

運用生產力指數分析台灣 LED 廠商經營績效趨勢表現

Using the MPI Index of the DEA Approach to Evaluate Operation Performance of Taiwan LED Manufacturing Companies

林雅迪¹ 孫嘉祈² 虞孝成³ 林亭汝⁴

(Received: Oct. 8, 2008 ; First Revision: Dec. 5, 2008 ; Accepted: Jan. 20, 2009)

摘要

發光二極體 (Light Emitting Diode, LED) 是劃時代的照明科技, 根據 Strategies Unlimited 估計, 2007 年全球 LED 之市場規模約為 46 億美元, 截至 2012 年全球 LED 市場平均年複合成長率高達 20%, 目前台灣 LED 之總產值佔全球 22%。本研究欲透過生產力指數分析, 探討影響其經營績效表現之因素並加以分析比較。經由客觀的數據分析, 提供管理結論作為業界在維持經營績效及提高競爭優勢時之參考。本研究標的原為全球 LED 廠商, 共計有 14 家 LED 廠商, 以期完整反應出本文之研究目的, 是以研究期間為 2002 年~2006 年, 以探討 LED 廠商之總經營趨勢表現。研究結論發現在 2002 年~2006 年期間內, LED 上中游廠商而言以泰谷與華上其經營績效表現相對較佳, 而下游而言, 以億光表現較佳, 本研究認為 LED 廠商應提升其技術層級, 瞭解市場趨勢並積極與國際 LED 大廠進行策略聯盟, 以取得專利授權, 積極創新與研發, 並提升其競爭優勢。

關鍵詞: LED 產業、發光二極體、資料包絡分析法、生產力指數

Abstract

LED is an innovative lighting technology. Based on Strategies Unlimited's data, global market size of LED industry is NT\$46 hundred millions in 2007 to hundred millions and the growth rate of LED industry will be 20% up to 2012. The above background led to this paper, analyzing market trends to predict where the LED industry will be in the future. The research encompasses all public financial data from the LED manufacturers in Taiwan, from 2002 to 2006. The samples of this research are 14 LED companies. This study implements the Data Envelopment Analysis (DEA) approach as regards Malmquist Index to assess LED industry performance. The purpose of this research is to build a performance evaluation model to evaluate LED industry performance and provide suggestions for helping the LED solidify their gains in the market and competitive advantages. From our research results, the

¹ 國立交通大學科技管理研究所 博士候選人

² 國立交通大學科技管理研究所 博士候選人

³ 國立交通大學科技管理研究所 教授

⁴ 國立交通大學科技管理研究所 副教授



performance of TEKCORE and ARIMA are relative high among upstream LED companies. Then the EVERLIGHT and TAIWAN OASIS have the high relative operational performance among the downstream LED companies. So as to react to new market; they might understand the market's tendency. Moreover, they also need to emphasize the R&D ability and technical level. In addition, we suggest that Taiwan' LED industry should corporate with international LED leader company to get more patterns license.

Keywords: LED Industry, Data Envelopment Analysis, Malmquist Index



1. 緒論

發光二極體(Light Emitting Diode, LED)照明技術是一項革命性的科技，LED 照明極可能在未來取代傳統鎢絲燈泡及氣體放電式燈管。LED 的發光原理與傳統鎢絲燈泡及汞燈管不同，在 LED 產業產值方面，根據 Strategies Unlimited (2008)估計，2007 年全球 LED 之市場規模約為 46 億美元，且截至 2012 年全球 LED 市場平均年複合成長率為 20%，將會超過 110 億美元，足見 LED 產業在未來之發展潛力。此外，由於 LED 具有省電、環保、耐久的特性，在全球能源使用積極走向綠能環保的趨勢下，將會快速的取代傳統照明，成為一個不可忽視的潛在市場。台灣的半導體與平面顯示產業已在全球位居要角，由於 LED 與半導體製程相近，有了半導體產業的成功經驗，LED 將是未來台灣可以再創新局的新興產業之一。目前台灣 LED 之產值佔全球 22%，僅次於日本，位居全球第二，由此可見，台灣已在全球 LED 的產業競爭中佔有一席之地。過去，產、學界對 LED 的相關研究，大多著重在技術領域及產業策略，較少著墨於台灣 LED 廠商之營運效率研究。在 LED 的全球競爭中，台灣 LED 廠商必須瞭解自身的營運績效，並且不斷提升，才能維持目前的領先地位，並持續擴張。

在管理學上經常會探討以下三個名詞：效能(effectiveness)、效率(efficiency)及績效(performance)，效能在於衡量目標的達成情形，其比較的基準為產出或服務量與目標值，在許多文獻上常常以「do the right thing」來比喻效能，所以目標值的達成程度愈高，產出項目與目標一致且產出量較大者有較佳的效能；效率指實際產出與潛在產出之間的比值，在管理學上常常以「do the thing right」來比喻效率，又基於經濟學生產函數的概念，生產要素投入透過生產函數之運作，可發揮出生產要素的潛在產出，故效率指實際產出與實際投入間比值，生產力(productivity)可視為其同義詞。任何一個組織，其經營之基本理念均希望以較少的投入來獲得較大的產出，衡量此投入與產出間過程稱之為績效評估。

績效的最主要的範圍涵蓋了效能與效率，過去對於績效衡量或效率評估有許多方法，例如資料包絡分析、TOPSIS、目標規劃法與灰關聯分析(Grey Relational Analysis, GRA)等。以資料包絡分析法而言，Malmquist指數在探討影響經營效率因素，其分為生產技術效率、純粹技術效率與規模效率等，過去許多研究也藉由Malmquist指數，探討不同產業之經營效率變化，劉松瑜，謝燧琪與溫育芳(2006)探討台灣銀行業在金控與非金控架構下之效率分析；莊忠柱與張晃銘(2004)應用Malmquist 生產力指數於臺灣區自來水事業區處的效率評估；許景翔與尚瑞國(2002)應用Malmquist指數探討台灣與全球紙漿暨造紙工業之生產力分析；Chen (2003)利用Malmquist指數探討大陸主要產業之經營效率；Chen, & Iqbal Ali (2004)則應用Malmquist指數來探討全球電腦產業之經營效率；Yörük & Zaim, (2005)應用Malmquist指數探討OECD國家之間之生產效率。Pastor & Lovel (2005)以Malmquist指數探討不同國家之生產力變動情況，Zelenyuk (2006)將Malmquist指數加以彙整，將個別的分析單位轉變為群體分析單位，Wei, Liao & Fan (2007)探討中國鋼鐵產業之生產效率，以Malmquist指數來分析中國鋼鐵產業技術效率進步情況、生產技術與整體生產力，Odeck (2000) 則應用Malmquist分析挪威汽車產業1989年至1991



