

台灣與全球紙漿暨造紙工業之 生產力分析，1991-2000： Malmquist 指數之應用

許景翔、尚瑞國*

摘 要

關鍵詞：Malmquist 生產力指數、非參數邊界法、技術變動、效率變動、紙漿暨造紙工業

本文的目的：衡量包括台灣在內全球前 30 大紙漿與紙生產國在 1991-2000 年間的生產力。本文利用非參數邊界法計算 Malmquist 生產力指數，並將指數分解成技術變動與效率變動。實證結果顯示全球紙漿暨造紙工業的生產力年增率以韓國的-0.9%最低，而以加拿大與日本的 2.4%最高。北歐的芬蘭、挪威、瑞典則有 1.4%至 1.6%的表現。台灣紙漿暨造紙工業的生產力年增率達 1.4%，較大多數的新興經濟國家為優。結果亦顯示台灣生產力成長的主要因素乃是效率改善，而非技術進步。

* 作者同為景文技術學院財政稅務系副教授，e-mail:seanhseu@jwit.edu.tw。

新店市 231 安忠路 99 號。本研究承蒙國科會專題研究計畫 NSC91-2313-B-228-001 之補助。

台灣與全球紙漿暨造紙工業之 生產力分析，1991-2000： Malmquist 指數之應用

許景翔、尚瑞國

壹、前 言

紙漿暨造紙工業係與民生息息相關之重要傳統產業，亦為林產工業(製材業、木製傢具業、紙漿與造紙業)之主要產業。¹ 過去二十年來，隨著台灣經濟快速蓬勃的發展，包裝出口貨品所需的紙製品全賴造紙業的供應，同時在國民所得逐漸達到已開發國家水準的同時，社會大眾對文化用紙、家庭衛生用紙的品質與需求亦相對提高，使得臺灣地區紙漿暨造紙工業蓬勃發展，以 2000 年為例，國內紙品的產量佔總消費量的 88%(Miller Freeman, 2001)。

然而，由於台灣森林資源的缺乏以及環保意識的抬頭，國內的紙漿暨造紙工業正面對來自泰國、馬來西亞、印尼等新興國家前所未有的挑戰。同時，進口紙漿與污染防治立法已大幅增加台灣紙漿暨造紙工業的生產成本，使得近年來有部份紙廠討論購併的可能性，希望藉此能降低經營生產成本，從而保持競爭力，開創永續經營的條件。此外，已開發國家紙漿暨造紙工業間的競爭也相當激烈，圖一顯示這些森林蘊藏豐富的國家在 2000 年全球紙與紙板總產量的佔有率，各國間也很注意彼此競爭力的發展。

¹ 根據經濟部統計處之資料，2000 年台灣地區紙漿與造紙工業之產值約佔林產工業總產值的 82%。

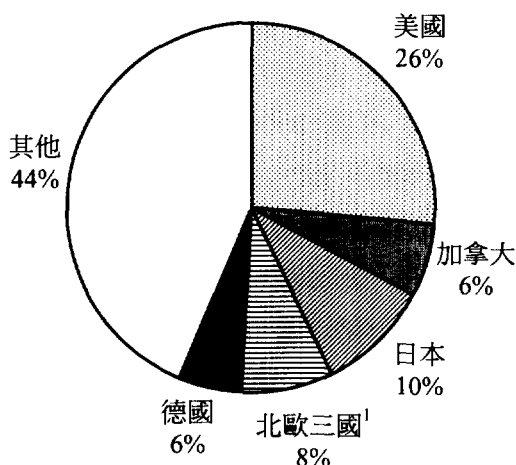


圖 1 各國佔 2000 年全球紙與紙板總產量之百分比

¹ 芬蘭、挪威、瑞典

資料來源：Pulp and Paper International (Miller Freeman, 2001)。

吾人要瞭解產業的競爭力，必須分析其生產力，因為生產力正是競爭力的最佳指標。生產力可衡量單一廠商、產業、甚或是整個經濟體如何有效地將投入轉化成產出。生產力能反映出許多生產過程的特徵，包括技術水準、生產規模、以及投入品質。高的生產力顯示：利用等量之投入可以獲得較多的產出；或者，利用較少之投入可以獲得等量的產出。因此，正確的生產力衡量將有助於吾人評估產業的表現。而國際間生產力的比較則可顯示：相較於國外相同的產業之下，國內產業的競爭力水準。在勞工合約談判與貿易糾紛中，生產力亦是常被陳述的論點。1980 年代末，美國製材業控訴加拿大政府對木材出口不公平的補貼而導致兩國的貿易糾紛中，生產力常被兩造雙方提出來支持自己的論點。例如，加拿大談判代表指陳：加拿大木材在美國市場的高佔有率乃是由於加拿大製材工業之勞動生產力與木材生產力較高的緣故，而不是由於對木材生產業者的補貼。

在過去，研究紙漿暨造紙工業生產力的主要方法之一為利用計量迴歸，估計生產函數、成本函數、或是利潤函數，進而求得生產力(Bernstein, 1989; De Borger and Buongiorno,

1985; Martinello, 1985; Nautiyal and Singh, 1986; Quick et al. 1990; Sherif, 1983)。上述利用計量經濟方法之研究，通常以對偶成本或利潤函數為理論基礎，同時以成本最小化或利潤最大化為生產者行為假設。此外，為了取得足夠的自由度，數據資料一般都經過特定程度的總合(aggregate)也就是，在總合投入與產出的同時，則武斷地採取分離性(separability)假設，而容易產生加總性(aggregation)問題。再者，在面對廠商複雜的生產過程，吾人實在很難知道所假設的函數是否近似未知的實際生產技術，容易造成設定錯誤(specification error)的問題。同時，在分析的過程中，如果出現某一特定假設無法通過檢測，將很難判斷是數據資料或者是函數模型無法滿足該假設命題(Varian, 1984)。而且，數據資料的稀少與不完備亦會造成參數估計是否精確的疑慮。

第二種方法則是使用指數理論推算生產力(Frank *et al.*, 1990; Hseu and Buongiorno, 1994; Hseu and Pan, 2000; Oum *et al.*, 1990)。此法也需要一特定生產技術的隱含假設(如 Cobb-Douglas, translog, 或是 generalized Leontief)。並且均先假設各期間的所有決策單位(Decision Making Unit, DMU)皆位於生產邊界上，而忽略了某些決策單位可能無效率的事實，因此無法分析生產效率的變化對生產力所造成的影響。而較常用的 Törnqvist-Theil 指數除了具有前述的缺點之外，其在總合產出、投入時，還必須要有各項產出的收益比率與投入的成本比率的資料，在跨國分析中很難達到如此的資料要求。

