



財團  
法人

中技社

兩岸能環研究叢書

綠色產業

資源循環再生利用



發行人

潘文炎 董事長  
財團法人中技社

主筆作者

張添晉 教授  
臺北科技大學 環境工程與管理研究所  
專任教授暨工程學院院長

財團法人中技社 出版 / 2012年5月

CTCI FOUNDATION



# 發行者序

---

財團法人中技社 (CTCI Foundation) 於 1959 年 10 月 12 日創設，以「引進科技新知，培育科技人才，協助國內外經濟建設及增進我國生產事業之生產能力為宗旨」。初期著力於石化廠之設計與監建，1979 年轉投資成立中鼎工程公司，承續工程業務；本社則回歸公益法人機制，朝向裨益產業發展之觸媒研究、污染防治與清潔生產、節能、及環保技術服務與專業諮詢。2006 年本社因應社會環境變遷的需求，在環境與能源業務方面轉型為智庫的型態，藉由專題研究、研討會、論壇與座談會等，以及發行相關推廣刊物與科技新知叢書，朝知識創新服務的里程碑邁進，建構資訊交流與政策研議的平台；協助公共政策之規劃研擬，間接促成產業之升級，達成環保節能與經濟繁榮兼籌並顧之目標。

人類發展的歷史就是一段資源開發與利用的過程，在經濟與科技不斷進步的同時，人類也不斷在開發與利用更多的自然資源，卻也同時對寶貴的自然生態造成無法彌補的耗損。鑒於世界資源逐漸匱乏，先進國家紛紛將資源循環及永續發展視為國家重點發展政策，摒棄廢棄物處理的觀念，朝向資源減量循環永續利用之前瞻新思維。而台灣為一海島國家，天然資源缺乏，所需能資源絕大多數仰賴進口，在追求資源永續利用與永續經營的目標下，廢棄物的資源再利用更是需要社會大眾與相關產業共同努力。是以，財團法人中技社於 2011 年規劃「綠色產業 - 資源循環再生利用」議題之研討，現特將此成果彙整成冊，期有助於讀者對資源循環再生產業的瞭解並能身體力行。

財團法人中技社董事長

潘文炎

2012.05

---

# 目錄 *Content*

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第一章、資源再生潛力.....    | 3   |
| 1.1 綠色商機是世界趨勢..... | 3   |
| 1.2 廢棄物的價值.....    | 4   |
| 第二章、從搖籃到搖籃.....    | 13  |
| 2.1 善用有限資源.....    | 13  |
| 2.2 資源循環再利用發展..... | 16  |
| 2.3 資源化帶來的效益.....  | 20  |
| 第三章、資源循環的力量.....   | 55  |
| 3.1 廢棄物再利用的方法..... | 56  |
| 3.2 隨手做環保.....     | 62  |
| 3.3 創新與挑戰.....     | 67  |
| 第四章、台灣的挑戰.....     | 77  |
| 4.1 廢棄物回收狀況.....   | 77  |
| 4.2 再利用面臨的課題.....  | 83  |
| 第五章、未來方向.....      | 91  |
| 5.1 綠色未來.....      | 91  |
| 5.2 永續發展願景.....    | 91  |
| 第六章、結語.....        | 97  |
| 參考文獻.....          | 101 |

# 圖目錄

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 圖 1.2-1 龐大的廢棄物量              | 5  |
| 圖 1.2-2 國內資源回收成效回收率          | 6  |
| 圖 1.2-3 各式綠色標章               | 7  |
| 圖 1.2-4 垃圾分類與回收標誌            | 8  |
| 圖 1.2-5 各類物質的回收再製            | 8  |
| 圖 1.2-6 資源回收再利用流程圖           | 9  |
| 圖 2.1-1 校園推動垃圾分類及資源回收        | 15 |
| 圖 2.1-2 廢棄物再生產品              | 15 |
| 圖 2.2-1 資源回收再利用推動計畫架構        | 19 |
| 圖 2.2-2 資源化產品                | 20 |
| 圖 2.3-1 廢鐵容器回收處理再利用作業流程      | 22 |
| 圖 2.3-2 廢鋁容器回收處理再利用作業流程      | 23 |
| 圖 2.3-3 各式不同顏色玻璃瓶            | 24 |
| 圖 2.3-4 廢玻璃容器回收處理再利用作業流程     | 25 |
| 圖 2.3-5 廢鋁箔包、廢紙容器回收處理再利用作業流程 | 26 |
| 圖 2.3-6 農藥廢容器焚化處理流程圖         | 28 |
| 圖 2.3-7 非塑膠廢容器類資源回收再利用流程     | 29 |
| 圖 2.3-8 廢塑膠容器回收清除處理流程示意圖     | 31 |
| 圖 2.3-9 廢汽車拆解處理流程            | 33 |
| 圖 2.3-10 廢機車拆解處理流程           | 34 |
| 圖 2.3-11 廢輪胎能源利用流程圖          | 35 |
| 圖 2.3-12 廢輪胎物質再利用流程圖         | 36 |
| 圖 2.3-13 溶劑萃取氫化法流程           | 38 |
| 圖 2.3-14 廢鉛蓄電池處理流程           | 39 |
| 圖 2.3-15 直管廢照明光源再利用流程        | 44 |

# 圖目錄

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 圖 2.3-16 非直管廢照明光源再利用流程 ..... | 45 |
| 圖 3-1 國際環境發展趨勢圖 .....        | 55 |
| 圖 3.1-1 鐵罐容器 .....           | 57 |
| 圖 3.1-2 鋁罐容器 .....           | 57 |
| 圖 3.1-3 寶特瓶 .....            | 58 |
| 圖 3.1-4 生活中常見的塑膠容器 .....     | 58 |
| 圖 3.1-5 廢紙回收 .....           | 60 |
| 圖 3.1-6 玻璃再利用產品 .....        | 61 |
| 圖 3.1-7 電子電器產品及其廢棄狀況 .....   | 62 |
| 圖 3.2-1 企業為其塑造環保形象的例子 .....  | 63 |
| 圖 3.2-2 回收材質製成的紙杯 .....      | 63 |
| 圖 3.3-1 生活常見之科技產品 .....      | 67 |
| 圖 3.3-2 使用液晶顯示器之科技產品 .....   | 72 |
| 圖 3.3-3 廢光碟片回收 .....         | 73 |
| 圖 3.3-4 廢手機 .....            | 74 |
| 圖 4.1-1 生活中常見容器 .....        | 78 |
| 圖 4.1-2 廢電子電器及廢資訊產品 .....    | 79 |
| 圖 4.1-3 常見之廢照明光源 .....       | 80 |
| 圖 4.1-4 常見之廢乾電池 .....        | 80 |
| 圖 4.1-5 廢輪胎 .....            | 82 |
| 圖 5.2-1 生態及環境現況綜合指數趨勢圖 ..... | 93 |

# 表目錄

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 表 2.1-1 減少資源消耗及廢棄物減量方法      | 14 |
| 表 2.3-1 廢潤滑油中存有之潛在有害物質及可能來源 | 37 |
| 表 2.3-2 資源化產值計算方式之相關文獻      | 47 |
| 表 2.3-3 公式參數對照表             | 48 |
| 表 2.3-4 非塑膠廢容器資源化產值計算資料     | 49 |
| 表 2.3-5 塑膠廢容器資源化產值計算資料      | 50 |
| 表 3.1-1 塑膠容器的分類及用途          | 59 |
| 表 3.3-1 廢乾電池境外處理機構彙整表       | 68 |
| 表 3.3-2 乾式與濕式廢日光燈處理技術功能比較   | 70 |
| 表 3.3-3 廢照明光源受補貼機構處理情形彙整表   | 71 |
| 表 4.1-1 資源回收認證量統計表          | 77 |
| 表 4.2-1 台灣垃圾減量資源回收策略        | 84 |
| 表 5.2-1 三項代表性永續發展指標比較圖      | 92 |





# 第一章、資源再生潛力





# 第一章、資源再生潛力

全球廢棄物產量日益增加，環境也日趨惡化，從國際間廢棄物管理觀點而言，推動廢棄物資源化以促進資源循環利用，不僅是工業生態環節之根據、產業永續發展的重要環境，更是企業在內創效益與外塑形象之基礎。因此，如何妥善處理廢棄物使其再利用，便成為人人皆應具備的知識，本書期望藉由知識宣導、利弊剖析，讓讀者能夠更加了解廢棄物妥善處理的重要性，也能夠瞭解到廢棄物再利用資源化所能夠達到的極大經濟效益。如以廢電子電器為例，全球每年廢棄量達 5,000 萬噸，聯合國預估至 2020 年時將暴增為 1980 年時的 2 倍。如此龐大的廢棄物量，若沒有獲得妥善的處置，有害廢棄物中之重金屬便會嚴重污染環境，任意焚燒棄置更會造成二次污染；然而，廢棄物與資源是一體兩面的，若將電子廢棄物妥善回收再利用，其中豐富的稀有金屬、稀土金屬元素所具有的價值相當高，如此不僅降低了廢棄物對環境的衝擊，更能從中獲取可觀的商業利益。未來廢棄物管理趨勢也將朝向經濟、社會與環境兼顧之層面發展，以達成永續發展之理念，使廢棄物皆能獲得妥善管理，並發揮其最大的價值。

## 1.1 綠色商機是世界趨勢

近年來，全球暖化已經喚起了國際間前所未有的重視。近世紀人類排放了過量會吸收地球所反射紅外線的二氧化碳等氣體至大氣層中，造成全球暖化，使得冰河及極地冰帽融化、洋流和氣候改變及海平面升高。專家也預估，若世界各國不能在 2015 年前阻止大氣中的二氧化碳濃度突破 450ppm，那麼 21 世紀末全球溫度將較 1990 年代再上升攝氏 2 度，屆時將會有數十億人口因水源枯竭面臨缺水危機，這是相當嚴重的問題。過去的工業經營方式，往往忽略了其所使用的最大資本是由天然資源、生命系統和生態系統所供應的自然資本價值，而把自然資本當作取之不盡、用之不竭的免費資源。今日的產業應該要了解我們的處境，地球上的天然物資是有

限的，人口大量膨脹、物資持續地耗損將致枯竭。因此，若要讓我們能夠永續的發展，減少廢棄物量並有效開創再生能源、再生資源便是必定得積極去發展的目標。

聯合國於 2008 年提出「全球綠色新政」倡議，並於 2009 年表示希望世界各國能共同投資 7,500 億美元，以重振世界經濟，並兼顧環境保護。美國、歐盟及日本等國家已紛紛響應，積極擴大綠色投資，加速發展綠色經濟。為創造我國產業新投資商機，政府已擬具各項具體策略，全力推動發展綠能產業，以掌握全球綠色新政的龐大商機。由於「抗暖化」已成為全球共識，各國對再生能源的投資金額大幅增加。聯合國推動的「全球綠色新政」已得到許多國家的響應，美國在振興經濟計畫中，投入 677 億美元（約 2 兆新台幣）用於發展清潔能源和節能交通；歐盟將在 2013 年之前投資 1,050 億歐元（約 4.1 兆新台幣）發展綠色經濟；東亞地區，南韓則計劃未來 4 年內在綠色經濟領域投資 50 兆韓元（約 1.3 兆新台幣），日本則計劃在 2015 年之前把綠色經濟規模擴大至 100 兆日元（約 36.5 兆新台幣）。根據世界經濟論壇 (WEF) 2009 年 1 月出版之「Green Investment」報告指出，2007 年全球對再生能源投資額為 1,484 億美元，較 2006 年成長達 59%，2008 年雖遭逢金融海嘯，全球對再生能源投資額仍成長 5%，達 1,550 億美元。另根據國際能源總署 (IEA) 預估，2007 至 2030 年全球對再生能源投資累積金額將增達 5.5 兆美元。在在顯示全球對於綠色商機的發展都抱持著很大的信心，也都投入了相當鉅額的投資金額，美國知名綠色科技市場調查公司 Clean Edge 2009 年 3 月出版之「Clean Energy Trends 2009」報告也指出，即使在未來十年，全球綠色經濟的發展仍可望持續維持榮景。

## 1.2 廢棄物的價值

### 一、愈來愈多的廢棄物

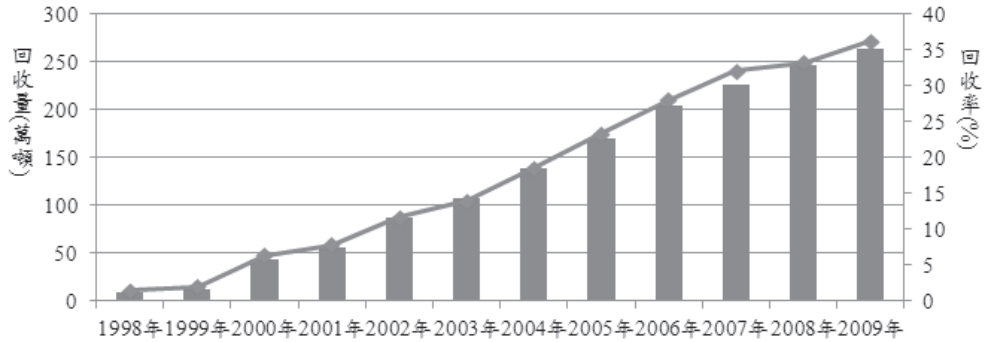
廢棄物日益增加，必須興建更多掩埋場或是焚化爐以處理廢棄物，但是掩埋場佔用土地資源且造成空氣污染，還會引發溫室效應，而焚化爐亦會產生二次污染之問題。有人類的地方就有廢棄物，有廢棄物的地方就有人類，如果廢棄物處理不當，將會造成環境的污染，甚至加重病媒孳生對生命造成威脅。近幾十年來因為人口快速的增長，伴隨經濟活動消費活動的增加，使得廢棄物量大增，若不將廢棄物回收則會使廢棄物量急遽增加，如圖 1.2-1。



資料來源：圖片摘自google

**圖1.2-1 龐大的廢棄物量**

台灣地狹人稠，根據行政院環境保護署（以下簡稱環保署）統計，2011 年台灣之廢棄物清運量約有 756 萬公噸，平均每人每天產生的廢棄物量約為 0.901 公斤。在過去數十年經濟發展下，衍生的廢棄物問題，造成嚴重的環境負荷，如何減少廢棄物產生，善用資源及有效的管理廢棄物，建立一個永續發展的社會，已成為重要的課題。過去政府除致力於掩埋場、焚化廠之興建與管理，以妥善處理各種廢棄物外，自民國 87 年起參考國外垃圾處理的思維，不再強調焚化與掩埋等末端處理，而朝減少資源消耗、抑制源頭廢棄物產生及強調回收再生利用之前端管理，提倡綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，將資源有效循環利用，以逐步達成垃圾全回收、零廢棄之目標。2005 年從 10 個示範縣市開始實施「垃圾全分類、零廢棄行動計畫」，藉由資源分類回收，以期達到家戶垃圾源頭減量之目標，2006 年擴及全國各縣市，在全體國民的努力下，已有豐碩成果。由台灣歷年統計資料顯示，圖 1.2-2 為 1998 年度至 2009 年度各項廢棄物回收量及回收率，回收量及回收率均每年呈上升趨勢，1998 年度回收量為 11.17 萬噸、回收率為 1.24%，以後則逐年增加，2009 年執行機關資源物回收量達 272.1 萬公噸、回收率為 35.2%，較上 (2008) 年增加 22.4 萬公噸 (或 +2.37%)。



資料來源：基管會，2010年

圖1.2-2 國內資源回收成效回收率

## 二、放錯位置的資源

廢棄物只是相對的在某一程序或某一方面上沒有可利用價值，但並非表示此物質在整個生命週期上已達到終點。有可能某一過程所產生的廢棄物，是另一程序所需的原料，所以廢棄物才有「放錯位置的資源」的說法。無法再生的廢棄物，只是暫時沒有將其再利用的方法罷了。因此如何提升廢棄物再利用技術，將廢棄物轉換成可利用的資源，亦成了台灣朝向永續發展首要課題之一。

## 三、綠色生活-廢棄物減量

廢棄物是人類所造成，換個方式來說，廢棄物的源頭就是人類，如果要減少廢棄物的產生，做好源頭的管理與減量也是理所當然，也就是從人類自身的行為著手，而有所謂：「廢棄物減量，人人有責」的口號。21世紀是環境保護觀念崛起的世代，觀念首重環境永續發展，跟人們最直接相關的綠色生活也是要點，更有綠色生活標章的出現，標章代表著「可回收、低污染、省資源」，使人們更加認識綠色生活，也增加接觸的機會。綠色生活、節能減碳行動標章、碳足跡標章與綠色商店標章如圖 1.2-3。

綠色生活代表著「生活簡單，沒有負擔」。其實綠色生活就是以簡單為原則，購買生活用品時，能夠考慮到產品對生態環境的影響，而多選擇對環境傷害少、污染程度低的產品。地球是萬物共同擁有，若人們不快點行動以身作則，恐怕將難以挽回地球環境可能上演的悲劇。



資料來源：環保署，2011

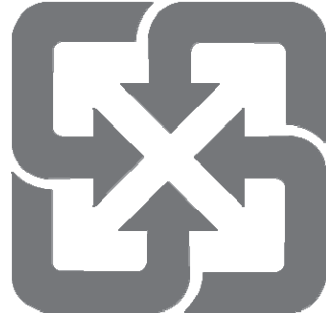
圖1.2-3 各式綠色標章

#### 四、資源的循環-廢棄物回收分類再利用

一般民眾主要所能接觸的廢棄物處理機制就是做好分類。在廢棄物成為垃圾而做最終處理前先行將可以回收再利用的資源物質挑出，並篩除掉有害的物質，以避免造成二次以上的污染。配合政府政策逐步朝向減少最終處理、垃圾零廢棄、環境無污染的最終目標邁進。簡要的垃圾分類與回收標誌如圖 1.2-4。

現今環保機關即藉由所謂的 4R 分別是減量 (Reduction)、再利用 (Reuse)、循

環（Recycle）、回收（Recovery）四個程序達到垃圾減量、資源化再利用及減少環境污染與危害的目的。



資源回收桶：塑膠類、玻璃類、紙類、金屬類  
資料來源：環保署，2011

圖1.2-4 垃圾分類與回收標誌

廢棄物與資源是一體兩面的，原因在於當某一物品的再利用價值大於它的處理費用時，就成了另一種資源。相反的，當其再利用價值小於處理費用時，就成了廢棄物。且若仔細研究會發現垃圾並不全是廢棄物質，相反的可能是一種寶貴的資源。例如廢金屬可以重新煉製，提煉出更純的金屬；玻璃也可以熔融再製；廢紙也可以回收再用，減少樹木砍伐；廚餘也可以堆肥製成有機堆肥、肥料及飼料，如圖 1.2-5 所示。

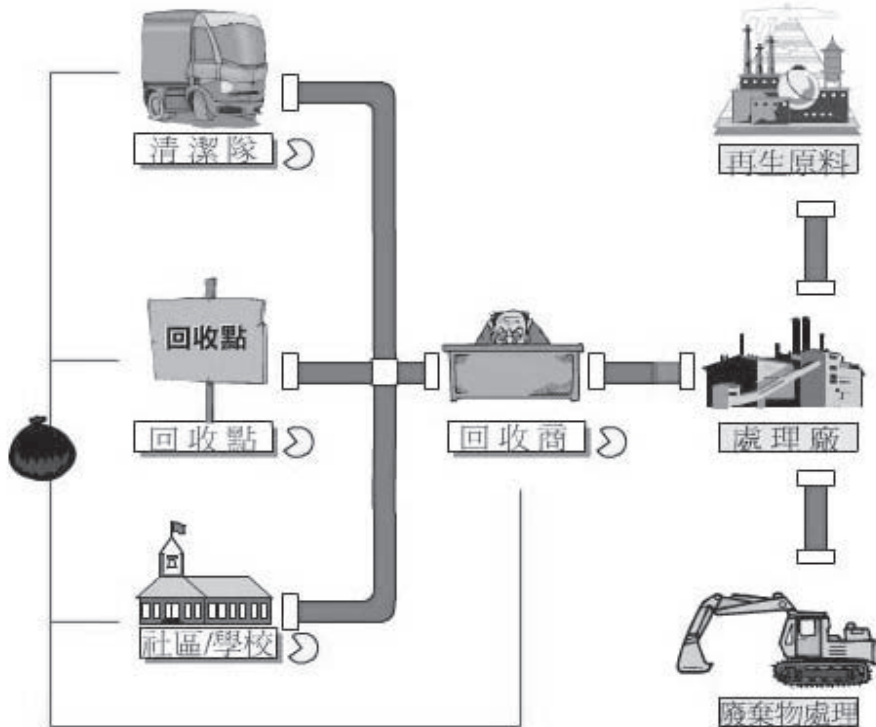


資料來源：圖片摘自google

圖1.2-5 各類物質的回收再製



依環保署資料顯示，廢棄物中可回收再利用物質佔整體垃圾總量約 40%，如果能將這些回收物質充分回收，不但可以減少環境污染、環境負荷、衛生問題，更可以減少垃圾處理所需的費用，還可以再利用回收資源，資源再造重複使用。資源回收流程如圖 1.2-6。



資料來源：環保署

圖1.2-6 資源回收再利用流程圖



## 第二章、從搖籃到搖籃





# 第二章、從搖籃到搖籃

時代變遷和產業迅速發展，隨之而來的就是廢棄物的增加以及環境污染問題，從農業社會型態到目前高科技產業型態所產生之廢棄物正逐漸趨於複雜化，因此於國家「永續發展」政策的考量之下，環保署以「零廢棄」為導向，自 1997 年起推動「資源回收四合一計畫」，結合社區民眾、回收商、地方政府（清潔隊）及回收基金等四者，全面實施資源回收及垃圾減量，將從前的管末處理方式更改為污染預防及源頭管制等方式，並改變民眾之消費形式以減少資源之浪費，進而預期將原本「拋棄型」社會逐漸邁向「循環型」社會，貫徹「從搖籃到搖籃」的永續概念。

## 2.1 善用有限資源

全球為減少產品對環境的損害及其廢棄物的產生，主要因應對策為以鼓勵或強制規定來促進產品環境友善化設計及廢品回收再利用。同時藉由「生產者延伸責任」（Extended Producer Responsibility, EPR）的概念，各國要求產品製造者必須盡量使該產品從原料取得、製程、運輸、使用、廢棄後回收處理的整個生命週期中都避免污染及環境負擔。因此，如何在持續開發以提升人類生活便利的同時，亦能兼顧到環境及能源永續的問題，這不僅是環保團體也是全民共同最關切的議題。一般民眾在家中可先將廢棄物中可回收之資源加以分篩，甚至可先將有害廢棄物予以篩除，進而避免二次污染；另外，於家庭源頭使用端，盡可能選購可回收或重複使用之商品，如印有綠色商標之商品。總而言之，欲達成減少資源的消耗及廢棄物減量，則必須靠政府、民眾與學校之間互相配合，於各方面減量原則如表 2.1-1 所示。圖 2.1-1 為校園推動垃圾分類及資源回收，圖 2.1-2 為廢棄物再生產品。

