

南華大學

環境管理研究所碩士班

碩士論文

「生態效益」應用於生態化工業區之績效評估研究

Measure the Performance of an Industrial Park through the Eco-efficiency:



指導教授：胡 憲 倫 教授

研究生：施 心 皓

中華民國 九十二年 六月

南 華 大 學

碩 士 學 位 論 文

環境管理研究所

「生態效益」應用於生態化工業區之績效評估研究

研究生：施 日 志

經考試合格特此證明

口試委員：龍嘉祥
胡志倫
于健

指導教授：胡志倫

所 長：龍嘉祥

口試日期：中華民國 九十二年 六 月 二十五 日

誌謝

首先，要感謝指導我寫作的胡憲倫老師，由於老師的耐心教導與用心督促，才能使學生在本文寫作過程中，克服所有的困難與挑戰，如期地完成此篇論文。老師除了在寫作中，不斷指引方向，給我信心與勇氣外，亦開拓了學生的人生視野，並使我對於學術研究，有了更深的憧憬。老師，感謝您！也期許自己能朝著研究領域不斷精進。

另外，感謝我的口試委員：于健老師與施勵行老師，在論文最末階段，提供許多彌足珍貴的建議，使本文增色不少，謝謝您！

在求學期間，承蒙陳中獎所長、胡憲倫老師、藍俊雄老師、連輕盈老師、王祿旺老師、林明炤老師的教誨與指導，使學生受益不少，心銘感於心！而同學們互相提攜、彼此勉勵，亦是一段美好的回憶；而工研院環安中心的巢志成博士，提供本身專業的意見、彰濱工業區的江進滄先生，給予研究上的幫助，及啟賢學長在我遭遇挫折、徬徨時的鼓勵，對於本文之完成，助益良多，謝謝你們！

最後，要特別感謝的是，一直在背後默默支持我的家人：爸、媽、姐、妹。因為有你們無條件的付出與關懷，才能使我無後顧之憂的專注於學術研究；也因為有了你們的支持，我才有足夠的力量繼續下去。願這份榮耀與你們共享！

摘要

「永續發展」強調的是經濟發展、環境保護及社會公平三個面向均衡發展。而為了因應「永續發展」的潮流，一個工業區的發展，除了應著重於進駐廠商的增加、整體生產規模的提昇外，對於其生產所造成的環境衝擊，以及該工業區與週遭鄰里社區的善意互動，也應漸受重視。本文依據世界企業永續發展委員會（WBCSD）提出的「生態效益」(eco-efficiency) 概念—以更少的資源及污染，提供更高的產品與服務價值；同時兼具增進經濟利益與改善環境品質—來評估一個工業區的環境與經濟績效。主要的研究對象，是彰濱生態化工業區，及其週遭社區/工業區。首先，依據該工業區的生產現況，建構可能的生態化鏈圈；來進行其生態效益比值的試算與分析。之後，依據分析試算所得的結果，規劃出不同情境下之最佳生態化鏈圈。並嘗試建立相關數學模式，來歸納此結果。本文最後的成果，可作為彰濱生態化工業區及相關主管官署，在尋求自身發展與招商時的參考。另外，在文中所運用的步驟、試算與分析方法，亦可提供給有需要的相關單位，作為他日建構不同之生態化鏈圈時的主要依據。

關鍵字：永續發展、生態效益、經濟與環境效益、情境分析、生態化工業區、生態化鏈圈。

Abstract

“Sustainable Development” is a concept that stresses on the balance of economic growth, environmental protection and social equity. And during the stage of economic development, establishment of industrial parks has long been considered as an effective way of achieving the goal of economic growth, for the companies in an industrial park are easy to manage and control. In order to response the trend of sustainable development, however, an industrial park is no longer only for increasing the number of factories and the amount of production, but also being a good neighbor of the community nearby. This paper based on the concept of “eco-efficiency” to evaluate both the economic performance and the environmental performance of an industrial park. The Changhua Coastal Industrial Park (CHCIP) and its vicinity was study to fulfill the goal. An eco-industrial loop, which consisted of 7 companies and centered by a big steel mill, for transforming wastes into constructive materials was first identified. After collecting and analyzing the environmental and economic data for each one of the companies within the loop, the eco-efficiency ratios of the companies and the loop can be evaluated. The eco-efficiency ratios were evaluated based on three situations, they are before the loop formed, after the loop formed, and a future scenario (i.e. zero emissions is achieved).

Keywords: Sustainable Development, Eco-efficiency, Economic and Environmental Benefit, Scenario Analysis, Eco-industrial Park, Eco-industrial Loop.

目 錄

摘要.....	VI
ABSTRACT.....	VII
目 錄.....	VIII
圖目錄.....	X
表目錄.....	XI
第壹章 緒論	1
第一節 研究動機.....	1
第二節 名詞定義.....	6
第三節 研究流程.....	7
第四節 研究限制.....	9
第貳章 文獻探討	11
第一節 「生態效益」理念之探討.....	11
第二節 「生態效益」在國內的推廣情形.....	15
第三節 生態化工業區之探討.....	16
第四節 「生態效益」應用於生態化工業區.....	23
第參章 應用生態效益於生態化工業區之績效評估	26
第一節 生態化鏈圈之建立.....	26
第二節 生態化鏈圈之試算分析.....	30
第三節 資源化前、後，鏈圈效益比值之試算式.....	38
第四節 生態化鏈圈之情境分析.....	41

第肆章 研究成果及討論	45
第一節 生態化所產生的效益	45
第二節 建立生態化工業區的績效評估指標系統	46
第三節 不同階段下，生態化鏈圈的效益值之比較	48
第伍章 結論與後續研究	56
第一節 結論與貢獻	56
第二節 後續研究	58
參考文獻	59
中文部分	59
英文部分	61
網站部分	63
附錄一	64
附錄二	65
附錄三 廠商填寫資料表	79

圖 目 錄

圖 1-1	研究流程圖	8
圖 3-1	問卷調查之設計流程	27
圖 3-2	彰濱工業區（結合上、中、下游）生態化網路結構	28
圖 3-3	廢棄物建材生態化網路關係圖	36

表 目 錄

表 1-1	2001 年台灣工業區土地出售情況	2
表 2-1	生態效益對企業的重要性	15
表 2-2	生態化工業區之定義比較表	17
表 2-3	美國生態化工業區之介紹	18
表 2-4	工業區管理局應用生態效益指標架構作為招商依據之做法	25
表 3-1	可能形成之生態化鏈圈及參與廠商	29
表 3-2	2000 年廢棄物建材化網絡成員（資源化前）之生態效益比值	33
表 3-3	2000 年廢棄物建材化網絡成員（資源化後）之生態效益比值	37
表 3-4	2000 年網絡成員（資源化前）之廠商相關資料	42
表 3-5	2000 年網絡成員（資源化後）之廠商相關資料	43
表 3-6	不同情境分析下的環境、經濟與生態效益比值變化情形	44
表 4-1	中鋼之廢棄物資源化效益表	48
表 4-2	台灣鋼聯之廢棄物資源化效益表	49
表 4-3	泓杰企業之廢棄物資源化效益表	49
表 4-4	彰鹿之廢棄物資源化效益表	50
表 4-5	大將作之廢棄物資源化效益表	50
表 4-6	源恆工業之廢棄物資源化效益表	51
表 4-7	新光鋼鐵之廢棄物資源化效益表	51
表 4-8	資源化過程中各廠商廢棄物、原料使用及財務面的增減情形	52
表 4-9	2000 年廢棄物建材化網絡成員資源化前後生態效益比值得比較	52
表 4-10	不同階段下生態化鏈圈的環境與經濟效益變化情形	54

第壹章 緒論

第一節 研究動機

20 世紀初，隨著全球工業的急速發展，雖然大幅提昇了人類福祉，卻也因為資源過度的開發與利用，造成大自然反撲，危及人類的永續生存。所幸，自 1980 年開始，人們漸漸發現此危機的嚴重性，先進國家陸續的提出生態平衡、萬物共榮的永續發展理念；其中，「生態效益」(eco-efficiency)因結合增進經濟利益，與改善環境品質的觀點，備受各國重視（胡憲倫，2000）。尤其是近來，台灣各地民眾為保護其居家生活品質與住所附近的環境生態，頻頻發動抗爭；加上國內產業投資的誘因不再，致使廠商有心另覓他處，連帶將使本土產業有空洞化危機，並導致國民失業率提高等連鎖反應，使國家逐漸失去原有的競爭優勢。因此，政府與民間部門無不亟思對策，以提昇台灣的國際競爭力。而多處已經開發的工業園區，卻因廠商投資減緩而閒置不用，更是造成大量的投資浪費，如此惡性循環，國家前景堪慮。

依據經濟部工業局於民國 90 年 4 月對各個已開發工業區以及彰濱工業區、雲林科技工業區、利澤工業區與台南科技工業區的調查統計，工業區土地實際出售的情形如表 1-1。由表 1-1 可知，在北、中、南與東區的 59 個工業區中，總計已出售的土地面積約 8,000 多公頃；而未出售的土地亦將近 7,300 多公頃，約為 59 個工業區總面積的 47.7%，其影響不可謂不大。

表 1-1 2001 年台灣工業區土地出售情況

地區 \ 項目	已售面積 (公頃)	廠商家數	未出售工業區面積 (公頃)	未出售工業區面積比例 (%)
北區合計 (18 個)	2267.90	4203	779.19	25.6%
中區合計 (14 個)	1376.96	2588	1239.41	47.4%
南區合計 (19 個)	3325.88	3003	444.49	11.8%
東區合計 (4 個)	369.86	302	270.14	42.2%
其他合計 (4 個)	689.96	336	4581.04	86.9%
總合計 (59 個)	8030.56	10432	7314.27	47.7%

資料來源：經濟部工業局網站

工業用地開發與管理的主要目的，在促進國內工業之發展，提供一個適合廠商生產的環境，並積極地鼓勵適當企業投資生產，藉以帶動國家的經濟成長。由於工業生產對原料、產品、勞力與設備等供給面之考量，以及不同的生產行為，皆會對當地環境生態產生不一樣之環境衝擊；所以，工業用地之開發決策，實不如普通住宅用地般單純及容易解決。工業用地的開發與管理，需考量社經環境的變動，為了使過去相關的研究成果得以有效運用和更完整的掌握工業用地發展動向；有必要不斷的更新既有的成果資料、並搜集更詳盡的工業發展資訊，來配合社經環境變動，進一步分析未來可能的發展方向與契機，以達成工業用地的開發與管理。台灣因地小人稠，國土面積有限，加上地區民眾環保意識高漲，對於環境生態保護的要求更甚以往，像台中拜耳投資案之所以失敗，即是明顯的一個例子。

此外，在工業用地的開發決策考量中，由於不同變數間的動態變化關係，更造成傳統政策分析上的困難。因此，工業用地之主管機關，不宜沿用過去缺乏整體土地利用考量的方式，來編定規劃各個工業用地，在工業用地的規劃與設置上應有所改變，以面對快速變動之產業市場。由於，投資廠商對於生產用地的需求，不若其他用地般具可延滯性，因此，在兼具數量與品質的考量下，如何有效的分配全國工業用地來輔助投資廠商取得合適之生產土地，就

成為政府力圖振興經濟下的當務之急。有鑑於此，對於國內現有工業區的利用情形與各工業區的績效評估，就顯得格外重要。

自 1980 年以來，環境保護的觀念蓬勃發展，其影響力遍及全球各洲，及許多國際上重要組織；而台灣的環境保護運動也於十多年前開始展開，主要是致力於國內生活與生態環境的改善。當中，「永續發展」(Sustainable development)因包含了三生，就是生活、生態與生產，與 3E 即環境整合(Environmental integrity)、經濟效率(Economic efficiency)與社會公平(Social equity)的理念（李永展，1999），強調經濟發展、環境保護及社會公平三個面向均衡發展，而備受重視。惟國內之環保運動，因為長期缺乏對經濟產業發展的評估資訊，只偏重於生活品質的維護與生態環境的保護，卻忽略了對經濟發展的追求；因而導致對工商產業的開發，多抱持排斥的態度，間接的影響了國內工業用地之開發使用及國際市場的競爭力。

所以，本研究嘗試應用「生態效益」理念，來評估生態化工業區的績效表現，以有別於傳統想法上，將環境保護與經濟發展二者，視為相互對立的觀點，期望藉此來創造出環境與經濟雙贏的局面。

一、研究目的

本研究不同以往，只著重各工業區之經濟績效的評估方式，而是嘗試應用「生態效益」的理念（一種經濟與環境兼顧的方式）來進行工業區的績效評估。

關於本文之研究目的分述如下：

（一）建立可行的生態化鏈圈

依據問訪廠商的原物料使用與廢棄物排放情形，與國內、外實際達成廢棄物資源化的案例（經濟部工業局，1995），以及工業局、工研院環安中心專家們的意見，來建立出可行的生

態化鏈圈。

(二) 利用簡單及數量化的試算方式，來進行生態化鏈圈中各廠商的生態效益比值試算

先規劃出可能的生態化鏈圈之後，接著針對鏈圈中廠商，採用問卷調查，並結合廠商實際訪談，以及企業之財務報表、環境報告書、官方與非官方報告、網站等，以取得相關廠商的財務與環境面資料。透過這些基本資料，分別進行廠商與整體鏈圈之生態效益比值試算。

(三) 應用不同階段下之生態效益比值，來評估該生態化鏈圈的績效表現

藉由資源化前、後，及最小限度下廢棄物排放之原則，來進行三階段下的生態效益比值試算。而這結果，則可用來評估該生態化鏈圈之效益表現。

(四) 生態化鏈圈的情境分析

(五) 比較情境分析下鏈圈之生態效益比值，與實際試算後所得的結果

二、研究對象

本文的研究對象主要為彰濱工業區，及其週遭地區廠商。除了目前已進駐該工業區的 225 家廠商外（依據 2002 年 5 月所得資料，屬於生產中的有 125 家，少部份在建廠中，剩下的近百家則尚未建廠），還包括有：六輕工業區、台中電訊局、台電(彰化、台中、雲林)、中鋼等（經濟部工業局，2002）。由於彰濱工業區設有十四種產業不能進駐之規定（關於法規明定不能進駐的 14 種產業，請見附錄一）。

因此，本研究採取與週遭工業區/廠商，結合成為生態化鏈圈的做法。

三、研究方法

本研究主要的做法，是先蒐集相關文獻與資料、整理出「生態效益」之理念與「生態化

工業區」的案例研究；而後將歸納出的想法，運用於「生態化工業區」的績效評估，以建立
出可行之生態化鏈圈。之後，再進行的該鏈圈的試算與分析。最後，則是進一步的尋求其最
適狀態。

關於本文詳細的研究方法，分述如下：

(一) 相關文獻與研究所需資料的蒐集

主要包含了原始資料的取得，與次級資料的蒐集。

1. 原始資料取得

此乃筆者透過直接紀錄、觀察、分析、實際問訪與廠商調查所得。

2. 次級資料蒐集

他人的著作、出版品或廠商本身所紀錄之有用資料，經筆者彙整、分析、節錄與修改後，
以為己用；這類資料主要來源有：廠商財務報表、環境報告書，中、英文期刊、論文、書籍、
雜誌等，以及公、民營企業、政府機關、學術團體、研究機構等的出版品。

(二) 運用「生態效益」之理念來進行「生態化工業區」的績效評估工作

首先，分析國、內外實際達成廢棄物資源化的案例（經濟部工業局，1995），並依據工業
局及工研院環安中心專家們的意見，來建立可行的生態化鏈圈。

接著，利用「生態效益」簡單且數量化的方式，為生態化鏈圈中的廠商進行生態效益比
值試算與分析。最後，則是建構相關數學模式，來求得該生態化連圈的最適狀態；以作為此
鏈圈，尋求最佳績效時的參考。

第二節 名詞定義

由於本文之參考文獻有許多源自於國外期刊與論文，為避免因個人字譯上的才淺學疏，導致讀者閱讀上的困擾，因此，對於部分名詞，在此先行說明：

生態效益(Eco-efficiency)——關於「生態效益」的理念，有許多不同的組織都曾提出過各自的解釋與看法，在本文係採用 WBCSD 對於「生態效益」理念所提出的描述：「生態效益的達成，需在提供價格具有競爭力的商品和服務，以滿足人們的需求、提高生活品質的同時，在商品和服務的整個生命週期內將其對環境的衝擊及天然資源的耗用，逐漸減少到地球能負荷的程度。」(WBCSD, 1996)

國際競爭力——依據瑞士洛桑國際管理學院(IMD)的評估分析，在人口超過兩千萬的國家與地區中，台灣的總體競爭力僅次於美國、澳洲、加拿大、馬來西亞、德國，排名第六（2003年5月資料），比去年晉升了一名。該競爭力評比的四大指標分別為：經濟表現、政府效率、企業效率和基礎設施；其中，以總體經濟表現為主要依據（IMD 網站資料，2003.05.14）。

生態化工業區(Eco-Industrial Park)——依據 Frosch, Ehrenfeld 和 Gertler 對於生態化工業區的定義為「指某一生產者(公司、工廠、組織...)的廢棄物，可當另一生產者資源的地方」

(Frosch, 1995; Ehrenfeld and Gertler, 1997)；而 1996 年，美國總統永續會（PCSD）則歸納出兩個全球通用的定義：

（一）是一個彼此相互合作且與地方社群有效率地分享資源（資訊、物質、水、能源、基礎設施和自然棲地）的企業體所形成的社群。可獲致經濟利益、環境品質並促進關於人類商業及地方社群資源的公平。

（二）經過規劃的物質及能源交換之產業系統；它在尋求能源及原料使用的最小化、減廢並建立永續經濟、生態和社會關係。」(PCSD, 1996)。

在 PCSD 提出他們的定義之後，美國環保署(U.S. EPA)又根據其闡述，將生態工業園區的定義綜合歸納為：

「生產及服務業所形成的社群，藉由經營環境和包括能源、水、物質等資源議題以尋求更佳的环境及經濟績效。且藉由共同合作，企業社群所尋求的集體利益將大於每一公司個別利益總和」。(U.S. EPA, 1997)

