

財團法人中技社

事業廢棄物減量與循環再利用

國立台北科技大學

張添晉教授

中華民國九十五年十二月

目錄

第一章 前言.....	1
1.1 計畫緣起.....	1
1.2 計畫目的與範疇.....	2
1.3 研究方法與流程.....	2
第二章 事業廢棄物循環再利用管理現況及其研究方向與成果.....	4
2.1 廢棄物清理與資源化之發展沿革.....	4
2.1.1 廢棄物清理之立法沿革.....	6
2.1.2 事業廢棄物之管理沿革.....	6
2.2 我國事業廢棄物管理現況.....	9
2.2.1 工業廢棄物管理現況.....	13
2.2.2 營建廢棄物管理現況.....	18
2.2.3 農業廢棄物管理現況.....	19
2.2.4 醫療廢棄物管理現況.....	20
2.2.5 教育部廢棄物管理現況.....	21
2.2.6 國防部廢棄物管理現況.....	21
2.2.7 財政部事業廢棄物管理現況.....	22
2.2.8 交通部事業廢棄物管理現況.....	22
2.3 國際與國內事業廢棄物資源化再利用方向及成果.....	23
2.3.1 國內外事業廢棄物資源化再利用技術及方向.....	23
2.3.2 國內事業廢棄物資源化再利用成果.....	27
第三章 我國事業廢棄物資源回收再利用管理架構.....	32
3.1 國內事業廢棄物資源回收再利用目前面臨問題瞭解與分析.....	32
3.2 國內事業廢棄物資源回收再利用系統範圍界定.....	34
3.3 國內事業廢棄物資源回收再利用任務、願景、總目標及目標之界定.....	36
3.4 依據目標針對國內事業廢棄物資源回收再利用策略之研擬.....	39
3.5 事業廢棄物資源回收再利用績效量測計畫及指標之訂定.....	48
第四章 國內廢棄物減量與資源化再利用未來研發方向.....	50
4.1 現行歐盟有關廢棄物管制與發展趨勢.....	50

4.1.1 歐盟廢電機電子設備(WEEE)指令	50
4.1.2 歐盟危害物質限用(RoHS)指令	54
4.1.3 歐盟耗能產品環保設計(EuP)指令	55
4.1.4 歐盟三大指令下對於台灣地區產業影響及衝擊.....	56
4.2 廢含汞燈管資源化再利用	58
4.2.1 廢含汞燈管資源化方式.....	58
4.2.2 廢含汞燈管最適資源化技術之建置.....	60
4.3 煉鋼集塵灰資源化再利用	61
4.3.1 國內煉鋼集塵灰資源化方法.....	62
4.3.2 國內煉鋼集塵灰資源回收市場現況.....	63
4.4 廢鋰電池資源化再利用	64
4.5 廢鉛玻璃資源化再利用	66
4.5.1 陰極射線管.....	66
4.5.2 日光燈管.....	68
4.6 廢含汞元件資源化再利用	69
第五章 結論與建議.....	73
5.1 結論	73
5.2 建議	75
參考文獻.....	76

圖目錄

圖 1.3-1 工作項目、內容及目標示意圖	3
圖 2.1-1 我國廢棄物清理之發展沿革	5
圖 2.2-1 我國事業廢棄物再利用管理方式	11
圖 2.2-2 93 年度事業廢棄物處理流向分析	13
圖 2.2.1-1 工業廢棄物 91~95 年資源化再利用統計量	18
圖 2.2.2-1 90 至 93 年度營建剩餘土石方利用情形	19
圖 2.3.1-1 含重金屬污泥之高溫熔融資源化技術流程	24
圖 2.3.1-2 含重金屬污泥之酸溶結晶資源化技術流程	25
圖 2.3.1-3 含重金屬污泥之金屬乾式熔鍊回收資源化流程	25
圖 2.3.1-4 氟化鈣污泥資源化流程	26
圖 2.3.1-5 淨水污泥資源化技術流程	27
圖 2.3.2-1 91 年~95 年資源化產業之總產值	31
圖 3.2-1 物質流之系統觀念	34
圖 3.2-2 事業廢棄物循環再利用系統架構	35
圖 3.4-1 事業廢棄物減量與資源回收再利用策略架構	40
圖 3.4-2 事業廢棄物減量與循環再利用策略及其相關執行機關	45
圖 4.1.1-1 電機電子設備回收標誌	52
圖 4.1.3-1 CE 標誌	56
圖 4.1.4-1 94 年輸歐盟 25 國之 EuP14 類產品	58
圖 4.4.4-2 美國 AERC 汞蒸餾回收處理流程圖	59
圖 4.3.1-1 Waelz kiln process 之處理流程示意圖	63
圖 4.4-1 廢鋰電池乾式處理法示意圖	64
圖 4.4-2 廢鋰電池濕式處理法示意圖	66
圖 4.5.1-1 一般 CRT 之主要玻璃組成	67
圖 4.5.2-1 日光燈構造圖	68
圖 4.5.2-2 宏青公司廢日光燈管處理流程	69
圖 4.6-1 廢棄運輸機具含汞元件回收示意圖	70

表目錄

表 2.2-1	93 年度各目的事業別事業廢棄物申報量統計表	9
表 2.2.1-2	事業廢棄物公告再利用種類及管理方式	10
表 2.2.1-1	93 年度工業廢棄物推估量及申報量統計表	14
表 2.2.1-2	工業廢棄物申報量前 20 大之一般事業廢棄物統計表	14
表 2.2.1-3	工業廢棄物申報量前 20 大之有害事業廢棄物統計表	15
表 2.2.1-4	93 年度工業廢棄物(含一般及有害)申報量前 5 大之行業別	16
表 2.2.1-5	產出量大且再利用率高之前 8 大一般事業廢棄物	17
表 2.2.1-6	工業廢棄物 91~95 年資源化再利用量	17
表 2.2.3-1	93 年度農業廢棄物清理流向申報統計表	20
表 2.2.4-1	93 年度醫療廢棄物清理流向申報統計表	20
表 2.2.5-1	93 年度教育廢棄物申報清理流向資料	21
表 2.2.6-1	93 年度國防事業廢棄物清理流向申報資料	22
表 2.3.2-1	塑膠及塑膠材料資源化產品特性及資源化效益	28
表 2.3.2-2	肥料資源化產品特性及資源化效益	28
表 2.3.2-3	橡膠材料資源化產品特性及資源化效益	28
表 2.3.2-4	金屬資源化產品特性及資源化效益	29
表 2.3.2-5	化學品資源化產品特性及資源化效益	29
表 2.3.2-6	工程材料資源化產品特性及資源化效益	30
表 3.1-1	事業廢棄物資源回收再利用SWOT分析	33
表 3.2-1	事業廢棄物再利用率及減量率目標值	37
表 3.2-1	各類事業廢棄物減量率與再利用率目標	39
表 3.4-1	事業廢棄物減量與循環再利用策略及其執行機關	46
表 3.5-1	事業廢棄物減量與循環再利用績效指標(本計畫初擬)	49
表 4.1.1-1	WEEE指令電機電子設備分類表	53
表 4.1.1-2	WEEE各項產品重量回收比率之規定	54
表 4.1.4-1	我國WEEE指令之電機電子產品輸歐盟產值	57
表 4.4.4-2	熱脫附/蒸餾法與穩定化/固化法之比較	60
表 4.2.2-1	各種含汞廢棄物處技術之比較	61

表 4.5.2-2 宏青公司廢日光燈處理後之衍生物	69
表 4.6-1 汞回收系統整體處理流程特性	71

第一章 前言

1.1 計畫緣起

半世紀前，台灣從百廢待興的廢墟中重新屹立，而且開創出有史以來成長速度最快的黃金 30 年，並以一時並至的所得分配顯著改善獲得舉世青睞，目為經濟奇蹟。然成長過程中實乃為不斷對資源的擷取與利用，如今社會中人口迅速成長及工商業的蓬勃發展，全拜資源的利用及貢獻，而今帶來的不僅是資源耗盡的危機，其苦果更是伴隨大量之事業廢棄物產出，其種類眾多且成份複雜，且部份廢棄物具有毒性、危險性，其濃度或數量足以影響人體健康及環境衛生。在兼顧資源及平衡人類之需求條件下，如何針對事業機構所產出之廢棄物循環再利用與有效的管理，乃迫切燃眉之急。

資源再利用的歷史進程，從過去廢棄物清理染控制等基礎化設施轉移至回收利用、減廢減容及污染預防最適化，未來更將朝向清潔生產、循環產業及循環環境等邁進。近來，高瞻遠矚之士提出廢棄物乃是錯置的資源等觀念，並提出適切作法。管理上，除了將傳統中間處理及最終處置設施朝向重視低危害、高效率處理方式，更要強化源頭管理與流向申報管制，提高廢棄物循環再利用比例，提升資源使用的效益；技術上，不斷地研擬國內具資源化之廢棄物與資源化之研發技術，並經由源頭減量(Reduce)、再使用(Reuse)回收再利用(Recycle)以及資源再生(Recovery)的過程，致使大體環境朝向永續發展的目標邁進。

西元 1992 年 6 月聯合國地球高峰會議將「永續發展」列為 21 世紀重要議程之一，強調全球應重視國際環保公約，共同努力朝向永續發展的目標。隨著國際間對於永續發展相關議題的關注，我國亦於民國 89 年完成永續發展推動綱領之研擬，其中明定廢棄物管理以零廢棄為最高指導原則。我國目前事業廢棄物回收再利用之法源依據為「廢棄物清理法」，其管理對象分別為一般廢棄物及事業廢棄物。依據廢清法第三十九條規定，事業廢棄物之再利用應依中央目的事業主管機關規定辦理，目前經濟部、農委會、衛生署、內政部、財政部、國科會、教育部、交通部等八部會皆已依該授權訂定事業廢棄物循環再利用管理辦法。

職是之故，行政院環境保護署基於零廢棄之目標下，亦積極推動許多方案與專案計畫，如執行全國事業廢棄物管制清理方及廢棄物資源化技術暨附加價值提升研究計畫等，協助國內環保產業升級加強高級資源回收再利用技術之研發，減

少對國外進口之比例，另藉由廢棄物資源化技術研究來降低廠內暫存及境外輸出之比例，以增加廢棄物再利用比率、提升再利用之資源化技術與水準等。

基於關懷自然資源與社會責任，財團法人中技社特規劃推動「探討國內物質循環及碳循環架構並架構未來研發方向」計畫，共分為兩大議題，本計畫之所屬之議題二為探討國內事業廢棄物循環再利用架構並建構未來研發方向及管理架構，配合子議題一之探討物質循環研究之成果，做為未來系統化擬定推動環境及能源之議題。

1.2 計畫目的與範疇

本議題預期達到之四大目標包括：

1. 探討國內事業廢棄物之管理現況，並彙整各部會事業廢棄物管理現況與種類，探討再利用現況與再利用之比率。
2. 建立國際與國內事業廢棄物循環再利用方向及成果，藉由相關資料蒐集與文獻回顧，瞭解國內外事業廢棄物循環再利用之方向與技術，以及再利用後之產品之應用。
3. 建議國內未來事業廢棄物循環再利用之管理架構及組織分工，研擬事業廢棄物減量率及再利用率之量化目標及其實施策略，以做為未來推動提升事業廢棄物資源回收再利用等施政措施之參考依據。
4. 建議事業廢棄物資源化再利用未來研發方向，研擬國內具資源化潛力之廢棄物，創造高附加價值之資源化產品。

1.3 研究方法與流程

本計畫之工作項目、工作內容及工作目標如圖 1.3.1 所示，說明如下。

1. 探討國內事業廢棄物管理現況，依據行政院環境保護署廢管處及本研究所蒐集之相關統計資料來說明國內事業廢棄物之相關數據說明目前管理現況。
 - (1) 針對國內整體事業廢棄物管理現況彙整相關資料進一步說明分析。
 - (2) 依據廢棄物清理法第三十九條第二項規訂，訂定所管轄之事業廢棄物再利用管理辦法中，針對各類事業所產生之廢棄物管理現況及再利用現況與比率。

2. 探討國際與國內事業廢棄物循環再利用研究成果與方向
 - (1) 依據事業廢棄物種類蒐集並建立國內外資源化相關技術及資料。
 - (2) 蒐集國內資源化成功之產品，及其產品、特性、用途與資源化之效益。
3. 研擬我國事業廢棄物資源化再利用管理體系架構
 - (1) 國內事業廢棄物回收再利用任務、願景、總目標及目標之界定。
 - (2) 建議我國事業廢棄物資源化再利用之減量率與再利用率目標，作為後續對於事業廢棄物之減量與再利用之依據。
4. 研擬事業廢棄物資源化再利用之未來研發方向
 - (1) 探討歐盟公佈之 WEEE、RoHS 及 EuP 等三項指令，並分別就指令之內容、主要目的及相關內涵做一相關說明，以及產業面對此三項指令未來之發展與因應措施。
 - (2) 研擬國內具資源化之事業廢棄物種類，例含汞燈具、元件及廢鋰電池等。

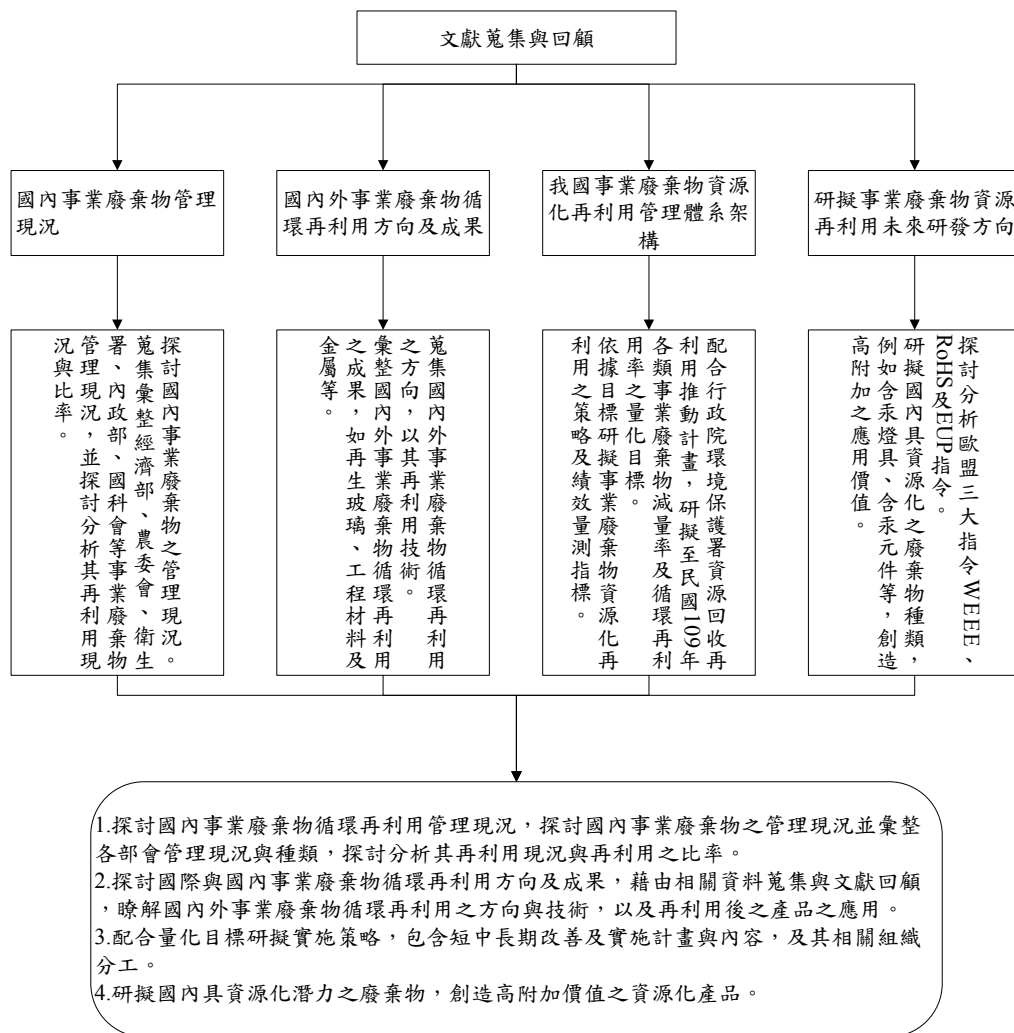


圖 1.3-1 工作項目、內容及目標示意圖

第二章 事業廢棄物循環再利用管理現況及其研究方向與成果

為配合「資源永續利用」、「零廢棄」的國際趨勢，提昇事業廢棄物管理層次及達到事業廢棄物零廢棄之目標，應以源頭減量分類、資源回收再利用作為未來事業廢棄物主要處理方式，將資源有效循環利用。廢棄物清理法第39條指出，事業廢棄物之再利用，應依中央目的事業主管機關規定辦理，前項再利用之事業廢棄物種類、數量、許可、許可期限、廢止、紀錄、申報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。本章節為介紹我國廢棄物清理與資源化發展沿革，並進一步針對國內事業廢棄物依據行政院環境保護署廢管處所統計之相關統計資料加以說明目前管理現況。

2.1 廢棄物清理與資源化之發展沿革

早期的台灣在垃圾處理皆以掩埋處理，然而因衍生出土地及環境衛生問題，政府開始重視垃圾處理問題，並制定公布廢清法規範廢棄物清理問題，廢棄物處理以掩埋為主，然而當時做傾倒掩埋處理之偏僻地區的土地漸被開發利用，衍生出垃圾露天堆置問題及掩埋之土地也越來越難尋覓並嚴重影響環境品質，省政府開始重視並檢討廢棄物處理問題，在歷經數十年間，台灣地區廢棄物清理在法規面、管理制度面上有所重大的改革，我國廢棄物清理之歷年發展沿革如圖 2.1-1 所示。

2.1.1 廢棄物清理之立法沿革

民國 63 年 7 月，我國政府制定公布「廢棄物清理法」(以下簡稱廢清法)，公布時全文僅 28 條，並於民國 69 年 4 月修正部分條文。由於台灣社會與經濟之快速起飛，致使社會經濟環境產生大幅變化，廢清法亦隨著社會脈動做大幅修正，民國 74 年 6 月修正公布全文共 36 條，其間經過 7 次修正後，於民國 90 年 12 月修正公布全文共 77 條，至民國 93 年 6 月及 95 年 5 月 2 次修正獎勵及處罰之條文內容後公布。

廢棄物清理法於民國 90 年 12 月修正公布後，依廢棄物清理法第三十九條規定，事業廢棄物之再利用，應依中央目的事業主管機關規定辦理。目前在內政部、財政部、經濟部、教育部、交通部、衛生署、農業委員會及國家科學委員會等八部會已發布所管事業之事業廢棄物再利用管理辦法，事業將其事業廢棄物自行或送往再利用機構做為原料、材料、燃料、工程填料、土地改良、新生地、填土(地)或經本部認定之用途行為。

另為徹底解決廢清法及相關行政命令對於一般廢棄物、一般事業廢棄物及有害事業廢棄物之回收再利用之法源各異，造成同一類廢棄物，因產源不同，其回收責任不同之差別待遇，及為達成促進資源永續發展與兼顧環境保護及經濟發展的目的，特別在民國 91 年 7 月制定公布了「資源回收再利用法」(以下簡稱資再法)，其條文內容除規定需強制再利用之事業外，並納入輔導及鼓勵之機制，包括投資抵減及獎勵表揚之相關措施等，將使資源回收更具積極正面意義。

2.1.2 事業廢棄物之管理沿革

民國 88 年 7 月發生台塑汞污泥棄置柬埔寨事件後，立法院主動緊急提案，並通過修正公布廢清法，針對事業廢棄物之清理責任做一明確之規範，以有效嚇阻不法廢棄物清理事件繼續發生，並明定各目的事業主管機關之權責，該次所修訂之內容，為歷次以來影響產業最深、最廣之一次。廢棄物清理法在民國 88 年 7 月修正前，事業廢棄物之清理係由事業機構自行負責，政府並未積極介入，環保署雖積極輔導民營代清除處理業的成立與運作，但因業者間惡性競爭及違規處罰過輕，導致事業廢棄物到處流竄。直至廢棄物清理法在民國 88 年 7 月修正後，便賦予工業區及科學園區目的事業主管機關應規劃設置事業廢棄物處理設施之

責任，並明列刑責及造成污染之連帶責任，亦賦予有強制上網申報之法源依據，稽查及管制機制更為強化，使得事業廢棄物處理設施不足之窘境益發突顯，亟需有效解決。

為有效管理事業廢棄物，自民國 80 年起經濟部暨環保署工業減廢聯合輔導小組的成立，並自民國 85 年起推動全球首創之工業減廢中衛輔導體系，隨即深入中小企業展開工業減廢示範中衛體系及事業廢棄物代清除及處理業資料調查及建檔，主要目的在於藉由大企業對協力廠的號召，帶領體系工廠共同落實工業減廢，以調整個供應鏈的體質，建立更清潔與安全的產品與生產鏈創造整體的利益，並透過建立事業廢棄物清理機構檔案資料及針對既有之回收處理管道進行調查，釐清國內事業廢棄物清理之架構，將廢棄物的管理由以往的末端處置，推動提升至產源減量回收利用為重點之工業減廢，每一個體系都有具體而顯著的成效，包括經濟效益及環境績效，由於落實減廢工作可減少管末處理費用、提高物料與能資源使用效率及降低廢棄物處理成本。

我國廢棄物再利用之相關法制，係由經濟部依廢棄物清理法所訂定之事業廢棄物再利用管理辦法(91.01.09)，將事業廢棄物再利用合法途徑分為廠內自行再利用、公告再利用及許可再利用三類，其中許可再利用又可細分為個案許可及通案許可兩類，對於不同再利用途徑，該辦法中明定相關管理規範。

行政院於 2001 年 1 月 17 日所核定「全國事業廢棄物管制清理方案」^[7]，即從政策面、管理面及執行面來強化事業廢棄物管理機制；在事業廢棄物清理的分工權責方面，一般事業廢棄物之處理處置設施由環保署負責統籌規劃，有害事業廢棄物之處理及最終處置設施之規劃設置，由經濟部(工業局)負責統籌規劃、分工協調與推動，在強化事業廢棄物源頭管理及流向追蹤，確實掌握事業廢棄物的質與量等相關基本政策下，策略包括(1)強化源頭管理，透過成立事業廢棄物管制中心，統合源頭管理、流向申報管制及污染稽查系統；(2)流向申報管制，建制完整之代清理業資料，做為流向追蹤之依據；(3)稽查取締；(4)積極設置處理及處置設施，其他各目的事業主管機關負責該管事業廢棄物調查、處理之相關工作；(5)調查事業廢棄物質量基線資料，並預估未來十年之廢棄物種類及質量；(6)配合修正相關法規；(7)獎勵投資；(8)加強污染場址清理，在既定的策略下，研擬各項具體措施來達到所訂定之目標。

台灣歷經數十年的社會經濟之轉變發展，廢棄物清理法在法規制度面不斷的

修正公布並依據廢清法所制訂之相關法規條例，主要目的在於追隨著國際間永續發展之願景及環境保護之使命，藉由法令的規範及政策管理面之政策指引及其他相關法案與計畫的推動，從 1997 年京都議定書生效後衝擊到能源配比與產業結構，以及能源資源嚴重缺乏之情形，我國廢棄物清理發展已由以往清除處理的方向逐漸走向資源化管理的趨勢，以符合永續發展原則，廢棄物清理由過去的「管末處理」(end-of-pipe treatment)轉換至「源頭減量、回收減廢及污染預防」之行動，達成產出廢棄物量最小化與資源回收再利用量最大化之目標。其概念性架構如圖 3 所示。