基於上述計量經濟與指數方法的缺點。另一分析生產力的方法為非參數法(nonparametric approach)。非參數法可利用稀少的現存觀測資料，而且不似標準的可曲(flexible)方程式模型，無需假設觀測值間存在平滑的特性(二次連續可微)。Orr and Lee(1990)首先採用非參數法研究美國紙業。隨後，Hseu and Buongiorno(1994)與 Hseu and Pan(2000)亦利用非參數法，使用低總合數據資料，在利潤最大化的前提下，分別探討美國、加拿大與台灣造紙工業的生產力²。

² 此外，彭妙玉(1998)、陳杏如(2000)亦分別針對台灣地區紙漿暨造紙工業之產業發展歷程以及產業獲利能力進行研究。

在生產力衡量的新近發展上，以結合資料包絡分析(Data Envelopment Analysis, DEA) 計算 Malmquist 生產力指數的方法最令人矚目(Charnes *et al.*, 1997; Fried *et al.*, 1993)。此法的優點在於可以允許決策單位的無效率，進而區分出技術與效率變動。同時，Malmquist 生產力指數也無需對生產者行為做利潤最大化或是成本最小化的假設。由於 Malmquist 指數不僅提供決策單位間的生產力(競爭力)比較，亦可瞭解個別決策單位跨期的技術與效率變動，因此在醫院(李文福、王媛慧，民國 87 年; Färe *et al.*, 1989)、藥局(Färe *et al.*, 1992, 1995)、乃至國家(Färe *et al.*, 1994)的生產力與效率分析上，Malmquist 指數被廣為運用；但是在相同產業的跨國分析上，Malmquist 指數的運用仍屬少見。

為了摒棄特定生產函數與利潤最大化或成本最小化的假設前提，並允許無效率的情況，本文的目的是以 Malmquist 指數來衡量台灣與全球紙漿暨造紙工業之生產力。本文的架構如下：首先介紹 Malmquist 生產力指數的理論基礎；接著陳述資料來源與投入、產出項目；隨後討論實證結果；最後為結論。

貳、Malmquist 生產力指數

本文應用 Färe *et al.*(1994)一文中所提出的 Malmquist 指數來衡量總要素生產力(Total Factor Productivity, TFP)，此法無需特定生產技術與生產者行為的假設。生產力的計算方式為兩個 Malmquist 生產力指數的幾何平均數。Caves *et al.*, (1982a, 1982b) 所介紹的 Malmquist 指數乃建構自距離函數，可以區分出效率變動。與 Törnqvist 指數不同的是，Malmquist 指數不需要產出與投入的價格或是成本比率與收益比率的資料。

國立中興大學 

National Chung Hsing University

令 P 為產業的生產可能集合， x^t 、 y^t 以及 x^{t+1} 、 y^{t+1} 分別為 t 與 $t+1$ 期的投入與產出向量， t 與 $t+1$ 期的產出距離函數(output distance function)³ 可定義為：

$$\begin{aligned} D_o^t(x^t, y^t) &= \inf\{\theta : (x^t, y^t / \theta) \in P^t\} \\ D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) &= \inf\{\theta : (x^{t+1}, y^{t+1} / \theta) \in P^{t+1}\} \end{aligned} \quad (1)$$

其中， θ 代表使得產業達到生產邊界 (production frontier) 所有產出所需的增加比率。為了計算 Malmquist 指數，除了式(1)中 t 與 $t+1$ 兩期的產出距離函數外，我們必須定義兩個不同時期(mixed period)的產出距離函數：

$$\begin{aligned} D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) &= \inf\{\theta : (x^{t+1}, y^{t+1} / \theta) \in P^t\} \\ D_o^{t+1}(x^t, y^t) &= \inf\{\theta : (x^t, y^t / \theta) \in P^{t+1}\} \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)中， $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 距離函數衡量產出的最大增加比率，使得 (x^{t+1}, y^{t+1}) 可以在 t 期的技術下達成。同樣地， $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ 距離函數衡量產出的最大增加比率，使得 (x^t, y^t) 可以在 $t+1$ 期的技術下達成。

Caves et al. (1982a) 將相對於 t 期技術的 Malmquist 生產力指數定義為：

$$M_o^t = \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (3)$$

而相對於 $t+1$ 期技術的 Malmquist 生產力指數為：

³ 值得說明的是 Malmquist 生產力指數中的距離函數(distant function)可採用投入面(input-based)以及產出面(output-based)兩種方式估算，而本文採用的是產出面求算之距離函數，有關距離函數的求算方式以及使用產出距離函數優點的討論請參考 Färe, Grosskopf and Lovell(1994); Charnes, Cooper, Lewin and Seiford(1997)。

$$M_o^{t+1} = \frac{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)} \quad (4)$$

Färe et al. (1994) 利用上述兩個 Malmquist 指數之幾何平均數，在固定規模報酬 (constant returns to scale, CRS) 的假設下衡量生產力：

$$M_o(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1}, \mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) = \left[\frac{D_o^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)}{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)} \times \frac{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

$M_o(\bullet) > 1$ 代表代表生產力上升； $M_o(\bullet) = 1$ 代表生產力不變； $M_o(\bullet) < 1$ 代表生產力下降。

根據 Färe et al. (1994) 式(5)可以重新改寫為：

$$M_o(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1}, \mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) = \frac{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)}{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)} \left[\frac{D_o^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)} \times \frac{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

其中， $\left[\frac{D_o^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)} \times \frac{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)} \right]^{\frac{1}{2}}$ 部份代表生產邊界隨著時間而改變的程

度，可以衡量技術的變動 (technical change, TC)， $TC > 1$ 代表技術進步， $TC < 1$ 表示技

術退步。而 $\left[\frac{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)}{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)} \right]$ 的比率表示實際產出水準距離生產邊界遠近的程度，因

此可以衡量效率變動 (efficiency change, EC)， $EC > 1$ 代表效率改善， $EC < 1$ 代表效率惡化。

假設在每一期間 $t = 1, \dots, T$ ，共有 J 觀測點 $j = 1, \dots, J$ ，利用投入 $x_n^{j,t}$ ， $n = 1, \dots, N$ 生產產出 $y_m^{j,t}$ ， $m = 1, \dots, M$ ，則 t 期的技術前緣如下：

$$S^t = \left\{ (\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t) : y_m^t \leq \sum_{j=1}^J \lambda^{j,t} y_m^{j,t}, m = 1, \dots, M, \right.$$

國立中興大學

National Chung Hsing University

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^J \lambda^{j,t} x_n^{j,t} &\leq x_n^{j,t}, n = 1, \dots, N, \\ \lambda^{j,t} &\geq 0, j = 1, \dots, J \end{aligned} \quad (7)$$

