

臺灣手機製造業技術效率與生產力變動之研究

The Technical Efficiency and Productivity Vicissitude of Mobile Phone Manufacture in Taiwan

湯澎君 Peng-Chun Tang

南華大學財務管理研究所
Institute of Financial Management, Nanhua University
E-mail: r5904966@yahoo.com.tw

張瑞真 Jui-Chen Chang

南華大學財務金融系
Department of Financial, Nanhua University
E-mail: juichen@mail.nhu.edu.tw

(收件日期: 96年12月31日; 第一次修正: 97年3月3日; 接受日期: 97年5月30日)

摘要

檢視有關臺灣通訊產業之文獻, 多探討行動通訊服務業之效率, 但受評單位數量少, 不易找出整體效率前線, 且欠缺對手機製造業相對經營效率研究資料。因此, 本研究以 2003-2006 年期間臺灣上市上櫃之 16 家手機製造業廠商為樣本, 運用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA) 與 Malmquist 生產力指數(Malmquist Productivity Indices, MPI)來衡量廠商技術效率與生產力變動情形, 提供廠商對後續經營效率改善的參考。

研究結果顯示, 廠商各年度技術效率平均值以鴻海 0.908、華寶 0.870、廣達 0.776 分列前三名, 表現最優; 至於大霸 0.188 表現最差。廠商各年度總平均生產力變動指數(Total Factor Productivity, TFP)為 1.036, 顯示產業生產力總平均成長 3.6%, 其生產力基於技術變動率成長; 平均值以華寶、仁寶、鴻海、宏達電呈現成長, 英業達持平, 其餘各廠商均呈現衰退。另依技術效率與技術變動效率比較, 可將產業發展劃分四大類型, 其中高成長與高效率類型較具競爭力, 計有華寶、英華達、仁寶、鴻海、英業達; 而低成長與低效率類型競爭力相對最弱, 表示該類型廠商需同時改善生產力與技術效率, 以提升產業競爭力, 計有明基、華冠、光寶、華碩、大霸、啓基、緯創、神達、楠梓電。

關鍵詞: 資料包絡分析法、經營效率、Malmquist 生產力指數。

Abstract

Majority of previous studies on cell-phone industry in Taiwan were focus on the efficiency of cell-phone service sector, rarely on the relative technical efficiency and productivity vicissitude of the cell-phone manufacturers. This research applied Data Envelopment Analysis and Malmquist Productivity Indices to study the compiled data during the period of 2003-2006 from 16 marketed cell-phone manufacturers for evaluating their technical efficiency and productivity vicissitude. This result may serve as improvement references for the management efficiency.

The findings of this research show that Foxconn Electronics with average value 0.908, Compal Communications with 0.870, and. Quanta Computer with 0.776 rank the top three manufacturers for the best technological efficiency. On the other hand, DBTEL Incorporated, Inc. with 0.188 is in the poorest performance. The total average production variation indices (TFP) of manufacturers is 1.036, showing 3.6% a total average growth in terms of industry productivity, and the productivity is based on the growth of technological change rate; the average value show the growth, whose manufacturers are Compal Communications, Compal electronics, Foxconn Electronics Inc and High Tech Computer; Nventec still keeps the same past; however, the rest manufactures are on the decline. Compared with technological efficiency and technological change efficiency, we can divide the industry development into four major types. For high growth and high efficiency type representing being most competitive, they are Compal Communications, Inventec Appliance Corporation, Compal electronics. Foxconn Electronics Inc, and Nventec; Nevertheless, low growth and low efficiency types representing being relatively the weakest in competitiveness, and indicating such types of manufacturers require improvements in both productivity and technological efficiency so that they are able to increase competitiveness in industry, and they are Qisda Corporation, Arima Communications, LiteOn Technology, ASUSTeK Computer, DBTEL Incorporated, Wistron NeWeb, Wistron Corporation, MITAC Technology Corporation and Wus Printed Circuit.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Efficiency, Malmquist Productivity Indices.

一、緒論

臺灣手機業於 2001 年量產規模為 1,290 萬隻，占世界手機出貨量 4%，生產規模很小，至 2006 年量產規模為 1.6 億隻，占世界手機出貨量 17.6%，5 年間生產量規模已增加 12.4 倍，國內廠商面對全球持續成長的手機消費市場吸引，競相投資設廠進入手機製造與代工產業。在 2006 年全球手機消費市場逾 1,200 億美元產值當中，臺灣手機製造業 2006 年總產值達到 85 億美金水準。其中臺灣手機零組件產值規模為新台幣 1,833 億元，龐大的商機，讓臺灣手機製造業在電腦產業後續發展中找到了最佳的轉型出口。

由於臺灣手機製造業廠商具有下列五項產業競爭優勢：(1)以交叉持股或聯合投資模式，掌握國內產業關鍵零組件採購通路；國內上、中、下游產業鏈關係緊密穩固；(2)國內資金充足，利率低廉，高階研發管理人力充沛，經營成本相對低廉；(3)組裝製造能力與產品品質獲得國際委製廠商信賴與肯定；(4)政府相關產業發展政策持續支持；(5)具備全球產業運籌管理能力。因此，手機製造業是臺灣當前最具世界性競爭能力的電子消費型產業，尤其生產技術成熟的上游電子零組件產業，更是臺灣手機製造業在全球手機產業鏈中所依靠的優勢競爭。

目前，臺灣手機製造業向處於全球手機製造產業鏈中組裝代工型態，鴻海、宏達電等業者之預期產業高獲利榮景仍可維持相當長的一段時間。至此，全球手機大廠無不投入龐大的研發與製造經費，以擴大手機市場佔有率與增加銷售獲利率。然而，臺灣手機製造業也正面臨全球性價格競爭，除了外對歐美、韓國、日本與中國先進大廠研發與規模優勢競爭外，還要內對臺灣人力成本上漲、通貨膨脹等因素所造成營業成本增加的困境。有鑑於此，如何在管理上提升廠商經營效率、增加競爭力，以達企業永續經營目標，是重要探討之議題。

檢視過去有關臺灣通訊產業研究資料中，僅以行動通訊服務業作效率探討的文獻，計有國內的黃亨瑜(民 89)分析 5 家通訊服務業(遠傳、台灣大哥大、東信、和信、泛亞)之經營效率。葉萬福(民 90)再加入中華電信，分析 6 家業者之經營績效；兩篇文獻，皆以 1998-1999 年臺灣地區行動電話服務業相對經營績效做分析，但受評單位(Decision Making Unit, DMU)皆僅 5 至 6 家廠商，變數數量選取範圍狹小，易導致效率分析太具敏感性之缺點。另外胡志堅等(民 93)，選擇以 1998-2001 年臺灣上市、上櫃 21 家 IC 設計業，以 DEA 差額變數分析與複迴歸之反向淘汰法，觀察各年度績效變化。Giokas and Pentzaropoulos (2000)對

