

印刷電路板產業生態效益績效與經營績效相關性之研究

刁冠超、朱美琴、張迪惠*

摘要

早期的經濟理論認為環境保護和產業競爭力之間存在替換的關係，Michael Porter 等人對此論點提出強烈的質疑，他們認為這二者應是相輔相成，本文乃以我國的印刷電路板產業為例，探討環境保護和產業競爭力的相關性。印刷電路板產業是我國三大重要電子工業之一，2002 年的產值為世界第四位，對我國經濟有顯著的貢獻；然製程中容易產生大量的廢水、廢液及廢棄物，因此也被視為是高度污染的產業。生態效益指標是近年來國際間常用以評估企業環境績效的工具，其能充分表示「以少生多」與「提升資源生產力」的概念，強調企業在追求利潤的同時，也能善盡環境保護的社會責任，目前生態效益指標已為許多大型的跨國企業所採用，因此本研究以生態效益指標作為評估企業環境績效的工具；至於公司的經營績效，乃選取適合且具代表性的財務比率來衡量。鑒於企業經營規模與資料的可取得性，本文主要以印刷電路板上市上櫃公司為研究對象。首先，利用問卷取得個別公司在過去幾年之經濟面與環境面資料，藉以建構其生態效益指標，並由其公開之財務報表取得適合的財務比率來衡量其經營績效；其次，為解決個別指標項目間加總權重的問題，利用多變量之主成份分析法分別找出公司的生態效益績效分數以及經營績效分數；最後，運用相關係數檢定兩績效分數之間的相關性，以檢驗企業生態效益績效與經營績效具有正相關性的假設。研究結果顯示，生態效益績效與經營績效之間具有顯著的正相關性，顯示印刷電路板產業環境與經濟可以同時兼顧。

關鍵字：生態效益績效、經營績效、主成份分析法、相關係數分析

* 作者分別為朝陽科技大學環境工程與管理系碩士班研究生、南台科技大學國際企業系助理教授、朝陽科技大學環境工程與管理系助理教授。作者由衷感謝台灣電路板協會、中華民國企業永續發展協會、工研院環安中心、台灣綠色生產力基金會對本文資料蒐集上的協助與提供的寶貴意見。

1 緒論

早期在評估企業經營績效與企業競爭力時，主要以財務資料、財務結構、競爭策略或是企業特性等，作為主要的衡量項目，企業在乎的是利潤的獲取，而環境問題在面對經濟發展的同時，常非首要考量，甚至認為執行污染防治會減少企業利潤，但隨著生產規模的擴大和民眾環保意識的增加，大量投入的自然資源以及產生的污染問題漸漸地被突顯出來，在面臨日益嚴格的環保要求下，環境保護成為企業必須正視的問題。

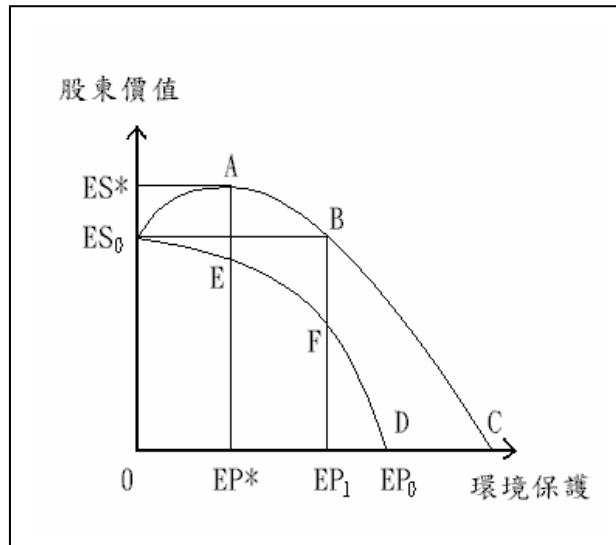
環境保護是否影響產業競爭力成為大家關注的焦點，Porter 等人認為 (Porter, 1990；Porter and Linde, 1995) 環境保護有助於產業技術的進步，進而提高生產力。近十多年來，國際間積極推動企業環保及環境管理的相關規範，如「環境管理系統」、「生命週期評估」、「清潔生產」、「環境化設計」、「綠色行銷」等，希望藉由這些方法使企業了解重視環保可增加其利潤，並成為企業追求永續發展的重要目標；轉變過去環境保護被視為是增加企業成本的觀念；隨著科技的進步，企業重視環境管理，反而可以節省成本，並有助於提昇企業形象，更可提升企業的競爭力 (朱美琴, 1998)。

本文以我國印刷電路板業 (Printed Circuit Board；PCB) 上市上櫃公司為研究對象，以生態效益指標作為評估企業環境績效的工具，經營績效則選取適合且具代表性的財務比率來衡量；利用多變量之主成份分析法分別找出公司的生態效益總績效分數以及經營績效總分數；並進一步運用相關係數檢定兩績效分數，以探討環境保護和企業競爭力之間的相關性。

