

中國大陸本土企業、台資企業與 外資企業生產效率之比較研究

林 祖 嘉

(國立政治大學經濟學系教授)

陳 湘 菱

(國立政治大學經濟學研究所研究助理)

摘 要

自 2001 年底中國加入 WTO 後，與世界經貿關係更為密切，且為因應全球經貿的趨勢，將使外資企業擴大進軍中國大陸。從微觀及宏觀經濟角度來看，外資企業的進軍對中國國有企業來說，必定受到程度上的競爭衝擊，但也對中國的生產技術、產業提升等發揮正面積極效果，並能夠刺激國有企業的變革、提昇產品品質。本文利用 2001-2007 年中國 30 個省、市與直轄市的官方統計資料，運用隨機邊界法 (stochastic frontier approach) 估計中國本資、台港澳資及外資企業在規模以上企業的生產效率。結果我們發現陸資企業的生產效率低於台港澳及外資企業；而且，不同區域之間不同企業形態的生產效率有明顯的差異。但是，另一方面，我們可以看到大陸本資企業與台港澳資及外資企業生產效率的差異隨著時間而逐漸縮小，造成此種現象的可能原因之一是，台港澳資與外資企業的進入對於提升陸資企業的生產效率有正面的效果，不過仍有待進一步的探究。

關鍵詞：三資企業、隨機邊界法、生產效率

* * *

壹、前 言

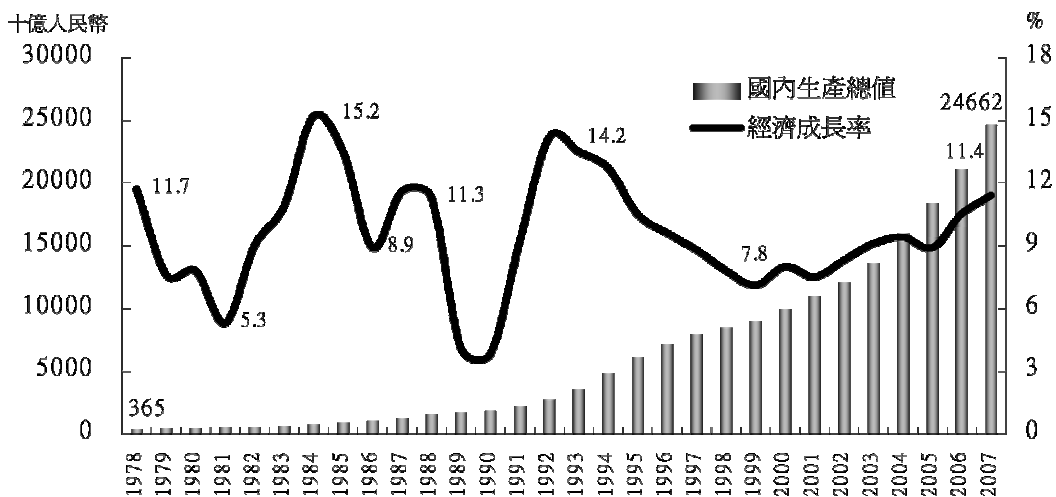
1978 年前，中國大陸在歷經數十年共產統治及落後十年的文化大革命後，國力遠遠落後先進國家。1978 年底，鄧小平決定進行改革開放，堅持「一個中心，兩個基本點」之方針進行改革。1992 年，鄧小平南巡，放言「改革要大膽一些、放開一些；不改革，中國就沒有出路」，全力貫徹「效率優先、沿海傾斜」的發展策略。從此，中國

大陸的經營改革朝向「社會主義市場下的經濟體制」的方向，開始縮小政府對於生產要素價格及產品價格的管制，轉由供需法則來決定商品市場的價格，並對外採取出口導向策略，發揮中國大陸在勞動密集型產業上的比較優勢，透過「三來一補」創造出口^①。從此，中國大陸開啓經濟改革開放的大門。

中國改革開放初期，由於資金短缺及技術不足，加上自身企業經營技術和體質落後，因此中國政府當局企圖引進外資資金及技術的方式來促進國內工業化和都市化。根據統計，中國引進外資資金來源中，有九成以上是來自於外人直接投資（Foreign Direct Investment, FDI）部分。至今，中國大陸能發展成如今強大的經濟體，其中開放是最為核心的關鍵，而外人直接投資扮演著非常重要的角色。

從總體經濟面來看，2008 年中國 GDP 總額為 300,670 億人民幣，比上年增長 9.0%，2001 年至 2008 年間的經濟成長率平均達到 9.98%，且年度之間波動幅度不大，顯示中國整體經濟情勢呈現穩定成長趨勢，人均 GDP 已達 3,157 美元。在工業表現方面，規模以上企業增長率為 12.9%^②，其中國有及國有控股企業增長 9.1%、外商及台港澳投資企業增長 9.9%。在對外貿易方面，2008 年進出口貿易總額達 2.56 兆美元，比上年增長 17.8%，貿易順差達 2,955 億美元，貿易依存度高達 62.2%。截至 2008 年，中國大陸累計批准外商直接投資項目數近 66 萬件，實際到位金額累積達 8,526 億美元，如此快速地增長，使中國成為全球吸納外人直接投資量第二位，並連續 20 年成為世界上使用外資最多的發展中國家。

圖 1 中國大陸國內生產總值及經濟成長率



資料來源：中華人民共和國國家統計局編，中國統計年鑑（2008）（北京：中國統計出版社，2008 年）。

註① 「三來一補」指來料加工、來件裝配、來樣加工和補償貿易。

註② 依據中國大陸統計年鑑上的定義，規模以上企業是指年主營業務收入在 500 萬人民幣以上的企業。

中國大陸利用外資資金投入成功地加強了經濟基礎建設，也成功的擴大國際貿易上的發展，加上中國大陸自從加入 WTO 以後，在對外貿易上已連續 6 年保持 20% 以上的成長，整體表現非常突出。目前，中國大陸透過外人投資與貿易出超兩大動力，促使外匯存底迅速累積。截至 2008 年，外匯存底已達 19,460 億美元，比上年增長 30.3%，世界排名第一位。

中國實施改革開放以來，已成為外人直接投資的熱門地區，尤其 2001 年底加入 WTO 後，由於投資環境發生變化，加上新市場開放措施帶來新商機，吸引全球各地企業的關注。根據大陸商務部外資統計，截至 2008 年，外商對中國大陸直接投資前十大國家依序為：香港（41.97%）、維京群島（10.57%）、日本（7.67%）、美國（7.00%）、台灣（5.59%）、韓國（4.92%）、新加坡（4.44%）、開曼群島（1.94%）、英國（1.84%）及德國（1.77%）^③。由數據顯示出，亞洲國家仍是中國大陸主要的投資國，其中台港澳投資佔總額比重約 47.56%，排名第一位。

