

鋰離子電池隔膜選型指南：如何為 CR2032 扣式電池研究選擇合適的隔膜

全面解析 Celgard 2320、2325、2400、2500 等主流鋰電池隔膜的性能差異，從厚度、孔隙率、浸潤性、機械強度四個維度指導如何為鈉離子、鉀離子、鋰離子、鋰硫電池研究選擇最合適的隔膜材料。

最後更新: 2024-09-16 · 線上閱讀: <https://labcorematerials.com/zh-hant/resources/battery-separator-selection-guide>

為什麼隔膜選擇如此重要？

在扣式電池研究中，隔膜是決定電池性能的關鍵組件之一。一個不合適的隔膜可能導致：

- 內阻過高**：厚度過大或孔隙率不足，導致離子傳輸受阻
- 循環壽命縮短**：機械強度不夠，長期循環後隔膜破損
- 安全隱患**：熱穩定性差，高溫下收縮導致短路
- 數據失真**：浸潤性不佳，電解液分佈不均勻

選對隔膜，能讓你的實驗數據更準確、更穩定，也能避免重複實驗帶來的時間和材料浪費。

主流隔膜類型對比

Celgard 2320 (PP/PE/PP 三層, 20 μ m)

核心特點：

- 最薄的三層結構**，內阻最低
- 高能量密度設計，適合容量優先的研究
- PE 層提供熱關閉功能 (~130°C)

適用場景：

- 高比能鋰離子電池材料開發
- 空間受限的 CR2032 電池（如需要更多活性物質）
- 低溫性能研究（薄膜降低離子傳輸阻力）

不適合：

- 高倍率放電測試（孔隙率相對較低）
- 機械強度要求極高的場景

Celgard 2325 (PP/PE/PP 三層, 25μm)

核心特點:

- **性能最均衡**的三層隔膜，行業主力款
- 兼顧安全性和電化學性能
- 熱穩定性優於單層 PP

適用場景:

- 標準鋰離子電池研究 (最通用選擇)
- 需要熱關閉功能的安全性測試
- 新手研究者入門 (容錯性高)
- 鈉離子電池、鉀離子電池研究

優勢:

- 組裝容錯性好，不易破損
 - 浸潤速度適中，電解液分佈均勻
 - 價格合理，性價比最高
-

Celgard 2400 (PP/PE/PP 三層, 25μm)

核心特點:

- 與 2325 厚度相同，但孔隙率稍低
- 機械強度更高
- 熱收縮率更低

適用場景:

- 長期循環壽命測試 (>1000 次)
- 高溫環境測試 (>60°C)
- 需要更高機械強度的電池體系

對比 2325:

- 2400 更適合高溫和長循環
- 2325 更適合常規測試和快充研究

詳細對比: 查看我們的 [Celgard 2325 vs 2400 專題文章](#)

Celgard 2500 (PP 單層, 25μm)

核心特點:

- **孔隙率最高** (55% vs 三層的 39-41%)
- 最適合高倍率和快充研究

- 無 PE 層，無熱關閉功能

適用場景：

- 高倍率鋰離子電池研發（5C 以上放電）
- 快充性能優化
- 鋰硫電池（需要高孔隙率容納多硫化物）
- 低溫性能改善

注意事項：

- 缺少熱關閉功能，安全性測試需謹慎
 - 機械強度略低於三層膜，組裝時需更小心
 - 浸潤速度快，注液後需儘快組裝
-

四維選型決策框架

1. 厚度維度

20μm (2320) :

-  內阻最低，高能量密度
-  機械強度相對較弱

25μm (2325/2400/2500) :

-  平衡性能和安全性
-  組裝容錯性更好

決策建議： 除非你明確需要極致的能量密度，否則 25μm 是更穩妥的選擇。

2. 孔隙率維度

低孔隙率（~39%， 2400）：

-  機械強度高，長循環穩定
-  離子傳輸阻力稍大

中孔隙率（~41%， 2325）：

-  性能均衡
-  適合大多數研究場景

高孔隙率（~55%， 2500）：

-  高倍率性能最優
-  機械強度相對較低

決策建議：

- 常規測試 → 2325
 - 倍率性能研究 → 2500
 - 長循環壽命 → 2400
-

3. 熱穩定性維度

三層結構 (2320/2325/2400) :

