

# 全球含氟聚合物技术发展趋势分析

刘欣, 郭鑫, 白洪强

(北京国化新材料技术研究院有限公司, 北京 100000)

**[摘要]** 当前, 我国已经成为全球最大的含氟聚合物生产和消费国, 但仍面临“大而不强”的挑战, 特别是在高端、专用及高附加值产品上存在进口依赖问题, 我国含氟聚合物产业亟须转型升级。基于incoPat、智慧芽等专利工具, 对全球含氟聚合物公开专利进行系统检索与分析, 旨在揭示全球含氟聚合物技术的最新动态、优劣势, 为国内含氟聚合物企业提供国际创新趋势洞察, 激发技术创新活力, 推动产业升级, 助力行业向高质量发展迈进。

**[关键词]** 全球; 含氟聚合物; 专利; 申请趋势; 技术分析

**[中图分类号]** TQ317; TQ124.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-4566 (2025) 07-0056-12

## Analysis of technological development trends of fluoropolymers in global

LIU Xin, GUO Xin, BAI Hongqiang

(Beijing Guohua New Materials Technology Research Institute Co., Ltd., Beijing 100000, China)

**Abstract:** China has emerged as the world's leading producer and consumer of fluoropolymers. Despite this, the industry confronts the dilemma of being “large in scale but lacking in competitiveness”, particularly in reliance on imports for high-end, specialized and high-value-added products. There is an urgent need for transformation and upgrading within the fluoropolymer industry in China. Utilizing patent tools such as incoPat and Zhihuiya, a comprehensive search and analysis of patent applications in fluoropolymer field in global is conducted. The objective is to unveil the latest technological advancements and identify the strengths and weaknesses in the fluoropolymer technologies, offer valuable insights into international innovation trends for domestic fluoropolymer enterprises, foster technological innovation vitality, promote industrial upgrading, and facilitate the progression of the industry towards high-quality development.

**Key words:** global; fluoropolymers; patent; application trends; technological analysis

## 0 引言

含氟聚合物是指高分子聚合物中与C—C键相连接的氢原子全部或部分被氟原子所取代的一类聚合物。氟原子的强电负性、高C—F键能(540 kJ/mol)以及较小的范德华半径(0.132 nm), 使得含氟聚合物在物理、化学性质上表现出显著的优越性<sup>[1-2]</sup>。含氟聚合物种类繁多, 已经商业化的品种包括聚四氟乙烯(PTFE)、聚偏氟乙烯(PVDF)、聚全氟乙丙烯(FEP)、乙烯-四氟乙烯共聚物(ETFE)、可熔性聚四氟乙烯(PFA)、聚三氟氯乙烯(PCTFE)、乙烯-三氟氯乙烯共聚物(ECTFE)和聚氟乙烯(PVF)等, 广泛应用于多个工业领域。

经过近几十年的发展, 我国已经成为全球最大的氟聚合物生产和消费国, 产业体系完善, 产品种类丰富。然而, 行业亦面临“大而不强”的挑战, 中低端市场饱和, 竞争激烈, 而在高端、专用及高附加值产品上, 仍高度依赖进口。步入“十四五”

规划末期, 我国氟化工产业步入转型升级的关键阶段, 氟聚合物产业亦需实现从规模优势向技术引领的跨越。运用incoPat、智慧芽等专利工具, 对全球氟聚合物领域“申请公开专利”进行系统检索与分析, 覆盖美国、中国、日本及世界知识产权组织(WIPO)等国际专利数据库, 涵盖全球170多个国家及地区的创新成果。

笔者旨在分析全球氟聚合物技术的最新动态、优劣势分布, 为国内氟聚合物相关企业提供国际视野下的创新趋势洞察, 激发技术创新活力, 推动产业升级, 助力行业向高质量发展迈进。

## 1 全球含氟聚合物申请公开专利情况

### 1.1 全球含氟聚合物专利申请趋势

含氟聚合物的研究最早可以追溯到20世纪30

**[收稿日期]** 2025-01-23

**[作者简介]** 刘欣(1992-), 男, 山东临沂人, 高级分析师, 主要从事化工新材料产业市场研究工作。

年代。1934年德国科学家施洛佛和施勒发现了聚氯三氟乙烯 (PCTFE)，申请了第一个含氟聚合物专利，并于1937年获得授权<sup>[3]</sup>。1938年，杜邦公司的化学家罗伊·普兰科特在研究新型氟利昂时，意外发现了PTFE，正式打开了含氟聚合物的大门<sup>[4]</sup>。1941年，有关PTFE的首件美国专利被批准。

在此后的几十年时间里，含氟聚合物种类不断丰富，FEP、PVF、PVDF、PFA、ETFE、ECTFE等产品相继问世，含氟聚合物的产能规模和应用领域也不断扩大。

对含氟聚合物领域的近100个中英文关键词进行检索，在1975年至2024年9月20日期间，与含氟聚合物相关的全球公开专利共285 189件。1975—2023年全球含氟聚合物领域专利申请数量变化见图1。

在2011年之前，全球含氟聚合物专利申请数量整体呈现较平稳的增长趋势；2011—2020年，申请数量波动上升，较之前大幅增长，2013年突破10 000件，在2018年达到峰值，申请专利数量为13 112件；2020—2023年，数值呈现下降趋势，2023年申请专利数量降至9 155件。

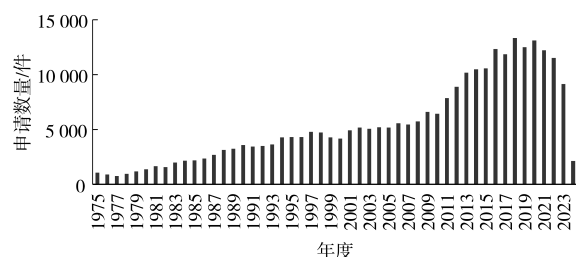


图1 全球含氟聚合物领域专利申请数量年度变化趋势  
Fig. 1 Trends in the number of patent applications in the global fluoropolymer field

### 1.2 全球含氟聚合物专利申请人排名

全球含氟聚合物领域专利申请人按申请数量排名，前50名如表1所示。其中，外资企业的申请数量占绝对优势，日本大金工业株式会社（简称日本大金）以8 983件专利排名第一，其次是纳慕尔杜邦公司（简称杜邦公司），专利数量为5 076件；再次是旭硝子株式会社（简称旭硝子）、3M创新有限公司（简称3M公司）和戈尔股份有限公司（简称戈尔股份），专利数在3 000件以上。

进入前50名的中国企业或高校仅3家，浙江大学、天津工业大学和中昊晨光化工研究院有限公司

表1 全球含氟聚合物领域专利申请人前50名

Table 1 Top 50 patent applicants in fluoropolymer field in global

排名	名称	专利数/件	排名	名称	专利数/件
1	大金工业株式会社	8 983	26	帝国化学工业公司	679
2	杜邦公司	5 076	27	株式会社日立制作所	665
3	旭硝子株式会社	4 797	28	奥西蒙特公司	664
4	3M创新有限公司	3 757	29	中央硝子株式会社	658
5	戈尔股份有限公司	3 419	30	索尔维公司	645
6	日本电工株式会社	2 045	31	住友化学工业株式会社	611
7	吴羽化学工业公司	1 680	32	索尔维莱克西斯公司	603
8	法国阿科玛公司	1 597	33	富士胶片商业创新有限公司	599
9	阿科玛有限公司	1 574	34	日本奥亚特克斯股份有限公司	594
10	松下电器产业株式会社	1 548	35	三洋电机株式会社	587
11	佳能株式会社	1472	36	杜邦三井氟化物有限公司	584
12	索尔维特殊聚合物意大利有限公司	1 455	37	丰田自动车株式会社	573
13	住友电器工业株式会社	1 381	38	赫彻斯特股份公司	557
14	科慕FC有限责任公司	1 202	39	浙江大学	552
15	东丽株式会社	1 097	40	株式会社润工社	539
16	NOK株式会社	973	41	信越化学工业株式会社	524
17	圣戈本操作塑料有限公司	964	42	三菱电机株式会社	521
18	霍尼韦尔国际公司	959	43	通用电气公司	483
19	施乐公司	937	44	LG化学株式会社	481
20	株式会社东芝	913	45	三菱化学株式会社	481
21	埃勒夫阿托化工有限公司	906	46	天津工业大学	471
22	旭化成株式会社	840	47	住友电工超效能高分子股份有限公司	471
23	株式会社理光	824	48	中昊晨光化工研究院有限公司	461
24	NTN株式会社	723	49	帝人株式会社	447
25	美国3M公司	686	50	帕尔公司	446

