

# 廢棄物資源化技術 資訊手冊

廢棄物資源化技術資訊手冊

中華民國九十二年十二月  
經濟部工業局 編印





# 序

本局為提升事業廢棄物再利用量，並促進資源化產業之投資與發展。近年來，持續推動「資源化工業輔導計畫」，在產、官、學、研各界的努力下，國內事業廢棄物資源化的運作方式與管理制度，已漸趨成熟並為各界所接受。因此，若能在資源化產業蓬勃發展之際，持續提供產業界相關技術資訊，促進資源化技術能力，當可創造資源化產業之利潤與價值，使產業得以永續發展，達到環保與經濟兼籌並顧的雙贏目標。

有鑑於此，本年度特委託台灣綠色生產力基金會收集經濟部技術處及國內外相關研究機構研發或引進之資源化技術資訊，再加以整合編撰成冊。本手冊中所涵蓋之事業廢棄物類別共16大類，各類廢棄物資源化技術計101筆，每筆技術內容包含「技術簡介」、「資源化流程」、「技術特點」、「應用對象及領域」、「資源化效益」、「資料來源」等項目，內文簡淺精要，利於業界之檢索與應用。冀望透過本資源化技術資訊之宣導，有助於提升資源化工業之技術能力。

本手冊編訂過程，感謝台灣大學環境工程研究所楊萬發教授、台北科技大學材料及資源工程系陳志恆教授、文化大學景觀系陳秋楊教授、勤益技術學院化工系郭甦隆教授以及台灣綠色生產力基金會廖錦聰顧問等委員之審訂，使本手冊得以付梓。但由於時間匆促，其實務資料蒐集彙整不易，內容如有錯誤漏植之處，尚祈不吝指正。

經濟部工業局 謹識

中華民國九十二年十二月



# 目錄 CONTENTS

## 污泥

- 1 含銅污泥資源化技術-(一)置換法
- 3 含銅污泥資源化技術-(二)熔煉法
- 5 含銅污泥資源化技術-(三)酸提氧化還原法
- 7 重金屬污泥資源化技術-氨浸法
- 9 含鉻污泥資源化技術-焙燒法
- 11 氟化鈣污泥資源化技術-水泥原料替代技術
- 13 無機污泥資源化技術-燒結技術
- 15 漿紙污泥資源化技術-(一)乾燥造粒法
- 17 漿紙污泥資源化技術-(二)硬紙板製成技術
- 19 石材污泥資源化技術-(一)燒成技術
- 21 石材污泥資源化技術-(二)防火板材料製成技術
- 23 石材污泥資源化技術-(三)固化技術
- 25 石材污泥資源化技術-(四)造粒乾燥技術
- 27 水庫淤泥資源化技術-加熱發泡技術
- 29 有機污泥資源化技術-堆肥化技術

## 廢酸

- 31 酸性氯化銅蝕刻廢液資源化技術-(一)鐵置換法
- 33 酸性氯化銅蝕刻廢液資源化技術-(二)鉛置換法
- 35 酸性微蝕刻廢液資源化技術-冷卻結晶法
- 37 酸洗鹽酸廢液資源化技術-(一)噴霧焙燒法
- 39 酸洗鹽酸廢液資源化技術-(二)流體化床焙燒法
- 41 酸洗鹽酸廢液資源化技術-(三)真空蒸餾法
- 43 酸洗鹽酸廢液資源化技術-(四)樹脂吸附法
- 45 酸洗鹽酸廢液資源化技術-(五)攪散透析法
- 47 酸洗鹽酸廢液資源化技術-(六)硫酸置換法
- 49 酸洗硫酸廢液資源化技術-冷凍結晶法
- 51 鉛蝕刻廢液資源化技術-中和結晶法

## 廢鹼

- 53 鹼性蝕刻廢液資源化技術-(一)萃取結晶法
- 55 鹼性蝕刻廢液資源化技術-(二)萃取電解法
- 57 鉛蝕刻廢液資源化技術-沸石合成法
- 59 鰻煤廢液資源化技術-汽提法

## 廢液

- 61 含氟廢液資源化技術-(一)氟化鈣結晶法
- 63 含氟廢液資源化技術-(二)冰晶石結晶法
- 66 含鈣廢液資源化技術-碳酸鈣結晶法
- 67 鉻系電鍍廢液資源化技術-離子交換樹脂法
- 69 含銅廢液資源化技術-平板電解法
- 71 貴金屬廢液資源化技術-流體化床電解法
- 73 廢定影液資源化技術-電析回收法

## 廢溶劑

- 75 二甲基甲醯胺廢液資源化技術-真空精餾法
- 77 廢異丙醇資源化技術-共沸精餾技術
- 79 廢溶劑資源化技術-滲透蒸發法
- 81 氣態廢溶劑資源化技術-流體化床吸附法

## 爐渣

- 83 水淬高爐爐渣資源化技術-(一)高爐水泥製成技術
- 85 水淬高爐爐渣資源化技術-(二)飛灰爐石粉製成技術
- 87 水淬高爐爐渣資源化技術-(三)磁磚/輕隔間膠結材料製成技術
- 89 電弧爐煉鋼爐渣資源化技術-(一)道路級配料製成技術
- 91 電弧爐煉鋼爐渣資源化技術-(二)粉磨技術
- 93 電弧爐煉鋼爐渣資源化技術-(三)混凝土骨材製成技術
- 95 電弧爐煉鋼爐渣資源化技術-(四)殘鋼回收技術
- 97 不銹鋼垢資源化技術-焙燒及酸浸漬法
- 99 脫硫爐渣資源化技術-磁選提純技術

## 灰渣

- 101 煉鋼煙塵資源化技術-(一)旋轉窯法
- 103 煉鋼煙塵資源化技術-(二)電漿熔融法
- 105 燃煤飛灰資源化技術-(一)燒結法
- 107 燃煤飛灰資源化技術-(二)燒成法
- 109 燃煤飛灰資源化技術-(三)冷結造粒法
- 111 垃圾焚化底渣資源化技術-(一)分選法
- 113 垃圾焚化底渣資源化技術-(二)燒結法
- 115 垃圾焚化飛灰資源化技術-高溫熔融法



# 目錄 CONTENTS

## 廢觸媒

- 117 ROC廢觸媒資源化技術-(一)陶瓷原料替代技術
- 119 ROC廢觸媒資源化技術-(二)耐火材料製成技術
- 121 鈷錳系廢觸媒資源化技術-酸溶再生技術
- 123 鈷鉬系廢觸媒資源化技術-(一)焙燒浸漬技術
- 125 鈷鉬系廢觸媒資源化技術-(二)色料合成技術

## 廢塑膠

- 127 熱固性塑膠廢料資源化技術-(一)破碎分離技術
- 129 熱固性塑膠廢料資源化技術-(二)射出澆鑄技術
- 131 廢塑膠資源化技術-(一)粉碎造粒技術
- 133 廢塑膠資源化技術-(二)押出發泡成型技術
- 135 廢塑膠資源化技術-(三)熱裂解技術
- 137 廢寶特瓶資源化技術-聚酯再生棉製成技術
- 139 廢光碟片資源化技術-粉碎技術
- 141 機車之塑膠件回收資源化技術-去漆加工成型技術

## 廢橡膠

- 143 廢橡膠資源化技術-(一)橡膠粒/再生膠製成技術
- 145 廢橡膠資源化技術-(二)橡膠地磚製成技術

## 動植物性廢棄物

- 147 水產下腳料資源化技術-(一)魚粉飼料製成技術
- 149 水產下腳料資源化技術-(二)魚溶漿製成技術
- 151 禽畜產廢棄物資源化技術-有機肥料製成技術
- 153 動物性有機廢棄物資源化技術-高速發酵處理技術
- 155 稻殼廢棄物資源化技術-氣化發電技術

## 廢料

- 157 廢印刷電路板資源化技術-(一)粉碎混練技術
- 159 廢印刷電路板資源化技術-(二)固化壓合技術
- 161 廢印刷電路板資源化技術-(三)銅基材溶蝕技術
- 163 廢印刷電路板資源化技術-(四)火法濕法複合技術
- 165 石材廢料資源化技術-(一)高壓真空成型技術
- 167 石材廢料資源化技術-(二)焙燒法
- 169 廢木料資源化技術-(一)粒片板製成技術
- 171 廢木料資源化技術-(二)成型棧板製成技術
- 173 廢木料資源化技術-(三)加熱混練技術

## 廢玻璃

- 175 廢陰極射線管資源化技術-火焰切割氣冷分離技術
- 177 廢玻璃纖維絲資源化技術-粉碎加熱技術
- 179 廢日光燈管資源化技術-(一)乾式處理技術
- 181 廢日光燈管資源化技術-(二)濕式處理技術

## 廢油

- 183 廢食用油資源化技術-飼料添加技術
- 185 廢潤滑油資源化技術-薄膜氫化技術

## 廢電池

- 187 廢鉛蓄電池資源化技術-高溫熔煉技術
- 189 廢鎳鎘電池資源化技術-醋酸處理法
- 191 混合廢電池資源化技術-濕式冶煉技術

## 其他

- 193 難分離廢棄物資源化技術-碳化資源化技術
- 195 難處理廢棄物資源化技術-油煤液化熱解技術
- 197 複合性廢棄物資源化技術-微粉活化精析技術
- 199 固態廢棄物資源化技術-衍生燃料製成技術
- 201 廢分子篩資源化技術-高溫燒結法





## 1. 污泥资源化技術篇



# 含銅污泥資源化技術

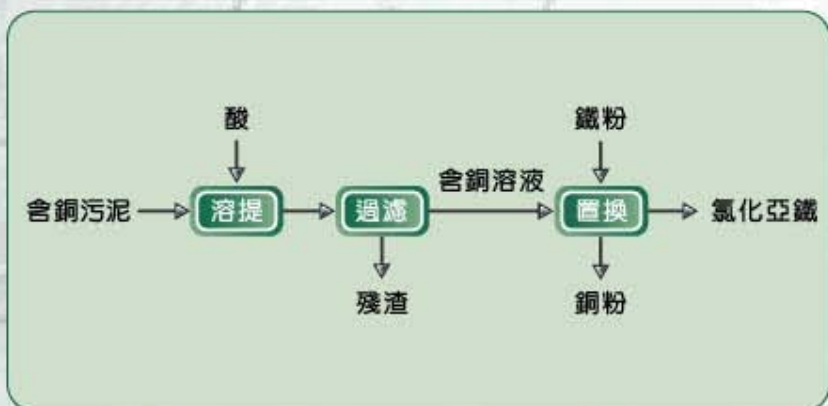
## (一) 置換法

### 技術簡介

光電半導體、印刷電路板等產業之製造過程產生的含銅廢(液)水，經化學混凝、沉澱及脫水處理後產生之含銅污泥，其中含銅污泥中之銅含量約5~25%。

本技術將污泥中所含重金屬成分經酸溶提後，液體部分成為含銅溶液，再利用氧化還原電位差原理，藉由鐵粉置換溶液中的銅，屬自發性反應，可得到具高純度之銅粉。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 資源化產品銅含量為61%~83%。
2. 可重新煉製成銅錠及各項含銅製品之原料。
3. 本技術為循環再利用製程，並無衍生二次污染問題。

### 應用對象及領域

1. 化工原料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收含銅污泥，若以每天處理銅污泥70公噸(含水率50%計)，則置換法約可回收銅7公噸，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸含銅污泥處理費用約9,000元，且回收銅可銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國91年12月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國88年6月。



# 含銅污泥資源化技術

## (二) 熔煉法

### 技術簡介

印刷電路板及銅製品製造業等產業於製造過程產生的含銅廢(液)水，經化學混凝、沉澱及脫水處理後產生之重金屬污泥，污泥中之銅含量約5~25%。

本技術係先於600~750°C下將污泥中之水份完全蒸乾，並使污泥中之金屬氫氧化物轉化成金屬氧化物，再於1,300~1,600°C高溫下，加入焦炭進行熔煉，使金屬氧化物還原為金屬。於熔煉過程中，加入含矽化物之造渣材料，以結合鐵氧化物成為熔點較高之複合物，以提高銅之純度，所得銅之純度約為90%左右，為再提高銅含量，可再以電解方式進行精製工程。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收粗銅錠之銅含量約85~92%。
2. 可重新煉製成銅錠及含銅製品之原料。

### 應用對象及領域

1. 鑄造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

採本技術回收含銅污泥，若以污泥中之銅含量為15%，則每公噸含銅污泥約可產製出160公斤之粗銅，就資源回收再利用觀點，除可節省每公噸含銅污泥處理費用約9,000元外，並可回收粗銅銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 含重金屬污泥的再資源化技術，污泥處理與處置技術研討會，民國80年3月。
2. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國91年12月。



# 含銅污泥資源化技術

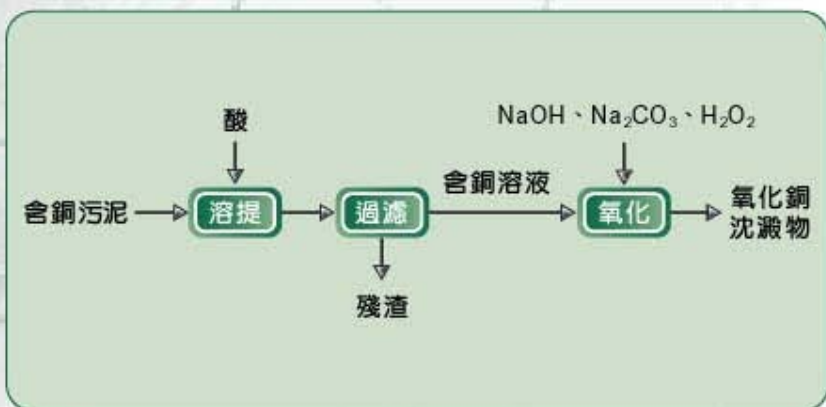
## (三) 酸提氧化還原法

### 技術簡介

印刷電路板製造業之製造過程產生的含銅廢(液)水，經化學凝、沉澱及脫水處理後產生之含銅污泥，其中含銅污泥中之銅含量約 5 ~ 25 %。

本技術將含銅污泥先以酸溶解後，然後含銅液再加入氫氧化鈉等，使其再形成氫氧化銅及氫氧化鐵等物質，於反應槽中再倒入過氧化氫等氧化劑後形成氧化銅及氧化鐵的沉澱。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收氧化銅含銅量 40 % 以上，含水率 50 % 以下。
2. 回收之氧化銅可作為製造硫酸銅或煉銅原料等。

### 應用對象及領域

1. 化工原料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收含銅污泥，若以每天處理含銅污泥 70 公噸（含水率 50 % 計），則可回收氧化銅 10 公噸，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸含銅污泥處理費用約 9,000 元，且回收之氧化銅可銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。



# 重金屬污泥資源化技術

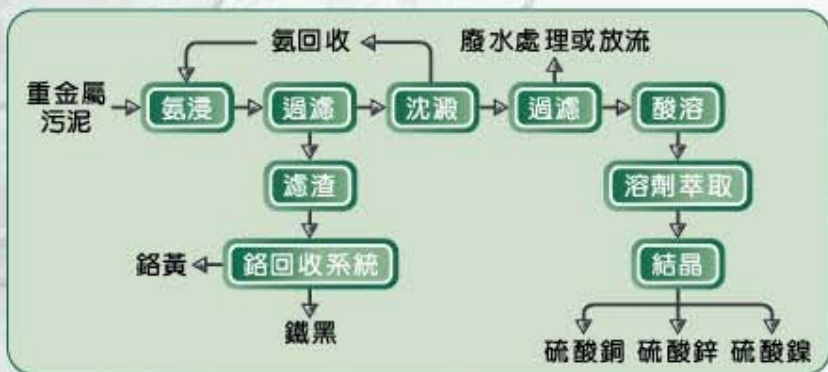
## 氨浸法

### 技術簡介

印刷電路板及電鍍業等產業之製造過程產生的重金屬廢(液)水，經化學混凝、沉澱及脫水處理後產生之重金屬污泥，其中含銅污泥中之銅含量約5~25%，含鉻污泥中氫氧化鉻的含量約佔30~80%。

本技術係以含氨之碳酸鹽溶液為浸漬劑，與污泥中如銅、鋅、鎳等金屬氫氧化物形成可溶性錯鉍碳酸鹽，可溶性錯鉍碳酸鹽經過濾後，浸漬殘渣部份可經乾燥、煨燒、萃取而資源化成鉻黃與鐵黑產品；而濾液主要是以銅、鎳、鋅之錯鉍鹽為主，經通入蒸汽解離後會形成鹼式碳酸鹽沉澱並回收氨，之後加入硫酸溶解形成銅、鎳、鋅的硫酸鹽溶液，再利用有機溶劑進行重金屬溶劑萃取，將銅、鎳、鋅予以分離純化成各單一金屬的硫酸鹽溶液，最後再應用結晶技術，將其製成資源化產品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可處理含多種重金屬之污泥。
2. 本技術重金屬成分分離選擇性高、化學藥劑消耗量少。
3. 製成之金屬鹽類等資源化產品，可做為電鍍製程之化工原料，硫酸銅及硫酸鋅可做飼料添加劑。

### 應用對象及領域

1. 表面處理業。
2. 電鍍業。
3. 化工原料製造業。
4. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

國內每年約8萬公噸含重金屬污泥處理問題，以本技術回收重金屬污泥，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸重金屬污泥處理費用9,000元，並可由再生製程中產生資源化產品進行銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣第二期三年計畫，民國84年8月。
2. 楊維鈞、王壬、呂慶慧、鄭智和，印刷電路板製造廠含銅污泥資源化技術研究，國際工業減廢技術與策略研討會，民國84年11月。
3. 楊維鈞、王壬、呂慶慧，含重金屬污泥資源化技術實廠化研究，第四屆海峽兩岸環境保護學術研討會，民國85年12月。
4. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國88年6月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 含鉻污泥資源化技術

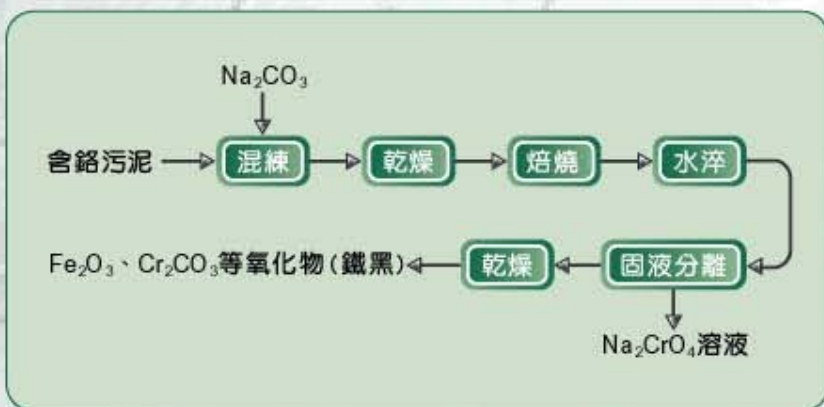
## 焙燒法

### 技術簡介

金屬表面處理業之鍍鉻及鉻酸皮膜處理製程中產生之含鉻(液)水，經還原、化學混凝、沉澱及脫水處理後產生之污泥，其含氫氧化鉻、氫氧化鐵及銅、鋅、鎳等氫氧化物，其中氫氧化鉻的含量約佔30~80%，相當於含鉻的礦物原料。

本技術係於含鉻污泥中添加碳酸鈉以進行混練，再經乾燥後，於700~800°C高溫下進行焙燒，並經水淬生成水溶性的鉻酸鈉及其他非水溶性之金屬氧化物。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 鉻轉化率可達95%。
2. 回收之鉻酸鈉可製成鉻黃色料，鐵黑則可用以製造黑色顏料。

### 應用對象及領域

1. 表面處理業。
2. 電鍍業。
3. 化工原料製造業。
4. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收鉻系污泥，就資源回收再利用的觀點，資源化處理所需成本僅約清除處理費用的30~40%，可節省每公噸重金屬污泥處理費用約9,000元，且可製成鉻酸鈉溶液及鐵黑等資源化產品銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，電鍍業資源化應用技術手冊，民國91年12月。
2. 楊致行，電鍍污泥資源化再利用技術，環保月刊第1卷第4期，民國90年10月。
3. 廖錦聰、張蕙蘭、傅彥培，電鍍污泥資源化回收示範廠實例，1999年工業污染防治工程實務技術研討會，民國88年12月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 氟化鈣污泥資源化技術

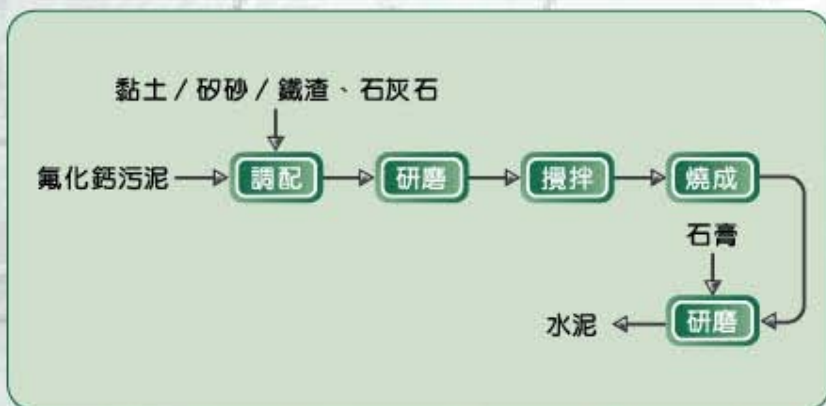
## 水泥原料替代技術

### 技術簡介

光電及半導體產業之製造過程使用氫氟酸作為清洗及晶片蝕刻，產生氫氟酸蝕刻廢(液)水，經化學混凝、沉澱及脫水處理後產生氟化鈣污泥。氟化鈣可作為水泥製造原料之一的礦化劑，故氟化鈣污泥可替代部分水泥配料。

本技術利用氟化鈣污泥中含有部分水泥製程中之副原料，如氧化矽、氧化鋁、氧化鈣等成份，經過適當之調配後，再經研磨、攪拌、旋窯高溫燒成(約 1,450°C)等程序，最後加入石膏後進行研磨，即成為水泥。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 添加氟化鈣污泥所生成熟料中之游離石灰較低，且  $\text{CaF}_2$  與  $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  結合存在，可使水泥成品強度增加。
2. 可供作水泥礦化劑使用，對水泥品質並不會造成不良影響，且能使燒成帶溫度下降約 50°C ~ 100°C。

### 應用對象及領域

1. 水泥業。

### 資源化效益

以本技術回收氟化鈣污泥，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸氟化鈣污泥處理費用約 3,000 元，且將純度不足的氟化鈣污泥添加於水泥生料中做為水泥替代原料可供銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，光電業廢棄物資源化應用技術手冊，民國92年12月。
2. 經濟部工業局，半導體業廢棄物資源化技術手冊，民國90年12月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 無機污泥資源化技術

## 燒結技術

### 技術簡介

火力發電、淨水等產業所產生之廢(液)水，經化學混凝、沉澱及脫水處理後產生富含  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等成分之無機污泥。

本技術係將一定比例之無機性脫水污泥，經碾碎、研磨後，與黏土充分混合及加入一定比例之水分後，再經成型、疊坯、乾燥、燒結等步驟後，即製成磚。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 無機污泥製磚之最高添加比例可達 25 %。
2. 回收製磚可供應國內土木、建築、人工骨材使用。
3. 可搭配其他廢棄物（如煤灰）進行資源化再利用。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 建材業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收無機污泥，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸無機污泥處理費用約 4,000 元，解決國內廢污泥隨意傾倒之窘境，且將無機性污泥納入製磚原料之一，藉以進行資源再利用並減輕環境衝擊，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 王鯤生、張芳志、蔡振球，火力發電廠廢水處理污泥資源化再利用之研究，台電工程月刊，民國 90 年 12 月。
2. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 漿紙污泥資源化技術

## (一) 乾燥造粒法

### 技術簡介

漿、紙及紙製品製造產業於生產製程中產生之廢水，經廢水二級生物處理產生漿紙污泥，其成分隨工廠製程及生產紙類種類而異，一般主要成分為紙纖維及黏土物質。

本技術根據漿紙污泥的特性開發配料及造粒技術，將含高水分的漿紙污泥添加不同比例之添加劑，直接造粒成顆粒狀，再乾燥製成具高附加價值的輕質骨材，可用作輕質建材。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 漿紙污泥不需乾燥可直接造粒。
2. 經造粒程序所得輕質骨材比重小於 1，顆粒可浮於水面且吸水率小於 50%，可作輕質骨材、隔間、隔音之用。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 建材業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收漿紙污泥，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸漿紙污泥處理費用約 4,000 元，且所開發高附加價值的輕質骨材為具商業特性的商品，尤其近年建築工程皆要求建材輕質化且保有應有的強度，可紓解天然砂石骨材短缺的壓力，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 廖錦聰、張蕙蘭，造紙工業紙渣污泥及其汽電共生焚化灰資源化利用，環保月刊第 1 卷第四期，民國 90 年 10 月。
2. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣第二期三年計畫，民國 84 年 8 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 漿紙污泥資源化技術

## (二) 硬紙板製成技術

### 技術簡介

漿、紙及紙製品製造產業於生產製程中產生之廢水，經廢水二級生物處理產生漿紙污泥，其成分隨工廠製程及生產紙類種類而異，一般主要成分為紙纖維及黏土物質。

本技術將漿紙污泥稀釋至 5%，經篩網分離出長纖維，再經由一般抄紙機抄成紙板，短纖維及白土則可加工再利用為其他產品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 技術發展已相當成熟。
2. 可提供造紙廠原料及紙器加工之用途。

### 應用對象及領域

1. 造紙業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

國內紙板年產量約 3,500 公噸，以本技術回收漿紙污泥，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸漿紙污泥處理費用約 4,000 元，且可製成造紙原料、硬紙板、包裝材、緩衝材等，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 鍾俊彬、蔡春進、巢志成，紙漿污泥的資源化，工業污染防治季刊第 70 期，民國 88 年 8 月。
2. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 石材污泥资源化技术