中國經濟改革的開放，確實使得國家的總體經濟國力大幅成長，為中國大陸帶來了國民所得提升、經濟繁榮及對外貿易擴展等積極效果。事實上，中國歷經近 30 年的努力，在經濟面會有如此輝煌的表現，引進外來直接投資扮演相當重要的角色。中國目前仍繼續平穩增長地吸收外資，其最為關鍵的因素在於跨國公司仍然看好當前中國大陸經濟的快速增長與持續增長的潛力。

到底中國大陸市場有何魅力？為何吸引各跨國企業爭相投資？而這些外資企業赴大陸投資後的生產效率如何？依據新古典經濟成長理論認為，技術創新是經濟成長的重要因素之一，然而引進外資亦是地主國學習與模仿新技術的管道之一。因此，外資對地主國所產生的影響，除可能會對其市場結構造成改變之外，也會導致地主國廠商調整其生產行為，進而產生經營績效的變化。Aizeman and Yi (1998) 指出國有企業決定是否進行改革之意願，端視於他們能否從外資企業中分享到額外收益，又或國有企業是否具有市場壟斷^④。一般來說，國有企業若不具市場壟斷條件，且對外資引進又只屬互補性質時，則在外資企業具較高生產效率下，國有企業須達到外資企業所要求的生產標準才能建立產業合作關係，因此國有企業必須先改造自己，才能與外商企業進行合作與交易。

1980 年代初期，許多美國學者開始運用總要素生產力（total factor productivity, TFP）來測算大陸國有企業生產力變化，結果並未發現國有企業存在顯著地 TFP 的增長。1980 年代後期，Jefferson and Rawski (1995) 針對大陸工業資本存量重新加以估計，發現國有企業效率提升速度雖落後於集體企業，但其效率提升的趨勢是非常顯著的^⑤。

註③ 其中維京群島對大陸投資中，應該是以台灣的資金占最多數。

註④ Joshua Aizenman and Sang-seung Yi, "Controlled Openness and Foreign Direct Investment," *Review of Development Economics*, Vol. 2, No. 1 (February 1998), pp. 1~10.

註⑤ Gary H. Jefferson and T.G. Rawski, "How Industrial Reform Worked in China: The Role of Innovation, Competition, and Property Rights," *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics* (Washington, DC: World Bank, 1995), pp. 129~170.

1990 年代中期後，許多學者在研究時考慮到大陸經濟運作的特性後，開始使用資料包絡分析 (data envelopment analysis, DEA) 對大陸不同部門的生產績效做評估。Zheng, Liu, and Bigsten (1998) 運用 DEA 方法，來比較 1986 至 1990 年大陸國有企業和鄉鎮企業技術效率的差異；Shiu (2002) 利用大陸 1995 年工業普查資料，運用 DEA 方式比較不同所有制 (ownership) 及不同區位 (東部、中部及西部) 來衡量工業技術效率間的差異比較^⑥。傅豐誠 (2005) 以省市為單位對大陸國有企業績效評估，實證結果發現，大陸國有企業績效從 1986 年起逐漸上升，進入 1990 年代後，績效呈現下滑趨勢，至 2000 年以後，國企經營績效才又呈現回升的趨勢^⑦。這其中的變化主要是由於中國政府當局政策的影響所致，例如：承包制普遍推展、市場化改革，特別是放鬆價格管制上，政策實施後，雖然造成嚴重通貨膨脹，並引起六四天安門的政治事件，但也促使國有企業的經營績效明顯提升。

在衡量外資企業效率的文獻中，高長 (1996) 發現，美、日商等其他外資企業的獲利性比港澳企業來的高，而台資企業的獲利性又較港澳資企業差，顯示與中國文化相近的台港澳資企業之績效並沒有比其他外資企業來的優，所以他們認為文化並不是影響華裔企業與非華裔企業經營績效的最主要因素^⑧。而陳永生 (2001) 卻發現不一樣的結果，她以文化的角度去探討華裔企業與非華裔企業在中國大陸的投資績效的表現^⑨。其結論指出華裔企業在 1997 年的投資績效是優於非華裔企業，因為華裔企業與中國的文化相近，致使其投資績效是進步的，而非華裔企業則是退步的，顯示文化相近是影響效率的因素，華裔企業藉由文化相近之優勢，在投資績效上的表現較佳。

黃智聰等 (2003) 研究發現，在控制了其他因素之後，台港澳企業與其他外資企業的生產績效在 1993 與 1997 兩年並無顯著的差異^⑩。但是，在 1994 年台港澳企業的生產績效卻較其他外資企業要來的低落，此結果隱含文化因素並沒有使台港澳資企業的生產技術效率明顯地高於其他外資企業。

不過，在前面的研究論文中，大都是以企業種類 (如三資企業) 來比較其生產效率；或是以不同地區來比較企業的生產效率。但是，我們並沒有看到把企業種類與區域之間對企業經濟效率影響合併在一起的相關研究。因此，本研究的主要目的就是希

註⑥ Jinghai Zheng, X. Liu and A. Bigsten, "Ownership Structure and Determinants of Technical Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Chinese Enterprises (1986-1990)," *Journal of Comparative Economics*, Vol.26 (September 1998), pp. 465-484; Alice Shiu, "Efficiency of Chinese Enterprise," *Journal of Productivity Analysis*, Vol.18, No. 3 (November 2002), pp. 255-267.

註⑦ 傅豐誠，「中國大陸國有企業經營績效的變化」，*中國大陸研究*，第 48 卷第 4 期 (2005 年 12 月)，頁 1-29。

註⑧ 高長，「外商企業在中國投資獲利性的決定因素」，台灣經濟學會編，*台灣經濟學會年會論文集* (台北：台灣經濟學會，1996 年)，頁 67-94。

註⑨ 陳永生，「華裔與非華裔企業大陸投資績效之比較研究」，*中國大陸研究*，第 44 卷第 8 期 (2001 年 8 月)，頁 23-42。

註⑩ 黃智聰、林昇誼、潘俊男，「外資企業在中國大陸生產效率之比較—以工業部門為例」，*遠景基金會季刊*，第 4 卷第 1 期 (2003 年 1 月)，頁 93-123。

望利用生產邊界效率模型，來檢視不同企業形態在不同地區之間生產效率的差異，同時我們也會檢視這些效率差異在時間上的變化。然後，我們再進一步追究是哪些因素造成不同企業在不同地區生產效率上的差異。