其中， $\lambda^{j,t}$ 為強度變數，代表生產過程中某特定行為可以加強的程度。式(1)與式(2)中構成 Malmquist 生產力的四個距離函數 $D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ 、 $D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$ 、 $D_o^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$ 及 $D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ 可以利用類似資料包絡分析 (Data Envelopment Analysis) 的線性規劃方法求解。求解 $D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ 的線性規劃問題為：

$$\begin{aligned} [D_o^t(\mathbf{x}^{j,t}, \mathbf{y}^{j,t})]^{-1} &= \max_{\theta} \theta \\ \text{subject to} \quad \theta y_m^{j,t} - \sum_{j=1}^J \lambda^{j,t} y_m^{j,t} &\leq 0, m = 1, \dots, M \\ \sum_{j=1}^J \lambda^{j,t} x_n^{j,t} &\leq x_n^{j,t}, n = 1, \dots, N \\ \lambda^{j,t} &\geq 0, j = 1, \dots, J \end{aligned} \quad (8)$$

$D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$ 的計算如式(8)，其中將 t 替換為 $t+1$ 。

而求算 $D_o^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$ 及 $D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ 兩個距離函數時則需要跨期資訊⁴。求解 $D_o^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$ 的線性規劃問題為：

$$\begin{aligned} [D_o^t(\mathbf{x}^{j,t+1}, \mathbf{y}^{j,t+1})]^{-1} &= \max_{\theta} \theta \\ \text{subject to} \quad \theta y_m^{j,t+1} - \sum_{j=1}^J \lambda^{j,t} y_m^{j,t} &\leq 0, m = 1, \dots, M \end{aligned}$$

⁴ 亦即在求解 $D_o^t(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1})$ 及 $D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ 跨期距離函數之線性規劃問題時，必需同時使用 t 與 $t+1$ 兩期的觀察值，因為給定 t 期 ($t+1$ 期) 的投入產出組合時，相對的參考技術是以 $t+1$ 期 (t 期) 的觀察值所建立起來的，參考 Färe, Grosskopf and Lovell(1994) 的討論。

$$\sum_{j=1}^J \lambda^{j,t} x_n^{j,t} \leq x_n^{j,t+1}, n=1, \dots, N$$

$$\lambda^{j,t} \geq 0, j=1, \dots, J \quad (9)$$

$D_o^{t+1}(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t)$ 的計算如式(9)，其中 t 與 $t+1$ 互相調換⁵。

雖然我們在固定規模報模下計算 Malmquist 指數，然而 Färe et al. (1994) 指出：式(8)與式(9)加入 $\sum_{j=1}^J \lambda^{j,t} = 1$ 的限制後，則可求解變動規模報酬(variable returns to scale, VRS)

下的距離函數，從而使我們能夠進一步分析廠商生產規模隨著時間的推移而變化的情形。

因此，式(6)中衡量效率變動的部份 $\left[\frac{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)}{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)} \right]$ 可以進一步分解成純粹效率

變動 (pure efficiency change, PEC) $\left[\frac{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | VRS)}{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | VRS)} \right]$ 與規模效率變動 (scale efficiency

change, SEC) $\left[\frac{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | CRS)}{D_o^{t+1}(\mathbf{x}^{t+1}, \mathbf{y}^{t+1} | VRS)} \times \frac{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | VRS)}{D_o^t(\mathbf{x}^t, \mathbf{y}^t | CRS)} \right]$ 。使得式(6)中的 Malmquist 生產力指

數由原先 $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = TC \times EC$ 的形式，進一步分解成為 $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = TC \times PEC \times SEC$ 。SEC > 1 代表產業趨近長期的最適規模，SEC < 1 代表產業偏離長期的最適規模。

⁵ 所求解出當期距離函數 $D_o^t(x^t, y^t)$ 、 $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 值的範圍不大於 1；而跨期距離函數 $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 、 $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ 則可能大於、等於或小於 1，詳細的討論參考 Färe, Grosskopf and Lovell(1994); Charnes, Cooper, Lewin and Seiford(1997)。

參、資料來源

本文的實證資料主要來取自於 Miller Freeman 所出版 *Pulp and Paper International* 中有關歐洲(Europe)、北美(North America)、亞澳(Asia/Australasia)、拉丁美洲(Latin America)、非洲(Africa)等五大區域中各國在 1991-2000 年間紙漿暨造紙工業之統計。而本文是以前所統計的全球前 30 大紙漿與紙生產國之資料作為實證分析之基礎，但是由於部份國家的資料不完備，最後進行分析的國家為 27 個，其分別為阿根廷(Argentina)、澳洲(Australia)、奧地利(Austria)、比利時(Belgium)、巴西(Brazil)、加拿大(Canada)、智利(Chile)、芬蘭(Finland)、法國(France)、德國(Germany)、印度(India)、印尼(Indonesia)、義大利(Italy)、日本(Japan)、韓國(Korea)、墨西哥(Mexico)、荷蘭(Netherlands)、紐西蘭(New Zealand)、挪威(Norway)、葡萄牙(Portugal)、西班牙(Spain)、瑞典(Sweden)、瑞士(Switzerland)、台灣(Taiwan)、土耳其(Turkey)、英國(UK)、美國(USA)。本文採用 1991 至 2000 年的年資料。每個國家的紙漿造紙業皆被視為多產出、多投入的產業。產出為：紙漿、紙與紙板等兩種。投入為：紙漿產能、紙與紙板產能、雇員工數等三種。使用產能的目的乃是作為資本的代理變數。投入產出變數資料的敘述統計示於附錄。

肆、實證結果

一、生產力變動

表 1 顯示台灣與全球紙漿暨造紙工業在 1991-2000 期間的生產力變動(如式(5)之 Malmquist 生產力所示)。如前所述，Malmquist 指數大於 1 代表生產力改善。

就國家而言，1991-2000 期間的年平均生產力變動僅有韓國與瑞士呈現負成長，分別為-0.9%與-0.4%。其他國家的年平均生產力變動則介於 0.1%與 2.4%之間，其中以加拿大與日本的表現最佳。台灣的年平均生產力成長 1.4%，不僅優於鄰近的印尼(0.2%)與韓國(-0.4%)，亦較美國(0.1%)、法國(0.2%)、德國(1.0%)、義大利(0.1%)等已開發國家為高，而與芬蘭、挪威、瑞典等北歐三國接近(其年平均生產力成長則介於 1.4%至 1.6%之間)。