我國的印刷電路板工業發展始於六十年代後期，三十餘年來已完成上下游及相關產業的整合，於桃園、新竹一帶形成電路板生產專業區，不僅提昇了整體產業的實力，也使得上游原物料及相關設備與代工資源之供應不虞匱乏，目前已成為國內三大重要電子工業之一，產值僅次於日本、美國及大陸，位居全球第四大電路板生產國。然由於製作電路板的製程甚長，使用多種化學原料，產生的廢棄物、廢水、廢液種類之繁多，數量且具高污染性，為了減輕嚴格的環保法規所帶來的衝擊，並降低清理成本，近來業界採取許多降低污染的措施，如從源頭的原物料改變、或從製程技術的改進，以減少污染的產生 (台灣電路板協會)。

2 環境保護與企業競爭力

長久以來，環境改善行為因為企業初期需要投入大量資本，來購置污染防治設備或建置環境管理系統，且增加企業利潤的成效通常不能立竿見影，因此環境保護常被企業認為是額外付出的成本，甚至進而減少公司利潤，面對這樣的爭議，Schaltegger, S. and Synnestvedt, T. (2002)卻認為，改善環境績效不但能夠降低成本，而且也能夠增加公司財務績效與股東價值，環境面向與經濟面向績效的連結是可行的，其以一經濟模型(如圖 1)說明公司應該多著重在能夠提升公司經濟面表現的環境管理方法。



資料來源：Schaltegger, S. and Synnestvedt, T. (2002)

圖 1 股東價值與環境保護抵換圖

圖 1 中，曲線 ES_0 -E-F-D 表示公司的股東價值原本具有 ES_0 的規模，但隨著環境保護的增加而成下降趨勢，當環境保護增加至 EP_0 的時候，股東價值將減至零。企業存在這樣的概念是因為認為企業環境保護會抑制經濟面的表現，也就是股東價值。但考慮建立適當的環境管理方式，曲線將會從 ES_0 -E-F-D 上升到 ES_0 -A-B-C，當企業處於 ES_0 -A-B-A 區域內的情況下，對股東價值的提升將有幫助。股東價值若同樣以 ES_0 來看兩條曲線，B 點具有企業善盡環境責任的形象，因為它有 EP_1 的環境保護行為。而若以 EP^* 來看兩條曲線，執行適當的環境保護政策，則有股東價值 AE 的增加而達到最大值 ES^* ，相對而言 E 點的情況則無環境保護的效率。企業若想將股東價值提升至 ES^* ，可透過 ISO14001 等環境管理工具，減少製程污染降低成本並提高收益。

透過該模型，可了解股東價值與環境保護之間確有抵換 (trade-off) 的情形，但 Schaltegger and Synnestvedt 指出若採用適當的環境管理方法，將有助於企業經濟面與環境面績效的同步提昇。股東價值通常反應企業的經營績效，而環境保護則與企業原料、能源和廢棄物的排放等方面有關，本研究以近年來為許多大型跨國企業採用之生態效益指標作為衡量企業環保績效的工具。

3 生態效益績效與經營績效

3.1 生態效益績效

「生態效益」是由世界企業永續發展委員會 (World Business Council for Sustainable Development; WBCSD) 在 1992 年所提出的企業經營新理念，它的原意是希望能夠兼顧經濟與生態的意思，強調企業在追求利潤目標的達成，係透過「以少生多」(producing more from less) 和提高「資源生產力」(resource productivity) 為主要途徑。生態效益提倡將環保議題對企業經營是一種威脅及成本支出的觀念，轉變為促使企業革新、改

善環境績效、符合經濟效益、創造商機及市場認同的概念。因此，講求生態效益的企業，經由污染和資源消耗的持續減少，生產的產品及服務成本更低也更環保，當然也就更提高了其附加價值。

針對生態效益的理念，WBCSD 提出了生態效益的定義（經濟部工業局，2002）：

「生態效益的達成，須在提供價格具有競爭力的商品和服務，以滿足人們需求、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 依據上述定義，也提出認定生態效益的七點要素：

- (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永續使用。
- (6) 延長產品的耐久性。
- (7) 增加商品和服務的服務強度 (service intensity)。

其中，第一至第三項的重點是放在資源生產力與減少對環境的衝擊。第四至七項則是協助前三項完成企業的營運、設計、生產及市場活動。其中每個項目可以應用於不同的產品和服務，其目標是減少物質與能源的使用，及減少生產或服務過程中對環境的潛在影響。

