中技社96年度環境與能源會議

國立台北科技大學

國內事業廢棄物減量與循環再利用

主講人：張添晉 教授

96 年 1月 17日

一、前言

二、事業廢棄物管理現況及研究方向與成果

三、事業廢棄物資源回收再利用管理體系架構

四、歐盟三大指令對我國產業影響與衝擊

五、國內事業廢棄物資源化再利用未來研發方向

一、前言

前言

台灣永續發展宣言

永續發展列為21世紀重要議題

遵守國際趨勢與發展

- 世代公平
- 社會公平
- 均行環境與發展
- 知識經濟
- 保障人權
- 國際參與

地球高峰會：里約宣言

永續發展

- 國際地位特殊
- 天然災害頻繁
- 自然資源有限
- 地狹人稠

世界高峰會：約翰尼斯堡永續發展宣言

打造一個安全、健康、舒適、美麗而永續的生存環境，建構一個多元、和諧、繁榮、充滿生機和活力的社會

環境發展趨勢

Waste

||

Resource in Disguise

||

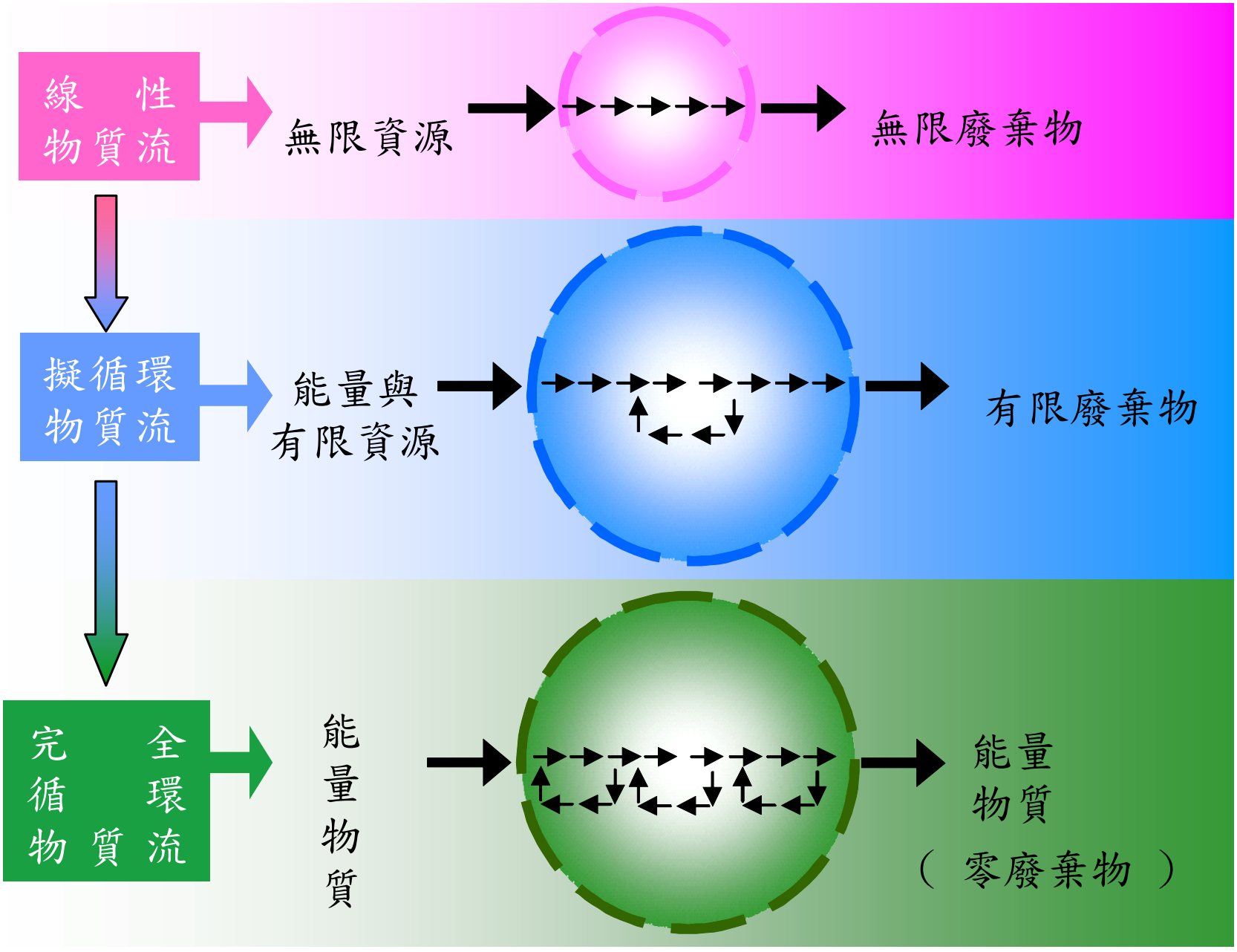
(Waste)

W
W
M

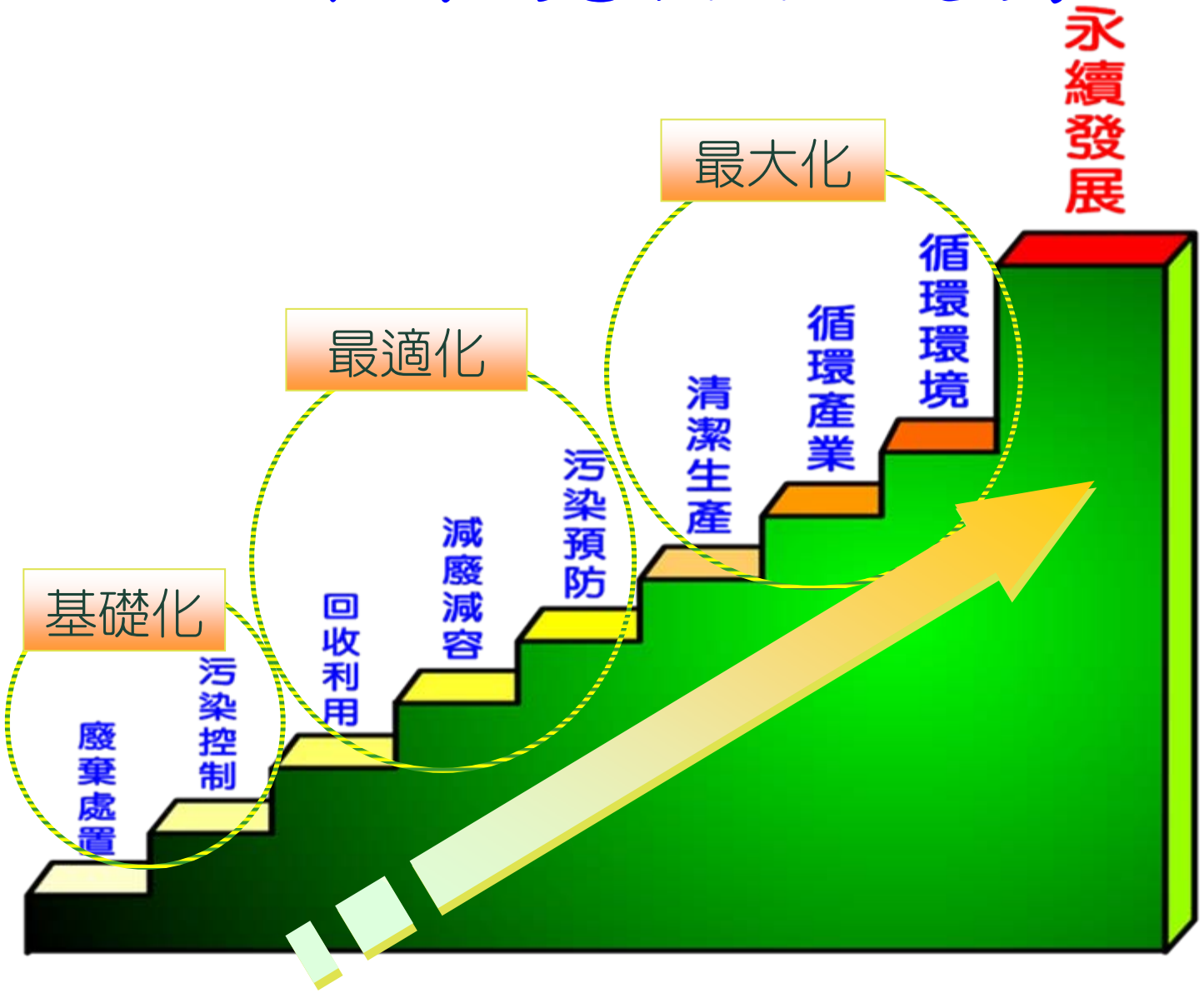
(Material)

(Money)

物質循環利用


線性物質流
無限資源
無限廢棄物
擬循環物質流
能量與有限資源
有限廢棄物
完全循環物質流
能量物質
能量物質
（零廢棄物）

國際環境發展趨勢



國際環境發展趨勢

資源回收之基本原則

1. 不計代價進行資源回收違反資源回收之精神
2. 資源回收後未進行再利用不列為資源回收
3. 資源回收以物質回收優於能源回收
4. 資源回收建基於減量、再使用與再生利用基礎上

資源回收應掌握方向

1. 減量(Reduce)/再使用(Reuse)/再生利用(Regeneration)/與循環利用(Recovery)

2. 再生利用及循環利用時以朝高附加價值為考量

3. 有毒有害物質仍以安全處理為主

二、事業廢棄物管理現況及研究方向與成果

我國廢棄物清理發展沿革

	法規制度	行政院環保署	事業廢棄物
民國80年	88年修訂 廢棄物清理法	89年成立事業 廢棄物管制中心	明訂各目的事業主 管機關權責
	86年一般廢棄物回 收清除處理辦法	87年成立資源回收 管理基金委員會	
		86年推動 資源回收四合一	事業機構自行負責 清理事業廢棄物
民國70年	78年事業廢棄物 儲存清除處理方法 及設施標準	73年訂定 垃圾處理方案	以掩埋為主 處理垃圾
民國60年	63年公布 廢棄物清理法		傾倒掩埋處理垃圾 衍生相關問題
50民國年		推動家戶用 加蓋垃圾	定點、定時、定線 收集

我國廢棄物清理發展沿革

民國97年後

永續發展
清潔生產、工業生態、零廢棄

民國90年

法規制度	環境保護署	事業廢棄物
90年, 修正公布廢棄物清理法77條	90年全國事業廢棄物管制清理方案	源頭減量 資源回收
90年,經濟部事業廢棄物再利用管理辦法	90年事業廢棄物清理管制中心計畫	1.建立事業廢棄物質量基線資料。 2.強化事業廢棄物源頭管理、流向申報管制，加強稽查管制。 3.規劃設置事業廢棄物處理處置設施 4.推動事業廢棄物減量及再利用工作
91年,資源回收再利用法	91年推動環保署科技園區	
	94垃圾強制分類	
	94限制產品過度包裝	

我國事業廢棄物管理現況(1)

93年統計資料

- **種類：370種，含2項再生資源**
- **列管基線家數：33,896家；列管應上網申報家數：12,525家；**
- **已上網申報之事業家數為11,893家，申報率：95%。**
- **申報總量：1,494萬公噸**
  - **一般事業廢棄物：1,359公噸（90.9%）**
  - **有害事業廢棄物：135萬公噸（9.1%）**

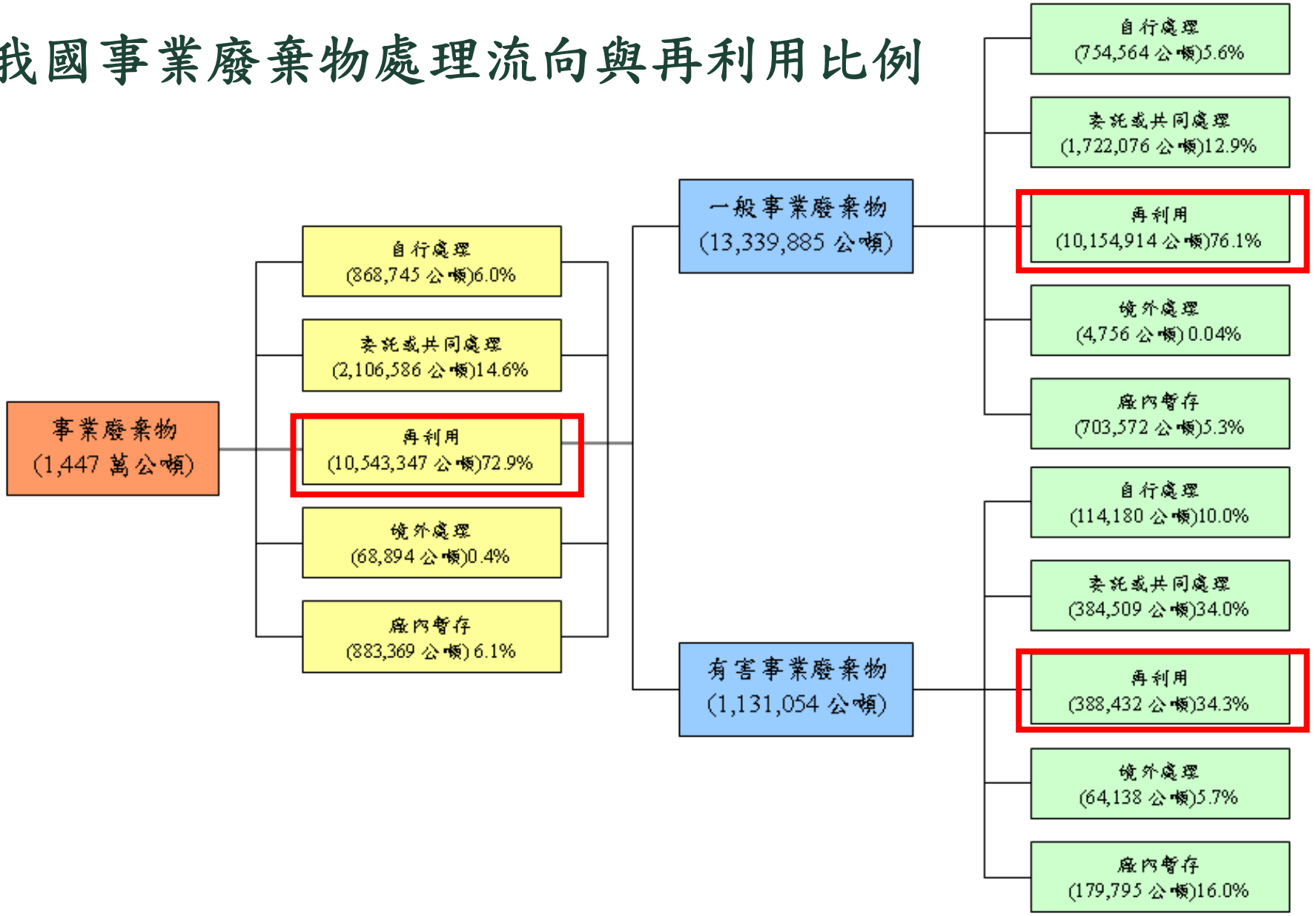
廢棄物清理法第三十九條第二項規定

負責單位：各部會訂定所管轄之事業廢棄物再利用辦法

公告數量：92項可在利用之事業廢棄物

我國事業廢棄物管理現況(2)