就期間而言，全球紙漿暨造紙工業的平均生產力在 1991-92、1993-94、1996-97、1998-99 與 1999-2000 等 5 個期間呈現成長。特別是在 1993-94 年間的成長率達到 7.1%，其中只有智利與紐西蘭兩個國家呈現生產力衰退。但是，觀測區間內也有 4 個期間呈現生產力衰退的現象，衰退程度介於-0.5%與-2.9%之間。總括言之，每個國家在 1991 至 2000 年間的生產力呈現上下起伏的波動，無任一國家的年生產力持續成長或衰退。某些國家生產力變動的起伏在特定期間顯得相當劇烈，以台灣為例，1991-92 的生產力年增率為 11.6%，但是 1992-93 的生產力則衰退了 11.5%。

表 1 台灣與全球紙漿暨造紙工業之生產力變動，1991-2000

國 別	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	平均值
Argentina	1.036	0.961	1.228	0.953	0.953	1	1.003	0.894	1.076	1.012
Australia	1.202	0.851	1.105	0.861	1.129	0.97	1.014	1.021	1.024	1.020
Austria	1.026	0.99	1.049	0.947	0.99	1.028	1.045	0.966	1.136	1.020
Belgium	1.023	0.85	1.181	0.989	0.901	1.074	1.006	1.011	0.971	1.001
Brazil	1.01	0.983	1.058	0.935	0.996	1.035	0.998	1.063	0.989	1.007
Canada	1.008	1.065	1.117	1.003	0.964	1.021	0.951	1.051	1.038	1.024
Chile	1.175	0.965	0.925	1.091	1.06	0.876	1.104	0.851	1.113	1.018
Finland	1.026	0.969	1.073	0.984	0.925	1.101	1.001	1.011	1.032	1.014
France	0.948	0.991	1.043	0.978	0.952	1.105	1.003	1.015	0.984	1.002
Germany	0.927	0.983	1.133	0.961	1.01	1.046	0.93	1.053	1.045	1.010
India	0.946	0.894	1.103	1.063	0.803	1.018	1.113	1.04	1.021	1.000
Indonesia	1.091	0.884	1.05	0.971	1.136	0.913	1.017	0.971	0.984	1.002
Italy	1.006	0.989	1.086	0.99	0.939	1.091	0.915	0.999	0.991	1.001
Japan	0.964	0.983	1.061	1.077	1.011	1.009	0.985	1.061	1.069	1.024
Korea	0.978	1	1.033	1.004	0.95	0.916	0.896	1.122	1.021	0.991
Mexico	0.946	1.009	1.038	1.042	1.004	1.065	1.038	0.994	0.936	1.008
Netherlands	0.873	1.029	1.048	1.026	0.975	1.062	0.986	1.009	1.052	1.007
New Zealand	0.966	1.007	0.972	1.045	0.958	1.028	1	1.034	1.041	1.006
Norway	0.945	1.088	1.066	0.962	0.918	1.133	0.932	1.089	0.998	1.015
Portugal	0.989	0.954	1.054	1.008	0.941	1.023	1.019	1.012	1.029	1.003
Spain	0.995	0.947	1.028	1.066	1.006	1.036	0.998	0.999	1.028	1.011
Sweden	0.99	1.04	1.059	0.989	0.942	1.024	1.007	1.029	1.062	1.016
Switzerland	0.986	0.995	1.123	0.874	1.02	1.008	0.934	1.021	1.002	0.996
Taiwan	1.116	0.885	1.077	1.004	0.953	1.004	0.971	1.076	1.044	1.014
Turkey	1.195	0.852	1.112	1.058	0.844	1.037	0.979	0.963	1.042	1.009
UK	1.029	1.034	1.061	0.979	0.961	1.04	0.977	1.043	0.998	1.014
USA	1.002	1.014	1.039	0.995	0.982	1.004	0.984	1.013	0.978	1.001
平均值	1.015	0.971	1.071	0.995	0.971	1.025	0.993	1.015	1.026	1.009

國立中央大學

National Chung Hsing University

二、技術變動

表 2 顯示技術進步或衰退。在觀測期間內，計有比利時、印尼、義大利(Italy)與瑞士(Switzerland)的年平均技術變動率為負值，但只約為-0.2%至-0.3%。年平均技術進步最高的國家為日本，達 2.5%，其次為加拿大的 2.4%。台灣的技术變動值約為 1，代表技術並無進步或衰退的情況。

若針對期間而言，全球紙漿暨造紙工業在 4 個期間呈現技術進步，在 5 個期間呈現技術衰退。仔細觀察每一國家在各個期間技術變動的情形，吾人發現全球紙漿暨造紙工業的技術進步似乎具有相似的趨勢：在 1993-94、1996-97、1998-99、1999-2000 四個呈現技術進步的時期中，分別只有 1 個、6 個、5 個及 2 個國家呈現技術退步。

表 2 台灣與全球紙漿暨造紙工業之技術變動，1991-2000

國 別	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	平均值
Argentina	0.97	0.971	1.049	0.988	0.959	0.996	0.994	1.012	1.069	1.001
Australia	1.145	0.851	1.105	0.906	1.072	0.97	1.014	1.021	1.024	1.012
Austria	0.992	1.005	1.049	0.98	1.006	1.01	1	1.005	1.051	1.011
Belgium	0.984	0.972	1.048	0.968	0.961	1.007	1.006	1.011	1.018	0.997
Brazil	0.989	0.94	1.054	0.999	0.952	1.024	1.009	1.022	1.081	1.008
Canada	1.008	1.065	1.117	1.003	0.964	1.021	0.951	1.051	1.038	1.024
Chile	1.175	0.965	0.925	1.091	1.06	0.876	1.104	0.851	1.113	1.018
Finland	1.001	1.003	1.055	0.963	0.98	1.029	0.986	1.033	1.042	1.010
France	0.98	1.004	1.054	0.987	0.993	1.018	0.987	1.006	1.025	1.006
Germany	0.96	1	1.061	0.962	1.004	1.046	0.943	1.039	1.045	1.007
India	1.019	0.992	1.13	0.904	0.998	0.997	0.991	1.025	1.043	1.011
Indonesia	1.053	0.911	1.096	0.919	0.964	1	0.988	1.009	1.045	0.998
Italy	0.977	0.993	1.054	0.976	0.946	1.083	0.915	1.006	1.035	0.998
Japan	0.964	0.983	1.061	1.077	1.032	0.989	0.985	1.061	1.069	1.025
Korea	0.966	0.989	1.057	0.971	0.962	1.058	0.991	1.003	0.998	0.999
Mexico	1.008	0.975	1.064	0.95	1.015	0.995	1.01	0.992	1.002	1.001

表 2 台灣與全球紙漿暨造紙工業之技術變動，1991-2000(續)