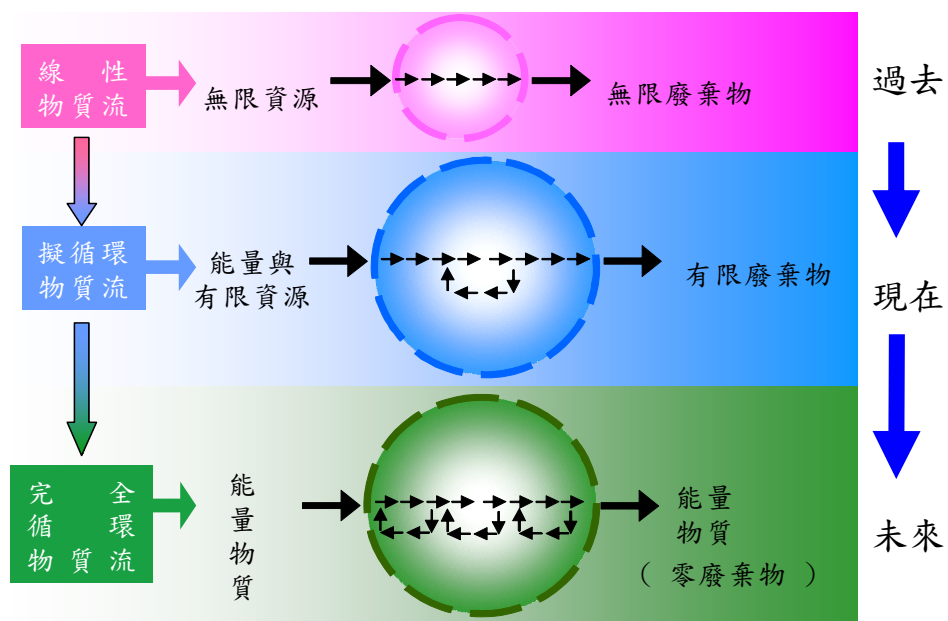


圖 2.1.2-1 廢棄物之物質流概念架構

2.2 我國事業廢棄物管理現況

本研究以環保署事業廢棄物管制中心申報資料為基礎，並依經濟部統計資料，全國登記之工廠家數約 9 萬 5 千餘家，目前環保署事業廢棄物管制中心已建立事業廢棄物基本資料資訊平台，截至 93 年 12 月 31 日止，已列管基線資料之事業家數為 33,896 家，列管應上網申報廢棄物流向之事業家數為 12,525 家，已上網申報之事業家數為 11,893 家，申報率已達 95%。

依 93 年統計資料結果顯示，我國事業廢棄物（廢棄物種類共計 370 種，含 2 項再生資源）申報總量約 1,494 萬公噸，其中一般事業廢棄物約 1,359 公噸（佔申報量 90.9%），有害事業廢棄物申報量約 135 萬公噸（佔申報量 9.1%），如表 2.2-1 所示。

表 2.2-1 93 年度各目的事業別事業廢棄物申報量統計表

單位：公噸

目的事業別	一般事業廢棄物	有害事業廢棄物	申報量
工業廢棄物	1,076 萬 (79.1%)	126 萬 (93.4%)	1,202 萬 (80.4%)
營建廢棄物	5.5 萬 (0.4%)	0.1 萬 (0.1%)	5.7 萬 (0.4%)
農業廢棄物	7.8 萬 (0.6%)	0 萬 (0%)	7.8 萬 (0.5%)
醫療廢棄物	6.9 萬 (0.5%)	1.9 萬 (1.4%)	8.8 萬 (0.6%)
教育廢棄物	0.2 萬 (0.01%)	158 萬 (0.01%)	0.2 萬 (0.01%)
國防廢棄物	619 萬 (0.004%)	500 萬 (0.04%)	0.1 萬 (0.007%)
其他廢棄物	262.9 萬 (19.3%)	6.8 萬 (5.0%)	269.7 萬 (18.0%)
合計	1,359 萬 (100%)	135 萬 (100%)	1,494 萬 (100%)

資料來源：行政院環境保護署，2004，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

目前我國事業廢棄物再利用之部份，係屬於廢棄物清理法管轄之廢棄物再利用，依「廢清法」第 39 條規定，事業廢棄物之再利用，應依中央目的事業主管機關規定辦理。前項再利用之事業廢棄物種類、數量、許可、許可期限、廢止、紀錄、申報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。

目前我國各部會推動資源回收與再利用由來已久，目前計有經濟部、農委會、衛生局、內政部、國科會、財政部、教育部及交通部等八部會，依廢棄物清理法第三十九條第二項規定，訂定所管轄之事業廢棄物再利用管理辦法，並已公告計 92 項可再利用之事業廢棄物種類及管理辦法，各部會公告情形簡述如表 2.2-2 所示。

表 2.21-2 事業廢棄物公告再利用種類及管理方式

部會	公告準則	管理法令名稱	公告種類
經濟部	性質安定或再利用技術成熟	經濟部事業廢棄物再利用管理辦法	廢鐵等 55 項
農委會	再利用技術成熟且廣為應用	農業事件廢棄物再利用管理辦法	禽畜糞等 9 項
衛生署	性質安定或再利用技術成熟	醫療事業廢棄物再利用管理辦法	廢顯/定影液等 9 項
內政部	再利用技術成熟且廣為應用	營建事業廢棄物再利用管理辦法	廢木材等 8 項
財政部	再利用技術成熟且廣為應用	菸酒事業廢棄物再利用管理辦法	廢酒糟等 3 項
國科會	性質安定或再利用技術成熟	科學工業園區事業廢棄物再利用管理辦法	無
教育部	—	教育部事業廢棄物再利用管理辦法	無
交通部	再利用技術成熟且廣為應用	交通事業廢棄物再利用管理辦法	廢鐵等 8 項
總計			92 項

我國事業廢棄物再利用管理方式，如圖 2.2-1 所示，事業廢棄物之再利用方式主要包含公告再利用、申請再利用及廠內再利用及輸出入再利用四類，說明如下。

1. 廠(場)內自行再利用核准

從 91 年工業局開使推動再利用以來，積極針對技術純熟且無運作風險者開放公告直接再利用，事業欲將其產生之廢棄物在廠(場)內自行再利用時，其若屬於依廢棄物清理法第 31 條公告之事業，應於事業廢棄物清理計畫書應載明再利用內容，並且經環保主管機關核准後，始得於廠(場)內自行再利用。

2. 許可再利用

若非屬前項公告者，事業應向各機關申請且經獲得許可後，始得將廢棄物送交再利用機構進行再利用。目前事業與再利用機構可依再利用技術成熟程度，採取通案申請、個案申請與試驗計畫三種程序辦理審查作業情形。

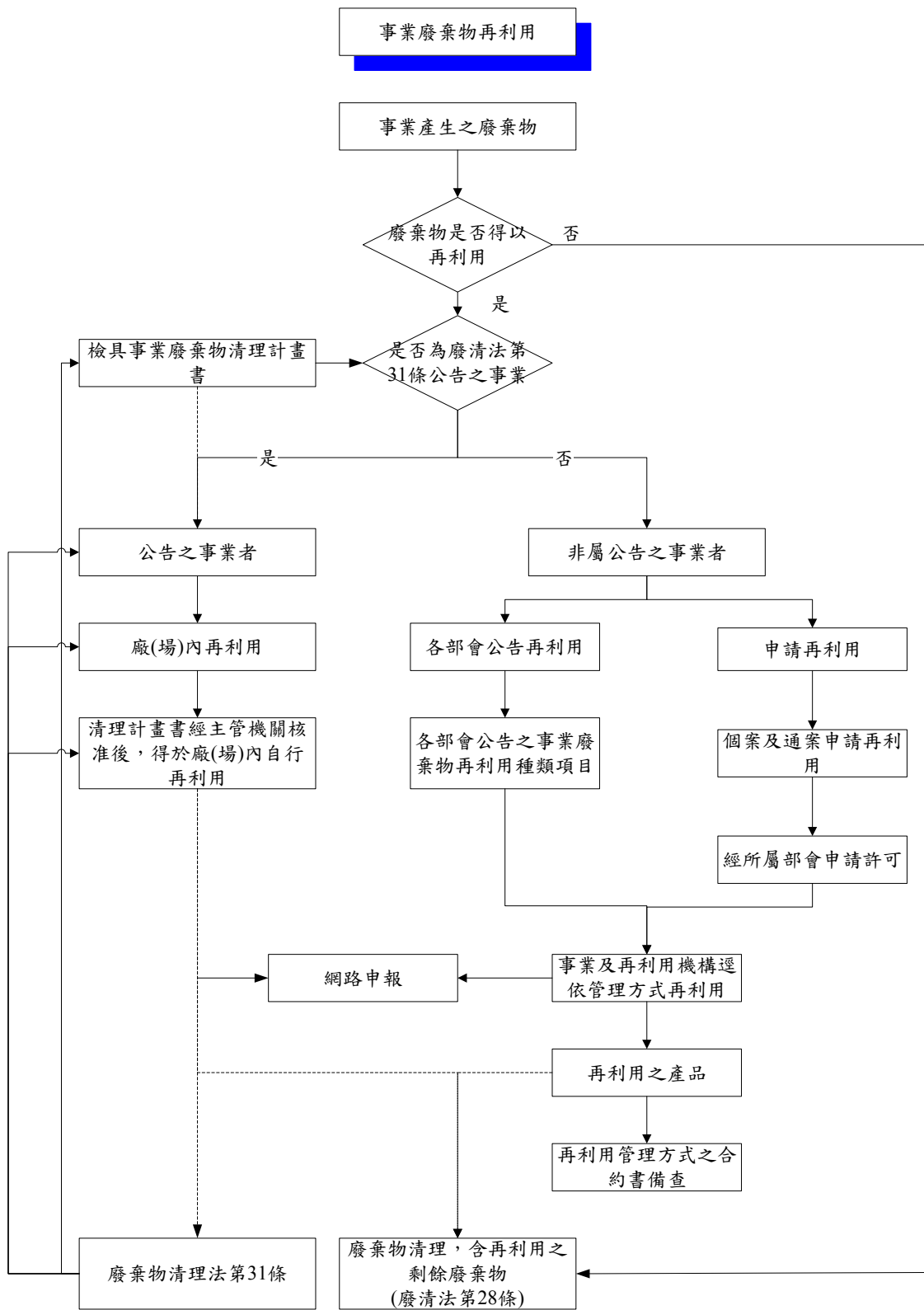


圖 2.2-1 我國事業廢棄物再利用管理方式

截至 93 年 12 月 31 日止，內政部、財政部、經濟部、教育部、交通部、農委會、衛生署及國科會等八個部會，已依廢棄物清理法第 39 條第 2 項規定，陸續發布所管事業之事業廢棄物再利用管理辦法，並公告計 90 項事業廢棄物種類可逕行再利用；此外，共許可事業申請個案再利用案件計 363 件。

1. 一般事業廢棄物（含 2 項再生資源）再利用申報量約 976.5 萬公噸。其中以煤灰約 353 萬公噸（佔申報量 36.1%）為最大量，其次為水淬高爐石（碴）約 283 萬公噸（含原申報 R 類約 36 萬公噸，佔申報量 29.0%）；再利用用途主要是做為水泥、預拌混凝土、建材、填地材料，如：波特蘭水泥、爐石粉等產品。
2. 有害事業廢棄物再利用申報量約 59 萬公噸。其中以高爐或轉爐煉鋼廠產生之含石灰石集塵灰（固體廢棄物之溶液 pH 值 \geq 12.5）約 16.6 萬公噸為最大量（佔申報量 28.1%），其再利用用途為廠內再利用進行燒結製程回收。

分析各部會公告之再利用管理方式，其內容架構大致包含四大項目：

1. 事業廢棄物來源；
2. 再利用用途；
3. 再利用機構應具備資格及；
4. 運作管理，包含資源化產品應符合標準、貯存說明等。

依據行政院環境保護署 93 年全國事業廢棄物統計資料，93 年事業廢棄物申報總量約 1,447.0 萬公噸，依事業廢棄物申報五大流向中，全國事業廢棄物總再利用量約為 1,054.3 萬公噸（含部分農業及營建廢棄物），佔申報總量 72.9%，其中工業廢棄物再利用量約為 1,032 萬公噸；依次為委託或共同處理約 210.6 萬公噸，佔總申報量約 14.6%；廠內暫存約 6.1%；自行處理約 6.0%；境外處理 0.4%，事業廢棄物處理流向分析如圖 2.2-2 所示。

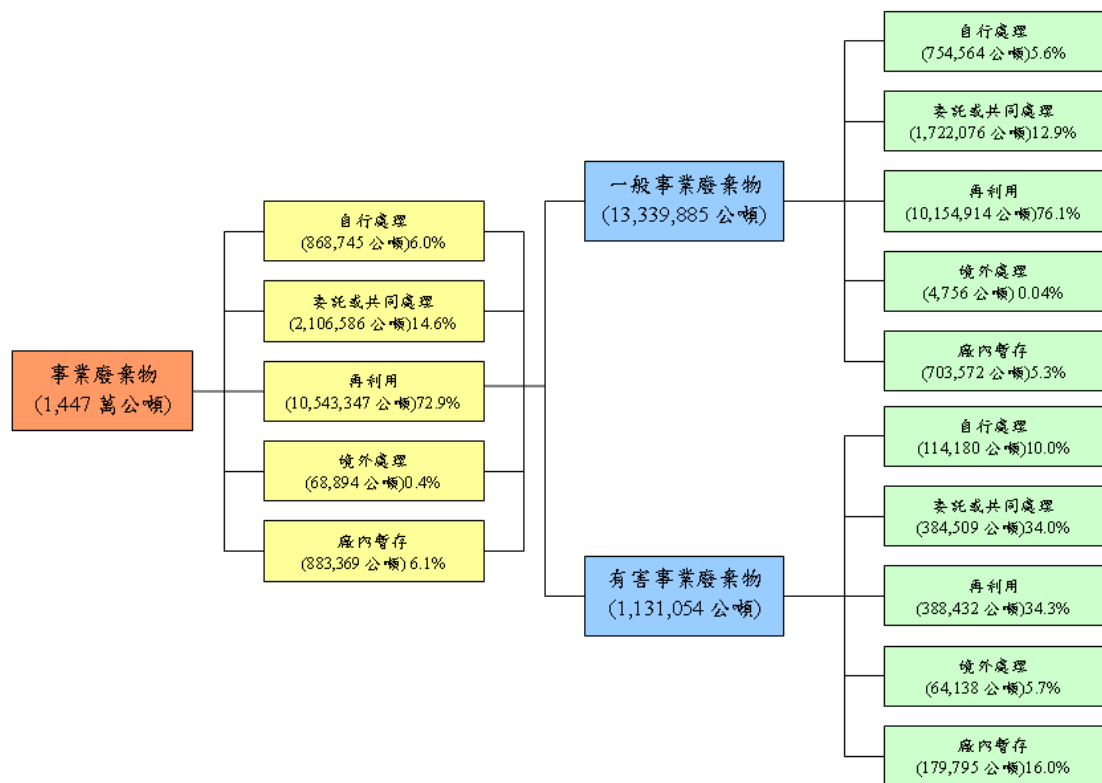


圖 2.2-2 93 年度事業廢棄物處理流向分析

資料來源：行政院環境保護署

我國目前事業廢棄物中間處理與最終處理設施雖足供支應現階段事業廢棄物之處理量需求，且經由事業廢棄物管制系統所整合之產源管理流向管制與稽查管制體系已達嚇阻任意傾棄之效果及全程管控功能，惟目前仍有部分業別事業廢棄物（例如營建及農業廢棄物）處理設施尚有不足，源頭減量及再利用部分仍待加強提昇。

2.2.1 工業廢棄物管理現況

依 93 年度統計資料顯示，我國工業廢棄物(含再生資源)之產出推估總量約 1,500 萬公噸，其中一般事業廢棄物約 1,358 萬公噸(佔推估量 90.6%)、有害事業廢棄物約 142 萬公噸(佔推估量 9.4%)；其申報總量約 1,202 萬公噸，其中一般工業廢棄物申報量約 1,076 萬公噸（佔申報量 89.5%），有害工業廢棄物申報量約 126 萬公噸（佔申報量 10.5%）。詳如表 2.2.1-1 所示。

表 2.2.1-1 93 年度工業廢棄物推估量及申報量統計表

93 年度	一般事業廢棄物 (噸)	有害事業廢棄物 (噸)	申報總量 (噸)
推估量 (含再生資源)	1,358 萬 (90.6%)	142 萬 (9.4%)	1,500 萬 (100%)
申報量 (含再生資源)	1,076 萬 (89.5%)	126 萬 (10.5%)	1,202 萬 (100%)
申報量 (不含再生資源)	822 萬 (86.6%)	126 萬 (13.4%)	948 萬 (100%)

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

1. 一般事業廢棄物

93 年度之工業廢棄物中，申報一般事業廢棄物有 165 種，申報行業別共計 244 個，申報家數計有 10,913 家。以申報量前 20 大之一般事業廢棄物合計約 993 萬公噸(佔申報量 92.4%)。其中申報量前三名分別為水淬高爐石(矽)約 283 萬公噸(佔申報量 26.3%)、電弧爐煉鋼爐渣(石)約 213 萬公噸(佔申報量 19.8%)，煤灰約 194 萬公噸(佔申報量 18.0%)，此三類合計約 690 萬公噸(佔申報量 64.1%)。詳如表 2.1.1-2。

表 2.2.1-2 工業廢棄物申報量前 20 大之一般事業廢棄物統計表

排名	廢棄物名稱	申報量 (公噸)	排名	廢棄物名稱	申報量 (公噸)
1	水淬高爐石 (矽)	283.2 萬	11	非有害廢集塵灰及其混合物	16.6 萬
2	電弧爐煉鋼爐渣(石)	212.9 萬	12	廢塑膠混合物	13.9 萬
3	煤灰	193.6 萬	13	廢鑄砂	13.6 萬
4	無機性污泥	53.3 萬	14	廢陶瓷	12.0 萬
5	漿紙污泥	29.4 萬	15	廢酒糟	10.9 萬
6	污泥混合物	28.0 萬	16	廢纖維	10.6 萬
7	生活垃圾	27.4 萬	17	石材污泥	8.6 萬
8	有機性污泥	22.8 萬	18	非有害有機廢液或廢溶劑	8.5 萬
9	高爐礦泥	17.0 萬	19	製糖濾泥	7.3 萬
10	廢紙混合物	16.7 萬	20		7.1 萬
	申報量前 10 大合計	884.2 萬 (82.2%)		申報量前 20 大合計	993.3 萬 (92.4%)

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

2. 有害事業廢棄物

93 年度申報有害事業廢棄物有 160 種，申報量約 127 萬公噸。以申報量前 20 大之合計約 121.6 萬公噸(佔申報量 96.1%)。其中申報量前三名分別為電弧爐製鋼過程污染控制之集塵灰及污泥約 26.8 萬公噸(佔申報量 21.2%)，

高爐或轉爐煉鋼廠產生之含石灰石集塵灰約 16.6 萬公噸(佔申報量 13.1%)，二甲基甲醯胺 (DMF) 粗液約 12.7 萬公噸 (佔申報量 10.1%)，此三類合計約 56.1 萬公噸 (佔申報量 44.4%)，詳如表 2.1.1-3。

表 2.2.1-3 工業廢棄物申報量前 20 大之有害事業廢棄物統計表

排名	廢棄物名稱	申報量 (公噸)	排名	廢棄物名稱	申報量 (公噸)
1	電弧爐製鋼過程污染控制之集塵灰及污泥	26.8 萬	11	電鍍製程之廢水處理污泥	3.7 萬
2	高爐或轉爐煉鋼廠產生之含石灰石集塵灰	16.6 萬	12	製造丙烯腈中之廢水汽提廢液	3.7 萬
3	二甲基甲醯胺粗液	12.7 萬	13	廢電線電纜	3.6 萬
4	廢酸性蝕刻液	11.0 萬	14	污染防治設施或製程產生之含銅污泥	3.1 萬
5	廢酸 pH ≤ 2.0	8.5 萬	15	鉻及其化合物	2.2 萬
6	廢液閃火點 < 60°C	7.6 萬	16	鉛及其化合物	1.6 萬
7	廢酸洗液	6.9 萬	17	煉焦之傾析器塔泥或污泥	1.4 萬
8	廢液 pH ≥ 12.5	5.0 萬	18	可燃感染性事業廢棄物混合物	1.2 萬
9	含金屬之印刷電路板廢料及其粉屑	4.4 萬	19	使用氰化物之電鍍程序清洗及汽提廢液	1.0 萬
10	鋼鐵工業鋼材加工之廢酸洗液	3.9 萬	20	其他經簡單物理拆解或篩選即可成單類貨品之混合五金廢料	1.0 萬
	申報量前 10 大合計	103.4 萬 (81.7%)		申報量前 20 大合計	126.1 萬 (96.1%)

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

我國工業廢棄物其申報情形主要以鋼鐵冶煉業為最大宗，產出種類主要為 G-1201 水淬高爐石(渣)及 R-1203 電弧爐煉鋼爐渣(石)；其次為鋼鐵軋延及擠型業，經彙整 93 年度一般工業廢棄物申報量前 5 大之行業別如表 2.2.1-4 所示。

表 2.2.1-4 93 年度工業廢棄物(含一般及有害)申報量前 5 大之行業別

行業別	一般廢棄物			行業別	有害廢棄物		
	申報量(噸)	家數	百分比		申報量(噸)	家數	百分比
2311 鋼鐵冶煉業	4,779,074	18	44.4%	2311 鋼鐵冶煉業	364,467	16	28.8%
2313 鋼鐵軋延及擠型業	850,700	47	7.9%	2313 鋼鐵軋延及擠型業	251,044	422	19.8%
1712 石油化工原料製造業	729,332	42	6.8%	1712 石油化工原料製造業	84,873	15	6.7%
1521 紙張製造業	539,328	68	5.0%	2299 未分類其他非金屬礦物製品製造業	70,838	1,097	5.6%
1910 石油煉製業	526,597	18	4.9%	1521 紙張製造業	58,833	17	4.6%

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

3. 再利用現況

依據目前 95 年最新資料顯示，彙整經濟部所公告之工業廢棄物再利用種類有：廢鐵、廢紙、煤灰、廢木材、廢玻璃、廢白土等共計 55 項。民國 93 年度工業廢棄物利用流向申報量 836 萬公噸（佔申報總量 69.55%），本計畫彙整其產出量大且再利用率高之前 8 大一般事業廢棄物，如表 2.2.1-5 所示，惟如扣除 2 項再生資源（約 290 萬公噸）、煤灰（約 182 萬公噸）及電弧爐煉鋼爐渣（約 120 萬公噸）後，則再利用申報量僅約 244 萬公噸，再利用申報比例降為 40.0%。其中一般事業廢棄物再利用申報量約 185.2 萬公噸（佔再利用申報量 75.9%），有害事業廢棄物再利用申報量約 58.8 萬公噸（佔再利用申報量 24.1%）。

表 2.2.1-5 產出量大且再利用率之前 8 大一般事業廢棄物

編號	廢棄物名稱	申報總量(噸)	再利用量(噸)	再利用率
1	水淬高爐石(渣)	283.2 萬	283.2 萬	100%
2	煤灰	193.6 萬	182.1 萬	94.1%
3	漿紙污泥	29.4 萬	25.9 萬	88.3%
4	高爐礦泥、轉爐礦泥	17.0 萬	16.9 萬	99.5%
5	非有害廢集塵灰或其混合物	16.6 萬	15.2 萬	91.2%
6	廢鑄砂	13.6 萬	13.1 萬	96.7%
7	廢陶瓷	12.0 萬	11.9 萬	98.4%
8	廢酒糟、酒粕、酒精醪	10.9 萬	10.8 萬	99.8%

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

工業廢棄物 91~95 年資源化之量化統計如下表所示，再利用率從 804 萬公噸/年提升到 1,081.6 萬公噸/年，以 91 年 804 萬公噸為基準，92 年提升 21.8%、93 年提升到 28.4%、94 年提升 33.1%、95 年提升 34.5%。顯示 91 年工業局推廣廢棄物資源化再利用，資源化產業正逐年蓬勃發展中，歷年資源化再利用統計如表 2.2.1-6 所示。

表 2.2.1-6 工業廢棄物 91~95 年資源化再利用率

單位：萬公噸/年

類別 年	公告 ^{註1} 再利用率	許可再利 用	公民營處 理機構	共同清除 ^{註2} 處理機構	合計
91	742	10	26	26.4	804.4
92	824	23	37	96	980
93	946.2	34.3	37.6	14.1	1032.2
94	974.9	37.2	45.2	23.6	1070.2
95	975.7	40.8	49.6	15.5	1081.6