生態效益可視為是產出與投入的比值，產出即是指一個公司、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，生態效益的目標是在減少資源使用和對環境衝擊的同時，能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 以一個簡單的公式表現生態效益指標 (Eco-efficiency Indicators；EEI)，以式(1)表示：

$$\text{生態效益比值} = \frac{\text{產品或服務之價值}}{\text{對環境之衝擊}} \quad (1)$$

產品或服務之價值可表示成產能、產量、總營業額、獲利率等。對環境的衝擊可表示成總耗能、總耗原料量、總耗水、溫室效應氣體排放總量等。該比值愈高表現愈佳。

此指標系統具有簡單明瞭、富有彈性的優點，可以將企業的環境面向與經濟面向作一連結；並且透過生態效益的趨勢分析，判斷企業所處的狀態；而管理階層也能夠從該指標工具中，了解企業內部環境與經營績效的情況，進而可以作為企業環境報告書中展現績效的工具（黃欣儀、胡憲倫，2002）。此外，生態效益指標亦可做為和外部溝通的工具，提供給外界人士，包括會計師、股東、分析師、銀行保險業者、國際標準團體、消費者及利益團體等，做為評估或投資該企業的參考依據，並可明確地提升

公司形象。換言之，生態效益將可創造公司的競爭利益，並且可助長競爭的經濟體系，將其納入永續發展的政策體制及策略中，可增進所有利害關係人的利益 (WBCSD, 2000)。

為了便於理解與應用，WBCSD 將指標分為兩大類，即「一般適用 (generally applicable) 指標」與「企業特定 (business specific) 指標」。「一般適用指標」用來描述一些全球均接受其定義及量測方式的指標，如產量、銷售額、能源耗用、原料耗用、淨耗水、溫室效應氣體排放及破壞臭氧層物質排放等。「企業特定指標」顧名思義就是針對不同企業的差異性及特殊性所提出的指標，因此對於如何測量與定義這些指標，可能有不同的做法，也可能因企業不同而異。WBCSD 建議的生態效益「一般適用指標」與「企業特定指標」架構如表 1 所示。

表 1 WBCSD 建議生態效益一般適用指標與企業特定指標

一般適用指標	
經濟面指標	環境面指標
產量或銷售量 淨銷售額	能源消耗 原料消耗 淨耗水 溫室效應氣體排放 破壞臭氧層物質排放
企業特定指標	
經濟面指標	環境面指標
獲利率 附加價值	排放到表面水之優先重金屬 總廢棄物 送到掩埋場的廢棄物 送去焚化的廢棄物 排到空氣中的酸性物質 光化學氧化物產生 排入地表水之優養化物 排到地表水之化學需養量(COD) 包裝材料 購得電力之 GHG 排放

資料來源：經濟部工業局，2002

過去對於生態效益指標的相關研究，黃瑞恩、胡憲倫 (2001) 針對液晶顯示器產業研擬出生態效益指標及分析評估架構並做趨勢分析，探討個別企業的競爭優勢。朱美琴、刁冠超 (2001) 則針對人造纖維業，建立該產業與個別企業公司生態效益指標的架構並做趨勢分析，探討這二個層面所考量因素之異同，同時也檢視以產業指標值來作為企業績效標竿比較之可行性。Anite Systems (1999) 提出一生態效益座標圖 (Eco-efficiency Coordinates)，將產業或企業在過去幾個年度 (如 2 年或 5 年) 中的生態效益表現以此座標圖表示，配合趨勢圖的分析，可為企業及其他利害團體進行更明晰的分析及說明。除此之外，各界對生態效益的研究也衍生了許多相關的新方法與步驟，Saling et al. (2002) 及 Landsiedel, R. and Saling, P. (2002) 提到德國 BASF 公司的產品採用的「生態效益組合」(Eco-efficiency Portfolio)來說明其產品是否具有競爭力，該公司已經成功的評估公司的 130 餘種產品與製程，並且據此淘汰或停產了 15 種的生態效益不佳的產品。除了 BASF 公司的分析之外，Delft 大學的 Vogtlander et al. (2002) 則應用

生態效益的概念，提出一 EVR (eco-cost/value ratio) 模式，將生態效益指標原本單位不一致的情形，運用成本及價值化的方式，一律以貨幣為單位，各項環境衝擊也能透過其各項生態成本的相加而一併計算，用以評估公司的競爭力。由以上文獻可看出，生態效益指標不僅可以改善企業的環境績效，也同時提昇了企業的競爭力。

3.2 經營績效

一般在衡量公司經營績效時，常以財務比率分析為主，因為財務比率在企業公開的財務報表中具有普遍性及可比較性。企業財務報表與財務比率通常經過會計師的簽證，具有公信力且有評比的標準，該資料不僅將公司的財務狀況提供給投資人作為投資的參考依據，同時也成為金融機構授信或信用評等的考量項目，因此財務比率對公司的經營績效能有簡潔且清楚表達的優點。