國 別	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	平均值
Netherlands	0.873	1.029	1.048	1.026	0.975	1.062	0.986	1.009	1.052	1.007
New Zealand	0.961	0.956	1.05	0.996	0.95	1.005	1.058	1.004	1.118	1.011
Norway	1.017	1.016	1.058	0.964	0.97	1.049	0.97	1.046	0.998	1.010
Portugal	0.989	0.953	1.054	1.008	0.941	1.023	1.019	1.012	1.05	1.005
Spain	0.978	0.99	1.044	0.968	1.009	1.02	0.999	0.997	1.028	1.004
Sweden	0.99	1.04	1.059	0.989	0.942	1.024	1.007	1.029	1.062	1.016
Switzerland	0.986	0.995	1.123	0.895	0.997	1.013	0.964	0.997	1.008	0.998
Taiwan	0.961	0.983	1.052	0.966	0.976	1.045	0.916	1.029	1.074	1.000
Turkey	0.985	0.975	1.085	0.95	1.017	1.016	1.008	0.989	1.015	1.004
UK	0.972	0.982	1.055	0.979	0.989	1.017	1.003	1.009	1.007	1.001
USA	1.002	1.014	1.039	0.995	0.982	1.004	0.984	1.013	1.038	1.008
平均值	0.996	0.983	1.061	0.977	0.986	1.015	0.992	1.010	1.043	1.007

三、效率變動

表 3 顯示效率變動。若產業在相鄰兩時期皆有效率，則相對效率將不會有所變化，於是表 3 中效率變動值將等於 1。在 1991 至 2000 年間，加拿大、智利、荷蘭與瑞典在全部期間皆呈現效率。某些國家的效率變動上下起伏，如阿根廷、印尼、韓國、台灣等；某些國家僅在少數期間呈現效率變動，如澳大利亞、日本、葡萄牙與美國等。

就如式(6)所示，技術變動與效率變動的乘積為生產力變動。因此，吾人可自表 2 與表 3 得知是否技術進步、或是效率改善、或是兩者共同造成生產力的成長。例如，台灣紙漿暨造紙工業的年平均技術變動增加 0%（表 2 中，年平均技術變動值=1.000），而年平均效率變動增加 1.6%（表 3 中，年平均效率變動值=1.016），此兩種效果造成生產力的年平均成長率為 1.4%（表 1 中，年平均生產力變動值=1.014）。⁶由此可知，台灣紙漿

⁶ 小數點以下的進位問題造成表 2 與表 3 的年平均技術變動值與效率變動值乘積未能等於表 1 的年平均生產力變動值。

表3 台灣與全球紙漿暨造紙工業之效率變動，1991-2000

國 別	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	平均值
Argentina	1.068	0.99	1.171	0.964	0.994	1.004	1.009	0.884	1.007	1.010
Australia	1.05	1	1	0.95	1.052	1	1	1	1	1.006
Austria	1.035	0.985	1	0.966	0.984	1.018	1.045	0.961	1.081	1.008
Belgium	1.04	0.874	1.127	1.022	0.937	1.067	1	1	0.954	1.002
Brazil	1.021	1.046	1.004	0.935	1.046	1.011	0.989	1.04	0.915	1.001
Canada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chile	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Finland	1.024	0.966	1.018	1.022	0.943	1.069	1.015	0.979	0.99	1.003
France	0.967	0.987	0.989	0.991	0.959	1.086	1.016	1.01	0.96	0.996
Germany	0.966	0.982	1.067	0.999	1.006	1	0.986	1.014	1	1.002
India	0.928	0.902	0.976	1.177	0.804	1.022	1.123	1.015	0.979	0.992
Indonesia	1.036	0.971	0.958	1.057	1.178	0.913	1.029	0.962	0.942	1.005
Italy	1.029	0.996	1.03	1.014	0.993	1.008	1	0.994	0.958	1.002
Japan	1	1	1	1	0.98	1.02	1	1	1	1.000
Korea	1.013	1.011	0.977	1.035	0.988	0.865	0.905	1.118	1.023	0.993
Mexico	0.938	1.034	0.976	1.097	0.99	1.07	1.027	1.002	0.934	1.008
Netherlands	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
New Zealand	1.005	1.053	0.926	1.049	1.009	1.023	0.945	1.03	0.931	0.997
Norway	0.929	1.07	1.007	0.997	0.946	1.08	0.961	1.041	1	1.003
Portugal	1	1	1	1	1	1	1	1	0.98	0.998
Spain	1.017	0.956	0.984	1.102	0.996	1.016	0.998	1.002	1	1.008
Sweden	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Switzerland	1	1	1	0.977	1.023	0.994	0.969	1.024	0.994	0.998
Taiwan	1.161	0.9	1.024	1.04	0.976	0.961	1.06	1.046	0.972	1.016
Turkey	1.213	0.874	1.025	1.114	0.83	1.021	0.972	0.974	1.027	1.006
UK	1.059	1.053	1.007	1	0.972	1.023	0.974	1.033	0.99	1.012
USA	1	1	1	1	1	1	1	1	0.942	0.994
平均值	1.018	0.987	1.010	1.019	0.985	1.010	1.001	1.005	0.984	1.002

暨造紙工業的生產力成長主要來自效率改善的貢獻。此現象卻與全球的趨勢相反，全球紙漿暨造紙工業的年平均技術與效率變動分別為 0.7%與 0.2%。因此，一般而言，技術進步對全球紙漿暨造紙工業生產力成長的貢獻較效率改善為多。

四、純粹效率變動與規模效率變動

在允許變動規模報酬的假設下，效率變動可以進一步分解成純粹效率變動與規模效率變動，分別示於表 4 與表 5 中。表 4 顯示台灣紙漿暨造紙工業的純粹效率變動上下波動，但整個觀測期間的年平均純粹效率變動成長了 1.5%。而加拿大、德國、日本、美國等國家的純粹效率變動皆等於 1，意味著相對純粹效率沒有變化。

表 5 顯示加拿大、智利、荷蘭、與瑞典在觀測期間都維持最適規模，因為規模效率變動值皆為 1。雖然台灣的規模效率變動平均值等於 1，但是在不同時期呈現趨近最適規模（規模效率變動值大於 1），或是偏離最適規模（規模效率變動值小於 1）。

表 4 台灣與全球紙漿暨造紙工業之純粹效率變動，1991-2000

國 別	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	平均值
Argentina	1.063	1.01	1.156	0.955	1.022	1.002	0.993	0.905	0.994	1.011
Australia	1	1	1	0.978	1.023	1	1	1	1	1.000
Austria	1.058	0.979	1.019	0.954	0.964	1.011	1.051	0.956	1.08	1.008
Belgium	1	1	1	1	0.961	1.041	1	1	0.978	0.998
Brazil	1.043	0.985	1	0.934	1.046	1.013	1.001	1.025	0.945	0.999
Canada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chile	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Finland	1.027	0.957	1.034	1.006	0.951	1.076	1.007	0.978	0.996	1.004
France	0.972	0.995	0.989	0.978	0.96	1.073	1.025	1.009	0.979	0.998
Germany	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
India	0.915	0.902	0.997	1.136	0.803	1.021	1.128	1.021	0.974	0.989

