

清潔生產-綠色企業

林俊宏*、周明顯**

摘要

我國綠色產業的發展，將朝向發展永續經濟、永續環境及永續社會的方向邁進。而企業運作隨著綠色產業興起，逐漸朝向綠化方向前進，希望調整企業運作模式，朝向低耗水、低耗能、低污染的綠色產業發展，達成高知識、高技術、高服務為基礎的現代知識經濟。而綠色企業可先檢視其產品生命週期，並運用各種指標評估其綠化程度。政府部門及消費者逐漸建立綠色產業及綠色消費的行政措施，有助於綠色企業藉由推展永續措施，營造正面形象。清潔生產是綠色企業經營的一種方式，可藉由環保材料、製程方法、能資源節約、產品服務、減廢資材化、環境管理等，達到企業綠化的目的，提升產業競爭力。

【關鍵字】 永續發展、產品生命週期、製程方法、產業綠化

*南華大學自然生物科技學系 助理教授

**國立中山大學環境工程研究所 教授

一、前言

聯合國世界環境與發展委員會於 1987 年發表「我們共同的未來」(our common future)報告，將永續發展(sustainable development)定義為：能滿足當代需求，同時不損及後代子孫滿足其本身需求的發展。聯合國 1992 年 6 月在巴西里約熱內盧召開「地球高峰會議」，揭示地球環境觀念，亦即人類的各種活動必須考慮環境的負荷能力及資源節約與有效利用，使地球上之生態環境能夠永續發展。本項觀念應用於國家政策、企業運作、工廠產品及生產製程等，亦可稱為「永續經營」，以免除或減少人類經濟活動對環境的衝擊。聯合國環境規劃總署(UNEP)於 2008 年提出「綠色經濟倡議(green economy initiative)」，希望藉由推動可降低生態衝擊及環境風險的經濟活動，提高社會公平與人類福祉。經濟及產業的綠化，衍伸出許多綠色組合名詞，例如綠色經濟、綠色產業、綠色能源、綠色管理、綠色企業等，均圍繞著永續發展的理念，應用於各領域。

我國綠色產業的發展，可由行政院經濟建設委員會所訂之「台灣 21 世紀議程國家永續發展願景與策略綱領」^[1]，窺知我國將朝向發展永續經濟、永續環境及永續社會的方向邁進。希望調整產業結構，朝向低耗水、低耗能、低污染的綠色產業發展，邁向以高知識、高技術、高服務為基礎的現代知識經濟。

二、綠色企業

1. 綠色企業之定義

各界對於「綠色企業」(green business)之定義與說法，目前尚未有一致的名詞與共識。接承綠色產業之概念，綠色企業可以定義為：「對以永續發展為經營目標的企業，利用綠色管理的手段，所提供之盡可能降低產品與服務為環境所帶來的污染及資源消耗的產品、服務，或從事有關社會安全、經濟發展或環境保護等社會性活動所獲得的相關訊息與經驗，而對其形成的一種整體態度與印象」^[2]。由此可知，綠色企業不只是單純的污染物管末處理或減廢，而是將永續經營之概念融入產品、活動及服務的生命週期中。