## (一) 燒成技術

### 技術簡介

石材污泥主要為石材業於加工及切割過程所產生，主要成分即為原石之組成成分，其含有部分水泥製程中副原料成分如碳酸鈣、氧化矽、氧化鋁等，可替代水泥之副原料。

本技術將石材污泥於廠內乾燥至含水率約 15~20%，即可銷售給廠商作為水泥或水泥製品之原料，經過適當之添加物後則進入研磨、攪拌、旋窯高溫燒成，加入石膏後研磨即成水泥成品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 石材污泥當作水泥副原料之最高添加比例為 10%。
2. 資源化產品可作為水泥或水泥製品之原料。

### 應用對象及領域

1. 水泥業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

若以石材污泥取代部份水泥中之黏土副原料，其最高添加比例以 10% 估算，則每年可利用之石材污泥數量約為 194 萬公噸，已遠大於每年石材污泥產生約 30 萬公噸的量，故就資源回收再利用觀點，石材污泥製成水泥，不但可節省處理費用並可銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 曾志雄、林志善，石材污泥與切割邊材資源化利用之現況及未來展望，工業簡訊，民國 86 年 1 月。
2. 資源化工業網，<http://iw-recycling.org.tw/iwopt04314.asp>。

# 石材污泥资源化技术

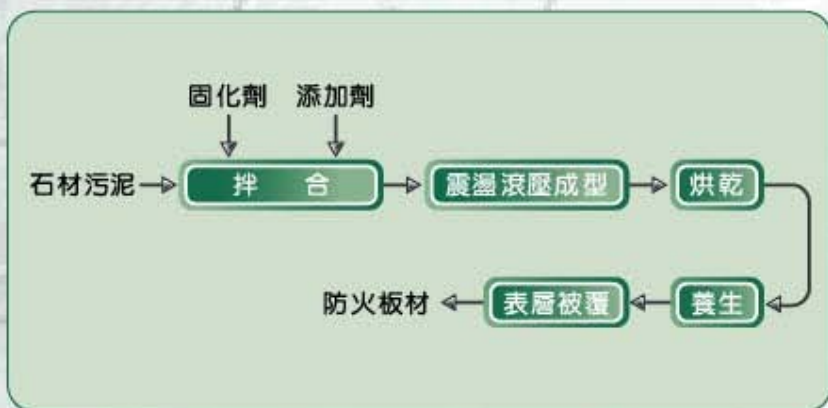
## (二) 防火板材製成技術

### 技術簡介

石材業於加工及切割過程產生石材污泥及石材廢料，其主要成分即為原石之組成成分。

本技術主要以大理石及花崗石污泥為資源化原料，利用其主要成分如碳酸鈣、氧化矽等具有低熱傳導係數之特點，作為防火板材絕熱耐燃之原料，將石材污泥與添加劑及固化劑按比例拌合，再經震盪滾壓成型、烘乾及養生等程序製成防火板材，而後表層經被覆成為具色澤及花紋之產品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 經添加適當固化劑、添加劑，資源回收率可達 100 %。
2. 具有低熱傳導係數的優點，為防火建材絕熱抗燃原料。
3. 可應用於防火隔間牆、隔熱內襯材、天花板等。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 建材業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

石材廠加工產生的石材污泥每年約 30 萬公噸，其性質穩定，以本技術回收石材污泥，就資源回收再利用觀點，可節省石材污泥處理費用，且製作成防火板材應用於建築裝潢上，益於推動綠色建材之使用，促進資源循環使用，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，資源化工業輔導計畫，民國 91 年 12 月。



# 石材污泥資源化技術

## (三) 固化技術

### 技術簡介

石材業於加工及切割過程產生石材污泥及石材廢料，其主要成分即為原石之組成成分，其中花崗石污泥主要成分為二氧化矽係屬波索蘭 (Pozzalans) 材料，利用其與水泥混合使產生波索蘭反應，可達到增加固化體強度之目的。

本技術利用石材加工過程中產生的石材邊料和污泥，取代部分傳統人工魚礁製作時使用的天然砂石料源，與特定固化劑作用後，再經灌製、拆模、養生後，可產生高強度、耐海水性的固化體，可做為人工魚礁或碎波堤等海岸工程使用。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 石材污泥及邊料摻配比例可達 50 %。
2. 所製成之人工魚礁抗壓強度可達 280 kgf/cm<sup>2</sup> 以上。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術以花崗石污泥取代細砂，將石材污泥經固化處理後，作為海堤填充材料，不僅解決石材污泥處理之問題，同時節省興建海堤所須之天然資源，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸石材污泥處理費用約 200 元，且固化價格較波特蘭 II 型水泥便宜 2 成，製作成本便宜約 1 成，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 許順珠，台灣石材廢料資源化利用途徑，清潔生產資訊雙月刊第一期，民國 84 年 8 月。
2. 廖錦聰、徐文慶、張蕙蘭、許順珠、鄭智和、洪欽武，台灣東部石材工業廢料全方位再利用，工業污染防治工程實務技術研討會，民國 84 年 12 月。
3. 曾志雄、林志善，石材污泥與切割邊材資源化利用之現況及未來展望，工業簡訊，民國 86 年 1 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 石材污泥资源化技术

## (四) 造粒干燥技术

### 技术简介

石材業於加工及切割過程產生石材污泥及石材廢料，其主要成分即為原石之組成成分，其中花崗石污泥含有超過 50 % 的二氧化矽，是一種波索蘭物質，與氫氧化鈣作用產生矽酸鈣水合物，這類化合物具有高表面積、高除硫效率的特性。

本技術以氫氧化鈣和花崗石污泥做為製造吸附劑的原料，另外添加少量的添加劑（氯化鈣或水玻璃等），以離心式造粒機造粒或以擠壓成型造粒，再經蒸煮、乾燥、篩分等程序製成吸附劑。

### 资源化流程



### 技术特点

1. 花崗石污泥可取代脫硫吸附劑中氫氧化鈣可達 70 %。
2. 吸附劑具有高表面積、高除硫效率的特性，除硫能力較鈣系吸附劑高。

### 应用对象及领域

1. 石材業。
2. 環保工程業。
3. 資源回收再利用機構。

### 资源化效益

以本技術回收石材污泥，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸石材污泥處理費用約 200 元，且利用花崗石污泥製造脫硫吸附劑，可提升排煙脫硫的效率，同時減少花崗石污泥的數量，兼具環境保護與經濟效益。

### 资料来源

1. 郭志成，花崗石污泥吸附劑半乾式脫硫技術應用。
2. 郭志成，花崗石污泥吸附劑濕式排煙脫硫模型廠測試，1998 工業減廢暨永續發展研討會，民國 87 年。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 水庫淤泥資源化技術

## 加熱發泡技術

### 技術簡介

水庫每年可產生大量淤泥，目前均暫存於貯泥池中，淤泥為頁岩的微細粒，主要成分為  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  及  $\text{Na}_2\text{O}$ 。

本技術係將淤泥添加微量石材污泥做為發泡劑，再經捏練、擠出或造粒方式形成顆粒，經烘乾後再以  $1,150 \sim 1,200^\circ\text{C}$  加熱，則會產生發泡現象，可得骨材比重  $0.7 \sim 1.3$ ，單顆粒強度  $30\text{kgf}$  以上的發泡骨材，適合用於輕質建材、隔熱材料等。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 添加適當高溫發泡劑，淤泥回收率達 100%。
2. 所得產品比重  $0.7 \sim 1.3$ ，單顆粒強度  $30\text{kgf}$  以上的發泡骨材。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 建材業。
3. 水泥業。
4. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以石門水庫淤泥為例，每年約可產生 50 萬立方米的淤泥，約可生產 40 萬立方米的輕質骨材，若以每立方米 1,000 元計則約有 4 億元的經濟效益，同時可免去掩埋、填土的麻煩。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣五年計畫，民國88年8月。

# 有機污泥資源化技術

## 堆肥化技術

### 技術簡介

食品、造紙及紡織等產業於生產製程中所產生之廢(液)水，經化學混凝、生物處理、沉澱及脫水處理後產生有機污泥，其含有氮、磷、鉀及鹼度等成分。

本技術係以好氧通氣方式，利用微生物來分解、轉化有機污泥中易腐敗之有機質。為利於堆肥化的進行，通常會增加一些資材以調整物料特性，使水分降至 50~60%，堆肥過程約 30~50 天，需定期進行翻堆使之發酵，發酵完成後經篩分即為有機肥料。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 技術發展已相當成熟。
2. 依有機污泥與副資材之性質及比例調配可完全資源化。
3. 有機肥料可供農業利用及土壤改良。

### 應用對象及領域

1. 肥料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收有機污泥，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸有機污泥處理費用約 4,000 元，且有機污泥經堆肥後製成有機肥料、培養土或土壤改良劑，可應用於各種農地及園藝、景觀綠化等工程，並同時有效解決國內有機污泥處理問題，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 涂秀妹、鄭國喜，有機污泥再利用之實例介紹，1998 工業減廢暨永續發展研討會，民國 87 年。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
3. 經濟部工業局，有機事業廢棄物堆肥處理技術，民國 86 年 2 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆





## 2. 廢酸資源化技術篇

# 酸性氯化銅蝕刻廢液資源化技術

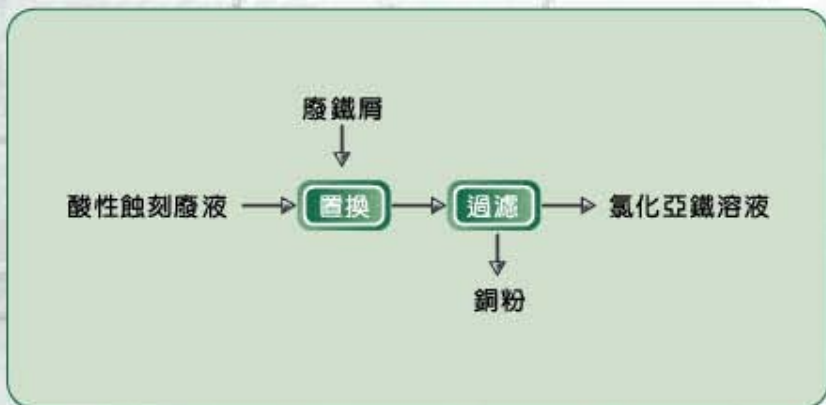
## (一) 鐵置換法

### 技術簡介

印刷電路板製造業之多層板製程於內層蝕刻單元採用鹽酸溶液，用以溶蝕基板上非線路之銅面，產生銅離子含量達 100 ~ 140g/L 之酸性氯化銅蝕刻廢液。

本技術係利用鐵置換方式，以廢鐵與氯化銅蝕刻廢液中之銅離子進行置換反應，將銅離子還原成金屬銅，而鐵則與溶液中之氯離子形成氯化亞鐵，再經過濾，即得銅粉及氯化亞鐵溶液。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收銅之純度一般可達 50 ~ 70 %。
2. 產生之氯化亞鐵可作為水處理之混凝劑或加氯氧化製成氯化鐵混凝劑。
3. 節省廢水處理及污泥處置費用。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

若以酸性蝕刻廢液年產生量為 10 萬公噸推估，以鐵置換法進行資源化，扣除購買酸性蝕刻廢液及置換所需廢鐵之成本，資源化所產製之銅粉及氯化亞鐵溶液之產值約新台幣 3 億元。

### 資料來源

1. 李世強，印刷電路板蝕銅廢液回收技術之比較探討，1995 國際工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 84 年 11 月。
2. 經濟部工業局，印刷電路板資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 酸性氯化銅蝕刻廢液資源化技術

## (二) 鋁置換法

### 技術簡介

印刷電路板製造業之多層板製程於內層蝕刻單元採用鹽酸溶液，用以溶蝕基板上非線路之銅面，產生銅離子含量達 100 ~ 140g/L 之氯化銅蝕刻廢液。

本技術係利用鋁置換方式，以鋁片與氯化銅蝕刻廢液中之銅離子進行置換反應，將銅離子還原成金屬銅，而鋁則與溶液中之氯離子形成氯化鋁，再經過濾，即得 銅粉及氯化鋁溶液。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可回收純度較高之銅粉，純度一般可達 70 % 以上。
2. 產製之氯化鋁溶液可作為水處理之混凝劑。
3. 節省廢水處理及污泥處置費用。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

若以酸性蝕刻廢液年產生量為 10 萬公噸推估，以鋁置換法進行資源化，扣除購買酸性蝕刻廢液及置換所需鋁片之成本，資源化所產製之銅粉及氯化鋁溶液之產值約新台幣 3.5 億元。

### 資料來源

1. 李世強，印刷電路板蝕銅廢液回收技術之比較探討，1995 國際工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 84 年 11 月。
2. 經濟部工業局，印刷電路板資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。

# 酸性微蝕刻廢液資源化技術

## 冷卻結晶法

### 技術簡介

印刷電路板製造業之多層板製程於微蝕單元採用硫酸/雙氧水微蝕液，用以微溶蝕銅箔基板表面，產生銅離子含量達 30 ~ 50g/L 之微蝕刻廢液。

本技術係利用冷卻結晶方法，將適量微蝕刻廢液經由熱交換器進行預冷卻後，導入結晶槽內再冷卻降溫至 15°C 左右，並適量添加硫酸，以形成硫酸銅結晶，再以輸送帶送至收集槽，上層液則經熱交換器回收部分熱能後，循環回微蝕槽再使用。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 適用於製程線上直接進行廠內回收。
2. 回收微蝕液循環再使用，節省藥液使用費用。
3. 減少廢液排放，節省廢水處理及污泥處置費用。

### 應用對象及領域

1. 印刷電路板製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

設置冷卻結晶系統回收微蝕液及硫酸銅之資源化成效，包括節省微蝕液費用、回收硫酸銅費用、節省廢液的處理費用及重金屬污泥處置費用等，設備回收期限一般約 12 個月。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，1995 國際工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 84 年 12 月。
2. 經濟部工業局，印刷電路板資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推薦使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 酸洗鹽酸廢液資源化技術

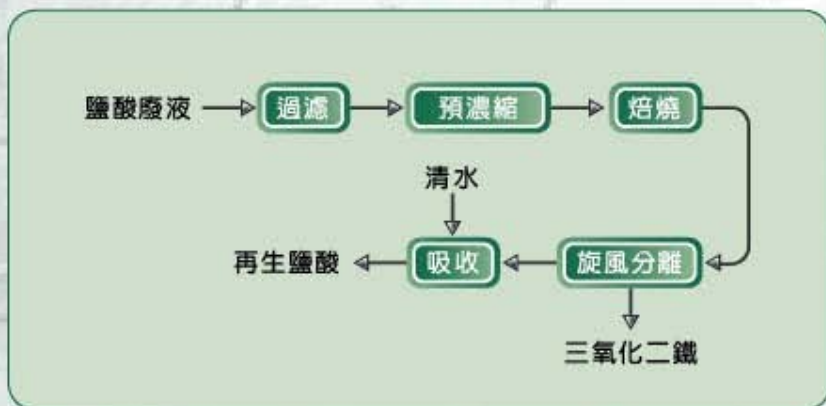
## (一) 噴霧焙燒法

### 技術簡介

鋼鐵業中下游加工廠如螺絲螺帽廠、線材廠、鋼板廠和鋼管廠等於金屬表面處理之酸洗製程採用酸溶液，用以溶蝕鐵材表面之氧化鐵鏽皮，產生含大量鐵離子及少量重金屬之酸洗廢液。

本技術係利用噴霧焙燒方式，將酸洗廢液過濾去除雜質後，再經預濃縮提高濃度後，以高壓噴嘴將其均勻噴灑於焙燒爐內，藉由爐內約 800°C 的高溫，將氯化亞鐵焙燒氧化分解為粉狀三氧化二鐵與氯化氫氣體，經旋風分離器將粒徑較小之三氧化二鐵再次分離後，利用吸收塔以清水吸收生成濃度約 16~18% 的再生鹽酸。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 再生鹽酸回收率可達 98%，濃度可達 16~18%。
2. 資源化產品為三氧化二鐵，可供下游軟、硬磁業者使用。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 鋼鐵業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以年產量 100 萬公噸之冷軋酸洗鋼捲，每小時需去除 700 公斤鏽皮並產生廢酸量約 6,000 公升之工廠，每年可節省費用包括廢鹽酸回收、三氧化二鐵回收及廢酸處理藥劑費等共計約 1.5 億元，估計該回收設備之回收期限約 1 年。

### 資料來源

1. 趙幼梅、劉明政，廢酸液再生回收技術，1996 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 85 年 12 月。
2. 黃順明，廢酸資源化再生技術介紹（1）—噴霧焙燒法，工業污染防治報導，第 108 期，民國 86 年 3 月。
3. 經濟部工業局，鋼鐵業廢棄物資源化案例彙編，民國 85 年 5 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 酸洗鹽酸廢液資源化技術

## (二) 流體化床焙燒法

### 技術簡介

鋼鐵業中下游加工廠如螺絲螺帽廠、線材廠、銅板廠和鋼管廠等於金屬表面處理之酸洗製程採用酸液，用以溶蝕鐵材表面之氧化鐵鏽皮，產生含大量鐵離子及少量重金屬之酸洗廢液。

本技術係將廢酸以噴注方式，導入焙燒爐與旋風分離器搭配形成一循環式流體化床內，並利用高壓鼓風機於爐內造成流體化現象，使廢酸於氧化鐵顆粒(流體化介質)表面分解，並使氧化鐵顆粒直徑逐漸成長，較大顆粒氧化鐵沈積於爐底並適時排出收集，HCl 氣體則利用吸收塔吸收，可回收濃度約 16~18% 之再生鹽酸。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 再生鹽酸回收率可達 98%，鹽酸濃度可達 16~18%。
2. 可產製  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  或  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 鋼鐵業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

若以國內廢酸年產量 5 萬公噸之廠商而言，除可免除廢液處理費用外，資源化產製之鹽酸及氧化鐵，具經濟價值，推估其資源化之總經濟效益約可達到 2.5 億元。

### 資料來源

1. 黃順明，廢酸資源化再生技術介紹(2) - 流體化床焙燒法，工業污染防治報導，第 108 期，民國 86 年 3 月。
2. 經濟部工業局，鋼鐵業廢棄物資源化案例彙編，民國 85 年 5 月。
3. 趙幼梅、劉明政，廢酸液再生回收技術，1996 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 85 年 12 月。
4. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 酸洗鹽酸廢液資源化技術

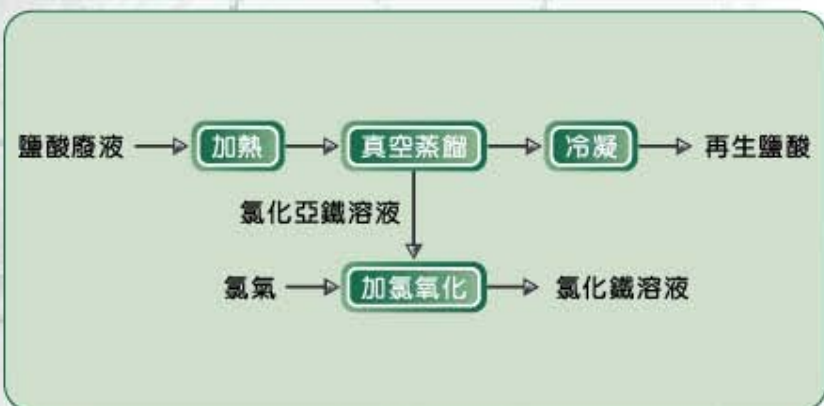
## (三) 真空蒸餾法

### 技術簡介

鋼鐵業中下游加工廠如螺絲螺帽廠、線材廠、銅板廠和鋼管廠等於金屬表面處理之酸洗製程採用酸液，用以溶蝕鐵材表面之氧化鐵鏽皮，產生含大量鐵離子及少量重金屬之酸洗廢液。

本技術係利用真空蒸餾法，在減壓操作下，將廢鹽酸加熱沸騰，使水及HCl 餾出後，再以冷凝器將其冷凝回收鹽酸液，另外可以獲得約35%濃度的FeCl<sub>2</sub>溶液，在此溶液中加入Cl<sub>2</sub>，使其發生加氯氧化反應，即可產生FeCl<sub>3</sub>溶液。本法可回收與合成鹽酸同樣高純度的鹽酸，但其僅能回收游離的鹽酸，並且需用大量熱能蒸餾；另加氯氧化反應時應設置氯氣阻絕系統，以避免氯氣不慎洩漏所造成之嚴重污染。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 半連續式操作，設置及操作成本中等。
2. 資源化產品為HCl、FeCl<sub>3</sub>，可作為廢水混凝劑、金屬表面蝕刻劑及相關用途等。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 鋼鐵業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

若以國內廢酸年產量5萬公噸之廠商而言，除可免除廢液處理費用外，資源化產製之鹽酸及氯化鐵，具經濟價值，推估其資源化之總經濟效益約可達到2.5億元。

### 資料來源

1. 黃順明，廢酸資源化再生技術介紹(3) - 蒸汽噴射真空結晶法，工業污染防治報導，第108期，民國86年3月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國88年6月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 酸洗鹽酸廢液資源化技術

## (四) 樹脂吸附法

### 技術簡介

鋼鐵業中下游加工廠如螺絲螺帽廠、線材廠、銅板廠和鋼管廠等於金屬表面處理之酸洗製程採用酸溶液，用以溶蝕鐵材表面之氧化鐵鏽皮，產生含大量鐵離子及少量重金屬之酸洗廢液。

本技術係利用特殊吸附酸之樹脂，裝於吸附塔內，當含有金屬離子及剩餘自由酸之廢酸液通過樹脂床時，樹脂即吸附廢酸中的自由酸，殘留的酸液及金屬離子則排出塔外。當樹脂吸附飽和，再以軟水將吸附飽和酸之樹脂沖洗，以回收酸。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 適用於回收各種廢酸。
2. 設置成本低，可於常溫下連續式操作。

### 應用對象及領域

1. 不銹鋼業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術應用於不銹鋼製造業進行廠內高單價酸回收再利用，可節省廢酸之處理費用及新酸之購置費用，並妥善解決廢酸處理問題，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，鋼鐵業廢棄物資源化案例彙編，民國 85 年 5 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 酸洗鹽酸廢液資源化技術

## (五) 擴散透析法

### 技術簡介

鋼鐵業中下游加工廠如螺絲螺帽廠、線材廠、銅板廠和鋼管廠等於金屬表面處理之酸洗製程採用酸液，用以溶蝕鐵材表面之氧化鐵鏽皮，產生含大量鐵離子及少量重金屬之酸洗廢液。

本技術係利用薄膜只透過溶質而不透過水的特性，而達到回收酸液的目的。首先將廢液由貯槽中以泵抽出，經過濾器濾除廢酸中的雜質後，再打入擴散透析器之一邊，另一邊則注入清水，使薄膜兩側造成濃度差的驅動力，利用濃度擴散作用及薄膜的選擇性，使廢液的游離酸能滲透至清水側，而將酸回收。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 適用於回收各種廢酸。
2. 設置成本低，可於常溫下連續式操作，無空氣污染物排放。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 鋼鐵業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術除可減免處理費用支出外，回收之鹽酸亦可節省酸洗液購置成本，並妥善解決廢酸處理問題，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，鋼鐵業廢棄物資源化案例彙編，民國 85 年 5 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

# 酸洗鹽酸廢液資源化技術

## (六) 硫酸置換法

### 技術簡介

鋼鐵業中下游加工廠如螺絲螺帽廠、線材廠、銅板廠和鋼管廠等於金屬表面處理之酸洗製程採用酸液，用以溶蝕鐵材表面之氧化鐵鏽皮，產生含大量鐵離子及少量重金屬之酸洗廢液。

本技術係在廢鹽酸中加入硫酸，使其與廢酸中之氯化亞鐵發生複分解反應，將  $\text{FeCl}_2$  轉換成  $\text{HCl}$  及  $\text{FeSO}_4$ ，經過真空蒸餾時，因蒸餾器中溶液含較高濃度之硫酸，具有脫水作用，而產生硫酸亞鐵晶析物，蒸餾出來之  $\text{HCl}$  氣體再經冷凝即可回收鹽酸。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 再生酸回收率可達 98%，鹽酸濃度可達 16~18%。
2. 資源化產品  $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  可作為水處理之混凝劑、化學肥料之原料及配製其他化學製品等用途。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 鋼鐵業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術不僅可以減少廢酸處理所需花費的費用，同時產生之鹽酸及硫酸亞鐵亦可作為產品銷售，此外，本技術所產生之二次污染量低，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。



# 酸洗硫酸廢液資源化技術

## 冷凍結晶法

### 技術簡介

鋼鐵業中下游加工廠如螺絲螺帽廠、線材廠、銅板廠和鋼管廠等，於金屬表面處理之酸洗製程採用硫酸液，用以去除鐵材表面之氧化鐵皮膜，產生之含高量鐵離子之酸洗廢液。

本技術係利用冷凍結晶方式，將硫酸廢液導入結晶機中，將酸液溫度降至 0°C 以下，使  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  結晶析出，再以離心分離機將其分離，即可回收濃度 20 ~ 35 % 的硫酸。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 適用於製程線上，直接進行廠內回收。
2. 採用低溫結晶技術，設備材質選用空間大。
3. 硫酸亞鐵可作為水處理之混凝劑、化學肥料之原料及配製其他化學製品等用途。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 鋼鐵業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術除可節省廢酸處理費用外，資源化產品硫酸亞鐵應用範圍廣泛，具經濟價值，硫酸液回收亦可節省物料成本。

### 資料來源

1. 黃順明，廢酸資源化再生技術介紹(3) - 蒸汽噴射真空結晶法，工業污染防治報導，第 108 期，民國 86 年 3 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 鋁蝕刻廢液資源化技術

