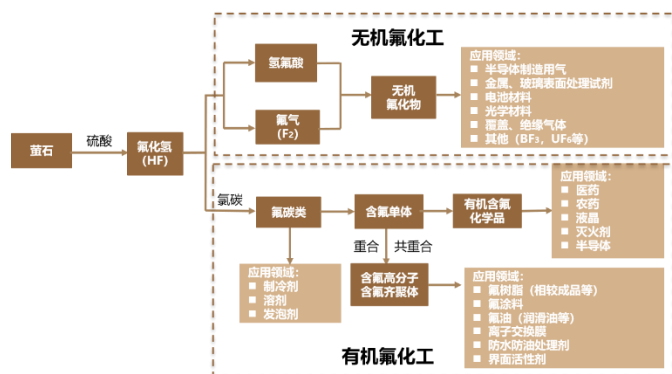
萤石矿产的应用领域广泛。除钢铁、电解铝、水泥等传统领域以外，萤石在氟化工领域的消耗占比高达 52%，其终端产品可运用于半导体、制冷剂、新材料及锂电池制造等高新技术产业。受益于我国氟化工行业的蓬勃发展，预期未来氟化工行业对萤石的需求量将不断增大。

图 1：2019 年全球萤石消费结构



资料来源：《萤石资源现状及战略性价值分析》李敬、张寿庭等，德邦研究所

图 2：氟化工行业流程图



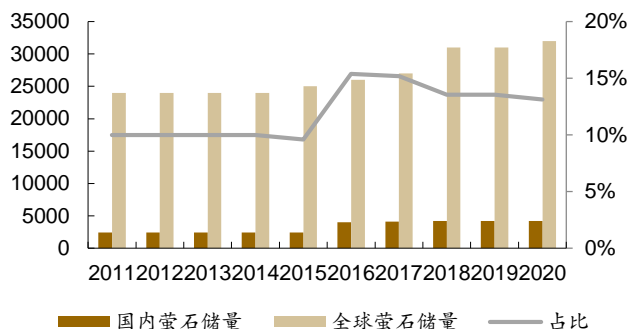
资料来源：《萤石资源现状及战略性价值分析》李敬、张寿庭等，德邦研究所

### 1.1. 萤石全球范围内储量有限且分布不均

作为重要的不可再生资源，萤石在全球范围内储量有限。目前全球查明萤石资源储量约 3.2 亿吨，其中墨西哥、中国、南非、蒙古四国萤石储量位居世界前列；2020 年全球萤石资源产量约 824 万吨，其中中国为世界最大的萤石产出国，其萤石产量高达世界萤石总产量的 65.53%。

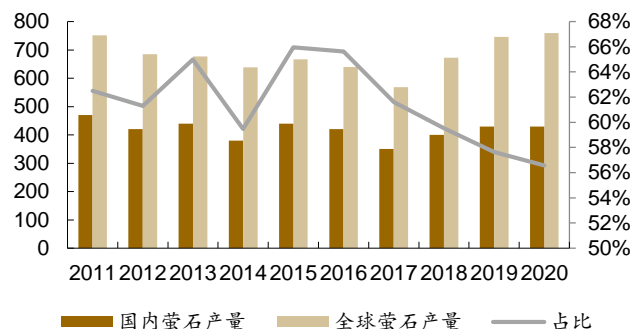


图 3：世界萤石矿产资源储量变动（万吨）



资料来源：USGS，德邦研究所

图 4：世界萤石资源产量变动（万吨）

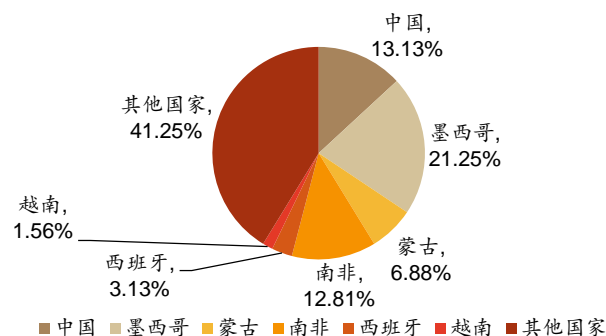


资料来源：USGS，德邦研究所

萤石资源在全球范围内分布不均。根据美国地质调查局（USGS）调查数据，截至 2020 年，世界有四十多个国家分布具有工业价值的萤石矿床。从区域分布来看，世界萤石矿床主要分布于环太平洋成矿带。据 USGS 测算，环太平洋成矿带的萤石储量占世界萤石总储量的 50% 以上，储备较为丰富的国家主要有墨西哥、中国、南非及蒙古四国，储量占比分别为 21.25%，13.13%，12.81%，6.88%。

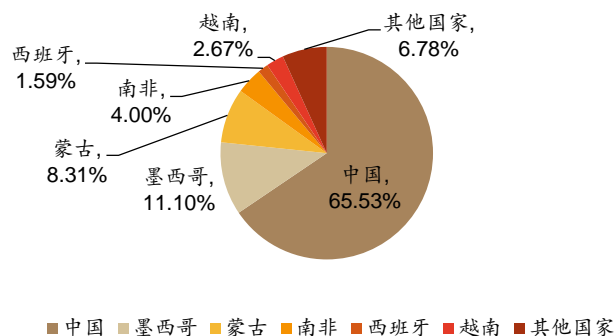
受制于萤石资源分布的不均衡，世界萤石产量也高度集中于部分萤石资源较为丰富的国家。据美国地质调查局《MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022》统计数据，中国、南非、墨西哥及蒙古等资源储备相对丰富的发展中国家为世界萤石资源的主要产出国，2020 年四国合计供应量占市场份额的 89%，其中中国位居世界萤石供应量首位，高达世界总产量的 65% 以上。

图 5：世界主要国家萤石储备情况（2020）



资料来源：USGS，德邦研究所

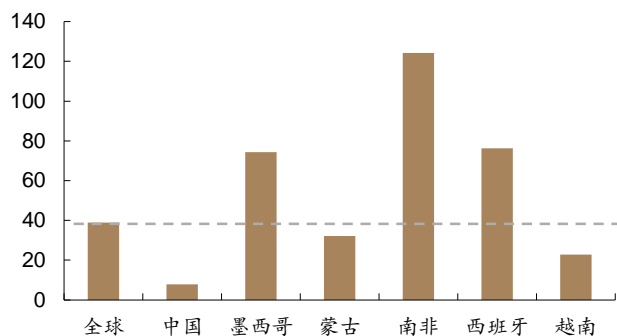
图 6：世界主要国家萤石产出情况（2020）



资料来源：USGS，德邦研究所

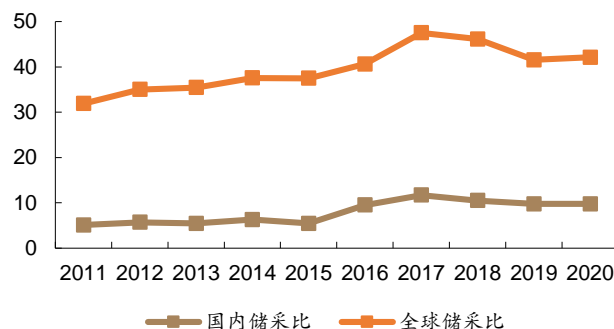
我国萤石资源的储采比远低于全球平均水平。2020 年我国萤石储量仅占世界总储量的 13.13%，而产量占比却高达 65% 左右。当前我国萤石资源储采比仅为 7.78，远低于世界平均水平 38.83，储采量之间的失衡严重影响到我国萤石行业的可持续发展。目前我国萤石资源的开采存在“低储量，高产量”的问题，造成这一问题的主要原因是我国萤石的消费需求相对旺盛。随着多年的开采，我国高品质、易利用的萤石资源正迅速减少，萤石正逐渐由优势资源转变为紧缺资源。

图 7：2020 年主要萤石产出国储采比



资料来源：USGS，德邦研究所

图 8：2011-2020 年我国萤石储采比

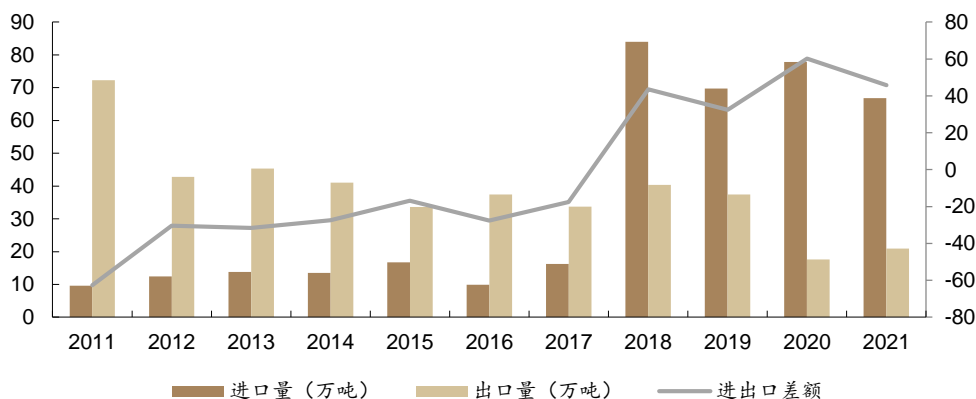


资料来源：USGS，德邦研究所

## 1.2. 中国是世界最大的萤石产出国，占据原料优势

作为世界最大的萤石产出国，我国的萤石贸易在国际上具有重要地位。自 2016 年以来，我国萤石进口量增长迅速，而萤石出口量则总体呈现下滑趋势。2018 年我国萤石进口量同比增长 417.5%，进口量首次超过出口量，萤石资源由净出口矿种转变为净进口矿种。

图 9：我国萤石进出口量变动情况

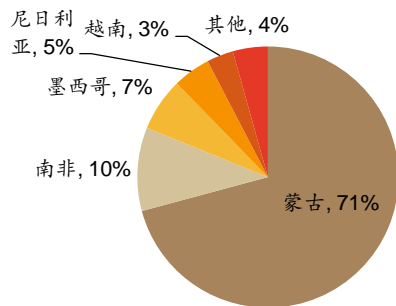


资料来源：智研咨询，中国海关，德邦研究所

我国萤石矿产的进出口贸易主要集中于亚洲地区。就出口贸易而言，目前我国萤石矿出口贸易区域多集中于北半球的亚洲和欧洲，前三出口国占比为日本 25%、印尼 24%、韩国 16%。就进口贸易而言，蒙古、墨西哥等国家是我国萤石资源的主要进口来源，前三大进口国及占比分别为蒙古 71%、南非 10%、墨西哥 7%，从上述地区进口大量优质廉价的萤石原矿能够有效地降低国内氟化工企业的生产成本，同时也规避了萤石开采过程中产生的环境成本。

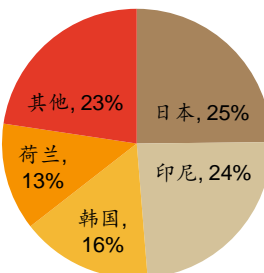


图 10：我国萤石主要进口地区（2021 年）



资料来源：中国海关，智研咨询，德邦研究所

图 11：我国萤石主要出口地区（2021 年）



资料来源：中国海关，智研咨询，德邦研究所

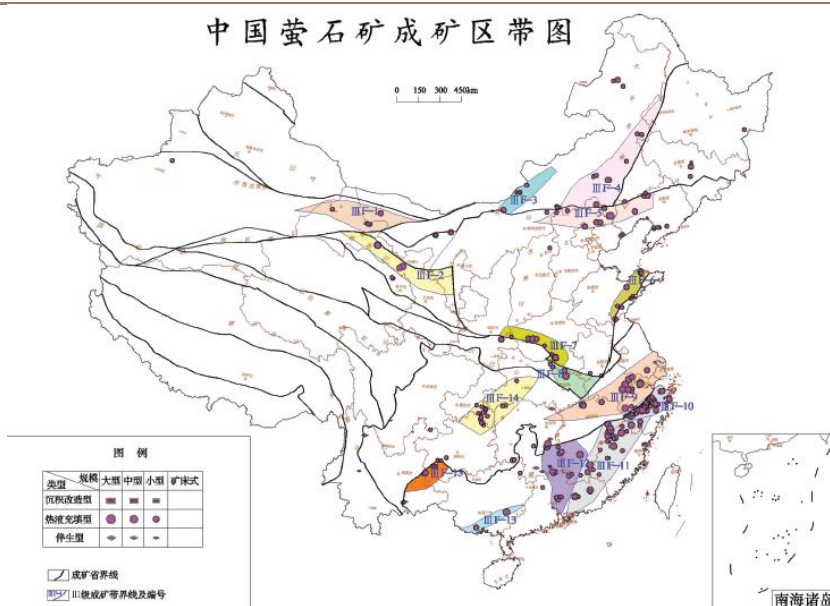
萤石矿是我国优质的矿产资源，国内萤石矿床分布广泛。与全球其他地区的萤石矿产相比，我国的萤石资源由于杂质含量较低、开采条件较好，因此多数矿床均有着较高的开采价值，我国萤石矿产在全球萤石资源中占有举足轻重的地位。