表2.1-1 減少資源消耗及廢棄物減量方法

| 面向 | 方法   |
|----|--|
| 政府 | <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 推動綠色飲食、綠色消費，資源循環再利用</li> <li>(2) 結合學校、社區、環保團體辦理教育宣導、觀摩研習</li> <li>(3) 利用有線電視、新聞媒體宣導減量相關政策</li> <li>(4) 落實稽查管制作業，建立業者公平合理之繳費制度</li> <li>(5) 推動「資源回收四合一計畫」、暢通回收管道</li> <li>(6) 推動「垃圾強制分類」、以達「垃圾零廢棄」之減量目標</li> <li>(7) 全力推動「廚餘回收」，補助養豬業者相關設備</li> <li>(8) 印製宣傳手冊教導民眾如何將廚餘分類回收再利用</li> <li>(9) 建立中央與地方政府有關回收宣導網頁</li> </ol>       |
| 民眾 | <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 選用玻璃容器，可重複使用節省能源</li> <li>(2) 選用再生紙，多用環保補充包產品</li> <li>(3) 拒用免洗餐具及保利龍碗，自備環保筷、容器及購物袋</li> <li>(4) 確實將垃圾分類，做資源回收，綑綁及分別盛裝</li> <li>(5) 將廚餘先脫水、瀘乾、再投入回收桶</li> <li>(6) 舊衣物、玩具、書籍和親朋好友互相交流，或送給需要機構</li> <li>(7) 選用堅固或使用壽命長之家電用品或家具</li> <li>(8) 自備水壺及少喝包裝飲料</li> </ol>  |
| 學校 | <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 利用週會邀請專家做回收再利用、廚餘回收、垃圾強制分類宣導，增加學生環保常識</li> <li>(2) 舉辦有關回收之作文比賽、演講、創意等比賽</li> <li>(3) 由學生將回收減量、垃圾分類政策告知家長配合</li> <li>(4) 訂定獎勵辦法，鼓勵同學做回收，績效卓著者予以獎勵</li> <li>(5) 以學校作為資源回收中心，結合社區辦理觀摩</li> <li>(6) 不販賣垃圾食品、飲料以維護學生健康，並減少各類廢瓶罐的產生</li> <li>(7) 鼓勵學生多喝白開水，提供乾淨又安全的飲用水或自備開水</li> <li>(8) 營養午餐不使用免洗餐具，鼓勵學生自備餐具，衛生又減少垃圾產生量</li> </ol> |

資料來源：修改自陳駿祥，一般家庭廢棄物政策成效之研究，2006



資料來源：圖片摘自google 圖2.1-1 校園推動垃圾分類及資源回收

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
|                                |                         |
| <p>透過玻璃分類分色，更可創造出不同形色的玻璃藝品</p> | <p>玻璃回收再利用除應用在道路鋪面上</p> |
|                                |                         |
| <p>印刷電路板粉末與廢棄玻璃工藝製品</p>        | <p>廢玻璃工藝製品</p>          |

資料來源：圖片摘自google 圖2.1-2 廢棄物再生產品

## 2.2 資源循環再利用發展

早期資源回收之形式乃由拾荒業者回收固體廢棄物中具經濟價值之物質，包括廢紙、廢金屬、廢玻璃等，回收之廢棄物販售予中盤商，經由大盤商與中盤商收購，最終輾轉售予工廠，自成一套回收體系，政府為積極推動資源回收工作，以及預防拾荒業者於回收過程對環境造成污染，遂於廢清法中增定第十條之一，對於資源回收之工作加以規範，於是政府正式介入資源回收之工作，自 89 年起為配合廢棄物減量策略，及因應全球能資源逐漸匱乏政府開始積極推廢棄物資源回收利用，並推動資源再生產業的發展。以下針對台灣資源循環再利用制度歷史沿革、再生資源回收模式、四合一回收體系、資源回收管理基金管理委員會之運作、資源回收管理回收現況，研析台灣再利用制度與發展現況。

### 一、台灣資源循環再利用制度歷史沿革

台灣資源回收制度發展沿革，隨著經濟環境與產業結構之變化而演繹，其進化過程大致可分為四個時期，以下為四個時期之介紹：

#### (一) 第一時期：1988 年 11 月 11 日廢棄物清理法修正前。

政府或相關法規對於回收項目及回收處理行為並無特別規範，純然由傳統的拾荒、古物回收系統自主回收。由一般家戶或民眾生活中所產生的廢棄物是否會被加以回收，其主要決定條件在於廢棄物本身是否具有回收再利用價值，且其再利用價值是否高於將之回收處理再利用之成本，若回收業者可由其中獲得利潤，藉由自由市場運作機制，該類廢棄物自然形成回收管道及交易市場。特別是在我國經濟起飛及國民所得提高前，一般民眾為了補貼家用，都沿襲了惜福愛物的傳統習慣，會自動將具有市場價值的廢棄物加以分類，並販售予拾荒者或古物商。

本時期於廢棄物清理法條制度下，建立 5 項主要之回收項目，為廢紙、廢鋁(容器)、廢鐵(容器)及其他廢金屬等，另如廢玻璃容器之回收主要用途為清洗後用於再填充商品。

#### (二) 第二時期：1988 年 11 月 11 日廢清法修正後至 1997 年 3 月 28 日廢清法再次修正前。

由廢清法的修正，增訂了第 10 條之 1 及第 23 條之 1 相關條文，確定援引「延伸生產者責任制」(Extended Producer Responsibility, EPR)，由環保署逐項公告應回收之物品或容器，並要求公告應回收之物品或容器的製造及輸入業者負擔回收清除處理之責；另就各項公告應回收的物品或容器分別訂定該項目之回收清除處理辦法，



規範製造及輸入業者應遵循之責任，同時，政府也鼓勵相關業者組成「共同回收清除處理組織」（以下簡稱「共同回收組織」），各項回收清除處理辦法並規定業者參加共同回收清除處理組織，所應繳納之費用（費率），應先報請中央主管機關核定；此外，逐年公告各類物品或容器應達成之回收率目標，要求業者達成，未能達成者依廢清法第 51 條之 1 規定處以罰鍰，並就連續 2 年未達成回收率目標者，得公告以「押金制」（或稱「押金返還制度」，deposit-refund system）回收，寶特瓶即為最先被公告採行「押金制」回收之項目。

至 1996 年底，由環保署公告為應回收之一般廢棄物者計有廢鋁罐、廢鐵罐、廢玻璃容器、廢寶特瓶、廢塑膠容器(PVC、PE、PP、PS發泡、PS未發泡)、廢紙容器(紙餐具、紙盒包)、廢鋁箔包、環境生用藥廢容器及農藥廢容器等廢容器類，廢物品類則有廢輪胎、廢潤滑油、廢鉛蓄電池、含水銀廢電池及廢機動車輛等。

(三) 第三時期：1997 年 3 月 28 日廢清法修正後至民國 1998 年 7 月 1 日。

此階段為資源回收制度之轉型階段，環保署將廢清法第十條之一作大幅度修改，以配合推動資源回收「全民參與回饋式四合一資源回收計畫」之改革計畫，正式介入資源回收工作，藉由制度面及法令面之調整，結合社區民眾、地方政府、回收處理業者及回收基金，共同推動資源回收工作。

計畫推動後陸續成立 8 個資源回收管理基金管理委員會，各基金管理委員會委員係由學者專家與應負回收清除處理責任之製造輸入業者（以下簡稱責任業者）代表所組成，責任業者代表超過半數，主任委員則由環保署署長指定學者專家擔任，具有半官方性質，同時謀求業者的共同合作。本次廢清法第 10 條之 1 修法內容，明定前一時期之共同回收組織依法將賸餘之回收清除處理相關費用，依其材質項目移撥至各基金管理委員會，並不得繼續從事廢棄物回收業務之營利行為。另責任業者應向各基金管理委員會辦理責任業者登記、申報營業量及進口量，並繳納回收清除處理費，作為資源回收管理基金，基金集中委由金融機構收支保管及運用；回收清除處理費費率係由環保署成立費率審議委員會審議公告實施，補貼費則由各基金管理委員會訂定，報請環保署備查；此外，為確認實際回收處理成效，並杜絕第二時期回收率造假疑慮，環保署委託稽核認證公正團體就應回收廢棄物之回收處理數量及品質加以查核認證，並為各基金管理委員會核發回收清除處理補貼費之依據；另，環保署亦得派員或委託適任人員或會同執行機關查核。

環保署 1997 年 8 月 4 日公告之應回收廢棄物項目計有：廢鐵容器、廢鋁容器、

廢玻璃容器、廢紙容器(包括紙盒包及紙製免洗餐具)、廢鋁箔包(含紙、鋁箔及塑膠材質)、廢塑膠容器(不含塑膠袋,包括聚乙烯對苯二甲酸酯【PET】、聚苯乙烯【PS】--發泡、聚苯乙烯【PS】--未發泡、聚氯乙烯【PVC】、聚乙烯【PE】、聚丙烯【PP】及其他塑膠)、含水銀廢電池、廢機動車輛(包括汽車、機車)、廢潤滑油、廢輪胎、廢鉛蓄電池、農藥廢容器等,與第二時期之回收項目並無差異,之後陸續增加公告「四機一腦」,即廢電子電器(包括廢電視機、廢電冰箱、廢洗衣機、廢冷、暖氣機)與廢資訊物品(包括廢主機板、廢電源供應器、廢機殼、廢硬式磁碟機、廢筆記型電腦及廢監視器等)。

(四) 第四時期：1998年7月1日起迄今。

立法院審查環保署87年度預算案所作成之附帶決議,除要求將資源回收管理基金改納入政府預算辦理,並接受立法院監督外,並要求將資源回收管理基金按一定比例區分為「信託基金」及「非營業基金」。「信託基金」用途主要為用於補貼回收處理業者,以建立經濟誘因,而「非營業基金」之主要用途則包括:稽核認證、責任費業者管理查核、補助地方政府代清理費用、補助獎勵民間團體社區學校、研究調查、宣導教育及其他行政管理費用等。環保署整合8個基金管理委員會成立了「資源回收管理回收管理基金管理委員會」(以下簡稱基管會),置委員17夫至23人,主任委員由環保署署長兼任,並由署長指定副署長一人兼任副主任委員,其餘委員由環保署長就政府機關代表、工商團體代表、學者、專家及社會公人士等遴聘之,任期二年,期滿得續聘之,均為無給職。責任業者應繳納之回收清除處理費費率係由環保署基管會提送費率草案予費率審議委員會審議後,由環保署公告實施,補貼費亦由環保署(基管會)訂定公告之;延續上一時期,稽核認證制度持續實施,以確認實際回收處理成效,並成立「稽核認證團體監督委員會」,監督各稽核認證團體之稽核認證作業;而責任業者管理查核部分,則委託專業會計師事務所查核責任業者之營業量(或進口量)相關帳籍憑證,並追繳匿報短繳之回收清除處理費;另為鼓勵地方政府及執行機關加強推動資源回收宣導及應回收廢棄物之回收工作,編列預算補助地方政府購置資源回收車輛及相關機具,設置資源回收分類貯存場,以及對轄內社區民眾、學校、機關、團體執行資源回收相關宣導作業,環保署並逐年頒訂考核計畫,以考核結果之優劣,酌予調整補助經費額度。

為將產品生命週期之概念,從源頭設計、製造、使用至回收與再利用作全面性之規劃,環保署於2005年推行「資源回收再利用推動計畫」,以促進全國各部會全

面性之資源回收再利用行動，其執行計畫內容中，實施策略及執行措施包含八大項，其計畫之架構如圖 2.2-1 所示。

世界上許多國家，已逐漸轉向可持續性的策略，強調廢棄物減量、分類和再利用，其目的為了減少廢棄物之處理量。經由政府所制定或推行之政策，預期減少廢棄物產生並且以宣導方式來教導民眾如何隨手做環保，及輔導事業單位所產生之廢棄物處理標準，後續章節將分別介紹各種能使廢棄物增加其附加價值之處理技術與一般民眾均能配合隨手做環保之方式。例如廢資訊與家電產品經回收再利用後，可從中得到貴金屬成分，其他殘餘物可再製成高附加價值之招財吉祥物，如貔貅或唐三彩，如圖 2.2-2 所示。

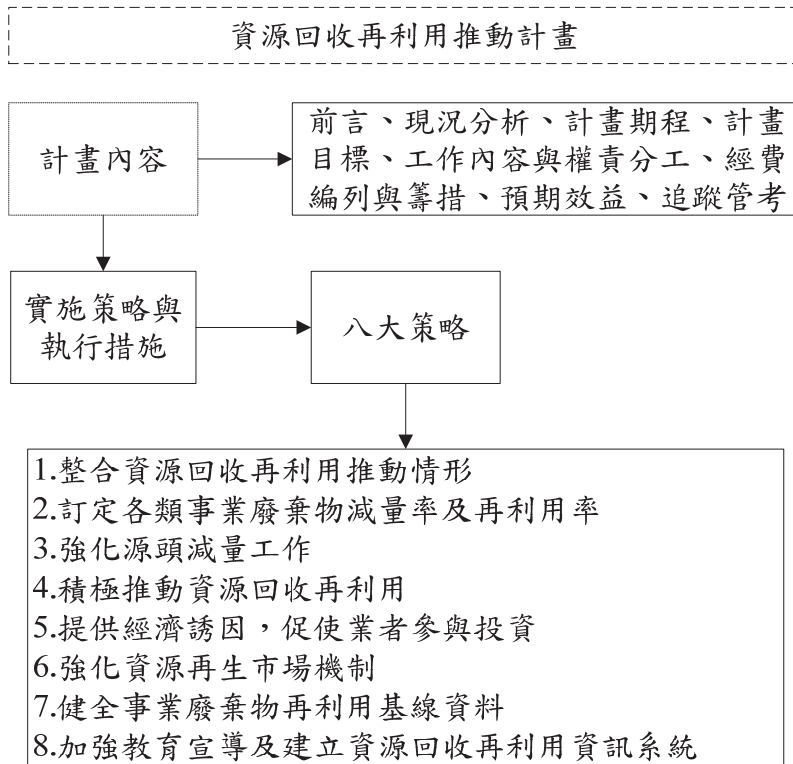


圖2.2-1 資源回收再利用推動計畫架構

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>貔貅</p>   | <p>唐三彩</p>   |
|  |  |
| <p>回收金屬 - 鋁</p>   | <p>回收貴金屬 - 銀</p>   |

圖2.2-2 資源化產品

### 2.3 資源化帶來的效益

現今環境管理重點已逐漸由過去傳統之管末處理轉成由源頭管制之觀念，廢棄物減量及綠色產業推廣即成為政府及產業努力之目標。資源再生利用為國際環保趨勢，各國皆以「資源有效利用」作為環境政策的新方向與環保施政重點。推動資源化產業將廢棄物資源化再利用，不僅可提高資源循環與廢棄物附加價值，亦可創造實質之經濟效應，並同時減輕環境汙染之負擔。因此，針對台灣公告應回收之十四項容器及物品每年近達 48 萬公噸廢容器量、50 萬輛廢汽機車、10 萬噸廢輪胎、3.8 萬噸廢鉛蓄電池、178 萬件廢電子電器及 355 萬件廢資訊物品之龐大廢棄物量，若能夠有效資源化再利用，其所能帶來之經濟效益必定相當可觀。

台灣現行公告應回收十四項容器及物品回收處理體系以「行政院環境保護署資源回收基金管理委員會」執行運作，本節主要針對台灣十四項容器及物品回收處理體系運作模式及回收處理再利用現況基本資料進行介紹。

### 一、廢容器類再利用現況

廢容器類依其材質特性主要可分為非塑膠廢容器類與廢塑膠容器類二大類，以下個別針對其再利用現況進行說明。

#### (一)非塑膠廢容器類

##### 1.廢鐵容器類

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢鐵容器回收業共計 241 家，處理業為 7 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢鐵容器稽核認證回收量約為 4.8 萬噸。

廢鐵容器於回收處理再生流程中，因其表面之塗漆印刷及夾雜雜質，若未經妥善處理即送入煉鋼廠作為煉鋼原料，易發生爆炸且增加空氣污染，且馬口鐵冶煉僅能製成鋼鐵廠的低階產品，造成鋼鐵廠回收處理廢鐵容器意願逐年降低。

因此，為暢通廢鐵容器回收處理管道並且有效提高廢鐵容器再生料之經濟價值，台灣自 2005 年起即規範廢鐵容器處理方式改由粉碎分類處理廠先行作預前破碎處理，將廢鐵容器表面塗料及印刷去除後再投入煉鋼廠冶煉純化。此政策不僅解決煉鋼廠直接處理廢鐵容器所造成之空污問題，有效降低鋼鐵廠戴奧辛排放濃度，且所完成處理之碎鐵再生料品質優良，能夠減少 80% 廢鐵容器所含雜質，再生料產出率均在 85% 以上，粉碎處理後碎鐵再生料附加價值提高，收購價格由每公斤 4 元增加為每公斤約 8 元，有效提高廢鐵容器循環再生經濟價值。惟目前廢鐵容器現行資源化價值仍低於回收處理成本，因此需回收處理基金之補貼費率制度才可確保回收處理體系之穩定運作。廢鐵容器回收處理再利用作業流程如圖 2.3-1 所示。

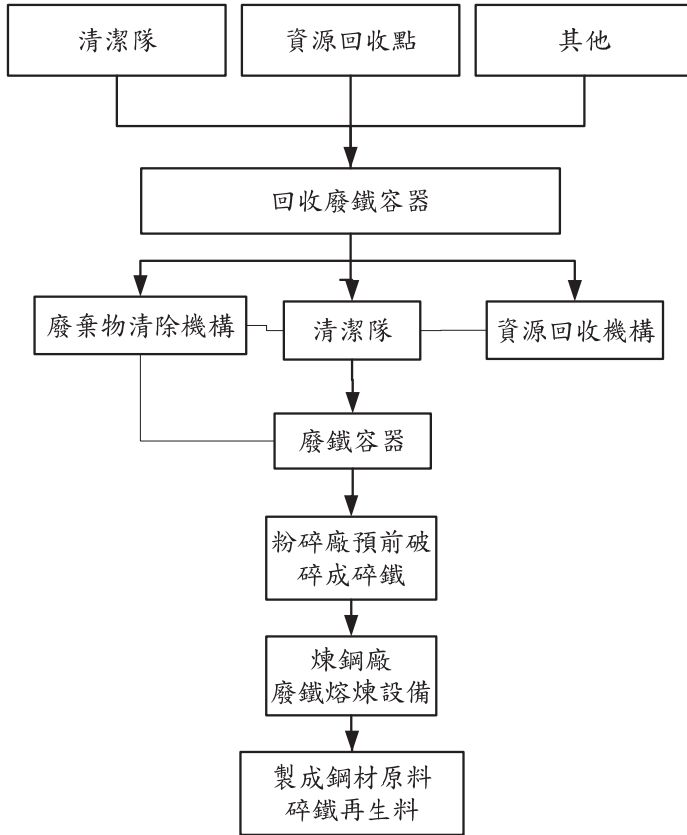


圖2.3-1 廢鐵容器回收處理再利用作業流程

## 2.廢鋁容器類

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢鋁容器回收業共計 233 家，處理業為 5 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢鋁容器稽核認證回收量約為 0.6 萬噸。

廢鋁容器來源眾多，主要回收管道可分為定點回收、個體回收與約定回收，其中以定點回收之成效為最佳。然而廢鋁容器於再生料市場中屬於高價資源物料，故部分廢鋁容器經收購後即直接出口未進入回收體系，主要出口至中國大陸與東南亞。另外台灣廢鋁容器之進入體制認證回收率低，但經評估結果得知其實質回收率高，顯示由於廢鋁容器再生料價值高，回收效益大於回收成本，即使將廢鋁容器解除列管，其回收處理體系仍可自行穩定運作。

廢鋁容器再利用方式主要為重新熔鑄後再出貨為金屬製品，亦或是熔煉成鋁合金錠，因此廢鋁容器亦常與矽、銅、鎂、鋅、錳等金屬一起投料熔煉製成不同特性之鋁合金錠。其過程先經分類滾筒過篩磁選再進入熔解爐進行重熔處理，再經由燒鑄設備產生所需之鋁合金錠，售予中、下游業者製成各式鋁製品。廢鋁容器回收處理再利用作業流程如圖 2.3-2 所示。

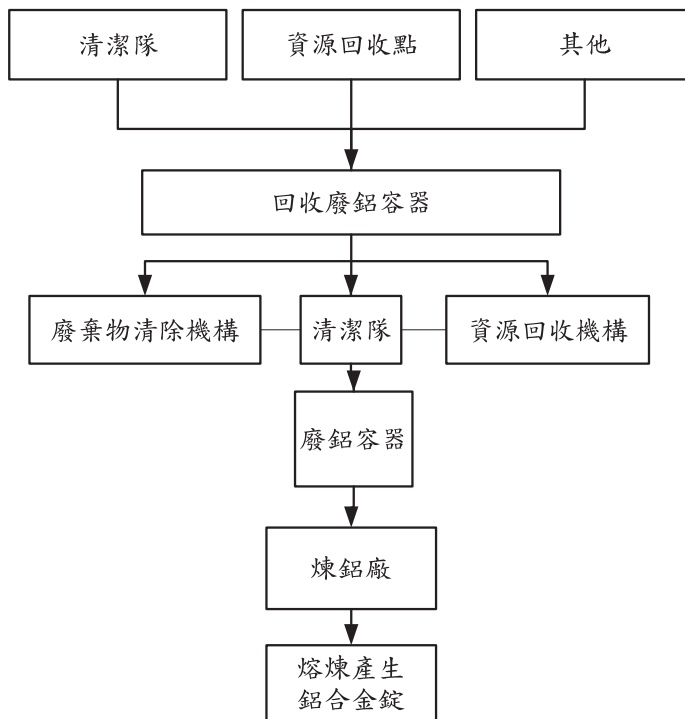


圖2.3-2 廢鋁容器回收處理再利用作業流程

### 3.廢玻璃容器類

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢玻璃容器回收業共計 143 家，處理業為 18 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢玻璃容器稽核認證回收量約為 19.6 萬噸。

廢玻璃容器回收後需經分色程序才能作為一般玻璃窯爐之進料，若於回收作業時未進行分色，將影響後續再利用管道及再利用成品之價值。容器玻璃為最適合再生之廢玻璃種類，在成分上並無顯著差異，僅有顏色上之區別，大致可分為褐色、綠色、無色 (或稱白色) 及雜色等 4 類，各式不同顏色玻璃瓶如圖 2.3-3 所示



無色玻璃瓶

資料來源：圖片摘自google



綠色玻璃瓶



褐色玻璃瓶

圖2.3-3 各式不同顏色玻璃瓶

台灣廢玻璃容器受補貼機構回收廢玻璃容器時，即以上述 4 種顏色進行分類，其中白色因無瓶色考量因素，除可直接再製容器外，亦可做為其他顏色容器摻配使用，回收再利用價值較高。褐色廢玻璃則以再製褐色瓶為主，由於市場上使用褐色瓶數量多，因此再利用價值僅次於無色；綠色及雜色廢玻璃容器回收後，以少量摻配 (小於 10%) 方式，於製造有色玻璃瓶時摻配使用。亦有受補貼機構利用綠色玻璃瓶屑製造亮彩琉璃或將雜色玻璃破碎後販賣供其他業者 (如地磚製造) 使用，此部分使用量約佔總回收量 20%。

台灣於推動資源回收四合一制度之初，一年回收量不到 5 萬公噸，在民眾、環保團體、回收業者、處理廠及地方政府通力合作，且研發再利用技術用途與鼓勵玻璃容器製造業者取得「回收玻璃容器再生品」環保標章，提高玻璃屑投爐比例。每回收一支 600 毫升玻璃瓶，可節省約 0.8 度用電量，其所節省的能源可點亮 100 燭光的燈泡 4 小時。目前台灣廢玻璃的回收率達 84%，年回收量超過 19 萬公噸，每年所