註 1：95 年公告再利用率之統計包括公告為再生資源項目之水淬高爐石及鈦鐵礦氯化爐渣再利用率 275 和 10.8 萬公噸，以及廠內自行再利用率 3.04 萬公噸。

註 2：共同清除處理機構收受非股東對象之廢棄物再利用率，屬公告再利用率範疇

資料來源：工業廢棄物資源化產業發展年鑑

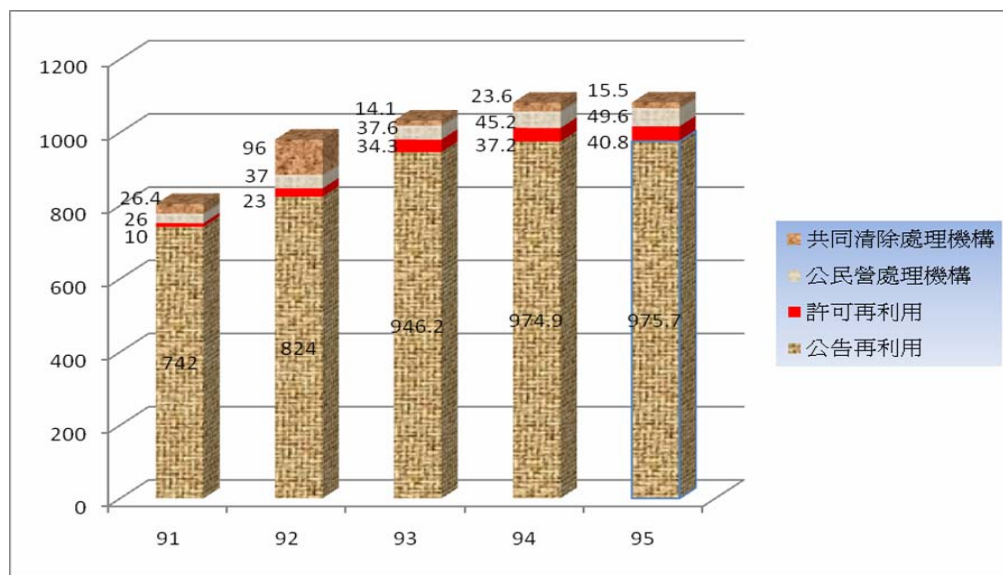


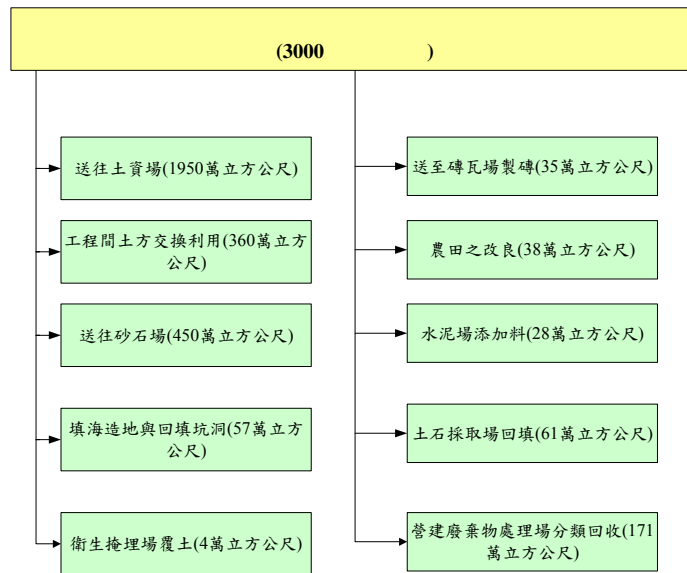
圖 2.2.1-1 工業廢棄物 91~95 年資源化再利用統計量

資料來源：經濟部工業局，「工業廢棄物資源化產業發展年鑑」，2006

2.2.2 營建廢棄物管理現況

依據行政院環境保護署營建空污費收費案件統計資料顯示，臺灣地區每年進行之各類營建工程約在 7 萬件，其產生營建副產物（包括營建剩餘土石方 4,800 萬公噸與營建混合物 1,600 萬公噸）約為 6,400 萬公噸；惟 93 年度向環保署廢棄物管制中心申報營建副產物（包括廢棄土與混合物）清除、處理與再利用申報總量約僅 8.84 萬公噸，其中營建混合物約 6.6 公噸。

依內政部營建署統計資料，90 至 93 年度營建剩餘土石方產出量平均約為 3,000 萬立方公尺，整體利用情形如圖 2.2.2-1 所示。



營建剩餘土
萬

圖 2.2.2-1 90 至 93 年度營建剩餘土石方利用情形

在營建廢棄物再利用管理方面，營建廢棄物再利用種類類包含廢木材（板、屑）、廢玻璃屑、廢鐵、廢單一金屬料（銅、鋅、鋁、錫）、廢塑膠、廢橡膠、瀝青混凝土、營建混合物廢等 8 項再利用事業廢棄物種類。再利用處理機構分類處理後之資源物質，其中約占 65%再生級配料（如泥、土、砂、石、混凝土塊、磚塊）一般作為鄰近工地回填、施工便道鋪築及路基底層級配料等經濟效益較低之用途居多，約有 10%為廢木材多半作為燃料消耗，其餘有價金屬約占 5%分類後變賣至金屬資源回收廠。約有 15%之廢塑膠變賣至塑膠資源回收處理廠或掩埋，而剩餘約 5%為無用之廢棄物則做掩埋形式處理。回收資源物質僅能初步再利用，且途徑有限。

2.2.3 農業廢棄物管理現況

農委會目前公告禽畜糞、農業污泥、菇類培植廢棄包、羽毛、畜禽屠宰下腳料、斃死畜禽、廢棄牡蠣殼、果菜殘渣等 8 項再利用農業事業廢棄物，惟對於再利用數量及後續再利用流向並未繼續追蹤及列管。依據 93 年度申報資料顯示：農業事業廢棄物（含再生資源申報量約 960 公噸）產出申報量約 7.9 萬公噸（無有害事業廢棄物申報量）。其中以再利用流向申報量最多約 5.5 萬公噸，佔總申報總量 68.96%；依次為委託或共同處理佔總申報量約 23.49%，廠內暫存佔總申報量約 7.08%；境外處理約

0.47%，境外處理 0%。各清理流向申報統計詳如表 2.2.3-1 所示。

表 2.2.3-1 93 年度農業廢棄物清理流向申報統計表

93 年度	自行處理 (比例)	委託或共同處理 (比例)	再利用 (比例)	境外處理 (比例)	廠內暫存 (比例)	合計
農業廢棄物	374 萬 (0.47%)	1.8 萬 (23.49%)	5.5 萬 (68.96%)	0 萬 (0%)	0.6 萬 (7.08%)	7.9 萬 (100%)

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

目前可再利用之事業廢棄物，除菇類培植廢棄物包含有塑膠成份外，其他廢棄物因含有物質，並有相當之營養成分，故可作為有機質肥料原料、栽培介質原料及飼料原料等；而家禽屠宰所產生之羽毛，並可製為羽毛製品原料。另外，對於廢棄包之塑膠材質，則與前述經濟部所公告之再利用用途相同，應用於塑膠製品原料、鋼鐵廠輔助燃料或塑膠裂解原料。

2.2.4 醫療廢棄物管理現況

醫療事業廢棄物產生源包括各醫療院所，根據行政院衛生署統計資料，全國醫療院所家數及病床數為醫院約 6 百餘家、診所約 1 萬 7 千餘家、總病床數約 13 萬 3 千餘床。依事業廢棄物管制中心申報資料顯示 93 年度申報量約 8.8 萬公噸，其中一般事業廢棄物約為 6.9 公噸（佔申報量 78.2%）、有害事業廢棄物（含感染性事業廢棄物）約 1.9 萬公噸（佔推估量 21.8%），詳如表 2.2.4-1 所示。

表 2.2.4-1 93 年度醫療廢棄物清理流向申報統計表

單位：公噸

93 年度	自行處理 (公噸)	委託或共同 處理 (公噸)	再利用 (公噸)	境外處理 (公噸)	廠內暫存 (公噸)	合計 (公噸)
一般事業 廢棄物	347 萬 (0.51%)	6.7 萬 (97.93%)	694 萬 (1.01%)	0 萬 (0%)	377 萬 (0.55%)	6.9 萬 (100%)
有害事業 廢棄物	0.3 萬 (14.62%)	1.6 萬 (85.23%)	0 (0%)	2 萬 (0.01%)	25 萬 (0.13%)	1.9 萬 (100%)
合計	0.3 萬 (3.59%)	8.4 萬 (95.16%)	581.9 萬 (61.39%)	6.1 萬 (0.64%)	402 萬 (0.46%)	8.8 萬 (100%)

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

目前醫療廢棄物公告再利用種類共計 9 項，其再利用途徑與經濟部所公告之途徑

相同，如廢紙、廢玻璃及廢石膏模等，皆可再利用於原相關物料產品之使用，然由於衛生署所管轄之醫療機構、醫事檢驗所等，過程中產生之廢棄物多數具有感染性，如廢棄尖銳器具等，得應防止感染性廢棄物進入再利用途徑，造成人體或環境之危害。

2.2.5 教育部廢棄物管理現況

依事業廢棄物管制中心申報資料，93 年度教育廢棄物申報量約 1,844 公噸，其中一般事業廢棄物約 1,686 公噸、有害事業廢棄物約 158 公噸。詳如表 2.2.5-1。環保署環境檢驗所於 93 年度協助大專院校實驗室處理有機廢液 8,600 公升，無機廢液 8,460 公升。環保署環境督察總隊中區環境督察大隊於 93 年度協助全國各級學校實驗室處理無機廢液 17,800 公升。而目前教育部尚未公告可再利用之事業廢棄物種類及管理方式，各學校對於實驗室廢棄物皆無再利用實績。

表 2.2.5-1 93 年度教育廢棄物申報清理流向資料

單位：公噸

93 年度	自行處理 (比例)	委託或共同 處理 (比例)	再利用 (比例)	境外處理 (比例)	廠內暫存 (比例)	合計
一般事業 廢棄物	4 (0.23%)	1,640 (97.27%)	2 (0.12%)	0 (0%)	38 (2.25%)	1,686 (100%)
有害事業 廢棄物	0 (0%)	134 (84.81%)	4 (2.53%)	2 (1.27%)	25 (15.82%)	158 (100%)
合計	4 (0.22%)	1,774 (96.20%)	6 (0.33%)	2 (0.11%)	20 (1.08%)	1,844 (100%)

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

2.2.6 國防部廢棄物管理現況

依國防部統計資料，國防事業廢棄物之來源包括保修廠、工廠(場)、醫療機構、學校或機關團體實驗室作業產生之廢棄物，其廢棄物種類則包含廢機油、污泥、酸液、電瓶、輪胎、變壓器及醫療感染性廢棄物。依國防部推估資料，93 年度國防事業廢棄物產生量約 1.4 萬公噸。

依環保署事業廢棄物管制中心申報資料，93 年度國防事業廢棄物申報總量約 1,118 公噸，其中一般事業廢棄物約 619 公噸、有害事業廢棄物約 499 公噸。詳如表

2.2.6-1 所示。

表 2.2.6-1 93 年度國防事業廢棄物清理流向申報資料

93 年度	自行處理 (比例)	委託或共同 處理 (比例)	再利用 (比例)	境外處理 (比例)	廠內暫存 (比例)	合計
一般事業 廢棄物	341 (55.09%)	0 (0%)	46 (7.43%)	0 (0%)	232 (37.48%)	619 (100%)
有害事業 廢棄物	308 (61.60%)	8 (1.60%)	0 (0%)	0 (0%)	183 (36.60%)	499 (100%)
合計	649 (58.05%)	8 (0.72%)	46 (4.11%)	0 (0%)	415 (37.12%)	1118 (100%)

資料來源：行政院環境保護署，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提昇研究計畫」。

2.2.7 財政部事業廢棄物管理現況

目前菸酒事業廢棄物公告再利用種類共計有 3 項，公告準則為再利用技術成熟且廣為應用。再利用項目包含廢酒糟、酒粕、酒精醪與菸砂（骨、屑）以及釀酒污泥，主要為菸酒廠之一般事業廢棄物，由於其廢棄物特性的緣故，其再利用途徑多作為土壤改良、有機肥及培養土原料等。

2.2.8 交通部事業廢棄物管理現況

交通廢棄物公告再利用種類共計 8 項，公告準則為再利用技術成熟且廣為應用。其再利用用途與經濟部所公告之用途相同外，在 93 年 12 月增訂「廢水泥電桿」一項，再利用之用途為人工粒料原料、人工魚礁、軍事偽裝、園藝造景用材料，但再利用於人工魚礁、軍事偽裝、園藝造景用材料者，不受上列之限制。

2.3 國際與國內事業廢棄物資源化再利用方向及成果

如前 2.2 節探討之事業廢棄物管理現況及再利用，乃依據「廢棄物清理法」第三十九條授權各中央目的事業主管機關訂定相關事業廢棄物管理辦法辦理，其所精神旨在強調為廢棄後之管理與再利用；而本節乃針對事業廢棄物相關資源化再利用技術進行探討，探討範圍主要為依據資源回收再利用法中，對再生資源之定義為：「指原效用減失之物質，具經濟及回收再利用技術可行性，並依本法公告或核准再使用或再生利用者」之觀點，將廢棄物視為錯置的資源，重新以資源再生的角度出發，蒐集彙整國際與國內事業廢棄物資源化再利用相關資料於以下各節。

2.3.1 國內外事業廢棄物資源化再利用技術及方向

本節之內容主要是針對國外有關再生資源或廢棄物再利用技術進行蒐集，作為提升或引進國內再利用技術之參考。依據環保署研究報告內容指出(環保署，2003)，經濟部工業局認為以重金屬污泥、半導體業氟化鈣污泥之廢棄物再利用為較有問題之部份；此外，依據經濟部工業局資源化工業輔導計畫之報告指出，民國 91 年個通案再利用之現況彙整，以淨水廠污泥之再利用核准量 30,730(噸/月)為該年之最大核准量，本研究乃一併蒐集國內外相關資源化技術資料，說明如下：

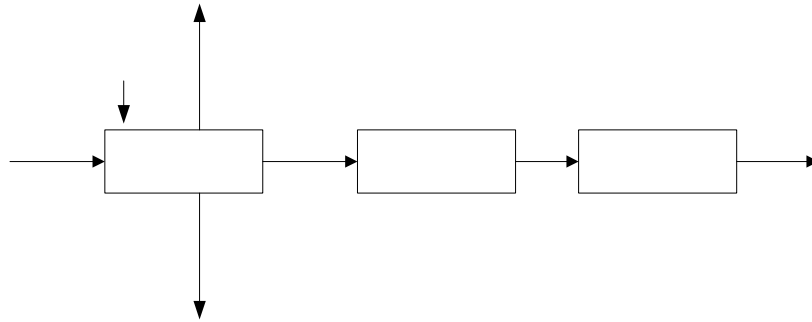
1. 重金屬污泥資源化技術

重金屬污泥的來源以印刷電路板業為例，主要製程包括切割、蝕刻、表面處理、電鍍、清洗部分，依據行政院環境保護署 93 年度事業廢棄物管制中心彙整資料結果顯示，國內金屬污泥總產量為 68,216 公噸，近年來政府對處理金屬污泥政策上以資源化再利用為優先考量，本計畫目前蒐集到關於重金屬污泥資源化之技術有高溫熔融、酸溶結晶技術及金屬濕式提煉回收技術等，簡述說明如下。

(1)含重金屬污泥之高溫熔融資源化技術

以瑞典的 RMP(Raw Materials Group)為例，利用熔融提煉重金屬污泥方式，其操作溫度約為 1,400°C ~ 2,000°C 時將重金屬污泥轉換成熔融爐渣 (slag)、燃料氣與玻璃化產品等三部份。燃料氣經配管收集可提供熱源再使用，熔融爐渣則以廢棄物方式委託清理，而熔融金屬則經由

降溫冷卻產製具玻璃質安定性金屬鹽類等玻璃化產品，資源化流程如圖 2.3.1-1 所示。



燃料氣

圖 2.3.1-1 含重金屬污泥之高溫熔融資源化技術流程

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

助溶劑

(2)含重金屬污泥之酸溶結晶資源化技術

透過硫酸、硝酸或鹽酸，或利用微蝕製程之酸性廢液，同時加入氧化劑經酸化處理以溶出所含之銅離子。酸化後之廢液經 pH 調整 (pH 值介於 2-7) 與過濾後，產生含汞率 70% 之高分子凝結劑，可再利用於廢水處理。過濾液則再經二次調理 (pH 值介於 7-9) 及過濾，可回收 50% 含量之銅氧化物。為進一步回收再利用殘餘溶液，二次過濾液再經結晶及離心過濾處理單元，可產出硫酸鹽類 (可作為土壤改良劑) 與含氧化劑溶液，含氧化劑溶液可回送至酸化製程使用，達成廢棄物完全回收之目的，該技術之主要特色為無二次廢棄物處理問題以及處理成本低，資源化效益高，資源化流程如圖

熔融金屬

重金屬污泥

閃爐

熔融爐渣

降

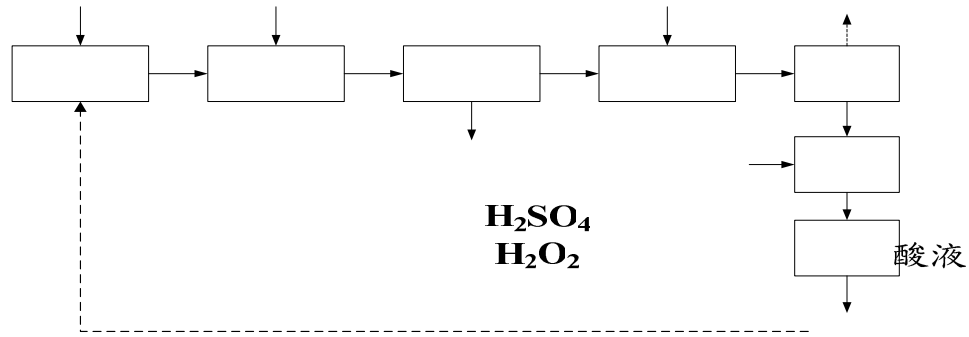


圖 2.3.1-2 含重金屬污泥之酸溶結晶資源化技術流程
 含銅污泥 pH調整 (220°C) (pH=2.7)

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

(3) 含重金屬污泥之金屬乾式熔鍊回收技術

該技術為利用低成本、低耗能之有效反應程序從金屬污泥中回收金屬的製程方法，其將含有高濃度的金屬含銅、鎂、鋰、鉻離子廢水，先經處理設施的化學混凝沉澱，使其成為含有高濃度金屬污泥並進行脫水後，污泥餅以震動、粉碎方式送入高溫乾燥爐中，將污泥中的水份完全乾燥後，使污泥中的氫氧化物轉化成穩定的金屬氧化物，再於 1,300°C~1,600°C 高溫熔爐中，加入焦炭、矽化物材料進行熔鍊，使其金屬氧化物還原成金屬，資源化流程如圖 2.3.1-3 所示。

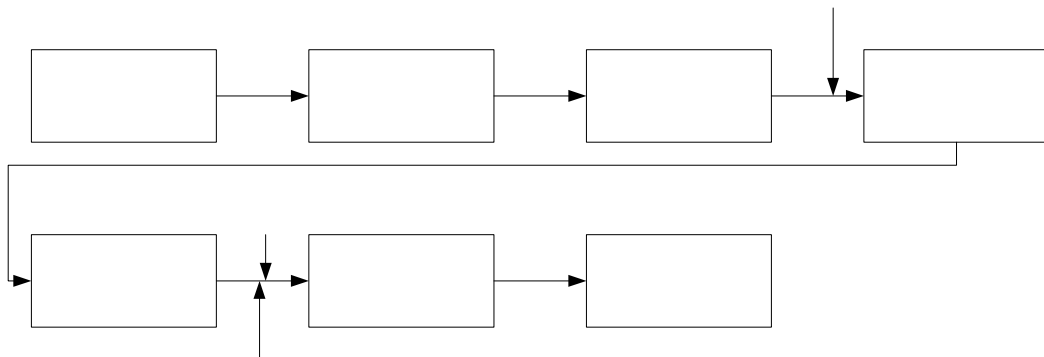


圖 2.3.1-3 含重金屬污泥之金屬乾式熔鍊回收資源化流程

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

2. 氟化鈣污泥

光電及半導體產業之製造過程使用氫氟酸作為清洗及晶片蝕刻，產生氫氟酸蝕刻廢(液)水，經化學混凝、沉澱及脫水處理後產生氟化鈣污泥。氟化鈣可作為水泥製造原料之一的礦化劑，故氟化鈣污泥可替代部分水泥配料。本技術利用氟化鈣污泥中含有部分水泥製程中之副原料，如氧化矽、氧化鋁、氧化鈣等成份，經過適當之調配後，再經研磨、攪拌、旋窯高溫燒成（約 1,450°C）等程序，最後加入石膏後進行研磨，即成為水泥，就資源回收再利用觀點，可節省每公噸氟化鈣污泥處理費用約 3,000 元，且將純度不足的氟化鈣污泥添加於水泥生料中做為水泥替代原料可供銷售，兼具環境保護與經濟效益，其資源化流程如圖 2.3.1-4 所示。

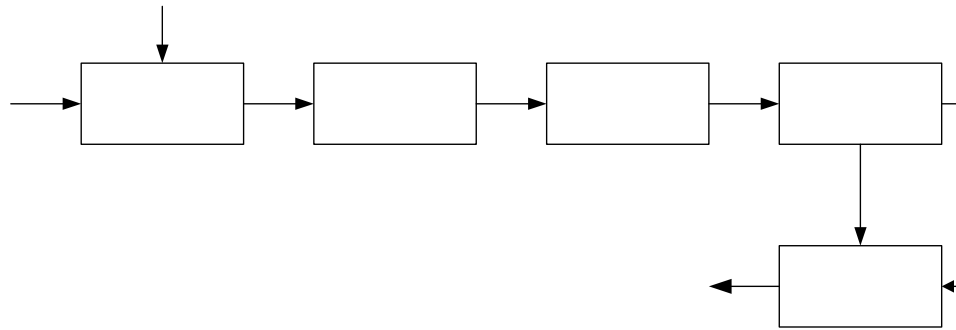


圖 2.3.1-4 氟化鈣污泥資源化流程

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

3. 淨水污泥資源化技術

自來水之淨水廠使用大量之硫酸鋁作為混凝劑，以沉澱去除污染物，達成水質淨化之目的。明礬中之鋁離子最終將以氫氧化鋁形態出現，並與懸浮之無機物、天然有機物與微量重金屬成分共同沈澱，產生廢水污泥。由於污泥中含有多項雜質，傳統之硫酸鋁回收技術無法有效分離，本技術係利用離子交換薄膜之特性，使污泥中之鋁離子能順利通過，陰離子、有機物、懸浮固體與多數一、二價金屬離子則停留於原廢液中，以達成選擇性回收硫酸鋁之目的。淨水污泥先經酸化處理（採用硫酸），使污泥中之氫氧化鋁轉換成硫酸鋁形態，再將此溶液導入離子交

換薄膜之一側，另一側則引入 5-10%濃度之硫酸，於薄膜中進行離子交換。經由離子交換薄膜之選擇，可阻止鋁離子（鐵離子）以外之雜質通過薄膜（微量一、二價陽離子將通過薄膜），達成高純度硫酸鋁回收之目的。