表4 台灣與全球紙漿暨造紙工業之純粹效率變動，1991-2000(續)

國別	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	平均值
Indonesia	1.031	0.969	1.014	0.994	1.176	0.915	1.038	0.962	0.943	1.005
Italy	1.042	0.992	1.009	1.004	1	1	1	1	1	1.005
Japan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Korea	1	1	0.999	1.001	1	0.909	0.956	1.088	1.035	0.999
Mexico	0.952	1.023	0.958	1.106	1.01	1.041	1.042	0.991	0.932	1.006
Netherlands	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
New Zealand	1.021	1.031	0.935	1.07	1	1	1	1	1	1.006
Norway	0.993	1.007	1	1	0.938	1.067	0.968	1.033	1	1.001
Portugal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spain	0.997	0.968	0.967	1.108	1.007	1	1	1	1	1.005
Sweden	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Switzerland	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Taiwan	1.146	0.938	0.988	1.037	0.98	0.955	1.073	1.036	0.982	1.015
Turkey	1.316	0.799	1.054	1.154	0.779	1.027	0.964	0.974	1.053	1.013
UK	1.093	1	1	1	0.987	1.008	0.988	1.018	1	1.010
USA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
平均值	1.025	0.984	1.004	1.015	0.985	1.006	1.009	1.000	0.996	1.003

國立中興大學



National Chung Hsing University

表 5 台灣與全球紙漿暨造紙工業之規模效率變動，1991-2000

國 別	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	平均值
Argentina	1.005	0.98	1.013	1.01	0.973	1.001	1.015	0.977	1.013	0.999
Australia	1.05	1	1	0.972	1.029	1	1	1	1	1.006
Austria	0.978	1.007	0.981	1.012	1.021	1.007	0.994	1.005	1.001	1.001
Belgium	1.04	0.874	1.127	1.022	0.976	1.025	1	1	0.975	1.004
Brazil	0.979	1.062	1.004	1.001	1	0.998	0.988	1.015	0.968	1.002
Canada	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chile	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Finland	0.997	1.009	0.985	1.015	0.992	0.994	1.008	1	0.994	0.999
France	0.995	0.992	1	1.013	0.999	1.012	0.992	1.001	0.981	0.998
Germany	0.966	0.982	1.067	0.999	1.006	1	0.986	1.014	1	1.002
India	1.015	0.999	0.979	1.036	1.001	1.001	0.995	0.994	1.005	1.003
Indonesia	1.005	1.001	0.945	1.064	1.001	0.998	0.991	1	0.998	1.000
Italy	0.988	1.004	1.021	1.01	0.993	1.008	1	0.994	0.958	0.997
Japan	1	1	1	1	0.98	1.02	1	1	1	1.000
Korea	1.013	1.011	0.978	1.034	0.988	0.952	0.946	1.027	0.989	0.993
Mexico	0.985	1.011	1.019	0.992	0.98	1.028	0.986	1.011	1.002	1.002
Netherlands	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1)
New Zealand	0.984	1.021	0.99	0.981	1.009	1.023	0.945	1.03	0.931	0.990
Norway	0.936	1.063	1.007	0.997	1.009	1.013	0.993	1.008	1	1.003
Portugal	1	1	1	1	1	1	1	1	0.98	0.998
Spain	1.021	0.987	1.018	0.995	0.99	1.016	0.998	1.002	1	1.003
Sweden	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1)
Switzerland	1	1	1	0.977	1.023	0.994	0.969	1.024	0.994	0.998
Taiwan	1.013	0.96	1.036	1.003	0.997	1.006	0.988	1.009	0.99	1.000
Turkey	0.922	1.093	0.972	0.965	1.066	0.993	1.008	1	0.975	0.999
UK	0.969	1.053	1.007	1	0.985	1.015	0.986	1.015	0.99	1.002
USA	1	1	1	1	1	1	1	1	0.942	0.994
平均值	0.995	1.004	1.006	1.004	1.001	1.004	0.992	1.005	0.988	1.000

從上述的實證分析結果中，我們可以得知在 1991-2000 年這段期間，台灣紙漿造紙工業生產力有相當幅度的成長。進一步分析其生產力的來源，發現生產效率的提昇是推動台灣紙漿造紙工業生產力成長的主要力量。此外，台灣紙漿造紙工業的規模效率在不同期間呈現趨近最適規模或偏離最適規模的情況。

上述的分析結果，可以透過台灣紙漿造紙產業狀況進一步地予以闡釋。就廠商的生產規模而言，根據陳杏如(民國 89 年)的統計，在加入造紙公會的 147 家廠商中，年營業額少於新台幣一億元之廠商有 64 家，約佔全體會員廠商的 44%，顯示台灣紙漿造紙廠商以中小型企業的生產經營型態居多，無法發揮規模經濟的生產效益。因此，從表 5 中我們可以發現相較於美國、加拿大、瑞典、日本等林業先進國家，台灣紙漿造紙工業規模效率於分析期間內呈現較大幅度波動現象。

此外，受限於國內本身林木資源環境的限制，使得國產紙漿僅能滿足國內市場需求量的 30%，其餘不足部分則仰賴進口挹注，因此生產成本易受外來因素的影響；再加上近年來污染防治成本的快速增加，使得國內紙漿造紙廠商獲利不易，從而降低其研發創新、引進新生產製程的意願，而多以組織、經營策略的調整，期能永續經營(彭妙玉，民國 87 年；陳杏如，民國 89 年)，乃至於生產效率的提昇成為台灣紙漿造紙工業生產力成長的主要可能原因。

針對上述的產業狀況，以及因應加入 WTO 市場開放後激烈的競爭環境，政府應鼓勵廠商進行垂直或水平的整合以調整生產規模，同時提供租稅減免等誘因，鼓勵廠商紙漿造紙製程技術的開發創新，生產高附加價值的紙品，以提昇產品在國際市場上的競爭力。

伍、結論

本文應用 Malmquist 非參數法衡量台灣與全球紙漿暨造紙工業在 1991 至 2000 年間的總要素生產力。Malmquist 指數建構自產出距離函數，無須假設特定的生產技術與生產者行為，而且只需數量資料來求解線性規劃問題。Malmquist 指數可以分解成技術、效率與規模變動，以供吾人瞭解造成生產力變動的主要因素為何。

