

學術
論壇

從循環經濟概念來談永續發展與環境保護——以垃圾焚化廠底渣為例

高雄市政府環保局

我國行政院環境保護署李署長應元於「105 年版環境白皮書」序言說明，臺灣地狹人稠，環境資源有限，因此建立循環型的生產與生活方式，加強能資整合，提高廢棄物資源回收與再利用，塑造零廢棄、低能耗、環境友善社會的工作，更顯重要。我國在廢棄物減量及資源回收上已有多年經驗，且針對循環經濟發展相關政策，加上現今國際推動循環經濟趨勢下，改變傳統廢棄物減量和資源循環的觀念，以提升至資源生產力提升和循環經濟之層面為前提。尤其台灣自然資源有限，若要減少原物料進口依賴，資源回收再利用更重要。

環保署積極推動廢棄物資源回收再利用，以「資源循環零廢棄」為目標，透過 Reduction（源頭減量）、Reuse（重複使用）、Recycling（物料再生）、EnergyRecovery（能源回收）及 LandReclamation（新生土地）等 5 個 R 為推動策略，其中 LandReclamation（新生土地）為經過前 4 個 R 的努力，並經中間處理後無害、安定且仍需最終處置的廢棄資源，做為新生土地的替代料源，取代傳統抽砂填海的方式，降低對海洋環境之影響，並創造新國土。因此，事業廢棄物回收再利用不僅可以提升資源效率，也可降低污染物衍生問題，所產出之廢棄物亦可提供其他產業再利用，具有循環經濟發展之優勢。

學術
論壇

從循環經濟概念來談永續發展與環境保護——以垃圾焚化廠底渣為例

085

依據廢棄物清理法第 2 條規定，由一般民眾產出之垃圾稱為一般廢棄物，由事業單位產出廢棄物則稱之事業廢棄物，本案例係針對與民生較為相關生活垃圾之相關探討。民眾產出生活垃圾依據行政院環境保護署自 94 年起推動垃圾強制分類，規定民眾應先將家戶廢棄物分為資源、廚餘及垃圾三大類，再分別交由清潔隊回收或清除。部分縣市或地區推動垃圾費隨袋徵收措施，也有助於垃圾減量及分類回收再利用。依據行政院於 73 年頒定「都市垃圾處理方案」初期以掩埋為主，中、長程以焚化為主政策，由中央補助經費，積極推動地方政府興建垃圾掩埋場或焚化廠，期解決垃圾處理問題。由於垃圾掩埋場用地取得日趨困難，環保署於 80 年訂定「垃圾處理方案」，明定「焚化為主、掩埋為輔」。為使垃圾焚化廠之順利興建，於 80 年 6 月訂定「臺灣地區垃圾資源回收(焚化)廠興建計畫」，由環保署在台灣省興建大型焚化廠。

而高雄市自 1999 年西青埔衛生掩埋場封場後，高雄市垃圾處理正式進入焚化處理時代，由中區、南區、仁武及岡山資源回收廠負責處理本市垃圾，其垃圾焚化後所生之灰渣(約垃圾重量 15%)、不可燃物等廢棄物仍需以衛生掩埋處置。我國目前垃圾處理方式以焚化為主，焚化率占待處理垃圾量約 95%。經過焚化後產生之剩餘物質(如飛灰穩定化物或底渣)或不適燃廢棄物，仍須以掩埋做為最終處置。據統計我國垃圾掩埋場共計 317 處，67 處掩埋場尚仍營運使用中，250 處屬停用、封閉或復育之掩埋場。

由於合適掩埋場用地有限，自 97 年起本市積極辦理焚化底渣再利用工作，並積極推動資源回收、廚餘資源化再利用，以其紓緩相關垃圾問題。本市轄區四座資源回收焚化廠 104 年垃圾進廠量約 143.59 萬公噸，實際焚化量約 138.03 萬公噸，產生約 31.46 萬公噸焚化灰渣，其中產生焚化底渣總量約 24.25 萬公噸(底渣與飛灰處理衍生物之比例約為 3 比 1)，焚化底渣大多交由再利用機構進行底渣「再利用」處理，本市 105 年度起本市自行推動底渣再利用處理，將底渣資源化產品推廣至本市之公共工程使用。近年已有許多焚化底渣相關再利用與管理層面之研究與探討，例如藉由降低吸水率、磨損率及有機物含量等條件，發現水洗後之底渣於工程性質有明顯改善。廢棄物焚化底渣經過處理後，可成為良好的營建土石資源替代材料，許多國外底渣於道路工程應用案例，顯示試鋪道路有良好之

物理性及工程特性，具資源化再利用之價值。

在底渣再利用處理成資源化產品方面已相當成熟，但另一個重點在於建立完整的底渣再利用管理系統，其必須同時考量工程、經濟及環境三個方面。依據行政院環境保護署於 91 年訂定發布「垃圾焚化廠焚化底渣再利用規定」，推動底渣再利用政策以減少天然資源開採，拓展底渣再利用用途，以「確保焚化再生粒料品質」、「用途別明確管理」及「精進流向管理」為目標，期以相關作為確保焚化再生粒料品質、暢通使用管道以及進而使廢棄物處理體系正常運作，以朝向循環經濟模式邁進，真正落實資源循環再利用，也積極配合地方政府執行之經驗予以修正。

綜上，依據行政院環境保護署 91 年公告迄今最新公告法規(中華民國 101 年 10 月 17 日行政院環境保護署環署廢字第 1010094463A 號)，焚化底渣資源化產品可作為道路級配粒料底層及基層、基地填築及路堤填築、控制性低強度回填材料、混凝土添加料、瀝青混凝土添加料、磚品添加料及水泥生料添加料等使用用途。以往本市將焚化底渣交付至再利用機構進行再利用處理後，由再利用機構負責去化。現在除了將焚化底渣交付至再利用機構進行再利用處理外，目前正極力推動混凝土拌合廠認證計畫及推動焚化再生粒料使用於公共工程，作為道路級配粒料底層及基層、基地填築及路堤填築、控制性低強度回填材料、瀝青混凝土、低密度再生透水混凝土、磚品、水泥生料、掩埋場覆土(最終覆土除外)等用途，並限制地點使用做為新生土地的替代料源，並為確保焚化再生粒料品質、暢通使用管道以及進而使廢棄物處理體系正常運作，倘未來若將已填築焚化底渣資源化產品進行刨除，亦可視為營建混合物送至土資場進行再利用處理後循環再使用，以朝向循環經濟模式邁進，真正落實永續發展與環境保護兩個目標。