希臘 1998 年 36 家電信業評估經營績效。其中 Thore, Kozmetsky and Philips (1994) 以 DEA 合併生產力分析 1981-1990 年美國 44 家電腦產業績效。上揭研究皆採用資料包絡分析法對電信與電子產業研究均獲得良好成果。

手機產業別分類以系統組裝製造業、行動通訊服務業、交換機及傳輸設備製造業、用戶端設備製造業和手機零組件製造業為主。系統組裝製造業：包含大哥大手機組裝製造業與對講機等無線通訊器材組裝製造業。行動通訊服務業：包含通訊服務業及通路代理業。交換機及傳輸設備製造業：包含交換機設備製造及安裝業。用戶端設備製造業：包含基地台傳輸設備製造及安裝業。手機零組件製造業：包含積體電路元件(Integrated Circuit, IC)、功能元件、砷化鎵磊晶片、印刷電路板(Printed Circuit Board, PCB)、液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)、充電器(Charger)、連接器、按鍵、被動元件等製造業。本研究探討之手機製造業針對的是系統組裝製造業，亦即以生產大哥大手機、對講機為主要之產品廠商。

本研究選取對象是 2003-2006 年期間，在臺灣證券交易所申請核准上市上櫃的 16 家手機製造業廠商為範圍，以公告會計報表資料選取變數，再以財務報表資料(橫斷面)與時間序列(縱斷面)資料，檢定廠商各年度相對效率值與生產力變動情形。

本研究目的是利用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)估手機製造業各廠商之相對經營效率優劣的原因與改善依據，並探討影響廠商相對經營效率的因素，做為各廠商對後續經營績效改善方向。首先檢定手機製造廠商技術效率、純技術效率和規模效率，再運用 Malmquist 生產力指數(Malmquist Productivity Indices, MPI)衡量廠商過去相對經營效率與跨年度生產力變化，做為廠商改善後續經營效率之參考。因此，有必要對此產業進一步深入分析。

本研究結構包含：(1)緒論：說明研究動機、目的、方法、對象與架構；(2)資料包絡分析法回顧與發展：回顧國內外高科技產業與手機製造業經營績效相關議題之文獻加以研究整理，找出手機製造業經營績效之分析方法與具影響變數；(3)

研究方法：說明本研究架構與研究方向對象，資料蒐集、及資料包絡分析法為分析法為工具，確立投入與產出指標，研討各廠商經營績效；(4)實證結果與分析：說明利用資料包絡分析法及 Malmquist 生產力指數，對績效結果與經營效率影響因子分析；(5)結論：依據研究結果，提供企業經營者提供後續經營與政府施政參考，並建議後續研究之方向。

二、資料包絡分析法回顧與發展

資料包絡分析法屬於確定性非參數法，以客觀的數學計算模型規劃，運用財報資料來評估相對經營效率，彌補傳統財務性指標衡量方法的缺失，運用數學演算統計的結果，做嚴謹有力的評估依據，是企業經營管理有效的工具。

2.1 資料包絡分析法特性

林淑惠(民 92)、李雙傑(民 92)、蔡榮發等(民 94)等研究資料指出，採用資料包絡分析法(DEA)分析時，DEA 具有下列特性：(1)無母數分析法，可同時進行多項投入與產出的相對效率評估，無須預設函數與參數估計，運用電腦簡化複雜計算過程，結果客觀、公正；(2)模式中 DMU 均使用相同的計量單位，目標函數值不受投入、產出項計量單位影響其效率值，資料取得較有彈性；(3)DEA 評估結果為綜合相對性效率指標，符合經濟學總要素生產力(Total Factor Productivity)概念，其結果數值易對各受測單位(Decision Making Unit, DMU)做比較與評估；(4)DEA 可同時接受比率尺度與順序尺度等虛擬變數資料處理，運用範圍廣大；(5)由 DEA 的執行結果後可同時進行相對效率、生產力、差額變數、敏感度、規模報酬等分析，對企業資源運用狀況具有較佳的解釋能力；(6)DEA 模式中的權數，係以數學計算方式產生，符合客觀、公正等原則。

DEA 運用之限制：(1)受衡量對象需同質性越高，其計算結果解釋與推演效果越好；(2)DEA 以「非預設生產函數法」推估相對效率值，其效率值前緣由最有效率受測單位所建構，對於衡量對象

的變數、投入、產出項之選取、項目數值變動與誤差，會影響效率前緣形狀與位置，且敏感度高；(3) DEA 易受離群值(Outlier)交互影響其後續分析結果；(4) DEA 尚不能處理產出項負值狀況，但就效率前緣之建構、效率前緣特性、干擾與誤差調整、同時處理多項投入與產出、大樣本數量限制、運用電腦輔助計算等面向觀察，與其他衡量效率方法比較，仍具較佳客觀性與適用性；(5) DEA 只能評估各受測單位相對效率，不能檢定出其絕對效率。

DEA 雖然只能評估各受測單位相對效率，不能檢定出其絕對效率，但 DEA 模式中的權數，係以數學計算方式產生，符合客觀、公正等原則，因此本研究運用 DEA 為實證分析方法。

2.2 資料包絡分析法在各產業運用相關文獻

國內外有關各產業使用資料包絡分析法研究經營績效文獻相當多，本研究將國內相關研究文獻整理如下：李雙傑(民 92)分析「中國電子行業上市公司效率分析」以 1999-2001 年中國 20 家電子公司以資料包絡分析法與隨機前緣生產函數法分析績效；研究結論，二種績效分析皆為合適評估績效分析方法。高淑珍等(民 91)以 DEA 分析「臺灣高科技產業之核心資源、資源配置策略與經營績效之關連性分析」60 家高科技產業群落結論顯示，最有效率之廠商以創新與全面成本領導策略出現機率較高，其他廠商以生產策略出現效率較差情形；內部資源配置對績效表現為漸進式影響，外部資源配置對績效表現為立即式影響。林淑惠(民 92)選擇臺灣六大通訊業者，採用隨機邊界法之最大似估計法分析績效，不加入中華電信績效排名：和信、泛亞、東信、遠傳、台灣大哥大；加入中華電信績效排名：泛亞、東信、和信、遠傳、中華電信、台灣大哥大。胡志堅等(民 93)以 1998-2001 年臺灣 21 家 IC 設計業研究，透過 ROIC 與 DEA 二維績效矩陣，可觀察受測廠商在各年度的績效變化，績效落於在左下方表示績效表現較差；績效落於右上方表示績效表現較佳。蔡榮發等(民 94)以筆記型電腦廠商為研究樣本，採用 DEA 方法評估經濟效率，結論是單純以員工

