

南 華 大 學

環境管理研究所

碩士論文

產業生態效益指標架構研究—以液晶顯示器業為例

Eco-efficiency Indicator Framework for Industry—Take
LCD Industry As an Example



指 導 教 授：胡 憲 倫 博 士

研 究 生：黃 瑞 恩

中 華 民 國 九 十 一 年 六 月

產業生態效益指標架構研究--液晶顯示器業為例

目 錄

頁 次

目錄	-----	
圖目錄	-----	
表目錄	-----	
中文摘要	-----	
英文摘要	-----	
致謝	-----	
第壹章	緒論	----- 1
第一節	研究背景與動機	----- 1
第二節	研究目的	----- 1
第貳章	文獻探討	----- 3
第一節	LCD 產業現況	----- 3
第二節	LCD 產業環境污染	----- 6
第三節	生態效益理念及其指標	----- 12
第四節	生態效益相關研究成果與應用領域	----- 17
第五節	國外與國內之生態效益及其指標之推展現狀	----- 19
第參章	研究方法	----- 23
第一節	研究設計	----- 23
第二節	研究流程	----- 23
第三節	本研究指標架構	----- 24
第四節	研究限制	----- 27
第肆章	個案研究分析與結果	----- 28
第一節	個案公司簡介	----- 28
第二節	個案 A 公司生態效益研究分析	----- 29
第三節	個案 B 公司簡介	----- 47
第四節	個案 B 公司生態效益研究分析	----- 47
第伍章	個案公司生態效益試算結果分析與討論	----- 57
第一節	個案 A 公司生態效益試算結果	----- 57
第二節	個案 B 公司生態效益試算結果	----- 58
第三節	個案公司生態效益試算結果分析與討論	----- 58

目 錄 (續一)

	頁 次
第陸章 結論與建議	60
參考文獻	62
附錄 世界企業永續發展委員會(WBCSD)建議之指標一覽表.....	66

圖 目 錄

頁 次

圖 2-1	台灣 LCD 產業結構表 (資料來源:光電科技協進會, 1999/資策會 MIC/本研究整理) -----	4
圖 2-2	液晶顯示器產業結構 (資料來源:工研院光電所 ITIS 計畫 1999 年 4 月) -----	5
圖 2-3	生態效益指標的分類 -----	14
圖 2-4	生態效益座標圖 -----	15
圖 3-1	個案研究流程圖 -----	23
圖 4-1	個案 A 公司製程 -----	29
圖 4-2	個案 A 公司單位能源 (公秉) 消耗之營業額 EE 值(十萬/公秉) -----	32
圖 4-3	個案 A 公司單位水資源 (10M ³) 消耗之營業 EE 值(萬/10M ³) -----	32
圖 4-4	個案 A 公司單位原料玻璃 (100 片) 之營業額 EE 值(萬/100 片) -----	33
圖 4-5	個案 A 公司單位 CO ₂ 排放量(10 公噸)之營業額 EE 值(千萬/10 公噸) -----	33
圖 4-6	個案 A 公司單位廢棄物清理量(公噸)之營業額 EE 值(千萬/公噸) -----	34
圖 4-7	個案 A 公司單位廢白玻璃量 (公噸) 之營業額 EE 值(千萬/公噸) -----	34
圖 4-8	個案 A 公司單位廢溶劑量(公噸)之營業額 EE 值(千萬/公噸) -----	35
圖 4-9	個案 A 公司單位廢污泥量(公噸)之營業額 EE 值(千萬/公噸) -----	35
圖 4-10	個案 A 公司單位非資源廢棄物(公噸)之營業額 EE 值(百萬/公噸) -----	36
圖 4-11	個案 A 公司單位總廢棄物量(公噸)之營業額 EE 值(百萬/公噸) -----	36
圖 4-12	個案 A 公司單位能源 (公秉) 消耗之營業利益 EE 值(萬/公秉) -----	37
圖 4-13	個案 A 公司單位水資源 (1000M ³) 消耗之利益 EE 值(萬/1000M ³) -----	37
圖 4-14	個案 A 公司單位原料 (10000 片) 玻璃之營業利益 EE 值(萬/萬片) -----	38
圖 4-15	個案 A 公司單位 CO ₂ 排放 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(萬/10 公噸) -----	38
圖 4-16	個案 A 公司單位廢棄物清理量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(百萬/10 公噸) ---	39
圖 4-17	個案 A 公司單位廢白玻璃量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(百萬/10 公噸) ----	39
圖 4-18	個案 A 公司單位廢溶劑量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(百萬/10 公噸) -----	40
圖 4-19	單個案 A 公司位廢污泥量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(百萬/10 公噸) -----	40
圖 4-20	個案 A 公司單位非資源廢棄物 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(百萬/10 公噸) ---	41
圖 4-21	個案 A 公司單位總廢棄物量 (公噸) 之營業利益 EE 值(萬/公噸) -----	41
圖 4-22	個案 A 公司營業額(百萬)---環境面(原料玻璃(片)、廢污泥量(T)、非資源廢棄物(T))變動生態效益座標圖 (1) -----	43
圖 4-23	個案 A 公司營業額(百萬)---環境面(水資源消耗、CO ₂ 排放量、廢棄物清理量、廢污泥量)變動生態效益座標圖 (2) -----	44
圖 4-24	個案 A 公司淨利與環境面衝擊變化生態效益座標圖 (3) -----	45
圖 4-25	個案 A 公司營業額(百萬)---環境面(廢白玻璃量、總廢棄物量)變動生態效益座標圖 (4) -----	46

圖 目 錄 (續 一)

頁 次

圖 4-26	個案 B 公司單位原料玻璃(100 片)之營業額 EE 值(萬/100 片) -----	49
圖 4-27	個案 B 公司單位廢白玻璃量(公噸)之營業額 EE 值(佰萬/公噸) -----	49
圖 4-28	個案 B 公司單位廢溶劑量(公噸)之營業額 EE 值(佰萬/公噸) -----	50
圖 4-29	個案 B 公司單位廢污泥量(公噸)之營業額 EE 值(佰萬/公噸) -----	50
圖 4-30	個案 B 公司單位總廢棄物量(公噸)之營業額 EE 值(佰萬/公噸) -----	51
圖 4-31	個案 B 公司單位原料玻璃(萬片)之營業利益 EE 值(萬/萬片) -----	51
圖 4-32	個案 B 公司單位廢白玻璃量(10 公噸)之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸) -----	52
圖 4-33	個案 B 公司單位廢溶劑量(10 公噸)之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸) -----	52
圖 4-34	個案 B 公司單位廢污泥量(10 公噸)之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸) -----	53
圖 4-35	個案 B 公司單位總廢棄物量(公噸)之營業利益 EE 值(萬/公噸) -----	53
圖 4-36	個案 B 公司營業利益(佰萬)-環境面 EE 值之變動生態效益座標圖(1) -----	55
圖 4-37	個案 B 公司營業利益(佰萬)-環境面 EE 值之變動生態效益座標圖(2) -----	56
圖 6-1	企業運用生態效益指標架構流程圖 -----	61

表 目 錄

	頁 次
表 2-1	桌上型電腦顯示器 (17 吋 CRT&15 吋 LCD) 環境衝擊 ----- 11
表 2-2	各計劃應用層面之生態效益指標架構整理 ----- 21
表 2-2	各計劃應用層面之生態效益指標架構整理 ----- 22
表 3-1	環境面指標試算資料表 ----- 25
表 3-1	環境面指標試算資料表 ----- 25
表 3-2	財務/產品效益指標試算資料表 ----- 26
表 4-1	個案 A 公司生態效益試算表 ----- 30
表 4-2	個案 A 公司營業額與環境面資料生態效益比值 ----- 31
表 4-3	個案 A 公司利益與環境面資料生態效益比值 ----- 31
表 4-4	個案 B 公司生態效益試算表 ----- 48
表 4-5	個案 B 公司營業額與環境面資料生態效益比值 ----- 48
表 4-6	個案 B 公司營業利益與環境面資料生態效益比值 ----- 48
表 5-1	生態效益趨勢的 SWOT 分析 ----- 58

產業生態效益指標架構研究---以液晶顯示器業為例

中文摘要

由於液晶顯示器(LCD)在價格與功能的優勢，以及廣泛的產品應用，已使其成為傳統 CRT 映像管顯示器最大的競爭者。而國內除了擁有全球近半之筆記型電腦出貨量之外，最近多家廠商也相繼斥資生產大尺寸之 LCD。而由最近國內各類型與尺寸之 LCD 的出口成長，更可以看出未來與 LCD 應用的相關產業，將是我國繼半導體產業之後另一波重要的明星產業。本研究根據 WBCSD 在前年(2000)經過全球企業之試行計畫，所建議的生態效益指標架構，研擬出 LCD 產業的生態效益指標及分析評估架構工具，並選定國內二家 LCD 製造業者，進行個案試算研究，結果顯示：

- 一、根據 WBCSD 之指標架構，並與參與廠商共同擬定之計算生態效益比值的財務與環境指標，經本研究的試算顯示可以呈現該公司之生態效益(資源生產力)的情況。
- 二、LCD 產業指標架構可據以計算生態效益值，供相關產業公司管理改善決策參考與標竿比較，能了解改善行動的重要順序，同時可作為企業在提昇獲利能力及環境保護績效的決策參考工具。

【關鍵字】：液晶顯示器、生態效益指標、企業永續發展

Eco-efficiency Indicator Framework for Industry

—Take LCD Industry As an Example

Abstract

Due to the superiority in price and functionality and its wide application as well, the liquid crystal display (LCD) has become the biggest competitor for traditional cathode ray tube (CRT) display. Currently, several Taiwanese companies have heavily invested in producing larger sizes of LCD. It seems that LCD's manufacturing will become another star industry for Taiwan in the near future. Recent years, notion of eco-efficiency has become more and more popular for business to adopt and integrated into their operation. In this paper an eco-efficiency indicator framework, which originally developed by WBCSD, was adopted and modified for assessing both economic and environmental performance of LCD industry. Two LCD factories were selected for the case study. The study shows the following results:

- 1.The indicator framework used in this study has successfully displayed the status of eco-efficiency (resource productivity) of the sample company.
- 2.The eco-efficiency ratios calculated from the data provided by the company showed that these ratios could be used for companies to track their performance and to set the priority for future improvement, as well as to be the internal and external communication tool.

【Keywords】: Liquid Crystal Display (LCD), Eco-efficiency, Indicators, Environmental performance

第壹章 緒論

第一節 研究背景與動機

我國經濟型態為出口導向，依據財政部（2001年）出口主要貨品統計資料，近年來電子及機械貨品佔總外銷額 50% 以上，並有逐年增加趨勢。此一現象顯示，電子資訊產業發展，將深深影響我國經濟發展。隨著我國主要貿易出口之歐、美各國，其為因應全球或區域性環境問題，共同制定許多國際環保公約及相關議定書，或是各國依國內之環境狀況及因應國際壓力，所制定有關環境技術性法規或相關產品標準（如歐盟之廢電機、電子管制指令 WEEE），其公約、法規或管制要求，管制面向逐漸由生產活動管制（如產品安全、衛生等），有朝向產品面向管制（如符合環保性利於回收、處置等）之趨勢（Kleijn *et al.*, 1999）。

LCD 顯示器是支持 20~21 世紀的資訊通信產業重要電子元件之一，也是提升系統產品（行動電話、文字處理機等）功能的關鍵元件。在歷經 1997 年亞洲金融風暴的衝擊後，韓國貶值促使投資減緩，日本部分廠商為增強成本競爭力，紛紛與臺灣廠商技術合作投資生產大尺寸 TFT-LCD 面板，1997 年底中華映管與日本三菱電機合作投入第三期的量產設備，而後聯友光電、奇晶光電、達基科技、及瀚宇彩晶、廣輝等在日本廠商技術合作下，1998 年總投資額達 958 億，根據經濟部產業技術服務推廣計劃（ITIS）預測，台灣 2001 年在大型 TFT-LCD 的全球市佔率達 23%，2003 年將成長到 29%。其應用產品目標仍以筆記型電腦和 LCD 監視器為主。而其衍生的應用產品生產值更在 3000 億元以上（陳茂成等, 1999）。

LCD 之生產製造技術結合半導體產業、化學材料產業及光電產業之製造技術，製程繁雜且使用有機溶劑、酸鹼液、毒性化學物質種類相當多，2000 年 7 月「昇利化工及長興化工代清除處理新竹科學園區晶圓廠及 TFT-LCD 廠廢溶劑，任意傾倒嚴重污染高雄地區飲用水源，遭環保署撤銷執照」，突顯出產業有害廢棄物處理環保問題；另由於其製程需使用大量的超純水、無塵室空間、空調、廠務設備用水等；屬高耗能及用水產業，如何減少高科技產業發展對環境生態所造成的衝擊，是重要研究課題。

我國經過多年爭取，2002 年終於加入世界貿易組織（WTO），可預知關稅貿易障礙將會日愈減緩，環境上的議題對國際貿易影響將逐漸增強。由於資訊網路快速發展、全球經濟體的聯動性更密切，環境議題的全球化等，促使企業經營更公開、透明化，所有利益相關者（stakeholder）對企業的影響力，更是與日俱增。永續發展潮流對未來企業將有更深遠影響，諸如：政府運用經濟工具日愈增加，以促進企業持續改善；企業推動減廢、污染預防及提高資源效率，讓企業減少成本並提高利潤；環保標章產品日愈盛行，綠色消費意識提高，環保行銷愈為企業經營重要策略；政府綠色採購規定施行等。這種發展趨勢企業要能續保競爭力，應用「生態效益理念」，以環境生態負載能力為主軸，永續發展為目標之經營管理哲學，將是面對挑戰良方。

第二節 研究目的

生態效益(eco-efficiency)的理念，在世界企業永續發展委員會(WBCSD)及各國的企業永續發展協會(BCSD)大力鼓吹下，已從企業界逐漸擴展到金融界，甚至政府部門。永續發展將會是 21 世紀企業開拓市場的主要驅力，環境管理不佳者將被淘汰，特別是當金融業對永續性及指標瞭解愈深入時，永續發展將不再是口號，而是個利害相關者可以具體評價的一項重要工作，生態效益量制就像是一個共通語言，使企業及所有利益相關者能在此基礎

上，可以用一套通用的生態效益指標(eco-efficiency indicators)來評斷一家公司的風險、價值和行銷潛能，並藉環境與經濟監測及報告，使企業易於管理與改善且供企業外部的利益相關人作為決策之參考，共同促進永續發展目標的達成。（黃正忠, 2000）

本研究嚐試以探索式的研究方式，經由文獻及各式研究中去搜集生態效益理論基礎與實際案例、LCD 產業生產環境影響特性等，再經由個案分析、深入訪談，探討 LCD 產業生態效益指標架構建置，並以個案公司生態效益指標資料進行試算分析，最後歸納整理與實務之驗證結論與建議，期望能提供相關產業實務上運用，作為企業內部管理與外部溝通工具。

第貳章 文獻探討

第一節 LCD 產業現況

一、LCD 在技術層面上依驅動方式不同可分為三種

(一) 靜態驅動(Static)-用於數字顯示，如手錶、計算機、時鐘。

(二) 單純矩陣驅動(Simple Matrix)-其技術應用分為兩種:

1.TN(Twisted Nematic)型液晶顯示器：基本構造為上下兩片導電玻璃基板，其間注入向列型(Nematic)的液晶，上下基板外側各加上一片偏光板，另外並在導電膜上塗佈一層摩擦過形成極細溝紋的配向膜，由於液晶分子擁有液體的流動特性，很容易順著溝紋方向排列，當液晶填入上下基板溝紋方向，以 90 度垂直配置的內部，接近基板溝紋的束縛力較大，液晶分子會沿著上下基板溝紋方向排列，中間部份的液晶分子束縛力較小，會形成扭轉排列，因為使用的液晶是向列型的液晶，且液晶分子扭轉 90 度，故稱為 TN 型。若不施加電壓，則進入液晶元件的光會隨著液晶分子扭轉方向前進，因上下兩片偏光板和配向膜同向，故光可通過形成亮的狀態；相反地，若施加電壓時，液晶分子朝施加電場方式排列，垂直於配向膜配列(homogeneous)，則光無法通過第二片偏光板，形成暗的狀態，以此種亮暗交替的方式可做為顯示用途。1980 年初大量上市，應用於計算機、手錶、時鐘、傳真機、電話及一般家電用品等商品。由於發展較早及應用上較單純，市場已十分成熟，單色的 TN-LCD 以小尺吋、口袋型電視、呼叫器、寵物機及電動玩具使用為主，屬於成熟型市場。

2.STN (Super Twisted Nematic) 型：所謂 S T N 顯示元件，其基本工作原理和 T N 型的工作原理大致相同，不同的是在液晶分子的配向處理和扭曲角度。S T N 顯示元件必須預做配向處理，使液晶分子與基板表面的初期傾斜角(Pretilt angle)增加，此外，S T N 顯示元件所使用的 nematic 液晶中加入微量膽石醇 (cholesteric) 液晶使向列型液晶可以旋轉角度為 80~270 度，約為 TN 的 2~3 倍，故稱為 super twisted nematic 型，而 STN-LCD 顯示品質則較 TN-LCD 為佳，再搭配彩色濾光片的使用，故可顯示圖形並達到全彩化程度，早期 STN-LCD 使用於筆記型電腦，現主要應用於電子辭典、手機、PDA 及低階液晶顯示器產品等等，1986 年後液晶技術提升，液晶顯示器朝向大型化高對比之矩陣驅動商品發展，電子記事簿 PDA、股票機、資料投影機、資訊看板等產運用十分廣泛。1998 年 TFT-LCD 價格大幅滑落，部份 STN-LCD 被 TN-LCD 所取代使得市場受到侵蝕，僅有不需動畫要求的中小尺寸較不受影響，因此未來 STN 將走向低價化以爭取空間。

(三) TFT(Thin Film Transistor) 型：與前兩種顯示器在基本元件及原理上皆類似，最大的不同點為驅動方式的不同，T N 型和 S T N 型皆採用單純矩陣式電路驅動，而 T F T 型則採用精密矩主動陣式電路驅動。運用範圍主要在於 NB、LCD Monitor、液晶投影機、數位相機、攝錄放影機、汽車導航系統、投影機等產品。由於 TFT LCD 具有高亮度、體積小、耗電量低、畫質好、不閃爍、沒有輻射、具有短、小、輕、薄的特性，在價格下滑，拉近了與 STN LCD、CRT 的價差後，開始逐步取代之。

二、LCD 產業結構

LCD 結構原材料有：素玻璃、驅動 IC、偏光片、與彩色濾光片是 TFT LCD 上游關鍵零組件，但是台灣在 LCD 產業結構中，上游原材料供應廠商較少，必須引賴進口；中游面板生產技術比日、韓層次低；但是下游的液晶面板應用市場則極為發達，有 20 幾家廠商生產筆記型電腦，10 幾家廠商推出 LCD Monitor。台灣及 LCD 產業結構表如下：圖 2-1 及圖 2-2

定位	產品	廠商	
上游	驅動 IC	聯華電子、華邦電子、所羅門、凌陽電子	
	液晶	德商默克	
	ITO Glass	默克百成、鍊德、勝華、劍度等	
	彩色濾光片	東賢、世界巔峰、奇美、鍊德、南亞、和鑫光電	
	冷陰極管	威力盟、其隆	
	背光板	CCFL	瑞儀、環宇
		LED	先益
		EL	勝光
導光板		元津、中強光電	
中游	TN	碧悠、勝華、光聯、富相、喬富、美相、捷華、裕順等共 15 家。	
	STN	華映、碧悠、南亞、光聯、國喬、凌巨、勝華科技，台灣愛普生、全台晶像等。	
	TFT	元太、聯友、華映、達碁、奇晶、瀚宇彩晶、東元、廣輝	
下游	LCM	中強光電、光聯、久正、勝華、所羅門	
研發單位	TFT 技術	工研院電子所	
	光輸機構	工研院光電所、中強光電	

圖 2-1 台灣 LCD 產業結構表（資料來源：光電科技協進會，1999/資策會 MIC/本研究整理）

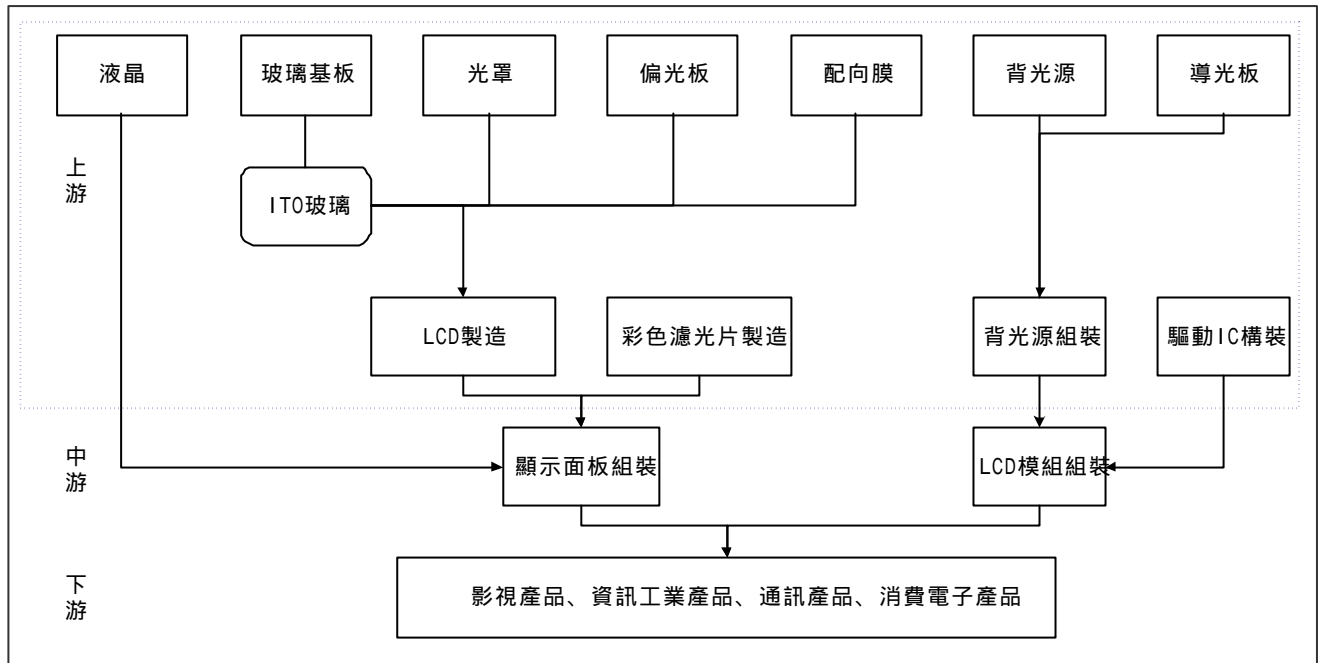


圖 2-2 液晶顯示器產業結構 (資料來源：工研院光電所 ITIS 計畫 1999 年 4 月)

三、台灣 LCD 產業特性

- (一) 全球 LCD 產業技術之發展特性-----TFT 型 LCD 之前製程與半導體製程相類似 (如薄膜電晶體及蝕刻等程序) 技術複雜性高 (製程良率有學習曲線限制) 資本密集 (建廠資金龐大且必須不斷投入資金研發) 技術成長空間大、具有高進入障礙的產業 (資本密集製程技術取得困難) 高度依賴上中下游垂直整合技術、具有產品價格中度不確定 (每隔 2 至 3 年新技術突破、1 至 2 年價格減半趨勢) (呂巧玲, 2000)。
- (二) LCD 製程前段 PANEL 生產為技術與資本密集，而後段 LCM 模組構裝為勞力密集；若比較日韓兩國之人力成本，韓國只為我國 0.76 倍。考量人力成本 LCM 製程可移往大陸等生產。
- (三) 液晶面板發展瓶頸，上游原材料及技術須靠美國、日本提供，人才及產品技術研發為廠商隱憂；宜積極開發上游原材料生產，以形成整體生產供應鏈優勢。(陳奕成, 2000)
- (四) 台灣在 1992 年時由於碧悠新豐廠 STN-LCD 生產線的設立，才開始我國的 STN-LCD 面板產業，其中華映在 1994 年取得日本 Toshiba 的生產技術，當時是以生廠筆記型電腦用的大型面板為主，其後則是碧悠以生產 3COM 的 PDA 面板為主。近年來由於 STN 大尺寸的市場 (如筆記型電腦) 遭到 TFT-LCD 的入侵，使 STN 逐漸往中小尺寸發展，並且在手機及 IA 相關產品取得主導地位，帶動另一波景氣高峰。台灣在

1998 年以前生產 STN-LCD 的廠商只有碧悠、華映、南亞與日商台灣愛普生、高雄日立 5 家，但 1998 年以後由於手機及 IA 產品興起，故有多家 STN-LCD 新廠商設立，使得台灣的 STN 生產線由 1998 年的 5 家廠商 7 條生產線，增加到 2000 年 12 家的 20 條線，目前台灣 STN 產值為全球第二大，僅次於日本，全球市佔率已提升至 12 %。

- (五) 根據光電科技工業協進會 (PIDA) 的調查統計，台灣最近幾年來光電顯示器產業的產值成長驚人，尤其是 LCD 產業，主要乃是因台灣擁有多項世界第一的電腦資訊產業，以及完整的電子產業結構，加上眾多廠商競相投資及運用靈活且快速的應變能力，因而帶動 LCD 產業的高度成長。另根據 Semiconductor FPD World 之調查資料顯示，亞洲地區是全球 TFT-LCD 的生產中心，在 1999 年以前幾乎是日本廠商獨霸全球市場，但在台灣及南韓廠商的大力投資及強烈的企圖心下，預計在 2002 年時，台灣、南韓及日本將呈現三分天下的局面，相對地也使產能的擴張達到空前未有的水準。

第二節 LCD 產業環境污染

一、液晶顯示器關鍵材料與環境相關性

(一) 玻璃基板

液晶顯示器用之玻璃基板，在製程過程中須經化學藥品蝕刻、清洗、熱處理的過程，因此需具有耐藥性及熱脹係數小等特性，以避免成份被析出及維持尺寸之安定性。液晶顯示器使用之基材厚度為 0.7~1.1mm，材料種類可分為 4 種：(1) Sodalime 鹼性玻璃：因含 13-14% 之鹼性金屬氧化物，故用於液晶基板時須經 SiO₂ 表面被覆處理，常用作為單純型液晶顯示器，如 TN-LCD 及 STN-LCD 型使用之基板材 (2) 中性硼矽酸玻璃 (Borosilicate)：耐熱衝擊性強，常被使用在單純型液晶顯示器之玻璃基材。(3) 非鹼性玻璃：為主動型液晶顯示器所使用之玻璃基板，沸點較 Sodalime 高出 100⁰C 以上，且不產生鹼性金屬離子析出物。因製程之不同分為鋇硼矽酸玻璃 (Barium Borosilicate) 及鋁硼矽酸玻璃 (Alumina Borosilicate) 兩種，(4) 石英玻璃：石英玻璃耐熱與耐藥性極佳，使用於 CVD 化學沉積場合，目前僅多晶矽材 TFT 在高溫製程使用，價格極為昂貴，市場受到限制。

(二) 彩色濾光片

彩色濾光片之基本構造乃於玻璃基板上製作防反射之遮光層 (Black Matrix)，以防止畫素間之漏光及提昇原色純度與色澤對比。之後再加上具有透光性之紅、綠、藍 (RGB) 三原色之濾光層，並於濾光層上塗佈一層平滑之保護層 (Over Coat)，以確保彩色濾光片之品質可靠度，最後再鍍上透明電極 (ITO)。(a) 濾光層膜厚約 1-3 μ m，在製造上係於玻璃基板上塗佈如 Gelatin、Casein 等天然樹脂之有機薄膜，待樹脂硬化後再施予染色，或塗佈含混合顏料之亞克力樹脂 (acrylic)、聚乙烯醇 (PVA) 及環氧樹脂

(epoxy)等之有機樹脂。(b)遮光層(Black Matrix)：目的是為防止畫素間之漏光，以及提昇色純度與色澤的對比。遮光層的製作是於玻璃表面鍍上一層鉻(Cr)形成之線路圖，然因考慮到低成本化、光折射所造成之視覺性問題以及對環境污染之影響。替代材料已成為生產廠商競相研究。(c)保護層(Over Coat)主要功能是為保護彩色濾光層以及增加表面之平滑性，此外亦兼具遮光層與透明電極層之絕緣材，以及隔離液晶與防止污染等作用。一般使用之材質有環氧樹脂(epoxy)系及亞克力樹脂(acrylic)系。(d)透明電極(ITO)：主要功能與液晶配對電極構成正、負極，以驅動液晶分子之旋轉。

(三) 彩色濾光片中的黑色矩陣(BM)

在液晶顯示器的彩色濾光片底層，鍍有一層金屬膜，被稱作黑色矩陣。這層膜的主要功能有三：(1)提高色對比(2)防止色混雜(3)防止漏光。製作金屬黑色矩陣的方式，主要為濺鍍。普遍應用的材質為Cr/CrO、Mo/MoO_x及Cr。為了滿足黑色矩陣的功能，應用多層膜干涉的原理，形成具有低反射率(高對比)，高光學密度(防色混雜、漏光)，而且總厚度約為100~300nm的BM多層膜。(陳俊志，2001)

(四) 抗反射膜(AR coating)

抗反射膜為一種硬膜，位於偏光板的最外層，用以減少外在環境的光線對玻璃基板的反射，而達到高對比的效果。它的工作原理也是利用多重膜間的干涉，把反射光減少至最少，與BM非常相似。一般我們使用TiO₂、Al₂O₃、Ta₂O₅、SiO₂、MgF₂等作為光學膜的材料；以濺鍍、蒸鍍或離子佈植的方式成膜。(陳俊志，2001)

(五) 銦錫化合物(ITO)

銦錫化合物具有高透明度及低電阻的特性，因此廣泛被應用在顯示器的領域中。以陰極射線管系的顯示器為例，銦錫化合物被應用於外幕面塗佈，作為抗靜電塗佈及增加整體的電連續性。在電漿顯示器中，應用銦錫化合物的高透明度，製作相對電極(Counter electrode)，且不影響亮度。

在TFT面板的製造過程中，主要有兩個步驟使用到銦錫化合物，第一個是應用於TFT陣列(Array)的畫素電極，另一則是應用於彩色濾光片中，塗在顏料光阻上，作為驅動液晶排列的相對電極。

一般製作銦錫化合物薄膜的方式有兩種，濺鍍和電子束。在製程中必須注意下列四點，(1)阻抗(2)光穿透率(3)膜均勻性及(4)工作溫度。基本上，它的應用膜厚約100~300nm；比電阻率(Specific resistivity)約為 2.0×10^{-4} ohm-cm。因為彩色光阻的溫度限制，在彩色濾光片中，應用濺鍍製作銦錫化合物薄膜的溫度不可太高，基板溫度約為250。而在TFT陣列的畫素電極製程，銦錫化合物薄膜的蝕刻也是考慮的因素之一。(陳俊志，2001)

