

表面處理產業雙軸轉型研討會

銅資源循環再利用的起點： 含銅廢液回收與再生精煉初探

簡報人：金屬中心(中區)

智慧技術發展組

電化學團隊



1 產業背景

2 技術簡介

3 服務說明

目錄

(一)、產業背景：

銅資源重要性

- 我國缺乏銅原料資源，高度仰賴進口，受國際銅價波動影響大。
- 銅金屬廣泛應用於電子業、電動車及再生能源等產業，產生大量製程下腳料及廢棄物，國內積極尋求回收再利用方式。
- 政府面對淨零轉型目標，積極推動資源循環零廢棄，將廢棄物轉成產業原料，替代原生料進口使用，並希望協助產業建立物料循環鏈。



(一)、產業背景：

各國推金屬循環利用政策確保銅資源穩定供應

主要國家政策發展趨勢

2022

2025

2030



美國

關鍵礦物彈性供應鏈：編列逾30億美元資金用以支持金屬回收利用等專案



中國

有色金屬行業碳達峰實施方案：至2025年，再生銅產量要達到400萬噸



歐盟

關鍵原物料法：至2030年，年需求量的10%在歐洲開採，15%透過回收來供應，以及需有40%在歐洲加工



澳洲

關鍵礦物供應鏈：提出強化下游加工能力以及金屬材料的回收和再利用等原則



日本

目標至2030年製造業使用的再生金屬需求量增加1倍，電子廢棄物回收量增加至約50萬噸(較2020年增加50%)。



印度

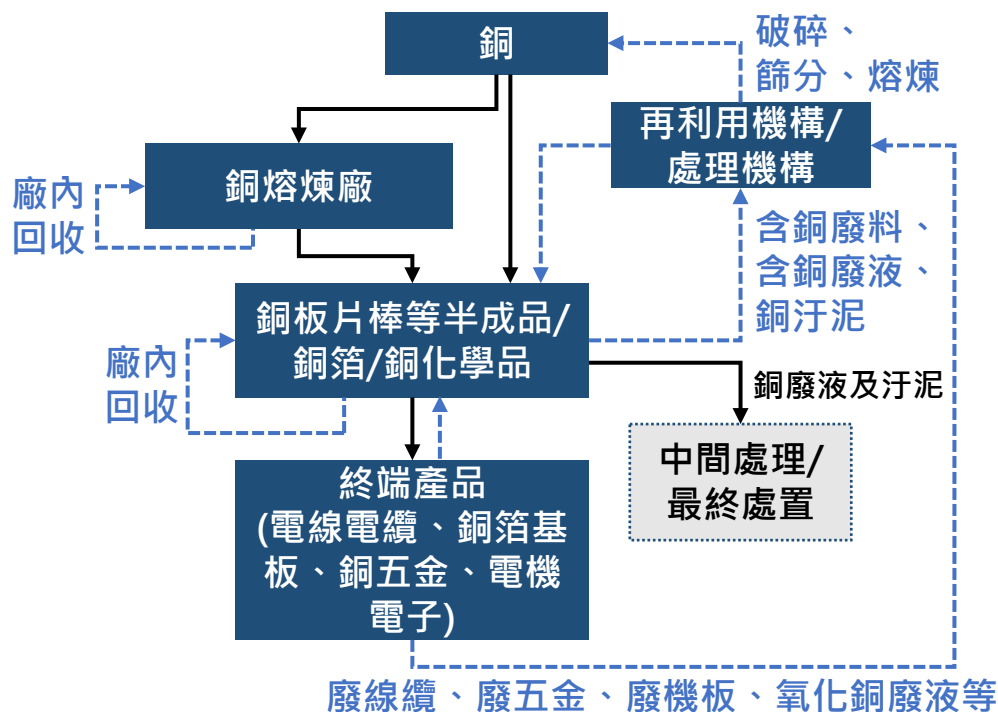
2028年銅產品需含有5%再生料，並須逐年提升，至2031年，銅產品再生料占比至少20%。