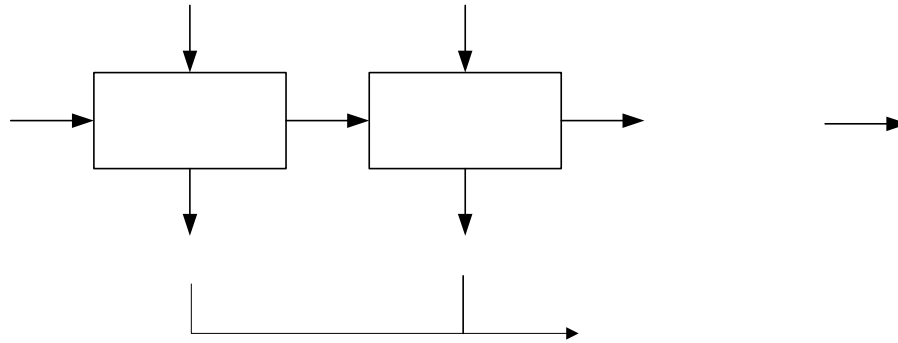


圖 2.3.1-5 淨水污泥資源化技術流程

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

H_2SO_4

5~10%

2.3.2 國內事業廢棄物資源化再利用成果

近年來，國內對資源回收再利用已投入大量的人力、物力等成本，在行政院環境保護署與經濟部工業局大力推動下，我國事業廢棄物資源化已有相當之成果，廢棄物資源化產業亦帶來相當龐大之效益，同時廢棄物資源化對溫室氣體減量之貢獻亦不容小覷。

國內資源化產業發展屬高技術需求、高市場風險，且產業間彼此相互關聯性大。依據 93 年度資源化產業輔導計畫推估 93 年工業廢棄物資源化量為 1,032.2 萬公噸/年，依其平均單位價格以每公噸 3,177 元計，推估 93 年工業廢棄物資源化之產值約為 327.8 億元，投資總額為 22.4 億元。依據經濟部工業局資源化工業網中，完整的對於廢棄物資源化產品分類共 9 大類，再利用技術、資源化效益以及資源化產品說明如下。

1. 塑膠及塑膠材料

資源化再利用後製成於塑膠之相關產品種類甚多，依據經濟部工業局資源化工業網資料結果顯示，資源化產品為塑膠及塑膠材料，包含 BOPP 膜、再生塑膠粒、再生拉鏈等約 7 種，其產品名稱、產品特性及資源化效益如表 2.3.2-1 所示。

表 2.3.2-1 塑膠及塑膠材料資源化產品特性及資源化效益

產品名稱	產品特性	資源化效益
塑膠及塑膠材料	BOPP 膜	透明度高、光澤性好、耐衝擊、密度低、重量輕、美觀等 1.回收再使用率達 99%。 2.供應食品業、包裝業等。 3.無廢水產生。
	再生塑膠粒	HIPS 塑膠粒耐衝擊强度高，可用於各類玩具、塑膠筒等。 1.供應廉價物料、提升競爭力。 2.增加掩埋場使用年限
	再生拉鏈	低溫低壓生產，拉鏈具有高韌性。 1.減少垃圾產生量、降低環境污染。 2.廣泛供應於成衣、鞋類等。
	聚酯再生棉	耐熱、耐光、耐酸性及不易褪色 1.資源回收再利用每年產值約達 3.6 億新台幣。

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

2. 肥料

資源化再利用後應用在肥料用途之產品甚廣，包含水溶性磷酸酐肥料、再生磷酸鹽類產品、有機肥料等，其產品名稱、產品特性及資源化效益如表 2.3.2-2 所示。

表 2.3.2-2 肥料資源化產品特性及資源化效益

產品名稱	產品特性	資源化效益
肥料	水溶性磷酸酐肥料	磷酸酐 16%、可促進植物早期發育與根系之形成 1.農業用肥料。 2.做為各種果樹、經濟作物及追肥使用
	再生磷酸鹽類產品	符合工業及化學產品規範之無色晶體 1.可用於硬水軟化 2.用於洗淨劑、複合肥料及營養劑
	有機肥料	完全發酵有機肥料、保肥、保濕、緩衝、長效 1.廢棄有機資材充分再利用。 2.提供有機肥料與土壤改良材，促進農地還原。

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

3. 橡膠材料

資源化再利用後應用在橡膠材料之產品甚廣，包含再生橡膠地墊、橡膠粉、再生膠等，其產品名稱、產品特性及資源化效益如表 2.3.2-3 所示。

表 2.3.2-3 橡膠材料資源化產品特性及資源化效益

產品名稱	產品特性	資源化效益
橡膠材料篇	再生橡膠地墊	1.可有效將之裁切成條、塊、顆粒狀，直接製成實用之商品。 2.產品柔軟不易變形 3.防滑性強、防水性佳、磨耗小。 1.廢橡膠回收再利用，提高經濟效益。 2.降低燃燒對空氣品質影響
	橡膠粉、再生膠	橡膠製品原料、填充劑 1.降低成本、節約資源 2.作為橡膠製品原料、填充料

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

4. 金屬

資源化再利用後應用在金屬產品甚廣，包含再生焊錫材料、再生鋁合金錠、混合金屬錠及渣鐵等，其產品名稱、產品特性及資源化效益如表 2.3.2-4 所示。

表 2.3.2-4 金屬資源化產品特性及資源化效益

	產品名稱	產品特性	資源化效益
金屬	再生焊錫材料	1.達工業用焊錫材料各種規格之標準。 2.產品品質達國際水準，展品廣為國內外電子電子工廠採用。	1.可用於焊錫材料上。 2.電腦主機板、印刷電路板及通訊器材等零件之焊接
	再生鋁合金錠	符合國際規格之鋁合金錠	1.可應用於冷氣機耐蝕外殼、縫紉機、運動器材。 2.可應用於汽機車、飛機等引擎零件(如活塞、化油器等)
	混合金屬錠	供應國內貴重金屬原料	1.有害廢棄物安定化，減少環境污染。 2.節省能源的使用，避免礦產資源過度開發。
	渣鐵	1.含鐵量約 94%。 2.非鐵質礦物部份，經研磨處理後作水泥副原料添加劑。	1.供應鋼鐵業之煉鋼添加料。 2.能源及資源之節省。 3.供應水泥業之水泥添加料。

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

5. 化學品

資源化再利用後應用在化學品甚廣，包含氧化銅、再生鋁合金錠、硫酸亞鐵、氯化鐵蝕刻液及工業級丙酮等，其產品名稱、產品特性及資源化效益如表 2.3.2-5 所示。

表 2.3.2-5 化學品資源化產品特性及資源化效益

	產品名稱	產品特性	資源化效益
化學品	氧化銅	棕黑色，溶於酸不溶於水	1.供印刷電路板水平式電鍍製程之銅離子原料。 2.提供煉銅業作為原料使用，降低成本。
	硫酸亞鐵	硫酸亞鐵含量約為 6~20%	1.廢硫酸回收再利用，減少環境負荷。 2.硫酸亞鐵可作為廢水處理藥劑。
	氯化鐵蝕刻液	1.具強而有力之蝕刻能力，可運用蝕刻 PCB 金屬、雕花。 2.氯化亞鐵及氯化鐵之純度佳	1.有效處理廢酸，再造可用資源。 2.氯化鐵酸性蝕刻液回收再利用。 3.減少廢酸之環境污染
	工業級丙酮	為電子產業廢丙酮溶液回收再利用	1.回收再製各級丙酮，以降低生產及處理成本。 2.提高廢棄物附加價值

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

6. 工程材料

資源化再利用後應用在工程材料甚廣，包含人工輕質骨材、再生防火隔熱板、再生瀝青混凝土、垃圾焚化灰資源化建材、飛灰爐石粉、道路工程級配料、輕質隔音建材產品及環保透水磚等，其產品名稱、產品特性及資源化效益如表 2.3.2-6 所示。

表 2.3.2-6 工程材料資源化產品特性及資源化效益

產品名稱	產品特性	資源化效益
人工輕質骨材	<ol style="list-style-type: none"> 1.以無機廢棄物製造冷結型、燒結型及發泡型輕質骨材。 2.比重在 0.7~1.7，吸水率<30%。 3.單顆抗壓強度高達 30gf/cm² 以上。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.可用於花卉種植。 2.取代天然砂石製造輕質骨材。 3.隔音、隔熱材料
再生防火隔熱板	<ol style="list-style-type: none"> 1.各類再生塑膠可依特定比例調配塑膠原生料，以降低製造成本。 2.硬質 PVC 發泡板可廣泛應用於隔音、隔熱領域。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.PVC 再生原料製成隔熱建材，已獲國家專利及環保標章。 2. 防火複合材以符合 CNS-6532 之耐燃規格。
飛灰爐石粉	<ol style="list-style-type: none"> 1.具優異的後續強度增延性。 2.可獲得高緻密性混凝土。 3.預防混凝土鋼筋腐蝕。 4.抑制鹼骨材反應。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.降低爐石海拋量。 2.節省能源及資源。 3.減少二氧化碳排放量。 4.供應國內水泥原料。
道路工程級配料	取代道路用之天然砂石	<ol style="list-style-type: none"> 1.供應國內土木、道路工程級配原料。 2.能源及資源之節省。 3.降低爐石海拋量。
輕質隔音建材產品	質輕、隔音、隔熱、耐燃	<ol style="list-style-type: none"> 1.造紙業廢棄物資源化利用，以紙渣污泥為主要原料製成高附加價值產品。 2.無二次公害產生
環保透水磚	<ol style="list-style-type: none"> 1.具透水性，可使雨水滲透進入地表，涵養水份。 2.具高強度、耐磨性、防滑性，適合人行步道之使用。 3.具有防火及多孔性。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.可做隔音、隔熱及防火牆。 2.可用於公園、庭院及人行道等鋪設。

資料來源：經濟部工業局資源化工業網

綜合以上所述，資源化再利用用途主要作為原料替代及燃料替代兩大類，廢棄物資源化對於溫室氣體減量更具明顯之效益，以 93 年廢棄物再利用種類及用途中，屬減少礦產開採之再利用量約為 119 萬噸，就減少製程排放及能源耗用等兩方面之廢棄物再利用種類，推估其資源化可減少之溫室氣體排放量約 483.3 萬公噸/年，但實際減少的溫室氣體排放量，將遠超過推估值。此外，資源化產業是將各產業之廢棄物回收

再利用做為產業原物料之用，其所帶來之資源化產值以民國 91 年~95 年工業廢棄物再利用量、再生產品產出量和產品產值，如圖推估資源化產業總值自 91 年的 249.4 億元到現今 95 年的 385 億元，共計 5 年內成 54.3%在現階段我國整體產業成長趨緩的情況下，為一出類拔萃之產業。

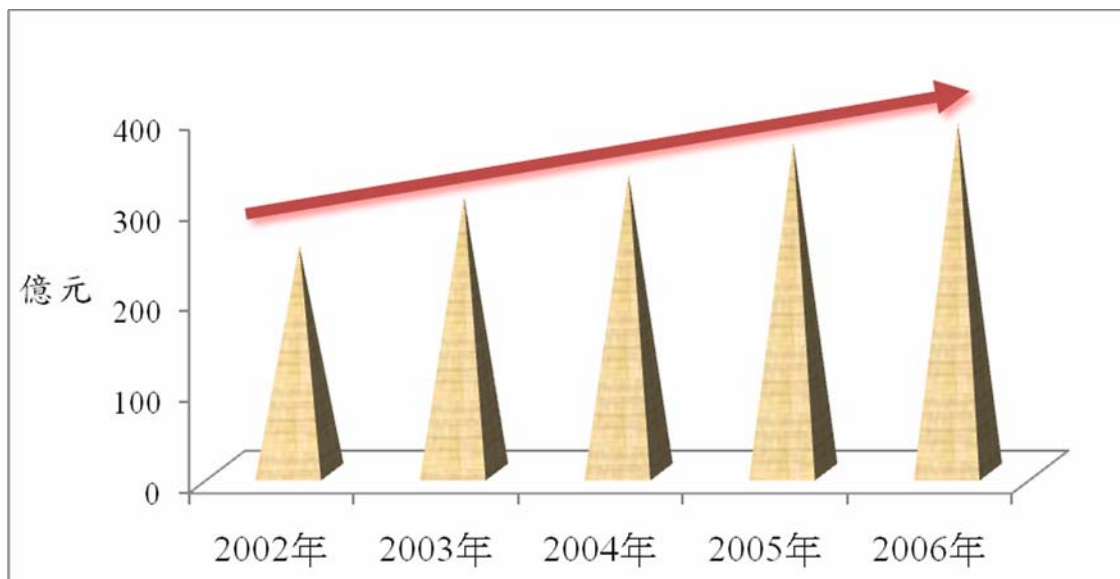


圖 2.3.2-1 91 年~95 年資源化產業之總產值

資料來源：經濟部工業局，「工業廢棄物資源化產業發展年鑑」，2006

第三章 我國事業廢棄物資源回收再利用管理架構

學習善用資本與技術，資源的掌握與有效率的管理，是企業生存發展關鍵，亦是人類與地球村永續發展主要命脈。我政府基於資源永續利用的原則下，經濟部工業局多年來致力於產源減量與資源回收再利用，行政院環境保護署亦積極研擬事業廢棄物零廢棄推動方案(草案)；期能促進整體產業資源永續、生態化循環之目標。本計畫服膺資源回收再利用原則，針對我國事業廢棄物循環再利用利用 SWOT 進行分析，探究其間之相互關係後，再以系統的觀點、管理的思維，提出國內事業廢棄物循環再利用管理體系架構，詳細內容說明於以下各節中。

3.1 國內事業廢棄物資源回收再利用目前面臨問題瞭解與分析

依據我國事業廢棄物資源回收再利用管理現況，本研究依行政作業規範面、產業體質面、經營市場面與市場需求面，進行 SWOT 分析優勢(Strength)、劣勢(Weakness)、威脅(Threat)及機會(Opportunity)，如表 3.1-1 所示。

表 3.1-1 事業廢棄物資源回收再利用 SWOT 分析

面向	優勢(Strength)	劣勢(Weakness)	機會(Opportunity)	威脅(Threat)
行政作業規範	1.我國政府政策支持 2.廢清法、資再法等法規強制規範	1.源頭減量成效不彰 2.分頭推動資源回收再利用，成效有限 3.缺乏資源回收再利用經濟誘因。 4.再生產品流向之追縱管理機制薄弱。	1. 國外廢棄物清理已轉向資源化發展。 2.兩法合一 3.源頭管制 4.產品生命週期之全程規範 5.延長身產者責任	1.廢清法與資再法有競合之處。
產業體質	1.中小企業觸角靈活、機動性高，製造施工之配合能力強。	1.廠商投入研發較少，技術層次及品質有待提升。 2.中小企業缺乏營運策略規劃能力，因應國際趨勢變化能力不足	1.因應國家資源再生政策，產業具成長空間。 2.政府列入新興重要性產業提升各項輔導措施。	1.專業技術人才素質有待提升
經營環境	1.稅賦優惠、鼓勵研發。 2.週邊產業健全	1.國內技術及市場資料庫尚未建立完整。 2.國內再生產品市場小，競爭激烈，難達到再生技術重複使用及量產經濟規模	1.ISO14001 環境管理系統推動成效顯著，帶動資源化產業發展契機。 2.政府推動公共工程之綠色採購，助於技術提升與商機開創。	1.資源化產業相關法規制度未完善。 2.產源變異性高，再生產品品質難掌控。
市場需求面	1.產品之品質、價格、語言及文化之同質性背景，在東亞及大陸具競爭優勢。	1.國際銷售網路未建立，造成個別廠家行銷能力薄弱。 2.再生產品品質不穩定且成本高，較不具市場競爭力。 3.再生產品市場侷限於國內市場，產業規模小。	1.國內外針對廢棄物管理已將資源化列為首要處理方式，有助於資源化產業發展。 2.永續發展為各國產業發展之優先策略，使資源化產業具成長潛力。	1.歐、美、日及中國大陸等資源化產業已具規模。 2.產業外移，影響資源化產業結構。 3.投資海外市場之風險具不確定性。

資料來源：

- 1.行政院環境保護署，九十五至九十六年資源回收再利用推動計畫，2005。
- 2.財團法人環境資源研究發展基金會，「廢棄物再利用模式與資源化管理制度建置計畫」，2003。
- 3.經濟部工業局，「工業廢棄物資源化產業發展年鑑」(未出版)，2006。

3.2 國內事業廢棄物資源回收再利用系統範圍界定

本計畫以系統的觀點、物質流之分析，界定事業廢棄物資源回收再利用之系統範圍及組成。運用物質流分析，主要為幫助決策者瞭解某社會或地區其新陳代謝之工具，主要調查某物質進入系統內，系統性之評估資源投入、流動及貯存及產出之平衡。投入可視為物質進口與國內開採之總合，而後在國內經濟體系內，經由國內生產、製造、成品、銷售等過程，貯存於系統間之經濟、活動、資訊及能量等；經由一系列使用拋棄至環境後，稱之廢棄物，依循廢清法進行清理；或在體系內回收再使用之物質，進行再利用，如圖 3.2-1 所示。

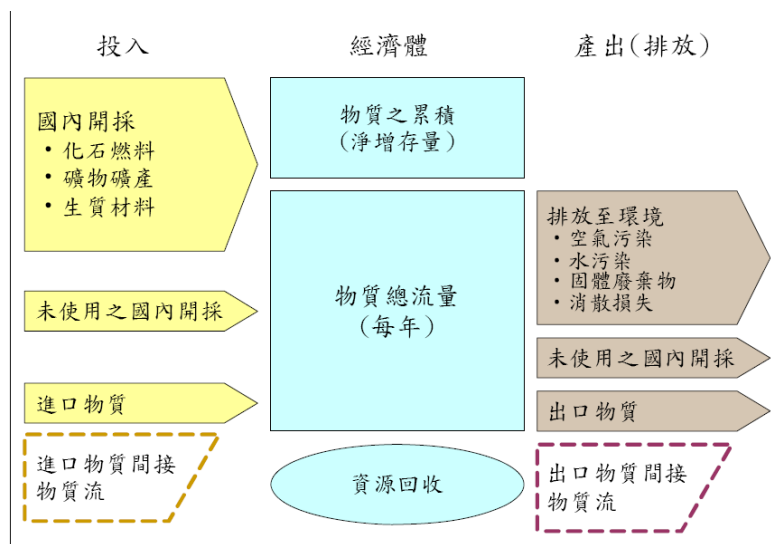


圖 3.2-1 物質流之系統觀念

事業廢棄物資源回收再利用的精神旨在有效回收資源，減少不必要的浪費，其藉由法律的強制規範台灣地區事業廢棄物再利用與資源回收再利用，因此本計畫主要是以台灣地區為整體系統範圍，系統範圍下所包含的子系統本計畫界定為：

1. 負責規劃統籌與管理事業廢棄物資源回收再利用之權責單位，包含中央主管機關、中央目的事業主管機關及縣市主管單位之行政管理系統；
2. 原物料供給商之供應系統及事業單位之生產系統；

3. 事業廢棄物資源回收再利用之資源化廠商、公營處(清)理機構與共同清除處理機構之回收再利用系統；
 4. 事業廢棄物資訊平台與管理系統；
 5. 後續資源化再生產品之產銷通路系統。
- 系統間彼此相互影響如圖 3.2-2 所示。

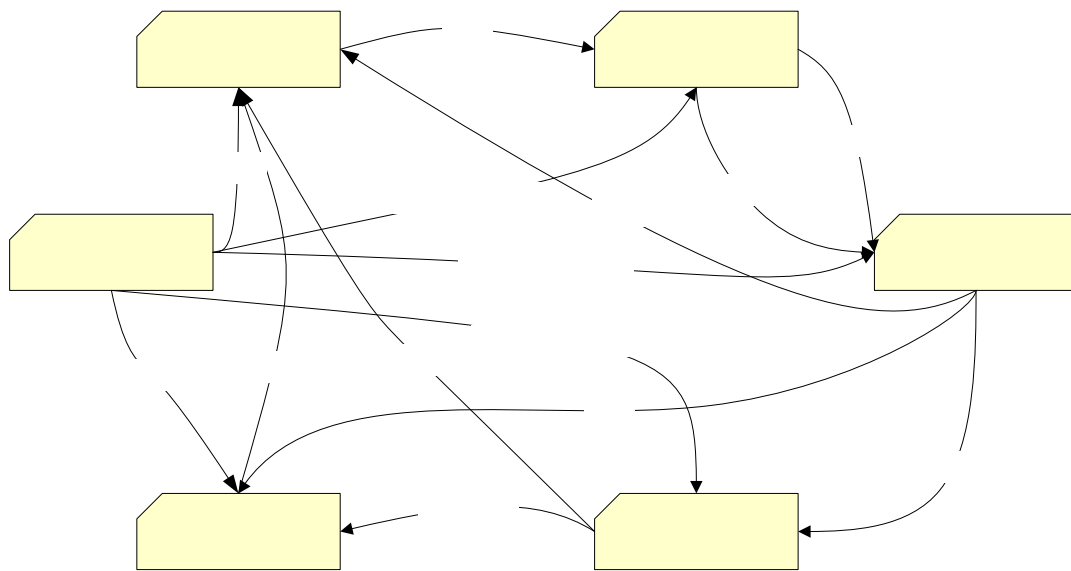


圖 3.2-2 事業廢棄物循環再利用系統架構

原物料供應商
系統

供應

由於影響的層面甚廣，基於永續發展的前提下，應同時考量環境面、社會面及經濟面進行資源回收再利用，在各系統間之交互作用下，有效管理事業廢棄物使其源頭減量、有害物質禁限用來降低對環境之負荷，並針對資源化之物質確保其產品之高附加價值，創造最大之環境效益。

監督管理、獎勵

監督管理、獎勵

行政管理系統

監督管理

監督管理 資訊提供

供應 再生市

3.3 國內事業廢棄物資源回收再利用任務、願景、總目標及目標之界定

對於事業廢棄物資源回收再利用管理工作需先界定清楚任務、願景、總目標及目標之訂定，以做為後續策略研擬及評估成效之依據。

1. 任務(Mission)

是對於組織存在理由做一簡短之綜合性描述，在任務中簡潔的界定了組織執行的工作，與工作的執行者。西元 2002 年第二次地球高峰會議，再次強調全球應重視國際環保公約，我國政府亦重視國際環保公約，共同努力朝向永續發展的目標為首要任務之一。

2. 願景(Vision)

為簡潔且令人印象深刻的。本計畫針對我國事業廢棄物資源回收再利用之願景初步界定為努力朝向「資源循環型生產社會」邁進。

3. 總目標(Goal)

為盡力達到事業廢棄物資源回收再利用之最終目標，總目標是廣泛的、非量化的、不詳細表示的，代表一個期望的執行成果。我國於民國 89 年完成永續發展推動綱領之研擬，其中明定廢棄物管理總目標以「事業廢棄物零廢棄」為最高原則。

4. 目標(Objectives)

是對於達成事業廢棄物循環再利用總目標之特定可量測的標的，目標之設定應該是要符合特定對象、可量測、嚴謹、可達成、結果導向、有時程等準則之標的。由於現今國內外皆致力於廢棄物管理朝向，「零廢棄」之總目標邁進，因此事業廢棄物資源回收再利用之目標訂定，應以總目標為主軸，並依據 3.1 節我國事業廢棄物減量與循環再利用之 SWOT 分析結果，訂定定性與量化目標。

定性目標主要可分為下列幾項：

- (1) 整合各部會推動資源回收再利用；
- (2) 促進產業與公會落實源頭減量；

- (3) 強化資源與再生產品市場機制；
- (4) 增加資源回收再利用經濟誘因；
- (5) 健全事業廢棄物再利用交換資訊；
- (6) 具資源化產業之專業人才與技術培訓；
- (7) 提昇全民資源回收再利用意識

在定量目標上，事業廢棄物資源回收再利用朝向總目標邁進並非一蹴可幾，因此量化目標上，應以分期分階段的目標訂定之循序漸進方式較為適當，依據事業廢棄物零廢棄物方案(草案)及九十五至九十六年資源回收再利用推動計畫，針對事業廢棄物減量率與再利用率短中長期目標如表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 事業廢棄物再利用率及減量率目標值

指標值	民國 96 年	民國 100 年	民國 109 年
再利用率	75%	80%	85%
掩埋處置減量率	10%	25%	50%
焚化處理減量率	10%	25%	50%

