

如何提升底渣中廢金屬回收比例

■ 環境保護局南區資源回收廠/蔡慶祥 佳作獎

壹、研究緣起與目的

一、研究緣起

近來由於世界政治情勢穩定，全球經濟蓬勃發展，市場需求成長下，帶動能源與金屬如鎳、鋅、銅、鐵、鋁、鉛等需求不斷攀升，然而地球只有一個，能源與金屬資源日益貧乏，再加上開採不易，現有能源與金屬庫存大幅下滑，在需求不斷攀升而供給卻相對減少下，相關商品不得不將價格調高，以抑制需求，然而能源與金屬畢竟是有限，如何有效再利用，成為近來多方研究之主要課題；本市為工商綜合都市，又具有先天獨厚之高雄港，因此工業與商業活動熱絡，人口亦隨之增加，伴隨經濟活動所產生的垃圾處理問題，受市民極大之重視，故本市環境環保局於 94 年 1 月 1 日起，率先實施「強制垃圾分類」，將可再回收之資源，強制回收再利用，除可減少資源物因進廠焚化造成資源浪費外，間接可延長焚化爐體及焚化後飛灰及底渣掩埋場之使用壽命，而「強制垃圾分類」政策推行至今已 2 年多，由每日平均垃圾進廠量觀之，已具相當成效，然而本廠除代處理家戶一般可燃性垃圾外，亦代為處理本市一般可燃性事業廢棄物，其垃圾主來源為工廠、公司行號、軍區、港區、車站及市場(含夜市)……等等，這些地區由於移動人口較多，垃圾分類較不易落實，因此本廠底渣中仍有相當比例之廢金屬可供回收再利用，故如何提升底渣中廢金屬之回收比例，以減少資源浪費及降低底渣掩埋成本，為本計畫研究之內容。

二、研究目的

對於一般底渣中廢金屬回收，目前大部分僅以磁選機利用磁力將底渣中廢鐵篩分出來，但屬於非鐵金屬部分，如金、銀、銅、鋁、白鐵……等等貴金屬部分，雖然所佔比例較少，惟因具有稀少性，又其在民生消費及工業上無可替性，故價格較高，因此透過本計畫之研究，能有效提升底渣中廢金屬之回收比例，研究結果可供資源回收規劃單位評估及修正其施行策略，另亦可供台灣地區現有運轉中焚化爐操作單位參考。

貳、研究方法與過程

一、研究方法

將垃圾焚化後所排出之底渣，經由磁選機，將廢鐵金屬部分利用磁力篩分出來，其餘底渣部分，再經由增設之渦電流分選機，依冷次定律(Lenze's law)將非鐵金屬部分(如金、銀、銅、鋁、白鐵……等等)利用磁力線變化而將其分離，並調整配置程序及磁通變化等可控參數，紀錄廢金屬分離回收之情形。

二、研究過程

本研究先依據本廠垃圾焚化處理條件，選擇合適之渦電流分選機，並蒐集各非鐵金屬之熔點、特性及應用方面，以了解各金屬可能之來源，及對焚化作業影響，並進行採樣分析。

依據本廠現有焚化條件及垃圾焚化後體積縮減為原來之 10%-15% 之間，因此選用寬度為 1600 mm 之渦電流分選機，並針對垃圾焚化後之底渣，分別經磁選機及渦電流分選機分選後，分析其各廢金屬所佔比例，另調整分選設備之配置，觀察對廢金屬回收率影響。

叁、研究發現與建議

一、研究發現

研究時發現，回收金屬中以鐵金屬為大多數，重量約佔 93%，而非鐵金屬部份，雖重量僅佔約 7% 之比例，但由於回收後鐵金屬之價格相當便宜，與少量之非鐵金屬回收後總價格，兩者卻相當，因此非鐵金屬部份回收率就格外顯得重要。