(简称中昊晨光), 专利申请数量分别为552、471和461件。表明我国在含氟聚合物领域的专利申请方面能力仍然不足, 含氟聚合物的研发和创新实力与发达国家相比存在一定差距。

### 1.3 全球含氟聚合物专利申请地域分布

截至2024年9月20日, 全球含氟聚合物专利申请地域分布中申请数量最多的是中国, 专利数为117 989件, 约占全球总数的41%; 其次是日本, 专利申请数占全球总数的18%; 美国、欧洲和世界知识产权组织(WIPO)分别排名第三、第四和第五(见表2)。

表2 全球含氟聚合物领域专利申请地域分布

Table 2 Geographic distribution of patent applications in fluoropolymer field in global

国家(或组织)	占比/%	国家	占比/%	国家	占比/%
中国	41	韩国	3	奥地利	1
日本	18	德国	3	澳大利亚	1
美国	8	英国	3	印度	1
欧洲	7	加拿大	2	俄罗斯	1
世界知识产权组织	4	法国	1	其他	6

经过几十年的发展, 我国已成为世界上最大的含氟聚合物生产和消费市场之一。这一成就得益于我国经济的快速增长、制造业的崛起以及市场对高性能氟材料需求不断增加。同时, 我国庞大的市场规模和完善的产业链也吸引了众多国际知名企业前来投资设厂, 不仅带来了先进的技术和管理经验,

也促进了我国本土企业的成长和进步。这些外企通过在中国申请专利, 不仅能够有效保护其技术和品牌免受侵权, 还能够更好地融入我国市场, 满足本土客户的需求。

## 2 我国含氟聚合物专利申请现状

### 2.1 我国含氟聚合物专利申请趋势

我国含氟聚合物产业起步较晚, 1964年上海合成橡胶研究所成功建成首套30 t/a PTFE装置, 并相继实现悬浮法与分散法聚四氟乙烯树脂的自主生产, 这一历史性突破标志着我国正式踏入含氟聚合物领域的大门。随后的60年间, 我国含氟聚合物行业经历了从无到有、由小及大直至跻身世界前列。产品谱系日益完善, 生产技术水平快速提升, 在聚合物工艺与工程技术放大等方面取得了显著进展, 奠定了我国作为全球最大氟聚合物生产与消费国的坚实地位。

从专利数据的变迁中, 可以清晰窥见我国氟聚合物研发实力的增长。自1985年之后, 我国在该领域的专利申请量持续增长, 占全球比例逐年攀升。2012年, 在我国申请公开氟聚合物专利数量已突破4 666件, 占据全球半壁江山; 而到了2023年, 这一数字更是激增至7 762件, 全球占比接近85%, 显示出我国在该领域的强大创新活力与竞争力。2024年(统计至9月20日), 我国含氟聚合物专利占比已超过90%, 近乎形成全球专利的垄断态势(见图2)。

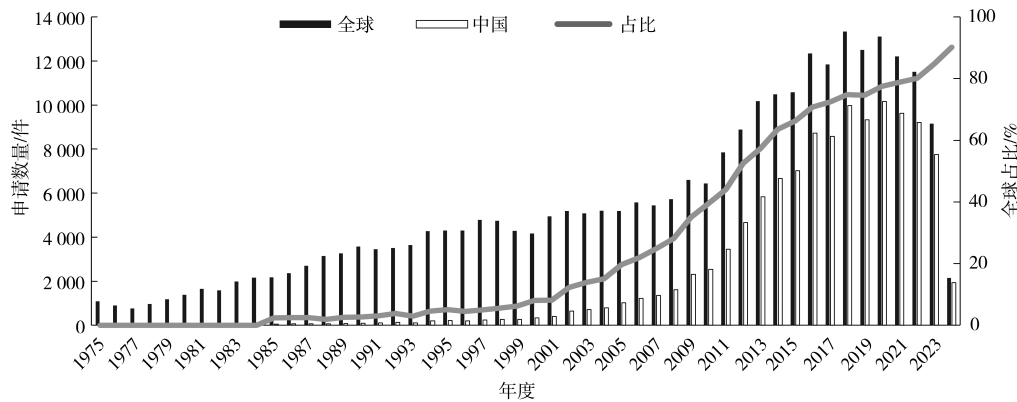


图2 我国含氟聚合物领域专利申请情况及全球占比

Fig. 2 Trends of fluoropolymer patent applications in China and share in global

尽管我国氟聚合物产业整体发展迅速, 但核心技术仍部分依赖于国外巨头, 从专利技术的来源分析, 大量专利技术仍掌握在日本大金、美国杜邦公司、日本旭硝子、美国3M公司、戈尔股份、日本电工株式会社(简称日本电工)、法国阿科玛公司、索尔维特殊聚合物意大利有限公司、美国科慕公司等国外知名企业手中。

为进一步提升产业自主可控能力, 我国需持续加大研发投入, 聚焦关键技术攻关, 努力打破国际技术壁垒, 实现从“跟跑”到“并跑”乃至“领跑”的转变, 为全球氟聚合物产业的发展贡献更多中国智慧与力量。

### 2.2 我国含氟聚合物领域申请人类型分析

据统计, 在我国申请的含氟聚合物领域专利数

量达到117 989件，其中以公司为主体申请的数量占绝对优势，数量为87 194件，占比73.9%；申请人类型是院校或研究所的数量为23 362件，占比19.8%；个人申请数量为6 843件，占比5.8%；其他（含政府机构、银行）申请数量为590件，占比为0.5%。整体而言，我国含氟聚合物领域的专利申请呈现出企业主导、院校或研究所支撑、个人参与的多元化格局，共同促进了该领域的繁荣发展。

### 2.2.1 公司申请人排名

我国含氟聚合物专利申请申请人类型为公司的前20名见表3。日本大金以1 354件专利稳居榜首，日本旭硝子、美国3M公司和杜邦公司也分别占据了第二、第三和第四的位置。这显示出日本和美国在含氟聚合物技术上的深厚积累和国际竞争力。

表3 我国含氟聚合物领域公司类专利申请申请人前20名

Table 3 Top 20 Chinese fluoropolymer patent applicants (company category)

排名	名称	专利数/件
1	大金工业株式会社	1 354
2	旭硝子株式会社	778
3	3M创新有限公司	524
4	杜邦公司	403
5	中昊晨光化工研究院有限公司	389
6	法国阿科玛公司	350
7	山东东岳高分子材料有限公司	276
8	国家电网公司	267
9	索尔维特殊聚合物意大利公司	248
10	中国石油化工股份有限公司	248
11	科慕FC有限责任公司	214
12	中化蓝天集团有限公司	198
13	日本电工株式会社	197
14	戈尔股份有限公司	186
15	浙江巨化技术中心有限公司	174
16	山东华夏神舟新材料有限公司	167
17	安徽元琛环保科技股份有限公司	158
18	苏州新区特氟龙塑料制品厂	155
19	吴羽化学工业公司	151
20	山东东岳未来氢能材料股份有限公司	150