資料來源：行政院環境保護署，事業廢棄物零廢棄物方案(草案)，2006

(1) 再利用率

為以目標年事業廢棄物申報再利用率，除以該年廢棄物申報總量而求得。

(2) 掩埋處置減量率

以民國 93 年之掩埋處置總量為基準年數據，將目標年之掩埋處置總量和民國 93 年比較後，所減少之百分率。(民國 93 年事業廢棄物掩埋總量為 351 萬噸)。

(3) 焚化處理減量率

以民國 93 年之焚化處理(不包括熱回收之焚化處理方式)之總量為基準年，將目標年之焚化處理減量總量和 93 年比較後，所減少之百分率。

(民國 93 年事業廢棄物總焚化量為 200 萬噸)。

各目的事業廢棄物再利用率如表 3.2-2 所示，詳細說明如下

短程目標(93 年至 96 年)

- (1) 事業廢棄物減量率：醫療、營建、農業、教育廢棄物減量率目標為 5%，工業廢棄物減量率目標為 10%，國防廢棄物減量率目標為 15%。
- (2) 事業廢棄物再利用率：工業廢棄物(含科學工業園區)再利用率目標為 75%；醫療廢棄物再利用率目標為 20%；營建廢棄物再利用率目標為 70%；農業廢棄物再利用率目標為 83%；教育廢棄物再利用率目標為 20%；國防廢棄物再利用率目標為 60%。

中程目標(97 年至 100 年)

- (1) 事業廢棄物減量率：醫療、營建、農業、教育廢棄物減量率目標為 10%，工業廢棄物減量率目標為 15%，國防廢棄物減量率目標為 20%。
- (2) 事業廢棄物再利用率：工業廢棄物(含科學工業園區)再利用率目標為 80%；醫療廢棄物再利用率目標為 30%；營建廢棄物再利用率目標為 75%；農業廢棄物再利用率目標為 84%；教育廢棄物再利用率目標為 30%；國防廢棄物再利用率目標為 70%。

長程目標(101 年至 109 年)

- (1) 事業廢棄物減量率：至 109 年工業、醫療、營建、農業、教育廢棄物減量率目標為 20%，國防廢棄物減量率目標為 25%。
- (2) 事業廢棄物再利用率：至 109 年工業廢棄物(含科學工業園區)再利用率目標為 85%；醫療廢棄物再利用率目標為 45%；營建廢棄物再利用率目標為 80%；農業廢棄物再利用率目標為 85%；教育廢棄物再利用率目標為 45%；國防廢棄物再利用率目標為 80%。

表 3.2-1 各類事業廢棄物減量率與再利用率目標

		民國 96 年	民國 100 年	民國 109 年
工業廢棄物	減量率	10%	15%	20%
工業廢棄物 (含科學工業 園區)	再利用率	75%	80%	85%
科學工業園 區廢棄物	減量率	40%	45%	50%
醫療廢棄物	減量率	20%	30%	45%
	再利用率	20%	30%	45%
營建廢棄物	減量率	70%	75%	80%
	再利用率	5%	10%	20%
農業廢棄物	減量率	83%	84%	85%
	再利用率	5%	10%	20%
教育廢棄物	減量率	20%	30%	45%
	再利用率	15%	20%	25%
國防廢棄物	減量率	60%	70%	80%
	再利用率	65%	70%	80%

資料來源：行政院環境保護署，95 至九 96 年資源回收再利用推動計畫，2005
行政院環境保護署，事業廢棄物零廢棄物方案(草案)，2006

3.4 依據目標針對國內事業廢棄物資源回收再利用策略之研擬

策略(strategy)是指特定的行動方針，乃是被用來達成總目標或目標，主要考量資源之分配及進行之程序。策略的研擬應與目標以相同的邏輯方式連結，可以促進目標的達成，廢棄物再利用推動之成功，除需有完善之法規管制執行外，更需從整個系統與子系統間交互作用下所產生之問題，亦即從行政規範、產業體質、市場需求及經濟環境所面臨之劣勢與威脅改善訂定目標，進以健全國內事業廢棄物減量與循環再利用機制。

因此，本計畫乃是依據行政院環境保護署、經濟部工業局文獻資料，針對現階段事業廢棄物資源回收再利用所訂定之 7 大目標，研擬九大策略，如圖 3.4-1 所示，詳細說明如下。

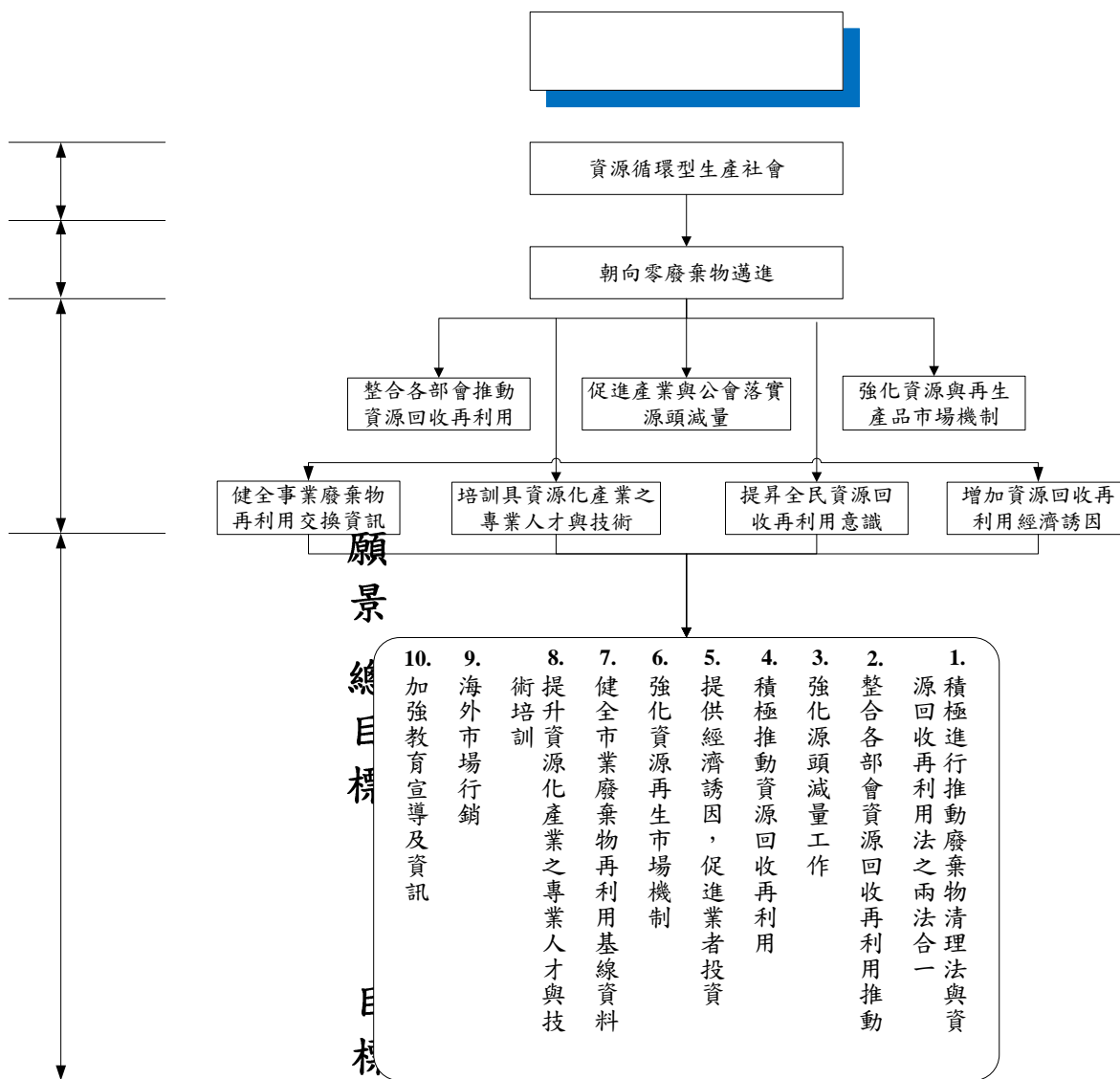


圖 3.4-1 事業廢棄物減量與資源回收再利用策略架構

1. 積極推動廢棄物清理法與資源回收再利用法二法合一

我國兩法合一草案中，有意將「對擁有者無用之物優先視為資源」，使其可在較低的障礙與成本下被充分再生利用，實在無法再生利用的物質才被視為廢棄物來做最終處置。此種理念簡單且立意甚佳，但如何落實而不產生嚴重的副作用值得深思，對廢棄物的界定的原則為一項重點之一，未來應針對現行法重要名詞定義與體系上的混亂釐清與排除，其概念應與新法中之廢棄物質循環利用精神相符等，盡量與國際上的

法制趨於一致。若兩法合一完畢並公告實施後，納入源頭減量的精神、檢討再利用管理規範等，將有效杜絕可資源化廢棄物之不當處置，並暢通資源化管道。

2. 健全事業廢棄物再利用基線資料

加強稽核事業申報回收再利用資料，勾稽各事業單位依法申報再利用、再使用與再生利用資料，供未來修正再利用策略及措施之參考。

3. 整合各部會資源回收再利用推動

(1) 規劃透過現行再生資源回收再利用促進委員會以及跨部會工作小組的機制，訂定一個跨部會的推動計畫，建立全面資源回收再利用推動機制、提高再生材料之使用比例。

(2) 定期蒐集彙整各國推動資源回收再利用資訊與措施並於針對各國源頭減量、綠色設計等環境管理相關措施進行可行性評析，並提出國內適用措施之建議事項。

4. 強化源頭減量工作

(1) 檢討修正資源回收再利用法相關條文，將「源頭減量」精神納入資源回收再利用法第二章「源頭管理」，增修相關具體條文，包括提高資源使用效率與源頭減廢等強制性條文，使法令整體架構更為完備。

(2) 公告指定事業標示產品使用之材質及再生資源比例、分類回收標誌及其他指定事項。

(3) 要求事業使用符合減量精神之原物料與相關製程。

(4) 限制或禁止使用物品、包裝或容器之材質、規格，建議與歐盟電機電子設備中有害物質限用指令同步限用。

(5) 推動產業公會廢棄物減量運動

(6) 持續推廣及輔導各部會所轄事業進行清潔生產，提供業者示範觀摩、購置設備、技術輔導、資金融通及租稅減免獎勵，以落實事業廢棄物源頭減量工作。

5. 積極推動資源回收再利用

(1) 檢討各部會再利用管理規範，擬訂相關措施以簡化申請審核程序及追蹤查核

等，使各再生資源項目或再利用種類都能妥善有效地進行回收再利用。

- (2) 公告再生資源項目或再利用種類，增訂再生資源項目或再利用種類公告，建立有效的回收再利用體系。
- (3) 輔導成立區域性醫療廢棄物資源回收體系，調查醫療廢棄物減廢與資源化現況，並協調規劃成立區域性資源回收體系與感染性廢棄物滅菌集中處理示範設施，以提昇減廢及資源化效率。
- (4) 建立國內可再生營建資源市場機制產業化之發展，包括健全營建廢棄物申報及流向管制系統，確保營建廢棄物依循合法途徑進入合法處理管道，進而達到市場通路去化之模式；研訂營建再生材料品質標準規範及修訂相關作業要點，及推動營建資源再生利用與建材產業化，創造經濟效益。

6. 提供經濟誘因，促進業者投資

- (1) 配合政府政策提供各家銀行優惠貸款，購置節源能源設備優惠貸款等。
- (2) 對從事資源回收再利用優良事業給予優先融資，此外，亦應考慮對資源化產品之使用者，如公民營團體或大量使用者，亦同。
- (3) 辦理獎勵表揚活動，針對再生資源再使用、再生利用技術開發優良及實際再利用、再生利用之成果績優事業，給予獎勵。
- (4) 提供優惠取得土地措施，引進環保科技廠商，激勵國內環保產業技術研究創新，以進行產業生態循環與物質循環再利用。

7. 強化資源再生市場機制

- (1) 建立再生產品驗證體系，由中央目的事業主管機關推動資源化產品認證機制，包括認證業務、資源化產品品質、監督認證活動等。
- (2) 建立再生產品規範或國家標準，供業者及消費者有所依循，並消除採購及使用之疑慮，使得再生產品得以與原生產品具有相同之競爭力。此外，依據資再法第十六條第二項規定再生資源、再生產品若不符合國家標準或中央目的事業主管機關會商中央主管機關公告之標準者，不適用於獎勵措施之規定，因此，應盡快研訂各項再生材料、再生產品之國家標準或規範，除可強化市

場行銷外，更可獲得獎勵措施。

- (3) 提升資源化產業之經營體質及管理，為避免委託廢棄物進行資源化再利用之事業擔心是否有非法事情，資源回收再利用事業建立內部自主性管理制度，如 ISO14001 環境管理系統，促使資源回收再利用業者自主審查整體回收再利用之作業流程所造成之環境影響，制定一套作業管制程序，健全回收再利用產業之經營體質。
- (4) 強化並擴充資源化產業資訊服務網，提供完整市場及技術資訊，並推廣各項輔導成果，增加市場機會。
- (5) 輔導企業界進行產品環境化設計，提高利用資源再生產品。

8. 提升資源化產業之專業人才與技術培訓

- (1) 協助業界運用主導性新產品開發計畫，研發及提升再生技術
- (2) 協助輔導產業與學術研發單位合作，針對關鍵性技術進行研發或從國外引進。
- (3) 提高研發廢棄物資源化技術經費比例，列為重要支持項目。
- (4) 加強落實成果，將成功經驗移轉業界，同時加強人才培訓，充實業者專業能力及法令。
- (5) 編印各類廢棄物資源化應用技術手冊。

9. 海外市場行銷

- (1) 協助調查蒐集各地區再生資源市場資訊，並建立歐、美、日及中國大陸資源化產業資料庫。
- (2) 針對先進國家較優良之再生產品及技術進行評估，協助業者分析主力產品之海外競爭優勢，並以具競爭力之優良產品為主，選舉重點市場辦理商展，以協助推廣行銷再生產品。
- (3) 推動海內外發展資源化技術及產品與相關團體交流，並與國內外相關廠商組成策略聯盟，以順利進入國外市場。

10. 加強教育宣導及資訊網

- (1) 建置資源回收再利用管理資訊系統，以提供各界查詢資訊管道，將資源回收

相關技術、法規、政策等資訊公開化。目前經濟部工業局已於 91 年進行工業廢棄物再利用管理資訊系統之開發建置，主要是提供主管機關人員及督導人員管理再利用申請案件之收件、補正資料、駁回、審查作業等行政作業。另配合外部資料提供，如行政院環境保護署事業廢棄物管制資訊網；經濟部工業局環保產業資訊網、資源化工業網皆可提供國內再利用之完整訊息。

- (2) 擴大辦理優良再生產品展示及推廣活動，編印再生產品效益之宣導文宣，提高業界與民眾間之認同，進而活絡再生市場。
- (3) 定期發行資源回收再利用年度報告，出版事業廢棄物資源回收再利用年度報告書，刊載於政府機關網站。

依據上述所擬訂之策略，本計畫建議國內事業廢棄物循環再利用其產、官及學界之組織分工如圖 3.4-2 及表 3.4-1 所示。本計畫認為，未來我國在執行事業廢棄物零廢棄時，各相關策略與執行措施應為一循環之執行作業，相關主管機關及產業界亦應完整的鏈結各單位之管理機制，有效確保策略下之執行措施之執行。

事業廢棄物減量與循環再利用策略與執行機關

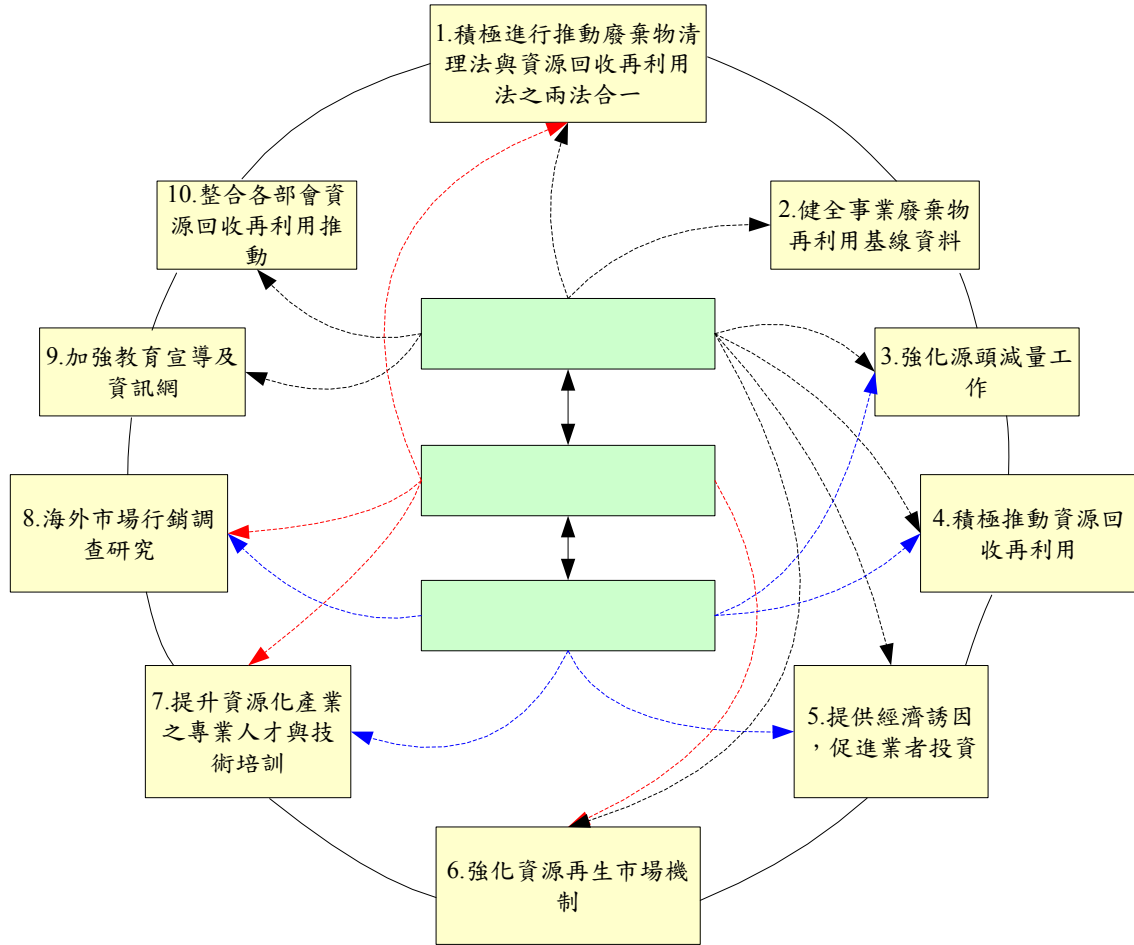


圖 3.4-2 事業廢棄物減量與循環再利用策略及其相關執行機關

政府

學術

產業

表 3.4-1 事業廢棄物減量與循環再利用策略及其執行機關

編號	實施策略	執行措施	工作內容	主辦單位	協辦單位
一	積極推動廢棄物清理法與資源回收再利用二法合一	推動廢棄物清理法與資源回收再利用二法合一	推動廢棄物清理法與資源回收再利用二法合一	環保署	各研究學研機關
二	健全事業廢棄物再利用基線資料	加強稽核事業申報回收再利用資料	針對已公告再生資源就再利用機構之申報時程、營運紀錄、產出情形、清理計畫書及車輛是否裝置 GPS 等進行勾稽	環保署	經濟部 國科會 農委會 教育部
三	整合資源回收再利用推動情形	(一)每兩年修訂檢討資源回收再利用推動計畫	持續訂定『95-96年資源回收再利用推動計畫』，並每兩年進行檢討修正	環保署 經濟部 衛生署 農委會 教育部 國防部 國科會	
		(二)定期蒐集彙整各國推動資源回收再利用資訊與措施	針對各國源頭減量、綠色設計等環境管理相關措施進行可行性評析，並提出國內適用之措施建議，並研擬配套及草案，最後完成母法授權	環保署	國科會 經濟部 衛生署 農委會 教育部 國防部
四	強化源頭減量工作	(一)檢討修正資源回收再利用法相關條文 (二)公告指定事業標示產品使用之材質及再生資源比例、分類回收標誌及其他指定事項 (三)要求事業使用符合減量精神之原物料與相關製程 (四)限制或禁止使用物品、包裝或容器之材質、規格 (五)限制產品過度包裝 (六)推動產業公會廢棄物減量運動	(一)完成資源回收再利用法「源頭減量」相關條文修正草案(94.12) (二)評估「掩埋稅」或「掩埋費」之可行性。 (三)完成營建工程、業別可行性評估及配套措施 (四)檢討與落實限塑政策	國科會 經濟部 農委會 環保署	產業界 各研究學研機關
五	積極推動資源回收再利用	(一)檢討再利用管理規範 (二)公告再生資源項目或再利 (三)強化事業廢棄物或再生資源資訊交換服務中心用種類 (四)輔導成立區域性醫療廢棄物資源回收體系 (五)提昇營建廢棄物再生料使用	完成建置相關管理辦法與配套機制，並每五年檢討一次	環保署 國科會 經濟部 衛生署 內政部 農委會 教育部 國防部	產業界 各研究學研機關
六	提供經濟誘因，促使業者參與投資	(一)優惠融資措施：配合政府政策提供各家銀行之優惠貸款，如民營事業污染防治設備低利貸款 (二)財稅減免措施：輔導資源回收再利用業者依促產條例辦理 (三)依促產條例第六條第一項第二款購置自動化設備或技術、資源回收設備或技術、防治污染設備或技術適用投資抵減辦法 (四)配合環保用地需求，協助取得用地使用權 (五)協助取得環保科技或再生資源回收再利用用地 (六)辦理資源回收績優獎勵評選	規劃財稅減免措施 訂定各部會財稅減免措施需求	經濟部 國科會 農委會	

表 3.4-1 事業廢棄物減量與循環再利用策略與執行機關(續)

編號	實施策略	執行措施	工作內容	主辦單位	協辦單位
七	強化資源再生市場機制	(一)輔導資源化再生產業 (二)訂定再生產品之相關規格標準 (三)推動採用有國家標準之再生資源及再生產品 (四)公告應優先採購環保產品、再生資源與再生產品項目 (五)強化國內再生資源產銷體系，以降低相關成本	(一)依據公告之再生資源項目，檢視訂定再生產品規格標準之優先順序 (二)審議公告再生產品國家標準 (三)研訂再生建材認定及檢測標準，並建立標章制度。 (四)設置綠色再生建材國家標準實驗室增訂再生產品規範 (五)增訂再生產品國家標準草案 (六)評估所轄事業於研發、設計、製造、生產、銷售或工程施工階段，使用一定比例或數量再生資源之可行性，需包括國家標準已包含之再生產品項目 (七)訂定獎勵再利用技術之研發相關辦法，鼓勵與推動各事業廢棄物資源化研究計畫	環保署 經濟部 內政部 農委會 國防部	各研究學 研機關 產業界
八	提昇資源化產業之專業人才與技術培訓	(一)協助業界運用主導性新產品開發計畫，研發及提升再生技術 (二)協助輔導產業與學術研發單位合作，針對關鍵性技術進行研發或從國外引進。 (三)提高研發廢棄物資源化技術經費比例，列為重要支持項目。 (四)加強落實成果，將成功經驗移轉業界，同時加強人才培訓，充實業者專業能力及法令。 (五)編印各類廢棄物資源化應用技術手冊。		經濟部 環保署	產業界 各研究學 研機關
九	海外市場行銷	(一)協助調查蒐集各地區再生資源市場資訊，並建立資料庫。 (二)針對先進國家較優良之再生產品及技術進行評估，協助業者分析主力產品之海外競爭優勢。 (三)推動海內外發展資源化技術及產品與相關團體交流，。	(一)以具競爭力之優良產品為主，選舉重點市場辦理商展，以協助推廣行銷再生產品。 (二)與國內外相關廠商組成策略聯盟，以順利進入國外市場。	經濟部 環保署	產業界 各研究學 研機關
十	加強教育宣導及建立資源回收再利用資訊系統	(一)建立全國資源回收再利用資訊網 (二)定期發行資源回收再利用年度報告 (三)推動各事業廢棄物資源化與回收再利用技術與研究 (四)提供廢棄物資源化諮詢服務	每年蒐集各事業源頭減廢與資源再生之統計資料、技術研發、市場概況、問題檢討與推行成果等，出版年度報告書，並刊載於政府機關網站	經濟部 國科會 衛生署 內政部 農委會 教育部 國防部	