## 中和結晶法

### 技術簡介

光電業中之 TFT-LCD 面板製造過程採用磷酸及少量硝酸與醋酸水溶液，用以蝕刻清除面板線路上的鋁物質，產生磷酸含量達 60% 以上之鋁蝕刻廢液。

本技術係採中和及冷卻結晶方式，於鋁蝕刻廢液中加入純磷酸及鹼性原料如氫氧化鈉、碳酸鈣、氫氧化鉀等，進行中和反應，再經冷卻結晶及脫水程序後，生成磷酸鹽成品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收之磷酸鹽可作為染色用緩衝劑、工業用清潔劑、即溶性化學肥料成分等用途。
2. 密閉式操作不會產生廢氣。

### 應用對象及領域

1. 化學製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

鋁蝕刻廢液中之磷酸含量達 60% 以上與工業級磷酸成分相近，可作為原料替代，故本資源化效益除可免去廢液處理費用外，亦可供化學製品製造業作為原料替代使用，減少原料之購置成本。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，半導體業廢棄物資源化技術手冊，民國90年12月。
2. 經濟部工業局，光電業廢棄物資源化應用技術手冊，民國92年12月。





### 3. 廢鹼資源化技術篇

# 鹼性蝕刻廢液資源化技術

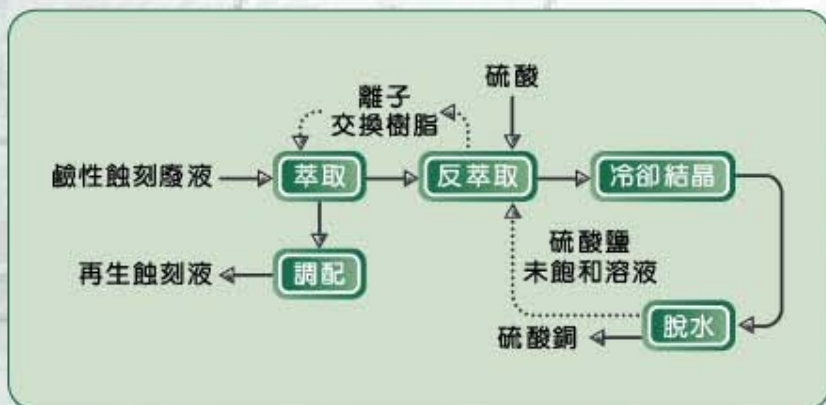
## (一) 萃取結晶法

### 技術簡介

印刷電路板業之多層板製程於外層線路蝕刻單元，採用氯化銨溶液用以溶蝕銅面，產生含  $\text{Cu}^{2+}$ ：140 ~ 160 g/L 及  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ：130 ~ 160g/L 之鹼性蝕刻廢液。

本技術係使用離子交換樹脂，將廢液中之銅離子萃取出，殘留液可重新配製成鹼性蝕刻液再使用；接著利用硫酸進行再生後，樹脂可循環使用，飽和硫酸銅溶液則以冷卻結晶方式析出硫酸銅晶體，再經脫水成硫酸銅成品；脫水餘液則經補充硫酸後，供樹脂再生使用。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 產製硫酸銅純度一般可達 97 % 以上。
2. 硫酸銅可用於媒染劑、製造藍色或綠色顏料、殺蟲劑、水的殺菌劑、銅電鍍液或其他化工原料製造等用途。

### 應用對象及領域

1. 基本化學工業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收鹼性蝕刻廢液，每公噸廢液約可製成 0.6 ~ 0.8 公噸之硫酸銅結晶，就資源回收再利用觀點，可節省廢液處理費用，且回收硫酸銅及再生蝕刻液均可銷售獲益，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 李世強，印刷電路板蝕銅廢液回收技術之比較探討，1995 國際工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 84 年 12 月。
2. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。
3. 經濟部工業局，再生技術再生資源回收再利用教育訓練班講義，民國 92 年 9 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 鹼性蝕刻廢液資源化技術

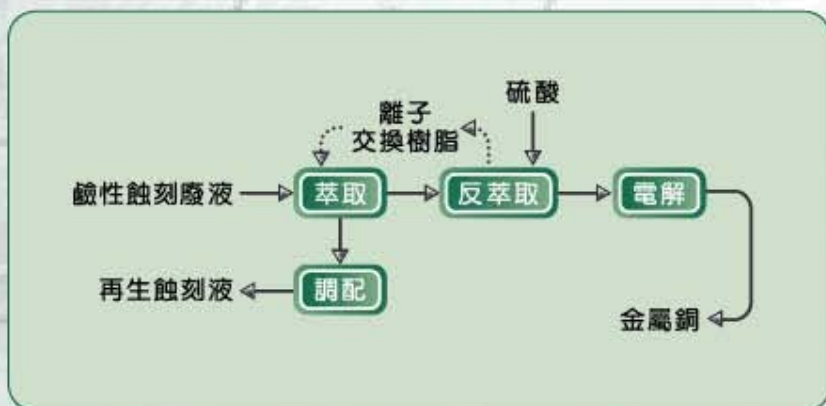
## (二) 萃取電解法

### 技術簡介

印刷電路板業之多層板製程於外層線路蝕刻單元，採用氯化銨溶液用以溶蝕銅面，產生含  $\text{Cu}^{2+}$ ：140 ~ 160 g/L 及  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ：130 ~ 160 g/L 之鹼性蝕刻廢液。

本技術係使用離子交換樹脂，將廢液中之銅離子萃取出，殘留液可重新配製成鹼性蝕刻液再使用；接著利用硫酸進行再生後，樹脂可循環使用，而銅離子則反萃取至水相，再以電解方法將其鍍成銅皮；而萃取液可送回原生產業重新配製成鹼性蝕刻液。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可回收金屬銅及再生蝕刻液。
2. 處理過程不會產生污泥。

### 應用對象及領域

1. 基本化學工業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收鹼性蝕刻廢液，就資源回收再利用觀點，可節省廢液處理費用，且回收金屬銅及再生蝕刻液均可銷售獲益，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 李世強，印刷電路板蝕銅廢液回收技術之比較探討，1995 國際工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 84 年 12 月。
2. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。
3. 經濟部工業局，再生技術再生資源回收再利用教育訓練班講義，民國 92 年 9 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 鋁蝕刻廢液資源化技術

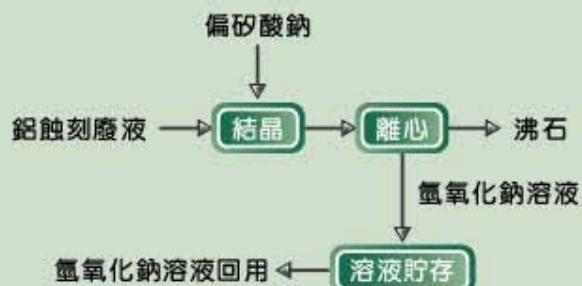
## 沸石合成法

### 技術簡介

鋁材陽極處理工程在前處理階段，使用濃度為 5~7% 之氫氧化鈉溶液進行化學腐蝕處理，經不斷的腐蝕處理後，蝕刻液需要汰換，其主要成分為鋁酸鈉及氫氧化鈉。

本技術利用沸石的合成技術，將蝕刻液與偏矽酸鈉混合，經 95~100°C 之蒸汽加熱反應 2 至 4 小時後，即產生沸石結晶性粉末，經固液分離之濾液為氫氧化鈉溶液可循環再使用。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收氫氧化鈉溶液可達 3~5%，可回用於蝕刻製程。
2. 製得之沸石除可應用於硬水軟化及廢水處理外，亦可用於脫臭、除濕乾燥等用途。
3. 結合沸石結晶粉末造粒技術，可再提高產品附加價值。
4. 操作簡單，無管路阻塞之虞，亦無中和沉澱法產生污泥處理問題。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術處理鋁含量約 40 g/L 之蝕刻廢液，每公噸可製得沸石結晶粉末約 240 公斤，濃度 3~5% 之氫氧化鈉溶液約 670 公斤，扣除原料、人工、燃料及電力費用，可獲益約 900 元，與傳統中和沉澱法比較總效益相差 1,700 元。若以每年產生之陽極處理工程蝕刻廢液約 36,000 公噸，總效益可達約 6,000 萬元。

### 資料來源

1. 徐文慶、廖錦聰、陳淑萍、張蕙蘭、黃瑞田，陽極處理工程含鋁蝕刻廢液資源化利用，1994 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 83 年 12 月。
2. 工研院化工所，陽極處理工程產生廢液之有效利用，污染防治技術開發及推廣第二期第三年計畫，民國 85 年 8 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 觸媒廢液資源化技術

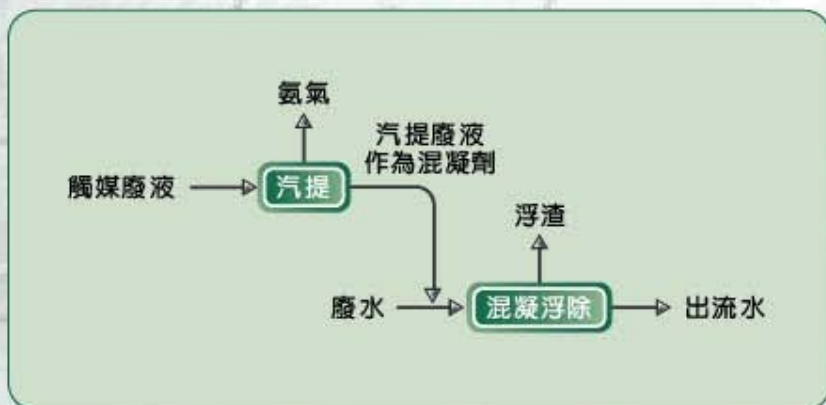
## 汽提法

### 技術簡介

烯烴轉化工廠使用含有鋁、鎳元素的液體均相觸媒，將 2-丁烯聚合 C8、C12、C16、C20 的烯類汽油，聚合反應後加入無水氨以中和氯，接著加入液鹼以降低觸媒活性，產生強鹼性、高  $\text{NH}_3$ 、高鈉、鋁離子含量之觸媒廢液。

本技術使用汽提法吹除觸媒廢液中之氨氣，氨氣可考量回收資源化，汽提後殘留液中含有大量鋁離子及鹼度，可作為廢水處理之混凝劑，用以去除廢水中懸浮固體物及調整 pH 值。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 節省酸鹼藥液使用量。
2. 免去強酸強鹼中和產生高溫的危險。
3. 節省觸媒廢液處理成本。

### 應用對象及領域

1. 石油煉製業。
2. 石油化工原料製造業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以廢水量 5,000CMD 之煉油廠，採本技術汽提觸媒廢液中之氨氣後，使用殘留液作為廢水處理之混凝劑，可節省液鹼、硫酸、助凝劑用量及成本計約 2,000 萬元/年。

### 資料來源

1. 張士元、黃春鶯、涂茂園、周振瑞、吳慶山，煉油廠觸媒廢液資源化，1996 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 85 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



## 4. 廢液資源化技術篇



# 含氟廢液資源化技術

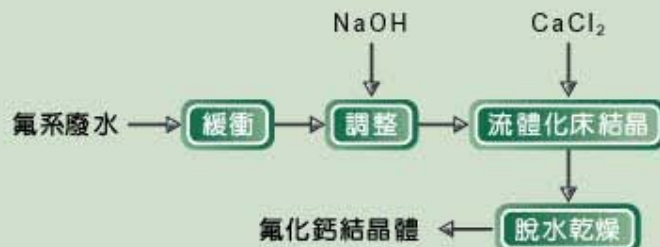
## (一) 氟化鈣結晶法

### 技術簡介

光電或半導體製造業於蝕刻製程中使用大量氫氟酸，使用過程除少量逸散外，大部分伴隨清洗水排入廢水處理系統。

本技術使用緩衝槽與調整槽調節氟系廢水進流濃度與廢水 pH 值，利用直徑 0.3 ~ 0.7 mm 矽砂擔體在結晶槽中作為結晶核種，擔體床在結晶槽中呈流體化狀態，加入  $\text{CaCl}_2$  使含氟廢液之氟離子在矽砂擔體表面形成氟化鈣結晶體，當晶體粒徑達 1 ~ 3 mm 後，排出槽體外再經過脫水乾燥後，進入晶體貯槽。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 製成之氟化鈣結晶可作為助熔劑或造渣劑。
2. 適用於 1,000mg / L 以下之低濃度含氟廢水，結晶體純度大於 90 %，含水率小於 10 %。

### 應用對象及領域

1. 半導體製造業。
2. 光電材料及元件製造業。

### 資源化效益

若以污染量 1,000 kg F/day、水量 1,000 CMD 的處理場為基準，本技術操作費用每年約 1,500 萬元，而傳統混凝沉澱法每年約 2,600 萬元，故可節省約 40 % 以上之操作費用，且所需的處理場地小於傳統方法，因此也節省了土地成本，此外，氟化鈣結晶亦可做造渣劑或助熔劑販售。

### 資料來源

1. 李茂松、廖啟鐘、邵信、游惠宋、周珊珊、黃森元、陸志斌、陳善南，氟系廢水流體化床結晶資源回收技術，1996 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 85 年 11 月。
2. 經濟部工業局，半導體廢棄物資源化技術手冊，民國 90 年 12 月。
3. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣計畫成果特刊，民國 86 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 含氟廢液資源化技術

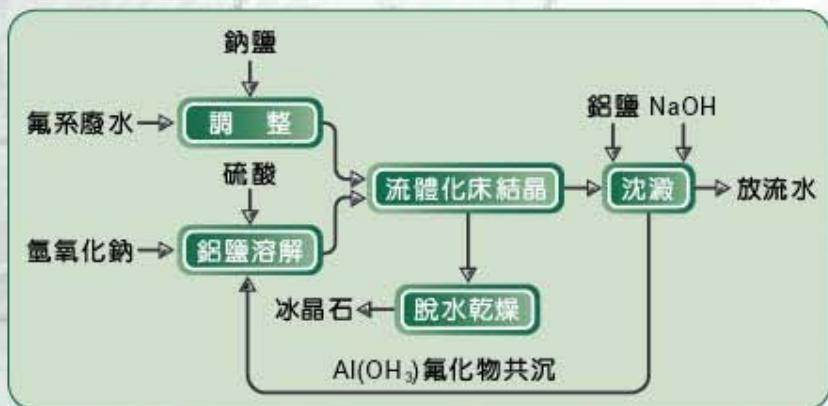
## (二) 冰晶石結晶法

### 技術簡介

光電或半導體製造業於蝕刻製程中使用大量氫氟酸，使用過程除少量逸散外，大部分伴隨清洗水排入廢水處理系統。

本技術利用矽砂擔體在結晶槽中作為結晶核種，擔體床在結晶槽中呈流體化狀態，將含氟廢水及含鈉、鋁離子之藥劑加入結晶槽內，以控制低過飽和濃度及適當酸鹼度，使廢液中之氟離子在矽砂擔體表面形成冰晶石結晶體，排出槽體外再經過脫水乾燥為成品，流體化床出流水經添加鋁鹽及液鹼調整 pH 值至中性，使處理水中之氫氧化鋁吸附殘餘之氟化物形成共沉澱，共沉澱物再經添加酸鹼藥劑調整 pH 值後，將會溶解出鋁離子，可重新引入流體化床內再次進行處理程序。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 製成之冰晶石純度高，可作為化工級原料、玻璃陶瓷製造之助熔劑。
2. 適用於 5,000 mg / L 以上之高濃度含氟廢水，去除率可達 97 %。
3. 處理過程中所使用的鋁藥劑易回收循環利用。
4. 操作成本遠低於傳統混凝沉澱法。

### 應用對象及領域

1. 半導體製造業。
2. 光電材料及元件製造業。

### 資源化效益

以本技術進行含氟廢液處理所獲得之資源化產品冰晶石，其售價約每公噸 20,000 至 35,000 元，具有經濟價值，且所需的處理場地較傳統混凝沉澱方法小，約可節省 30 % 土地成本。

### 資料來源

1. 李茂松、廖啟鐘、張王冠、邵信、倪慎如、李天菴，積體電路產業氫氟酸廢水結晶處理整合回收技術，1998 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 87 年 11 月。
2. 經濟部工業局，半導體廢棄物資源化技術手冊，民國 90 年 12 月。
3. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣計畫成果特刊，民國 86 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 含鈣廢液資源化技術

## 碳酸鈣結晶法

### 技術簡介

石化廠在利用對二甲苯與醋酸原料生產純對苯二甲酸製程中，所產生的酸性及鹼性廢水含有高濃度之鈣，與廠內製程產生之有機廢水與生活廢水混合處理時，廢水將含有大量之碳酸鈣微粒。

本技術利用有機廢水中豐富之碳酸氫鹼度 ( $\text{HCO}_3^-$ )，及再生離子交換樹脂之含鈣鹼性廢水中豐富的氫氧根鹼度 ( $\text{OH}^-$ )，使用直徑 0.3~0.4 mm 矽砂攪體在結晶槽中作為結晶核種，攪體床在結晶槽中呈流體化狀態，配合 pH 控制器控制適當酸鹼度，使廢液中之鈣離子在矽砂攪體表面形成碳酸鈣結晶體，產生之晶體粒徑達 1~2 mm 後，排出槽體外再經細篩固液分離後，進入晶體貯槽。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 產製碳酸鈣結晶體，其純度大於 90%，含水率約 5~10%，適合以 3~5% 的添加比例當爐石粉摻配料與水泥添加劑。
2. 能有效去除廢液中 70~90% 鈣硬度。
3. 放流水懸浮固體濃度低於 30 mg/L。

### 應用對象及領域

1. 石油化工原料製造業。
2. 基本化學工業。

### 資源化效益

若以量產 100 萬公噸對苯二甲酸 (PTA) 估計，以本技術相較於使用傳統化學混凝沉澱法進行含鈣廢液處理，可節省初設成本 1.3 億元，此外每年節省的操作成本加上因排放水 SS 降低所節省之水污費合計約 1,000 萬元。此外，碳酸鈣結晶可販售做為水泥添加劑。

### 資料來源

1. 李茂松、邵信、廖啟鐘、張王冠、許育誠、胡成智、趙天福、鍾鴻書，石化業廢水結晶資源化技術，1999 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 88 年 11 月。
2. 李茂松、邵信、廖啟鐘、張王冠，含鈣廢水結晶資源化技術，環保月刊第 1 卷第 4 期，民國 90 年 10 月。
3. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣計畫成果特刊，民國 86 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 鉻系電鍍廢液資源化技術

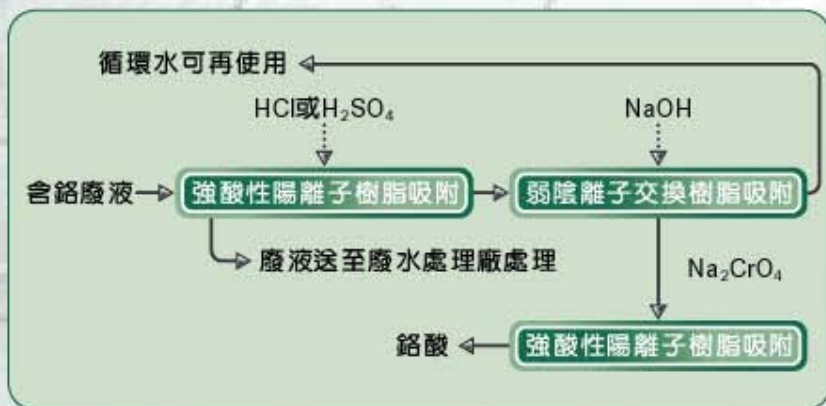
## 離子交換樹脂法

### 技術簡介

電鍍業之鍍鉻程序水洗後將產生含鉻廢水，其鉻含量約100mg/L，老化更換時，將產生高濃度含鉻廢液。

本技術應用強酸性陽離子樹脂吸附廢水（液）中其他重金屬離子（如鐵、鋅、鎳等）後，再以陰離子樹脂交換鉻酸根離子，水洗水循環再使用，當陰離子樹脂達飽和時，採用 NaOH 進行樹脂再生處理，處理後的再生液為  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  及 NaOH 混合液，需再經過一強酸性陽離子樹脂塔進行脫鈉處理，以將鉻酸鹽轉化成鉻酸。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可再生鉻酸回收再利用，回收的鉻酸濃度為 50g/L。
2. 小型電鍍廠僅需投資陽離子樹脂處理設備，即可將鉻系電鍍廢液循環使用。
3. 無傳統化學混凝沉澱方式所產生之大量氫氧化鈣污泥處理之困擾。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

若以電鍍廠每日所產生鉻系廢液量為 10 CMD，處理前水洗水中鉻離子濃度為 125mg/L，經離子交換樹脂及蒸發濃縮處理後，每年可節省還原劑及污泥處理費用約 65 萬元，鉻酸回收量每年約為 840 公斤。

### 資料來源

1. 陳志恆，陰離子性電鍍廢液資源化技術，1996 工業減廢技術與策略研討會論文集，經濟部、環保署，民國 85 年 12 月。
2. 經濟部工業局，電鍍業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 含銅廢液資源化技術

## 平板電解法

### 技術簡介

印刷電路板於微蝕過程中產生高濃度之含銅廢液，一般使用之微蝕液為過硫酸鈉（SPS）或硫酸/雙氧水（ $H_2SO_4/H_2O_2$ ），其廢液銅含量分別約為 15～20 g/L 及 40～50 g/L。

本技術採用不銹鋼平板為陰極，以及高穩定性且耐強酸之貴金屬氧化物所製成之板狀或篩網狀不溶性陽極，廢液自循環槽中以循環泵輸送至電解槽進行電解回收並進行循環攪拌，其電解效率為 0.5～0.7 g-Cu/A-hr，電解回收後以天車引出電解槽，同時在此系統中設計陰極防鍍邊框，電解回收後，將陰極框架拆除，回收之銅板可以很容易自陰極板上剝離，廢水再經處理後即可排放。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 電解回收金屬銅，回收率可達 98 % 以上。
2. 替代傳統化學混凝沉澱法，可減少 80 % 以上之重金屬污泥產生。
3. 陽極可長期操作，穩定性佳。

### 應用對象及領域

1. 印刷電路板製造業。
2. 金屬製品製造業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術處理進流銅濃度 30g/L 之廢液，總操作電流若以 12,000 安培計，處理後銅濃度將低於 0.5g/L，銅回收量約 200kg/ 天，其操作成本與混凝沉澱法比較，可節省約 130 元 /Kg-Cu，每年可節省近 950 萬元。

### 資料來源

1. 林世民、黃森元，印刷電路板業含銅廢水回收處理案例，1999 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 88 年 12 月。
2. 周珊珊、廖啟鍾、彭淑惠，重金屬廢液回收處理技術，工業污染防治季刊，第 80 期，民國 90 年 10 月。
3. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 貴金屬廢液資源化技術

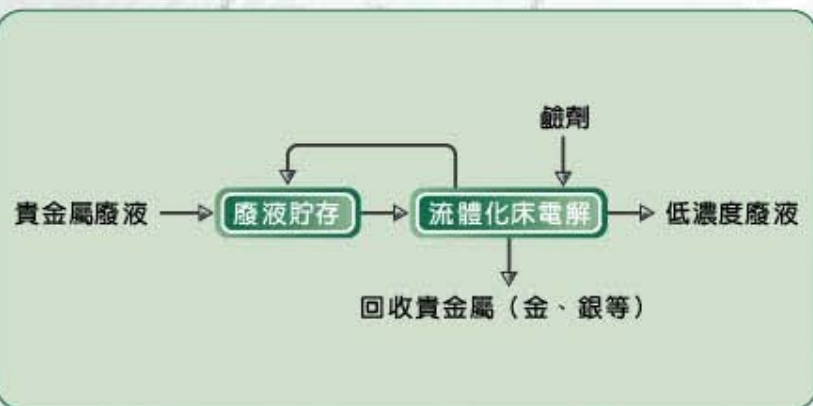
## 流體化床電解法

### 技術簡介

表面處理業在電機、電子材料接點上電鍍貴金屬製程當中，所產生電鍍清洗廢水，一般使用化學混凝沉澱處理，而產生大量之重金屬污泥。

本技術使用鈦金屬氧化物所製成之板狀或篩網狀不溶性陽極，並應用流體化之鈍性玻璃珠不斷撞擊陰極表面，破壞金屬離子傳送至陰極表面之擴散層，以增加廢水中離子之質傳效率，使得電解速率得以維持在高效率狀態，廢液自貯槽中以循環泵輸送至電解槽進行電解回收並進行循環攪拌，並以鹼劑適當調整酸鹼度，電解液之 pH 值需大於 1，有機雜質不可大於 20mg/L，電流密度必須小於 1KA/m<sup>2</sup>，其電流效率依不同貴重金屬廢液而有所差異。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可回收金、銀等貴重金屬。
2. 金屬鍍層性質光亮、良好。
3. 陽極可長期操作，穩定性佳。

### 應用對象及領域

1. 金屬表面處理業。
2. 金屬製品製造業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術進行貴重金屬廢液回收再利用，除可減少化學混凝沉澱之加藥費用外，亦可節省重金屬污泥之處理費用；降低環境衝擊之外，回收之貴重金屬亦可販售獲益，實為一舉兩得。

### 資料來源

1. 林世民，重金屬電解回收設備，85年度落實本土化高科技污染防治設備技術發表會論文集，民國85年5月。
2. 周珊珊、廖啟鍾、彭淑惠，重金屬廢液回收處理技術，工業污染防治季刊，第80期，民國90年10月。
3. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國91年12月。
4. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣計畫成果特刊，民國86年12月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 廢定影液資源化技術