(六) 背光源

液晶顯示器之背光源可分為直下式、導光式、面光源式三種，而背光源模組之結構則由光源、反射板、導光板、擴散板、及稜鏡板所構成。(a)光源(Lamp)：螢光燈管具高輝度、高效率、高原色性、色再現性佳之優點，因此為背光源之主流，螢光燈管形狀有直管型用於導光式背光源，U型及W型使用於直下型。(b)導光板(Light guide plate)：功能在於控制光的方向以提高輝度，並使板面輝度均一化。製造過程以澆鑄法成型，在玻璃纖維上澆注亞克力單體樹脂，成型後再以平板印刷上光圈。(c)擴散板：是將來自於導光板光圈之光源加以擴散，其材料為PET或Polycarbonate，亦有使用玻璃者。(d)稜鏡板(Prism sheet)；是將經擴散板之散漫光，透過稜鏡板之折射使光向垂直向上，可提高板面輝度30-50%。(e)反射板：是為防止冷陰極螢光管光源外漏之遮避材，其材料有Polycarbonate白色樹脂、鋁板、發泡PET膜。

(七) 偏光膜

可選取特定方向之偏波光，配合液晶受電場影響之配向變化，控制偏波光的透過與不透過特性。基本構造是將偏光子包夾於上下兩層之保護層中，偏光子為透明之PVA高分子薄膜材料，其分子排列呈一定之方向，並吸附碘元素或雙色性染料，以對特定波向光進行吸收作用，達到偏光效果。

(八) 間隔物 (Spacer)

用來保持液晶上、下層玻璃基板間之一定距離，以供給填充液晶之空間。用的材料種類可分為玻璃材料與塑膠材質兩類，玻璃球狀間隔物材料為氧化矽(SiO₂)，塑膠材料為Styrene高分子及芬醛系Benzoguanidine高分子。

(九) 封膠材 (Seal)

封膠是用於封合液晶上、下兩片電極基板之材料，因其內側會直接與液晶接觸，因此材料必須不與液晶產生反應或滲入液晶內。而外側則與空氣接觸，因此必須慎選材料以免影響液晶顯示器之壽命。90%以上使用環氧樹脂。

(十) 液晶材料

液晶材料為顯示器中充填之介電材質，運用通電後液晶分子產生旋轉之變化作為光閘開關。種類超過一萬種，用於LCD的約十餘種，過去之液晶材料多屬氰基系(cyano)，而最近發展的TFT型及STN型用之液晶材亦包括強誘型(ferroelectric)、高分子分散型聚合物(dispersed polymer)與膽固醇(cholesteric)型。液晶化合物的形狀或為棒狀，或為板狀，分子結構可將液晶分為安息香酸酯系液晶(phenyl benzoate)、聯苯系液晶(biphenyl)、環己烷羧酸系(cyclohexane carboxylphenyl ester)、苯環己烷系(phenylcyclohexane)、醯胺系(pyrimidine)及Dioxane系等種類(Vensson, 2001)。

LCD之液晶典型厚0.006mm，每平方公分約0.0006g；一般有薄膜防止液晶洩漏，很少可能造成皮膚接觸及曝露，1998年全世界產量40噸，環境風險低；能以衛生掩

埋或焚化爐處理(C4E, 2000)。液晶產品生命週期對人類健康及環境衝擊，大於 100cm² 和 LCD 被光燈依歐盟廢電子電機設備 (EU WEEE) 管制規定必須分離處理，其未含有危害性原料，OECD 指引及 EU 規範，研究未發現有致癌性與急性口服毒性，很少其單一物質顯示對皮膚刺激、腐蝕、敏感特性，水溶解性低、生物不易分解 (Herman *et al.*, 2000)。

(十一) LCD 的未來發展

現今薄膜液晶顯示器，仍以非晶系矽的型式為主流；雖然具有輕、薄及易攜帶的優點，但是低應答速率、亮度低、窄視角、色表現度少和無法高精細化仍然是相對於映像管的最大弱點。因此未來的發展必須朝向改善這些缺點著手。

最主要的新產品及新技術有 MVA (Multi-domain vertical alignment)、IPS(In-plane switch)。在製程方面，各 LCD 廠紛紛引進更高效率的薄膜設備、發展新一代更大基板技術、減少光罩數目、提高良率及產能，以達到普及化與節省成本、物料的目的。

為了省能，Sharp 發展利用室外光當作光源反射式 LCD，也成為另一產品系列；不過目前只能應用於小尺寸範圍，對於大型化仍有一大段路要走。針對高精細化的發展，Cell 的貼合是主要的瓶頸；把彩色濾光片直接塗布在 TFT 陣列上的 COA(Color filter on array)技術是目前最成功的方法，除了可免去貼合的步驟外，又可增加開口率及高精細化，一舉數得；目前韓國三星電子已有量產技術，至於國內廠商還在發展中。此外走向大型化，應用在消費性電子產品的 LCD TV 也是另一個發展重點。

除了非晶系矽的液晶顯示器外，低溫多晶系矽的液晶顯示器也是蓬勃發展，而且被稱為下一代液晶顯示器。然而，目前主要定位在小尺寸的應用；它除了高應答及高精細化的優點，把系統蝕刻在基板上再設計，可省去一顆驅動 IC 而達到節省成本的目的。塑膠基板也是另一發展重點，不過目前只在實驗室研發階段。(陳俊志, 2001)

二、LCD 產品生命週期環境衝擊

依據董瑞安等人 (1999) 廢筆記型電腦的 LCD 回收處理技術可行性的評估研究發現，(a)筆記型電腦液晶顯示螢幕(LCD)平均重量 393.60g，其中液晶玻璃版 130.50g 底部膠膜 18.84g、底部壓克力板 99.33g、塑、橡膠部分 29.18g、金屬框 67.36g、電路版 42.95g、燈管 5.44g (b) 對玻璃液晶顯示器模組進行強酸消化實驗，定量分析的結果，鋅介於 223.3~6,677 µg/g 間，其餘鉻(Cr)、鎘(Cd)、鉛(Pb)、砷(As)、汞(Hg)、銅(Cu)、鎳(Ni) 濃度均小於 150 µg/g。液晶材經強酸消化後的定量分析結果，鋅較其他元素為高介於 981.6~4.16µg/g 間。在有機物的鑑定部分，以環己烷(cyclohexane)、醯胺(pyrimidine)及聯苯(biphenyl)為主，此些化合物都是向列型液晶中央基(central group)主要的化合物種類，其中又以環己烷出現的次數最為頻繁。(c) 液晶顯示器 (包含玻璃顯示器模組及液晶材) 採用環保署公告 NIEA R201.10T「事業廢棄物毒性特性溶出實驗」標準方法，在廢棄物與水比值為 1:20 的情況下 ICP-MS 對重金屬成分定量分析研究，發現部分重金屬的含量，銅(Cu)及鎘(Cd)的濃度可分別高達 657 及 602ppb。雖然此檢測值仍低於 TCLP 的標準，但在進行掩埋時所造成環境效應仍不可忽略。(d) 選用包括生命週期盤查、毒

性釋放盤查、及危害鑑定等三項前置方法之評估系統，而衝擊評估部分則採用 Simapro 軟體程式進行迫害源分析。進行評估廢筆記型電腦液晶顯示螢幕的回收處理技術，以目前國內廢棄物處理技術相關法規排放標準中之項目及對 LCD 實際進行實驗的結果為依據，將 LCD 直接以衛生掩埋處理，經 LCA 評估後發現，對環境衝擊的影響以生態毒性、生物多樣性、人類生活及產生非毒性廢棄物的衝擊為主，整體衝擊當量值為 4.92×10^{-13} ，遠小於任意棄置的 8.35×10^{-11} ，也較暫時貯存的衝擊度來的小。在拆解處理程序中，如玻璃、PS 及 PET 以回收處理，PVA 及黏膠(gel)以衛生掩埋處理，液晶材以甲苯萃取後以焚化處理，則經由拆解處理後 LCD 對環境的總衝擊度為 -2.77×10^{-12} ，不僅優於貯存及直接掩埋的方式，對環境的衝擊度反而有所幫助。

依據 Scolof *et al.* (2001) 進行桌上型電腦顯示器 (17 吋 CRT&15 吋 LCD) 生命週期環境衝擊研究，研究包括 CRT&LCD 二種產品：製造使用原料、產品製造、產品使用、拋棄等四階段之生命週期；環境衝擊盤查研究共彙整分為 16 類，包括：不可在生原料 (NRR)，可在生原料 (RR)，能源使用，全球暖化衝擊 (GW)，臭氧層破壞潛勢 (OD)，酸雨等 (Acidification)，光化學霧，空氣粒狀物污染 (PM)，臭味 (Aesthetic)，水體優養化 (Eutrophication)，水體污染 (BOD)，水體污染 (TSS)，有害廢棄物 (HW) 掩埋空間耗用，一般廢棄物 (SW) 掩埋空間耗用，放射廢棄物 (RW) 掩埋空間耗用，放射性危險性 (Rad)。經以問卷調查美國、日本、韓國等 1997 至 2000 年間之 25 家公司及 EcobilanGroup 資料，並搜集製造及電力生產程序資料；使用階段假設為：有效作用期限 (effective life)，包括技術進步等淘汰，非實際不能使用。能源耗用 CRT (113~13watts)；LCD (40~6watts)；能源使用衝擊直接計算製造燃料級電力耗用；臭味 (單位 mg/M3)、GW、OD、Acidif、smog、Eutroph 等衝擊，參考相關文獻。初步結果如下表 2-1 所示：

表 2-1 桌上型電腦顯示器 (17 吋 CRT&15 吋 LCD) 環境衝擊 (Scolof *et al.*, 2001)

Impact Category	Units Monitor	Units	
		CRT	LCD
Non-renew	Kg	6.7E+02	4.1E+02
Renew	Kg	1.3E+04	2.8E+03
Energy	Mj	2.1E+04	4.4E+03
GW	Kg-co ₂ -equiv	7.0E+02	1.3E+03
Ozone	Kg-CFC-11-equiv	2.0E-05	1.4E-05
Acidif	Kg-so ₂ -equiv	5.3E+00	3.0E+00
Smog	Kg-ethene-equiv	1.7E-01	1.6E-01
Particulates	Kg	3.0E-01	1.2E-01
Odor	m ³	7.6E+06	5.1E+06
Eutroph	Kg-PO ₄ ⁻³ -equiv	4.8E-02	5.0E-02
BOD	Kg	2.0E-01	2.9E-02
TSS	Kg	8.8E-01	6.2E-02
Haz Waste	m ³	6.9E-03	3.6E-03
Sol Waste	m ³	1.6E-01	5.5E-02
Rad Waste	m ³	1.8E-04	8.9E-05
Rad	Bq	3.2E+07	1.2E+07
Cost	US\$	5.4E+02	1.5E+03

結果顯示：環境衝擊，LCD 只在全球暖化及水體優養化 (GW、Eutroph) 二類較大；其衝擊產生在製造階段。可供環境改善考量重要參考。在全球暖化環境衝擊，LCD 因使用 (SF₆)，約 66% 由其貢獻，CO₂ 全產品生命週期只貢獻 27%，兩者能源耗用衝擊比較，CRT 使用玻璃原料多及 LCD 使用階段耗電小，能源環境衝擊 CRT 較大。

第三節 生態效益理念及其指標

「永續發展」的理念自 1992 年的地球高峰會議之後，已漸漸從國家、社會的層級，導入企業，成為所有企業追求的目標。根據世界企業永續發展委員會(WBCSD, World Business Council for Sustainable Development)的定義，一個永續的企業，就是同時能夠兼顧環境、經濟與社會這三方面績效的公司。目前民眾對於企業的要求與認知是：企業在追求利潤的同時，也必須兼顧到環境保護與社會公平的責任。為了因應此一浪潮，近年來，企業已漸漸從被動的法規符合，到主動的環境管理(陳念平, 1999)。

「生態效益(eco-efficiency)」之觀念，乃 WBCSD 於 1992 年所提出的理念。其主要的目的在於「...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。」而經濟、合作與發展組織(OECD)在其出版的「生態效益」一書中也提到：「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』，可視為是產出與投入的比值。」(胡憲倫, 2000)。

透過指標來設定標的與監測績效，是所有企業用來考核其經營績效的方法。而生態效益的量測，則主要是為了追蹤與記錄績效與進展、辨別與排序改善的機會，以及鑑別因改善生態效益而獲致之成本節省與其他相關的效益(胡憲倫, 2000)。而生態效益指標係用來追蹤一家公司、個別產業別或整個經濟體的資源生產力，做為內部提昇競爭力的基礎，現階段並不企圖、也不鼓勵外界據此用於跨業別的比較(胡憲倫等, 2001)。

一、生態效益指標

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。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(資源生產力)，可同時結合環境和經營資訊以量化生態效益理念。其目的除了協助企業評估其績效、供管理者訂定目標，並提出改善方案做為內部管理之用外，同時也是企業與其它外部或內部利益相關者間重要的溝通工具。方程式(1)即為結合混靜與經濟績效並評估生態效益的通式：

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

這個通式可用來計算各種不同的生態效益指標值，端看各個公司管理者視其實際需求，而定出適當的資訊做為分子或分母，不過分子(產量或產值)和分母(環境衝擊)的資料亦須分別保存以便再查證或確認(黃馨儀等, 2001)。

二、財務與環境績效永續性的彈性內涵

世界企業永續發展委員會(WBCSD)發展生態效益指標的目的，並非是要找出單一型式測量和報告生態效益的方式，而是希望能發展一套能廣泛被各行業接受、應用及解讀、且符合一般性、自發性原則的彈性架構。生態效益指標的定義、量測和表現方式將會隨著各個行業公司而有所不同，而不同企業間或行業相比較時，必須格外注意其差異之處。

相關術語的使用是否合乎邏輯、簡單易懂、以及對評估指標是否適用於一般性的溝通或特殊需求是非常重要的。因此生態效益指標將分類成三個層次：類別(categories)，考量面(aspects)和指標(indicators)，如下圖 2-3 所示。類別是對環境或對企業價值造成影響的廣泛範疇，在生態效益指標架構中，即分成三個類別，包括產品/服務價值、產品/服務創造時的環境衝擊、和產品/服務使用時的環境衝擊。考量面是指在各類別中的同類資訊；而指標是指每一個考量面可用以量測、且能用來追蹤及展示績效的特定方法。

而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(Product/service value)

- 體積/質量(volume/mass)
- 金錢(monetary)
- 功能(function)

產品/服務創造時的環境衝擊(Environmental influence in product/service creation)

- 能源消耗(energy consumption)
- 原料消耗(materials consumption)
- 天然資源的消耗(natural resources consumption)
- 非產品的產出(non-product output)
- 非計畫中的事件(unintended events)

產品/服務使用時的環境衝擊(Environmental influence in product /service use)

- 產品/服務的特徵(product/service characteristics)
- 包裝廢棄物(packaging waste)
- 能源消耗(energy consumption)
- 使用/處置時的污染排放(emissions during use/disposal)

類別 Categories	考量面 Aspects	指標 Indicators
產品/服務的價值	體積(Volume)	銷售單位
	貨幣(Monetary)	淨銷售金額
產品/服務的生成 對環境的影響	原料消耗	原料的消耗噸數
	副產品的產出	SO ₂ 的排放噸數
產品/服務的使用 對環境的影響	包裝廢棄物	Kg 的固體廢棄物
	能源消耗	MJ 的能源使用

圖 2-3 生態效益指標的分類

WBCSD 並建議在建構生態效益指標，應採用下列八項原則：(1)要能與保護環境、保障人類健康，和/或改善生活品質有關，並且具有意義；(2)要能被清楚的定義、可量測的、透明的，以及可驗證的；(3)要能讓利害相關者了解並覺得有意義；(4)要能根據一個公司的作業、產品與服務之整體的評估，特別應著重在所有企業能直接管理控制的領域；(5)要能認識與公司活動的上游(例如供應商)與下游(例如產品使用者)考量面相關又有意義的議題；(6)要能體認企業固有的多樣(差異)性；(7)要能支援長時間的標竿比較與監測；以及(8)要能通知決策者去改善組織的績效。

而為了能達到生態效益評估的目的並且在考量企業的差異性之後，WBCSD 將指標分成兩類，分別是一般適用與企業特定指標(Generally applicable and business specific indicators)。一般適用指標，表示所有企業均能適用的指標，雖然它們對所有的企業而言，不見得價值或重要性均是一樣。對於每一個這類的指標，下列的國際一般共識一定得符合：(1)與全球環境的顧慮或企業的價值有關(2)與所有企業有關並且是具有意義的(3)其量測的方法已經建立，並且其定義也已被普遍的接受。另外，企業特定指標，則用來描述一家企業的生態效益。由於並非所有的指標都能適合所有的公司，因此每一家公司必須要評估自己的公司，以決定在一般適用的指標之外，怎樣的“企業特定”指標是適合公司，並且對管理階層及外部之利害相關者均有益的(黃馨儀等，2001；黃正忠等，1999)。

三、生態效益座標圖（如下圖 2-4）

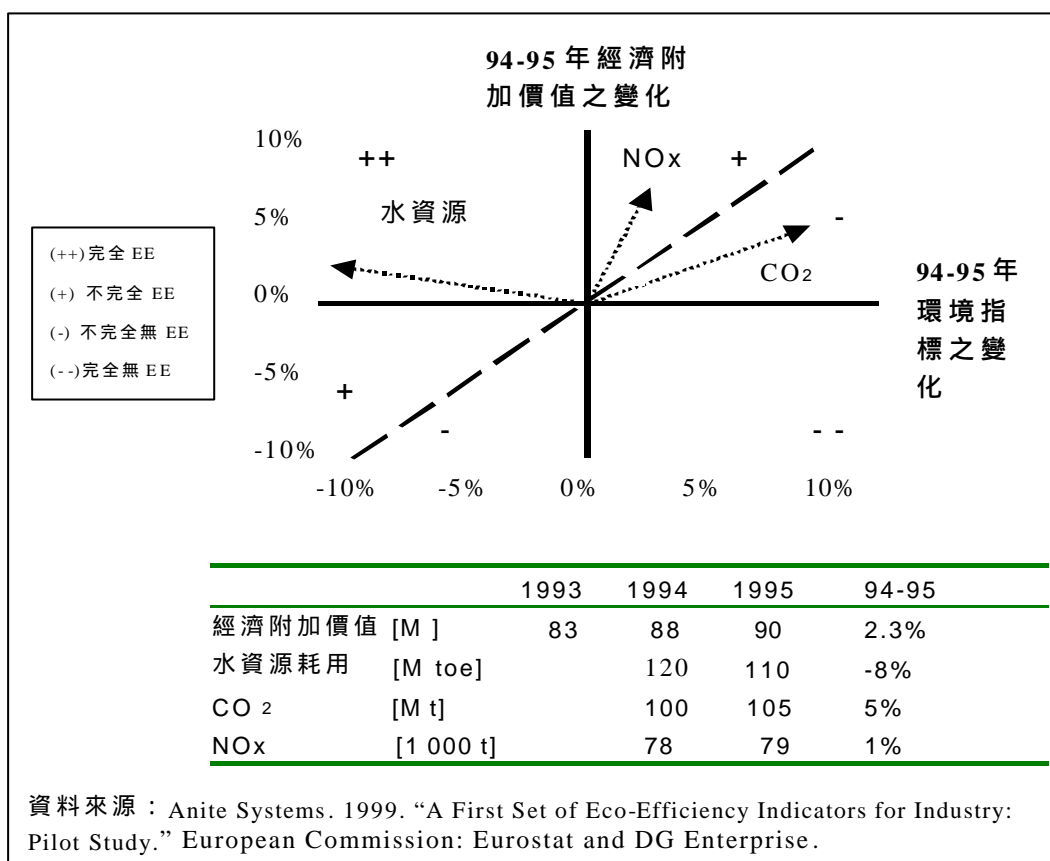


圖 2-4 生態效益座標圖

此一座標圖原為歐盟國家用來評估其產業生態效益程度的工具(Anite Systems , 1999)。其目的在於清楚的呈現該產業在不同領域之生態效益的程度，以及未來可以努力的方向。非常適合做為主管機關的決策輔助及評估方法/準則。茲以下圖之 94-95 年的數據案例來說明其應用。此座標圖乃由縱軸的經濟價值(此處為經濟附加價值)變化與橫軸的環境衝擊變化所組成，共分為四個區域，分別說明如下：

(一) 完全的生態效益區 (Full Eco-Efficient Area , 圖中以 + + 表示) :

在此 (++) 區中，經濟與環境的效益皆處在及趨向有利的情况。例如，所追求的標的 (經濟附加價值&環境指標) 都同時達到。從上述例子而言，環境指標中的 CO₂ 排放量與廢棄物的數量降低了 (有利的) ，同時經濟附加價值也提昇了 (有利的) 。

(二) 不完全的生態效益區 (Half Eco-Efficient Area , 圖中以 + 表示) :

在此 (+) 區中，每一個指標都有一個面向是趨向有利的情况，而則有一面導向不利的情況。而趨向有利情況的標的值會「補償」另一方面。從上述例子顯示，NO_x 排放量雖然增加了 1% ，但是卻增加 2.3% 的經濟附加價值。

(三)完全無生態效益區 (Full Non Eco-Efficient Area 圖中以 - - 表示) :

在此 (--) 區中，經濟與環境指標皆趨向不利的方向，即經濟附加價值與環境指標處於最差的情況。

(四)不完全無生態效益區 (Half Non Eco-Efficient Area , 圖中以 - 表示) :

在此 (-) 區中，每個標的只有一方面趨向有利的方向，而其他方面卻處於不利的環境，然而趨向有利情況的標的值不會「補償」另一方面。

第四節 生態效益相關研究成果與應用領域

生態效益目前已經被認為是企業內部管理與對外溝通之工具。本節將嘗試從此兩個方向切入，分析國外相關學者的研究及成果。此外，也將簡略地說明國際間對於生態效益研究之重要研究組織及其應用領域/層面。

若以內部管理工具而言，相關的研究成果可進一步的概分為評估管理、生產規劃及整體性。生態效益可視為企業創新過程的驅動力，認為企業在產品創新及設計永續產品當中，提高生態效益有助於產品生命週期設計（Life cycle design），更可進一步以量測生態效益來作為改善產品系統的工具（Hanssen,1999）。雖然 Stevels 的觀點並非 WBCSD 對於生態效益的原意，但是透過環境獲得(environmental gain)與系統成本(cost of the system)之比值，認為此比值可以成為一個評估「為環境設計」、「或為回收設計」的管理工具(Stevels,1999)。生態效益可以作為企業以環境為導向的最佳化模式之決策評估最佳化工具，可以模擬量測資源使用效率，一些未來發展的可能做法，更可以事先被評估（Cancer,2000）。生態效益指標亦可做為環境管理工具的價值，特別是當它們被用來推行一個環境管理系統(EMS)時，可當成管理環境績效時的優點及有效性（Mata *et al.*,2000）。

做為生產規劃研究工具，生態效益概念及其指標乃可透過實務性的生態效益科技/技術、設計等，以提昇組織及產品的生態效益比值。透過生態效益技術/科技，可達到資源效率最佳化的目的，例如採用生命週期盤查(LCI)方法檢定組織的資源使用效率（Davis,1997）。此外，透過「為生態效益設計」（design for eco-efficiency)的理念，讓企業在生命週期的觀點下兼顧環境與經濟效益（Cramer,1999）。「生態效益」的收穫(gains)或雙重盈餘(double dividends)，有蠻大的比例是透過所謂「內化產品」(internalizing the product)的過程，也就是透過資源化(recovery)、再製造(remanufacturing)，以及原料回收(material recycling)等過程來達到（Ayres *et al.*,1997）。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）[13]。除了在產品及製程之外，在更大的層面如工業區的設計與規劃上，可透過製程再造(process re-engineering)，例如廠址與廠房的設計、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，將可提昇生態工業區落實之重要條件（Grant,1997）。

而對外溝通工具，生態效益期望能滿足企業的內外部利害相關者所施以的各種環境訴求，而其相關的研究包括了企業環境報告書(GRI 及 WBCSD 永續性報告書)、利害相關者價值、環保基金及道瓊永續性群組指數方面的應用。生態效益概念及指標運用作為評估管理方面，包括成為企業的策略、績效評估、決策方面。生態效益概念之整體而言，鑒於目前生態效益的提出大多是理念與量制方法，尚無確切的理論基礎，因此驅動了相關學者透過經濟學的效率原理將生態效益的觀念建立，並確立生態效益的可行性（陳念平,1999）。此外，Reijnders 認為「X」倍數(Factor X)能以量化方式的表示方法來達到生態效益或是去物質化。這乃是一種對於生態效益研究方法論（Reijnders,1998），例如 RMIT 在家電業之永續產品設計與生產設定，透過「最佳現有技術」(BAT)方式，並以四倍數為目標，逐年改進生態效益表現。

生態效益概念及指標，除了成為企業內部管理與評估之餘，更可進一步藉此管理與評估系統，透過環境報告書方式作為基金經理人投資的主要依據。企業在生態效益的工作綱領中，除了內部管理目標達成之餘，也必須透過政策綱領、金融體制、非政府組織等外部因素，才能發揮生態效益的推動效能。例如，WBCSD 推展全球試行生態效益指標及報告

書計劃，並嘗試將此結果推薦於基金會經理人作為投資項目的依據。企業能將內部的管理系統，透過指標與報告書機制成為對外溝通工具，已經是企業內外部利害相關者愈來愈關注的訴求。經濟、環境及社會持續發展與風險管理的整合，已經漸成為利害相關者對於現代企業具備的需求。生態效益的概念藉由整合性管理程序、策略及工具來創造企業的價值，並透過此價值的回饋，成為股東價值(shareholder value)策略上的驅動力 (Atkins,2000)。

此外，國際間之重要研究組織對於生態效益進行廣面的研究，增強了推動與發展之動力。Anite System 進行歐盟國家間不同產業的生態效益比值研究，成為國際間首例將生態效益概念及指標應用在不同產業及區域比較層面上的研究。Austrian Ministry of Agriculture, Forestry, Environment & Water (2000) 則透過生態效益的原則以建構歐盟生態效益區域(region)，其中包括鑑別區域中適合應用生態效益方法的行業別，並分析以生態效益為基礎建構永續區域的優點及困境。WBCSD 所制定的生態效益指標架構，目前試行階段並沒有進一步進行企業及產業間比較(benchmarking)方面的研究，不過指標與報告標準化的趨勢，已經是目前包括 ISO、GRI、Unictad/UN-ISAR 對於績效評估標準化的共同看法。而 Ellipson 在生態效益指標標準化研究中，透過鑑別(identification)、選擇(selection)及建構(construction)最有用的生態效益指標。指標標準化的現決條件是國際通用性、一致性及可在行業內外進行比較的功能。此標準化指標限於「一般適用」，其五個環境指標包括耗能、耗水、溫室氣體排放量、臭氧層破壞物質及固體與液體廢棄物，而兩個財務績效指標包括淨銷售額及附加價值。此外，不同產品或服務在各週期階段(生產、使用、運送、廢置)皆對環境造成不同程度的衝擊。因而，澳洲 RMIT 大學設計中心的研究顯示，家電產品在製程與廢置階段的耗能及水量，僅是使用階段的 3%。因此，該研究透露出家電業者可透過「最佳現有技術」(BAT)方式，逐年改進生態效益表現，進一步達到 Factor「X」的目標。

第五節 國外與國內之生態效益及其指標之推展現狀

一、國外的推展情況

1996年，OECD的環保部長們對於「生態效益理念為達到永續發展理念中最重要的方法之一」的說法達成共識。OECD於1998年出版了「Eco-efficiency」一書，同年四月並在法國巴黎召開的OECD環境部長會議中，再次強調此概念能夠改善四倍數的主張，以及最終達到改善十倍數的目標（胡憲倫,2000）。此外，歐洲生態效益行動計劃(EEEI)，乃透過一個結合多利益相關者(multi-stakeholder)的行動綱要，藉夥伴關係的機制及新的利益相關者之間的合作關係，來加速永續發展的到來。其目標是要將生態效益的理念，作為全歐洲最主要的企業概念，並將之整合到歐盟(EU)的工業及經濟政策中(WBCSD & EPE,1999)。美國在總統的永續發展委員會(President's Council on Sustainable Development)中成立了一個生態效益任務編組(Eco-Efficiency Task Force)來推動生態效益。在澳洲，生態效益是與清潔生產一同推動。聯合國環境規劃署(UNEP)在1990年發起並大力推動清潔生產，也十分留意生態效益的可能影響力，也正在研究實施生態效益的政策及方法(WBCSD & UNEP,1998)。

過去幾年，WBCSD結合了國際上許多跨國集團代表和學者專家，共同發展簡單易懂、具彈性可適用於各業別內部管理及外部溝通特色的生態效益指標。現階段生態效益指標的架構雖未臻於完整，然目前已被許多跨國企業所採用，如NORSK HYDRO及BASF等大企業。至於企業特定指標，可能因各公司關聯性及適用性不同，導致這些指標定義、量測的方法的選用會有所差異，針對這些問題，WBCSD認為ISO 14031「環境績效評估」可協助企業選擇具有參考價值的企業特定指標。生態效益指標目前不但為全球報告計畫(GRI)和其它機構所採用作為揭露公司相關訊息的指導綱要，許多國家也以此來描述一國總體經濟環境績效的指標。

二、國內生態效益及其指標相關計劃推展現況

「全球生態效益指標與報告試行研究計畫」-東元公司的參與，希冀能引進並協助國內企業建構第一套的生態效益指標系統。東元公司是以單一的廠房(新莊廠)參與此一計畫。新莊廠提供的1996、1997及1998資料中，較完整的包括了四種主要產品(鋼板馬達、馬達應用製品、控制盤、變頻器)的財務、環境、能源等資料，經過整理後大致分成了：產品/服務的價值，以及產品/服務生成時的環境衝擊兩大類。而前者又包含了產品數量、淨銷售額以及毛利等三項資料；後者則包含了原料消耗、能源消耗、水消耗、廢水產生量以及零星的環境資料。綜合資料的完整性以及可利用性，最後決定以三個財務指標(產品數量、淨銷售額及毛利)，以及四個環境衝擊指標(能源消耗、水消耗、廢水產生量與及溫室氣體的排放量)，來建構及分析東元的生態效益情形。原料消耗的部分，由於資料不完整因此並未採用。

在經濟部工業局「永續產業發展與推廣計劃」中，目前所進行的六種產業(總共有十五種)包括家電業、人纖、石化、水泥、造紙及半導體業。以目前所執行的家電業、人纖、

石化業進行成果分析。在家電業中，由於未能獲得少數參與計畫之家電業者的完整資料，因此僅能以個案方式呈現其生態效益分析。家電業與電子業之所以受到國際間的關注，絕對不在其製造過程的污染，而是使用的階段(主要為耗能)，以及最後棄置處置的階段(有害物質之最終處置)，因此產品/服務使用的環境衝擊為此指標架構的特色。綜合某一家電業/廠 1996 至 2000 年資料，選用單一財務指標(淨銷售額)，以及五個環境衝擊指標(總耗能、CO₂ 排放量、總廢棄物量、總用水量、回收總量)來建構及分析其生態效益情形。在人纖業生態效益分析中，分為兩方面(整體產業 & A 化學纖廠)。前者選用 1997 至 1999 年三個財務指標(總產量、營收、生產毛額)及三個環境衝擊指標(耗能、原料使用量、CO₂ 排放量)，而後者兩個財務指標(產量、營收)及八個環境衝擊指標(耗能、廢水、廢棄物量、粒狀物排放量、CO₂、SOX、NOX、VOC) (朱美琴等, 2001)。