本研究分成五節，第壹節說明研究動機與目的，第貳節介紹生產邊界效率模型。第參節介紹本文所用的資料及其性質，第肆節為實證結果分析，第伍節為結論與建議。

貳、生產效率模型的理論架構

在一個完全競爭市場運作的理想社會下，不存在無效率廠商。然而，在現實社會中，完美的理想市場並不存在。Farrel (1957) 首先提出衡量生產效率的概念，認為廠商在有限資源下，利用現有的技術水準，配合既定的要素組合，若生產達到潛在的最大產出水準，則為最有效率的生產點，連接最有效率的生產點形成生產前緣線 (production frontier)；反之，若廠商的生產未能達到其潛在的最大產出水準，則有生產無效率的情形發生^①。Farrel 為說明效率，將效率分為分配效率 (Allocation Efficiency) 與技術效率 (Technical Efficiency) 兩種。

自 Farrel (1957) 提出生產邊界概念來衡量技術效率後，許多學者相繼提出不同衡量效率的模型，Forsund et al. (1980) 依生產前緣的設定，將模型方法分為確定性非參數邊界模型 (deterministic nonparametric frontier approach)、確定性參數邊界模型 (deterministic parametric frontier approach)、確定性統計邊界模型 (deterministic statistical frontier approach) 及隨機性邊界模型 (stochastic frontier approach，以下簡稱 SFA)^②。所謂確定性邊界模型，指假設廠商均面對相同的技術資訊，所有的廠商共有一個邊界，而各廠商在技術效率上的差異均歸因於人為的管理或技術上的差異。至於隨機性邊界模型則假設廠商原先所對應的技術資訊中，部分因素並非人為所能控制，如天氣、機器運轉故障等因素。因此，個別廠商在技術效率上的差異，除了因人為管理上的無效率外，亦包含一些無法控制的因素對產出造成直接或間接的影響。由於 SFA 之假設較合理，並且可處理技術不效率的隨機因素部分，因此本研究採用 SFA 來進行績效評估。

SFA 的主要概念是先設定一生產函數，並且考慮此生產函數中之誤差項的結構與分配形式，根據誤差項分配形式的不同而採用相對應之方法來估計其參數，並估算其效率值。

在完全競爭的要素投入市場中，假設生產者為要素價格的接受者，則要素投入價

註① M.J. Farell, "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, Vol.120, No. 3 (March 1957), pp. 253-290.

註② Finn R. Forsund, C. A. Knox Lovell and P. Schmidt, "A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement," *Journal of Econometrics*, Vol.13, No. 1 (May 1980), pp. 5-25.

格為外生變數。廠商在給定技術水準和生產環境下，會有其最大的產出量，又稱為效率前緣產出 (frontier output)。不同的要素投入會對應不同的產出水準，但並非所有企業都可達最大產出。所以，一般我們所觀察到的實際產出量往往小於效率前緣線上之產量，其影響因素可能是無法控制的噪音所干擾，或是生產過程產生無效率之可能所導致。

Aigner and Chu (1968) 利用 Cobb-Douglas 生產函數，來加以描述生產函數形式如下^⑬：

$$\ln Y_i = x_i' \beta - \varepsilon_i, \quad i = 1 \dots I \quad (1)$$

其中 ε_i 為用來解釋廠商生產未達效率前緣的部分。式 (1) 中雖然已經反應出廠商的真實產出，將未達最大產量的因素用 ε_i 來解釋，不過其所包含的因素太多，例如：測量誤差、噪音干擾等，但廠商在生產過程中很有可能會遇到一些不可抗力的因素，這些因素不應視為無效率項，故需拓展模型，分離噪音干擾項及不效率項的部分。因此，Aigner, Lovell and Schmidt (1977) 和 Meeusen and Broeck (1977) ^⑭ 提出隨機邊際模型，他們認為迴歸式之誤差項 ε_i 應包含兩大類，分別為 v_i 與 u_i ，且兩者互相獨立，模型設定為：

$$\ln Y_i = x_i' \beta + v_i - u_i, \quad i = 1 \dots I \quad (2)$$

其中 Y_i 為產出， x_i 為投入要素， $v_i : iid N(0, \sigma_v^2)$ ， $u_i : iid N^+(0, \sigma_u^2)$ 。其中， v_i 為對稱性的測量誤差項 (measurement error component)，表示測量誤差以及各種不可控制的隨機因素，如：氣候、工會罷工、政治局勢等；而 u_i 為非對稱性的不效率項 (technical inefficiency component)，是衡量廠商本身可以控制而無法達到效率的部分，且其服從半常態分配 (half-normal distribution) ^⑮。但事實上， u_i 不必然服從 half-normal distribution，從過去文獻中發現，Aigner, Lovell and Schmidt (1977) 假設 u_i 服從截斷常態分配 (truncated normal distribution) ^⑯；Meeusen and Broeck (1977) 假設 u_i 服從

註 ⑬ Dennis J. Aigner and S.F. Chu, "On Estimating the Industry Production Function," *American Economic Review*, Vol.58 (September 1968), pp. 826~839.

註 ⑭ Dennis J. Aigner, C.A. Knox Lovell and P. Schmidt, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models," *Journal of Economics*, Vol.6 (1977), pp. 21~37; Wim Meusen and J. Van den Broeck, "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error," *International Economic Review*, Vol.18, No. 2 (June 1977), pp. 435~444.

註 ⑮ $u : N^+(0, \sigma_u^2) : f(u) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_u} \exp\left\{-\frac{u^2}{2\sigma_u^2}\right\}, u \geq 0$

註 ⑯ 同註⑭， $u : Truncated N(\mu, \sigma_u^2) : f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_u \Phi(\frac{\mu}{\sigma_u})} \exp\left\{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma_u^2}\right\}, u \geq 0$

指數分配 (exponential distribution) ⑦；Greene (1990) 則假設 u_i 服從 gamma 分配⑧。

在式 (2) 中， v_i 與 u_i 的機率密度函數 (probability density function, p.d.f) 分別為：

$$g(v_i | \sigma_v^2) = \frac{1}{(2\pi)^{0.5} \sigma_v} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{v_i}{\sigma_v} \right)^2 \right] \quad (3)$$

$$f(u_i | \sigma_u^2) = \frac{1}{(2\pi)^{0.5} \sigma_u} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{u_i}{\sigma_u} \right)^2 \right], \quad u_i > 0 \quad (4)$$

由於 $\varepsilon_i = v_i - u_i$ 且 v_i 與 u_i 間相互獨立，故 ε_i 之聯合機率密度函數為：

$$f(\varepsilon_i | \sigma^2, \lambda) = \frac{2}{\sigma} \cdot f^* \left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma} \right) \cdot \left[1 - F^* \left(\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma} \right) \right], \quad -\infty \leq \varepsilon \leq +\infty \quad (5)$$