(一)、產業背景：

我國銅回收再利用情形

銅循環鏈



主要再利用技術

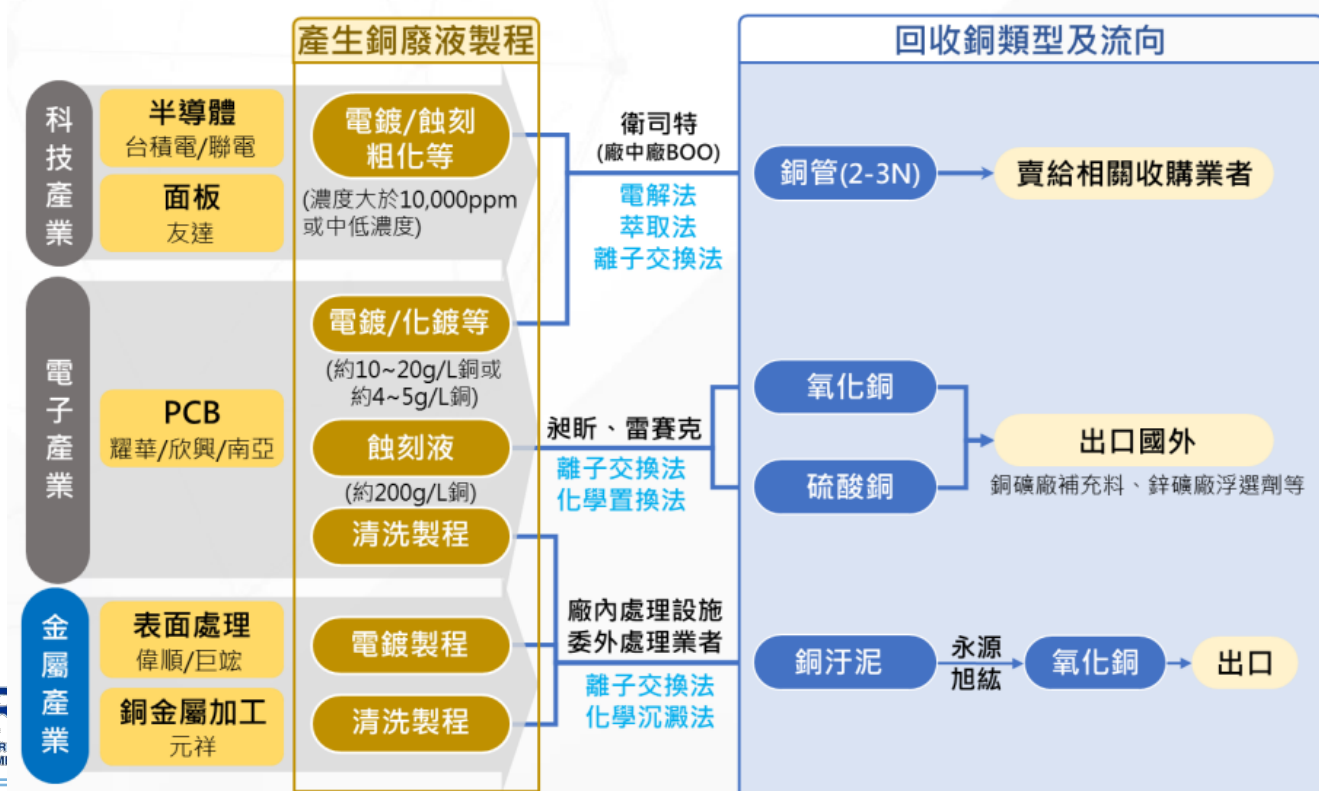
技術	說明
物理分選	分選、剪裁、壓縮、打包，再送往國內或國外熔煉
物理烘乾	汙泥烘乾成金屬富集物，輸出國外熔煉
熱處理法	將汙泥、廢液透過旋窯產生氧化銅
化學法	含銅蝕刻液經電解產生電解銅