2. 企業的永續學習

從 20 世紀中期開始，企業及產業經營所面臨不同的環境衝擊，就有不同的因應措施，其永續學習進程如圖 1 所示^[3]。

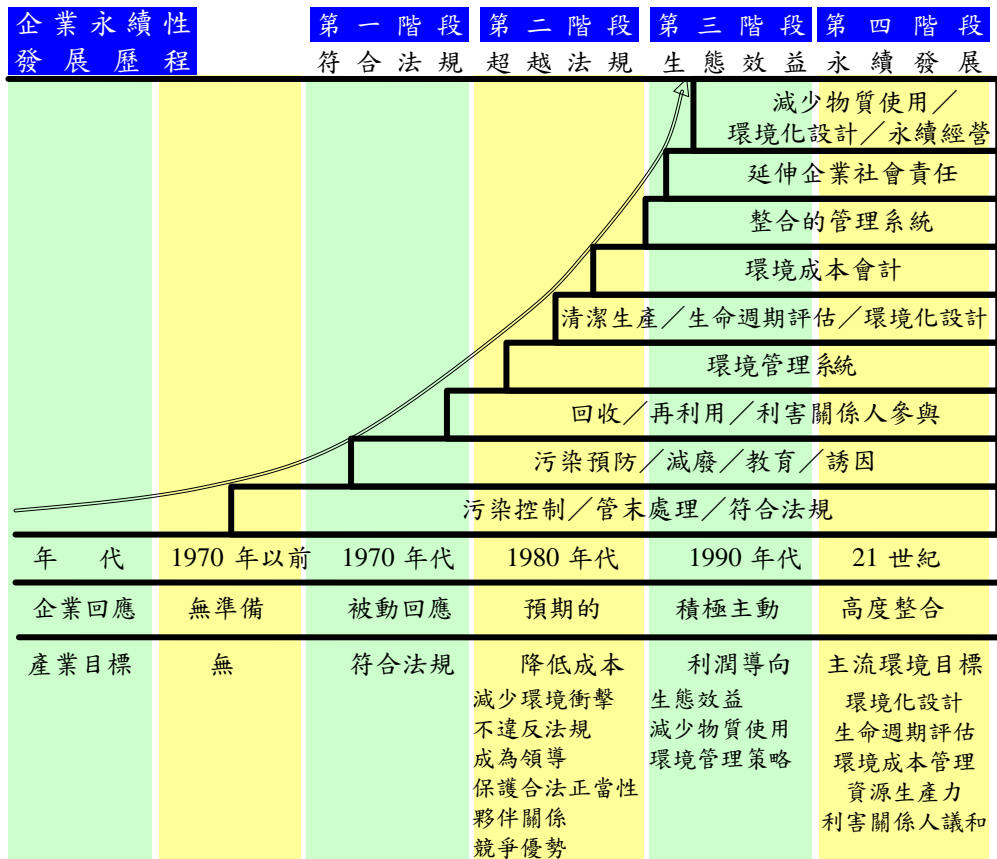


圖 1 企業及產業的永續學習曲線^[2]

從 1970 年代以前，企業只能被動以污染控制及管末處理等消極方式處理污染物，以求符合環境相關法規。到 1980 年代，開始注意採用污染預防、減廢、教育、回收、再利用等方式，除符合法規之外，亦可減少環境衝擊及成本。1990 年代起，環境管理系統、清潔生產、延伸企業社會責任等概念，逐步引入企業，並積極主動採用各種環境策略，將環境策略內化為企業經營的一環。進入 21 世紀，環境化設

102 清潔生產-綠色企業

計、產品生命週期評估、減少物質使用、各種國際標準、國家或地區之法規、國際公約、水足跡盤查、碳足跡盤查等各種措施持續整合，並將永續的概念融入企業經營方向及形象，發展出適合企業本身的永續發展特色。

3.企業的產品生命週期

隨著環保意識的提高及全球環境永續發展趨勢，對於污染評估方向已朝向全面性的思考模式。即利用產品生命週期觀念，考量整合產品設計、原物料及能源使用、產品生產製造、成品包裝配銷、服務、使用及廢棄等各階段環境產生之影響。因此，在比較產品或製程之永續特性時，應由設計－原料能源使用－生產製造－配銷服務－消費使用－廢棄－再利用等環節全面評估，而非僅由單一環節考量。

產品生命週期與永續議題的涵蓋面，如圖 2 所示。傳統的管末處理，只處理製程所產生的廢棄物或污染物。而減廢則考量製程特性，減少廢棄物或污染物產生，以從污染源頭減少廢棄物產生，再進步到廢棄物再利用，重新創造可再利用的資源之經濟價值。而環境管理系統及清潔生產更考量了原物料、能資源、配銷及服務等環節的環境影響。而環境化設計、延伸企業責任、永續發展及綠色供應鏈等議題，則以不同手法及方式，全面考量企業的永續發展。

由以上可知，綠色企業不等於環保企業。環保企業多是指在產業活動所產生的污染排放到環境中之前，進行所謂污染削減及管末處理的工作，或直接從事環境保護設計施工的企業。而綠色企業則是將環境永續的理念融入到產品生命週期的各個面向，從原料的取得、產品製造、產品配銷、使用及廢棄物處理等過程，均秉持著「可回收、低污染、省資源」的理念^[4]。

4.綠色企業指標

美國綠色商業公司(GreenBiz.com)出版之「2012 綠色企業現況」報告中指出，美國整體企業環保綠化，可採用碳密集度(carbon intensity)、碳透明度(carbon transparency)、清淨科技投資(clean-tech investments)、清潔能源專利(clean-energy patents)、公司報告(corporate reporting)、員工通勤(employee commuting)、員工遠距辦公(employee telecommuting)、能源效率(energy efficiency)、環境財務衝擊(environmental financial impacts)、E 化廢棄物(E-waste)、公司車隊衝擊(fleet

impacts)、綠色資訊產品(green IT)、綠色辦公空間(green office space)、綠色能源使用(green power use)、有機農業(organic agriculture)、包裝密集度(packaging intensity)、紙張使用與回收(paper use and recycling)、有毒物質釋放(toxic emissions)、製造業的有毒物質(toxics in manufacturing)、揭示(transparency)等 20 項指標^[5]，導入企業評鑑概念，以評估企業綠化程度。