其中， $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ ， $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$ ， f^* 與 F^* 分別為常態分配下機率密度函數 (p.d.f) 與累積分布函數 (C.D.F)。透過最大概似法 (Maximum Likelihood Method)，運用 Newton-Raphson method 或其他非線性疊代法 (nonlinear iterative method) 即可算出未知參數： $\hat{\beta}$ 、 $\hat{\lambda}$ 及 $\hat{\sigma}^2$ 。

有鑑於 Cobb-Douglas 生產函數在設定上限制較多，且 Cobb-Douglas 生產函數只是固定替代彈性生產函數 (constant elasticity of substitution, CES) 的一個特例，故本文在生產函數上採用 CES 生產函數形式，如下⑨：

$$\ln Y_{it} = \ln A + h\delta \ln L_{it} + h(1-\delta) \ln K_{it} + \frac{h\rho\delta(1-\delta)}{2} (\ln L_{it} - \ln K_{it})^2 + v_{it} - u_{it} \quad (6)$$

式 (6) 為 CES 生產函數形式。其中 \ln 表示取自然對數； Y_{it} 表示第 i 個地區在第 t 年的規模以上工業總產值， $i=1,2,\dots,30$ ， $t=2001\sim 2007$ ； K_{it} 為第 i 個地區在第 t 年的固定資產投資； L_{it} 為第 i 個地區在第 t 年的從業人員平均人數， A 為規模參數； h 為規模報

註⑦ 同註④， $u : \text{Exp}(\sigma_u)$ ： $f(u) = \frac{1}{\sigma_u} \exp \left\{ -\frac{u}{\sigma_u} \right\}$ ， $u \geq 0$

註⑧ William H. Greene, "A Gamma-distributed Stochastic Frontier Model," *Journal of Econometrics*, Vol.46 (1990), pp. 141~163. $u : \text{Gamma}(\alpha = m+1, \beta = \sigma_u)$ ： $f(u) = \frac{u^m}{\Gamma(m+1)\sigma_u^{m+1}} \exp \left\{ -\frac{u}{\sigma_u} \right\}$ ， $m > -1$

註⑨ Lin (1995) 與 Lin and Wang (2000) 曾用相似的函數估計台商母子公司之間效率的差異性。Chu C. Lin, "Production Function, Factor Substitution, and Direct Foreign Investment: A Case Study in Taiwan," *Asian Economic Journal*, Vol.9, No. 2 (1995), pp. 193~203; Chu C. Lin, and Y. H. Wang, "A Comparative Study on Production Efficiency of Taiwanese Firms and Their Subsidiaries in Mainland China," *Taiwan Journal of Political Economy*, Vol.3, No. 1 (July 2000), pp. 69~93.

酬參數； δ 為分配參數； ρ 為替代參數；替代彈性固定，為 $\sigma = \frac{1}{1+\rho}$ 。

衡量技術無效率部分，模型設定為：

$$u_i = Z_i\varphi + W_i \quad (7)$$

在考慮時間變動因素下，模型再設定為：

$$u_{it} = \exp[\eta(t-T)] \cdot u_i \quad (8)$$

式 (7)、(8) 中， u_i 為非負隨機變數，由生產之技術無效率所組成。 Z_i 表示廠商在期間內由生產效率解釋變數組成的向量 ($1 \times m$) ⑩； φ 為未知係數向量 ($m \times 1$) ⑪。 η 為技術效率變動速度， η 大於零表示無效率值隨時間下降，效率值提升；反之，若 η 小於零表示無效率值隨時間上升，效率值下降。

模型設定確定後，將建立一似函數，並以 $\sigma^2 = \sigma_v + \sigma_u$ 及 $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$ 兩個變異參數呈現，利用最大似估計法估計在 SFA 模型下之效率值及無效率模型。技術效率值 (TE) 之估算為：

$$Technical\ Efficiency_{it} = TE_{it} = \exp(-u_{it}) \quad (9)$$

式 (9) 中， TE_{it} (技術效率) 為隨機模型下，實際產出與潛在產出之間的關係，其值介於 0 與 1 之間。該值越大，表示技術效率值越高。

參、資料變數與說明

本文採用的數據自相關年份之中國統計年鑒及中國工業經濟統計年鑒⑫中本資、台港澳資與外資之統計資料。由於中國國家統計當局並未在 2000 年以前針對台港澳資與外資做統計，故本文所採用時間範圍為 2001 至 2007 年，共 7 年，並採用中國三十個省、市及直轄市 (除西藏) 之橫縱資料 (panel data)。本文根據研究的目的，將每個省、市及直轄市視為一決策單位 (Decision Making Unit, DMUs)，並以各省市的規模

註 ⑩ 在本文中，共採用經濟區位、產業特性、資本勞動比、人口密度及城市化率五項來做為解釋變數，其中產業特性以第二產業為標準組，經濟地理區位以華東地區 (上海、江蘇、浙江) 為標準組。

註 ⑪ 根據 Battese and Coelli (1995)，實證模型的設定不須假設隨機變數 W 為同質性分配 (identically distributed)，也不須要假設其為非負值。G. E. Battese and Timothy J. Coelli, "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data," *Empirical Economics*, Vol. 20, No. 2 (June 1995), pp. 325-332.

註 ⑫ 國家統計局交通統計司編，中國工業經濟統計年鑒 (2002-2008) (北京：中國統計出版社，2002-2008 年)。

以上工業總產值（ Y ）做為產出值，並且利用工業品出廠價格指數來平減。投入要素有二，一為固定資產淨值年平均餘額（ K ），並利用固定資產投資價格指數對其做平減；二為規模以上企業的全部從業人員平均人數（ L ）。以上所使用的數據均針對規模以上的三資企業統計資料做為研究對象^③。

表 1 中國大陸各省本資、台港澳資與外資之投入產出平均值（2001～2007）

	本 資	台港澳資	外 資
工業總產值 (百萬元人民幣)	481,858 (588330.3)	80,394 (206395.39)	143,201 (27237.6)
勞動投入 (萬人)	162.21 (138.85)	27.68 (80.33)	26.49 (47.03)
資產投入 (億人民幣)	2,124 (1568.73)	239 (533.04)	396 (630.87)
觀察個數	210	210	210

說明：括弧內為 S.D.。

資料來源：本研究整理。

從表 1 的三資企業投入產出概況來看，由於中國自 1970 年代末期改革以來，國有企業為計劃經濟下的改革核心，全面投資於輕重工業，故中國本資企業在勞動投入（162.21 萬人）與資本投入（2124 億人民幣）非常龐大。在台港澳資及外資企業部分，台港澳企業的勞動投入（27.68 萬人）及資本投入（239 億人民幣），外資企業的勞動投入（26.49 萬人）及資本投入（396 億人民幣），其投入量雖遠低於中國本資企業，但其投資趨向多屬技術型產業，有別於一般傳統型產業，因此顯示出來的是外資企業與台港澳企業的資本勞動比例就比本資企業高很多。

