

綠色科技概論 綠色(清潔)生產

主講者：林孫基 副教授

1

環保概念的興起

- 世界上人口成長快速且往都市集中。
- 貧富差距日益增大
 - 富人的過度浪費的消費型態。
 - 窮人為了生計而過度捕食、採收、放牧或其他濫用資源的情形，對於地球的環境都會有所影響。
- 臭氧層破洞
- 溫室效應
- 空氣污染
- 雨林濫墾
- 酸雨
- 水污染
- 水資源枯竭
- 固體廢棄物污染
- 噪音污染
- 臭味污染
- 野生動物保護等與環境及生態相關的議題受到關心

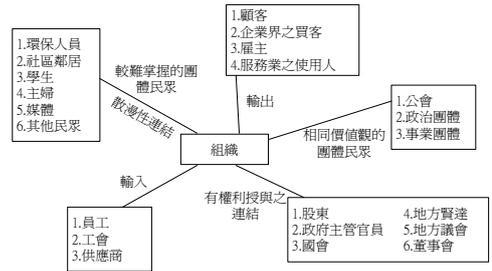
2

環保與產業發展

- 環保議題受社會重視，對企業是一大衝擊
 - 社會大眾期望制定更嚴格的環保標準來保護自己的生活環境
 - 但企業主擔心過於嚴格的環保標準會使成本提高、競爭力下降
- 國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO)
 - 一九九六年六月間制訂ISO 14000國際環境管理標準
 - 要求企業組織遵行的環保條文予以具體化
- 國貿局估計實施ISO 14000的國家，將佔臺灣對外貿易額的50%以上，若全面要求交易的對象需通過ISO 14000才願意進行交易，臺灣企業將遭受嚴重打擊。
- 在面對全球環境的競爭及國內環保意識提高下，企業須透過「綠色管理」(Green Management)，以利益關係人 (Stakeholder) 的角度來進行各項管理工作。

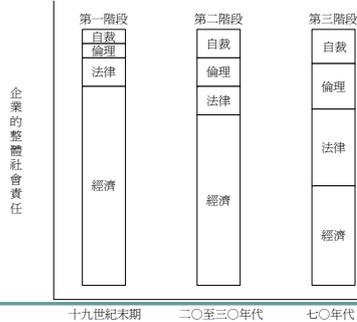
3

企業與各環境成員的連結關係



4

企業社會責任演進圖



5

目前環境保護的問題

- 溫室效應問題
 - 在2050年地球的平均溫度將比現在上升攝氏二度；這個幅度相當於過去一萬年地球平均溫度的上升情形。
 - 溫室效應將導致全球氣候異常，可能會產生乾旱、豪雨及冰山的融化，若南北極中所有的冰山融化，將使得海平面上昇六十公尺，到時將有許多的陸地低於海平面，像荷蘭、孟加拉等低勢較低的國家將沉入海底。
- 空氣污染
 - 一個健康的成人每分鐘呼吸所需的空氣約十三公升，而且若超過五分鐘而有空氣，人類將會死亡。
 - 臺灣地區每年所排放的粒狀污染物總量約一百萬公噸，這些粒狀污染物對人體有極大的傷害，因此空氣污染亦是目前所迫切要解決的問題之一。
- 酸雨
 - 目前世界上受酸雨危害最嚴重的地區，是美國東北部及西北部、加拿大東部、北歐和亞洲東部地區。
- 水資源污染
 - 臺灣豬豬的廢污水遠超過家庭污水，養一頭豬相當於四至六個人的廢污水排放量
 - 臺灣地區約有半數的工廠在排放廢水，這些廢水有的是含有重金屬的有毒物質，有的是生物難分解的有機物，這些都是造成水污染的元兇之一。
 - 1961發明的紙尿布亦會造成水污染，由於紙尿布一般都是與垃圾一樣處理，其中的糞尿未經污水處理就直接滲入地下，易造成地下水嚴重的污染。

6

目前環境保護的問題 II

- 廢棄物污染
 - 臺灣地區每年約產生三千萬噸的專業廢棄物，其中約有10%是屬於有害物質；而最大的廢棄物來源為營建廢棄物。
- 土壤污染
 - 根據環保署調查報告顯示，臺灣地區約有五萬公頃的農地含有高量的重金屬，而其中有80%是經由廢水污染，13%是空氣落塵，其餘7%是農藥、肥料、廢棄物、酸雨等的污染。
- 化學品污染
 - 1995年7月份的科學週刊 (Science) 報導一個案例：位在美國麻薩諸塞州的「鱷魚角」(Cape God) 半島中，有四座城市的飲用水遭受到軍事基地廢料棄置廠的化學品污染，這將影響到將近七萬人的健康，美國國防部估計需要花費數億美元才能讓此污染環境恢復原狀。
- 其他消費性污染
 - 含磷酸鹽的洗衣粉、易開罐飲料、免洗餐具、塑膠的大量使用，雖然在使用上是方便了許多，但一不小心卻會對環境造成更大的污染。

7

世界重要的環保協定

- 華盛頓公約 (1975)
 - 即瀕臨絕種野生動物國際貿易公約 (CITES)，主要在管制約三萬九千種瀕絕種之野生動植物的國際貿易。
- 蒙特婁議定書 (1989)
 - 主要在規範含破壞臭氧層化學物質的生產及消費。
- 威靈頓公約 (1991)
 - 目的是限制於南太平洋區域內使用流刺網捕魚。
- 巴塞爾公約 (1992)
 - 主要是管制有害廢棄物越境移轉及處理。
- 二十一世紀議程 (1992)
 - 巴西里約地球高峰會各出席國家，所獲共識並宣示保護地球環境的最高指導原則。
- 生物多樣化公約 (1993)
 - 保育及保護生物的多樣性。
- 氣候變化綱要公約 (1994)
 - 防止全球暖化繼續惡化。
- 奧斯陸議定書 (1994)
 - 主要目的在減少硫氧化物排放，目前尚未生效 (協議中)。
- 國際熱帶原木協定 (1995)
 - 主要在保育各類森林資源。

