

第四章 資料變數與研究方法

從過去許多文獻中證明，外人直接投資在中國大陸存在正向外溢效果，對中國的國內投資有正面促進發展作用。然而，中國的外人投資資金來源中，最主要是來自港澳台資與外資兩大資金來源，而這兩者的資金來源在投資動機、投資績效、投資規模上均存在著顯著差異。¹⁰因此，本文主要的研究目的，在於瞭解中國國內本資、港澳台資與外資間的生產績效上是否有所差異？而是什麼因素造成此種差異產生的原因？本文利用《中國統計年鑑》與《中國工業經濟統計年鑑》相關年份資料，使用隨機邊界模型來衡量中國本資、港澳台資與外資企業間生產效率做比較。

第一節 實證模型

理想社會中，在完全競爭市場的運作下，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，若生產達到其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則形成生產前緣線(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。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

¹⁰根據中國對外經貿研究編輯部(1996)研究報告指出，華商對中國的投資目的是以出口用生產為投資導向，歐美商大多是針對中國國內市場為導向。因此，在探討影響生產績效的因素時，必須考慮到港澳台企業與其他外資企業在市場導向上的差異。

(deterministic statistical frontier approach)及隨機性邊界模型(stochastic frontier approach, 以下簡稱 SFA)。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, 部份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, 並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。

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往往小於效率前緣之產量, 這其中的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:

$$\ln Y_i = x_i' \beta - \varepsilon_i, \quad i = 1 \dots I \quad (4.1)$$

其中 ε_i 為用來解釋廠商生產未達效率前緣的部份。式(4.1)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, 分離噪音干擾及不效率項的部份。因此, Lovell and Schmidt (1977) 和 Meeusen and Broeck (1977) 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：

$$\ln Y_i = x_i' \beta + v_i - u_i, \quad i = 1 \dots I \quad (4.2)$$

其中 Y_i 為產出， x_i 為投入要素， $v_i \sim iid N(0, \sigma_v^2)$ ， $u_i \sim iid N^+(0, \sigma_u^2)$ 。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份，且其服從半常態分配 (half-normal distribution)。¹¹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)；¹²Meeusen and Van den Broeck (1977) 假設 u_i 服從指數分配 (exponential distribution)；¹³Greene (1990) 則假設 u_i 服從 gamma 分配。¹⁴

在式(4.2)下， v_i 與 u_i 的機率密度函數(probability density function, p.d.f)分別為：

$$g(v_i | \sigma_v^2) = \frac{1}{(2\pi)^{0.5} \sigma_v} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{v_i}{\sigma_v} \right)^2 \right] \quad (4.3)$$

$$f(u_i | \sigma_u^2) = \frac{1}{(2\pi)^{0.5} \sigma_u} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{u_i}{\sigma_u} \right)^2 \right], \quad u_i > 0 \quad (4.4)$$

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：

$$f(\varepsilon_i | \sigma^2, \lambda) = \frac{2}{\sigma} \cdot f^* \left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma} \right) \cdot \left[1 - F^* \left(\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma} \right) \right], \quad -\infty \leq \varepsilon \leq +\infty \quad (4.5)$$

¹¹ $u \sim N^+(0, \sigma_u^2)$: $f(u) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_u} \exp \left\{ -\frac{u^2}{2\sigma_u^2} \right\}$, $u \geq 0$

¹² $u \sim Truncated N(\mu, \sigma_u^2)$: $f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_u \Phi \left(\frac{-\mu}{\sigma_u} \right)} \exp \left\{ -\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma_u^2} \right\}$, $u \geq 0$

¹³ $u \sim Exp(\sigma_u)$: $f(u) = \frac{1}{\sigma_u} \exp \left\{ -\frac{u}{\sigma_u} \right\}$, $u \geq 0$

¹⁴ $u \sim Gamma(\alpha = m+1, \beta = \sigma_u)$: $f(u) = \frac{u^m}{\Gamma(m+1)\sigma_u^{m+1}} \exp \left\{ -\frac{u}{\sigma_u} \right\}$, $m > -1$

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(Maximal 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 $\hat{\sigma}^2$ 。

由於本文採用橫縱資料，所以根據 Schmidt and Sickles (1984) 的分類，以橫縱資料為架構所建立的隨機邊界模型可用以下三種方法來估計：固定效果模型 (fixed effect model)、隨機效果模型 (random effect model) 與最大概似法 (maximum likelihood estimator)。固定效果模型與隨機效果模型中皆假設 u_i 不會隨著時間變動，但是這種假設太過於強烈，廠商透過經驗的累積，學習效果應會出現，技術無效率應隨著時間的變動而變動。因此採用 Battese & Coelli (1995) 模型的基本原理，進行參數及效率指標之估計。

本文在生產函數上採用三種生產函數形式，分別為對數型 *Cobb-Douglas*、*CES* 及 *Trans log* 函數形式，以下列出三種型態之生產函數型式：