生態化鏈圈——運用物質再利用、能源共用(cascading)與廢棄物持續改善原則(鍾啟賢、胡憲倫，2002)，分析不同廠商在生產過程中，所使用的原物料和所需能源種類，以及最終製程後所產出的廢棄物，來進行個別廠商的互相連結，仿效大自然中生生不息之食物鏈，藉以達到減少環境衝擊，並增進經濟效益的目的。

第三節 研究流程

本文嘗試運用「生態效益」之理念來進行「生態化工業區」的績效評估。此乃一不同於以往的前瞻性研究，主要是希望藉由本文的闡述，能引起學術界更多的討論與想法。因此，僅提供一個簡單的可行架構；關於本研究的研究流程，如圖 1-1 所示：

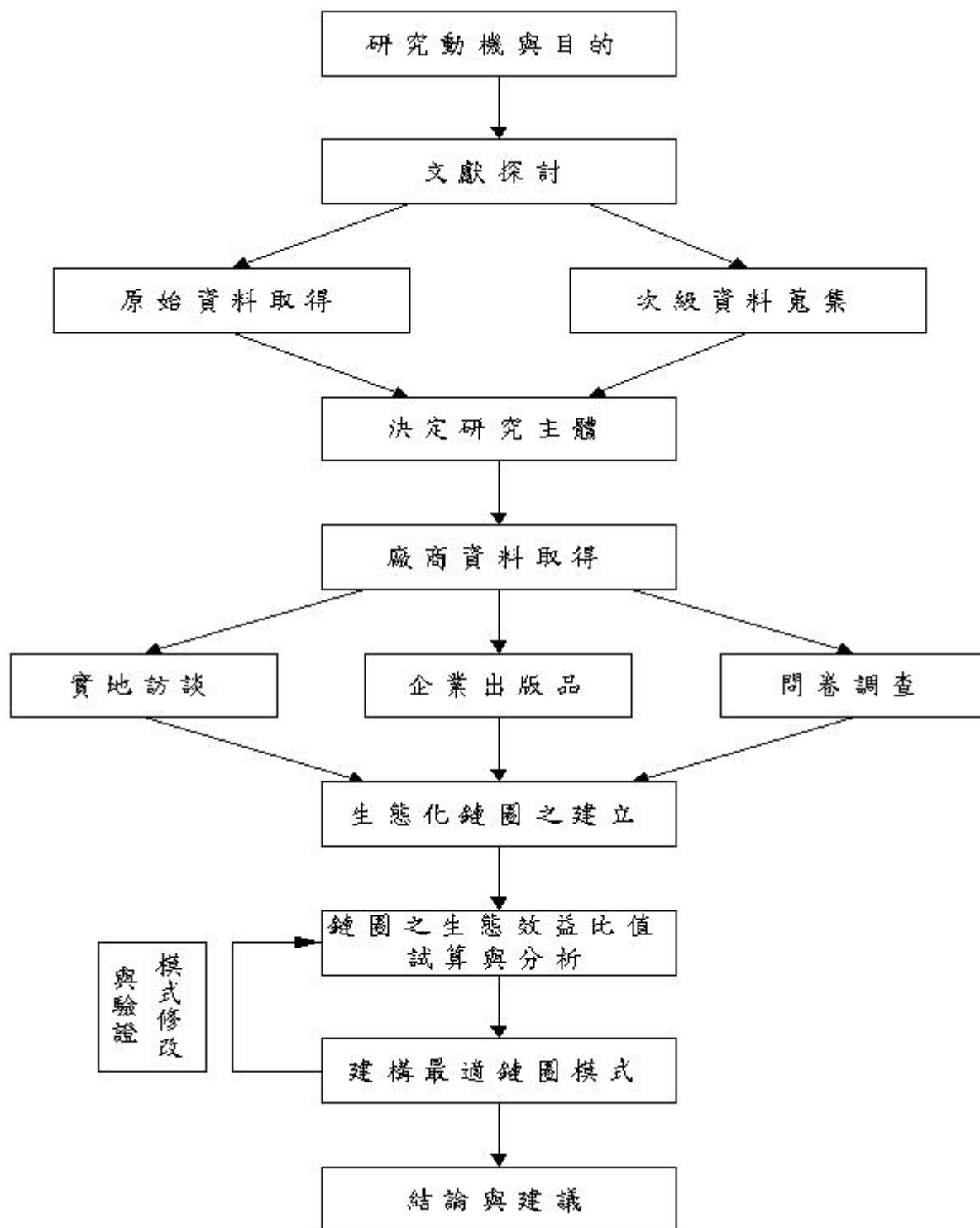


圖 1-1 研究流程圖

資料來源：本研究

第四節 研究限制

由於在研究進行過程中，廠商的配合意願低落，使得研究過程中向廠商取得資料，特別困難；甚至，有時候辛苦得到的資料，卻是遺漏不全或年代久遠的，根本完全不符合所需；再加上國內對於生產廠商的相關資訊，並未建立起公開且詳細的資料庫，導致本研究在資料取得這部分，備感吃力。最後，只建立起廢棄物建材化網絡這個生態化鏈圈。

另外，由於每個工業區的廠商家數、規模，以及所產出的產品與製造出的廢棄物等，都不盡相同。因此，本研究在於提供一個建構生態化鏈圈的可行架構與步驟，以及後續的試算方法與情境分析結果；不過，若要能較準確地計算出，各個生態化工業區的生態效益比值，則還是需依據本文的基本架構，作部份的修改，以適用於不同工業區的現實情況。

除此之外，因為完整資料取得的不容易，導致本文的環境衝擊面，只能單純針對原物料使用與廢棄物排放來探討，其他如：耗水、耗能、溫室氣體排放等卻因沒有足夠廠商資料而無法繼續；而財務面資料，由於涉及各家企業的商業機密，因此，部分廠商不願意提供，所以這部分的資料，只得採用預估值。凡此種種，皆造成本研究，在進行生態化鏈圈完整分析時的限制。

最後，有關於實際廠商資料試算下與鏈圈的情境分析過程中，這兩者所計算出來的單位總廢棄物量的稅後純益（元/噸），效益值會不一樣的原因，最主要是因為在情境分析下的生態化鏈圈試算，其最佳之生態效益比值是出現在廢棄物為零時，而依據本研究所歸納出的生態效益比值試算式（見方程式(5)），此時所計算出來的生態效益比值將會是為無窮大；但是在實際進行問訪廠商的試算中，根據此個案廠商所提供之原始資料，尚無法達到零廢棄物的終極目標，目前所能達到的最佳狀況是：最小限度的廢棄物排放。也就是說，所有參與廠商之生產後廢棄物，皆能被資源化，但是對於生產過程中的一般廢棄物，如生活廢棄物等，則尚

無法完成被資源化（以本個案來說，還剩下 3,768.2 噸）。也因此，造成生態化鏈圈在情境分析下與實際試算後，這兩種方法所計算出來的生態效益比值間，會有部分的差異。



第貳章 文獻探討

在本章中，主要是針對文中提過的「生態效益」與生態化工業區之定義、內涵，及其相關應用，作一說明，使讀者更加了解本研究的理論基礎。現分述如下：

第一節 「生態效益」理念之探討

自從「企業永續發展委員會」(Business Council for Sustainable Development, BCSD) (WBCSD 的前身) 提出了「生態效益」(eco-efficiency)的概念：以更少的資源、更少的污染，為產品及服務提供更高的價值後，由於其描述企業在創造經濟價值的同時，亦能兼顧減少對生態環境的衝擊及資源的使用，有別於傳統，環保與經濟互相角力的說法，因此對企業界甚具吸引力（胡憲倫等，2001）。根據 WBCSD 的解釋：「生態效益的達成，在提供價格具有競爭力的商品和服務，滿足人們需求的同時，卻能使其對環境的衝擊及資源的耗用，減到最低。」(WBCSD, 1996)；而經濟合作暨發展組織(OECD)在其出版的「生態效益」一書中提到：「生態效益是說明了『為符合人類需求而使用生態資源的效率』(OECD, 1998)，亦可視為是產出與投入的比值」(胡憲倫，2000)。

一、生態效益之定義與內涵

1992 年，聯合國在巴西的里約熱內盧召開地球高峰會(Earth Summit)，也是在那時，BCSD 提出了一份能表達企業界意見的報告書，就是吾人所熟知的：「改變經營之道」(Changing Course)，而「生態效益」(Eco-efficiency)這一名詞，則首次在該報告書中出現。

在地球高峰會結束之後，企業永續發展委員會(BCSD)於 1993 年的十一月在比利時的安

特沃浦(Antwerp)召開另一次的會議，在該次會議討論中，通過了關於「生態效益」的基本定義，其定義如下：

「生態效益必須藉由提供具有競爭力價格的商品與服務達成，而這些商品與服務必須在滿足人們需求與提昇生活品質的同時，逐漸降低其生命週期中對於生態的衝擊與資源的消耗強度，使之至少與估計的地球涵容能力相當。」(摘自葉欣誠，1998)

生態效益一詞，就字面上來說，Eco 同時代表著生態(Ecological)與經濟(Economic)二個字的字首，其所隱含的意義是，從生態與經濟兩方向去思考環境相關問題，而 Efficiency 則是要在這兩者間做最佳的配置；也就是說，生態效益含有改善經濟與環境的績效評估概念，追求企業在創造經濟價值的同時，而能減少環境的衝擊及資源的使用(DeSimone,L.D. and Popoff,F., 1997)。

至於，WBCSD 所認定之生態效益七項要素為（企業永續發展協會譯，1998）：

1. 減少商品和服務的原料密集度(material intensity)
2. 減少商品和服務的能源密集度(energy intensity)
3. 減少有毒物質的擴散
4. 提高原料的可回收性
5. 使可更新的資源達到最大限度的使用
6. 延長產品的耐久性
7. 增加商品和服務的服務強度(service intensity)

關於 OECD 對生態效益的定義，可以整理如下：生態效益說明了「為了符合人類需求而使用生態資源的效率」，可視為是產出與投入的比值。此產出是指一個公司、產業或經濟體

整體所提供的產品及服務之價值；而投入即是指一個公司、產業或經濟體的環境壓力之總和。依此定義，生態效益的量測即視投入與產出的指標之訂定而定。

依據 WBCSD 與 OECD 的定義，吾人可知生態效益的目標和理念是，在減少資源使用和對環境衝擊的同時，將產品附加價值或獲利增加到最大（胡憲倫等，2001）。為了量化這樣的目標，WBCSD 結合了國際上許多跨國集團代表和學者專家，共同發展了一個簡單的公式及生態效益指標架構，可同時結合環境和經營資訊以量化生態效益理念，如方程式(1)所示。

$$\text{生態效益比值} = \frac{\text{產品與服務的價值}}{\text{對環境之衝擊}} \quad \dots\dots (1)$$

上式之分子可表示成：產能、產量、總營業額、稅後純益等。分母可表示成：總耗能、原料量使用量、總耗水或溫室效應氣體排放總量、廢棄物排放量等（胡憲倫等，2001）。這個通式可用來計算各種不同的生態效益指標值，就看各個企業管理者的需求而定，來選定出所需的分子或分母。例如：每單位原物料使用量的產品數量(或營業額、稅後純益)、或是每單位廢棄物排放量的(或營業額、稅後純益)等（修改自黃馨儀、胡憲倫，2001）。

二、生態效益與企業管理

「生態效益」的理念對於企業的經營與運籌帷幄而言，是一項劃時代的經營管理哲學。當企業致力於實施生態效益後，可達到環保與經濟雙方面的最佳化（陳念平，1999）。在 1996 年，經濟合作暨發展組織(OECD)之環保部長會議中認為在未來「生態效益」將是產業與政府發展的基礎；根據 OECD 自身的評估，「生態效益」是達到永續發展最有希望的方式，也因此，唯有符合生態效益的企業才能夠在市場中獲得競爭優勢，創造出價值，而該價值不單是企業本身的價值，也是社會價值的提升（葉欣誠，1998）。

所以，當企業越來越能了解到改善環境也能改善獲利率，也就越容易達到永續經營的目的（黃正忠，2000）。此外，符合生態效益的企業，因為在生產時減少了原物料的使用，與污染物之排放，其生產成本可望大幅降低，導致該廠商的獲利能力、財務價值、股東權益等隨之而提昇。所以，當投資者在考量環保問題時，因該企業會產生環保之附加價值，而容易將其選定為投資標的（李育明，1998）。

「生態效益」強調的是企業在追求利潤的同時，亦能減少資源使用，兼負起環境保護的責任，並且更因效率的提昇及污染的減少，節省了自身的營運成本，進而提昇了企業的競爭力。生態效益指標主要是用來作為企業的績效評估，它同時也是企業與外部或內部利益相關者間重要的溝通工具。其結合環境和經營資訊，來量化生態效益的理念，可供管理者訂定目標，提出改善方案以做為內部管理之用。時至今日，它已被認為是企業內部管理與對外溝通之工具（黃瑞恩、胡憲倫，2002）。

就內部管理工具而言：「生態效益」可作為改善產品系統的工具(Hanssen, 1999)；也可作為企業以環境為導向時，最佳化決策評估模式工具，以模擬量測資源使用效率，評估未來發展的可能做法，(Čančer, 2000)。在澳洲全錄(Xerox)影印機研究中，以再生的再製造(remanufacturing)產品系統，達到三倍數的「生態效益」(Kerr et al., 2001)。除了產品及製程外，在其他的層面如工業區的設計與規劃上，可透過製程再造(process re-engineering)，如廠址的設計、景觀規劃及廠址管理政策，並依照生態系統原則及生態效益概念與指標，將可提昇生態化工業區落實之重要條件(Grant, 1997)。

就對外溝通工具來說：由於，先前生態效益所提出的多是理念與量制方法，尚無完整的理論基礎，因此相關學者透過經濟學的效率原理，建立起生態效益的觀念，並確立了該理念的可行性（陳念平，1999）；此外，Reijnders認為「X」倍數，能以量化的表達方式，來達到生態效益或是去物質化。乃是一種對於生態效益研究方法論(Reijnders, 1998)；以及，澳洲RMIT

大學設計中心的研究顯示，在家電業之永續產品設計與生產設定，以四倍數為目標，透過「最佳現有技術」(BAT)方式，可逐年改進生態效益表現(RMIT, 1998)。

關於「生態效益」對企業的重要性，整理如表 2-1：

表 2-1 生態效益對企業的重要性

作為企業內部評估管理工具	作為對外之溝通工具
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 有助於辨識環境面與社會面的價值驅動力； ◆ 辨識改善成本與環境的機會； ◆ 提昇量化績效以獲取市場價值的途徑； ◆ 作為企業的管理與訂定策略之工具； ◆ 有助於公司因應全球化與透明化的需求； ◆ 提昇自身的環保標準亦創造未來更多的商機。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 因應利害相關人日愈增高的要求與溝通； ◆ 有助於與政府主管當局建立並維持良好關係，以取得營運許可； ◆ 提昇與外部利益相關者互動的工具； ◆ 某些產業可從 3D 產業(dirty, dumb & dangerous) 提昇為 3C 產業(clean, clever & careful)，改善社會形象； ◆ 環保公司經營的權益，不被市場淘汰； ◆ 突顯公司在永續發展上的聲譽； ◆ 有助於公司環保市場領先地位。

資料來源：本研究整理

第二節 「生態效益」在國內的推廣情形

由於，國際上許多的重要研究組織（諸如 WBCSD、OECD、BASF 等），皆曾對於生態效益進行了，不同層面的研究。此舉，促成了全球的「生態效益」之推動與發展。且除了可推行在組織／企業之範疇外，也已經推展至某產業之整體生態效益指標的層面，例如：紡織業、家電業等的生態效益指標，來做為內部管理與外部溝通的企業策略。從單一廠房、單一產業、多種產業至跨產業，生態效益指標逐漸地從微觀的範疇拓展到宏觀的層面。

環顧生態效益概念在台灣推動的情況，亦是成果豐碩。例如，在 1999 年，台灣的東元電機公司經中華民國企業永續發展協會(BCSD, R.O.C.)的推薦，參與了 WBCSD 的一項名為「全

球生態效益指標及報告的試行計畫」。之後，企業永續發展協會，配合經濟部工業局的年度預算，預計以五年的時間建構國內十五個產業之生態效益指標架構；在 2000 年至 2001 年，根據經濟部工業局「永續產業發展與推廣計劃」，已經先後完成水泥、造紙及半導體、家電業、石化、紡織及人造纖維六個產業之生態效益指標架構。在 2002 年，則進一步的建構了金屬製品業、筆記型電腦、印刷電路板業三個產業的指標架構，以作為國內產業永續發展的基礎。

而本研究團隊，有幸參與了其中的幾個計劃，因此，對於「生態效益」，有了更具實務性的看法與感想。

第三節 生態化工業區之探討

一、生態化工業區之定義

生態化工業區(EIP)概念的出現，往前可回溯至 1980 年代，當時丹麥大學曾利用卡倫堡(Kalundborg)的實務經驗，歸納整理出「產業共生(Industrial Symbiosis)」的概念，這可算是 EIP 的雛形；不過，真正最先提出 EIP 基本的看法，應該算是物理學家 Frosch；他在探討產業生態學(IE)時曾指出：產業生態學其中的一個重要目標，就是「將一個產業的廢棄物視為另一個產業的原料」，而最直接的方法，就是「生態化工業區(Eco-Industrial Park)」(鍾國輝, 2002)。

換句話說，生態化工業園(EIP)，乃是透個產業生態學(IE)的原則與理念，經由廠商、開發單位及其他相關部門的合作，在顧及環境品質及所有參與個體之經濟效能的下，將參加園區之企業、廠商的物質流(material flow)，作最佳的規劃 (胡憲倫, 2000b)。