## 電析回收法

### 技術簡介

在印刷電路板業及印刷製版過程，以及工廠品質檢測時照相定影過程，與醫療院所 X 光片定影過程當中，需定期更換排放廢液，而有廢定影液產生，含有高量之重金屬成分。

本技術以石墨為陽極，不銹鋼為陰極，通入電流之後，廢液中銀錯合離子則還原成金屬銀沉積於陰極上，電析所得之銀俗稱海波銀，經乾燥後回收，可再送至金屬冶煉工廠以高溫波爐提煉，得更高純度之銀塊。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可回收銀，純度約 92 ~ 98 %。
2. 操作成本低。
3. 電析後廢液含銀殘餘量約 350 mg/L。

### 應用對象及領域

1. 粉末冶金業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術進行廢定影液回收再利用，可回收廢液中高價值貴金屬銀，設置成本及操作成本均能大幅降低；此外，也降低重金屬流入環境當中所造成之環境生態與國民健康的衝擊程度。

### 資料來源

1. 姚慧怡，廢棄膠片及定影液資源化回收處理技術介紹，工業污染防治報導，第 142 期，民國 89 年 1 月。
2. 經濟部工業局，資源化產業資訊月刊，第 1 期，民國 92 年 4 月。
3. 工研院能資所，廢棄物處理廢棄物程序回收洗相廢液及 X 光底片之銀之方法，污染防治技術開發及推廣四年計畫，民國 89 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



## 5. 廢溶劑資源化技術篇



# 二甲基甲醯胺廢液資源化技術

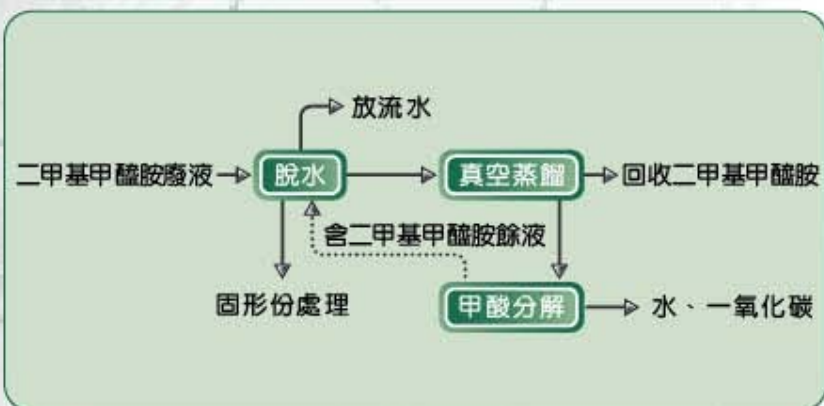
## 真空精餾法

### 技術簡介

PU 合成皮業之濕式製程係藉溶劑擴散交換作用，將溶劑脫除而固化，使用之溶劑為二甲基甲醯胺 (di-methyl formamide, DMF)，製造過程中產生含高濃度二甲基甲醯胺廢液；而乾式製程中樹脂塗佈於基布後，以加熱方式除去溶劑，溶劑經空氣污染防治設備收集、洗滌塔洗滌後，亦產生高濃度二甲基甲醯胺廢液。

本技術係利用真空操作之脫水塔將廢液中含水量降低，以提高二甲基甲醯胺之濃度，再經真空蒸餾使二甲基甲醯胺由蒸餾塔塔頂產生，含甲酸之二甲基甲醯胺則由塔底流出，再利用甲酸較二甲基甲醯胺快分解之特性，將甲酸分解成水及一氧化碳，剩餘的二甲基甲醯胺再循環回收處理。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收 DMF 之純度達 99.95 % 以上。
2. 可降低放流水含 DMF 濃度，防止二次公害發生。

### 應用對象及領域

1. 化工原料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以 DMF 廢水量為 5M<sup>3</sup>/hr 之工廠，其 DMF 含量為 10%，每年操作 300 天，則可回收 DMF 約 3,600 公噸 / 年，以每公斤 37 元估計，扣除設備折舊及操作維護等費用，回收效益可達約 9,000 萬元 / 年。

### 資料來源

1. 陳文卿、賴重光，廢有機溶劑處理及回收技術探討，環保月刊，第 1 卷第 2 期，民國 90 年 8 月。
2. 經濟部工業局，PU 合成皮業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 廢異丙醇資源化技術

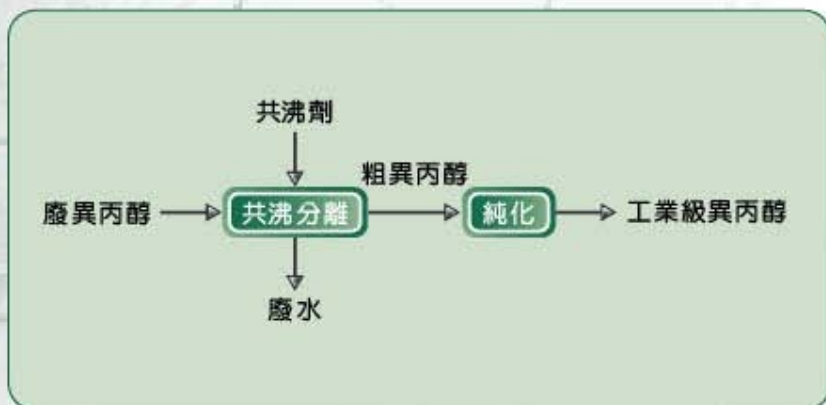
## 共沸精餾技術

### 技術簡介

光電及半導體製造業各項製程中，以異丙醇 (Isopropylalcohol, IPA) 進行各項元件之清洗及乾燥後，產生廢異丙醇水溶液，其閃火點為 12°C，屬易燃性事業廢棄物。

本技術係利用異丙醇與水之共沸原理，所使用之共沸劑為非含苯之飽和溶劑，使廢異丙醇水溶液中之異丙醇 / 水與其他物質產生分離，而此異丙醇與水之混合物即稱為粗異丙醇，再於約 82°C 之溫度下經蒸餾設備純化後即可獲得 99.9% 工業級異丙醇。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 蒸餾設備分離純化後可生成 99.9% 工業級異丙醇，可供作保護塗裝、假漆稀釋劑、清潔劑等製造原料。
2. 所提純之工業級異丙醇可再進行純化至電子級異丙醇。

### 應用對象及領域

1. 化工原料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

使用本技術回收異丙醇廢液，若廢液中之異丙醇含量為 40%，則每公噸廢液可產製之高品質異丙醇約 400 公噸，節省溶劑購買成本，並解決廢液處理問題，促進資源回收再利用，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 陳政澤、陳文卿、賴重光，廢溶劑回收及處理技術與案例探討，工業污染防治季刊，第 80 期，民國 90 年 10 月。
2. 陳文卿、賴重光，廢有機溶劑處理及回收技術探討，環保月刊，第 1 卷第 2 期，民國 90 年 8 月。
3. 經濟部工業局，半導體廢棄物資源化技術手冊，民國 90 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 廢溶劑資源化技術

## 滲透蒸發法

### 技術簡介

半導體、電子、電器、機電及塗料等產業，於製程中進行元件清洗、或表面塗裝等作業，產生異丙醇、乙醚、丙酮等有機溶劑廢液。

本技術係結合滲透與蒸發兩種程序，利用各類廢溶劑對薄膜親和性的不同所造成在薄膜內之溶解度差異；以及溶劑分子大小的不同，所造成擴散速率的差異，來達成成分分離的目的。將廢溶劑與薄膜接觸，利用抽氣降壓提供驅動力，使廢溶劑通過薄膜並以蒸氣型態離開薄膜，而達到分離純化的效果。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可分離沸點相近、具共沸點、具同分異構物、具熱敏感物質之混合溶液。
2. 可處理多種廢溶劑，回收溶劑純度可達 99 % 以上。
3. 操作空間小，操作簡便，節省能源，適合較小規模之廢溶劑回收處理。

### 應用對象及領域

1. 基本化學工業。
2. 石油化工原料製造業。
3. 半導體業。
4. 光電業。
5. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術相較於使用傳統蒸餾純化法，其能源成本節省超過 85 % 以上，且操作費用可節省約 30 %，並可節省購買溶劑之費用。

### 資料來源

1. 黃耀輝，有機廢液與其資源化考量，工業污染防治季刊，第 80 期，民國 90 年 10 月。
2. 陳政澤、陳文卿、賴重光，廢溶劑回收及處理技術與案例探討，工業污染防治季刊，第 80 期，民國 90 年 10 月。
3. 王大銘，滲透蒸發技術之發展，台大工程學刊，第 84 期，民國 91 年 2 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 氣態廢溶劑資源化技術

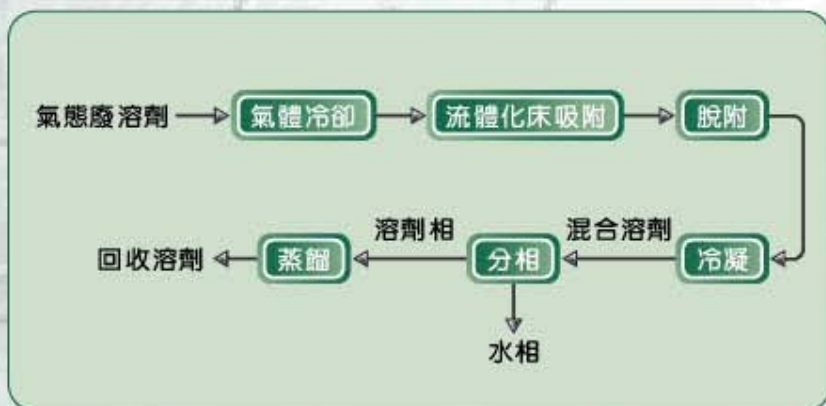
## 流體化床吸附法

### 技術簡介

PU 合成皮工廠生產 PU 合成皮過程當中，乾式製程藉加熱使 PU 樹脂熱成固化，常用的溶劑有甲苯、丁酮及二甲基甲醯胺等，這些溶劑在烘烤過程中會由風管逸散到大氣中，排放的廢氣中含有 3,000 ~ 5,000 ppm 之氣態溶劑。

本技術氣罩收集以及氣體冷卻器降溫至 5 ~ 12°C 後，排入置有活性碳之吸附塔中進行吸附處理，活性碳則移入脫附塔，利用蒸汽 (500 Kg/hr) 間接加熱使溶劑脫附至氮氣中，而後於冷凝器中降溫使溶劑冷凝成液態之混合溶劑，最後以分相槽將其分離為溶劑相及水相，所獲得溶劑再經蒸餾純化而達到回收溶劑的效果。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 二甲基甲醯胺回收率可達 90 % 以上。
2. 適用廢氣濃度範圍 1,000 ~ 10,000 ppm。
3. 排放口氣態溶劑濃度低於 200 ppm。

### 應用對象及領域

1. 化工原料製造業。
2. 塗料製造業。

### 資源化效益

若回收設備設計為進氣流量 1,400CMM，其吸附塔之效果可達 90 % 以上，則每年由回收溶劑價值與投資於操作維護所花費之費用相抵，總支出可節省約 1,600 萬元，且隨著溶劑價格之上漲，其經濟效益愈形明顯。

### 資料來源

1. 余騰耀，氣態廢溶劑回收技術探討，環保資訊，民國 89 年 12 月。
2. 陳政澤、陳文卿、賴重光，廢溶劑回收及處理技術與案例探討，工業污染防治季刊，第 80 期，民國 90 年 10 月。
3. 經濟部工業局，PU 合成皮業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆





## 6. 爐渣資源化技術篇

# 水淬高爐爐渣資源化技術

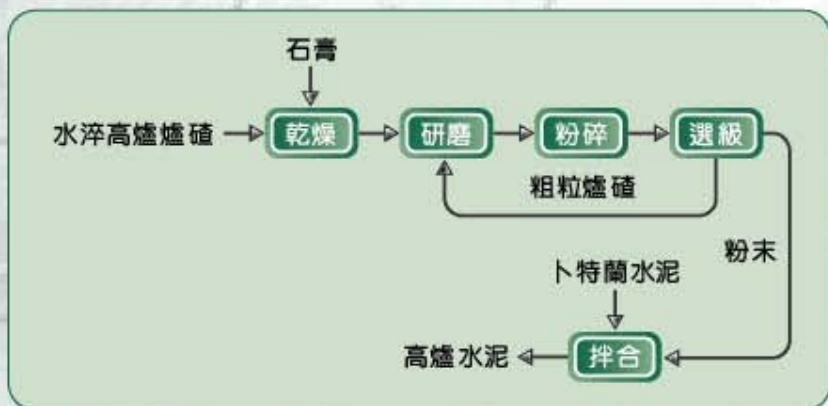
## (一) 高爐水泥製成技術

### 技術簡介

一貫作業鋼鐵廠在煉鐵高爐製程產生之水淬高爐爐渣，其比重約 2.9，玻璃質比例達 95% 以上，主要成分為  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

本技術係利用水淬高爐爐渣與石灰進行波索蘭反應形成類似水泥熟料的水化物 C-S-H 膠體，因其含極低的鹼性物質，可製成抗蝕性極佳的高爐水泥。將爐渣與石膏混合及研磨，並經選級程序分離粉末及粗粒爐渣，粗粒爐渣再行研磨，粉末則與卜特蘭水泥混合調配成高爐水泥。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 水淬高爐爐渣摻配比例可達 50%。
2. 高爐水泥具低水合熱之特性。
3. 可提升混凝土的耐久性、預防混凝土鋼筋腐蝕。

### 應用對象及領域

1. 水泥業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術將水淬高爐爐渣資源化供作水泥原料，可大幅節省水泥製造過程之燃料、電力、石灰石等資源消耗，並可避免燒成作業石灰石分解及燃燒過程產生之  $\text{CO}_2$  排放，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 水淬高爐爐渣資源化技術

## (二) 飛灰爐石粉製成技術

### 技術簡介

一貫作業鋼鐵廠在煉鐵高爐製程產生之水淬高爐爐渣，其比重約 2.9，玻璃質比例達 95% 以上，主要成分為  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

本技術係將水淬高爐爐渣經烘乾及研磨後，再與燃煤電廠之飛灰混合調配，製成飛灰爐石粉。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可當水泥摻配料使用。
2. 可製成高緻密性混凝土，且具優異強度及增延性，並可預防混凝土鋼筋腐蝕。

### 應用對象及領域

1. 水泥業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收水淬高爐爐渣，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸水淬高爐爐渣處理費用約 2,000 元，且資源化製成飛灰爐石粉可供作水泥摻配料使用，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 水淬高爐爐渣資源化技術

## (三) 磁磚/輕隔間膠結材料製成技術

### 技術簡介

一貫作業鋼鐵廠在煉鐵高爐製程產生之水淬高爐爐渣，其比重約 2.9，玻璃質比例達 95% 以上，主要成分為  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

本技術係將水淬高爐爐渣經烘乾及研磨後，再與水泥、飛灰等調配拌合，製成磁磚/輕隔間膠結材料。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可當水泥原料使用。
2. 可應用於輕隔間，施工性、抗壓強度佳。
3. 可應用於磁磚、壁磚之黏貼，具抑制磁磚白華現象，且降低地磚吐黑膠之現象。

### 應用對象及領域

- 1 土木建材業。
2. 水泥業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收水淬高爐爐渣，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸水淬高爐爐渣處理費用約 2,000 元，且可資源化製成磁磚/輕隔間膠結材料，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 電弧爐煉鋼爐渣資源化技術

## (一) 道路級配料製成技術

### 技術簡介

電弧爐煉鋼業以廢鋼為原料，藉由電極通電產生高溫電弧冶煉，煉鋼過程產生之爐渣，其主要成分為  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3$  及  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等。

本技術係將爐渣於空氣養生約 3~6 個月或蒸汽養生約 20 日，使爐渣穩定，再經破碎、磁選、篩分等程序，以用作路基材料及回填工程材料。但養生後之電弧爐煉鋼爐渣浸水膨脹率不能高於 0.6%，適當的級配最大直徑不宜超過 50mm，且必須符合 CNS14602「道路用鋼爐渣」級配之相關要求。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可做為道路用級配料原料。
2. 具有硬度高、具耐溫性、耐久性、無污染之特性。
3. 具有膠結性，可提高路基穩定性。
4. 抗剪力較大，提高土層之承載力。
5. 施工時較不會塵土飛揚。

### 應用對象及領域

- 1 土木建材業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收電弧爐煉鋼爐渣，就資源回收再利用觀點，除可節省每公噸爐渣處理費用約 2,000 元，且可作為道路用級配之材料，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 蘇茂豐、黃順明、吳相進、余騰耀、閻嘉義，電弧爐煉鋼爐渣資源化技術開發，1998 工業污染防治工程實務技術研討會，民國 88 年 11 月。
2. 蘇茂豐、黃順明，電弧爐煉鋼爐渣資源化再利用及處理技術介紹，工業污染防治報導，民國 87 年 10 月。
3. 蘇茂豐、黃順明，電弧爐煉鋼爐渣資源化應用於道路材料可行性探討，工業污染防治報導，民國 88 年 10 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 電弧爐煉鋼爐渣資源化技術

## (二) 粉磨技術

### 技術簡介

電弧爐煉鋼業以廢鋼為原料，藉由電極通電產生高溫電弧冶煉，煉鋼過程產生之爐渣，其主要成分為  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  及  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等，其中高鹼度煉鋼爐渣含有部分之  $\text{C}_3\text{S}$ 、 $\text{C}_2\text{S}$  等活性礦物，被視為劣質水泥材料，可添加其他材料及激發劑製成鋼渣水泥。

本技術係將電弧爐煉鋼爐渣經破碎、磁選及篩分後，與一定配比的水淬高爐渣、煨燒石膏、水泥熟料及激發劑等調配混合後，經粉磨產製出與普通矽酸鹽水泥相似的水泥原料。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 煉鋼爐渣摻配量不得少於 35%，水泥熟料摻配量不得超過 20%。
2. 節省部分原料並降低成本。

### 應用對象及領域

1. 水泥業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收電弧爐煉鋼爐渣，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸爐渣處理費用約 2,000 元，且可資源化製成水泥原料，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 蘇茂豐、黃順明、吳相進、余騰耀、閻嘉義，電弧爐煉鋼爐渣資源化技術開發，1998 工業污染防治工程實務技術研討會，民國 88 年 11 月。
2. 蘇茂豐、黃順明，電弧爐煉鋼爐渣資源化再利用及處理技術介紹，工業污染防治報導，民國 87 年 10 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 電弧爐煉鋼爐渣資源化技術

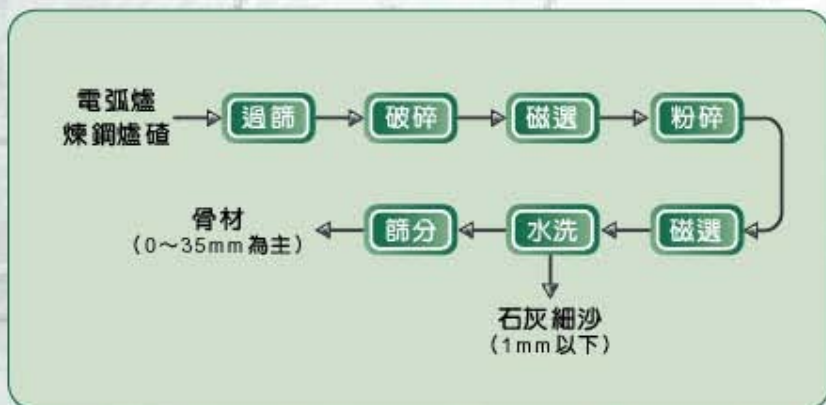
## (三) 混凝土骨材製成技術

### 技術簡介

電弧爐煉鋼業以廢鋼為原料，藉由電極通電產生高溫電弧冶煉，煉鋼過程產生之爐渣，其主要成分為  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  及  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等。

本技術係將冷卻後爐渣經進料機及輸送帶投入過篩機進行粗篩選後，再行破碎、磁選使殘鋼與爐渣分離，經分離之爐渣再以粉碎機粉碎，進行二次磁選分離及水洗去除石灰質細顆粒，最後再經篩分機篩分產生符合規範之骨材。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 骨材具有硬度高、具耐溫性、耐久性、無污染之特性。
2. 可供應用於道路工程級配混凝土骨材、水泥原料及工程填地材料等。

### 應用對象及領域

1. 土木建材業。
2. 水泥業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收電弧爐煉鋼爐渣，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸電弧爐煉鋼爐渣處理費用約 2,000 元，且製成骨材、級配料等具經濟價值產品，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 蘇茂豐、黃順明、吳相進、余騰耀、閻嘉義，電弧爐煉鋼爐渣資源化技術開發，1998 工業污染防治工程實務技術研討會，民國 88 年。
2. 蘇茂豐、黃順明，電弧爐煉鋼爐渣資源化再利用及處理技術介紹，工業污染防治報導，民國 87 年 10 月。
3. 陳立、蘇茂豐、黃順明、余騰耀、閻嘉義、黃偉慶，電弧爐煉鋼爐渣於混凝土工程上之應用，1999 工業污染防治工程實務技術研討會，民國 89 年。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 電弧爐煉鋼爐渣資源化技術

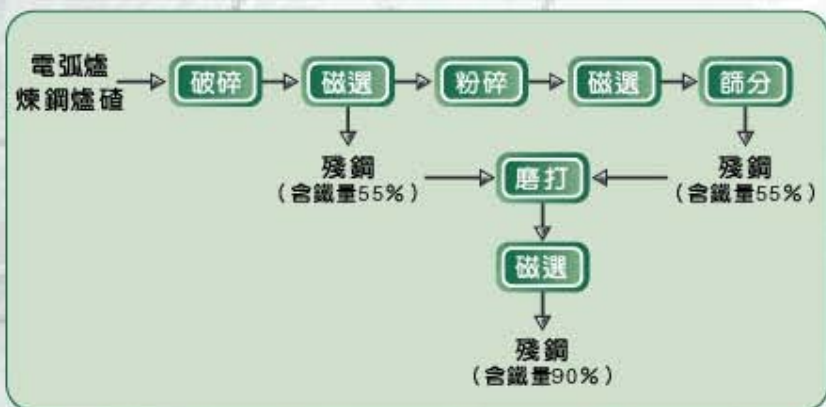
## (四) 殘鋼回收技術

### 技術簡介

電弧爐煉鋼業以廢鋼為原料，藉由電極通電產生高溫電弧冶煉，煉鋼過程產生之爐渣，其主要成分為  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  及  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等，煉鋼爐渣一般含 7~10% 殘鋼。

本技術係將爐渣經過破碎、磁選、篩分等程序選出殘鋼（含鐵 55% 以上），殘鋼經加工程序可採用棒磨機磨打殘鋼，使爐渣與殘鋼分離，再經磁選可得含鐵量 90% 以上的殘鋼。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收之殘鋼含鐵量可達 90%。
2. 回收之殘鋼可作為電弧爐煉鋼之原料使用。

### 應用對象及領域

1. 煉鋼業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收電弧爐煉鋼爐渣，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸爐渣處理費用約 2,000 元，且節省電弧爐煉鋼廠部分原料成本，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 蘇茂豐、黃順明、吳相進、余騰耀、閻嘉義，電弧爐煉鋼爐渣資源化技術開發，1998 工業污染防治工程實務技術研討會，民國 88 年。
2. 蘇茂豐、黃順明，電弧爐煉鋼爐渣資源化再利用及處理技術介紹，工業污染防治報導，民國 87 年 10 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 不銹鋼鋼垢資源化技術

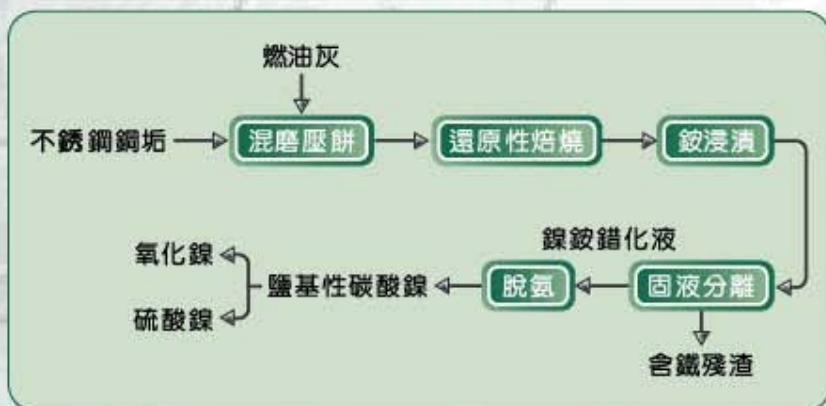
## 焙燒及銨浸漬法

### 技術簡介

不銹鋼煉鋼廠於熱軋前處理產生之鋼垢，一般熱軋鋼垢約佔鋼品重量的1~1.5%，其主要成分為含鐵氧化物及約3~5%之鎳、鉻金屬。

本技術係將鋼垢與燃油灰混磨壓餅後，覆上燃油灰之鋼垢送入電爐進行還原性焙燒，經950~1,050°C的焙燒後，取出進行銨液（含碳酸銨）浸漬，再經固液分離，富含鐵金屬之殘渣可回爐作為煉鐵原料，含鎳鉍錯化物之濾液則經脫氨後形成鹽基性碳酸鎳，可再進一步資源化成氧化鎳或硫酸鎳。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 氧化鎳可用於陶瓷或電子材料，硫酸鎳可作為表面處理（如電鍍）之原料。
2. 所得富含鐵金屬殘渣可回爐作為煉鐵原料。

### 應用對象及領域

1. 化學原料業。
2. 煉鐵廠。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收不銹鋼鋼垢，就資源回收再利用觀點，其製成之硫酸鎳、氧化鎳具高附加價值，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 黃榮康，不銹鋼鋼垢資源化技術，1996年工業減廢技術與策略研討會論文集，民國85年11月。

