

電子級再生料碳酸鋰生產履歷與能源管理系統應用

吳捷閔 / 優勝新能源再生科技製程工程師

胡家豪 / 優勝新能源再生科技技術長

許景翔 / 優勝新能源再生科技董事長

本研究針對碳酸鋰進行環保回收技術並回收黑粉中的有價金屬，經過純化處理，可達到大於 99.9% 的電子級再生料碳酸鋰。利用智慧能源管理系統 (Energy Management System; EMS)，推動節能計畫以及計算產品碳足跡，可符合歐盟新電池法對再生料及 ISO14067 碳足跡的要求。

一、前言

(一) 鋰礦產地與水資源

根據聯合國《巴黎協定》，為實現 2030 年前將全球升溫控制在 2°C 內的目標，全球溫室氣體排放量須較 2010 年減少 45%。

鋰電池雖是較環保的能源，但其貴金屬的開採、運輸和廢棄的過程仍會傷害環境！開採鋰會破壞當地景觀、地下水和飲用水。根據 IEA 國際能源署^[2]，超過 50% 的鋰產量來自水資源高度緊張的地區，提取每公噸鋰需耗費約 190 萬公升

的水，而長期抽取鹵水也會導致地下水滲入鹽湖，導致水資源短缺，污染土壤也影響生態，損害土地可持續性，如圖 1 所示。鋰的開採和加工也會增加鋰電池碳足跡，而引入創新的電池回收技術可最大限度地回收廢棄鋰電池中的貴金屬，減少產品碳足跡。

(二) 減碳永續的關鍵拼圖

目前全球最大的鋰生產國是澳洲，年產 86,000 公噸，占全球產量的 46.3%，智利和中國分別年產 44,000 和 33,000 公噸，合計占鋰產能的 88%。碳酸鋰作為電池原料，主要通過兩種方式生產：(1)

鹽湖鹽水提取；(2) 鋰礦礦石提取。在鋰礦礦石提取過程中需要大量能源，例如使用焙燒和化學處理需要高溫 and 大量電力，產生大量二氧化碳 (CO₂) 排放，此法的主要生產國為澳洲。而從鹽湖鹽水提取是利用太陽將鹽湖鹽水自然蒸發濃縮，經過過濾去除鈣、鎂、硼雜質後，在母液中加入碳酸鈉沉澱劑形成白色粉末狀的碳酸鋰，其生產國家為智利和中國。

根據資料指出，從鹽水提取出 1 公噸碳酸鋰會產出約 2.8 公噸二氧化碳排放，而從鋰礦提取會產出約 9.6 公噸二氧化碳排放。鋰電池的生產會產生大量能源消耗和溫室



圖 1 南美洲鹽湖

氣體排放，特別是在鋰的開採、精煉和電池組件製造。這意味著未來的鋰電池市場不可避免地需要透過綠色濕法技術回收廢棄鋰電池中的有用材料，才能有效減少對天然資源的依賴以及二氧化碳排放。

(三) 建立可靠的再生料生產履歷

為強化歐盟電池產業的永續性及競爭力，歐盟於 2023 年 7 月修訂電池指令，根據歐盟新電池法 (EU Battery Regulation)，2031 年起工業和電動車電池必須含有最低比例的回收材料，分別為：鋰 6%、鈷 16%、鎳 6%，以減少新材料需求，並推動回收技術。

自 2024 年 7 月起，電動汽車、輕型交通工具及 2 kWh 以上的工業電池需提供碳足跡聲明並建立數位電池護照，追蹤全生命週期數據，從材料採購、製造、使用到回收，促進透明化與再資源化。

(四) 電池產業鏈困境解決方案

不同類型的電池在生產、進

口、分銷和回收過程中，需消耗各種能源與資源。為了評估及分析電池產品在整個生命週期中的環境衝擊，生產履歷量化電池全生命週期的環境影響，協助上游供應商和政府瞭解產品影響，促進永續生產與消費。