(一)、產業背景：

銅廢水資源循環現況

- 國內銅資源物中，**含銅廢水**來源多樣，且**廢水處理/回收技術**相對成熟，但面對**銅原料價格波動壓力**及國際**低碳**議題趨勢，如何**更完整回收及再利用銅資源**，同時達到**製程低碳及低成本**，仍為產業持續創新精進之方向，如：
 - **廢水處理**後產生之**銅汙泥**仍有一定**銅含量**，需另行處理銅汙泥。
 - ➡ 若於廢水處理流程中能更**高度回收銅**，可**減少**後續汙泥處理**工序**，及**保留**更多**銅資源**。
 - 回收之銅產品(銅管、氧化銅等)若能投入國內**高值應用**上，可大幅**減少原料壓力**。
 - ➡ 優化**再生銅製程**，增加**高純度再生銅**成本效益，落實銅循環使用。

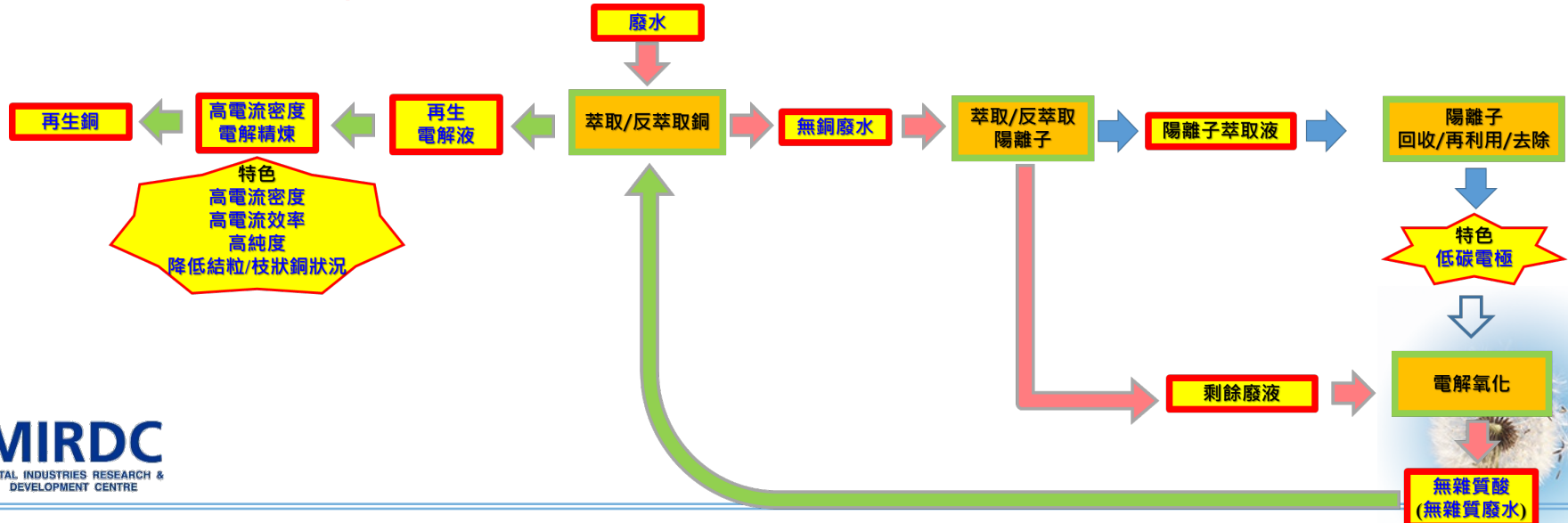


©2024 MIRDC All Rights Reserved.
資料來源：金屬中心
MII-ITIS研究團隊(2024/04)

