

2050 淨零之軌跡與行動路徑專題

淨零轉型與產業推動資源循環

賴瑩瑩*、陳俊融**、王耀晟***、黃暄婷****

摘要

全球資源過度開採及溫室氣體排放對生態環境帶來重大衝擊，各國政府及國際組織積極倡議循環經濟及淨零排放，以實現資源永續利用、減少碳排放、及實現永續發展目標。

環境部資源循環署以「資源循環零廢棄」為願景，明確訂立永續生產與消費、提升資源使用效率、加值化處理廢棄物等 3 大主要目標。為實踐此願景，採用綠色設計源頭管理、能資源循環利用、廢棄物量能平衡與管理等 3 大循環策略，以及暢通循環網絡、創新技術與制度等 2 大驅動支柱，落實淨零轉型之目標。

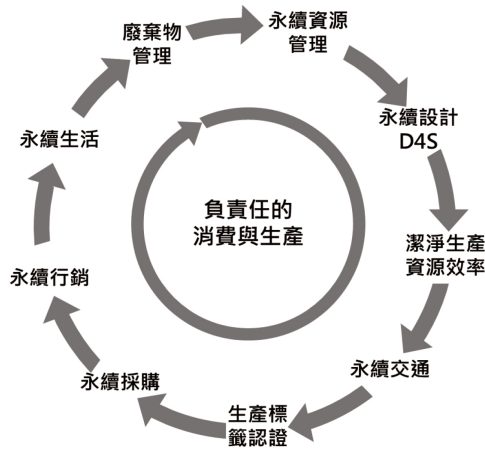
透過法規制度、自願性措施及經濟誘因，推動減少浪費與一次用產品減量，提高環保意識，促使業者及民眾共同響應；並將廢棄資源分為生物質資源、有機化學資源、金屬及化學品資源、無機資源等 4 大類，擬定策略提升資源使用效率，促使資源循環最大化、廢棄物處理最小化；而針對新興及難處理廢棄物，推動設置處理設施，以擴大去化量能平衡；同時，鏈結上、中、下游產業，逐步發展資源循環產業鏈，促進循環。透過翻轉廢棄物管理觀念，擴大資源範疇，加強回收及循環再生，以減少對自然資源的需求並降低環境負荷。

【關鍵字】資源循環、永續消費、資源回收、資源再利用、循環處理

- | | | |
|------|----------|------|
| * | 環境部資源循環署 | 署長 |
| ** | 環境部資源循環署 | 組長 |
| *** | 環境部資源循環署 | 專門委員 |
| **** | 環境部資源循環署 | 技士 |

一、前言

全球經濟發展仰賴於自然環境與資源的使用，同時對地球造成破壞性的影響，依據聯合國環境總署及世界銀行相關數據顯示，自西元（下同）1970 年至今，全球人口數成長為 2 倍、GDP 成長為 4 倍，而資源使用量已成長 3 倍以上，依此趨勢，至 2060 年全球資源使用量將提升為現今使用量的 1.5 倍（IRP, 2019），因全球資源開採量持續上升，導致全球資源循環度自 2018 年 9.1%、2020 年 8.6%，於 2023 年再降低至 7.2%（Circle Economy, 2023），產生巨大循環缺口（Circularity Gap），顯示全球的資源使用仍仰賴原生材料。因上個世紀的經濟與社會發展伴隨著環境退化，聯合國於 2015 年提出永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs），從環境、社會及經濟 3 個面向提倡永續發展，其中第 12 項為「負責任的消費與生產（Responsible consumption and production）」（如圖 1），自然資源的消耗量遠超過地球所能提供的範圍，因此必需確保永續的消費與生產模式，以扭轉對地球造成的損害；例如推動新的商業模式，歐盟截至 2022 年已公告電腦、智慧型手機、家具……等 14 項綠色公共採購標準（Green Public Procurement, GPP），協助公部門採購規範可納入招標文件，以改善環境、減緩氣候變遷及提升能資源使用效率，並降低產品生命週期之環境成本，而臺灣亦推動電腦設備租賃及維運服務，以及影印機租賃，以公部門優先推動，建立產品服務化供應鏈後，再進一步鼓勵民間企業及團體，達到資源使用效益最大化，同時減少對環境之衝擊及能資源耗用之效益。另外在永續發展目標（SDGs）第 8 項「就業與經濟成長（Decent work and economic growth）」，主要意涵包括促進包容且永續的經濟成長，指標之一為提高消費和生產中的資源效率。



資料來源：UNEP (2010)

圖 1 SDG12 負責的消費與生產

近期國際已將循環經濟視為重要國家產業發展策略，並依自身經濟與產業現況提出政策與方案，其中以歐盟發展趨勢及推動現況最具代表性，2020年3月11日，歐盟通過新循環經濟行動計畫（A new Circular Economy Action Plan），運用經濟活動改變產品生產方式，以適應綠色的未來並增強綠色產業之競爭力，同時期望賦予消費者更多權利，使消費者購買產品時以環境永續為選購原則，確保替所有人提供邁向循環經濟之機會。而在2022年歐盟持續推動多項執行措施，包括永續性產品倡議及產品生態化設計規範（Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR），其草案包括產品性能與資訊揭露要件、產品數位護照、透明化要件、綠色公共採購及永續產品提供獎勵措施（EU, 2022），以2050年實現「碳中和」為最終目標，規劃針對產品壽命短、消費量大、具高回收價值或符合生態化設計之產品作為優先推動之標的，例如電池、消費性電子產品、紡織品、建材、包裝品及化學品等。

而在2022年第五屆聯合國環境大會（Fifth session of the United Nations Environment Assembly, UNEA-5），由175個國家領袖、環境及其他相關部門代表共同通過決議，將於2024年提出具有法律約束力的《全球塑膠公約》訂定進度與具體內容，以終結塑膠污染，從塑膠生命週期進行檢討，並訂定4大目標，包括大戰略目

標，包括：減少和替代塑膠製品、訂定塑膠產品設計目標、再利用塑膠轉型循環經濟及管理現有塑膠污染，預計於 2040 年，可減少 80% 以上塑膠廢棄物排入海洋、減少 55% 原生塑膠產量，同時減少 25% 的溫室氣體排放，並創造 70 萬個工作機會（UNEP, 2022）。

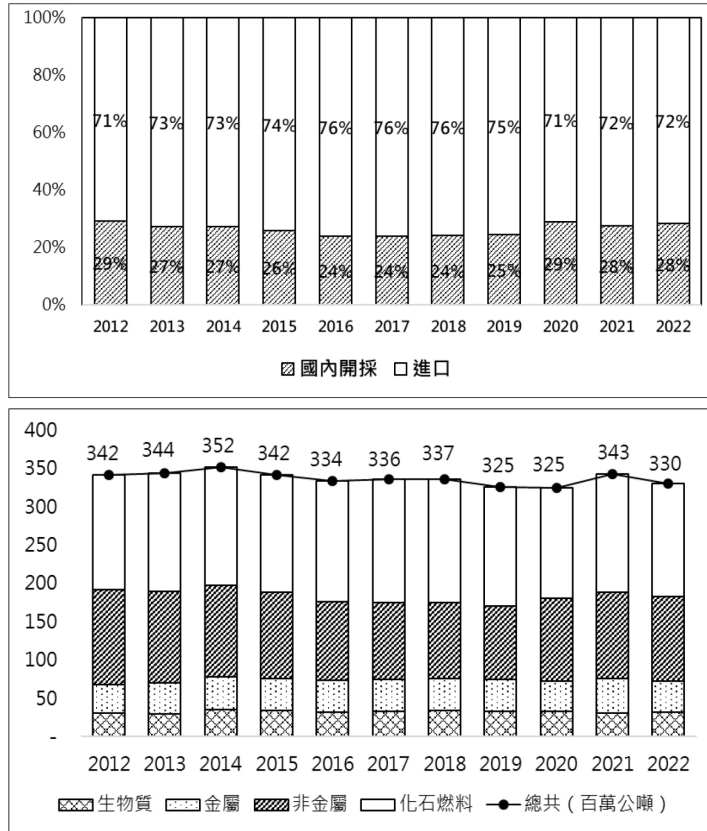


圖 2 西元 2012-2022 年國內物質來源比率 (上) 及年國內物質直接投入量 (下)

