

# 廢棄物管理概論

## 目錄

壹、前言 .....	1
貳、廢棄物概論 .....	2
一、廢棄物產源、組成與特性 .....	2
二、有害事業廢棄物之認定 .....	3
三、廢棄物清理技術 .....	8
參、我國廢棄物管理政策 .....	10
一、廢棄物管理沿革 .....	10
二、廢棄物清理現況 .....	10
肆、廢棄物源頭減量及再利用 .....	18
一、一般廢棄物再利用 .....	18
二、事業廢棄物再利用 .....	26
伍、廢棄物輸出入管理 .....	28
陸、廢棄物最終處置 .....	30
柒、我國廢棄物管理未來展望 .....	31
捌、結語 .....	32
參考資料 .....	33

# 廢棄物管理概論

## 表 目 錄

表 2.1、製程有害事業廢棄物產生源 .....	4
表 2.2、不同清理階段之混合五金廢料認定對照表 .....	4
表 2.3、毒性特性溶出程序 (TCLP) 溶出標準 .....	6
表 3.1、104 年事業廢棄物清理流向申報量統計 .....	12

# 廢棄物管理概論

## 圖目錄

圖 2.1、廢棄物減量處理、資源回收與最終處置流程 .....	9
圖 3.1、104 年度事業廢棄物清理流向申報統計 .....	12
圖 3.2、環境部廢棄物管制策略架構圖 .....	14
圖 3.3、國內垃圾處理政策演進 .....	16
圖 3.4、垃圾焚化廠轉化生質能源示意圖 .....	16
圖 3.5、掩埋場挖除再生活化示意圖 .....	17
圖 4.1、廢棄物治本與治標之道 .....	19
圖 4.2、環境保護與經濟發展兼籌並重 .....	19
圖 4.3、減廢生命週期 .....	20
圖 4.4、一般事業廢棄物減廢做法 .....	23
圖 4.5、一般事業廢棄物減廢細項 .....	23
圖 4.6、廢棄物再利用之法源依據 .....	26
圖 4.7、事業廢棄物再利用模式 .....	27
圖 5.1、廢棄物輸出入管制流程 .....	29
圖 7.1、國際環境發展趨勢 .....	31

# 壹、前言

隨著產業發展，社會進步及國際潮流衝擊，我國廢棄物管理政策一再調整改變，廢棄物管理由最早的管末管制，逐步朝向資源回收、源頭減量，已發展至永續物質管理 (Sustainable Materials Management) 概念。主管機關及地方主管機關共同合作，逐步落實零廢棄之目標。

我國廢棄物清理法自民國 63 年制定至今，歷經多次修正，將廢棄物依產生源不同，分為一般廢棄物及事業廢棄物，主要管理目的在於廢棄物之妥善清除、處理或資源回收。隨著環境問題複雜化及全球化，我國廢棄物管理概念從過去搖籃到墳墓之消極性管理，轉變為從搖籃到搖籃之積極性管理。展望未來廢棄物應視為資源，在永續物質管理之觀念下，明定廢棄物能進行資源回收利用，加強廢棄資源再生，以促進資源循環，並落實環境保護及維護國民健康。

由於天然資源短缺且面臨嚴重廢棄物處理及處置問題，積極進行廢棄物管理制度革新、研發再生利用技術、健全資源回收產業、提高資源使用效率、建構資源循環型社會，已成為當前國內社會環保與永續發展之要務，唯有積極落實廢棄與再生資源循環利用的綜合性永續資源管理工作，才能確保國內社會及經濟在穩健發展之前提下，同時邁向低碳-與資源循環型社會。

## 貳、廢棄物概論

### 一、廢棄物產源、組成與特性

依廢棄物清理法第 2 條所稱廢棄物，指下列能以搬動方式移動之固態或液態物質或物品：

- (一) 被拋棄者。
- (二) 減失原效用、被放棄原效用、不具效用或效用不明者。
- (三) 於營建、製造、加工、修理、販賣、使用過程所產生目的以外之產物。
- (四) 製程產出物不具可行之利用技術或不具市場經濟價值者。
- (五) 其他經中央主管機關公告者。

前項廢棄物，分下列 2 種：

- (一) 一般廢棄物：指事業廢棄物以外之廢棄物。
- (二) 事業廢棄物：指事業活動產生非屬其員工生活產生之廢棄物，包括有害事業廢棄物及一般事業廢棄物。
  - 1. 有害事業廢棄物：由事業所產生具有毒性、危險性，其濃度或數量足以影響人體健康或污染環境之廢棄物。
  - 2. 一般事業廢棄物：由事業所產生有害事業廢棄物以外之廢棄物。

前項有害事業廢棄物認定標準，由中央主管機關會商中央目的事業主管機關定之。

游離輻射之放射性廢棄物之清理，依原子能相關法令之規定。

第 2 項之事業，係指農工礦廠（場）、營造業、醫療機構、公民營廢棄物清除處理機構、事業廢棄物共同清除處理機構、學校或機關團體之實驗室及其他經中央主管機關指定之事業。

廢棄物的成分分析，以垃圾為例，目前以 3 成分分析（水分、灰分、可燃分）和元素分析（碳、氫、氧、氮、硫、氯等）為主，而物理組成則分成紙類、纖維布類、木竹稻草、廚餘類、塑膠類、皮革橡膠類、鐵金屬類、非鐵金屬類、玻璃類、其他不燃物（陶瓷、砂土）、其他（含 5 mm 以下之雜物）11 類。

## 二、有害事業廢棄物之認定

依有害事業廢棄物認定標準，有害事業廢棄物係指由事業產生具有毒性、危險性，其濃度或數量足以影響人體健康或污染環境之廢棄物。有害事業廢棄物種類可依據有害事業廢棄物認定標準來分類，目前主要分類為：（一）列表之有害事業廢棄物；（二）有害特性認定之有害事業廢棄物及（三）其他經中央主管機關公告者。針對各類有害事業廢棄物分類分別敘述如下：

### （一）列表之有害事業廢棄物

#### 1. 製程有害事業廢棄物：

製程有害事業廢棄物係指特定事業機構或特定製程產生之廢棄物，依據其易燃性、腐蝕性、反應性及毒性等危害性，公告認定相關製程產生之廢棄物為有害事業廢棄物，不須經由檢測分析結果認定，而其貯存、清除、處理、處置作業必須依據有害事業廢棄物相關規定辦理。目前認定為製程有害之有害事業廢棄物共有 13 類，102 個製程。公告行業別詳如表 2.1 所示，而管制的製程中主要包括生產過程中產生之殘渣、廢液、過濾材、集塵灰及污染防治系統所產生或收集之污泥或灰渣等；廢棄物成分則主要包含重金屬、毒性物質及有害有機物等，詳細製程及成分請參閱有害事業廢棄物認定標準。

表2.1、製程有害事業廢棄物產生源

項次	行業別
1	基本化學工業
2	石油化工原料製造業
3	塗料、漆料及相關產品製造業
4	農藥及環境衛生用藥製造業
5	製藥業
6	其他化學製品製造業
7	石油煉製業
8	其他石油及煤製品製造業
9	鋼鐵冶煉業
10	鋼材表面處理業
11	其他非鐵金屬基本工業
12	廢棄物處理業
13	其他

註：詳見有害事業廢棄物認定標準。

## 2. 混合五金廢料：

依貯存、清除、處理及輸出入等清理階段危害特性判定，其認定方式如表 2.2。

表2.2、不同清理階段之混合五金廢料認定對照表

廢棄物項目分類	貯存 階段	清除 階段	處理階段 (含再利用)	輸出 入境
一、廢電線電纜(非以物理處理法處理者)	一般	一般	有害	有害
二、含油脂之充膠廢電線電纜	一般	一般	有害	有害
三、不含多氯聯苯(低於 50 ppm)但含油脂之廢變壓器、廢電容器	一般	一般	有害	有害
四、電鍍金屬廢塑膠(含光碟片)	一般	一般	有害	有害
五、廢電腦	一般	一般	有害	有害
六、廢家電	一般	一般	有害	有害
七、廢電話交換機	一般	一般	有害	有害
八、廢電子零組件、下腳品及不良品	一般	一般	有害	有害
九、廢光電零組件、下腳品及不良品	一般	一般	有害	有害
十、廢通信器材(不含機械式)	一般	一般	有害	有害
十一、含金屬之印刷電路板廢料及其粉屑	一般	一般	有害	有害
十二、附零組件之廢印刷電路板	一般	一般	有害	有害
十三、含鉛、錫、碲、鈮金屬廢料	一般	一般	有害	有害
十四、發光二極體晶圓廢料及粉屑	有害	有害	有害	有害

備註：一、下腳品係指事業因成型或構裝等過程產生之廢料。

二、零組件係指事業因過期或品質管制汰換等過程產生之廢料。

三、不良品係指事業因品質管制或其他原因所淘汰之廢棄成品。

### 3. 生物醫療廢棄物：

指醫療機構、醫事檢驗所、醫學實驗室、工業及研究機構生物安全等級第二級以上之實驗室、從事基因或生物科技研究之實驗室、生物科技工廠及製藥工廠，於醫療、醫事檢驗、驗屍、檢疫、研究、藥品或生物材料製造過程中產生之表列廢棄物，包括：