雖然財務比率可以作為經營績效指標來衡量公司的經營表現，但財務比率的項目之多，常因為產業或企業特性不同，所採用的比率項目也不盡相同，因此在運用財務比率分析公司經營績效時，得視公司或研究者的需要來選取（李美琳，1997；吳青俊，1988；林基煌，1998；林欽榮，1999；林俊成，1999；陳隆麒等，1997；陳靜純，1999；魏伯憲，1996）。

經由文獻的探討和公司的年報與財務資料顯示，企業的財務分析中，主要包含償債能力、經營能力、獲利能力及現金流量等四個構面，較常用的項目如表 2 所示，各項指標比率愈高表現愈佳。

表 2 常用經營績效指標架構表

構面	指標	計算方式
償債能力	流動比率	流動比率 = 流動資產 / 流動負債
	速動比率	速動比率 = (流動資產 - 存貨) / 流動負債
	利息保障倍數	利息保障倍數 = 息前稅前盈餘 / 本期利息支出
經營能力	應收帳款週轉率	應收帳款週轉率 = 銷貨額 / 應收帳款
	存貨週轉率	存貨週轉率 = 銷貨成本 / 存貨
	固定資產週轉率	固定資產週轉率 = 銷貨額 / 淨固定資產
	總資產週轉率	總資產週轉率 = 銷貨額 / 總資產
獲利能力	資產報酬率	資產報酬率 = 稅後淨利 / 總資產
	股東權益報酬率	股東權益報酬率 = 稅後淨利 / 總權益
	營業淨利率	營業淨利率 = 營業利益 / 銷貨額
	每股盈餘(EPS)	每股盈餘(EPS) = 稅後淨利 / 流通在外股數
現金流量	現金流量比率	現金流量比率 = 現金 / 流動負債

資料來源：本研究整理

4 印刷電路板業生態效益指標與經營績效指標架構

4.1 生態效益指標架構

本文首先根據表 1 的架構整理出生態效益指標項目，先後徵詢工研院環安中心、台灣電路板協會、廠商相關人員的意見而確立印刷電路板業的生態效益指標（如表 3 所示）。

表 3 印刷電路板業生態效益指標架構表

指標		單位	量測方法	可能的資料來源
經濟面指標	一般	產量	平方呎	產品的生產數量
		營收	元	一般公認會計原則
	企業特定	營業淨利	元	商品銷售額減銷貨成本減營業費用
環境面指標	一般	用電量	Kw-hr	購買之終端能源量的電力
		用水量	M ³	公司特定方法
		銅箔基板	平方呎	公司特定方法
	企業特定	COD	Kg	公司特定方法
		SS	Kg	公司特定方法
		廢板邊料	Kg	公司特定方法
		含銅污泥	Kg	公司特定方法

資料來源：本研究整理

本文採用的生態效益指標項目，經濟面指標有 3 項，為產量、營收、營業淨利，而環境面指標有 7 項，為用電量、用水量、銅箔基板、COD、SS、廢板邊料及含銅污泥，經計算結果共有 21 項，分別以 $VarX_1$ 、 $VarX_2$ $VarX_{21}$ 表示，如表 4 所示。

表 4 生態效益指標項目與指標代號表

指標代號	指標項目名稱	指標代號	指標項目名稱
$VarX_1$	產量/用電量	$VarX_{12}$	營收/SS
$VarX_2$	產量/用水量	$VarX_{13}$	營收/廢板邊料
$VarX_3$	產量/銅箔基板	$VarX_{14}$	營收/含銅污泥
$VarX_4$	產量/COD	$VarX_{15}$	營業淨利/用電量
$VarX_5$	產量/SS	$VarX_{16}$	營業淨利/用水量
$VarX_6$	產量/廢板邊料	$VarX_{17}$	營業淨利/銅箔基板
$VarX_7$	產量/含銅污泥	$VarX_{18}$	營業淨利/COD
$VarX_8$	營收/用電量	$VarX_{19}$	營業淨利/SS
$VarX_9$	營收/用水量	$VarX_{20}$	營業淨利/廢板邊料
$VarX_{10}$	營收/銅箔基板	$VarX_{21}$	營業淨利/含銅污泥
$VarX_{11}$	營收/COD		

資料來源：本研究整理

4.2 經營績效指標架構

本文亦以財務比率分析來衡量公司的經營績效，參考過去有關經營績效的文獻（李美琳，1997；吳青俊，1988；林基煌，1998；林欽榮，1999；林俊成，1999；陳隆麒等，1997；陳靜純，1999；魏伯憲，1996），以表 2 所列之常用財務比率作為衡量印刷電路板業的經營績效指標，共計 12 項。