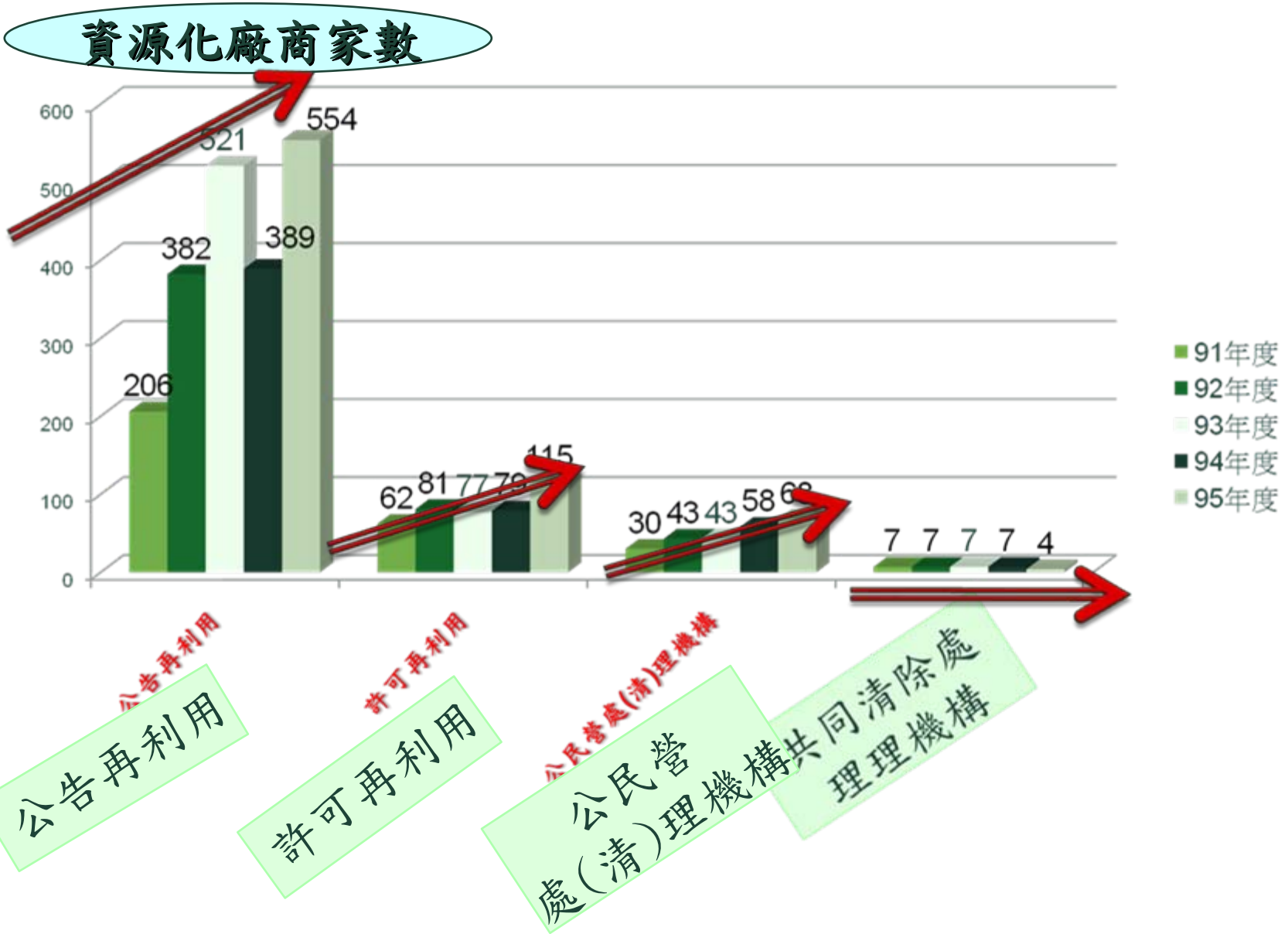
我國事業廢棄物處理流向與再利用比例



我國事業廢棄物管理現況(3)

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**

我國事業廢棄物管理現況(4)



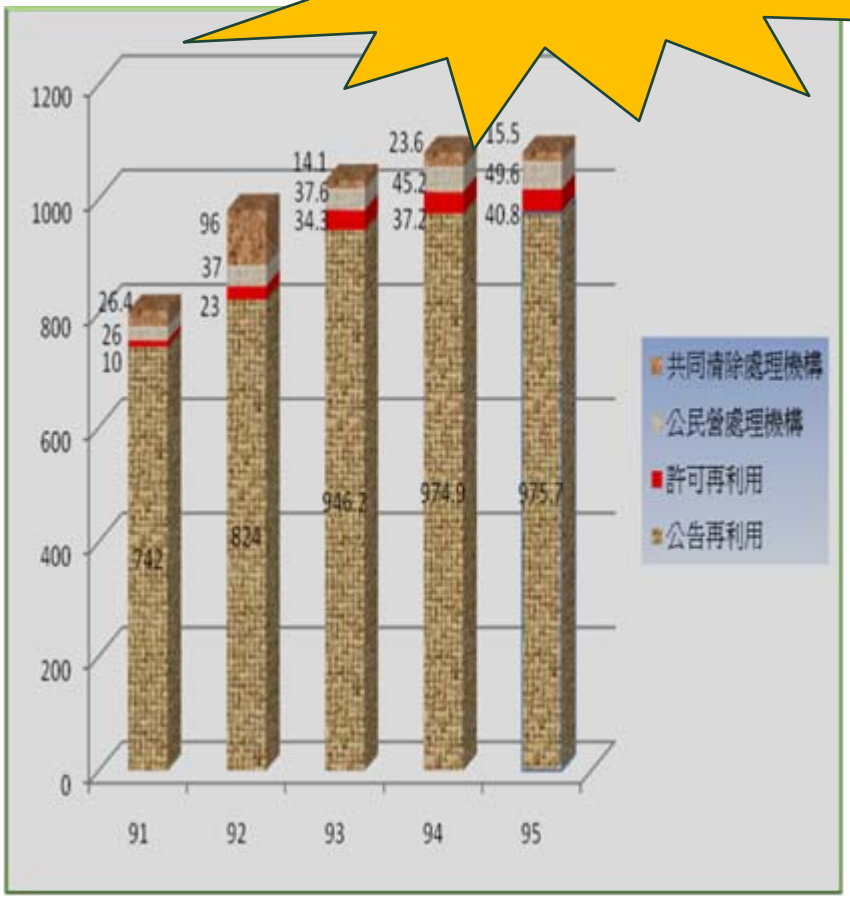
我國事業廢棄物管理現況(5)

工業廢棄物91~95年資源化再利用統計

再利用率72.9%

單位：公噸/年

類別 / 年	公告再利用	許可再利用	公民營處理機構	共同清除處理機構	合計
2002	742	10	26	26.4	804.4
2003	824	23	37	96	980
2004	946.2	34.3	37.6	14.1	1032.2
2005	974.9	37.2	45.2	23.6	1070.2
2006	975.7	40.8	49.6	15.5	1081.6



資料來源：工業廢棄物資源化產業發展年鑑

國內外事業廢棄物再利用方向與成果(1)

國內外事業廢棄物再利用技術

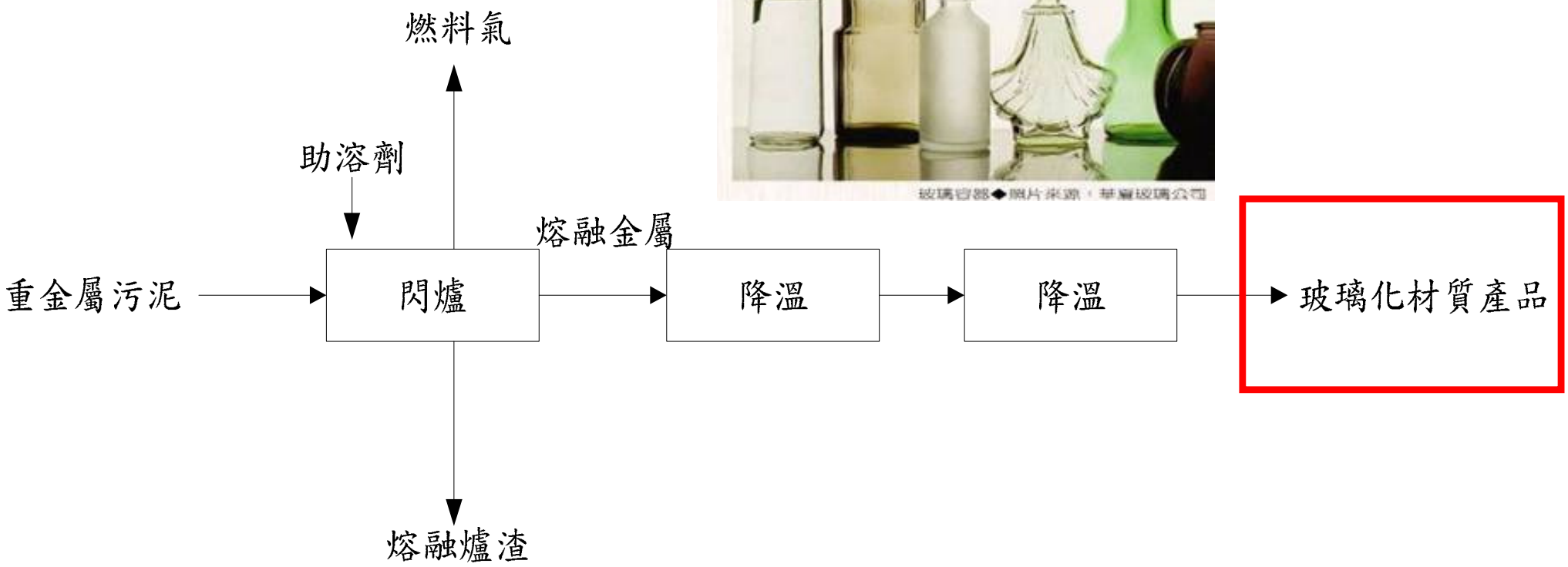
重金屬污泥資源化技術

氟化鈣污泥資源化技術

淨水污泥資源化技術

高溫熔融資源化

玻璃容器◆照片來源：華豐玻璃公司

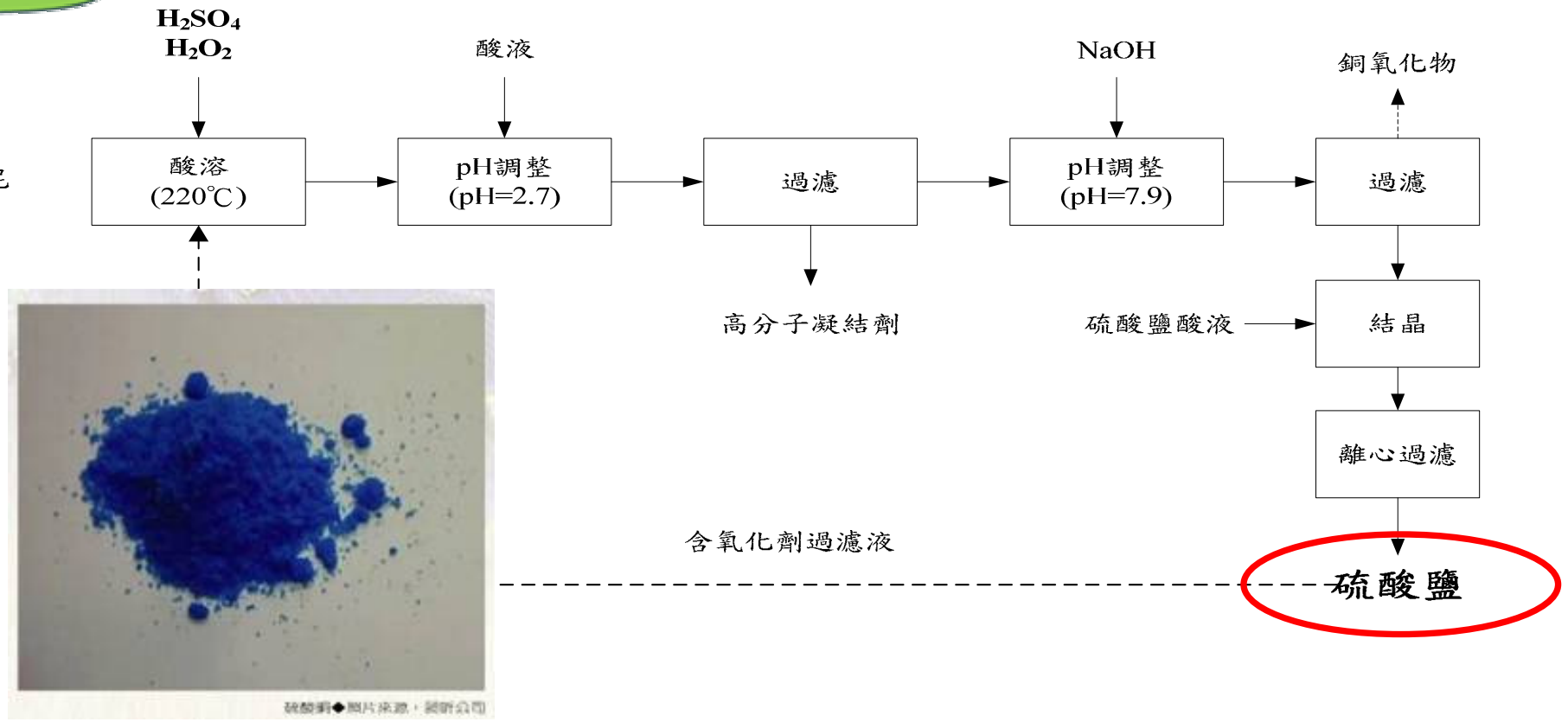


國內外事業廢棄物再利用方向與成果(2)

國內外事業廢棄物再利用技術

重金屬污泥資源化技術　氟化鈣污泥資源化技術　淨水污泥資源化技術

酸溶結晶資源化

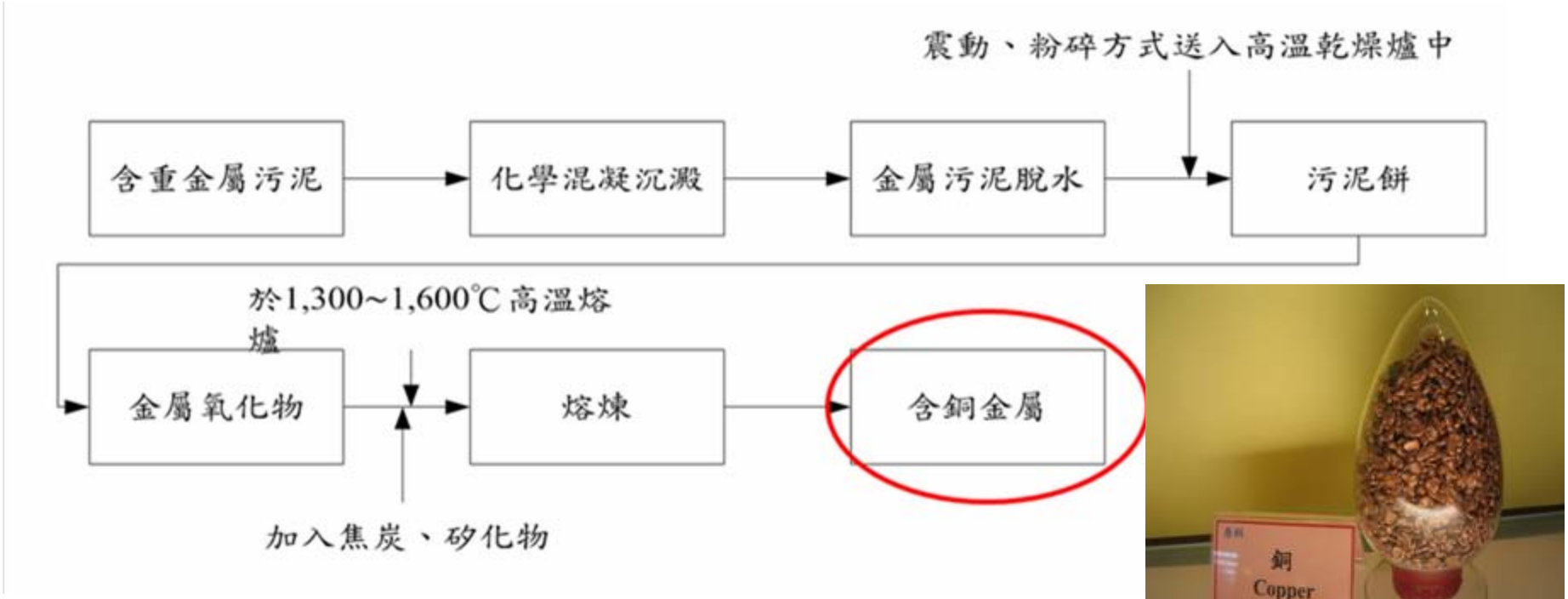


國內外事業廢棄物再利用方向與成果(3)