- (1) 基因毒性廢棄物：包括屬致癌及可能致癌之細胞毒素或其他藥物。
- (2) 廢尖銳器具。
- (3) 感染性廢棄物：包括①廢棄之微生物培養物、菌株及相關生物製品；②病理廢棄物；③血液廢棄物；④受污染動物屍體、殘肢及墊料；⑤手術或驗屍廢棄物；⑥實驗室廢棄物；⑦透析廢棄物；⑧隔離廢棄物；⑨受血液及體液污染廢棄物等。
- (4) 其他經中央主管機關會商中央目的事業主管機關認定對人體或環境具危害性，並經公告者。

### (二) 有害特性認定之有害事業廢棄物

#### 1. 毒性有害事業廢棄物：

- (1) 依毒性及關注化學物質管理法公告之第一類、第二類及第三類毒性化學物質之固體或液體廢棄物。
- (2) 直接接觸前項毒性化學物質之廢棄盛裝容器。

#### 2. 溶出毒性事業廢棄物：指事業廢棄物依使用原物料、製程及廢棄物成分特性之相關性選定分析項目，以毒性特性溶出程序（以下簡稱 TCLP）直接判定或先經萃取處理再判定之萃出液，其成分濃度超過表 2.3 之標準者。

表2.3、毒性特性溶出程序 (TCLP) 溶出標準

分析項目	溶出試驗標準 (mg/L)
<b>一、農藥污染物</b>	
(1) 有機氯劑農藥	0.5
(2) 有機磷劑農藥	2.5
(3) 氨基甲酸鹽農藥	2.5
<b>二、有機性污染物</b>	
(1) 六氯苯	0.13
(2) 2,4-二硝基甲苯	0.13
(3) 氯乙烯	0.2
(4) 苯	0.5
(5) 四氯化碳	0.5
(6) 1,2-二氯乙烷	0.5
(7) 六氯-1,3-丁二烯	0.5
(8) 三氯乙烯	0.5
(9) 1,1-二氯乙烯	0.7
(10) 四氯乙烯	0.7
(11) 2-(2,4,5三氯酚丙酸)	1.0
(12) 2,4,6-三氯酚	2.0
(13) 硝基苯	2.0
(14) 六氯乙烷	3.5
(15) 吡啶	5.0
(16) 氯仿	6.0
(17) 1,4-二氯苯	7.5
(18) 2,4-二氯苯氧乙酸	10.0
(19) 氯苯	100.0
(20) 五氯酚	100.0
(21) 總甲酚	200.0
(22) 丁酮	200.0
(23) 2,4,5-三氯酚	400.0
<b>三、有毒重金屬</b>	
(1) 汞及其化合物(總汞)	0.2
(2) 鋨及其化合物(總鋐)	1.0
(3) 硒及其化合物(總硒))	1.0
(4) 六價鉻化合物	2.5
(5) 鉛及其他合物(總鉛)	5.0
(6) 鉻及其化合物(總鉻)(不包含製造或使用動物皮革程序所產生之廢皮粉、皮屑及皮塊)	5.0
(7) 砷及其化合物(總砷)	5.0
(8) 銀及其化合物(總銀)(僅限攝影沖洗及照相製版廢液)	5.0
(9) 銅及其化合物(總銅)(僅限廢觸媒、集塵灰、廢液、污泥、濾材、焚化飛灰或底渣、混合五金廢料處理後之殘餘物。)	15.0
(10) 鎮及其化合物(總鎮)	100.0

資料來源：有害事業廢棄物認定標準。

3. 戴奧辛有害事業廢棄物：指事業廢棄物中含 2,3,7,8-氯化戴奧辛及呋喃同源物等 17 種化合物之總毒性當量濃度超過 1.0 ng I-TEQ/g 者。
4. 多氯聯苯有害事業廢棄物：指多氯聯苯重量含量在百萬分之五十以上之廢電容器（以絕緣油重量計）、廢變壓器（以變壓器油重量計）或其他事業廢棄物。
5. 腐蝕性事業廢棄物：指事業廢棄物具有下列性質之一者：
  - (1) 廢液氫離子濃度指數（pH 值）大於等於 12.5 或小於等於 2.0；或在攝氏溫度 55 度時對鋼（中華民國國家標準鋼材 S20C）之腐蝕速率每年超過 6.35 毫米者。
  - (2) 固體廢棄物於溶液狀態下氫離子濃度指數（pH 值）大於等於 12.5 或小於等於 2.0；或在攝氏溫度 55 度時對鋼（中華民國國家標準鋼材 S20C）之腐蝕速率每年超過 6.35 毫米者。
6. 易燃性事業廢棄物：指事業廢棄物具有下列性質之一者：
  - (1) 廢液閃火點小於攝氏溫度 60 度者。但不包括乙醇體積濃度小於百分之二十四之酒類廢棄物。
  - (2) 固體廢棄物於攝氏溫度 25 度加減 2 度、1 大氣壓下（以下簡稱常溫常壓）可因摩擦、吸水或自發性化學反應而起火燃燒引起危害者。
  - (3) 可直接釋出氧、激發物質燃燒之廢強氧化劑。
7. 反應性事業廢棄物：指事業廢棄物具有下列性質之一者：
  - (1) 常溫常壓下易產生爆炸者。
  - (2) 與水混合會產生劇烈反應或爆炸之物質或其混合物。
  - (3) 含氰化物且其氫離子濃度指數（pH 值）於 2.0 至 12.5 間，會產生 250 mg HCN/kg 以上之有毒氣體者。
  - (4) 含硫化物且其氫離子濃度指數（pH 值）於 2.0 至 12.5 間，會產生 500 mg H<sub>2</sub>S/kg 以上之有毒氣體者。

8. 石綿及其製品廢棄物：指事業廢棄物具有下列性質之一者：
- (1) 製造含石綿之防火、隔熱、保溫材料及煞車來令片等磨擦材料研磨、修邊、鑽孔等加工過程中產生易飛散性之廢棄物。
  - (2) 施工過程中吹噴石綿所產生之廢棄物。
  - (3) 更新或移除使用含石綿之防火、隔熱、保溫材料及煞車來令片等過程中，所產生易飛散性之廢棄物。
  - (4) 盛裝石綿原料袋。
  - (5) 其他含有百分之一以上石綿且具有易飛散性質之廢棄物。

### 三、廢棄物清理技術

依我國法規，廢棄物清理包括貯存、清除或處理，處理又包括了中間處理、最終處置和再利用。中間處理技術上，有物理、化學、生物、熱處理或其他方法；而最終處置則有衛生掩埋、封閉掩埋、安定掩埋或海洋棄置等。廢棄物由產源至最終處置之流程如圖 2.1。

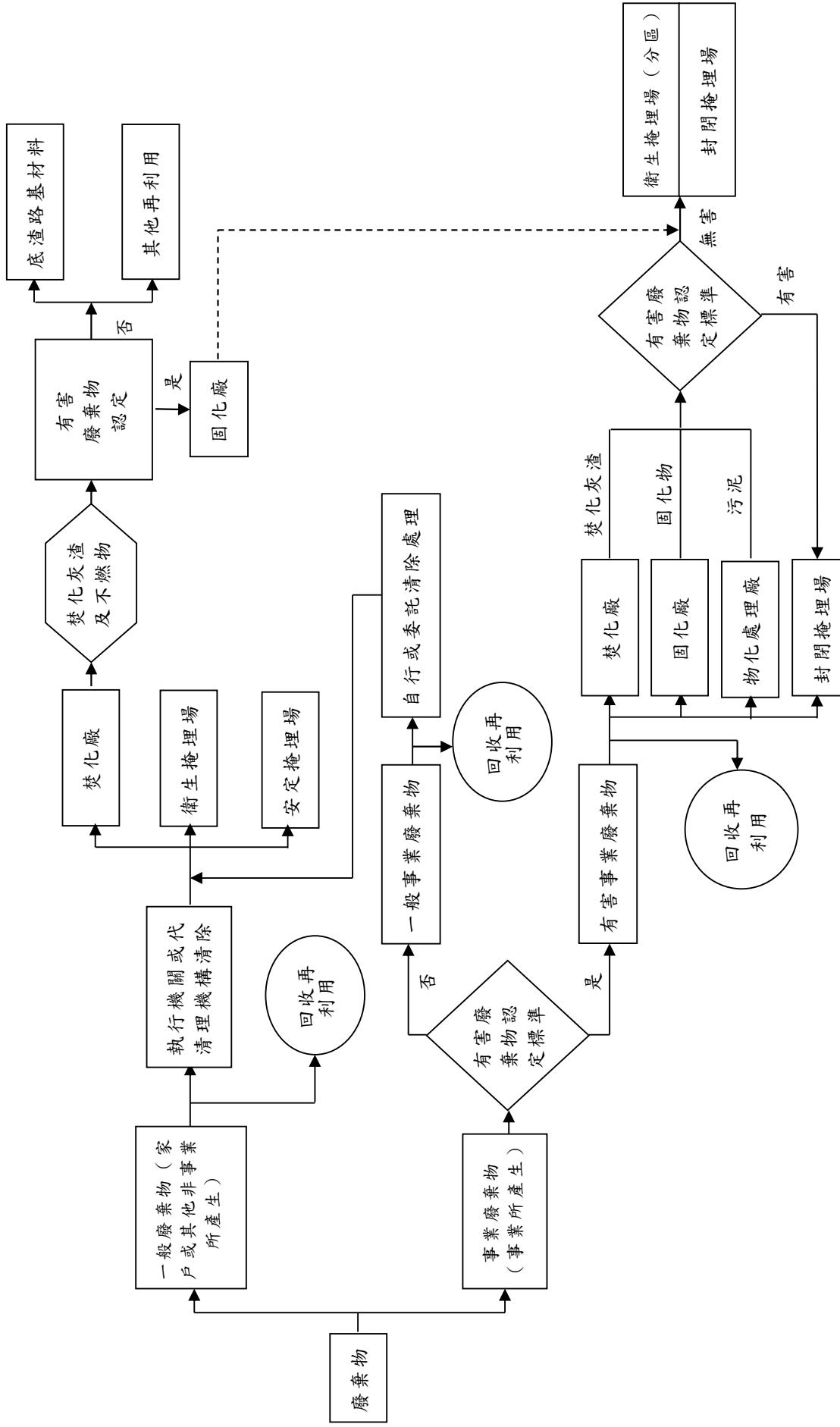


圖2.1、廢棄物減量處理、資源回收與最終處置流程 (改繪自楊盛行, 99年)

