

# 清潔生產伙伴計劃

執行機構：

## HKPC<sup>®</sup>

Hong Kong Productivity Council  
香港生產力促進局

**工業類別：**金屬製品業  
**應用技術：**NMP 回收系統的空氣污染物減排示範項目  
**資料來源：**清潔生產伙伴計劃示範項目 (11D0216)  
**參考編號：**CP-D083  
**項目年份：**二零一一  
**環境技術服務供應商：**深圳市環境工程科學技術中心有限公司  
(13544252530@163.com)

## 概覽

本文介紹電池廠安裝 NMP 回收系統達致空氣污染物減排的示範項目。聚合物鋰離子電池極片製造過程中，因生產工藝需要，須加入大量的有機溶劑 NMP (N-甲基吡咯烷酮，英文名稱為 1-Methyl-2-pyrrolidone，為無色透明油狀液體，具胺氣味)。NMP 通過塗布烘烤工序高溫加熱後揮發成氣體。如果不對 NMP 加以回收，會增加揮發性有機化合物 (VOC) 排放，以及浪費資源。

在本個案中，丹鋰安電池 (深圳) 有限公司 (以下簡稱丹鋰安) 是一家專門從事聚合物鋰離子電池研發及製造工廠，獲得清潔生產伙伴計劃資助下，安裝了 NMP 回收系統 (由廣州黑馬科技有限公司提供，型號為 HM-R-10000)。NMP 回收系統投入使用後，每年可回收 75 -80% NMP 液，價值約為人民幣 161,194 元。項目投資費用為人民幣 471,400 元，回本期約為 3.7 年。

結果顯示，丹鋰安安裝 NMP 回收系統是具有環保及經濟效益的。

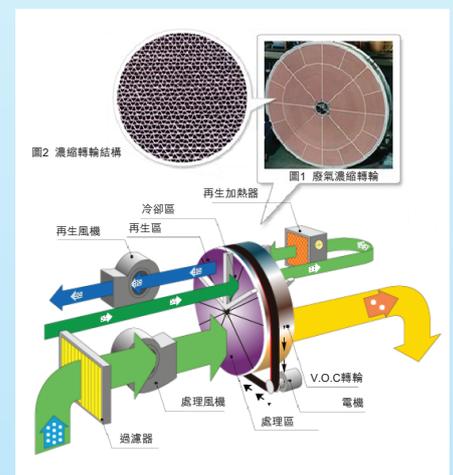
## 技術問題

聚合物鋰離子電池是現時新興環保能源之一，已廣泛應用在手機和電腦等數碼產品及動力汽車，而且倍受市場重視。作為綠色的新型能源，從工藝上就需要嚴格要求各個環節必須符合環保要求。但是，聚合物鋰離子電池其組成成份大部分採用的是化學材料，所用到的粉料、有機溶劑如不加以控制均會對周邊環境產生影響。其中，在正電極片製作時，需要用到 NMP 作為稀釋膠水以調整正極漿料黏度的溶劑，經漿料塗布工序後，進入到加熱固化工序時，NMP 易受熱而揮發成氣體，成為空氣污染物。雖然 NMP 具穩定的化學特性，但長期吸入可造成慢性病變。

## 解決方案

在本示範項目中，丹鋰安安裝 NMP 回收系統，通過封閉管道將 NMP 氣體從塗佈線中收集，經分子篩吸附、加熱脫附、以及冷卻凝結處理後，變回液態 NMP。NMP 回收系統可回收大部份揮發的 NMP，回收後的 NMP，經精製後可以回用於生產線。NMP 回收系統除了大大減低 NMP 排放 (一般低於 50ppm)，亦可減低車間的異味 (NMP 具胺氣味)。