我國雖無明確訂定綠色企業指標，但未來可導入相關概念，訂定適合本國國情及產業之指標，以供企業或政府瞭解企業綠化績效。

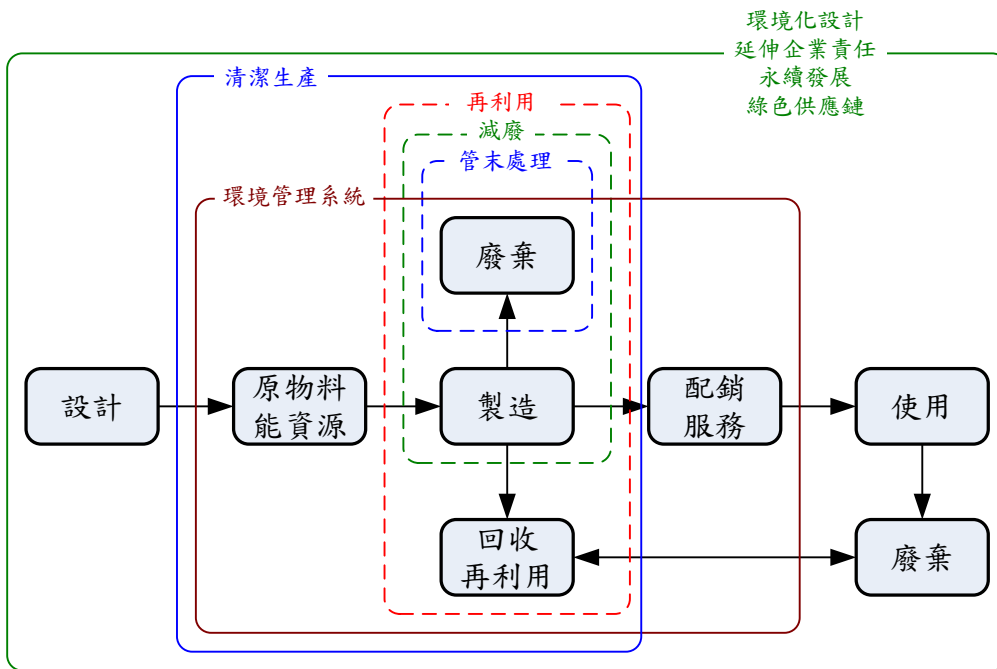


圖 2 產品生命週期與永續議題涵蓋面

5.政府部門行政措施

爲了使企業實踐所需的各種永續議題，必將藉助高知識、高技術、高服務爲基礎，透過政府政策推動、培養消費者綠色消費意識，持續改善企業環境並協助永續發展，提升綠色生產競爭力。例如，我國經濟部工業局積極推動產業綠化措施：推動產業節能減碳、發展清潔生產技術、發展能資源循環體系、因應國際環保規範、

推動產品碳足跡揭露、建立綠色工廠標章制度等措施^[6]。國內各行政單位亦從產品認證著手，例如經濟部能源局推動節能標章、經濟部水利署推動省水標章、內政部建築研究所推動綠建材標章及綠建築標章、環境保護署推動環保標章、碳足跡標籤與環保旅店等，均為透過行政措施，使消費者能夠辨識綠色產品及綠色企業，透過營造企業形象，促進綠色企業發展。

三、清潔生產

1. 清潔生產之定義

根據 1997 年初 UNEP 的定義：清潔生產(cleaner production)是指持續地應用整合性及預防性的環境策略於製程、產品及服務上，以增加生態效益和減少對於人類及環境的危害。

行政院經濟建設委員會所訂之「台灣 21 世紀議程國家永續發展願景與策略綱領」中提出，永續經濟需透過綠色消費、綠色產業及清潔生產等三方面達成。其中，在產品的生產方面，要以追求零污染的清潔生產為目標，期在生產過程中，力求減廢；對於資源的投入，力求節約。清潔生產將透過培育高級人力資源、節約資源投入、發展綠色科技、強化廢棄物減量、推動延長生產者責任制等措施達成。希望透過以上各項措施，期達到降低生產成本、提高產品競爭力、提升其商譽及市場競爭力之目的。