## 參、我國廢棄物管理政策

### 一、廢棄物管理沿革

我國廢棄物管理政策從早期的「管末端處理」提升到現階段的「零廢棄」為主軸，強調「源頭減量」與「資源回收再利用」，與國際上重視物質永續利用之趨勢相符合，行政院於民國 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相關規定，全面推動「垃圾零廢棄」之總體垃圾減量及資源回收等政策，逐步達成垃圾全回收、零廢棄之目標。

為開創我國廢棄資源物管理之新格局，參依日本、荷蘭、歐盟及經濟合作與發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) 等國家朝向「永續物料管理」的方向，引進永續物料管理先進的管理方法和工具，將朝下列資源管理優先順序及比重遞減的方向邁進：源頭減量 (Reduction)、促進再使用 (Reuse)、材質再利用 (Recycling)、能源再利用 (Energy Recovery) 及國土再造 (Land Reclamation)。因此，於民國 100 年 11 月研訂「資源循環政策規劃」，包括「資源永續管理」、「綠色設計及生產」、「綠色消費及貿易」、「源頭減量及再利用」及「資源終止認定處置」等 5 大策略。又依行政院民國 102 年 1 月 23 日核定「資源永續循環利用推動計畫」，據以推動落實資源永續循環利用，減少最終廢棄資源物處理量，降低產業溫室氣體排放與環境衝擊，建構資源永續循環社會，以提升國家整體綠色競爭力。此外，針對我國一般廢棄物及事業廢棄物之清理現況概述如下：

### 二、廢棄物清理現況

#### (一) 一般廢棄物清理現況：

一般廢棄物有嚴重污染環境之虞者，依廢棄物清理法第 15 條由製造、輸入之業者負責回收、清除、處理，並由販賣業者負責回收、清除工作，目前有容器類和物品類共 30 多項已公告應回收一般廢棄物，由環境部成立

「資源回收管理基金管理會」負責回收事宜，多年來的努力推動，國內在一般廢棄物回收成效上頗為優異。

在中間處理方面，目前國內有 24 座垃圾焚化廠營運中，除了優先處理一般廢棄物，也兼處理一般事業廢棄物。

目前國內焚化底渣則以再利用方式處理，飛灰則予以固化後掩埋處理。

## 1. 垃圾處理現況

截至 104 年底止，全國已有 24 座大型垃圾焚化廠正式操作營運，104 年度總焚化量 653 萬噸（含一般廢棄物焚化量 433 萬噸），由此產生 117 萬噸焚化灰渣（底渣及飛灰）。104 年資源回收（非廚餘）為 332 萬噸，廚餘回收 61 萬噸。

104 年全國各縣市焚化底渣產量約占焚化量之 15%，因其性質較無害，故為減少掩埋場負荷及推動資源回收再利用，環境部已提供經費補助，鼓勵縣市政府進行分選後供為營建替代級配材料再利用，目前基隆市、臺北市、新北市、桃園市、新竹市、苗栗縣、臺中市、彰化縣、嘉義市、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣等，已將所轄焚化廠底渣委外再利用，經統計 104 年度一般廢棄物底渣再利用量占該年度底渣總量之 89.3%，其餘非採再利用部分則以掩埋方式進行最終處置。

## 2. 再利用法令規範

垃圾焚化廠焚化底渣再利用管理方式：此公告內容係針對底渣之再利用機構、產品分類、用途及使用地點進行管理要求。

### （二）事業廢棄物清理現況：

104 年度各類事業廢棄物申報量，一般事業廢棄物約 1,449 萬公噸，有害事業廢棄物約 137 萬公噸，再生資源約 330 萬公噸，合計約為 1,916 萬公噸（不含營建廢棄物）。

依目的事業別分類，各類事業廢棄物之申報量如表 3.1 所示，以工業廢棄物之產生量最多，104 年度約 1,850 萬公噸的工業廢棄物，其次為農業廢

棄物，104 年度的申報量約 23 萬公噸，醫療廢棄物申報量約 10 萬公噸。

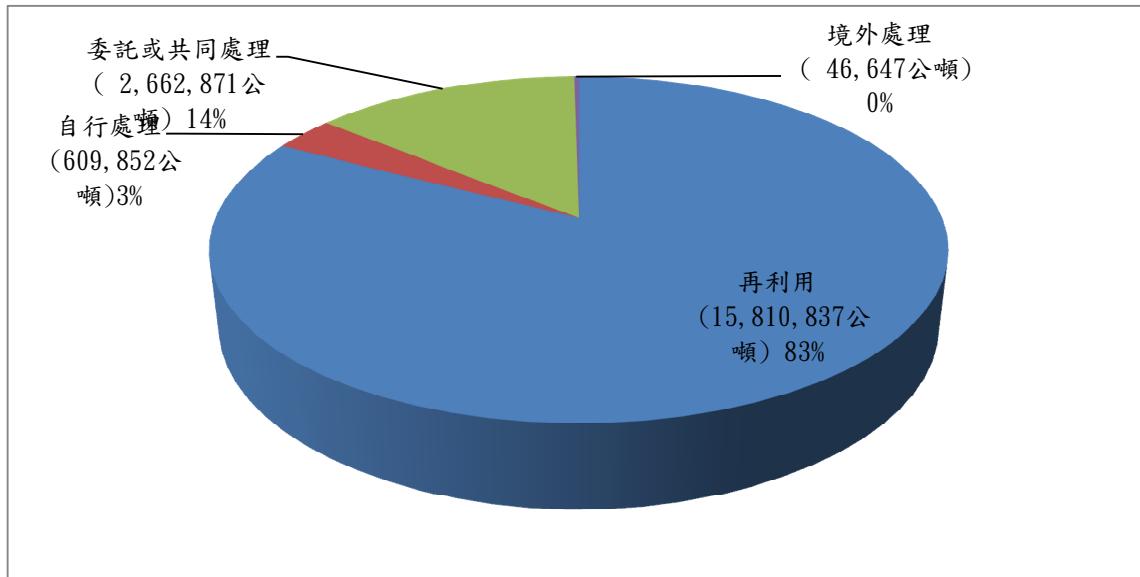
104 年度事業廢棄物清理流向申報統計的結果，再利用所占的比例最高，達到 83%；其次為委託或共同處理，約占 14%，詳如圖 3.1。

表3.1、104年事業廢棄物清理流向申報量統計

單位：公噸

目的事業別	事業廢棄物	公告再利用廢棄物
工業廢棄物	18,504,493	15,451,049
農業廢棄物	230,165	192,620
醫療廢棄物	99,975	6,349
教育廢棄物	5,013	29
其他	290,561	160,790

資料來源：環境部事業廢棄物申報及管理資訊系統彙整



資料來源：環境部事業廢棄物申報及管理資訊系統彙整

圖3.1、104年度事業廢棄物清理流向申報統計

從事業廢棄物清理流向申報統計的結果可知，目前大部分的事業單位都已經有資源回收再利用的觀念，尤其是一般事業廢棄物再利用的比例已高達 8 成以上，而有害事業廢棄物再利用的比例亦達到 3 成，可知事業廢棄物的再利用在整個事業廢棄物的處理與管理上，占有非常重要的地位。

環境部為求資源能夠永續循環再利用，減少事業廢棄物的處理成本，因此未來事業廢棄物的處理仍以再利用為主，並逐漸增加事業廢棄物再利用的比例，希望民國 110 年事業廢棄物的再利用率可以達到 85%，並逐漸

減少事業廢棄物焚化處理與掩埋處置的比例。

### （三）廢棄物清理策略及政策規劃

首先，就廢棄物管理策略方面而言，環境部建構之廢棄物管理策略可包括總量削減、污染源管制及廢棄物處理 3 大部分，如圖 3.2。

#### 1. 總量削減

總量削減可包括廢棄物減量及回收工作，即一般所稱污染量削減工作，以事前手段防止廢污量之產生，異於傳統之管末處理。不僅可減少廢棄物處理成本，同時可回收資源。通常在做法上可包括垃圾減量、資源回收及工業減廢等。廢棄物源頭減量可透過搖籃到搖籃（Cradle to Cradle，簡稱 C2C）策略的落實，此理念是希望建立一個在生物循環或工業循環上對人類、環境與生態均安全無害且具有高價值的可回收性與再生循環性的供應鏈設計，以期達到未來永續經營的經濟概念。「搖籃到搖籃」設計理念，不僅以「減少」環境衝擊為目標，而是以「沒有」環境衝擊為基本原則作為綠色設計時的高標準，考慮選用可不斷重複回收而不產生任何廢棄物與污染物的材料，能源使用上則使用再生能源，以進行產品的研發與製造。透過落實產品搖籃到搖籃化設計，不僅可減少原物料開採，讓材料資源得以不斷循環利用，更有助於展現產品的內涵，提升產品的價值，減少廢污量之產生，以及加強資源回收再利用達成廢棄物減量化、資源化之目標；並採獎勵措施，鼓勵業者改善生產製程、設備及原料，減少污染及回收廢棄物。