表 2：我国萤石资源的六大特点

特点	具体说明
资源丰富但勘察程度低	截至 2018 年底，我国查明储量的萤石资源为 2.5 亿吨，真正具有开发价值的约 1 亿吨，基础储量约 4200 万吨，详查与勘察的少、普查与预查的多。
分布相对集中	我国萤石矿床分布广泛且相对集中，主要分布于浙江、内蒙古、湖南、江西、福建、河南等地，大中型矿床集中分布于东部沿海、华中和内蒙古中东部，这些地区的萤石矿床数约占全国萤石矿床数的 53%，基础储量约占全国萤石总基础储量的 79%。
单一型萤石矿可利用资源储量低	中国主要萤石矿床 230 处，其中单一型矿床 190 处，占总矿床数的 83%，占总储备量的 57%；而与铅、锌、钨、锡、铁、稀土伴生型萤石矿床数为 40 处，占总矿床数不到 20%，占总储备量的 43%。
富矿少贫矿多	在查明资源总量中，单一型萤石矿的平均 $\text{CaF}_2$ 品位在 35%-40% 左右， $\text{CaF}_2$ 品位大于 65% 的富矿资源量仅占单一萤石矿床总量的 20%， $\text{CaF}_2$ 大于 80% 的高品位富矿总量不到 10%。
伴生萤石矿 $\text{CaF}_2$ 含量低	伴生萤石矿 $\text{CaF}_2$ 含量一般在 26% 以下，主要分布在湖南、云南。主要是钨、锡、铅锌矿、铁的伴生矿，利用程度低。

资料来源：华经产业研究院，我的煤炭网，德邦研究所

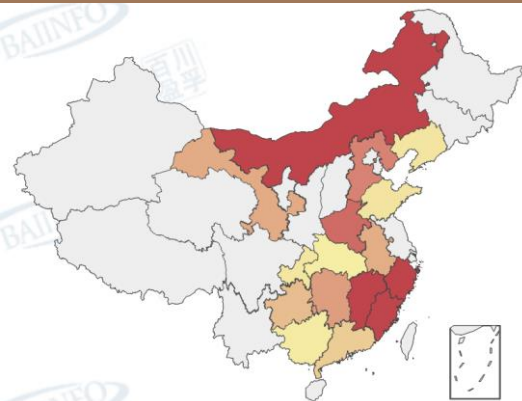
图 12：中国萤石矿成矿区带图



资料来源：《中国萤石矿床成矿规律》王吉平、商朋强，德邦研究所

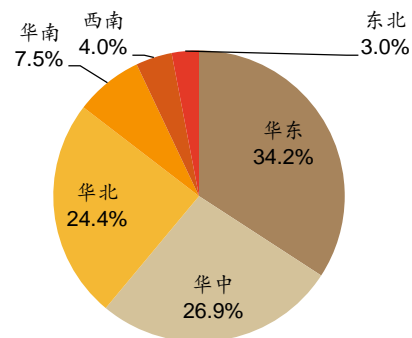
现有的萤石矿区主要分布在浙江、福建、湖南、江西、内蒙古和河南等地带；萤石下游产品加工企业主要分布在浙江中西部、江苏南部、福建西部、河南北部、山东东部等地。

图 13：中国萤石生产企业分布图



资料来源：百川盈孚，德邦研究所  
注：颜色越深代表所在区域萤石企业越多

图 14：国内萤石企业分布情况



资料来源：卓创资讯，德邦研究所

随着相关政策的出台，我国萤石矿产的开采条件渐趋严格。近年来伴随着产业结构转型升级的落实，与矿产资源开采密切相关的生态环境保护、税收、生产安全等方面的政策和法律法规相继出台，监管强度也在不断强化，部分小企业在环保、安全等方面不达标的前提下也将被逐步关停。萤石开采企业“小散乱”的问题将得到极大改善。但同时未来法律法规的进一步落实和完善或将导致我国萤石行业的收缩，预期未来我国萤石进口量将继续增加，行业集中度将进一步增强。

表 3：我国萤石资源开采及进出口相关政策

时间	机构	政策	具体条例
2010.01	国务院	《关于采取综合措施对耐火粘土萤石的开采和生产进行控制的通知》	实行开采和生产总量限制；严格控制新增开采产能；积极推进产业结构调整；有效实施出口措施；提高资源税税率；加强环保监管
2010.01	国务院	《关于对耐火粘土萤石准入标准公示的通知》	地下开采矿石量 $\geq 1$ 万吨/年，露天开采矿石量 $\geq 3$ 万吨/年；选矿单条生产线日处理矿石能力 $\geq 100$ 吨（每年按 300 天计算）
2010.02	工信部等七部委	《萤石行业准入标准》	萤石采选企业地下开采回采率应达到 75% 以上；露天开采回采率应达到 90% 以上
2010.05	财政部	《关于调整耐火粘土和萤石资源税适用税额标准的通知》	自 2010 年 6 月 1 日起，将原来萤石的资源税使用税额由原来的 3 元/吨调整为 20 元/吨
2010.05	国土资源部	《2010 年高铝粘土矿萤石矿开采总量控制指标的通知》	明确 2010 年我国萤石矿开采总量为 1100 万吨（矿石量）
2011.09	工信部	《耐火粘土萤石行业准入公告管理暂行办法》	对萤石矿山开采、生产企业实行行业准入公告管理
2012.06	工信部	《氟化氢生产企业准入公告管理暂行办法》	对氟化氢产业实行行业准入管理
2012.12	工信部		公布《萤石行业准入标准》生产线名单（第一批）
2013.08	工信部		公布《萤石行业准入标准》生产线名单（第二批）
2016.05	财政部、国税局	《关于全面推进资源税改革的通知》	萤石资源矿税按应税产品销售额（不含运杂费）的 3.05% 计缴
2016.11	国土资源部	《全国矿产资源规划（2016-2020 年）》	将萤石列入“战略性矿产名录”
2016.12	工信部		公布《萤石行业准入标准》生产线名单（第三批）
2017.05	国土部、环保部等六部	《关于加快建设绿色矿山的实施意见》	推动新建矿山按照绿色矿山标准要求进行规划、设计、建设和运营管理
2017.06	发改委	《外商投资产业指导目录（2017 年修订）》	禁止外商投资钨、钼、锡、锑、萤石勘察、开采
2019.01	工信部	《萤石行业规范条件（征求意见稿）》	推进萤石行业结构调整：新建萤石开采项目的开采矿石量不低于 5 万吨/年
2019.10	发改委	《产业结构调整指导目录（2019 年）》	限制新建氟化氢

2020 年	工信部	《萤石行业生产技术规范》等 2 项强制性国家标准制定计划（征求意见稿）	公开征集对《萤石行业生产技术规范》强制性国家标准计划项目的意见
2021 年	工业和信息化部、中央网络安全和信息化委员会办公室、国家发展和改革委员会、教育部等部门	《5G 应用“扬帆”行动计划(2021-2023 年)》	推广 5G 在能源矿产、金属矿产、非金属矿产等各类矿区的应用,拓展采矿业远程控制、无人驾驶等 5G 应用场景,推进井下核心采矿装备远程操控和集群化作业、深部高危区域采矿装备无人化作业、露天矿区实现智能连续作业和无人化运输
2022 年	自然资源部	《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发〔2022〕142 号)	通知首次明确了生态保护红线内陆质调查与矿产资源勘查开采的管控管理,对于我国资源安全和矿产资源开发利用具有重要的意义
2022 年	中关村绿色矿山联盟	《小型绿色矿山建设规范》(T/GRM 052—2022)	该《规范》共分 8 个部分,规定了固体矿产小型绿色矿山建设的总体要求和矿区布局与设施设备、资源开发利用、矿山生态环境、企业规范化管理等要求,主要适用于矿山生产建设规模为小型的新建、改建、扩建和生产矿山的绿色矿山建设、评估、认定、认证、核查等工作
2022 年	国家发展改革委、商务部	《鼓励外商投资产业目录(2022 年版)》	鼓励外商投资非金属矿物制品业,以及非金属矿山尾矿综合利用新技术开发与应用及矿山生态恢复项目

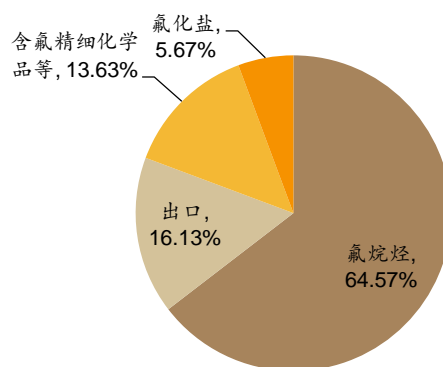
资料来源:《关于中国萤石矿产业发展的思考》许海、刘海涛,观研报告网,德邦研究所

## 2. 氢氟酸：氟产业链中最重要的中间体

氢氟酸是制备许多重要工业物和聚合物的重要原料，广泛用于电子电器、医药、冶金、化工、轻工、农药、日用、建筑和军事等领域。氟化氢常态下为无色、有刺激性气味的有毒气体，其水溶液氢氟酸是氟化工产业链中最重要的中间体，具有强烈的腐蚀性，属有毒危化品。氢氟酸主要通过硫酸作用于萤石制成，可以作为有机氟化合物、金属氟化物的前体，也可以作为催化剂和溶剂使用，其下游主要产物主要有氟化盐、氟聚合物、制冷剂及含氟精细化学品等。

目前，我国氢氟酸的第一大应用市场是氟烃工业（主要产品是制冷剂等），占氟化氢总消耗量的 64.6%。其次是含氟精细化工，约占 13.6%。随着氟化学品的广泛应用，无水氟化氢作为最基础的氟化工产品，其市场在不断发展。冰箱、空调用的致冷剂，氟乙烯生产用的二氟一氯甲烷、医药农药中间体、氟化盐类产品、含氟电子化学品、含氟涂料、氟塑料、氟橡胶等等，近年来的发展速度都相当快。

图 15：2021 年我国氢氟酸下游消费结构



资料来源：卓创资讯，德邦研究所

氢氟酸主要可分为有水氢氟酸及无水氢氟酸。其中有水氢氟酸呈弱酸性，可作为干法、湿法氟化铝的主要原料，也可用于酸洗金属、蚀刻玻璃及硅晶体，还可

作为催化剂使用。无水氢氟酸为强酸性，主要在制作电子级氢氟酸中得到应用，是氟化工产业链中重要的生产原料，可制取有机、无机氟化物及氟制冷剂。

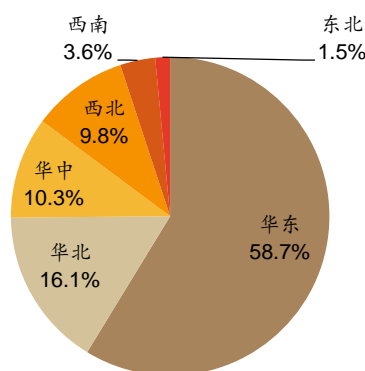
## 2.1. 氢氟酸供给端环保方面承压，受政策影响较大

由于氢氟酸属于剧毒化工品，具有强烈刺激性及腐蚀性，大部分氟化工企业使用氯化物与氟化氢反应过程中会产生有机氟化物等副产物，甚至一些氟化工企业的生产工艺中还会发生氯化、裂解、聚合等反应。整个氟化工生产中会潜在很多安全风险，需要生产企业明确氟化工生产中的危险因素，落实安全防范措施，保证生产安全。