# 脫硫爐渣資源化技術

## 磁選提純技術

### 技術簡介

一貫作業鋼鐵廠在煉鐵高爐製程中因鐵水含有矽、磷、硫等妨礙鋼鐵品質成分，因此在鐵水進轉爐前添加脫硫劑、脫矽劑、脫磷劑將鐵水中妨礙元素去除，經處理產生之爐渣即為脫硫爐渣，其酸鹼度約為 10~12，主要成分為 CaO、SiO<sub>2</sub> 及 FeO。

本技術係以磁選、篩分及破碎為主，將脫硫爐渣中之金屬脫除，並篩分出各種相關產品所需之粒徑，製成矽酸爐渣。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 矽酸爐渣含有氧化鈣及氧化鎂鹽基性成分，可中和土壤酸性，抑制鋁、錳及氫等離子對農作物毒害。
2. 可調節土壤酸鹼值，節省化學肥料施用量。
3. 可增進土壤養分的有效性，提高農作物單位產量。

### 應用對象及領域

1. 肥料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收脫硫爐渣，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸脫硫爐渣處理費用約 2,000 元，且再利用製成矽酸爐渣肥料可銷售獲益，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。





## 7. 灰渣資源化技術篇

# 煉鋼煙塵資源化技術

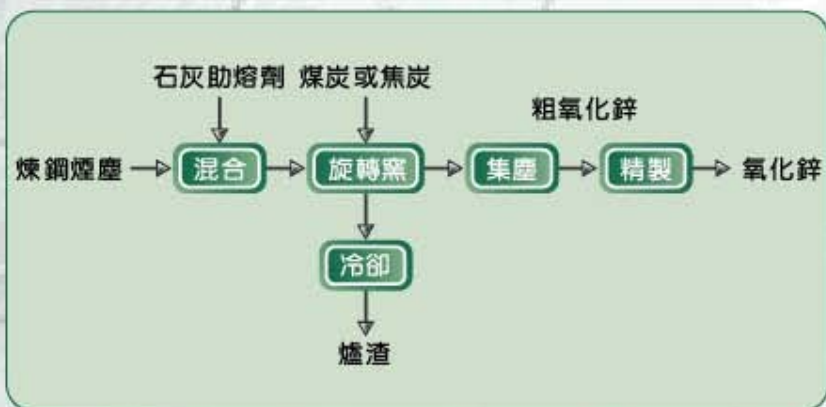
## (一) 旋轉窯法

### 技術簡介

一貫作業煉鋼廠及電弧爐煉鋼廠所產生之集塵灰，其具有顆粒微細及氧化鐵含量高的特性，一般煉鋼集塵灰中含大量的氧化鐵、氧化鋅及氧化鉛等重金屬氧化物。

本技術係將煉鋼集塵灰中之水分含量控制在 10% 左右，加入石灰助熔劑控制酸度，再與煤炭或焦炭加入 1,200°C 的旋轉窯中，將金屬氧化物還原，並使 Zn、Pb、Cd 揮發後迅速再氧化，隨著廢氣排出，先經旋風集塵機收集粗氧化鋅（Zn 約 50~55% 及 Pb 約 5~7%），經集塵器收集之粗氧化鋅再精製成氧化鋅。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可用來處理不同的原料，如礦石、爐渣、尾礦、殘渣及含鋅鐵礦（鐵為主產品）等。
2. 可供製造肥料或運至煉鋅廠製成鋅錠或純 ZnO，排放的爐渣可供回收製成低錳鏡鐵（含 Mn20%）可再供高爐與鑄造業使用。
3. 殘渣不含 Zn、Pb、Cd 為無害廢棄物，可以做為路基，並供製造水泥等用途。

### 應用對象及領域

1. 煉鋼廠。
2. 土木建築業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收煉鋼煙塵，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸煉鋼煙塵處理費用約 6,000 元，可供製成肥料或鋅錠、純 ZnO 或低錳鏡鐵，且排放之爐渣可供作道路用骨材或級配料，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 蔡敏行、林士堯、蔡尚林，電弧爐煉鋼廠煙塵資源化程序之研究，1996 工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 85 年 11 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 煉鋼煙塵資源化技術

## (二) 電漿熔融法

### 技術簡介

一貫作業煉鋼廠及電弧爐煉鋼廠所產生之集塵灰，其具有顆粒微細及氧化鐵含量高的特性，一般煉鋼集塵灰中含大量的氧化鐵、氧化鋅及氧化鉛等重金屬氧化物。

本技術係將煉鋼集塵灰與矽砂及煤粉（粒度小於0.1mm）混合攪拌，經粉碎製成鐵／鋅比為定值的小顆粒，再由氣體吹入電漿發生器內，在充滿焦炭的豎形爐底部，原料被一氧化碳還原，含飽和碳的鐵水及爐渣由爐床流出，鋅蒸氣與廢氣由爐頂排出，經凝結器冷凝後製成鋅錠。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可應用於生產碳鋼、不銹鋼的電弧爐集塵灰以及鋼鐵工業產生之集塵灰。
2. 回收之鋅錠純度可達 98 %。

### 應用對象及領域

1. 煉鋼廠。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以電漿熔融回收煉鋼煙塵，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸煉鋼煙塵處理費用約 6,000 元，製成鋅錠或粗純氧化鋅及鐵合金，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 蔡敏行、林士堯、蔡尚林，電弧爐煉鋼廠煙塵資源化程序之研究，1996 工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 85 年 11 月。

# 燃煤飛灰資源化技術

## (一) 燒結法

### 技術簡介

火力發電廠採燃燒煤炭發電，將煤炭研磨後，以噴霧方式送入鍋爐燃燒，在高溫燃燒下煤呈熔融狀態，並產生煤灰副產物，其中飛灰約佔 4/5，底灰約佔 1/5。飛灰的組成元素主要為矽、鋁和鐵。

本技術係利用燃煤火力發電廠之靜電集塵機所收集之飛灰，摻配一定配比之添加劑，經混合後造粒或擠出成形，再於 1,150°C ~ 1,200°C 溫度下，加熱燒結製成輕質骨材。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 製成輕質骨材之比重為 1.3 ~ 1.5，單顆粒強度大於 30kgf。
2. 可替代碎石、砂等材料，質輕、價廉、安全性高。
3. 輕質骨材質輕，可降低在預鑄、運輸、加工、裁切、吊裝之費用。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 建材業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收燃煤飛灰，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸飛灰處理費用約 2,000 元，製成輕質骨材可銷售，且可降低材料的成本及改善材料的性質，並可減少自然資源之消耗。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣五年計畫，民國 89 年 12 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 燃煤飛灰資源化技術

## (二) 燒成法

### 技術簡介

火力發電廠採燃燒煤炭發電，將煤炭研磨後，以噴霧方式送入鍋爐燃燒，在高溫燃燒下煤呈熔融狀態，並產生煤灰副產物，其中飛灰約佔 4/5，底灰約佔 1/5。飛灰的組成元素主要為矽、鋁和鐵。

本技術係利用燃煤火力發電廠之靜電集塵機所收集之飛灰，添加於陶器製程中，以取代部分黏土原料，經混拌、成形、乾燥等程序後，再於 1,160 ~ 1,200°C 溫度下，燒製成陶器。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 燃煤飛灰摻配比例最高可達 50%。
2. 可做為陶器配土及陶瓷製造原料，並可製成陶器及陶藝品。

### 應用對象及領域

1. 陶器製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收燃煤飛灰，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸飛灰處理費用約 2,000 元，製成陶器及陶藝品可銷售，且可降低材料的成本及改善材料的性質，並可減少自然資源之消耗。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 王正鴻、郭淑德，飛灰利用於陶器之研究，陶業，民國 85 年 1 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 燃煤飛灰資源化技術

## (三) 冷結造粒法

### 技術簡介

火力發電廠採燃燒煤炭發電，將煤炭研磨後，以噴霧方式送入鍋爐燃燒，在高溫燃燒下煤呈熔融狀態，並產生煤灰副產物，其中飛灰約佔 4/5，底灰約佔 1/5。飛灰的組成元素主要為矽、鋁和鐵。

本技術係利用燃煤火力發電廠之靜電集塵機所收集之飛灰，摻配適當比例的水泥及爐石粉為黏結劑進行混拌，再經造粒機製成圓球狀骨材後，經烘乾及燒成程序製成建築骨材。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 製成之建築骨材比重為 1.5 ~ 1.7，單顆粒強度大於 25kgf。
2. 可替代碎石、砂等材料，質輕、價廉、安全性高。
3. 輕質骨材質輕，可降低在預鑄、運輸、加工、裁切、吊裝之費用。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 建材業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收燃煤飛灰，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸飛灰處理費用約 2,000 元，製成之建築骨材可銷售，且降低材料的生產成本及改善材料的性質外，並可減少自然資源消耗。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣五年計畫，民國 89 年 12 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
3. 廖錦聰、張蕙蘭、徐文慶，廢棄物資源化冷結型輕質骨材產品開發，第十二屆廢棄物處理技術研討會論文集，民國 86 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 垃圾焚化底渣資源化技術

## (一) 分選法

### 技術簡介

垃圾焚化廠焚化廢棄物產生之底渣，含金屬類及各種無機物質，其中無機物質之主要成分為二氧化矽、氧化鈣、氧化鐵及氧化鋁等。

本技術先以人工將大塊金屬如鐵罐、彈簧圈等挑除，再以篩網去除大粒徑的磚材及水泥塊後，經精選程序，研磨剝除膠結在熔融物上之金屬物質，再利用磁選及渦電流分選，分別將含鐵及非鐵金屬去除，以提高底渣粗骨材的品質。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 經磁選及渦電流分選，非鐵金屬去除率可達 72.4 %。
2. 底渣粗骨材吸水率由 8.75 % 降至 2 ~ 3 %，容積比重由 2.3 提升約至 2.7。
3. 底渣粗骨材具備質輕、低密度、高透水性及高承載力等良好工程性質，與煤碳底灰或天然砂礫土壤 (GP) 材質近似，適合做為道路基層材。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收垃圾焚化底渣，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸底渣處理費用約 2,000 元，且底渣經分選後可當作粗骨材應用於道路基層，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 廖錦聰、張蕙蘭、黃契儒、徐文慶，都市垃圾焚化底渣資源化利用，第四屆海峽兩岸環境保護學術研討會，民國 85 年 12 月。
2. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣第二期三年計畫，民國 85 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 垃圾焚化底渣資源化技術

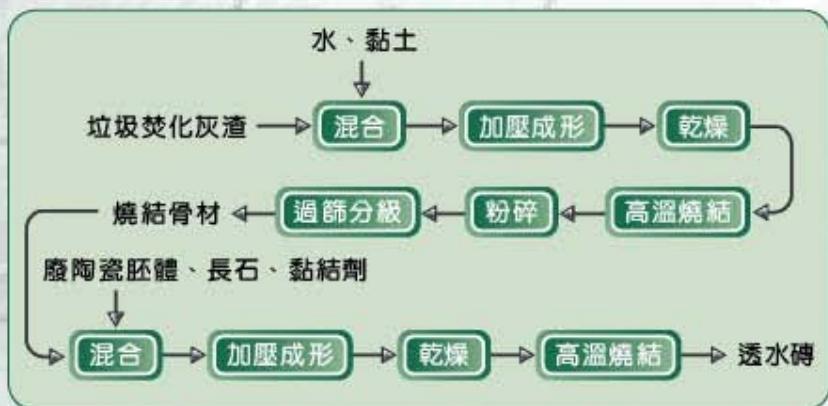
## (二) 燒結法

### 技術簡介

垃圾焚化廠焚化廢棄物產生之底渣，含金屬類及各種無機物質，其中無機物質之主要成分為二氧化矽、氧化鈣、氧化鐵及氧化鋁等。

本技術係將垃圾焚化底渣與黏土及水混合，並經加壓成形、乾燥及燒結後，再進行粉碎及篩分製成燒結骨材，再與長石、廢陶瓷胚體、黏結劑混合加壓成形進行二次燒結製成透水磚。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 底渣與黏土的最佳摻配比率為 4:6，且底渣與陶瓷原料具有相容性。
2. 製成具透水性之建材，其抗壓強度、抗折強度、透水係數及磨耗減量佳，可用於公園、廣場等地面之鋪設。
3. 燒結有抑制重金屬溶出效果，且燒結之骨材不會造成二次污染。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 磁磚製造業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收垃圾焚化底渣，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸底渣處理費用約 2,000 元，且灰渣可燒結成骨材並製成透水磚應用於地面鋪設，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 徐文慶、張蕙蘭、黃契儒、廖錦聰，無機廢料之資源化利用，工業污染防治季刊第 59 期，民國 85 年 7 月。
2. 廖錦聰、徐文慶、劉子街、許順珠、張蕙蘭，垃圾焚化灰渣資源化技術及應用，化工資訊第九卷第 7 期，民國 84 年 7 月。
3. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣第二期三年計畫，民國 85 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 垃圾焚化飛灰資源化技術

## 高溫熔融法

### 技術簡介

垃圾焚化廠焚化廢棄物所產生之灰渣，可分為飛灰及底渣，其中焚化飛灰含高成分的重金屬。

本技術係將焚化飛灰添加黏土類物質，並利用燃油火焰或電氣加熱至 1,200 ~ 1,500°C 之熔融溫度，將飛灰熔解成液態，再以氣冷式或水冷式冷卻形成熔渣，此熔渣為玻璃化物質，經粉碎及篩選等加工程序製成骨材，可作為土木建築骨材使用。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 經高溫熔融處理可減容 20 % 左右。
2. 可應用於工程骨材之填方材及構造物用材，而氣冷式熔渣更可作為混凝土、預拌混凝土骨材，或進一步加工製成室外鋪地建材。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 建材業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收焚化飛灰，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸焚化飛灰處理費用約 6,000 元，製成之工程骨材可銷售，且降低材料的生產成本及改善材料的性質，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣五年計畫，民國 89 年 12 月。
2. 何春松、孫彬國、潘鍾，焚化灰渣熔融處理之熔渣再利用研究，2001 產業環保工程實務技術研討會論文集，民國 90 年 11 月。
3. 許菊芬，高溫熔融技術於廢棄物處理之應用，鋼鐵資訊，民國 91 年 8 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



## 8. 廢觸媒資源化技術篇



# ROC 廢觸媒資源化技術

## (一) 陶瓷原料替代技術

### 技術簡介

石化業進行殘渣油裂解程序 (residual oil cracking, ROC) 時，裂解工場為維持反應器內觸媒的活性，需要排放並補充觸媒，所產生 ROC 廢觸媒之主要成分為  $Al_2O_3$  約 41% 及  $SiO_2$  約 45%，且 85% 以上的 ROC 廢觸媒粒徑小於  $100 \mu m$ ，具微細粉狀的特性。

本技術係利用廢觸媒之主要成分與陶瓷建材 (如地磚、面磚等) 原料之化學組成相近，可以適當比例與摻配作為陶瓷建材的原料。廢觸媒經粉碎後，以 5~15% 之比例與礬化劑、陶瓷生料混拌，再經加壓成型後，於  $1,100 \sim 1,200^\circ C$  之高溫下燒結，產製成面磚、地磚等陶瓷建材。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 技術安全無二次公害。
2. 產品具透水性及透氣性，可應用於人行道磚、室外建築表面覆材、透水基板等用途。

### 應用對象及領域

1. 陶瓷建材業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以每年產生 3,000 公噸 ROC 廢觸媒的煉油廠為例，若全部作為陶瓷替代原料，可節省約 1,500 萬元之處理費用；每公噸 ROC 廢觸媒可節省原料成本約 2,000 元，總計可節省陶瓷建材業原料成本約 600 萬元，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 徐文慶、張蕙蘭、黃契儒、廖錦聰，無機廢料之資源化應用，工業污染防治季刊，第 59 期，民國 85 年 7 月。
3. 廖錦聰、張蕙蘭、傅彥培、周振瑞，廢觸媒之陶瓷建材資源化利用，1998 工業減廢暨永續發展研討會論文集，民國 87 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# ROC 廢觸媒資源化技術

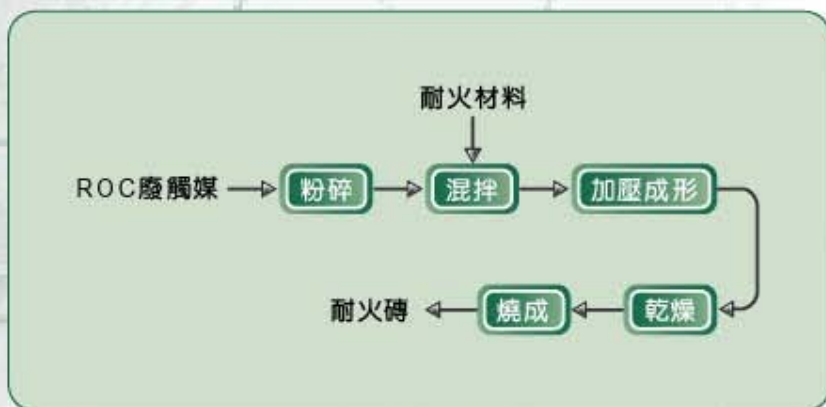
## (二) 耐火材料製成技術

### 技術簡介

石化業進行殘渣油裂解程序 (residual oil cracking, ROC) 時，裂解工場為維持反應器內觸媒的活性，需要排放並補充觸媒，所產生 ROC 廢觸媒之主要成分為  $\text{Al}_2\text{O}_3$  約 41% 及  $\text{SiO}_2$  約 45%，且 85% 以上的 ROC 廢觸媒粒徑小於  $100 \mu\text{m}$ ，具微細粉狀的特性。

本技術係將廢觸媒經  $1,200^\circ\text{C}$  焙燒後，使其結晶相轉變為模萊石與白矽石，其具有良好的高溫穩定性與耐熱性，可作為隔熱耐火材料。廢觸媒經粉碎後，以 20%~40% 之比例與其他耐火材料混拌，再經加壓成型、乾燥後，於  $1,500^\circ\text{C}$  以上之高溫下燒成，產製成耐火磚。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 添加廢觸媒可增加耐火磚的耐火溫度達  $1,750^\circ\text{C}$ ，加壓成型可提高其抗壓強度。
2. 產品具耐熱性與隔熱性，可應用於各類高溫爐體與保溫材料。

### 應用對象及領域

1. 陶瓷建材業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以每年產生 3,000 公噸 ROC 廢觸媒的煉油廠為例，若全部作為陶瓷替代原料利用，可節省約 1,500 萬元之處理費用，每公噸 ROC 廢觸媒應用於耐火磚製造最高可節省原料成本達 2,400 元，總計節省陶瓷建材業原料成本 720 萬元，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 吳明燮，高溫窯爐用耐火材料介紹，環保產業雙月刊，第 13 期，民國 91 年 6 月。
2. 廖錦聰、張蕙蘭、傅彥培、周振瑞，廢觸媒之陶瓷建材資源化利用，1998 工業減廢暨永續發展研討會論文集，民國 87 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 鈷錳系廢觸媒資源化技術

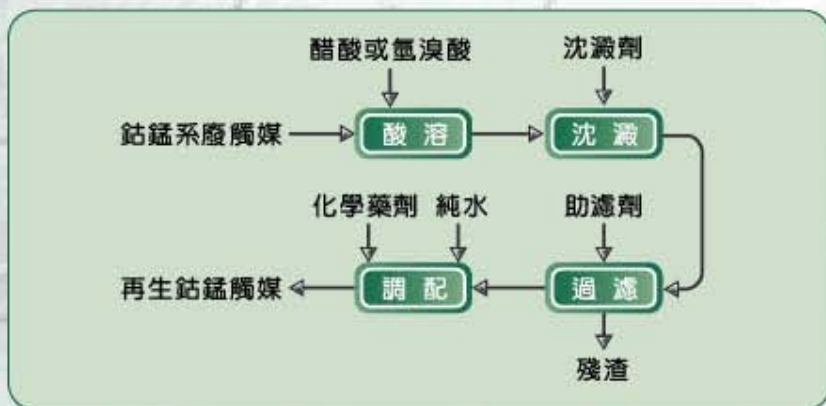
## 酸溶再生技術

### 技術簡介

純對二甲苯製造業於製程程序中經氧化、過濾、氣提、蒸餾過程產生廢鈷錳觸媒，為黑色液態溶液，其主要成分為 Co 約 17 ~ 23 %、Mn 約 15 ~ 22 % 及其他重金屬。

本技術係將廢鈷錳觸媒以醋酸或氫溴酸將可溶性雜質溶出後，於沈澱槽中加入沉澱劑將不純物沉澱，並添加助濾劑於過濾設施中將不純物質過濾去除，而濾液經添加氫溴酸、醋酸鈷、氫氧化鈉溶液等化學藥劑及純水，即可調配製成再生鈷錳觸媒（醋酸鈷錳溴觸媒溶液）。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 再生產品可作為對苯二甲酸製程之氧化觸媒，節省鈷錳觸媒原料成本。
2. 尚可回收鈷錳貴重金屬，應用於紡織品染料、陶瓷染色劑、電池原料等用途。

### 應用對象及領域

1. 化學材料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

每年產生廢鈷錳觸媒 240 公噸之事業機構，交由應用本技術之再利用機構處理，可節省處理成本約 70 萬元，且再利用機構需以 28,000 元 / 公噸向事業機構進行收購，故事業機構總計獲利約 740 萬元。而對於再利用機構而言，綜合再生成本以及再生產品之販售收益，可獲淨益 360 萬元。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 11 月。
2. 經濟部工業局，廢鈷錳觸媒回收再利用可行性評估報告，民國 92 年 10 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 鈷鉬系廢觸媒資源化技術

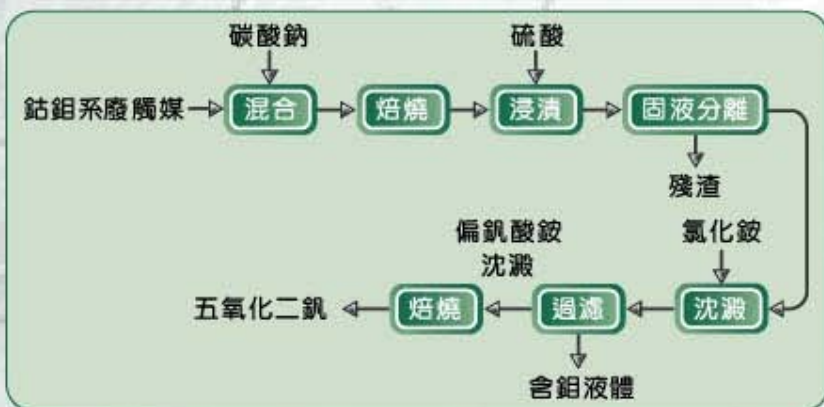
## (一) 焙燒浸漬技術

### 技術簡介

石化業進行加氫脫硫 (hydrodesulfurization, HDS) 及重油加氫脫硫 (residual hydrodesulfurization, RDS) 程序時，加氫脫硫工場為了維持反應器內觸媒的活性，需要排放並補充觸媒，產生 HDS/RDS 鈷鉬系廢觸媒，其主要成分為氧化鈷約 2.5 ~ 3 %、氧化鉬約 7 ~ 13 %、氧化釩 8 ~ 12 % 以及氧化鋁約 55 ~ 83 %。

本技術係將廢觸媒與碳酸鈉混合後，在 700 ~ 900°C 高溫下焙燒，使廢觸媒中之鉬、釩氧化物轉化成可溶性的碳酸鹽，再以硫酸浸漬將溶液中可溶性鹽類溶解出來，經固液分離後，殘渣可作為回收線、鈷之原料，於濾液中再加入氯化銨使產生偏釩酸銨沉澱，過濾回收之偏釩酸銨經焙燒脫銨生成  $V_2O_5$ ，含鉬液體則可進一步純化回收氧化鉬。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收之釩化學品純度高，含量可達 99.5 %。
2. 產品可供作為各類觸媒原料、色料、鋰釩電池原料、超導體材料、含釩鉬合成鋼等用途。

### 應用對象及領域

1. 化學材料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

若每年產生 HDS/RDS 廢觸媒為 3,000 公噸的煉油廠，使用本技術可節省約 1,500 萬元之處理費，並解決其對環境所造成之影響，此外，可回收五氧化二釩約 360 公噸、氧化鉬 250 公噸，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 蔡尚林、喬泰智、蔡敏行，國內含釩廢棄物資源化研究，礦冶季刊，民國 84 年 9 月。
3. 古晏菁，廢觸媒資源化技術介紹與評析，環保資訊，民國 88 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 鈷鉬系廢觸媒資源化技術

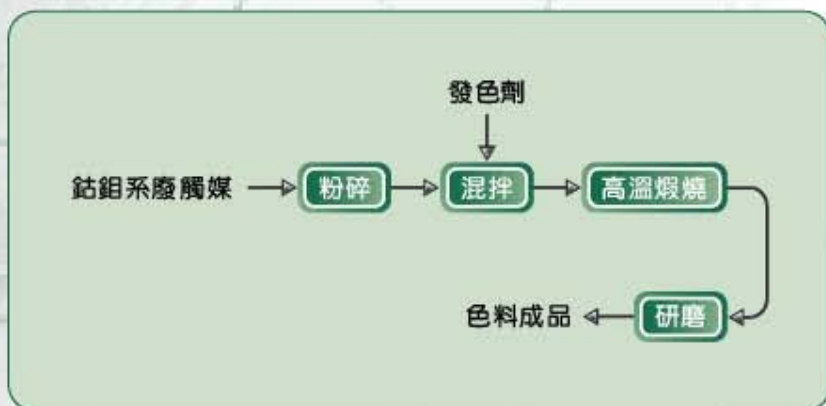
## (二) 色料合成技術

### 技術簡介

石化業進行加氫脫硫 (hydrodesulfurization, HDS) 及重油加氫脫硫 (residual hydrodesulfurization, RDS) 程序時，加氫脫硫工場為了維持反應器內觸媒的活性，需要排放並補充觸媒，產生 HDS/RDS 鈷鉬系廢觸媒，其主要成分為氧化鈷約 2.5 ~ 3 %、氧化鉬約 7 ~ 13 %、氧化釩 8 ~ 12 % 以及氧化鋁約 55 ~ 83 %。