國內外事業廢棄物再利用技術

重金屬污泥資源化技術　氟化鈣污泥資源化技術　淨水污泥資源化技術

乾式熔鍊回收資源化

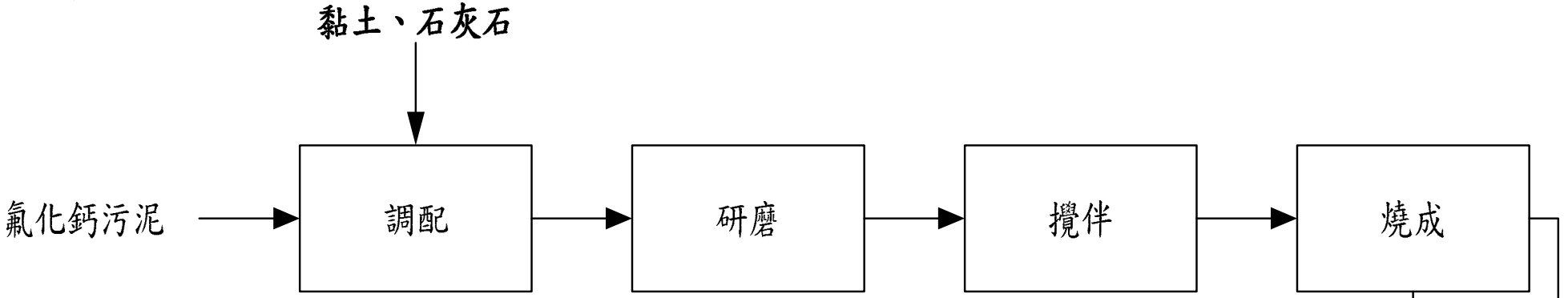


國內外事業廢棄物再利用方向與成果(4)

國內外事業廢棄物再利用技術

重金屬污泥資源化技術　**氟化鈣污泥資源化技術**　淨水污泥資源化技術

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。



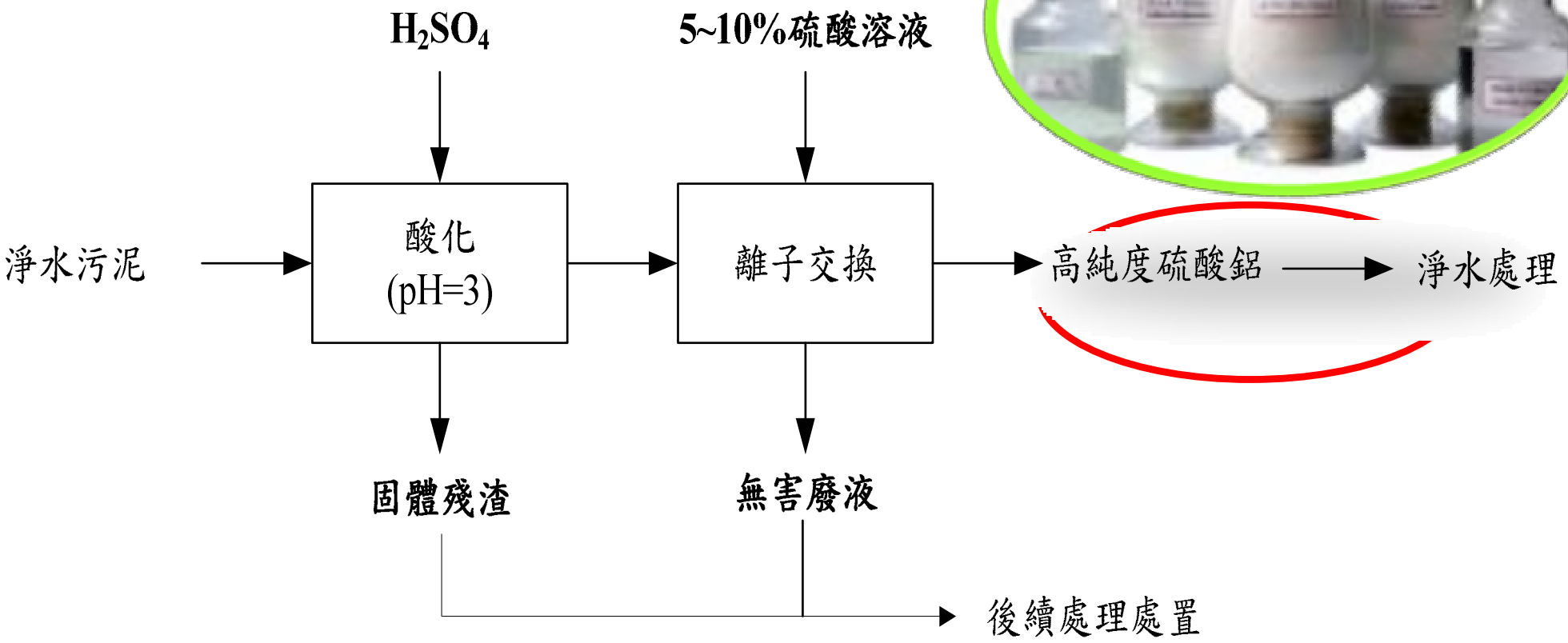
國內外事業廢棄物再利用方向與成果(5)

國內外事業廢棄物再利用技術

重金屬污泥資源化技術

氟化鈣污泥資源化技術

淨水污泥資源化技術



國內外事業廢棄物再利用方向與成果(6)

事業廢棄物再利用成果

- 93工業廢棄物資源化量為1,032.2萬公噸/年，資源化之產值約為327.8億元
- 廢棄物資源化產品主要包含塑膠及塑膠材料、肥料、橡膠材料、金屬、化學品及工程材料等

塑膠及塑膠材料

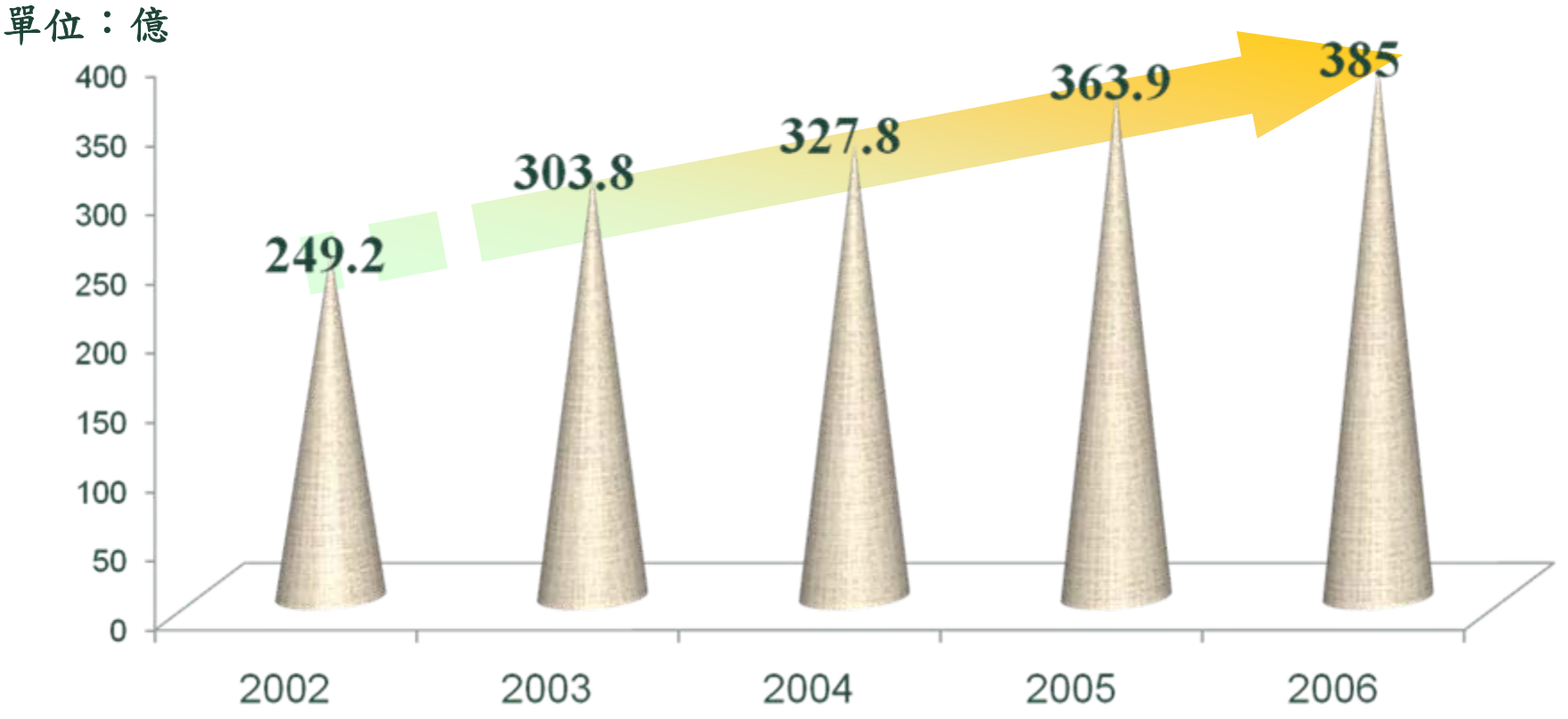
肥料

金屬

國內外事業廢棄物再利用方向與成果(7)

91年~95年資源化產業之總產值

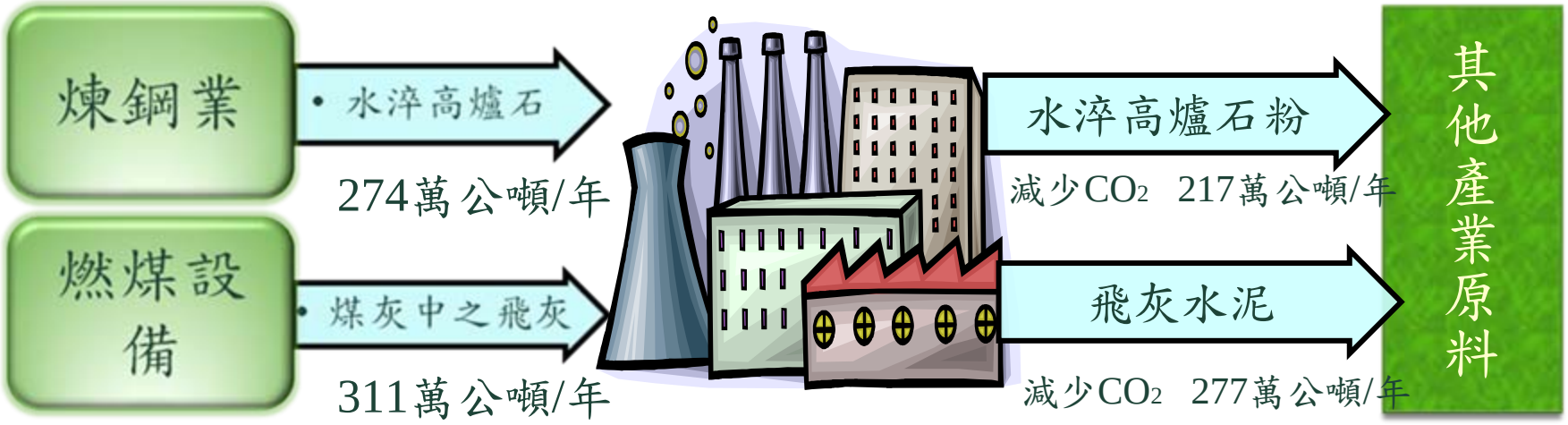
成長54.3%



資料來源：工業廢棄物資源化發展年鑑

國內外事業廢棄物再利用方向與成果(8)

- 減少溫室氣體排放之貢獻
  - 單就減少製程生產，廢棄物資源化每年減少494萬公噸溫室氣體排放量，實際貢獻量將遠超過此推估值。



國內外事業廢棄物再利用方向與成果(8)