值得注意的是，我国企业在含氟聚合物领域的专利申请数量也呈现出快速增长的态势。中昊晨光以389件专利跻身前五；东岳氟硅科技集团有限公司3家子公司上榜，山东东岳高分子材料有限公司（简称东岳高分子）、山东华夏神舟新材料有限公司（简称华夏神舟）和山东东岳未来氢能材料股份有限公司分别以276、167、150件专利数位列第七名、第十六名和第二十名；中化蓝天集团有限公司以198件专利排名第十二位；浙江巨化技术中心以

174件专利位列第十五。这显示出我国本土企业在含氟聚合物产业技术创新方面的强劲势头。

### 2.2.2 院校或研究所类申请人排名

专利申请类型为院校或研究所的前20名情况如图3所示。浙江大学以552件专利位居第一；其次是天津工业大学，以456件专利位居第二；此外，陕西科技大学、天津大学、东华大学和清华大学等也展示了在含氟聚合物领域性能研究、应用等方面的实力和研究成果。

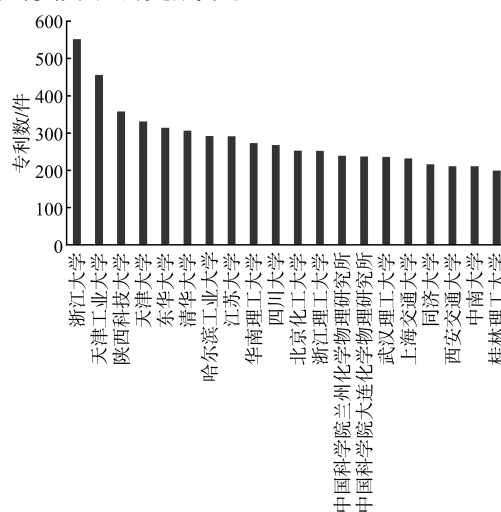


图3 我国含氟聚合物领域高校或研究所类专利申请申请人前20名

Fig. 3 Top 20 Chinese fluoropolymer patent applicants (university or research institute category)

从专利申请数据来看，发达国家在含氟聚合物研发方面主要由企业驱动，这通常意味着这些国家的企业在技术创新、市场导向和资金投入方面具有更强的能力和灵活性。企业作为研发主体，能够更直接地将研发成果转化为商业产品，从而推动技术进步和产业升级。

相比之下，我国院校或研究所在含氟聚合物领域专利申请数量上占据优势，这反映出我国科研体系在基础理论研究和前沿探索方面的较强实力。然而，这也意味着科研成果向产业转化的效率有待提升，产学研结合可能存在一定的脱钩。这是一个值得关注的问题，可能是由于科研机构与企业之间的信息不对称、利益分配机制不完善、技术转移渠道不畅等原因导致的。产学研之间的有效结合是推动科技成果转化成为现实生产力的重要途径，因此需要加强政策引导和支持，优化产学研合作机制，促进我国在含氟聚合物领域的产学研深度融合，进一步推动我国含氟聚合物产业的发展 and 升级。

### 3 重点产品专利分析

针对含氟聚合物重点产品，实施了精细化的过

滤分析,利用近50个中英文关键词,系统检索并汇总了截至2024年9月20日的全球公开专利数据,共计约19.7万件。

其中,聚四氟乙烯以71.6%的专利占比独占鳌头(见表4),凸显其在氟聚合物领域的核心地位与广泛应用,是市场需求最大、应用范畴最广的代表性产品。聚偏氟乙烯紧随其后,占据11.2%的专利份额,成为第二大含氟聚合物。近年来,随着新能源、节能环保等行业的蓬勃兴起,PVDF的专利数量显著增长,反映了其在这些新兴领域的重要性与日益增长的市场需求。氟橡胶、可溶性聚四氟乙烯和聚全氟乙丙烯紧随其后,展现了一定程度的市场活跃度与技术创新。而其余品种则相对小众,市场渗透率和应用领域较为有限。

表4 全球含氟聚合物重点产品的专利申请情况

Table 4 Patent applications for key fluoropolymer products in global

产品名称	专利数/件	占比/%
聚四氟乙烯	141 142	71.6
聚偏氟乙烯	22 018	11.2
氟橡胶	12 414	6.3
可溶性聚四氟乙烯	6 520	3.3
聚全氟乙丙烯	5 918	3.0
乙烯-四氟乙烯共聚物	3 630	1.8
聚三氟氯乙烯	4 262	2.2
乙烯-三氟氯乙烯共聚物	695	0.4
全氟醚橡胶	484	0.2

注:部分专利在不同重点产品中出现次数大于1次。

### 3.1 聚四氟乙烯

#### 3.1.1 聚四氟乙烯专利申请趋势分析

根据检索结果显示,全球首个关于PTFE的专利申请诞生于1895年,并持续至1942年,在此期间并未出现其他PTFE相关的专利申请。直至1943年,这一领域迎来了新的活力,共有3项PTFE专利申请提交,其中杜邦公司申请了2项。自此,PTFE相关专利的申请数量开始稳步增长,1955年全球申请数量成功突破100件,1983年更是首次超过1 000件,2020年达到峰值,接近8 000件。

我国关于PTFE的专利申请起步较晚,自1985年开始,但一直保持着稳定增长的态势。进入21世纪以来,专利申请量迅速攀升,全球占比也大幅度提升。2009年,我国的专利申请量已达到1 000件,占全球申请总量的比例超过35%。至2020年,我国PTFE专利申请数量达到历史峰值,突破6 000件,占全球申请总量的76%。尽管近几年申请数量有所回调,但仍维持在较高水平<sup>[5]</sup>。

#### 3.1.2 全球聚四氟乙烯专利技术分析

PTFE的应用极为广泛,其专利技术构成多样。从技术类别来看,全球PTFE专利申请主要集中在C08(聚合物)(占比14%)、H01(电气元件)(占比13%)、B01(化学或物理过程的一般方法)(占比10%)、F16(工程元件或部件)(占比9%)和B32(层状产品)(占比7%)等领域,这五大类占比达到53%。具体而言,这些专利涉及聚合物、应用产品及加工成型等多个方面。

进一步分析技术构成的小类,发现剩余的43%分布广泛,表明PTFE专利构成高度分散,企业在专利布局上呈现出多元化的特点。其中,排名靠前的专利技术小类包括C08L(聚合物的组合物)(占比10%)、C08K(聚合物的化学改性或化学助剂)(占比7%)、B32B(层状产品)(占比7%)、B29C(塑料的成型或连接)(占比6%)和B01D(分离或净化)(占比6%)。

#### 3.1.3 我国聚四氟乙烯专利技术分析

对我国PTFE专利申请排名前列的申请人(企业性质)的专利按类别分析,发现不同申请人的申请方向及重点存在明显差别。

日本大金的专利集中在C08J(聚合物的加工或处理)、C08L(高分子化合物的组合物)与C08F(仅用碳-碳不饱和键反应得到的高分子化合物)等领域,且几乎涵盖了所有相关的技术领域。中昊晨光、美国杜邦公司和东岳高分子也在C08F类下有所布局,而其他企业则鲜有涉足。

在PTFE材料的应用与加工方面,日东电工株式会社、安徽元琛环保科技股份有限公司、中材科技股份有限公司和戈尔股份等企业的专利主要集中在B01D领域,在分离技术的创新与发展方面具有一定特长。泛亚微透的专利集中在B32B领域,江苏亿豪塑业股份有限公司和江阴市江南氟塑有限公司的专利更多涉及B29C领域。

### 3.2 聚偏氟乙烯

#### 3.2.1 聚偏氟乙烯专利申请趋势分析

从历史发展的脉络来看,PVDF的专利申请趋势可以清晰地划分为两个阶段。

在20世纪70年代至20世纪末,全球范围内的PVDF专利数量逐渐展现出上升势头。在这一阶段,日本的贡献尤为突出,出现了一个专利申请的高峰,而美国的专利申请趋势相对平缓。