關於生態化工業區(EIP)的定義，目前世界上大多數國家都是以 PCSD 於 1996 年所提出的定義為基礎，再加入本身專業上的考量，來作適當修正。例如：美國環保署對於生態工業園區的定義，著重於更多的互動關係、就如同生態學上的「群落」一般；另一方面，因 Community

含有社會的人文意涵，所以也暗示包含著人際資訊流動的網絡關係，有特別強調「合作」的意味存在。由於不同的學者與組織，彼此關懷與重視的觀點不同，因此會有不盡相同的定義提出，對於不同的提論者，各自對於生態工業園區之定義，現在整理如表 2-2：

表 2-2 生態化工業區之定義比較表

提出者	對於生態化工業區之定義
Frosch, 1995; Ehrenfeld & Gertler, 1997	指某一生產者(公司、工廠、機構、組織...)的廢棄物可當另一生產者資源的地方。
美國總統永續會 PCSD, 1996 (PCSD 定義一)	彼此相互合作且與地方社群有效率地分享資源(資訊、物質、水、能源、基盤設施及自然棲地)的商業體所形成之社群。並可獲致經濟利得、環境品質和促進人類商業及地方社群四項資源的公平。
美國總統永續會 PCSD, 1996 (PCSD 定義二)	經規劃過的物質及能源交換之產業系統；同時尋求能源及原料使用的最小化、減廢並建立永續經濟、生態和社會關係。
美國環保署(U.S.EPA), 1997	生產及服務業所形成的社群，藉由經營環境和包括能源、水、物質等資源議題以尋求更佳的环境及經濟績效。且藉由共同合作，企業社群所尋求的集體利益將大於每一公司個別利益總和。
鍾國輝、孔憲法 (2000a)	強調產業生態系成員彼此間於自然、人文資源面的合作，並具備環境意識願景的產業共生規劃機制。

資料來源：修改自（鍾國輝、孔憲法，2000a）

二、生態化工業園區的發展

至今，全球已有許多國家，利用此一概念來規劃其工業園區；以美國為例，自從 1993 年 Indigo Development，在一次演講中，將生態化產業園區(EIP)的概念介紹給美國環保署後，該署立刻採納了這個建議，並發展出一個環境科技創新(Environmental Technology Initiative)的專案，企圖以國家角色，全面指導產業永續發展工作（胡憲倫，2000b）。

其實，美國並非第一個發展生態化工業區的國家，但自從 1993 年起，它即傾全國之力，持續在環保署以及相關公私團體合作下，使得研究單位迅速增加、中央政府與地方政府非常重視生態化工業區之建構、新法令與制度的也高度配合，這些努力讓總統永續發展委員會 (PCSD)，在 1995 年採用了 EIPs 的觀念，並將該理念在全國十二個州，十五個地點(包括一個在加拿大)進行 EIP 的示範計劃 (詳見表 2-3)。在美國已有超過三十個 EIP 的計劃，包括在亞洲、歐洲、南美、南非等地，也都有 EIP 的計劃同步進行 (胡憲倫，2000b)。

表2-3 美國生態化工業區之介紹 (PCSD, 1996)

生態化工業園區名稱	發展情形與特色
(1)馬里蘭州巴爾的摩市的Fairfield生態化工業區	佔地一千三百英畝，包含六十個公司的重工業規劃區。具有優越的港口、鐵路以及州際公路。擴充污染預防計劃、整合創新的環保技術、有創意的污染場址(Brownfields)的再開發、擴展企業網絡、促使州與市的許可程序一致，以及執行一個周延的總計劃和預算衝擊分析。
(2)德州的Brownsville生態化工業區	根據一個區域性的物質交換計劃發展而來。將會與中小企業及農業連結。重點工作在於建立一個產業製程資料庫，以協助辨識對於現有及未來公司之可能的連結。
(3)佛蒙州的Riverside生態化工業區	其任務是示範及推銷有效利用可再生資源之科技的商業化—供其他有相同興趣之社區參考。重點在於將生質(Biomass)能源的產生 (電力與廢熱)，與生活系統及都市農業(食物與花卉)連結。
(4)加拿大Nova Scotia省的Burnside生態化工業區	六年的多學門(Multi-Disciplinary)、多機構(Multi-Institutional)的研究與教育計劃。透過一個現有的產業園區，並與學界、政府、地主、開發公司及承租公司結合成夥伴關係。
(5)維幾尼亞州的Port of Cape Charles永續科技共園區	與Northampton 的共同工業發展局(JIDA)共同管理。為維州綜合之永續發展行動策略的一部分。將會整合回收/循環淡水以及副產品交換等做法。第一個進駐公司為製造太陽能發電面板的公司。

<p>(6)亞利桑那州的Civano 環境科技園區</p>	<p>80英畝由私人與公家共同開發的工商園區。 是北美第一個結合永續與新都市(New-Urban)觀念之村落規劃(Village Planning)。 提供三千個住家—包含各種類型與價格、完善之休閒與活動中心、高爾夫球場、景觀綠帶的社區。 所有的建築物均會完全符合「綠」建築的標準。 這個以環境科技為名的園區，其進駐者均是以永續科技及實務為主，包括太陽能面板製造商、太陽能熱水器、電動車製造商、廢水/淡水淨化系統製造商等。</p>
<p>(7) 田納西州的 Chattanooga Volunteer Site</p>	<p>佔地七千英畝，過去為一TNT 炸藥製造工廠。 為一私人擁有(ICI America Inc.)。 整體目標希望在2020 年能創造出一萬個就業機會，並且透過工廠的開放通路，以及當地政府的利用廠房來提供服務，以創造經濟機會。 進駐的廠商包括了大型批發/物流商、輕重製造業、環保服務業、以及其他利用現有產品之再製造與再用的產業。</p>
<p>(8)加州的East Shore 生態化工業區</p>	<p>主軸為結合回用、回收、再製造及堆肥之資源化聚落(Cluster)。 進駐商也是以能符合以上條件者，以及製造可更新能源設備與提供環保服務者。 由加州之企業經濟發展聯盟贊助。</p>
<p>(9)明尼蘇達州的 Green Institute生態 化工業區</p>	<p>佔地小的園區—僅3.5 英畝，周圍有超過六百家的公司。 在園區與公司之間，推動物質與能源的交換。 結合鄰里力量，並與環境教育及學童的參與整合。</p>
<p>(10)紐約州的Plattsburgh 生態化工業區</p>	<p>由康乃爾大學與美國廠房管理公司協助開發。 佔地三千五百英畝，過去是一個除役的空軍基地 強調透過資源分享、副產品交換及符合ISO 14001 之環境管理系統，來達到經濟及環境績效的持續改善的目的。 計劃重點包括了製造與運輸公司的新開發、生態文化與古蹟旅遊、環保科技、生質能發電、多項可以促進環境改善的之區域性的生態系統(Eco-System)等。</p>
<p>(11)華盛頓州的Raymond 綠色生態化工業區</p>	<p>位於一個第二次成長(Second Growth)的海岸森林中，並且仍可繼續收成。 其範圍涵蓋了整個Butte Creek 流域的範圍，園區對於水質需特別管理。 園區希望進駐的公司能利用當地的資源，並且對環境的衝擊較小。</p>
<p>(12)華盛頓州的 Skagit County環境工業區</p>	<p>包括一個具有回收物質與能源之資源化中心、製造中心、大樓、銷售空間、以及一個最小之污水及空氣污染的封閉迴路系統。</p>

<p>(13)馬里蘭州的 Shady Side生態化工業區</p>	<p>在一個未充分就業及未受到政府關照的社區，更新一個現有的設備及廠區。 透過企業生態圓桌會議(Business Ecology Roundtable)，協助企業與社區的領袖，將社區的經濟、社會及環境目標整合起來。可能的園區進駐者包括了釀酒商、漁產養殖業者、海洋探勘及技術、油品回收、淨水公司、太陽能與可在生能源，以及堆肥業者等。</p>
<p>(14)新罕布什州的 Stonyfield/Londonerry 生態化工業區</p>	<p>園區的規劃者希望透過盟約(Covenants)，來確保產業生態是未來發展的模式。 由私人(Stonyfield Farm Inc.)與公家(Town of Londonerry)共同開發。</p>
<p>(15) 新澤西州的Trenton 生態化工業中心</p>	<p>不算是一個實質的地點，而像是一個具有無窮機會連結的企業網路。 透過生態產業圓桌會議(Eco-Industrial Roundtable)——一個多利害相關者參與的指導委員會，來指引計劃活動的進行。 由康乃爾大學進行基線評估(Baseline Assessment)，以決定現有的企業與未來企業的可能連結。</p>

資料來源：修改自（胡憲倫，2000b）

而後，在 1996 年秋天，PCSD 舉辦了生態化工業區的工作會議，美國有十五個案例，加拿大則有一個案例參與；雖然，有些案例只是簡單的副產品資源交流計畫，不過有些卻已經發展成為，全面的生態工業園區；縱使有部分計畫，因缺乏後續經費暫時停擺，但是仍有些園區，已經成功營運，並進行招商的動作(Lowe, Moran & Holmes, 1998)。

雖然卡倫堡的案例，是全世界視為典範的生態工業園區原型，但是該案例，畢竟只是私人企業間，基於特殊產業環境供給與需求條件下，在互利的情形下、非經過正式溝通、協調，而發展累積出來的成果。不同於以美國為首的專業研究與規劃團隊，它是正式透過政府的機制來運作。廣義地說，Edward Cohen-Rosenthal 將這一系列發展泛指為「生態化產業發展(Eco-industrial development, EID)」。它是由美國總統永續會(PCSD)、美國環保署(U.S.EPA)及能源部的卓越永續發展中心，共同為將來所提出的策略。主要是以產業生態學的概念、有彈

性的生產與企業群聚為基礎，EID 不僅是在吸引目標商機、停滯或不斷成長的社群，同時亦使參與的成員能達到高標準的環境績效 (McGalliard et al., 1997)。

(一) 國內的推展工作

由整體來看，因現有的一些生態化工業區個案，正面臨著不同領域整合之關鍵，再加上推動相關的工作需要長期的投入，全球各地的生態化工業區，目前均處於發展中階段 (鍾國輝、孔憲法，2000a)。

而國內提過生態化工業區概念的文獻，就目前已知，約有以下幾篇，如：「生態化工業園區的實踐不是夢」(蔡惠民，1996)、「工業發展回歸生態系統運作之理念介紹」(郭祥亭，1996)，以及 1999 年，溫肇東曾在「企業的環境管理：與生態共榮的企業綠化研究」一書中，簡介過產業生態體系的概念 (溫肇東，1999)；至於，胡憲倫於「OECD 生態效益之推動現況與發展趨勢」一文中，亦曾介紹了卡倫堡案例及生態工業園區概念與發展 (胡憲倫，2000a)；而 Kung and Chung 也利用此觀點，概述台灣都市地區的產業發展 (Kung and Chung, 2000)；而在鍾國輝與孔憲法對生態工業園區規劃工具的初步探討中，則認為台灣的生態化工業園區發展進程，屬於剛起步中 (鍾國輝、孔憲法，2000a)。

(二) 生態化工業區主要的推動者

1. 康乃爾大學的「工作與環境提案」(The Work and Environment Initiative, WEI)

在美國，對於生態化工業區的推動，行動最積極者，莫過於康乃爾大學環境中心 (Cornell Center for the Environment) 轄下的「工作與環境提案」(The Work and Environment Initiative, WEI)。它主要的目的在檢驗可以改善工作環境績效的新方法，並增進綠色就業機會 (WEI, 2000)。當中，「生態化產業發展計劃 (Eco-Industrial Development Program, EIDP)」，更是其核心的研究與行動計劃。該中心領導者 Edward Cohen-Rosenthal 也不斷強調與社群、企業、社

會更積極互動的生態工業園區工作方式。

康乃爾環境中心接受了美國商業部的補助，目的是希望能在美國境內一些經濟嚴重衰退社區中，推行進對環境友善的產業發展及就業成長計劃(EDA, 2000)。而該計劃，除了生態化產業發展研究之外，還包括了發展國家訓練計劃、設計、開發網站，與以網站為基礎的資源手冊。也因為如此，它是到目前為止，全球在生態化工業區之案例交流數量，與來源最豐富多樣的一個工作站。康乃爾大學 WEI 團隊藉由網際網路資訊的交換，能夠即時更新資料與迅速累積其豐富的相關資訊。所以，更加鞏固其位居於全球生態化工業區領航者的地位。

2. 靛藍開發公司(Indigo Development)

除了美國康乃爾大學的 WEI 外，另一個實務界的佼佼者就是由 Ernest A. Lowe 帶領的靛藍開發(Indigo Development)公司團隊。

他們早在 1993 年，即向美國 PCSD 提出生態化工業區的發展概念建議；並且在 1997 以環保署專案經費，完成了生態化工業區之地方發展團隊的田野工作手冊，有效地整理了，當時完整的生態化工業區理念、操作準則及許多寶貴工作經驗。

而後，該組織亦陸續以產業生態學(IE)的概念，協助位於德州的 Brownsville、馬里蘭州的 Baltimore 及南非的 Saxonburg 等地，進行生態化工業區的規劃工作。

3. 三角研究所(Research Triangle Institute, RTI)

三角研究園區(Research Triangle Park, RTP)是由杜克、北卡與北卡州立大學三所優秀學府所組成的，他們因地理環境彼此環繞似三角形而成名。至於，三角研究所(Research Triangle Institute, RTI)則是第一個進駐三角研究園區(RTP)的研究單位；它是一個提供資賦優異的高等教育學生研究交流的機構，並連接了美國各州間優秀的員工。

RTI 的研究人員，對於生態化工業區的研究，主要以經濟分析等方法為主體。例如 Sheila

Martin 針對不同發展腳本，列出可能的產業交換、共生模式，並進一步來比較各種情境下的環境經濟效益分析。這類環境經濟方法的優點在於，可算出量化的效益比較，但是因為變數選擇種類多樣與範圍較受限。所以對於應用在現實層面，仍有一大斷距離，目前僅適合於小系統或是產業生態系成員單純的案例研究。

4. 全球其他研究與行動夥伴

雖然生態化工業區這個概念，完整之定義是源於美國學術領導團隊與地方社群的集體貢獻，但不可否認的是，同時間在全球各地，仍有許多組織使用類似的概念，來進行相關研究與討論。也許，他們並未明確地指出Eco-Industrial Park 這樣一個用語，但其本質卻是符合生態化工業區概念所揭櫫的理想。例如：法國的PALME計劃、日本的生態城市，以及歐盟許多跨國合作計劃、德國IBA所主持的魯爾區再發展計劃等。在歐陸方面，曾進行相關研究者，則有：奧地利STENUM 環境顧問與研究公司的Heinz Peter Wallner 博士、德國Karlsruhe大學的Dr.rer.nat. O.RENTZ等（鍾國輝，2002）。

第四節 「生態效益」應用於生態化工業區

本研究團隊在 2001 年，應經濟部工業局「工業區產業資源永續經營推動策略計畫」的委託，擬定出彰濱生態化工業區之生態效益指標架構。並在 2002 年進行生態化鏈圈的生態效益指標試算，以此作為評估生態化工業區之績效系統。而該計畫，也是國內首次將「生態效益」的理念與生態化工業區相結合，並提出以此作為工業園區招商之依據之建議—此方法在未來實施總量管制時最適合。

生態化工業區的理念，是將廠商生產後剩餘的廢棄物，經過資源化過程，轉變成其他廠

商的生產投入；一方面可使產生廢棄物的工廠，降低其處理的成本；另一方面又可使接受廢棄物的工廠，減少原物料的使用量，達到整體廢棄物減量及再利用的目的（王鑑恒，2003）。所以，藉由工業區的生態化，既能達到調和經濟發展與環境保護之衝突，又能讓參與廠商、工業區本身與當地居民皆可獲益並達到多贏的局面（施心皓、胡憲倫、鍾啟賢，2003）。

其做法簡要說明如下：

（一）管理當局可根據園區內目前實際生產的廠商，依據不同的環境衝擊面（例如：耗水、耗能、CO₂ 排放量、原物料使用量、廢棄物排放量等）來進行整個園區的生態效益比值試算。

（二）當管理當局準備招攬廠商 a 時，應先評估當廠商 a 加入時，其整體的生態效益比值是否會因 a 的加入而降低，如果是則應拒絕 a 之加入，除非其能提出具體改善的修正計劃。

（三）對於允許加入園區的廠商，管理當局可以以頒授“生態工業園區身分(EIP Status)，並給予各項優惠措施來獎勵進駐者。表 2-4 說明此一做法的步驟及策略：

表 2-4 工業區管理局應用生態效益指標架構作為招商依據之做法

步驟 1	做法	$EEIP = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{淨利})}{\sum_{i=1}^n (\text{CO}_2 \text{排放量})} = 20 (\text{假設})$ <p>管理局根據園區內現有的廠商，進行生態效益比值估算，可得到不同環境面向(aspects)的生態效益比值。例如：原物料、能源、廢棄物、水、CO2 等。</p>
	策略	根據不同種類(categories)，擬出一些重要的比較性指標與基準，用以評估現有廠商與可望進駐廠商。其目標是，整理出一系列的工業區生態效益比值。
步驟 2	做法	$EEIP_{ia} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{淨利}) + \sum_a (\text{淨利})}{\sum_{i=1}^n (\text{CO}_2 \text{排放量}) + \sum_a (\text{CO}_2 \text{排放量})} \geq 20 (\text{假設})$ <p>管理局在考慮新廠商 a 加入時，先進行工業區整體的生態效益比值評估；藉以了解此廠加入後，對該工業區整體的生態效益比值，是否有提升的作用。</p>
	策略	同意該廠進駐前，先進行整個工業區的生態效益比值評估；若此廠進駐後，明顯提高(或是不影響)該工業區的生態效益比值，則同意其加入；反之，則拒絕該廠進駐。
步驟 3	做法	管理當局依據試算後的結果，來決定是否頒予廠商 EIPs 身分(EIPs Status)，准許該廠進駐，並享有園內多項優惠措施。
	策略	為避免欲進駐然不合格之廠商的反彈，若該廠雖達不到進駐工業區的條件，但願意具體承諾將有所改善，則該工業區可酌情考慮同意其進駐。