年其生產力變化情形，此研究發現挪威汽車產業整體生產力提高了21%-29%之間，Liu, Franklin & Wang (2008) 藉由Malmquist指數探究臺灣半導體產業於2000年至2003年之經營績效表現，Salehirad and Sowlati (2007)運用Malmquist指數探討加拿大不列顛哥倫比亞省其林業之生產力，探討期間為1990-2002年，藉由Malmquist指數探討不列顛哥倫比亞省生產力之變動，且瞭解影響生產力變動主要因素為何，Färe, Grosskopf and Margaritis (2002) 欲探討澳洲與紐西蘭兩國家於農業、漁業與林業之效率比較分析，其研究期間為1975年1998年，其研究結果得知紐西蘭之農漁林業之績效表現較佳，Barros (2008)應用Malmquist指數分析葡萄牙水力發電廠2001年至2004年之效率，Rezitis (2008) 欲分析希臘銀行在合併後，其經營績效表現，應用Malmquist指數來探討，由其研究結果指出當銀行合併後，其技術效率有明顯進步，Zheng, Liu, and Bigsten (2003)應用Malmquist指數分析中國大陸國有企業於1980年至1994年其經營效率，此研究標的為中國六十家國有企業，研究結論發現中國大陸於此十四年內其國有企業之經營績效相對較低，Ramanathan (2006) 探討中東與北非地區之國家績效，研究期間為1998年至1999年，應用Malmquist指數來分析兩地區國家之經濟與社會表現，Chen, Wu and Lin (2006)分析臺灣科學園區之經營效率，將科學園區產業分為半導體、通訊、電腦、光電與儀器等產業，以Malmquist分析不同產業在1991年1999年之績效表現。Chen (2003)利用Malmquist指數探討大陸主要產業之經營效率；Chen與 Iqbal Ali (2004)則應用Malmquist指數來探討全球電腦產業之經營效率；Chiu, Chen, Shyu, 與Tzeng(2006)以目標規劃法探討新產品上市策略；在過去研究中亦有許多學者利用灰關聯分析，來探討各產業之經營績效表現，例如張啟良與蕭世文 (2001) 運用灰關聯運算推論出包裝適合之材質，以節省產品包裝材質選用所消耗之時間，並方便包裝設計之進行；顏榮祥與張子明 (2002) 整合灰關聯分析法與層級分析法，建立較客觀的供應商評選模式並進行實例應用分析，以提供企業組織進行供應商評選時之參考。王榮祖、林文恭與朱銀鈴 (2005)應用灰色關聯分析法將高關聯度的指標劃為一群，並從中擷取具代表性指標，研究結果顯示，從74個初選評估指標中擷取36個代表性指標共同建構貨櫃航運業之績效評估指標架構，其中20個屬於營運面績效指標，16個屬於財務面績效指標。林士彥與黃宗成 (2005) 以多評準決策之灰關聯分析法，針對七家軟體廠商的聲望調查進行相關的評量，研究結果顯示趨勢科技佔有其領導地位。湯玲郎與范俊輝(1999)採用灰色關聯法建構海外投資環境之評估架構，同時依據分析層級程序法(AHP)之評量方法，建立七個構面包括31項衡量指標之環境評估架構，研究結果指出最佳的海外投資地區依次為美國、香港、新加坡、日本與馬來西亞等。

透過上述之相關文獻回顧，得知資料包絡分析法之Malmquist指數是一項成熟而且適用於評估績效與各種效率的研究方法。由於本研究旨在探討台灣LED廠商之經營績效，因此亦採用目前學界已具實證經驗之Malmquist指數作為研究方法。本研究以台灣LED產業鏈作為研究範圍，選定台灣所有上市櫃之LED廠商作為研究標的。在研究限制部分，本研究乃以次級資料進行實證研究，針對次級資料之分析結果作評論。

綜上，本研究之研究目的如下：

1. 探討台灣目前 14 家上市櫃的 LED 廠商在 2002 到 2006 年間經營績效的變化與趨勢。



2. 探討影響其經營績效變動之因素。
3. 分析高經營績效廠商經營效率優異之因素。
4. 提供低經營績效廠商改善其經營效率之方法與建議。

本文之編排架構，除了本章外，第貳章進一步介紹 LED 產業之現況，第參章說明本研究之研究方法與研究結果，第肆章進行實證分析與討論，第伍章則為研究結論。

2. LED 產業概況

由於發光原理不同，LED 具有省電、環保、輕巧與耐久等特性，是人類繼愛迪生發明白熾燈泡之後，最偉大的發明之一。根據林志明(2004)整理，LED 的發展可以 1970 年代作為發展的起始點。1970 年代開發出以磷化鎵(GaP)、磷化砷鎵(GaAsP)為材質的 LED，波長在 550nm 以上，主要發光區域為紅、黃、橘、綠等，此為一般所稱之傳統 LED。但由於亮度偏低，因此主要應用於各種指示燈、數字顯示燈等為主。1991 年 HP(其 LED 部門獨立成為今日的 Lumileds)與東芝共同開發出以磷化鋁鎵銦(InGaAlP、AlGaAs)為材料的 LED，又稱為四元 LED。由於是高效能光轉換材料，亮度較傳統 LED 提升許多，被歸類為高亮度 LED，近年來已開始廣泛應用。其中 AlGaAs 仍採用傳統液相磊晶法(Liquid Phase Epitaxy, LPE)技術，而 AlGaInP 則採有機金屬化學氣相磊晶法沉積磊晶技術(Metal organic chemical vapor deposition, MOCVD)。由於四元 LED 組成元素的特性，只能得到紅、黃、橘、綠光等，而無法獲得藍、紫光，因此一直無法實現使 LED 全彩化的夢想。1993 年日亞化學(Nichia)成功開發出以氮化鎵銦(InGaN)為材質的 LED，採用 MOCVD 技術製作出高亮度純綠光及藍光 LED，成為全球第一個能夠商業化量產的藍、紫光 LED 產品，至此 LED 全彩化終於得以實現(王振州，2002)。1996 年日亞化成功在藍光 LED 中加入黃色螢光粉，激發藍光 LED 成為白光 LED，明顯不同於過去單色 LED 應用。

照明領域是 LED 未來最重要的應用，但必須提高亮度，亦即提高電流量才能進入照明市場。目前市面上的燈泡約為 60 瓦，亮度約當 10~12 lm/w，因此若以 LED 作光源，必須要產生與燈泡相當的亮度，亦即 1 個以 LED 組成的燈泡應達到 600~1,000lm 的水準，台灣目前商品化水準則達到 80lm/w。高亮度 LED 的應用非常廣泛，有(1)TFT-LCD 面板背光源，如手機背光源及大尺寸面板背光源；(2)戶外顯示器：如運動場看板、計分板與電視看板等；(3)車用照明：如車內儀板表及車外煞車燈；(4)一般照明：如室內照明、室外照明（如路燈）及交通號誌等應用。上述各類照明需求皆是帶動 LED 產業成長的因子。

2.1 台灣 LED 產業發展動態

拓樸研究所(2007)指出，2007 年台灣 LED 出貨居全球第二。台灣 LED 產業體系發展完備，截至 2006 年台灣 LED 出貨量佔全球 22%，居日本之後的全球第二大 LED 出貨國家。LED 產業可概分三大領域，包含上游的 LED 磊晶製程、中游的晶粒製造以及下游的封裝。台灣投入 LED 產業的發展是由下游封裝開始進入，後續才投入中游和上



游的領域。由於晶粒切割主要的原料就是磊晶片，因此台灣有部分上游廠商亦向下整合晶粒切割。以下分別簡介。

2.1.1 台灣 LED 上游與中游概況

LED 產業上游主要為單晶片與磊晶片製程。磊晶材料與製程品質會影響後續整個 LED 的品質與效能，包含顏色、亮度及耗電量，且約佔 LED 製造成本 70%，是 LED 的關鍵製程。目前最主要專利技術主要由外國廠商掌握，例如日本廠商 Nichia 與 Toyoda Gosei、歐洲的 Osram 與 Lumileds、美國的 Cree。而台灣的晶元光電也握有一些重要的專利技術。上游磊晶製程順序為：單晶片(III-V 族基板)、結構設計、結晶成單晶棒、晶片切割、磊晶成長。台灣主要的上游廠商有晶電、璨圓、華上、泰谷等。由於上游磊晶成本及技術、專利門檻較高，對新進廠商自然形成技術障礙。近年台灣磊晶技術日漸突破，上游廠商陸續開發新利基產品與技術，獲利前景看好。