进入21世纪前后,我国在PVDF领域的专利申请迅速增加。2007年,我国的专利申请数量突

破100件；2018年，这一数字更是跃升至1000件以上，并且在此后的时间里，我国的专利申请数量持续保持在这一高位水平。目前我国相关专利申请数量已经占据全球总量的60%以上，成为推动全球PVDF专利发展不可或缺的主要动力。

### 3.2.2 全球聚偏氟乙烯专利技术分析

从IPC大类来看，全球PVDF专利申请主要集中在H01（占比23%）、C08（占比17%）、B01（占比12%）和B32（占比9%）等领域，这四大类占比为61%。具体而言，这些专利涉及聚合物、应用产品及加工成型等多个方面。

进一步分析技术构成的小类，PVDF应用产品方面的专利申请中，H01M（用于直接转变化学能为电能的方法或装置，例如电池组）领域占15%，凸显了PVDF在电池技术中的重要应用地位。此外，还广泛涉及B01D（占比10%）、B32B（占比9%）、B29C（占比5%）和C09D（涂料组合物（占比4%））等领域。在聚合物领域，专利则主要集中在C08L（占比11%）、C08J（占比8%）、C08K（占比6%）和C08F（占比4%）等方面。

### 3.2.3 我国聚偏氟乙烯专利技术分析

我国不同申请人在PVDF专利申请方向及重点存在明显差别。在H01M（电池）领域，PVDF因其卓越的性能成为锂电池黏结剂及隔膜领域不可或缺的材料。河北金立新能源材料科技有限公司、江苏厚生新能源科技股份有限公司、LG新能源、合肥国轩高科动力能源有限公司（简称国轩高科）、宁德时代新能源科技股份有限公司（简称宁德时代）和万向一二三股份有限公司等锂电产业链上的企业，围绕PVDF在电池领域的创新应用，申请了众多专利。

河北金立新能源材料科技有限公司作为湿法锂电池隔膜及涂覆隔膜研发、生产、销售、服务为一体的综合型高新技术企业，在PVDF用于锂电池隔膜及制备方法方面积累大量专利成果。据其官网数据，截至2022年12月31日，公司拥有境内授权专利214件，境外授权专利7件。同样，江苏厚生新能源科技股份有限公司作为高端锂电池隔膜的制造商，其基膜和涂覆产品均为自主开发，截至2023年3月，公司在PVDF锂电隔膜及相关制备方法上总计申请专利505件，其中发明专利占比高达70%，并已获得111件发明专利和151件实用新型专利的授权。此外，国轩高科、LG新能源、宁德时代等国际电池巨头也在PVDF黏结剂和隔膜领域申请了诸多专利，显示出其在该领域的深厚实力。

在PVDF膜材料方面，北京碧水源科技股份有限公司和苏州膜华材料科技有限公司主要聚焦于PVDF中空纤维水处理膜及其制法方面的技术研发，展现出在环保水处理领域的专业优势。常州回天新材料有限公司的专利主要集中在PVDF太阳能背板膜领域，也涉及水处理用PVDF膜的研发。三三智能科技（苏州）有限公司则专注于PVDF压电薄膜的专利布局。

苏州特氟龙塑料厂的专利则主要集中在PVDF的加工改性方面，为PVDF材料的广泛应用提供了一定的技术支持。

### 3.3 聚全氟乙丙烯

#### 3.3.1 聚全氟乙丙烯专利申请趋势分析

在21世纪之前，全球FEP专利数量增长主要由美国、日本等发达国家引领。特别是在20世纪70年代至21世纪初，日本的专利申请数量实现了显著增长，与全球整体数量的变化趋势呈现出较强的相关性。

我国的首个FEP专利申请出现于1985年，相较于美国晚了24年，较日本也晚了16年。直至2000年前后，我国的FEP专利申请数量仍处于低迷状态。但自2002年起，我国FEP专利申请数量开始爆发式增长，在全球申请数量中所占的比例也持续攀升。2011年，我国的FEP专利申请数量成功突破100件。2021年，更是达到了峰值，达到205件，约占全球总申请数量的80%，成为全球FEP领域专利申请的最大贡献国。

#### 3.3.2 全球聚全氟乙丙烯专利技术分析

从IPC大类来看，全球FEP专利申请主要集中在H01（占比25%）、C08（占比11%）、A61（医学或兽医学）（占比8%）、B29（占比8%）和B32（占比7%）等领域，前五大类合计占比达到59%，覆盖了聚合物、应用产品及加工成型等方面。

进一步分析技术构成的小类，可以发现：在应用产品领域，专利申请涵盖了H01B（电缆）（占比17%）、B32B（占比8%）、H01M（占比7%）、F16L（管子、接头或管件）（占比6%）等细分领域。

#### 3.3.3 我国聚全氟乙丙烯专利技术分析

国内企业FEP专利主要集中在H01B类别下，该类别涵盖了电缆、导体、绝缘体以及导电、绝缘或介电材料的选择等相关技术。FEP材料凭借其卓越的阻燃性，出色的电性能，高耐电压强度，优异的耐温性、耐候性、耐辐照性能和化学稳定性等，替代PTFE在电线电缆领域得到了广泛应用。特别是

在高温高频环境下使用的电子设备传输电线、电子计算机内部连接线、航空航天用电线及其特种用途安装线、油泵电缆和潜油电机绕组线的绝缘层等方面，FEP展现了其独特的优势<sup>[6]</sup>。

在专利数量名列前茅的企业中，电线电缆制造企业占据主导地位。例如，安徽宏源特种电缆集团有限公司、南京全信传输科技股份有限公司、神宇通信科技股份有限公司、湖州讯腾电缆材料科技有限公司、卡斯柯信号有限公司、安徽江淮电缆集团有限公司、安徽华泰电缆科技有限公司以及芜湖航天特种电缆厂等企业，在FEP电缆领域申请了大量专利技术，这充分证明了FEP在电缆和传输领域的广泛应用和重要性。

在FEP的加工应用领域，湖州和轩翥新材料科技有限公司、上海伊川水塑料制品有限公司分别申请专利15件、12件，这些专利主要集中在FEP管材、膜材、棒材、板材的加工方法及设备方面，进一步推动了FEP材料在加工领域的创新和发展。在聚合物制备方面，我国FEP生产企业专利布局集中在C08L和C08J类别下。中昊晨光在FEP制备领域申请了14件专利，华夏神舟申请了10件专利，重庆新氟也申请了9件相关专利。

### 3.4 氟橡胶 (FKM)

#### 3.4.1 氟橡胶专利申请趋势分析

最早的氟橡胶为1948年美国杜邦公司试制出的聚-2-氟代-1,3-丁二烯及其与苯乙烯、丙烯等的共聚体，但性能并不比氯丁橡胶、丁橡胶突出，而且价格昂贵，没有实际工业价值<sup>[7]</sup>。

20世纪70年代之前，全球FKM相关的专利申请量极为有限。20世纪70年代至20世纪末，FKM专利申请呈现出明显的增长趋势。这一增长主要由日本、美国及欧洲等国家和地区推动。特别是日本，该时期年专利申请量约占全球总量的60%。

我国首个FKM相关的专利申请出现于1986年。但2000年之后我国FKM相关专利申请数量才呈现爆发式增长。2009年，我国的FKM专利申请数量突破100件，占全球申请总量的38%。近年来，我国FKM专利申请数量更是维持高位稳定，占全球总申请量的70%~80%，成为全球FKM领域专利申请的最主要贡献国。