8

臺灣訂定之環保相關法律

- 基本法
 - 具有環憲法性質的「環境保護基本法」。
- 管制法規
 - 空氣污染防治法、空氣品質標準、交通工具污染排放標準、公共場所禁煙辦法、水污染防治法、毒性化學物質管理法、噪音管制標準、噪音管制法、機動車輛噪音管制辦法、民用航空器噪音管制辦法、廢棄物處理法、事業廢水處理法、環境檢驗測定機構管理辦法、放流水標準、飲用水管理條例、一般廢棄物清除處理費徵收辦法等等。
- 預防治法規
 - 全盤考量環境資源利用的「環境影響評估法」。
- 救濟法規
 - 「公害糾紛處理法」為迅速處理公害糾紛而設立的。
- 行政組織法規
 - 「行政院環境保護署組織條例」、「行政院環境保護署檢驗所組織條例」、「行政院環境保護署環境保護人員訓練所組織條例」。

9

什麼是清潔生產？

對於生產過程而言，要求：

1. 節約原材料和能源
2. 淘汰或減少使用有毒原輔材料
3. 減少或/和降低生產過程“廢棄物”的數量和毒性

10

何謂清潔生產

- 「清潔生產」是以改變態度出發，持續對程序、產品與服務應用整合性的污染預防策略，以減少人類與環境遭遇之風險，進而提高生態效率，邁向永續發展。其中：
 - 對製程而言
 - 清潔生產包含了節省原料及能源、不用有毒原料，並且減少排放物及廢棄物的量及毒性。
 - 對產品而言
 - 清潔生產在於減少整個產品生命週期 (亦即從原料的萃取到最終的處置) 對環境的衝擊。
 - 對服務而言
 - 清潔生產在於減少因提供服務，而對於環境造成影響；因此在設計及提供服務的生命週期中，都應該將環境的考慮融入其中。
 - 清潔生產需要藉改變態度、有責任的環境管理及評估的科技方法來達成。

11

什麼是清潔生產？

對於產品而言，要求：

減少從原材料的獲取到產品最終處置的全部生命週期的不利環境影響

對服務而言，要求：

要求將環境原素納入設計和所提供的服務中

12

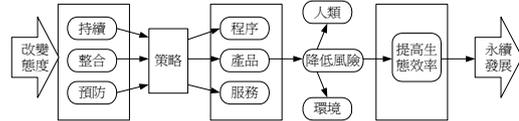
為什麼要清潔生產？

- 實行清潔生產是可持續發展戰略的要求
- 實行清潔生產是控制環境污染的有效手段
- 實現清潔生產可大大降低末端治理的負擔
- 實現清潔生產可提升企業的市場競爭力

13

清潔生產定義示意圖

- 清潔生產需要藉改變態度、有責任的環境管理及評估的科技方法來達成。



14

清潔生產的好處？

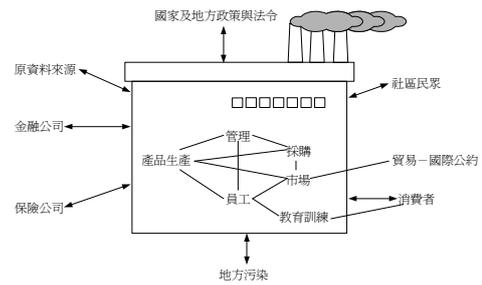
主要方面：

1. 減少環境影響
2. 降低生產成本
3. 其它改進

提升產品質量
改善工作環境
有利公司形象

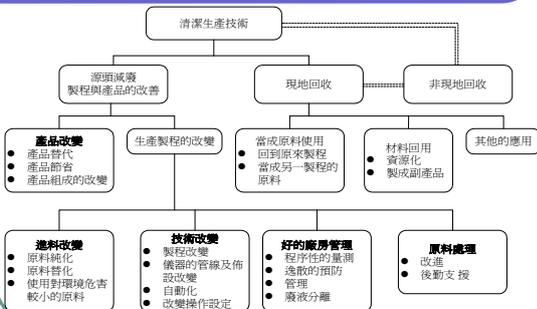
15

清潔生產的範疇示意圖



16

清潔生產技術的範疇



17

負責任之企業

- 根據聯合國永續發展委員會於1998年指出，一個負責任企業須包括三個階段程序：

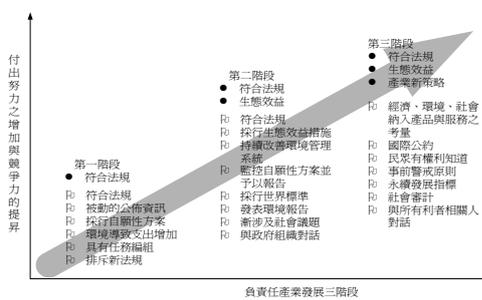
- 符合國家法規 (compliance with national law)
- 符合國家法規且採行生態效率措施 (compliance and eco-efficiency)
- 符合法規、採行生態效率措施並經予產業新的策略性定義。
- 所謂新的策略性定義乃將永續發展的「三個基準線」：

- 經濟繁榮
- 環境品質
- 社會安定

納入設計、產品、程序、服務、市場、採購等產業所有活動之考量。

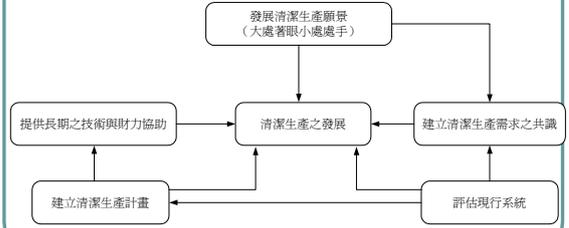
18

負責任產業的定義



19

全球清潔生產發展策略



20

「聯合國工業暨發展組織」八項建言

- 成立國家清潔生產中心並具有推動清潔生產催化劑之功能，所需時間至少為五年。
- 接受完整訓練之清潔生產專業人員應授與證明書或執照予以肯定。
- 清潔生產必須與環境管理系統相互整合，同時推動。
- 須按不同行業發展清潔生產技術。
- 在清潔生產為優先的前提下，考慮與其他環境改善單位，如管末處理技術機構，共同合作。
- 透過技術合作為經驗交流，建立國家清潔生產中心之間相互支援之機制。
- 須強化功能，以確保地方功能之永久性與持續性，並逐漸減少對贊助機構之依賴。
- 多施行兼顧「場內評估」及「政策諮詢」之整合性計畫，以促進清潔生產計畫持續之進行。