随着近十年来环境保护及安全生产的要求逐渐清晰，国家各部委为加大氟化工行业管理力度颁布了一系列文件。相关政策对氢氟酸供应链各环节均有覆盖，尤其是对氢化氟的生产工艺及产业布局，政府出台的办法及指导意见明确要求行业优化布局、加强管理及约束，行业准入门槛不断提高。

我国氢氟酸与萤石产能分布相似，主要集中在江西、福建、浙江及内蒙古等地。当前我国氢氟酸产能共计达 266.5 万吨。

图 16：无水氢氟酸企业所在区域分析

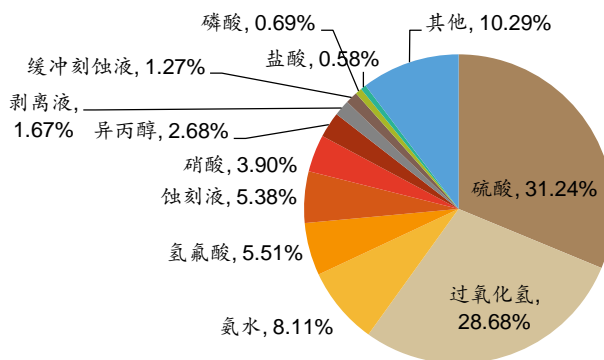


资料来源：卓创资讯，德邦研究所

## 2.2. 电子级氢氟酸是氢氟酸的高端产物

电子级氢氟酸又名高纯度氢氟酸，是半导体通用湿电子化学品之一。我国湿电子化学产品主要有过氧化氢、硫酸以及氨水和氢氟酸等。“十三五”期间我国湿电子化学品消费结构，硫酸占比 31.24%、过氧化氢占比 29%、氨水占比 8%、氢氟酸占比 5%，属较重要的湿电子化学品原料。电子级氢氟酸一般是由无水氢氟酸经化学预处理、蒸馏提纯及超滤后制得。

图 17：“十三五”期间我国湿电子化学品消费结构



资料来源：华经情报网，德邦研究所

中国大陆电子级氢氟酸产业发展起步较晚。根据用途的不同，电子级氢氟酸被分为 EL、UP、UPS、UPSS 及 UPSSS，其中 UPSS、UPSSS 是高端半导体级别。

表 4：电子级氢氟酸按纯度划分为 5 个等级

级别	EL	UP	UPS	UPSS	UPSSS
SEMI 标准	C1 (Grade1)	C7 (Grade2)	C8 (Grade3)	C12 (Grade4)	Grade5
金属杂质 (ppb)	≤1.0	≤0.5	≤0.5	≤0.2	需双方协议
控制粒径 (μm)	≤25	≤25	≤5	需双方协议	需双方协议
适应 IC 线宽范围 (μm)	>1.2	0.8-1.2	0.2-0.6	0.09-0.2	<0.09
适用 IC 集成度	-	1M、4M	16M、64M、256M	1G、4G、16G	64G
主要应用	光伏太阳能电池	分立器件	平板显示、LED、微米集成电路	半导体集成电路	半导体集成电路 12 寸晶圆

资料来源：华经情报网，德邦研究所

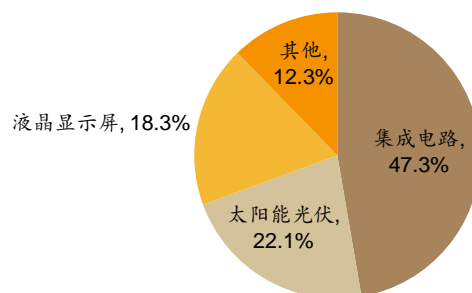
据氯碱工业《电子级氢氟酸技术发展分析》，集成电路的可靠性、制备的成品率、电性能都非常依赖电子级氢氟酸的纯度和洁净度，故而下游微电子行业对电子级氢氟酸性能要求的不断提高，推动相应检测技术的快速提升。目前主要的电子级氢氟酸检测技术有：金属杂质检测技术、颗粒检测技术及非金属杂质检测技术。

### 2.2.1. 电子级氢氟酸主要应用于集成电路领域

电子级氢氟酸主要用于集成电路、太阳能光伏及液晶显示屏三大领域的芯片清洗和蚀刻，还可以作为分析试剂制备高纯度的含氟化学品。其中，集成电路领域为最大下游应用领域，占比约 47%。电子级氢氟酸行业欣欣向荣，处于快速发展的阶段。

图 18：国内电子级氢氟酸下游需求结构



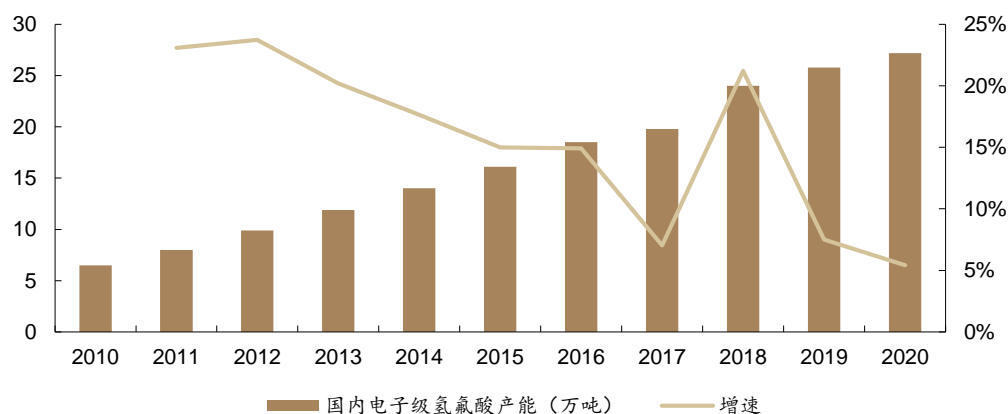


资料来源：产业信息网，德邦研究所

近年来，我国电子级氢氟酸产能持续提高。2020 年国内产能为 27 万吨，2010-2020 年年均复合增长率约 15.4%。尽管 2019-2020 年增速有所下降，但电子级氢氟酸应用于半导体企业的芯片制造，其品质对集成电路的成品率、电性能及可靠性均有十分重要的影响。

在“中国芯”趋势推动、国家政策和市场需求的指引下，国内电子级氢氟酸企业或将大力推进“产学研”用平台建设，建立集科研、生产、智能控制为一体的专业电子化学品配套体系，培养一批面向产业开发、实践经验丰富的高端人才，打破目前国内电子级氢氟酸行业内生产区域分散、碎片多、核心技术零散以及投入少的局面，我国高纯级电子级氢氟酸的研发水平及产能将再上一层楼。

图 19：2010-2020 年我国电子级氢氟酸产能



资料来源：观研天下，德邦研究所

### 3. 制冷剂：氟化工体量最大的下游

制冷剂，又称冷媒，是空调热泵以及冷冻冷藏系统中循环流动以实现能量转换的重要媒介。制冷剂可以在蒸汽压缩式制冷循环系统中通过相变来实现热量的吸收与释放，因此被广泛运用于工商、家电、汽车空调等领域。目前制冷剂可以分为自然制冷剂和人工合成制冷剂两大类。自然制冷剂主要有无机化合物类（例如NH<sub>3</sub>、CO<sub>2</sub>等）和碳氢化合物类（如乙烯、丙烷、异丁烷等）；人工合成制冷剂中的典型代表是卤代烃类物质，如氯氟烃（CFCs）、氢氯氟烃（HCFCs）以及氢氟烃（HFCs）等。受益于低毒、不燃及稳定等特性，人工合成的含氟制冷剂迅速占据市场的主体地位。

#### 3.1. 制冷剂发展历程

##### 3.1.1. 历代制冷剂简介

制冷剂发展时间近百年，迄今为止共经历了四代技术的变革。最早出现的第一代制冷剂为氯氟烃类（CFCs）类物质，但随着研究的不断深入，氟氯烷烃被认为是导致臭氧层破坏的主要因素，因此目前已停止使用；第二代制冷剂氢氯氟烃（HCFCs）类物质以最为人们熟知的R22为代表，该类物质虽然对臭氧层的破坏较小，但仍然会造成温室效应，因此在全球范围内正在被逐步淘汰；第三代制冷剂氢氟烃（HFCs）类物质兼具优质的制冷效能与环保特性，但大量使用仍会导致全球气候变暖，第三代制冷剂在全球范围内应用广泛，目前正处于淘汰初期；第四代制冷剂主要是指氢氟烯烃（HFOs）类物质，该类物质对气候的危害极低，被认为是未来可替代HFCs的新一代制冷剂，但由于当前HFOs制冷剂本身的高成本以及对技术和设备要求较高，目前尚未进入规模化运用。现阶段制冷剂正向安全、高效、经济的方向高速发展。

图 20：制冷剂发展历程概述

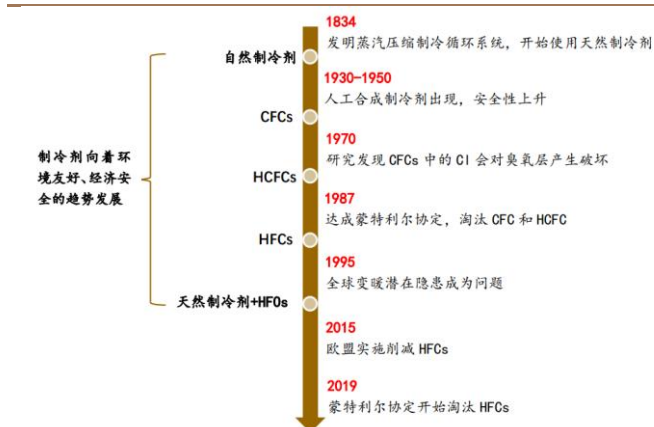
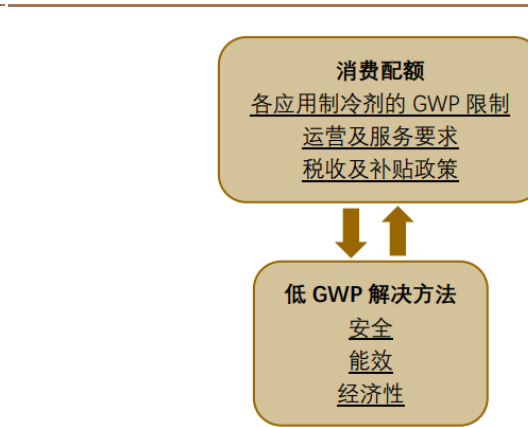


图 21：制冷剂削减计划及基本措施



资料来源：《2020年丹佛斯制冷剂全球发展趋势白皮书》，德邦研究所

资料来源：《制冷剂的可持续发展与未来》黄志华，德邦研究所

表 5：历代制冷剂介绍

代系	类别	细分产品	环保性	目前使用情况
第一代	氯氟烃类（CFCs）	R11, R12, R113, R114, R115, R500, R502	严重破坏臭氧层	2010年全球范围内已淘汰并禁产，我国生态环境部明确聚氨酯行业使用R11的违法认定
第二代	氢氯氟烃（HCFCs）	R22, R123, R141b	长期来看严重破坏臭氧层	发达国家已接近完全淘汰，发展中国家目前正处于减产状态
第三代	氢氟烃（HFCs）	R134a, R125, R32, R410a	对臭氧层无影响，但温室效应远高于二氧化碳	目前正处于淘汰初期



第四代	氢氟烯烃（HFOs）	R1234yf, R1234ze	环境友好程度高，对臭氧层无影 响，温室效应低于第三代制冷剂	制冷剂本身、相关专利与设备成本高，易燃， 目前仍处于研发阶段
-----	------------	------------------	-------------------------------	--------------------------------

