

消除异氰酸酯黏滞、模具积垢与溶剂清洗：恒氟隆™高性能含氟聚合物涂层于聚氨酯（PU）加工制造之应用

目标领域：反应射出成形（RIM）、软硬质发泡、浇注弹性体、表皮一体成形（Integral Skin）、混料头 |
业务部门：恒氟隆聚氨酯与高分子加工材料事业部 | 发布日期：2026年9月

从汽车反应射出成形（RIM）饰板与座椅发泡，到矿业浇注弹性体、鞋底及硬质绝缘隔热板，聚氨酯（PU）制造过程中面临强烈的化学黏附挑战。高度反应性的异氰酸酯（MDI、TDI 与脂肪族预聚物）会与金属模具表面形成极其牢固的共价键。传统的外部蜡质与溶剂型离型剂会引发制程变异、损害表面光洁度、堵塞真空微排气孔，并强迫厂家进行耗时耗力的模具手动刷洗。恒氟隆™含氟聚合物涂层系统（PTFE、FEP、PFA、ETFE）提供半永久性、化学惰性的干式薄膜界面。专为承受强烈放热固化反应与研磨性填料而设计，恒氟隆™彻底免除溶剂清洗，完美保存精细纹理，并实现无移行（Zero-transfer）脱模。

1. 聚氨酯加工的挑战：异氰酸酯反应性、模具积垢与化学黏附

聚氨酯的合成奠基于多元醇与多异氰酸酯的快速放热共聚反应。由于异氰酸酯（-NCO）官能基具有强烈的亲电子性，会与金属氧化物及富含羟基的模具表面活性氢原子产生瞬间化学接枝。当裸露的工具钢、铝铸件或电铸镍壳暴露于 MDI 或 TDI 的高压撞击流时，聚氨酯会直接在模具晶格上聚合，导致成品撕裂与模具过早报废。

历史上，加工厂多透过大量喷涂含有蜡质、矽油与挥发性有机化合物（VOC）的消耗性液体离型剂来克服此问题。但在持续的高温放热循环（操作温度通常介于 120 °C 至 180 °C）下，这些牺牲型离型剂会发生热降解。蜡质与多元醇聚合形成坚硬的清漆层，即一般所称的模具积垢（Mold Buildup）或残余烏來錠。这种积垢会逐步磨损方向盘与扶手上的皮革纹理、堵塞关键的排气微孔，并迫使厂家进行成本高昂的干冰喷射离线清洗。恒氟隆™经高温烧结固化的含氟聚合物涂层以具备低表面能的永久性基质取代消耗性液体，中和异氰酸酯的亲合力，并在数万次成形循环中保持模具型腔洁净。

无移行（Zero-Transfer）特性：确保后续涂装与黏合零缺陷：由于恒氟隆™涂层是在超过 380 °C 的高温下直接交联并烧结至金属基材上，绝不会有游离矽油、蜡质或迁移性硬脂酸盐转移到聚氨酯制品上。脱模后的成品化学性质极度纯净，完全省去溶剂去脂程序，并确保模内涂装（IMC）、结构用 PU 接着剂及汽车 Class-A 面漆具备 100% 的完美附着力。

2. 恒氟隆™于聚氨酯加工之四大核心工程优势

完全的异氰酸酯不沾黏性： 对单体及聚合 MDI、TDI、HDI 与胺类催化剂保持完全惰性，阻断化学接枝，彻底消除模具严重黏死状况。	高精度皮革纹理与立体微雕再现： 以超薄且均匀的膜厚（15 至 35 μm）喷涂，完美复制细微的微观质感、雾面皮革压花及锐利的造型线条。
消除模具积垢与排气孔堵塞： 防止型腔细节处形成清漆与聚氨酯皮膜，使真空微排气孔保持畅通，大幅延长不需停机清理的作业周期。	耐多元醇填充剂之磨耗冲蚀： 强化型 ETFE 与 PFA 含氟塑胶牌号能抵抗研磨性无机阻燃剂、玻璃纤维及重质颜料所造成的机械冲蚀。

