環境部
Ministry of Environment



廢棄物資源循環技術現況及未來發展

廢棄物專責人員
在職回訓教材

簡報大綱

01 廢棄物管理演進

02 廢棄物處理現況

03 廢棄物處理困境

04 資源循環技術

05 未來發展

06 結論

廢棄物管理演進

01

環境部
Ministry of Environment

廢棄物管理演進

民國63年公布
「廢棄物清理法」

民國76年升格成立
「行政院環境保護署」

民國78年成立
「工業減廢聯合輔導小組」

民國85年推動
「工業減廢中衛輔導體系」

民國86年推動
「資源回收四合一計畫」

民國87年成立
「資源回收管理基金管理委員會」

民國89年
成立「事業廢棄物管制中心」
推動「資源循環產業輔導計畫」

民國91年公布
「資源回收再利用法」

民國91年推動
「環保科技園區」

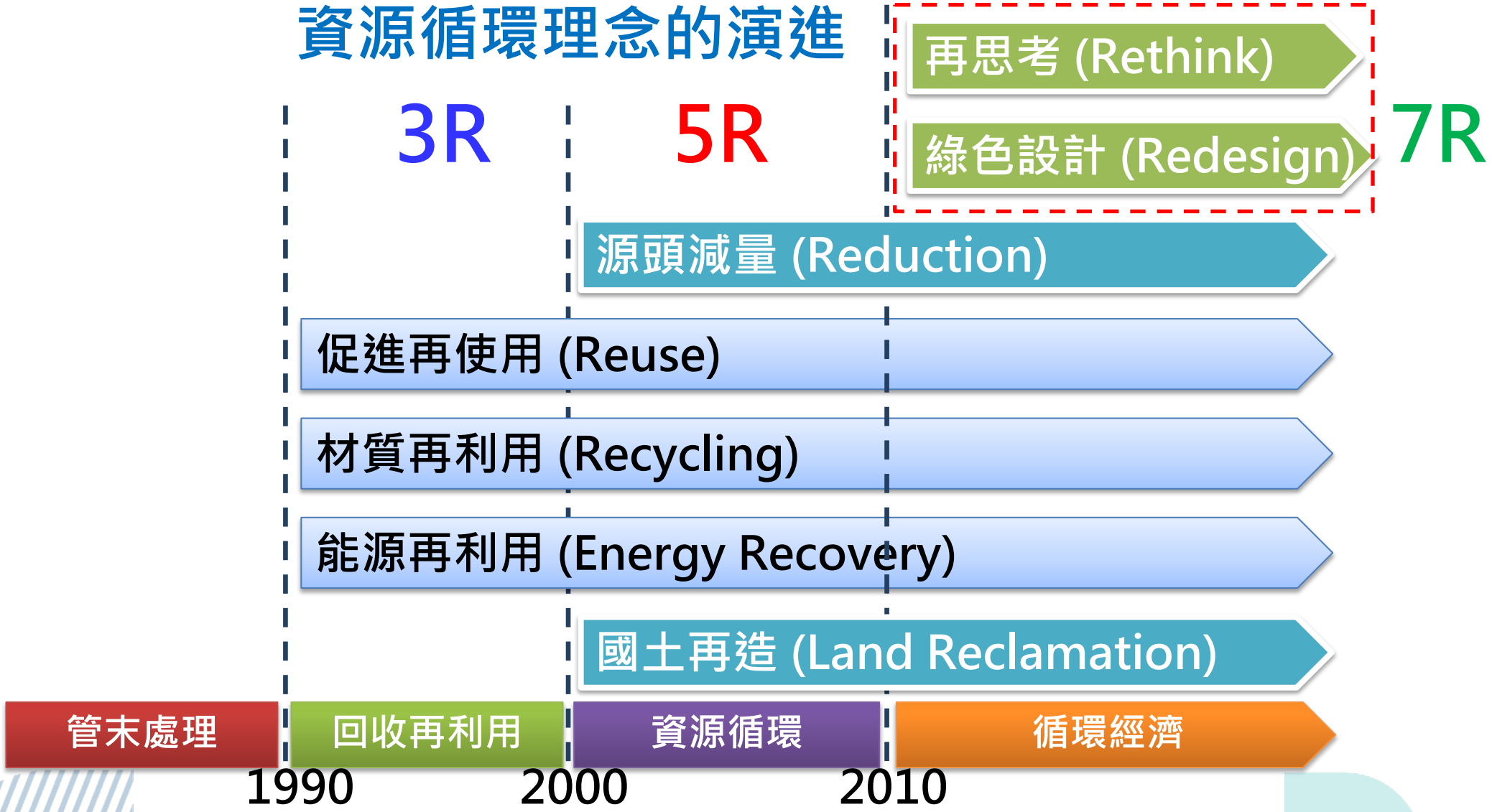
民國91年公布
「經濟部事業廢棄物再利用管理法」

民國94年推動
「垃圾強制分類」

民國102年推動
「永續物料管理」
(Sustainable Materials Management, SMM)」

廢棄物管理（續）

資源循環理念的演進



廢棄物管理（續）

- 環境部為達到資源循環零廢棄，以「廢棄物清理法」為基礎，並融合「資源回收再利用法」的源頭減量概念，擬推動「**資源循環促進法**」，希望翻轉廢棄物定義，進而減少廢棄物產生、提升資源循環。
- 我國廢棄物管理理念已從過去搖籃 (Cradle) 到墳墓 (Grave) 的消極性管理，轉變為從搖籃 (Cradle) 到搖籃(Cradle)的積極性行動，邁向**低碳循環經濟型** (Circular Economy, CE) 社會。
- 因應全球淨零排放趨勢，減緩氣候變遷的衝擊，111年3月公布「**臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明**」12項關鍵戰略，其中，環境部推動關鍵戰略第8項「**資源循環零廢棄**」戰略並結合跨部會分工，擬訂3大目標、4大推動策略、10項關鍵項目優先推動，並規劃37項推動措施及71項行動。

廢棄物管理（續）

臺灣2050淨零轉型

12項關鍵策略

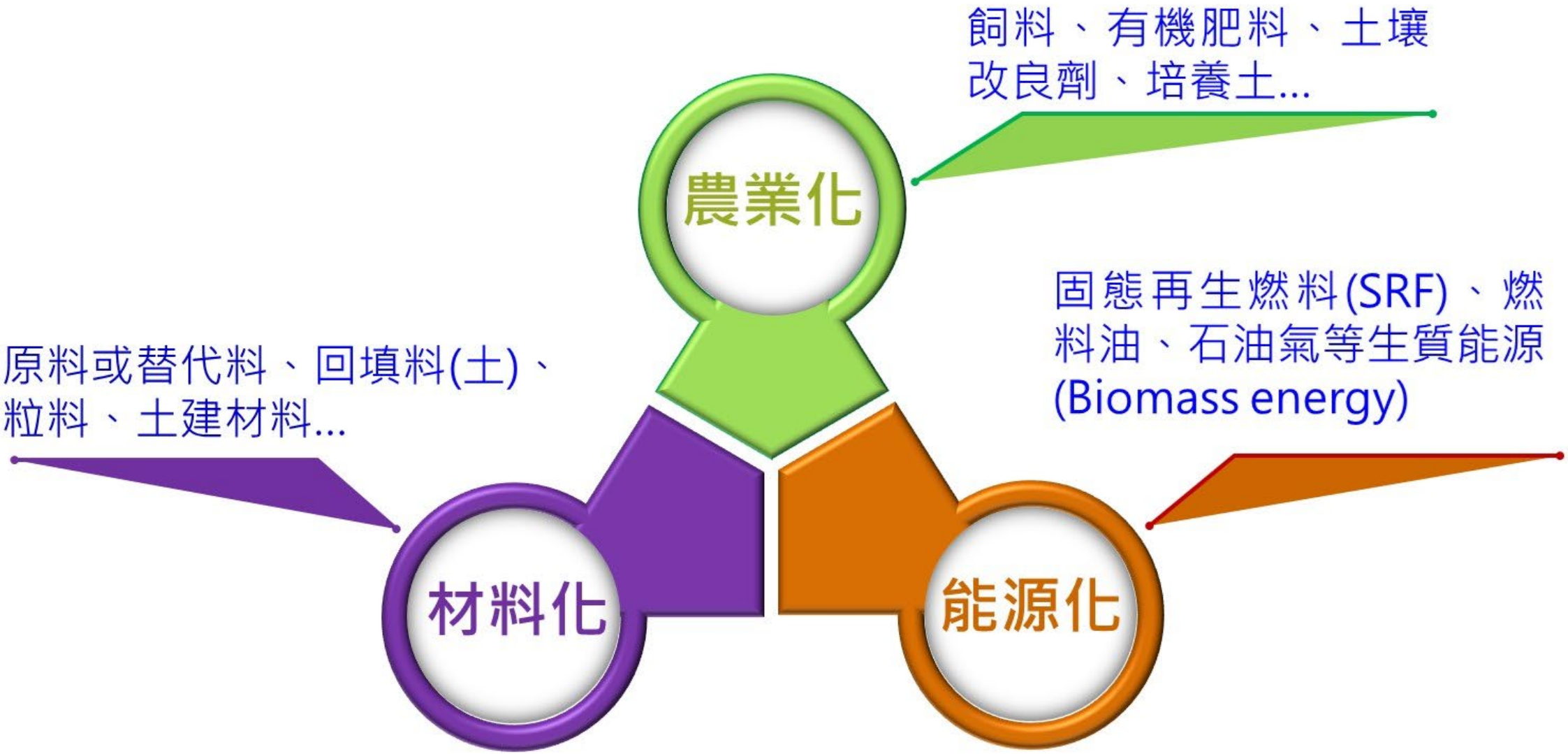


資源循環零廢棄

3目標、4策略、10關鍵項目



廢棄物管理（續）


飼料、有機肥料、土壤改良劑、培養土...
農業化
固態再生燃料(SRF)、燃料油、石油氣等生質能源(Biomass energy)
原料或替代料、回填料(土)、粒料、土建材料...
材料化
能源化

