

# 從製造工業談環保

章順慧

## 壹、前言

近代環境問題的形成起源於人類技術的進步，然而技術本身並無過失，只是人類在使用過程中常因運用不當而留下不小的傷害。事實上，工業革命以來，大量運用科技開發地球資源以追求高品質生活的結果，雖然促進了經濟的成長，但相對地也大大忽略了環境保護，導致目前已有資源殆盡之危機出現，並產生無法管理的廢棄物與污染，威脅人類與其他物種的生存。目前全球環境問題包括：臭氧層破壞、地球暖化（即溫室效應）、酸雨、有害廢棄物移轉、海洋污染、野生物種減少、熱帶叢林消失、沙漠化、開發中國家環境問題，以及自然資源枯竭等（張峰垚，民85）。上述這些環境問題之解決已成為目前國際上最重要的課題，許多已開發或開發中的國家，都開始採取相關的環境保護政策措施，希望遏阻環境的持續惡化。而台灣地區拜經濟快速成長所賜，民眾的生活水準亦相對提高；不過卻因地小人稠、資源利用不當與工廠過度集中，使得環境遭受嚴重污染與破壞。其中又以工廠密度偏高被視為當前環保工作的最大負荷（簡又新，民

84），因為當中所排放的廢氣、廢水、廢棄物……等常是傷害環境的頭號殺手。基於此，下面將以製造工業為主探討其所造成的污染與因應防制之道。

## 貳、製造工業的污染

一般來說，製造工業在眾多產業中一直佔有相當重要的地位；依經濟部統計處在94年所做的分類，它可分為四大類，即：民生工業、金屬機械製造業、化學工業、資訊電子業等（如表1）。表中所列行業雖然包羅萬象，但其所謂的生產程序卻是大同小異的。事實上，對於製造工業所造成的污染問題，通常都是圍繞於產品製成過程中所造成的污染；然而如果思索整個產品的生命週期，便可發現污染其實是來自於許多階段（如圖1）（張峰垚，民85）。若依Lux和Ray（趙國華和潘素琴譯，民66）將製造的生產程序歸類為三階段，即製前程序、製造程序與製後程序。經對照圖1後，我們可發現產品、包裝之設計等是屬於「製前階段」；因為此階段在提供原料，包含原料的取得與輸送……等，以

表 1 製造工業的分類

類別	包含行業
民生工業	水泥業、棉紡織與人纖製造以及染整業、食品業、雜項工業品製造業
金屬機械製造業	金屬基本工業、金屬製品製造業、運輸工具製造修配業
化學工業	造紙業、石油化學製品業、塑膠與橡膠製品業、化工原料製造業、清潔和化妝用品業
資訊電子業	資訊業、電子電器業、電機電器業、電線電纜業