在資本勞動比部分，見表 2，外資企業的比率最高，7 年每人平均為 21.24 萬元人民幣；本資企業最低，7 年平均為 15.87 萬元人民幣。由於台港澳資企業多為中小型企业，資金規模相對較小，而外資企業多為資金規模較大的跨國企業，所以台港澳資企業的資本勞動比相較於外資企業來的低。不過，以整體趨勢來說，本資、台港澳資與外資企業的資本勞動比都呈現逐年上升的趨勢。

在產出勞動比部分，見表 3，外資企業的比率最高，7 年平均為 4993.38 萬元人民幣；本資企業最低，7 年平均為 2775.61 萬元人民幣。由於外資企業多屬資金與技術密集的產業，例如：電子、汽車零件等，加上近年來，更有許多外資企業轉向投資高科技產業，例如：IT 產業、精細化工等，其附加價值更高，所以外資企業在產出資本比的表現較為突出。

註 ③ 根據中國國家統計局的定義，固定資產投資為企業在建造、購置、安裝、改建、擴建等改造某項固定資產時所支出的全部貨幣總額；全部從業人員平均人數為年內每月平均擁有的從業人數。

表 2 本資、台港澳資與外資企業之資本勞動比 (2001~2007)

單位：萬人民幣／人

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	平均
本資	11.61	12.30	14.47	15.62	16.89	19.10	21.09	15.87
台港澳資	13.17	13.40	13.35	14.22	18.02	17.33	24.61	16.30
外資	17.75	20.31	18.48	19.46	21.26	24.37	27.24	21.24

資料來源：本研究整理。

表 3 本資、台港澳資與外資企業之產出勞動比 (2001~2007)

單位：萬人民幣／人

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	平均
本資	1455.63	1676.11	1987.08	2516.80	3147.45	3889.01	4757.18	2775.61
台港澳資	2366.91	2684.07	2924.88	3260.53	3633.66	4045.84	4663.87	3368.54
外資	3338.04	3871.79	4293.15	4538.23	5154.89	6231.22	7526.33	4993.38

資料來源：本研究整理。

在衡量無效率項的解釋變數部分，本文以經濟地理區位、地區產業屬性、資本勞動比、人口密度及城市化率五個因素來解釋。從經濟地理區位來看，2007 年人均 GDP 最高的地區為上海 (66,367 元人民幣)，最低為貴州 (6,915 元人民幣)，差距 10 倍。而排名前十中，前九位均是東部地區；後十位中，西部地區占了七位，此統計結果充分顯示中國大陸區域之間的經濟發展差異極大。在經濟區域發展差異極大的情況下，對於區域發展較高且與世界經濟接軌的東部沿海地區來說，會因商品市場及生產市場上競爭較激烈，促使所有本資企業及外資企業不斷地去提高其生產效率，以降低生產成本並維持市場占有率。本文依行政區的劃分將經濟背景相近者歸屬同一區，共分成七大經濟地理區位，見表 4。

表 4 中國七大經濟地理區位

地區	省、市、直轄市
華北地區	北京、天津、河北、山西、內蒙古、山東
華中地區	河南、湖北、湖南、安徽、江西
華南地區	廣東、廣西、海南、福建
華東地區	上海、江蘇、浙江
東北地區	遼寧、吉林、黑龍江
西北地區	陝西、甘肅、寧夏、青海、新疆
西南地區	重慶、四川、雲南、貴州

資料來源：「區域地理」，中華人民共和國中央人民政府網站，2005 年 7 月 27 日，http://big5.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/test/2005-07/27/content_17425.htm。

在地區產業屬性方面，由於中國大陸幅員廣大，各地區的所投資的產業屬性也不盡相同，所以不同地區的投資企業會因地區性的投資產業形態不同，其效率值會有所

不同。一般而言，第二、三級產業的附加價值相對較高，故以創造價值觀點來看，投資偏重於第二、三產業的省分，其績效值應較偏重第一產業的地區來的高。

在資本勞動比方面，根據 Baumol 定理認為，第二產業（製造業、工業）的資本勞動比高於第三產業（服務業），由於服務業本質上是勞動密集的產業，資本密集度不高，故要運用資本投入來提高產值並不容易，也無法享有規模經濟的效益。故一般而言，第二產業的資本勞動比較高，第三產業次之，第一產業最低。但若進一步將第三產業分成「傳統服務業」及「現代服務業」來看，傳統服務業（例：餐飲等）是符合 Baumol 的定義，屬於勞動密集型產業，固定資產裝備率低。但不同於傳統服務業，現代服務業（例：金融、資訊、運輸、電信等）則需大量的資本投入，並可運用技術升級來提高生產力。所以，第二產業的資本勞動比高於第三產業之論點不能適用於所有行業，必須進一步檢視第三產業的性質而定。

在人口密度方面，中國人口分佈主要以東部及沿海城市最多。根據統計，2007 年中國人口數前三位省分為廣東（9,449 萬人）、山東（9,367 萬人）、河南（9,360 萬人），均分布在東部沿海地區。若以人口密度來看，人口稠密地區為長江中下由平原、珠江三角洲、華北平原、東北平原及四川盆地；人口較稀疏地區為西藏、青海、新疆、內蒙古及雲貴高原等。由此分佈來看，中國東部及沿海地帶仍是人口稠密地區，並且在政府帶動發展下，其社會發展也相對較健全，促使外資企業有較高的吸引力去投資，並提高競爭力，對產業的生產績效有相當程度上的影響。

城市化是人類生產與生活方式由農村轉向城市型的過程，其主要表現為農村人口轉化為城市人口，以及城市不斷發展完善的過程。城市化率不僅可表現出城鄉人口結構的變化，它更表現出產業結構及其空間分布結構的轉化，以及傳統勞動方式、生活方式向現代化生產與生活方式的轉化。所以，一般而言，城市化率越高的地區，其經濟發展程度較高，產業的技術效率值較高；反之，則越低。

肆、實證結果分析

本研究依所建立之計量模型，採用 FRONTIER 4.1 的計量軟體與 Coelli et al. (1998) 提供的軟體操作說明進行實證研究分析^④。實證將分成兩部分討論，第一部分將針對本資、台港澳資及外資的效率估計值做比較；第二部分將針對無效率項造成因素進行分析。本文利用式 (6) 的 CES 生產函數型式在隨機邊界模型下估計本資、台港澳資及外資企業之係數，總計結果見表 5。

註④ Timothy J. Coelli, D. S. P. Rao and G. E. Battese, *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* (USA: Kluwer Academic Publishers, 1998)。