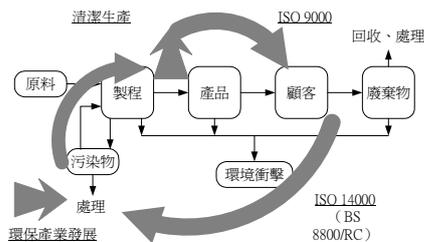
21

我國清潔生產因應策略

- 1989年成立「經濟暨環境保潔工業減廢聯合輔導小組」推動工業減廢工作，例如：
 - 清潔生產理念與資訊之宣導與推廣
 - 工業減廢示範工廠之建立及推廣
 - 工業減廢中階輔導體系
- ISO 14001環境管理系統示範及推廣
 - 優惠獎勵措施
 - 環保標章
 - 廢棄物交換
 - 國際合作等
- 因應全球「永續發展」潮流
 - 1997年將「行政院全球環境變遷政策指導小組」改組並擴編為「行政院國家永續發展委員會」
 - 大氣保護與能源、廢棄物管理與資源化、環境政策與發展（環保署）
 - 生態保育與永續農業（農委會）
 - 海洋與水土資源管理、貿易與環保、永續產業（經濟部）
 - 永續城鄉發展（內政部）
 - 科技發展與諮詢（國科會）
 - 國民保健與福祉（衛生署、內政部）
 - 綠色國民所得帳（主計處、經建會）

22

清潔生產、ISO9000、ISO14000與環保發展在產業永續發展中之關聯

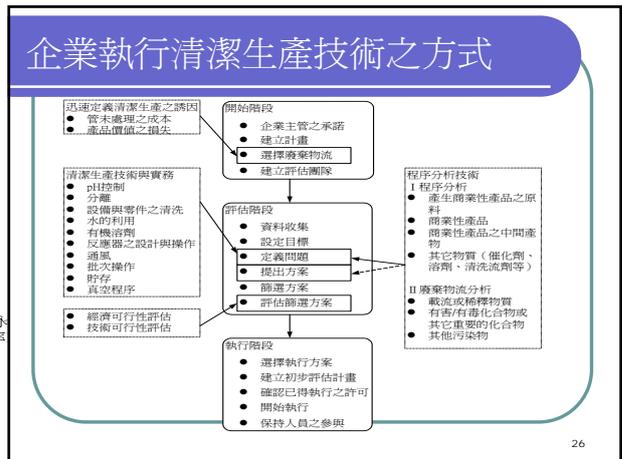
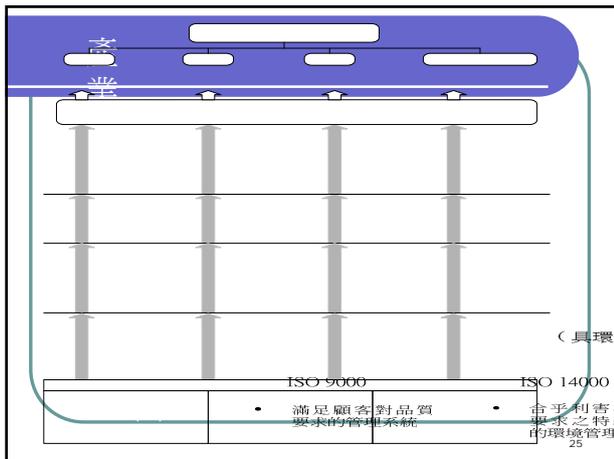


23

企業施行清潔生產之方式

- 開始階段包括四個步驟：
 - 企業主管之承諾
 - 建立計畫
 - 選擇廢棄物流 (waste stream)
 - 建立評估團隊
- 執行階段包括五個步驟：
 - 選擇執行方案
 - 建立初步執行計畫
 - 確定已獲得執行之許可
 - 開始執行
 - 保持人員之參與
- 評估階段包括六個步驟：
 - 資料收集
 - 設定目標
 - 定義問題
 - 提出方案
 - 篩選方案
 - 評估經過篩選之方案

24



- 建立政府相關推動機制 (法規訂定、制度建立、財稅獎勵、宣導訓練、示範輔導)
- 提供企業界逐步朝向永續發展的外在條件、及各類鼓勵和誘導措施
- 體認綠色消費之潮流，建立納入「外部成本」機制的產業發展策略

- (輔導、訓練及推廣)
 - 推動政府單位、學校、公民營事業依作業需求逐步建立適用的 IS C 9000系統
 - 推動政府單位、學校、公民營事業依作業需求逐步建立適用的 IS C 14000系統
 - 推廣 ISO 9000標準及應用之訓練課程
 - 推廣 ISO 14000標準及應用之訓練課程
 - 主要產業資源再生及回收體系的建立和推廣
 - 「生態化產業體系」之宣導及推動
 - 對產業界之清潔生產技術訓練與輔導
 - 宣導及推動永續消費之理念
 - 輔導環保產業之海外行銷推廣
 - 輔導國內環保產業之發展技術提昇

清潔生產之意義

- 環境的考慮應被融入到最初的規劃及未來的發展之中。
- 環境的問題應是在防範於未然 (源頭預防)。
- 環境的考慮完全應以生命週期的觀點出發，避免環境問題從一個範圍，轉移到另一個範圍。
- 清潔生產的範疇除了包含產品及製程的污染預防之外，更將減少因提供服務所造成的環境影響納入其中。
- 清潔生產是一個不斷持續改善的過程。
- 清潔生產大大的節省了昂貴的管末處理成本，並提昇企業競爭力。

- 建立並維護「綠色生產力」相關之基本資料庫 (資源、能源使用及污染排放數據)
- 推動永續消費理念落實方案
- 估方法之研發)
- 收集國際環保公約及貿易與環保互動變化資訊，並研擬因應措施
- 整合管理系統、產品及實驗室認證制度及作業
- 動策略及實例成效之宣導刊物，並注動與國際「永續消費」理念及潮流之結合

圖 28-9 產業永續發展推動策略整體樹狀圖

清潔生產理念之起源-1

1974年由美國3M公司所提出「污染預防划得來計畫(Pollution Prevention Pays, 簡稱3P)」

--「藉由執行污染預防可以獲得多方面之利益」

基本觀念

- 污染物質就是未被利用的原料。
- 「污染物質」+「創新技術」=「有價值資源」

清潔生產理念之起源-2

- 1986年「資源保育及回收法(Resource Conservation and Recovery, 簡稱RCRA)」
- 1990年「污染預防法案(Pollution Prevention Act)」