人數與股本投入，無效率廠商確實缺乏競爭力，但股本大小不影響效率評估排序。李正文等(民 97)以 DEA 及生產力分析比較 2003-2005 年台灣光電產業競爭力。國外學者：Giokas and Pentzaropoulos (2000)以 CCR、BCC 與 AR 模型，對希臘 1998 年 36 家電信業評估經營績效，分析結果其中 15 家具有總體效率、7 家有固定規模報酬、11 規模報酬遞減、18 規模報酬遞增。Thore, Kozmetsky and Philips (1994)以 DEA 及生產力分析美國 1981-1990 年 44 家電腦產業績效，蘋果電腦、康柏電腦等有 3 家廠商最有效率，但有些成功廠商雖未在效率邊界上，但其注重銷售額的增加而減少效率的成長。

上揭林淑惠(民 92)等文獻以 DEA 方法對各產業做有關績效之分析研究，所採用的指標大多針對產業特性，選用客觀與公正之相關財報資料依產業特性整理研究，並依經濟學生產要素選取，如資本、土地、勞力等數據資料分析，對研究結果都能給予極高的正面評價。參照前述文獻，手機製造業屬於高科技產業之一，對於生產要素容易調配之產業特性，採用 DEA 投入導向 BCC 模型，合併變動規模報酬模式分析純技術效率與規模效率，探討廠商相對經營效率。

在選取投入與產出變數方面，除參考上述文獻中傳統產業生產要素，並綜合高科技產業與手機製造業特性，選取投入面為「銷貨成本、銷管費用、研發費用」；產出面為「銷貨收入、稅前淨利」五項財務資料列為投入與產出變數。綜合過去有關運用 DEA 方法文獻得知，林淑惠(民 92)將 DEA 研究方法適用於通訊產業，經營績效探討上具有相當正面的評價與效果，且楊滄中(民 89)指出資訊、網際網路等電子商務發展，通訊科技日新月異，通訊產業是全球未來的明星產業。至於探討學校、醫院等非營利事業較不需要深究其組織之生產力是否有進步，甚少加入 Malmquist 生產力指數評估其生產力變動情形，而李正文等(民 97)、Thore, Kozmetsky and Philips (1994)已將 Malmquist 生產力指數合併 DEA 研究電子產業經營績效，且獲得正面評價；綜上文獻可知，基於資料包絡分析法除無須預設函數與參數、目標函數值不受投入產出單位影響，運用方便、結果客觀。

因此本研究採用 DEA 方法合併 Malmquist 生產力指數評估臺灣公開上市、上櫃 16 家手機製造廠商各年度技術效率與生產力變動情形。

三、DEA 和 Malmquist 生產力指數之研究方法

DEA 是 Chames, Cooper, and Rhode (1979) 繼 Farrell 以確定性非參數法對獨立單位效率評估後，將單一投入與單一產出，予以發展成不需要事先設定權數，以多投入與多產出的效率模型，以實證的生產函數方法衡量廠商間相對效率。Farrell (1957) 所提非參數邊界 (Non Parametric Frontier) 觀念，以所有 DMU 技術水準相同面對同一效率前緣線，與未預設生產函數多項投入衡量效率為其理論基礎，其模式對效率衡量方法提出三個基本假設：(1) 生產效率前緣由最有效率的單位所建構，無效率單位皆落於此效率前緣曲線內；(2) 各樣本經濟規模為固定規模報酬 (Constant Returns to Scale, CRS)，無論如何增、減生產規模，其報酬率不會產生遞增或遞減現象；(3) 生產效率前緣凸向原點 (Convex)，效率前緣線上每一點斜率皆不為正向。

3.1 DEA 的後續發展

高銘 (民 92) 指出，DEA 自 1978 年發展至今，在方法論與實務運用上已趨成熟完整，然學者就模式、乘數、資料、應用方向等，發現仍有部份研究空間需要探討：(1) 模式：傳統經濟學者認為生產函數為一長 S 型，以解釋邊際產量遞增後繼而遞減現象，但現有模型僅對規模報酬有完整討論，對邊際產量部分仍顯不足，如何建構長 S 型生產函數是個挑戰，DEA 模式可偵測投入因子之擁擠量，卻無法衡量其對效率值的影響，如何將受評單位所區分為有效率與無效率，結合統計學判別分析 (Discriminant Analysis, DA) 為 DEA-DA 模式，以加強分析效果，都是在模式方面後續研究方向；(2) 乘數：DEA 方法在於各因子重要性可由受評者自行選擇對其有利者，但其乘數必須絕對大於 0 而有一下限，如何限定乘數的範圍或決定其數值，另外乘數的決定，在觀念上區分為在於

事前主觀的指定，與事後客觀決定各因子所占的份量，未來在乘數課題研究上，如何決定理想乘數與受評單位的排序問題；(3) 資料：傳統 DEA 模式僅適用於大於 0 的明確資料，但不可控制因子、定性資料、機率資料、模糊資料、溫度負值等數值如何轉換、如何將非線性資料轉為線性資料、如何合理判斷與處理離群值 (Outlier) 對效率前緣扭曲問題；(4) 應用方向：如何將 DEA 擴及至較少使用的單位，如非營利事業或尚未應用之特殊產業。並考量績效、生產力、競爭力等評估與方案的選擇，是否可用 DEA 求解，而且是否比其他方法更為理想，並針對公營事業業營化、林區重劃、破產預測等方面做有創意的運用。

