

# 「產業永續發展科技研究規劃」

研討論文：推動零廢棄全回收之管理機制：

生態化工業區

張怡怡

中華民國九十七年十二月三十一日

# 推動零廢棄全回收之管理機制：生態化工業區

張怡怡<sup>1</sup>、田慶宗<sup>2</sup>、劉子瑜<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 台北醫學大學醫學系

<sup>2</sup> 馬里蘭州環境局

<sup>3</sup> 台灣大學環境工程學研究所

## 一、前言

國內既有工業區生態化，希能透過質能平衡及循環再利用之觀點，促進產業間投入與產出面的關連性連結，減少廢棄物的產出，進而達到零廢棄之目標。

推動生態工業區之主要方法為推動保護工業園區生態環境，提昇及改善原有之環境品質，促進環保技術研究創新與產業發展及行政管理一元化。有效管理工業區之廢棄物，有效減量再利用，逐步達成全回收、零排放及零掩埋之目標。建構循環型生態城鄉，擴展區域市場機能，提升綠敷地率與資源回收率，節省水資源與能源耗用，具經濟利益與環境利益。

本文就生態工業區汲取國外生態工業區之成功經驗與策略作簡略說明，建議如下：環境效益、污染減量、資源循環、品質改善經濟效益、降低成本、增加利潤、企業形象，及工業區績效指標：增加土地使用面積、提升行政與效率等績效指標，最後另建議國內生態工業區推動規劃之策略與設施，期能建立能資供應鏈結，加強資源之使用與效用，由質能平衡與循環再利用之觀點，促進產業間投入與產出面的關聯性連結，減少廢棄物的產出，進而達到零廢棄的目標。

## 二、生態化工業區定義與願景

### (一) 生態工業區定義

生態工業園區 (ECO-Industrial Park, EIP) 是一個工業園區內的工業成員，彼此互相合作並且與附近的社區互相合作，來減少廢棄物，並防止污染，很有效

率的分享資源（包括資訊、原料、水、能源、基本建設及自然資源），以達到永續發展的目標，並導致經濟利益和改進環境品質。

工業共棲（Industrial Symbiosis）這個名詞的意思是比較狹窄的，它是在一個區域的公司互相合作，使用其它公司的副產品（by products），並分享資源，在丹麥的可倫坡（Kalundborg），一個工業共棲的系統把 1500 百萬瓦特（Mega Watt）的以煤發電的電廠跟社區及其它公司結合在一起，由電廠產生的過剩電量，供給附近 3500 住家和一個養魚的農場；農場的污泥以肥料賣出，電廠產生的蒸汽賣給一家製藥和催化劑的公司（NoVo Nordisk）；這些熱氣的再使用，減少對附近海灣的熱污染；電廠的另一個副產品是空氣污濁洗刷二氧化硫含有石膏（Gypsum）的廢棄物，把石膏賣給一個專門作牆版的工廠，這個工廠就不需要去挖含有石膏的礦場；電廠產生的灰渣及煤渣，用來做鋪路及水泥製作。

這個可倫坡的工業共棲系統，當然並不是有意規劃直接迅速組成，而是慢慢的自然改進形成，當環保法規慢慢變嚴格以後，這些公司積極地互相合作來降低符合環保法規的成本，每一公司的副產物變成有利益，可以被使用的產物。