規定必須對污染源做事先預防或減少污染量，對於無法回收再利用者，也應儘量做好處理工作，至於排放或最終處置則是最後手段。

在「污染預防」的觀念及相關法案被提出後，許多產業或政府單位陸續推動以「污染預防」、「工業減廢」、或「清潔生產」為口號之相關活動。初期，三者的精神與方法趨於一致

清潔生產理念之起源-3

1989年 UNEP制定「清潔生產計畫」(Cleaner Production Program)

「清潔生產」定義為：對製程與產品採取整體預防性的環境策略，以減少對人類及環境可能的危害。並補充說明：

- 就製程策略而言，減少原料與能源耗用量，儘可能不使用有毒性之原料，並使廢氣、廢水及廢棄物自製程排出前即減低其量及毒性。
- 就產品策略而言，則是藉由產品生命週期評估，而使得從原料之取得至產品被使用後之最終處置過程，對環境之影響減至最低。

31

清潔生產理念之起源-4

• 1992年 UNEP 對「清潔生產」定義修正

「持續地應用整合且預防的環境策略於製程、產品及服務中，以增加生態效益和減少對於人類及環境的危害」

- 在製程方面，盡量協助廠商節省物料及 能資源使用方面，將協助廠商檢視產品生命週期，希望能降低對環境的衝擊。
- 在服務方面，協助廠商減少因提供服務而對環境所造成不利的影響。、減少或避免使用有毒原料、減少排放物及廢棄物的量及毒性。
- 在產品

32

清潔生產理念之起源-5

• 1998年 「國際清潔生產宣言」

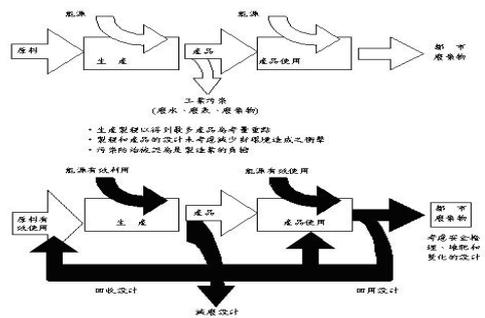
(The International Declaration on Cleaner Production)

承諾以清潔生產做為優先的污染防治策略

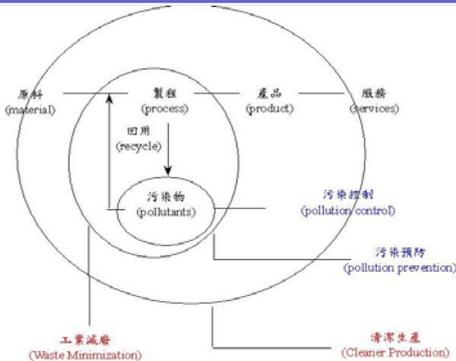
- 發展適合之政策與工具以提升生態效益
- 發展行動計畫、設定量化目標做為持續改善之依據
- 整合所有污染防治策略至適當之組織與管理系統
- 將清潔生產納入所有教育、訓練及研究
- 促使清潔生產成為所有利害相關者的活動
- 公開分享推行清潔生產之經驗與創意
- 每年提出實施清潔生產之報告

33

傳統生產製程和清潔生產製程之比較

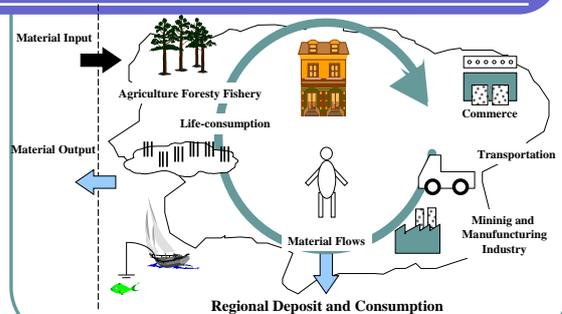


清潔生產與工業減廢之範疇分析



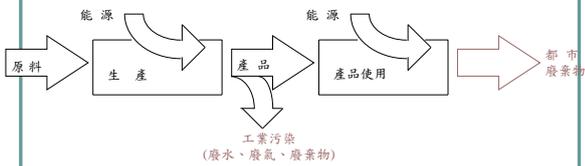
35

物質之循環



36

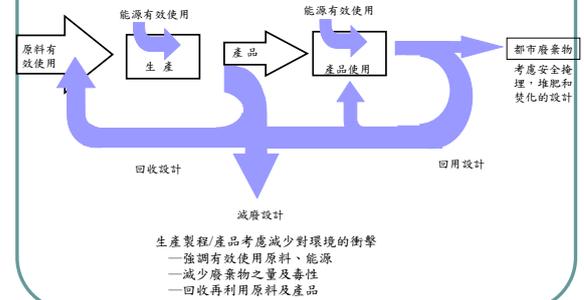
傳統生產製程和污染防治的關係



- 生產製程以得到最多產品為考量重點
- 製程和產品的設計未考慮減少對環境造成之衝擊
- 污染防治被認為是製造業的負擔

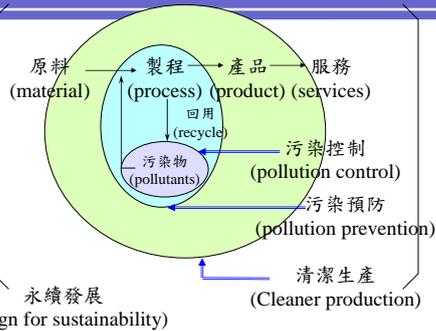
37

清潔生產製程



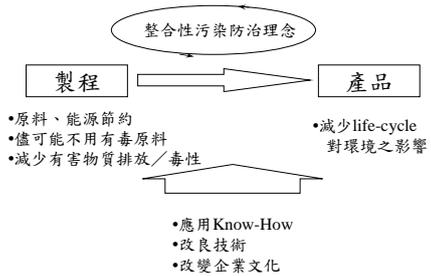
38

清潔生產之理念及重點



39

Cleaner Production (清潔生產技術)