經濟部工業局的「彰濱生態化工業區生態效益指標架構」計畫，由於其總計畫之整體目標乃在建立區域之工業發展及永續社區，因此其生態效益指標架構亦應包含生態、社會、經濟與環境等項目，使之能成為生態化工業區長期的績效評量與管理工具。目前的生態效益指標僅包含了經濟和環境的面向，尚缺社會方面的指標。而生態效益三個類別及其考面量，包括產品/服務價值、生成及使用時的環境衝擊，趨向於「偏於實際生產」的生態效益界面，而「非實際用於生產」界面如社會面及生態保育指標，本計畫建議可成為輔助性指標。目前，整體指標架構嘗試應用在「配置型」(co-located)及「網絡虛擬型」(virtual loop)的生態化工業區型態中。前者乃是針對工業區內固有及未來進駐的廠商，而後者包括了彰化縣、台中縣市、南投縣、雲林縣等附近的廠商加入此生態化網絡，進一步達到物質流環閉(close the loop)的生態化結果。此計畫目前僅處於架構上的建立，並未獲得實際廠商參與進行試算。未來可能達至的生態效益類別及其考面量指標，例如財務指標(淨銷售額、毛利、附加價值等)、環境衝擊指標(能源消耗、水消耗、溫室氣體的排放量等)、社會衝擊指標(與自救團體的溝通次數、僱用弱團體之百分比等)、生態保育衝擊指標(黑面琵鷺的數量、海域地帶的生物量等)來建構及分析彰濱工業區的生態效益狀況。

表 2-2 (如下) 為經由上述計劃，針對不同層面之生態效益指標架構(從單一企業、產業至工業區經濟體)，所整理出之相關生態效益類別及其考面量指標。由於各計畫之資料數據取得並不十分順利與完整，因此使得初擬架構與實際採用架構之間有若干落差

表 2-2 各計劃應用層面之生態效益指標架構整理

類別/考面量/指標	計劃	東元公司	家電業	人纖業	石化業	彰濱工業區
1. 產品/服務價值&生成的環境衝擊		√	√	√	√	√
財務價值 一般適用： ➤ 產品數量 ➤ 淨銷售額 ➤ 毛利 企業特定： ➤ 附加價值 ➤ 獲利率 ➤ 生產毛額 ➤ 營收/利潤 ➤ 員工數		√ √ √	√	√ √ √	√ √	
環境衝擊指標 一般適用： ➤ 耗能 ➤ 水消耗 ➤ 原料消耗 ➤ 廢水/物產生量 ➤ 溫室氣體排放量 ➤ 臭氧層破壞物質(ODS) 企業特定： ➤ 有機溶劑使用量 ➤ 凡利水使用量(PVF) ➤ 六價鉻 ➤ VOCs ➤ 有害物質使用量 ➤ 各類污染物釋出量		√ √ √ √ √	√ √ √ √	√ √ √ √ √	√ √ √ √ √	
2. 產品/服務使用的環境衝擊			√			√

註：「√」為初擬之指標架構；「√」為初擬指標架構最後實際採用者。

資料來源：「生態效益及其指標應用之研究」，胡憲倫等，2001

表 2-2 各計劃應用層面之生態效益指標架構整理 (續一)

類別/考面量/指標	計劃				
	東元公司	家電業	人纖業	石化業	彰濱工業區
財務價值/環境衝擊 > 產品中可回收材質的重量比例 > 主要產品的總回收比例(重量比) > 廢棄物回收或再利用的量(公噸) > 用水回收的量(公噸) > 產品的使用壽命 > 產品在使用階段的耗能					
3. 非實際用於生產/使用階段之社會面(建議)輔助指標					

註：「」為初擬之指標架構；「」為初擬指標架構最後實際採用者。

資料來源：「生態效益及其指標應用之研究」，胡憲倫等，2001

第參章 研究方法

第一節 研究設計

- 一、採用質性分析法中的「探索性個案研究法」，由相關文獻探討，擬定初步之生態效益指標架構，並拜訪所遴選出來的廠商之相關負責人士，進行深度訪談。
- 二、針對個別廠商訪談之後的結果與建議，修改指標架構以將該行業的指標架構確立下來。
- 三、依量化研究方法中的「實證分析法」，從各個管道得到之該行業的環境與財務的資料彙整成資料庫，並嘗試以所研擬的指標架構進行試算，以得到該行業之生態效益值。完成指標架構。

第二節 研究流程

- 一、以 WBCSD 所建議生態效益指標架構為基礎
- 二、搜集 LCD 產業、製程等相關文獻探討，發展初步架構
- 三、洽詢同意協助研究之相關產業案例公司，討論擬定指標架構
- 四、請個案廠商提供相關資料，就取得相關資料進行試算，應用生態效益座標圖方法，計算及繪製個案生態效益座標圖，彙整並分析其意義。
- 五、完成指標架構建立，進行結果分析與討論，結果與建議。

(一) 流程圖如下 (圖 3-1):

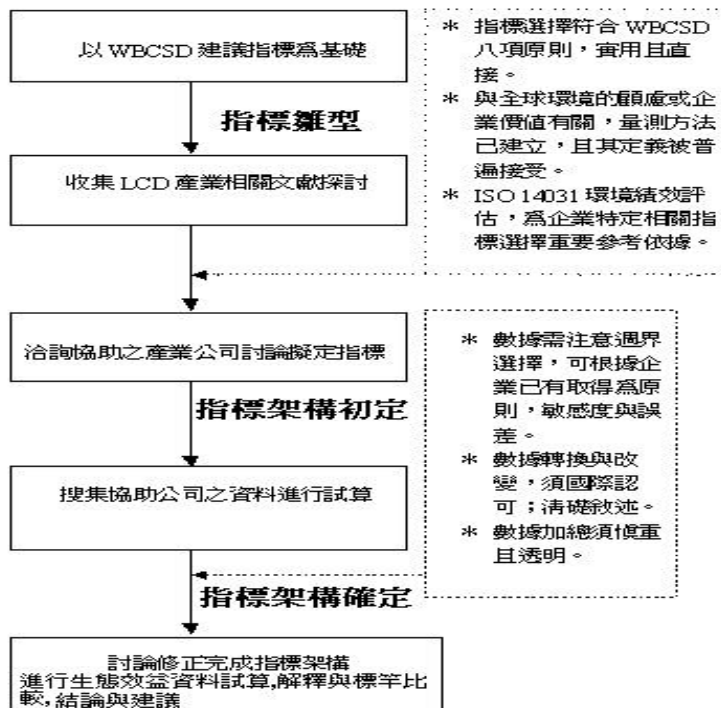


圖 3-1 個案研究流程圖

第三節 本研究指標架構

本研究以 WBCSD 在前年（2000）經過來自 15 個國家，10 個不同行業的 24 家公司，試行計劃所研擬量測企業績效方法、原則、定義與指標選用 8 原則等，研擬出液晶顯示器產業生態效益指標架構，並透過國內某家顯示器（LCD）廠商所提供的相關資料做為試算，其生態效益指標架構如下：

一、環境衝擊指標的部份：

- （一）能源消耗 - 能源消耗總和，包括電力、化石燃料(燃料油、煤、天然氣)，以及其他可再生能源(氣電共生、風力、太陽能等)之總和。
- （二）水的消耗 - 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)，以立方公尺(也就是公噸或度)為單位。
- （三）原物料用量 - 所有購買或從其他來源獲得之各類原料的重量總和，以公噸為單位。
- （四）有害物質的用量 - 環保署公告列管之毒性化學物質的購買或與使用量，以公噸為單位。此部份原包含於以上之原料使用量之中。
- （五）臭氧層破壞物質(ODS) - 用於清洗或製程中會破壞臭氧層的物质，以公噸為單位。
- （六）溫室氣體(GHG)的排放量 - 六種造成地球暖化的氣體，包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氮氧化物(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)等，從燃燒、製程反應以及處理過程中所排放出來的氣體。以等量之 CO₂ 公噸數為單位。
- （七）排入各種環境介質(大氣、地面水、地下水、土壤等)之各類污染物的量 - 以公噸為單位。
- （八）總固體廢棄物的產生量 - 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，以公噸為單位。
- （九）產品的使用壽命 - 以年為單位，作為逐年績效比較的依據。
- （十）產品在使用階段的耗能 - 同能源效率的單位，可再分成待機與使用中。

二、財務/效益指標的部份：

- （一）產品數量 - LCD 的產品一般均以生產或為銷售面積(area，平方公尺，片)為單位。
- （二）淨銷售額(Net sales) - 以美元或台幣為單位。
- （三）附加價值(Value added) - 以美元或台幣為單位。歐盟鼓勵使用的指標。
- （四）毛利(Gross profit) - 淨銷售額減掉產品與服務銷售的成本
- （五）淨利(Net profit)

- (六) 扣掉利息的稅前盈餘(EBIT)
- (七) 產品中可回收材質的重量比例
- (八) 主要產品的總回收比例(重量比)
- (九) 廢棄物回收或再利用的量(公噸)
- (十) 用水回收的量(公噸)

三、指標試算數據收集

值得一提的是，在此我們將產品在使用階段的壽命與耗能情況列入環境指標，主要是為了突顯產品生命週期的重要。另外，將非財務績效的回收效益列在財務指標之中，乃考量生態效益比值的公式=產品與服務的價值 / 對環境之衝擊中，並未說明分子一定要是財務或經濟面的指標，因此也應該可以是其他與產品或服務有關之效益或價值的量制(measures)，如此可讓生態效益的評估更多樣也更有彈性。

參考前述環境衝擊及財務\效益指標項目內容，建立指標資料收集參考表詳如下：表(3-1)環境面指標試算資料表；表(3-2)財務/產品效益指標試算資料表。可供實際進行資料搜集彙編使用。

表 3-1 環境面指標試算資料表

能源消耗	電力 (千瓦-小時/度)	燃料油 (公秉)	天然氣 (立方公尺/ 度)	再生能源 (註明類別)	其他 (請註明)	換算後總合 (十億焦耳 /GJ)
製程與廠房使用						
水的消耗	自來水 (立方公尺/度)	地下水 (立方公尺/ 公噸)	河水 (立方公尺/ 公噸)	其他 (請註明)	其他 (請註明)	總合
製程與廠房使用						
原物料用量(公噸 /T)	金屬	非金屬	塑膠	其他 (請註明)		
製程與廠房使用						
排入水體與大氣中 之污染物(公噸/T)	BOD&COD	營養物質	酸性物質	VOCs	重金屬	

表 3-1 環境面指標試算資料表 (續一)

臭氧層破壞物質 (ODSs) (公噸/T)	氟氯碳化物 (CFCs)	氫氟碳化物 (HFCs)	氫氟氯碳化物 (HCFCs)	其他 (請註明)	其他 (請註明)	其他 (請註明)
製程與廠房使用						
臭氧層破壞物質 (ODSs) (公噸/T)	氟氯碳化物 (CFCs)	氫氟碳化物 (HFCs)	氫氟氯碳化物 (HCFCs)	其他 (請註明)	其他 (請註明)	其他 (請註明)
產品使用中產生						
溫室氣體排放量 (GHGs)(公噸/T)	二氧化碳 (CO ₂)	甲烷 (CH ₄)	氮氧化物 (N ₂ O)	氫氟碳化物 (HFCs)	全氟碳化物 (PFCs)	六氟化硫 (SF ₆)
製程與廠房使用						
產品使用中產生						
總固體廢棄物的 產生量 (公噸/T)	回收再利用 之量	自行最終處 置的量	委託代清除 處理業			
回收再利用的量 (公噸/T)	金屬	非金屬	塑膠	其他 (請註明)		
主要產品的 平均使用壽命 (年)	產品一	產品二	產品三	產品四	產品五	產品六
主要產品在使用階 段的耗能 (千瓦-小時/度)	產品一	產品二	產品三	產品四	產品五	產品六
主要產品在使用階 段的耗水 (m ³ /公噸)	產品一	產品二	產品三	產品四	產品五	產品六
毒性物質的用量 (環保署公告之項目) (自行註明單位)	有機溶劑 (請註明類別)	請註明	請註明	請註明	請註明	請註明
其他較重要之環境考 量面 (使用量, 公噸)	鉛	六價鉻	汞	鎘	PVC	其他 (請註明)

表 3-2 財務/產品效益指標試算資料表

產品生產或銷售的數量 (number or quantity of products produced or sold)	
淨銷售額(net sales)	
經濟的附加價值(value added)	
毛利(gross profit)	
淨利(net profit)	
稅前盈餘(EBIT)	
產品中可回收材質的重量比例	
主要產品的總回收比例(重量比)	
廢棄物回收或再利用的量(公噸)	
用水回收的量(公噸)	

第四節 研究限制

- 一、由於 LCD 產業競爭者眾多，業者對於產品發展及策略多所保留，國外完整及較新資料取得不易，因此資料蒐集可能不夠完整。
- 二、國內 LCD 產業資訊網站，ITIS（工研院）PIDA（光電科技工業協進會）MIC（資訊市場資訊中心）等重要產業資訊與報告，皆採收費昂貴會員制，只能取得部分資訊，研究者經驗及專業知識不足，可能會有疏漏之處。

第肆章 個案研究分析與結果

第一節 個案公司簡介

一、個案 A 公司為日商在台灣分公司，成立於 1982 年，1999 年 11 月，通過 ISO14001 環境管理系統認證，2000 年 10 月，獲環保署頒發辦公室做環保績優單位獎章；其位於台中之 TN、STN LCD 及模組製造工廠，環保政策為：開發與環境融和之商品，推動使用後商品的回收及再生利用。執行環境管理系統，以達到持續改善，預防污染之目標；遵行環保法令及其它必須遵守之相關規定；提升能資源使用效率及提倡節約能源，減少浪費。其主要產品有：液晶體顯示器、液晶顯示器組零件及半成品、玻璃光罩等，其主要製程有：

(一) M1：CVD、PHO、LCF、ASSY。

(二) M2：受入-曝光、ADI-ACI、一次 B 洗-F 處理、研磨-封合、一次切割-目視檢查。

(三) M3：印刷、二切、電測、貼片、外觀檢查。

(四) M4：受入-顯像、H/C-B 洗、RUB-組立、IS/B-V/I、MASK (光罩)。

二、個案 A 公司液晶顯示器製造程序與流程圖

個案 A 公司主要液晶顯示器製程如下：

ITO 玻璃 清洗機 鍍鎳機 蝕刻機 剝離機 清洗機 塗佈機 顯影機 預熱槽
蝕刻機 清洗機 成品 (詳如下圖 4-1)

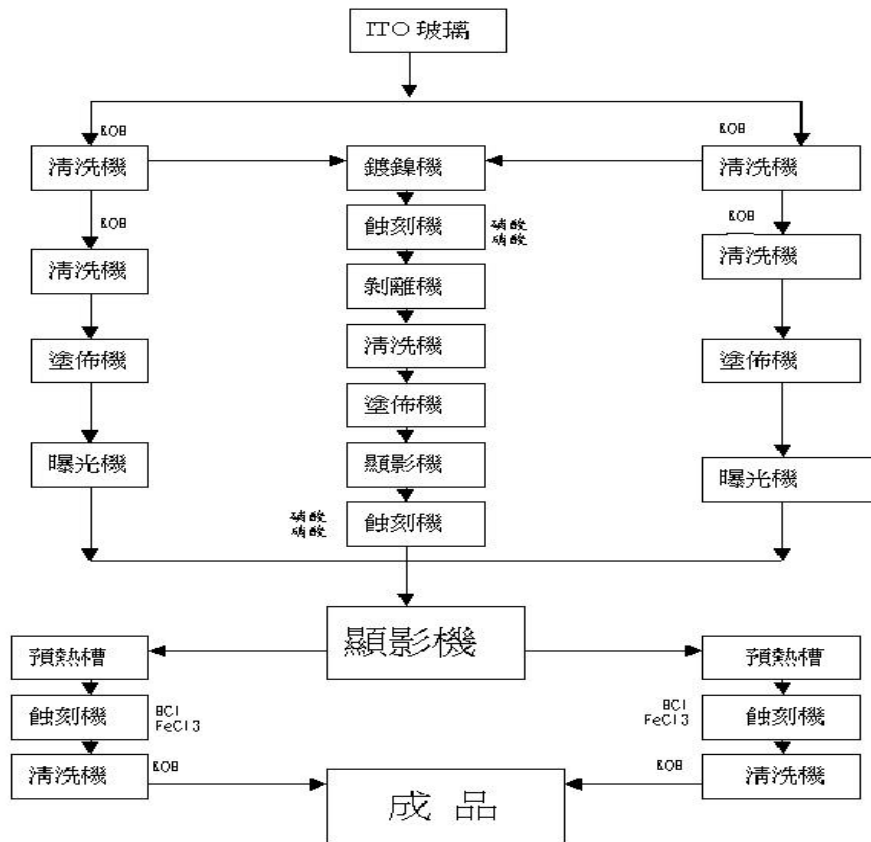


圖 4-1 個案 A 公司製程

第二節 個案 A 公司生態效益研究分析

一、依據擬定指標架構；將個案 A 公司之財務、及能源消耗等環境資料加以收集，分別彙整了 1997、1998、1999、2000 四年的資料，經研究綜合可取得資料的完整性及可利用性。相關選用指標項目如下：

(一) 財務面指標數據有：全廠營業總額及營業利益二項。

(二) 環境衝擊指標數據有：

1. 全廠之能源消耗(公秉/KL 燃料油)
2. 水資源消耗(立方公尺/M³)
3. 原料玻璃(片)L4(336mm*220mm)
4. CO₂ 排放量(公噸/T)
5. 廢棄物清理量(公噸/T)[不含一般廢棄物]

- 6.廢白玻璃量(公噸/T)
- 7.廢溶劑量(公噸/T)
- 8.廢污泥量(公噸/T)
- 9.非資源廢棄物量(公噸/T)
- 10.總廢棄物量(公噸/T)

(三) 經依據前述生態效益比試算；詳細結果如下：表 4-1 (個案公司生態效益資料)；表 4-2 (個案公司營業額與環境面資料生態效益比值)；表 4-3 (個案公司利益與環境面資料生態效益比值)。

表 4-1 個案 A 公司生態效益試算表 (本研究整理)

項目	歷年	1997	1998	1999	2000
財務面資料					
營業額(億)		26.170	22.280	30.990	32.590
利益(佰萬)		34	18	99	149
環境面企業一般性資料					
(一) 能源消耗(KL)		9,173	7,853	8,818	8,733
(二) 水資源消耗(100M ³)		6322.81	6504.22	7610.92	6933.96
(三) 原料玻璃(1000片)L4(336mm*220mm)		9696.57	6413.11	6272.88	5,802.30
(四) CO2排放量(10T)		1827.43	1564.46	1756.71	1739.78
環境面企業特性資料					
(五) 廢棄物清理量(T)[不含一般廢棄物]		237	337	307	372.461
(六) 廢白玻璃量(T)		187.42	123.7	200.2	218.2
(七) 廢溶劑量(T)		43.3	28.1	58.2	59.6
(八) 廢污泥量(T)		145	84.21	75.47	33.95
(九) 非資源廢棄物量(T)		336	262	272	256
(十) 總廢棄物量(T)		523	499	609	563

表 4-2 個案 A 公司營業額與環境面資料生態效益比值（本研究整理）

營業額與環境面資料生態效益比值	1997年	1998年	1999年	2000年
(一)能源消耗營業額EE值(十萬/KL)	2.85	2.84	3.51	3.73
(二)水資源消耗營業額EE值(萬/10M3)	4.14	3.43	4.07	4.70
(三)原料玻璃營業額EE值(萬/佰片)	2.70	3.47	4.94	5.62
(四)CO2排放營業額EE值(千萬/10T)	1.43	1.42	1.76	1.87
(五)廢棄物清理量營業額EE值(千萬/T)	1.10	0.66	1.01	0.87
(六)廢白玻璃量營業額EE值(千萬/T)	1.40	1.80	1.55	1.49
(七)廢溶劑量營業額EE值(千萬/T)	6.04	7.93	5.32	5.47
(八)廢污泥量營業額EE值(千萬/T)	1.80	2.65	4.11	9.60
(九)非資源廢棄物營業額EE值(佰萬/T)	7.79	8.50	11.39	12.73
(十)總廢棄物量營業額EE值(佰萬/T)	5.00	4.46	5.09	5.79

表 4-3 個案 A 公司利益與環境面資料生態效益比值（本研究整理）

利益與環境面資料生態效益比值	1997年	1998年	1999年	2000年
(十一)能源消耗利益EE值(千/KL)	3.71	2.29	11.23	17.06
(十二)水資源消耗利益EE值(萬/千M3)	5.38	2.77	13.01	21.49
(十三)原料玻璃利益EE值(萬/萬片)	3.51	2.81	15.78	25.68
(十四)CO2排放利益EE值(萬/10T)	1.86	1.15	5.64	8.56
(十五)廢棄物清理量利益EE值(佰萬/10T)	1.43	0.53	3.22	4.00
(十六)廢白玻璃量翻	1.81	1.46	4.95	6.83
(十七)廢溶劑量利益EE值(佰萬/10T)	7.85	6.41	17.01	25.00
(十八)廢污泥量利益EE值(佰萬/10T)	2.34	2.14	13.12	43.89
(十九)非資源廢棄物利益EE值(佰萬/10T)	1.01	0.69	3.64	5.82
(二十)總廢棄物量利益EE值(萬/T)	6.50	3.61	16.26	26.47

二、個案 A 公司以搜集資料，進行生態效益（EE）指標值試算，以圖表方式顯示，比較財物及環境面各年變化趨勢，可據以就資料變化情形與公司各階層人員檢討分析，從檢討中尋求辨別改善機會，各項生態效益指標試算結果變化圖如下（圖 4-2 至圖 4-24）：

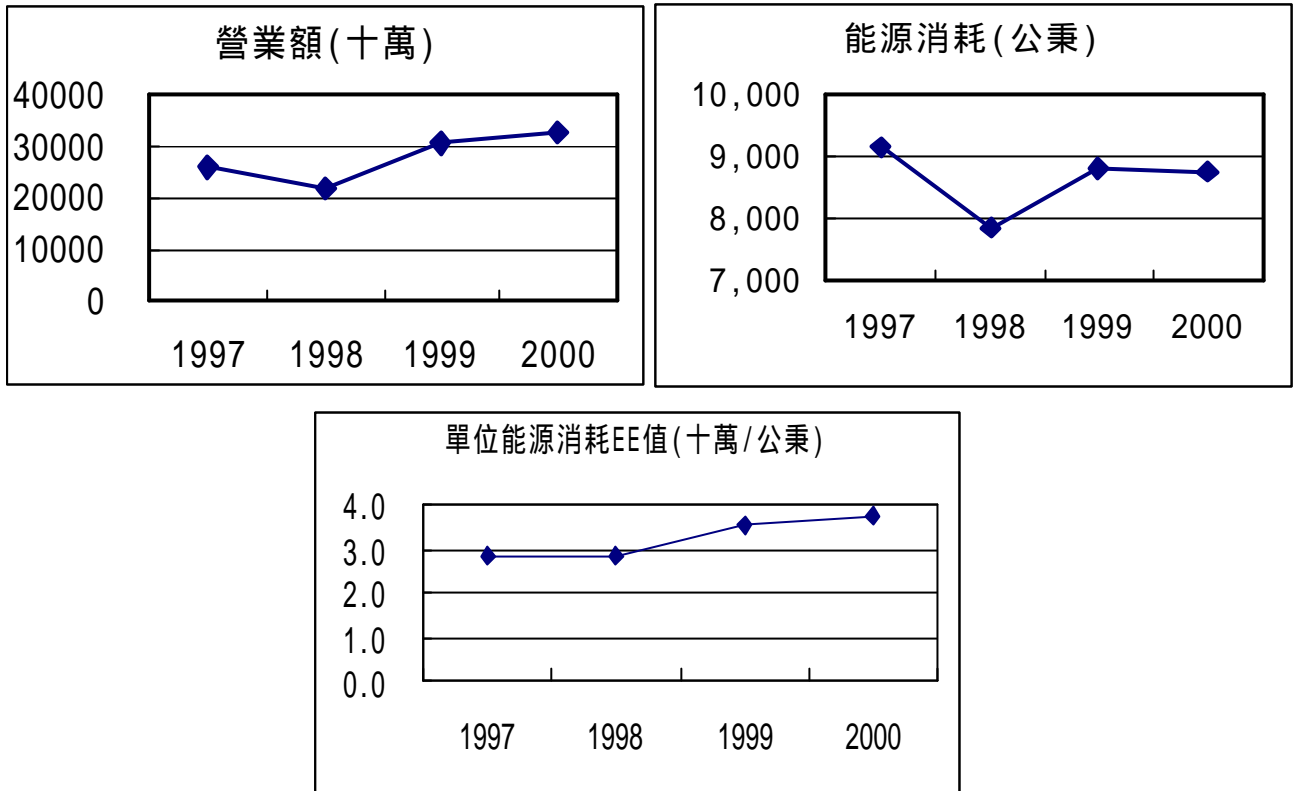


圖 4-2 個案 A 公司單位能源 (公秉) 消耗之營業額 EE 值(十萬/公秉)

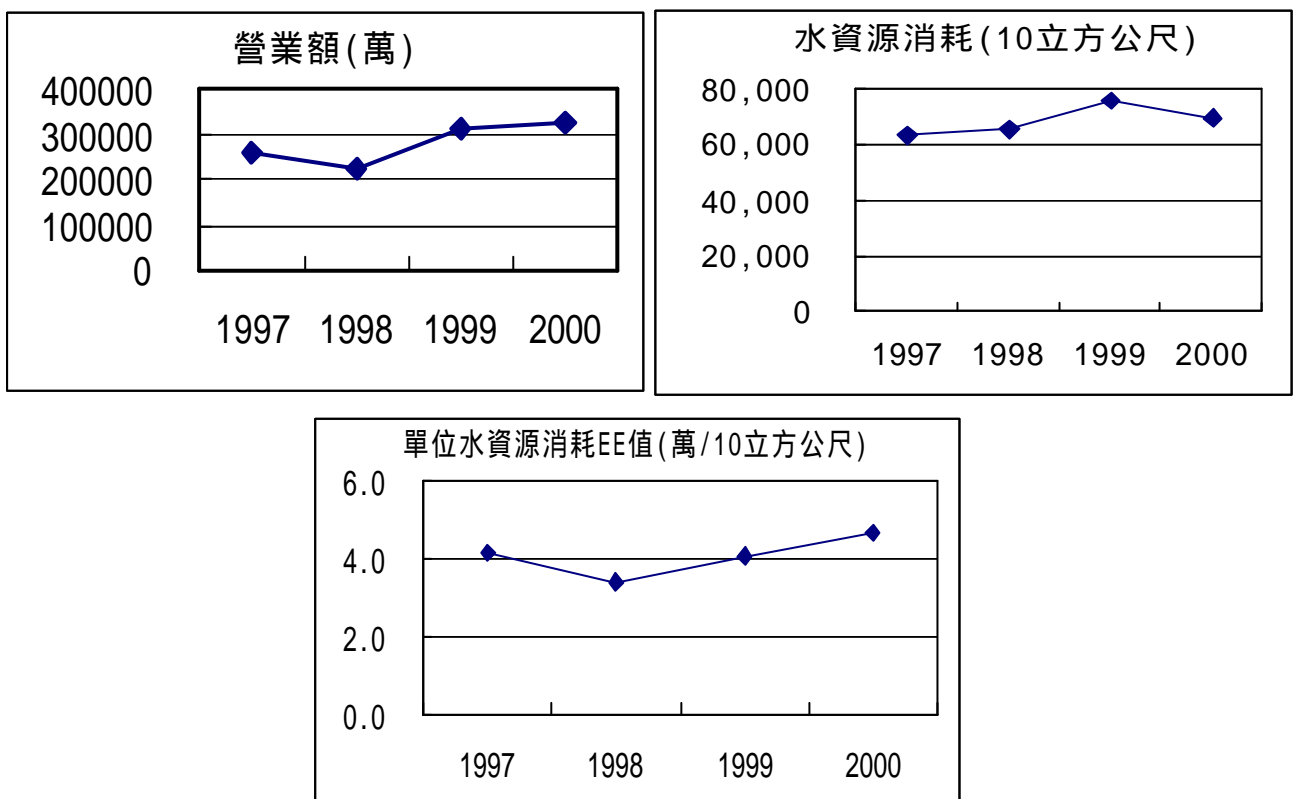


圖 4-3 個案 A 公司單位水資源 (10 立方公尺) 消耗之營業 EE 值(萬/10 立方公尺)

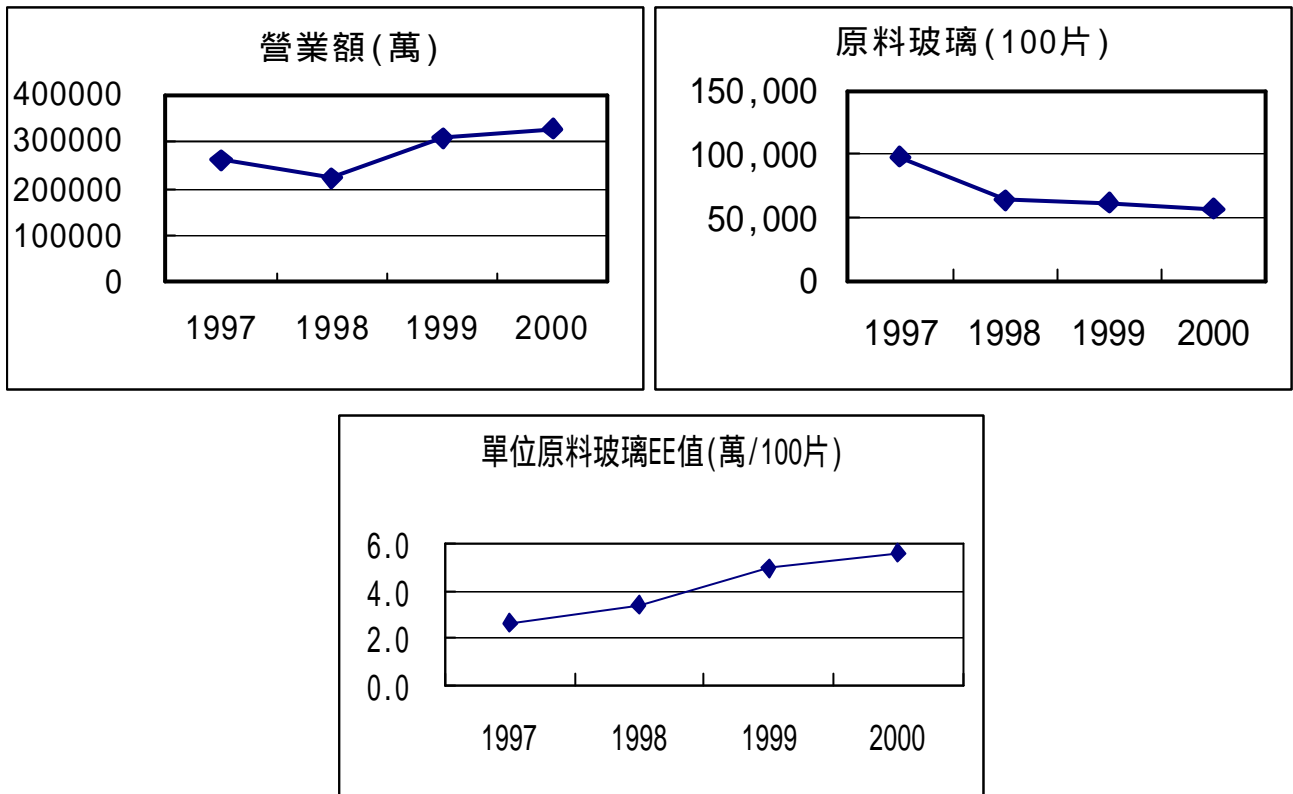


圖 4-4 個案 A 公司單位原料玻璃 (100 片) 之營業額 EE 值(萬/100 片)

