

回 收 技 術 報 導 (二)

林志森* 楊義榮**

五、含钒廢料回收钒之研究

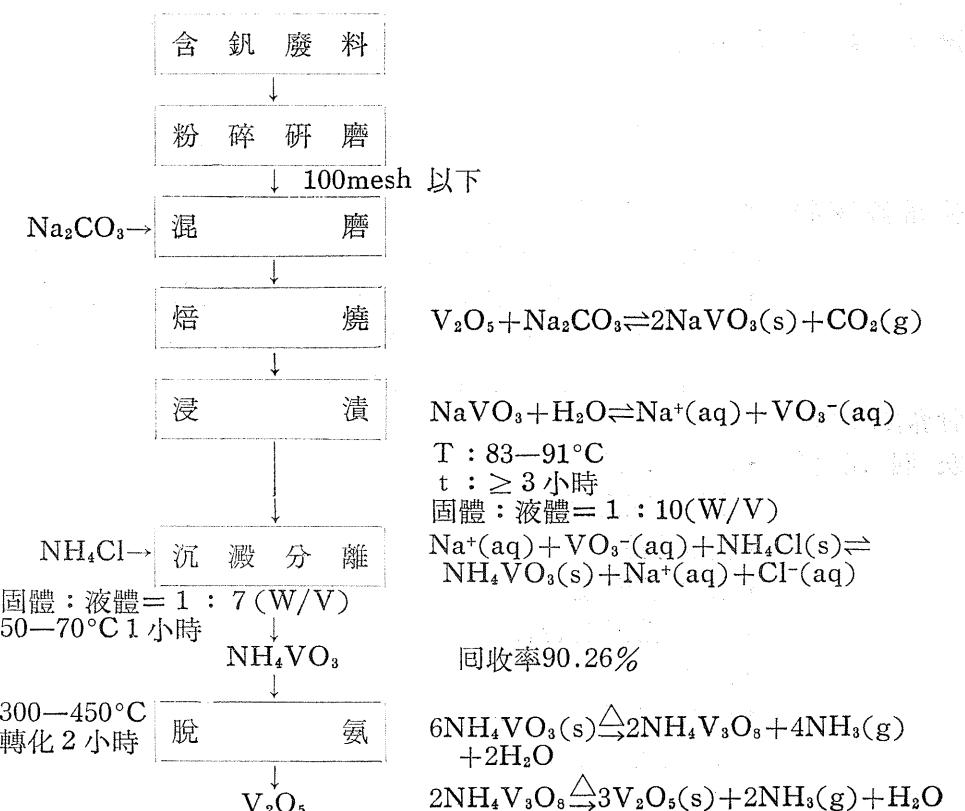
廢棄物來源 (1) 燃油火力發電廠鍋爐熔渣 (國內每年平均約 400 公噸, 含 V_2O_5 約 33%)
(2) 煉油業加氫脫硫廢觸媒。(3) 廢高速鋼粉末 (SKH-9) (4) 硫酸工廠廢氧化觸媒。

钒之性質及用途 原子量為 51, 熔點 1890°C , 化合物通常為正五價, 亦有少量之正四、三、二價者。钒為重要之稀有金屬之一, 合金鋼中含少量钒, 可在硬性、耐磨性、抗張性及耐衝擊性等方面, 獲致極大之改善, 故其用途極廣, 钒氧化物亦廣泛使用於石化及無機合成工業之觸媒。

回收程序概紹

1. 將含钒廢料粉碎研磨至 100mesh 以下, 與 Na_2CO_3 以 1 : 1 混合研磨後, 放入高溫爐經 900°C 1 小時之焙燒, 使轉化成可溶性之納鹽。
2. 將納鹽於 90°C 水中浸漬 3 小時成钒酸鈉溶液, 再以 1 : 7 固液比之氯化銨投入, 攪拌一小時後, 靜置分離其沉澱物, 即為不可溶之钒酸銨。
3. 洗淨 Na^+ 之钒酸銨, 於 100°C 烘乾脫氨後, 先於 300°C 轉化為 $\text{NH}_4\text{V}_3\text{O}_8$, 再於 450°C 轉化為 V_2O_5 , 其純度可達 99.75%。

流程與反應



* 經濟部工業局第七組科長

** 經濟部工業局第七組技士

經濟效益 火力發電廠油渣，國內每年可發生量為 400噸，—100目以下佔85.20%，其含鉻氧化量平均為 20.00%，若本研究經放大試驗後，可順利進行商業化生產，且其回收率維持在90%，則每年可生產：

$$400 \text{ tons} \times 85.20\% \times 20.00\% \times 90\% = 61.34 \text{ tons of V}_2\text{O}_5$$