節省之用電量，約可使 310 萬餘戶家庭用電 1 個月，相當於約 4 億 3430 萬度電，省能效益相當大。而近年來在環保署與業者的研發及應用推廣後，已將廢玻璃廣泛應用於環保建材上，可添加於磁磚、紅磚、植草磚、透水磚、輕量骨材、壁面鑲嵌、綴飾建材、玻璃串珠飾品、人行道鋪設及瀝青鋪路等，呈現廢玻璃過去與現在不同的再利用管道。廢玻璃容器回收處理再利用作業流程如圖 2.3-4 所示。

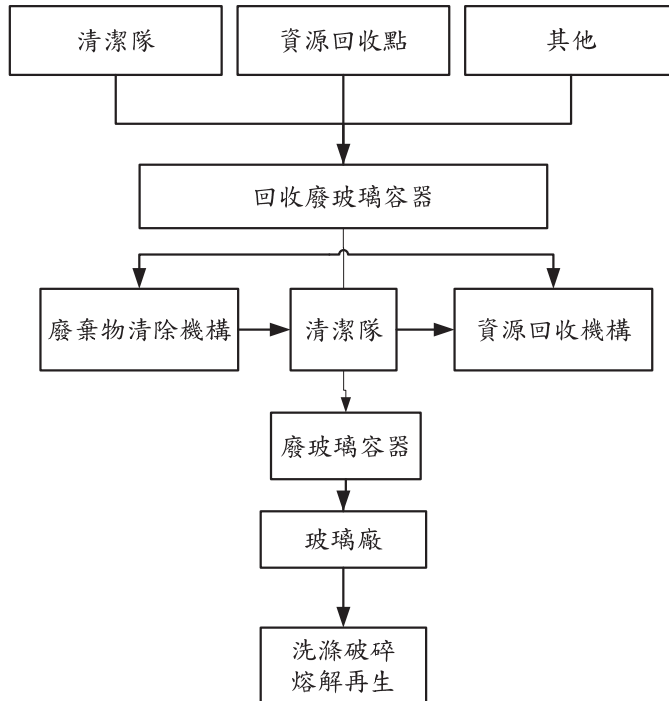


圖2.3-4 廢玻璃容器回收處理再利用作業流程

#### 4.廢鋁箔包類、廢紙容器類

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢鋁箔包回收業共計為 193 家，處理業為 4 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢鋁箔包稽核認證回收量約為 0.67 萬噸；廢紙容器回收業共計為 200 家，處理業為 4 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢紙容器稽核認證回收量約為 0.41 萬噸。

鋁箔包容器包含有紙、聚乙烯及鋁箔等 3 種材質，其中紙約佔 75%，聚乙烯約佔 20%，鋁箔約僅佔 5%，而由於廢鋁箔包是由該 3 種材質結合而成，因此公告為不易清除處理及含長期不易腐化成份之應回收廢棄物；廢紙容器的回收處理流程與一

一般廢紙的處理大致相同，但因為廢紙容器中通常還含有 PE 薄膜及油脂等雜質，所以需先經較長之散漿時間及過濾處理，有時為增加 PE 薄膜與紙纖維之有效分離，需要另外作加溫處理，且同時廢紙容器處理之廢棄物產生量也較一般廢紙多，這些額外支出之成本皆會影響紙廠處理意願。

環保署自 1994 年起即開始進行鋁箔包及廢紙容器回收工作，目前可以納入資源物交由資源回收車回收之廢紙類包括一般廢紙品（如：報紙、書籍、紙箱、紙盒等）、鋁箔包及紙容器（如：牛奶紙盒、紙餐盒等）等項目，由於其材質中含有紙、聚乙烯、鋁箔等 3 項物質，於後端再生處理時，往往需要較長時間進行散漿及去除污渣等處理程序。為提昇廢鋁箔包及廢紙容器回收及再利用比率，2009 年國內環保署積極輔導廠商引進「鋁塑分離技術」，將飲料紙盒處理後衍生之鋁塑紙漿渣、鋁箔等廢棄物，變身為可循環再利用之塑膠粒子及鋁粉，使廢鋁箔包及廢紙容器之再利用比率由 60% 提高至 87%。廢鋁箔包、廢紙容器回收處理再利用作業流程如圖 2.3-5 所示。

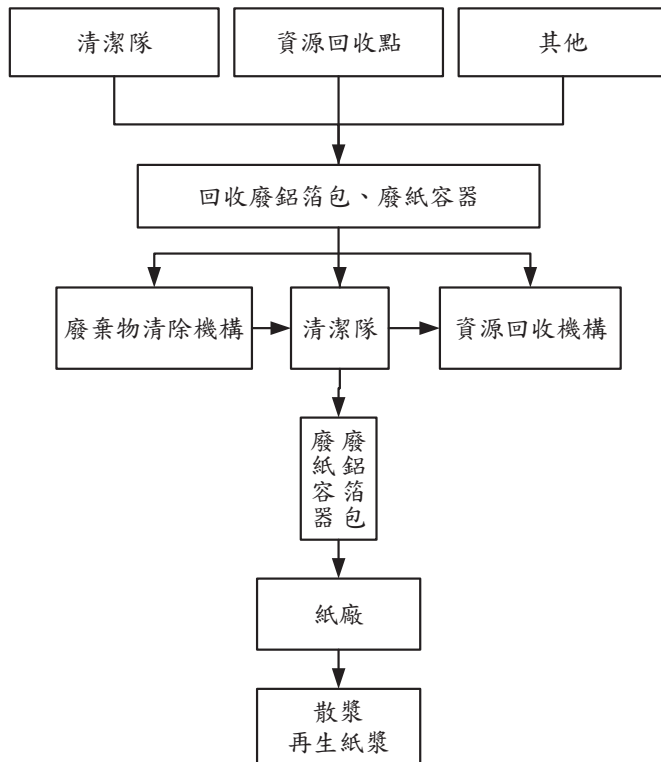


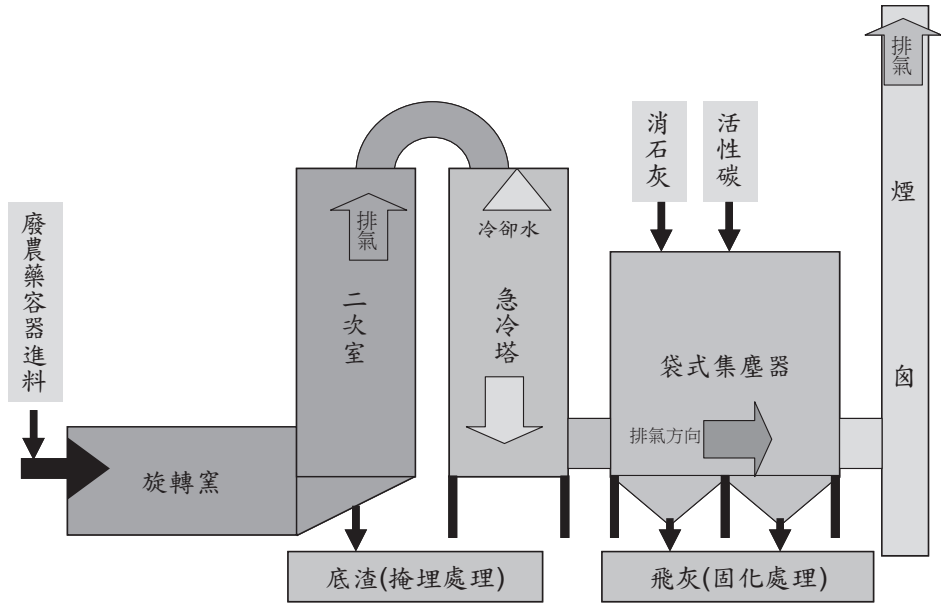
圖2.3-5 廢鋁箔包、廢紙容器回收處理再利用作業流程

### 5.農藥廢容器類

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國農藥廢容器回收業共計 64 家，處理業為 1 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年農藥廢容器稽核認證回收量約為 913 噸。

農藥廢容器類包括農藥、藥物及藥品之容器等，現階段農藥廢容器之可行處理方式包含 (1) 破碎清洗後回收；(2) 收集後洗瓶納入一般容器處理；(3) 甲級焚化廠處理等 3 種。過去曾由 (1) 污染防制需求、(2) 技術可行性、(3) 回收再利用效益評估及 (4) 人體危害等 4 個面向進行評估何種處理方式較適合處理農藥廢容器類；據資料顯示，委由甲級焚化廠於處理污染防制需求及人體危害等 2 項評估面向中，皆與破碎清洗後回收相同，但於處理效率方面焚化處理業每日最高可處理 12 噸，可應付突然大量農藥廢容器進廠情形，較破碎清洗後回收佳。因此整體評估結果顯示，委由甲級焚化廠進行熱能回收再利用為目前農藥廢容器最適處理方式。農藥廢容器焚化處理程序為破碎後由輸送帶送入進料口，再以旋轉窯焚化爐進行焚化，中後段爐體 960~970℃，末段溫度維持於 850~900℃，爐內停留時間約 2 小時，排出後至底渣收集槽，最後送至掩埋場最終處置。廢氣則經二次室、急冷塔，再以袋式集塵器及活性炭冷卻、收集飛灰後排出。農藥廢容器焚化處理流程如圖 2.3-6 所示。

由於台灣現階段農藥廢容器處理量能不足，為解決此一問題，台灣環保署於 2009 年 5 月 12 日公告「農藥及特殊環境用藥廢塑膠容器以焚化方式處理作業要點」，實施期間將於 100 年 4 月 30 日屆期，然考量若有意願業者投資設置物質回收處理廠，需耗費相當期間進行廠區規劃及興建工程等事宜，所以國內環保署延長「農藥及特殊環境用藥廢塑膠容器以焚化方式處理作業要點」的實施期間至 2013 年 4 月 30 日止，以銜接農藥廢容器採焚化處理的短期因應措施，避免發生農藥廢容器處理管道受阻之情形。



資料來源：綠大實業股份有限公司

圖2.3-6 農藥廢容器焚化處理流程圖

台灣公告應回收之廢容器類中，除農藥廢容器外皆已有發展一定程度之再生技術且制度及體系完善，非塑膠廢容器類資源回收再利用流程彙整如圖 2.3-7 所示。

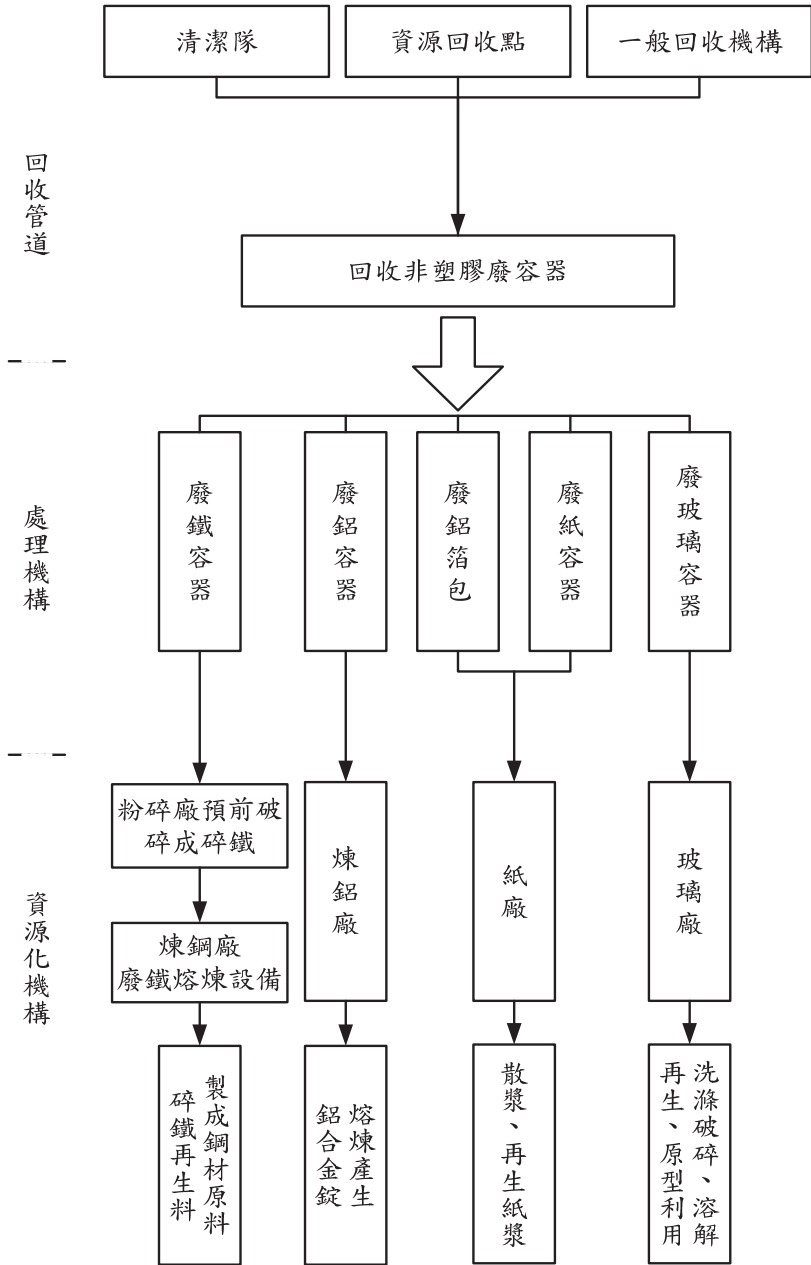


圖2.3-7 非塑膠廢容器類資源回收再利用流程

## (二)廢塑膠容器類

### 1.廢塑膠容器類

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢塑膠容器回收業共計 223 家，處理業為 24 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢塑膠容器稽核認證回收量如下所示：PET 為 9.7 萬噸、PVC 為 0.15 萬噸、PP/PE 為 7.1 萬噸、PS 未發泡為 0.6 萬噸、PS 發泡為 0.15 萬噸。

廢塑膠容器類材質種類相當多，包括 PET、PVC、PP、PE、PS 等，經回收商細分類後，將各類塑膠容器分別壓縮打包，載往再生處理廠，經過粉碎、清洗、乾燥等過程後，其中 PET 材質可直接運往下游再生工廠或紡織廠，進行抽絲及紡織等再生製品生產；其餘材質如 PVC、PP、PE、PS 等，需先送到造粒廠，經造粒後製成二次塑膠原料，然後這些再生原料經射出成型或壓模等過程後，製成各式再生塑膠製品。其中造粒工廠，往往依據下游再生工廠需求或訂單，加以配料造粒，包括視需要而去摻配部分新料等，而白料與色料之分別造粒處理，也有利於後端再生利用，這需要在回收場及粉碎廠時就先加以分離，通常白料價錢比色料來得高。在廢塑膠容器粉碎廠之處理流程中，PET 粉碎程序通常為獨立的一條生產線，確保不會與其他材質混料，否則於後端抽絲或抽聚酯棉時，易產生斷線狀況。至於其他材質則可於不同時段交替共用一條生產線。

台灣 2009 年各種廢塑膠容器回收再利用率：PET 為 83.7%、PP/PE 為 90.4%、PVC 為 92.5%、未發泡 PS 為 92.4%、發泡 PS 為 76.4%。PET 廢塑膠容器經粉碎、浮選及脫水等處理後，可直接提供下游再生工廠或紡織廠，以抽絲及紡織等再生製品之生產作業進行再利用；而未發泡 PS 廢塑膠容器經粉碎、洗滌分選及脫水處理後，以造粒方式製成二次塑膠原料，此再生原料經射出成型或壓模等過程，即可製成各式塑膠再生產品。由於資源循環有效再利用亦減少了原料使用，相當符合「節能減碳」之環保目標，以寶特瓶容器為例，使用 1 噸回收寶特瓶所產生之 PET 再生料，約可比較使用 PET 新料減少 0.59 噸 CO<sub>2</sub> 排放量，環保及經濟效益兼具。2010 年在台灣回收了約 19 萬公噸的廢塑膠，減少了垃圾處理成本約 3.8 億元，更創造了 45 億元產值之再生料。目前廢塑膠容器之資源回收清除處理流程如圖 2.3-8 所示。

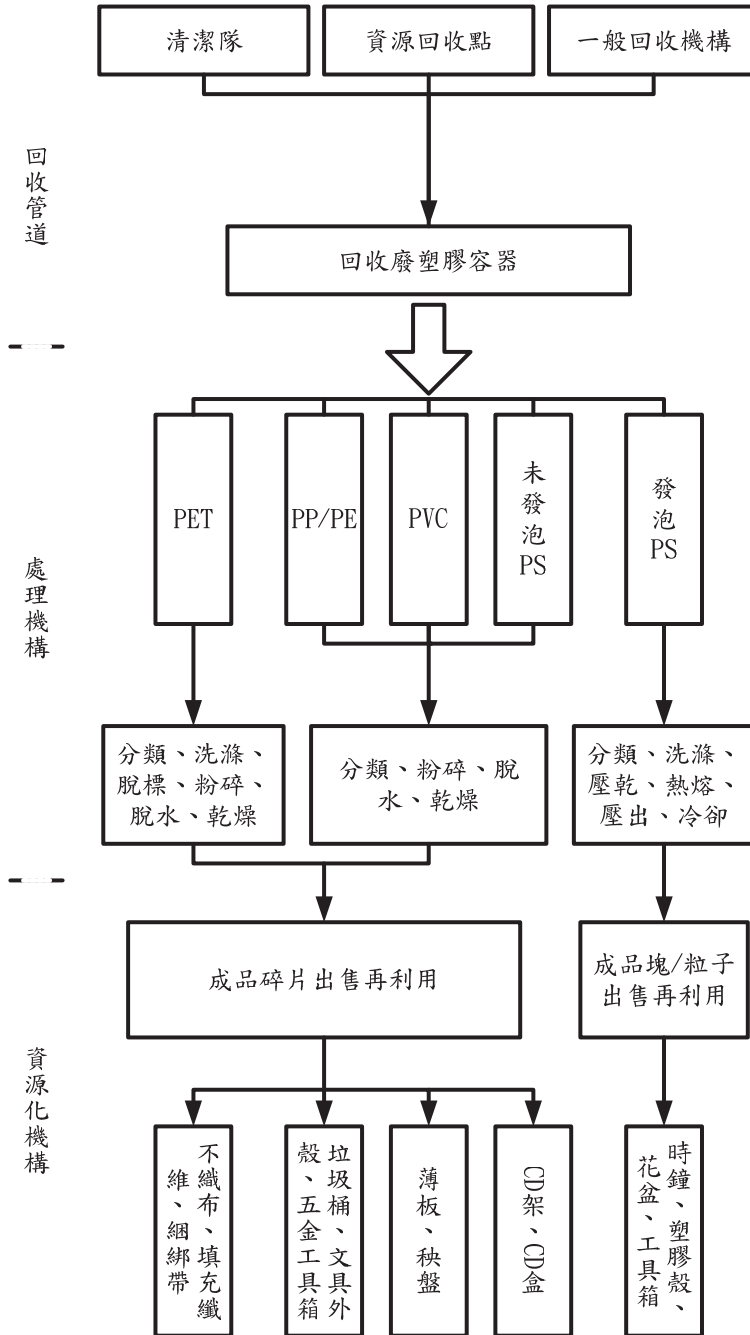


圖2.3-8 廢塑膠容器回收清除處理流程示意圖

## 二、廢物品類再利用現況

### 1. 廢乾電池

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢乾電池回收業共計 149 家，處理業為 9 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢乾電池稽核認證回收量約為 0.4 萬噸。

由於廢乾電池中含有多種重金屬，如鋅、錳、鎳、鈷、鐵，以及對環境危害相當大的汞、鎘等重金屬，若不妥善處理，對人體健康及生態環境皆會造成危害。而目前台灣是參考歐盟廢電池指令，將「廢乾電池回收貯存清除處理方法標準」訂定資源回收再利用之比例，依電池種類不同而有所不同，屬鎳鎘電池者需達 75% 再利用比例，若為其他種類者則需達 50%。

目前台灣廢乾電池回收處理再生流程為於各回收點回收廢電池後，回收車便會送至廢電池儲存場並加以分類，分為筒型電池、鎳鎘電池、鎳氫電池、鋰電池、鈕扣型電池等，分類後之廢電池再以境外輸出方式送至國外 OECD 國家處理，主要輸出國家為法國、德國及比利時。而現行台灣已取得受補貼資格之處理廠，目前多是採破碎分選或熱處理法處理廢乾電池。再利用部分由於電池非單一材料，無法以人工方式亦或簡易機具進行完全拆除及分離，因此再利用處理過程較為複雜，所得再生料種類及純度亦仍有進步空間，對於後續再利用通路及販售價格影響甚大。而台灣再利用處理廠所產出之再生料大致可分為二氧化錳、鐵、鋅及塑膠等 4 類，前 3 者之純度約介於 22~30%，但由於廢塑膠混入較多有機雜質，較難以再利用，因此分離不易及再生料純度不高為目前台灣廢乾電池再利用發展所需解決之問題。

### 2. 廢機動車輛

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢機動車輛回收業共計 325 家，處理業為 5 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢機動車輛稽核認證回收量約為 50.7 萬輛。

根據資料顯示，汽車其平均組成鋼鐵約佔 70% ~ 80%，非鐵金屬約佔 5%，非金屬約佔 15%。然而由於為使汽車重量輕而達到省油省能源之目的，鋼鐵所佔比例有逐年減少趨勢，取而代之為鋁和塑膠使用量增加。

由於汽車中鋼鐵比例相當高，故國內廢機動車輛都是由廢鐵回收商收購處理，作為廢鐵原料，再由汽車材料拆解商收購，以將汽車中之堪用零件如車門、引擎、冷氣、音響等拆除出售，或者將車內價值較高之廢金屬，如起動機、發電機、冷氣空壓機及車軸等部份拆除出售，獲得較高之利潤，而所剩之空車殼則售予大盤金屬



回收商。另車齡較老之廢車，其零件不具回收價值，則直接售予大盤金屬回收商。

通常大盤金屬回收商收購廢車後，會先利用人工大型機具（如怪手）將引擎、水箱、電瓶、輪胎、座椅等部份夾除，其中引擎、水箱由於含高價物質（如銅、鋁）可以較高價格售予其他業者，電瓶則以低價售予電瓶回收業者，而座椅輪胎則依一般廢棄物予以處置。最後拆剩之空車殼則以壓剪機將車體剪斷成大片廢鐵，再以電磁鐵怪手將廢鐵吸住放入大卡車中，運往國內煉鋼廠作為煉鋼原料。廢汽車拆解處理流程如圖 2.3-9 所示。