學術
論壇

從典範城市循環經濟發展探討高雄市工業地景轉型之機會與策略

宋威穎 | 國立中山大學公共事務管理研究所博士生

吳濟華 | 國立中山大學公共事務管理研究所教授

摘要

高雄早期是以工業發展為導向之城市，惟因應時代變遷，現階段高雄進入城市轉型階段，迫切面臨問題是，如何活化再利用工業區廠商遷廠後所遺留下大量的廠房、閒置空間和受污染土地，並在轉型過程中兼顧經濟和環境永續發展，是高雄城市環境治理現行的重要課題與挑戰。有學者提出，循環經濟發展模式或許是城市工業地景轉型可供參考的依據，正所謂他山之石可以攻錯，研究者嘗試借鏡國際間著名的工業地景循環經濟轉型成功典範-阿姆斯特丹 Builksloterham 地區，歸納其循環經濟發展策略以做為高雄市政府進行工業地景轉型發展參考之用。

本研究發現，Builksloterham 地區係透過公開競圖獲得民間創意意見與提案、建立實驗區資源再利用模式、凝聚民眾共識以及推動整體循環城市發展模式等行動來發展適合在地的循環經濟運作模式，在實質作為部分，係透過運用現有綠色投入材料再造老舊空間，並將所產生廢棄物轉換成肥料和沼氣方式提供給實驗地區需要的養分和電力，達成園區產品資源自給自足又能循環再生的運作模式。因此，建議市府相關單位可透過劃設循環經濟實驗區、公開蒐集民眾意見及提案，並於實驗區建立循環經濟運作模式等行動來推動工業地景轉型，相信如此，始能有效解決工業地景轉型之困境，讓高雄發展成台灣循環經濟發展的典範城市。

關鍵詞：循環經濟、典範城市、城市轉型、高雄市、工業地區

「沒有一個國家比台灣更迫切需要採行循環再生的經濟思維」

黃育徵，2017

壹、前言

台灣是個能源、原物料短缺，極度仰賴進口的國家，產業發展則是以代工為主，高度仰賴以降低成本的商業模式，為了維持經濟熱絡，過去都以刺激消費成長的經濟發展模式為主，此一消費-丟棄-再消費的過程即是所謂的線性經濟，而線性經濟是指一種浪費資源同時又忽略外部成本的破壞性商業模式，相較於線性經濟，循環經濟則是指兼顧經濟活動、在地就業、環境生態與能源自主的一種循環再生發展模式（黃育徵，2017）。

循環經濟是我們下一世代國家發展的重要關鍵，也是一個全新的發展思維，台灣如何在內外環境限制下，擺脫傳統舊思維，用綠色永續新思維推動產業創新、帶動產業轉型，是當前台灣最重要的課題，在全球化趨勢下，經濟線性發展擴大了對環境的破壞與資源的耗竭，也讓多數先進國家開始反思如何在經濟發展和環境永續之間取的一個平衡點，並發展出一套不同以往又能兼顧經濟和環境的永續發展模式，循環經濟或許是國家可思考的方向之一（林全，2017）。

高雄市是臺灣第二大城市，是一以工業發展主導成長的城市，人口約 277 萬人，面積約 2947.6 平方公里，由於鄰近高雄港，原物料進口便利，早期因應國家區域發展所需，成立了諸多工業區，如林園石化工業區、大發工業區、仁武工業區及大社石化工業區等都是高雄市内著名的工業區，也讓高雄成為臺灣人眼中刻板的工業都市（高雄市政府，2017）。

然而，高雄市在追求工業發展過程中，亦造成大量環境污染與損耗，為有效降低環境損耗並改變民眾既定刻板印象，現行市府積極推動城市轉型，以翻轉舊有的工業城市形象，高雄市政府秘書長就指出，為翻轉高雄百年工業城市印象，市府積極推動城市轉型，在高雄多項建設及產業園區中引進創新服務，以促進城市經濟與環境間資源的有效利用，進而達成城市永續發展願景（高雄市政府，2016a），但如何將工業城市轉型成為後工業城市，且再轉型過程中維持其經濟發展同時又兼顧環境的永續（高雄市政府新聞局，2014），是現行高雄市城市治理

的一大課題與挑戰，正所謂他山之石可以攻錯，本研究嘗試借鏡國際著名的工業地區循環經濟轉型成功典範發展脈絡，並加以歸納整理，希冀對高雄提出相關工業地景轉型建議，以提供高雄市政府相關單位未來擬定城市工業地景轉型發展之相關治理改進參考。

貳、線性經濟 vs 循環經濟

一、線性經濟與不永續發展

仰賴資源驅動成長的線性經濟模式（Take-Make-Use-Dispose）已成為全球的發展主軸，線性經濟係指鼓勵人們不斷賺錢-消費-丟棄的循環過程，在此一線性經濟發展思維下，政府將面臨資源耗竭、環境崩壞與經濟難以永續發展的困境（黃育徵，2017）。易言之，以線性經濟思維主導的發展模式以無法確保地球的永續可以自然達成。

Pearce and Barbier (2000)進一步指出，現行環境政策與產業發展無法達到永續的原因主要是由三個過程所循環造成（詳如圖 1 所示），首先是市場和政策制定