#### 3.4.2 全球氟橡胶专利申请技术分析

从IPC大类来看，全球FKM专利申请主要集中在C08（占比28%）、F16L（占比16%）、H01（占比10%）、B29（占比7%）和B32（占比7%）等领

域，前五大类合计占比达到68%。

进一步分析技术构成的小类，可以发现：在聚合物方面，专利申请涉及C08L（占比20%）、C08K（占比17%）、C08J（占比5%）和C08F（占比3%）等领域。在应用领域，专利申请涵盖了B32B（占比6%）、F16J（活塞、缸、一般压力容器、密封）（占比5%）、B29C（占比5%）、H01B（占比5%）、F16L（占比4%）等细分领域。

#### 3.4.3 我国氟橡胶专利技术分析

我国FKM专利显著集中在C08L和C08K类别下，涵盖了氟橡胶聚合物的构成和使用无机物或非高分子有机物作为配料的应用。例如，日本大金早在1994年便开始在我国布局FKM专利，经过简单同族专利合并后，其申请总量达到了约80件，其中55件涉及C08L类别，39件则属于C08K类别。

在我国本土企业中，中昊晨光2012年开始申请氟橡胶专利，同族合并后共申请了约59件专利，这些专利主要集中在C08F、C08L和C08K 3个细分领域，涵盖氟橡胶的合成工艺、混炼技术、改性及制备方法等方面。此外，浙江巨化集团有限公司和华夏神舟同样在上述3个细分领域进行专利布局。

在应用方面，FKM凭借其耐高温、耐燃油、耐化学介质和低渗透性等特性，成为各种严苛条件下密封材料的首选。氟橡胶最早应用于航空领域，而目前最广泛的应用领域是汽车制造，主要应用于汽车燃油系统、密封件、油封等，该领域的FKM用量约占应用总量的65%<sup>[8]</sup>。

天津鹏翎胶管股份有限公司在FKM用汽车燃油管路胶管、汽车涡轮增压胶管等领域申请了24件专利。江苏千富之丰科技有限公司在氟橡胶领域有近20年的研发和生产经验，其产品覆盖氟橡胶预混胶、混炼胶，氟橡胶制品及汽车制动软管等多个领域，围绕这些领域布局了28件FKM相关专利。

芜湖航天特种电缆厂股份有限公司、浙江太湖远大新材料股份有限公司和浙江物产中大线缆有限公司等电缆制造企业，在FKM领域的专利主要集中在制备特种电缆及护套时，将FKM作为关键的组分材料。

### 3.5 可熔性聚四氟乙烯

#### 3.5.1 可熔性聚四氟乙烯专利申请趋势分析

自20世纪70年代以来，全球范围内开始涌现PFA的专利，且申请数量呈现出持续增长的趋势。杜邦公司率先推出了名为Teflon PFA的全氟烷氧基共聚物，该材料是TFE和全氟丙基乙烯醚（PPVE）

的共聚物，兼具FEP和PTFE的性能优势，因此迅速被化学和半导体工业所采纳，用于制造管道、配件、内衬和专用薄膜等产品。随后，日本大金、旭硝子以及欧洲泰良公司也相继研发出自己的PFA产品，并在市场上占据一席之地<sup>[9]</sup>。从历史趋势来看，全球PFA专利趋势大致分3个阶段：

第一阶段，20世纪70年代至20世纪80年代，全球PFA处于起步阶段，这个阶段日本在PFA专利申请方面处于领先地位，年申请数量在50件左右，成为推动全球PFA技术发展的重要力量。第二阶段，20世纪80年代至2016年，全球PFA技术进入平稳发展阶段，年申请数量基本在100~200件。值得注意的是，日本的专利发展似乎进入瓶颈期，特别是在进入21世纪后，PFA领域的专利申请数量呈现出下滑趋势。第三阶段，2016年至今，全球PFA技术迎来了快速发展期。这一阶段，PFA专利的申请数量实现了显著增长，2017年我国PFA的专利申请数量已经突破200件，2022年更是达到了430件的新高。结合现阶段我国的PFA产业化尚处在初期阶段，未来发展空间较大，预测我国PFA的专利申请量将持续增长。

### 3.5.2 全球可溶性聚四氟乙烯专利技术分析

从专利技术构成来看，全球PFA专利申请主要集中在H01（占比12%）、F16（工程元件或部件）（占比10%）、C08（占比10%）、A61（医学或兽医学、卫生学）（占比9%）和G01（测量、测试）（占比8%）等领域，前五大类合计占比约49%。

进一步分析技术构成的小类，PFA在加工应用领域的专利申请比较活跃，具体体现在B29C（占比8%）、B32B（占比7%）、H01B（占比5%）、F16L（占比5%）以及C09D（涂料组合物）（占比4%）等分类中。而在聚合物领域，主要包括C08L（占比7%）和C08J（占比5%）。值得注意的是，仍有高达45%的专利申请分散于其他众多IPC小类中，这充分说明了PFA的专利技术范围具有多样性和分散性。

### 3.5.3 我国可溶性聚四氟乙烯专利技术分析

我国企业在PFA专利技术方面的布局相对分散。其中，H01B类别下的专利表现尤为突出，该类别主要涵盖了电缆、导体、绝缘体以及导电、绝缘或介电材料的选择等相关技术领域。鉴于PFA与PTFE具有诸多相似的优点，并且具备熔融加工的特性<sup>[10]</sup>，PFA在高端同轴电缆绝缘层的挤出加工等领域已经应用成熟。例如，浙江元通线缆制造有限公司、浙江物产中大线缆有限公司、神宇通信科

技股份有限公司以及南京全信传输科技股份有限公司在PFA领域的专利主要集中于H01B类别下。此外，江阴市华能电热器材有限公司在合金绞线PFA绝缘和护套方面也取得了多项专利成果，其专利主要集中在H05B（电热）类别下。

在B29C领域，浙江东氟塑料科技有限公司的专利主要集中在制备PFA焊条、管材、管件、桶等领域。保视丽（上海）新材料科技有限公司则聚焦在PFA管的成型及连接方面，已申请了约10件相关专利。佛山市顺德区美的电热电器制造有限公司围绕锅具和烹煮设备的PFA不沾涂层进行专利布局，其专利主要集中在A47J（厨房用具）类别。

在聚合物制备方面，我国PFA生产企业专利布局集中在C08L、C08F和C08J类别下。

## 3.6 聚三氟氯乙烯

### 3.6.1 聚三氟氯乙烯申请趋势分析

全球PCTFE专利申请数量呈波动上升的态势，其发展历程可形象地划分为3个显著的“高峰”阶段。而美国、日本和中国在不同阶段分别扮演了重要的推动角色。

从20世纪40年代至20世纪70年代，PCTFE专利申请出现了一个引人注目的“高峰”。美国的专利申请数量在这一阶段内显著攀升，成为推动全球PCTFE专利申请增长的主要力量。20世纪70年代至20世纪末，PCTFE专利申请再次迎来一个增长的高峰期。这一阶段的增长与日本专利数量的激增呈现出明显的正相关性。进入21世纪以来，特别是自2012年至今，PCTFE专利申请领域迎来了第三个，也是最为显著的一个增长高峰。在这一阶段，我国的PCTFE专利申请数量实现了大幅度跃升，不仅成为全球PCTFE专利申请增长的重要引擎，而且其专利数量贡献占据全球总申请量的一半以上。这一变化不仅反映了我国在PCTFE技术研发领域的日益崛起，也预示着未来全球PCTFE技术发展的多元化和竞争格局的深刻变化。

### 3.6.2 全球聚三氟氯乙烯专利技术分析

从专利技术构成来看，全球PCTFE专利申请主要集中在C08（占比22%）、H01（占比12%）、B32（占比12%）、C09（占比8%）和B29（占比8%）等领域，前五类占比约62%，归结为聚合物、加工及应用产品3个领域。