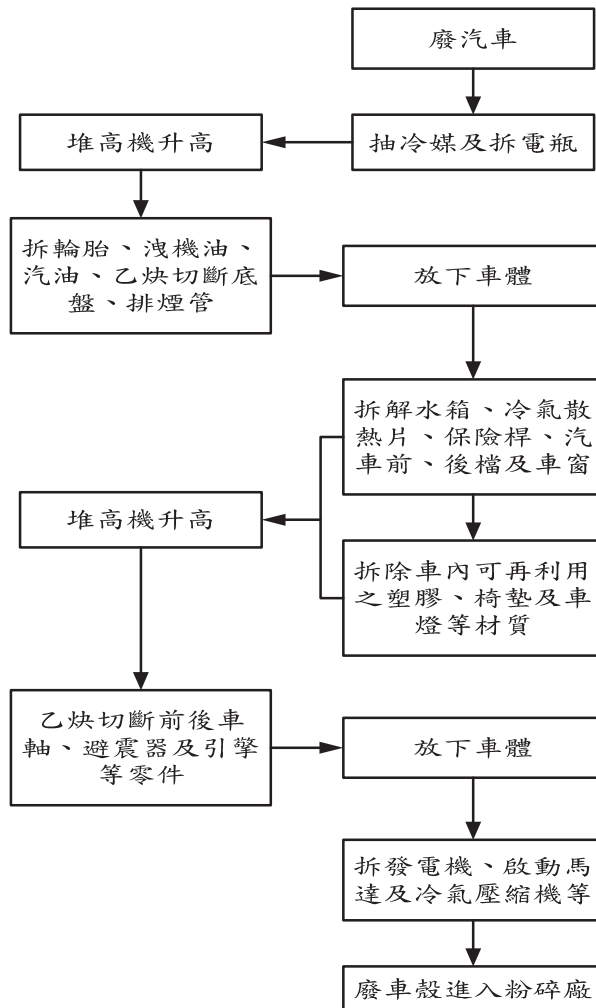


圖2.3-9 廢汽車拆解處理流程

廢機車經報廢後通常由廢機車專業拆解廠收購，如車況尚佳，經大部分解後，通常運至國外獲利較佳，如車況較差無法外銷則經由人工拆解將車身之塑膠外殼及引擎部份拆除出售，輪胎則經壓斷機將鋼圈及橡膠胎分離，剩餘車架則售予大盤廢鐵回收商處理。圖 2.3-10 為廢機車拆解處理流程。

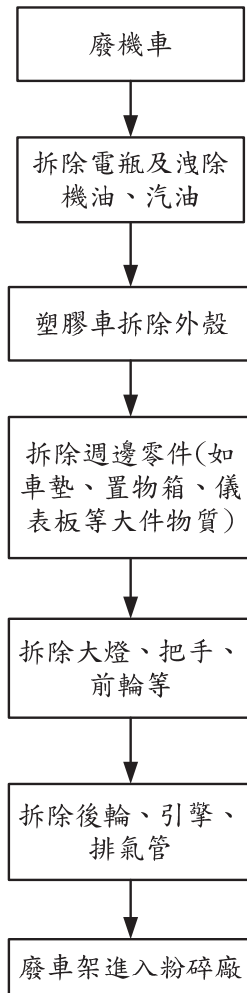


圖2.3-10 廢機車拆解處理流程

### 3.廢輪胎

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢輪胎回收業共計 77 家，處理業為 17

家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢輪胎稽核認證回收量約為 10.4 萬噸。

目前台灣廢輪胎處理方式主要分成能源利用及物質再利用，所謂能源利用係將廢輪胎破碎製成膠片（即為輪胎衍生燃料，TDF）送至再利用機構燃燒產生能源；物質再利用則係破碎磨粉後成膠粉，送至再利用機構加工後製作再生橡膠產品。根據最新資料統計，每年廢輪胎回收量平均約為 11 萬公噸，廢輪胎以能源利用及物質再利用比例分別為 73% 及 27%，製成輪胎衍生燃料為較大比例之廢輪胎再利用方式。且輪胎衍生燃料熱值較煤炭高，經換算 1 公噸廢輪胎膠片相當於 1.5 公噸良質燃煤之熱值，是故輪胎衍生燃料係為相當好之替代能源；再者，廢輪胎燃燒所產生二氧化碳排放也較一般燃煤低，經估算每年廢輪胎作為能源利用約可減少 13 萬 7,000 公噸二氧化碳當量排放，具節能減碳效益及再生利用價值。廢輪胎能源利用流程圖如圖 2.3-11 所示。

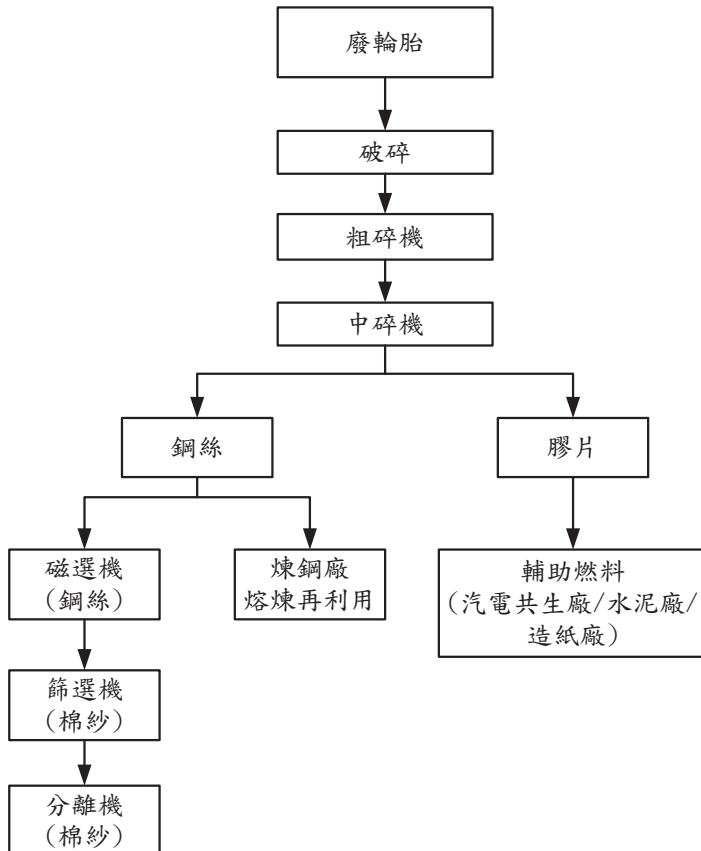


圖2.3-11 廢輪胎能源利用流程圖

而物質再利用部分則是傾向於製造再生橡膠製品，比能源利用更具有現今從搖籃到搖籃之永續利用概念。物質再利用此一途徑是將廢輪胎由處理廠製成膠粉、膠片後，在由後端橡膠製造業利用膠粉或是膠片作為原料，製造多項再生橡膠產品，如地磚、地墊、植草磚等，不但可延長橡膠使用壽命，減少原生資源耗損。台灣甚至亦有學者著力於廢輪胎物質再利用途徑之研究，研發出廢輪胎橡膠纖維水泥板，較傳統水泥板耐燃性高且韌性佳，惟強度及輕質化仍需加強，未來若能有效改進亦是一成功之物質再利用途徑。廢輪胎物質再利用流程圖如圖 2.3-12 所示。

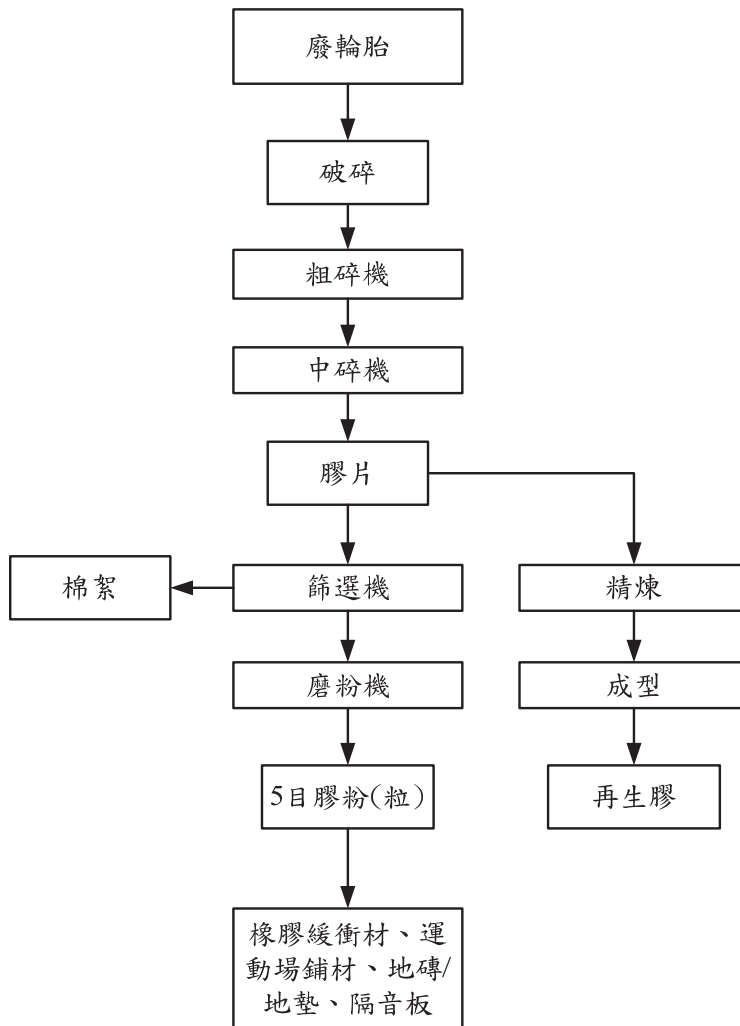


圖2.3-12 廢輪胎物質再利用流程圖

#### 4.廢潤滑油

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢潤滑油回收業共計 124 家，處理業為 16 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢潤滑油稽核認證回收量約為 2.5 萬公秉。

廢潤滑油要能夠再生利用，主要關鍵在於盡可能降低污染程度及提高黏度係數；由於潤滑油大多來自於石油之精煉，使用時高溫與金屬屑及水份之催化產生聚合、酸化等化學反應，因此廢潤滑油中多存有多核芳香烴及重金屬等致癌、具毒性、腐蝕性之物質。廢潤滑油中存有之潛在有害物質及可能來源如表 2.3-1 所示。而黏度係數越高則越適合再生為潤滑油，由於潤滑油油膜之強度與其黏度係數大致呈正比關係，黏度越高其油膜越強韌，因此廢潤滑油黏度越高，就不需要再經額外處理來提高黏度係數，便可降低操作成本更適合再生利用。

表 2.3-1 廢潤滑油中存有之潛在有害物質及可能來源

| 有機污染物  | 可能來源      |
|--------|-----------|
| 多核芳香烴類 | 石油基本成分    |
| 烷基     | 石油基本成分    |
| 萘      | 石油基本成分    |
| 含氯溶劑   | 脫脂過程清洗劑成分 |
| 鋇      | 添加劑成分     |
| 鋁      | 引擎或金屬屑    |
| 鉛      | 汽油中含鉛成分   |

台灣目前廢潤滑油回收後常見之再利用方式，主要為輔助燃料及模版塗料 2 大類。輔助燃料部分為將再生油品煉製或作為水泥窯爐、煉鋼設備、汽電共生設備、焚化爐及蒸汽鍋爐設備等之輔助燃料；模版塗料則應用於建築工程之脫模劑。上述再利用方式之技術主要為溶劑萃取氫化法，其優點在於不會產生酸污泥較不易造成二次污染，其方法原理為結合溶劑萃取及氫化處理 2 大重點。先以溶劑去除雜質再以氫化方式淨化提升油品品質且可避免二次污染。處理過程首先經過脫水去除水分及輕油，再將廢油以丙烷萃取分離，接著將此丙烷廢油混合液進行氫化處理去除氯、氮、氧、硫等成分，達到淨化油品之目的。溶劑萃取氫化法流程如圖 2.3-13 所示。

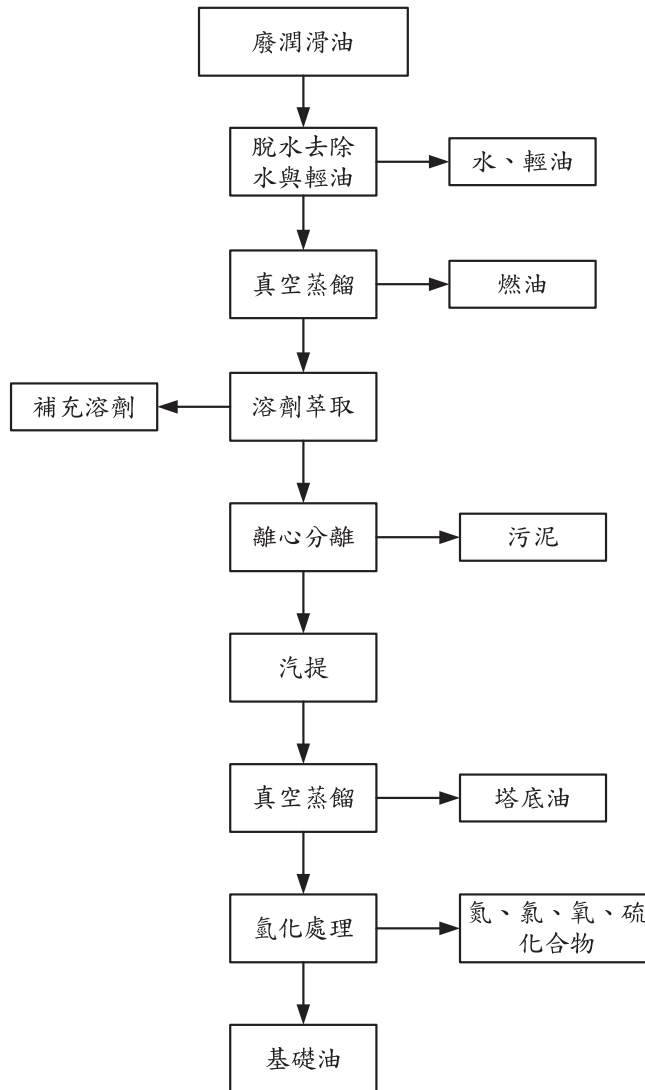


圖2.3-13 溶劑萃取氫化法流程

## 5. 廢鉛蓄電池

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢鉛蓄電池回收業共計 129 家，處理業為 6 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢潤滑油稽核認證回收量約為 3.6 萬噸。

台灣目前廢鉛蓄電池處理管道大致可分為 2 種，一種為其所產生之廢鉛蓄電池，可透過鉛蓄電池批發商或直接交由廢鉛蓄電池回收商進行回收，再交由廢鉛蓄

電池處理廠處理，如汽車保修廠、機車行、汽機車拆解廠、電機行等；另一種則為直接將廢鉛蓄電池交由廢鉛蓄電池處理廠處理之，而不透過任何回收單位，如運輸業、軍事單位、電力公司等。而廢鉛蓄電池含鉛量相當高，且其熔點極低因此再生容易，使得廢鉛蓄電池成為煉製再生鉛之重要原料來源。台灣廢鉛蓄電池處理程序主要處理流程為：分離(拆解)→粉碎→篩選。以台灣泰銘實業之處理流程為例，其先以粉碎設備將整個廢鉛蓄電池予以粉碎分解，再經過分選設備回收鉛電極板等含鉛物質及塑膠粒。廢鉛蓄電池經上述流程處理後，79% 為含鉛物質，可送至反射爐及精煉爐並製成鉛銻合金，再售予鉛蓄電池製造廠或其他金屬工業；塑膠約佔 6%，可販售予其他廠商；其餘 15% 為酸液，需收集後再進入廠內的廢水處理場處理。此廢鉛蓄電池處理流程如圖 2.3-14 所示。

廢鉛蓄電池經過粉碎、分選後所產生之含鉛物質及塑膠粒，皆屬可資源化再利用之材料，鉛化合物可作再生鉛原料，於原處理廠生產再生鉛錠及鉛銻合金，可供相關業者使用或外銷，製成汽機車鉛蓄電池、工業用鉛蓄電池、魚網用之鉛錘等。塑膠部分，則由於顏色之差異，其售價亦不同，白色售價較高，黑色較差，白色 PP 塑膠回收料可視為原物料販售予下游應用廠商。一般而言，廢鉛蓄電池處理產生之再生料或衍生料主要為原料使用，因此其用途相當廣泛。

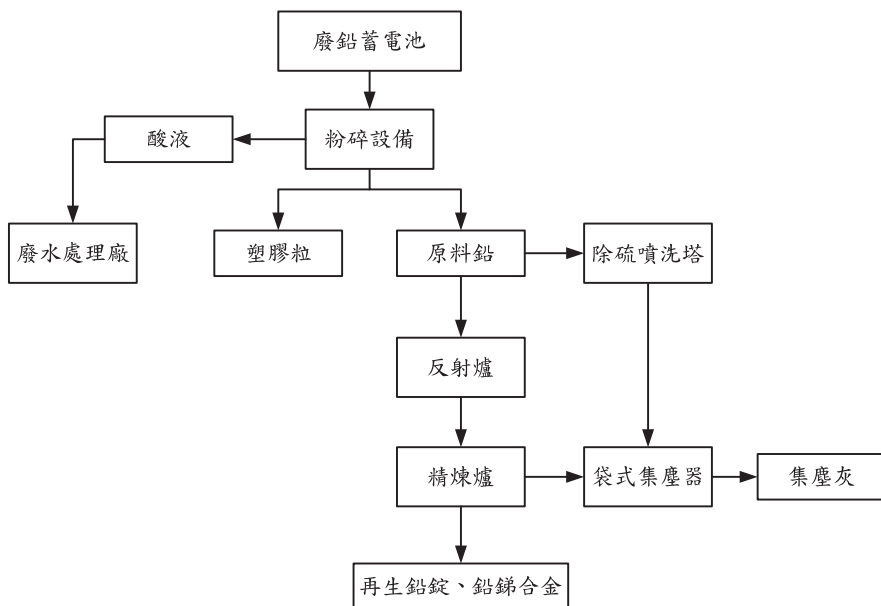


圖2.3-14 廢鉛蓄電池處理流程

## 6.廢電子電器

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢電子電器回收業共計 192 家，處理業為 17 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢電子電器稽核認證回收量約為 156 萬件。包含廢電視機 54.8 萬件、廢冷暖氣機 36.5 萬件、廢電冰箱 32.8 萬件、廢洗衣機 30.8 萬及廢電風扇 1 萬件。

台灣自 1998 年起即公告應回收廢電子電器物品，包含廢電視機、廢冷暖氣機、廢電冰箱、廢洗衣機及廢電風扇等。由於科技快速進步且經濟水準提升，電子電器亦不斷推陳出新，間接使得汰舊換新速度逐年加快，生產量及廢棄量亦不斷增加。然而電子電器物品內部材料及所含物質相當複雜，甚至亦可能含有鉛、鎘、汞等有害物質，因此若不妥善處置恐有環境污染之虞，且可能致使所產生之衍生物料無法有效再利用。台灣廢電子電器處理方式主要是以回收有價金屬為主，若廢電子電器中所含之 CFCs 及礦油未能妥善收集，將造成嚴重環境污染問題。因此，台灣廢電子電器處理業者應依據環保署公告之「廢電子電器暨廢資訊物品回收貯存清除處理方法及設施標準」，受補貼機構拆解處理廢電子電器時，除將具有再利用效益之有價物質（銅、鐵、鋁、塑膠及玻璃）分離外，應防止不當拆解處理廢電子電器物品，避免環境二次污染發生。目前台灣廢電子電器受補貼機構處理技術已相當成熟，其技術及設備大多相同，處理技術部分可分為人工拆解、映像管切割分離、螢光粉去除、IC 板粉碎處理及冷媒抽取處理等，以下就台灣公告各類廢電子電器處理流程說明如下：

### (1)廢電視機處理流程

目前台灣廢電視機拆解處理流程首先依材質種類以人工拆解方式進行拆解，分離鐵、非鐵金屬、塑膠物料等具再利用價值之物質，並移除廢電子物料，如電線、IC 板、映像管及電容器。映像管處理部份，須先將映像管分離成錐管玻璃及平面玻璃，並以真空設備連接之清除刷清除附於平面玻璃上螢光粉，錐管玻璃由於含鉛等有害物質，故須送至專業合格處理業者處理。LCD 部分則將液晶面板及背光模組分離，拆解本體分選各項材質，其電線、IC 板及電容器等衍生物則轉交專業合格之處理業者進行處理。

### (2)廢冷暖氣機處理流程

目前各受補貼機構廢冷暖氣機拆解處理流程為首先以油壓方式進行半自動拆解，以 CFCs 抽取機抽取冷媒及潤滑油，將其冷凍系統之壓力降至 102 毫米汞柱以



下，再以油壓剪取出壓縮機、馬達及風扇，並拆卸電線、IC 板等電子廢料，另以人工拆解方式依材質種類分選鐵、銅、鋁等再生物質，另外電線、壓縮機、冷媒及潤滑油等衍生物則轉交合格之處理業者進行處理。

### (3)廢電冰箱處理流程

廢電冰箱拆解處理之流程是以人工拆解方式將玻璃、塑膠及電容器取出，接著再以 CFCs 抽取機取出冷媒及潤滑油，將其冷凍系統之壓力降至 102 毫米汞柱以下，以油壓方式取出壓縮機、散熱網及銅管，並拆卸電線等電子廢料；機械處理部份是將電冰箱機體送入破碎機進行粉碎、分選及分類為鐵、銅、鋁及 PUR 等物質，銅、鐵及鋁等再生料進行再利用，另電線、燈管(泡)、壓縮機、冷媒、潤滑油及 PUR 等衍生物則轉交合格之處理業者進行處理。

### (4)廢洗衣機處理流程

目前廢洗衣機拆解處理流程為以人工方式進行拆解，先以油壓專用機及特殊工具進行拆解，取下馬達、變速機、配重塊、控制電路板及電子零件等，並將其收集於不同之貯存容器內，其餘體積大者如金屬內外殼、塑膠內外殼及塑膠面盤底座等均置於物料產出主輸送帶上，送至廢料貯存區，其廢棄衍生物交由合格之處理業者進行處理。

### (5)廢電風扇處理流程

目前廢電風扇拆解處理流程亦為以人工方式進行拆解，先以油壓專用機及特殊工具進行拆解，取下馬達、扇葉、電線、塑膠等，並將其收集於不同之貯存容器內，其餘體積大者如金屬內外殼、塑膠內外殼及塑膠面盤底座等均置於物料產出主輸送帶上，送至廢料貯存區，其廢棄衍生物交由合格之處理業者進行處理。

## 7.廢資訊物品

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢資訊物品回收業共計 187 家，處理業為 21 家(2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢資訊物品稽核認證回收量約為 281 萬件。包含 4.1 萬件廢筆記型電腦、101 萬件主機板、72.2 萬件監視器、68.4 萬件印表機及 35.8 萬件鍵盤。

台灣自 1998 年起即公告應回收廢資訊物品，包含廢電筆記型電腦、廢主機、廢監視器、廢印表機及廢鍵盤等。然而近年來隨科技不斷進步，促使資訊物品生產量及消費量增加，廢棄量便大量產生，汰換率之提高亦使得資訊物品產品生命週期愈趨減少。由於資訊物品與電子電器物品相同，其內部材料及所含物質皆相當複雜，

亦甚至可能含有鉛、鎘、汞等有害物質，若不妥善處置對人體及環境均會造成衝擊，因此，台灣廢資訊物品處理業者應依據環保署公告之「廢電子電器暨廢資訊物品回收貯存清除處理方法及設施標準」，受補貼機構拆解處理廢資訊物品時，除將具有再利用效益之有價物質（銅、鐵、鋁、塑膠及玻璃）分離外，應防止不當拆解處理廢資訊物品，避免造成環境二次污染之虞。目前台灣廢資訊物品受補貼機構處理技術已相當成熟，其技術及設備大多相同，處理技術部分可分為人工拆解、IC 板粉碎處理、映像管切割分離及螢光粉去除等，以下就台灣公告各類廢資訊物品處理流程說明如下：