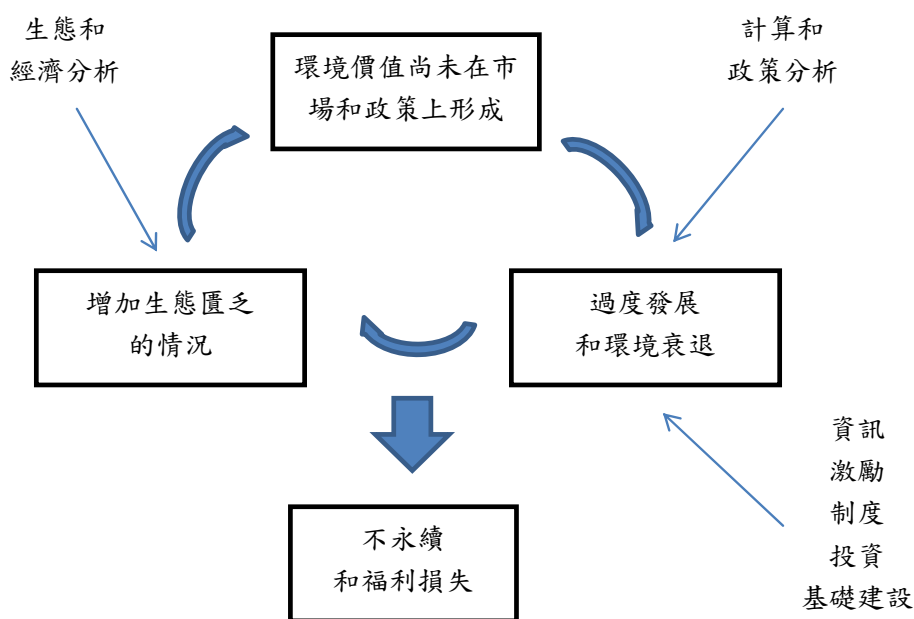


圖1 不永續發展負向循環圖

資料來源：Pearce & Barbier, 2000

上並未將環境價值列入，多數政策制定者和廠商未將環境成本納入情況下，會無限制不停開發，進而造成環境過度開發和衰退，最後會增加生態環境匱乏窘境，在這三個過程的不斷負向循環下，最終會導致環境無法永續，亦會造成社會整體的福利損失。針對未將環境成本列入計價的缺點，Pearce and Barbier(2000)認為需要將環境整體的成本及效益列入考量，如此才可改善市場和政策考量上之缺陷；此外，針對過度開發部分，則必須透過資訊公開、制定獎勵制度及鼓勵公共投資於環境基礎建設等方式來調整相關狀況，最後是生態匱乏部分，則必須透過經濟學家和生態學家的共同攜手合作來擬訂可行的保護方案，如此，才有可能打破不永續的負向循環，進而回復到永續發展的正軌上。

高雄過往主要是以工業發展導向驅動經濟成長，係屬於線性經濟成長思維，雖可在短期內替城市帶來快速的經濟成長，但連帶的亦會付出龐大的環境耗損，且對照過去的產業發展和政策制定過程，多數未將環境成本納入考量，此一過程容易陷入 Pearce and Barbier (2000)所稱的不永續發展負向循環，最終使環境走向不永續，因此，政策制定者必需從其他角度切入與改變現有發展模式，打破現有不永續的負向循環，方有可能改變線性經濟的迷思，轉為朝向永續循環的正向發展。

二、循環經濟與永續發展

有別於線性經濟，循環經濟是效法大自然資源使用與再利用的循環生態過程，經過設計，可以確保資源的可持續回復與循環再生，重新組織社會和經濟的新思維與發展模式（黃育徵，2017）。循環台灣基金會（2017）指出，循環經濟是一個可恢復且可再生的產業體系，相較於過去產品於線性經濟使用完畢即丟棄的概念，循環經濟重視的是產品的再生恢復式使用，藉由重新設計產品、材料和商業模式，可讓過往認為是廢棄物的產品成為資源再次回到原本的產品生命週期中，讓資源使用更有效率。循環台灣基金會（2017）也進一步指出，要從線性經濟邁向循環經濟必須透過新的商業模式和產品設計來進行，將以往使用過的產品透過維修-再利用-分銷-翻新-再製-回收等循環過程來運作，對生產端而言，鼓勵產業在產品設計上循環再生，而在消費者端，則是鼓勵消費者間的資源共享，如此才能減少浪費、降低環境負擔、增加原物料的使用價值，將有限資源最大效益

化。

循環經濟過程和自然環境的新陳代謝非常相近，像是地球上的主要養分碳、氫、氧和氮隨時處於周而復始的循環過程中，舉例來說，死亡動植物的身軀可自然轉換成大自然的養分回到生態系統中，亦即大自然無論是動植物所產生的廢物均可在生態鏈中轉換成其他生物的養分，(McDonough & Braungart, 2002)，McDonough & Braungart 認為，一般來說，自然中的物質流可分為兩大類，分別是 1.生物物質流以及 2.工業物質流(又稱為技術物質流)，生物物質流係指生物所產生的廢物，在自然生態循環中可做為其他生物養分而有益於生態圈；而工業物質流則係指非生物原物料所生產之產品，改產品使用一段時間後可重新進入其產品製程的過程，亦可再生作為其他產品之原物料，其原物料有助於工業流程系統，以上之流程是一種「搖籃到搖籃」的過程（Cradle to Cradle），亦即產品在生命過程中不存在所謂廢棄物，過往所謂的廢棄物均是另一新產品的原物料與資源，此一概念和循環經濟所倡導的產品循環再利用之觀念不謀而合。

循環經濟系統也涵蓋生物循環和工業循環兩大面向（詳如圖 2 所示），生物循環係指所有產品是由生物可分解原料製成，產品最終可回到生物循環系統中提供養分，像是推肥或厭氧消化即是生物循環；而工業循環則是指將可再利用的工業材料回到工業循環系統中，將產品維持同等品質的回收（非降級回收）或升級製成更高價值的產品，而非過往的使用後即丟棄成為廢棄物（Chu, 2016）。