其中聚合物包括C08L（占比12%）、C08J（占比10%）、C08K（占比7%）和C08F（占比5%）类别。应用产品集中在B32B（占比12%）、H01M（占

比5%)、C09D(占比5%)和B65D(容器)(占比4%)类别。加工成型包括成型加工方法与成型模具。

### 3.6.3 我国聚三氟氯乙烯专利技术分析

在聚合物领域:浙江省化工研究院有限公司、常熟新华化工、济南大学、中昊晨光、华夏神舟等为主要代表的申请人布局申请了14件中国专利。其中浙江省化工研究院有限公司申请专利3件、常熟新华化工3件、济南大学3件、华夏神舟2件、东阳光铝2件、中昊晨光1件。

在薄膜领域:PCTFE制成薄膜具有较好的透明性和极佳的水汽阻隔性,已广泛作为封装膜用于发光电子元件、电气组件、医疗材料和药剂领域<sup>[11]</sup>。浙江省化工研究院有限公司和中化蓝天集团有限公司申请了2件PCTFE薄膜制造专利,四川大学申请了4件。苏州海顺包装材料有限公司、郑州莉迪亚医药科技有限公司和上海春宜药品包装材料有限公司等布局了PCTFE医药包装材料专利。

在加工领域:株洲宏大高分子材料有限公司围绕PCTFE成型方法(模压、推压、挤出)、装置、模具等进行专利布局,公开申请8件专利。四川汇利实业有限公司在复合片生产加工方法和装置方面申请了5件专利。

在涂料领域:德施普(辽宁)新材料技术有限公司申请了1件PCTFE涂料制备方法专利,无锡中洁能源技术有限公司在太阳能背板用涂层方面申请了4件专利。安徽省金盾涂料有限责任公司在船舶表面涂料方面申请了4件PCTFE相关专利。

## 3.7 乙烯-四氟乙烯共聚物

### 3.7.1 乙烯-四氟乙烯共聚物申请趋势分析

20世纪70年代,美国太空总署和杜邦公司联合研制出乙烯-四氟乙烯共聚物(ETFE),并应用于航天领域。2001年,ETFE首次大规模应用于建筑,成为英国康沃尔郡伊甸园项目的屋面建筑膜材<sup>[12]</sup>。全球ETFE专利申请趋势可以清晰地划分为两大阶段。

第一阶段:20世纪70年代至20世纪末,全球ETFE专利申请由日本主导,二者走势高度相似。尤其是1983—1998年,日本几乎贡献了全球85%的ETFE专利申请。

第二阶段:21世纪至今,全球ETFE专利申请的主导力量由日本向中国转移。这个阶段,我国ETFE专利申请数量大幅度增加,其在全球专利申请总量的占比从2003年的12%一路攀升至2023年的90%,中国已成为全球ETFE专利领域的核心贡献国。

### 3.7.2 全球乙烯-四氟乙烯共聚物专利技术分析

从专利技术构成来看,全球ETFE专利技术主要集中在H01(占比24%)、C08(占比22%)和B32(占比11%)等领域,前三类占比约57%。

进一步分析技术构成的小类,ETFE在加工应用领域的专利申请比较活跃,具体体现在H01B、B32B、H01L、B29C以及C09D等分类中。在聚合物领域,主要集中在C08L、C08J和C08K分类。

### 3.7.3 我国乙烯-四氟乙烯共聚物专利技术分析

国内企业在H01B类别下的ETFE专利布局尤为突出,该类别主要涵盖了电缆、导体、绝缘体以及导电、绝缘或介电材料的选择等相关技术领域。电线电缆是ETFE应用最大的市场,占ETFE应用市场的50%~60%。由于ETFE材料所展现的卓越电气性能和耐热性能<sup>[13-14]</sup>,它作为绝缘材料被广泛应用于控制线、信号线和通讯线的绝缘层中。此外,ETFE作为密度最低的氟塑料,还满足了航空和汽车等领域对轻量化材料的需求,常被用作电缆的护套和绝缘层<sup>[15]</sup>。值得注意的是,经过辐照交联处理得到的交联乙烯-四氟乙烯共聚物(X-ETFE)更是成为航空航天绝缘电线的首选材料<sup>[16]</sup>。因此,国内众多电缆企业,如芜湖航天特种电缆厂股份有限公司、浙江元通线缆制造有限公司、浙江物产中大线缆有限公司、东莞市民兴电缆有限公司、江苏亨通线缆科技有限公司、浙江中大元通特种电缆有限公司等,均在ETFE在电缆中的应用上进行了大量的专利布局。其中,江苏亨通线缆科技有限公司特别关注机器人用电缆领域,采用ETFE作为绝缘层;而南京全信传输科技股份有限公司则主要聚焦于航空航天用电缆光缆领域,选用X-ETFE作为绝缘层。中广核三角洲(江苏)塑化有限公司在ETFE交联改性领域也取得了显著成果,申请了10多件相关专利。

除了电缆领域,ETFE在建筑领域的专利布局同样引人注目。天津市康达膜材建筑工程有限公司、深圳市烨兴膜结构工程有限公司、深圳市三鑫膜结构有限公司以及中国建筑第二工程局有限公司等企业,均在E04B(建筑物)类别下拥有大量专利。这些企业均专注于建筑用膜材料,充分利用ETFE膜材料的耐候性、耐化学侵蚀、高透过性、轻质和可塑性、自洁性及低维护成本等优势,为建筑膜的应用带来了广阔的前景<sup>[17]</sup>。诸如英国的伊甸园工程、美国的哈德逊艺术中心、德国的慕尼黑安联体育场以及中国的水立方等标志性建筑,都充

分展示了 ETFE 膜材料的优越性能, 实现了独特的建筑设计和良好的使用效果。

此外, 在 C09D 类别下, 格林斯达(北京)环保科技股份有限公司围绕 ETFE 涂料及其制备工艺布局了 8 件专利。

至于 ETFE 原料生产企业, 其专利主要集中在聚合物领域, 如旭硝子、浙江巨化集团有限公司等企业, 专利围绕在 C08L、C08K 和 C08F 等类别。

### 3.8 乙烯-三氟氯乙烯共聚物

#### 3.8.1 乙烯-三氟氯乙烯共聚物申请趋势分析

乙烯-三氟氯乙烯(ECTFE)最初由美国杜邦公司在 1946 年成功合成。1974 年, 应用化学组织首次将其商品名 Halar 推向市场, 即大家俗称的“哈拉粉”。1986 年, 应用化学组织将 ECTFE 的产品和技术转售给美国的奥西蒙特公司<sup>[18]</sup>。为了满足发泡电缆应用的特定需求, 奥西蒙特公司在 1999 年末专门开发了名为 Vatar 的 ECTFE 树脂<sup>[19]</sup>。然而, 全球 ECTFE 的产业化进程异常缓慢, 时至今日, 全球范围内商业化的 ECTFE 供应商依然寥寥无几, 产能主要集中在索尔维公司。由于产业化程度相对较低, 在一定程度上限制了 ECTFE 的应用领域, 导致其在含氟聚合物市场中的份额微乎其微<sup>[20]</sup>。

从专利角度来看, ECTFE 的相关专利最早可追溯至 1970 年, 由杜邦公司提出, 涵盖了改进的乙烯-三氟氯乙烯共聚物以及具有提升高温性能的乙烯-三氟氯乙烯共聚物。自 1970 年至今, ECTFE 专利年均申请量保持在 12 件左右。与其他含氟聚合物相比, ECTFE 的专利数量显然较少。

在 20 世纪 80 年代, 日本在 ECTFE 专利申请方面维持了较高的活跃度, 对全球贡献显著。然而, 自 1987 年达到申请高峰后, 其申请数量逐渐下滑, 近年来的专利申请数已降至个位数。

我国在 ECTFE 领域的研发和应用起步较晚。我国首项与 ECTFE 相关的专利出现于 1988 年, 但由美国埃德朗产品公司申请。而我国本土企业的首项专利则是 2004 年由大连振邦氟涂料股份有限公司与中国科学院上海有机化学研究所联合申请的《乙烯-三氟氯乙烯共聚物的制备方法》。自 2012 年起, 我国在 ECTFE 领域的专利申请量出现了显著增长, 2016 年更是达到了巅峰, 接近 30 件, 占全球总申请量的 94%。尽管近年来申请量有所下降, 但我国仍是全球在这一领域最主要的贡献国。