### (1)廢筆記型電腦處理流程

目前廢筆記型電腦拆解處理流程是依材質種類不同以人工拆解方式分離鐵、非鐵金屬、塑膠等具有再利用價值之物質，並移除內部電線、IC 板、電池、液晶玻璃及電容器等零組件，且應以非破壞方式去除液晶玻璃面板，其包覆之液晶於拆解過程中亦不得洩漏，廢 IC 板須進一步進行粉碎作業，分選出金屬物質及非金屬物質後進行再利用，電線、電池及電容器等廢棄衍生物則轉交專業合格之處理業者進行處理，液晶玻璃目前則暫存於廠內。

### (2)廢主機處理流程

目前各受補貼機構進行廢主機拆解處理之流程為先依材質種類以人工拆解之方式進行分離，電腦主機經拆解後被分解為 IC 板等電子廢料及鐵、非鐵金屬、塑膠等具再利用價值之物質，拆解之主機另外移除電線、IC 板及電容器等相關零組件，廢 IC 板進一步進行粉碎作業，粉碎主要之目的是分選金屬物質與非金屬物質，IC 板等電子廢料經進一步粉碎、分選後，可分離出玻璃纖維樹脂粉、銅、鐵、錫、鉛等金屬，可進行再利用，另外電線及電容器等衍生廢棄物則轉交專業合格之處理業者進行處理。

### (3)廢監視器處理流程

現今受補貼機構對於廢監視器拆解處理之流程，以人工方式進行拆解，監視器經拆解程序後，將被區分為塑膠、鐵及非鐵金屬、映像管、IC 板及電線等物料，映像管之處理，需先分離平面玻璃及錐管玻璃後，妥善吸取平面玻璃上之螢光粉；IC 板則需進一步粉碎、分選，分離出之鐵、非鐵金屬、玻璃及 IC 板破碎後之玻璃纖維樹脂粉可進行再利用，而電線及電容器等衍生廢棄物則轉交合格處理業者進行後續處理。

### (4)廢印表機處理流程

各受補貼機構廢印表機拆解處理流程，依材質種類先以人工拆解方式，分離具有再利用價值之物質（如鐵、塑膠、非鐵金屬），另外移除電線、IC 板及電容器等相關零組件，拆解後之廢 IC 板進行粉碎作業，以分離金屬物質及非金屬物質並進行再利用，另外電線及電容器等廢棄衍生物則轉交合格之處理業者進行處理。

### (5)廢鍵盤處理流程

各受補貼機構廢鍵盤拆解處理流程，先以人工拆解方式，分離具有再利用價值之物質（如鐵、塑膠），另外移除電線及 IC 板電容器等相關零組件，拆解後之廢 IC 板進行粉碎作業，以分離金屬物質及非金屬物質並進行再利用，另外電線等廢棄衍生物則轉交合格之處理業者進行處理。

## 8.廢照明光源

依環保署基管會網站公告資料，台灣全國廢資訊物品回收業共計 148 家，處理業為 6 家 (2011 年 7 月)，近 5 年平均年廢資訊物品稽核認證回收量約為 0.5 萬噸。

台灣目前公告應回收之廢照明光源依外觀及型態可分為「直管」及「非直管」2 種，其中「直管」是指直型熱陰極螢光燈管，而「非直管」則包括環管日光燈、安定器內藏式螢光燈泡、緊密型螢光燈管、高強度照明燈管 (High-Intensity-Discharge, H.I.D)、燈帽 2.6 公分以上之白熾燈泡等，其中除部分高強度照明燈管及燈帽 2.6 公分以上之白熾燈泡外，其他照明光源皆含有汞。而廢照明光源處理技術可分為乾式及濕式兩種，目前台灣所使用之直管廢照明光源處理技術屬瑞典設計之乾式處理技術，其是將廢照明光源切斷末端後以活性碳將含汞螢光粉及汞蒸氣吸附去除，再將剩餘燈管進行破碎、磁選及各項分選設備，將玻璃、鋁、銅、鐵分類再利用。直管廢照明光源再利用流程如圖 2.3-15 所示；台灣非直管廢照明光源處理技術則較類似於美國之處理再利用方式，其是不分類直接將廢照明光源經過多次切割及破碎，過程中利用活性碳吸附汞蒸氣並利用蒸餾設備分離汞及其化合物，最後利用各種分選設備將玻璃、鋁、銅、鐵分離，以利後續再利用。非直管廢照明光源再利用流程如圖 2.3-16 所示。

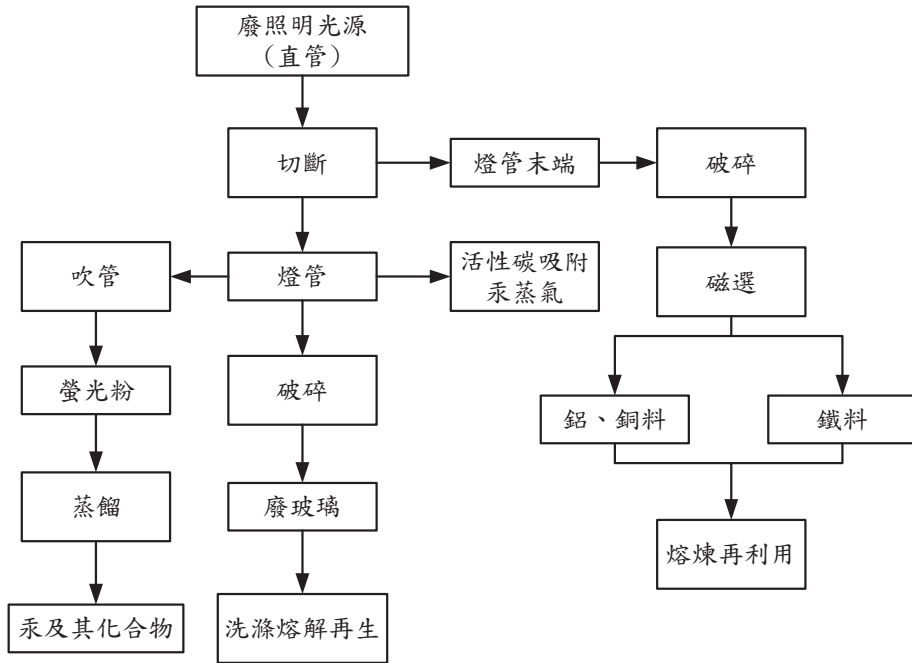


圖2.3-15 直管廢照明光源再利用流程

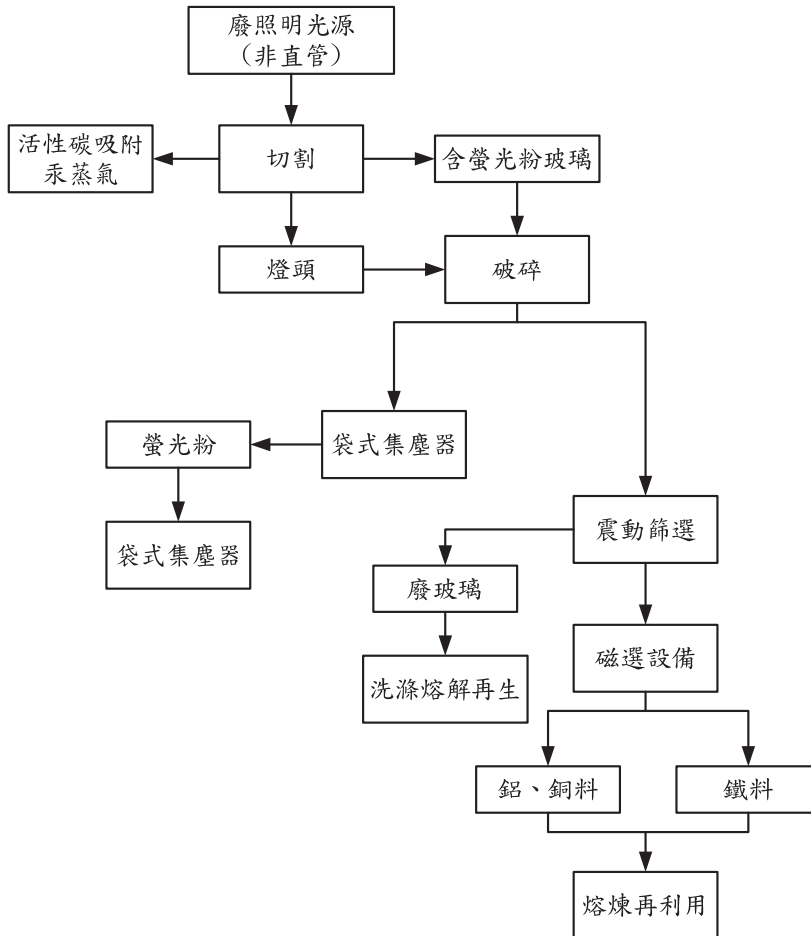


圖2.3-16 非直管廢照明光源再利用流程

### 三、台灣代表性綠色產業資源循環產值評估

隨著經濟及科技發展，台灣廢棄物量不僅增加，種類亦日趨複雜，而在現今永續環境之趨勢下，台灣資源循環產業便漸漸成為新興之重要產業。資源循環產業規模及其所附加之貢獻效益一直以來亦相當受注目，推行資源循環工作不但可降低廢棄物造成環境惡化之影響，亦能節省各項原料之開採及能源使用，更有助於緩和全球暖化。為能瞭解台灣資源循環產業運作之實際情況，進一步探討資源循環產業規模及其效益是必須的，讓政府於推動環保及政策上得以有完整參考資料，於環境保護及經濟發展上找到平衡點，亦能使企業界能對於資源循環產業產生信心，使資源循環產業更具投資價值並促進其發展。產值之計算方式會依各產業之特性及需求有

所不同，故本節將針對產值評估方法及計算方式進行探討。

### (一)資源化產值推估方法研擬

產值估算方法大致可分為總體資料預估法及個體資料預估法；總體資料預估法主要是以政府所統計之相關資料為對象，如主計處普查資料、環保服務業調查資料等，經由分析後估算各產業總體產值；而個體資料預估法主要是以個別廠商或產品為對象，將個別產值以累積加總方式估算其總產值。而各產業在估算產值時，其計算方式會因其產業特性、條件、估算目標而有所不同，大致上可歸納出3種產值計算方式，分別為原料產值計算、產業產值計算及產品產值計算。

#### 1.原料產值計算方式

原料產值計算方式，主要目標為瞭解原料製成產品後所產生之價值，是由原料角度評估，故計算方式為將原料所製成產品之數量乘以產品販售價格即為該原料之產值。

原料產值 (產品販售價格 × 原料製成產品數量)

#### 2.產業產值計算方式

產業產值計算方式，主要目標為計算原料透過產業製程產品之過程中，該產業所產生之價值，是由產業角度評估，故計算方式為原料產生價值扣除原料購入價格(成本)即為該產業之產值。

產業產值 (原料產值 - 原料購入價格)

#### 3.產品產值計算方式

產品產值計算方式，主要目標為了解該產品販售量所產生之價值，是由產品角度評估，故計算方式為產品販售價格乘以產品銷售量即為該產品之產值。

產品產值 (產品販售價格 × 產品銷售量)

為研擬出最適台灣十四項容器及物品產值計算方式，以下將針對資源化產值計算方式之相關文獻彙整如表 2.3-2 所示。

表2.3-2 資源化產值計算方式之相關文獻

| 研究單位               | 估算目標  | 估算依據                                      | 摘要   |
|--------------------|-------|---|--|
| 工研院 (2007)         | 廢機車   | 以機車所產生之可再利用廢塑膠量及其價格進行計算                   | 以機車報廢量計算廢塑膠產量，並以再利用率計算每年產生 5,000 公噸可再利用廢塑膠，產值為 2 億元          |
| 崇 x 科技 (2007)      | 廢玻璃   | 以廢玻璃製成玻璃地磚作估算                             | 將台灣目前廢玻璃產生量，估計利用 10% 資源化，成品以每公斤 18 元計算，每年將可以產生 1.5 億元之產值     |
| 工研院 (2008)         | 廢光阻   | 以 LCD 製程產生之廢光阻，使用濃縮、濃度調整與過濾等方式所產生之再生光阻作計算 | 正型光阻回收再利用，預計一年可減少 300 噸之廢光阻，可開創台灣一年約 2.5 億元及國外一年約 12 億元之產業產值 |
| 經濟部工業局 (2002~2009) | 工業廢棄物 | 工業廢棄物再利用量及再生產品價格                          | 每年將工業廢棄物再利用量及再生產品價格進行產值計算                                    |

資料來源：台灣綠色生產力基金會(2009)；工業技術研究院(2008)

由於本研究目標為針對台灣具代表性之綠色產業資源循環產值進行評估，與工業廢棄物資源化產值計算目標相似，因此以下將進一步分析經濟部工業局工業廢棄物資源化產值計算方式。

工業廢棄物資源再生產業屬高技術需求、高市場風險且產業關連性大之產業。再者，資源再生產業產值推估涉及再生產品之演變，例如多數再生產品為提供各行業之原物料，而原物料價格隨著國際行情、物價指數等因素變動，故資源化產值計算乃統計再生產品價格和工業廢棄物再利用量所得出之結果。經濟部工業局統計 2002 年至 2009 年工業廢棄物再利用量、再生產品量和再生產品價格後，再推估工業廢棄物資源化產業總產值。其資源化產值計算模式為將當年度工業廢棄物作為原料之再利用量與當年度資源化再生產品平均價格相乘即為該年度工業廢棄物資源化產值 (公式 2-1)。公式參數對照表如表 2.3-3 所示。

表2.3-3 公式參數對照表

| 參數定義                     | 參數代號  |
|--------------------------|-------|
| 工業廢棄物資源化年產值 (元 / 年)      | $P_1$ |
| 工業廢棄物再利用量 (噸 / 年)        | $Q_1$ |
| 工業廢棄物資源化再生產品平均價格 (元 / 噸) | $V_1$ |
| 目標廢棄物資源化年產值 (元 / 年)      | $P_2$ |
| 目標廢棄物之年再利用量 (噸 / 年)      | $Q_2$ |
| 目標廢棄物資源化再生料價格 (元 / 噸)    | $V_2$ |
| 目標廢棄物稽核認證量 (噸 / 年)       | $S_2$ |
| 目標廢棄物再利用率 (%)            | $R_2$ |

$$P_1 = Q_1 \times V_1 \quad (2-1)$$

例：2006年工業廢棄物資源化產值

2006年工業廢棄物再利用量 × 2006年資源化再生產品平均價格

$$= 1081.6(\text{萬噸}) \times 3559(\text{元 / 噸}) = 385(\text{億元})$$

為配合本研究之台灣具代表性綠色產業資源化特性，故產值推估計算方式調整為將當年度目標廢棄物之年再利用量與當年度目標廢棄物資源化再生料價格相乘即為該年度目標廢棄物資源化年產值 (公式 2-2)；目標廢棄物再利用量則為該目標廢棄物稽核認證量與目標廢棄物再利用率相乘 (公式 2-3)。

$$P_2 = Q_2 \times V_2 \quad (2-2)$$

$$Q_2 = S_2 \times R_2 \quad (2-3)$$

## (二)資源化產值計算

依環保署之規定，處理廠處理後產物定義成 3 種：

1. 直接資源化類：不需另行加工或再處理，即可直接作為製程原料再利用者。
2. 間接資源化類：需經二次加工或再處理，方可成為製程原料或具有經濟價值者。
3. 非資源化類：無法舉證為直接或間接資源化類者。

其中資源化比率指的是處理產出後物質可直接或間接再生利用者占處理廢材質



之比例，為資源化比率之計算方式。定義如下：

$$\text{資源化比率} = \text{資源再利用數量 (Kg)} / \text{稽核認證回收量 (Kg)} \times 100\%$$

環保署公告回收項目分為廢容器類及廢物品類。其中廢容器類大部分清洗後皆以一定範圍之配料比，配合其它原料攙配方式後作為再製品原料之一，其技術於台灣已相當成熟，將廢棄物搖身一變成為豐富的再生資源並提升其附加價值。因此，本節將以台灣廢容器類資源循環之產值為例進行估算。

廢容器類其再生料種類較為單純，故於計算產值上較為容易。另外，台灣目前農藥廢容器類處理方式因環保署延長「農藥及特殊環境用藥廢塑膠容器以焚化方式處理作業要點」實施期間至 2013 年 4 月 30 日止，因此農藥廢容器目前處理方式皆採焚化處理，無資源化處理資料，故不列入表中。非塑膠廢容器資源化產值計算資料及塑膠廢容器資源化產值計算資料如表 2.3-4 及表 2.3-5 所示。

表2.3-4 非塑膠廢容器資源化產值計算資料

| 項目           | 再生料種類       | 單位價格<br>(元/Kg) | 參考數值 | 資源化比率 | 2010稽核認證<br>量(噸/年) |
|--------------|-------------|----------------|------|-------|--------------------|
| 廢鐵容器         | 二次料鐵錠       | 8.9            | 平均價格 | 85%   | 48,149             |
| 廢鋁容器         | 二次料鋁錠       | 63.6           | 平均價格 | 90%   | 6,116              |
| 廢玻璃容<br>器    | 再生玻璃        | 1.3            | 最大價格 | 90%   | 211,610            |
| 廢鋁箔包<br>廢紙容器 | 再生紙漿、<br>散漿 | 2.5            | 平均價格 | 87%   | 18,522             |

資料來源：環保署基管會，2011

廢鐵容器資源化產值：

$$48,149(\text{噸/年}) \times 85\% = 40,927(\text{噸/年})$$

$$40,927(\text{噸/年}) \times 8,900(\text{元/噸}) = 3.64(\text{億元})$$

廢鋁容器資源化產值：

$$6,116(\text{噸/年}) \times 90\% = 5,504(\text{噸/年})$$

$$5,504(\text{噸/年}) \times 63,600(\text{元/噸}) = 3.50(\text{億元})$$

廢玻璃容器資源化產值：

$$211,610(\text{噸/年}) \times 90\% = 190,449(\text{噸/年})$$

$$190,449(\text{噸/年}) \times 1,300(\text{元/噸}) = 2.48(\text{億元})$$

廢鋁箔包、廢紙容器資源化產值：

$$18,522(\text{噸/年}) \times 87\% = 16,114(\text{噸/年})$$

$$16,114(\text{噸/年}) \times 2,500(\text{元/噸}) = 0.4(\text{億元})$$

表2.3-5 塑膠廢容器資源化產值計算資料

| 項目    | 再生料種類  | 單位價格<br>(元/Kg) | 參考數值 | 資源化比率 | 2010稽核認證<br>量(噸/年) |
|-------|--------|----------------|------|-------|--------------------|
| 廢塑膠容器 | PET    | 20.5           | 最大價格 | 83.7% | 104,548            |
|       | PP/PE  | 120            | 最大價格 | 90.4% | 77,750             |
|       | PVC    | 27.6           | 最大價格 | 92.5% | 1,305              |
|       | 未發泡 PS | 11             | 平均價格 | 92.4% | 6,188              |
|       | 發泡 PS  | 18             | 平均價格 | 76.4% | 2,227              |

資料來源：環保署基管會，2011

PET 資源化產值：

$$104,548(\text{噸/年}) \times 83.7\% = 87,507(\text{噸/年})$$

$$87,507(\text{噸/年}) \times 20,500(\text{元/噸}) = 17.94(\text{億元})$$

PP/PE 資源化產值：

$$77,750 \text{ (噸/年)} \times 90.4\% = 70,286 \text{ (噸/年)}$$

$$70,286 \text{ (噸/年)} \times 1,300 \text{ (元/噸)} = 0.91 \text{ (億元)}$$

PVC 資源化產值：

$$1,305 \text{ (噸/年)} \times 92.5\% = 1,207 \text{ (噸/年)}$$

$$1,207 \text{ (噸/年)} \times 27,600 \text{ (元/噸)} = 0.33 \text{ (億元)}$$

未發泡 PS 資源化產值：

$$6,188 \text{ (噸/年)} \times 87\% = 5,384 \text{ (噸/年)}$$

$$5,384 \text{ (噸/年)} \times 11,000 \text{ (元/噸)} = 0.59 \text{ (億元)}$$

發泡 PS 資源化產值：

$$2,227 \text{ (噸/年)} \times 76.4\% = 1,701 \text{ (噸/年)}$$

$$1,701 \text{ (噸/年)} \times 18,000 \text{ (元/噸)} = 0.31 \text{ (億元)}$$

廢塑膠容器資源化產值：

$$17.94 \text{ (億元)} + 0.91 \text{ (億元)} + 0.33 \text{ (億元)} + 0.59 \text{ (億元)} + 0.31 \text{ (億元)} \\ = 20.08 \text{ (億元)}$$

上列結果顯示，原本棄置的廢棄物，若能夠有效處理、妥善應用，其資源化產值達 20.08 億元。然而，資源化所帶來的經濟效益，已被國際所關注，相鄰我國的中國，其具有相當多能夠推進資源化技術的背景條件，若其能具有台灣的資源化技術，以其龐大的廢棄物資源以及近年來中國政府政策大力支持環保產業，未來若能於技術及設備上創新，中國資源化產業市場必將成為世界翹楚之一。



# 第三章、資源循環的力量





# 第三章、資源循環的力量

在台灣，每人每天約製造 0.9 公斤以上的垃圾，廢棄物清理上的問題，包括焚化爐的營運成本、掩埋用地取得不易及處理設施控制不當等，進而引發的二次公害問題。現今國際發展趨勢，由過去的污染控制、廢棄處置，漸漸轉化為清潔生產、循環產業、循環環境，最終朝向永續發展，如圖 3-1 所整理，都說明廢棄物應由過去「管末處理」(end-of-pipe treatment) 的方式，轉換至「源頭減量、回收減廢及污染預防」之資源化管理的概念，未來將會朝向追求清潔生產與綠色設計的方向，並以開創綠色商機為目標。

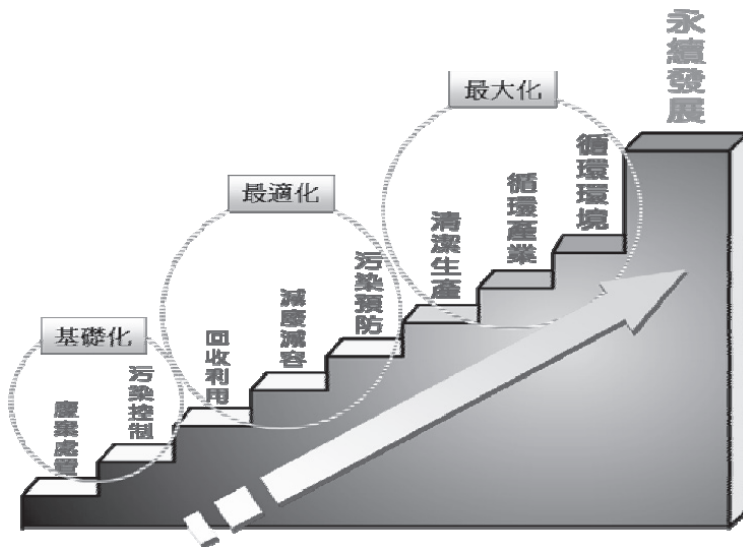


圖3-1 國際環境發展趨勢圖

廢棄物資源回收再再利用的優點有：

- (1) 再生資源可以提供各產業作為原料補給
- (2) 減少開採原物料生產所排放的溫室氣體
- (3) 遏止礦產不當開發導致的資源匱乏
- (4) 降低因處理廢棄物對環境造成的負荷

廢棄物是錯置的資源，廢棄物只要經過適當的處理程序後，便能轉換成為可利用的資源，因此本章主要探討生活中各類廢棄物回收處理的方式，並針對目前發展純熟如鐵鋁容器、玻璃、塑膠容器、紙類、廢電子電器產品等再利用現況說明。

