



PF160/PF235：国产无定形氟树脂 —— 可直接替代 Teflon™ AF，供货稳定，不受欧盟限制影响

高透明度、超低折射率的全氟化共聚物，用于光学涂层、半导体器件、生物芯片及气体分离膜 —— 提供克级至公斤级，支持定制研发服务

百灵威联合浙江大学衢州研究院余大洋博士团队，推出 PF160 和 PF235 —— 聚[4,5-二氟-2,2-双(三氟甲基)-1,3-二氧杂环戊二烯-co-四氟乙烯]。这些材料被设计为 Teflon™ AF1600 和 AF2400 的直接替代品，在光学、热学、介电和表面性能方面可提供相同甚至更优的表现，同时在欧盟对含氟物质法规日趋严格的背景下，兼具显著的成本优势和供应链安全性。

为什么 PF160/PF235 对高性能光学和电子应用至关重要

无定形氟聚合物在那些因结晶散射、高折射率或有限热稳定性而影响器件性能的应用中不可或缺。与半结晶 PTFE 或 FEP 不同，PF160/PF235 的环状二氧杂环戊烯-co-TFE 结构完全抑制了结晶性，从而实现：

- 优异的光学清晰度（深紫外至可见光波段透过率 $\geq 95\%$ ），无雾度或双折射；
- 超低折射率（1.29–1.34）——在所有已知透明聚合物中处于最低之列，可大幅减少界面处的菲涅尔反射；
- 高玻璃化转变温度（PF160 为 160°C，PF235 为 240°C），适用于高温加工及苛刻环境；
- 优异的疏水疏油性（水接触角 $\geq 110^\circ$ ），用于防污和易脱模表面；

低介电常数（1.89–1.95）和超低损耗因子，在高频通信中保持信号完整性。



这些特性不仅是渐进式的改进，它们使得在深紫外光刻、高速光电子和下一代生物芯片等领域中，传统聚合物无法实现的全新器件架构成为可能。

PF160/PF235 与 Teflon™ AF 的真实性能匹配

项目	PF160 (412056 / 921272)	PF235 (932915)	Teflon™ AF1600 / AF2400 (参考)
折射率 (589 nm)	1.29 – 1.31	1.30 – 1.31	1.29 – 1.34
紫外-可见光透光率 (250–800 nm)	≥95%	≥95%	≥95%
玻璃化转变温度 (Tg)	160±5°C (可定制)	240±5°C (可定制)	160±5°C / 240±5°C
静态水接触角	≥110°	≥110°	≥110°
介电常数 (1 MHz)	1.89 – 1.93	1.93 – 1.95	~1.93 (AF1600)
热分解温度 (TGA, N ₂)	>430°C	>430°C	>430°C
特性粘度 (mL/g) —— 分子量指标	94±5	94±5	94±5
非晶特性	完全无定形	完全无定形	完全无定形
溶解性	全氟化溶剂 (FC-40、PFPE、全氟庚烷等)	全氟化溶剂 (FC-40、PFPE、全氟庚烷等)	全氟化溶剂
溶液形态 (921272)	3 wt% PFPE 溶液，即开即用	—	—
推荐加工温度 (熔融)	240–275°C	340–360°C	240–275°C / 340–360°C
适用基材	玻璃、硅片、金属、柔性薄膜、石英、光纤	玻璃、硅片、金属、柔性薄膜、石英、光纤	玻璃、硅片、金属等



所有 PF160/PF235 批次均通过 SGS 认证，确保纯度和一致性，满足半导体和光学制造领域的严格要求。

关键应用领域 —— 详细说明

1. 深紫外和可见光波段的抗反射 (AR) 涂层

适用于雷达天线罩、深紫外光刻光学器件、光掩模保护膜 (pellicle)、硅晶圆窗口等 —— PF160/PF235 的超低折射率结合 $\geq 95\%$ 的透光率，通过合理设计的单层或多层堆叠，可将每表面的菲涅尔反射降低至 $< 1\%$ 。

与旋涂、浸涂和喷涂工艺兼容，可轻松集成到现有生产线中。

2. 生物及微流控器件的防污和脱模层

用于基因测序芯片、微流控通道、植入式传感器 —— 不粘表面（水接触角 $\geq 110^\circ$ ）可有效抵抗蛋白质、细胞、脂类和有机污染物的吸附，提高检测精度和器件寿命。

在精密模塑（如 LED 透镜制造）中，PF235 的高 T_g 和脱模性能可实现无需脱模剂的清洁脱模，减少缺陷。

3. 高频电子领域的低 k 介电包层和绝缘层

光纤包层、5G/6G 波导涂层、高速互连绝缘 —— 介电常数 1.89–1.95 和极低的损耗正切可最大限度地减少毫米波频率下的信号衰减和串扰。

非晶特性避免了介电各向异性，确保薄膜在任何取向均具有一致的性能。



4. 气体分离膜

这些无定形氟聚合物的刚性、类微孔自由体积赋予其对气体对（如 O_2/N_2 、 CO_2/CH_4 以及全氟化合物回收）的高选择性。PF160 和 PF235 的渗透性-选择性权衡关系已在同行评审期刊上发表（见参考文献）。

