

金屬表面處理業清潔生產技術

陳志中

財團法人台灣產業服務基金會 經理

一、前言

「表面處理」是產品在商品化前的一種加工技術，就像一位百變的美容師，能將產品瞬間賦予光彩奪目的外貌。表面處理主要為達成 2 個目的：一是裝飾性目的，為增加產品的美觀性與獨特性；二是功能性目的，為附加或提升產品機械性質及物理化特性。

清潔生產的意義可說是藉由執行污染預防以獲得多方面的利益。基本觀念就是：污染物質就是未被利用的原料以及「污染物質」加上「創新技術」就等於「有價資源」。清潔生產的觀念，主要在強調下列 3 個重點：

1. 清潔能源：能源合理使用；儘量使用可再生的能源；新能源與各種節能技術的開發等。
2. 清潔生產過程：儘量少用或不用毒性原料、中間產品；減少生產過程中具高風險性因素的加入；如高溫、高壓、易燃、易爆、噪音等；採用高效率設備；改善操作步驟；回收、再利用原物料、改善工廠管理等。
3. 清潔產品：節約原物料與能源；少用貴重或稀有原料；產品使用過程中以及用後，以不危害人體健康、環境生態為主要考量因素；易於回收再利用；減少不必要功能；增長使用壽命等。

二、具體清潔生產技術

1. 水資源節約

使用高效率清洗方式，如加壓噴洗，多段式逆流水洗及水洗水循環使用，可節省大量清洗水用量，並因而降低廢水量與其處理成本。其中，二段逆流水洗用水量較一段式水洗節省 90% 用水量、三段逆流水洗用水量較一段式水洗節省 95% 用水量。

2. 能源節約

使用高效率製程設備(如高效率動力設備)及公用設施(如高效率鍋爐)、良好之槽液保溫方式、高效率烘乾機、製程區與辦公區之分隔、燃料種類之選用等，均可達到良好之能源節約。另外，對於新能源之開發應用，如利用太陽能、整流器廢熱作為槽液之加溫

及鍋爐水或蒸發濃縮設備之預熱能源，將可有效節約能源，進而降低 CO₂ 排放量。

3.有價資源節約或回收

有價資源回收方式包括製程槽液使用低建浴濃度、設置鍍液回收槽及設置線上回收系統，如蒸發濃縮、離子交換或電解回收設備等，均可有效節約不同特性之高貴金屬或重金屬。另外，廢水污泥中之重金屬亦可回收。

4.廠內管理

藉由廠內管理來達到清潔生產目標，是污染防治工作上最佳的治本之道。經由廠內管理，不僅可以防止員工作業疏失、原物料不當使用、槽液洩漏或不當排放等情事，亦可更有效率地利用原物料及各項資源，控制生產程序，以及充分回收再利用有價物質，進而達到清潔生產之目的。廠內管理範圍相當廣泛，包括：資源節約/回收、能源節約、原物料改善、製程改善，以及機器定期檢查與維修、倉庫設備、廠內廢水/廢液分類收集、管理人員訓練等。

5.原物料替代

- (1)採用低污染性脫脂劑：一般鹼性或酸性脫脂劑多半含有界面活性劑，有些鹼性脫脂劑亦含螯合劑，當此等槽液進行更新時，大量的界面活性劑排入廢水中，將造成 COD 濃度提高且易產生泡沫問題。若脫脂劑含有螯合劑，則會造成廢水中重金屬離子不易去除，因此在選擇脫脂劑時，應瞭解其主要成分及應注意事項，同時分析其使用前後污染物濃度的變化，以據此選擇較低污染性的脫脂劑使用。
- (2)使用無氰化物鍍液：氰化物為劇毒性化學物質，在輸送、貯存、使用過程及其所產生之廢棄物都可能造成危害。為防止氰化物產生之危害，政府已訂有相關之管理法規。國內由於氰化物原料的短缺，仰賴進口的結果造成價格昂貴，為徹底解決氰化物所造成的困擾，國外已成功地研發出無氰化物鍍鋅技術，並引進國內使用。無氰化物鍍鋅液於操作時須配合高濃度的光澤劑，而且適合之電流密度範圍相當小國際上已研發多種光澤劑，此三種光澤劑都適用於無氰化物鍍鋅浴中。
- (3)採用低毒性鍍鉻技術：三價鉻電鍍可以避免毒性較強的六價鉻所造成的危害，並減少管末處理時，須將六價鉻還原成三價鉻之還原劑費用，以及減少污泥產生量。三價鉻電鍍的主要優點如下：鍍液濃度低故帶出液量較少，進而降低廢水處理成本；高穩定性、硬度高、管理容易；在低電流密度時，沈積速度較六價鉻快；覆蓋力良好，均一性優良，鍍膜色澤類似六價鉻；以及比六價鉻鍍液的缺點少，可降低不良率，提高生產力。