資料來源：(修改自胡憲倫、鍾啟賢、黃正忠，2001)

第參章 應用生態效益於生態化工業區之績效評估

有鑒於傳統上，對於各工業區的績效評估，大多著重於該工業區的經濟績效，對於環境效益部分，則鮮少重視。因此，本文嘗試運用「生態效益」的理念（一種經濟與環境兼顧的方式）來進行工業區的績效評估，以便對於各工業區的實際績效，能有更全面的審視。

本研究嘗試結合生態化工業園區的發展，及生態效益績效指標量測，來建立整體生態化工業區的績效評估指標與管理系統；並期望能夠在動態的環境，與現實的條件下，達到最佳化的狀態。以作為廠商內部改善的評量工具，及提供給政府與生態化工業區推動中心，在發展及招商時的主要參考。而在鏈圈的生態效益比值試算過程中，本研究乃是採用階段性，完全符合生態化循序漸進的原則；整個試算過程，共可分為三個階段：分別是首階段（資源化前）、次階段（資源化中）及最終階段的廠商生態效益比值試算；此外，為了符合實務上的運用，本研究也加入了交易成本的觀念。而資源化後，所產生的效益（經濟效益增加，環境衝擊降低），是經由經濟效益（在此，經濟效益等於是，廢棄物出售所得，再加上所節省的原物料支出），以及環境效益（環境效益則等於減少的廢棄物排放量，加上所減少的原物料使用量）來構成的。

第一節 生態化鏈圈之建立

有關於生態化鏈圈建構的過程，現在分述如下：

一、取得彰濱工業區及其週遭廠商的相關資料

先透過問卷普查方式，取得彰濱工業區廠商的環境衝擊及財務價值之相關資料。此基本

資料，包含了各種原料的使用量與產出之產品、半產品、副產品、廢棄物，並涵蓋單位產品的耗水、耗能、污染物排放等。而有關問卷的設計方式，主要是與彰濱工業區服務管理中心合作進行，首先是擬定工作內容、說明會、討論會，並研擬問卷調查的內容，進行各種進度檢討及結果討論，關於問卷的設計流程，如圖 3-1：

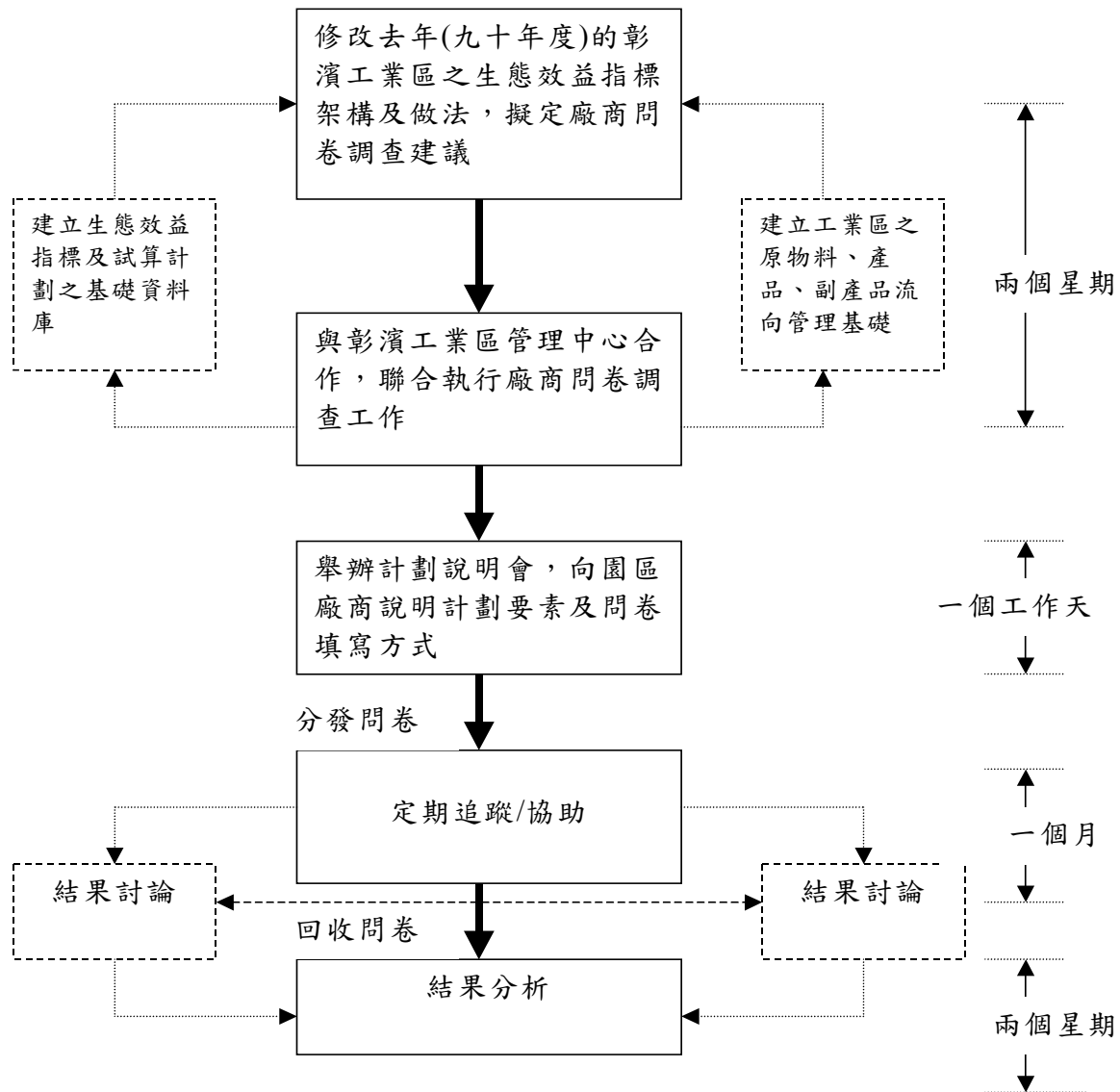


圖 3-1 問卷調查之設計流程（經濟部工業局，2002）

二、歸納出可能的生態化鏈圈

依據 2002 年 5 月，彰濱工業區管理中心所提供的資料，該工業區目前的進駐廠商（包括生產中、建廠中、及未建廠廠商），以及週遭社區/工業區的廠商經過分類後，大約可分成十三種產業別，計有化學品、金屬及機械、塑膠及橡膠、資源回收業、紡織、木製品、玻璃/礦製品、電子製品、混凝土/水泥、食品、動物飼料/肥料、運輸以及其他類。而根據這些不同產業的生產結構，及每個廠商在物資流(material flow)或環境實物流(environmental physical flow)的觀念下，進一步可剖析其生產原料、產品/半產品、副產品/廢棄物，以及排放物等，來建立起可能形成之生態化鏈圈，如圖 3-2：

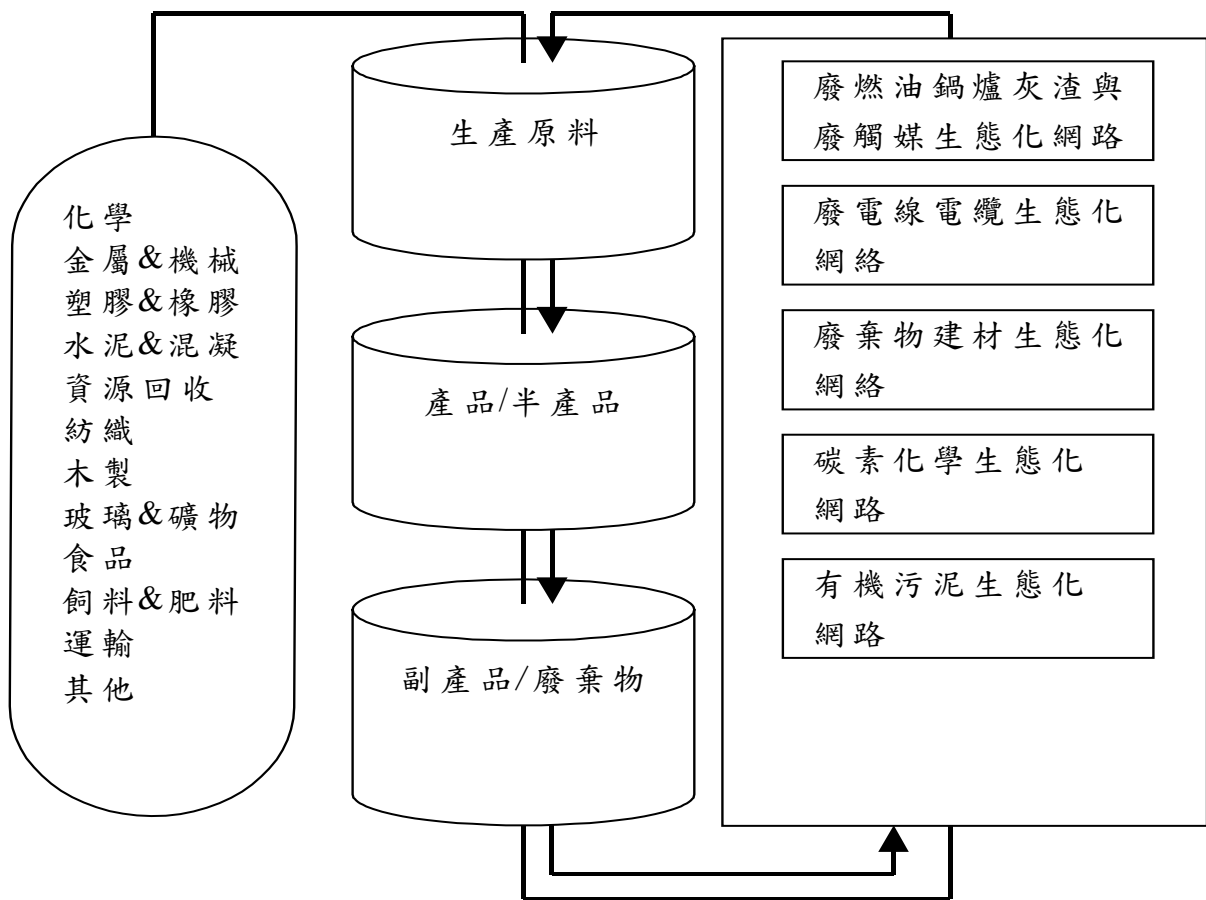


圖 3-2 彰濱工業區（結合上、中、下游）生態化網路結構（經濟部工業局，2002）

接著，再針對廠商所提供之原物料使用與生產後廢棄物排放情形，以及參考國內、外實際達成廢棄物資源化的成功案例（經濟部工業局，1995），再加上在工業局及工研院環安中心專家們的意見，最後整理出可能形成的生態化鏈圈，總計有 5 個，分別是（廢燃油鍋爐灰渣與廢觸媒生態化網絡）、（廢電線電纜生態化網絡）、（廢棄物建材化網絡）、（碳素化學生態化網絡）、（有機污泥生態化網絡）；對於在這 5 個網絡中，分別可能參與的上、中、下游廠商，則整理如表 3-1：

表 3-1 可能形成之生態化鏈圈及參與廠商

主要鏈圈	OUTPUT 上游廠商	WASTE 廢棄物	PROCESS 中間處理廠商	PRODUCT 資源化產品	INPUT 下游廠商
廢燃油鍋爐灰渣與廢觸媒生態化網絡	六輕工業區、台電台中發電、漳濱工業區	鍋爐渣/灰	福誼化工(評估中)	三氧化鉬、五氧化二釩、硫酸鎳	區內鋼鐵廠、工業區內表面處理業、電鍍廠
廢電線電纜生態化網絡	六輕工業區、台中電訊局、台電(彰化、台中、雲林)、漳濱工業區	廢電線電纜	旻川、銅祥(評估中)	回收塑膠：15%；回收銅：75%；回收鐵、鋁金屬：7%；其他PU樹脂及橡膠：3%	銅製廠；塑膠；PU樹脂及橡膠廠；鐵、鋁金屬廠
廢棄物建材化網絡	爐灰/渣粉碎廠、廢棄物焚化廠、建築業、中鋼、日本進口爐石、台電	焚化廢渣、建築廢棄物 粉碎後之爐灰/渣粉、電弧爐煉鋼廠(爐渣)、飛灰	台灣歐技(評估中) 彰鹿預拌、大銘混凝土(水泥拌合廠)、中聯爐石處理資源化廠	高壓地磚、預拌混凝土、一般營建用磚、消波塊、產業道路鋪設、坡堤填補、填海造地等	建築業、人造建材廠、營建廠
碳素化學生態化網絡	中鋼碳素化學公司	由焦油揮發物衍生的副產品	中鋼碳素化學廠	煤焦油及輕油	煤化學材料廠 高份子材料廠
有機污泥生態化網絡	台灣食益補	污泥、藻土、廢水處理場污泥餅	福壽有機復合肥料廠	有機復合肥料	福寶農場

資料來源：(經濟部工業局，2002)

而經過本團隊實地進行了廠商訪談，並且與可能參與生態化鏈圈之廠商，進行實務上的意見交換後，本研究在評估各種可能成形之生態化鏈圈的可行度後。最後，建立了的廢棄物建材化網絡。並將利用此生態化網絡，來進行有關生態化鏈圈的試算與分析。

第二節 生態化鏈圈之試算分析

首先，透過問卷普查方式，調查彰濱工業區及附近社區/工業區廠商的環境衝擊及財務價值之相關資料。接著，再透過這些基線資料，分三階段進行生態效益比值試算（依序是資源化前、資源化後，以及零排放階段（假設））；並藉由試算結果來進行鏈圈的情境分析。此套生態效益指標及做法，將可賦予工業局與彰濱生態化工業區，進行自我稽核與績效改善的方法工具。在資料蒐集上，主要是利用問卷、企業訪查、官方與非官方報告、相關網站資料等。在實施過程中，本研究先透過上、中、下游產業的關係，以及彰濱工業區內外的廠商結構，並依照世界企業永續發展委員會(WBCSD)的生態效益指標與做法，擬定有關的問卷內容及要項，以便蒐集指標試算過程的相關基礎資料（有關問卷內容，請見附錄二）。

在對彰濱工業區及其週遭地區廠商（結合上、中、下游廠商），進行普查之後，根據問卷與實際訪談結果，以及國內、外實際達成廢棄物資源化的成功案例（經濟部工業局，1995），再加上徵詢工業局及工研院環安中心諸位專家們的意見，規劃出了完整的廢棄物建材化網絡，並將以此來進行試算分析。

而此試算過程，共分為三個階段；依序為首階段（資源化前）、次階段（資源化後）及最終階段（假設零排放）的廠商生態效益比值試算，今分述如下：

一、首階段－資源化前階段

本階段主要是針對彰濱工業區內已生產與即將生產的 125 家廠商進行問卷普查，接著針對有配合意願廠商，進行進一步的個別訪查，最後鎖定中國鋼鐵、新光鋼鐵、台灣鋼聯、源恆工業、大將作工業、泓杰企業與彰鹿預拌混凝土廠...等廠商，擬設計成為廢棄物建材化網絡的成員，以進行蒐集有關生態效益指標試算的基礎資料，及計算個別廠商及產業的生態效益比值。

由於，中國鋼鐵是國內知名的大型企業，該集團內有 18 個相關的小公司以及無數的跨國轉投資；以 2000 年為例，它的稅後純益約為 186 億元，與生態化鏈圈中的其他廠商，相去甚遠。為了避免因其中一家廠商規模過大，而產生主導整個生態化鏈圈效益變化情形，在本研究有關中國鋼鐵的經濟面資訊，係採用與該生態化鏈圈有關之財務資料（約有 1 億 6 千萬元），至於與此生態化鏈圈無關之中鋼子集團財務資料，予以忽略不計。

此外，因大將作、彰鹿、鴻杰與台灣鋼聯等企業表示，因年度稅後純益涉及該公司的商業機密，不願意對外公開。因此，本研究將上述公司之稅後純益估計以為營業收入的 5% 來計算。

而根據上述廠商提供資料的完整性，進一步篩選適當的指標架構，最後決定之環境衝擊指標(含一般及企業特定指標)，共有五項，即是：

耗能(GJ)：

能源消耗的總和，包括電力、化石燃料(液化石油氣、燃料油、柴油、煤等)，以及其它能源的使用。

耗水(m³)：

從水公司購買，或是從地面或地下水源獲得之淡水的總合(包括冷卻用途的水)；

原物料(噸)：

所有購買或從其他來源獲得之原料的重量總和。例如：從生產、包裝至配送階段之原料使用量。

CO2 排放量(噸-CO2 當量)：

主要是六種會造成地球暖化的氣體，包括 CO2、CH4、N2O、HFCs、PFCs、SF6 等，從燃燒、製程反應以及處理過程中所排放出來的氣體。(不包括從購買之電力所產生之 GHG 排放物)。

總廢棄物量(噸)：

分為自行回收再利用的量，以及送到中間（代清運），或最終處置（掩埋焚化）的量。

經濟效益指標有一項，即是：稅後純益(元)：主要是從產品銷售後所得之淨利。

依據以上五種環境衝擊及經濟效益指標，共可形成五個不同的生態效益比值，例如：

- 單位耗能的稅後純益(元/GJ)
- 單位耗水的稅後純益(元/ m³)
- 單位總原物料量的稅後純益(元/噸)
- 單位 CO2 排放量的稅後純益(元/噸-CO2 當量)
- 單位總廢棄物量的稅後純益(元/噸)