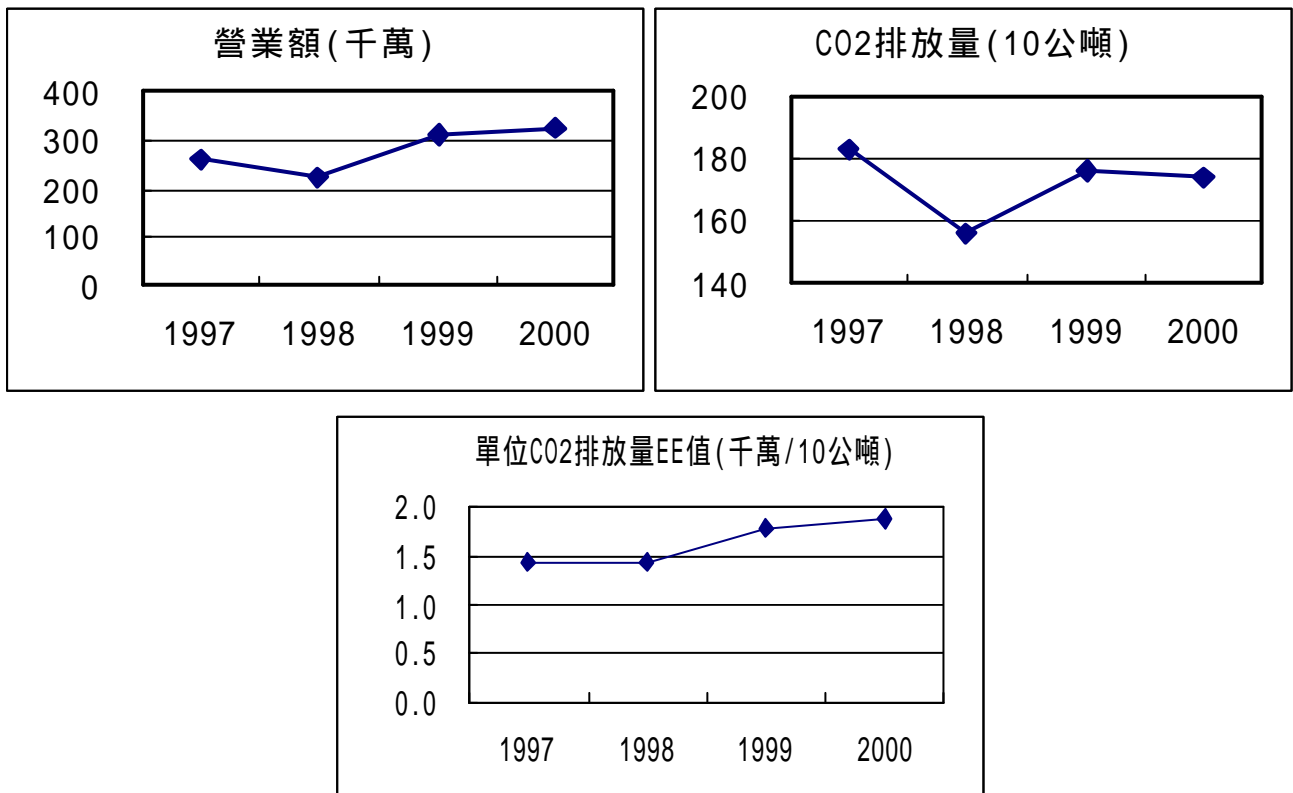


圖 4-5 個案 A 公司單位 CO₂ 排放量(10 公噸)之營業額 EE 值(千萬/10 公噸)

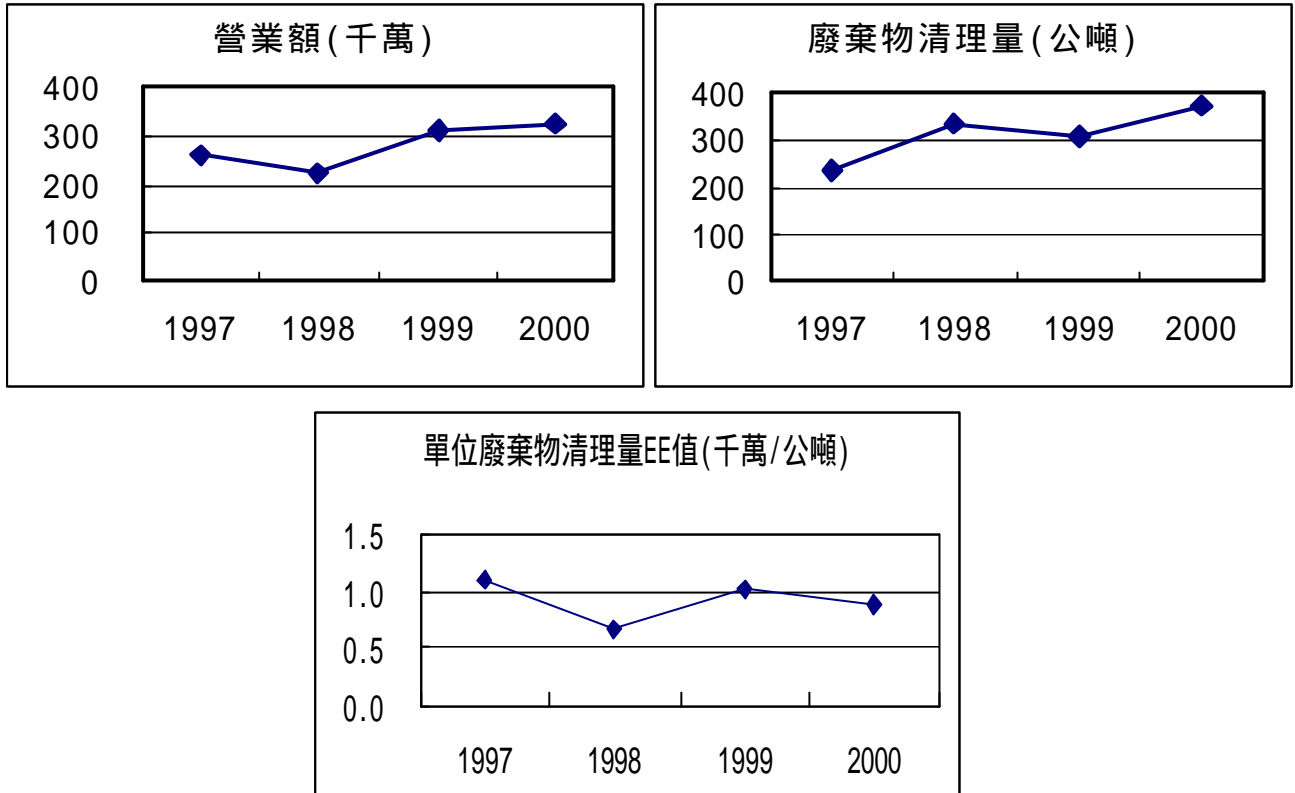


圖 4-6 個案 A 公司單位廢棄物清理量(公噸)之營業額 EE 值(千萬元/公噸)

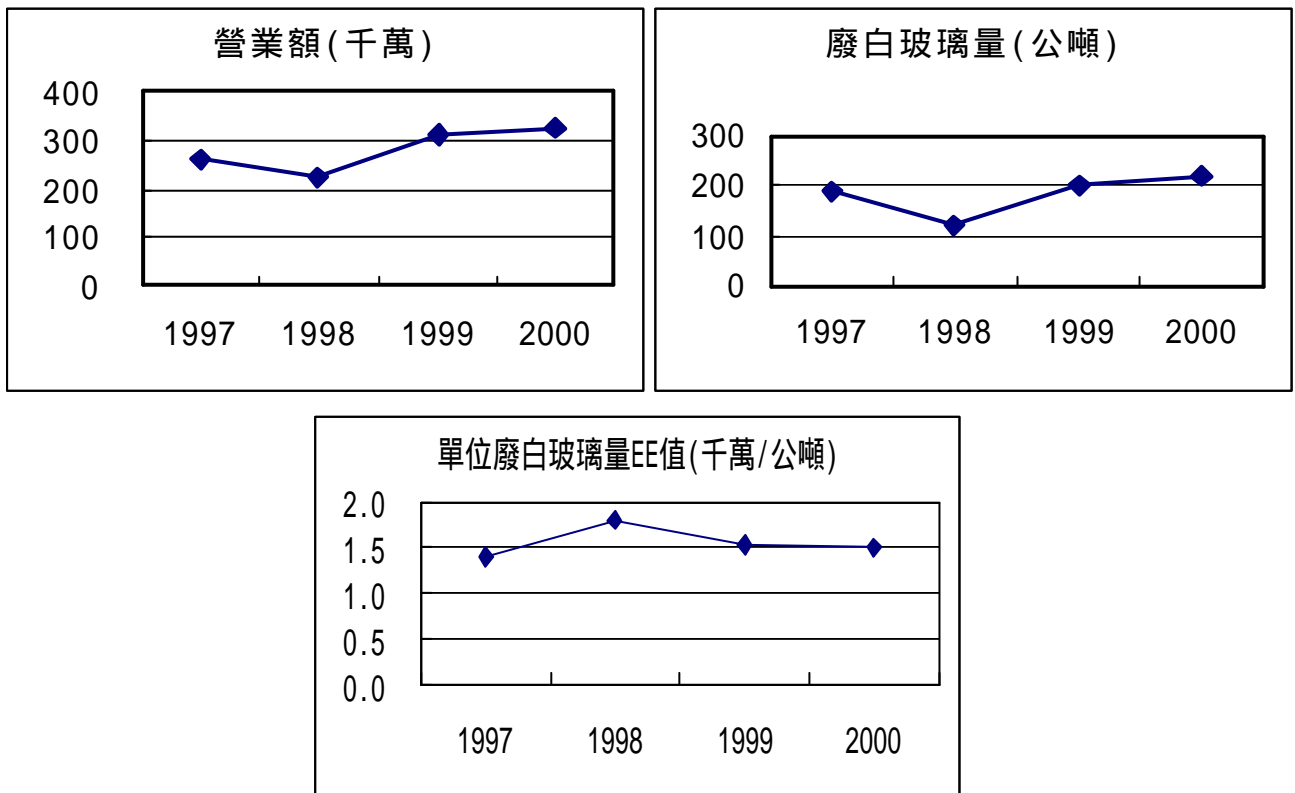


圖 4-7 個案 A 公司單位廢白玻璃量 (公噸) 之營業額 EE 值(千萬元/公噸)

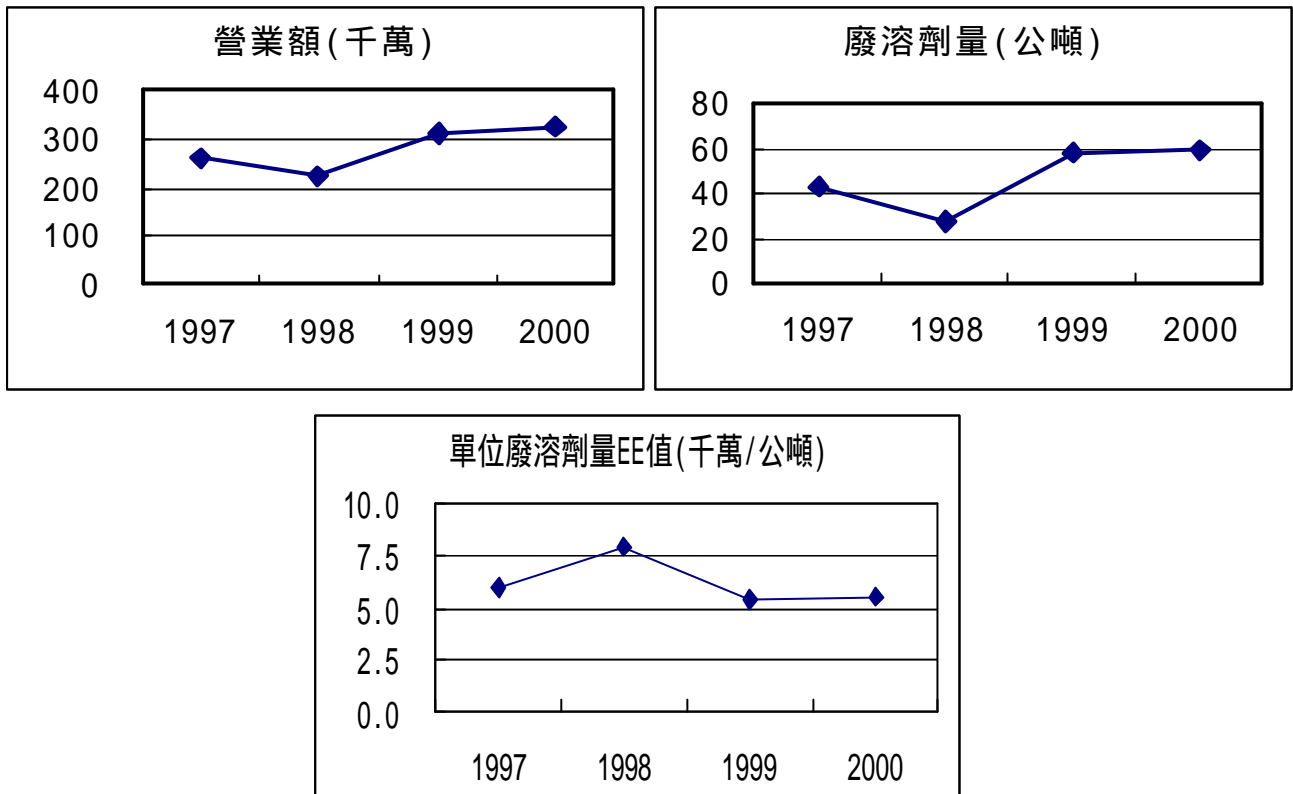


圖 4-8 個案 A 公司單位廢溶劑量(公噸)之營業額 EE 值(千萬元/公噸)

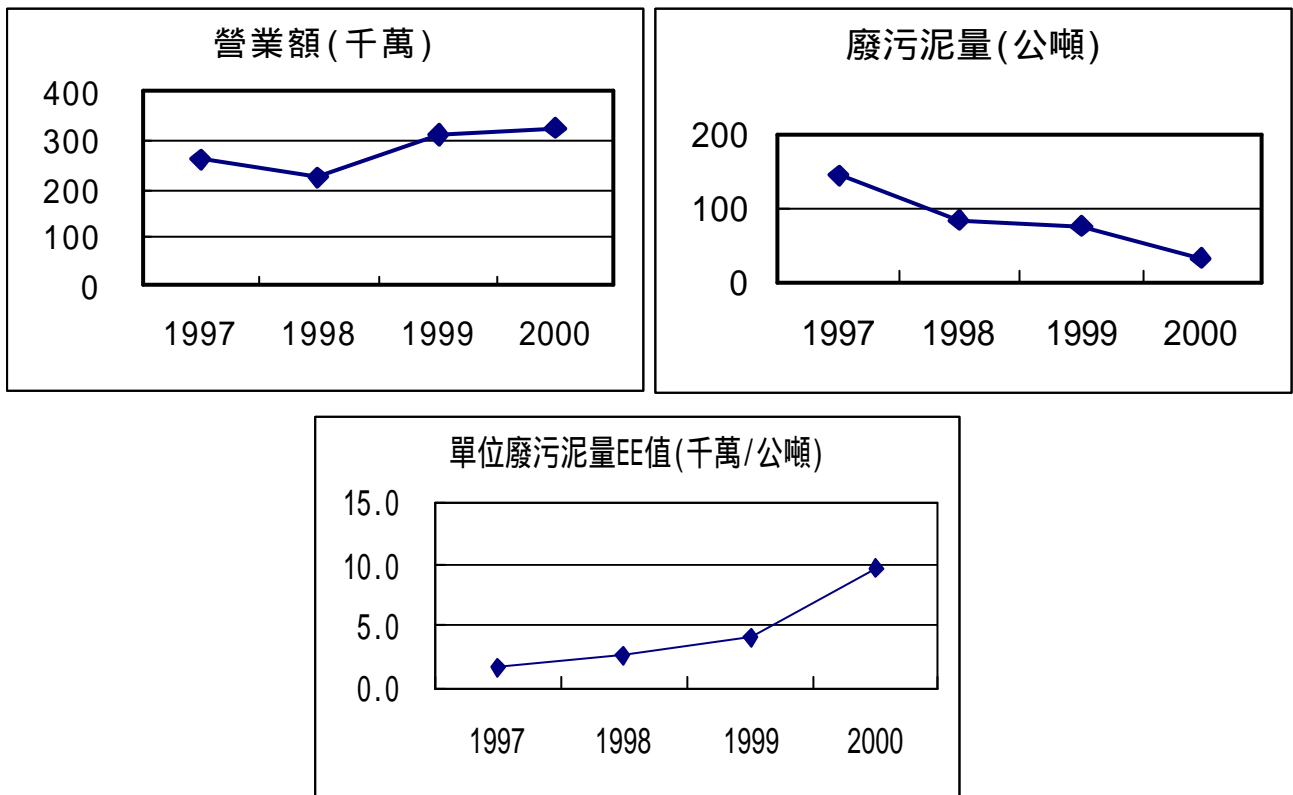


圖 4-9 個案 A 公司單位廢污泥量(公噸)之營業額 EE 值(千萬元/公噸)

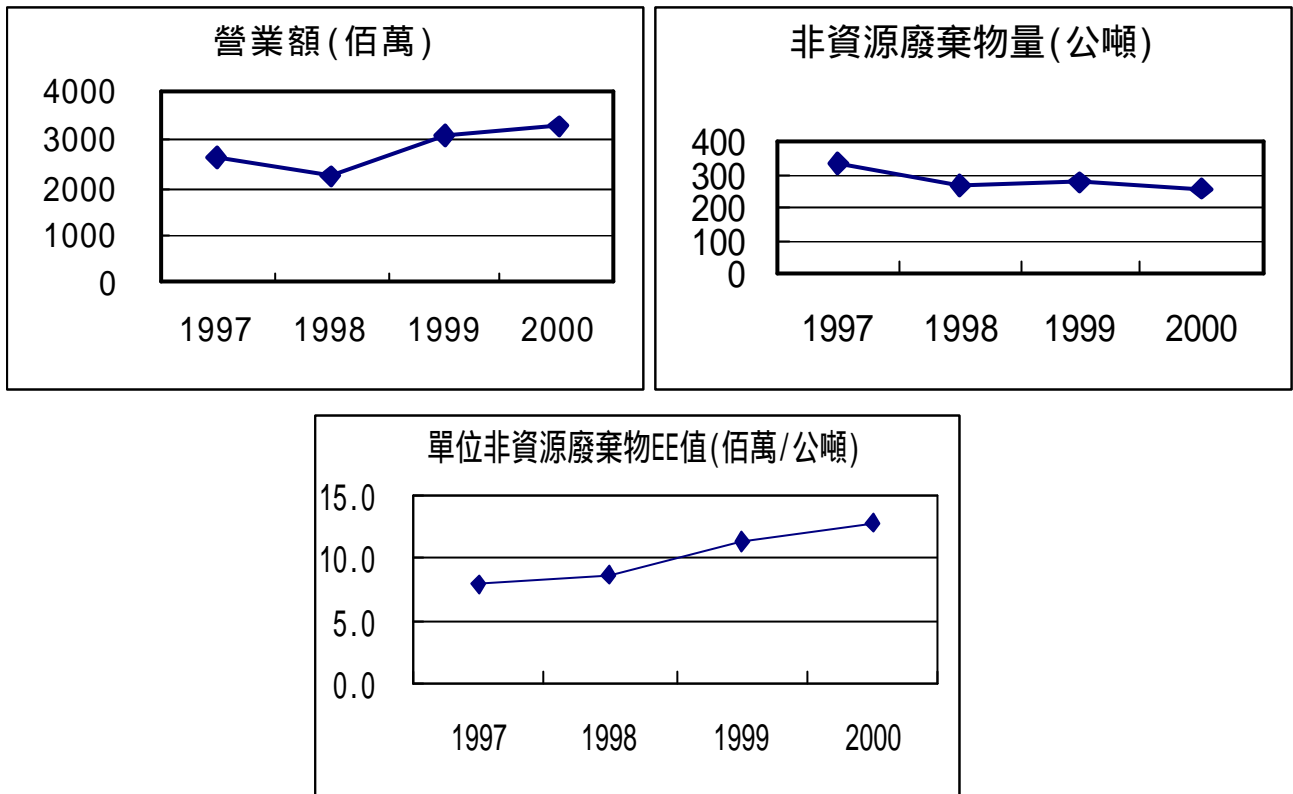


圖 4-10 個案 A 公司單位非資源廢棄物(公噸)之營業額 EE 值(百萬/公噸)

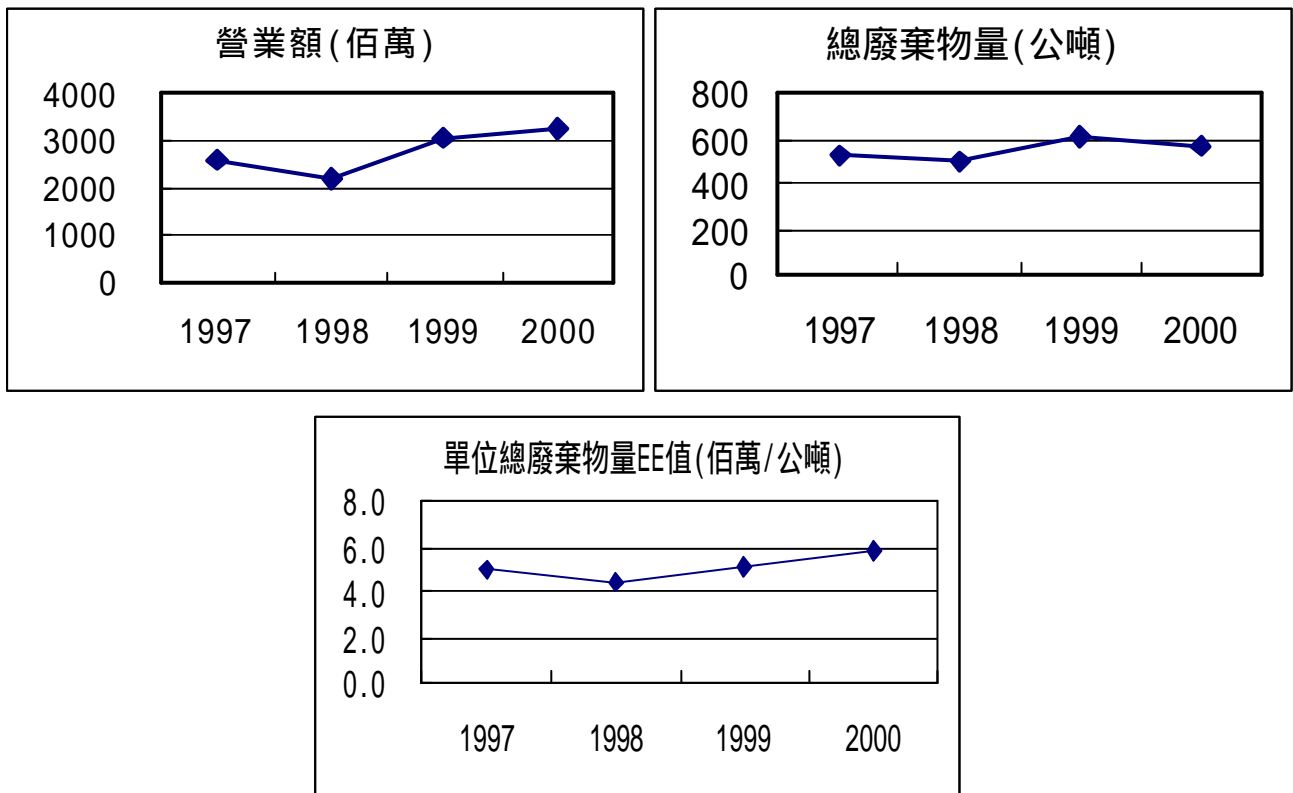


圖 4-11 個案 A 公司單位總廢棄物量(公噸)之營業額 EE 值(百萬/公噸)

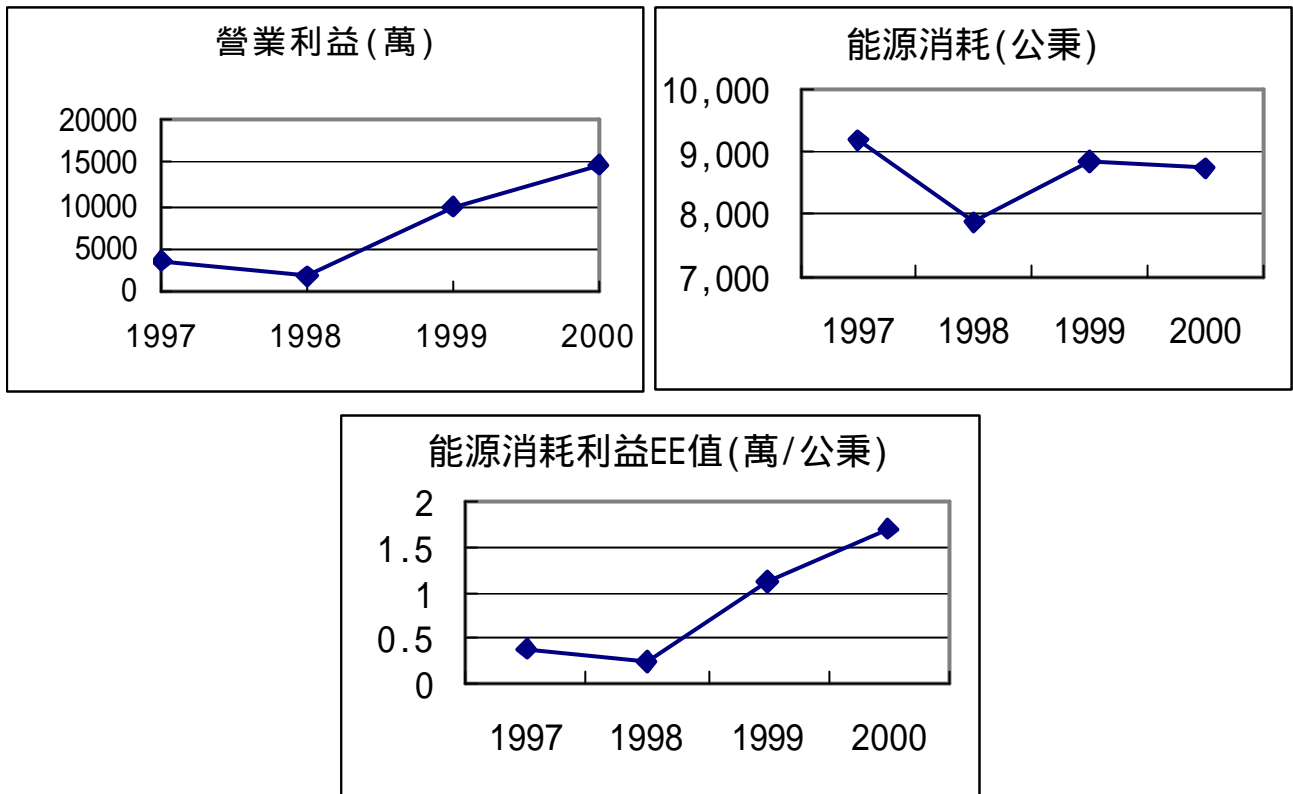


圖 4-12 個案 A 公司單位能源 (公秉) 消耗之營業利益 EE 值(萬/公秉)

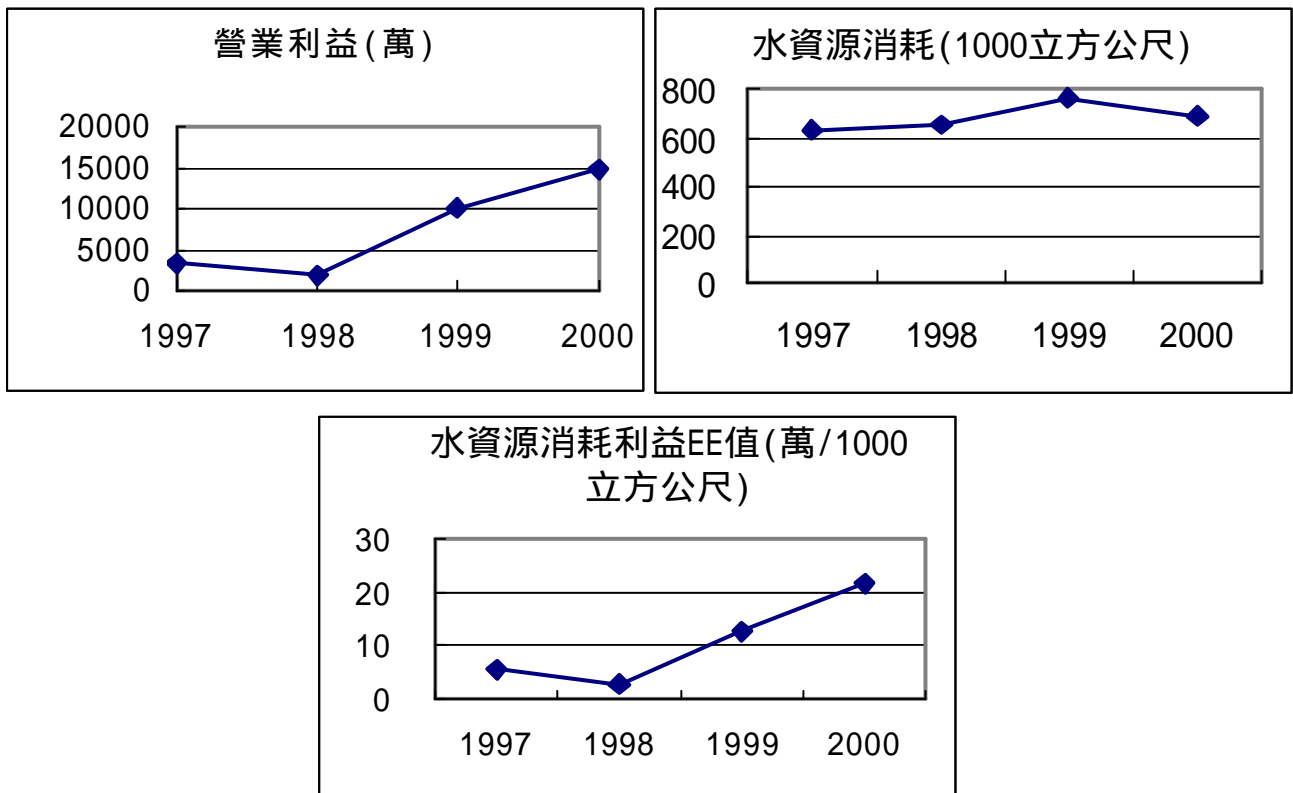


圖 4-13 個案 A 公司單位水資源 (1000 立方公尺) 消耗之利益 EE 值(萬/1000 立方公尺)