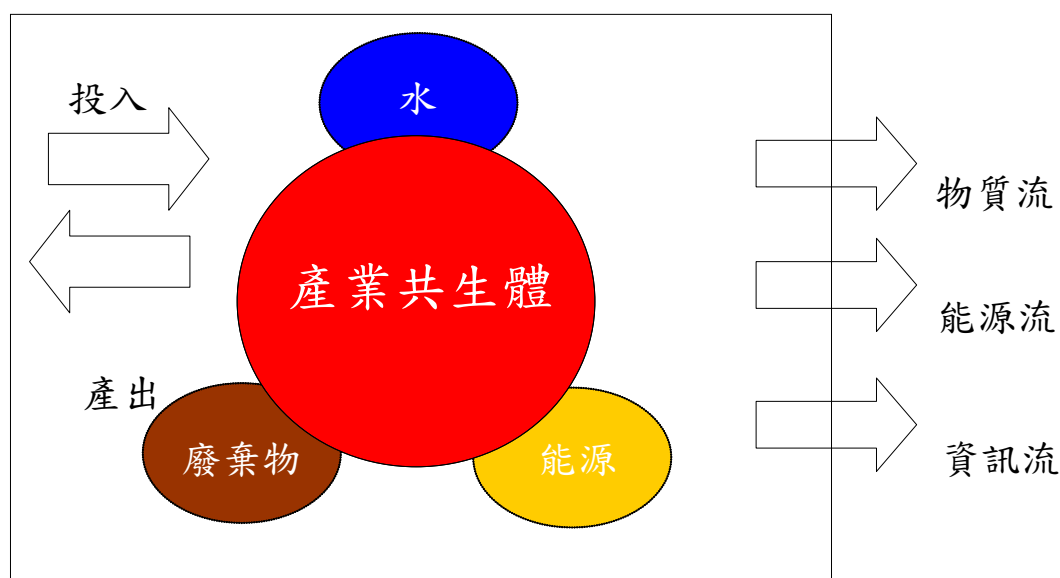
一個生態工業園區的設計，是需要考慮能夠讓在工業區的成員公司能夠分享資源，來降低製造成本，並增進生產的效率，生態工業園區的特性是使用生態設計（Ecological design），讓公司能彼此合作，有效率的做環境管理及能源分配，在生態工業園區的公司成員，遵循自然系統的原則，作能源使用的最佳化。

一個生態工業園區需讓每一公司有機會互相合作，來增進經濟及環境的績效，並做到下列工作：廢棄物減量、有創造性及新技術的發展、能打入新市場、有規劃的策略（Strategic Plan），並具有投資及財務上的吸引力。

## （二）生態化工業區願景與目標

產業共生的結合概念利用產業中資源利用與廢棄物的產出與投入，皆能透過資源鏈結的合作概念，如圖一所示，將水、廢棄物、能源等有價值之資源做最佳化處理與利用，利用物質流、能源流分析方法，將產業間相互的資源及廢棄物交流，形成一個循環的共生體，目的為促進產業間經濟效益，同時也帶來生態效益的附加價值，作為生態系統廢棄物資源化零廢棄的遠景目標。

能資供應鏈結發展目標包括：廢棄物減量、零廢棄、資源回收、節能減碳、減少能源消耗、二氧化碳減量、水回收再利用、減少水資源的利用、生態景觀美化、提高區域環保意識等十項績效指標。



圖一 能資供應鏈結概念示意圖

鏈結可行性評估：

可行性評估係主要根據盤查資料、服務中心拜訪以及企業訪查討論所得訊息，再依據工業區內產業屬性及其可資源循環利用項目數量挑選具經濟效益、可行性較高、可循環利用數量較多等因素而決定資源循環利用項目及鏈結廠家。了解廠家生產流程及其可資源循環利用項目數量，以作為鏈結規劃依據。

以下將分別針對技術層面、環保層面、經濟層面、管理與法規層面，探討及評估鏈結之可行性：

#### (一) 技術層面

國內生態工業區之鏈結規劃，宜以現有之再利用機構為主，相關技術及

設備齊全，且營運正常，故為可行。

## (二) 環保層面

經由廠商之間生態化鏈結，將可促使原本採傳統方式處理（如焚化、掩埋），將改採資源化方式再利用，除可提升資源循環利用量，更可減少二氧化碳及甲烷等溫室氣體之排放；原需清運至跨區處理之廢棄物，現僅於內工業規劃之生態區內即可資源化，因運輸距離減短，將可減少資源消耗及二氧化碳排放。

## (三) 經濟層面

原需支付之廢棄物處理費用，經循環利用後，可降低處理費甚至售予再利用業者；原需送至其他工業區或區域外處理機構，目前僅需送至同一或鄰近工業區進行資源化，減少運輸距離，降低運輸成本；原以焚化或掩埋(沼氣)方式改以資源化處理，將減少二氧化碳排放及節省產業對於降低溫室氣體之投資成本支出。

## (四) 管理與法規層面

由於再利用機構皆已取得相關再利用許可，且經查詢申報資料，得知大部分再利用機構尚有餘裕量處理其他事業機構產出之廢棄物，故事業機構將廢棄物委託取得許可之再利用機構，符合法規之規定。

已取得自行處理許可之事業機構，則如欲申請餘裕量處理許可，僅協助處理同一工業區內廠商之廢棄物時，得簡化申請文件及審查流程，甚可考量逕予核發許可。

已取得自行或餘裕量處理許可之事業機構，則如欲申請再利用許可，僅協助處理同一工業區內廠商之廢棄物時，得簡化申請文件，甚可考量逕予核發許可；如廠商僅自行清除廢棄物至同一工業區內已取得再利用許可或餘裕量處理許可之廠商時，得免申請自行清除許可及安裝即時追蹤系統。

