

消除異氰酸酯黏滯、金型積垢與溶劑清洗：Everflon™ 高性能含氟聚合物塗層於聚氨酯（PU）加工製造之應用

目標領域：反應射出成形（RIM）、軟硬質發泡、鑄造彈性體、表皮一體成形（Integral Skin）、混料頭 | 業務單位：Everflon
聚氨酯與高分子加工材料事業部 | 發布日期：2026年9月

從汽車反應射出成形（RIM）飾板與座椅發泡，到礦業鑄造彈性體、鞋底及硬質絕緣隔熱板，聚氨酯（PU）製造過程中面臨強烈的化學黏附挑戰。高度反應性的異氰酸酯（MDI、TDI 與脂肪族預聚物）會與金屬模具表面形成極其牢固的共價鍵。傳統的外部蠟質與溶劑型離型劑會引發製程變異、損害表面光潔度、堵塞真空微排氣孔，並強迫廠家進行耗時耗力的模具手動刷洗。Everflon™ 含氟聚合物塗層系統（PTFE、FEP、PFA、ETFE）提供半永久性、化學惰性的乾式薄膜介面。專為承受強烈放熱固化反應與研磨性填料而設計，Everflon™ 徹底免除溶劑清洗，完美保存精細紋理，並實現無移行（Zero-transfer）脫模。

1. 聚氨酯加工的挑戰：異氰酸酯反應性、金型積垢與化學黏附

聚氨酯的合成奠基於多元醇與多異氰酸酯的快速放熱共聚反應。由於異氰酸酯（-NCO）官能基具有強烈的親電子性，會與金屬氧化物及富含氫基的模具表面活性氫原子產生瞬間化學接枝。當裸露的工具鋼、鋁鑄件或電鑄鋁殼暴露於 MDI 或 TDI 的高壓撞擊流時，聚氨酯會直接在模具晶格上聚合，導致成品撕裂與模具過早報廢。

歷史上，加工廠多透過大量噴塗含有蠟質、矽油與揮發性有機化合物（VOC）的消耗性液體離型劑來克服此問題。但在持續的高溫放熱循環（操作溫度通常介於 120 °C 至 180 °C）下，這些犧牲型離型劑會發生熱降解。蠟質與多元醇聚合形成堅硬的清漆層，即一般所稱的模具積垢（Mold Buildup）或烏來錠殘留。這種積垢會逐步磨損方向盤與扶手上的皮革紋理、堵塞關鍵的排氣微孔，並迫使廠家進行成本高昂的乾冰噴射離線清洗。Everflon™ 經高溫燒結固化的含氟聚合物塗層以具備低表面能的永久性基質取代消耗性液體，中和異氰酸酯的親和力，並在數萬次成形循環中保持模具型腔潔淨。

無移行（Zero-Transfer）特性：確保後續塗裝與黏合零缺陷：由於 Everflon™ 塗層是在超過 380 °C 的高溫下直接交聯並燒結至金屬基材上，絕不會有游離矽油、蠟質或遷移性硬脂酸鹽轉移到聚氨酯製品上。脫模後的成品化學性質極度純淨，完全省去溶劑去脂程序，並確保模內塗裝（IMC）、結構用 PU 接著劑及汽車 Class-A 面漆具備 100% 的完美附着力。

2. Everflon™ 於聚氨酯加工之四大核心工程優勢

完全的異氰酸酯不沾黏性： 對單體及聚合 MDI、TDI、HDI 與胺類催化劑保持完全惰性，阻斷化學接枝，徹底消除模具嚴重黏死狀況。	高精度皮革紋理與立體微雕再現： 以超薄且均勻的膜厚（15 至 35 μm）噴塗，完美複製細微的微觀質感、霧面皮革壓花及銳利的造型線條。
消除金型積垢與排氣孔堵塞： 防止型腔細節處形成清漆與聚氨酯皮膜，使真空微排氣孔保持暢通，大幅延長不需停機清理的作業週期。	耐多元醇填充劑之磨耗衝蝕： 強化型 ETFE 與 PFA 含氟塑膠牌號能抵抗研磨性無機阻燃劑、玻璃纖維及重質顏料所造成的機械沖蝕。