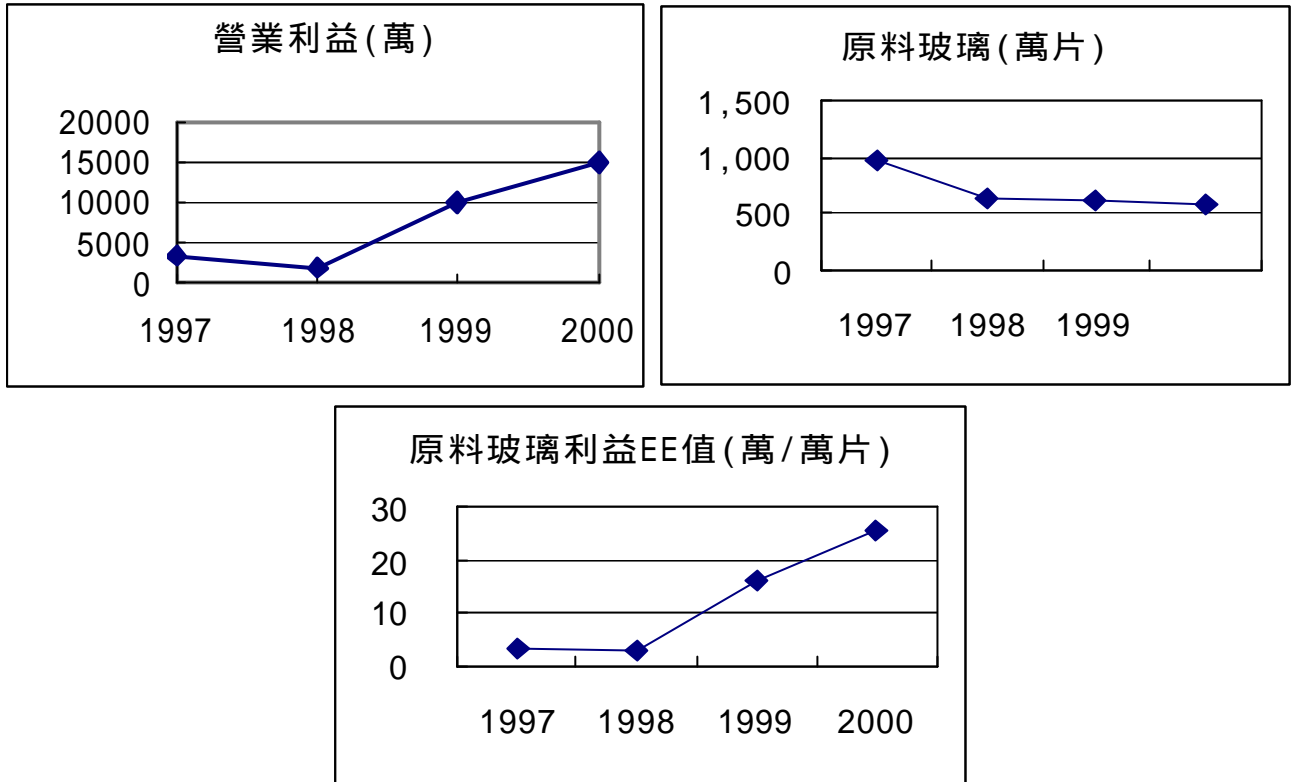


圖 4-14 個案 A 公司單位原料 (10000 片) 玻璃之營業利益 EE 值(萬/萬片)

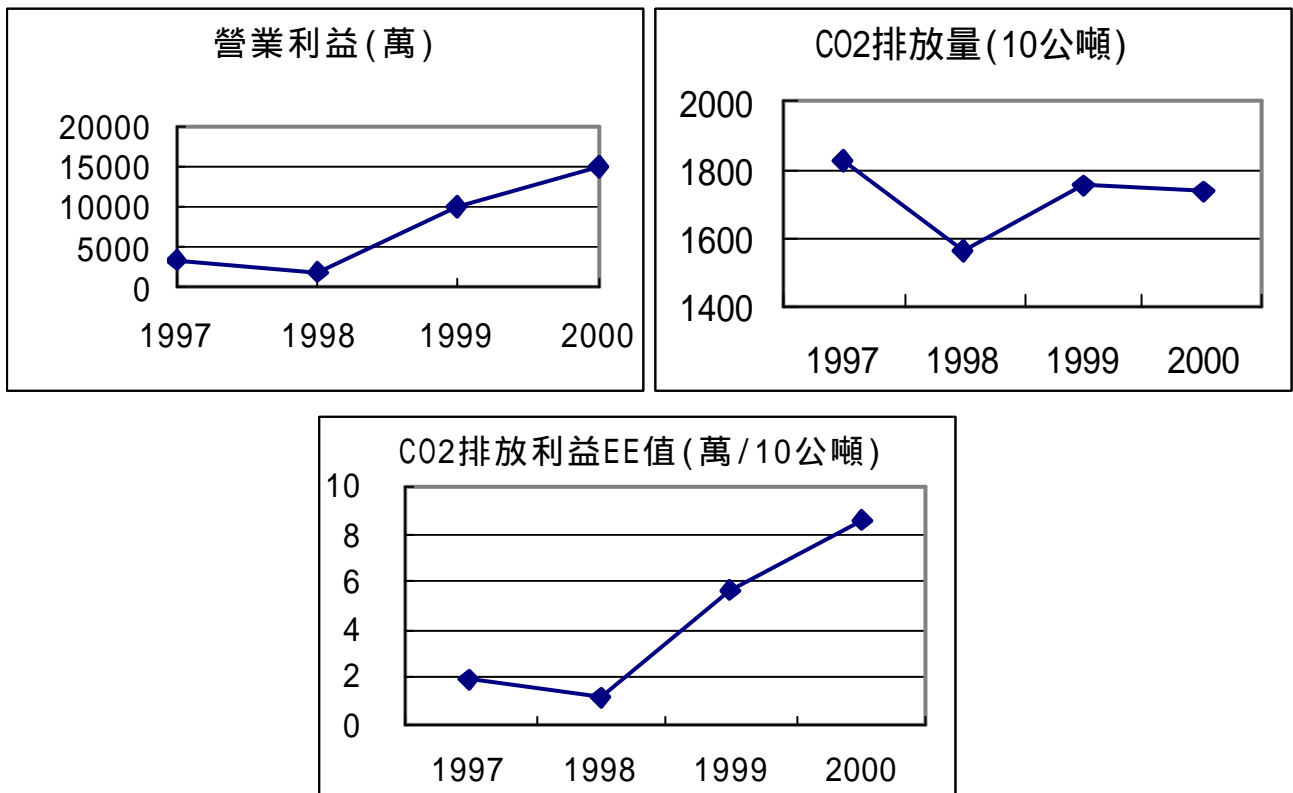


圖 4-15 個案 A 公司單位 CO₂ 排放 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(萬/10 公噸)

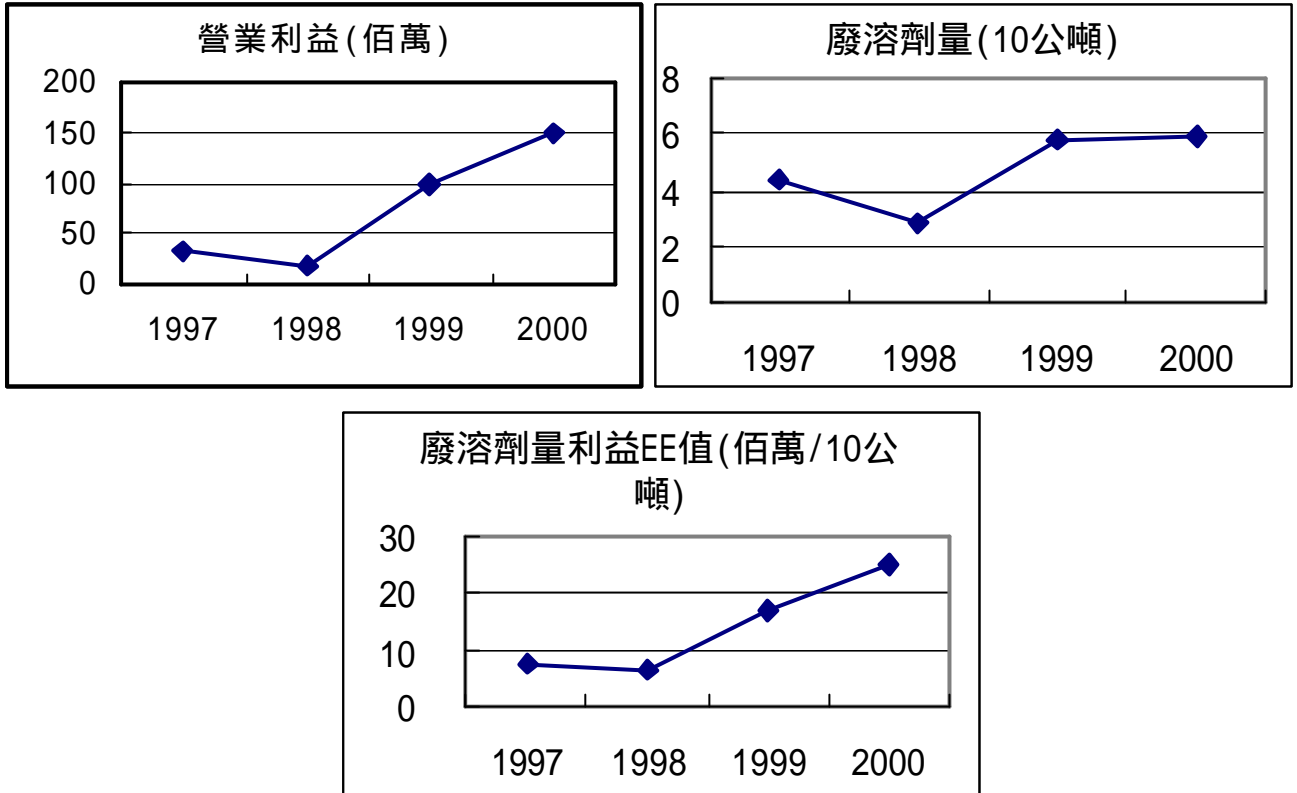


圖 4-16 個案 A 公司單位廢棄物清理量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(百萬/10 公噸)

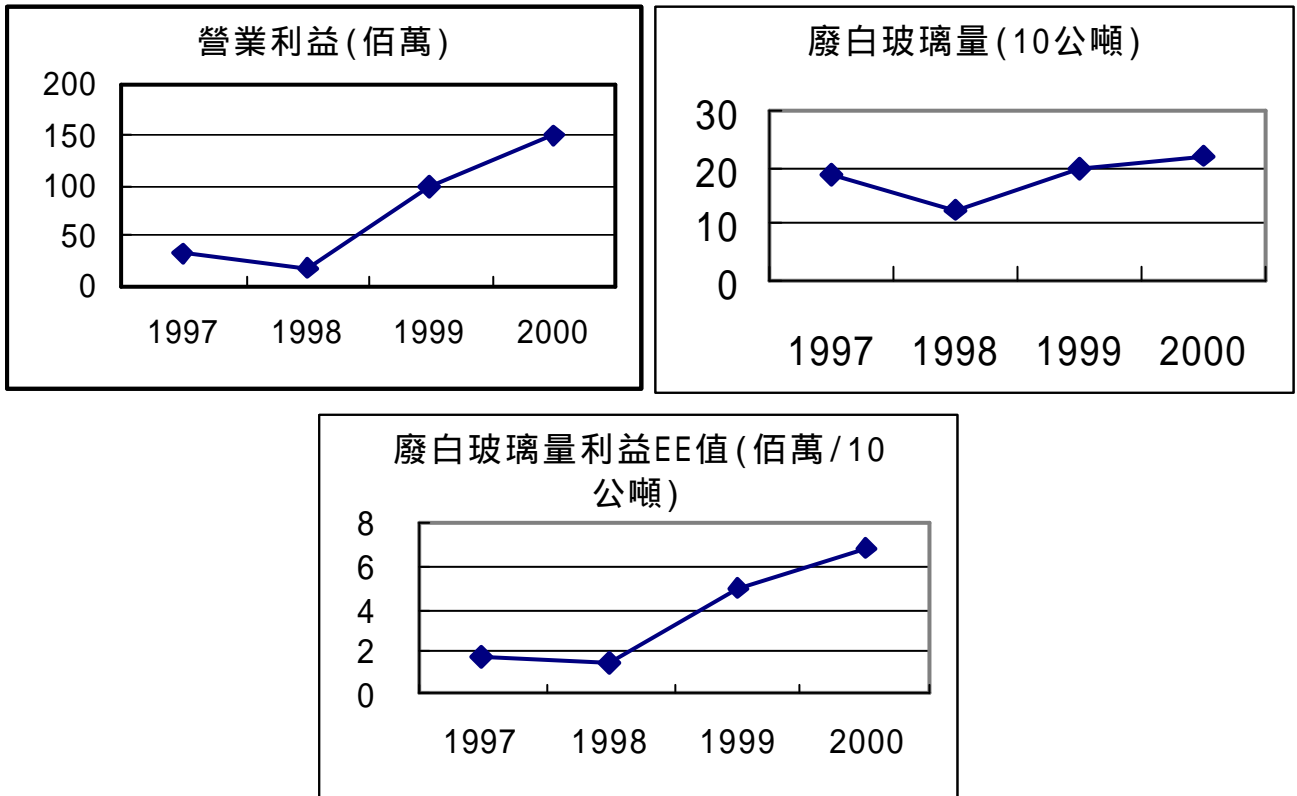


圖 4-17 個案 A 公司單位廢白玻璃量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(百萬/10 公噸)

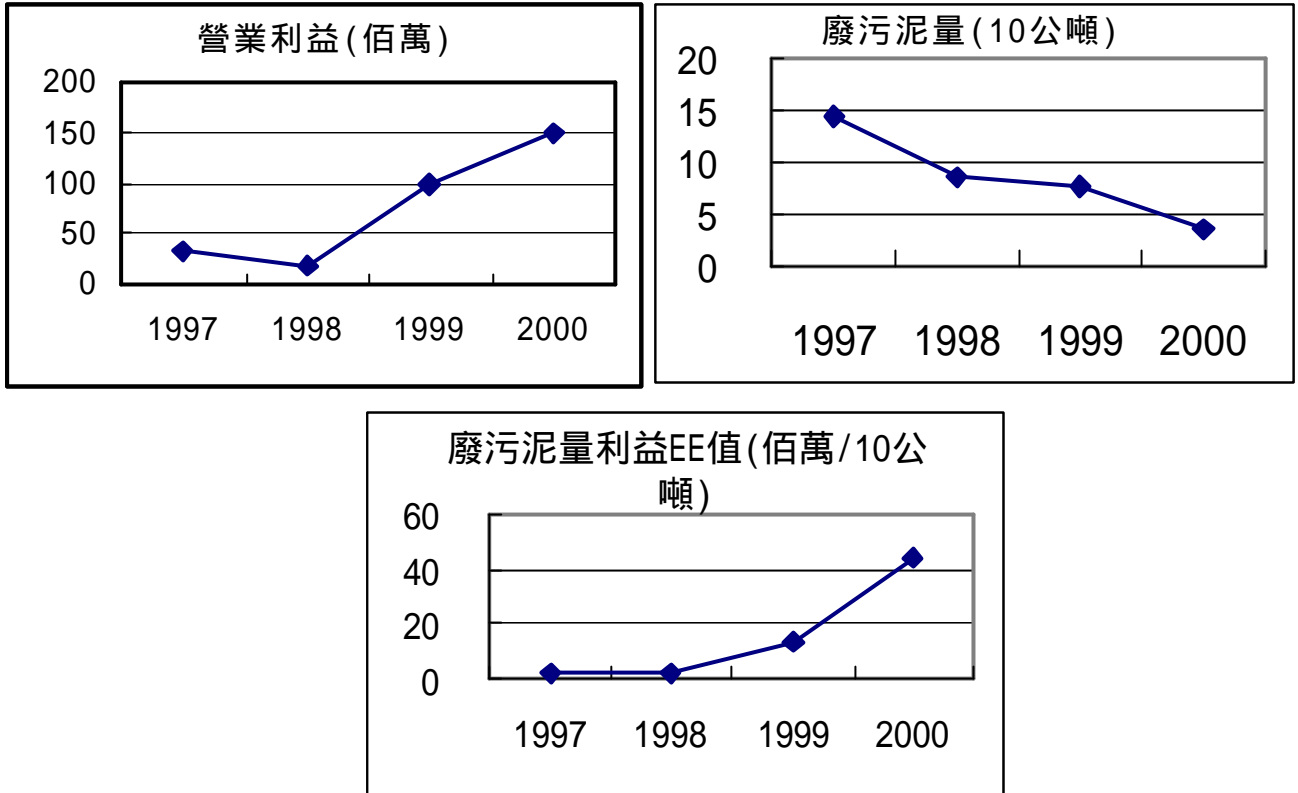


圖 4-18 個案 A 公司單位廢溶劑量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸)

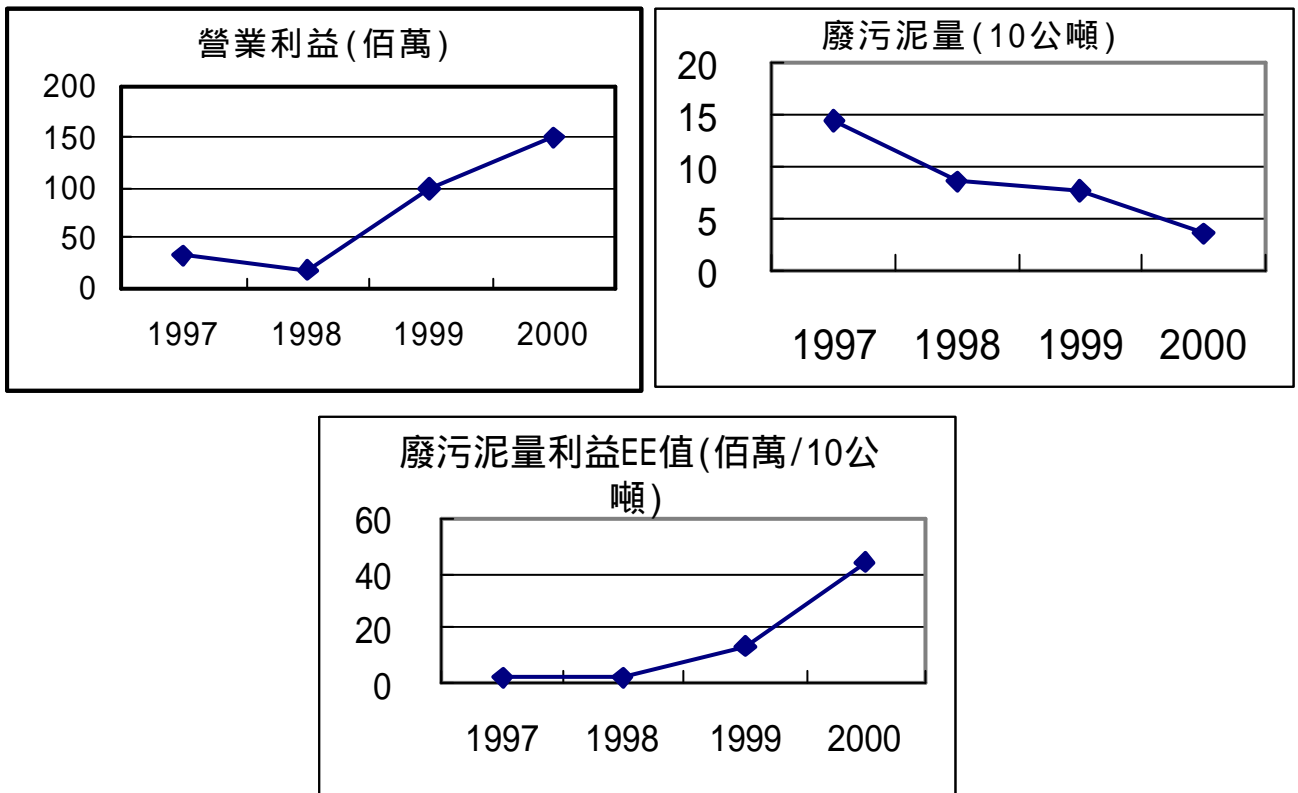


圖 4-19 單個案 A 公司位廢污泥量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸)

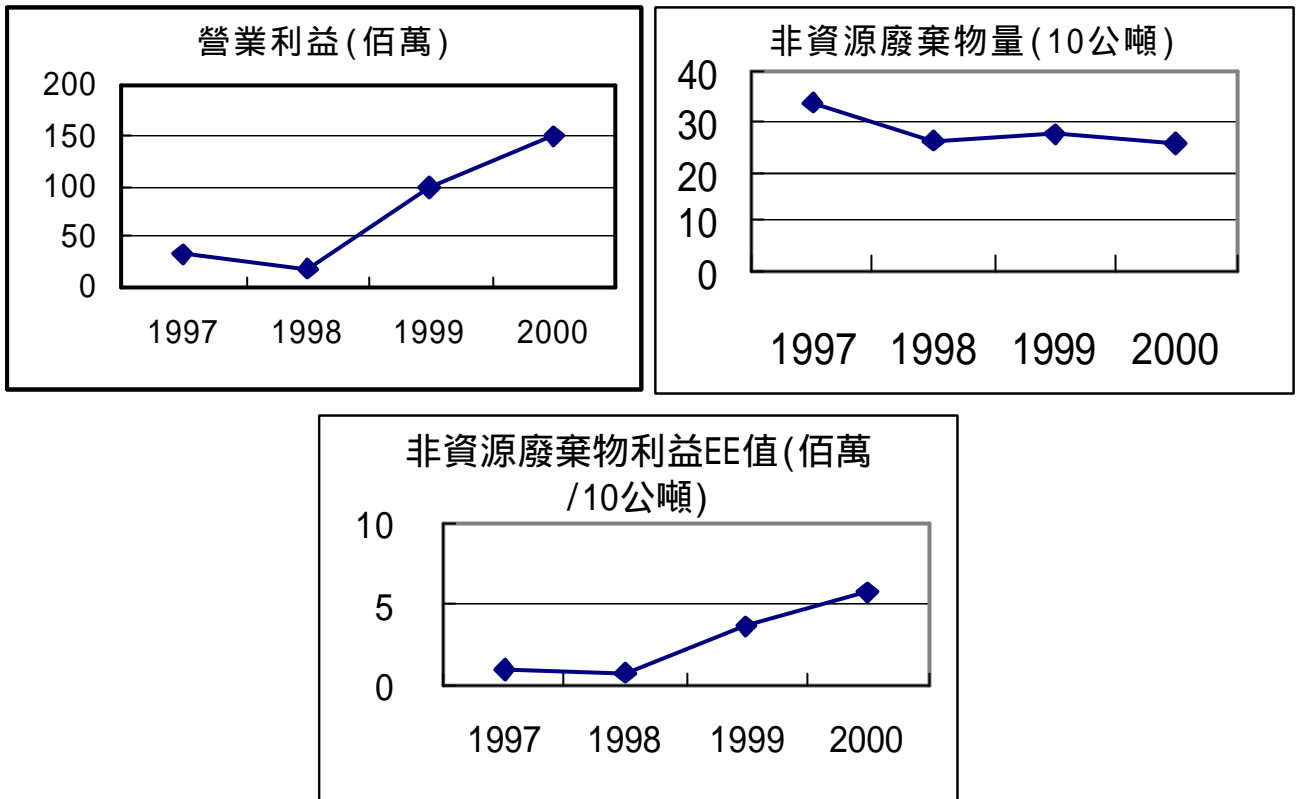


圖 4-20 個案 A 公司單位非資源廢棄物 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸)

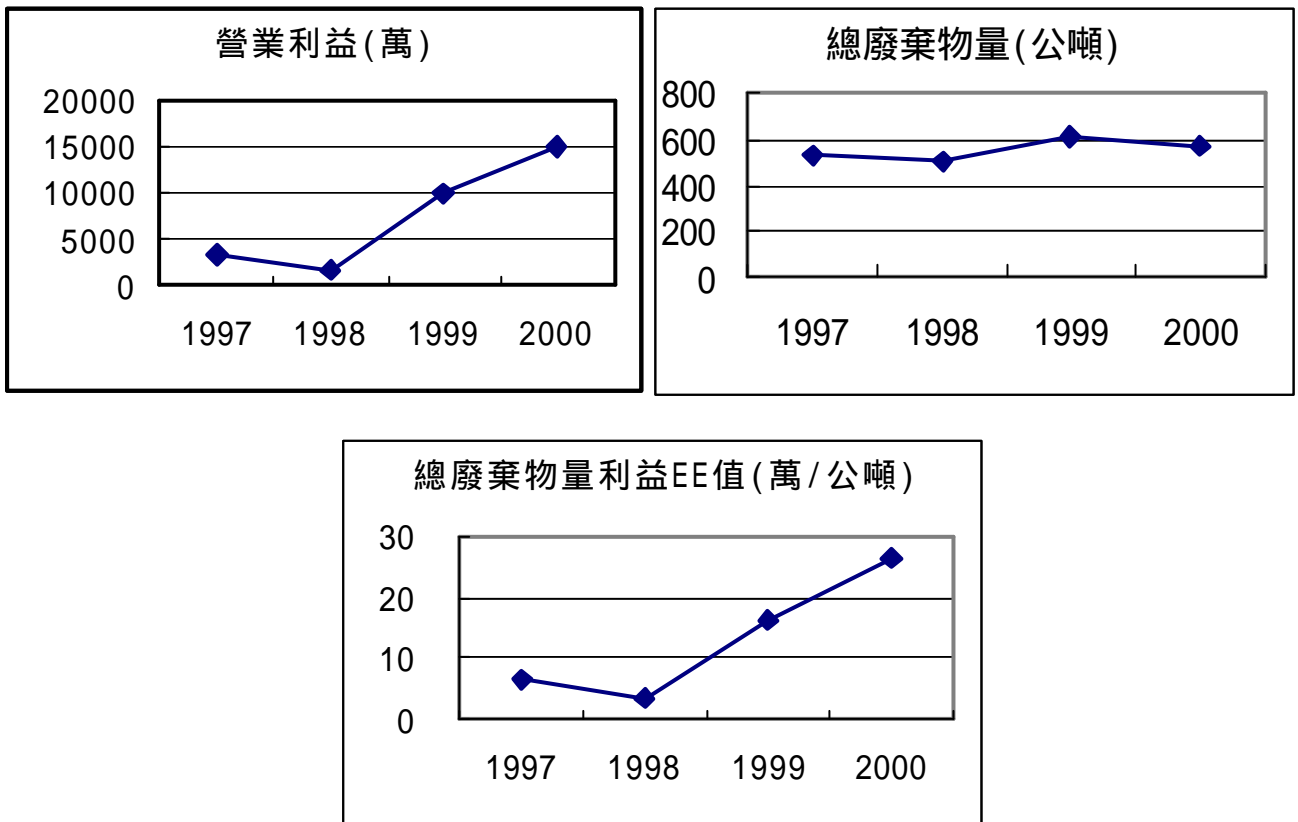


圖 4-21 個案 A 公司單位總廢棄物量 (公噸) 之營業利益 EE 值(萬/公噸)

三、生態效益比值趨勢圖是採用一個正向的評比，也就是數值越高越好，表示一年比一年生態績效更為提高。個案 A 公司生態效益試算彙整綜合結果如下：

(一) EE 值變化綜合如下：

1.EE 值逐年漸增加的項目有三項如下：

- (1) 單位原料玻璃(片)每佰萬營業額 EE 值(萬/佰片)
- (2) 單位廢污泥量(T)每佰萬營業額 EE 值(千萬/公噸)
- (3) 單位非資源廢棄物(T)每佰萬營業額 EE 值(佰萬/公噸)

2.EE 值逐年變化先減後漸增加的項目有十五項如下：

- (1) (一)單位能源消耗每佰萬營業額 EE 值(十萬/公秉)
- (2) (二)單位水資源消耗每佰萬營業 EE 值(萬/10M³)
- (3) (四)單位 CO₂ 排放量(T)每佰萬營業額 EE 值(千萬/10 公噸)
- (4) (五)單位廢棄物清理量(T)每佰萬營業額 EE 值(千萬/公噸)
- (5) (六)單位廢溶劑量(T)每佰萬營業額 EE 值(千萬/公噸)
- (6) (十一)能源消耗利益 EE 值(萬/公秉)
- (7) (十二)水資源消耗利益 EE 值(萬/1000M³)
- (8) (十三)原料玻璃利益 EE 值(萬/萬片)
- (9) (十四)CO₂ 排放利益 EE 值(萬/10 公噸)
- (10) (十五)廢棄物清理量利益 EE 值(佰萬/10 公噸)
- (11) (十六)廢溶劑量利益 EE 值(佰萬/10 公噸)
- (12) (十七)廢污泥量利益 EE 值(佰萬/10 公噸)
- (13) (十八)非資源廢棄物利益 EE 值(佰萬/10 公噸)
- (14) (十九)總廢棄物量利益 EE 值(萬/公噸)
- (15) (二十)廢白玻璃量利益 EE 值(佰萬/10 公噸)

3.EE 值逐年變化先增後漸減的項目有一項如下：

- (1) (十)單位廢白玻璃量(T)每佰萬營業額 EE 值(千萬/公噸)

4.EE 值逐年變化增減不定的項目有一項如下：

(1)(九)單位總廢棄物量(T)每佰萬營業額 EE 值(佰萬/公噸)

四、將前述個案 A 生態效益比值，另以生態效益座標圖表示：(如下圖 4-22、4-23、4-24、4-25)

(一)圖 4-22 EE 值漸增加；環境面衝擊正負變化情形

1.(三)單位原料玻璃(片)每佰萬營業額 EE 值(佰萬/片)

生態效益座標 (-40% , 24%) ; 以 3 符號代表

2.(七)單位廢污泥量(T)每佰萬營業額 EE 值(佰萬/T)

生態效益座標 (-77% , 24%) ; 以 7 符號代表

3.(八)單位非資源廢棄物(T)每佰萬營業額 EE 值(佰萬/T)

生態效益座標 (-24% ; -24%) ; 以 8 符號代表

以上三個 EE 值座標皆位於(++)象限；為環境與經濟的效益皆處在趨向有利的情况。

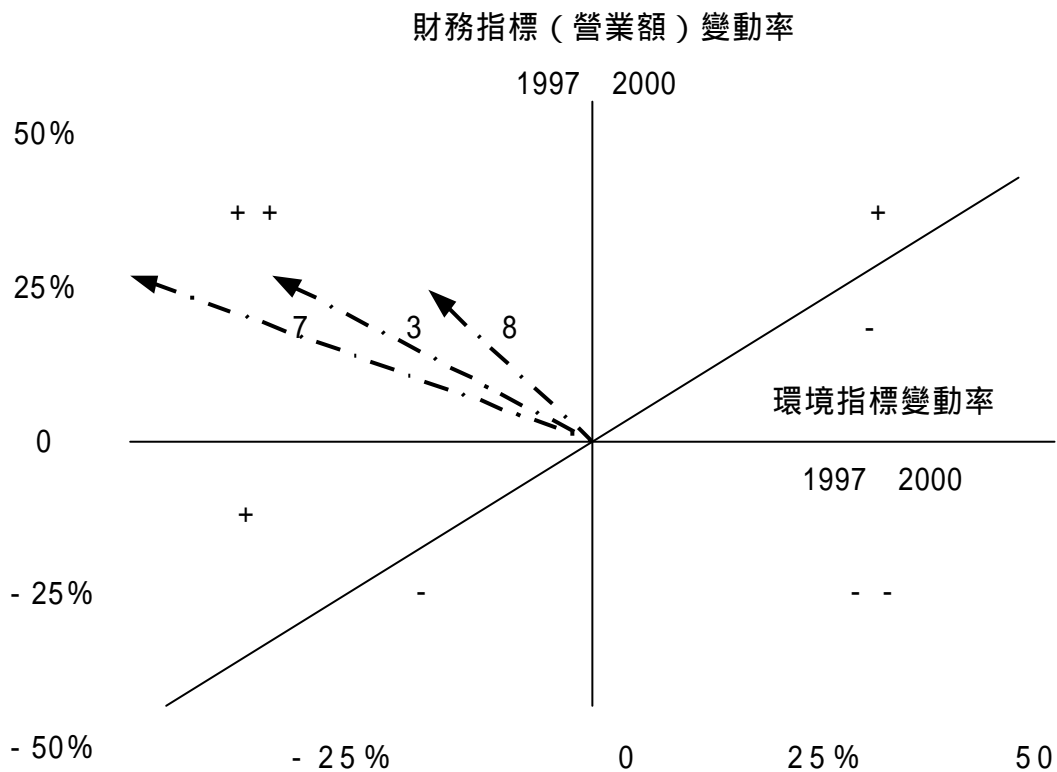


圖 4-22 個案 A 公司營業額(佰萬)---環境面(原料玻璃(片)、廢污泥量(T)、非資源廢棄物(T))變動生態效益座標圖 (1)