## 三、國外生態工業區發展評析

### (一)、日本 - 北九州/橫濱 生態城鎮 (Eco-Town)

日本北九州生態城鎮(Eco-Town)及目前正在架構規劃的川崎生態城鎮(Eco-Town)，皆是以生態城鎮與城市認同與相互結合的概念規劃，是由政府相關單位及民間相互共同執行推動。其環境經營理念是以 Eco-Industrial Estate 企業模式進行，以川崎生態城鎮規劃架構為例；空間上是為一整合城市、工業區、環境系統組成，以地質資料系統結合(Geographical System Information)規劃為河川、公路、鐵道等交通系統、生態工業城鎮產業、及邊界城市三部分。三者間物質流、資源流交換下建立完整的資訊流平台作為未來規劃藍圖。至於北九州生態城鎮的成功關鍵，在於政府將整體園區的規劃，藉由法律、經濟、土地等方面的誘因提供進駐廠商有多項的優惠補助措施，除成立特定機構主導技術研發工作，產官學界各自扮演提升、管理、監督、審核角色。

### (二)、新加坡 - Jurong Island 生態工業區

Yang et al.(2004)是以景觀生態法(Landscape Ecology)及工業生態法(Industrial Ecology)生態規劃方法作為選擇性的應用在新加坡 Jurong's Island 生態工業區的建制。Landscape Ecology 不單以傳統保存自然而建制，而是以保護自然的觀點切入。利用空間規劃概念如：水道網路系統作為三各計畫觀點(3 master plans) 切入，以廠區中化學石油產業為例，利用空間概念在周遭的建立水道上的景觀公園(miniparks)，是為自然與都市環境混合成的景觀生態(Landscape Ecology)。並引導帶入 human scale(以現在至未來的管理概念)的經營理念。是以 Landscape Ecology，Nutured Landscape 作為資源鏈結導向，利用空間景觀生態技術的概念改進都市與工業間相鄰污染物的效應。是為提供新的資源以提升生態效益。以空間環境景觀導向的生態系統應用在工業生態區的發展。

### (三)、南韓釜山生態工業區

南韓政府推動生態化工業區政策目標：國家環境政策促進永續發展，建立綠色總體國家生產力(GNP)，和標竿(Benchmark)管理來鞏固區域環境管理系統(EMS)以達到生態友善發展及永續發展，提升生態友善(Eco-friendly)的工業結構，促進環境生態效益。

南韓以釜山工業區為標竿導向，未來期能將現有的六座工業園區轉移為生態工業園區(Eco-industrial Park)，在國家政府單位的輔導單位(國家清潔生產中心-LNCPC)推動下，以三階段 15 年的期程為目標，以產業共生的概念(Industrial Symbiosis)導向，經由背景調查發現，現已從傳統的工業聚落自發性的轉型為共生延續性的生態工業區。是以國家創新的全球化執行方法透過南韓現有的國家政策面及推動，將工業區中能源,物質,廢棄物資源以副產物交換方法模(By-Product Exchange)，期能將現有工業區轉型成為生態工業區。強調經由經濟效益量化各指標，以五年的時間期程規劃表及經濟效益等作為推動的準則，具體之規劃計量為：

#### 1. BPX (By-Products Exchange) – 副產物交換

一套企業找尋使用各別的副產物資源(能量,水,物質)的較佳處理方法，能不直接將產物廢棄處置之系統方法。

#### 2. EIN (Eco-industrial network) – 生態工業網路

在一區域中企業間相互合作以提升環境,社會,和經濟表現以成為生態工業網路。

#### 3. Eco- Industrial Park or Estate (EIP/EIE) – 生態工業區 / 生態工業資產。

#### 4. 區域性企業共生指標(Regional level of industrial symbiosis)和經濟效益

(Economic Effect) - 區域性的指標是以在科技政策架構

(Policy-Structure-Technology)方法下推行，其推行以重要性的構成要素 (Primary Components)及支持性的構成要素(Supportive Components)為成功之關鍵。