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln L_{it} + \beta_2 \cdot \ln K_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (4.6)$$

$$\ln Y_{it} = \ln A + h\delta \ln L_{it} + h(1-\delta) \ln K_{it} + \frac{h\rho\delta(1-\delta)}{2} (\ln L_{it} - \ln K_{it})^2 + v_{it} - u_{it} \quad (4.7)$$

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_L \cdot \ln L_{it} + \beta_K \cdot \ln K_{it} + \beta_{LL} \cdot (\ln L_{it})^2 + \beta_{KK} \cdot (\ln K_{it})^2 + \beta_{LK} \cdot (\ln L_{it})(\ln K_{it}) + v_{it} - u_{it} \quad (4.8)$$

式(4.6)、(4.7)、(4.8)分別為 *Cobb-Douglas*、*CES* 及 *Trans log* 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， $i=1,2,\dots,30$ ， $t=2001\sim 2005$ ； 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。式(4.7)中， A 為規模參數； h 為規模報酬參數； δ 為分配參數； ρ 為替代參數。在 *Cobb-Douglas* 與 *CES* 生產函數下，替代彈性皆為固定，分別為 $\sigma=1$ 及 $\sigma=\frac{1}{1+\rho}$ ；*Trans log* 生產函數為對數值的二次函數，可用來對任何生產可能曲線做局部二階的漸進估計，而其特性是允許要素

間之替代彈性與產出間之轉換彈性具有變動彈性。

在技術無效率模型部分，設定為：

$$u_{it} = Z_{it}\varphi + W_{it} \quad (4.9)$$

u_{it} 為非負隨機變數，由生產之技術無效率所組成。 Z_{it} 表示廠商在期間內由生產效率解釋變數組成的向量($1 \times m$)； φ 為未知係數向量($m \times 1$)。¹⁵

模型設定確定後，將建立一似似函數，並以 $\sigma^2 = \sigma_v + \sigma_u$ 及 $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$ 兩個變異參數呈現，利用最大似似估計法估計三個生產函數在 SFA 模型下之效率值及無效率模型。技術效率(TE)之估算為：

$$Technical\ Efficiency_{it} = \exp(-u_{it}) = \exp(-Z_{it}\varphi - W_{it}) \quad (4.10)$$

第二節 資料變數與範圍

本文採用的數據自相關年份之《中國統計年鑑》、《新中國五十五年統計資料彙編》及《中國工業經濟統計年鑑》中本資、港澳台資與外資之資料。由於中國國家統計當局並未在2000年以前針對港澳台資與外資做統計，故本文所採用時間範圍為2001至2005年，共5年，並用中國30個省、市及直轄市(除西藏)之橫縱資料(panel data)，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)，並以各省市的規模以上工業總產值(Y)做為產出值，而影響產出的因素即投入要素，為各地區固定資產投資(K)與全部從業人員平均人數(L)。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。¹⁶

¹⁵ 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。

¹⁶ 全部從業人員平均人數 = $\frac{1\text{月底從業人員數} + \dots + 12\text{月底從業人員數}}{12}$

表 9 本資、港澳台資與外資之投入產出平均值 (2001~2005)

	本 資	港澳台資	外 資
工業總產值 (億人民幣)	366662 (408538)	63334 (160434)	103260 (190328)
勞動投入 (萬人)	155.38 (127.9)	24.48 (70.44)	21.54 (36.79)
資本投入 (億人民幣)	2904.02 (9.81)	328.8 (20.28)	462.37 (13.53)
觀察個數	150	150	150

資料來源：本研究整理。

從表 9 中國大陸本資、港澳台資與外資企業在產出投入上的概況來看，由於中國自 1970 年代末期改革來，國有企業便在計劃經濟下成為經濟改革的核心，改革過程經歷了放權放利、兩權分離與建立現代化企業等三個階段，投資著重於重工業，故資本投入量較高。而港澳台資企業中，雖然投資產業層級不斷提高，但投入之資本仍不及外資企業如此龐大，故相對比較上來看，港澳台資企業對於勞動需求比外資企業高，資本投入比外資企業低。

下表 10 及 11 為本資、港澳台資與外資在 2001 至 2005 年的資本勞動比 (capital-labor ratio) 及產出勞動比 (output-labor ratio) 的變化。在資本勞動比部分，外資企業的比例最高，五年平均為 28.28；港澳台資企業最低，五年平均為 21.99。由於港澳台資企業多為勞動密集的中小企業，資金規模相對較小，相較外資企業多為資金規模較大的跨國企業，所以港澳台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、港澳台資與外資企業的資本勞動比都是逐年上升的趨勢。

在產出勞動比部分，外資企業的比例最高，五年平均為 4355.5；中國本資最低，五年平均為 2287.7。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。近年來，許多外資轉向投資高科技產業，例如：IT 產業、精細化工等，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。