(二) 圖 4-23 EE 值先減後漸增加；環境面衝擊正負變化情形：

- 1.(一)能源消耗每佰萬營業額 EE 值；生態效益座標 (- 5% , 24%) ； 1 代表
- 2.(二)水資源消耗每佰萬營業額 EE 值；生態效益座標 (10% , 24%) ； 2 代表
- 3.(四)CO₂ 排放量每佰萬營業額 EE 值；生態效益座標 (- 5% , 24%) ； 4 代表
- 4.(五)廢棄物清理量每佰萬營業額 EE 值；生態效益座標 (57% , 24%) ； 6 代表
- 5.(六)廢溶劑量每佰萬營業額 EE 值；生態效益座標 (38% , 24%) ； 5 代表

以上五個 EE 值 1、4 位於完全生態效益 (+ +) 象限，為經濟及環境皆趨向有利情況； 2、5、位於不完全無生態效益 (+) 象限， 6 位於不完全無生態效益 (-) 象限，為處於環境趨於不利情況；環境衝擊增變量大於經濟面之資源生產增變量，不利於企業永續發展。

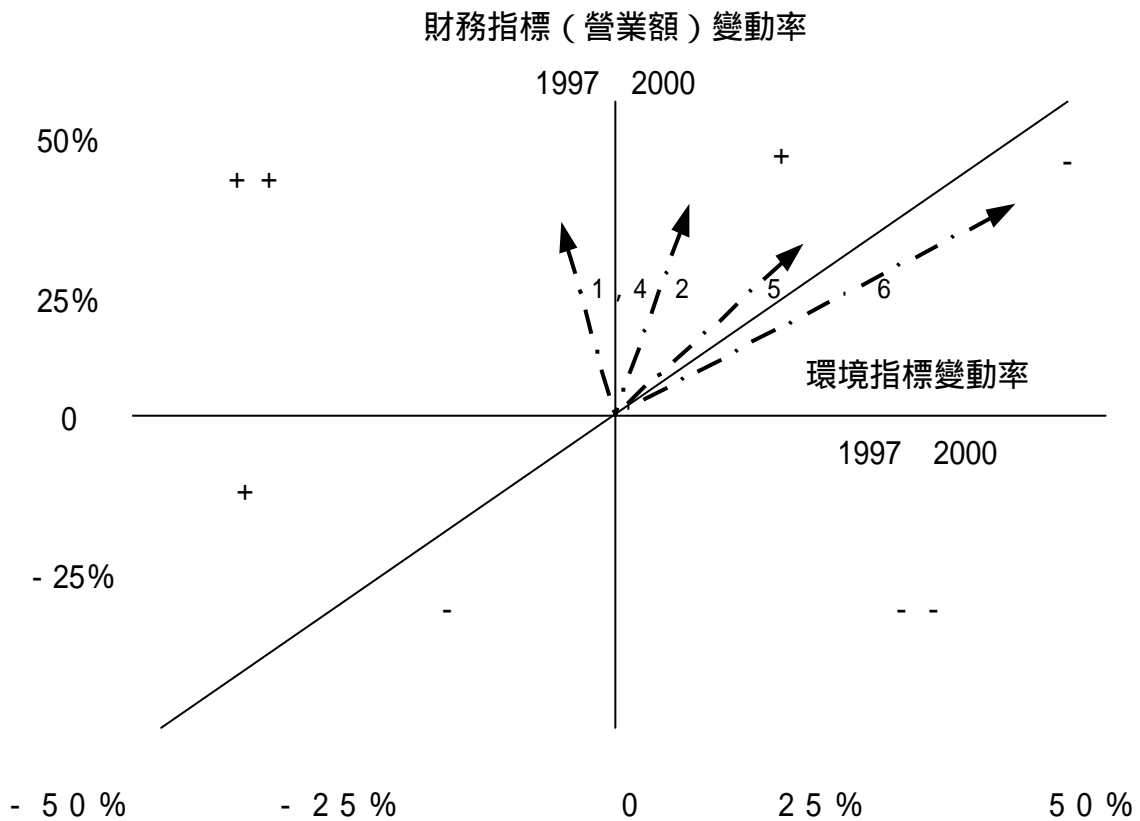


圖 4-23 個案 A 公司營業額(佰萬)---環境面(水資源消耗、CO₂ 排放量、廢棄物清理量、廢污泥量)變動生態效益座標圖 (2)

(三) 圖 4-24 EE 值先減後漸增加；環境面衝擊正負變化情形：

- 1.(十一)能源消耗利益 EE 值(佰萬/KL)；生態效益座標(- 5% , 338%)； 11
- 2.(十二)水資源消耗利益 EE 值(佰萬/M3)；生態效益座標 (10% , 338%) ； 12
- 3.(十三)原料玻璃利益 EE 值(佰萬/片)；生態效益座標 (- 40% , 338%) ； 13
- 4.(十四)CO2 排放利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標(- 5% , 338%)； 14
- 5.(十五)廢棄物清理量利益 EE 值(佰萬/T) ；生態效益座標 (57% , 338%) ； 15
- 6.(十六)廢溶劑量利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標 (38% , 338%) ； 16
- 7.(十七)廢污泥量利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標 (- 77% , 338%) ； 17
- 8.(十八)非資源廢棄物利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標 (- 24% , 338%) ； 18
- 9.(十九)總廢棄物量利益 EE 值(佰萬/T) ；生態效益座標 (8% , 338%) ； 19
- 10.(二十)廢白玻璃量利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標 (16% , 338%) ； 20

以上 EE 值除 (19 , 12 , 20 , 15 , 16) 位於不完全生態效益區，餘皆位於完全生態效益區，即部分環境面趨向不利，但經濟面趨向有利情況，可予以補償。

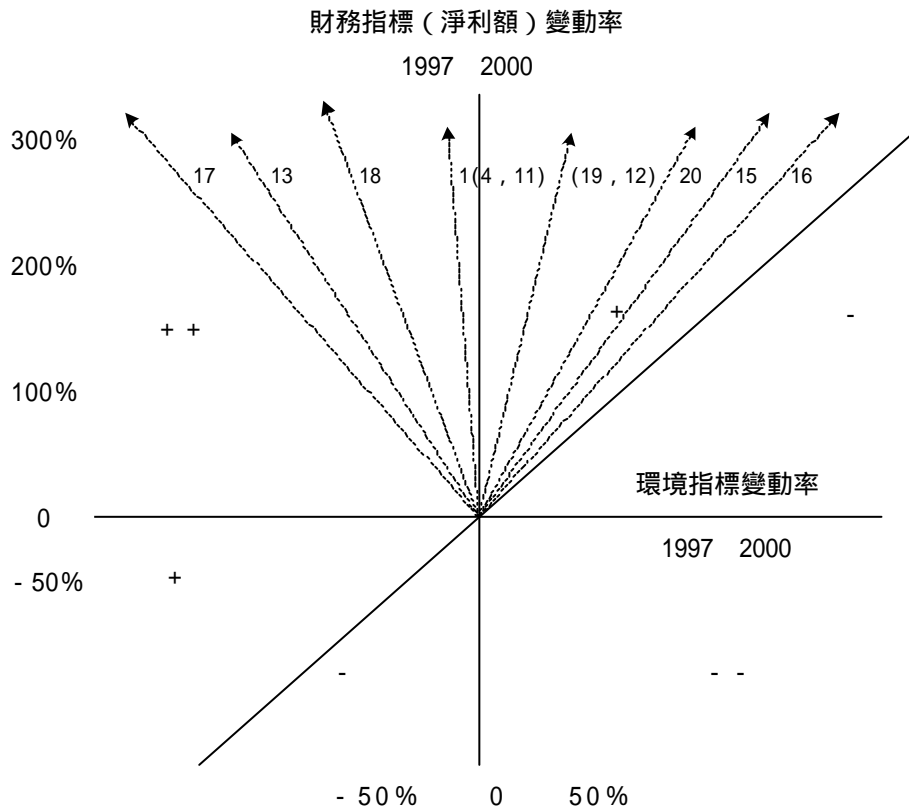


圖 4-24 個案 A 公司淨利與環境面衝擊變化生態效益座標圖 (3)

(四) 圖 4-25 EE 值增減不定如下 (1)(2) 項：

1. EE 值先增後漸減的項目有：

(十) 單位廢白玻璃量(T)每百萬營業額 EE 值(百萬/T)
生態效益座標 (16% , 24%) ; 10

2. EE 值增減不定的項目有：

(九) 單位總廢棄物量(T)每百萬營業額 EE 值(百萬/T)
生態效益座標 (8% , 24%) : 9

以上 EE 值 9、10 生態效益座標，位於不完全生態效益區，經濟趨向有利情況可補償環境趨向不利情況。

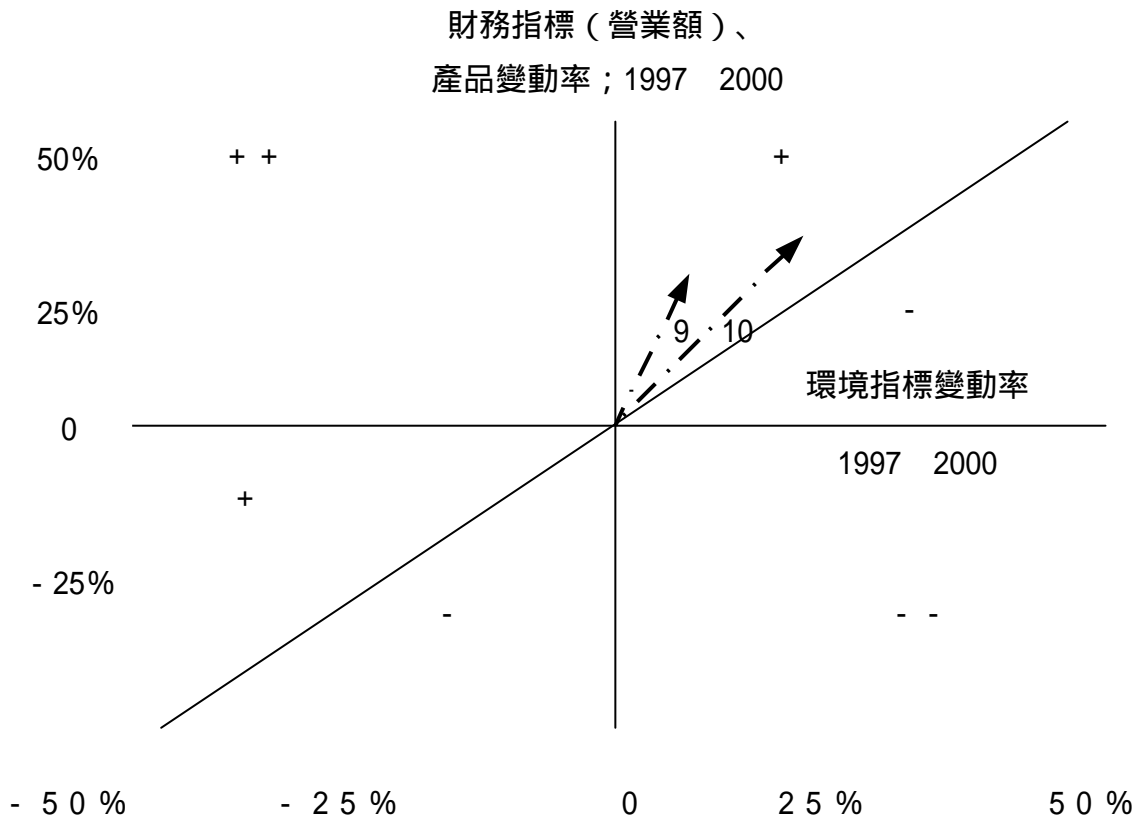


圖 4-25 個案 A 公司營業額(百萬)---環境面(廢白玻璃量、總廢棄物量)變動生態效益座標圖(4)

第三節 個案 B 公司簡介

個案 B 公司成立於 1990 年四月，主要從事 LCD 及模組(LCM)製造及其原料之研究、設計、製造、銷售，生產 TN-LCD 及 STN-LCD LCM 為主要業務，LCM 為將 LCD PANEL 元片組搭配上控制 IC 晶片、印刷電路板、電源驅動器等，使客戶在購入後能夠方便的裝配。此項業務因各客戶之需求不同、要求規格不同會有不同的模組型態，所以研發設計的能力很重要。該公司為提昇研發能力，以擴充相關人力，另該公司業於 1995、1996 年間通過英國勞氏 ISO 9001 及 9002 之品質認證；1999 年 9 月通過英國勞氏 ISO14001 環境管理系統。擁有多條 TN-LCD 生產線及二條 STN-LCD 生產線，並投入 ITO 玻璃製程級產品研發及生產。為國內自行生產該 LCD 必要材料（約佔 40% 成本）之公司，其營運上創造高度的成長性，主要導因於其優異的研發能力。

第四節 個案 B 公司生態效益研究分析

一、依據擬定指標架構；將個案 B 公司之財務、及能源消耗等環境資料加以收集，分別彙整了 1997、1998、1999、2000 四年的資料，經研究綜合可取得資料的完整性及可利用性。相關選用指標項目如下：

（一）財務面指標數據有：全廠營業總額及營業利益二項。

（二）環境衝擊指標數據有：

- 1.原料玻璃(片)L4(336mm*220mm)
- 2.廢白玻璃量(公噸/T)
- 3.廢溶劑量（公噸/T）
- 4.廢污泥量(公噸/T)
- 5.總廢棄物量(公噸/T)

（二）個案 B 公司經彙整試算全廠生態效益，資料及結果如下(表 4-4；4-5；4-6)：

二、針對個案 B 公司所選出財務、環境面的指標資料表(4-4)，於指標細項單位轉換計算而得出同一單位來加總成為該項指標的數值，經試算得到生態效益比值，將歷年的資料做一整合，得到生態效益比值的趨勢；如下圖(4-26 至 4-35)。

表 4-4 個案 B 公司生態效益試算表 (本研究整理)

資料項目	年份	1997	1998	1999	2000
財務面資料					
營業額(佰萬)		2,270.6	2,515.6	4,169.1	6,481.9
利益(佰萬)		490.82	522.7	613.1	907.2
環境面資料					
能源消耗(公秉)					
水資源消耗(M ³)					
原料玻璃(100片)L4(336mm*220mm)		52,766	61,366	57,942	84,881
CO2排放量(噸)					
環境面企業特性資料					
廢棄物清理量(公噸)[不含一般廢棄物]				63.5	74.482
廢白玻璃量(公噸)		187.42	123.7	181.59	439.177
廢溶劑量(公噸)		4.33	28.1	12.374	3.36
廢污泥量(公噸)		19.981	84.21	50.71	145.16
非資源廢棄物量(公噸)					
總廢棄物量(公噸)		336	262	580.17	918.18

表 4-5 個案 B 公司營業額與環境面資料生態效益比值 (本研究整理)

營業額與環境面資料生態效益比值	1997年	1998年	1999年	2000年
(一) 能源消耗營業額EE值(佰萬/公秉)				
(二) 水資源消耗營業額EE值(佰萬/M ³)				
(三) 原料玻璃營業額EE值(萬/100片)	4.303	4.099	7.195	7.636
(四) CO2排放營業額EE值(佰萬/公噸)				
(五) 廢棄物清理量營業額EE值(佰萬/公噸)				
(六) 廢白玻璃量營業額EE值(佰萬/公噸)	12.12	20.34	22.96	14.76
(七) 廢溶劑量營業額EE值(佰萬/公噸)	524.39	89.52	336.92	1929.14
(八) 廢污泥量營業額EE值(佰萬/公噸)	113.64	29.87	82.21	44.65
(九) 非資源廢棄物營業額EE值(佰萬/公噸)				
(十) 總廢棄物量營業額EE值(佰萬/公噸)	6.76	9.60	7.19	7.06

表 4-6 個案 B 公司營業利益與環境面資料生態效益比值 (本研究整理)

營業利益與環境面資料生態效益比值	1997年	1998年	1999年	2000年
(十一) 能源消耗利益EE值(佰萬/公秉)				
(十二) 水資源消耗利益EE值(佰萬/M ³)				
(十三) 原料玻璃利益EE值(萬/萬片)	93.019	85.178	105.813	106.879
(十四) CO2排放利益EE值(佰萬/公噸)				
(十五) 廢棄物清理量利益EE值(佰萬/公噸)				
(十六) 廢白玻璃量利益EE值(佰萬/10公噸)	26.19	42.26	33.76	20.66
(十七) 廢溶劑量利益EE值(佰萬/10公噸)	1133.53	186.01	495.47	2700.00
(十八) 廢污泥量利益EE值(佰萬/10公噸)	245.64	62.07	120.90	62.50
(十九) 非資源廢棄物利益EE值(佰萬/公噸)				
(二十) 總廢棄物量利益EE值(萬/公噸)	146.08	199.50	105.68	98.80

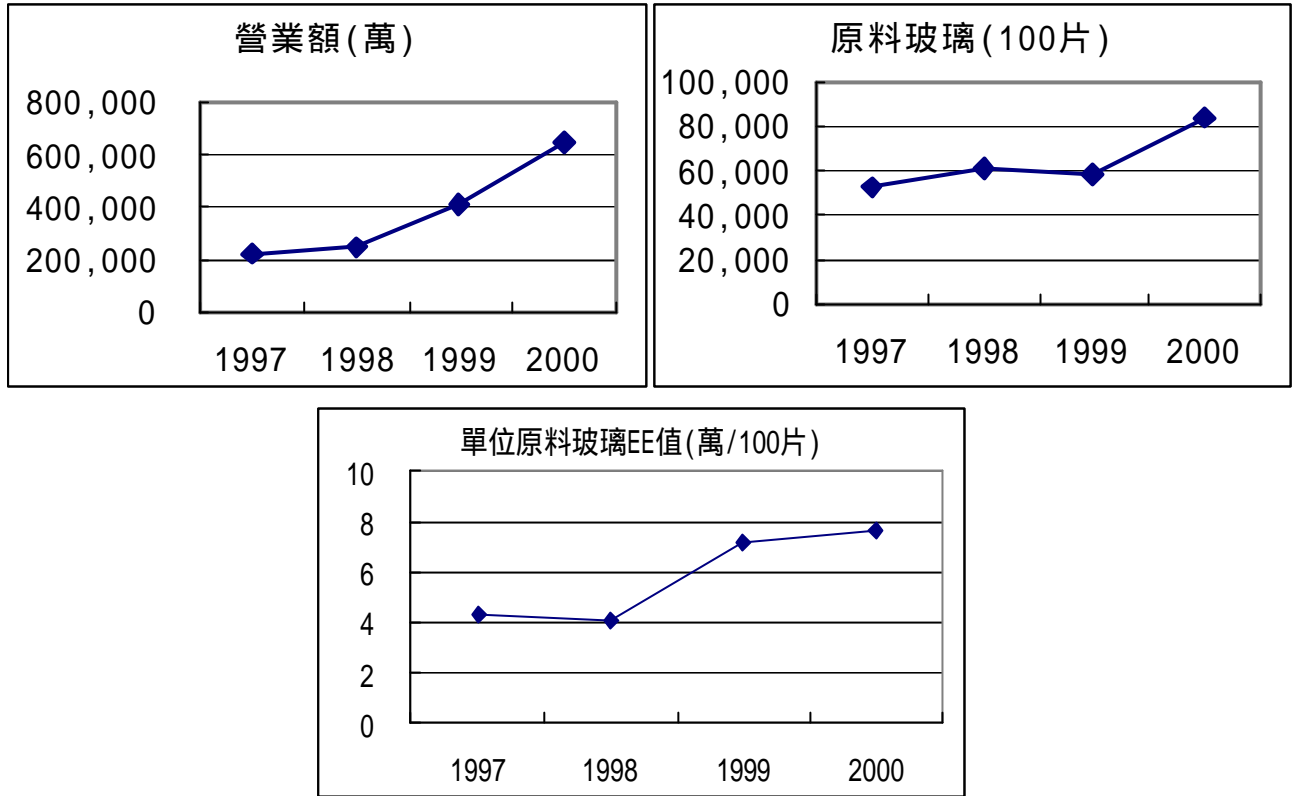


圖 4-26 個案 B 公司單位原料玻璃(100 片)之營業額 EE 值(萬/100 片)

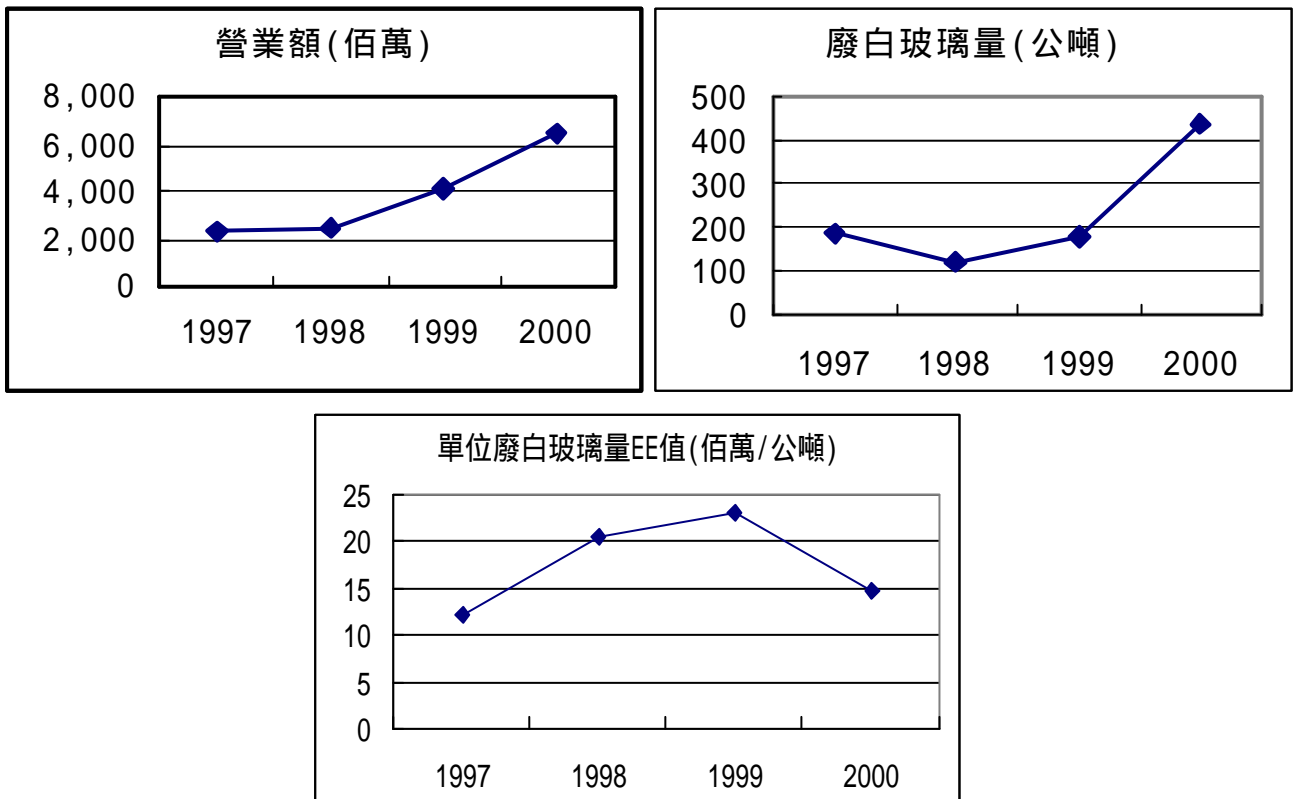


圖 4-27 個案 B 公司單位廢白玻璃量(公噸)之營業額 EE 值(佰萬/公噸)

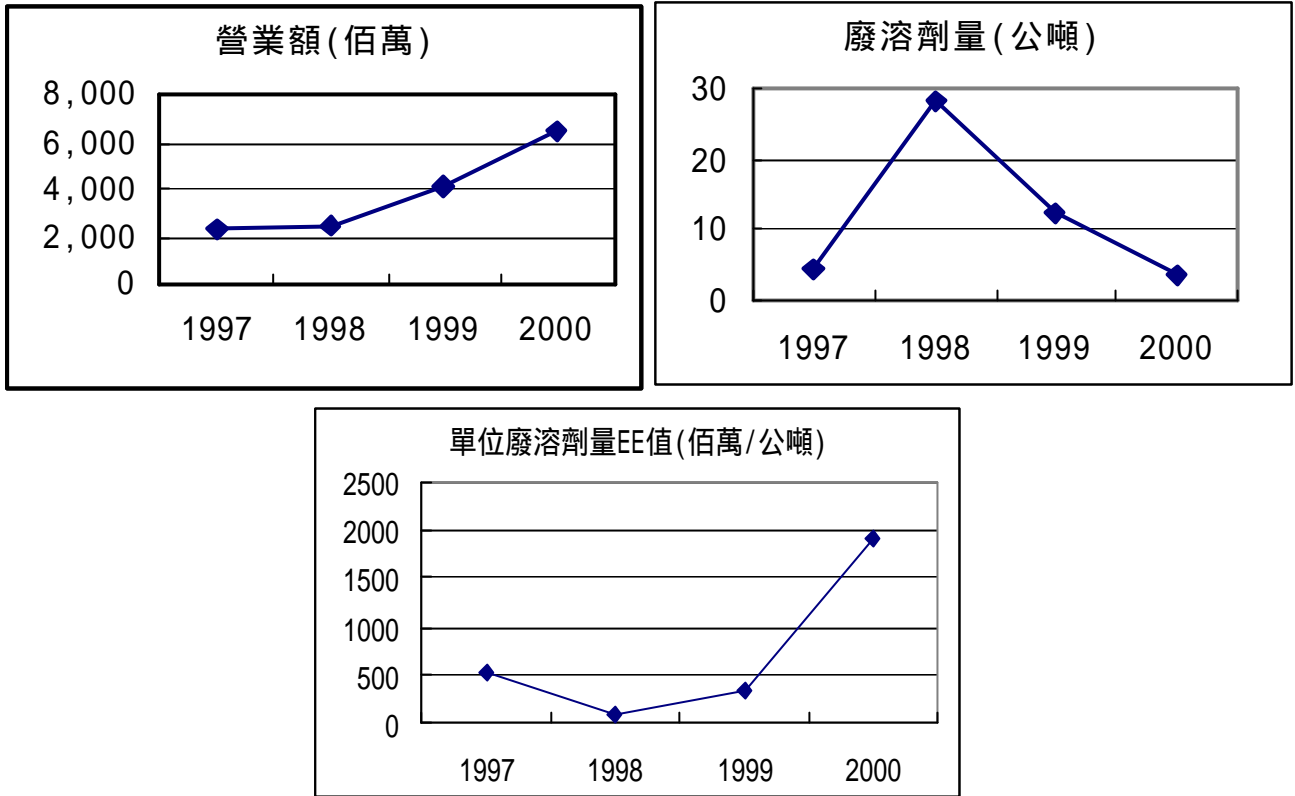


圖 4-28 個案 B 公司單位廢溶劑量(公噸)之營業額 EE 值(百萬/公噸)

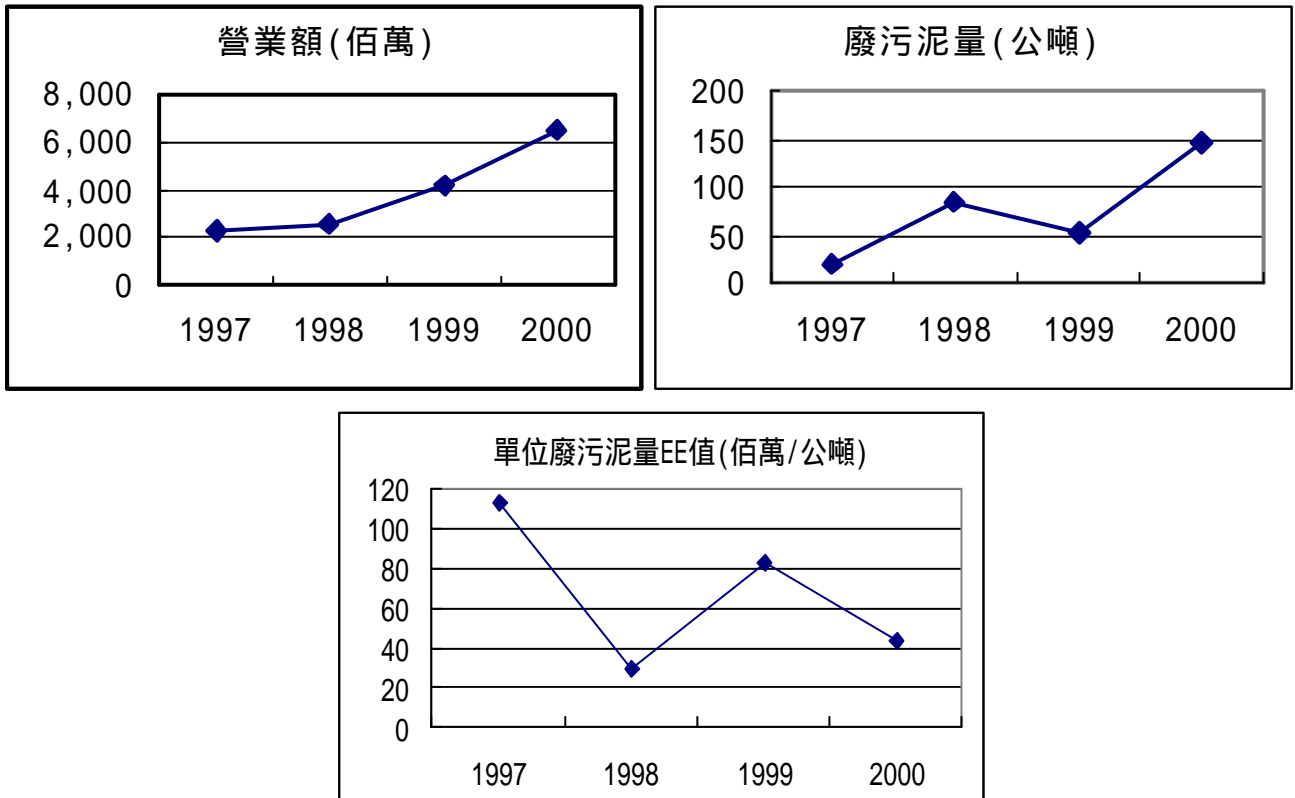


圖 4-29 個案 B 公司單位廢污泥量(公噸)之營業額 EE 值(百萬/公噸)