在本次採樣中，由於金和銀均屬稀有性，因此本次並未發現有該等金屬存在，但據現場作業人員表示，有發現過該等金屬，故認定該等金屬比例極低，不列入採樣分析。又在本次採樣中，發現鋁金屬與鋅金屬其熔點低於本廠焚化爐操作之溫度，故其回收時，皆呈現塊狀或不規則形(如附件三)，體積較小，對於焚化爐體影響，主要為焚化時易堵塞爐條各間隙之一次風送風口，造成焚化操作上之困擾，另白鐵金屬與銅金屬，因其熔點高於本廠焚化爐操作之溫度，因此其回收時，皆以原形狀呈現，但也因此，較易磨損焚化爐體內之爐條及耐磨板。

(一) 底渣含水率與非鐵金屬回收率之關係：

研究後發現，底渣中含水率很少時，回收率很高，但底渣之溫度無法有效

降溫，且粉塵較易飛揚，當水份再適度增加時，底渣較黏稠，此時非鐵金屬與底渣黏合，致無法有效分離出，此時回收率最低，當含水率再增加時，已成稀泥狀，此時回收率回昇，但水分過高時，帶動之皮帶易打滑，故以底渣中含有適當之水份為宜。

(二)底渣於渦電流分選機時，輸送帶底渣分布狀況良劣？

研究時發現，如未分選前之底渣，於渦電流分選機之皮帶上呈愈均勻分布時，效果愈佳，主要是非鐵金屬部分，受磁通變化而產生排斥力向外時，如此時底渣分布不均勻時，就容易與落下底渣碰撞，而隨底渣一同排出，無法有效分離。

(三)研究渦電流分選機輸送皮帶速度與回收率之關係：

研究時發現，渦電流分選機皮帶速帶愈慢時，分選效果愈好，但速度愈慢，則單位時間內可處理量相對降低，另外皮帶速度愈高時，除回收率降低外，底渣中含有之礫石及極少數未燃燒完全之垃圾，因慣性之關係，會一同被分選出來，因此機台設定上，以較慢速為主，且可充分處理當時的底渣量。

(四)研究渦電流分選機磁通變化與回收率之關係：

研究發現驅動磁極之馬達轉速愈高時，相對提供輸送皮帶上之底渣非鐵金屬部分，愈高磁通變化率，分選效果愈佳，但如細沙般之非鐵金屬部分，則因作用力大，有些分選後會飛出收集區，但依重量而言，占很少之比例，因此實務上，該驅動磁極之馬達設定愈高愈好。

(五)各設備配置關係：

因分選出之廢金屬部分，以廢鐵所占比例最高，又其熔點高於本廠垃圾焚化操作溫度，因此廢鐵經焚化過程後皆以原形呈現，重量又較重，因此須先經磁選機磁選過後，於其後須置一人員，負責將較大型白鐵金屬及銅金屬(熔點皆高於本廠垃圾焚化操作溫度)以人工分選出，之後由渦電流分選機，將屬於較小之白鐵金屬、銅金屬……等及已熔化呈小塊狀之鋁金屬、鋅金屬、錫金屬……等分選出，以重量依次遞減分選出，故以附件四之配置較佳。

二、研究建議

- (一)由於回收廢金屬中，以鐵所佔比例最高，又家戶垃圾部分已實施強制垃圾分類，故來源上應為一般事業廢棄物居多，故工廠及公司行號等，應可再加強分類回收。
- (二)底渣中含水率宜控制於略帶微濕之條件下，除可提升底渣中廢金屬回收比例，亦可確保底渣降溫及減少粉塵飛揚。

- (三)未分選前之底渣，於渦電流分選機之皮帶上呈愈均勻分布時，回收效果愈佳。
- (四)渦電流分選機輸送皮帶速度設定以較慢速為主，並考量可充分處理之底渣量，故目前本廠設定皮帶速度於 2m/sec。
- (五)渦電流分選機驅動磁極之馬達設定愈高時，磁通變化率愈高，相對回收效果愈好，因此目前本廠設定於 100% 之位置。
- (六)各設備配置以回收廢金屬由大至小規劃具較佳效果，如附件四。