本技術係將廢觸媒粉碎並與發色劑混合攪拌後，經高溫煅燒使得廢觸媒中之氧化鋁與氧化鈷形成安定的藍色鋁酸鈷尖晶石結構，再經研磨產製成色料成品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 經發色處理後製得之陶瓷用藍色色料，於 1,250°C 溫度下仍能呈現穩定且均勻之色澤。
2. 可節省氧化鈷原料成本。

### 應用對象及領域

1. 陶瓷建材業。
2. 資源回收再利用機構。


### 資源化效益

若每年產生 HDS/RDS 廢觸媒為 3,000 公噸的煉油廠，將其作為陶瓷色料再利用，可節省約 1,500 萬元之處理費，並解決其對環境所造成之問題。由於氧化鈷原料價格高，本技術可節省原料成本，且陶瓷用藍色色料市價約 1,500 元 / 公斤，具有經濟效益。

### 資料來源

1. 徐文慶、張蕙蘭、黃契儒、廖錦聰，無機廢料之資源化應用，工業污染防治季刊，第 59 期，民國 85 年 7 月。
2. 廖錦聰、張蕙蘭、傅彥培、周振瑞，廢觸媒之陶瓷建材資源化利用，1998 工業減廢暨永續發展研討會論文集，民國 87 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



9. 廢塑膠資源化技術篇



# 熱固性塑膠廢料資源化技術

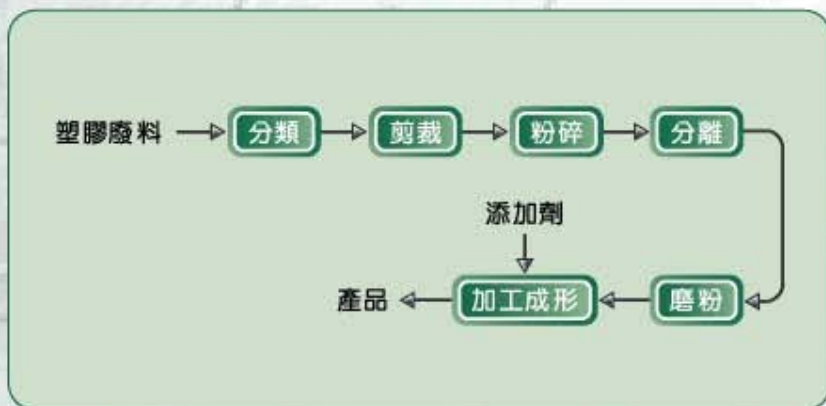
## (一) 破碎分離技術

### 技術簡介

FRP 複合材料、廢家電解體、印刷電路板基材等工廠於製程中產生熱固性塑膠廢料，其組成為玻璃纖維補強不飽和聚酯樹脂、環氧樹脂(Epoxy)、酚樹脂(Phenol)等基材的複合材料。

本技術先經分類程序後，將FRP 複合材料、PU 泡綿等塑膠廢棄物經物理性再生技術，如剪裁、粉碎、分離、磨粉等程序後，篩選分離為尺寸適用之再生料，再選擇適當添加劑與加工條件，以確保成品之強度。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收料之物性可達新料之 80 % 以上。
2. 具耐熱性、尺寸安定等特性。
3. 可作為 FRP 產品之填充料。

### 應用對象及領域

1. 塑膠製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收熱固性塑膠，就資源回收再利用觀點，每年可節省其處理費用約 1,820 萬元，且回收料可作為填充料銷售，預估每年可創造產值約 4,400 萬元，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣五年計畫，民國88年8月。
2. FRP資源化技術，清潔生產資訊雙月刊第二十一期，民國87年12月。

# 熱固性塑膠廢料資源化技術

## (二) 射出、澆鑄技術

### 技術簡介

交聯聚乙烯發泡塑膠 (XLPE) 製造業及其相關產業每年約產生廢通訊電線電纜近 5 萬公噸，其中熱固性 XLPE 塑膠約有 2,400 公噸，因其回收價值不高、破碎分離不易、規格不一，大多以堆置拋棄為主，同時伴隨環保問題產生。

本技術將 XLPE 等熱固型塑膠經破碎、研磨、分離後，添加不飽和樹脂經攪拌、脫泡、灌模製成樹脂混凝產品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 本技術大幅提升廢棄 XLPE 的添加比例至 80 % 以上。
2. 再加工素材最佳進料粒徑約為 20-40mesh。
3. 適合各類型線材之絕緣膠皮 (如 PE、PVC、XLPE) 的處理。
4. 再生素材可再製成置物用塑膠棧板、建築用梯角板、容器等。

### 應用對象及領域

1. 塑膠加工業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

國內每年產生約 2,400 公噸的廢棄 XLPE，若以本技術回收 XLPE，就資源回收再利用觀點，可節省約 1,200 萬元的妥善處理費用，且所生產的再生產品，如置物用塑膠棧板年產值可達 1,000 萬元以上，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣四年計畫，民國 89 年 12 月。



# 廢塑膠資源化技術

## (一) 粉碎造粒技術

### 技術簡介

塑膠纖維、塑膠製品等製造產業於生產過程中產生之下腳料，以及資源回收廠回收之廢塑膠。

本技術係將廢塑膠收集後，利用粉碎、清洗、乾燥、切粒等程序予以回收，最重要的工作為分選步驟，配合磁選設備可去除含金屬類雜質，混合塑膠廢料可進一步分選而得各類單一塑膠回收料，依其回收的塑膠成分可分成單純性塑膠及複合性塑膠兩種。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 廢塑膠可完全製成再生塑膠粒。
2. 與一定比例之新製塑膠粒混合後，可以製成各類塑膠製品或塑膠原料。

### 應用對象及領域

1. 塑膠製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收廢塑膠，就資源回收再利用觀點，不但可節省廢塑膠處理費用，且相較於原生原料，使用回收廢塑膠製造產品可以節省 80% 以上的能量，不但可降低生產成本，還可製成各類塑膠製品或塑膠原料，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。

# 廢塑膠資源化技術

## (二) 押出發泡成型技術

### 技術簡介

塑膠纖維、塑膠製品等製造產業於生產過程中產生之下腳料，以及資源回收廠回收之廢塑膠，其中塑膠瓶為輕質部分的(比重 $< 1.0$ )聚烯烴廢塑膠容器，經使用後產生塑膠廢棄物。

本技術將輕質的廢塑膠回收瓶直接破碎、清洗、分離、乾燥後，餵入押出機經塑化、熔融、混合、發泡再經模具押出成形，可製造具有如木材一般可削、刨、釘、鋸之廢塑膠再生人造木材。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收塑膠瓶可不經分類、分色，即可直接進入處理程序。
2. 可衍生高附加價值人造木材製品。

### 應用對象及領域

1. 塑膠製品加工業。
2. 土木建材業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術可簡化塑膠瓶類回收管道，就資源回收再利用觀點，有效減少回收處理成本，並落實廢塑膠瓶再生處理，預計每年可有效處理5萬公噸之廢塑膠，每年至少有10億元之產品附加價值。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣第二期三年計畫，民國84年8月。



# 廢塑膠資源化技術

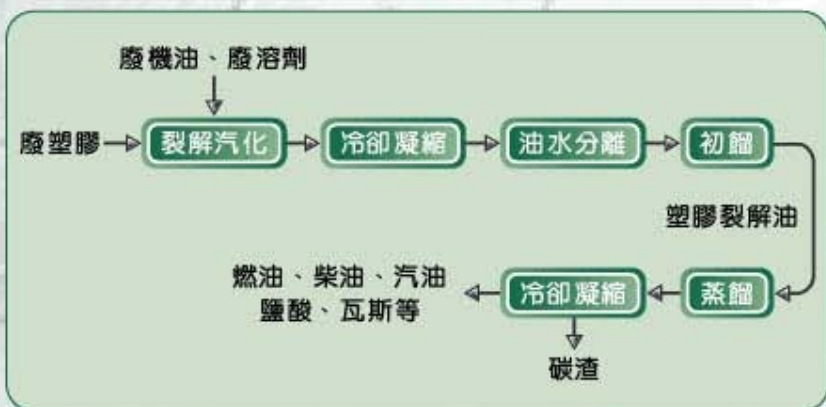
## (三) 熱裂解技術

### 技術簡介

塑膠纖維、塑膠製品等製造產業於生產過程中產生之下腳料，以及資源回收廠回收之廢塑膠。

熱裂解為厭氧或無氧狀態下，將長鏈狀有機化合物加熱而使其分子鏈斷裂，最後分解成較小分子結構之副產物（如：燃料油品等）及水。本技術係將廢塑膠投入油化設備，經裂解汽化、冷卻凝縮、分離、蒸餾等回收程序得塑膠裂解油，若欲轉化成液態或氣態燃料油品，需再經蒸餾、冷卻凝縮之處理程序。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 本技術可處理廢塑膠、廢機油、廢溶劑，不需前處理、操作簡易。
2. 可產出含硫分 1.0～1.3% 之重油燃料，並可經分餾技術提煉成柴油與汽油。
3. 廢塑膠汽化之氣體經脫硫處理為中熱值燃氣，可提供工業製程或鍋爐之燃氣使用。

### 應用對象及領域

1. 塑膠製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收廢塑膠，就資源回收再利用觀點，除可節省每公噸廢塑膠處理費用約 3,000 元，且回收燃油、汽油、柴油、瓦斯、鹽酸等高經濟價值產品，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 資源化工業網，<http://www.iw-recycling.org.tw/>。

# 廢寶特瓶資源化技術

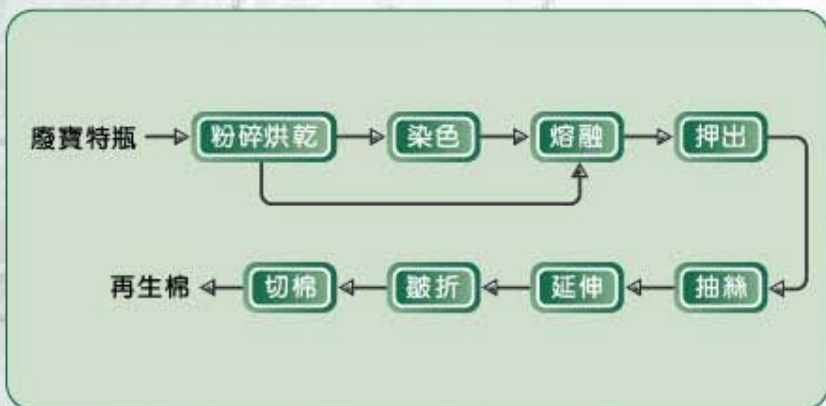
## 聚酯再生棉製成技術

### 技術簡介

塑膠纖維廠生產過程中所產生之下腳料以及資源回收廠回收之廢寶特瓶。

本技術係將廢寶特瓶粉碎後經烘乾、熔融後，利用押出機抽絲，再經延伸定型吹乾、切棉等程序，最後製成短纖聚酯再生棉，可供應不織布做為工業用途。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 廢寶特瓶可完全製成聚酯再生棉。
2. 可供應用於不織布、地工布、過濾材等各類製品之原料。
3. 因可直接添加色母於原料中，色棉之耐日光及耐水洗特性良好，同時又可免除溼式染色法所產生的廢水問題。

### 應用對象及領域

1. 塑膠製品製造業。
2. 纖維製品製造業。
3. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收廢寶特瓶，就資源回收再利用觀點，不但可節省每公噸廢塑膠處理費用約 3,000 元，且使用回收廢塑膠製造再生棉相較於原生原料可以節省 80% 以上的能量，不但可降低生產成本，還可銷售再生棉，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 鄭武順、朱孝碩，PET 廢塑膠分解回收資源化，塑膠資訊，民國 90 年 6 月。
2. 資源化工業網，<http://www.iw-recycling.org.tw/>。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 廢光碟片資源化技術

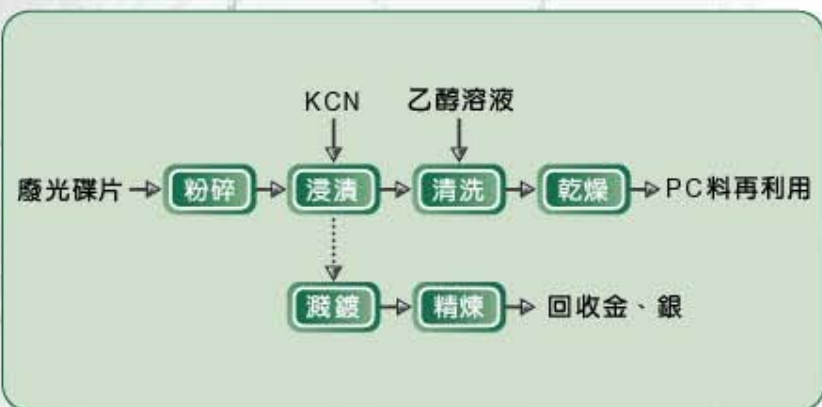
## 粉碎技術

### 技術簡介

光碟製造廠於製造過程所產生之廢光碟片（約佔產量的 10 %），以及一般家戶（民眾）使用後廢棄之廢光碟片。廢光碟片之化學特性、電氣特性、防火特性、耐衝擊性等種種特性均優於其他塑膠，可說是塑膠界中的高級物質。

本技術係將廢光碟片經由粉碎、浸漬、清洗、乾燥等程序後，即得聚碳酸酯塑膠料 (Polycarbonate, PC)；而經氰化鉀 (KCN) 浸漬剝離之含金、銀液，則可再經濺鍍、電解精煉回收金、銀。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 本技術耗損率小、處理量高、回收金屬較容易且設備成本便宜，但污染性較高、選擇性大（不同片種不同處理方式）。
2. PC 塑膠料具優良的強度、尺寸安定性、電絕緣性、耐熱性、透明性等特性。
3. 與較高分子量之 PC 混合配製，可作為再利用射出成品。
4. 與不同性質之塑膠結合製成塑膠合金以保有兩方材質之優點。

### 應用對象及領域

1. 塑膠製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收廢光碟片，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸廢光碟片處理費用約 3,000 元，且可回收聚碳酸酯塑膠 (PC) 及貴重金屬（金、銀等）進行銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 鄭宏德、張正平，廢光碟片之生產現況及處理技術介紹，環保產業雙月刊第 16 期，民國 91 年 12 月。
2. 呂慶慧、鄭智和、楊維鈞，高科技產業廢棄物資源化技術評析，工業污染防治季刊第 77 期，民國 90 年 1 月。
3. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 機車塑膠件回收資源化技術

## 去漆加工成型技術

### 技術簡介

汽機車、塑膠製造等產業於汽機車之塑膠外殼，表面塗佈一層有機高分子的漆層，以增加外表美觀，於廢汽機車回收中產生廢棄之塑膠件，如機車的ABS 塑膠外殼或汽車的PP 保險桿等塑膠件。

本技術係利用化學水性去漆配方進行去漆程序，將機車塑膠外殼表面漆層去除，再經配料、加工成型等關鍵製程，製成機車業界認可的新塑膠零組件。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 去漆效果可達 95 % 以上。
2. 可取得純度較高的再生塑膠，再製成品質較佳的汽機車零組件。
3. 以水溶劑取代傳統的有機溶劑，可回收再生使用符合環保訴求。

### 應用對象及領域

1. 汽機車零組件製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術應用範圍涵蓋汽機車塑膠件，若以 100 萬輛廢機車，回收率 50 %、再生率 60 % 計算，將可提供塑膠用料 5,000 公噸，產值可約達 2 億元。就資源回收再利用觀點，可節省每公噸廢塑膠處理費用約 3,000 元，且回收塑膠用料可再利用，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣第二期三年計畫，民國 84 年 8 月。





## 10. 廢橡膠資源化技術篇

# 廢橡膠資源化技術

## (一) 橡膠粒/再生膠製成技術

### 技術簡介

橡膠工廠（包含合成橡膠、橡膠製品）於製程中產生之廢膠、不良品、廢邊料，以及機動車輛消耗產生之廢輪胎，為主要廢橡膠之來源。

本技術將廢橡膠經破碎、粉碎，使橡膠粉、鋼絲及纖維等材料分離，再經磁選及研磨、篩選等使橡膠粉、鋼絲及纖維等材料完全分離回收，可製得橡膠粒，部分較高品質廢橡膠可再經精煉使橡膠粒子微細化，而增大橡膠的可塑性及黏性，最後再經成型程序以製成再生膠。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 廢橡膠可完全資源化。
2. 再生膠可用於較低要求之橡膠用品或添加新橡膠中製成高性能的橡膠。

### 應用對象及領域

1. 橡膠製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收廢輪胎，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸廢輪胎處理費用約 3,000 元，並可降低天然橡膠採購成本，且再製橡膠粒及再生膠均可銷售，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 廢橡膠資源化技術

## (二) 橡膠地磚製成技術

### 技術簡介

橡膠工廠（包含合成橡膠、橡膠製品）於製程中產生之廢膠、不良品、廢邊料，以及機動車輛消耗產生之廢輪胎，為主要廢橡膠之來源。

本技術經粗破碎及磨粉單元，使橡膠粉、鋼絲及纖維等材料分離，再經磁選及風選單元，使橡膠粉、鋼絲及纖維等材料完全分離回收。回收之橡膠粉添加適量的膠合劑及著色劑，經膠合混練均質，再送入加壓成型單元，可製成各種規格之橡膠地磚成品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 再製成品中廢橡膠含量可達 98 %。
2. 橡膠製品材質輕、施工簡易、止滑性佳、防水性佳、彈性好、耐衝擊，可用於步道、植生護坡、公園綠化、安全設施等。

### 應用對象及領域

1. 橡膠製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。


### 資源化效益

以本技術回收廢橡膠，就資源化回收再利用觀點，可節省每公噸廢橡膠處理費用約 3,000 元，且回收再製橡膠產品可銷售獲益，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



## 11. 動植物性廢棄物資源化技術篇



# 水產下腳料資源化技術

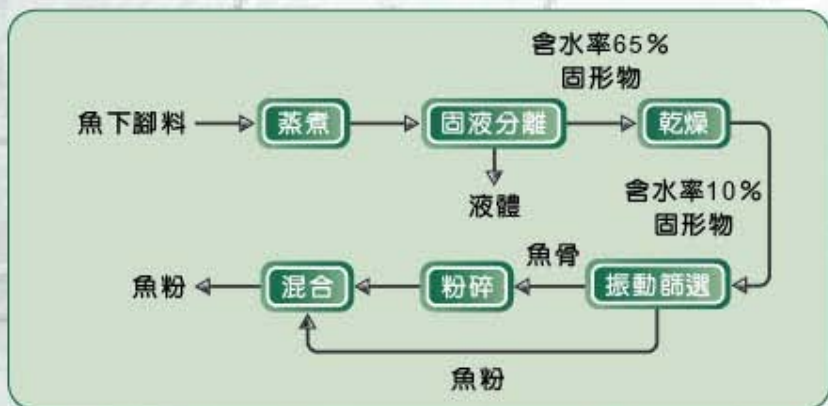
## (一) 魚粉飼料製成技術

### 技術簡介

水產加工業於宰殺、剝殼等前處理過程中產生之大量水產下腳料廢棄物如魚頭、魚骨、魚廢料等。

本技術係將下腳料分批送入蒸煮機內，在 100°C 高溫下，蒸煮 30 ~ 40 分鐘後進行固液分離，固體物經乾燥及篩選，魚粉穿過篩網，網上之魚骨則經粉碎，再與魚粉混合成成品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 蒸煮及乾燥採密封化，臭氣易於收集處理，提升作業環境品質。
2. 採快速乾燥，可縮短乾燥時間及達到自動化效果。
3. 魚下腳料之含水率可由 95 % 降至 10 % 以下，製成之魚粉含高蛋白質，可作為水產飼料。

### 應用對象及領域

1. 冷凍水產加工業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術進行水產下腳料資源再利用，處理每公噸魚下腳料可產製約 0.25 公噸魚粉，若以台灣地區水產加工之魚下腳廢棄物年產生量超過 8 萬公噸來估計，每年自水產下腳料可產製魚粉超過 2 萬公噸。

### 資料來源

1. 史濟元、倪世標、劉崑山、李汪章等，食品業（冷凍水產）廢棄物資源化示範計畫，1994 工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 83 年 6 月。
2. 林泗潭、林志城、毛玉麟，水產加工廢棄物資源化，1995 國際工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 84 年 11 月。
3. 湯玲郎、李汪章，台灣水產加工業之廢棄物資源化管理，長榮學報，民國 90 年 1 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 水產下腳料資源化技術

## (二) 魚溶漿製成技術

### 技術簡介

水產加工業於宰殺、剝殼等前處理過程中產生之大量水產下腳料廢棄物如魚頭、魚骨、魚廢料等。

本技術係將下腳料分批送入蒸煮機內，在 100°C 高溫下，蒸煮 30 ~ 40 分鐘，再送入榨汁機中進行固液分離，所產生之魚汁送到發酵槽內進行發酵，發酵溫度約 45 至 50°C，所需時間約 5 至 8 小時；發酵槽之出料經離心分離機再行固液分離，固形物送至魚粉再利用製程，液體部分則經濃縮後，將上層浮油抽出，剩下的即為魚溶漿成品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 蒸煮及發酵採密封化，使產生之臭氣易於收集處理，提升作業環境品質。
2. 魚溶漿含水率 35 ~ 45%，含高蛋白質，可製成胺基酸肥料，具有提高農產品品質的效用。

### 應用對象及領域

1. 冷凍水產加工業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術進行水產下腳料資源再利用，處理每公噸魚下腳料可得 0.1 公噸魚溶漿，故以台灣地區水產加工之魚下腳廢棄物年產生量超過 8 萬公噸來估計，每年自水產下腳料可產製魚溶漿超過 8,000 公噸。

### 資料來源

1. 史濟元、倪世標、劉崑山、李汪章等，食品業（冷凍水產）廢棄物資源化示範計畫，1994 工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 83 年 6 月。
2. 林泗潭、林志城、毛玉麟，水產加工廢棄物資源化，1995 國際工業減廢技術與策略研討會論文集，民國 84 年 11 月。
3. 湯玲郎、李汪章，台灣水產加工業之廢棄物資源化管理，長榮學報，民國 90 年 1 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 禽畜產廢棄物資源化技術

## 有機肥料製成技術

### 技術簡介

禽畜產業在大型密集飼養過程當中，產生大量且集中之禽畜排泄物，一般含水率為 70 ~ 80 %，碳/氮 (C/N) 比為 6 ~ 17。

本技術藉微生物的生化作用，將豬、雞、牛、羊等禽畜排泄物與木屑、蔗渣及有機資材經適當調配，碳/氮 (C/N) 比控制在 20 ~ 30 之間，水分約 50 ~ 60 %，pH 值維持於中性，物料粒徑約 2 ~ 30mm，物料混合均勻攪拌後，再經堆積發酵、腐熟等過程約 30 ~ 50 天後，即成為可增加土壤中作物養分之有機肥料。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 有機肥料屬緩效性肥料，長期施用可增加土壤孔隙率、微生物活性以及養分含量。
2. 可減少化學肥料使用量。

### 應用對象及領域

1. 農事及畜牧服務業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術進行禽畜產廢棄物資源再利用，每年可供給有機質肥料總量約 300 萬公噸，若以每公斤售價為 0.5 元來計算，則總產值達 15 億元，且可避免動物排泄物污染環境，降低廢棄物處理成本，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，有機事業廢棄物堆肥處理技術，民國 86 年 2 月。
2. 龍沙平、王朝洲、沈柏君，臺灣牛糞堆肥場之發展與現況，酪農天地雜誌，民國 90 年 6 月。
3. 蔡宜峰、高德錚，臺灣地區豬糞堆肥製作之發展，現代養豬月刊，民國 91 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 動物性有機廢棄物資源化技術

## 高速醱酵處理技術

### 技術簡介

禽畜產業在大型密集飼養過程當中，產生大量且集中之禽畜廢料，如排泄物、屍體、羽毛等。

本技術由特有的原菌及返菌（由原菌所繁殖分裂產生之醱酵分解菌）於短時間（8～48小時），將各種有機廢棄物經調配後再藉由高速醱酵處理過程，加以醱酵、分解、濃縮並淨化。操作期間，碳/氮（C/N）比值控制在17～33、碳/磷（C/P）比值則為75～150、氮/鉀（N/K）比值為2～5，pH值調整在5.7～7.0，水分應調整於60%左右，控制在50～65℃之間，並予適當攪拌及供給氧氣，最後可分解成外觀及氣味均佳之高養分有機肥。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 發酵設備屬密閉槽式，可降低臭味問題。
2. 有機肥料屬雜項有機質肥料，可減少化學肥料使用量。

### 應用對象及領域

1. 農事及畜牧服務業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術設備總處理量若以40公噸/日計，其投資成本約8,000萬元，有機肥料產品粉狀售價6元/公斤，粒狀7.5元/公斤，以每批次操作需48小時計，年收益約5,000萬元。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，有機事業廢棄物堆肥處理技術，民國86年2月。
2. 經濟部工業局，有機污泥堆肥處理技術評估專案報告，工業污染防治技術服務團，84年6月。