結果顯示全球紙漿暨造紙工業的生產力成長以加拿大與日本的表現最佳，皆為 2.4%；而以韓國的-0.9%為最低。台灣紙漿暨造紙工業在 1991 至 2000 年間的生產力年增率約為 1.4%，優於大部分的開發中國家（僅智利除外）與部份已開發國家。Hseu and Pan（2000）利用 Törnqvist-Theil 指數衡量台灣紙漿暨造紙工業在 1981 至 1994 年間的生產力，也獲得 1.4%年增率的結果。

將 Malmquist 指數分解成技術與效率變動後，吾人發現全球紙漿暨造紙工業生產力成長的主要因素是技術進步，而非效率改善。然而，台灣卻有不同的趨勢，其生產力成長的主要因素是效率的改善。其他結果顯示規模效率變動對生產力變動僅有些微的影響。

Malmquist 非參數法在衡量多國相同產業的生產力上雖有其優點，但也有其限制。首先，本文所衡量的總要素生產力乃是相對的，而非絕對的水準，生產力年增率高並不表示單位投入的產出高。其次，因為線性規劃問題以 DEA 方法求解，國家數目的增減可能造成效率邊界的變動，進而改變生產力的衡量。第三、Bjurek et al.（1990）指出觀測值的數目會限制所採用的投入、產出數目，因為投入、產出項目的增加可能造成非效率國家在新增的項目上具有優勢，而變成有效率。由於資料來源的缺乏及收集資料的成本，本文未能納入紙漿暨造紙工業一項重要的投入-漿用木材，未來的研究若能加入此項投入或是能夠以附加價值法計算之產值作為產出用以修正此一缺點，並觀察對分析造成的影響，這應該是相當有趣而且值得本文後續努力的課題。

參考文獻

一、中文部分

1. 李文福、王媛慧，「臺灣地區公私立醫學中心與區域醫院生產力變動之研究—無母數 Malmquist 指數之應用」，經濟論文，民國 87 年，26(3):243-269。
2. 陳杏如，「應用財務比率分析台灣造紙業獲利能力之研究」，國立台灣大學森林學研究所資源管理組碩士論文，民國 89 年。80 頁。
3. 彭妙玉，「台灣紙業一百年」，輔仁大學經濟學研究所碩士論文，民國 87 年。109 頁。

二、英文部分

1. Bernstein, J.I., 1989, "Taxes, Production and Adjustment in the Canadian Pulp and Paper Industry," *Work. Pap.*, For. Canada, Econ. Branch, Ottawa. 36p.
2. Caves, D.W., L.R. Christensen, and W.E. Diewert, 1982a, "Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Number," *Econ. J.*, 92(1):73-86.
3. Caves, D.W., L.R. Christensen, and W.E. Diewert, 1982b, "The Economic Theory of Index Numbers of Input, Output, and Productivity," *Econometrica*, 50(6):1393-1414.
4. Charnes, A., W. Cooper, A. Y. Lewin, and L. M. Seiford, 1997, *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*. Kluwer Academic Publishers, Boston. 256p.
5. De Borger, B. and J. Buongiorno, 1985, "Productivity Growth in the Paper and Paperboard Industry: A Variable Cost Function Approach," *Can. J. For. Res.*, 15(6):1013-1020.
6. Färe, R., S. Grosskopf, and C. A. K. Lovell, 1994, *Production Frontiers*. Cambridge University Press.

7. Färe, R., S. Grosskopf, and P. Roos, 1995, "Productivity and Quality Changes in Swedish Pharmacies," *International J. Prod. Econ.*, 39:137-147.
8. Färe, R., S. Grosskopf, B. Lindgren, and P. Roos, 1989, "Productivity developments in Swedish Hospitals: A Malmquist Output Index Approach," in Charnes, A. et al., (eds.) *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, Kluwer Academic Publishers, Boston. 513p.
9. Färe, R., S. Grosskopf, B. Lindgren, and P. Ross, 1992, "Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Non-Parametric Malmquist Approach," *J. Productivity Analysis*, 3: 85-101.
10. Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang, 1994, "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries," *Amer. Econ. Rev.*, 84(1): 66-83.
11. Frank, D.L., A. Ghebremichael, T.H. Oum, and M.W. Tretheway, 1990, "Productivity Performance of the Canadian Pulp and Paper Industry," *Can. J. For. Res.*, 20(6): 825-836.
12. Fried, H. O., C. A. K. Lovell, and S. Schmidt, 1993, *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*. Oxford University Press, New York. 426p.
13. Hseu, J.-H. and J. Buongiorno, 1994, "Productivity in the Pulp and Paper Industries of the United States and Canada: A Nonparametric Analysis," *Can. J. For. Res.*, 24:2353-2361.
14. Hseu, J.-H. and M.-J. Pan, 2000, "Productivity in the Pulp and Paper Industries of Taiwan: A Nonparametric Analysis," *Q. J. Chin. For.*, 33(1):127-141.
15. Martinello, F., 1985, "Factor Substitution, Technical Change, and Returns to Scale in Canadian Forest Industries," *Can. J. For. Res.*, 15(6):1116-1124.
16. Miller Freeman, 1991-2000, *Paper and Paper International* (Annual Report, July issue). Miller Freeman Publication Inc. San Francisco, CA..
17. Nautiyal, J.C. and B.K. Singh, 1986, "Long-term Productivity and Factor Demand in the Canadian Pulp and Paper Industry," *Can. J. Agri. Econ.*, 34(1):21-44.
18. Orr, B. and K.J. Lee, 1990, "A Nonparametric Analysis of Variable Cost Minimization in the United States Paper Industry," *Appl. Econ.*, 22:839-852.

- 19.Oum, T.H., M.W. Tretheway, and Y. Zhang, 1990, "Productivity Measurement for the Pulp and Paper Industry with Adjustment for Capacity Utilization: A Comparison of Canada, Sweden, and the U.S.," For. Econ. & Policy Anal. Res. Work. Pap. No. 143, Univ. British Columbia, Canada. 72p.
- 20.Quicke, H.E., J.P. Caulfield, and P.A. Duffy, 1990, "The Production Structure of the U.S. Paper Industry," For. Prod. J., 40(9):44-48.
- 21.Sherif, F., 1983, "Derived Demand of Factors of Production in the Pulp and Paper Industry," For. Prod. J., 33(1):45-49.
- 22.Varian, H.R., 1984, "The Nonparametric Approach to Production Analysis," Econometrica, 52(3):579-597.