工業廢棄物再利用量達1,081.6萬公噸/年

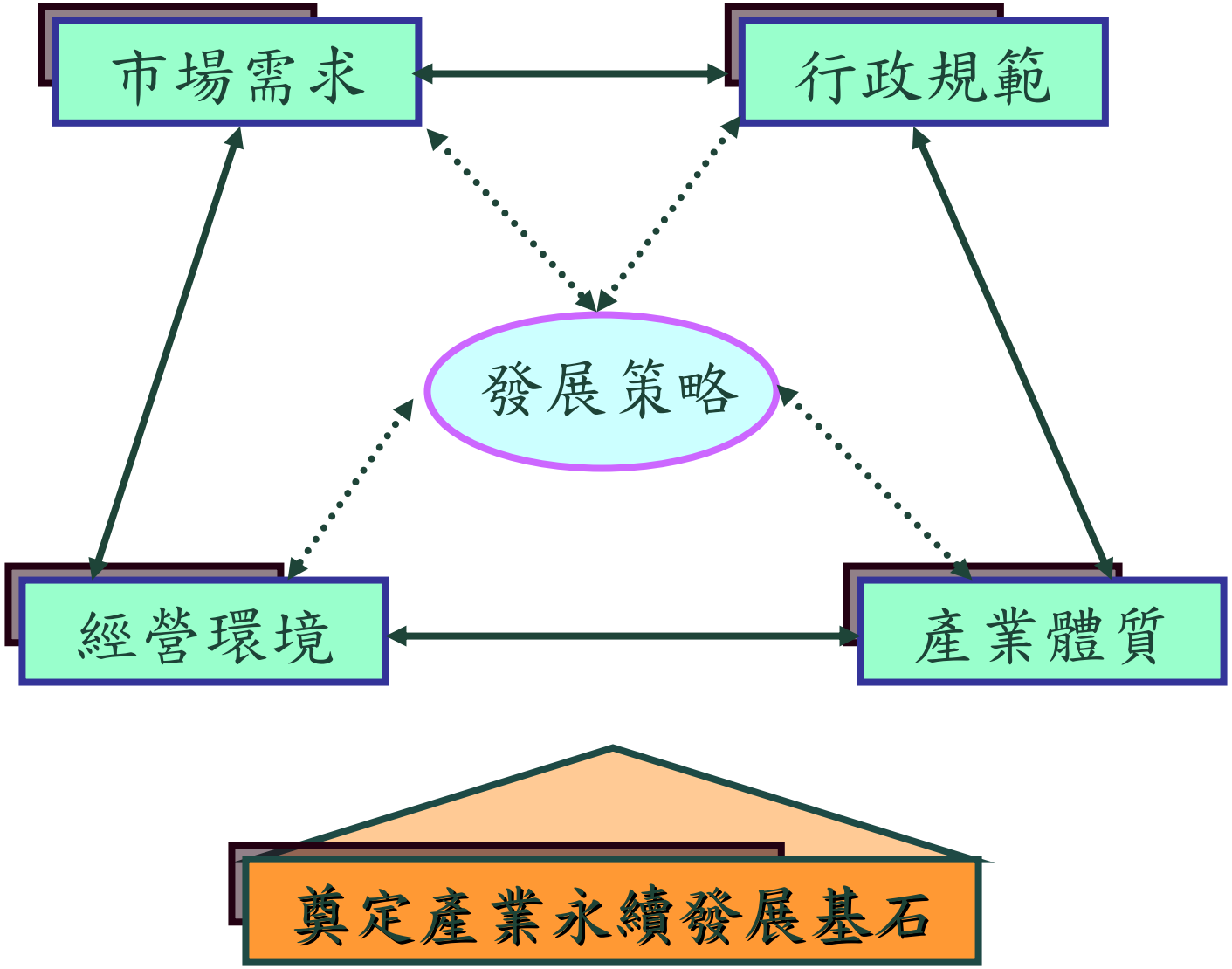
降低環境品質折耗達303.5億元/年

CO_2排放減量已達494萬公噸/年

創造資源化產值385億元/年。

三、我國事業廢棄物資源回收再利用管理架構

影響我國資源化產業發展因素



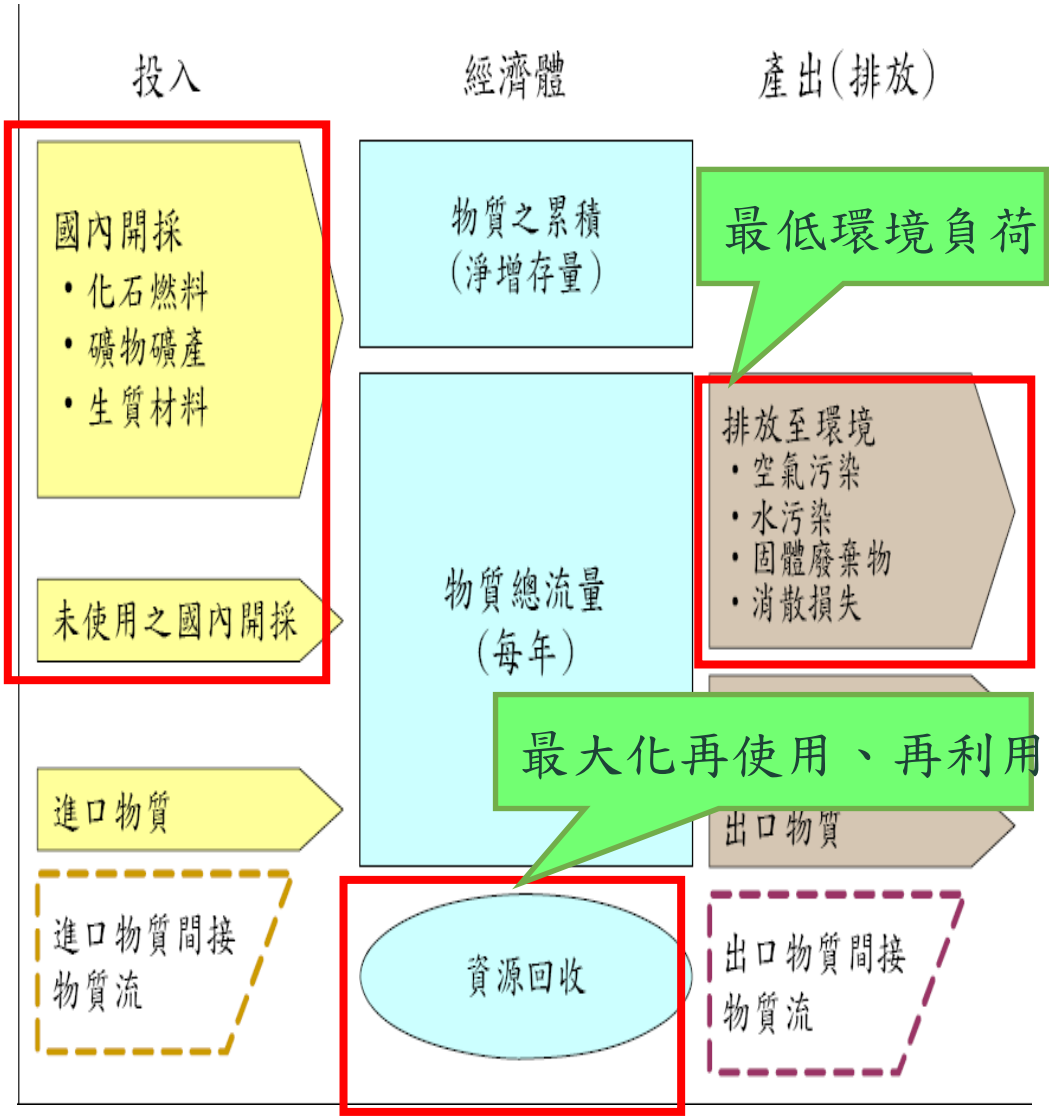
事業廢棄物資源回收再利用SWOT分析

	優勢 (Strength)	劣勢 (Weakness)	機會 (Opportunity)	威脅 (Threat)
行政作業規範	1. 政策支持 2. 法規強制規範	1.源頭減量成效不彰 2.分頭推動再利用，成效有限 3.缺乏回收再利用之經濟誘因。	1.廢棄物清理轉向資源化發展趨勢。 2.未來朝源頭減量、產品生命週期之評估。	1.廢清法與資再法有多處競合點。
產業體質	1. 中小企業靈活、機動性高、配合能力強。	1.投入研發少，技術品質待提升。 2. 因應國際趨勢變化能力不足	1.政策支持下產業具發展空間。	1. 專業技術人材待提升。
經營環境	1.稅賦優惠、鼓勵研發。 2.週邊產業健全	1.國內市場及技術未完整成熟。 2.再生產品難達量產規模	2.政府推動公共工程之綠色採構，助於技術提升與商機開創。	1.資源化產業制度未完善。 2.產源變異性高， 3.品質難掌控。
市場需求	1.產品之品質、價格在大陸具競爭優勢。	1. 品質不穩定 2. 再生產品之產業規模小。	1. 資源化為首要處理方式，助於資源化產業發展。	1.投資海外市場之風險具不確定性。

事業廢棄物資源回收再利用系統範圍界定

物質流分析

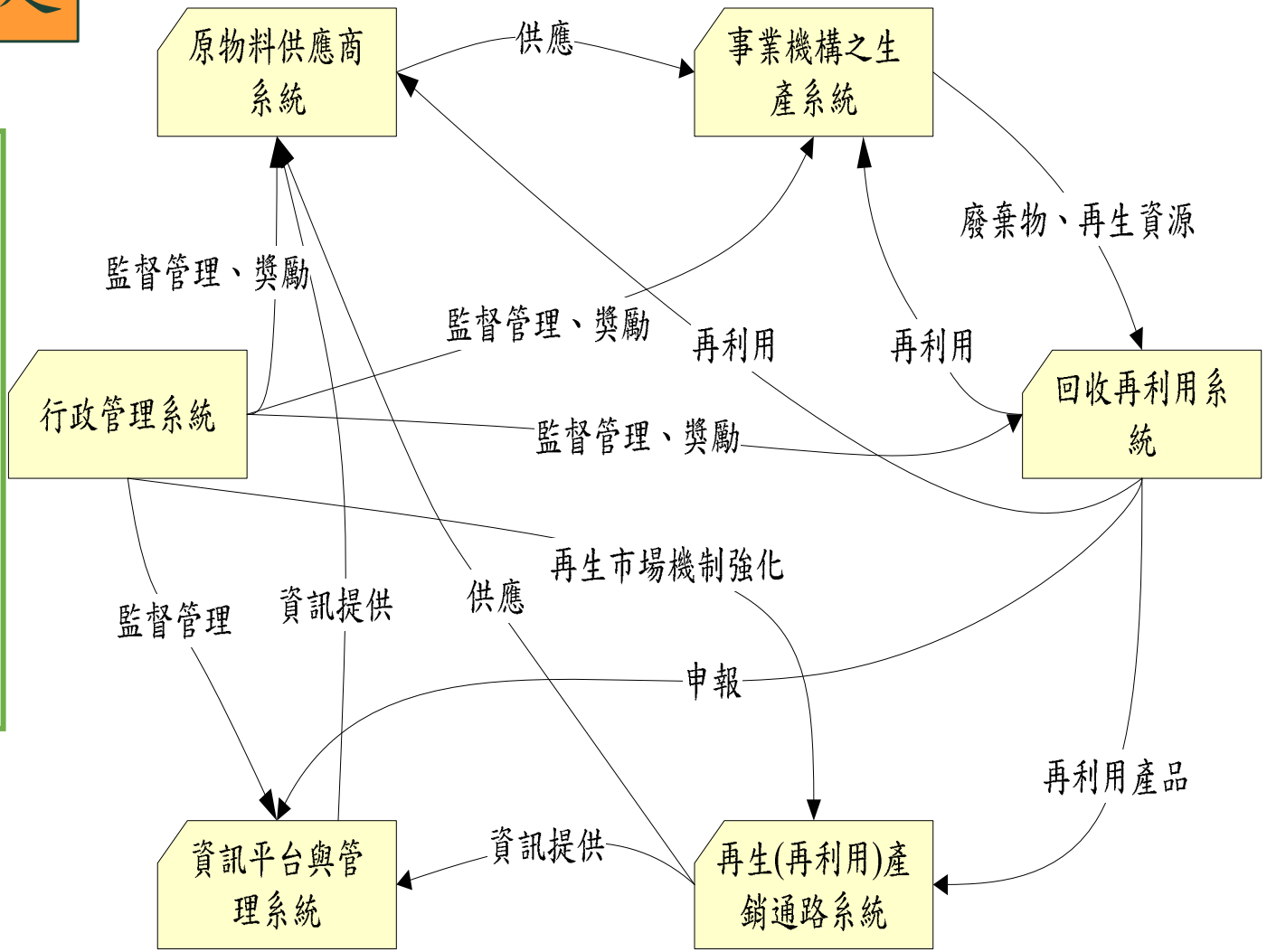
- 某物質進入系統內，系統性之評估資源投入、流動及貯存及產出之平衡。
- 在各子系統間進行回收再使用及再生利用。



事業廢棄物再利用管理體系

再利用系統之界定

- 源頭減量
- 有害物質禁限用
- 高附加價值之資源化產品
- 最大之環境效益



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(1)

- 任務：努力朝向永續發展的目標為首要任務之一。
- 願景：資源循環型生產社會。
- 總目標：事業廢棄物零廢棄。
- 目標：定性目標及量化目標

定性目標	整合各部會推動資源回收再利用
	促進產業與公會落實源頭減量
	強化資源與再生產品市場機制
	增加資源回收再利用經濟誘因
	健全事業廢棄物再利用交換資訊
	具資源化產業之專業人才與技術培訓
	提昇全民資源回收再利用意識

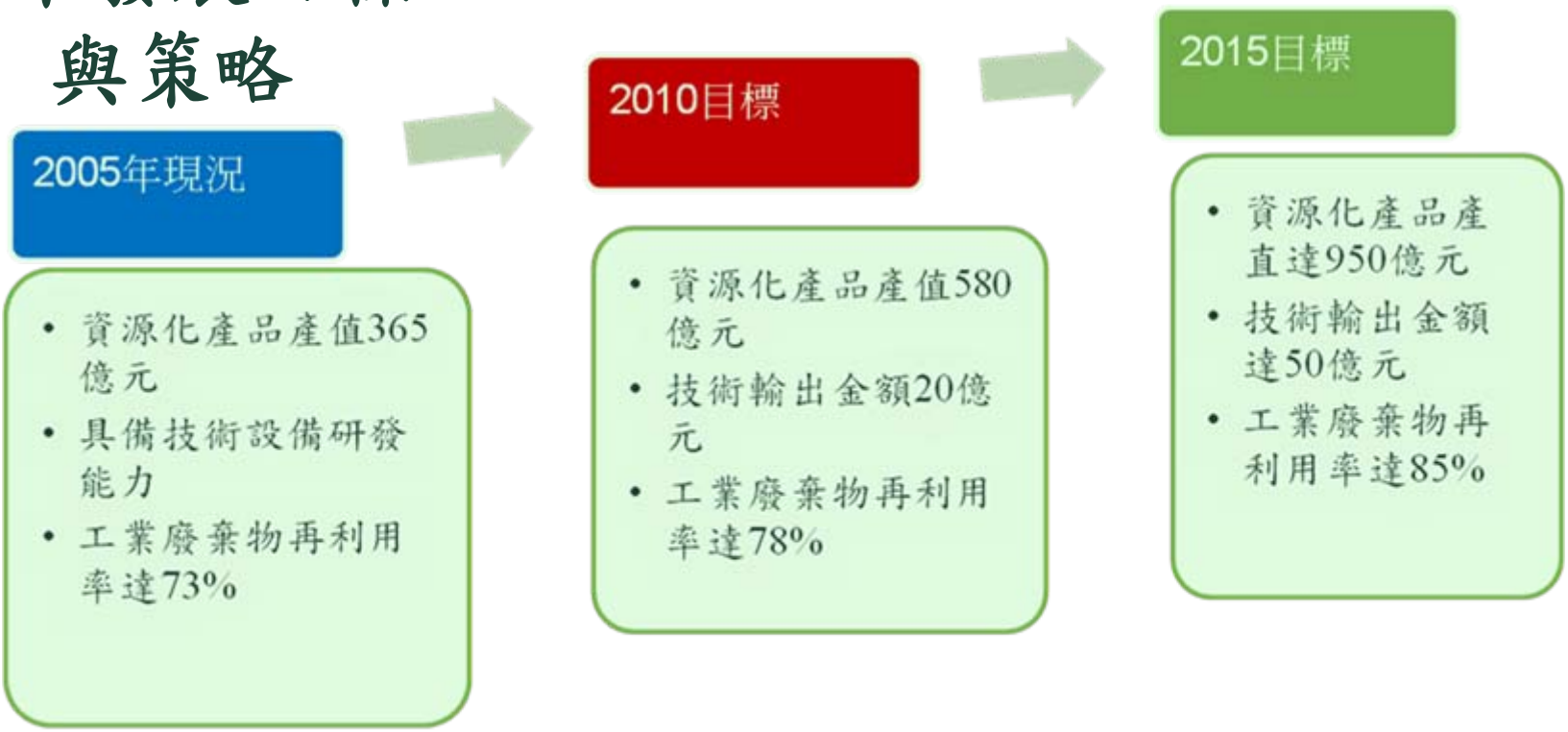
國內事業廢棄物資源回收再利用
任務、願景、總目標及目標之界定(2)

量化目標	期程	工業廢棄物(含科學園區)	醫療廢棄物	營建廢棄物	農業廢棄物	教育廢棄物	國防廢棄物	事業廢棄物再利用率	掩埋處置減量率	焚化處理減量率
	2007	75%	20%	5%	5%	15%	65%	75%	10%	85%
	2011	80%	30%	10%	10%	20%	70%	80%	25%	50%
	2020	85%	45%	20%	20%	70%	80%	85%	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)，2005

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(3)

未來發展目標與策略



推動國內外資源化技術與產品交流
建立資源化產品規範與驗證制度
提高資源化產品附加價值、開拓市場接受度

事業廢棄物減量與資源回收再利用

事業廢棄物資源回收再利用策略

願景

資源循環型生產社會

總目標

朝向零廢棄物邁進

目標

- 整合各部會推動資源回收再利用
- 促進產業與公會落實源頭減量
- 強化資源與再生產品市場機制
- 健全事業廢棄物再利用交換資訊
- 培訓具資源化產業之專業人才與技術
- 提昇全民資源回收再利用意識
- 增加資源回收再利用經濟誘因