然而，線性經濟轉換成循環經濟並非一蹴可及，欲使線性經濟模式轉換為循環經濟模式通常需調整四個面向的思維，分別是 1.天然資源是有限的;2.廢棄物不應該存在;3.以使用取代擁有;4.生產者責任不應只在於商品售出（黃育徵，2017），此外，產業若欲推動循環經濟概念則需含蓋七大元素（詳如表一所示），分別是：1.重新設計（ReDesign）；2.循環增值（Circular Processing）；3.循環農業（Circular Agriculture）；4.回收復原（Recycle）；5.產業共生（Industrial Symbiosis）；6.共享經濟（Sharing Economy）以及 7.創新商業模式(Innovative Business Model)。

由上述內容可知，若欲推動產業從過去線性經濟模式轉換成為循環經濟模式須從思維面向與運作模式著手，在思維上需進行轉換，將過去認為是廢棄物的產品視為是資源重新回到產品循環的生命週期中，並以使用代替過去擁有產品的思

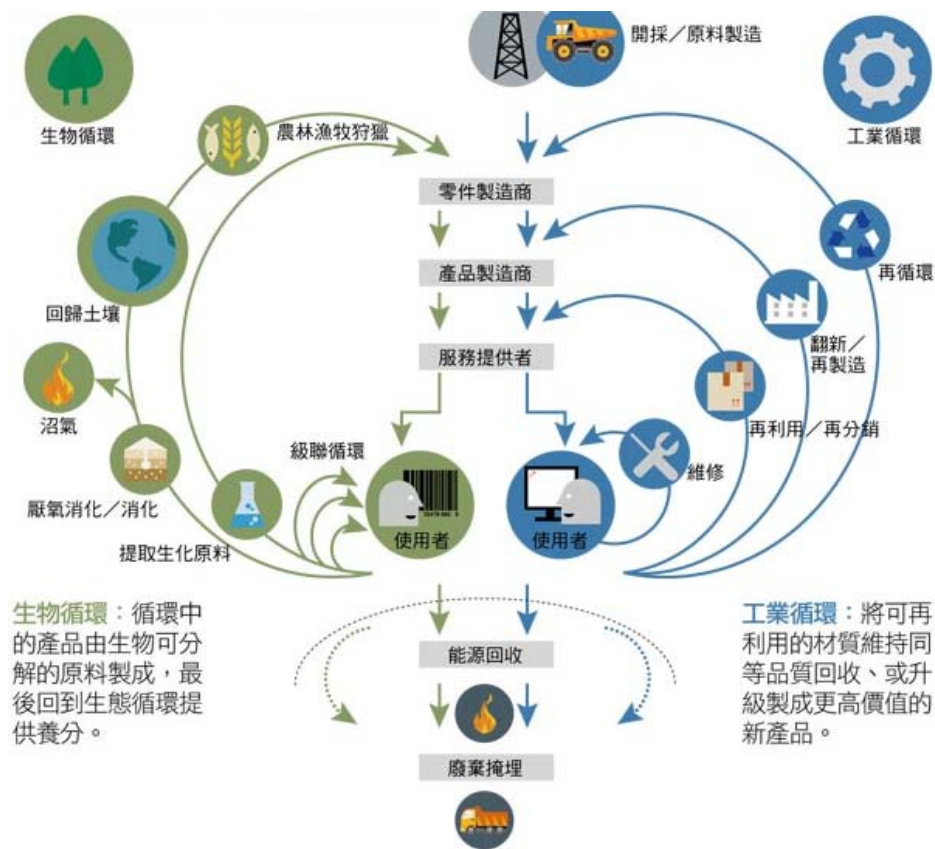


圖2 循環經濟概念圖

資料來源：循環台灣基金會，2017

表 1 循環經濟要素摘要表

概念	內容
重新設計 (ReDesign)	產品從源頭改善，重新設計
循環增值 (Circular Processing)	產品透過維修、再利用、翻新和再製造等過程讓產品資源價值極大化
循環農業 (Circular Agriculture)	將生質材料或過往廢棄物透過生物精煉製程，將其轉化成生質能源或養分，提高其經濟效益
回收復原 (Recycle)	改善現有的回收機制，提高其產品回收率
產業共生 (Industrial Symbiosis)	一個產業的廢棄物正是另一個產業的材料
共享經濟 (Sharing Economy)	以分享、交換和租用取代過去擁有的思維
創新商業模式 (Innovative Business Model)	循環經濟系統中的任一環節透過產業與商業模式的重新設計或調整，可以創造新的商業模式

資料來源：引自循環台灣基金會，2017；本研究在行整理

維；而在運作模式上，則可透過源頭製程的重新設計，讓產品透過再利用與再製造的過程提升產品價值，並可於系統環節中和商業模式做一結合，創造新的商業模式，如此才有機會從過去線性經濟模式轉型成為循環經濟模式。

線性經濟轉換成循環經濟概念對高雄工業地景轉型有其重要性，高雄若欲跳脫過往線性經濟發展思維，或許可從現有資源再利用與再製造的角度切入，即舊有地景的再造與活化使用，而非過往將舊有地景移除然後重新建設新的地景，如此才能逐步從現有線性經濟思維轉向循環經濟思維，讓高雄從不永續發展的負向循環邁向永續發展的正向循環。

參、高雄市工業地址現況與未來發展趨勢

一、高雄市工業區現況

高雄工業區鄰近高雄港，工業港區位置良好，具備運籌、進出口與轉運等先天優勢條件，民國 50 年開始，中央政府陸續在高雄投入石化煉油、煉鋼、造船等產業建設，並設立工業區與加工出口區，截止今日，高雄市共設有加工出口區 5 處、12 處民間編定工業區與 8 處政府編定一般工業區（詳如表 2 所示），產業類別涵蓋鋼鐵、金屬、電子、化學、機電與運輸等重要工業（高雄市政府，2016b），從高雄市經濟發展局相關工業區彙整資料可知，高雄市的工業區密度比例再台灣各縣市名列前茅，談到城市轉型與環境治理，工業廠區關廠與遷廠後所留下的舊址地景如何處理與使用是一個重要的課題。