我國近年物質投入總量皆達 3 億公噸，7 成以上仰賴進口，扣除加工再出口部分，國內實際消費量皆高於 2 億公噸，平均每人每年消耗約 11 公噸物質，如圖 2 所示（國家層級物質流指標公開成果，2023）。

至於我國產出的總體廢棄物產生量則約 3 千萬公噸（事業廢棄物申報及管理資訊

系統 & 環境統計查詢網，2023），考量資源有限性及環境負荷，如何讓物料由「靜脈產業」回到「動脈產業」循環利用，讓廢棄資源重新回到產業生產製程使用，是環境部資源循環署與各產業須共同面對的課題。

因應國際淨零排放趨勢，減緩氣候變遷的衝擊，蔡總統於 2021 年世界地球日宣示我國 2050 年淨零排放目標，國發會於 2022 年 3 月公布 2050 淨零排放路徑，訂定能源轉型、產業轉型、生活轉型、社會轉型等 4 大策略，以及科技研發、氣候法制等兩大基礎，並輔以 12 項關鍵戰略整合跨部會資源，推動國家邁向淨零轉型，其中將「資源循環」納入淨零轉型 12 項關鍵戰略之一（國發會，2022）。另據英國艾倫麥克阿瑟基金會的報告指出，碳排放總量有 55% 來自能源，45% 與產品製造有關，產品製造過程 55% 之碳排放可透過碳捕捉等技術減少，45% 則需透過循環經濟政策實現，顯示資源循環於淨零轉型路徑上的重要性（Ellen MacArthur Foundation, 2019）。

二、邁向資源循環零廢棄

廢棄物管理自 1980 年代開始發展，隨自然資源匱乏議題逐漸被重視，國際間興起永續物料管理（Sustainable Materials Management, SMM），從廢棄物管理轉向以生命週期角度及永續發展之精神推動資源循環，建立循環型社會。歐盟於 2015 年起推出「循環經濟行動計畫」（Circular Economy Action Plan），目的為促進境內資源循環之策略；鄰近國家如日本，則於 2000 年公布「循環型社會形成推進基本法」，落實產品生命週期之資源循環；韓國亦於 2016 年制定「資源循環框架法」、2022 年制定「循環經濟社會轉型促進法」，目標為建構永續循環的經濟社會，減少廢棄物產生並促進廢棄物循環利用。國際專責資源循環及循環經濟議題之組織，如聯合國環境署（United Nations Environment Programme, UNEP），關注議題綠色經濟及資源效率；而在歐盟建立之歐洲環境署，為減少生產與消費系統所造成原生資源的浪費，轉向投入循環經濟，歐洲投資銀行（European Investment Bank, EIB）更，提供企業融資服務，並提供建議支持企業轉型。

在臺灣，行政院環境保護署自 2021 年 7 月起正式成立資源循環辦公室，專責辦

理整體資源循環政策規劃及管理，不同於過往廢棄物管理視角，以生物質資源、有機化學資源、金屬及化學品資源、無機資源四大物料角度（如圖 3），擬定創新資源循環政策。

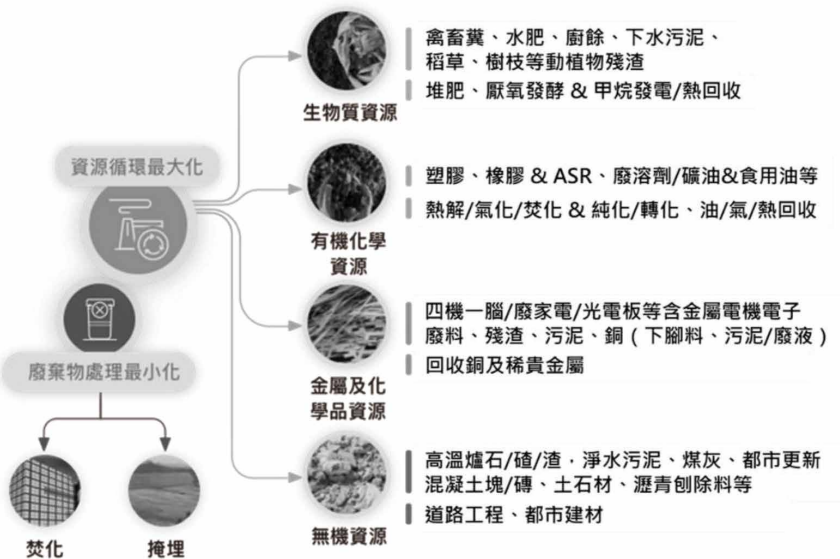


圖 3 資源循環四大物料

因應國際淨零排放趨勢、改善空氣品質、資源循環與化學物質管理等議題之重視，環境治理策略由污染管制轉變為預防管理，並整合事權，全面負起環境治理的責任，打造更堅韌的永續臺灣，立法院於本（2023）年 5 月 9 日三讀通過環境部及三級機關（構）相關組織法，總統於 5 月 24 日正式公布環境部組織法，環保署升格為環境部，為辦理廢棄物源頭減量、資源回收與循環利用及清除處理業務，特設資源循環署。

資源循環署以「資源循環零廢棄」為施政主軸，研提綠色設計源頭管理、能資源循環利用、廢棄物量能平衡及管理 3 大循環策略，以及暢通循環網絡、創新技術與制度等兩大驅動支柱，業務重點為研擬「資源循環促進法」，透過修法翻轉廢棄物管理觀念，以提升資源再利用並健全管理，並持續發展資源循環減碳技術，營造資源循環的有利環境，提高資源使用效率，並讓資源永續循環利用，落實淨零轉型之目標。

資源循環 3 大推動策略及 2 大驅動支柱如下（如圖 4）：

1. 循環策略 1- 綠色設計源頭管理：在產品生命週期各階段導入綠色設計，包括產品使用單一材質、循環設計及添加再生料，以減少原生物料使用，推動循環採購，延長產品使用壽命，並建立產品數位護照制度，促進產品資訊揭露。
2. 循環策略 2- 能資源循環利用：提升資源回收效能，結合經濟誘因，並建立分級分類管理架構，推動生物質資源、有機化學資源、金屬及化學品資源及無機資源等四大物料材料化、燃料化及肥料化，並建置資源循環管理平台作為輔助，促使資源循環最大化、廢棄物處理最小化。
3. 循環策略 3- 廢棄物量能平衡及管理：針對市場上規模不足、需特殊技術處理之廢棄物、需特別關注或新興廢棄物，推動設置資源化設施及處理設施，以擴大去化量能平衡，同時強化事業廢棄物再利用管理。
4. 驅動支柱 1- 暢通循環網絡：於民生方面持續推動資源回收四合一計畫；於產業方面鏈結上、中、下游產業，從事業內循環、事業間循環，逐步發展形成資源循環產業鏈，建立區域型循環網絡或虛擬產業園區。
5. 驅動支柱 2- 創新技術與制度：翻轉廢棄物管理觀念，研訂資源循環促進法，並發展資源循環減碳技術，推動高值化應用創造價值、輔導管理資源循環機構投入淨零轉型，透過資源循環分析資料庫，監測指標追蹤進展。