#### 2. 污染源管制

污染源管制工作對於事業廢棄物之管理尤為重要。現行之管制措施包括「計畫核准」及「登記許可」制度，如新設事業之先行審查清理計畫及公民營廢棄物清理機構需先取得許可才可接受委託等制度，旨在建立健全之預審制度，事前考慮廢棄物之出路如何減量等，俾避免事後無法清理、危害環境。另外，如廢棄物之跨國運輸等，亦須予以有效管制，採取事先核准許可及事後追蹤之措施。管制措施尚包括有效之「追蹤查核」及「稽查」制度。

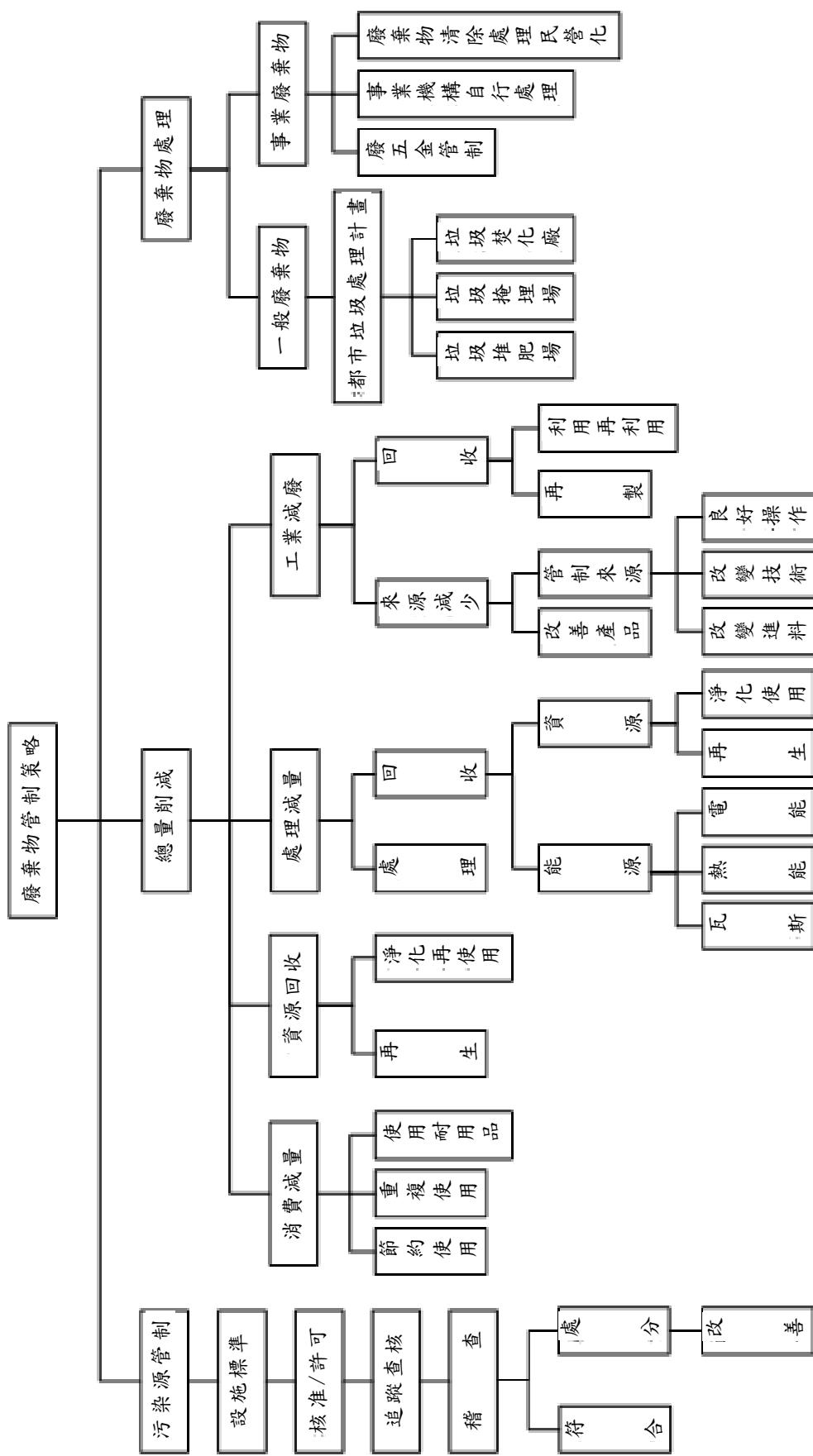


圖3.2 環境部廢棄物管制策略架構圖(環訓所, 95年)

### 3. 廢棄物處理

此為管理策略之最後一環，對於已產生之廢棄物予以妥善處理。惟處理過程中仍會產生二次公害，必須視同污染源之一，妥以稽查、列管。另外，訂定周全之處理計畫、輔以健全之人力及財務制度亦為不可欠缺之條件，為改善人力結構及經營方式，處理業務之民營化及處理行政之地方化已為必然之趨勢，亦即借重公民企業經營之方式來取代日益不足之清理人力及補足技術力之不足，並且以地域性之特性來規劃清理系統，以收因地制宜之效。

其次，就廢棄物管理政策規劃方面而言，依據環境部 102 年於資源永續循環利用推動計畫中規劃未來我國廢棄物的管理政策主軸包括垃圾處理、資源循環及廢棄物處理等 3 大重要管理政策。各政策之執行內容說明如下：

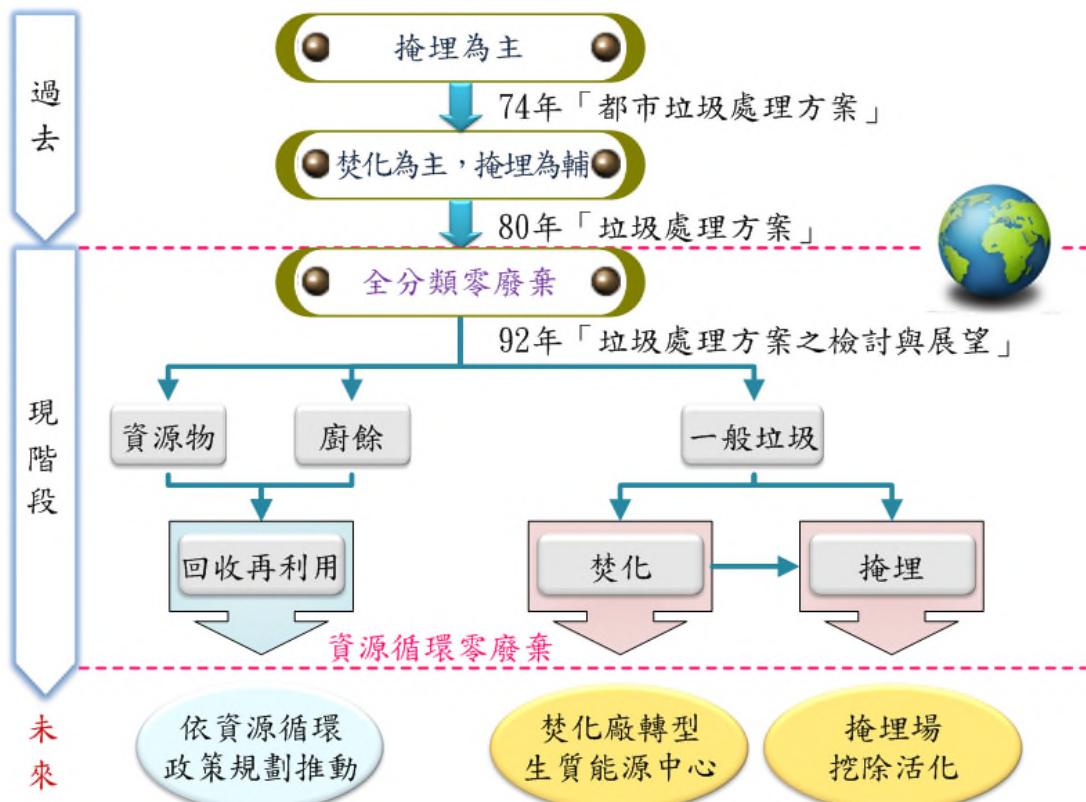
### 4. 垃圾處理政策

國內垃圾處理政策由過去掩埋為主，逐漸轉換為「焚化為主、掩埋為輔」的政策，目前已進入「全分類、零廢棄」政策實施階段，未來國內垃圾處理政策將著重於推動焚化廠轉型生質能源中心及掩埋場挖除再生活化等工作，國內垃圾處理政策演進如圖 3.3 所示。垃圾焚化廠轉型為生質能源中心及掩埋場挖除再生活化之內容分別詳述如下：