资料来源：华经情报网，德邦研究所

### 3.1.2. 制冷剂更新换代历程

1987 年颁布的《蒙特利尔协定书》旨在通过限制对臭氧层有破坏作用的氟代烃类物质的生产及消费，以促进制冷剂行业向着环保安全的方向发展。协定书以臭氧层消耗潜值（ODP）和全球变暖潜值（GWP）作为衡量制冷剂环保性的主要标准。其中 ODP 以 R11 的臭氧破坏影响作为标准，规定 R11 的臭氧层消耗潜值为 1，GWP 则以 CO<sub>2</sub> 作为参照气体并设定其气候变暖潜值为 1，其他制冷剂的 ODP 值和 GWP 值可以通过与参照气体的比较获取。

目前制冷剂替代品研究以降低 ODP 值和 GWP 值为目标。自《蒙特利尔协定书》签订以来，各国纷纷展开对 CFCs 和 HCFCs 类制冷剂替代品的研究。在 1997 年《京都议定书》签订之前，对 CFCs 和 HCFCs 类制冷剂替代品的研究主要以保护臭氧层为目的。由于氟化温室气体导致全球显著变暖，《京都议定书》将替代 CFCs 和 HCFCs 的 HCFs 类物质列入限控物质清单中，并明确要求发达国家率先控制 HCFs 类物质的使用及排放。这一系列协定对制冷剂的替代研究提出了更加严格的要求。因此理想的制冷剂除了应具有较低的 ODP 值和 GWP 值以外，还应当具有良好的安全性、经济性及优良的热传导性，应当以环保与安全兼顾为制冷剂研发的最终目标。

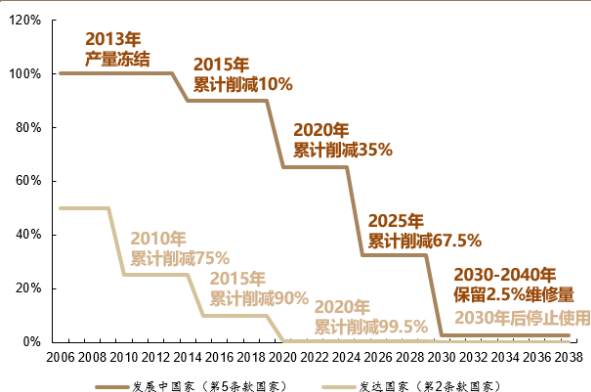
表 6：主要制冷剂的 ODP 值和 GWP 值

代系	类别	主要产品	ODP 值 (R11=1)	GWP 值 (CO <sub>2</sub> =1)	主要用途
第一代	氟氯烷烃 (CFCs)	R11	很高	很高	已被禁用
第二代	氢氟氯烃 (HCFCs)	R22	0.055	1810	用于工业、商业、家庭空调系统制冷剂以及含氟高分子材料原材料
		R134a	0	1430	主要用作汽车空调系统制冷，也可用于冰箱、中央空调、商业制冷
第三代	氢氟烃 (HFCs)	R125	0	3500	主要用于混配 R404a、R507、R410a 等混合制冷剂，用于空调、商业制冷、冷水机组等行业；也可用作灭火剂
		R32	0	675	主要用于生产 R410a 等混合制冷剂
		R143a	0	3800	主要用作混配 R404a、R507 等混合制冷剂
第四代	氢氟烯烃 (HFOs)	R1234yf、R1234ze	0	较低	尚未广泛使用

资料来源：产业信息网，德邦研究所

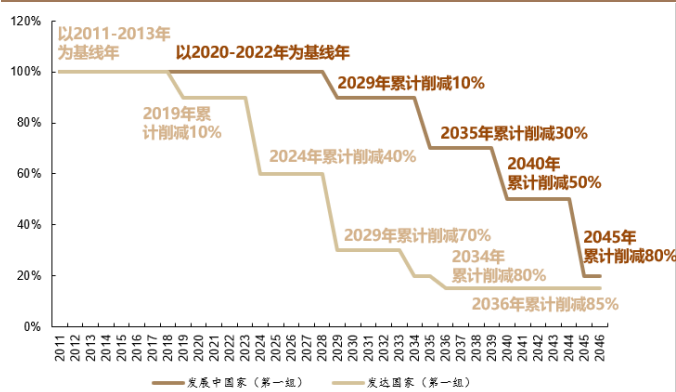
《蒙特利尔协定书》对二代及三代制冷剂的削减流程进一步做出明确规定。

图 22：二代制冷剂削减流程示意图（蒙特利尔议定书）



资料来源：《蒙特利尔议定书》，德邦研究所

图 23：三代制冷剂削减流程示意图（基加利修正案）



资料来源：《基加利修正案》，德邦研究所

**预期未来四代制冷剂将得到大规模应用。**根据《蒙特利尔协定书》以及《京都议定书》两大议定书的要求，三代制冷剂替代品的选择需要满足优良的热力性能、健康环保、可操作性强、使用过程安全这四方面要求。目前三代制冷剂的替代品以化工合成的氢氟烯烃（HFOs）类物质为主要代表，现有产品包括 R1234ze 和 R1234yf，两者都具有零 ODP 和极低的 GWP，被认为是未来可替代 HFCs 类产品的新一代制冷剂。目前第四代制冷剂在欧美市场受到广泛推广，受制于生产成本及技术限制该产品尚未在发展中国家广泛应用，随着环保要求的逐步攀升预期第四代制冷剂将占据市场主导地位。

### 3.1.3. 第三代制冷剂在我国迎来快速推广时期

**HFCs 类物质作为第三代制冷剂，是目前 HCFCs 类制冷剂的主要替代品。**第三代制冷剂以 HFC-134a(R134a)、HFC-410a(R410a)及 HFC-245fa(R245fa 发泡剂)为主要代表，其 ODP 值为 0，GWP 值较二代制冷剂显著下降。该类制冷剂与 R22（即 HCFCs 类制冷剂）在制冷量、压力等方面非常接近，在房间空调、小型商用空调等下游领域已实现对 R22 的全面替代。

表 7：我国主要 HFCs 制冷剂性能对比

项目	R22（二代）	R134a	R410a	R32	R125
分子量	86.5	102	72.6	52.02	120.02
沸点	-40.8	-26.2	-51.6	-51.7	-48.1
临界温度（℃）	96.2	101.1	4920	78.2	66.2
临界压力（MPa）	4980	4070	1653	5.8	3.63
破坏臭氧潜能值（ODP）	0.034	0	0	0	0
全球变暖潜能值（GWP）	1700	1300	1975	550	3400
应用	家庭、商业、工业制冷 汽车、中央空调、冷库 家用、商用空调 制冷空调、混合制冷剂原料 制冷空调、发泡剂、制药				
大气寿命	-	44 年	11.8 年	6 年	33 年

资料来源：《2020 年度中国制冷剂产品市场分析》高思元、韩美顺，德邦研究所

**环保性能方面：**第一代制冷剂（CFCs 类物质）被禁用的主要原因在于该类物质会在大气中分裂并释放出破坏臭氧层的氯原子。保护臭氧已经引起各国的高度重视，并且成为一项全球性的紧迫任务。HCFCs 与 CFCs 相同都会对臭氧层产生破坏，区别仅在于氯原子数目有所减少。而 HFCs 因其分子结构中不含氯原子，因此不会对臭氧层产生破坏。但第三代制冷剂仍然属于温室气体，对全球气候变暖的作用相当于 CO<sub>2</sub> 的数百倍。

**技术要求方面：**目前第四代制冷剂技术基本被欧美公司控制垄断，而国内第四代制冷剂的研发生产仍然处于中试状态，暂时无法实现规模化应用。美国霍尼韦尔与杜邦公司共同开发的 R1234yf 是目前最具商业前景的第四代制冷剂，主要用于汽车、冰箱及许多大型固定式和商用制冷设备。但专利技术被霍尼韦尔、科慕、阿科玛等欧美巨头控制垄断，国内目前第四代制冷剂生产厂家均为为外资代工，仅有生产专利，无应用专利。

**安全性方面：**行业内广泛采用 ANSI/ASHRAE 34 的制冷剂安全分类方法，根据制冷剂的毒性和可燃性对安全程度进行分类。A1 类制冷剂不可燃，且毒性较低，目前使用的大多数二代、三代制冷剂均属于 A1 类，其安全性具有较高的保障；而 A2L 类制冷剂则具有低可燃性，目前正逐步推广的四代制冷剂属于该类别，对于这些具有低毒性和可燃性的碳氢化合物则需要采取特别的防护措施，因此对于制

制冷剂厂商的基础设施及技术水平都提出了相对较高的要求，目前很少有国家能够实现四代制冷剂的大规模推广。

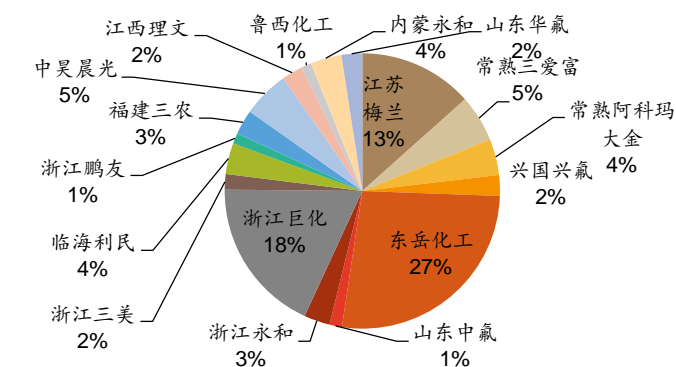
表 8：制冷剂安全等级

		A: 低毒性	B: 高毒性
1: 不可燃	A1	大多数的 HCFC 和 HFC, 如 R134a, R407C, R410a 等	B1 极少应用
2L: 微可燃	A2L	代表物 R32 以及主要使用在汽车空调中的 R1234yf 和 R1234ze	B2L 代表物 R717
2: 低易燃	A2	代表物 R152a, 很少单独使用, 经常作为混合制冷剂中的一种成分	B2 极少应用
3: 易燃	A3	代表物 R600a, R290 和 R441A	B3 不存在

资料来源：《制冷剂的可持续发展现状与未来》侯玲，德邦研究所

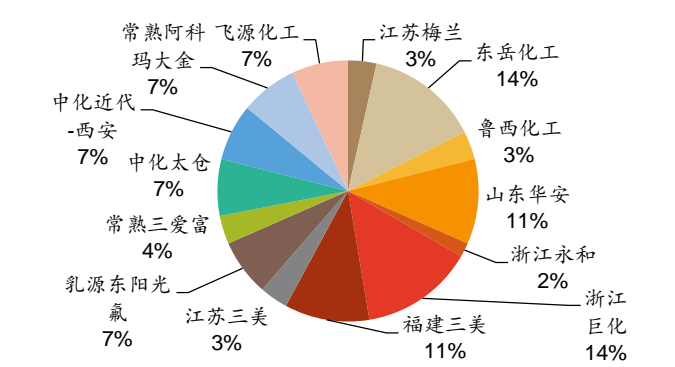
近年来在生产配额总体呈现下降趋势的情况下，国内的 R22 产能逐步向头部企业集中。其中山东东岳集团 R22 产能以 22 万吨位居最高位，巨化股份以 15 万吨位居第二，两家企业产能合计占行业总产能的比重约 45%。除了直接或者通过制备 R32、R125 而间接用于制冷剂消费用途以外，R22 还可用于生产多种含氟高分子化合物，用作原料用途的 R22 生产量不受生产配额限制，因此在行业趋紧的情况下，头部企业的话语权将进一步增强。