LED 產業中游主要的產品是晶粒，亦即將磊晶晶片切割成上萬個晶粒。依照晶片的大小，可以切割為二萬到四萬個晶粒。晶粒製程為：依需求作磊晶片擴散、磊晶片金屬膜蒸鍍、光罩顯影、蝕刻、熱處理、製成 LED 兩端金屬電極、研磨基板、拋光、切割、崩裂、測量。由於有些上游廠商以整合中游製造流程，故台灣的中游專工廠商較少，可以光磊、鼎元為代表。台灣 LED 中游廠商技術成熟，然而純中游廠商卻受制於上游與下游業者。例如成本受制於上游日本供應商(Koha、Shinetsu、Mitsubishi 等)的價格，而售價亦遭受下游封裝大廠的降價要求，利潤被壓縮至相當有限。由於 LED 中游經常面臨供貨來源穩定性以及價格的壓力，因此近年來台灣 LED 業者積極進行垂直整合，主要是整合上游磊晶製程與中游磊晶顆粒切割，以便產生較高的綜效及較低的成本(林志明，2004)。

2.1.2 台灣 LED 下游概況

LED 產業下游主要是晶粒封裝，將晶粒黏於導線架，依產品不同的應用，將晶粒封裝成不同的 LED。目前封裝後的產品類型有 Lamp、點陣型、集束型、數字顯示、與表面黏著型(SMD)。其中 SMD 型 LED 的體積較其它傳統型 LED 小，因此 SMD 型主要用在手機的液晶螢幕背光源與按鍵，受手機需求的影響極大。下游封裝之製程順序為：晶粒、固晶、黏著、打線、樹脂封裝、長烤、鍍錫、剪腳、測試等。台灣廠商進入 LED 產業下游的時間很早，技術純熟，部分生產重鎮已移往中國及東南亞，在成本降低及手機需求帶動下，下游廠商的毛利較高。台灣 LED 下游廠商主要有億光、佰鴻、東貝、宏齊。台灣 LED 下游廠商雖發展較早，但在白光 LED 封裝製程卻受日本廠商專利的限制(如 Nichia、Toyoda Gosei 等)。近年來廠商皆致力於專利的突破與交互授權。在 2004 年已有包括億光、光寶及宏齊獲得 Osram 之螢光粉授權，光磊獲日亞藍光晶粒銷售授權。

整體而言，日本、美國與歐洲在新技術或新產品的研發能力仍保持領先，並以高階應用產品市場為主。台灣 LED 產業因具備低生產成本的產業環境與競爭能力，故以具高水準品質的中階應用產品市場為主。台灣 LED 產業鏈的垂直整合佈局已經趨完備，未來隨著 LED 技術更成熟、應用市場逐漸擴大，台灣廠商將有機會成功提升產品的互



補性，並憑藉低成本、高品質之競爭優勢，有效擴充全球佔有率。

3. 研究設計與方法

本研究使用資料包絡分析法(DEA)之 Malmquist 指數分析來檢 LED 廠商之經營效率與趨勢表現。DEA 為處理多個不同單位的投入與產出，為單一總體衡量指標，且不須事先知道投入與產出之間的函數形式，亦不須估計，屬於無母數方法，避免了實務上在投入產出關係不明確情況下假設之生產函數而導致的誤差。此外，DEA 可提供被評估之 DMU(Decision Management Unit, DMU)的最佳加權值，由於權重無須事先賦予，可避免人為主觀判斷，如此不僅可指出效率有待改進之 DMU，也可提供決策者改進各種影響效率值的可行途徑，如投入數目應裁減多少，或需增加多少產出才能達到有效率，另外，DEA 可同時處理比率資料及非比率資料，且衡量單位亦不須完全相同，使資料處理上更具彈性。Malmquist 指數分析，來探討其經營績效表現趨勢之優劣是來自於生產效率、純粹技術效率或規模效率之變動，以提供經營者瞭解真正缺失與不足，進而加以改進，並當為制訂策略之參考。

有別於 DEA 靜態的評估，為了衡量動態跨期的生產力變動、技術變動、效率變動、純技術效率變動與規模效率變動間之關係，因此使用 Fare, Grosskopf, Lindgren 與 Ross (1994) 提出之 Malmquist 生產力指數來衡量跨期的生產力變動情形，藉以了解受評估單位其生產力有無增減。以 MPI 指數來測量 TFP 變動指標(DEA-TFPCH)，若 MPI 大於 1，表示受評估的決策單位之生產力有所改善；反之小於 1，表示受評估的決策單位之生產力降低。同時 DEA-TFPCH 可分解成效率變動指標(efficiency change,) 與技術變動指標(technical change,)，若效率變動指標大於 1，表示產業管理與決策適當使得效率改善；反之若小於 1，代表產業管理與決策不當使得效率降低。而技術變動指標大於 1，代表技術進步；反之小於 1，代表技術退步。

而 Malmquist 指數算法如下所列，假設有兩期，分別為 $k, k+1$ 期，其投入與產出值分別為 $x^{k+1}, y^{k+1}, x^k, y^k$ 。

$$M_0 = \left[\left(\frac{D_0^k(x^{k+1}, y^{k+1})}{D_0^k(x^k, y^k)} \right) \left(\frac{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1})}{D_0^{k+1}(x^k, y^k)} \right) \right]^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

可將(3)是改寫為公式(4)

$$M_0(x^{k+1}, y^{k+1}, x^k, y^k) = \frac{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1})}{D_0^k(x^k, y^k)} \times \left[\left(\frac{D_0^k(x^{k+1}, y^{k+1})}{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1})} \right) \left(\frac{D_0^k(x^k, y^k)}{D_0^{k+1}(x^k, y^k)} \right) \right]^{1/2} \dots (2)$$

其中 $\frac{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1})}{D_0^k(x^k, y^k)}$ 為效率變動(efficiency change, EC)，衡量實際產出值與生產前緣線之距離。

當 $EC > 1$ ，表示評估單位其效率獲得改善，或資源配置得宜。

當 $EC < 1$ ，表示評估單位其無效率或效率惡化。



另外， $\left[\left(\frac{D_0^k(x^{k+1}, y^{k+1})}{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1})} \right) \left(\frac{D_0^k(x^k, y^k)}{D_0^{k+1}(x^k, y^k)} \right) \right]^{1/2}$ 為技術變動(Technical Change, TC)，代表

生產前緣線隨時間改變之程度。

當 $TC > 1$ ，代表該評估單位其生產技術在衡量期間有顯著進步。

當 $TC < 1$ ，代表該評估單位其生產技術在衡量期間效率不佳。

以上之 Malmquist 指數是在固定報酬規模報酬之下，所得出結果，然而，本研究進一步探討在變動規模報酬(variable returns to scale, VRS)情況下，其 Malmquist 指數之結果如下式。

$$\frac{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1})}{D_0^k(x^k, y^k)} = \frac{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1} | VRS)}{D_0^k(x^k, y^k | VRS)} \times \left[\left(\frac{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1} | CRS)}{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1} | VRS)} \right) \times \left(\frac{D_0^k(x^k, y^k | VRS)}{D_0^k(x^k, y^k | CRS)} \right) \right] \dots\dots\dots(3)$$

其中， $\frac{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1} | VRS)}{D_0^k(x^k, y^k | VRS)}$ 代表該評估單位其純粹效率變動程度(pure efficiency change,

PEC)；

而 $\left[\left(\frac{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1} | CRS)}{D_0^{k+1}(x^{k+1}, y^{k+1} | VRS)} \right) \times \left(\frac{D_0^k(x^k, y^k | VRS)}{D_0^k(x^k, y^k | CRS)} \right) \right]$ 則為該評估單位其規模效率變動程度

(scale change, SC)