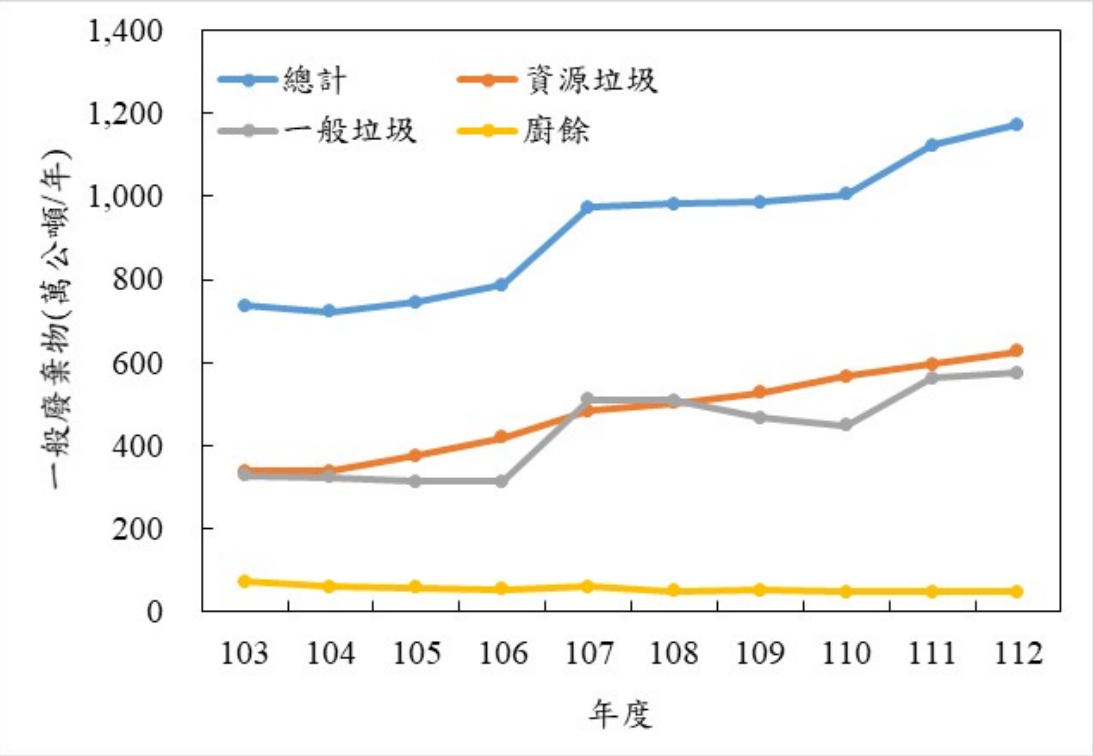
廢棄物處理現況

02

環境部
Ministry of Environment

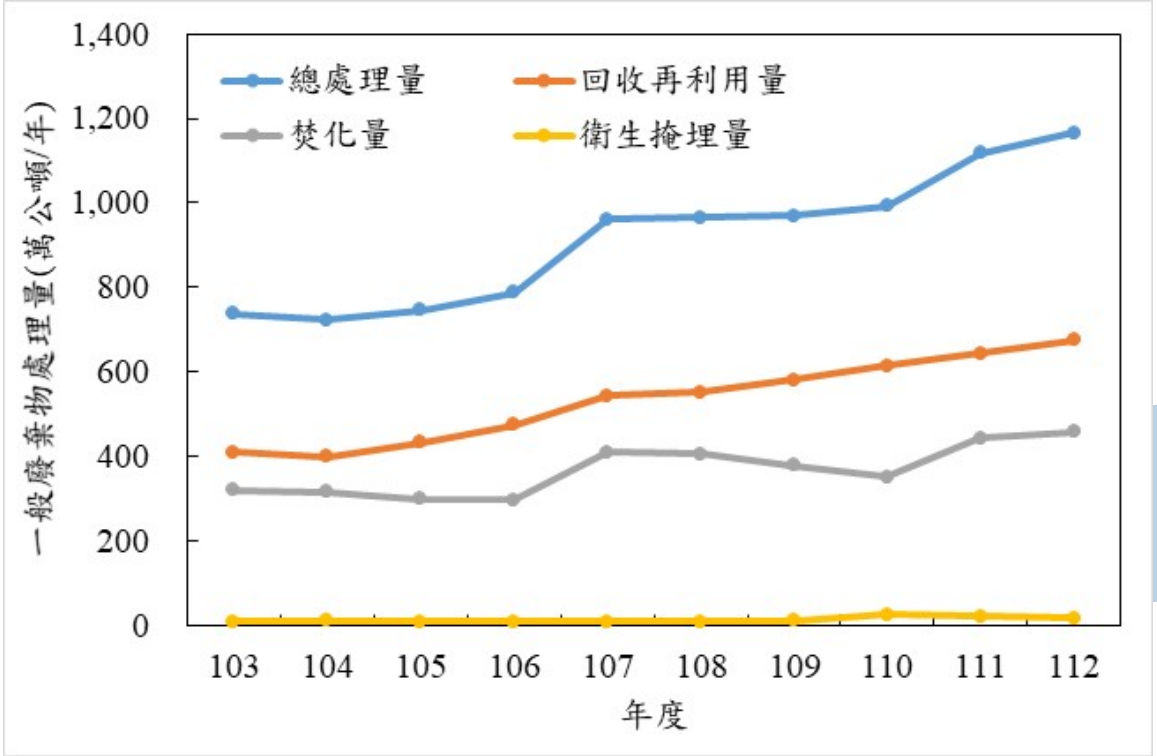
一般廢棄物處理現況

產出量



- 112年總量1,173萬3,068公噸/年，1.377 kg/人.日
- 一般垃圾：39.8-52.4%
- 資源垃圾：45.8-56.4%，逐年成長
- 廚餘：4.08-9.78%， 逐年降低

處理方式

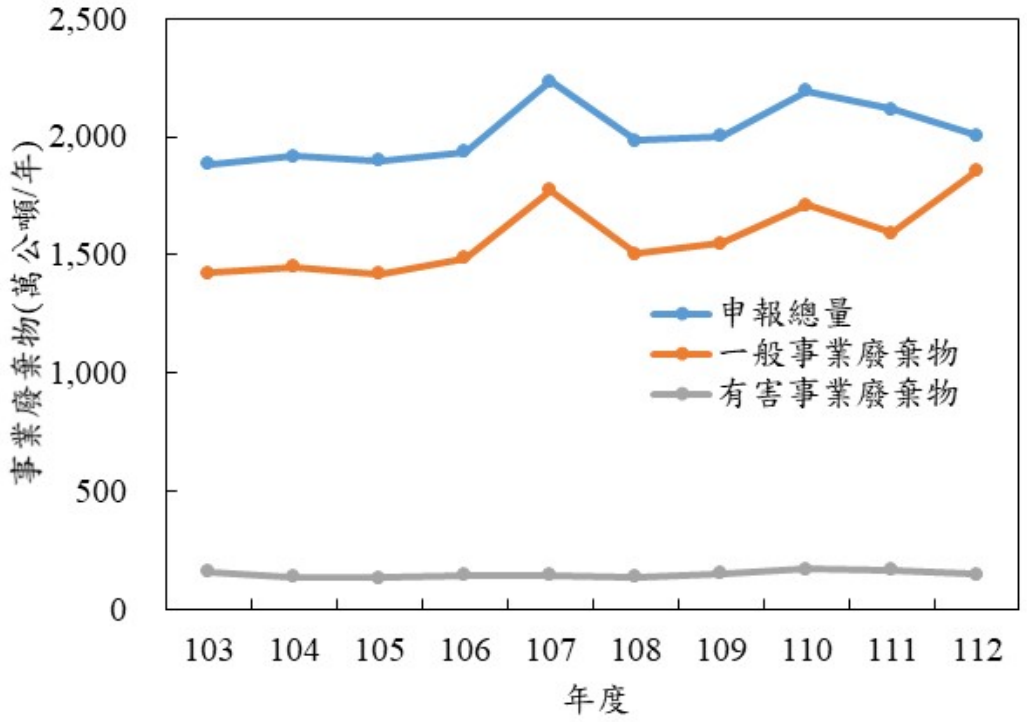


- 回收再利用處理：55.2-62.0%，逐年成長
- 焚化處理：37.7-43.5%
- 衛生掩埋處理：0.9-2.5%

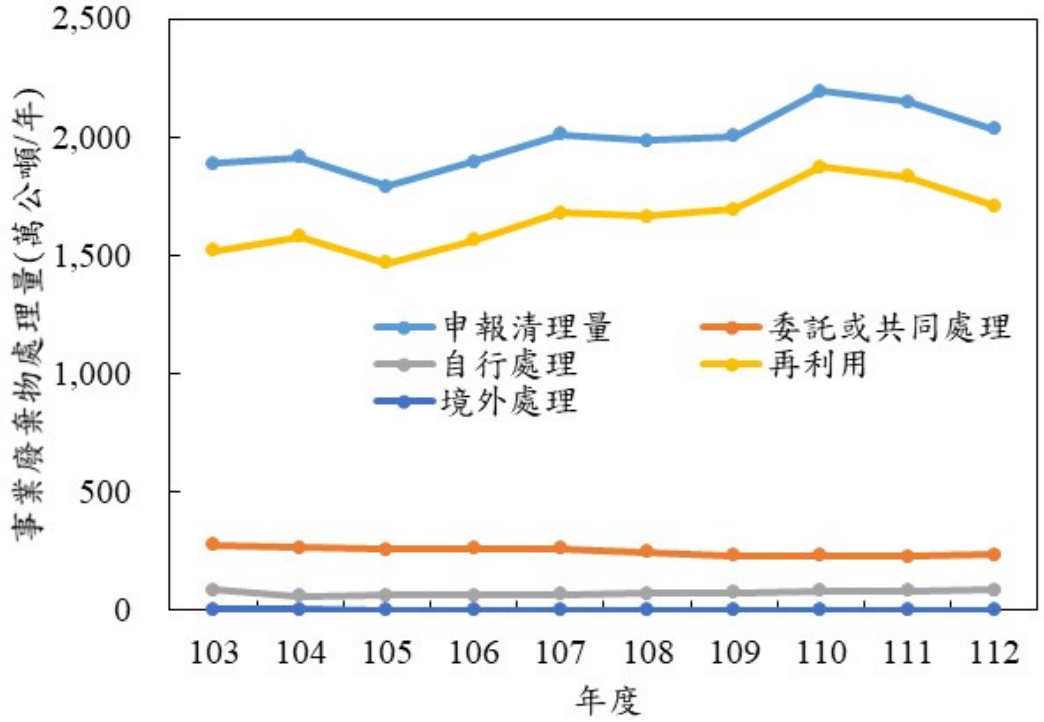
環境部
Ministry of Environment

事業廢棄物處理現況

產出量



處理方式



- 112年總量2,004萬公噸/年，一般事業廢棄物1,856萬公噸 (92.61%)，有害事業廢棄物148萬公噸 (7.39%)
- 一般事業廢棄物：92.14-93.41%
- 有害事業廢棄物：6.59-8.49%

- 委託或共同處理：10.6-14.6%（平均12.7%），逐年降低
- 自行處理： 3.19-4.59%（平均3.75%），微幅成長
- 再利用處理： 80.6-85.4%（平均83.4%），逐年成長
- 境外處理：0.04-0.26%

環境部
Ministry of Environment

事業廢棄物申報量

112年度排序	一般事業廢棄物	有害事業廢棄物
1	燃煤飛灰 (R-1106) 435.4萬公噸	廢液閃火點<60℃ (C-0301) 32.5萬公噸
2	營建混合物 (R-0503) 165.1萬公噸	廢液pH值≤2.0 (C-0202) 27.6萬公噸
3	電弧爐煉鋼爐氧化碴（石） (R-1209) 110.9萬公噸	電爐製鋼過程污染控制之集塵灰或污泥 (A-7101) 15.1萬公噸
4	無機性污泥 (D-0902) 105.6萬公噸	廢酸洗液 (R-2502) 13.1萬公噸
5	燃煤底灰 (R-1107) 93.3萬公噸	銅及其化合物（總銅） (C-0110) 10.1萬公噸

資料來源：環境部事業廢棄物申報量112年統計年報

廢棄物處理困境

03

環境部
Ministry of Environment

廢棄物處理困境



焚化設施
老舊處理
效能降低



掩埋設施
容量飽和
申設不易



有機污泥
廢溶劑及
煉鋼爐碴
等去化管
道受阻



再利用產
品流向追
蹤不易

該如何解決



廢棄物處理困境（續）



資料來源：環保署焚化廠營運管理資訊系統



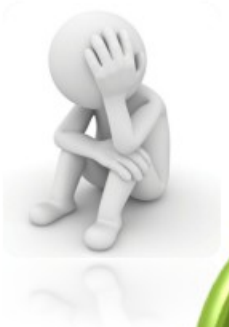


編號	廠名	型態	設計量(公噸/日)
1	基隆市	公有民營	600
2	臺北市內湖	公有公營	900
3	臺北市木柵	公有公營	1,500
4	臺北市北投	公有公營	1,800
5	新北市新店	公有民營	900
6	新北市樹林	公有民營	1,350
7	新北市八里	公有民營	1,350
8	宜蘭縣利澤	公有民營	600
9	桃園市中壢	BOO	1,350
10	新竹市南寮	公有民營	900
11	苗栗縣竹南	BOT	500
12	臺中市文山	公有民營	900
13	臺中市后里	公有民營	900
14	臺中市烏日	BOT	900
15	彰化縣溪州	公有民營	900
16	嘉義市	公有民營	300
17	嘉義縣鹿草	公有民營	900
18	臺南市城西	公有民營	900
19	臺南市永康	公有民營	900
20	高雄市中區	公有公營	900
21	高雄市南區	公有公營	1,800
22	高雄市岡山	公有民營	1,350
23	高雄市仁武	公有民營	1,350
24	屏東縣崁頂	公有民營	900
25	臺東縣臺東	111年啟用	300
26	雲林縣林內	未啟用	600