按 1980年 U.S. Bureau of Mines² 計 V_2O_5 每磅 \$3.54 則值：

\$3.54/1b × 2.2 1b/kg × 10³kg/t × 61.34t × NT\$40/\$

= NT\$19,109,882

若 1986 年後，增加加氯脫硫觸媒 2400t/y 則按表(4)所示，其含 V_2O_5 值：

$$(2400 \text{ tons} \times 16.3\% \times 90\% \times \$3.54/\text{lb} \times 2.2 \times 10^3) \times \text{NT\$40}/\$/$$

$$= 2,741,999 \times 40 = 2742 \times 10^3 \times 40$$

(1)+(2)

(3)之結果顯示，含鉺廢料回收技術，若能在國內生根，則每年(1986年後)

預期將有新臺幣 1 億 3 千萬元左右之營業額，潛力可觀。

研究單位 工業技術研究能源與礦業研究所

資料來源 第一屆工業廢棄物處理與再利用研討會論文集

六、燃燒火力發電廠煤灰之利用

使用廢棄物 燃煤火力發電廠煤灰包括粉煤燃料中重質不燃性礦物質熔融掉於鍋爐底，冷卻卻成粗灰渣之「底灰」，及輕質不燃物隨熱氣上升，經過熱器、再熱器……，至靜電集塵器收集之「飛灰」，前者占煤灰 $\frac{1}{5}$ ，後者占 $\frac{4}{5}$ 。72年臺電公司各火力發電廠耗煤 665,266噸，產生煤灰約 13 萬噸，其利用率仍有限約 10%，臺電公司現免費供應給有意回收利用者。

世界各國之煤 (1)底灰

灰 利 用 例 • 舉 路、填 地

- 水壩混凝土摻用材
 - 噴砂材料
 - 水處理過濾材
 - 瀝青混凝土拌合材
 - 空心磚
 - 土木結構工程填充材
 - 寒冬期路面之冰雪控制

(2) 飛灰

- 水泥、混凝土填加料
 - 製磚

- 矿棉隔热材
- 屋顶隔热氈
- 路巷土壤穩定
- 沥青混凝土拌合
- 森林火灾消防
- 矿坑落磐控制
- 油料洩漏污染之吸收
- 油漆製造
- 塑膠填充料
- 垃圾污泥脫水處理
- 改善砂模性質
- 衛生垃圾掩埋場覆蓋材
- 結構工程之填充材
- 回收提煉稀有金屬

國內利用實例	<ul style="list-style-type: none">• 國內利用飛灰於混凝土始於民國45年臺電之霧社壩工程，共澆注 328,813 m³ 混凝土，使用水泥 61,247噸，飛灰10,933噸；其後十來件大型之水壩及水力發電工程均使用大量之飛灰。• 海上油井灌漿• 海面浮油清除• 水泥之二次製品添加物• 底灰用於鋪運動場
臺電公司過去 進行之研究項 目	<ul style="list-style-type: none">(1)飛灰對水稻效果試驗。(2)飛灰作肥料之可行性研究。(3)利用飛灰研製工業用隔熱磚。(4)利用飛灰做各類建築用磚、磁磚。(5)飛灰做塑膠填充劑之研究。(6)煤灰用於鋪路之研究。(7)利用飛灰研製人造碎石。(8)利用煤灰做人工魚礁之研究。(9)飛灰應用於複合材料之研究。(10)煤灰利用與處理對環境衝擊之調查研究。
研究單位	臺電公司電力研究所
資料來源	第一屆工業廢棄物清理與再利用研討會論文集

七、印刷電路板高濃度含銅廢液電解回收技術

廢液質與量

種類 項目	焦銅磷酸液	硫酸銅液	過程廢液	自動電鍍濃洗淨水	過硫酸銨液	合計
水量 CMD	3	1	1	1	3	9
Cu ppm	3,000	29,000	3,300	5	15,400	9,700

目標放流水質 pH 5.8~8.6

Cu 3 ppm 以下

回 收 產 物 粉銅

操 作 方 式 分批式 (Batch process) $3\text{m}^3/\text{批} \times 3\text{批}/\text{日}$

程 序 概 述 (圖一) 1. 過硫酸銨廢液與其他廢液分開貯存，操作時按比例泵入混合槽，槽內以壓縮空氣攪拌，加入 NaOH 或 H_2SO_4 溶液調節 pH，以 pH 指示調節計控制在 7.5 至 8.0 之間。

