循環經濟下一波成長動能

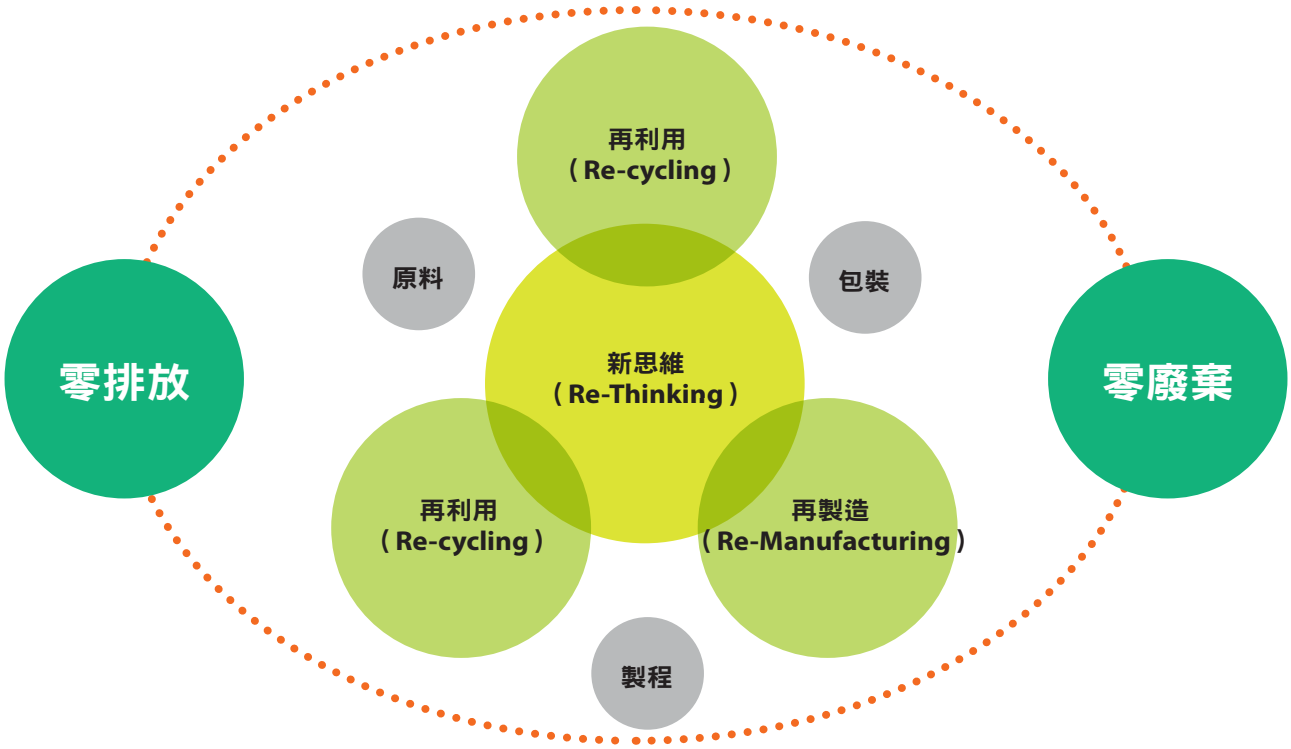
永續浪潮勢不可擋 製造業突圍升級

台灣製造業占 GDP 比重達三成，更是全球資通訊產業重鎮。3C 產品推陳出新速度越來越快，產品生命週期縮短，3C 廢料不易分解，恐將導致環境污染與資源浪費，面對循環經濟浪潮，製造業如何突圍升級，成為重要課題。

撰文／工研院產業經濟與趨勢研究中心正研究員邱琬雯、副研究員陳育誠、經理林澤民　整理／賴宛靖

為解決能源、資源有限及廢棄物汙染問題，全球製造產業將逐步走向循環經濟體系，透過再利用（Re-cycling）、可再生（Re-Generating）與再製造（Re-Manufacturing），將廢棄物重製再生，不僅可降低營運成本，也能衍生出資源回收再生的新業態，創造多重經濟效益。