廢棄物處理困境（續）

國內焚化廠面臨問題

- 垃圾妥善處理率逐年下修
- 廠齡升高運轉妥善率下降
- 腐蝕破管及停爐增加(氯, 溴...)
- 修法賦權中央，調度仍卡關
- 事廢/廚餘排擠焚化量能
- 垃圾/事廢熱值高焚化量能越少



面臨問題

- ✓ 全國25座營運中焚化廠，1991~2008年間完工啟用，設備老舊，焚化量能下降，陸續進入整改階段
- ✓ 地方本位主義，垃圾調度處理及區域合作困難
- ✓ 更新及整備過程停爐，加大焚化量能缺口
- ✓ 難履行互惠條件，成代燒最大絆腳石

廢棄物處理困境（續）

事業廢棄物	應進行流向追蹤之再利用產品範圍
煤灰	1. 鋪面工程之基層或底層級配粒料、 瀝青混凝土粒料、級配 2. 直接再利用於工程填地材料
廢鑄砂	1. 瀝青混凝土粒料、道路工程粒料 2. 直接再利用於工程填地材料
電弧爐煉鋼爐碴（石）	1. 瀝青混凝土粒料、瀝青混凝土 2. 控制性低強度回填材料用粒料、控 制性低強度回填材料 3. 鋪面工程（道路、人行道、貨櫃場 或停車場）之基層或底層級配粒料
感應電爐爐碴（石） 化鐵爐爐碴（石） 廢噴砂	控制性低強度回填材料用粒料、控制 性低強度回填材料
許可再利用之事業廢棄物	1. 填海或填築土地 2. 控制性低強度回填材料用粒料或 控制性低強度回填材料

環境部
Ministry of Environment

垃圾滿島—臺灣燒不盡的廢棄物困境

http://news.pts.org.tw/project/garbage-island-2020/ （公視新聞網）

- 2020年暫存待處理的一般廢棄物約**53.2萬噸**； 2022年成長至**75.2萬噸**。
- 2022年6月，全臺垃圾掩埋場容量剩**9.74%**（359萬6,960 m^3）。
- 2022年全臺24座焚化爐，半數焚化廠陸續進入**整備改善期**。








資源循環技術

04

資源循環技術

物理處理技術
破碎法、壓縮法、分選法、乾燥脫水、過濾法、離心法、
沉降法、浮除法、高階磁性分離法、蒸發法、乾燥法、
蒸餾法、氣提法、溶劑萃取法、吸收法、吸附法、薄膜分離法...

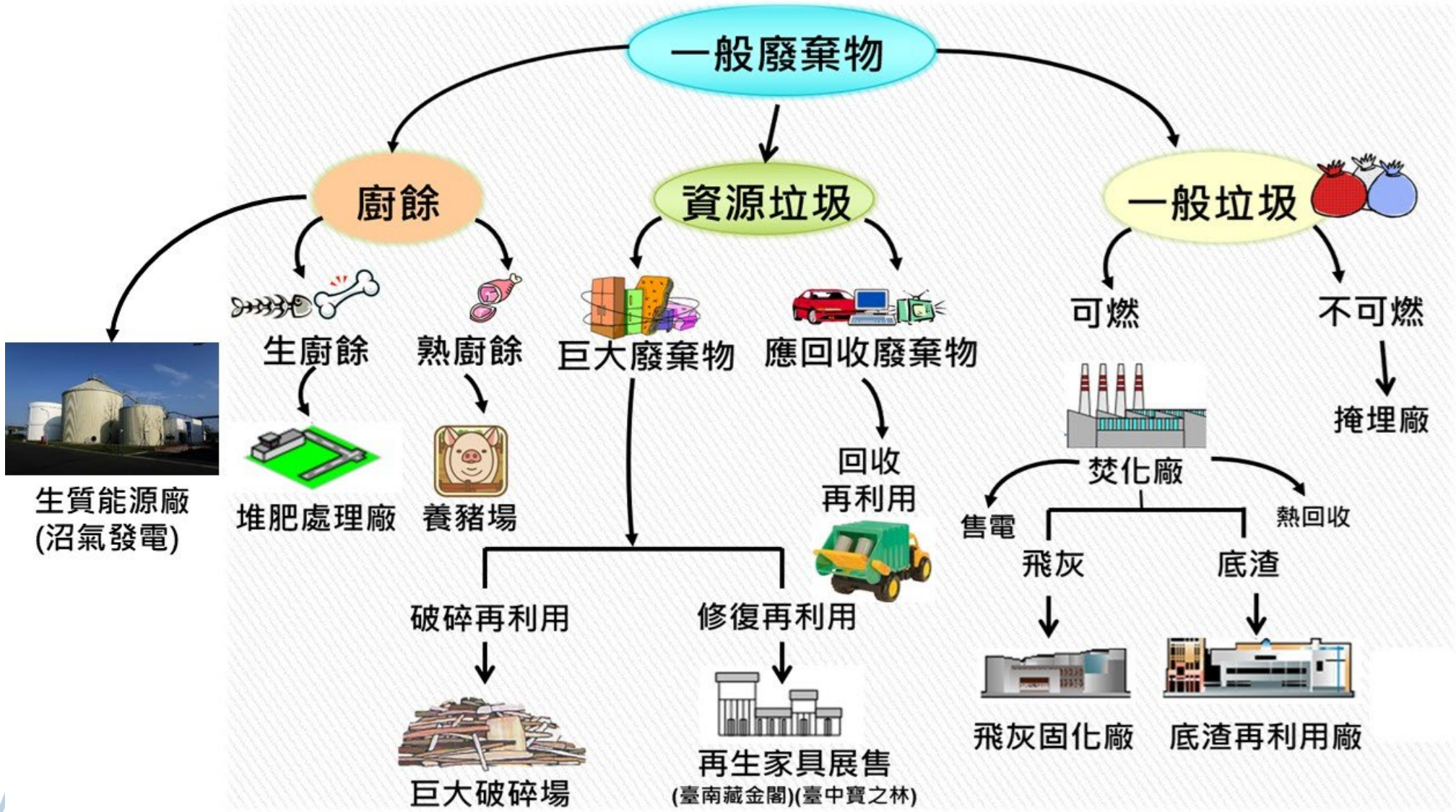
化學處理技術
堆肥、厭氧發酵、中和法、化學沉澱法、混凝沉澱法、離子交換法、
化學氧化法、化學還原法、電解法、光分解法、光學氧化法...

生物處理技術
衛生掩埋、活性碳好氧生物處理、厭氧活性碳生物固定膜處理、
固定化生物擔體處理、現地生物處理...

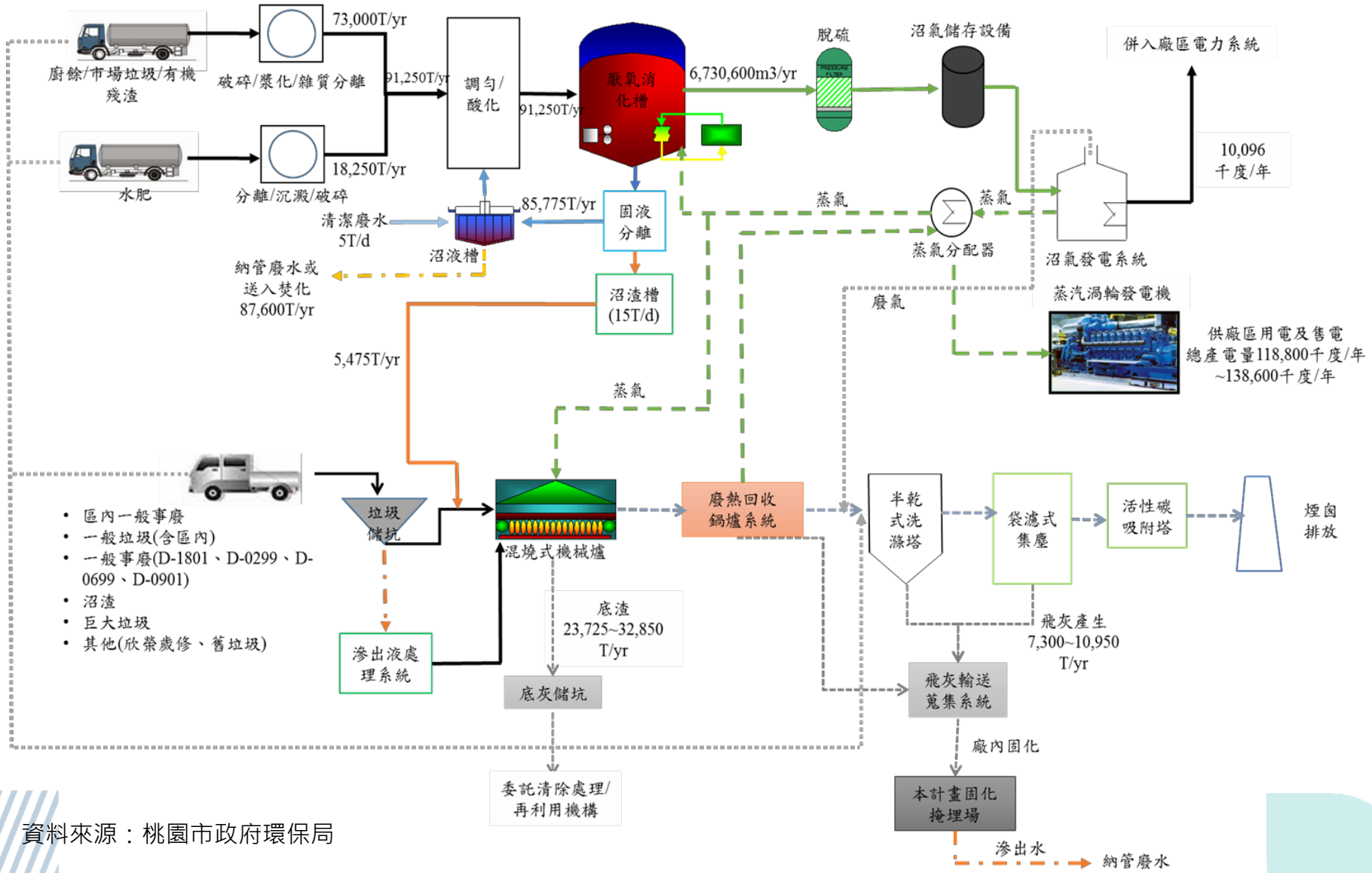
熱處理技術
焚化法、熱解法、熔融法、熔煉法...

固化處理技術
水泥、石灰、火山灰、石膏及矽酸鹽環氧樹脂、聚酯樹脂、
瀝青、聚烯烴、尿素甲醛樹脂...