當 $SC > 1$ ，代表該評估單位趨向長期最適規模。

當 $SC < 1$ ，代表該評估單位偏離長期最適規模。

綜合以上所列，Malmquist 指數可由下式(6)表示：

$$M_0(x^{k+1}, y^{k+1}, x^k, y^k) = TC \times EC = TC \times PEC \times SC \dots\dots\dots(4)$$

本研究使用 Malmquist 生產力指數來探討各 DMU 之每年之改變趨勢，並找出改善影響生產力的關鍵因素，求出綜合技術效率變動(techch)、生產技術變動(techch)、純粹技術效率變動(pech)、規模效率變動(sech)與 MPI 生產力變動(tfpch)。

Malmquist 生產力指數為任一廠商在第t期至t+1期之整體生產力的變化程度，為由任一廠商在第t期至t+1期的生產技術變動值(TC)之幾何平均數與技術效率變動值(EC)之乘積所求得：MPI=EC×TC。

本研究採用的是投入導向，依理論而言，當techch、pech、tfpch 之值大於1時，表示DMU 所衡量的期間生產力是退步的。當techch、pech、tfpch 之值小於1時，表示DMU 所衡量的期間生產力是進步的。當sech大於1時，表示DMU 漸偏離固定規模報酬或長期最適生產規模。當sech小於1時，表示DMU 較接近固定規模報酬或漸向長期最適生產規模趨近。

本研究使用的電腦軟體為 DEAP 2.1，為投入導向去衡量 MPI，因此會將其結果以產出



導向來表示，而使得上述的判斷方法相反。也就是說，當 $effch$ 、 $techch$ 、 $pech$ 、 $tfpch$ 之值大於 1 時，表示 DMU 所衡量的期間是進步的；當 $effch$ 、 $techch$ 、 $pech$ 、 $tfpch$ 之值小於 1 時，表示 DMU 衡量的期間是退步的。當 $sech$ 大於 1 時，表示 DMU 較接近固定規模報酬或漸向長期最適生產規模趨近；當 $sech$ 小於 1 時，表示 DMU 漸偏離固定規模報酬或長期最適生產規模。而當這些值等於 1 時，表示 DMU 在衡量期間無變化。

4. 研究證實與討論

本研究之研究資料為台灣經濟新報資料庫(TEJ)之資訊，根據 Malmquist 模式之特性、限制、程序、方法以及模式進行實證分析，DEA 模式應用的第一步驟為設定分析目標，再決定投入與產出變數之選取，本研究台灣 14 家上市與上櫃之 LED 廠商之營運資料進行實證研究，另外，投入變數包括員營業成本與普通股股本；產出變數為營業收入淨額與營業毛利，藉由 Malmquist 指數分析，探討其經營績效之趨勢表現真正影響因素，其影響因素包括生產技術效率、純粹技術效率與規模效率，最後，根據本研究之 Malmquist 指數分析，探討真正管理意涵，並提出建議給予學術研究者與實務界參考。

4.1 DMU 選擇

本研究之產業對象為台灣 LED 產業。研究之研究標的為 2007 年 5 月前已在台灣證券市場上市、上櫃之 LED 廠商，包括光磊、億光、鼎元、晶電、一詮、東貝、佰鴻、峯典、臻圓、李洲、泰谷、華興、宏齊、光鼎、華上與立基。由於 LED 事業群隸屬於光寶母公司，無法單獨分割其相關營運資料，故不將光寶列為 DMU 之一。而一詮屬於 LED 導線架、峯典本業為儀電工程，均非純 LED 廠商，故亦不列入評比對象。研究期間方面，由於 LED 廠商於近五年才逐漸輔導成為上市、上櫃公司，因此研究期間定為 2002 年至 2006 年，本研究資料為 LED 廠商上市上櫃所公開發表之財務報表或年報，本研究資料來源為臺灣經濟新報資料庫(TEJ)。

4.2 投入與產出變數選擇

本研究以 DEA 方法做績效評估，在 DEA 研究中，投入要素與產出要素選取是最重要的步驟。不同的投入和產出變數可能會導致評估效果的錯誤，或不具解釋意義。投入項目即指對產出有貢獻之因子，而產出項目則為組織之目標，故投入與產出項之選擇，衡量方法之決定及其數據之正確性會直接影響使用 DEA 方法之正確性，本研究欲獲得較佳衡量指標，除經由產業特性與過去研究蒐集分析，最後，詢問產官學界專家，瞭解欲衡量 LED 廠商之評估準則，以得出本研究衡量準則。

台灣 LED 廠商之生產規模不一，因此本研究欲採用與營運規模相關之投入變數研究所產生之效率優劣。產出方面，本研究旨在探討營運績效，因此多採用財務指標作為產出變數。列舉投入與產出變數後，下一步驟便需利用 Pearson 相關分析將 2002 年至 2006 年台灣 14 家 LED 廠商之投入與產出變數進行顯著性檢定，就投入變數與產出變數間之關係，分別予以測試，以驗證是否符合同向性之假設，「即投入增加，產出不會降



低」。本研究根據產業特性與過去文獻所選取投入與產出變數如下：

- 投入變數：加權平均股本、普通股股本、營業成本。
- 產出變數：營業收入淨額、營業毛利、營業利益、本期稅後淨利、稅前息前淨利、稅前淨利、每股盈餘(元)、營業毛利成長率、總資產報酬成長率。

經 Pearson 相關分析及顯著性檢定，本研究初步所選定之變數中，營業利益、本期稅後淨利、稅前息前淨利、稅前淨利、每股盈餘(元)、營業毛利成長率、總資產報酬成長率之相關係數為負值，與 DEA 基本假設互相違背，無法作為本研究之產出項目，故予以刪除，其餘變數均符合同向性檢定。另外，加權平均股本不顯著，也予以刪除。因此保留投入變數為普通股股本、營業成本；產出變數為營業收入淨額、營業毛利。本研究變數之相關係數分析如下表 1。

本研究之投入變數與產出變數選取如下：

投入變數

- 普通股股本
- 營業成本

產出變數

- 營業毛利
- 營業收入淨額

表 1 Pearson 相關分析

	普通股股本	營業成本	營業收入淨額	營業毛利
普通股股本	1.00			
營業成本	0.79**	1.00		
營業收入淨額	0.80**	0.99**	1.00	
營業毛利	0.79**	0.95**	0.98**	1.00

資料來源：本研究整理

4.3 Malmquist 指數分析

Malmquist 生產力指數法主要是在衡量 DMU 跨期之效率變動情形，所謂效率變動之涵義，是指生產邊界隨時間的演進而移動的情形，也就是比較不同時間下，生產可能集合的改變。Malmquist 生產力指數法共有總要素生產力變動(TFP-ch)、生產技術變動(TECH-ch)、綜合技術效率變動(EFF-ch)、純粹技術效率變動(PE-ch)及規模效率變動(SE-ch)等五個指標， $TFP\text{-}ch = EFF\text{-}ch \times TECH\text{-}ch$ ，且 $EFF\text{-}ch = PE\text{-}ch \times SE\text{-}ch$ ，其中，TFP-ch 即為 EC (Efficiency Change) 效率變動，EFF-ch 即為 CIE(Catching-up in Efficiency)效率追趕程度，TECH-ch 即為 SIT (Shift in Technology) 技術移動。當 $TFP\text{-}ch > 1$ ，表示生產力呈正的成長趨勢；反之則為負成長。當 $TECH\text{-}ch > 1$ ，表示技術進步，即生產邊界有提升；反之則為技術衰退。當 $EFF\text{-}ch > 1$ ，表示技術效率提升；反之則為技術效率衰退。當 $PE\text{-}ch > 1$ ，表示純粹技術效率提升；反之則為純粹技術效率衰退。當 $SE\text{-}ch > 1$ ，