根據鏈圈中各廠商所提供的 2000 年基礎資料，經過分析與試算後，可得此廢棄物建材化網絡成員的生態效益比值之結果，整理如表 3-2：

表 3-2 2000 年廢棄物建材化網絡成員（資源化前）之生態效益比值

成員	中鋼	源恆	大將作	新光	彰鹿	泓杰	台灣鋼聯	整體
EE 比值								
單位耗能的稅後純益(元/GJ)	0.75	387	7,986	2,851	9,944	181	756	1.58
單位耗水的稅後純益(元/ m3)	2.95	907	11,927	49,927	118	4,311	311	6.2
單位總原物料量的稅後純益(元/噸)	6.4	838	2,761	389	19.5	30.6	224	13.1
單位 CO2 排放量的稅後純益(元/噸-CO2 當量)	7.5	5,623	57,354	838,431	71,964	1,276	212,359	15.8
單位總廢棄物量的稅後純益(元/噸)	28.9	59,016	261,628	1,373,701	31,719	247,641	284,062	60.9

資料來源：(施心皓、胡憲倫、鍾啟賢，2003)

二、次階段－資源化後階段

在此階段，主要是依據物質再利用、能源共用(cascading)、持續改善等原則（胡憲倫、鍾啟賢，2001），計算出這些廠商在進行“資源化”後，所創造出來的資源價值及所降低的廢棄物處置成本。目前主要以廢棄物建材化網絡中之「單位稅後純益的原物料」及「單位稅後純益的廢棄物」進行完整的試算。下面將以該生態化鏈圈之廢棄物交換及資源化情況，實際說明對於各成員間生態效益比值的影響。

依據研究資料顯示，中鋼所產出兩大類廢棄物分別是：

- (一)生產製程「殘留物」，包括冶煉製程的爐渣及連鑄、軋鋼製程的銹皮等。
- (二)管末處理設備所補捉下來的「污染物」，包括乾式除塵系統的集塵灰以及濕式除塵系統及廢水系統的礦泥水/礦泥。

這些廢棄物的主要類別，包括了高爐石、脫硫渣、轉爐石、粉塵、礦泥及廢耐火材（中國鋼鐵，2002）。高爐石是中鋼最大宗的「製程殘餘物」，產出時為熔融態，可經過露天自然冷卻成為「氣冷高爐石」，也可利用水柱急速冷卻、粒化成為玻璃態的「水淬高爐石」。「水淬高爐石」的化性與水泥熟料相近，可部分替代水泥熟料使用。

常見的用法是將「水淬高爐石」乾燥及磨粉後，與水泥、骨材等直接拌混製成混凝土，也可以先與水泥拌混成「高爐水泥」後再製成混凝土，應用於各類營建工程。在國內，水淬高爐石的年產量約兩百多萬公噸（主要來自中鋼），主要供應給爐石資源化廠（製成爐石粉及高爐水泥），約有七、八家，它們對於水淬高爐石的年需求量，達到三百多萬公噸，原料不足部分則需從日本或其他國家進口（本研究訪談結果，2002）。

在 2000 年，中鋼產出的水淬爐石量約 280 萬公噸，此數量除提供給中聯爐石資源化廠之外，其餘的則由其他爐石資源化廠消化（中國鋼鐵，2002）。本研究案例之一，泓杰企業，則是其中一家資源化公司。在計算中，泓杰企業 2000 年對於爐石的需求量是 27 萬 8000 公噸。泓杰對於中鋼廢棄物資源化過程，首先為中鋼節省廢棄物處理成本/創造廢棄物資源化價值（ $278,000 \times 165 \text{ 元/噸} = 45,870,000 \text{ 元}$ ；而在個案訪談中，獲知一噸高爐石進料成本為 165 元）。其次是進料成本的減少，亦即在泓杰企業方面，它減少了（向國外進口爐石，每噸是 8.3 美元，相當於 290 元，若需求量是 278,000 噸，等於 80,620,000 元）3475 萬的原料成本支出。

另外，中鋼的集塵灰也可提供台灣鋼聯，作為其生產原料；由於，台灣鋼聯是一家經營事業廢棄物處理的公司，處理的廢棄物主要是煉鋼業的電弧爐集塵灰、焦炭及矽砂。在本研究中，若中鋼把 26,662 公噸的集塵灰，委託台灣鋼聯處理，將幫助中鋼減少了 26,662 公噸的廢棄物（根據合理推估，每一公噸集塵灰進料成本(對台灣鋼聯而言)，約為 165 元。由此估算，中鋼將可從中獲利 4,399,230 元)。而台灣鋼聯若從國外進口電弧爐集塵灰，每噸成本約為 300 元/噸（估計），因此台灣鋼聯從在廢棄物資源化過程中，除了為其節省 3,599,370 元的

原料成本支出，還可為此鏈圈減少 26,662 公噸的廢棄物(原料使用量)。

至於，中鋼的礦泥，亦可再進行資源化。礦泥經脫鋅技術及相關設備處理後，可分離出高鋅及低鋅之高爐礦泥，低鋅部份由廠內回收作煉鐵副原料，高鋅部份經中鋼本身設備處理後，可得到煤灰。而煤灰可以用於水泥業，來取代水泥的使用（中國鋼鐵，2002）；且煤灰中有將近 4/5 是飛灰，飛灰又可提供泓杰企業與彰鹿預拌混凝土廠作為其原物料。

假設礦泥經設備處理後得到的煤灰量，約等同於原始的礦泥量，則中鋼可分別將 7,200 公噸飛灰，以及 37,000 公噸飛灰，給予彰鹿預拌混凝土廠和泓杰企業從事生產，使其本身共減少了 44,200 公噸飛灰的排放量(如果以每噸 165 元來估算，中鋼可從中獲利 7,293,000 元。)；若以每噸飛灰進價 400 元來估算，泓杰企業與彰鹿預拌混凝土廠分別減少了 8,695,000 元與 1,692,000 元的原料成本支出。

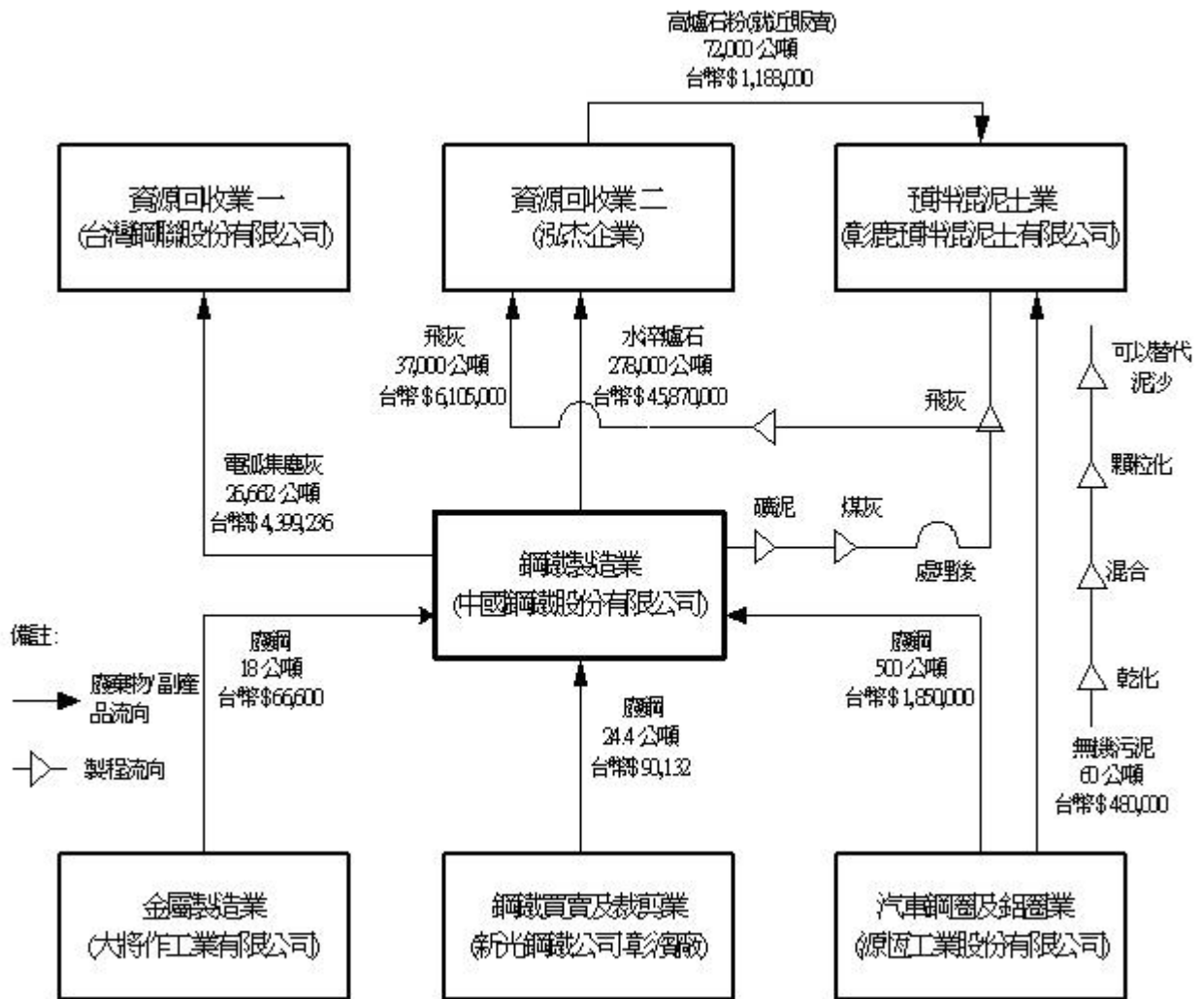
在此廢棄物建材化網絡中，尚有新光鋼鐵、源恆工業、大將作工業三家企業，可分別提供廢鋼屑、廢鋼與廢鐵屑給中鋼來煉鋼。其廢棄物資源化後獲得經濟效益的情形如下：大將作工業提供 18 公噸廢鐵屑給中鋼(以每噸 3,700 元的價格來計算，大將作從中獲利 66,000 元)，而中鋼也節省了 77,400 元的原料成本支出(每噸進價 8,000 元扣掉給大將作的 3,700 元，等於每噸成本便宜了 4300 元，共有 18 噸)。

而源恆工業提供 500 公噸廢鋼給中鋼煉鋼(以每噸 3,700 元的價格來計算，源恆從中獲利 1,850,000 元)，至於對中鋼來說，它則節省了 2,150,000 元的原料成本（ $8,000-3,700=4,300$ ； $4300*500=2,150,000$ 元）。最後，是新光鋼鐵提供 24.36 公噸廢鋼屑，讓中鋼煉鋼(新光鋼鐵從中獲利 90,132 元)。中鋼則可節省 104,748 元的原料成本支出。

在上述三個廢棄物資源化過程中，中鋼總共可獲得 2,332,148 元的交換利益。而且在此廢棄物建材化網絡中，各廠商除了可與中鋼進行廢棄物交換外，亦可彼此進行資源化的動作。

如源恆工業所產出的無機污泥，經過乾燥、混合與造粒後，可取代砂石，作為彰鹿預拌混凝土廠的生產原料；源恆工業提供 60 公噸無機污泥給彰鹿預拌混凝土廠(以每噸售價 165 元估算(依據實地問訪所得)，源恆從中獲利 9,900 元)，而彰鹿預拌混凝土廠可減少 60 公噸砂石的使用量，並從中獲利 8,100 元(以每噸砂石進價 300 元(根據廠商問訪所得)來估算)。

還有，泓杰企業所產出的高爐石粉，可就近提供給彰鹿預拌混凝土廠，以減少彰鹿的原料運輸成本，來創造出雙贏的局面。茲將廢棄物建材化網絡的廢棄物交換，或資源化情形，整理如圖 3-3：



資料來源：本研究

其實到目前為止，所談論到的效益，都還只是在於原料節省及廢棄物減量所創造出的成本效益(經濟&環境雙方面)，其實吾人還可以考慮上述鏈圈在生產過程中因減少原料及廢棄物處置量，而降低的整個產品生命週期之總環境與經濟上節約所得，例如：就近取材可減少運送成本、汽油的消耗等；而廢棄物資源化則可減少原始物料開採，進而節省相關的經濟與環境成本等。關於廢棄物建材化網絡，在生態化過程中生態效益比值試算結果，如表 3-3 所示：

表 3-3 2000 年廢棄物建材化網絡成員（生態化後）之生態效益比值

成員	中鋼	源恆	大將作	新光	彰鹿	泓杰	台灣鋼聯	整體
單位耗能的稅後純益(元/GJ)	1.03	396	8,010	2,856	12,622	993	1,037	2.1
單位耗水的稅後純益(元/ m ³)	4.06	927.5	11,963	50,020	150	23,705	427	8.3
單位總原物料量的稅後純益(元/噸)	8.84	858	2,770	390	25.3	70,363	801	17.6
單位 CO ₂ 排放量的稅後純益(元/噸-CO ₂ 當量)	10.4	5,753	57,524	839,985	91,348	7,015	291,498	21.04
單位總廢棄物的稅後純益(元/噸)	42.4	102,435	331,862	4,412,965	40,262	1,361,615	389,922	86.3

資料來源：(施心皓、胡憲倫、鍾啟賢，2003)

三、最終階段—假設零排放階段

在首、次階段中，是依據問卷回覆及企業實際訪談等所獲得的資料，來進行生態效益分析及試算。而在最終階段，將採用「情境模擬」法，模擬廢棄物建材化網絡如何邁向“零排放”的目標。因此，在本階段，該網絡內的所有廢棄物都將進行資源化。

此階段的主要目的，在於讓目前廢棄物建材化網絡的廢棄物，趨近於零；也就是，呼應前面所提的「零排放、零污染」。有鑑於此，在此階段後，還剩下的將是，無法更進一步資源化，只能將之進行焚化或掩埋的廢棄物，如生活廢棄物等。

在最終階段（也可視為在未來時的最佳狀況，由於該情形尚未發生，所以只能用預估方式），該廢棄物建材化網絡中之廢棄物，預估將只剩下無法交換，且不具資源化效益的一般（生活）垃圾。以本個案為例，估計約有 3,405.4 噸（一般垃圾）+ 362.8 噸（中鋼最終處置的廢棄物）= 3,768.2 噸。而預估將增加的淨經濟效益則為：1,313,934,499（潛在效益）- 27,243,200（其他廠商之一般垃圾處理成本）- 2,902,400（中鋼之最終廢棄物處理成本）= 1,283,788,899（12 億餘元）。

第三節 資源化前、後，鏈圈效益比之試算式

本研究將生態效益的理念與生態化工業區相結合，藉以建構出可行之生態化網絡，並引用為生態化工業區的績效評估，以作為園區內廠商、該工業區自身改進的參考。經過上一節的實際試算後，吾人可歸納出在不同階段下，鏈圈效益比之試算式，今整理如下：

一、試算式的基本條件：

- （一）只討論短期內廠商的生態效益值變化情形；因此，假設廠商在這段期間內，不會隨便改變其生產製程與規模。
- （二）為顯示資源化後，對該企業之原料支出與廢棄物處理費用的影響，經濟效益方面，採用廠商的稅後純益來試算。至於過程中的運輸、人力等成本，在此是忽略不計。
- （三）一個生態化鏈圈中，至少應包含 3 家以上的廠商。 $(N \geq 3)$

(四) 在環境衝擊面的試算部分，目前只考慮了廠商的原物料使用與廢棄物排放。

(五) 將廢棄物視為「錯置的資源」；也就是說，在現今技術與成本效益考量下，它雖無法被完全的利用。但在未來（無窮遠的時間下），它終將被善加使用。

(六) 承上，將原物料與廢棄物當成一體的兩面；原物料是已被善用的資源，廢棄物則是未被善用的資源。

(七) 生態化鏈圈中的所有廢棄物，經過處理後，都能轉化為其他廠商的原料投入（由未被善用的資源，變成可被善用的資源）

(八) 只單純探討物質流的變化，暫不考慮其中的能量改變。

二、資源化前，鏈圈生態效益比值(Ee)之試算，如下所示：

$$\bullet \text{ 單位原物料的生態效益比值(Ee)} = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{\sum_{i=1}^N A_i} \quad \dots\dots(2)$$

其中 A_i ：第 i 家廠商之原物料使用量

S_i ：第 i 家廠商的稅後純益

i ：此生態化鏈圈中的廠商家數

N ：生態化鏈圈達到最大生態效益值所需的廠商家數 ($N \geq 3$)

● 單位廢棄物的生態效益比值(Ee) =
$$\frac{\sum_{i=1}^N Si}{\sum_{i=1}^N Bi} \dots\dots(3)$$

其中 Bi：第 i 家廠商之廢棄物排放量

Si：第 i 家廠商的稅後純益

i：此生態化鏈圈中的廠商家數

N：生態化鏈圈達到最大生態效益值所需的廠商家數 (N ≥ 3)

三、資源化後，鏈圈生態效益比值(Ee)的試算式：

令 i：生態化鏈圈中的第 i 家廠商

n：此生態化鏈圈中的廠商家數 (n ≥ 3)

Ai：資源化前，第 i 家廠商之原物料使用量

Aij：第 i 家廠商由第 j 家廠商之廢棄物中所獲得的原料量(i ≠ j)

Bi：資源化前，第 i 家廠商之廢棄物排放量

Bij：第 i 家廠商之廢棄物可轉變為第 j 家廠商的原料量(i ≠ j)