40

清潔生產技術之機會

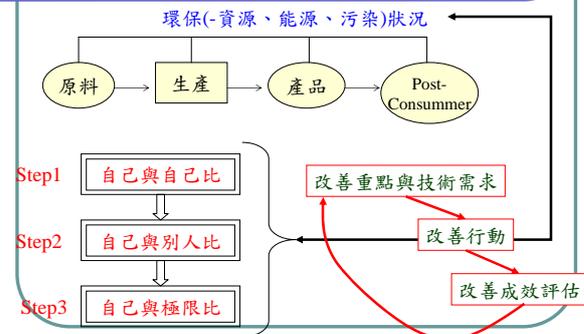
綠色/清潔生產技術已成為工業生產及技術從業人員面臨之挑戰及機會

"RETHINK HOW WE DO R&D"

$$\text{具有競爭性之技術} = \text{市場需求} + \text{經濟性} + \text{環境相容性}$$

41

指標運用概念



42

清潔生產指標及應用性

宏觀性指標	微觀性指標	設計性指標
相對性 ● 遭居民抗議次數/年—與周圍環境有關 非具體證據 ● ISO9000 或 ISO14001 系統，無法對照比較 ● 有無減量計畫 不宜僅以此類指標逕下結論，此指標可顯示對環境之承諾	絕對性 ● 有害事業廢棄物年產率 ● 耗能指標 ● 清洗水再利用率 ● 功能性包裝材料比率 須輸入取得實際數據計算，結果可以用來探討減廢空間或展現環境績效	地域性（定量） ● 以各種原料對環境之衝擊分析結果為依據，計算出各種原料之環境衝擊指標，例如 Eco-indicator 定性指標 使用者無須輸入任何數據即可直接引用。此指標可以提供作為 Design for Environment 之參考

43

WGI: 廢棄物產生率

- 廢棄物產生指標(Waste Generation Index, WGI)，指標值越高表示越不清潔，也就是單位產品產生之廢棄物量較高。
- $WGI = \text{廢棄物產生量} / \text{產品產量}$
- 其中，廢棄物係指凡產品製造過程中所生成之廢棄物皆屬之，包括廢氣、廢水、廢棄物、廢棄之原物料、包裝材料等，單位為公斤或公克。

44

清潔生產評估指標

45

ECI: 耗能指標

- 耗能指標(Energy Consumption Index, ECI)，指生產單位產品所須耗用之能源。其單位為每單位產品所耗用之油當量（公升原油/公斤）。
 - $ECI = \text{能源耗用量} / \text{產量}$
- $$ECI = \frac{E_1(KWH)}{P} \times F + \frac{E_2(L)}{P}$$
- E1 = 製程總耗電量，KWH
 E2 = 製程總耗油量，L
 F = 轉換因子，其值為0.243，L燃料油 / KWH
 (* 參考經濟部能源委員會之能源換算表)
 P = 產量，Kg

46

能源耗用指標

能源來源：冷卻水、冷凍水、蒸汽、製程水、電力、惰性氣體、天然氣等
 耗能指標：轉換為油當量（燃料油公升數）

Utility Consumption for SM Process

項目	單位	用量/噸	轉換因子	油當量
1. Cooling water	M ³	80	0.28*	22.4
2. Steam	Ton	2.6	80**	208.0
3. Process water	M ³	1.8	0.61*	1.1
4. Electricity	KWH	193	0.24**	46.9
5. Inert Gas	NM ³	5.9	0.27*	1.6
6. Natural Gas	10 ³ cal.	1,108	0.11**	122.0
合計				402.0

註：* 水及惰性氣體以價格換算
 ** 蒸氣、電及天然氣以熱值換算

47

耗能指標 (ECI) 計算案例

能源類別：電力

$$ECI = \frac{E(Kwh)}{P(pcs, wafer)}$$

式中E：總電力(KWH)

P：晶圓，片wafer

$$(ECI)_1 = \frac{137,328,000}{840,000} = 163.5KWH / wafer = 39.7L / wafer$$

$$(ECI)_2 = \frac{55,467,000}{465,000} = 119.3KWH / wafer = 29.0L / wafer$$

48

GWI: 溫室效應指標

- 溫室效應指標(Global Warming Index, GWI)是指單位產品所消耗之能源會產生之溫室氣體CO₂之量，其單位為kg.CO₂/批次產量。
 - Q: 每批次實驗之能源使用量，公秉/批次（以燃料油為例）
 - H: 熱值，Kcal/公秉
 - 4186.8×10⁻¹²: 兆焦耳(TJ)/Kcal
 - F: CO₂轉換因子，噸碳(TC)/TJ
 - P: 每批次實驗產量，公克/批次

49

GWI: 溫室效應指標

- CO₂產生率（單項能源） $\frac{KgCO_2}{公克產量}$

$$= \left(\frac{Q \times H \times 4186.8 \times 10^{-12} \times F \times 1000 \times \frac{44}{12}}{P} \right)$$

$$= \frac{\text{公秉} \times \frac{Kcal}{公秉} \times \frac{TJ}{Kcal} \times \frac{TC}{Tj} \times \frac{KgC}{TC} \times \frac{KgCO_2}{KgC} \times \text{批次}}{\text{公克}}$$
- CO₂產生率($\frac{KgCO_2}{公克產量}$)

$$= \frac{\sum Q_1 \times H_1 \times F_1 \times 1.54 \times 10^{-5}}{\sum P_1}$$

50

危害性指標 (Hazard Index, HZ1)

HZI = 危害性物質單位用量 × 危害性因子

危害性：

● 毒性：VHI (vapor hazard index)

VHI = VP_{25°C} (mmHg)/PEL或TLV(ppm)

● 燃燒性：火災危害等級(NFPA)

F_h：0(不可燃)–4(最易燃)

51

毒性指標計算案例

Vapor hazard index : VHI = $\frac{VP_{25}(mm\ Hg)}{TLV}$ HZI = VHI × 單位用量

SM製程中主要化學品之VHI & HZI

化學品名稱	Vapor Pressure at 25°C (mm Hg)	TLV (PPM)	VHI	單位用量	HZI
Benzene	96	10	9.6	0.86	8.26
Ethylbenzene	9.6	100*	0.1	1.09	0.11
Toluene	28	100	0.36	0.05	0.02
Styrene	7.3	100	0.07	1.00	0.07
合計					8.46