#### 3.8.2 全球乙烯-三氟氯乙烯共聚物专利技术分析

从专利技术构成来看, 全球 ECTFE 专利技术

主要集中在 C08 (占比 34%)、H01 (占比 19%)、和 B32 (占比 9%) 等领域, 前三类占比约 62%。

进一步分析技术构成的小类, ECTFE 在聚合物领域的专利申请比较集中, 涵盖了 C08L、C08K、C08J 和 C08F 等分类。在应用领域, 具体体现在 H01B、B32B、H01L 以及 C09D 等分类中。

上述技术功效研究集中在如何提高稳定性、提高强度、提高耐热性、降低复杂性、降低成本和提高耐腐蚀性等方面。

#### 3.8.3 我国乙烯-三氟氯乙烯共聚物专利技术分析

在聚合物领域, 浙江省化工研究院有限公司与中化蓝天集团有限公司联合申请了 7 件 ECTFE 制备及方法的相关专利, 表现亮眼, 并且还在中空纤维膜微孔膜、保护膜、涂料、纤维等多个应用领域内拥有相关专利, 展现了中化蓝天在 ECTFE 生产和应用领域均具有较强的研发实力和创新能力。此外, 华夏神舟和大连振邦氟涂料股份有限公司也分别申请了 1 件 ECTFE 的制备专利。

从国内产业化进程来看, 早在 2010 年之前, 大连振邦氟涂料有限公司和青岛宏丰氟硅科技有限公司已有关于 ECTFE 中试筹建的报道, 但未见其规模化产品。目前, 浙江省化工研究院有限公司已建成年产 100 t 的 ECTFE 生产装置, 相关产品已推向市场, 为 ECTFE 的国内产业化进程注入了新的活力。在加工应用领域, ECTFE 主要被用于电缆、涂料、制品和薄膜等领域。在电缆(H01B)类别下, 无锡市苏南电缆有限公司、新亚电子有限公司、苏州科茂电子材料科技有限公司、西部电缆陕西有限公司、通盈电业(深圳)有限公司等企业共申请专利约 30 件, 将 ECTFE 应用于电缆护套材料中, 进一步推动了 ECTFE 在电缆行业的普及与应用。

在 B01D 类别下, 如浙江省化工研究院有限公司、北京中环膜材料科技有限公司、迈博瑞生物膜技术有限公司、江苏中吴环境工程有限公司、北京碧水源科技股份有限公司等企业围绕分离膜的制备技术, 共申请了约 20 件专利。而在 B32B 类别下, 我国企业则共申请了 16 件 ECTFE 专利, 其中合肥乐凯科技产业有限公司在钙钛矿量子点膜及制备方法方面取得了 2 件涉及 ECTFE 的专利, 山东东岳在太阳能电池背板膜及其制备方法方面申请了 1 件专利, 中化蓝天集团有限公司申请了 1 件涉及 ECTFE 航空用薄膜复合材料专利。

综上所述, 尽管 ECTFE 在多个领域展现出了广阔的应用前景, 但其目前的产业化水平仍然较

低,产能主要集中在比利时索尔维公司1家企业。由于原料价格较高,国内ECTFE市场价格维持在400~500元/kg,限制了ECTFE在下游加工应用领域的进一步拓展。

### 3.9 全氟醚橡胶

#### 3.9.1 全氟醚橡胶申请趋势分析

全氟醚橡胶(FFKM)于1968年首次被美国杜邦公司研发成功,并在1975年以Kalrez<sup>®</sup>作为商品名投入商业化应用。作为氟橡胶中的特殊品种,FFKM的开发和应用均展现出了高度的专业性和针对性,其研究动态在国际上始终保持高度的保密性<sup>[21]</sup>。市场上流通的产品,多以混炼胶及成品形态呈现,且因其卓越的性能而价格不菲。全球全氟醚橡胶市场的竞争格局中,美国杜邦公司、美国GT公司、美国3M公司、比利时索尔维公司以及日本大金等企业,基本占据全世界90%市场份额。全球有效产能不到500 t/a,也大部分集中在头部企业,更凸显了FFKM的稀缺性和高门槛。

在专利布局方面,全球FFKM相关专利申请从2002年之后才开始逐渐活跃,并呈波动增长的趋势。然而,尽管有所增长,但是每年申请数量仍相对有限。从历史数据来看,2018年申请数量最多,为49件。而近年来,申请数量基本维持在50件以下水平。从主要国家及地区数量来看,美国、日本和欧洲在FFKM领域的专利申请也十分有限,均维持在个位数水平。这进一步印证了FFKM技术的高度封闭性和专利申请的严格限制。

而值得注意的是,我国从2006年开始出现了FFKM的相关专利,由日本华尔卡工业株式会社申请,该专利使用FFKM作为半导体制造装置用密封材料中的橡胶组分。此后,我国FFKM相关专利申请数量显著增长,2014年达到11件,2023年达到39件,中国已成为全球申请数量最多的国家。这一趋势在一定程度上彰显了我国在高端氟材料研发领域的快速进步,也预示着我国逐渐打破FFKM技术封锁,在推动该领域技术创新与应用拓展方面发挥越来越重要的作用。

#### 3.9.2 全球全氟醚橡胶专利技术分析

从专利技术构成来看,全球FFKM专利技术主要集中在C08(占比32%)、F16(占比15%)和H01(占比10%)等领域,前三类占比约57%。

进一步分析技术构成的小类,FFKM在聚合物类别的专利申请比较集中,涵盖了C08L、C08K、C08F和C08J等。在应用领域,具体体现在F16J、

B32B和H01L等分类。

#### 3.9.3 我国全氟醚橡胶专利技术分析

在FFKM聚合物方面,我国的氟聚合物生产企业虽已积极展开布局,但在研发能力和技术创新方面仍有待加强。具体而言,中昊晨光凭借5件FFKM专利脱颖而出,浙江巨圣氟化学有限公司紧随其后申请了2件,而华夏神舟、福建海德福新材料有限公司、福建永泓高新材料有限公司则各获1件专利,表明了国内企业在FFKM聚合物领域的初步探索和努力。

在加工应用层面,上海芯密科技有限公司以8件专利在FFKM密封领域处于领先地位,这些专利主要聚焦于半导体工业用的密封材料。作为国内集成电路全氟醚密封产品的头部生产商,凭借其先进的工艺和卓越的产品性能,如耐温性、洁净度、析出性等,已跻身行业前列。此外,宁波德固赛密封科技有限公司和上海州达洋半导体材料有限公司在半导体加工制程用FFKM领域也分别申请了3件、1件专利。

上海如实密封科技有限公司在FFKM密封材料制备及应用领域共申请了4件专利;四川远星橡胶有限责任公司在车用轮胎领域积极探索FFKM的应用,申请了3件相关专利,上海熹贾精密技术有限公司则在FFKM密炼、开炼及合成设备领域申请了3件专利,展现了其在该领域的专业实力。

FFKM材料在半导体制造、医疗、航空航天以及石油化工等多个关键行业中发挥着不可替代的作用<sup>[22]</sup>,特别是在集成电路的先进制程设备密封领域,被视为一种至关重要的耗材<sup>[23]</sup>。然而,现有数据显示,国内高端全氟醚橡胶密封材料及其相关产品的市场仍然被海外企业牢牢把控,国产化比例尚不足10%。鉴于此,积极推动高端全氟醚橡胶密封材料的研发与生产,进一步完善相关产业链,不仅是增强新质生产力的有效途径,更是确保集成电路行业实现安全、高质量发展的核心要素。