图 24：我国二代制冷剂 R22 产能布局



资料来源：百川盈孚，德邦研究所

图 25：我国三代制冷剂 R125 产能布局

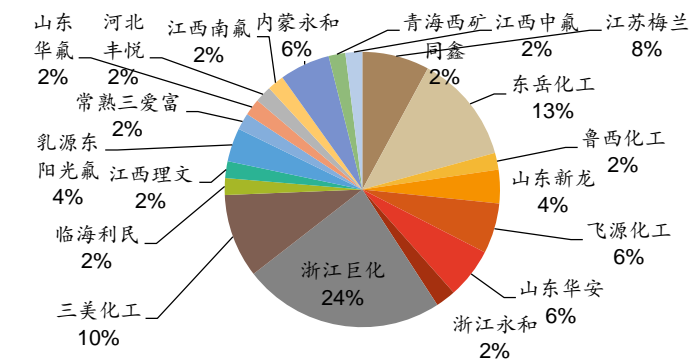


资料来源：百川盈孚，德邦研究所

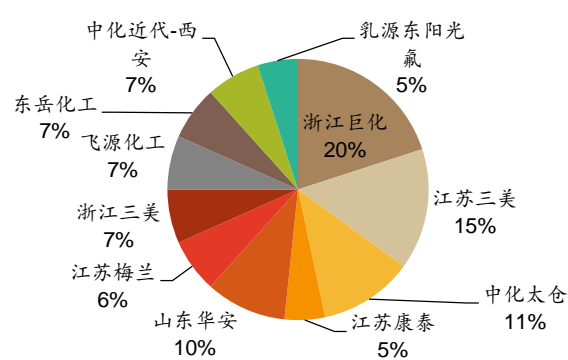
随着三代制冷剂领域小企业产能的逐步退出，行业集中度显著提升。其中 R134a 主要用于汽车空调领域，国内生产厂家有限，竞争格局较好；而由 R32 和 R125 混配制成的 R410a 主要用于变频空调，小产能相对较多。我国正处于第二代制冷剂与第三代制冷剂之间的交替阶段，三代制冷剂产能过剩的问题逐步凸显。2019 年以来二代、三代制冷剂价格逐步回落到底部区间，行业总体陷入亏损状态，各厂商微利或亏损运行，成本不具优势的小企业面临淘汰危机。2020 年间下游消费需求低迷，制冷剂产业亏损状态延续，小企业产能逐步退出。预计 2023 年滥开产能低价竞争的现象减少，行业集中度有望进一步提升。

图 26：我国三代制冷剂 R32 产能布局

图 27：我国三代制冷剂 R134a 产能布局



资料来源：百川盈孚，德邦研究所



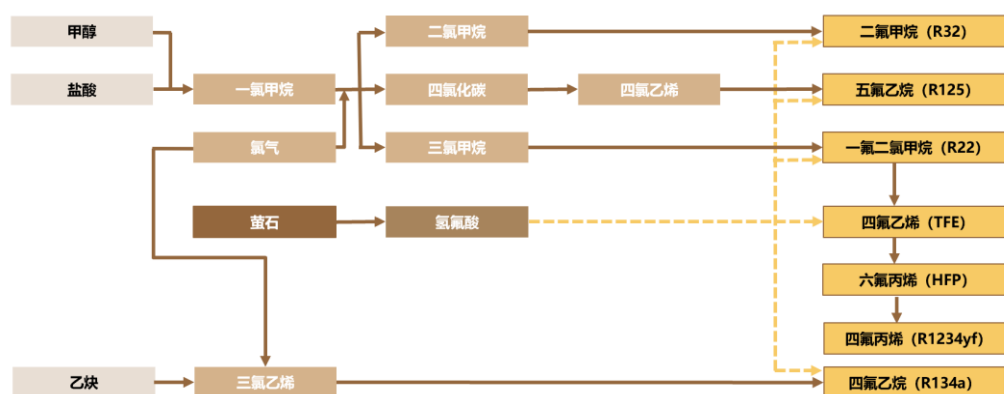
资料来源：百川盈孚，德邦研究所

基线年（2020-2022 年）配额争夺已经落幕，三代制冷剂产能大幅扩张阶段基本结束，下游消费需求逐步恢复，随着行业集中度的不断提升，预期龙头企业盈利表现有望逐步改善，行业整体或将迈入景气周期。

### 3.2. 制冷剂上下游分析

萤石是自然界中氟元素的主要来源，也是氟化工产业链上游主要的原材料。由萤石和浓硫酸反应生成的氢氟酸是生产制冷剂的最重要中间体。

图 28：制冷剂产业链



资料来源：产业信息网，德邦研究所

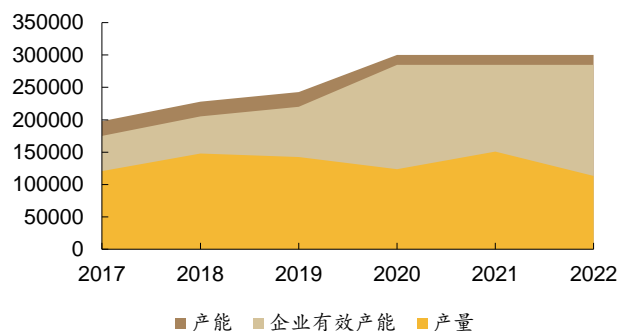
#### 3.2.1. 上游萤石供给端受限

上游萤石资源供给受限、制冷剂升级换代需求等因素导致三代制冷剂成本逐步提升。从环保的角度来看，2021 年我国环保力度不减，国内部分萤石厂家仍无法正常开工，上游矿产资源面临挑战。从制冷剂升级换代的角度来看，我国制冷剂产业对于氟元素的总体需求依然旺盛。在二代制冷剂向三代制冷剂转型升级的过程中，制冷剂中的氟元素质量比例显著提升，制冷剂厂商对于氢氟酸等含氟初级产品的需求只增不减。由于上游含氟初级产品供需紧张，且三代制冷剂制造成本显著高于上一代产品，预期制冷剂厂商成本将进一步提升。

当前我国三代制冷剂产能基本趋于稳定。2019 年全球制冷剂替代已进入“基加利修正案”时间，第三代制冷剂进入淘汰初期阶段，制冷剂企业纷纷扩大三代制冷剂的产能，与此同时其他行业的企业也大量加入三代制冷剂的生产中，这也导致 2019 年下半年三代制冷剂产能严重过剩。受三代制冷剂基准年到来以及国内

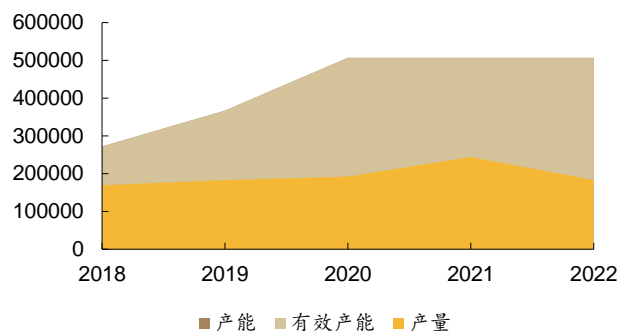
外疫情爆发需求低迷的影响,三代制冷剂的产能扩张基本在 2019 年底结束,2020 年国内三代制冷剂产能基本保持稳定,预期未来三代制冷剂产能将继续保持稳定态势,制造厂商的发展重点将由产能扩张向充分利用现有产能的方向转移。

图 29: 我国 R125 产能情况 (吨)



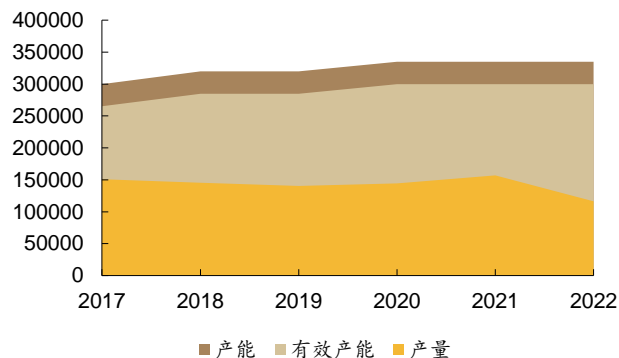
资料来源: 百川盈孚, 德邦研究所

图 30: 我国 R32 产能情况 (吨)



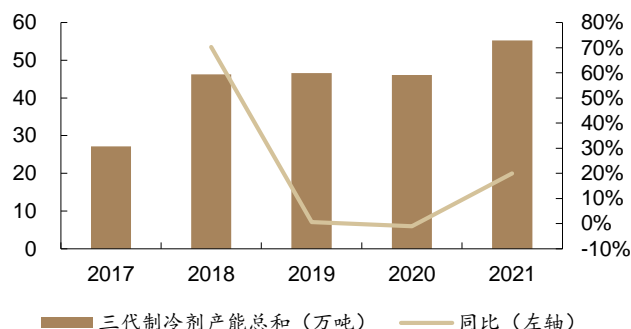
资料来源: 百川盈孚, 德邦研究所

图 31: 我国 R134a 产能情况 (吨)



资料来源: 百川盈孚, 德邦研究所

图 32: 三代制冷剂总体产能变动



资料来源: 百川盈孚, 德邦研究所

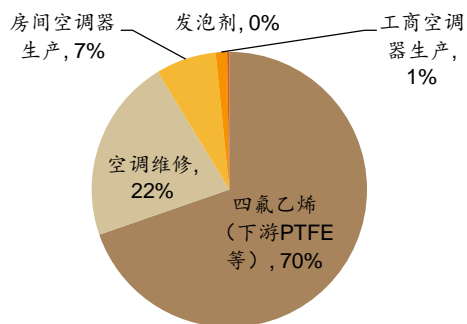
### 3.2.2. 下游汽车、空调消费端

在制冷行业, 冷链市场、汽车制冷和家用空调在近几年保持着稳定增长, 这些下游应用领域在当前经济发展和政策推动之下具有较大潜力, 同时也是国家政策的重要引导方向。目前固定空调以及以汽车空调为代表的移动空调已经成为了我国制冷剂市场的主要支撑, 因此空调及汽车的产销量将会对制冷机市场需求产生较大的影响。

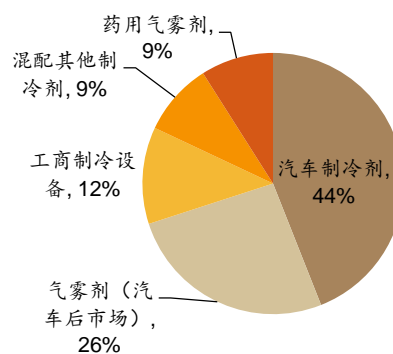
图 33: 2021 年我国 R22 下游需求结构

图 34: 2021 年我国 R134a 下游需求结构





资料来源: 华经情报网, 德邦研究所



资料来源: 华经情报网, 德邦研究所

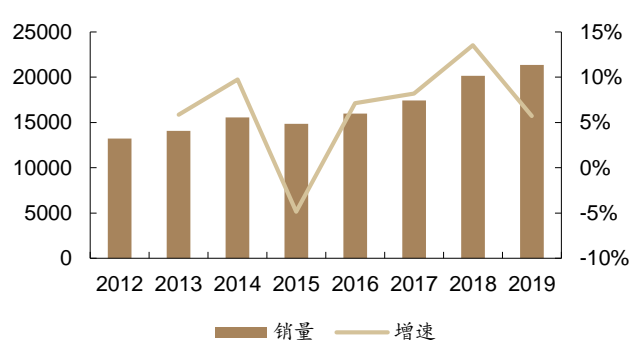
空调行业是我国制冷剂厂商最大的下游需求市场。根据产业在线数据, 2021年国内家用空调总销量 1.52 亿台, 同比增长 7.9%。国内空调市场逐步复苏的同时, 新兴经济体国家空调渗透率的提升有望成为空调行业需求增长的长期驱动力。

图 35: 我国空调产量变动 (万台)



资料来源: Wind, 德邦研究所

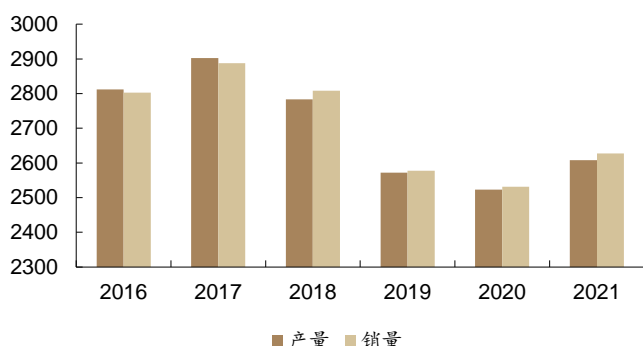
图 36: 我国空调销量变动 (万台)