5 綜合性績效指標之建立

根據上面的討論，生態效益指標共有 21 項（經濟面 3 項、環境面 7 項），經營績效指標亦有 12 項之多。為將各項的指標一併考慮，求得企業整體的生態效益績效與經營績效，本文使用主成份分析 (Principle Component Analysis) 做為建立綜合性績效指標的工具，它的目的是在我們同時考慮不同的指標或變數時，用線性方法將其轉化為新的組合，用較少的變數或是總分來解釋原始資料。主成份分析包含七個步驟：(楊浩二，1995)

- STEP I：取得指標樣本數據並進行標準化。
- STEP II：計算兩兩指標的相關矩陣。
- STEP III：對相關矩陣進行 Bartlett 球形考驗，觀察是否適合進行主成份分析。
- STEP IV：導出特徵向量及特徵值。
- STEP V：保留特徵值大於 1 的主成份。
- STEP VI：計算個別主成份得分。
- STEP VII：個別主成份得分加總為主成份總得分。

上面七個步驟所計算出的主成分總得分，是把所有指標的資料都納入計算，故其結果可以做為企業績效的綜合性指標。

5.1 生態效益綜合性指標

印刷電路板上市上櫃的廠商共計 34 家，這 34 家廠商 2002 年的營收高達 1,284 億元，佔該年整體印刷電路板產業營收的 72%，以市場佔有率而言具有相當的代表性。本研究一共發出 34 份問卷，請廠商填寫 1997 至 2002 共計六年的年度資料。最後回收有效問卷 14 份，然由於每家廠商提供資料的時間長度不一，總計有 55 筆資料（一年度為一筆），有效問卷回收率為 41.2%。

基於生態效益指標及經營績效指標皆無法加總綜合評比的缺失，本文利用主成份分析法求出生態效益指標及經營績效指標之間個別加總的權重係數，將所有的指標表現化為綜合性的評點，如此一來，便可以顯示廠商年度的綜合績效表現，不但可以自我檢視與改善，甚至可和其他廠商做比較，兩組績效分數可進行後續的相關性分析。

為檢視不同的指標組合下，其績效分數和排序與經營績效之間的相關性是否有差異，本研究使用六種不同的生態效益指標組合來進行主成份總得分的計算，其中經濟面維持不變，環境面的用電量、用水量和 COD 亦保持不變，利用 SS、含銅污泥、廢板邊料和銅箔基板做不同變換組合，每種組合計有 15 項指標，如表 5 所示。

表 5 不同生態效益指標組合表

組合一	組合二	組合三	組合四	組合五	組合六
經濟面： 產量、營收 營業淨利	經濟面： 產量、營收 營業淨利	經濟面： 產量、營收 營業淨利	經濟面： 產量、營收 營業淨利	經濟面： 產量、營收 營業淨利	經濟面： 產量、營收 營業淨利
環境面： 用電量 用水量 COD	環境面： 用電量 用水量 COD	環境面： 用電量 用水量 COD	環境面： 用電量 用水量 COD	環境面： 用電量 用水量 COD	環境面： 用電量 用水量 COD
SS 含銅污泥	SS 銅箔基板	SS 廢板邊料	含銅污泥 銅箔基板	含銅污泥 廢板邊料	銅箔基板 廢板邊料

資料來源：本研究整理

(1) Bartlett 球形考驗

Bartlett 球形考驗的結果可以用 P 值來判斷兩兩指標間是否顯著相關。其結果如表 6。

表 6 不同生態效益指標組合相關矩陣之 Bartlett 球形考驗結果

生態效益指標組合一之 Bartlett 球形考驗	近似卡方分配	1190.199
	自由度	105
	P 值(顯著性)	0.000
生態效益指標組合二之 Bartlett 球形考驗	近似卡方分配	1352.407
	自由度	105
	P 值(顯著性)	0.000
生態效益指標組合三之 Bartlett 球形考驗	近似卡方分配	1103.339
	自由度	105
	P 值(顯著性)	0.000
生態效益指標組合四之 Bartlett 球形考驗	近似卡方分配	1274.102
	自由度	105
	P 值(顯著性)	0.000
生態效益指標組合五之 Bartlett 球形考驗	近似卡方分配	1024.07
	自由度	105
	P 值(顯著性)	0.000
生態效益指標組合六之 Bartlett 球形考驗	近似卡方分配	1231.254
	自由度	105
	P 值(顯著性)	0.000

資料來源：本研究整理

由表 6 的結果， P 值皆趨近於零，意即兩兩指標間的相關係數絕對值明顯大於零，表示此相關矩陣不為單位矩陣的型式，變數間具有相關性，此相關矩陣適合進行主成份分析。