Si：第 i 家廠商的稅後純益

Ci：第 i 家廠商每單位廢棄物的處理費用

Di：第 i 家廠商每使用一單位原物料所需付出成本

Di*Aij：第 i 家廠商由第 j 家廠商的廢棄物中，所獲得的原料價值

$C_i * B_{ij}$ ：第 i 家廠商因提供廢棄物給 j 廠商，本身所減少的廢棄物處理費用

根據前述各個參數的宣告，可將資源化後鏈圈的生態效益比值，表示為如下的式子：

$$(一) \text{ 單位原物料的生態效益比值}(Ee) = \frac{\sum_{\substack{i=1 \\ j=1 \\ i \neq j}}^n (S_i + D_i * A_{ij} + C_i * B_{ij})}{\sum_{\substack{i=1 \\ j=1 \\ i \neq j}}^n (A_i - A_{ij})} \dots\dots(4)$$

$$(二) \text{ 單位廢棄物的生態效益比值}(Ee) = \frac{\sum_{\substack{i=1 \\ j=1 \\ i \neq j}}^n (S_i + A_{ij} * D_i + B_{ij} * C_i)}{\sum_{\substack{i=1 \\ j=1 \\ i \neq j}}^n (B_i - B_{ij})} \dots\dots(5)$$

第四節 生態化鏈圈之情境分析

在本節中，是利用前面所建立的廢棄物建材化網絡，分析在資源化前、資源化後，以及零廢棄物排放下，生態化鏈圈的生態效益比值的變化，以求得該鏈圈在不同情境下之生態效益比值，現分述如下：

一、未資源化前，生態化網絡的生態效益比值（純粹以原物料與廢棄物來衡量）：

在此階段中，先整理出七家成員廠商在資源化前的稅後純益、廢棄物排放與原物料使用等資料，以及整個廢棄物建材化網絡，在資源化前的總廢棄物排放量、總原物料使用量與總經濟效益（相關資料，詳見表 3-4）。

表 3-4 2000 年網絡成員（資源化前）之廠商相關資料

廠商 項目	中鋼	源恆	大將作	新光	彰鹿	泓杰	台灣 鋼聯	整個網絡
稅後純 益(千 元)	159,123.5	80,460	22,502.6	48,625	6,322.5	9,662.1	9677.4	337,098.1
廢棄物 排放量 (噸)	5,536,947	1,364	86	36	199	39	34	5,538,705
原物料 使用量 (噸)	24,863,047	96,014	8,150	125,000	324,250	315,755	43,203	25,775,419

資料來源：本研究整理

而後，將上述相關資料，分別代入前一節中所歸納出的，鏈圈生態效益比值之試算式(2)，經過計算之後，即可求得：

在資源化前，生態化鏈圈之單位原物料的生態效益比值(Ee) = 13.1 (元/噸)。

同理，將表 3-4 中，整理所得到的各廠商相關數據，分別代入式(3)後，即可求得：

在資源化前，生態化鏈圈之單位廢棄物的生態效益比值(Ee) = 60.9 (元/噸)。

二、資源化後，生態化網絡的生態效益比值(以原物料與廢棄物來衡量)：

在本階段，亦是先整理出資源化後，該生態化網絡中七家成員廠商與整個鏈圈的稅後純益、廢棄物排放與原物料使用等相關資料，如表 3-5 所示：

表 3-5 2000 年網絡成員（資源化後）之廠商相關資料

廠商 項目	中鋼	源恆	大將作	新光	彰鹿	泓杰	台灣鋼 聯	整個網絡
稅後純益 (千元)	219,784.5	82,380	22,575.9	48,750	8,019.8	53,124	13,249.3	447,753.5
廢棄物排 放量(噸)	5,188,085	804	68	11	199	39	34	5,189,240
原物料使 用量(噸)	24,862,504	96,014	8,150	125,000	316,990	755	16541	25,425,954

資料來源：本研究整理

之將，再將上述資料，分別代入試算式(4)中，經過計算之後，即可求出：

資源化後，生態化鏈圈之單位原物料的生態效益比值(Ee) = 17.6(元/噸)

同理，將表 3-5 中，整理所得到的各廠商相關數據，分別代入式(5)後，就可求得：

資源化後，生態化鏈圈之單位廢棄物的生態效益比值(Ee) = 86.3(元/噸)

三、零廢棄物排放下的生態效益比值（單純以原物料與廢棄物來衡量）：

在第三階段的鏈圈效益情境分析中，主要的原則是：最小限度的廢棄物排放。也就是要呼應先前所提出零排放（零廢棄）的目標。本階段的做法是：再進一步的對鏈圈中所有成員廠商持續進行資源化的過程，直到表 3-5 中，有關各廠商及整個鏈圈均達到零廢棄物排放為止（此為假設狀態，事實上尚未發生）；而後，將此廠商相關資料，一一套入試算式(4)中，經過計算之後，即可更進一步的求出，該鏈圈在不同情境下的最佳生態效益比值：最佳情境下，生態化鏈圈之單位原物料的生態效益比值(Ee)為 85.6(元/噸)

而此生態效益比值，正好也與前節中，經過試算分析後，所得到的數據相同。關於在不同情境分析下，生態效益比值的變化情形，整理成表 3-6：

表 3-6 不同情境分析下的環境、經濟與生態效益比值變化情形

生態化階段 項目	資源化前	資源化後 ¹	零排放階段（假設）
廢棄物排放總量(噸)	5,538,705	5,189,240	0
原物料使用總量(噸)	25,775,419	25,425,954	20,236,714
總經濟效益(元)	337,098,182	447,753,522	1,731,542,421
單位總原物料量的稅後純益 (元/噸)	13.1	17.6	85.6
生態效益提昇比率（原物料）	—	34.4 %	553.4 %
單位總廢棄物量的稅後純益 (元/噸)	60.9	86.3	∞
生態效益提昇比率（廢棄物）	—	41.7 %	∞

資料來源：本研究整理

另外，由於本研究，將廠商所剩餘的廢棄物視為：『錯置的資源』；也就是說，雖然在現今的科技與成本考量下，這些資源尚未被善用。但在無窮遠的未來，它們終將成為有用的資源。因此，廢棄物的總量，在未來將可視為零，如此一來，即可求得，單位廢棄物的生態效益比值(Ee) = ∞ (元/噸)。

由表 3-6 可知，在持續生態化的過程中，單位原物料的生態效益比值將會由 13.1 一直上升至 85.6（成長了約 5.5 倍）。而它所代表的意義是：該生態化鏈圈在最佳狀態時，單位環境衝擊下所創造出來的經濟效益，將會是在生態化之前的 5.5 倍。

¹本研究未加入資料不齊全之中聯與中碳案例，所以無法突顯此階段的總生態化效益。實際上，此階段的總生態效益提昇比率，應不止如此。

第肆章 研究成果及討論

第一節 生態化所產生的效益

為了達成工業區績效評估之目的，本研究將生態效益的理念導入生態化工業區中，藉以建構出可能的生態化鏈圈，而後再利用這些生態化鏈圈，進行整體生態化工業區的績效評估。而廢棄物生態化後所產生的效益，可分（經濟效益）與（環境效益）兩部分，來加以說明（鍾啟賢、胡憲倫，2002）。

一、在經濟效益方面，生態化後為廠商帶來的效益，又可分為以下二點：

（一）副產品/廢棄物化成原料的價值(X_i)

（二）副產品/廢棄物最終處置成本的減少(Y_i)

說明如下：假設有兩家工廠，對廠商來說，其生產過程中所製造出來的廢棄物，因為已無任何再利用之價值，所以只能將之處理掉。而在環保法規規範下，要丟棄的廢棄物需達到不造成污染或形成公害的最基本要求，因此，A 廠需負擔處置成本(Y)。但若形成了生態化系統，A 廠便可節省此處置成本(Y)，並為 B 廠創造了原料價值(X)，所以，在此例中的生態化經濟效益為($X+Y$)。由於，本研究假設生態化是以“零排放”為目標，因此交換過程是趨向無數次的，或是「能趨疲」物理極限，以便在物質及能源的轉換過程中達到最佳的使用效率。

二、生態化後的環境效益方面，也包括以下兩點：

（一）因為廢棄物資源化後，廠商所減少之原始原料的使用量

（二）因資源化所減少之廢棄物排放量

廢棄物若進行資源化，可減少原始原料的開發與擷取，例如原木的砍伐量，且減少砍伐可以維護環境生態的平衡。此外，原本須進行最終處置的廢棄物，由於獲得資源化的管道，因此廢棄物的排放量與處置量也相對的減少。根據以上廢棄物生態化效益的推估方式，可以整理出生態化後，經濟與環境效益之數學式，分別為：

$$1. \text{ 經濟效益： } \sum_{i=1}^n (X_i + Y_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

X_i = 達到(或接近)“零排放”及“零廢棄”水平之原料總價值

Y_i = 達到(或接近)“零排放”及“零廢棄”水平之最終處置總成本的減少 (包括符合法規之成本、運輸成本)

i = 生態化的次數

n = 達到(或接近)“零排放”及“零廢棄”水平之生態化次數

$$2. \text{ 環境效益： } \sum_{i=1}^n (A_i) \text{ or } \sum_{i=1}^n (B_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

A_i = 減少原始原料的使用量

B_i = 減少廢棄物排放的總量

i = 生態化的次數

n = 達到(或接近)“零排放”及“零廢棄”水平之生態化次數

第二節 建立生態化工業區的績效評估指標系統

本文嘗試結合生態化效益及生態效益指標架構，以便成為生態化工業區的績效評估指標系統及管理工具。基本上，此項效績評估指標工具建立在實施生態化之前，以及實施生態化

之後的效益之比較上。換言之，彰濱生態化工業區的績效評估在於生態化前、後的效益差異。

如前所述，廢棄物生態化所帶來的經濟效益是降低原料成本及減少廢棄物最終處置成本。在廢棄物交換及資源化的過程中，考量了部分的交易成本（亦即環保署公告之廢棄物再利用種類(廢紙、廢鐵、煤灰、水淬高爐石、高爐石、轉爐石、脫硫渣、廢木材(板)、廢玻璃(瓶)、廢白土；廢陶瓷、磚、瓦、鑄砂；廢單一金屬料(銅、鋅、鋁、錫)；廢酒槽、酒粕；廢塑膠、瀝青混泥土等 15 項)的售賣價值，例如：廢鐵—3,700 元/噸、水淬高爐石—165 元/噸)，因此在計算上，這些資源化廠所獲得的經濟效益，主要是節省的原料價值（例如，與國外原料進口成本做比較），也就是扣除此部份交易成本之後的經濟淨值。

至於非公告之項目，則依據廢棄物交換中心制定的每公噸廢棄物在進行交換及資源化時，可以減少 8,000 元的最終處置成本。本文同時也假設，進行該些廢棄物資源化的廠商，每公噸也可獲得 8,000 元同等的原料價值（鍾美華等，1998）。

下面式子(8)表示，工業區的單一廠商(i)，在進行生態化之前的生態效益情形；也就是說，在該式中，此廠商尚未與其他廠商，進行廢棄物交換及資源化，也沒有使用到別家廠商所產出的廢棄物。

$$\sum_{i=\text{廠商}1}^{\text{廠商}n} (\text{EE})_{\text{在生態化之前}} = \frac{\sum_{i=\text{廠商}1}^{\text{firm}N} \text{經濟效益}}{\sum_{i=\text{廠商}1}^{\text{firm}N} \text{環境衝擊}} \quad (8)$$

綜合上述討論，本研究初步建立了彰濱生態化工業區的績效評估指標及持續改善系統。

而以下的式子(9)，表達的是整體工業區內的生態效益之改進。

$$\sum_{i=\text{廠商}1}^{\text{廠商}n} (\text{EE})_{\text{在生態化之後}} = \frac{\sum_{i=\text{廠商}1}^{\text{firm}N} (\text{S}_i + \text{X}_i + \text{Y}_i)}{\sum_{i=\text{廠商}1}^{\text{firm}N} (\text{E}_i - \text{A}_i - \text{B}_i)} \quad (9)$$

- Si = 可分別包括淨銷售額、淨利、毛利、附加加值等，視所將進行比對的比值而定（建議以淨利或附加加值為財務指標單位）
- Xi = 達到(或接近)“零排放”及“零廢棄”水平之原料總價值(扣除所有交易成本)
- Yi = 達到(或接近)“零排放”及“零廢棄”水平之最終處置之總成本（包括符合法規之成本、運輸成本等）
- Ei = 個別廠商在未參與生態化之前，在其生產製程中形成的環境衝擊（本研究目前只是以原料及廢棄物指標進行試算）
- Ai = 達到(或接近)“零排放”及“零廢棄”水平的總原料使用之減少量
- Bi = 達到(或接近)“零排放”及“零廢棄”水平的總廢棄物排放之減少量

第三節 不同階段下，生態化鏈圈的效益值之比較

一、資源化後，個別廠商之原物料使用、廢棄物排放與經濟效益的增減情形

在前述生態化鏈圈之試算分析的第二階段（資源化後），因為廢棄物資源化，使個別廠商之原物料使用、廢棄物排放與經濟效益的改變情形，今整理如以下之會計帳表：

表 4-1 中鋼之廢棄物資源化效益表

<u>減少之原料使用量(噸)</u>		<u>減少之原料支出(元)</u>	
18	(廢鐵屑)	77,400	(交換廠商：大將作)
24.36	(廢鋼屑)	104,748	(交換廠商：新光鋼鐵)
500	(廢鋼)	2,150,000	(交換廠商：源恆)
小計：	542.36 (噸)	小計：	2,332,148 (元)
<u>減少之廢棄物排放量(噸)</u>		<u>廢棄物交換所得(元)</u>	
26,662	(集塵灰)	4,399,230	(交換廠商：台灣鋼聯)
278,000	(水淬爐石)	45,870,000	(交換廠商：泓杰)
37,000	(飛灰)	6,105,000	(交換廠商：泓杰)
7,200	(飛灰)	1,188,000	(交換廠商：彰鹿)
小計：	348,862(噸)	小計：	57,562,230 (元)
環境效益：	349,404.36(噸)	經濟效益：	59,894,378(元)

資料來源：本研究整理

表 4-2 台灣鋼聯之廢棄物資源化效益表

<u>減少之原料使用量(噸)</u>	<u>減少之原料支出(元)</u>
26,662 (集塵灰)	3,599,370 (交換廠商：中鋼)
小計： 26,662 (噸)	小計： 3,599,370 (元)
<u>減少之廢棄物排放量(噸)</u>	<u>廢棄物交換所得(元)</u>
無	無
小計： 0 (噸)	小計： 0 (元)
環境效益： 26,662 (噸)	經濟效益： 3,599,370 (元)

資料來源：本研究整理

表 4-3 泓杰企業之廢棄物資源化效益表

<u>減少之原料使用量(噸)</u>	<u>減少之原料支出(元)</u>
37,000 (飛灰)	8,695,000 (交換廠商：中鋼)
278,000 (水淬爐石)	34,750,000 (交換廠商：中鋼)
小計： 315,000 (噸)	小計： 43,445,000 (元)
<u>減少之廢棄物排放量(噸)</u>	<u>廢棄物交換所得(元)</u>
無	無
小計： 0 (噸)	小計： 0(元)
環境效益： 315,000 (噸)	經濟效益： 43,445,000 (元)

資料來源：本研究整理

表 4-4 彰鹿之廢棄物資源化效益表

<u>減少之原料使用量(噸)</u>	<u>減少之原料支出(元)</u>
7,200 (飛灰)	1,692,000 (交換廠商：中鋼)
60 (砂石)	8,100 (交換廠商：源恆)
小計: 7,260 (噸)	小計: 1,700,100(元)
<u>減少之廢棄物排放量(噸)</u>	<u>廢棄物交換所得(元)</u>
無	無
小計: 0(噸)	小計: 0(元)
環境效益: 7,260 (噸)	經濟效益: 1,700,100(元)

資料來源：本研究整理

表 4-5 大將作之廢棄物資源化效益表

<u>減少之原料使用量(噸)</u>	<u>減少之原料支出(元)</u>
無	無
小計: 0(噸)	小計: 0(元)
<u>減少之廢棄物排放量(噸)</u>	<u>廢棄物交換所得(元)</u>
18 (廢鐵屑)	66,600 (交換廠商：中鋼)
小計: 18 (噸)	小計: 66,600(元)
環境效益: 18 (噸)	經濟效益: 66,600(元)

資料來源：本研究整理

表 4-6 源恆工業之廢棄物資源化效益表

<u>減少之原料使用量(噸)</u>	<u>減少之原料支出(元)</u>
無	無
小計: 0(噸)	小計: 0(元)
<u>減少之廢棄物排放量(噸)</u>	<u>廢棄物交換所得(元)</u>
500 (廢鋼)	1,850,000 (交換廠商：中鋼)
60 (無機污泥)	9,900 (交換廠商：彰鹿)
小計: 560(噸)	小計: 1,859,900 (元)
環境效益: 560(噸)	經濟效益: 1,859,900 (元)

資料來源：本研究整理

表 4-7 新光鋼鐵之廢棄物資源化效益表

<u>減少之原料使用量(噸)</u>	<u>減少之原料支出(元)</u>
無	無
小計: 0(噸)	小計: 0(元)
<u>減少之廢棄物排放量(噸)</u>	<u>廢棄物交換所得(元)</u>
24.36 (廢鋼屑)	90,132 (交換廠商：中鋼)
小計: 24.36(噸)	小計: 90,132 (元)
環境效益: 24.36(噸)	經濟效益: 90,132 (元)

資料來源：本研究整理

至於，資源化後，整個廢棄物建材化網絡之生態化效益，則整理成表 4-8：

表 4-8 資源化過程中各廠商廢棄物、原料使用及財務面的增減情形

廠商 \ 考量面	廢棄物排放減少(噸)	原物料使用減少(噸)	經濟效益增加(元)
中國鋼鐵	348,862	542.4	59,894,378
泓杰企業	0	315,000	43,445,000
台灣鋼聯	0	26,662	3,599,230
源恆工業	560	0	1,859,900
新光鋼鐵	24.4	0	90,132
大將作工業	18	0	66,600
彰鹿預拌混凝土廠	0	7,260	1,700,100
合計	349,464.4	349,464.4	110,655,340