### 3.1 廢棄物再利用的方法

來源減量是管理廢棄物的首要工作，次要工作則是如何將廢棄物中可再生利用的資源進行回收處理。原料轉換成消費品的每一過程皆會產生廢棄物，因此唯有控制原料消耗並提高廢棄物再利用及回收的速率，才能有效降低廢棄物的製造量，達到環境保護的目標。

#### 一、鐵容器類

由於台灣金屬原料短缺，來源大部分需倚賴進口或廢料回收。開採金屬礦對生態環境與景觀造成破壞，冶煉金屬亦需消耗大量的能源和資源，並加重水及空氣品質的污染狀況。因此金屬容器的回收再利用有其價值存在，除可減少廢棄物的產量，更可解決資源匱乏的問題。

鐵罐容器中的主要原料馬口鐵，馬口鐵具有良好的不透光性、密封性、錫的還原作用及提供有效的鐵質來源，故其包裝用途廣泛如飲料罐、食品罐、奶粉罐、醬菜罐等，如圖 3.1-1。因為鐵罐具有對環境無害並可自然分解的特性，所以廢鐵罐的堆置雖然不會造成環境污染，但考量資源匱乏以及回收處理後的高經濟效益，廢鐵罐的回收再利用仍具有其必要性。利用鐵罐具有可被磁鐵吸附之特性，以磁選機靠磁力將鐵罐由廢棄物中分離後，再去除鐵罐上其他污染殘留物，製成品質良好的廢鐵屑。廢鐵屑再利用為鋼鐵業熔煉之材料，可有效減少鐵礦資源的消耗，此外在節省能源方面，利用廢鐵屑生產鋼鐵相較於鐵礦生產，每噸廢鐵屑約可節省 230m<sup>3</sup> 天然氣的使用量，不但可減少整體鋼鐵製造上之成本，亦可同時降低對環境的污染與能源的消耗，符合國際環保意識所期許的目標。





資料來源：圖片摘自google

圖3.1-1 鐵罐容器

## 二、鋁容器類

鋁片延展性佳，鋁罐一體成型無接縫，以兩片式包裝，如圖 3.1-2。具有很好的抗腐蝕性，其特性為質輕、運輸成本較低、溫度傳導快、氣密佳、易壓扁回收容易等優點，適用於各種低溫裝填飲料；如啤酒、碳酸飲料、稀釋果汁、運動飲料等。

台灣地區鋁消費量一年約 14 至 18 萬噸間，其中用於包裝容器之鋁罐約為 25000 噸。鑑於鋁罐包裝材的使用量十分龐大，廢鋁回收再生所耗用之能源可節省提煉初生鋁所需能源之 95% 及減少空氣污染，且可減少因採礦所造成的生態環境破壞，故廢鋁罐回收可達到廢棄物減量及資源化之目的。



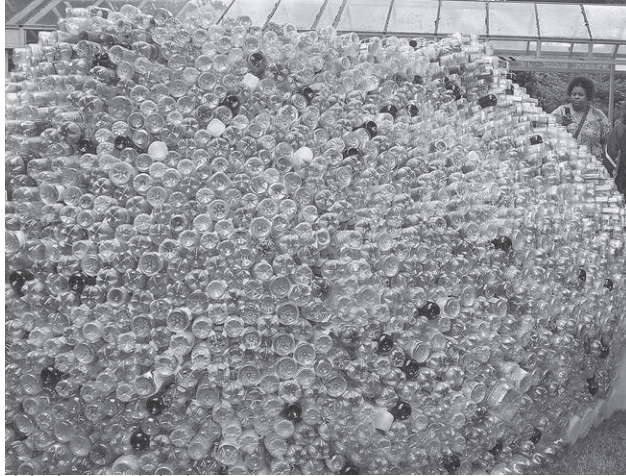
資料來源：圖片摘自google

圖3.1-2 鋁罐容器

## 三、塑膠容器

台灣素有塑膠王國之稱，塑膠已經是現今生活中不可或缺的材料，無論是工業

中或生活上隨處可見，加上塑膠材料價格便宜、強韌性、與具有適當的透氧及透水特性，因而廣泛作為免洗餐具或食品包裝容器、吸管、保鮮膜、密封真空包裝、寶特瓶如圖 3.1-3 等用完即可丟棄材料等用途。



資料來源：圖片摘自google

圖3.1-3 寶特瓶

塑膠容器由於質輕、透明且不易破裂，並可節省運費等優點，目前已逐漸取代傳統的玻璃、紙類及金屬等材料，如圖 3.1-4 廣泛用以包裝、盛裝飲料或溶劑的用途上。



資料來源：圖片摘自google

圖3.1-4 生活中常見的塑膠容器

由表 3.1-1 將常見的塑膠容器材質及用途分為六大類，而各聚合物特性則分別說明如下：

表3.1-1 塑膠容器的分類及用途

| 分類圖示  | 聚合物                                       | 特性  | 用途  |
|---|---|---|---|
| 1 號    | 聚乙烯對苯二甲酸酯<br>(Polyethylene Terephthalate) | PET 容器極為俗稱的「寶特瓶」，寶特瓶的硬度、韌性極佳，質量輕且具有不透氣、不揮發，耐酸鹼的特性         | 碳酸飲料、茶、果汁、酒及醬油、食品用油及含酒精飲料等包裝容器                              |
| 2 號    | 高密度聚乙烯<br>(High Density Polyethylene)     | HDPE 熔點高、硬度大，且為耐腐蝕性液體侵蝕之聚合物                               | 清潔劑、洗髮精、沐浴乳、食用油、農藥等包裝容器                                     |
| 3 號    | 聚氯乙烯<br>(Polyvinylchloride)               | PVC 具有可塑性高之優點，但由於該聚合物含有氯元素，恐有單體釋出而危害人體健康之虞，目前已減少使用        | 填充植物油、清潔劑、糕餅盒及包裝飲用水   |
| 4 號    | 低密度聚乙烯<br>(Low Density Polyethylene)      | LDPE 可抗酸鹼   | 塑膠袋、塑膠模   |
| 5 號    | 聚丙烯<br>(Polypropylene)                    | PP 具備有耐酸鹼、耐化學物質、耐碰撞及耐高溫 (約 -20°C ~120°C) 等優點，製品可用蒸氣消毒是其特點 | 豆漿、米漿、純果汁、優酪乳、果汁飲料、乳製品 (如布丁) 等包裝容器，以及大型盛器如水桶、垃圾桶、洗衣槽、籬筐、籃子等 |
| 6 號  | 聚苯乙烯<br>(Polystyrene)                     | PS 材質吸水性低、安定性佳  | 製成容器填充發酵乳品，如養樂多等乳製品或乳酸產品，或用以盛裝藥品                            |
| 7 號  | 其他類<br>(OTHERS)                           | 質輕、透明且不易破裂之優點   | 多層混合材料之容器   |

資料來源：基管會

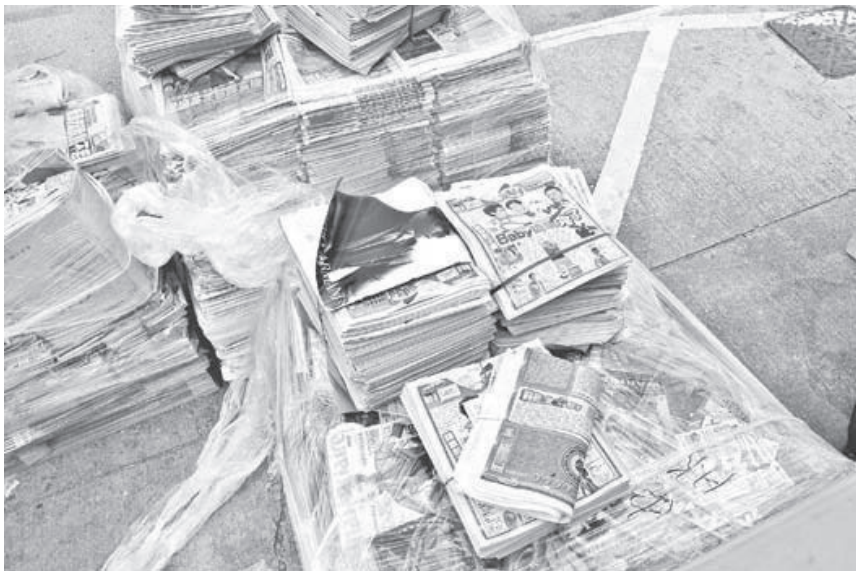
塑膠屬於石化製品，無法在掩埋後自然分解，因而造成了所謂的「萬年垃圾」，而經過不當焚燒處理則會產生有機氯或戴奧辛 (Dioxins) 等有毒物質，戴奧辛是無色、無味、而且毒性相當強的脂溶性化學物質，因此很容易溶於並累積在生物體的脂肪組織中。戴奧辛一共包括 75 種多氯聯苯化合物，其中 2,3,7,8—四氯戴奧辛

(2,3,7,8-TCDD) 因其毒性最強，俗稱世紀之毒。因此若能避免進料中的含氯物質如塑膠物品進入焚化廠，則燃燒產生之戴奧辛應可降低，此為自根源減廢，藉以達到污染控制的目的。因此回收並重複使用廢塑膠物品及容器是有其必要。

細分類後之各類塑膠瓶將分別被壓縮打包，經過粉碎、清洗、乾燥等過程後，PET 材質可進行抽絲及紡織等再生製品的生產；其餘的材質如 PVC、PE、PP、PS 等之處理流程，經造粒後製成二次塑膠原料，再生原料經射出成型或壓模等過程後，即可分別再製造各式塑膠產品。

#### 四、紙類

東漢的蔡倫發現竹或桑樹類的植物纖維進入水中後會形成可綁束在一起的纖維材料，乾燥後就可以作為書寫的媒介，造紙術的發明促進了人類文明的發展。2000 年後現今紙纖維的主要來源為樹木，但為了生產紙製品導致長期以來過度砍伐原木森林，已對生態環境造成難以回復的破壞。而在造紙階段以氯漂白的製程更是水污染的主要來源。因此，減少使用紙張、將廢紙回收製成再生紙或儘量使用未漂白的紙類，都對環境有所助益。



資料來源：圖片摘自google

圖3.1-5 廢紙回收

如圖 3.1-5 廢紙可回收後再生成為纖維的來源，用以增加原生材料製造的紙漿纖

維量，以混合回收材料和原生材料的方式達到資源回收再利用的目的。回收的廢紙主要分為白紙類、混合紙類、報紙類及皮紙類，分類的依據主要視其纖維、來源、均質度、印刷的程度及物理化學的特性而定。將白紙類單獨回收後再製成文化用紙、廁衛用紙使用，具有最高的經濟價值。混合紙類如影印使用的噴墨印表紙、雷射印表紙等，可再生製成白淨程度並不重要的紙板，報紙類及皮紙類再生用途亦同。

## 五、玻璃容器

台灣地區每年約有 50~60 萬公噸之廢玻璃未能有效分類再利用，而遭棄置進入掩埋場或焚化爐處理。因廢玻璃焚化不易熔成灰燼，如進行焚化處理將折損焚化爐壽命；且廢玻璃為質重且不易分解之物質，佔據掩埋場空間，故廢玻璃不適合掩埋或焚化處理。但廢玻璃為可完全回收再生之物質，因此最佳處理方式回收再利用，且廢玻璃屬生態性的素材，不具有毒性、物理性質佳、化學組成單純等優點，再生利用成為品質良好之環保再生材料較其他素材更具回收再生的特質。

碎玻璃回收後可以重製成容器，另外有些可和瀝青混在一起形成一種新的鋪路材質，稱為玻璃瀝青 (glasphalt)。在碎石供應有限之處也能以碎玻璃做為路基材料，廢玻璃再利用於瀝青路面，在日本、美國等先進國家已有廿餘年之經驗；國內亦有同樣的應用面，玻璃之光澤不但有助於行駛中車輛安全及路面美觀作用，亦有防止路面過滑之優點，而將玻璃再利用製成地磚如圖 3.1-6 (a) 所示，用於美化也是另一大用途。其他可使用碎玻璃的產品包括纖維玻璃、研磨料、交通號誌之反光漆 (由小玻璃珠製成)、化學吸附劑、水泥的輕型聚集物、廢玻璃再生建材如圖 3.1-6 (b)、玻璃聚合物之混成物，以及玻璃絨絕緣體等，目前對於廢玻璃資源再生利用已經建立了完善的制度與開發之技術。



資料來源：新竹市環境保護局，廢玻璃去化及再利用推廣專案計畫，2007

圖3.1-6 玻璃再利用產品

## 六、廢電子資訊產品

隨著電子資訊科技的不斷進步及網路系統的發達，使得電子資訊產品包括電子電器（家電類）及資訊物品，成為民眾日常生活中不可或缺的消費產品及輔助工具，廠商也因此不斷研發出新功能及高效率的產品。民眾在享受這些電子資訊產品的同時，也因為其汰換率高，且這些廢棄物品長期不易腐化並含有害成分，如任意棄置必將造成環境污染，如圖 3.1-7 所示，電冰箱的零件破裂可能造成冷媒外洩，電視機破損則造成螢光粉及重金屬鉛外洩。



圖3.1-7 電子電器產品及其廢棄狀況

廢電子電器物品之組成中含有銅、鐵、鋁等有價金屬及玻璃、塑膠等資源物質可進行回收再利用。而廢資訊物品更可以將其廢棄物中之金手指、CPU 等進一步精煉電解出高附加價值的貴金屬（黃金、白銀、鈀金等）。因此，廢電子資訊物產品的回收再利用，不僅可以減少環境污染風險如回收冷媒，避免臭氧層破壞；回收螢光粉，避免環境公害；分類回收塑膠，避免燃燒產生戴奧辛污染等，此外，更可減緩地球資源逐漸匱乏的壓力。

## 3.2 隨手做環保

近年來人們開始注意環保，節能以及減碳，於是許多公司也開始跟進這個善舉，陸陸續續地推出了一些使用環保材質所製造的產品，或是說買某些指定產品就

會捐錢給環境保護機構。像是有一知名廠牌的衣服，其所設計的環保系列就是一個具有小象圖案的衣服(圖 3.2-1)，代表的意思是說這是支持環保的衣服。只要你買這款衣服就是支持他們的環保行動。又或者是說現在有很多的企業都會在其所推出的商品盡可能的使用再生資源，讓消費者衝著其環保的形象而購買，像是使用回收材質的紙袋或是紙杯，如圖 3.2-2。



資料來源：圖片摘自 google

圖3.2-1 企業為其塑造環保形象的例子



資料來源：圖片摘自 google

圖3.2-2 回收材質製成的紙杯

我們所生活的環境，在在都顯示了每個人都開始對於為了愛護所生存的地球，付諸於行動表示。然而，並不是只有企業龐大的力量才能夠保護環境，相反的每一

個人都絕對有保護地球的權利及力量，以下本篇就針對日常生活中就可為保護環境盡一份心力的「隨手做環保」開始介紹。

家庭中，可執行的環保行動大致可分成節約用水及再利用、垃圾分類及減量、廚餘利用等，若概念能夠普及、行動能夠落實，便可配合政府政策，積極推廣發展循環型態社區，藉由全民參與隨手做環保的工作，進而落實節能減碳的環境保護政策。

## 一、節約用水與再利用

台灣地區近年自來水供水品質因夏季暴雨集中、春冬乾旱等氣候變異，以及新興工業區需水殷切而顯得急迫，自來水供水系統最大宗用戶為家庭一般供水，約佔總供水量六成，因此家庭節水能有效紓解自來水供水窘狀，藉由了解家庭用水比重，配合節水行為可輕鬆降低家庭用水量。

家庭生活用水包括浴室用水、廚房用水、洗衣用水、植栽澆灌及洗車用水等，透過查漏與止漏、使用省水型馬桶、使用省水型洗衣機、省水型蓮蓬頭及善用較乾淨之回收水等家庭節水方法，達到輕鬆節水、輕鬆省錢之目的。以下列出幾項家庭節約用水及再利用的方法：

1. 馬桶水箱中所用的水可以用分段式，以減少浪費。
2. 洗澡時不用浴缸盆浴，改用低流量的蓮蓬頭淋浴。
3. 調整熱水器到適當溫度，既省能源又不需以冷水調節溫度。
4. 廚房水龍頭裝上低流量的汽泡式水龍頭。
5. 將一般蓮蓬頭改為低流量蓮蓬頭可節省 50% 的水量。
6. 除溼機收集的水可再利用。
7. 大清早為花草澆水可減低蒸發量。
8. 將割下的草留在草皮上，可減少土壤水分蒸發，且作為天然肥料。

## 二、垃圾分類及減量

「家庭垃圾減量」聽起來似乎不容易，但據統計，70% 的水污染是來自家庭，鍋底的油、洗衣服、洗碗筷的清潔劑、拖地板、抹桌椅以及沖馬桶的污水等，這些含有不易分解的清潔劑、化學藥劑的污水，一旦滲入泥土，流入河川，必將造成嚴重的污染。家中的廢棄物，如打破的玻璃、陶瓷碎片和有毒廢棄物，如弄壞的水銀



溫度計、日光燈管、用過的電池、殺蟲劑瓶罐等，這些東西若不小心分類處理，不但容易使人受傷，而其廢棄毒物一旦散溢，更會損害人體健康，並造成環境嚴重污染。實現垃圾減量化，首先要進行垃圾分類。而家庭是垃圾分類的第一步，也是至關重要的一步。各家各戶在扔掉垃圾前，先進行分類，將可以回收的挑出並整理好。如此勢必可減少家庭垃圾的輸出量，其次是盡可能地減少垃圾的產生數量。切不可小視家庭在垃圾減量化方面的貢獻，日本就是因為重視發揮家庭的垃圾減量作用，使東京目前的生活垃圾日產量比 1980 年減少了 50%。以下列出幾項家庭垃圾減量的方法：

1. 多使用天然肥皂以代替清潔劑，可減少水源污染。
2. 再利用的資源如廢紙、鋁罐、玻璃等，應確實做好分類。
3. 有害廢棄物如電池、日光燈管、殺蟲劑罐，應另外存放。
4. 儘量避免使用一次即丟的物品，如免洗餐具、紙杯、紙巾等。
5. 減少不必要物品的使用量，如漂白劑、衣服柔軟精等化學用劑，如此不但可減少家庭開支，更可降低環境污染和資源浪費。
6. 選用內容物可再填充或瓶罐可重複使用之產品。
7. 考慮選擇濃縮產品。

隨著經濟蓬勃發展，物質生活不斷提高，垃圾所包含的種類愈來愈多，在歐、美、日等先進國家，大都嚴格執行垃圾分類，以期能做適當的處理。或許有人會覺得奇怪：「垃圾就是垃圾，為什麼還要分類呢？」身為現代人，就是我們應具備的常識，通常處理垃圾多採用焚化或掩埋方式，如果垃圾未經分類或分類不當，在處理時就會有所偏差。例如：掩埋法對塑膠袋之處理根本無效，金屬類再怎麼燒也不能焚，當然最可怕的是有毒物質造成二次公害。近年來垃圾量與日俱增，處理時已造成極大的壓力，因此垃圾減量及資源回收乃是為過多的垃圾尋找另一條出路，而垃圾減量及資源回收的前提就是要做好垃圾分類。

### 三、廚餘利用DIY

廚餘係指丟棄之生、熟食物及其殘渣或有機性廢棄物，其重量和體積皆相當可觀，約佔一般家庭垃圾製造量的 30%，對一個家庭而言，廚餘垃圾妥善處理可降低垃圾的臭味、改善家中廚房之衛生。而且因為廚餘含水量高在進入焚化爐後會降低燃燒熱值而不適合焚化，所以回收再利用才是最適合的方法。

廚餘回收資源再利用的方式，主要為高溫蒸煮殺菌後做為豬隻飼料或是製成有機堆肥提供給農業施肥使用。堆肥 (composting) 是指將有機垃圾在人為控制下可轉化為有機肥料的自然過程。目前由家戶產出可做為堆肥原料的廚餘，估計每日約有 2,000 公噸，回收再製成有機堆肥，每年可生產 18 萬公噸具有經濟利用價值的有機肥料，堆肥也能利用為家庭園藝和農業的土壤調節劑，使土壤肥沃更加適合栽種花草與有機蔬菜等農作物。在都市生活中推廣廚餘堆肥需有三個要件：可加蓋或密閉之容器、廚餘物、土壤，外加肥土菌。以下介紹一種堆肥方法，提供各位因地制宜來採用：

#### (一) 垃圾桶覆土法-適合有庭院的住家

1. 取一個五十公升（或更大）之有蓋垃圾桶，切去底座，將桶子埋入土中約五至十公分深，邊緣灑上石灰（避免老鼠、蟑螂肆虐），以陰涼處較宜。
2. 廚餘瀝乾水分，以一層廚餘上鋪一層土方式，每日處理，垃圾桶蓋上再以厚布覆蓋，或另以大塑膠袋覆蓋，網以繩子，以杜絕蟲蠅。
3. 至堆肥桶裝滿後，再放置 3—5 個月，若無惡臭，堆肥即告成功。堆肥之取用可由桶底分次挖取。

#### (二) 蒸餾水桶 + 肥土菌-利用公寓陽台空間

1. 空蒸餾水桶（以上有旋轉蓋之圓形桶，或正方形紙盒均可）附有水龍頭者均可作為堆肥桶。取方形龍頭（水喉）上以鐵絲懸掛一牛奶空瓶。
2. 每日廚餘切碎放入桶內塑膠袋，並撒把肥土菌稍作攪拌後，綁緊袋口，將紙盒蓋好。每晚睡前，將水龍頭打開讓臭水排入牛奶瓶，並立刻將之倒入馬桶沖掉。
3. 當堆肥桶裝滿後，再放置一個月（需持續排水）尋找合適地點（學校、公園、鄰居等空地或大花盆）將堆肥埋入土中或混合其他土壤，以待取用。

### 3.3 創新與挑戰

科技產業的開發，不僅帶動台灣的經濟發展，更提高生活環境的品質。其中資訊產業方面，目前我國更是全球僅次於美、日的主要產國。科技產品廣泛深入各行各業，也進入每個家庭成為不可或缺的家電配備，如圖 3.3-1 所示皆為生活中常見之科技產品。但是在科技的日益更新，享受科技產品帶來的便利生活下，其實隱藏著嚴重的環境問題，由於科技產品開發快速、產品生命週期縮短，加上科技產品的規格不一，使得科技產品在汰換後，沒有合適的回收管道和處理技術，長期累積的老舊產品數量十分龐大，為避免任意拋置或不當貯存、處理所可能衍生的二次公害污染環境，我國政府與民眾均逐漸重視廢棄科技產品回收管理的議題。因此以下簡單介紹日常生活中高普及率且高汰換率的科技產品，如乾電池、日光燈管、液晶顯示器、光碟片、手機等回收再利用之技術。



資料來源：圖片摘自google

圖3.3-1 生活常見之科技產品

#### 一、乾電池

台灣廢乾電池回收大部分多採用境外輸出方式由國外處理廠進行處理，目前台灣已取得基管會廢乾電池回收境外處理受補貼機構資格之處理業共計有 5 家，分別為永續環保股份有限公司、永莊股份有限公司、環蓄實業股份有限公司、新合環境科技有限公司及青新環境工程股份有限公司。