資料來源；張峰垚，民 85，頁 40。

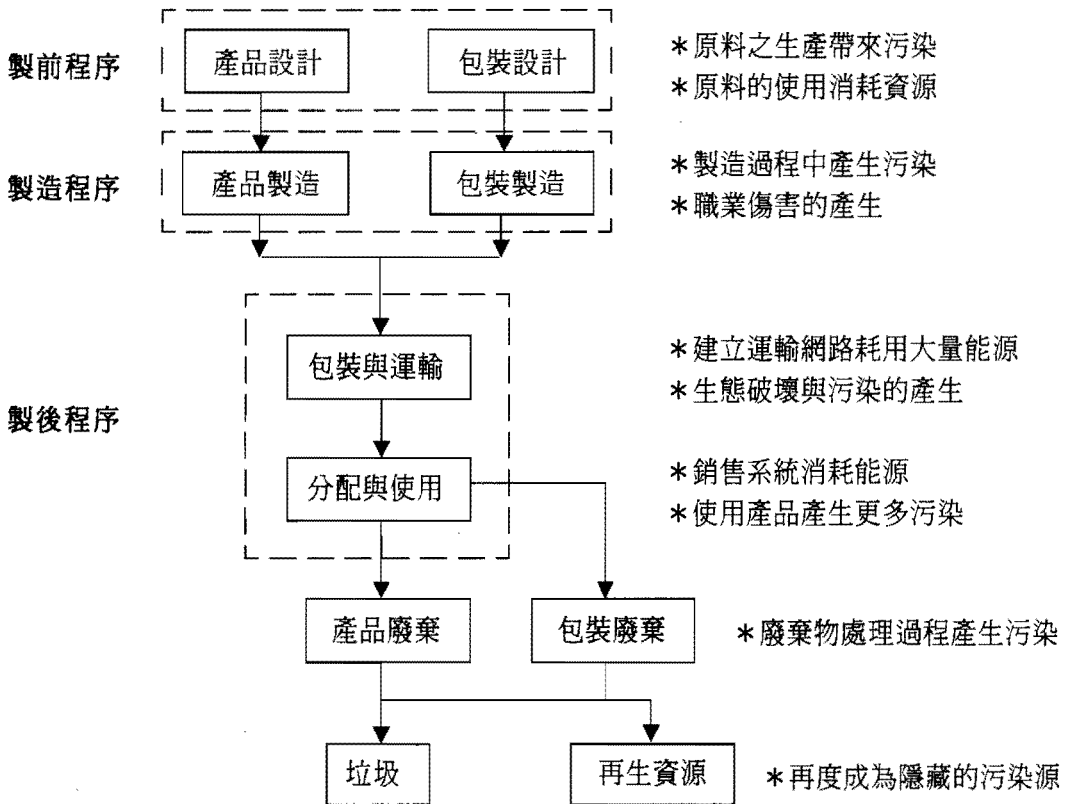


圖 1 工業污染問題全面性鳥瞰

資料來源：陳源德，民 81，頁 17（引自張峰垚，民 85，頁 21）。

備製造時使用。在此過程中環境污染與破壞其實便產生了，例如某些原料進行探鑽、挖掘、砍伐……等之時，常會不知不覺傷害到環境，造成該區即使在原料取得之後還可能需要很長一段時間才能復原，甚至是永久性的傷害；而原料於運送時也可能因運送方式等不當造成環境污染，像前一陣子常聽到的原油漏油污染海域的事件……等。

第二階段是「製造程序」，包括產品製造、包裝製造等；此階段在原料運到後，即開始進行加工製造。基本上，本過程也是最為一般人所認定會產生污染的一個階段，因為在過程中工廠會運用大量的能源、機器……等進行相關製造，於是空氣污染、水污染、廢棄物……等便在加工中逐漸出現。例如：因燃燒所產生的工業廢氣，像粉塵、二氧化硫、一氧化氮……等便是造成空氣污染的主因之一；再者，工業生產一定會使用到水，或做為溶劑，或作為洗滌劑，或作為吸收劑……等，而這些水在被使用後會被排放，這就是所謂的「工業廢水」。由於此水中含有硫酸、銅、磷、苯、砷、汞……等有害性物質，排放於河川、海洋中常造成其中生物的死亡，不僅破壞生態，人類直接或間接飲用水或食用海中生物後，也導致生出許多怪病。又如生產過後所遺留下的固體廢棄物，像廢電池、礦渣、污泥……等也是造成環境污染的一大來源。然而即使是所生產的產品，其本身也可能就是污染環境的有害物質，如 DDT、六六六等農藥。

第三階段是「製後程序」，就是增

加產品的壽命與價值的實務，包括產品的包裝、運輸、分配、使用等；此階段由於產品開始使用，在使用的過程與使用過後便有污染產生，而之後的處理也是一大問題，因為有些產品若隨意丟棄，經年累積將會導致環境受到破壞。因而莊進源（民 82）認為，工業污染的發生先後順序可區分為三代，第一代的污染是原料的開採與產品的製造過程所引起的污染，其污染較為局部，且一般而言它比較容易辨認與管理；換句話說，若工廠之運作導致周圍環境受到污染，常面臨要求改善的強大壓力。例如：前一陣子有工廠因排放過量的廢氣，影響周圍民眾生活，造成民眾集體抗議，使其工廠差點關門大吉……等；至於第二代的污染是產品的分配、輸送與使用所產生的污染，以及產品本身或所含雜質的毒性，如農藥、塗料中的重金屬造成污染，其範圍十分廣。而產品若銷售遍及世界，甚至還會引起國際性的問題；第三代的污染正如上述所說是使用過後的產品所造成之污染，如電容器的 PCB、廢電池中的鉛和汞、廢塑膠中的鎘……等。

基本上，第二、三代的污染較第一代污染不易控制，除非使用者有強烈的環保意念，否則所造成的污染事實上比第一代污染還多；所以有學者指出，非工業污染多是由工業生產之第二、三代污染所引起的，至於真正由工業製造所導致的污染，反因受到監控而多有改善（莊進源，民 82）。不過追本溯源，污染問題還是來自於產品開發過程，故每項產品於開發之時，必須考慮到原物料

的選擇、產品製程、產品的包裝和運輸以及配送、產品的利用和維修以及再利用、產品的回收與廢棄、產品的再製造等因素(陳源德,民81)(引自張峰垚,民85),方能降低日後環境受到污染與破壞的機率。