表示相較於第 k 期而言，第 k+1 期越來越接近固定規模報酬，亦即逐漸向長期的最適規模趨近；反之則越來越偏離固定規模報酬。

使用跨年度之效率指標(Malmquist Index)，如效率成長率、技術進步成長率、純技術效率變動率、規模效率變動率與總要素生產力成長率(TFPCH)，來提供受評估單位正確跨年度效率改變趨勢，使受評估單位藉由跨年度的改變趨勢，找出影響總要素生產力改變的主要因素，並藉以改善影響生產力之關鍵因素，達到提升生產力的目標，進而提供擬定長期發展的策略參考。

本研究應用Malmquist 生產力指數來探討LED產業中各領域、廠商之各年度改變趨勢，並找出改善影響生產力的關鍵因素，求出綜合技術效率變動(effch)、生產技術變動(techch)、純粹技術效率變動(pech)、規模效率變動(sech)與MPI生產力變動(tfpch)。因LED產業上游與中游之產業界限較為模糊，因此本研究將之合併探討。本研究將LED整體產業分為兩部分探討，分別為LED產業之上中游，及LED下游。

本研究中上游與中游之LED廠商總共有六家，分別為泰谷、華上、鼎元、光磊、晶電與璨圓，而下游廠商共有八家，分別為億光、李洲、華興、佰鴻、立碁、東貝、光鼎與宏齊，以下將針對LED上游與中游廠商，和LED下游廠商作分析。

4.3.1 LED上游與中游廠商Malmquist分析

LED 在上游的產品主要為單晶片及磊晶片，以砷、鎵、磷等III-V族化合物作材料的基板，在上成長多層的磊晶，LED 上游磊晶廠之機器設備佔資產動輒 50%，屬於強調經濟規模的資本密集產業。中游則是較偏重技術與磊晶片的供應來源，晶粒切割的良率為技術重點。過去幾年來，中小型廠商在藍光標準品磊晶的競爭越來越顯弱勢，產業大者恆大的趨勢逐漸形成。

1. LED 上游與中游整體績效之 Malmquist 分析

本研究藉由 Malmquist 分析探討 LED 上游與中游廠商於 2002 年至 2006 年之績效，表 4 中可瞭解 LED 上游與中游廠商於 2002 年至 2006 年之效率變化情況，首先，檢視各年度生產力變動情況，由表 4 中瞭解除 2004~2005 年其 MPI 指數為 0.795，其餘各年度均大於 1，顯示 LED 上游與中游於 2004 年面臨許多生產上的挑戰。

根據 Malmquist 指數分析進一步探討其 MPI 指數小於 1 之原因，MPI 指數是由綜合技術效率與生產技術彼此相乘積而得，而表 2 中得知 2004~2005 年度之生產技術值為 0.765，是導致 MPI 指數小於 1 主要因素，其餘各年度之 MPI 值均大於 1，分別為 1.093、1.044、1.058。分析其原因，主要乃因 2004~2005 年時，全球 LED 市場產值受到產品單價快速下滑的影響，產值成長率大幅下滑。2000 年以來，國內 LED 上游磊晶廠商積極擴充設備，2002 年韓國廠商也加入擴產競賽，2004 年則以大陸廠商擴產最為積極。2000 至 2004 年全球 LED 上游磊晶產能快速擴充，市場呈現供過於求的現象，使得晶粒價格快速崩跌。且白光 LED 發展技術落後，市場需求尚未出現。而我國 LED 產值成長率表現也在 2005 年掉至谷底。技術的發展程度與需求發展關係密切，因為技術的水準影響良率及成本，而這兩項因素便會影響市場的需求。



表2 2002~2006各年度LED上中游產業Malmquist指數分析

year	綜合技術效率 (effch)	生產技術 (techch)	純粹技術效率 (pech)	規模效率 (Sech)	生產力變動 Tfpch(MPI)
2002~2003	1.129	0.968	1.005	1.124	1.093
2003~2004	0.977	1.068	0.997	0.981	1.044
2004~2005	1.039	0.765	1.014	1.024	0.795
2005~2006	1.028	1.029	0.967	1.063	1.058
mean	1.042	0.950	0.996	1.047	0.990

資料來源：本研究整理

2. LED 上游與中游個別廠商營運績效之 Malmquist 分析

本研究之 LED 上游與中游廠商研究標的分別為泰谷、華上、鼎元、光磊、晶電與璨圓，而本研究根據 Malmquist 分析此六家廠商於 2002 年至 2006 年經營績效表現情況，由表 3 瞭解此五家廠商於 2002~2006 年內其 MPI 指數變動情況，泰谷、華上、鼎元與光磊之 MPI 指數大於 1，其值分別為 1.116、1.020、1.014 與 1.007，反觀晶電與璨圓之 MPI 指數則小於 1，其值為 0.984 與 0.882。進一步分析其 MPI 優劣之背後因素，整體而言，上游與中游六家 LED 廠商其生產技術值均小於 1，是表現較差的項目。對晶電與璨圓而言，不僅生產技術值均小於 1，且 MPI 指數亦小於 1，在所有上、中游廠商中，整體營運績效排名最後。以晶電而言，生產技術的績效不佳，主要是因為高亮度技術的瓶頸及專利限制，且產品應用尚未成長，因此導致效率不佳。以璨圓而言，生產技術與其他效率值均小於 1，究其原因乃是因為 2006 年以前的技術水準不夠成熟導致產品良率不佳，產品組合不佳也導致庫存過高及後續認列的損失，設備產能產出效率差也造成生產效率不彰。2007 年整體營運體質改善之後，公司營收開始成長，同時也轉虧為盈。

表3 2002~2006 LED上中游各廠商Malmquist指數分析

Units	綜合技術效率 (effch)	生產技術 (techch)	純粹技術效率 (pech)	規模效率 (Sech)	生產力變動 Tfpch(MPI)
泰谷	1.226	0.911	1.000	1.226	1.116
華上	1.057	0.965	1.046	1.011	1.020
鼎元	1.039	0.976	1.017	1.021	1.014
光磊	1.043	0.965	1.000	1.043	1.007
晶電	1.000	0.984	1.000	1.000	0.984
璨圓	0.911	0.902	0.915	0.996	0.822
mean	1.042	0.950	0.996	1.047	0.990

資料來源：本研究整理



3. LED上游與中游廠商跨期效率分析

使用跨期效率指數可以使受評估的機構瞭解其跨期效率改變趨勢，藉由跨期的改變趨勢，找出影響整體生產力改變的主要因素，以便加以改善，達到提升生產力的目標，進而作為擬定未來發展策略的參考。跨期效率指數的使用，包含以追趕效率評估效率成長率、以Malmquist指數評估技術進步成長率、以Malmquist生產力指數評估整體生產力成長率等三類。本研究以此概念，進一步整合追趕效率與MPI指數，探討各LED公司經營績效。本研究設定一橫軸為追趕效率，縱軸為MPI指數，依據追趕效率值等於1及MPI指數等於1，分為四個象限，如下圖1之說明：

象限I-表示其追趕效率值、MPI指數均大於1。位於此象限之公司，不僅經營效率提升，而且技術持續進步，整體生產效率提升。在本研究中，泰谷、華上、鼎元與光磊，均位於第一象限，可知此四家公司於2002年至2006年其經營效率大幅上升，且其技術也持續進步。泰谷的經營效率最好，主要有下列幾個原因：a. 在氮化鎵發光二極體製程技術擁有領先地位；b. 整合磊晶技術、製程技術，提升良率及晶粒切割技術以增加產出，但亮度、品質及價格不變，使生產成本降低；c. 技術自主，在美國、台灣、日本及大陸擁有多項專利，因此擁有完整之磊晶製程的技術；d 嚴格控管資本支出，避免資本支出擴張太快，造成折舊成本壓力。