5. 光波导包层和层间介电材料

低折射率使 PF160/PF235 成为聚合物光波导的理想包层材料，其与纤芯（折射率约 1.5）的折射率差决定了模式限制能力。它们的热稳定性可承受焊接回流工艺。

灵活的供应形式 —— 随时适配您的工艺

我们提供三种标准产品形态，均有现货，可立即发货：

- PF160 树脂粒料 —— 高纯度固体，用于定制溶解或共混配混；
- PF235 树脂粒料 —— 高 Tg 版本，适用于高温应用；
- PF160 3 wt% 全氟聚醚（PFPE）溶液 —— 即用型涂布配方，省去危险且耗时的溶解步骤，兼容旋涂、浸涂和喷涂。

此外，我们还可根据需求提供定制浓度（如 1–3%），以及通过可控聚合实现定制分子量，以满足您特定的流变和成膜要求。

成本和供应链优势 —— 降低欧盟限制风险

欧盟正在根据 REACH 及其他监管框架逐步限制全氟和多氟烷基物质（PFAS）的使用。这导致进口氟聚合物（如 Teflon™ AF）的供应不确定性增加、交期延长和价格大幅波动。

我们的 PF160/PF235 系列完全在中国合成，拥有独立知识产权和覆盖所有原料、中间体及最终产品的



国内供应链。这保证了：

- 不受欧盟政策变化或贸易争端影响的连续供应；
- 价格稳定 —— 不受进口关税、汇率波动或海外制造中断的影响；
- 更短的交货周期 —— 本地仓储和准时交付，适用于研发用克级和生产用公斤级；
- 法规合规性 —— 我们的产品已完全注册国内使用，并为寻求替代来源的全球客户提供所有必要的文档。

转向 **PF160/PF235**，您不仅获得等效性能，还能消除供应链风险，并获得与传统供应商的议价能力。

定制研发服务 —— 从克级筛选到公斤级验证

我们深知每个应用都有独特需求。我们的团队提供定制开发服务，涵盖：

- 配方优化 —— 针对特定基材（玻璃、硅片、金属、柔性薄膜）调整溶剂体系、添加剂或共聚物组成；
- 涂布工艺开发 —— 提供旋涂速度、热固化曲线和厚度控制的指导；
- 放大支持 —— 从 **1 g** 可行性样品到 **1 kg** 中试批次及以上，附带全面分析表征（GPC、NMR、DSC、TGA、UV-Vis、接触角等）；
- 衍生化 —— 若您需要功能化版本（例如带有反应性端基以进行交联），我们的合成团队可探索可行路线。

所有定制工作均得到余博士团队专业知识的有力支持，其发表的文章和专利充分体现了对这些共聚物构效关系的深刻理解。

常见问题（FAQ）

问：PF160/PF235 的化学结构与 Teflon™ AF 完全相同吗？



问：它们是相同的共聚物（PDD-TFE），分子量和共聚单体比例相近。我们的产品设计为功能等效物，我们的表征数据（NMR、DSC、UV）证实与原始产品匹配。

问：我可以与使用 Teflon™ AF 相同的加工条件吗？

答：可以。对于树脂粒料，在全氟化溶剂（如 FC-40）中的溶解遵循类似的操作。3 wt% 溶液可直接用于旋涂/浸涂/喷涂，无需修改。

问：哪些溶剂兼容？

答：常用溶剂包括全氟庚烷、六氟苯、FC-40 和全氟聚醚。我们可以为您的涂布方法推荐特定溶剂。

问：树脂和溶液应如何储存？

答：树脂粒料应储存于干燥、阴凉处，避免紫外线直射。溶液应密封于惰性气氛下储存，防止溶剂挥发或污染。

问：保质期有多久？

答：树脂在适当储存条件下可无限期保持稳定。溶液在室温下原装密闭容器中储存，保质期至少 12 个月。

问：能否获得超过 1 kg 的更大数量？

答：可以。我们支持多公斤级生产。请咨询价格和交货时间。

问：欧盟 PFAS 限制如何影响你们的供应？

答：我们的整个供应链都在国内，因此不受欧盟法规影响。我们继续生产并发货，不受中断。

问：你们提供技术数据表和安全性信息吗？



答：提供。每批货物均附带分析证书（CoA）、物质安全数据表（MSDS）和批次特定测试报告（Tg、粘度、透光率等）。

问：你们能定制 Tg（例如 180°C 或 220°C）吗？

答：我们提供有限的共聚单体比例定制，以在范围内调整 Tg。请联系我们告知您目标 Tg，我们将评估可行性。

问：这些材料适用于柔性基材吗？

答：是的。它们的非晶特性允许形成薄而柔韧的薄膜，经适当表面处理后，对各种基材具有良好附着力。