而進一步從高雄市工業區分布狀況可知（詳如圖 3 所示），高雄市工業區分布幾乎從南到北都有，北有高雄科學園區、南有林園工業區，足見高雄市早期確實是一個以工業發展為導向的城市，工業區幾乎普佈高雄各區，然而，為因應時代的變遷與城市轉型發展，部分工業廠區已逐漸關廠與遷廠（如中油五輕煉油廠），而所閒置的廠區及廠房的後續處置是高雄市政府現行迫切面對的重要課題。

表 2 高雄工業區產業摘要表

工業用地種類	名稱	重點產業
加工出口區	楠梓園區	半導體封裝與測試產業
	高雄園區	LCD 產業
	成功物流園區	國際綜合型物流園區
	臨廣園區	液晶顯示器及零組件製造與研發
	高雄軟體科技園區	數位內容及研發設計產業
政府編定 一般工業區	高雄臨海工業區	機械設備製造修配業
	鳳山工業區	機械設備製造修配業
	大發工業區	機械設備製造修配
	大社工業區	化學材料與製品製造
	林園工業區	化學材料與製品製造
	岡山本洲工業區	金屬加工業
	仁武工業區	金屬製品製造
	永安工業區	金屬基本加工與製品製造
民間編定工業區	燁聯鋼鐵產業園區	鋼鐵業
	永新工業區	飼料廠、鋼板整平廠、氣體廠
	大德工業區	汽車林建與螺絲螺帽等製造業
	芳生螺絲	螺絲螺帽扣件製造業
	慈陽科技工業公司產業園區	氧化鋅、鋅釘等基本化學工業
	天聲工業公司產業園區	碳鋼無縫鋼管等金屬製品製造業
	油機工業公司產業園區	專用機及其他切削機械等製造業
	英鈿工業產業園區	車用及工業用螺帽等製造業
	永安區誠毅紙器工業園區	紙器加工紙製品製造業
	南六企業產業園區	衛生材料水針布、PP 不織布、生技產品
	中鋼結構燕巢廠工業區	鋼構成品製造與安裝
	國峰生物科技產業園區	有機肥料製造業

資料來源：高雄市政府經濟發展局，2015；2016

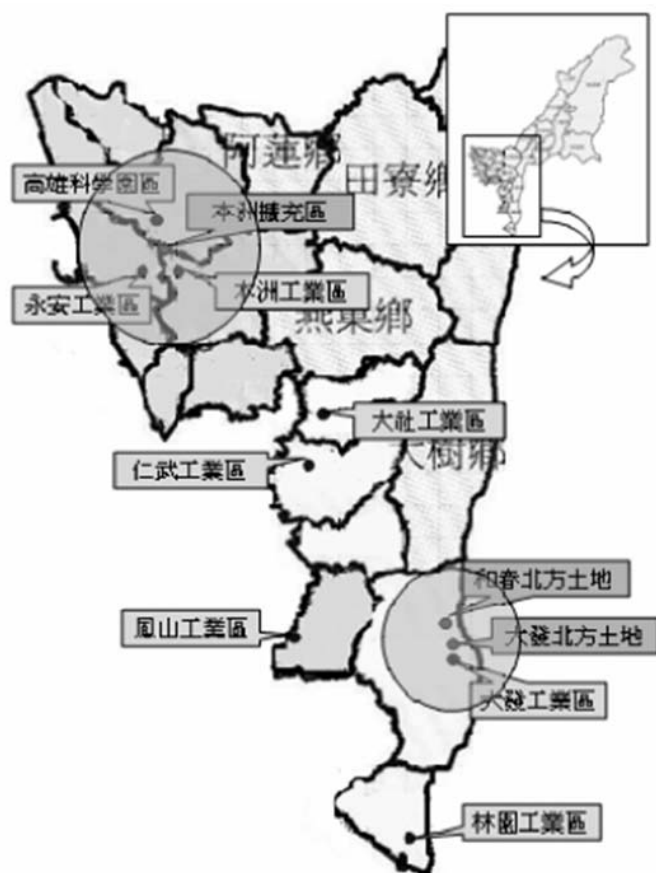


圖 3 高雄市工業區位分布圖

資料來源：經濟部工業局南區工業區管理處，2017

二、高雄市工業區未來發展規劃與策略

為因應城市轉型發展，高雄市亦推動一系列工業區未來發展規劃，目前高雄市在工業區未來發展規劃與策略部分，是以現有產業群聚分為南高雄、中高雄市中心區、中高雄以及北高雄等四區進行發展，各區發展策略詳述如下（高雄市政府，2016b）：

（一）北高雄地區

以南科高雄園區為中心，結合周邊本洲工業區、永安工業區、楠梓加工出口區發展形成光電、環保、半導體、航太、生技醫療、精密機械與金屬扣件等產業聚落。

(二)中高雄地區

以楠梓中油高雄煉油廠為主，與仁武與大社工業區形成石化產業結構鏈，未來將轉型石化聚落為低碳綠能暨生態復育新區，以發展綠能、低汙染以及高值化產值為主，且逐步推動大社石化工業區遷廠或轉型，並調整工業區型態以低汙染生產製程為主。

(三)中高雄市中心區

隨著都市發展與產業轉型，原先位於都市發展密集區（如左營、鼓山、三民、鳳山等）之工業區及廠房呈現閒置狀況，工業機能式微，目前土地在使用分區上配合都市發展調整中。

(四)南高雄地區

為高雄傳統工業主要聚落，毗鄰高港區，有鋼鐵、石化與造船等重工業工廠，港區周邊臨海與大發等工業區以綜合工業加工為主，隨者自由貿易開放與推行，未來將串聯港口運輸與現有加工區製造生產功能，採「前店後廠」策略方式，帶動全市產業發展。

