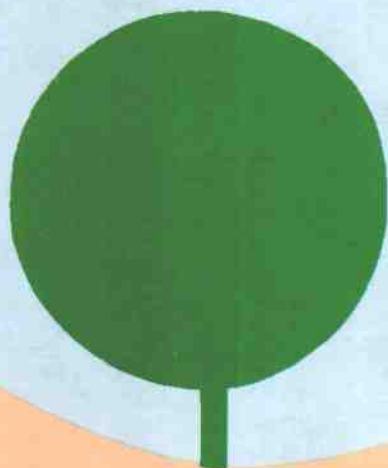


環境無廢 / 減廢技術

—工業發展新模式

席德立 著 陸繼雄 編審



環境無廢 / 減廢技術

—— 工業發展新模式

席德立著 陸繼雄編審

淑馨出版社

環境無廢/減廢技術：工業發展新模式／席德立著． -- 初版． -- 臺北市：淑馨，民86
面； 公分
參考書目：面
ISBN 957-531-538-3（精裝）

1. 廢物技術

400. 16

85014327

環境無廢／減廢技術 ——工業發展新模式

作 者：席德立
編 審：陸繼雄
出 版 者：淑馨出版社
發 行 人：陸又雄
地 址：台北市安和路2段65號2樓（日光大廈）
電 話：7039867 - 7006285 - 7080290
郵 撥：0534577～5 淑馨出版社
印 刷：成陽印刷股份有限公司
法律顧問：蕭雄淋律師
登 記 證：新聞局局版台業字第2613號
出 版：1997年（民國86年）2月初版
1997年（民國86年）2月一刷
定 價：480元

ISBN 957-531-538-3（精裝）

版權所有・翻印必究

目 錄

引言.....	(1)
第一章 工業發展及其生態影響.....	(5)
一、工業生產的一般特點.....	(5)
二、工業廢料及污染.....	(13)
三、工業發展的生態影響.....	(22)
1.對氣候的影響.....	(23)
2.臭氧層的破壞.....	(25)
3.酸雨.....	(28)
4.對世界海洋的影響.....	(33)
四、控制和消除工業污染的途徑.....	(35)
附錄1.1 固定污染源空氣污染物排放標準.....	(40)
附錄1.2 放流水標準.....	(52)
第二章 自然資源及其利用.....	(59)
一、自然資源的概況.....	(59)
二、主要自然資源的特點和儲量.....	(62)
1.能源資源.....	(62)
2.土地.....	(65)
3.森林.....	(66)
4.水資源和海洋資源.....	(67)
5.大氣.....	(70)
6.生物資源.....	(71)

7. 礦產資源	(72)
三、自然資源的利用和耗竭	(75)
1. 概況	(75)
2. 能源資源的利用	(77)
3. 水資源的利用	(81)
4. 礦產資源的利用和耗竭	(84)
四、資源的取用和再利用	(87)
附錄2.1 地面水體分類及水質標準	(92)
第三章 無廢技術的理論基礎	(101)
一、生態系統和生態學基本原理	(101)
二、無廢技術的概念	(111)
三、發展無廢技術的基本原則和步驟	(114)
1. 系統性	(114)
2. 綜合性	(115)
3. 物流的閉合性	(115)
4. 生態無害性	(115)
5. 生產組織的合理性	(115)
第四章 實施無廢生產的主要途徑	(119)
一、原料的綜合利用	(119)
1. 頁岩的綜合利用	(121)
2. 磷鐵礦的綜合利用	(121)
3. 磷灰石霞石礦的綜合利用	(122)
二、改革舊有技術，開發新流程	(129)

三、實施物料的閉路循環	(143)
四、工業廢料轉化成二次資源	(161)
1. 冶金爐渣	(161)
2. 發電廠的粉煤灰和煤渣	(163)
3. 磷石膏	(164)
4. 黃鐵礦殘渣	(166)
5. 泥渣	(166)
五、改善產品的設計，加強廢品的回收利用	(171)
第五章 主要工業籌建無廢生產的方向和進展	(185)
一、礦產工業	(185)
1. 減少礦藏開發時的損失	(186)
2. 礦業廢料的利用	(188)
3. 土地復墾	(191)
二、冶金工業	(196)
1. 黑色冶金	(197)
2. 有色冶金	(202)
三、電力工業	(209)
1. 提高燃料的利用效率	(209)
2. 粉煤灰、煤渣的綜合利用	(210)
3. 燃煤煙氣的防治	(210)
4. 實施無廢水排放，保護水體	(217)
5. 廢熱利用	(218)
四、石油煉製	(219)
1. 減少石油煉製過程中的能量消耗	(219)