*國內無乙苯之標準，故採用美國OSHA之標準進行分析

52

應用一、減廢空間之發掘

- 1.由相同產品之不同生產線之間之比較
 - 乳酸飲料之間之比較
 - 例如：每瓶養樂多之廢水產生量
 - VCM不同生產線之間之比較
 - 例如：VOC逸散元件之百分比
- 2.同一製程前後期清潔程度之評比
 - 製程控制/改善之參考

53

應用一、減廢空間之發掘（續）

工廠名稱	VCM產量 (萬公噸/年)	污染排放量(噸/噸產品)				合計
		氣體污染物	廢水	液/渣	固體廢棄物	
A	-	0.124	2.154	0.0330	0.0039	2.3149
B	-	0.013	0.421	0.0142	-	0.4482
C	-	0.532	0.185	0.0250	0.0002	0.7422
D	-	0.464	0.099	0.0200	0.0002	0.5832
合計	102	0.255	0.946	0.0249	0.0015	1.2279

資料來源：行政院環保署「石化工業區事業廢棄物處理評估計畫」期末報告，1995.6

54

應用一、減廢空間之發掘 (續)

食品加工業為例

項次	產業特性	建議使用清潔生產指標	說明
1.	使用大量之清洗水	清洗水再利用率， 清洗水再利用量 (m ³ /天) 清洗水日用量 (m ³ /天)	<ul style="list-style-type: none"> 對於食品衛生有極高之要求，容器與設備之清洗都需要大量之清水 此一指標代表清洗水回收再利用的比率，指標值越高越清潔 僅適用於食品加工業，無法作為不同行業之間的比較
2.	食品之過度包裝	功能性包裝材比率， 功能性包裝材 (元/單位產品) 全部包裝材 (元/單位產品)	<ul style="list-style-type: none"> 功能性包裝材是指為美觀或裝飾所使用之包裝材料，而非為保持產品新鮮、不受損壞之目的。 單位產品視產品種類而異，可能是一罐、一箱、一盒。 此一指標代表包裝之環保，指標值越高越清潔 為共通性指標，以可適用其他行業，並做比較。

55

應用二、為環境設計—定量指標

項次	指標名稱	內容簡述	參考文件	適用性初評 高 中 低	備註
1.	Eco-indicator	由 LCA 之觀點出發將所排放之污染物質對環境之衝擊進行量化評估，並建立量化之 Eco-indicator，共建立 100 個指標	The Eco-indicator 95 Final Report	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	由荷蘭 National Reuse of Waste Research Programme 完成

- 優點：應用LCA之模式將製程／污染對環境之衝擊量化，其對清潔生產之代表性極高
- 缺點：Eco-indicator非常具有區域性，對其他區域並不適用

56

應用二、為環境設計 (續) —定性指標

階段	清潔生產指標
製 造	1. 是否考慮產品材質之 <ul style="list-style-type: none"> ● 耗竭情形 ● 開採對生態之破壞情形
銷 售	2. 是否考慮避免使用下列化學物質 <ul style="list-style-type: none"> ● 109 種公告毒性化學物質 ● 致癌化學物質
階 段	3. 是否考慮新產品之包裝 <ul style="list-style-type: none"> ● 外型易於包裝，無須過多之包裝材料

目的：在研發或設計階段即導入清潔生產之概念，使得所研發之新產品較市售之同功能產品為清潔；或新製程為低耗能／低毒性或產生較少污染

57

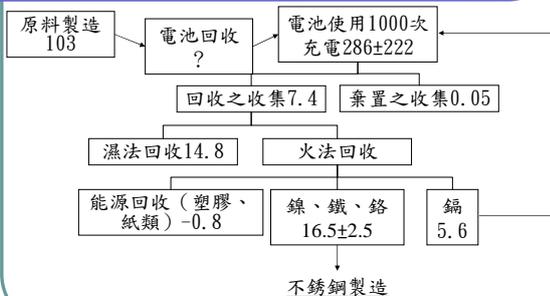
個人電腦之LCI數據

(僅為比較性案例：不含鍵盤、磁碟機、電線等附屬設備)

負荷元件	IC 生產	IC 封裝	印刷電路	螢幕	使用	合計
能源 (kwh)	285	60	1,790	180	9,100	11,415
產品重量 (kg)	0.01	0.55	1.6	22.7	-	25
有害廢棄物 (kg)	3.2	-	18.2	0.9	-	22.3
一般廢棄物 (kg)	37.3	0.5	2.7	0.5	-	41
用水 (公升)	10,530	38	16,170	750	-	27,488

58

鎳鎘電池生命週期之能源消耗



59

應用三、環境績效之呈現

● 本土化清潔生產指標—石化業為例

項次	產業特性	建議使用清潔生產指標	說明
1.	乾燥製程產生高分貝之噪音	噪音防護率： 每年針對噪音遭受防護次數或接觸劑單次數	比值愈低愈清潔 須以同一製程做比較
2.	VOC	VOC 釋放濃度大於 5000ppm 之元件百分比	比值愈低愈清潔
3.	粒狀污染物	粒狀物產生率： 粒狀物產生量 (噸/年)，或 年總產量 (噸) 集塵器處理容量 (噸/年) 年總產量 (噸)	此指標係假設業者使用之集塵設備均是以產生之粒狀物業以相同或近似之安全係數 指標越低表示單位產品產生之粒狀污染物越少，製程越清潔。 以相同製程進行比較
4.	有害事業廢棄物	有害事業廢棄物年產率： 有害事業廢棄物生產量 (噸) 年產值 (萬元)	為共通性指標，可作不同製程甚至不同行業之間的比較。