從上述內容可知，中高雄工業聚落目前發展方向以轉型朝向綠能與低汙染類產業型發展；而南高雄與北高雄工業區則是以產業串連與產業加值轉型的方向邁進；而市中心部分則是在思考如何和現行的住商混合環境進行分區與調整。從此一發展趨勢也可看出，高雄市工業區未來的發展方向初步是朝綠能永續以及產業轉型加值的方向邁進，有別於過往的取代或直接移除工業產業與工業區的思維，高雄市城市轉型思維是以現有產業轉型，以及將遷廠後遺留下來舊有場址再利用與再製造的角度著手，此一概念思維大致符合循環經濟的發展思維，但細部流程與執行步驟上則可參考國際過往再循環經濟發展上較為成熟的城市。

肆、循環經濟典範城市——荷蘭阿姆斯特丹

國際上近年來已陸續有城市推動發展循環經濟，像是日本的川崎市、荷蘭的阿姆斯特丹、丹麥的卡倫堡、德國的勒沃庫森等都是著名的循環經濟發展案例，個別城市都有其特色和其循環經濟發展模式，其中，又以荷蘭的阿姆斯特丹和高雄的發展背景較為相近，故本研究係以荷蘭的阿姆斯特丹循環經濟發展與策略作

為借鏡，歸納重點分別略述如下：

一、荷蘭阿姆斯特丹之介紹

阿姆斯特丹是荷蘭首都，也是全荷蘭最大的城市，位處於荷蘭西部北荷蘭省（詳如圖 4 所示），土地面積為 219.4 平方公里，城市人口約 110 萬人，是荷蘭金融和文化之都，由於城市延運河而建，在工業化發展階段，臨河地區因應早期城市發展規劃設有港口和重工業區。



圖 4 荷蘭阿姆斯特丹城市區位圖

資料來源：Google Map，2017

二、Buiksloterham 循環經濟運作策略與模式

位於阿姆斯特丹北方的 Buiksloterham 工業區曾經是殼牌（Shell）石油公司、福克（Fokker）飛機工廠以及各種製造業和造船廠等大廠坐落的地方，占地約 100 公頃，然而隨著 80 年代產業沒落與外移後，Buiksloterham 工業區留下的是嚴重污染的土地和大量的廠房（詳如圖 5、圖 6 所示），面臨荒廢的命運（社企流，2016）。但市府透過和循環經濟民間組織合作的方式，融合循環經濟模式與文創設計元素，最終成功將重污染和閒置的廠房空間活化（詳如圖 7 所示），成功將過往人人避之唯恐不及的工業區轉型成為國際著名的循環經濟典範。



圖 5 Buiksloterham 工業區意象圖

資料來源：Dienst Ruimtelijke Ordening Gemeente Amsterdam，2017

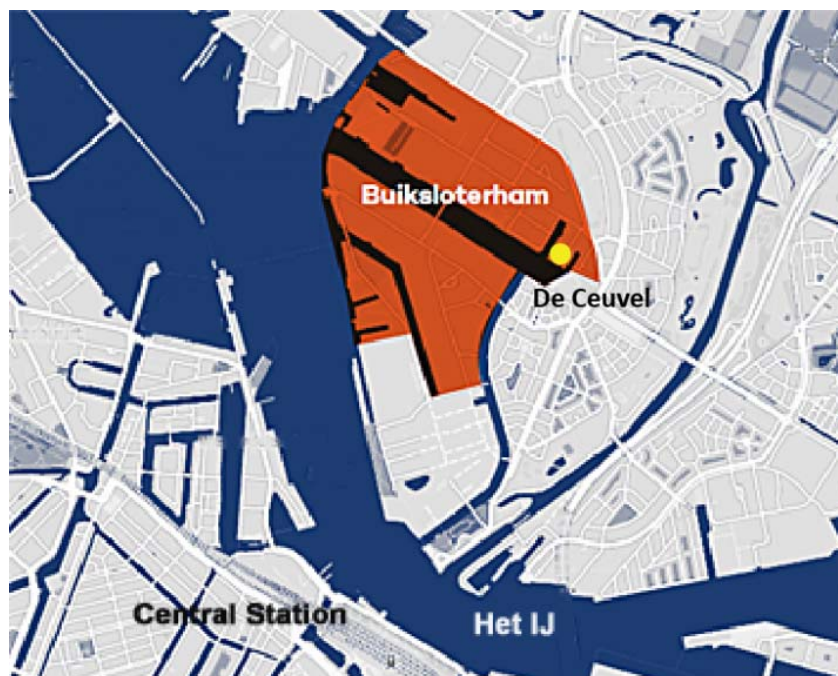


圖 6 Buiksloterham 工業區區位圖

資料來源：Holland，2015



圖 7 Buiksloterham 循環經濟園區意象圖

資料來源：Buiksloterham, 2017

Buiksloterham 地區是城市工業區從線型經濟轉型循環經濟的成功案例，其發展過程和策略值得參考，以下分別就 Buiksloterham 工業區轉型策略與途徑介紹如下（陳昱利，2016）：

(一)民間創意者的進入

Buiksloterham 沒落後，該地段遺留大批閒置的老舊廠房，部分設計師和建築師即發揮創意將老舊廠房改造成活化共享的辦公場域，此舉讓政府意識到後續 Buiksloterham 區的再生應朝向永續發展方向。

(二)市府透過公開競圖提出創意計畫

市府意識到民間創意的可能，以「永續、創新與低成本」為目標、以 De Ceugel 為實驗場域開始對外開放競圖，獲選團隊最終可獲得 De Ceugel 十年土地使用權，最後由獲選提案以循環經濟發展模式為主，故 De Ceugel 地區遂成為 Buiksloterham 循環經濟園區的起始地點。

(三)建立 De Ceugel 的資源再利用模式

獲選團隊運用老舊船屋和回收的建材重新打造空間（咖啡廳），並和景觀設計研究機構合作，除了老舊空間再利用外，也種植可吸收土壤污染的植物，此外，在循環經濟運作模式上，咖啡廳使用自行於在地耕種的有機蔬菜，並將所產生的廚餘及顧客的排泄物，透過實驗室轉換成有機肥料和磷肥，回到原先自行耕種的菜園成為蔬菜的養分；廚餘則可經由沼氣發電系統轉換成燃料發電進行該園區的