在此背景下，優勝新能源的回收技術，從廢電池的收集、預處理、濕法冶金到再生材料，針對電池產業鏈的問題提供了解決方案，如圖 2 所示。

1. 環境可持續性

生產履歷記錄這些原材料的來源，減少鋰礦、鹽湖鹵水的開採影響，促進資源管理。

2. 人權問題

透過城市挖礦，減少對危險手工採礦的依賴，降低不安全工作條件的風險。

3. 法規要求

滿足歐盟電池法對再生料最低成分要求，將電池再生料再次投入鋰電池產業鏈，實現循環經濟。

4. 供應鏈透明度

記錄電池從黑粉採購到產品的全流程，確保每一個環節透明，增強消費者與監管機構的信任。

5. 碳排放減量

優勝新能源導入能源管理系統，實時監控能源消耗、優化高能耗工序、提高能源效率並減少浪費。

二、能源管理系統效益

目前台灣唯一的電子級再生料製造商優勝新能源 (UWin-LIB)，已在桃園蘆竹廠導入智慧能源管理方案，透過雲端平台自動蒐集與分析底層資料，制定節能減排目標。

針對歐盟電池法推行碳排放資訊和再生料使用量的趨勢，能源管理系統可以解決目前碳排放管理常見的三大問題：(1) 人工抄表效率低，容易出錯；(2) 缺乏製程各階段的用電數據，無法實現數據化管理；(3) 無法掌握單一設備歷史用電數據，難以制定有效的節能 KPI



圖 2 電池回收困境解決方案

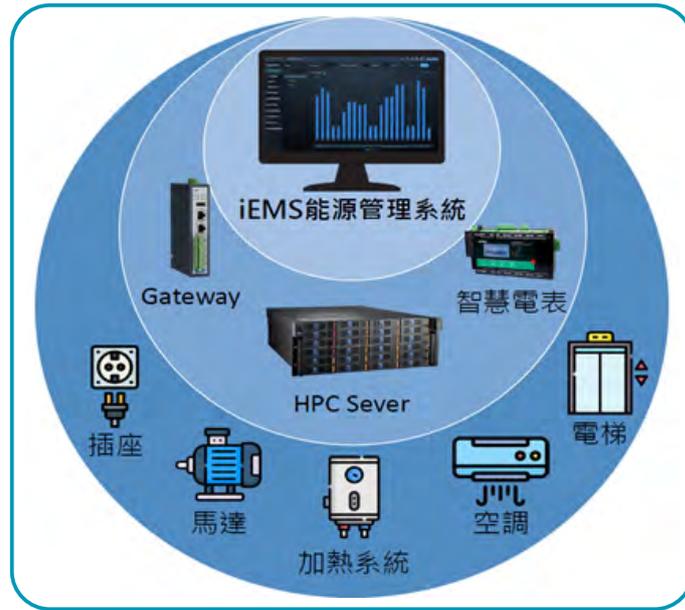


圖 3 ESG 永續管理平台系統架構

對策。

優勝新能源能自動化收集、監控上百個設備的用電以及整合、分析建築能源資訊，如圖 3 所示。依據耗電量、功率、運轉時數，對主要能源使用設備進行分級，識別主要耗能設備（如：製程、公用設備、加熱設備、冰水機、空壓系統），並優先改善。廠務人員可通過雲端平台查看可視化數據、趨勢分析和占比統計，推動減碳技術發展，為生產履歷、碳排放計算和第三方驗證提供支持。

(一) 碳排減量效益

優勝新能源 (UWin-LIB) 採用安全、低碳的環保濕法製程技術，以應對日益增長的電池回收需求。結合專有藥劑 UW-530，能高效地從電池黑粉中選擇性回收鋰、鈷、鎳等有價金屬，降低對環境的影響並

提升資源回收價值。

圖 4 製程能耗分析

(二) 碳酸鋰碳足跡比較

根據國際碳足跡資料，從鹽湖提取 1 公噸碳酸鋰約會產生 8.13 公噸二氧化碳排放，而鋰礦的提取

過程則會產生約 15.8 公噸二氧化碳碳排放。

優勝新能源的濕法製程技術，結合專有藥劑 UW-530，專門針對電池回收中電池黑粉的提取工藝，具有更短的反應時間 (2-3 小時)，這優勢體現在加熱系統和攪拌設備中，從而降低電力需求，減少了間