(二)、技術簡介：

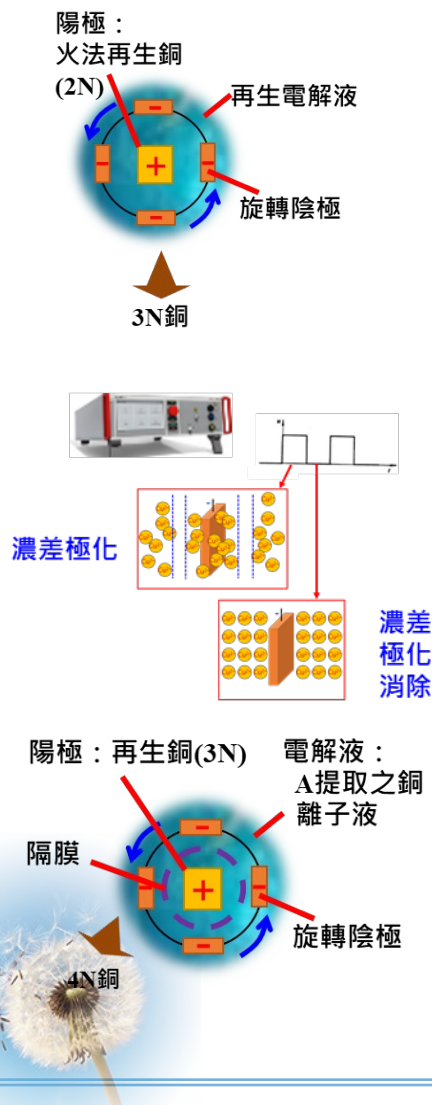
廢水處理及銅資源精煉

- **含銅廢水低碳回收處理技術流程**：透過選擇性銅離子交換樹脂將廢液中的銅離子提取，得到**無銅廢水**，接著去除金屬雜質後，進行電解氧化去除**有機雜質/氨氮** (開發**低碳二氧化鉛電極/低碳再生二氧化鉛電極**)，得到**再生酸液**，最後使用再生酸液將樹脂中銅離子取出後，得到**再生電解液**。
- **再生銅回收/精煉技術**：採用較**高電流密度**之圓筒電解精煉技術，使用再生電解液進行反應，開發**震動陽極/旋轉陰極**模組技術、**圓筒式脈衝電解沉積/精煉技術**、**圓筒式薄膜電解沉積/精煉技術**，產出高純銅(3N以上)。
- 整合廢水處理技術，於前端**減少衍生廢棄物**，並**保留更多銅資源**。
- 建立再生銅回收/精煉技術，將低純度再生銅回收精煉，得到符合國內**高值產業**需求之**高純度再生銅**，落實資源循環。



(二)、技術簡介：

電解精煉技術



- 圓筒式電解槽之電解精煉技術：可提高電流密度，來提升單位產量。
- 旋轉陰極電解精煉技術：透過陰極旋轉，使陰極與陽極銅球(或銅米、銅粒、銅錠)間保持相似平均距離，改善目前銅電解精煉製程中，陰極因為枝狀、厚度不均及結粒等現象，造成純度降低、短路、取料困難及部分陰極銅浪費(枝狀陰極銅掉落，難以收集)等問題。
- 震動陽極設計：帶動陽極銅球(或銅米、銅粒、銅錠)震動來避免黏繳層，可同時提升陽極溶出效率。
- 使用脈衝電源電解產銅，藉由供應不同正負脈衝電源，除了可消除濃差極化，且可改善陽極表面鈍化問題，從陽極減少能耗，同時可進一步提升陰極銅材品質，製程之電流效率提升至98%。
- 將隔膜電解技術應用於圓筒電解槽中，可保留圓筒電解槽之流場優勢，進一步提高銅純度。
- 導入智慧化生產，配合產品保留彈性參數，達到客製化參數需求。
- 使用再生銅作為陽極，使用再生電解液，進行電解精煉銅，並產出3N銅。

(二)、技術簡介：

應用對象及再生產品介紹(再生電解液/再生銅)

- 本技術可用於含銅量5000 ppm以下之銅廢水(硫酸銅/硝酸銅)，利用廢水處理系統萃取/反萃取銅及進行電解氧化，得到再生電解液，銅濃度可達40.2 g/L，且雜質濃度低，可直接使用或進一步提出金屬。