供電，讓 De Ceuvél 園區建立資源再利用之循環經濟模式（詳如圖 8、圖 9 和圖 10）。



圖 8 De Ceuvél 園區意象設計圖

資料來源：Space & Matter, 2017

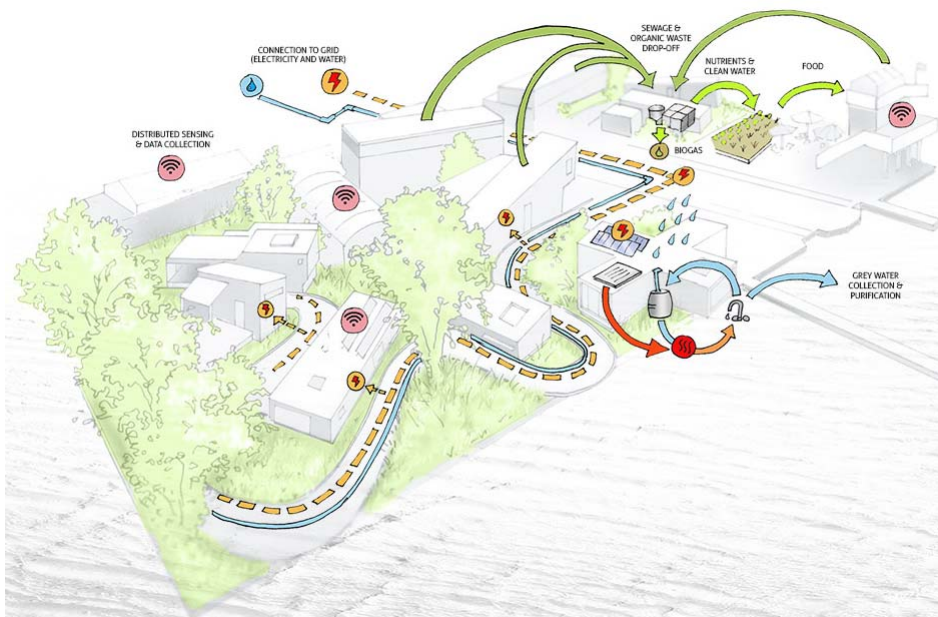


圖 9 De Ceuvél 資源再利用之循環經濟模式圖

資料來源：Metabolic, 2017



圖 10 De Ceugel 意象全貌圖

資料來源：Space & Matter, 2017

(四)推動 Hackable City 凝聚民眾共識並建立運作制度

市府同時也推動 Hackable City 計畫，探討如何融合科技、新媒體和居民意見，凝聚在地居民對地區發展的共識，共同思考城市空間設計，並建立當地管理制度，總體來說，係運用彈性合作模式將舊工業區翻轉成為創新循環經濟園區。

(五)市府推動整體循環城市願景與發展方向

從過去 Builkslotherham 循環經濟園區的成功經驗，市府進一步將其概念拓展成為阿姆斯特丹未來城市的願景和定位，也擬定具體的行動方案和目標擴大應用於全市其他地區，亦提供財務和產業引進的政策獎勵，讓城市逐步邁向循環經濟發展。

從上可知，阿姆斯特丹的 Builkslotherham 循環經濟園區係透過劃設一塊循環經濟示範區（De Ceugel），運用在地材料來活化老舊空間，並利用公開徵圖方式讓民間創意規劃符合永續發展願景的運作方式，給於一定年限的使用權，最後在過程中不斷蒐集居民對地區發展的共識與創意提案進行彈性調整，共同打造適合在地的循環經濟典範模式。高雄市現行位於楠梓、後勁之中油五輕煉油廠關廠後，留下大片的廠房設施與受污染土地，此一工業地景和阿姆斯特丹 Builkslotherham 工業區的發展脈絡相近，雖然市府目前是朝綠能生態園區規劃發展為導向，但詳細規劃內容尚在研議中，地方對於該地景未來發展尚未有一致共識，故會建議市府相關單位或許可參考 Builkslotherham 工業區發展模式，以生態

永續為願景，並以中油五輕煉油廠舊址地景（如被列為文化景觀的宏南、宏毅宿舍群）為實驗場域，對外公開徵求循環再生模式行動方案，並同時辦理公聽會和工作坊蒐集地方民眾意見，最後將獲選提案與民眾意見做一規劃整理為最終執行方案，逐步建立適合當地之高雄循環經濟生態園區，以做為未來其他相關工業地景轉型成生態園區之參考。

伍、結語

高雄市早期是工業發展導向的城市，近年面臨城市轉型的挑戰，早期高雄遺留下來的部分工業區原有的廠商以外移（如中油五輕煉油廠），當地留下大量的廠房、閒置空間和受汙染的土地，此一工業區發展脈絡和荷蘭阿姆斯特丹 Builksloterham 發展脈絡大抵一致，Builksloterham 在發展過程中，係透過納入民間創意者意見、公開競圖提出創意計畫、建立 De Ceudel 資源再利用模式、推動 Hackable City 凝聚民眾共識並建立運作制度以及推動整體循環城市願景與發展方向等方式來打造 Builksloterham 工業區在地的循環經濟典範模式。

而在實體運作階段，在外部建築景觀部分，De Ceudel 園區是運用現有材料並和景觀設計研究單位協力再造活化老舊空間；而在內部運作上，則是透過將廚餘及排泄物轉換成肥料和沼氣方式提供給園區養分和電力，達成園區產品資源自給自足又能循環再生的運作模式。