#### (1) 垃圾焚化廠轉型為生質能源中心

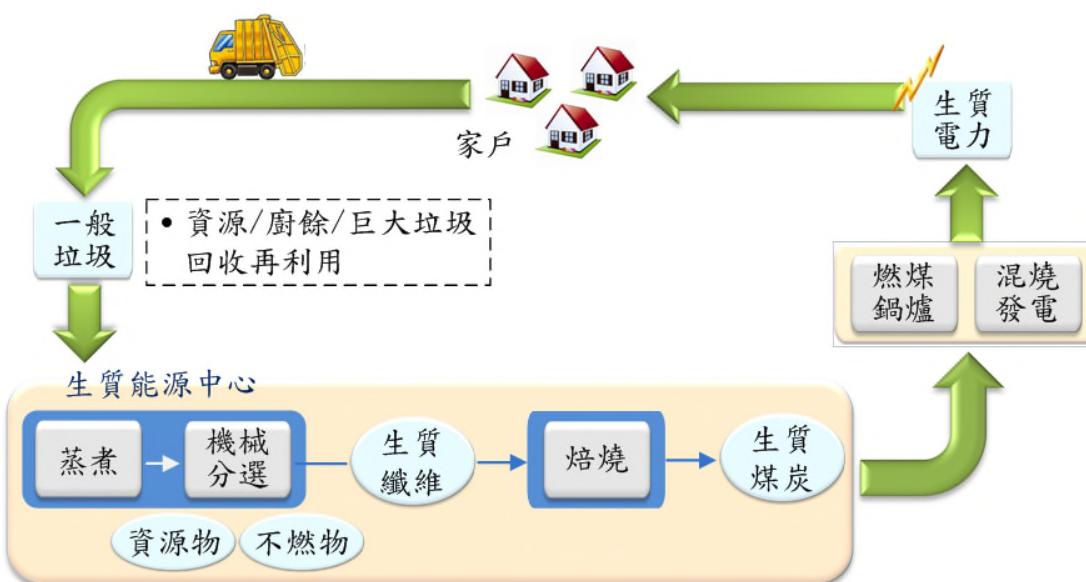
垃圾經蒸煮及分選出生質纖維，再經焙燒為生質煤炭，送既有燃煤機組混燒發電。依統計，一般垃圾中屬生質垃圾成分 1 年約 350 萬公噸，所內含生質能源潛勢相當於 100 萬公噸以上之天然煤炭能產生之能源，故若能妥善利用具備生質物特性之垃圾，可發揮再生能源之成效。因此，有必要針對源頭分類回收後之一般垃圾進一步分選、處理及再生利用，以發揮垃圾中生質物特性，提高能源潛勢及發揮減碳效果。依據環境部 101 年 4 月 30 日通過之垃圾處理政策「政策環評」決議「垃圾焚化廠轉型為生質能源中心」政策推動前應先進行「示範驗證」。生質能中心設施

內容（技術組合）包括機械式熱處理及焙燒處理（Torrefaction）系統，產製生質煤炭供應燃煤試燒發電，生質能源轉化程序如圖 3.4 所示。



資料來源：環境部。

圖3.3、國內垃圾處理政策演進

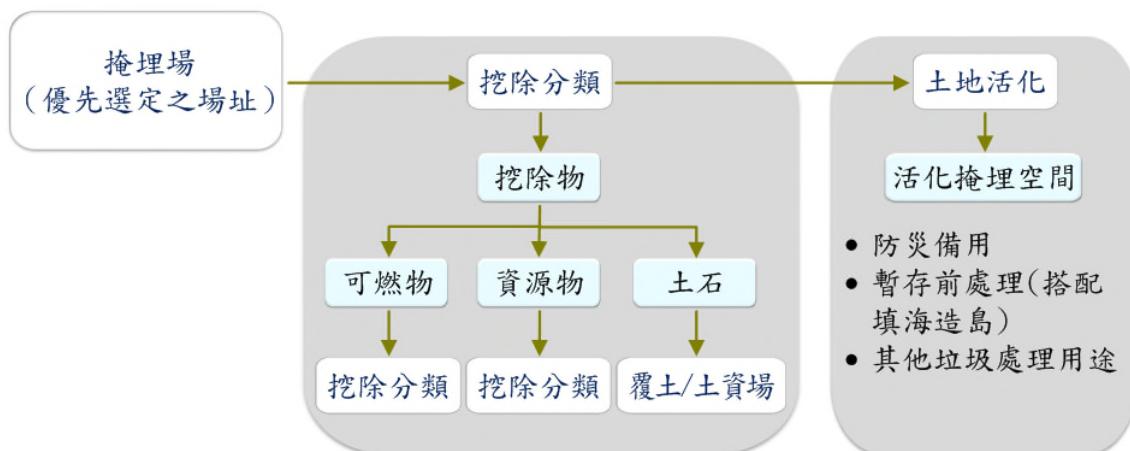


資料來源：環境部。

圖3.4、垃圾焚化廠轉化生質能源示意圖

## (2) 掩埋場挖除再生活化

經選定掩埋場，挖除掩埋物分類再利用，土地活化恢復掩埋/暫存。在資源循環零廢棄前提下，目前垃圾處理仍有最終處置或暫存容積需求，新闢掩埋場不易之狀況下，仍須尋求掩埋場土地活化循環利用之途徑，創造資源循環之效果。掩埋場挖除分類可分為可燃物、資源物及土石，挖除後的空間可作為防災備用場址、暫存前處理或其他垃圾處理用途（圖 3.5）。



資料來源：環境部。

圖3.5、掩埋場挖除再生活化示意圖

## 肆、廢棄物源頭減量及再利用

### 一、一般廢棄物再利用

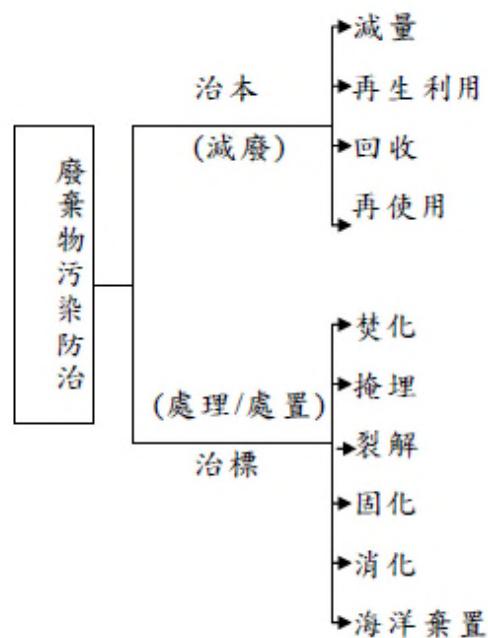
#### (一) 減廢與管理

面對日益增多的廢棄物，如果只一昧的利用「管末處理」之方法，將會耗盡地球上可用之資源，如此人類欲永續經營這地球將為不可能。誠如醫界名言「預防勝於治療」，減廢即是減少廢棄物產生，自然可以達到不用處理的目的，無論是產生前、過程中或產生後，減少廢棄物的排除，都是減廢上的工作。

減廢乃是指致力於各種廢棄物產源處採取「產源減量」及「回收再利用」等措施，期減少廢棄物體積、數量或危害性，俾利於日後處理、處置或貯存，以降低目前或未來對人類健康和環境之威脅。

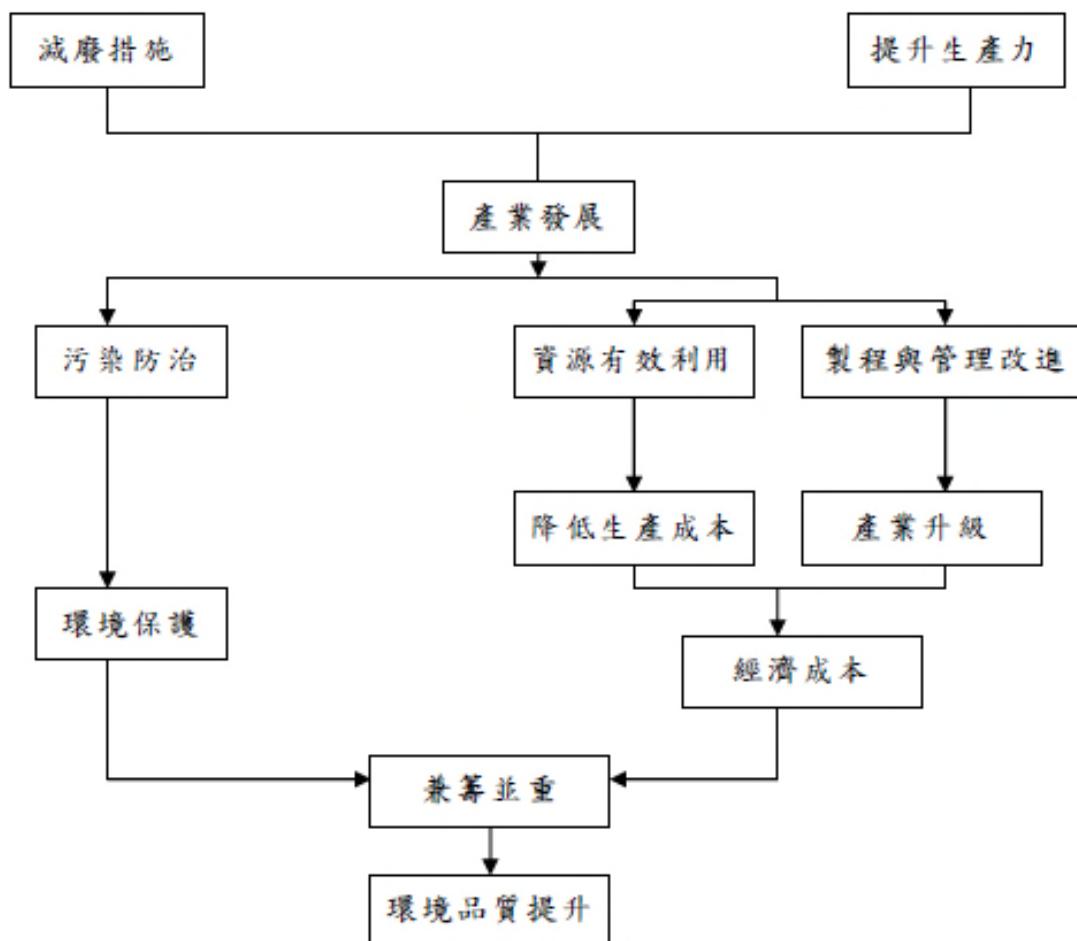
「產源減量」包括採用無污染（或零排放）及低污染（或低損失）之工業製程與技術、改變原物料及產品、改進生產管理及提升生產效率等，以完全避免廢棄物產生或盡可能設法減少廢棄物產生量，並進行廢棄物分類，以利廢棄物之回收再利用；「回收再利用」即是將已產生的廢棄物，利用可行的技術與方法，使之再成為有用的物質或資源（包括能源）以直接再使用於生產線，或供為其他工廠之原料來源，因此可以說是減廢工作大環節中的一支重要環節。