2. 清潔生產的方向

綠色企業之運作策略，包括採用清潔生產，而清潔生產方向包含清潔的能源、清潔的生產過程、清潔的產品等三大主題，簡要分類如下^[7]：

- (1)清潔的能源：可以採行之措施，包括有效率的使用能源、開發新能源及研發節能技術。
- (2)清潔的生產過程：包括原料替代、低風險設計、提高設備效率、操作步驟最適化調整、回收再利用、精進生產管理。
- (3)清潔的產品：節省使用能資源、考量環境衝擊。

3.評估規劃方法

產業推動清潔生產製程，在展開具體行動計畫之前，可以分成 5 個評估規劃之步驟，流程如圖 3 所示。分述如下^[8]：

(1) 污染物排放特性

掌握空氣污染物、水污染物、廢棄物排放之種類、特性、數量、排放型態、處理處置方式等資料。

(2) 瞭解污染物產生源

需要瞭解：產生污染物的製程單元、如何產生這些污染物、污染物是由哪種原物料轉換而來。應該藉由質量平衡法或排放係數法，推算、釐清及確認原物料、污染物在各製程單元內之流佈。

(3) 瞭解為何會產生污染物

檢討原物料、能源、製程方法、製程條件、污染物產生機制、污染物排放特性等，並列出各項影響因子，供清潔生產方案評估。

(4) 評估清潔生產方案

根據前步驟所得之各項影響因子，擬清潔生產方案，主要有：製程方法改變、原物料替代、產品設計變更、生產效率提昇等措施。

(5) 評估清潔生產效益

評估製程設備變更成本、原物料與生產成本、管末處理成本、製程風險等項目，以決定是否執行。

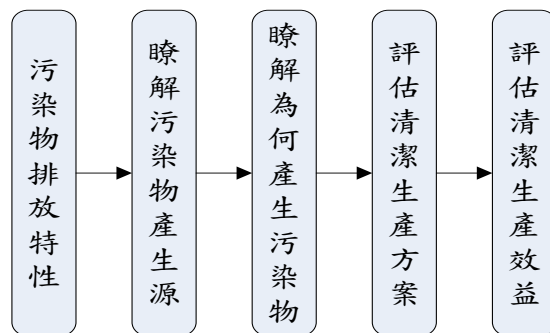


圖 3 清潔生產評估規劃步驟

四、清潔生產案例

經濟部工業局蒐集清潔生產及環保技術相關文獻，並於網站建置「產業清潔生產與環保技術知識庫」(<http://proj.moeaidb.gov.tw/eta/knowledge/>)，供各界查詢。其中，將清潔生產分為環保材料、製程方法、能資源節約、產品服務、減廢資材化、環境管理等主題，供各界查閱。

現列舉清潔生產案例數例，以瞭解企業於降低生產成本、提高產品競爭力、提升商譽之努力。

1. 案例介紹－製程方法^[8]

PU 合成皮製作，是我國重要的傳統產業，傳統將多溶劑 PU 以塗佈方式，形成薄膜後烘乾而得。塗佈過程使用大量有機溶劑，多揮發逸散，造成污染且須繳交空氣污染防治費，提高營運成本。

某 PU 合成皮廠之揮發性有機物廢氣排放量約 600 CMM、排放濃度 5,000 ppm (THC)、主要排放成份為甲苯及丁酮，排放量約 600 公噸/年。其製程乃將多溶劑 PU 藉由塗佈技術，塗佈於離型紙形成薄膜後，烘乾而得 PU 合成皮。污染物主要來自接著層、皮膜層與印刷層之塗佈單元，且經由烘乾後，揮發性有機物排放至大氣，造成空氣污染。

探討其原因，發現該業者採用之塗佈技術為刮刀式塗佈。由於刮刀塗佈之濕膜厚度由刮刀間隙控制，若刮刀間隙太薄，容易刮破離型紙接合處，且難以控制塗佈均勻性。刮刀塗佈之濕膜(含溶劑)厚度一般在 100 μm 以上，但合成皮所需之乾膜(不含溶劑)厚度一般在 30 μm 以下。故，為了產生較薄的乾膜，因此使用大量有機溶劑。合成皮業所使用之接著樹脂、PU 樹脂及印刷油墨中之 VOC 含量一般在 70% 以上。

可改採擠壓式塗佈技術，以克服刮刀式塗佈之濕膜厚度限制。擠壓式塗佈技術之塗膜厚度由模頭狹縫控制，模頭與離型紙可保持 100 μm 以上的距離，濕膜厚度可控制在 50 μm 以下。採此操作策略，可減少溶劑添加量，烘乾溶劑所需之熱能及排氣得以降低，也可降低由有機溶劑衍生之火災爆炸風險，符合清潔生產訴求。