60

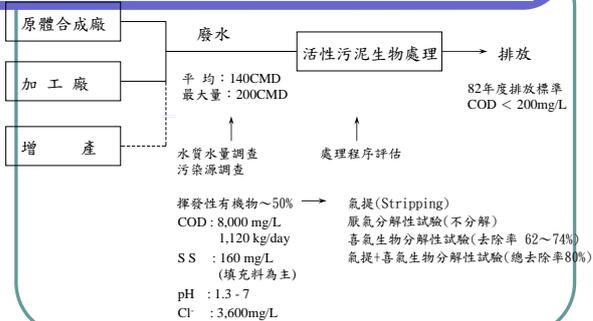
應用四、清潔程度之評比

食品加工業

項次	建議使用清潔生產指標	說明
1.	耗能指標， 全年總耗能(千卡) 年總產值(萬元)	<ul style="list-style-type: none"> 必須注意各類能源之間的轉換基準必須一致。 屬共通性指標，可做不同行業(或製程)之間的比較。
2.	污染防治(管末處理)支出率， 污染防治年度支出(萬元) 生產年度成本(萬元)	<ul style="list-style-type: none"> 污染防治年度之支出是指投入於污染物之管末處理支出，包括人事、設備、材料、環保罰單、污染事件賠償金等項目。生產成本則指所有支出之總和。 指標值越低越清潔。 屬共通性指標，可做不同行業(或製程)之間的比較。
3.	有無 ISO 9000 系列或 ISO14001 之認證	<ul style="list-style-type: none"> 有 ISO 系統認證者，製程操作較為穩定而不易有人為疏失之意外排放。 屬共通性指標，可做不同行業(或製程)之間的比較。

61

農藥廠實例



62

非石棉煞車來令片之取代

石棉煞車片 → 污染問題

- 酚醛樹脂/纖維
- 配料及材質技術

- 產品規格合於 CNS 2586(D2002)
- (摩擦係數、磨耗率、耐溫性)
- 適用於汽、機、卡車前碟/後鼓系統

63

EVA廢料再利用

EVA之邊料廢料

- 佔材板之40%
- 業者困擾之問題

(回收/利用)

EVA碎顆粒 + 接著劑 → 發泡體

產品功能

- 具發泡體之彈性機能
- 製作地墊、鞋材、床墊、玩具

經濟環保效益

- 降低原料成本30%以上
- 解決國內每年75,000公噸廢料
- 衍生產值7.5億

64

mCOC之查核案例

下世代光碟片
mCOC材料開發 (環烯烃共聚物, Metallocene Catalyzed Cyclo-Olefin Copolymer)

試量產計畫

技術可行

Norborene臭味問題

清潔生產之考量

必須解決

鼓勵創新計畫

試量產計畫(延續)

Ozone對含double bond有機臭氣之處理技術

以管理之手段

污染控制技術

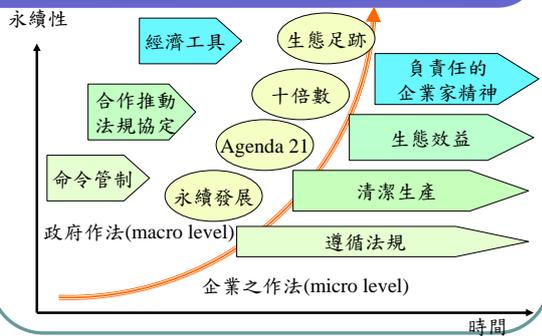
清潔生產之成果

65

生態效益介紹(Eco-efficiency)

66

企業邁向永續之路



67

全球生產力指標變化

比較項目	區域或國家	時期	年變化率 (%)
GDP/工時	OECD16國	1850-1992	+2.4
GDP/工時	日本	1950-1973	+7.7
GDP/初級能源	OECD	1971-1995	+1.27
GDP/資源投入	日本	1975-1994	+2.0
GDP/資源投入	美國	1975-1994	+2.5
GDP/都市垃圾	OECD	1980-1992	-0.5
GDP/自來水使用	6個OECD國家	1980-1990	+1.0
GDP/VOC排放	德國及美國	1980-1993	+4.0
GDP/重金屬空氣排放	德國、日本、美國	1965-1995	+7~+10
工業生產/能源	OECD	1971-1995	+2.5
工業生產/原油	OECD	1974-1986	+8.0
小型車燃料效率	美國	1972-1982	+7.0
小型車燃料效率	美國	1982-1992	+0
噸-公里能源	全球商業飛行	1974-1988	+3.8
噸-公里能源	全球商業飛行	1988-1995	+0.3
電話耗用物質	跨大西洋(電纜)	1914-1994	+25

68

經濟效益改善之例子

- 在1974年到1986年間的高油價年代，使用於航空的能源密集度，每年下降4%；但是在空運運輸量每年成長近8%的情況下，能源的使用量每年也增加了近4%
- 長期以來OECD的經濟體已於二百年內達成平均每年增進勞動生產量2~3% (average labor productivity)；因此，工時減半而增加了十倍的收益

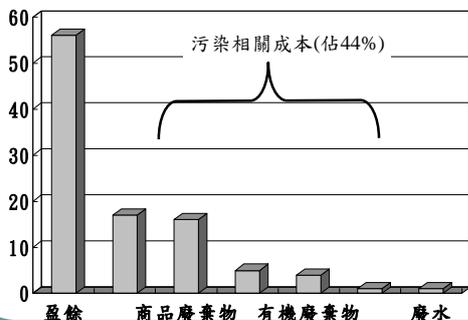
69

生態效益七要素(WBCSD)

1. 減少產品與服務工作的原料使用量
2. 減少產品與服務工作的能源使用量
3. 減少有毒物的擴散
4. 提高原料的可回收性
5. 使可再生資源達到最極限的永續使用
6. 延長產品的耐久性
7. 加強產品與服務的服務效能

70

杜邦公司污染成本與盈餘



71

SONY之環境改善案例

1994年荷蘭消費者雜誌Consumenten Bond 評鑑 24-25吋身歷聲電視，SONY被評為「合理」，

SONY在荷蘭市場佔有率降11.5%

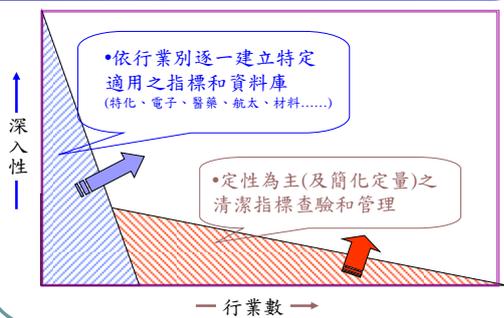
(「最佳」對手ITT Nokia, Aristona 分別提高57.1%, 100%)