资料来源: 前瞻产业研究院, 德邦研究所

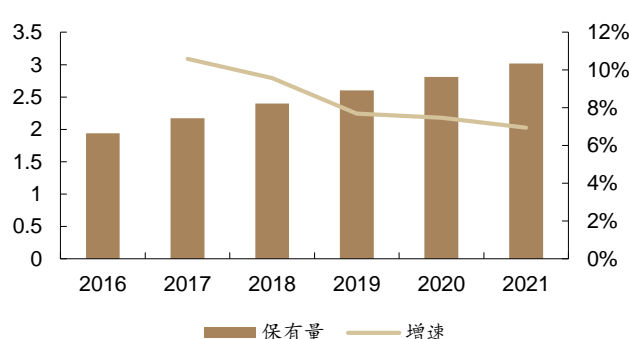
三代制冷剂也被广泛应用于汽车空调领域。2014-2017 年, 随着国际市场需求结构的变化以及产业转移的推进, 我国汽车行业呈高速发展态势。2018-2020 年, 我国汽车产业景气度下降, 产销量逐步下滑。2021 年我国汽车产销实现恢复性正增长, 汽车产量约 2608 万辆, 同比上升 3.4%, 销量约 2628 万辆, 同比回升 3.8%。

图 37: 我国汽车产销量变动 (万台)



资料来源: 国家统计局, 德邦研究所

图 38: 我国汽车保有量变动 (亿台)



资料来源: 公安部, 德邦研究所

#### 4. 含氟聚合物: 多点开花的高附加值氟化工产品

含氟聚合物主要指有机高分子化合物侧链中由氟原子全部或部分取代与碳原子共价键直接相连的氢原子后形成的形成的高分子聚合物。其中，1938 年被合成的 PTFE 为典型的全氟化聚合物，1948 年被合成的 PVDF 为典型的部分氟化聚合物。由于氟原子具有低极化率、强负电性且其范德华半径较小，含 C-F 基团的新材料相较于其他 C-H 键聚合物往往表现出更多优异性。

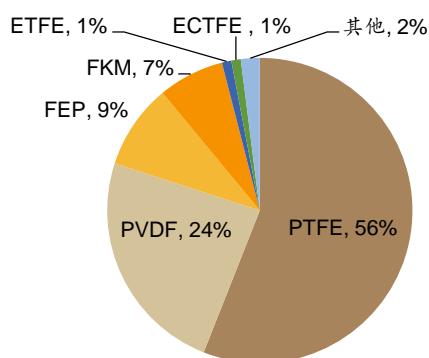
#### 4.1. PTFE 是含氟聚合物中最重要的消费品

氟聚合物种类繁多、用途广泛，通常可分为氟树脂、氟橡胶及氟涂料等其他氟制品。**1) 氟树脂**含氟原子的一类热塑性树脂，具有优异的耐高低温性能、介电性能、化学稳定性、耐候性、不燃性、不粘性和低摩擦系数；**2) 氟橡胶**是引入氟原子的橡胶，此类橡胶具有优异的耐热性、抗氧化性、耐油性、耐腐蚀性和耐大气老化性。氟树脂及氟橡胶在航天、航空、汽车、石油和家用电器等领域得到了广泛应用，是国防尖端工业中无法替代的关键材料；**3) 氟涂料**是以氟树脂为主要成膜物质的涂料，有氟碳漆、氟涂料、氟树脂涂料等别称。由于氟元素的引入，氟涂料中的其他品种同样表现出性能卓越性。经过几十年的快速发展，在建筑、化学工业、机械工业、家庭用品的各个领域得到广泛应用，成为继丙烯酸涂料、聚氨酯涂料、有机硅涂料等高性能涂料之后，综合性能最高的涂料品。应用比较广泛的氟树脂涂料主要有 PTFE、PVDF、FEVE 三大类型。

##### 4.1.1. PTFE 性能优异，应用前景广阔

PTFE，素有含氟聚合物中的“塑料王”之名，其内部刚性的螺旋型链使其更容易结晶，其分子结构带来各种优异的性能，如耐高低温、耐腐蚀、耐气候、高润滑、不粘性及无毒害。随着各种新应用场景的发展，PTFE 成为产量最大、消费增长最快的氟聚物品种。据锐观咨询统计显示，PTFE 在含氟聚合物消费品中占有率远高于其他氟聚合物，占氟聚合物总消费量的一半以上。

图 39：全球含氟聚合物结构



资料来源：锐观咨询，德邦研究所

PTFE 产业链前端与制冷剂产业链一致，上游主要涉及基础化工原料萤石的使用，通过萤石粉与浓硫酸反应制得的无水氢氟酸氯仿反应制得一氯甲烷（制冷剂 R22），对 R22 进行水蒸气稀释裂解制得单体四氟乙烯，干燥、分离纯化后聚合为聚四氟乙烯。PTFE 的具体下游应用领域含工业加工、电子电气、汽车航天、建筑、医疗保健等。2021 年杭州亚运会曲棍球场屋面膜及北京鸟巢屋顶建筑均使用 PTFE 膜制成，PTFE 膜主要有轻便、高透光率、自洁及独特的光学性能等优

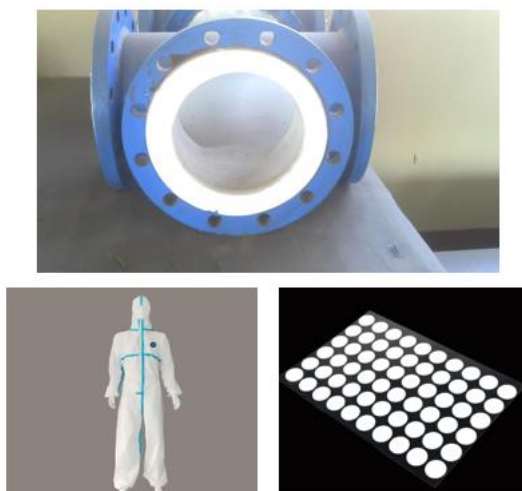


点。

**PTFE 应用广泛，除上述应用领域之外，在纺织产品中也有应用。**在 2003 年非典型肺炎及 2020 年新冠肺炎中，PTFE 材料制成的医用口罩、防疫隔离膜及隔离服透湿性强，用于气体过滤时，能达到 100%截留 0.02um 以上各种噬菌体、细菌及微粒，能够有效的阻隔微生物、阻挡体液渗透、防止疾病传染，从而保证医护人员的健康，受到一线抗疫人员的青睐。

此外，**PTFE 在化工工业、汽车及食品炊具中也发挥了极大作用。**PTFE 凭借其耐腐蚀性，可以作为腐蚀性化学品输送至管道内的作为里衬，也能直接被制成管道网络中的关键部件，还可用作设备部件密封用料，防止设备内部出现被其他化学溶剂溶解导致的设备密封不良情况产生。PTFE 防辐射渗透的特性使其还能作为核生化防护服供研究者穿着使用。汽车车灯内使用 PTFE 透气膜能够平衡灯内外压力，还可防止灰尘与汽车液体对车灯造成污染。

图 40：PTFE 相关产品图



资料来源：常州创承科技有限公司官网，洛阳今辉机电股份有限公司官网，山东大荣新材料有限公司官网，德邦研究所

#### 4.1.2. 国内 PTFE 起步较晚，当前仍处成长期

**PTFE 由单体四氟乙烯（TEF）聚合而成，主要生产工艺分悬浮聚合法及分散聚合法。**聚合方法的不同可以制取不同性能的产品，主要中游产品含悬浮 PTFE、分散树脂粉末及浓缩分散液，这些产品经加工后可以在不同的应用领域发挥作用。

图 41：悬浮聚合法合成 PTFE 流程

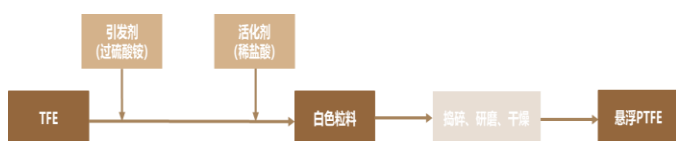
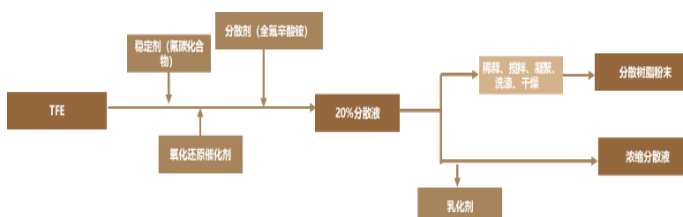


图 42：分散聚合法合成 PTFE 流程



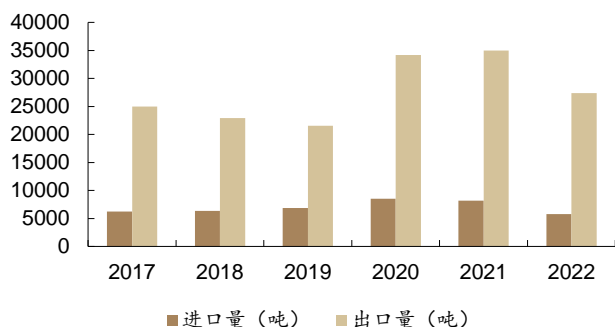
资料来源：《聚四氟乙烯的生产应用与市场》何燕，德邦研究所

资料来源：《聚四氟乙烯的生产应用与市场》何燕，德邦研究所

不同性能 PTFE 的加工流程也不同，主要分为模压成型、液压成型、推压成型及直接浸渍法，加工后的 PTFE 下游产品种类繁多，常见有机械电子、化工、食品纺织等领域的应用，如板材、三通、薄壁管及覆铜板等。

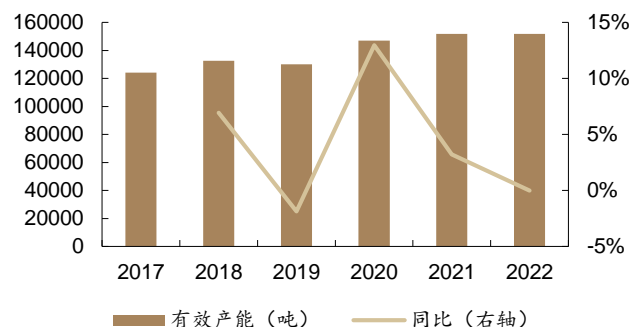
国内 PTFE 生产起步相对海外较晚，工厂生产装置平均规模与工艺水平上较外国有一定差距。低端 PTFE 产品大量出口、中高端 PTFE 产品大量依赖进口成为当下我国 PTFE 的消费常态。近几年受下游市场需求与上游市场相对充足的供给推动，我国聚四氟乙烯领域技术发展迅猛。尽管欧美国家在氟聚合物的开发利用上具有先发优势，国内氟化工行业经历多年累积，致力突破国外中低端氟化工产品的技术壁垒，同时受国内丰富萤石原料资源及下游应用领域旺盛需求的支持，国内产能转移成果显著，以注塑级中低端产品为主的产能在全球范围内竞争力逐渐加强。目前，全球新建产能规划的主要集中在中国地区，全球产能逐渐集中由海外向国内转移。

图 43：PTFE 进出口情况图



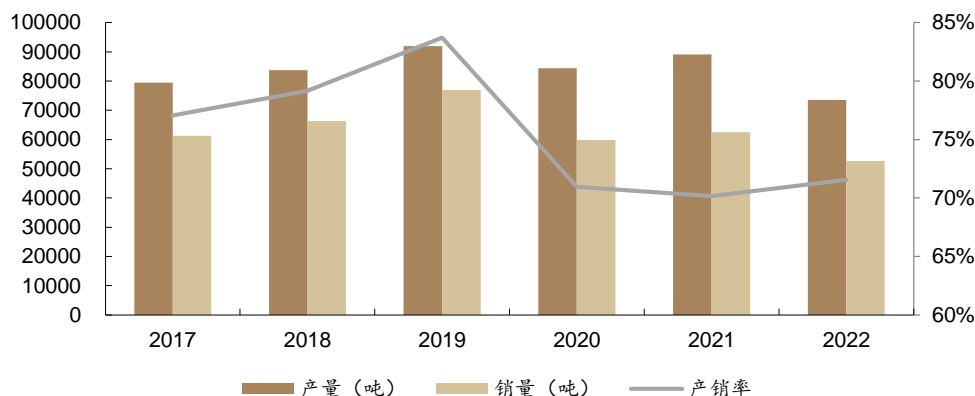
资料来源：百川盈孚，德邦研究所

图 44：国内 PTFE 产能情况



资料来源：百川盈孚，德邦研究所

图 45：国内 PTFE 产销量变动情况

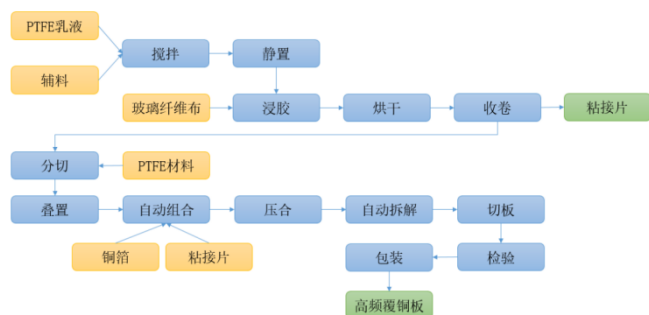


资料来源：百川盈孚，德邦研究所

国内 PTFE 产品产能结构不合理，高品质 PTFE 产品供给有限且主要依赖进口。2017 年以来，我国国内 PTFE 产能结构性失衡现象严重，注塑机中低端产品严重过剩，国内产能利用率低下，且新建产能仍以低端产品为主，而以高压压缩比聚四氟乙烯分散树脂为代表的高品质 PTFE 产品仍大量依赖进口。