3. 聚氨酯模具與設備專用 Everflon™ 含氟聚合物選型指南

含氟聚合物系列	最高連續耐溫	PU 脫模效能	核心材料工程物理機制	目標聚氨酯應用領域
Everflon™ PTFE	260 ° C (500 ° F)	卓越	最低動摩擦係數、乾式邊界潤滑、廣泛通用耐熱性	
Everflon™ FEP	205 ° C (401 ° F)	優異	無針孔無微孔熔融薄膜、對黏性預聚物具極佳剝離性	
Everflon™ PFA	260 ° C (500 ° F)	優異	熔融加工型高純度屏障、極致化學惰性、高抗撕裂強度	
Everflon™ ETFE	155 ° C (311 ° F)	非常好（高耐磨）	最高機械韌性、耐切口撕裂、抗研磨性泥漿磨損耐用度	

4. 關鍵聚氨酯次系統與產業應用場景

- 反應射出成形 (RIM) 與結構性 PU 發泡：高壓衝突混合與極短的循環時間要求即時、無瑕疵的脫模。應用於 RIM 模具型腔的 Everflon™ PFA 與 ETFE 塗層可省去 80% 至 100% 循環次數中的液體離型劑噴塗，防止表面氣泡並允許直接進行汽車烤漆。
- 汽車座椅、頭枕與吸音軟質發泡：在大批量雙硬度座椅生產線中，犧牲蠟質的累積會堵塞真空抽氣孔並 alter 泡棉密度。Everflon™ PTFE 與 FEP 連續模具塗層可防止發泡皮膜黏附、保持真空微孔暢通，並省去高成本的離線乾冰清洗。
- 表皮一體成形發泡（方向盤、扶手與車室內裝）：微米級紋理的方向盤與儀表板模具在蠟質累積時會快速失去皮革紋理的保真度。Everflon™ 超薄含氟聚合物塗層能完美保存微米級的紋理定義，確保表面呈現一致且均勻的霧面光澤。
- 鑄造彈性體（輪類、礦業水力旋流器與刮刀片）：在較高溫度下經長時間固化的高黏度 TDI/MDI 預聚物會強烈黏附在鋼模與環氧樹脂模具上。Everflon™ FEP 與 PFA 內襯提供滑順的不沾黏表面，允許輕鬆脫模，不會撕裂深層倒扣或彈性體肋條。
- 連續式塊狀發泡 (Slabstock) 生產輸送帶：傾倒于連續輸送帶上的液體多元醇/異氰酸酯混合物絕對不能黏附在側壁或底部底紙上。高耐用度的 Everflon™ PTFE 浸漬帶與導引板可確保發泡體穩定且連續向前推進，不會發生邊緣撕裂。
- 高壓發泡機頭、注射器與混合室：生產暫停期間，反應室與噴嘴孔經常因交聯烏來錠積垢而堵塞。使用 Everflon™ PTFE 塗布內部活塞孔、閥門與混合室，能有效防止異氰酸酯結晶，確保每次注料計量精準一致。

5. 基材冶金、表面前處理與品質管制

Everflon™ 聚氨酯塗層與模具基材的冶金結合需要嚴格的工廠製造執行標準：適用於鍛造工具鋼（P20、H13）、航太級鋁合金（A7075、A6061、AlSi10Mg）、電鑄鍍殼及耐熱複合材料母模。

問：Everflon™ 是否能在聚氨酯發泡成形中完全取代外部離型劑？

答：在許多軟質發泡與鑄造彈性體幾何形狀中，外部離型劑確實可以完全免除。面對具有零拔模角之複雜車用表皮一體成形或高密度結構 RIM 零件，Everflon™ 允許操作人員從笨重的膏狀蠟轉為每 10 至 30 個循環噴塗一次的超輕量乾霧離型劑，將化學品消耗量削減 90% 以上。

問：Everflon™ 塗層在 PU 高溫放熱固化反應下會軟化或劣化嗎？

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

下具備連續運轉定格，遠高於聚氨酯反應放熱峰值（通常為 120 °C - 170 °C），確保不會發生化學分解或脫模性能喪失。

Everflon™ 先進材料 — 聚氨酯表面工程技術支援中心
提供模具可行性評估、RIM 暨發泡模具試用塗裝，以及磨損模具剝離與再生服務
服務信箱: polyurethane@everflon.com | 官方網站: www.everflon.com/polyurethane-coatings