# 稻殼廢棄物資源化技術

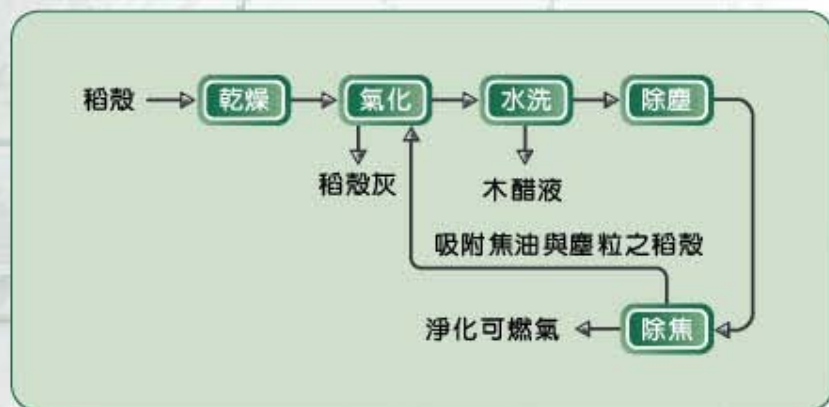
## 氣化發電法

### 技術簡介

碾米業進行碾米作業過程中，產生大量稻殼廢棄物，台灣每年產生約達 50 萬公噸，其低位發熱量約為 3,600Kcal/kg。

本技術係將稻殼廢棄物乾燥後，在 500°C 高溫下，加以氣化裂解使其產生可燃氣，氣化過程排出稻殼灰，可燃氣經降溫水洗與除塵，可回收酚類化合物（木醋液），再以稻殼為填充濾材之除焦單元吸附塵粒與焦油，產製之可燃氣可供作內燃機發電能源。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 產製之可燃氣可供發電；木醋液可作為植物生長促進劑；稻殼灰可作為煉鋼保溫劑或者花卉培養土之用。
2. 生質能源之利用對整體環境溫室效應氣體淨排放為零，每發一度電可獲得 0.85 公斤二氧化碳之排放減量效益，且可減少 NOx 及 SOx 之排放。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。


### 資源化效益

以台灣稻殼年產量 50 萬公噸，採本技術回收能源用以產生電力約有 6,000 萬度，其發電收入、省下的處理費以及稻殼灰的獲利估計每年可達 4 億元；若以一設計發電量為 100KW 之稻殼氣化發電系統而言，其設備投資回收期限約 2 年。綜言之，本技術可回收能源作為工業輔助動力來源之外，又可將廢棄物減量與妥善處理，兼具節能與環保之效益。

### 資料來源

1. 何錦城、蔡春進，中大型碾米廠設置稻殼氣化發電系統可行性評估，能源季刊，91 年 7 月。
2. 呂嘉弘、王振譜、祝經益，稻殼氣化發電及資源回收商業系統設計、建造及測試，1997 工業污染防治工程實務技術研討會論文集，民國 86 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



## 12. 廢料資源化技術篇



# 廢印刷電路板資源化技術

## (一) 粉碎混練技術

### 技術簡介

印刷電路板製程於裁板、品檢、成型等階段產生廢邊料、整邊屑及廢板等，其主要為高分子聚合物（樹脂）、玻璃纖維或牛皮紙及高純度銅箔三者所構成之複合材料。

本技術係將廢印刷電路板材粉碎至 80mesh 以下，與 PVC、可塑劑及添加劑等原料混合後，進行混練製成底板，再與彩色印刷層及透明表面保護層疊合壓延成型，產製成 PVC 地磚。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可取代傳統 PVC 地磚所需之碳酸鈣原料。
2. 產品之各項物性測試均符合 CNS 要求。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

每公斤之廢印刷電路廢板邊料粉碎成本約為 0.8 元，所製成之 PVC 地磚除可販售收益之外，尚可節省碳酸鈣原料成本，並解決有害事業廢棄物處理問題，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國91年12月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

# 廢印刷電路板資源化技術

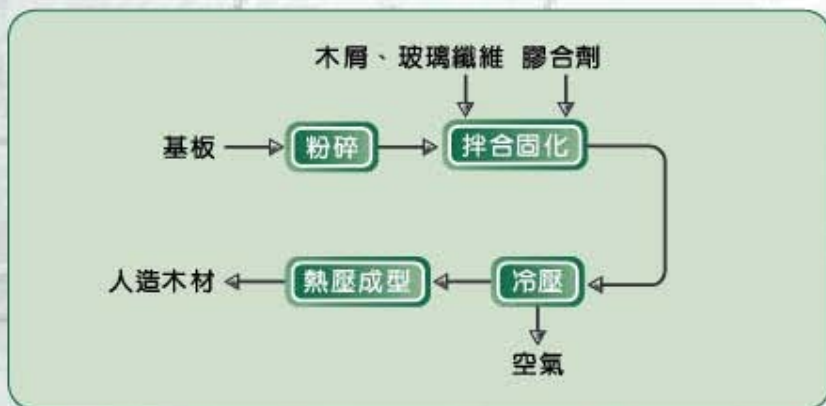
## (二) 固化壓合技術

### 技術簡介

印刷電路板製程於裁板、品檢、成型等階段產生廢邊料、整邊屑及廢板等，其主要為高分子聚合物（樹脂）、玻璃纖維或牛皮紙及高純度銅箔三者所構成之複合材料。

本技術係將廢印刷電路板粉碎至 5mm 粒徑以下，再與木屑或玻璃纖維均勻混合，並添加適量尿素樹脂或美耐皿等膠合劑，進行拌合固化後，於壓力 30 ~ 50 kg/cm<sup>2</sup>、溫度約 150°C 下，進行冷壓，使多餘氣體排除，再進行熱壓成型，產製人造木材。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 由於金屬被樹脂包覆，有助於提高抗酸能力，板材靜曲強度符合 CNS2215 要求。
2. 節省國內有限木材資源。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

每公斤之廢印刷電路板粉碎成本約為 0.44 元，所產製之人造木材可販售收益，有助於減緩自然資源的耗用，並解決有害事業廢棄物處理問題，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國91年12月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
3. 陳榮安、楊奉儒、杜錦坤、黃榮康，廢印刷電路板的再資源化處理方法，中華民國發明專利證號 363904 專利說明書，民國86年5月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 廢印刷電路板資源化技術

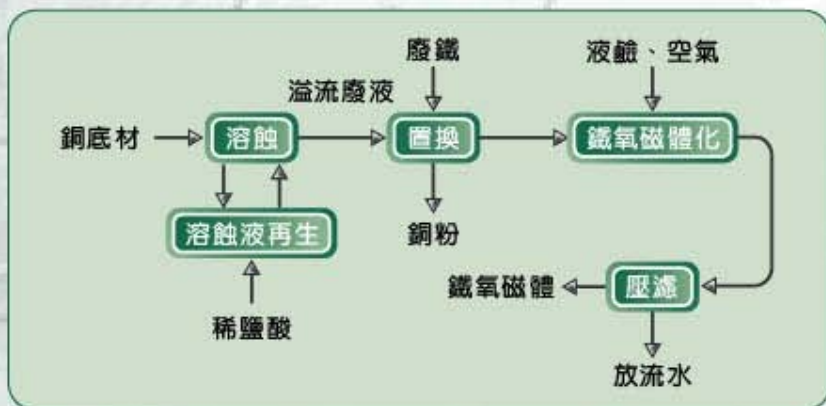
## （三）銅底材溶蝕技術

### 技術簡介

印刷電路板製程於裁板、品檢、成型等階段產生廢邊料、整邊屑及廢板等，其主要為高分子聚合物（樹脂）、玻璃纖維或牛皮紙及高純度銅箔三者所構成之複合材料。

本技術係使用氯化銅溶液，將印刷電路板內之銅底材溶蝕，溶蝕液再添加稀鹽酸進行再生，使氯化銅溶蝕液循環使用，溢流液則以廢鐵置換回收銅粉，置換產生之含鐵溶液則加液鹼調整 pH 值至 10.5 左右，再通入空氣進行氧化，使鐵離子和少量的其他重金屬離子生成具有尖晶石結構的鐵氧磁體。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可回收金屬銅，且設備回收期限短。
2. 溶蝕液可循環再使用。
3. 鐵氧磁體性質安定且富磁性，可作為磁鐵材料。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

每公噸之廢印刷電路板經溶蝕處理後回收銅金屬重量約為 160 公斤，可售予再生業者進行冶煉，以廢板邊料年產生量約 4 萬公噸計，回收銅金屬可達 6,400 公噸。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
3. 工研院，經濟部八十六年度污染防治技術開發及推廣計畫—總報告，民國 86 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 廢印刷電路板資源化技術

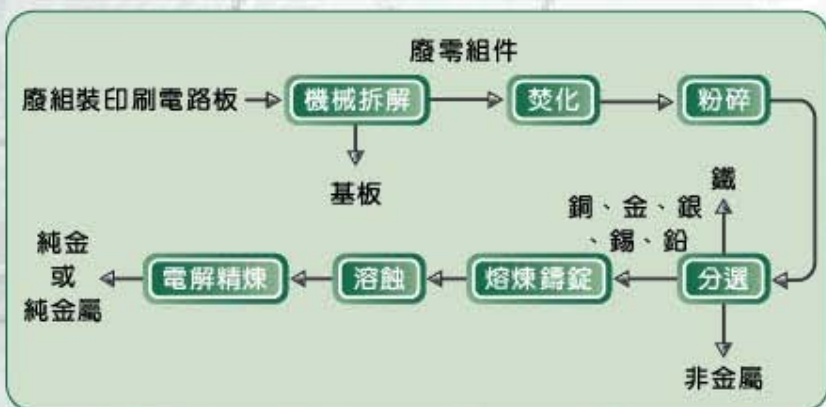
## (四) 火法濕法複合技術

### 技術簡介

印刷電路板製程於裁板、品檢、成型等階段產生廢邊料、整邊屑及廢板等，其主要為高分子聚合物（樹脂）、玻璃纖維或牛皮紙及高純度銅箔三者所構成之複合材料。

本技術先以機械拆卸去除黏著於印刷電路板上之廢零組件，零組件在 800°C 下焚化，焚化後之灰渣以球磨機粉碎至 4mm 以下，並配合分選技術回收金屬，金屬部份以磁選機將鐵先行分離，殘留之金屬（如金、銀、銅合金、錫、鉛）則經熔煉鑄錠、氯化銅溶蝕、電解精煉等過程將其純化精煉。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收黃金純度可達 99.99 %。
2. 採氯化銅溶蝕取代傳統酸溶。
3. 先將零組件拆卸後再進行焚化，可避免含溴物質造成之空污問題。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

每月處理 200 公噸廢組裝印刷電路板之廢棄物處理機構，可回收金 15 公斤、銀 80 公斤、銅 24 公噸，並解決事業廢棄物處理問題，兼具環境保護與經濟發展效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，印刷電路板業資源化應用技術手冊，民國 91 年 12 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術案例彙編，民國 88 年 6 月。
3. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣計畫成果特刊，民國 86 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 石材廢料資源化技術

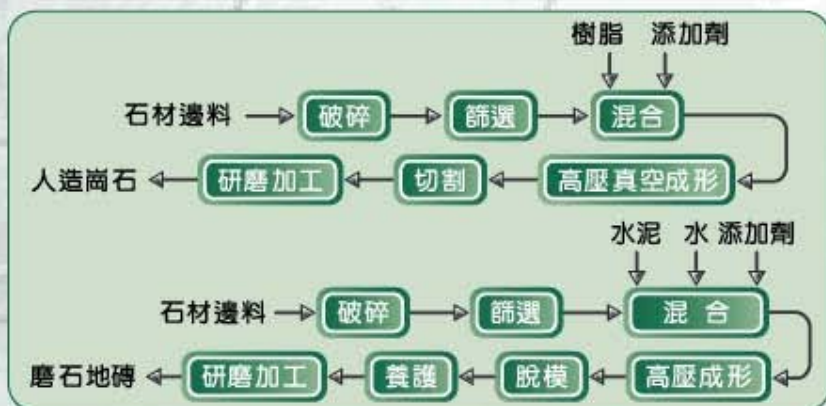
## (一) 高壓真空成型技術

### 技術簡介

石材業於石材開採、裁切、加工過程所產生之石材邊料及下腳料，其主要成分與原石相同。

本技術將大理石和花崗岩開採或經切割後產生碎石邊料，予以破碎、篩選後，加入碳酸鈣、樹脂等物質，予以充分混合，在真空高壓環境下壓成製成半成品，再經切割、研磨後即可製成色澤亮麗的人造崗石。而硬度較小的大理石邊料或白雲石邊料加入水泥、染料或其他添加劑，可作為磨石地磚。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 經適當比例調配，石材廢料可完全資源化。
2. 產品穩定性高、吸水率低、耐用期久，可製成人造崗石及磨石地磚。

### 應用對象及領域

1. 土木建材業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以本技術回收石材邊料，就資源回收再利用觀點，可節省原生料使用，並減少每公噸石材廢料處理費用約 200 元，且再利用作為人造崗石及磨石地磚，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 許順珠，台灣石材廢料資源化利用途徑，清潔生產資訊雙月刊第一期，民國 84 年 8 月。
2. 林志善、莊智斌、林美楓，石材加工廢棄物資源化利用，空間雜誌建築技術增刊 13 號，民國 87 年 3 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 石材廢料資源化技術

## (二) 焙燒法

### 技術簡介

石材業於開採、裁切、加工過程所產生之石材邊料及下腳料，若其來源屬蛇紋石者因主成份中含氧化鎂約 36 ~ 40 % 及氧化矽約 35 ~ 41 %，則可應用於肥料原料。

本技術將蛇紋石切割後之廢料（包括邊材、下腳料、粉屑等）進行粉碎造粒，然後於 700°C 的旋轉窯中加熱，則可得到酸可溶性氧化鎂 16 % 的焙燒物，此種焙燒物再經粉碎後可摻入其他肥料中作為微量元素之來源。

### 資源化流程

蛇紋石 → 粉碎 → 造粒 → 焙燒 → 粉碎 → 含鎂肥料

### 技術特點

1. 可提供鹼性鎂質肥料的市場需求。
2. 石材廢料可完全資源化，不會產生二次污染。

### 應用對象及領域

1. 肥料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術可將蛇紋石廢料壓碎後製成鎂肥，國內每年估計產生蛇紋石廢料約 1.5 萬公噸，若完全將蛇紋石廢料製成鎂肥，以鎂肥每公噸 8,000 元計，約有 1.2 億元的產值，且可減少原生料使用及減少廢棄物處理成本，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 台灣石材廢料資源化利用途徑，清潔生產資訊雙月刊第一期，民國 84 年 8 月。
2. 蛇紋岩加工製程產生廢棄物之有效利用，清潔生產資訊雙月刊第二期，民國 84 年 10 月。
3. 廖錦聰、徐文慶、張蕙蘭、許順珠、鄭智和、洪欽武，台灣東部石材工業廢料全方位再利用，工業污染防治工程實務技術研討會，民國 84 年 12 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 廢木料資源化技術

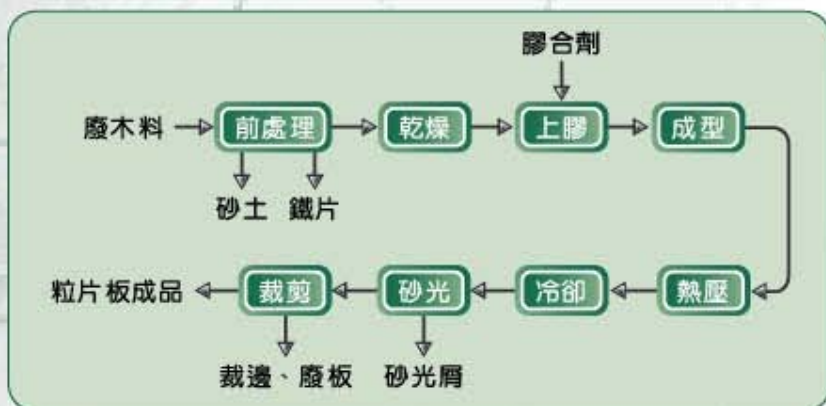
## (一) 粒片板製成技術

### 技術簡介

製材業、合板業及木製家具製造業在鋸切、裁剪、鉋光等作業過程中，產生大量之廢棄木屑、邊材及鉋花，並混有其他雜質如鐵屑或沙土。

本技術係先進行前處理以除去砂土、鐵片，經過乾燥後，再將粒片與膠合劑按比例混合後，進行抄板成型，接著以熱壓機加熱使膠合劑硬化後，於冷卻架上逐漸降溫冷卻，再經砂光及裁剪後，產製成形狀厚度均一之粒片板成品。砂光屑、裁邊及廢板可回收作為鍋爐之燃料，或再處理為粒片，供作粒片板之原料。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可視粒片板功能使用不同膠合劑，如欲生產防水性粒片板則使用酚醛樹脂或三聚氰胺樹脂為膠合劑。
2. 提供價廉之粒片板供應國內家具業作為材料使用，節省國內木材進口量。

### 應用對象及領域

1. 木製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

每年若使用 3 萬公噸之廢木材生產販售粒片板約 3 萬公噸，板體積達 45,000m<sup>3</sup>，相當於節省森林資源 2,250 公頃（以木材生長體積每年 20m<sup>3</sup> / 公頃計算），杉木 675 萬株（以每公頃 3,000 株杉木計算），不僅有效地利用國內有限之木材資源，並減少廢木屑棄置或焚燒造成之環保問題。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，木業廢棄物資源化案例彙編，民國 85 年 6 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 廢木料資源化技術

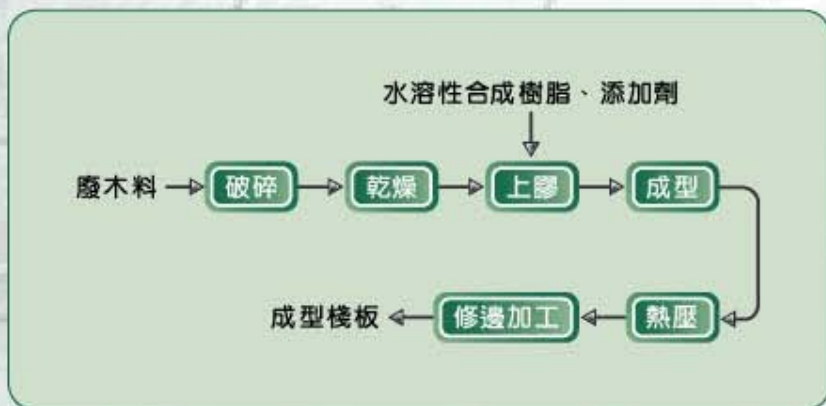
## (二) 成型棧板製成技術

### 技術簡介

鋸木製材業、合板業以及木製家具製造業在鋸切、裁剪、鉋光等作業過程中，產生大量之廢棄木心、下腳、裁片、邊材，亦有可用之木質棧板、包裝箱、家具及雜木等。

本技術係回收廢木料經破碎處理成粒片後，將粒片乾燥，再與水溶性合成樹脂及添加劑拌合，將混合均勻之粒片料連續定量供給至成型模具中，經高溫高壓模造後，去除毛邊、整修加工為成型之載貨用棧板。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 製成的成型棧板抗壓强度高、抗化學腐蝕性及耐水性均佳，規格統一，價格經濟，且使用後棄置可於環境中自然分解，不會造成二次公害。
2. 節省國內有限木材資源。

### 應用對象及領域

1. 木製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

每年若使用乾燥後廢木料 3,000 公噸可生產成型棧板約 14 萬片，每片價格約 300 ~ 500 元，以回收木料製作及自動化作業的成型棧板不僅可節省生產成本，且能有效地利用國內有限之木材資源，並減少廢木屑棄置或焚燒造成之環保問題。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，木業廢棄物資源化案例彙編，民國 85 年 6 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
3. 陳清齊、楊奉儒、陳志恆，纖維質廢棄物的再資源化利用開發，工程月刊，民國 90 年 10 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 廢木料資源化技術

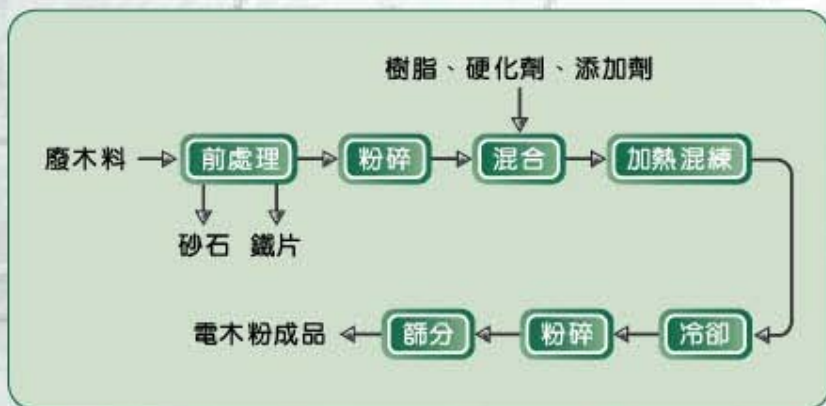
## (三) 加熱混練技術

### 技術簡介

製材業、合板業及木製家具製造業在鋸切、裁剪、鉋光等作業過程中，產生大量之廢棄木屑、邊材及鉋花，並混有其他雜質如鐵屑或沙石。

本技術係先進行前處理以除去砂石、鐵片，經過粉碎後，再行篩選分級取得所需粒徑之木粉，再與酚醛樹脂、硬化劑及添加劑混合，經加熱混練使其分子量逐漸增大至一定程度，再冷卻固化，並經粉碎及篩選出特定粒徑之顆粒狀電木粉成品，提供下游客戶加工。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 電木粉可再加工製成手把、電器開關、電子零件、機械零件、日常用品、容器、機殼等物件。
2. 節省國內有限木材資源。

### 應用對象及領域

1. 木製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

國內每年約有 1 萬公噸之乾燥木屑再利用於電木粉製造，廢木屑收購價約 3,600 元 / 公噸，木屑經加工製成電木粉供應內外銷市場，售價約 3 ~ 5 萬元 / 公噸，不僅有效地利用國內有限之木材資源，並減少廢木屑棄置或焚燒造成之環保問題。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，木業廢棄物資源化案例彙編，民國 85 年 6 月。
2. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



13. 廢玻璃資源化技術篇



# 廢陰極射線管資源化技術

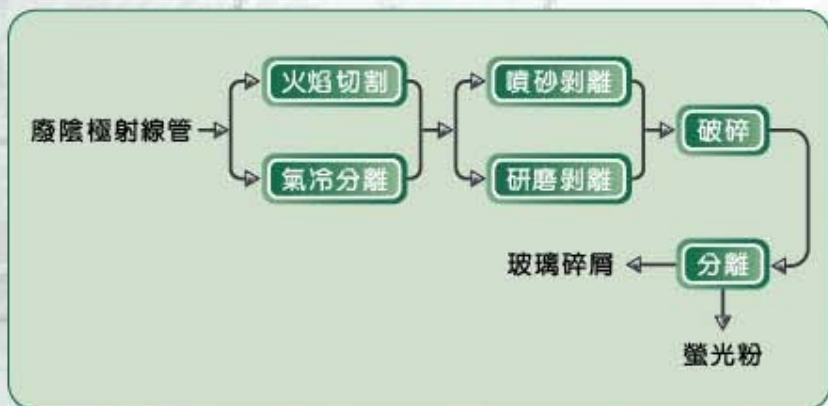
## 火焰切割、氣冷分離技術

### 技術簡介

廢陰極射線管主要來自電視及顯示器中，玻璃所佔成分高，其中錐管玻璃中含約 20 % 的鉛，面板玻璃中含約 13 % 的銀。

本技術利用火燄快速均勻切割及氣冷分離原理之乾式程序，將螢光幕銀錒玻璃與鉛玻璃快速拆解分離，而螢光幕鍍層去除技術，可選擇以乾式處理方式應用鋼珠或氧化鋁等介質進行噴砂剝離，選擇以濕式處理方式則主要以研磨剝離方法並添加界面活性劑來降低處理時間。去除鍍層後之玻璃再經破碎、分選等單元後，將玻璃回收進行再利用。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 配合傳統破碎機、乾燥機和分選設備，處理量為每小時 150 ~ 200 公斤，系統分選效率達 95 % 以上。
2. 回收玻璃可作為玻璃製品原料或製成玻璃以外的產品。

### 應用對象及領域

1. 玻璃製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以每年回收面板玻璃、錐管玻璃、重金屬和塑膠約 8,000 公噸計，可創造市場經濟價值約 6 億元。就資源回收再利用觀點，除節省廢棄玻璃處理費用，尚可供應對玻璃原料的需求，且可產製高科技相關產品銷售獲益，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 關家倫、鄭智和、楊致行，廢映像管資源化技術，工業污染防治季刊，第 65 期，民國 87 年 1 月。
2. 經濟部技術處，污染防治技術開發及推廣五年計畫，民國 88 年 6 月。

# 廢玻璃纖維絲資源化技術

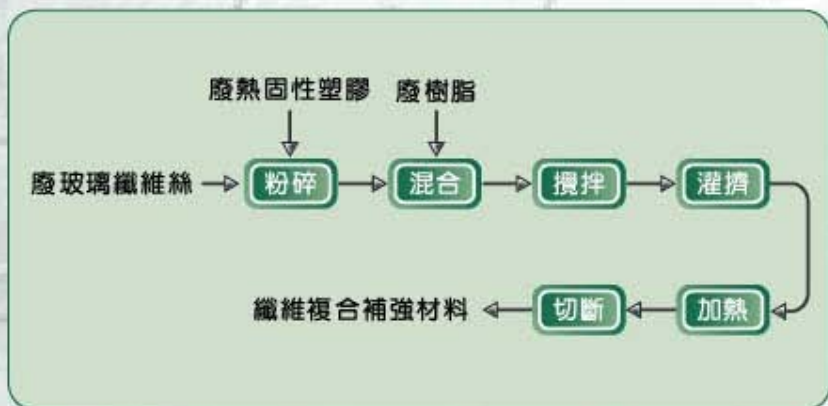
## 粉碎、加熱技術

### 技術簡介

玻璃纖維及印刷電路樹脂基板製造過程中產生廢玻璃纖維，屬於鈣鋁矽系無鹼玻璃，主要化學組成包括  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  及  $\text{B}_2\text{O}_3$ 。廢玻璃纖維絲呈長短不一紊亂絲狀，而且表層有環氧樹脂 (epoxy)、聚乙烯醇 (PVA)、澱粉 (starch)、蠟 (wax) 及矽烷 (silane) 等表面上膠處理劑，故不能直接做為玻璃原料使用。