象限II-技術進步的集合。其追趕效率值小於1，但MPI指數大於1。本研究之LED上游與中游廠商均無廠商在此象限中。

象限III-無效率的集合。其追趕效率值、MPI指數均小於1，主要因技術大幅退步所造成。本研究中，璨圓其追趕效率與MPI指數均小於1，分別為0.911與0.822，由此研究分析結果可知，璨圓於2002年至2006年其整體生產效率未明顯進步，且其生產技術也相對於落後其餘LED上中游廠商。

象限IV-效率成長的集合。其追趕效率值大於或等於1，MPI指數小於1。本研究分析得知晶電位於此象限，其追趕效率與MPI指數分別為1.000與0.984，表示晶電因經營決策及管理使效率提昇，但技術並無創新。因此，晶電在整合與購併其他LED廠商後，如何儘速提升整體生產技術，是晶電未來急需解決的問題。



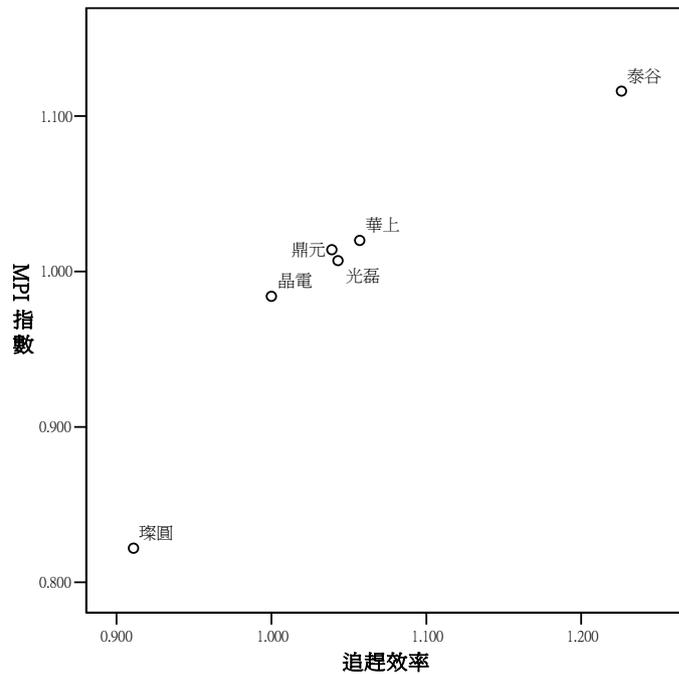


圖1 LED上游與中游廠商跨期效率分佈圖

資料來源：本研究整理

白光 LED 是未來照明市場主流產品，然而白光 LED 的發光效率、可靠度、使用壽命以及大功率 LED 封裝技術等仍須再提升，成本則需要降到合理水準才能進入商品化的階段。藍光 LED 的技術是白光 LED 的基礎，並且要能產生足夠的亮度，因此台灣若想掌握未來龐大的白光 LED 照明市場，就必須持續提昇製造技術的層次。經濟部已將白光 LED 的發展列為重點輔導項目，並提供研發經費補助。此外經濟部標準局也因應國際趨勢，制訂 LED 光源模組等周邊設備的國家標準，有助於台灣 LED 產品的銷售。建議台灣廠商掌握政府的補助經費與相關產業政策，繼續投入研發各種高亮度白光 LED 的研發，例如開發高功率之 LED、利用各種顏色光混合產生白光 LED、使用高亮度藍光 LED 外面塗敷螢光粉、利用紫光或紫外光激發三基色螢光粉或多種發光色的螢光粉獲得白光等技術。此外，整體的技術水準影響良率及成本，也會直接影響廠商的生產效率與獲利，廠商也應持續提升整體的技術水準與品質。

在各廠商的營運績效分析結果，本研究發現泰谷營運績效最好，而不是規模最大或最知名的晶電、燦圓。究其原因，主要是在氮化鎵發光二極體製程技術擁有領先地位；整合磊晶技術、製程技術，提升良率及晶粒切割技術以增加產出，但亮度、品質及價格不變，使生產成本降低；技術自主，在美國、台灣、日本及大陸擁有多項專利，因此擁有完整之磊晶製程的技術；嚴格控管資本支出，避免因資本支出擴張太快，造成折舊成本壓力。因此以DEA之Malmquist指數分析結果，營運效率反而最好，其關鍵的競爭優勢可以供其他公司做為參考。

晶電雖然購併國聯光電、元碭、連勇等公司，但從Malmquist指數分析結果看來，初期的產能、產品、技術、市場整合無法立即發揮合併的綜效，反而導致營運績效下降。



因此，本研究提出幾項建議：(a)晶電應審視後續的資本支出計畫，先提升目前的產能利用率與良率，擴大購併效益，發揮規模經濟效益；(b)可改善產品組合，提高高亮度LED的產出比重；(c)由於晶電是台灣白光LED磊晶與晶粒製造的領導廠商，且產能充裕，提高高亮度LED比重將有機會改善毛利；(d)目前已有822項專利，應持續投入資源開發專利；(e)掌握未來LED路燈的需求以及大陸潛在的市場，以晶電目前的領先地位，將可擁有較多的機會贏得新市場。

4.3.2 LED下游廠商Malmquist分析

LED下游主要是將晶粒封裝，將晶粒黏於導線架，依各類產品的不同應用將晶粒封裝成不同的LED。封裝後的產品類型有Lamp(子彈型)、集束型、數字顯示、點陣型與SMD(表面黏著型)，應用層面則是顯示看板、指示燈、紅外線傳輸、手機的螢幕背光源及手機的按鍵等產品。封裝的晶粒越小，則難度愈高。此外，封裝能力的多樣化也是提升利潤與競爭力的關鍵。我國LED產業初期由LED下游封裝起家，逐步發展至中游的晶粒，近幾年更切入上游磊晶片的製造。

1.LED下游整體績效之Malmquist分析

本研究應用Malmquist分析法探討臺灣LED下游廠商2002年至2006年之績效表現。針對整體LED下游產業各年度之績效表現，由表6的實證結果可發現，2002~2003與2004~2005年LED下游產業之MPI值大於1或等於1，其值為1.084與1，其餘年度變化均小於1，其值分別為0.957與0.984。進一步藉由Malmquist分析之結果，可探討其MPI指數小於1之原因。由表4可了解，在2003~2004年度，因為生產技術相對落後，其值為0.884，而導致其MPI指數小於1。但因為2000年至2005年間，上游磊晶廠商大幅度擴產，因此可減輕下游廠商的採購成本，因此MPI雖有變動，但較不劇烈。另外，因為2005~2006年度之綜合技術效率、純粹技術效率與規模效率過低，其值分別為0.946、0.968與0.978，而導致其MPI指數小於1。由以上實證分析結果可知，LED下游產業必須積極改善其綜合技術效率，改善的項目分別為純粹技術效率與規模效率。純粹技術效率值是將規模因素抽離，以便在技術效率中，分析「不含規模因素下」，組織的效率為何。換言之，純粹技術效率係在不考慮規模因素的條件下，用以衡量公司在資源投入上，是否因的決策錯誤、經營管理不佳，而存在有資源浪費的情況。所謂規模效率乃在衡量公司是否處於最適規模狀態，惟有在規模效率下，經營績效最佳、獲利性最佳。同時，LED下游廠商若處於最適規模經營時，其生產亦會處於固定規模報酬，此時生產成本最低。