廢棄物管理策略已由傳統的管末處理（治標），轉移到產源減量及回收再利用（治本）等減廢的方法（參見圖 4.1），不但使事業所產生之廢棄物明顯地減少，且使污染危害相對減輕，既能達到資源有效利用，並可降低污染控制費用，確實是解決污染的良方。如圖 4.2 所示，藉由事業減廢的執行，不但可以更經濟有效地解決污染防治問題，同時也可促進產業升級，達成「環境保護與經濟發展兼籌並重」及「永續發展」的目標。



資料來源：國家環境研究院（98年）。

圖4.1、廢棄物治本與治標之道



資料來源：國家環境研究院（98年）。

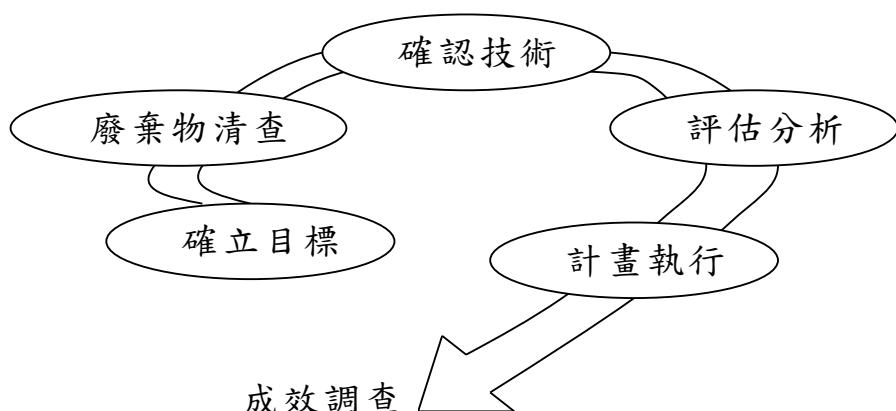
圖4.2、環境保護與經濟發展兼籌並重

## (二) 減廢生命週期

進行一般事業廢棄物減廢，剛開始往往可從一些簡易的廠內操作管理(Housekeeping)改善著手，較無須完整的規劃，例如生產與庫存控制或簡易的節水措施。當然亦可配合公司已進行的某些計畫，如產品品質提升(即品管)，生產力提升或安全衛生改善計畫同時進行。

然而，減廢本身角色越來越受重視，因此最好能有獨立的減廢計畫作業，其「生命週期」(Life Cycle)大致可分為5個階段(參見圖4.3)：

1. 確立減廢政策目標：公司或工廠減廢政策落實與減廢組織之成立。
2. 進行廢棄物清查(Audit)：調查評估工廠內各單元製程與原物料和一般事業廢棄物管理。
3. 確認相關之減廢技術方案。
4. 評估減廢技術方案之可行性。
5. 執行所選定最佳計畫方案，並追蹤、考核。



資料來源：國家環境研究院（98年）。

圖4.3、減廢生命週期

### 1. 確立減廢目標

(1) 公司最高主管的授權是減廢計畫成功與否的關鍵。

(2) 設定明確目標

A. 與公司其他目標及目的相容一致。

- B. 實際可行性。
- C. 可定期評估成效。
- D. 成立減廢清查評估小組。
- E. 生產/方法工程。
- F. 污染防治或環境保護。
- G. 維修部門。
- H. 安全衛生。
- I. 品質控制。
- J. 採購/庫存控制。
- K. 財務部門。
- L. 研究開發。

(3) 員工訓練

- A. 減廢的好處。
- B. 減廢人人有責。
- C. 減廢的基本原理。

(4) 員工獎勵。

(5) 尋求外界支援。

2. 一般事業廢棄物清查

一般事業廢棄物產源清查之目的乃在於獲取有關背景資料，為執行減廢之首要工作，其重點係對廠內所產生之廢棄物型態、特性、數量、組成來源、排放頻率、減廢或處理、處置方式及成本等資料，進行與製程有關之觀察、量測和記錄，並收集和分析一般事業廢棄物樣品，以及問題溝通和查詢。

(1) 收集相關背景資料

- A. 程序流程圖 (PFD)、管線儀表圖 (PID)、設備清單、規範及操作手冊。
- B. 環境管理資料，例如環境監測紀錄、一般事業廢棄物源清單。
- C. 原物料及產品資料，包括安全資料表 (SDS)。
- D. 經濟/成本資料，例如原物料及產品成本、一般事業廢棄物處理及處置成本。

(2) 資料彙整

- A. 資料表格化。
- B. 資料不足性確認。
- C. 採樣分析量化。

(3) 資料分析

- A. 一般事業廢棄物源流優先順序選定。
- B. 上述源流現場細勘。

3. 減廢技術

廢棄物減量可分為 5 種型態，分別為：持續改善廠內操作、改變生產技術、將廢棄物回收再利用至生產線、改變原物料、以及產品重新設計或改變配方（參見圖 4.4 與圖 4.5）。

(1) 良好的操作管理

- A. 調整操作步驟。
- B. 預防損耗。
- C. 管理實務。
- D. 廢棄物分類/收集。
- E. 物料庫存管理。

F. 生產規劃。

G. 紀錄保存。

H. 員工訓練。

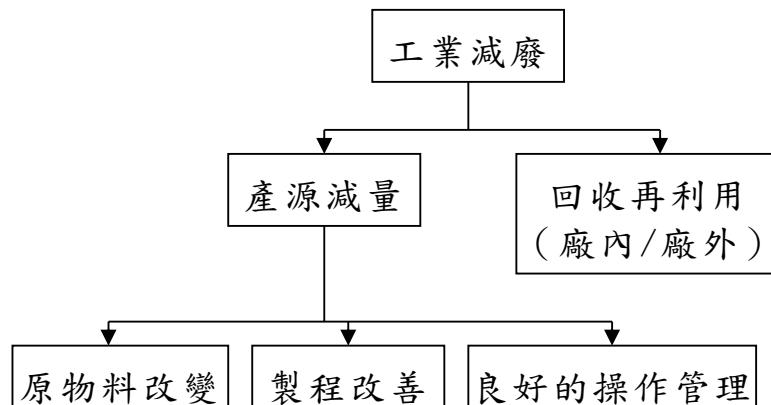


圖4.4、一般事業廢棄物減廢做法

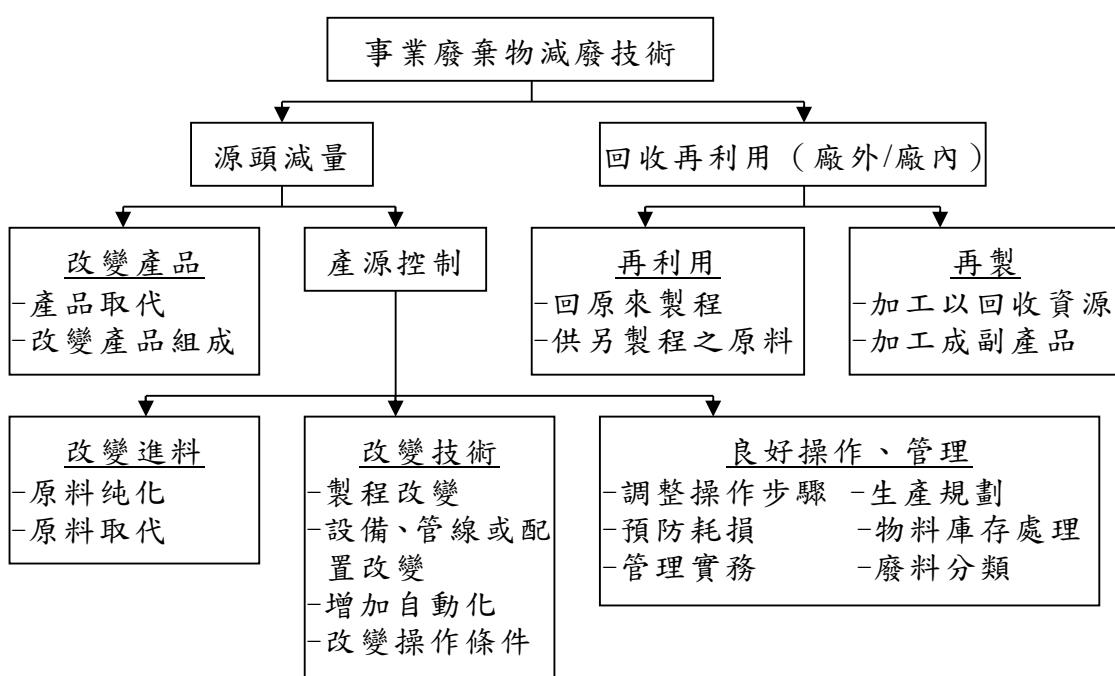


圖4.5、一般事業廢棄物減廢細項

## (2) 製程改善

製程改善包括製程現代化，製程設備之修正或對製程設備更好之控制，這類製程改善通常需要技術發展與成本投入。因此，當製程操作需

要被重新設計或建造時較適合使用此法。但是製程改善亦可能對未來成本降低具有永續機會。

- A. 引進產生較少廢棄物之新式製程或設備。
- B. 操作條件最佳化。
- C. 安裝流量計及分析儀。
- D. 改善設備及管線配置。
- E. 增加自動化。