3.5 事業廢棄物資源回收再利用績效率測計畫及指標之訂定

為確保未來政府有效執行事業廢棄物零廢棄，藉由績效率測計畫(performance measures)及指標的訂定，可以讓組織(行政院環境保護署、經濟部工業局)明白本身是否接近目標及總目標，以利於後續行動計畫(或稱執行措施)的修正，確保組織單位有效清楚其執行結果是否達到目標及總目標，常用的績效率指標類型有：

1. 投入(Input)：評量所使用的資源。
2. 產出(Output)：評量所完成的活動。
3. 結果(Outcome)：評量所達成的結果。
4. 品質(Quality)：評量結果之有效性。

針對事業廢棄物減量與循環再利用管理，本計畫參考相關文獻資料，臚列下列之績效率測指標如表 3.5-1 所示。該績效率測指標可用於行政院環境保護署、經濟部工業局及各主管機關評估事業廢棄物減量與循環再利用之績效率，以做為後續執行措施及獎懲之依據。

在訂定績效率測計畫時，同時應規劃及界定追蹤、監測及回報系統，亦即用來瞭解是否明確朝向並達到總目標及目標之管理系統。建立追蹤監測及回報系統之目的在於績效率資料必須能夠被完整的追蹤、監測和回報，以提供管理者充分的資訊來評估方案執行成功的可能性，並且做為內部與外部溝通，來表現計畫執行的成果的依據。

表 3.5-1 事業廢棄物減量與循環再利用績效指標(本計畫初擬)

類型	績效指標	單位	說明
投入(Input)	廢棄物管理花費	元/年	政府單位為執行廢棄物管理及回收再利用之總經費。
	投入環境化設計之設備成本	元/年	事業單位投入環境化設計之設備成本
	禁限用物質檢測設備成本	元/年	事業單位投入禁限用物質(RoHS)之檢測成本
	再生資源及產品使用量	噸/年	事業單位使用再生資源或產品的使用量。
	再生產品檢測費	元/年	檢測再生產品是否符合國家標準之檢測費用。
	員工教育訓練	元/年	事業單位投入資源回收再利用之員工教育訓練費用。
產出(Output)	節約能源效益	元/年	事業單位從事資源回收再利用後節約能源之效益。
	產能提升效益	元/年	事業單位製程產能提升效益
	回收具價值材料之經濟效益	元/年	事業單位產生之廢棄物經回收再利用後，其回收之物品、材料所創造出之效益。
品質(Outcome)	再生產品品質合格率	%	事業廢棄物資源回收再利用產品符合 CNS 國家標準規範，或由中央目的事業主管機關會商中央主管機關規定之標準
結果(Quality)	事業廢棄物減量目標達成率	%	事業單位針對廢棄物減量達到訂定目標之比率。
	事業廢棄物資源回收再利用目標達成率	%	事業單位針對廢棄物資源回收再利用達到訂定目標之比率。
	最終掩埋率	%	事業廢棄物零廢棄之最終目的在於降低掩埋率

資料來源：1.財團法人環境資源研究發展基金會，「93 年度資源回收再利用推動計畫」，2004。

2.財團法人環境資源研究發展基金會，「整合規劃推動事業廢棄物零廢棄物相關工作」，2006

3.經濟部工業局，「清潔生產推動輔導計畫」，2006。

第四章 國內廢棄物減量與資源化再利用未來研發方向

進幾十年來，在科技的精進與生產技術不斷地突破下，全球電機電子、資訊產業的蓬勃發展，帶給社會大眾相當龐大的便利性與高經濟成長，但大量的電子電機與資訊產品所帶來之隱憂乃為在一系列的資源利用下，對環境造成之污染負荷。由於環境保護意識逐年高漲，國際間各國政府與產業界皆致力於對綠色產品的開發、設計之技術研究與發展努力而為，期能藉由透過產品環保化的設計，以整個產品生命週期的角度，不管是在產品設計、製造、使用、回收至棄置階段，有效降低對環境造成之衝擊，歐盟地區所公告之廢電機電子設備指令(WEEE, 2003)、有害物質限用指令(RoHS, 2003)以及使用能源產品生態化設計指令(EuP, 2003)等，均將環境化設計概念納入其中，未來生產者在設計綠色產品時，亦同時深受上述指令之影響，以朝向省能源、低毒性、易拆解及可回收之目標進行多元化發展。

因此，本章主要是探討國際上現行廢棄物管制與發展趨勢說明於 4.1 節中，為致力於達成事業廢棄物產出量最小化及資源回收再利用最大化，朝向零廢棄物之總目標邁進，事業廢棄物資源化再利用之未來研發方向說明於 4.2~4.6 節中

4.1 現行歐盟有關廢棄物管制與發展趨勢

本節主要內容為說明歐盟所公布的廢電機電子設備指令(WEEE)、有害物質限用指令(RoHS)及能源產品生態化設計指令(EuP)，分析各指令公告之內容及相關規定，並進一步探討三大指令下對於台灣地區未來發展趨勢。

4.1.1 歐盟廢電機電子設備(WEEE)指令

在產業、環境與經濟發展一向以高環保標準的歐盟，對於環境政策之目的特別是環境的防護、保護及品質改進，保護人類健康及天然資源利用之節約與合理化。歐盟

認為對於廢棄物管理之策略，需從以廢棄物處理及天然資源方面減量，特別是在再使用、再生利用及從廢棄物中回收能源。

因此，歐盟由立法之行動著手推動環境保護，針對上述廢電子電器物品的問題，於 2000 年 6 月提出「廢電機電子設備指令」(Wastes from Electrical and Electronic Equipment, WEEE)，該指令並於 2003 年 2 月正式通過，成為歐盟 EU 2002/96/EC。

「廢電機電子設備指令」(WEEE) 條文共有 19 條，主要內容為生產者必須對其產品經使用者拋棄後，對於產生之廢棄物擔負某部份之特定責任，包含廢電機電子物品分類、收集、回收、處理行為及使用者資訊提供的規定，降低廢電子電機物品對環境所帶來之危害。預期會受歐盟該項指令影響的產業，首當其衝為電子零件供應商、產品製造商、電子修護業、廢棄物收集和處理業，該法條之要點分述如下：

1. 電機電子產品設計

在產品的設計上，會員國應鼓勵電子電器設備之設計與生產需考量易於拆解及回收，特別是廢設備與其附件材料之再使用與再生利用。會員國應採用適當措施使生產者之特別設計或製造過程不會阻礙廢電子電器設備之再使用，除非這些特別設計或製造過程會超過其他優點，如環境及安全要求之保護。

2. 廢棄電機電子設備之回收

在 WEEE 收集上，會員國應採取適當措施以減少未分類廢電子電器設備之丟棄並提高分開收集之比例。對於來自家庭之廢電子電器設備，會員國應保證在 2005 年 8 月 13 日前達到下列幾點：(1) 設置回收系統使最終持有者能免費退還其廢棄物，並應保證有具可及性的收集設施，且要考量到人口密度。(2) 當供應新產品時，應負責保證可將其消費者之廢棄物至少以一對一比例免費退還。會員國也要將此保證規定用於最終持有者，在退還其廢電子電器設備時不致發生困難。(3) 在不損及 (1)、(2) 之規定下，生產者可設置並操作家庭廢電子電器設備之個別或集中收集取回系統。(4) 考量各國家及歐盟健康及安全標準，若廢電子電器設備明顯對人員健康及安全具有風險，會員國應對此種廢電子電器設備做特別之安排。(5) 會員國必須確保所有收集的廢電子電機設備將會被移轉至合格的處理機構。這些分類的廢電子電機設備之收集以及

轉移必須在所有可被再利用、回收再製之零件或設備能確實被再利用或再製造的條件下進行。(6)會員國應保證最遲於 2006 年 12 月 31 日來自家庭的廢電子電器設備每年每位居民分開收集率最少為 4 公斤/人。

3. 使用者資訊提供

在使用者的資訊提供方面，會員國必需確保私人家庭在使用電機電子設備需得到下列幾項資訊：

- (1)機電子產品不應與家庭所產生之廢棄物共同處理，WEEE應單獨分開收集，並建立回收與收集系統。
- (2)用於再使用、再生利用及回收再利用中貢獻。
- (3)電子設備中的有害物質會造成對環境及人體健康潛在的影響。

此外，成員國也應鼓勵消費者參與廢電子電機設備之收集、處理以及回收工作。於 2005 年 8 月 13 日以後銷售至歐洲的電子電機產品，其上須清楚標示分類回收標誌(如圖 4.1.1-1 歐盟分類回收標誌，並有大小與標示處之規定)，表明該設備不能與垃圾一同傾倒，需要進行分開收集、專門回收。



圖 4.1.1-1 電機電子設備回收標誌

4. WEEE 指令所規範產品及回收再利用之目標達成率

WEEE 指令中，規範了電子電器設備的類別及隸屬類別下的各項產品，於此僅列出類別，類別共有十類，請詳見表 4.1.1-1 所示。會員國應保證生產者在 2006 年 12 月 31 號前達到各項設備之回收率與再利用率之目標，如表 4.1.1-2 所示。

表 4.1.1-1 WEEE 指令電機電子設備分類表

編號	設備分類	產品詳細列表
1	大型家用設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 大型冷卻、冷凍、冷藏及其他為維持食物保存及冷藏的電器設備 ● 洗衣機、乾衣機、洗碗機、烹調設備、電烤箱、電熱盤、微波爐及其他烹調食物所使用的電器設備 ● 電暖器及其他溫暖室內家俱、床俱的電器設備 ● 電風扇、空調設備及其他抽風設備
2	小型家用設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 吸塵器、掃毯器及其他具清理功能的電器設備 ● 提供縫紉、編織的設備 ● 電熨斗 ● 烤麵包機、油炸鍋 ● 剪髮器、吹風機、電動牙刷、電動刮鬍刀、電動按摩器 ● 時鐘、手錶及其他可供量測、預測、登記時間的電子設備
3	資訊與通訊設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 中央資訊處理設備：大型電腦主機、小型電腦、列印設備 ● 個人電腦設備：個人電腦（包含 CPU、滑鼠、螢幕及鍵盤）、膝上型電腦（包含 CPU、滑鼠、螢幕及鍵盤）、筆記型電腦、印表機 ● 影印設備 ● 電子打字機 ● 口袋及桌上型計算機 ● 使用者終端系統 ● 傳真機、電傳設備、電話、公共電話、無線電話、行動電話、答錄系統及其他傳送聲音、影像或資訊的通訊系統
4	消費設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 收音機 ● 電視機 ● 攝影機、錄影機、高畫質錄影機、擴大機、音響設備
5	照明設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 螢光燈（家用的除外）、直線型螢光燈、小型螢光燈 ● 高強度放電燈，包含高壓鈉燈管及金屬鹵素燈管 ● 低壓鈉燈管 ● 其他照明設備（鎢絲電燈泡除外）
6	電機電子工具 （大型固定的 工業機具除 外）	<ul style="list-style-type: none"> ● 電鑽、電鋸、裁縫機 ● 鑽孔、研磨、旋轉、彎曲、切鋸等功能的機具 ● 組裝或拆卸錨釘、螺絲功能的機具 ● 焊接、焊錫功能的機具 ● 除草或其他園藝用的機具
7	玩具、休閒與 運動設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 電動火車或賽車系列 ● 掌上型電動玩具 ● 電視遊樂器 ● 含電子組件的運動設備 ● 貨幣兌換機（吃角子老虎）
8	醫療裝置（植 入與感染性產 品除外）	<ul style="list-style-type: none"> ● 放射治療設備、心臟儀器、透析、肺臟呼吸設備、核子醫學、分析設備、冷凍器、受精設備 ● 其他偵測、監控、治療、緩和疾病或症狀的電子設備
9	監控儀器	<ul style="list-style-type: none"> ● 煙霧偵測器、溫度調節器、恆溫控制器及量測、調節設備（家用或實驗室用）
10	自動販賣機	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱飲自動販賣機、冷或熱瓶裝飲料的自動販賣機、固體食物的自動販賣機 ● 兌換金錢的自動設備 ● 其他可自動販賣各種產品的機器

表 4.1.1-2 WEEE 各項產品重量回收比率之規定

回收項目	再使用(Reuse)及再生利用(Recycling)目標	再利用(Recovery)回收目標
大型家用電器	75%	80%
小型家用電器	70%	50%
資訊與電信通訊產品	75%	65%
消費性設備	75%	65%
照明設備	70%	50%
電機與電子工具	70%	50%
玩具、休閒與運動設備	70%	50%
醫療裝置(植入與感染性產品除外)	2008年12月31日以後	2008年12月31日以後
監控儀器	70%	50%
自動販賣機	80%	75%

4.1.2 歐盟危害物質限用(RoHS)指令

另一方面，伴隨著廢電機電子設備指令(WEEE)一同公告的「危害物質限用指令」(RoHS)，該指令公布 2003 年 1 月 27 日，公告於 2003 年 2 月 13 日，成為歐盟 EU2002/95/EC，指令條文共有 11 條。指令的主要目標為管制電子電機產品中，有害物質鉛、鎘、汞、六價鉻及溴化耐燃劑(聚溴聯苯與聚溴二苯醚)等六種化學物質的限用，以確保人體健康及廢電機電設備健全的回收與處置。

危害物質限用指令應用在電機電子設備上，為 WEEE 中所指的第 1、2、3、4、5、6、7 及 10 類，以及電燈泡及家用照明燈源。該指令在於針對產品中含有化學物質之限用與管制，有別於 WEEE 中廢電機電子設備需由各會員國進行回收再利用，該指令為明訂各會員國應確保在 2006 年 7 月 1 日起進入歐盟市場中的電機電子設備中不含有害物質鉛、鎘、汞、六價鉻及溴化耐燃劑共六項化學物質。

同時 RoHS 指令亦列出一些例外項目，依據該指令附錄一之規定，為禁止使用鉛、鎘、汞、六價鉻四項化學物質，該指令第五條為科學及技術進展之調適指出，為了改變附錄中所提出之例外項目下列目的，並與該指令第七條(2)一致性，對於調適附錄中科學及技術進展之任何修正應為必要的，包含：

1. 建立電機電子設備中所使用的材料及組成之最大容許濃度限值
2. RoHS指令附錄一之例外項目，假如透過設計的改變來排除，或是在技術上與科學上對材料與組成中不需要任何原料與物質進行這些項目替換，

皆為不可行性的話，則會造成負面的環境、人體健康的影響

3. 若附錄一所提之例外項目可以透過設計改變來排除或其在技術與科學上對於物件中的材料與組成可由他項原料或物質替換，在每隔四年檢查畢後，考慮可從附錄一所列之例外項目移除。

歐盟委員會在 2005 年 8 月 18 日提出一份對於電機電子設備中主要有害物質最大容許濃度限值決議草案，均質材料中按重量計算鉛、汞、六價鉻、PBBs 以及 PBDEs 的最大濃度值不得超過 0.1%，鎘的最大濃度值不得超過 0.01%。

4.1.3 歐盟耗能產品環保設計(EuP)指令

繼 RoHS 與 WEEE 後，歐盟於 2005 年 7 月公告能源使用產品 (Energy-using Products, EuP) 之生態化設計指令 2005/32/EC，這項指令因牽涉產品種類眾多，影響層面將比 RoHS 與 WEEE 更為廣泛。

EuP 生態化設計指令設定的規範，將遵守整合性產品政策 (Integrated Product Policy, IPP) 的基本原則，即環境衝擊應考量其在生命週期不同期程間移轉，將來在產品所提出的 Eco-profile 中，必須記載產品生命週期中，如原物料製程、排放至廢棄過程中定量的描述對環境造成之衝擊。

該指令主要是針對以能源使用之產品，但不包含交通運輸工具，需以生命週期思維 (LifeCycle Thinking)，讓消費者瞭解所購買之產品從搖籃到墳墓，該產品在原料開採、製造階段、使用階段及棄置階段所消耗的能源，並建立環境特性說明書。

在 EuP 的定義中，所謂「耗能產品」係指依賴能源輸入進行工作運作的產品，而「能源」則泛指電能、礦物、燃料以及可再生燃料，但由於該指令第一條提及「本指令不適用人與貨物的運輸工具」，因此車輛、船舶以及飛行器等皆不納入 EuP 的規範產品範圍中，該項指令包括以下幾項重點規定：

1. 規範每年在歐盟境內銷售量超過 20 萬單位，或被認定會產生重大環境衝擊或可取得者重大改善潛能之能源使用產品 (EuP)。
2. 初期將針對暖氣與熱水設備、電動馬達系統、家庭與服務業照明設備、家用電器、家庭與服務業辦公室設備、消費者電器及通風/暖氣/空氣調節設備等產品項目，與一項獨立之減少待機電力用電量之實施措施。
3. 若是一個組織獲得 EMAS 登錄，且其設計功能屬於登錄範圍內時，則其

管理系統被視為是符合本指令之要求事項，取得歐盟環保標章或其他相等環保標章之 EuP，亦被視為是符合本指令之規定。

因此，EuP 生態化設計指令的精神與邏輯可簡要規納為歐盟地區之 EuP 產品需符合生態化設計之規範，符合本指令規定之產品者可取得 CE 之標示，如圖 4.1.3-1 所示，並可於歐盟地區內自由的流通。歐盟針對產品的分類制定實施方法 (implementing measure)，其主要目的在於提升 EuP 產品在某些重大環境考量面的環境績效，而不抹殺產品的品質與價值。歐盟目前正針對鍋爐、熱水器、桌上型/筆記型電腦、複印/傳真、列印掃描多功能事務機、電視機、電池/外接式電源供應器等能源使用產品進行實施方法之發展與制定工作。由 EuP 指令中可發現，未來對於產品生態說明書的建置已成為一不可避免之趨勢，而該說明書的建置乃需透過產品生命週期評估 (Life Cycle Assessment)，蒐集分析與產品環境相關之資料，作一系統性的評估。

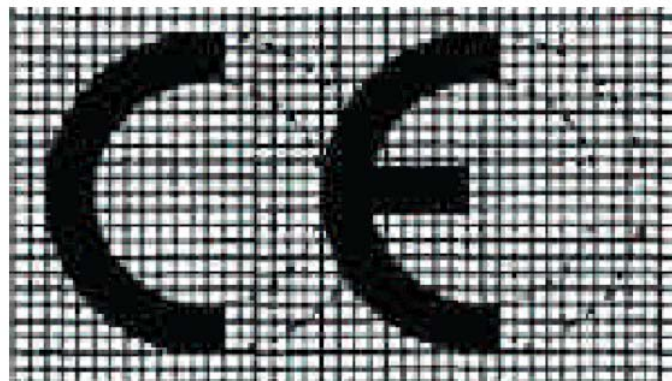


圖 4.1.3-1 CE 標誌

4.1.4 歐盟三大指令下對於台灣地區產業影響及衝擊

透過上述對於歐盟三大指令 WEEE、RoHS 及 EuP 回顧，可清處曉知此三大指令規範與精神有所不同。WEEE 及 RoHS 指令旨在說明生產者在生產電機電子設備過程中應避免使用某些特定危害物質，生產者並需具備回收責任，設置回收系統使最終持有者能免費退還其廢棄物，但該兩項指在強調電機電子設備危害物質的禁用與資源回收再利用，卻未完整的考量到產品生命週期對環境造成之衝擊；而 EuP 指令係應強制執行生命週期方法，不只著重在於產品廢棄後之回收階段，而是回溯至產品的源頭進行環境化設計以減少對環境的影響，並推動所涵蓋產品的最利於環境處理方法。

根據中華民國海關資料的統計，2005 年我國出口到全世界各地的電子電機相關產業產品總產值約為五兆四千億元，其中近 40% 出口到中國大陸；美國居次，約 15%；歐盟約 13%；日本約 8%，其他地區約 24%。若將範圍縮小到歐盟「廢電子電機產品回收指令」所規範的相關產品，則 2005 年我國出口到全世界各地的歐盟指令規範電子電機相關產品總金額約為九千四百億元，歐盟約 22%，總金額約為二千億元，我國輸歐廠商家數共計約 3 萬家，其指令產品輸出歐盟行業別金額統計如表 4.1.4-1 所示，若加上電機電子產品的國內關聯效果，受影響的年產值恐高達 4,000 億元。

表 4.1.4-1 我國 WEEE 指令之電機電子產品輸歐盟產值

產業別	產值(百萬元)	百分比
一、大型家用設備	1552.51	0.77
二、小型家用設備	4005.16	1.98
三、資訊與通訊設備	117413.30	57.99
四、消費性電機電子設備	44826.37	22.14
五、照明設備	4412.30	2.18
六、電機電子工具	3886.01	1.92
七、玩具、休閒與運動設備	24468.94	12.09
八、醫療裝置	703.26	0.35
九、監控儀器	985.49	0.49
十、自動販賣機	216.19	0.11
合計：	202469.53	100

資料來源：2005 海關出口統計資料

WEEE 與 RoHS 兩項指令的實施，預計將對於我國產業造成直接之衝擊，包含業者的商機與輸歐之貿易總量，此外其指令所衍生的效應亦包含此兩項指令的訴求與管制項目的增加，由於 WEEE 指令僅為指導性綱要，要求各會員國將其轉換成具法律效率之國內，唯歐盟各會員國立法進度及執行進度不一，降會造成本國在相關產業上資訊收集之困擾，其他如日本、中國大陸與北美地區的管制作業等，預期未來 50 年內台灣電機電子產業在國際上的競爭力變化之重要因素。

RoHS 指令對產業鏈之衝擊，主要為有害物質限制之使用，促成材料的新變革。為了研發對環境更友善的材料，廠商原料成本短期內可能提高，且清潔生產的要求，勢必牽動製程的變革，例如電子產品生產過程中最常用的含鉛焊錫必須尋求新材料與新製程研發；另外包裝材料必須符合環保規章的要求，將促使廠商採用更符合環保的包裝材料。

EuP 生態化設計指令的期限並不像 WEEE 與 RoHS 一樣實施在即，且該指

令之產品進行實施方法之發展與制定工作仍還在進行，不過主要的精神為以能源使用之產品均需以生命週期的思維進行一系列的評估對環境造成之衝擊，預期對於國內廠商將面臨龐大之量化盤查作業階段。由我國 2005 年的出口貿易相關資料來看，這些優先納入 EuP 生態化設計指令的 14 類能源產品輸歐總金額高達新台幣 2,127.47 億元，廠商數有 27,015 家，如圖 4.1.4-1，由此可見未來 EuP 生態化設計指令的實施將直接衝擊上述廠商與其商機。