3.2 資料包絡分析法之 CCR 模式

Chames, Cooper and Rhode (1979) 所提出多項投入與產出效率衡量的 CCR 模式，假設在固定規模報酬下，找出最大產出或最小投入為邊界，以線性規劃法與對偶定律 (Duality Theory) 來計算各 DMU 的相對效率，且各 DMU 可任意組合係數，但須符合所任選的係數用於其他 DMU，其評估效率值不得超過 1 的限制，為使所評估效率值達到最大。假設有 n 個受評估 DMU，各有 m 種投入， s 種產出 (投入與產出項皆為 > 0)，則第 k 個 DMU _{k} 效率可以如下列數學模式表示：

$$\text{目標式：} \quad \text{Min } h_k = \theta_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ik}^- + \sum_{r=1}^s S_{rk}^+ \right) \quad (1)$$

$$\text{限制式：} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta_k x_{ik} + S_{ik}^- = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - y_{rk} - S_{rk}^+ = 0$$

$$\lambda_j, S_{ik}^-, S_{rk}^+ \geq 0$$

$$i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, n$$

上式 h_k 為 CCR 模式所計算第 k 個 DMU 技術效率值， S_{ik}^- 為投入項差額變數， S_{rk}^+ 為產出項差額變數， λ_j 為差額變數的對偶價格， θ_k 代表各受評估第 k 個 DMU 所有投入等比例減少潛在額度，且無正負限制。當 $S_{ik}^-, S_{rk}^+ = 0$ 、 $\theta_k = 1$ 時， h_k 則 =

1，此 DMU_k 為有效率單位；當 $S_{ik}^+, S_{ik}^- > 0$ 、 $\theta_k < 1$ 時， $h_k < 1$ 此 DMU_k 為無效率單位。

3.3 資料包絡分析法之 BCC 模式

BCC 模式對可能生產線集合，由原先所假設為固定規模報酬(CRS)，放寬為可變動規模報酬(Variable Return to Scale, VRS)模式，將技術效率(TE)分解成純技術效率(PTE)、規模效率(SE)。BCC 模型相對效率值，是指在一定產出水準，比較投入資源使用情形，稱為投入導向相對效率。比較 BCC 與 CCR 模型設計，在 BCC 模型中比 CCR 模型多一個限制式 $\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$ ，可確保生產邊界凸向原點，藉以判斷 DMU_k 的規模報酬狀況，並求出純技術效率值。

$$\text{目標式：Min } h'_k = \theta'_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ik}^- + \sum_{r=1}^s S_{ik}^+ \right) \quad (2)$$

$$\text{限制式：} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \theta'_k x_{ik} + s'_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} - y_{rk} - s'_{ik} = 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, S_{ik}^+, S_{ik}^- \geq 0$$

$$i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, n$$

CCR 模式假設 DMU_k 位於固定規模報酬環境中，但實際上 DMU_k 有可能處在規模報酬遞增或遞減的環境裡，因 DMU_k 的無效率有部分是投入與產出配置不當外，也可能部分是規模因素所導致。由(1)式 BCC 模式所得 h'_k 為純技術效率值，再以 CCR 模式所得 h_k 技術效率值除 h'_k ，可得規模效率值，加以分析技術無效率原因，需調整純技術效率或規模效率，以供 DMU_k 之參考。

3.4 Malmquist 生產力指數

MPI 是為解決生產力變動的問題所發展模型，可以衡量第 t 期至 $t+1$ 期間(CRS)生產力變動的情形(Liu *et al.*, 2004)。其第 t 期及第 $t+1$ 期 MPI

投入導向生產力指數的幾何平均數如下式

$$M(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = \left[\frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1}) D^{t+1}(X^t, Y^t)}{D^t(X^t, Y^t) D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

上式 $M(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t)$ 表示總生產力變動指數，是假設在固定規模報酬下衡量，包含二個當期產出距離函數 $D^t(X^t, Y^t)$ 與 $D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ ，亦包含二個跨期產出距離函數 $D^{t+1}(X^t, Y^t)$ 與 $D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 。若未達生產邊界則 $D^t(X^t, Y^t) < 1$ ；若位於生產邊界則 $D^t(X^t, Y^t) = 1$ 。上述情形亦適用於第 $t+1$ 期產出距離函數 $D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 。跨期距離函數 $D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$ ，表示 (X^{t+1}, Y^{t+1}) 在 t 期的生產技術下，其產出需增加最大幅度；並適用於 $D^{t+1}(X^t, Y^t)$ 。當 $TFP > 1$ 表示 DMU 生產力增強，當 $TFP < 1$ 表示 DMU 生產力降低。

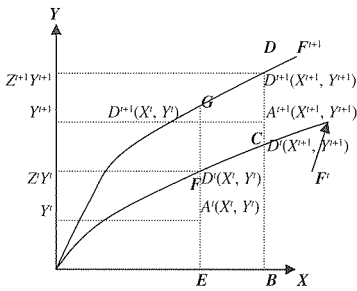
MPI 由 Caves *et al.* (1982) 所提出，Färe *et al.* (1992) 以距離函數(Distant Function)計算 DMU 在不同期間生產力指數(Total Factor Productivity, TFP)的變動情形，在固定規模報酬假設下，進而將(3)式 MPI 分解為效率變動(Efficiency Change, EC)與技術變動(Technological Change, TC)，參閱(4)式和圖 1。

$$M_{t,t+1} = TC_{t,t+1} \times EC_{t,t+1} = \left[\frac{D^{t+1}(X^t, Y^t)}{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \frac{D^t(X^t, Y^t)}{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \times \left[\frac{A^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{A^t(X^t, Y^t)} \right] \quad (4)$$

上式中

$$TC = \left[\frac{D^{t+1}(X^t, Y^t)}{D^t(X^t, Y^t)} \times \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$EC = \left[\frac{A^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{A^t(X^t, Y^t)} \right] / \left[\frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \right] = \left[\frac{D^t(X^t, Y^t)}{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right] \times \left[\frac{A^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{A^t(X^t, Y^t)} \right]$$



資料來源：Färe et al. (1992)

圖 1 Malmquist 生產力指數之衡量

若 EC 大於 1，表示產業管理方式與決策適當，效率有改善；若 EC 小於 1，表示產業管理方式與決策不適當，效率衰退。若 TC 大於 1，表示技術有進步；若 TC 小於 1，表示技術在退步。

MPI 雖是以固定規模報酬衡量，但改為變動規模報酬假設下，可將 EC 進一步拆解為純技術效率變動(Pure Technical Efficiency Change, PTEC (VRS))，和 VRS 與 CRS 其差異所形成規模效率變動(Scale Efficiency Change, SEC)，參閱(5)、(6)式。

$$PTEC(VRS) = \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})|VRS}{D^t(X^t, Y^t)|VRS} \quad (5)$$

$$SEC = \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})|CRS / D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})|VRS}{D^t(X^t, Y^t)|CRS / D^t(X^t, Y^t)|VRS} \quad (6)$$