### (3) 回收/再利用

數種回收/再利用 (Recycle/Recovery/Reuse) 之策略可達到廢棄物減量之目的，而這裡的回收嚴格定義為製程中之回收為主，亦即，物質之回收再利用為生產之同一設施，其中包括：

- A. 直接由產生者回收使用。
- B. 由別的工業當做其原料。
- C. 能源回收。
- D. 使用污染控制系統。
- E. 製程副產品。
- F. 廢棄物交換。

### (4) 改變原物料

製程中之原料物改變與製程改善是難以分辨的，除了前述之討論外，以下為已證實有效之減量策略：

- A. 原物料替代。
- B. 原物料純化。

## (5) 產品的重新設計

產品的重新設計可能是廢棄減量措施中最能執行的選項，惟還要輔以對使用者的強力行銷才能見效。

## 4. 減廢評估分析

評估選定最合適的減廢方案必須經由初步篩選及進行技術和經濟上的可行性評估。

### (1) 初步篩選

最常使用加權總和法 (Weighted Sum Method)，其目標準則：

- A. 減少廢棄物數量。
- B. 減少事業廢棄物危害。
- C. 減少處理或處置成本。
- D. 產品品質影響。
- E. 縮短執行期。
- F. 執行難易。
- G. 低投資成本。
- H. 低操作維護成本。

### (2) 技術評估

- A. 可否與現有操作程序及工作流程相容？
- B. 生產效率是否會受到影響？
- C. 產品品質是否會受到影響？
- D. 是否需要專業或額外人工操作與維護？
- E. 能源及用水是否會受影響？
- F. 空間是否足夠？

G. 是否有新的廢棄物源流產生？

H. 是否有其他問題產生？

### (3) 經濟評估

最常用之評估分析為回收期 (Payback Period) 法：

A. 現有及預期廢棄物處理及處置成本。

B. 安裝新設備或製程之投資成本。

C. 操作成本，包括操作及維修、原物料、能源及用水費用。

## 二、事業廢棄物再利用

「廢棄物清理法」所規範廢棄物再利用有「一般廢棄物再利用」、「公告應回收廢棄物」及「事業廢棄物再利用」等 3 部分，其法源依據如圖 4.6 所示。



資料來源：環境部。

圖4.6、廢棄物再利用之法源依據

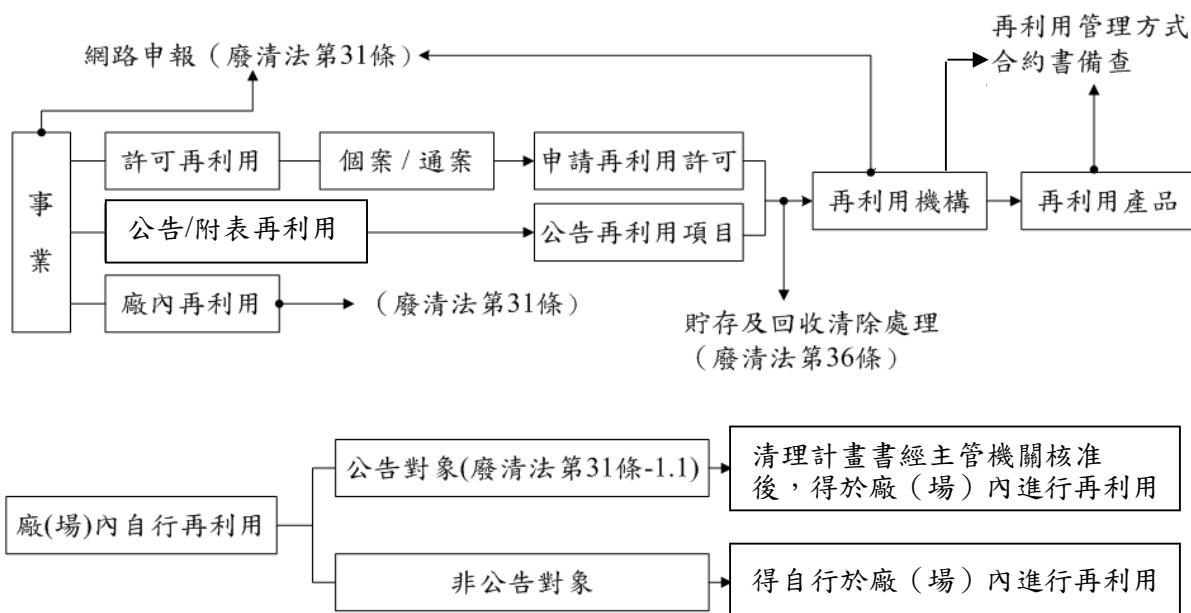
依「廢棄物清理法」第 39 條：事業廢棄物之再利用，應依中央目的事業主管機關或中央主管機關規定辦理，不受第 28 條、第 41 條之限制。前項再利用之事業廢棄物種類、數量、許可、許可期限、廢止、記錄、申報、再利用產品之標示及其他應遵行事項之管理辦法，由中央目的事業主管機關會商中央主管機關、再利用用途目的事業主管機關定之。但涉及二個以上目的事業共通性再利用之事業廢棄物，經中央主管機關認定有統一訂定再利用種類及管理方式之必要者，其管理辦法由中央主管機關定之。

## (一) 一般廢棄物再利用

依據「一般廢棄物資源循環推動計畫」，目前國內一般廢棄物回收再利用著重於推動廚餘多元再利用及巨大廢棄物多元再利用。

## (二) 事業廢棄物再利用

事業廢棄物之再利用應依中央目的事業主管機關或中央主管機關規定辦理，目前經濟部、農業部、衛生福利部、內政部、國家科學及技術委員會、財政部、教育部、交通部、環境部及國家通訊傳播委員會等 10 部會皆已依該授權訂定所管事業之事業廢棄物再利用管理辦法；環境部亦依授權訂定共通性事業廢棄物再利用管理辦法。各再利用管理辦法所涵蓋之再利用運作模式，可包含「廠內再利用」、「公告/附表再利用」及「許可再利用」等 3 種，其再利用模式如圖 4.7。各事業廢棄物再利用須遵循各目的事業主管機關或中央主管機關所訂定之再利用管理辦法、公告/附表再利用種類及管理方式。