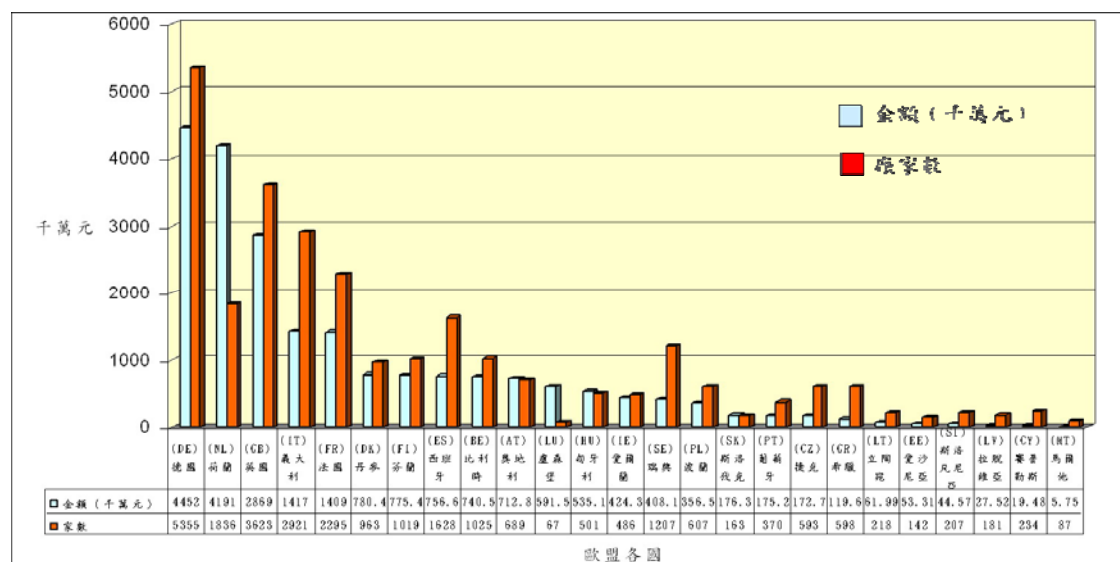


圖 4.1.4-1 94 年輸歐盟 25 國之 EuP14 類產品

4.2 廢含汞燈管資源化再利用

4.2.1 廢含汞燈管資源化方式

含汞廢棄物處理方式中以穩定化/固化法 (Stabilization/Solidification, S/S) 及熱脫附/蒸餾法 (Thermal Desorption/ Distillation) 為最主要處理方式，而且都被證實具有處理揮發性金屬之效果，其相關技術如述：

一、穩定化/固化處理

對於有害廢棄物而言，穩定化/固化處理是最佳的中間處理方式，根據美國環境保護署對其下的定義，穩定/固化處理係指能將有害物質之毒性、溶解性與流動性降到最低，但不改變其物理特性之處理方式，使其有害物質受到限制不會四處擴散，或使有害物質產生化學變化，而降低或去除其毒性之處理技術。

二、熱脫附/蒸餾處理

美國 AERC 廢含汞燈管之處理技術如圖 4.2.1-2 所示，大部分熱脫附/

蒸餾處理含汞廢棄物之程序相似，且主要流程亦使用相同的基本方法。一般使用熱脫附/蒸餾系統去除含汞廢棄物，將溫度加熱至設計溫度後，使得爐內產生含汞廢氣並分離出汞蒸氣，用冷凝器分離出高比例之汞蒸氣，使汞蒸氣凝結成液態金屬汞而收集，其他廢氣於排放到大氣前，流至注入硫之活性炭床，將剩餘微量之汞吸附，以免二次污染之發生。

綜合比較以上兩種含汞廢棄物處理方式，如表 4.2.1-2 所示，可評估出熱脫附/蒸餾處理比穩定化/固化處理較有資源化利用之價值，雖然在使用能源及成本上來得高，但近幾年來技術與附加價值提昇，使其資源再利用除了兼顧環保精神，也符合市場價值，目前處理含汞廢棄物之方式大都趨向於資源化利用價值高之技術。

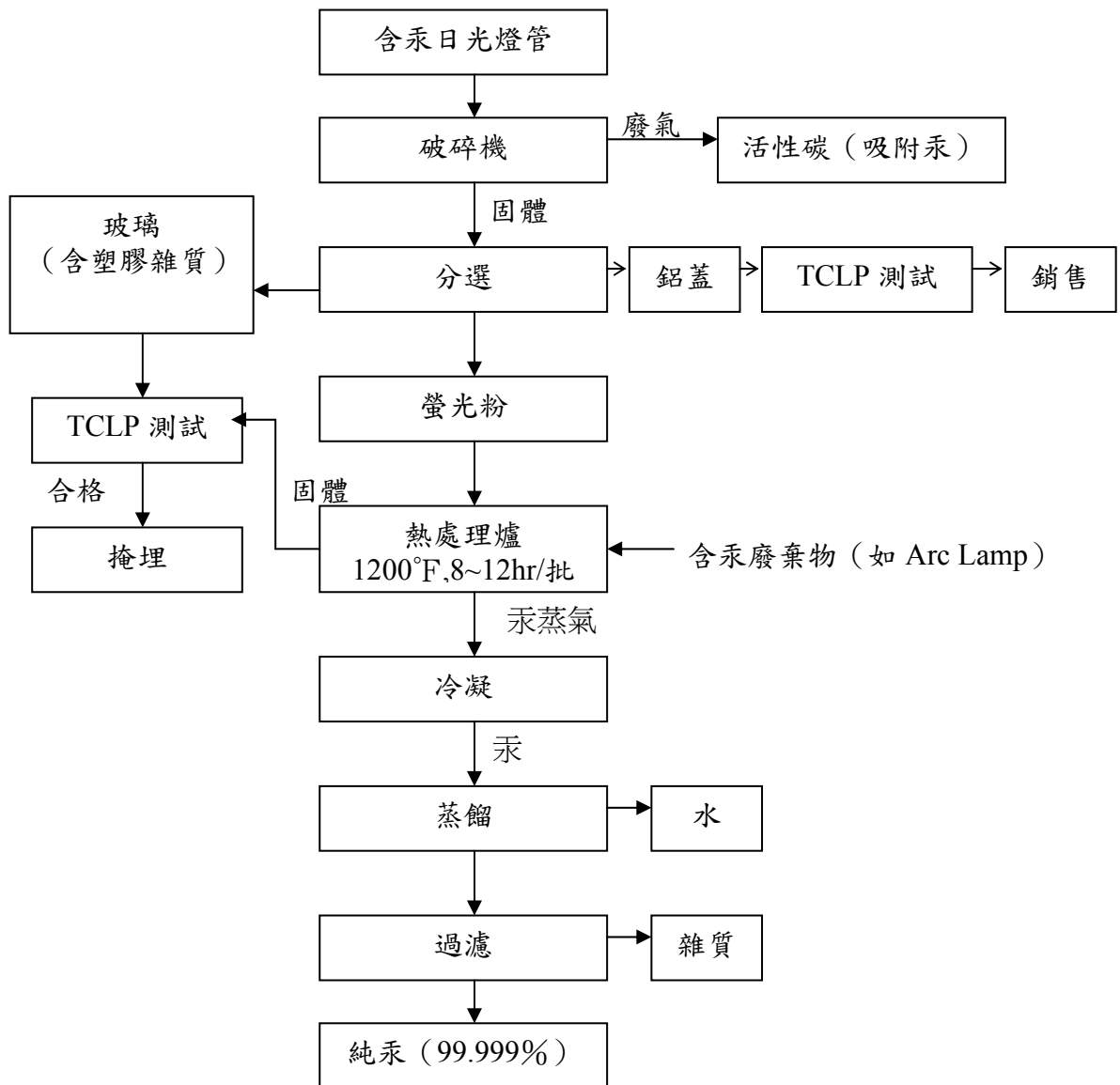


圖 4.4.4-2 美國 AERC 汞蒸餾回收處理流程圖

表 4.4.4-2 熱脫附/蒸餾法與穩定化/固化法之比較

處理方式	熱脫附/蒸餾法	穩定化/固化法
設備程序	複雜	簡易
能源消耗	高	低
成本	高	低
再利用價值	很高	有限

資料來源：本研究自行整理

4.2.2 廢含汞燈管最適資源化技術之建置

國內最適資源化處理技術，如表 4.2.2-1 所示。在這五種處理技術中除了野村興產株式會社發展之技術為濕式處理外，其餘四種為乾式處理技術，其原因為乾式處理所產出有害廢棄物量較少，處理成本較低且較具經濟效益，而濕式處理不但會產生大量二次污染（如汞污泥）之問題，加上我國目前對廢直管日光燈處理廠的設廠規範，皆要求以乾式處理技術進行，故於建置國內廢含汞燈管最適資源化技術之時，建議採用乾式處理並同時使用負壓設備以防汞外洩。

至於從這五種處理技術所處理的含汞廢棄物種類，可知 MRT 系統是唯一專門處理廢含汞燈管處理之系統，且在國內四家合格廢直管日光燈處理業者中，已有兩家業者使用此系統，另外四種處理技術中，SeptraDyne-Raduce 與 MRS 系統並沒有處理廢含汞燈管之前處理設備，而只有汞蒸餾回收系統，至於 AERC 及野村興產系統雖有處理廢含汞燈管之設備及技術，但其系統還可處理其他含汞廢棄物，對於國內只需專門處理廢含汞燈管之業者而言，其系統較為複雜且設備維修成本較昂貴。

綜合以上之比較結果，本計畫決定以 MRT 系統為建置廢含汞燈管處理之最資源化技術，因而將與中台資源科技股份有限公司合作，規劃廢含汞燈管資源化實驗設備及裝置之建立，以提升含汞燈管再生產品附加價值之廢棄物資源化技術。

表 4.2.2-1 各種含汞廢棄物處技術之比較

程序	MRS (Mercury Recovery Services)	Sepra Dyne-Raduce	野村興產系統	AERC (Advanced Environmental Recycling Corporation)	MRT (Mercury Recovery Technology)
進料物質	含汞土壤、含汞燈管碎屑、含汞污泥	含汞土壤、含汞燈管碎屑、含汞污泥	含汞電池、含汞燈管、含汞污泥	含汞土壤、含汞燈管、含汞污泥、含汞碳粉末	含汞燈管
蒸餾設備	固定式矩形窯 (兩階段加熱)	旋轉真空蒸餾器	焙燒爐 (燃料為液化天然氣及重油)	批次熱處理爐二次燃燒室 (8~12 hr/批)	批次真空熱處理爐二次燃燒室 (100L/batch, 10~16hr)
回收設備	冷凝器 (極速冷卻至 40°C) 活性碳床	衝擊式吸收槽 冷凝器 沉降槽 Hydrocyclone	冷凝器 去霧器 電氣集塵機 精製設備	三重蒸餾器 冷凝器 過濾設備 (2 次)	冷凝器 活性碳床 多重蒸餾器
壓力 (atm)	稍低於大氣壓力	真空	稍低於大氣壓力	真空	真空
溫度 (°C)	540~650	650~750	600~800	600~700	約 700
汞純化	99%	99.99%	99.99%	99.999%	99.99~99.999%
設備成本 (美金)	—	約 150 萬	—	160~180 萬	200~240 萬
操作成本 (美金)	—	約 2.50/公斤	約 2.00/公斤	約 0.07~0.1/每呎	1.0~1.5/公斤
適用環境	汞污染土壤場址、含汞燈管及含汞污泥	汞污染土壤場址、含汞燈管及含汞污泥	含汞電池、含汞燈管及含汞污泥	汞污染土壤場址、含汞燈管、含汞活性碳及含汞污泥	含汞燈管
等級	普通	佳	佳	優	優

資料來源：本研究自行整理。

4.3 煉鋼集塵灰資源化再利用

國內電弧爐煉鋼每年產量約 600 萬噸，同時也產生約 9~12 萬噸的煉鋼集塵灰。此等煙塵因顆粒微細，且富含鋅、鉛、鎘、鉻等重金屬成份，因此已被環保署依法列為有害事業廢棄物。煉鋼集塵灰資源化處理方法分為乾式及濕式兩大類，乾式冶煉法回收鋅在目前業界最為普遍，濕法回收電弧爐煙塵中之鋅金屬商業化處理技術則較少。

國內之處理及相關研究以早期之掩埋、固化、混凝土添加物、製磚原料、加工作為磁性材料；另有電漿熔煉法之研究，除固化、減容、加碳還原鐵、蒸發凝結回收鋅之研究。

4.3.1 國內煉鋼集塵灰資源化方法

國內電弧爐集塵灰資源化方法主要有台灣鋼聯公司採用之旋轉窯法 (Waelz kiln process) 處理碳鋼集塵灰。燐聯鋼鐵公司所使用的 Inmetco Process 處理不銹鋼集塵灰。

台灣鋼聯公司集塵灰資源回收採用之旋轉窯法 (Waelz kiln process)，處理流程詳如圖 4.3.1-1，屬商業化成熟之技術，處理流程可分為兩部分。

1. 第一部分為粗氧化鋅提濃，將造粒後之集塵灰與焦炭 (還原劑)，矽砂 (助熔劑) 混合成進料物送入直徑 3.6m、長 50m 之旋轉窯中。在 $1,100^{\circ}\text{C}\sim 1,200^{\circ}\text{C}$ 的溫度下處理。產生之含塵廢氣先後經由重力集塵器 (DSC)、乾式渦錐 (cyclone)、廢氣驟冷系統 (Venturi rapid cooling system) 及濾袋集塵器處理後，收集之粉塵顆粒即為粗氧化鋅 (半成品)。
2. 第二部分為粗氧化鋅精煉，將粗氧化鋅加水調成礦漿後，以碳酸鈉洗淨、過濾、濃縮、過濾製成氧化鋅原料，最後之產品氧化鋅 (65~70%)，大部分輸往國外 (日本) 作處理，部分販售給國內各加工業者，作成：
氧化鋅：橡膠類促進劑、輪胎添加劑、氯化鋅：電池、熱浸鍍鋅、鋅錠：
熱浸鍍鋅、碳酸鋅：塑膠類安定劑、鞋底添加劑、硫酸鋅：肥料、電鍍，
達到資源化回收目的。

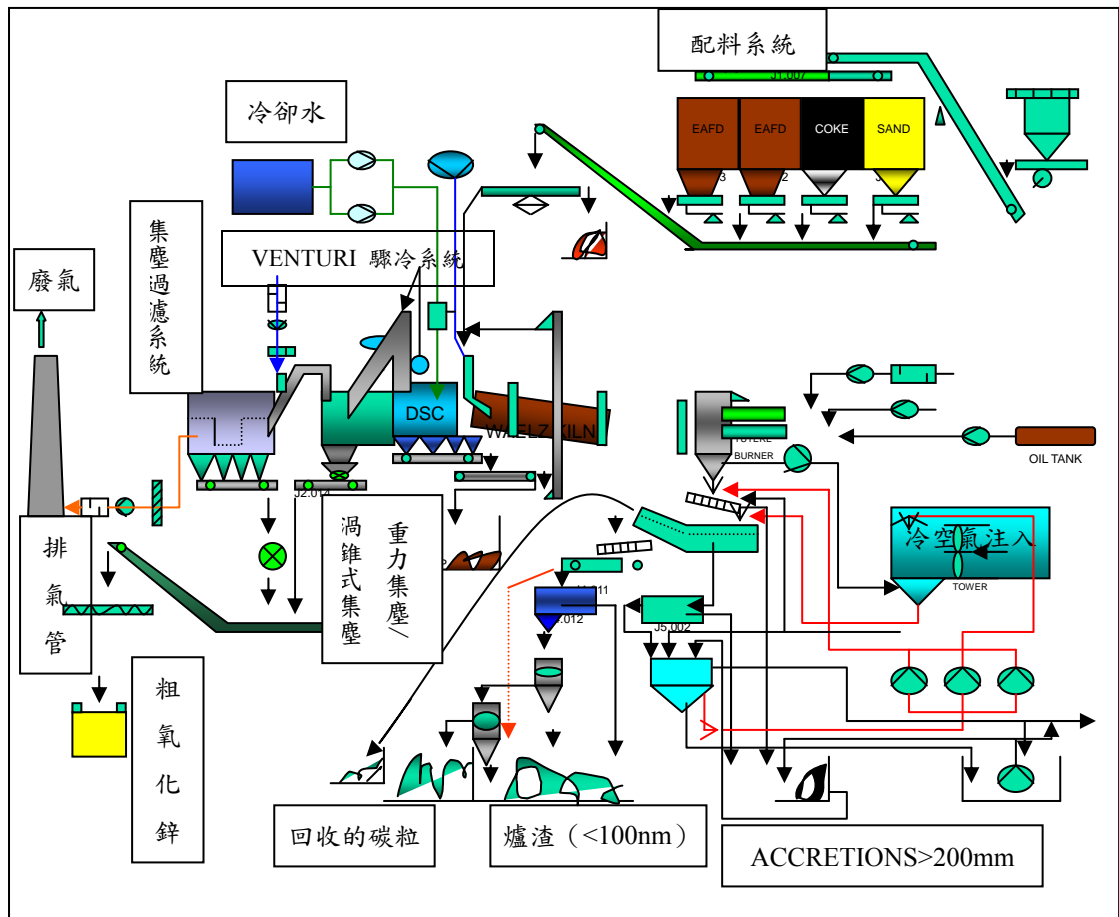


圖 4.3.1-1 Waelz kiln process 之處理流程示意圖

4.3.2 國內煉鋼集塵灰資源回收市場現況

為協助工業界合作處理其製造過程產生之廢棄物，行政院環保署與經濟部特訂定「推動工業廢棄物處理體系輔導要點」，輔導獎勵產生同類型廢棄物之工廠共同投資設立處理廠，以負責處理投資者之工業廢棄物。

台灣鋼聯公司擬於彰濱工業區建造之電弧爐集塵灰資源回收處理廠，係採用德商 Lurgi 公司之旋轉窯熱回收處理技術 (Waelz Kiln Process)，回收集塵灰中之鋅、鉛等金屬物質。依照設計，該回收廠之年處理量約 5 萬公噸，投資金額高達新台幣 10 億元，為國內民間企業重大之環保工程投資，並於 87 年 7 月完成建造及試車啟用。初期運轉尚不夠順利故處理量偏低，但自 93 年以來由於完全掌握操作參數，運轉順利，每月處理量已達 5,000 噸。

由於電弧爐集塵灰中富含大量的鋅、鉛等重金屬，若直接掩埋至垃圾場，極易對環境產生衝擊，如酸雨的沖蝕溶出等，而危害到附近之生態。電弧爐集塵灰之處理技術勢必朝向資源化發展。台灣鋼聯公司所選用之熱回收法原理，即藉由旋轉窯之加熱，將集塵灰中之金屬重新蒸發並冷凝收集，剩餘的殘渣尚可運用於

道路骨材及水泥原料，以達到完成資源再利用之目標。過去，在鋼鐵產業中，電弧爐集塵灰處理是最令人頭痛的問題，如今在環保署、工業局之聯合輔導，以及產業界之充份合作下，這類有害事業廢棄物已成功朝向「資源回收」之方式處理。

4.4 廢鋰電池資源化再利用

隨著行動電話、筆記型電腦等各項 3C 電用品使用量的迅速成長以及環保電動汽車應用的發展趨勢，估計西元 2005 年全球小型鋰二次電池需求用量將達到 610 百萬顆。然而目前政府相關單位及鋰電池廠商並未針對於如何處理這與日俱增的廢鋰電池處理做一妥善的規劃。由於廢鋰電池相較傳統電池具有較高的危害性，在未來很有可能形成公害污染與資源浪費等的問題。

鋰電池回收資源化再生利用的方式主要可為乾式法、濕式法兩種，分別介紹如下。

一、乾式法：

乾式法是將鋰電池以高溫進行焚燒後，分離出各種金屬而回收。如前所述，各式的鋰電池具有較高的危險性，因此再製程處理時，必須將電池保持在隔絕水分與空氣的環境中，一般是在氮氣或氬氣的氣氛環境中進行。處理的主要流程如圖 4.4-1 所示。

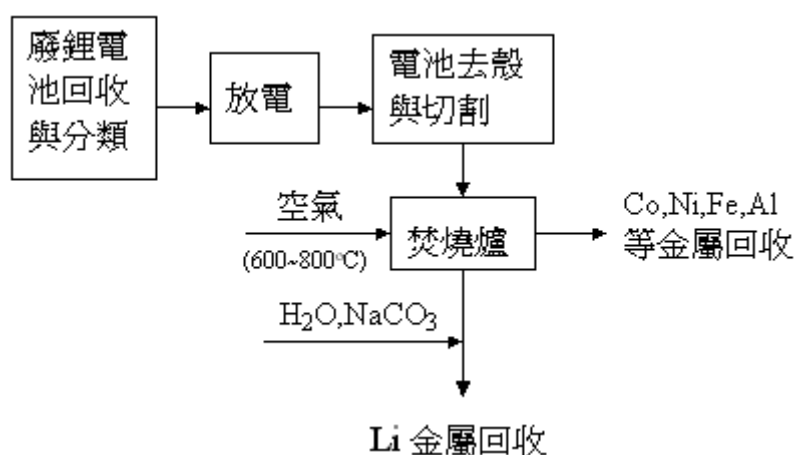


圖 4.4-1 廢鋰電池乾式處理法示意圖

廢棄的鋰電池由回收站收集後，一電池的種類與大小先進行分類。分類過後的鋰電池可能有大部分仍未完全放電完畢，因此必須先施予放電的程序，以避免其後製程因外力操作不當而產生燃燒或爆炸的危險。

經過放電處理後的廢電池，再將其進行去殼與切割的步驟。此步驟除了

有利於焚燒製程時的方便性外，並可分散焚燒處理時劇烈反應中的危險性。經過此步驟處理過後，已經被切割減積成電池碎片的部分則被導入焚化爐中，予以高溫（約 600~800°C）處理。

在焚燒爐處理過程中，藉由熔點與比重的差異，分別將 Co、Ni、Fe、Al 等金屬回收。至於鋰金屬，則是以 Li₂O 的氣體形式逸出，然後再與 H₂O、Na₂CO₃ 反應形成 Li₂CO₃ 予以回收。若是所欲處理的鋰電池為使用鋰金屬當作負極材料的電池，則在去殼與切割的步驟中，一旦操作不當，極易會有火災甚至爆炸的危險性。因此為了避免此危險，亦有學者研究將經過放電程序的鋰電池先冰凍至 -180°C 的環境後再進行去殼與切割的動作，藉著低溫降低鋰金屬的活性外，且由於此低溫已經在電池所使用的黏結劑（如 PVDF）及所含塑膠配件的玻璃轉化點（T_g）溫度範圍之下，將更有利於電池切割減積工作之進行。

二、濕式法

濕式法主要是以處理液（無機酸溶液）將廢電池中的各個所欲回收成分進行萃取後再予以純化回收。如同乾式法一樣，在進行廢電池處理時，亦必須將電池保持在隔絕水分與空氣的環境中進行。其主要濕式處理流程如圖 4.4-2 所示，乃廢棄的鋰電池經過放電處理及電池去殼與切割程序後，將電池碎片放進吸收室再以無機酸溶液噴淋，然後將鋰電池所含的電解液及鋰金屬成分予以萃取吸收，在分別進行純化後供再生使用。而其餘的殘渣部分則依各種金屬的特性不同進行分離，純化後供再生使用。

進行放電處理時，可採用將電池置於食鹽水溶液中進行放電或接上負載放電方法。一般而言，進行濕式法每批次在吸收室進行處理所需時間約為 30min~120min，可用物質回收率估計可達到 80% 以上。

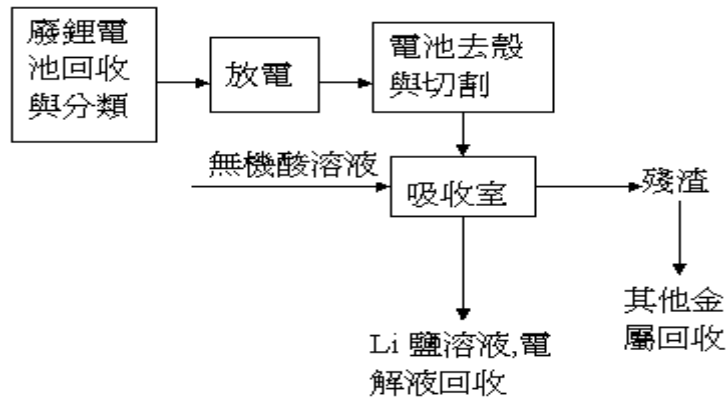


圖 4.4-2 廢鋰電池濕式處理法示意圖

4.5 廢鉛玻璃資源化再利用

廢電視機螢幕、廢電腦監視器及廢日光燈管部份所產生的廢鉛玻璃，不似一般鈉玻璃，由於含有鉛重金屬，因此再利用時必需瞭解鉛玻璃可能產生的環境影響。若將其垃圾掩埋於土壤中不做任何處理，玻璃中的鉛便會產生滲透，對土壤造成嚴重的污染。若利用焚化處理，恐將釋放大量的有害氣體，對空氣造成污染，最終形成酸雨。