高雄市位出楠梓、後勁的中油五輕煉油廠於 2015 年年底熄燈，廠區遺留下大批廠房與閒置空間，地方居民多數希冀將其規劃為生態園區，市府現行亦朝特定生態復育保存專用區的方向發展，但現行並未有實質規劃之具體內容（葛祐豪、蔡清華，2015），故建議市府相關單位或許可參考阿姆斯特丹 Builksloterham 工業區轉型成為生態循環園區的發展途徑和方法，以生態永續為願景、以中油五輕煉油廠部分舊址景觀（如宏南、宏毅宿舍群）為範圍，對外徵求循環再生模式方案，並納入地方民眾意見，最終建立適合當地之循環經濟生態園區運作模式，相信若能以此作為高雄市工業地區發展循環經濟之策略與步驟，俾能讓工業區地景有效轉型，讓高雄成為台灣循環經濟發展的典範城市。

參考文獻

- [1] 社企流 (2016)。從咖啡廳到整座城市，阿姆斯特丹打造「循環城市」的最佳實驗室，社企流官網，資料取自：
<http://www.seinsights.asia/article/3290/3270/4217>
- [2] 林全 (2017)。從循環經濟看見台灣產業轉型的希望。循環經濟 (黃育徵著)。台北：天下雜誌。
- [3] 高雄市政府 (2017)。認識高雄。高雄市政府全球資訊網，資料引自：
<http://www.kcg.gov.tw/CP.aspx?n=2C50CC76EFD6D489&s=E8EDF3395DA7BF79>
- [4] 高雄市政府 (2016a)。交通局舉辦「智慧城市應用-智慧交通論壇」勾勒高雄智慧城市發展方向。高雄市政府交通局官網，資料引自：<http://www.tbkc.gov.tw/AComm01Info.aspx?GthOHj43+9JiwoTBvWF9cfGiloUCtnh>
- [5] 高雄市政府 (2016b)。變更高雄市主要計畫部分工業區(工 23、工 25)及河道用地為住宅區、商業區及公園用地、園道用地、道路用地(台泥鼓山廠區開發案)(第二次公開展覽)計劃書，高雄市都市計畫委員會。資料引自：
http://urban-web.kcg.gov.tw/KDA/web_upload/KDA05/KDA0501/20160624101247-7.pdf
- [6] 高雄市政府經濟發展局 (2015)。高雄市經濟統計年報，高雄市政府經濟發展局官網，資料引自：
<http://edbkcgc.kcg.gov.tw/style/front001/bexfront.php?sid=bmdform&item=detail&id=3669&page=1&class=40&item1=40&item2=0&sort=1&keyword=%BD%D0%BF%E9%A4J%C3%F6%C1%E4%A6r>
- [7] 高雄市政府經濟發展局 (2016)。105 年度高雄市產經情勢分析季報-第四季，高雄市政府經濟發展局，資料引自：
<file:///C:/Users/IDEA3C/Downloads/20170302081248-1.pdf>
- [8] 高雄市政府新聞局 (2014)。創新高雄 產業轉型開展城市經濟新版圖。高雄市政府官網，資料引自：
http://kcginfo.kcg.gov.tw/Publish_Content.aspx?n=3D7C9BFC4F86BF4A&sms=FB76F1E6517A12DC&s=1DC11B9A0083D59B&chapt=8672&sort=1
- [9] 陳昱利 (2016)。從咖啡廳到整座城市，阿姆斯特丹打造「循環城市」的最佳實驗室。社企流官網，資料引自：
<http://www.seinsights.asia/article/3290/3270/4217>
- [10] 黃育徵 (2017)。循環經濟。台北：天下雜誌。
- [11] 循環台灣基金會 (2017)。循環經濟概念。循環台灣基金會官網，資料引自：<https://www.circular-taiwan.org/>
- [12] 經濟部工業局南區工業區管理處 (2017)。高雄工業區分布圖。經濟部工業局南區工業區管理處官網，資料引自：
<https://www.moeaidb.gov.tw/iphw/mosip/index.do?id=25>
- [13] 葛祐豪、蔡清華 (2015)。五輕廠區 後勁居民盼闢建生態公園。自由時報電子報，2017/04/25，資料引自：
<http://news.ltn.com.tw/news/focus/paper/926669>
- [14] Buiksloterham (2017). Buiksloterham, 2017/04/24, From Web site: <http://buiksloterham.nl/>
- [15] McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to Cradle. Remaking the way we make things. Ch 4. New York: North Point Press.
- [16] Chu, A., (2016)。當水岸再生遇上循環經濟－永續新星 De Ceudel (上)。荷事生非，資料引自：
<https://www.oranjeexpress.com/2016/03/29/%E7%95%B6%E6%B0%B4%E5%B2%B8%E5%86%8D%E7%94%9F%E9%81%87%E4%B8%8A%E5%BE%AA%E7%92%B0%E7%B6%93%E6%BF%9F%EF%BC%8D%E6%B0%B8%E7%BA%8C%E6%96%B0%E6%98%9Fde-ceudel/>

[17] Dienst Ruimtelijke Ordening Gemeente Amsterdam (2017) . Raadscommissie Ruimtelijke Ordening, 2017/04/21, From Web site: <https://www.amsterdam.nl/bestuur-organisatie/gemeenteraad/raadscommissies/ruimtelijke-ordening/>

[18] Google Maps , 阿姆斯特丹市的地理位置 , 2017 年 4 月 20 日 , 取自 : <https://goo.gl/z8wMOK>

[19] Holland (2015) . Amsterdam to transfer polluted industrial site into showcase circular biobased economy, 2017/04/22, From Web site: <http://www.dutchwatersector.com/news-events/news/14203-amsterdam-to-transfer-polluted-industrial-site-into-showcase-circular-biobased.html>

[20] Metabolic (2017). Opening the Cleantech Playground, 2017/04/25, From Web site: <https://www.metabolic.nl/opening-the-cleantech-playground/>

[21] Pearce, D.W., Barbier, E.B., (2000). Blueprint for a Sustainable Economy. Earthscan, London.

[22] Space & Matter(2017). De Ceuvel, 2017/04/23, From Web site: <http://www.spaceandmatter.nl/de-ceuvel/>。