#### (四)、美國生態工業園區之簡介

美國政府曾在 1998 年選擇 18 個城市做為生態工業區推動示範規劃。茲列出在美國已經存在或正在發展的 18 個生態工業園區之地點其規劃特色如下表所示：

表一 美國生態工業園區之簡介

編號	美國生態工業園區	地點	特色
1	東城查爾斯海灣港口永續技術工業園區 (Port of Cape Charles Sustainable Technologies Industrial Park)	維吉尼亞州	外國貿易區、維吉尼亞企業區、HUB 中心，並對光能電源的製造商、清淨能源汽車製造商及原料回收商有特殊優惠
2	伯克郡生態工業園區(Berks Country EIP)	賓州	一個掩埋場產生的能源供給製造工廠使用
3	布朗生態工業園區 (Brownville, EIP, Texas)	德州	多家公司分享資源
4	Burnside 生態工業園區	加拿大 NoVa Scotia	一個生態效率中心 (ECO-Efficiency Center) 和 Dalhousie 大學互相合作，來綠化在工業園區的空間。
5	卡伯仲資源回收園區 (Cabazon Resource Recovery Park, Indio, California)	加州	由當地印地安人組成的 EIP，由生物產生電源的工廠和一個回收製造商合作生產再利用輪胎 (Used Tires)。



編號	美國生態工業園區	地點	特色
6	突森城賽風挪生態工業園 (Civano Industrial ECO Park, Tucson, Arizona )	亞利綜那州，	這是一個以永續發展為目標的商業中心。
7	茄斯德城的咖啡溪中心 (Coffee Creek Center, Chesterton, Indiana)	印地安那州	一個住宅、辦公室及零售綜合中心，支持綠色技術的顧問。
8	奧克蘭城的東海岸生態工業區 (East Shore ECO-Industrial Park, Oakland, California)	加州	四個替代廢棄物處理公司遵循地方環境政策操作此中心，並具擴建新計畫。
9	巴爾鐵摩城費爾廠生態工業區 (Fairfield ECO-Industrial Park, Baltimore, Maryland)	馬里蘭州	這個 EIP 有大的公司和國際性公司，遵循嚴格的生態法規，位居巴爾鐵摩城指定的“授權區” (Empowerment zone)
10	福蘭克林郡青年鎮的生態工業區 (Franklin Country EIP, Youngsville, North Carolina)	北卡羅蘭州，	這個生態工業園區的建築使用太陽能，在工業園區的公司採用綠色技術，包括替代能源、回收再利用和永續建築 (Sustainable Building)
11	明尼阿波里斯市的綠色機構 (The Green Institute, Minneapolis, Minnesota)	密里蘇答州，	此工業園區執行 4 項大計畫： (1) 回收再利用中心，把可以回收在使用的物質分給民眾使用；(2) 社區公園計畫；(3) 支持綠色技術的非利潤計畫；(4) 生態企業公司，以綠色技術建造房屋。

編號	美國生態工業園區	地點	特色
12	皮拉斯堡城的生態工業區 (The Plattsburgh ECO-Industrial Park, Plattsburgh, New York)	紐約州	這個工業園區使用老舊不再使用的空軍基地在加拿大邊界，它是一個研究、娛樂、工商業的園區。
13	雷蒙城綠色生態工業園區 (Raymond Green ECO-Industrial Park, Raymond, Washington)	華盛頓州	這個園區位居一個永續收穫林區，園區的廠商使用地方資源及處理回收地方性的廢棄物。
14	波林頓城的河邊生態工業 (或稱為 Intervale 食物中心 (Riverside ECO-Park, now named Interval food Center, Burlington, Vermont)	佛蒙州	此園區是一個農工業園區，利用生物和其它合作性再製造技術。
15	斯卡去特環境工業園區 (Skagit County EIP, Skagit County, Washington)	華盛頓州	這個園區有一個回收再利用中心，包括製造商、社區中心、出售和市場中心及環境商業中心。
16	陰邊生態工業園區 (Shady side ECO-Business Park, Shady side, Martyland)	馬里蘭州	以漁海業為基礎的園區，跟地方的社區高度合作。
17	州頓生態工業園區 (Trenton EOC-Industrial Park, Trenton, New Jersey)	紐澤西州，	此園區有都市的聯繫網。
18	切達奴加自願園區或稱南 部企業生態工業園區 (Enterprise South Eco-Industrial Park, Chattanooga, Tennessee)	田納西	利用沒被使用的軍地，組合一個商業發展中心，以團隊性的方法，來與特殊工業合作。