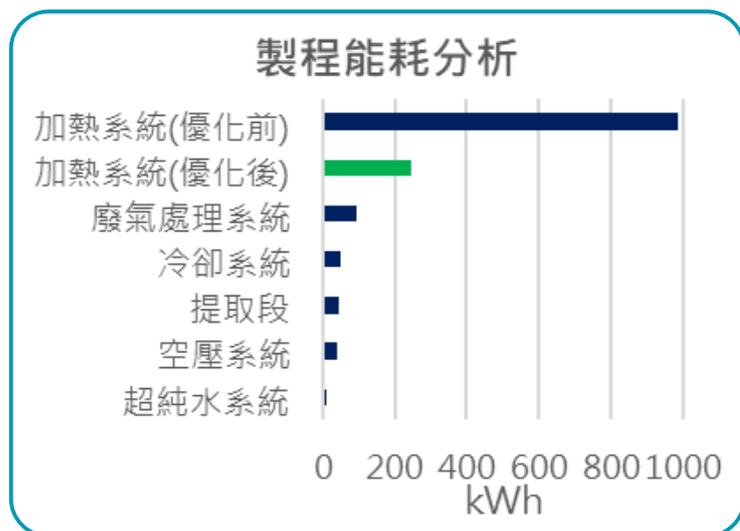


圖 4 製程能耗分析

接碳排放。優勝新能源的碳酸鋰產生的直接排放 (Scope 1) 與間接排放 (Scope 2) 僅每噸 1.48 噸 CO₂e，比傳統鋰礦開採減少 91% 的碳排放量，如表 1 所示。

(三) 節能製程管制 SPC

在 ISO50001 的框架下，製程統計管制 SPC (Statistical Process Control) 為識別製程變異的統計工具，將資訊視覺化並導入能源管理，增加節能機會。可透過建立多段管制機制，例如在工作日、平日下班、與假日分段管制，並及時通知異常用電警報。

舉例來說，為了追蹤日常製程用電使用情況，主要監控制程、照明和電腦等設備用電。因此使用 SPC 管制圖來追蹤並分析耗能

情況。自動計算上、下管制界限 (Upper Control Limit, UCL 和 Lower Control Limit, LCL)，並收集每日用電量數據。當耗電量突破 UCL，系統會自動通知能源管理人員進行進行排查，以確保無耗電設備被異常開啟。

使用 SPC 管制圖追蹤製程用電情況後，可以發現這些異常波動主要來自空調系統和高耗能設備設定不精確，導致在不必要時仍保持高能耗。

優化後，針對照明系統進行自動化調整，以實際需求調節用電，減少不必要用電。系統重新設定管制界限，將 UCL 降至 93.8 kWh，LCL 降至 5.0 kWh。圖五顯示，優化後的用電數據穩定於管制界限

內，未再出現異常高耗電情況。經過一段時間的追蹤，整體耗電量平均降低 58%。

三、結論

在優勝新能源自動化工廠導入能源管理系統後，該系統對於用電量和設備運作提供了即時回饋機制，不僅提升了能源使用效率，還使工廠能夠更精確地監控和降低碳排放。此外，這系統也幫助追蹤生產的電子級材料碳酸鋰的碳足跡，使產品的生產過程更加透明、環保，並符合市場對低碳足跡產品的需求。優勝新能源在可持續發展和綠色生產方面佔有領先地位，為其他工廠提供了值得借鑑的範例。

表 1 碳酸鋰碳足跡比較

種類(kg)	UWin再生料	鹽湖	鋰礦
Kg-CO ₂ e	1.48	8.13	15.80

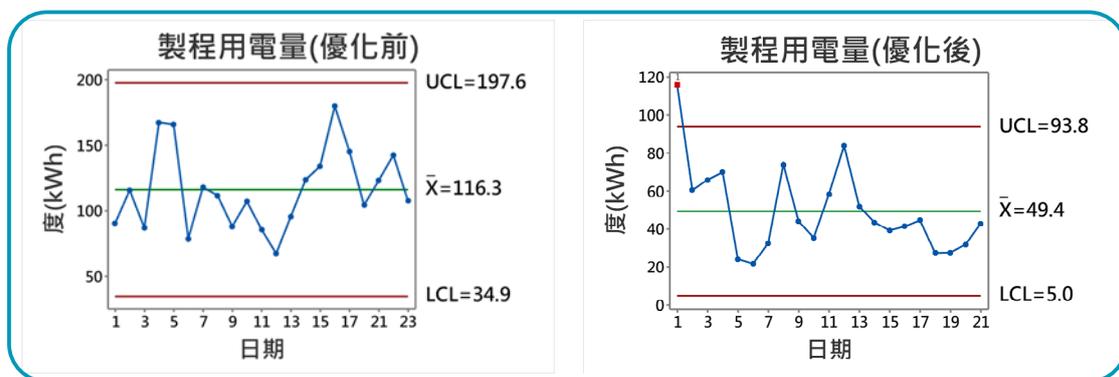


圖 5 製程管制分析比較