3. 聚氨酯模具与设备专用恒氟隆™含氟聚合物选型指南

[illegible]

4. 关键聚氨酯次系统与产业应用场景

- 反应射出成形 (RIM) 与结构性 PU 发泡：高压冲突混合与极短的循环时间要求即时、无瑕疵的脱模。应用于 RIM 模具型腔的恒氟隆™ PFA 与 ETFE 涂层可省去 80% 至 100% 循环次数中的液体离型剂喷涂，防止表面气泡并允许直接进行汽车烤漆。

- 汽车座椅、头枕与吸音软质发泡：在大批量双硬度座椅生产線中，牺牲蜡质的积累会堵塞真空抽气孔并改变泡棉密度。恒氟隆™ PTFE 与 FEP 模具涂层可防止发泡皮膜黏附、保持真空微孔畅通，并省去高成本的离线干冰清洗。

- 表皮一体成形发泡（方向盘、扶手与车室内装）：微米级纹理的方向盘与仪表板模具在蜡质积累时会快速失去皮革纹理的保真度。恒氟隆™ 超薄含氟聚合物涂层能完美保存微米级的纹理定义，确保表面呈现一致且均匀的光泽。

- 浇注弹性体（轮类、矿业水力旋流器与刮刀片）：在较高温度下经长时间固化的高黏度 TDI/MDI 预聚物会强烈黏附在钢模与环氧树脂模具上。恒氟隆™ FEP 与 PFA 内衬提供滑顺的不沾黏表面，允许轻松脱模，不会撕裂深层倒扣或弹性体肋条。

- 连续式块状发泡 (Slabstock) 生产输送带: 倾倒在连续输送带上的液体多元醇/异氰酸酯混合物绝对不能黏附在侧壁或底部底纸上。高耐用度的恒氟隆™ PTFE 浸渍带与导引板可确保发泡体稳定且连续向前推进, 不会发生边缘撕裂。

- 高压发泡机头、注射器与混合室：生产暂停期间，反应室与喷嘴孔径常因交联乌来锭积垢而堵塞。使用恒氟隆™ PTFE 涂布内部活塞孔、阀门与混合室，能有效防止异氰酸酯结晶，确保每次注料计量精准一致。

5. 基材冶金、表面前处理与品质管制

恒氟隆™聚氨酯涂层与模具基材的冶金结合需要严格的工厂制造执行标准：适用于锻造工具钢（P20、H13）、航太级铝合金（A7075、A6061、AlSi10Mg）、电铸镍壳及耐热复合材料母模。

问：恒氟隆™ 是否能在聚氨酯发泡成形中完全取代外部离型剂？

答：在许多软质发泡与浇注弹性体几何形状中，外部离型剂确实可以完全免除。面对具有零拔模角之复杂车用表皮一体成形或高密度结构 RIM 零件，恒氟隆™ 允许操作人员从笨重的膏状蜡转为每 10 至 30 个循环喷涂一次的超轻量干雾离型剂，将化学品消耗量削减 90% 以上。

问：恒氟隆™ 涂层在 PU 高温放热固化反应下会软化或劣化吗？

答：不会。完全固化的恒氟隆™含氟聚合物（PTFE、PFA、FEP）在最高 205 °C – 260 °C (401 °F – 500 °F)

下具备连续运转定格，远高于聚氨酯反应放热峰值（通常为 120°C — 170°C ），确保不会发生化学分解或脱模性能丧失。

恒氟隆™ 先进材料—聚氨酯表面工程技术支援中心

提供模具可行性评估、RIM 暨发泡模具试用涂装，以及磨损模具剥离与再生服务

服务信箱: polyurethane@everflon.com | 官方网站: www.everflon.com/polyurethane-coatings