

含重金屬污泥處理技術之探討

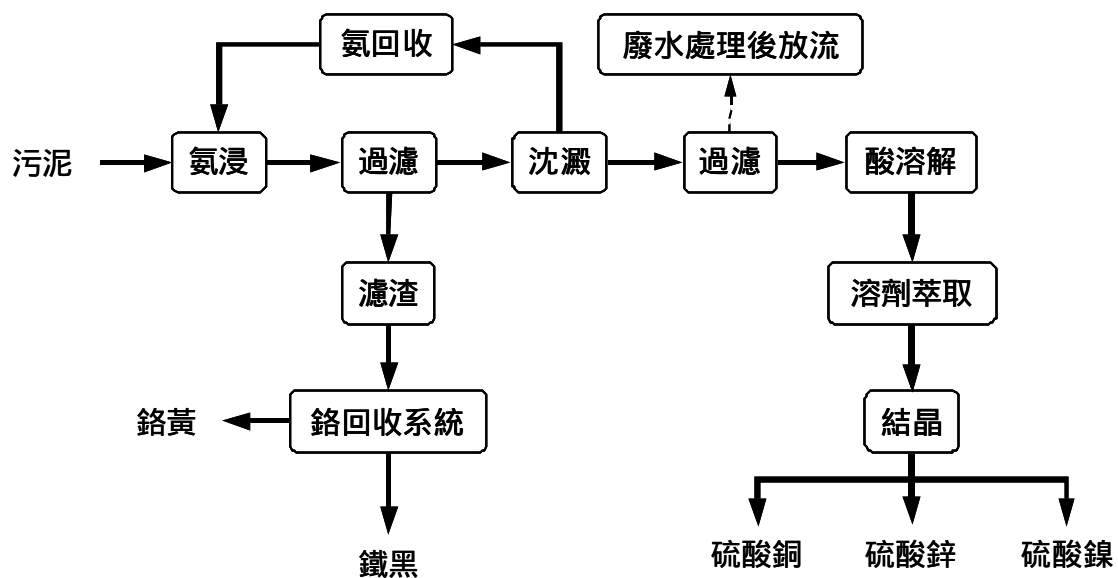
凡是製造工廠中含有表面處理程序所衍生之廢水，再經化學混凝所產生之污泥者，均可視為含重金屬污泥，其所含之重金屬主要為銅、鉛、鎳、鉻、鋅等，且相對濃度不一（視各製造工廠特性而定），如印刷電路板工廠產生之污泥，其所含主要重金屬為銅及鉛，另有較少量之鎳、鉻、鋅等重金屬；一般電鍍製程較常用之電鍍浴槽以鋅、鎳、鉻佔大多數，此污泥中主要之重金屬即以此三種為主。含重金屬污泥處理技術可概分為固化處理、濕式處理（如酸浸、氨浸萃取）、乾式處理（如鍛燒、高溫融熔）等，如以技術來評估，各類技術均已成熟；但如何提高資源化經濟效益則為關鍵所在。因限於篇幅，茲將主要處理技術概述如下（如固化處理；濕式處理 - 氨浸萃取、置換電解；乾式處理 - 鍛燒等）。至於未說明之部份技術則彙集於表一中，同時針對其技術優缺點、處理後產品或可能用途等，一併評析。

1. 固化處理

雖然固化處理不是一個可以長治久安之處理技術，但是，至目前為止固化法仍是處理電鍍污泥之合法方式，目前領有甲級代處理許可證照之業者也不少。

2. 濕式處理 - 氨浸萃取

早在 1970 年代就有文獻記載氨浸萃取技術，而中國大陸在近十年則有實廠運轉之文獻記載。至於瑞典 Am-MAR (Ammonical Carbonate Leaching-Metals and Acid Recovery) 處理重金屬污泥流程，已完成試驗工廠規模。此外，美國、加拿大、西德及國內工研院等均已有關研究工作結果，圖一則為氨浸萃取技術處理流程。