資料來源：(施心皓、胡憲倫、鍾啟賢，2003)

由表 4-8 可知，在本階段中，整個生態化鏈圈減少了近 35 萬噸的廢棄物排放，這相當於原有總廢棄物排放量的 6.3%，以及減少了 1.4% 的原物料使用；並為鏈圈中的全部廠商創造出 1 億 1 千多萬的經濟利益，約等於原有總經濟效益的 33%。

二、資源化前、後廠商的生態效益比值變化

至於資源化前後，有關廠商原物料使用與廢棄物排放的生態效益比值變化，整理如表 4-9：

表 4-9 2000 年廢棄物建材化網絡成員資源化前後生態效益比值得比較

成員廠商 \ EE 比值	單位總原物料量的稅後純益 EE 值(元/噸)		單位總廢棄物量的稅後純益 EE 值(元/噸)	
	資源化前	資源化後	資源化前	資源化後
中鋼	6.4	8.84	28.9	42.4
源恆	838	858	59,016	102,435
大將作	2,761	2,770	261,628	331,862
新光	389	390	1,373,701	4,412,965
彰鹿	19.5	25.3	31,719	40,262

泓杰	30.6	70,363	247,641	1,361,615
台灣鋼聯	224	801	284,062	389,922
整體鏈圈	13.1	17.6	60.9	86.3

資料來源：(施心皓、胡憲倫、鍾啟賢，2003)

在原物料使用方面的生態效益比值變化情形，由表 4-9 可知，以泓杰企業的改變最為顯著，該廠資源化後的生態效益比值約為資源化前的 2300 倍；其主要是因為資源化後該廠商減少了 31 萬 5 千公噸原物料的使用（原來的 1/4），卻同時獲得了 4300 多萬元的經濟利益（見表 4-8）；而整體鏈圈的生態效益比值，由原來的 13.1 變為 17.6，成長了約 34%；其所代表的含意是：該鏈圈在資源化後，單位環境衝擊下，所創造出來的經濟效益，將會是在資源化之前的 1.34 倍。

除此之外，上述的生態效益比值，也提供給工業局管理者，進一步思考的空間。那就是

（一）該鏈圈如果在資源化後，仍使用與資源化之前一樣多的原物料，那麼理論上，應可以獲得比原有經濟效益多出 34% 的經濟利益。

（二）換一個角度來說，如果在資源化之後，該鏈圈只要求與資源化之前一樣多的經濟利益，那麼這些廠商，將可以減少約 25% 的原物料使用量。同樣地，在廢棄物排放方面的整體生態效益比值，也由原來的 60.9 變為 86.3，成長了 42%。

三、在不同試算階段下，生態效益比值的變化情形

關於廢棄物建材生態化網絡，在前述三個階段下，生態效益比值變化情形，可以整理如表 4-10：

表 4-10 不同階段下生態化鏈圖的環境與經濟效益變化情形

項目 \ 資源化階段	資源化前	資源化後 ²	零排放階段（假設）
廢棄物排放總量(噸)	5,538,705	5,189,240	3,768
減少排放之廢棄物量(噸)	—	349,465	5,534,937
廢棄物排放之減少比率	—	6.3 %	99.9 %
單位廢棄物之稅後純益(元/噸)	60.9	86.3	459,539
原物料使用總量(噸)	25,775,419	25,425,954	20,240,482
減少使用之原物料量(噸)	—	349,465	5,534,937
原物料使用之減少比率	—	1.4 %	21.5 %
單位原物料之稅後純益(元/噸)	13.1	17.6	85.6
總經濟效益(元)	337,098,182	447,753,522	1,731,542,421
總增加之經濟效益(元)	—	110,655,340	1,283,788,899
總經濟效益之增加比率	—	33 %	381 %

資料來源：(施心皓、胡憲倫、鍾啟賢，2003)

由表 4-10 可知，若持續進行資源化的過程，該生態化鏈圖的最終廢棄物排放總量，預估將只剩下 3,768 噸，也就是說可以減少 550 多萬噸廠商原物料的使用。而最終該鏈圖對所有廠商所創造出的經濟效益，將可達到近 13 億元之譜。

四、成果說明：

透過表 3-6 與表 4-10 的比較，吾人可了解到：不論是經由個案試算或是情境分析下所得到的結果，這二者在生態化前、後的單位廢棄物與原物料之生態效益比值，皆是相同的；其單位原物料使用之生態化前的生態效益比值皆為 13.1（元/噸）（單位原物料使用之生態化後

²本研究未加入資料不齊全之中聯與中碳案例，所以無法突顯此階段的總生態化效益。實際上，此階段的總生態效益提昇比率，應不止如此。

的生態效益比值皆為 17.6 (元/噸)); 而單位廢棄物排放之生態化前的生態效益比值皆為 60.9 (元/噸) (單位廢棄物排放之生態化後的生態效益比值皆為 86.3 (元/噸))。

經過三階段的鏈圈生態效益比值情境分析後，我們進一步的可預估出單位原物料使用的最佳鏈圈生態效益比值為 85.6(元/噸)，而這也可以提供管理者，作為決策及績效改善的參考依據。

第五章 結論與後續研究

本文共分為五個章節，第壹章是緒論，針對本研究的動機、目的、研究方法與流程加以說明。第貳章是文獻探討，主要是介紹「生態效益」的理念，其在國內推廣情形，及生態化工業區的定義與探討等。第參章是談論如何應用「生態效益」的理念於生態化工業區的績效評估，包含有：生態化鏈圈的建立與試算分析，以及歸納出資源化前、後，鏈圈生態效益比值的試算式。第肆章是關於研究成果與討論。而最後一章主要為總結與餘論；總結部分，是對於全文作一個完整的結論，以及說明本文的研究貢獻；而餘論，則是提出了文章後續的研究方向。

本研究嘗試結合生態化工業區的發展及生態效益績效量測做法，來建構出生態化工業區的績效評估系統。此乃國內、外首次運用生態效益理念於生態化工業區之績效評估，有別於傳統上，將經濟發展與環境保護視為互相對立的觀點，是一個具前瞻的探索性研究。

為了達到經濟發展與環境保護雙贏的局面，本文應用生態效益的概念，提出一套理論與實務兼具的做法，來衡量生態化工業區之績效。此方法可望成為工業區管理當局，在規劃、控制、評估、檢討自身工業區，以及招募新進駐廠商時的主要參考依據。

第一節 結論與貢獻

透過實際進行生態化鏈圈案例的試算，本研究為工業區的效益評估提供了一個完整的執行架構。依據生態化情形的不同，本文所規劃出的三階段情境模擬及效益評估方法，可以完整的呈現出：鏈圈中的廠商，如何從廢棄物交換及資源化的活動，達到生態化前後的經濟與環境效益之改善。而此結果，更可以協助該工業區，作為內部稽核管理與改善之用。

此外，本研究所建構出來的最佳生態化鏈圈，亦可以成為其他工業區，在資源化後，評估自身所產生效益的利器。

關於本研究的貢獻，分述如下：

一、建立出廢棄物建材化網絡

實際應用生態效益的理念，於彰濱生態化工業區中，並依據該工業區中，廠商所提供的環境與財務面資料，加上國內、外實際達成廢棄物資源化的案例（經濟部工業局，1995），以及工業局、工研院環安中心相關專家們之意見，本研究建立出廢棄物建材化網絡。

二、進行該生態化鏈圈，的廠商之生態效益比值試算

規劃出廢棄物建材化網絡後，接著針對鏈圈中的廠商，採用問卷調查方式，並配合實地廠商訪談，以及該企業所提供之財務報表、環境報告書等，再加上官方與非官方報告、網站資訊等，來取得鏈圈中參與廠商的財務與環境面資料。

而在獲得鏈圈成員廠商的相關基本資料後，再依據生態效益的理念，利用簡單及數量化的方式，分別進行廠商與整體鏈圈之生態效益比值試算。

三、透過資源化前、後的試算分析，藉以評估此生態化鏈圈的績效表現

藉由資源化前、資源化後、以及最終（假設零排放）這三階段的分析方式，來進行了該生態化鏈圈的試算。並進一步地利用此三階段下，該鏈圈及廠商的生態效益比值之變化情形，來評估廢棄物建材化網絡之效益表現。

四、生態化鏈圈之情境分析

經過生態效益比值的試算，與三階段之情境分析後，本研究整理出廢棄物建材化網絡之最佳生態效益比值（詳見表 3-6）。

五、比較情境分析下鏈圈之生態效益比值與實際試算後所得的結果

將生態化鏈圈進行情境分析後（有關情境分析，請參閱本文第三章第四節），這兩者所得到的效益值，大致上是吻合的（只有在計算單位總廢棄物量的稅後純益（元/噸）時，兩種方法所計算出來的效益值，會不一樣。有關原因，詳見研究限制）。所以，在一般狀況下，本研究的架構與方法是合理且可行的；此外，除了應用於彰濱生態化工業區之外，只要加入足夠的其他限制條件，亦可以將此套用於其他工業區上，提供一套可行的方法。

第二節 後續研究

由於資料取得的侷限，本研究在實際案例試算的過程，只進行了原物料及廢棄物兩項生態效益比值之評估與分析。事實上，如果其他環境面的指標數據可以取得的話，其整體的生態效益將會遠大於目前所評估的情形。換言之，目前所評估後所得到的效益值，其實遠小於真實的效益值。未來，在資料充足的情況下，還可進一步來進行其他生態效益比值之估算，例如能源、水資源、溫室氣體、酸性物質等，以期能得到更為完整的效益值變化情形。

另外，在本研究中，對於不同種類之廢棄物與原物料使用，所造成環境衝擊的評量，是採用直接加總的方式；使用此種方法，所得到的環境衝擊比值，與真實的情形絕對會有一些落差。未來，可適時導入「生態足跡」的概念，來衡量不同種類之廢棄物（如：廢土、廢油、漆渣...等）與原物料使用（如：石料、鋼板、木材...等）所造成的整體環境衝擊影響。如此，應當會呈現出更精準的效益比值。

參考文獻

中文部分

1. 中國鋼鐵，2002，民國九十一年環境報告書，高雄：中國鋼鐵公司
2. 王鑑恒，2003，「工業區循環經濟體系-生態化工業區之建立」，2003 永續性產品與產業管理研討會論文，國立成功大學主辦。
3. 企業永續發展協會譯，World Business Council for Sustainable Development 著，1998，符合生態效益的領導理念，台北：社團法人中華民國企業永續發展協會。
4. 李永展，1999，「永續環境規劃之新思維」，環境教育季刊，第三十七期，pp.25-34。
5. 李育明，1998，「企業執行生態效益之現況」，清潔生產生態效益研討會論文。
6. 周鵬程，2001，遺傳演算法原理與應用—活用 MATLAB，台北市：全華科技。
7. 施心皓、胡憲倫、鍾啟賢，2003，「工業園區生態化的效益評估—以彰濱工業區為例」，2003 永續性產品與產業管理研討會論文，國立成功大學主辦。
8. 胡憲倫，2000a，「OECD 生態效益之推動現況與發展趨勢」，永續產業資訊雙月刊，第二期，pp.46-63。
9. 胡憲倫，2000b，「產業永續發展的必要進程-產業生態體系及其範例介紹」，環保署示範性生態化產業體系研討會論文。
10. 胡憲倫、鍾啟賢，2001，「產業生態化之國家科技政策發展架構初探」，中華民國科技管理學會研討會論文，pp.134-140。
11. 胡憲倫、鍾啟賢、朱美琴、黃正忠，2001，「生態效益概念及其指標應用之研究」，2001

清潔生產與生態效益實務研討會論文。

12. 胡憲倫、鍾啟賢、黃正忠，2001，「產業生態化效益評量—生態效益指標管理架構」，產業新契機-工業區生態化研討會論文。
13. 郭祥亭，1996，「工業發展回歸生態系統運作之理念介紹」，工業污染防治報導，9(101)，財團法人中國技術服務社。
14. 陳念平，1999，「生態效益與企業永續發展之研究」，國立中興大學法商學院資源管理研究所碩士論文。
15. 黃正忠，2000，「邁向新世紀的契機-全球企業永續發展之現況與趨勢」，產業邁向永續發展之路研討會論文。
16. 黃瑞恩、胡憲倫，2002，「液晶顯示器產業生態效益指標之研究」，中華管理評論國際學報，5(4)，pp.126-144。
17. 黃馨儀、胡憲倫，2001，「企業績效評估的管理工具—生態效益指標系統之研究」，2001年兩岸管理科學學術研討會論文，pp.346-363。
18. 溫肇東，1999，企業的環境管理：與生態共榮的企業綠化研究，台北：遠流。
19. 經濟部工業局，1995，事業廢棄物處理與資源化技術，台北：台灣產業服務基金會。
20. 經濟部工業局，2002，工業區產業資源永續經營策略計劃報告，台北：經濟部工業局。
21. 葉欣誠，1998，「跨世紀企業環保理念-生態效益」，清潔生產生態效益研討會論文。
22. 蔡惠民，1996，「生態化工業園區的實踐不是夢」，工業污染防治報導，Vol.9，No.102，Sep., 1996。
23. 鍾美華、鄭智和、黃進修、關家倫、黃素清，1998，「台灣事業廢棄物交換之推廣及成效

分析」，海峽兩岸研討會論文。

24. 鍾國輝，2002，「生態工業園區概念在竹科之應用研究」，國立成功大學都市計畫研究所碩士學位論文。
25. 鍾國輝、孔憲法，2000a，「生態工業園區概念發展之探討」，中華民國建築學會第十二屆研究成果發表會論文。
26. 鍾國輝、孔憲法，2000b，「生態工業園區規劃分析工具 DfE 應用之探討」，第四屆國土論壇論文。
27. 鍾啟賢、胡憲倫，2002，「台灣產業生態化體系發展架構研究」，科技管理學刊，第七卷第二期，pp.135-158。
28. 羅華強，2001，類神經網路—MATLAB 的應用，新竹市：清蔚科技。

英文部分

1. Anderson D.R., Sweeney, D.J. and T.A. Williams (2002), An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making 9th edition. Singapore: Thomson.
2. Čančer, V. (2000), "From Simulation with a Business Process Optimization Model to Eco-efficiency". IEEE Proceedings of 22nd Int. Conf. Information Technology Interfaces ITI 2000, Pula Croatia, 351-356.
3. DeSimone, L.D. and Popoff, F.(1997), The Business Link to Sustainable Development. Eco-efficiency, MIT Press, Cambridge MA.
4. Ehrenfeld, John and Nicholas Gertler. (1997), "Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Interdependence at kalundborg". Journal of Industrial Ecology, 1(1), 67-79.

5. Frosch, R. (1995), "Industrial Ecology: adapting technology for a sustainable world". *Environment*, 37(10), 16.
6. Grant, J. (1997), "Planning and Designing Industrial Landscapes for Eco-efficiency". *Journal of Cleaner Production*, Vol.5, 75-78.
7. Hanssen, O.J. (1999), "Sustainable Product Systems- Experiences Based on Case Projects in Sustainable Product Development". *Journal of Cleaner Production*, Vol. 7, 27-41.
8. Kerr, .W. and Ryan C. (2001), "Eco-efficiency Gains from Remanufacturing- A Case Study of Photocopier Remanufacturing at Fuji Xerox Australia". *Journal of Cleaner Production*, Vol.9, 75-81.
9. Kung, Shiann-Far and Kuo-Hui Chung (2000), *Sustainable Industrial Development Planning in Urban Areas: From Industrial Ecology Aspect*. Kobe : International Conference on Urban Planning.
10. Lowe, E. A., S.R. Moran and D.B. Holmes (1998), *An Eco-Industrial Park: a handbook for local development teams* Oakland. CA: Indigo Development, a Division of RPP International.
11. McGalliard, T., Clemens, B., Gresalfi, M., Fabens, B., & Cohen-Rosenthal, E. *A Eco-industrial Development and Re-industrialization in Oak Ridge*. In *Industrial Ecology*, http://cfe.cornell.edu/wei/BR97_FIN.HTM: Cornell Universities Work and Environment
12. OECD (1998), *Eco-efficiency*, Paris, France.
13. President's Council of Sustainable Development (PCSD) (1996), *Eco-Industrial Park Workshop Proceedings* October 17-18, 1996. Washington D.C.: The President's Council on Sustainable Development.
14. Reindeers, L. (1998), "The Factor X Debate- Setting Targets for Eco-efficiency". *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 13-22.

15. RMIT (1998), “Scenarios for Eco-Efficiency of Household Appliances in Australia-Technological Change towards Factor 10 Reduction: How Far Can We Go?”. Center for Design, University RMIT.
16. WBCSD (1996), Eco-efficient Leadership for Improved Economic and Environmental Performance, World Business Council for Sustainable Development. Geneva , Switzerland.
17. WEI (1999), “Handbook on Codes, Covenants, Conditions, and Restrictions for Eco-Industrial Parks”, Work and Environment Initiative ,Cornell Center for the Environment ,
http://www.cfe.cornell.edu/wei/papers/codes_files/codes.htm , Nov.1999 .