NMP 回收系統的核心部件為分子篩濃縮轉輪，轉輪的結構以及工作原理圖如下：



自動高速水性覆膜機



水性膠水



書刊覆膜

# 清潔生產伙伴計劃

這個外觀呈蜂窩狀的轉輪是由分子篩材料附著在特殊複合耐熱基材上製成，與空氣有巨大的接觸面積。分子篩為特殊製造的脫鋁分子篩，吸水性極低，吸附溶劑性極強，可實現對 NMP 的高效吸附。正常工作時轉輪轉速 1 - 2 轉 / 小時。轉輪分為 3 個區域：即處理區、再生區和冷卻區。含 NMP 的空氣流經轉輪時被部份分子篩吸附，當該部份分子篩轉到再生區時，NMP 被流經的熱空氣脫附，隨熱空氣帶離轉輪。由於處理區與再生區的比例可調整，介於 3-10 倍之間，因此脫附空氣的 NMP 濃度比處理空氣的高 3-10 倍。濃縮後的脫附空氣通過冷卻區，在常溫下將 NMP 冷凝為液態，達到回收的目的。

## 示範項目簡介

丹鋰安於二零一一年九月完成 NMP 回收系統安裝、十月完成該設備調試和驗收工作，經過兩個月的運行後正式投入使用。整體機組運行正常，成效達到預期目標。

## 成效

安裝 NMP 回收系統後，丹鋰安記錄了滿負荷運行 5 次的數據，NMP 回收率完全可以達到 85% 以上。

日期	NMP液用量 (公斤) (濃度為99.9%--電子級)	NMP回收液量 (公斤) (含水分，經測試NMP濃度約75 - 80%)
2012-5-11	85.49	75.5
2012-5-12	91.35	83
2012-5-14	82.33	71
2012-5-15	82.33	71.5
2012-5-16	91.4	84
合計	432.9	385
回收液重量比	385/432.9=88.9%	

## 財務分析

根據丹鋰安的平均生產耗材紀錄，每桶漿料需加 24 公斤 NMP，每天開一桶漿計算，按回收 NMP 液重量比 80% 保守計算，一年可回收的 NMP 計算可得：

$24 \text{ 公斤} \times 80\% \times 22 \text{ 天/月} \times 12 \text{ 月} = 5,069 \text{ 公斤}$

每公斤 NMP (電子級) 採購價為人民幣 53.35 元，而回收 NMP 液價以人民幣 31.8 元 / 公斤計算，故回收 NMP 的價值為： $5,069 \text{ 公斤} \times 31.8 \text{ 元/公斤} = \text{人民幣 } 161,194 \text{ 元}$

NMP 回收系統的電功率為 16.48kW，每度電費為人民幣 0.8 元，按每天操作 10 小時，每月 22 天計算，每年額外增加的電費為： $16.48\text{kW} \times 10 \text{ 小時/天} \times 264 \text{ 天/年} \times 0.8 \text{ 元/kWh} = \text{人民幣 } 34,806 \text{ 元}$

按設備總投資為人民幣 471,400 元，回本期為： $471,400 \text{ 元} \div (161,194 \text{ 元} - 34,806 \text{ 元}) = \text{約 } 3.7 \text{ 年}$

## 環境成效

除了經濟效益外，節省了 NMP 用量亦相應亦減少所排出的空氣污染物。使用電子級濃度為 99.9% 的 NMP 經回收系統回收後，因空氣中含有水分子，故其濃度有所降低，經測試約為 75%-80% (保守取濃度 75%)。以回收液重量比 80% 保守計算，每年 NMP 空氣污染物的減排量為： $24 \text{ 公斤/天} \times 22 \text{ 天/月} \times 12 \text{ 月/年} \times 80\% \times 75\% = 3,801.6 \text{ 公斤/年}$

## 查詢

### 香港生產力促進局清潔生產伙伴計劃秘書處

香港九龍達之路78號生產力大樓3樓

電話：(852) 2788 5588 傳真：(852) 3187 4532 電郵：enquiry@cleanerproduction.hk 網址：www.cleanerproduction.hk

(本文檔可於清潔生產伙伴計劃網站下載：www.cleanerproduction.hk)

## 聲明

本文中所示範的設備或技術其成效只代表在本項目條件下的表現，並不表示使用在其他工廠或不同條件時會有相同的效果。此外，本文提及的設備、技術及環境技術服務供應商等並不表示是香港特區政府及香港生產力促進局所認可，對任何因使用該設備、技術或服務供應商而引致或涉及的損失，香港特區政府及香港生產力促進局概不承擔任何義務、責任或法律責任。此外，類似的設備、技術及服務供應商或可在市場上獲得。讀者應認真評估對該設備或技術的實際需求，以及在採用該設備或技術之前應向有關方進行詳細諮詢。