

國內廢棄物資源化技術能力探討

國內隨著經濟與社會的發展，在推動「環境保護」工作方向上，已由「污染防治」逐漸轉移到「資源回收」。因此，從 1990 年代起，關於環保技術研發也同時部分轉移向「資源回收」和「污染物高級處理」等技術來發展。換言之，可預期未來廢棄物資源化之重視程度，而如何應用「適當」技術來進行資源回收工作，就成為關鍵所在。

一般而言，廢棄物經回收集中後必須經過破碎或分選、分離、純化、加工或再利用等程序，最後資源化成為產品或二次料。然而，依實務而言仍要依廢棄物特性來決定其處理程序；或許不須完整地經過前述所有程序，亦能達到資源化的目的。

由於廢棄物包羅萬象，且其性質常因不同之存在狀態（例如氣體、固體、液體、固液混合體（如泥漿狀）等）而有不同的處理方法，其中不乏含有可回收有價物或資源化者。評析目前大部分可回收之廢棄物，仍以固態為主；至於如電鍍廢液、廢油、廢酸、鹼液等液態廢棄物也不少。另外還有如污泥、化學工廠的淤渣等固液混合型態廢棄物。一般而言，要進行資源回收工作前，就必須先設定目標，亦即要決定資源化到什麼樣程度及狀態且不衍生出二次公害問題等。如廢塑膠經粉碎以次級品再利用；或是把廢金屬經過高純度化處理後，當作其它製品的原材料利用；或是把廢棄物再生成化合物的型態，以更高的附加價值，重返市場之列。如依現行技術水準來看，的確已有不少的回收實例能達到資源回收目的。而這些實例中的處理技術，有的是根據既存的技术為基礎，也有的是採納了不少新的處理技術，以期能有效處理更複雜的廢棄物。如就技術方式而言，可概分為濕式、乾式、或是兩者混合的複合處理方式，如溶劑萃取、離子交換、氯化製煉、螯合（chelate）、膜分離、電漿(plasma)、磁選、浮選、比重分選等。

承上所述之技術都是以追求最適化之附加價值為目標，因此技術發展或應用即是關鍵所在。如依其技術型態可概分為：破碎技術、選別技術、脫水技術、乾燥技術、分離技術、熱回收技術、微生物利用技術等，其特點、種類與應用範圍等內容，如表一所示。

表一、廢棄物資源回收技術或設備一覽表

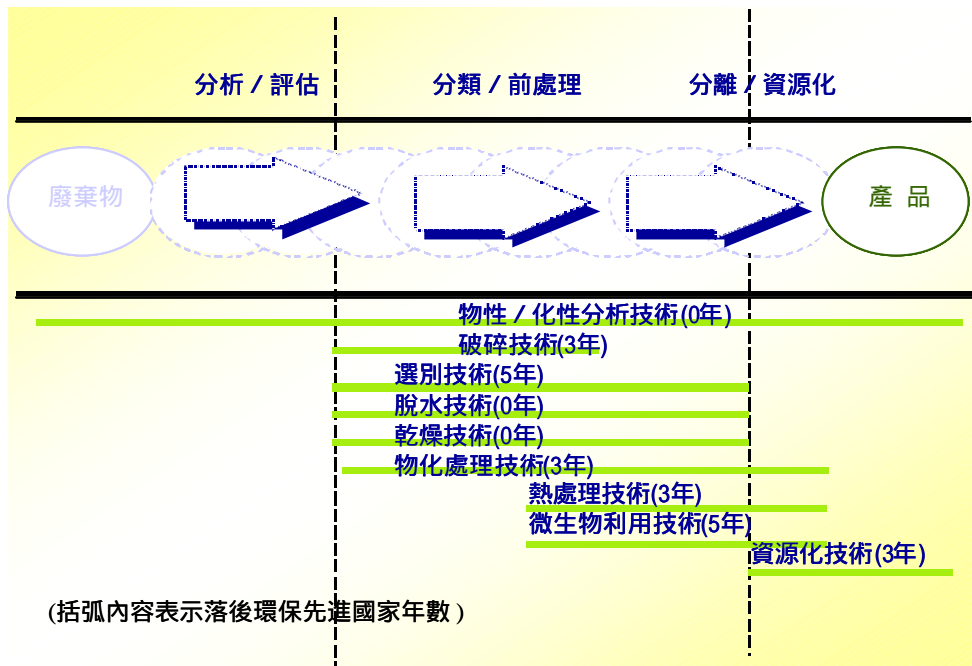
技術或設備型態	特點	技術或設備種類	應用實例或範圍
破 碎 技 術	“破碎”常是處理固態形廢棄物的前處理工作；破碎的目的在於增加視比重(Apparent specific gravity)；增加特定成分物質的分離效率；提高燃燒效果等。	回轉式、切斷式、壓縮式；操作溫度上亦有常溫與低溫之別。	廢塑膠或廢金屬分離等。
選 別 技 術	一般是結合破碎技術來使用；也是掩埋、焚化等步驟的前處理工作。	篩分選別（振動、回轉）、比重差選別（機械式、濕式）、磁性選別（圓鼓式、輸送帶式）、風力選別（縱式、橫式、傾斜式）、渦電流選別（回轉圓板式、傾斜板式）、靜電選別（電暈（corona）放電）等、光學選別（反射光）	視廢棄物所具有之物理、化學等特性而定。
脫 水 技 術	含水量高之廢棄物，在回收再利用初期製程上，脫水處理是極重要的工作。	真空式及加壓式	以動、植物性殘渣及污泥為主。
乾 燥 技 術	主要是利用蒸發方式將廢棄物中殘餘水量去除，其技術應用有助於燃燒完全或提高破碎與選別效率。	直接加熱法；間接加熱法；其他（如利用紅外線、高頻、微波等）	-
分 離 技 術	因為特定物質的分離萃取後，才能精製、濃縮再利用。	蒸發、蒸餾、吸附、溶劑萃取、膜分離、晶析、沈澱、離子交換、超過濾、逆滲透、觸媒利用等。	廢溶劑、廢油類等回收；相片沖洗廢水中回收銀；金屬酸洗液、陽極處理液等回收。
熱 回 收 技 術	利用氧化、還原、生物分解等方式。	焚化、裂解、甲烷醱酵等。	可燃性或可分解性廢棄物。
微 生 物 利 用 技 術	利用好氧性醱酵、厭氧性醱酵、微生物萃取等方式。	堆肥化、甲烷醱酵、萃取等。	可分解性廢棄物。