附錄：資料的敘述統計

表 A1 紙漿產量

單位：公噸

國別	平均值	極小值	極大值
Argentina	717.2	629	786
Australia	1077.8	872	1958
Austria	1591.6	1454	1761
Belgium	411.5	321	475
Brazil	6130.6	4839	7463
Canada	24339.5	22655	26411
Chile	1885.1	1113	2841
Finland	10202.8	8486	11910
France	2627.3	2432	2832
Germany	2039.1	1816	2371
India	1839.0	1300	2380
Indonesia	2342.1	802	4089
Italy	558.4	469	600
Japan	11121.7	10578	11729
Korea	499.1	323	618
Mexico	491.0	276	705
Netherlands	134.1	117	175
New Zealand	1399.6	1282	1606
Norway	2294.3	2009	2486
Portugal	1642.1	1520	1774
Spain	1550.4	1331	1749
Sweden	10269.8	9590	11517
Switzerland	261.6	225	327
Taiwan	354.9	315	412
Turkey	381.7	334	473
UK	565.3	474	639
USA	58111.3	57002	59683

國立中興大學

National Chung Hsing University

表 A2 紙與紙板產量

單位：公噸

國別	平均值	極小值	極大值
Argentina	1065.5	914	1213
Australia	2331.2	2028	2649
Austria	3685.0	3090	4385
Belgium	1364.7	1063	1727
Brazil	6009.2	4888	7172
Canada	18476.0	16566	20689
Chile	616.7	486	836
Finland	11152.1	8777	13509
France	8670.6	7319	9991
Germany	14991.8	12762	18182
India	3011.4	2270	3850
Indonesia	4118.5	1755	6935
Italy	7233.3	5795	9000
Japan	29669.4	27738	31828
Korea	7151.6	4922	9308
Mexico	3546.3	2763	6219
Netherlands	3045.0	2835	3333
New Zealand	846.4	738	904
Norway	2109.1	1684	2373
Portugal	1025.3	866	1224
Spain	3863.3	3347	4863
Sweden	9346.1	8342	10786
Switzerland	1490.7	1259	1780
Taiwan	4198.6	3746	4507
Turkey	1181.7	850	1567
UK	5951.5	4951	6601
USA	81415.3	72121	88061

國立中興大學

National Chung Hsing University

表 A3 紙漿產能

單位：公噸

國別	平均值	極小值	極大值
Argentina	888.0	850	934
Australia	1184.9	1000	1465
Austria	1904.8	1725	2145
Belgium	449.9	411	491
Brazil	6696.1	5298	7915
Canada	27665.2	26398	28403
Chile	2166.7	1151	2673
Finland	11834.2	9430	13635
France	3221.7	2900	3370
Germany	2166.5	1943	2473
India	2930.0	1450	3300
Indonesia	3122.3	1212	5200
Italy	777.5	615	950
Japan	15260.6	14944	15792
Korea	735.4	400	836
Mexico	918.4	750	1081
Netherlands	172.7	158	175
New Zealand	1572.9	1440	1700
Norway	2705.9	2590	2835
Portugal	1744.4	1635	1860
Spain	1805.8	1730	1900
Sweden	11050.1	10449	11651
Switzerland	276.5	220	352
Taiwan	428.1	420	455
Turkey	630.6	480	728
UK	706.1	564	780
USA	62548.3	61147	64241

國立中興大學

National Chung Hsing University

表 A4 紙與紙板產能

單位：公噸

國別	平均值	極小值	極大值
Argentina	1429.1	1350	1700
Australia	2511.4	2015	2650
Austria	4158.2	3504	4935
Belgium	1471.0	1250	1865
Brazil	6937.8	5874	7980
Canada	20250.7	19075	21692
Chile	672.4	494	889
Finland	12346.6	10115	14470
France	10082.5	8060	11470
Germany	16163.3	13619	19101
India	4260.7	3300	5100
Indonesia	5882.5	2374	10700
Italy	7961.5	6410	9970
Japan	33061.2	31682	34297
Korea	8373.2	5294	11153
Mexico	4111.7	3812	4860
Netherlands	3242.6	2963	3533
New Zealand	985.3	900	1000
Norway	2261.7	1990	2476
Portugal	1197.2	1025	1436
Spain	4075.0	3770	4800
Sweden	10053.0	9190	11105
Switzerland	1580.9	1335	1889
Taiwan	4875.6	4200	5250
Turkey	1536.6	1162	2117
UK	6378.0	5536	7020
USA	87442.3	78890	94090

國立中興大學

National Chung Hsing University

表 A5 雇用員工數

單位：人

國別	平均值	極小值	極大值
Argentina	11700.0	9000.0	17000
Australia	6262.4	3836.0	9650
Austria	10366.4	9411.0	12079
Belgium	5512.3	4924.0	6860
Brazil	122304.2	62347.0	222000
Canada	68110.0	64000.0	79000
Chile	7707.9	6100.0	10840
Finland	37664.9	34700.0	42000
France	25906.7	23560.0	28600
Germany	49531.8	45300.0	62208
India	300000.0	300000.0	300000
Indonesia	69105.2	40860.8	105900
Italy	25990.0	25000.0	28000
Japan	52707.8	44171.0	59057
Korea	48663.6	25000.0	66000
Mexico	28084.3	25053.0	34228
Netherlands	7360.0	6500.0	8700
New Zealand	8494.8	6880.0	9729
Norway	8845.0	7350.0	10700
Portugal	7568.0	5015.0	10850
Spain	19309.5	17500.0	20300
Sweden	33450.0	30000.0	38000
Switzerland	5570.0	4738.0	7000
Taiwan	19825.0	18000.0	21000
Turkey	11014.6	9090.0	13700
UK	24267.0	18800.0	31500
USA	227660.0	216600.0	245800

國立中興大學

National Chung Hsing University

Productivity Growth of the World's Pulp and Paper Producing Countries, including Taiwan, over the Period 1991-2000: A Nonparametric Malmquist Approach

Jiing-Shyang Hseu and Jui-Kou Shang*

Abstract

Keywords: Malmquist productivity index, nonparametric-frontier, technical change, efficient change, pulp and paper industry

The objective of this research is to measure the productivity of the world's top 30 pulp and paper producing countries, including Taiwan, over the period 1991-2000. We calculated the Malmquist productivity index by using the nonparametric-frontier approach, and decomposed the index into two components: technical change and efficiency change. Empirical results showed that the productivity change of pulp and paper industry in the world ranged from Korea's -0.9% to Japan's and Canada's 2.4% over the sampled period. The Nordic nations (Finland, Norway, and Sweden) recorded 1.4%-1.6% improvement in performance. The productivity of Taiwan's pulp and paper industry increased by 1.4%, which was better than most emerging economy. The results also showed that Taiwan's productivity growth was attributed more to efficiency change than technical change.

* The authors are Associate Professor, Department of Public Finance, Jin-Wen Institute of Technology.