其較為特殊規劃的工業生態區為維吉尼亞州東城查爾斯海灣港口的永續技術工業園區 (Port of Cape Charles Sustainable Technologies Industrial Park, Eastville, Virginia)，將其特點概述如下：

這個園區包括外國貿易區、維吉尼亞企業區、HUB 中心，並對光能電源的製造商、清淨能源汽車製造商及原料回收商有特殊優惠。

## 1. 序言

維吉尼亞州的查理斯城先前的高失業率及經濟不景氣，導致地方官員及居民的合作來建立一個生態工業發展計畫。這個規劃的目的是在啟動當地的經濟及保護當地的自然及文化價值，在查理斯角的工業園區內的第一梯次的發展計畫，是建造一批建築作為製造公司的辦公室及工廠，這個園區並立下社區的法則 (Codes & Covenants) 鼓勵環境的保護及社區的合作。

這個園區在維州的東邊，靠近柴斯皮克海灣，位在一個高爾夫球場及城中心的中間建築物，強調綠色建築，強化自然資源之利用績效，污染防治及成本效益，綠色建築之設計包括：太陽能版、能源使用最佳化，並使用太陽光的天窗及玻璃，園區必保護 25 英畝的濕地及野生生物區，這個園區的特色是強調綠色科技，是屬於綠色科技園區名列前茅的模式，1994 年 12 月柯林頓總統宣布此工業園區市國家的 41 個企業園區之一。

## 2. 查理斯工業園區之經濟策略

查理斯城有萬三仟居民，但 1990 年的失業率高達 27%，主要是漁業及農業的蕭條，整合經濟發展及保護自然資源是該工業園區發展的兩個主要目標。在 1995 年的 11 月，美國商業部的經濟發展局 (Economic Development Administration, EDA) 核准 40 萬美金來發展這個主要的美國工業園區，這個資金是用來建造基本設施，包括道路、下水道、自來水系統、庭園及其它相關設施，為了使這個工業園區能永續發展下去，其經濟來源不能全靠借款，需要私人資金的投資，考慮查理斯城的當地資源與背景，該工業園區選出下列種工業，並且吸引這 6 個工業成為工業園區的一部份，包括：

- A. 發展農業，並保護肥沃農地
- B. 發展漁業、養殖業，並保護水質
- C. 發展傳統觀光工業，保護自然和文化資源
- D. 發展藝術、手工藝、當地生產物工業，保護各種文化及真實的當地社區
- E. 發展研究、教育業，保護自然及文化資源
- F. 發展新工業，保護生活品質、地下水源及水質

這個平衡地方經濟和環境品質的永續發展策略，在其發展過程中是經過社區的參與。

查爾斯角海港是美國東海岸的海運運輸的一個據點，這個海灣是替工業區吸引不少國內園外的工業，在這個 130 英畝的第一階段的工業區發展地帶，建造了 10 個新建築，並期望增加 400 個新職位的雇員。第一個建築是在 1995 年 3 月完工，出租給一個公司叫能源回收公司 (Energy Recovery)，這個公司是一個製造、研究及發展的公司，有 50 個員工職位，增加當地的就業機會，第二個搬入園區的工自視太陽能建築系統 (Solar Building Systems, Inc)，這個公司雇用 30 位當地居民來組合太陽能光版。

另外一個經濟策略是為了減少成本及負債，該工業區需執行節約預算及減少成本的計畫，包括：

- A. 建立園區服務及規劃的優先順序
- B. 再規劃服務項目
- C. 發展高成本效益的固體廢棄物管理計畫
- D. 減少園區的雇員
- E. 申請地方、州及聯邦政府的補助金

執行上列的規劃，預計可以節省 1 百 50 萬美金。

這個工業區在 1991 年到 1995 年之間，其養殖業有顯著的改進，在 1991 年只有一個養殖業，營業金額是百萬美金，到了 1995 年增加到 4 個養殖公司，年營業額高達 500 萬美金。

### 3. 查理斯工業區之環境保育策略

此工業區策劃委員會的一個任務是，保護查爾斯角的自然及文化資源，並在發展工業園區的目標下，不妥協環境保護，積極鼓勵使用綠色建築，利用太陽能減少污染及保護自然資源。

在園區的用第 50% 是作用自然棲息地，包括 30 英畝的海岸地帶自然保護區和 60 英畝的其它自然區。

這個工業園區在 2000 年獲得 EPA 和 NOAA 20 萬美金的資助，作為棕色土地 (Brownfield) 清理的示範區的資金來清理 25 應畝的海港地帶的掩埋場，這個清理場地是在園區的中心，清理後的土地用來建造 31,000 平方英尺的建築，供商業、工業製造業及辦公室之使用。