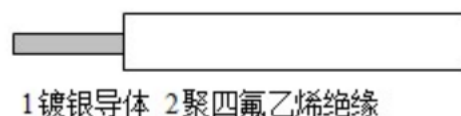
PTFE 产品附加值高，应用领域广阔，对于先进制造业的发展能够起到有力助推作用，是战略性新兴产业中无法替代的重要材料之一。2019 年以来，未来 5G 市场、半导体及新能源带来的需求爆发都成为推动 PTFE 需求量上涨的关键因素。PTFE 在基站滤波器、高频高速 PCB/FPC、5G 芯片制造、高频连接器与电缆等应用领域中都涉及大量级的应用。

图 46：PTFE 乳液和细粉应用于高频覆铜板的制作



资料来源：中英科技招股说明书，德邦研究所

图 47：PTFE 绝缘电缆



资料来源：安徽万邦特种电缆有限公司官网，德邦研究所

随着 5G 技术推广应用及 PTFE 在其他领域如半导体领域高纯 PTFE 管道及容器与新能源领域 PTFE 粘合剂的研究更进一步，PTFE 未来的市场需求空间将得到更多开发。

## 4.2. PVDF 供应受限，下游推动景气度高

随着 5G 行业、新能源汽车及光伏的高速发展，膜材料技术及产品质量逐渐提升。常见的膜材料有纤维素酯类、聚砜类、聚酰胺类、芳香杂环类、离子性聚合物、乙烯基聚合物等，其中聚偏氟乙烯（PVDF）因其优越的机械、化学性能受到各行各业中越来越多的关注。

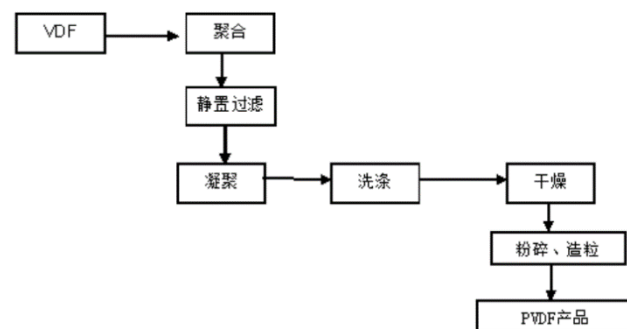
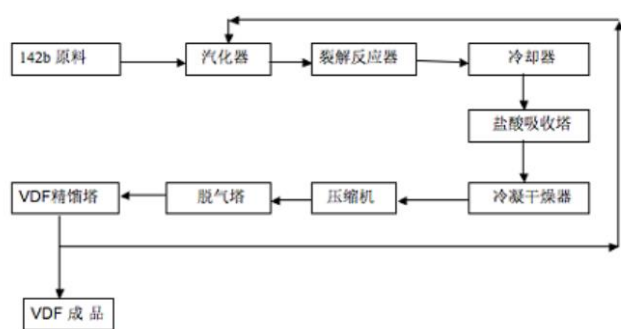
### 4.2.1. PVDF 性能优越，应用领域广泛

**PVDF 材料性能优异，下游应用领域不断扩宽。**聚偏氟乙烯（PVDF）是半结晶性含氟聚合物，兼具氟树脂和通用树脂的特性，除耐化学腐蚀性、耐射线辐射性、耐高温性、耐氧化性、耐候性能外，还具有良好的压电性、介电性、热电性等特殊性能，主要应用于电子电气、石油化工和氟碳涂料等领域。在新一代信息技术、生物技术、新能源、新材料、高端装备、新能源汽车、绿色环保以及航空航天、海洋装备等产业的稳健发展的影响下，下游市场对 PVDF 需求量逐渐走强。

PVDF 工业制作中主要使用的上游原材料为 F142b 及 VDF，其中 F142b 通过裂解、冷却、冷凝、干燥及精馏等工序，制得 VDF 单体，又通过将 VDF 单体聚合、过滤、凝聚、洗涤、干燥、粉碎及造粒等工序制得 PVDF 产品。

图 48：VDF 生产流程简图

图 49：PVDF 生产流程简图



资料来源：巨化股份公告，德邦研究所

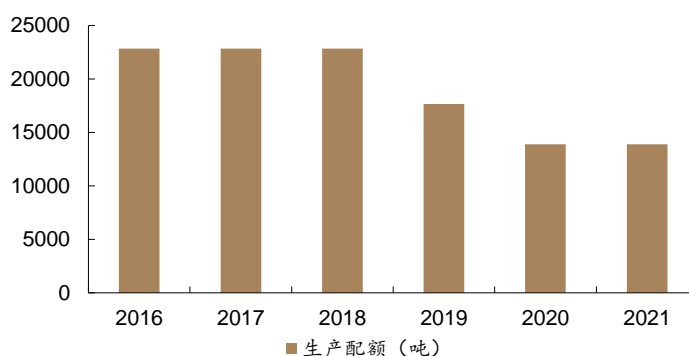
资料来源：百川盈孚，德邦研究所

#### 4.2.2. PVDF 短期产能扩张有限，预期未来供需持续偏紧

近年来，PVDF 下游需求的持续增长驱动氟化工企业扩产积极性。由于 PVDF 是动力汽车电池和 3C 电子品电池里不可或缺的关键材料之一，在新能源汽车及 3C 消费电子的带动下，PVDF 用于锂电池和半导体工业的柔性管道等方面的需求持续快速增长。

原材料 R142b 产能受限，企业扩产存在困难。R142b 是生产 PVDF 的重要原材料。根据《蒙特利尔协定书》的规定，目前我国正处于二代制冷剂配额削减期，R142b 的生产配额受到严格管控，供需持续偏紧。

图 50：2016-2021 年国内 R142b 生产配额情况

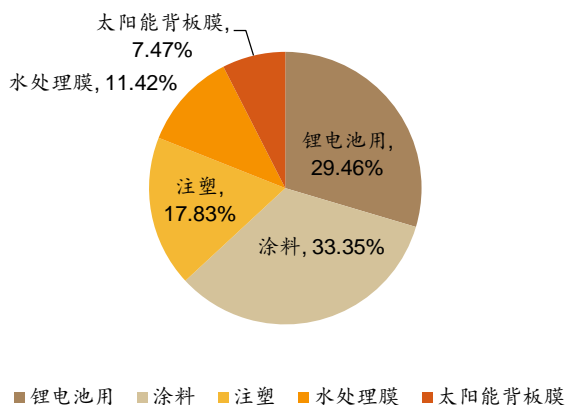


资料来源：生态环境部，华经情报网，德邦研究所

#### 4.2.3. PVDF 应用广泛，主要下游需求稳步增长

由于 PVDF 具有极佳性能，在注塑、氟碳塑料、锂电、光伏背板以及水处理等多个领域被广泛应用。其中，锂电池作为 PVDF 第二大应用领域，近年国内产量稳步增长，将为 PVDF 带来稳定需求增量。同时，PVDF 在水处理膜领域具备高纯水通量、耐酸碱、抗污染性强等优势，随着气候变化及人口增长等原因，水处理方面的需求也逐年增加，PVDF 在该领域需求量将上升。

图 51：2022 年 1-11 月国内 PVDF 下游需求结构

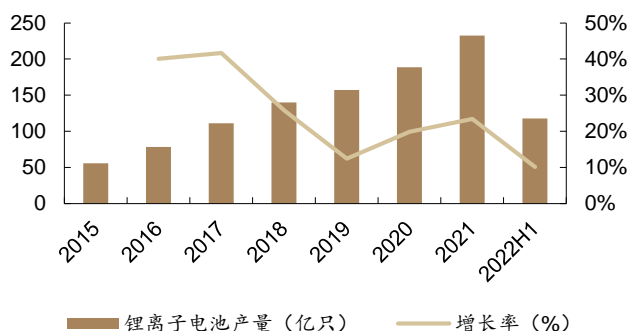


资料来源：百川盈孚，德邦研究所

### (1) 锂电池领域

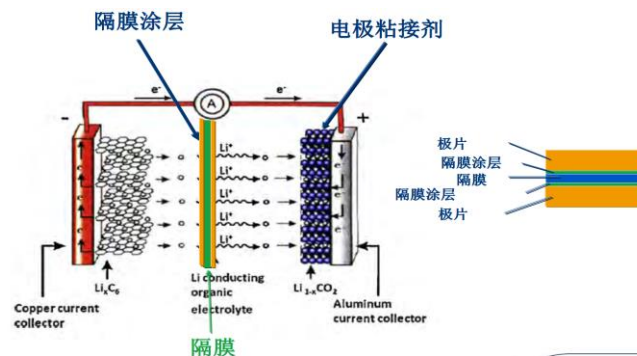
**粘结剂**是锂离子电池极片重要的组成材料之一，具有增强活性材料、导电剂和集流体间接接触性以及稳定极片结构的作用。由于 PVDF 具有优秀的化学稳定性和耐腐蚀性，可有效抵抗极性有机溶剂电解液的侵蚀，同时具有较好的粘结性能，因此被广泛使用在**锂电池正极粘结剂**中，占比高达 90%。伴随着新能源汽车、储能及消费电子的高速发展，锂电需求持续提升，也带动粘结剂需求的高速增长。根据国家统计局的数据，2022 年上半年我国锂电池产量为 117.82 亿只，同比增长率 10.18%，在国家政策的拉动下预期未来国内锂电池产量将保持高速增长趋势，进而带动相关产业链的发展。

图 52：2015-2021H1 我国锂离子电池产量及增速



资料来源：国家统计局，德邦研究所

图 53：PVDF 在锂离子电池中的应用

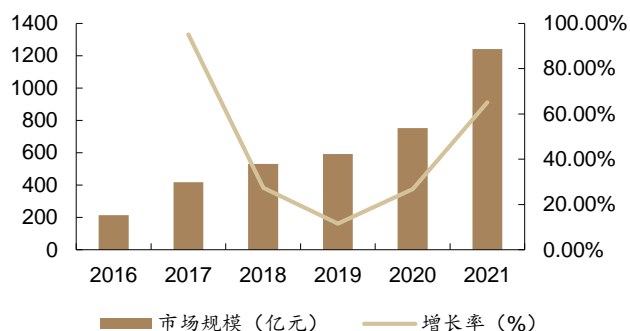


资料来源：《高性能锂离子电池用 PVDF 隔膜涂层》余磊，德邦研究所

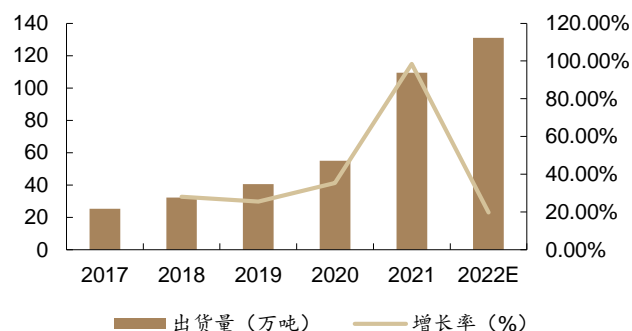
**锂电池正极材料需求保持高速增长。**在锂电池中，粘结剂、活性材料、集流体以及导电剂共同构成了电池电极，其中粘结剂含量极少，大约占极片总质量的 1%-10%，是电池中必不可少的物质。根据高工产研锂电研究院，2021 年我国锂电池正极材料出货量达到 113 万吨，同比增长 116%，到 2025 年中国正极材料出货量或将达 471 万吨，市场前景广阔，拉动正极材料继续高增。