一般廢棄物→強制分類


一般廢棄物
廚餘
資源垃圾
一般垃圾
生廚餘
熟廚餘
巨大廢棄物
應回收廢棄物
可燃
不可燃
生質能源廠
(沼氣發電)
堆肥處理廠
養豬場
回收
再利用
掩埋廠
焚化廠
售電
熱回收
飛灰
底渣
破碎再利用
修復再利用
飛灰固化廠
底渣再利用廠
巨大破碎場
再生家具展售
(臺南藏金閣)(臺中寶之林)

一般廢棄物→能源化



資料來源：桃園市政府環保局

環境部
Ministry of Environment

無機廢棄物→材料化

主要無機廢棄物



煉鋼業
（爐石粉、轉爐石、脫硫渣、氧化碴、還原碴...）



垃圾焚化爐
（底渣、飛灰、反應灰）



非金屬殘渣物
（煤灰、污泥、營建廢棄物、瀝青刨除料...）

→ 原(生)料
工程用途
填海造陸(島)
應用...等

垃圾焚化底渣→粒料化







焚化底渣

動態式
進料單元

篩分





磁選分離

人工撿拾

渦電流
分選

破碎、篩分

穩定化

再生粒料

再利用

鐵金屬

未完全
燃燒物

非鐵金屬





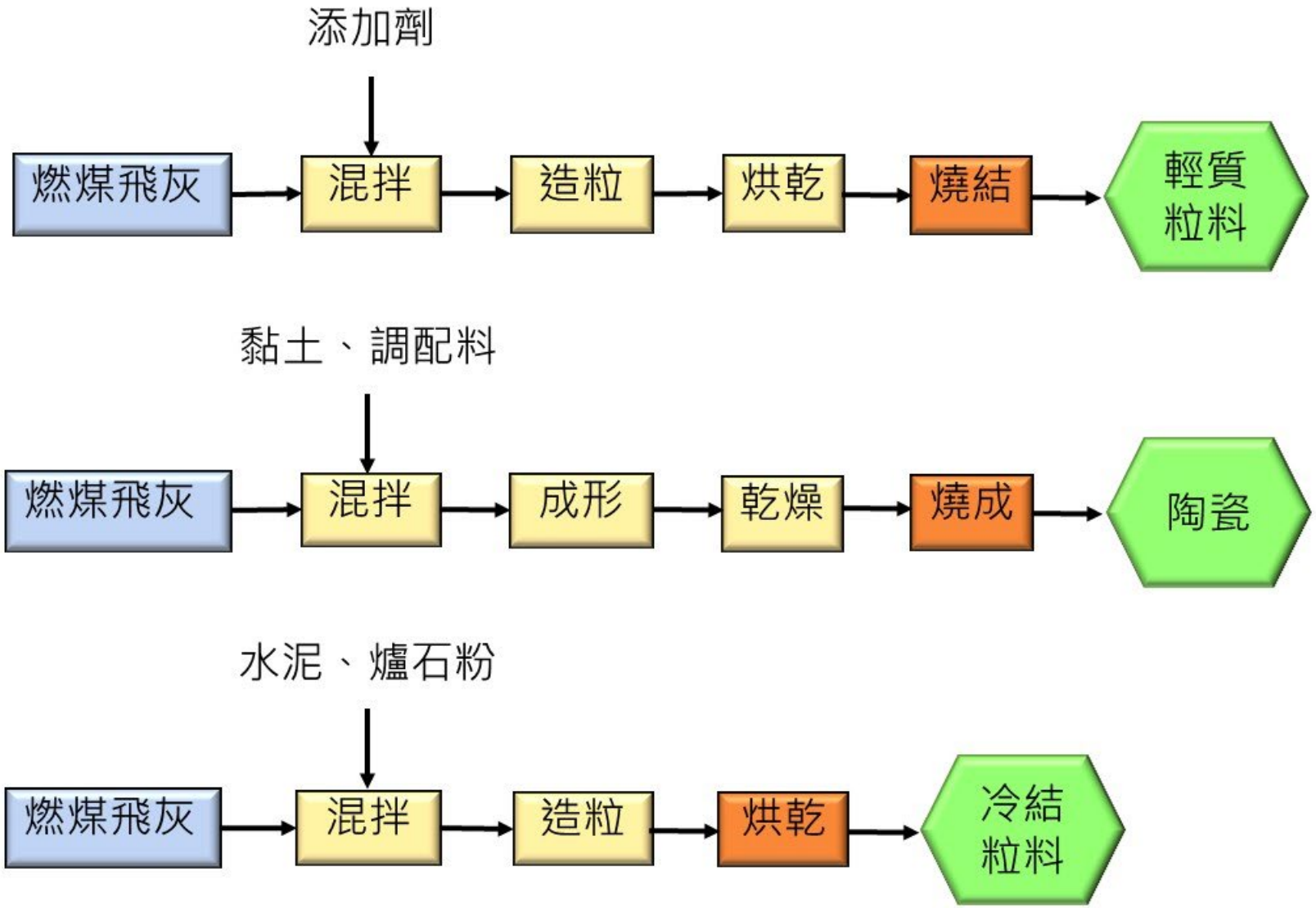


家戶垃圾

焚化底渣
14-20%

焚化飛灰
3-4%

煤灰→預拌混凝土、土建材料

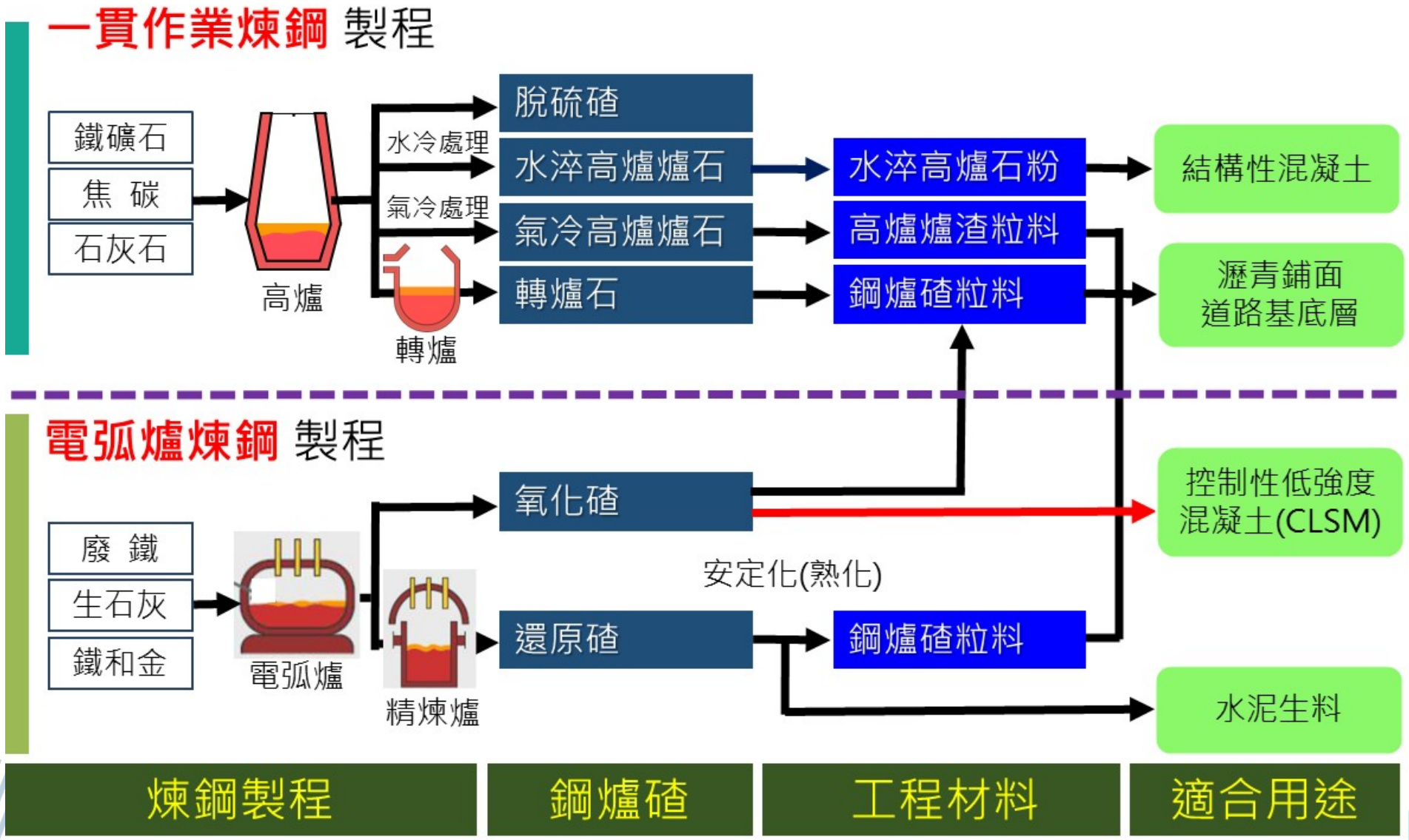








煉鋼爐渣→土建材料


一貫作業煉鋼 製程
鐵礦石
焦 碳
石灰石
高爐
水冷處理
氣冷處理
轉爐
脫硫碴
水淬高爐爐石
氣冷高爐爐石
轉爐石
水淬高爐石粉
高爐爐渣粒料
鋼爐碴粒料
結構性混凝土
瀝青鋪面
道路基底層
電弧爐煉鋼 製程
廢 鐵
生石灰
鐵和金
電弧爐
精煉爐
氧化碴
還原碴
安定化(熟化)
鋼爐碴粒料
控制性低強度
混凝土(CLSM)
水泥生料
煉鋼製程
鋼爐碴
工程材料
適合用途

環境部
Ministry of Environment

營建剩餘物→土石方、綠建材



氟化鈣污泥→人造螢石

- 氟化鈣污泥成分產源差異頗大，允收標準：乾基CaF_2>70%、SiO_2<18%，且溼基含水率<80%、重金屬溶出標準需符合法規。
- 國內鋼廠慣用**螢石規格：CaF_2>70%；SiO_2<22%**。
- 人造螢石SiO_2成分遠低於天然螢石，有利**脫硫效率**。