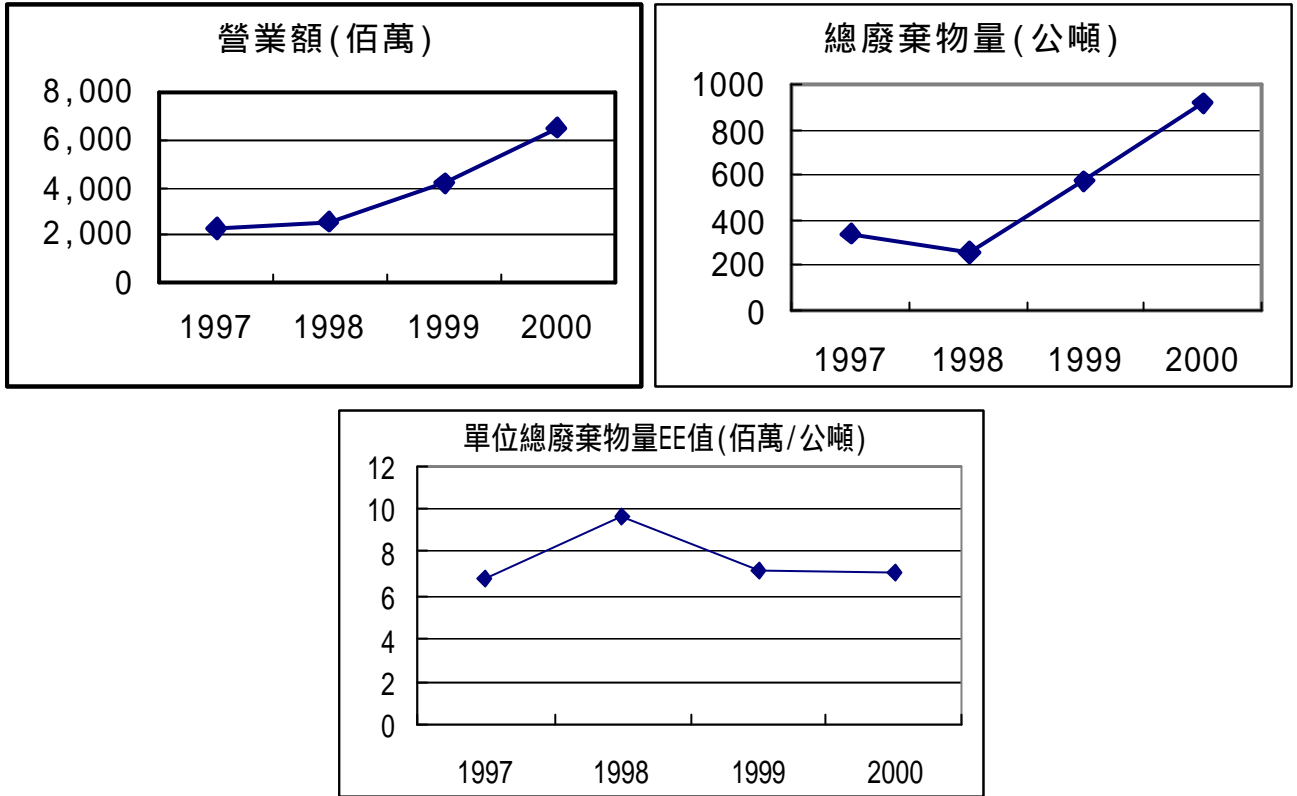


圖 4-30 個案 B 公司單位總廢棄物量(公噸)之營業額 EE 值(佰萬/公噸)

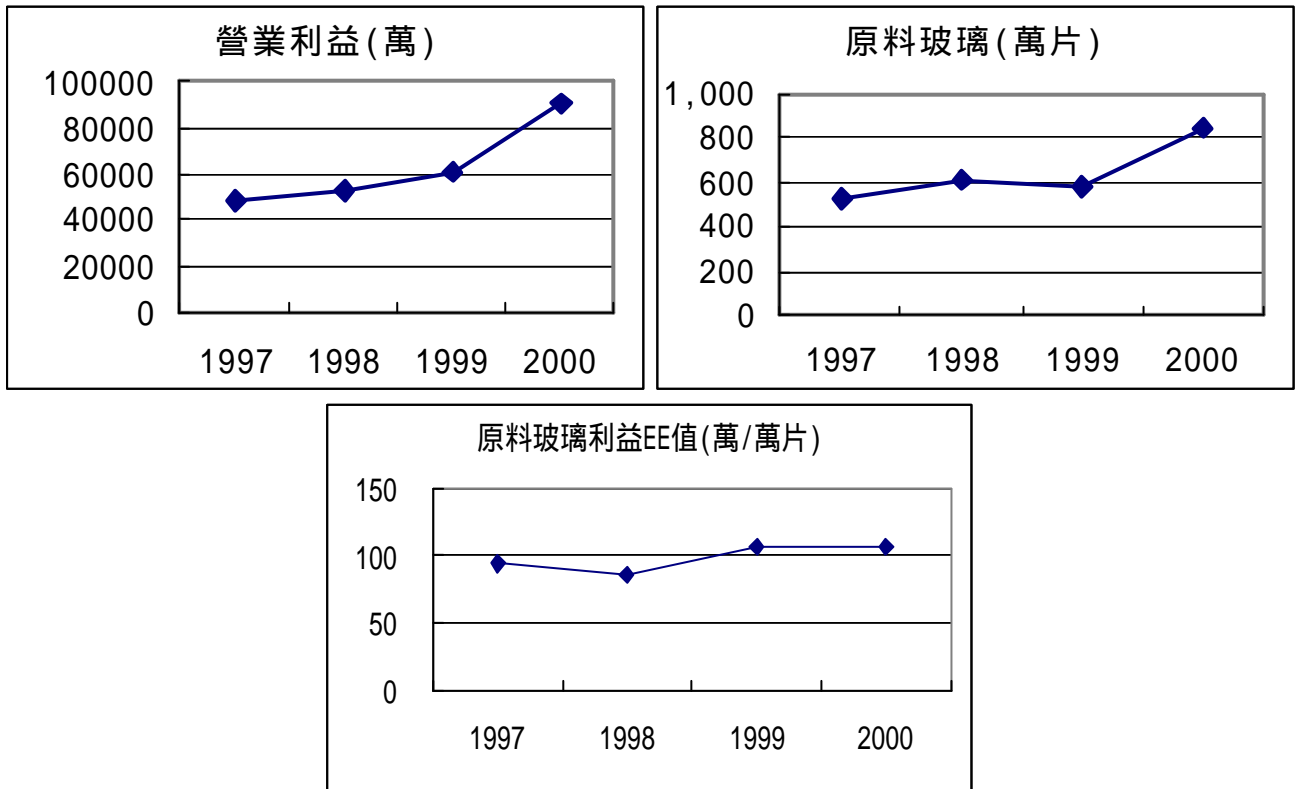


圖 4-31 個案 B 公司單位原料玻璃 (萬片) 之營業利益 EE 值(萬/萬片)

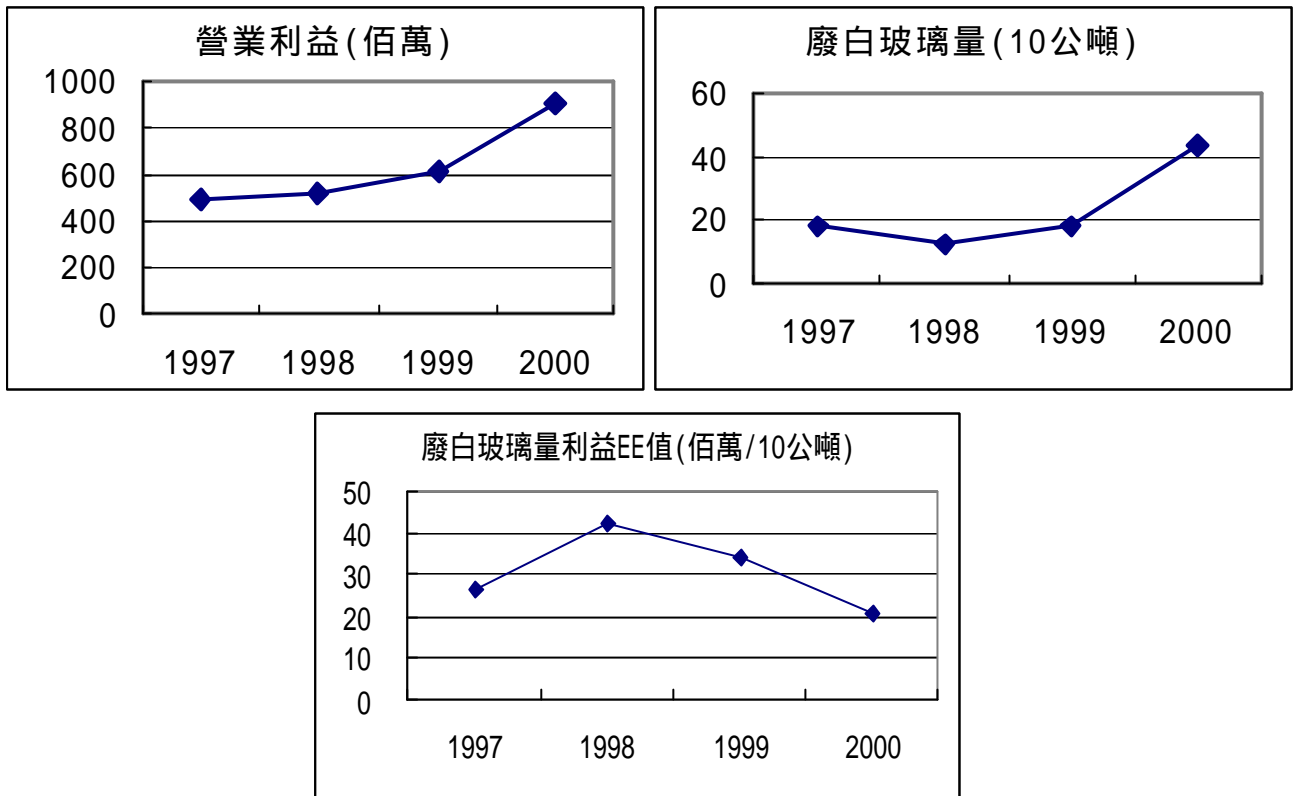


圖 4-32 個案 B 公司單位廢白玻璃量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸)

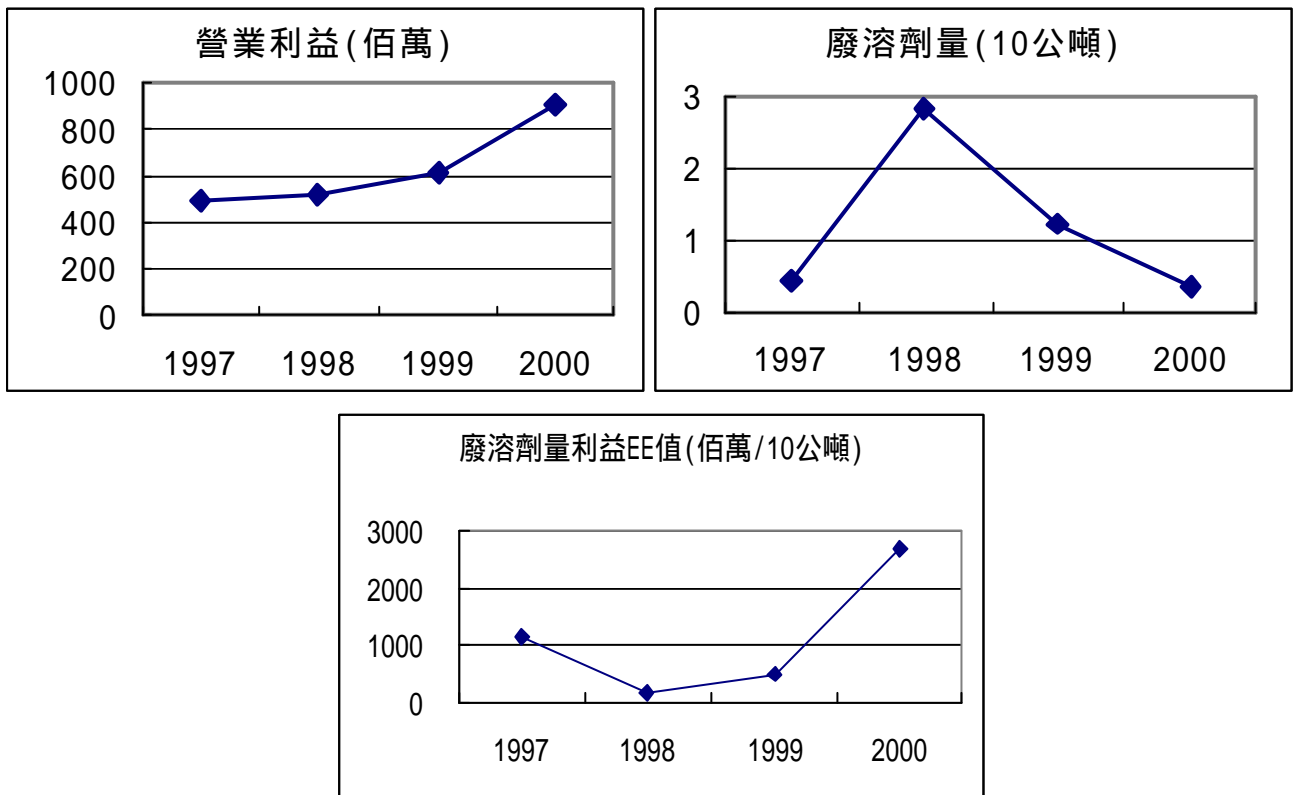


圖 4-33 個案 B 公司單位廢溶劑量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸)

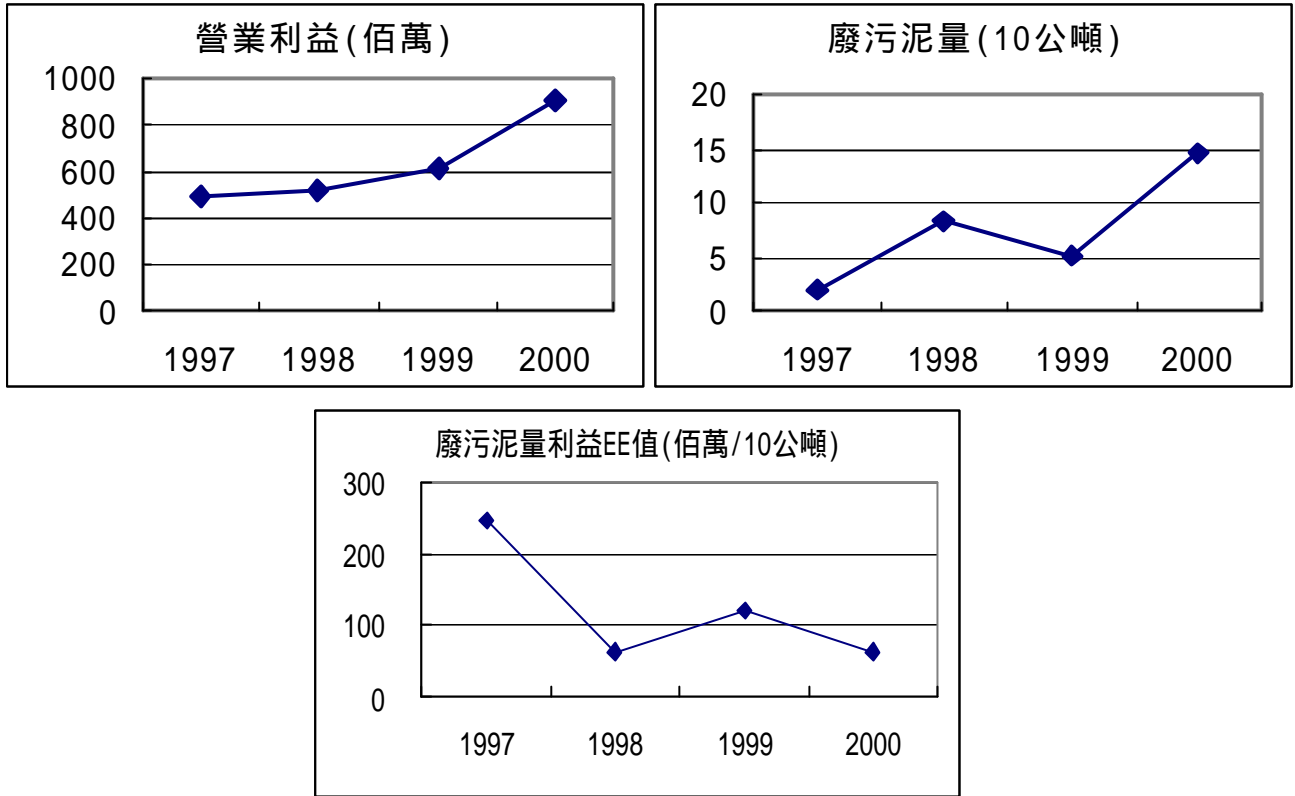


圖 4-34 個案 B 公司單位廢污泥量 (10 公噸) 之營業利益 EE 值(佰萬/10 公噸)

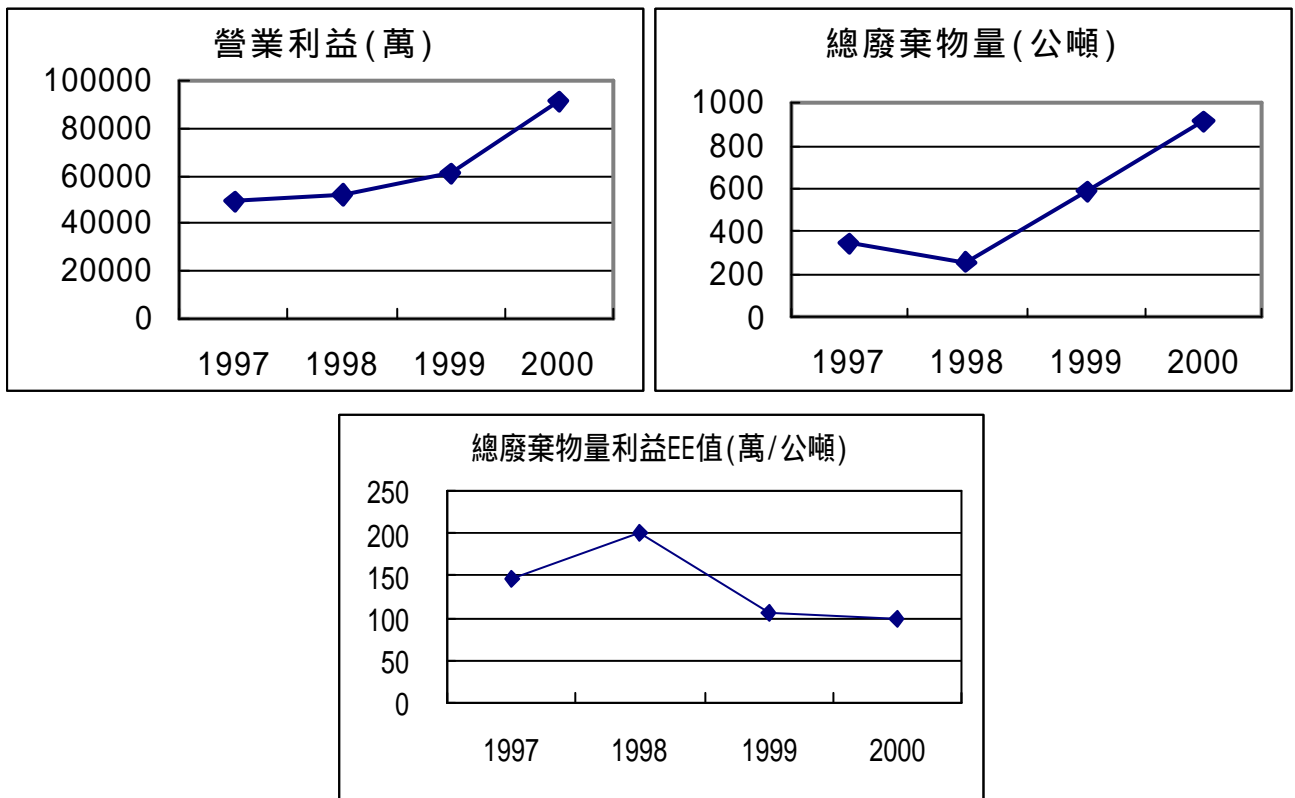


圖 4-35 個案 B 公司單位總廢棄物量 (公噸) 之營業利益 EE 值(萬/公噸)

三、生態效益比值趨勢圖是採用一個正向的評比，也就是數值越高越好，表示一年比一年生態績效更為提高。個案 B 公司生態效益試算彙整綜合結果如下：

(一) EE 值變化綜合如下：

1. EE 值逐年變化漸增加的項目：無。

2. EE 值逐年變化先減後漸增加的項目有：

(1) 單位原料玻璃(100 片) 每萬營業額 EE 值(萬/100 片)

(2) 單位廢溶劑量 (T) 每百萬營業額 EE 值(佰萬/T)

(3) 單位原料玻璃 (萬片) 每萬利益 EE 值(萬/萬片)

(4) 單位廢溶劑量 (10T) 每百萬利益 EE 值(佰萬/10T)

3、EE 值逐年變化先增後漸減的項目有：

(1) 單位廢白玻璃量(T)每佰萬營業額 EE 值(佰萬/T)

(2) 單位總廢棄物量(T)每佰萬營業額 EE 值(佰萬/T)

(3) 單位廢白玻璃量 (10T) 每百萬利益 EE 值(佰萬/10T)

(4) 單位總廢棄物量 (T) 每萬利益 EE 值(萬/T)

4、EE 值逐年變化增減不定的項目有：

(1) 單位廢污泥量(T)每佰萬營業額 EE 值(佰萬/T)

(2) 單位廢污泥量 (10T) 每百萬利益 EE 值(佰萬/10T)

四、個案 B 公司，各生態效益比值，以生態效益座標表示，詳細座標圖（如下圖 4-36，4-37）

（一）以生態效益座標顯示財務面為營業額時，各試算 EE 值之環境衝擊與經濟變化情形（如下圖 4-36）

- 1.(三)原料玻璃營業額 EE 值(佰萬/片)；生態效益座標為 (61% , 185%) ；以 1 為代表
- 2.(六)廢白玻璃量營業額 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標為 134% , 185%) ；以 2 為代表
- 3.(七)廢溶劑量營業額 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標為 (-22% , 185%) ；以 3 為代表
- 4.(八)廢污泥量營業額 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標為 (626% , 185%) ；以 4 為代表
- 5.(十)總廢棄物量營業額 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標為 (173% , 185%) ；以 5 為代表

以上 EE 值 3 位於完全生態效益區； 5、 1、 2 位於不完全生態效益區；雖有環境衝擊但經濟有利變化可補償。 4 位於不完全無生態效益區，環境衝擊大

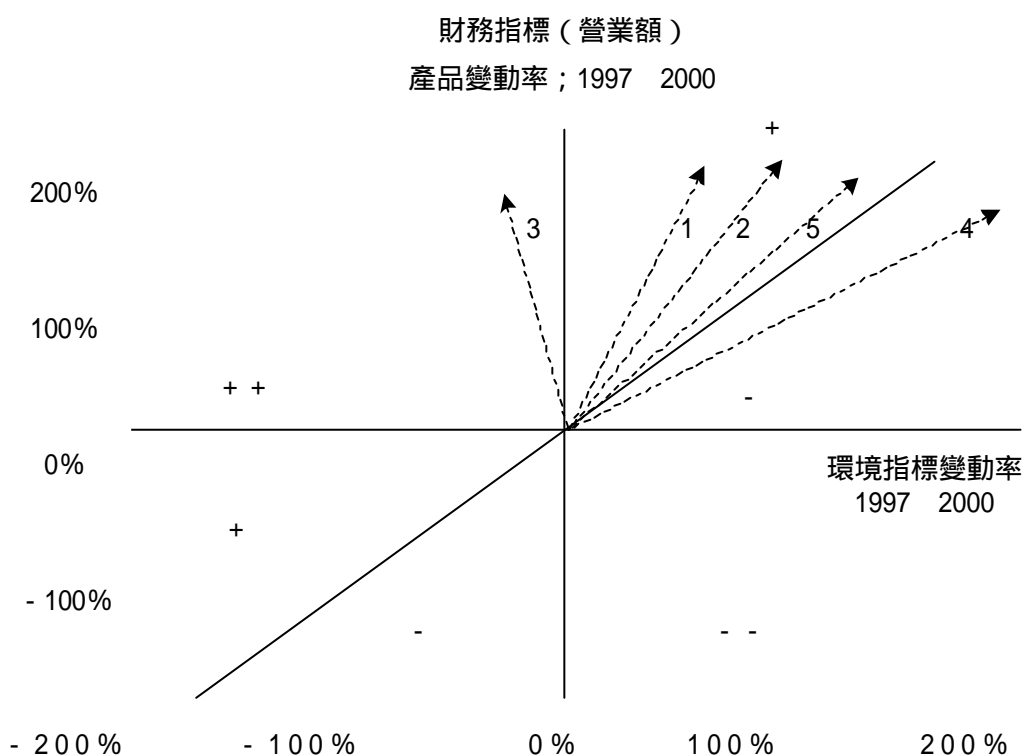


圖 4-36 個案 B 公司營業利益(佰萬)-環境面 EE 值之變動生態效益座標圖 (1)

(二) 個案 B 公司，以生態效益座標顯示財務面為營業利益時，各試算 EE 值環境衝擊與經濟變化情形，如下圖 4-37：

- 1.(十三)原料玻璃利益 EE 值(佰萬/片)；生態效益座標為 (61% , 85%) ；以 6 為代表
- 2.(十六)廢溶劑量利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標為 (-22% , 85%) ；以 7 為代表
- 3.(十七)廢污泥量利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標為(626% , 85%)；以 8 為代表
- 4.(十九)總廢棄物量利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標為(173% , 85%)：以 9 為代表
- 5.(二十)廢白玻璃量利益 EE 值(佰萬/T)；生態效益座標為(85% , 134%) ；以 10 為代表

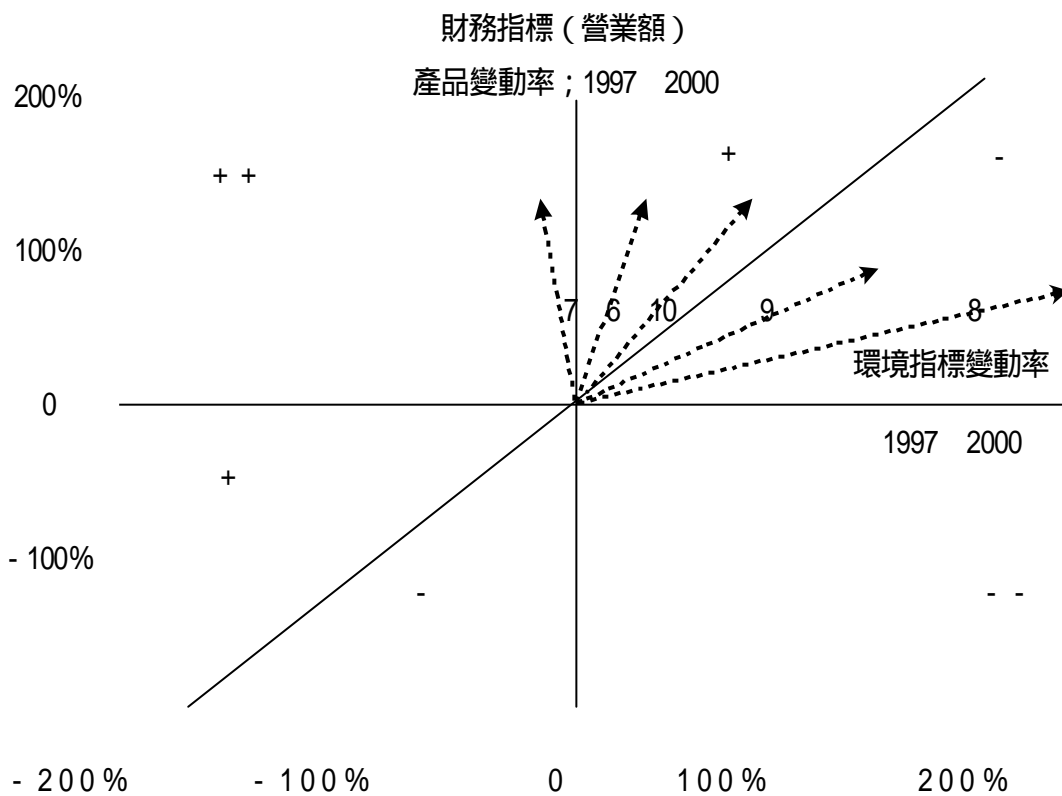


圖 4-37 個案 B 公司營業利益(佰萬)-環境面 EE 值之變動生態效益座標圖 (2)

第五章 個案公司生態效益試算結果分析與討論

第一節 個案 A 公司生態效益試算結果

- 一、該公司財務面資料（營業額、營業利益二項）於 1998 年略為降低後即逐年漸增至 2000 年，且該二項資料呈現逐年正比例漸增加趨勢（如圖 4-2 至 4-21）；另就環境資料中代表主要企業資源生產力項目：原料玻璃、水資源、能源銷耗等三項，其中原料玻璃自 1997 至 2000 年逐年漸減（如圖 4-2、4-3、4-4），依生態效益指標方程式，該原料玻璃等三項生態效益指標，除 1998 年外，皆呈現逐年漸增情形（如圖 4-2、4-3、4-4）。此現象代表該個案 A 工廠，內部企業管理良好，資源生產力逐年遞增，以生態效益理念，企業將有利於永續性發展。
- 二、環境面資料中，代表個案工廠營運生產對環境負面衝擊主要項目：「廢棄物清理量、廢白玻璃量、廢溶劑量」等三項，其中廢白玻璃、廢溶劑二項自 1998 至 2000 年呈現逐年漸增（如圖 4-6、4-7、4-8），廢棄物清理量除 1999 年外，1997 至 2000 年逐年漸增，依生態效益比值方程式，環境面資料數額增加或如前述三項環境面資料歷年增量梯度大於財務面資料增量梯度，將使結合該項環境面資料生態效益指標變小（詳如表 4-3 及表 4-4），依生態效益指標理念，將不利於企業永續性發展。企業內部將可依生態效益指標分析，研擬改善計劃；改善方法有提升生資源生產力使財務面資料逐年增大，或使環境面資料改善減小，以提升企業生態效益。
- 三、個案 A 公司經由生態效益指標試算結果，就其中環境面資料變化與廠方管理人員討論分析，環境負面衝擊增大可能原因如下：（一）廢溶劑產量自 1998 年漸增，乃因基於環保考量，製程清洗劑改用非 HCFC 之介面活性劑替代品，因替代品洗淨率較差故增加廢溶劑量。（二）總廢棄物量自 1998 年增加，可能因廢溶劑量增加所致。（三）廢白玻璃量自 1998 年增加，因生產產品小尺寸多，故廢料增加。（四）有關環境面（含資源）資料變化，能源消耗呈增加趨勢，可能是因四廠於 1998 年 7 月新設投產（約佔 40%）。（五）廢污泥量自 1998 年漸減，是由於脫水機原離心式改用壓濾式含水率降低，致使廢污泥量之統計重量降低。個案 A 公司原基於全球環境保護議題，改使用非 HCFC 清洗劑，以避免臭氧層破壞，然卻因此使製程清洗效率降低，影響企業資源生產力，故有關為提升企業生態效益改善計畫，應有妥善規劃與整體評估。
- 四、綜合個案 A 生態效益指標試算結果共二十項，其中十七項生態效益指標皆呈現逐年漸增良好趨勢，只有財務面資料為營業額，環境面資料為「廢棄物清理量、廢白玻璃量、廢溶劑量」三項，其結合之三項生態效益指標為不佳趨勢（如圖 4-6、4-7、4-8）；其原因如前述環境面資料變化說明。業者可據以尋求改善策略與方法。