表 5 本資、台港澳資及外資之參數估計值

	本資	台港澳資	外資
Constant	7.44*** (28.66)	6.80*** (21.68)	8.18*** (11.03)
$\ln L$	1.82*** (8.34)	0.25 (1.24)	0.74 (1.67)
$\ln K$	0.58*** (2.83)	0.82*** (4.11)	0.60 (0.67)
$(\ln L - \ln K)^2$	0.23*** (6.12)	0.37*** (2.36)	0.33 (0.36)
σ^2	0.05*** (7.45)	0.06*** (4.91)	0.15*** (3.26)
$\lambda^{(b)}$	0.82*** (4.10)	0.31*** (5.07)	0.80*** (23.46)
觀察值	210	210	210

說明：(a) 符號*、**、***分別表示在 90%、95%與 99%顯著水準。

(b) $\lambda = \sigma_{\mu} / \sigma_{\nu}$ 。

資料來源：本研究整理。

由表 5 中所得出的估計值代入 (6) 式，得出 CES 生產函數中的參數值：A、 δ 、 ρ 及 h ，見表 6。

表 6 CES 生產函數下之參數值

	本資	台港澳資	外資
規模參數 (A)	1702.75	897.84	3568.85
分配參數 (δ)	0.758	0.233	0.552
替代參數 (ρ)	1.045	3.862	1.992
規模報酬參數 (h)	2.400	1.070	1.340
替代彈性 (ζ)	0.488	0.205	0.334

說明：替代彈性 (ζ) = $1/(1+\rho)$ 。

資料來源：本研究整理。

由表 6 的結果顯示，勞動分配參數 (δ) 分別為本資 (0.758)、台港澳資 (0.233)、外資 (0.552)。相對地，資本分配參數 ($1-\delta$) 為本資 (0.252)、台港澳資 (0.767)、外資 (0.448)，顯示本資企業的勞動份額比重較大，資本份額較小，造成此種現象的主要原因是因為本資企業的資本勞動比例較低的關係。而台港澳資與外資企業則偏重資本的投入，在資本份額比重上明顯較高。結果顯示中國本資企業的投資形態多數偏重於勞動密集度高的產業，而台港澳資與外資企業則偏重於資本密集度高的產業。另外，台港澳資企業在資本份額比重比外資還要高，此結果的可能原因之一是，台港澳資企業資本的運用效率較高，故投入資本的報酬比例會比外資的資本報酬

還要高。

規模報酬參數 (h) 的結果，本資 (2.40)、台港澳資 (1.07) 與外資 (1.34) 企業的規模報酬均呈現遞增狀態。

在替代彈性 (ξ) 部分，本資 (0.488)、台港澳資 (0.205) 與外資 (0.334)，替代彈性均小於 1，顯示要素間的替代缺乏彈性。其中本資企業的替代彈性最大 (0.488)，隱含中國大陸的本資企業對工資與資本價格變動的反應較大，即勞動需求彈性大；台港澳資與外資企業的替代彈性都很少 (0.205 與 0.334)，隱含台港澳資企業與外資企業對投入成本價格的變動上反應較小，即勞動需求彈性較小。造成三資企業之彈性不同的結果與企業的投資形態有很大關係，因為外資與台港澳資企業在投資規模與生產科技上領先大陸本資企業，而這些資金與科技不易被勞動所取代，所以顯現出資本與勞動的替代彈性低很多。

表 7 本資、台港澳資與外資之效率估計值

	本資	台港澳資	外資
2001	0.266	0.514	0.418
2002	0.316	0.559	0.446
2003	0.368	0.603	0.474
2004	0.420	0.645	0.502
2005	0.471	0.683	0.530
2006	0.520	0.719	0.558
2007	0.568	0.751	0.586
η (a)	0.145	0.148	0.082

說明：(a) η 為技術效率變動速度，正號表示效率提升；負號表示效率下降。

資料來源：本研究整理。

在效率值的估計結果，見表 7。在 2001 至 2007 年間，台港澳企業的技術效率值均為最高，外資企業次之，中國本資企業最低。而且，台港澳資與外資企業的生產效率值均高於本資企業。不過，三者之間的效率值差距隨時間逐漸縮小，近幾年本資企業的效率值快速提升，與外資企業的效率非常相近。另外，若從表 5 所估計出的 λ 係數（產出變異數）來看，分別為本資 (0.82)、台港澳資 (0.31)、外資 (0.80)，本資企業的產出變異值最大、外資企業次之、台港澳資企業最小，也顯示出本資企業在技術無效率上仍相對偏高。在此 7 年間，雖然中國本資企業在效率表現上不如台港澳資及外資企業優，但若從效率值間的差距來看，中國本資企業的效率值確實快速提升，隨時間增長快速拉進與台港澳資與外資企業間的差距^⑤。

註⑤ 在本研究討論的這一段期間 (2001-2007 年) 內，我們看到大量外資流入後，中資企業的生產效率也大量提升，我們猜測可能的原因有二：第一、外資企業帶入較佳的生產技術，然後這些技術外溢到中資企業，從而提高後者的生產效率；第二、外資企業進入大陸後，帶給中資企業更大的競爭壓力，從而導致後者生產效率的提升。無論如何，外資企業的進入如何導致中資企業的提升是一個有趣的課題，值得有興趣的學者做更深入的追究。

另外，從技術效率變動（ η ）來看，本資（0.145）、台港澳資（0.148）及外資企業（0.082）均呈現效率值逐年向上提升之趨勢，其中台港澳企業的提升速度最快，本資企業次之，外資企業較為緩慢。此結果顯示，中國本資企業可能是受到外人直接投資所產生的外溢效果之影響，一方面投入大量資本，一方面吸收外資帶來的新技術，加上在國際市場的競爭壓力下，使其在技術效率值的表現上明顯快速提升。此結果與傅豐誠（2005）之結論相同，本資企業的效率值是有明顯提升的趨勢^⑥。

接著，我們再進一步來看影響三種企業生產效率的主要因素為何，我們將以經濟區位、產業特性、資本勞動比、人口密度及城市化率做為解釋變數，將此五項解釋變數代入式（8），來檢視這些因素對於這三種企業的生產效率造成可能的影響，見表 8。