表4 2002~2006各年度LED下游產業Malmquist指數分析

year	綜合技術效率 (effch)	生產技術 (techch)	純粹技術效率 (pech)	規模效率 (Sech)	生產力變動 Tfpch(MPI)
2002~2003	0.964	1.125	1.005	0.959	1.084
2003~2004	1.082	0.884	1.041	1.040	0.957
2004~2005	0.959	1.043	0.977	0.981	1.000
2005~2006	0.946	1.040	0.968	0.978	0.984
mean	0.986	1.019	0.997	0.989	1.005

資料來源：本研究整理

2. LED下游個別廠商營運績效之Malmquist分析

本研究進一步應用Malmquist探討各家LED下游廠商於2002年至2006年之績效表現，本研究中之LED下游廠商分別為億光、李洲、華興、佰鴻、立碁、東貝、光鼎與宏齊，總計八家廠商。由下表5可瞭解億光、李洲、華興與佰鴻之MPI指數均大於1，其值分別為1.082、1.023、1.018與1.011，其中以億光績效表現最佳，分析其原因是積極投入高階技術，開發各類高階產品，並掌握主要的高階市場。億光過去幾年積極投入SMD（表面黏著型）LED產品的開發，並成為銷售主力，約佔其六成的營業額，而此產品的應用漸趨廣泛，手機與液晶面板背光模組均大量使用SMD型LED。從其財務資料分析，億光的毛利一直維持穩定，顯示億光透過供應鏈與生產效能的提升，能夠有效的降低成本，抵抗降價壓力。因此，透過正確的產品定位、不斷提昇技術、提昇製造效率、降低成本，提升了億光的營運績效。而MPI值小於1的廠商為立碁、東貝、光鼎與宏齊。進一步探討其MPI值小於1之原因，由表7之實證結果可發現，因為綜合技術效率值小於1，導致立碁與光鼎之MPI值小於1，其值分別為0.986與0.958。而東貝與宏齊兩家LED下游廠商，則是因為其純粹技術與生產技術均小於1，而導致綜合技術效率值小於1。要改善綜合技術效率，必須先改善技術效率與規模效率，其中，提高規模效率應為當務之急。LED下游主要為封裝業務，屬於相對成熟的產業，進入成熟期以後，產品與製程技術均相對成熟，此時將形成激烈的市場競爭，因此，如何運用創新的競爭策略來維持市場佔有率、達到最佳生產規模，就成為經營上的重要議題。



表5 2002~2006 LED下游各廠商Malmquist指數分析

Units	綜合技術效率 (effch)	生產技術 (techch)	純粹技術效率 (pech)	規模效率 (Sech)	生產力變動 Tfpch(MPI)
億光	1.011	1.070	1.000	1.011	1.082
李洲	1.028	0.995	1.038	0.991	1.023
華興	1.025	0.993	1.027	0.998	1.018
佰鴻	0.961	1.052	0.972	0.989	1.011
立碁	0.968	1.031	0.995	0.973	0.997
東貝	0.986	0.993	0.985	1.001	0.979
光鼎	0.956	1.022	1.000	0.956	0.977
宏齊	0.958	0.998	0.965	0.993	0.957
mean	0.986	1.019	0.997	0.989	1.005

資料來源：本研究整理

3. LED下游廠商跨期效率分析

本研究進一步整合追趕效率與MPI指數，探討下游各LED公司經營績效，以追趕效率與MPI指數綜合探討各公司經營績效表現。本研究設定一橫軸為追趕效率，縱軸為MPI指數，依據追趕效率值等於1及MPI指數等於1，分為四個象限，如下圖2之說明：

象限I-表示其追趕效率值、MPI指數均大於1。在此象限之公司不僅經營效率提升，而且技術持續進步，整體生產效率提升。本研究中，億光、李洲與華興，均位於第一象限，可知此三家公司於2002年至2006年其經營效率大幅上升，且其技術也持續進步。

象限II-技術進步的集合。其追趕效率值小於1，但MPI指數大於1。研究結果顯示LED下游廠商僅佰鴻在此象限中。由此研究結果建議，佰鴻未來應著重於積極改善整體技術效率，包含改善整體技術之應用效率，也需進一步評估整體生產規模是否達到最適化。

象限III-無效率的集合。其追趕效率值、MPI指數均小於1，主要因技術大幅退步影響。本研究中，LED下游廠商之立碁、東貝、光鼎與宏齊，其追趕效率與MPI指數均小於1。由此研究分析結果可知，立碁、東貝、光鼎與宏齊於2002年至2006年其整體生產效率未明顯進步，且其生產技術也相對於落後其餘LED下游廠商。

象限IV-效率成長的集合。其追趕效率值大於或等於1，MPI指數小於1。本研究分析得知無LED下游廠商在此象限中。



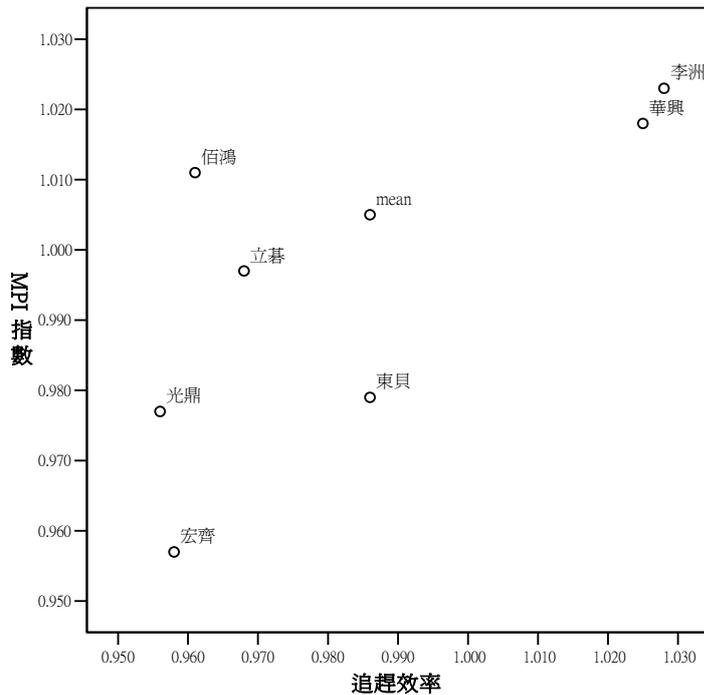


圖2 LED下游廠商跨期效率分佈圖

資料來源：本研究整理

由於 LED 下游產業進入門檻較低，許多台灣廠商陸續投入 LED 下游封裝產業，因此競爭激烈。在競爭策略上，廠商通常又以產能擴張來降低成本，因此容易形成產能過剩，導致市場的激烈價格競爭。

一般亮度的 LED 晶片及封裝相關技術已成熟，2002 至 2005 年間價格大幅滑落，目前毛利雖較低，但價格已趨穩定。建議廠商在既有的經濟規模下維持既有客戶關係。此外，在成熟的市場中，必須提高品質、成本等優勢。在高階產品部分，要加強其封裝技術以提高亮度，不能再採用藍光製程，需再開發新的封裝技術及材料。此外，白光照明市場為未來明星市場、大陸的市場也將開始成長，廠商應善用目前的優勢以及在大陸的生產基地掌握此潛在之商機。