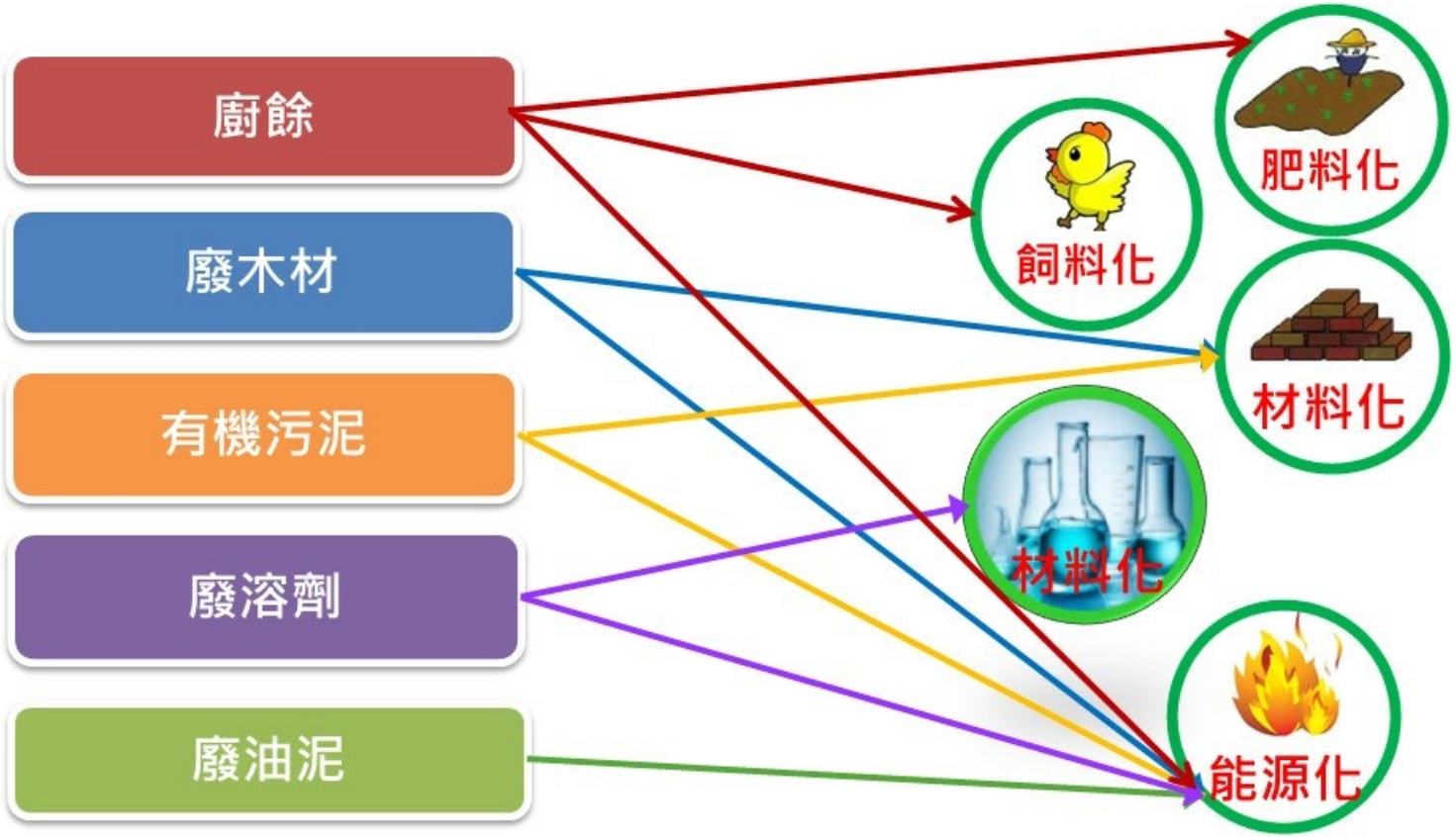
樣本（產源）	CaF_2 (%)	SiO_2 (%)	$CaCO_3$ (%)
A	77.59	4.16	4.74
B	82.03	0.36	6.00
C	79.76	1.47	8.33
D	51.45	0.62	43.43
E	29.36	3.05	32.67



人造螢石成品

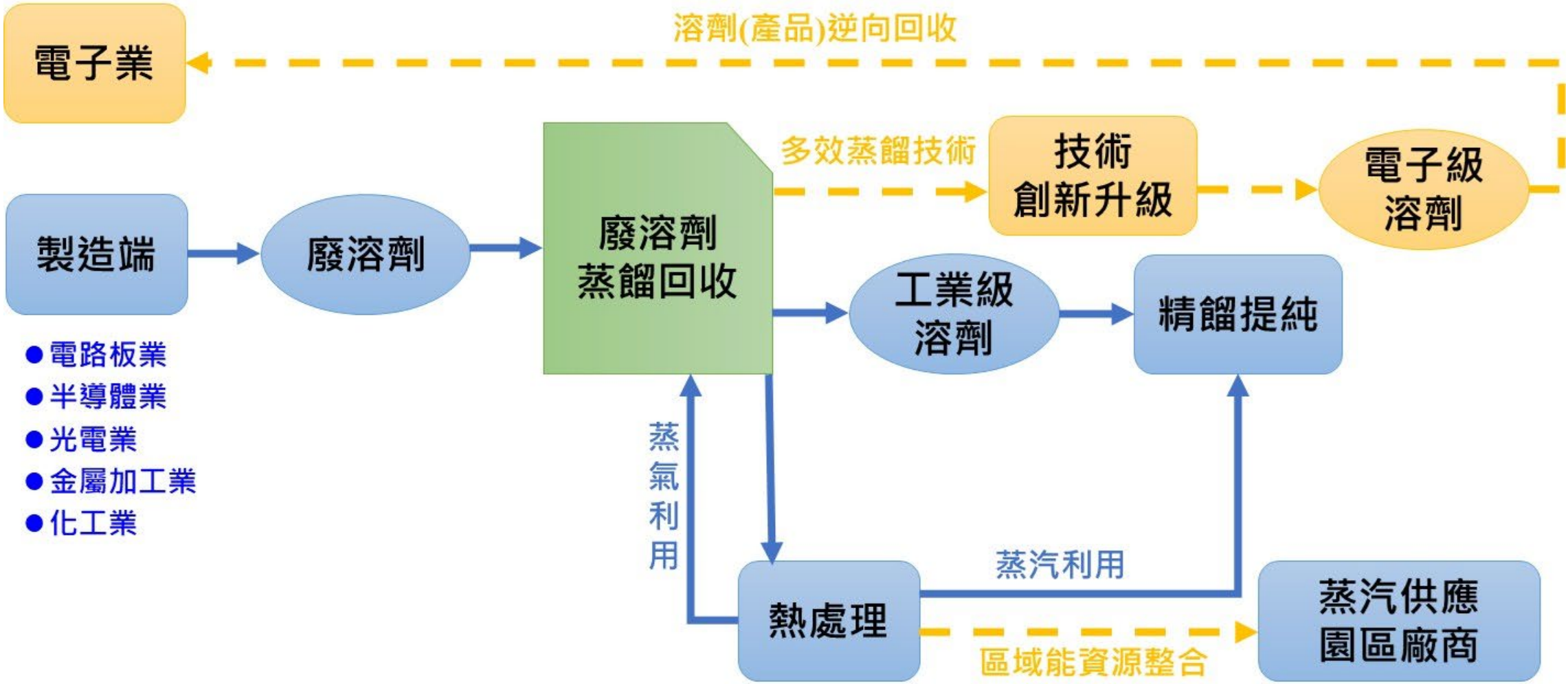
有機廢棄物→資源化

- **有機廢棄物**的有機成分，經妥善處理後可作為飼料、肥料、培養土、或能源等使用。
- **工業類有機廢棄物**，不適宜回到生物使用，利用其所含有的物理化學性質或高熱值，作為原料、材料或能源等使用，邁向循環經濟。



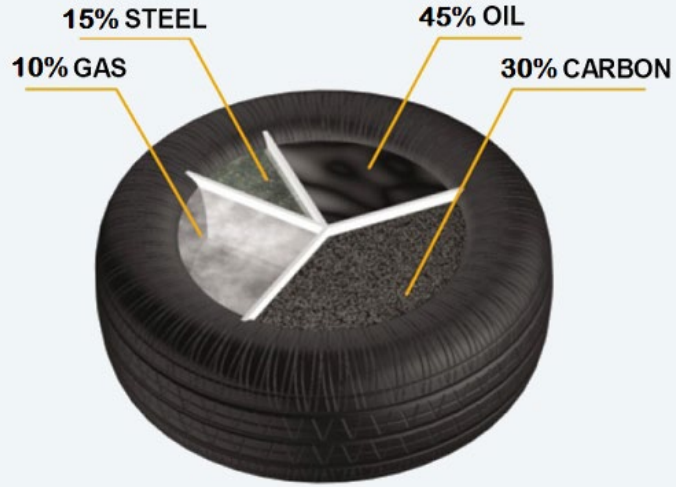
環境部
Ministry of Environment

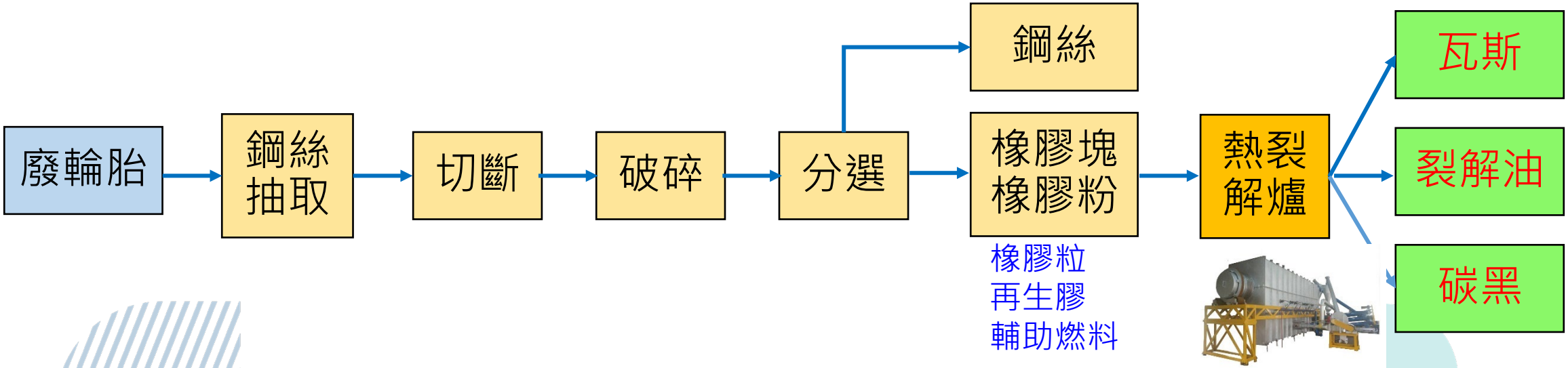
廢溶劑→工業級、電子級溶劑



廢輪胎或塑膠→裂解油、碳黑、瓦斯

塑膠分類	油 (wt%)	氣 (wt%)	殘留物固體 (wt%)
PET	23.1-38.89	52.13-76.9	0-8.98
PVC	12.3-12.79	0.34-87.7	0-12.3
PP	48.8-92.3	4.1-49.6	0.12-13.3
PS	89.5-97.0	2.5-9.9	0-4.0
PE	86-96	7.0	0-10.0
ABS	72-84	5-20	4-11

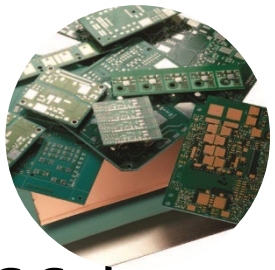




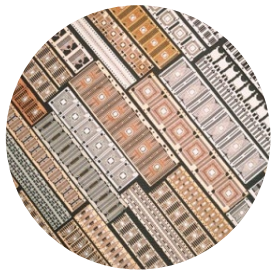
環境部
Ministry of Environment

混合五金廢料→稀貴金屬回收

- 依據**貯存**、**清除**、**處理**、**輸出入境**等清理階段危害特性判定。
- 廢電線電纜、電鍍金屬廢塑膠（含光碟片）、廢電腦、廢家電、廢電子（光電）零組件、下腳品及不良品、廢通訊器材、廢印刷電路板、**發光二極體晶圓廢料及粉屑**等。
- **稀有金屬**指自然界中含量較少或分布稀散的金屬，包括鋰、鈹、鈮、鉭、稀土、銫、鎵、銦等。
- **貴金屬**主要為金、銀、鉑族金屬。