2.減少烴類的排放	(226)
3.硫的回收	(228)
4.訂定石油煉製的低廢和無廢技術計劃	(230)
五、化學工業	(233)
1.硫酸	(235)
2.磷酸和磷肥	(240)
3.純鹼	(246)
4.氯鹼	(251)
5.尿素	(259)
第六章 籌建無廢工業區	(273)
一、工業發展的空間和時間因素	(273)
二、工業區的一般概念	(276)
三、無廢工業區－工業生態化的基本單元	(280)
四、無廢工業區的能源供應和供水問題	(287)
第七章 無廢技術的經濟評估	(297)
一、無廢技術經濟評估的重要性及特點	(299)
二、無廢技術經濟評估的原則	(300)
三、經濟評估方法	(303)
1.財務評估(企業經濟效益評估)	(304)
2.國民經濟評估	(307)
四、計算工業污染造成的經濟損失	(310)
結語	(319)
參考文獻	(321)

引言

在人類即將跨入 21 世紀的時候，如果我們回顧一下自身的發展歷史，就會發現，近百年來人類所創造的生產績效，大大超過了在此之前所積累的總和。17 世紀以前，每人平均能源消耗與史前期相差不大，從 17 世紀中葉起，人口開始以指數比率增長。18 世紀蒸汽機的發明，引起了產業革命，從此，在人類的經濟活動中出現了一個新的生產領域：使用機器的工業生產。19 世紀發現了電磁現象，奠定了現代技術的基礎，機器生產從蒸汽機供應能量轉向了新的能源形式—電力。不少國家開始走上了工業化的道路，機器的使用範圍越來越廣，工業生產的規模越來越大，世界面貌迅速改觀。在工業發展的基礎上，科學技術也得以迅速發展。

工業生產固然提高了人類的物質文明，但也造成了消極的影響。特別是最近四、五十年以來，隨著工業的加速發展以及越來越多發展中國家開始走上工業化道路，社會和自然的關係出現了一種新的格局。如果說過去，甚至在本世紀初，只是一種社會對自然單方面索取的關係，那麼現在，自然開始向社會索取代價。環境污染和資源耗竭就是體現自然和社會對抗的兩種徵候。

工業造成了全球性的污染，首當其衝的是都市。都市裡密集的工業、企業。源源不斷地排放出各種有毒的煙霧、氣體、污水和固體廢棄物。都市居民最不可缺少的生存條件：新鮮的空氣、清潔的飲水、和充足的陽光，日益顯得來之不易。都市以外的廣大地區，由於農業生產越來越多依賴於工業所提供的化學肥料和農藥，不但和工業一樣把污染物擴散到地球上的每個角落，而且留在農產品中的殘毒構成了威脅人類健康的危險因素。此外，被稱為“地球之肺”和“基因寶庫”的森林正以每分鐘 0.2 平方公里的速度被砍伐，使大量物種失去了棲息之地，造成不可挽回的滅絕，同時也影響水土保

持和地球氣候。目前，世界上已有 43% 的陸地面積成為乾旱地區，沙漠化趨勢有增無減。人類為提高自己的生活水準和物質條件所進行的經濟活動開始顯露消極的副作用，即可能形成一種不利於人類健康甚至使人的遺傳因子發生畸變因而危及後代子孫的生存環境與人體健康。

工業的發展還要求有相應的資源開發作為保證，對資源的需求正按指數比率上升。據統計，1980 世界所需各種原料達 1,000 億噸，人們傳統概念中取之不盡、用之不竭的自然資開始呈現緊張和短缺。即使在目前，世界上就有不少地方陷於缺水的困境，美國有些地區的耗氧量已經超過了綠色植物的產氧量。因資源缺乏引起原料價格的上漲，已成為不可避免的趨勢。這種趨勢導致產品成本的提高，社會負擔的加重，阻礙工業的進一步發展。預測在未來一百年內，為數眾多的礦產資源將宣告枯竭，人們開始意識到地球的狹小和有限。

值得注意的是，環境污染是和資源的不合理利用直接聯繫在一起的。在 1,000 億噸原料中成為最終產品為人們所利用的僅僅只佔 2~4%，亦即大部分原料經過工業加工後成了廢料。廢料廢棄於環境之中，造成嚴重的污染。若要將所有廢料都加以無害化處理，使它們達到允許的排放標準，則所需的費用很可能超過產品的生產成本。