探討其效益評估可知，設置擠壓式塗佈機之製程變更費用每組約 500 萬元，若有機溶劑得減量 50%，則皮膜層、接著層、印刷層之有機溶劑節省費用分別為每年 195、173、72 萬元。若以回收年限計算，皮膜層及接著層之回收年限在 3 年之內，值得推動本清潔生產。以上估計尚未包含因溶劑減少之能源節省、安全增進及廢氣排放負荷減低等效益。

2. 案例介紹－能資源節約

某化學公司，設立汽電共生系統使用汽電共生裝置發電，節省蒸汽用量約 71,594 噸/年、節省蒸汽費用 12 萬元/年、節省鍋爐燃料費用 177,436 萬元/年^[9]。

正隆紙業為節省照明用電與提高廠區作業環境品質，板橋廠率先將廠區 T8(40 W×2)舊式燈具全面改為 T5(35 W×1)燈管，並搭配高效率反光罩及電子式安定器。此外，針對不同作業區劃分不同迴路，對需局部照明區域拉低燈具高度，以減少燈具使用數目。整體規劃改善後，提高現場照度約 15%，並節省照明用電支出 53%，節省 255,625 元/年，減少碳排放量 65.03 公噸 CO₂/年^[10]。

3. 案例介紹－減廢資材化

某工廠屬於螺帽製造廠，所需螺帽尺寸均由工廠自行抽線而成。線材盤元可經由抽線機抽線作業，將圓形線材抽成六角型線，以方便後續成型作業。圓形線材通過抽線模時，須添加潤滑粉使抽線作業順利進行，但經過抽線作業後，潤滑粉會殘留於線材上，經螺帽成型機冷鍛時，潤滑粉與切削油接觸後，將使油品劣化並形成油泥。將使切削油沉澱效率降低，並使淨油機負荷過大。經改善後，將抽六角線改為抽圓線，可大量降低潤滑粉使用量，並改用油類潤滑，減少淨油機負擔。其需新設抽線模組 20,000 元、增加模具耗用年成本 600,000 元、增加淨油作業人工年成本 86,400 元。但每月可回收切削油 400 加侖，每年可節省 288,000 元，每年並減少廢油泥清除費用 475,500 元。整體成本比較，螺帽產品可減少 0.61 元/公噸之成本。本案例藉由良好的切削油管理使廢棄物減量，並降低產品成本，達到清潔生產的目的^[11]。

五、結論

我國積極推動企業綠化，但仍需要訂定評估指標，以供公私部門訂定實施策略之參考。清潔生產是達成綠色企業的一種方式，需藉助高知識、高技術、高服務為基礎，透過政府政策推動、培養消費者綠色消費意識、提供廠商內外部改善誘因等，持續改善企業環境並協助永續發展，提升競爭力。

參考文獻

- 1.行政院經濟建設委員會，2004年11月，台灣二十一世紀議程國家永續發展願景與策略綱領。
- 2.巫鑫如，企業社會責任、綠色企業形象與求職者應徵意願之關聯性研究，國立中央大學人力資源管理研究所碩士論文，2011年。
- 3.胡憲倫，2010年12月，永續創新管理對產業永續發展的重要性，永續產業發展，第53期，p.3~15。
- 4.張嘉玲、陳明義，2009年，綠色產業發展趨勢，科學與工程技術期刊，第五卷第一期，p.11~17。
- 5.Joel Makower and the editors of GreenBiz.com, state of green business 2012, www.GreenBiz.com.
- 6.陳良棟，2011年9月，我國推動產業綠化之歷程與成果，永續產業發展，第56期，p.3~9。
- 7.生技／醫藥業資源化應用技術手冊，2004年，財團法人台灣綠色生產力基金會發行，經濟部工業局出版。
- 8.賴慶智，2003年4月，合成皮業及光電半導體業清潔生產製程之推動，永續產業發展，第8期，p.31~38。
- 9.彭金玉、蔡琦、郭天和、梁文炳，2002年，企業永續經營整合性發展策略之探討，2002工業減廢暨永續發展研討會。
- 10.陳階陽、黃治清、卓憲騰、司洪濤，2009年11月，正隆紙業推動清潔生產照明設備節能減碳改善案例，產業綠色技術研討會論文集。
- 11.螺絲製造業環境管理技術手冊，2000年，經濟部工業局發行，財團法人中技社綠色技術發展中心出版。