依據各廠商的營運績效分析結果，本研究發現億光的營運績效最好。其原因包含：(a)透過生產規模擴大與成本控制，維持良好的毛利。在生產規模方面，億光目前是台灣最大的廠商，產品線齊全，且具有規模效益。成本控制部分包含庫存管理及採購成本的下降；(b)高毛利的產品組合，增加 SMD LED 的比重帶動整體營收上揚。此外億光在筆電背光模組市場進展快速，已獲三大筆電廠商認證。在封裝技術上，位居領先地位；(c)具有垂直整合效益，億光透過持有晶電 8% 的股權，能夠掌握到充足且具有價格競爭力的磊晶片，因此擁有較好的競爭優勢。此外，億光也與部分重要的客戶進行策略聯盟，例如車用市場，億光便與 Siemens VDO 與中國車廠合作，進入車用市場。在 2007 年底，億光則與大陸最大的液晶螢幕廠商—上海廣電集團進行策略聯盟，以便進軍液晶螢幕背光模組的市場。上述的競爭優勢可供其他廠商做為參考。



5. 結論

LED的應用範疇與市場規模不斷成長，而台灣LED產業的產值位居全球第二，僅次於日本，因此LED產業被視為台灣未來發展的主要科技產業之一。LED的製程技術與半導體類似，台灣的半導體製造位居全球第一，除了技術領先之外，成本優勢、快速反應與完整的供應鏈也是台灣的產業競爭優勢。這些競爭優勢也可複製於LED產業中，提升台灣LED產業的競爭力。台灣LED發展至今已超過10年，截至2007年5月，台灣已有14家上市、上櫃的LED專業公司。此外，自2003年開始，台灣的LED廠商也進行了一些合併，重新調整產業鏈的結構。過去學術界對於LED產業的研究較著重於技術領域，對於LED產業的營運績效則較少討論。有別於一般對於產業或廠商的營運績效評估，多偏向以投資或財務分析角度分析，本研究以學界廣泛使用的DEA之Malmquist指數分析方法，針對台灣14家上市、上櫃LED公司進行營運績效分析，以便能以科學的數量方法取代傳統財務分析，進一步瞭解台灣LED上中、下游產業與具有代表性公司的營運績效，並針對其營運績效問題提出分析與建議。

LED未來發展潛力大，台灣廠商目前已具有完備的產業鏈結構，並位居全球第二大生產國。歷經了技術研發的瓶頸、專利的限制以及市場尚未成熟的艱困期，隨著前述各項因素與環境的改善，只要能夠持續提升整體營運績效，台灣LED產業將可望成為台灣繼半導體、平面顯示產業之後的另一個快速成長產業。本研究以經營績效觀點，來衡量台灣LED廠商的經營效率，建議未來的研究可將經濟效率一併納入考量，如EVA與ROIC等指標，以便瞭解LED廠商在經營效率與經濟效率之結果是否一致性。最後，未來研究也可進一步探討LED整體供應鏈該如何達到最佳配置，如廠區設置、存貨管理與策略聯盟等，使整體供應鏈更具效率，進一步提升競爭優勢。



參考文獻

1. 王振州(2002),「LED 產業現況及未來」, 寶來證券。
2. 王榮祖、林文恭、朱銀鈴(2005),「應用灰色關聯分析於貨櫃航運業營運與財務績效代表性指標之擷取」, 航運季刊, 第 1 卷第 1 期, 63-85 頁。
3. 石大成(2004),「新世紀照明啟用——半導體 LED 節能照明發展暨應用」
<http://www.tier.org.tw/energymonthly/>
4. 林士彥、黃宗成(2005),「應用灰關聯分析軟體業聲望評價之研究」, 管理科學研究, 第 2 卷第 1 期, 17-33 頁。
5. 林志明(2004),「LED 產業發展概況」, <http://info.fbs.com.tw/KM/NewsText/>
6. 柏德葳(2007),「全球 LED 產業發展動態」, 拓樸產業研究所。
7. 高強、黃旭南、Toshiyuki Sueyoshi(2003),「管理績效評估：資料包絡分析法」, 台北：華泰文化。
8. 張啟良、蕭世文(2001),「運用灰關聯於產品包裝材質之篩選」, 中國工業工程學會九十年年度年會暨學術研討會。
9. 莊忠柱、張晃銘(2004),「應用 Malmquist 生產力指數於臺灣區自來水事業區處的效率評估」, 健康管理學刊, 第 2 卷第 1 期, 61-91 頁。
10. 湯玲郎、范俊輝(1999),「灰色關聯分析法在海外投資環境評估之應用研究」, 中華管理評論, 第 2 卷第 7 期, 1-14 頁。
11. 劉松瑜、謝燧琪與溫育芳(2006),「台灣銀行業在金控與非金控架構下之效率分析」, 台灣金融財務季刊, 第 7 卷第 3 期, 127-176 頁。
12. 蔡亦真(2007), 2007 年台灣 LED 產業發展分析, 拓樸產業研究所。
13. 顏榮祥、王少安(2005),「國內金融控股公司經營績效評估：熵理論與灰關聯分析之應用研究」, 2005 年第三屆管理思維與實務學術研討會。
14. Barros, Carlos P. (2008), "Efficiency analysis of hydroelectric generating plants: A case study for Portugal," *Energy Economics*, 30, pp.59-75.
15. Chen, Yao (2003), "A non-radial Malmquist productivity index with an illustrative application to Chinese major industries," *International Journal of Production Economics*, 83 (1), pp. 27-35.
16. Chen, Yao and Agha Iqbal, Ali (2007), "DEA Malmquist productivity measure: New insights with an application to computer industry," *European Journal of Operational Research*, 159, pp.239-249.
17. Chiu, Yi-Chia, Benson Chen, Joseph Z. Shyu and Gwo-Hshiung Tzeng (2006), "An evaluation model of new product launch strategy," *Technovation*, 26, pp.1244-1252.
18. Färe, Rolf, Shawna Grosskopf and Dimitri Margaritis (2002), "Economic reform and productivity growth: the case of Australia and New Zealand," *Mathematics and Computers in Simulation*, 59, pp.143-152.
19. Liu, Fuh-Hwa Franklin and Peng-hsiang Wang (2008), "DEA Malmquist productivity



- measure: Taiwanese semiconductor companies,” *International Journal Production Economics*, 112, pp.367-379.
20. Odeck, James (2000), “Assessing the relative efficiency and productivity growth of vehicle inspection services: An application of DEA and Malmquist indices,” *European Journal of Operational Research*, 126, pp.501-514.
 21. Pastor, Jesu T. and C.A. Knox Lovel (2005), “A global Malmquist productivity index,” *Economics Letters*, 88, pp.266-271.
 22. Ramanathan, Ramakrishnan (2006), “Evaluating the comparative performance of countries of the Middle East and North Africa: A DEA application,” *Socio-Economic Planning Sciences*, 40, pp.156-167.
 23. Rezitis, Anthony N. (2008), “Efficiency and productivity effects of bank mergers: Evidence from the Greek banking industry,” *Economic Modeling*, 25, pp.236-254.
 24. Salehirad, Neda and Taraneh Sowlati (2007), “Dynamic efficiency analysis of primary wood producers in British Columbia,” *Mathematical and Computer Modeling*, 45, pp.1179–1188.
 25. Wei, Yi-Ming, Hua Liao and Ying Fan (2007), “An empirical analysis of energy efficiency in China’s iron and steel sector,” *Energy*, 32, pp. 2262-2270.
 26. Yörük, Bars K. and Zaim Osman (2005), “Productivity growth in OECD countries: A comparison with Malmquist indices,” *Journal of Comparative Economics*, 33(2), pp. 401-420.
 27. Zelenyuk, Valentin (2006), “Aggregation of Malmquist productivity indexes,” *European Journal of Operational Research*, 174, pp. 1076-1086.
 28. Zheng, Jinghai, Xiaoxuan, Liu and Arne Bigsten (2003), “Efficiency, technical progress, and best practice in Chinese state enterprises (1980–1994),” *Journal of Comparative Economics*, 31, pp. 134–152.