2. 廢液於電析槽內積至定液位後，由銅離子濃度設定電解時間，溶解性銅於不銹鋼片陰極上析出，難分解之 COD 成份於石墨片陽極上分解成 CO_2 而除去，反應完成自動切除電源。

3. 沉積於陰極上之銅為粉末狀，受空氣的攪拌作用，即沉澱於電析槽底，移入脫水機分離。

4. 處理水經 pH 指示警報紀錄器監測後放流。

八、廢木材、樹皮、稻草、稻殼等廢料回收為熱能或再生粉狀燃料

設 備 緣 起 近年來，由於家庭普遍改用瓦斯為燃料，致木材加工廠之廢邊材、木屑、鉋花及農業廢物如稻草、稻殼等用途減少，致大量堆積或於露天焚化，造成環境污染及資源浪費問題。

使 用 廢 物 廢木材、樹皮、稻草、稻殼等纖維性廢料。

回 收 產 物 粉狀燃料及熱能。

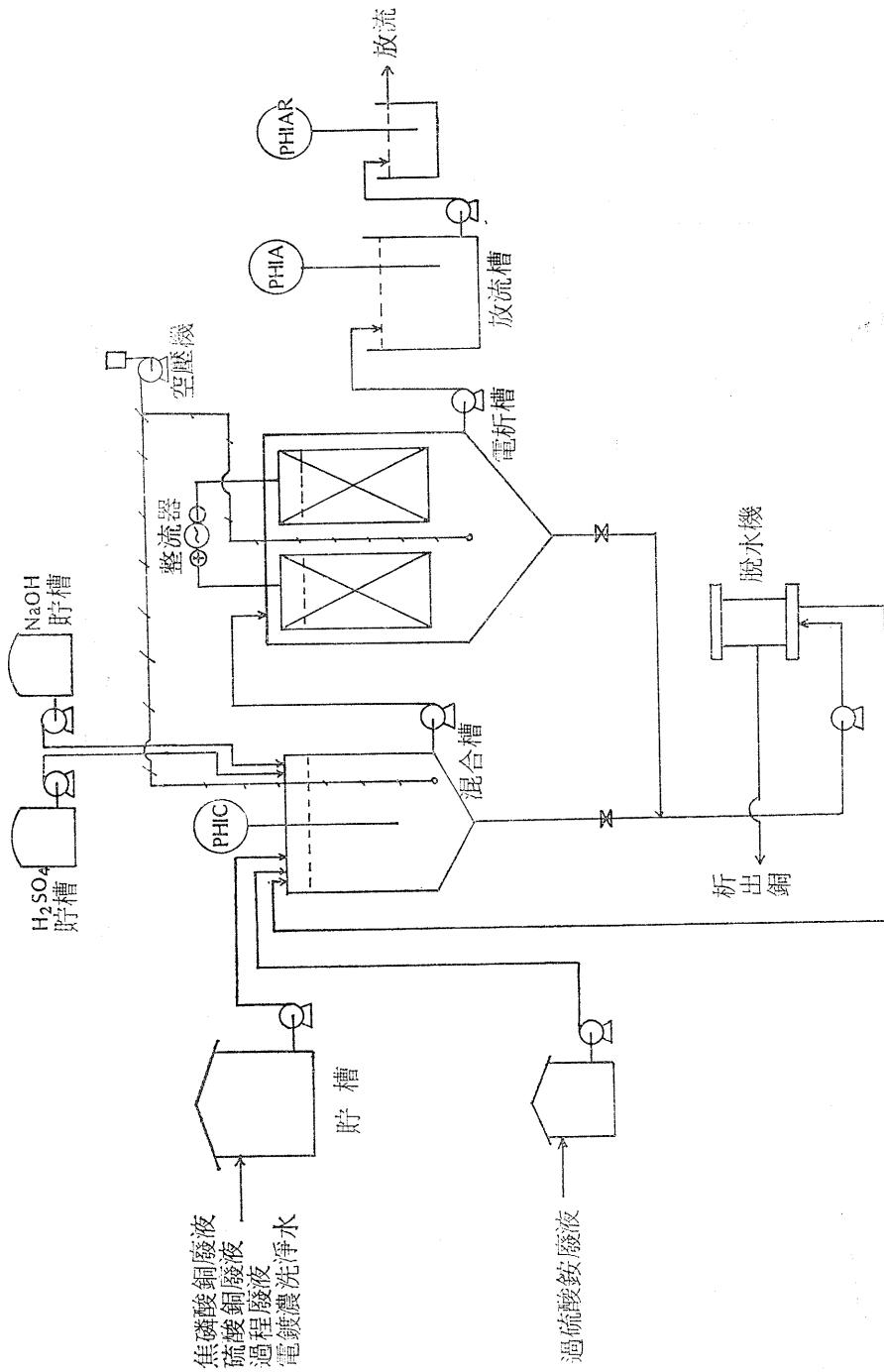
流 程 概 述 (圖二) 1. 廢木、樹皮、稻草、稻殼等農、工業廢物經破碎、篩選，定量送入旋轉乾燥機。利用反射爐熱能將之乾燥。