由此可見，我們面臨著這樣一種形勢，工業廢料量的增長超過工業產品產量的增長，工業的成長趕不上工業廢料處理費用的增長。這說明，工業發展到了現階段，傳統方式已難以為繼。難怪 70 年代有些西方學者就急呼：“經濟成長到了盡頭”，“人類的進步造成了威脅”，他們主張放慢工業發展的速度，要求發展中國家放棄工業化的目標，有人甚至鼓吹人們“返樸歸真”倒退到工業社會以前的田園生活中去。

不言而喻，歷史的倒退是不可能的。人類既不能盲目樂觀，麻木不仁，也不必惶恐失措，消極悲觀。我們需要的是冷靜地面對現實，勇敢地面向未來，在科學的基礎上作出正確的決策，為此需要一種新的觀念和新的策略目標。

於是，人們的目光朝向了大自然。

現在自然界有 150萬種動物和 50萬種植物以各種各樣的方式棲息在大大小小的生態系統之中，利用自然界的物質和能量進行生產和消費。在這裡，能量和物質得到最充分、最經濟的利用。無所謂廢物，一種生物排出的廢料正是其它生物的生存養料，也無所謂污染，一切由自然所消化和處理。生態系統的這種功能原則和系統結構為人類正確、合理地利用自然資源和組織生產活動提供了寶貴的榜樣。

依據自然的啟示，我們可以建立一種新的概念——“工業生產生態化”，亦即按照生態系統的原則、規劃、組織、管理、經營工業生產，綜合利用原料，使一個生產過程、企業或類別的廢料成為另一個生產過程、企業或類別的原料，在可能的層次上實現物料的閉路循環。無廢技術就是從分析工業生產的特點出發，探討實現無廢生產的原則、條件、實施過程、評估方法等問題的一種新興的學科。

“無廢技術不是單純從技術、經濟的角度來改進生產活動，而是因生態經濟的角度出發，根據合理利用資源、保護生態環境的原則，探討工業產品，從設計、製造到消費的全部過程，以期協調社會和自然的相互關係。它的著眼點不是消除污染引起的後果，而是消除造成污染的根源。”

無廢技術是個綜合性的概念，除了直譯的無廢料的工業生產外，還包括節能、省料、無害等要求。

當然，“無廢”實際上只是一個相對的概念，一種理想的模式。它指出了工業發展應該遵循的策略目標。無廢生產的實現，不但要求開發新的技術過程和設備，還需要改變現有的工業組織原則和管理體制。這是一個逐步完成和長期努力的過程。

開發無廢生產也不是一個單純的技術、經濟問題，而是涉及心理、社會、政治、國際合作等多方面的綜合性問題。

“無廢技術”的概念在國外出現只有十來年的歷史，各國的名稱有所不同，有的叫“清潔技術”、“比較清潔的技術”，有的稱之為“無公害技術”，有的定名為“生態技術”，也有的叫做、“減廢技術”、“低廢技術”。名稱不一，內容相近。

儘管名稱不同，但作為一種建立社會和自然和諧關係的根本性措施，無廢技術受到了世界各國越來越多的注意和承認，不少國家正著手制訂具體的遠程計劃，把工業的各個類別轉移到無廢技術的基礎上來。

第一章 工業發展及其生態影響

一、工業生產的一般特點

現代工業脫胎於中世紀的手工業。18世紀 60年代開始的產業革命，使工業走上了使用機器的大量生產的道路。隨著社會的發展，工業有了迅速的增長。目前，工業已成為國民經濟中起主導作用的最重要的部份，對社會生產力的發展水準有著決定性影響。這種影響也已深深地滲透到每個社會成員的物質生活和精神生活之中。不論歷史背景、社會制度如何，工業化是所有國家、民族經濟發展的必經之路，世界上越來越多的國家完成了工業化的過程。

工業是所有企業(工廠、礦場、電力站等)的總和。這些企業從事於開採原料、燃料，生產動力，砍伐森林，各種產品加工，為工業本身以及國民經濟其它類別提供生產物資和消費物資。

工業是由不同的工業類別構成的。所謂工業類別，是指所生產產品的經濟用途、使用的主要原料、生產技術過程性質相同的工業企業的總和。

工業按產品的經濟用途可分為生產生產物資的工業和生產消費物資的工業兩大類(簡稱甲、乙兩類工業)。世界上不少工業發達的國家採用這種分類法。目前，我們通常把主要生產生產物資的工業類別稱為重工業，把主要生產消費物資的工業類別稱為輕工業。