IC Substrate
（IC載板）



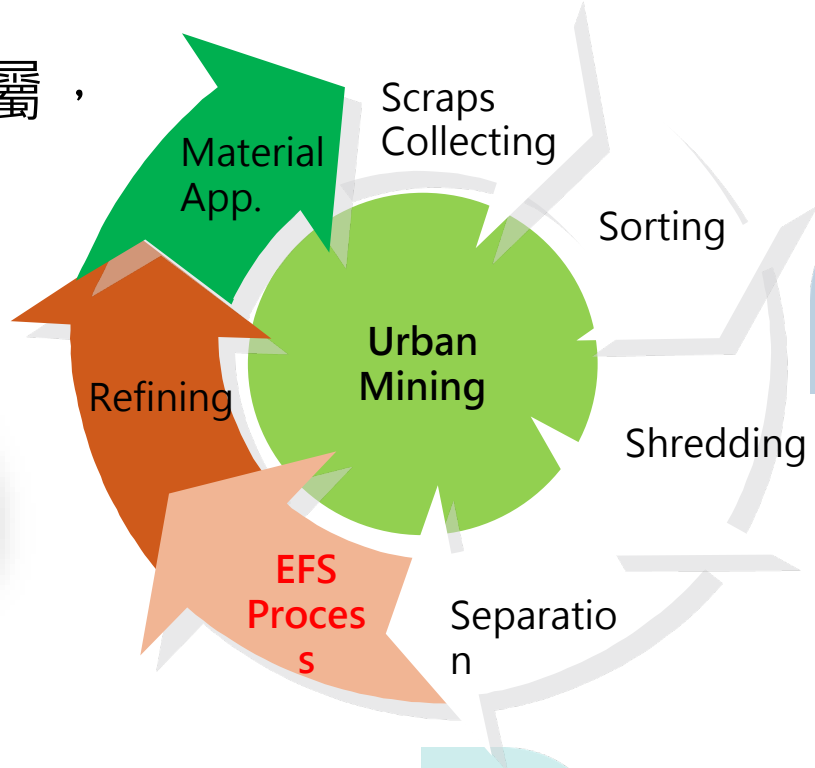
Lead Frame
（線架廢料）



FPCB
（印刷電路板軟板）



Mobile Phone
（行動電話）



混合五金廢料→稀貴金屬回收（續）

	金 (g/t)	銀 (g/t)	銅 (%)	鈀 (g/t)
礦山	0.1-10	1-數十g/t	0.1-數個%	數個g/t
行動電話	280-320	1.500	0.1	100
電子機版	100	2.000	0.1-0.2	

元素	主要用途	金屬回收率 (%)	主要回收源
銅	電線、銅製品	24	電線屑、銅製品屑、鑄造屑
鉛	鉛蓄電池、無機藥品	64	蓄電池
鋅	電鍍、銅製品	30	加工屑、電爐粉層
鎳	不銹鋼、電鍍	0.4	廢鋼材、觸媒
鎢	觸媒、硬質合金工具	14	硬質合金工具
鋁	壓延品、鋁罐	29	加工屑、廢鋁罐

混合五金廢料→稀貴金屬回收（續）



煉鋼集塵灰→氧化鋅



原物料
集塵灰、有害污泥、有害灰渣...

燃料
輔助燃料

造渣劑

成分調質
鹽基度控制

旋轉窯

爐碴(石)