## 4 总结与展望

含氟聚合物领域专利竞争激烈,技术创新不断涌现,日本、美国等发达国家企业占据技术高地。我国已成为全球含氟聚合物专利申请的主要国家,但在核心技术上仍面临挑战,需持续加大研发投入,聚焦关键技术攻关,提升自主创新能力,努力打破国际技术壁垒,实现从“跟跑”到“并跑”乃至“领跑”的转变。

展望未来,我国应继续推动产学研深度融合,促进科研成果向产业转化,提升产业自主可控能

力,共同推动含氟聚合物产业的发展和升级,为全球氟材料产业贡献更多中国智慧与力量。

#### [参考文献]

- [1] 卿凤翎.高性能含氟聚合物研究应用进展[J].宇航材料工艺,2013,43(1):11-14.  
QING F L. Recent Advances of Fluorinated Polymers [J]. Aerospace Materials & Technology,2013,43(1):11-14.
- [2] 顾陈斌,王东军,刘世雄,等.含氟高分子材料在塑料光纤中的应用[J].化学进展,2002(5):398-404.  
GU C B, WANG D J, LIU S X, et al. Application of Fluoropolymer in Plastic Optical Fiber [J]. Progress in Chemistry, 2002 (5) : 398-404.
- [3] SCHLOFFERD F, SCHERER D O. Verfahren zur darstellung von polymerisationsprodukten;677071(C)[P]. 1939-06-17.
- [4] 张国鑫,陈自兰,王亮,等.氟聚合物工业发展综述[J].有机氟工业,2016(1):51-57.  
ZHANG G X, CHEN Z L, WANG L, et al. Summary on Development of Fluorine-Based Nolymer Industry [J]. Organo-Fluorine Industry,2016(1):51-57.
- [5] 闫彭,赵亚南.聚四氟乙烯微孔膜国内专利分析[J].有机氟工业,2023(2):30-33.  
YAN P, ZHAO Y N. Domestic Patent Analysis of Polytetrafluoroethylene Microporous Membrane [J]. Organo-Fluorine Industry,2023(2):30-33.
- [6] 杨瑞影,李红杰,魏志华,等.我国四氟乙烯及下游聚合物生产现状[J].精细与专用化学品,2020,28(12):1-4.  
YANG R Y, LI H J, WEI Z H, et al. Supply and demand of tetrafluoroethylene and its polymerderivitives [J]. Fine and Speciality Chemicals,2020,28(12):1-4.
- [7] 钱伯章.氟橡胶的国内外发展现状[J].中国橡胶,2008(7):14-16.
- [8] 徐林,曾本忠,王超,等.我国高性能合成橡胶材料发展现状与展望[J].中国工程科学,2020,22(5):128-136.  
XU L, ZENG B Z, WANG C, et al. Current Status and Prospects of High-Performance Synthetic Rubber in China [J]. Strategic Study of CAE,2020,22(5):128-136.
- [9] 任伟成.可溶性聚四氟乙烯(PFA)[J].有机氟工业,2010(2):40-44.
- [10] 叶素娟,禹权,范清,等.可溶性聚四氟乙烯复合材料的摩擦磨损与密封性能的研究[J].塑料工业,2015,43(12):18-22.  
YE S J, YU Q, FAN Q, et al. Research of the Friction and Wear and Sealing Properties of PFA Composites [J]. China Plastics Industry,2015,43(12):18-22.
- [11] 陈科,宋健,孙斌,等.聚三氟氯乙烯的应用及发展趋势[J].塑料工业,2019,47(S1):1-4.  
CHEN K, SONG J, SUN B, et al. Application and Development Trend of Polytrifluorochloroethylene [J]. China Plastics Industry,2019,47(S1):1-4.
- [12] 张晨,沈骥昉,杜丽君,等.乙烯和四氟乙烯共聚树脂的合成与应用[J].有机氟工业,2015(4):45-48.  
ZHANG C, SHEN J F, DU L J, et al. Synthesis and Application of Tetrafluoroethylene/Ethylene Copolymer [J]. Organo-Fluorine Industry,2015(4):45-48.
- [13] 黄衡,肖长发,王纯,等.乙烯-四氟乙烯共聚物中空纤维膜的制备及性能[J].高分子材料科学与工程,2019,35(6):117-123.  
HUANG H, XIAO C F, WANG C, et al. Preparation and Properties of Poly (Ethylene-Tetrafluoroethylene) Hollow Fiber Membranes [J]. Polymer Materials Science & Engineering,2019,35(6):117-123.
- [14] 孙乐乐,肖长发,潘健,等.乙烯-四氟乙烯共聚纤维的性能[J].纺织学报,2016,37(12):6-11.  
SUN L L, XIAO C F, PAN J, et al. Properties of ethylene-tetrafluoroethylene copolymer fibers [J]. Journal of Textile Research,2016,37(12):6-11.
- [15] 谢俊彪,龙燕,祁新萍.氟塑料绝缘电缆的研究进展及发展趋势[J].塑料科技,2016,44(11):92-95.  
XIE J B, LONG Y, QI X P. Research Progress and Development Trend of Fluorine Plastic Cable [J]. Plastics Science and Technology,2016,44(11):92-95.
- [16] 张晶波,于金旭,金崇阳,等.航空航天用超轻型稳相电缆研制[J].光纤与电缆及其应用技术,2020(3):10-12.  
ZHANG J B, YU J X, JIN C Y, et al. Development of Ultra-Light Phase-Compensated Cable for Aerospace [J]. Optical Fiber & Electric Cable and Their Applications,2020(3):10-12.
- [17] 张之秋,杨文芳,顾振亚,等.建筑膜材的发展及应用现状[J].新型建筑材料,2008(5):78-81.  
ZHANG Z Q, YANG W F, GU Z Y, et al. Development and application of architectural membrane materials [J]. New Building Materials,2008(5):78-81.
- [18] 王文贵,徐平先,杨涛.乙烯-三氟氯乙烯共聚物薄膜的研究[J].塑料工业,2010,38(S1):64-68.  
WANG W G, XU P X, YANG T. Study on the Ethylene-chlorotrifluoroethylene Copolymer Film [J]. China Plastics Industry,2010,38(S1):64-68.
- [19] 姜福昌. Ausimont公司ECTFE品级Vatar2000[J].有机氟工业,2000(2):61.
- [20] 陈伟峰,曹景同,孟庆文,等.三氟氯乙烯基聚合物的合成与应用研究进展[J].生态产业科学与磷氟工程,2024,39(9):53-59.  
CHEN W F, CAO J T, MENG Q W, et al. Research progress on synthesis and application of trifluorochloroethylene based polymers [J]. Eco-industry Science & Phosphorus Fluorine Engineering,2024,39(9):53-59.
- [21] 张亨.全氟醚橡胶的性能研究进展[J].橡塑技术与装备(橡胶版),2015,41(3):29-34.  
ZHANG H. Research on the performance of perfluorinated ether rubber [J]. China Rubber / Plastics Technology & Equipment (Rubber Edition),2015,41(3):29-34.
- [22] 冯洪福,苏有学,孙超超,等.耐高温全氟醚橡胶复合材料研究进展与展望[J].高分子材料科学与工程,2023,39(7):185-190.  
FENG H F, SU Y X, SUN C C, et al. Progress and Prospects of High Temperature Resistant Perfluoroether Rubber Composites [J]. Polymer Materials Science and Engineering,2023,39(7):185-190.
- [23] 王宝成,张波,韦园思,等.全氟醚橡胶密封材料研究进展[J/OL]. 润滑与密封. <https://link.cnki.net/urlid/44.1260.TH.20240709.1450.005>.  
WANG B C, ZHANG B, WEI Y S, et al. Research progress of perfluoroether rubber sealing materials [J/OL]. Lubrication Engineering. <https://link.cnki.net/urlid/44.1260.TH.20240709.1450.005>.