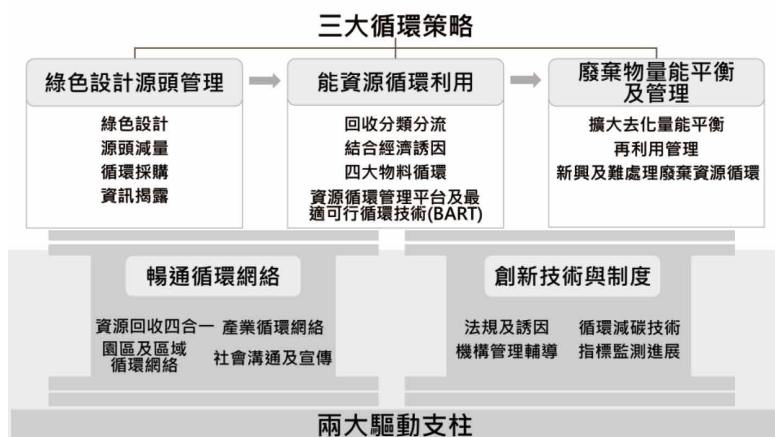


圖 4 資源循環施政主軸 – 三大策略及兩大支柱

2.1 資源回收四合一計畫

自民國 86 年起推動「社區民眾」透過家戶垃圾分類，將各類自家戶產出之小型資源垃圾，結合「地方政府（清潔隊）」、「回收處理業」及「回收基金」之力量予以回收再利用（如圖 5）。透過此四者合一建立完整回收網路，確保回收體系之完整循環。

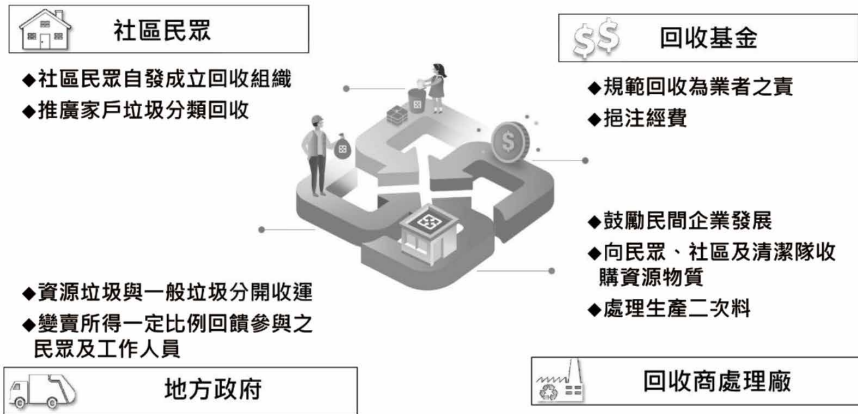


圖 5 資源回收四合一計畫

2.2 淨零轉型關鍵戰略第 8 項「資源循環零廢棄」

環境部資源循環署訂定 2050 淨零轉型「資源循環零廢棄」關鍵戰略行動計畫，參考聯合國永續發展目標第 12 項「負責任的消費與生產」、歐盟「新循環經濟行動計畫」以及相關國際發展趨勢，以永續消費與生產、提升資源使用效率、加值化處理廢棄物為三大策略目標，歸納出 4 項推動策略、37 項推動措施及 72 項行動，優先推動塑膠、紡織品、無機材料及粒料、生物質、廢棄物能源化及生質能、化學品、電器與電子產品、儲能及電動車用電池、太陽能光電板及風力葉片，以及產品數位護照等 10 項關鍵項目，以共同實現國家淨零排放之願景（如圖 6）。

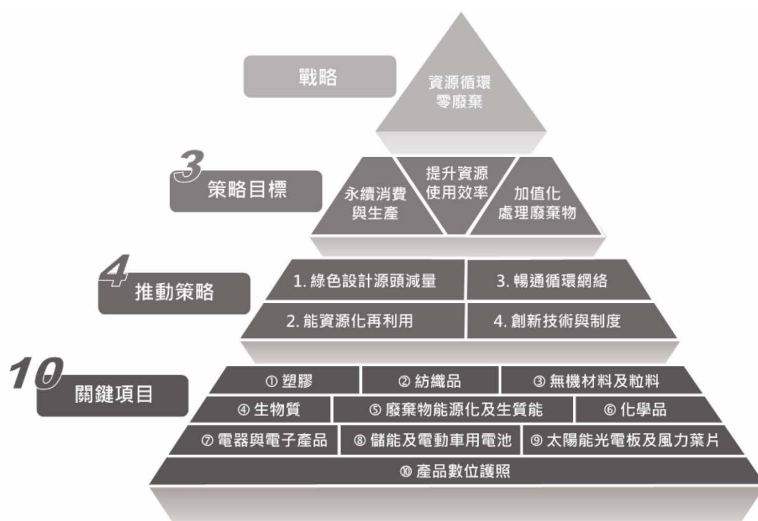


圖 6 淨零轉型關鍵戰略第 8 項「資源循環零廢棄」推動架構

2.3 資源循環減碳技術計畫

淨零轉型的落實必需有創新技術支持，環境部資源循環署自 112 年起爭取科技計畫經費投入資源循環創新技術之研究及技術發展，以「管理平台建置」、「再利用產品再生技術提升」、「循環過程導入科技應用」與「效益評估」為 4 大主軸（如圖 7），開發各項資源循環利用技術，發展資訊管理平台，整合物質流向與量能，即時掌握資源循環基礎資訊；借鏡國際針對廢棄物推動循環之作法以及應用自動化、智慧化升級等，優化回收製程能力、開發新興循環利用技術；並建立資源使用效率、環境效益與減碳效益等評估工具。

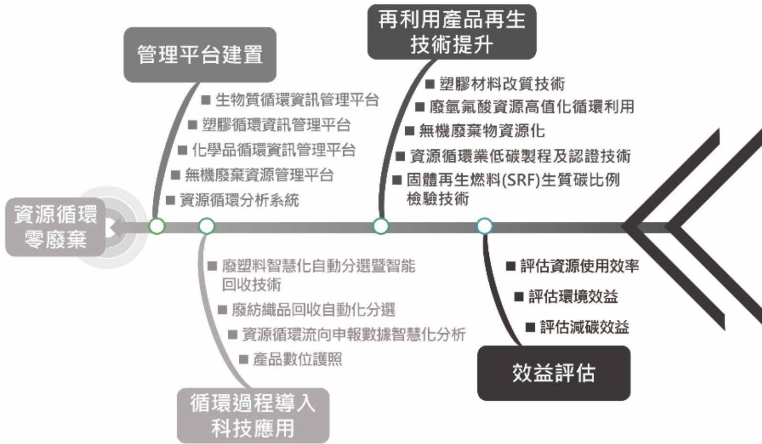


圖 7 資源循環科技發展藍圖

2.4 廢棄物管理及資源化行動方案

針對市場上規模不足、需特殊技術處理之廢棄物、需特別關注或新興廢棄物，環境部資源循環署偕同相關部會推動設置資源化設施及處理設施（如圖 8）。於設施面依可燃、無機、有機及化學品廢棄物等類別，提出增加設置與輔導處理設施，預計於 113 年可全數達量能平衡管理面；於管理面強化再利用機構管理、全程流向追蹤及申報、輔導分類場所轉型、推動設施設置、建構石綿廢棄物處理體系等策略，強化管理制度。