實施策略

1. 積極推動廢清法與資再之兩法合一
2. 整合各部會資源回收再利用推動
3. 強化源頭減量工作
4. 積極推動資源回收再利用
5. 提供經濟誘因，促進業者投資
6. 強化資源再生市場機制
7. 健全市業廢棄物再利用基線資料
8. 提升資源化產業之專業人才與技術培訓
9. 海外市場行銷
10. 加強教育宣導及資訊

事業廢棄物
資源回收再利用策略 (1)

- 積極推動廢棄物清理法與資源回收再利用法二法合一
  - 名詞定義與體系上之釐清與整合
  - 入源頭減量的精神、檢討再利用管理規範，暢通資源化管道
- 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
- 整合各部會資源回收再利用推動
  - 透過現行資源回收再利用促進委員會，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
  - 蒐集彙整，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。

事業廢棄物
資源回收再利用策略 (2)

■強化源頭減量工作

➢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

➢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。

■積極推動資源回收再利用

➢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

➢建立國內可再生營建資源市場機制產業化之發展；研訂營建再生材料品質標準規範及修訂相關作業要點

■提供經濟誘因，促進業者投資

➢辦理獎勵表揚活動

➢提供優惠取得土地措施

事業廢棄物
資源回收再利用策略 (3)

■強化資源再生市場機制

- 建立再生產品驗證體系，如認證業務、資源化產品品質、監督認證活動
- 建立再生產品規範或國家標準，供業者及消費者有所依循
- 提升資源回收再利用事業建立內部自主性管理制度，如ISO14001。
- 輔導企業界進行產品環境化設計

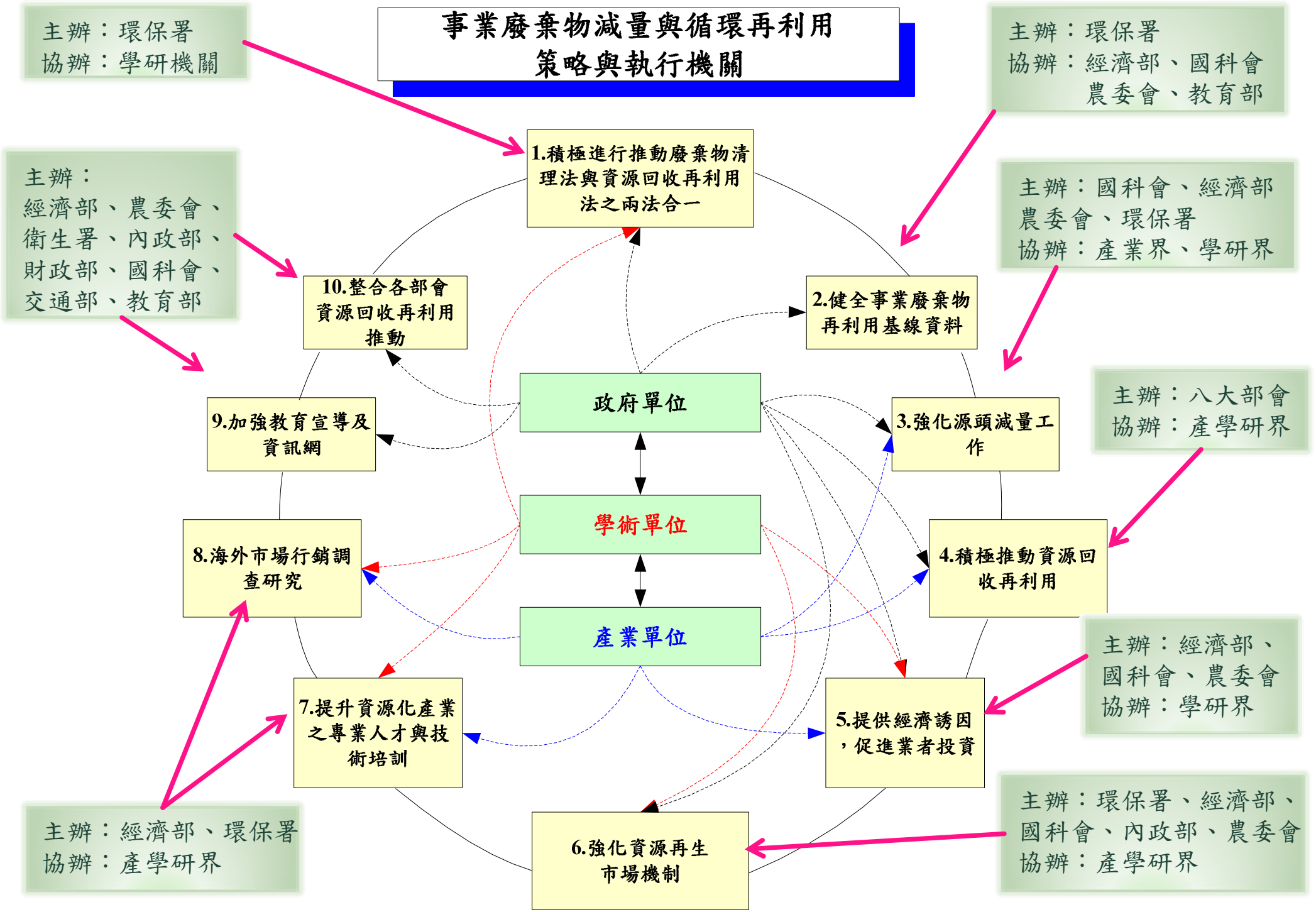
■提升資源化產業之專業人才與技術培訓

- 協助業界研發及提升再生技術
- 提高研發廢棄物資源化技術經費比例
- 編印資源化應用技術手冊

■海外市場行銷

- 推動海內外資源化技術及產品交流，並與相關廠商組成策略聯盟，以順利進入國外市場。

事業廢棄物減量與循環再利用策略及其相關執行機關

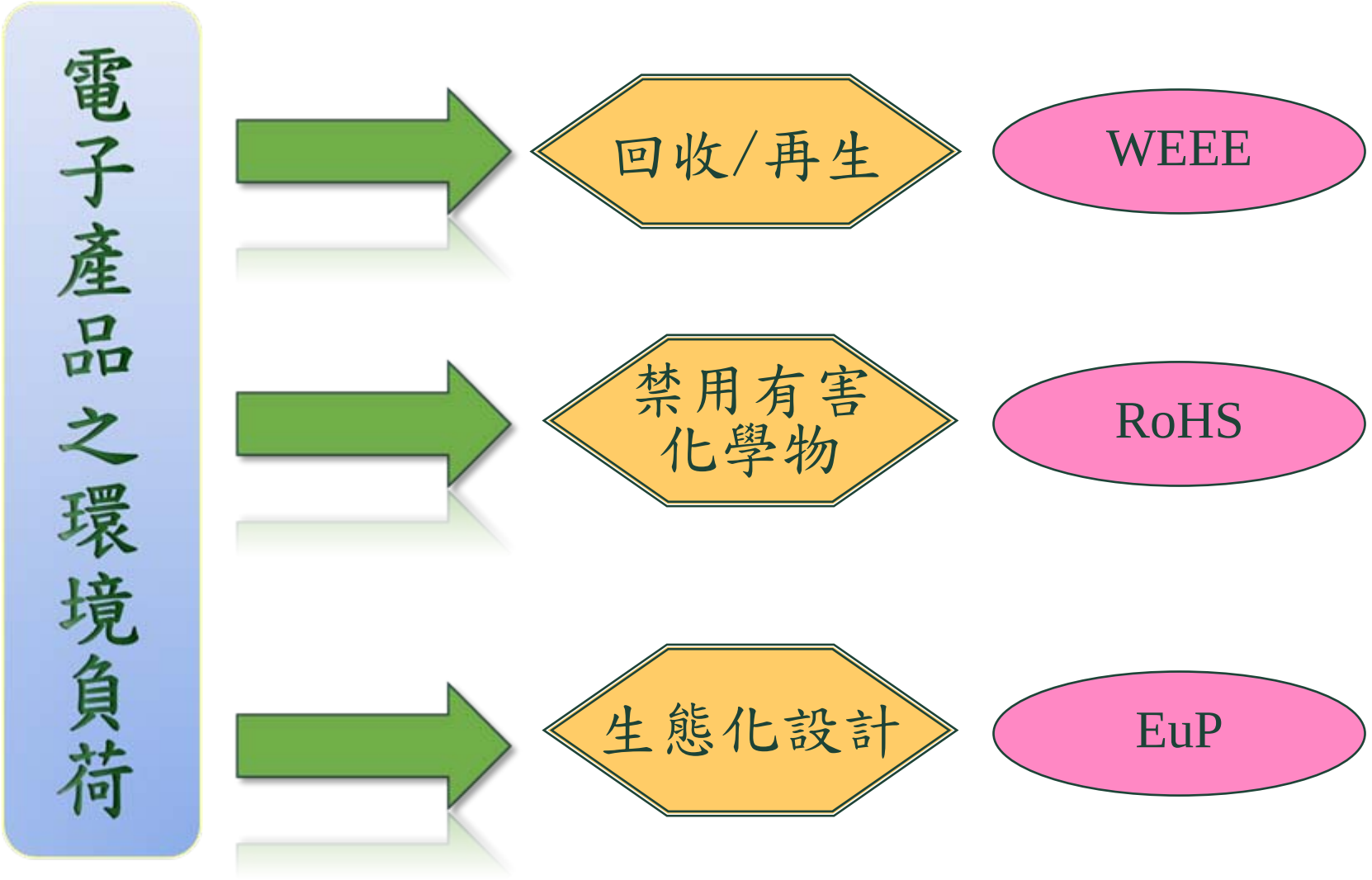


事業廢棄物資源回收再利用績效指標

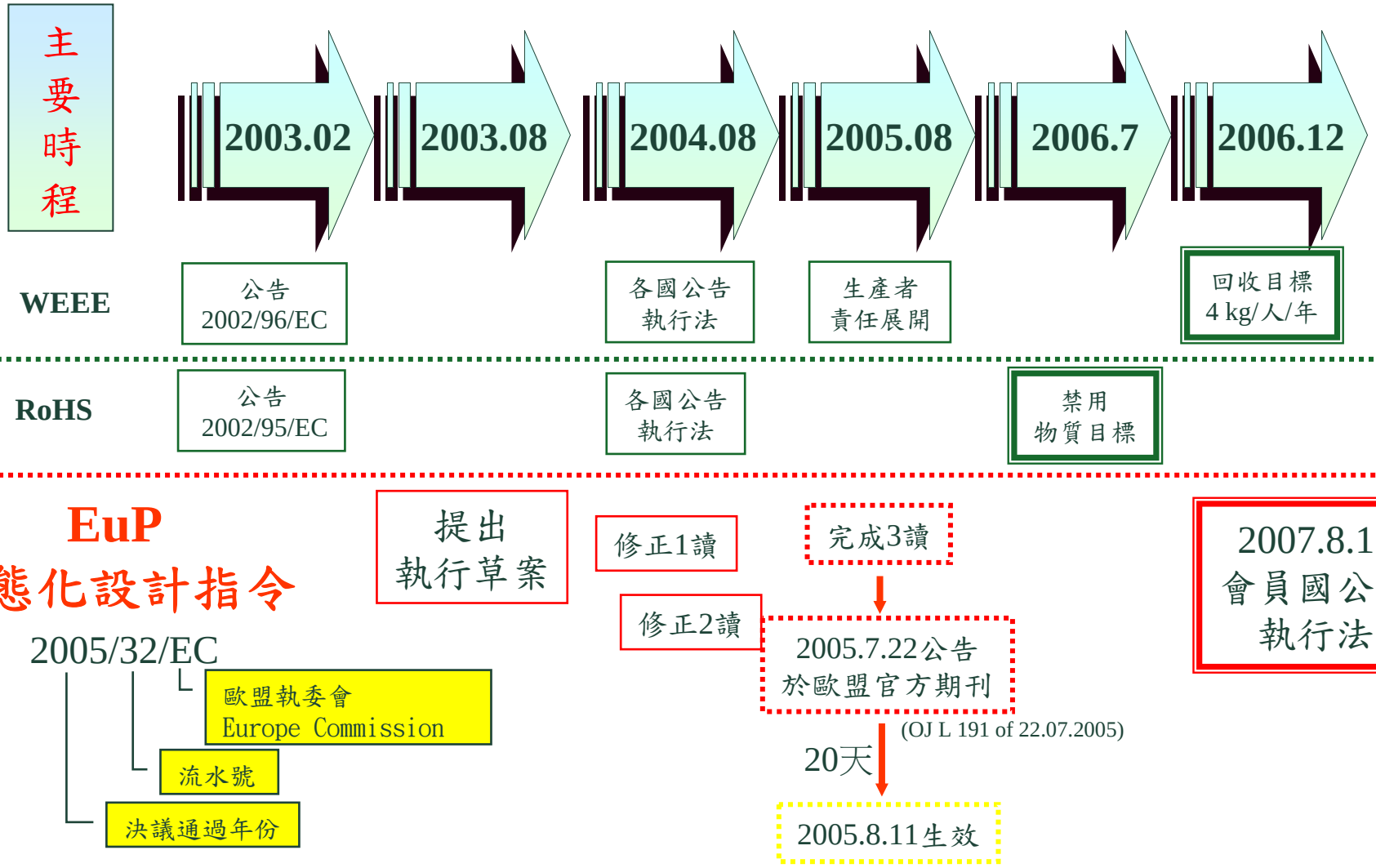
類型	績效指標	說明
投入	廢棄物管理花費	執行廢棄物管理及回收再利用總經費。
	投入環境化設計之設備成本	投入環境化設計之設備成本
	禁限用物質檢測設備成本	投入禁限用物質(RoHS)之檢測成本
	再生資源及產品使用量	使用再生資源或產品的使用量。
	再生產品檢測費	再生產品是否符合國家標準之檢測費用。
	員工教育訓練	投入資源回收再利用之員工教育訓練費用。
產出	節約能源效益	從事資源回收再利用後節約能源之效益。
	產能提升效益	從事資源回收再利用後節約能源之效益。
	回收具價值材料之經濟效益	廢棄物經回收再利用後，創造出之效益。
品質	再生產品品質合格率	再利用產品符合CNS國家標準規範或經中央主管機關規定之標準
結果	事業廢棄物減量目標達成率	廢棄物減量達到訂定目標之比率
	事業廢棄物回收再利用目標達成率	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

四、歐盟三大指令對我國產業影響與衝擊

歐盟3大指令的管制與影響



歐盟3大指令之發展歷程



歐盟WEEE定義之十大廢棄物

1. 家電產品
2. 小型家電用品
3. 資訊、通訊及辦公室自動化產品(IT產品)
4. 消費/娛樂電子產品
5. 電燈
6. 電動工具
7. 玩具、運動及休閒產品
8. 醫療產品
9. 偵測與控制儀器
10. 自動販賣機

歐盟WEEE指令內容

- 電機電子產品設計
  - 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
- 廢棄電機電子設備之回收
  - 設置回收系統使最終持有者能免費退還其廢棄物
  - 供應新產品，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
  - 廢電機電子設備移轉至合格處理機構進行回收再利用
  - 2006年每人回收率4kg/人
- 清楚標示分類回收標誌