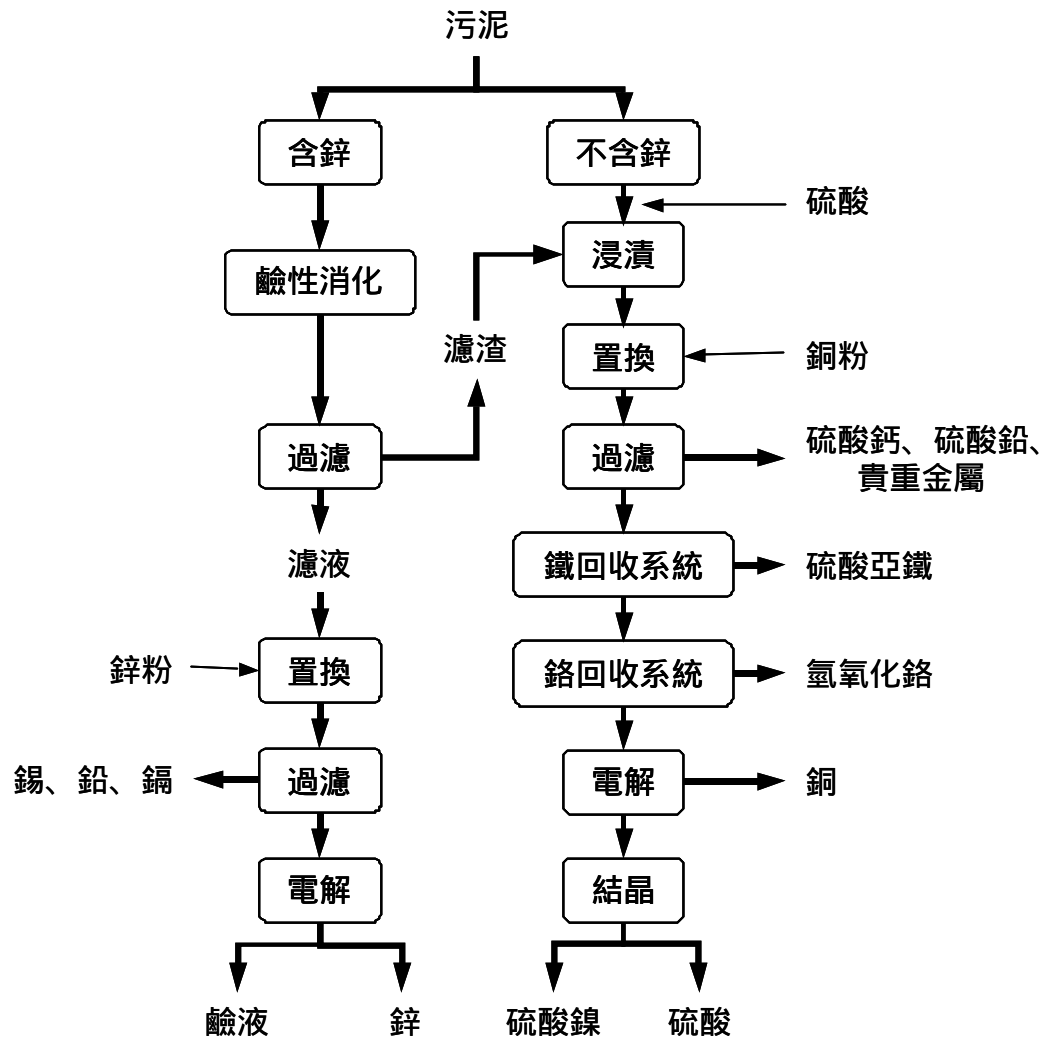
資料來源：工業污染防治技術服務團，印刷電路板製造業廢棄物資源化案例彙編，經濟部工業局，p34，民國 85 年 5 月。

圖一、污泥氨浸萃取金屬回收處理流程

圖一中氨解後的鹼式碳酸鹽，加入硫酸溶解形成銅、鎳、鋅的硫酸鹽溶液。此時可利用已商業化之有機溶劑進行萃取分離。萃取後則將銅、鎳、鋅分離純化成各單一金屬之硫酸鹽溶液，隨即應用結晶技術，將其分別製成硫酸銅、硫酸鎳及硫酸鋅等資源化產品。

3.濕式處理 - 置換電解

利用置換、電解、結晶等傳統化工單元，整合成為從污泥中資源回收重金屬之流程，其技術代表者為美國 Recontek 公司之重金屬污泥資源回收處理流程（如圖二所示）。此技術應用前，應先將污泥分為含鋅及不含鋅兩類。



資料來源：工業污染防治技術服務團，印刷電路板製造業廢棄物資源化案例彙編，經濟部工業局，p32，民國85年5月。

圖二、污泥置換電解金屬回收處理流程(Recontek)

4.乾式處理 - 鍛燒

由於廢水污泥中含較高之水份，本技術首先利用乾燥設備進行前處理。經初步烘乾後之污泥，必需進一步進行乾燥，以確保污泥中之水份完全蒸發。同時將污泥中之金屬氫氧化物轉化成金屬氧化物，一般於 600 750 之高溫環境下進行。經乾燥、氧化處理後之金屬氧化物，再進行更高溫（1,300 1,600 ）之還原反應（同時加入焦炭），其目的是將金屬氧化物還原為金屬。如以印刷電路板製造業產生之廢水污泥成份來分析，除了銅離子外，鐵離子含量也不低。為提高銅之純度，建議於還原反應程序中，同時加入含矽化物之造渣材料，其目的在於結合鐵氧化物成為熔點較高之複合物，並以爐渣方式排出。

綜合上述之各種處理技術，最後做一評比分析如表一所列，其內容包括技術優缺點、處理後產品或可能用途等項目。◆

表一、含重金屬污泥回收處理技術特點評析

技術種類 \ 比較項目		優點	缺點	產品 / 用途
固化法		<ul style="list-style-type: none"> ●初設費低 ●處理容易 	<ul style="list-style-type: none"> ●資源回收效益低 ●處理成本高 	建材、鋪路、填土
乾式法	鍛燒法	<ul style="list-style-type: none"> ●資源回收效益高 	<ul style="list-style-type: none"> ●不適合混合型態污泥 ●造價高，國內未有適合冶煉廠 ●操作費用高 	單一金屬，金屬鹽類 / 色料
	高溫熔融法	<ul style="list-style-type: none"> ●處理污泥型態廣泛 	<ul style="list-style-type: none"> ●造價高 ●回收產品層次低 ●操作費用高 	玻璃態固體 / 建材，藝術品
溼式法	酸浸法	<ul style="list-style-type: none"> ●初設費及操作費低 	<ul style="list-style-type: none"> ●不適合混合型態污泥 ●回收產品層次低 ●有產生二次污染之慮 	化工原料
	氨浸法	<ul style="list-style-type: none"> ●資源化市場成熟 ●初設費及操作費低 ●處理彈性大 	<ul style="list-style-type: none"> ●有產生二次污染之慮 	化工原料
	置換電解法	<ul style="list-style-type: none"> ●回收產品層次高 	<ul style="list-style-type: none"> ●初設費及操作費高 ●不適合混合型態污泥 	化工原料