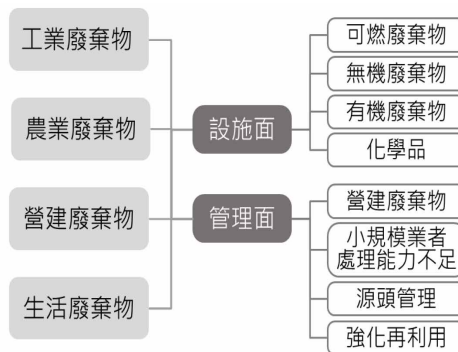


圖 8 廢棄物管理及資源化行動方案

三、如何促進產業資源循環淨零轉型

臺灣產業以出口為導向，且身為全球供應鏈的重要成員，除自主投入環境保護之行列，產業之發展深受國際趨勢影響，配合全球永續發展目標、各國家或供應鏈淨零排放（Net Zero）與碳中和（Carbon Neutral）的宣示，以及全球資源過度消耗等議題，勢必採取資源循環相關措施推動轉型，以提高產業競爭力永續發展。

而為解決國內資源高度仰賴進口，且快速消耗資源產出龐大廢棄物量體，環境部資源循環署從物質的生命週期角度切入，全面盤點物質流向及問題擬定資源循環之策略，從過去以末端管理方式，轉向重視源頭產業針對產品的設計以及原物料的使用，促進產品的循環性及永續性，並強調消費者的角色的重要性，透過資訊揭露賦權消費者，提倡選購綠色設計之產品，改變消費行為，從消費面影響產品製造及服務，促進生產者永續生產。未來規劃將產品綠色設計入法，包括規範產品使用再生料，採用可全回收、易維修與再製造之設計，以及提升耐用性延長使用壽命，增進環境永續性及資源使用效率。

3.1 綠色設計源頭管理

環境部資源循環署由消費者角度切入，檢視盤點消費品浪費及大量一次用產品廢棄淘汰問題，推動源頭減量，結合法令強制性規範、產業自願性措施以及經濟誘因方式，促使業者及民眾共同響應政策，提升環境保護意識，減少資源消耗同時降低垃圾量，達減輕環境負荷之效果。為降低政策推動對於產業發展及民眾生活習慣的影響，禁用或限制製造、輸入、販賣、使用相關措施，皆採取分階段推動，並逐步擴大管制對象及項目，分期訂定目標，給予一定緩衝時間因應，包括初期以自願性辦理、建立示範案例、提供經濟誘因，或透過輔導、相關指引及標準之訂定，引導產業轉型。

隨著經濟發展國人消費能力提升，我國每人每日垃圾清運量快速增長，行政院環境保護署為減少垃圾量，自 80 年代後期推動資源回收，而經調查發現於 90 年代一般廢棄物中，廢塑膠相較歐美先進國家高出約 1 倍數量，顯示國內塑膠類製品使用氾濫進而產生大量廢棄物，故自西元 2002 年起推動塑膠類產品禁限用，包括不得免費提

供購物用塑膠袋，以及不得提供塑膠類免洗餐具，推動方式如下：

1. 法令強制性規範：為正式啟動源頭減量，行政院環境保護署於西元 2001 年起，修正「廢棄物清理法」第 21 條規定：「物品或其包裝、容器有嚴重污染環境之虞者，中央主管機關得予以公告禁用或限制製造、輸入、販賣、使用。」同時配合修正「資源回收再利用回收法」第 6 條規定：「為達成資源永續利用，在可行之技術及經濟為基礎下，對於物質之使用，應優先考量減少產生廢棄物……」，完備法源依據，管制特定項目及對象，分階段實施禁限用措施。
2. 自願性措施：行政院環境保護署透過宣導、活動及訂定減量指引，結合產業力量，響應推動產品及包裝容器減量，於西元 2007 年起推動政府機關及學校紙杯減量，並逐步推動餐飲業者、觀光旅館、連鎖便利商店、百貨量販業美食街減少使用免洗餐具、鼓勵民眾自備環保餐具；另為減少包裝廢棄物，與品牌事業簽訂自願性減量協議，使包裝輕量化。近期因應網路購物興起，環境部資源循環署與網購平台業者、包材及物流業者共同組織「網購包裝減量聯盟」，跨業合作。
3. 經濟誘因方式：為提高產業及民眾配合政策推動之意願，結合連鎖飲料店、連鎖便利商店及連鎖速食店針對飲料杯品項，實施回收獎勵金及自備環保杯之優惠措施，藉以引導民眾改變消費行為，養成「自備、重複、少用」的生活習慣，減少過度浪費並減少垃圾產生。

依聯合國《全球塑膠公約》推動期程，將於西元 2024 年底前擬定具法律約束力的中止塑膠污染公約，而我國已自西元 2002 年起推動塑膠減量措施，並持續檢視我國產業發展變化及國際趨勢，滾動檢討源頭減量策略，例如外送服務興起，媒合外送平臺、可重複清洗餐具租賃業者及餐飲業者，以循環容器提供餐飲外送服務。另廣泛使用之聚氯乙烯（Polyvinylchloride，下簡稱 PVC）製造、使用至廢棄各階段皆有致癌風險，並隨安定劑的添加，可能產生重金屬污染，對於人體及環境產生負面影響，因此訂定「限制含聚氯乙烯之平板包材、公告應回收容器及非平板類免洗餐具不得製造、輸入及販賣」，並自西元 2023 年 7 月起生效。

除源頭減量相關措施，為促進產品循環性及永續性，減少對於環境的衝擊，環境部資源循環署將推動產業於產品生命週期各階段導入綠色設計，研擬 7 大原則包括：

1. 使用單一材質、減少材質種類及避免使用複合材質；2. 使用一定比率或數量之再生料；3. 易拆解或模組化工具一定可維修性；4. 強化耐用性延長使用壽命；5. 限制或禁止使用有害環境物質；6. 廢棄後可全回收及循環利用之設計；7. 對於原料之使用及製造過程，應減少廢棄物產生之必要措施。

目前環境部資源循環署積極推動產業自願性使用塑膠再生料，西元 2022 年訂定「非填充食品之塑膠再生商品推動作業要點」，鼓勵事業於非填充食品之塑膠再生商品使用塑膠再生料，並建立審查機制同時公布通過審查之塑膠再商品，引導事業落實社會責任及企業永續之目標，活絡國內塑膠再生料市場，促進產業循環利用轉型，並訂定於西元 2025 年再生料使用比率達 25%、2030 年再生料使用比率達 30%；目前已通過審查之塑膠再生商品共計 2 家公司之 9 項清潔用品包裝，包含聚乙烯對苯二甲酸酯（Polyethylene terephthalate, PET）及聚乙烯（Polyethylene, PE）材質。另針對電子產品、紡織品以相關指引之擬訂、搭配環保標章或回收清除處理優惠費率等方式，引導產業投入資源循環。