歐盟WEEE回收再利用之目標

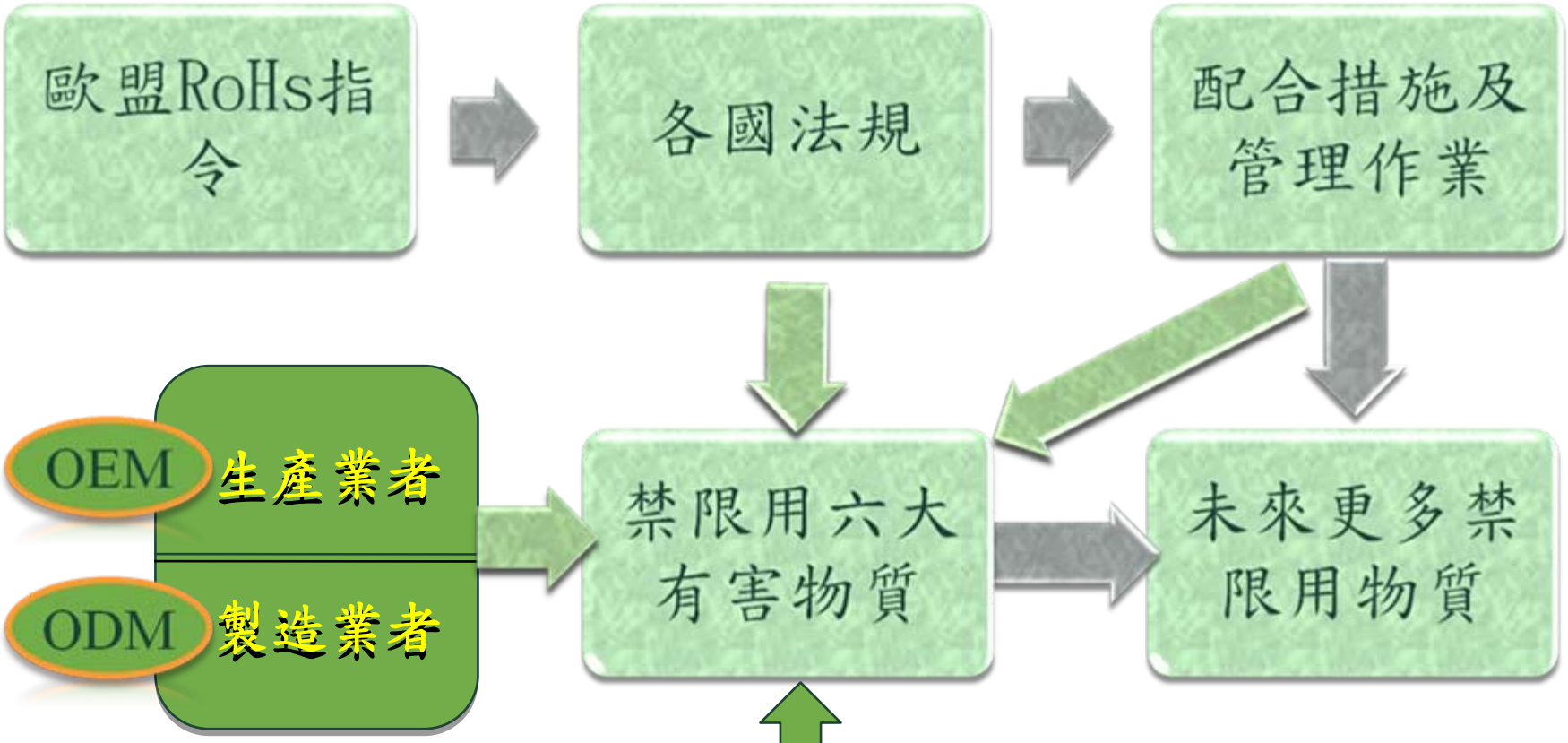
會員國應保證生產者在2006年12月31號前達到各項設備之回收率與再利用率之目標

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）	以後	以後
監控儀器	70%	50%
自動販賣機	80%	75%

歐盟RoHS指令內容

- EU 2002/95/EC
- 會員國應確保自2006年7月1日起，新售的電機及電子設備在投入市場者不可包含
  - 鉛、鎘、六價鉻、汞、多溴聯苯(PBB)或多溴化二苯乙醚(PBDE)
  - 限制或禁止使用於EEE之國家措施應在2006年7月1日採用於本指令前要維持與歐盟法令一致。

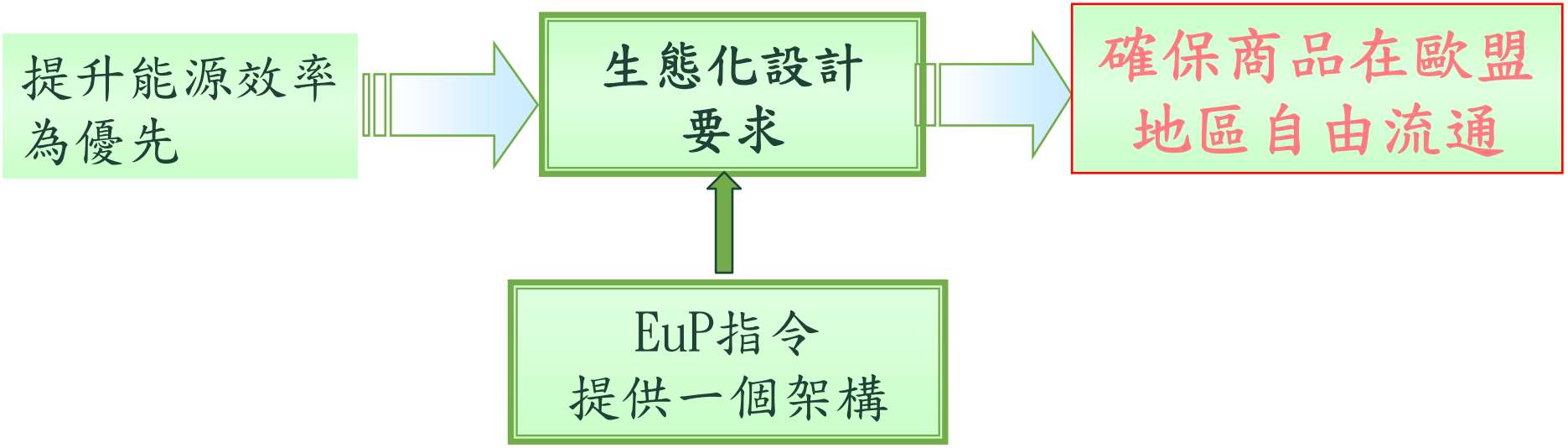
歐盟RoHS指令之管理架構



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%。

歐盟EuP指令架構

- ❖ 法規位階：類似我國之母法
- ❖ 主要規範對象：歐盟、各會員國



- 遵守整合性產品政策（Integrated Product Policy, IPP）的基本原則。
- 以生命週期思維（Lifecycle Thinking），讓消費者瞭解所消耗的能源，並建立環境特性說明書(Eco-profile)