三、清潔生產案例介紹

案例工廠之重要清潔生產措施及其效益如下：

1. 推動管理制度的推動

藉由管理制度的推動，防止員工疏失，造成物料不當使用，或者因教育訓練不足，而發生工安、環保意外，造成工廠人力與物力的損失。該廠管理制度包括：推動 5S 活動、推動自護制度、舉辦教育訓練活動、環境檢測資料。

2. 設置高濃度鍍液回收槽流程改善

改善措施：

- (1) 滾鍍線及吊鍍線之電鍍槽後續流程增設高濃度回收槽。
- (2) 將鍍件上之殘留鍍液回收，減少藥劑使用量及廢水處理負荷。

效益分析：

- (1) 節省用水 576m³/年。
- (2) 節省電鍍藥劑 576 噸/年。
- (3) 節省廢水處理藥劑 1,900 噸/年。
- (4) 廢水污泥(有害事業廢棄物)減少 3 噸/年。

3. 應用逆流水洗、水洗水重複使用

改善措施：

- (1) 採用多段逆流水洗(如圖 1 所示)：在浸漬脫脂、鹽酸酸洗氰化鋅電鍍後分別設置三段逆流水洗槽進行鍍件清洗，以節省水洗程序之用水量，並減少廢水量。
- (2) 水洗水循環使用：活化單元後的第一噴洗槽水洗水循環至電解脫脂水洗程序使用。

效益分析：

- (1) 單位產品廢水量僅約 60.2 L/m²，較一般工業性電鍍單位產品廢水量 154.4 L/m² 為低。
- (2) 節省水資源約 16,500m³/年、節省水費 16.5 萬元/年。
- (3) 廢水排放量減少 16,500 m³/年，節省廢水處理成本約 75 萬元/年。

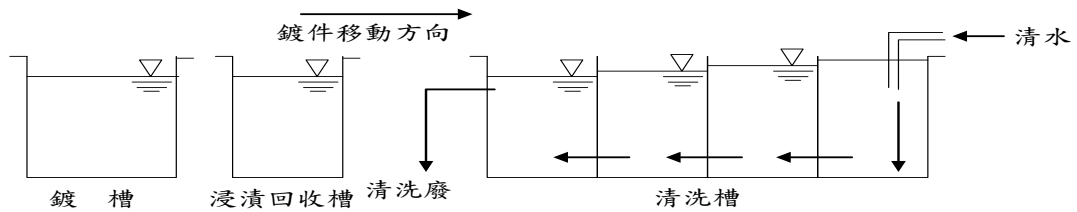


圖 1 應用逆流水洗、水洗水重複使用

4.使用低污染性脫脂劑及脫脂槽液循環回收使用

改善措施：

選擇低污染性脫脂劑，同時利用重力分離設施將脫脂槽液中之浮油分離去除，有效維持槽液中所具有之游離鹼離子比例，確保有效之皂化能力，以延長脫脂槽液使用期限，減少廢棄槽液量。

效益分析：

- (1)減少脫脂液使用量 7.2 噸/年。
- (2)降低污泥產生量、油脂減量 189.6 kg/年。
- (3)COD 減量 426.9 kg/年、SS 減量 11.0 kg/年。
- (4)節省廢水處理及污泥處理費用 12 萬元/年。

5.烘乾流程熱源方式改善

改善措施：

鍍件烘乾熱源由煤油燃料改為電氣加熱。

效益分析：

- (1)節省煤油量：24,000L/年，節省煤油費用 36 萬元/年。
- (2)CO₂ 減量 4,089Kg/年。

6.廢水場設置藥槽防溢堤，地面鋪設阻絕設施防止溢流洩漏，加強廢水場操作管理。

改善措施

- (1)廢水場所有藥液貯槽均設置防溢堤。
- (2)廢水場地面鋪設環氧樹脂。

效益分析：

- (1)避免槽液洩漏造成污染。

(2)減少因溢流、洩漏所造成之損失。

7.改變污泥脫水方式

改善措施：

將濾帶式脫水機改為板壓式脫水機。

效益分析：

(1)污泥含水率由 87%降為 77%，污泥量由 23 噸/月減為 13 噸/月。

(2)節省廢棄物清理成本 150 萬元/年。

四、結語

「清潔生產」的概念是相對性的，是與現行之技術、產品比較的。因此，推行「清潔生產」本身即是一個不斷力求更完善的過程，可藉由國際公約、協議、法規與政策、經濟、社會責任等因素來激勵業界推動「清潔生產」工作是必然的趨勢，未來新技術必須要有清潔生產與循環經濟的觀念，且新產品必須是有利於環境保護的清潔產品(如無鎳、無鉻鍍層之產品)，如此才能符合全球市場的需求。