- ☒ PE 層提供熱關閉功能
- ☒ 溫度達到 $\sim 130^{\circ}\text{C}$ 時自動關閉離子通道
- ☒ 安全性測試必備

單層結構 (2500) :

-  無熱關閉功能
-  高溫下可能收縮導致短路
- ☒ 耐高溫能力更強 (PP 熔點 $\sim 165^{\circ}\text{C}$)

決策建議:

- 安全性測試、過充測試 → 必須用三層膜
 - 常規電化學測試 → 兩者皆可
 - 高溫環境 ($>80^{\circ}\text{C}$) → 單層膜更穩定
-

4. 浸潤性維度

碳酸酯電解液 (EC/DMC/DEC) :

- 所有 Celgard 隔膜浸潤性良好
- 2500 因孔隙率高, 浸潤最快

醚類電解液 (DOL/DME, 用於鋰硫電池) :

- 推薦 2500 單層膜
- 高孔隙率有助於容納多硫化物

離子液體電解液:

- 粘度高, 推薦高孔隙率隔膜 (2500)
- 或選擇更薄的隔膜 (2320) 降低阻力

水系電解液:

- PP/PE 隔膜浸潤性較差
 - 建議考慮玻璃纖維隔膜或 Celgard 親水改性版本
-

按電池體系選型

鋰離子電池（常規碳酸酯體系）

首選：Celgard 2325

- 性價比最高
- 性能均衡
- 容錯性好

備選：

- 追求高能量密度 → 2320
 - 長循環測試（>500 次）→ 2400
 - 快充/高倍率研究 → 2500
-

鈉離子電池 / 鉀離子電池

推薦：Celgard 2325 或 2500

理由：

- Na^+ 和 K^+ 離子半徑大於 Li^+
- 需要更高孔隙率降低傳輸阻力
- 2500 的高孔隙率在鈉/鉀電池中優勢更明顯

注意：鈉離子電池電解液可能含氟鹽，確認隔膜化學兼容性

鋰硫電池

首選：Celgard 2500

理由：

- 55% 高孔隙率容納多硫化物
- 醚類電解液浸潤快
- 單層結構降低阻力

可選方案：

- 在 2500 表面塗覆功能層（如 MOF、石墨烯）
 - 使用雙層隔膜配置（2500 + 玻纖）
-

固態/半固態電池

不推薦聚烯烴隔膜

替代方案：

- 陶瓷塗覆隔膜

- 聚合物電解質複合隔膜
 - 氧化物固態電解質片
-

實用選型流程圖

步驟 1：確定電池體系

- 鋰離子 (碳酸酯) → 繼續步驟 2
- 鈉離子 / 鉀離子 → 推薦 2325 或 2500
- 鋰硫 (醚類) → 推薦 2500
- 水系電池 → 考慮玻纖隔膜

步驟 2：確定研究重點

- 常規性能測試 → 2325 (最通用)
- 高能量密度 → 2320 (最薄)
- 快充/高倍率 → 2500 (高孔隙率)
- 長循環壽命 → 2400 (高強度)
- 安全性測試 → 2325 或 2400 (熱關閉)

步驟 3：考慮實驗條件

- 新手研究者 → 2325 (容錯性高)
 - 高溫測試 (>60°C) → 2400 或 2500
 - 低溫測試 (<0°C) → 2320 或 2500 (薄/高孔)
 - 長期項目 → 準備多種隔膜對比
-

常見誤區

誤區 1："越薄越好"

- ✗ 錯誤：認為隔膜越薄，電池性能越好
 - ✓ 正確：
 - 更薄 → 內阻更低 → 但機械強度降低
 - 對於新手，25μm 比 20μm 更容易組裝成功
 - 只有在空間極度受限時才需要追求極致薄度
-

誤區 2："孔隙率越高越好"

- ✗ 錯誤：總是選擇孔隙率最高的隔膜
- ✓ 正確：

- 高孔隙率 → 高倍率好 → 但長循環穩定性可能下降
 - 對於容量型電池（如儲能應用），適中孔隙率更合適
 - 安全性敏感應用應平衡孔隙率和機械強度
-

誤區 3: "單層膜一定不如三層膜"

✗ 錯誤：認為三層膜在所有場景下都優於單層膜

✓ 正確：

- 三層膜：安全性更好（熱關閉）
 - 單層膜：高倍率性能更優（高孔隙率）
 - 選擇取決於研究目標，不是絕對的優劣
-

誤區 4: "所有 Celgard 隔膜都一樣"