再利用機構

1.水泥原料及其製品原料
2.再生粒料

活性碳
消石灰

廢氣煙道排放

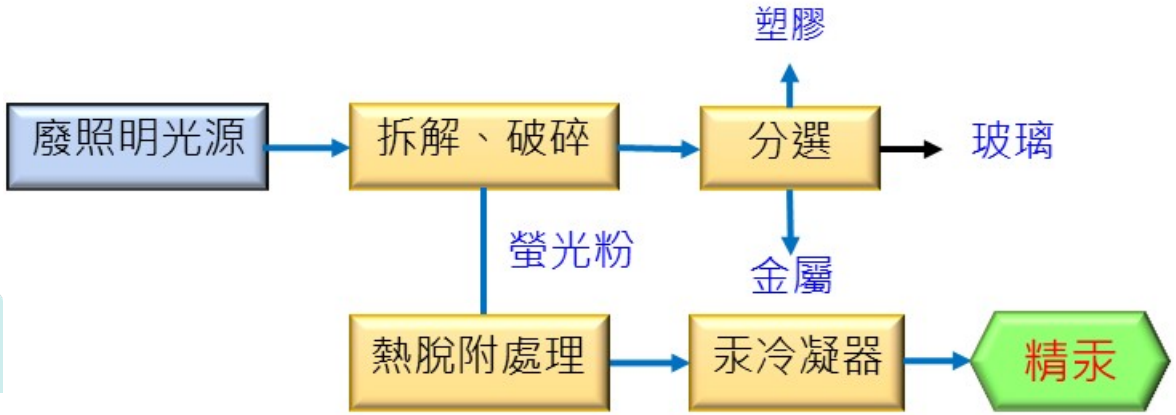
空氣污染防治設備

粗氧化鋅

1.煉鋅等工業用途原料
2.以原料出口外銷

環境部
Ministry of Environment

廢照明光源→螢光粉、汞回收



廢日光燈管**乾式**處理技術



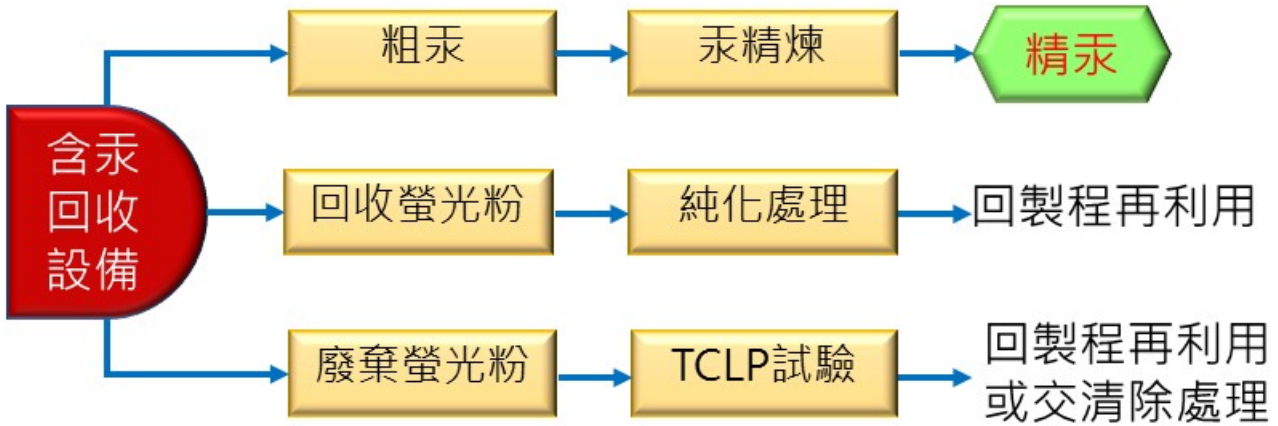










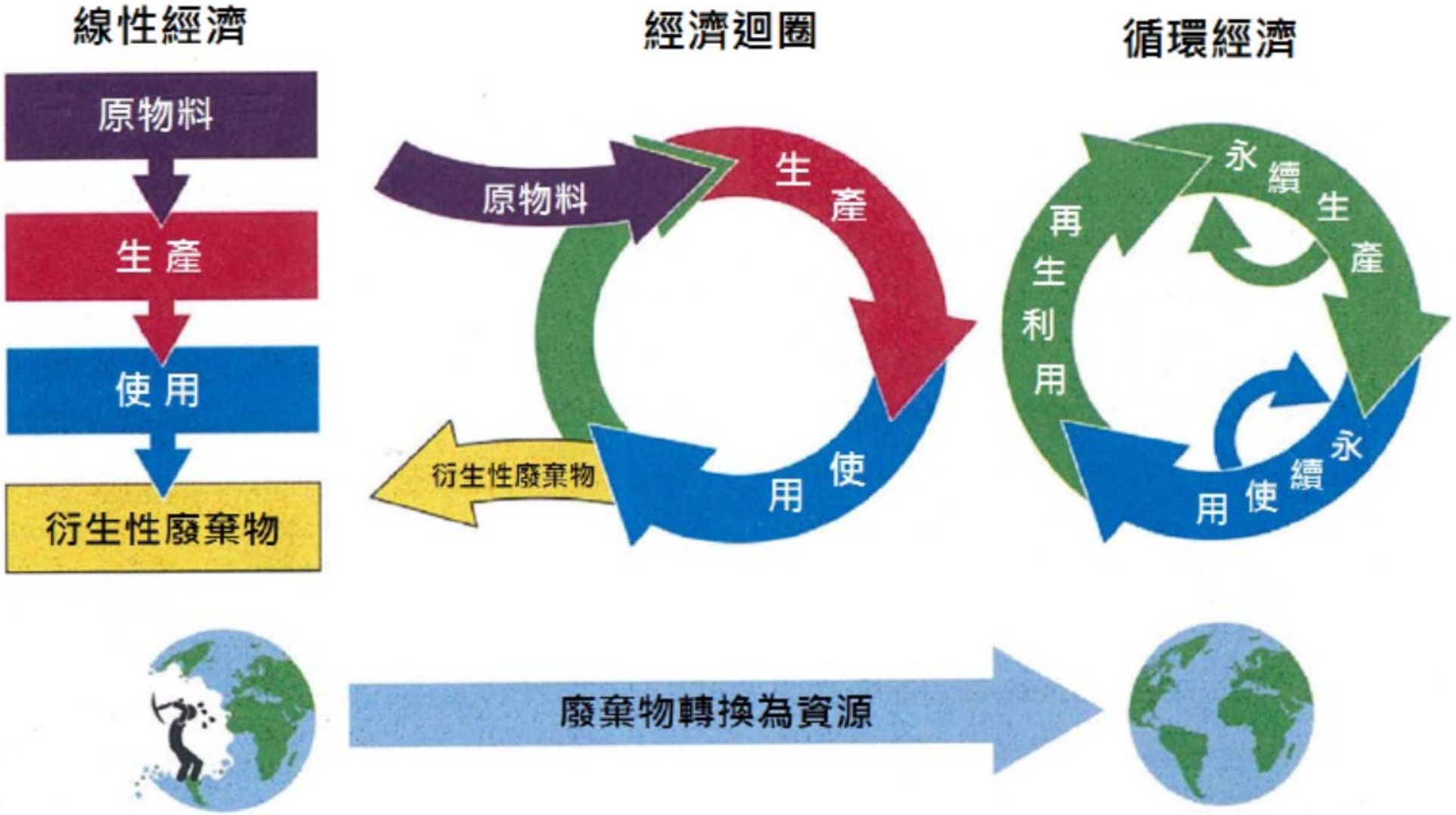




未來發展

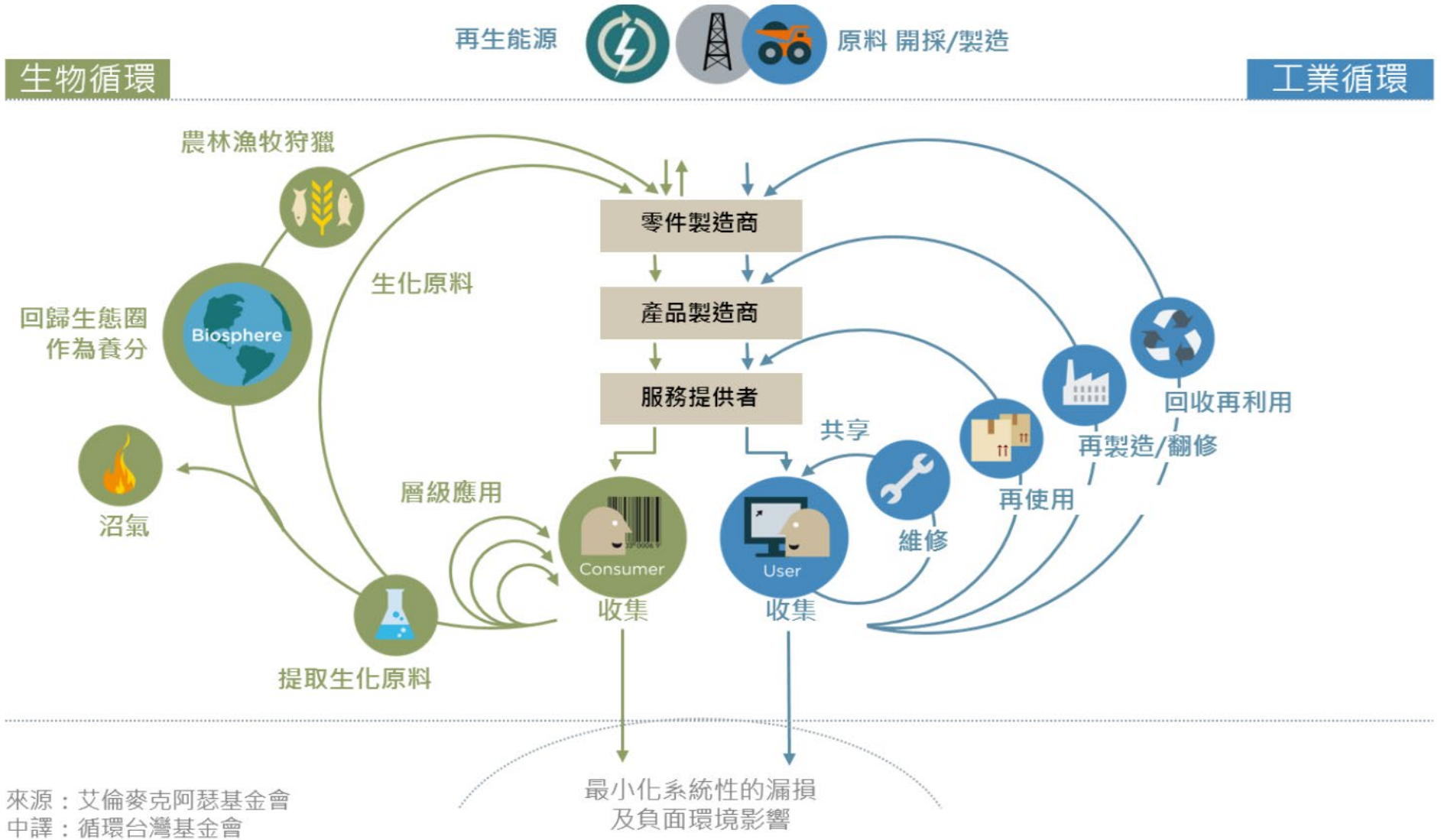
05

循環經濟


線性經濟
原物料
生產
使用
衍生性廢棄物
經濟迴圈
原物料
生產
使用
衍生性廢棄物
循環經濟
永續生產
永續使用
再生利用
廢棄物轉換為資源

循環經濟（續）

循環經濟蝴蝶圖



來源：艾倫麥克阿瑟基金會
中譯：循環台灣基金會

環境部
Ministry of Environment

永續物料管理



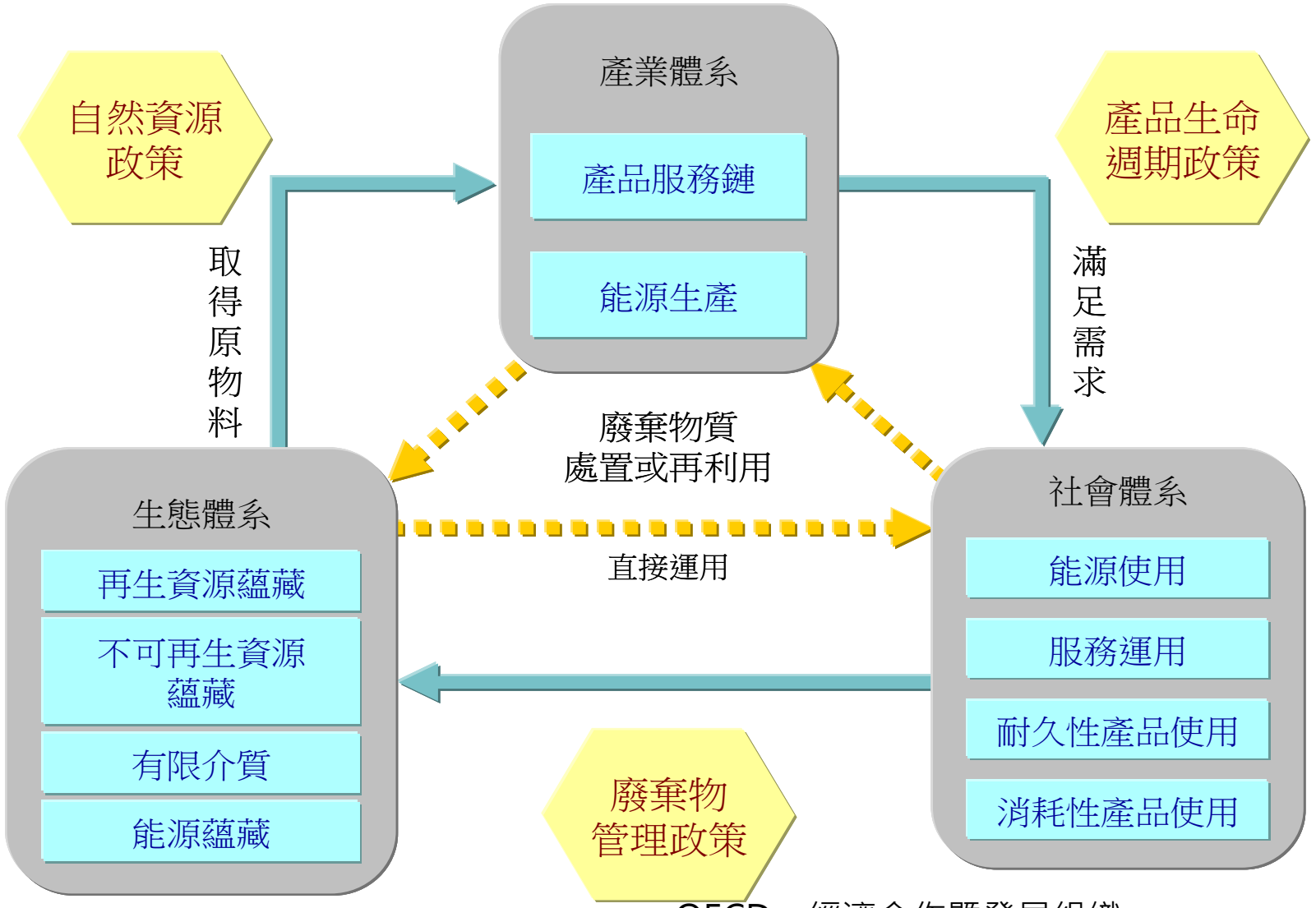
Before





After

永續物料管理（續）



OECD：經濟合作暨發展組織
Organization for Economic Cooperation and Development

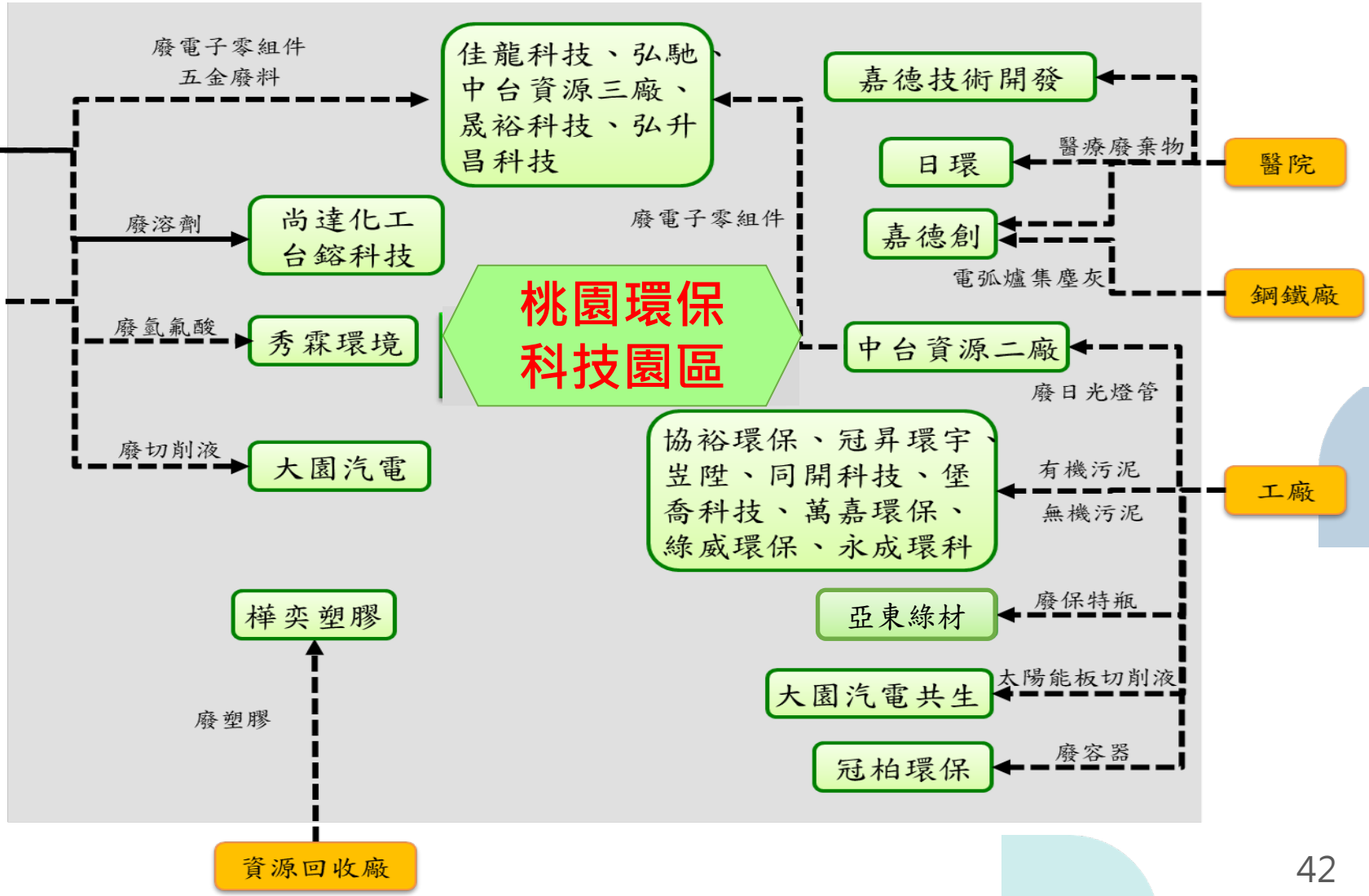
能資源整合應用



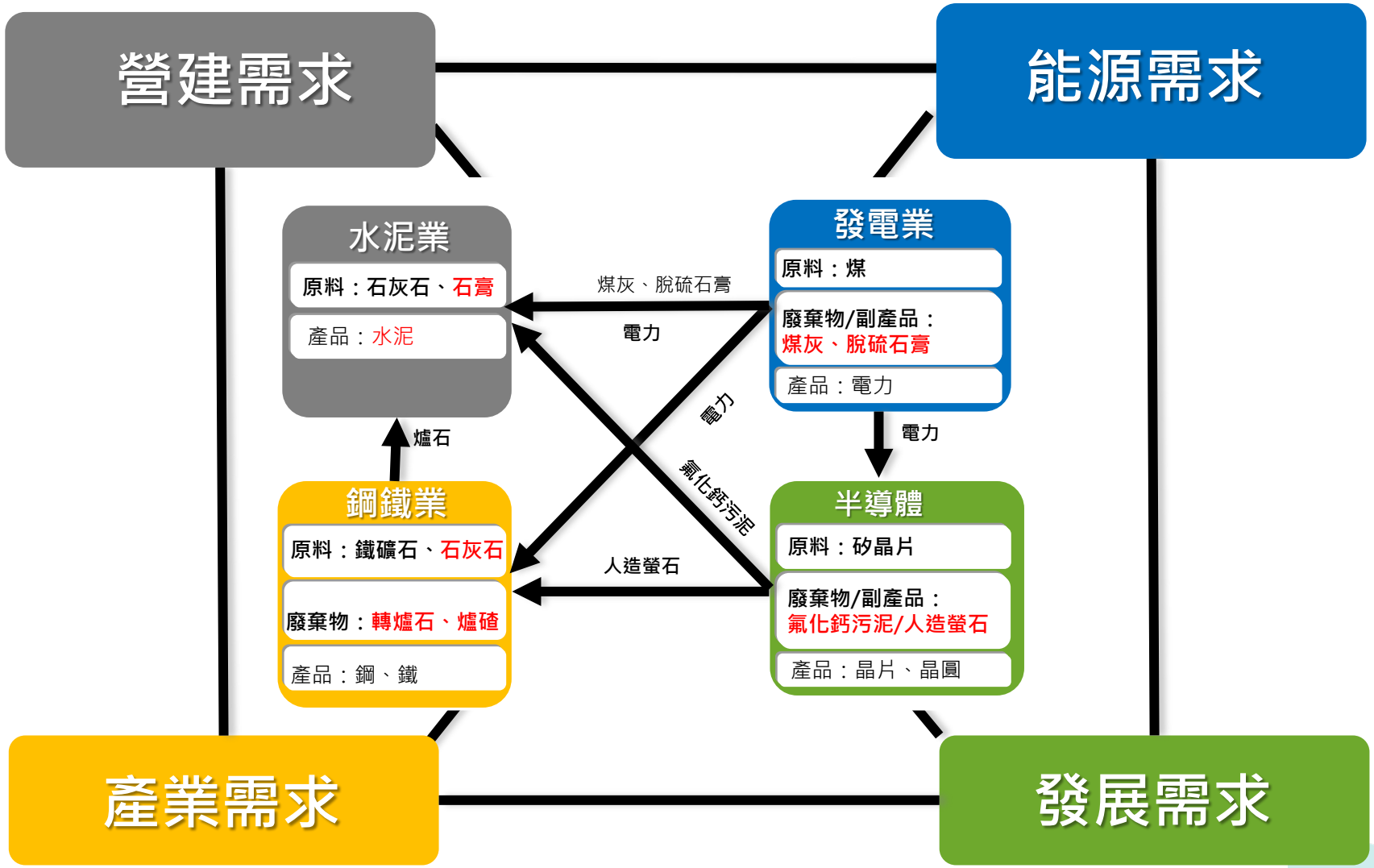
桃園永續資源館



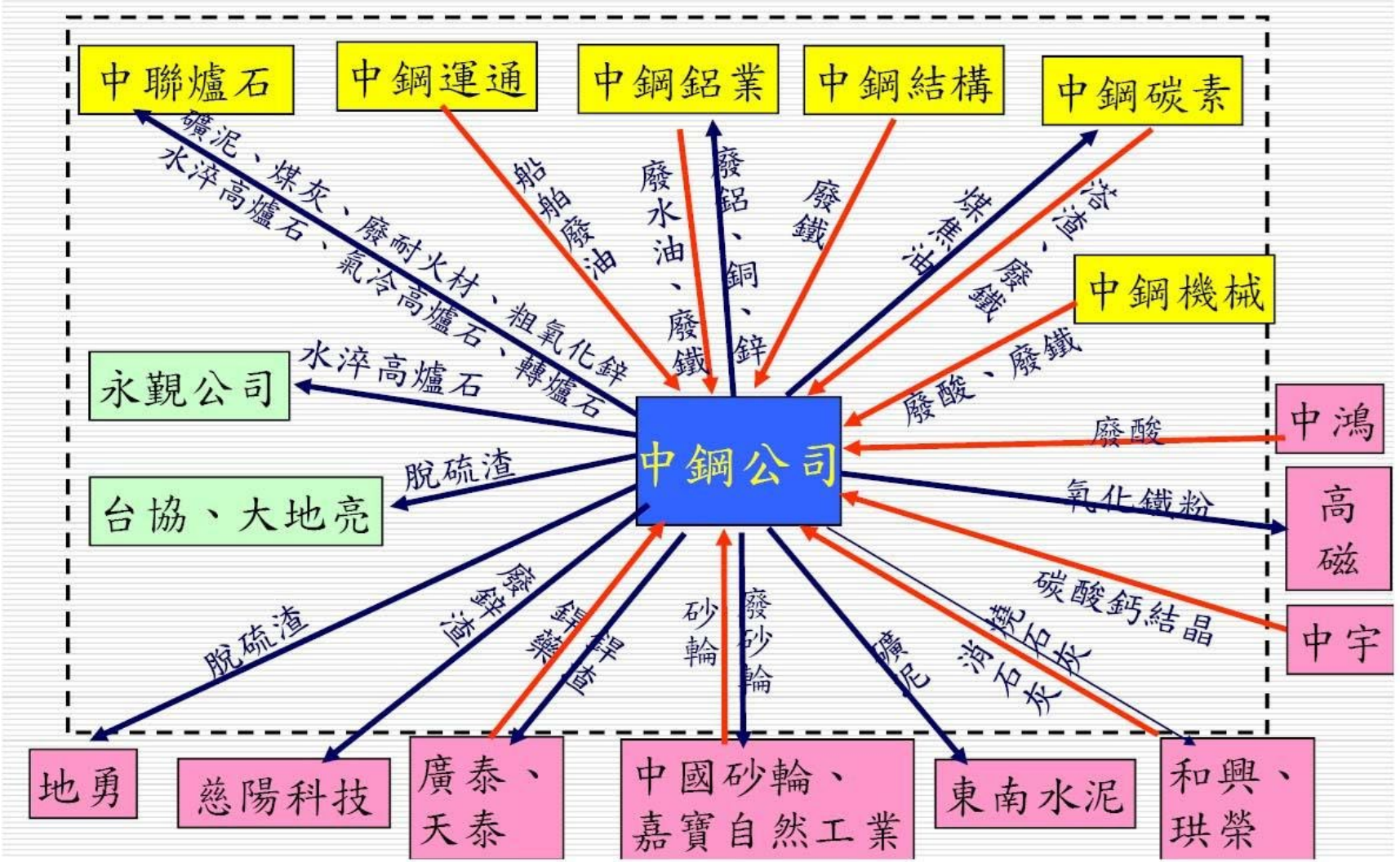
竹科及桃環科跨園區
合作推動循環經濟



能資源整合應用（續）


營建需求
能源需求
水泥業
原料：石灰石、石膏
產品：水泥
發電業
原料：煤
廢棄物/副產品：
煤灰、脫硫石膏
產品：電力
煤灰、脫硫石膏
電力
電力
爐石
電力
氟化鈣污泥
鋼鐵業
原料：鐵礦石、石灰石
廢棄物：轉爐石、爐碴
產品：鋼、鐵
人造螢石
半導體
原料：矽晶片
廢棄物/副產品：
氟化鈣污泥/人造螢石
產品：晶片、晶圓
產業需求
發展需求

能資源整合應用（續）



資料來源：中鋼公司

能資源整合應用（續）



資料來源: 造紙工會網站

新思維商業模式

萬物皆可租

天下雜誌601期

勞斯萊斯　不賣飛機引擎

改賣「飛行時數」

從賣引擎到賣飛行時數，效益有多大勞斯萊斯用大數據、物聯網，實時監控全球客機4,600具引擎的效能，僅以4%成本，避免引擎故障引起的飛安疑慮，更從此改寫產業遊戲規則。



天下雜誌607期

飛利浦　不賣燈泡

改賣「那道光」

荷蘭最大機場裡的燈泡，不是買的，而是跟飛利浦租的。已推行「賣照明時數，不賣燈泡」長達5年的飛利浦，改寫商業模式，延長燈泡壽命，省下一大筆產品原料費，還讓機場省電又減碳。



新思維商業模式（續）

優先推動租賃之化學品選擇機制



國內法規
產業需求

國外制度
架構本體

➢廢棄物處理與再利用管理制度與法規
- ✔資源回收再利用法
- ✔廢棄物清理法

➢篩選因子
- ✔各部會公告再利用項目（可再使用或回原用途再使用）