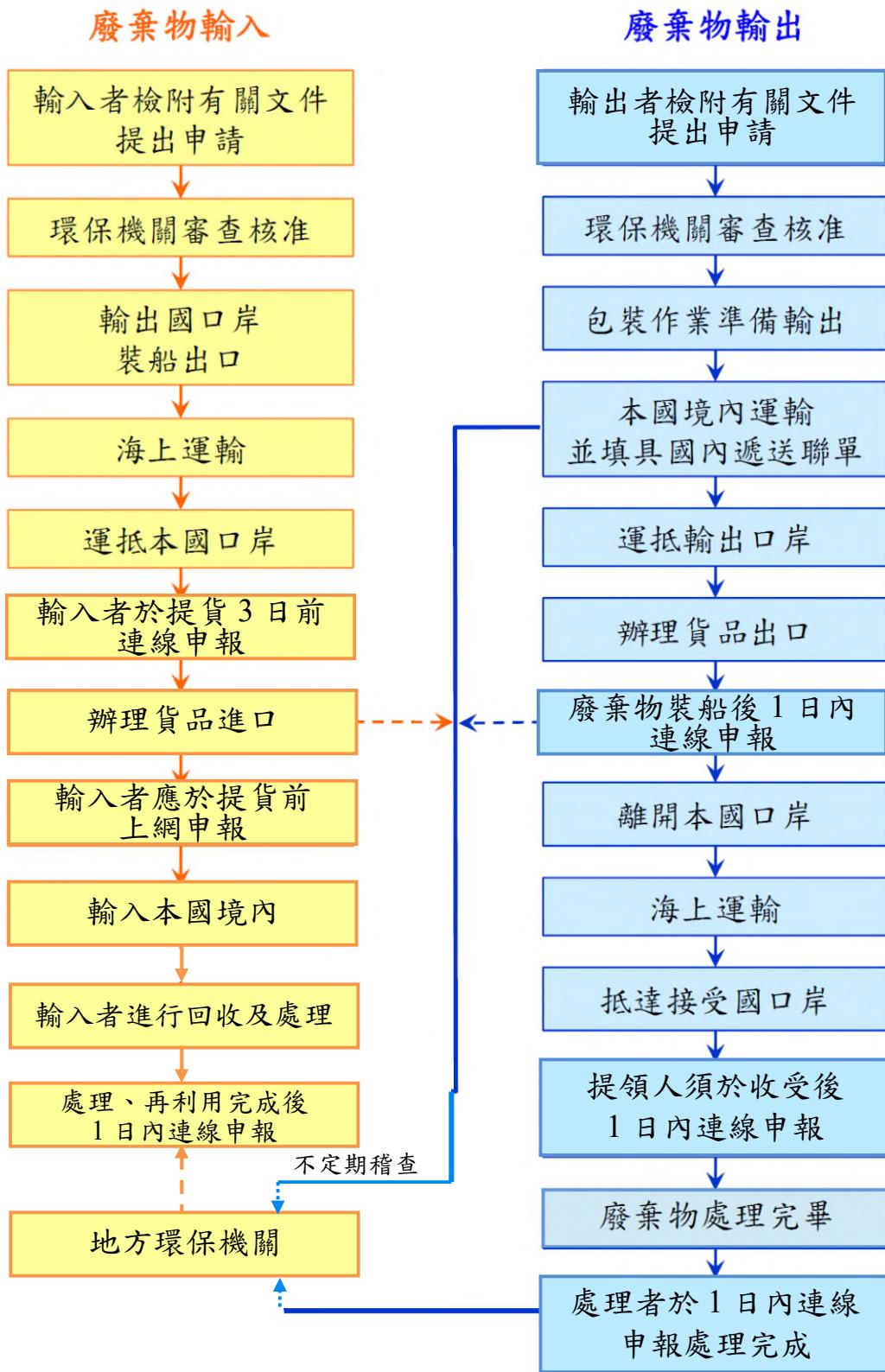
資料來源：環境部。

圖4.7、事業廢棄物再利用模式

## 伍、廢棄物輸出入管理

聯合國環境規劃署 (UNEP) 於 1989 年 3 月在瑞士巴塞爾召開控制有害廢棄物越境轉移及其處置公約的簽署大會，並命名為「巴塞爾公約」，該公約並於 1992 年 5 月 5 日正式生效。其設立的目的在於控制有害廢棄物的越境移轉事宜。我國為符合該公約精神，依據廢棄物清理法第 38 條發布「事業廢棄物輸入輸出管理辦法」，以確保廢棄物妥善處理。辦法條文共分 5 章 39 條，其管理重點如下：

- 一、列管之廢棄物範疇為所有有害廢棄物及一般事業廢棄物，其中有害廢棄物包括有害事業廢棄物、巴塞爾公約列管之有害性一般廢棄物及經其他輸出國、接受國或過境國之國內立法認定為有害之廢棄物。
- 二、除經公告為產業用料需求或禁止輸入之廢棄物種類外，其餘之廢棄物應依本辦法規定申請當地主管機關核發許可文件後，始得進行輸入或輸出，管制流程如圖 5.1 所示。另輸入、輸出廢棄物樣品供相關清理技術研究、研發者，得專案申請許可。
- 三、禁止輸入或輸出一般生活垃圾及其焚化灰渣。
- 四、輸出入許可申請分為二級制，一般事業廢棄物之輸出入，由地方主管機關審查、核發許可文件；有害廢棄物之輸出入，除由地方主管機關審查外，尚需經中央主管機關同意，再由地方主管機關核發許可文件。
- 五、首次及再次申請許可，首次申請係指未曾取得輸出許可文件或曾取得輸出許可文件，但當次申請輸出之廢棄物種類或接受國處理機構為首次提出。首次輸出許可量 300 公噸限制之例外規定及首次輸出後，應提出妥善處理報告，始得再次辦理輸出。
- 六、為促使申請者對於申請資料負責，申請許可文件應檢具之相關書件，其內容資料缺漏或錯誤達二分之一以上者，主管機關得逕予駁回。未達二分之一以上者，主管機關應通知限期補正；但經 2 次補正仍缺漏或錯誤者，主管機關得逕予駁回。



資料來源：環境部。

圖5.1、廢棄物輸出入管制流程

## 陸、廢棄物最終處置

最終處置依照「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」有下列方式：

- 一、安定掩埋法。
- 二、衛生掩埋法。
- 三、封閉掩埋法。
- 四、海洋棄置法。

安定掩埋法係設置防止地盤滑動、沉陷、水保及防止廢棄物飛散措施之掩埋場，可掩埋之對象為玻璃屑、陶瓷屑、天然石材下腳料、廢鑄沙、石材脫水污泥、混凝土塊、廢磚瓦等。

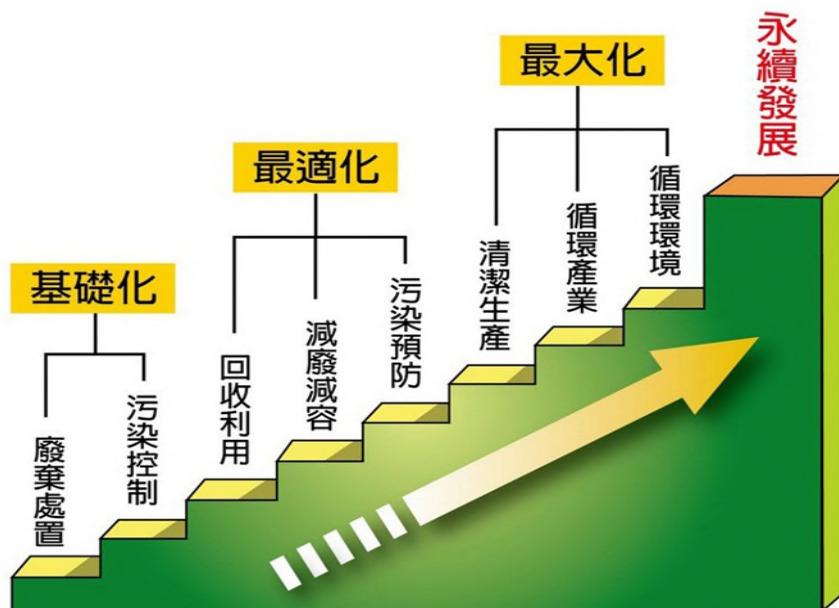
衛生掩埋法需設置廢氣處理、不透水層及廢液收集處理設施，其掩埋對象為一般事業廢棄物無須中間處理者。

有害事業廢棄物則應以封閉掩埋法處理，其掩埋場應設置包括抗壓及抗震設施、雙層不透水層，收集及處理滲出液。而事業廢棄物採海洋棄置者，依海洋污染防治法規定。

## 柒、我國廢棄物管理未來展望

環境部（原行政院環境保護署）自民國 76 年成立以來，深切體認廢棄物妥善處理及資源永續發展之重要性，首先在一般廢棄物方面，解決廢棄物處理設施不足之問題，興建都市大型垃圾焚化廠，並進而朝向減量化、無害化及資源利用之處理技術發展；在事業廢棄物管理方面，成立廢棄物管制中心，建置網路申報及 GPS 管制系統，建立清理計畫書上網申報審查制度及勾稽查核機制，有效杜絕事業廢棄物非法處理或棄置問題；在資源回收方面，配合資源回收基金之徵收運用，建制四合一回收體系，打造亞洲地區最先進之資源回收體系，後續並引進生命週期評估、搖籃到搖籃(C2C)、永續物料管理等觀念。

近年來為了符合國際上廢棄物管理的永續發展趨勢，如圖 7.1 所示，就「廢棄物僅是錯置位置之資源物質」的觀念，分別針對一般廢棄物與事業廢棄物，提出「零廢棄」政策，訂定「垃圾處理方案之檢討與展望」與「事業廢棄物零廢棄政策」，並擬訂未來資源永續管理之施政主軸「資源永續立目標，循環利用創新局」，進而朝向建立永續發展之「零廢棄」社會發展。



來源：張添晉、高思懷、洪榮勳。2008。《台灣大未來－資源與環境的永續發展》。  
臺北：財團法人厚生基金會。

圖7.1、國際環境發展趨勢

## 捌、結語

臺灣天然資源匱乏且廢棄物處理成本日益升高，廢棄物是一種被放錯位置的資源，營造一個沒有廢棄物的環境、建構一個循環型的社會是當今國內重要的環保課題。從國際發展趨勢來看，為減低環境負荷所建構之循環型社會中，必須將日常生活及產業活動的副產物皆視為循環資源，於生活圈或生產系統內即循環為再生原料及產品。唯有透過廢棄物管理策略推動，包括綠色設計/生產/消費、源頭減量、資源回收、再生利用等方式為主之零廢棄政策發展，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，以建構分類集運及資源循環型社會體系。

## 參考資料

1. 「廢棄物回收概論」，國家環境研究院廢棄物清理專業技術人員訓練教材，95 年。
2. 「環境保護概論」，國家環境研究院廢棄物清理專業技術人員訓練教材，95 年。
3. 環境部，一般廢棄物資源循環推動計畫，96 年。
4. 廢棄物輸入輸出及再利用之管理，國家環境研究院廢棄物清除處理專業技術人員訓練教材，95 年。
5. 經濟部事業廢棄物再利用管理辦法與公告再利用廢棄物種類及管理方式。
6. 經濟部事業廢棄物再利用許可申請計畫書。
7. 環境部，零廢棄政策研定專案工作計畫，93 年。
8. 環境部，垃圾處理政策環評，101 年。
9. 環境部，資源永續循環利用推動計畫（核定版），102 年。
10. 環境部，工業廢棄物清除處理及再利用實務輯，102 年。
11. 環境部，廢棄物管理政策回顧與前瞻政策之宣傳管理計畫，102 年。
12. 環境部環境保護統計年報，101 年。
13. 環境部環保業務 <https://www.moenv.gov.tw/>
14. 楊盛行、王繼國，廢棄物減量與再利用，國立空中大學，99 年。
15. 張添晉，廢棄物再利用及其在臺灣之推廣現況與展望，中興工程科技研究發展基金會，99 年。