第二節 個案 B 公司生態效益試算結果

- 一、該公司財務面資料（營業額、營業利益等二項），自 1997 至 2000 年逐歷漸增，且該二項資料呈現正比例漸增（詳如圖 4-26、4-31）；另就環境面資料中，代表該公司資源生產力之原料玻璃使用，其數量除 1999 年外，自 1997 至 2000 年逐年漸增（如圖 4-26）。依生態效益指標方程式，財務面資料為營業額，該原料玻璃生態效益指標值，除 1999 年外，1997 至 2000 年皆呈現逐年漸增情形（如圖 4-26）。此現象代表該個案 B 公司，內部企業管理尚佳，資源生產力逐年遞增，生態效益指標逐年漸增，企業將更能永續發展。

- 二、歷年環境面資料，代表個案 B 公司營運生產對環境負面衝擊主要項目：「廢白玻璃量(T)」、廢污泥量(T)、總廢棄物量(T)、廢溶劑(T)」四項，其中廢污泥量(T)除 1999 年外，自 1997 至 2000 年逐年漸增(如圖 4-29)；「廢白玻璃量(T)、總廢棄物量(T)」二項自 1998 至 2000 年逐年漸增(如圖 4-27、4-30)，廢溶劑(T)自 1998 至 2000 年逐年漸減(如圖 4-28)；依生態效益比值方程式，環境面資料數額增加將使生態效益值變小之不佳趨勢；此個案財務面資料為營業額，四項環境面資料生態效益指標，除廢溶劑(T)生態效益指標自 1998 至 2000 年漸增外(如圖 4-28)，其餘生態效益指標 1997 至 1999 年增減不定，2000 年皆漸減，(詳如圖 4-26、4-27、4-29、4-30)。此現象代表個案 B 公司，生態效益不佳，不利企業永續性發展，可就生態效益指標不佳項目研擬改善。
- 三、綜合個案 B 公司生態效益指標試算結果共十項，其中只有財務面資料二項及環境面資料「原料玻璃、廢溶劑量」二項，其結合之生態效益指標四項，呈現漸增之良好趨勢。其餘「廢白玻璃量(T)」、廢污泥量(T)、總廢棄物量(T)」等三項環境面資料不良變化，且生態效益指標亦呈現不良趨勢(增減不定或漸減)；業者可據以尋求改善策略與方法，以提昇公司整體生態效益永續發展。

第三節 個案公司生態效益試算結果分析與討論

- 一、生態效益趨勢的 SWOT 分析如下表(表 5-1)，依所蒐集試算之生態效益資料可據以管理決策參考。

表 5-1 生態效益趨勢的 SWOT 分析 資料來源：(黃馨儀、胡憲倫，2001)

當生態效益 趨勢升高	優勢	減少污染與資源的消耗，即提高了附加價值
	劣勢	會增加於環境面的成本花費
	機會	產生更有用的產品和服務，同時提昇了企業形象
	威脅	為維持佳績必須付出的努力增加，易形成來年的壓力
當生態效益 趨勢維持不變	優勢	企業於資源使用和污染控制上已有穩定的表現
	劣勢	難以對於環境面的投資做出適當決定
	機會	此時可進行製程或產品創新來提昇生態效益值
	威脅	尚無明確的績效可作為參考
當生態效益 趨勢下降	優勢	節省了環境改善的成本花費
	劣勢	環境資源未做到有效利用，造成潛在的損失
	機會	企業具備有環境面改善的空間
	威脅	環境資源的使用狀況較差，可能影響企業聲譽

- 二、由前述個案 A 工廠與 B 公司生態效益指標試算結果比較；個案 A 工廠整體生態效益指標歷年變化良好趨勢優於個案 B 公司。此二個案皆為台灣 STN-LCD 主要生產業者；其產品多樣化特性及主要為通訊手機用小尺寸 LCD，與一般手提電腦顯示器用等之大尺寸 TFT-LCD 不同。因此所研擬生態效益指標架構應可適用相關業者參考。指標試算結果出現不一致，其差異是由於資料誤差還是產業內部結構的調整（如景氣波動價格影響經濟指標，而無關環境活動等）；須進一步探討分析，以研擬改善策略與方法。
- 三、每個企業有必要去發展一套因應蒐集、管理、分析與報告數據之企業階層資訊系統；目前歐、美、日本推廣之環境會計系統或可適用，因為於搜集個案公司資料時，屢發現不注重相關環境面資訊記錄情形；公司欲使用生態效益指標量測生態績效，應是必要工作。
- 四、LCD 產品多元化，公司為因應市場需求，需有可彈性生產設施，生態效益指標只能就大部分生產製程環境面資訊蒐集試算，進行歷年生態效益趨勢分析時，應特別注意相關生產歷史資料，以利標竿比較（benchmarking）。
- 五、LCD 產品多元化、生命週期不長，產品功能性資訊取得困難，製程使用之化學品種類多且可能數量不多，因商業機密限制等，資訊取得困難，相關追蹤績效改善可由業者自行運用。
- 六、生態效益試算結果，以財務面與環境（資源）面資料圖示顯現，更能與相關者溝通、解釋分析；應可參考。尤其與習慣於一般財務資訊者討論。
- 七、生態效益指標試算分析結果，可提供企業生產製程、研發管理人員配合檢討分析，研擬各種改善計劃。
- 八、本研究原參照 WBCSD 所建議之指標架構，而定出 LCD 產業之生態效益指標架構，包含了環境衝擊指標與財務/效益指標各十項。惟因個案研究之實際資料，個案 A 只有如文中所列之財務指標二項與環境衝擊指標十項；個案 B 只有財務指標二項與環境衝擊指標五項；主要因 LCD 產業競爭激烈，廠商基於技術業務機密部份資料不願提供及原擬指標廠商無歷年記錄資料等，致使兩者產生差異。

第陸章 結論與建議

一、結論

生態效益概念及其指標提供了企業以更公開透明、創新務實的態度與做法，來因應企業永續性的規範及日趨高漲的環保需求，以及施展負責任的企業家精神。此概念及其指標，可以使企業、政府及其他利益相關者，共同有效地改善企業經營的體制條件與訴求，建立環境與經濟雙贏的目標。目前生態效益做為內部管理工具仍然需要外部的誘因驅動方式來進一步催化，例如透過建立永續性報告書及環保基金之對外溝通驅力，來達到更有效的推展及應用成果。未來，企業更須透過永續性的指標展現環境、社會與財務方面之績效，贏取金融市場的信任，並創造更高的股東價值及利害相關者價值，達到「內強外剛」的多面向應用工具。然而生態效益指標評估系統，由於發展時程尚短，其理論與方法亦尚未完備，惟從國際間跨國企業(SONY、Novatis、3M 等)的經驗得知，其確實可以協助企業達到內部管理改善的目的。本研究透過 LCD 兩家公司的個案研究也顯示，生態效益值的良窳與趨勢，確實也能反映企業經營績效的優劣。

本研究之個案廠商 A，因沿用日本母公司之環境資訊管理系統，其有效率之管理，使得指標資料蒐集等作業有事半功倍之效果。特別是由於參與廠商之配合，使得諸多原本看似不太有意義的生態效益結果，均能因廠商之說明而得到合理的解釋。而該公司之生態效益比值的試算，不僅呈現了該公司之資源生產力的情形，也提供了該公司未來在環境面持續改善的方向。而個案廠商 B 則因未有像個案 A 之管理資訊系統，以及高階主管並未能有如個案 A 之重視環境考量面的改善，因此其生態效益指標之趨勢，不若個案 A 之優良。LCD 高科技產業，產品生命週期短，產業注重研究發展提升競爭力，若能運用生態效益指標配合產業內部管理改善，將可促進產業永續發展。

透過標竿學習比較，企業能了解改善行動的重要順序，同時可作為企業在提昇獲利能力及環境保護績效的決策參考工具。財務面的指標選用較為單純，可以沿用會計部門的基線資料，而複雜的環境問題較難以界定，也就是在環境面指標的選用上，要特別注意公司的個別狀況。實際運用生態效益指標於產業環境管理時，由於可避免因技術機密限制，平時即彙整統計各種生產資源使用、環境衝擊與財務資料；以供指標試算等，將可事半功倍。企業可參考美、日等企業推行之公司環境成本會計制度，將可使生態效益指標資料搜集與財務資料一致，可使改善資料更正確及完整。本研究案例為 TN 與 STN-LCD 製造工廠，與最新技術 TFT-LCD 製程雖不完全相同，惟原擬定之指標架構，其架構仍可據以計算生態效益值，供相關產業公司管理改善決策參考與標竿比較 (benchmarking)。

二、建議

由於個案廠商基於商業機密限制，尚有部份資料（如環境毒物排放統計量等）未能提供，致不能試算各項生態效益值，建議廠商能運用本生態效益指標計算方法，自行核算公司生態效益變化，將更有助於管理單位辨識改善決策，擬訂追蹤績效及紀錄進展。

至於企業運用這套生態效益指標架構的具體做法，筆者認為應當在以下方面進行努力：

- 1) 從事公司內部整體的評估；
- 2) 推廣至公司內其他部門、廠別或國外之廠房；
- 3) 致力於可量化的資料蒐集與公司基線資料庫的建立；
- 4) 企業內部的協調、各部門的參與程度；
- 5) 擴充現有的指標項目，並整合至三重盈餘的概念(環境、經濟、社會三個方面)；
- 6) 將生態效益指標納進年度環境報告書中；
- 7) 將密集度(intensity, 如每單位產品的耗水量)改為生態效益指標(如每單位耗水量的產量)；
- 8) 公司內部(廠與廠間)進行標竿比較；
- 9) 探討公司內各部生態效益表現的差異與原因；
- 10) 發展企業特殊性之指標；
- 11) 支持整個產業的指標建立，以與同業建立資訊分享的機制；
- 12) 進行教育訓練課程；
- 13) 透過「最佳現有技術」(BAT)方式逐年改進生態效益績效；
- 14) 在呈現生態效益比值時，從旁附上相關環境衝擊及財務性指標，使觀察者不會錯誤解讀結果，並造成錯誤的決策；
- 15) 藉由網路(networking)分享成果以發揮影響力；
- 16) 強化生態效益指標與財務價值指標之結合。其實施的流程示意圖如圖 6-1。

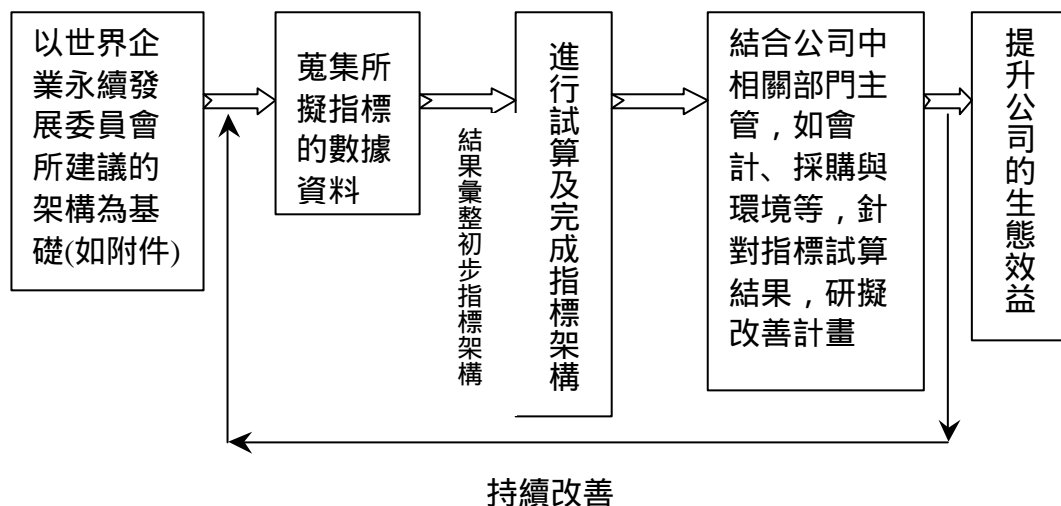


圖 6-1 企業運用生態效益指標架構流程圖

此外，本研究之案例（個案 A）由於是日商企業，其環境資料之整理與系統的建制，一向優於國內企業，而其生態效益的比值，經本研究的試算結果也頗佳，因此建議能設法讓此一公司之環境資訊的管理系統，與生態效益指標的建制過程，成為此一產業（特別是生產 TN 與 STN-LCD 廠）之標竿(benchmark)。

參考文獻

中文部分

1. 中華民國企業永續發展協會，「全球生態效益指標與報告試行研究計畫—東元電機公司」(期末報告)，(2000)。
2. 朱美琴、刁冠超，「石化業生態效益指標的建立 - 以人造纖維業為例」，永續產業雙月刊第十一期，pp.44-63 (2001)。
3. 呂巧玲，「蓬勃發展爭的台灣 LCD 產業 1976~(未來發展)」，淡江大學國際貿易學系碩士論文，(2000)。
4. 胡憲倫，「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 2 期，pp. 46-63 (2000)。
5. 胡憲倫、鍾啟賢、朱美琴、黃正忠，「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，(2001)。
6. 胡憲倫、鍾啟賢、黃正忠「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，彰濱工業區，(2001)。
7. 陳念平，「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，(1999)。
8. 陳奕成，「我國 LCD 產業之產業發展及競爭力分析」，國立交通大學經營管理研究所碩士論文，(2000)。
9. 陳茂成、何玄政、葉惠娟，「次世 TFT-LCD 我國發展機會」，第 3 章，工業技術研究院電子工業研究所，(1999)。
10. 黃正忠，「邁向新世紀的契機---全球企業永續發展之現況與趨勢」，工業污染防治期刊，第 75 期，(2000)
11. 黃正忠、劉義城、Lehini, M.，「生態效益量制介紹」，工業污染防治報導第 132 期，(1999)。
12. 黃瑞恩、胡憲倫，「液晶顯示器產業生態效益指標之研究」，第十四屆環境規劃與管理研討會，高雄第一科技大學，中華民國九十年十二月十四-十五日，(2001)
13. 黃馨儀、胡憲倫，「企業邁向永續發展的管理工具 - 生態效益指標系統之研究」，2001 兩岸管理科學研討會論文集，pp346-363，中華民國九十年四月十五日，上海復旦大學，(2001)
14. 經濟部工業局，「工業區產業資源永續經營推動策略計畫—彰濱生態化工業區生態效益指標架構」(期末報告初稿)，(2001)。
15. 經濟部工業局，「永續產業發展與推廣計劃—家電業生態效益指標架構」(期末報告初稿)，(2001)。

16. 董瑞安、吳先琪，「廢筆記型電腦回收處理技術之評估研究—LCD 回收處理技術可行性評估」，國立清華大學原子科學系行政院環保署基管會委託研究，第 5 6 章，(1999)
17. 陳俊志，「薄膜技術在 LCD 光電產業上之應用(FPD.2001.DEC)」，中華民國鍍膜協會演講，(2001)，<http://www.fpd.com.tw/pj30pg191.asp?Tag=4365>
18. 江雅文，「光電產業競爭優勢之研究—以國內 lcd 產業為例」，國立政治大學企業管理研究所碩士論文，(1999)
19. 中華民國企業永續發展協會(2000)，「全球生態效益指標與報告試行研究計畫—東元電機公司」(期末報告)
20. 經濟部工業局(2001)，「永續產業發展與推廣計劃—石化業、人纖及紡織業生態效益指標架構」(期末報告初稿)，經濟部工業局
21. 經濟部技術處(2001)，「清潔生產技術在電子及資訊業之開發應用：綠色產品驗證技術計劃—LCD 業生態效益指標架構」(期末報告初稿)，經濟部技術處

英文部分

1. Anite Systems(1999) “A First Set of Eco-Efficiency Indicators for Industry: Pilot Study”, European Commission: Eurostat and DG Enterprise, pp.20-22
2. Atkins, A. (2000) “Eco-efficiency: Improving Stakeholder Value”, Malmo, Sweden.
3. Austrian Ministry of Agriculture, Forestry, Environment & Water (2000) “Eco-efficiency of regions: How to Improve Competitiveness and Create Jobs by Reducing Environmental Pressure Eco-efficiency”, WIEN, Austria.
4. Ayres, R. F., and Van Leynseele T. (1997) “Eco-efficiency, Asset Recovery and Remanufacturing”, *European Management Journal*, 15(5), pp.557-574.
5. Cancer, 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, pp. 351-356.
6. Cramer, J. (1999) “Design for Eco-efficiency within the Chemical Industry- The Case of Akzo Nobel”, *IEEE*, February/1999, pp.89-91.
7. Davis, J. D. (1997) “Eco-efficient Technology”, *IEEE International Symposium on Technology and Society*, *IEEE*, July/1997, pp. 1-7.
8. EFIC, EACEM, EECA, EICTA and EUROMETAUX (C4E), (2000) “Guide and Document on the Appliance of Substance under Special Attention in Electric & Electronic-Products”,
9. Ellipson (2000) “Standardized Eco-efficiency Indicator”, Ellipson AG., Switzerland.
10. Grant, J. (1997) “Planning and Designing Industrial Landscapes for Eco-efficiency”,

Journal of Cleaner Production, Vol.5, pp.75-78.

11. Hanssen, O.J. (1999) “Sustainable Product Systems- Experiences Based on Case Projects in Sustainable Product Development”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 7, pp. 27-41.
12. Hermann, F., G. Klotz and H. Urbach (2000) “Guidance Document on Substance under Special Attention” , IEEE , pp215-218.
13. 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, pp.75-81.
14. Kleijn, R., Hansen E., G.Huppes, J. McLaren, H. Pesonen, A. Steevels, E. Vanakari and H. van der Wei, (1999) “Electronic Consumer Goods case report ” (final edition), CHAINET, pp3-11
15. Mata, T.M., A.A.A Martins and C.A.V. Costa (2000) “Eco-efficiency Indicators and Environmental Management System as Complimentary Tools”, Euro-conference of Quality of Life, Sustainability, Environmental Changes, Stadtachlaining/ Burgenland, Austria.
16. Reijnders, L. (1998) “The Factor X Debate- Setting Targets for Eco-efficiency”, *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), pp.13-22.
17. 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.
18. Scolof, M.L., Overly J.G., L.E. Kincaid, R. Dhingra, D. Singh and K.M. Hart, (1999) “An Environmental Life-Cycle Design Tool for Assessing Impacts of CRT and LCD Monitors” , IEEE , pp232-237
19. Scolof, M.L., Overly J.G., L.E. Kincaid, R. Dhingra, D. Singh and K.M. Hart, (2000) “Preliminary Life-Cycle Assessment Results for the Design for the Environment Computer Display Project” , IEEE , pp290-297
20. Scolof, M.L., Overly J.G., L.E. Kincaid, R. Dhingra, D. Singh and K.M. Hart, (2001) “Life-Cycle Environmental Impacts of CRT and LCD Desktop Monitors” , IEEE , pp119-127
21. Stevels, A. (1999) “Eco-efficiency of Take-Back Systems of Electronic Products”, *IEEE*, August/1999, pp. 286-291.
22. Svensson, T., (2001) “Environmental Aspects on Liquid Crystal Displays in Cellular Phones”, Ericsson Mobile Communication Lund”, PP57-64.

23. WBCSD & UNEP (1998), "Cleaner Production and Eco-efficiency- Complementary Approaches to Sustainable Development", WBCSD & UNEP.
24. WBCSD & EPE (1999) "European Eco-Efficiency Initiative: A Roadmap for Business Strategy and Government Action", WBCSD and European Partners for the Environment (EPE)
25. Lefebvre E.,L.A Lefebvre and S.Talbot (2000) "Enviroment Initiatives,Innovativeness and Competitiveness—Some Empirical Evidence" IEEE pp 674-679
26. Joseph Fiksel,Jeff McDaniel, and Catherine Mendenhall (1999) "MEASURING PROGRESS TOWARDS SUSTAINABILITY PRINCIPLE, PROCESS, AND BEST PRACTICE" Eighth International Greening of Industry Network Conference Chapel Hill,North Carolina,Nonember 14-17 ,1999
27. Joseph Fiksel,Jeff McDaniel,and David Spitzley (1998) "Measuring Product Sustainability" The Journal of Sustainable Product Design,July 1998

附錄、世界企業永續發展委員會(WBCSD)建議之指標一覽表

附錄 1：種類、考量面與指標範例清單

產品/服務價值體積(Volume)	銷售的單位 (例如 數量)
	統計的單位 (例如 平均的、索引的(indexed))
	員工(例如 人數、工時)
	空間(例如 建築物管理)
重量(Mass)	售出的量 (例如 公斤)
	生產的量 (例如 公斤)
貨幣(Monetary)	淨銷售額/營業額(turnover)
	毛利 (淨銷售額 – 貨品賣出的成本)
	附加價值 (淨銷售額 – 貨品購入的成本)
	收入 / 盈餘 / 利潤
	股票的價值
	法律責任 (例如 保險成本)
	保留量(Reserves)/ 預留量(Provisions)
	投資額與呆帳、報廢之物(Write-offs)
	成本 (例如 貨物售出、生產、的成本, 能源、原料、廢棄物處置、污染控制等)
	功能(Function)
服務的提供 (例如標準的銀行交易)	
農業的收穫 (例如 收成的蒲式耳(=36.368 公升)數)	
農業的有效性 (例如 被處理的公頃數)	
產品耐久性/終身 (例如 行駛的英里數)	
運輸能量 (例如 噸-公里數, 乘客-公里數)	

註：功能(Function) , 敘述的是一個產品/服務之於終端使用者的功能價值。其結果是他們都是有高度特

定性，並且僅能被用於個別之產品與服務。

其他潛在之相關資訊 產品價格

市場佔有率

利潤(Margins)

市場混合(Market Mix)

產品/服務在創造能源消耗
時之環境衝擊

消耗的能源(十億焦耳, Gigajoules)數

化石燃料類型 (例如 煤、天然氣、燃料油等)

來源 (例如 可更新的、不可更新的)

排放物 (例如 硫氧化物、氮氧化物、VOC、溫室氣體)

原料消耗

消耗的噸數

類型 (例如 原料噸數、非直接/輔助的原料)

來源 (例如可更新的、不可更新的、回收的、
處女的(原生的), **extraction Rucksack** 的噸數)

特徵 (例如含有某種環境安全/風險特徵之原料噸數)

天然資源消耗消耗的噸數(例如水、木材、礦物)

來源 (例如 可更新的、不可更新的噸數、立方公尺的地下水、地面水
與海水)

土地使用(例如 生物多樣性/物種保育棲息地的公頃數)

非製程水 (例如 立方公尺的公共使用、產品消耗)

非產品的產出

處理前 (例如 製程原料的投入，減掉產品產出的噸數)

處理技術 (例如 生物處理、焚化及掩埋的量)

處理後排放到土地或水體 (例如現場/廠房處理的量、有害/無害的量、
排入表面水、地下注入的量、放流水中 BOD5 與/或 COD 的噸數、氮
磷等優養化物質之排放噸數)

排放到空氣 (例如 NO₂/NO_x、SO₂/SO_x、酸化氣體、
溫室氣體、臭氧層破壞物質、揮發性有機化合物的噸數)

優先管制之重金屬排放 (例如 排放的噸數)

持久的、生物累積的，與毒性物排放(例如持久之有機污染物(POPs)排放的噸數)

非計劃中的事意外事件的發佈 (例如 發佈次數)

產品/服務在使用產品/服務時之環境衝擊 特徵 (例如 可回收性、可再利用性、可生物分解性、耐久性、安全/風險)

包裝廢棄物 售出的噸數

來源(例如 原生的、回收的原料)

能源消耗 (與產品/服務之創造時間)

使用與處置 使用階段排放到土地、水體與空氣中時的污染

附錄 2：企業特定指標之範例(Examples for business-specific indicators)

本附錄中列了一些企業特定指標的例子，這是根據試行計劃中所學到之經驗的歸納，希望能幫助公司並提供某些指引。這些敘述、量測方法以及資料來源，主要是由試行公司所提供，並且許多也被這些公司所使用。

企業特定指標可以從以下的領域中選出：

- 排放到空氣或水中之個別或整群的氣體或金屬指標(例如 VOC, SO₂, NO_x, 優先重金屬等)
- 廢棄物或非產品產出之特殊分率的指標 (例如 送到掩埋場的最終處置量)
- 環境負荷/衝擊指標 (例如 優養化, 光霧, 對人體毒害物質)：環境負荷/衝擊指標，是概括性的指標，主要是針對貢獻了相同之環境負荷與衝擊之不同氣體或不同放流物質。某些指標之貢獻了相同環境衝擊之個別氣體或放流物質的權重因子(Weighting factors) [例如 Heijungs et al. at the Leiden University (1992); ICI: Environmental Burden, The ICI Approach, 1997; Responsible Care: Health Safety and Environmental Reporting Guidelines; CEFIC November 1998]，已經被發展出來了。在某些地區(例如歐洲)，權重因子的觀念已經相當流通了。
- 放流水之概括性的的參數 (例如 化學需氧量 (COD) 及其他)：放流水之概括性的的參數也非常常用。然而，由於放流水排放的物質，並非與所有類型的企業都有關，因此此類參數也並非適合所有的企業。對於與此類指標有關的企業，則必須要在替代參數(alternative parameters)與量測方法兩者之間擇其一。
- 產品使用指標(例如 產品的包裝、產品使用時的能源消耗)：這類的指標通常也能夠被定義成與產品創造(product creation)相似的詞彙，不同的是它有一個與產品使用有關的範圍。

- 從供應商之作業，產生之上游衝擊考量面的指標：這類的指標通常也能夠被定義成與產品創造(product creation)相似的詞彙，不同的是它有一個與產品上游價值鏈或使用有關的範圍。

價值指標

指標	單位	可能之量測的參考方法	可能之資料來源
獲利率 (Profitability) 一個企業實體之整體的財務績效量制	美元、歐元、日圓，或是公司慣用的報告貨幣	<ul style="list-style-type: none"> • 淨利 (Net Profit)/盈餘 (Earnings)/收入 (Income) • 利息及稅前的盈餘 (EBIT) • 毛利 (Gross Margin)：淨銷售額減掉產品與服務銷售的成本 國際會計標準 (IASC)、一般接受之會計原則 (GAAP)	財務報告
附加價值 (Value added) 淨銷售額扣掉購買之貨物與服務的成本	美元、歐元，或日圓	國際會計標準 (IASC)、一般接受之會計原則 (GAAP)。可參考： http://www.aicpa.org/	財物報告、採購報告

環境衝擊指標

指標	單位	可能之量測的參考方法	可能之資料來源
<p>排放到表面水之優先重金屬 (PHM)</p> <p>水中總重金屬(As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn) , 以及其他化合物之排放的總和</p>	等值之 Cu 的噸數	<p>重金屬的定義, 可以在以下之參考資料中找到 :</p> <p>Responsible Care: Health Safety and Environmental Reporting Guidelines, CEFIC November 1998, 第 12 頁</p> <p>轉換因子: 同上的資料 附錄 9, 第 38 頁</p>	廢水放流報告、EHS 報告, 估計或計算
<p>總廢棄物 (Total Waste)</p> <p>要被最終處置之物質與物體的總量</p>	公噸	廢棄物與處置的定義: 巴塞爾公約, 1992: 定義與附錄 IV	工廠調查、工安衛(EHS)的報告、估計與計算
<p>送到掩埋場廢棄物</p> <p>從製程、處理與包裝所產生的廢棄物, 最後經由掩埋處置</p>	公噸	公司特定之用來量測與追蹤經由掩埋處置之廢棄物的重量(mass)	廢棄物處置報告、EHS 報告, 估計或計算
<p>送去焚化的廢棄物</p> <p>從製程、處理與包裝所產生的廢棄物, 最後經由焚化處置</p>	公噸	公司特定之用來量測與追蹤經由焚化處置之廢棄物(由政府單位界定)的重量(mass)	廢棄物處置報告、EHS 報告, 估計或計算
<p>排到空氣中的酸性物質</p> <p>從燃料燃燒、製程反應以及處理過程中, 排放到空氣中之酸性氣體與酸性煙霧的總和(包括 NH₃、HCl、HF、NO₃、SO₂, 以及硫酸煙霧)。</p>	等值之 SO ₂ 公噸數	<p>酸性物質的清單 :</p> <p>ICI: Environmental Burden The ICI Approach, 1997</p> <p>酸化潛能(Acidification Potentials) : Heijungs et al., CML University of Leiden, 1992 與 Hauschild and Wenzel, Chapman & Hall, London, 1997</p>	工廠調查、工安衛(EHS)的報告、估計與計算
<p>光化學氧化物產生 (POC)</p> <p>揮發性有機化合物 VOC(不含甲烷), 以及 NO_x 的排放</p>	等值之 VOC & NO _x 或 Ethylene 的噸數	<p>VOC 的定義 :</p> <p>Responsible Care: Health Safety and Environmental Reporting Guidelines, CEFIC November 1998, 第 11 頁</p> <p>光化學氧化物產生 Photochemical Oxidant Creation Potentials (POCP) : Heijungs et al., CML University of Leiden, 1992 and Hauschild and Wenzel, Chapman & Hall, London, 1997</p>	工廠調查、工安衛(EHS)的報告、估計與計算

環境衝擊指標 (續一)

指標	單位	可能之量測的參考方法	可能之資料來源
排入地表水之優養化物 水中磷與氮化合物之總和	等值之磷的噸數	優養化潛能(Nutrication Potentials) : Heijungs et al., CML University of Leiden, 1992	工廠調查、工安衛(EHS)的報告、估計與計算
排到地表水之化學需氧量 (COD) 放流水中所有化合物被化學 氧化之需氧量	氧的噸數	COD 的定義 : Responsible Care: Health Safety and Environmental Reporting Guidelines, CEFIC November 1998, 第 12 頁	廢水排放報告、 工安衛(EHS)的 報告、估計與計 算
包裝材料 購得之貨品與產品之包裝材 料	噸	公司特定之用來量測或追蹤包裝材料量 (mass)	採購報告、廢棄 物處置報告、估 計與計算
購得電力之 GHG 排放 由購買之電力的供應商(如 電力公司)所排放的 GHG	等值之 CO ₂ 噸數	溫室氣體的名單：京都議定書之附錄 A 全球暖化潛能(Global Warming Potentials)：IPCC, Climate Change 1995, Second Assessment Report 燃料碳含量之轉換因子：Responsible Care: Health Safety and Environmental Reporting Guidelines, CEFIC November 1998, 第 31f 頁 購得電力之 GHG 排放：透過對於相關電 力供應商的知識，來計算/或估算	成本報告、估計 與計算