(2) 主成份的萃取

表 7 整理六種生態效益指標組合特徵值大於 1 的主成份。由表中可知，六種組合所萃取出的主成份，其累積解釋變異數分別為 84.931%、86.551%、81.052%、91.477%、84.747%、88.067%，表示各組萃取的主成份都能解釋原始資料 80% 以上的變異。

表 7 生態效益指標組合一至組合六特徵值摘要表

		第一主成份	第二主成份	第三主成份	第四主成份	第五主成份
生態效益 指標組合一	特徵值(λ)	5.205	4.071	2.147	1.317	-
	解釋變異數%	34.700	27.140	14.312	8.778	
	累積解釋變異數%	34.700	61.840	76.152	84.931	
生態效益 指標組合二	特徵值(λ)	4.687	4.201	2.817	1.278	-
	解釋變異數%	31.248	28.005	18.781	8.517	
	累積解釋變異數%	31.248	59.253	78.035	86.551	
生態效益 指標組合三	特徵值(λ)	4.882	3.715	1.980	1.581	-
	解釋變異數%	32.543	24.767	13.201	10.540	
	累積解釋變異數%	32.543	57.310	70.511	81.052	
生態效益 指標組合四	特徵值(λ)	4.343	3.425	2.890	1.926	1.139
	解釋變異數%	28.950	22.831	19.264	12.838	7.593
	累積解釋變異數%	28.950	51.782	71.046	83.884	91.477
生態效益 指標組合五	特徵值(λ)	4.029	3.485	2.134	1.874	1.190
	解釋變異數%	26.858	23.235	14.226	12.495	7.934
	累積解釋變異數%	26.858	50.093	64.318	76.814	84.747
生態效益 指標組合六	特徵值(λ)	4.065	3.459	2.732	1.755	1.198
	解釋變異數%	27.102	23.062	18.216	11.701	7.986
	累積解釋變異數%	27.102	50.164	68.380	80.081	88.067

資料來源：本研究整理

(3) 主成份總得分

首先計算個別主成份得分，也就是每筆資料的 15 項指標「標準化分數」分別乘以四（或五）組特徵向量再加總，可得個別主成份得分，再將個別主成份之間以其特徵值作為加權求出生態效益指標的主成份總得分，代表其績效分數，其平均數等於 0，標準差等於 1，亦屬於標準化分數，所以有正值也有負值，我們可以根據值的大小判斷生態效益績效的好壞，值愈大表示生態效益績效愈好，值愈小表示生態效益績效愈差。

5.2 經營績效綜合性指標

透過廠商的年度財務報表，本文蒐集了選定的 12 項經營績效財務比率指標，選定的廠商及年度則以對應生態效益指標回收問卷為準。

首先，以 Bartlett 球形考驗檢定是否可進行主成份分析，結果顯示其 P 值趨近於零，意即兩兩指標間的相關係數絕對值明顯大於零，表示此相關矩陣不為單位矩陣的型式，變數間具有相關性，此相關矩陣適合進行主成份分析。

其次，找出特徵值大於一的主成份，由表 8 可知，萃取出的三個主成份，其累積解釋變異數高達 80.991%，表示此三個主成份已能解釋原始資料的大部分變異。

表 8 經營績效指標特徵值摘要表

		第一主成份	第二主成份	第三主成份
經營績效指標	特徵值(λ)	5.631	2.489	1.599
	解釋變異數%	46.928	20.740	13.323
	累積解釋變異數%	46.928	67.669	80.991

資料來源：本研究整理

最後，本研究利用相同的方式得出經營績效指標的主成份總得分亦為績效分數。

6 生態效益績效與經營績效相關性分析結果

本文在利用主成份分析法建立生態效益績效與經營績效之綜合性指標後，根據生態效益創造經濟與環境雙贏的理念，將透過相關係數 (correlation coefficient) 的分析，來探討生態效益績效與經營績效之間是否具有相關性。常用的相關係數有 Pearson 相關係數與 Spearman 等級相關係數兩種 (方世榮，1995)。本文採用 Pearson 相關係數分析生態效益績效分數與經營績效分數之間的相關性，並以 Spearman 等級相關係數針對生態效益績效排序與經營績效排序之間進行相關性分析。

(1) Pearson 相關係數

在 Pearson 相關係數實際的應用上，通常都是以樣本相關係數 r 來進行分析，本文同樣以樣本相關係數 r 的計算為主。Pearson 相關係數的定義公式如式(2)。

$$r_{XY} = \frac{\frac{1}{N} \sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum (X - \bar{X})^2} \sqrt{\frac{1}{N} \sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (2)$$