✗ 錯誤：隨便選一種 Celgard 隔膜就行

✓ 正確：

- 2320 vs 2325：5µm 厚度差異在空間受限時影響顯著
- 2325 vs 2400：孔隙率差異在長循環測試中體現明顯
- 2325 vs 2500：結構差異直接影響高倍率性能

選對型號能讓數據更漂亮，避免重複實驗。

採購建議

預算有限的實驗室

推薦策略：

- 主要採購 **Celgard 2325**（覆蓋 80% 的研究場景）
- 小批量備貨 **2500**（用於高倍率/快充研究）

性價比最高組合：

- 2325 × 1000 片
 - 2500 × 500 片
-

多方向研究團隊

推薦策略：準備完整產品線

- 2320 × 500 片（高能量密度項目）
- 2325 × 1000 片（標準測試）
- 2400 × 500 片（長循環/高溫項目）

- 2500 × 500 片（快充/鋰硫項目）

優勢：

- 不同項目可用最合適的隔膜
 - 方便做對比實驗驗證隔膜影響
-

新建實驗室

首次採購建議：

- 從 2325 開始（最通用）
- 每種尺寸先買小包裝（100-500 片）
- 根據實際研究方向再批量採購

避免浪費：

- 不要一次性大量採購多種型號
 - 先做小批量測試，確認合適後再擴大採購
-

預切圓片 vs 卷材

預切圓片（φ16mm / φ18mm / φ19mm）

 優勢：

- 拆袋即用，無需裁切
- 尺寸一致性好，數據重複性高
- 節省時間，適合高通量測試
- 避免人工裁切帶來的污染和靜電

 劣勢：

- 單價略高於卷材
- 尺寸固定，不適合特殊尺寸需求

適合：大多數 CR2032 扣式電池研究

卷材（100mm × 10m / 定制尺寸）

 優勢：

- 批量採購成本更低
- 可自定義裁切尺寸
- 適合軟包電池或大面積電極

 劣勢：

- 需要配沖切模具或手工裁切

- 操作不當可能污染隔膜
- 裁切尺寸不一致影響數據

適合：

- 軟包電池研發
- 年消耗量 >5000 片的實驗室
- 需要特殊尺寸的場景

推薦：查看我們的 [Celgard 2340 卷材產品](#)

存儲和使用注意事項

存儲條件

- **溫度：**室溫（15-25°C），避免高溫和冷凍
- **濕度：**乾燥環境，濕度 <50%
- **光照：**避免陽光直射，防止老化
- **密封：**開封後及時密封，防止吸濕和污染

使用前準備

1. **靜置平衡：**從冰箱取出後，等待恢復室溫再開封
2. **清潔環境：**在手套箱或潔淨工作台操作
3. **防靜電：**使用防靜電鑷子，避免隔膜黏連
4. **檢查外觀：**使用前檢查是否有破損、污染

常見問題

Q1：隔膜可以重複使用嗎？

A：不建議。拆解後的隔膜可能有微小破損或污染，影響數據準確性。

Q2：隔膜需要預處理嗎？

A：Celgard 隔膜出廠已清潔，無需額外預處理。如需改性（如塗覆），確保不破壞膜結構。

Q3：如何判斷隔膜是否浸潤完全？

A：隔膜從白色半透明變為透明，表示浸潤完全。靜置 30 分鐘後再組裝電池。

總結：快速選型表

研究場景	首選隔膜	備選方案
標準鋰離子電池	2325	2320 / 2400
高能量密度研究	2320	2325
快充/高倍率	2500	2325
長循環壽命 (>500 次)	2400	2325
高溫測試 (>60°C)	2400 / 2500	-
鈉離子/鉀離子電池	2325 / 2500	-
鋰硫電池	2500	2325 + 塗覆
安全性測試	2325 / 2400	-
新手入門	2325	-

開始你的隔膜研究

現在就瀏覽我們的隔膜產品線：

- [φ18mm 隔膜圖片套裝](#) - 一次覆蓋 2320/2325/2500 三種規格
- [φ19mm 隔膜圖片](#) - 多種型號可選
- [100mm 隔膜卷材](#) - 適合批量使用

需要選型建議？ [聯繫我們的技術團隊](#) - 我們提供免費的技術諮詢和樣品測試服務。

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。