歐盟EuP管制對象與要求重點

重點

能源產品的使用：***Energy Using Products, EuP***

對象

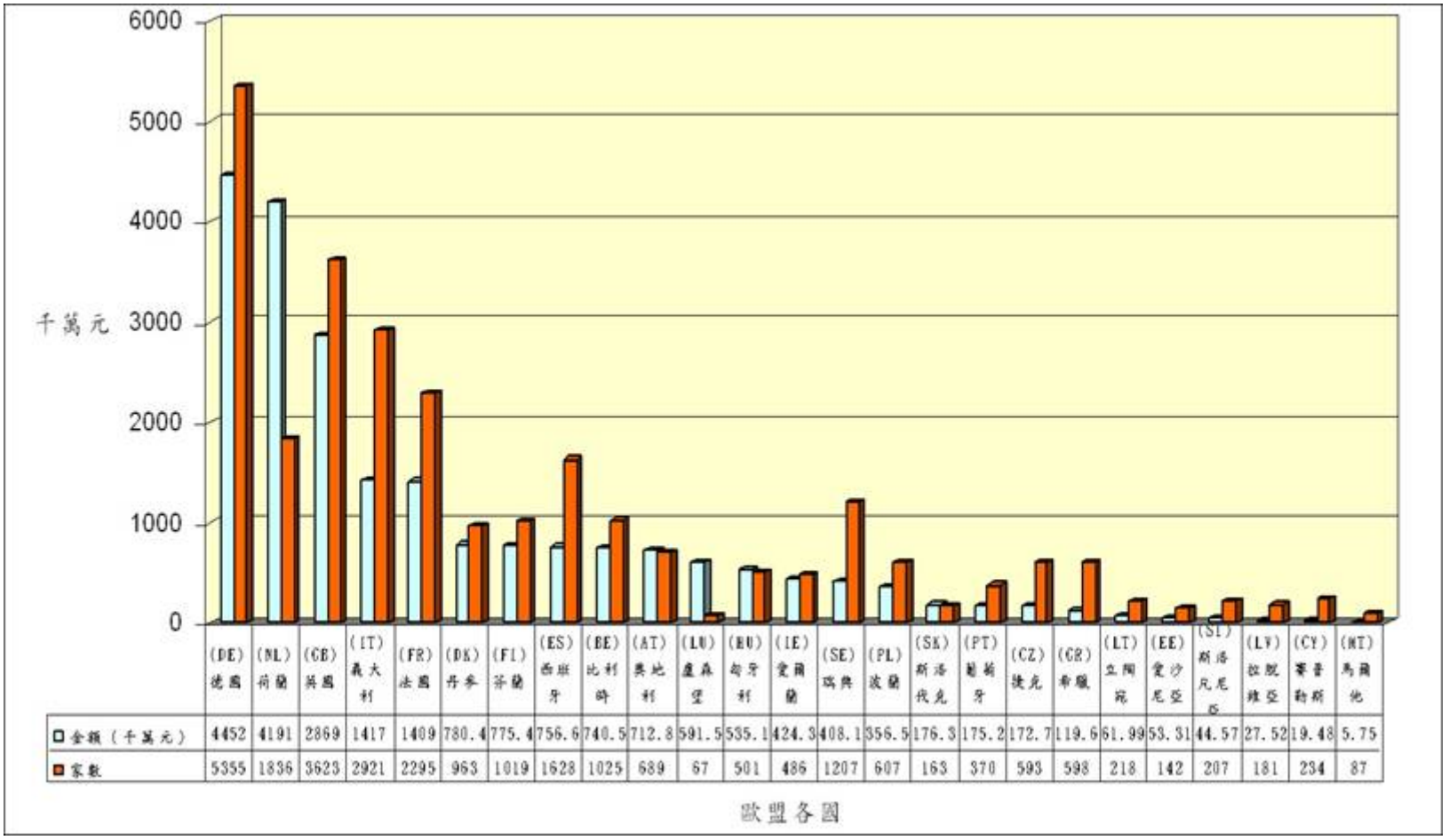
- 鍋爐、熱水器、個人電腦螢幕、電視等共14項，
- 不包含交通運輸工具

生態化設計要求：*Eco-design Requirements*

- 指為改善環境績效而對EuP訂定之要求
  如：能源效率、鉛含量、製程污染排放...
- 將「生態化設計」的訴求轉化為對產品的
  強制性要求。

歐盟EuP指令對我國產業之影響

- 總金額: 2,127.47億元新台幣
- 我國輸歐廠商數: 27,015家



歐盟三大指令對我國的衝擊

- 影響輸歐盟廠商：3萬家
- 受影響年產值：4,000億元

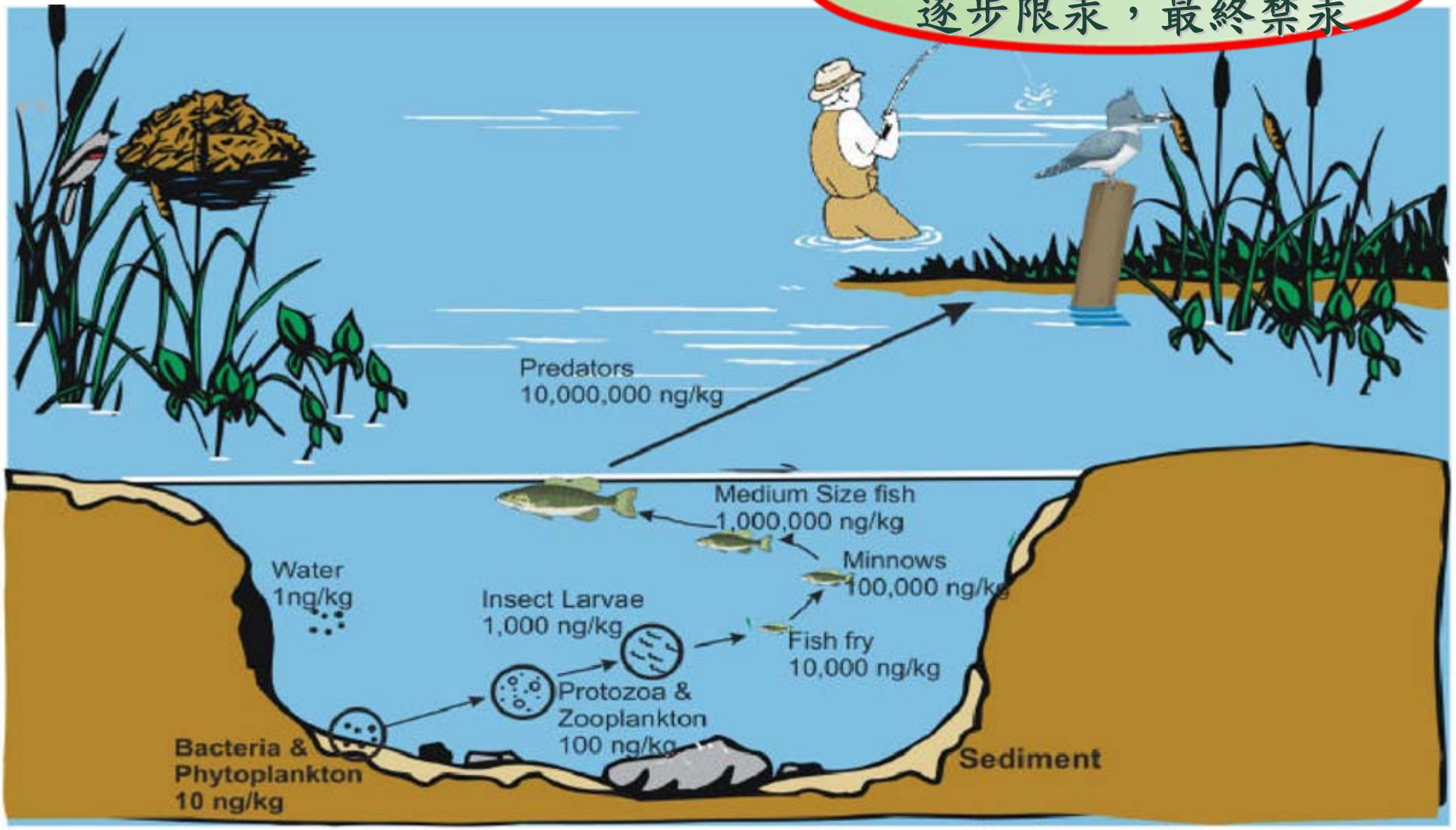
- 產業鏈有害物質限禁用
- 研發對環境更友善的材料
- 製程改變、成本提高

- 對資訊掌握認知不足
- 不具生態化設計能力
- 缺乏產品環境衝擊評估能力
- 產品生態特性資料庫不足

五、國內事業廢棄物資源化再利用未來研發方向

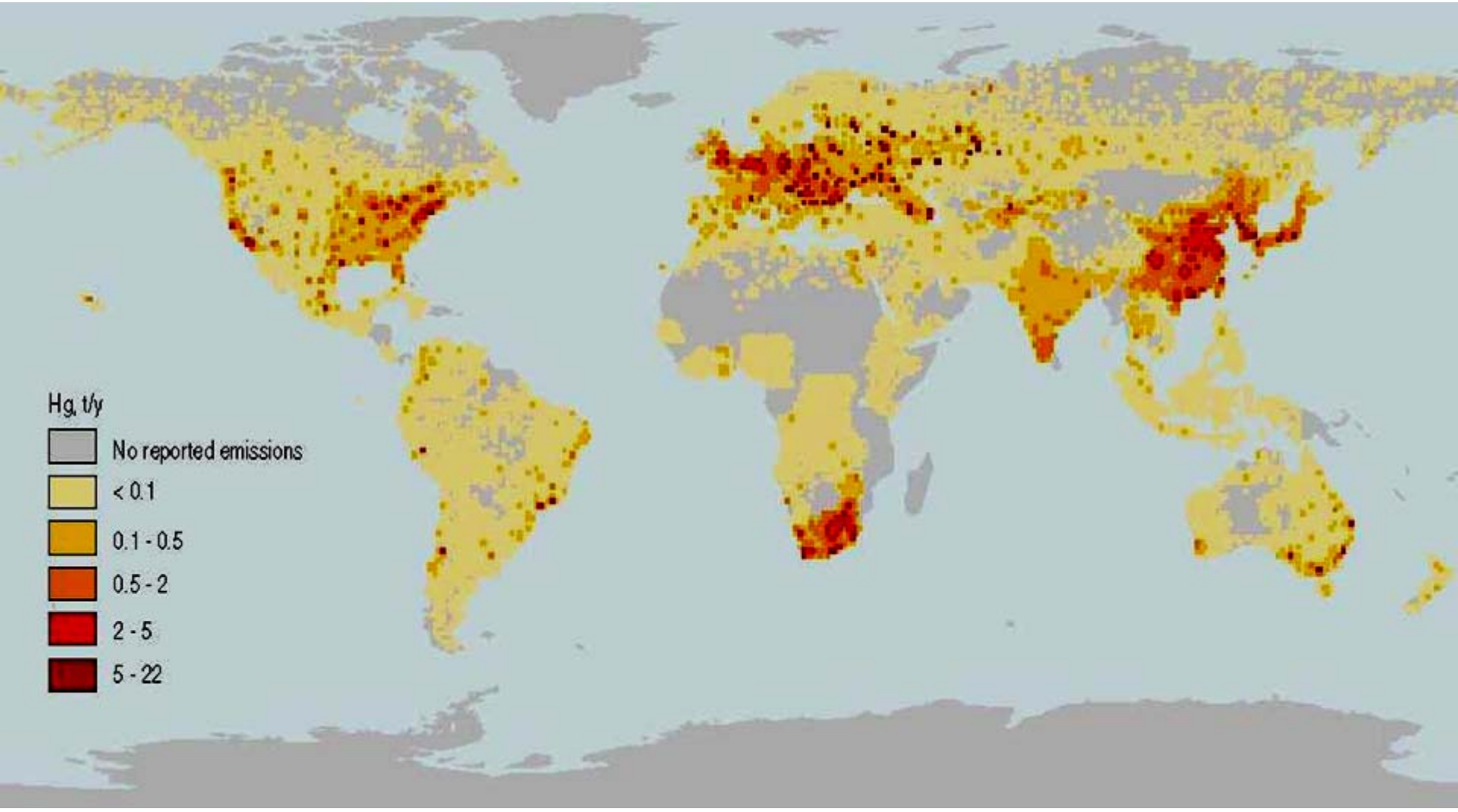
汞之生物放大作用

國際趨勢：
逐步限汞，最終禁汞



Biomagnification of Mercury

Spatial distribution of global emissions of mercury to air



Source: UNEP Global Mercury Assessment, 2002, using J. Pacyna 1995 data, as presented by AMAP (1998).

廢含汞燈管處理方式與資源化背景

Rotating Rotary - Batch Vacuum

Courtesy of ETG

Continuous Rotary Thermal

Southern Maryland Project – Performed by ETG for USACE

Stationary Rotary Retorts

Courtesy of Mercury Waste Solution

Stationary Ovens

Courtesy of Summit Valley

廢含汞燈管處理方式與資源化背景

最具潛力之汞處理與回收

Interior of 30 cubic foot capacity retorts shown during loading.

Courtesy of Summit Valley

國內實績

- 台塑汞污泥
- 義芳化工廠土壤汞污染

廢含汞燈管處理方式與資源化背景

核心單元：汞回收冷凝

Courtesy of Summit Valley

冷凝後
汞濃度為
90-99%

廢含汞燈管處理方式與資源化背景

汞之蒸餾系統

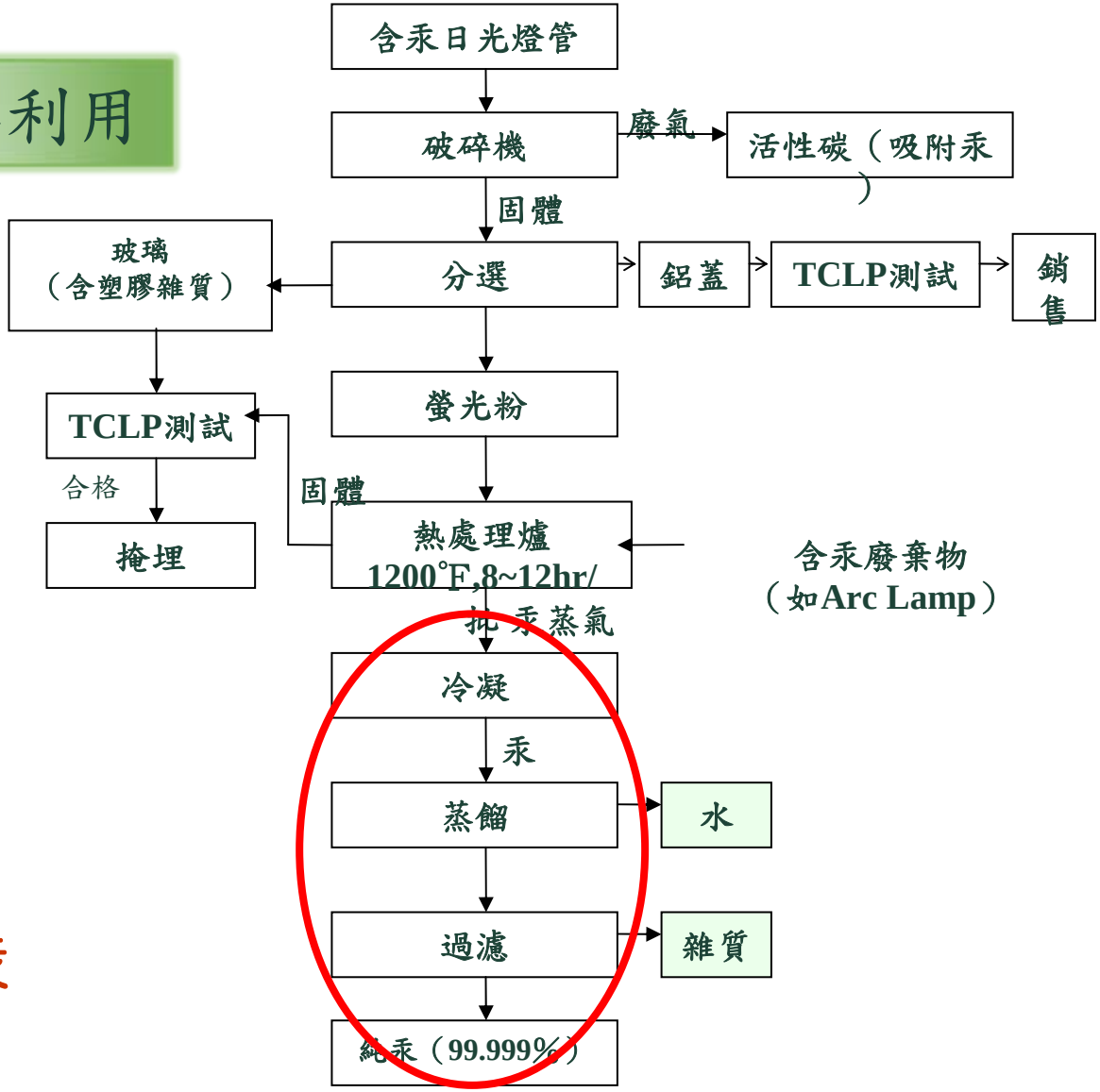
Courtesy of Bethlehem Apparatus

- Triple Distillation – Technical pure mercury (99.99% purity)
- Quadruple Distillation – Virgin quality (99.9999% purity)

1.廢含汞燈管資源化再利用

廢含汞燈管資源化再利用

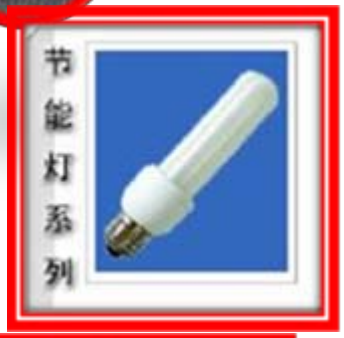
- 資源化產品：純汞
- 汞純化：99.999%
- 回收等級：優

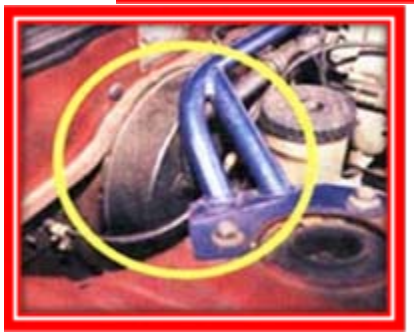


美國AERC,PA廠含汞廢棄物處理流程

2. 廢含汞元件資源化再利用

廢含汞元件資源化再利用





1. 溫度計

2.血壓計

3.螢光燈

4.化妝品

5.電池

6.汞合金(俗稱銀粉)用於補牙材料

7.汽機車啟動器、ABS系統

3.車輛含汞元件資源化再利用

- 平均每部運輸機具中有1.06個啟動器；每一啟動器含汞量為0.8g。
- 回收含汞元件可隨著回收系統之運作(ELVs指令)。

4. 煉鋼集塵灰資源化再利用

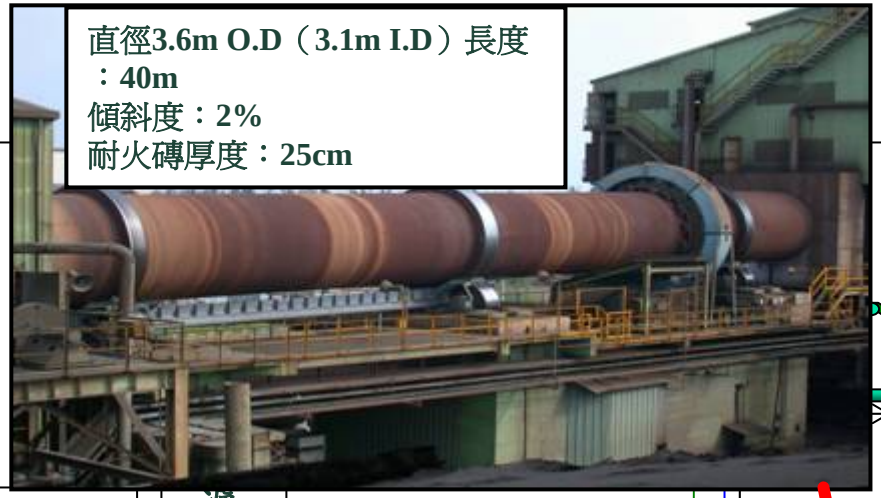
煉鋼集塵灰資源化再利用

集塵灰以鐵和鋅含量最多其餘重金屬成份為鉛、鎳、鉻、錳、銅等

掩埋 → 酸雨的沖蝕溶出等，而危害到附近之生態

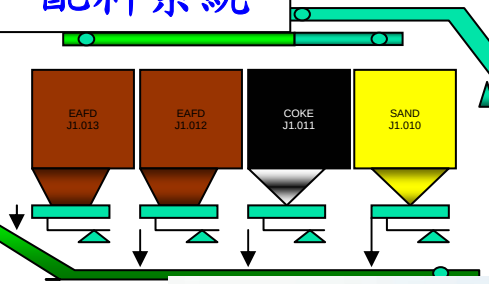
固化 → 體積增加，未能完全根絕污染

資源化 →
- 金屬重新蒸發並冷凝收集
- 運用於道路骨材及水泥原料



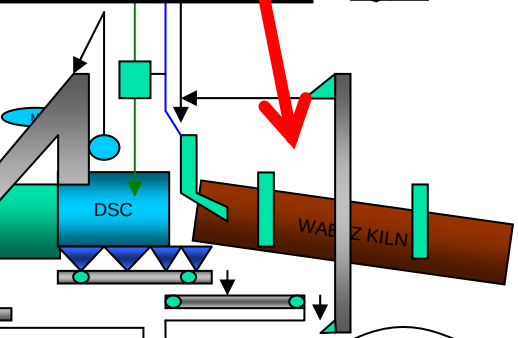
直徑3.6m O.D（3.1m I.D）長度：40m
傾斜度：2%
耐火磚厚度：25cm