至於國內目前本土技術能力如表二所示，表中內容乃依廢棄物分類再相對應可行之關鍵技術或設備，同時分別針對其成熟度（如未成熟、成熟等）及實務現況（如待研發、待整合、已商業化等）歸納評析結果。

反觀歐日等資源化產業技術發展趨勢發現，具有特殊分離及材料關鍵技術者(如大型化工公司或新材料研發業者等)及有機械設備整合能力者(如各種資源廢棄物回收、分類、再生設備等製造商)已陸陸續續切入此一新興市場。換言之，資源化關鍵性技術產出往往源於產業既有的優勢基礎工業技術能力，或是因應其特殊本土化條件而發展。舉例而言：日本產業著重上、中、下游之分工，因此衍生了全世界最多且最強的資源化關鍵技術或設備公司，累積極大的技術能力；至於德國具有極優良的基本機械工業，其所發展的各式各樣破碎、分離、熱處理設備則居世界之翹楚。總之，未來朝向分離技術、材料技術及機械設備整合等技術發展方向，將是國內相關業者與單位或研發機構有待努力之處，同時應體認到於發展過程中同時植基於國內本土既有優勢產業技術上之重要性。如再以系統整合能力來分析，歐日等環保先進國家其水準至少領先國內 3 年以上，至於各單項或單元技術領先國內水準如圖一所示。

表二、國內關鍵技術或設備能力分析

廢棄物種類	技術能力 技術或設備	未成熟		已成熟	
		待研發	待整合	待整合	已商業化
廢金屬廢棄物（如廢五金等）	分選		▽		
	精煉			▽	
含重金屬廢棄物（如無機污泥等）	乾式熱處理		▽		
	濕式冶金		▽		
無機非金屬（礦石）類（如焚化灰渣、廢玻璃等）	微粉化	▽			
	燒結熱處理			▽	
泥狀有機廢棄物(如生物污泥、廚餘等)	厭氧醱酵				▽
	好氧醱酵				▽
廢塑橡膠	粉碎加工	▽			
	化學裂解			▽	
液態有機廢棄物（如廢溶劑、廢化學品等）	蒸餾純化				▽
	熱處理				▽
	物化回收		▽		
複合性廢棄物（如廢印刷電路板、廢資訊電器等）	粉碎分選		▽		
	物化分離				▽
	熱處理			▽	



圖一、相關技術應用於廢棄物資源化系統之示意圖(含國內外水準比較)

【以上內容摘錄自「資源化產業發展白皮書」,工研院環安中心/成大資源再生及管理研究中心,中華民國 92 年 7 月】◆

【工業技術研究院環安中心經理 鄭智和】