若 PTEC > 1 則表示在變動規模報酬下，t+1 期相對於 t 期純技術效率相比有改善情形；若 PTEC < 1 則表示在變動規模報酬下，t+1 期相對於 t 期純技術效率相比有惡化情形；若 PTEC = 1 則表示前後 2 期效率相同。SEC > 1 則表示 t+1 期相對於 t 期生產規模接近長期最適規模。若 SEC < 1 則表示 t+1 期相對於 t 期生產規模愈遠離長期最適規模；若 SEC = 1 則表示前後 2 期效率相同。在其變動規模報酬的狀態下，MPI 分解為效率變動

(EC)與技術變動(TC)，並可進一步分解為純技術效率變動(PTEC)、規模效率變動(SEC)、技術變動(TC)，以衡量 DMU 在不同期間下總要素生產力的變動情形，參閱(7)式。

$$M_t(X^{t+1}, Y^{t+1}, X^t, Y^t) = TC(CRS) \times EC(CRS) \\ = PTEC(VRS) \times SEC \times TC(CRS) \quad (7)$$

四、臺灣手機製造業效率與生產力之實證分析

4.1 變數選取

本研究選取臺灣地區上市、上櫃手機製造業計有明基、華冠、華寶、英華達、光寶、廣達、華碩、仁寶、鴻海、宏達電、大霸、啓碁、緯創、英業達、神達、楠梓電 16 家手機製造廠商為研究樣本，針對 2003 年至 2006 年間公開財報資料，選取投入變數「銷貨成本、銷管費用、研發費用」；產出變數「銷貨收入、稅前淨利」，以評估各廠商相對技術效率與生產力變動情形。本研究有關變數之定義如下：

1. 投入項變數：(1)銷貨成本：廠商投入生產使用的投入資源總金額，其金額等於期初存貨加本期進貨減期末存貨；(2)銷管費用：包含廠商投入管理與銷售有關之費用，如廣告、佣金、租金、管理人薪資等；(3)研發費用：手機製造業研發新製造技術、推出新產品，將是營業獲利的利基，該產業相當注重研發費用支出，是投入項重要變數。
2. 產出項變數：(1)銷貨收入：該年度內廠商因營業活動所銷售貨品或提供勞務獲得的收入，剔除銷貨折扣、銷貨折讓、銷貨退回。銷貨收入淨額是廠商獲利最佳指標項目；(2)稅前淨利：以稅前及息前淨利減除利息費用之餘額，是股東權益投資報酬，為衡量企業經營效率重要指標。

¹資料來源：合併整理自：(1)開文科技(民 94)，「產業情報-通訊業」，p.113；(2)開文科技(民 94)，「產業情報-電子零組件」，p.37。

表 1 手機製造業 2003-2006 年之投入與產出變數敘述統計資料²

	銷貨收入	稅前淨利	銷貨成本	銷管費用	研發費用
平均數	137392	12758	115509	3672	1932
標準差	166289	42803	127374	3670	1506
峰度	7.5819	54.7136	3.8482	2.29	1.3768
偏態	2.4276	7.1892	1.8206	1.542	1.0580
最小值	112	0.000001	124	107	31
最大值	907375	337424	634946	16005	7171

單位：百萬元

計算投入與產出變數選取數據與計算所得資料相當敏感，如選取變數項目粗糙，會導致所計算結果失真，造成實證分析毫無意義；而投入項亦需對產出有貢獻，產出項也須是符合組織經營目標，展現務實面。有效使用 DEA 方法評估績效，繫於投入與產出項之選取，應有其正當性、正確性與重要性之原則。

4.2 資料來源與研究限制

1. 資料來源：由於各廠商財務報表雖然是依據一般會計原理原則所編製，但各廠商委由不同會計師作記帳簽證，其可信度未必一致，為考慮所檢驗樣本廠商會計報表有一致可信度，本研究以 2003-2006 年期間在臺灣證券交易所申請核准上市上櫃的公司為範圍，選取的財務報表資料以臺灣證券交易所與公開資訊觀測站所公告會計報表資料選取變數，以 Panel Data 型態綜合廠商財務報表資料(橫斷面)與時間序列 2003-2006 年期間(縱斷面)大樣本資料，檢定廠商各年度效率值與生產力變動情形。

2. 研究限制：綜合上述研究目的，本研究限制如下：(1)由於手機製造業是新興產業，及該產業股票上市上櫃時間不同，在 2003 年前有些廠商尚處於經營不穩定狀態，其相關財務報表資料真實度與實際經營情形有段差距；因此本研究所選取的樣本資料為求一致性，故資料收集期間僅為 2003-2006 年為研究期間；(2)由於研究對象僅限於

研究期間上市、上櫃廠商，無法完整解釋其餘未上市、未上櫃之同業廠商所面臨不同的經營狀況；(3)DEA 評估廠商相對效率值卻無法評估負值的投入或產出要素之相對關係。因此，本研究為實證之順利進行，將該負值部份假設為極小的正數 1^{-6} 取代，如此處理方式雖然對實證結果會造成影響，但影響程度卻是較小的。原因在於即使將這些負值改為 1^{-6} ，其與原要素為正者的差距仍呈現非常明顯之情況，在效率的相對關係下，亦能合理評估各受測單位效率之差異。

為符合使用 DEA 方法及 Malmquist 生產力指數理論限制與效率衡量效果，所選取投入與產出變數需進行各項檢定分析。本研究進行投入與產出變數敘述統計、相關係數檢驗，以符合投入與產出變數「單調性(Isotonicity)」之假設，亦是指投入資源的數量增加，產出不得有反向減少現象。

由表 1 投入與產出變數敘述統計資料得知，各項變數間最大值與最小值間數據差異極大，其原因在於各廠的投資規模為最主要原因，就 2006 年資本額為例，最大資本額鴻海是最小資本額啓碁規模差距約 32 倍，另外廠商經營團隊之經營效率也是導致整個樣本的投入與產出數值，會有如此差異的主要原因。

由表 2 得知所有投入與產出變數之間相關係數皆為正值，除銷管費用與銷貨收入相關係數為 0.771 存有高度相關性(相關係數大於 0.75)，其餘各變數間相關係數介於 0.352 至 0.735 之間，且在 1% 顯著水準之下，各變數間相關性確實存在顯著

²樣本數：64 廠商 / 年度

表 2 臺灣手機製造業 2003-2006 年之投入與產出變數 Pearson 相關係數檢定³

	單位：百萬元	
	銷管費用	研發費用
銷貨收入	0.771**	0.735**
稅前淨利	0.412**	0.352**
銷貨成本	0.654**	0.669**