表 8 影響效率因素的迴歸分析

	本資	台港澳資	外資
常數項	0.32*** (7.50)	0.62*** (11.44)	0.28*** (5.56)
第一產業	0.04* (1.66)	0.03 (0.74)	-0.06* (-1.78)
第三產業	-0.02 (-0.38)	0.21*** (4.51)	0.24*** (4.43)
資本勞動比	0.02*** (14.96)	0.07** (2.06)	0.04*** (4.70)
人口密度	0.01 (1.24)	0.01 (0.64)	0.21*** (3.24)
城市化率	0.02 (1.08)	0.04** (2.11)	0.02* (1.68)
華北地區	-0.14*** (-3.43)	0.11** (1.98)	0.16*** (4.15)
華中地區	-0.13*** (-2.98)	0.03 (0.43)	0.06 (1.26)
華南地區	-0.01 (-0.25)	0.06** (1.97)	0.14*** (3.36)
東北地區	-0.21*** (-4.03)	-0.01 (-0.09)	0.48*** (9.47)
西北地區	-0.21*** (-4.28)	0.26 (0.12)	0.14*** (2.86)
西南地區	-0.08 (-1.64)	0.12 (2.03)	-0.08 (-1.37)
σ^2	0.08*** (2.90)	0.09* (1.93)	0.19*** (2.77)

說明：（1）符號*、**、***分別表示在 90%、95%與 99%顯著水準。

（2）產業特性以第二產業為標準組。

（3）經濟地理區位以華東地區（上海、江蘇、浙江）為標準組。

資料來源：本研究整理。

註⑥ 同註⑦。

在產業特性方面，本資企業在第一產業（0.04）呈現顯著正相關。此結果顯示本資企業在發展偏重第一產業的省分，其效率值的表現較高。相反的，台港澳資企業在第三產業（0.21）呈顯著正相關；外資企業在第一產業（-0.06）為顯著負相關、第三產業（0.24）呈顯著正相關。此結果顯示，台港澳資企業與外資企業在發展偏重第一產業的省市的表現均不佳，反而是在發展偏重第三產業的省分有較高的生產效率表現。

值得注意的是，本資企業在偏重於第一產業的省分，其效率值提高，主要原因是在政府的計畫經濟下，對產業進行必要性改革，使第一產業效率提升；但對於台港澳資及外資企業而言，投資形態仍主要在第二產業上，加上近年來，台港澳資及外資企業逐漸轉向發展經濟效益較高的第三產業，故各省分的產業特性不同會影響其生產效率。

資本勞動比方面，本資（0.02）、台港澳資（0.07）及外資（0.04）企業均呈顯著正相關，表示資本勞動比越高，其生產效率值也會越高。一般來說，第二、三級產業的資本勞動比較高，故對於台港澳資及外資企業來說，由於投資形態大多在二、三級產業，故資本勞動比的高低對其生產效率的影響會較大。表 8 的結果顯示出，資本勞動比對生產效率的影響確實為正向關係，而其中對台港澳資企業影響最大。此結果說明大陸的投資企業可透過增加資本投入來有效提升產值，達到較佳的效率表現，尤其是台港澳資企業。

人口密度方面，只有外資企業（0.21）呈顯著正相關，本資、台港澳資企業都沒有顯著性影響，顯示對外資企業而言，投資於人口稠密的地方對其生產效率較具有正面影響效果。

城市化率方面，台港澳資（0.04）及外資（0.02）均呈顯著正向相關，而對本資企業來說沒有顯著性影響，顯示城市化率對台港澳資、外資企業來說是關鍵性因素；另外一個可能是因為大部分的台港澳資與外資企業都還是集中投資在城市化率較高的省市之故。

在經濟區位方面，本資企業在華北（-0.14）、華中（-0.13）、東北（-0.21）、西北（-0.21）及西南（-0.08）地區皆呈顯著負向關係；台港澳資企業在華北（0.11）、華南（0.06）及西南（0.12）地區都為顯著正向關係；外資企業在華北（0.16）、華南（0.14）、東北（0.48）及西北（0.14）地區都呈顯著正向關係。結果說明了中國東部及沿海城市，包含長三角、珠三角及環渤海經濟圈等，仍是較具有吸引外資投資的地區，內陸地區則因投資環境尚未完善，外資企業投資意願尚未明確，故內陸地區的投資環境反而使效率值降低。所以，在經濟區位上仍是影響效率值高低的重要因素。

伍、結論與建議

本文根據中國官方所出版的中國統計年鑒，以及中國工業經濟統計年鑒資料，研

究中國的本資、台港澳資與外資企業在中國投資生產上的效率表現及影響效率所造成的因素。由於本文在資料上受到限制，故所利用的資料年限為 2001 至 2007 年之短期間資料。雖然研究資料範圍在年限上無法延長，多少讓研究結果的有效性有所偏誤，但是，本文所得到的估計結果仍十分具有參考價值。

本文最主要的研究發現為，2001 至 2007 年，投資於中國大陸的台港澳資與外資企業的投資績效表現均優於本資企業。另外，雖然本資企業的效率值在這 7 年間都處於最低的狀態，但其與台港澳資、外資企業之間的差距越來越小。此說明中國本資企業在效率表現上的提升，除了投入大量的資本外，我們認為外人直接投資所產生的技術外溢效果可能也促使本資企業的效率表現逐漸提升。而在過去許多文獻也發現，外人直接投資對中國大陸確實產生正向的技術外溢效果，故對中國大陸的本資企業來說，技術外溢是使其效率提升的主要原因之一。無論如何，外資企業與台港澳資企業可能帶給本資企業的技術外溢效果是一非常重要的課題，值得有興趣的學者做進一步的追究。

整體來看，本資、台港澳資及外資企業在 2001 年至 2007 年間均處於規模報酬遞增階段。另外，由於外商直接投資為中國帶來發展所需的資金、技術和管理，提高市場的競爭力及效率，故對本資企業來說，外資企業投資越密集的區域，能讓他們吸收的技術外溢效果越多，在生產效率值的表現會快速增加。所以，本資企業效率值較高的省分分佈在東部沿岸地區，即外資企業聚集的區域。此結果與 Markusen and Venables (1999) 相同，指出當市場愈開放的地區，市場機制更有效發揮，企業所面臨的壓力也就愈大，故會加速改善其生產效率^⑦。

在影響效率值因素方面，經濟區位、產業特性、資本勞動比、人口密度及程式化率仍是影響效率值高低的重要因素，但分別對本資、台港澳資及外資企業的影響程度及顯著性不完全相同。對本資企業而言，經濟區位、資本勞動比兩者對其效率值具顯著影響；對台港澳資企業而言，經濟區位、地區產業特性、資本勞動比及城市化率均為顯著影響效率值高低的因素；對外資企業而言，經濟區位、地區產業特性、資本勞動比、人口密度及城市化率均是影響其效率高低的關鍵因素。所以，整體來看，經濟區位及資本勞動比兩者是影響在中國大陸投資效率的重點因素。表 9 整理出本資、台港澳資與外資效率的顯著影響因素。

表 9 本資、台港澳資與外資的效率值影響因素

企業種類	影響因素
本資企業	經濟區位、資本勞動比
台港澳資企業	經濟區位、地區產業特性、資本勞動比、城市化率
外資企業	經濟區位、地區產業特性、資本勞動比、人口密度、城市化率

資料來源：本研究整理。

註 ⑦ James R. Markusen and A.J. Venable, "Foreign Direct Investment as a Catalyst for Industrial Development," *European Economic Review*, Vol.43, No. 2 (February 1999), pp. 335~356.