表 10 本資、港澳台資與外資之資本勞動比(2001~2005) 單位:萬人民幣/人

	2001	2002	2003	2004	2005	平均
本資	17.87	19.63	22.74	24.51	27.10	22.37
港澳台資	19.19	21.31	20.88	22.87	25.70	21.99
外資	26.05	28.66	24.02	30.23	32.44	28.28

資料來源：本研究整理。

表 11 本資、港澳台資與外資之產出勞動比(2001~2005) 單位:萬人民幣/人

	2001	2002	2003	2004	2005	平均
本資	1437.9	1641.6	2058.9	2988.3	3308.7	2287.1
港澳台資	2335.8	2635.0	3034.8	3489.5	3650.8	3029.2
外資	3302.8	3795.5	4435.1	4848.6	5395.4	4355.5

資料來源：本研究整理。

在解釋無效率項部分，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等五個因素來解釋。就經濟地理區位而言，從行政區分類來看，2005年人均GDP最高的地區為上海（51474元人民幣），最低為貴州（5052元人民幣），差距十倍。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，會因商品市場及生產市場上競爭較激烈，促使所有本土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，見下表 12：

表 12 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：中華人民共和國中央人民政府網站。

各地區所投資的產業屬性不同也會影響效率值高低。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。本文以各地區在三級產業貢獻率的比重來劃分，下表 13。

表 13 各省市產業特性劃分

產業別	省、市、直轄市
第一產業	安徽、廣西、江西、寧夏、山東、四川、新疆、浙江
第二產業	重慶、福建、甘肅、廣東、貴州、河北、黑龍江、河南、
第三產業	北京、海南、上海

資料來源：中華人民共和國中央人民政府網站。

在資本勞動比方面，一般而言，高科技產業屬於資本勞動比較高的產業，例如：半導體、電子及通訊科技、軟體產業等，其技術效率及經濟效益較高，由圖 7 產業生命週期與經濟效益之關係圖顯示，成熟產業，如：電子資訊、半導體、軟體及生化科技產業，其經濟效益最高；衰退產業，如：煤炭、水泥產業的傳統產業，其經濟效益最低。所以在資本勞動比較高的新興產業及成熟產業，其經濟效益較高；在資本勞動比較低的傳統產業，其效益偏低。

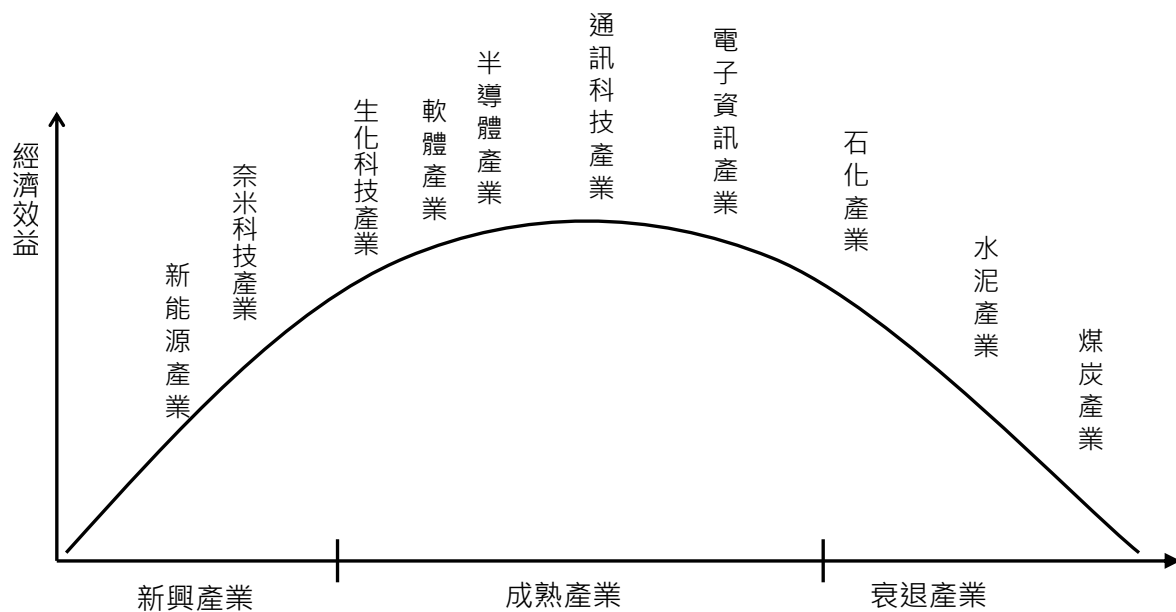


圖 7 產業生命週期與經濟效益之關係

資料來源：李京文（1998）。

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，2006 年底，中國前三位人口省分為河南（9380 萬人）、山東（9248 萬人）、廣東（9194 萬人）。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，其社會發展也相對較健全，促使外資企業有較多吸引力投資，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。