工業還可按主要原料相同的原則，分為原料開採工業和加工工業兩大類。

原料開採工業直接從自然界取得加工工業所需的原料和燃料，其範圍包括能源(煤、石油、天然氣、泥炭、頁岩等)、金屬礦產、非金屬礦產、鹽類、非礦質建築材料、森林砍伐、水產等工業；屬於加工工業的有：冶金、軋製、化工、石油化工、機器製造、木材加工、造紙、水泥、建材、輕紡、食品、維修工業等等。

事實上，一個國家的工業是一個複雜的網絡。網絡中縱向有不同的層次，每一層次之間又有著橫向的聯繫。隨著科學技術的進步，所開發的原料種類愈來愈多，工業產品的品種數目也愈來愈大。例如，現代化學使我們已知的化合物達到了 600種，其中作為工業產品加以利用的已有數十萬種。新的工業類別也不斷湧現，如核能工業、電子工業、航空工業、海洋開發工業、環境保護工業等等。

各國因自然資源、社會制度、經濟體制、發展程度的不同，有著不同的工業結構，表1.1～表1.3 介紹已開發資本主義國家、蘇聯和中國大陸的工業結構狀況。

表1.1 已開發國家的工業結構

工 業 類 別	產 值 所 佔 比 例 (%)		
	1958	1963	1972
電力	6.4	6.8	8.4
冶金	7.6	7.4	7.0
機械	30.7	32.5	33.2
化工	10.5	12.0	15.8
木材加工	3.5	3.3	3.1
造紙	7.6	7.3	6.8
建材	3.9	3.9	3.6
服裝、製鞋	4.6	4.2	3.1
紡織	5.1	4.8	4.1
食品	11.8	10.5	9.1

表1.2 蘇聯的工業結構

工業類別	產值所佔比例(%)		
	1960	1970	1974
電力	2.4	2.9	2.9
燃料	2.7	6.2	5.8
化工、石化	3.9	6.0	6.7
機械	16.6	23.0	26.7
木材、造紙	6.9	5.2	4.7
建材	4.0	4.1	4.1
輕工	22.5	17.0	15.1
食品	25.4	21.2	19.6

表1.3 中國大陸的工業結構(以全國工業總產值為100%)

工業類別	產值所佔比例(%)		
	1957	1975	1981
冶金	8.5	9.0	8.0
電力	1.7	3.9	3.7
煤炭	2.9	2.8	2.2
石油	1.1	5.6	4.7
化工	6.8	11.3	12.5
建材	3.2	3.1	3.5
森林	5.8	1.9	1.7
食品	19.7	12.0	12.3
紡織	20.4	12.3	16.7
造紙	2.2	1.3	1.2

由上表中的數據可以看出，現代工業的核心仍是機械工業。機械工業的基礎則是提供金屬材料的冶金工業，而後者又立足於礦產工業，因此對礦產資源的開發和利用，乃是現代社會物質生產的主要支柱。此外，從表中還可以發現，化學工業中的比重正在逐步提高。

爲了使整個工業得到均衡的發展，各類工業之間必須保持一定的比例關係。這種比例關係的確立，在社會主義制度下是靠計劃經濟的指引，在

資本主義制度下，則是通過市場調節自然地呈現。工業結構是否合理，不但關係到經濟效益，對環境的影響也有密切的聯繫。這一點，已引起人們的重視。

工業類別的劃分是多年歷史形成的，帶有傳統的特點。雖然工業中所採用過程的類型並不多，只限於開採過程、物理過程、機械過程、化學過程(包括冶金過程)以及生化過程，但不同工業類別之間的壁壘卻很森嚴，所謂“隔行如隔山”。這種傳統特點也反映在工業的管理上。資本主義國家早期的資本累積和後來的資本集中過程一般都是在行業的範圍內進行的。社會主義國家則大多實行類別管理體制。隨著工業的發展，這種類別界限正在逐步打破，因為它割裂了工業類別之間的天然聯繫，不利於原料的綜合利用，不利於作出綜合性的決策以謀求綜合的生態經濟效果。目前，西方國家開始盛行一種以財團為功能單位的綜合、隨機的經營方式，經營管理範圍不但遠遠超出某個特定的工業類別，而且超出了單個工業領域，囊括金融、工業、農業、運輸業、服務業、商業等各個經濟活動領域，奉行“哪兒能賺錢，就往哪兒投資”的原則。不少社會主義國家也開始轉向類別管理和地區管理相結合的原則。由實現無廢生產的要求來看，採取地區管理方式，恐怕是一種發展趨勢。這在後面的有關章節中還將比較詳細地加以論述。

