

廢棄鋰電池回收過程的環境影響量化與再利用路徑優化研究

隨著新能源電動汽車和可攜式電子設備的迅猛發展，鋰離子電池的產銷量持續攀升，隨之而來的廢棄鋰電池數量也在大幅增長。廢棄鋰電池中含有多種有價值的金屬（如鋰、鈷、鎳等），具有較高的回收利用價值。然而，其內部還存在大量有毒電解液、有害重金屬及可燃材料，若處理不當，可能對土壤、水體和空氣造成嚴重污染。因此，如何科學評估廢棄鋰電池回收過程中產生的環境影響，並在保障環境安全的前提下優化其資源再利用路徑，是當前綠色迴圈經濟和可持續發展中的關鍵問題。

目前，主流的鋰電池回收技術包括熱處理、濕法冶金和直接回收等方法，不同技術路線對應的能耗、排放、資源回收率和環境影響均存在較大差異。同時，再生材料的再利用路徑（如重新製造正負極材料、用於低端儲能設備或作為其他工業原料）也會影響其整體環境效益與經濟可行性。因此，亟需建立系統化的評價框架，對回收流程中的環境影響進行定量評估，並綜合考慮資源回收率、能源消耗、碳排放等指標，優化再利用路徑和技術方案。

本研究以生命週期評價（Life Cycle Assessment, LCA）為基礎，結合典型鋰電池回收技術流程，量化分析其在不同階段（收集、拆解、提取、再利用）所產生的環境負荷，包括溫室氣體排放、水資源消耗、生態毒性等。同時，基於多路徑再利用場景構建優化模型，評估不同再利用方案下的環境與資源績效，提出面向“碳中和”與“資源閉環”的鋰電池回收再利用系統優化路徑。研究結果可為政策制定者、企業及技術研發提供科學依據，推動廢舊電池回收處理向高效、綠色、低碳方向發展。