** 在顯著水準為 0.01 時(雙尾)相關顯著

性，因此，可推論本研究所選取之投入與產出變數具有合理性。

4.3 臺灣手機製造業技術效率分析

將投入與產出變數使用 DEA 方法選取 BCC 投入導向模式演算，取得個別廠商技術效率值，其值為 1 則代表該廠商位於生產效率前緣上，投入資源無浪費情形，視為有相對整體效率的單位；若效率值小於 1，則表示該廠商未位於效率前緣上，有資源浪費或產能不足情況，不具相對整體效率，並依其效率值與 1 之距離判定廠商技術效率之高低。由表 3 觀察平均技術效率值為 0.549，其需改善無效率值為 0.451。平均純技術效率值為 0.599，其需改善無效率值為 0.401。平均規模效率值為 0.880，其需改善無效率值為 0.120。因技術效率可分解成純技術效率、規模效率，由上資料可知技術無效率原因分別來自純技術效率與規模效率。

各廠商無平均技術效率值為 1，所有廠商平均技術效率值均小於 1，其資源配置與運用均有改善空間，其中以鴻海 0.908、華寶 0.870、廣達 0.776 分列前三名表現最優；至於宏達電 0.335、大霸 0.188 表現最差，其中宏達電因平均規模效率為 0.937 尚可，應以最適資源投入組合優先調整純技術效率，而大霸平均規模效率、純技術效率均較差，需同時調整資源投入組合與生產規模來創造最大產出，改善無效率狀態。各廠商無平均純技術效率值為 1，純技術效率平均值為 0.599，其

表 3 臺灣手機製造業 2003-2006 年平均各效率值指標

	單位：百萬元		
廠商別	技術效率	純技術效率	規模效率
明基	0.394	0.397	0.992
華冠	0.476	0.597	0.799
華寶	0.870	0.963	0.898
英華達	0.548	0.586	0.923
光寶	0.389	0.394	0.986
廣達	0.776	0.781	0.994
華碩	0.341	0.346	0.980
仁寶	0.832	0.836	0.994
鴻海	0.908	0.911	0.997
宏達電	0.335	0.358	0.937
大霸	0.188	0.503	0.484
啓碁	0.479	0.594	0.535
緯創	0.527	0.537	0.980
英業達	0.569	0.586	0.968
神達	0.424	0.452	0.936
楠梓電	0.508	0.730	0.671
平均數	0.535	0.599	0.880

中以華寶 0.963、鴻海 0.911、仁寶 0.836 分列前三名表現最優，華碩 0.346 表現最差，華碩應以最適資源投入組合來提升經營效率。各廠商無平均規模效率值為 1，規模效率平均值為 0.880，其中以鴻海 0.997 表現最優，大霸 0.484 表現最差，從規模效率比較，大霸應優先調整生產規模來提升經營效率。

4.4 臺灣手機製造業 Malmquist 生產力指數變動分析

1.各年度生產力平均變動趨勢：依 MPI 估算，產業各年度生產力平均變動趨勢如表 4，各年度 TFP 變動情形其波動頗明顯，2003-2004 年間成長 7.7%，成長原因來自於效率變動、技術變動、純技術變動率都有改善。2004-2005 年間 TFP

³如前註

表 4 臺灣手機製造業 2003-2006 年生產力年平均變動趨勢

年別	EC	TC	PTEC	SEC	TFP
2003-2004	1.005	1.072	1.005	1.000	1.077
2004-2005	0.962	1.032	0.987	0.975	0.993
2005-2006	0.573	1.814	0.691	0.830	1.040
平均	0.821	1.261	0.882	0.932	1.036

值為 0.993，表示這該年度間產業生產力有 0.7% 衰退現象，其衰退原因來自於效率、純技術與規模等各變動效率下滑所影響，但技術變動率仍有 3.2% 成長現象。至於 2005-2006 年間 TFP 成長 4%，成長原因來自於技術變動率獲得改善 81.4%，其餘各項變動率仍有衰退現象。

至於依跨年度觀察，2003-2004 年間所有變動率均有改善、2004-2005 年間除技術變動率有改善外，其餘變動率均呈衰退現象。2005-2006 年間效率變動率、純技術變動率與規模變動率都有衰退現象。表 4 所示。2003-2006 年間總平均生產力變動指數 TFP 為 1.036，顯示各產業生產力年總平均成長率為 3.6%，其生產力成長力基於技術變動率成長，總平均成長 26.1%。各年度生產力平均變動指數與總平均變動指數比較，除華寶、仁寶、鴻海、宏達電 4 家各年度生產力平均變動指數成長比總平均表現更好，屬於生產力績優廠商，為其他廠商競爭目標。至於英業達持平外，其餘各廠商各年度生產力平均變動指數比總平均表現較差，需要加強整頓廠商；且其效率變動率平均衰退 17.9%、純技術變動率與規模變動率分別平均衰退 11.8%、6.8%，廠商應予警惕改善。各廠商 2003-2006 年間生產力平均變動情形如表 5 所示，其中明基、華碩、大霸、啓碁、楠梓電 5 家廠商 TFP 均小於 1，表示其生產力有衰退現象；其餘各廠商 TFP 均大於 1，前三名依序為鴻海(1.503)、宏達電(1.207)、仁寶(1.127)，表示其生產力在評估期間生產力有改善。

2. 廠商生產力變動類型：依表 5 效率變動與技術變動情形將各廠商分為五個類型：(1) 效率佳且技術成長：條件是 EC 值為 1 與 TC 值大於 1，表示該類型廠商歷年來處於或幾近於效率前線上，

表 5 臺灣手機製造業 2003-2006 年廠商生產力年平均變動趨勢

廠商	EC	TC	PTEC	SEC	TFP
明基	0.732	1.319	0.731	1.001	0.966
華冠	0.808	1.239	0.860	0.939	1.000
華寶	1.000	1.113	1.000	1.000	1.113
英華達	0.917	1.133	0.932	0.984	1.039
光寶	0.771	1.340	0.774	0.997	1.033
廣達	0.921	1.089	0.922	0.999	1.003
華碩	0.777	1.267	0.779	0.998	0.985
仁寶	1.000	1.127	1.000	1.000	1.127
鴻海	1.000	1.503	1.000	1.000	1.503
宏達電	1.024	1.178	1.015	1.009	1.207
大霸	0.440	2.025	1.000	0.440	0.892
啓碁	0.640	1.309	0.700	0.914	0.837
緯創	0.863	1.187	0.861	1.002	1.024
英業達	0.909	1.140	0.911	0.998	1.036
神達	0.797	1.268	0.810	0.984	1.011
楠梓電	0.797	1.186	0.906	0.880	0.946
平均	0.821	1.261	0.882	0.932	1.036