有關廢乾電池境外處理方式，受補貼處理機構會先將其所回收之廢乾電池初步篩選分為六類，即一次電池（錳、鋅及筒型鹼錳）、一次電池（筒型鋰）、鈕釦型、

鎳氫電池、鎳鎘電池及二次鋰電池，再全數委託國外處理廠進行境外處理。依環境保護署 2003 年 2 月 21 日公告之「廢乾電池申請輸出處理應檢具文件」之規定，廢乾電池處理業申請境外處理時，應檢附相關文件向基管會提出申請，經核准後始得進行廢乾電池輸出作業。有關現行採境外輸出處理之處理廠其廢乾電池輸出之境外處理廠彙整說明如表 3.3-1。廢電池中含有重金屬與酸鹼化學物質，對人體健康及生態環境具有潛在之危害，因此，加強對廢乾電池的無害化處理，已成刻不容緩之課題。

表3.3-1 廢乾電池境外處理機構彙整表

| 國家  | 境外處理機構          | 受補貼機構      | 申請輸出處理電池種類  |
|-----|-----------------|------------|---|
| 韓國  | Kobar Limited   | 永續環保股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> <li>· 鎳氫電池</li> <li>· 鋰二次電池</li> </ul>                 |
|     |                 | 環蓄實業股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> <li>· 鋰二次電池</li> <li>· 鎳鎘電池</li> <li>· 鎳氫電池</li> </ul> |
| 法國  | CITRON          | 永續環保股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> <li>· 鋰一次電池</li> </ul>                                 |
|     | SNAM            | 永續環保股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 鎳鎘電池</li> </ul>  |
|     | SAS VFE         | 環蓄實業股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> </ul>  |
| 比利時 | REVATECH        | 永莊股份有限公司   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> </ul>  |
| 瑞典  | SAFT AB         | 永莊股份有限公司   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 鎳氫電池</li> <li>· 鎳鎘電池</li> <li>· 鋰二次電池</li> </ul>                                   |
| 日本  | 野村興產株式會社        | 永續環保股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> <li>· 鈕扣型鋰</li> </ul>                                  |
|     |                 | 新合環境科技有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> </ul>  |
|     | DAIWA STELL株式會社 | 永莊股份有限公司   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> </ul>  |
|     | NIPPON          | 永莊股份有限公司   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 鎳氫電池</li> <li>· 鎳鎘電池</li> <li>· 鋰二次電池</li> </ul>                                   |

|    |         |              |  |
|----|---------|--------------|--|
| 德國 | ACCUREC | 青新環境工程股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> <li>· 鎳氫電池</li> <li>· 鋰一次電池</li> <li>· 鋰二次電池</li> <li>· 鈕扣型鋰</li> </ul> |
| 美國 | IMS     | 新合環境科技有限公司   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 錳鋅電池</li> <li>· 筒型鹼錳電池</li> <li>· 鋰一次電池</li> <li>· 鋰二次電池</li> <li>· 鎳氫電池</li> </ul>                 |

乾電池種類根據可否重複使用分為兩類，價格低廉、儲備能量高且不能重複使用的一次電池如鹼性電池、碳鋅電池、鈕扣型鋰電池、氧化銀電池及水銀電池。鹼性電池用於燈具、音響裝置、玩具、相機、計時器等產品，及俗稱的 1 號、2 號、3 號、4 號電池。另一類則為可多次使用，但價格貴、能量密度不及一次電池的充電電池，如鉛酸電池、鎳鎘電池、鎳氫電池、二次鋰電池，常用於用電量較大物品，如手提電腦使用二次鋰電池、不斷電系統使用鎳氫電池。綜觀一次電池、二次電池之產品種類及應用領域，顯示現代生活與電池有密不可分的關係。

## 二、日光燈管

廢照明光源處理技術大致可分為乾式及濕式處理技術，由於廢照明光源種類繁多，但目前大部分使用之照明光源含汞物質，由於其具有害特性，所以各國家廢照明光源處理技術，大多是以含汞之燈管 / 燈泡為主要處理對象。直管螢光燈管廢棄量大，前處理技術較為單純，大多雙邊切割後，分別分選各物質；其他非直管螢光燈管及燈泡，大多直接破碎分選後進行汞去除，有關廢照明光源乾式及濕式處理技術比較如表 3.3-2 所示。

表3.3-2 乾式與濕式廢日光燈處理技術功能比較

| 項目                | 乾式處理技術 (Dry technology)   | 濕式處理技術 (Wet technology)  |
|-------------------|---|--|
| 處理介質              | 空氣  | 水溶液  |
| 廢直管日光燈特性          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 切斷燈管吸除螢光粉及含汞物質。</li> <li>2. 燈管破碎進行過濾、分離、篩選處理</li> <li>3. 各項物質分類後進行資源化處理。</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 燈管進行破碎方式再以液體洗滌燈管玻璃。</li> <li>2. 進行過濾、分離、篩選處理程序，將有價物質分離。</li> <li>3. 各項物質分類後進行資源化處理。</li> </ol>                           |
| 非直管 (HID 除外) 技術特性 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 直接投入破碎。</li> <li>2. 進行過濾、分離、篩選。</li> <li>3. 各項物質分類後進行資源化處理。</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 整體直接投入破碎再以液體洗滌燈管玻璃。</li> <li>2. 進行過濾、分離、篩選，將有價物質分離。</li> <li>3. 各項物質分類後進行資源化處理。</li> </ol>                               |
| HID 技術特性          | <p>外管：<br/>將外罩鈉鎂玻璃擊碎，不含汞及螢光粉，可直接回收再利用製造新管。</p> <p>發光管：<br/> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將金屬頭切除，吸除內含之汞，金屬部分可回收再利用。</li> <li>2. 將含汞及鉛玻璃之發光管破碎，予以合法掩埋處理。</li> </ol> </p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經破碎後以濕式水洗方式沖洗玻璃碎片。</li> <li>2. 藉由物質不同比重與浮力原理，分選玻璃及金屬物質，再進行各物質回收再利用。</li> <li>3. 將廢水中含螢光粉及汞化合物（俗稱汞污泥）予以合法掩埋處理。</li> </ol> |
| 物質分離程度            | 困難  | 容易   |
| 物質運輸流程            | 困難  | 容易   |
| 汞與粉塵殘留            | 製程空氣  | 處理水溶液  |
| 汞與粉塵分離技術          | 簡單  | 複雜   |
| 二次污染防治            | 以空氣污染防治設施為主，防止粉塵溢散及吸除過濾螢光粉末   | 廢水處理設施：廢液處理及沈澱重金屬污泥之清理<br>空氣污染防治設施：粉塵過濾  |
| 衍生廢棄物 / 有價物       | 螢光粉、含汞物質、粉塵、金屬、玻璃及非金屬類  | 含汞及重金屬之污泥、玻璃、金屬及非金屬類   |
| 衍生廢棄物 / 有價物處理方式   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 玻璃類：再生玻璃製品、級配料</li> <li>2. 金屬類：回收有價金屬</li> <li>3. 非金屬類：釉料、建材填充料</li> <li>4. 含汞物質類：回收貴金屬、汞</li> <li>5. 粉塵：經中間處理後，再最終處置</li> </ol>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 玻璃類：再生玻璃製品、級配料</li> <li>2. 金屬類：回收有價金屬</li> <li>3. 非金屬類：釉料、建材填充料</li> <li>4. 粉塵、廢液及污泥：中間處理後再最終處置</li> </ol>               |

在台灣實際處理廢照明光源之受補貼處理業共計有 3 家，分別為 A 公司（一、二廠）、B 公司及 C 公司，其處理現況、技術種類及處理能力彙整如表 3.3-3 所示，其處理廢直管照明光源之處理技術主要引進瑞典 MRT（Mercury Recovery Technology）公司所製造之廢照明光源處理設備，係屬乾式處理技術。

表3.3-3 廢照明光源受補貼機構處理情形彙整表

| 廠商   | 技術種類              | 處理現況          | 最大處理能力    |
|------|-------------------|---------------|-----------|
| A 公司 | 一廠：乾式處理技術（瑞典 MRT） | · 具直管與非直管處理技術 | 450 噸 / 月 |
|      | 二廠：乾式處理技術         |               | 600 噸 / 月 |
| B 公司 | 乾式處理技術（瑞典 MRT）    | · 具直管與非直管處理技術 | 500 噸 / 月 |
| C 公司 | 乾式處理技術（瑞典 MRT）    | · 具直管處理技術     | 504 噸 / 月 |





資料來源：行政院環保署「100年兩岸能源與環境交流計畫」，2011

廢棄日光燈管處理方式以密閉的條件下，先進行燈管的破碎處理，產生碎玻璃、螢光粉、金屬物質以及塑膠等混合物，最後經過分選程序將玻璃、金屬及塑膠等資源物質回收再利用，而螢光粉則經蒸餾回收設備處理將汞回收。

若燈管隨意丟棄將會污染環境及影響人體健康，易對下一代有極大之影響。全球多國包括美國、德國、日本及台灣，已經將廢燈管定義為有害廢棄物，因此廢日光燈管之回收再生與資源化勢在必行。

### 三、液晶顯示器

液晶顯示器相較於傳統陰極射線管顯示器，具有質量輕、體積小、低耗電、無輻射，平面直角顯示及畫質精緻穩定不閃爍等優點，再加上價格逐漸大眾化，於顯示器市場逐漸占有一席之地。如圖 3.3-2 液晶顯示器市場主要為資訊業（如電腦顯示器、筆記型電腦等），通訊業（如行動電話），消費市場（如手錶、計算機、數位相機、遊樂器、液晶電視等），及工業用市場（儀器顯示器儀表板等），市場應用性廣泛。以筆記型電腦為例，其需求成長率以每年 10~20% 穩定成長，監視器市場之年需求則高達 50%。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>筆記型電腦</p>  | <p>電腦液晶顯示器</p>   |
|  |   |
| <p>數位相機</p>   | <p>遊樂器</p>   |

資料來源：圖片摘自google 圖3.3-2 使用液晶顯示器之科技產品

若估計液晶顯示器平均約 10 年的壽命來看，根據目前使用量及生產量急遽上升的趨勢，可以預知未來幾年液晶顯示器廢棄量將會越來越多，再者台灣為主要產國，基於生產者回收的原則，必須處理大部分的廢棄液晶顯示器。液晶模組可回收再利用部分包括玻璃、電路板、電線、外框架等，先將廢液晶模組拆解，分離液晶處理後之碎玻璃片則可作為建築用紅磚或磁磚原料等用途。該如何有效地處理廢棄的液晶顯示器，以避免不當的貯存或處理方式導致環境污染，甚至更進一步的回收及利用其廢棄材料，亦是未來即須探討的課題。

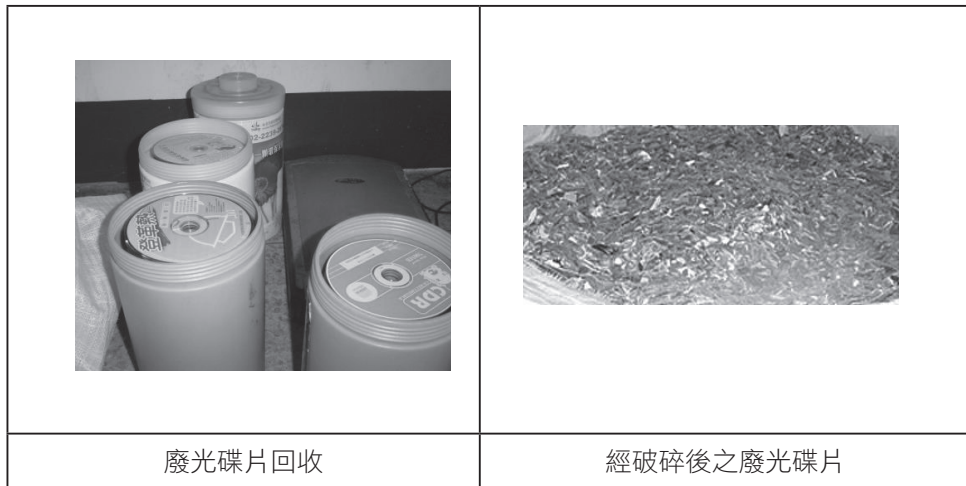
#### 四、光碟片

根據環保署統計，台灣每年約產生 6,000 萬片廢棄光碟片如圖 3.3-3，由於光碟



片的主要材質為聚碳酸酯（PC）之塑膠、鍍有金及銀等貴重金屬，以焚化處理恐有戴奧辛產生造成二次污染，掩埋不易腐化亦不適合做為處理方式，為降低廢棄光碟片對環境的衝擊，政府已將光碟片列為資源回收項目之一。

廢光碟片的回收處理上，PC 塑膠為主要回收物質，PC 不論其化學特性、電氣特性、防火特性、耐衝擊性種種特性均優於其他塑膠材質，回收後可以再與 ABS、PBT/PET、玻璃纖維等摻混製成塑膠合金及複合材，可再利用於製造資訊產品、電器機械外殼、照明燈罩及汽車或電子零件等，不但可將耐衝擊強度提高 10 倍以上，且具有優異的機械性能及成型加工性，並能導入無鹵防火、纖維補強等機能特性；而經由溶蝕處理後回收之重金屬如金、銀、鋁，則具有相當高的經濟價值。



資料來源：圖片摘自google

圖3.3-3 廢光碟片回收

## 五、手機

目前的行動電話產品的高普及率，再加上日新月異的高科技，多功能行動電話產品不斷推陳出新，淘汰的手機舊品如圖 3.3-4 更是逐年增加，相對而言也已經產生大量不明去處的廢行動電話。行動電話為消費者使用，屬於非事業廢棄物，汰舊之行動電話多循二手貨系統再利用或保存於家中，甚至可能隨一般廢棄物進入掩埋場中處理，這樣的處理方式可能造成環境破壞的問題與居民健康的隱憂。

由於行動電話含有液晶螢幕與主機板等物質，含有重金屬以及毒性物質的存在，而液晶螢幕所含的材料中有環己烷，此類物質為環保署公告有害事業廢棄物，

若任意棄置有可能造成環境污染及人體危害。回收後之行動電話經拆解後，可將塑膠機殼與電路板回收再利用、並將含鐵部分轉至鋼鐵業做為原料補給、以及提煉電路板上高價之貴重金屬。



資料來源：圖片摘自google

圖3.3-4 廢手機

全球環保意識的提高及永續發展共識的達成，面對環境需求科技產業上不只需要在製程的管末處理上作管控，更重要的是積極的思考如何有效利用資源、減少能源耗費、降低科技產品對環境的衝擊、或是提升科技產品的環境附加價值等方向，能有效處理這些環境議題的科技產品才能在未來的國際市場持續保有競爭上的優勢。

# 第四章、台灣的挑戰





# 第四章、台灣的挑戰

## 4.1 廢棄物回收狀況

由於資源回收種類眾多，目前基管會大致將廢棄物區分為廢容器類、廢電子電器物品類、廢資訊物品、廢照明光源類、廢電池類、廢機動車類、廢鉛蓄電池類、廢輪胎類及廢潤滑油類等。表 4.1-1 為國內資源回收認證量統計表，以下針對民眾生活中常接觸之資源回收項目加以說明國內資源回收之現況。

表4.1-1 資源回收認證量統計表

| 項目         | 96年認證回收量(噸) | 97年認證回收量(噸) |
|------------|-------------|-------------|
| 廢容器        | 444,734     | 396,991     |
| 廢電子電器物品(台) | 1,637,341   | 1,371,053   |
| 廢資訊物品(件)   | 2,294,095   | 2,517,586   |
| 廢照明光源      | 4,557       | 4,680       |
| 廢乾電池       | 2,387       | 4,828       |
| 廢機動車輛(輛)   | 534,120     | 462,037     |
| 廢鉛蓄電池      | 35,278      | 38,284      |
| 廢輪胎        | 107,420     | 95,603      |
| 廢潤滑油(公秉)   | 22,381      | 25,102      |

資料來源：環保署

### 一、容器類

因國內「垃圾強制分類」之實施，將垃圾分類後排出並交由鄉(鎮、市、區)清潔隊，然清潔隊已成資源回收物之主要回收管道，回收後之資源垃圾，其分類方式主要有三種，包括(1)清潔隊自行做細分類(2)統包給回收商帶回業者回收廠做細分類(3)外包人員進入清潔隊回收廠做細分。

容器在日常生活中應用相當廣，與大眾生活密不可分，使用量及廢棄量亦相當大，如將塑膠回收再生利用不僅可減少塑膠容器廢棄量亦可循環再利用以達永續利

用之目的。廢塑膠容器推動回收係利用基金補貼制度之誘因，增加民眾與資源回收商回收及清運之意願；非塑膠容器包含鐵、鋁、玻璃容器等，因其回收價值高，目前回收率及再利用率亦甚高。

於紙容器方面，原生紙漿取自於天然林木，四公噸木材約可產出一公噸紙漿，由此可見，紙類需求量越大所需要的木材亦越多，有效回收紙類亦助減少木材使用量。根據基管會回收量統計資料，紙餐具之回收量在民國 95 年後有明顯下降的趨勢，推斷應是當時推動公務部門及學校禁用各類材質的免洗餐具的關係，紙盒包裝之回收量則有逐年上升之趨勢。生活中常見容器如圖 4.1-1。



資料來源：圖片摘自 google

圖4.1-1 生活中常見容器

### 二、物品類

根據環保署之分類，物品類大致可分為廢電子電器物品類、廢資訊物品、廢照明光源類、廢乾電池類、廢機動車類、廢鉛蓄電池類、廢輪胎類及廢潤滑油類等。

#### (一)、廢電子電器及廢資訊物品類

我國廢電子電器與廢資訊物品的資源回收成效可由回收量表現，過去 10 年，不僅總回收量增加，處理廠商亦增加，可窺知其市場成長迅速，廢電子電器、資訊物品之處理方式可分為貯存、拆解、破碎、分選與分類貯存等階段，按不同組成成分而產出不同的廢棄物與有價資源，最終無法再利用之廢棄物則交由合格之清除處理機構處理。廢電子電器及廢資訊產品如圖 4.1-2。



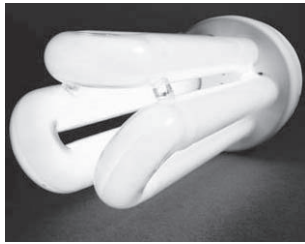
資料來源：圖片摘自google

圖4.1-2 廢電子電器及廢資訊產品

#### (二)、廢照明光源類

照明光源可分為燈泡及燈管兩大類，直管日光燈約占每年廢棄照明光源數量的 8 成，因為一般家戶大量使用、廢棄量大、且含有害物質汞及螢光粉，所以自 91 年 1 月起開始回收清除處理，目前平均回收率都在 8 成以上，成效良好。

96 年 3 月環保署實施依資源回收再利用比例及汞回收比例的分級補貼費率制度，其資源回收再利用比例大幅提升至 91%，此外，同年七月在新增公告非直管之廢照明光源應回收項目，預期未來整體回收市場更為大幅提升。廢照明光源如圖 4.1-3。



資料來源：圖片摘自google

圖4.1-3 常見之廢照明光源

### (三)、廢乾電池類

自環保署將各類廢乾電池公告為應回收項目以來，廢乾電池之稽核認證回收量即呈現逐年成長之趨勢，然我國廢乾電池處理可分為境外及境內處理兩種，境外處理係將所回收之廢乾電池分類後，送至經濟合作暨發展組織 (OECD) 會員國後再行妥善處理。境內處理係將回收後之廢乾電池送至儲存場後，進行分選後，再送往處理廠處理回收金屬再利用，不僅達到物質循環再利用，也避免乾電池遭隨意棄置污染環境。生活中常見廢乾電池如圖 4.1-4。



資料來源：圖片摘自google

圖4.1-4 常見之廢乾電池



### (四)、廢機動車輛類

自經環保署公告為應回收廢棄物，經歷多年來的大力宣導及輔導，回收管道建置已趨於成熟，廢機動車回收量逐漸成長，97年共回收46萬2,037輛，平均每月可回收3萬8千輛左右；現階段之廢車回收制度係由政府接管廢車回收作業之擬定與監督，廢車回收商行政作業費用之請領則由環保署評選的第三公正團體稽核認證後，再由基管會通知銀行撥付之。

廢機動車輛經環保拆解後，可將物質回收再利用。據統計，89年後廢機動車輛粉碎分類後產出之可再利用物質比例約為65%，隨著再利用技術之提升，至96年已提高至75%以上。

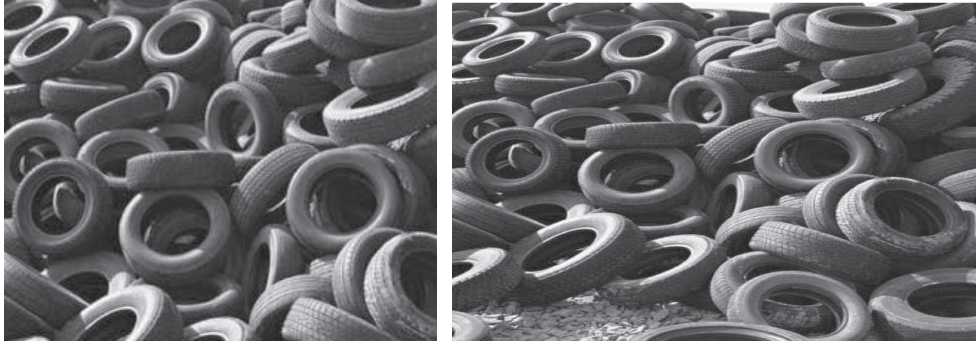
### (五)、廢鉛蓄電池類

多年來回收體系由早期的民辦民營方式轉變為目前的公辦公營型式，廢鉛蓄電池之回收處理係由取得廢鉛蓄電池回收業登記證者回收清運，並由取得廢鉛蓄電池處理業登記證者進行拆解、破碎及熔煉處理，再製成再生製品。

國內廢鉛蓄電池之回收處理管道大致分為兩種，一為一般客戶，如汽車保養廠、機車行、汽車拆解廠等，其產生之廢鉛蓄電池可透過鉛蓄電池批發商或直接交由廢鉛蓄電池回收商進行回收，再交由處理廠處理；另一則為大批客戶，如軍事單位、運輸業、電力公司等，則直接將廢鉛蓄電池交由處理廠處理。

### (六)、廢輪胎類

目前廢輪胎回收處理係採「回收集處理一元化制度」，此制度係將市面上之廢輪胎回收後直接送往處理廠處理，一方面減少貯存可能導致之環境問題，另一方面則降低貯存成本，基管會負責執行相關基金之運用及清除處理工作之管理；過去十年間，廢輪胎回收處理量並無太大幅度之變化，大致維持每年10萬公噸之回收量。常見廢輪胎貯存狀況如圖4.1-5。



資料來源：圖片摘自google

圖4.1-5 廢輪胎

## 七、廢潤滑油類

由於潤滑油具有高回收價值，因此廢潤滑油回收業會於各產生源點收取廢潤滑油，並依市場行情調整其處理模式，目前廢潤滑油係採回收量及處理量之兩段補貼方式，於回收量補貼費用依回收業進廠廢潤滑油水分及雜質含量(%)分級補貼，並分為一般地區及偏遠地區核發不同費用。

國內潤滑油之主要來源為事業產生與汽機車所產生之廢潤滑油，自廢潤滑油公告為應回收項目後，其回收量呈現顯著之成長趨勢。回收後之廢潤滑油可作為再生燃料燃燒，將其中之雜質及水分等分離後，再經蒸餾處理，約有 90% 以上可作為再生燃料油，妥善利用率達 90% 以上，並能達成能源回收再利用之效益。

