

奇美 ABS 基體無悌(Free-Antimony)防火耐燃等級(溴系阻燃劑 BEO)

針對奇美實業的 POLYLAC® ABS 樹脂（以最常見的通用級 PA-757 或高流動級 PA-756 為基體），在完全捨棄十溴二苯乙烷 (DBDPE) 與三氧化二銻 (Sb_2O_3) 的前提下，要達到 **UL94 V-0 阻燃等級 (1.5mm/3.0mm)**，以下為您規劃一套高性價比、加工順暢且完全符合 REACH 法規的工程改質配方與雙螺桿擠出加工條件。

一、高性價比阻燃 ABS (UL94 V-0) 建議配方表

在所有 DBDPE 的替代方案中，溴化環氧樹脂 (BEO，通常選用分子量在 10,000~40,000 之間的低分子量規格，如 EC-20 或 EP-20) 是目前性價比最高、且對 ABS 力學破壞最小的選擇（其價格與加工流動性皆優於溴化聚苯乙烯 BPS）。

搭配高活性的 AEO-P 改質鋁氮結構(UTFR-NAL)，可將 BEO 的添加量壓低至 13% 左右，大幅降低總體配方成本。

原料名稱	推薦比例 (wt%)	每 100 kg 生產 配料量	成本與性能優化關鍵說明
奇美 POLYLAC® ABS (PA-757/756)	75.4%	75.40 kg	主基質。通用級提供基礎力學（如需極高流動可用 PA-756）。
溴化環氧樹脂 (BEO)	13.5%	13.50 kg	主阻燃劑。替代 DBDPE。氣相溴自由基阻燃，耐光、不析出。
AEO-P 改質鋁氮環形結構	4.5%	4.50 kg	無銻協效劑。替代 Sb_2O_3 。提供磷-氮-鋁凝聚相高效成炭。
AS 樹脂（丙烯腈-苯乙烯共聚物）	5.0%	5.00 kg	流動/相容劑。補償阻燃劑對 ABS 流動性的影響，平衡成本。
抗滴落劑 (PTFE 微粉)	0.4%	0.40 kg	關鍵助劑。燃燒時纖維化，防止熔融滴落，V-0 等級必備。
加工潤滑劑 (EBS 乙撐雙硬脂醯胺)	0.8%	0.80 kg	內外潤滑劑。改善金屬剝離性與無機粉體的分散，提升表面光澤。
複合抗氧劑 (1010 : 168 = 1:1)	0.4%	0.40 kg	熱穩定劑。防止 ABS 與 AEO 鏈段在擠出時發生高溫熱降解。
合計	100.0%	100.00 kg	目標性能：UL94 V-0、RoHS/REACH 合格、低煙不脆化。

二、為什麼這套配方「性價比最高」？

- 大幅調降溴系用量：**傳統配方如要達到 V-0，DBDPE 需要加到 16-18%。本配方利用改質鋁氮結構(UTFR-NAL)的「磷-氮-鋁」與 BEO 形成氣相+固相雙重協效機制，只需 13.5% BEO 即可封鎖燃燒，省下昂貴的溴系阻燃劑成本。
- 免除銻系成本波動：**近年來重金屬銻 (Sb) 受環保法規與礦產限制，價格居高不下。改用自製的鋁氮環完全取代三氧化二銻，可建立高度的原料成本自主權。
- 免用昂貴的增韌劑：**BEO（溴化環氧）本身含有部分極性環氧基，與 ABS 中的丙烯腈 (AN) 結構具備天然的相容性，且您的改質鋁氮環表面具有 AEO-P 的有機長鏈，兩者在基體中分散極好。這使得 ABS 不需要額外添加價格昂貴的 POE-g-MAH 或 MBS 增韌劑，衝擊強度即可維持在實用水平。

三、生產加工條件與工藝規劃

ABS 屬於剪切敏感與熱敏感材料，為確保 AEO-P 改質層不被破壞、阻燃劑不提前分解，必須嚴格控制剪切熱。

1. 前處理（極度關鍵）

- **烘料條件：**ABS 樹脂與 AS 樹脂必須於 80 ~ 85°C 下熱風循環烘乾 3 ~ 4 小時（或真空乾燥 2 小時）。
- **無機粉體要求：**AEO-P 改質鋁氮結構(UTFR-NAL)含水率已 (< 0.5 wt%)，不需再烘，但開封後必須現配現用，避免暴露於潮濕空氣中。

2. 雙螺桿擠出機溫度設定（同向雙螺桿，L/D ≥ 40）

阻燃 ABS 的加工區間較窄，整體熔體溫度需精準控制在 200°C ~ 230°C 之間。

- **Zone 1（餵料區）：**(160 - 180°C)（防止混料在進料口過早熔融架橋）
- **Zone 2 - Zone 4（熔融剪切區）：**(200 - 215°C)（ABS 與 BEO 在此完全熔融混合）
- **Zone 5 - Zone 7（側餵料與混合區）：**(210 - 220°C)
- **Zone 8 - Zone 10（排氣與真空區）：**(215 - 225°C)
- **Zone 11（機頭與模頭）：**(215 - 220°C)

3. 擠出工藝要點

- **餵料策略（分段餵料）：**將 ABS、AS、BEO 阻燃劑及抗氧劑、潤滑劑從**主餵料口**加入；將 AEO-P 改質鋁氮結構(UTFR-NAL)與 PTFE 抗滴落劑從**側餵料口（Side Feeder）**加入。這樣可以避免鋁氮結構粉體在剪切最強的熔融段磨損螺桿，也能防止 AEO-P 的長鏈被過度剪切強行拉斷。
- **螺桿轉速與剪切控制：**轉速控制在 250 ~ 350 rpm。切忌一味追求高產量而開大轉速，否則劇烈的摩擦剪切熱會使局部熔體溫度飆破 250°C，導致阻燃劑開始微量分解，製品出來會發黃或表面產生氣絲。
- **真空排氣：**後段真空度必須保持在 -0.06 ~ -0.09 MPa，強行抽除可能產生的微量水分與低分子揮發物，這能確保阻燃 ABS 顆粒在後續射出成型時，不會發生「氣孔」或「銀絲」現象。