## 四、國內生態工業區推動策略

### (一)、規劃理念

1. 考量生態作業的生命週期以及回收減量再利用的精神，推動發展循環型生態工業區：
2. 推動保護工業區生態環境，提升及改善原有之環境品質，促進環保技術研究創新與產業發展及行政管理一元化。
3. 有效管理工業區之廢棄物，有效減量再利用，逐步達成全回收、零廢棄及零掩埋之目標。
4. 建構循環型生態城鄉，擴展區域市場機能，提升綠敷地率與資源回收率，節省水源與能源耗用，據經濟利益與環境利益。

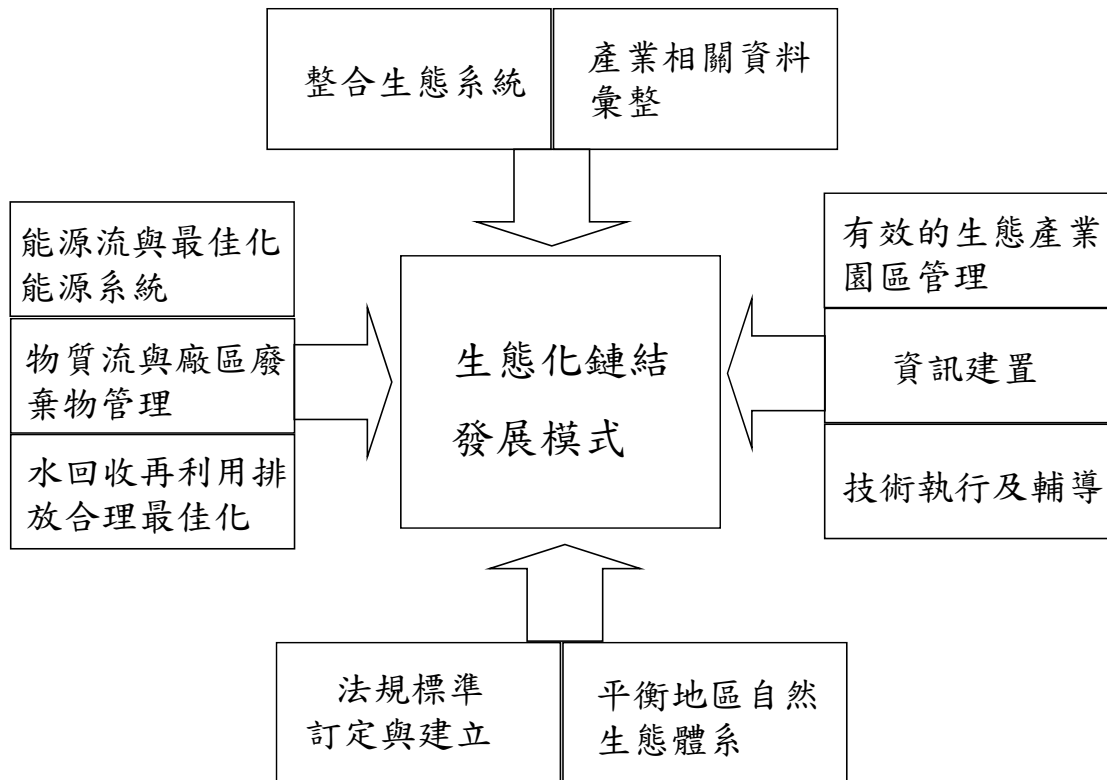
### (二)、規劃目標

1. 使國內工業區生態化符合零廢棄、資源回收循環使用，具生態景觀之環境效益。
2. 推動綠色採購，健全回收/再資源化產品拓展行銷通路。
3. 研發綠色產品；拓展區域市場機能，吸引國內外企業發展生態產業。
4. 符合國際環保公約及標準程序、達成節能減碳目標/資源回收率、改善生產環保/環境友善比率、污染減量率、二氧化碳排放減少率等總指標。