Pearson 相關係數的計算結果如表 9 所示。

表 9 經營績效分數與不同生態效益績效分數 Pearson 相關分析表

分析項目	樣本數	Pearson 相關係數	P 值	是否顯著相關
經營績效分數及生態效益績效分數一	55	0.543	0.000	顯著相關
經營績效分數及生態效益績效分數二	55	0.357*	0.007	顯著相關
經營績效分數及生態效益績效分數三	55	0.487*	0.000	顯著相關
經營績效分數及生態效益績效分數四	55	0.190	0.164	無顯著相關
經營績效分數及生態效益績效分數五	55	0.515*	0.000	顯著相關
經營績效分數及生態效益績效分數六	55	0.440*	0.001	顯著相關

*表示 $\alpha = 0.05$ 時顯著相關

資料來源：本研究整理

表 9 中的 Pearson 相關係數分別為 0.543、0.357、0.487、0.190、0.515 及 0.440， P 值分別為 0、0.007、0、0.164、0、0.001，顯示在 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準下，經營績效分數除了與生態效益績效分數四之間無顯著相關外，其餘都是顯著正相關。其意義表示在選取不同生態效益指標組合時，其生態效益績效與經營績效的相關性可能會因為指標選取的不同而有所差異，如生態效益指標組合四的情況下，其與經營績效分數之 Pearson 相關係數為 0.190，雖然不為「完全無相關」(相關係數為零)，但因為 P 值大於 α ($0.164 > 0.05$)， P 值檢定結果仍為無顯著相關。本研究乃進一步檢視資料，發現某一家廠商

的 3 筆資料明顯地呈現負相關，若將此 3 筆資料捨去，以其餘 52 筆資料進行相關係數的計算，則其相關係數為 0.405， P 值為 0.003，小於 $\alpha = 0.05$ ，檢定結果為顯著正相關。此一結果也表示，企業在選擇生態效益指標項目時，必須謹慎選擇該產業的指標項目，才能適切地評估其生態效益績效，尋找到真正需要改進的項目。

(2) Spearman 等級相關係數

Spearman 等級相關係數是 F. Galton 所創用的一種相關統計法，通常以 r_s 來表示，此相關方法適用於 X 變數和 Y 變數均為次序變數的資料，當我們將原始績效分數化為排序關係時，則更能清楚的瞭解個別廠商各年度的生態效益績效與經營績效，在全體廠商中的優劣地位。經營績效排序與生態效益績效排序若亦呈現正相關，此結果對照原始的績效分數，企業可以據以設定經營預定達成目標或生態效益績效預定達成目標，往更前的排序而努力，排序結果更可提供外界人士做為投資、評估的參考資料

計算 Spearman 等級相關係數的步驟需先將成對樣本值 (X_i, Y_i) 轉換為等級；對於第 i 組樣本值，以 u_i 表示 X_i 的等級，以 v_i 表示 Y_i 的等級；第 i 組樣本值等級的差異 d_i 的意義為 $(u_i - v_i)$ ；Spearman 等級相關係數 r_s 的計算公式如式(3)， n 表示樣本數。

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (3)$$

生態效益績效排序和經營績效排序之間相關性分析的結果如表 10。

表 10 經營績效排序與不同生態效益指標組合績效排序 Spearman 等級相關分析表

分析項目	樣本數	Spearman 等級相關係數	P 值	是否顯著相關
經營績效排序及生態效益績效排序一	55	0.552*	0.000	顯著相關
經營績效排序及生態效益績效排序二	55	0.359*	0.007	顯著相關
經營績效排序及生態效益績效排序三	55	0.501*	0.000	顯著相關
經營績效排序及生態效益績效排序四	55	0.276*	0.041	顯著相關
經營績效排序及生態效益績效排序五	55	0.515*	0.000	顯著相關
經營績效排序及生態效益績效排序六	55	0.432*	0.001	顯著相關

*表示 $\alpha = 0.05$ 時顯著相關

資料來源：本研究整理

表 10 中經營績效排序與生態效益績效排序一至排序六的 Spearman 等級相關係數分別為 0.552、0.359、0.501、0.276、0.515 及 0.432， P 值分別為 0、0.007、0、0.041、0、0.001，顯示在 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準下，經營績效排序與各生態效益績效排序之間都呈現顯著正相關。

7 結論

本研究目的在檢視生態效益績效與經營績效之關係，首先建立印刷電路板產業生態效益指標及經營績效指標的架構，藉由問卷取得廠商的生態效益指標年度資料，經濟面採用 3 項指標，包括產量、營收與營業淨利，環境面採用 7 項指標，包括用電量、用水量、銅箔基板、COD、SS、廢板邊料與含銅污泥，經計算共 21 項指標；由公開的財務報表取得 12 項經營績效指標年度資料，包括流動比率、速動比率、利息保障倍數、應收帳款週轉率、存貨週轉率、固定資產週轉率、總資產週轉率、資產報酬率、股東權益報酬率、營業淨利率、每股盈餘 (EPS)、現金流量比率，做為本文之運算數據。

