

T/SDMS

团 体 标 准

T/SDMS 012—2024

气体分离膜用含氟聚酰亚胺（FPI）

Fluorinated polyimide (FPI) for gas separation membranes

2024 - 12 - 11 发布

2025 - 03 - 11 实施

山东省膜学会 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省膜学会提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：山东华夏神舟新材料有限公司、大连理工大学、浙江巨圣氟化学有限公司、山东理工大学、淄博市标准化研究院、淄博市计量技术研究院、聊城大学、天津津阳膜科技有限公司、山东航空学院。

本文件主要起草人：杨振东、苏传祥、贺高红、阮雪华、余国军、杨乃涛、高涛、宗苏琛、丁磊、吕剑阳、杨仲年、邢艳萍、毕丛丛、王磊、乔桐桐、王俊莉、顾萍、孟庆文。

气体分离膜用含氟聚酰亚胺（FPI）

1 范围

本文件规定了气体分离膜用含氟聚酰亚胺（FPI）型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、标签和随行文件以及包装、运输和贮存。

本文件适用于气体分离膜用含氟聚酰亚胺（FPI）。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 6672 塑料薄膜和薄片厚度测定机械测量法
- GB/T 6678 化工产品采样总则
- GB/T 6679 固体化工产品采样总则
- GB/T 22567 电气绝缘材料 测定玻璃化转变温度的试验方法
- GB/T 31816 水处理剂 聚合物分子量及其分布的测定 凝胶色谱法
- GB/T 33047.1 塑料 聚合物热重法（TG） 第1部分：通则
- GB/T 40260—2021 高分子膜材料气体渗透性能测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

气体分离膜 gas separation membranes

用于分离混合气体的高分子膜。

3.2

含氟聚酰亚胺 fluorinated polyimide (FPI)

由一种或多种含氟单体缩合聚合制备而成的聚酰亚胺。

4 型号

本产品按照分离气体种类分为4个型号，见表1。

表1 产品型号

型号	FPI-01	FPI-02	FPI-03	FPI-04
分离气体	O ₂ /N ₂	CO ₂ /CH ₄	H ₂ /CH ₄	He/CH ₄
示例：O ₂ /N ₂ = A/B				

5 技术要求

气体分离膜用含氟聚酰亚胺（FPI）的控制项目指标应符合表2中的规定。

表2 技术指标

序号	项目	性能指标			
		FPI-01	FPI-02	FPI-03	FPI-04
1	外观	色泽均匀的颗粒			
2	单维最大尺寸小于5 mm的颗粒百分比/%	>98			
3	重均分子量 (M_w)	>10×10 ⁴		>8×10 ⁴	
4	分子量分布指数	<2.5			
5	溶解性	在NMP、DMAc、DMF、THF中，溶液澄清透明，无沉淀不溶物		在NMP、DMAc、DMF中，溶液澄清透明，无沉淀不溶物	
6	玻璃化转变温度/°C	≥300			
7	热分解温度/°C	≥450			
8	理想分离系数(α)	≥6	≥40	≥140	≥250

注：NMP—N-甲基-2-吡咯烷酮；DMAc—N,N-二甲基乙酰胺；DMF—N,N-二甲基甲酰胺；THF—四氢呋喃。

6 试验方法

6.1 外观

目测。

6.2 单维最大尺寸小于5 mm的颗粒百分比

取50个~100个颗粒平铺在具有尺度的计量板上，计算小于5 mm的颗粒数量占总数量百分比。

6.3 重均分子量 (M_w)

按照GB/T 31816中规定的方法进行。

6.4 分子量分布指数

按照GB/T 31816中规定的方法进行。

6.5 溶解性

6.5.1 试剂

溶解性测定试剂要求如下：

- N-甲基-2-吡咯烷酮（NMP）：分析纯；
- N,N-二甲基乙酰胺（DMAc）：分析纯；
- N,N-二甲基甲酰胺（DMF）：分析纯；
- 四氢呋喃（THF）：分析纯。

6.5.2 试验步骤

分别称取0.1 g±0.001 g样品于4个干燥的100 mL烧杯内，用移液管分别吸取10 mL的试剂（N-甲基-2-吡咯烷酮、N,N-二甲基乙酰胺、N,N-二甲基甲酰胺、四氢呋喃中的一种）加入到烧杯中，震荡并在室温下静置24 h后，目测，记录结果。

6.6 玻璃化转变温度

按照GB/T 22567规定的方法进行，升温速率10 °C/min，终点温度根据树脂的大约玻璃化转变温度确定，比玻璃化转变温度高50 °C~60 °C。

6.7 热分解温度

按照GB/T 33047.1中规定的方法进行。以升温速率10 °C/min升至800 °C。

6.8 理想分离系数

6.8.1 样品制备

按照GB/T 40260—2021中附录B制备平板均质膜，膜厚度范围50 μm~100 μm之间。

6.8.2 测试步骤

测定步骤如下：

- a) 按照 GB/T 6672 测量试样厚度，至少测量 5 点，取算术平均值；
- b) 按照 GB/T 40260 规定进行薄膜气体渗透性能测试和计算理想分离系数，测试条件：温度 0 °C ~ 100 °C，压力 0.1 MPa~7.0 MPa。

7 检验规则

7.1 组批和抽样

相同原料、相同配方、相同工艺、24 h内连续生产的产品为一批。按照GB/T 6678中的规定确定采样单元数，按照GB/T 6679中规定的采样方法进行采样，每批产品采样总量不应少于100 g，分装于两个清洁、干燥的试剂袋中，密封后贴好标签，一袋检验一袋留样。

7.2 检验分类

7.2.1 产品检验分为出厂检验和型式检验，检验项目见表 3。

表 3 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观	5	6.1	√	√
2	单维最大尺寸小于5 mm的颗粒百分比/%	5	6.2	√	√
3	重均分子量	5	6.3	√	√
4	分子量分布指数	5	6.4	√	√
5	溶解性	5	6.5	—	√
6	玻璃化转变温度/°C	5	6.6	—	√
7	热分解温度/°C	5	6.7	—	√
8	理想分离系数(α)	5	6.8	—	√

注：“√”表示检验，“—”表示不检验。

7.2.2 若有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 首次生产时；
- b) 主要原材料或工艺方法有较大改变，可能影响产品质量时；
- c) 正常生产满半年时；
- d) 产品停产 6 个月以上恢复生产时时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- f) 行业监管需要时。

7.3 判定规则

当检验结果全部符合本文件要求时，则判定该批产品合格；若检验结果有一项及一项以上不合格时，允许加倍抽样对不合格项进行复检，若复检结果全部合格，则判定该批产品合格，否则判定该批产品不合格。

8 标志、标签、随行文件

8.1 标志

外包装上应有“向上”“禁止翻滚”“怕雨”等标志，符合GB/T 191的规定。

8.2 标签

产品外包装上应有牢固清晰的标签，内容至少应包括：产品名称、批号、规格、净含量、生产厂名、厂址、商标、贮存条件、使用说明、警示标志或中文警示说明等。

8.3 随行文件

随行文件宜包括：

- a) 产品合格证；
- b) 产品说明书；
- c) 试验报告；
- d) 其他有关资料。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

产品用塑封袋塑封。每袋产品包装允许质量偏差 $\leq 5\%$ 。外包装采用纸箱，当纸箱不满时，应使用泡沫垫填满。

9.2 运输

在运输中应防止受潮、包装破损，禁止倒置放置。

9.3 贮存

应隔绝火源、远离高温热源、防静电、阴凉、通风、干燥贮存，避免日光直接照射，严禁雨淋。