### (三)、規劃原則

1. 生態化鏈結發展模式

圖二 生態化鏈結發展模式示意圖



## 2. 整合生態系統

- (1) 生態化鏈結的設計應該要與當地生態系統的特徵與限制相符合
- (2) 並且要能對於全球的環境性衝擊議題，如溫室氣體排放等有所助益

## 3. 產業相關資料彙整

- (1) 電、蒸氣、純水之區域性廠際間最適化利用規劃
- (2) 以區域內產量大且急迫處理之廢棄物種類優先規劃
- (3) 原送至較遠地方進行處理/資源化者，優先規劃送至鄰近機構
- (4) 原採掩埋或焚化處理方式者，改以資源化方式
- (5) 原業已採資源化方式者，尋求改以較高級資源化技術

## 4. 能源流與整合並最佳化能源系統

- (1) 透過廠房的設計或更新、汽電共生、能源串連等作法，達到能源效率最佳化目的
- (2) 廣泛使用可再生的能源
- (3) 提升能源使用效率

#### 5. 物質流與整個廠區之廢棄物管理

- (1) 強調污染預防特別對於毒害物質
- (2) 確保生態化鏈結中各企業之間的原料回用與回收最大化
- (3) 透過整合性之廠區的廢棄物處理，來減少毒性物質的風險
- (4) 透過資源交換與回收的網路，將生態化鏈結與其周圍產生與使用可回收回用之副產品的公司相互連結
- (5) 強化廢棄物資源回收與再利用之管理

#### (四)、規劃策略

##### 1. 行政管制：

- (1) 媒合協助：針對供應鏈上下游廠商、主管單位可以腰及共同協調，促成媒合。
- (2) 稽查管制：對於執行工業生態化績效較差之廠商，加強相關環保稽查頻率，直到生態化指標提升為止。
- (3) 整合空氣、水、廢棄物、毒性物質等污染防治法規及標準，期能達成公平、合理、及有效管制。
- (4) 建立區域性污染總量基線資料，訂定合理管制減量目標。

##### 2. 經濟誘因：

- (1) 技術協助：提供相關技術及設備租用之寬厚條件，激勵廠商推動生態化之意願。
- (2) 訂定合理價格，提供廠商減少及回收利用廢棄物的誘因。
- (3) 獎勵資源回收，減少清運與處理費用。
- (4) 計算掩埋和焚化設施從興建、操作到廢棄之全成本，以反映真實之廢棄物成本。逐年提高收費，抑制廢棄物產生。

##### 3. 資訊建置：

- (1) 廠商基本資料，廢棄物種類、流向等資訊，提供相關產業規參考。
- (2) 清查工業區各廠商之原物料使用、能源使用、產品量等相關資料並加以資訊化。

- (3) 提供生態化鏈結之鏈結之經濟與技術可行性，並建構生態化網路藍圖。
  - (4) 建立評量技術指標及有關各項廢棄物處理機現資料庫。
  - (5) 建立物質交換電子工作網，利用網路快速、流通特性，交換各物質製造、處理及回收方法資訊。
4. 技術輔導：
- (1) 成立培訓中心，定期舉辦講習活動，使員工能定期獲得新資訊。
5. 研究發展：
- (1) 研發新的產品與材料，使其處理不須焚燒或以溶劑和酸清洗，減少處理過程對環境的影響。
  - (2) 建立環境監測系統，分析工業區相關產業活動對環境品質的影響。
6. 環境教育與全民參與：
- (1) 建立合作機制，廠商與政府與民眾推動共同環境管理計畫。
  - (2) 建立零廢棄教育中心，專門進行零廢棄之各種教育技術及研究推廣如商品標示與綠色產業。
  - (3) 建立廢棄物清單及環境全成本會計制度，計算各廢棄物對環境品質所造成的折損成本，並與替代材質比較。

## 五、行動方案：

- (一) 進行生態工業區示範計畫，包括綠色社區、工業生態化與整合式污染管制三項。

### 1. 綠色社區

建立安全、健康、有地方特色的社區，透過民眾參與落實社會自治及社區資源如實質環境資源、文化、資產及經濟資源等永續利用、落實 3R 政策、綠色消費之實現、社區多樣性如生物多樣性、文化多樣性的永續發展。



## 2. 生態工業區

資源回收、污染防治及清潔生產、融入自然生態、工業的群約限制、綠建築與設計、法規合約限制、公私人夥伴關係、再生物料的使用。

## 3. 整合式污染管制

健全污染減量和管理立法基礎，減少社會成本及環境風險評估整合空氣、水、廢棄物、毒性物質等污染防治法規及標準，期能達成公平、合理、及有效管制，配合行政區、空品區、流域、工業區等地區環境特色，建立中央、地方、互惠合作機制，建立區域性污染總量基線資料訂定合理管制減量目標、成立區域性稽核管理組織，有效管制染。