## 4.2 再利用面臨的課題

資源永續利用與經濟社會的永續發展為世界潮流，推動廢棄物資源化以促進資源有效運用為產業永續發展之重要環節，如何使資源有效再生、循環使用於產業製造生產與消費使用，建立產業共生之生態體系，將是未來努力之方向。未來國內的資源化產業應朝向如何研發高附加價值的資源化產品，才是最重要的關鍵因素，例如釀酒所產生的「酒粕」，以往都是以堆肥方式製成園藝用培養土或製成飼料，近年來酒廠利用酒粕內所含胺基酸、礦物質等成分，製成具有保濕效果的「酒粕面膜」，廣受女性喜愛成為熱賣商品，酒粕的利用方式，從堆肥到面膜，大大提高資源化產品的經濟價值。

國際原料價格也深深影響資源化產業的發展。當原料價格便宜時，會降低使用再生料的意願，相反的，當原料價格上漲時，會提升再利用量。例如近年全球銅的庫存減少以及中國營建業需求不斷擴張，使得國際銅價已經成長數倍之多，因此含銅量高的酸性蝕刻廢液，成為再利用機構競相爭購的標的，依據工業局資源化工業輔導計畫推估 95 年資源化產業之產值為 385 億元。資源化廠商目前面臨二大難題，第一是貨源不足，當耗費巨資設立資源化工廠後，卻苦無貨源，又礙於法令無法直接從國外進口。第二是國內業者的規模較小，比較難以自行負擔技術研發的成本，所以應該加強整合業者、學界或研發機構等各方面的資源，共同合作開發與應用資源化技術，以爭取政府經費研發製造高附加價值的資源化產品。第三是資源化產品市場規模太小，國內民眾優先選購資源化綠色產品的觀念尚未建立，使得資源化產品的銷售不易。這些都需要靠資源化廠商、政府及民眾共同努力的方向。

國際上部分先進國家紛紛提出「零廢棄」之觀念，我國垃圾處理自 73 年開始實施「都市垃圾處理方案」以來，迄今已超過 20 年，經檢討我國垃圾處理方式，配合資源永續及「零廢棄」趨勢，由過去末端處理方式漸採「源頭減量」與「資源回收」為主，行政院亦於 92 年 12 月核定「垃圾處理方案之檢討與展望」，訂定我國「垃圾零廢棄」政策目標，同時配合資源回收再利用之規定，全面推動「垃圾零廢棄」之總體垃圾減量及資源回收等政策，提倡以綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，將資源有效循環利用，逐步達成垃圾全回收、零廢棄之目標，並預訂於 96 年以後，除偏遠地區外，垃圾將不進掩埋場，且處理前之總減量目標達 25%，100 年時達 40%，109 年時達 75%，期與先進國家同步建立「零廢棄社會」。我國「垃圾零廢棄」各分年、分項次目標整理如表 4.2-1。

表4.2-1 台灣垃圾減量資源回收策略

| 年限         | 減量及資源回收策略                     |                   |                 |                  |                 |                        |
|------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------------|
| 西元<br>(民國) | 總減量 <sup>1</sup><br>目標<br>(%) | 公告回收<br>項目<br>(%) | 廚餘<br>回收<br>(%) | 不可燃<br>垃圾<br>(%) | 巨大<br>垃圾<br>(%) | 其他 <sup>2</sup><br>(%) |
| 2007(96)   | 25                            | 18.5              | 4               | 1.2              | 0.3             | 1                      |
| 2011(100)  | 40                            | 24                | 7.5             | 3.5              | 1               | 4                      |
| 2020(109)  | 75                            | 38                | 20              | 6.7              | 1.3             | 9                      |

備註：

1. 以民國90年為計算基準年（垃圾產生量833萬噸/年）。
2. 其他包括因目前回收技術、處理成本或品質不適合回收之紙類、塑膠類、木竹稻草、落葉類及纖維布類等，屆時視該類廢棄物之處理技術發展，予以妥善處理。

為加強垃圾源頭管理及持續推動我國「垃圾零廢棄」政策，依據行政院 92 年 12 月核定「垃圾處理方案之檢討與展望」之「垃圾零廢棄」具體改善措施，經檢討環保署以前年度相關執行計畫，配合環保署未來垃圾管理施政重點，研訂「一般廢棄物源頭減量及全分類零廢棄計畫」，整合一般廢棄物源頭管理及加強一般廢棄物回收再利用及處理，規劃一次用產品減量、限制產品過度包裝及限制含汞產品等三項減量、減毒措施，並納入持續推動垃圾強制分類、新增回收項目、水肥處理及灰渣再利用等措施，並為後續目標年垃圾減量工作奠定基礎。

工作內容：

(1) 一般廢棄物源頭管理

(i) 貫徹生產者延伸責任制

- a. 環保署目前正進行生產者責任回收制度之修訂（納入廢棄物清理法 / 資源回收再利用法二法合一辦理），未來將採業者實體回收責任及向環保署繳費之雙軌制，以落實生產者責任及促進產品綠色設計。
- b. 考量我國之環境目標，環保署訂定產品之環境友善化設計指引，由產品之中央目的事業主管機關，依所主管之產品相關法令，訂定環境友善化設計標準並執行。
- c. 環保署已規劃於 98 年底前，依新法完成三類電機電子產品適用業者自主回

收再生制之公告或與環保署簽訂自願性回收再生協議，以落實生產者延伸責任。

### (ii) 一次用產品減量

- a. 廣徵環保團體、消費者保護團體、專家學者、產品製造/輸入業者、政府相關部門、各縣市環保局及其他相關人員之意見，請各界提出建議減量產品、評估因子及建議管制方式。
- b. 依前述建議減量產品及評估因子，篩選出 20 項一次用產品（以日常用品為優先），分別蒐集其產品及替代產品之背景資料。
- c. 針對前述 20 項一次用產品，依可行性評估篩選出 10 項優先推動之產品，提出減量建議方案，並進行方案分析。
- d. 政策擬定過程中，邀集環保團體、消費者保護團體、專家學者、相關政府部門及產品製造業者等組成「一次用產品減量專案小組」，全程針對前述減量產品、篩選因子及建議減量方案等議題，進行研商。
- e. 依據第一年規劃之減量方案及推動時程，推動一次用產品減量措施，並依推動執行情形，滾動檢討修正第一年規劃之方案。
- f. 評估 PVC 管制及研擬配套措施。

### (iii) 限制產品過度包裝

- a. 蒐集各國包裝環境化設計標準及推動措施資料，訂定我國包裝環境化設計標準，作為包裝綠色設計之程序性標準，並推動成為行業標準或國家標準。
- b. 研擬我國綠色包裝推動方案，採獎勵、教育訓練、宣導與管制性措施，推動產品包裝符合環境化設計標準。
- c. 評估優先推動包裝環境化設計標準之產品類別。
- d. 探討推動包裝環境化設計標準驗證、認證及符合性標章之可行性。
- e. 逐步推動產品符合包裝環境化設計標準，並評估其減量成效及環境效益。

### (iv) 限制含汞產品

- a. 針對含汞產品進行背景調查，蒐集國內外含汞產品管制措施及國內含汞產品運作資料，提出可行之管制對象、措施建議，並規劃優先順序及實施期程。
- b. 研擬管制公告及相關配套措施。
- c. 執行含汞產品禁（限）用政策。
- d. 補助地方環保局辦理宣導及稽查抽驗作業。

(2) 加強一般廢棄物回收再利用及處理

(i) 持續推動垃圾強制分類

- a. 持續推動垃圾強制分類之宣導及稽查工作，並加強清潔人員隨車勸導工作，以落實民眾確實進行垃圾分類。
- b. 輔導尚未完全實施垃圾不落地區域，協助儘速全面推動。
- c. 配合資源回收量增加，協助各縣市逐步增加資源回收週收日數，以利民眾排出。
- d. 加強追蹤資源分類回收後再利用方式及流向，以妥善處理避免造成環境污染。

(ii) 新增回收項目

- a. 依 25 縣市試辦廢塑膠袋回收之成效，評估廢塑膠袋等納入執行機關一般廢棄物回收項目。
- b. 藉由追蹤資源物再利用流向，調查執行機關回收情形及後續再利用管道是否暢通，評估新增執行機關一般廢棄物回收項目。

(iii) 推動水肥妥善處理

- a. 補助及協助縣市以工業區污水處理廠既有設備及處理餘裕量，進行處理水肥試辦計畫，如試辦可行，持續協助縣市處理水肥。
- b. 補助及協助縣市於下水道系統增設水肥投入站，將水肥送至下水道污水處理廠處理，如有餘裕量，協調其協助鄰近縣市處理水肥。
- c. 補助有需求之既有水肥處理廠更新相關設備單元，以維持其功能，如有餘裕量，協調其協助鄰近縣市處理水肥。
- d. 協助縣市辦理水肥清除業者教育宣導說明會，督促縣市輔導水肥清除業者清除合法化，建立正確清除觀念。
- e. 協助縣市調查及掌握轄區內水肥之清運與去處，另水肥處理執行有困難之縣市，將協助解決。

(iv) 推動灰渣再利用

- a. 補助並協助地方政府辦理焚化底渣再利用計畫，推動焚化底渣再利用工作。
- b. 辦理焚化底渣再利用廠再用品之查核及流向追蹤。
- c. 檢討修正垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式，以有效規範焚化底渣之再利用。

d.收集、分析國內外飛灰再利用技術，擬定可行之再利用技術。

補助地方政府針對不同處理技術執行示範驗證計畫，以確認技術面、經濟面，環境面及市場面之可行性。

生產者與消費者在環保意識及綠色消費觀念上不盡相同，對於市場供需所產生之影響亦大不相同，資源再生產品須仰賴消費者之支持，方能決定是否具再利用之潛力，也因此社會觀感益顯重要。以下探討生產者及民眾兩方面在環保意識、綠色消費及社會觀感觀念上對廢棄物再利用之影響：

### 一、環保意識

1. 民眾雖具環保意識，但在日常生活中，消費購物仍依價格取向、品牌偏好與消費習慣等因素選購商品；另一方面因貪圖便利性、生活習慣等，也會影響廢棄物分類之成效。

2. 環保標章之知名度、認同度與權威性尚嫌不足，目前一般社會大眾對於再生利用之製品會認定為次級品或劣質品，對於再生利用製品之形象有所不妥，如以玻璃製品為例，外觀需要外觀純淨才能貼上環保標章，不僅可以提升再生製品之形象也可提升其評價。

### 二、綠色消費觀念

1. 生產者缺乏綠色生產觀念，再生製品之品管成本較高，產品外觀較差與增加生產損耗，使生產者不願落實綠色生產作業。

2. 消費者亦缺乏綠色消費概念，環保意識近年雖被大眾所認同，如以玻璃製品而言，不免有高價位代表高品質之觀感，製品白晳透明代表純潔之成見，再生製品被接受之程度有限。

### 三、社會觀感

若再生廠外觀與環境衛生尚未做好，將導致民眾抗議，再生利用廠必須顧及環境保護之社會面，廠區內外應保持美化與整潔。廢棄物再利用所面臨的課題，必須考慮社會福祉、保護環境與經濟發展所帶效益是否符合再利用所期待，以提倡再生資源之使用及利用，擴展資源再生之潛力，發展再利用之市場。





# 第五章、未來方向





# 第五章、未來方向

人類僅僅是大自然的一份子，並且無法脫離自然環境而生存，應該與大自然萬物和平共存，取之於自然，回饋於自然，保育自然環境並維持生態系統平衡運作，才是實踐永續發展唯一的機會。因此，若任意製造環境污染、破壞生態環境、過度利用資源，使地球面臨自然資源枯竭、生物多樣性降低及生態系功能消失等嚴重問題，將導致食物短缺、能源匱乏及氣候劇烈變遷等後果。

所以環境保護是為了永續使用地球上有限的自然資源，包括動物、植物、礦物及能源。只要在生活中付諸小小行動，將可以永遠擁有一個生氣盎然的地球。這就是保育的精神，藉由對自然資源的經營管理，充分實踐永續發展精神，使現今人類創造最大的利益，更能讓後代子子孫孫共享這美麗的家園。

## 5.1 綠色未來

資源有限的永續思考，已蔚為風潮，不僅僅是國家，已經有越來越多的企業紛紛投入清潔生產，率先許下承諾的是 Puma，而後再有 Adidas、Nike、H&M 等品牌，各品牌陸續承諾的效應有如骨牌，讓清潔生產得以發揮效益，共同改善環境污染。環境保護的精神力量正不斷擴大，仍擁有這塊美好環境的我們更應該立即著手，為我們所生活的地球付諸行動。未來，除應持續推動廢棄物源頭減量、資源回收外，也需推動產品綠色包裝及設計，並持續建構廢棄物減量回收誘因體系，擴大生產者責任制度，另外針對清潔生產、再利用管理及推廣之機制，商討更進一步推動的作法，利用多元的綠色發展方式以達成資源循環零廢棄的願景，達到綠色未來的目標。

## 5.2 永續發展願景

「台灣永續發展指標系統」是根據壓力（pressure）、現況（state）與回應（response）的 P-S-R 架構設計。環境與生態資源面的「現況」呈現環境品質惡化或

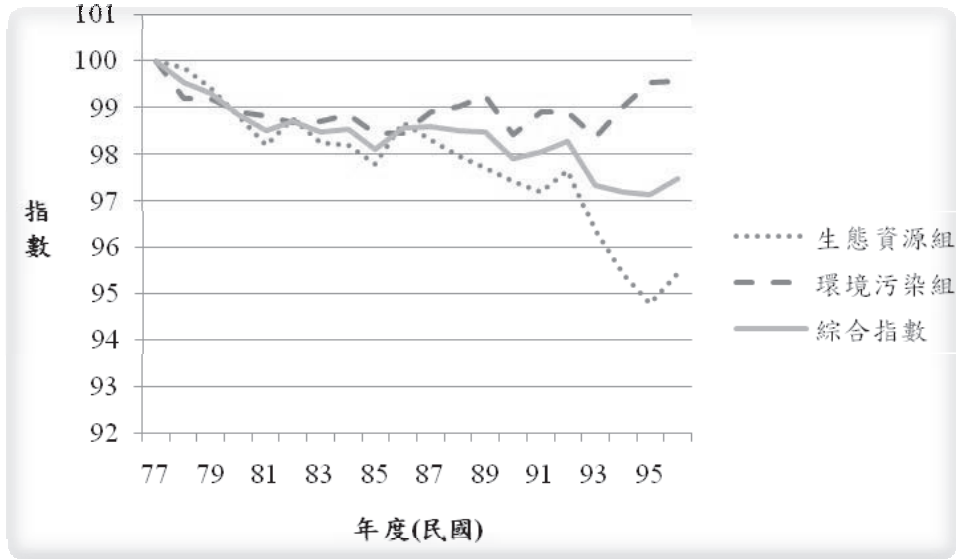
改善的程度，而經濟與社會面的「壓力」則是探討對於環境品質與永續發展造成破壞壓力的社會結構與經濟活動。至於政策與制度面的「回應」，則是瞭解台灣社會於追求永續發展過程中如何透過制度調整來改善環境生態現況與減輕社經壓力。

依據「台灣永續發展指標系統」，以 1988 年為基準年，永續指標值為 100，綜合指數如大於 100 代表邁向永續，如小於 100 則代表背離永續，若 1988 年尚無資料者，以資料可及當年為基準年。表 5.2-1 列舉 3 項指標項目，說明永續發展走向，圖 5.2-1 則為生態與環境現況綜合指數趨勢圖。

表5.2-1 三項代表性永續發展指標比較圖

| 指標項目  | 與 1988 年比較  | 與 1998 年比較  | 與 2007 年比較   |
|---|---|---|--|
| 每人每日垃圾產生量   |    |    |    |
| 廢棄物資源回收率  |    |    |    |
| 民間參與度   |  |  |  |
| 圖示說明：   |   |   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li> 朝向永續發展</li> <li> 朝向不永續發展</li> <li> 持平</li> <li> 該年度無比較資料</li> </ul> |   |   |  |

資料來源：國家永續發展委員會，2008年



資料來源：國家永續發展委員會，2008年

圖5.2-1 生態及環境現況綜合指數趨勢圖

至此國家永續發展委員會為導正台灣部分永續指標所呈現負向成長，及促進台灣永續發展，擬訂三項基本永續發展面之策略綱領與架構，即環境、社會及經濟層面，用以改善台灣目前呈劣勢之指標項目，並加強穩固正面成長之指標項目，以作為台灣永續發展的努力目標。



# 第六章、結語







# 第六章、結語

綜觀前述五章，可瞭解到資源循環產業發展潛力是相當值得期許的。政府的政策、規劃與資源循環產業發展亦是密不可分，在這一股環保潮流的趨勢下，政府鼓吹產業走向綠色概念，水資源回收、節能技術以及資源循環都應是未來的明星產業。

現階段台灣所遇到的問題便是政府對於業者的支持不足，舉例而言；台灣對於資源化產品目前雖有採購法的 10% 優惠，資料顯示業者們普遍認為政府可更加積極協助，如藉由政府單位鼓勵使用資源化產品，便可解決產品去化行銷的問題。因此本節研擬彙整可提升台灣資源循環發展之機制，大致上分為協助資源循環產業升級及推動資源循環產業投資兩大方向，詳細內容臚列如下。

## 一、協助資源循環產業升級

1. 政府應積極瞭解企業營運及發展需求，提供輔導資源協助業者經營發展。
2. 整合專家顧問針對台灣資源循環產業瞭解其需求，提升業者技術及能力。
3. 建立一產業發展指標系統，如以實收資本額、營業毛利率、年增率等參數為依據，作為扶植產業升級之參考。

## 二、推動資源循環產業投資

1. 政府可針對台灣資源循環相關產業投產進行統計，掌握台灣資源循環相關產業投資趨勢，以利業者瞭解其市場脈象。
2. 建立台灣與國際間之聯繫管道，互相交流資源循環產業市場各類情資，以利業者投資參考。
3. 積極整合資源化產品之應用產業鏈，拓展其市場，結合各家資源循環業者關鍵技術，媒合投資企業積極參與，研發具有更高附加價值的資源化產品，提升台灣資源循環產業技術層次。



# 參考文獻





# 參考文獻

- [1] 行政院文化建設委員會<http://km.cca.gov.tw/>，2010。
- [2] 行政院環保署資源回收基金管理委員會<http://recycle.epa.gov.tw/epa/index.asp>，2011。
- [3] 行政院環境保護署<http://www.epa.gov.tw/>，2011。
- [4] 呂佩瑩、楊模樺，2006，「鋰電池市場應用現況」，工業材料雜誌，第236期。
- [5] 財團法人台灣產業服務基金會，1996，「工業減廢叢書—事業廢棄物處理與資源化技術」，經濟部工業局。
- [6] 財團法人台灣產業服務基金會，2006，「廢乾電池提昇回收成效暨發展最適回收處理再利用計畫」，行政院環保署。
- [7] 經濟部工業局，2003清潔生產暨永續發展研討會論文摘要集，台北市：經濟部工業局，2003。
- [8] 行政院環境保護署，一次用產品源頭減量措施評估專案工作計畫，台北市：行政院環境保護署，2007。
- [9] 財團法人中技社，事業廢棄物減量與循環再利用，台北市：財團法人中技社，2006。
- [10] SGS，歐盟RoHS指令之管理系統及測試應對指南，台北，2007。
- [11] 營建可再生資源市場機制與策略研究 詹穎雯等 06,2003 頁11-13。
- [12] 國立台灣科技大學，碩士論文，建築產業廢棄物再利用之研究:林慶元，陳明良，1996，頁17-30。
- [13] 胡憲倫、陳玉萍、鍾啟賢，2002。「歐盟整合性產品政策(IPP)與延伸生產者責任的發展趨勢」，邁向綠色矽島—2002“如何從產品環境劃設計克服我國輸出產品的綠色貿易障礙”研習會論文集，台北世貿展覽二樓會議室。

- [14] 陳玉萍、胡憲倫，2003。「產品服務化及其在臺灣產業推動之現況研究—以化學製品業為例」。清潔生產暨永續發展研討會，經濟部工業局。
- [15] 陳苑貽，高溫性細菌分解有機污泥及光合作用細菌利用污泥分解物生成氫氣之研究，碩士論文，2006，6月，頁1—25。
- [16] 朱敬平，李篤中，污泥處置Ⅱ：污泥之前處理，國立臺灣大學「台大工程」學刊第八十二期民國九十年六月第49—76頁。
- [17] 朱敬平，李篤中，污泥處置(Ⅳ)：策略與永續利用，國立臺灣大學「台大工程」學刊第八十四期民國九十一年二月第91—101頁。
- [18] 行政院環境保護署，「95年度勘察我國廢棄物輸出境外接受國處理及管理情形」，96年8月。
- [19] 財團法人環境資源研究發展基金會，「廢棄物越境轉移國際因應及國內管理計畫」，96年1月。
- [20] 財團法人中技社，「廢棄物焚化飛灰處理技術環境成本評量」，95年6月。
- [21] 中華經濟研究院(台灣WTO中心)，環保商品的定義和範圍，2004。
- [22] 中環(聯合)認證中心有限公司網站。
- [23] 行政院環境保護署，行政院環境保護署環境保護產品推動使用作業要點，2010。
- [24] 行政院環境保護署，產品與服務碳足跡計算指引，2010。
- [25] 行政院環保署台灣產品碳足跡資訊網，2011。
- [26] 行政環境保護署國家溫室氣體登錄平台，2011。
- [27] 楊萬發，台灣大未來-環保-資源與環境的永續發展，台北，財團法人厚生基金會，第77-140頁，2008。
- [28] 行政院環境保護署，資源回收再利用推動計畫，2005。
- [29] 黃基森，「論述購物用塑膠袋及塑膠類免洗餐具之限制使用政策」，環境教育學刊，創刊號，2002。
- [30] 新竹市環境保護局，廢玻璃去化及再利用推廣專案計畫，2007。
- [31] 蔣丙煌，食品包裝容器的發展，《科學發展》期刊，419期，行政院國科會，2004。
- [32] 康城工程顧問，「一般廢棄物全分類零廢棄整合專案工作計畫期末報告」，行政院環境保護署，95年11月。

- [33] 江國瑛、蔡振球、呂秀月，「事業廢棄物管制現況檢討與未來展望」，永續產業發展雙月刊，第26期，頁44-53，95年4月。
- [34] 黃孝信，「國內發展資源化產業的契機與挑戰」，環保產業專欄，第31期，頁2-5，94年6月。
- [35] 邱文琳、曹美慧，「巴賽爾公約與我國有害事業廢棄物輸出入管理」，永續發展雙月刊，第20期，頁10-21，94年4月。
- [36] 經濟部工業局，「廢棄物資源化技術資訊手冊」，92年12月。

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

綠色產業資源循環再生利用 / 張添晉作. -- 初版. -- 臺北市 : 中技社,  
民101.05

112面 ; 17×23公分

ISBN 978-986-88170-0-5(平裝)

1.廢棄物處理 2.廢棄物利用

445.97

101004462

# 綠色產業資源循環再生利用

---

作者：張添晉、陳韋佑

主編：王鈞銘

發行人：潘文炎

出版者：財團法人中技社

地址 / 106 台北市敦化南路二段 97 號 8 樓

電話 / 886-2-2704-9805

傳真 / 886-2-2705-5044

網址 / [www.ctci.org.tw](http://www.ctci.org.tw)

印刷製版：信可印刷有限公司

出版日期：中華民國 101 年 5 月初版

ISBN：978-986-88170-0-5 (平裝)