另外，環境部資源循環署亦規劃結合綠色設計、租賃服務及修繕服務，推動創新商業模式；現階段透過訂定共同供應契約，協助公部門財產以租代購，落實循環採購，並訂定採購目標，期望擴大需求進而建立產品服務化供應鏈，鼓勵民間企業及團體循環共同推動。為促進消費習慣改變，賦權於消費者，於 2023 年起參考歐盟管理制度與規劃，環境部資源循環署著手推動產品數位履歷制度（Digital Product Passport, DPP），促使參與產品生命週期之產業揭露產品環境資訊，例如產品碳足跡、再生料添加比率等，並規劃揭露產品維修度指數，建立制度增進維修風氣，以達延長產品使用壽命之目的。

3.2 能資源循環利用

80 年代後期為減少隨經濟成長逐年增長的垃圾量，行政院環境保護署推動資源回收，於西元 1988 年正式將廢棄物回收處理入法，並自 1997 年起推動資源回收之工作，結合地方清潔隊、社區民眾及回收處理業者，共同推動「資源回收四合一計畫」，並納入「延伸生產者責任（extended producer responsibility, EPR）」的精神及做法，依

「廢棄物清理法」第 15 條規定，公告 13 大類、33 項，共計 68 種應回收廢棄物，由產品生產、輸入及販賣業者負責廢棄物的回收處理責任，為提升回收成效，開始實施垃圾強制分類，使資源回收量大幅成長，廢棄物管理從管末處理概念，逐漸轉變為垃圾零廢棄、全回收，環境部資源循環署持續提升回收效能，包括檢討回收項目、增加資源回收量能，以及全面優化資收體系，藉由公權力主導，來達成垃圾減量、資源永續利用之目標，並帶動資源回收處理產業之發展，使積極投入廢容器及物品之回收利用。

行政院環境保護署於西元 2021 年 7 月正式成立「資源循環辦公室」，專責推動資源循環，強化可再利用資源的管理，精進資源的循環利用，期達成資源循環零廢棄的願景。因應國際趨勢，以及國內自然資源的不足，70% 以上資源仰賴進口，為提升我國產業原料的自主性，減少關鍵戰略物質之進口需求，並節約自然資源使用、減少廢棄物產生及促進物質回收再利用，環境部資源循環署以「對於物質之使用，應優先考量減少產生廢棄物，失去原效用後應依序考量再使用，其次物質再生利用，能源回收及妥善處理」為原則（如圖 9），針對物質全生命週期進行管理，完整盤點分析廢棄資源、發展能資源化技術及建立媒合管道，透過法令強化可再利用資源的管理，促進資源循環利用，並新增再利用產品的品質標準、認證制度及掌握其用途及流向，整合推動量能，使再利用產品適材適所。



圖 9 廢棄物管理優先順序

為促進產業資源循環再利用，提升再生關鍵材料價值，建構高值循環體系，環境部資源循環署訂定「精進補貼推動實施計畫」，推動電子產品、廢輪胎、廢機動車輛及廢玻璃容器之補貼，以經濟誘因鼓勵產業投入，提升再利用效益，並促成產學合作。

為有效盤點廢棄資源流向及關鍵議題，研擬正確的資源循環推動策略，環境部資源循環署將廢棄資源分為生物質資源、有機化學資源、金屬及化學品資源，以及無機資源等四大物料，以盤點健全基線資料、分類分流應用、訂定標準規範及指引、建立流向追蹤及查驗制度及循環示範推廣為五大循環利用策略架構，提升資源使用效率，使資源循環最大化、廢棄處理最小化，現行四大物料資源循環方式說明如下：

1. 生物質資源：針對各類生物剩餘資材、廢棄物進行流向盤點（如圖 10），結合各部會分工提升廢料價值，以高值化、飼料化、肥料化及能源化分級推動，並精進能源化處理技術、強化效能，發展生物炭及沼渣沼液多元應用途徑。

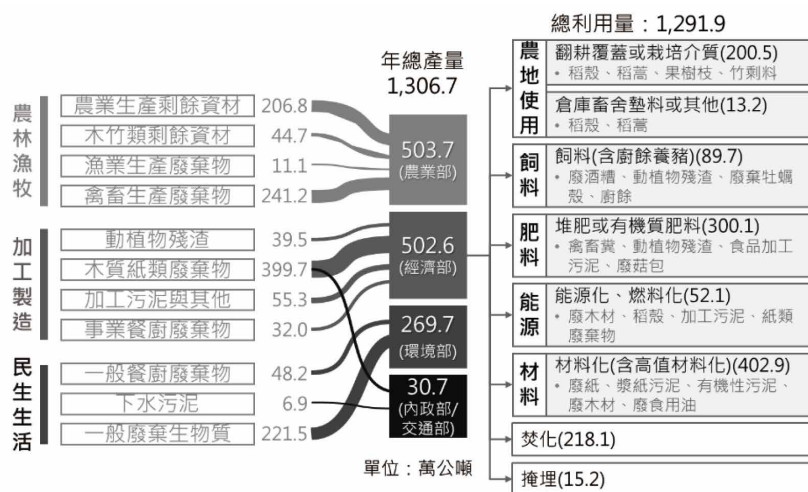


圖 10 分類分流應用盤點 – 以生物質資源為例

2. 有機化學資源：落實塑膠分類及回收，提升塑膠再生料品質，推動驗證制度及溯源機制，跨部會並結合業者協作推動塑膠再生料應用，驅動塑膠循環再生，創造再生料市場；推動紡織品多元化回收處理體系及材料回收分選，強化回收分類，開發循

環技術並推動驗證制度。

3. 金屬及化學品資源：投入創新技術發展，提升化學品廢液高值化循環應用、建立金屬表面處理業低廢循環處理技術；結合製造與輸入業者以多元逆向回收機制，暢通電器與電子產品回收處理管道，提升再利用技術與再生材料應用；強化儲能及電動車用電池循環材料使用，促進鋰電池創新技術發展；建立太陽光電板及風力葉片回收機制，推動產業協作、媒合，強化循環材料高值化利用。
4. 無機資源：引導無機資源替代天然原料，適材適所分流應用於建築與公共工程、再生建材及水泥製品、港區填築工程，及作為水泥業之替代原（燃）料，並研發新興技術、推動材料銀行，以提升粒料品質。

環境部資源循環署短期重要工作包括推動半導體業資源循環，與經濟部、國科會及地方政府合作，建立化學品租賃示範案例，媒合輔導產業推動化學品租賃（如圖 11）；推動太陽光電模組及風機葉片回收清除處理體系，研析高值化再利用技術，並擴展多元處理管道；而因應歐盟電池法案以及推估電池將於西元 2030 年達報廢高峰期，投入開發廢電池高值低碳技術，並推動責任業者自主循環回收計畫。

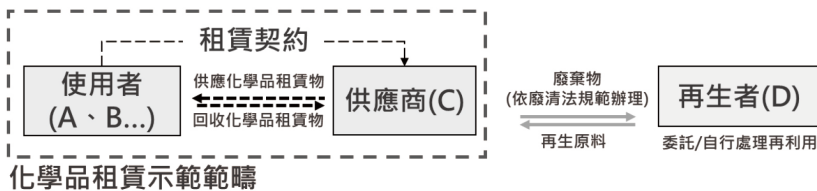


圖 11 化學品租賃模式

另外環境部資源循環署持續推動廢棄物能源化，引導產業使用以非有害適燃性固體廢棄物再利用製造之固體再生燃料（Solid recovered fuel, SRF）作為燃料使用（管理架構如圖 12），減少廢棄物產出及減少化石燃料的開採使用，同時創造減碳效益，為提升固體再生燃料品質，環境部資源循環署訂定「固體再生燃料製造技術指引與品質規範」，結合地方政府共同輔導、媒合業者。而固體再生燃料使用者產出之灰渣，則再循環利用於水泥生料、控制性低強度回填材料（Controlled Low Strength Material, CLSM）、海事工程用粒料及水泥製品，降低廢棄物處理需求，減輕環境負荷。