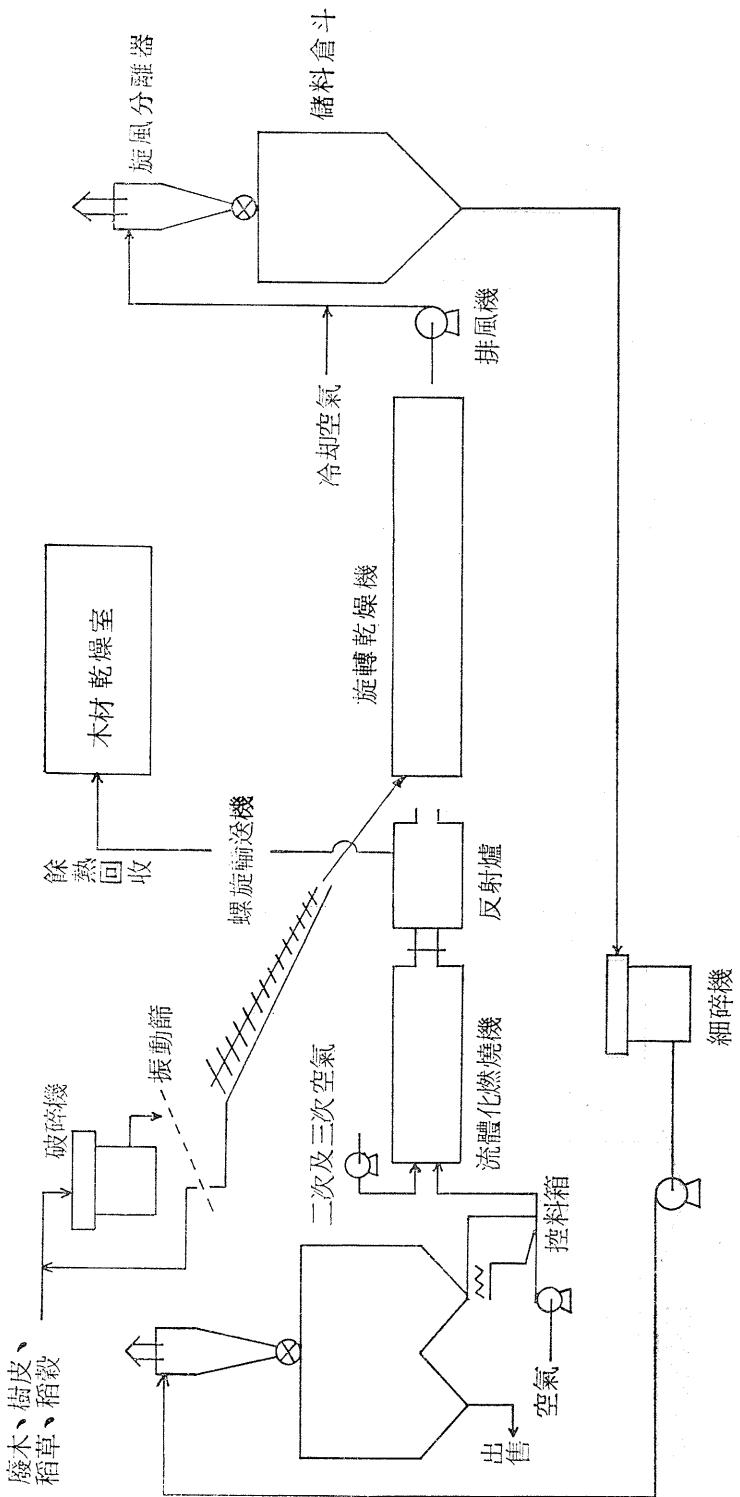
2. 破碎物以空氣輸送經旋風分離器 (Cyclone) 與水汽分離後，再細碎為粉狀燃料，一部份出售，一部份供流體化燃燒機作燃料。