本研究使用主成份分析法來進行綜合性指標評點的計算。結果顯示主成份分析法可以將不同之指標項目以綜合性評點方式表示其生態效益績效與經營績效。生態效益績效分數與經營績效分數，可分別用來比較同一廠商不同年度的績效優劣表現，亦可用以比較不同廠商同一年度的績效優劣表現。

本研究發現選取不同的生態效益指標組合，部分廠商生態效益績效分數及排序會受影響，需注意指標的選取問題，但以 Pearson 相關係數與 Spearman 等級相關係數來分析生態效益績效與經營績效之間的相關性，結果顯示兩績效分數及排序間呈現顯著正相關性。

從以上分析可得知，生態效益指標架構的建立與資料的蒐集，不僅可供印刷電路板廠商自我檢視與改善，亦可反映出企業或產業的競爭力，利用主成份分析法，將各項指標綜合評估，更是解決了眾多指標項無法加總的問題，而相關係數的檢定可知兩組指標間存在正的相關性，其意義為生態效益績效與經營績效呈同向變動，符合生態效益創造經濟面與環境面雙贏的理念，印刷電路板業經濟與環境可以兼顧，此結果也呼應了 Schaltegger, S. and Synnestvedt, T. (2002) 的研究。

參考文獻

- 方世榮 (1995),《統計學導論》, 683-688, 臺北: 華泰書局。
- 台灣電路板協會 (2001a),《電路板業廢棄物清理現況調查報告》, 台灣電路板協會, 桃園。
- 台灣電路板協會 (2001b),《電路板業能源效率指標研究計劃期末報告》, 台灣電路板協會, 桃園。
- 台灣電路板協會網站, <http://www.tpca.org.tw/>
- 朱美琴 (1998), 環境保護與企業競爭力,《台灣經濟研究月刊》, 21: 10, 53-58。
- 朱美琴、刁冠超 (2001), 石化業生態效益指標的建立—以人造纖維業為例,《永續產業資訊雙月刊》, 11, 44-63。
- 李美琳 (1997), 企業經營績效綜合指標之研究, 碩士論文, 國立台灣大學會計學研究所, 台北。
- 吳青俊 (1988), 台灣地區紡織業上市公司經營績效之評估, 碩士論文, 淡江大學科學管理研究所, 台北。
- 林基煌 (1998), 我國證券商經營績效之研究,《證券金融復華季刊》, 58, 1-24。
- 林欽榮 (1999), 運用財務指標衡量台電公司經營績效,《主計月報》, 525, 54-66。
- 林俊成 (1999), 財務導向為基礎之經營績效分析—以台灣地區上市上櫃航運類公司為例, 碩士論文, 國立台灣海洋大學航運管理學系碩士班, 台北。
- 陳隆麒、郭敏華、吳政穎、盧雲江 (1997), 財務評等五力分析模型—以觀光業為例,《國立空中大學管理與資訊學報》, 2, 77-108。
- 陳靜純 (1999), 企業經營績效評估模式之建立—以台灣紡織業上市公司為例, 碩士論文, 國立中央大學企業管理研究所, 桃園。
- 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, 上海復旦大學主辦。
- 黃瑞恩、胡憲倫 (2001), 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, 高雄。
- 經濟部工業局 (2002),《產業生態效益指標建立指引》, 經濟部工業局, 台北。
- 楊浩二 (1995),《多變量統計方法》, 415-468, 臺北: 華泰書局。

- 魏伯憲 (1996)，從競爭性標竿制度之觀點來評估商業銀行的財務績效，碩士論文，東吳大學會計系碩士班，台北。
- Anite Systems (1999), A first set of eco-efficiency indicators for industry: pilot study, European Commission: Eurostat and DG Enterprise.
- Landsiedel, R. and Saling, P. (2002), Assessment of toxicological risks for life cycle assessment and eco-efficiency analysis, as see <http://www.basf.com/>.
- Porter, M. (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, London: Macmillan.
- Porter, M. and Linde C. (1995), Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, *Journal of Economic Perspectives*, 9:4, 97-118.
- Saling, P., Kicherer, A., B. Dittrich-Kramer, Wittlinger, R., Zombik, W., Schmidt, I., Schrott, W. and Schmidt, S. (2002), Eco-efficiency analysis by BASF: the method, *International Journal of LCA*, 7:4, 203-218.
- Schaltegger, S. and Synnestvedt, T. (2002), The link between green and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance, *Journal of Environmental Management*, 65, 339-346.
- Vogtlander, J. G., Bijma, A. and Brezet, H. C. (2002), Communicating the eco-efficiency of products and services by means of the Eco-Costs/Value model, *Journal of Cleaner Production*, 10, 57-67.
- WBCSD (2000), *Eco-efficiency – Decoupling Use of Nature from Economic Growth*, World Business Council for Sustainable Development.