

軟包電池研究用鋁塑膜：結構、性能與操作規範

軟包電池鋁塑膜實用指南：三層複合結構、各層功能、熱封參數，以及如何正確操作與儲存鋁塑膜。

最後更新: 2026-08-25 · 線上閱讀: <https://labcorematerials.com/zh-hant/resources/aluminum-laminated-film-guide>

鋁塑膜是什麼？

鋁塑膜（又稱鋁箔複合膜或軟包膜）是軟包鋰電池中包覆電極組件的可撓式多層複合封裝材料。與硬殼圓柱或方型電芯不同，軟包電池以這層薄膜作為唯一的環境隔絕屏障。因此，鋁塑膜的選材與操作至關重要：膜上的針孔、折痕或脫層，都可能導致電解質洩漏或水氣入侵，造成電芯失效。

對於實驗室研究而言，鋁塑膜的功能與商用電池相同——只是需要在小批量手工製作的條件下穩定可靠，而這比自動化生產線更難維持一致性。

三層複合結構

每一種鋁塑膜都是由三個功能層複合而成。了解各層的功能，有助於理解為什麼操作與儲存條件如此重要。

外層：定向尼龍（ONY），25 μm

外層面向環境。雙軸延伸尼龍（OPA）提供：

- 機械強度**：尼龍的耐穿刺性與耐磨性在同等厚度的薄膜中優於大多數材料，可防止組裝時電極邊緣劃破膜面
- 適度的水氣屏障**：尼龍本身會吸收少量水分，真正的水氣屏障依賴中間鋁箔層

中間層：鋁箔，40 μm

這是關鍵的阻隔層。此厚度的鋁箔對水蒸氣和氧氣幾乎**完全不透**，整個複合膜的水蒸氣透過率 $<0.01 \text{ g/m}^2\cdot24\text{h}$ ，遠優於任何純高分子薄膜。

為何這對電池如此重要？水分與 LiPF_6 電解質反應生成 HF ，侵蝕電極活性材料與集電體。電芯中僅數 ppm 的水分就能明顯加速容量衰退。鋁箔層是防止水氣穿透膜壁進入電芯的主要防線。

內層：流延聚丙烯（CPP），40 μm

內層直接接觸電解質。選用聚丙烯有三個原因：

- 電解質相容性**：PP 對所有標準碳酸酯基電解質（ $\text{LiPF}_6/\text{EC}/\text{DMC}$ 等）及大多數醚基體系化學穩定
- 熱封性**：PP 具有相對銳利的熔融轉變，在 $160\text{--}200^\circ\text{C}$ 能形成乾淨的熱封鍵結
- 低離子污染**：聚烯烴的離子含量極低，不會污染電解質

DM-L113N 主要規格

性能	數值
總厚度	113 μm
預裁尺寸	200 × 100 mm
外層	定向尼龍 (ONY), 25 μm
中間層	鋁箔, 40 μm
內層	流延聚丙烯 (CPP), 40 μm
熱封強度	60 N
CPP/鋁箔剝離力	8 N
水蒸氣透過率	< 0.01 g/m ² ·24h

熱封操作

典型熱封參數

參數	典型範圍
熱封溫度	170–195°C
熱封壓力	0.3–0.6 MPa
熱封時間	3–6 秒
保壓冷卻	5–10 秒

熱封順序

標準三邊封軟包電芯（對折成形）：

1. 將鋁塑膜 CPP 面朝內對折，包覆電極組件
2. 先封兩個短邊（無極耳的側面）
3. 從剩餘的長邊開口注入電解質
4. 盡可能在真空環境下封合含極耳的最後一邊（真空封口可排除電極疊層中的氣泡，改善初期循環性能）

操作的四條原則

1. **全程戴手套** 手指油脂會局部劣化 CPP 層與鋁箔的黏合力，可能在電芯組裝完成後才顯現為滲漏。
2. **禁止銳角折疊** 鋁箔在銳折處可能開裂。一旦鋁箔層開裂，該位置的水氣阻隔能力即告失效。折疊時曲率半徑至少應保持 3–5 mm。
3. **避免片材相互摩擦** 兩片疊放時不要滑動，表面刮痕在後續受力時可能延伸至鋁箔層。

4. 保持內層 (CPP 面) 潔淨 CPP 面上的任何污染——油脂、皮脂、灰塵——都可能成為熱封面的脫層起始點。PP-to-PP 的熱封強度取決於接合面的潔淨程度。

儲存

鋁塑膜對濕度敏感。**儲存方式**：放回原包裝並密封，附乾燥劑，室溫避光保存。在此條件下，保質期超過 12 個月。

開封後未使用完的片材，應放入密封袋並附乾燥劑。若片材已在普通實驗室環境（40–60% RH）中敞開放置超過一天，使用前應先以廢料測試熱封質量。

相關產品

- [極耳套裝](#) — 鋁/鎳極耳，附聚酰亞胺密封膠帶
- [CR2032 扣式電池套組](#) — 投入軟包格式前的電極初步篩選
- [泡沫鎳](#) — 軟包電芯電極製備用基材

詢價聯絡: business@labcorematerials.com · labcorematerials.com

本指南僅供科研參考。實際操作前請結合自有設備條件與安全規程核對全部參數。