(二) 配合行政區、空品區、流域、工業區等地區環境特色，建立中央、地方互惠合作機制，成立區域性稽核管理組織

(三) 於執行示範區推廣過程中，建置推動組織：

1. 推動委員會：負責整個生態化體系的推動與指導工作，並且協助國內相關法令和配合單位的協商。
2. 技術委員會：負責生態化體系建立的過程中，技術項目的選定和執行方案的討論與細部計畫之核定工作。
3. 工作執行小組：負責整個計畫內容之落實，包括各廠執行方案的推動與查核工作。

(四) 相關之評估因素包含研擬可行建議方案：

1. 工業區廢棄物循環再利用之可行性，上下游是否提供綠色供應鏈。
2. 推動零廢棄物之潛在能力。
3. 廢棄物公私夥伴關係之現況。
4. 能否達成水再生循環及再生能源使用。

## (五) 建置生態化評量指標與評估系統

1. 零廢棄排放
2. 能/資源回收再利用率
3. 生態環保/環保友善產品比率
4. 完整供應鏈
5. 污染減量率
6. 二氧化碳減少率
7. 符合國際環保公約及標準程序
8. 水再生循環
9. 再生能源使用
10. 毒性物質使用排放量消減率

## 六、結論與建議

### 1. 結論

#### (1). 國外工業區執行成功因素如下：

- A. 將生態工業區視為環境計畫或經濟計畫。
- B. 獲得地方與中央政府、地方企業聯盟、地方工業及地方民眾的支持。
- C. 廢棄物與副產物交換的資訊建置完整，
- D. 能源與水資源基礎設施完善、電子通訊與公用設施規劃成本由廠商與政府共同負擔，共享體制。

#### (2). 推動策略主要的規劃理念：

- A. 目標：達到零廢棄、資源的持續利用、生態景觀的建置、符合綠色社區和綠建築的設計原則、建立綠色供應鏈，並建立良好的公私夥伴關係。
- B. 策略：行政管制、經濟誘因、資訊建置、技術輔導、伙伴關係及環境教育。

#### (3). 推動示範生態工業區，成立推動委員會、技術委員會與工作執行小組，定期召集小組會議，並建立標準審查作業程序；針對所有背景資料進行

生態化體系建立之基本規劃與生態化體系評估。

## 2. 建議

- (1). 生態工業區之發展，宜依綠色工業區理念規劃，並結合現有工業區形成整合式或網路式生態工業區。
- (2). 工業區生態化未來推動，宜著重公用設施之共享、生態化物流系統之建置、生態化效益之評估及行政誘因...等工業區生態化鏈結課題。
- (3). 建置環境資料庫之架構與運作平台，瞭解廢棄物質與量特性及其流佈，並以水循環利用體系及廢棄物交換處理處置體系為優先考量，建立理想之綠色供應鏈。
- (4). 生態工業區評量指標目前係以環保署所建議之指標定義及評量基準為主，未來宜依資料之正確及完整性，並配合實際執行成效再做適度調整。

## 七、參考文獻

1. 桃園縣政府環境保護局，(2006)，「桃園縣既有工業區生態化評估計畫」。
2. 環保署，(2006)，資源循環利用及產業鏈結專案工作計畫。
3. 工研院能源與環境所，執行「推動既有工業區生態化鏈結工作規劃計畫」。
4. 新竹工業園區網站 <http://www.moeaidb.gov.tw>
5. 新竹科學工業園區網站 <http://www.sipa.gov.tw>
6. Park , H.S.,Rene,E.R.,Choi,S.M.,Chiu,S.F.-A.,2008.  
Strategies for sustainable development of industrial park in Ulsan, South Korea—From spontaneous evolution to systematic expansion of industrial symbiosis. Journal of Environmental Management 87,1-13.
7. Oh , D.S., Kim , K.B., Jeong , S.Y.(2005) Eco-Industrial Park Design a Daedeok Technovalley case study . Habitat International 29,269-284.

8. "ECO-Industrial Park" , Wikipedia, the free encydopedia.
9. "Existing and Developing ECO-Industrial Park Sites in the US" , US  
ECO-Industrial Park Sites.
10. USC Center for Economic Development "Port of Cape Charles Sustainable  
Technology Park, Eastville, Virginia".
11. Smart Communities Network "Northampton County, Virginia".  
<http://www.smartcommunities.ncat.org/suecess/nootham.sheml>