本章節之含鉛玻璃主要指廢電視機螢幕或廢電腦監視器之陰極射線管（cathode ray tube, CRT）及日光燈管玻璃部分，分別將陰極射線管（cathode ray tube, CRT）及日光燈管之資源化再利用方式分述如後：

4.5.1 陰極射線管

CRT 顯示器（Cathode Ray Tube，陰極射線管之簡寫，又稱映像管），主要應用於電腦及電視等監視器。玻璃於 CRT 中可分成三部分，如圖 4.5.1-1 所示。

通常 CRT 玻璃外觀部分，如螢光幕或面盤處含有較高量氧化鋇（barium oxide）；而內部如錐體及頸玻璃處，則含有氧化鉛（lead oxide）成分。由於 CRT 必須要施加高電壓使電子槍發射出電子束，造成 CRT 會有輻射產生之疑慮，因此在錐體玻璃及頸玻璃之成分中加入大量的鉛元素以吸收輻射。而由不同製造廠製造出之玻璃其成分組成亦會不同。

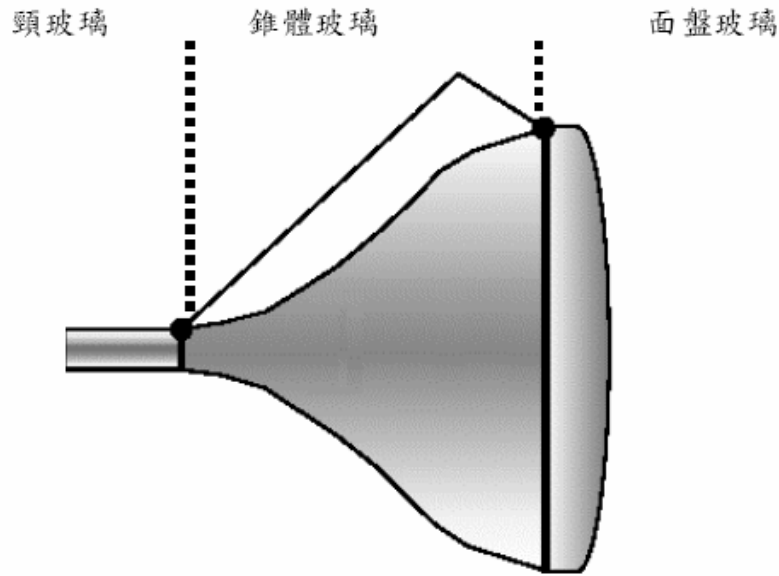


圖 4.5.1-1 一般 CRT 之主要玻璃組成

以下分為製造產生之廢 CRT 玻璃及壽命結束廢棄之廢 CRT 玻璃兩部份分別說明：

1. 製造程序中產生之廢 CRT 玻璃

通常可再利用作為新 CRT 製造原料，但是假使氧化鋇玻璃及氧化鉛玻璃兩者已混合，其再利用潛能通常被限制住。混合玻璃因為其含有氧化鉛成分，只能利用於錐體玻璃製造，且因混合玻璃其氧化鉛量已被稀釋，所以其再利用量亦有一定限度。因此欲將廢 CRT 玻璃能有效並最大化再利用於新製 CRT 原料中，就必須能妥善將含鉛玻璃分離出。

2. 壽命結束廢棄之廢 CRT 玻璃

使用過後廢棄之廢 CRT 玻璃再利用，一般可分成兩部分再利用一面盤玻璃及錐體玻璃。面盤玻璃無錐體玻璃般有含鉛問題，因此再利用時亦較廣。

以下為壽命結束廢棄之廢 CRT 玻璃常見之再利用方式：

- (1) 利用廢 CRT 面盤玻璃於磚製造
- (2) 利用廢 CRT 面盤玻璃作為磚或陶瓷之助熔劑
- (3) 利用廢 CRT 錐體玻璃於磚製造
- (4) 利用廢 CRT 玻璃於新製 CRT 玻璃
- (5) 利用廢 CRT 玻璃作為熔煉時之助熔劑

由前述了解到廢 CRT 玻璃再利用可分成面盤玻璃（含氧化鋇及氧化鋇）及

錐體玻璃（含鉛成分）兩部分，因此通常欲進行其再利用前先將兩部分分離，如此可獲得較佳再利用效果。

4.5.2 日光燈管

廢日光燈管回收處理，以往主要因為處理技術不夠成熟，大多以掩埋方式處理。而根據環保署統計資料，台灣每年約使用 89,540,000 支日光燈管，全年總廢棄量約達 8,900 公噸。近年來則因國外廢日光燈管處理技術已趨成熟，因此國內才開始進行廢日光燈管回收及再利用。

圖 4.5.2-1 所示為日光燈構造，主要是由玻璃管、電極、燈帽及燈頭插梢所構成。一般日光燈管使用之玻璃管材質以鹼鎂玻璃、芯柱以鉛玻璃為最大使用類型，雖其單管所含之芯柱鉛玻璃量小於單個廢 CRT 所含鉛玻璃量，但因其汰換率及產出量高，倘若缺乏妥善處理，勢必對環境造成影響。

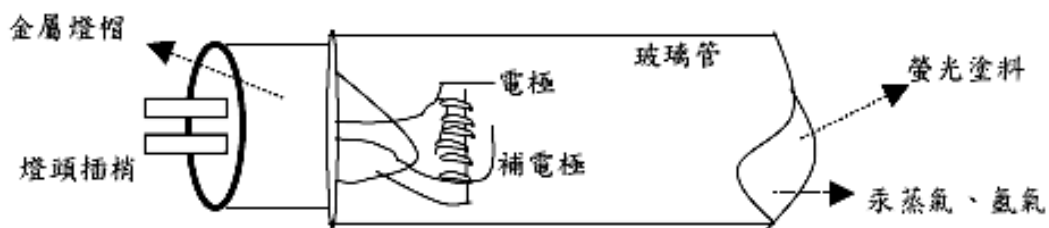


圖 4.5.2-1 日光燈構造圖

廢日光燈管之回收碎玻璃，由於仍可能存在有害物質，因此目前經處理技術後之廢玻璃部分，仍以重新熔製成日光燈玻璃管為主。經處理後之廢日光燈管，大約可獲得 85%碎玻璃（鈉管玻璃），而主要再利用之用途為送交日光燈管玻璃廠再熔製成日光燈管玻璃（可能為碎玻璃有殘留有害物質之疑慮，作為玻璃容器原料仍有一定風險）。

目前國內現有之合格廢日光燈處理廠為中台資源科技股份有限公司，博威特實業有限公司及宏青企業公司等四家公司。圖 4.5.2-2 為宏青公司廢日光燈管處理流程；表 4.5.2-2 為其廢日光燈處理之衍生物資料。由圖 4.5.2-2 知其廢日光燈管處理後衍生材質可能包含：燈管玻璃、含鉛玻璃、含鋁金屬、含銅金屬、含鐵金屬、螢光粉等部分。由表 4.5.2-2 可知廢日光燈管處理後主要衍生物為鈉燈管玻璃，其次為鉛玻璃及其它雜質，而鉛玻璃及雜質乃採固化處理，罕少有妥善

之資源化再利用成果，是故有其探討及研究之必要。

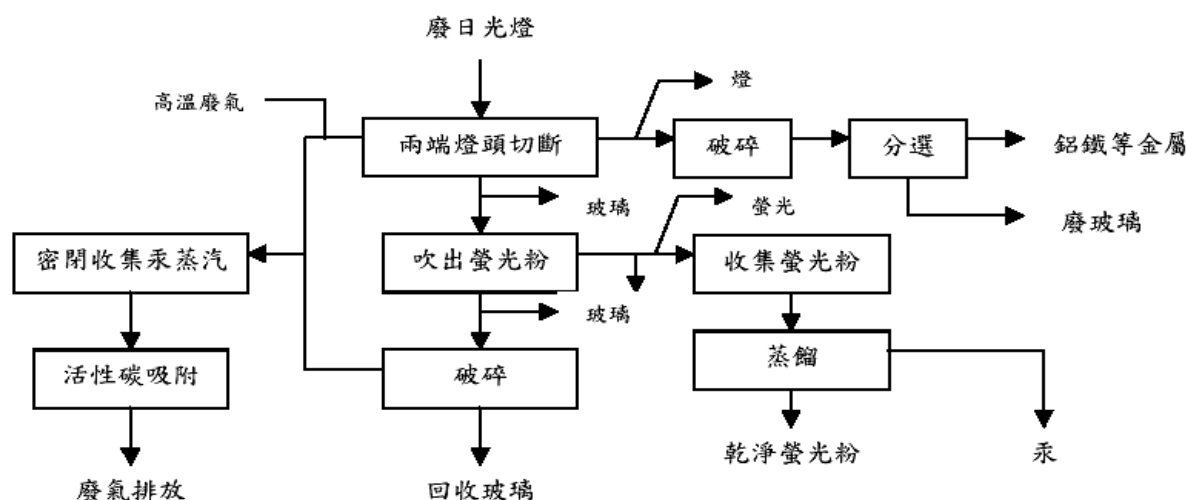


圖 4.5.2-2 宏青公司廢日光燈管處理流程

表 4.5.2-2 宏青公司廢日光燈處理後之衍生物

種類包含處理量 (kg/台、台/月)	衍生物	比例 (%)	重量 (kg/支)	生產量 (kg/月)	去向 (委外、售出、暫存)	售價 (+) 或付處理費 (-) (元/公斤)
廢日光燈管 (0.15kg*/ 支、160,000,000 支/月)	鈉燈管玻璃	85	0.1275	20,400,000	掩埋或送交 其他處理廠商	-2.9
	含銅鋁金屬	2	0.003	480,000	售出	10
	鉛玻璃及雜質	12.09	0.018	2880,000	固化	-15
	螢光粉	0.01	0.000015	2,400	蒸餾後掩埋	-2.9
	液態汞	0.006	0.000009	1,440	暫存	0

4.6 廢含汞元件資源化再利用

汞經常出現在我們的日常生活中，與我們的生活密切相關。我們對汞產品的使用或處理不當則很容易造成汞污染，其中汞之來源以含汞之材料中燃煤發電設施、鋼與鐵及二次熔煉、廢棄物焚化之醫療廢棄物、下水污泥與都市一般廢棄物等；另目前普遍常見之含汞物質以燈管、電池、CRT 陰極放電管、含汞之元件、含汞之設備、含汞之廢活性炭、製程廢棄物（金、鋅採礦）及牙醫藥品等。

依據美國環保署在 2006 年的一份運輸工具中含汞元件回收再利用計畫中指出，運輸機具中之頭燈、反鎖死煞車系統(ABS)等開關啟動器 99%皆具有含汞污染物存在，平均每部運輸機具中有 1.06 個啟動器，每一個啟動器中含汞量約為

0.8 克，當這些通運輸工具之生命週期結束後進入到回收體系中，針對廢鐵進行回收再利用，然而再一系列之回收過程下，若未針對這些含汞元件回收，其造成之環境污染亦不容小覷。因此，美國環保署、地方環保機關、工業部門及運輸工具之回收系統將致力於減少含汞開關器之製造，由於回收含汞元件可隨著回收系統之運作，回收容易，預期在未來 15 年間，將可避免近 75 噸之汞污染物排放至大氣中，回收示意如圖 4.6-1 所示。







圖 4.6-1 廢棄運輸機具含汞元件回收示意圖

資料來源：美國環保署，2006

由於汞對於環境及健康危害相當大，目前國際趨勢為逐步限汞，最終禁汞。依事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準第二十三條規定，有害事業廢棄物乾基每公斤含汞及其化合物濃度高於 260 毫克者，應先以熱處理法回收汞，若事業產出之含汞廢棄物如無法自行妥善處理者，可考慮委託合格之處理機構代為處理。本節為重視汞污染對人類之影響，彙整廢含汞元件回收系統處理流程特性，如表 4.6-1 所示。

表 4.6-1 汞回收系統整體處理流程特性

處理單元	處理特性	裝置示意圖
連續旋轉熱處理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 間接加熱 2. 可處理 150,000 噸土壤 3. 可處理多氯聯苯與多環碳氫化合物 	
旋轉批次真空機	<ol style="list-style-type: none"> 1. 廢棄物來源： (1) 電池與燈泡 (2) 土壤、污泥與破瓦 2. 處理目的：發展與建置熱脫附系統 3. 處理效益： <260ppm 汞 	
固定旋轉式冷凝器（間接加熱）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 批次真空機 2. 汞冷凝機 	
固定爐	<ol style="list-style-type: none"> 1. 批次真空機 2. 汞冷凝機 3. 屬於間接加熱 	

<p>燈泡回收系統</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.震動粉碎機 2.篩選器 3.迴路運輸帶 4.袋式集塵器 5.碳吸附 	
<p>汞冷凝壓縮設備</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.間接冷卻壓縮器 2.真空幫浦 3.碳吸附 	
<p>汞蒸餾系統</p>	<p>預期效益：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.三倍蒸餾 汞純度可達99.99% 2.四倍蒸餾 汞純度可達99.99995% 	

第五章 結論與建議

本計畫為探討國內事業廢棄物循環再利用，工作項目包含(1)探討國際與國內事業廢棄物循環再利用研究成果及方向；(2)建議國內未來事業廢棄物循環再利用之研發方向及(3)建議國內未來事業廢棄物循環再利用之管理架構及組織分工，透過相關文獻的蒐集分析，初步獲得下列結論說明於 5.1 節，依此一結論下本計畫針對國內未來事業廢棄物資源回收再利用之建議說明於 5.2 節中。

5.1 結論

1. 民國 93 年事業廢棄物產量為 1,447 萬公噸，其自行處理佔 6%、委託或共同處理佔 14.6%、再用量佔 72.9%、境外處理量佔 0.4%、廠內暫存佔 6.1%，顯見我國事業廢棄物循環再利用已達相當程度比例。
2. 我國資源化產業逐年蓬勃發展，以民國 91 年國內工業廢棄物再利用之量化統計 804 萬公噸為基準，由 92 年 980 萬公噸、93 年 1032 萬公噸、94 年 1070 萬公噸，至民國 95 年為 1081.6 萬公噸，提升 34.5%。
3. 本計畫已完成國內外資源化再利用技術之探討，分別針對重金屬污泥、半導體業氟化鈣污泥及淨水廠污泥之再利用完成相關資料蒐集與分析。重金屬污泥再利用技術主要包含高溫熔融、酸溶結晶及乾式熔煉技術，資源化效益包含製成玻璃化材質產品等；半導體業氟化鈣污泥再利用技術主要是經過適當之調配後，經研磨、攪拌、旋窯高溫燒成等程序，加入石膏後進行研磨成為水泥，可節省氟化鈣污泥處理費用；淨水廠污泥再利用技術為經硫酸酸化處理，經由離子交換薄膜，達成高純度硫酸鋁回收之目的。
4. 本計畫已分別針對事業廢棄物資源回收再利用之行政作業規範面、產業體質面、經營環境面及市場需求面完成 SWOT 分析。我國之事業廢棄物資源回收再利用主要是具有政府政策及廢棄物清理法與資源回收再利用法之支持與規範，促使我國中小企業皆致力投資於資源化產業、觸角靈活與機動性高等多項優勢。惟目前廢清法與資再法仍有競合處，如廢棄物與資源兩者的定義不清等，且源頭減量成效不彰、分頭推動資源回收再利用成效有限等劣勢

及威脅。因此應以系統觀點、管理思維及步驟，提出國內事業廢棄物循環再利用管理架構。

5. 本計畫已完成界定事業廢棄物資源回收再利用之系統範圍，以及任務、願景、總目標及目標，同時依據總目標及目標，進行事業廢棄物資源回收再利用策略之研擬及各項執行措施，並完成建議在各項執行措施下之未來組織分工。本計畫並從投入、產出、品質及結果等四個面向訂定共 13 個績效量測指標，可用於行政院環境保護署、經濟部工業局及各主管機關評估事業廢棄物減量與循環再利用管理之績效，以做為後續執行措施之修正及獎懲之依據。
6. 本計畫已完成廢電機電子設備指令(WEEE)、有害物質限禁用指令(RoHS)及能源生態化設計指令(EuP)等歐盟三大指令定義及內涵分析。由我國 2005 年的出口貿易相關資料來看，WEEE 及 RoHS 兩項指令的實施，預期影響將近 3 萬家之輸歐廠商，年產值約近 4,000 億元；EuP 生態化設計指令的實施，預期將影響近 2 萬多家輸歐廠商及近 1,118 億元。
7. 為致力於達成事業廢棄物產出量最小化及資源回收再利用最大化，朝向零廢棄物之總目標邁進，本計畫已完成探討我國未來事業廢棄物資源化再利用之研發種類及方向，主要包含廢含汞燈管、煉鋼集塵灰、廢鋰電池、廢鉛玻璃及廢含汞元件之資源化再利用技術，預期可針對其中含有之危害物質有效降低對環境造成之衝擊，並創造資源有效利用之最大效益。

5.2 建議

1. 為有效達成事業廢棄物產生量最小化及再利用量最大化之零廢棄物目標，本計畫建議應盡速將廢棄物清理法與資源回收再利用法兩法合一，針對廢棄物與資源兩項有疑慮之部份，名詞定義之釐清、納入源頭減量的精神及檢討再利用管理規範等，並研擬完善之配套措施，詳訂各策略及執行措施之執行期程與組織分工，以利後續推動執行之依循準則。
2. 有鑑於近年來國內外針對廢棄物管理皆已朝向資源化之發展趨勢，我國政府亦針對各負責單位明確訂定管理策略、執行措施與管制期程。本計畫建議來執行事業廢棄物零廢棄物時，各事業部會應有專門之專責人員處理此項行政工作，並加強鏈結各目的事業主管機關之管理機制，並清楚明確訂定出總體廢棄物管理之績效率測計畫及績效率測指標檢討，整合我國事業廢棄物之管理成效。
3. 為達事業廢棄物之零廢棄總目標，除了有效整合管理目的事業主管機關源頭減量及再利用等作業規範之外，應儘速針對物質之實際流佈情形完善之調查，本計畫建議未來研究之重點，可著重於物質流分析，有系統的調查物質之生產、使用到廢棄物等各階段之流佈情形、造成之污染特性及回收再利用之效益，以供後續相關單位制定回收管理策略或執行措施之參考依據。
4. 歐盟公布 3 大指令公布後，預期影響近 3 萬家之輸歐廠商及近 4,000 億元產值，因此本計畫建議政府單位應積極針對歐盟 3 大指令輔導產業推動綠色設計、綠色生產、綠色採購、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，創造資源化最大效益，創造環境、資源、社會、經濟四重發展盈餘。

參考文獻

1. 工研院能源與資源環境研究所，2006，「整合規劃推動事業廢棄物零廢棄物相關工作」，財團法人環境資源研究發展基金會，財團法人工業技術研究院。
2. 王壬，EuP 生態化設計指令簡界與衝擊分析，永續產業發展雙月刊，經濟部工業局，2006。
3. 孔慧雯，2006，「高科技產業含汞燈管流佈與管理之研究」，碩士論文，臺北科技大學環境規劃與管理研究所，臺北。
4. 式本博彥，電弧爐戴奧辛類控制技術與經濟效益評估之檢討，2001 年煉鋼業電弧爐戴奧辛污染防制技術研討會論文集。
5. 行政院環境保護署，事業廢棄物零廢棄物方案(草案)，2006。
6. 行政院衛生署，2006，<http://www.doh.gov.tw/lane/publish/history/3-6-4.html>。
7. 張添晉，「廢玻璃再利用技術之開發與應用計畫」，行政院環境保護署委託計畫，國立台北科技大學，2003。
8. 林俊旭、溫麗琪、羅時芳，2006，「資源回收處理體系檢討暨長期政策綱要訂定(期中報告)」，行政院環境保護署委託計畫，EPA-95-HA14-03-A092，中華經濟研究院。
9. 財團法人台灣產業服務基金會，2006，「清潔生產推動輔導計畫」，經濟部工業局九十四年度專案計畫執行成果報告，財團法人台灣產業服務基金會。
10. 財團法人台灣綠色生產力基金會，2005，「資源化工業輔導計畫」，經濟部工業局九十四年度專案計畫執行成果報告，財團法人台灣綠色生產力基金會。
11. 邱文琳、江國瑛，「九十三年度資源回收再利用推動計畫」，行政院環境保護署委託計畫，EPA-93-H101-02-123，財團法人環境資源研究發展基金會。
12. 張添晉，2006，「廢棄物資源化技術暨附加價值提升研究計畫」，行政院環境保護署委託研究報告，EPA-044-940-423，國立台北科技大學，台北。
13. 張添晉，廢棄物清理與資源化之發展沿革，工業污染防治季刊，經濟部工業局，2006。
14. 張添晉、倪世標、陳彥鳴，「多元化廢玻璃容器再利用技術之評估」，第二十屆廢棄物處理研討會論文集，2005。

15. 張莞倫，歐盟環保指令對我國電機電子產業之衝擊與因應，永續產業發展雙月刊，經濟部工業局，2006。
16. 陳昭義，從歐盟EuP生態化設計指令談企業永續策略之思考，永續產業發展雙月刊，經濟部工業局，2006。
17. 經濟部工業局，「工業減廢叢書—事業廢棄物處理與資源化技術」，財團法人台灣產業服務基金會，1996。
18. 經濟部工業局資源化工業網，2006，
<http://www.iw-recycling.org.tw/iwopt04-0101.asp>。
19. 經濟部工業局清潔生產資訊網，2006，
http://proj.moeaidb.gov.tw/cpnet/intro/cptutor_main01.htm#intro01。
20. 鄭耀文、錢玉蘭，2003，「廢棄物再利用模式與資源化管理制度建置計畫」，行政院環境保護署委託計畫，EPA-91-H102-02-221，財團法人環境資源研究發展基金會。
21. 經濟部工業局，「工業廢棄物資源化產業發展年鑑」，2006。
22. 行政院環境保護署，「全國事業廢棄物管制清理方案(核定本)」，行政院環境保護署，2001。
23. 美國 AERC 公司網站，<http://www.aerc-mti.com>
24. Charles Washburn, Eldan Hill, Mercury retorts for the processing of precious metals and hazardous wastes, JOM, Volume 55, 45-50, April 2003.
25. Cudahy J.J., R.P. Zink, J.J.Jr. Yezzi and S.I. Rosenthal, "Treatment of Nonhazardous Petroleum-Contaminated Soils by Thermal Desorption Technologies," Journal of the Air & Waste Management Association, Vol. 43. No. 11, Nov. 1993, pp.1512-1525.
26. De Percin P. R., "Application of thermal desorption technologies to hazardous waste sites", Journal of Hazardous Materials, Vol.40, 1995, pp. 203-209.
27. DIRECTIVE 2002/96/EC on waste electrical and electronic equipment (WEEE).
28. DIRECTIVE 2002/95/EC on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment.
29. DIRECTIVE 2005/32/EC establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-using products and amending Council Directive 92/42/EEC and Directives 96/57/EC and 2000/55/EC of the European Parliament

and of the Council.

30. Eurostat, *Economy-wide material flow accounts derived indicators: A Methodological Guide*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2001, p.16.
31. George C. E., D. E. Azwell, P. A. Adams and G. V. N. Rao, "Evaluation of steam as a sweep gas in low temperature thermal desorption processes used for contaminated soil clean up", *Waste Management*, Vol.15, 1995, pp. 407-416.
32. Governing.com, (2001), "THE GOVERNMENT PERFORMANCE PROJECT Introduction: Managing for Results," online document, <http://www.governing.com/gpp/2001/gp1mr.htm>
33. Swedish Environmental Protection Agency, *A Safe Mercury Repository -A translation of the Official Report SOU 2001 : 58*, Jan, 2003.
34. U. S. EPA, *How to Evaluate Alternative Cleanup Technologies for Underground Storage Tank Sites: A Guide for Corrective Action Plan Reviewers: Chapter VI: Low - Temperature Thermal Desorption*, EPA 510-B-95-007.
35. U. S. EPA, *THE NATIONAL VEHICLE MERCURY SWITCH RECOVERY PROGRAM : A Collaborative Approach to Reducing Mercury Air Emission.*, Aug, 2006.