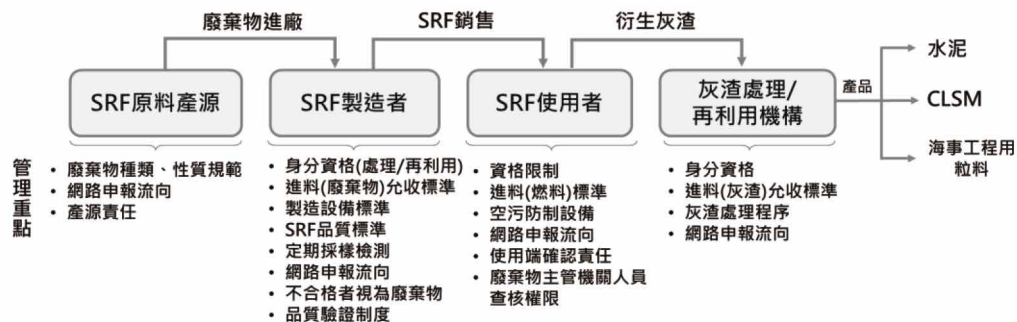


圖 12 SRF 管理架構

為建立掌握四大物料基線資料及流向、追蹤資源循環推動成效，並整合相關資訊，環境部資源循環署規劃建置資源循環管理平台（如圖 13），除協助進行管理，同時揭露產業所需資訊，期望進一步達產業媒合之效益。

3.3 廢棄物量能平衡及管理



圖 13 資源循環管理平台

因事業廢棄物面臨處理設施不足、處理量能短缺的問題，環境部資源循環署訂定「廢棄物管理及資源化行動方案」，與各中央目的事業主管機關合作，盤點廢棄物數量及流向，將廢棄物分為可燃廢棄物、無機廢棄物、有機廢棄物及化學品廢棄物，訂

定處理量能平衡之策略與期程，說明如下：

1. 可燃廢棄物：由於過去應設置事業廢棄物焚化處理設施未完全設置，為解決可燃事業廢棄物處理設施量能不足及累積暫存的問題，推動廢棄物處理設施之補充設置與輔導，並強化產業源頭減量及依廢棄物性質分類分流清理。
2. 無機廢棄物：在事業廢棄物由產源事業負責處理原則下，因處理設施或去化量能尚有不足，由政府協助推動再生粒料適材適所分流應用。除現有陸域工程應用，為能大量使用集中管理，並進行中長期規劃，環境部資源循環署與相關部會共同推動再生粒料使用於港區填築工程。
3. 有機廢棄物：為改善畜牧糞尿排放影響周遭環境，從畜舍加強源頭減量，推動能資源化利用；另為強化雞糞堆肥處理方式，環境部資源循環署推動增加生物處理機設備及集中處理場設置，完善處理設施。
4. 化學品廢棄物：目前去化量能尚足，預期未來產生量將持續成長，透過提升純化技術及回收量能，促使化學品廢棄物資源循環利用。將於新設工業區或科學園區之相關環評文件中，要求承諾環保用地須設置資源化設施，及其於營運前期得收受區外廢棄物以符經濟規模，並原則應於園區開發前期完成設置。

現行由環境部資源循環署等 10 個部會各自管理所轄再利用機構，包括訂定廢棄物允收標準、規範再利用製程設施、產品品質標準、用途及地點等，分年執行機構查核輔導作業，全程追蹤流向，確保妥善清理，未來研擬將透過「資源循環促進法」由環保機關統一管理，並以財務工具補貼再利用產品使用，提升再利用產品市場競爭力，推動再利用產品妥善使用（再利用流向管理方式如圖 14）。

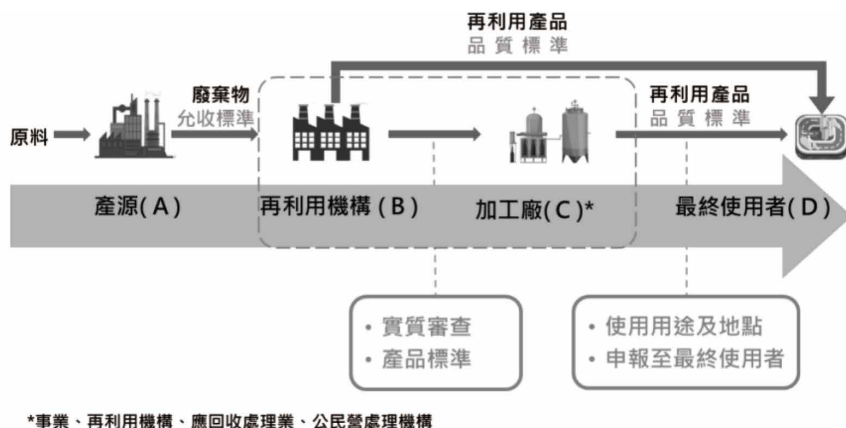


圖 14 再利用流向管理圖

針對處理不易、去化困難、不具經濟規模之廢棄物，環境部資源循環署亦規劃推動設置處理設施，或以建構建構廢棄物處理體系方式，協助產業及民眾處理廢棄物，推動策略如下：

1. 推動設施設置（如圖 15）：盤點現有廢棄物處理設施，如水泥窯、工業鍋爐等，轉型為資源循環中心，增加去化管道促進循環；另針對市場上規模不足、需特殊技術處理之廢棄物、需特別關注或新興廢棄物，由環境部資源循環署協調地方利用環保用地或工業區閒置用地，以促進民間參與公共建設方式，設置資源化設施及處理設施，目前為將民眾及產業排出之木質廢棄物轉為資材循環再利用，減輕焚化爐及掩埋場處理負荷，與環境部資源循環署與地方政府合作，規劃設置北、中、南三區生質燃料製造廠，可供鍋爐、電廠或水泥窯使用。

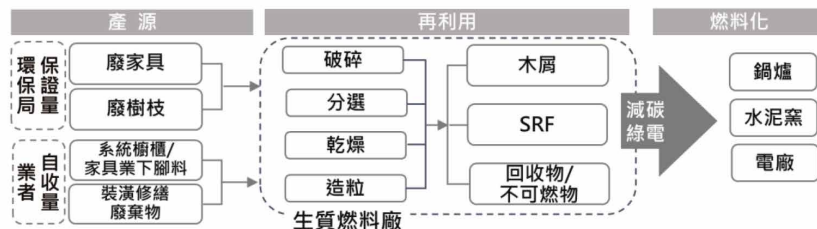


圖 15 生質燃料廠促參參規畫

2. 建構石綿廢棄物處理體系（如圖 16）：石綿主要用於建材，拆除過程若有破損易具飛散性，導致吸入危害風險，各部會已針對石綿原料及產品進行管制，行政院環境保護署則於 2022 年 4 月公告「限制含石綿產品輸入」；而早年建築物石綿瓦屋頂已達使用年限，將陸續拆除排出，環境部資源循環署已建立調查技術掌握建物現況，並規範清除處理及補助方式，引導民眾及業者妥善處置含石綿建材廢棄物，避免發生危害。