### 參、製造工業的污染防制之道

從上述可知,環境污染問題隨著工業技術的發達日益嚴重,而等到環境污染後再去淨化,或是對廢氣、廢水、廢棄物……等進行單項治理,事實上常是事倍功半,即投資大但成效並不顯著,甚至治理的速度還會趕不上「污染」增加的速度,可見這些都並非解決工業污染的好辦法(劉天齊等,民84)。因此我們不妨從另一角度來思考,既然環境污染是由人類的生產活動產生的,那麼解決的根本之道可考慮從生產過程下手。岳林(民84)(引自張峰垚,民85)曾指出,針對全球環境惡化現象,企業必須從生產技術與管理二方面著手,採取創新措施予以解決。其中技術創新又可從改變產品特性、改變製程,以及考慮產品生命週期著手等三方面來進行。高明瑞(民83)也認為,企業轉變為環保導向可視為一種組織自我更新的過程,其作法包括:(1)產品與製程的改善(2)建立完善的环境稽核制度(3)組織結構的調整(4)企業文化的重新塑造(5)加強與政府及民眾的溝通協調(6)確保各項必須的資源(7)高階管理者的支持(8)整合性的努力(9)持續漸進的推動等。

根據以上專家學者的說法,可發現

對於工業污染的防制,均強調由生產製程著手,以改善日後可能會產生的環境污染問題;也注重與管理層面的結合,以收事半功倍之效。針對此,筆者歸納出幾點關於製造工業的污染防制要點,供作參考(岳林,民84(引自張峰垚,民85);黃俊英,民83;高明瑞,民83;張峰垚,民85;莊進源,民82):

#### 一、在生產製程方面

##### (一) 產品的再配方

以無污染的物質代替已知的污染物,例如;美國的黏著劑製造工業已逐漸不再使用有毒的溶劑,而改用水、熱或其他無毒代替物。另外,盡量使用純的原料,可減少產品的雜質(莊進源,民82)。再者,產品與包裝之設計上要注重環保導向,以開發與製造綠色產品與環保包裝為主要目標。

##### (二) 改進生產製程技術與製造設備

提升製程中減少廢棄物產生的技術,換言之就是改進生產過程中的污染,如盡可能使用低污染或無污染技術,以降低日後環保問題的出現……等。此外,製造設備之改良對環保也有助益,例如:樹脂製造廠的溶劑噴灑設施,經重新設計後可減少過量噴灑;且若增加某些流程的覆蓋,還可隔離揮發物與空氣接觸的機會,避免空氣污染的產生(莊進源,民82)。

##### (三) 回收再利用

例如冷卻水、清潔用溶劑、潤滑油……等可考慮回收再利用;再者,

應提高自然資源的使用效率，並增購污染防治的回收設備（黃俊英，民83）。

#### （四）考慮產品的生命週期

從產品設計、原料取得、加工製造、運輸與分配、利用、回收、廢棄物處理等的整個生命週期，考慮每一階段對環境可能造成的影響，並設法降低或消除此一影響力（岳林，民84）（引自張峰垚，民85）。

#### 二、在環境管理方面

例如企業環境報告與環境報酬系統之結合、企業環境策略、政策或行動計畫書的提出、建立完善的環境稽核制度、組織結構的調整、危機管理的準備、塑造綠色企業文化、加強與政府及民眾的溝通協調等（高明瑞，民83；黃俊英，民83；張峰垚，民85）。

#### 肆、結語

本文雖從製造工業的角度來談環保問題，但實際上造成環保問題的因素不單只有製造工業，其他像交通運輸污染、農業污染……等都是環保的殺手；然而總結來說，這些無不是人類大量擷取自然資源與運用能源所造成的後果。而經年累月，這些行為將逐漸改變地理環境中物質循環與能量交換系統，打破原來的物質和能量平衡狀態，破壞生態系統之平衡，甚至進一步危害人體的健康，這些正是環境給予人類的反作用所造成的後果；換言之，人類改造環境，

而環境給人予反作用，這是不以人的意志為轉移的客觀規律（劉天齊等，民84）。問題在於我們如何認識這個規律，並採取必要的措施，使其不能危害，還能化害為利；雖然科技的發展帶來環境問題，但同時也是解決環境題的基礎，如何妥善運用，將是日後需要好好思考的。

#### 參考資料

- 莊進源（民82），環境保護新論。台北：淑馨。
- 高明瑞（民83），環保導向的企業管理。高雄：復文。
- 張峰垚（民85），台灣地區大型企業綠色化行動與環境教育初探。國立台灣師範大學環境教育研究所碩士論文，未出版。
- 黃俊英（民83），綠色管理：企業因應環保壓力的對策。中國行政，55，頁1~16。
- 趙國華和潘素琴譯（民66）（Lux, D. G. & Ray, W. E 原著），製造工業概念（The World of Manufacturing）。國立編譯館出版。
- 劉天齊等（民84），環境保護概論。台北：水牛。
- 簡又新（民84），環保·法治·淨家鄉。行政院環保衛生署編印。  
（作者為台灣師大工業科技教育系碩士班研究生）