吸收外人直接投資是中國大陸對外開放政策中重要組成的部分，它不但能使中國大陸獲得寶貴的資本資源，更重要的是，它帶來了先進的技術、管理經驗及競爭壓力，這些都是中國大陸經濟發展的至關重要因素。自從 2001 年底中國大陸加入 WTO 後，意味著中國大陸必須接受了全球化的規範，需大幅降低關稅與取消非關稅壁壘。而中國政府當局亦加快建立完善的市場經濟體制和減少外資企業在投資上的限制，將中國創造成一個具有吸引力的投資環境，引誘國際上的資本、技術及人才來中國大陸聚集。在外資大量湧入中國大陸之同時，外資的形態與對本土企業的衝擊有越來越顯著的影響。

由於本研究資料所使用的投入及產出值就是就 30 個省分及三種投資資金來源之加總統計來做分析，未能更深入分析不同的產業形態（例：通訊科技、半導體產業）的效率值差異，未來若能進一步取得個別廠商的投入產出資料，則可進一步分析不同產業形態之間效率值的高低，並可進一步比較各種產業形態在各地區效率值的差異。

* * *

（收件：98 年 1 月 15 日，第 1 次修正：98 年 3 月 4 日，三審：98 年 3 月 24 日，第 2 次修正：98 年 4 月 27 日，三審再審：98 年 8 月 21 日，第 3 次修正：98 年 10 月 12 日，接受：98 年 11 月 12 日）

A Comparative Study of Production Efficiency of Foreign Firms, Taiwanese Firms, and Local Firms in China

Chu-chia Lin

Professor, Department of Economics
National Chengchi University

Siang-ling Chen

Research Assistant, Department of Economics
National Chengchi University

Abstract

Since China joined the WTO at the end of 2001, FDI has rushed into China. As Chinese local firms are busy competing with foreign firms, their production efficiency has also increased sharply mainly by the spillover effect from the foreign firms. In this study, applying Chinese provincial data from 2001 to 2007, we employed the stochastic frontier approach to estimate the production efficiency of foreign firms, Taiwanese firms, and local firms, respectively. We found that the production efficiency of local firms is much lower than that of Taiwanese firms and foreign firms. However, the discrepancy of production efficiency between local firms and foreign firms, including Taiwanese firms, gradually becomes smaller with time. Pending further investigation, the findings may yet imply that there could have a significant spillover effect of production skill from foreign firms, including Taiwanese firms, to local firms in China.

Keywords: foreign firms; stochastic frontier approach; production efficiency

參考文獻

- 「區域地理」，中華人民共和國中央人民政府網站，2005 年 7 月 27 日，http://big5.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/test/2005-07/27/content_17425.htm。
- 中華人民共和國國家統計局編，*中國統計年鑒*（2008）（北京：中國統計出版社，2008 年）。
- 高長，「外商企業在中國投資獲利性的決定因素」，台灣經濟學會編，*台灣經濟學會年會論文集*（台北：台灣經濟學會，1996 年），頁 67~94。
- 國家統計局交通統計司編，*中國工業經濟統計年鑒*（2002-2008）（北京：中國統計出版社，2002~2008 年）。
- 陳永生，「華裔與非華裔企業大陸投資績效之比較研究」，*中國大陸研究*，第 44 卷第 8 期（2001 年 8 月），頁 23~42。
- 傅豐誠，「中國大陸國有企業經營績效的變化」，*中國大陸研究*，第 48 卷第 4 期（2005 年 12 月），頁 1~29。
- 黃智聰、林昇誼、潘俊男，「外資企業在中國大陸生產效率之比較－以工業部門為例」，*遠景基金會季刊*，第 4 卷第 1 期（2003 年 1 月），頁 93~123。
- Aigner, Dennis J. and S. F. Chu, "On Estimating the Industry Production Function," *American Economic Review*, Vol. 58 (September 1968), pp. 826~839.
- _____, C. A. Knox Lovell and P. Schmidt, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models," *Journal of Economics*, Vol. 6 (1977), pp. 21~37.
- Aizenman, Joshua and Sang-seung Yi, "Controlled Openness and Foreign Direct Investment," *Review of Development Economics*, Vol. 2, No. 1 (February 1998), pp. 1~10.
- Battese, G. E. and Timothy J. Coelli, "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data," *Empirical Economics*, Vol. 20, No. 2 (June 1995), pp. 325~332.
- Coelli, Timothy J., D. S. P. Rao and G. E. Battese, *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* (USA: Kluwer Academic Publishers, 1998).
- Farell, M. J., "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, Vol. 120, No. 3 (March 1957), pp. 253~290.
- Forsund, Finn R., C. A. Knox Lovell and P. Schmidt, "A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement," *Journal of Econometrics*, Vol. 13, No. 1 (May 1980), pp. 5~25.
- Greene, William H., "A Gamma-distributed Stochastic Frontier Model," *Journal of Econometrics*, Vol. 46 (1990), pp. 141~163.
- Jefferson, Gary H. and T.G. Rawski, "How Industrial Reform Worked in China: The Role of

- Innovation, Competition, and Property Rights,” *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics* (Washington, DC: World Bank, 1995), pp. 129~170.
- Lin, Chu C., “Production Function, Factor Substitution, and Direct Foreign Investment: A Case Study in Taiwan,” *Asian Economic Journal*, Vol. 9, No. 2 (1995), pp. 193~203.
- _____ and Y. H. Wang, “A Comparative Study on Production Efficiency of Taiwanese Firms and Their Subsidiaries in Mainland China,” *Taiwan Journal of Political Economy*, Vol. 3, No. 1 (July 2000), pp. 69~93.
- Markusen, James R. and A. J. Venable, “Foreign Direct Investment as a Catalyst for Industrial Development,” *European Economic Review*, Vol. 43, No. 2 (February 1999), pp. 335~356.
- Meesusen, Wim and J. Van den Broeck, “Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error,” *International Economic Review*, Vol.18, No. 2 (June 1977), pp. 435~444.
- Shiu, Alice, “Efficiency of Chinese Enterprise,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol.18, No. 3 (November 2002), pp. 255~267.
- Zheng, Jinghai, X. Liu and A. Bigsten, “Ownership Structure and Determinants of Technical Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Chinese Enterprises (1986-1990),” *Journal of Comparative Economics*, Vol. 26 (September 1998), pp. 465~484.