原始廢水



再生電解液

案例1 - 廢水資源回收，製備再生電解液

產業/製程：電鍍/清洗
成分：如下表

銅濃度：
40.2 g/L

剩餘金屬
雜質濃度：
26.8 mg/L



成分	濃度 (ppm)
NH ₃	85
NO ₃ ⁻	10561
Ni	190
Cu	4000
Zn	5.83
Fe	10
Pb	50.07
COD	280



再生銅

案例2 - 2N銅精煉
產出3N銅

純度：
99.92 wt%

製程：
電解沉積

電解槽形式：
橫槽
電解精煉



案例3 - 3N銅精煉
產出4N銅

純度：
99.99 wt%

製程：
電解精煉

電解槽形式：
圓筒槽
電解精煉



(二)、技術簡介：

廢水處理及銅資源精煉特色

- 廢水處理流程中，**電解氧化**是重要的降低有機物/氨氮製程，其中所使用的**不溶性電極為消耗品**，使用一段時間後需要更換，造成**電極成本負擔**(白金電極非常昂貴，但其他類型電極價格也不低)。

- 現行廢水處理流程，需要**添加大量額外藥劑**，並且會產生大量**衍生含重金屬固體廢棄物**，這些廢棄物仍需要額外廢棄物處理後，才得以掩埋清除，因環保法規日益嚴格，這些廢棄物處理也成為業者負擔。

- 建立新**電解沉積/精煉**製程時，需面對**結粒及枝狀銅**問題，現行方式為透過**額外添加藥劑**(平滑、光亮等)來改善，但會使電解液成分更複雜，會造成後續廢水處理困擾。

- **電解沉積/精煉**製程已十分成熟，但進一步提高**電流密度、電流效率及純度**仍是需不斷精進的議題。

- ✓ 低碳**二氧化鉛電極(PbO₂)**：可透過**電解陽極沉積製程**製備，且有較低**製備成本及碳排**。
- ✓ 低碳再生**二氧化鉛電極**：針對含鉛廢水，整合處理流程，利用**原有鉛成分為原料**製備再生電極。

- ✓ 本技術整合廢水處理流程，並且充分利用廢水，除了可**減少衍生廢棄物**外，低碳製程更能**滿足低碳履歷**，應變近年國內外**低碳趨勢**造成的成本與客戶壓力。

- ✓ 本技術透過物理方法使**離子分布均勻**，來**減少結粒及枝狀銅**問題，**減少額外藥劑**使用。

- ✓ 本技術採用**圓筒電解回收/精煉**製程，具較高**電流密度**，並將**脈衝電解沉積/精煉及薄膜電解精煉**技術結合，進一步**提高電流效率及純度**。

低
碳
材
料

低
碳
製
程

創
意
模
組

優
化
技
術

(三)、服務說明：

服務流程介紹

本技術整合廢水處理技術，前端降低衍生廢棄物的產生，同時最大化銅資源回收。透過建立再生銅回收與精煉技術，將低純度再生銅進一步提純，使其達到符合國內高值產業需求的高純度標準，實現資源循環利用。此外，透過技術提升廢水處理與銅回收流程的低碳履歷，有助於企業提升國際競爭力。

適用產業

- ✓ 表面處理產業（如電鍍、蝕刻、拋光等）
 - ✓ 科技產業（如半導體、電子等）
 - ✓ 金屬材料/加工產業（如銅材、銅製品、合金製造等）
 - ✓ 廢水處理產業（如工業廢水等）
- 根據不同產業需求，提供完整技術支援或客製化解決方案。

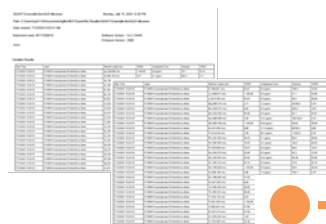
服務流程

需求溝通
及取得廢水樣品



MIRC
METAL INDUSTRIES RESEARCH &
DEVELOPMENT CENTRE

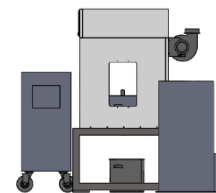
分析及流程設計



基本單位生產測試



客製化
場域評估及機台設計





聯繫我們 Thank You

金屬工業研究發展中心

智慧技術發展組

林世杰 副組長

(04) 2350-2169 #8201、#8235

shihchieh@mail.mirdc.org.tw