3. 流體化燃燒機為本回收系統之特色，由於一般之燃料油燃燒機未能完全燃燒，時生黑煙污染，尤其在起火階段，故改採粉狀燃料行流體化燃燒，能與空氣充份氧化而完全燃燒，溫度可達 $1,300^\circ\text{C}$ 以上，燃料中不純物融為熔渣，沉積爐底，飛灰於 cyclone 中分離。同時再生燃料因係廢料回收，價格較低廉，可減少能源成本。

4. 反射爐之餘熱回收作木材原料乾燥用。

圖一 印刷電路板含銅濃廢液電解回收設備流程





圖二 廢木等回收為粉狀燃料及以流體化燃燒回收熱能之流程

設計建造者 振能再生工業股份有限公司（臺中神岡）

設備所有者 燕茂企業有限公司（花蓮）

設備啓用日期 74年12月

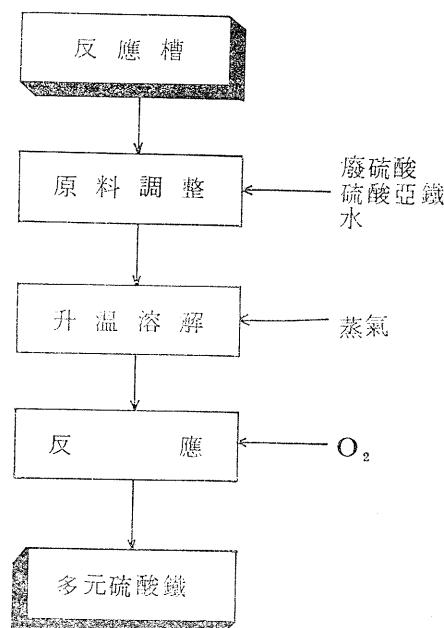
九、由二氧化鈦硫酸法之廢硫酸製造多元硫酸鐵

使用廢棄物 廢硫酸、硫酸亞鐵

廢棄物來源 硫酸法製造二氧化鈦，冷卻除鐵過程副產硫酸亞鐵 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)，及洗滌 $\text{TiO}(\text{OH})_2$ 過程中產生廢硫酸為原料。

回收產品 多元硫酸鐵，一般式 $[\text{Fe}_2(\text{OH})n(\text{SO}_4)_3 - \frac{n}{2}]m$

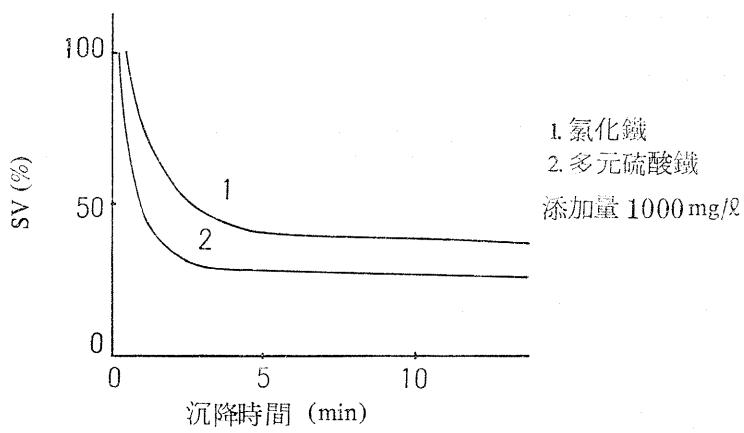
流程概述 1. 輸入定量廢酸入反應槽，緩慢倒入硫酸亞鐵攪拌之，並加水調整濃度。
2. 通蒸氣加溫溶解之。
3. 通 O_2 入反應槽，維持在約 55°C 左右進行反應。
4. 定期取樣測定反應率至反應完成為止。



產品用途 多元硫酸鐵與氯化鐵 (FeCl_3) 可同樣用於水處理，惟前者有較佳之凝聚能力及極低之金屬腐蝕性，其試驗實例比較如下圖：

腐蝕試驗結果

材質	多元硫酸鐵 $30^\circ\text{C} \times 100\text{h}$	氯化鐵 $30^\circ\text{C} \times 30\text{h}$
SUS 304	0.0(g/m ² ·h) 0.0	99.4(g/m ² ·h) 95.5
SUS 316	0.0 0.0	72.5 78.8



設備所有者 中國金屬化工公司（臺北縣）