表示其效率變動相對較佳，且技術變動變動大於 1，技術變動有成長。符合此類型廠商有華寶、仁寶、鴻海 3 家，其平均生產力年平均值為 24.8%，高於總平均成長率 20.5%，表現耀眼；(2) 效率與技術均成長：條件是 EC 與 TC 值大於 1，表示該類型廠商效率趨近於效率前線，且技術變動有成長，屬於本類型廠商僅有宏達電，其效率變動主要因素係來自純技術效率的改善，其生產力年平均成長率 20.7%，高於總平均成長率 16.5%，雖技術效率變動平均值非最佳，但本類型廠商效率變動與技術變動均改善，發展潛力雄厚；(3) 效率與技術均衰退：條件是 EC 與 TC 值小於 1，表示該類型廠商效率趨偏離效率前線，且技術效率變動亦有退步，其效率變動原因主要受規模效率衰退所影響，表 5 資料內無符合此類型廠商；(4) 技術成長但效率衰退：條件是 EC 值小於 1，但 TC 值大於 1，表示該類型廠商技術變動雖有進步，但效率趨偏離效率前線，其效率變動原因主要受純技術效率的衰退所影響，符合此類型廠商為明基等其他 12 家廠商，其生產力年平均成長率 -1.9%，低

於總平均成長率 5.5%；(5) 效率佳但技術衰退：條件是 EC 值大於 1，但 TC 值小於 1，表示該類型廠商技術變動雖有衰退，但效率趨近效率前緣，表 5 資料內無符合此類型廠商。

3. 廠商發展類型：以廠商各年度技術效率平均值與 Malmquist 生產力平均技術變動率比較，對廠商後續發展可分四個類型予以比較：(1) 高成長高效率類型：條件是廠商 Malmquist 生產力平均技術變動率與各年度技術效率平均值均高於其總平均值，表示該類型廠商具有後續發展優勢，符合此類型廠商有華寶、英華達、仁寶、鴻海、英業達 5 家廠商；(2) 高成長低效率類型：條件是廠商 Malmquist 生產力平均變動率高於其總平均值與各年度技術效率平均值比其總平均值低，表示該類型廠商生產力已改善，技術效率需大幅度改善，符合此類型廠商僅有宏達電 1 家廠商；(3) 低成長高效率類型：條件是廠商 Malmquist 生產力平均技術變動率低於其總平均值，生產力有改善空間，各年度技術效率平均值比其總平均值高，但技術效率值未達 1 者，需持續改善技術效率水準。符合此類型廠商有廣達 1 家廠商；(4) 低成長低效率類型：條件是廠商 Malmquist 生產力平均技術變動率與各年度技術效率平均值均低於其總平均值，表示該類型廠商需同時改善生產力與技術效率，以提升產業競爭力，符合此類型廠商有明基、華冠、光寶、華碩、大霸、啓碁、緯創、神達、楠梓電 9 家廠商。

五、結論與建議

1990 年我國政府推動傳統產業繼續升級外，更制定發展十大新興工業為主的高科技產業政策，選定通訊、資訊、消費性電子、半導體、精密器械與自動化、航太、高級材料、特用化學及製藥、醫療保健及污染防治十項產業為高科技產業，作為傳統產業外移後續經濟發展之重點產業。

經營績效評估的目的，是希望企業藉由本研究效率評估與分析，配合生產力變動情形，來比對經營缺失或資源分配不均，並針對經營缺失擬定改善方向與對策，改善廠商後續經營效率，降

低營業成本，提高業者競爭能力。

5.1 結論

本研究衡量效率值分析、生產力指數分析，說明如下：

1. 效率值分析：效率值以 1 為有效率，越接近 1 表示對所投入的要素越能有效產出。廠商各年度技術效率總平均值為 0.549，仍以鴻海 0.908、華寶 0.870、廣達 0.776 分列前三名，表現最優；至於大霸 0.188 表現最差。廠商各年度純技術效率分析，平均效率值最佳前 3 名為華寶、鴻海、仁寶，其效率值在 0.836 以上。華碩、宏達電、明基 3 家，其效率值僅介於 0.346-0.397 之間，是最需改善技術效率廠商。
2. Malmquist 生產力指數分析：跨年度比較廠商各種效率與生產力變化情形，所有業者僅技術效率變動(TC)逐年有進步；就效率變動率(EC)部份，以宏達電 1.024 最高，效率變動率有改善；其次華寶、仁寶、鴻海其技術效率變動皆為 1。在平均生產力變動指數(TFP)以鴻海 1.503 成長最多，啓碁 0.837 衰退最為嚴重。另依廠商平均生產力變動指數(TFP)與各年度技術效率平均值比較，可將產業發展劃分四大類型，其中高成長與高效率類型較具競爭力為華寶、英華達、仁寶、鴻海、英業達 5 家廠商；而低成長與低效率類型競爭力相對最弱；符合此類型廠商有明基、華冠、光寶、華碩、大霸、啓碁、緯創、神達、楠梓電 9 家廠商。

5.2 建議

綜上研究結果，本研究提出如下建議，希冀針對手機產業經營績效，除提供廠商與政府對後續產業經營與發展所制定經營策略與產業政策的參考，另亦對未來研究方向做說明。

1. 對業者之建言：研究結果顯示 2003-2006 年間各廠商純技術效率平均值皆小於 1，廠商欲提升技術效率，需先由純技術效率方面改善，對於內部資源配置是否妥適、管理能力是否進步，對

於外部產業環境與政府政策之經營與決策能力是否能妥善對應，持續保持相對績效優勢。對於規模報酬遞減階段廠商，建議業者應縮小生產規模，才能達到最適生產規模狀態；規模報酬遞增階段廠商，建議業者應擴大生產規模，才能達到最適生產規模。

Paul, Ernst and Iain (2004)指出，PDA 手機製造業以「價格衰退」、「高研發經費投入比率」或「列舉方式」定義，皆與高科技產業等特性相符合。馬維揚等(民 92)，認為大量科技研究發展是對高科技產業創造高附加價值產品的重要活動。手機製造業屬於政府政策輔導發展的高科技產業，投資於研發經費應占總營業額 5% 以上，以符合 Baruch (1997)對高科技產業定義。林灼榮等(民 96)證實透過自行研發可提升企業競爭力，Miller (2006)說明高科技企業經營績效與科技深化程度有正相關。Lin, Lee and Hung (2006)提出研發創新是企業維持成長與主要競爭優勢。