SONY訂定並執行環境策略，短期提昇形象，回復銷售地位

- 1995年推出易拆解及回收電視機
- 新鑄模技術使機組重量減少23.4%
- 外殼用100%可回收材料及水性塗漆
- 備機狀態耗電由10瓦降為4.5瓦

72

國家級清潔生產管理策略



73

清潔生產技術工具

- [電子產品環境績效評估工具](#)
- [EuP 指令之生命週期盤查工具\(LCI Tool\)](#)
- [汽車業清潔生產標準量測工具](#)
- [半導體清潔生產標準量測工具](#)
- [絕緣效率評估工具](#)
- [鋸齒操作維護評估工具](#)
- [空壓機效率評估工具](#)
- [空壓機操作評估工具](#)
- [全廠用電管理-最佳製約容量評估工具](#)
- [禁限用有害物質管理工具 \(第一版\)](#)
- [禁限用有害物質管理工具 \(第二版\)](#)
- [袋式集塵機操作維護管理評估工具](#)
- [鋸齒法規查核工具](#)
- [製程水滲管理-逆滲水水量評估工具](#)
- [冷卻水塔用水效率評估工具](#)

74

清潔生產最終歷程



75

未來十年內國際清潔生產面臨的挑戰

- 找出更好的方法以溝通清潔生產訊息
- 轉移清潔生產從供應導向 (supply driven) 至需求導向 (demand driven)
- 有與工業界真正成為伙伴關係之決定
- 增進社區之參與

76

什麼是清潔生產審核？

清潔生產審核是一種系統化的分析污染來源、廢物產生原因及其解決方案的程式，其目的在於尋找儘可能高效率利用資源(如：原輔材料、能源、水等)，減少或消除廢物的產生和排放的方法。

77

如何開展清潔生產審核？

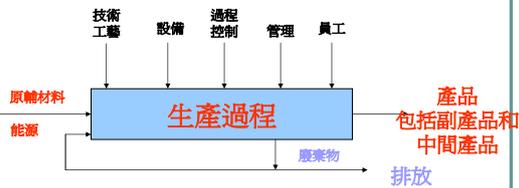
清潔生產方法學三個邏輯步驟：

1. 現狀調查 (源頭與強度)
何處產生廢物、排放多少？
2. 原因分析評估
為什麼產生廢物並導致排放？是否合理？能否削減？
3. 形成方案
怎麼樣 (採用什麼措施) 才能防止/減少廢物的產生/排放？

78

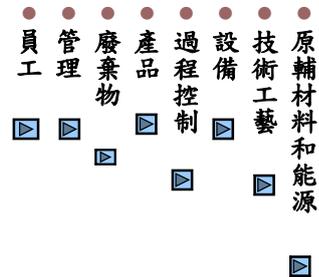
廢物產生原因分析？

● 生產過程框圖



79

廢物產生原因的八方面分析：



80

原輔材料和能源

- 原輔材料本身具有的特性：
如毒性、難降解性等
- 使用的能源
直接產生廢棄物
間接產生廢棄物

81

技術工藝

- 先進技術可提升原材料的利用率
- 技術改造、預防污染是清潔生產的一條重要途徑

82

改善工藝控制

- 控制在最佳工藝條件下進行生產；
- 增加計量、檢測、監測儀表；
- 定期校核計量、檢測、監測儀表；
- 改進過程控制手段；
- 對工廠主要設備設施系統採取預防性維修維護措施；
- 對鍋爐燃料進料實行嚴格控制；
- 改進輸入物料的控制。



83

設備

- 技術工藝的具體體現
- 適應性
- 維護和保養情況



84

設備改進

- 合理佈局佈置，減少物料的輸送
- 改進並加強設備定期檢查和維修維護，減少跑冒滴漏
- 妥善對所有蒸汽和凝結水管道/罐/閥門/法蘭提供絕熱措施
- 蒸汽、凝結水和水管線合理設置



85

過程控制——即為操作

- 設計參數
- 回應參數



86

產品

- 決定生產過程
- 產品性能
- 種類
- 架構
- 包裝
- 體積



87

生產有用的副產品

- 回收啤酒酵母，生產高蛋白飼料
- 亞鉍蒸餾廢液用作肥料、或用於生產肥料
- 篩選藥渣用於生產紙板

88

廢棄物

- 只要離開生產過程就成為廢棄物
- 廢棄物本身特性決定可否現場再用
- 廢棄物本身特性決定可否循環使用

89

現場循環回收回用

- 回收潔淨冷凝水，用於鍋爐房補給水；
- 現場分類收集可回收的物料和廢物；
- 工藝余熱的回收利用；
- 多級洗滌水的逆流回用；
- 廢料的降級利用；
- 工藝排水按水質分隔分流，分級使用。



90

管理

- 加強管理是企業發展的永恆主題，任何管理上的鬆懈均會嚴重影響到廢棄物的產生



91

良好現場管理

- 管道/閘門/法蘭等處的水、汽密封洩露及時維修；
- 妥善貯存原輔材料；
- 妥善收集和貯存中間產品；
- 嚴格控制化學品和填加劑等物料處理和製備過程中的跑冒滴漏；
- 增加收集裝置，減少物料或中間產品、成品的損失；
- 減少物料濺落，並及時收集回收。



92

員工

- 素質
- 受教育水準
- 工作積極性



93

清潔生產審核的基本方法？

- 廢物源的調查：找出何處產生和排放廢物（即資源、能源的浪費、流失）；
- 廢物原因的分析：搞清楚廢物產生（即資源、能源的浪費、流失）的原因；
- 備選方案的產生：尋找那些可以減少廢物產生的各種可能方案；

94

清潔生產審核的基本方法？

- 方案可行性分析：選擇並確定可行的中高費方案（可行性分析包括技術評估、環境評估、經濟評估）；
- 清潔生產的持續：上述過程的循環螺旋進行，以實現污染預防、持續改進之目的。

95

清潔生產審核的基本程式？

- 1、籌劃與組織
- 2、預評估
- 3、評估
- 4、方案產生和篩選
- 5、可行性分析
- 6、方案實施
- 7、持續清潔生產

96

確定審核重點

原則：

- 污染嚴重的環節或部位
- 消耗大的環節或部位
- 環境及公眾壓力大的環節或問題
- 有明顯的清潔生產機會

97

設置清潔生產目標

1. 原則

- 針對審核重點
- 定量化、可操作、並有激勵作用
- 要有絕對量和相對量
- 要有時限性

98

設置清潔生產目標

2. 依據

- 根據外部的環境管理要求，如達標排放，限期治理等
- 根據本企業歷史最好水準
- 參照國內外同行業，類似規模、工藝或技術裝備的廠家的先進水準

99