台灣製造業也不落人後，部分已做到幾近完全循環再生：從生產過程產生之廢液、廢氣、廢水回收再生、零件廢料回收再製貴金屬銷售、廢熱／環境能量回收發電供給零件電源、到廢電子系統導入無毒可生物降解材料



資料來源：工研院 IEK《建永續　循環再生　創新經濟》專刊

自動分解回歸環境，真正達到「從搖籃到搖籃」。藉由原料到製程到廢棄物循環鏈，達成 100%的回收再生再利用。

國際企業實踐循環經濟成效斐然

▲德國巴斯夫（BASF）：一體化製造系統減少廢棄物

艾倫・麥克阿瑟基金會的「循環經濟 100（CE100）」成員、全球化學品製造的龍頭德國巴斯夫，其位於路德維希港（Ludwigshafen）園區，是將循環經濟概念導入的最佳案例。該園區以「一體化」的製造系統進行產品生產的規劃，在園區內一個生產裝置的產物或副產品，可作為另一個生產裝置之原料，創造了從上游基礎化學品到中下游的塗料和植物保護劑等高附加值產品的高效價值鏈。自 1996 年以來執行一體化的成果，至 2014 年已將每生產 100kg 產品所排放的廢棄物由 1996 年的 0.91kg 降低至 0.29kg。

雖然，台灣多數化學製造業者規模遠小於巴斯夫，彼此能資源的交流較不頻繁，又受廢棄物清理法所限制，彼此廢棄物無法交易。未來有賴政府成立整合性的平台，並針對廢清法進行調整，促進各廠商間能資源與廢棄物交換，使化學品製造朝向循環經濟發展。

▲荷蘭 ASML：翻修重組再製延長產品壽命

荷蘭半導體設備商艾司摩爾（ASML），已將全球翻新再製中心設在台灣。從 2011 年起，共有 91 台已出廠十多年以上的八吋晶圓微影設備，從世界各地空運來台，在林口廠逐一拆解、換零件、重新組裝、測試，再運給全球各地的買家。台灣可借鏡 ASML 經驗，以翻修重組方式，延續設備產品使用壽命，並在產品設計上導入循環再利用思維，提升產品價值，未來更可透過政策獎勵措施，推動產業投入。

▲台螢公司：將氟化鈣污泥提煉為人造螢石

生產光電顯示器的台螢公司，其事業廢棄物以廢液、污泥及廢玻璃為主，其中 72%以資源化方式進行再利用：廢玻璃以作為玻璃、陶瓷及磚瓦原料為主；廢溶劑則以純化方式進行再利用；污泥則以作為水泥替代原料使用。

製造產業透過循環經濟模式運作，將被視為廢棄物的產物，重製後再生再利用，使經濟效益極大化。

由於其製程多使用「氫氟酸」做為清洗及晶片蝕刻，產生氫氟酸蝕刻廢液，經過處理後產生「氟化鈣污泥」，除少數製成人工骨材或水泥原料，大多採衛生掩埋，未來污泥去化或有疑慮，因此台螢公司透過氟化鈣污泥，將其製成人造螢石以取代天然螢石，供給國內外各煉鋼業者使用，此舉同時解決了氟化鈣汙泥處理，及天然螢石成本過高的問題。

▲台積電：製程廢液交互反應 再生成原料

半導體產業的清洗製程中，每年會產生 6.2 萬噸的廢硫酸。台積電將之與另一道製程產生的含氨氮廢水一起處理，產生硫酸銨，再送到廠外化工廠處理變成工業用氨水。將兩種製程廢液交互反應，再生成生產原料，這是台灣環境工程技術的一大突破。現在台積電可回收 41％廢硫酸，生成的 1 萬 5,000 噸工業用氨水，已可出售給其他台灣化工廠使用。

環保法規為重要驅動力

製造業固然有心達到「零廢棄」、「零排放」的目標，但要支撐這樣的製造循環體系，商業模式勢必也要隨之改變，以產生新的經濟價值來支應其處理成本。此外，相對應之環保法規也必須導入新思維。建議可參考歐、日等較早推動循環經濟理念國家之作法，建立循環經濟完整法制體系，以減量規範驅使產業環保新設計、新製程之開發，獎勵推動再生、再製、再利用，打造循環經濟新科技、新產業，才能使循環經濟效益極大化。