以上揭文獻一致認為研究發展是科技產業之生存命脈；但觀察受測業者相關財報資料顯示，研發費用均未達到總營業額 5% 以上標準，這是臺灣手機製造業後續發展最大隱憂。未來，業者除需面對國內同業價格競爭外，尚需面對全球產業技術與品質競爭，為掌握關鍵零組件製造技術、提升產品品質，應延攬國內外一流研發設計人才，同時提高研發費用支出，以加速產業升級、提升產品位階與全機設計能力；另需提升管理階層財金管理能力，降低營運資金成本，並結合國外業者策略性設計研發次世代新產品、新技術與新通路，才有機會面對歐美、韓國、日本與中國業者取得全球產業競爭優勢。

2.對政府建言：手機製造業是目前國內凝聚最多資金與人才的產業，但綜觀各項財報資料並檢視廠商經營規模等數據顯示，影響產業效率因素除技術效率，代表廠商對投入資源配置尚需努力改善外，除鴻海外，大部分業者經營規模尚處於規模報酬遞增狀態，急需擴大經營規模提升產業競爭力。規模變動除與業者經營能力有關聯外，政府對產業政策制定也有很大的關鍵因素。因此，政府除在政策面明令督促業者改革方向外，在稅制與金融等實務面亦需持續獎勵投資與

優惠貸款政策，才能有效提升業者達到最適生產規模，以增進競爭能力。

3.未來研究方向：(1)本研究僅針對技術效率進行研討，至於增加價格變數始能分析的配置效率部分，或以資料包絡分析法(DEA)與隨機性參數邊界法(Stochastic Production Frontier Approach, SFA)比較二種方法分析其效率之差異，仍有待後續研究者投入研討；(2)手機廠商屬於製造業，除了強調投入成本與銷貨收入等偏向財務構面量化變數外，後續研究可就技術密集度、風險評等、商譽、服務品質等非量化產出指標，做綜合性的績效比較與探討；(3)部份廠商為規避經營風險，藉併購與成立子公司方式，改變經營規模與方針，是否能達到預期的營運目標，值得進一步探討；(4)本研究僅 4 年期間，若觀察期間愈長，Malmquist 生產力指數對企業與產業生產力成長、衰退之變化分析，會有更大的貢獻。

參考文獻

- 李正文、陳翔修(民 97)，「台灣光電產業之經營效率分析-資料包絡分析法之應用」，中原企管評論，第 6 卷，第 1 期，頁 1-30。
- 李雙傑(民 92)，「中國電子行業上市公司效率分析」，中華管理評論國際學報，第 6 卷，第 3 期，頁 1-25。
- 林灼榮、蔡榮德、邱敬賢、康家維(民 96)，「研發投入與人力資本對台灣紡織與通訊產業生產效率攸關性的研究」，東吳經濟商學學報，第 58 期，頁 89-120。
- 林淑惠(民 92)，「台灣地區行動通訊業者之績效評估」，私立東吳大學經濟系碩士論文。
- 胡志堅、黎漢林(民 93)，「以資料包絡法與投資報酬法評量產業績效-以臺灣 IC 設計業為例」，經濟研究，第 38 卷，第 2 期，頁 203-244。
- 高淑珍、張海青、顏旭良(民 91)，「臺灣高科技產業之核心資源、資源配置策略與經營績效之關連性分析」，台北科技大學學報，第 35-1 期，頁 61-28。
- 高強(民 92)，管理績效評估-資料包絡分析法，台北：華泰文化股份有限公司。
- 馬維揚、林卓民、楊永列(民 92)，「決定高科技產業研發支出因素之探討」，產業論壇，第 5 卷，第 2 期，頁 193-219。
- 黃亭瑜(民 89)，「行動電話效率分析-資料包絡分析法」，東吳大學經濟學系碩士論文。
- 葉萬福(民 90)，「台灣地區行動電話業競爭效率之研究」，國立台灣科技大學企業管理系碩士論文。
- 蔡榮發、蔡宛玲、曾韻文、柯文心(民 94)，「臺灣筆記型

- 電腦公司經營效率之研究」，*中原企管評論*，第3卷，第2期，頁131-146。
- 產業情報(民94)，「通訊業關聯圖暨廠商名錄」，*開文科技*，頁113。
- 產業情報(民94)，「電子零組件關聯圖暨廠商名錄」，*開文科技*，頁37。
- Baruch, Y. (1997), "High Technology Organization-What It Is, What It Isn't", *International Journal of Technology Management*, **13**(2): 179-195.
- Caves, D. W., Christensen, L. R. and Diewert, W. E. (1982), "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity", *Econometrica*, **50**(6): 1393-1414.
- Chames, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1979), "Measuring the Efficiency of Decision-Making Unit", *European Journal of Operational Research*, **3**(4): 339-454.
- Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. and Roos, P. (1992), "Productivity Change in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Nonparametric Malmquist Approach", *Journal of Productivity Analysis*, **3**(1-2): 85-102.
- Farrell, M. J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, **120**(3): 253-281.
- Giokas, D. I. and Pentzaropoulos, G. C. (2000), "Evaluation Productive 3 Efficiency in Telecommunications: Evidence from Greece", *Telecommunications Policy*, **24**(8-9): 781-794.
- Lin, B. W., Lee, Y. and Hung, S. C. (2006), "R&D Intensity and Commercialization Orientation Effects on Financial Performance", *Journal of Business Research*, **59**(6): 679-685.
- Liu, L. C., Lee, C. and Tzeng, G. H. (2004), "DEA Approach for the Current and the Cross Period Efficiency for Evaluating the Vocational Education", **3**(2): 353-374.
- Miller, D. J. (2006), "Technological Diversity, Related Diversification, and Firm Performance", *Strategic Management Journal*, **27**(7): 601-619.
- Paul, D. C., Ernst, R. B. and Iain, M. C. (2004), "Faster, Smaller, Cheaper: An Hedonic Price Analysis of PDAs", *NBER Working Paper No. 10746*, JEL No. C43, L63, O30.
- Thore, S., Kozmetsky, G. and Philips, F. (1994), "DEA of Financial Statements Data: The U.S. Computer Industry", *The Journal of Productivity Analysis*, **5**(3): 229-248.