图 54：2016-2021 年我国锂电池正极材料市场规模图

图 55：2017-2022 年中国锂电池正极材料出货量预测图



资料来源：GGII，中经视野，德邦研究所

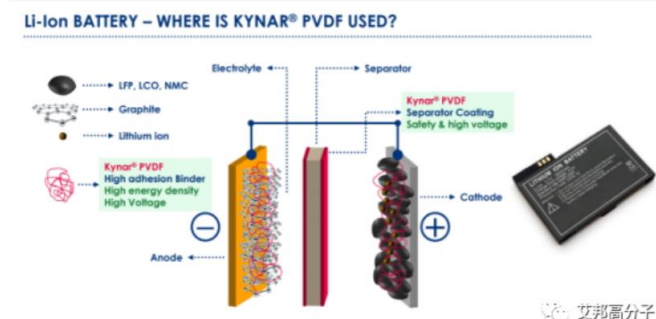


资料来源：EVTank，中商产业研究院，德邦研究所

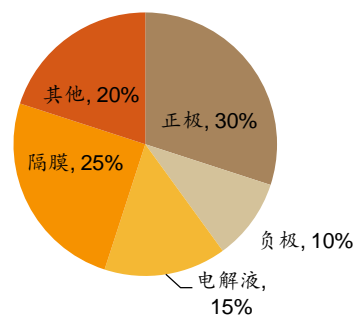
隔膜涂层将成为 PVDF 生产企业新的利润增长点。根据艾邦高分子的数据，隔膜在锂离子电池成本结构中占比高达 25%，是仅次于正极的重要成本组成部分。

图 56：阿科玛 PVDF 产品在锂电池中的应用

图 57：锂离子电池成本结构



资料来源：艾邦高分子，德邦研究所



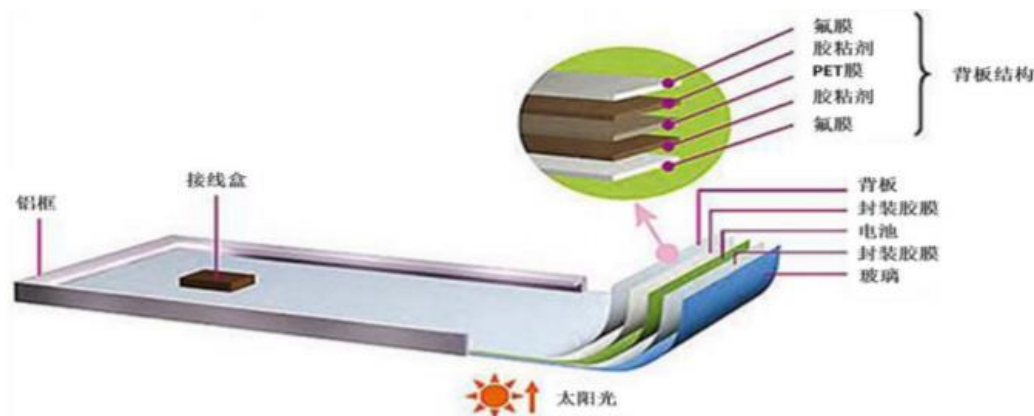
资料来源：艾邦高分子，德邦研究所

## (2) 太阳能背板领域

太阳能背板是一种位于太阳能电池组件背面的光伏封装材料，主要用于保护太阳能电池组件抵抗外界环境的侵蚀，起到耐候绝缘保护作用。太阳能背板的原材料主要有 PET 基膜、氟材料和胶粘剂，其中按照氟材料的形态和成分的不同可以将太阳能背板分为复合型及涂覆型两类。氟材料以氟膜的形式通过胶粘剂复合在 PET 基膜上，即为复合型背板；以含氟树脂的形式通过特殊工艺直接涂覆在 PET 基膜上，即为涂覆型背板。

图 58：单玻太阳能电池组件结构示意图





资料来源：赛伍技术招股说明书，德邦研究所

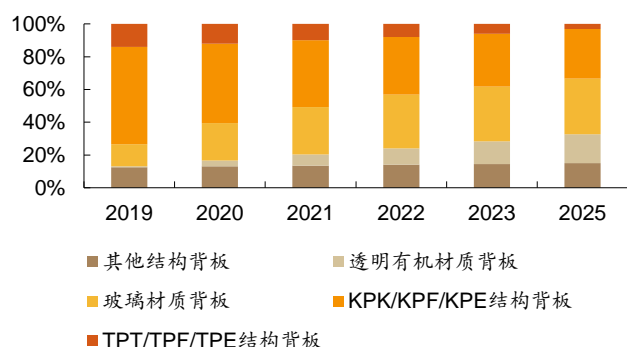
表 9：太阳能背板主要类型介绍

分类标准	产品类型	产品概述
双面氟膜复合背板	TPT 背板 (PVF/PET/PVF)	市面上双面含氟背板中最常见的类型，采用复合工艺，将 PVF 氟膜与中间层 PET 基膜通过胶粘剂复合在一起。内层氟材料保护 PET 免受紫外线腐蚀，同时经过特殊处理与封装胶膜更好地粘结，外层氟材料保护组件背面免受湿、热、紫外线侵蚀。
	KPK 型背板 (PVDF/PET/PVDF)	相比 TPT，区别在于内外层氟膜采用 PVDF 薄膜代替了 PVF 薄膜，其突出特点是机械强度高，耐辐照性好，具有良好的化学稳定性，在室温下不被酸、碱、强氧化剂和卤素所腐蚀。
	KPF 型背板 (PVDF/PET/氟皮膜)	一面采用复合工艺将 PVDF 氟膜通过胶粘剂复合于 PET 基膜，另一面采用留延制模工艺将混入二氧化钛的含氟树脂紧密均匀涂敷于 PET 基膜的涂层，该涂层经高温熟化后形成与 PET 基膜有自粘型的含氟薄膜，区别于易脱落的氟涂料涂层。
单面氟膜复合背板	TPE 型背板 (PVF/PET/PE)	主要是以 PE（聚烯烃类薄膜）代替内层氟膜，由于单面含氟，其保护性能不如 TPT 结构，难以经受长期抗紫外老化考验，但成本比 TPT 结构低。
	KPE 型背板 (PVDF/PET/PE)	主要是以 PE（聚烯烃类薄膜）代替内层氟膜，由于单面含氟，其保护性能不如 KPK 结构，难以经受长期抗紫外老化考验，但成本比 FPF 结构低。
无氟	PPE 型背板	通常外层 PET 需要进行抗紫外耐候的强化处理，通过胶粘剂粘合而成。不含氟背板从材料本身特性上，抗湿热、干热、紫外等性能相对较差，主要应用于耐候性要求相对较低的光伏组件上。

资料来源：赛伍技术招股说明书，德邦研究所

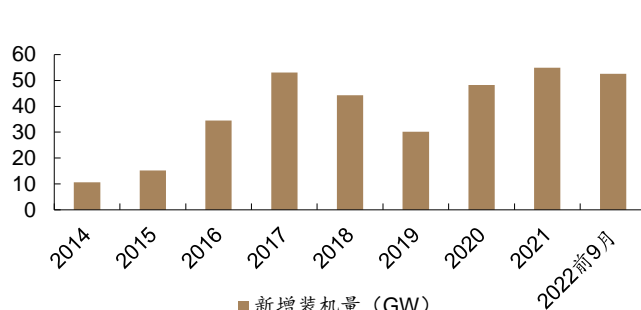
为满足太阳能组件的使用寿命要求，太阳能背板膜应当具备优异的耐高低温、耐紫外辐照、耐环境老化和水汽阻隔、电气绝缘等性能。PVDF 由于自身优异的耐候绝缘等性能，是目前背板膜主要的使用材料。2019 年，以 PVDF 材料为主的双面氟膜复合背板占比高达 59.5%。

图 59：2019-2025 年不同背板胶膜市场占有率变化趋势



资料来源：《中国光伏产业发展路线图（2019 年版）》，德邦研究所

图 60：2014-2021 年中国光伏新增装机量



资料来源：国家能源局，德邦研究所

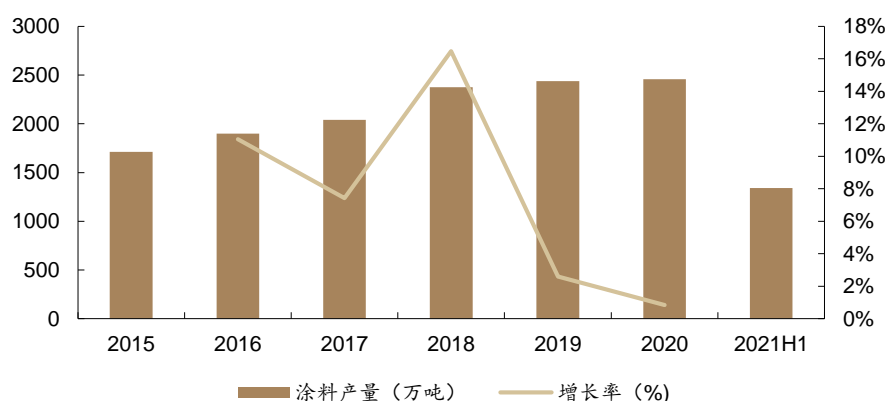
### (3) 氟碳涂料领域



PVDF 氟碳涂料采用 70% 的 PVDF 树脂和 30% 的丙烯酸树脂，配以高级耐候的颜料（通常采用无机陶瓷颜料），需经过严格的涂装过程，在高温烘烤固化后得到合格的涂层产品。PVDF 氟碳涂料自 1965 年开始商业化，是现有金属建筑涂料中耐候性最好的涂料。由于 PVDF 氟碳涂层能够长期保持颜色均匀、表面平滑，并具有优异的抵御紫外线、高温、湿气、化学污染等侵蚀的特点，因而被广泛地用于建筑建材、石油工程、电子技术、食品工业等诸多领域。

目前，氟碳涂料仍然是 PVDF 材料最主要的下游应用领域。国内涂料市场规模的稳定扩张也为 PVDF 氟碳涂料的下游需求提供了稳定保障，根据中国涂料工业协会数据，2020 年国内涂料产量为 2459.1 万吨，2021 年上半年国内涂料产量为 1342 万吨，同比增长 32%。随着新能源行业的高速发展，PVDF 下游需求结构发生转变，涂料用途占比由 2019 年的 50% 以上降低为 2021 年的 30%。但由于 PVDF 粉末涂料可替代性较低，在涂料市场中竞争力较强，涂料用途仍然是 PVDF 下游需求的重要领域。

图 61：2015-2021H1 我国涂料产量变动



资料来源：中国涂料工业协会，智研咨询，德邦研究所

## 5. 风险提示

制冷剂下游需求受疫情影响萎缩；新能源对含氟聚合物需求不及预期；原材料价格波动风险。

# 信息披露

## 分析师与研究助理简介

李骥，德邦证券化工行业首席分析师&周期组执行组长，北京大学材料科学博士，曾供职于海通证券有色金属团队，所在团队 2017 年获新财富最佳分析师评比有色金属类第 3 名、水晶球第 4 名。2018 年加入民生证券，任化工行业首席分析师，研究扎实，推票能力强，佣金增速迅猛，2021 年 2 月加盟德邦证券。

## 分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

## 投资评级说明

<b>1. 投资评级的比较和评级标准：</b> 以报告发布后的 6 个月内的市场表现为比较标准，报告发布后 6 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅； <b>2. 市场基准指数的比较标准：</b> A 股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普 500 或纳斯达克综合指数为基准。	类 别	评 级	说 明
	股票投资评级	买入	相对强于市场表现 20%以上；
		增持	相对强于市场表现 5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现 5%以下。
	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与 10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平 10%以下。

## 法律声明

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。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。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。