本技術係將廢玻璃纖維及廢熱固性塑膠經粉碎後，加入廢樹脂混合，並經攪拌、灌擠、加熱及切斷等程序後，即為纖維複合補強材料。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 廢玻璃纖維經其他材料適當調配，可完全進行再利用。
2. 具耐酸鹼、防水等特性，可提供土木施工材料之高效能補強系統。

### 應用對象及領域

1. 土木建築業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

每年產生約 1.2 萬公噸廢玻璃纖維絲，以本技術進行回收，估計可節省廢棄物掩埋處理費約 1,500 萬元外，製成之再生 FRP 補強材可販售作為土木建築之施工材料，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 徐文雄，電子產業用玻璃纖維廢絲資源化再生技術研究開發，強化塑膠，民國 86 年 12 月。
2. 經濟部工業局，再利用技術與資源化產品導覽，民國 91 年 12 月。



# 廢日光燈管資源化技術

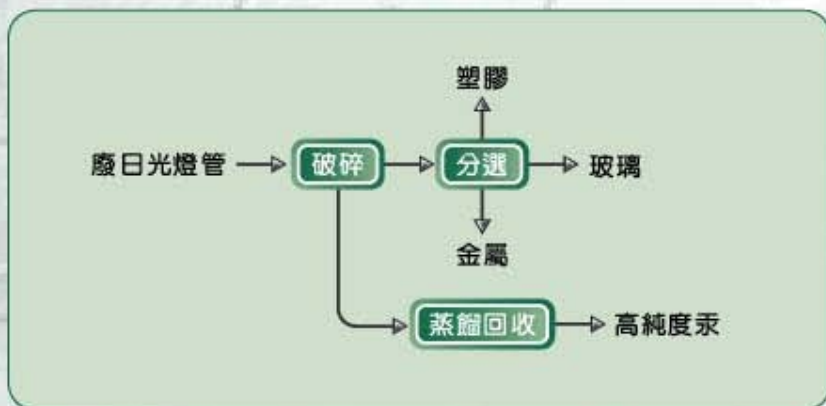
## (一) 乾式處理技術

### 技術簡介

家戶機關團體或事業機構使用之照明光源，其效率降低或故障即會產生廢日光燈管。

本技術在密閉條件下，先切斷金屬接頭，再將燈管破碎，產生碎玻璃、螢光粉、金屬物質以及塑膠等混合物，在經過分選單元將玻璃、金屬與塑膠回收，供相關資源回收廠進行再利用之原料，而螢光粉則經蒸餾回收設備處理回收汞。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可得到容易再利用的玻璃，所得玻璃可作為再生玻璃製品、級配料等。
2. 所獲得之金屬可進一步回收再利用。

### 應用對象及領域

1. 玻璃製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術若處理 1,000 公斤的廢日光燈管，約可獲得約 800 公斤的玻璃及 150 公斤的金屬，玻璃及金屬均可作為資源回收再利用，就資源回收再利用觀點，本技術不但解決廢日光燈管處理問題，並可回收玻璃製成產品獲益，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 環保署，廢照明光源回收清除處理體系建置計畫，民國 91 年 3 月。

# 廢日光燈管資源化技術

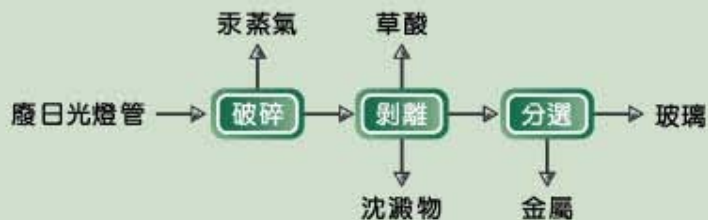
## (二) 濕式處理技術

### 技術簡介

家戶機關團體或事業機構使用之照明光源，其效率降低或故障即會產生廢日光燈管。

本技術將管體先放入氣密式的容器內破碎之，此容器含有水及  $\text{HBF}_4$  之混和液，所產生的上昇氣體則以吸引方式排出，以壓縮狀態提供再使用，被覆於玻璃破碎物的污染物質，則以草酸分離或剝離污染物，並把金屬從玻璃中去除破碎剝離，玻璃則送至玻璃製造廠作為二次原料，金屬物質（廢銅）送資源回收機構再利用，沈澱物過濾後之濾餅則交由後處理的製造業者，濾液則再裝入原管體被破碎之容器中再使用。衍生之廢棄物如粉塵、廢液、污泥等，經適當中間處理後，再予最終處置。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可得到容易再利用的玻璃，所得玻璃可作為再生玻璃製品、級配料等。
2. 所產生之有價物質可進一步純化可獲得貴金屬（例如鉕）。
3. 汞蒸氣可經壓縮將其分離。

### 應用對象及領域

1. 玻璃製造業。
2. 資源回收再利用機構。


### 資源化效益

本技術若處理 1,000 公斤的廢日光燈管，約可獲得 850 公斤的玻璃及 148 公斤的金屬，玻璃及金屬可作為資源回收再利用，就資源回收再利用觀點，本技術不但解決廢日光燈管處理問題，並可回收玻璃製成產品獲益，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 環保署，廢照明光源回收清除處理體系建置計畫，民國 91 年 3 月。





14. 廢油資源化技術篇

# 廢食用油資源化技術

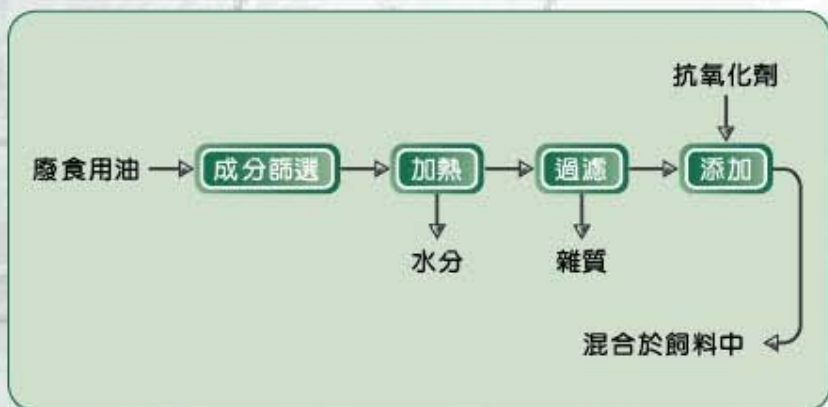
## 飼料添加技術

### 技術簡介

食品加工業及餐飲速食業等產生之廢食用油，其色澤深、粘度大並有泡沫。

本技術係利用一般飼料廠於飼料中添加 1~4% 之油脂，以增加熱量及肥育效能之需求。依 CNS 3400 飼料中添加油脂規範之要求，水分須低於 2%，且游離脂肪酸之含量不得超過 20%，故廢食用油須先經過成分篩選，續以加熱去除水分、過濾去除雜質後，再加入抗氧化劑避免腐敗與保持新鮮度，最後再以 1~4% 之比例混合至飼料中。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 技術成熟，操作簡單。
2. 可替代目前作為飼料添加使用之進口三級牛油。

### 應用對象及領域

1. 飼料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術可解決每年 7~8 萬公噸之廢食用油處理問題，減輕環境負荷，節省處理成本，並降低飼料製造業購買添加油脂之成本，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 鄭宏德，廢食用油資源化回收技術介紹，工業污染防治報導，第 135 期，民國 88 年 6 月。



# 廢潤滑油資源化技術

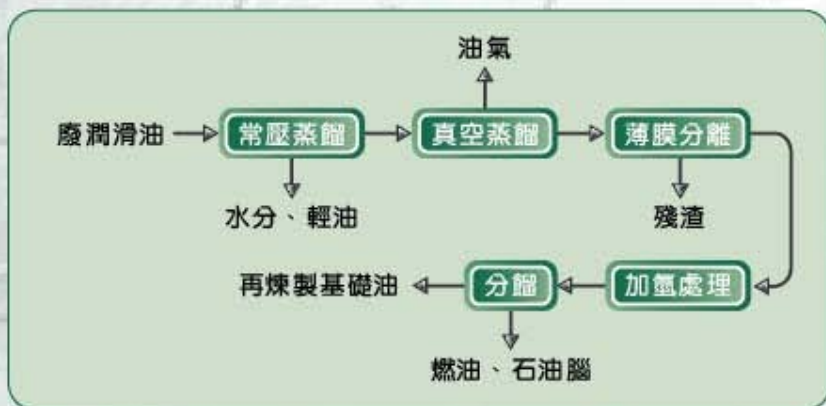
## 薄膜氫化技術

### 技術簡介

電機設備或機動車輛之引擎、液壓、傳動、曲軸等系統在使用過程中，因潤滑油中混入外來金屬粉屑及其他油脂等雜質，產生老化、變質、失效等，經過一段時間後必需更換，一般此類廢油之 COD 污染濃度高達數萬 mg/l。

本技術係利用高效率薄膜蒸發器來分離廢油與雜質，藉由加氫來淨化廢油以避免二次污染產生，並獲得高品質再生油品。廢潤滑油首先於常壓下進行加熱蒸餾，脫除廢油中的水分及輕油後，再於真空下蒸餾，將廢油中之輕質碳氫化合物分離出，再利用薄膜於高溫下分離油中殘餘物，經氫化處理使再生油之酸鹼度、顏色、氣味等能符合要求，再生油品則可再進一步分餾成各等級油品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 歐美廣泛應用，技術成熟。
2. 可獲得與原油提供成品相近之高品質再生油品。

### 應用對象及領域

1. 石油化工原料製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術再煉製油品所耗費能源為自原油提煉潤滑油之 1/3，節省可觀之能源燃料成本外，其設廠投資成本為傳統再煉製廠的 60～70%，同時可解決廢潤滑油不當處置所造成之環境污染問題。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。
2. 林黃修，資源再利用技術－廢潤滑油，工業污染防治報導，第 111 期，民國 86 年 6 月。
3. 華健、吳怡萱，廢潤滑油再煉製回收技術評估，工業污染防治季刊，第 76 期，民國 89 年 10 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



15. 廢電池資源化技術篇



# 廢鉛蓄電池資源化技術

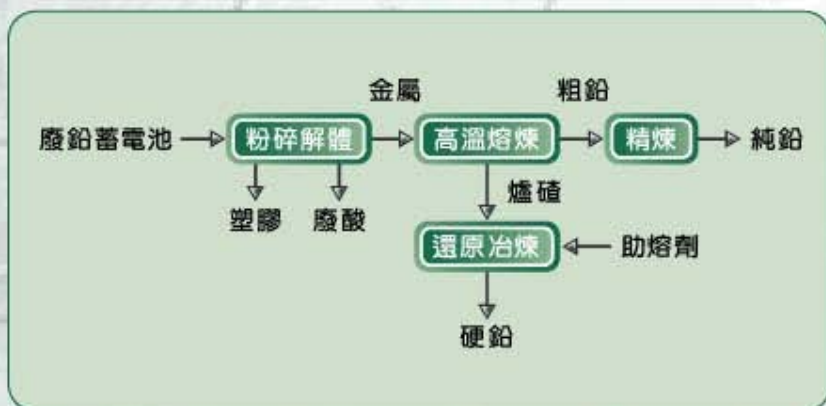
## 高溫熔煉技術

### 技術簡介

廢棄機動車輛於回收拆解處理過程產生之廢鉛蓄電池，其主要成分為硫酸、鉛金屬、硫酸鉛、二氧化鉛等，其中鉛成分約佔 70% 左右。

本技術係將廢鉛蓄電池粉碎解體，再將餘酸、塑膠外殼及其它金屬分離後，於約 1,100°C 高溫下熔煉，使銻、錫及砷等與鉛形成氧化爐渣，熔煉分離出之粗鉛（含銻 0.2~0.3%）再行精煉成純鉛，爐渣則加入碳及碳酸鈉等助熔劑進行還原冶煉，可製成硬鉛（含銻 7%）。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收精煉鉛之純度可達99%以上，而硬鉛之純度則可達90%以上。
2. 殘留重金屬含量低。

### 應用對象及領域

1. 金屬冶煉加工業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

廢鉛蓄電池國內每月產量約 5,000 公噸，本技術除可回收鉛金屬作為原料販售收益之外，並可妥善解決有害事業廢棄物處理問題，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 張添晉、蔣本基、樊國恕、蘇銘千、周俊伸、洪堂記，廢車廢棄物資源化處理技術之研究，1998 工業減廢暨永續發展研討會論文集，民國 87 年 12 月。
2. 李清華、樊國恕，廢汽機車之拆解與資源回收，環保月刊，第四期，民國 90 年 10 月。
3. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 廢鎳鎘電池資源化技術

## 醋酸處理法

### 技術簡介

各類電子電器用品在使用過程當中，會產生大量之廢電池，而其中廢鎳鎘電池主要成分為鐵、鎳、鎘等金屬。

本技術係結合火法與濕法的處理流程，先以分段加溫方式，分離出廢電池中的塑膠與鎘，再將殘餘含鐵與鎳物質，以醋酸溶解生成醋酸鐵與醋酸鎳，利用醋酸鐵不溶於水的特性與醋酸鎳分離，溶液並經碳酸化反應生成碳酸鎳溶液，再以電析方式將電池中的鎳分離純化。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 省能源，流程簡單。
2. 分離效率高，鎘純度可達 99%，鎳及鐵之純度可達 95%。
3. 回收後的含鎳物質可再製為氫氧化鎳，作為鎳氫電池原料，醋酸鐵則可供作為皮革劑與助染劑之原料。

### 應用對象及領域

1. 金屬冶煉加工業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以產能為 5 公噸 / 日的硫酸鎳產製設備估算，每年產值可達 9,000 萬元以上，可供應本身金屬原料的需求，產製的相關再生產品亦可應用於高科技用途，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 工研院能資所，污染防治技術開發及推廣第二期三年計畫（第二年度），民國 84 年 8 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 混合廢電池資源化技術

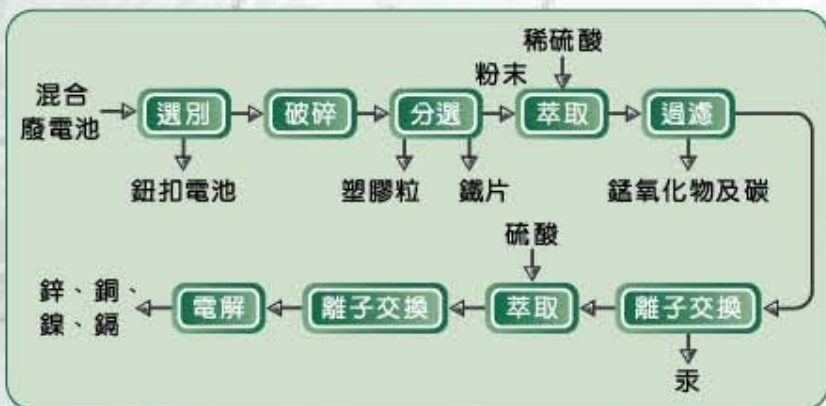
## 濕式冶煉技術

### 技術簡介

各類電子電器用品在使用過程當中，產生大量之碳鋅電池、鹼錳電池、及鎳鎘電池等廢電池，其主要成分為鐵、銅、鎳、鎘、鋅、汞等金屬。

本技術係利用電化學及薄膜技術來冶煉金屬，先經選別將含汞鈕扣電池挑出，再經破碎、分選程序，將鐵片及塑膠粒篩出，剩餘粉末以稀硫酸萃取並過濾，濾餅含氧化錳及碳可回收再製，濾液則經由離子交換吸附去除汞，再以硫酸萃取、離子交換樹脂及電解回收鋅、銅、鎳、鎘等金屬。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 耗能低。
2. 幾乎可完全回收所有金屬。
3. 無火法冶煉之重金屬氣體污染問題。

### 應用對象及領域


1. 金屬冶煉加工業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術能源成本低，且所回收之鐵、銅、鎳、鎘、鋅等重金屬，純度高，可販售或供應業者作為金屬原料。

### 資料來源

1. 經濟部工業局，廢棄物資源化技術資料彙編，民國 88 年 6 月。



16. 其他資源化技術篇



# 難分離廢棄物資源化技術

## 碳化資源化技術

### 技術簡介

廢汽車、廢家電及廢資訊物品處理過程中，所產生塑橡膠材質與金屬部分難分離物質，例如廢電線電纜含包覆銅線之塑膠皮、廢電路板內含玻璃纖維等，不適合以焚化方式處理者。

本技術係將上述廢棄物破碎後，利用熱裂解原理進行碳化，使固態有機物質在缺氧條件下，加熱至 400～900℃，將有機物與無機物分離，有機物質化學鍵斷裂或破壞後，經過一系列物理與化學反應後，產生包括碳氫化合物、水蒸汽之氣相物質與殘留之固定碳、焦炭等固體物質。氣相物質再經冷凝，部分形成液態油，部分則為可燃氣。無機物則經分離後，可再將銅、鎳、錫、鉛等金屬分選直接再利用。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 回收銅、鐵、鋁等有價金屬之效率可達 95 % 以上，焦炭、燃油及可燃氣均可供燃料使用。
2. 焦炭之含碳率可達 90 % 以上。
3. 建造成本較相同處理量之焚化設施低 25 %，操作成本則降低 50 %，能源節省可達 50～60 %。

### 應用對象及領域

1. 電線電纜業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

以熱處理設備之處理量為 30 公噸 / 日計，其碳化產物（有價金屬、焦炭、可燃性液態油）之產值每年可達 3,000 萬元，且本技術相較於焚化設備可節省 50 % 之操作成本及 25 % 之設備成本，而廢棄物處理後的殘渣量減至原進料量 5 % 左右，能妥善處理事業廢棄物，達到最終處置之目標，有效延長掩埋場的壽命。

### 資料來源

1. 工研院環安中心，產業高效益環境技術開發四年計畫，民國 91 年 1 月。
2. 古清燻、金順志、周竊朱，事業廢棄物碳化資源化處理技術發展，工業污染防治季刊，第 78 期，民國 90 年 4 月。
3. 金順志，事業廢棄物碳化資源化技術，環境工程會刊，民國 91 年 5 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆

# 難處理廢棄物資源化技術

## 油媒液化熱解技術

### 技術簡介

高科技產業及傳統產業每年產生超過 30 萬公噸複合性廢棄物，例如廢電線電纜含包覆銅線之塑膠皮、廢電路板內含玻璃纖維、光纖、PU、FRP 等，均屬難處理廢棄物。

本技術係採連續進料，廢棄物在溫度 200 ~ 400°C 下，進行油媒液化反應，使廢棄物中之高分子量有機物質轉化為油類，殘餘無機物質再經熱解去除所附著之油類物質後，分選回收如鐵絲、玻璃等無機物質，有機氣體與油類物質均可再提煉或直接供作燃料應用。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 進料相容性高，可連續進料；程序工程設計簡單、操作容易。
2. 液化及熱解在同反應器內完成減少分離及傳送步驟之操作困難。
3. 油類物質、有機氣體可經提煉作為燃料或化學品。

### 應用對象及領域

1. 塑膠製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術適合各種有機廢棄物資源化處理，所有產物皆可回收當作燃料、輔助燃料或再提煉為化學原料，除可節省能源成本之外，燃料與化學原料以及金屬物質均可販售，且處理過程不會產生空氣污染，同時降低廢棄物處理成本以及二次污染防治成本，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 王鴻博，廢棄物油媒液化/熱解組處理及資源回收技術，國科會專利資料庫，民國 87 年 11 月。
2. 王鴻博，複合有機廢棄物熱解資源化技術，環保月刊，第四期，民國 90 年 10 月。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 複合性廢棄物資源化技術

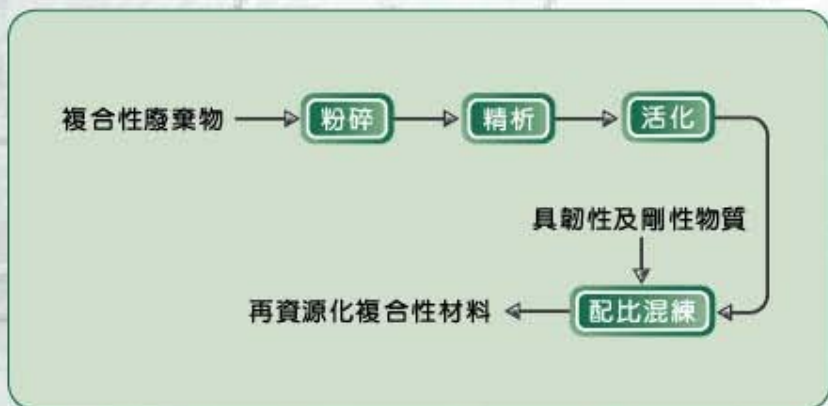
## 微粉活化精析技術

### 技術簡介

國內產業界目前每年使用熱固化性原料量約 45 萬公噸，估計每年將產生 5～7 萬公噸之難處理有機廢塑料。

本技術係將複合性廢棄物（如 PF、UF、MF、UP、EP 等）粉碎及精析，其中粉體化之主要目的在於減少粒子體積，增加比表面積，加速化學反應，同時也可以將固體混合不同物質分開；再經中間處理改質與活化後，與具韌性及剛性物質調配混練，製成物性佳之複合性材料。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 可針對混合材料進行分離。
2. 製成複合性材料可作為製造地下污水管件、導線管、塑合棧板、模板、機具外殼等大宗工業產品之材料。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

本技術可協助解決國內每年約 30 萬公噸複合性有機廢棄物處理問題，節省處理費用約 5 億元/年，並可減少掩埋體積約 60 萬立方米，資源化產品產值預估約 10 億元/年。

### 資料來源

1. 工研院環安中心，產業高效益環境技術開發四年計畫，民國 91 年 1 月。

# 固態廢棄物資源化技術

## 衍生燃料製成技術

### 技術簡介

一般都市垃圾可分為可燃與不可燃物質，不可燃部分中有價物質（如金屬、玻璃等）可回收再利用，其餘無價物質則進行最終處置，剩餘之有機可燃物因含發熱量高，可均勻化處理後作為燃料。

本技術係經由破碎、分選，將不可燃物質如金屬、玻璃等物質分離，可燃物經乾燥後，再以擠壓機及造粒機做成燃料丸或燃料塊，再作為固態廢棄物衍生燃料。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 衍生燃料體積小、易於運送，儲存期限可達半年以上。
2. 燃料熱值穩定，適合作為工業鍋爐及汽電共生鍋爐之燃料。
3. 處理過程不須經由燃燒程序，可避免產生戴奧辛等污染物。

### 應用對象及領域

1. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

台灣地區一般垃圾產量約 1,000 萬公噸，若將其中 15% 製成衍生燃料，可以取代約 46 萬公噸燃煤的能源消耗，應用在發電大約可產生 11 億度的電力，估計可帶動約 200 億元的內需市場，兼具能源回收及環境保護之效益。

### 資料來源

1. 劉家銘、戴華山，固態廢棄物衍生燃料 (RDF-5) 之發展與應用，環保月刊，第九期，民國 91 年 9 月。
2. 工研院能資所，固態廢棄物衍生燃料技術，<http://www.erl.itri.org.tw/toperl/result.html>。

◆技術資訊相關資料供推廣、宣導及參考，並無推廣使用之意，詳盡內容請參考資料來源◆



# 廢分子篩資源化技術

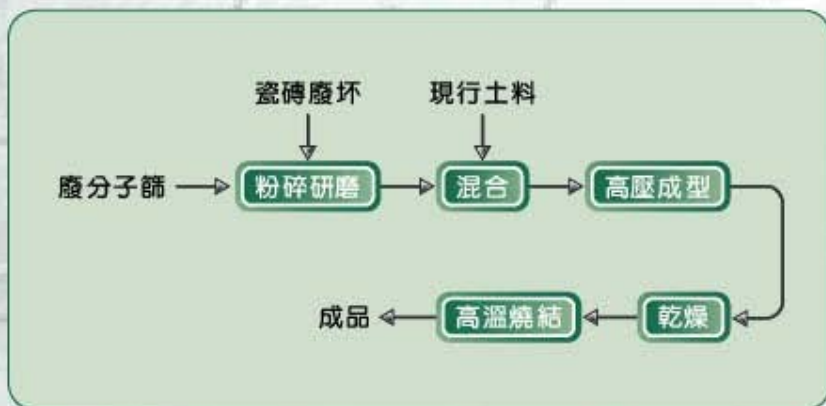
## 高溫燒結法

### 技術簡介

石化業以煤油產製正烷烴之製程中，固定流體床吸附劑飽和更換產生廢棄分子篩，屬沸石粒狀結構，主要成分為  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  及  $\text{CaO}$ ，為良好之無機材料。

本技術係將廢分子篩與不良品廢棄物以盤磨機粉碎研磨，再與現行土料（含長石、石英、高嶺土及粘土等天然礦物）乾式混合後，利用高壓油壓機成型，再經高溫燻道窯連續 6 小時以  $1,280^\circ\text{C}$  之溫度液相燒結，形成穩定之礦物結構體成品。

### 資源化流程



### 技術特點

1. 成品具吸水度低、高機械強度、及耐酸鹼性等特性。
2. 廢分子篩依不同添加比例，可製成室外用地壁磚建材、透水磚、隔熱磚等產品。

### 應用對象及領域

1. 非金屬礦物製品製造業。
2. 資源回收再利用機構。

### 資源化效益

可減少造成自然資源無法再生不可逆的耗損，減少國內廢棄物掩埋場的負擔，有效改善環境壓力。產品搭配農、漁業改良能提升產量，並可供應國內外陶瓷建材市場需求，兼具環境保護與經濟效益。

### 資料來源

1. 韓嘉智，以高溫液相燒結技術應用於和桐化學分子篩廢棄物之資源化，環安簡訊第 19 期，民國 91 年 8 月。