網站部分

1. PCSD 網站 , <http://www2.whitehouse.gov/PCSD/Publications/> , 1996 。
2. RTI 網站 , <http://www.rti.org/> , 2000 。
3. U.S. Environmental Protection Agency 網站 , <http://www.epa.gov/> , 2003 。
4. WBCSD 網站 , <http://www.wbcd.org/> , 2003 。
5. 瑞士洛桑國際管理學院 (IMD) , <http://www02.imd.ch/> , 2003.05.14 。
6. 經濟部工業局 , <http://www.moeaidb.gov.tw/> , 2001.04 。

附錄一

彰濱工業區鹿港區及線西區一般設廠用地不容許引進行業類別：

1. 金屬冶煉工業：以礦石為原料之金屬冶煉工業，包括煉銅、鋅、鎳、鋁、鎳、鉛、鋼鐵等工業。
2. 煉油工業：以原油為原料之煉製工業。
3. 石油化學基本工業：以石油為原料製造石化基本原料之工業，包括乙烯、丙烯、丁烯、丁二烯、芳香烴等基本原料之製造工業。
4. 紙漿工業：以稻草、蔗渣、木片、樹皮為原料之化學及半化學紙漿製造工業（包括螺螄紙漿製造工業）。
5. 水泥製造工業：以礦石為原料製造水泥之工業。
6. 農藥原體製造工業：指農藥原體合成、製造工業（無合成作業之加工業除外）。
7. 煉焦工業：以煤為原料煉製焦炭之工業。
8. 染顏料及中間體製造工業：係指有機染顏料及其中間體之合成工業。
9. 皮革工業：以生、熟皮或鹽漬皮為原料，經鞣革作業之皮革製造工業。（但無濕操作之加工業除外）。
10. 造紙工業：以紙漿、廢紙為原料或以竹片為原料採機械製漿，半化學製漿之造紙工業。
11. 酸鹼工業：指各種無機酸（如硫酸、鹽酸、硝酸、氫氟酸）；鹼（如燒鹼、純鹼）之製造工業。
12. 染整工業：包括洗染工廠（但無染整作業之紡織業除外）。
13. 電鍍工業；係專門從事電鍍工業。
14. 有害廢料處理業：以處理有害廢料之工業，包括多氯聯苯處理業、石棉廢料處理業、鎘、鉻或其廢渣為原料之冶煉業、廢五金焚化處理業及酸洗處理業。

附錄二

「彰濱工業區結合週遭社區建立生態化工業區網路」問卷調查

敬啟者：

您好，首先謝謝您熱心的幫忙。目前正應工業局委託南華大學執行「彰濱工業區之生態效益指標與試算計畫」，並進行彰濱工業區與其週遭社區廠商之問卷調查，亟需您的幫忙。這份調查問卷是依照世界企業永續發展委員會(WBCSD)之生態效益指標量測架構所訂，請本工業區廠商提供有關的資料。問卷經過回收後其結果將加以歸納整理，將提出一份報告，做為工業區“生態化”的績效評量方法，並將成為政府/服務中心引進適當產業、內部績效稽核與管理，以及做為社區民眾評估生態化工業區“生態化”程度的指標工具。因此，您寶貴的資料及意見將使研究更為周延與正確。

本問卷純粹為學術研究及工業區管理與規劃之用，煩請交由貴公司相關事務的部門主管填答。謝謝您的寶貴時間及協助。

敬祝

鈞安

南華大學環境管理研究所
胡憲倫、鍾啟賢、施心皓

彰濱工業區服務中心

622 嘉義縣大林鎮中坑里 32 號
電話：(05) 2721001 轉 5307
傳真機：05-2427113/ 05-2427174
行動電話：0933-765070
E-mail：sshdick@yahoo.com

電話：(04)7584966 轉 122
傳真機：04-7584967
E-mail：chcip2.idb@msa.hinet.net

填表日期：91 年 7 月 23 日

基本介紹

1992 年 WBCSD 前身 BCSD 提出「生態效益」(eco-efficiency)，主張以更少的資源、更少的污染，為產品及服務提供更高的價值。這是一種改善經濟與環境的績效評估概念，即是描述企業在創造經濟價值的同時，能兼顧減少對生態環境的衝擊及資源的使用。

生態效益的三個類別與其主要相關的考量面為：產品/服務價值，產品/服務創造時的環境衝擊，以及產品/服務使用時的環境衝擊。

生態效益對企業的重要性，可以歸納：

<p>作為企業內部評估管理工具</p> <p>有助於辨識環境面與社會面的價值驅動力；</p> <p>辨識改善成本與環境的機會；</p> <p>提昇量化績效以獲取市場價值的途徑；</p> <p>作為企業的管理與訂定策略之工具；</p> <p>有助於公司因應全球化與透明化的需求；</p> <p>提昇自身的環保標準亦創造未來更多的商機。</p>	<p>作為對外之溝通工具</p> <p>因應利害相關人日愈增高的要求與溝通；</p> <p>有助於與政府主管當局建立並維持良好關係，以取得營運許可；</p> <p>提昇與外部利益相關者互動的工具；</p> <p>某些產業可從 3D 產業(dirty, dumb & dangerous)提昇為 3C 產業(clean, clever & careful)，改善社會形象；</p> <p>環保公司經營的權益，不被市場淘汰；</p> <p>突顯公司在永續發展上的聲譽；</p> <p>有助於公司環保市場領先地位。</p>
--	--

填表日期：91 年 月 日

廠商基本資料

廠商名稱：

填寫人：

職稱：

廠商地址：

電話：

設廠年限：

員工人數：

主要產品：

生產配備：

生產製程：

請填寫人盡量填滿以下問卷的內容，謝謝您的協助幫忙。

(敬請於收到問卷二週內儘速答覆，以便統計分析，謝謝)

生態效益指標試算資料表－環境衝擊指標

(請參與生態效益指標試算的廠商，提供最近三個會計年度的資料)

一般適用之環境衝擊指標：

	年	年	年	
能源消耗(製程與廠房使用)				備註
電力	Kw	Kw	Kw	能源消耗－能源消耗總和，包括電力、化石燃料(液化石油氣、燃料油、柴油、煤等)，以及其他可再生能源(氣電共生、風力、太陽能等)之總和。 GJ=(? Kw 電力*860+? 公斤液化石油氣*13067+? 公秉燃料油*9300+? 公升柴油*8800)*4.186/1000000
液化石油氣	公斤	公斤	公斤	
燃料油	公秉	公秉	公秉	
柴油	公升	公升	公升	
再生能源				
其他(請註明：_____)				
總能源消耗(GJ)	GJ	GJ	GJ	
水的消耗(製程與廠房使用)				備註

自來水	m3	m3	m3	總水消耗—從水公司購買，或是從地面或地下水源獲得之淡水的總合(包括冷卻用途的水)。
地下水	m3	m3	m3	
河水	m3	m3	m3	
其他(請註明：_____)	m3	m3	m3	
總水消耗(m3)	m3	m3	m3	
原物料使用量(製程與廠房使用)				備註
有機化學品	公噸	公噸	公噸	原料使用量—所有購買或從其他來源獲得之原料的重量總和。例如從生產、包裝至配送階段之原料使用量。
無機化學品	公噸	公噸	公噸	
有機溶劑	公噸	公噸	公噸	
酸類	公噸	公噸	公噸	
鹼類	公噸	公噸	公噸	
觸媒	公噸	公噸	公噸	
金屬	公噸	公噸	公噸	
塑膠	公噸	公噸	公噸	

橡膠	公噸	公噸	公噸	
織品	公噸	公噸	公噸	
皮革	公噸	公噸	公噸	
木	公噸	公噸	公噸	
紙類	公噸	公噸	公噸	
灰渣	公噸	公噸	公噸	
礦渣	公噸	公噸	公噸	
污泥	公噸	公噸	公噸	
其他(請註明：_____)	公噸	公噸	公噸	
總原物料使用量(公噸)	公噸	公噸	公噸	
臭氧層破壞物質(ODSs)				備註
氟氯碳化物(CFCs)	公噸	公噸	公噸	臭氧層破壞物質—用於清洗 或製程中會破壞臭氧層的，如 氟氯碳化物等物質。
氫氟碳化物(HFCs)	公噸	公噸	公噸	
氫氟氯碳化物 (HCFCs)	公噸	公噸	公噸	

其他(請註明：_____)	公噸	公噸	公噸	
總臭氧層破壞物質(公噸)	公噸	公噸	公噸	
	公噸	公噸	公噸	備註
二氧化碳 (CO2)	公噸	公噸	公噸	溫室氣體排放量—主要是六種造成地球暖化的氣體，包括CO2、CH4、N2O、HFCs、PFCs、SF6等，從燃燒、製程反應以及處理過程中所排放出來的氣體。(不包括從購買之電力所產生之GHG排放物)，以等量之CO2公噸數為單位。
甲烷(CH4)	公噸	公噸	公噸	
氮氧化物 (N2O)	公噸	公噸	公噸	
氫氟碳化物(HFCs)	公噸	公噸	公噸	
全氟碳化物(PFCs)	公噸	公噸	公噸	
六氟化硫 (SF6)	公噸	公噸	公噸	
其他(請註明：_____)	公噸	公噸	公噸	
總溫室氣體排放量(公噸)	公噸	公噸	公噸	
6. 廠房內總固體廢棄物的產生量				備註
回收再利用之量	公噸	公噸	公噸	總固體廢棄物的產生量—分為自行回收再利用的量，以及
自行最終處置的量	公噸	公噸	公噸	

委託代清除處理業	公噸	公噸	公噸	送到中間（代清運），或最終處置（掩埋焚化）的量。
廠房內總固體廢棄物的產生量(公噸)	公噸	公噸	公噸	
廠房內最終處置之固體廢棄物量				備註
垃圾	公噸	公噸	公噸	最終處置之固體廢棄物量— 例如垃圾、污泥等需要送到最終處置（掩埋焚化）的量。
污泥	公噸	公噸	公噸	
其他(請註明：_____)	公噸	公噸	公噸	
總廠房內最終處置之固體廢棄物量(公噸)	公噸	公噸	公噸	

其他(請註明：_____)	公噸	公噸	公噸	資料。
總排入水體或大氣中之污染物(公噸)	公噸	公噸	公噸	
3. 廢棄物總量 (包括回收量)				備註
有機化學品	公噸	公噸	公噸	廢棄物總量(包括回收量)－根據以上的項目(廠房內總固體廢棄物的產生量)，細分各廢棄物之類別。
無機化學品	公噸	公噸	公噸	
有機溶劑	公噸	公噸	公噸	
酸類	公噸	公噸	公噸	
鹼類	公噸	公噸	公噸	
廢觸媒	公噸	公噸	公噸	
金屬	公噸	公噸	公噸	
塑膠	公噸	公噸	公噸	

橡膠	公噸	公噸	公噸	
織品	公噸	公噸	公噸	
皮革	公噸	公噸	公噸	
木	公噸	公噸	公噸	
紙類	公噸	公噸	公噸	
灰渣	公噸	公噸	公噸	
礦渣	公噸	公噸	公噸	
污泥	公噸	公噸	公噸	
其他(請註明：_____)	公噸	公噸	公噸	
廢棄物總量 (包括回收量)(公噸)	公噸	公噸	公噸	
4.企業認為重要的其他之環境考量面 (使用量)				備註
金屬類	公噸	公噸	公噸	
非金屬類	公噸	公噸	公噸	

溶劑類	公噸	公噸	公噸	
化學類	公噸	公噸	公噸	
其他(請註明：_____)	公噸	公噸	公噸	
其他較重要之環境考量面(使用量)	公噸	公噸	公噸	
	%	%	%	
7. 用水回收的量 (m3)	m3	m3	m3	

生態效益指標試算資料表－財務/效益指標

(請參與生態效益指標試算的廠商，提供最近三個會計年度的資料)

一般適用之財務/效益指標：

	年	年	年	
1. 產品產量或銷售量 (請註明類別)	(註明產品數量&單位)	(註明產品數量&單位)	(註明產品數量&單位)	備註
主要產品				主要產品－單位產品的產量，或是銷售量。
1.	1.	1.	1.	
2.	2.	2.	2.	
3.	3.	3	3	
2. 稅後純益	台幣	台幣	台幣	稅後純益－以台幣為單位。

企業特定之之財務/效益指標：

年 年 年

企業特定之財務/效益指標				備註
1. 經濟附加價值 (economic value added, EVA)	台幣	台幣	台幣	經濟附加價值=〔兩種方法： (1)商品銷售額－原支出以生產該商品之成本與勞務的價格；或者(2)薪資＋利息＋稅收＋淨所得〕
2. 毛利 (gross profit)	台幣	台幣	台幣	毛利－淨銷售額減掉產品與服務銷售的成本。
3. 淨利 (net profit)	台幣	台幣	台幣	
4. 稅前盈餘 (EBIT)	台幣	台幣	台幣	
5. 每股盈餘	台幣	台幣	台幣	

6. 負債比 (自行註明單位)				
-----------------	--	--	--	--

附錄三 廠商填寫資料表

(一) 彰濱工業區生態效益指標試算：中鋼資料填寫表

資料項目	年份	1998	1999	2000	資料來源/備註
財務面資料					
鋼品生產量(千公噸)		8,853	9,116	9,492	中鋼環境報告書 2002
鋼品銷售量(千公噸)		9,037	9,192	9,717	
營業額(百萬元)		98,459	89,882	100,635	
稅前盈餘(千元)		16,832	15,512	21,606	
每股盈餘(元)		16.25	14.80	15.34	
環境面資料					
能源消耗(百萬卡)		47,133,372	49,691,316	50,924,580	*每公噸鋼品生產需要 5.7 M ³ 的原水 (民 90, 中鋼環境報告書, 91 年) **將以能源消耗來換算
鍊焦煤使用量(千公噸)		6,971	6,535	6,997	
鐵礦砂使用量(千公噸)		13,727	13,003	13,930	
石料使用量(千公噸)		3,395	2,919	3,339	
*原水消耗(M3)		50,462	51,961	54,104	
**溫室氣體排放量(噸)					
環境面企業特性資料					
副產品：高爐石(萬公噸)				280.6	中鋼環境報告書 2002
：轉爐石(萬公噸)				117.9	
：脫硫渣(萬公噸)				22.4	
：集塵灰(萬公噸)				37.3	

：礦泥(萬公噸)			40.7	***中鋼環境報告書 2002 ****87-89 年放流水是 (15050 M ³ ; 15497 M ³ ; 16136 M ³) ; 每噸排放水的 COD (0.56 ; 0.68 ; 0.54) ; 每噸排放水的懸浮固體 (0.28 ; 0.28 ; 0.24)
：鏽皮(萬公噸)			25.2	
：廢耐火材(萬公噸)			6.3	
：營建廢土(萬公噸)			14.5	
：石灰石泥餅(萬公噸)			3.7	
：其他(萬公噸)			4.8	
總廢棄物量(噸)			553.4	
***粒狀污染物(公斤/年)	1,770.6	1,640.9	1,803.5	
***硫氧化物 (公斤/年)	2,921.5	2,643.6	2,562.8	
***氮氧化物(公斤/年)	3,895.3	4,284.5	4,176.5	
****化學需氧量(公斤/年)	8,428	10,537	8,713	
****懸浮固體(公斤/年)	4,214	4,339	3,872	

(二) 彰濱工業區生態效益指標試算：台灣鋼聯資料填寫表

資料項目 \ 年份	1999	2000	2001	資料來源/備註
財務面資料				
有害事業廢棄物清除處理(噸)	76,190	26,662	38,084	問卷調查資料表
未水洗氧化鋅銷售(噸)	0	47,730	12,286	
水洗氧化鋅銷售(噸)	0	4,259	884	
淨銷售額(台幣)	45,873,384	193,162,045	267,804,202	
經濟附加價值(台幣)	-7,482,171	12,225,232	77,444,398	
毛利(台幣)	-7,303,815	-2,000,157	78,455,066	
淨利(台幣)	-26,146,384	-24,278,476	48,836,928	
稅前盈餘(台幣)	-33,015,706	-57,839,642	16,524,085	
每股盈餘(台幣)	-0.95	-1.45	0.41	
負債比(元)(%)	64.99	70.06	66.33	
環境面資料				
能源消耗(Kw)	1,890	6,062	6,334	以能源消耗 換算所得
柴油(公斤)	0	330,600	467,160	
自來水(M3)	31,335	31,032	12,346	
原料：電弧爐集塵灰(公噸)	7,619	26,662	38,084	
物料：焦炭及矽砂(公噸)	7,155.68	16,541.34	21,799.57	
*溫室氣體排放量(噸)				

(三) 彰濱工業區生態效益指標試算：源恆資料填寫表

資料項目	年份	1999	2000	2001	資料來源
財務面資料					
經濟附加價值 (台幣)		320,392,525	400,244,072	356,417,461	源恆資料 填寫表及 現場訪問
毛利 (台幣)		314,532,609	400,244,072	356,417,461	
淨利 (台幣)		73,027,294	80,498,050	4,401,657	
稅前盈餘 (台幣)		67,122,301	106,339,640	14,055,029	
每股盈餘(元)		0.70	0.77	0.04	
負債比 (自行註明單位)		49.50	53.92	52.49	
淨銷售額 (台幣)		1,453,976,000	1,944,300,000	1,935,174,000	
主要產品： 鋁圈(仟元/年)		888,675,000	1,264,775,000	1,323,135,000	
鋼圈(仟元/年)		481,702,000	565,795,000	477,999,000	
環境面資料					
電力(Kw)		7,813,000	16,884,000	18,596,000	源恆資料 填寫表及 現場訪問
液化石油氣(公斤)		683,691	1,265,377	1,301,706	
煤油(公秉)		1,050,441	2,010,321	1,504,818	
總能源消耗(GJ)		10218GJ	204049GJ	193578GJ	
自來水(m3)		58,242	68,192	88,972	
酸類 (公噸)			21.26		
鹼類 (公噸)			25.69		
環境面企業特性資料					

原料: 鋁錠、鋼材				源恆資料 填寫表及 現場訪問
主要產品: 鋁圈(個/年)	895	1,231	1,267	
鋼圈(個/年)	2,097	2,425	1,956	
廢棄物: 污泥 (公斤/月)	5,000			源恆資料 填寫表及 現場訪問
廢漆 (公斤/月)	5,000			
一般事業廢棄物 (公斤/月)	5,000			
稀釋劑: 甲苯(主成分) (加崙/年)	15,360			
檢測值 1: 粒狀污染物(mg/Nm ³)	19			
SO _x (ppm)	26			
NO _x (ppm)	28			
檢測值 2: 粒狀污染物(mg/Nm ³)	49			
SO _x (ppm)	29			