3.4 暢通循環網絡

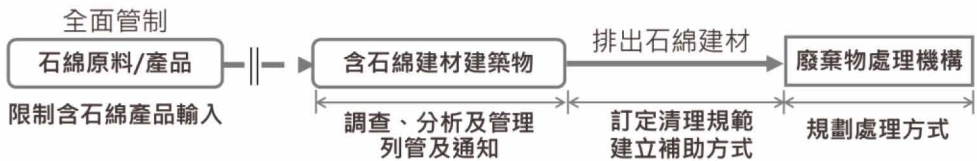


圖 16 石綿廢棄建材清除處理流程規劃

於民生面，行政院環境保護署為使資源回收體系之完整循環，自西元 1997 年推動「資源回收計畫」，結合「社區民眾」、「地方政府清潔隊」、「回收商」及「回收基金」，鼓勵全民參與資源回收工作，並以回收基金作為誘因，共同推動資源回收。

於產業面，環境部資源循環署致力於推動資源循環產業鏈，結合上、中、下游產業進一步發展，建立區域型產業循環中心，甚至跨區域成立虛擬園區，偕同各部會協助創造與鏈結資源循環供給與需求方，暢通循環路徑。環境部資源循環署為拓展事業廢棄物多元處理流向，訂定 10 種場內外循環模式供產業選擇，而行政院環境保護署於西元 2022 年函頒「資源循環網絡廢棄物清理計畫審查作業要點」，簡化行政程序，鼓勵業者跨區域、跨產業，考量廢棄物整體生命週期，串聯上、中、下游事業共同整合原物料供應、產品使用與廢棄物處理及再利用，以產源事業大帶小，或多個小規模產源事業串聯其產業鏈提出申請，延伸自主管理責任，促並進淨零轉型（資源循環網絡模式如圖 17）。

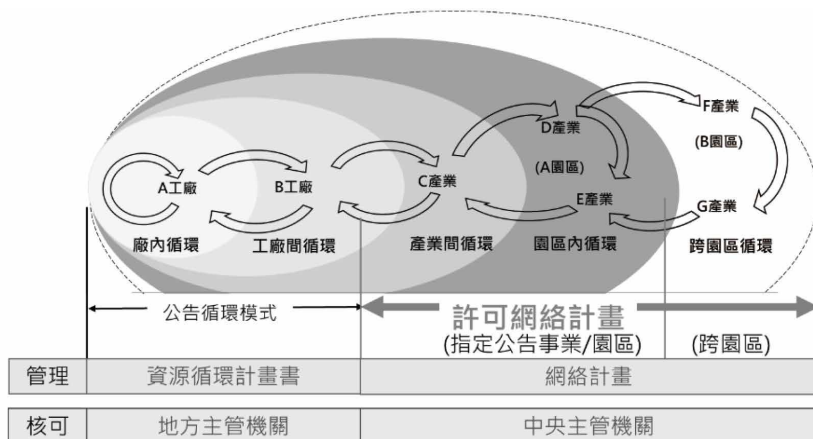


圖 17 資源循環網絡模式

為提升產業及民眾對於資源循環的認知，環境部資源循環署亦加強與社會公眾的溝通，例如結合產官學研辦理民間企業競賽、推廣海洋廢棄物循環產品標章及網購包裝減量標章等標章制度，另外運用媒體及社群軟體進行政策宣傳。而環境部資源循環署扶植中小企業，定期辦理資源循環績優企業遴選，透過遴選建立模範，帶動製造業及服務業等循環鏈結，並鼓勵引導其他業者提升技術或推廣使用再生料；另外透過展覽方式，例如配合循環經濟週活動，辦理超越圈圈展覽，提升民眾認知與實踐，邀請不同產業共同參與，蒐集多元媒材之應用，並增加青年創業及就業機會。

為擴大我國資源循環範疇，環境部資源循環署持續投入國際交流合作，例如臺美「國際電子廢棄物管理網絡」專案（International E-Waste Management Network, IEMN），擴展國際夥伴關係，邀請多國及我國企業參加年會、工作坊及網路研討會等交流活動，分享實踐循環經濟的經驗及技術交流，營造淨零永續的電子產品循環模式；於西元 2022 年舉辦第 1 屆臺德經貿政策對話會議，我國與德國針對產品數位護照制度之推動進行討論並取得共識；環境部資源循環署於西元 2023 年與經濟部合辦「歐盟創新週」，擴大與深化臺歐盟合作的契機，其中透過國際循環經濟研討會，邀請歐盟成長署、英國、義大利、德國等專家進行經驗分享，做為我國政府及產業推動循環經濟之參考。

3.5 創新技術與制度

為營造推動資源循環有利發展之環境，且因應組改及國際趨勢，環境部資源循環署將「廢棄物清理法」及「資源回收再利用法」二法精神納入，透過翻轉廢棄物管理觀念，擴大資源範疇（如圖 18），啟動新法立法程序，立法重點包括：(1) 翻轉觀念促進循環；(2) 消費性產品源頭管理；(3) 創造有利產業推動循環之環境；(4) 維護環境正義。

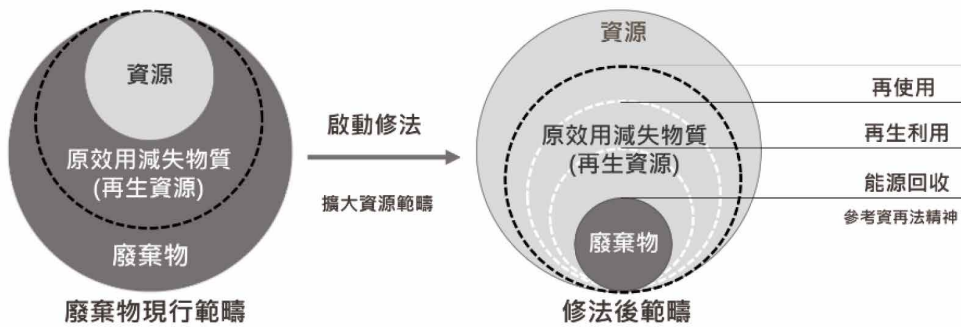


圖 18 翻轉廢棄物觀念促進資源循環

24 淨零轉型與產業推動資源循環

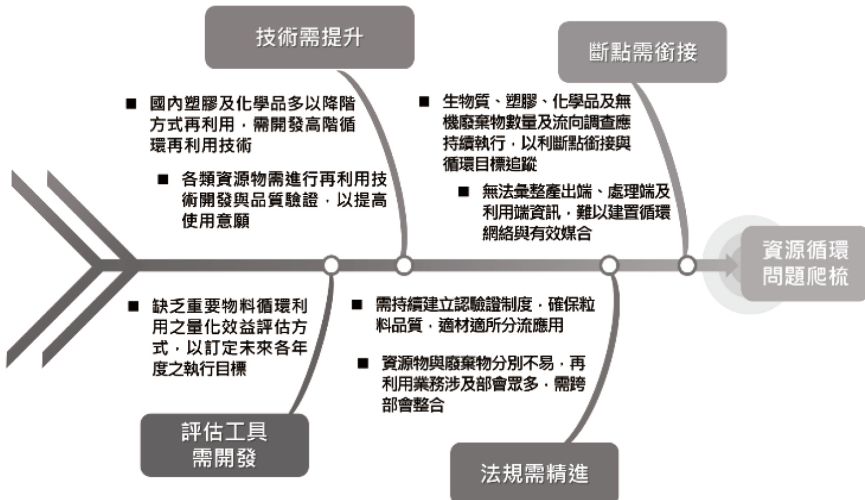


圖 19 現況問題爬梳

因應淨零排放趨勢，規劃我國淨零排放路徑並啟動相關工作，環境部資源循環署盤點現況問題（如圖 19），訂定「資源循環減碳技術計畫」，以永續消費及生產精神規劃資源循環減碳、高值化技術發展及驗證技術開發等，建構永續資源循環網絡體系，達成淨零減碳效益，並為鼓勵創造資源回收處理高價值，提升資源回收處理新技術、加強循環驅動力及再利用品質與產值。