配料系統



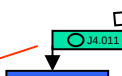
廢氣

濾系統



排氣管

重力集塵/渦錐式集塵



粗氧化鋅

回收的碳粒

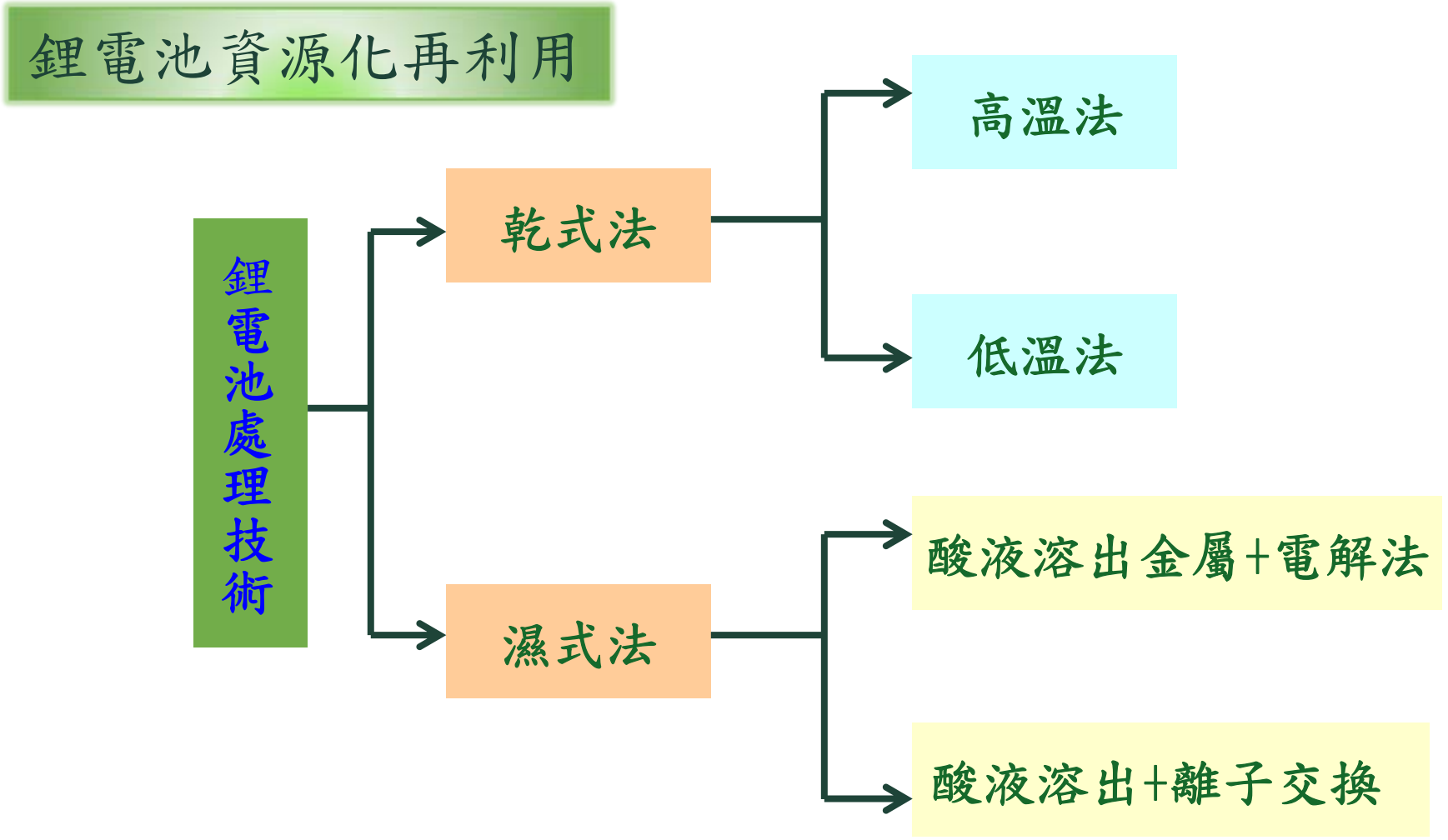
爐渣（<100nm）

5. 鋰電池資源化再利用

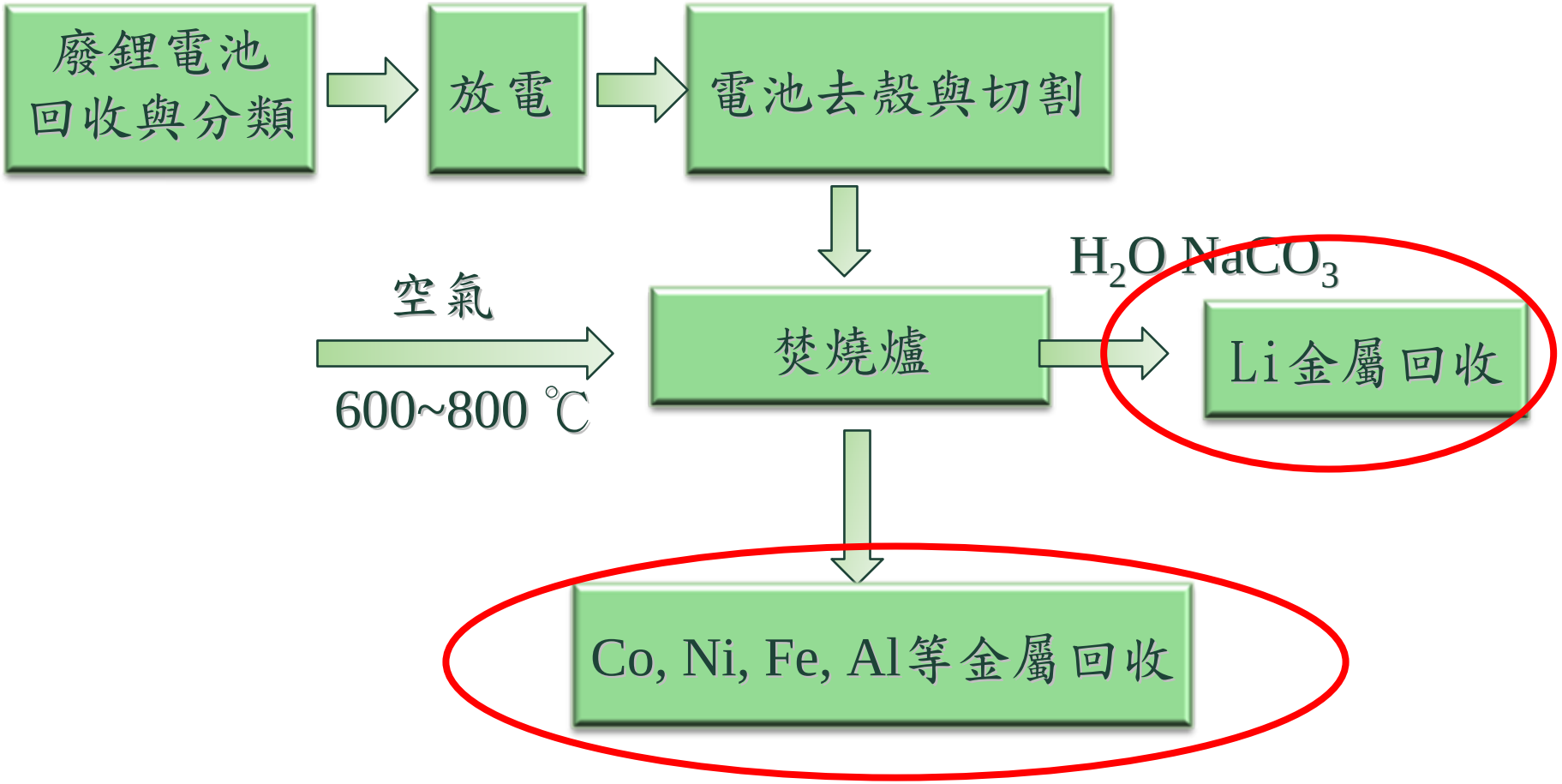
鋰電池資源化再利用

材料種類	材料名稱	危險性
正極材料	$LiCoO_2$	1. 呼吸接觸引起肺部病狀 2. 燃燒後會產生有毒的氣體
	$LiMn_2O_4$	
	$LiNiO_2$	
負極材料	碳材	1. 皮膚接觸會引起過敏 2. 呼吸接觸會引起肺部病狀 3. 燃燒後會產生CO及CO_2氣體
	石墨	
電解液鹽類	$LiPF_6$	1. 燃燒後會產生HF，及P_2O_5等有毒氣體
電解液溶劑	EC、PC、DMC DEC	1. 燃燒後會產生CO及CO_2氣

5.鋰電池資源化再利用

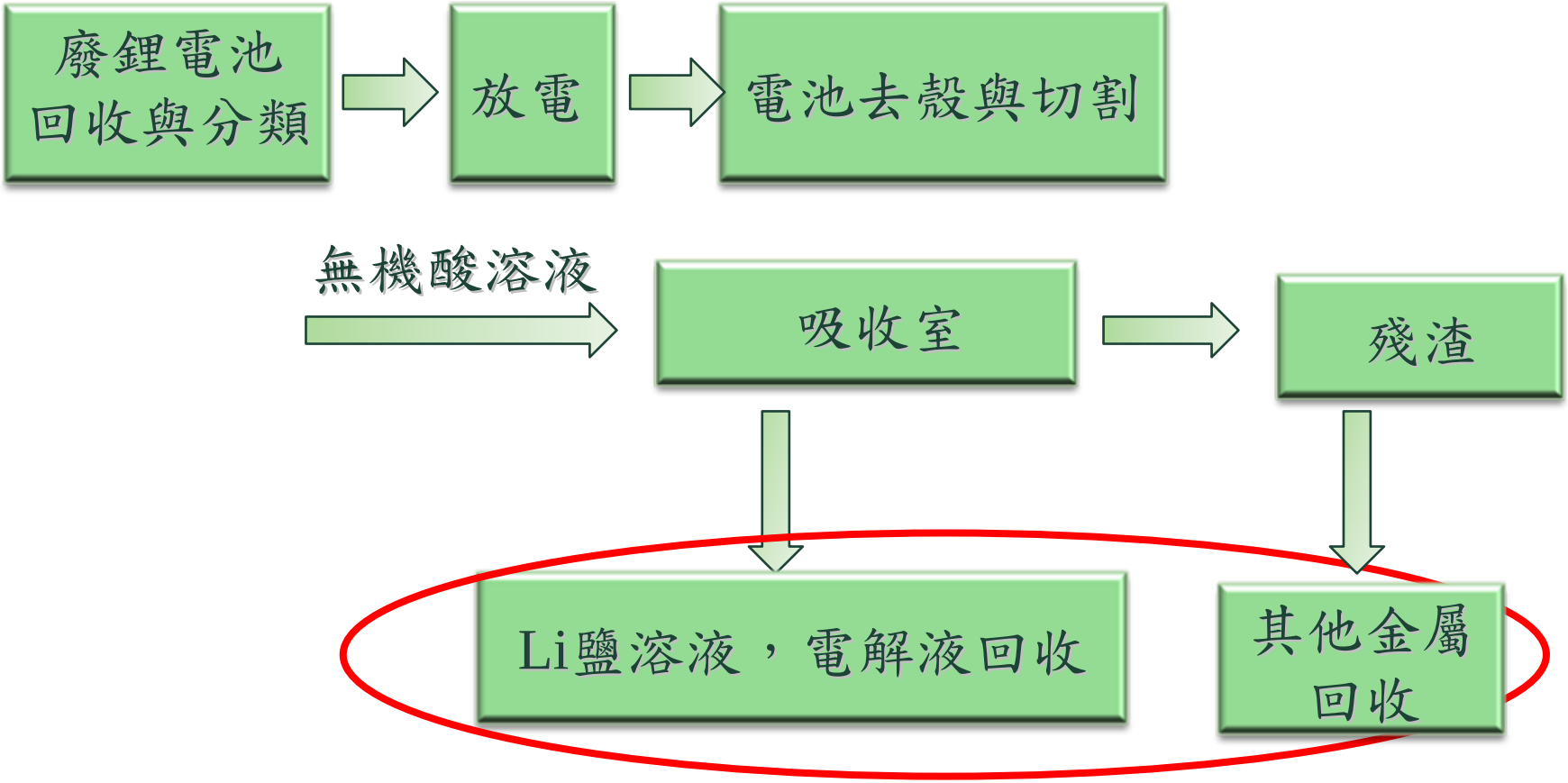


5. 鋰電池資源化再利用



廢鋰電池乾式處理法示意圖

5. 鋰電池資源化再利用

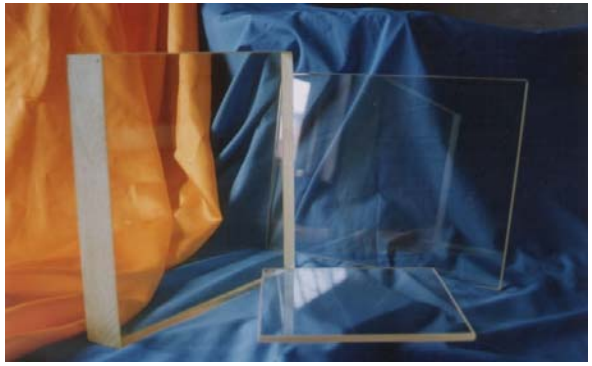


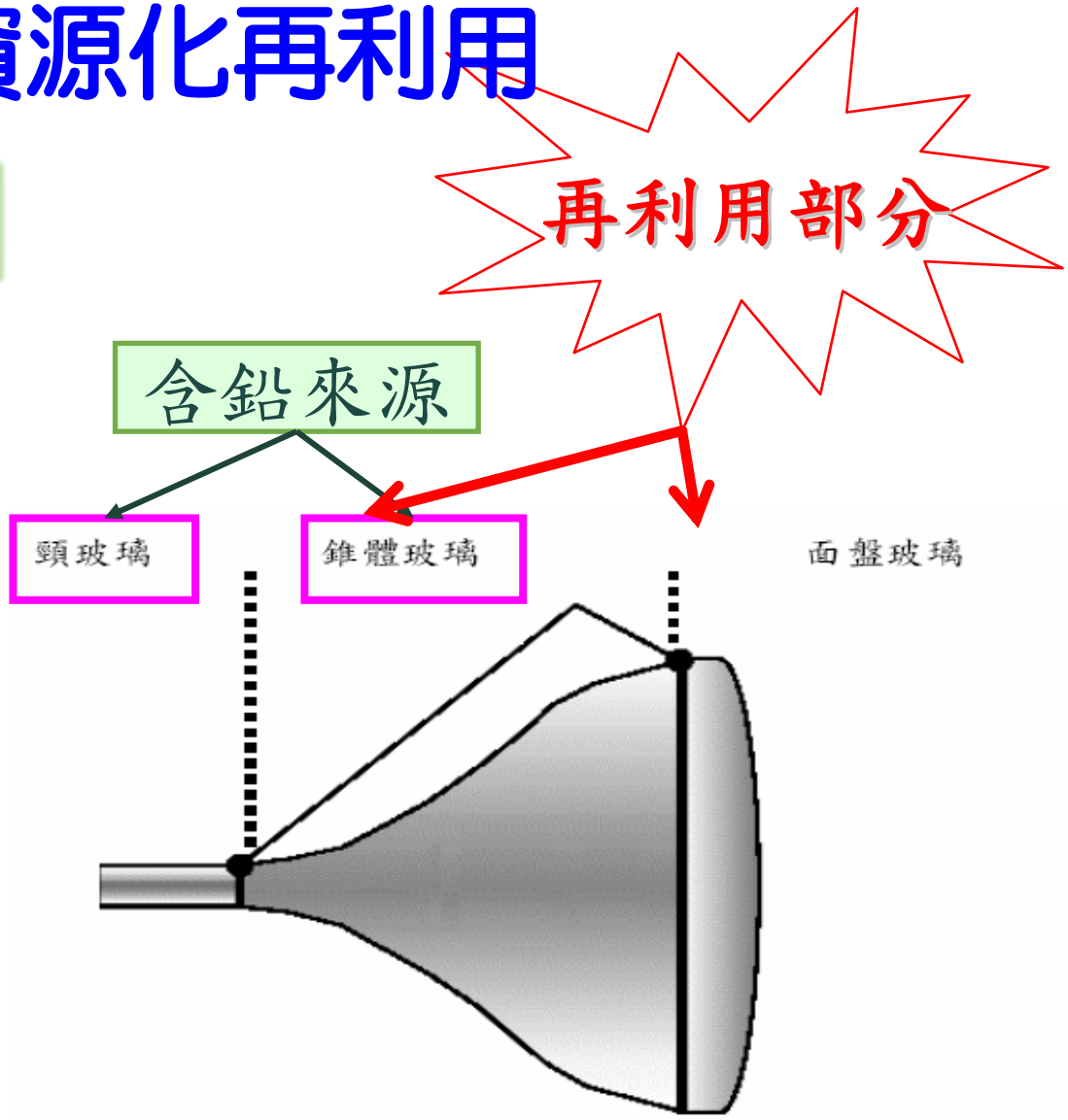
廢鋰電池濕式處理法示意圖

6.廢鉛玻璃資源化再利用

廢鉛玻璃資源化再利用

- 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。
- 掩埋於土壤中，對土壤造成嚴重的污染





一般CRT之主要玻璃組成

6.廢鉛玻璃資源化再利用

回收、資源化再利用

使用終了廢棄CRT 玻璃常見之再利用之用途

廢棄CRT種類	面盤玻璃	錐體玻璃
目前常見再利用之用途	1. 作為磚或陶瓷之助熔劑 2. 使用於磚製造	1. 作為熔煉時之助熔劑 2. 使用於新製CRT玻璃 3. 使用於製造

資源化產業之具發展潛力產品

- 灰渣資源化產品
- 污泥資源化產品
- 複合性電子廢棄物資源化產品
- 重（貴）金屬回收資源化產品
- 廢液回收再生產品

資源化產業之關鍵性技術

- 灰渣資源化技術
- 電子廢料回收技術
- 重金屬污泥資源化技術
- 生態化水泥製造技術
- 廢酸回收技術
- 重（貴）金屬回收技術

簡報完畢

敬請指教