- ✔技術成熟度（可行之利用技術）
- ✔經濟可行性（具市場經濟價值）
- ✔化學品性質（危害性）
- ✔廢棄物數量（使用量）

➢化學品清單
- ✔各因子加權排序

建立化學品租賃運作模式

UNIDO UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

聯合國工業發展組織
全球化學品租賃方案

Chemical Leasing
A PERFORMANCE-BASED BUSINESS MODEL

化學品租賃業務與評估指南

- I.總則
- II.化學品租賃概念
- III.租賃業務
  - 1.供應商
  - 2.使用者
- VI.優先推動化學品
  - 1.選擇選機制
  - 2.清單
- V.可持續發展標準指標
- VI.國外案例



資料來源：工研院循環材料驗證與媒合平台計畫

新思維商業模式（續）

建立商業模式-C2C產業聯盟



新思維商業模式（續）



環境部推動臺灣綠色協議 (Green Deal in Taiwan) 2018年偕同三大產業聯盟合作綠色協議分別推動**塑膠、電子產品、營建廢棄物**之循環。

由海洋廢棄物中收集塑膠廢棄物與廢漁網，製作成太陽眼鏡、衣物、電腦與手機袋。

- 海廢塑膠循環經濟聯盟

發展電子產品再利用的環境友善技術用於電路板再利用，也從廢棄手機中分離貴重金屬。

- 綠色電子資源聯盟

將發電廠之煤灰與煉鋼業爐渣再利用參配於水泥中之技術已有20年。

-臺灣建設資源循環聯盟



2050年 資源循環零廢棄

結論

06

結論

- 我國一般廢棄物管理政策從早期的「管末處理」，提升到現階段「**零廢棄**」為主軸，強調「**源頭減量**」與「**資源回收再利用**」，與國際重視物質永續利用與循環經濟趨勢相符合。
- 一般廢棄物總量逐年持續成長，112年突破**1,173萬公噸/年**，平均每人每日產出量**1.377 kg/人·日**，全年回收再利用量占比達**58.0%**。
- 一般廢棄物妥善處理率，在93年之前幾乎都是100%，但從94年起逐年下降，至112年全年降至**93.34%**，政府積極輔導國內設置環保處理設施及提升處理效能量。
- 環境部規劃在113年前逐步改善17座焚化爐設施，**設備妥善率維持在97%**，讓焚化爐符合未來最新污染防治法規標準，硬體建築的補強，及設施逐步汰舊換新，加上有效**協調跨縣市合作**，減少垃圾危機。

結論（續）

- 政府推動事業廢棄物減量及再利用，產業逐漸加強追求**企業社會責任（CSR）**，而環境保護是企業永續經營重要的指標及投資決策。
- 112年度事業廢棄物**妥善處理率達9成以上**，**再利用量達85.4%**。
- 滾動式訂定**關注事業廢棄物**項目，包括**污泥**、**灰渣**、**爐碴**等三大類，加強資源化產品流向管理。
- 112年12月「**環境部審查園區開發行為廢棄物處理設施設置處理原則**」為促使園區廢棄物處理設施量能提升，降低開發行為對環境造成影響，並考量設施用地難尋，園區內產生之廢棄物應以區內處理為原則。
- 環境部推動綠色設計源頭管理、能資源循環利用、加值化處理廢棄物、暢通循環網絡、創新技術與制度等五大政策面向之「**資源循環零廢棄**」，使資源循環極大化及廢棄物處理極小化。

敬請指教 Thank You