為協助產業因應淨零排放趨勢，環境部資源循環署針對清除處理機構及回收處理業等資源循環產業進行管理輔導（如圖 20），包括盤查產業現況、建立輔導示範計畫、輔導產業導入自動化、智慧化及低碳化（Automation, Intelligence, and Low Carbonization, AIC），並評估減碳效益並辦理示範觀摩，培育強化業者淨零排放及永續發展新知，建構產業低碳永續轉型能力。

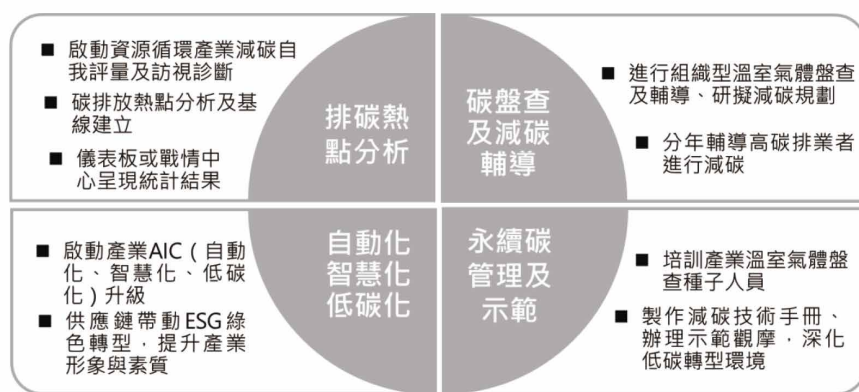


圖 20 資源循環機構管理輔導

為追蹤我國資源流佈情形，以資源循環現況與成效，環境部資源循環署透過資源循環分析資料庫，分析計算資源循環相關指標，且透過網站儀表板的呈現，了解資源生產力及國內物質消費等二大總體政策績效指標數值，監測追蹤政策執行成果（監測指標如圖 21）；另環境部資源循環署為協助產業計算投入資源循環的減碳效益，自今（西元 2023）年起，規劃於網站建置減碳效益試算功能，可初步計算執行資源循環工作所產生之減碳效益。

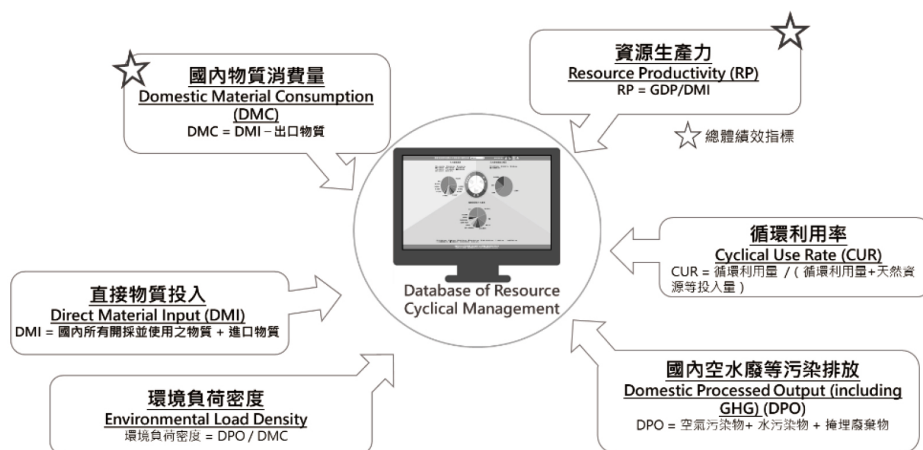


圖 21 指標管理監測進展

四、產業資源循環未來展望

因我國能資源短缺且多仰賴進口、人口密度高、土地資源有限等，使產業面臨先天不利條件，且因廢棄物處理設施興建困難以及國際發展趨勢等壓力，產業需正視資源循環堆推動之必要性，於環境部資源循環署成立前，行政院環境保護署從廢棄物管理角度，積極轉向推動資源循環，並偕地方政府及產業共同研擬解方，例如輔導設置資源循環設施、媒合動靜脈產業需求及供給，促進廢棄資源循環流動。而因應國際趨勢及氣候變遷的壓力，配合我國淨零排放路徑提出「資源循環零廢棄」淨零轉型關鍵戰略，以聯合國永續發展目標 SDG12 為核心，促使消費者永續消費，並由消費引導產業永續且負責任的生產，推動綠色設計及循環商業模式，建立資源永續利用之社會。

環境部資源循環署的成立，正式宣示我國廢棄物管理觀念的翻轉，除強調廢棄物為產業可循環再利用之資源，透過完善法規制度及研發創新技術，進一步推動我國產業成為全球資源循環之典範，朝資源循環零廢棄願景邁進；另逐步建立創新循環商業模式，推廣循環採購，將工程、產品或服務之生命週期中可能產生之負面環境影響及廢棄物減到最小，並提前因應國際針對產品資訊揭露的措施，規劃我國產品數位護照制度建立並與業者合作試行，未來協助產業適應國際發展。

在推動產業淨零轉型過程中，環境部資源循環署依循公正轉型核心重點「社會包容」及「重新分配」，並且依產業現況採分階段推動方式，逐步擴大標的並訂定分期目標，給予產業一定緩衝時間，減少政策實施對產業造成的負面影響，規劃因應方式包括：輔導產業轉型、訂定補貼費率、媒合相關產業形成鏈結、加強資訊公開、建立再生料與再生產品品質規範及驗證制度，並且建立示範計畫等，未來亦將持續視政策推動進行利害關係人及影響範疇之辨識，同時擬訂公正轉型相關措施，以降低衝擊，期望與產業共同實現永續發展。

參考文獻

- 國發會 (2022)，臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明，https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=DEE68AAD8B38BD76
- 國家層級物質流指標公開成果 (2023)，https://smmdb.moenv.gov.tw/SMM/WebPage/MF_index.aspx
- 環境統計查詢網 (2023)，<https://statis91.epa.gov.tw/epanet/>
- 事業廢棄物申報及管理資訊系統 (2023)，<https://waste.epa.gov.tw/RWD/Statistics/?page=Year3>
- IRP. (2019), Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want, p1-162.
- Circle Economy. (2023), The Circularity Gap Report 2023, p1-64, Rep.
- UNEP (2010), ABC of SCP Clarifying Concepts on Sustainable Consumption and Production.
- UNEP. (2022), Historic day in the campaign to beat plastic pollution: Nations commit to develop a legally binding agreement, <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/historic-day-campaign-beat-plastic-pollution-nations-commit-develop>
- Ellen MacArthur Foundation. (2019), Completing the picture: How the circular economy tackles climate change, p1-62.
- EU. (2022), Ecodesign for Sustainable Products Regulation, https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products-regulation_en