工業企業不論屬於哪個行業和類別，要在社會上發揮自己的功能，必須具備一些共同的基本條件。這些條件可以大致可分為三類：第一類是有形的條件，亦即自然物質性的要素，包括土地、廠房建築、機器設備、動力供應、供水設施、運輸條件和原材料等等；第二類是無形的條件，即社會經濟性要素，如資金、技術、管理、市場、訊息等等；第三類則是勞動力。後兩類條件不受空間限制，具有流動性的特點，而第一類條件具有相對的固定性，亦即具有一定的地域性。這是在選擇廠址的時候首要要考慮的問題。正是這種地域性，使工廠企業和周圍環境緊密地聯繫在一起，工業生產的生態影響亦由此而起。

具備了上述基本要素的工業企業要能在社會上立足，還必須表現出它的存在價值，亦即應發揮一定的功能。工業產品成為商品，具有使用價值和價值兩種屬性。因此，相應地工業生產擔負著兩種功能，一種是物質性功能，即將原料變成具有一定使用價值的產品。這是原材料的加工過程，一般由工業技術學和工程學研究；另一種則是經濟性功能，即從投資中獲得利潤。這是投資的增值過程，賦予產品以新的價值。一般從工業經濟學研究。前一種過程使工業生產與環境密不可分，反映了工業的生態方面。這是以往為人忽視的方面，現在已有一門新的學科—工業生態學從事這方面的研究。工業生產的經濟功能是其社會屬性的體現，反映了階級、社會集團和人相互之間的關係。工業具有兩種屬性這一概念對於分析諸如自然資源的利用、廢料的生成、污染造成的損失等問題具有重要的意義。

工業作為主要的物質生產領域，我們歷來強調的是它的積極結果：生產了多少產品，創造了多少利潤，提供了多少就業機會，提高了多少生活水準。這些都是工業的正面功能。

但是我們往往忽視工業還有它的消極的一面。例如，工業在提供產品的同時，使用了多少寶貴的資源，佔用了多少農田，產生了多少廢料，這些廢料在多大程度上污染了環境、損害了居民的健康，降低了生活品質，滅絕了多少生物物種；在創造利潤的同時，因污染造成了多少經濟損失。這種損失可能並不完全由造成污染的當事企業承擔，而是轉嫁給了社會，社會遭受的損失往往遠大於企業可能不由當代人支付，而由我們的後代加倍償還。這種所謂的“外部不經濟性”可以看作是社會向自然欠下的債務。工業生產的這個消極面，正隨著工業發展的增長，日益暴露。工業的這種兩面性源自其兩種屬性(見圖1.1)，正是我們開發無廢技術的出發點。

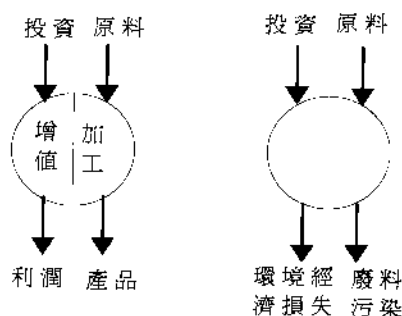


圖 1.1 工業功能的雙重性及工業的兩面性

單從技術的角度來探討，工業作為社會主要的物質生產部門，它的發展大致經歷了三個階段：以手工勞動為主、機器生產為輔的早期階段發展為以機器生產為主的階段，目前正朝向自動化、智能化生產的方向發展。但是，如果從更加廣泛的工業和自然的關係這一角度探討，工業生產可分為三種模式。這三種模式代表三個發展模式。**第一種是工業生產的傳統模式：不顧環境的工業生產。**即除了劇毒和能引起急性中毒的廢料外，絕大部分的工業生產廢料均不加處理地直接排入環境，由環境充當“無償清道夫”的功能。生態學家奧德姆對此描述：“人猶如環境的寄生蟲，索取它想要的一切，而很少考慮到它的寄主（即它的生命維持系統）的健康”。

人們從事工業生產的目的就是單純地為了追求經濟效益。在自然資源的開發利用上是以產品為中心決定取捨的。在工業的規模不大、密集程度不高的情況，依靠自然的稀釋作用和自淨能力，工業廢料還可以為自然所分解、消化和吸收不致造成大範圍的污染。但是隨著工業的發展、規模的擴大和密集程度的提高，工業排放的大量廢料已經超出了自然所能容納的能力，加上化學工業的興起，生產大量人工合成的產品，這些產品原來在自然界是不存在的，因而有些不能被自然所消化吸收，這樣就造成嚴重的工業污染，破壞生態平衡，危及人的健康。為此，對有害的污染物制訂了一系列環保法規，規定各種污染物在環境中的最高容許濃度以及工廠企業